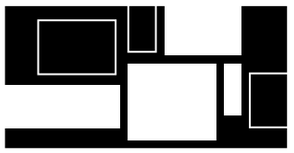
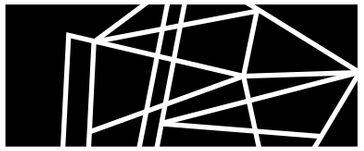
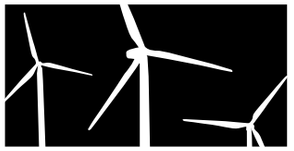


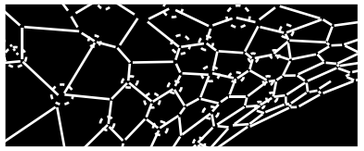
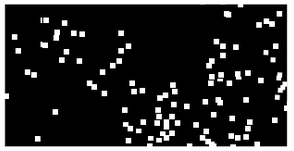



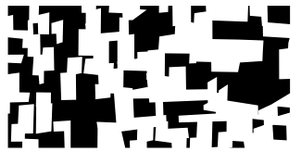
קיימות בראיה כוללת

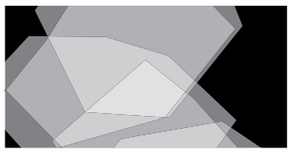
עורכת תגית כלימור

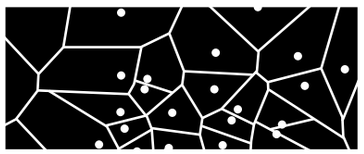
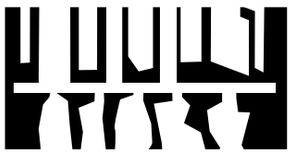
Sustainable Architecture
Towards Holistic Approach

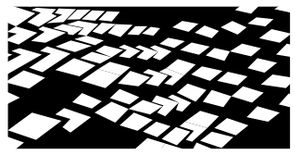
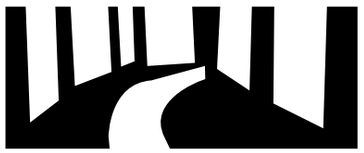
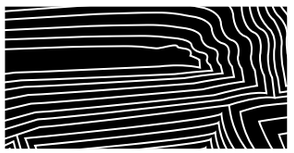
Edited by Tagit Klimor





קיימות בראיה כוללת

עורכת תגית כלימור

Sustainable Architecture-Towards Holistic Approach

Edited by Tagit Klimor

אדריכלות עוסקת באנשים ומעוצבת בהתאם לדרך בה הם תופסים את העולם. היא מתפתחת ומתגבשת כחלק מתהליכים חברתיים, פוליטיים ותרבותיים ומאמצת שינויים טכנולוגיים. בשנים האחרונות הפך השיח האדריכלי בנושא הקיימות מרכזי והעיסוק בנושא מתרחב ומתחדש, וכמוהו גם בסיס הידע.

הספר, המרכז מבחר עבודות במסגרת התואר הראשון והשני בפקולטה לארכיטקטורה ובינוי ערים בטכניון, הוא חלק מתהליך מתמשך להנגשת נושא הקיימות. היזמה נוצרה מתוך הכרת ערך הרחבת השיח הסביבתי ומהרצון להאיר ולהדגיש את חשיבות הקיימות כגישה כוללת.

לאדריכלות, כתחום רב מערכתי ומורכב, יש מקום של הנהגה העשויה להוביל, באמצעות אינטגרציה וחשיבה יצירתית, לדרך של אחריות כוללת המבוססת על ערכים חברתיים וסביבתיים, והמתחשבת בהתכנות כלכלית. אופק הקיימות הוא המקום בו חשיבה סביבתית תהיה מוטמעת כחלק מחיינו.

האותנטיות בהליך התכנון והעשייה תושג במקום בו לא נזדקק לכותרות כאדריכלות ירוקה או בניה בת קיימא, שכן אלה תהיינה חלק בלתי נפרד מאדריכלות נכונה ואיכותית.

תגית כלימור היא מייסדת ושותפה במשרד קנפו כלימור אדריכלים ומרצה בכירה בפקולטה לארכיטקטורה ובינוי ערים בטכניון.

978-965-555-755-8

קיימות בראיה כוללת

עורכת תגית כלימור

Sustainable Architecture
Towards Holistic Approach

Edited by Tagit Klimor

Sustainable Architecture - Towards Holistic Approach
Edited by Tagit Klimor

www.kkarc.com

Technion - Israel Institute of Technology

Language Editor: Danielle Knafo
Graphic Design: Shani Dahari and Lital Karni - Shine Little Studio

All rights reserved

Printed in Israel, 2014

קיימות בראיה כוללת
עורכת: תגית כלימור

www.kkarc.com

עריכת לשון: דניאל קנפו
עיצוב גרפי: שני דהרי וליטל קרני - Shine Little Studio

נדפס בדפוס:
נדפס בישראל, 2014
מסת"ב: 978-965-555-755-8

הספר ראה אור בתמיכת שיכון ובינוי מקבוצת אריסון והחממה החברתית לדיור וקהילה

כל הזכויות שמורות

אין לשכפל, להעתיק, לצלם, להקליט, לאחסן במאגר מידע, לשדר או לקלוט בכל דרך או בכל אמצעי אלקטרוני, אופטי או מכני או אחר - כל חלק שהוא מהחומר שבספר זה. שימוש מסחרי מכל סוג שהוא בחומר הכלול בספר זה אסור בהחלט אלא ברשות מפורשת בכתב מהעורכת.

תודות

ברצוני להודות לחברת שיכון ובינוי מקבוצת אריסון על תרומתה הנדיבה להפקת הספר כחלק מחזון החברה ליצירת סביבת חיים בת-קיימא עבורנו ועבור הדורות הבאים. במסגרת מחויבותה זו, החברה פועלת למימוש פרויקטים התואמים את ערכי הקיימות, תוך אימוץ תקנים מתקדמים לניהול ברוח הקיימות, עקרונות של תכנון בר-קיימא ובנייה ירוקה.
התרומה שאפשרה את הפקת ספר זה, מחברת את העשייה הרבה של החברה בהקמת פרוייקטים בארץ ובעולם, עם ההיבט התיאורטי, המאפשר חדשנות וקידום איכות החיים בסביבה הבנויה.
אני מקווה ששיתוף פעולה זה בין העשייה לאקדמיה יתרום להנגשת הידע בנושאי קיימות לציבור המתכננים ולציבור הרחב. תודה לצוות הקיימות של שיכון ובינוי שהאמין בחשיבות הספר וסייע למימושו. תודה אישית לעפרה רהב, סמנכ"ל קיימות בשיכון ובינוי, שראתה בהוצאת הספר כלי נוסף לקידום הקיימות בישראל.
תודה לפרופ' יהודה קלעי, דיקן הפקולטה לארכיטקטורה ובינוי ערים בטכניון, על העזרה בהוצאת הספר. לפרופ' גדי קפלוטו ופרופ' אברהם יזיאורו, ראשי התכנית לתואר שני בהתמחות בבניה ירוקה, אשר היו שותפים בשילוב הקורס כחלק אינטגראלי מהתכנית.
תודה לפרופ' רחל קלוש מייסדת ומנהלת החממה החברתית לדיור וקהילה, הפועלת בטכניון במימון המל"ג. החממה החברתית מתווכת, באמצעות מחקר והוראה, בין קהילות, מתכננים ומקבלי החלטות בנושאים הקשורים לסביבת המגורים. החממה החברתית תמכה בקורס 'התערבות מקיימת במרחב העירוני - תיאוריה ומעשה' ובהוצאת הספר לאור.
תודה לחברה הממשלתית לתיירות על שיתוף הפעולה ליישום רעיון הקמת מיצבי קיימות במצפה רמון. החברה במסגרת פעילותה לעידוד תיירות במוקדים רבים ברחבי הארץ תרמה להתחדשות העירונית במתחם רובע הבשמים במצפה רמון. תודה לשי וינר, מנכ"ל החברה וללילך פז, אדריכלית החברה שהייתה הרוח החיה מאחורי שיתוף הפעולה זה. תודה למאור רוייטמן ממשרד מייזליץ כסיף אדריכלים, מתכנני המתחם, שליווה את הפרויקט. תודה לצביקה ידור יועץ הבטיחות, שהפגיש את הסטודנטים עם המציאות הכואבת של הדרישות הבטיחותיות המחויבות בתקנים, וניסה לגשר בין היצירתיות לבין החקיקה והתקנים. תודה לצוקי רוקח, קונסטרוקטור מוכשר ויצירתי שליווה את הסטודנטים בהתלהבות, על מנת שעבודתם תוכל להתממש, תוך חיפוש פתרונות יצירתיים ורעננים.
תודה לנעמה בלונדר, יעל נידם, כרמל ברנשטיין וימית לזימי מצוות משרדי שעמלו שעות רבות על הפקת הספר. תודה לדניאל קנפו על עזרתה בעריכה הלשונית. תודה לליטל מאור ושני דהרי, הגרפיקאיות המוכשרות והיצירתיות על עבודתן הרצינית שתרמה רבות להפקת ספר בעל איכויות גרפיות גבוהות, התורמות לבהירות ולהנגשת הנושא.
תודה לסטודנטים הרבים שלאורך שנים רבות של הוראת פרויקטי תכנון והוראת הסמינר היוו מקור השראה וקטליזטור להתעמקות ולניסוח מחשבות על אדריכלות ועל מקומה בעולמנו. תודה לסטודנטים השותפים לספר זה על הרצינות וההשקעה בלימוד ובכתיבת המאמרים, ועל המאמץ הנוסף שהושקע בהכנת החומר לספר. הירתמות זו ראויה להערכה נוספת בשל הנכונות לעסוק בעיבוד החומר זמן ניכר אחרי סיום הלימודים, ומציאת פנאי לעיסוק בנושא בתוך קלחת החיים של עבודה ומשפחה במציאות חיינו התובענית.
תודה מיוחדת למשפחתי - לדוד, טל ודניאל שעודדו ותמכו בעבודה המתמשכת, שהייתה כרוכה בכתיבת המאמרים ובהפקת הספר.

ראשי פרקים

קיימות בראייה כוללת תגית כלימור **8**
הקורס והספר תגית כלימור **24**

קיימות עירונית - מהמקרו למיקרו

קיימות עירונית - מורכבות ודינמיות מתמשכת תגית כלימור **36**
עירוב שימושים כמנוע לפיתוח בר קיימא רותם שייקר והדר בן אברהם **54**
צפיפות ומרחב - בחינת צפיפות עירונית ומבנית למגורים לימור גולדהבר ובתאל לוי **76**
החייאת מרקמים אורבאניים - הסבת מבנים נטושים למבני מגורים הדר יונה וג'ניפר חגג **94**
תכנון שכונות בראיה סביבתית אלי בוריבקר וסשה מסלובסקי **116**
דיקור עירוני ככלי להתחדשות עירונית יאיר מלר, רותם סרי ואיה רוזנוולד **136**
תכנון מרחבים ציבוריים באזורים מדבריים בתאל מלכה ורונית קליין **156**

שרותי המערכת של הטבע העירוני

שרותי המערכת של הטבע העירוני תגית כלימור **182**
ציפוף טבע עירוני - בחינת יחסי טבע ועיר בעולם הולך ומצטופף דדי אלוף ומיכאל ליף **192**
מערכות טיהור מים מבוססות צמחים - שילוב ברקמה בנויה ובסביבה הנופית
רן קליק ומשה שמש **210**
בחינת הצורך ושיטות היישום של חקלאות עירונית ליה אלעזר **242**
ניהול הנגר ושילובו בעיצוב עירוני מקיים נעמה בלונדר **280**

המבנה הירוק - תיאוריה, טכנולוגיה וכלים

טכנולוגיה, מקומיות וגלובליות - תגית כלימור **296**
אסתטיקה של אדריכלות אקולוגית בגורדי שחקים ומבנים גבוהים גל רינגל **312**
אדריכלות דיגיטלית כמנוע לתכנון בר קיימא הדס סופר **326**
תכנון מקיים מבוסס ביצועים לוטם קירשט ומיכאל ויצמן **348**
חומרי בנייה מודרניים בראייה בת קיימא יאיר טיטלבוים **360**
שילוב מערכות אנרגית רוח מתחדשת במרקם בנוי הלמינה גרופר **384**

המרחב הציבורי כסוכן שינוי

המרחב הציבורי כסוכן שינוי תגית כלימור **404**
תרבות רחוב כאמצעי לשיפור איכות החיים בעיר ויקטוריה בלמן וג'ו נשאשיבי **418**
דיקור עירוני באמצעות אלמנטים זמניים יאיר מלר, רותם סרי ואיה רוזנוולד **426**
סדקים במדבר לוטם קירשט ומיכאל ויצמן **434**
רבדים מקומיים מיכל דה מאיו, רות גרסטל וימית לזימי **442**
עמוד מצל מאיר שרון גולן בר **450**
המצפה הקטן רועי אלמן, חן ברזל ואורי נוימן **458**

לקראת אדריכלות מקיימת - עתיד הקיימות תגית כלימור **466**

קיימות בראיה כוללת

תגית כלימור

שלושה עמודי תווך: סביבה, חברה וכלכלה

המשבר הסביבתי, שנוצר כתוצאה מהפרת האיזון האקולוגי על ידי ניצול יתר של משאבי הטבע, קיבל הכרה בשיח המדעי והציבורי, יחד עם התובנה לפעולה מיידית על מנת למנוע את השפעותיו ההרסניות. פעולה זו ניתנת על ידי חינוך ושימוש מושכל ומאוזן במשאבי הסביבה. בעבר, מרבית הסיכונים עמם נאלץ האדם להתמודד היו כוחות הטבע, עליהם לא הייתה לו שליטה. גם בהווה, כוחות אלו קיימים ואסונות הטבע מכים ללא רחמים וללא יכולת האדם לשלוט בהם, למרות שיפור ניכר ביכולת החיזוי וביכולות טכנולוגיות אחרות. להתמודדות זו נוספו הסכנות הסביבתיות הנגרמות על ידי תהליכי המודרניזציה אותם מוביל האדם.[1]

המשבר הסביבתי ניכר בבעיות הכוללות התגברות אפקט החממה, היכחדותם של מינים, הידלדלות משאבי טבע מתכלים ועלייה בהיקף הזיהום הסביבתי. כתוצאה מכך, התופעות באות לידי ביטוי באסונות אקולוגיים כשיטפונות ומדבור, מחסור במזון והחרפת זיהום המים, האוויר והקרקע. הפרה זו נובעת מהגידול המשמעותי של אוכלוסיית העולם, בשילוב עם ההפרה הנגרמת על ידי המדינות המתועשות, אליה מתווספת ההפרה הנובעת מתיעוש המדינות המתפתחות, בהן חלה עליה משמעותית ברמת החיים. גורמים אלו ותרבות הצריכה, המעודדת שימוש בזבזני ובלתי אחראי במשאבי הטבע, הביאו לנזק בלתי הפיך לסביבה. הבניה הצורכת משאבים רבים והפיתוח המואץ, הבא על חשבון שטחים פתוחים, מהווים מרכיב מרכזי ביצירת הבעיה ועל כן גם מהווים הזדמנות ליצירת שינוי. התשובה בתחום התכנון צריכה להינתן באמצעות מערכת המתקיימת בכל הירכיות התכנון. האחריות הציבורית נדרשת לפעול בקנה מידה אזורי, לפתח כלים למרחב העירוני, להכיל עקרונות מקיימים בתכנון מבנים חדשים וקיימים ולשדרג את השטחים הפתוחים. תכנון מקיים מחייב בחינה כוללת של המערכות השונות, תוך שיתוף בינתחומי הנותן מענה למערכת המורכבת כיחידה שלמה.

"וַיִּקַּח יְהוָה אֱלֹהִים, אֶת-הָאָדָם; וַיַּנִּחֵהוּ בְגַן-עֵדֶן, לְעָבְדָהּ וּלְשָׁמְרָהּ."

(בראשית ב', טו')

"It is one thing just to use the earth: It is quite another thing to receive the blessing of the earth and to become at home in the law of this reception, in order to shepherd the mystery of being and to pay attention to the inviolability of the possible."*

Martin Heidegger

* McWhorter, L., & Stenstad, G. (2009). *Heidegger and the earth: Essays in environmental philosophy.* Toronto: University of Toronto Press. P.47.

[1] "חברת הסיכון", מונח שטבע הסוציולוג אולריך בל בשנות השמונים, מתייחס לסיכונים איתם החברה המודרנית נאלצת להתמודד. רובם הם תוצר ישיר של תהליכי המודרניזציה מעשה ידי האדם הקשורים באופן ישיר לבעיות אקולוגיות.
Beck, U., (1992). *Risk Society: Towards a New Modernity.* London: Sage.

1. 'Wandering Home', יחידת מגורים מינימאלית כמחאה על יוקר המגורים. ביאנאלה לאדריכלות בוונציה 2008, הביתן של הונג קונג. תכנון: Kacey Wong
2. 'S1NGLETOWN, an abstract interpretation of a new kind of urban space', ביאנאלה לאדריכלות בוונציה 2008. תכנון: Droog and KesselsKramer

המושג קיימות (Sustainability) מקורו בלטינית ומשמעותו יכולת נשיאה, תמיכה, קיום ושימור. במקור, המושג קיימות התייחס ליכולתן של המערכות הביולוגיות לשמור על חוסן אקולוגי לאורך זמן באמצעות איזון, מגוון ופוריות. המונח עצמו נטבע על ידי קרלוביץ,[2] שניסח את שיווי המשקל העדין בין בריאת היערות לטובת צרכי האדם, לבין הצורך לשמור על איזון ביולוגי על מנת שהיער ימשיך להניב ולהתקיים. גישה זו הורחבה והפכה לאבן דרך מרכזית בחשיבה מקיימת, והוגדרה באופן ממוקד כ'פיתוח בר קיימא' בדו"ח ברוטלנד, הקרוי 'עתידנו המשותף'.[3]

פיתוח בר קיימא הוא פיתוח העונה לצרכי ההווה מבלי לפגוע בדורות הבאים. עם זאת, הגדרה זו מציבה סתירה, כמעט אוקסימורון, בדבר פיתוח הכרחי לטובת קיום האנושות על פני כדור הארץ, מול הציווי הקיומי למנוע הכבדה בלתי הפיכה על משאבי הסביבה. כיום, קיימות היא מושג אוניברסאלי המנסח חשיבה לטווח ארוך, המסדירה את הדרך הנכונה בה אנו צריכים לייצר, לצרוך ולהתקיים. גישה כוללת לקיימות, הנובעת מראיה ארוכת טווח תוך הבנת חשיבות שילוב מכלול נושאים, נשענת על קיום יחסי גומלין בין שלושת "עמודי התווך"

[2] קרלוביץ היה הראשון לנסח כללים לניהול יערנות זהיר על מנת שניתן יהיה לאורך זמן להפיק תועלת מהיער לחימום, בניה וכרייה.
Hans Carl von Carlowitz, (1713). Sylvicultura oeconomica: hausswirthliche Nachricht und naturmässige Anweisung zur wilden Baum-Zucht
מאמר על החיבור בין קרלוביץ להצהרת ריו:
Ulrich Grober, From Freiberg to Rio ¯ Hans Carl von Carlowitz' 'Sylvicultura Oeconomica'and the career of the term 'sustainable', https://tu-freiberg.de/ressourcenprofil/pdf/Text%20Grober%20englisch.pdf, Retrieved May 05, 2014.

[3] דו"ח ועדת ברונטלנד (Brundtland Commission) של האו"ם הוא סיכום מסקנות ועידת סטוקהולם מ-1972. הדו"ח הוא מקיף וכולל חשיבה כוללת וגלובלית של הבעיות העומדות בפני העולם המפותח והמתפתח כאחד. ההגדרה המצוטטת ביותר מתוך הדו"ח היא הגדרת פיתוח בר קיימא
Sustainable Development:('meeting the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs).'
הדו"ח המלא: http://conspect.nl/pdf/Our_Common_Future-Brundtland_Report_1987.pdf, Retrieved May 05, 2014.

של הקיימות: הון חברתי, חוסן סביבתי ודרישות כלכליות. עמודי תווך אלו או "מעגלי קיימות" מציבים את המטרות הבאות:

- קידום ערכים חברתיים העונים לצרכי כלל האוכלוסייה
- הגנה יעילה על המערכות האקולוגיות ושימוש מושכל במשאבי הטבע
- שמירה על ערכי צמיחה על פי עקרונות הכלכלה המודרנית[4] ויציבות כלכלית

שלושת מעגלי הקיימות מהווים מערכת שלמה השואפת להתקיים באיזון מתמשך, ולשמור על עמידות לאורך זמן תוך מתן כבוד לסביבה ולאדם.[5]

השיח האדריכלי בנושא הקיימות הפך מרכזי בשנים האחרונות. הנושא מתפתח ומתחדש, וכמוהו גם בסיס הידע. קידום נושא הקיימות מתקיים בשני כיוונים: מלמעלה למטה, ומלמטה למעלה. הראשון, מלמעלה למטה, פועל באמצעות קבלת החלטות ברמת מדיניות ארצית או מוניציפאלית, מתוקף הבנת חשיבות יישום פיתוח מאוזן. השני, מלמטה למעלה, פועל בעזרת תנועות שורשיות מבוססות הציבור הרחב. פעילות 'שורשי העשב' (Grassroots) מוזנת ממודעות פרטים וקבוצות להשפעת הפגיעה בסביבה על איכות החיים שלנו, ומתוך תחושת אחריות לעתיד הדורות הבאים.

3. מיצב ביזמת ארגון ה-(WWF Germany (World Wildlife Fund, המסב את תשומת לב העולם להתחממות הגלובלית והפשרת הקטבים. המיצב כולל למעלה מ-1,000 פסלי קרח שהתמוסס בשמש בכיכר בברלין.
Melting men, Berlin 2009, by Brazilian artist Nele Azevedo.

עמוד התווך הסביבתי

עמוד התווך של הקיימות הסביבתית הוא הבסיסי מבין השלושה הואיל והוא מאפשר קרקע פורייה, תרתי משמע, לשני עמודי התווך הנוספים: החברה והכלכלה. החיים שלנו תלויים במשאבי הסביבה הנחוצים לקיומנו. משאבים אלו הם חלק ממערכת אקולוגית רחבה יותר, המשרתת את החיים בה. החברה האנושית היא רק חלק מהמערכת השלמה, ועל כן ללא עמוד תווך זה לא נוכל

[4] על פי עקרונות הכלכלה האקולוגית צמיחה אינה תמצית הנושא כי אם יצירת מערכת מאוזנת המבוססת על ההבנה כי משאבי הטבע המתכלים והמתחדשים הם בסיס קיומי לפירמידה הכלכלית.

[5] הדו"ח המלא של הפסגה העולמית 2005, Retrieved May 05, 2014, http://data.unaids.org/Topics/UniversalAccess/worldsummitoutcome_resolution_24oct2005_en.pdf

להתקיים. עדויות רבות מוכיחות כי קריסתן של ציביליזציות עבר, כתרבות עמק ההינדוס או תרבות המאיה, נבעה כתוצאה מניצול יתר של הסביבה.[6] נסיבות אלו רלוונטיות גם כיום, על אף ההתפתחות המדעיות והטכנולוגיות.
בתרבויות עתיקות תפישת העולם הייתה הוליסטית, אורגנית ואקולוגית. היחס לטבע היה רומנטי ורוחני. מטרת המדע הייתה להבין את המשמעות האקזיסטנציאלית של הסביבה. לעומתה, הגישה המודרנית חיפשה דרכים לחזות את הנולד ולשלוט בסביבה. הגישה המדעית הקרטזית תפסה את היותנו ישות נפרדת בתוך גוף חומרי. העולם החומרי נתפש כמכונה, ללא חיים או רוח, העומדת לרשות המין האנושי. כתוצאה מכך קובעה הגישה בדבר שליטתו של האדם על הסביבה, וה'רשות' לנצלה באמצעות הפיתוח הטכנולוגי. הגישות הדטרמיניסטיות, שהן חלק מהשקפה פילוסופית זו, רואות באירועי העבר בסיס בלעדי למאורעות, לפעולות, החלטות ומחשבות עתידיות. הדטרמיניזם הטכנולוגי חידד את מקומה של הטכנולוגיה כבסיס להתפתחות האנושות וכגורם עיקרי ומוחלט.
הפיזיקאי והתיאורטיקן קפרה, המתווה את מארג הקשרים בין התפתחות המדע להתפתחות התרבות, מתבטא באופן חריף ומציין כי: "הגישה הקרטזית, בה היקום הוא מערכת מכאנית, מספקת תמיכה מדעית לניצול הטבע כחלק אינטגראלי בתרבות המערבית."[7] הגישה הקרטזיאנית מציבה קשר חד משמעי בנוגע לשליטת האדם על משאבי הטבע. גישה זו החלה להתערער עם כניסתן של פרדיגמות חדשות שהושפעו משינוי החשיבה המדעית. תיאוריות שונות דוגמת תורת הקוונטים ביטלו את החד ממדיות של הסיבה והמסובב, וחיזקו את התכונה ההוליסטית של העולם.
החשיבה הסביבתית החלה להתעורר עם המהפכה התעשייתית, והתמקדה בעיקר סביב הדאגה להשלכות הבריאותיות של האוכלוסייה הבאה במגע עם מפעלי תעשייה מזהמים. גישה זו מייצגת אנתרופוצנטריות, 'גישת ערך האדם', בה האדם ניצב במרכז והטבע ומשאבי הסביבה עומדים בזמינות בלתי מעורערת לרשותו. גישות נוספות, העוסקות ביחסי הגומלין בין האדם לסביבה, מייחסות משקל אחר למקומו של האדם ביקום. הגישה הביוצנטרית, 'גישת ערך החיים', מקנה לטבע ערכים בלתי תלויים באדם. על פי גישה זו כל היצורים החיים, ביניהם האדם, שווי ערך ומהווים מרכיבים במערכת הוליסטית אחת. גישה זו מחזקת את הדאגה לסביבה מתוך הרצון לשמור על טבע בראשיתי. הגישה האקוצנטרית, 'גישת ערך היקום', מדגישה את חשיבות כל מערכות החיים כמכלול שלם הכולל את האדם, החי והדומם. גישה זו מתמקדת בקשר ההדוק וההשפעות ההדדיות של כל רכיבי היקום כמערכת אקולוגית משותפת. הגישה האקוצנטרית היא המאוזנת ביותר בהיותה גישה סביבתית כוללת, המטמיעה את המורכבות והדינמיות של עולמנו.
תפיסות סביבתיות שונות, המייצגות גישות אלה, התפתחו במהלך מאה השנים האחרונות והאירו את הבעיה הסביבתית מנקודות מבט שונות ובהדגשים שונים. בשנות השישים של המאה העשרים החלה להתעורר מודעות ציבורית לנושא. אחת מהדמויות המרכזיות היא רייצ'ל קרסון,[8] מחברת הספר 'אביב דומם'. קרסון הצביעה על קשר ישיר בין הנזקים הסביבתיים הנגרמים כתוצאה מהדברה, לבין השפעתם על שרשרת המזון, הקושרת מארג רחב של בעלי חיים ושל האדם. בשנות השבעים, בעקבות משבר האנרגיה, בעיית הידלדלות המשאבים עלתה לתודעה העולמית מהזוית הכלכלית. ההבנה כי לא ניתן להתעלם מהסתירה הפנימית בין פיתוח אל מול שמירה על הסביבה, הביאה לחיבור דו"ח ברוטלנד בו נטבע המושג 'פיתוח בר קיימא'. מההיבט הסביבתי, פיתוח העונה להגדרה זו מתרחש במערכת בה התהליכים, המערכות והפעילויות מתוכננות להפחתת

6. Diamond, J.M., (2005). *Collapse: How Societies Choose to Fail or Succeed.* New York, Penguin Books.
7. Capra, F., (1982). *The Turning Point: Science, Society, and the Rising Culture.* New York, Simon and Schuster, p.61.
8. Carson, R., (2002). (1st. Pub. Houghton Mifflin, 1962). *Silent Spring.* Mariner Books.

ההשפעה הסביבתית לאורך כל תהליכי הייצור, ההפקה, השינוע, השימוש ואחרית ימי המוצר. עמוד התווך הסביבתי תומך ביוזמות כאנרגיה מתחדשת, צמצום צריכת דלק פוסילי, צמצום בפליטת מזהמים, עידוד הייעור תוך הפחתת כריתת יערות, טיפול בפסולת ומיחזור, מניעת הטמנת פסולת רעילה, קיום חקלאות ודייג בר קיימא תוך עידוד חקלאות אורגנית.
הכלכלן הרמן דיילי (Herman Daly), מהחלוצים בתחום, התנגד להגדרה המעורפלת של דו"ח ברוטלנד, וביקש לחדד את ההגדרה על ידי הגבלת הפיתוח לגבולות יכולת הנשיאה של הסביבה:
"Development without growth beyond environmental limits."[9]
ההגדרה המעשית לקיימות סביבתית על פי דיילי נובעת מנקודת מבט המקנה חשיבות לשמירה על ההון הטבעי על פי העקרונות הבאים:[10]

- שיעור השימוש במשאבים מתחדשים לא יעלה על שיעור התחדשותם
- ייצור פסולת מפרויקטים לא יעלה על קיבולת הקליטה וההטמעה בסביבה
- בעת שימוש במשאבים בלתי מתחדשים, הגורם לדילולם, חייבים לפתח תחליפים מתחדשים מקבילים

אנו מתייחסים למשאבים הטבעיים כשפע מובן מאליו העומד לרשותנו ללא הגבלה. המאזן בין ניצול משאבים ליכולת התחדשותם מעורער זמן רב, והתוצאות ניכרות בתחומי חיים רבים. השפעת איבוד האיזון חורגת מעבר לבעיות הפרת מערכות אקולוגיות. ההשלכות הן בעיות חברתיות וכלכליות המתורגמות לקונפליקטים פוליטיים ובשל כך נובעת חשיבות עמוד תווך זה כבסיס לאיזון כולל.

עמוד התווך החברתי

משנות השישים המאוחרות חל שינוי חברתי הדרגתי: מחברה המבוססת על מדדים של חומריות כלכלית וגשמיות, לחברה פוסט-מטריאליסטית (post-materialism) המקדמת ערכים של עצמאות וביטוי אישי. כתוצאה משינוי זה הפוליטיקה המוסדית נחלשה ופינתה מקום לביסוס ה'פוליטיקה החדשה' כאנטיתזה לקודמתה. הפוליטיקה החדשה קידמה נושאים חברתיים כשיוון, זכויות הפרט, נושאים פוליטיים אנטי מלחמתיים ונושאים סביבתיים. הכוחות הפוליטיים, שהזינו מגמה זו, הם בעיקרם תנועות שורשיות שצמחו מלמטה (Grassroots Movement), כשמפלגת הירוקים בגרמניה היא דוגמה מובהקת לכוח זה. מגמה זו מדגימה את כוחה של החברה הדמוקרטית לחולל שינוי בעזרת 'הספרה הציבורית', על פי הגדרתו של הפילוסוף והתיאורטיקן החברתי הברמס.[11] הרעיונות החברתיים והסביבתיים אכן עברו שינוי מסוים, אך התרבות הנוכחית רחוקה משחרור מערכי חומריות וקימום חברה המושתתת על ערכי צדק ושוויון. 'שיבוש תרבות', ספרו של קאלה לאסן,[12] ו'בלי לוגו', ספרה של נעמי קליין,[13] עוסקים בבעיות תרבות הצריכה הנוכחית, הנובעים ממבני הכוח הקיימים. מבני כוח אלו נשלטים על ידי תאגידי ענק בינלאומיים, המייצגים את הכלכלה הקפיטליסטית במיטבה. חברות חזקות אלה משפיעות על כל תחומי חיינו, מעודדות את תרבות הצריכה, ומשרישות אי צדק פוליטי ברמה המקומית והגלובלית. טקסטים אלו קוראים להתעוררות ושינוי תרבותי, להשבת השליטה שלנו על חיינו, ולתעדוף ערכים לא חומריים לטובת חופש ואיכות חיים של הפרט.

9. Daly, H., (1996). *Beyond Growth: The Economics of Sustainable Development.* P.1
10. Daly, H.E., (1990.a) Boundless bull. Gannett Center Journal 4(3):113-118. Daly, H.E., (1990b.) *Toward some operational principles of sustainable development.* Ecological Economics 2:1-6.
11. Habermas, J., (1962). *The Structural Transformation of the Public Sphere: An Inquiry into a Category of Bourgeois.* Thomas Burger and Frederick Lawrence, English version, 1989. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts.
12. Lasn, K., (1999). *Culture Jam: The Uncooling of America.* New York: Eagle Brook.
13. Klein, N., (2000). *No Logo.* Flamingo. Great Britain.

4. 'שיבוש תרבות' של קאלה לאסן (Lasen, 1999) ו'בלי לוגו' של נעמי קליין (Klein, 2000)

האקולוגיה החברתית[14] קושרת בין האידיאולוגיה המערבית של שליטה בטבע (שהמשבר הסביבתי הוא תוצר ישיר שלה) לבין הארגון ההירדכי של יחסי כוחות ושליטה המושרשים במבנה החברתי שלנו. האקולוגיה החברתית מבטאת את יחסי הגומלין בין האדם והסביבה בהקשר הרחב והכולל המחבר בין החברתי, המוסדי והתרבותי. גישה זו מתמקדת בתלות ההדדית בין מערכות חברתיות לבין בעיות סביבתיות. האקולוגיה החברתית מקדמת גישה אקטיבית כלכלית ומוסרית, החורגת מעבר לגישה השיקומית המטפלת במחסור ובשוויון. מטרתה היא התווית דרך חיים הרמונית בין קהילות אנושיות, כבסיס לחיים מאוזנים עם העולם הטבעי הסובב אותן, תוך מתן כבוד למגוון ולחופש.
תנאי הסביבה המקומיים היוו בסיס להתפתחות תרבויות שונות במקומות שונים בעולם. מגוון התרבויות הרחב הקיים כיום הוא תולדה של התאמה לאקלים ומשאבי טבע מקומיים. האקולוגיה התרבותית, מונח שטבע האנתרופולוג סטוארד,[15] טוענת כי לאזור אקולוגי תפקיד משמעותי בעיצוב התרבות. ההסתגלות האנושית נובעת מטכנולוגיות, שיטות עבודה והידע הנרכש והמצטבר שהותאמו למקום נתון ואפשרו לאנשים לחיות בו. תפיסה זו מייצגת גישה אנטי גלובלית המחזקת את המקומיות, ומקומה מבחינה תרבותית ומבחינת התכנון האדריכלי, רלוונטי מתמיד.

עמוד התווך הכלכלי

חברה וכלכלה הם שני נושאים השזורים זה בזה מקדמת דנא, ומהווים אבני בסיס בהבנת עיצוב פני החברה האנושית. הנושא הסביבתי, כמרכיב הכרחי בדיון על 'עתידנו המשותף', התווסף לפני כשני עשורים. לכלכלה תפקיד מהותי בעיצוב פני החברה והסביבה. הכלכלה המודרנית שהתפתחה לכלכלה גלובלית,

[14] האקולוגיה החברתית, פרי הגותו של מארי בוקצ'ין (Murray Bookchin) משנות השישים, על פי הגדרתה:
"a coherent radical critique of current social, political, and anti-ecological trends...a reconstructive, ecological, communitarian, and ethical approach to society." http://www.social-ecology.org/, Retrieved February 02, 2014.
[15] Steward, J.H., (1972). *Theory of Culture Change: The Methodology of Multilinear Evolution.* University of Illinois Press.

5. קבוצת נשים הודיות שהתארגנו באופן ספונטני בתחילת שנות ה-70 (Chipko movement) על מנת למנוע כריתת יער.
6. פרויקט "מחבקי העצים" ברוקלין 2008,
Tree Hugger Project at Myrtle Avenue, Brooklyn

מתמקדת בתהליכים ותנודות בשוק הכלכלי ללא קשר וזיקה לטבע. כלכלה זו בוחנת את הטבע כמקור למשאבים, שהם בבחינת סחורה בעלת ערך כלכלי, הניתנים לניצול לצרכי האדם.
הכלכלה המודרנית מודדת את רמת הפיתוח במדינה וחוסנה הכלכלי בפרמטרים של תוצר מקומי גולמי (תמ"ג). גישה זו היא קצרת טווח הואיל ואינה לוקחת בחשבון את העלות האמיתית של דילול משאבי הטבע והנזקים הסביבתיים, שחלקם הגדול הוא תולדה של פיתוח. בצד האחר של המתרס עומדת הכלכלה האקולוגית, העוסקת בתלות ההדדית והאבולוציה המשותפת של מערכות כלכליות ומערכות אקולוגיות טבעיות במרחבים שונים ולאורך ציר הזמן. הכלכלן הרמן דיילי (Herman Daly),[16] מהמובילים בתחום הכלכלה האקולוגית, מציג פירמידה הפוכה בה הכלכלה מבוססת על משאבי הסביבה כאור השמש, הקרקע, החי, הצומח, המחצבים וכו'. ללא קיום בסיס איתן של 'יצרנים ראשוניים' אלו לא ניתן לקיים את המערכת כולה. הכלכלה האקולוגית והאקולוגיה החברתית משנים ערכים חברתיים בהפרדת מדד העושר והאושר. דיילי מציג גישה הטוענת כי "מספיק הוא הטוב ביותר". בהתאם לכך, אנו צריכים להחליף את הגישה התרבותית-כלכלית הרווחת, הטוענת כי "עוד הוא טוב יותר":
"Once we have replaced the basic premise of "more is better" with the much sounder axiom that "enough is best," the social and technical problems of moving to a steady state become solvable, perhaps even trivial."[17]

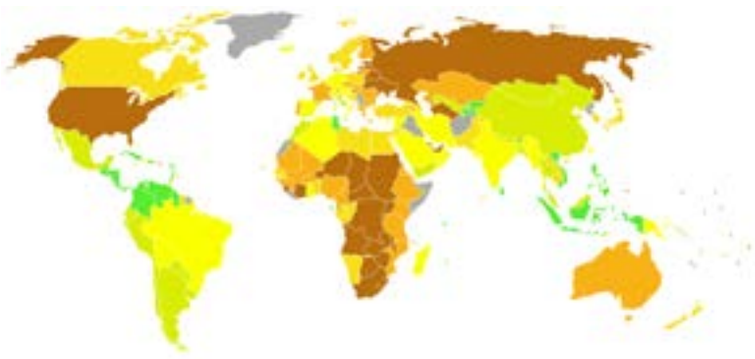
[16] על חשיבות גישתו של דיילי נכתב:
"Daly is turning economics inside out by putting the earth and its diminishing natural resources at the center of the field . . . a kind of reverse Copernican revolution in economics." Utne Reader
[17] Daly, H., (1977). in Steady-State Economics, Retrieved May 05, 2014
http://steadystate.org/wp-content/uploads/Quotes_Steady_State_Economy.pdf

ISBN 978-965-555-755-8

7. המזהם ישלם - Polluter Pays

הכרה בחשיבות ההגות, הפעולה הסביבתית והזיקה ההכרחית בין שלושת עמודי התווך משותפת לכל העוסקים בנושא, אך השיח כיום רחוק מלהיות נחלת הכלל. קיימים מעגלים משותפים בין תחומי ההחלטה וההשפעה השונים, אך עדיין לא נעשה מספיק כדי להפוך את עקרונות הקיימות לדרך חיים. לצורך קידום החלטות, קיים צורך במודעות רחבת בסיס העשויה להביא את הנושא לסדר היום הלאומי לטובת הקצאת המשאבים הנדרשים. יש להשקיע בהווה על מנת למנוע בעיות עתידיות, אשר פתרונן יצריך הקצאת משאבים גדולה יותר. תובנה זו עדיין לא מובנת מאליה.

הדחיפות במניעת נזקים סביבתיים נוספים נדחקת הצידה, בצל מאורעות מדיניים ופוליטיים הגוזלים משאבים כלכליים יקרים. מאבק ההישרדות מאפיל על עניינים שאינם קיומיים ומצריכים טיפול מיידי. התפיסה הכלכלית הרווחת אינה לוקחת בחשבון את התלות המוחלטת שלנו במשאבי הטבע המתכלים, ואת הצורך לשמור על איזון המערכות האקולוגיות לצורך קיומנו. הפיתוח הטכנולוגי משפר ומרחיב את התועלת שאנו מפיקים ממשאבי הסביבה, שמרביתם מוגבלים בכמותם ואינם מתחדשים. החיבור בין שלושת עמודי התווך מחייב שינוי פרדיגמה כלכלית, המטמיעה את משמעות הפגיעה הסביבתית ואת מוגבלות הטכנולוגיה לשקם ולשחזר מערכות אקולוגיות ההכרחיות לקיומנו. נדרשת תובנה מהותית לערך האדם במרחב הגלובלי, המונעת ניצול החלש תחת כובד הכלכלה התאגידית הגלובלית.



8. "מדד האושר העולמי", 2006, מדינות בראש המדד בירוק, בתחתית המדד חום.

טביעת הרגל האקולוגית ומדד האושר העולמי

'טביעת הרגל האקולוגית'[18] היא מדד לרמת ניצול המשאבים הטבעיים במדינות שונות בעולם. המדד מתייחס לשטח האדמה והמים הנדרשים לסיפוק הצרכים ולקליטת חומרי הפסולת של אוכלוסייה בעלת אורח חיים נתון. שטחי האדמה כוללים: אדמה פורייה ליבול חקלאי, שטחי מרעה לבעלי חיים, מרחב ימי המשמש לדיג, שטחים לספיחת הפחמן הדו-חמצני הנפלט מהפקת אנרגיה, שטח לבניה ותשתיות ושטח לשמירה על מגוון המינים. ערכי המדד גבוהים במדינות מפותחות עם רמת צריכה גבוהה כאמירויות המפרץ וארצות הברית. ערכי המדד נמוכים במדינות לא מפותחות, שרובן באפריקה. במדינות אירופה המדדים פחותים בזכות מודעות גבוהה יותר לנושא. במדינות המתפתחות המדדים נמוכים בשל רמות הפיתוח והצריכה הנמוכות. אחד הפרמטרים במדד, הקיבולת הביולוגית (Bio-capacity), בוחן את היקף משאבי הטבע המצויים במקום ויכולת התחדשותם. המאזן בין טביעת הרגל והקיבולת הביולוגית משקף את היקף הדילול של המשאבים הטבעיים במקום נתון. מדדים אלו משקפים את הצד הפיזי בלבד, ואינם מביאים בחשבון את היחס בין ההכבדה הסביבתית לבין איכות החיים של האדם.

'מדד האושר העולמי'[19] קושר את הנושא הסביבתי לנושא החברתי. המדד בוחן את היחס בין טביעת הרגל האקולוגית לבין מדד 'החיים הטובים', המורכב מתוחלת החיים ומשביעות הרצון של התושבים. על פי מדד זה אין מתאם ישיר בין עושר המדינות לבין אושר האוכלוסייה. המדד מערער את תפיסת הכלכלה הקפיטליסטית ומחזק את הגישה האקולוגית, המבטלת את התמ"ג ככלי לבחינת רווחת האדם, לטובת כלים המתעדפים את האושר והבריאות על העושר. המדד מחזק את הקשר בין שלושת עמודי התווך הסובבים סביב נושאי חברה, תרבות וערכים יחד עם כלכלה, פוליטיקה וסביבה.

אדריכלות וסביבה

האדריכלות עוסקת באנשים ומעוצבת על פי הדרך בה אנשים תופסים את העולם. אדריכלות מתפתחת ומתגבשת כחלק מתהליכים חברתיים, פוליטיים ותרבותיים, ומגיבה ומאמצת שינויים טכנולוגיים. התפתחות רבה חלה בנושא הסביבתנות. השינוי בחשיבה הפילוסופית-תרבותית הביא לשינוי אורחות חיים והשפיע על חיפושי הדרך באדריכלות. ניתן לציין מספר אבני דרך ששינו את הגישה הכוללת לטבע והביאו באופן מצטבר לשינוי מגמה תרבותי, שהפך לחלק

9. גג המבנה של בית הספר במתחם הסגרדה פמיליה, מבוסס על מבנה מרחבי של עלה המגנוליה, Sagrada Familia school. Barcelona, 1909. Architect: Antoni Gaudí
10. עלי מגנוליה מקומרי שוליים כמקור השראה.

18. Ecological Footprint, www.footprintnetwork.org, retrieved April 20, 2014.
המדד פותח ב-2006 ומתעדכן תקופתית.

19. Happy Planet Index, http://www.happyplanetindex.org, retrieved April 20, 2014
המדד פותח ב-2006 ומתעדכן תקופתית

מהפרדיגמה האדריכלית. ויטרוביוס, בספרו 'עשרת הספרים על אדריכלות', מציין שלושה עמודי תווך המגדירים את האדריכלות: חוזק ועמידות, שמישות ויופי - "Firmitas, Utilitas, Venustas".[20] קיימת תמימות דעים בקרב חוקרים כי כתיבתו של ויטרוביוס היא הראשונה העוסקת בהיבטים אקלימיים של המבנה. לאורך ההיסטוריה ועד למהפכה התעשייתית, המוצרים היו מועטים והטבע היה זמין ובשפע. חוזק, עמידות וחסכון בחומר היו חלק מתובנה זו ומהצורך לבנות מבנים ברי קיימא. האדריכלות הוורנקולרית במהותה מותאמת לסביבה מבחינה אקלימית, בבחירת חומרים מקומיים ובטכנולוגית השימוש בהם.
שמירת הטבע מתוך מודעות לערכיו והכרת היות האדם כחלק ממערכת רחבה, החלה להתגבש כגישה חילונית בסוף המאה ה-19. הנרי דוויד ת'ורו,[21] בין מובילי הרעיון, ביקר את החיים החומרניים ואת הכלכלה הקפיטליסטית. ת'ורו ראה את האדם כחלק מהטבע, ולא כישות נפרדת המנצלת את הסביבה. הוא הדגיש את החשיבות הרוחנית שבטבע והטיף לשימור הטבע הבראשיתי. באדריכלות, התנועות הרומנטית דוגמת ה-Arts & Crafts מאמצע המאה ה-19, המזוהה עם אדריכלים מובילים כ-Ruskin ו-Morris, ותנועת הארט-נובו מתויגות כראשית הגישה הסביבתית באדריכלות. עבודתו של גאודי מאופיינת בחשיבה פונקציונאלית וקונסטרוקטיבית המושתתת על לימוד מחכמת הטבע. גאודי שואב השראה מהעקרונות המבניים בטבע, דוגמת שלד האדם, העץ ומבנה

העלה, לטובת חיזוק המבנה, תוך הפחתת חומרי הבניה. באמרתו המפורסמת 'מקוריות חוזרת למקור', גאודי, כאדם מאמין, מחבר בין מקורם של כל הדברים בטבע שנוצרו על ידי אלוהים, לבין התכנון האדריכלי-הנדסי.
גאודי הוא חלק מקבוצת אדריכלים מתווי דרך מתחילת המאה הקודמת, שבעבודתם ניתן לראות שילוב תקדימי העבר עם טכנולוגיה חדשה. המהפכה התעשייתית הפכה חומרי בנייה כברזל, פלדה וזכוכית לזמינים. הבטון המזוין פתח אפשרויות קונסטרוקטיביות חדשות. בשלהי הרומנטיסיזם החלה להתפתח האדריכלות המודרנית, כחלק משינויים חברתיים ופוליטיים וכתוצאה מהתפתחות הנדסית-טכנולוגית.
המהפכה התעשייתית הביאה לשיאה את התפיסה הניוטונית באשר ליכולת המדע לפתור בעיות. האדריכלות המודרנית חידדה את מגמת החיפוש אחר פתרונות מכאניים ודטרמיניסטים. האדריכלים האמינו שניתן לבודד את נשוא העבודה מהסביבה החיצונית, תוך ניתוק ההקשר התרבותי. בבאוהאוס הפונקציונאליות הייתה שחקנית ראשית. הפרוגראמה והשיטות הטכנולוגיות היו הגורמים המעצבים. מאפייני המגמה, כחלק מהמודל הקרטזי, היו צמצום ופישוט, המשתקפים במשפטו של מיס ון דר רוהה: "less is More". הדטרמיניזם, חיפוש הסיבה המכוונת למתרחש בטבע ולהחלטות האדם, בא לידי ביטוי באמרתו של לואיס סאליבן "Form Follow Function". התעוש, הסטנדרטיזציה והיצור ההמוני היו חלק מבשורת המודרניזם של מובילי הדרך. על פי לה קורבוזייה: "אנו חייבים לברוא את רוח הייצור ההמוני...'בית המכונה' ('House-Machine'), בית הייצור ההמוני, בריא ויפה".[22] על פי וולטר גרופיוס: "בכל התקופות הגדולות בהיסטוריה, קיום הסטנדרט - האימוץ המודע והמדויק של דגם וצורה

[20] ספרו של ויטרוביוס נכתב במאה הראשונה לפני הספירה:
The Ten Books on Architecture. Vitruvius. Morgan, M.H., (1914). Cambridge: Harvard University Press. London: Humphrey Milford. Oxford University Press.
[21] תורו ידוע כ"פילוסוף טבע" וכמחבר הספר "Walden", שהיה רב השפעה ונחשב כמבשר התנועה האקולוגית, שקמה במחצית המאה העשרים.
Thoreau, H.D., (1854). *Walden; Or, Life in the Woods.* Boston, MA: Ticknor and Fields.
[22] Le Corbusier's, (1986). *Towards a New Architecture.* Dover edition.
(הספר המקורי בצרפתית נכתב ב-1923).
Venturi, R. & Museum of Modern Art, (2011). *Complexity and contradiction in architecture.* New York: Museum of Modern Art, New York.

- היה הקריטריון לחברה מתורבתת ומוסדרת". גישות אלה הביאו להתעלמות מהתרבות המקומית ומהשפעת הסביבה על הבניין, ולהיפך. אדריכלות הסגנון הבינלאומי התנערה במופגן מהאדריכלות הוורנקולרית. הסגנון הבינלאומי חצה גבולות. תרבות החומרים החדשים, הפלדה והזכוכית, החליפה את החומרים המקומיים. בבניה המודרנית, המלווה אותנו גם היום, ניתן לראות את הטיפול במעטפת הבניין כמייצגת את שינויי החשיבה. המעטפת החדשה, שיושמה במבנים רבים בשנות החמישים והשישים בעיקר בארצות הברית, הייתה אטומה לאוויר חיצוני והסתמכה על בקרת סביבה ממוכנת הצורכת אנרגיה רבה. מעטפת זו הפרידה באופן מוחלט בין פנים לחוץ, ויצרה פרדוקס בין פתיחות ויזואלית להעדר פתיחות אקלימית.
משבר האנרגיה של שנות השבעים הביא לשינוי משמעותי בגישה זו. משבר זה נבט על קרקע פורייה של בחינה מחודשת של האדריכלות המודרנית. האדריכלות הפוסט מודרנית התנגדה לתכונות הפישוט והאוניברסאליות של האדריכלות המודרנית. האדריכל רוברט וונטורי, בספריו משנות השישים והשמונים, היה מהחלוצים שהציג וחידד את מורכבות השפה האדריכלית והמגוון האצור בה, בניגוד לאמת האחת של המודרניזם. וונטורי ניסח את הצורך באדריכלות סימבולית הקשורה לסביבה התרבותית.[23]
שני עשורים לפני משבר זה וכמאה שנה אחרי ת'ורו, אלדו ליאופולד[24] הרחיב את יחסי הגומלין בין האדם לטבע. אלדו, שנחשב למייסד האתיקה הסביבתית, הדגיש את התלות הדדית בין מרכיביה השונים של 'קהילת האדמה', המהווה את המערכת המשותפת לאדם ולסביבה. בשנות השבעים, ארן נס[25] הרחיב את השיח באמצעות יצירת אבחנה בין 'אקולוגיה רדודה' ל'אקולוגיה עמוקה'. במרכז הגישה הראשונה עומדת טובת האדם והתמקדות במתן פתרונות טכניים מקומיים לבעיות זיהום ודילול המשאבים. לעומתה ה-'אקולוגיה עמוקה' בוחנת את אורח חיי האדם ופועלו לצורך מניעת בעיות סביבתיות, ובודקת את יחסי הגומלין בין השפעת האדם על הסביבה והשפעת הסביבה על האדם. גישתו של נס היא מערכתית ונותנת מענה כולל לשאלות הסביבתיות.
במקביל, אדריכלות שנות השבעים התייחסה למשבר האנרגיה על ידי אימוץ האדריכלות הסולרית, שמציעה מבנים עם צריכת אנרגיה נמוכה, על ידי שימור אנרגית השמש וקירור באמצעות מסה תרמית ועל ידי אוורור טבעי. גישה זו היא אחת משתי קטגוריות המייצגות את הלימוד מהוורנקולרי על פי האדריכלית והתיאורטיקנית סוזנה הגן:[26] הגישה האקוצנטרית והגישה האדפטיבית.
הגישה האקוצנטרית-אנטי-תעשיתית משחזרת את אמנות העבר. דוגמה מובהקת היא האדריכלות של חאסן פתחי (Hassan Fathy),[27] עטור הפרסים על עבודתו

[23] Venturi, R., Brown, D.S. & Izenour, S., (1982). Learning from Las Vegas. Cambridge, Mass. (u.a.): MIT Press.
[24] ציטוט של ליאופולד: "הרמוניה עם האדמה היא כמו הרמוניה עם חבר. אינך יכול להוקיר את ידו הימנית ובו בעת לגדוע את ידו השמאלית. האדמה היא אורגניזם אחד."
Leopold, A., (1966). *A Sand County Almanac: With Other Essays On Conservation from Round River.* Oxford University Press. New York, NY.
[25] Naess, A., (1989). *Ecology, Community and Lifestyle.* Cambridge University Press, p.29.
[26] Hagan, S., (2001). *Taking Shape: A new Contract between Architecture & Nature.* Oxford: Architectural Press, Butterworth-Heinemann. p.103.
[27] ציטוט האידיאולוגיה של חסן פתחי:
"We need a system that allows the traditional way of cooperation to work in our society. We must subject technology and science to the economy of the poor and penniless. We must add the aesthetic factor because the cheaper we build the more beauty we should add to respect man", Hassan Fathy

11. עיר חדשה שתוכננה על ידי חסן פתחי תוך חיפוש שימוש בחומרים, טכנולוגיה ושפה מקומיים, New Gurna Market Egept, 1946-1952, Architect: Hassan Fathy

מלאת ההשראה בתכנון סביבה אדריכלית עשירה על פי המסורת הטכנולוגית והאסטטית המקומית, עבור מיעוטי היכולת.

הגישה האדפטיבית מאמצת מודלים תיאורטיים של תכנון סביבתי פאסיבי, ומשדרגת אותם באמצעות טכנולוגיות חדשות. בנין עירית לונדון בתכנונו של נורמן פוסטר מהוה דוגמה מוקדמת לנושא. תצורת המבנה הותאמה להשגת שטח מעטפת מינימאלי ליעילות אנרגטית ולהצללה עצמית של החזית הדרומית.

עבודתם של האדריכלים: Richard George Rogers, Grimshaw Architects Behnisch Architekten, Rogers, Foster & Partners, אימצה טכנולוגיות עדכניות להשגת חסכון אנרגטי ונוחות למשתמש. התכנון, המבקש להגיע למבנים מאופסי אנרגיה, מבוסס על שיפור פרמטרים מדידים כצריכת אנרגיה, מקדמי בליעה והחזרה של הזכוכית העוטפת את המבנה, שימוש באנרגיה חלופית, תאורה ואוורור טבעיים ובקרת איכות אויר לטובת נוחות אקלימית.

מורכבות הנושא הסביבתי הביאה ליצירת מערכות קיטלוג רבות ושונות לתכנון האקולוגי. המערכות משתנות בהתאם למשקל הכובד של כל חוקר. חוקרים רבים מתייחסים למשקל הניתן לצד הטכני פונקציונאלי לעומת הנושא החברתי-תרבותי. התיאורטיקן ג'ו האן מתמקד במודל הפונקציונאלי מול המודל המטפורי.[28] המודל האקולוגי הפונקציונאלי מיישם תכונות מהטבע כגון מטבוליזם, אבולוציה או תכונות ביולוגיות. בגישה זו ההישג הטכנולוגי הוא העיקר, וההתייחסות לתרבות ולחברה היא שולית. לעומתו, המודל האקולוגי המטפורי, מתייחס למורכבות הבינתחומיות של האדריכלות, ולשילוב מגוון גורמים ומשפיעים בהקשר אנושי וסביבתי. האן מחלק את המודל המטפורי לקבוצות משנה: תכנון שיתופי (Collaborative design), בו מתקיים שיתוף שיוני של המשתמש והמתכנן בתהליך התכנון. תכנון מוטה הקשר (Contextual design) עוסק בתכנון סביבה דינמית המתייחסת לנתוני המקום. פירוש זה מרחיב את ההגדרה הפוסט מודרנית המתייחסת לניסיון העיצובי והאסטטי של

28. Hahn J., (2006). The Ecological Paradigm in Architecture, *ARCHITECTURAL RESEARCH.* Vol.8, No.1, p.85-92.

12. בית העירייה בלונדון שתוכנן כמעטפת מינימאלית ולהצללה עצמית, City Hall Architect: Foster and Partners, London.

המשתמשים. התכנון המופשט (Intangible design) מבוסס על עיצוב הנובע בעיקרו ממניפולציות של יכולות ממוחשבות לענות לסוגיות אקולוגיות.

הגן מציעה שלוש קבוצות לאדריכלות הסביבתית; סימביוזה, בידול ונראות.[29] 'התכנון הסימביוטי', מתייחס לחיים בשיתופיות ותלות עם הטבע. תכנון זה מייצג, על פי הגדרתה, גישה טכנוצנטרית בהיותו מדיד ומחויב לאמיתות תכניו. חדירת הביומימיקרי לתחום התכנון ושילובו באדריכלות מרחיבה את הפרשנות של האדריכלות הסימביוטית, מעבר להגדרתה של הגן. הביומימיקרי מציע מערכת יחסים של תועלת או תלות הדדיות בין מעשה ידי אדם והטבע, תוך תרומה אקטיבית של המבנים לטבע. 'התכנון המבדל' על פי הגן, מגיב לתנאי המקום ומתרחק מהגלובלי. תכנון זה מחולק לשתי מתודולוגיות: התרבותי והאקלימי. הבידול התרבותי מגיב ל'רוח המקום', להבנת אורח החיים והתרבות המקומית. הבידול האקלימי מבוסס על נתונים גיאוגרפים ואקלימיים מקומיים, שהם טכנולוגיים במהותם. מתודולגיה נוספת היא 'הנראות התכנונית' המדגישה את הנושא העיצובי והאמנותי, ומוכוונת לטיפול אסתטי של המבנה, התורם לקריאות הרעיונות הסביבתיים. עבודות האדריכלות, על פי הגן, הן רב שכבתיות ומשלבות את הגישות השונות, תוך ייצוג דומיננטי של אחת מהן. במרבית המקרים הסימביוזה היא בסיסית על מנת לעמוד בדרישות הפרוגרמטיות והטכניות. השלב השני הוא התייחסות לתנאי המקום הייחודיים, האקלימיים והתרבותיים. העיצוב מהווה את הנדבך הנוסף המחבר בין התכנים והשפה האדריכלית. תכנון טוב הוא שילוב מאוזן של קבוצות אלו.

אדריכלות, התמחות וראיה כוללת

עולם הידע הולך ומתרחב. כמות הידע והנגישות למידע העומדות בפני אנשי המקצוע והציבור הרחב, הינן בקנה מידה גדול, ועל כן לא ניתנות להכלה. העולם הולך ומתמקצע, ותחומי החקירה נעשים ממוקדים ופרטניים. האדריכל מאבד את מקומו כמאסטר של הבניין. העולם המדעי, החותר מעצם טיבו להישגים ופריצות דרך, מצוי בדילמה מתמשכת בין הרצון והצורך להתמחות תוך הגעה לחקירה

29. Hagan, S., op.cit, p.97-145

מעמיקה של נושא ממוקד, לבין התועלת הנסמכת מהסתכלות כוללת רב תחומית.
הארכיטקטורה בבסיסה היא תחום מקיף החובק מרחב קני מידה: מהמימד הארצי לאזורי ולעירוני, החוברים לקנה המידה המבני ולעיצוב המוצר. לכל החלטה בקנה מידה רחב השפעה על קנה מידה קטן ממנו. התכנון העירוני ואדריכלות המבנה מקיפים תחומים רבים. היצירה האדריכלית היא קומפילציה מורכבת של החלטות ערכיות, פילוסופיות, חברתיות, תרבותיות, עיצוביות, פונקציונליות והנדסיות.
חוקרים סבורים כי התכונה החשובה ביותר של המערכת האקולוגית היא יכולת "האבולוציה ההדדית" (coevolution)[30] על פיה שינוי אלמנט ביולוגי הוא פועל יוצא מגירוי הנגרם משינוי אובייקט אחר:

- שינוי הרכב גנטי מתרחש כתוצאה מיחסי גומלין בין מינים
- התהליך תומך ביכולת לימוד והתפתחות
- השינוי מאפשר פיתוח מערכת איכותית יותר

נקודת המפתח של החשיבה האקולוגית ושל התכנון האדריכלי היא פתיחות לשינויים. על החשיבה האדריכלית למצוא את האיזון בין המקום, המייצג קביעות, לבין העולם הגלובלי, המצוי בשינוי מתמיד. תהליך זה מקביל למערכות אקולוגיות הנמצאות בתהליך מתמשך להתאמה מיטבית, תוך חיפוש שיווי משקל ונקודת איזון חדשה בהליך ההתפתחות. המפתח בחשיבה האדריכלית טמון בשילוב מקורות ידע מגוונים, לימוד ממבנה והתנהגות מערכות בתחומי מדע רחבים, תוך הטמעת החשיבה הגלובלית עם המקומית, ורתימת הטכנולוגיה עם הכלת ערכי המקום והחברה. לאדריכלות, כתחום רב מערכתי ומורכב, מקום של הנהגה אשר עשויה להוביל, באמצעות אינטגרציה וחשיבה יצירתית, לדרך של אחריות כוללת - חברתית, סביבתית וכלכלית.

13. CO-EVOLUTION - a Danish/Chinese collaboration on sustainable urban development in China, won the Golden Lion at the architectural biennial of Venice in 2006.

[30] דוגמה לאבולוציה הדדית ניתן לראות בפרויקט המשותף של אדריכלים דנים וסיניים בביאנאלה לאדריכלות בוונציה, 2006. הציטוט הלקוח מהתערוכה מבטא את הנושא:
"In this case the marriage between the Danish tradition for sustainable and humanistic architecture and planning with local Chinese knowledge and technical skills. The project also merges the values and aesthetic expressions of two different cultures."

תמונות

1. 'Wandering Home', יחידת מגורים מינימאלית כמחאה על יוקר המגורים. ביאנאלה לאדריכלות בוונציה 2008, הביתן של הונג קונג. תכנון: Kacey Wong, Photo: kkarc

2. 'S1NGLETOWN an abstract interpretation of a new kind of urban space', ביאנאלה לאדריכלות בוונציה 2008. תכנון: Droog and KesselsKramer, Photo: kkarc

3. מיצב ביזמת ארגון ה-WWF Germany (World Wildlife Fund), המסב את תשומת לב העולם להתחממות הגלובלית והפשרת הקטבים,
Melting men ,Berlin 2009 ,by Brazilian artist Nele Azevedo, Photo: Aidan McMichael, 01.01.2014, http://www.flickr.com/photos/aidanmcmichael/8109086002/

4. 'שיבוש תרבות' של קאלה לאסן (Lasen, 1999) ו'בלי לוגו' של נעמי קליין (Klein, 2000), Photo: kkarc

5. קבוצת נשים הודיות שהתארגנו באופן ספונטני בתחילת שנות ה-70 (Chipko movement) על מנת למנוע כריתת יער, Photo: Wikimedia Common, 03.12.2009, http://en.wikipedia.org/wiki/File:Chipko.jpg)

6. פרויקט "מחבקי העצים" ברוקלין 2008,
Tree Hugger Project at Myrtle Avenue Brooklyn, Photo: Myrtle Avenue Brooklyn Partnership, 02.09.2008, https://www.flickr.com/photos/myrtleavenue/2845946877\

7. המזהם ישלם Polluter pays, איור: kkarc

8. "מדד האושר העולמי", 2006, מדינות בראש המדד בירוק, בתחתית המדד חום.
Photo: Wikimedia Commons, 15.02.2007, http://en.wikipedia.org/wiki/File:Happy_Planet.PNG

9. גג המבנה של בית הספר במתחם הסגרדה פמיליה, מבוסס על מבנה מרחבי של עלה המגנוליה,
Sagrada Familia school. Barcelona, 1909. Architect: Antoni Gaudí, Photo: David, 14.11.2006, https://www.flickr.com/photos/d_m_b/298887035/

10. עלה מגנוליה,
Photo: Wikimedia Commons , 04.08.2011, http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Magnolia_x_soulangeana_Nancy.jpg

11. עיר חדשה שתוכננה על ידי חסן פתחי תוך חיפוש שימוש בחומרים, טכנולוגיה ושפה מקומיים,
New Gurna Market Egept, 1946-1952, Architect: Hassan Fathy, Photo: Wikimedia Common, 01.03.2009, http://commons.wikimedia.org/wiki/File:NewQurnaMarket.jpg

12. בית העירייה בלונדון שתוכנן כמעטפת מינימאלית ולהצללה עצמית,
City Hall, Architect: Foster and Partners, London, Photo: kkarc.

13. CO-EVOLUTION - a Danish/Chinese collaboration on sustainable urban development in China, won the Golden Lion at the architectural biennial of Venice in 2006, Photo: Darren Webb, 03.01.2007, https://www.flickr.com/photos/dw/352971656.

קיימות בראיה כוללת
הקורס והספר

תגית כלימור

אודות הקורס

רגישות לסביבה שזורה בתרבויות רבות כחלק מתובנת הישרדות. דת השינטו, שהציווי העיקרי שלה הוא חיים פשוטים והרמוניים עם הטבע והאדם, מהווה דוגמה מייצגת לכבוד כלפי הסביבה ולהבנת חשיבות האיזון בין האדם לטבע והאדם לעצמו. אדריכלות מוטת סביבה קיימת מקדמת דנא כחלק מתפיסה תרבותית כוללת. התרבות המדעית-טכנולוגית, המעוגנת בחשיבה הקרטזיאנית, ראתה בטבע משאב העומד לרשות האדם ללא הגבלה. כחלק מתפיסה זו, המודרניזם והסגנון הבינלאומי באדריכלות התרחקו ממקורות האדריכלות המקומית, ומתובנות ההתאמה הסביבתית והחיסכון במשאבי הסביבה המוטמעות בה. במאה ה-19 החלו להתפתח רעיונות אוטופיים של קהילות אוטרקיות מקיימות (self sustaining) שהיוו אנטיתזה חברתית וסביבתית לחברה התעשייתית. במהלך שנות השישים והשבעים של המאה ה-20, התארגנו קהילות 'ניאו-רומנטיות', כ'ילדי הפרחים', שחיפשו את החיבור המחודש לקיום השפוי עם הטבע. במקביל חלה התעוררות באקדמיה הניכרת בספרים מתקופה זו כ'אביב דומם'[1] של הביולוגית רייצ'ל קרסון ו'גבולות הצמיחה'[2] של הכימאית-ביופיזיקאית דונלה מידווס. בשנות השמונים, המונח פיתוח בר קיימא שנטבע בדו"ח ברוטלנד,[3] מציין את כניסת הנושא הסביבתי לקונצנזוס. הדיון הרחב החל לפעפע לתכנון האדריכלי בפרסומים אדריכליים.[4] האדריכלות הסולרית הייתה ממבשרי הדרך בנושא והתמקדה בנושא האנרגטי במבנים. נושא האנרגיה הוא מרכזי בדיון על הפחתת משאבים, אך הוא חלק מתוך מכלול נושאים רחב בהגדרת פיתוח בר קיימא. מתוך מחויבות והכרת רוחב שדה הקיימות מצאתי לנכון להרחיב ולהנגיש את הקיימות

"You can create desolate wasteland of the spirit as well as of the environment. You can scar people as well as land."*

Ada Louise Huxtable

"We can't solve problems by using the same kind of thinking we used when we created them."

Albert Einstein

* Huxtable, A. L. (1971, August 2). The architect's belief system. Ames Daily Tribune. P. 4.

1. Carson, R., (2002). (1st. Pub. Houghton Mifflin, 1962). *Silent Spring.* Mariner Books.

2. Meadows, D.H., Randers, J. and Meadows, D.L., (1972). *Limits to Growth: A Report for the Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind.* New American Library, 1977, paperback, Universe Books.

3. דו"ח ועדת ברונטלנד (Brundtland Commission) של האו"ם הוא סיכום מסקנות ועידת סטוקהולם מ-1972. הדו"ח הוא מקיף וכולל חשיבה כוללת וגלובלית על הבעיות העומדות בפני העולם המפותח והמתפתח כאחד. ההגדרה המצוטטת ביותר מתוך הדו"ח היא הגדרת פיתוח בר קיימא (Sustainable Development):

'meeting the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs.'

הדו"ח המלא:

http://conspect.nl/pdf/Our_Common_Future-Brundtland_Report_1987.pdf Retrieved May 05, 2014.

4. Wines, J., (1996). Sustainable Architecture. *The Architectural Review, UK.* Issue 1196. Green Architecture, 2000, Taschen.

באמצעות הצגת מורכבות הנושא והנושאים השונים המקופלים בתחום. הקורס 'קיימות בראיה כוללת' נבנה באופן יעודי מתוך זיהוי הצורך להרחיב את השיח הבינתחומי בנושא הקיימות בתכנון האדריכלי. מטרת הקורס העיקרית היא לחדד את התובנה בדבר דינמיות היחסים בין האדם והטבע, מורכבות ומגוון הנושאים הכלולים בשיח. בעולם בו מערכות השיתוף מוצאות את מקומן במרכז הבימה, הקורס מנסה לקדם חשיבה בדבר אדריכלות כמערכת פתוחה ושיתופית לטובת תכנון חברתי, סביבתי וכלכלי.
הקורס הוא חלק מתכנית להתמחות בבניה ירוקה במסגרת לימודי תואר שני באדריכלות, בפקולטה לארכיטקטורה ובינוי ערים בטכניון. התכנית היא המשך ישיר של מערך לימוד השם דגש על בניה מותאמת אקלים וסביבה, בה האספקט האנרגטי בבניינים נמצא בליבת ההוראה. מגמה זו מוטמעת במשך שנים רבות בטכניון על ידי פרופ' עדנה שביב, שהייתה חלוצה בתחום זה, ועל ידי פרופ' אברהם יזיאורו ופרופ' גדי קפלוטו. הקורס מהווה בסיס תיאורטי ונותן כלים להבנת התמונה הכוללת של תחום הקיימות, ובכך מהווה מצע לצמיחת חשיבה סביבתית הוליסטית.
במסגרת הלימוד מוצגים רעיונות ומודלים של אקולוגיה ומפגשה עם ארכיטקטורה ובינוי ערים. הדרכים בהן עוצבה הסביבה הבנויה באופן היסטורי נבחנות כפועל יוצא של אמונות חברתיות, וערכי טבע ותרבות הגלומים בהן. בקורס נלמדים יחסי הגומלין בין הסביבה הטבעית לבנויה והשפעת החלטות וגישות תכנוניות ועיצוביות על האיזון הסביבתי. תכנית הלימודים מנסה להנגיש נושאי מפתח בפרדיגמות המרכזיות העולמיות של האדריכלות האקולוגית, ולהציג את הקשר בין תיאוריה למעשה ובין טכנולוגיות מסורתיות לרעיונות רדיקליים באמצעות חקר מקרי בוחן. הנושא מתייחס לרמות התכנון השונות וליחסי הגומלין ביניהן. הדיון מתמקד בבחינת הגישות התכנוניות להתמודדות עם שימוש נכון במשאבי קרקע, אנרגיה, אור ומים, אשר פיתוחן הכולל ייתן מענה הולם לסביבה מקיימת על צדדיה האיכותיים והכמותיים כאחד. בקורס נבחנות אסטרטגיות למתן פתרונות פיזיים המתאימים לצרכים, לאורח החיים, לתנאי האקלים ולסביבה הנופית והתרבותית.

1. חיבור בין עבר ועתיד בסרט WALL E

מטרת תכנית הלימוד היא הבנת מורכבות הנושאים הסביבתיים תוך מתן דגש על תפיסה הוליסטית לקיימות. הקורס מקנה היכרות עם גישות שונות לקיימות ולימוד דרכי ישום הרעיונות בתחום הקיימות, באמצעות תקדימים עדכניים מתוך הפרקטיקה והתיאוריה. בהוראה מושם דגש על חשיבות ראיה רב מערכתית כאמצעי לפתרון בעיות סביבתיות.

נושאי הלימוד בקורס

הקורס עוסק במכלול נושאים המציגים את הפנים הרבות של תחום הקיימות. הנושאים השונים מוצגים כאן בתמציתיות על מנת לתת תמונה כוללת על תכני הקורס העוסקים בתיאוריה ובפרקטיקה, תוך התמודדות בקנה המידה הרחב של הנושא.

קיימות בראיה כוללת עוסק בהגדרת המושג קיימות, מתן רקע כללי והארת מורכבות השיח בנושא. פרק זה ממוקד בשלושת עמודי התווך של האדריכלות: חברה, סביבה וכלכלה והצורך באיזון מערכת תמיכה זו, כחלק מתפיסה כוללת של הבנת חשיבות איזון המערכות האקולוגיות והאנושיות ביחד וכל אחת לחוד.

רקע לפיתוח בר קיימא מציג סקירה היסטורית על התפתחות החשיבה המקיימת, הקיימות בתרבות המקומית הוורנקולרית והשיעור אותו ניתן ללמוד ממנה. בפרק מוצג המושג 'טביעת הרגל האקולוגית', המהווה מדד להיקף שטח הקרקע הנדרש לסיפוק צרכי אוכלוסיה ולקליטת הפסולת שלה. לימוד הנושא מדגיש את ההשפעה הישירה של אורח החיים ורמת הפיתוח על הפגיעה בסביבה. 'מדד האושר העולמי' מרחיב את הדיון ליחסי הגומלין בין עושר, טביעת רגל אקולוגית ואושר. דיון זה מחדד את תובנת חשיבות הצד החברתי במשוואת הקיימות.

גישות ומגמות בתכנון מקיים בוחנות את התמורות בהתפתחות החשיבה המדעית והשפעתן על היחס לטבע ועל הפרדיגמה האדריכלית. בפרק נסקרת התפתחות הגישות הסביבתיות מהגישה הביוצנטרית המעמידה את הטבע במרכז, לגישה האנטרופוצנטרית הפועלת לסיפוק צרכי האדם והבטחת טובתו באמצעות מחקר שכלתני-מדעי. בפרק מוצגת הגישה האקו-צנטרית, המהווה סינתיזה בין שתי הגישות, והמתמקדת בחיפוש האיזון בין צרכי האדם והטבע ויחסי הגומלין המתמשכים ביניהם.

הקרקע כמשאב מתכלה הוא פרק העוסק במדיניות ציפוף ועירוב שמושים ככלים בסיסיים במדיניות הכוללת: שמירת הקרקע, החייאת מרקמים ומבנים עזובים, והחייאת שטחים מופרים (brown-fields) כאסטרטגיה לצמצום המשך הפרת הסביבה הטבעית. כלים נוספים לאיזון בין שטחים בנויים ופתוחים וכאמצעי למקסום יתרונות התכסית המינימאלית הם השימוש היצירתי ברב מפלסיות המרחב התכנוני הבנוי, התת קרקעי והעילי, תוך ניצול יצירתי של מרחבים אלו.

תכנון תחבורתי בראי הקיימות בוחן את האמצעים והכלים לתכנון עירוני התומכים בהפחתת היוממות כמנגנון מפתח לצמצום השימוש בתחבורה פרטית ובתחבורה בכלל, ולעידוד תנועת הולכי רגל ואופניים.

2. המרת מסלולי תנועה מוטורית לרצף שטחים ציבוריים לאורך רחוב ברודווי בניו יורק

טבע עירוני וטבע בבית מציג את חשיבות ותפקיד הצמחייה בתכנון העירוני ובתכנון המבנה. הפרק עוסק בתכנון נוף מקיים באמצעות שימוש בצמחיה מקומית חסכונית במים, טיפול במי נגר באמצעות השהייה, חלחול והחדרה למי תהום. הפרק מציג נושאים כמניעת אי חום עירוניים באמצעות תכנון נוף עירוני, שימוש בצמחיה לטיהור מים באמצעות אגנים ירוקים ולטיהור אויר במבנים. החקלאות העירונית נבחנת כחלק מתכנון המערך העירוני וכאפשרות לשילוב במבנים יצרניים. בפרק מודגשים יתרונות הטבע העירוני לטובת רווחת חיי התושבים ופוטנציאל השימוש בשטחים ירוקים עירוניים כמנוף כלכלי עירוני.

תכנון באמצעות אנרגיה פסיבית מוצג דרך העקרונות לתכנון אקלימי פסיבי המושתת על בסיס ידע רחב קיים תוך רתימת השימוש במחשב ובטכנולוגיה על מנת להפיק את המרב מתכנון מוטה אקלים. בין הנושאים הנסקרים הם: העמדת המבנים להתחשבות בתנאי האקלים, קליטת חום, אגירת חום, הצללה, אוורור טבעי ותאורה טבעית באמצעות הפניית פתחים וגודלם, שימוש במדפי אור, גגות ירוקים ונושאים נוספים.

3. נוף פנורמי של הכיפות הגיאודזית בפרויקט עדן המציג מערכת אקו-סיסטמית

הטיפול במעטפת הבניין מרחיבה את תחום התכנון הפסיבי ומיקודו במעטפת המבנה. המעטפת מהווה תווך בין הפנים והחוץ ועל כן היא מרכיב מרכזי בבקרת האקלים בבנין. המעטפת תורמת לבידוד, הצללה או החדרת אנרגיה בהתאם לעונות השנה, ומאפשרת אספקת אוורור טבעי. תכנון המעטפת מאפשר תאורה טבעית מבוקרת ויצירת קשר ויזואלי עם החוץ התורמים לאיכות החיים הפנים מבנית.

אנרגיה מתחדשת ושילובה בתכנון אזורי, עירוני וברמת המבנה הפרטי הוא פרק הבוחן את המקורות לאנרגיה מתחדשת ואפשרויות יישומה בתכנון סביבתי ובתכנון מבנים. מקורות האנרגיה בפרק זה מתמקדים בשימוש באנרגיה סולרית לחימום מים וליצור חשמל, אנרגיה גיאותרמית ואנרגית רוח ושילובן בפיתוח ובמבנים.

חסכון במשאבים, מחזור, שימוש בחומרים ממוחזרים מציג גישה של 'מעריסה לעריסה' ('Cradle to Cradle') לעולם ללא אשפה. בפרק נלמדים האמצעים לחסכון במים ומחזור מים אפורים ושחורים, שמירת תכסית מחלחלת ותכנון להחדרת מי נגר עילי. הפרק מעלה את שאלת השימור והשימוש המחודש במבנים, תוך שדרוג מערכות אנרגיה ומים (Retrofit) כאמצעי לחסכון במשאבים.

עתיד הגישה הסביבתית והבניה הירוקה הוא הפרק המסכם הבוחן את האפשרות העתידית כי מעמד הבניה הירוקה יהפוך מאפשרות וולונטרית לתקן מחייב. בפרק מוצגות גישות לגיבוש התכנון בקוד פתוח ושיתוף משאבים לטובת גמישות וחסכון כערך חברתי. מוצג הצפי של מעבר האדריכלות מלא(ו)-טק להיי טק כחלק מפיתוח טכנולוגי מואץ, לקראת אדריכלות עם מערכות אוטונומיות המספקות לעצמן את המשאבים הנדרשים.

4. בניה מסורתית באיסלנד עם קירות וגגות ירוקים העשויים מכבול Turf houses of the burstabær style in Glaumbær, Iceland

ההרצאות בוחנות את הנושא הסביבתי מתוך ראיה ביקורתית המסתמכת על מקורות שונים ומתן התייחסות משווה, תוך התמודדות רחבת יריעה. מטרת הקורס היא התבוננות ובחינת הנושא מנקודות מבט מגוונות, הבהרת החומר ומיקוד על עיקרי הנושא. בהרצאות נבחן פוטנציאל יישום החשיבה הסביבתית במרחב העירוני ובאדריכלות המבנים. בתכנית הלימוד משולבים מקרי בוחן רבים המציגים תקדימים מהעבר, בשילוב גישות חדשניות המדגימות יישום ראיה סביבתית. הקורס מתמקד בבחינת הקיימות כגישה הוליסטית, המגלמת עקרונות תרבותיים וסביבתיים, בהם לאדם תפקיד מרכזי בשימור האיזון העדין בין צרכיו לבין מחויבותו לאיכות הסביבה.

אודות הספר

הספר נוצר מתוך הכרת חשיבות הרחבת השיח בנושא. הספר בא להאיר ולהנגיש נושאים סביבתיים לציבור מקבלי ההחלטות, לציבור המקצועי ולציבור הרחב. הנושא הסביבתי, מעצם היותו רב תחומי החובק נושאי חברה כלכלה וסביבה, הינו עתיר נושאים ומידע. על כן הספר בוחן מספר נושאים נבחרים ומותיר מקום רב להרחבת הידע.
למידה אמיתית צומחת מהתעמקות בנושא המעניין אותנו באופן אישי. כתיבת עבודה היא הזדמנות להרחיב אופקים, להעשיר ידע ולנסח רעיונות. רשימת נושאים רחבה הוצגה בפני הסטודנטים והייתה בסיס לבחירה. ניתן החופש לבחור מרשימה זו או לגבש נושא עצמאי. העבודות הנבחרות על ידי הסטודנטים היו על בסיס עניין אישי שלהם. לחלקם היו נושאים תומכי פרויקט, חלק מתזה של פרויקט הגמר או היוו בסיס לעבודת התזה לתואר שני.
הספר בנוי מארבעה שערים, הבוחנים את הנושא מנקודות מבט שונות ובקנה מידה שונה.

ארבעת שערי הספר

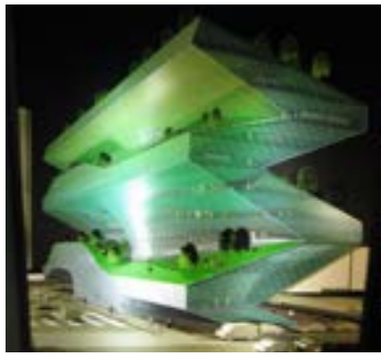
• קיימות עירונית - מהמקרו אל המיקרו

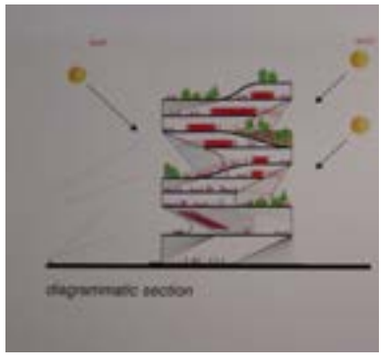
לתכנון מקיים ברמה העירונית השפעה משמעותית על הסביבה הבנויה המיידית ועל טביעת הרגל האקולוגית הכוללת. החלטות ברמת המקרו כגון ציפוף, עירוב שימושים והחייאת אזורים מדורדרים בעיר משפיעות על תכסית המבנים, איפיון הניידות והתכנון התחבורתי. החלטות אלה, מגדירות את היקף הקרקע המופרת ורמת הזיהום כתוצאה מהגדלת תשתיות ורמת מינוע גבוהה. העבודות הדנות בסוגיות אלה בקנה מידה רחב הן 'עירוב שימושים כמנוע לפיתוח בר קיימא' ו'צפיפות ומרחב - בחינת צפיפות עירונית ומבנית למגורים'. התערבות עירונית ברמת ביניים נוכחת בעבודה 'החייאת מרקמים אורבאניים, הסבת מבנים נטושים למבני מגורים' וב'תכנון שכונות בראייה סביבתית'. התמקדות ברמת המיקרו העירונית והשפעת פעולה נקודתית על שיקום מוצגת בעבודה על 'ככלי להתחדשות עירונית'. התמקדות בתכנון המרחב הציבורי, עם התמקדות רלוונטית לחלקים ניכרים בארצנו, קיימת בעבודה העוסקת ב'תכנון מרחבים ציבוריים באזורים מדבריים'.

5.עירוניות וצריכה, מיצב בביאנאלה לאדריכלות, ונציה 2010,
La Citta Reale - 2010. Modello Teorico Della Civilita Merceologica. Architect: Andrea Branzi

• שרותי המערכת של הטבע העירוני

שרותי המערכת האקולוגית (Ecosystem services) הם מכלול התהליכים והתפקידים של המערכת האקולוגית ההכרחיים לקיום מערכות חיים. חשיבות שירותי המערכת לאדם היא מרכזית וכוללת: שירותי אספקה כמזון, מים וחומרי בנייה, שירותי ויסות כבקרת אקלים, מניעת שיטפונות וסחף קרקע ושירותי תרבות כחוויה נופית, נופש ומורשת נוף. תרומת הטבע העירוני לאיכות החיים בעיר נדונה בעבודה העוסקת ב'ציפוף טבע עירוני, בחינת יחסי טבע ועיר בעולם הולך ומצטופף'. פוטנציאל שילוב שירותי המערכת כחלק אינטגראלי בבינוי ובבניינים נדון ב'בחינת הצורך ושיטות היישום של חקלאות עירונית'. הפיכת המים ממטרד עירוני למשאב נדון דרך בחינת הטיפול במי נגר עירוניים 'ניהול הנגר ושילובו בעיצוב עירוני מקיים'. העבודה 'מערכות טיהור מים מבוססות צמחים - שילוב ברקמה בנויה ובסביבה הנופית' עוסקת בטיפול במי שפכים והפיכתם למים שפירים באמצעות מערכת אגנים ירוקים.





6-7. Ben Van Berkel (UN Studio), Re-establishing a balanced ecology between culture and commerce. Exhibition: 'Newer Orleans A Shared Space', NAI (Netherlands Architecture Institute), Roterdam, 2005.

• המבנה הירוק - תיאוריה, טכנולוגיה וכלים

שינויים בפרדיגמה האדריכלית ניכרו בטיפולוגיה המבנית, בפרופורציות, בחומרים ובאסתטיקה. מבנים רבים המוגדרים כמבנים ירוקים אינם שונים מהמבנים סביבם. חלק מתכונותיהם הירוקות מתמצות במערכות חשמל ומים או בשיפור טכנולוגי של רכיבי הבניין השונים כמערכות בקרה, מערכות מיזוג וחומרי גמר. העבודה ה'אסתטיקה של אדריכלות אקולוגית בגורדי שחקים ומבנים גבוהים' עוסקת בשאלת הנוכחות האסתטית של בנייה בת קיימא. שתי עבודות בוחנות את הממשק בין תכנון פרמטרי וראיה סביבתית. התכנון הדיגיטלי מאופיין ביכולת עיבוד נתונים גבוהה המסייעת בתכנון פרויקטים מורכבים, ומעבדת פרמטרים רבים בהתחשבות במורכבות הסביבה הטבעית והאנושית. 'אדריכלות דיגיטלית כמנוע לתכנון בר קיימא' בוחנת את השפעת התכנון הדיגיטלי על אדריכלות בת קיימא. באדריכלות, השימוש במחשב מאפשר בניית מבנים מורכבים הנדסית ושדרוג ניכר של עבודת צוות התכנון. תוכנות מחשב מאפשרות הכנסת נתונים ועיבודם ובאמצעותם ניתוח מצבים מורכבים. יכולות המחשוב מאפשרות פריצת דרך בתחומים רבים. העבודה 'תכנון מקיים מבוסס ביצועים' מציגה את פוטנציאל רתימת הטכנולוגיה לקבלת אופטימיזציה תכנונית בהתאם לפרמטרים המתחשבים בסביבה. העבודה 'חומרי בנייה מודרניים בראייה בת קיימא' סוקרת את ההתקדמות בשימוש בחומרים במעטפת המבנה ומציגה את חשיבות בחירת חומרי הבניה מבחינת השפעתם הסביבתית. שילוב מערכות אנרגיה מתחדשת כאנרגיה סולרית ואנרגית רוח מעלות שאלות טכניות של נצילות המערכות מחד, ושילובן האסתטי מאידך. העבודה העוסקת ב'שילוב מערכות אנרגית רוח מתחדשת במרקם בנוי' מנסה לתת מענה לחלק משאלות אלו. ההתפתחות הטכנולוגית המואצת בכל תחומי החיים תרמה לתחום הבנייה, אך בשל עלויות היישום הגבוהות של חלק מהטכנולוגיות עדיין לא נעשתה מהפיכה משמעותית בנושא.

8. חזיתות המבנה מותאמות לזווית השמש. אלמנטי הצללה דינמיים בחזית המערבית
9. חזית צפונית עם מרפסות מצלילות היוצרות מקומות שהיה לרווחת העובדים.
Council House 2 (CH2), Melbourne, Australia. Architect: DesignInc Melbourne and Mick Pearce

• המרחב הציבורי כסוכן שינוי

הפרק 'המרחב הציבורי כסוכן שינוי', ממוקד בפוטנציאל המרחב הציבורי כמקום לחיבור העשייה החברתית-סביבתית. פרק זה כולל, בחלקו הראשון, שילוב כתיבה תיאורטית משולבת עם סקיצה רעיונית המשמשת כיישום ביקורתי של נושא העבודה. חלק זה כולל עבודה הדנה ב'תרבות רחוב כאמצעי לשיפור איכות החיים בעיר', ועבודה העוסקת בפוטנציאל הדיקור העירוני להחייאת המרחב הציבורי ככלי להתחדשות עירונית.
חלקו השני של שער זה 'התערבות מקיימת במרחב העירוני - תיאוריה ומעשה', מציג עבודות סטודנטים במסגרת קורס מקביל, המשלב חשיבה מקיימת עם מעורבות חברתית במרחב העירוני. הקורס נולד כחלק מראיה אקטיביסטית, המקנה חשיבות להתערבותנו כמתכננים במרחב העירוני. התערבות מקיימת יכולה להתממש בדרכים רבות. התערבות חברתית ישירה המערבת את האוכלוסייה המקומית בפעילויות חברתיות ותרבותיות משותפת. דוגמאות לכך הן חקלאות עירונית קהילתית או פעילות גינון גרילה (Guerrilla Gardening).[5] התערבות מקיימת חברתית עקיפה היא באמצעות דיקור עירוני בקנה מידה קטן, ההופך למוקד פעילות והתחדשות. למימוש ההתערבות נבחרה מדיה של מיצב עירוני, המשתמש בטכנולוגיות של בניה ירוקה והתורם להנגשת נושא הקיימות ולהחדרתו למודעות הציבור.
הקורס שם דגש על עבודה יצירתית, המעלה נושאים הקשורים לקיימות בכלל ולקיימות עירונית בפרט. לעבודה היצירתית נלווה ניסוח הבסיס התיאורטי המסביר את התיאוריה מאחורי המיצב. במסגרת הקורס הסטודנטים תכננו מיצבים אורבאניים המציגים רעיונות מקיימים המותאמים למרחב הציבורי של איזור התעשייה במצפה רמון. המקום כיום בתהליך התחדשות ומשנה את פניו כמרכז יצירתי וכמוקד תיירותי. הקורס הינו שילוב פעולה בין הטכניון והחברה

[5] גינון גרילה הוא פעולה אנרכיסטית המזהה מקום מוזנח ונטוש בעיר, בבעלות ציבורית או פרטית, ומשדרגת אותו על ידי פעילות גינון. פעולה זו מצילה את המקום מהזנחה או משימוש לרעה. גנני גרילה מבצעים פעילויות אלו כדי להוביל להתחדשות באמצעות יצירת עניין ומשיכת תשומת לב, לצורך קבלת תמיכה מבעלי הקרקע ובעלי עניין אחרים.

הממשלתית לתיירות, אשר תקצבה סכום כסף ראוי להקמת המיצבים. משא ומתן אינטנסיבי התנהל בין היועצים המשפטיים של החברה לבין המשפטנים של הטכניון. לצערם הרב של כל השותפים, לא נמצא פתרון יצירתי לבעיה המשפטית סביב סוגית האחריות המקצועית. בצל העדר פתרון משפטי לא ניתן היה לממש את המיצבים שנבחרו לביצוע. הקורס שילב פעילות בחממה החברתית לדיור וקהילה שהוקמה ומנוהלת על ידי פרופ' רחל קלוש, ופועלת בטכניון במימון המל"ג.[6]

אחרית דבר

ספר זה בא להאיר ולהדגיש את חשיבות הקיימות כגישה כוללת הוליסטית. הספר הוא חלק מתהליך מתמשך לתרום להנגשת נושא הקיימות לציבור המקצועי, למקבלי החלטות ולציבור הרחב. היוזמה נועדה לסייע בשילוב מאמץ משותף של גורמים אלו לטובת יצירת תלכיד חזק של כוחות מלמטה ומלמעלה, העשויים לחולל שינוי בחשיבה ובעקבותיה בעשייה. כיום, קיימת מודעות הולכת וגוברת בקרב קובעי מדיניות, הנובעת מהכרת חשיבות העשייה. קידום פיתוח בר קיימא יתאפשר הודות לשילוב דרגים שונים ולשיתוף הציבור בעשייה. אני רואה בספר נדבך נוסף במאמץ וביזמה של גורמים רבים שהנושא הסביבתי על כל היבטיו קרוב לליבם. אני מקווה שהספר יתרום לרענון החשיבה התכנונית ויהווה תרומה לשיח האדריכלי, התיאורטי והיישומי ולשיתוף פעולה בינתחומי שהוא במהות החשיבה המקיימת. כאדריכלית, אני מאמינה שכאשר חשיבה סביבתית תהיה מוטמעת בהליך התכנון והעשייה לא נזדקק לכותרות של אדריכלות ירוקה או בניה בת קיימא, שכן אלה תהיינה חלק בלתי נפרד מאדריכלות נכונה ואיכותית.

[6] קישור לאתר החממה החברתית לדיור וקהילה:
http://communityhub.technion.ac.il/, Retrieved May 05,2014.

תמונות

1. חיבור בין עבר ועתיד בסרט
WALL E, Photo: flickr, 12.12.2011, https://www.flickr.com/photos/nanzhiyi/6498918035/in/photostream/

2. המרת מסלולי תנועה מוטורית לרצף שטחים ציבוריים לאורך רחוב ברודווי בניו יורק,
Photo: kkarc

3. נוף פנורמי של הכיפות הגיאודזית בפרויקט עדן המציג מערכת אקו-סיסטמית,
Photo: Wikimedia Commons, 12.08.2006, http://en.wikipedia.org/wiki/File:Eden_Project_geodesic_domes_panorama.jpg

4. בניה מסורתית באיסלנד עם קירות וגגות ירוקים העשויים על בסיס כבול, Turf houses of the burstabær style in Glaumbær, Iceland, Photo: kkarc

5. עירוניות וצריכה, מיצב בביאנאלה לאדריכלות, ונציה
2010, La Citta Reale - Modello Teorico Della Civilita Merceologica, Architect: Andrea Branzi, Photo: kkarc

6-7. Ben Van Berkel (UN Studio), Re-establishing a balanced ecology between culture and commerce. Exhibition: 'Newer Orleans A Shared Space', NAI (Netherlands Architecture Institute), Roterdam, 2005.

8-9. חזיתות המבנה מותאמות לזווית השמש,
Council House 2 (CH2), Melbourne, Australia Architect: DesignInc Melbourne and Mick Pearce
אלמנטי הצללה דינמיים בחזית המערבית
Photo: Charles Van den Broek ,09.08.2009 , https://www.flickr.com/photos/charlot17/3803019791
חזית צפונית עם מרפסות מצלילות היוצרות מקומות שהיה לרווחת העובדים,
Photo: Dawn Lim, 19.09.2008, https://www.flickr.com/photos/prawncrisps/2894735856

קיימות עירונית - מהמקרו למיקרו

קיימות עירונית - מורכבות ודינמיות מתמשכת תגית כלימור

עירוב שימושים כמנוע לפיתוח בר קיימא
רותם שייקר והדר בן אברהם

צפיפות ומרחב - בחינת צפיפות עירונית ומדינית למגורים
בתאל שפירא ולימור גולדהבר

החייאת מרקמים אורבניים, הסבת מבנים נטושים למבני מגורים
הדר יונה וג'ניפר חגג

תכנון שכונות בראיה סביבתית אלי בוריבקר וסשה מסלובסקי

דיקור עירוני ככלי להתחדשות עירונית יאיר מלר, רותם סרי ואיה רוזנוולד

תכנון מרחבים ציבוריים באזורים מדבריים בת אל מלכה ורונית קליין

"ההוויה האמיתית של העיר מתבטאת בהיקף השפעתה"*

גיאורג זימל

"What is the city but the people?"**

William Shakespeare

קיימות עירונית – מורכבות ודינמיות מתמשכת

תגית כלימור

העיר היא אחת היצירות המורכבות של האדם. העיר מבטאת ריבוי ממדים של החיים העירוניים המשלבים את המימד הפיזי עם המימד האנושי. ממדים אלו, הכוללים חברה, תרבות, רוחניות לצד אקולוגיה, טכנולוגיה וכלכלה, יוצרים מערכת דינמית בהשתנות מתמדת כתוצאה מהאינטראקציה המתמשכת בין כל גורמי המערכת. הערים, המאכלסות יותר ממחצית אוכלוסיית העולם, מהוות גורם מרכזי רב חשיבות בתהליך הפחתת טביעת הרגל האקולוגית שלנו לטובת יצירת סביבה בת קיימא, והן שחקן ראשי בניסוח סדר היום הסביבתי. פיתוח עירוני בר קיימא מהווה בסיס ליצירת סביבה אנושית חיונית, המותאמת לאקלים ואורח חיים מקומי והשומרת על משאבי קרקע, מים, אנרגיה וחומרים. פיתוח זה, המחייב חשיבה רב מערכתית ובין תחומית הכוללת את תחומי החברה, הכלכלה והסביבה, מהווה מפתח רב ערך לשיפור רווחת התושבים ולצמיחה עירונית, תוך הפחתה משמעותית בדילול משאבי הסביבה.

השפעת התפתחות החשיבה המדעית על התכנון העירוני

"ערים במקורן היו פרויקטים של עתיד. הנדידה אליהן מן הכפר הייתה דרך להימלט מכוחות טבע היוליים אל סיכוי של עתיד חדש שבו יוכלו בני האדם לעצב את חייהם ולשלוט בהם".[1] הצהרה זו של גרויס, עם אמירתו הנוספת "ערים בודדו עצמן משאר העולם כדי להתנתב לעבר עתידן"[2] מחדדת את השפעת השקפת העולם הרציונאלית של דקרט על הפרדת האדם מהטבע. במאמרו 'על המתודה' מ-1637, התייחס דקרט לעובדה כי על מנת להקים עיר חדשה, רציונאלית ומושלמת, יש להרוס כל שריד של מערכת הטבע האי-רציונאלית.[3] גישה קיצונית זו מבטאת את היחס המורכב בין האדם לטבע, ואת הבסיס התרבותי לניתוק העיר מהטבע, ניתוק המאפיין את העיר המודרנית. שינוי החשיבה המדעית והבנת מורכבות היקום ערערו את הגישה המדעית הרציונאלית ותרמו לחיבור המחודש עם הסביבה, ובכך הביאו לשינוי הפרדיגמה האדריכלית. לאורך ההיסטוריה, עלייתן וקריסתן של תרבויות נבעו מהעדר אמונה, תשתית תרבותית וחזון עתידי. חשיבות סוגיית עתיד העיר וחזון העיר התעצמה עם עליית כוחה ומרכזיותה של העיר. ערים רבות נוסדו בין המאה ה-12 למאה ה-14 ביוזמת בעלי קרקעות שרצו לזכות בכוח פוליטי וכלכלי. מרבית הערים

*זימל. ג., (1903). העיר הגדולה וחיי הנפש. בתוך: אורבניזם: הסוציולוגיה של העיר המודרנית, הוצאת רסלינג, 2004, תרגום: מרים קראוס, עמ' 35.

** Shakespeare, W. (1605-8). Coriolanus. Act III. Scene I. 244. The Oxford Shakespeare. 1914. http://www.bartleby.com/70/3631.html. Retrieved 11.8.2014.

1. גרויס, בוריס, 2009, *כח האמנות*, מאמר "העיר בעידן השיעתוק התיירותי", פיתום הוצאה לאור, עמ' 113.

2. *שם*, עמ' 113.

3. *שם*, עמ' 113.

שהתפתחו בתקופה זו התבססו על גרעין קטן קיים, הותאמו לטופוגרפיה ולתוואי השטח הקיימים ופעמים רבות אופיינו כמערכת אי-רגולרית. בתקופת הרנסנס במאה ה-15 התפתח מושג 'העיר האידיאלית'. הערים שתוכננו בתקופה זו אופיינו במערכת פורמאלית יותר, המבוססת על גיאומטריה רגולרית וסימטרית של גריד או של בסיס מערכת רדיאלית. ערים אלה מייצגות סדר קוסמי הרמוני, שביטויו הפיזי הוא בצורות הגיאומטריות הסגורות דוגמת המעגל, המייצגות שלמות והתמזגות עם האלוהי. 'אוטופיה', העיר האידיאלית של המשפטן וההומניסט תומס מור,[4] הבנויה על אי בודד, מתווה חזון לחברה אוטרקית המספקת את כל צרכיה. העיר האוטופית של מור מושתתת על סדר חברתי מושלם, המציע שוויון והעדר רכוש פרטי. המונח אוטופיה, שטבע מור, נגזר מיוונית ומשמעותו כפולה 'המקום הטוב' ו'שום מקום'. הפרשנות המעורפלת של השם מעלה תהייה לגבי כוונת מימוש העיר המוצעת או שמא ההצעה בגדר רעיון מטפיזי ותיאולוגי. המאפיין הבולט בחשיבה האוטופית היה האפשרות לכונן עיר חדשה ומנותקת מסביבתה, על בסיס 'הלוח החלק', (Tabula rasa) ולא באמצעות שיקום והתערבות בקיים.

תהליך העיור החל להיות משמעותי במאה ה-16, והתעצם והואץ באופן ניכר בתקופת המהפכה התעשייתית במאה ה-18. החיים בעיר התעשייתית, הענייה והמפויחת, עמדו בניגוד חריף לחזיונות האוטופיים של עיר העתיד. בכתיבה הספרותית של סופרים מהמאה ה-19 דוגמת אמיל זולה, וויקטור הוגו וצ'ארלס דיקנס, העיר מתוארת כמקום כאוטי ומנוון, שמדמה דיסטופיה[5] (dystopia). מקום המאופיין בעליבות אישית, דיכוי הפרט, מחלות והידרדרות סביבתית. המהפכה התעשייתית הביאה למעבר הפרדיגמה מהעיר הקוסמית והרוחנית לעיר המכאנית. הדיכוטומיה בין העיר והכפר וההשוואה הבלתי נמנעת בין הצפיפות, הזיהום והריחוק מהטבע בעיר המתועשת לעומת הבריאות שמציע הכפר הפכו מרכזיות בפיתוח מודלים עירוניים. אבן עזר הוואדר, בחזון 'ערי הגנים של המחר'[6] מ-1902, מציג את הצורך למצוא פתרון לבעיות העיר באמצעות דיאגראמת שלשת המגנטים, המונה את היתרונות והחסרונות של העיר והכפר. הוואדר מציג את ה'עיר-כפר', חזון הכולל את המיטב מהשניים ומציע מודל משולב:

> "Town-Country Beauty of nature. Social opportunity. Fields and parks of easy access. Low rents, high wages. Low rates, plenty to do. Low prices, no sweating. Field for enterprise, flow of capital. Pure air and water, good drainage. Bright homes & gardens, no smoke, no slums. Freedom. Co-operation."[7]

החזון של הוואדר מציע תמהיל מקיף של אבני בסיס לתכנון עיר בת קיימא המתייחס למכלול השלם: החברתי, הסביבתי והכלכלי. בפרספקטיבה עכשווית, למרות מצרף הנושאים הרחב במשנתו, הביקורת העיקרית על הצעתו מתמקדת בשני נושאים עיקריים. הביקורת הראשונה נוגעת לגישה האנתרופוצנטרית שבהצעתו, גישת ערך האדם, בה טובת האדם מרכזית ועל כן החשיבה והעשייה נגזרות מצרכי האדם. גישה זו רואה בטבע משאב הנועד לתועלת האדם והיא נעדרת התייחסות למערכת האקולוגית כשלם. הביקורת השנייה היא תולדה של הראשונה. בהעדר גישה אקוצנטרית, גישת ערך היקום כמערכת שלמה וכוללת,

4. More, Thomas (1516 - Latin). *Utopia.* http://theopenutopia.org/wp-content/uploads/2012/09/Open-Utopia-fifth-poofs-facing-amended.pdf. Retrieved 7.2014.
5. Dystopia - coined by John Stuart Mill. (1986). "An imagined place or state in which everything is unpleasant or bad, typically a totalitarian or environmentally degraded one. The opposite of utopia". Oxford English Dictionary (2001). Oxford University Press.
6. Howard, Ebenezer. (1902). *Garden cities of to-morrow.* Published by S. Sonnenschein & co., ltd. London.
7. *Ibid*, p.17.

התכנון מציע בנית ערים חדשות ופזורות במרחב על חשבון השטחים הפתוחים. בכך נגרמת הפרה סביבתית הפוגעת באיזון ההכרחי לקיום חיים לאורך זמן.

1. Thomas More, Utopia. Illustration for the 1516 first edition.
2. Allegorical engraving of the Vitruvian primitive hut. Frontispiece of Marc-Antoine Laugier: Essai sur l'architecture 2nd ed. 1755 by Charles Eisen (1720-1778).

על פי חזון העיר ברנסנס ובמשנתו של הוואדר, הערים עוצבו כ'אי מנותק במרחב'. למרות זאת, על פי גישות אלה, הטבע מילא תפקיד חשוב בעיצוב פני העיר והיווה ביטוי להגיון, צדק וכנות. 'ההכרה הטבעית' הייתה חיפוש אחר האמיתות הבסיסיות של העולם הפיזי והרוחני. לוז'ייה,[8] התיאורטיקן הצרפתי מהמאה ה-18, ביטא את החיבור בין הטבע לאדם בכך שביסס את רעיונותיו על חיבור האדריכלות לעקרונות הטבעיים. לוג'ייה דיבר בזכות אי-הרגולריות והעדר הסדר, כתכונות ההולמות את העיר הגדולה. גישתו הייתה שונה הן מהגישה הפורמאלית של תקופתו והן מהגישה המודרניסטית העתידה להתוות את פני העיר במאה ה-20. גישה ביקורתית אחרת על תכנון הערים של המאה ה-19 ניתן למצוא בספרו רב ההשפעה של האדריכל קמילו סיטה: 'תכנון ערים לפי עקרונות אסתטיים'.[9] סיטה חשש מתכנון עירוני טכנולוגי וטכנוקרטי, נעדר קנה מידה ועניין למשתמש ונטול אסתטיקה. גישתו, שהתכנון המודרניסטי התנגד לה (לה קורבוזיה היה אחד ממבקריה הידועים), חזרה למרכז השיח הפוסט מודרניסטי בשנות השבעים במשנתם של אדריכלים ותיאורטיקנים דוגמת קולין ראו ופרד קוטר בספרם רב ההשפעה 'Collage City'.[10]

המודרניזם שלל את אי הרגולריות והמורכבות המוצעות לתכנון העירוני. הטכנולוגיה הפכה לגורם המוביל בעיצוב פני העיר. המודרניזם הציע פשטות

8. 'irregularity and disorder … suits great cities so well'. (Paris, 1753). Marc-Antoine Laugier, (1977). *An Essay on Architecture, Hennessey and Ingalls.* (Los Angeles, CA), [Paris: 1753]. p 129.
9. Collins, G. R., Collins, C. C., Collins, G. R., & Sitte, C. (1986). *Camillo Sitte: the birth of modern city planning: With a translation of the 1889 Austrian edition of his City planning according to artistic principles.* New York: Rizzoli.
10. Colin Rowe, Prof Fred Koetter and H. Franklin Allen. (1984). *Collage City.* The MIT Press.

צורנית, מערך תחבורתי פשוט והפרדה מובחנת לאזורים על פי שימושי הקרקע השונים: מגורים, תעסוק, פנאי ותנועה. המודרניזם היה בבואת התפיסה המדעית, שהתפתחה במאה ה-17, שבמרכזה הגישה המכניסטית והרציונאלית. על פי השקפה זו העולם כולו פועל על פי חוקים מתמטיים מוחלטים. היקום מצטמצם לעקרונות פעולה וחוקים מכאניים ודטרמיניסטיים לפיהם כל פעולה או החלטה היא תוצר אירועים קודמים. על פי אמונה זו הטבע הוא מערכת רדוקטיבית המורכבת מחלקיקים אלמנטריים וכוחות הפועלים עליהם.
ראוי לציין כי המודרניזם באדריכלות ובבינוי ערים התהווה דווקא בתקופה בה החשיבה המדעית התקדמה והתרחקה מתפישת העולם המכניסטית. החשיבה המדעית בתחילת המאה העשרים עסקה בהבנת מורכבת העולם, בתורת היחסות, ובמעבר מפישוט וחד משמעיות למורכבות ולעמימות. תכנון העיר המודרנית לא הפנים את החשיבה המדעית, שעברה כברת דרך מתפיסת העולם הרציונאלית, ובו זמנית התכחש לערכי מורשת העבר. התכנון העירוני הציע תכנון מוגדר וליניארי בחשיבתו, ללא יכולת התאמה לתמורות הזמן.
הגישה המודרניסטית אמצה את רעיון יצירת העיר המושלמת של הרנסנס לטובת סדר חדש באמצעות יצירת העיר כ'אי' או החרבת הישן. תפיסת העולם המודרניסטית בנוסח שירת האינטרנציונל "עוֹלָם יָשָׁן עָדֵי הַיְסוֹד נַחְרִימָה",[11] ניכרת בתכניתו של לה קורבוזייה מ-1925 (Ville Voisin), להרוס את המרקם ההיסטורי בלב פריז לטובת החזון החדש. גישה זו ליוותה את התכנון העירוני במהלך המאה העשרים. במרכזי ערים שהתדרדרו פיזית וחברתית או באזורים בהם הביקושים לבנייה עלו באופן ניכר, המדיניות הביאה להריסת מבנים ומרקמים נושאי מורשת תרבותית מקומית ייחודית. בין הדוגמאות הבולטות הן הריסת המרקם העירוני של בתי החצרות (Hutongs) סביב העיר האסורה בבייג'ין החל מ-1949, עם ייסוד הרפובליקה העממית של סין, או הריסת שוק Les Halles במרכז פריז בשנת 1971. חזון העיר של לה קורבוזיה מהווה דוגמה מובהקת למודרניזם. תכנונו תמך באיזור, העמיד במרכז את המכונית וביטל את הרחוב המסורתי של הולכי הרגל לטובת מבני מגורים רבי קומות הזרועים במרחבים ירוקים.[12] שינוי מרחב העיר ממקום קומפקטי לעיר הנפרסת על שטחים נרחבים, ושינוי קנה המידה העירוני מהאדם למכונית ערערו את היסודות החברתיים של

3. Le quartier des Halles en 1849. Artist Theodor Hoffbauer. Designed By Victor Baltard and rebuilt in 1863, Demolished in 1969.

[11] 'האינטרנציונל', תרגום אברהם שלונסקי. מקור המילים
Eugène Pottier (1871) *L'Internationale*
[12] Le corbusier, 1922, 'Ville Contemporaine' & 1930, 'La Ville radieuse'.

העיר וגרמו להפיכתה מקהילה תומכת לעיר אנונימית.
הניו אורבניזם, אחת מתנועות פוסט מודרניסטיות שהתפתחה בשנות השמונים על רקע משנתה של הסופרת והאקטיביסטית ג'יין ג'קובס, הייתה חלק ממגמה מתמשכת של ביקורת על האנטי-עירוניות של הערים המודרניסטיות. תנועה זו מקדמת סביבה עירונית מוטת הולכי רגל ותחבורה ציבורית, ערוב שימושים וחיזוק הקהילתיות. המאפיינים הפיזיים, המתכתבים עם העיר האירופאית, כוללים ציפוף ואינטנסיביות עירונית, המשולבים ברחובות בקנה מידה של הולכי רגל עם מדרכות רחבות. דמויות מפתח בביקורת זו, בנוסף לג'יין ג'יקובס, הם האדריכלים לואיס ממפורד, ליאון קרייה וכריסטופר אלכסנדר שמשנתם היוותה בסיס לניו-אורבניזם.[13] גישות אלה מתכתבות עם גישת תקופת ההארה, שניתן לראותה במשנתם של לוג'ייה והפילוסוף הצרפתי רוסו (Jean-Jacques Rousseau), ששאבו השראה ורוחניות מהטבע, ודחקו לחזור לטבע כתמצית לחיים טהורים והוגנים וליצירתיות.

מה'אי האוטופי' לעיר המתחדשת

העיור האינטנסיבי שליווה את המהפכה התעשייתית מתעצם באופן מעריכי. מתחילת המאה העשרים עד שנת 2000 אוכלוסיית העולם ריבעה את עצמה: ממיליון שש מאות לשישה מיליארד תושבים. ב-2011 האוכלוסייה מנתה 7 מיליארד ובשנת 2024 קיים צפי לשמונה מיליארד תושבים.[14] ב-2008 מחצית מאוכלוסיית העולם התגוררה בערים, ב-2050 64.1% צפויים להתגורר בערים ובמדינות המפותחות האחוז החזוי הוא 85.9%.[15] הפתרונות לעיור המואץ מתנתבים לשני ערוצים עיקריים: יצירת ערים חדשות ובחינת פתרונות במסגרת הערים הקיימות.
ההתמודדות המורכבת עם הקיים הסיטה את המאמץ, במשך תקופה ממושכת, משיקום והתחדשות לתכנון ערים או שכונות חדשות, תוך דחייה או התעלמות מהבעיות הקיימות. בבואה פסימית של עתיד העיר והעדר אמונה ביכולת התמודדות עם הקיים, הביאו בעבר לזניחה ממושכת של העיר הקיימת לטובת מיסוד חברה אוטופית חדשה. תפיסה זו שגורה בספרי ובסרטי מדע בדיוני רבים. כאנטיתזה לאומללות העירונית, החזון האוטופי חוזר לעיתים קרובות לנרטיב של נטישת כדור הארץ לטובת מיסוד חברה חדשה אוטופית, בה הערים החדשות מרוכזות בקפסולה מבודדת ומוגנת מסביבתה. פריץ לנג בסרטו 'מטרופוליס' מציג חזון לעיר טכנולוגית במיטבה בדמות 'בבל החדשה'. העיר הרב מפלסית מציגה את הקיטוב החברתי בין העשירים למעמד הפועלים המצטופף בגיהינום התת-קרקעי. ספרים וסרטים רבים מבטאים את פחד האנושות מהבלתי נודע ומהאיומים הגלויים והסמויים, ומציעים פתרון חזרתי של זניחת הקיים לטובת עולם חדש, סטרילי על פי רב, הנשלט על ידי טכנולוגיה חדשנית.
התקשורת עסקה ועוסקת במשך תקופה ארוכה בהתחממות הגלובלית ובקטסטרופה הבלתי נמנעת כתוצאה מכך. סרטו של אל גור 'האמת המטרידה' הרחיב את מעגל המודעות לנושא הסביבתי תוך התמקדות בנזק הנגרם כתוצאה מפליטות גזי חממה. פעילויות פוליטיות פורמאליות ומעורבות א-פורמאלית מלמטה למעלה (Grassroots) החלו להיתרגם לכוונות ולדרכי פעולה מעשיים בתחומים שונים. העיור המואץ וחלקו המהותי של התהליך ביצירת בעיות סביבתיות, הביאו למיקוד תשומת הלב לקיימות העירונית. התובנה הברורה היא כי יש לצמצם את שטחי העיר ולמנוע המשך זחילה עירונית. האתגר העיקרי בתכנון עירוני בר קיימא הוא במתן פתרונות משקמים מקומיים לקיים תוך העצמת הקהילה המקומית, ללא פגיעה סביבתית נוספת בטבע.
התכנון העירוני, אשר בעבר הובן כמתן מענה חד ערכי לבעיה מוגדרת וסופית, התגבש בעשורים האחרונים כתהליך מתמשך הנתון לבחינה מחודשת על ציר

[13] Jane Jacobs, Lewis Mumford, Leon Krier, Christopher Alexander
[14] www.worldometers.info. Retrieved 7/2014.
[15] www.economist.com/news/special-report/21564998-cities-are-turning-vast-data-factories-open-air-computers. Retrieved 7/2014.

הזמן. תפיסה זו מהווה חוליה בחשיבה הכוללת אודות עירוניות מקיימת, הרואה בתכנון מוטה סביבה מערכת דינמית המתמודדת עם מכלול הגורמים המגדירים עיר. המטרה היא רתימה ושילוב מערכת זו לטובת שיפור איכות חיי התושבים וליצירת סביבה בת קיימא. על פי גישה זו, מושם דגש רב על מציאת פתרון לערים הקיימות והפיכתן לערים מקיימות.

קיימות עירונית מאכלסת מדפים רבים של ספרים ומאמרים בהיבטים שונים. מושגים רבים נקשרים לנושא: עירוניות מקיימת או בת קיימא, עיר אקולוגית, עיר ירוקה או עירוניות ירוקה.[16] קיימים מושגים המדגישים אספקט מסוים המהווה חלק מתכונות עיר מקיימת דוגמת: עיר קומפקטית, עיר חכמה, עיר עמידה (חוסן עירוני), עיר מאופסת אנרגיה.[17] קיימות אסכולות תכנון התומכות בנושא דוגמת: ניו אורבניזם, עירוניות תבונתית, צמיחה חכמה,[18] או אסכולות דוגמת Emergent Urbanism המחברות בין תכנון ומדע. קיימים מושגים רבים המתייחסים לחלק ממרכיבי העיר המקיימת: עיר מעורבת שימושים, התחדשות עירונית, תכנון מוכוון הולך רגל, עיר ללא מכוניות.[19] מיקוד נוסף מתייחס לתהליכים בעיתיים הכרוכים בצמיחה העירונית בתחום הפיזי כזחילה העירונית או בתחום החברתי כג'נטריפיקציה.[20] מושגים נוספים מאומצים מתחום האקולוגיה כתהליכים להשגת קיימות עירונית או כמקור השראה: מערכת אקולוגית, מגוון ביולוגי, רצף אקולוגי, קהילות או חילוף חומרים.[21] ריבוי המושגים מעיד על הרבדים השונים של עירוניות מקיימת ועל הבינתחומיות המאפיינת את הנושא.

הבנת מורכבות זו באה לידי ביטוי בשינוי הגישה לתכנון עירוני ממערכת סגורה וניתנת לחיזוי למערכת דינמית הנמצאת בהשתנות מתמדת. בשנות ה-60 העיר נתפסה לראשונה באופן רשמי כמערכת, המייצגת אוסף ייחודי של גופים הפועלים כמערכת סגורה, כאשר התכנון העירוני מספק מסגרת הנחיות המאפשרות שליטה.[22] המערכת הייתה פשוטה ובעלת יכולת להגיע בקלות לשיווי משקל. בשני העשורים האחרונים חלה התפקחות מתפיסה זו והתפתחה הבנה כי הערים בשל מורכבותן, ההשפעות החיצוניות עליהן והשפעתן על הסביבה, אינן חוזרות למצב של יציבות לאחר הפרעה או הפרה. הערים מובחנות כ'מערכות על' (meta system) המייצגות תת מערכות או מערכות מקננות (nested systems), הנמצאות בתלות הדדית מתמשכת.[23] תת המערכות המרכיבות את המבנה השלם ויחסי הגומלין ביניהן מאפשרות או מונעות את התקדמות המערכת. מקנאלטי[24] מציע חמש תת מערכות כאלה בעיר: מערכת כלכלית של הסדרים לסחר סחורות ושירותים, מערכת סביבתית הכוללת אלמנטים טבעיים של העיר, מערכת תשתיות המורכבת מרכיבים בנויים בעיר, מערכת ידע מבוססת למידה וחוויה של העיר ומערכת חברתית המושתת על מנהגים חברתיים, תרבות ואנשים. רוטמנס[25] מגדיר את העיר כ-'complex adaptive systems', ומחדד את הצורך לראות בערים

16. Sustainable City, Eco-city, Urban Ecology, Green City, Green urbanism
17. Compact City, Smart Cities, Resilient City, Zero-carbon city
18. New Urbanism, Intelligent Urbanism(PIU), Smart growth
19. Mixed-use development, Urban renewal, Pedestrian-oriented development, Car-free movement, EcoMobility
20. Urban sprawl, Gentrification
21. Ecosystem, Biodiversity, Ecological Succession, Communities or Metabolism
22. Batty, M. (2011) *Building a Science of Cities.* UCL Working Papers Series: 170, November.
23. Eames,M., and Dixon, T. (2012) Visioning Retrofit Futures. EPSRC Retrofit Working paper 2012/1. www.retrofit2050.org.uk/sites/default/files/resources/WP20121.pdf. Retrieved 3/2014
24. McNulty, E. (2011) *Leadership and Meta-System Challenges: A Literature Review and Synthesis.* Lesley University.
25. Rotmans, J. (2006) 'A Complex Systems Approach for Sustainable Cities', in Ruth, M.(ed) *Smart Growth and Climate Change.* Edward Elgar.

פרויקט מתמשך ובלתי ניתן לשליטה, בגין המורכבות המוטבעת בתהליכים העירוניים. המטרות המוגדרות בתכנון העירוני צריכות להיות גמישות וניתנות לשינוי בכל הירכיית התכנון, בקנה מידה משתנה, ובהתאם לדינמיות של המערכות העירונית ויחסי הגומלים ביניהן.

4. 'רעבתנות' 2014. מיצב המבטא את ההעדר הנותר אחרי ניצול משאבים.

גישה זו נתמכת כיום על ידי רבים ביניהם האדריכל ראם קולהאוס. במאמרו 'What Ever Happened to Urbanism?',[26] קולהאוס מעביר ביקורת על הבטחות המודרניזם "להפוך כמות לאיכות באמצעות הפשטה וחזרתיות". לטענתו, המודרניזם כשל ברעיונותיו ובאסתטיקה שלו לתת מענה להתעצמות העיור. לדבריו: "למרות ההבטחה המוקדמת שלו וגילויי הגבורה התדירים, האורבניזם לא היה מסוגל להמציא רעיונות וליישם פתרונות בקנה המידה הנדרש להתמודדות עם הדמוגרפיה האפוקליפטית שלו."[27] על פי קולהאוס, העירוניות החדשה לא יכולה להיות מבוססת על תצורות יציבות, סופיות צורנית וסדר קבוע מראש. עליה לקחת בחשבון את חוסר הודאות ולהתבסס על "השקיית שטחים עם פוטנציאל", יצירת מרחב המאפשר השתנות תהליכים, הרחבת מושגים וגבולות וחיפוש מערכים היברידיים.

קיימות עירונית מתיאוריה למעשה

הדיונים התיאורטיים סביב בעיות סביבתיות, משבר האנרגיה של שנות השבעים והתהוותן של תנועות שורשיות כתנועת הירוקים בגרמניה, הציבו בקדמת הבמה שאלות אקולוגיות, חברתיות וכלכליות. הצורך בפיתוח מושכל תוך התייחסות לנושא הסביבתי הועלה בזירה הבינלאומית בועידת האו"ם בסטוקהולם ב-1972. ב-1987 התפרסם המסמך 'עתידנו המשותף',[28] המכיר באחריות האדם לפגיעה ולהידרדרות המערכת האקולוגית. בדו"ח הידוע גם כ'דו"ח ברוטלנד' קיימת

26. Koolhaas, R., Mau, B., Sigler, J., Werlemann, H., & Office for Metropolitan Architecture. (1995). *Small, medium, large, extra-large: Office for Metropolitan Architecture, Rem Koolhaas, and Bruce Mau.* New York, N.Y: Monacelli Press. pp. 959/971.
27. "In spite of its early promise, its frequent bravery, urbanism has been unable to invent and implement at the scale demanded by its apocalyptic demographics." *Ibid.*, p.959.
28. www.un-documents.net/our-common-future.pdf

הכרזה לעצירת הפגיעה הסביבתית ולמחויבות משותפת לשינוי. ב-1992 התכנסה בריו דה-ז'נירו ועידת 'פסגת כדור הארץ', הנחשבת לאירוע מכונן לשיתוף פעולה בינלאומי לפיתוח בר קיימא.[29] בפסגה זו הנושא הסביבתי ומקומה של העיר כמרכיב חשוב בו נכנסו ללב השיח הציבורי. מושגים רבים התפתחו ומרביתם התרכזו בהפחתת ההכבדה על כדור הארץ, תחת הכותרת של 'התחממות עולמית'. החל מתקופה זו השיח הסביבתי התפתח לראייה כוללת המשלבת את פרקטיקה עם ערכים תוך התייחסות לשלושת עמודי התווך: חברה, סביבה וכלכלה כמערכת אחת משולבת. אג'נדה 21, מסמך עקרונות לחזון פיתוח בר-קיימא במאה ה-21 שאושר בפסגה זו, מתווה תכנית פעולה ברמה העולמית, הלאומית והמקומית לקידום ויישום פיתוח מקיים. במסמך זה מודגשת חשיבות הרשות המקומית בתהליך וקיימת הסכמה שחזון התכנית צריך להתחיל ברמה המקומית: "בשל העובדה שחלק ניכר מהבעיות והפתרונות בהם עוסקת אג'נדה 21 מקורם בפעילות המקומית, ההשתתפות ושיתוף הפעולה של הרשויות המקומיות מהווים גורם מכריע בהגשמת מטרותיה. הרשויות המקומיות מקימות, מתפעלות ומתחזקות תשתית כלכלית, חברתית וסביבתית... ומסייעות ביישום מדיניות סביבתית לאומית ומקומית. ככל שהרשות קרובה יותר אל התושבים, הם ממלאים תפקיד חיוני בחינוך וגיוס הציבור לפעילות המקדמת פיתוח בר קיימא."[30] (ת.כ.)
כפי שהודגש באג'נדה 21 קנה המידה העירוני מהווה חולית קשר חשובה בין החלטות הממשלה והאזרח. לפעולות משותפות של הרשות והאזרח השפעה מיידית על המשתמשים בזכות מתן פתרונות מקומיים ורציפים המותאמים באופן ישיר לצרכים. קידום פיתוח בר קיימא ברשות המקומית מתאפשר הודות לשילוב דרגים שונים ולשיתוף הציבור בעשייה באמצעות הכלים הבאים:

- קביעת מדיניות ממשלתית, הכוללת חקיקה ותקינה והמשלבת תמיכה כלכלית באמצעות הקלות מס והקצאת תקציבים ייעודיים.
- ניסוח מדיניות מקומית המקדמת חינוך סביבתי, העדפת המרחב הציבורי על הפרטי, ייזום ותעדוף פרויקטים ירוקים וכינון תכניות המשמרות ערכים אקולוגיים תוך מיחזור ושימוש חוזר במשאבים.
- צמיחה מלמטה של כוחות סביבתיים ודרישה להנחלת ערכים של צדק ואיכות סביבה.

אמנת אלבורג[31] שנוסחה ב-1994 ונחתמה על ידי כ-2,700 ערים ורשויות מקומיות בעולם (הייצוג הישראלי מסתכם בירושלים), הכירה בחשיבות תפקיד הרשות המקומית בפיתוח בר-קיימא כאמצעי לשמירת האיזון בין אורח ורמת חיים רצויים לבין כושר הנשיאה של הטבע תוך השגת צדק חברתי, כלכלה בת קיימא וקיימות סביבתית. האמנה מציגה רשימת מטרות מקיפות ואיכותיות המנוסחות כעשרה נושאים הוליסטיים המסבים את ההצהרה הרעיונית למערכת מובנית, המאפשרת גמישות והתאמה לצרכים הייחודיים של הרשויות המקומיות. נושאי המפתח באמנה יוצרים מצע רחב לפעולה מקיפה בכל תחומי החיים העירוניים ומספקים כלים יישומיים לקידום ומימוש הקיימות העירונית. עשרת הנושאים המוצגים להלן מהווים מודל מובנה ובר השגה בהתאם לאמנת אלבורג.[32]

תקינות ושקיפות ממשלתית – התחייבות לכינון והמרצת תהליך דמוקרטי הכולל פיתוח חזון משותף לטווח ארוך ובניית מערכת שיתוף הציבור בקבלת החלטות על בסיס רחב המייצג מגוון מגזרים. המחויבות היא להליך קבלת החלטות פתוח, אחראי ושקוף ושיתוף פעולה עם מערכות ממשל מקומיות וממשלתיות לקידום החזון.

29. United Nations Conference on Environment and Development (UNCED), Rio Summit, Earth Summit. www.un.org/geninfo/bp/enviro.html
30. "Local Authorities' Initiatives in Support of Agenda 21", Agenda 21, Section III, 28.1, Rio de Janerio, Brazil, 1992.
31. Aalborg Charter (1994), www.sustainablecities.eu/fileadmin/content/JOIN/Aalborg_Charter_english_1_.pdf. Retrieved 6/2014.
32. www.sustainablecities.eu/fileadmin/content/JOIN/finaldraftaalborgcommitments_01.pdf. Retrieved 6/2014.

ניהול עירוני מקיים – מחויבות ציבורית ליישום הליכי ניהול יעילים לתהליך השלם משלב הניסוח, לשלבי היישום וההערכה באמצעות הטמעת אג'נדה 21 והליכי קיימות מקומיים נוספים בליבת הניהול המקומי. הבטחת מרכזיות הקיימות בתהליך קבלת החלטות עירוניות ודאגה להקצאת משאבים המבוססת על ערכי קיימות מוצקים.

שימור משאבי טבע – אחריות ומחויבות להגן, לשמר ולהבטיח גישה שוויונית למשאבים הטבעיים באמצעות: הפחתת צריכת אנרגיה מתכלה והגברת השימוש באנרגיה מתחדשת, שיפור איכות המים, שימוש יעיל וחיסכון במים, שימור המגוון הביולוגי והרחבה וטיפוח טבע ושטחים ירוקים בעיר וסביבתה, שימור אקולוגי של הקרקע לטובת חקלאות וייעור בר קיימא ומניעת זיהום אויר ושיפור איכותו.

צריכה ואורח חיים אחראי – מחויבות לאימוץ וקידום שימוש נבון ויעיל של משאבים ולעידוד צריכה וייצור ברי קיימא. מחויבות למניעה והפחתת פסולת והגברת שימוש חוזר ומיחזור. טיפול וניהול משאבים ופסולת בהתאם לסטנדרטים גבוהים. צמצום צריכת האנרגיה תוך שיפור היעילות האנרגטית, דאגה לרכש בר קיימא, קידום פעיל של הליכי ייצור וצריכה ברי קיימא תוך הקפדה על סחר אורגני, אתי והוגן סביבתית וחברתית.

5. נוף עירוני. מבט מה-High Line בניו יורק אל עבר השדרה העשירית

תכנון ועיצוב – מחויבות לתכנון ועיצוב עירוני התומך בנושאים סביבתיים, חברתיים, כלכליים, בריאותיים ותרבותיים לטובת כלל הציבור. ייזום התחדשות עירונית של אזורי מצוקה או אזורים נטושים ומניעת זחילה עירונית על ידי השגת צפיפות עירונית מתאימה. העדפת פיתוח אזורים מופרים על פני שטחים ירוקים. הבטחת עירוב שימושים לקבלת איזון מקומות עבודה, דיור ושירותים תוך מתן עדיפות למגורים במרכזי ערים. נקיטת פעולות לשימור, לשיפוץ ולשימוש חוזר המתאים למורשת התרבותית המקומית. יישום תקנים בני קיימא וקידום אדריכלות וטכנולוגיות בנייה באיכות גבוהה.

שיפור ניידות וצמצום תחבורה – הכרה בתלות ההדדית בין תחבורה, בריאות וסביבה ומחויבות לקידום נגישות וניידות ברות קיימא. הפחתת השימוש במכוניות פרטיות על ידי קידום חלופות תחבורה אטרקטיביות ונגישות. פיתוח תכנית ניידות עירונית משולבת וברת קיימא תוך עידוד השימוש בתחבורה ציבורית, תנועת הולכי רגל ואופניים. תמרוץ המעבר לכלי רכב שאינם מזהמים.

דאגה לבריאות הציבור - מחויבות להגנת בריאות הציבור וקידום רווחתו. העלאת המודעות לאיכות חיים ובריאות הציבור. צמצום הפערים בין הרמות הסוציו-אקונומיות ודאגה לתושבים שידם אינה משגת ביטוח רפואי. שילוב תחום הבריאות הציבורית כחלק אינטגראלי מהתכנון העירוני.
כלכלה מקומית תוססת ובת קיימא - מחויבות ליצירת והבטחת כלכלה מקומית נמרצת, המאפשרת תעסוקה הוגנת ללא פגיעה בסביבה. עידוד ותמיכה בעסקים, בתעסוקה ובחברות הזנק מקומיות. פיתוח ויישום עקרונות למיקום נכון מבחינה סביבתית של בתי עסק ותעסוקה. עידוד ויצירת שוק לתוצרת איכותית מקומית. קידום תיירות מקומית בת קיימא.
הון וצדק חברתי - מחויבות ליצירת קהילות תומכות. הבטחת נגישות שוויונית לשירותים ציבוריים, לחינוך, תעסוקה, הכשרה מידע ותרבות. אבטחת תנאי דיור ומגורים איכותיים מהיבט פיזי וחברתי. פיתוח ויישום תוכניות לצמצום ומניעת עוני, טיפוח שוויון מגדרי, שיפור בטיחות וביטחון בקהילה.
ממקומי לגלובלי - מחויבות לאחריות גלובלית לשלום, צדק, יושר ופיתוח בר קיימא. פיתוח אמצעים למזעור שינויי האקלים ולצמצום פליטת גזי חממה. הטמעת מדיניות גלובלית ברמה המקומית בתחומי אנרגיה, תחבורה, רכש, פסולת, חקלאות וייעור. הפחתת ההשפעה המקומית על הסביבה הגלובלית וקידום עקרונות צדק סביבתי. חיזוק שיתוף הפעולה הבינלאומי.
עשרת הנושאים המפורטים לעיל, שנוסחו באמנת אלבורג, מייצגים באופן מיטבי את מורכבות העשייה הסביבתית. האמנה מספקת כלים יישומיים למיקוד פעולות ברמה העירונית, תוך הבנה כוללת של תכנון בר קיימא.

6. 'דופלקס ברוטשילד'. מחאת האוהלים אוגוסט 2011, רוטשילד, תל אביב.

בישראל רמת העיור היא מהגבוהות בעולם. כ-90% מהתושבים חיים בערים ועל כן תפקיד הרשות בפיתוח מוטה סביבה הינו רב ערך. בארץ קיימים כ-130 ארגונים סביבתיים[33] המקדמים את הנושא. מתוכם מספר גופים המתמקדים ברמה המוניציפאלית. המשרד להגנת הסביבה הוקם ב-1989 למטרת קידום הנושא הסביבתי בכל רמות התכנון. המשרד תומך בכ-52 יחידות סביבתיות שהוקמו ברשויות מקומיות. על פי הגדרת המשרד: "הפעילות ביחידות הסביבתיות

[33] חיים וסביבה - ארגון גג של שוחרי איכות החיים והסביבה, http://www.sviva.net, אחזור יולי 2014.

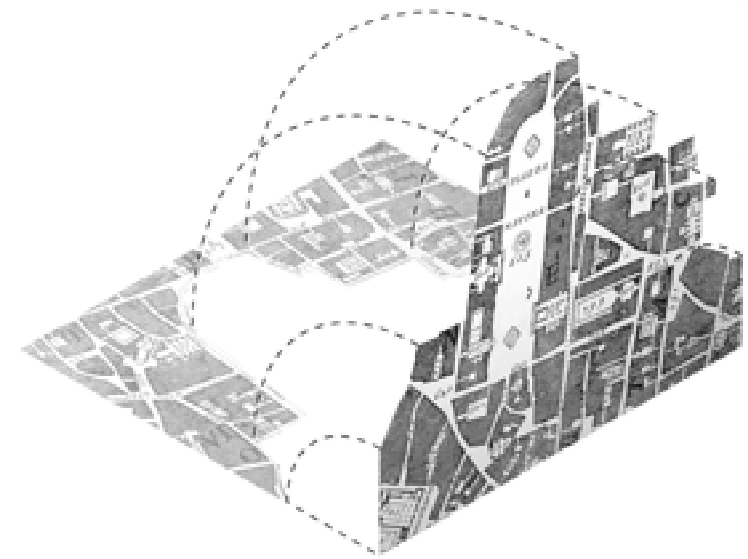
מקשרת בין יעדי המדיניות הסביבתית-לאומית לבין פעולות היומיום בשטח ברמה המקומית. היחידות הסביבתיות מוציאות לפועל את המדיניות הסביבתית ברמה המקומית, ומהוות גוף מייעץ לרשות המקומית לנושאי איכות הסביבה".[34] 'המרכז לקיימות המקומית' בשיתוף עם 'מרכז השל לקיימות'[35] מספקים חומר מפורט הנותן כלים מעשיים לרשויות המקומיות. בעקבות ועידת פסגת כדור הארץ, שנערכה ב-2002 ביוהנסבורג, החליטה ממשלת ישראל לאמץ החלטות אלו ולהגדיר אסטרטגיה לפיתוח בר-קיימא בישראל. 'פורום ה-15', הכולל את 15 הערים הגדולות בישראל ניסח מצע חשוב לקידום ערים מקיימות.[36] מטרת הפורום לפעול לחיזוק העיר על ידי פיתוח החוסן העירוני בהיבטים סביבתיים וחברתיים. הפורום מקדם חקיקה ורגולציה לטובת מתן כלים מודרניים לניהול העיר. הפורום ניסח את 'אמנת האקלים', האוגדת בתוכה כלים לקיימות עירונית הכוללים: מניעת הפרבור, התייעלות אנגרטית, הפחתת זיהום האוויר, תכנון תחבורתי מקיים, החייאה והתחדשות עירונית ושיפור איכות החיים העירונית. ביוני 2013 התקבלה החלטה על ידי הפורום לאמץ באופן מדורג את התקן הישראלי לבנייה בת-קיימא (ת"י 5281) כמדיניות עירונית מחייבת. צעד זה משמעותי לעידוד הבניה הירוקה וקידומה מתיאוריה למעשה. יש לקוות שערים נוספות יצטרפו למגמה זו ומדיניות מחייבת לקיימות עירונית תוטמע כחלק משגרת חיינו.

קיימות עירונית מהמקרו למיקרו

פרק זה מציג חלק ממורכבות התכנון העירוני המקיים ומאפשר הצצה למנעד הרחב של הנושאים המאפיינים את התחום. ברמת המקרו העבודות מעלות נושאים אורבאניים רחבי היקף דוגמת עירוב שימושים וצפיפות. ברמת הביניים השכונה ככלי יעיל לקידום קיימות ברת השגה. ברמת המיקרו נבחנת תרומת הדיקור העירוני להתחדשות העירונית הודות למיקוד העשייה ושיפור החוסן העירוני, המושג באמצעות שדרוג המרחב הציבורי.
"עירוב שימושים כמנוע לפיתוח בר קיימא", עבודתן של רותם שייקר והדר בן אברהם, מציגה את התפתחות המודל ושילובו בעירוניות חדשה, המאפשרת תמיכה בין פעילויות עירוניות שונות ומשלימות. עירוב שימושים, המציע שימוש משולב של דיור, מסחר, תעסוקה ותרבות ופנאי, היה חלק אינטגראלי מהארגון הפרוגרמאתי של העיר המסורתית. בשלהי המאה ה-19, על מנת להרחיק את הזיהום התעשייתי מאזורי המגורים, החלו לחוקק חוקים והנחיות שהיו מצע למיסוד עיקרון האיזור (Zoning), המחייב הפרדה ברורה בין שימושי קרקע שונים. במקומות רבים בעולם המערבי התכנון המודרני מושתת על גישה זו. בישראל מרבית הערים תוכננו עם חשיבה מודרניסטית הדוגלת בהפרדת שימושים. הפרדה זו מעודדת יצירת ערי שינה וחיזוק הפרבור המשפיעים על גידול משמעותי ביוממות ובהיקף התשתיות הנלוות. כתוצאה מכך חל גידול בהפרה הסביבתית בגין ניצול קרקעות לתשתיות וניצול משאבים ואנרגיה לתנועת מכוניות. לפעולות אלה השפעה על איכות החיים בשל זיהום האוויר הנלווה, אובדן שעות עבודה וחוסר איזון בחלוקת שירותי המערכת הטבעית והעירונית. כיום, השינויים באופי התעסוקה והפיכתה ללא מזהמת, השינוי בתרבות הפנאי ומהפכת התקשורת והמחשוב מגדירים מחדש דפוסי חיים ומאתגרים את התפיסות הקיימות.
ערוב השימושים מציע יתרונות רבים לטובת תכנון מקיים המשולב בצמיחה העירונית. היתרונות מושגים על ידי הפחתה ניכרת של יוממות ובכך צמצום תשתיות תחבורתיות ופליטות מזהמים והפחתה כוללת של טביעת הרגל האקולוגית. ניצול מיטבי של המרחב הציבורי לאורך היממה מאפשר הנגשת המרחב הציבורי לאוכלוסיה מגוונת ויצירת סביבה נותנת השראה, פעילה ותוססת. ערוב

[34] www.sviva.gov.il/AboutOffice/Pages/default.aspx
[35] www.kayamut.org.il
[36] www.forum15.org.il

השימושים מאפשר גמישות לקבלת שינויים המותאמים לדינאמיקה העירונית, למרקם האנושי ולתנודות בביקושים הכלכליים.



7. שמירת האיכויות העירוניות הכוללים עירוב שימושים ומרחב ציבורי תוסס בעיר הקומפקטית, פיאצה נבונה ברומא.

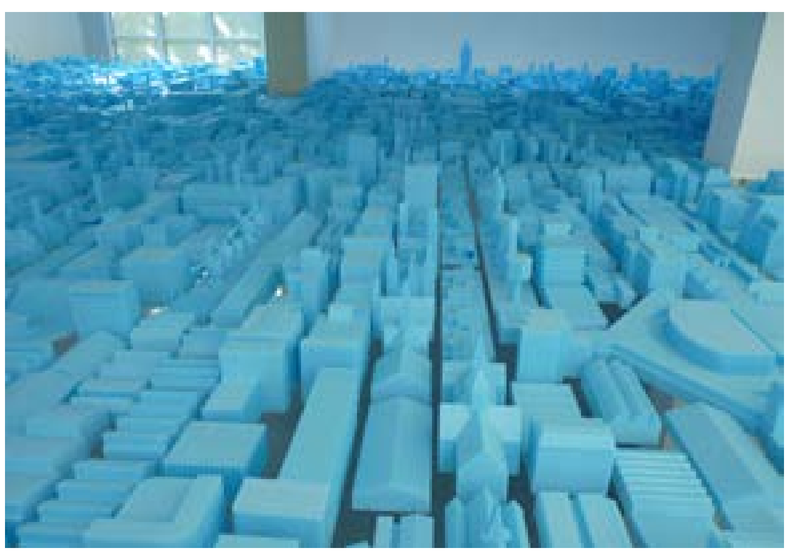
"צפיפות ומרחב – בחינת צפיפות עירונית ומבנית למגורים", עבודתן של לימור גולדהבר ובתאל לוי, עוסקת בבחינת שאלת הציפוף העירוני ככלי מקיים, המונע זחילה עירונית ופגיעה בקרקעות לא מופרות והשומר על שטחים פתוחים שערכם מהותי כחלק משרותי המערכת של הטבע. הציפוף העירוני, במידה ומתוכנן תוך חשיבה כוללת, מהווה כלי לשיפור איכות חיי התושבים בעזרת שיקום אזורים מדורדרים בעיר. "העיר הקומפקטית"[37] שואבת יתרונות חברתיים, סביבתיים וכלכליים משילוב ציפוף עירוני עם ערוב שימושים. גורמים אלו במשותף מאפשרים אינטנסיביות המצמיחה עירוניות תוססת, המחייה את המרחב הציבורי העירוני, תוך הפחתת הצורך בתשתיות עירוניות. לציפוף העירוני יתרונות רבים, אך על מנת למנוע את החסרונות הנלווים אליו יש לתכנן את התהליך וליישמו באופן מושכל. תכנון לציפוף חייב לשדרג את המערכת התנועתית באמצעות שיפור תחבורה ציבורית ופריסת מערך תנועתי לרוכבי אופניים והולכי רגל. בתכנון יש לשלב שטחים פתוחים של טבע עירוני, הכולל פארקים ברמה העירונית והשכונתית. הטבע העירוני תורם לאיזון האקולוגי בעיר ומשדרג את המרחב הציבורי לטובת שיפור איכות החיים בעיר. העבודה בוחנת את המדדים השונים לציפוף עירוני: צפיפות נתפסת, צפיפות מספרית או צפיפות נמדדת, ומשמעות המדדים השונים על תכנון העיר ואיכות החיי בה מהיבטים פיזיים מדידים ומבחינת תחושת המרחב והרווחה של התושבים.

"תכנון שכונות בראייה סביבתית", עבודתם של אלכסנדר בוריבקר ואיליה

[37] הרעיונות המגדירים "עיר קומפקטית" משוייכים לג'יין ג'יקובס עם ספרה רב ההשפעה מ-1961 "מותן וחייהן של ערים אמריקאיות גדולות". המונח, שנולד מתוך הבנת הצורך בחסכון במשאבים, נטבע ב-1973 על ידי המתמטיקאים: George Dantzig & Thomas L. Saaty.

מסלובסקי, מתמקדת בחשיבות תכנון מקיים שכונתי כחוליה חשובה וברת השגה לקידום תכנון סביבתי. קנה המידה והמורכבות העירונית מחייבים תהליכים ארוכי טווח, שמימושם מצריך התגברות על משוכות רבות: חברתיות, פוליטיות, כלכליות והנדסיות. תכנון מקיים של שכונות מתבצע בשלבים, ואינו יוצר שיבושים בקנה המידה העירוני. תכנון שכונות חדשות וכן תהליכי התחדשות עירונית בארץ הם, במרבית המקרים, יוזמה ציבורית של משרד הבנוי והשיכון או יוזמה עירונית. מתוקף כך ניתן ליישם עקרונות רבים של קיימות ברמה השכונתית. לשכונה חדשה יש יתרון במרחב האפשרויות הפתוח בפני המתכננים בכל רבדי התכנון, אך במקרים רבים שכונות חדשות באות על חשבון שטחי טבע עירוני לא מופר. בשכונה הקיימת, בהיותה יחידה מתוחמת והומוגנית במקרים רבים מבחינה סוציו-אקונומית, קיימת בשלות לשילוב אינטרסים של התושבים להפיכת שכונתם לאיכותית יותר בהיבט הכולל של קיימות. לשכונה קיימת יתרון בפוטנציאל שיתוף הציבור, המאפשר הבנת הצרכים החברתיים ורתימת התושבים לתהליך. תכנון שכונות חדשות עם ערכים סביבתיים ושדרוג מקיים של שכונות קיימות מהווים מנוף חשוב בהתחדשות העירונית הכוללת, הנוצרת מהמצרף המצטבר של רקמות עירוניות, חברתיות ופיזיות, ששודרגו והפכו איכותיות יותר.

"החייאת מרקמים אורבאניים באמצעות הסבת מבנים נטושים למבני מגורים", עבודתן של הדר יונה וג'ניפר חגג, מחברת את הצורך במציאת פתרונות מגורים ברי השגה בערים עם פתרון בעיית המבנים הנטושים. מבנים אלו גורמים להתדרדרות פיזית של הסביבה, פגיעה במרקם החברתי וירידת ערכי הדירות בסביבתם. בעבודה נבחנות הסיבות לנטישת המבנים ומובאות דוגמאות להיקף התופעה ממיקום אקראי של מבנים נטושים במקומות מאוכלסים, לריכוזם במקבץ בקנה מידה של רחוב או שכונה. אכלוס מחודש של דירות נטושות הוא כלי לעצירת תהליך ההידרדרות מרקמים עירוניים, ומניעת זחילה עירונית על ידי שימוש במשאבים בנויים קיימים. תהליך נכון מחייב התאמה למכלול המשתנים המקומיים הייחודיים, המושפעים מהתשתית הפיזית והחברתית ומהיבטים כלכליים של היצע וביקוש, שהיקף ההשפעה שלהם נתון לכוחות שוק רחבי טווח. האכלוס המחודש של מבנים נטושים הוא תהליך מורכב המחייב התערבות הרשות המקומית על ידי קביעת מדיניות ומתן תמריצים כלכליים לבעלי הבתים הנטושים ולדיירים מתאימים, היכולים למנף את השכונה ללא תהליך של ג'נטריפיקציה.



8. מיצב הממפה את המבנים הנטושים בהולנד וקורא לממשלה להשתמש במבנים אלו. המיצב הוא תוצר עבודת מחקר מתועדת שסקרה 4,326 מבנים בהולנד.

התהליך חייב להיות מלווה במערכת אכיפה מול בעלי הנכסים האחראים להזנחה ומול גורמי פשיעה למניעת השתלטות על המקום הנטוש. בעולם נצבר ניסיון רב בנושא העשוי להוות בסיס ליישום מוצלח בארץ, הזקוקה לפתרונות דיור. "דיקור עירוני - ככלי להתחדשות עירונית", עבודתם של יאיר מלר, רותם סרי ואיה רוזנוולד, ממחישה את כוחן של פעולות ממוקדות בתהליך החייאה עירוני. דיקור עירוני (Urban Acupuncture) הוא מושג המחבר בין גישה חברתית סביבתית לתכנון עירוני לבין מסורת הדיקור הסיני. הרפואה הסינית היא גישה הוליסטית הרואה בגוף האדם חלק מהטבע ועל כן האדם מחויב לנהל את חייו על פי חוקי הטבע ובהתאם לשינויים ולמחזוריות, היומית והעונתית. הרפואה הסינית מבוססת על איזון האנרגיה הזורמת בערוצי הגוף, המרידיאנים. העדר איזון גורם לחסימה. באמצעות זיהוי כוללני של בעיות החולה, ניתן דיקור מקומי מותאם אישית לטובת הטיפול בבעיה. בהשאלה, הדיקור העירוני מזהה את נקודות החסימה העירונית ומטפל באופן ממוקד בנקודות מפתח על פי ניתוח והערכת גורמים חברתיים, סביבתיים וכלכליים. הדיקור העירוני משלב את הקהילה המקומית וממנף את 'המעמד היצירתי' בקהילות אלו ליצירת השינוי שיחולל התפתחות נוספת. הדיקור העירוני מהווה כלי נוסף להתחדשות עירונית במקומות בהם התערבות רחבה יותר מורכבת ובעייתית. גורמי המורכבות נובעים מאופי הסביבה הבנויה, מבעיית תשתיות קיימות או מהיקף ההתערבות הרחב הנדרש, שמשמעותו משך פעולה ארוך טווח ועלויות כספיות גבוהות. הדיקור העירוני הוא כלי המאפשר לחולל שינויים משמעותיים במאמצים מצומצמים אך ממוקדים, המהווים בסיס וזרז לפיתוח עתידי בהיקף רחב יותר.

"תכנון מרחבים ציבוריים באזורים מדבריים", עבודתן של בת אל מלכה ורונית קליין, מחברת בין שתי סוגיות חשובות בעיצוב עיר מקיימת. הסוגיה הראשונה מתייחסת למרחב הציבורי כגורם מרכזי בעיצוב המפגש החברתי-תרבותי העירוני, המאפשר מגוון רחב של פעילויות, מתאים לאוכלוסיות שונות ותורם לאיכות חיים ולשגשוג עירוני. הסוגיה השנייה מתייחסת לתנאי הנוחות הפיזיים של המרחב הציבורי, המאפשרים לתושבים לנצל את המרחב הציבורי לפעילויות שונות במהלך היממה בזכות התאמת עיצוב המרחב באופן מיטבי לתנאים המיוחדים של האקלים המדברי. התכנון הביו אקלימי, המשפר את המיקרו אקלים המקומי, תורם בו זמנית לנוחות המשתמש ולהפחתת ההכבדה על הסביבה. ההפחתה מושגת באמצעות הצללות המפחיתות את אפקט איי החום העירוני, או הכוונת רוחות רצויות המשפרות את האוורור המרחב העירוני והרחקת הרוחות הלא רצויות. העבודה מציעה לימוד מתקדימי העבר של ערים קיימות באקלים המדברי ושילוב תובנות הלימוד מהמסורת עם טכנולוגיות חדשות. העיר מסדר (Masdar), הסמוכה לאבו דאבי שתוכננה על ידי האדריכל נורמן פוסטר החל מ-2006, מהווה דוגמה להמחשת הנושא. בעיר קיים, על פי מסורת העבר, עירוב שימושים של מגורים, תעסוקה, מסחר ואקדמיה. העיר מתוכננת להולכי רגל בזכות התחבורה הציבורית, הטכנולוגית המשוכללת והודות למערך החללים הציבוריים המוצלל ומאוורר. העיר מתוכננת להיות מאופסת אנרגיה ולחסכון מירבי במים. מתכנן העיר השכיל לשלב את חכמת העבר עם טכנולוגיות עכשוויות לטובת יצירת עיר מקיימת בראיה כוללת.

לקראת פיתוח עירוני משובי

העבודות בפרק זה מציגות חלק מתוך מכלול רחב של נושאים הנוגעים לקיימות עירונית. העיסוק בנושא מדגיש את העובדה כי עיצוב בר קיימא אינו רק אסטרטגיה סביבתית המוגבלת לשימור משאבי הסביבה, כי אם אמצעי להפיכת הערים, המרחבים הציבוריים והמבנים סביבנו למקומות הומאניים יותר המותאמים למשתמש, לגיאוגרפיה ולאקלים המקומי. הקיימות מהווה תחום נרחב הנפרס על כל תחומי החיים ובעל השלכות בכל קנה מידה. להחלטות תכנוניות בקנה מידה גדול חשיבות והשפעה משמעותית. קיים מתאם בין היקף ההחלטה לרמת השפעתה, אך קיים קושי ביישום החלטות בקנה מידה גדול. יישום רחב היקף של החלטות בקנה מידה בינלאומי וארצי, המתוות מדיניות ותמיכה כלכלית, לעיתים רבות מחייב תהליך מורכב וארוך טווח שאינו נותן

9. Center Courtyard and the Windtower at the Masdar Institute Campus, Masdar City. Architect: Foster & partners.

מענה לטווח הקצר והבינוני. המורכבות הרבה המאפיינת את העיר ואת תחום הקיימות מקשה על בחינת תשריטי פעולה ויישומם. הכוחות הפועלים בעיר הינם הטרוגניים, ועל כן חלקי המערכת השונים יכולים לפעול בכיוונים מנוגדים. לפיתוח מדיניות יעילה, ליישום ולשינוי מגמות בעיר, נדרשת גישה משולבת רב מערכתית המהווה בסיס להתפתחות חברתית, תרבותית, כלכלית וסביבתית של העיר. היסודות הנדרשים לעיר מקיימת לפי התיאורטיקן דפרה,[38] המנתח את תרחישי עיר העתיד, נובעים מההבנה כי עולם מורכב דורש תשובות מורכבות והוליסטיות. ההתפתחות העירונית חייבת לשלב בין החומרי לרוחני, ולהיות חלק מחזון חברתי. התנהלות עירונית נכונה תנוע בין חשיבה גלובלית לעשייה מקומית, תוך פיתוח זהות תרבותית ייחודית וגלוקאלית. העיר מהווה יחידה עצמאית אוטונומית ומתפקדת כמערכת שלמה בפני עצמה, אך בגישה הוליסטית היא חלק ממערכת גדולה יותר. המשתנים הרבים הפועלים על העיר מחייבים מדיניות תכנון מונחת גמישות, יצירתיות, פתיחות לשינויים ובינתחומית. בשל ההכרה כי הצריכה והשימוש הבלתי מושכל בטכנולוגיה גורמים לשינוי במערכות הטבע ולהפרת האיזון האקולוגי הנדרש במערכת סימביוטית, נדרשת אחריות סביבתית כדרך החיים.

החיבור הנדרש בין טכנולוגיה וסביבתנות מגולם באמירתו של דפרה:

> "City form in the future, I believe, must follow function and function will be reassessed to follow life."[39]

אמירה זו משלבת את גישת המודרניזם, הגורסת כי התכנון העירוני נותן מענה ליניארי ורציונאלי לצרכים הפונקציונאליים של האדם, עם גישה רחבה הרואה בתכנון מערכת רב ממדית, אדפטיבית הנותנת מענה להמשך קיום מערכות החיים בכדור הארץ. גישה זו רואה בטבע מקור השראה ולימוד. באמצעות כלים אלו ניתן להעריך מחדש את הפתרונות לצרכים כחלק ממערכת מורכבת המבוססת על תובנות הטבע. תובנה זו תקפה לערים בהווה הצורכות משאבים ומייצרות פסולת בקנה מידה והיקף חסר התקדים. חילוף החומרים של מרבית הערים הוא

[38] Daffara, P.(2004). Macrohistory and City Futures. *Journal of Futures Studies*, August 2004, 9(1). p.34.

[39] Daffara. (2004). *Ibid*. P.22.

לינארי ונעדר דאגה למקורם או ליעד תוצרי הלוואי של הפסולת. התוצאה היא דילול משאבים בלתי מתחדשים וזיהום מתמשך ובלתי הפיך. על כן המערכות העירוניות האקולוגיות, חברתיות וכלכליות צריכות לגבש אסטרטגית פעולה המחקה את המערכת המחזורית של הטבע, ולאמץ את גישת הטבע הפועלת מ'עריסה לעריסה'.
האדריכל ראם קולהאס מצהיר כי: "יותר מכל, העיר היא כל מה שיש לנו".[40] בצל נתוני מגמות העיור על כל משמעויותיו, העיר ראויה למיקוד החשיבה הסביבתית. קידום הקיימות העירונית טומן בחובו ראיה רב מערכתית ויכולת התמודדות עם ההשתנות המתמדת של מרכיבי העיר. ראיה כוללת מקדמת תכנון המאפשר אדפטציה לצרכים משתנים, חיסכון משאבים והפחתת ההכבדה על המערכת האקולוגית. תכנון עירוני מקיים, בהתאם לגישה זו, מחויב בשידוד מערכות חשיבה קיימות לקראת תכנון הנותן מענה למורכבות ולדינמיות העירונית.

10. Egilsstadir, Iceland.

[40] "More than ever, the city is all we have." Koolhaas, R., Mau, B., Sigler, J., Werlemann, H., & Office for Metropolitan Architecture. (1995). *Small, medium, large, extra-large: Office for Metropolitan Architecture, Rem Koolhaas, and Bruce Mau.* New York, N.Y: Monacelli Press. p.971.

תמונות:

1. Thomas More, Utopia. Illustration for the 1516 first edition. http://de.wikipedia.org/wiki/Utopia_%28Roman%29

2. Allegorical engraving of the Vitruvian primitive hut. Frontispiece of Marc-Antoine Laugier: Essai sur l'architecture 2nd ed. 1755 by Charles Eisen (1720-1778). http://commons.wikimedia.org

3. Le quartier des Halles en 1849. Artist Theodor Hoffbauer. Designed By Victor Baltard and rebuilt in 1863, Demolished in 1969. http://commons.wikimedia.org

4. 'רעבתנות' 2014. מיצב המבטא את ההעדר הנותר אחרי ניצול משאבים. kkarc

5. נוף עירוני. מבט מה-High Line בניו יורק אל עבר השדרה העשירית, צילום: kkarc

6. 'דופלקס ברוטשילד'. מחאת האוהלים אוגוסט 2011, רוטשילד, תל אביב. צילום: kkarc

7. שמירת האיכויות העירוניות הכוללים עירוב שימושים ומרחב ציבורי תוסס בעיר הקומפקטית, פיאצה נבונה ברומא. איור: Daniel Ryan
https://www.flickr.com/photos/its_daniel/447109317/sizes/l/

8. מיצב הממפה את המבנים הנטושים בהולנד וקורא לממשלה להשתמש במבנים אלו. המיצב הוא תוצר עבודת מחקר מתועדת שסקרה 4,326 מבנים בהולנד.
Vacant NL Dutch pavilion, Venice Architecture Biennale 2010. Architect: RAAAF (Rietveld Architecture-Art-Affordances) . Photo: KKarc

9. Center Courtyard and the Windtower at the Masdar Institute Campus, Masdar City. Architect: Foster & partners. Photo: Masdar Official. https://www.flickr.com/photos/94219060@N03/8577531966

10. Egilsstadir, Iceland. Photo: kkarc

עירוב שימושים כמנוע לפיתוח בר קיימא

הדר בן אברהם, רותם שייקר

בעשורים האחרונים, נוכח הבעיות הסביבתיות המתעצמות, התעוררו קולות רבים בשיח העולמי הקוראים לפעולה סביבתית דחופה. החל ניסיון לבנות בסיס ל"מילון מושגים" המתאר ומנתח את הסביבה ואת אחריותו של הסובייקט בראייה לעתיד. ברוח התהליכים אומץ מחדש מודל עירוב שימושים בשאיפה להגדיר באופן מחודש את מערכות היחסים בין האדם והעיר. מתכנני ערים רואים במודל המערב שימושים כהכרחי ליצירת מערכת עירונית דינמית.[1] מודל עירוב שימושים התקיים תוך מגמת השתנות והתפתחות מתמדת כתגובה ובהתאמה לאקולוגיה התרבותית הרווחת. באופן הולך וגובר המודל מייצג גילוי-מחדש של העירוניות באמצעות אינטגרציה עשירה בין שימושים ופעילויות התומכים אחד בשני בו זמנית, כפיתוח משולב (Witherspoon, Abbett, Gladstone, 1976).
המאמר יעסוק במאפייני המודל ויבחן את היחס המשתנה לעירוב שימושים לאורך השנים, תוך הבנת יישום המודל בעידן הנוכחי, בעקבות תפיסת הרשתות המרחביות. נבחן את אימוץ מודל עירוב שימושים הניתן לקידום ומימוש באמצעות נושאים ברי קיימא, הן מבחינת התפיסה העומדת בבסיס הרעיון והן מבחינת ההתפתחות העכשווית של המודל העולה בקנה אחד עם תכנון מודע-סביבה.
מתודולוגיית המאמר נסמכת על מקורות אקדמיים ופרסומים בכתבי עת עכשוויים הנוגעים לתכנון עירוני בר קיימא וכן על ספרות מקצועיים ותקדימים של פרויקטים בני זמננו.

[1] Roberts, M., Lloyd-Jones, T., (1997). Mixed Use Urban Design. In: Coupland, A., Reclaiming the City, mixed use development, E & FN spon, London, UK, pp.149-179

1. הגדרת עירוב שימושים

מודל עירוב שימושים הינו תפיסה תכנונית המנסה לשלב שימושים שונים באותו תא שטח, או בשטחים סמוכים באותו מרחב תכנוני. למודל זה תצורה פיזית גמישה והוא יכול לנוע בטווח רחב החל מחלל בודד בבניין, בניין או קומפלקס בקנה מידה גדול, שכונה והתפרסות בין עירונית (סולר, 2008).

2. רקע תיאורטי

פיתוח בר-קיימא ומודל העיר הקומפקטית[2]

2.1 עירוב שימושים כפיתוח בר קיימא

המושג "עירוב שימושים" הוא תולדת התגברות המודעות הסביבתית כתגובה לתיעוש המואץ והנזקים שנגרמו כתוצאה ממנו. בשנות ה-70 של המאה הקודמת, התחזקה המודעות לגידול הנזקים הסביבתיים ולמשבר הסביבתי העולמי. בשנת 1983, האו"ם הקים ועדה בינלאומית לדיון בנושאי סביבה ופיתוח, וב-1987 ועדה זו פרסמה את דו"ח ברונטלנד - "Our Common Future".[3] דו"ח זה כלל לראשונה את המושג "פיתוח בר קיימא".

דו"ח ברונטלנד נשען על ארבעה עקרונות ליצירת פיתוח בר-קיימא של החברה האנושית בעולם: (פרלמוטר, ד., אראל, א., מאיר, י., עציוני, י., רופא, י., 2010)

- חיסול העוני בעולם, ובמיוחד בעולם השלישי, נחוץ לא רק מסיבות אנושיות אלא גם מסיבות סביבתיות.
- על העולם המתועש להקטין את צריכת המשאבים ופליטת הפסולת שלו.
- שיתוף פעולה בינלאומי בנושאים סביבתיים איננו אופציה אלא הכרח.
- שינוי כיון לפיתוח בר-קיימא יכול לקרות רק באמצעות פעילות קהילתית המתייחסת לתרבויות מקומיות.

2.2 שלושה מרכיבים לפיתוח בר קיימא[4]

קיימות הגדרות רבות לפיתוח בר-קיימא, הגדרות אלו כוללות בתוכן את ההבנה שפיתוח בר-קיימא איננו נטול התנגשויות בין ערכים שונים. הגדרה אחת טוענת כי מהותו של פיתוח בר-קיימא היא במציאת איזון בין הערכים השונים:

- צורך בפיתוח כלכלי, כדי להתגבר על עוני.
- צורך בהגנה סביבתית על אויר, מים, קרקע.
- צורך בגוון תרבותי חברתי.

ערכים אלו הם מתארים אופן גרפי כמעגלים כאשר לכל מעגל יש מטרות משלו, ואזורי החפיפה בין כל שלושת מעגלים מהווים סוגים שונים של פעילויות בשימור ופיתוח. אולם רק האזור שחופף בין שלושת המעגלים מהווה פיתוח בר-קיימא.

הגדרה שנייה דנה בפיתוח כלכלי השומר ומקדם את הסביבה תוך כדי

[2] פרלמוטר, ד., אראל, א., מאיר, י., עציוני, י., רופא, י., (2010). המדריך לבניה ביו אקלימית בישראל, עמ' 4

[3] Brundtland Report, (1987). Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Futur, from: http://www.un-documents.net/wced-ocf.htm)

[4] פרלמוטר, ד., אראל, א., מאיר, י., עציוני, י., רופא, י., (2010). המדריך לבניה ביו אקלימית בישראל.

שמירה וחיזוק השוויון החברתי. הגדרה זו נובעת מביקורת על ההגדרה הקודמת וטוענת שהשוויון בין שלושת המעגלים מטעה. הוא יוצר את הרושם שהסביבה, הכלכלה והחברה הם שלושה הקשרים שונים ובלתי תלויים שיש למצוא איזון ביניהם. בפועל, כך נטען, הסביבה מהווה את ההקשר והתנאי לקיום החברה האנושית שבמסגרתה יכול להתקיים הפיתוח הכלכלי הדרוש לקיומה ולשגשוגה. על כן, שמירת הסביבה ופיתוחה באופן ששומר על העושר והמגוון של המערכת האקולוגית חייב להיות בראש סדר העדיפויות.

שני בסדר החשיבות הוא קידום השוויון והאיזון החברתי, ומגבלות שתי המערכות האלה צריכות לחול על המערכת הכלכלית.

עולה השאלה איזה מודל סטרוקטורלי יכול להשתלב בערים הקיימות ולממש את הרצון לפיתוח בר קיימא? לטענתו המודל הסטרוקטורלי המשתלב עם פיתוח בר קיימא ומקדם אותו הוא מודל העיר הקומפקטית[5] (The compact city), המשלב את שלושת המרכיבים הללו- סביבתיים, חברתיים וכלכליים. מודל זה מהווה עקרון בתכנון ועיצוב עירוני, הקורא לערים המעודדות צפיפות מגורים גבוהה ועירוב שימושי קרקע. המודל נשען על מערכת תחבורה ציבורית יעילה ותפרוסת עירונית המעודדת הליכה רגלית ושימוש באופניים, צריכת אנרגיה נמוכה והפחתת הזיהום. צפיפות גבוהה מעודדת מגוון הזדמנויות לאינטראקציה סוציאלית (Dempsey, 2010).

מבחינה סטרוקטורלית, לעיר הקומפקטית יש טקסטורה פנימית שונה מאוד מזו של "עיר מודרנית" טיפוסית. כיון שגרעין ההתיישבות מתייחס לאופן שבו מרכיביו: אנשים, פעילויות, שימושי קרקע, בניינים וחללים שזורים יחדיו (Rowley, 1996). במקומות רבים, פיתוח של עירוב שימושים הוא כעת נורמה תכנונית ולא תהליך ניסיוני (Foord, 2010).

בתקופה האחרונה נבחנו מודלים ניסיוניים המרכיבים את מודל עירוב שימושים. אחד מהמודלים הוא של רוברט בורגהרדט בתערוכת האדריכלות הבינלאומית בונציה בשנת 2012. רוברט מציג מבנה היברידי באתר קיים בברלין. המודל מכיל 24 מבנים מודרנים קיימים, כמו של לה קורבוזייה, מיס ואן דה רוהה ואוסקר הנסן, שחוברו יחדיו ליצירת עיר קומפקטית היברידית רחוק מהרעיון העיר המודרנית הקלאסית.

1. מודל קומפלקס היברידי, Architect: Robert Burghardt, Venice biennale 2012

.1

[5] המונח "העיר הקומפקטית" נטבע לראשונה בשנת 1973 על ידי ג'ורג' דאנציג (George Dantzig) ותומס ל.סאטי (Thomas.L.Saaty). שני מתמטיקאים שהחזון האוטופי שלהם נגזר מהרצון לחזות בשימוש יעיל יותר במשאבים. המושג שהשפיע על תכנון ערים, מיוחס לג'יין ג'ייקובס וספרה - מותן וחייהן של ערים אמריקאיות גדולות (1961).

3. הבדלים במינוח בין - "עירוב שימושים" ו"שימושים מעורבים"

3.1 ארגון מרחבי

בספר "Mixed Use Development" (Rowley, 1996) נכתב כי רבים מהפרויקטים הנדל"ניים מכילים יותר משימוש אחד, אך חסרים בהם מאפייני פיתוח עירוב שימושים. אלו הם פרויקטים של עירוב שימושים בקנה מידה גדול, המאופיין בשילוב שלושה או יותר שימושים רווחיים ופרודוקטיביים. במרבית מהפרויקטים הנדלניים קיים יותר משימוש אחד, אך הארגון הפונקציונאלי חסר.
אינטגרציה משמעותית, פיזית ופונקציונאלית של רכיבי הפרויקט יתאפיינו בשימוש קרקע להולכי רגל. אינטגרציה זו יכולה לקבל ביטויים רבים כארגון מחושב של רכיבי מפתח סביב מוקדי תנועה, היוצרים רשת משוכללת המאפשרת תנועת הולכי רגל.

3.2 תלות בקנה מידה ומיקומם בעיר

ראולי (Rowley) כותבת במאמרה כי עירוב שימושים מופיע בתצורות שונות. היא מפרטת ארבעה מהן: מחוז או שכונה, רמת הרחוב או חללים ציבוריים נוספים, רמת הבניין או בלוק הרחוב ובין בניינים בודדים. לטענתה, מגוון של פעילויות בין רחובות וחללים ציבוריים יוצרים מצב מיוחד, הואיל ולא מדובר רק במצב בו הבניינים ממוקמים אחד ליד השני ברחוב, אלא ישנה גם חשיבות לתכנון ולרמת הציבוריות של הרחוב עצמו. אחת המעלות הנמדדות במודל לעירוב שימושים היא בהתאם לטווח השפעה של פעילויות אלו הנובעות מהתחום הציבורי של הפרויקט.
קיימים ארבעה טיפוסי מיקום בהם ניתן למצוא או לקיים עירוב שימושים:

1. מרכזי ערים הכוללים את הלב המסחרי והאזרחי של הערים
2. אזורי פנים בעיר ובאתרים של 'Brown fields' בהם קיימת נטישה, אזורים ריקים או בנויים הזקוקים להתחדשות.
3. פרברים או אזורי קצה בעיר
4. אזורים ירוקים בהם יש התרה במדיניות התכנון (Rowley, 1996).

לטענת מקורמק, ישנם שימושים בעלי השפעה מועטת על החיים הציבוריים. מאידך ישנם הטומנים פוטנציאל משמעותי לדרבון פעילות עירונית. מגרשי חנייה הם דוגמה לשירותים שאינם תורמים ענין ופעילות לעובר האורח. לעומתם, משרדים קטנים וחנויות מסחר ברמת הרחוב מעודדים פעילות והשתתפות הולך הרגל. (MacCormac, 1983).[6]

4. התפתחות המודל לאורך ההיסטוריה

בפרק זה תוצג ההתפתחות ההיסטורית של מודל עירוב שימושים בניסיון לעקוב אחר השינויים בערים והאופן בו התפתחו מקנה המידה הקטן ותבחן האבולוציה הטבעית שהובילה לחברות המאופיינות בעירוב שימושים, בטרום עידן המהפכה התעשייתית ועד להפרדת השימושים באותה תקופה. בפרק תבחן התקופה שלאחר המהפכה בה שינו את המדיניות כביטוי להתפתחות עירונית וחזרו למודל עירוב השימושים (Coupland ,1997).

[6] ROWLEY, A., (1996). Mixed-Use Development: ambiguous concept, simplistic analysis and wishful thinking?. Planning practice and research, vol.11, no.1, pp.85-97

4.1 העידן העתיק

לאורך ההיסטוריה האנושית, רוב ההתיישבויות הראשונות התפתחו כסביבת חיים מעורבת שימושים. אנשים חיו בצפיפות יחסית בשל העובדה שמרחב היומיום נמדד על פי יכולת ההליכה וקנה המידה של האדם. המגורים והמסחר בעידן העתיק בדרך כלל היו ממוקמים באותו המבנה ולעיתים אף באותו החלל. המבנים לא חולקו על פי שימושים שונים והשכונה הכילה מגוון של שימושים. כך למשל בערים המסופוטמיות המקדש לא תפקד רק כמרכז הדתי אלא גם כמרכז אדמניסטרטיבי ואכלס לצד פעילויות דתיות גם מפגשים פוליטיים ופעילות כלכלית.

4.2 רנסנס - טרום המהפכה התעשייתית

במאה ה-16, התפתח מסחר בקרב המעמדות הגבוהים בערים. המסחר השתלב בתוך יחידת המגורים של הסוחר שהיה לעיתים קרובות גם בעל הבית. בקומה התחתונה מוקמה החנות שתפקדה כחלל מכירה וייצור. קומת המרתף שימשה כמחסן. מאחורי החנות מוקמו המטבח, חלל מרכזי להתכנסות המשפחה ומאחוריהן חדרי השינה.
בזמן שרכוש פרטי תפקד כמערכת של שימושים מעורבים, התהוותה תופעה בה מלאכות ופעילויות דומות חוברו יחד לאזור אחד הומוגני ויצרו תבנית אחידה של אותה פעילות. הדבר נבע מהצורך לעודד פעילות מסחרית ונוחות שנבעה מצורך של החלפת סחורה בין הסוחרים. לקראת סוף המאה ה-16, התכנון העירוני התארגן מחדש בעקבות תמורות שחלו במסחר שגדל במונחים לאומיים ובינלאומיים, ובעקבות כך גם הנכסים הפכו ליחידות עצמאיות. הדוגמא הטובה ביותר למעבר מערי ימי הביניים האוטונומיות לסטרוקטורה של חלוקת שימושים הנוכחת עד היום הן הערים האיטלקיות כפירנצה וונציה. המשפחות השליטות, בנות המעמד הגבוה, הדירו את מגוריהן מבתי העיר, בהם מוקמו מחסני הסחורות והבנקים, לארמונות שהנכיחו את היותם בעלי שליטה פוליטית וכלכלית. הארמונות נבנו מחוץ למרכז ועל כן ראשי המשפחות נהגו ליומם למשרדיהם שבעיר. החלה להתבסס חלוקה של שימושים והחלו להתהוות שכונות מגורים שבכל אחת מהן הייתה כיכר, מזרקה, בית ספר, וכנסייה. חללים ששימשו להתכנסויות פוליטיות וחברתיות הוסרו מהרחובות ומוקמו במתקנים מתאימים. תהליכים אלו משתקפים בתוכניות הערים החדשות של התקופה, רובן בתכנון סימטרי, מעגלי או בגריד (Procos ,1976).
מהמאה ה-17, עם צמיחת הכלכלה ניתן להבחין בהתהוות התמחויות שונות ותהליכים תעשייתיים הולכים וגוברים. חלק מתהליך הייצור מוקם בתוך העיר ויצר איזור נרחב של פעילות תעשייתית. צמיחה כלכלית נשזרה בד בבד עם הצמיחה התעשייתית. תהליכים אלו השפיעו ישירות על מרכזי הערים שגם הם הלכו וגדלו. עם שגשוג הכלכלה, החלו להישמע קולות הדורשים במרכזי הערים תרבות ופנאי. מקומות רבים הפכו לאטרקטיביים בשעות הפנאי, והכלכלה שלהם הייתה מושתת על תרבות זו. קניות הפכו לחלק פעיל במהלך היום וכל עיר אימצה לעצמה אזור מסחרי יעודי הכולל פעילות המשלבות בילוי ופנאי (Coupland, 1997).
מתחילת המאה ה- 18 כמות האוכלוסייה גדלה וחל שינוי בהתפתחות הקיימת. מרכזי הערים הפכו למרכז כלכלי-מסחרי שמטרתו לשרת את כלל האוכלוסייה בעיר (Coupland, 1997). התוצאה הייתה היעלמות הדרגתית של החנות הביתית והחל תהליך של יוממות למקומות העבודה (Procos, 1976).

4.3 העידן התעשייתי

בעידן התעשייתי, התגברה הדיכוטומיה בין שימושים, וחלה הבחנה גדולה בין מעמד הצרכנים ליצרנים. ההפרדה באה לידי ביטוי באופן

פיזי באזורי מגורים ועבודה נפרדים לכל פלח באוכלוסייה (Procos, 1976). התעשייה צרכה מקום נכבד יותר בערים. הצורך במבנים גדולים יותר ומשרדים תומכים הובילו לבניית מבנים ייעודיים לתעשייה. פיתוח מערכות תחבורה אפשר לתושבים לגור רחוק ממקום העבודה ומהשירותים היומיומיים ולנוע בקלות.
מעט מאוד סכמות אורבאניות ניסו לשבור תהליכים מתהווים אלו. רבות מהתוכניות התמקדו במאמצים לשנות את היחסים בין מקום העבודה למגורים כישויות נפרדות. דוגמא לכך היא עיר הגנים של אבנאזר האוורד (Ebenezer Howard) שמבטאת פילוסופיה של חזרה לטבע. זוהי סכמה חוץ-אורבאנית של קהילות עובדים, כאשר מקומות העבודה ממוקמים באופן קונצנטרי מסביב (Procos, 1976).

4.4 חלוקה לאזורים החל מהמהפכה התעשייתית

חלוקה לאזורים (zoning) היא מדיניות הדוגלת בהקצאת קרקע נפרדת לשימוש מסוים ולאחד אזורים באותו מקום גיאוגרפי לאותן מטרות שימוש (Coupland, 1997). בעקבות ההשפעה של "אמנת אתונה" (1933) שנוסחה בקונגרס הבינלאומי של CIAM, מרבית הארצות אימצו את פרדיגמת ההפרדה של פונקציות עירוניות- אזורי פנאי, תעסוקה ומגורים, כאשר החיבור ביניהם מתבצע במערכות תחבורה מהירות (Rodenburg & Nijkamp, 2004).

4.5 התפתחות הפרבר - ניסיונות לשיפור "איכות חיים". משנות ה-20 ועד לשנות ה-70

באירופה אימצו את מודל עיר הגנים והוצעו דרכים משופרות לתכנון אורבני המתבסס על הפרדת שימושים על מנת להקטין את הקונפליקטים בין השימושים. אדריכלים מודרניים הציעו תפיסה רדיקאלית המתבססת על אותם עקרונות. לה קורבוזייה, בהצעתו לתכנון העיר פאריס, plan voisin', Ville Voisin, Ville Contemporaine and Ville Radieuse, הציע להרוס את מרכז העיר ולהחליף אותו במגדלים ובפארק כשהתעשייה מרוחקת מהם.
בארה"ב אימצו את גורדי השחקים. בניו יורק, הפחד ממגדלים החוסמים את השמש קראו לרגולציות המחזקות את הפרדת השימושים. רגולציות אלה קראו להגבלת גובה גורדי השחקים ולהפרדת שימושים. כוונת ההנחיות הייתה להרחיק אנשים ממגורים סמוכים לתעשייה ולמרכזים מסחריים. מדיניות זו ייסדה את הבסיס למודל הפרבר הנפוץ כיום בארה"ב. התחבורה הפרטית אפשרה לאנשים לחיות במרחק רב ממקום עבודתם וממרכזי התרבות והמסחר.

4.6 "ניו אורבניזם" משנות ה-70

"עירוניות מתחדשת" היא תנועה לתכנון עירוני, שקמה כתגובה לפרבור ומבוססת על עקרונות תכנון עירוני הקוראים לשילוב קנה מידה אנושי ובר הליכה. בתקופה זו הבינו שמודל הפרבר גורם לבעיות סביבתיות חברתיות וכלכליות רבות הכוללת הפרת שטחים נרחבים, עידוד השימוש ברכב פרטי, התייקרות שירותי רשת (ביוב, דואר, חשמל), הקטנת האפשרויות ליצירת מרחב ציבורי ואזרחי, פגיעה בחיי הקהילה, הדרה ו"כליאה" של אוכלוסיות חלשות והרס מרכז העיר ועסקים מקומיים. הפרבר לעיתים רבות מתפקד כמלכודת עוני המצמצמת את נגישות התושבים העניים לחינוך ולתעסוקה. בנוסף לכך, הפרבור גורם לזיהום ולטביעת רגל אקולוגית גדולה. קולות ביקורתיים רבים קמו וביקרו את הפיתוח האנטי-עירוני של ארה"ב. בתחילת שנות ה-60 כתבה ג'יין גייקובס את ספרה "מותן וחייהן של ערים אמריקאיות גדולות" שקרא למתכננים לשקול מחדש את הנורמות הפרבריות.

4.7 מ"איזור" לעירוב שימושים

הכישלון של פרדיגמת האיזור, תואר בספרה של ג'ייקובס. היא טוענת כי רבעים עירוניים צפופים ומעורבים הם יותר כלכליים ומלאי חיות, יותר יציבים מבחינת סוציאלית, יותר תרבותיים ומעניינים מבחינה אסתטית מאשר מסדרונות פרבריים בעלי פונקציה המשכית. פיתוח עירוב שימושים מקודם באופן רשמי כחיוני ליצירה ותחזוקת סביבה עירונית חיה וברת קיימא. ראולי טוענת שהקונספט החדש של עירוב שימושים משתמש במודל הוותיק של העיר האירופאית הדחוסה, הבא לידי ביטוי בצפיפות, ריבוי שימושים ומגוון של אוכלוסייה ותרבות (Rowley, 1996). מודלים של ערים בעידן הטרום-תעשייתי הם חסכוניים יותר מבחינת שימושי קרקע וחסכון אנרגטי מהערים המודרניות שפותחו לאחר מכן.

4.8 עירוב שימושים כיום - מודל חדש לקיימות

לדבריו של דימטרי פרוקוס (procos, 1976), כותב הספר "Mixed Land Use", ישנה חשיבות הולכת וגוברת לשמירה על משאבים. במובן זה, סכמות של עירוב שימושים הן בעלות יתרון ויכולות להוות מכשיר יעיל לשמירת משאבי הקרקע. רוזנברג וניג'קאמפ, (Rodenburg, Nijkamp 2004) מתייחסים לכך וכותבים כי רק לאחרונה רעיון עירוב שימושי קרקע החל להגיח מחדש, כתגובה לתפיסת קיימות הולכת וגוברת. הם מציגים הנחה רווחת כי עירוב מולטי-פונקציונאלי של שימושים צורך פחות קרקע ומצריך פחות שימוש בתנועה רכבית ממונעת מדפוסים מונו-פונקציונאליים של שימושי קרקע. שימושי קרקע רבים מתקשרים במקרים רבים לצפיפות גבוהה בתכנון ומקדמים את המטרה העיקרית של שימור הקרקע.

5. מאפייני עירוב שימושים

5.1 הגברת צפיפות

מודלים של עירוב שימושים מעודדים מגורים רוויים, המהווים אלמנט בסיסי באידיאל של מודל העיר הקומפקטית. עקרון בסיסי זה הוגדר כמכניזם יעיל לקידום קיימות עירונית תוך עידוד חיות ומגוון עירוני, שימוש במתקנים עירוניים ולכידות חברתית (Foord, 2010).
הצפיפות היא פועל יוצא של אינטנסיביות הפעילות ברחוב. כאשר אינטנסיביות זו תלויה במספר המשתמשים ובשילוב השימושים. עם זאת, חשוב לציין כי נשמעים קולות ביקורתיים בנוגע להעלאת הצפיפות. בכתב עת "Green paper" הדן בנושאי קיימות, נכתב שרוב האנשים מעדיפים לגור באזורים לא צפופים ויחרה מכך, התושבים בעיר מתנגדים למדיניות המעלה את הצפיפות (Walker, 1997).
על פי ללויד ורובורטס, צפיפות אינה מדד מספק עבור הערכת איכות התכנון העירוני ואינו רגיש מספיק על מנת לתמוך באזור פעיל המעורב בשימושים. לדבריהם, רק השילוב עם קווי התכנון הכלליים לתכנון עירוני יוכל להפיק שליטה במרחב כך שישפיע ישירות על איכותו. קווי התכנון נקשרים למשל לסוגיות כגון מערכת היחסים עם קוי הבניין, גובה, שימושים בקומת הרחוב, חלוקה לשימושים ראשיים ומשניים ובסיס התפתחות אשר יעניק גמישות (Roberts, Lloyd-Jones, 1997).
אחת הערים הקומפקטיות והמעניינות ביותר בשל הצפיפות העירונית היא סינגפור. עובדה זו לא רק יוצרת עיר יעילה מבחינה כלכלית ומושכת

אליה תושבים ותיירים למרכז העיר אלא גם יוצרת אינטנסיביות עירונית שמאפשרת צמצום צריכת השטח של העיר עצמה ומונעת התפשטות לפרברים.

5.2 חיזוק מרכזי הערים

ג'ייקובס מדברת על כך שכיום מרכזי הערים הפכו להיות בעיקר מיועדים לעבודה, ואנשים מעטים נמצאים בהם לאחר תום יום העבודה. עירוב שימושים שיתחיל במרכז העיר יביא להשפעה ישירה על חלקים אחרים בעיר. כאשר לב העיר מתנוון או מתפורר, העיר, כשכונה חברתית, מתחילה לסבול. ללא "לב" חזק נוטה העיר להפוך לאוסף של תחומי עניין מבודדים זה מזה.

5.3 שילוב פונקציות

הרעיון בו פעילויות רבות תומכות אחת בשנייה ונכללות תחת אותה "שמיכה קומפקטית", הוא שחקן חדש יחסית בפיתוח האורבאני של שימושי קרקע. ככזה, הוא מייצג תגובה ייחודית לשילוב של כוחות עכשוויים המשפיעים על פיתוח התצורה האורבאנית.
הטווח הפיזי בו ממוקמים פרויקטים של עירוב שימושים נע בין תצורה של עירוב ורטיקאלי המקיים קשרים הדדיים בין השימושים או ארגון של מבנים המקיימים קשרי הדדיות ביניהם באמצעות פיתוח דרכים להולכי רגל. שילוב טיפולוגיות מגורים שונות מבטיח שאנשים ממעמד סוציו אקונומי שונה יחיו בקרבה אחד לשני ויחלקו מרחב אחד המאפשר יצירת קהילה מגוונת[7]. פרויקטים אלו חולקים תכונה משותפת של קומפקטיות בין מרכיביהם ואינטנסיביות גבוהה בקרקע. אלו מצריכים ניהול נכון של משאבים, תכנון מדוקדק ופיתוח קוהרנטי, לעיתים לאורך תקופות זמן מתמשכות (Abbett, Gladstone & Witherspoon, 1976).
אחד מהפרויקטים שמציגים עקרונות אלו הוא הפרויקט ויה ורדה (Via Verde) בניו יורק שזכה לפרסים רבים בתחום האדריכלות ברת קיימא. המבנה מאופיין בקומפקטיות, אינטנסיביות, ניצול שטח גבוהה ומציג קשרים בין הפונקציות השונות - מגורים, מסחר, בית מרקחת וסביבת עבודה.

.2 Via Verde, Housing Complex, NY, Architect: Grimshaw Architects and Dattner Architects

[7] MFE, Ministry for the environment, The benefits of mixed use and good connectivity, Retrieved January 30, 2014, from: http://www.mfe.govt.nz/publications/urban/value-urban-design-summary-jun05/html/figure1.html

5.4 התערבות במבנים קיימים בסביבה עירונית

עירוב שימושים מהווה חלק מאסטרטגית שיקום ושימוש מחודש במבנים קיימים. קיימת הכרה הולכת וגוברת ביתרונות פעולות אלה. לשימוש חוזר במבנים יתרונות כלכליים וחברתיים לעומת הריסה ובנייה חדשה (Abbett, Gladstone & Witherspoon ,1976).
סכמות כאלו יכולות להשתלב במערך שימושים קיים באמצעות תוספת בינוי על מבנה או אתר קיים וכך לקיים מערכת יחסים הדדית בין ישן לחדש. ביטוי נוסף ויותר מעודן הוא "אירוח" עירוב שימושים במבנה או חלל קיים עם שינוי פיזי מועט או כלל לא. להתערבות מסוג זה יתרון כלכלי לעומת תוספת בינוי חדשה (Procos, 1976).

5.5 מערכות תחבורה יעילות ותכנון מוטה תחבורה ציבורית

אחת הסיבות הנפוצות בעטיין מקדמים עירוב שימושים וקומפקטיות בערים היא הפחתת יוממות. על פי מאמרה של ראולי, גורם משמעותי בבחירת אנשים אם לגור בעיר או בפרבר תלוי בעלויות הנסיעה וברצון להקטין יוממות (Rowley, 1996), ועל כן היתרון במספר גבוה של שימושים בטווח הקרוב. פיתוח מוטה תחבורה ציבורית אמור להפחית השימוש במכונית הפרטית ועל כן יפחית צריכת דלק. תקדים חי ונושם היא העיר פורטלנד, אורגון. ההשקעה הנרחבת בתשתית לתחבורה ציבורית גרמה לכך ש-43% מהתושבים משתמשים בתחבורה ציבורית כאוטובוס ורכבת קלה (Girardet, 1992). לתחבורה ציבורית יעילה חשיבות בשיפור הניידות לאורך היום ולא רק בבקרים או בשעות הערב שהם שעות השיא (Witherspoon, Abbett, Gladstone, 1976).
במחקר שנעשה ב-1989 על ידי Newman and Kenworthy נבחרו מספר ערים מרכזיות סביב העולם. נבדקה צריכת הנפט לנפש ונמצאה תבנית עקבית לפיה ככל שהצפיפויות היו גבוהות יותר, כך הייתה צריכה מופחתת של דלק לנפש (Breheny, 1996).[8]
קשר נוסף בין עירוב שימושים למערכות תחבורה ציבורית הוא היכולת ליצור מרכזים סמי-עירוניים בפרברים מבוססי רכב פרטי, תוך פיתוח תשתית למערכות תחבורה ציבורית, שמטרתן לקשור את הפרבר אל העיר. ברחבי הפרבר ישנם אזורים בהם לא קיימים שירותי תחבורה ציבורית כלל. במקומות אלו קיים הפוטנציאל להקים מערכות של רכבת קלה (חשמלית) בתקציב סביר. פתרון כזה הוא חלקי בלבד.
מרכזים מסוג זה הם חוליה חסרה באזור הפרבר. הדבר מבטיח כי הרבה מאוד שירותים מקומיים יוכלו לקבל הנכחה ולהבטיח קשרי תחבורה ישירים ויעילים מהמיני-מרכזים שבפרבר ליעדים נוספים בעיר. בציריך לדוגמא מקדמים הרחבת הרכבת הקלה ופיתוח מרכזים עירוניים סביב התחנות. באותו זמן, חלה ירידה בשימוש במכונית בעוד שהשימוש בתחבורה הציבורית גדל מעבר ל-500 נסיעות לאדם בשנה, המספר הכי גבוה באירופה.[9]
לדברי הכותבים, Newman & Kenworthy, רבים מהפרברים שאינם צפופים, לא צריכים להיבנות מחדש, אלא יכולים לאמץ סטרוקטורה חדשה שאינה תלויה במכונית, במידה ויתממש פיתוח מרכז מקומי כמוקד סמוך אליהם. מרכזים אלו יעודדו פיתוח תשתית לשבילי אופניים ויעודדו פיתוח תחבורה ציבורית לשירותים מקומיים.
בנוסף, לתכנון מוטה תחבורה ציבורית יש פוטנציאל להפוך את הרחובות לבטוחים יותר, בקנה מידה אנושי ומתאימים להליכה רגלית ונסיעה באופניים. כמו כן, במידה ופיתוח תחבורתי מסוג זה יתקיים בפרברים

[8] Vreeker, R., (2009). Sustainable Urban Development: The Case of Mixed and Compact Land Use. In: Vreeker, R., Deankin, M., Curwell, S., *Sustainable Urban Development*, Vol.3, The Toolkit for Assessment, Routledge, Abingdon, Oxon

[9] נכון לשנת 2000 שנת הוצאת הספר.

לצד אזורים של קניונים ומרכזי קניות, השימוש בשטחים המיועדים לחנייה יפחת ויהיה ניתן להחזיר את השטחים הללו לציבור.

5.6 עירוב שימושים כמודל דינמי

האיכות של המודל הדינמי באה לידי ביטוי במשמעויות שונות למשתמשים שונים, בצורה איכותית: להולך הרגל יש נגישות למגוון פעילויות בסביבה. לאדריכל זוהי ה"אורבאניות" - תחושת מקום בה מבנים בודדים מתייחסים לפיתוח הכולל. למהנדס זוהי יצירת סטרוקטורה יעילה המשרתת את כל מרכיבי הפרויקט. ליזם זוהי הזדמנות לסינרגיה עם כוחות השוק הנובעת מעירוב עשיר של שימושים התומכים אחד בשני ונמתחים לאורך זמנים שונים של אקטיביות. הדינמיות הזו נובעת מריכוז ומגוון, תצורה פיזית, עיצוב, סירקולציה פנימית וגישה חיצונית.

6. יתרונות של עירוב שימושים

בפרק זה ננסה לבחון את מגוון היתרונות התכנוניים של המודל לעירוב שימושים בעיר, בהם ניתן למנות מתן אפשרות לתכנן עיר קומפקטית ובקנה מידה אנושי תוך יצירת מגוון המשפר את החיות (Livability) העירונית.

6.1 שיפור איכות חיים ואורח חיים בריא

קווין לינץ' מבאר בספרו, "A Theory of Good City Form", את ההגדרה של איכות חיים בעיר המקבלת ביטויים שונים בכל עת. בשנות ה-80 נעשו מספר ניסיונות להגדיר סט עקרונות להדרכה והערכה של תכנון עירוני שיקדם את איכות החיים של התושבים (Lynch ,1981). ניסיונות אלו חולקים הנחות בסיס דומות מאוד הנוגעות לערכים ויזואליים, פונקציונאליים וסביבתיים של מקום ושל החוויה העירונית. (Rowley, 1996) עדיפות לפיתוח אתרים ושימוש חוזר בבניינים תוך דגש על פיתוח מודל המערב שימושים, בעיקר סביב מוקדי תחבורה ציבורית והעלאת הצפיפות, משפרים את איכות העיר והחיים האורבאניים.
האינטגרציה בין שימושים שונים היא אחד המרכיבים המאפיינים את המודל והכרחיים על מנת ליצור מקומות חיים ועשירים. הצבת שימושים שונים במרחקים קצרים אחד מהשני יוצרת אלטרנטיבות נוחות ונגישות להתניידות. משמעות הדבר היא השפעה חיובית על צריכת האנרגיה והזיהום המעלה את איכות החיים בעיר (Unsworth, 2010).

6.2 שימור שטחים פתוחים

צורך מהותי הוא שימור שטחים פתוחים וקרקע חקלאית מהחורבן שיוצרת הזחילה העירונית (גלישה של העיר אל הפרברים). החיפוש אחר עקרונות המגדילים את הצפיפות בעיר וניסיונות המשלבים שימושים בשכבות, הם אלה שבסופו של דבר משאירים ומגדילים את השטחים הפתוחים בעיר ובכך מעלים את איכות החיים.

6.3 הגדלת שטחים פתוחים

פיתוח של עירוב שימושים יכול להיות דרך ליצירת קרקע "חדשה" בלי לאבד שטחים פתוחים או סינון של פונקציות קהילתיות. ניתן היום לראות יותר ויותר פרויקטים המציעים ל"הרים" את השטחים הפתוחים לגובה תוך יצירת נגישות ציבורית גבוהה לאזורים אלו ובכדי לשמור על משאב הקרקע היקר (construction in multi-layer constellations). (Rodenburg, Nijkamp, 2004).

6.4 הקטנת הזיהום - שיפור תפקודים סביבתיים

העלאת הצפיפות במודל המערב שימושים מפחית את האנרגיה הנובעת מצריכה יומיומית. השענות על אמצעי תחבורה ציבוריים, אופניים והליכה רגלית מפחיתה את צריכת הדלק. שילובן של פונקציות, במיוחד במרכזי ערים צפופים, לא רק שומרות על ערך משאב הקרקע אלא גם משפרות את היעילות האנרגטית של המבנה.[10]

.3

.4

6.5 תפקוד 24 שעות ביממה

על פי ג'יין ג'ייקובס, במקרה והמרחב הציבורי מוקף בשימושים מסוג אחד, הדבר ישפיע על השימוש בזמן מסוים ביום. שילוב מגורים יחד עם פונקציות משלימות ייצור מגוון שימושים ואף יכול להרחיב את הפעילות במציאות היומיומית במהלך שעות היום והלילה (Jacobs, 1691). ראולי בוחנת במאמרה את מימד הזמן של הפרויקט בהקשר העירוני. לטענתה, למימד הזמן יש חשיבות גדולה בעירוב של פעילויות ושימושי קרקע. המודל מפורש בדרך כלל כשילוב של שימושים המאכלסים חלקים נפרדים בבניין כתוצאה "מתפקוד" בזמנים שונים. אך לעיתים, בבניין מסוים החללים חולקים ומאכלסים מספר רחב יותר של פעילויות. לדוגמא, פעוטון שפעיל בשעות הבוקר יכול בשעות אחר הצהריים להפוך למקום מפגש שקט לזוגות ובשעות הערב לשמש כחלל לשיעורי אירובי.
שיתוף חלל מסוג זה מצריך ניהול מתאים ומאפשר קיום פעילויות שמפאת עלויות השכרה יקרות לא היו יכולות להתממש בחלל לבדן. רווח נוסף שמודל זה מאפשר הוא העשרה של החיים החברתיים בתוך הקהילה.
ראולי מסבירה את ההשלכות הכלכליות והתכנוניות של פרויקט מסוג זה. המחירים הגבוהים של בנייני מסחר חדשים יוצרים מצב בו רק הארגונים הרווחיים ביותר יכולים להרשות לעצמם לאכלס נכסים אלו. אך מדובר בנוסחה שנוטה לקבל שינויים ולהתפתח בהדרגה.
תהליכים של תתי חלוקות והשכרה ומגוון עשיר של פעילויות, אוכלוסייה

.3 חוייה עירונית, Pedestrian streetscape Copenhagen
.4 מבט מהגשר, Manhattan, NY

[10] Buildings, (2009). *The challenges and benefits of mixed-use facilities.* Retrieved January 30, 2014, from: http://www.buildings.com/ArticleDetails/tabid/3321/ArticleID/9004/Default.aspx

ואורח חיים מקומי עתידים לקבל ביטוי. השימושים המאכלסים את החלל הם ברי שינוי וכך גם החלל עצמו יכול לעבור שיפוץ/חידוש על מנת להתאים לתנאים החדשים (Rowley, 1996).

6.6 נגישות וחשיפה עירונית

אדריכלים עירית סולסי ודרור גרשון, כותבים במאמרם "התחדשות עירונית" על אחד מהיתרונות של המודל ששם דגש בנגישות ובחשיפתו של הפרויקט אל הקונטקסט העירוני. ישנה חשיבות בהתייחסות התכנון לשיתוף החזיתות ובחשיפתן לרחוב ועל ידי כך מעודדים את השימוש בפונקציות ציבוריות, וגורמים לאוריינטציה ונגישות עירונית.
הכותבים מעלים יתרון נוסף של המודל והוא מגוון אפשרויות להגיע ממקום אחד לאחר. הדבר יוצר סביבת שוטטות מעניינת לתנועת הולכי רגל בעיר. בשל העובדה שמודל זה מוטה תחבורה, קיימות מספר אפשרויות להתנידות במערך העירוני.

6.7 "שינויים חברתיים" - קהילתיות והפחתה בפשיעה

אזורים שונים בעיר מאופיינים בהתנהגות א-חברתית, ואחוזי פשיעה גבוהים ונמדדת מתיחות גבוהה בקרב המבקרים באזורים אלו. פטרסון טוענת שלשימושים השונים באזור מסוים יש השפעה מזערית על הפשיעה בהנחה שפשיעה עלולה להתרחש בכל מקום. אך לתכנון הסביבה האורבאנית יש השפעה בפוטנציאל של הפשיעה להתרחש. מחקרים בארה"ב גילו שרמת האלימות נמוכה יותר באזורים המאופיינים בעירוב שימושים. מחקרים אחרים דיווחו שמקומות אלה בטוחים יותר הודות למספר רב יותר של משקיפים לאורך שעות היום והלילה (Roberts, Loyd-Jones, 1997).
בספר Sustainable Urban Development, רון וריקר מתייחס למחקרים בהם בדקו את ההשפעה של אנשים במרחב. ממצאי המחקר גילו כי נוכחות אנשים במרחב למשך מספר רב יותר של שעות הובילה להעלאת ה"פיקוח הטבעי" המיוחס להפחתה בפשיעה.
במנהטן ישנו ריכוז של עסקים המספק בידור לילי והיעדר כל סוג של פעילות אחרת בעלת מוקד משיכה. על פי המתכננים, מרחב בטוח מאופיין בחסינות כלכלית ופעיל לאורך כל היום - משעות הבוקר עד לשעות הלילה המאוחרות (Vreeker, 2009).

7. אתגרים

יחד עם היתרונות התכנוניים הגלומים בעירוב שימושים, יש להבין כי אם לא יתוכנן באופן מושכל, תיתכן פגיעה באיכות החיים בעיר, בכלכליות השימושים, פגיעה בערכי נדל"ן ואף חשיפת האוכלוסייה לסיכונים. בחלק זה נבחן את האתגרים העומדים בפני מתכנני מודל עירוב שימושים.

7.1 קונפליקטים בין שימושים[11]

אחד האתגרים העומדים בפני מתכננים המשלבים שימושים שונים הוא ליצור סגרגציה בין שימושים סותרים העלולים להביא למפגע פיסי או

[11] סולר, ש., (2008). *עירוב שימושים בעיר צפופה.* מעריב, חדשות, סביבה, מקור 30 בינואר, 2014, מתוך: http://www.nrg.co.il/online/1/ART1/735/406.html
[12] *שם.*

חזותי. ננסה לסקור את המפגעים והקונפליקטים האפשריים בתכנון המודל:
איכות אוויר - קירבה של שימושים רגישים לתעשייה, תחנות תדלוק וכבישים או תכנון לא נכון של אלה, יכול להוביל לחשיפת אוכלוסיה לאיכות אוויר ירודה.
ריח - קירבה של מגורים או שימושים רגישים למסעדות ובעיקר לארובות האוורור והמנדפים של מסעדות עשוי להוביל למפגעי ריח.
רעש - קירבה של מגורים ושימושים רגישים אל מוקדי פעילות מסחרית, אזורי תעשייה, אולמות שימחה, פאבים, ואף מקומות מהן מפונה פסולת בשעות בלתי סבירות עשויה להוביל למפגעי רעש בלתי סבירים.
חומרים מסוכנים - קירבה של שימושים רגישים אל מפעלים או עסקים בהם מאוחסנים או נעשית פעילות הכוללת חומרים מסוכנים אינה מורגשת בהכרח בחיי היום יום ולא בהכרח פוגעת באיכות החיים. אולם באם תתרחש קטסטרופה, עלול להיווצר סיכון לחיי אדם.
מפגעים חזותיים - קירבה של מגורים ושימושים רגישים לבתי אוכל, מרכולים וכולי ובעיקר לאזורים בהם מתבצעת אחסנה או פינוי זבל, עשויה להביא למפגעים חזותיים.

7.2 כלכליות ורווחיות - תשואה לגודל

בנת' מפרט את חסרונותיהם של נכסים קיימים המערבים שימושים למשקיעים (Rowley, 1996):
(1) האתרים ממוקמים בדר"כ באזורים משניים; (2) שטח הפרויקט קטן; (3) האתרים מאוכלסים בעסקים קטנים שאינם נחשבים כהשקעה טובה; (4) חלל המכיל מספר שימושים מחייב הוצאות ניהול גבוהות יותר; (5) בניינים שבהם עירוב שימושים הם פחות גמישים מאשר בניינים המכילים שימוש אחד; (6) מגורים מוסיפים אילוצים עתידיים כיון שמונעים גמישות בתפתחות הנכס; (7) אין עדיין מנגנון מוכח המספק מידע לגבי סוג זה של השקעה (Bennett, 1978).
בנוסף, עירוב שימושים עשוי להטיל מגבלות הן על שימושים יצרניים שונים (כגון הגבלה על סוגי חומרים, שעות פעילות וכיוצא בזה) והן על שימושים אחרים (כגון רצועות הפרדה רחבות, מרחקי ביטחון וכדומה). למגבלות אלה עשויות להיות השלכות כלכליות משמעותיות הן על השימושים עצמם והן על ערכי הקרקע סביב.[12]
פיתוחים חדשים של עירוב שימושים לא בהכרח יכשלו בהחזר ההשקעה. ראולי ממליצה על השקעה ממשלתית בכדי לגשר על הפערים.
קיימים גורמים נוספים המקשים על עירוב שימושים (Rowley, 1996): (1) בפיתוחים בעלי קנה מידה גדול קיימת דאגה בנוגע להשפעה ולתוספת השקעה כספית במערכות תנועה נפרדות (מדרגות ומעליות) למגורים ולמסחר; (2) תקנות אש הופכות להיות נוקשות יותר; (3) חברות מעוניינות לפרסם על חזיתות הבניינים וקיים חשש מהתנגדויות הדיירים; (4) חוזי שכירות מסתיימים בזמנים שונים במגורים ובעסקים; (5) כאשר בניינים מאכלסים דיירים ממעמד סוציו אקונומי מגוון, הדייר מהמעמד הנמוך מוריד את ערך ההשקעה לעומת בעלי מעמד סוציו אקונומי גבוה; (6) משקיעים מעדיפים עסקאות "נקיות ומאורגנות" ואינם מעוניינים להשקיע בפרויקט שיתכן ויהיה פחות אטרקטיבי בעתיד (Hillman, 1992).
לסיכום, נכסי עירוב שימושים נתפסים על ידי המשקיעים כפחות אטרקטיביים לעומת נכסים של שימוש בודד שמכניסים רווחים גבוהים יותר. העובדה ששוק הביקוש של נכסי עירוב שימושים קטן יותר מאשר שימושים בודדים, רק מחזקת את הזלזול בפיתוח עירוב שימושים ומאטה את התפתחותו בעיר.

7.3 חוסר שביעות רצון

ג'ו פורד דן במאמרו על החיים בעיר קומפקטית. לטענתו, עירוב שימושים נקשר לעיתים עם מדיניות של עירוניות מוגברת. בסקר לאומי בארה"ב (2009) שנערך בקרב תושבי שכונות שעברו מדיניות של חיזוק העירוניות, לא נמצאו לעיתים קרובות יתרונות, לרבות יחסי שכנות ולכידות סוציאלית. דווקא נשמעו ביטויים של חוסר שביעות רצון ממצבים של התקהלות יתר, בעיות חניה, תנועה מרובה ורעש שנוצר כתוצאה ממסחר ותרבות לילה הממוקמים לצד מגורים.
(Williams, 1999, Roberts & Gornostaeva, 2007)
פורד טוען כי אין מקום בעיר צפופה וקומפקטית למשפחות וילדים, בייחוד במרכזי ערים, מכיוון שישנו מחסור במבני חינוך והעדר מגורים המתאימים למשפחות צעירות. ברבים ממרכזי האזורים האורבאניים, קיים ספק אם פרקטיקת עירוב שימושים מבטאת קיימות סוציאלית (Silverman, 2005; Unsworth, 2007).
עניין נוסף הוא העובדה שחווית העירונית משפיעה באופן שונה על קבוצות שונות באוכלוסיה בהתאם לגיל, מגזר, מין ומצב משפחתי ואקונומי (Jarvis, 1980). "לגור מעל החנות" יכול להתאים לאנשים מסוימים, במצבים מסוימים ואילו אחרים יראו את זה כסידור לא נוח (Rowley, 1996).
ראולי דנה במאמרה על תפיסת המודל הפרברי כמודל העכשווי והפופולרי. גרייסון ויואנג מחזקים טענה זו וכותבים ש"החיים העירוניים נמצאים תחת פרדוקס. אנשים מתקהלים בעיר כתגובה לאפשרויות המוצעות להם, וכשעושים זאת, הם נפגשים עם אותם חוויות שהתרחקו מהם מלכתחילה".
(Grayson & Young, 1994)

8. גישות שונות לעירוב שימושים מודלים ברמת העיר

8.1 השפעת הסטרוקטורה העירונית

לסטרוקטורת העיר תפקיד מכריע על אופי ואיכות החיים בה. זו מורכבת ממספר מאפיינים: גרעין, צפיפות וחדירות (Rowley, 1996).
ערים היסטוריות נבנו בדרך כלל בהדרגה סביב גרעין "סגור", בעל הירדרכיה מובהקת כאשר האלמנט החשוב ביותר ממוקם במרכז העיר. הנחה היא שאזורים אורבאניים רבים תלויים במרכזיהם ואם מרכזים אלו ידעכו אי פעם אזיי כך גם הטווח האורבאני הקשור אליהם.
כתגובה לכך תוכננו מערכות חדשות בערים קיימות המציעות גרעינים מפוזרים. אסטרטגיה זו מפחיתה את התלות במרכז עירוני אחד ומאפשרת לעיר להתרחב ללא הגבלה.
נציין כי הדבר מצריך מדיניות וניהול מדוייקים בשל העובדה שגרעינים אלו עלולים להחליש אחד את השני, לפזר את האוכלוסייה למקומות רבים, להקטין את מידת האינטנסיביות הרצויה ולעודד פעילויות בשעות שאינן רצויות.

8.2 עקרון רשתות מרחביות

עקרון זה מציע שכבות עירוניות מגוונות המנהלות מערכות יחסים בבו זמניות ללא הירדכיה מובהקת. במערכת זו, ישנה חשיבות לחיבורים ולצמתים בין השכבות משום שהם מאחדים את המערכת העירונית.
מקורמק שהגדיר את תפיסת הרשת המרחבית מתייחס במאמרו לתקשורת בין אנשים, למשל שיחות בבתי קפה, ברחוב ובפעילויות תרבותיות אחרות. לטענתו התנהגות אנושית תלויה באותן פעילויות והשתתפותנו בהם (MacCormac, 1983).

רעיון הרשתות יוצר עיר מולטי-גרעינית" המשלבת אזורים של עבודה ומגורים. ומעודדת מתכננים לתכנון שכבתי המאפשר קרבה גדולה יותר למגורים, ביה"ס ופנאי (Walker, 1997).
אחד ממאפייני עקרון הרשתות המרחביות המשלב שימושים שונים הוא מאפיין ה'חיות העירונית'. ג'ייקובס תולה את החיות העירונית בפעילויות המתקיימות בו זמנית ושזורות אחת בשנייה (Jacobs, 1961).

8.3 התהוות הרשת המרחבית

8.3.1 מהפכת המידע

השינוי הכלכלי הגדול של העידן היום, עידן האינפורמציה, נחשב בזמנו שיגרום באופן בלתי נמנע לפירוד הערים, ויהפכן לתלויות במכונית (1968, 1964, 1963, Webber).
תיאורטיקנים הכירו בכך שלעידן האינפורמציה יש את הכוח לשנות את פני הערים, בעקבות הצורך ההולך ופוחת בחילופי דברים פנים מול פנים. זאת למרות הצורך התמידי באינטראקציה אנושית איכותית, שהינה קריטית בהיבטים כלכליים ותרבותיים (Castells, 1989, Castells & Hall, 1994).
לאחרונה ניתן להבחין כי ערים רבות הנמצאות במגמה של חידוש עירוני וטכנולוגיה מבוססת אינפורמציה (טכנולוגיית המידע) מתמקדות ביצירת אינטראקציה מיידית, הסיבות לכך הן: 1. מקצועות המצריכים אינטראקציה פנים מול פנים. 2. קהילות (בייחוד תרבות הצעירים) תמיד זקוקות לאינטראקציה מסוג זה. 3. הוצאת התעשייה ממרכז הערים הופכת אותן ליותר אטרקטיביות ומושכות לאנשים. 4. ניהול זמן - עבודה לצד מגורים (Crilly & Mannis, 2000).
נראה כי עידן האינפורמציה מעודד עיר שבה תחבורה ברת קיימא חשובה וקריטית כיון שזו מעודדת היתכנות מרכזים מבוססי פעילות אנושית הקריטית לכלכלה האנושית.
האתגר יהיה להבטיח כי מרכזים אלו יופיעו בכל העיר ולא רק באזורים משגשגים.

8.3.2 לקראת עיר ברת קיימא

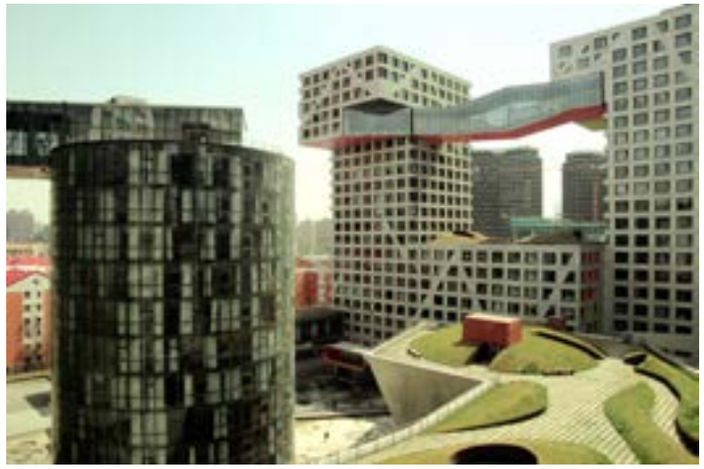
על מנת להפוך את שימושי הקרקע לברי קיימא, ללא תלות ברכב פרטי, יש לנקוט במספר צעדים:
1. החייאת העיר הפנימית, 2. פיתוח סביב צירי רכבת קיימים, 3. מניעה עתידית של זחילה עירונית, 4. הרחבת מערכת התנועה הציבורית ובנייה של כפרים עירוניים בפרברים.
פרויקטים של עירוב שימושים מספקים מוקד לצמיחה, בייחוד באזורים פרבריים המתפתחים במהירות. עירוב שימושים יכול לשבור את המונוטוניות והדחיסות הנוצרים במרכזי הערים ובמרכז הפרברים ולספק מוקד וזהות עירונית רחבה לאזור. ישנם אזורים רבים שפונקציות ציבוריות בסיסיות חסרות בהם כגון תיאטראות, בתי מלון וכדומה, וישנם כאלו המרוחקים אחד מן השני. פיתוח של עירוב שימושים יכול לחבר את הפונקציות הללו באמצעות מיזוג ויצירת מוקדי משיכה חדשים כיון שמאכלס מקומות עבודה, מסחר ומגורים.

9. גישות שונות לעירוב שימושים - מודלים ברמת הבניין

9.1 עירוב שימושים ברמת הבניין

דימיטרי פרוקוס, מעלה דיון בנוגע לקיימות וגורס כי זהו גורם מרכזי

בסטרוקטורה החדשה של עירוב שימושים. נושא הקיימות משרת את הבניין בשתי דרכים: הראשונה היא שימור אנרגטי- התכנון כמערכת סביבתית סגורה ועצמאית המבוססת על מחזור משאבים. השנייה היא התחשבות ויזואלית בסביבה. יש לקחת בחשבון את המובחנות הויזואלית של המבנה והשפעותיו על הסביבה הקרובה והמיידית. כמו כן הוא טוען, כי תנאי להצלחת המבנה הוא קונספט של "עירוב קריטי" (critical mix) של שימושים.
עירוב קריטי משמעו כי השימושים, גם אם פרטיים או ציבוריים, אינם פקטור של גודל אלא של עמידות. המשמעות היא כי הנאמנות של מישהו למיקום מסוים תלויה בגורמים שהם מעבר לבחירת שימושים טובה (גישה פרקטית) או מערכת תנועה יעילה להולכי רגל, אלא מבוססת על יחסי הגומלין של מרכיביה במיקום מסוים ולהשפעה שיש למרכיבים הללו כשהם נפגשים, על מי שבא בקרבתם (Procos, 1976).
המבנה ההיברידי של סטיבן הול בבייגין יוצר עיר חדשה בתוך המבנה ומסביבו. הוא מאתגר את יחסים בין העיר למבנה הבודד, בין המשתמשים והשימושים השונים. המבנה מכיל עירוב של מסחר, מגורים ופונקציות חינוכיות ותרבותיות. המבנה התלת מימדי יוצר מרחב אורבני חדש כך שהמבנים על הקרקע תחתיו ומעליו מחוברים יחדיו.



.5 Linked hybrid, Beijing, Architect: Steven Holl, 2009

9.2 בניין כמערכת אוטונומית?

עירוב שימושים מפגיש לעיתים קרובות בין פונקציות ציבוריות לפרטיות, וישנה חשיבות גדולה לאופן שבו מתקיים החיבור בין שתיהן. אך זוהי אינה רק שאלה של תכנון אלא הנושא מכיל בתוכו נושאים רחבים יותר (ולעיתים קונפליקטים) כגון בעלויות על הקרקע (Roberts, Lloyd-Jones, 1997). המעלה דיון סביב הצורך ההכרחי בניהול השימושים בפרויקטים כאלו.

9.3 את מי הבניין משרת?

בהמשך לסוגיות שהעלנו קודם לכן, עולות השאלות איזה סוג של יחסי גומלין מייצר הבניין/קומפלקס עם הסובב אותו? האם הוא ישרת את האוכלוסייה הקרובה אליו או שרדיוס השפעתו יהיה גדול יותר?
כפי שהוזכר קודם לכן, אחד העקרונות הבסיסיים עליהם מושתת פיתוח של עירוב שימושים הוא שילובו עם רשת יעילה של תחבורה ציבורית, במטרה להפוך את העיר ל"קומפקטית" למשתמשיה ולהקל על ההתניידות בה. אין ספק כי רדיוס ההשפעה בחלקו הוא פועל יוצא של קנה המידה - פרוייקטים של עירוב שימושים הנחשבים לבעלי קנה גדול הכוללים שלושה שימושים עיקריים לפחות.
ישנה חשיבות לשימושים שיוצרים מגוון ומושכים אנשים שונים עם מטרות שונות בזמנים שונים. מדבריה של ג'יין ג'ייקובס: "שום שכונה או רובע, אינם יכולים לזלזל בצורך לפזר בהם אנשים בכל שעות היום, אם אינם רוצים לפגוע בכוחם לחולל רבגוניות".
לסיכום, לא ניתן לחזות בבירור מהי מידת ההצלחה של בניין/קומפלקס ביחס לעיר בכללותה, אך ההנחה היא שאם שלושת הגורמים הנ"ל ייתקיימו: קשר יעיל של תחבורה ציבורית, קנה מידה גדול ומגוון שימושים הפועלים בזמנים שונים של היום, אזיי הבניין/קומפלקס יהוה מוקד משיכה לאוכלוסייה שאינה בהכרח ממוקמת בטווח ההשפעה המידי.

9.4 בניין כמערכת גמישה מרחבית - עקרון השלביות

אחד היתרונות הכלכליים של מבנה המאופיין בעירוב שימושים הוא יכולתו לממש את "עקרון השלבים". עקרון תכנוני זה הינו אידיאלי: כל שכבה (קומה, מפלס) במבנה תוכל להיות אוטונומית ולתפקד בזכות עצמה: כישות פיזית, כאייקון מסחרי, ואם מתאפשר- כמרכז כלכלי עצמאי. עקרון השלביות תומך בגישה זו, וסיסמתו היא: "Think small, but often" (Witherspoon, Abbett, Gladstone, 1976).

9.5 האם כל בניין צריך לקיים עירוב שימושים?

על אף הנטייה הגוברת לשילוב מודלים של עירוב שימושים בעיר, ניתן להבחין כי עדיין נבנים בניינים חדשים בעלי שימוש אחד, הפונים לפלח מסוים באוכלוסייה. מהן ההשלכות של בנייה חדשה שאינה מערבת שימושים? אילו שיקולים יוצרים העדפה לפרויקטים של עירוב שימושים?
רוברטס וללויד מנסים לבחון את השאלות הללו ומשתמשים במשרדים כדוגמא, לאלו קשר קטן למיקום בו הם נמצאים כיון שפונים לאוכלוסיה מקומית, בינעירונית וגלובלית. כמו גם שירותים פיננסיים הנסמכים מעט מאוד על פגישות ישירות עם הלקוח לצורך ביצוע החלטות (Roberts, Lloyd-Jones, 1997). מקורמק טוען כי הדבר משפיע ישירות על הרחוב. ואכן, באזורים בהם יש ריכוז גבוה של מבני הייטק הפועלים בשעות הבוקר ואחה"צ הרחובות שוממים במהלך היום (MacCormac, 1983).
גם אם האזור מאוכלס בפונקציות תרבותיות כמו פאבים תאטרון וכדומה, אלו מאוכלסים רק בשעות הערב. לטענת מקורמק, בשל העובדה שערך הקרקע במרכזי הערים עולה, לא הגיוני לאכלס את המרחב העירוני רק בשעות מסויימות ויש להוסיף מגורים שיאכלסו במהלך היום את הקרקע היקרה (Roberts, Lloyd-Jones, 1997).

10. דיון ומסקנות

10.1 תבנית לעירוב שימושים

פרויקט של עירוב שימושים נוצר תחת נסיבות שונות, בהתאם לאתגרים והזדמנויות כגון מיקום, אתר, מצב השוק ועלויות. סיבות אלו מקשות על הגדרת עירוב שימושים. בעוד שפיתוחים של עירוב שימושים בדרך כלל חולקים מכנה משותף, קשה להכניסם תחת תבנית אחת מכיוון שהטווח בו הם פועלים הוא רחב מאוד (Witherspoon, Abbett Gladstone, 1976).
האם ניתן לנסח תבנית מאפיינת לעירובים שימושים?
נציג מספר דוגמאות לאופן בו מדינות שונות אימצו את מודל עירוב השימושים: גישה המאומצת על ידי הערים באנגליה היא מדיניות

המגדירה אזורים על פי שימושים מסוימים. גישה אחרת ורדיקלית לתכנון עירוני, מציעה אפשרות לארגון אחד המגדיר ומארגן שימושים מסוימים במרחב, בהתייחסו לקונפליקטים בין מגורים לפונקציות ציבוריות. גישה גמישה יותר המאומצת על ידי הערים האמריקאיות היא רשימה של שימושים אפשריים באזור מסוים. גישה חדשה יחסית המוצעת בערים אוסטרליות, מתבססת על הגדרת גבולות של התפתחות האתר.

10.2 אסתטיקה של עירוב שימושים

בעידן פוסט-מודרני בו ערך היופי מקודש ואנשים נמשכים לאידיאל האסתטי נשאלת השאלה מה החשיבות של האסתטיקה במודל עירוב שימושים?
ג'ייקובס מתייחסת בספרה לנושא האסתטי של מבנה מעורב בשימושים וטוענת שהפן האסתטי הינו סובייקטיבי. לטענתה, יש לבחון את איכויות הפרויקט דרך קריטריונים איכותיים של חיות, שימוש הולכי הרגל, הנאה ונגישות (Jacobs, 1961).
לטענת רוברטס ולויד גונס, "ייתכן שפרויקט מצליח אינו חייב להיות יפה". אחת הדוגמאות שהם מעלים במאמר הוא פרויקט Covent Garden בלונדון, המתעסק בחללי ביניים, המציג לטענתם גישה א-אסטתית ולא אלגנטית. ובכל זאת מספק סביבה חיה ופעילה היוצרת מגוון סיטואציות (Loyd-Jones, Roberts, 1997).

10.3 צפיפות מול איכות חיים?

בשנים האחרונות קיימת דרישה הולכת וגוברת לאיכות חיים במרחב הפיזי. כאשר צפיפות גבוהה אינה נתפסת כמדד לאיכות חיים אלא להפך - הפרברים משגשגים ואנשים מעדיפים את חיי הכפר על העיר הצפופה. לטענתה של ראולי, לבסוף המשפיעים על בחירת סביבת המגורים הם יכולת כלכלית למגורים בעיר ומענה לאיכות החיים שהתרגלו אליה בפרבר. לראיתנו, קיימים מודלים המתפקדים כ"שחקני חיזוק" למודל עירוב שימושים המקיימים את האיכויות הפרבריות בעיר. מודלים חדשים של עירוב שימושים מציעים שילוב של צפיפות ואיכות חיים בדמות פרוייקטים קומפקטיים בעלי מרפסות וגינות פרטיות וסמי פרטיות. הביטוי הצורני של פתרונות אלו הוא מגוון ויצירתי ובא לידי ביטוי למשל בשילוב של גינה-על-גג, שמירה על נוחות אקלימית ויצירת אזורי מפגש מגוונים בקרב המגורים.

10.4 "מגה-סטרוקטורות"?

נשאלת השאלה האם המודל בקנה מידה גדול יוצר פרויקטים המשתלבים בסביבה ויוצרים מוקד עירוני או שמא בשל גודלם מתקשים להתחבר לסביבה הקיימת?
מגה-התפתחות של עירוב שימושים יוצרת אזורים מבוית‍ים שאינם מתקשרים עם סביבתם בקנה מידה רחב.

10.5 השלכות עתידיות של המודלים העכשוויים

לפי דימיטרי פרוקוס, קומפלקסים של עירוב שימושים עלולים לחזק בידוד חברתי בעקבות ריכוז של פונקציות יום-יומיות במרחב הפיזי. לטענתו, הפולקלור התכנוני נוטה לבחון את הבידוד האורבאני הזה עם מידה מסוימת של ספק תחת ההנחה שהדבר לא נובע מחוסר עניין בעולם שבחוץ אלא בסיפוק מהסביבה האורבאנית המיידית - השכונה המוצלחת היא זו שאף אחד לא רוצה לעזוב, אפילו לא למספר שעות (להבדיל מהשכונה הפרברית, אשר הבידוד שלה הוא שונה ואין בו תחושת שייכות או קהילה, אלא בידוד סוציאלי).
פרוקוס טוען כי ההאדרה של פעילות ומגוון שכונתיים המיוחסים לפרויקטים מצליחים של עירוב שימושים היא מסוכנת. הקומפלקס יכול להביא למצב של "עיר בתוך עיר" וליצור רקמה סוציאלית חדשה, כזו שאינה מבוססת יותר על ההתמזגות ומפגשים של אנשים באמצעות המדיום של עירוב שימושים. הלכידות הקהילתית משרתת מטרות קפיטליסטיות, שיכולות לדבריו להיות מוצדקות רק אם יתמכו במטרות גדולות יותר כמו למשל יצירה של מבחר אפשרויות כלכליות הפתוחות לקהילות אחרות (Procos, 1976).

6.

6. המרחב הציבורי Malmo, Sweden, Mixed-use Plaza

11. לסיכום

במאמר זה סקרנו את מאפייניו של מודל עירוב השימושים והשפעתו על הסביבה העירונית, כפי שהתפתח לאורך ההיסטוריה ובא לידי ביטוי היום. אין ספק כי עוצמתו של המודל רק הולכת וגוברת בימינו, לאור התהליכים החברתיים כחלופה למודל הפרברי ולמדיניות חיזוק הערים. סקרנו גישות ביקורתיות וכן את האתגרים שעומדים באופן תדיר לעיני המתכננים. מודל עירוב שימושים הוא אתגר תכנוני כיון שממוקם בשדה בו פועלים כוחות פוליטיים, כלכליים וחברתיים שלהם לעיתים מניעים מנוגדים; יתרונו של המודל הוא האופן שבו מצליח בסופו של דבר לקשור כוחות אלו באופן קוהרנטי וספציפי לכדי פרויקט אחד. יותר ויותר פרויקטים עכשוויים של אדריכלות משלבים בתוכם עירוב שימושים, כשאלו נעים בטווח רחב מאוד של קנה מידה, קשת רחבה של פרטיות וציבוריות, מיקומם היחסי בעיר, וכן אינטנסיביות משתנה. בשל כל אלו, קשה להגדיר תבנית מאחדת ל עירוב שימושים ויש לבחון כל מקרה לגופו. על המתכננים מוטלת האחריות לאחד את כל הגורמים הללו באופן מורכב ולדאוג שהסביבה הפיזית תהיה מגוונת, אינטנסיבית במידה הרצויה, צפופה, מקיימת ותורמת לאיכות החיים של תושביה.

מקורות

ג'ייקובס, ג'., (2008), *מותן וחייהן של ערים אמריקאיות גדולות*. מ.טליתמן (תרגום, 1961), בבל, תל אביב.

סולר, ש., (2008). *עירוב שימושים בעיר צפופה*. מעריב, חדשות, סביבה, מקור 30 בינואר, 2014, מתוך: http://www.nrg.co.il/online/1/ART1/735/406.html

פרלמוטר, ד., אראל, א., מאיר, י., עציוני, י., רופא, י., (2010). *המדריך לבניה ביו אקלימית*. היחידה לאדריכלות ובינוי ערים במדבר, המחלקה לאדם במדבר. המכון למחקר סביבות צחיחות המכונים לחקר המדבר ע"ש יעקב בלאונשטיין, אוניברסיטת בן גוריון, משרד התשתיות הלאומיות - אגף מחקר ופיתוח

Abbett, J. P., Gladstone, R. M., Witherspoon, R. E., (1976). *Mixed-Use Developments: New Ways of Land Use*. ULI-the Urban Land Institute, Washington

Adams, D., Tiesdell, S., (2007). The vital city. *Town Planning Review*, vol.78, no.6, pp.725-747

Castlles, M., (1989). The informational city: *information technology, economic restructuring, and the urban regional process*. Oxford, Blackwell

Castlles, M., Hall, P., (1994). *Technopoles of the world: the making of the 21st century industrial complexes*. London, Routledge

Charter of the New Urbanism, (2000). *Congress for The New Urbanism*, Mcgraw -Hill, New York

Coupland, A., (1997). A History of Mixed Uses, In: Coupland, A., Reclaiming the City, mixed use development, E & FN spon, London, UK, pp.31-63

Crilly, M., Mannis, A., (2000). Sustainable Urban Management Systems. In: Williams, K., Burton, E., Jenks, M., Achieving Sustainable Urban Form, E & FN spon, London-UK, pp.202-389

Dempsey, N., (2010). Revisiting the Compact City?. *Built Environment*, vol.36, no.1

Foord, J., (2010). Mixed-Use Trade-Offs: How to Live and Work in a 'Compact City' Neighborhood. *Built Environment*, Vol.36, no.1, pp.45-62

DFH, Design For Health, Retrieved November 18, 2013, from: http://www.designforhealth.net/pdfs/From_MDCWEB/DPmixed_use.pdf

MacCormac, R., (1983). *Urban reform: MacCormac's manifesto*. Architects Journal (15 June)

MFE, Ministry for the environment, *The benefits of mixed use and good connectivity*. Retrieved January 30, 2014, from: http://www.mfe.govt.nz/publications/urban/value-urban-design-summary-jun05/html/figure1.html

NAHB, National Association of Home Builders, Retrieved January 30, 2014, from: http://www.nahb.org/reference_list.aspx?sectionID=628

Pettersson, G., (1997). Crime and Mixed Use Development. In: Coupland, A., *Reclaiming the City, mixed use development*, E & FN spon, London, UK, pp.149-179

Procos, D., (1976). *Mixed Land Use*. Dowden, Hunchinson & Ross, Inc., Stroudsburg, Pennsylvania

Roberts, M., *Lloyd-Jones*, T., Mixed Use Urban Design. In: Coupland, A., *Reclaiming the City, mixed use development*, E & FN spon, London, UK, pp.149-179

Rodenburg, C. A., NIJKAMP, P., (2004). Multifunctional Land Use in the City: A Typological Overview. *Built Environment*, Vol.30, no.4, pp.274-288

Rowley, A., (1996). Mixed-Use Development: ambiguous concept, simplistic ?gnikniht lufhsiw dna sisylana. *Planning practice and research*, vol.11, no.1, pp.85-97

UN Documents. *Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future*, Retrieved January 30, 2014, from: http://www.un-documents.net/wced-ocf.htm

Unsworth, R., (2007). 'City living' and sustainable development, The experience of a UK regional city. *Town Planning Review*, vol.78, no.6, pp 725-747

Vreeker, R., (2009). Sustainable Urban Develoopment: The Case of Mixed and Compact Land Use. In: Vreeker, R., Deankin, M., Curwell, S., *Sustainable Urban Development*, Vol.3, The Toolkit for Assessment, Routledge, Abingdon, Oxon

Walker, H., (1997). Mixed Use Development as an Agent of Sustainability. In: Coupland, A., *Reclaiming the City, mixed use development*, E & FN spon, London, UK, pp.63-87

Witherspoon, Abbett, Gladstone, (1976). *Mixed-use developments; Land use, Urban; Shopping malls; Apartment houses*; United States, Urban Land institute, Washington

תמונות

1. מודל קומפלקס היבריד, Architect: Robert Burghardt, Venice biennale 2012 Photo:kkarc

2. Via Verde, Housing Complex, NY, Architect: Grimshaw and Dattner Architects, Photo: Jules Antonio, 25.02.2013, http://www.flickr.com/photos/julesantonio/8508633614/

3. חוויה עירונית, Cophenhagen, Pedestrian streetscape Photo: La Citta Vila, 02.02.2012, http://www.flicker.com/photos/la-citta-vila/4764181925

4. מבט מהגשר במנהטן, Manhattan, NY, Photo: Dimitry B., 14.05.2011, http://www.flickr.com/photos/ru_boff/7183065732/

5. Linked hybrid, Beijing, Architect: Steven Holl, 2009,Photo: trevor.patt , 06.04.2012, http://www.flickr.com/photos/trevorpatt/6979906378/

6. המרחב הציבורי, Malmo, Sweden, Mixed-use Plaza, Photo: La Citta Vita, 04.02.2010, http://www.flickr.com/photos/la-citta-vita/4749741624/

צפיפות ומרחב - בחינת צפיפות עירונית ומבנית למגורים

בתאל שפירא, לימור גולדהבר

עד שנת 2050 אוכלוסיית העולם תגדל בשיעור כל כ-50% אנשים וכ-80% מאוכלוסיית העולם תתגורר בערים.[1] קיימת מודעות עולמית לעובדות אלו ועל כן נעשה ניסיון למצוא דרכים לצופף את המרחב הבנוי כדי לאפשר אכלוס מספר רב של אנשים שטח מצומצם. ריכוז מספר אנשים גדול על שטח קטן גורם להשלכות רבות, חלקן חיוביות וחלקן שליליות. אדריכלים ובוני ערים השכילו להבין כי אין פתרון קל המאפשר ציפוף כמות גדולה של אנשים בדרך שתמנע את כל ההשלכות השליליות. על כן, בכל פרויקט מנסים מחדש לצמצם את הנזק או במקרה הטוב יותר, למנוע אותו לחלוטין. עבודה זו עוסקת בצפיפות מגורים בסביבה העירונית. השאלות הנחקרות הן מידת הצורך והכדאיות בציפוף, ברור יחידות המידה של הצפיפות הפיסית והעמדת כלים יחסיים לצפיפות נתפסת בהם ניתן לבחון כל אתר צפוף. באמצעות מדדים אלו נבחנים מספר תקדימים מהארץ ומהעולם. מתוך מקרי בוחן אלו ניתן לנסח לקחים ומסקנות לתכנון אורבאני-אדריכלי.

המושג בניה רוויה שגור בפי ציבור המתכננים. מבחינה גלובלית, חשיבותה מכרעת לצמצום טביעת הרגל האקולוגית, הפחתת מזהמים, וחסכון במשאבים מתכלים. באופן דומה, גם יזמים, מתכננים ולקוחות מעוניינים ליהנות מהיתרונות הכלכליים ואיכות החיים שמציעה צורת בניה זו.
בניה רוויה משמעותה ציפוף של מספר אנשים מסוים על שטח מוגדר. על רקע זה, מתמקד הדיון במושג "צפיפות". בעוד שלצפיפות נוסחא מתמטית דמוגרפית מדויקת וחד משמעית, כאשר מדובר על בניה צפופה, ההשלכות הינן רחבות, אינן חד משמעיות ומקורן באיכות התכנון.
תצורות שונות של תכנון צפוף יכולות להפחית השלכות שליליות כמו רעש ,חוסר פרטיות, עומס תחבורתי, עומס תברואתי וזיהום אוויר או לחילופין לעודד אותן. בעבודה זו, השלכות שליליות אלו תיקראנה בשם הכולל "צפיפות נתפסת", לעומת "צפיפות מספרית" או "צפיפות נמדדת".
אם כך, "כיצד ניתן לנצל את האינטנסיביות, שמקורה בצפיפות הכוללת, להפקת יתרונות לגודל והתמחויות, לעומת גודש וחיכוכים מרחביים?...מהם הדגמים המבניים- מרחבים המסוגלים לשלב ייחודיות ערכי טבע נוף ומורשה מחד ואינטנסיביות גבוהה מאידך, והאם ניתן כתוצאה מכך ובמקביל, שימור ערכים לאומיים וטבעיים ורווחה לפרט?" (מזור, 1994).
שאלת המחקר המרכזית בעבודה זו בוחנת את הכלים האדריכליים שיתרמו לתחושת רווחה תוך העצמת הצפיפות המספרית. שאלה זו תבחן באמצעות:

- סקירת רלוונטיות שאלת הציפוף והצפיפות בישראל בשנים הקרובות
- סקר ספרות להבנת המרחב הצפוף הלא ספציפי על מכלול השלכותיו
- בחינת כלי ההערכה השונים של המרחב הצפוף

דרך הכלים האלו יסקרו ויבחנו מספר מקרי בוחן של מרחבים צפופים בקני מידה שונים, לטובת הבנת השפעת כלי התכנון השונים על הצפיפות הנתפסת. בחינת כלים אלו לטובת מקסום האיכויות ומזעור ההשלכות הלא רצויות של הסביבה הצפופה.
מתוך הבנה כי איכות חיים היא מושג סובייקטיבי, הנחת המאמר כי בבניה רוויה, איכות החיים אינה בהכרח נפגמת ואף יש בצפיפות המספרית אפשרות ליצירת איכות חיים גבוהה יותר בעיר, תוך תרומה סביבתית משמעותית.

[1] לפי אתר האינטרנט The Vertical Farm project

1. צפיפות בישראל

ישראל היא מדינה צפופה. שטחה עומד על 21,000 קמ"ר בעוד האוכלוסייה בה מונה 7.2 מיליון נפש נכון לשנת 2007. צפיפות האוכלוסייה במדינת ישראל דומה לצפיפות האוכלוסייה בהולנד, בלבנון, בלגיה, הודו, יפן ודרום קוריאה וגבוהה יחסית לממוצע העולמי, לסין ולארה"ב (60, 140, ו-30 נפש לקמ"ר בהתאמה) (CIA world Factbook, 2010).
הצפיפות העירונית למגורים נטו, הינה נמוכה יחסית ועומדת על 7,700 נפש לקמ"ר. הסיבה לכך נעוצה בפיזור האוכלוסייה בישובים קטנים, בהם הצפיפות הממוצעת היא 500 נפש לקמ"ר ו-28,500 נפש לקמ"ר בערים הגדולות יותר (CIA world Factbook, 2010).
מזור מדבר על מדינת ישראל בהקשר לתכנית 2020.

"מראשיתה, בחרה ישראל את אורח החיים המערבי וכיוון הפיתוח של המדינות המתועשות כאוריינטציה כלכלית עיקרית" (מזור, 1994) עוד הוא מוסיף כי - גידול מואץ בתמ"ג וגידול מתון בתמ"ג לנפש קשורים בגידול האוכלוסייה הייחודי לישראל לעומת הארצות המפותחות האחרות. מאחר ופרמטרים רבים של רווחה חברתית וכלכלית קורים לגובהו היחסי של התמ"ג לנפש הרי שבפרמטרים כמו: צפיפות דיור, רמת מינוע, צריכת אנרגיה וייצור חשמל, תקשורת ותשתיות אחרות, מפגרת ישראל אחרי רוב הארצות המפותחות (מזור, 1994).

2. השלכות המרחב הצפוף

2.1 אינטנסיביות עירונית

במאמרו "עיר נהדרת.. מקום נורא", מתאר האדריכל ההודי צ'ארלס קוריאה (Correa) את עיר מגוריו בומבאי בהודו כמקום שבו התנאים הפיסיים מדרדרים, אך מעמדה כמרכז אנושי פורה משתפר (Correa, 1989) ההזדמנויות והפעילויות האנושיות כגון אמנות, מסחר, לימודים ומחקר מתרבות והופכות מורכבות. הצפיפות מעצימה את המפגשים האנושיים והאינטראקציות הלימודיות, המקצועיות והחווייתיות. בכך הוא עומד על היתרון הראשון של הצפיפות. הוא מייחס לה את היכולת להפוך מרחב לאינטנסיבי.

2.2 חברה

"ריכוז אוכלוסיה הוא מיתרונותיה הגדולים והמהותיים של העיר, הוא מאפשר ותומך באינטראקציה חברתית-תרבותית ומסחרית-כלכלית היכולים לתרום לעיר ולתושביה" (פישר גבירצמן, 1998).
פישר-גבירצמן מצביעה, בדומה לקוריאה, על הקשר בין צפיפות למצב החברתי במרחב הבנוי. צפיפות יכולה להוביל לקשרים חזקים בין אנשים, יצירת קהילות ותרבות ענפה, אך יש לזכור נתון מעניין נוסף. רמת הצפיפות הרצויה, מבחינה חברתית משתנה מחברה לחברה. "יש הסכמה בין החוקרים, שרמות צפיפות שונות מתאימות לקבוצות באוכלוסייה השונות מבחינה דמוגרפית, כלכלית וחברתית. יתר על כן, צורות בינוי הנחשבות כמתאימות לקבוצה אחת במדינה מסויימת, עשויות להיחשב כבלתי מתאימות לאותה קבוצה, במדינה אחרת" (אלתרמן וצ'רצ'מן, 1998).

1. אינטראקציה חברתית - ביטוי גרפי של רשת חברתית מכוונת, Martin Grandjean

.1

2.3 כלכלה

כפי שהוזכר, לצפיפות קיים פוטנציאל כלכלי בניצול מרבי של המשאבים וזכויות הבניה. באותו הקשר מביאה פישר-גבירצמן הסתייגות לדבריה מהסעיף הקודם וטוענת: "אך כשמגיעים לרמות צפיפות גבוהות במיוחד, רמת התפקוד עלולה להישבר בנקודה בה המערכת האורבאנית אינה מסוגלת לספק את היקף הפעילות הנדרשת" (פישר-גבירצמן, 1998).

2.4 תחבורה

המציאות מוכיחה כי קיים פער בין קצב פיתוח שימושי הקרקע לבין קצב פיתוח התשתיות הציבוריות. שימושי קרקע מרוכזים מושכים תנועה רבה וכתוצאה מובילים לעומסי תנועה. ניתן לנהל תנועה יעילה על ידי הכשרת דרכים ומקומות חניה מרווחים, ההולמים את השימוש הנדרש מהם. פתרון זה דורש תכנון מוקדם ומשאבים כלכליים גדולים. הדבר נכון לגבי ערים מבוססות מכונית.
קוריטיבה (Curitiba) שבברזיל מציעה לקשור בצורה שונה בין צפיפות ליעילות תחבורתית גבוהה. התכנון של העיר נותן חשיבות נמוכה לתחבורה הפרטית וכולל בתוכו מערך תחבורה ציבורית יעיל וחכם, המצמצם את הוצאות התושבים לתחבורה ציבורית, העומדת על כ-10% מהשכר הממוצע. הוצאה זו קטנה יחסית וסבירה. אחוז המשתמשים בתחבורה ציבורית גבוה והדבר מונע צפיפות בכבישים, זיהום אוויר ובעיות חניה (בצלאל, 1996). מצידו השני של המטבע, במידה ולא הוכנו תשתיות תחבורתיות מתאימות באזור הצפוף, יווצרו עומסי תנועה קבועים שיחמירו את פליטת המזהמים.
קיימים הבדלים בין חומרי זיהום שונים, הנפלטים במהירויות שונות, אך שיעור הפליטה של מרבית החומרים המזהמים נפלטים מכלי רכב גבוהים בנסיעה איטית. בעומסי תנועה במרחב העירוני הצפוף, בנתיבים בהם לא תוכננו תשתיות תחבורתיות מתאימות, ריכוז כלי רכב בנסיעה איטית גורם לריכוז פליטת מזהמים גבוה וממושך (Weinstein, 2002).

2.5 משאבים

ככל שהצפיפות רבה יותר, ניצול השטח והמשאבים הינו חסכוני ויעיל. בהצטרף אל הצפיפות גם עירוב שימושים, המרחק בין הפונקציות השונות קטן. כך פחות דלק נדרש לשינוע תוצרת ולתחבורה ופחות מזהמים נפלטים.

2.6 שטחים פתוחים

במקרים רבים של צפיפות עירונית שאינה מבוקרת, ישנו מחסור רב בשטחים פתוחים וירוקים. המצב הקיים בערים וביישובים ערביים רבים בישראל מייצג ירידה באיכויות העירוניות. לעיתים רחוב, שכונה או מבנה נבנים עם שטחים פתוחים מוגדרים, אך ברבות הזמן, כשאחד או יותר מהגורמים המשפיעים מעוניין להגביר את הצפיפות, השטח הפתוח הוא הראשון המנוצל לצורך זה.

2.7 תשתיות

כאשר התשתיות בכפר אינן מפותחות די הצורך, תקלות קטנות כגון דליפה או ביוב שהתפוצץ נשארים בגדר מטרדים קלים. לעומת זאת, במרכזי אוכלוסיה, מטרד קל עלול להפוך למפגע בריאותי חמור. לכן, כשישוב מתפתח, התשתיות העירוניות צריכות להתפתח בהתאם על מנת לאפשר קיום לציבור גדול על שטח קטן. תשתיות כאלו דורשות תקציב גדול יותר מתשתיות של פרבר. בהודו, ביישוב הנקרא בנגלור (Bangalore) הצפיפות הלכה וגדלה, אך הישוב היה חסר משאבים לקיום תשתיות מתאימות, לכן הוחלט להגביל את צפיפות האוכלוסייה על ידי הגבלת גובה המבנים (Bertaud ,Brueckner, 2003).

3. כלי הערכה לצפיפות

3.1 צפיפות מספרית

ישנו ריבוי אפשרויות למדידת צפיפות פיסית אך קיימת אי בהירות לגבי המשמעות של כל אחד ואחד מהם. המדריך לחישוב הדרישות לקרקע לצרכי ציבור (אלתרמן, ויתק, 1991) הוא כלי עזר בהצגת המדדים השונים ולהבהרת משמעותם.

צפיפות הדיור מאפיינת את מידת הרווחה בתוך יחידת המגורים. היא נמדדת במספר נפשות לחדר, בשטח רצפה למשפחה ובשטח רצפה לנפש.

צפיפות בניה מבטאת את שיעור ניצול הקרקע לבניה והיא מוגדרת בשתי צורות: מספר יחידות דיור לשטח קרקע ושטח רצפות כולל ליחידת קרקע.

צפיפות האוכלוסייה מאפיינת את מרווח המחיה של האוכלוסייה באזור המגורים. הוא מבוטא כיחס בין מספר נפשות או מספר משפחות (משקי

צפיפות דיור		צפיפות בניה		צפיפות אוכלוסיה
(מספר נפשות לשטח רצפה)	X	(שטחי רצפה לשטח במקרה של צפיפות נטו)	=	(מס נפשות לשטח)

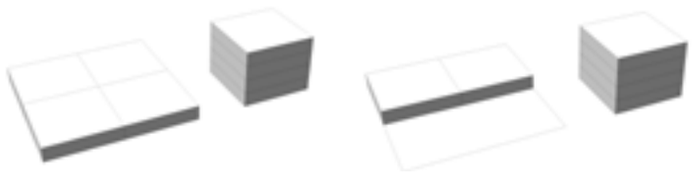
בית) ליחידת שטח. צפיפות האוכלוסייה חשובה ביותר להערכת הצרכים לשירותים קהילתיים וצורכי התשתית של התושבים באזור (אלתרמן, ויתק, 1991).
אלתרמן וויתק מציגות את הנוסחא הבאה המקשרת בין שלושת סוגי הצפיפויות.
צפיפות אוכלוסיה וצפיפות בניה ניתן למדוד בשתי דרכים:

שטח מגורים נטו (Net density)
נפשות/דונם
יחידות דיור/דונם.
מבטאת רק את שימושי הקרקע הרלוונטיים בשטח מסוים, במדידת צפיפות של מגורים. בעבודה זו, המדד יכלול נפשות או יחידות דיור רק בשטחים בהם שימושי הקרקע הרלוונטיים למגורים, ולא יכלול דרכים, שטחי ציבור ופארקים.

שטח מגורים ברוטו (Gross Density)
נפשות/דונם
יחידות דיור/דונם.
צפיפות גולמית המחשבת את מספר הנפשות או הדירות בשטח מסוים ומבטאת את מידת הרווחה של אזור המגורים. בשטח זה כלולים כל שימושי הקרקע המתקיימים בו.
צפיפות בניה נטו (FAR - Floor. Area. Ratio)

שטח הבניה / שטח הרצפות
מתארת את מידת ניצול הקרקע יחסית לשטח הרצפה הנתון. גם בבניה לגובה וגם בבניה נמוכה ניתן לקבל יחסים דומים של FAR.

תכסית קרקע
כיסוי הקרקע על ידי הבניה. בשונה מ"תבליט", התכסית דו ממדית ומבטאת את קו המתאר של הקירות הבנויים בבניין. היא מתוארת על ידי סכמה של השטח המתוכנן, כאשר השטח המכוסה על ידי הבניין צבוע בצבע אחיד. התכסית יכולה לתת תמונה כללית מאוד של השפעת הבניין על קו המתאר של הרחוב, ההפניות של הבניין, האם הוא יוצר נישות הפתוחות אל הרחוב או שמא הוא מפנה חזית ישרה. בנוסף, התכסית נותנת תמונה כללית עירונית של הרחובות. בערים עתיקות למשל, התכסית צפופה מאוד, לעומת פרוורים בהם התכסית מרווחת יותר.



2. צורות שונות לניצול מגרש נתון

.2

3.2 צפיפות נתפסת

3.2.1 צפיפות נתפסת לעומת נמדדת

לצפיפות נתפסת מקום חשוב ביצירה האדריכלית האורבנית. למרות זאת, היא מבטאת רגש או חווית מקום מעבר לעובדה קיימת. על כן הצפיפות היא סובייקטיבית וקשה להערכה. סיפור עם יהודי ידוע מדגיש נקודה זו: כפרי עני ניגש לרב והתייעץ עמו בסוגיית הצפיפות, בה הוא חי עם

אשתו ועשרת ילדיו. למרבה הפליאה הורה לו הרב להכניס בהדרגה אל הבית את חיות המשק. העני חדור באמונה ניגש לביתו והכניס את חיות המשק בהדרגה אל הבית. כעבור זמן מסוים, העני חזר אל הרב בטרוניה- שהמצב רק נהיה יותר גרוע, הבית מלוכלך וצפוף והמצב בלתי נסבל. או אז, הורה לו הרב להוציא את כל חיות המשק בבת אחת מן הבית. חזר היהודי אל הרב שמח וטוב לבב, עכשיו משהוציא את החיות מן הבית, הבית נקי מרווח ושקט (אגדת עם יהודית).

גורמים שונים יכולים ליצור תחושה של צפיפות. ניתן בקלות למנות חלק מהם, כגון רעש, העדר פרטיות, עומס ויזואלי וכדומה. כל אדם בא מרקע תרבותי משפחתי ואישי המשפיע על רמות הצפיפות אליה הוא מורגל. בבינוי ערים, ישנם גורמים נוספים התורמים להרגשה צפופה.

בהרבה מערי ישראל התחושה ברחוב הינה של צפיפות ומחנק, זאת על אף שצפיפות הבניה לא גבוהה במיוחד. משמע, הצפיפות הפיסית הינה נמוכה באופן יחסי לצפיפות הנתפסת. במקרים רבים הדבר נובע מבניה של העיר ללא תכנון מקדים.

עמותת מרחב מציעה לצופף את הערים בצורה מושכלת (מירובסקי, סמולסקי, 2008).

מירובסקי וסמולסקי סוקרים את הפתרונות שמציעה עמותת מרחב למדינת ישראל. הם מסבירים כי בעת קום המדינה הגישה הרווחת הייתה הקמה מרובה ישובים קטנים בכל רחבי הארץ על מנת לתקוע יתד ולהפגין שליטה.מדיניות זו יצרה מספר ישובים גדול מאוד עם אפשרויות תעסוקה מפוזרות. על פי עמותת מרחב, עלינו לצופף את הערים הקיימות בצורה מושכלת על מנת ליצור עירוב שימושים חכם שיגרום להרגשת מרחב חדש.

מירובסקי וסמולסקי מתייחסים לספרה של ג'יין ג'ייקובס - "מותן וחייהן של הערים האמריקאיות הגדולות" (Jacobs, 1961). ג'ייקובס מגדירה מספר מרכיבים המייצרים אינטנסיביות רצויה: ריכוז גבוה של אנשים ושימושים, עירוב שימושים, ייעודים ופונקציות, נגישות גבוהה וחשיפה מרובה על ידי מספר גדול של דרכים להגיע מרחוב לרחוב, מבנים מתקופות שונות ובמצבי תחזוקה שונים, המובילים לעירוב אוכלוסיות מגוונות ורבות. עיר מוצלחת תכיל את כל ארבעת המרכיבים. מבין ארבעת מרכיבים אלו, עירוב השימושים מהווה את אחד המרכיבים הקריטיים. הוא מאפשר ניצול מקסימלי של שטחי ה ונגישות לכל באמצעות קיצור המרחקים הדרושים למעבר בין פונקציה לפונקציה. בנוסף, הוא תורם לאיכות הסביבה בהפחתת כמויות הרכבים העומדים בפקקים ומעודד שימוש במגוון סוגים של תחבורה ציבורית.

אם כן, יש להבחין בפערים בין הצפיפות הנמדדת לצפיפות הנתפסת כנקודות חולשה של העיר. ניתן לטפל בהן באמצעים תכנוניים ולייצר מתאם רצוי בין הצפיפות המורגשת (נתפסת) ובין הנתונים הסטטיסטים של הצפיפות (הנמדדת) על ידי תכנון נכון.

3.2.2 הבעיה בהגדרת מדדים בצפיפות נתפסת

מחקרים רבים המגדירים את מושג ה"צפיפות העירונית" מתייחסים למדד מספר הנפשות, משקי הבית או השטח למגורים בקילומטר רבוע בעיר. בדומה לכל מודל סטטיסטי, זהו כלי רב-ערך אך גם בעייתי, שכן קשה לעמוד באמצעותו על הצפיפות הנתפסת במרחב הבנוי. ערים רבות בישראל בעלות גלעין צפוף, אך גם כוללות בשטח שיפוטן אזורים פתוחים שונים בעלי פוטנציאל לפיתוח מבונה עתידי או לייעוד חקלאי. לדוגמא: בעיר תל-אביב קיימים אזורים פתוחים לאורך רצועת החוף הצפונית, המשפיעים באופן מהותי על ממוצע הצפיפות העירוני, אך לא אומרים דבר על הצפיפות הנתפסת או על נפחי התחבורה באזור כשדרות רוטשילד, לדוגמא. בעיה נוספת העולה מהגדרה זו היא התעלמותה מייעודי הקרקע אשר אינם משמשים למגורים.
בתל-אביב, אזורים שלמים, הצפופים מאד מבחינת בינוי, משמשים לתעשייה, עסקים ומסחר. על-פי הגדרה מדדית זו , אם נתעלם משימושי הקרקע שאינם למגורים, הצפיפות במע"ר הראשי של תל אביב נמוכה מאוד. לעומת זאת, צפיפות המשתמשים, נפחי התחבורה והרעש באזור זה גורמים לאזור להיחשב לצפוף מבחינה תחושתית.

צפיפות נתפסת כאומדן לאיכות החיים במקום
הפרשנות הרווחת למושג "איכות חיים" היא המידה בה יש לאדם תנאים הכרחיים להיות מאושר. מדובר במושג סובייקטיבי, התלוי בקריטריונים שונים או בדגש שונה על קריטריונים דומים. מחקרים רבים מעידים כי קיים הרבה מן המשותף בתפיסת מושג זה על ידי אנשים שונים וכי קיימת חפיפה רבה בין מושג "איכות החיים" ובין המושג "רווחה".
"איכות החיים בשכונת מגורים, תלויה רבות בתכנונה של מערכת השירותים בשכונה (אלתרמן, ויתק, 1991). ניתן לבחון את השפעת הצפיפות הפיסית (density) על מדדים, כדוגמת מערך השירותים בשכונה, ולייצר מדד לאיכות חיים בהתאמה. נשאלת השאלה: כיצד ניתן לבחון איכות החיים ביחס לצפיפות הנתפסת, המגדירה מצב סובייקטיבי ומשתנה של הפרט בסביבה נתונה?

3.2.3 הגדרת מדדים לצפיפות נתפסת

על מנת להגדיר מדדים לבחינת מקרים שונים של צפיפות בעלי קונוטציה עירונית ומרחבית שונה, נבחנו שני סוגי כלים. ראשית , כלים מהסוג האדריכלי כפירוק בחתך או בתכנית, כלים הניתנים לבחינה בכל קנה מידה. הסוג השני הוא הסוג היחסי. צפיפות יחסית לסביבה, פרופורציות לעומת הסביבה, פרופורציות הבניין לעומת הרחוב, פרטיות, רעש, ישן וחדש. בחירת שני סוגי כלים אלו באה מתוך ניסיון לתת תמונה כוללת של האתרים, מבחינה הקשרית מחד ומבחינה אדריכלית מאידך.

צפיפות גדולה או קטנה יחסית לסביבה - קיימים הבדלים מהותיים בתפיסת אזור כצפוף באם הוא ממוקם במע"ר (מרכז עסקים ראשי) או בפרבר. נתון זה חיוני כרקע להבנת הקונטקסט המבונה.
מבטים רחוקים קרובים - לאורך המבט השפעה על תחושת הצפיפות וחלל נתון יכול להיתפס מרווח יותר מכפי שהוא באמת.
פירוק בתכנית - שילוב חללים חיצוניים או חללים בעלי חלל כפול בתוך המסה הבנויה כחלק מהתכנון.
פירוק בחתך - מסה הבנויה לכל גובהה,רוחבה או המכילה קומות מפולשות, חצרות פנימיות וכו'.
פרופורציה סביבתית - בחינת הפרופורציה של המסה הנבדקת לעומת שאר המבנים ברחוב.
פרופורציית הרחוב לעומת גובה הבניין - מדד זה נקבע עפ"י רוחב הרחוב וגובה הבניין. בסמטאות צרות למשל, פרופורציית הרחוב צרה לעומת גובה הבניין. לעיתים גם קשה להתרשם כהלכה מבניין בגובה רב אם הוא ממוקם בסמטה צרה.
רעש - עצמות הרעש בסביבה
פרטיות - רמת הפרטיות המתאפשרת על ידי חלוקת החלל
חדשנות (בעיצוב המבנה)

4. בחינת הצפיפות הנתפסת של מרחבים בנויים שונים

צפיפות בקנה מידה עירוני

4.1 מנהטן - ניו יורק (Manhattan, New Yok)

ניו-יורק הינה העיר המאוכלסת ביותר בארצות הברית, בעלת שטח עירוני מהגדולים בעולם (1,214.40 קמ"ר). ניו-יורק מהווה מרכז מסחרי וכלכלי מהגדולים בעולם ובזכות השפעותיה העולמיות על תחומי התקשורת, הפוליטיקה והכלכלה היא מדורגת כ"עיר עולם" מסוג אלפא 1. ב-1916 עברה אחת התקנות החשובות במטרה לפקח על הפיתוח העירוני, בתקנת "האיזור" לעיר ניו-יורק, ולאחר מכן יושמה התוכנית בכלל ערי ארה"ב. כיום העיר ניו-יורק מורכבת מ-5 רובעים: ברונקס (Bronx), ברוקלין (Brooklyn), מנהטן (Manhattan), קווינס (Queens) וסטטן איילנד (Staten Island). אוכלוסייתה עולה על 2.8 מליון תושבים בשטח של כ-830 קמ"ר. הצפיפות הנמדדת מונה כ-10,482 נפש לקמ"ר. בעיר ניו-יורק מספר רב של גורדי שחקים המעטרים את קו הרקיע. הופעתם של גורדי שחקים רבים במשך השנים העלתה את הצורך בבקרה נוספת על מגמות הפיתוח האורבני. לצורך כך פותחה נוסחה מסובכת לקביעת תפזורת הנפח כך שגובה הבניינים יהיה מבוקר על-ידי זווית ממוצעת של חסימת האור. בקרה זו מאפשרת לבניין לעלות לגובה רב יותר באזור מסוים על שטח הקרקע במידה ובאזור אחר המבנה היה בנסיגה.

תכנית בניין עיר: בשנת 1811 הוחלט על תוכנית המפקח של 1811 (אשר נהגתה ב-1807) לבניית המשך מנהטן בצורת הגריד המוכר לנו כיום. תוכנית זו כללה סלילת 16 שדרות ממזרח למערב ו-150 רחובות מדרום לצפון, כמו כן נדרש שינוי טופוגרפי של מנהטן אשר שכנה באותה העת על מספר גבעות.

גבול המבט וחתך רחוב טיפוסי: בין הגורמים המשפיעים ביותר על בחינתה של הצפיפות הנתפסת ניתן ליחס לגבול המבט. במחקר של ד. פישר-גבירצמן (1998) מסבירה גבירצמן כי במבט לכיוון מרחבים פתוחים, מנת המרחב הפתוח הנראה על ידי הצופה משפיעה על הצפיפות הנתפסת, גם אם המבט הוא מתוך סביבה צפופה מאד. גם במקרה של רצף רקמה עירונית, תחושת הצפיפות מושפעת ממיקום המבנים במגרשים הסמוכים וארגונם המרחבי. גבירצמן מוסיפה כי מהות המרחב הפתוח אליו צופים ואיכותו במושגים תרבותיים, חברתיים ואחרים יכולים להשפיע על הצפיפות הנתפסת, כפי שאופי ואיכות הטקסטורה של דופן הנפחים הבנויים, החוסמים את רצף והמשכיות המבטים של הצופה, יכולים להשפיע על הצפיפות הנתפסת בסביבה מסוימת.
גבול המבט, כפי שבא לידי ביטוי בשדרותיה השונות של העיר ניו-יורק, מושפע מצורת תוכנית בינוי העיר, סכמת הגריד של רובע מנהטן, וכן מאופיו של חתך הרחוב הטיפוסי חתך הרחוב הטיפוסי, המאפיין אזורים רבים ברובע מנהטן, מושפע מגורדי השחקים הרבים הבנויים בעיר ומדרישות הבנייה, המגדירות גם את אופיו של חתך הבניין. באופן זה, גבול המבט המתקבל מאפשר מבטים ארוכים לאורך השדרות המגדילים את תחושת הנוחות.
רגישות לרעש: כאשר מתייחסים לרגישות לרעש בהקשר ההשפעה על הצפיפות הנתפסת, עלינו להתייחס לשני מדדים: האחד מתייחס לרעש פיזי, כרעש הבוקע ממכוניות והשני מתייחס לרעש ויזואלי, כדוגמת עומס פרטים בחזיתות הבניינים ברחוב. רחובות רבים בניו-יורק, נחשבים לרועשים עבור המשתמשים הן בשל הרעשים הפיזיים, המתבטאים בעומסים התחבורתיים ובמסה האנושית הגדולה הפוקדת רחובות אלו בכל שעות היום, והן בשל הרעשים הוויזואליים הבאים לידי ביטוי ברחובות המסחר השונים במנהטן, כולל שימוש בפרסומות ובשלטי חוצות בחזיתות הבניינים.

3. פרופורציית בניינים גבוה יחסית לרחוב ומסחר בקומת הקרקע, רח' מדיסון, מנהטן.

4.2 העיר לוס-אנג'לס (Los angeles)

לוס-אנג'לס שוכנת במדינת קליפורניה בחופה המערבי של ארה"ב והיא העיר הגדולה ביותר במערב ארה"ב והשנייה בגודלה בארה"ב אחרי ניו-יורק. העיר מונה למעלה מ-9.3 מליון איש, עובדה זו, הובילה לאינספור השוואות בין שתי הערים, המייצגות מחד היבטים נרחבים של התרבות האמריקאית ומאידך שונות כל כך באופיין. בשטחה המטרופוליני של לוס אנג'לס מתגוררים כ-17.5 מליון איש. שטחה של העיר עומד על - 1,290.6 קמ"ר. וצפיפות האוכלוסיה - 2,500 נפש לקמ"ר לעומת 25,000 נפש לקמ"ר בעיר ניו-יורק.
הצפיפות הנמדדת בלוס אנג'לס ברובה נמוכה. מרבית משטחה מאוכלס באופן מבוזר ובצפיפות נמוכה, לכן לוס אנג'לס סובלת מבעיית פרבור קשה.

רגישות לרעש:
בעיני רבים, לוס-אנג'לס נחשבת לעיר ה"בנוייה למכוניות", בשל המרחקים הארוכים אשר יש לעבור על מנת להגיע מנקודת עניין אחת לשנייה. מחד, עומס רכבים וריבוי הכבישים הראשיים מייצרים רעש פיזי המגדיל את הצפיפות הנתפסת, מאידך המרחבים הגדולים והמרחקים הרבים בהם צריך לעבור באמצעות רכבים מייצרים רעש ויזואלי נמוך, המפחיתים את הצפיפות הנתפסת. באופן זה, קיימת ככלל רגישות נמוכה יותר לרעשים, וזו מפחיתה את תחושת הצפיפות המתקבלת.

4.3 בת-ים

בת ים היא מקרה רלוונטי בנושא הצפיפות. עד לא מזמן נתפסה העיר כאחת מהצפופות בארץ. על פי סקר שביעות הרצון של תושבי הערים שערכה הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, בו בת-ים הגיעה למקום השני, מיד אחרי רעננה.
בת ים נמצאת במקום השני בארץ במספר התושבים למטר רבוע. הסיבה לכך היא שהמסה הבנויה של בת ים ברובה מיועדת למגורים (90%!), בשונה מתל אביב, שאזורים שלמים שלה נטושים בשעות הלילה, נתון המוסיף לבת ים את אחד היתרונות של הצפיפות - האינטנסיביות. מהות השינוי המתרחש היום בבת ים נובע מתרומת הצפיפות הפיסית לחיות העיר (Livability). לאור תוכנית מתאר ארצית 35, המגמה הכללית בארץ מגדירה מדיניות ארצית כוללת של ציפוף הערים הקיימות ופיתוח באזורים העירוניים.

צפיפות פיסית

FAR=2

צפיפות גדולה או קטנה יחסית לסביבה

בת ים היא עיר ממוצעת מבחינת מדד צפיפות הבניה בישראל (מספר יח"ד לשטח). אך מבחינת צפיפות דיור (נפש לקמ"ר), היא העיר השנייה בארץ.

מבטים קרובים - רחוקים

בת ים מאופיינת בדירות שיכון בגובה של ארבע עד שמונה קומות, כשהמרווחים ביניהם קצובים והכבישים מהווים הפסקה בחתך הבנוי. לרב המבטים מן הדירות פונים כלפי הדירות בבניין הסמוך, או במקרה הטוב יותר כלפי הרחוב.

פירוק בתכנית ובחתך

הנפח הבנוי במרחב הציבורי הינו מסות גושניות, גם בתכנית וגם בחתך. ברב הבנייינים קומת הקרקע הינה ציבורית ומכילה לרב קומת עמודים או קומה מסחרית.

פרופורציות סביבתיות

רב המבנים ברחוב הם בעלי סדר גודל דומה ובמידה מסוימת חסרה הירדרכיה ביניהם

פרופורציות הרחוב לעומת גובה המבנה

הפרופורציות של המבנים יחסית נמוכות, בעיקר המבנים הסמוכים לרחובות, המבנים נתפסים בשלמותם על ידי המשתמשים וקומות הקרקע הציבוריות, שלעיתים גם בולטות כלפי הרחוב, מקנות לבניינים קנה מידה אנושי. עם זאת, המדרכות צרות מאוד, וביניהם כביש דו נתיבי כך שחתך הרחוב אינו אידיאלי לתנועת הולכי הרגל.

פרטיות

הדירות יחסית קטנות, החצרות הקהילתיות, קומות העמודים המאפיינות את הבניה בעיר, המבטים ממבנה למבנה, והכניסות המשותפות לכל הדיירים אינם מאפשרים פרטיות מוחלטת. עם זאת, חיי הרחוב תוססים ומתבטאים ברחובות בקומות העמודים ובשאר החללים החיצוניים, בהם ישנה תנועה מתמדת.

רעש

למרות שבת ים היא העיר השנייה בארץ מבחינת רמת הצפיפות, הרחובות, בהיותם אזורי מגורים לרוב, יחסית שקטים ונעימים.

צפיפות בקנה מידה בנייני

4.4 Habitat '67, Montreal

המגורים של משה ספדיה (safdie), ההביטאט - Habitat, שתוכנן כיישום התזה שלו על בניה צפופה וקהילתית בעיר כחלק מלימודיו באוניברסיטת מקגיל.[2] הפרויקט נבנה במסגרת תערוכת אקספו '67 שנערכה במונטריאול, קוובק, קנדה. המבנה תוכנן כמגורים שיתופיים וניסה לתת מענה לצורך בפרטיות, אוויר צח, אור שמש ואיכויות של פרבר בתוך העיר בגובה נמוך ובעלות זולה.

פרוגרמה

אלף יחידות דיור תוכננו בפרוייקט המקורי האקדמי, אך בסופו של דבר נבה מתחם הכולל 158 יחידות ושטחים ציבוריים לצרכים קהילתיים.

האתר

ה-Habitat נבנה על חצי אי באחד מחופיה העתיקים של מונטריאול, על יד נהר סנט לורנס. האתר מבודד וקשה לקבוע האם הוא חלק מהעיר או מנותק ממנה. הפרויקט נבנה מ-354 יחידות טרומיות ומכיל 158 דירות. ישנן 16 סוגים של דירות, שטחן של הדירות הקטנות הוא 200 מ"ר ושל הגדולות, 570 מ"ר. הפרויקט מנסה לתת פיתרון לבעיית הצפיפות על ידי ארגון המרחבי של מסות היחידות הטרומיות כך שגג יחידה אחת מהווה שטח החצר של זו שמעליה. הפרויקט זכה להערכה רבה ופרסום רב אך הדעות לגביו חלוקות.

צפיפות סביבתית יחסית

צפיפות ממוצעת במונטריאול: 5590 תושבים לקמ"ר.
שטח הפרוייקט: 22,160 מ"ר ו-158 יחידות דיור.
צפיפות נמדדת: נמוכה. לא נמצאו נתונים מדויקים, אך מתוך התכניות, האחוז היחסי של השטח המשמש למגורים קטן והשטח המנוצל לטובת שטחים ציבוריים הינו נרחב ומקבל חשיבות תכנונית גבוהה.

פירוק בחתך ומבטים רחוקים

אחד ממאפייניו הבולטים של ההביטאט הוא היחס הגדול בין שטח המעטפת לנפח הבינוי, כלומר - פירוק החתך, המעניק כמעט לכל יחידת דיור מבטים ארוכים מהיחידה אל הים או אל הנהר והנוף העירוני.

פירוק בתכנית

יחידות המגורים בהביטאט לא יוצרות מסה אחת על פי התכנית, אלא מפנות מקום לשטח הציבורי ביניהן. היחידות סדורות סביב השטח הציבורי מציגות דגם תכנית מפורקת.

פרופורציות סביבתיות ופרופורציות הרחוב לעומת גובה המבנה

ההביטאט מנותק מההקשר העירוני של מונטריאול. אין לו חזית משותפת עם רחוב קיים והוא לא מזדקר מתוך נופה של העיר אך מהווה נוף פנורמי משמעותי מהעיר. מנקודת מבט אחרת, ניתן להתייחס לחללים הציבוריים בתוך המבנה כאל רחובות פנימיים כשהבניינים מסודרים מסביב לרחובות הפנימיים בצורה אקראית.

פרטיות ורעש

בניין המגורים שיתופי כחלק מהגדרות הפרוגרמה. השטחים הציבוריים בתכנית גדולים ודומיננטיים וניתן לראות בתכנית כי אין הדרגה במעבר בין הפרטי לציבורי. למרות זאת לא קיימת הפחתה ברמת הפרטיות, הואיל והודות לשטחים הציבוריים הגדולים לא נגרם רעש או התכנסות גדולה מידי.

[2] "A Case for City Living, A Study of Three Urban High Density Housing Systems for Community Development" (Moshe Safdie)

4. האביטאט 67 - פירוק מובהק גם בתכנית וגם בחתך, Architect: Moshe Safdie

.4

4.5 דירות בקנצ'נג'ונגה, בומביי (Kanchanjunga Apartments, Bombay)

בפרויקט זה מנסה צ'רלס קוריאה (Charls Correa) לממש את עקרונותיו לבניית השטיח שלו באוריינטציה ורטיקלית. קוריאה שאב השראה מההאביטאט של ספדי, שהוצג קודם לכן, ומהיחידות הקופצות ב-לה-יוניטה (L'unite' d'habitation) של לה-קורבוזייה (Le Corbusier). הפרוגרמה מכילה 32 דירות יוקרה (בין 6-3 חדרים) כאשר היחידות הבסיסיות בנות 3 ו-4 חדרים.
הנוף הטוב ביותר בבומביי נשקף מהחזיתות המערביות והמזרחיות וכך גם אוורור מכיוון הים, אך חזיתות אלה בעייתיות בשל הקרינה הישירה שחודרת אל תוך החללים בשעות הבוקר והערב. קוריאה יצר חתך המאפשר הצללה על החזיתות האלו על ידי מרפסות בשני הצדדים. בצד האחד, מרפסת גדולה ציבורית בעלת חלל כפול, ובצד השני, מרפסת קטנה ופרטית השייכת לחדרי השינה. בדרך זו הוא מנצל את השטח בצורה טובה, ואף משיג איכות חיים לתושבי המבנה ופותר את בעיית החזיתות.

צפיפות פיסית

שטח האתר בערך כ-3250 מ"ר, כשמתוכו שטח תכסית המגדל הוא 441 (פרופורציה מרובעת של 21/21). וגובהו 29 קומות.
לכן, ה-FAR של הפרויקט הוא 3.93. כשהממוצע הוא 1.33, נכון לשנת 2004.
נתון מעניין נוגע להיקף השטח הממוצע לאדם, המצביע על איכות החיים, בבומבי הינו כיום אחד מהנמוכים בעולם ועומד על כ-2.9. במקביל, ערך הקרקע בבומבי עולה כתוצאה מהיותה "ניו יורק" של הודו. המגמה היא להעלות את הצפיפות ולהגדיל את ה-FAR הממוצע ל-3.2, כשהמטרה היא להגדיל את השטח הממוצע לאדם, ללא צורך בשטחי תכסית נוספים. כך, יכלו לנצל את הקרקע טוב יותר ולהעלות את איכות החיים (Mumbai FSI conundrum, 2002). השטח הממוצע לאדם בפרויקט גדול מאחר ואלו דירות יוקרה, על כן מדד ה-FAR, מאחר והוא כללי יותר.

פרופורציה סביבתית

הפרויקט ממוקם בלב ליבה של בומבי. הנוף העירוני באזור הוא נוף מגדלים ולכן הבניין אינו זר בסביבתו. עם זאת, הוא מוקף בסביבה הקרובה שלו בבניינים נמוכי קומה.

מבטים רחוקים קרובים

הדירות הינן דירות יוקרה והיה דגש על איכויות של המבטים הנשקפים מן הפרויקט המושגים באמצעות גובהו של הבניין והחתך המיוחד שלו, היוצרים מבטים רחוקים על כל בומבי.

פירוק בתכנית

התכנית פשוטה ויעילה, ללא חללים מבוזבזים. הדירות מסודרות בריבוע מסביב לגרעין תנועה מרכזי.

פירוק בחתך

קשה לדבר על פירוק בחתך בבניין בעל יעילות גבוהה שכזו. אין קומות מפולשות שלמות, אין חללים ציבוריים, אך בהחלט ניתן לדבר בהקשר זה על המרפסות בעלות החלל הכפול המקנה לבניין את החזיתות המובחנות שלו ולדיירים תחושה של חלל כפול בחללי החוץ של הבניין.

פרופורציית הרחוב לעומת גובה הבניין

פרופורציה גבוהה כלפי הרחוב.

רעש

הסביבה שלו רועשת אך גובה המבנה מבודד אותו מהרעש.

פרטיות

בין הדירות אין שטח ציבורי וכל דירה פונה לכיוון אחר, עם זאת, ישנה כניסה משותפת ומעליות משותפות.

4.6 שכונת מגורים, פארק צמרת, תל-אביב

משנות ה-90 של המאה ה-20 ואילך, ישראל עוברת תהליכי עיור עיבוי וציפוף מואצים של מרכזי הערים ושל ערי גוש דן בפרט. התהליך שהחל בתל-אביב רבתי, הנמצאת במצוקת שטחים פנויים לבנייה, המשיך והתרחב לשאר חלק הארץ. כיום קיימים בישראל למעלה מ-150 גורדי שחקים בעלי יותר מ-20 קומות, מהם 35 מעל ל-25 קומות ו-13 מעל ל-33 קומות (כ-140 מטרים). בנייתם של גורדי שחקים יוקרתיים למטרות מגורים בלבד הוא תהליך שהתחזק והשפיע לקראת סוף שנות ה-90 ותחילת שנות ה-2000. בניינים אלו נבנים בעיקר באזור תל-אביב ורמת גן ומיועדים לאוכלוסייה האמידה בישראל, כתחליף לווילות בפרברים וביישובים באזור. מגמה זו הגיע לידי שיא בזמנו, בבניית "פארק צמרת" בתל-אביב.
"פארק צמרת" הינו אחד הפרויקטים המשמעותיים והגדולים ביותר בישראל בתחום גורדי השחקים בתכנונו של האדריכל אבנר ישר. הפרויקט מיועד להכיל 12 גורדי שחקים ובהם כ-1,747 יחידות דיור, שטח השכונה 133 דונם ברוטו. 18% בלבד מתוכם הינו שטח המיועד למגורים ומלבדם מתוכננים גם חניון תת-קרקעי, פארקים, מדשאות ומגרשי משחקים. השכונה כוללת בנוסף שטח של 6,000 מ"ר עבור מסחר, מוסדות ציבור ומתקני נופש.

רעש

השכונה ממוקמת באחד האזורים הסואנים ביותר בתל-אביב וגובלת בדרך נמיר ממערב, נתיבי איילון ממזרח ומצפון- תחנת רכבת תל אביב מרכז ומסוף אוטובוסים גדול. בשל כך, השכונה סגורה ממזרח וממערב בקירות אקוסטיים בגובה 4.5 מטרים המלווים בצמחייה עשירה. הבידוד האקוסטי המשולב בתכנון מפחית את עוצמות הרעש הבוקעות מגבולותיה ותורם לסביבה שקטה ביחס למטרדים סביבה.

פרטיות

גובהם הרם של המגדלים ותוכנית הקומות הטיפוסיות, מייצרים דירות גדולות מאד המרכיבות את המגדלים השונים בשכונה ותורמות לתחושת הפרטיות.

מבטים קרובים ורחוקים

הדייר הגר בדירות יוקרה בקומות גבוהות נהנה ממבט רחוק. להולך הרגל הרחוב אינו מספיק רחב על מנת לתפוס את המגדלים בשלמותם.

עובדה זו גורמת להעמסה ויזואלית על הרחוב ותחושה כי המגדל מנותק מסביבתו.

פירוק בתכנית וחתך

המגדלים מתוכננים בשכונה זו כמסות גושניות אשר אינן מייצרות פירוק בתוכנית או בחתך. מאפיין מוכר של פרויקטים הנבנים בעיקר משיקולים יזמיים. לעומת זאת, תכנית הבינוי כוללת שטחים ציבוריים נרחבים המעניקים טווח מבט ארוך ומקומות חיצוניים איכותיים שונים.

פרופורציה סביבתית

שכונת "פארק צמרת" ממוקמת בסמוך למתחם הבורסה ברמת-גן המכיל מספר רב של גורדי שחקים. מתחם זה נחשב לאי מבודד בתחומה של תל-אביב רבתי. תוכנית המתחם פשוטה. במרכזו רחוב אחד, בקצותיו כיכרות. מתחם זה יהווה בעתיד את קצהו הצפוני של המע"ר הנמשך דרומה עד הקריה וכולל למעשה גם את מתחם הבורסה ברמת-גן שמנגד. המתנגדים לפרויקט יאמרו כי אופיו יוצר תחושת ניכור לשכונות המגורים הגובלות עימו וקיימת ביקורת רבה על בנייה "מנוכרת" זו באחד משטחיה היקרים של תל אביב. ביקורת זו, באה לידי ביטוי באופן מובהק מדבריו של אדריכל עמי שנער במאמר שכתב עבור המגזין המקוון עיתון עיצוב.

"ממרחק מה - לפנינו גוש צפוף, אדיר מימדים, של מגדלים הניצבים קרוב זה לזה באופן מבהיל, מציגים קנה מידה שונה לגמרי מזה האופייני למרביתה של העיר. בתיה של תל-אביב ה"ישנה" פרי תכנונו המופתי של הסקוטי פטריק גדס, אחידים למדי: גובה שלוש-ארבע קומות, שצמח עם השנים לחמש-שש קומות, מגרשים קטנים, כחצי דונם, וגודל זה מכתיב למעשה הכול" .

אינטנסיביות עירונית

בפרויקט מסוג זה, קשה להתעלם מסוגיה זו. הבניינים, מזכירים את "עיר העתיד" של לה קורבוזיה. הבינוי משאיר תשליל (נגטיב) של שטחים ציבוריים גדולים בקומת הקרקע, המשרתים את דיירי הסביבה הקרובה אך אינם תורמים לאזור כולו.

5. סקירת כלים - מסקנות

סקירת הכלים על פי הפרויקטים נתנה מבט כולל והיכרות עם כל אחד מן הפרויקטים. בנוסף, חשוב לבחון כל כלי בנפרד ולהגיע למסקנות אודותיו. הדיון ינסה לעמוד טיבו של כל אחד מהכלים האדריכליים אשר נבחנו בסקירת הפרויקטים ולבדוק את הקשר שלו לצפיפות הנתפסת באתר.

5.1 אורכי מבט

בהיבט האורבאני נבחנו שני מקרי בוחן ניו-יורק ובת ים. ניצול שטח הבניה בניו-יורק עומד על 12 FAR, למול בת ים, שניצול שטח הבניה בה עומד על 2 FAR. הציפייה היא שבמקום בו הצפיפות נמוכה יותר, המבט יהיה ארוך יותר. אך בהשוואה זו ניתן להבחין במצב הפוך. בהיבט אדריכלי - מבני, מבט ארוך מתקיים בכל המקרים שהוצגו, למרות שבפועל הצפיפות הפיסית משתנה.

יתרונות השימוש בכלי זה:

קיים קשר ישיר בין התמונה שהעין רואה לבין תחושת המרחב המתקבלת אצל המשתמש. באמצעות השימוש באורכי המבט יכולים המתכננים לשלוט על הצפיפות הנתפסת. בפארק צמרת, הצפיפות הפיסית גדולה מאשר בבת ים, אבל תחושת הצפיפות אינה זהה. המרחב, הגובה ואירגון המבנים בפארק צמרת מאפשר אורכי מבט רחבים המפחיתים את תחושת הצפיפות של הדייר.

5.2 פירוק בתכנית ובחתך

ניתן להניח כי באמצעות "חירור המסה" הן בתכנית והן בחתך, ניתן להפחית את תחושת הצפיפות. בעבודתו של ספדי, מתוכנן פירוק גם בתכנית וגם בחתך, תכנון המפחית את הצפיפות הפיסית ודורש מרחב גדול יותר על מנת להשיג את הצפיפות הרצויה.

מתקבלים חללים פתוחים ציבוריים גדולים, אך חסרי תפקוד, המייצרים פרויקט חסר אינטנסיביות וחסר את הקהילתיות שתוכננו במקור. בלוס אנג'לס ובהביטאט, הפירוק בתכנית הוא הגדול ביותר והצפיפות הפיסית היא הקטנה ביותר. בשניהם הכלי אינו יעיל ביצירת צפיפות גבוהה אך בלתי נתפסת.

עודף שימוש בכלי זה מייצר פעולה הפוכה. כשמנסים לתת דגש על החללים הציבוריים, הציבוריות נפגעת. לעומת זאת, שימוש בכלי זה ויצירה של חללים ציבוריים קטנים, עשוי לתרום להפחתת תחושת הצפיפות והעצמת הציבוריות. בבת ים, על אף הצמצום בשטחים הציבוריים, האינטנסיביות המתקבלת בקומות העמודים חיובית ורצויה.

במגורים של קוריאה, לא קיים פירוק מהותי בחתך, אך עם זאת, השימוש בחללים כפולים במידה הנכונה במקומות הנכונים יוצרים פתיחה נכונה כלפי חוץ, ונותנים "אוויר לנשימה" גם לחלקים האחרים של הדירות. פירוק בתכנית יכול להימצא כלא יעיל. פירוק בחתך במידה מועטה ונכונה, יכול להעצים את תחושת המרחב ובכך להפחית את הצפיפות הנתפסת.

5.3 רעש ופרטיות

קיים קשר ישיר בין אובדן תחושת הפרטיות ובין המצאות אזורים המוגדרים כרועשים, בשל חדירת הרעש למרחב האישי (כמוגדר בדיסציפלינות שונות בפסיכולוגיה). באזורים בעלי צפיפות פיזית נמוכה, הרעש פחות. דוגמה ניתן לראות בפרויקטים של קוראה, ספדי ובעיר לוס-אנג'לס. כפי שעולה מפרויקטים אלו, הפרטיות נפגמת. העיר ניו יורק מדגימה מצב הפוך בו הפרטיות מתקיימת על אף הרעש והצפיפות הקיימים. ניתן להסביר זאת על-ידי מושג "האנונימיות". באזורי פריפריה קטנים, בהם מספר התושבים קטן יותר. תחושת האנונימיות הולכת לאיבוד, כולם מכירים את כולם, ועל מנת להשיג את הפרטיות הנדרשת יש להשתמש במקסימום אמצעים. הקומות הגבוהות במבנה הגבוה מנותקות מסביבתן ומאפשרות השגת פרטיות גבוהה יותר, גם בסביבה רועשת יחסית (כדוגמת: ניו יורק, בומביי ותל אביב). בהקשר של ניו יורק, יש לייחס לרעש גם את ההתייחסות הויזואלית. כאשר אזורים הנתפסים כרועשים יתכן ויתפסו כך בשל עומס פרטים, מבנים, ואלמנטים שונים המרכיבים את החלל.

5.4 קונסטרוקציה וחדשנות

קיים קשר בין טכנולוגיות בניה מתקדמות וחדשנות לתחושת המרחב של המשתמש. השימוש בקונסטרוקציה חדשניות מפגין את יכולות האנושות. בניין בעל טכנולוגיות חדשניות יותר, ייחשב כיוקרתי יותר. כדוגמא, מתחם צמרת בתל אביב בו הכובד הוויזואלי של המסה הבנויה משפיע על העומס הוויזואלי ובעקבות כך גם על התפיסה המרחבית. האם נוכל לדמיין מה היה קורה אילו בת ים כולה הייתה בנויה מפלדה וזכוכית? האם האפקט הוויזואלי תפיסתי היה זהה? האם היינו תופסים בצורה זהה את ההביטאט של ספדי ,אם היה חל בו שינוי דומה?

6. מגבלות המחקר

6.1 הקושי למדוד צפיפות נתפסת

על אף הניסיון לחקור את הצפיפות הנתפסת על ידי כלי התכנון השונים הקיימים, קיימים גורמי השפעה סובייקטיביים פסיכולוגיים שהיקף עבודה זו אינו מאפשר בחינה מעמיקה שלהם. בנוסף, נבחנו בעבודה זו קני מידה שונים בניסיון לתת להם הגדרות משותפות. נבחנה צפיפות בבת ים מול צפיפות בניו-יורק תוך דגש על ההיבט היחסי עם הסביבה כמדד לוקאלי של הצפיפות.

6.2 היקף העבודה

על מנת לייצר כלי תכנון מדויקים יותר יש לבחון מספר רב של תקדימים.

6.3 יישום המסקנות

על מנת לאשש את מסקנות העבודה יש לבחון את הכלים דרך תכנון פרויקטים חדשים שינסו ליישם את המסקנות הללו.

7. סיכום

מאמר זה תפקידו לתת נקודות אדריכליות להתייחסות כשבאים לדבר על תחושות של צפיפות במרחב מסוים.
אורכי מבט, פירוק בתכנית ובחתך, רעש ופרטיות, קונסטרוקציה וחדשנות הן נקודות שהגדרנו ככלי הערכה למרחב המתוכנן. שיערנו שהנקודות הנ"ל משפיעות לטובה ומפחיתות את תחושת הצפיפות, על אף שבגלל היותה תחושה, קשה לאמוד אותה.
סקרנו את כלי ההערכה האלו דרך מרחבים אדריכליים מתוך מחשבה שכך נוכל לאמוד את השפעתם על תחושת הצפיפות. המרחבים האדריכליים שנבחרו שונים בסדר הגודל ובהקשר. החל ממנהטן שבניו יורק, דרך לוס אנג'לס, בת ים, ההביטאט של ספדי, מגורים של צ'רלס קוריאה בבומבי וכלה בפארק צמרת התל אביבי.
נוכחנו לדעת כי על אף הערטילאיות שבתחושת הצפיפות, ניתן לפרוט תחושה זו לפרוטות בצורת חתך, תכנית, יחסים בין מסות ורמות דציבלים. אנו מאמינות שכשמודעים לחשיבות של כלי הערכה שכאלו, ניתן להשתמש בהם גם ככלי תכנון. כשהם נלקחים בחשבון בשלב התכנון המוקדם, ניתן לבנות בבניה רוויה ויחד עם זאת, ליצור חלל איכותי, נעים ומתוכנן היטב.

מקורות

אלון, י., (1977). *צפיפות רקמת המגורים של שכונה עירונית בת 200-500 יחידות דיור והשלכותיה על האיכות הסביבתית ועל עלות הפיתוח*. הטכניון - מכון טכנולוגי לישראל, חיפה.

אלחרמן, ר., וויתק, מ., (1991). *מדריך לחישוב הדרישות לקרקע לצורכי ציבור*. המרכז לחקר העיר והאזור, הטכניון - מכון טכנולוגי לישראל, חיפה.

אלחרמן, ר., וצ'רצ'מן, א., (1998). *צפיפות הבניה למגורים. מדריך להדדת יעילות הניצול של קרקע עירונית*. המרכז לחקר העיר והאזור, הטכניון - מכון טכנולוגי לישראל, חיפה.

לונדון, י., (2003). צפוף אצלנו, צפוף נורא. *ידיעות אחרונות*. מקור 23 בפברואר, 2014, מתוך: http://web.macam98.ac.il/~litami/einats/d2.htm

מזור, א., (1994). אתגרי התכנון המרחבי לישראל בשנות האלפיים. *הביוספרה - ידחון המשרד לאיכות הסביבה*. המשרד לאיכות הסביבה, מקור 23 בפברואר, 2014, מתוך: http://www.snunit.k12.il/heb_journals/biosfera/2401009.html

סמולסקי, ר., ומירובסקי, א., (2008). זה רק מרגיש צפוף. *האדץ*. מקור 23 בפברואר, 2014, מתוך: http://lib.cet.ac.il/pages/item.asp?item=1144

עמיקם, ב., (1996). קוריטיבה, העיר הירוקה. *ירוק כחול לבן: ביטאון פורום המשך והכלכלה למען איכות הסביבה*. מקור 23 בפברואר 2014, מתוך: http://lib.cet.ac.il/pages/item.asp?item=1144

פישר גבירצמן, ד., (1998). *שיטה למדידת צפיפויות של מרחב עירוני צפוף*. הטכניון - מכון טכנולוגי לישראל, חיפה.

צפיפות אוכלוסיה, מקור 23 בפברואר, 2014, מתוך: "ויקיפדיה-האנציקלופדיה החופשית", http://he.wikipedia.org

רוט, ע., (2009). *כשצפוף לוקחים לדיאות*. תחבורה וחברה. מקור 23 בפברואר 2014, מתוך: http://www.way-togo.com/story-246

שנער, ע., (2010). "פארק צמרת", חל אביב של המחר?. *המגזין - עיתון עיצוב*. מקור 23 בפברואר, 2014, מתוך: http://www.israelidesign.co.il/magazine_item_2129.html

Bertaud, A., (2004). *The perfect storm: the four factors restricting the construction of new floor space in Mumbai*. Mumbai FSI conundrum.

Bertaud, A. and Brueckner, K. J., (2004). *Analyzing Building-Height Restrictions: Predicted Impacts, Welfare Costs, and a Case Study of Bangalore, India*. World Bank Transport and Urban development Department Urban Unit.

Corea, C., (1989). Great City - Terrible place. *The New Landscape - Urbanization in the third world*.

Despommier, D., *The vertical farm*, Retrieved February 23, 2014, from: http://www.verticalfarm.com/

Jacobs, J., (1961). *The Death and Life of Great American Cities*. Random House publishers, New York.

MVRDV, (1999). *Meta city / Data town*. 010 Publishers.

Weinstein, A. E., (2002). *The Congestion Evil: Perceptions of Traffic Congestion in Boston in the 1890s and 1920s*. UCB.

תמונות

1. אינטראקציה חברתית - ביטוי גרפי של רשת חברתית מכוונת, Social Network Analysis Visualization, Martin Grandjean, 02.11.13, http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Social_Network_Analysis_Visualization.png

2. צורות שונות לניצול מגרש נתון, איור: בתאל שפירא ולימור גולדהבר

3. פרופורציית בניינים גבוה יחסית לרחוב ומסחר בקומת הקרקע, Madison Street New York, Photo: Marco Derksen, 05.05.2012, http://www.flickr.com/photos/marketingfacts/7151759503

4. האביטאט 67 - פירוק מובהק גם בתכנית וגם בחתך, Architect: Moshe Safdie, Photo: Ken Ratcliff, 27.06.08, https://www.flickr.com/photos/kenspix/2685789777

החייאת מרקמים אורבאניים
הסבת מבנים נטושים למבני מגורים

הדר יונה, ג'ניפר חגג

נושא מצוקת הדיור הינו אחד הנושאים המדוברים ביותר בעולם בשנים האחרונות. אנשים רבים בעולם נשארים מחוסרי בית בשל יוקר המחייה. לצד זאת, ישנם מבנים נטושים רבים בעולם היכולים לשמש קורת גג לפחות לחלק מאותם אנשים. מבנים נטושים אלו מייצגים בזבוז חמור במשאבים ובמיוחד במשאב הקרקע. במקום לנצל את הקרקע עליה מבנים אלו נמצאים, שהיא קרקע מופרת במילא, אנו בוחרים לבזבז חלקות קרקע בתוליות ולבנות עליהן מבנים חדשים.
מטרת המחקר הוא בחינת הפוטנציאל הקיים בסביבה העירונית בישראל לאכלוס מבנים נטושים למטרת מגורים. בשל המחאה החברתית בארצנו, שהתעוררה בשנה האחרונה, עלתה פעמים רבות הטענה, ששימוש במבנים נטושים לצרכי דיור יכול להביא לפתרון מצוקת הדיור בארץ. ההתייחסות ברוב המקרים הייתה למבנים נטושים הנמצאים בערים הגדולות ועל כן, המיקוד בעבודה הוא פוטנציאל מבנים נטושים הנמצאים בסביבה עירונית. הדוגמאות המובאות הן מהארץ ומהעולם, על מנת שניתן לזקק את הסיבות אשר השפיעו על הצלחת אכלוס המבנים או כישלונו ללא קשר ישיר למיקומם ולמשטר המקומי. המטרה היא בחינת המרכיבים הניתנים ליישום על מנת לגרום להצלחת תהליך אכלוס המבנים הנטושים בערים הגדולות בארץ.

1. מבנה נטוש בקהיר, אילנוי.

.1

מבוא

באזורים רבים בארץ ובעולם, תושבים משנים את מקום מגוריהם לטובת מעבר למקום מתאים יותר מבחינה חברתית, אך חלקם עוזבים כתוצאה מהידרדרות אזור המגורים. כתוצאה מכך, מבנים רבים נשארים נטושים ומאבדים מערכם הכלכלי, הפונקציונאלי והאסתטי. תופעת מבני המגורים הנטושים היא תופעה נפוצה בערים רבות בעולם המערבי ופרט במרכזי ערים.

בישראל הפכה תופעה זו לנפוצה בערים הגדולות, אך היקפה עדיין לא ידוע במדויק. בישראל אין מדיניות ממשלתית ברורה בנושא וכן לא נעשה מחקר מקיף. חברת עמידר,[1] האחראית על מבנים נטושים שברשות הממשלה, מגדירה דירה נטושה כך: "יחידת דיור שהיא פרוצה ועזובה או סגורה, שלא התגוררו בה תקופה העולה על חמישה חודשים ולא היה מי שטוען לחזקה בה, ונתקיימו בה סימני נטישה."[2]

להלן סקירה קצרה של חלק מן הסיבות העלולות לגרימת נטישת מבנים בארץ:

•**מעבר מרכז הכובד הכלכלי והחברתי לאזור אחר בעיר.** תמורות החלות במבנה החברה והכלכלה בישראל עלולות לשלול ממקומות בעיר את מעמדם. בעלי נכסים אשר נכסיהם ממוקמים באזור שאיבד מכוחו הכלכלי והחברתי, עלולים לאבד עניין בנכסיהם ולהפסיק להשקיע בהם.

•**שינויים במערכי התחבורה בעיר.** כתוצאה מאילוצים ופיתוח תשתיות, לעיתים מעבירים צירים תחבורתיים ממקום אחד למקום אחר בעיר. אזורים שהיו נגישים בעבר הופכים לפחות נגישים, עובדה העלולה לגרום לתושבים להעתיק את מקום מגוריהם לאזורים נגישים יותר. מאחר והאזור הבלתי נגיש הופך לאזור פחות מבוקש, בעלי הדירות בו מתקשים למכור את נכסיהם, ואלו נשארים נטושים.

[1] עמידר, החברה הלאומית לשיכון בישראל בע"מ, היא חברה ממשלתית לדיור ציבורי שנוסדה בשנת 1949. לחברה תפקיד היסטורי בבניין הארץ ובשיכון מיליוני העולים שהגיעו במהלך שנות קיום מדינת ישראל, וככלי חשוב במימוש מדיניות הרווחה והשיכון של ממשלות ישראל לדורותיהן, תפקיד בו היא נושאת עד היום.
[2] מתוך: דו"ח שנתי 47, משרד מבקר המדינה.

•**תדמית שלילית של אזור המגורים.** עקב חוסר פעילות אנושית ברחוב, אזורים מסוימים עלולים להפוך לשוממים ואף חסרי פיקוח (פורמאלי ובלתי פורמאלי). כתוצאה מכך, פעילות שלילית מתחילה להתרחש במקום. שמו של רחוב מסוים עלול להעלות קונוטציות שליליות ולהיקשר ישירות עם פעילות של פשיעה, זנות וסמים ובכך להשפיע רבות על תחושת הביטחון במקום. בעלי הנכסים בסביבה זו מעדיפים לעזוב את נכסיהם ולעבור לאזור בעל דימוי חיובי יותר. בגין מצב זה הם מתקשים למכור את נכסיהם ואלו נשארים נטושים.

•**מבנים נטושים מעודדים נטישת מבנים נוספים בסביבה.** הנטישה הראשונית של מבנים עלולה ליצור תנאים הגורמים לנטישת מבנים נוספים. תנאים אלו מרחיקים גם תושבים חדשים המעוניינים בנכס הראוי למגורים, לבחור נכס הנמצא מחוץ ל"אזור הנטוש". בכך נמנע אכלוס הנכסים הנטושים מחדש.

•**כדאיות מבחינה כלכלית ותשלומי ארנונה.** מבחינת תשלום המיסים, ישנה עדיפות כלכלית למבנה אשר בעליו לא מצליח למכור אותו, או לא מצליח למכור אותו במחיר המבוקש, להישאר נטוש. בעקבות תביעה שהוגשה לבית המשפט על ידי שלושה בעלי נכסים עזובים מחיפה ומתל אביב "בית המשפט העליון קבע כי רשויות מקומיות בישראל לא יוכלו להמשיך ולגבות ארנונה בעבור נכסים עזובים, זאת בהתאם לסעיף 330 על פי חוק העיריות.[3] על פי פסיקתם של השופטים (אשר גרוניס, אסתר חיות ומרים נאור), עיריות ורשויות מקומיות לא תוכלנה לגבות תשלומי ארנונה על נכס אשר בעליו ימציא בעבורן הודעה על כך שהוא ניזוק ברמה שאיננה מאפשרת שימוש. כמו כן, על בעל הנכס להוכיח כי לא נעשה במקרקעין כל שימוש הלכה למעשה. פסיקתו של בית המשפט העליון לא נתמכה בחלל הריק שכן הסעיף נשוא התובענה איננו סעיף חדש. עם זאת, במשך 15 השנים האחרונות השכילו ראשי העיריות למצוא דרכים רבות על מנת לעקוף הסעיף ולאכוף את הארנונה. דוגמא לעקיפה מסוג זה ניתן לראות בפקודה עירונית מטעם עיריית תל אביב אשר קבעה כי נכס אשר יש לו פוטנציאל לשימוש ועלות השיפוץ שלו איננה עולה על 10% מערכו, חייב בתשלום ארנונה.

השופטים דחו את טענותיהם של באי כוח העיריות וקבעו כי חיוב בעלי הנכסים לבצע שימוש בנכסיהם, לרבות שיפוצם, מהווה מס בפני עצמו. השופטים אף קבעו בפסק דינם כי "בבואה" של העירייה לבחון כשירותו ומצבו של נכס, עליה להתייחס למצבו העכשווי שהרי אין כל משמעות לסיבות אשר הובילו למצבו ו/או העלות לשיפוצו העתידי."[4]

מכאן ניתן להסיק, כי בעל נכס יעדיף לשמור את נכסו במצב רעוע ולא לשלם עליו ארנונה, מאשר לשפצו ולשלם עליו מיסים, אך לא להשתמש בו או למכור אותו.

•**מבנים השייכים לתושבי חוץ.** אחוז מסוים מהמבנים העומדים ריקים כמעט כל השנה, משמשים כדירות נופש לתושבים הגרים מחוץ לישראל.

בהצעת חוק של ח"כ סולודקין הוצע לחייב את המשקיעים הזרים לשלם מס על רכישת דירה בגובה של 20% מערך הנכס. בהצעה נכתב: "בשנים האחרונות אנו עדים לעלייה גדולה במחירי הדירות: הן דירות להשכרה והן דירות למכירה. כתוצאה מכך, רבים מאזרחי ישראל השייכים לשכבות החלשות ולמעמד הביניים אינם מסוגלים לשכור או לרכוש דירה. עלייה זאת במחירי הדירות הייתה לאחת הסיבות העיקריות של גל המחאה החברתית בחודשים האחרונים. אנו עדים גם לתופעה נוספת: רכישה מסיבית של דירות ובתים בישראל על ידי תושבי חוץ שמחזיקים בדירות ובתים אלה בתור נכס. תושבי חוץ אלה אינם מתגוררים בעצמם

[3] חוק העיריות הוא חוק המסדיר את פעולתן של העיריות בישראל.
[4] מתוך אתר בתי המשפט: www.court.gov.il

בדירות שהם רוכשים בישראל וגם אינם משכירים אותן לאזרחי ישראל. כתוצאה מכך, ישנם היום בתי מגורים ואפילו שכונות מגורים (בעיקר באזורי הביקוש) שנרכשו על ידי תושבי חוץ ואף אחד לא מתגורר בהן. תופעה זאת גורמת לצמצום המלאי הקיים של דירות להשכרה וגם דירות למכירה, לעליית מחירים נוספת ומחריפה את בעיית המחסור בדיור בר השגה."[5]

בהיעדר תוקף משפטי להצעת החוק, המשקיעים ממשיכים לקנות כאוות נפשם. בזכות ירידת הדולר ובעקבות פרוץ משבר הכלכלי העולמי של 2008, הפכו תושבי החוץ לשחקן משמעותי בזירת הנדל"ן בישראל. ערי חוף כגון: תל אביב, בתי ים, חיפה אשדוד ונתניה, שאף זכתה לכינוי "הריביירה הישראלית", הפכו ליעד מבוקש לקהל תושבי החוץ, אשר קנו דירות נופש או דירות להשקעה במחירים מופקעים, אליהן הם מגיעים רק בתקופת החגים.

•**הזדקנות ותמותת אוכלוסייה.** באין יורשים לנכס מסוים המדינה יורשת אותו (על פי חוק הירושה סעיף 17ב[6]). המבנים הנטושים במדינה הם באחריות עמידר. לעמידר נכסים נטושים רבים והעברת האחריות לידיה מעכבת את שיקום המבנה. לעיתים המבנה נשאר נטוש במשך שנים רבות.

•**ריבוי בעלים.** מצבים בהם למבנה יש יותר מבעלות אחת, יכולים לגרום לסכסוכים וחוסר החלטיות לגבי השימוש במבנה ואף לנטישתו.

•**מצב בטחוני המהווה איום על השכונה.** אזור הנמצא בגבול בעייתי מבחינה ביטחונית יכול להוות סיבה מספקת לתושבים לעזוב את מגוריהם ולחפש מקום בטוח יותר. סיבה זו נפוצה במקומות רבים בישראל. כאשר שכונה נתונה לפתע תחת התקפות קשות או בזמן מלחמה, הדבר גורם לאיום מתמיד ולהידרדרות קריטית במצב השכונה, המביאה בסופו של דבר לעזיבת מבנים על ידי תושבים ותיקים ומעבר לאזור מוגן.

למבנה נטוש עלולות להיות השפעות כלכליות, חברתיות וסביבתיות לא רק על המבנה עצמו ועל סביבתו המיידית, אלא גם על השכונה בה הוא נמצא ואף על העיר כולה. להלן סקירה קצרה של חלק מהבעיות העלולות להיווצר בעקבות נטישת מבנים:

•**מבנים נטושים הינם משאבים מבוזבזים.** הקרקע עליה עומדים מבנים אלו הינה קרקע מופרת,[7] אשר לא ניתן יהיה להחזירה למצבה הטבעי. בחירה לבנות מבנים חדשים על קרקע בתולית, במקום לנצל את הקרקע המופרת עליה עומדים המבנים הנטושים, מהווה השחתת קרקע טבעית, משאב הולך ומצטמצם עם עלייה במספר האנשים על כדור הארץ.

•**אובדן בהכנסות ממיסים.** נטישת מבנים גורמת לאובדן הכנסות ממיסים לקהילה כולה.

•**ירידה בערכי הנכסים.** בנוסף לירידה בערכי הנכסים עצמם, חלה ירידה בערכי הנכסים בסביבה המיידית.

•**השפעה על הקהילה ועל האסתטיקה השכונתית.** כאשר מבנה ננטש, הוא נהרס בהדרגה כתוצאה מחוסר תחזוקה. גם הסביבה הצמודה אליו מראה סימנים של הזנחה וחוסר טיפוח. הבניין הנטוש יוצר הפרדה פיזית בין בתי השכונה (אזור שלא רוצים לעבור דרכו), מצב העלולה עלול להשפיע על הקהילה. היווצרות אזורים כאלו בשכונה גורמים להפחתת הפעילות השכונתית ובכך פוחתת גם תחושת האחריות שיש לתושבים כלפי השכונה.

•**השפעה על בטיחות ובריאות הציבור.** מבנים נטושים מהווים מפגע בטיחותי ובריאותי. לעיתים קרובות הם משמשים כמזבלות ושורצים

5. מתוך אתר הנדלן: www.realestatetoday.co.il

6. חוק הירושה, התשכ"ה-1965, הינו פעולה משפטית, המתייחסת להעברת רכושו של נפטר ליורש.

7. עפ"י הגדרה של מנהל מקרקעי ישראל, קרקע מופרת הינה "קרקע אשר נעשה בה שימוש אשר יש בו משום פגיעה במרקם, תכונות או איכות הקרקע".

חיידקים ומכרסמים הגורמים למחלות. מבנים נטושים עלולים להכיל כימיקלים ביתיים כמו צבעים וחומרי ניקוי העלולים לסכן את בריאות הציבור. מבנים נטושים עלולים להיות מטרה לשריפה. במחקר שנעשה בניו יורק, ניו ג'רזי ב-1971, נמצא כי 10% מכלל השרפות (ו-20% מהשריפות החמורות יותר) התחילו במבנים נטושים.[8]

2. מבנה נטוש בהדר, חיפה.

•**עידוד פעילות בלתי חוקית.** מבנים נטושים מהווים לעיתים "מגנט" למגוון של פשעים: זנות, סחר בסמים, פשעי רכוש ועוד.

•**עידוד נטישת מבנים נוספים.** הנטישה הראשונית של מבנים עלולה ליצור תנאים שגורמים לנטישת מבנים נוספים.

אכלוס מחדש של מבנה נטוש אינו תהליך פשוט, וברב המקרים מלווה בבעיות. להלן סקירה קצרה של חלק מן הבעיות הללו:

•**בעלות פרטית ותמריצים.** כאשר המבנה נמצא בבעלות פרטית, אין לרשות המקומית סמכות חוקית לומר לבעלים כיצד להתנהל עם רכושם, או לקחת אחריות על הרכוש בעצמה. לרוב, לבעלי הדירות אין מספיק תמריצים על מנת לעבור את התהליך המתיש והיקר של שיפוץ ואכלוס מחדש של הנכסים.

•**בעיות של תכנית בנין עיר (תב"ע).** לחלק גדול מהמבנים הנטושים יש תב"ע משלהם ובשל נסיבות משפטיות או אחרות התכניות אינן מתממשות במשך זמן רב. לרשויות אין כל שליטה על הנושא וגם אין להן אמצעים לכפות על הבעלים לקדם את שימור הבניינים או להרוס אותם ולבנות מבנים חדשים. כאשר יש בעיות באישור התב"ע, לא ניתן לדרוש מהבעלים לשפץ את המבנים בתקופת הביניים עד שהתב"ע מתאשרת. השגת אישור תב"ע היא לעתים תהליך בירוקרטי ארוך ומתיש ובנייה ללא אישור זה מהווה עבירה על החוק.

•**מחיר הנכס.** בעלים של מבנה נטוש עלולים לרצות למכור את רכושם במחיר גבוה. הואיל וערך המבנה רק יורד עם הזמן, הבעלים לא מוכרים את הנכס והוא נשאר נטוש.

•**ריבוי בעלים.** בחלק מהמקרים בעיות של ריבוי בעלות על מבנה מהוות גורם לסכסוכים וחוסר יכולת ליזום פרויקטי שיקום. ניתן לראות כדוגמא

8. Immergluck& Smith, 2005

את המבנה ברחוב נתיב יוסף ליפשיץ 3 בחיפה.[9] המבנה נמצא סמוך לנמל חיפה ולתחנת הרכבת "מרכז-השמונה". מחציתו של הנכס רשומה על שם רשות הנמלים והרכבות[10] ומחציתו על שם מדינת ישראל. "המבנה הוקם בתחילת שנות החמישים של המאה ה-20, ומשנת 1980 הוא אינו בשימוש. בשנת 1998 נאטם המבנה, ומצבו הפיזי ירוד."[11] הנכס נמצא בסמוך למתחם "קמפוס הנמל". עיריית חיפה מעוניינת לבצע במתחם פעולות פיתוח ותשתיות ולבנות קמפוס של מוסדות לימוד אקדמיים, מוסדות נלווים ומעונות סטודנטים. על מנת להשתמש בשטח הנכס לפיתוח צריכה עיריית חיפה את הסכמת הבעלים של הנכס.[12] רשות הנמלים והרכבות היא ישות משפטית שאינה קיימת עוד. עד מועד סיום הביקורת, אוגוסט 2010, עדיין לא הוסדרה הבעלות על הנכס (האם הוא שייך לרשות הנמלים, לרכבת ישראל או למדינת ישראל). אי הסדרת הבעלות על הנכס הביאה לכך שהנכס לא נוצל ביעילות ובאופן מיטבי, ואף הביאה להזנחתו.[13]

•**מערכות בירוקרטיות.** למערכות אלו תפקיד משמעותי בעיכוב פרויקטי שיקום מבנים נטושים. המערכות לרוב מסורבלות ולא יעילות וגורמות לכך שפרויקטים יעמדו במשך שנים ללא התקדמות עקב דרישה להיתרים, אישורים ותמיכת הרשויות השונות.

•**הרס מבנים נטושים.** הרס המבנים מהווה בעיה לרשות, לא רק בגלל עלות ההריסה והאובדן הפוטנציאלי של מס לרשות, אלא גם בגלל הצורך לבנות משהו במקום המבנה ההרוס, שיהיה בעל ערך חברתי כלכלי.

לבחינת התנאים לאכלוס מוצלח של מבנים נטושים, המחקר עוסק בחלקו הראשון בבחינת מקרי בוחן ובחלקו השני בהתוות ארגז כלים להליך נכון.

בחלק הראשון מוצגות דוגמאות מהארץ ומהעולם להתמודדות עם בעיית המבנים הנטושים, תוך התמקדות בשני קנה מידה שונים:

•**קבוצות מבנים נטושים.** בחינת דוגמאות בהן הבתים הנטושים מהווים שכונות שלמות או מתחמים שלמים.

•**מבנים נטושים בודדים מפוזרים בעיר.** בחינת דוגמאות בהן הבתים הנטושים מפוזרים בשכונות מאוכלסות בעיר.

כל קנה מידה נבחן על פי רשימת קריטריונים הבאה:

•**כיצד מתמודדות רשויות בעולם עם תופעת המבנים הנטושים?**

•**מהי רמת ההשקעה הנדרשת מצד הרשות המקומית על מנת שאכלוס המבנים יהפוך ל"תהליך" ויישא תוצאות?**

•**מהי מידת ההצלחה של הדוגמאות הנבחרות במיגור הבעיות הנלוות לבתים הנטושים, ולאילו קריטריונים ניתן לייחס הצלחה זו?**

•**מהם החסמים שעומדים בפני כל אחת מהדוגמאות ומה ניתן ללמוד מהם?**

בחלק השני בנינו רשימה של עקרונות, אשר הסקנו מן הדוגמאות שנבחנו. עקרונות אלו היוו את התנאים, שעליהם להתקיים, או שצריך להימנע מקיומם, לשם אכלוס מוצלח של מבנים נטושים בארץ.

[9] מתוך דו"ח מבקר המדינה 61ב: חברת נמלי ישראל - הסדרת השימוש בנכס בנמל חיפה, 2010

[10] רשות הנמלים והרכבות - בשנת 1988 הכפיפה הממשלה לאחריות "רשות הספנות והנמלים" גם את רכבת ישראל, שהייתה אז גוף מיושן ומפסיד. הרשות, שהפכה ל"רשות הנמלים והרכבות", ניהלה את שני התחומים יחד וקידמה את מאמצי ההתחדשות של הרכבת. בסוף שנות ה-90 הוחזר הפיקוח על הרכבת לידי הממשלה ובשנת 2003 הופרדה רכבת ישראל סופית מהרשות והפכה לחברה ציבורית.

[11] מתוך דו"ח מבקר המדינה 61ב: חברת נמלי ישראל - הסדרת השימוש בנכס בנמל חיפה, 17/5/2011

[12] שם.

[13] שם.

קבוצות מבנים נטושים

•**דטרויט, מישיגן, ארה"ב.** דטרויט היא העיר העשירית בגודלה בארצות הברית והגדולה ביותר במדינת מישיגן. עם השנים, הפכה העיר לסמל הדעיכה העירונית בארצות הברית.[14] לדעיכת העיר קדמו מספר אירועים: בשנות ה-60 התחוללו בעיר מהומות רבות על רקע גזעי, בשנות ה-70 סבלה העיר מיתון קשה, ובשנות ה-80 דעכה תעשיית הרכב, בין השאר כתוצאה מתחרות קשה עם רכבים מיפן. כל אלו הביאו לנהירה המונית של תושבים, בעיקר לבנים, אל מחוץ לעיר. בשנות ה-50, מנתה העיר כ-2 מיליון תושבים. כיום, מספרם נמוך ממחצית משיא זה. ההגירה השלילית המאסיבית, אשר הותירה שכונות שלמות בעיר נטושות, ואלפי בניינים ריקים העלתה מושג חדש לתודעה:"Shrinking Cities". האוכלוסייה בדטרויט הולכת ומתכווצת. על פי נתונים מתוך סקר שנעשה בשנת 2010 על ידי לשכת מפקד האוכלוסין של ארצות הברית עולים הנתונים הבאים: מספר בתי המגורים בדטרויט בשנה זו הוא 349,170. מתוכם, מספר בתי המגורים בהם גרים בפועל הוא 269,445 ומספר הבתים הריקים הוא 79,725, כלומר, כ-23% מהבתים עומדים ריקים.

לשם ההשוואה, נבדק אחוז הדירות הריקות בערים בסדר גודל דומה. מהבדיקה עלה כי אחוז הדירות הריקות בבוסטון הוא 7.2%, ובסן פרנסיסקו אחוז הדירות הריקות הוא 8.25%.[15] כמות המבנים הנטושים האדירה, משפיעה בין היתר על רמת הפשיעה בעיר. בשנות ה-70 וה-80 כיכבה העיר בראש רשימת ערי הפשע בארצות הברית. סרטי פשע המתרחשים בדטרויט, כדוגמת "רובוקופ" ו"השוטר מבברלי הילס" תרמו לחלחול התדמית הקודרת של העיר בתודעה האמריקאית. חוסר הביטחון של אנשים לגור בעיר בה רמת הפשיעה מרקיעה שחקים, הביא להגירה שלילית נוספת מן העיר. נסיונות רבים נעשים על מנת לשקם את העיר. ראש העיר דטרויט החליט, למשל, שיש צורך לזהות ולהרוס מבנים מסוכנים, המאיימים על איכות החיים בשכונות העיר. הוא מימן את הרס המבנים מכספי התכנית לשיקום שכונות בעיר. (עד כה 6,975 נהרסו והתכנית להרוס כ-10,000 עד סוף כהונתו).[16]

פרויקטים אחרים מעודדים החזרת אוכלוסייה לעיר, כמפתח להצלת המבנים הנטושים. אחד הפרויקטים נקרא: "Live Detroit". הפרויקט מממן סכומים נכבדים לתושבים שיסכימו לעבור לגור ולעבוד בעיר. מתן תמריצים כלכליים מהווה דוגמה לשכנוע אנשים להישאר בדטרויט ולשקמה.

ג'ון גלאגר, מחבר הספר "לדמיין מחדש את דטרויט" ("Reimagine Detroit"), רואה את דטרויט כעיר קטנה יותר, שמגוון תעשיות יציעו מקומות עבודה לקומץ שכונות ששרדו את הדעיכה. יישום החזון של דטרויט המוקטנת ידרוש ממקבלי החלטות בחירה בין שכונות ותיעול כספים לאלה החיוניות יותר.[17]

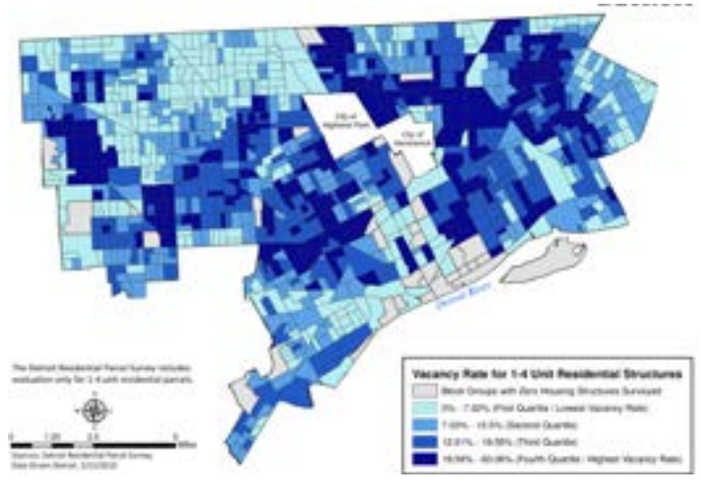
דטרויט הגיעה למצב קריטי. ההשקעה הנדרשת על מנת לשקם אזורים נרחבים נטושים היא עצומה והתוצאה הסופית תהיה כרוכה ככל הנראה בהקטנת העיר. ייקח זמן רב למגר את כל הבעיות הנלוות למבנים הנטושים בעיר, אם דבר זה בכלל אפשרי. ממצב זה ניתן ללמוד כי יתכן וקיים רף עליון להיקף קבוצת מבנים נטושים, ממנו הדרך חזרה היא כמעט בלתי אפשרית, אם בכלל וככל הנראה תדרוש פעולות קיצונית.

[14] אתר לשכת מפקד האוכלוסין האמריקאי: http://www.census.gov

[15] *שם.*

[16] מתוך אתר עיריית דטרויט: www.detroitmi.gov

[17] Gallagher, 2010.



3. אחוזי המבנים הריקים בדטרויט, מישיגן.

.3

הרשות המקומית עושה מאמצים להתערב ולפתור את הבעיה אך הסיכוי אינו ברור. מדוגמא זו ניתן ללמוד על רמת חשיבות הפיקוח והתערבות הרשויות בזמן.

•**"קמפוס הנמל", העיר התחתית, חיפה, ישראל.** פרוייקט "קמפוס הנמל", הינו פרוייקט שיזמה עיריית חיפה, במטרה להחיות את מתחם העיר התחתית בחיפה, המשתרע מבית דגון ועד לבניין משרדי הממשלה ונחצה במרכזו על ידי רחוב שער פלמר. המתחם מתאפיין בבנייה רציפה לאורך דרך העצמאות, וכולל ארבעה בלוקים עירוניים שאורכם הכולל כ-700 מ', רוחבם הממוצע כ-100 מ', וגובהם בין 3 ל-6 קומות.[18] על פי נתוני הארנונה, במתחם זה בנויים כ-172,000 מ"ר על שטח קרקע של כ-56 דונם. זכויות הבנייה באזור הן כמעט פי 2 מהשטח הבנוי הקיים.[19]

מתחם העיר התחתית היווה בתחילת שנות ה-30 אתר לפעילות עורפית לנמל. המתחם שימש שער למאות אלפי יהודים שהגיעו ארצה. "עם קום המדינה הפך נמל חיפה לנמלה הראשי, וחיפה התבססה כעיר תעשייה ושירותים. לאורך דרך העצמאות פעל שוק ימאים שוקק, אנשים באו ויצאו בדרך הים, ובקרבת טרמינל הנוסעים פעלה תחנת הרכבת חיפה מרכז, שהוקמה עוד בידי הבריטים."[20] התפתחויות שחלו בתוך העיר חיפה הרחיקו את מרכז הכובד הכלכלי והחברתי שלה ממרכזה ההיסטורי לאורך הרבע האחרון של המאה ה-20.[21] "הרחוב הוסיף לשמש כציר מעבר ראשי בין מרכז הארץ והפרוורים הצפוניים, אולם הוזנח במישור העירוני. תחנת האוטובוסים של חיפה עברה מהעיר התחתית מערבה והעורף התפעולי סביב הנמל וסביב דרך העצמאות הפך לחצרה האחורית של העיר, ולמקום נטוש מפעילות לאחר סיום שעות העבודה."[22]

בשנות ה-70 החלה תזוזה מזרחה של הפעילות הנמלית. מצבו הפיזי של המתחם הלך והידרדר. בניין קריית הממשלה ובתי המשפט שהוקמו באזור בשנות ה-90 הביאו לנטישה המונית של משרדים, ורבים מבנייני

[18] מתוך דו"ח שלב א', תמ"א 3/13/א, משרד הפנים, מנהל התכנון, האגף לתכנון נושאי.
[19] *שם*.
[20] מתוך אתר ויקיפדיה: http://he.wikipedia.org, בערך "דרך העצמאות"
[21] *שם*.
[22] *שם*.

העיר התחתית התרוקנו. המתחם עמד נטוש במשך שנים, לא היה רווחי וחזותו הירודה פגעה באסתטיות הרחוב ובערך המבנים הסמוכים.

בשנת 2008, כחלק מניסיון של "פעולת החייאה", החליטה עיריית חיפה למתג את המתחם הנטוש כמתחם "קמפוס הנמל" ולייעד את המבנים הנטושים למעבר של מכללות ואוניברסיטאות, הקמת מוסדות נלווים וכן הקמת מעונות סטודנטים. החל משנת 2009 ובהתאם לבקשת ראש העיר נמסר ניהול הקמפוס לידי חברת שקמונה.[23] החברה הקימה את "מנהלת הקמפוס", אשר תפקידה לטפל במכלול הנושאים השוטפים של המתחם.

מבחינת בעלויות, חלק מן הנכסים בקמפוס הינם בבעלות פרטית וחלקם הינם בבעלות העירייה. מנהלת הקמפוס אחראית לשיווק ומעקב אחר הנכסים וכן היא המקשרת בין בעלי הנכסים במתחם ליזמים המעוניינים להשקיע. במידה ויש התעניינות בנכסי העירייה, מופנים המתעניינים למחלקת נכסים בעירייה.[24] נכון למועד בו נערכה הביקורת מטעם מבקר העירייה, בשנת 2011, ישנם כ-50 נכסים בתחום קמפוס הנמל הנמצאים בבעלות העירייה. רובם המכריע של נכסים אלו מוחכרים עד לשנת 2025, תמורת דמי חכירה מינימאלים. יתרת הנכסים מושכרים למוסדות אקדמיים ובשימוש של העירייה כמעונות סטודנטים. בהתאם לנתוני הביקורת, ישנם ארבעה מבנים עירוניים פנויים בקמפוס ועוד שש חנויות

4. בניינים בעלי אחוז דירות ריקות גבוה, קמפוס הנמל, חיפה.

.4

פנויות בקומת המסחר.[25]

ייחודו של הפרוייקט, הוא הניסיון לשיקום אורבאני באמצעות מוסדות אקדמאים להשכלה גבוהה. הכוונה היא, שהשקעה בתשתיות ציבוריות, ועידוד מכללות ובתי עסק להגיע למקום יהוו מנוף לשיקום האזור העירוני וימשכו לאזור תחילה צעירים וסטודנטים ובעקבותיהם את כלל הציבור החיפאי.

מתן תמריצים כלכליים הינה דרך הפעולה העיקרית של העירייה. היא מעודדת יזמות פרטית ונותנת תמריצים לשימוש במקום. לפעילות עסקית העירייה מציעה הנחה בתשלום ארנונה. לסטודנטים העירייה מציעה תמריצים כלכליים: מחירים מסובסדים לדירות גדולות ומרווחות כגון לופטים, עליהם משלמים הסטודנטים מחירים נמוכים של כ-800 ש"ח, לסטודנטים שיתגוררו בקמפוס הנמל, 70% הנחה בתשלום הארנונה

[23] חברת שיקמונה הינה חברה ממשלתית עירונית לשיקום הדיור בחיפה. היא הוקמה בשנת 1961 עפ"י החלטת ממשלת ישראל להקים חברות משותפות לממשלה ולעיריות, ולחיסול משכנות העוני תוך הגברת ראיית האינטרסים העירוניים.
[24] מתוך דו"ח מבקר העירייה לשנת 2011:
http://www.haifa.muni.il/Docs/Documents/documents/Mevaker2011/Shikmona pdf
[25] מתוך דו"ח מבקר העירייה לשנת 2011:
http://www.haifa.muni.il/Docs/Documents/documents/Mevaker2011/Shikmona.pdf

(הנחה שמוענקת לכל הסטודנים בחיפה, ולא רק לסטודנטים המתגוררים בקמפוס הנמל) ובנוסף מנוי לתיאטרון חינם לכל סטודנט. העירייה מעודדת בניית מגורים מיוחדים לצעירים, אשר יימכרו במחירים נמוכים יחסית (בשל מחירי הקרקע הנמוכים). באמצעות פעולה זו מנסה העירייה לייצר הזדמנות לצעירים מבוססים יותר להשתלב באזור. מהנדס העיר חיפה, אריאל וטרמן, אומר על התוכנית לקמפוס: "התוכנית מייצגת תופעה שבה יזמים פרטיים נכנסים לפרויקט שהעירייה קידמה, וממנפים בו את נושא המגורים".[26]

בנוסף לתמריצים כלכליים, ניסתה העירייה לקדם את אכלוסו של האזור גם על ידי שיפור החזות החיצונית של המתחם על ידי מתן הוראה לשיפוץ חזיתות. בשנת 2009 נשלחה דרישה לבעלי הנכסים ברחוב לשפץ את חזיתות הבניין שבבעלותם, בהתאם לחוק העזר לחיפה (שמירת הסדר והניקיון), התשמ"ב 1981. ההיענות לשיפוץ הייתה אפסית. הואיל והעירייה לא דאגה לאכוף את הדרישה השיפוץ לא בוצע. במרץ 2010, בסיור משותף של נציגי העירייה ונציגי חברת שקמונה ברחוב הנמל, הוחלט כי תישלח דרישה משפטית לכ-10 בעלי נכסים באזור לשיפוץ החזיתות. על פי דוח מבקר המדינה משנת 2011, דרישה מעין זו מעולם לא נשלחה לבעלי הנכסים.[27]

למרות מאמציה הרבים של העירייה לקידום ואכלוס הפרויקט, התהליך הינו תהליך איטי ומתמשך. בעיות כגון דימוי שלילי של האזור, מראה מוזנח, חושך בלילות, רעש מן הכביש הראשי הסמוך ומצוקת חנייה משפיעים על ההחלטה לעבור לגור במתחם. ניתן לשער כי אלמלא הוכנסו אוניברסיטאות ומכללות למתחם והמתחם קיבל ייעוד מוגדר, אכלוס המתחם הנטוש כלל לא היה מתבצע. ייעוד זה הוקנה למתחם במחשבה שבעקבות נדידת אוניברסיטאות ומכללות לאזור תגיע גם אוכלוסיה רבה בו זמנית. ניתן לראות כי למרות שאוניברסיטאות ומכללות כבר העבירו את שטחן לשטח הקמפוס החדש, אכלוס המקום למגורים על ידי סטודנטים הוא תהליך מתמשך ואלו מעדיפים להתגורר בחלקים אחרים של העיר.

למרות הקושי באכלוס מיידי, ניתן לומר כי ישנה הצלחה מסוימת במיגור הבעיות הנלוות למבנים הנטושים וזאת בשל פיקוח צמוד של העירייה. ערך הנכסים החל לעלות, תכנון קפדני של המתחם מביא בעלים נוספים לפקח על המקום ומונעים מגורמים בלתי רצויים להיכנס. אסתטיקת הרחוב השתפרה משמעותית כתוצאה מכניסת המוסדות להשכלה גבוהה ומהשקעת העירייה במרחב הציבורי, בתשתיות ובמגורי סטודנטים.

בדוגמא זו ניתן לראות כי ההשקעה הנדרשת מצד הרשות המקומית, על מנת שאכלוס המבנים יהפוך לתהליך מתמשך ונושא תוצאות, היא רבה מאוד לעומת התמורה המיידית. נראה כי בתמורה לכסף ולמשאבים הרבים שהושקעו ומושקעים בתהליך ההתחדשות של האזור, ציפתה העירייה לתוצאות מהירות הרבה יותר מאלו שהיו בפועל. אין ספק כי התמריצים הכלכליים שהעמידה העירייה וחבירתה לגורמים פרטיים לשם אכלוס המתחם, תרמו רבות להחייאת המתחם, אך עם זאת הזנחת נושאים רבים אחרים כגון חזות המתחם ומתן פיתרון לבעיות חניה מעכבת את התהליך. סיבה נוספת לעיכוב היא כנראה ריחוק מתחם "קמפוס הנמל" מאזור הבילוי המרכזי של הסטודנטים בחיפה, הנמצא באזור "שדרות מוריה".[28] להאצת התהליך, העירייה צריכה להשקיע מאמצים ואמצעים

[26] ברומברג, 2011.
[27] מתוך דו"ח מבקר העירייה לשנת 2011 : http://www.haifa.muni.il/Docs/ Documents/documents/Mevaker2011/Shikmona.pdf
[28] שדרות מוריה הינו ציר הבילוי המרכזי של חיפה. שפע מסעדות, פאבים, חנויות בגדים, חנויות נעליים וחנויות בוטיק ייחודיות נמצאות משני צידי השדרה החוצה כמעט את כל רכס הכרמל. חיי הלילה בציר מוריה תוססים ומלאי אווירה וחוויה חיפאית

נוספים בניסיון לייצר מרכז תרבותי-סטודנטיאלי שוקק באזור. המגמה המסתמנת בשיפור מצב המתחם היא אמנם איטית אך חיובית. הכנסת אוכלוסייה חזקה וצעירה למתחם הנטוש, משפרת את תחושת הביטחון ברחוב. לאט לאט נפתחים עסקים נוספים באזור, המיועדים לשירות הסטודנטים דוגמת פאבים ומסעדות, חנויות לכלי כתיבה ולביגוד ועוד. עם זאת, השקעת מאמצים רבים מצד העירייה בהחייאת המתחם, הביאה להזנחת אזורים רבים אחרים בעיר. גם כאן ניתן לחזור ולתהות בפסיקתו של גלאגר[29] לגבי העיר דטרויט בדבר נכונות העיר להשקיע בהחייאת אזור נטוש גדול, הנמצא בסביבה שאינה מתפקדת ודורש השקעת אמצעים רבים להחייאתו, או להשקיע את המאמצים באזורים נטושים נקודתיים, קטנים יותר, הנמצאים בתוך סביבה מתפקדת?

•פרוייקט תיאורטי - החייאת אזור "שוק תלפיות" בהדר, חיפה[30]

שכונת הדר הכרמל, המכונה בקיצור "הדר", הינה שכונת מגורים ותיקה, הממוקמת על המדרגה שבין העיר התחתית והכרמל. בנוסף להיותה שכונת מגורים, שכונת הדר היוותה מרכז אורבאני ראשי עבור העיר חיפה משנות הקמתה ועד לשנות ה-80, והיתה למוקד המסחרי והתרבותי העיקרי בחיפה. עם השנים החלה הידרדרות משמעותית בשכונה, הידרדרות הנמשכת עד היום. אוכלוסיה חזקה שהתפתחה בשכונה עברה לשכונות אחרות בעיר, בתי ספר נסגרו עקב מחסור במשפחות בשכונה. חלק מבתי המסחר עברו לקניונים החדשים שצמחו ופגעו בחיי הרחוב השוקקים של אותה התקופה. שכונת הדר, שהיתה לב ליבה של חיפה, איבדה את תדמיתה החיובית והפכה לשכונת פשע אליה איש אינו מוכן להתקרב בשעות החשכה. אירוע נוסף שהתרחש בשכונה במקביל להידרדרותה היה מעבר פקולטות בטכניון, שמשכנם היה בטכניון הישן בהדר, אל משכנם החדש בקריית הטכניון הסמוכה לשכונת זיו. האחרונה בהם הייתה הפקולטה לארכיטקטורה, שעברה לקריית הטכניון בשנת 1985 ולקחה איתה את אחרוני הסטודנטים מהשכונה.

.5

.6

5-6. מבנים נטושים בשכונת הדר בחיפה.

על פי נתונים מטעם המחלקה למחקר מידע וסטטיסטיקה בעיריית חיפה לשנת 2008[31] נראה כי במהלך השנים עולה מלאי הדירות לעומת האוכלוסייה שהולכת ומתמעטת. נתון זה מראה כי נוצר מצב בו עשרות דירות עומדות ריקות ברחבי השכונה. לשם ההשוואה, נטען כי ההבדל העיקרי בין הדירות הנטושות בשכונת הדר לבין הדירות הנטושות באזור של "קמפוס הנמל" הוא הסביבה בהן הן נמצאות. באזור "קמפוס הנמל", המצב ההתחלתי, לפני תחילת נסיון השיקום, כלל אזור גדול, ריק ברובו מתושבים, עם פעילות מסחרית מועטה, ללא פעילות עירונית וללא פאבים ומסעדות.

מכאן משתמע, שכדי להחיות את אזור קמפוס הנמל, העירייה הייתה צריכה ליזום פעילויות עירוניות במתחם דוגמת "קלבת שבת",

[29] Gallagher, 2010.
[30] מתוך פרוייקט הגמר באדריכלות של אדר' ג'ניפר חגג
[31] אתר הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה: www.cbs.gov.il

"צובחוץ", יריד אומנות וכדו', לתת תמריצים כלכליים לבעלי פאבים ומסעדות, לתת תמריצים לאוניברסיטאות ופקולטות על מנת שיעבירו את משכנן למתחם (יעקרו את עצמן מאזור אחר בעיר ובכך עשויות להחליש אזורים אחרים), לתת תמריצים לסטודנטים שיסכימו לעבור לגור באזור, ועוד אינספור פעילויות יזומות להחייאת האזור. הבעייתיות נובעת ככל הנראה מכך שגורמים אלו תלויים אחד בשני: אם לא יעברו המכללות - הסטודנטים לא יבואו; אם לא יפתחו פאבים ומסעדות - הסטודנטים לא יבואו; אם הסטודנטים לא יבואו - לא יפתחו פאבים ומסעדות; אם לא ישופץ הרחוב ויפתרו בעיות החנייה - הסטודנטים לא יבואו; אם הסטודנטים לא יבואו - לעירייה לא יהיה תמריץ לשפץ את הרחוב ולפתור את בעיות החנייה. על כן המאמצים צריכים להיות מושקעים בכל המקומות בעת ובעונה אחת.

בשכונת הדר, לעומת זאת, התשתית לחיי הסטודנטים כבר קיימת. ישנה פעילות מסחרית בשעות היום, ישנם פאבים ומסעדות המרוכזים באזור רחוב מסדה. מידי פעם מתרחשת פעילות עירונית, בעיקר סביב בניין הטכניון הישן, המשמש כיום כמוזיאון למדע. לאור תמונת מצב זו מסתמן כי ככל הנראה יש להחזיר סטודנטים להדר.

הדרך אשר נבחרה לעודד את אכלוס המבנים הנטושים הוא על ידי העברת פקולטה אחת, הפקולטה לארכיטקטורה, שהיא פקולטה פעילה במהותה ומחוברת אל העיר, אל מבנה גדול ומשמעותי בשכונה והוא מבנה "שוק תלפיות" הנטוש אף הוא. מבנה "שוק תלפיות" נבנה על ידי חברת "סולל בונה" בשנת 1940 ביוזמת "ועד הדר הכרמל" על מנת לרכז את המסחר הקמעוני של התוצרת החקלאית בשכונת הדר. האדריכל משה גרסטל תכנן את המבנה לאחר שזכה בתחרות. המבנה היה אחד המפוארים באותה התקופה והיווה ציון דרך אדריכלי חשוב של הסגנון הבינלאומי. עם הזמן גלש השוק אל מחוץ למבנה ונוצרו שני שווקים בבעלויות שונות. מאז שנות ה-90 משמשת רק קומה אחת כשוק ואילו קומות המסחר האחרות ננטשו לחלוטין. כיום, מבנה השוק מוזנח לחלוטין, אין כניסה לקומות העליונות עקב סכנת התמוטטות, השלד נשאר יציב יחסית ואילו החזיתות מתפוררות. רוב החלונות במבנה מנופצים. למרות מצבו הרעוע, הבניין מהווה מוקד עירוני חשוב ומוכר לכל תושבי חיפה.

.7

.8

מבנה שוק תלפיות מקושר ישירות לשני הצירים הראשיים של שכונת הדר: רחוב החלוץ ורחוב הרצל המקשרים בין אזורי היסטוריה ותרבות של העיר. מבחינה אורבאנית, נמצא כי יכול להתקיים בהדר קשר חזק בין ארבעה מוקדים בולטים: מתחם שוק תלפיות, מתחם העירייה, מתחם מוזיאון המדע ומתחם תיאטרון חיפה.[32] ניתן ליצור קשר פיזי באמצעות תנועה ישירה וקשר אקדמי על ידי שימוש במבני ציבור להעברת

7. פנים מבנה שוק תלפיות בשנת 1940, חיפה
8. מבנה שוק תלפיות הנטוש כיום, חיפה

[32] לפי מספר גדול של מיפויי תנועה, שימושים ומרחב ציבורי שנעשו ע"י ג'ניפר חגג בעבודת הגמר.

תכנים לימודיים השייכים לפקולטה. בצורה זו נוצרת מערכת קשרים בין האקדמיה לבין שכבות נוספות בשכונה, עד כדי טשטוש גבולות

.9

.10

.11

.12

האקדמיה במרחב העירוני והשתלבות אמיתית בחיי הקהילה.

כאשר המערכת העירונית סביב המבנים הנטושים חוזרת לעבוד באמצעות מאמץ טיפול נקודתי ספציפי, קיים צפי כי אכלוס המבנים הנטושים, אשר יועדו בעבודה זו בחלקם למיקום פונקציות השייכות לפקולטה ובחלקם למעונות סטודנטים, יתבצע בצורה מהירה ויעילה. הסטודנטים, אשר יבחרו לגור בשכונה, לא יגורו באזור המרוחק מחיי העיר, אלא יגורו בליבה של העיר, באזור לו תשתית המאפשרת צמיחה של חיי חברה.

•בוסטון, מסצ'וסטס, ארה"ב. בשנת 2008, שינתה עיריית בוסטון את המינוח "מבנים נטושים", למינוח "מבנים במצוקה" בשל בעיות משפטיות הנובעות מהמינוח הראשון. העירייה הגדירה "מבנים במצוקה" באופן הבא:

"A distressed building, is any residential, commercial, industrial, or mixed-use building (excluding sheds and garages on residential property) that is not occupied and has visible signs of physical distress (i.e., Boarded, burned, open to the elements, or otherwise deteriorated). Buildings used for storage may be surveyed as distressed if they are boarded or appear otherwise unoccupied"[33] עיריית בוסטון דאגה להקמת מחלקה בעירייה שמטרתה, כפי שהוגדרה באתר העירייה, היא להפוך את בוסטון לעיר הכי חיה באומה וזאת באמצעות עבודה עם הקהילות ובניית שכונות חזקות על ידי השקעה אסטרטגית של משאבים ציבוריים.[34]

הרשות המקומית מיפתה את כל המבנים הנטושים בבוסטון, ופנתה לכל אחד מבעליהם על מנת שישפצו אותם. במידה ובעלי הדירות לא עשו זאת, העירייה שיפצה את הנכס במקומם ושלחה לבעלים חשבונית

9. הקשר בין ארבעת המוקדים העיקריים בשכונת הדר: מתחם שוק תלפיות, מתחם תאטרון חיפה, מתחם הטכניון הישן (כיום מוזיאון המדע) ומתחם עיריית חיפה.
10. סדר הקמת המבנים באזור שוק תלפיות לפי תקופות בנייה, כאשר הסימון האדום מציין את שנות ה-20 הראשונות והסימון החום מציין את שנות ה-70 ומעלה.
11. המבנים השונים לפי שימושים: מבני הציבור באדום, מסחר באפור כהה ומגורים באפור בהיר. כמו כן ניתן להתרשם מכמות המבנים הנטושים באזור.
12. פוטנציאל המוקדים שניתן לחזק באזור, ועל ידי כך לייצר רצף המשכי בין אזורים שכיום מוזנחים ומנותקים.

[33] http://www.cityofboston.gov/dnd/pdr/Distressed_Buildings_Reports.asp

[34] *שם.*

.13

13-15. החייאת שכונת הדר ע"י הכנסת הפקולטה לאדריכלות למבנה שוק תלפיות

.14

.15

לתשלום. כאשר בעל הדירה לא התייחס גם בפעם השנייה להודעה ולא שילם את החשבון, העירייה פשוט עיקלה את הנכס. בדרך זו, משנת 1997 עד לשנת 2010 בוסטון הצליחה לצמצם את מספר הבתים הנטושים ביותר מ-70%.

עיריית בוסטון הצליחה להשתלט על תופעת התרוקנות המבנים במחוזותיה על ידי רצינות וארגון מופתי של לוחות זמנים, מיפויים, תחקירים מקיפים, הגשת דוחות שנתיים המפרטים במדויק נתונים וכמויות על מנת

.16

16. הירידה במספר המבנים הנטושים בבוסטון בין השנים 1997-2010

ללמוד מהם לשנה שאחריה. באתר עיריית בוסטון ניתן לגשת לכל אחד מהדוחות ולהתרשם מהם. באתר הסבר לתושבים שאינם בקיאים בשימוש במאגרי המידע, המפרט שלב אחרי שלב את סדר הפעולות הטכני על מנת לגשת למסמכים הרצויים. ישנה שקיפות מלאה מצד הרשות כלפי התושבים, המעודדת אותם לשתף פעולה בנושא ולהרגיש מעורבים בחיי הקהילה באזורם.

בכל אחד מהדוחות השנתיים, הרשות מיפתה את המבנים הנטושים על פי מפתח השכונות בעיר, בחנה את אחוז המבנים ובאמצעות זאת איבחנה את האזורים הבעייתיים יותר הדורשים טיפול מיוחד. נציגים מטעם הרשויות פעלו ברחבי השכונות לטיפול נקודתי ויעיל יותר. ברשות קיים פירוט לגבי סוגי המבנים הנטושים, אופן הטיפול בהם, מספר המשפחות שהמבנה יכול להכיל, כמות המיסים שנגבתה מבעלי הדירות.

בוסטון הינה דוגמא מצויינת לטיפול בבעיית המבנים הנטושים. ניכר כי עיריית בוסטון לקחה על עצמה ברצינות רבה את התפקיד לצמצום המבנים העזובים במחוזותיה ואופן הטיפול בבעיה משמש דוגמא לרשויות רבות בעולם. הרשות רצתה לעקור את הבעיה מהשורש ולטפל בה מן היסוד, בעיקר ברמה התחיקתית. באמצעות חקיקה פורמאלית, הרשות אילצה את בעלי הדירות לטפל בנכסיהם ודאגה לאכוף חוקים אלו בפועל באופן גורף. הרשות התמודדה עם הבעיה בצורה עקבית ותקיפה ולא אפשרה לבעלים להתחמק מהאחריות המוטלת עליהם.

בנוסף להיבט החוקי, התייחסה עיריית בוסטון גם לתושבים עצמם ושיתפה אותם בתהליך השיקום שאזורם עבר. התושבים יכולים לקבל מידע לגבי הדוחות השנתיים, תוצאותיהם והתקדמות הפרויקט בדרכים שונות: באתר האינטרנט, באמצעות שליחת מייל למחלקה המטפלת בנושא ואף דרך מענה אנושי בטלפון. אמצעים אלו איפשרו גישה נוחה ומגוונת לתושבי העיר.

רמת ההשקעה מצד הרשות, על מנת להתחיל בתהליך אכלוס המבנים הנטושים הייתה גבוהה ביותר. היה צורך בחקיקת חוקים ואכיפתם בפועל, השקעת תקציבים לצורך המחקר והשיקום, גיוס כוח אדם מספק לטיפול בנושא, עדכון הנתונים והנגשתם לתושבים, וכן איתור כל אחד מבעלי הדירות של המבנים שננטשו. יתכן כי רשויות אחרות אינן מסוגלות מבחינה כלכלית או מבחינת כוח אדם לעמוד בכך. השאלה היא סדרי עדיפויותיהם של הרשויות השונות. העובדות בשטח מדברות בעד עצמן. ניכר כי ההשקעה משתלמת ביותר ונושאת תוצאות המשפיעות בצורה חיובית ומשמעותית על העיר בכל ההיבטים החברתיים, הכלכליים, הקהילתיים והעירוניים. גישתה של עיריית בוסטון מהוה דוגמה מוצלחת לראייה כוללת של הרשות המקומית וחשיבה לטווח הרחוק לטובת העיר אותה היא משרתת.

הצלחת התהליך הודות לשילוב התחום הפורמאלי התחיקתי והתחום הבלתי פורמאלי של שיתוף הציבור. עיריית בוסטון הבינה כי הבעיה תיפתר בעזרת התושבים הגרים במקום. עצם שיתוף התושבים באופן פעיל

בתהליך, חשיפת נתוני המחקרים ויצירת שקיפות מלאה כלפי הציבור, יצר מצב של הדדיות ורצון לשפר את פני העיר למען כולם. למרות שבעלי בתים נטשו את דירותיהם, הרשות לא התייחסה לכך בצורה של חסם והשקיעה נכונות ומאמץ לאתר את אותם בעלים על מנת שייקחו אחריות על מעשיהם. אכלוס יותר מ-70% מתוך המבנים שננטשו תוך עשר שנים הינו בהחלט הישג משמעותי שתרם רבות לחזות פני העיר, לכלכלתה, ולתחושת הביטחון בקרב התושבים.

•לונדון, אנגליה - בחינת תופעת ה"סקווטינג" (Squatting). "סקווטינג" - פלישה למקרקעין, היא פעולת התיישבות אנשים בבניין או בשטח נטוש, או שאינו נמצא בשימוש, מבלי שהפולש מבצע קניה, שכירה או קבלת הסכמה בדרך אחרת. סקווטינג כזה נעשה בלונדון, אמסטרדם, ברלין ועוד.

תופעת הסקווטינג יוצרת בעיות רבות מבחינה חוקית. הקרקע אליה פולשים היא בבעלות ציבורית, עירונית או ממשלתית, או בבעלות פרטית. התופעה מעוררת שאלות של קניין מול שאלות של מוסר. לתופעה גם צדדים חיוביים ולא בכדי ישנן רשויות בעולם אשר קיבלו את התופעה באופן חלקי ואף הסכימו לשדרג את מעמדם של הסקווטרים עם מתן זכויות משפטיות מסויימות. אחד השיקולים המרכזיים לכך היא מוכנות הפולשים להשקיע הרבה יותר משאבים משלהם בבתים ובסביבתם עם מתן הזכויות. הפולשים מחדשים מבנים ומכשירים אותם לדיור באחוז קטן מהמחיר שהיה עולה לרשויות להכשירם ופרק זמן קצר באמצעות עבודה התנדבותית, עזרה הדדית, חדשנות ונחישות.

השתלטות על מבנים נטושים בלונדון בשנות ה-70, נעשתה באופן מחושב ומסודר. המבצע החל בסדרת השתלטויות סמליות, כדי להעריך את תגובת הציבור ולבחון אסטרטגית התהליך מול שאלת החוקיות. התהליך התפתח לכדי מערך השתלטות מסודר, המאורגן על ידי הרשויות ובעל תוקף חוקי במקרים מסויימים דוגמת חוקיות למשפחות אך לא לרווקים.[35] האוכלוסייה הפולשת הייתה ברובה אוכלוסייה מקומית צעירה שפינתה דירות שכורות בהן העלו את דמי השכירות או גרה עם בני משפחתה ורצתה לצאת לחיים עצמאיים. בין הפולשים המהגרים היו נדירים, בשל פחדם מהשלטונות ומגירוש. האוכלוסיה הפולשת הייתה מורכבת ברובה מאנשים אשר עובדים או נתמכים על ידי המדינה. מעטים היו הפולשים אשר לא היו מעורבים בחברה העירונית.[36]

מכיוון שתופעת הסקווטינג אינה תופעה ממשלתית אלא פרטית בלבד, מתעוררות בעיות חוקיות רבות. חלקן נפתרות אך במהלך הזמן שוב חוזרות להיות לא חוקיות. דרושה התערבות של גורם חיצוני, ממשלתי, על מנת למגר את הבעיות וכדי שהאכלוס יהפוך לתהליך יעיל המניב תוצאות.

אם נבחן את תוצאות תופעת הסקווטינג לאורך השנים, נראה כי היא לא הצליחה למגר את הבעיות הנעוצות במבנים הנטושים: ערכי הנכסים לא עלו, הדיירים החדשים לא השקיעו מספיק כספים בשיפוץ המבנה כדי להפכו לראוי למגורים וכדי לשוות לו חזות ראויה כלפי השכונה. כמו כן, התופעה לא מצליחה לצמצם את מספר המבנים הנטושים בעיר באופן משמעותי, בעיקר מפני שבתים שהשתלטו עליהם פולשים, עדיין נחשבים בתים נטושים.

35. Franklin, 1984.
36. Franklin, 1984.

17. מבנה נטוש שהוסב למבנה מגורים, Copenhagen, Architect: MVRDV

17.

עקרונות לאכלוס מבנים נטושים בארץ

מהדוגמאות שנסקרו במאמר ניתן לקבץ מספר עקרונות לטיפול בבעית המבנים הנטושים בארץ.

•תחיקה ואכיפת חוקים

התערבות הרשות המקומית הינה הכרחית על מנת לאכלס באופן קבוע את המבנים הנטושים. חוקים הנוגעים לטיפול במבנים נטושים ושיפור האסתטיקה של המבנים כלפי הרחוב הם חוקים שלרוב אינם נאכפים על ידי העיריות. יש צורך בהקצאת משאבים מצידן על מנת לאכוף חוקים אלו. החוק במדינת ישראל לא מעודד אכלוס מבנים נטושים אלא מגביל ומונע. השינוי עשוי להיעשות בצורה יעילה רק אם בממשלה תוקם מחלקה אשר תהיה אחראית על חקיקת חוקים חדשים תוך שינוי החוק הקיים. לניהול נכון יש למנות בכל עירייה גוף אחראי על הנושא. הגוף ידאג לפעול להשמשת כל המבנים בעיר, לתת תמריצים לבעלי דירות המשפצים את נכסיהם ומשמישים אותם למגורים ולשימושים ציבוריים, לחוקק חוקים המונעים מבעלי נכס להשאירם ריקים ואף לדאוג לעיקול הנכסים על ידי העירייה במידה ולא נעשה בהם כל שימוש.

•שיתוף פעולה בין הרשויות והמגזר הפרטי

שילוב של פעילות מצד הרשות ויזמות פרטית יכול לזרז את התהליך במתחמים נטושים.

•גודל

באכלוס בתים נטושים קיימת שאלת היקף התהליך. ככל שמדובר בקבוצת בתים גדולה יותר, הרשות תאלץ להתערב באופן פעיל יותר ולמצוא פתרונות יצירתיים יותר על מנת לאכלס את המבנים הנטושים:

•כשמדובר במבנים בודדים מפוזרים, מספיק לחוקק חוקים ולאכוף אותם באופן פעיל בכדי לאכלס את המבנים.

•כשמדובר בקבוצת בתים היוצרת מתחם, קימות שתי אפשרויות פעולה עיקריות

הראשונה היא הכנסת פונקציה נוספת למבנים כך שהפונקציה תשלב קבוצת אנשים גדולה אשר במשותף יאכלסו אחוז גבוה מהמבנים. המסה הקריטית תקל על אכלוס המבנים שנותרו ריקים בשלבים הבאים. אם רק חלק קטן מהמבנים יאוכלס בהתחלה, תהליך אכלוס המבנים שנותרו ריקים יהיה ארוך יותר ואף עשוי לא להתבצע כלל. האפשרות השנייה היא הפיכת המתחם לכדאי למגורים, לאו דווקא בגלל המתחם עצמו אלא בזכות הפעילות סביב המתחם, היותו נגיש, מרכזי, פעיל וכדומה.

•כשמדובר בקבוצת בתים גדולה מאשר מתחם או שכונה - למשל בעיר, הרשות תצטרך לבחור בקפידה את סדר האזורים לאכלוס, ולדאוג לאכלס ראשית את האזורים להם סיכוי גדול יותר להצלחה

•כדאיות כלכלית
החוק במדינת ישראל נותן עדיפות כלכלית לאלו אשר יוכיחו כי רכושם נטוש ואינו בר שימוש, בכך שהוא נותן למבנים אלו פטור מארנונה. חוק זה גורם לתושבים רבים להעדיף להזניח את המבנה שברשותם, על מנת שיוכלו להוכיח כי אינו ראוי לשימוש מאשר לשפצו. על מנת למנוע את המשך נטישתם של המבנים יש לעשות רפורמה בארץ בכל הנוגע לחוקי הארנונה, ולתת עדיפות כלכלית ותמריצים דווקא לאלו המשפצים את המבנה אשר ברשותם.

•מתן תמריצים
מתן תמריץ כלכלי על מנת שיבואו ויאכלסו את המבנים הנטושים אינו מספק לפתרון הבעיה. עיריית דטרויט הייתה מוכנה במקרים מסוימים לשלם לאנשים לגור במבנים הנטושים, אך אנשים העדיפו לגור במקומות אחרים. במקום כמו קמפוס הנמל ההצלחה גדולה יותר כיוון שהעירייה מספקת לתושבים תעסוקה ופונקציות חיות כגון המכללות המעודדת אותם להגיע לאזור הנמל. ניתן להסיק כי נדרשים תמריצים אחרים מעבר לתמריצים הכלכליים.

•מידע ושקיפות
על הרשות לאסוף ולערוך את המידע על המבנים הנטושים אשר בשטחה לקבלת תמונת מצב מהימנה עבורה ועבור הציבור. כאשר הרשות דואגת להעלות את המודעות לנושא בקרב התושבים ולהנגיש את המידע הרלוונטי בדרכים שונות שיתאימו לכל שכבות האוכלוסייה המרכיבות את קהילת העיר, התושבים מודעים יותר למצב ומביעים נכונות רבה לסייע בפתרון הבעיה.
בהעדר הקצאת משאבים מטעם הרשויות בארץ, קבוצות רבות של גופים פרטיים החלו להתארגן ולמפות מבנים נטושים, כל אחד בעירו, על מנת לקדם את אכלוסם.
בעיר תל אביב, החלה יוזמה פרטית לפני כשלוש שנים, בהובלת יואב גולדרינג, חבר מועצת העיר ("עיר לכולנו") והאדריכל אופיר זינטי, המנסה לאתר את הנכסים הנטושים, על פי רשימת הנכסים הנהנים מפטור בארנונה ולקדם הצעת חוק בשם העירייה מול משרד האוצר, כדי לשנות את החוק במדינה.[37] בניסיונם להתגבר על הקשיים בחקיקה בארץ מציעים זינטי וגולדרינג דרכים "לעקוף" את החוק. בין ההצעות ניתן למנות מתן זכות לעירייה, במבנים לשימור, להתערב ולהפקיע את הנכס מבעליו ולשפצו על חשבונה, בגלל החשש שנכסי המורשת האדריכלית של העיר יתפוררו. דוגמא נוספת היא שהעירייה יכולה להתערב לפי חוק שיפוץ חזיתות בתים.[38]
קבוצה נוספת ניתן לראות בתנועת "התעוררות" בירושלים,[39] הרואה את הפוטנציאל הטמון במבנים הנטושים על מנת להחיות את העיר ומנסה לקדם חקיקה בדומה למודל בוסטון. התהליך המוצע כולל מיפוי המבנים הנטושים בעיר, חקיקה נגד השארת מבנים מוזנחים בעיר והקמת גוף בעירייה אשר מטרתו לאכוף את החקיקה.[40]

•תזמון
על מנת למנוע נטישה של מבנים נוספים, יש לפעול באופן מיידי לאכלוס מבנה שננטש. ככל שיעבור זמן, מבנים נוספים באזור יינטשו והמבנה הנטוש יהפוך למתחם. כפי שניתן להיווכח, מניסיונות העבר,

37. יעקובסון, 2011
38. *שם*.
39. "התעוררות בירושלים" היא תנועתם של צעירי ירושלים, שקמה במטרה להאבק על עתידה של ירושלים.
40. מתוך אתר התנועה "התעוררות": http://www.in-jerusalem.org/index.php?option=com_content&view=article&id=534&Itemid=87&lang=he

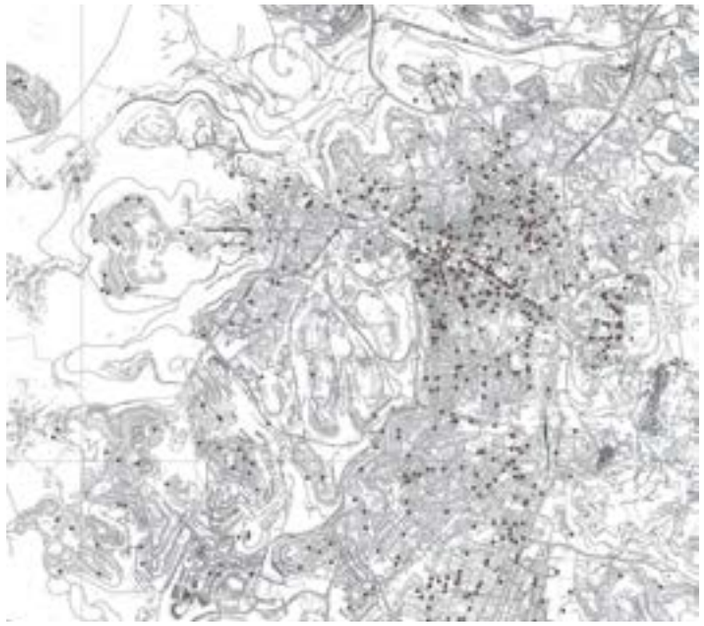
ככל שקבוצת המבנים הנטושים תהייה גדולה יותר - כך יהיה קשה יותר לאכלס את המבנים.

•סביבה
קיים קשר בין היכולת לאכלס מבנים נטושים באופן מוצלח ובין אופי הסביבה בה הם נמצאים. ככל שהסביבה תהיה יותר אטרקטיבית, תהינה בה יותר פעילויות, תהייה בה תחבורה נוחה יותר והיא תשרה אווירה יותר בטוחה גם בשעות הלילה. בתנאים אלו קל יותר לאכלס את המבנים הנטושים בסביבה.

•יוזמות חברתיות
אחוז גבוה מן הדירות הריקות בארץ שייך לתושבי חוץ המגיעים לארץ למשך מספר שבועות בכל שנה ומאכלסים אותן רק בשבועות אלו. בעיה זו מעלה שאלות של חוקיות ומעוררת דיון נרחב בנושא הקניין הפרטי. האם הרשות רשאית להגביל אדם מלרכוש דירה נוספת? האם הרשות יכולה לאלץ אדם להשכיר את רכושו? דירות אלו הן אמנם בבחינת בזבוז משאבים מבחינה סביבתית, אך בשל מיקומן ופיזורן הן אינן יוצרות מתחמים בעייתיים, ואינן יוצרות, כמבנים נטושים אחרים, תחושה של חוסר ביטחון בסביבת המגורים ומפגע תברואתי. בעיה זו יכולה אולי להיפטר דרך יוזמות חברתיות בלבד ולא דרך חקיקה. כדוגמה, ניתן לעודד יוזמה המאפשרת לסטודנטים לגור בדירות במהלך השנה ופינוין לתושבי חוץ בחודשי הקיץ. אפשרות זו ישימה לקידום הואיל ואינה כבולה בחקיקה אלא במתן תמריצים. חקיקה מתאימה יכולה למנוע את התרחבות התופעה ורכישת דירות נוספות על ידי משקיעים חיצוניים, אך לא למנוע מהם לעשות בדירות שרכשו ככל העולה על רוחם.

סיכום

למבנים ואזורים נטושים ישנן השלכות שליליות רבות. חלקם מהווים מגנטים לפשיעה, הורסים את השכונה בה הם נמצאים ואת מרקמה החברתי של הקהילה, גורמים לירידה בערכם ובערך הרכוש בסביבתם, מייצגים בזבוז משאבים וכן יוצרים מפגע תברואתי ובטיחותי. למבנים הנטושים נטייה להתקבץ בשכונות מסוימות ובמקרים רבים מהווים תמריץ לנטישת מבנים נוספים.
פתרונות רבים ומגוונים ניתנו לבעיה זו בארץ ובעולם. חלקם עבדו בצורה יעילה יותר וחלקם בצורה יעילה פחות. קשה לקבוע רשימת קריטריונים לביצוע לפתרון הבעיה באופן גורף. הצלחת הפתרון תלויה במשתנים רבים, החל ממראה המקום, הפעילות המתרחשת בו, הביקוש לדירות וכלה בחקיקה ברשות המקומית וברמה הארצית ובאכיפת החוקים המוצעים.
למרות הקשיים הכרוכים באכלוס המבנים, גישות יצירתיות וכן עקביות ודבקות במטרה, הביאו מקומות רבים בעולם לפתרון הבעיה. הפתרון אמנם חלקיים ברב המקרים, אך הכרת הרשויות בבעייה, כבעייה הדורשת פתרון, תרמה להעלאת המודעות לנושא, הן בקרב הציבור והן בקרב הרשויות. בעיית המבנים הנטושים בעולם ובישראל הולכת ומחמירה עם השנים. תורמת לה הלגיטימציה הגבוהה להשתמש בקרקעות פנויות, במקום לנצל את המשאבים העומדים לרשותנו. במרקמים, בהם נמצאים המבנים הנטושים קיימות התשתיות הנדרשות. הגשה הנכונה היא להשתמש בהן ולוודא כי תהליכי התכנון והחשיבה יעשו באופן הכולל את כל המרכיבים האורבאניים, לצורך החייאת המרקמים הפגועים ברחבי העיר.



.18

18. מיפוי מבנים נטושים בירושלים, מתוך פרוייקט הגמר של ארכ' מיה עתידיה

מקורות

ברומברג, ל., קמפוס הנמל בחיפה, *מבנים- כתב עת לגודמי הבניה*. 191, 51-58.

בתי המשפט בישראל, מקור 05 במרץ, 2014, מתוך: www.court.gov.il

הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, מקור 05 במרץ, 2014, מתוך: www.cbs.gov.il

יעקובסון, מ. (2011). מאות בתים נטושים במרכז תל אביב מחכים לדיירים, *XNET - ידיעות אחרונות*. מקור 05 במרץ, 2014, מתוך: http://www.xnet.co.il/architecture/articles/0,14710,L-3086450,00.html

מבקר המדינה, (2010). *הסדרת השימוש בנכס בנמל חיפה*. דו"ח 61 ב: חברת נמלי ישראל.

נדל"ן היום, מקור 05 במרץ, 2014, מתוך: www.realestatetoday.co.il

ויקיפדיה, דרך העצמאות, מקור 05 במרץ, 2014, מתוך: http://he.wikipedia.org

סוסנובסקי אדריכלים בע"מ, *סקר שימור שוק חלפיות*.

עיריית חיפה, (2011). *שקמונה- חברה ממשלתית עירונית לשיקום הדיור בחיפה*, דו"ח מבקר העירייה, 166-189

עיריית חיפה, מנהל ההנדסה - היחידה לשימור אחרים, *תיק תיעוד שוק חלפיות*
עיריית ירושלים. מקור 05 במרץ, 2014, מתוך: www.jerusalem.muni.il
עיריית תל אביב יפו, (01.08.2011). פרוטוקול ישיבת המועצה ה-19, ישיבה מן המניין מספר 40

שילר, א. בהשתתפות בן ארצי, י. (1985). *חיפה ואתריה כתב עת לידיעת א"י*. הוצאת אריאל, אפריל

תנועת התעוררות בירושלים, מקור 05 במרץ, 2014, מתוך:
http://www.injerusalem.org/index.php?option=com_content&view=article&id=534&Itemid=87&lang=he

Abrams, C. (1966). *Squatter Settlements: The Problem and The Opportunity*.

Department of Housing and Urban Development, Washington D.C.

Armillas, I. (1970). *On the Application of Squatting to Dual Problem of Housing and central City Decay in North America*. Nova Scotia Technical Collage, Canada.

City of Boston Gov. (2001-2012). *Distressed Buildings Reports*. Retrieved March 05, 2014, from: http://www.cityofboston.gov/dnd/pdr/Distressed_Buildings_Reports.asp

City of Detroit, Retrieved March 05, 2014, from: http://www.detroitmi.gov/

Franklin, A. (1984). *Squatting in England 1969-79: A Case Study of Social Conflict in Advanced Industrial Capitalism*. University of Bristol.

Immergluck, D. and Smith, G. (2006). The Impact of Single Family Mortgage Foreclosures on Neighborhood Crime, *Housing Studies*. 21, 851-866.

Neuwirth, R. (2006). *Shadow Cities: a Billion Squatters, a New Urban World*, New York: Routledge.

Setterfield, M. (1997). *Abandoned Buildings: Models for Legislative and Enforcement Reform*. Trinity college, Hartford.

תמונות

1. מבנה נטוש,
Cairo, Illinois, Photo: Joseph Novak, 19.04.2011, http://www.flickr.com/photos/9408336@N03/5635873546

2. מבנה נטוש בהדר, חיפה, תמונה: ג'ניפר חגג

3. אחוזי המבנים הריקים בדטרויט, מישיגן, תמונה: Housing Vacancy Rate, by Census Block Group, Detroit, Michigan, http://datadrivendetroit.org/wp-content/uploads/2010/04/HsgVacRateBG.pdf

4. בניינים בעלי אחוז דירות ריקות גבוה, קמפוס הנמל, חיפה, תמונה: kkarc

5-6. מבנים נטושים בשכונת הדר, חיפה, תמונה: ג'ניפר חגג

7. פנים מבנה שוק תלפיות בשנת 1940, חיפה, תמונה: מחלקת שימור, עיריית חיפה

8. מבנה שוק תלפיות הנטוש כיום, חיפה, תמונה: ג'ניפר חגג

9. הקשר בין ארבעת המוקדים העיקריים בשכונת הדר: מתחם שוק תלפיות, מתחם תאטרון חיפה, מתחם הטכניון הישן (כיום מוזיאון המדע) ומתחם עיריית חיפה, ארכ' ג'ניפר חגג

10. סדר הקמת המבנים באזור שוק תלפיות לפי תקופות בנייה, כאשר הסימון האדום מציין את שנות ה-20 הראשונות והסימון החום מציין את שנות ה-70 ומעלה, ארכ' ג'ניפר חגג

11. המבנים השונים לפי שימושים: מבני הציבור באדום, מסחר באפור כהה ומגורים באפור בהיר. כמו כן ניתן להתרשם מכמות המבנים הנטושים באזור, ארכ' ג'ניפר חגג

12. פוטנציאל המוקדים שניתן לחזק באזור, ועל ידי כך לייצר רצף המשכי בין אזורים שכיום מוזנחים ומנותקים, ארכ' ג'ניפר חגג

13-15. החייאת שכונת הדר ע"י הכנסת הפקולטה לאדריכלות למבנה שוק תלפיות, תמונה:

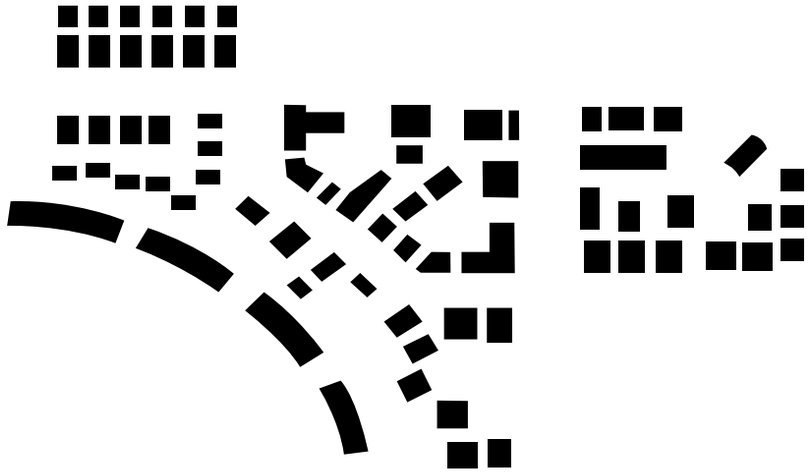
16. הירידה במספר המבנים הנטושים בבוסטון בין השנים 1997-2010, Department of Neighborhood development, City of Boston

17. מבנה נטוש שהוסב למבנה מגורים, Copenhagen Architect: MVRDV, Photo: trevor.patt, 11.07.2012, http://www.flickr.com/photos/trevorpatt/8234078943

18. מיפוי מבנים נטושים בירושלים, מתוך פרוייקט הגמר של ארכ' מיה עתידיה

תכנון שכונות בראיה סביבתית

אלי מסלובסקי וסשה בוריבקר



המהפכה התעשייתית הביאה עמה תהליכי מודרניזציה מואצים. מתוכם התפתח התכנון העירוני המודרני אשר ליווה את הצמיחה העירונית חסרת התקדים של המאה הקודמת. בעשורים האחרונים התחדדה ההבנה כי מרביתו של התכנון העירוני שנוצר בתקופה זו מקדש יתר על המידה את הערכים ההנדסיים והטכניים ומפר את המאזן העדין של הסביבה הטבעית. כעת נדרשת מהפכה תכנונית נוספת, שתשים במוקד את שימור הסביבה הטבעית בד בבד עם הפיתוח העירוני המואץ. המרחב הסביבתי העומד לרשותנו אינו משאב בלתי-מתכלה ופיתוח בלתי מתחשב עלול להעמידנו בפני נזק בלתי הפיך. במדינות צפופות, אשר מדינת ישראל נמנית עמן, לנושא חשיבות מרכזית. בישראל יש להתפקח וללמוד ליישם תכנון מבוסס התאמה למקום, אשר ישלב בין הערכים המקומיים-טבעיים לצרכי הפיתוח. אמירה זו אינה בגדר ויתור על המודרניות או קריאה "לשוב אל הטבע" אלא קריאה לחשיבה טכנולוגית והנדסית חדשנית אשר תאפשר לנו ליצור שילוב אופטימאלי בין המלאכותי לטבעי. שני אלו ישולבו זה בזה מתוך הכרה ברורה שהאדם והסביבה ניצבים יחדיו במרכז העבודה התכנונית ושלובים זה בזה כשלם אחד. שינוי אסטרטגי זה בחשיבה התכנונית עשוי להוביל לאינספור אפשרויות לקראת מציאות חדשה של סביבה בת-קיימא.

מאמר זה בוחן תכנון בר-קיימא לשכונות, מתוך הנחה כי השכונה היא יחידת התווך המשמעותית ביותר בין הכלל לפרט. בעוד החלת שינויים תכנוניים על ערים שלמות מהווה משימה ארוכת טווח והחלת שינויים על בניינים בודדים דינה כהתערבות נקודתית, שכונות מהוות יחידות תכנוניות מוגדרות תכנונית וקהילתית בהן ניתן ביעילות יחסית להניע תהלכי תכנון בר-קיימא. התערבות שיהיה בה להחיש את היווצרותן של מערכות בנות-קיימא בסביבת החיים הקרובה של כולנו. גישה זו רואה בשכונה את אבן הבניין של שינוי הסביבה העירונית ואף האזורית. המאמר יציג את העקרונות התפיסתיים העומדים בבסיסו של תכנון בר-קיימא לשכונות ואת העקרונות התכנוניים הנגזרים מהם. מטרתנו היא להוכיח כי באמצעות כלים תכנוניים זמינים ונגישים, הקיימים ברשות המתכננים,[1] יש באפשרותנו ליצור סביבות עירוניות שלמות המשלבות בתוכן את הערכים הקושרים בין האדם לסביבתו. ערכים השואפים ליצירת איזון בין צרכיה של העיר המודרנית לצרכי השימור והקיום של הטבע והחי.

[1] ראוי לציין כי המונח מתכנן כפי שמוזכר במאמר זה מכוון לכל העוסקים בפרקטיקות התכנוניות למיניהן ובכללם: אדריכלים, אדריכלי נוף, מתכנני ערים ומהנדסים מכל התחומים.

המדיניות התכנונית של מדינת ישראל בעשורים האחרונים מתווה פיתוח עירוני המתבסס לרוב על קנה המידה השכונתי. השכונה נהייתה למוקד השיח התכנוני-מקצועי בישראל ככלי מרכזי בתכנונן והרחבתן של ערים. העיסוק המרכזי של שדה התכנון כיום ממוקד בהרחבתן וציפופן של הערים הקיימות. בעוד הרחבתה של העיר נעשית על בסיס תכנון שכונות חדשות המצטרפות לשולי המרקם העירוני הקיים, התערבות במרקמים קיימים נעשית לרוב על בסיס הגדרת תחומה של שכונה קיימת מתוך המכלול העירוני. השכונה, על כל משמעויותיה, מהווה כיום את היחידה התכנונית המכרעת ביותר ליצירת שינוי מהותי בסביבתנו. חלק ניכר מחיי היומיום שלנו מושפע באופן ישיר מסביבת מגורינו המיידית: מיקום הדירה במערך השכונתי, קרבה לשטחים פתוחים, מרחקים ממוסדות חינוך ותרבות, נגישות לאזורי המסחר, זמינות התחבורה, בטיחות מערך התנועה וכדומה. גם אם לעיתים נדמה כי לסביבה המיידית אין השלכות מרחיקות לכת בעידן הרכב הפרטי, המציאות מוכיחה אחרת. איכויותיה של השכונה משפיעות באופן מהותי ויומיומי על חייהן של אוכלוסיות רבות הנדרשות לשימוש בתשתיותיה דוגמת ילדים, בני נוער ואוכלוסייה מבוגרת. זאת מבלי לקחת בחשבון את ההשפעות שחוזים כלל תושבי השכונה בתנועתם מהשכונה ואליה. יצירת שינוי בגישה התכנונית של שכונות הוא בעל הפוטנציאל הרב ביותר להוביל לשיפור משמעותי באיכות החיים העירונית בארץ.

השיח התכנוני-אדריכלי בשני העשורים האחרונים בארץ מתמקד באופן אינטנסיבי בנושאי תכנון בר-קיימא. המעבר לתכנון בר-קיימא הוא הכרחי במציאות הישראלית של ימינו. כאשר צפיפות הולכת וגוברת, מחסור במים, משאבי קרקע ואנרגיה הם רק חלק ממאפייניה. תכנון בר-קיימא אין פירושו הסתפקות במציאת פתרונות לחומרים ומערכות מבוקרות בקנה מידה של בניין בודד. למרות שזו חשובה ביותר ואין לזלזל בה. עם זאת חשוב לזכור כי ללא ראייה כוללת ומקיפה אנו עלולים לפספס את העיקר. יכולות החיסכון, היעילות והאיכות הסביבתיים הניתנים להשגה במסגרת תכנון מכלולים רחבים עולה במספר מונים על אלו הניתנים להשגה באמצעות תכנון פרטים בודדים. התפיסה הכוללת של אזור עירוני מוגדר מאפשרת שימוש בטכניקות וכלים תכנוניים, עליהם יפורט בהמשך, אשר יש בהם ליצור סביבות מקיימות והיכולים להחיל שינוי הדרגתי ומשמעותי על כלל הסביבה העירונית. מאחר והשכונה מהווה שילוב בין תא עירוני מוגדר בהיבט התכנוני-אדמיניסטרטיבי לבין סביבה עירונית הנתפסת ונחווית כמכלול שלם על ידי תושביה והמבקרים בה, אין מתאימה ממנה לשמש כבסיס לשינוי.

הערים בארץ, כמו בעולם כולו, נמצאות בין שתי מגמות תכנוניות מרכזיות: (1) התרחבות ותכנון אזורים עירוניים חדשים, תוך תפיסה ופגיעה בשטחים טבעיים המקיפים אותם; (2) שימור איכות חיים ומניעת התדרדרותם של אזורים עירוניים קיימים. שני אלו דורשים לא רק מענה תכנוני מסורתי, מבוסס איזור (Zoning), אלא גם מענה נוסף, חדשני יותר, כזה שיביא בחשבון את מכלול ההשפעות הגלויות והסמויות של הפיתוח החדש על פני הסביבה והאדם. גידולה המתמיד של האוכלוסייה העירונית, הדורשת יותר ויותר תשתיות מודרניות עתירות אנרגיה ובעלות השלכות כבדות יותר על הסביבה, הביא להכרה כי משאבי הטבע הולכים ומתכלים והם אינם "בור ללא תחתית". על כן יש לבחון מחדש את דרך התכנון המוכרת של תשתיות השכונה ולתור אחר רעיונות וגישות אחרים. הקווים המנחים לתכנון זה הוגדרו במידה רבה על ידי הקהילה הבינלאומית במסגרת אג'נדה 21:

> "הגישה לפיתוח ישובים צריכה לכלול קידום פיתוח אנרגיה בת-קיימא בכל הארצות: היעדים הם אספקת טכנולוגיות יעלות יותר באנרגיה ואנרגיה ממקורות חלופיים או מתחדשים ליישובים כדי לצמצם את ההשפעות השליליות של ייצור האנרגיה על בריאות האדם ועל הסביבה." (אחירון-פרומקין ופרומקין, 36:2002)

> "עידוד תחבורה עירונית יעילה וידידותית לסביבה בכל המדינות מצריך גישה מקיפה לתכנון תחבורה עירונית ולניהולה. מדינות צריכות לאמץ תכנון תחבורה המקנה עדיפות לתחבורה ציבורית בעלת קיבולת גבוהה; לעודד תחבורה לא-ממנועת על ידי אספקת נתיבים בטוחים לרוכבי אופניים ולהולכי רגל; ולעודד דפוסי פיתוח המשלבים שימושי קרקע ותכנון תחבורה במטרה להקטין את הביקוש לתחבורה." (אחירון-פרומקין ופרומקין, 36:2002)

> "על מדינות[...] לקדם עיצוב וטכנולוגיות יעילים בשימוש באנרגיה; לגבש מדיניות שימוש בקרקע ותקנות בניה המכוונות במיוחד להגן על אזורים רגישים אקולוגית מפגיעה פיזית על ידי בניה או פעילויות הקשורות בבניה[...] ולהגדיל את יכולת המקומית - הכלכלית, הטכנית והניהולית - של קהילות, יזמים ובעלי מקצוע (עסקים זעירים) בתחומי הבניה." (אחירון-פרומקין ופרומקין, 37:2002)

שכונות שיתוכננו בהתאם לרוח דברים זו יהיה בהן להביא להעלאת רמת החיים, שתבוא לידי ביטוי בניצול קרקע יעיל יותר, טיפוח סביבה ירוקה באמצעות שימור מי נגר וחסכון במים, יצירת נוחות אקלימית בזכות התחשבות בתנאים הסביבתיים, הפחתת זיהום אוויר הודות לשימוש במקורות אנרגיה מתחדשים, ועידוד תחבורה בת-קיימא על בסיס תחבורה ציבורית, תחבורה לא ממונעת ותנועת הולכי רגל. לאור רוח דברים זו יש לבחון את אופן הפיתוח העתידי של השכונות החדשות והקיימות.

תכנון בר-קיימא: קרקע, מים, אנרגיה ואיכות הסביבה

בניה בת-קיימא היא נושא רב-תחומי, הנמצא במרכזו של השיח הציבורי והמקצועי בישראל מזה שנים ומטופל במסגרות שונות העוסקות בתחומי הבניה, האנרגיה, המים ואיכות הסביבה: ממשלתיות, אקדמיות ופרטיות. פיתוח בר-קיימא מחייב שיתוף פעולה מורכב של אדריכלים, מהנדסים, מומחים בתחומי איכות הסביבה ואנשי מקצוע מתחומים מגוונים נוספים, לטובת ישום עקרונות תכנוניים רב-תחומיים, אשר כל אחד מהם מהווה אתגר ייחודי בפני עצמו. לפי גונן וגונן (2007) את העקרונות לתכנון בר-קיימא, ניתן לחלק למספר ערכי על הרלוונטיים לכל רמות התכנון בכל קני המידה. ערכים על אלו מהווים את הבסיס לתפיסת תכנון בת-קיימא ומהווים את הכיוון אליו רצוי לשאוף בעבודת התכנון בסביבות הקיימות והחדשות. ערכי על אלו הם תולדה של חשיבה סביבתית כוללת והם מהווים ארבעה נושאים: קרקע, מים, אנרגיה ואיכות הסביבה. חשוב לציין שערכי העל לא מהווים הגדרה חד-משמעית לתכנון בר-קיימא, אלא הצהרות עקרוניות אשר צריכות להיבחן בכל פעם מחדש בתוך הקשר תכנוני משתנה. חשיבותו של כל אחד מערכי על אלו ויחסי הגומלין בין מרכיביהם יכולים להשתנות ממדינה למדינה, מחבל ארץ לחבל ארץ ומעיר לעיר, בהתאם לנסיבות האקלימיות, הסביבתיות והתחיקתיות הקיימות באותו מקום. על כן מטבע הדברים במסגרתו של מאמר זה יוצגו ערכים אלו בהקשרם לסביבה בישראל.

קרקע היא הבסיס למחיה. מערכות אקולוגיות, בני-אדם ופעילות כלכלית זקוקים לקרקע כתשתית. בכל העולם ולאורך ההיסטוריה הקרקע תמיד נתפסה כמשאב בסיסי, אשר היווה גורם מרכזי לתחרות, מלחמות ומאבקים. במדינת ישראל משאב הקרקע מהווה סוגיה תכנונית כבדת משקל. כשני שליש משטח מדינת ישראל הינו שטח מדברי, עובדה המביאה למצב בו רוב אוכלוסיית המדינה מתרכזת מצפון ל"קו 200 המילימטרים" (קו יריחו - באר-שבע - דרום רצועת עזה). נתון זה הופך את מדינת ישראל לאחת המדינות הצפופות בעולם, בדגש על

משאבי קרקע ההולכים ומתמעטים. גידול מתמיד בצרכי הבינוי, התיעוש והתשתית מפחיתים ללא הרף מעתודות הקרקע. תהליך זה מביא להשלכות סביבתיות חמורות: נגיסה בשטחי נופש ורווחה, דילול וכלית ערכי טבע, חי, צומח ונוף ואובדן מורשת תרבותית והיסטורית. מעבר לצרכי הפיתוח על מדינת ישראל להתמודד עם זיהום קרקע כתוצאה מתהליכי פיתוח לקויים שנמשכו לאורך שנים רבות. אתרים אלו, הנמצאים במקרים רבים בלב האזורים המיושבים, יוצרים בעיות סביבתיות ו"חורים" באפשרויות הפיתוח העתידיות. משאב הקרקע של ישראל הינו משאב במחסור במדינה בה לחצי הפיתוח מואצים ומשאבי הקרקע הולכים ומתמעטים. ניצול יעיל של קרקע ברמת השכונה יכול לבוא לידי ביטוי לא רק בפעולות ציפוף, אלא גם בניצול תת-הקרקע, תוך שימוש בצפיפות העירונית כהצדקה לכדאיות הכלכלית של פרויקטים מסוג זה. יש מקום למחשבה תכנונית יצירתית אשר תוביל לחיסכון בשטח המיועד לדרכים באמצעות מערכות תחבורה חלופיות משולבות וקומפקטיות כשבילי אופניים, מערכי הולכי רגל ותחבורה ציבורית לסוגיה, המציעות אלטרנטיבה לשטחים המופרזים הנגזרים מהתלות ברכב הפרטי (גונן וגונן, 2007).

הערך מים מתייחס לחשיבות המים להיווצרותן של מערכות חיים ותמיכה בהן. בהיבט תכנון בר-קיימא ניתן לחלק את ההתייחסות למים שפירים, שמקורם בטבע, ולמים מושבים, שמוחזרו לאחר שנעשה בהם שימוש ושניתן להשיבם לטבע לאחר הטיפול בהם. בישראל מקורות המים השפירים נחלקים לשלושה סוגים: מי תהום, מי אגם הכינרת ומים ממקורות אחרים כתפיסת שיטפונות או אגירת מים. אספקת המים משלושת המקורות איננה קבועה. לבעיה זו מצטרפות בעיות נוספות מעשה ידי אדם כהגדלת נגר עילי וניקוזו לים בשל הפיתוח העירוני וזיהום מקורות המים. הצרכן הביתי במדינת ישראל צורך כשליש מצריכת המים השפירים. על ידי הבנה יסודית של הבעיות במשק המים הנובעות מהאספקטים הטבעיים, המלאכותיים ומוקדי הצריכה, עולה כי קנה המידה של השכונה טומן בחובו את הפתרונות היצירתיים הדרושים לחסכון במים במשק העירוני. חסכון הנובע מהבנת יחסי הגומלין בין צרכי משק הבית לצרכים הציבוריים. בקנה המידה השכונתי ישנן שתי פעולות עיקריות שניתן לנקוט: הפחתת השטחים האטומים תוך מתן אפשרות למים לחלחל למי התהום ובניית תשתית משותפת לשימוש חוזר במים על ידי הפרדת מי דלוחין (מים אפורים) לטובת השקיית השטחים הציבוריים (גונן וגונן, 2007).

במקורות אנרגיה יש להבדיל בין מקורות אנרגיה מתכלים, הנחצבים מקליפת כדור הארץ, לבין מקורות אנרגיה מתחדשים. אנרגיה מתכלה מופקת משריפת נפט, פחם, גז טבעי וכדומה, ואילו אנרגיה מתחדשת ניתנת להפקה ממקורות שאינם מתכלים כאור וחום השמש, עוצמת הרוח וזרמי המים. משק האנרגיה מהווה נדבך חשוב בכל כלכלה ובמיוחד בכלכלתה של מדינת ישראל, אשר אינה עשירה במקורות מחצביים ולכן נאלצת לייבא חלק ניכר מהם. תלות זו בשימוש במקורות אנרגיה מתכלים מחייבת חשיבה יסודית, הן בהיבט אמינות האספקה, והן בהיבט התרומה לזיהום הסביבה ברמה המקומית והגלובאלית. בעוד שהשימוש במקורות אנרגיה מתכלים מעלה שאלות סביבתיות רבות, לאנרגיה המתחדשת יש יתרונות רבים בזכות פוטנציאל הניצול הבלתי מתכלה, זמינות קבועה יחסית ומניעת פליטת מזהמים. עם זאת ההתייחסות התכנונית לאנרגיה לא צריכה להצטמצם לאספקה, אלא גם לחסכון וייעול השימוש בה. הוכח כי תכנון אקלימי נכון יש בו להביא לשיפור הנוחות של התושבים ולצמצום ניכר בצריכת האנרגיה. בתכנון שכונות נושא האנרגיה יכול לבוא לידי ביטוי במספר נושאים: ניצול אנרגיה פאסיבית על ידי שימוש באלמנטי בניה המסוגלים לקלוט ולעבד מקורות אנרגיה מתחדשים בתשתית הבניינים ובתשתית השכונתית, ויצירת נוחות אקלימית על ידי התאמת המתווה השכונתי הכללי לסביבה ולאקלים (גונן וגונן, 2007).

הערך איכות הסביבה מתייחס בעיקר לבריאות האדם, תוך בחינת הסביבה בה הוא נמצא ואיכות החיים. כדור הארץ הינו מערכת אקולוגית מורכבת המכילה גורמים רבים הקשורים זה בזה, הפרת איזון של גורם אחד יש בה להוביל לשרשרת תגובות לא רצויות העלולות לפגוע במערך אקולוגי רחב יותר. השינויים המהפכניים שפקדו את העולם המערבי מהמאה ה-19 גרמו לריבוי טבעי מואץ בקרב אוכלוסיית העולם ולניצול משאבי כדור הארץ בקצב העולה על יכולת התחדשותם. החברה המודרנית מייצרת זיהום רב הנפלט ממקורות מגוונים של תעשייה, ותחבורה. השפעת זיהום זה ניכרת ברמה המקומית והעולמית כבר שנים רבות. נקיטת אמצעים למניעת הזיהום מבעוד מועד תחסוך את האמצעים הרבים שידרשו לניקוי וטיהור משאבי הטבע שעוד עתידיים להינזק. הערך איכות הסביבה מתייחס גם לשימור ערכי טבע, מסורת מקומית, מגוון המינים ועוד. בהקשר זה מורחב תפקידה של הצמחייה והיא בעלת חשיבות מרכזית בוויסות האקלים באזורים בנויים ושמירה של מאפייני הנוף והתרבות. הקצאה של שטחים נאותים לשילוב צמחייה ברחובות ולשימור טבע בלב או בשולי האזורים הבנויים, הופך להיות נושא מרכזי בתכנון ופיתוח למען הדורות הבאים. ברמת השכונה בהיבט איכות הסביבה רצוי לפעול להפחתה ישירה של זיהום האוויר באמצעות צמצום התנועה באזורי המגורים והקצאת שטחים לשימור טבע מקומי והקצאת שטחים עבור שתילת צומח. בעוד הראשון ניתן להשגה באמצעות מערכות תנועה אלטרנטיביות לאלו של הרכב הפרטי, השני מושג החל מיצירת הצללה באמצעות שתילת עצים לאורך המדרכות ועד ליצירת גנים בעלי נפח מספיק ליצירת מיקרו-אקלים. בשכונות שונות פתרונות אלו יכולים לבוא לידי ביטוי באופנים שונים, אשר יגזרו מאופיין, מיקומן, הרכבן, צפיפותן ואופן ניהולן (גונן וגונן, 2007).

כאמור ערכי על אלו אינם מהווים עקרונות תכנון, אלא תפיסת עולם אשר מטרתה ללוות את קו המחשבה התכנוני. עקרונות התכנון בני-הקיימא צריכים להתגבש מתוך חשיבה אינטגרטיבית על ארבעת ערכי על אלו כמעצביה של הסביבה בכללותה. המתכננים נדרשים לאתר את הפתרונות המתאימים לכל מקום ומקום תוך בחינתם אל מול ערכי העל. עלינו לפעול למציאת עקרונות תכנוניים אשר יהיה בהם לשלב ולחזק את הקשר בין ארבעת ערכי העל לטובת פיתוחם ושימורם האופטימאלי של הקרקע, המים, האנרגיה ואיכות הסביבה בכל אתר נתון.

חמש זרועות התכנון לשכונות בנות-קיימא

עקרונות התכנון שיפורטו בהמשך נגזרים מתוך מחשבה כוללת על סביבות בנות-קיימא בהן יכולים לבוא לידי ביטוי ארבעת ערכי העל. עקרונות אלו מתחלקים לחמישה נושאים מרכזיים: תכנון ועיצוב עירוני, נוף וטבע, מים, אנרגיה ושיתוף הציבור. על המתכננים לשלב בכל פעם מחדש את עקרונות התכנון הללו בכל מקום ומקום, תוך בחינה מעמיקה של האתגרים התכנוניים המאפיינים את האתר מתוך מטרה ליצור סביבות המשלבות בצורה אופטימאלית את ערכי החיים המודרניים של הקהילה עם הערכים הטבעיים הייחודיים למקום.

1. התכנון והעיצוב העירוני

הסביבה העירונית היא סביבה הנגזרת בראש ובראשונה מאופן תנועת בני-אדם, כלים וסחורות במרחב. עם השתנות אמצעי התנועה או יעדי התנועה, משתנים אופי הפעילות והתנועה במרחב. לתהליך זה השלכות ישירות על השימוש, הפיתוח וההתחדשות של הסביבות העירוניות. במהלך המאה ה-20 הרכב הפרטי שינה מהותית את מבנה העיר. השפעתו באה לידי ביטוי בשני כיוונים מנוגדים: יצירת עומס כבד על מרכזי הערים ופירוק הרצף העירוני המסורתי. כך הופרדו אזורי תעשייה,

פנאי, מסחר ומגורים. הרחובות תוכננו בהתאם לתכן מהירות הרכבים, הבניינים נסוגו מהמדרכות על מנת להרחיקם מתנועת כלי הרכב ולפנות מקום לחניות ואזורי הפעילות הודרו ממיקומם המסורתי לאורך הרחובות. כתוצאה מכך במאה ה-20, לראשונה בהיסטוריה, נוצר נתק בין השימוש בבינוי לשימוש ברחוב. בעיה מרכזית נוספת עימה נדרשת התמודדות היא העובדה שצרכי התושבים והטכנולוגיה משתנים בקצב מהיר מהקצב בו משתנה הסביבה הבנויה. אורך החיים של רחוב יכול להיות אלף שנה ושל בניין כמאתיים שנה, בעוד שלשרותי האחזקה והתפעול, לרבות הטכנולוגיות לביצועם, אורך חיים של עשרים וחמש שנים בממוצע. אחד האתגרים המרכזיים של תכנון בר-קיימא הוא לייצר סביבות גמישות אשר יוכלו לקבל על עצמן את השינויים הטכנולוגיים המתרחשים מעת לעת.

המאמר מתמקד בתכנון בר-קיימא לשכונות, אך הבנת התכנון בר-הקיימא לא תהיה מלאה ללא התעכבות על העובדה שסביבות בהכרח קשורות זו בזו. כתוצאה מכך שכונה תמיד תלויה בשכונות סמוכות ובמבנה העירוני הכולל. רמת הקיימות של שכונה מותנית בין היתר גם בתכנון העירוני הכולל, מתוכו נגזרים מיקומה של השכונה, אמצעי התחבורה המחברים אותה לשאר חלקי העיר, הקשריה לפארקים ולשטחי הטבע העירוניים ועוד. Clarke (2003) מציע פתרון לקנה המידה העירוני בדמותו של עקרון "קהילת הולכי-רגל" (Walkable community). גישה זו מאפשרת ליצור אבן-יסוד נוחה לתכנון עירוני בר-קיימא ברמה העירונית וכתוצאה מכך גם ברמת השכונות המרכיבות אותה. מהותה היא הרכבת העיר ממכלול יחידות המתוכננות לקנה המידה של תנועת הולכי רגל והמקושרות ביניהן באמצעות רשת תחבורה ציבורית. מטרת רעיון זה ליצור עדיפות ברורה לתנועת הולכי הרגל בשכונות ותחבורה ציבורית ביניהן, על פני תנועת כלי רכב. לפי Clarke (2003) ניתן לסכם עקרונות תכנוניים אל באופן הבא:

- הכוונת פיתוח אזורי מסחר ופנאי אל המרכזים השכונתיים הקיימים והבטחה שהפיתוח מחוץ למרכז לא יערער את מעמד המרכזים ההיסטוריים והקיימים.
- מיקום חנויות ושירותים לאורך הרחוב הראשי החוצה את השכונה, במקום בו מתכנסים ומתלכדים נתיבי התנועה המרכזיים, תחנות רכבת ותחנות אוטובוסים. זליגת החנויות והשירותים לרחובות סמוכים היא פונקציה של קנה המידה, צפיפות האוכלוסייה ותפקיד המרכז השכונתי במערכת העירונית.
- הגברת האטרקטיביות של המרכזים העירוניים והשכונתיים הקיימים באמצעות הרחבת קשת השירותים שהם מספקים ושיפור מצבם הפיזי.
- יצירת מדרג צפיפויות מתאים סביב המרכזים השכונתיים, כדי לתמוך בהם אך לא להעמיס עליהם יתר על המידה.
- במידה וישנם אזורים מרוחקים מהמרכז השכונתי, נדרש לזהות זאת ולתמוך ביצירת תת-מרכזים שכונתיים עבור האזורים המרוחקים.
- מתקנים קהילתיים כבתי ספר, מרכזי בריאות, ספורט ושטחים פתוחים המפוזרים בשכונה יכולים ליצור תשתית למרכזים קהילתיים באמצעות עירוב שימושים מגוון יותר.
- על השכונה להציע מגוון רחב של אפשרויות מגורים, לא רק בגודלן, אלא גם כמגורים ברי-השגה ובכך לאפשר אוכלוסיות מעורבות במקום שכונות למגזר או מעמד אחידים.
- צפיפות המגורים גבוהה יותר סביב המרכז, לאורך צירי התנועה המרכזיים, והולכת ויורדת לקראת שולי השכונה.
- צירי התנועה צריכים להיות מתוכננים כך שיתאימו עבור מכוניות, תחבורה ציבורית, רוכבי אופניים והולכי רגל, תוך מתן עדיפות לתחבורה ציבורית ותנועה לא ממונעת. רצוי כי צירי התנועה יחצו את המרכז השכונתי במקום לעבור סביבו.
- קנה המידה המומלץ לשכונות המותאמות להולכי רגל עומד על רדיוס של עד כ-800 מ'.
- הפוטנציאל הגבוהה ביותר ליצירת עיבוי בשכונה נמצא בדרך כלל בשטחי ההפקר של האיזור (zoning), בין אזורי המסחר, השירותים והמגורים. אזורים אלו בדרך כלל לא מוגדרים מבחינת יעודי הקרקע שלהם, ועל כן הם בעלי הפוטנציאל הגבוהה ביותר ליצירת פיתוח למגורים ושימושים מעורבים, ויצירת חיבור חזק יותר בין חלקי השכונה והעיר.
- על הרחובות והמבנים להיות מסודרים כך שהם יאפשרו תנועה ישירה של הולכי רגל אל ומהתשתיות השכונתיות המרכזיות ובכללן אזורי מסחר ומרכזי תחבורה. רצוי כי מבנה הרחובות יאפשר בחירה של מסלולים שונים מכל נקודה בשכונה. באופן כללי רצוי שהמבנים יצטמצמו לקראת המרכז על מנת לאפשר יותר חופש תנועה באזור הצפוף.
- לדרישות עבור חניות יש השלכות רבות הן על הפיתוח ואיכות המגורים כתוצאה מהצפיפות. פתרונות יצירתיים יכולים לשנות משמעותית את איכות אזור המגורים.
- נדרש לבחון את תשתית השטחים הציבוריים בשכונה לפני שמתכננים שטחים חדשים, במידה ויש מספיק שטחים ציבוריים ביחס לצפיפות הנדרשת רצוי להפנות את המאמץ התכנוני לכיוונים אחרים.

1. תכנון רחובות מתוך עדיפות להולכי רגל ותחבורה ציבורית, שדרה בקרקוב, פולין

לתכנון רחובות אין כללים מוגדרים וחד משמעיים, על כן חשוב לבחון כל מקרה לגופו ולהתייחס לקונטקסט, ליחסי בנוי-פנוי ועיצוב הסביבה. גישה זו מאפשרת יצירת מגוון רחב של רחובות החל משדרות רחבות ועד לסמטאות אינטימיות.

לפי Clarke (2003) ניתן לזהות מספר כללים מנחים המשותפים לתכנון רחובות:

- התווך בין הבניינים לכביש צריך לקחת בחשבון את כל הפונקציות התומכות הנדרשות, כמקומות פריקה, תנועת אופניים, ריהוט רחוב וכדומה. כל אלו צריכים להשתלב באופן מאוזן בין קנה המידה של הרחוב, הנצפות שלו ופרטיות הבתים.
- רחובות צריכים להתאים למגוון תפקידיהם: מקומות לחיות, לקנות, לחנות, לנהוג, ללכת, לרכב על אופניים, לחכות לאוטובוס ומקום משחק לילדים.

העקרונות התכנוניים של קהילת הולכי-הרגל מהווים נקודת פתיחה טובה לתכנון התשתית השכונתית בהיבט התכנון והעיצוב העירוני. נקודת ההתחלה עבור התכנון השכונתי צריכה להתמקד באורח החיים של

התושבים תוך השארת מקסימום חופש עבורם לבחור כל אחד את אורח חייו ודרכו. כך שאחד האתגרים המרכזיים של תכנון בר-קיימא הוא לאפשר גמישות זו של חופש הפרט במסגרת רחבה של חיים חברתיים בתוך השכונה והעיר. על מנת להעניק מענה לנושאים אלו כדאי להתחיל ולשאול את עצמנו לפני ותוך כדי מלאכת התכנון שאלות על אורח החיים היומיומי: היכן החנויות המקומיות, בתי הספר והשטחים הפתוחים? היכן עוברת התחבורה הציבורית ואילו יעדים היא משרתת? לאן ניתן להגיע בחמש או עשר דקות הליכה?

.2

2. יצירת תנאים אקלימיים נוחים להולכי רגל באמצעות העיצוב העירוני, כיכר עירונית מקורה, למרכז סוני, ברלין.

2. נוף וטבע

נוף וטבע הינם גורמים מרכזיים המשפיעים על איכות הסביבה ואיכות החיים האורבאנית שלנו. תפקידם אינו רק "מקומות ירוקים" אלא מענה למכלול צרכים אנושיים וסביבתיים חיוניים. תכנון נוף אינו תוספת, אלא הבסיס ליצירת מקום. נוף אינו רק עצים, שיחים, עשב ומדשאות נרחבות המשביעות את צורך התושבים בירוק, נוף משלב בתוכו צורות קרקע, מערכות אקולוגיות ורשת שטחים פתוחים, היוצרים את הסביבה העירונית בת-הקיימא. העיר והטבע שותפים לסביבה אחת הנגזרת מתוך פיתוח הבינוי על קרקע וסביבה ייחודיים למקום ולנוף המקומיים. כאשר מפנימים עובדה זו, ניתן לגשת לתהליך תכנון הנוף בעיר, באמצעות חשיבה ותהליך עיצוב מתאימים.

נוף הינו רכיב בלתי נפרד מהחיים בסביבת מגורינו ועליו לקחת חלק מרכזי בכל תהליך פיתוח עירוני. מנקודת ראות מסוימת ניתן לראות את העיר כמצטרפת לטבע ולא להפך. תכנון נוף הינו גורם בסיסי בתהליך תכנון השכונה וסביבתה ובהחלט בעל תפקיד מפתח בתחום הקיימות. גישה זו מכוונת לקיום אקולוגי המבוסס על שיווי משקל בין העיר והטבע, תוך ניסיון לחיזוק היתרונות של שניהם. ביכולתו של הטבע להעניק יופי אסטטי לעיר, לשפר את המיקרו-אקלים, לשמור על ויסות הלחצים באזור העירוני ולהעניק מרגוע מנטאלי ומקום מפלט לתושבים. טבע ונוף בסביבת המגורים מהווים גורם מרכזי לשיפור איכות החיים בהיבט האקולוגי, החברתי והכלכלי: האקולוגי - באמצעות השפעה חיובית על המיקרו-אקלים וטיפוח המגוון הביולוגי; החברתי - כבסיס למקומות מפגש ואינטראקציה וחיזוק הזיקה בין האדם לסביבה; הכלכלי - בשמירה על ערך הנכסים ואיכותם (שפירא והאן, 2008). גישה זו של הטבע והנוף כחלק מהמערכת הכוללת של שכונה שמה את הדגש על החללים בין הבניינים כיוצרים את הבסיס לשימור וחיזוק הנוף. שטחים אלו נמצאים בכל מקום בו שהקרקע חשופה לשמש וחדירה למי הגשמים. באמצעות תכנון מתאים הצמחייה והחי מסוגלים להתפתח ללא הגבלה גם בסביבת מגורים צפופה.

.3

3. פארקים וגנים כחוויות חיוביות במרקם עירוני צפוף, וונדלפארק, אמסטרדם

לפי Von Borcke (2003) לצומח איכויות סביבתיות רבות המשפיעות בראש ובראשונה על המיקרו-אקלים שנוצר בסביבתו:

- צריכת פחמן דו-חמצני ובמקומו השבת חמצן לאוויר באמצעות תהליך הפוטוסינתזה. במודע, כמות ה-פחמן דו-חמצני הנפלטת ממכונית במשך שנה אחת, תעובד לחמצן על ידי חמישה עצים לאורך תקופה של כמאה שנים.
- צמחיה מתפקדת כפילטר לזיהומי אויר ומפחיתה את האבק באוויר חלקיקי אבק ופיח המגיעים לעצים נתפסים בעלווה ונשטפים לקרקע על ידי הגשם.
- צמחיה סופגת רעש ויכולה לשמש מרכיב בידודי.
- צמחיה ממזגת את הטמפרטורה.
- צמחיה משמשת כ"שובר רוח". מסוגלת להקטין את מהירות הרוח עד 50% ולהוריד את מקדם הקור הנוצר בעקבות רוחות, ובכך לצמצם את דרישות החימום למבנים.

מעבר לאיכויות הטכניות לצמחייה איכויות פסיכולוגיות-חווייתיות. פארקים, גינות ועצים, יכולים להפוך מקומות מגורים למושכים יותר ולהעלות את איכות החיים בהם. שדרת עצים משפרת ויזואלית את איכות הרחוב ומסיטה את המיקוד מהרכבים אל הנוף. לנוף השפעה על רווחת האדם ובריאותו הנפשית מעבר לאיכות האסתטית והאקולוגית של העיר. צמחייה בוגרת חזקה ומשמעותית כעצים גדולים, נוטה להשפיע לחיוב על נפש האדם. נכון כי באמצעות הצומח וטיפוח הסביבה הפיזית לא ניתן לפתור בעיות חברתיות, אך הם בהחלט יכולים לשמש כבסיס לסביבה מושקעת, המשדרגת את המרחב העירוני ויזואלית וכלכלית ותורמת ליצירת הרגשות ומצבים חיוביים בחיים העירוניים. שילוב שטחים פתוחים ירוקים בעיר ובשכונה יכולים להפחית מהלחצים הנוצרים והנחווים בה, הנגרמים מאורח החיים המודרני, מעומסי התחבורה, מצפיפות ומרעש. נוף עירוני יכול להתקיים בקנה מידה של פארקים גדולים, בגנים שכונתיים או במגוון "נקודות ירוקות" בדמותם של

גני כיס או רצועות צרות במרקם העירוני והשכונתי. באמצעות יישום נכון ומוקפד של הצומח והנוף בעיר ניתן לשפר משמעותית את איכות השכונות העירוניות ולבטל את אחת הסיבות לעזיבתן והתדרדרותן לטובת הפרברים (Borcke, 2003).

הצומח, מלבד היותו אסתטי, הוא חלק מהתהליכים האקולוגיים והביולוגיים המתרחשים בסביבתנו. צמחים הם מקור מזון ומחסה למגוון חרקים, ציפורים ויונקים קטנים. אלו בתורם הם מקור מזון לחיות אחרות. צמחים זקוקים לקרקע, מים ואור בכדי לגדול ולקיים את שרשרת המזון. מגוון של מיני צמחים מאפשר בית גידול למגוון של חרקים וציפורים. במרבית המקרים זני צמחים מקומיים מושכים אליהם יותר בעלי חיים מאשר צמחייה מיובאת (בלבן, 2004). עם זאת לשימוש בצמחייה מיובאת לעתים קרובות יש יתרון ביכולת התאקלמות לתנאי זיהום או צל קשים במיוחד ובבולטות ויזואלית הודות לצורתה המיוחדת.שילוב סוגי צמחיה תלוי גם בסוג הקרקע, המים ותנאי האקלים המקומיים. על כן תכנון צמחייה דורש שיקול דעת יסודי והיכרות מעמיקה עם השלכות הצומח. בבחירת צמחייה יש להתחשב לא רק בהתאמה האקלמית של הצומח, אלא גם בתחזוקה הנדרשת בהתאם לקרקע, לאקלים ולאפשרויות התחזוקה המקומיות. זנים מקומיים, יסתגלו ביתר קלות לאקלים המקומי ובכך יצרכו פחות מים וטיפול. צמחייה עמידה לזיהום מתאימה במיוחד לרחובות עירוניים. לעומתה צמחיה המושכת חרקים וציפורים תתאים יותר לשטחים פתוחים וגינות (Borcke, 2003).

המונח "טבע עירוני" מתייחס לאתרי טבע הנמצאים בסביבה העירונית, בעיקר אלו השומרים על האופי המקורי והייחודי של הטבע המקומי הטרום-עירוני. יתרונם של שטחים מסוג זה הוא רב, הם תורמים למיתון מפגעים סביבתיים, ממצבים את דמותה של העיר וחשוב מכל מספקים תוכן לפעילות חינוך ופנאי לתושבי העיר. באזורים אלו קיימת עדיפות לשימוש בצמחיה מקומית המותאמת לתנאי האקלים ולאופי האזור, כך שתובטח שמירתו של אופי הצומח המקומי. שמירת חלק משטחי העיר כנוף מקומי טבעי, מאפשרת יצירת אזורים המעניקים תחושת טבע על כל המגוון שבו. פיתוח טבע עירוני דורש על פי רב השקעה כספית נמוכה מזו הנדרשת לתחזוקת שטחים ציבוריים נקודתיים המגוננים ברמה אינטנסיבית בתוך העיר. באתר טבע עירוני, בשונה משמורת טבע, צרכי האדם והקהילה חשובים ושווים באותה המידה כמו השמירה על משאבי הטבע. בתכנון שטחים אלו חשוב להקדיש תשומת לב שווה לשימור המשאבים ולפיתוח תשתיות קולטות קהל המאפשרות שימוש והכרות מירביים עם המערכת הטבעית (גונן וגונן, 2007).

להגברת המגוון הביולוגי בשטחים פתוחים בעיר חשיבות רבה בשימוש ברשתות של שטחים פתוחים. "רשתות ירוקות" אלו מאפשרות יצירת מסדרונות אקולוגיים היוצרים רציפות בין כל השטחים הפתוחים בעיר. לרצף זה, הפוטנציאל לתפקד כמערכת אקולוגית, גדול משמעותית מכיסי שטחים ציבוריים מבודדים. מסדרונות אלו יכולים להיווצר משילובם של פארקים, רצף גינות פרטיות, חורשות עצים, נהרות ונחלים, אגמים, שדרות, שולי מסילות רכבת, גגות ירוקים, אזורי חיץ ועוד. אסטרטגיה זו מסוגלת לשמור על הקרקע מפני פיתוח יתר, בו בזמן לשמור על האקולוגיה המקומית ולחזק את הקשר בין התושבים לסביבתם. עקרון זה רצוי שיבוא לידי ביטוי בתכנון שכונות חדשות וגם בהתערבות בשכונות קיימות. באמצעותו נדרש לבדוק את האפשרויות ליצירת מערכת קשרים בין השטחים הפתוחים של השכונה לאלו של השכונות הסמוכות ולאלו שהם ברמה העירונית (Borcke, 2003).

לפי Borcke (2003) כאשר מתכננים שכונה או אזור עירוני חדש רצוי לפעול לפי מספר עקרונות בהיבט השטחים הפתוחים:

- כדאי לבצע הערכה של הנוף באתר, כולל סקר סביבתי ואקולוגי של צמחייה מקומית, בתי גידול וכדומה. באמצעות זאת ניתן לזהות אזורים רגישים ומאפייני נוף שחובה לשמרם, כעצים משמעותיים, תבניות נוף ייחודיות, נתיבים של מי נגר, קרקע סופגת וטובה לניקוז, מערכות אקולוגיות ובתי גידול מיוחדים.
- רצוי לשמור מראש שטחים משופעים שאינם מתאימים לבניה כחלק מרצף שטחים פתוחים ליניאריים. שטחים אלו הם ייחודיים ומהווים חלק בלתי נפרד מהאופי ורוח המקום של השכונה, המזוהה עם המאפיינים הללו. אזורים טבעיים אלו, שאינם מתאימים לבניה, הם חלק מההיסטוריה הטבעית של האתר. במידה ויפגעו לא ניתן יהיה לשחזרם אחר כך. אזורים אלו יתרמו לאיכות החיים של התושבים ברמה המיידית מרגע אכלוס השכונה ועד להתפתחות הצמחייה הנטועה.
- נדרש להבין את תנאי מיקרו-האקלים המקומי על מנת לנצל את מאפייני המקום, כדוגמת יתרון המדרונות הדרומיים בקליטת קרינת השמש. תשומת לב לתנאים הסביבתיים מאפשרת לשמור על האתר מפני פגעי טבע קיצוניים הקיימים באזור. דוגמה לכך יכולה לשמש בניית קיר צמחיה המגן מהרוח, באמצעותו ניתן להוריד את כמות האנרגיה המושקעת בקירור וחימום הבתים.

השימוש בעקרונות אלו בשלבי התכנון המוקדמים של השכונה יעניקו לאתר את אופיו ויצרו תנאים סביבתיים הולמים יותר למגורים. כך תתאפשר נקודת פתיחה טובה יותר המבוססת על פתרון ייחודי שלא רק "נראה טבעי", אלא ובעיקר מתפקד על פי "כללי" הסביבה וטבעה.

בטון ואספלט, המהווים כיום את רוב שטחו של המבנן העירוני, חוסמים שטחים נרחבים בעיר מיכולת חלחול תקין. רק כמות מים מצומצמת מסוגלת לחדור לקרקע העירונית ולהגיע למי התהום. יתרת המים מתועלים למערכת הניקוז העירונית ומשם ישירות לנחלים ולים. צמצום כמות מי הנגר המנוקזים למערכות הניקוז העירונית הוא חיובי מכל היבט: פחות נגר לטיפול - פחות בזבוז אנרגיה, יותר מים המגיעים ישירות לקרקע - יותר מים להשקיה והשבה למי התהום (רפופורט, רוטמן ובן יוסף נוף, 2004).

במהלך תהליך התכנון חשוב לשריין מספיק קרקעות שייעודן יהיה להוות מערכת ניקוז וחלחול טבעית, כך שיהיה ביכולתן לקלוט את מרבית כמות המשקעים באותו אזור, לפחות 30% מהקרקע המיועדת לפיתוח. מערכות אלו יכולות להיות בקנה מידה קטן של מגרשים בודדים. אם כי רצוי שמערכות אלו יקבלו ביטוי כגורם תכנוני מרכזי ברמה השכונתית וישתלבו בנופה. יש לשאוף לכך שניקוז מי הנגר העילי יתוכנן כמערכת שלמה והדרגתית: קודם כל פתרון ניקוז בתוך תחומי המגרש ורק לאחר מכן פתרון ניקוז לעודפי המים באמצעות השטחים הפתוחים השכונתיים אשר ישמשו כאזורי הצפה וחלחול לזמן מוגבל. מערכת השבת המים לקרקע צריכה לבוא לידי ביטוי בכל קני המידה. אפילו ברמה של ניקוז מדרכות וכבישים, היכולים להתנקז אל רצועות הגינון בשוליהם במקום לפתחי הניקוז (רפופורט, רוטמן ובן יוסף נוף, 2004). בהיבט זה חשיבות רבה להתחשבות בטופוגרפיה המקומית ויתרון לדרוג המגרשים על בסיס הטופוגרפיה הקיימת על מנת לשמור על מערכות האקולוגיה וההידרולוגיה הקיימות באתר.

תרומתם של השטחים הטבעיים נבחנת לא רק בהתייחס לאיכות החיים והאיכויות האקולוגיות של השכונה. ניתן לבחון את ערכם של שטחים פתוחים גם באמצעות כלי כלכלת משאבי הטבע והסביבה. תת-תחום זה של הכלכלה פיתח תיאוריות וטכניקות לאומדן ערכם של שטחים פתוחים, פארקים ומשאבי נוף נוספים. לפי גארב (2001) ערכם של משאבים מוגדר באמצעות המושג "ערך כלכלי כולל" (Total Economic Value). לפיו ניתן לבנות משוואה בסיסית שתיראה כך:

$$TEV = Bd - Cd - Bp$$

Bd מייצג בנוסחה זו את רווחי הפיתוח, Cd את עלויות הפיתוח ו-Bp את הרווחים הנגרמים משמירת הסביבה. מכאן עולה שאם TEV הוא חיובי על הפיתוח להתקדם, ואם הוא שלילי, יש לעצרו.

את חלקם של הערכים במשוואה זו קל מאוד לאמוד, מכיוון שהשוק קובע

אותם. דוגמה לכך מהווים ערכו של דונם לפיתוח למגורים, או ערכם של חומרי בניה. לעומת זאת אומדן התועלות, שאינן נסחרות בשוק, מורכב הרבה יותר. קשים לכימות בעיקר היתרונות הרבים של השטח הפתוח הקשורים בהנאה האנושית. להבנת מורכבות זו יש לקחת בחשבון שאנשים מעריכים לא רק את החוויה ה"לא צרכנית" של שימוש בשטח, כצפייה בציפורים או הנאה מהשקיעה, אלא גם מגוון נושאים שאינם קשורים בשימוש ישיר דוגמת הרצון לשמר משאב, או הידיעה שאנשים אחרים, בהווה או בעתיד, נהנים או יוכלו ליהנות ממנו (גארב, 2001). למרות הקושי לחשב את ערכם הכלכלי של שטחים פתוחים בשכונה או בסמוך לה, הרי שהוכח כי תדמיתן של שכונות הכוללות שטחים פתוחים איכותיים גבוהה יותר מאלו הנעדרות שטחים פתוחים או שאלו מוזנחים בהן. תדמית זו מהווה מנוף למשיכת תושבים ומסחר מבוססים יותר לשכונה ומגולמת בסופו של דבר בפעילות כלכלית ובערך הנכסים יציב (שפירא והאן, 2008). נושא הערך הכלכלי של שטחים פתוחים נמצא תחת מחקר מתמיד. האיגוד האמריקאי לנופש ופארקים פרסם סקירה המתארת יותר ממאה שנות מחקר על הערך המוסף של פארקים. את הממצאים ניתן לסכם בהצהרה שפארקים הם השקעה, ולא עלות. הדו"ח קובע שאף שהסכומים המדויקים תלויים בגודל הפארק, השימוש בו ועיצובו, הרי שאומדן התחלתי של נכסים הפונים אל הפארק מצביע על תוספת של כ-20% לערך השוק (גארב, 2001).

3. מים

נקודת המוצא לבחינת קיימות בנושא המים זהה לזו של משאבים אחרים. השאלה העולה היא האם ניתן לצמצם את השימוש בהם. לעומת משאבים אחרים, את המים, ניתן לדרג בהתאם לאיכויות שונות. לדוגמה, איכות מי שתיה אינה בהכרח נדרשת להדחת אסלות או להשקיה. ניתן להסיק בקלות כי חיסכון במים אפשרי על בסיס יצירת התאמה בין צרכים מוגדרים לאיכויות המים הנדרשות עבורם. בהתאם לנתוני חברת מקורות[2] המגזר הביתי בישראל צורך כ-43% מכלל תצרוכת המים הארצית ועל כן הוא בעל פוטנציאל למימוש החיסכון במשק המים בישראל. על פי נתוני רשות המים[3] צריכת המים הביתית בישראל נעה בין 100 ל-230 ליטר לנפש ליום, ובממוצע כ- 165 ליטר לנפש, כאשר התפלגות ממוצע צריכת המים למשפחה בישראל היא:

- הדחת אסלות - 35%
- רחצה - 35%
- שתיה, בישול והדחת כלים - 20%
- כביסה וניקיון - 5%
- גינון - 5%

לפי נתונים אלו ניתן לראות שכ-40% מצריכת המים הביתית הם מקור למים אפורים, הניתנים לשימוש חוזר על ידי תהליך מחזור מים. מים אפורים מכילים לרוב כמות מוצקים אורגניים ברמה נמוכה יחסית, אם כי לעיתים, כמו במי שטיפת הכלים הרמה יכולה להיות מעט גבוהה יותר. מים אפורים קלים יחסית לסינון פיזי ולטיהור בסיסי, אך לא לרמה של מי שתיה. לכן מומלץ להשתמש בהם רק לפעולות אשר אינן דורשות איכות מי שתיה. מים אפורים, לאחר תהליך אגירה ומחזור פשוטים יחסית, ניתנים לשימוש חוזר ברמת השכונה בעיקר להשקיה של שטחי גינון (גונן וגונן, 2007). השכונה היא היחידה העירונית הקטנה ביותר בה ניתן להתחיל ליישם את נושא השימוש במים אפורים באופן

[2] סיכום צריכה שנתית 2010, אתר חברת מקורות: http://www.mekorot.co.il/Heb/WaterResourcesManagement/consumeData/Pages/year2010.aspx

[3] משק הבית, חסכון במים - משק הבית, אתר רשות המים: http://www.water.gov.il/Hebrew/Water-saving/Pages/Household.aspx?P=print

ממוסד ויעיל לרווחת הציבור. בזכות גודלה ניתן לנצל את הכמות המים האפורים הניתנים לאיסוף מכלל השכונה ובכך לצמצם למינימום את צריכת המים השפירים לטובת השקיה. מחזור מים אפורים מניב ערכים מוספים כפיצוי על אובדני מים בצנרת העירייה, חסכון בנפח תשתיות

4. מערכת לטיהור מים על ידי צמחיה כחלק מפיתוח שטח ציבורי, מתוך פרוייקט שבוצע על ידי איילה מים ואקולוגיה

.4

הביוב העירוניות וביטחון באספקת מי גינון גם בתקופת בצורות וכל זאת תוך חסכון כלכלי לצרכן.

נכון להיום בישראל השבת מים אפורים לגינון והדחת אסלות אפשרית רק במגזר הציבורי תוך הגבלות רבות ועמידה בתנאים נוקשים של משרד הבריאות. במגזר הביתי השבת מים אפורים אסורה לחלוטין.[4] על פי משרד הבריאות[5] מהלך זה של הגבלת השימוש במים אפורים מונע בראש ובראשונה מהדאגה לבריאות הציבור, מאחר ואחזקת המערכות למחזור והפצה של מים אפורים דורשת עמידה בסטנדרטים ואמינות גבוהים ביותר. החשש של משרד הבריאות הוא כי היעדר פיקוח יסודי על מים אפורים עלול לגרום לזליגתם למערכות המים הרגילות ולגרום לזיהום מי השתיה תוך סיכון בריאות הציבור.

תקנות מחמירות אלו מגבילות את פוטנציאל השימוש במים אפורים בקנה מידה שכונתי. הן מתירות את השימוש במים אפורים לרשויות המקומיות בלבד, אשר לרוב אינן מנצלות את יכולתן לקדם את תכנונן והפעלתן של מערכות מחזור מים אפורים בקנה מידה ציבורי עבור שכונות שלמות. ניצול מים אפורים במסגרתה של שכונה שלמה מאפשר ניצול כמויות מים גדולות וטיפול בהן בצורה מרוכזת תוך עמידה בסטנדרטים שיוכתבו על ידי משרד הבריאות. אלו יכולים לתרום תרומה מכרעת למערך השטחים הפתוחים והגינון של השכונה ולקדם חסכון משמעותי בצריכת המים הציבורית. כל שנותר הוא כי הרשויות המקומיות יגלו את האחריות הסביבתית המתבקשת ויפעלו להקמת מערכי מחזור והשבת מים אפורים בתחומן.

[4] תנאים תברואתיים להשבת מים אפורים לגינון ולהדחת אסלות, חוזר אל הלשכות לבריאות הסביבה מאת שלום גולדברגר המהנדס הראשי לבריאות הסביבה, משרד הבריאות, סיוון תשס"ח, יוני 2008.

[5] מים אפורים, אתר משרד הבריאות: http://www.health.gov.il/Subjects/Environmental_Health/Reclaimed_Water/Pages/gray_water.aspx

4. אנרגיה

מחירה של האנרגיה עולה בהתמדה ככל שהאנושות מכלה את עתודות הדלק המחצבי שלה. מאחר וחומרי הגלם, מהם מופק הדלק, נמצאים עמוק יותר, רחוק יותר ובאיכות ירודה יותר יחסית לדלק שהופק בעבר ההשקעה האנרגטית הנדרשת להפקתם הולכת וגדלה תדיר. משיקולים סביבתיים ומשיקולי עלות נדרש כיום להשקיע את עיקר המאמץ במעבר לשימוש במקורות אנרגיה מתחדשים. הטכנולוגיות לייצור אנרגיה חלופית מקרינת השמש, מרוח, מזרימה של נהרות וגלי-ים, מחום הנובע ממעמקי האדמה ומניצול האנרגיה האגורה בביומסה קיימות מזה עשורים והולכות ומשתכללות עם הזמן (גונן וגונן, 2007). על פי משרד התשתיות הלאומיות[6] בשנת 2008 מדינת ישראל הגדירה לעצמה יעד להפקת 10% מכלל החשמל בארץ על בסיס טכנולוגיות אנרגיה מתחדשת, עד לשנת 2020 כאשר כבר בשנת 2014 שעור הייצור של האנרגיות המתחדשות נדרש לעמוד על כ-5%. לצערנו קשה להאמין בישימותה של תחזית אופטימית זו לאור העובדה כי בשנת 2011 עמד ייצור החשמל באמצעות אנרגיה מתחדשת על שעור של 0.41% בלבד מכלל ייצור החשמל בארץ (רונן, 2012). לאור העובדה כי המשק הביתי בישראל על פי נתוני חברת החשמל[7] צורך כ-30% מכלל צריכת החשמל בישראל, ניתן לראות כי המעבר לחסכון באנרגיה באמצעות ניצול נכון של תנאי הסביבה וניצול אנרגיה מתחדשת בקנה מידה שכונתי יכול להשפיע משמעותית על משק החשמל בישראל. בתנאי הארץ ישנן שתי צורות עיקריות בהן ניתן להביא לידי ביטוי את איכויותיו של החיסכון האנרגטי במערכת השכונתית:

- **ניצול פאסיבי ליצירת נוחות אקלימית:**

נוחות אקלימית מקטינה את הצורך בקירור בקיץ ובחימום בחורף ועל כן מצמצמת את צריכת האנרגיה והעלויות הנגזרות ממנה. לטובת כך נדרש לבצע סקר אקלימי מקדים המתייחס לתנאים אקלימיים, טופוגרפיה, משטר רוחות וכדומה. בתהליך התכנון נכון לפעול לפי ממצאי הסקר, בהתאם לתנאים המקומיים, למניעת חסימת רוחות רצויות, נקיטת אמצעים להקטנת פליטות חום, שמירה על זכויות שמש לכל המבנים, יצירת מעברים מוצללים להולכי רגל ושימוש בצמחייה להצללה.

- **ניצול אקטיבי של אנרגיה סולארית:**

ניצול אנרגיית השמש להפקת חשמל וחימום מים בטכנולוגיות שונות מצמצמת את השימוש באנרגיה מתכלה. נדרש לוודא כי סידור הרחובות והמגרשים תומך בהעמדת המבנים באופן שיתאים, בעזרת הפנייה מתאימה של חזיתות ושיפועי הגגות העיקריים, להתקנת מערכות סולאריות לסוגיהן על גבי מעטפת המבנים או על גגותיהם. מבני ציבור ובתי ספר, הפועלים בעיקר בשעות היום, מהווים תשתית מוצלחת לניצול אנרגיה זו בזמן אמת. קירוי מגרשי חניה בפאנלים פוטו-וולטאיים יכול לשמש כמקור אנרגיה לבניינים הסמוכים והצללה חיונית למגרש עצמו. כך גם רצוי לעודד שימוש בעמודי תאורה, שלטי חוצות, שלטי רחובות ותחנות אוטובוס המבוססים על אנרגיה סולארית.

5. שיתוף הציבור

לפי המשרד להגנת הסביבה[8] אחד הקריטריונים המרכזיים לרשות מקיימת הוא קודם כל היותה מקדמת דיאלוג אמיתי ופתוח עם תושביה תוך עידוד וטיפוח ההתארגנות העצמית של התושבים. שיתוף הציבור הינו תהליך

[6] מדיניות משרד התשתיות הלאומיות לשילוב אנרגיות מתחדשות במערך יצור החשמל בישראל, משרד התשתיות הלאומיות, ירושלים, אדר תש"ע, פברואר 2010.
[7] דין וחשבון סטטיסטי לשנת 2010, חברת החשמל לישראל בע"מ, 2011.
[8] סדר יום מקומי 21 - מדריך לתכנון פיתוח בר קיימא ברשויות מקומיות, המשרד לאיכות הסביבה, 2010.

5. אספקת חשמל מאנרגיית השמש, מדרשת בן-גוריון, שדה בוקר

מורכב של בניית אמון בין הרשות והתושבים תוך מיסוד ערוצי הידברות אמיתיים ביניהם, כאשר שני הצדדים יודעים כי לא רק שהם יכולים להשמיע את קולם, אלא שקולם ישפיע על מהלך קבלת ההחלטות בעניין הפיתוח העתידי. תהליך זה יוצר מחויבות אמיתית בין כל הצדדים, לא רק בין הרשות לתושבים, אלא ובעיקר בין התושבים למקום. הדבר יכול להיות רלוונטי גם להקמתן של שכונות חדשות, במידה וניתן לתמוך בארגון וועדי מתיישבים, אך הוא חיוני בעיקר להתערבות תכנונית בשכונות קיימות. בשכונות הקיימות התכנון עלול להפר את אורח החיים הקיים של התושבים. על כן חשיבות רבה לשיתוף הציבור בהתערבות המתוכננת. בישראל יש ניסיון הולך ומצטבר בשיתוף הציבור בתהליכי תכנון, הכנת תכניות אב, תכניות אסטרטגיות ואפילו תכניות מפורטות. שיתוף הציבור בתכנון הוא נדבך חשוב וחיוני ביצירת שותפות אמיתית בין כלל הגורמים המעורבים בפיתוח. שותפות זו צריכה לקבל ביטוי בקבלת החלטות ובעשייה העירונית דרך מנגנונים קבועים וממוסדים. אחד היתרונות הגדולים בשיתוף הציבור בתהליכי תכנון הנוגעים ישירות לסביבת מגוריהם הוא הבניית הזיקה בין העתיד להתבצע לבין התושבים, מתוך רצון הרשות כי התושבים יקבלו בסופו של דבר תוצר תכנוני איכותי המתאים לצרכיהם מתוך רצון החושבים לאמצו ולשמרו. דרך זו נועדה למנוע מצבים כושלים של "הנחתת תכנון מלמעלה" על ידי הממסד ויצירת אנטגוניזם בקרב התושבים ביחס לסביבתם החדשה, שייתכן כי כלל אינה עונה על צרכיהם. חשוב לציין כי תהליכי גיבוש הציבור לטובת הידברות ודו-שיח אינם פועל יוצא של התכנון הפיזי של השכונה, אלא תוצר של תהליכים חברתיים-חינוכיים שעל הרשות לקיים במסגרת השכונה. עם זאת קיימים שני כלים תכנוניים בהיבט הפיזי של השכונה היכולים לסייע לתהליכים אלו להתרחש:

- הקצאת שטחים למרכזים קהילתיים עם אפשרות לשילוב עם אזורי המסחר והשירותים של השכונה. שילובם יחדיו מחזק את האינטראקציה והקשרים בין התושבים בזכות התנועה היומיומית באזורים אלו (לרמן, 2008). מטרתם של המרכזים הקהילתיים לאפשר לתושבים לרכוש ידע ומיומנויות שיסייעו להם להתארגן ולפעול במשותף בתהליכי פתרון בעיותיהם. מקומות אלו יכולים לשמש לתעסוקה, לבילוי לתושבי השכונה בשעות הפנאי ולהעלאת המודעות לסביבה ולנושאים אחרים הרלוונטיים לקהילה.
- הקצאת שטחים לגינות קהילתיות - גינה קהילתית היא מקום מפגש בו אנשים בגילאים ורקע שונים זוכים להכיר את שכניהם, להתיידד אתם ולעבוד יחדיו. למפגש ולעבודה המשותפת חשיבות רבה מכיוון שאלו עוזרים ללכד ולחזק את המרקם הקהילתי בשכונה. גינות אלו רצוי שתהיינה בקנה מידה נוח ומתאים לפעילות וליכולות העבודה של תושבי המקום. גינות קהילתיות אינן מתאימות לשמש כפארקים

שכונתיים ורצוי שתהיינה חלק ממערך השטחים הפתוחים המשניים בשכונה. מעבר לערך הקהילתי של הגינה, השטח הפתוח יכולה לשמש כמקלט ובית גידול לצמחים ובעלי חיים מקומיים, ובכך לתרום לשימור הטבע המקומי (קצ'אן, 2004).

מקרי בוחן בעולם

האתגר האמיתי נעוץ ביישומם הכולל של העקרונות התכנוניים המפורטים לעיל כמכלול שלם ואורגאני המרכיב את השכונה כולה. האתגר אמנם גדול אך ניתן ליישום. על כך מלמדים ניסיונות מוצלחים מהעולם המביאים לכלל ביטוי את השילוב בין כל העקרונות שפורטו לעיל או חלקם העיקרי. דוגמה מוצלחת היא שכונת 'ואובן' (Vauban) בפרייבורג שבגרמניה, אשר על פי אתר השכונה,[9] בין היתר מתהדרת בשילוב מרשים של אספקת אנרגיה עצמית בזכות אנרגיית השמש ותכנון אקלימי שהצליחו להוריד את צריכת האנרגיה של כל דירה לכדי כעשירית מצריכת האנרגיה של דירה טיפוסית בגרמניה. השכונה מציעה מגוון רחב של יחידות דיור המתאימות למשפחות, סטודנטים ואוכלוסיות נוספות תוך זיקה משתנה לקרקע. למרות המגוון הרחב של אפשרויות המגורים בשכונה, קיימת הקפדה על אופי בניה מובהק ושמירה על אופייה הייחודי של השכונה. רצף השטחים הפתוחים מתוכננים ליצירת קשר בין מרכזה לשוליה. הרגולציה העירונית הביאה להוצאת הרכב הפרטי אל מחוץ לשכונה תוך מתן אלטרנטיבה הולמת באמצעות תחבורה ציבורית. עובדה זו אפשרה את ביטול הצורך בשטחים המיועדים לחניה והסבתם לחלק ממערך השטחים הירוקים של השכונה (Purvis, 2008).
שכונה אחרת הראויה לציון היא Bo01 במלמו שבשוודיה. בהתאם לפרסומיה של עיריית מלמו[10] השכונה הוקמה כחלק משיקומו של איזור תעשייתי ששימש כמספנות. השכונה כוללת פארק, אשר מעבר לאיכויותיו הירוקות, מהווה גם ספק אנרגיה בזכות טכנולוגיות המנצלות את אנרגיית השמש והרוח. אסטרטגית התכנון כללה: העמדה אקלימית של המבנים המותאמת באופן המיטבי ביותר למשטר הרוחות מכיוון הים, תכנון קומפקטי, המעודד וויתור על הרכב הפרטי בזכות מרחקי הליכה הנוחים וניצול כל תא שטח קטן בשכונה, לרבות תעלות ניקוז פתוחות, לטובת בתי גידול טבעיים.
שכונה נוספת היא המרבי (Hammarby) בשטוקהולם שבשוודיה, שבהתאם לאתר האינטרנט שלה[11] פותחה באופן דומה כפרויקט שיקום לאתר התעשייתי של נמל העיר הישן. מעבר לדברים בסיסיים כמו עירוב שימושים ומרחקי הליכה נוחים השכונה כוללת גגות ירוקים, פאנלים סולריים, חומרי בניה ידידותיים לסביבה, מערכות תת-קרקעיות לאיסוף פסולת ועוד. גולת הכותרת של השכונה היא המרכז הקהילתי שלה, המשמש כמוקד לפעילות חינוך סביבתי לתושבי השכונה ולמבקרים. המרכז מציע עצות לשימוש נכון במשאבים, דרכים להפחתת השפעה על הסביבה ומחזור משאבים באמצעות מחזור. גדולתו הרבה של מרכז זה היא בעידוד התושבים ליוזמה ציבורית ולא רק הסתמכות על הרשויות. דוגמה מוצלחת לשיתוף הציבור וליכודו סביב נושאי קיימות בקנה מידה שכונתי היא עמותת "דרום ברונקס בת-קיימא" מניו-יורק (Sustainable South Bronx - SSBx). בהתאם לאתר שלה[12] היא מהווה עמותה ללא כוונות רווח הפועלת לקידומן של השכונות בדרום ברונקס כשכונות

9. Vauban district, Freiburg, Germany, Website: http://www.vauban.de/info/abstract.html
10. Western Harbour / Bo01, Malmo Stad, Website: http://www.malmo.se/English/Sustainable-City-Development/Bo01---Western-Harbour.html
11. hammarbysjostad.se, Website: http://www.hammarbysjostad.se/

ירוקות. העמותה פועלת לגיבוש התושבים ומגדירה מדיניות בנושאי תכנון שימושי קרקע, אנרגיה, תחבורה, מים, פסולת וחינוך. בין היתר הצליחה העמותה להוציא לפועל שיקום פארקים כחלק מראייה כוללת של מארג שטחים פתוחים בדרום ברונקס ומקדמת פרויקט של גגות ירוקים כמהלך אקולוגי מקיף בשכונות הדרומיות של ברונקס.

סוף דבר

המציאות התכנונית והטכנולוגית בישראל אינה עומדת בסתירה לעקרונות בניה בת-קיימא כפי שאלו נסקרו במאמר זה. אין כל מניעה ששכונות בישראל ייבנו ויתפקדו בהתאם לאותם העקרונות החלים על הדוגמאות שהובאו מהעולם. האחריות למימוש עקרונות אלו מוטלת על המתכננים בשירות משרדי הממשלה והרשויות ועל משרדי התכנון הפרטיים כאחד. זו צריכה להתקיים על בסיס השיח התכנוני של צוותי התכנון המורכבים ממגוון בעלי מקצועות התכנון וההנדסה במסגרות התכנון הממסדיות והעצמאיות. יש לשאוף לשינוי והתאמה של התקנות והרגולציה בכל הקשור למגוון יחידות הדיור בשכונות, שיפור מערך התחבורה הציבורית כאלטרנטיבה לרכב הפרטי, הסדרת אפשרויות למימוש יעיל של מחזור מים אפורים לטובת השקיה של שטחים ציבוריים, יצירת תנאים כלכליים להרחבת השימוש באמצעים לניצול אנרגיה מתחדשת והטמעת מנגנונים יעילים לשיתוף הציבור בתהליכי התכנון. כבר כיום עלינו לפעול לקידומו של דפוס אפשרי זה של תכנון בר-קיימא לשכונות בישראל. שכונות אשר תהוונה בסיס איתן לאיכות חיים עירונית גבוה תוך שמירה על קומפקטיות, ערכים סביבתיים, חסרון באנרגיה ושותפות ציבורית.
על מנת לנסות להבטיח כיוון תכנוני בר-קיימא בעת התערבות בשכונה קיימת או לקראת תכנון שכונה חדשה, כך שישרת נאמנה את התושבים, מומלץ להתייחס למספר עקרונות תכנוניים:

- בחינת כדאיות פיתוח האתר המיועד תוך שילוב שיקולים כלכליים ושיקולים מוסריים ואקולוגיים.
- ביצוע סקר סביבתי מקיף לשטח התכנון וסביבתו. על הסקר לכלול את מגוון ההשפעות הקיימות באזור ואת ההשלכות העתידיות של הפיתוח על הסביבה הטבעית והבנויה באזור. השלכות אלה יכולות להיות חברתיות ופסיכולוגיות לא פחות מסביבתיות.
- מיקום השכונה והקישוריות שלה למערכת העירונית. רצוי להגדיר את מיקום אזורי המסחר ומוסדות הציבור, כך שאלו ישרתו גם אזורים אחרים בעיר, כמו גם את ההתחברויות של השכונה לרשת התנועה העירונית לרבות צירי תחבורה ראשיים, תנועת תחבורה ציבורית, שבילי אופניים ושבילי טיול להולכי רגל.
- תכנון השכונה בהתאם לרדיוסי הליכה של התושבים למרבית השירותים הנדרשים ושימוש בצפיפות ככלי לחיזוק האזורים האינטנסיביים בשכונה והשירותים העירוניים והשכונתיים.
- סידור מערך וגובה המבנים בשכונה כך שייתן מענה לתנאי האקלים: הצללה להולכי רגל, שמירה על זכויות שמש, אפשרות לשימוש בחזיתות וגגות המבנים לניצול אנרגיית השמש ויצירת מיקרו-אקלים נוח.
- התוויית השטחים הפתוחים כך שיהוו חלק ממערך שטחים פתוחים רחב יותר ויצרו מסדרונות אקולוגיים. בדגש על מערכת שטחים פתוחים מגוונת הכוללת שטחים בגדלים שונים ורמות אחזקה שונות ובכללם שטחים טבעיים לצד שטחים מגוננים.
- גיוון באופי וסוגי פתרונות הדיור בשכונה על מנת לתמוך במגוון של תושבים, שיוכלו להנות מסביבות מגורים הטרוגניות.

12. Sustainable South Bronx, Website: http://www.ssbx.org/

- תכנון מערכות לחיסכון באנרגיה ומים ברמה השכונתית. מערכות לניצול מקורות אנרגיה מתחדשת, מערכות לשימוש חוזר במים אפורים וניצול יעיל ומרבי של מי נגר עילי.
- תכנון הרחובות מתוך חשיבה על הולך הרגל, תוך שמירת מקום מספק לצמחייה ליצירת חוויה אסתטית, מיקרו-אקלים והפחתת זיהום האוויר.
- ההכרה בכך שמחשבה על אחזקה ותפעול לטווח ארוך זהים בחשיבותה לתכנון המקורי. פיתוח חדש נדרש להיות מתוכנן עם חשיבה יסודית מראש בכל הנוגע לאופני האחזקה והתפעול שלו. לא רק במובן בחירת החומרים והטיפול בנוף, אלא גם במובן האחריות לביצוע ולמימון.
- תכנון תוך ראייה כי פיתוח חדש הוא זרז לשיפור לא רק של אזור התכנון אלא גם של אזורים קיימים סמוכים. רצוי לשאוף ליצירת פיתוח נקודתי שיביא להשפעה חיובית גם על המרקמים הקיימים בסביבתו.

מאמר זה נכתב מתוך הנחה כי התכנון בישראל יכול להשתנות ולאמץ לעצמו כלים תכנוניים בני-קיימא. כבר כיום ניתן לחזות במקרים רבים בהם מתכננים, משרדי ממשלה ורשויות מקומיות מאמצים עקרונות רבים לתכנון בר-קיימא ומיישמים אותם בעבודתם. אם כי הדרך הנכונה, שטרם יושמה, היא גישה הוליסטית ושלמה לתכנון, כזו שכולם שותפים לה. השכונה היא היחידה העירונית העצמאית הקטנה ביותר, מבחינת מגוון אוכלוסייה, שירותים וקונספציה תכנונית וככזו היא מהווה את היחידה האופטימאלית באמצעותה ניתן להוביל שינוי כולל בערי ישראל לקראת עירוניות בת-קיימא. קידומו של תכנון בר-קיימא לשכונות חדשות או קיימות, ישמש כמנוף לשינוי רחב וכזרז לתהליכים סביבתיים חיוביים רחבים יותר בקנה המידה העירוני והאזורי. כל זאת מתוך חובת הפרקטיקה התכנונית לפעול באופן קבוע לשיפור איכות החיים, תוך שימור מקסימאלי של הערכים הטבעיים והמקומיים למען הדורות הבאים.

מקורות

אחירון-פרומקין, ת., פרומקין, ר., (2002). *אג'נדה 12 והצהרת דיו - דקע, תקציד היבטים ישראליים*. המשרד לאיכות הסביבה, ירושלים

בלבן, א., (2004). מחזירים את החיים לגנים העירוניים - כיצד לפתח גינות ידידותיות. *טבע עירוני, חלק ב'*. עורכים בן שוהם, ג. ורחמן, ס., המשרד לאיכות הסביבה, ירושלים, עמ' 41-46

בן-יוסף נ. א., רפופורט-רוטמן, ע., (2004). *תדריך לתכנון סביבתי - קווים מנחים להטמעת היבטים סביבתיים בהליכי תכנון*. המשרד לאיכות הסביבה, ירושלים

גונן,ה., גונן, ע., (2007). *עקרונות מנחים לתכנון יישובים ושכונות בני קיימא*. משרד הבינוי והשיכון, ירושלים

גולדברגר, ש., (2008). *תנאים חברואתיים להשבת מים אפורים לגינון ולהדחת אסלות, חוזר אל הלשכות לבריאות הסביבה*. משרד הבריאות

האן, א., שפירא, ע., (2008). *שטחים ציבוריים פתוחים בערים - מדריך לתכנון*. המשרד לאיכות הסביבה, ירושלים

המשרד לאיכות הסביבה, (2010). *סדר יום מקומי 12 - מדריך לתכנון פיתוח בר קיימא ברשויות מקומיות*

חברת החשמל לישראל בע"מ, (2011). *דין וחשבון סטטיסטי לשנת 2010*

חברת מקורות, (2010). סיכום צריכה שנתית. *ניהול משאבי מים, נתוני צריכה*. מקור 5 במרץ, 2014, מתוך: http://www.mekorot.co.il/Heb/WaterResourcesManagement/consumeData/Pages/year2010.aspx

לרמן, ע., (2008). *מדריך לתכנון, הקצאה ופריסה של שירותי מסחר בשכונות מגודים*, ירושלים: משרד הבינוי והשיכון

משרד הבריאות, *מים אפורים*. מקור 05 במרץ, 2014, מתוך: http://www.health.gov.il/Subjects/Environmental_Health/Reclaimed_Water/Pages/gray_water.aspx

משרד התשתיות הלאומיות, (2010). *מדיניות משרד התשתיות הלאומיות לשילוב אנרגיות מתחדשות במערך יצור החשמל בישראל*. ירושלים

קצ'אן, א., (2004). מחזירים את החיים לגנים העירוניים - כיצד לפתח גינות ידידותיות. *גינות קהילתיות, חלק ג'*. עורכים בן שוהם, ג. ורחמן, ס., המשרד לאיכות הסביבה, ירושלים, עמ' 47-53

רונן, י., (2012). *הקצאת מכסות לייצור חשמל באצעות אנרגיות מתחדשות וחסמים בהקמת מתקני הייצור - מוגש לוועדת הפנים והגנת הסביבה*. הכנסת, מרכז המחקר והמדע, ירושלים

רשות המים, *חסכון במים - משק הבית*, מקור 05 במרץ, 2014, מתוך: http://www.water.gov.il/Hebrew/Water-saving/Pages/Household.aspx?P=print

Clarke,P. (2003). *Urban planning and design, at: Sustainable Urban Design - an Environmental Approach*. (Edited by Randall Thomas, Max Fordham), London: Spon Press

Hammarbysjostad.se, Retrieved March 05, 2014, from: Website: http://www.hammarbysjostad.se/

Purvis, A. (2008 March 23) *Is this the greenest city in the world?*. The Observer, The Guardian *Website. Retrieved* Sunday 23 March 2008, from: http://www.guardian.co.uk/environment/2008/mar/23/freiburg.germany.greenest.city

Sustainable South Bronx, Retrieved March 05, 2014, from: http://www.ssbx.org/

Vauban district, Freiburg, Germany, Retrieved March 05, 2014,from: http://www.vauban.de/info/abstract.html

Von Borcke, C.(2003). *Landscape and nature in the city, at: Sustainable Urban Design - an Environmental Approach*. Edited by Randall Thomas, Max Fordham, London: Spon Press

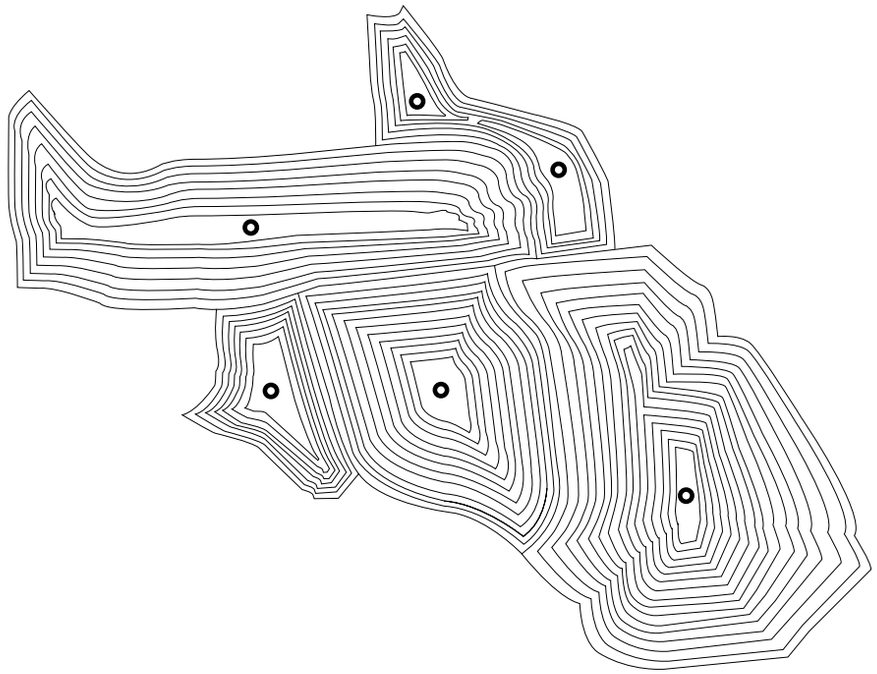
Western Harbour / Bo01, Malmo Stad, Retrieved March 05, 2014, from: http://www.malmo.se/English/Sustainable-City-Development/Bo01---Western-Harbour.html

תמונות

1. תכנון רחובות מתוך עדיפות להולכי רגל ותחבורה ציבורית, שדרה בקרקוב, פולין, תמונה: אלי מסלובסקי
2. יצירת תנאים אקלימיים נוחים להולכי רגל באמצעות העיצוב העירוני, כיכר עירונית מקורה, Sony Center, Berlin, Photo: Tim Gage, 27.07.2012, http://www.flickr.com/photos/timg_vancouver/7658433738/
3. פארקים וגנים כחוויות חיוביות במרקם עירוני צפוף, וונדלפארק, אמסטרדם, תמונה: אלי מסלובסקי
4. מערכת לטיהור מים על ידי צמחיה כחלק מפיתוח שטח ציבורי, מתוך פרוייקט שבוצע על ידי איילה מים ואקולוגיה, תמונה: אלי כהן, חברת איילה מים ואוקלוגיה
5. אספקת חשמל מאנרגיית השמש, מדרשת בן-גוריון, שדה בוקר, תמונה: סשה בוריבקר

דיקור עירוני ככלי להתחדשות עירונית

יאיר מלר, איה רוזנוולד, רותם סרי



המרחב העירוני כפי שהוא נתפש כיום אינו מיקשה אחת אלא אוסף של מערכות המאורגנות כשכבות שונות המקיימות קשרים ביניהן. אופי הקשר ואופן הרישות בין המערכות הוא הגורם המרכזי המשפיע על התהוות והתפתחות הרקמה העירונית.
עם התפתחות המרחבים העירוניים, מורכבותם וצפיפותם עולה, וכתוצאה מכך ההתערבות האדריכלית בהם מוגבלת. ניסיונות לבצע שינויים וחידושים משמעותיים ברקמה העירונית הקיימת נהפך לתהליך מסועף וממושך שמגביל במידה רבה את האפשרות של אזורים עירוניים להתחדש ולהתפתח.
אחת הגישות שנועדו להתמודדות עם מגבלות הפיתוח של מרחבים עירוניים קיימים היא הדיקור העירוני - גישה המתבססת על חיזוק הסביבה הקיימת והישענות על מערכות עירוניות קיימות, ויצירת מערכות מקומיות חדשות במידת הצורך, על מנת לעורר שינויים משמעותיים במרחב.
דיקור עירוני הוא מונח שנועד לתאר התערבות אדריכלית נקודתית המיועדת ליצור השפעה על המרקם העירוני מעבר להקשר המיידי שבו היא ממוקמת. המונח השאוב מתחום הרפואה האלטרנטיבית מתבסס על ההנחה שביצוע פעולות מסוימות מסוגל להשפיע ולעורר תהליכים החורגים מהמיקום או מאזור ההשפעה המיידי בו בוצעו.
בבסיס תפישת הדיקור העירוני ניצבת ההבנה שעצם זיהוי המערכות העירוניות והטיפול בהן, או יצירת מערכות חדשות המתבססת עליהן, מאפשר לפתח תופעות רחבות היקף, ברמה העירונית, במהירות ובפשטות יחסית.

מטרת המאמר היא לבחון את מהות הדיקור העירוני כתפישה ואת אפשרות היישום שלה דרך בחינת מספר התערבויות אדריכליות בסדרי גודל שונים ובדיקת הקשר שבין אופי הפעולה להשפעה שהיא יוצרת על המרקם העירוני.
מכלול ההתנסויות והתיאוריות שהחלו להצטבר בנושא בשנים האחרונות מהוות את הבסיס לבחינת התחום ולהגדרת המסגרת הרעיונית שפעולות הדיקור העירוני מתקיימות בה.
דיקור עירוני היא פילוסופיה תכנונית המנסה להתמודד עם הקושי של שיטות תכנון ערים מסורתיות להגיב לשינויים במרקם העירוני בצורה

מהירה ויעילה.
תהליכי תכנון ערים מטבעם ממושכים ומורכבים; וגם במקרים שנתפשו כמוצלחים, משך הזמן הכולל את תהליך התכנון ועד להבחנה בשינויים שיצר הינו ארוך למדי.
בנוסף היכולת לתחזק רקמות עירוניות קיימות ולהתאימן לשינויים מוגבלת למדי עקב המבניות המוגדרת והנוקשה בערים הקיימות. במיוחד בערים המערביות אין מקום לשינויים קיצוניים, על כן הפתרון טמון בחיזוק הסביבה הקיימת, סביבה שאופייה מהווה את מוקד המשיכה העיקרי של מערכות עירוניות ואת הבסיס לתחרות ביניהן.
הצורך להחיות מחדש מרכזי ערים, אם כך, מציב בפני המתכננים אתגרים הנובעים מאופי הסביבה שבה הם פועלים והכלים שעומדים לרשותם.
המטרה היא מציאת כלים לשיפור הסביבה העירונית. הדיקור העירוני מבקש להציג גישה תכנונית משלימה לתפישות התכנוניות המסורתיות, הנשענת על התשתיות העירוניות ומותאמת לתהליכים קצרים. הרעיון העומד בבסיס התפישה של הדיקור העירוני הוא ששינויים קטנים יכולים לגרום להשפעות נרחבות.
הפילוסופיה של הדיקור העירוני מתבססת לא רק על התערבויות אדריכליות פיזיות בסביבה הקיימת אלא גם על שינוי האופן שבו אנחנו מתרגמים את המרחב העירוני, שינוי המתבסס על היבטים חברתיים בהתנהגות האנושית המניעים את התפשטותם של רעיונות ותפישות בחברה.

התנהגות חברתית

קיימת תפישה סוציולוגית הטוענת שכחלק מתבניות ההתנהגות החברתית האנושית קיימת נטייה של דפוסי התנהגות להפוך לשכיחים בפרק זמן קצר למדי, כתוצאה מהצטברות של מספר גורמים לכדי מסה קריטית המובילה לשינויים משמעותיים ורחבי היקף בתבניות חברתיות קיימות. הגישה מוצאת באופן שבו מתפשטים רעיונות ותפישות בחברה האנושית דפוס דומה לאופן שבו מתפשטות מגפות.[1]
הגישה מגדירה שלושה מאפיינים עיקריים כבסיס לאופן שבו מתפשטים רעיונות בחברה האנושית:
1. התרחשויות קטנות עשויות לגרור השפעה נרחבת.
2. תפישות ורעיונות הם מדבקים.
3. שינויים לא מתבצעים באופן הדרגתי אלא כתוצאה ממאורע מכונן שמוביל אליהם.

התפישה שמתבססת על תצפיות חברתיות מתבטאת בתיאורית החלונות השבורים שפיתח הקרימינולוג ג'ורג' קלינג הבאה לנסות ולהסביר את הסיבות להתפתחותה של התנהגות עבריינית באזור מסוים ובהתאם מנסה להתמודד איתן.
הרעיון המרכזי שמעלה קלינג הוא היכולת של גורמים הנתפשים כשוליים לשמש כמצע להתפתחות סביבה עבריינית באופן משמעותי, כך שברגע שגורמים אלו מופיעים, תתפתח בעקבותיהם סביבה עבריינית בפרק זמן מהיר.
התפישה שיושמה בהצלחה בניו יורק כדרך להתמודד עם שיעורי הפשיעה והאלימות הגדולים בעיר הובילה את משטרת ניו יורק לרכז את מאמציה במניעת עברות פעוטות כגון השתנה על המדרכות והתחמקות מתשלום ברכבת התחתית.
את ההבנה של דפוסי ההתנהגות החברתיים האלו ניתן לנצל על מנת להבין את התפתחותם של מבנים עירוניים וחברתיים ולהשתמש בהם כבסיס לשינויים רחבי היקף.

1. Gladwell Malcolm, *The tipping point - how little things make a big difference*, 2000

תפישות ותיאוריות

ההכרה ביכולת של הדיקור העירוני לשמש ככלי לתכנון עירוני מתבססת על ההבנה של הניו אורבניזם את העיר כשילוב של מספר מערכות המונחות אחת על גבי שנייה ליצירת מרחב עירוני עשיר, גישה שמתייחסת לעיר, כמו שרם קולהאס מגדיר, לא כיחידה שלמה וגמורה אלא כחיבור של מרחבי פוטנציאלים שהקישור ביניהם הוא מה שמעניק לעיר את המשמעות שלה.

הדיקור העירוני נשען על היכולת לזהות טיפולוגיות עירוניות ולהשתמש בהן כבסיס לשינויים מבניים בסיסיים באופן שבו נתפס ונחווה המרחב העירוני. הנחת היסוד בבסיס הגישה, היא שחללים עירוניים שאינם מתפקדים או שאינם מוגדרים כהלכה מהווים מעין חור ברקמה העירונית, והאופי שבו אנחנו בוחרים למלא את אותם ה"חורים" העירוניים הוא זה שמשפיע על השינוי העירוני.
היכולת להתבסס על מבנים קיימים תוך הגדרתם מחדש כחלק ממערכת עירונית חדשה היא זאת שמאפשרת את היצירה של דפוסי התנהגות עירוניים חדשים, תוך התבססות על פעולות מדויקות ומחושבות המופעלות בנקודות שזוהו מראש כמשמעותיות מבחינה עירונית.
ההכרה בעיר כאוסף של שכבות שונות וכתוצאה מכך היכולת מצד אחד לבצע שינויים מערכתיים במבנה העירוני ומצד שני ליצור פרשנות חדשה לחללים אדריכליים היא זאת שהופכת את הדיקור העירוני לכלי תכנוני משמעותי.[2]

המונח דיקור עירוני נטבע על ידי מנואל דה סולה-מוראלס, מתכנן ערים ספרדי שלקח חלק בתהליך השיקום של ברצלונה בשנות ה80.
סולה-מוראלס שיצא נגד התפישות המודרניסטיות של תכנון ערים הגדיר חמישה עקרונות בסיסיים להתערבות עירונית מערכתית:[3]
1. השפעה טריטוריאלית מעבר לנקודת ההתערבות עצמה.
2. מורכבות ותלות של מרכיבי המערכת אחד בשני הנוצרות על ידי שילוב של רכיבים בעלי אופי זהה אך בעלי קנה מידה ואופן יישום שונה.
3. קנה מידה בינוני ליישום המאפשר השלמת התהליך במסגרת זמן של שנים מועטות
4. נכונות לאמץ תבניות אדריכליות עירוניות העשויות להיות שונות מהתבניות של המבנים בסביבת התערבויות.
5. השקעה ציבורית משמעותית ביישום וניצול הפרוגרמה התכנונית.

בחירת אופי ההתערבות ומיקומה צריכה להיות חלק מהבנה מערכתית של המבנה העירוני והמטרה הסופית שמבקש המתכנן להשיג. לא מדובר בפעולות בעלות אופי אקראי שהשפעתן אינה צפויה בעת יצירתן, אלא להיפך; בפעולות בעלות אופי כירורגי הבאות לטפל בנקודות שזוהו מראש כפוטנציאליות ליצירת שינוי, תוך התאמתן להקשר נרחב במסגרת מערכתית מוגדרת, ליצירת מערכת שתרומתה גדולה מכלל חלקיה.
יש צורך להבין את קנה המידה וההקשר של ההתערבות על מנת להשיג יכולת להציב מטרות תכנוניות ולהגדיר תחומי ההשפעה הרצויים של הפעולה.

2. Frampto, Kenneth. *"The Catalytic City: Between Strategy and Intervention"*.
3. Sola-Morales, Manuel de. *"The Urban Project"*, In Lotus Quaderni Documents, 1999, no 23,72

1. חיים אורבאניים, שדרות ה-La Rambla, ברצלונה

.1

כלים לבחינת הדיקור העירוני

היכולת לאפיין סוגים שונים של דיקור עירוני מתבססת על ההבחנה של מהות השינוי שנעשה ואופי השפעתו.
מושג השינוי מנקודת המבט של הדיקור העירוני הוא בעל שני ערכים: הגודל הפיזי של השינוי שהתבצע והמשקל העירוני של ההשפעה שנוצרה, כאשר השילוב של שני הגורמים מאפשר להגדיר את מרחב ההשפעה של הדיקור העירוני.

הפילוסופיה של הדיקור העירוני מציגה לכן מדרג של התערבויות אפשריות הנבדלות זו מזאת בגודלן וברדיוס ההשפעה שלהן.
בצידו האחד של המדרג ממוקמות התערבויות תכנוניות נקודתיות בעלות נוכחות והשפעה במרחב שסביבן כאשר גודלו של רדיוס ההשפעה תלוי באופיין ועוצמתן של ההתערבויות.
בצידו השני של המדרג נמצאות התערבויות מערכתיות כאשר אין בהכרח לכל אחד מהפריטים שבהן השפעה ניתנת להבחנה אך צירופם לכדי מערכת עירונית אחת מאפשר לייצר השפעה רחבת היקף על העיר; כאשר היקף ההשפעה של ההתערבויות נובע מכמותן ואופי הקישור שלהן לכדי מערכת אחת.
במילים אחרות, קנה המידה של ההתערבויות מכמות נע בשני מישורים: האחד הוא הגודל הפיזי של ההתערבות והשני הוא מספר ההתערבויות והמערכת אותה הן יוצרות.

כפי שהתפישה מתבססת הן על שינוי פיזי של הסביבה העירונית והן על שינוי האופן שבו היא נתפשת, קנה המידה של ההתערבויות אינו רק קנה מידה פיזי אלא גם קנה מידה תודעתי.
כלומר הגודל שלפיו נמדדות ההתערבויות לא מצוי רק בממדים הפיזיים שלהן אלא גם ביכולת שלהן להשאיר את חותמן על סביבתן. למרות שבאופן טבעי יש מתאם בין הגודל של ההתערבות להשפעה שלה על הדרך שבה אנחנו תופשים את המרקם העירוני, הדגש בהתערבויות הוא על היכולת שלהן לגרום לנו לפרש מחדש את המרחב העירוני.
ניתן להרחיב את ההגדרה של פריסת ההתערבויות מעבר למובן של המרחב התלת ממדי ולהתחשב בממד הזמן שעל בסיסו מתקיימות מערכות.

בחינת אפקט הדיקור העירוני

מתודולוגיה

הכלי שדרכו אנו מעוניינים לבחון את פעולת הדיקור והשפעתו הוא "סרגל קני מידה" שנותן אומדן ליחס פעולה מול השפעה לפי סדרי גודל מרחביים: מהגדול והמערכתי ביותר ־ קנה המידה העירוני-אזורי, דרך קנה מידה בינוני של פעולות מקומיות באזור מוגדר בעיר ועד לקנה המידה הקטן ביותר לכאורה של פעולות יזומות של ארגונים פרטיים ומשתמשים בסביבתם המיידית. קנה המידה יודגם ע"י תקדים שמנתח את אופן השימוש בדיקור עירוני, כשבנוסף להיבט הפיזי יבחנו הקשרים תרבותיים - חברתיים ותודעתיים שהביאו לשינויים במרחב העירוני.

דיקור בסדר גודל עירוני-אזורי: "אפקט ברצלונה"

המאמר שלנו מבקש להעריך כמותית איכותית ותודעתית את אפקט פעולת הדיקור, בכדי שנוכל לדון בהמשך בהשפעותיו ומשמעויותיו. בקנה המידה הגדול ביותר שנבחן בעבודה זו, קנה המידה האזורי-עירוני, הפעולה היא מכלול התערבויות בסדרי גודל משתנים, באזורים שונים בעיר, הנובע מתכנון אסטרטגי מערכתי המרשת את העיר בין שכבות קיימות לשכבות חדשות. השכבות תואמות את היעדים האסטרטגים לעיר ברמת תכנית אב בעלת יעדים ומטרות, וכפופה למסגרת זמן כלשהי (לרוב מספר שנים). ההחלטות למיקום הפעולות נעשות בתחילה על בסיס מיפוי כולל וזיהוי נקודות חוזקה וחולשה בעיר ותרומתם לרקמה העירונית. זו ניזונה מהקשרים בין החוזקות והחולשות, ובינם לבין רשת חדשה המתבססת על פוטנציאל מערכת ההתערבויות להחיות את המקום ולתרום לתועלת מרחבית במספר רבדים (פיזי, תרבותי, סביבתי, כלכלי וכו'). התקדים על פיו אנו בוחנים את הגישה הזו היא העיר ברצלונה.

את התהליך שעבר על העיר ברצלונה מאז שנות ה-80 ועד להיותה עיר בינלאומית מודל לחיקוי בכל תחומי העיצוב העירוני, ניתן לחלק לשלושה פרקים. הפרק הראשון היה בשנות ה-80, תכנון עירוני מקיף לשיטת ה"דיקור": פרויקטים קטנים עצמאיים בעשרות שטחים ציבוריים פרוסים בעיר; הפרק השני הוא תולדה של אירוע: האולימפיאדה ב-1992 כמנוף פיתוח עירוני; והפרק השלישי בעצם מתרחש מאז האולימפיאדה ועד היום, לאחר ביסוסה של ברצלונה כמותג עולמי ואתר תיירות מבוקש.

במהלך השלב הראשוני של הטרנספורמציה העירונית בברצלונה, בתום תקופת שלטונו הדיקטטורי של הגנרל פרנקו, הממשלה הדמוקרטית החדשה קידמה תכנית לפיתוח שטחים פתוחים למען הציבור. למעלה ממאה וארבעים חללים עירוניים עוצבו לאורך שבע שנים (1981-1988), שתרמו לשינוי נוף העיר כמו גם לתדמיתה. החלוציות הייתה בעצם קידום "פרויקטים" מבלי להמתין לתכנית אב כוללת, ובכך הפיתוח וההשפעה היו מהירים יותר וחופש היצירה והעיצוב היה גדול יותר; כל מקום זכה לפתרון מקומי מותאם לסביבתו האישית. ניצול מחודש של הקרקע באזורי תעשייה, מסילות רכבת ישנות וכד' ויצירת מקומות חדשים. מרבית הפרויקטים היו בקנה מידה קטן, והשפעתם נועדה לחולל שינוי מעבר לסביבתם הקרובה. הפרויקטים יצרו מערכת של חללים ציבוריים ללא תכנון מרכזי או הליכים מסורבלים, ובנוסף יצרו מערכת עירונית נוספת שתהווה "שלד" להתפתחות העתידית של העיר.
החללים העירוניים החדשים היוו חלק מפרויקט עירוני רחב, ומיצבו את ברצלונה כמעבדה בינלאומית ללימוד עיצוב עירוני. מכיכרות חדשות ועד לפארקים נרחבים, למרחבים הציבוריים החדשים שנוצרו היה תפקיד דואלי: מבני ותרבותי. מעבר לפתרון פונקציונאלי ופרוגרמתי הם היו סמל לעידן חדש. תחת הסיסמא "הגלריה ברחוב" שיתפו פעולה אדריכלים, מהנדסים ואמנים והביאו גם למעורבות התושבים.

התהליך עיצוב העיר קיבל תנופה משמעותית עקב ההכנות לאולימפיאדה ב-1992, שנוצלו כבסיס למהלך של טרנספורמציה בקנה מידה עירוני, שהתבסס על שלושה עקרונות מובילים: בניית תשתית אופרטיבית והתקנת טלקומוניקציה במבנים ודרכים חדשות, שיקום וטיפוח ארבעה אזורי פריפריה כמשכן סובב ־עיר לאולימפיאדה ושינוי בכיוון גדילת והתפתחות העיר לכיוון צפון מזרח במקום למערב; ופיתוח חזית הים של העיר. במקביל לשינויים שיועדו לטובת האולימפיאדה, העיר קידמה גם תכנית שיקום "העיר ההיסטוריות הפנימית".
האימפקט הגדול של הכנות העיר לאולימפיאדה אינו מסתכם רק במתקניה החדשים אלא גם בהקמתם של מוזיאונים, תיאטראות, שיקום הנמל המסחרי והפיכתה כאמור ליעד תיירותי ממדרגה ראשונה. הפרק השלישי בהתפתחות העיר מתאפיין יותר בפיתוח עירוני במודעות ליכולת סוציו-אקונומית, בדגש על כמה כללי מפתח:

1. רציונליזציה של ארגון מערכת המרחבים הפתוחים בהתבסס על מערכת פארקים מבוקרת והארכת מסלול המטרו בכדי להגביר הנגישות.
2. איזון בין הזהות ההיסטורית וחיזוקה לבין התנופה האדריכלית של הפרויקטים החדשים.
3. בניית מחוזות חדשים של דיור בר השגה.

הפרויקטים כאמור בסדרי גודל שונים, ניתן לבחון איכות כל אחד מהם בהסתכלות מקומית ובתרומתן של ההתערבויות למערכת הכוללת. כוחן של ההתערבויות הוא גדול דווקא במקרים בהם לא נדרשו שינויים גדולים במרקם הסובב את ההתערבות כתנאי לשמירה על איכותן. דוגמאות לדיקור בקנה מידה שכונתי מראות עקרון זה פעמים רבות, באופן שבו ככר קטנה, שיפוץ רחוב למדרחוב או גן שכונתי מפרה את האזור ומעניק לתושביו איכות חיים מבלי לפגוע ברקמה הקיימת.
בנוסף קיימות גם התערבויות בקנה מידה אזורי שהתבססו על המערכות העירוניות הקיימות: לדוגמא, נושא מסילות הרכבת אשר הותירו "צלקות" במרחב העירוני וחלקי עיר פרומים. פתרון יצירתי שתוכנן לדוגמא היה מחוז סאנטס ("Sants") שנותק מברצלונה, ובו תוכנן פארק שיחבר בין שני אזורים, המחוז והעיר, ינגיש את המחוז, יגביר את התיירות וישפר את איכות החיים באזור.

דיקור בקנה מידה עירוני ניתן לראות במקרה שדרת הדיאגונאל ("Diagonal"): אזור הפורום ("Forum") שהיה כשטח חום ("Brown

.2

2. שדרת הדיאגונל, ברצלונה

("Field ־ אזור תעשייה, הוזז ממקומו. המתקנים התעשייתיים קיבלו מענה טכנולוגי מתקדם, והאזור פינה שטח רב לפיתוח החוף והחזית הימית של העיר. שדרת הדיאגונאל, עורק ראשי בעיר, הוארכה והגיעה לראשונה עד לקו המים, עם גישור של טיילת שכיסתה את עקבות מתקני התשתית והשירותים. בנוסף, רובע חדש ־La Ramblas de la Mina עיצב את הבינוי של עיצובים חדשים כמו מרכז הקונגרסים, קמפוס אוניברסיטה חדש, וקומפלקס מגורים תרמו לפיתוח ולטיפוח האזור, שעד כה נחשב לאזור בסיכון. חופים, גנים ומרחבים ציבוריים בודדים נוצרו בהמשך לכך.

.3

דוגמאות לפרויקטים נוספים שמקודמים בשנים האלו (2006 ואילך) מראים על דגש נכבד הניתן לפרויקטי מגורים ורישות חדש בין הפרויקטים החדשים. למשל ה"Gran via Zona Franca": אזור החוף הדרום-מערבי של העיר, הנמתח בין הנמל הישן לנחל "Llobregat" תוחם את אזור התעשייה והלוגיסטיקה של ברצלונה והופך להיות אחד ממקבצי המגורים הגדולים בעיר. בנוסף לנמל, מתוכננת הרחבת הרכבת המהירה לאזור באופן שיקפיץ את הערך הכלכלי של המטרופולין כולו. פרויקטים אורבאניים גדולים נוספים נמצאים בתהליכים, כגון ה "Stout Judicial" ־ קומפלקס של מוסדות חוק, ככר אירופה ופיתוח מחוז Marina ובו עוד 10,000 יחידות דיור. דרכים נוספות ביצירת קשרים פיזיים בין נקודות ה"דיקור" בפרויקטים החדשים הוא פרויקט ה-Segarra ־ הרכבת המהירה שמשולבת בארבע שכבות עיר שונות, ויוצרת רישות וגיאוגרפיה חדשים. מבנים, דיור, משרדים ומלונות ירכיבו יחד את המסה הקריטית בעיר. דרך נוספת הינה פארק ליניארי באורך של למעלה מ-3.5 ק"מ שישמש כחוט שדרה ל 8,500 יחידות מגורים באזורי תעשייה לשעבר ובכך יווצר חיבור למרכז העיר בחזרה.

לסיכום, גדולתה של שיטת הדיקור העירוני בברצלונה ניכרת מכמה היבטים:

1. ריבוי התערבויות קטנות המשקמות מערכות קיימות ויוצרות חדשות, פיזיות ותודעתיות המעלות את תדמיתה של העיר בפני תושביה ומבקריה.
2. הכרה ביכולות ההליכים הנקודתיים לאפשר שינויים בטווח זמן קצר הרבה יותר מאשר הזמן שנדרש לתכנית מאורגנת אחת כוללת לעיר.
3. ההתערבויות הן פונקציה של קנה מידה וסדרי גודל, תוך מתן מענה

3. פארק דיאגונל מאר, ברצלונה, Architect: Enric Miralles & Benedetta Tagliabue with EDAW

לפתרונות גישה ותחבורה, קשרים פיזיים בין המרחבים שיחד יוצרים מערך עיר מחוזק

4. מתן דגש לעיצוב עירוני (על פני תכנון כולל) ובכך מעניק לעיר סטטוס אדריכלי ותיירותי, זהות שונה בהתאמה לכל מקום ומביא למעורבות בקרב הציבור.
5. ניצול הזדמנויות ואירועים גדולים כגון האולימפיאדה לקידום אינטרסים קהילתיים, תברואתיים, תרבותיים וכלכליים בעיר.
6. בקרה על מימוש התהליכים: שמירה על התערבויות בקנה מידה אנושי ובקרה על השלכות והשפעות ההתערבויות באזורים השונים, באופן שבו הופכת העיר ל"מעבדה בינלאומית" ל"חינוך" לשיטת הדיקור העירוני ומהווה מודל לחיקוי.

דיקור בסדר גודל אזורי-שכונתי: מקרה קיסנגאני

תקדים קיסנגאני (Kisangani) הוא דוגמא לפעולת דיקור עירוני שמשלבת בתוכה שני סוגי התערבויות: התערבות רשתית זמנית בקנה מידה שכונתי והתערבות מוקדית קבועה בקנה מידה אזורי. כל אחת מהאסטרטגיות הנ"ל נבחרו ע"י המתכננים ליצירת אפקט שונה על העיר ותושביה בתוכנית המתחשבת במימד הזמן, המקום והאמצעים העומדים לרשותה. הפרק הבא יסקור בחירות אלו והשפעתם האזורית העכשווית על העיר ותושביה.

רקע על העיר

קיסנגאני היא עיר השוכנת בלב יערות הגשם של אפריקה. בנקודה אסטרטגית בין קונגו המערבית והמזרחית והיוותה בעבר את העיר השלישית בגודלה ברפובליקה הדמוקרטית של קונגו.
קיסנגאני היא עיר וכפר בו זמנית. מורכבת משש קהילות גדולות המחולקות למאות שכונות קטנות בעלות אופי והיסטוריה יחודיים.

ב-1990 האזור היווה זירתם של מספר קרבות עקובים שהותירו בה צלקות רבות הן פיזיות והן מנטאליות על האוכלוסייה. למרות הנזקים שספגה במלחמות, תדמיתה העירונית היא כערש תרבות בתחומיי הקולנוע, הטלוויזיה, המוזיקה והתיאטרון, המזוהים בסגנון ייחודי מקומי המתבטא גם באירועי פסטיבל רבים ומופעים קבועים בעלי אופי תרבותי חברתי.
מגוונה הרחב בארכיטקטורה קולוניאלית ומסורתית משווה לה יופי נוסף על נופיה הטבעיים העשירים. העיר מכונה בימינו "City of Hope" או Boyoma (הנערה הכי יפה) בניגוד לכינויי העבר שלה כעיר מעונה.

רקע על היזמים

סטודיו קאבאקו (Studios Kabako) הוא מיזם מתפתח של האמן פאוסטין לינקולה (Faustin Linyekula) ושותפתו וירג'ינה דופרה (Virginie Dupray) שהתחיל כסטודיו למשחק וריקוד ותפס תאוצה מאז 2001 גם לתחומי אומנות אחרים.
רב ההפקות של הסטודיו מיוצרות ומוצגות בקיסנגאני. הסטודיו הפך לישות קטנה להשכלה אומנותית ושיתוף המעבירה סדנאות עבור הדור הצעיר ע"י אמנים-אורחים מקומיים, לאומיים ובין לאומיים.

המיזם שמהווה זירה פיזית ייעודית לאומנות ועבודה קהילתית ביקש לנצל את הפוטנציאל שבפעילותו לחולל שינוי תפיסתי ותדמיתי עבור העיר כולה. החזון שלו לקינסגאני מבוסס על הרצון ליצירת רשת של מוקדי אנרגיה מחוללי שינוי עבור העיר ותושביה. מדובר בחזון רב תחומי

שכוונתו להשפיע על היבטים רבים בו זמנית מעבר לתחום התרבותי: אורבאניים, סביבתיים, חברתיים, פוליטיים, אומנותיים, פרוגרמאתיים ומרחביים.
הארכיטקט Bärbel Müller והאמן Faustin Linyekula חלקו רצון משותף לביזור מרכזי תרבות עירוניים ברחבי העיר. בשיתוף עם Studios Kabako ב-2009 הם ניתחו וניסחו שיטות התערבות באסטרטגית הדיקור העירוני לבניית 3 מרכזי תרבות ייחודיים המותאמים לאופי האורבאני של קיסנגאני. רובד נוסף של התוכנית המתמקד בהטמעת הפעילות בעומק רקמת המגורים כחלק בלתי נפרד מחיי השכונה. שילוב אסטרטגיות אלו הוא לדבריהם מה שיחולל את השינוי הרצוי עבור העיר.

גישת הדיקור המבוזר

אסטרטגית הפעולה של הסטודיו העלתה שאלות לגבי זמניותם וגמישותם של המרחבים האורבניים בעיר וההשלכות הדינמיות של פעילות מרושתת על הרובד התרבותי חברתי ופיזי בעיר.
פעולת הסטודיו מתבססת על הטמעת מרחבים רב תחומיים קטנים במרקם המגורים כזרז לרישות הפעילות היצרנית של אמנים בעיר כולה והפיכתה בכך למרכז תרבות בעל חשיבות ראשונית ברפובליקת קונגו. חשיבותם של אותם מרחבים אמנותיים שכונתיים עבור האינדיבידואלים הפועלים בהם נתפסת כגדולה מתרומתם לתדמיתה האמנותית של העיר. תקשורת שוטפת בין התושבים בונה בסיס להדברות והכרות בין אזורים וקהילות שונות בעיר ומחוצה לה.
הפעילות החברתית שבבסיס עבודת הסטודיו חותרת לעידוד יוזמות תעסוקתיות ושיתוף פעולה ומשמשת מפלט אלטרנטיבי לכל, ללא אפליה מעמדית או כלכלית.

רעיון הביזור חיוני להבנת אופיו של הסטודיו בכל הרמות. מהנאת הפרט ועד לתרומה השכונתית לעיצוב אופייה העירוני של קיסנגאני, והשפעות כלל ארציות ובינלאומיות שיכולות לבוא בעקבותיו. האמונה היא שביסוס העיר כמרכז תרבות יהפוך אותה למרכז בעל חשיבות ברמה הלאומית.

החזון החדש חייב את הסטודיו שבמקור יועד להיות "מקום מנטאלי" לממש ולארגן את המרחב הפיזי לפעולתו. הסטודיו הקדיש עצמו לגיוון תחומי ומרחבי פעילותו, ומגיב גם לחוסר בתשתית המוסדית תרבותית בעיר. זאת במטרה להגיע למחוזות וקהילות שונים - גם לשכבות החלשות יותר.
"When you connect the dots, you begin healing or appeasing the "body".

"Cities like Accra or Kinshasa, Kumasi or Kisangani, can - despite all large-scale transformations -still be characterized by the presence of small-scale appropriations of urban space. These "points"/ "waypoints"/ "acupuncture points" exist in time and space. They operate relationally and reactively, and induce radiating effects with minimal gestures. Thereby, they create networks of characteristic energy levels with catalytic effects on the urban fabric. Primarily of a commercial nature, they are located in the programmatic field between production and consumption."[4]

התערבות מוקדית ארוכת טווח בשילוב כוחות עם משרד האדריכלים

[4] Muller Barbel, *"Narrating Urban Acupuncture(s)"*

Muller יצרה שלושה מוסדות תרבות חדשים שונים במהותם אשר תוכננו לייצג ולאכלס את הפעילות האמנותית של כלל העיר. כמו גם להוות בסיס לרשת הפעילות השכונתית, כל אחד ממרכזי התרבות נתפס כתשתית, כמרחב פיזי, כחלל חברתי וכמחווה לקהילה בתוכה הוא נטמע:

1. ב-Makisu המרכז האדמיניסטרטיבי והכלכלי של העיר, המרכז מעוצב להוות נקודת הציון של סטודיו Kabako כזירה לתצוגת עבודה. במה לתקשורת בין העיר והעולם. מרחב שפתוח לעיר ומזמין אותה פנימה. שם יתקיימו אירועים קונצרטים והקרנות. שלט הפרסומת של העיר המשתקפת בארכיטקטורה שלו.
2. המרכז השני ממוקם במחוז המרוחק של Simsimi קרוב לנהר הקונגו, שם הסטודיו רכש שטח של כ-3000 מ"ר. המרחב נתפס כחלל לשיתוף בין אינדיבידואלים מתחומי תרבות שונים: אמנים, פילוסופים, מחזאים, שחקנים, כוריאוגרפים, רקדנים, מוזיקאים, מדענים וכו'. הוא מכיל מגורי אמנים וסטודיואים לחזרות, הקלטות ועריכה המוקף בטבע. המטרה היא לספק סביבה רב תחומית לניסוי המושכת אמנים אינדיבידואלים לחקור ולעבוד בצורה ריכוזית ללא היסח דעת.
3. המרכז השלישי ממוקם ב-Lavige, המחוז המאוכלס ביותר של קיסנגאני, הממוקם בגדה השמאלית של נהר הקונגו. האזור שנחשב כפריפריה של העיר מיותם מתשתיות ונתפס כאזור שנשכח על יד הממשל. הסטודיו מבקש לעבוד עם קבוצות נבחרות באוכלוסיה זו, כדי לתת חיזוק לרעיון ששינוי צריך לבוא מבפנים.

מטרת הפעילות של הסטודיו היא לעודד יצרנות סוציו-פוליטית, אינטלקטואלית, ואומנותית בתוכנית של סדנאות, מפגשים, הקרנות ועוד.

מיקומו הנבחר של מרכז זה הוא במבנה קולוניאלי נטוש במטרה משנית להחיותו כנקודת ציון מחודשת בעיר.

בכל אחד משלושת המצבים האורבניים, האפשרות והצורך של התניידות ומעגליות בין מקומות שונים יוצר את ההזדמנות לעבוד על פרויקטים רחבים ויוזמות ספונטניות בו זמנית, המשפיעים אחד על השני ויוצרים אפקטים סינרגטיים.

דיקור עירוני מתוך הכרח

ללא תנאי עבודה בקיסנגאני, בניית המרכזים מוגדרת כתהליך ארוך טווח ועד אז "הסטודיו עובד במעין מצב הישרדותי". במשך תקופה זו משרד, בית וכנסיה, מושכרים בשכונות קיסנגאני משמשים לסדנאות, אדמיניסטרציה, חזרות או הקלטות ומדי פעם לפעם העיר עצמה הופכת לבמת המופע. הפוטנציאל של השימוש באומנויות כנקודת פתיחה להתחברות לעיר בקנה מידה גדול יותר מתחיל ברשת ראשונית של קשרים חברתיים.

דיקור בסדר גודל מקומי-אזורי: רודרפור

תקדים רודרפור הוא דוגמא לדיקור בקנה מידה קטן מקומי שמעגלי השפעתו רבים וגדולים מתחומי הכפר הקטן בו נהגה. כן הוא מציג את אפשרויות ההשפעה של מופע אדריכלי בעיצובו ובתכנים הנמזגים לתוכו מעבר למענה על צרכים מקומיים.

METI school- Rudrapur, Bangladesh 2004-2006

Architect: Anna Heringer

עם יותר מ-1000 תושבים לקמ"ר, בנגלדש היא אחת הארצות הצפופות בעולם. קרוב ל-2/3 מהאוכלוסייה מתפרנסת מחקלאות, עם זאת שיעור

הילודה הגבוה מצביע על מחסור הולך וגבר במשאבי קרקע לצורך אורח החיים החקלאי המקובל. המחסור בקרקע והעוני הקשה גורמים לקבוצות גדולות של תושבי הכפרים להגר אל הערים. ריכוז תצורת המגורים הקיימת וחיזוק הכלכלות המקומיות בכפרים יכול לעזור להקל על הדחק של קהילות הכפר, אך יוזמות המכוונות לסיוע בתחומים אלו לרב נתקלות במכשולים מצד מסורות הבניה המקומית ודלילות התעסוקה באזורים אלו.

ב-1997 אנה הרינגר, צעירה אוסטרית, לקחה חלק בתוכנית התנדבותית ממשלתית Dipshikha, ששיכנה אותה למשך שנה בכפר קטן (רודרפור מונה כ-1500 תושבים) בצפון בנגדלש. דיפשיקהה היא תוכנית ששמה לה מטרה לפתח תוכניות פעולה בתחומי הבריאות, החינוך, התעסוקה והחקלאות בבנגלדש, והשפיעה על הרינגר לשוב אל רודרפור כסטודנטית לארכיטקטורה, גם לאחר סיום התנדבותה במסגרת התוכנית. ב-2002 הרינגר ושישה סטודנטים נוספים חקרו לעומק את המבנה הכלכלי של רודרפור והצביעו על מספר בעיות עיקריות.

הבעיה העיקרית שאובחנה הייתה מיעוט הקרקע לצורכי חקלאות, שהיא מקור ההכנסה היחידי בכפר. מהכרותה עם מאגר ההזדמנויות הדל של התושבים הנגרם ממחסור בהשכלה, הרינגר החליטה ב-2004 לעצב לרודפור בי"ס כעבודת הדוקטורט שלה.

(METI modern education and training institute) היא סוכנות חינוכית לקידום יכולות ועניין אינדיבידואליים בשיטות לימוד לא קונבנציונליות. תרומתם לכפר שמה דגש על אספקת כלים וטכנולוגיות מודרניות בתחום הרפואה, החינוך, הבניה והחקלאות לשיפור תנאי המחיה הפיזיים והכלכליים בכפר עבור הדור הצעיר כמו גם הדור המבוגר.

ביה"ס METI הפך לנקודת ציון חשובה ומקום מפגש עבור התושבים וילדיהם ומופע חיובי שנגזר בחלקו מהעיצוב הייחודי ותהליך הבנייה עצמו.

.4

מסורות הבניה באדמה המקובלות ברודפור מאופיינות בקירות דקים מדי, בנייה ללא יסודות וגגות ארעיים. למעשה רבים ממבני הכפר מציעים תנאי מחיה ירודים ואף מסוכנים לתושביו. בעקבות כך בנאים מקומיים החלו פונים לשיטות בניה מודרניות בבטון ולבנים.

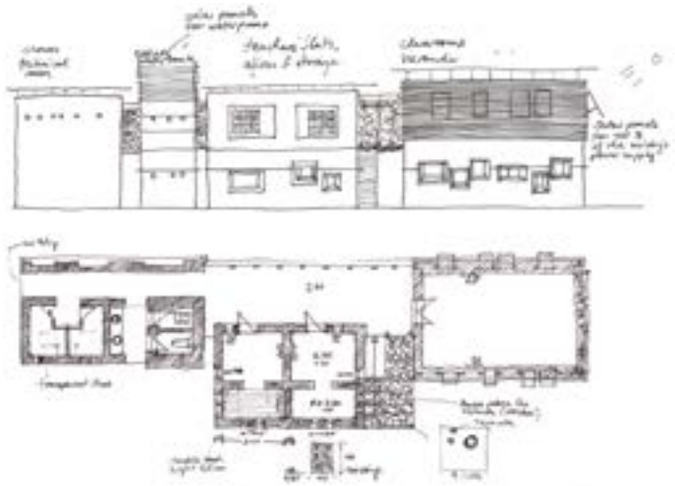
4. תכנית סביבה, בית ספר, בנגלאדש, METI School, Architect: Anna Heringer

הרינגר ראתה ערך בחיזוק מוטיב הבנייה באדמה לצורך קידום המודעות הסביבתית והסגנון המקומי של הכפר. היא ניצלה את עבודתה על מנת לייבא ידע לכפר גם בתחום הבניה ולשלבו בתהליך הבנייה עצמו.

הרינגר בחרה לאמץ שיטות בנייה מסורתיות ושדרוגן בתהליך בניית בית הספר תוך שימוש בכוח עבודה מקומי והכשרתו במטרה ליצור תחושת שייכות וגאווה מקומית עם האייקון החדש.
אסטרטגיה זו סיפקה מקור ראשוני להכשרת אנשי המלאכה המקומיים בתחום טכנולוגיות הבנייה, דבר שסיפק מקור הכנסה זמני נוסף ותקדים לבנייה מתקדמת בשיטות המקובלות.

הארכיטקטורה של בית הספר החדש מתחשבת באותם צרכי למידה מיוחדים שנוקט בהם מוסד ה-METI. העיצוב הפשוט יחסית מספק חללי חינוך שונים ומגוונים למפגשי למידה בעלי אופי שונה, משחק והתכנסות. בקומת הקרקע על קירותיה העבים ממוקמות שלוש כיתות לימוד שלכל אחת גישה משלה לחצר ולמערכת מערות "אורגניות" הקבועות בחלקן האחורי. עיצוב הפנים הרך של חללים אלו מיועד למגע, להשענות, למפלט לחיפוש והתבודדות של יחיד או קבוצה. הקומה העליונה בניגוד חד לתחתונה פתוחה וקלה. הפתחים בקירות הבמבוק מאפשרים מבט על הסביבה והכפר, החלל הפתוח מאפשר שטח לתנועה או התכנסויות גדולות. משחקי אור וצל בין קני הבמבוק מוסיפים טקסטורה ועושר לחלל. עליה מתווסף אלמנט של צבעוניות פנימית המתקבלת משימוש בטקסטילים רבים ורב גוניים המשווים לחלל אוירה קלילה ומשעשעת המשקפת את אופי ביה"ס.

יסודות המבנה הוקמו משכבת לבנים משוקעת המצופה בטיח צמנטי. בהיעדר משאבי אבן עודפים בבנגלדש בשימוש אנשי מקצוע מקומיים, לבנים הן מוצר נפוץ בתעשייה המקומית. תהליך הבנייה נוצל גם על מנת להעביר קורס איטום רטיבות למשתתפים בבניה.



.5

הקירות התומכים נבנו בשיטה דמוית "Cob Walling" המשתמשת בתערובת של אדמה קש ומים ליצירת מבנים ברי-קיימא בעלי רמת בידוד ויציבות גבוהות מאד. הבנייה בשיטה זו נעשית ביד בשכבות ובמהלכה אף נעשה שימוש במשק חי מקומי ליצור התערובות. הקומה

5. חתך וחזית, בית ספר, בנגלאדש, METI
Architect: Anna School Heringer

השנייה גם כן נבנתה בחומרים טבעיים מקומיים מתכלים במבנה רשת רב-שכבתי של קורות במבוק שביניהן מוקמו חוסמי רוח מחומרים דומים. מבנה זה תומך בגג מתכת קל ומשופע לניקוז מי הגשמים המצופה ברעפי עץ כשכבת גימור ובידוד מפני קרינה.
בניית בית הספר נעשתה בשילוב בין גורמים מקומיים וחיצוניים. בעוד שטכנולוגיות ומתכננים סופקו ע"י תעשיות מגרמניה ואוסטריה, עיצוב המבנה ובנייתו נעשו ע"י אנשי מקצוע מקומיים ונוסחו תוך כדי תהליך הבנייה.
תקדים זה מלמד רבות אודות עבודת צוות, פתרונות יצירתיים וניצול משאבים מקומיים כחלק מקונספט שלם של בניה בת-קיימא המתבטאת גם בהופעתו החזותית של המבנה.

.6

.7

6. חזית קדמית, בית ספר, בנגלאדש, METI
School Architect: Anna Heringer
7. חלל הפנים, בית ספר, בנגלאדש, METI School
Architect: Anna Heringe

8. חזית אחורית, בית ספר, בנגלאדש, METI School Architect: Anna Heringer

8.

תחת סוגית הדיקור העירוני הוא מייצג עבודת תכנון מרוכזת שמנצלת את מירב אפשרויות ההשפעה שלה על הסביבה. החל מבניית קשרי עבודה בין מקומיים לגורמי חוץ, האזנה קשובה לצרכים של סביבת התכנון, יצירת אייקון ותקדים גם ברמה המקומית וגם ברמה הבינלאומית, תוך שימוש מכוון בשלבי הבנייה כאקט מחולל נוסף. שיוכו הכפול לקהילה המקומית ולארגונים בינלאומיים נותן לו מעמד תקדימי גדול בהרבה בשיח האדריכלי מהאימפקט המצומצם המתקבל בד"כ עבור מבנה בודד וזיכה אותו בפרסום רב. מבנה זה זכה בפרס ה-AR (Architectural Review) לארכיטקטורה פורצת ב-2006 ובפרס הAGA KHAN ב-2007 כמו כן זכה ב-2007 בתחרות הבינלאומית לעיצוב בבמבוק כעיצוב בעל חזון לקיום אקולוגי. הקמתו של פרויקט זה יצר סביבו מעגלי השפעה רבים במגוון תחומים מרגע הגייתו ועד לגמר בנייתו והרבה לאחריה. בין השפעותיו של דיקור אדריכלי זה ניתן למנות השפעות בתחום החינוך, התרבות, החברה, הכלכלה, קיימות ועיצוב בשיח האדריכלי, רפואה ועוד. השפעות שתהליך פריצתן היה קצר עד כדי מספר שנים בודדות ורדיוס התפרסותן רחב, הן במרחב והן בזמן הרבה מעבר לתחומי הכפר.

דיקור בסדר גודל אישי-פרטי.
"הגרילה גארדנינג" ("Guerilla Gardening")

עד כה סקרנו פעולות מקומיות מול מערכתיות, ברובן יזומות "מלמעלה למטה", או לפחות בתיאום הרשויות ובמהלכים שקיבלו עוגן כזה או אחר בתכנון העירוני. בחלק זה, הבוחן את קנה המידה ה"קטן" ביותר מבחינת סדר גודל הפעולה הראשונית, המאפיין העיקרי הוא הפעילות היזומה "מלמטה". פעילים בודדים או ארגונים פרטיים, שפועלים כדי לקדם אג'נדות חברתיות / קהילתיות / אקולוגיות / כלכליות ועוד, בעלות השפעה על העיצוב העירוני ברמה הפיזית והתודעתית.
גם כאן סדרי הגודל של ההתערבויות משתנה, את חלקן הארגון או המשתמש מקדם כעניין ציבורי שעל הרשויות לקדם ואת חלקן מיישם בעצמו. הדוגמא עליה נרחיב כאן הינה פרשנות עצמאית של קבוצה לפעילות הלקוחה מתחום ה"חקלאות העירונית", תחום שצבר פופולאריות בשנים האחרונות לאור עליית המודעות לשמירה על הסביבה והדרישה לקיום איכות חיים בערים. מדובר על ארגון הגרילה גארדנינג - תופעה שהפכה ממקומית לעולמית בזכות ניהולה דרך רשת האינטרנט וחשיפתה בכלי התקשורת ומפה לאוזן. הגרילה גארדנינג הוא ארגון חברתי-קהילתי למטרות אקולוגיות (ופוליטיות) באופן מחתרתי.
הארגון מייצג עצמו במונחים צבאיים, מתוך השקפה פרו-אקטיביסטית מהפכנית, של מעורבות פעילה ומחתרתית להשבת הסדר על כנו, בהקשר

זה במצב הסביבתי-קהילתי בעיר. זהו ארגון פעיל שהוקם על ידי מתנדבים אשר פועלים במרחב העיר ומשנים בשיטת הדיקור העירוני את פני העיר על ידי פעולות קטנות מפוזרות במרחב. המימד הפיזי של פיזור הפעילויות במרחב, ומימדים נוספים, של תודעה לחקלאות עירונית ולאיכות הסביבה, יוצרת מערכת חדשה בהשענות על התשתית הקיימת, מעין רישות נוסף המציע קריאה חדשה של המרחב העירוני.
פעולות ההתערבות נעשות ללא אישור הרשויות כמחאה חברתית על כך שהרשויות אינן פועלות בעצמן לטובת איכות החיים והמרחבים הירוקים שבעיר. לאמיתו של דבר, הארגון מוגדר רשמית באופן הבא: "גינון גרילה הינו גינון בשטח של רשות או של אדם אחר ללא רשותו".
לארגון יש נציגויות מקומיות בערים השונות, ואלה כוללות מגוון רב של משתתפים ומניעים, מהחקלאי הערכי הפועל לטיפוח הסביבה ועד לפוליטיקאי השואף ליצור שינוי דרך פעולה ישירה. לאחרון יש השלכה על זכויות קרקע ורפורמות קרקע.
הקרקעות עליהן "משתלטים" הפעילים הן לרוב קרקעות מוזנחות על ידי בעליהן הרשמיים ואותן הם מחיים ע"י גינון, שתילת צמחים חדשים וטיפוח (ובכך קריאה חדשה של המקום וייעודו). מרבית הפעולות נעשות בשעת לילה, כראוי לארגון מחתרתי. מה שמעורר התייחסות לתופעה היא מידת ההשפעה שיש ל"פעילויות הדיקור" של הארגון על מודעות הציבור לנושאים סביבתיים בעירם ולריבוי הפעילויות וקני המידה שלהם כתוצאה מגיוס בלתי נפסק של מתנדבים חדשים כתוצאה מחשיפה וניהול הארגון ברשת האינטרנט.
התופעה קיימת מזה 40 שנה. עדות ראשונה לפעילות הארגון נראית ב-1973 בניו יורק כאשר קבוצת מתנדבים הפכו שטח פרטי לגן ציבורי. מזה 40 שנה שהגן מטופח ומטופל ע"י מתנדבים ונשמר בתצורתו הנוכחית. כיום יש נציגויות מקומיות של הארגון בלמעלה משלושים מדינות בעולם. הנציגויות אחראיות על קידום האג'נדה החברתית-אקולוגית-פוליטית במישור החינוכי (חינוך למסורת המגנה על הסביבה) ובמישור האקטיבי: "מפקדה" פיזית האמונה על אספקת ציוד, ארגון מפגשים ופעילויות הגינון באזורים מוזנחים בלילות.
קנה המידה של הפעילויות משתנה: החל מעידוד החקלאות האישית בקרב תושבי העיר, באופן פרטני העלאת מודעות הציבור לגינון וטיפוח הגינות האישיות שבסביבה הפרטית של כל בית, וכלה בפעילות בקנה מידה גלובלי ובייזום "יום הגרילה גארדנינג הבינלאומי" ובו גויסו פעילים מכל העולם ומתנדבים שאינם חלק מהארגון לקחת חלק בפעילויות למען הסביבה כמו גם במחאות והפגנות כנגד הרשויות אשר מזניחות נושאים אלה.
דוגמאות לפעילויות בקנה מידה שכונתי או אזורי במקומות שונים בעולם: "מבצע" שנקרא "pure Genius", התרחש במאי 1996 בדרום לונדון כאשר 500 פעילים פלשו לשטח של מפעל גינס במחאה חברתית על הניצול המושחת של הקרקע לטובת מפעלים במקום לטובת פתרונות למצוקת הדיור הגדולה בעיר. הפעילים השתלטו על שטח של 31 דונם והתגוררו במקום במשך 5 חודשים עד שפונו בכוח. זוהי דוגמא שמדגישה לא רק את כמות הפעילים הרבה שגויסה, אלא גם את האפקט של פעילותם במישור החברתי בהקשר הסביבתי והתהודה של אקט כזה בהיבטי תכנון ועיצוב עירוני.
פעילות נוספת התרחשה ביולי 1996 בקופנהגן ונקראה "מבצע גן בלילה אחד" - מבצע מרובה משתתפים, ועל כן נחשב בקנה מידה גדול (בבחינת רדיוס ההשפעה של הדיקור על המרחב), שכלל אלף מתנדבים שלקחו חלק בהפיכת מקטע במרכז העיר למדרחוב וגן במהלך לילה שלם.

ניתן לראות דוגמאות גם בארץ, אם כי ההתעוררות טרם הגיעה למחוזותינו בעוצמה המגייסת מתנדבים רבים או פעילות רחבה, אך היא משפיעה על המודעות בחוגים הרלוונטיים והפעילויות כוללות גינון בגינות קהילתיות

9. גינון גרילה, Woolly Pockets

.9

אשר נזנחו וכעת הן "מוחזרות לתושבי השכונה".
הגרילה גארדנינג כיום מנוהל באתר האינטרנט הרשמי של הארגון, המאפשר חשיפה לפעילויות הארגון ולפרסומים בתקשורת אודותיו, גיוס כספים ותרומות כמו גם שיתוף ידע שימושי בחקלאות, בשיטת "עשה זאת בעצמך" ואנקדוטות נוספות שמראות כי הכוח והיכולת לשינוי יכולות להיות בידי כל אדם ולא רק בהכוונה מערכתית של השלטון.
כמובן שנשאלת שאלת הלגיטימציה לפעילויות אלה תחת הסיסמא "המטרה מקדשת את האמצעים". שהרי לפעולות ה"דיקור" של הארגון השלכות סביבתיות ומוסריות; בין אם הן נעשות בשטחו של המתנדב, שכנו והשטח הציבורי המשותף להם ובין אם נעשות באישון לילה ע"י הפיכת קרקע בבעלות העירייה למדרחוב וגן ציבורי לפי השקפתם הרדיקאלית.
ההשתלטות על מרחבים ציבוריים מעלה שאלות לא רק בהיבט החוקי אלא גם בהיבט העיצוב העירוני, שהרי אם כל משתמש ישנה ו"ייעצב" חלקים בעיר כראות עיניו לפי אג'נדה אישית או קהילתית - איך משפיע הדבר על פני העיר, תדמיתה ועיצובה?

קיימים ארגונים רבים נוספים, חברתיים או סביבתיים, ותופעות דומות באזורים שונים בעולם, של התארגנות "עממית" שמנוהלת במישור הווירטואלי ומיושמת בפרקטיקה בלתי-אמצעית (גם אופן היישום מהווה גישה אקולוגית בפני עצמו ולא רק כתוצאה מיועדת) להשגת מטרות אקולוגיות וקהילתיות. מנגנונים אלו הם המחשת התיאוריה של הדיקור העירוני, והתוצאה בשטח ביצירת המרחבים החדשים והקשרים ביניהם המפיקים שכבה נוספת לעיר, הם אלה שמשקפים את מידת השפעתן של פעולות הדיקור, הן ברדיוס המיידי של אזור ההתערבות והן ברדיוס רחב בהרבה.

סיכום ומסקנות

שיטת הדיקור העירוני היא גישה שרואה בתכנון כלי מהותי ביצירת שינויים פיזיים ותפיסתיים במרחב האנושי. שלא כשיטות תכנון מסורתיות, גישה זו שואפת למציאת דרכים חדשות לחולל שינויים מהירים יותר, ממוקדים יותר ואחראיים יותר לתוצאות.
הגישה בוחנת את מנגנוני השינויים עצמם בעיניים חברתיות ומאפיינת את התפשטותם של רעיונות ותפיסות בחברה כחלק מהותי בתהליך השינוי.
תפקידו הראשוני של אקט ההתערבות תחת גישה זו הוא לאו דווקא הופעתו האדריכלית אלא יכולתו להוות מאורע משפיע ביחס לסביבת התערבותו. כוחו של האירוע לעורר השראה ותגובות ולערער תפיסות קיימות הינו מיידי, בניגוד לתהליכי הסתגלות ארוכי טווח ומעורר עניין סביבו בקנה מידה רחב יותר.
ממקום הגדרתה של ההתערבות כמופע, גישה זו אינה רואה בקנה המידה הפיזי של ההתערבות מדד ישיר למידת השפעתה, אלא במידת השפעתה על המערכות הקיימות סביבה: פיזית, חברתית תרבותית, כלכלית פוליטית וכו'.
בסקר התקדימים שנערך בעבודה זו נגענו במספר גישות שונות לנגיעה במרחב האנושי. בכולן ניתן היה להבחין במעמד המיוחד שניתן לאפיון המערכות הקיימות על מנת להתחבר אליהן ולהשפיע על התנהלותן.

עם זאת דרכי הדיקור הן רבות ושונות במאפייניהן. הבחנו בהתערבויות ממוקדות כבדוגמת רודרפור שבהן מרוכזים מאמצי התכנון בנקודה בודדה במרחב. בגישה זו מטרת ההתערבות היא יצירת תקדים ואייקון סביבתי לחילול השינוי התפיסתי. במקרה זה להופעתו הפיזית של הדיקור יש השפעה רבה כמו גם לפרוגרמה התכנונית ע"מ להפוך נקודה זו לבעלת חשיבות אמיתית במרחב.
גישה אחרת לפריסת פעולות הדיקור הגישה הרשתית מערכתית כבדוגמת ברצלונה שמפזרת את מוקדי ההתערבות ברשת של התערבויות קטנות שהקשרים ביניהן מייצרים את האפקט הגדול הרצוי מעבר להשפעות קטנות מקומיות של כל התערבות.
שיטת הרשת אפקטיבית למדי תחת כורח של חוסר אמצעים או כשגורם הזמן והנגישות הם דגשים מובילים בעקרונות התכנון. ניתן למזג פעולות דיקור גדולות וקטנות, יחידות או מרובות, בתכנון שאופיו רשתי ומורכב הרבה יותר מפעולה בודדת בזמן ובמרחב, על מנת ליצור השפעה בקנה מידה עירוני.
ניתן להבחין בתכנונים מורכבים אלו בדוגמאות קיסנגאני וברצלונה בהם תפקידו של דיקור בודד יכול להוות שלב בתוכנית ארוכת טווח ורבת מוקדים לשם יצירת אפקט ראשוני ותקדים או תשתית להתפתחותן של נקודות דיקור נוספות סביבו.
בעוד שבברצלונה אופי ההתערבויות שם דגש על טיפוח המרקם הפיזי-תפקודי של העיר, תקדים קיסנגאני מביא בדוגמתו גישה להתערבות חברתית תרבותית בחיי העיר. הרצון לחולל שינוי בשורש ההתנהגות החברתית בפני עצמו שם בסימן שאלה את חשיבותו של המופע הפיזי של ההתערבות, כאשר המערכת החברתית מוצבת בבסיס ההתערבות.
התבססות ההתערבות על המערכת התכנונית מחייבת מבט שונה על אופי ההתערבות האדריכלית. מהי התערבות תכנונית למטרה זו? מהם הכלים לחולל מהפך חשיבתי בחברה? היכן מתחילה והיכן נגמרת הנגיעה במערכת החברתית הקיימת במקרה זה ומהו טווח פעולתה במימד הזמן? מתקדים זה למדנו כי שינויים גדולים יכולים לבוא במידה רבה גם ממעשים מינימליים כהתמקמויות ארעיות של פעילויות במרקם השכונתי.
גם בתקדים רודרפור הבחנו בכלים תעסוקתיים זמניים של שיתוף הציבור בתהליך הבניה כדרך נוספת להשפעה על המערכת החברתית הקיימת.
אולי התקדים הקיצוני ביותר להמחשת הגישה המינימליסטית להתערבות היא הגרילה גרדנינג. בתקדים זה הבחנו בתופעת הדיקור בצורתו הפשוטה הגולמית ביותר כתופעה חברתית חסרת מקום, חסרת גורמים מתכננים קבועים, חסרת מסגרת זמן קבועה ואף השפעה קבועה על המרחב. גישה זו מבוססת על עקרון התפשטותם של רעיונות ותפיסות במארג החברתי כמצע לגדילתה. רעיונות שביטוים בעל יכולת לפרוץ את גבולות צורתם המופשטת ואף לבוא לידי ביטוי מוחשי במרקם העירוני.
כוחה של הגרילה גרדנינג כהתערבות אינו נובע מאופי הפעולות המעשיות שהיא מניעה אם כי בעצם השינוי התודעתי המתפשט בחברה המביא לאותן פעולות אקראיות.
תקדים זה מלמד אותנו שהכלים לתפוצתם של רעיונות תלויי חשיפה ותקשורת בבסיסם. בין אם מפה לאוזן, או בשיווק, פעילות חברתית יזומה ואף בדיאלוג הנוצר בהופעת המוצר אל מול המשתמש. תפקידו של הדיקור בתקשורת זו היא לעורר את הדיון סביב הרעיונות המובאים על ידיו.
הבחנה נוספת שנעשתה דרך התקדימים היא בסוגי דיקור ממוקדי קונספט כגון דוגמת הגרילה גרדנינג לעומת סוגי דיקור ששאיפת השפעתם היא רב-מערכתית כגון דוגמת ברצלונה, קיסנגאני ורודרפור כאשר בכל התערבות עומדת בפני המתכנן שתי סוגיות מהותיות הניצבות בבסיס תפישת הדיקור העירוני:
- המטרות; אילו רעיונות תכנון זה מבקש לקדם? מהו השינוי שברצוננו לחולל?

- האפקטיביות; כיצד ניתן לקדם מטרות אלו למקסימום תוצאה במינימום מאמץ וזמן.

לאורך המאמר בחנו מגוון אפשרויות התערבות מוחשיות יותר או פחות, ממוקדות בנושא או מקום לעומת מבוססות התפשטות רשתית ואף אקראית, כאשר המשותף לכל המקרים שנסקרו הוא הזיהוי של המערכות שעליהן רוצים להשפיע ותכנון בהתאם לכך.

אין ספק כי חשיבות האיכות האדריכלית של פעולות הדיקור, כמו גם החדשנות והמקוריות האדריכלית של עצם הפעולה, וכתוצאה תחושת ההתחדשות שהיא מחוללת באזור, כל אלה מהווים אלמנט מפתח בקידום התהליך ובחותמו על האזור, עם זאת בבסיס תפישת הדיקור העירוני לא ניצב המעשה האדריכלי אלא ההשפעה הכוללת שלו על המערכות השונות במרקם העירוני.

מקורות

Acebillo, J.A., (2006). *Barcelona: Towards A New Urban Planning Approach*. Spatium, p.13-14, p.55-59.

Gladwell, M., (2002).*The Tipping Point: How Little Thing Can Make a Big Difference*. Boston, Mass., Back Bay Books.

Guerrilla gardening organization, Retrieved January, 28, 2014, from: www.guerrillagardening.org

Kriscenski, A., (2007). AGA KHAN AWARDS: METI School of Rudrapur, Bangladesh. Inhabitat. Retrieved January, 21, 2014, from http://inhabitat.com/aga-khan-awards-school-in-rudrapur

Lamborn, P., and Weinberg, B. (Eds.), (1999). Avant Gardening: Ecological Struggle in the City and the World. *Autonomedia*.

Marzi, M., & Ancona, N.(2004). *Urban acupuncture, a proposal for the renewal of Milan's urban ring road, Milan, Italy*. Presented at the 40th ISoCaRP Congress, Geneva, Switzerland.

Müller, B., (2009). *Narrating Urban Acupuncture(s)*. Presented at the 3rd African Perspectives Conference, Pretoria, South Africa.

Rohe, W. M., (2009). *A Socialist Growth Machine? The Evolution of Urban Revitalization Programs in Barcelona*. Presented at the meetings of the European Urban Research Association, Madrid, Spain.

Shies, L., (2006). *Urban Acupuncture as a Strategy for Sao Paulo*. Submitted to the Department of Architecture in partial requirement for the Degree of Master of Science in Architecture, Massachusetts Institute of Technology.

Small Scale, Big Change: New Architectures of Social Engagement, Andres Lepik; Museum of Modern Art (New York, N.Y.), Basel : Birkhäuser, 2010 Studio Kabako, Retrieved January, 28, 2014, from: www.kabako.org

תמונות

1. חיים אורבאניים, שדרות ה-La Rambla, ברצלונה, Photo: kkarc

2. שדרות הדיאגונל, Barcelona, Spain, Photo: Sergitxu, 12.06.2007, http:// www.flickr.com/photos/sergitxu/542820668

3. פארק דיאגונל מאר, Barcelona, Spain, Photo: Budapest Dundee, 17.04.2012, http://www.flickr.com/photos/jopeattie/6966708734/

4. תכנית סביבה, METI School Rudarpur, Bangladesh, Architect: Anna Heringer 2004-2006

5. חתך וחזית, 2004-2006 METI School Rudarpur, Bangladesh, Architect: Anna Heringer

6. חזית קדמית, 2004-2006 METI School Rudarpur, Bangladesh, Architect: Anna Heringer Photo: Naquib Hossain, 19.11.2008, http://www.flickr.com/photos/naq/3110826897

7. חלל הפנים, METI School Rudarpur, Bangladesh, Architect: Anna Heringer 2004-2006 Photo: Naquib Hossain, 19.11.2008, http://www.flickr.com/photos/naq/3110824017/in/photostream

8. חזית אחורית, METI School Rudarpur, Bangladesh, Architect: Anna Heringer 2004-2006

9. גינון גרילה (1) (2) (3), Woolly Pockets, Photo: Jason Eppink, 26.06.2010 http://www.flickr.com/photos/jasoneppink/4739019384/in/photolist-8dHsAc-7Ufgih-7Uc2gH-8dLFT5-7Uc25z-7Ufg8G-8vLmg7-8dLHmL-81RL9N-aDbYgw-aD88wk-aD88Bi-aDbYoL-aDbYpA-aDbYq7-7UbYVF-9tNziK-8tL7dV-8sbe18-8Ltk8x-8LwrBb-8LwpL1-8LwsoA-8LtmFp-8J97Pr-aDbYeh-7WqgUa-7WqgQT-bD8key-anevyT-7Gf4P5-8ezddC-drWS95-8aXeM6-8b1y9Q-8aXfR6-8b1xjy-8aXf6K-8aXepv-8b1xCy-8aXeeM-8b1xYy-8b1wX9-8aXfr4-8PT2u6-8PW84C-8PW7Zd-8PT2s6-8euTw1-8erB12-8erBye/

תכנון מרחבים ציבוריים
באזורים מדבריים

בת אל מלכה ורונית קליין

המחקר מתמקד בתכנון מרחבים ציבוריים בערים הממוקמות באקלים מדברי. מטרת המחקר היא לבחון את העקרונות העומדים בבסיסו של תכנון מרחבים ציבוריים באקלים מדברי ושילוב טכנולוגיות חדשות בתכנון.
המאמר מקבץ, מתוך הספרות שנסקרה, מספר עקרונות ביו אקלימים לתכנון מרחבים ציבוריים העוסקים בבחירת אזור לפיתוח על פי טופוגרפיה, תכנון עירוני של עירוב שימושים (סמיכות שימושי קרקע), ניצול משקעים, בחינת אוריינטציית הרחובות כתעלות לזרימת האוויר, הצללה וזכויות שמש - יצירת הצללה מלאכותית קבועה/ניידת או בעזרת צמחיה מקומית, מורפולוגיה-טיפול בחתכי רחוב- שימוש בדפנות המבנים כאמצעי הצללה, יצירת חצרות פנימיות ורחובות מקורים המאפשרים פונקציות ציבוריות בתנאי נוחות.
מסקירת הספרות עלתה שאלה לגבי יישום העקרונות המפורטים לעיל בבניית ערים בעשרות השנים האחרונות. המתדולוגיה בה בחרנו הינה השוואה בין שתי ערים הממוקמות באיזור אקלימי מדברי מתקופות זמן שונות. העיר יזד שבאיראן, עיר קיימת ועתיקה והעיר xeritown שבדובאי, העתידה להיבנות. בערים אלו נבחנו עקרונות תכנון מרחבים ציבוריים שיושמו ונבחנו עקרונות חדשים שנוספו.
מן ההשוואה עלה כי היה בשתי הערים הנ"ל היה שימוש נרחב בעקרונות ביו אקלימים, הלוקחים בחשבון את תנאי הסביבה כגון חשיפת הרחוב לקרינת השמש, כיווני הרוח ועוד, על מנת לתכנן את המרקם העירוני והמרחבים הציבוריים שבו. בהצעת העיר החדשה, Xeritown, דובאי, נעשה שימוש בחידושים טכנולוגים, המאפשרים התמודדות נוספת עם תנאי האקלים. לחידושים אלה נוספו שיטות חדשות, שבעבר לא היו מקובלות, לתכנון מרחבי לניצול הרוחות הרצויות.

2. מבוא

תכנון ביו אקלימי של מרחבים ציבוריים מהווה אתגר תכנוני המעסיק מתכננים באזורינו שנים רבות. מחקרים רבים עסקו בתכנון הביו-אקלימי במדבר, אך שאלת תכנון המרחבים הציבוריים והשהייה בחוץ באקלים קשה מעמידה שאלות חדשות. עבודה זו תנסה לעמוד על העקרונות העומדים מאחורי תכנון מרחבים ציבוריים ולשאוב הצעות לפתרון מן העבר ומפרויקטים חדשים.

אתגרי התכנון המדברי:

- צמצום הרגשת אי הנוחות הנגרמת בשל תנאי האקלים הקיצוניים, מרמת המיקרו אקלים של הבית לרמת הרחוב, והמרחב הציבורי העירוני.
- מקסום השימוש באנרגיה פסיבית וצמצום השימוש באנרגיה אקטיבית על ידי כלל האוכלוסייה.
- יצירת סביבה עירונית מעורבת שתיצור איכות חיים טובה לאזרחים.
- שילוב ואינטגרציה בקני מידה שונים של אלמנטים סביבתיים, אקולוגיים ותרבותיים. בנייה בחומרים מקומיים ועיצוב הנוף בעזרת צמחים מקומיים. שימוש במורשת ההיסטורית של האזור על מנת לפתור בעיות אקלימיות
- הקלה בתחושה הפסיכולוגית של בידוד המשותפת לאנשים הגרים באזורים פתוחים.

3. הקדמה

המאמר עוסק באפיון אקלימי של שטחים ציבוריים בערים מדבריות עתיקות ומודרניות. על כן נתחיל בהגדרת המושגים: "אזור מדברי" ו"מרחב ציבורי" היוצר רקמה עירונית.

הגדרת אזור מדברי

אמפירית ניתן להגדיר את המדבר כאזור צחיח שכמות המשקעים בו קטנה ופרוסה על פני השנה או על פני תקופה רב שנתית באופן לא סדיר כשמאזן המשקעים בו שלילי. כיסוי הקרקע על ידי הצומח הוא נמוך ודליל. הטמפרטורה הממוצעת גבוהה (או נמוכה) מטמפרטורה ממוצעת של אזורים סמוכים והבדלי הטמפרטורה בין יום ולילה גדולים.
קיים קושי בסיסי בהגדרת המדבר בשל המגוון הרב של אפיוניו בשטחים שונים. הגדרה מדויקת חייבת להיות רב תחומית. הגדרה כוללנית הציעו אבן-ארי, שנן ותדמור: "מדבר הוא אזור שבו מדד הלחות פי תורנתווייט (Thornthwaite) הוא מתחת ל-40".
ובנוסחת האקלים של קופן (Koppen) הוא מסומן באותיות BW. כמות הגשמים במדבר היא זעומה ובלתי יציבה עם מקדם השתנות של גשמים בין 5 ויותר. בתנאים אלה תהיינה הצמחיה, הממזגת בקרבה את כל הגורמים האלה, תהיה בלתי בוגרת ודלילה. במדבר קיצוני היא תתרכז בשקעים ובערוצים ובין סדקי סלעים. במדבר שכיחים מרקם מדברי (מלשון קרום) וריצוף מדברי (משטח מדברי המכוסה בשברי סלעים או בחצצים, כמעין ריצוף טבעי) וסיחוי (פעולת סחיפה באמצעות רוח) הניכר באופן בולט.

פרמטרים של "רקמה עירונית"

קיימים ארבעה פרמטרים לרקמה עירונית: סטרוקטורה, רחוב, כיכר, בלוק ומקבצי בלוקים.

העבודה תתמקד ב"כיכר" וב"רחוב", בהיותם מרחבים ציבוריים משמעותיים וקבועים יחסית לאורך ההיסטוריה, המצויים במרכז השיח האדריכלי, כשבמרכזו מצויות התיזות של Rob Krier ו-Sitte Camilo. הרחוב הוא המרחב הציבורי ביישוב לאורכו ממוקמים בניינים ומתאפשר מעבר הולכי רגל ולרוב גם כלי רכב. הרחוב יכול להיות סלול ומלווה במדרכה מרוצפת להולכי רגל או לעתים אלה הן דרכי עפר. רחוב יכול להיות ראשי-מרכזי ועתיר תנועה, מדרחוב המיועד לתנועת הולכי רגל בלבד, או רחוב הולנדי האופייני לסביבת בתים פרטיים ומשלב תנועה רגלית ומוטורית ללא הפרדת נתיבים. במרכזי ערים עתיקות אירופאיות ניתן לראות שילוב זה. הרחוב, ליניארי, צירי, פתוח והמשכי, הוא האלמנט המסדר והקושר בעיר.
הכיכר היא מקום ציבורי פתוח המהווה הרחבת הרחוב. הרחוב מהווה נקודת מפגש של רחובות ונקודה מרכזית בפיתוח וניהול ציבורי מקומי. הכיכר משמשת לחיבור הרחוב והרקמה כפרק בשינוי כיוון, כמוקד מקומי, כמבואה או כמעבר בין רקמות שונות. הכיכר שונה מהרחוב בהיותה ממוקדת, סגורה ובלתי המשכית. הכיכר הקלאסית מוגדרת על ידי קירות, שערים, ארקאדות וקולונאדות.

הגדרת פעילויות בשטחים הציבוריים - כיכר

הכיכר שימשה למסחר, להפצת מקורות מידע, לבילוי-משחק, הוראה, אוכל ושיחה, כמקום תפילה, בסמיכות למקום קדוש וכמקום איסוף בשעת סכנה. הפורום שימש מרכז לאסיפות עם, לבתי המשפט שהיו פומביים ולקרבות גלדיאטורים בימי הרפובליקה הרומאית. לאורך הפורום הוצבו המונומנטים החשובים של העיר, היו חנויות מקורות, שווקים ומרכז לטקסים דתיים. במרכז הפורום עברה "הדרך קדושה" בה עברו התהלוכות הדתיות ותהלוכות הניצחון. הכיכר כיום משמשת למגוון פעילויות ככיכר מסחרית, מגרש מצעדים, אזור ירוק, כיכר כנסיה, כיכר מגורים, כיכר קולגיאלית, מרכז אזרחי, קניון, כיכר תנועה.

1. דוגמא לכיכר ציבורית קדומה. Ponta De Trevi, Roma

.1

.2

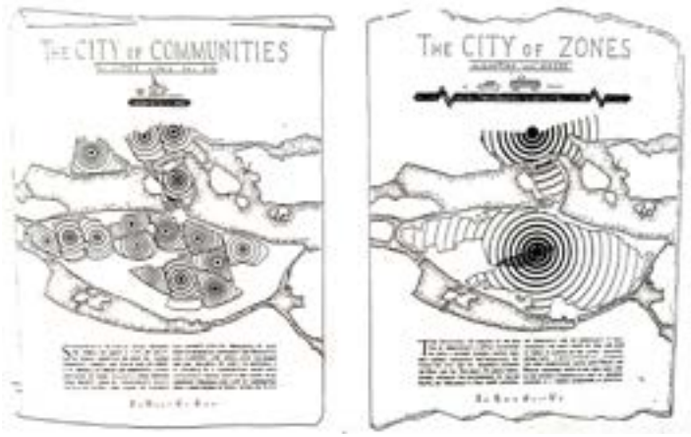
2. דוגמא לכיכר ציבורית מודרנית
Union Square, New York

הגדרת נוחות תרמית רצויה לפעילויות במרחב הציבורי

במדבר הנוחות התרמית מהווה אתגר עבור המתכנן. ניתן להגדיר נוחות תרמית כמצב בו טמפרטורת גוף האדם היא 36.5-37.5 מעלות צלסיוס, הטמפרטורה הממוצעת של העור 33-35 מעלות, העור חופשי מזיעה והשרירים אינם מצטמררים. חריגה מתחום טמפרטורות אלו, הזעת יתר או צמרמורת, כולן ביחד או כל אחת לחוד, גורמות תחושת חוסר נוחות הגדלה ככל שהחריגה גדולה יותר. כאשר מנגנוני הגוף אינם מסוגלים לשמור על טמפרטורת הגוף בתחום הנוחות, העלייה (מעל ל-43 מעלות) או הירידה (מתחת ל-32 מעלות) בחום הגוף גורמות להפרעות תפקודיות שונות, לאבדן חושים ואפילו למוות.
חום גוף האדם תלוי במספר גורמים פנימיים וחיצוניים. בתהליכי חילופי חומרים (מטבוליזם) יוצר הגוף חום פנימי אשר בחלקו הופך לאנרגיה מכאנית וחלקו האחר נפלט בתהליך אידוי הזיעה. במקביל לכך, גוף האדם קולט חום מסביבתו בצורת קרינה והסעה. נוחות תרמית רצויה תלויה בגורמים רבים החל מצורת החלל ועד שימוש בהצללות קבועות וניידות. ההתייחסות לחללים הציבוריים השתנתה לאורך ההיסטוריה וכן ביחס לאזורי אקלים שונים. העבודה תסקור גורמים ושינויים אלו.

תכנון אזורים ציבוריים בערים אירופאיות מסורתיות - אקלים קר

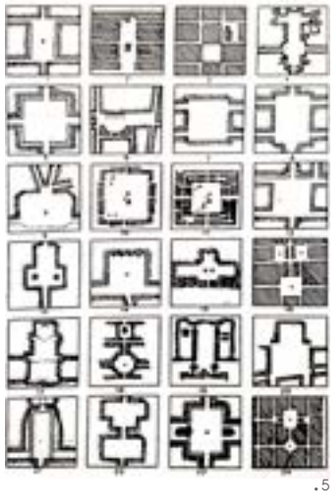
מרבית הערים האירופאיות תוכננו לפני עידן הרכב ועל כן תוכננו לשרת את הולך הרגל. כדי לכלכל עיר המבוססת על הולכי רגל, עירוב שימושים היה כורח המציאות. כדי לצמצם מרחקים ולשמור על החום בחורף נדרשו לבנייה צפופה מאד. דוגמאות הממחישות גישות תכנוניות שונות של איזור מול עירוב שימושים ניתן לראות בספרו של Rob Krier. לפי Krier העיר מורכבת מרחובות, כיכרות ומרחבים אורבאניים פתוחים, המורכבים בעיקר מהצורות הבסיסיות, ריבוע, עיגול ומשולש. הרקמה העירונית נוצרת מאלמנטים אלו בצורתם הטהורה או בוריאציות - מסובבים, מחולקים, מחוברים לאחרים, חודרים, חופפים או מנותקים, פתוחים או סגורים.



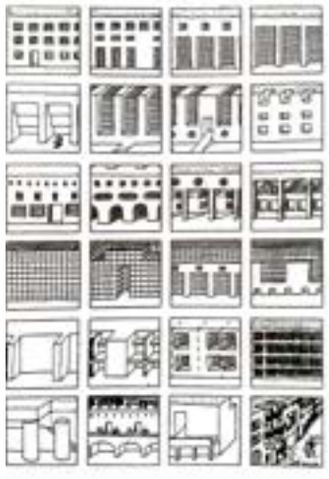
.3

3. איזור ועירוב שימושים,
Architect: Rob Krier. Urban Space, Academy editions London, 1979
4-5. סכמות - צורות גיאומטריות מוגדרות, Architect: Rob Krier
טיפוסי חזיתות, Architect: Rob Krier

בתקופת הבארוק והרנסאנס, העיר המסורתית התאפיינה בחלל עירוני מוגדר, גיאומטרי ונתפס (לעומת ימי הביניים בהם הכיכר נתפסה כשארית). הרחובות והכיכרות הוגדרו על ידי בניינים וחזיתות מסוגים שונים והתקיימה שמירה על פרופורציות על מנת לאפשר אור ואוויר. Palladio: "הגובה לא יעלה על שליש מהרוחב ולא יהיה פחות משישית הרוחב".



.5



.4

השוואה בין צורת החלל הציבורי בערים מסורתיות ובערים מודרניות

בערים מסורתיות

- פרופורציית הכיכר מאפשרות התכנסות לפני ואחרי התפילה
- מאפשר מבט פנוי אל הכנסייה או מבנה חשוב אחר
- חיבור הכיכר לרחוב אחד בלבד או כניסת מספר רחובות מזוויות שונות על מנת ליצור מקומות, לשלוט בתנועת המבט ובחדירת הרוח

כיכר פטרוס הקדוש בקרית הוותיקן עוצבה על ידי ג'ובאני לורנצו ברניני

בין השנים 1656 ו-1667. הכיכר, שיכולה להכיל עד 400,000 איש, מוקפת משני עבריה באכסדרות עמודים מעוגלות. כל אכסדרה כוללת ארבע שורות עמודים דוריים ותקרה כדי להגן מפני הגשם והשמש. האדריכל ברניני יצר כיכר אליפטית בעלת מבנה זרועות החובקות את המאמינים עם האכסדרות. תכנון הכיכר נעשה מתוך הבנת נקודת המבט של העומד מול הכנסייה ליצירת תחושה שהכיכר גדולה בהרבה מכפי שהיא באמת.

מאפייני הכיכר

- יחס גובה לרוחב- 1/5 בכך נשמרות זכויות השמש בכיכר ומתאפשרת חדירה רבה של שמש המתאימה לאזור
- אובליסק ניצב במרכז
- צופה לכנסיה
- כניסה דרך רחוב אחד
- מוקף אכסדרות עמודים המגנות מפגעי מזג האוויר - מספקות צל והגנה מפני גשמים ומאפשרות מעבר רוח וכניסת שמש בימי החורף

בערים מודרניות

- במקרים רבים הרחובות ישרים כך שמתבטל גורם ההפתעה
- הרחובות מקבילים ובמפגש צירי תנועה אין מקומות ציבוריים מוגדרים
- הכיכר פתוחה ואינה מוגדרת על ידי הבינוי
- כל שטח פתוח נחשב כיכר

New York, Union Squarer מהווה דוגמה לכיכר בעיר מודרנית. ניתן לראות כי לעומת הכיכר העתיקה כיכר זו אינה תחומה על ידי מבנים, אכסדרות וכדומה, אלא על ידי כבישים המלווים בחזיתות מסחריות ובתי מגורים.
בכיכר נעשה שימוש בצמחיה על מנת ליצור נוחות בימי הקיץ. בכיכר קיים אזור ריק המשמש כשוק איכרים מספר ימים בשבוע. הכיכר פופולארית בשל מפגש קוים של הרכבת התחתית, מסעדות, מלון ורחובות מפורסמים הנמצאים מסביב.

באזורי אקלים שונים עיצוב המרחבים הציבוריים מושפע מזווית השמש. זווית השמש שונה באזורים שונים ובכך משפיעה על התנאים באזור. ניתן להבחין בסטרוקטורות אופייניות לאזורי אקלים שונים שנקבעו בין היתר בשל עובדה זו .ככל שהמיקום צפוני יותר זווית השמש נמוכה יותר, הטמפרטורה קרה יותר, יש פחות שעות אור והצללים ארוכים יותר. על מנת למנוע הצללה מוחלטת בחורפים בערים צפוניות המבנים סביב הכיכר נמוכים יותר, והרחובות רחבים יותר. בערים הקרובות לקו המשווה הסטרוקטורה בדרך כלל ורטיקאלית יותר וצפופה, הרחובות צרים יותר וקיימים פחות מקומות פתוחים.

4. עקרונות לבניה אקלימית באזורים מדבריים

הבנייה האורבאנית והצורה בה היא מתממשת במרחב יוצרת שינוי באופי האקלימי באתר ומשפיעה על המיקרו אקלים בו ובמידה מסוימת גם על המקרו-אקלים באזור. אחת התופעות היא תופעת האי-חום. הפסד חום וצבירת חום בתוך העיר מושפע מגורמים רבים כגון צורה כללית של העיר, תצורת העיר, תבנית הרחובות, אוריינטציה, חומרי הבנייה וצבעם, מורפולוגיה של העיר, חשיפה כללית לקרינה (מיקום העיר על גבי מדרון, או על גבי מישור שטוח), צמחיה וצפיפות. באקלים חם ויבש, הצורה האורבאנית יכולה למתן את השפעות האקלים ולהעצים את אבדן החום במהלך היום וצבירת החום במהלך הלילה.

לתכנון מקומות פתוחים באזורים צחיחים יש יותר השפעה על נוחות האדם מאשר באזורים בעלי תנאי אקלים מאוזנים יחסית. ישנן השלכות למיקום המרחב הפתוח, תבנית הפיזור של המרחבים הפתוחים בתוך העיר, גודלו של המרחב הפתוח ומיקומו ביחס לשימושי קרקע. מרחבים פתוחים צריכים להיות מתוכננים כמקומות פעילים, ככאלה עליהם להיות יחסית קטנים ומפוזרים לאורך העיר ולא מרוכזים במקום אחד. בתכנון השטחים הפתוחים יש לשים דגש כי ישנה הגנה מפני רוחות חזקות הגורמות לאינפלטרציה ולהפסד או רווח בהסעה (פרלמוטר, 2010). השטח הפתוח מאפשר הגנה מפני גרגירי חול הנישאים ברוח ועלולים להפריע לשימוש בשטחים הפתוחים. צמחייה נכונה והמתאימה למקום תורמת כריאה ירוקה.

.6

.7

קריטריונים לבחירת אזורי פיתוח

בחירת אתר נעשית לפי טופוגרפיה, כיוון קרני השמש, צמחיה, משקעים וכדומה על מנת לנצל במידת האפשר את יתרונות המקום ולצמצם במידת האפשר את ההזדקקות לאמצעים מכאניים לקירור.

אוריינטציית הרשת האורבאנית

הפניית הבניינים (אוריינטציה), היא אחד הגורמים המשפיעים בצורה המשמעותית ביותר על תפקוד הבניין והרחוב מבחינה אנרגטית מאחר והדרכים והסמטאות מהוות תעלות לתנועת האוויר בעיר ולהחלפת החום. פרמטר זה נקבע בשלבים המוקדמים של התכנון והוא מושפע ישירות מאוריינטציית הרשת האורבאנית. אוריינטציית הרשת האורבאנית נקבעת פעמים רבות בהשפעת האקלים והטופוגרפיה, אולם קיימים מקרים בהם רשת זו נקבעה תחילה כתוצאה משיקולים שונים שאינם מתייחסים לתנאי המקום, כגון כאשר גידול העיר נעשה כהמשכיות של הרשת האורבאנית הקיימת.
בערים שנוסדו תחת "חוקי אדריאס" של מלכי ספרד בתקופה הקולוניאלית הרשת האורבאנית היא תולדה של תכנון מרכזי המתייחס לתנאי האקלים המקומיים. חוקים אלה לא התייחסו ישירות למיקום העיר, אם כי הבדילו בין כמה מצבים שונים (עיר נמל, עיר פנימית). החוקים ניסו לקחת בחשבון את תנאי האקלים כחלק מתהליך ההתאמה של הרשת לעיר המתוכננת. נקבע שמשיקולי רוחות וקרינת השמש כי החלוקה תהיה אורתוגונאלית והרחובות יהיו ב"חצי כיוון" (medios rumbos), כלומר, יפנו ב-45 מעלות לכיוון הצפון. בנוסף "במקומות הקרים הרחובות יהיו רחבים יותר מאשר במקומות החמים" על מנת שתתאפשר חשיפת הבתים לשמש בהתאם לתנאי האקלים. דוגמה זו ממחישה את חשיבות השפעת אוריינטציית הרשת האורבאנית כקובעת בצורה חד משמעית את הצללת הרחוב וחשיפתו לרוחות רצויות או בלתי רצויות.

6. ארובות רוח, דוגמא לארכיטקטורה מסורתית, Masdar Institute, Abu Dhabi
7. ארובות רוח, דוגמא לארכיטקטורה מודרנית, Architect: Foster & Partners, Masdar City

מאזן הנוחות התרמית מורכב משני תהליכים המשפיעים על התחממות או התקררות החלל העירוני. קרינת שמש והסעה התלויה במהירות זרימת האוויר ובטמפרטורה שלו. מאזן הקרינה מחושב באמצעות חישוב השטפים השונים בוואט למ"ר על פני הגוף. גיאומטרית חתך הרחוב משפיעה על כמות הקרינה הישירה על הגוף. ההסעה מהווה גורם נוסף להחלפת חום עם הסביבה. קצב איבוד החום תלוי ברובו במהירות זרימת האוויר, הבאה המגע עם הולך הרגל רחוב ובטמפרטורה (פרלמוטר, 2010). מהירות זרימת הרוח נוטה להיות נמוכה יותר במרקם עירוני מבשטח המדברי הפתוח, המוטה יותר לסופות המדבר. זרימת האוויר נוטה להיות פחות טורבולנטית בשל תוואי הרחובות, צמתי רחובות בהם הרוח "נשברת" ומשנה את כיוונה ואת מהירותה. שינוי מהירות הרוח מותנה בחתך הרחוב (יחס גובה/רוחב) וכיוון חתך הרחוב. זרימת הרוח נחלשת ככל שציר הרחוב ניצב לכיוון זרימת הרוח ויחס גובה/רוח גדל.

מקבץ אזורי של התיישבויות

אופן פריסת הישובים במרחב משפיע על כמות התשתיות אליהן יזדקק הישוב. גודל המרחב מגדיר את כמות השימושים, תשתיות, ודרכי תחבורה. ככל שפריסת הישובים תהייה דלילה יותר, דרכי התחבורה יגדלו ובכך תגדל צריכת האנרגיה באופן משמעותי. הרגשת בידוד מהווה אלמנט מרכזי בישובים באזורים מדבריים. הרגשת בידוד נגרמת בשל מיקום הישוב הבודד ללא קשר עין עם ישוב אחר. ישוב מבודד מוגבל למספר מועט של שימושים בשל בעית סף כניסה. על מנת לספק לישוב המבודד אספקה על רשת התחבורה להתרחב. המחסור בביקורים מבחוץ, והמבחר המצומצם של פעילויות בתוך הישוב עצמו מקשה על החיים בישוב מבודד. על מנת להקל על תחושת הבידוד מוצע למקם את ההתיישבויות בתבנית המקבצת מספר ישובים יחד. מקבץ אזורי התיישבויות מוגדר כמסה המכילה משאבים אורבנים, חקלאיים ואזוריים בצפיפות גבוהה. סידור זה מאפשר קיומם יחידה מגובשת המספקת חינוך, שירותי רווחה, תחבורה וכלכלה.

סמיכות שימושי קרקע

סמיכות שימושי קרקע קשור קשר הדוק לעיקרון הקומפקטיות. רקמה עירונית יכולה לשלב שימושים שונים, כגון מסחר, משרדים, קלין-טק, חינוך ומגורים. שימושים מעורבים תומכים בסמיכות, נוחות אקלימית ומעודדים אינטראציה בין התושבים, ובעיקר מצמצמים את תלות התושבים בתחבורה.

מורפולוגיה

מורפולוגית העיר ואופיים של הרחובות (מקורה, חצי מקורה, שילוב מעברים פנימיים) משפיעים על תנאי הנוחות בחללים הציבוריים באזור מדברי מאחר והם אלו היוצרים את אקלים הרחוב, אם ע"י הצללה, כיווניות הרוח ונושאים נוספים עליהם נרחיב בהמשך.

הצללה

בתנאים חמים ויבשים, הגורם המכריע בקביעת העומס התרמי של הולכי הרגל הינו רמת הצללה, קרי הקטנת החשיפה לקרינה הישירה בשעות היום. במחקר שנערך באזור הנגב, נמצא כי רחוב המכוון לאורך ציר צפוני-דרומי, יקבל צל המוטל מקירות המבנים הסמוכים לאורך רוב שעות היום. בשעות הבוקר על ידי הקירות המזרחיים ובשעות אחר הצהריים על ידי הקירות המערביים. רחוב בעל אוריינטציה מזרחית מערבית הוא רחוב פחות מוצל, ולכן עליו "לחפות" על כך בצפיפות גבוהה יותר, על מנת להקטין את החשיפה לקרינה. הצללה יכולה להיות קבועה בחלקים שהינם ממילא מוצללים בחורף וצריכה להיות עונתית בלבד בחלקים שחשופים לשמש החורפית. בתכנון כיכר ניתן בחלקה הצפוני למקם בניינים גבוהים יותר, בתנאי שאינם מצלילים על הרחוב או החצר בהם הם גובלים מעל למותר.
מומלצת יצירת הצללה על ידי גג מחומר קל, רצוי עם פתח עליון המאפשר לאוויר החם לצאת, עצים נשירים, גג המעביר את קרני השמש בחורף ומונע את כניסתם בקיץ בנוסף ליצירת סמטאות צרות.

8. אלמנט הצללה, ארכיטקטורה מקומית בממשית בנגב

רוח

ישנו יתרון לרחוב המכוון במקביל לזרימת הרוח הרצויות. אוריינטציית הרחובות וחתך הרחוב משפיעים על כיוון זרימת הרוח. צמצום רוחב ברחוב יוצרת זרימה טורבולנטית יותר. כאשר היחס רוחב גובה נע בין 0.3 ל-0.4, הצפיפות בינונית. כאשר היחס גבוה יותר 0.7 ומעלה הצפיפות גבוהה (פרלמוטר, 2010). רחובות בעלי אוריינטציה מזרחית-מערבית בעדיפות להיות בעלי יחס גובה/רוחב נמוך יותר (נמוך מ-0.5), כך שהחזיתות הצפוניות של המבנה ייהנו מקרינה ישירה לחימום פסיבי של המבנה. יתרון לשימוש באמצעי הצללה כגון עצים מותאמים לאזור ואלמנטים עירוניים היוצרים הצללה בקיץ על החזית הדרומית. לפי מחקרם של עדנה שביב, אברהם יזיאורו ויצחק ג. קפלוטו, מומלץ ליצור תנאי נוחות על ידי שילוב מעברי רוח באזורים החמים ולתכנן פיאצות או חצרות המוגנות מהרוח ועם זאת מאפשרות חדירת קרני שמש בחורף. נחוץ ליצור אזורים מוצלים בעלי רוח מ-10:00 עד 18:00 לימי הקיץ ולהשאיר אזורים ללא חדירת רוח לתקופת החורף. מומלץ לאפשר מעברי רוח בצד הצפוני כאשר הרוח השולטת היא מהצד המערבי.
במאמר ובתרשימים לעיל מתוארים הנושאים הבאים:

8.

- היחס בין מהירות הרוח וגובה מעל פני הקרקע
- קווי זרימת הרוח במישור
- תאור קווי זרימת הרוח ותגובתם סביב בניינים בעלי גיאומטריות שונות
- אפקטים של פתחים בבניינים, פינות, אפקט שובל, מערבולות לרגלי בניינים, מכשול, אפקט ונטורי, אפקט תעלה, אפקט המגדלים (מאפשר הגברת מהירות בסביבה בנויה), אפקט הפירמידה (להפרדת אזור זרימת הרוח מאזור הולכי הרגל) ואפקט חיבור בין אזורים עם לחצים שונים בשדה בנוי.

.9

.10

.11

9. ארובת רוח, מבט מבפנים, Dolat Abad windcatcher
10-11. אוורור טבעי, Baadgeer windcatche

שימוש בצמחיה

הצורך להחדיר מעט טבע לעיר כמעט ולא היה קיים בימי הביניים. ערי חומה רבות לא הכילו גנים ציבוריים והגינות היחידות נמצאו בתחומי חצרות הבתים. הכוונה להשאיר את הטבע מחוץ לעיר הייתה ברורה. גני נוי התקיימו בתקופת ימי הביניים בתחומי טירות וארמונות בלבד והיו מצומצמים בהיקפם. התפתחות הגן הציבורי החלה רק בתקופת הרנסאנס. לצמחיה באזורים יבשים יש פוטנציאל השפעה אדיר על קירור באמצעות אידוי, אך יש לכך מחירואיל והמים הם מצרך יקר באזור זה.

תפקידי הצמחייה

- הצללה
- הפחתת בוהק וחום
- הפחתת רעש
- מסך ויזואלי
- הפחתת טמפרטורה
- ויסות לחות
- שליטה במזהמים הנמצאים באוויר
- שינויים מיקרו-אקלימיים
- שליטה ברוח
- שימור מי תהום

מחסור בצמחיה

- מונע או גורם לגשם
- מזיק ליציבות שכבות האוויר
- מעלה את הטמפרטורה

.12

פרופורציות

מרקם עירוני קומפקטי, המאופיין בחתכי רחוב בעלי יחס גובה/רוחב גבוה, קרי חתכי רחוב בהם יש יותר שטח פתוח מוצל מאשר מרקם עירוני מפוזר ואווירי. ההצללה תלויה בצורת החלל ובאוריינטצית הרחוב. באזור הנגב בישראל ובאקלים חם ויבש מדברי, חתך רחוב "קומפקטי" בעל יחס של גובה/רוחב הגדול מ-1 מומלץ, כאשר ציר הרחוב הוא מכיוון צפון דרום. במחקרם של עדנה שביב, אברהם יזיאורו ויצחק ג. קפלוטו קיימות ההמלצות והקווים מנחים הבאים לעצוב הכיכר העירונית: בהתייחס לפרופורציות הכיכר מבחינת זכויות שמש ולצורך הצללה בימי הקיץ וחשיפה אופטימאלית בחורף. ההמלצה הרווחת היא יחס גובה הבניינים לרוחב הכיכר של 3:1. כאשר הכיכר היא מלבנית בפרופורציות של לפחות 1:1.5 וצירה הארוך פונה צפון-דרום, ניתן להמליץ על יחס גובה הבניינים לרוחב הכיכר של 2:1. כאשר הכיכר היא

12. קירור שטחים ציבוריים באמצעות צמחייה, Masdar City

מלבנית בפרופורציות של 1:2 וצירה הארוך מסובב ב-45 מעלות לצפון, ניתן להמליץ על יחס גובה הבניינים לרוחב הכיכר של 2:1. מסקנות נוספות העולות מאותו המחקר עוסקות בפרופורציות הרחוב באקלים חם ולח. רוחב הרחוב מוגדר כ-S וגובה הבינוי כ-B. רחוב שצירו פונה צפון-דרום: S1-B2 עד S1-B1 כך קיימת חשיפה חלקית של הרחוב לשמש במשך 6-2 שעות ויותר. חשיפת חזית הבניין לשמש החורפית הינה בשיעור של 40%-65% בהתאמה. רחוב שצירו פונה מזרח-מערב: B2-S1. להגדלת צפיפות הבינוי, ניתן להוסיף מגדלים, אך לא ברצף. בפרופיל זה קיימת בחורף חשיפה חלקית של הרחוב לשמש כמעט בכל שעות היום וחשיפת חזית הבניין לשמש החורפית הינה בשיעור של יותר מ-95%. רחובות שציריהם בכיוון צפון מזרח - דרום מערב, או צפון מערב - דרום מזרח: S1-B1 עד S1-B2. בפרופיל רחוב זה קיימת בחורף חשיפה חלקית של הרחוב לשמש במשך 4-6 שעות ויותר, כאשר חשיפת חזית הבניין לשמש החורפית הינה בשיעור של 70%-90% בהתאמה.
מומלץ לתוספת הצללה למדרכות בקיץ, כאשר ההצללה עבור המדרכות בצד הדרומי, דרום מזרחי ודרום מערבי של הרחוב יכולה להיות קבועה (כגון עצים בלתי נשירים) ואילו בצדדים האחרים ההצללה חייבת להיות עונתית בלבד דוגמת עצים נשירים.

המלצות מאותו מחקר ליצירת תנאי נוחות ברחובות טוריים:

1. בסמטאות צרות עם בניה נמוכה (2 קומות):
- כיוון הציר צפון-דרום
- קומת עמודים בצד המזרחי.

2. בסמטאות צרות (3 מ') עם בניה גבוהה (4 קומות):
- כיוון הציר מזרח-מערב
- קומת עמודים בצד הצפוני (בגלל ירידת הטמפ' בלילה)
- הבטחת הצללה בין השעות 9:00-15:00

3. בסמטאות צרות (3 מ') עם בניה גבוהה (8 קומות):
- כיוון הציר צפון-דרום
- סמטאות נוספות להולכי רגל לתקופת הקיץ

4. רחובות רחבים (12 מ') עם בניה נמוכה (עד 2 קומות):
- כיוון הציר מזרח-מערב: יצירת הצללה בצד הדרומי לישיבה בלבד
- כיוון הציר צפון-דרום: יצירת הצללה בצד המזרחי גם להליכה
- קומת עמודים באחת הצדדים או בשניהם

5. רחובות רחבים (12 מ') עם בניה בינונית (עד 4 קומות):
- כיוון הציר צפון-דרום: יצירת הצללה בצד המזרחי לישיבה בלבד
- כיוון הציר מזרח-מערב: יצירת הצללה בצד הדרומי

6. רחובות רחבים (12 מ') עם בניה גבוהה (מ-8 קומות):
- כיוון הציר מזרח-מערב: יצירת הצללה בצד הדרומי
- יצירת מעברים צרים להולכי רגל
- להימנע ממקורות חום ברחובות אלה
- יצירת מובלעות שמש מוגנות מרוח

13. יצירת תנאי נוחות ברחובות טוריים

"כללי אצבע" לתכנון חללים פתוחים באקלים מדברי

- הצללה קבועה מפחיתה התקררות לילית
- הצללה ניידת המתקפלת בלילה מאפשרת קירור לילי
- יש להעדיף גוונים בהירים למשטחי החצר במיוחד כשאין הצללה. למניעת בוהק וסנוור ניתן לחספס.
- תוספת קיבול חום מושגת על ידי החלפת חלקים מסוימים של משטחי הרצפה על ידי משטחי מים (בריכות רדודות), מפחיתה הטמפרטורה ביום ומעלה בלילה.
- הפחתת קיבול חום מאפשרת התקררות מהירה של החצר בערב ובלילה. התייחסות לחצר הצמודה לרחוב כ"מובלעת" מאפשרת קליטת עודף החום מהסביבה הבנויה.

סיכום העקרונות

1. בחירת אזור פיתוח - לפי טופוגרפיה, כיוון קרני השמש, צמחיה, משקעים וכדומה
2. אוריינטציה - הרחובות כתעלות לזרימת האוויר ומבני גבול המרחב כמצלים
3. קיבוץ אזורי התיישבות - מצמצם תשתיות ובזבוז אנרגיה
4. סמיכות שימושי קרקע - עירוב שימושים
5. מורפולוגיה - טיפול בחתכי רחוב, שימוש בסמטאות, חצרות פנימיות ורחובות מקורים
6. הצללה וזכויות שמש - יצירת הצללה קבועה או ניידת בעזרת צמחיה, מבנים, אלמנטים ניידים וכדומה
7. כיווני רוחות - הפנית הרחובות והמבנים כך שיזרימו רוחות במקומות הנדרשים ליצירת תנאי נוחות
8. צמחיה - שימוש בצמחיה מקומית או בבריכות מים רדודות כתחליף
9. פרופורציה - כמאפשרת שימושים שונים, הצללה, חדירת רוח וקיום תנאי נוחות

הרחבה והשוואה בין דוגמאות על פי עקרונות אקלימיים לתכנון מדברי

ידז (Yazd), איראן

יזד היא אחת הערים העתיקות בעלות חשיבות באיראן. העיר נבנתה בתקופת האימפריה הפרסית והיא ממוקמת במרחק של 280 ק"מ מהעיר איספהן. העיר נמצאת בגובה של 1216 מטרים, כאשר ההרים המקיפים אותה מתנשאים לגובה של עד כ-4000 מטרים. שטחה של העיר 131,551 קמ"ר ובשנת 2006, אוכלוסייתה מנתה 423,000 איש.

אקלימה של איראן הוא מדברי ומדברי-למחצה: הקיץ חם מאוד, בייחוד בעמקים ויבש במיוחד במרכז הארץ, החורף מתון יחסית, ובו יורד עיקר הגשם. בחוף הים הכספי האקלים סובטרופי, יבש או יבש למחצה. הרמה האיראנית צחיחה ברובה, בשל הריחוק מן הים ובשל היותה מוקפת הרים גבוהים החוסמים מעבר של גושי אוויר לחים אליה. כמות הגשם השנתית נעה בין 50 מ"מ במדבריות ל-1,600 מ"מ באזורי חוף הים הכספי שבצפון, אך ממוצע כמויות הגשם עומד על 250 מ"מ בלבד. בקיץ הטמפרטורה ברמה מגיעה ל-45 מעלות, ובחורף היא יורדת לעתים קרובות אל מתחת לאפס (Held, 2000).

כמו ערים מדבריות עתיקות נוספות, יזד התמקדה בבנייה היקפית, הכוללת החומה המקיפה את העיר, עשויה מלבני בוץ מיובשות (ADOBE).

התכנון הראשוני של העיר היה תכנון פונקציונלי ופרקטי. התכנית הכילה גרעין מרכזי וסביבו חומה היקפית המקיפה את העיר ומגינה על העיר מאויבים ופולשים. סטרוקטורת העיר צפופה וקומפקטית, הבתים צפופים וקרובים מאוד ולעיתים ממש מתאחדים לאחד. בשל הסמיכות הגבוהה, הבתים חולקים קירות משותפים, כך שהגבול בין בית לבית אינו ברור. הסטרוקטורה הצפופה יוצרת מספר רב של נתיבים צרים המאפשרים תנועה בין האזורים.
הפוקוס המרכזי של המרחב הציבורי כיום ביום שישי הוא מסגד יום השישי, הבזאר והרחובות. הבזאר היה ממוקם סמוך לשער והמשיך למיידאן (מרחב פתוח, שמיועד לטקסים ותהלוכות). אוריינטציית הרחובות המרכזיים היא אוריינטציה צפון-דרום. הרחובות הצרים יחד עם הגובה הקירות המקיפים את הבתים, יוצרים צל על קירות הבתים. גובה כפול של חתך הרחוב, מאפשר כניסת אור שמש והשתקפות האור מהקרקע אל החלל. חומרי הבניה המקומיים הם אבן, חומר גלם נפוץ המשמש מסה תרמית, ולבני אדמה (ADOBE).

מרחבים ציבוריים בידז

הבזאר הוא אלמנט חשוב בתכנון האיראני, בדרך כלל הבזאר מחבר בין שני מקומות חשובים בעיר. לבזאר ארכיטקטורה לינארית שתחילתו ב-'maydan' אך הכיוון שלו שונה. הבזאר מכיל קומפלקס גלריות ומקורה על ידי גג מקומר. בקודקודו של כל קימרון יש חור המספק אוורור ותאורה טבעית לחלל הפנים. משני צידי הגלריה ישנן חנויות, המוגבהות על ידי פלטרפומה של 70-100 ס"מ מעל פני הקרקע בשדרה המרכזית. הדלתות של אותן רחובות נפתחות ישירות למעבר הפנימי. הבזאר הוא חלל ציבורי מקורה של מעברים, המוקף בחנויות משני צדדיו. הבזאר משמש מקום למסחר, המאפשר דיאלוג ואינטראקציה חברתית. במהלך הזמן, חלו שינויים תרבותיים וחברתיים, וכך גם אופיו המרחבי השתנה. עיקרון הרחוב המקורה, נשמר בכל הערים האיראניות, על מנת לספק הגנה כנגד האקלים הקשה.
באקלים החם של אירן הגג מספק צל ומאפשר חדירת אור ואוורור טבעי לחלל דרך ה-'skylight'. באזורים חמים, כמו ביזד, הבזאר הוא בעל חתך גבוה יותר, כדי לספק אוורור. בתכנון באזורים חמים, אחת האסטרטגיות לקירור החלל הוא גובה יחסית גבוהה של החלל. הקירות והגגות בדרך כלל עבים על מנת ליצור מסה תרמית. הבתים המסורתיים עשויים מבוץ כך שיש להם שיעור נמוך של קליטת חום וגם מחזירים את הקרינה.
מסגד יום השישי בדרך כלל מקושר עם הבזאר כך שהקומפלקס הלינארי של הבזאר משמש גם בתור מעבר לינארי אל המסגד ולכן מקבל משנה חשיבות בשל היותו עורק חיים חשוב בעיר.

אוריינטציית הרחובות ביזד

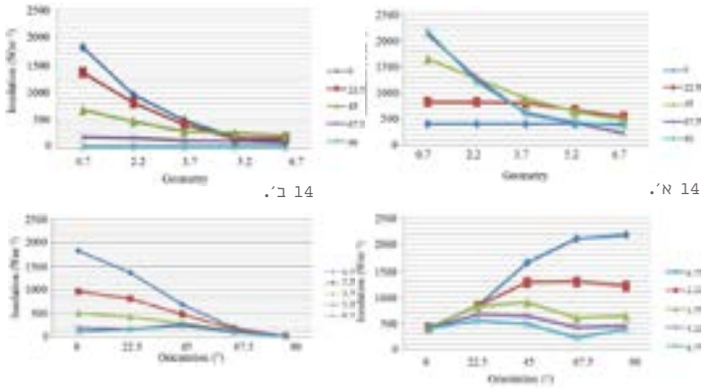
מחקר שהתפרסם ב-American J. of Engineering and Applied Sciences ונערך על ידי Mazloomi, Hassan, Bagherpour, Ismail, בדק את השפעת הגיאומטריה והאוריינטציה של חתך הרחוב (Street Canyon) על הצללת הרחוב. במחקר נבחנו מודלים שבדקו את אזימוט הרחוב ויחסי הפרופורציה בחתך. האוריינטציה שנבדקה הייתה בין רחובות הפונים צפון-דרום ומזרח-מערב. כל המודלים שנבדקו בחנו את היום הארוך ביותר בשנה והיום הקצר ביותר בשנה, 22 ליוני, ו-21 לדצמבר המייצגים קיץ וחורף.

המחקר השתמש בנתונים הבאים:

- המרקם האורבני ההמשכי יוצר אגפים של רחובות המשכיים המתחברים אחד לשני
- אגפי הרחוב שווים בגודלם, האגפים הם בדרך כלל ללא חלונות או קולונדות
- העיר במצב אטמוספרי נקי, עם רמת זיהום נמוכה
- השמיים מעוננים לעיתים רחוקות
- יש צמחייה מעטה ברחובות
- מרקם עירוני עם רחובות יחסית צרים ועמוקים עלול ליצור שטחים מוצלים רבים בימי הקיץ

תוצאות המחקר

השפעת הגיאומטריה בקיץ:
תמונה 14א', מראה שגיאומטריית חתך הרחוב משפיעה על החשיפה לשמש. חתך רחוב רדוד, סופג יותר קרינה מחתך רחוב עמוק, בשל השפעת האגפים אחד על השני. ככל שחתך הרחוב עמוק יותר, ההצללה נהיית יותר משמעותית.
הרחובות הפונים מזרח-מערב שונים, כיוון שהרחובות תמיד מוארים ולכן החשיפה לשמש זהה. חתך הרחוב בעל יחס הנמוך ביותר (יחס גובה אגפי רחוב/רוחב הרחוב) מקבל את החשיפה לשמש הגבוהה ביותר. בחתכי הרחוב הנמוכים ביותר, החשיפה לשמש היא 3.7 בחתכי רחוב גבוהים יותר, אינטנסיביות הקרינה יורדת ל-6.7.
השפעה הגיאומטריה בחורף:
מלבד חתך הרחוב של צפון-דרום, בכל הקניונים המאופיינים ביחס חתך (גובה/רוחב) של בין 0.7-3.7 נמצא כי ישנה השפעה דרסטית על בידוד אגפי הרחוב (נמדד ב-2-m/w). השפעת יחס חתך הרחוב פוחתת כאשר ערכי היחס גובה/רוחב גבוהים מ-6.7 החשיפה לקרינת שמש ברחוב הפונה צפון-דרום, נוטה להישאר קבועה גם כאשר הגיאומטריה משתנה, בשל ההצללה של האגפים עצמם, הרחוב מוצל רוב הזמן.
השפעת האוריינטציה בקיץ:
השפעת האוריינטציה על הבידוד. (תמונה 14ג')
שני אוריינטציות חשובות הן 67 מעלות ומזרח-מערב. באוריינטציה של מזרח-מערב ישנה חשיפה לשמש קבועה, ללא קשר לגיאומטריה ולכן כל חתכי הרחוב עם האוריינטציה הנ"ל, בעלי חשיפה זהה לשמש. בניגוד לאוריינטציה השנייה, של 67 מעלות, החשיפה לשמש יורדת בצורה משמעותית כאשר חתך הרחוב מעמיק (יחס גובה/רוחב גבוה).
באוריינטציה של 67.5 העלייה בנטייה מקושרת עם גידול החשיפה לשמש. עליית השיפוע באוריינטציה מזרח-מערב בקיץ מובילה לשינוים ניכרים בחשיפה לשמש.
השפעת האוריינטציה בחורף:
תמונה 14ד', מראה את השפעת האוריינטציה על החשיפה לשמש בחורף. חתכי הרחוב בעלי האוריינטציה סמוכה למזרח מערב מקבלים יותר קרינה מאשר צפון־דרום
תמונה 14 מראה את ההשפעה של הגיאומטריה על הצללת האגפים. לגיאומטריה וחשיפה לשמש יש יחסים הפוכים, עלייה בגיאומטריה מובילה לירידה בחשיפה לשמש. בקיץ ובחורף, הצללת האגפים מובחנת כאשר הגיאומטריה נמוכה, וההבדל נוטה להתמסמס כאשר הגיאומטריה גבוהה. חתכי רחוב בעלי יחס נמוך מ-3.7 נוטים להוריד את החשיפה לשמש הודות לגיאומטריה. כאשר חתכי הרחוב נהיים עמוקים יותר ההבדלים קטנים, בשל צמצום החשיפה לכיפת השמיים.



14 א׳. 14 ב׳. 14 ג׳. 14 ד׳.

14. תוצאות מחקר: השפעת הגיאומטריה והאוריינטציה של חתך הרחוב על הצללת הרחוב. א. השפעת הגיאומטריה בקיץ, ב. השפעת הגיאומטריה בחורף, ג. השפעת האוריינטצייה בקיץ, ד. השפעת האוריינטצייה בחורף
15. פתח בכיפה, אלמנט של אור יום, Yazd, Central Iran

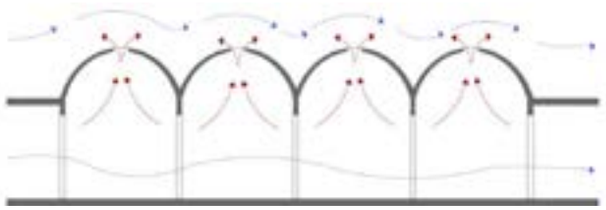
אלמנטים אדריכליים אופייניים

התפקוד התרמי של כיפה

לכיפה, לעומת גג שטוח, כתוצאה מהחלפת אנרגיה שונה בקרינה ובהסעה, יש יכולת קירור טובה יותר בקיץ ויכולת חימום טובה יותר בחורף מאשר לגג שטוח בשל הצורה הפשוטה, ובשל חלקיה שיותר חשופים לקרינת שמש אנכית ישירה בכל זמן נתון - בכך, תכונותיה הסטרוקטורליות של הכיפה מסייעות לנוחותה התרמית. בקודקוד הכיפה ישנו חור (אוקולוס) המאפשר לאור לחדור ולהאיר את החלל ואילו
צורתו הגיאומטרית מסייעת להשתקפות האור המפוזר אל תוך החלל. צורת הכיפה, גורמת לכך שרק חלק מהכיפה חשוף לקרינה ישירה בזווית של 90 מעלות בשל הצורה הכדורית של הכיפה.

15.

בימי הקיץ, כאשר קרינת השמש יוצרת עומס חום כבד על פני שטח הגג, בזוויות שמש גבוהות, סילוק החום נעשה על ידי הסעה. יתרון הגג המעוגל נובע מהעובדה ששטחו גדול יותר משטח גג שטוח ביותר ממחצית. בשעות הקיץ החמות, טמפרטורת פני הגג תעלה ואף תהייה



16.

16. אוורור טבעי, חתך בבזאר, Central Iran
17. שכונה אקולוגית, Architect: Xeritown X-Architects

גבוהה יותר מאשר האוויר החיצוני הבא במגע עם הכיפה. בנוסף לגובה החתך הגבוה של הרחוב, בחלל הגבוה מתחת לכיפה, נוצר ריכוז של אויר חם יחסית גבוה מעל ראשי ההולכי רגל. בעזרת פתחי האוורור בקודקוד הכיפה, אוויר זה נשאב החוצה דרך אותם פתחים. (תמונה 16)

הבאדגיר - Windcatcher, Badgir

הבאדגיר הוא מבנה גבוה, הנבנה מעל הגג, האמור לנתב את הרוח אל תוך קומות הקרקע של בניין המגורים ואל המרתף. בתוך הבדגיר, האוויר החם נתפס בחלק העליון של המבנה ועובר דרך תעלה פשוטה ומנתב את האוויר הקר מתחתית התעלה לקומת המרתף בה יש מאגר מים קטן. תהליך היניקה, נעשה כך שאוויר נכנס אל תוך הבניין ושולח את האוויר החם והמזוהם החוצה מהבניין. כאשר הרוח פוגעת בלהבים הפנימיים של תופס הרוח, הוא צונחת למטה. חלקו השני של תופס הרוח מאפשר לאוויר החם לטפס למעלה. תופס הרוח מתפקד כך מאחר והרוח הפוגעת במכשול בחלק האחד, וצפיפות האוויר גדולה בחלק השני יוצרות מצב של לחץ חיובי ולחץ שלילי. הטמפרטורה במרתף נמוכה כ-20 מעלות מהחוץ ועל כן לעיתים משתמשים במקום לאחסון מזון.הבאדגיר משמש כדרך נוספת להתמודדות עם רוחות חזקות הן כמגדל אוורור והן כאלמנט שובר רוח.

Xeritown

Xeritown היא שכונה חדשה ואקולוגית הצמודה לעיר דובאי, אחת מהערים המשגשגות בעולם. תכנון העיר נעשה על ידי חברת

17.

X-Architects, בשיתוף עם SMAQ ו-Johannes Grothaus & Partners Landscape Architects (Potsdam/Dubai).

18. חתך, הסטה של רוח חמה ובלתי רצוייה

העיר מספקת מגורים ל-7,000 אזרחים וממוקמת ב-Dubailand שהיא הרחבה של העיר אל תוך המדבר. הפרויקט מבקש לא לקחת את המדבר כטבולה רסה, אלא להתיחס לנתוניו האקלימיים וכן לקונטקסט ולהתפתחות הישוב האורבאני, ובכך לפעול יחד עם הסביבה ולא נגדה.

האזור הבנוי תוכנן לתכסית של 50% כתגובה מיידית למצב השמש, על מנת ליצור מרקם מוצל וקומפקטי. הסטרוקטורה מוגדרת כתמהיל של סמטאות וכיכרות, על מנת להשתמש באבני הבניין של העיר הערבית המסורתית.

אוריינטצית המרקם העירוני, עברה תהליך אופטימיזציה כדי למקסם אוורור על ידי רוחות רצויות. הרוחות הרצויות (רוחות צפון-מערביות) מגיעות מהים ונכנסות אל ה"איים". איים אלו אמורים להסיט רוחות חמות ובלתי רצויות מן האתר ובריזות קרירות המגיעות מכיוון הים אמורות לאוורר באופן טבעי את החלל החיצוני, את הכיכרות, המרפסות ואת החניות התת קרקעיות. האוריינטציה הצפון מערבית מאפשרת צמצום חשיפת החזיתות לשמש ובכך הפחתת הדרישה למיזוג אוויר. התכנית מגדירה שהחזיתות תהיינה מוצללות או מכוסות, ובכך יפחיתו את החשיפה לקרינה.
הפרויקט מבקש להתמודד עם השמש החזקה של דובאי, בצורה פסיבית ואקטיבית. התצורה האורבנית מייצרת סמטאות פנימיות וחצרות ונתפסת כאיים קומפקטים מוקפים בנוף. הטיילת ההיקפית של האי מוצלת הודות לארקדות בצדי המבנים, גגונים המורכבים מתאים סולרים והצללה בעזרת הצמחייה.

18.

הבניינים מתוכננים ליצירת הצללה עצמית. הטיילות לאורך החנויות מוצללות עלי ידי בליטות הבניינים מעליהם. הבחירה היא של אלמנטי הצללה מלאכותיים במקום עצים.
הפרויקט מבקש לעשות שימוש במערכות אנרגיה מתחדשת כגון תאים פוטוולטאים לייצור אנרגיה סולארית לשימוש עצמי. התאים הסולארים הם מתקני צל, המורכבים מתאים פוטו וולטאים, המשמשים להארת החניות והפעלת משאבות מים. תכנית האב של התאורה מציעה שימוש בוויסות האור ביחס לכמות האנשים באתר, כעמצאי לחסכון אנרגטי ולהתאמה לאווירת המדבר.

הבניינים מתוכננים ליצירת אפקט הצללה עצמית. חלק מהבניינים אף מגיע לגובה של 45 מטרים על מנת ליצור קו רקיע משונן, להתמודדות עם רוחות המדבר הלא רצויות ו'שבירתן'. חללי החוץ נחשבים כאזורים לחים בתוך סביבה צחיחה חמה בשל הצמחיה הצומחת בהם. האזורים הללו משתמשים במים אפורים מטופלים, כדי להגביר את תנאי הנוחות ואילו הלחות עוזרת להגביר את המיגוון הביולוגי של החי והצומח.

השוואה בין עקרונות התכנון המדברי- יזד מול Xeritown (ראה נספח)

Xeritown - חידושים, איכויות והבדלים:

1. שימוש בעיקרון של רקמה צפופה רק בתוך האיים, על מנת לאפשר אופטימיזציה של כל יחידה לניצול הרוח הרצויה
2. ניצול רוחות המדבר החמות לייצור אנרגיה מתחדשת בעזרת טורבינות רוח הממוקמות על גג מגדלים.
3. מרחבים ציבוריים, המאווררים על ידי הרוח השלטת ומקורים באמצעות קירוי מלאכותי .
4. ניצול קרינת השמש ליצירת אנרגיה מתחדשת: תאים פוטוולואים כחלק מאלמנטי ההצללה.
5. מערכת מים אפורים להשקיית הצמחיה

השוואת עקרונות תכנון מרחבים ציבוריים לתכנון העיר המדברית החדשה, Xeritown

1. בחירת אזור פיתוח (ע"מ 4.1.1/8) - לפי טופוגרפיה, כיוון קרני השמש, צמחיה, משקעים וכדומה.
בחירת אזור הפיתוח - העיר החדשה, שוכנת בסמוך לעיר קיימת, בסמוך לדובאי-לנד, הרחבה של דובאי.
כביכול הבחירה באזור פיתוח בסמוך לעיר לעיר קיימת יצמצם את הדרישה לפיתוח תשתיות חדשות ויאפשר ניצול תשתיות קיימות.
טופוגרפיה - בחירת אזור הפיתוח לא נעשה על פי שיקולי טופוגרפיה, אך בתכנון ישנה התחשבות בטופוגרפיה הטבעית באתר. החתך האורבני עוקב אחרי הטופוגרפיה המשתנה באתר ולא "מיישר" את הקרקע.
2. פונקציה - סוג הכיכר והרחוב הרצויים
3. אוריינטציה(ע"מ 4.1.2/9) - הרחובות כתעלות לזרימת האוויר וגבולות המבנים כמצלים על המרחב. תכנון הרחובות הוא למען זרימת אוויר אופטימלית של הרוחות הרצוית. תכנון ברמת המקרו, כאיים, בעלי אוריינטציה המכניסה את הרוחות הרצוית מכיוון צפון מערב. ושימוש בעקרון של רחובות כתעלות אוורור טבעיות.
4. פרופורציה (ע"מ 4.1.9/12) - כמאפשרת פונקציה, הצללה, חדירת רוח וקיום תנאי נוחות. פרופורציית החתך בחלק מהמקרים נקבעה על ידי הצל שיטיל אגף הבניין על השטח הפתוח על מנת ליצור נוחות תרמית בחתך רחוב, או קניון רחוב בעל יחס גובה/רוחב גבוה. לא נמצא נתון מספרי לגבי יחס גובה/רוחב קניון רחוב ב-Xeritown
5. צמחיה (ע"מ 4.1.8/12) - שימוש בצמחיה מקומית או בבריכות מים רדודות כתחליף לצמחיה מרובה.
6. כיווני רוחות (ע"מ 4.1.7/11) - הפנית הרחובות והמבנים כך שיזרימו רוחות במקומות הנדרשים ליצירת תנאי נוחות. הפניה צפון מערבית של ה"איים".
7. מורפולוגיה (ע"מ 4.1.5/10) - טיפול בחתכי רחוב, שימוש בסמטאות, חצרות פנימיות ורחובות מקורים
ברוב המקרים (town house, villas), טיפולוגיות מגורים הכוללות חצר פנימית, ומעל בית מגורים דו קומתי.
אימוץ עקרון בנייה סביב חצר פנימית מאפשר צמצום ניכר של שטח מעטפת הבניין, דבר זה בא לידי ביטוי ב-Xeritown הואיל ומדובר בבניה צפופה. חתך הרחוב נותר פתוח, בניגוד ליזד, שם חתך הרחוב בחלקו מקורה ומאוורר על ידי הפתח בגג (אוקולוס). ב-Xeritown לא נבחר פתרון של חתך מקורה אלא שימוש בגיאומטריה של חתך הרחוב.
המורפולוגיה של העיר מושפעת מאלמנטי תופסי הרוח (באדגיר).
הבאדגיר מוגדר כחלק אינטגרלי מתכנון המגורים הן בדגמי מגורים של

בתים טוריים town house והן בבתים פרטיים villas.
8. הצללה וזכויות שמש (ע"מ 4.1.6/10) - יצירת הצללה קבועה או ניידת בעזרת צמחיה, מבנים, אלמנטים ניידים וכדומה. ב-Xeritown קיים שימוש בצמחייה מקומית להצללה. אחת הסיבות לשימוש בצמחייה באקלים מדברי הן מערכות לאיסוף מים אפורים והשימוש בהם להשקיית הצמחייה.
אסטרטגיה נוספת לעידוד צמחייה היא שימוש בטקטיקות מסורתיות להשקייה תת קרקעית, כמו clay pot irrigation. הצללה הקבועה, על ידי "פטריות" המורכבות מתאים פוטוולטאים, מהווה פתרון הצללה קבוע בשטחים ציבוריים.

5. סיכום

תכנון אזורים ציבוריים באקלים מדברי מהווה אתגר תכנוני עבור מתכננים. שאלת המחקר אשר עמדה בבסיס העבודה בדקה מהם העקרונות האלמותיים לתכנון מרחבים ציבוריים שנשתמרו מימי קדם ומהם העקרונות או הטכנולוגיות החדשות שנוספו או התפתחו. ברמת התכנון האזורי, קביעת מיקום העיר לצד עיר קיימת על מנת לחסוך בתשתיות, היינו תרומה משמעותית מבחינה סביבתית. העיר יזד לעומת Xeritown מרוחקת 270 ק"מ מהעיר הקרובה איספהן.
ממחקר מקרה הבוחן, יזד, ניכר קיימת חשיבה הנוגעת לעקרונות תכנון גיאומטריית רחוב בעלת יחס רוחב/גובה מסוים המצל על אגפי הרחוב, הנשמר גם בתכנון עיר חדשה כמו Xeritown. הקמת עיר חדשה, העניק יתרונות מסוימים למתכנניה אשר יכלו לתכנן את אוריינטציית הרחובות בצורה האופטימלית לאוורור פסיבי. הגדרת המרחב הציבורי הבסיסי דומה בסוגי אקלים שונים אך הפרופורציות והיחס בין גובה הבניינים המקיפים את הרחוב והכיכר, משתנים, על מנת ליצור מרחב בו הבניינים מצלים על השטח הפתוח.
מתוך המחקר עולה כי ישנם עקרונות תכנון מרחבים ציבוריים שלא נשמרו דוגמת חתך רחוב הבזאר, למרות הנוחות התרמית והאוורור שתכנונו מקנה והתאמתו מבחינה אקלימית לאקלים המדברי. השימוש בטכנולוגיות חדשות משמש הן לאמצעי הצללה קבועים, אך בעיקר כאמצעים לאנרגיה מתחדשת. המהלך עומד בקנה אחד עם הקידמה הטכנולוגית ומבקש לנצל תנאי אקלים מקומיים על מנת לייצר אנרגיה שלא הייתה נדרשת בעבר.
כסיכום ניתן לומר שחלק מהעקרונות לתכנון, הינם עקרונות אלמותיים הנובעים מתנאים פיזיים. חלק מעקרונות התכנון הינם עקרונות שהתפתחו כחלק מכורח המציאות והקידמה הטכנולוגית המציעה פתרונות אוניברסאליים בשילוב פתרונות המותאמים לאזורים המדבריים.

מקורות

בר אל, מ., ואחרים. (1991). *פיתוח קובץ הנחיות לשיפוט תוכניות בינוי עירוניות, מותאמות לתנאי האקלים בישראל*. הטכניון- מכון טכנולוגי לישראל, הפקולטה להנדסה אזרחית, חיפה.

יזיאורו, א., קפלוטו, ג., שביב, ע., (2003). *הבטים אקלימיים- אנרגטיים בעיצוב אודבני באקלים אדץ ישראל חם ולח*. משרד התשתיות הלאומיות האגף למחקר ולפיתוח, חיפה.

לוינסון, א., (1993). *חפיסת נוף עירוני מדברי בתכנון ערים בנגב - חיבור על מחקר*, חיפה.

מאיר, י., ואחרים, (1990). היבטים אנרגטיים בתכנון באזורים מדבריים. המכון לחקר המדבר ע"ש יעקב בלאושטיין אונ' בן גוריון בנגב, משרד האנרגיה והתשתיות.

פרלמוטר, ד., אראל, א., מאיר, י., עציון, י., רופא, י., (0102). *המדריך לבנייה אקלימית בישראל*. היחידה לאדריכלות ובינוי ערים במדבר, המחלקה לאדם במדבר, המכון למחקר סביבות צחיחות, המכונים לחקר המדבר ע"ש יעקב בלאושטיין, אוניברסיטת בן-גוריון בנגב, משרד התשתיות הלאומיות- אגף מחקר ופיתוח.

קלוש, ר., (1999). *טיפולוגיות מגודים ומודפולוגיה עירונית*. הטכניון- מכון טכנולוגי לישראל.

A'zami, A., Yasrebi, S. H., Salehipoor, A., (2005). *Climatic responsive architecture in hot and dry regions of Iran*. International Conference "Passive and Low Energy Cooling for the Built Environment", Santorini, Greece.

Celik, Z., and others, (1994). *Streets*. California, university of California Press.

Gehl, J., (1987). *life between buildings*. Van nostrand reunhold company, New York.

Gehl, J., (1996). *Public spaces public life*. Denmark, royal Danish academy of fine arts.

Kowsar, M., (1989). *A Master Plan for Yazd. Environmental Design: Journal of the Islamic Environmental Design Research Centre*. no.1-2, pp.80-85.

Krier, R. (1979). *Urban Space, Academy editions.* London.

Madanipour, A., (2003). *Public and private spaces of the city*. Routledge.

Mazloomi, M., Sanusi, H. A., Bagherpour, P. N., Ismail, M. R., (2010). *Influence of Geometry and Orientation on Flank Insulation of Streets in an Arid Climate City*. American J. of Engineering and Applied Sciences.

Zuckrer, P., *(1966).Town and square*. Colombia University Press., New York.

Roaf, S., Bairstow, A., (2008). *The Oxford Conference: A Re-Evaluation of Education in Architecture*. Publisher: WIT Press.

Stuart, J., (1978). *Urban space, a brief history of the city square*. Kendall Hunt publishing company.

Sesam, Green Building website, Retrieved November 12, 2013, from: http://www.sesam-uae.com/green/abudhabi/presantation/13.%20Ahmed%20Al%20Ali,%20X-Architects.pdf

X architects, Retrieved February 03, 2014, from: http://www.x-architects.com/

SMAQ - architecture, urbanism, research, Retrieved February 03, 2014, from: http://www.smaq.net/?lang=en

Holcim Foundation, International Examples of Sustainable Construction,

Retrieved February 03, 2014, from: http://www.holcimfoundation.org/t861/a08amackc.htm

Nejad, R. M., (2005). *Social Bazaar and Commercial Bazaar: Comparative Study of Spatial Role of Iranian Bazaar in the Historical Cities in Different Socio-economical Context*. University College London, UK, Retrieved February 03, 2014, from: r.masoudi@ucl.ac.ukhttp://www.mmg.mpg.de/fileadmin/user_upload/pdf/reza_rezamasoudi.pdf

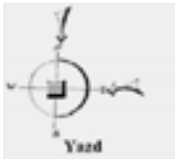
תמונות

1. דוגמא לכיכר ציבורית קדומה, Ponta De Trevi, Roma ,Photo: kkarc
2. דוגמא לכיכר ציבורית מודרנית, Union ,Photo: Rob Boudon ,02.04.2011, Square, New York http://www.flickr.com/photos/robboudon/5583759226/
3. איזור ועירוב שימושים, Krier R. Urban Space, Academy editions London, 1979
4. סכמות - צורות גיאומטריות מוגדרות, Urban Space, Academy editions London 1979, Krier
5. טיפוסי חזיתות, Urban Space, Academy editions London, 1979 Krier R.
6. ארובות רוח, דוגמא לארכיטקטורה מסורתית, Masdar Institute, Abu Dhabi, Photo: trevor.patt , 05.11.2010, http://www.flickr.com/photos/trevorpatt/5277537396/in/photostream/
7. ארובות רוח, דוגמא לארכיטקטורה מודרנית, Architect: Foster & Partners, Masdar City, Photo: Siwart Mackintosh, 24.05.2011, http://www.flickr.com/photos/siwartmackintosh/5755769754/
8. אלמנט הצללה, ארכיטקטורה מקומית בממשית בנגב, Photo: kkarc
9. ארובת רוח, מבט מבפנים, Dolat Abad windcatcher, Photo: reibai, 15.09.2011 http://www.flickr.com/photos/reibai/6223239271/

10-11. אוורור טבעי,
Baadgeer windcatche, Photo: golisnow, 11.11.2007, http://www.flickr.com/photos/33449025@N00/3371011219/, http://www.flickr.com/photos/33449025@N00/3371835116/in/photostream/

12. קירור שטחים ציבוריים באמצעות צמחייה, Masdar City, Photo: we_like_it, http://www.flickr.com/photos/we_like_it/6036003742/
13. יצירת תנאי נוחות ברחובות טוריים, אדר' רונית קליין ואדר' בת אל מלכה
14. תוצאות מחקר: השפעת הגיאומטריה והאוריינטציה של חתך הרחוב על הצללת הרחוב, Photo: Insolation of Streets in an Arid Climate City, American J. of Engineering and Applied Sciences 3, 2010
15. פתח בכיפה, אלמנט של אור יום, Yazd, Central Iran , Openings on the dome shaped roofs are ventilation and day lighting elements, ,Charlene Mendez Photo: Nasim Karizi, http://www.public.asu.edu/~kroel/www558/Karizi%20Mendez%20assign%203.pdf
16. שכונה אקולוגית, Xeritown, Architect: X-architects, Photo: SMAQ - architecture urbanism research
17. גיאומטריה המאפשרת אורור הרחובות על ידי הכנסת רוחות רצויות (כחול) וחסימת הרוחות הלא רצויות (אדום), Photo: SMAQ - architecture urbanism research
18. חתך, הסטה של רוח חמה ובלתי רצוייה, Photo: SMAQ - architecture urbanism research

נספח 1. השוואה בין עקרונות התכנון המדברי - Yadz מול Xeritown

	Xeritown	Yadz
אורינטציה	הרחובות באורינטציה צפון-מערבית	צפון מזרחית
חתך רחוב	משתנה, הצללה על ידי אגפים	חתך רחוב צר- 2 מטר הצללה עצמית
רוח	הפנית בדגיר לכיוון הרוח הנפוצה	
אסטרטגיה להצללה	המרקם האורבני צפוף יוצר הצללה עצמית על החזיתות. יחס H/W משתנה	מרקם אורבני צפוף יוצר הצללה עצמית על החזיתות. יחס H/W גבוה
	אלמנטים מלאכותיים להצללה	הצללה על ידי קירוי חללים והחדרת האור באמצעות פתח עילי
אסטרטגיה לאוורור פסיבי	Wind Catchers	Wind Catchers
אוורור חללים ציבוריים	אוורור החל על ידי הכנסת רוחות רצויות לחלל הציבורי והשארתו ללא קירוי	קירוי על ידי כיפה ויצירת פתח לאוורור. הגג הרואה כיפת שמיים גדולה יותר מקירות הבניין, הינו האלמנט הבנייני שיכול להתקרר על ידי קרינה ארוכת גל לשמיים, ביחד יעילות מהקירות.

שרותי המערכת של הטבע העירוני

181

שירותי המערכת של הטבע העירוני תגית כלימור

ציפוף טבע עירוני - בחינת יחסי טבע ועיר בעולם הולך ומצטופף
דדי אלוף ומיכאל ליף

מערכת טיהור מים מבוססת צמחים - שילוב ברקמה בנויה ובסביבה הנופית רן קוליק ומשה שמש

בחינת הצורך ושיטות היישום של חקלאות עירונית ליה אליעזר

ניהול הנגר ושילובו בעיצוב עירוני מקיים נעמה בלונדר

שרותי המערכת של הטבע העירוני

תגית כלימור

"When we tug at a single thing in nature, we find it attached to the rest of the world."*

John Muir

"Everyone in the world depends completely on Earth's ecosystems and the services they provide, such as food, water, disease management, climate regulation, spiritual fulfillment, and aesthetic enjoyment."[1]

העולם כולו תלוי בשירותי המערכות האקולוגיות שהטבע מספק למען תנאי חיים הגונים, בריאים, ובטוחים לבני האדם. בחמישים השנים האחרונות חלו שינויים חסרי תקדים במערכות אקולוגיות. גידול אוכלוסיית העולם והעלייה ברמת המחייה גרמו להתדרדרות קשה במערכות אלו בשל הצורך לעמוד בדרישות הגוברת למזון, מים טריים ואנרגיה. שינויים אלה סייעו לשפר את חייהם של מיליארדים, אך במקביל החלישו את יכולת הטבע לספק שירותים מרכזיים אחרים כגון טיהור אוויר ומים והגנה מפני אסונות. הכלכלן תומס מלתוס, בספרו המפורסם משנת 1798 'על עקרון האוכלוסייה',[2] טען כי קצב גידול האוכלוסייה בעולם מתנהל בשיעור הנדסי, בעוד אספקת המזון גדלה בשיעור חשבוני. משמעות השוני בשיעורי הגידול הוא רעב שיוביל לצמצום האוכלוסייה. גישתו נדחתה בתקופתו, בה הטבע היה בשפע והמוצרים היו במחסור. בתקופתו ועד לעשורים האחרונים, לנוכח ההתלהבות מאופק המהפכה התעשייתית, הגישה הרווחת לפתרון בעיות שמה יהבה על הכוח והיכולת הנתונים בידי המדע, מתוך אמונה כי עתיד האנושות מופקד בידיהם.
ההתפתחות הטכנולוגית לא הוכיחה עד כה מסוגלות לפתור את בעיות קיומנו, להתגבר על יכולות הטבע ולהעניק תחליף לשירותיו. הסרט WALL-E נפתח בסצינה בה רובוט קטן, חבוט ומיושן, הפועל על טכנולוגיה בסיסית, מפנה באופן סיזיפי פסולת בניה ועורם את הפסולת ל'עיר חדשה' של גורדי שחקים הבנויים מהררי הפסולת. הסימן היחיד לטבע, בתמונה אפוקליפטית זו, הוא חרק בודד ההופך לבעל ערך נדיר במערכת הקיימת נטולת הטבע.

בעידן הנוכחי, בשל תוצאות הדילול והפגיעה הסביבתית, מחלחלת הכרה ברורה כי ההתפתחות המואצת של הטכנולוגיה והידע הרחב הקיים עשויים אמנם

* John Muir, 1838 - 1914, Scottish-American naturalist, author, and early advocate of preservation of wilderness in the United States.

1. Millennium Ecosystem Assessment, (2005). *Ecosystems and Human Well-being*: Synthesis. Island Press, Washington, DC: 15.

2. Malthus, T.R., (1798). *An Essay on the Principle of Population*. Retrieved April 29, 2014 from: http://www.econlib.org/library/Malthus/malPop.html

1. תמונה מהסרט WALL-E הרובוט מוצא סימן חיים נדיר בדמות הפרפר

להפחית במידה ניכרת את ההכבדה של האדם על המערכות האקולוגיות, אך לא במידה מספקת העשויה לבטל את ההשלכות הסביבתיות המאפיינות את ניצול היתר הנוכחי של הטבע.
הנרי דויד תורו (Henry David Thoreau),[3] מחלוצי הגישה הסביבתית ומחבר הספר המפורסם Walden, היה מהחלוצים שהטיפו לשמירה על הטבע הבראשיתי כמפתח לשימור העולם. החשיבות שתורו מקנה לשירותי המערכת האקולוגית ניכרת באחד הציטוטים המיוחסים לו "הטבע בכל רגע עסוק בטובתך. אין לו מטרה אחרת. אל נא תתנגד לו."
בשנות ה-70, אדריכל הנוף האמריקאי ג'ון לייל (John T. Lyle) קידם יחד עם קבוצת סטודנטים את "התכנון המתחדש" (Regenerative design). המטרה הייתה שילוב חשיבה סביבתית עם חזון לקיום קהילה, המבוססת על משאבים מתחדשים זמינים ומוגבלים שהשימוש בהם אינו גורם לפגיעה סביבתית. הרעיון היה ליצור תהליכים המשחזרים ומחדשים מקורות אנרגיה וחומרים והיוצרים מערכת בת קיימא. גישה זו משלבת את צרכי החברה תוך שמירה על הסביבה. בתהליך, הנגזר מ"אקולוגית מערכות" (systems ecology), המערכת היא מחזורית וסגורה בה הפלט שווה או גדול ביחס לקלט תוך התחשבות בכל המשאבים הנדרשים בתהליך והשפעתם הסביבתית.
בסוף שנות ה-70, האדריכל השוויצרי וולטר סטאהל (Walter R. Stahel) טבע את המונח 'מעריסה לעריסה', שהציע תהליך מעגלי בייצור המנוגד לתהליכים תעשייתיים מקובלים, המכוונים לתהליך חד כיווני 'מעריסה לקבר'. סטאהל היה מעמודי התווך בקידום 'הכלכלה המעגלית' החותרת להארכת חיי המוצר, להפחתה משמעותית של פסולת בתהליך הייצור ולעידוד מחזור חומרים. הכימאי פרופ' מיכאל בראונגרט והארכיטקט ויליאם מק'דונו פיתחו וקידמו גישה זו בספרם המכונן "עריסה לעריסה: ליצור מחדש את הדרך בה אנו מייצרים דברים"[4] בספרם הם דנים בשאלה מדוע 'להיות פחות רע אינו מספיק טוב'.[5]
המחברים נעזרים בחכמת הטבע המציעה מערכת מורכבת להפליא בה 'פסולת שווה מזון'. על פי חזונם, ניתן לאמץ תובנות אלה למערכת התעשייתית ולתכנן מוצרים שמקורם בשימוש חוזר בחומרים תעשייתיים אחרים והם עצמם ניתנים לשימוש כחומרי הזנה למוצרים נוספים.
ג'נין בניוס (Benyus, Janine), בספרה "ביומימיקרי: חדשנות בהשראת הטבע"[6] מקדמת את רתימת חכמת הטבע לקדמת הבמה לטובת עיצוב עולם מתקדם ומאוזן. הספר על פי מבקריו 'מגשר על פני התהום המסוכנת הפעורה בין

3. Thoreau, H.D., (1854). *Walden; or, Life in the Woods.* Boston, MA: Ticknor and Fields.
4. McDonough, W., and M., Braungart. (2002). *Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things.* NY, North Point Press.
5. *Ibid.*, p. 45
6. Benyus, J.M., (1997). *Biomimicry :innovation inspired by nature.* New York, Quill.

הטכנופילים לבין פעילי הסביבה'.[7]
הביומימיקרי (Biomimicry) היא גישה רב תחומית לפתרון בעיות בדרכים מקיימות באמצעות חיקוי ולימוד חכמת הטבע. האדם לאורך ההיסטוריה, העריך את הטבע וחיפש פתרונות באמצעות התבוננות ולמידה. מורכבות הטבע והמגוון הרחב של פתרונות, כתוצאה מאבולוציה בת 3.8 מיליארד שנה של מחקר ופיתוח, מהווים כר נרחב להשראה. על פי בניוס הטבע משמש כמורה, כמודל וכמדד. הטבע מהווה בסיס ידע, אשר בשילוב עם הידע האנושי, המתפתח בקצב גובר והולך, מהווים יחד מקור לקבלת פתרונות. פתרונות אלו ניתנים לאימוץ לטובת פיתוח מקיים המבוסס על למידה מהטבע ללא פגיעה בו.

1,2. The Seed Cathedra, UK pavilion at Expo 2010, designer Thomas Heatherwick, seeds from Kew Gardens, Millenium Seedbank Project,
המבנה בנוי מ-60,000 מוטות אקריליק אופטיים שבקצותיהם משולבים זרעים מבנק הזרע של גני קיו ליד לונדון, אשר שמו לעצמם מטרה לשמר 25% מהזרעים של מיני צמחים שונים בעולם עד שנת 2020. העבודה היא קריאה לחשיבות שימור המגוון הביולוגי.

"שאל את הטבע" (AskNature),[8] אתר האינטרנט של חברת הביומימיקרי (The Biomimicry 3.8 Institute),[9] משתף אנשי מקצוע וצופים במחקרים הבינתחומיים לקידום פתרונות יצירתיים מבוססי טבע. על פי גישת הביומימיקרי, תנאי הפעולה בכדור הארץ כפופים למגבלות וגבולות ומצויים במצב של חוסר שיווי משקל דינאמי ובניסיון מתמיד להגיע לאיזון. החיים יוצרים תנאים התורמים ליעילות ולא מקסום, לעיצוב רב-פונקציונלי ולהתאמה בין פונקציה וצורה. הטבע יוצר תנאי מחייה בעזרת יעילות (שאינה בהכרח ממקסמת את התנאים), באמצעות עיצוב רב-פונקציונאלי, התאמה בין פונקציה וצורה ומחזור כל החומרים. הטבע פועל על ידי מינוף התלות ההדדית וזאת בדרך של עידוד יחסי שיתוף ומערכת של ארגון עצמי. עקרונות היצור בטבע מיטיבים עם הסביבה על ידי שימוש בחומרים ידידותיים. ההתפתחות וההסתגלות למערכות החיים הם תהליכים אבולוציוניים מתמשכים המבוססים התכוונות וקשב לתנאי המקום, תהליכי אינטגרציה מחזוריים ועמידות. התכוונות לתנאי המקום כוללת תושייה והסתגלות באמצעות צורה, פשטות, אמצעי בניה רגילים ואנרגיה חופשית. לתהליכים אלו מתווספים תהליכי משוב הכוללים: איתות, קליטה, תגובה, למידה וחיקוי. ההתפתחות וההסתגלות מונעים על ידי תהליכי אינטגרציה מחזורית המתממשים באמצעות הפריה הדדית ושינוי גנטי. עמידות המינים בטבע מושגת על ידי שונות, רב גוניות, ביזור, הפצה וקיום עודפים על מנת לאפשר את העמידות הנדרשת לאורך זמן.[10]

7. "Forget the notion that technology improves upon nature... Such a technology teaches[7] us how to live in harmony with nature, rather than how to dominate it..." this book will bring help bridge the dangerous chasm between technophiles and environmentalists. (Bryce Christensen, Booklist)
8. Ask Nature, Retrived April 29, 2014, http://www.asknature.org
9. Biomimicry, Retrived April 29, 2014, http://biomimicry.net
10. http://www.asknature.org/article/2ea4b67b8957b94ffc5b3321582693fb/, Retrieved April 29, 2014

4. קורי העכביש נחשבים למבנה הביולוגי החזק ביותר שחוזקו פי 100 מכבל פלדה במימדים זהים

בעשורים האחרונים חלחלה התודעה בדבר החשיבות הקיומית שיש למערכת האקולוגית לחיינו בכדור הארץ, ועימה חלה עליה משמעותית בחשיבות המוקנית לשירותי המערכת האקולוגית. בשנת 2000 האומות המאוחדות הוציאו דו"ח העוסק בהערכת המערכת האקולוגית בעולם מתוך מתן חשיבות לקשר בין שירותי המערכת האקולוגית לרווחת והתפתחות האדם. הדו"ח, The Millennium Ecosystem Assessment (MA),[11] ריכז עבודה של 1,360 מומחים מתחומים שונים ברחבי העולם. תקציר המנהלים מתייחס לאורח החיים המנוהל כיום ברחבי העולם כדרך חיים שהיא מעבר לאמצעים שלנו וליכולת הטבע לספק את הצרכים. מטרת העבודה הייתה בחינת הכלים לשמירת ערכי הטבע לטובת רווחת האדם ברחבי הגלובוס.

המערכת האקולוגית היא מערכת מורכבת הכוללת את כל המגוון הביולוגי של החי והצומח ואת יחסי הגומלין בינם לבין עצמם ולמערכות אנרגיה וחומרים מינראליים. אפיון המערכות משתנה בהתאם למיקום הגיאוגרפי של המערכות כגון סביבה ימית או יבשתית או סוג האקלים. המערכת האקולוגית מאפשרת את קיום החיים על ידי מתן שירותים התומכים במערך הכולל, בו מרכיבי המערכת נמצאים בתלות הדדית לקיומם המשותף. מרכיבי שרותי המערכת האקולוגית כוללים שירותי אספקה, בקרה, תמיכה ותרבות.[12] שירותי האספקה כוללים מוצרים המופקים מהמערכת האקולוגית כמזון, מים, משאבים וחומרי גלם. שירותי הבקרה הם התהליכים במערכת האקולוגית המווסתים את הסביבה כמיתון מזג אויר, השהיית שיטפונות, הפריית הקרקע, פירוק פסולת וכדומה. שירותי התמיכה הם התפקודים ההכרחיים התומכים בקיום המגוון הביולוגי. בין שירותים אלו ניתן למנות פוטוסינתזה וטיהור מים, אויר וקרקע באמצעות צמחיה. שירותי התרבות הם המימד הלא חומרי של שירותי הטבע וכוללים את התועלת לאדם המושגת מחווית המפגש עם הטבע. שירותי התרבות כוללים השפעה רגשית, תחושת רוחניות, מתן מרחב היוצר שייכות חברתית, חיזוק הקשר למקום וחיבור למורשת התרבותית בסביבת הייחוס המיידית או הרחבה יותר.

על פי התפישה הכלכלית הרווחת, שירותי המערכת האקולוגית נתפסים כשירותי חינם וכבלתי מוגבלים. כיום ברור כי חלק ממשאבי המערכת אינם מספיקים

[11] Millennium Ecosystem Assessment, 2005. Ecosystems and Human Well-being: Synthesis. Island Press, Washington, DC

[12] להרחבה על הנושא: מוזיאון המדע ע"ש בלומפילד ירושלים. (2010). *המערכות האקולוגיות - הבסיס לקיומנו*. המשרד לאיכות הסביבה. http://mada.org.il/userfiles/Files/PDFs/kayamut_hativa_hoveret_2.pdf, Retrieved, April 29, 2014

להתאושש מול עצמת ניצולם, וחלקם מתכלים ללא יכולת התחדשות. הכרה זו מחלחלת לתודעת מקבלי החלטות אך עדיין אינה מהווה זרם מרכזי ומוביל. קיימים שני חסמים עיקריים המונעים פעולה מקיפה ומשמעותית לעצירת התהליך: כלכלה מבוססת צריכה ושאננות נוכח אמונה בהתפתחות הטכנולוגית המואצת כאמצעי לפתרון כולל של בעיות. החסם העיקרי מצוי בחשיבה הכלכלית הקפיטליסטית המעודדת צריכה מעבר לנדרש כפועל יוצא של הבנת הפיתוח כפרמטר יחיד במערכה. על פי גישה זו, המדד הנחשב לנתון המרכזי למדידת הצמיחה הכלכלית של מדינה הוא התוצר המקומי הגולמי (תמ"ג). הביקורת העיקרית על תפיסת עולם זו היא כי רמת הפיתוח הכלכלית של מדינה אינה מדד לנושאים משמעותיים כחלוקת העושר בין תושבי המדינה, רמת האושר האישי ורמת ההשפעה של הפיתוח על התדלדלות משאבי הטבע ופגיעתו בסביבה. הכלכלה האקולוגית התגבשה מתוך ההבנה כי צמיחה מסוג זה אינה יכולה להמשיך ולהתפתח מעבר לכושר הנשיאה של משאבי הסביבה. גישה זו קוראת להתייחס לערכם הכלכלי המלא של משאבי הטבע ושירותי המערכת, ובהתאם לכך לקחת בחשבון את המחיר המלא של כל תהליך הייצור, השימוש ואחרית חיי המשאבים והמוצרים. התחשיב כולל את האנרגיה הגלומה בהם, את הנזק הסביבתי שנגרם בהליך הכולל ואת העלויות הכרוכות בשיקום הסביבתי הנדרש כתוצאה מכך.[13]

5. קיר ירוק בכיכר עירונית לפני מרכז Forum Caixa במדריד. תוכנן על ידי האגרונום הצרפתי Patrick Blanc

הגישה הרווחת כיום, לצמצום הפגיעה הסביבתית משתמשת במושגים של מניעה והפחתה, שימוש חוזר ומחזור Reduce, Reuse, Recycle. בגין הנזקים הבלתי הפיכים שכבר נגרמו ולנוכח המגמות הקיימות, של גידול אוכלוסין מחד ועלייה ברמת החיים הכלל עולמית מאידך, נדרשת גישה מערכתית אקטיביסטית ורדיקאלית יותר. בתנאים אלו גישותיהם של בראונגרט, מק'דונו ובניוס הופכות רלוונטיות מתמיד.

[13] הרמן דיילי (2005), כלכלה בעולם עמוס, *Scientific American* (מהדורה עברית), *גיליון דצמבר 2005-ינואר 2006*, ע"מ 46-38, בהוצאת אורט ישראל.

המעבר הדמוגרפי מהכפר אל העיר והגישה הסביבתית, המעודדת טיפול בבעיות במקום התרחשותן, מחזקת את הצורך ברתימת חכמת הטבע לטיפול במערכות בעיר ובמתן פתרונות במסגרתה. באמצעות מתן שירותי המערכת לעיר במסגרת תחום שיפוטה ניתן לצמצם באופן משמעותי את טביעת הרגל האקולוגית של הערים.[14] תחומים רבים בעיר ניתנים לטיפול במסגרת מתן פתרונות במקום. בין נושאים אלו ניתן למנות טיפול בפסולת האשפה, טיפול במים, טיפול בשפכים ואספקת מזון במרחב העירוני.

העבודות בפרק זה מציגות תפקידים שונים של שירותי המערכת האקולוגית המשולבת בעיר. העבודות מנתחות את תפקיד הצמחייה המשולבת בעיר ובמבנים כחלק ממערכת אקולוגית המשפרת את איכות האוויר, מטפלת במי הנגר ובמי השפכים, מספקת שרותי הזנה לתושבי העיר ומהווה חלק מאיכות החיים הכוללת של העיר.

"ציפוף טבע עירוני, בחינת יחסי טבע ועיר בעולם הולך ומצטופף", עבודתם של דדי אלוף ומיכאל ליף בוחנת את הדרכים, ברמה העירונית וברמת התכנון האדריכלי של המבנה, לשילוב הטבע העירוני כחלק אינטגראלי ונוכח במרקם העירוני. בעבודה מוצגת מערכת היחסים המורכבת בין העיר והטבע המבוססת על ערכים אנתרופולוגיים, אבולוציוניים ואקולוגיים. במסגרת השיח בנושא קיימות, ציפוף העיר מהווה את אחד הפתרונות לניצול שטח עירוני באופן קומפקטי, ומניעת הפרת שטחים נוספים. שילוב שטחים טבעיים בקנה מידה התואם מגמת ציפוף העיר הוא אחד האתגרים הנבחנים בעבודה זו. הטבע העירוני מוערך ביחס ליתרונותיו לאיכות החיים של תושבי העיר ברמה הפיזית והפסיכולוגית כאחד וכחלק מהאקוסיסטמה האזורית. הטבע המשולב בעיר האינטנסיבית תורם לטיפול בזיהום אויר, להפחתת איי החם העירוני, להגברת יכולת חלחול הקרקע, לשמירה על המגוון הביולוגי וכדומה.

6. שילוב חקלאות עירונית בבנין רב קומות, Agro-Housing, Wuhan, China, Knafo Klimor Architects

"בחינת הצורך ושיטות היישום של חקלאות עירונית", עבודתה של ליה אלעזר, מציגה מגוון אפשרויות לשילוב חקלאות בעיר. העבודה פורסת יריעה רחבה של יתרונות החקלאות העירונית הכוללים: מתן בטחון תזונתי לתושבי הערים,

[14] על טביעת הרגל האקולוגית ניתן להרחיב באתר http://www.footprintnetwork.org, Retrieved April 29, 2014

אספקת מזון טרי ללא חומרי הדברה, הפחתת הצורך בשינוע התוצרת מהכפר אל העיר, צמצום תשתיות ושטחי אחסנה, שילוב שטחים ירוקים כחלק משרותי התרבות של המערכת האקולוגית ויתרונות נוספים הנובעים משילוב שטחים ירוקים בעיר כחלק מציפוף טבע בעיר. פינוי שטחי החקלאות לשטחי טבע תורם להפחתת ההכבדה של החקלאות התעשייתית על הסביבה הפתוחה. פינוי המרחב מאפשר שיקום מערכות אקולוגיות לטובת שיפור שירותי המערכת. העבודה מציגה מקרי בוחן קיימים ורעיונות ליישום חקלאות עירונית מקנה מידה עירוני לקנה מידה בנייני. בין הדוגמאות ניתן לראות שילוב חקלאות בחלקות קרקע עירוניות, בחצרות מבני מגורים, בעיקר חד משפחתיים ועל גגות מבני תעשייה ומסחר, המשמשים כחוות עירוניות ונחשבות למיזם כלכלי מוצלח. בישראל קיימות כיום כמאתיים גינות קהילתיות המצביעות על העניין הגובר והולך בנושא. למרות העניין הרב בחקלאות העירונית הוורטיקאלית, המשולבת כחלק אינטגראלי בבניה רוויה, השילוב טרם עבר את הרף הכלכלי.

7.המיצב SPAINLab - Between Air של Selgascano מספרד לביאנאלה בוונציה 2012, מציג טכנולוגיה לגידול יבולים במצעים מנותקים

בעיית המחסור במים בכלל ובמים שפירים בפרט היא בעיה כלל עולמית. במדינת ישראל הבעיה חריפה במיוחד בשל מיעוט מקורות מים, הידלדלותם המתמשכת ובעיית השליטה על המקורות המעטים הקיימים בה. שתי עבודות בחרו לטפל בנושא במיקוד שונה. "ניהול הנגר ושילובו בעיצוב עירוני מקיים", עבודתה של נעמה בלונדר, עוסקת בטיפול במי נגר ברקמה העירונית, בהחדרתם למי התהום ובהפיכתם ממטרד כהצפות, למשאב התורם למילוי מאגרי מי התהום ולהשקיית שטחים ירוקים בעיר. במאמר מפורטת המדיניות הקיימת כיום לטיפול ולניהול מי הנגר, ונבחנות הדרכים לייעול המערכת על מנת שניתן יהיה לשמר את מי הנגר כחלק מעתודות המים. המאמר מציג את האמצעים להגברת החיסכון במים במרחב העירוני והפרטי כמערכת אחת. בישראל, בתחילת שנות ה-60 נערכו מחקרים בנושא תכנון רגיש מים (תר"מ).[15] יישום חלקי מתבצע באמצעות הטמעת הנושא בתכניות בנין עיר חדשות או יזמה מקומית של רשויות מקומיות, אך עדיין הנושא אינו מטופל באופן מערכתי כולל.

[15] כרמון, נ. וא. שמיר, (2007). *תר"מ - תכנון רגיש למים. שילוב שיקולי מים בתכנון עירוני ואזורי*. חיפה: הטכניון ומשרד הבינוי והשיכון. נמצא בקישור: http://www.moch.gov.il/SiteCollectionDocuments/tichnun/pituah_bar_kayma/taram.pdf, אוחזר ב-29 לאפריל, 2014

8. שיקום אקולוגי של נהר המשמש לניקוז מי הנגר העירוניים, Ningbo, Zhejiang Province, China , Architect: Turenscape

"מערכות טיהור מים מבוססות צמחים - שילוב ברקמה בנויה ובסביבה הנופית", עבודתם של רן קליק ומשה שמש, מציגה את האפשרות לטיפול במים מזוהמים באמצעות צמחיה והשבתם לשימוש חוזר במסגרת המערכת העירונית. הטיפול במים הנבחן בעבודתם הוא באמצעות אגנים ירוקים (Constructed Wetlands), מערכת טיהור מים אקולוגית, המשתמשת ביכולת הצמחייה והמיקרואורגניזמים המצויים בבתי השורשים שלה על מנת לטהר מגוון רחב של מזהמים באופן טבעי ויעיל ללא תוצרי לוואי. גישה זו היא חלק מגישה כוללת של לימוד מחכמת הטבע. יתרונותיה ביצירת מערכת עם יכולת טיהור גבוהה של קרקע ומים ממזהמים ללא פסולת, ותרומת השטחים הפתוחים לעיר כריאות ירוקות וכמרחבים המשמשים לרווחה ופנאי.

בישראל כיום משרד הבריאות אינו מאפשר שימוש במים אפורים. החלטה זו נובעת ממערך שיקולים מורכב. חלקו האחד נובע מחשש מערכת הבריאות לכשל במערכות אלה העשוי לגרום לחדירת מזהמים למערכת המים. חלקו האחר הוא תוצר כוח ושליטה של בעלי עניין ברמות שונות המעוניינים לשמר את המצב הקיים.

החזון המוצג בעבודות אלה הוא רתימת "הטכנולוגיה של הטבע" למניעת מפגעים סביבתיים ולשימור המאזן האקולוגי העירוני כחלק אינטגראלי בעיר. שילוב שרותי המערכת ניתנים ליישום בכל רמות התכנון ולשילוב ביניהן: מרמת המבנה הבודד והחצר המקיפה אותו, דרך מערכות שכונתיות ועירוניות וכלה במערכות אזוריות. העיקרון המאחד את הפתרונות המשלבים שירותי מערכת בעיר הוא הימצאותם בסמיכות למקור הבעיה. מרבית האמצעים בסיסיים ומוכרים ומחקים מערכות טבעיות. במקרים רבים הפתרונות כלכליים בשיקול ארוך טווח. בחלקם הכלכליות מתחילה להיות רלוונטית בראיה כלכלית אקולוגית, המשקללת את הנזקים העקיפים שהכלכלה הרווחת אינה לוקחת בחשבון. החסמים ליישום מערכות אלה הם תולדה של העדר ידיעת והבנת הפוטנציאל והחשיבות של שרותי המערכת בעיר, החשש מכשל יישומי של מערכות 'חדשות' או שמרנות לשמה. נדרשת חשיבה בראיה כוללת ופעולה רב-תחומית, הרותמת מקבלי החלטות בכל הדרגים להשכיל ולהבין את היתרונות הרבים של שרותי המערכת והתועלת הרבה ביישומם ברמות התכנון השונות. כבכל חזון נדרשת עמדה ערכית המקדמת ערכים מקיימים, המאמינה בנכונות הדרך ומחויבת לפעולה הדורשת התנעת המערכת ורתימתה ליעוד. הכלים קיימים ומומשו בהצלחה במקומות שונים בארץ ובעולם. נותר לקוות שכלים אלו יהפכו מערוץ צדדי לזרם המרכזי שישרת את האדם והסביבה.

9. University of Minnesota Duluth Rain Garden

תמונות

1. תמונה מהסרט WALL-E הרובוט מוצא סימן חיים נדיר בדמות הפרפר, Photo: Yinan, 27.06.2008, https://www.flickr.com/photos/nanzhiyi/6498926531/

2-3.The Seed Cathedra, UK pavilion at Expo 2010, designer Thomas Heatherwick, seeds from Kew Gardens, Millenium Seedbank Project,
המבנה בנוי מ-60,000 מוטות אקריליק אופטיים שבקצותיהם משולבים זרעים מבנק הזרע של גני קיו ליד לונדון, אשר שמו לעצמם מטרה לשמר 25% מהזרעים של מיני צמחים שונים בעולם עד שנת 2020. העבודה היא קריאה לחשיבות שימור המגוון הביולוגי.
Photo-2: William, 05.08.2010, https://www.flickr.com/photos/heyitschili/4867634991/in/set-72157624263333137, Photo-3: Tõnis Kimmel, 11.07.2010, https://www.flickr.com/photos/48019132@N00/4701797976/in/set-72157624277272772

4. קורי העכביש נחשבים למבנה הביולוגי החזק ביותר שחוזקו פי 100 מכבל פלדה במימדים זהים,
Photo: Wikimedia commons, 11.09.2010, http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/9/97/Spider_web_with_dew.JPG/1280px-Spider_web_with_dew.JPG

5. קיר ירוק בכיכר עירונית לפני מרכז Forum Caixa במדריד. תוכנן על ידי האגרונום הצרפתי Patrick Blanc, Photo: kkarc

6. שילוב חקלאות עירונית בבנין רב קומות, Agro-Housing, Wuhan, China, Knafo Klimor Architects, Photo: kkarc

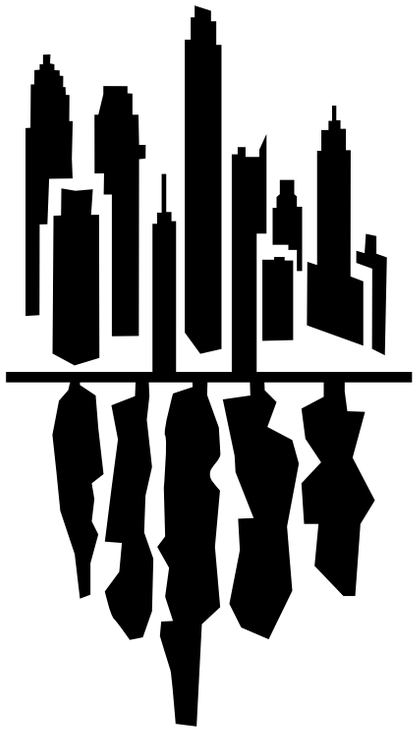
7. המיצב SPAINLab - Between Air של Selgascano מספרד לביאנאלה בוונציה 2012, מציג טכנולוגיה לגידול יבולים במצעים מנותקים, Photo: kkarc

8. שיקום אקולוגי של נהר המשמש לניקוז מי הנגר העירוניים, Ningbo, Zhejiang Province, China , Architect: Turenscape, Photo: Tõnis Kimmel, 03.10.2011, https://www.flickr.com/photos/48019132@N00/7454977228/in/set-72157630314496388

9. University of Minnesota Duluth Rain Garden, Photo: eXtension Gardens, Lawns, and Landscapes, 06.09.2008, https://www.flickr.com/photos/extensionhorticulture/2863608093

ציפוף טבע עירוני - בחינת יחסי טבע ועיר בעולם הולך ומצטופף

מיכאל ליף, דדי אלוף



הגידול באוכלוסייה האנושית בעולם, ניצול עד כדי הכחדה של משאבי טבע וההשלכות הסביבתיות השליליות של אורח החיים כיום, הביאו לתפיסות רווחות המעודדות ציפוף עירוני ואינטגרציה של מערכות מן הטבע אל תוך הבינוי העירוני. לאור כל אלו, ובמיוחד בתקופה האחרונה, קיימת מגמה לעבר "עידן ירוק", תוך חיפוש אחר אלטרנטיבות לפיתוח עירוני, הנתפס כהרסני לסביבה הטבעית. כוונת המאמר לחקור את היחס בין האדם לטבע, ובין העיר לטבע כאמצעי לפיתוח עירוני בר קיימא.

העיר, כצורת התיישבות אנושית גדולה ומרוכזת, מהווה ביטוי תרבותי להישגיו של האדם, ואילו הטבע נתפס כהפך הגמור לעיר ברמה תפקודית, מרחבית וביולוגית. בין שני אלו קיימת מערכת יחסים מורכבת המושתת על ערכים אנתרופולוגיים, אבולוציוניים ואקולוגיים. קיימות תיאוריות רבות על ערכו של הטבע לאדם בכלל ובסביבה העירונית בפרט, ונשאלת השאלה באיזו מידה, אם בכלל, קיים ניגוד בין הסביבה המלאכותית לטבעית. מאמר זה מנסה לבחון את השאלה - כיצד ניתן לצופף את העיר יחד עם יצירתם וחיזוקם של שטחים טבעיים בתוכה?

בחלקו הראשון של המאמר ניסינו להבהיר את המושג "טבע", הגורמים השונים הפועלים בו ומושגים שגורים כיום בשיח על פיתוח בר קיימא. ניסינו לעמוד על גורמים שונים המרכיבים את היחס שבין האדם לסביבה הטבעית. בחלקו השני של המאמר, ניסינו לבחון מספר שיטות פרקטיות של הכללת שטחים "טבעיים" בתוך הסביבה הבנויה, ברמת העיר וברמת הבניין.

היחס בין עולם הטבע לעולם העירוני חשוב היום מאי פעם. מגמות העיור העכשוויות מצביעות על כך שבעתיד הנראה לעין, סביבה זו תגדל וכן גם השפעתה על מגוון מערכות החיים על כדור הארץ. כיום, הגישה הרווחת היא

כי הסביבה העירונית מייצגת אנטיתזה לסביבה הטבעית הן מבחינת שימוש בחומרים מתכלים ופליטת מזהמים והן בהחלפת סביבה חומרית וביולוגית מגוונת בסביבת בטון וזכוכית הומוגנית וגנרית. כיוון שמגמת העיור הולכת וגדלה, העתיד של כל סביבות המחייה המוגדרות כ"טבע" נראה עגום. האדם אינו יכול להתקיים לבדו בעולם והקשר שלו עם הסביבה הטבעית מתבטא במגוון היבטים: נפשיים, סימבוליים ותכליתיים עליהם נעמוד בעבודה זו. בשל כך, חייב להימצא איזון בין הניגודים לכאורה. אותו חוסר איזון הקיים כיום אינו מתבטא רק בכמות תכסית השטח ההולכת ונתפסת על ידי העיור. העיר בעבר התפתחה בעיקר בצורה אופקית, וגידול הערים הביא להתפרסות על פני שטח רב יותר. הערים, בעשרות השנים האחרונות, הולכות וצומחות לגובה בטיפולוגיות בנייה שונות ונהיות צפופות יותר. הואיל והעיר תופסת חלק משמעותי גדל והולך מהמרחב, ניסחנו מספר שאלות שהובילו לשאלת המחקר שלנו:

- האם שתי הסביבות , העיר והטבע, חייבות להוות ניגוד האחת של השנייה?
- האם לא ניתן למצוא פיתרון בו הטבע מתקיים לצד העיר או אפילו בתוכה?
- האם ישנן גישות ופעולות המגשימות הלכה למעשה פתרון אינטגרטיבי?
- האם הטבע יכול להשתלב בתוך טיפולוגית בינוי גבוהה וצפופה?

ניסינו לבחון שאלות אלו במאמר על ידי ניתוח מספר היבטים בקשר בין שתי הסביבות. רצף העבודה מתחיל ממושגים ותפיסות תיאורטיות לגבי מהותו של הטבע, מאפייניו ויחסו לעיר ולסביבה מלאכותית ועד ליישום שילוב טבע בעיר בהיבטים פיסיים ואדריכליים ומרמת העיר עד לרמת הבניין.
החלק הראשון והתיאורטי של המאמר מורכב משלושה נושאי משנה עיקריים. בתחילה ניסינו לפרק ולנתח מספר מושגי מפתח בסיסיים, הנוגעים לסביבות אותם אנחנו רוצים לחקור, מתוך מטרה לזהות מאפיינים והיבטים שונים אליהם נוכל להתייחס. לאחר מכן ניסינו לעמוד על ההשפעות של העיור האינטנסיבי על הסביבה ה"טבעית" ועל תפיסות תיאורטיות של הקשר ביניהן. בנושא האחרון בחלק זה של העבודה ניסינו להבין את הערך והמאפיינים של המושג טבע בכלל ושל טבע בתוך העיר בפרט.
החלק השני של המאמר עוסק בעקרונות פיסיים ליישום התיאוריות והקשר הרצוי בין העיר והסביבה. ניסינו לעמוד על עקרונות שונים לשילוב טבע בעיר ולהבנת המבנה הפיסי והמערכתי שלו. לאחר מכן ניסינו לבחון את טיפולוגיות הבנייה הצפופה ולבחון דרכי שילוב פרקטיות הקיימות היום. חלק הבא של המאמר, בא להבהיר כמה מושגים בהם נעשה שימוש רווח כיום בשיח על קיימות.

מהו טבע?

המושג טבע הוא רחב ביותר ובעל משמעויות מגוונות. לצורך עבודה זו, אנו נתייחס לטבע על פיה הגדרה מתוך הספר The Green City הקובעת כי טבע הוא: "המימד הרחב של תוצרים אורגאניים ובלתי אורגאניים אשר אינם תוצרת אנושית... טבע מתייחס יותר לנוף (landscape) מאשר לסביבה הבנויה. הוא כולל בתוכו את עולם הסלעים, חול, חופים, מדברים, יערות, הרים ואת מגוון החי והצומח הנמצא בקרבם".[1]
על פי הגדרה זו, עולם הטבע מתקיים במה שמכונה "אקו-ספירה".[2] אקוספירה מהווה את חלק כדור הארץ בו מתקיימת אינטראקציה בין

[1] מתוך The Green City – ראה ביבליוגרפיה.
[2] מכונה גם "ביו-ספירה", אך בעבודה זו, נעשה שימוש במילה "אקו-ספירה".

אורגניזמים ביוטיים[3] לבין סביבתם האביוטית.[4] האקו-ספירה מורכבת ממכלול של מערכות אקולוגיות (אקוסיסטמה) המתקיימות בה.
אקולוגיה היא חקר היחסים בין אורגניזמים לבין סביבת המחייה שלהם. המחקר בתחום מתרכז בצורך להבין את אופי היחסים בין השניים. לכן, תפיסת העולם האקולוגית, על מגוון צורותיה, מבוססת על הטענה כי צורות חיים, בה כלולים בני האדם, אינם מתקיימים בנפרד מהסביבה המיידית שלהם.[5]
מערכת אקולוגית, אקוסיסטמה, הינה מערך של זנים ממינים שונים הנמצאים באינטראקציה ביניהם ובין סביבתם האביוטית. גבולותיה של האקוסיסטמה אינם מוחלטים והם נקבעים על פי המערכת אותה בוחנים. אקוסיסטמה יכולה להיות טבעית (נטולת השפעה אנושית) או מלאכותית. דוגמא לאקוסיסטמה מלאכותית היא שטחי חקלאות, שמורות טבע מנוהלות או אגמים מלאכותיים על יד סכרים. אקוסיסטמה מבטיחה את קיומם של מגוון רחב של אורגניזמים בקיום הדדי ובאינטראקציה מתמדת. גיוון זה, מכונה "מגוון ביולוגי", והוא מהווה נקודת ייחוס חשובה להערכה של אקוסיסטמה תקינה.
אותו מגוון ביולוגי הינו תוצאה של הסתגלות מינים שונים לשינויים הסביבתיים לאורך זמן. הוא מכיל בתוכו את מכלול הזנים היכולים לשרוד את התנאים העכשוויים בכדור הארץ. ניתן להסתכל על מגוון ביולוגי כדרך של הטבע לייצב את עצמו לאורך זמן ומכאן חשיבותו. מגוון ביולוגי מכיל בתוכו מגוון גנטי (שוני בתרכובת הגנטית של יצורים חיים), מגוון של זנים, ומגוון אקולוגי, המגוון של קהילות הבאות במגע אחת עם השנייה בסביבתם האביוטית. אנו, בני האדם, תלויים במידה ניכרת בהון הביולוגי המתקיים בעולם. מגוון ביולוגי מעניק לנו משאבים כגון עצים, אנרגיה, חומרי גלם, חומרים כימיים ותרופות ומהווה בסיס חשוב בכלכלה העולמית. בנוסף, האקוסיסטמות השונות הנמצאות בטבע מספקות תהליכים כגון מחזור פסולת וטיהור מים.

השפעות האדם והעיר על הסביבה

האדם, כחלק פעיל באקו-ספירה, משפיע על סביבתו הטבעית ועל האקוסיסטמות השונות בתוכה. עם התבססותה של החקלאות, גדלה האוכלוסייה האנושית בעולם ואיתה גם מספר זני החי והצומח המשמשים אותה. לגידול זה שתי השלכות מרכזיות:

1. דרישה וצריכה מוגברת של משאבי טבע המוציאים את המערכות האקולוגיות מאיזון.
2. ניידות האדם והמגוון הביולוגי שהוא מביא איתו לאזורי התפשטות חדשים פוגעים בזנים המקומיים וגורמים לאובדן מגוון ביולוגי ופגיעה באקוסיסטמות מקומיות.

עם הגידול באוכלוסיה האנושית צמח ועלה מושג ה"עיר" עליו נרחיב כעת. העיר נתפסת כסביבה שהיא מעשה ידי אדם, ומכאן זרותה לעולם הטבע בהתאם לתפיסה כי האנושות זרה לעולם הטבע. כיום, יותר מתמיד, העולם כולו עובר תהליך של צמיחה אינטנסיבית בסביבה העירונית.

על פי דוחות האו"ם,[6] ניתן לצפות לגדילה מאסיבית של האוכלוסייה העולמית, מתוכה כ-70% תהיה עירונית עד שנת 2050 כאשר רוב תהליך העיור יתרחש במדינות מתפתחות.

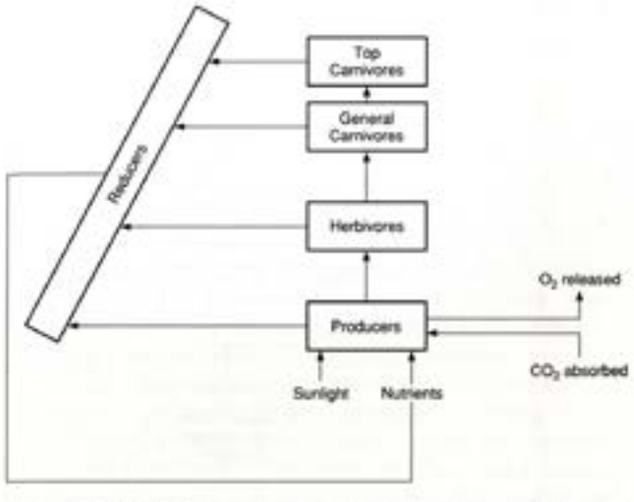
[3] חיים
[4] דומם, מה שאינו חי.
[5] הקטע מתוך מגזין Ekistics Mitigating Natural Disasters, ע"מ 171 - ראה ביבליוגרפיה.
[6] The Revision Population Database 2007, UN Population Division- ראה ביבליוגרפיה.

ערים גדלות, כתוצאה מגידול האוכלוסייה, על חשבון שטחי טבע. גידול זה מביא לדרישה וניצול גדול יותר של משאבים בלתי מתחדשים. הימצאותן של יכולת טכנולוגית מאפשרת לכל אלו להתרחש בקנה מידה רחב ובאופן נגיש ומהיר. על כן, עולה הטענה כי ערים הן הגורם השלילי ביותר מבחינת השלכות סביבתיות ברמה עולמית ועל כן החשיבות שיש בתכנון נכון שלהן.
בחקר ההתיישבות האנושית - אקיסטיקה, או Ekistics, נמצא כי ישנם מספר גורמים בסיסיים אשר מרכיבים יישובים אנושיים ברחבי העולם:[7]

- טבע
- בני אדם
- חברה
- מבנים ותשתיות פיזיות
- תקשורת

כל אלו מרכיבים, בצורות שונות ונשנות, את צורת ההתיישבות האנושית. מתוך כך, ניתן לראות כי ה"טבע" מהווה מרכיב בסיסי לעיר, ושניהם מנהלים מערכת יחסים מתמדת אחד עם השני. על פי התפיסה האקולוגית, לאדם השפעה על סביבתו ולהיפך בשל מערכת היחסים ההדדית שיש ביניהם. ניתן להעלות את השאלה מהו אופי היחסים בין העיר לטבע? מהן ההשפעות ההדדיות בין השניים?
מתכננים וחוקרים אקולוגים רואים בתהליכים המתרחשים בטבע כברי קיימא הודות לניצול המחזורי של משאבים המתקיים בו.[8] לעומת זאת, קן יינג (Ken Yeang) מציין כי תהליכי העיור המאסיביים ואורח החיים האנושי הנוכחי אינם מהווים אורח חיים בר קיימא בגין השענותם על מקורות אנרגיה בלתי מתחדשים, וניצול משאבים בקצב מהיר יותר מאשר קצב התחדשותם. כך בעצם, פעולות אנושיות לא רק אינן מקיימות מחזוריות ברת קיימא, הן אף פוגעות בתפקוד האקוסיסטמה הטבעית.

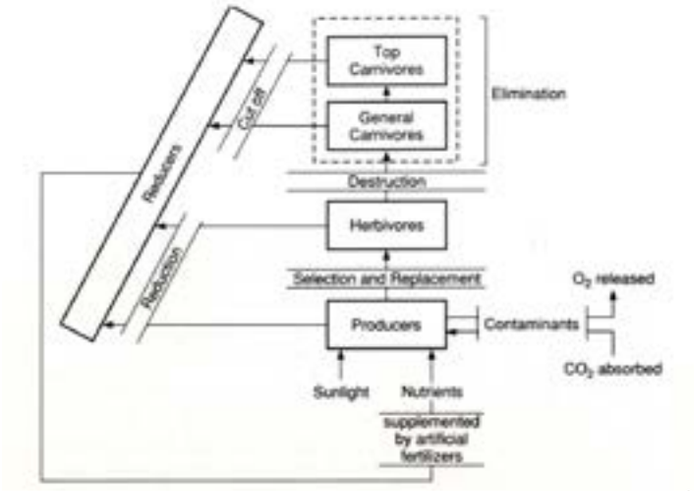
קיימות והקשר לטבע



.1

1. מחזוריות חומרית באקוסיסטמה, Architect: K. Yeang

[7] הקטע מתוך Mitigating Natural Disasters מגזין Ekistics , ע"מ 175 - ראה ביבליוגרפיה
[8] מתוך Designing with nature - ראה ביבליוגרפיה.



.2

2. מנעד שינוי מיקום אפשרי של אקוסיסטמה עקב התערבות אנושית, Architect: K. Yeang

בשל ההשפעות שיש לערים על הסביבה הטבעית, ראוי לבחון את הקשר בין מבנים ותשתיות פיזיות של ערים לבין הסביבה הטבעית. כאן המושג "פיתוח בר קיימא" בא לידי ביטוי. מושג זה הוטבע תחילה כאסטרטגיה לשימור הטבע.
המושג של "ברות קיימא" או Sustainability מוגדר על ידי ה-AIA (American Institute of Architects) כ-"יכולת חברה להמשיך לתפקד בעתיד ללא הצורך להידחק להתדרדרות מפאת ניצול יתר של משאבים שעל בסיס אלו חברה זו תלויה". הגדרה זו מדגישה את הקשר בין חברה למשאבים המתחזקים אותה ומשקפת את התפיסה כי פיתוח בר קיימא בא לספק צרכים אנושיים ללא פגיעה סביבתית.
מבנים כיום תלויים במידה ניכרת על מקורות אנרגיה בלתי מתחדשים. לעובדה זו השלכות סביבתיות שליליות ביותר. תפיסה תכנונית אקולוגית, תתייחס להיבטים מקומיים ותחפש אחר דרכי צריכת אנרגיה מתחדשת מאור שמש, רוח וכו'. תכנון אקולוגי, נתפס כהוליסטי בדרך ההסתכלות שלו,[9] ועל כן שם דגש על ההתחשבות בהיבטים לא אנושיים כגון החי והצומח באיזור והאינטגרציה של אלו אל תוך התכנון. התפיסה גורסת כי כל מרכיבי הסביבה אינם מזיקים זה לזה, אלא תורמים זה לזה, מעצימים תהליכים אקולוגיים ושומרים על איזון סביבתי - זהו העיקרון המנחה בפיתוח בר קיימא.
גישת הרציונאליות דיאלוגית, רואה בטבע והאדם כשותפים. מדובר בגישה השואפת ליצור דיאלוג בין האדם לבין הטבע. למרות היות האדם עילאי לשאר עולם החי, הודות ליכולותיו השכליות והרגשיות, הוא עודנו תלוי בטבע על מנת להתקיים, ועל כן חשיבותו הרבה של הטבע בסביבת המחייה האנושית, הלא היא העיר כיום. גישה זו גורסת כי "The model for sustainability is nature itself[10]...". כלומר, שהפרדיגמה של פיתוח בר קיימא הינו הטבע עצמו. עולם הטבע הינו יעיל מבחינת תפקוד ו"עיצוב" (design) ואינו מפיק פסולת, כלומר חומר שלא ניתן לנצלו ושאינו מוזן חזרה למערכת. מכאן חשוב לבחון את הצורך בטבע

[9] מתוך Designing with nature - ראה ביבליוגרפיה.
[10] מתוך Sustainable Housing design and the natural environment, מגזין Ekistics ע"מ 242 - ראה ביבליוגרפיה.

בתוך העיר כדרך להתמודד עם הפרעות הפעולות האנושיות, לרבות עיור מאסיבי, על מנת להיענות לשאיפה לשמר את הטבע ואורח החיים הבר-קיימא.

תיאוריית הצוק האורבאני

דרך מעניינת להסתכל על השילוב של העיר והטבע מציעה תיאוריית ה"צוק האורבאני" (Urban Cliff Hypothesis).[11] ההנחה הרווחת כיום, לפי המאמר, היא שהאדם פיתח בסביבה העירונית סיטואציה שאינה "טבעית" ואינה מתקיימת בטבע והיא חדשה לחלוטין. תיאוריית הצוק העירוני גורסת כי הנחה זו לא נכונה בכל המקרים וכי בתחומים והיבטים מסוימים במקום להסתפק בראייה מופשטת של "עיר" כניגוד ל"טבע" ניתן לראות את העיר כאנלוגיה מורכבת של הנוף הטבעי. בהתאם לתיאוריה זו, ניתן לבחון את כל המבנים העירוניים כניסיון לחקות את הנופים הנוחים ביותר של האדם הקדמון. הסביבה העירונית יכולה, בהיבטים מוגבלים, להתפרש כהפשטה של סביבת המגורים הקדומה ביותר של האדם שחיפש מחסה במערות אבן שהיו קיימות בסביבות של צוקים טבעיים. על פי ראייה זו, אין זה מפתיע שהזנים שהתפתחו והסתגלו לסביבה העירונית היו זנים שמלכתחילה ניתן לחקות את מקורותיהם לסביבה טבעית זו. כך ניתן להגיד, שעבור החיות, העיר המודרנית אינה מצב חדש אלא גרסה אחרת של סביבת מחייה טבעית מוכרת. המאמר מציין שהוא אינו בא להצדיק בשום צורה הפיכה של עוד סביבות טבעיות שונות לסביבה "צוקית"/עירונית, אלא יכול לשמש כלי לבחינת צורות חדשות של החדרת טבע לעיר הקיימת. לדוגמה, צמחים המסוגלים להתקיים ולהתרבות בסביבה הטבעית המקורית, יכולים לשמש השראה לקירות צמחייה בערים, מרצפות ירוקות או לגגות ירוקים.

4,3. גג ירוק, מבנה מרכז המבקרים, יד הנדיב, עדה כרמי-מלמד אדריכלים.

חשיבות הטבע בעיר

לאורך ההיסטוריה, מתכנני ערים מיקמו אתרים של נוף טבעי בתוך הערים בצורה של פארקים, שדרות עם עצים וכו'. מקומות אלו נועדו להקל רבות על הלחץ והמתחים הכרוכים בחיים עירוניים ולהעניק נוף של טבע עבור אנשים ה"כלואים כלכלית" בתוך העיר. סביבות אלו נתפסות כשונות משאר הסביבה העירונית. הן מהוות מקומות להתרחקות מחיי היומיום בעיר. בנוסף, שטחים פתוחים אלה מהווים מקום הימצאותם של מגוון רחב של חי וצומח. לשילוב זה של טבע בעיר יש מספר רב של יתרונות-[12]

[11] מתוך Ecology in the Natural City: Testing the Urban Cliff Hypothesis מגזין Ekistics ע"מ 84 - ראה ביבליוגרפיה.

[12] מתוך Biophilia, Children and Restoring the connection to nature in the modern built environment - ראה ביבליוגרפיה.

יתרונות בריאותיים

- פגיעות פחותה לבעיות בריאותיות
- נוף לשטחים פתוחים וירוקים מורידים לחץ ומעלים תחושת נוחות בחללים בנויים
- עידוד פעילות גופנית
- התפתחות קוגניטיבית טובה יותר בקרב ילדים

יתרונות קהילתיים

- קהילה עם מודעות סביבתית גבוהה מעריכה טוב יותר את רמת החיים שלה.
- מחקרים השוואתיים בין שכונות עוני הממוקמות בקרבה לריכוזי צמחייה לעומת כאלו שלא, מראים ממצאים שונים וחיוביים יותר בכל הקשור לרמות פשיעה, שימוש בסמים ועוד לטובת השכונות המקושרות לצמחיה.

יתרונות סביבתיים

- שמירה על מגוון ביולוגי
- ויסות טמפרטורה בעיר
- אגירת מי נגר
- יצירת רצף של שטחי טבע
- ספיגה והחזרה של קרינת שמש
- ניתן לשלב את הסביבה הטבעית במסגרת מערכות לטיהור מים אפורים ובמקרים מסוימים מים שחורים.

החשיבות של צמחייה מקומית

החשיבות של צמחייה מקומית (צמחייה שהיא טבעית לאזור מסויים) היא קריטית כשיקול ביצירת מערכת אקולוגית בתוך העיר. זאת משום שהחי והצומח המקומיים התפתחו יחדיו, ועל כן ההשפעה ההדדית שיש לשניים אחד על משנהו.[13] בנוסף, השימוש בצמחייה מקומית משמרת היבטים אקולוגיים ואקלימיים בכך שצמחים מקומיים קלים יותר לטיפול ומתקיימים בקלות יחסית - צורכים פחות דשנים ופחות מים. עם זאת, דרישה זו אינה תמיד עולה בקנה אחד עם הערכים האסתטיים שמקנים לשטחי טבע בעיר. מכאן חשיבות נושא החינוך לגבי חשיבות הצמחייה המקומית.

הערך הנתפס של הנוף הטבעי

בסביבה האורבאנית, בה שימושי קרקע נקבעים משיקולים כלכליים ממדרגה ראשונה, הערך הנתפס של טבע עירוני צריך להיות יותר מאשר אקולוגי עם כל היתרונות שבדבר. בראייה כלכלית ציבית, טבע עירוני יכול להיתפס כהפרעה ברצף העירוני, ואף לשבש תהליכים עירוניים בסיסיים כגון תנועה, לגרום לתגובות בריאותיות כמו אלרגיות למיניהן ועוד. מכאן, לנכונות של הציבור העירוני להקצות שטחים ירוקים אלו מתבססת על שאלת העדפה.
אם שטחי טבע עירוניים לא ייתפסו כמוקדי משיכה בעלי ערך ציבורי, הם יאבדו מערכם, דבר היכול להוביל להזנחה ובסופו של דבר לאבדן האיכויות הסביבתיות והחברתיות הרצויות ואף לביטולם.
חוקרת אמריקנית, Joan Nassauer,[14] טוענת כי אם לשטחי טבע ישנם, כלשונה, "cues to care", כלומר, סימנים לטיפול אנושי במקום, דבר זה יכול להגביר את הערך האסתטי שלנו לאותו שטח. אנו, בני אדם, מעדיפים, בתוך העיר, נופים "מסודרים", מטופלים ונשלטים על פני

[13] מתוך Ecodesign - ראה ביבליוגרפיה.

[14] מתוך Placing Nature - ראה ביבליוגרפיה.

שטחים "פראיים".
לסכנה נתפסת ישנה השפעה על האופן בו אנו מעריכים שטחי טבע. באוסטרליה הכפרית, לדוגמא, הימצאותם של נחשים באזורים עם עשב גבוה מהווה גורם פחד אשר מוביל לסלידה מאזורים אלו בקרב אוכלוסייה מקומית. לעומת זאת, בעיר, תפיסת הסכנה היא לא מפני חיות בר תוקפניות או ארסיות (בלבד) אלא מפני מעשי פשיעה ואלימות. מעשי פשיעה מהווים שיקול מרכזי בהערכתם של שטחי טבע עירוניים.[15] מקומות מוכרים כגון חצר אחורית של בית מהווים נופי טבע עם העדפה אנושית גבוהה במיוחד. שטחים מוכרים אלו מהווים מה שמכונה "Soft Fascination". מדובר בשטחים נגישים אשר מהווים ריגוש רגעי במהלך היומיום. ריגושים אלו יכולים לבוא לידי ביטוי בציוץ ציפורים, תנועת עלים ברוח וכו'. אלו יכולים להגביר את החוויה האסתטית של הנוף הטבעי ולהעצים את האופי הרוחני של המקום.
האינטגרציה של נוף טבעי אל תוך פרברים כמו ב-Västra Hammen שבשוודיה מהווה דוגמא ליצירתם של שטחי "Soft Fascination" בקרב האוכלוסייה העירונית.

מקרה בוחן - Västra Hamnen

וואסטרה האמנן (Västra Hamnen) היא שכונה בעיר Malmö, השלישית בגודלה בשבדיה.[16] שינויים במבנה הכלכלי של העיר, המבוססת כיום על תעשיית היי-טק ושירותים ולא על תעשיות כבדות, הובילו לשינוי ייעוד אזור הנמל המערבי של העיר לשכונת מגורים חדשה לכבוד יריד המגורים והדיור אירופי שהתקיים שם בשנת 2001. השכונה החדשה כוללת מגורים, מסחר, משרדים ושירותים עירוניים שונים. העיקרון המוביל בתכנון השכונה הייתה להפוך אותה לדוגמה בינלאומית לבניית מגורים צפופה, אך בת-קיימא.
המתכננים הכניסו מנגנון חישוב שטחים ירוקים על מנת להכריח כל יזם להקצות מספר מסוים של שטחים פתוחים לתושב. כך נוצרו דפוסי מגורים שאפשרו גינות משותפות עבור כל בניין מגורים. הכמות של השטחים הפתוחים חושבה מתוך מטרה לאפשר קיום של מגוון ביולוגי בתוך מרקם השכונה. כדי לדאוג לקיום של מגוון זה, מנגנון חישוב השטחים הפתוחים פעל על שיטת נקודות, על פיה מאפיינים נופיים מסוימים מקנים ליזם יותר נקודות מאשר אחרים. לדוגמה, עצים מקנים יותר נקודות מאשר מ"ר של דשא.
כל בניין מגורים מכיל בתוכו גם מגוון של שטחים ירוקים הכוללים חצר מרכזית עם חלוקה לאזורי משנה, מרפסות וגינות גג. כדי ליצור מגוון דיור, בשכונה שולבו גם מספר בתים קטנים יותר בעלי חצרות קטנות. חצרות אלה נפתחות אל החצרות המשותפות העיקריות על מנת ליצור קשר בין השטחים הפתוחים בשכונה. אלמנטים נוספים במסגרת מערכת השטחים הפתוחים כוללים שילוב של גגות ירוקים וקירות צמחייה, עליהם נרחיב בהמשך העבודה.
בהתאם לגישת ה-Soft Fascination, מטרת התכנון הייתה שלכל תושב תהיה אינטראקציה כלשהי יומיומית עם הטבע - בין אם אקטיבית, משחק או טיול בטבע ובין אם פסיבית כצפייה אל הטבע. בקצות השכונה שולבו שני פארקים בקנה מידה עירוני, - אחד מהם הוא פארק חדשני של צמחייה ימית.
השכונה, בנוסף למערכת השטחים הפתוחים, מיישמת עקרונות קיימות שונים כגון, שמירה על סביבה נטולת מכוניות המעודדת הליכה רגלית, שימוש בחומרים מתכלים ולא מזהמים בבנייה וניצול אנרגיה לא מתכלה.

[15] מתוך The Green City - ראה ביבליוגרפיה
[16] מתוך A Bridge of Sustainable Urban Greening - ראה ביבליוגרפיה.

ההבניה של הנוף הטבעי

אקולוגים וחוקרי טבע תופסים את הנוף הטבעי כישות המובנית ממרכיבים שונים. להלן נציג שתי תפיסות לגבי ההבניה של הנוף הטבעי.

חלוקה סטרוקטוראלית של הנוף

ניתן לחלק את הנוף העירוני והטבעי לארבעה מרכיבים[17]:
- חלקות (Patches) - שטח פתוח טבעי בכל צורה או בכל קנה מידה
- קצוות (Edges) - גבול החלקה בה החלקים נבדלים בגודל וצורה
- מסדרונות (Corridors) - מערכים לינארים של אזורי טבע, נבדלים בצורה
- מטריצות (Matrices) - שילוב של חלקה ומסדרון

חלוקה אקולוגית זו באה להגדיר את הסטרוקטורה של המערכת האקולוגית על פי ההיררכיה הפונקציונאלית שעל בסיסה פועלת המערכת בטבע. מדובר בהגדרה טיפולוגית של מרכיבי הנוף הטבעי. תפקודם האקולוגי אם כן מושתת על ארבעת מרכיבים אלו, מבנם ועל היחס ביניהם.

חלקות - Patches

חלקות של טבע עירוני יכולות להיות שארית של איזור טבעי או איזור חדש בנוף העירוני המיועד לכך הנבדלות זו מזו בגודלן, בצורתן, בהן כל חיה וצמח מתאים עצמו לאותה חלקה. חלקות גדולות יותר מתפקדות טוב יותר מבחינה אקולוגית מאשר חלקות קטנות יותר בגלל המגוון הביולוגי המגוון בתוכן.

קצוות - Edges

משמעות המושג "קצה" מתייחס לאזור הקצה של חלקה. קצה מהווה תווך חשוב ביותר כאשר מתייחסים למפגש מערכת אקולוגית טבעית יחד עם זו של העיר. ככל שקצה הינו רחב יותר, הוא יכול, בנוסף למגוון הביולוגי הגדול יותר שהוא יכול להציע, להכיל גם תהליכים אקולוגיים טבעיים עם אלו הנובעים מהעיר הסמוכה. הקצה מהווה מסנן ומונע מזנים זרים לפלוש לחלקה הסמוכה ולהתחרות עם הזנים המקומיים בתוכה.

מסדרונות - Corridors

מסדרונות הינם מרחבים לינארים המאפשרים תנועה ומעבר זני חי ומיני צומח בין חלקות שונות. בדרך זו נמנעת הכחדתם, כתוצאה מאינטראקציה גבוהה של חי וצומח ביניהן. מסדרונות יכולים להיות הן טבעיים, כדופן נחלים, או מלאכותיים, כמסילות ברזל, כבישים, קוי חשמל וכו'. חלוקת הנוף למרכיבים טיפולוגיים מהווה דרך לתפוס את הנוף כישות פיזית אותה ניתן להרכיב. הבניה כזו רלוונטית במיוחד לאינטגרציה בין נוף טבעי לבין סביבה בנויה.

המבנה הירוק העירוני - The Urban Green Structure

הבניה נוספת של הנוף מופיעה בספרם, Beer ו-Higgins,[18] בו הם עושים חלוקות נוספות של הסביבה הטבעית בעיר. המושג "מבנה ירוק עירוני" מקובל בקרב הרשויות במדינות נורדיות אך נתון לפרשנויות חוקיות

[17] מתוך The Green city - ראה ביבליוגרפיה.
[18] מתוך A Bridge of Sustainable Urban Greening - ראה ביבליוגרפיה.

ומקצועיות שונות. בספרם, הם מגדירים את מבנה השטחים הירוקים בעיר כסך כל השטחים בנוף עירוני שאינם מכוסים או מרוצפים כגון פארקים, גני משחקים, גינות פרטיות, ועוד. על מנת ליצור תשתית ירוקה מתוך מבנה ירוק זה, יש לזהות מרכיבים מערכתיים בתוכה ללא תלות בבעלות החוקית שלהם בין אם מדובר בשטח ירוק ציבורי או פרטי.
הם מציעים חלוקה של המבנה הירוק בעיר על פי קנה מידה ושימוש:

קנה מידה בינעירוני
- שטחים חקלאיים
- גופים ימיים

קנה מידה עירוני
- פארקים, גינות ציבוריות ומתקני ספורט
- אזורים עירוניים מרוצפים עם גינון
- אזורי קבורה
- צמחייה לאורך קווי תחבורה

קנה מידה מבני
- שטחים פתוחים פרטיים
- גינות פרטיות

חשיבות הרצף האקולוגי בערים

מכל בעלי החיים בטבע, ייחודם של בני האדם נובע מהיכולת לבודד עצמם מהסביבה הטבעית שלהם על מנת להתקיים הודות לטכנולוגיה והיכולת לייבא ולנייד סחורות למיניהם.[19] שאר עולם החי, לעומת זאת, אינו ניחן ביכולת זו, ועל כן ניכרת התלות שלו בסביבה הטבעית המיידית שלו על מנת להתקיים ולשרוד. כאשר נוצר נתק פיסי בתוך הסביבה הטבעית, נוצרת פגימה בתהליכים הטבעיים באקוסיסטמה. מכאן החשיבות של שטחי טבע בעיר כמשרתים לא רק את האוכלוסייה האנושית אלא גם את החי והצומח ותהליכים אקולוגיים אחרים למיניהם. ניתן להסתכל על שטחי הטבע בעיר כחלק ממערכת גדולה יותר מאשר הסביבה המיידית שלהם. מדובר ביצירת רצף אקולוגי.
אקולוגים לומדים וחוקרים את האינטגרציה בין אורגניזמים לבין הסביבה שלהם בכל קנה מידה, מחלקות קטנות (small patches) עד ל-bioregions. אקולוגיה עירונית מסתכלת על האינטראקציה בין האדם והתוצרים שלו (artifacts) לבין אורגניזמים המתקיימים בתוכה. חקירתם של אקולוגים עירוניים באה לבחון את הצורה הטובה ביותר להחדיר טבע אל תוך העיר, ועל כן הם מתייחסים לעיר במגוון רחב של קנה מידה ולשני אספקטים עיקריים:
המשכיות ורצף: ניכרת החשיבות בהמשכיות ורצף בכל הקשור לתכנונם של שטחים פתוחים בעיר. זאת בזכות יכולת שטחים אלו להוות "סביבת מחייה" (Habitat) עבור חיות מקומיות ומיני צמחייה.
תפקוד ארוך טווח: העיר כסביבה דינאמית, עוברת שינויים מתמידים. על כן החשיבות לבחון תפקוד של אזורים לאורך זמן תוך מתן אלטרנטיבות לקיום מערכת טבעית בעיר באופן רציף בזמן.

Smart Growth - אסטרטגיית שילוב צמחייה בעיצוב עירוני

גישה זו צמחה כתגובה לזחילה העירונית הפרברית (Urban sprawl) במיוחד בארה"ב, קנדה ואוסטרליה.[20] מתכנני ערים הגיעו לתובנה כי זחילה זו טומנת בחובה מספר רב של חסרונות חברתיים ואקולוגיים. גישת ה"צמיחה החכמה" (Smart Growth) התגבשה בשנות ה-90 במקביל

[19] מתוך A Bridge of Sustainable Urban Greening - ראה ביבליוגרפיה.
[20] מתוך Is Smart Growth a Smart Adaptation Strategy? מגזין Ekistics ע"מ 57 - ראה ביבליוגרפיה.

לתנועות אחרות כגון תנועת הניאו-אורבניזם. גישה זו דוגלת בהקצאת שטחים לצמיחה עירונית ועידוד הגברת הצפיפות העירונית באזורי מסחר ומגורים בתוך ערים קיימות. יישומה של גישת ה-Smart Growth משתנה ממקום למקום ונוגעת לרבדים הכלכליים, חברתיים, מנהליים וסביבתיים המתקיימים באזורי פיתוח ספציפיים. כאן נתייחס לאספקטים הסביבתיים של אסטרטגיית פיתוח זו, המעודדת שמירה על שטחים פתוחים באזורים עירוניים.
ברמה הפונקציונאלית, שמירה והגנה על שטחים ירוקים במרכזי ערים שומרת על קרקע חדירה למי גשמים וכך מונעת הצפות ומאפשרת חידוש של מאגרי מי תהום, לעומת משטחי אספלט או מסות בטון, המונעים חדירת מי גשמים לקרקע ובכך מפריעים לתהליכים הטבעיים של המערכת האקולוגית וגורמים להצפות. בנוסף, שמירה על שטחים ירוקים בקנה מידה עירוני מפחית את אי החום העירוני. ניכר כי משטחי צמחיה, בממוצע, קרים יותר מאשר משטחים מרוצפים. Smart Growth מעודדת יצירת תשתית חוקית להקצאה ושמירה על חגורות ירוקות באזורים שונים מסביב לריכוזי פיתוח על מנת לשמור על מסדרונות אקולוגיים שיתרמו למגוון ביולוגי גדול יותר. קן יאנג, בעבודתו על ציפוף אנכי של צמחיה בתוך בניין, יתייחס ליצירה של רצף אקולוגי שכזה גם בתוך בניין רב-קומות.

5. שטח פתוח עירוני, Sister cities park, Philadelphia, USA, Architect: Digsau

אסטרטגיות לשילוב טבע בבינוי

הכוונה באינטגרציה של טבע בבינוי היא לשילוב של מערכות מן הצומח בבינוי על מנת שאלו יוכלו להתקיים יחדיו ברקמה צפופה ולהפיק מכך את התמורות הסביבתיות הרצויות. מבחינה אקולוגית: שמירה על רצף אקולוגי, מגוון ביולוגי ועוד, ומבחינה עירונית: הפחתת איי חום, מתן שטחי חוץ וטבע בעיר ועוד. שילוב זה של הטבע בעיר, מאפשר את מה שניתן לכנותו "ציפוף טבע" בעיר.
קן יאנג (Ken Yeang) מציג דרך תפיסתית ומעשית לפיתוח נוף אנכי. בדומה למבנה רב קומות המכפיל את שטח התכסית שלו, מתקבלת הכפלה של אזורי צמחייה על גבי שטח מצומצם.

קן יאנג קובע קריטריונים לתכנון עירוני שיוצר, לשיטתו, שילוב בין הסביבה הטבעית לבין הסביבה הבנויה:[21]

1. הוא קובע כי יש למפות את כל שכבות המערכת האקולוגית של אזור הפיתוח העתידי ולשמר את אותן מערכות הכרחיות וייחודיות.
2. בחינה ומיפוי מחדש של מערכות אקולוגיות מלאכותיות, כלומר, ריכוזי הערים והבנתן.
3. תכנון ערים חדשות בצורה שתאפשר שילוב הטבע במערכת העירונית על ידי מסדרונות אקולוגיים, מערכת תנועת הולכי רגל ויצירת רשתות טבעיות.
4. שילוב טבע ברקמות ערים קיימות על ידי שימוש מחדש בשטחים שננטשו והגברת צפיפות הבנייה במרכזי הערים על מנת להילחם בתופעת הזחילה העירונית.
5. שילוב מסה אורגנית בתוך בנייה לגובה.

שילוב מערכת אקולוגית בתוך בינוי לגובה

יאנג מגדיר שלושה קריטריונים להשתלבות כל בניין בר קיימא בסביבתו[22]

- השתלבות פיסית - התאמת המערכות הפיסיות של הבניין ותפקודיהן למערכת האקולוגית שבסביבתו.
- השתלבות מערכתית - שילוב התהליכים השונים בתוך הבניין למכלול התהליכים הסביבתיים באזור. כלומר, הקליטה והפליטה של גורמים שונים למערכות הבניין חייבת להתחשב בתהליכי הקליטה והשימוש מחדש של משאבי הסביבה כמים, אויר ואנרגיה.
- השתלבות זמנית - שימוש במשאבי הסביבה בצורה שתאפשר לדורות הבאים לנצל אותם.

יאנג קובע כי בכל תכנון, יש לקבוע את המידה בה הבניין יוכל להשתלב בסביבתו כפונקציה של אילוצי הבנייה. הוא קובע, כי העמידה בסטנדרטים שונים (כגון LEED) היא בהחלט התחלה, אך אין זאת כדי לפטור את המתכנן מהשאיפה להשתלב בסביבה.
כחלק מהשתלבות זו, יאנג קובע כי על כל פרויקט לבחון את המערכות הטבעיות והמלאכותיות של האזור כולו ולא רק של אתר ספציפי. השתלבות מוחלטת בתשתית העירונית תבטיח יצירה של קהילות שלמות בנות-קיימא. השתלבות כזו באזור הטבעי, כוללת גם שימוש בצמחיה מקומית ולא ייבוא של נופים ממחוזות מוכרים למתכנן, כפי שקורה במקרים רבים.

חשיבות מסת צמחיה במערכת הבניין

יאנג מסביר[23] על החשיבות של מסת צמחיה ועיצוב נוף בתוך הבניין עצמו כנדבך נוסף בהשתלבות הבניין בסביבה וגם על תרומתה ליצירת מערכת אקולוגית בתוך הבניין שתשלים את המערכות המלאכותיות. היתרון

העיקרי שהוא מזהה בשילוב הצמחייה הוא בטיהור אוויר המשרדים והעלאת איכות האוויר (IAQ - Internal Air Quality). טיהור האוויר באמצעות צמחיה נעשה במספר דרכים:

- משטחי העלים, במיוחד עלים בעלי שערות, לוכדים חלקיקים כגון אבק ופיח.
- לצמחים היכולת, על ידי פוטוסינתזה, לקלוט פחמן דו חמצני מהאוויר ולהמירו לחמצן.
- לצמחים שונים יש את היכולת לספוג חלקיקים נדיפים אורגניים (VOCs Volatile Organic Compounds) המהווים סכנה לבריאות המשתמשים

[21] מתוך Ecodesign ע"מ 181-179 - ראה ביבליוגרפיה.
[22] מתוך Ecodesign ע"מ 96 - ראה ביבליוגרפיה.
[23] מתוך Ecodesign ע"מ 254 - ראה ביבליוגרפיה.

בבניין. חלקיקים אלה, לרוב מבוססי פחמן, נובעים מחומרי הבנייה, הגמר והריהוט של הבניין ובטווח הארוך, יכולים להוביל למחלות שונות עבור המשתמשים. תופעה זו נקראת "סינדרום הבניין החולה". הצמח קולט אוויר דרך הפיוניות (Stomata) על פני שטח העלה, מסנן את הרעלים ומעביר אותם למערכת השורשים, שם הם מפורקים על ידי מיקרו-אורגניזמים.

- באדמת הצמחים, מיקרו-אורגניזמים יכולים לספוג מזהמים שונים הנישאים באוויר באופן ישיר ולסייע גם הם לאיכות אוויר פנימית משופרת.

6. טבלה המסווגת צמחים על פי יכול סינון VOC, Architect: K. Yeang

קצב סינון האוויר המתבצע על ידי הצמחים עצמם, בניגוד לסינון שנעשה על ידי אורגניזמים באדמת הצמח, הוא איטי מאוד. כדי להשיג תוצאות אפקטיביות יש לשמור על יחס גבוה בין שטח בנוי לצמחיה. על פי יאנג נדרש יחס של צמח אחד למ"ר. לשילוב צמחיה במבנה יש גם יתרונות בבקרת לחות פנימית על ידי קליטת מים ואידוי משטח הפנים של העלה בהתאם לתנאי האקלים. תהליך טבעי זה מזכיר את תהליך הקירור באידוי (Evaporative Cooling), המשמש להחדרת לחות לאוויר כדי למזג את פנים הבניין. יאנג מציין, כי על מנת להשיג ירידה משמעותית של טמפרטורת פנים הבניין בעונת הקיץ על ידי שימוש בצמחייה, יש צורך בכיסוי רוב משטחי מעטפת החלל בצמחיה. מספר צמחים בודדים לבדם, לא משיגים שינוי משמעותי. להשגת מטרה זו ניתן לשלב בבנייני משרדים, קירות אנכיים של צמחיה כדי לסייע בבקרת האקלים ושמירה על איכות האוויר הפנימית בבניין.
כיוון שעל מנת להשיג שינויים משמעותיים תוך שימוש בצמחיה בבניין נדרשת מסה גדולה של צמחיה יאנג מציין את העצים בתור גורם משמעותי בשמירה על בקרת האקלים. העצים שואבים כמות גדולה של מים דרך מערכת השורשים ומשחררים אותה לחלל האוויר ובכך מורידים את טמפרטורת הסביבה. יאנג מביא את עץ האדר (Maple) כדוגמה. העץ משחרר כ-190 ליטרים של מים לאוויר מדי שעה ובכך נותן תפוקת קירור דומה לזו של מזגן גדול.

.7

.8

7-8. שילוב צמחיה כחלק ממעטפת המבנה ע"מערכת של אדניות מתכת, Architect: Kengo Kuma and associates

שילוב מסת צמחיה בבניין גבוה בצורה אנכית - Vertical Landscaping

על פי יאנג, המושג של Vertical Landscaping או "פיתוח נופי אנכי" מוגדר כדלהלן:

"Vertical landscaping is the greening of the skyscraper. It involves the introduction of planting and vegetation and other vital ecosystem components into the tall building, in addition to landscaping at the ground plane."

מכאן ניתן להסיק כי הבנייה לגובה אינה אמורה להוות מטרד, אלא היא מעניקה את הפוטנציאל להוות ריאה ירוקה בעיר לכדי ניצול המימד האנכי עבור שטחי צמחייה.

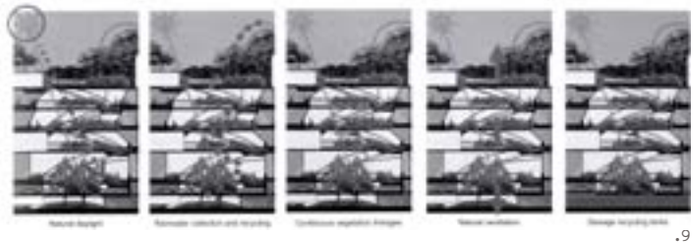
יצירת רצף ביולוגי של צמחייה הוא עקרון מהותי עבור יאנג. רצף זה מעודד מגוון ביולוגי על ידי נדידת זנים בתוך המערכת האקולוגית של הצמחייה האורבנית. ניתן להשיג רצף זה גם על ידי מערכת הרמפות, וגם על ידי דירוג תיבות שתילה (אדניות) בצורה שתאפשר זאת. דרך נוספת היא על ידי שתילה על גבי סבכה או משטח נקבובי אנכי המאפשרת חיבור המערכת האקולוגית למפלס הקרקע.

גישה אחת שיאנג מציע היא יצירת חללים ו"חתכים" אנכיים במסת המבנה שיאפשרו שילוב צמחיה, איסוף מי גשמים, אוורור ואור לתוך עומק הבניין. חללים אלה הופכים להיות תאים אקולוגיים (Eco-cells) מפוזרים לפי הצורך בחלקיו השונים של הבניין. יאנג מציע שחללים אנכיים אלה יכילו רמפות שיאפשרו קשר רציף של צמחיה וניקוז מים.

ההצדקה לנוף אנכי מושתת על עקרונות אקולוגיים: גורד השחקים מהווה ריכוז מאסיבי של מסה לא אורגאני (ואביוטית) על פני שטח קרקע מצומצם. ריכוז כה גבוה מוציא את האקוסיסטמה המקומית מאיזון. על מנת לאזן את המערכת, על פי יאנג, יש לשלב חומר אורגאני על פני המסה הבנויה מבפנים ומחוץ על מנת לפצות על אבדן האיזון האקולוגי המקומי.

להלן מספר דגשים לשילוב מוצלח של צמחייה בנוף ורטיקלי במבנים רבי קומות.

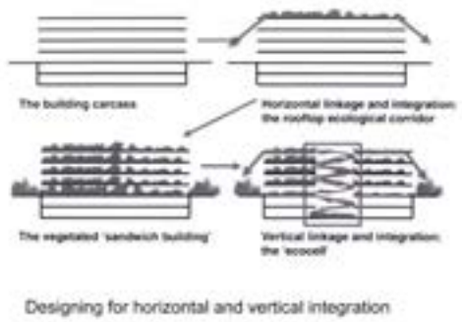
- תאורה טבעית - עדיפה וחסכונית יותר לגידול צמחים
- טמפרטורה סביבתית - צמחייה צומחת ביתר יעילות כאשר טמפרטורת החדר עולה. רוב העציצים מתקיימים היטב בטמפרטורה סביבתית הדומה לטמפרטורת הנוחות של בני אדם: בין 24 - 21.5 מעלות צלסיוס ביום, וכ-5 מעלות פחות בלילה.
- שורשים - מניעת חדירת שורשים למסת המבנה. חומר כגון בטון יכול לעמוד נגד חדירות של שורשים אל תוך הבינוי.
- השקיית צמחים - אספקת המים צריכה להיות עקבית.
- מערכת ניקוז - המאפשרת עמידות נגד מים ואגירתם
- השפעת חימום, איוורור ומיזוג אויר - יש לרענן את ה-CO_2 המנוצל לטובת תהליך הפוטוסינתזה ולמנוע עמידה של אויר בחלל.
- רצף ביולוגי - הימצאותם של צמחים ברחבי המבנה, ובמימד האנכי מהווה רצף ביולוגי המעודד מגוון ביולוגי ואפשרויות נדידה של מיני חי ועוד.



.9

9. אינטגרציה אנכית, ונטילציה ותאורה טבעית, Eco cells, K. Yeang.
10. האינטגרציה של מערכת אופקית וורטיקלית, K. Yeang

יאנג מדבר על שילוב התאים האקולוגיים והצמחייה ככלל גם במערכות הפיסיות של הבניין ובתהליכים המתבצעים בו. הוא מציע שמערכת התאים תקיים יחסים סימביוטיים עם מערכות הבניין. האינטגרציה של מערכות והאינטראקציה ביניהן מהוות את הבסיס לפעולה האקולוגית של יצירת נוף ורטיקלי. היחסים בין הבנוי לצומח, בין מיני צמחים ואופן שתילתם, יוצרים תשתית לקיומה של מערכת אקולוגית אשר מקורה במעשה אנושי, אך מתפקדת כמערכת טבעית.



.10

פיתוח מוצרי בנייה משולבים עם צמחייה

פיתוחם של מוצרי בנייה מתועשים מהווה עוד מרכיב באינטגרציה של צמחייה בתוך המערך הבנוי, כגון ה-Green Wall Project האוסטרלי ומערכות דומות נוספות, המהוות דוגמא למוצר מדף סטנדרטי וזול המאפשר להצמיד ולהצמיח מגוון צמחים על משטחים אנכיים. חשיבות פרויקטים מסוג זה נובעת מאוטונומית מרחב פעולה המאפשרת אינטגרציה של צמחייה בבינוי קיים ובקנה מידה קטן יותר.

דיון ומסקנות

לנוכח ההכבדה המתמדת על הסביבה, אנו רואים חשיבות עליונה בשילוב הסביבה הטבעית בתוך הסביבה העירונית, הן עבור הערים עצמן והן עבור תפקודן של מערכות אקוסיסטמות. פעולה זו נושאת אחריות חברתית, כלכלית וסביבתית הראויה. יש להבין את החסרונות העלולים להתעורר מהכנסת מערכות טבע לעיר לרבות בעיות מזיקים, אלרגיות, רגישויות של אנשים ועוד. הטבע העירוני צריך להיות מתוכנן נכון להשגת מטרות

12,11. טכנולוגית מערכת גינה אנכית פותחה ע"י פטריק בלנק, Architect: Jean Nouvel

.12,11

סביבתיות תוך הקניית ערך ציבורי נתפס גבוה ככל האפשר מבחינה אסתטית ותוך שימור זהות מקומית.
יש להמשיך ולמצוא דרכים לשלבו גם בטיפולוגיות צפופות וגבוהות, כפי שקיימות במרכזי הערים. אנו מאמינים כי התיאוריות שהופיעו לעיל יקנו את הבסיס הרעיוני ליצירת פתרונות אלה. למרות שעבודה זו אינה עוסקת בדוגמאות או בחקיקה ישראלית, הרי שדווקא בישראל שאלת הקשר בין העיר לטבע חשובה במיוחד עבור מדינה צפופה כל כך.
ישראל כיום, בעיקר באזור מרכז הארץ, עומדת בפני הצטמצמות של השטחים הפתוחים בשל התפשטות עירונית, כאשר המגמה במוסדות התכנון והבנייה היא להעלות את צפיפות הערים כדי להגן עליהם. השיטות והתיאוריות בדבר הכללת הטבע בתוך מרקמים עירוניים צפופים יבטיחו את היתרונות שמעניק הטבע לאלה החיים בתוך העיר, תוך שמירה על שטחים פתוחים וחגורות ירוקות מסביב לעיר, שמירה על מגוון ביולוגי תוך חיזוק מעמדן של הערים כחלק מהאקוסיסטמה האזורית.

מקורות

Bass, B., (2004). Is Smart Growth a Smart Adaptation Strategy?. *Ekistics, 71(1)*. pp.424-426; 57-62

Green Wall Australia, from: www.greenwallaustralia.com.au, Retrieved January, 28, 2014

Etkins, D., Stefanovic, I. L., (2004). Mitigating Natural Disasters: The role of Eco-Ethics. *Ekistics*. 71(2), p.135-158

Huang, Z., (2007). *A Bridge of Sustainable Urban Greening. Swedish University of Agricultural Science*. Malmo, from: http://ex-epsilon.slu.se:8080/archive/00001832/01/Final_report_huang.pdf

Kellert, S., (2006). *Biophilia, children and restoring the connection to nature in the modern built environment*. Retrieved January, 28, 2014, from: www.childrenandnature.org/reports/9_2006/PPTs/kellert.pdf

Low, N., Gleeson, B., Green, R., Radovic, D., (2005). The Green City: Sustainable Homes. *Sustainable Suburbs*. UNSW Press, Sydney

Lundholm, J., (2004). Ecology in the Natural City: Testing the Urban Cliff Hypothesis. *Ekistics*. 71(1), p.424-426

McHarg, I. L., (1969). *Design with Nature*. Natural History Press, Garden City, New York

Miller, G. T., (1998). *Living in the Environment: principles, connections and solutions*. Wadsworth, Belmont Ca.

Nassauer, J. I., (1997). *Placing Nature: Culture and landscape ecology*. Island Press, Washington DC

The 2007 Revision Population Database, United Nations Population Division, Retrieved January, 28, 2014, from: http://esa.un.org/unup

Yeang, K., (1995). *Designing with Nature: The ecological basis for architectural design*. Mcgraw-Hill, New York

Yeang, K., (1996). *The skyscraper bioclimatic ally considered: a design primer*. Academy Editions, London

Yeang, K., (2008). *Ecodesign: a manual for ecological design*. Wiley, N. J., Hoboken

Yilmaz, M., Keles, R., (2004). Sustainable Housing design and the Natural Environment. *Ekistics*. 71(2), p.427/429; 236-244

תמונות

1. מחזוריות חומרית באקוסיסטמה,
Photo: Designing with Nature,Yeang, K., (1995). p.21

2. מנעד שינוי מיקום אפשרי של אקוסיסטמה עקב התערבות אנושית,
Photo: Designing with Nature,Yeang, K., (1995). p.21

3-4. דוגמה לגג ירוק, מבנה מרכז המבקרים, יד הנדיב, עדה כרמי-מלמד אדריכלים, Photo: kkarc

5. שטח פתוח עירוני,
Sister cities park, Philadelphia, USA, Architect: Digsau, Photo: PlanPhilly, EyesOnTheStreet, 10.05.2012, http://www.flickr.com/photos/64238041@N07/7174549914/in/photostream/

6. טבלה המסווגת צמחים על פי יכול סינון
VOC, Photo: Ecodesign, Yeang, K., (2008). p.254

7-8. שילוב צמחיה כחלק ממעטפת המבנה,
Shanghai, China Kengo Kuma and associates,Photo: Heylts William, 04.06.2010, http://www.flickr.com/photos/heyitschili/4732161636

9. אינטגרציה אנכית, ונטילציה ותאורה טבעית,
Photo: Ecodesign, Yeang, K. (2008). p.254

10. האינטגרציה של מערכת אופקית וורטיקלית
Photo: Ecodesign, Yeang, K. , (2008). p.254

11-12. טכנולוגית מערכת גינה אנכית,
Quai Branly Museum, Paris, France Jean Nouvel Ateliers, Photo: kkarc

מערכות טיהור מים מבוססות צמחים שילוב ברקמה בנויה ובסביבה הנופית

רן קליק, משה שמש

ישראל הינה מדינה חצי-מדברית ונושא המים נמצא באופן קבוע על סדר היום. בכל שנה ובפרט לקראת חודשי הקיץ, מופיעות כותרות העיתונים המזהירות מהמחסור הצפוי במים ומהצורך בחסכון מיידי. באופן מפתיע, הדיון הציבורי מתמקד בעיקר במציאת מקורות מים חדשים, בעיקר על-ידי התפלה, ובחלוקת "עוגת" המים לצרכנים השונים, אך כמעט ולא עוסק בשימוש חוזר במים ובטיהורם. למרות השיפור המתמיד, ובעיקר עם הקמת תאגידי המים העירוניים, משק המים בישראל עדיין נמצא בתקופת משבר.

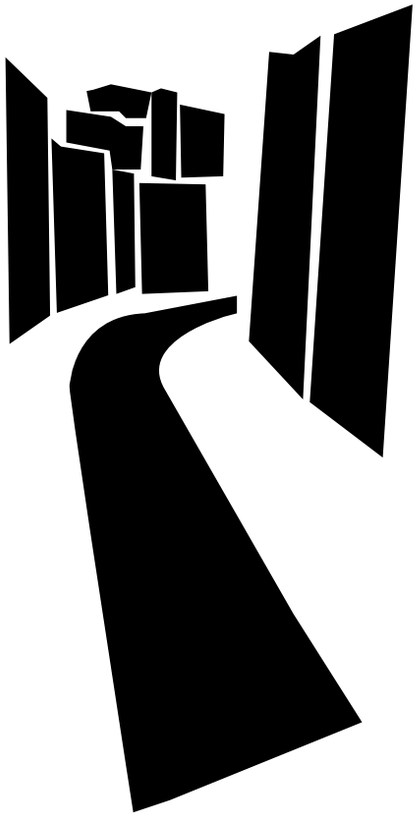
עלייה מתמדת בצריכת המים עם הידלדלות מקורות מים טבעיים, דוגמת אקוויפר ההר, מקבלת מענה חלקי בלבד על ידי הקמת מתקני התפלה שחסרונותיו רבים. עלויות ההקמה של מתקנים אלו גבוהות, הם צרכני אנרגיה גדולים והעלויות מגיעות בסופו של דבר לצרכן הסופי.

האפשרות הטיפול המלא במים מזוהמים והשבתם לשימוש חוזר, לא נבדקת לעומקה. חשוב לציין כי ישראל מובילה בהשבת מי ביוב לשימוש חוזר להשקיה חקלאית, אך הדרך בה מתבצע התהליך כיום יוצר תופעות לוואי קשות. טיהור חלקי של המים ממזהמים וחומרים שונים דוגמת הורמונים, גורם לבעיות שונות לגידולים חקלאיים ולזיהומים המגיעים בסופו של דבר אל הצרכן הסופי, דרך התוצרים החקלאיים עצמם או כפגיעה במי תהום.

הזנחת הטיפול המלא במים מזוהמים באה לידי ביטוי גם בהשפעה הסביבתית המוכרת לכל אחד מאיתנו. נחלי הארץ מהווים בדרך כלל מובילי שפכים ביתיים ותעשייתיים אל הים. נחלים שוצפים בעבר היווה סביבה אקולוגית ומקור לפעילויות פנאי וטיולים. כיום מהווים נחלים אלו סכנה בריאותית בשל זיהומם. זיהומים אלו מסכנים את מאגרי מי התהום ומים מזוהמים חודרים לקרקע ומגיעים עד לאקויפרים ולבארות השונות המהוות מקור מי שתייה ראשי ובפרט באזור מרכז הארץ. מערכות טיהור המים, אינן מטהרות את המים לאיכות נדרשת ולכן שאריות של חומרים שונים, כמתכות כבדות והורמונים, פוגעות אף הן במערכות האקולוגיות ובמי התהום.

שיטות לטיהור מים על-ידי צמחייה מהוות נדבך יעיל בפתרון בעיות אלו. טיהור מים על ידי צמחייה הינו טבעי לחלוטין, יעיל באופן יוצא דופן לטיהור לכל רמת זיהום, ומייצר ריאות ירוקות ופיתוח אקולוגי לסביבה בה הוא נמצא. מטרת מאמר זה היא לבחון מה השתבש. כיצד ייתכן שקיימת שיטה בעלת יתרונות יחסיים כה מובהקים והיא עדיין אינה מאומצת באופן גורף ונרחב בישראל? המאמר בוחן בשלב ראשון את עיקרי פעולת מערכות מסוג זה ובשלב שני את מאפייניהן בהתאמה לסביבות שונות ואת החסמים בפני אימוצם הנרחב.

מהמאמר עולה כי מערכות לטיהור מים על ידי צמחייה הינן יעילות באופן יוצא דופן ומסוגלות להתמודד עם מרבית סוגי ורמות הזיהום של השפכים. בהיבט היישומי, מערכות לטיהור מים על ידי צמחייה מיושמות בכל קני המידה וברמות שונות של קרבה לבני אדם, החל ממערכות בנייניות וכלה בפארקים מטרופוליניים רחבי היקף. למרות החסמים הרבים המפורטים במאמר: שמרנות של הנוגעים בדבר (פקידות, יזמים, ציבור), הכרות חלקית עם התחום ויתרונותיו, איתור שטח ועוד, הבעיה העיקרית, בקרב המקדמים את התחום, הינה הסתייגות קובעי המדיניות. העלאת המודעות לתחום עשוייה לסייע לקביעת מדיניות ברורה לקידום טיהור מים באמצעות צמחיה בישראל.



מבוא

משבר מים בישראל ובעולם הולך ומחריף מדי שנה. התחזיות לשנת 2025 מציינות כי שניים מכל שלושה בני אדם בעולם צפויים לסבול ממחסור במים. המחסור במים מאיים בעיקר על מדינות הנמצאות באזורים מדבריים וספר מדבריים ומהווה סכנה מוחשית לקיום האוכלוסייה בהם. יחד עם המחסור הצפוי במים, הולכת ומחריפה בעיית זיהום המים. התפתחות התעשייה, גידול האוכלוסייה האנושית וריכוז רוב האוכלוסייה בערים גדולות וצפופות, יצרו בעיות זיהום מים חמורות. עיקר הזיהום נובע מביוב לא מטופל והצטברות שפכים תעשייתיים. הצורך הגדל והולך למים, הן לשתיה והן לצרכים אחרים ומנגד הצורך לטהר כמויות גדולות של מים מזוהמים, העלה על סדר היום את הצורך בפתרונות ברי קיימא לטיהור ושימוש חוזר במים.

המאמר מתמקד בטכנולוגיית אגנים ירוקים, כטכנולוגיה בעלת הישגים מוכחים בטיהור מים, הנמצאת כבר היום בשימוש נרחב בעולם. הטכנולוגיה (Phytotechnology) עושה שימוש ביכולתם של צמחי מים, לטהר מים בתהליך ביולוגי-טבעי ומסוגלת לטפל במים מזוהמים ברמות גבוהות. למערכת ערכים מוספים, מעבר ליכולת הטיפול במים, של איכויות נופיות לסביבה בה הם מיושמים.

ערים, מתוקף היותן הרקמה האנושית הצפופה ביותר, מהוות צרכניות המים העיקריות במשק, אך במקביל הן גם הגורם המייצר את כמות המים המזוהמים הגדולה ביותר. מציאת דרכים לשלב מערכות טיהור מים בתוך רקמה עירונית, יכולה לתת מענה לשתי בעיות אלו: מחד, לטפל בכמויות המים המזוהמים, מים אפורים וביוב, ומנגד לספק מים באיכות מי שתיה או מי השקייה בחזרה לצריכה עירונית.

המאמר יתמקד בבחינת השאלה, כיצד ניתן לשלב מערכות טיהור מים מבוססות צמחים (Phytotechnology) כמערכת נופית המשולבת ברקמה עירונית. במאמר תוצג סקירת הטכנולוגיות הקיימות כיום ויבחנו יתרונותיה וחסרונותיה של המערכת בהשוואה למערכות קונבנציונאליות קיימות.

1.1 יישום טכנולוגיית (Phytotechnology) במדינת ישראל

ישראל שוכנת באזור חצי מדברי ומשאבי המים בה מוגבלים. רצף שנות בצורת הפוקד אותנו כמעט בכל עשור ובמיוחד בשנים האחרונות, יצר פער מתמשך ומעמיק בין כמות המים הנצרכת לכמות המים הזמינה ממקורות המים השונים. הפער הולך ומחריף מאחר ושיעור הצריכה עולה מדי שנה עם הגידול באוכלוסייה והתפתחות החקלאות והתעשייה. כל אלו מחייבים ניצול יעיל, מתוכנן ומושכל של כל מקורות המים האפשריים תוך מתן דגש על טיהור ושימוש חוזר במים מזוהמים.

1.2 הצורך במערכות לטיהור מים: מדוע כדאי להקים מערכות לטיהור מים כחלק מרקמה עירונית בנויה בישראל?

התשובה לשאלה זו נעוצה בשלוש סיבות עיקריות:

1. כאמור, הערים הינן הצרכָן ויצרן המים המזוהמים הגדול ביותר.
2. הפתרונות הקונבציונאלים המיושמים כיום, גורמים לאיבוד של כמעט 50% ממי הביוב, עקב עומס על המט"שים (מתקנים לטיהור שפכים), אשר אינם מגיעים לרמת טיהור המאפשרת שימוש חוזר בהם). איבוד 100% ממי הנגר ואיבוד היכולת להשתמש במים האפורים המהווים רוב המים במערכת.

3. למערכות לטיהור מים על בסיס צמחייה יכולות מוכחות: היכולת לטהר מים, להחזירם לשימוש ישיר ולהוות ריאה ירוקה עבור העיר. יכולת טיהור מים לאיכות גבוהה עד איכות מי שתיה, מהווה מקור מים משמעותי המאפשר גם חסכון כלכלי ניכר.

מניתוח נתוני צריכת המים השפירים בישראל עולה כי צריכת המים השפירים הגבוהה ביותר היא עבור הצריכה הביתית (כ665.6 מלמ"ק). מקור: נציבות המים, ישראל.

מניתוח התפלגות הצריכה הביתית עולה כי כ-55% מהמים הם ברי מיחזור (מי הדחת אסלות, רחצה, שטיפת רצפות), וכ-30% הם מים אפורים הניתנים לטיהור בקלות יחסית. מים מטוהרים ברמה חלקית יכולים להחליף את השימוש הקיים להשקיה (25%) ואת המים המשמשים להדחת אסלות (25%). כנתון תיאורטי, ניתן לחסוך כ-50% מהמים השפירים מתוך סך הצריכה הלאומית. גם אם היישום יכלול רק חלק קטן מתוך הכמות האפשרית, נתון זה משמעותי ובעל השלכות כלכליות וסביבתיות רחבות היקף. כיום, בכדי לספק את הצרכים ההולכים וגדלים, מושקעים סכומים גדולים בהתפלת מים ובנוסף מושקע כסף רב במכוני טיהור שפכים, אשר אינם עומדים בעומסים ההולכים וגוברים.

הצריכה הביתית משתנה מאדם לאדם ונעה בין 100 ל-230 ליטר לנפש ליום, ובממוצע כ-165 ליטר. לפי נתוני רשות המים צריכת המים הביתית מתחלקת בצורה הבאה:

מגזר	שינוי בצריכה		צריכה 2010	צריכה 2009
	[%]	[מלמ"ק]	[מלמ"ק]	[מלמ"ק]
חקלאות	11%	66.1	664.5	598.4
תעשיה	17%	12.9	68.7	75.8
בית	0.4%	2.4	665.5	663.2
סה"כ	6.1%	81.4	1418.8	1337.4

הדחת אסלות - 55-60 ליטר 35%
רחצה - 55-60 ליטר 35%
שתייה, בישול והדחת כלים - 30 ליטר 20%
כביסה וניקיון - 8 ליטר 5%
גינון - 8 ליטר 5%

1.2.1 השוואה כללית של מערכות טיהור מים מבוססות צמחייה אל מול מערכות קונבציונאליות קיימות (מתקנים לטיהור שפכים)

להלן השוואה כללית המציגה את יתרונות הפתרון המוצע אל מול הפתרון הקיים כיום:

הקריטריון	מערכת לטיהור מים על ידי צמחייה	פתרון קונבנציונלי מט"ש
עיקרון הפעולה	מתבססת על יצירת אקוסיסטמה טבעית - אינה מייצרת פסולת, חומרים אנאורגניים או תוצרי לוואי רעילים.	מייצר בוצה רעילה ודורש משאבים גדולים כדי לפרק אותה לחומר יבש (פירוק חלקי).

תלות בזרימת המים	תלות ישירה בזרימת מים קבועה כתנאי לקיימות המערכת. מושפעת מתנאי שטח זמין וקצב הגעת המים למערכת.	אין תלות.
עמידות בתנודות זיהום	בעלת יכולת בטיפול במים מזוהמים ברמות גבוהות ומשתנות ומשמשת כ-buffer רב עוצמה. המערכת יודעת להתמודד עם עלייה קיצונית בספיקה, הן מבחינת כמות והן מבחינת איכות.	מתקני טיהור לא מתמודדים עם חומרים קשים במיוחד ואינם יכולים להתמודד עם שינויים בספיקה. כשהמערכת מקבלת יותר מהקיבולת המומלצת, קיים ניתוב הביוב ישירות לערוץ טבעי ללא טיפול כלל.
התמודדות עם חומרים קשים	בעלת יכולת טיפול במזהמים שאין להם פתרון קונבנציונאלי (הורמונים ופתוגנים קשים).	התמודדות חלקית: רוב החומרים אינם מטוהרים בשיטה הקונבנציונאלית. טיהור החומרים לא נמדד בבדיקות קונבציונאליות.
הקמה/תחזוקה שוטפת	פשוטה וזולה יחסית, תחזוקה אפסית.	הקמה כבדה, מלווה בחומרי ייצור בהתאם לאתר. תחזוקה רגילה הדורשת כוח אדם ומשאבים לא מעטים, תחזוקה שוטפת, חומרי גלם כשלעצמם לא מתכלים וכו'.
יתרונות מובהקים נוספים	משמשת כריאה ירוקה על כל המשתמע מכך.	שטח - המט"ש משתמש בפחות שטח מאגנים ירוקים לאותה כמות שפכים. הפעולה נקודתית. יש להוסיף לשטח המכון את שטח קווי ההובלה אליו וממנו.
סביבה	אינה גורמת למפגעים סביבתיים.	פגיעה מלאכותית בסביבה, כגון: ריחות או יתושים.
שטח מוקצה	כמערכת יחידה לטיהור מים (שחורים ואפורים) נדרש שטח גדול מאוד. לטיהור חלקי (מים אפורים או אחרים) נדרש שטח קטן בהרבה.	כאמור, דורש מעט שטח לטיפול עצמו.
מרחק ממקור הזיהום ושינוע	ניתן ליישום במקום ובאותה מידה באיזור מרוחק. התלות הינה בקנה-המידה של הספיקה ושטח זמין. שינוע המים המזוהמים והחזרתו לשימוש/ לטבע תלוי במשתנה המוצג לעיל.	בדרך-כלל ובשל המטרדים, ממוקם המט"ש רחוק מאיזורים מיושבים ובסמוך למקור מים טבעי. כפועל יוצא, שינוע ותיעול המים המזוהמים למרחקים רבים תוך השקעת אנרגיה בקווי הובלה ותחזוקתם.
הגנה	יכולת להיטמע בסביבה טבעית במידת האפשר. לעיתים נדרש פתרון ספציפי לתיחום האיזור הנחשב מזוהם.	דורש תיחום מוגדר וגידור כראוי למניעת ונדליזם וחבלות מכוונות מצד אחד והגנה על בריאות הציבור מאידך.
אנרגיה	מקור אנרגיה מתחדש: המערכת אינה זקוקה לאנרגיה מלאכותית לתפקודה (השמש היא מקור האנרגיה והזרימה היא גרוויטציונית במידת האפשר).	מערכות ביולוגיות רגילות דורשות משאבים אנרגטיים אדירים ומערכות גיבוי וקורסות במהירות במקרה של תקלה חשמלית.

מתוך ההשוואה שנערכה עולה כי לשימוש באגנים ירוקים לטיהור מים יתרונות ניכרים. היישום תלוי בצרכים ובתנאי היישום בכל מקום ומקום. בחלק הבא של המאמר יבחן יישום הטכנולוגיה במספר קני מידה ויערך ניתוח למידת ההיתכנותה במדינת ישראל.
בבחינת שאלת שילוב המערכות כמערכת נופית המאמר בוחן השאלות הבאות:

-מהו הצורך ביישום מערכות מבוססות צמחייה לטיהור מים?
-מהם היתרונות והחסרונות של מערכות מבוססות צמחייה לטיהור מים בהשוואה למערכות קיימות קונבציונאליות?
-היכן ניתן למקם מערכות לטיהור מים על-ידי צמחייה בעיר וכיצד הדבר משפיע על יישום המערכת ומאפייניה?
-כיצד ניתן ליישם מערכות לטיהור מים על-ידי צמחייה בישראל?

2. רקע תיאורטי - טכנולוגיית האגנים הירוקים

2.1 טיהור מים על-ידי צמחי מים בטבע

צמחי מים בסביבה טבעית גדלים בביצות, גדות נחלים ואזורים רטובים בהם הם מנצלים את שלל חומרי המזון הקיימים במים לגדילתם.
צמחי המים יכולים לחיות בסביבות מים מזוהמות ברמות שונות וזאת עקב סיבות שונות:

- צמחי מים לרוב נמצאים בטבע במקומות נמוכים אליהם זרמו מים ממקורות שונים מתוקף כוח הגרביטציה. פעולה זאת במשך עידנים גיאולוגיים יצרה עמידות לסוגים רבים של הרכבי מים ברמות זיהום שונות.
- בכדי לאפשר גמישות ופיזור גיאוגרפי רחב, סיגלו צמחי המים יכולת התמודדות עם מצעי גידול שונים, ביניהם מצעים שנוצרו על-ידי סחף. צמחים אלו פיתחו מערכת שורשים ייחודית המאפשרת להם לחיות על המים ולהשתמש בחומרים השונים במים, לרבות הנחשבים על ידינו כמקור זיהום, כמקור מזון.
- אוכלוסיית החיידקים המתפתחת סביב שורשי צמחי המים הינה ייחודית, בעלת שיעור התרבות גדול, מחזור רבייה קצר וגמישות גנטית גבוהה. כל אלו מאפשרים לאורגניזמים הללו להתאים עצמם במהירות לחומרים השונים במים ולהפוך אותם למקור מזון זמין. בנוסף, צמחי מים מאופיינים בקצב גידול ופעילות גבוה מהרגיל וזאת בהשוואה לגידולים חקלאיים, צמחי מים הינם בעלי יכולת יצירת ביומסה גבוהה פי כמה. כל אלו יצרו התאמה אבולוציונית של צמחי המים לצרכיהם הייחודיים. מבנה צמחי המים מאפשר להם הובלת גזים מבית השורשים ואליו.

מחלל הטיהור ומחדש דרך תעלות מים צמחים ואגמים ואגמים. המים המטוהרים מופנים בחזרה לנהר, ויוצר סביבה רווית חמצן. כמות החמצן המומס עשוי להגיע ביום עד פי 10 מפעילות ביולוגית בלבד. בנוסף, הצמח יעילה ומהירה עד פי 10 מפעילות ביולוגית מגשר לאוכלוסיות שונות מפרש חומרים שונים, הידרים ביח גדול מזרחי - אלו - תיזרקים, פטריות, של מיקרואורגניזמים. מיקרואורגניזמים בדרך-כלל משתמרים השונים גורמים לעצור קיום מעגל אצות ופרוטוזה גורמים ומנחולים בתוך יחד לטפטוף לטיפטוף אלו, מטהומים בתהליך משותף להם ולצמח. בתקרואורגניזמים שמקבלים

1.

2.2 המתפתחת בבית השורשים של צמחי המים (Phytoremediation)

המערכת הביולוגית הנגרמת הפעילות מגוונת ומורכבת ומגוונת. ביחד. (עד 10,000 מינים לא יותר) מיליון מינים לא יותר. מיליון המינים מתבסס על מערכת יחסים בין אלו אבולוציה כי לצד כי אוויר, מים, קרקע, חומר אורגני, מיקרואורגניזמים אחד מזון חוזר כדי פירוק. יתרון מבוהל מבמערכת הביולוגית מקור מזון מים. יתרון מבוהל מבמערכת הביולוגית כבסים לטיהור מים. יתרון מבוהל מבמערכת הביולוגית מיליונים מחמצן גרוע מזוהם, מקלא שמשה עמוד מים, מקלא שמשה עמוד מים.

להבדיל.

2.3 התאמת יכולות צמחי המים לטיהור מים - שילובם יחד עם מצעים ידי אדם

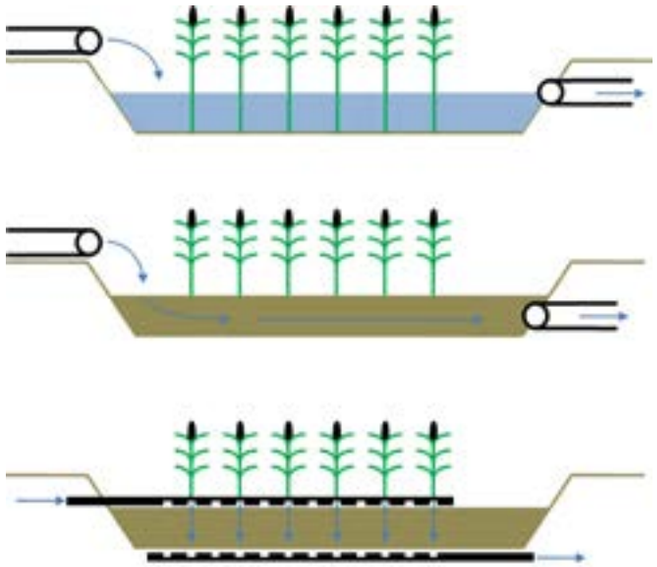
המצע עליו גדלים הצמחים משמש כמסנן ביולוגי לשפכים. הוא מכיל מעצע גידול, בדרך-כלל חול וקרקע מקומית, המאפשרת את הגדמת שורשי הצמחים. הצמחים עוצרים מים, ומפחיתים עליה מתפתחת מים. המזהמים הואבדים במים. בעקבות, מוחתאמים את המזהמים הואבדים המקור אבדיה לחלקיכי החיים. הם מפרקים אותם לחרכובות יציבות, הוא בחלקו, על-ידי הצמחים. יחסי גומלין אלו מאפשרים מחד פירוק חומר אורגני של השפכים ו מאידך שעוד הצמחים. בחליך זה מתרחש מספר חליטות טבעיים: סינון הנפיחה של מרחפים, פירוק ביולוגי, קליטת חומרים מזמחים על ידי הצמחים, חרכובות, שיקוע וניקוי.

2.4 ניתוח יישום עקרונות ה-Phytoremediation במערכות לטיהור מים

בחלק זה תסקרבה השיטות השונות ליישום טיהור מים על-ידי צמחים: SSF, SF, FF, VF, ושיטת ה-Restorer.

2.4.1 בריכות טיהור אופקיות SSF (Sub-surface flow)

עקרון הבריכות האופקיות מתבסס על חפיר רדוד, אטימת הדפנות לכדי בריכה אטומה, מילוי באדמה או החצץ בחתליל פנים המים בבריכה מוסחת לתהליך שווה לכל המערכת. בסוף המערכת, המים המטוהרים מתנקזים זרם מים הנועד לויות את כמות המים במערכת ולמנוע רוויה העלולה למאגר מים בלתי הפיך למערכת. בריכה מתקנים צינורות מנקזים מים, מהבריכה. אדם תאצן או מקומית מדורג לגרום נזק בלתי הפיך לאוכלוסיות הבר.



.2

2. סכמה כללית של שלושת השיטות הנפוצות לטיפול במים על ידי צמחיה: SF, SSF, VF
3. עקרון הפעולה של מערכות MACHINE ECO

שכבתי ממלאים את המערכת. פעולת הטיהור הינה בעיקרה תוצר אירובי של הצמחייה המתרחש בשכבה העליונה של המצע. עקרון הפעולה הינו מעבר מים ורטיקאלי דרך המצע המטהר עד צינור ניקוז בתחתית המנקז את המים. במקרה הצורך, נשאבים המים לסיבוב טיהור נוסף.

2.4.5 ECO MACHINE "מכונה אקולוגית"

שיטה שהומצאה על-ידי ד"ר ג'ון טוד (Dr. John Todd) המשלבת שיטות שונות לטיפול בשפכים. המערכת נבנית במבנים, חממות או בשטחי חוץ. המערכת משתמשת ברכיבים השונים על-פי סדר פעולה מבוקר מחשב וכוללת אמצעי בטיחות וניטור לוידוא הטיהור בסופו. גודל המערכת תלוי בהיקף כמויות המים לטיפול ונע בין גינות ירק ובריכות נוי לאלמנטים מבניים כחלק תכנוני בלתי נפרד.

.3

המערכת פועלת במספר שלבים:
מיכל שיקוע מפריד משקעים ומווסת זרימה > **מערכת ראשונה:** של צמחיית מים בשטח קטן יחסית תוך שחרור חנקן והעברת חמצן על-ידי סירקולציה תמידית של המים דרך המערכת > **מערכת שניה:** זרימה אופקית תת מצעית - לטיהור כמויות מים גדולות יותר ושיפור איכות המים לאחר המערכת הראשונה > **מערכת שלישית:** זרימה אנכית - נועדה לשלב ה"פוליש", טיהור המים לאיכויות גבוהות עד מי שתיה.

2.4.6 שיטת ה-RESTORER

ה"ריסטורר" הינה מערכת העובדת על בסיס תעלות או אפיקים קיימים בהם זורמים מים מזוהמים. המערכת מבוססת על עקרון מבנים צפים המהווים מצע לקיום סביבה מימית ביולוגית. הסירקולציה הטבעית והציפה של צמחי המים הם תנאים לקיום תהליך טיהור המים. המים המזוהמים באים במגע עם הצמחייה הצפה ובתי השורשים המסועפים שלה, וכך מנקים אותם מהמזהמים השונים. המגוון האקולוגי מייצר סביבה עמידה לתנודות זיהום קיצוניות ובכך יתרונו על פני פתרון טיהור מסורתי. יתרונות המערכת הם ביכולתה לנקות מים זורמים תוך כדי תהליך הזרימה, תחזוקה שוטפת ותפעול קלים ועלות נמוכה.

3. אפשרויות יישום למערכות אגנים ירוקים

בחלק זה נסקור את מבנה מערכות האגנים הירוקים בהתאם לשפכים בהם הן מטפלות: שפכים עירוניים, שפכים קשים, טיהור נחלים וטיהור שפכים עירוניים משולבים בפארקים ציבוריים.

3.1 מערכת ביולוגית לטיהור שפכים עירוניים

אגנים ירוקים (CONSTRUCTED WETLANDS) מהווים טכנולוגיה מקובלת לטיפול בשפכים עירוניים בארה"ב ואירופה. השיטה מיושמת במספר דרגות טיפול:

1. טיפול טוטאלי - בכל השפכים העירוניים, על כל שלביהם.
2. טיפול חלקי - המערכת מהווה רק חלק ממערך הטיפול, כאשר באמצע התהליך ישנה טכנולוגיה אחרת. בדרך-כלל האגנים הירוקים משולבים בשלב הטיהור הסופי והמסובך יותר, אך לעיתים כטיפול קדם, ולעיתים שניהם.
3. טיפול במים אפורים בלבד: טיפול במים שהיו בשימוש ביתי שאינו הדחת אסלות דוגמת מקלחות, שטיפת כלים וכו'. גישה זו היא הנפוצה ביותר. מערכות אלה מקובלות מאד ביפן ומעוגנות בחוק מחייב לשכונות חדשות. ניתן למצוא מערכות אלו בסין ובמקומות שונים באירופה ובארה"ב.

בענין מיקום המערכת ותפקידה בחיי העיר ישנן גישות שונות:

1. מערכת טיפול נפרדת רחוקה מיישוב מאוכלס כגון מערכות הכוללות טיפול בבוצה.
2. נכס עירוני משולב, שילוב כחלק מפארק עירוני. טיפול ראשוני שבדרך-כלל אינו נגיש לציבור, אך חלקה הארי של המערכת מהווה מקלט לחיות בר ומשולבים בו מסלולי מטיילים ונקודות תצפית.
3. נכס שכונתי, המשולב בדרך-כלל בשטח ציבורי פתוח, מייצר מים להשקייה מקומית ומתפקד כחלק אינטגראלי מהנוף השכונתי.
4. משק בית בודד - במדינת וורמונט בארה"ב מספר גבוה מאוד של משקי בית: כ-58%, מטהרים את שפכיהם על ידי מערכת אגנים ירוקים בחצר הבית. המדינה מטפחת מודעות אקולוגית ומעניקה תמריצים כלכליים לכל המעוניין להשקיע בתחום דוגמת מתן פטור מהיטל ביוב למשק בית עם מערכת אגנים ירוקים. במסגרת מאמר זה יוצג יישום ישראלי למערכת טיהור במשק בית בציפורי.

.4

4. מערכת ביתית לטיהור מים על ידי צמחיה במושב ציפורי שהותקנה על ידי חברת איילה מים ואקולוגיה

3.2 שיקום נחלים בעזרת מערכות צמחי מים

נחלים רבים בישראל ובעולם הפכו כאמצעי להזרמת שפכים - הן ביוב עירוני והן שפכים תעשייתיים. זיהום הנחלים גורם נזק לנחל עצמו, אך גם לכל האקוסיסטמה הניזונה ממנו. נגרמת פגיעה רב-מערכתית בצמחייה, בבעלי החיים ובבני האדם התלויים בנחל לפרנסתם ולרווחתם. טיהור הנחלים על-ידי אגנים ירוקים הוא נושא שנוי במחלוקת. צמחי המים הם הצמחייה הטבעית בגדות הנחלים ולהם תפקידים חשובים בייצוב הגדות, טיהור המים, יצירת הצללה, אספקת מסתור ומזון לבעלי החיים, וכמובן חשיבות אסתטית. הוספת צמחי מים זרים לנחל יכולה לגרום לחוסר איזון ונזק בלתי הפיך לאקוסיסטמה הטבעית. האסטרטגיה המקובלת גורסת כי כדאי לטפל במים בסמיכות מרבית למקור הזיהום על-ידי יצירת אגן מלאכותי או אפיק פרישה והזרמה, ובכך להזרים לנחל מים מטוהרים ללא התערבות בתוואי.

3.2.1 שיקום נחלים בישראל

כיום ניתן לומר כי רוב הנחלים במדינת ישראל מזוהמים. לרוב הנחלים הזורמים מוזרמים שפכים באופן קבוע, הן מתעשייה והן ביוב עירוני ברמות טיהור שונות. גם כאשר מוזרמים לנחל מים מטוהרים על-ידי מכון טיהור שפכים, לרוב אינם באיכות מספקת ואיכותם משתנה בהתאם לסוג השפכים שהמכון מטפל בהם. מספיקה חריגה אחת באיכות המים המטוהרים כדי לגרום נזק אנוש לנחל ולמרקם החיים בו.

בישראל, בדומה למקרים רבים בעולם, יישום טיהור המים עוד בשלב הראשוני בקרבת מקור הזיהום, הינו הפתרון הרצוי. לצמחי מים שונים יכולות טיהור מרשימות של מזהמים קשים כמו מתכות, פתוגנים, חנקות, פוספטים, מלחים, בורון ועוד. לכן, אין להתייחס להזרמת שפכים כאסון אקולוגי אלא כמקור מים קבוע, שיש לטפל בו בצורה נכונה. מאחר ולנחל מגיעים זיהומים לא ממוקדים בהמשך הדרך דוגמת: דשנים חקלאים, הזרמות שפכים פיראטיות, תשטיפי כבישים ועוד, פתרון יעיל הינו הוספת מעקפים "BYPASSES" בהמשך האפיק כדי להבטיח את איכות המים. המערכות מודולריות וניתן למקמן בכניסות שפכים שונות, ולהגדילן עם הגידול בספיקה.

3.3 יצירת מערכות נופיות המשתמשות באגנים הירוקים כפארקים לרווחת הציבור

בשנים האחרונות נבנו בעולם המפותח והמתפתח מאות מערכות המבוססות על אגנים ירוקים כפתרון שכונתי או עירוני לשפכים, המהווה במקביל פארק לרווחת הציבור. היישום מגוון וכולל אגנים ירוקים כריאות ירוקות של העיר, כשמורת טבע, כאיזור צפרות, וכפארקים משולבים הכוללים את כל המערכות המפורטות לעיל. רוב המערכות נבנו במקומות בהם אין מחסור במים, ואף על פי כן, נמצא שזו השיטה הנכונה ביותר לטיפול בשפכים. במקום שבו המים יקרי מציאות, יתרון המערכת מקבל משנה תוקף בזכות תרומת הפארק לתושבים ואספקת מים מטוהרים לגינון הציבורי.

בסין פותח הרעיון כבר לפני דורות רבים. מי השפכים זרמו בתעלות לאגם מרכזי שהיווה את מרכז החיים העירוני. עם הגידול באוכלוסיה ובזיהום, הפכו האגמים למטרדים תברואתיים חמורים ולשם כך פיתחו הסינים את פתרון ה"אקו סיטי": אזורי טיהור על-ידי צמחים נרחבים סביב אגמים ושכונות חדשות, שם מסוחררים מי האגם ומטוהרים ומהווים חלק מהגינון הציבורי.

יכולת הטיהור הכוללת של מערכות כאלה, היא הסיבה העיקרית לפריחת המערכות המשולבות בשטחים הציבוריים. בניגוד לרוב מערכות הטיהור הקונבנציונאליות המתמודדות עם היבטים מסוימים בלבד של הטיהור כצריכת חמצן ביולוגית, מוצקים, מלחים, ופתוגנים וכדומה, המערכת הצמחית מסוגלת לטהר באיכות טובה מאד היבטים רבים ובכללם הורדת הפתוגנים שאינם מגיבים להכלרה (אמצעי הטיהור הנפוץ ביותר).

.5

5. מערכת לטיהור מים על ידי צמחיה כחלק מפיתוח שטח ציבורי, מתוך פרוייקט שבוצע על ידי איילה מים ואקולוגיה

4. ניתוח השוואתי - בחינת דוגמאות שונות לשימושים השונים באגנים ירוקים

בחלק זה של המאמר, נבחן באופן השוואתי מקרי בוחן מהארץ ומהעולם, ונבחן את אפקטיביות היישום של הטכנולוגיה ואת יתרונותיה וחסרונותיה בכל יישום.

לטובת השוואת הפתרונות, מקרי הבוחן נבחנים על ידי קריטריונים אחידים:

- יכולת הטיפול בשפכים
- סוג טכנולוגית אגנים ירוקים בשימוש
- חשיפה לפעילות אנושית
- שילוב מבנה בנוי כחלק מהפתרון
- כיצד נעשית הגנה על בריאות הציבור?
- שילוב פיתוח נופי באם קיים
- גודל השטח הנדרש לשימוש המערכת

4.1 מערכות לטיהור מים על-ידי צמחייה הממוקמות בשטחי הפריפריה של העיר: שטחים פתוחים הסמוכים לשכונות הבנויות

4.1.1 מקרי בוחן מהעולם: A: Pinetop/Lakeside -AZ-Jacques Marsh created Wetland, Northeastern Arizona

פיינטופ הינו אתר המטפל בביוב של המחוז המשותף של פיינטופ ולייק סייד באריזונה. כמות הביוב גדולה ונאמדת בכ-2 מיליון גלונים של ביוב מדי יום.
השלב הראשון של הטיפול הינו טיפול קונבנציונאלי אקסטנסיבי:

- ייצוב המוצקים המרחפים על-ידי מיכלי שיקוע.
- יצירת בוצה בכמויות גדולות.
- שאיבת הבוצה, ייבושה, ערבובה עם הזבל האורגני העירוני והכנת קומפוסט ענק.
- הפיכת 20 טון בוצה רעילה ל-11 טון של קומפוסט למכירה כדשן.

לאורך שנים רבות, מי הביוב הנותרים מהתהליך זרמו לאזור הקרוב לערים, יצרו בעיה אקולוגית חמורה, ובכללה מפגעי ריח וזיהום מים. מנהיגי המחוז החליטו לפתור זאת בדרך סביבתית, ויצרו מערכת מתוכננת של אגנים ירוקים - מעין ביצה מלאכותית ענקית שגודלה נאמד בכ-140 אקר (כ-500,000 m^2). הביצה המלאכותית הוכחה כפתרון יעיל בעל ערך מוסף גדול למחוז כולו. הביצה תוכננה כסדרת אגנים ירוקים בהם השתולים בצמחיית מים האופיינית לאזור וביניהם מפלים להפחתת כמות החנקן והעשרה בחמצן. שני מיליון גלונים של מים מזוהמים, זורמים אליה מדי יום, נפלטים מהמערכת כמים נקיים וזורמים ישירות לנחלים הקרובים ללא כל מפגע.
הערך המוסף של הקמת המערכת מתבטא באקוסיסטמה טבעית המסייעת לקיים. המים והצמחייה הנדירים באזור משכו בעלי חיים רבים, שחלקם לא חיו באזור שנים רבות, והפכו את הביצה להביטאט עשיר ומתפתח. התהליך התברר כבעל ערך רב למחוז כולו, מאחר וחיי הבר העשירים הפכו גורם משיכה לתיירים: צפרים, אקולוגים ומבקרים לנופש הנהנים מהחוויה הייחודית שמציעה המערכת. ייחודה העיקרי של המערכת הוא בהקמתה על שטח שהיה חשוף ומדברי למחצה והקמת הביצה המלאכותית לא בהתבססה על מערכת טבעית שקדמה לה.

יכולת טיפול בשפכים	2 מליון גלון ליום = 7570 קוב
מהו סוג הטיהור הקיים במתקן	בעיקר SF בשילוב מפלים ומערכת סירקולציה של המים
האם התהליך חשוף לפעילות אנושית?	לגמרי
האם משולב עם מבנה / רקמה בנויה?	שטח פתוח
כיצד נשמרת בריאות ציבור המבקרים?	חלקים מהמערכת אינם נגישים לציבור, בעיקר החלקים הראשוניים, לאחר מכן כל השמורה פתוחה לציבור.
המרכיב הנופי	ערך מוסף משמעותי - יצירת אקוססטמה חדה בעלת ערכים נופיים ואקולוגיים לרווחת המחוז כולו וחיי הטבע שבו.
מרכיב השטח	500 דונם. השטח נמצא בסמוך לעיר, אך אינו מוקף ברקמה עירונית. למרות זאת מתפקד כחלק מהעיר לאור השימושים הרבים של האתר כאתר נופש.

4.1.2 יישום בישראל

יישום המערכת כמודל, מציג אפשרויות חדשות בעלות יתרונות רבים הנלווים לטיהור המים. מערכת מסוג זה, יכולה להיות מרכיב משלים לטיהור המים הקונבנציונאלי של עיר מטרופולינית בישראל, ולהפוך לחלק מפארק לרווחת תושבי האזור כולו. מיקום פארק כזה מחייב שטח נרחב מחוץ לעיר, אך בקרבה יחסית המאפשרת שימוש תכוף לרווחת התושבים. התכנון כיום בישראל, מכיר בחשיבותם של פארקים מטרופולינים ושימור ריאות ירוקות נותרות וקיים תכנון להקמת פארק מסוג זה כמעט לכל עיר גדולה בישראל (פארק הקישון בחיפה, פארק מטרופוליני ראשון לציון, פארק שרון וכו'). כיום, אין בארץ מערכת לטיהור מים בקנה מידה מטרופוליני עירוני המתבססת על טיהור בעזרת צמחייה. למרות זאת, קיים פרוייקט המציע שימוש במודל דומה בקנה מידה קטן יותר, שיסקר בהמשך.

4.1.3 מודל ליישום בארץ: בקעת קטורה - האגם הקסום

בבקעת קטורה בנגב, שוכנים היישובים נאות סמדר ונווה חריף. היקף האוכלוסייה אינו גדול ועומד על כ-300 איש. למרות זאת, ליישובים שפכים נוספים אשר מקורם ברפתות, ביקב ומפעילויות נוספות. המיקום המבודד והרצון לפתרונות סביבתיים, הובילו את היישוב לבחינת מערכות לטיהור מים על-ידי צמחייה. המערכת תוכננה בכדי לטפל במים ולהביאם לאיכות גבוהה ביותר - איכות רחצת אדם במי בריכת האגירה הסופית, אשר מהווה בנוסף אתר תיירותי.
המערכת פועלת במספר שלבים:

1. בריכה ראשונה כבריכת שיקוע המפחיתה כ-70% מהמרחפים.
2. מספר בריכות מקדימות לטיהור ראשוני בשיטת ה-SSF. לבריכות מאגר ראשי וצמחיית שוליים צפופה.
3. בריכות פנימיות לטיהור "פוליש".
4. בריכה ראשית גדולה עם שוליים שתולים בצפיפות ומערכת סחרור מים דרך הגדות. בשילוב עם הטיהור הראשוני מתקבל אגם נוי גדול.

תוצאות המערכת מפתיעות באיכותן. המים טובים מהנדרש בתקני משרד התיירות והחקלאות, ואף מאושרים להשקיית זיתים, גידולים וחורשות קק"ל הסמוכות. בנוסף להשקייה, המים משמשים לפעילות תיירותית - שחייה, שיט ועוד. בדוגמא זו, בדומה לפרוייקט פיינטופ, הפכה המערכת לאקוסיסטמה המושכת בעלי חיים, צמחים והפכה אותה למוקד אזורי. מאות ציפורים מגיעות לאגם הראשי ומהוות אטרקציה, הן לתושבי המקום והן לתיירים הבאים לצפות במחזה הייחודי.

יכולת טיפול בשפכים	כ 120 מ"ק ליום
מהו סוג הטיהור הקיים במתקן?	כמעט כל סוגי הטיהור: SSF, מעט VF שימוש נרחב ב-SF וב- (Free water surface wetlands)
האם התהליך חשוף לפעילות אנושית?	פתוח לקהל הרחב.
האם משולב עם מבנה / רקמה בנויה?	לא בנוי כחלק ממבנה. כל המערכת נמצאת בשטח חוץ.
כיצד נשמרת בריאות ציבור המבקרים?	1. טיהור בזרימה תת מצעית באזור שאינו פתוח לציבור 2. טיהור נוסף לאחר שהמים נקיים יחסית באגם עצמו 3. סירקולציה קבועה של המים לשמירה על איכותם.
המרכיב הנופי	הפרוייקט הפך לפארק אזורי ייחודי
מרכיב השטח	2,200 מ"ר (2.2 דונם) הם השטח הדרוש לטיהור מתוך כ-1543 דונמים של שטח חקלאי ומיושב (סמדר+חריף). כ- 0.14% מכלל השטח.

4.2 שטחים פתוחים ציבוריים בעיר: פארקים עירוניים יישום בעולם:

RESUSCITATING THE FEZ RIVERFEZ, Morocco Bureau 4.2.1
E.A.S.T Professor Aziza Chaouni + Takako Tajima

העיר פז (FEZ) שבמרוקו, נודעה כעיר בעלת אלף המעיינות - עיר שופעת מים בתוך המדבר. העיר העתיקה בנויה סביב תעלות מים, נהנתה מזרימת מים נקיים באופן קבוע. עם התפתחות התעשייה, גדילת האוכלוסייה וזיהום מתמשך של ביוב ושפכים תעשייתיים, הפכו התעלות לתעלות אשפה מזוהמות. הפרויקט מציע דרכים שונות לטיהור המים ולייצור שטחים פתוחים ירוקים חדשים בתוך העיר.
הפרוייקט החל במיפוי מדויק של מקורות המים העירוניים, יחד עם האתרים הציבוריים החשובים בעיר העתיקה. כך איתרו את הבעיות ובמקביל את ההזדמנויות לפיתוח שטחים פתוחים חדשים.

לאחר סיום תהליך הניתוח, גובשה האסטרטגיה התכנונית המקשרת בין טיהור המים לשטחים הפתוחים. הפתרון מורכב מסדרה רחבה של פתרונות טיהור וניהול צריכת מים, בדגש על שימוש בצמחיית מים, המותאמים לכל אזור ואזור. הפתרונות נוגעים לטיהור המים, אך גם לייצוב גדות הנחל כמרכיב נופי חדש בעיר. בין האסטרטגיות שנבחרו:

- אגירת מי נגר עילי.
- מערכת ניהול מי גשמים בעיר.
- טיהור מים על-ידי זרימה חופשית בשיטת ה-Restorer.
- טיהור מים על-ידי אגנים ירוקים.
- יצירת דפנות מחוזקות צמחייה לתעלות כשטח פתוח.
- יצירת רחובות ירוקים המשולבים באגנים ירוקים.
- טיהור מים מזוהמים קשים על-ידי צמחים אשר הותאמו לכך במיוחד.

עיבוד העורות כמקור זיהום

העיר פז הייתה מאז ומתמיד מרכז לבורסקאות, נשענה על ענף זה שהיה לעיקרי בעיר. עם התפתחות התעשייה ותיעוש תהליכי עיבוד העור, נוצרה בעיר בעיה משמעותית של זיהום מים אשר מקורה בכימיקלים הנלווים לתהליך העיבוד. הפגיעה בשטחים הפתוחים הפכה אותם למסוכנים לשהיית ילדים, ולכן הדלדלו אט אט מגרשי משחקים בעיר. ההצעה כוללת פתרון של ניקוי האדמה בעזרת צמחייה וטיהור המים על-ידי אגנים ירוקים, אשר יאפשרו את הפיכת השטח למגרש משחקים גדול, הראשון מסוגו בעיר פז.

המתקנים הישנים לעיבוד עורות יהפכו למתקנים לטיהור מים ולצמחי מים מסוגים שונים.

יכולת טיפול בשפכים	לא מתוארת כמות של שפכים עירונית
מהו סוג הטיהור הקיים במתקן?	כמעט כל סוגי הטיהור והתייחסות רחבה ל-FS
האם התהליך חשוף לפעילות אנושית?	כחלק מהמרקם העירוני.
האם משולב עם מבנה / רקמה בנויה?	מבונה כחלק מהשפה העירונית של התעלות.
כיצד נשמרת בריאות ציבור המבקרים?	1. הפרדה פיזית באמצעים נופיים שונים. 2. FS במגע עם הציבור. 3. שילוב מערכות כמערך כולל.
המרכיב הנופי	פרשנות חדשה לגבי נושא הגינון הציבורי. המערכות ייצרו נוף עירוני חדש המשלב צמחייה ומים זורמים לרווחת תושבי העיר.
מרכיב השטח	אין נתונים מדויקים היות והמערכת הינה כלל עירונית ובשלבי תכנון.

התכנון של העיר מהווה תקדים עולמי בנכונות להשתמש במערכות לטיהור מים באמצעות צמחייה כמרכיב מכונן בתכנון העירוני ובשילוב מלא שלו בשטחים ציבוריים לרווחת הציבור. מרבית מערכות טיהור המים חשופות לציבור. ההגנה על בריאות הציבור נעשית הן על-ידי אמצעים תכנוניים נופיים - הפרדה מפלסית משולבת צמחי מים, והן על-ידי שימוש נרחב ב-SSF. התכנון מתייחס לשימוש ב-SSF כמרכיב בטוח לשימוש חשוף לציבור, ואף משלבו ללא "הגנות" נוספות בתוך הפארקים הציבוריים.

6. מערך הטיפול בעורות, Fez, Morocco.

4.2.2 יישום בישראל - אב טיפוס לפארק אורבני בחיפה "Re creation", פרוייקט במסגרת סטודיו תכנון עירוני בחיפה 2010, הפקולטה לארכיטקטורה ובינוי-ערים, הטכניון.
כיום אין בישראל פרוייקטים לטיהור מים על-ידי צמחיה, הממוקמים בתוך שטח ציבורי פתוח בתוך שטח העיר. הסיבה העיקרית הינה התנגדות רשויות הבריאות לאשר פרוייקטים מסוג זה (יפורט בהמשך המאמר). למרות זאת, קיימות הצעות תיאורטיות להקמת פארק מסוג זה. ההצעה המתוארת היא יישום פארק עירוני משולב במורדות העיר חיפה. הפארק ממוקם ברצף שטחים פתוחים נטושים בין שכונת הדר לעיר התחתית, וכולל פארק עירוני גדול, מבני ציבור ומערכת טיהור מים אינטגרטיבית, המזינה את הפארק ואת הפונקציות השונות בו.

הפארק מחלק את המדרון המשופע לטרסות ומנצל את הפרש הגובה על-מנת להכיל בתוכו את המבנים השונים. גגות המבנים מייצרים גג ירוק ורחבות פתוחות על גביהם. מערכת טיהור המים משתמשת במים המגיעים משכונת הדר מקו הנמצא קרוב לחלק העליון של הפארק, ומוביל כיום את השפכים ומי הנגר לים.
המערכת בנויה על-פי מספר שלבים:
1. הכנסת המים המגיעים מקו ניקוז ראשי העובר בנקודה זו (ומעביר בדרך-כלל את המים לים ואת השפכים למט"ש אזורי), למיכלי שיקוע גדולים המוסתרים בחלק העליון של הפארק מתחת לאדמה. תפקידם למנוע את מעבר המוצקים למערכת ולהעביר רק את המים להמשך תהליך הטיהור.
2. המים מועברים לרצף בריכות פתוחות בשיטת ה-FWSW היוצרת סירקולציה פנימית בין המים לבין צמחיית הגדות הצפופה המטהרת אותם. בשלב זה, הבריכות אינן נגישות למגע ישיר, אלא לצפייה בלבד בעזרת הפרדת מפלסים וצמחייה בתווך.
3. מערכת אגנים ירוקים הנמצאת בתווך שבין המבנים לצד שביל הולכי הרגל, מטהרת את המים לרמת מי השקייה. האגנים בשיטת ה-SSF, ולכן אין מגע עם הציבור ואין מפגעים נלווים. יש לציין כי האגנים משולבים במבנים וחלקם אף נכנסים לתוך המבנים ומיועדים למטרות מאמר ונוי.
4. המים זורמים בעזרת כוחות גרוויטציה דרך אגנים ירוקים. בכל מדרגת גובה מתאפשרת רמת טיהור של מי שתיה.

הפארק מנצל את המים בכל רמות הטיהור:
בחלקו העליון, בו ממוקמת פקולטה למדעי הסביבה, המים המטוהרים חלקית משמשים למאמר ונוי. בחלק התחתון, המים משמשים לבריכות נוי כחלק מהמתנ"ס המקומי, ובהמשך כאשר המים מגיעים לרמת טיהור גבוהה, משמשים לבריכות אקולוגיות כחלק מהקאנטרי קלאב בחלק התחתון של הפארק. לכל אורך הפארק, לאחר שלב הטיהור הראשוני, המים משמשים להשקייה ואף ממשיכים לאחר מתחם הפארק כמקור מים להשקיית הגינון הציבורי בעיר התחתית. יש לציין כי למרות היות הפרוייקט תיאורטי, חישובי השטחים ושיטות הטיהור נעשו באופן מדויק.

יכולת טיפול בשפכים	היקף הטיהור: כ-200 מ"ק ליום.
מהו סוג הטיהור הקיים במתקן?	טיהור באגנים ירוקים בעיקר על-ידי SSF, FWSW
האם התהליך חשוף לפעילות אנושית?	התהליך בחלקו אינו נגיש למבקרים (FWSW), אך לאחר מכן בחלק ה-SSF מהווה פארק עירוני נגיש לחלוטין לציבור. לאחר טיהור המים לרמת מי שתיה, המים פתוחים למגע ישיר עם הציבור.
האם משולב עם מבנה / רקמה בנויה?	הטיהור נעשה ברובו בשטח פתוח, אך בחלקו בנוי כחלק מהמבנים הציבוריים בפארק.
כיצד נשמרת בריאות ציבור המבקרים?	באזורים בהם רוצים למנוע את המגע עם המים קיימת הפרדה מפלסית בשילוב צמחייה המשולבת בתכנון הנופי של הגן. בהמשך המים חשופים למבקרים כחלק מהפארק.
המרכיב הנופי	הפארק מחליף אזור נטוש בפארק עירוני גדול. המים המטוהרים מהווים מרכיב איטגרטיבי מתכנון הפארק עצמו.
מרכיב השטח	השטח הכולל של המערכת: 1600 מ"ר שטחי המערכת לטיהור המים: כ-300 מ"ר.

4.3 שטחים פתוחים בבעלות פרטית

שטחים פתוחים רבים בעיר נמצאים בבעלות פרטית. שטחים אלו לרוב מפותחים כחלק מקומפלקס בנוי, אך נשארים פתוחים לציבור כפארק או כשטח מסחרי. היתרונות הרבים בהקמת מערכות טיהור מים מבוססות צמחייה והרצון האידיאולוגי באימוץ עקרונות בנייה ברי קיימא, גרמו להאצת פיתוח הטכנולוגיה בפרוייקטים רבים ברחבי העולם.
פרוייקטים בעולם:

Omega Center for Sustainable Living 4.3.1
מוסד אומגה הוקם בשנת 1977. המוסד עוסק בחינוך לגישה הוליסטית, ללא מטרות רווח. הקמפוס מציע סדנאות וכנסים ומשרת כ-23,000 איש. שטח הקמפוס כ-800 דונם וממוקם באזור יחסית מבודד, באזור האדסון ואלי, ניו-יורק. כחלק מהאידיאולוגיה, נבנה המוסד כשילוב של מגוון מערכות וטכנולוגיות 'ברות קיימא'. אומגה סנטר הינו מרכז טיהור השפכים החדש של המוסד. המבנה, כולל מרכז לטיהור טבעי ומיחזור של מים לקמפוס כולו (כ-800 דונם), וכן מרכז חינוך ומבקרים הכולל חללי לימוד סגורים ופתוחים. הפרויקט עומד בקטגוריות התקנים של: Leed Platinum ו- Living Building, שטח המבנה כ-2000 מ"ר (6200 רגל מרובע). שטח האתר לסינון וטיהור המים כ-18 דונם (4.5 אקר).

- המבנה מטפל בכ-52,000 גלון שפכים ביום.
- הטיפול במים מתבצע בזרימה דרך מערכת אקולוגית בת ארבעה שלבים, ללא שימוש בכימיקלים.
- הזרימה מבוססת ברובה על גרוויטציה ודורשת כמות מצומצמת של אנרגיה.
- בשלב הראשון, מגיעים המים אל שני מיכלי שפכים אנאירוביים, מיקרו-אורגניזמים החיים במים מפרקים את המוצקים השוקעים ברובם בקרקעית.
- בשלב השני, מוזרמים המים מהמיכלים בעזרת כוחות גרוויטציוניים אל ארבע ביצות מלאכותיות בעלות צמחיה מיוחדת המסננת אותם. החלקיקים הנמצאים במים נצמדים אל שורשי הצמחים והניטרטים (חנקות), שם הופכים לחנקן המשתחרר לאויר.
- בשלב השלישי, מוזרמים המים מהביצות אל שתי לגונות, המחולקות כל אחת לארבעה תאים הממוקמים בתוך מבנה המייצר לעצמו אנרגיה סולארית וגיאותרמית. המים עוברים מתא לתא, כאשר לכל תא בלגונה תפקיד שונה בתהליך טיהור המים. התאים מכילים צמחים, פטריות, חלזונות, דגים ומיקרו-אורגניזמים. בכדי לשמור על בריאות המבקרים, הצמחים נשתלו על מצע מיוחד המוחזק באמצעות מתלים, כששורשיהם נמצאים במים.

• בשלב הרביעי, טרם שחרור המים, עוברים סינון נוסף דרך פילטר חול. מיקרואורגניזמים החיים בחול מנקים את המים מחנקן, חומרים אורגניים או חלקיקים אחרים שהם עדיין מכילים. פילטר החול מורכב ממסננות ומשכבת חול וחצץ (כ-1.2 מ'). משם המים משמשים להדחת אסלות ברחבי הקמפוס או משוחררים לסביבה דרך מערכת הממוקמת מתחת למגרש החניה. הפרוייקט מציג כיצד ניתן ליישם מערכת לטיפול כולל בשפכים (שחורים ואפורים), המתבססת אך ורק על טכנולוגיית הטיהור על-ידי צמחייה. ייחודה של המערכת הינו היותה פתוחה לציבור הסטודנטים וכן היותה חלק מהקמפוס כמרכיב חינוכי נופי.

יכולת טיפול בשפכים	טיפול ב-52,000 גלון ליום, כלומר 250 מ"ק, כמות אדירה של מים. אדם צורך בממוצע ליום 0.1 - 0.2 מ"ק ליום.
מהו סוג הטיהור הקיים במתקן?	משתמש בכל השיטות הקיימות: VF SSF, SF בנוסף לבקרה אלקטרונית וסירקולציה מכאנית.
האם התהליך חשוף לפעילות אנושית?	חשוף לכל הסטודנטים בקמפוס, מהווה מרכז מבקרים פעיל לסביבה.
האם משולב עם מבנה / רקמה בנויה?	המערכת בחלקה בשטח פתוח ובחלקה בנויה כחלק ממבנה ייעודי לה.
כיצד נשמרת בריאות ציבור המבקרים?	1. בקרה קבועה על התהליך. 2. טיהור ראשוני לא חשוף לציבור. 3. הפרדה מפלסית בחלק הראשון על ידי מעקות בנויים. 4. הפרדה פיזית על ידי מצע מנותק מהמים בחלק השני. 5. הגנה אופציונלית סופית על ידי טיהור UV.
המרכיב הנופי	לא בא לידי ביטוי, אלא במישור הדידקטי וכחלק אינטגרלי מהלימוד אודות המערכת. הטיהור מתחיל את דרכו במבנה עצמו ויוצא החוצה.
מרכיב השטח	שטח המבנה כ-2000 מ"ר. שטח האתר לסינון וטיהור המים כ-18 דונם.

7. המבנה הראשי במערכת הטיפול במים באומגה סנטר, Rhinebeck, New York, Architect: BNIM

.7

Sidwell Friends School Washington, D.C | Andropogo associates
סיידוול הינו בית ספר רב שנתי אשר הוקם בשנת 1883. הוא דוגל בפילוסופיה הקווקרית ונחשב לבית ספר איכותי ביותר. לאחרונה שופץ בית-הספר ואימץ תפיסה סביבתית הוליסטית הכוללת בין השאר מערכת טיהור מים ייחודית. המים אפורים ושחורים, זורמים דרך האגנים הירוקים ומי-נגר במפלים לבריכה האקולוגית. המים המזוהמים מועשרים במים נקיים מהגג.

המערכת פועלת בכמה שלבים:

1. איסוף מים אפורים: מי אסלות ומי כיורים למיכל שיקוע גדול.
2. העברת המים לאגני טיהור פתוחים בחצר בית הספר.
3. העברתם דרך פילטר חול סמוי.
4. סחרור דרך מיכל נוסף הכולל תצוגה וקיוסק אינטראקטיבי של מצב המים.
5. החזרת המים למערכת הכיורים והאסלות ממיכל אגירה גדול.
6. בנוסף, נאספים מי נגר עילי לבריכת נוי הכוללת סחרור של המים לשמירה על איכותם.

יכולת טיפול בשפכים	אין נתונים מדויקים מטפל במים שחורים ואפורים של כל מתחם בית הספר. מחזיר את המים לכיורים ולאסלות.
מהו סוג הטיהור הקיים במתקן?	בעיקר זרימת SSF בתוספת פילטר חול ופילטר ערבול. קיימת בקרה אלקטרונית על איכות המים.
האם התהליך חשוף לפעילות אנושית?	חשוף לכל התלמידים בקמפוס באופן ישיר.
האם משולב עם מבנה / רקמה בנויה?	בניין בית הספר מכיל חלקים של המערכת ומותאם לה. רוב הטיהור מתבצע בשטח הגן ללא קירוי.
כיצד נשמרת בריאות ציבור המבקרים?	1. זרימה תת מצעית ומניעת מגע עם התלמידים 2. טיהור על ידי פילטרים נוספים לטיהור איכותי + ניטור UV. 3. הפרדה בין מי נגר למים מטוהרים.
המרכיב הנופי	חצר בית הספר איננה שגרתית, וייעודה בעיקר דידקטי. נראה כי המערכת נגישה מכל חלונות ומסדרונות ה-"ח" שבה היא מצויה ומשמשת כנוף ירוק מחוץ לחללים הפנימיים.
מרכיב השטח	כ-2,000 מ"ר של אגנים ירוקים + בריכה ביולוגית.

בית הספר מדגים כיצד ניתן לבצע טיהור מים מלא (מים אפורים ושחורים), כך שישרת מטרות חינוכיות ונופיות. ייחוד נוסף הינו מיקומו של בית-הספר בתוך רקמה עירונית ונגישות המערכת לתלמידי בית הספר באופן חופשי. תכנון הממשק בין המערכת לתלמידים מעיד על כך שמתכנני המערכת ומקבלי ההחלטות בבית הספר בוטחים ביכולת המערכת ובבטיחותה מבחינה תברואתית.

יישום בישראל

רשויות הבריאות בישראל מתנגדות באופן קבוע להקמת מערכות טיהור מים על-ידי צמחייה ובפרט להקמת מערכות אשר באות במגע עם הציבור הרחב. ישנם מעט פרוייקטים מסוג זה בישראל. למרות התנגדות זו, הוקמו מספר פרוייקטים, אשר הוכיחו את יכולות המערכת בטיהור מים ובשמירה על בריאות הציבור.

פרוייקט ראשון אליו יתייחס המאמר, הינו החווה של "איילה צמחי מים" בציפורי. אמנם אין מדובר ברקמה עירונית שהיא מושא המאמר, אך היא נכללת במאמר מאחר והיא מדגימה את יכולות המערכת ביישום בישראל. פרוייקט נוסף הינו בניין אמפא בתל-אביב, אשר נמצא בתוך רקמה עירונית צפופה ומדגים יישום מלא של עקרונות המערכת.

4.3.2 "איילה צמחי מים": חוות ניסיוניות וגידול צמחי מים בציפורי
החווה במושב ציפורי בגליל מהווה מרכז לשתי חברות-בנות: "הידרה - צמחי מים" ו"איילה - טיהור מים באמצעות צמחייה". בעלי המקום שהחלו לגדל צמחי מים, גילו כי המים של מקורות אינם באיכות מספקת לגידול צמחי המים הרגישים. בתחילה פנו לשיטות טיהור קונבנציונאליות לשיפור איכות המים, אך גילו במהרה שאינן יעילות מספיק ובעלות עלות גבוהה מדי. בכדי לספק אלטרנטיבה, החלו בעלי המקום לטהר מים באמצעות צמחי המים. יתרה על כך, בכדי לספק את כמויות המים הדרושות לגידול הצמחים, החווה "קונה" מי ביוב ממתקן השפכים הקרוב ומטהרת אותם בשטחה עד לרמת טיהור מים גבוהה ביותר.

יכולת טיפול בשפכים	מטפלת במי ביוב, שעברו טיהור ראשוני.
מהו סוג הטיהור הקיים במתקן?	בעיקר זרימת SSF.
האם התהליך חשוף לפעילות אנושית?	חשוף לקהל המבקרים.
האם משולב עם מבנה / רקמה בנויה?	לא. נמצא בשטח פתוח.
כיצד נשמרת בריאות ציבור המבקרים?	1. המים המזוהמים אינם חשופים לאורך התהליך. המים נמצאים מתחת לצמחייה בשיטת ה-SSF. 2. בבריכות מסוימות המים מכוסים כליל על ידי הצמחייה העבותה. הצמחייה צפה ולכן מכסה את פני המים גם כאשר המפלס עולה ויורד.
המרכיב הנופי	מערכת הטיהור השתלבה בנוף החווה. הצמחייה המפותחת יוצרת נוף ייחודי בחווה.
מרכיב השטח	הערכה כ-100-200 מ"ר.

בניין אמפא - תל אביב
בניין אמפא ממוקם בשכונת ביצרון בתל-אביב. כחלק מתוכנית המתאר של השכונה, תוכננו בשילוב מערכות עצמאיות לטיהור מים בדגש מערכות לטיהור מים על-ידי צמחייה. כיום מבני השכונה נמצאים בשלבים שונים של בנייה, אך בניין אמפא שהוקם כבר, יישם את הטכנולוגיה והיא פועלת מזה מספר שנים. המערכת מטהרת את המים האפורים של בניין המשרדים שנבנה בהתאם לכך. מי המזגנים והכיורים מוזרמים למערכת שנמצאת בגינה הציבורית למרגלות הבניין. דרישות ההגנה על בריאות הציבור מבחינה תברואתית קיבלו מענה ייחודי. המערכת בנויה משני חלקים עיקריים: מערכת טיהור המים ומערכת בריכות הנוי. מערכת בריכות הנוי נמצאת בין הציבור לבין מערכת צמחי המים, כך שהיא מהווה מחסום נופי ומונעת מגע ישיר בין הציבור למערכת. בנוסף כהגנה נוספת, קיים מעקה המונע מאנשים להיכנס לבריכות הנוי.
שטחה הפעיל של המערכת הוא 120 מ"ר ובנוסף כ-300 מ"ר בריכות נוי פתוחות המקבלות מים מטוהרים מהמערכת הסגורה. המערכת מתוכננת להשיב מים טובים להשקייה עד לספיקות של כ-20 מ"ק ליום.

יכולת טיפול בשפכים	מטפלת במים אפורים, מספקת כ-20 מ"ק ליום.
מהו סוג הטיהור הקיים במתקן?	בעיקר זרימת SSF וזרימת VF.
האם התהליך חשוף לפעילות אנושית?	חשוף לקהל הרחב.
האם משולב עם מבנה / רקמה בנויה?	מעוצב כחלק מתכנון הנוף של הבניין, מערכת הובלת מים אפורים כחלק מהתכנון.
כיצד נשמרת בריאות ציבור המבקרים?	1. זרימה תת מצעית ומניעת הפרדה עם בריכות נוי 2. הפרדה עם גדר מגן
המרכיב הנופי	ניתן לומר כי מים נקיים זורמים בלב תל-אביב הם לא מחזה שגור. הפרויקט מציג פיתוח שטח בגישה אחרת, המוסיפה מנת ירק לרקמה צפופה ועמוסה.
מרכיב השטח	שטחה הפעיל של המערכת הוא 120 מ"ר ובנוסף כ-300 מ"ר בריכות נוי פתוחות.

הפרוייקט מדגים יישום מוצלח של מערכת לטיהור מים על-ידי צמחייה בישראל, בתוך רקמה עירונית צפופה במרכז תל-אביב, תוך כדי שילוב נופי בגינה ציבורית. העובדה שהשטח הינו שטח פרטי כחלק מבניין בבעלות פרטית, הייתה גורם מסייע להקמת המערכת, אשר ייתכן ולא הייתה מתאפשרת בפארק ציבורי בבעלות העירייה.

אחוזת פולג
אחוזת פולג הינה בית דיור מוגן לאוכלוסייה המבוגרת. יזמי הקומפלקס רצו מערכת שתטהר את המים האפורים ותחזיר אותם לשימוש להשקייה בשטחי הגינון הנרחבים של הקומפלקס. המערכת כוללת מספר אגנים ירוקים הנמצאים בחזית הקומפלקס בחלק הפונה לרחוב, עושה שימוש בעיקר בגרוויטציה ומחזירה מים לשימוש חוזר להשקיה.

8.

יכולת טיפול בשפכים	טיפול במים אפורים בלבד. אין נתונים מדויקים.
מהו סוג הטיהור הקיים במתקן?	SSF בעיקר
האם התהליך חשוף לפעילות אנושית?	חשוף מהרחוב בעיקר ברמה הנופית.
האם משולב עם מבנה / רקמה בנויה?	המערכת הינה חלק מחזית המגרש של אחוזת פולג.
כיצד נשמרת בריאות ציבור המבקרים?	1. הפרדה עם גדר מגן והבדלי מפלסים. 2. ניטור תקופתי על-ידי חברת אחזקה ופיקוח.
המרכיב הנופי	המערכת מהווה חלק מהממשק של הבניין עם הרחוב. המערכת הינה חלק מהגינון הציבורי לרווחת דיירי אחוזת פולג ולמען דיירי האזור.
מרכיב השטח	לא מצוינים נתונים מדויקים.

9. מערכת הדגמה לטיפול במים בקנה ידה ביתי שהוקמה על ידי איילה מים ואקולוגיה

המערכת פועלת בהצלחה ועומדת בבדיקות תקופתיות הנדרשות על ידי משרד הבריאות.

4.4 מערכות לטיהור מים בגינות פרטיות

בערים רבות בארץ ובעולם, העיר כוללת בתוכה רקמה שאינה צפופה ומאפשרת גינות פרטיות הצמודות למבני המגורים. מצב זה מאפשר להקים מערכות נקודתיות לטיהור מים על-ידי צמחייה לטיהור כמות שפכים ביתית. במדינות שונות בעולם, הפתרון נפוץ ואף מקבל חיזוק ממשלתי להפחתת הכמות המגיעה למט"שים האזוריים.
החוק המסדיר את פעילות הטיהור הביתית, מקורו במדינת אריזונה שבארה"ב. החוק קובע תקנות בנוגע לגודל המערכת ולאיכות המים הנדרשת. החוק אומץ על-ידי מדינות רבות בעולם, וביניהן מדינות הסובלות ממחסור במים, ואף מעודדות את טיהור המים האפורים, כדוגמת קפריסין.
התקינה בישראל נמצאת בשלבי פיילוט וגורמת לכך שישנם גופים רבים המציעים פתרונות שונים, אך אף אחד מהם אינו מבוקר ונבדק על-ידי תקינה מאושרת כלשהי.

9.

למטרת המאמר הנוכחי נציג את העקרון הכללי של הקמת מערכת מסוג זה, אך עקב חוסר יכולת לבדוק את הנתונים על-ידי גורם חיצוני (צד שלישי), לא נציג פרוייקט מסוים.

מערכת לטיהור שפכים ביתית עובדת במספר שלבים:
המים מועברים בזרימה גרוויטציונית למיכל שיקוע גדול המונע מהמוצקים השונים להגיע למערכת. לאחר מכן, מוזרמים המים לאגן ירוק הכולל SSF וצמחי מים מסוגים שונים, בהתאם לאיכות המים הנכנסת למערכת. גודל האגן וקיבולתו נקבעים על פי כמות השפכים החזויה למערכת. לאחר מעבר המים במערכת, לפי זמן השהייה שנקבע לה, המים יוצאים ברמת מי השקייה לגינה הפרטית.

4.5 מערכות לטיהור מים על-ידי צמחייה כחלק מקומפלקס בנוי

שילוב מערכות לטיהור מים על-ידי צמחייה בתוך או כחלק ממבנים, נותן פתרון למקומות בהם הצפיפות איננה מאפשרת הקמת מערכות כחלק משטח פתוח. לעיתים שילוב מערכות לטיהור מים בתוך מבנה, נעשה משיקולים נוספים, ביניהם שיקולים נופיים אסתטיים ושיקולים אקלימיים (הצמחים מורידים את הטמפרטורה במבנה ומנקים את האויר בתוכו).

יישום בישראל

4.5.1 חוות "איילה צמחי מים" בציפורי: מערכת למיחזור מים אפורים על גג מבנה

החווה, אשר נסקרה בפרק הקודם, כוללת יישום ייחודי נוסף של טכנולוגיית טיהור המים על-ידי צמחייה. בית המגורים של מפעילי החברה נמצא בתוך מתחם החווה. המבנה כולל מערכת לטיהור מים אפורים על גג המבנה, המחזירה את המים לשימוש חוזר בבית. שלבי הפעולה של הגג הירוק:

1. משאבה מסניקה מים אפורים לגג, שם הם עוברים בזרימה תת מצעית דרך הצמחייה. הגג הותאם למערכת על-ידי הבטחת חוזקו הקונסטרוקטיבי, איטומו במספר שכבות ושתילת צמחי מים בתוך מצע חצץ.
2. הצמחייה מטהרת את המים העוברים בזרימה גרוויטציונית ומהווה אלמנט נופי, אשר הופך את הגג לפינת ישיבה נעימה.
3. המים חוזרים לשימוש חוזר באסלות ובכיורים בבית.

יכולת טיפול בשפכים	מטפל במים אפורים. מטפל בצריכה ביתית- כ-200 ליטר ליום.
מהו סוג הטיהור הקיים במתקן?	כמעט כל סוגי הטיהור- SSF
האם התהליך חשוף לפעילות אנושית?	חשוף (מגדש פרטי) ופתוח לביקורים מודרכים.
האם משולב עם מבנה / רקמה בנויה?	בנוי כחלק מגג הבניין.
כיצד נשמרת בריאות ציבור המבקרים?	זרימה תת מצעית, הגנה ע"י שכבת החצץ.
המרכיב הנופי	המערכת יוצרת נוף ייחודי על גג הבית.

מרכיב השטח	שטח גג סטנדרטי, כ-20-30 מ"ר בהתאם לכמות צריכת המים החזויה.

5. ניתוח השוואתי

בחלק זה נעשה השוואה של נתוני הפרוייקטים השונים שהוצגו ביחס לקריטריונים נבחרים.

5.1 ניתוח מאפייני השימוש בטכנולוגיות השונות לטיהור מים על ידי צמחים

מהניתוח המוצג בטבלה ניתן לראות כי השימוש בטכנולוגיות השונות משתנה בהתאם לשטח הזמין לכל פרוייקט ופרוייקט. ככל שהשטח מצומצם יותר, כך הטכנולוגיה נדרשת להיות יעילה יותר ובעלת יכולת לנצל שטח קטן יותר לטיהור המים.

10. אגן ירוק על גג בית בציפורי, הוקם על ידי איילה מים ואקולוגיה

.10

הפרוייקט	מיקום בעיר	שטח נדרש	טכנולוגיה בשימוש
Pinetop/Lakeside	בשטחי הפריפרייה של העיר: שטחים פתוחים הגובלים בשכונות הבנויות	500 דונם	בעיקר SF
בקעת קטורה - האגם הקסום	שטח באזור כפרי מבודד	2.2 דונם	SSF, VF, שימוש נרחב ב-SF
RESUSCITATING THE FEZ RIVER	שטחים פתוחים ציבוריים בעיר: פארקים עירוניים	אין נתונים מדויקים. הערכה כללית - עשרות דונמים.	כל סוגי הטיהור. שימוש נרחב ב-SF
פארק עירוני בחיפה	שטחים פתוחים ציבוריים בעיר: פארקים עירוניים	כ-300 מ"ר	SSF ושימוש ב-FWSW
Omega Center for Sustainable Living	שטחים פתוחים בבעלות פרטית	כ-18 דונם	משתמש בכל השיטות הקיימות: SSF, VF, SF בנוסף לבקרה אלקטרונית וסירקולציה מכאנית.
Sidwell Friends School	שטחים פתוחים בבעלות פרטית	מעל ל-2 דונם	בעיקר זרימת SSF בתוספת פילטר חול ופילטר ערבול. קיימת בקרה אלקטרונית על איכות המים.
"איילה צמחי מים": חוות ניסיוניות וגידול צמחי מים בציפורי	שטחים פתוחים בבעלות פרטית	כ-200 מ"ר	SSF
בניין אמפא - תל אביב	שטחים פתוחים בבעלות פרטית	כ-120 מ"ר	בעיקר זרימת SSF
חוות "איילה צמחי מים" בציפורי: מערכת למיחזור מים אפורים על גג מבנה	כחלק מקומפלקס בנוי	כ-30-40 מ"ר	SSF

השימוש בטכנולוגיה של זרימה תת מצעית (SSF) קיים כמעט בכל הפרויקטים שנסקרו. השילוב שמציעה טכנולוגיה זו: התקנה ותחזוקה קלה, אי תלות במקור אנרגיה חיצוני, הגנה על הציבור מפני מפגע תברואתי, אמינות ותוצאות טיהור גבוהות, הופך אותה לבחירה מועדפת בכל קני מידה.
טכנולוגיית VF ידועה כטכנולוגיה יעילה הצורכת שטח מועט ביחס לתוצאות טיהור המים שהיא מספקת. באופן מפתיע, גם בפרוייקטים בהם השטח הזמין היה קטן ונדרשה מערכת יעילה וקומפקטית, טכנולוגיה זו לא נבחרה לשימוש. סיבות אפשריות לכך הן המורכבות הטכנולוגית שדורשת התקנת המערכת, עלויות החשמל ליצירת סירקולציית המים ועלויות התחזוקה השוטפת. כל אלו מוסיפים עלויות נוספות להתקנת והפעלת המערכת ומהוות שיקול נוסף בעת הבחירה בטכנולוגיה מתאימה.
ניתן לראות כי חשיבות גבוהה לאימוץ נרחב של מערכות לטיהור מים על ידי צמחייה היא בפשטות המערכת ועלויות התחזוקה השוטפת ולא רק יעילות ואיכות הטיהור שהן מספקות.
נושא התחזוקה מקבל משנה חשיבות מאחר ואחת הדאגות העיקריות של מערכת הבריאות היא אי ביצוע תחזוקה שוטפת שתגרום לכשל בביצועי המערכת, נזק בלתי הפיך למערכת ולפגיעה בבריאות הציבור.
נתון נוסף שניתן לראות מהשוואה זו הוא סף מינימום השטח הדרוש לטכנולוגיות מסוימות. כמעט כל שימוש בטכנולוגיה הכוללת זרימת מים עילית (SF, FWSW) מחייב שטח נרחב והפרדה חלקית בין המערכת לציבור (על-מנת לשמור בפני פגיעה תברואתית). למרות זאת, זוהי טכנולוגיה בעלת ערך נופי גבוה, במיוחד במקומות בהם אין מקורות מים רבים, ולכן לרוב מאומצת לשימוש בפארקים עירוניים ברחבי העולם.

5.2 מערכות לטיהור מים כמרכיב נופי וסוגיית ההגנה על בריאות הציבור

מסקירת הפתרונות השונים ניתן לראות כי כל המערכות שנסקרו הפכו את המערכות לטיהור מים אטרקציה נופית הפתוחה לרווחת המבקרים. גם פרוייקטים שלא ייעדו את המערכת להוות מרכיב נופי כמו הביצה

המלאכותית בלייקטופ אריזונה, גילו בדיעבד את היתרונות הרבים של המערכת כמרכיב נופי, והיום זהו אחד מהשימושים העיקריים של המערכת. ההגנה על בריאות הציבור הינה קריטריון המהווה מחסום בפני שימוש נרחב בטכנולוגיה של טיהור מים באמצעות צמחייה ובפרט הפיכת המערכות למערכות נופיות חשופות לציבור. סקירת התקדימים פורשת טווח רחב של פתרונות תכנוניים וטכנולוגיים להגנה על בריאות הציבור כחלק מהמערכות השונות.

11. מערכת לטיהור מים שבוצעה על ידי איילה מים ואקולוגיה כחלק אינטגרלי מבניית שכונה חדשה

.11

הפרוייקט	כיצד בא לידי ביטוי המרכיב הנופי?	כיצד הגנו על בריאות הציבור?
Pinetop/Lakeside	הפיכת האזור לשמורת טבע ואזור תיירות מבוקש.	חלקים מהמערכת אינם נגישים לציבור, בעיקר החלקים הראשוניים. מעבר לכך, כל השמורה פתוחה לציבור.
בקעת קטורה	משולב במלואו כמרכיב נופי. משמש כאחד בילוי לתושבים וכאחד תיירות אזורי.	• טיהור בזרימה תת מצעית באזור שאינו פתוח לציבור. • טיהור נוסף לאחר שהמים נקיים יחסית באגם עצמו .סירקולציה קבועה של המים לשמירה על איכותם.
RESUSCITATING THE FEZ RIVER	הפיכת מערכות טיהור המים לתשתית ליצירת רצף שטחים פתוחים עירוניים.	• הפרדה פיזית באמצעים נופיים שונים. • SF במגע עם הציבור. • שילוב מערכות כמערך כולל.
פארק עירוני בחיפה	שילוב מלא כחלק מנוף הפארק ואף מקור מים לשימושים השונים.	באזורים בהם רצוי למנוע מגע עם המים קיימת הפרדה מפלסית בשילוב צמחייה המשולבת בתכנון הנופי של הגן. בהמשך המים חשופים למבקרים כחלק מהפארק.
Omega Center	שילוב כמרכז הסברה וחינוך, בחלקו מתפקד בפארק.	• בקרה קבועה על התהליך. • טיהור ראשוני לא חשוף לציבור. • הפרדה מפלסית בחלק הראשון על ידי מעקות בנויים. • הפרדה פיזית על ידי מצע מנותק מהמים בחלק השני. • הגנה אופציונלית סופית על ידי טיהור UV.
Sidwell Friends School	שילוב מלא כמרכיב נופי. המערכת משמשת כגינת בית הספר.	• זרימה תת מצעית ומניעת מגע עם התלמידים. • טיהור על ידי פילטרים נוספים לטיהור איכותי + ניטור UV. • הפרדה בין מי נגר למים מטוהרים

חוות ניסיוניות וגידול צמחי מים בציפורי	אינו מיועד לשמש כמרכיב נופי, אך מדגים את אפשרויות השימוש מאחר ומייצר נוף ייחודי בחווה.	המים המזוהמים אינם חשופים לאורך התהליך. המים נמצאים מתחת לצמחייה בשיטת ה-SSF. בבריכות מסוימות המים מכוסים כליל על ידי הצמחייה העבותה. הצמחייה צפה ולכן מכסה את פני המים גם כאשר המפלס עולה ויורד.
חוות "איילה צמחי מים" בציפורי: מערכת למיחזור מים אפורים על גג מבנה	יוצר גג ירוק לרווחת המשתמשים.	זרימה תת מצעית, הגנה על ידי שכבת החצץ.

מסקירת הפתרונות עולה כי ההגנה על בריאות הציבור נלקחת בחשבון ברמה התכנונית כמרכיב נופי משולב ללא מגע ישיר של הציבור. ברמה הטכנולוגית - שיטות הטיהור SSF, VF מכוסות החצץ, חוצצות מגע ומונעות מפגע ריח (אומגה סנטר: מצע צף עצמאי להגנה וודאית).

6. יישום טכנולוגיות לטיהור מים ע"י צמחים בישראל

המערכת הקיימת כיום בישראל מבוססת על האחדת מקורות המים לטיהור, הן האפורים והן השחורים והעברתם במערכת ניקוז למערכות טיפול בשפכים מרכזיות - מט"ש. מערכות אלו מטפלות במים בשורה של צעדים, ביניהם טיפול כימי והעשרת המים בחמצן להגברת הפירוק האורגני. המים מטוהרים לרמה שניונית, אך לטענת גופים שונים וביניהם ועדה ממשלתית שבחנה את הנושא (ועדת ענבר), אינם מגיעים לרמת טיהור נדרשת. רמת טיהור זו גורמת נזק לנחלים אליהם מוזרמים המים מהמט"שים ולים התיכון. אי התאמת המטש"ים לעומסי ביוב משתנים, גורמת לא אחת לנזילות ולגלישת ביוב גולמי הגורם נזק למי התהום, לנחלים ולשמורות טבע.

בישראל ישנן שיטות חלופיות לטיהור מים, ביניהן פרוייקטים רבים המשתמשים בצמחייה לטיהור מים. למרות זאת, המדיניות הממשלתית מתירה שימוש במתקנים לטיהור מים ובתנאי שאלו אפורים בלבד וגם זאת אך ורק במגזר הציבורי. לפי ההנחיות שפרסם משרד הבריאות, הפעלת מתקן לטיפול במים אפורים מותרת ברשות מקומית או בעסק טעון רישוי. כמו כן נאסרה התקנת מערכות להשבת מים אפורים בבתים ובשטחים פרטיים, בגני-ילדים, בבתי-ספר ובמפעלי מזון ותרופות.

בהנחיות הנוכחיות של משרד הבריאות לקיום מערכות מסוג זה מספר תנאים וביניהם:

1. יצורף מסמך הנדסי לבחינת השפעת התוכנית על מערכת הולכת הביוב
2. המים צריכים להגיע לרמת איכות "מעולה", כלומר ללא חיידקי קולי צואתי, בעכירות נמוכה וללא ריחות נלווים
3. במערכות המטפלות במים אפורים שמכילים גם מי כיורי מטבח, מדיחי כלים ומכונות כביסה, תוצג בחינה של השפעת הקולחים המטופלים על הסביבה
4. מתקן הטיפול ומערך ההשבה יהיו בידי גוף אחראי בעל ניסיון מוכח באחזקת מערכות דומות, שיפעל לפי תוכנית טיפול ובה אמצעים לשמירת תנאים תברואתיים ותוכנית לניטור פעולת המתקן
5. יובטחו גיבוי של מים שפירים ואפשרות להזרימם למערכת הביוב הכללי במקרה של תקלה או יצירת עודפים
6. בתוכנית להשבת מים אפורים להדחת אסלות ייכללו אמצעים למניעת חיבורים צולבים עם מערכת המים השפירים, כגון: צביעת הצינורות בצבעים שונים, הברגות הפוכות, שילוט ועוד

חוק יישום מים אפורים (ח"כ ניצן הורביץ, דב חנין, 2010) אשר עבר בכנסת מציע שימוש במי המקלחת, הכביסה והמטבח לצורך הדחת אסלות והשקיית גינות. במסגרת הדיונים בחוק, נידונו נושאים רבים ביניהם העלות הכלכלית של יישום מערכות לטיהור מים בשיטה הביולוגית על ידי צמחייה. מחקר שבוצע על ידי פארטו הנדסה עבור המשרד לאיכות הסביבה מצא כי יישום טיהור מים בשיטות ביולוגיות הינו בעל פוטנציאל חסכון כלכלי בנוסף לחסכון המשמעותי במים המתקבל ממנו. הנתונים מתייחסים הן ליישום בשכונות מגורים להשקייה בשטחים ציבוריים והן ליישום במבני ציבור להשקיית הגינון הצמוד. בשני המקרים הוצג חסכון קבוע בהוצאות על מים, תוך שקלול כלל המרכיבים: הוצאות הקמה, תפעול ותחזוקה שוטפת. המחקר קבע כי שימוש בשיטות טיהור אחרות שאינן מבוססות על מערכות ביולוגיות, אינו כלכלי ועלותו גבוהה באופן משמעותי מעלות מערכת ביולוגית מקבילה.

7. סיכום

המאמר מספק מושג ראשוני לגבי הפוטנציאל הגבוה הקיים ביישום מערכות אלו, תוך שימת דגש על היישום ברקמה עירונית וכמרכיב נופי. כפי שצוין במבוא, עבודה זו מוגבלת בהיקפה ואינה סוקרת מרבית מהנושאים שראוי שיכללו בבחינה מלאה של יישום שיטות ביולוגיות לטיהור מים. היכולות הגבוהות של מערכות מבוססות צמחייה והעובדה הבסיסית כי כלל הטכנולוגיות שנסקרו מתבססות על יכולת טבעית הקיימת בטבע מיליוני שנים, הופכות את המערכות הללו לעדיפות על פני כל שיטה אחרת. המאמר הציג את הצורך הממשי בטיהור מים הן בעולם והן בישראל ואת היתרונות הייחודיים של מערכות ביולוגיות כפתרון אפשרי.

12. מערכת טיהור המים במתקן אומגה, Rhinebeck, New York, Architect: BNIM

ההתמקדות ברקמה עירונית ובנגזרות הנופיות של מערכות אלו חשפה מחד את הקשיים הרבים ביישום מערכות אלו כגון: בעיה חברואתית, בעיית שטח, היקף טיהור וכו'. מנגד, על ידי פריסת מגוון תקדימים, הציגה את האפשרויות השונות להתגבר על קשיים אלו. המגוון הרחב של פרוייקטים ברחבי העולם ובישראל והתפתחות המחקר בנושא מראה את אפשרות התפתחות תחום זה בעתיד. למרות הקשיים הרבים בהם יתקלו יזמים המעוניינים לפתח פרוייקטים מסוג זה: התנגדות ממשלתית, תקינה חלקית, קשיים טכנולוגיים, עלויות הקמה ותחזוקה, וכו', אנו מאמינים כי התועלות המשמעותיות מיישום מערכות אלו גבוהות ועל כן נכון לקדמן.

המאמר חשף בפנינו את הערך הגבוה של פיתוח מערכות אלה ואת היכולת לתת מענה לקשיים הרבים הקיימים בפני יוזמי הקמת מערכות אלו. אנו מקווים כי גורמים ממשלתיים יכירו בחשיבות הנושא ויקלו על יזמים המעוניינים להקים פרוייקטים מסוג זה, הן על ידי חקיקה ותקינה מתאימה והן על ידי הגברת המודעות לתחום בקרב מקבלי ההחלטות בישראל.

13. Constructed wetland with vertical flow bed for treating domestic wastewater, Florianopols, Brazil.

מקורות

אשד, א., (2001). התחממות כדור הארץ והשפעותיה על מדינת ישראל. *האייל הקודא - סביבה*. מקור 23 בפברואר, 2014, מתוך: http://www.haayal.co.il/story?id=784&NewOnly=2&LastView=2010-03-11%2015:06:18

אתר משרד הבריאות. מדינת ישראל. מקור 23 בפברואר 2014, מתוך: http://www.health.gov.il/Pages/HomePage.aspx.

בר-און, ר., (2007). *הוראות למתקני חבדואה (הל"ת) - עדכונים*. משרד הפנים. מקור 23 בפברואר, 2014. מתוך: http://www.moin.gov.il/SubjectDocuments/Mta14.pdf.

גולדברגר, ש., (2008). *תנאים חבדואיים להשבת מים אפורים לגינון ולהדחת אסלות*. משרד הבריאות. מקור 23 בפברואר, 2014. מתוך: http://www.health.gov.il/hozer/bsv_graywater.pdf.

גורן, א., (2008). *מתקני טיהור לחשטיפי כבישים: סקר, מאמר והמלצות למתקנים*. מוגש לחברת אסיף אסטרטגיות בע"מ עבור מע"צ.

הלפרין, ר. ועלוני, י., (2003). *כללים לשימוש חוזר בקולחים בעיד, בנופש ובתעשייה*. משרד הבריאות, מדנית ישראל.

המשרד לאיכות הסביבה: אשכול תשתיות, האגף למים ונחלים. מקור 23 בפברואר, 2014. מתוך: http://www.sviva.gov.il

המשרד לאיכות הסביבה. ועדת ענבר. מקור 23 בפברואר, 2014, מתוך: http://www.sviva.gov.il/Enviroment/bin/en.jsp

ויינברג, ד., (2009). *הסדדת שימושים במים אפורים בחקיקה בחשע ממדינות ארה"ב: מסמך מדכז המאמר והמידע של הכנסת*. משרד הבריאות, שירותי בריאות הציבור, המחלקה לבריאות הסביבה.

פארטו הנדסה בע"מ, (2007). *ניחוח עלות-תועלת של פרויקטים להשבת מים אפודים בישדאל*. ועדת המשנה לפיתוח בר קיימא בנושא מים אפורים וחיסכון במים, אגף מים ונחלים. מקור 23 בפברואר, 2014. מתוך: http://www.sviva.gov.il/InfoServices/ReservoirInfo/DocLib2/Publications/P0401-P0500/p0495.pdf.

רונן, י., (2009). *אפשדות השימוש במים דלוחים במגזד הפדטי*. הכנסת: מרכז המאמר והמידע. מקור 23 בפברואר, 2014. מתוך: http://www.knesset.gov.il/mmm/data/pdf/m02291.pdf.

Dias, S. M., (2003). Case Studies of Industrial Wastewater Treatment. *Constructed Wetlands*. Instituto Superior Tecnico.

Hammer, D. A., (2000). *Constructed Wetlands for Wastewater Treatment: Municipal, Industrial and Agricultural*.CRC Press, p.18-23, p.75-79, p.150-160.

JOHN TODD ECOLOGICAL DESIGN, INC. *Case studies Urban Municipal*. Retrived, Feburary 23, 2014. From: http://www.uvm.edu/rsenr/nr288/resources/documents/casestudybrochure.pdf.

Mitsch, W. J. and Gosselink, J.G., (2000). *Wetlands: Second Edition.* Wiley, p.23-24.

Nilsson, M., (2007).*The Public Park: a future recreational site for both man and nature*. Project ENAC.

Okurut, T.O., Rijs, G. B. J.; Bruggen, J. J. A., (1999). Design and Performance of Experimental Constructed Wetlands in Uganda, Planted with Cyperus Papyrus and Phragmites Mauritianus. *Water Science and Technology*. vol.40, no. 3(7), p. 265-271.

Ronald, W. C., Middlebrooks E. J. and Sherwood C. R., (2006). *Natural Wastewater Treatment*.CRC Press, p.37-41, p.187-188, p.192-195.

Stott, R., May, E., Matsushita, E., Warren, A., (2001). Protozoan predation as a mechanism for the removal of cryptosporidium oocysts from wastewaters in constructed wetlands. *Water Sci Technol*. no.44(11-12), p.191-198. Department Civil Engineering, University of Portsmouth, UK.

Tencer, Y., Idan, G., Strom, M., Nusinow, U., Banet, D., Cohen, E., Schröder, P., Shelef, O., Rachmilevitch, S., Soares, I., Gross, A. and Golan-Goldhirsh, A., (2009). *Establishment of a constructed wetland in extreme dryland*. Environ Sci Pollut Res, no.16, p.862-875.

Vymazal, J., (2005). Removal of Enteric Bacteria in Constructed Treatment, Wetlands with Emergent, Macrophytes: A Review. *Journal of Environmental Science and Health*. no.40(6-7), p.1355-1367.

תמונות

1. המערכת (טיהור מים על בסיס צמחייה) בצורתה הסופית לאחר שנתיים, תמונה: Lloyd roz, 09.07.07, http://he.wikipedia.org/wiki/file :Mature_Constructed_Wetland.jpg

2. סכמה כללית של שלושת השיטות הנפוצות לטיפול במים על ידי צמחיה: FS, SSF, VF, different types of constructed wetlands, תמונה: Selbstgemacht, 15.06.10, http://en.wikipedia.org/wiki/File:Verschiedene_Typen_von_Pflanzenkl%C3%A4ranlagen.jpg

3. עקרון הפעולה של מערכת ECO MACHINE, Worrell Water Technologies, LLC, Photo: Living Machine System, http://www.livingmachines.com/About-Living-Machine.aspx

4. מערכת ביתית לטיהור מים על ידי צמחייה במושב ציפורי שהוקנה על ידי חברת איילה מים ואקולוגיה, photo: kkarc

5. מערכת לטיהור מים על ידי צמחייה כחלק מפיתוח שטח ציבורי, מתוך פרויקט שבוצע על ידי איילה מים ואקולוגיה, photo: kkarc

6. מערך הטיפול בעורות, Fez, Morocco Photo: Daniel Duce, 22.05.2010, https://www.flickr.com/photos/daniel_duce/6002251862

7. המבנה הראשי במערכת הטיפול במים באומגה סנטר, Rhinebeck, New York ,Architect: BNIM Photo: Mat McDermott, 07.08.13, http://www.flickr.com/photos/matmcdermott/9460245187/

8. מערכת טיהור המים במגדל אמפא, תמונה: אלי כהן, חברת איילה מים ואוקלוגיה.

9. מערכת הדגמה לטיפול במים בקנה ידה ביתי שהוקמה על ידי איילה מים ואקולוגיה, Photo: kkarc

10. אגן ירוק על גג בית בציפורי, הוקם על ידי איילה מים ואקולוגיה. Photo: kkarc

11. מערכת לטיהור מים שבוצעה על ידי אילה מים ואקולוגיה כחלק אינטגרלי מבניית שכונה חדשה, תמונה: אלי כהן, חברת איילה מים ואוקלוגיה. Photo: kkarc

12. מערכת טיהור המים במתקן אומגה, Rhinebeck, New York, ,Architect: BNIM Photo: Andy Milford, 16.07.2009, http://www.flickr.com/photos/48294017@N00/3753631536

13. Constructed wetland with vertical flow bed for treating domestic wastewater, Florianopols, Brazil, Photo: Heike Hoffman, Brazil. http://www.flickr.com/photos/gtzecosan/5546352573/in/photostream

בחינת הצורך ושיטות היישום של חקלאות עירונית

ליה אליעזר

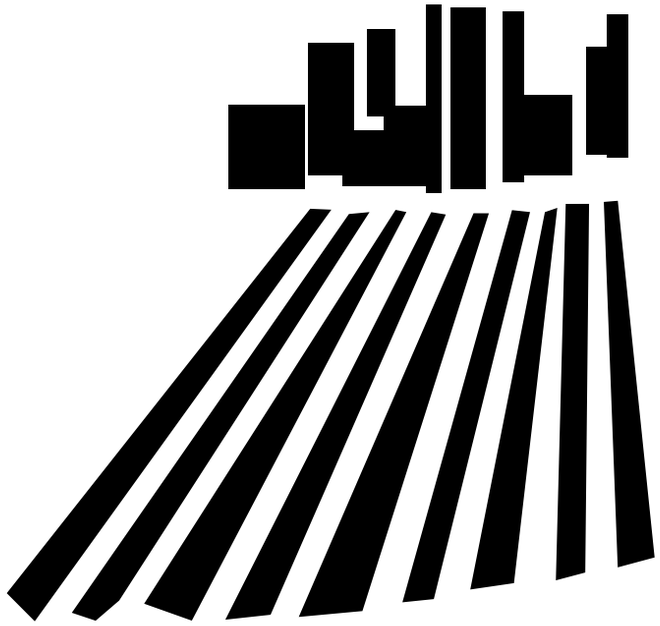
המחקר הנו מחקר השוואתי, העוסק בבחינת הצורך ושיטות היישום של חקלאות עירונית.
הכלים המחקריים עליהם מתבסס המחקר:
• חקר ספרות העוסק בצורך בחקלאות עירונית ובמודלים קיימים ליישומה
• השוואה בין מודלי יישום שונים, לאור סוגיות נבחרות

לצורך השוואה בין המודלים זוהו ונבחרו פרמטרים פיזיים וארגוניים בסיסיים, המאפיינים את המודלים השונים ונבחנו ההשלכות האיכותיות של פרמטרים אלו.
ההשוואה בין המודלים השונים, נעשתה לאור הבנת הצורך בחקלאות עירונית וכללה מספר שלבים:
1. השוואה בין אופן התמודדות המודלים עם בעיות ומגבלות של שיטות חקלאיות רגילות, במטרה
להבין האם הם מהווים חלופה פוטנציאלית לחקלאות קונבנציונלית.
2. השוואה בין הערכים המוספים שהמודלים מציעים, המבטאים את ההשפעה הפיזית והנתפשת
של חקלאות עירונית על חיי התושבים, מעבר לייצור מזון.
3. השוואה בין מגבלות המודלים והתנאים ההכרחיים ליישומם.
בחינת מכלול גורמים אלו מאפשרת הבנת הפוטנציאל הגלום בכל אחד מהמודלים ומידת התאמתו להשתלבות בסביבה העירונית.

הרעיון המרכזי העומד בבסיס המודלים המיישמים שיטות שונות של חקלאות עירונית הנו קשר ישיר בין תהליך יצור המזון לבין צריכתו על ידי תושבי העיר. רעיון זה נובע מתוך ההבנה, כי המרחק הפיזי, החברתי והתפישתי, הרווח כיום ברוב מדינות העולם ובמיוחד במדינות המפותחות, בין השטחים החקלאיים והחקלאים מצד אחד, לבין הערים וצרכני המזון מצד שני, מייצר השלכות בעייתיות משמעותיות בתחומי החברה, הכלכלה והסביבה. ההפרדה בין ייצור המזון לצריכתו משפיעה על אורח החיים העירוני, על הרגלי הצריכה של התושבים, על איכות וטריות המזון, על השטחים הפתוחים ועל המערכת האקולוגית העולמית.

מודלים שונים של חקלאות עירונית נבדלים זה מזה בפרמטרים שונים, המשפיעים על אופן תפקודם במרחב העירוני: מיקום, קנה מידת התערבותם במרקם הפיזי, החברתי והכלכלי העירוני, השיטות החקלאיות המיושמות בהם, מידת מעורבותם בחיי התושבים, המשאבים הפיזיים והכלכליים שהם דורשים, האופן ומידת השינוי שהם מציעים באורח החיים, בתפישת העיר ובתפקודה. בחינת ההשלכות החברתיות, הכלכליות והסביבתיות של משתנים פיזיים וארגוניים המבדילים בין המודלים, מאפשרת הבנת איכותם וחשיבותם בעיר.

מחקר זה מהווה חלק קטן מחקירה רחבה הנדרשת על מנת שניתן יהיה להבין את השלכות יישום החקלאות העירונית. נדרשת הבנה מעמיקה של סביבות עירוניות שונות, הנבדלות זו מזו בפרמטרים רבים. פיתוח חקלאות בעיר מושפע באופן ניכר מכלול נושאים כצפיפות, מנהל וחקיקה, חברה, תרבות וכלכלה מקומית.



הנחת היסוד במחקר זה היא כי צפוי גידול אוכלוסיה עולמי משמעותי בעשורים הקרובים, וקיים צורך ממשי להיערך לקראתו. גידול האוכלוסייה, הצורך לספק מזון עבור אוכלוסיה זו והעלייה ברמת החיים גורמים למכלול השלכות סביבתיות כלכליות וחברתיות. המחסור העולמי בשטחים חקלאיים הדרושים לייצור המזון, יוצר בעיה מרכזית משמעותית ביכולת להתמודד עם אתגר הגדלת ייצור המזון. בעיה נוספת הן השיטות החקלאיות הרווחות כיום המחריפות את ההשלכות הסביבתיות, הצפויות להחמיר כתוצאה מהגברת ייצור המזון. הצורך בפיתוח חקלאות עירונית מבוסס על השלכות ומגבלות אלה.

אבני היסוד החשובות עליהן מתבססת חקלאות עירונית: חקלאות אורגנית, צריכה עונתית וייצור ושיווק מקומיים. מחקרים שנעשו בבריטניה מצביעים על כך שאם המזון במדינה היה מיוצר בשיטות אורגניות ונצרך באופן מקומי ועונתי בלבד, פליטת גזי החממה הנוצרת כתוצאה מצריכת האנרגיה לייצור ולשינוע התוצרת היתה פוחתת בכ- 40 מיליון טונות של CO_2. משמעות הדבר היא הפחתה של 22% מהפליטה של בריטניה. לצורך קבלת קנה מידה, בועידת קיוטו התחייבה בריטניה להפחית את פליטת גזי החממה בחצי מהכמות הנ"ל (Stanley, 2002).

מתוך בחינת מודלים שונים ליישום חקלאות עירונית עולות השאלות הבאות:
מהם התנאים הדרושים ליישום המודלים שונים?
מהם היתרונות, החסרונות, המגבלות והפוטנציאל הגלומים בכל אחד מהמודלים?
מהם הערכים המוספים של כל אחד מהמודלים?
כיצד משפיעה חקלאות עירונית על תפישת העיר?
מהו קנה המידה הנכון לפיתוח חקלאות עירונית?
מהו פוטנציאל השתלבותם ותרומתם של מודלים שונים של חקלאות באזורים עירוניים שונים?
מטרת עבודה זו לבחון סוגיות אלה.

מבנה העבודה

1. בחינת הבעיה והצורך בחקלאות עירונית:
   סקירת נתונים על תחזית גידול האוכלוסיה העולמית.
   סקירת מצב החקלאות בעולם, מגבלותיה והשלכותיה הסביבתיות.
2. בחינת אפשרויות ליישום חקלאות עירונית:
   סקירת מקרי בוחן של החקלאות העירונית, הרקע והתפתחותה במקומות שונים בעולם.
   הצגת מודלים שונים ליישום חקלאות עירונית.
3. השוואה בין המודלים השונים על פי פרמטרים נבחרים ולאור סוגיות נבחרות.

נושא העבודה ומטרותיה

מטרת המחקר היא בחינת הצורך בשימוש בחקלאות עירונית וחקירה השוואתית של מגוון השיטות הקיימות ליישומה, מתוך הבנת היתרונות, המגבלות והפוטנציאלים הגלומים בה.
מתוך ההשוואה בין המודלים השונים ניתן ללמוד על מידת התאמתה של כל אחת מהשיטות לסביבות ולתנאים שונים (פיזיים וחברתיים).

הבעיה הנדונה והרקע למחקר

הרקע למחקר מבוסס על ההנחה כי המגמה הנוכחית של גידול הריבוי הטבעי צפויה להמשך בעשורים הקרובים. התחזית היום מצביעה על כך שעד שנת 2050 כלל אוכלוסיית העולם צפויה לגדול בכ-3 מיליארד בני אדם וכ-80% ממנה צפוייה להתגורר באזורים עירוניים. על מנת לעמוד בהיקף גידול זה, תדרש תוספת של כ- 20% שטחים חקלאיים (סדר גודל של מדינת ברזיל) ליצירת מזון בטכנולוגיות הקיימות. מרבית הערים צומחות על חשבון שטחים פתוחים וכתוצאה מהמשך מגמה זו, צפויה ירידה בכמות התוצרת החקלאית.
כיום, כ-60% מאוכלוסיית העולם חיה באזורים אורבניים, כ-75% מהזיהום וכ-70% מצריכת האנרגיה העולמיים מרוכזים בערים (1999, Miguel). עובדות אלה, ממחישות את הלחץ הגובר והולך על המשאבים הטבעיים העולמיים, ההולכים ומתמעטים.
נקודת המוצא למחקר מבוססת על ההנחה כי אופן תפקוד האזורים האורבניים ויחסי הגומלין בין הערים לשטחים הפתוחים הסובבים אותן הינו גורם מרכזי במשבר האקולוגי שהעולם נמצא בפתחו. נדרש שינוי גישה משמעותי במטרה לבלום את מגמת ההתדרדרות האקולוגית העולמית. הערים נועדו לספק את צרכי התושבים אך יחד עם זאת חייבות להיות מסוגלות לווסת את השפעתן על הסביבה הטבעית הרחבה.

חקלאות תעשייתית

התפתחות החקלאות לפני כ-10,000 שנים והפיכת המין האנושי מציידים ומלקטים למין מתוחכם בעל ישובי קבע המייצר לעצמו מזון היוו שלב מרכזי בהתפתחות הציוויליזציה האנושית. כיום, כ-38% משטחי היבשה בעולם משמשים לחקלאות ומספקים מזון לרוב אוכלוסיית העולם (כ-6.3 מיליארד בני אדם).[1] פיתוח החקלאות דרש עיבוד שטחים טבעיים, תוך שינוי מהותי של האקוסיסטמות הטבעיות (נפגעו יערות, שטחים פתוחים, ביצות, מפרצים וריפי אלמוגים) והכחדה מוחלטת של חלקן.
מלבד האפשרות לספק מזון, הובילה התפתחות החקלאות גם להתפתחות מחלות כגון: שפעת, כלבת, קדחת צהובה, קדחת דנגה, מלריה ועוד, בעיקר באזורי חקלאות טרופיים וסובטרופיים. המחלות התפתחו כתוצאה מהפרת המגוון והאיזון הטבעי של מינים באזורים נרחבים. בחקלאות המודרנית משתמשים בכמות גדולה של מוצרים כימיים ורמות גבוהות של רעלים (קוטלי מזיקים ופטריות). טיפול לא מושכל בפסולת ובעודפי תוצרת המכילים רעלים ולעיתים גם מתכות גורם לעיתים קרובות לזיהום מי שתיה. תעשיית החקלאות אחראית לכ-14% מסך כל פליטת גזי החממה (פליטת מזהמים בזמן העיבוד, ההובלה ופליטת גז מתאן כתוצאה מפסולת אורגנית).

בחינת הצורך בחקלאות עירונית

הצורך בפיתוח שיטות חקלאיות אלטרנטיביות לחקלאות קונבנציונלית בשטחים פתוחים, נובע משלוש סיבות מרכזיות:
1. מחסור עתידי בשטחים פתוחים המתאימים לגידולים חקלאיים.
2. השלכות סביבתיות ואקולוגיות של חקלאות קונבנציונלית.
3. מגבלות אשר החקלאות הקונבנציונלית צריכה להתמודד עימם, הנובעים ממיקומה בשטח פתוח ומהשיטות הטכנולוגיות המיושמות בה.

1. מחסור בשטחים פתוחים

כ-80% מהשטחים המתאימים לחקלאות מנוצלים היום ברחבי העולם וכ-15% מהקרקעות הנ"ל מזוהמות כתוצאה מראיה קצרת טווח ומניהול

[1] FAO- Food and Agriculture Organization, World Health Organization. 2004 statistics on crop production
[2] FAO- Food and Agriculture Organization, United Nations and NASA

כושל.[2] עתודות הקרקע לצורך שטחים חקלאיים בסדר גודל הדרוש לצורך ייצור מזון בטכנולוגיות הקיימות עבור גידול האוכלוסיה הצפוי אינן קיימות.[3]

2. השלכות סביבתיות ואקולוגיות של חקלאות קונבנציונאלית

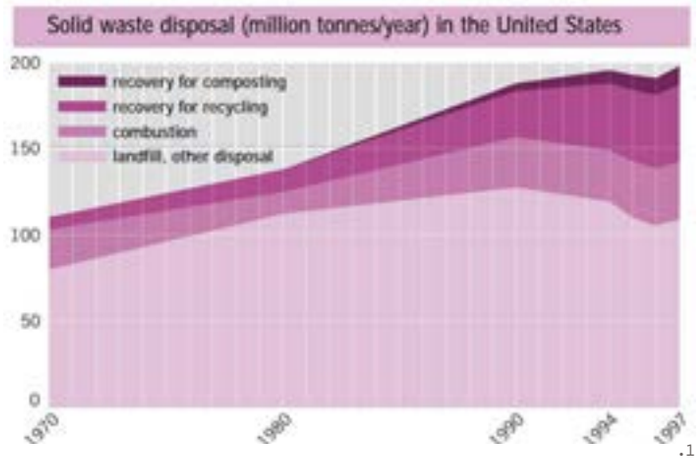
כאשר בוחנים את הנזק הסביבתי הנגרם כתוצאה מהחקלאות התעשייתית הקונבנציונלית, חשוב לקחת בחשבון את מכלול מחזור החיים של תהליך הייצור או המוצר עצמו.

א. פליטת גזי חממה

שריפת דלקים פוסיליים משחררת לאטמוספירה גזי חממה, הגורמים להתחממות הגלובלית. התחממות האטמוספירה של כדור הארץ מייצרת תופעות לוואי כגון: שינויים בדפוסי מזג האויר, המסת קרחונים וכתוצאה מכך עלייה של מפלס פני הים. גזי החממה העיקריים הם: פחמן דו חמצני - CO_2, מתאן - CH_4, ונתרן דו חמצני - N_2O. כל אחד מגזי החממה הנ"ל הנו בעל מידת השפעה שונה על האטמוספירה. בהשוואה, טון אחד של מתאן שווה ערך מבחינת הנזק לאטמוספירה לכ-21 טון של CO_2, מכאן שלגז המתאן יש פוטנציאל חימום ונזק לכדור הארץ פי 21 מאשר ל-CO_2. המקור המרכזי לפליטות מתאן בעולם הוא שטחי הטמנת פסולת עירונית מוצקה (אשפה), פסולת בניין ותעשיה בקרקע. פליטת מתאן הוא תוצר הלוואי של חמצון ורקבון פסולת אורגנית והווצרותו מלווה בריחות לא נעימים, אשר על מנת להפחיתם לעיתים קרובות שורפים אותו. המתאן יכול להיווצר מהפסולת בתקופה של עד 4-5 שנים מההטמנה.

בארה"ב לדוגמא, מייצרים כ-37% מפליטות המתאן, אשר מהוות כ-4% מכלל פליטות גזי החממה. סך גזי החממה שפלטה ארה"ב בשנת 1999 מוערכת בכ-1800 מיליון טון, כ-10% מהם מתאן (Scott, 2000).

היערות, הנם מצרכני ה-CO_2 הגדולים על פני כדור הארץ ומכאן חשיבותם



1. מיפוי דרגות השפעה של חקלאות על שטחים פתוחים בארצות הברית

הרבה בשמירה על איזון כמות גזי החממה הנפלטים לאטמוספירה.

ב. זיהום מים וקרקע

כיום, יותר מ-70% ממי השתיה על פני כדור הארץ משמשים לחקלאות

3. Despommier, D., (2008). *Vertical Farm Essay I*. Vertical Farm, From: http://www.verticalfarm.com/essay2

ועוברים אל מי התהום והים כשהם מכילים רעלים שונים. פסולת חקלאית מזהמת שטחים נרחבים ומי תהום בדשנים וחומרי הדברה. החשיפה לפסולת בלתי מטופלת גורם לסיכונים בריאותיים. במדינות המפותחות, בהן הפסולת מטופלת בדרך כלל, מרבית הפסולת המוצקה נדחסת ומועברת לשטחים פתוחים או נשרפת לצורך ייצור אנרגיה. פסולת נוזלית מטופלת ומשוחררת לים. במדינות מתפתחות הפסולת לא מטופלת כלל ברוב המקרים והאוכלוסיה המקומית נחשפת לזיהומים.

ג. פגיעה באקוסיסטמות טבעיות

לחקלאות התעשייתית המודרנית בשטחים פריפריאליים ישנה השפעה הרסנית על מיני בעלי חיים ובתי גידול כתוצאה מזיהום הנגרם מעיבוד הקרקע ושימוש בדשנים וקוטלי מזיקים.

3. מגבלות החקלאות הקונבנציונלית

א. תלות בתנאי מזג אויר

חקלאות מסורתית סובלת במקרים רבים מתנאים גיאולוגיים ומטאורולוגיים לא אופטימליים ואף קיצוניים, כגון: טמפרטורות וכמויות משקעים לא מתאימות, רעידות אדמה, מונסונים, סופות, הצפות, שריפות ועוד. הצפות בארה"ב בשנים 1993, 2007 ו-2008, גרמו לה אבדן יבולים בסדר גודל של מיליארדי דולרים. מחקרים מצביעים על כך כי שינוים בכמויות משקעים וטמפרטורות הצפויים בהודו, עלולים להפחית את התוצרת החקלאית במדינה בכ-30% עד סוף המאה הנוכחית (Michael, 2009).

ב. חשיפת מזון לרעלים ומזיקים

במרבית המדינות המפותחות קיימת שליטה כמעט מוחלטת של חברות מסחריות גדולות בודדות על אספקת המזון לאוכלוסיה. רשתות המזון הגדולות מושתתות על ייצור שותף של תוצרת בקנה מידה גדול שכדי להצליח לעמוד בו, יש צורך בשימוש מוגבר בכימיקלים.

ג. התפתחות מחלות

כתוצאה מעיבוד אינטנסיבי של הקרקע וגידול הומוגני של תוצרת, נפגעת המערכת האקולוגית הטבעית של השטחים החקלאיים ובכך היא תורמת להתפתחות מוגברת של מחלות ומזיקים.

ד. רעב

אזורים שונים בכדור הארץ סובלים ממחסור בתנאים הולמים לחקלאות או מפגעי טבע שונים (בצורת, הצפות וכו'). שינויי מזג האויר כתוצאה מהתחממות כדור הארץ אף מחריפים תופעות אלו. בין המדינות והאזורים הסובלים ממחסור חמור במזון[4] (2005): ניגר, צפון קוריאה, אפגניסטן, מלאווי, אפריקה הדרומית, גואטמלה, סודן, אתיופיה, קניה.

שאלות המחקר המרכזיות

בחינת מגבלות החקלאות הקונבנציונלית הממוקמת בדרך כלל באזורים פריפריאליים מעמידה את החקלאות העירונית כחלופה תוך בדיקת יתרונותיה וחסרונותיה ודרכים ליישומה. השאלות שהמחקר בוחן הן:

א. באיזה אופן מציעים מודלים שונים של חקלאות עירונית אלטרנטיבה למחסור בשטחים פתוחים, להשלכות הסביבתיות של חקלאות קונבנציונלית (פליטת מזהמים, זיהום מים וקרקע, פגיעה באקוסיסטמות טבעיות) ולמגבלות החקלאות הקונבנציונלית (תלות במזג אויר, חשיפה לרעלים, התפתחות מחלות ורעב)?

ב. מהו קנה המידה של ההשפעה הגלומה במודלים שונים, מבחינת אספקת תוצרת חקלאית ומבחינת הערכים המוספים, מעבר לייצור מזון,

4. An online publication of the World Hunger Education Service (WHES), from: www.worldhunger.org

העומדים בבסיס כל אחד מהמודלים: הערך הסביבתי, הערך החברתי-כלכלי וההשפעה הפיזית על העיר?
ג. מה מידת הרלוונטיות של מודלים שונים לסביבות שונות? מהם התנאים הדרושים (הטכנולוגיים, הפיזיים, החברתיים) ליישום המודלים? מהן המגבלות, העלויות והתועלות, הכדאיות והכלכליות של מודלים שונים?

עיקרי המחקר

המחקר הנו מחקר השוואתי בין מודלים שונים ליישום חקלאות עירונית.
1. **בחינת הצורך בחקלאות במרחב העירוני -** הצגת הסוגיות איתן באה חקלאות עירונית להתמודד.
2. **חקלאות עירונית - תמונת מצב -** הצגת הרקע ומגמות ההתפתחות של חקלאות עירונית במקומות שונים בעולם.
3. **הצגת מודלים שונים ליישום חקלאות עירונית -** הצגת ההתפתחות, המטרות, היתרונות והחסרונות של מודלים שונים.
4. **פרמטרים נבחרים להשוואה בין מודלים שונים -** הגדרת המשתנים הפיזיים העומדים בבסיס כל מודל.
5. **בחינת השפעת הפרמטרים המשתנים על מודלים שונים -** המשמעויות הפיזיות, החברתיות והכלכליות הנובעות מהמשתנים הפיזיים שהוגדרו.
6. **השוואה בין מודלים -**
   - הצגת אופני ההתמודדות של מודלים שונים עם מגבלות החקלאות הקונבנציונלית.
   - הצגה השוואתית של הערכים המוספים אשר המודלים מציעים.
   - הצגה השוואתית של מגבלות המודלים.
7. **דיון -** בחינת מכלול המשתנים והשלכותיהם על יישום המודלים השונים והשתלבותם בסביבה עירונית.

הגדרת החקלאות העירונית

ניתן למצוא בספרות מספר הגדרות לחקלאות עירונית (אלון-מוזס, אמדור, 2005):
"פעילות של גידול מזונות בתוך העיר" (DeKay, 1997).
"אזורים קטנים בתוך העיר, כגון מגרשים פנויים, גנים, שטחי שוליים, מרפסות ומיכלים, המשמשים לגידול תבואות, או משקי בעלי חיים קטנים ופרות חולבות, לצריכה עצמית או מכירה בשווקים שכונתיים" (FAO, 2004).
"סקטור יצרני הממוקם בתוך או בשוליים של עיר או אזור מטרופוליטני, המגדל, מעבד ומשווק מגוון מוצרי מזון ומשתמש בעיקר במשאבים, מוצרים ושירותים הנמצאים בתוך איזור עירוני, ובתמורה מספק מוצרים בעיקר לאותו איזור עירוני" (Mougeot, 2000).

ההגדרות לחקלאות עירונית כוללות בדרך כלל התייחסות לאלמנטים הבאים (Mougeot, 2000):
מיקום - חקלאות הממוקמת בתוך העיר או בשוליה, במקומות בהם שימושי קרקע לא חקלאיים מהווים חלופה ממשית. חקלאות עירונית מתחרה על משאבים שיכולים לשמש למטרות אחרות, הנדרשות על ידי הציבור העירוני (FAO, 1999). עקב כך, החקלאות העירונית נמצאת בסכנה תמידית של החלפתה בשימוש קרקע עירוני אחר שהוא רווחי יותר.
גודל המשק ושיטת העיבוד - מאופיין בדרך כלל במשקים קטנים, משפחתיים, העוסקים בחקלאות אינטנסיבית, באמצעים ידניים. יעדי התוצרת - התוצרת מיועדת על פי רב לצריכה עצמית או לשיווק מקומי.

קשר בין ייצור, עיבוד ושיווק - העיבוד והשיווק מתבצעים בדרך כלל על ידי אותו גורם.
סוג התוצרת החקלאית - ייצור מוצרים מתכלים, שיש יתרון בקרבת הייצור לצרכנים, מוצרים בעלי תפוקה גבוהה לשטח, או מוצרים בעלי ערך כלכלי גבוה יחסית. המוצרים המרכזיים: ירקות, פירות ותפוקת בעלי חיים.
אינטגרציה עם הסביבה האקולוגית והכלכלית העירונית - שימוש במשאבים המופקים בתוך העיר. בתמורה, אספקת תוצרת בעיקר לאותו שטח. החקלאות העירונית חשופה לפגיעת מזהמים עירוניים, אך בעלת פוטנציאל לשימוש חוזר במי שפכים עירוניים מטוהרים. לחקלאות זו יתרון קרבה לשווקים שמשמעותו טריות התוצרים וחסכון בהובלתם. אחת הבעיות העיקריות בתחום הכלכלי היא החשיפה לתחרות מול שימושי הקרקע האחרים.

מיקום החקלאות בעיר

מתוך בחינת מודלים שונים ליישום שטחים חקלאיים בסביבה עירונית ניתן להבחין במספר אתרים אפשריים למיקומם:
א. 'Brownfields' - אתרים בהם התקיימה בעבר פעילות תעשייתית. במקרים רבים הקרקע מזוהמת כתוצאה מפסולת וכימיקלים. בדרך כלל נמצאים בעדיפות ראשונה לפיתוח ומנוצלים כשטחי בניה. 'שטחים חומים' מתאימים לייצור חקלאות עירונית תוך הכשרת הקרקע הקיימת ואספקת קרקע מתאימה לגידולים.
ב. 'Greenfields' - שטחים פתוחים כגון: חוות, יערות, פארקים ושטחים טבעיים אשר נותרו במרחב העירוני.
ג. שטחים ציבוריים בשכונות מגורים וחצרות מבני ציבור - (מוסדות חינוך וקהילה, בתי חולים, מוסדות ממשלתיים ומנהליים שונים).
ד. חצרות פרטיות.
ה. בתוך מבנים - (מרפסות, גגות, חזיתות ומבנים ייעודיים).

מגמות החקלאות העירונית בעולם

בשנים האחרונות, קיימת התעניינות גוברת של חוקרים, פוליטיקאים ומתכנני ערים בחקלאות עירונית.
לחקלאות העירונית ביטויים שונים במדינות שונות בעולם. הפרק יציג את ההסטוריה ואת מצב החקלאות העירונית היום באירופה, בארה"ב ובארצות המתפתחות. הפרק מבוסס על מחקרן של ד"ר טל אלון מוזס ואדר' נוף לירון אמדור מהפקולטה לארכיטקטורה ובינוי ערים בטכניון.

חקלאות עירונית באירופה

החקלאות העירונית באירופה נשענת על מסורת ארוכת שנים. עד המאה ה-19 היו בבריטניה "גינות מטבח" (Kitchen Gardens) וחלקות עיבוד משותפות (Commons) חלק מהמרחב העירוני. במאה ה-19 התפתחה מסורת ה-Allotments, כתוצאה מהמהפכה התעשייתית ומהבינוי האינטנסיבי של הערים, הצטמצמו השטחים החקלאיים וצמחו יוזמות להחכרת אדמות כגינות חקלאיות עבור מעמד הפועלים (Warner, 1987). החלקות מוקמו בשולי העיר וגודלן נקבע כך שבני המשפחה יוכלו לעסוק בעיבוד הקרקע כתעסוקה חלקית, בצד עבודה תעשייתית. החלקות שימשו לתזונת המשפחה. בבריטניה נוצרה מדיניות לאומית ממוסדת של אספקת קרקע מוניציפלית לגנים קהילתיים. בגרמניה (Schreber gerten), בצרפת ובמדינות נוספות במערב ומזרח אירופה התפתחו במקביל גינות ירק וחקלאות עירונית.

החקלאות העירונית באירופה התפתחה בעיקר בעיתות משבר. במהלך מלחמת העולם הראשונה והשניה היתה לחקלות העירוניות תרומה להזנת האוכלוסיה. כיום, היקף החקלאות העירונית במדינות מערב אירופה ניכר: בבריטניה קיימות כחצי מיליון חלקות, מהן 30,000 בתוך לונדון (Garnett, 1996). בברלין כ-80,000 חלקות בשטח כולל של כ-32,000 דונם (Hynes, 1996; Kim, 1997). בסנט פטרסבורג קיימות כ-560,000 חלקות חקלאיות ומרבית התושבים מעורבים באופן כלשהו בחקלאות. במוסקבה, כ-65% מהמשפחות עסקו בחקלאות עירונית בשנת 1990 (City Farmer, 1997).
בניגוד לחקלאות הכפרית, המסובסדת על ידי הממשלות והאיחוד האירופי, חקלאות עירונית באירופה בדרך כלל אינה זוכה לסיוע ממשלתי. בעשורים האחרונים, השתנה הדגש על תפקידה של החקלאות העירונית במערב: מעיסוק שעיקרו אספקת מזון לעיסוק המהווה חלק מתרבות פנאי ונופש.

חקלאות עירונית בארה"ב

בארצות הברית התפתחו הגינות הקהילתיות בעיקר בעקבות משברים כלכליים: המיתון הכלכלי בסוף המאה ה-19 ומלחמות העולם הראשונה והשנייה. בתקופת מלחמת העולם השנייה כ-20 מליון גנים עירוניים הפיקו כ-44% מתוצרת הירקות בארה"ב (Warner, 1987). כיום, כ-3,200 דונם של קרקע עירונית בערים הגדולות נמצאת בעיבוד חקלאי (Hynes, 1996) וכ-0.4% ממשקי הבית פעילים בגינות קהילתיות. בארה"ב כ-5 מליון חלקות עירוניות (Crouch, 1992).
הריכוז הגבוה ביותר של גינות נמצא בניו יורק, בה התפתחו גינות ירק רבות בשנות השמונים, בעיקר בשכונות שנחשבו לבעייתיות. בברונקס לדוגמא, האוכלוסייה המקומית, בשיתוף פעולה עם הגנים הבוטניים של ניו יורק, הפכה שטחים מוזנחים רבים לגינות, שחשיבותן החינוכית והערכית גדולה (Nugent, 1999).
בעשורים האחרונים, בארה"ב חל תהליך התרוקנות מרכזי הערים בעקבות משבר כלכלי של התעשיות הכבדות ומגמת הפרבור המייצרת מגרשים ריקים במרכז העיר. במקומות הנטושים מקדמות העיריות גינון עירוני התורם בעיקר לתזונת אוכלוסיה מעוטת יכולת במרכזי הערים (Hynes, 1996). היוזמה החקלאית, בחלק מהמקרים, באה מהתושבים עצמם ובחלקם ביוזמת הרשויות העירוניות המעודדות את התושבים לגנן מגרשים ריקים במטרה למנוע מטרדים סביבתיים וונדליזם.

קיימים מספר הבדלים מרכזיים בין חקלאות עירונית באירופה המערבית לבין ארה"ב:
בארה"ב ההתמקדות היא באוכלוסיות חלשות, מטרתה היא רווחה ואספקת מזון וארגונה מתבצע בדרך כלל דרך תוכניות של ארגוני רווחה. באירופה המערבית החקלאות העירונית היא יותר אינדיבידואלית, מכוונת לכלל האוכלוסיה ומטרתה נופש, פנאי ואיכות חיים. באירופה, מדובר במסורת ארוכת שנים, תכנון מוסדי וחקיקה. בארה"ב מדובר בדרך כלל על פעילות אלטרנטיבית של ארגונים וולונטריים או פלישה לא חוקית לשטחים ריקים בעיר. החקלאות העירונית בארה"ב לא נהנית מהיציבות לה היא זוכה באירופה ונמצאת באיום מתמיד של הסבת הקרקע לשימושים רווחיים יותר. באופן כללי, במדינות מפותחות, חשיבות חקלאות עירונית באה לידי ביטוי בעיקר בצמצום מרחקי השינוע והגברת מעורבות תושבי הערים בייצור מזון טרי.

חקלאות עירונית מדינות מתפתחות ובטחון תזונתי - Food Safety

במדינות המתפתחות ההתייחסות לחקלאות עירונית באה לידי ביטוי בעיקר בהיבט היצרני והכלכלי. החקלאות העירונית מהווה אמצעי להשגת מזון טרי ואיכותי. מרבית החקלאות העירונית מתבצעת בידי בעלי הכנסה נמוכה, המגדלים מזון בעיקר לצריכה עצמית (העודפים נסחרים בשוק), בשטחים קטנים, ללא בעלות על הקרקע ואינם זוכים לתמיכה מוסדית (Mougeot, 2000).
החקלאות העירונית במדינות המתפתחות צמחה בעיקר ב-30 השנים האחרונות, על רקע גידול מואץ באוכלוסיית הערים והירידה בכושר הקניה של תושבי הערים (Bryld, 2002). על פי הערכה, כ-30%-20% מהמשפחות העירוניות במדינות מתפתחות עוסקות בחקלאות ועבור חלקן זהו מקור הפרנסה היחיד (Garnett, 1996).
לפי תכנית הפיתוח של האו"ם, (UNDP - The United Nations Development Program) , בשנת 1996 כ-800 מיליון בני אדם במדינות מתפתחות עסקו בחקלאות עירונית, מתוכם כ-200 מיליון המשווקים את תוצרתם, וכ-150 מליון עוסקים בחקלאות במשרה מלאה. שתי הסוגיות המרכזיות בפיתוח חקלאות עירונית במדינות מתפתחות הן נגישות למים ונגישות לקרקע, משאבים החסרים באזורים עירוניים (Herbert, 2005).
המיקום מהנפוץ ביותר לחקלאות עירונית הנו בסמוך לבתי המגורים, על גגות ומרפסות ובשטחים בהם קשה לפתח בינוי כגון שולי דרכים, סביב נמלי תעופה, באזורי הצפה של נחלים ועל מדרונות תלולים (Bryld, 2002).
במדינות רבות באפריקה ערים רבות בעלות צפיפות נמוכה יחסית וחלק משמעותי מהחקלאות ממוקמת בתוך שטחים עירוניים.
הוואנה, מהווה דוגמא מצויינת לפיתוח חקלאות עירונית. כתוצאה מהתממוטטות הגוש הסובייתי, איבדה קובה חלק משמעותי מהכנסותיה מענף ייצוא סוכר, שהיווה ענף מרכזי בכלכלתה. כתוצאה ממדיניות ממשלתית, הוקמו חלקות חקלאיות אורגניות רבות בתוך העיר ופותח מערך מיחזור לפסולת אורגנית. כיום, כ-20,000 תושבים העוסקים בחקלאות, בעיקר בחלקות בתוך שכונות המגורים בהוואנה.
תופעה מעניינת נוספת המורגשת בשנים האחרונות במדינות המתפתחות היא הפיכת החקלאות העירונית לסמי-עירונית. בשנחאי לדוגמא, בה קיים כ-15% גידול כל שנה, מבחינים כי החקלאות עוברת ממרכז העיר החוצה, לעבר השוליים והפרוורים. כ-300,00 הקטר בשולי העיר, אשר מהווים כמחצית משטחה, מיועדים לחקלאות. על פי דו"ח ארגון המזון של האו"ם (FAO ˉ Food and Agriculture Organization), במדינות המתפתחות, ההבדלים בתזונה בין משפחות העוסקות בגידול מזון, למשפחות אחרות הם משמעותיים.
אף על פי שבמדינות מתפתחות, עשוייה חקלאות עירונית לתרום לבקרה על איכות המזון, מניעת זיהום ושיפור מצב הכלכלה המקומית, במדינות רבות היא אסורה על פי חוק, מחשש ליצירת מטרדים וזיהום באזורים עירוניים (Bryld, 2002).

מודלים קיימים של חקלאות עירונית

מודלים שונים ליישום חקלאות עירונית נבדלים זה מזה בפרמטרים רבים. לא קיימת בהכרח התאמה בין משתנים כגון: קנה המידה והשייכות הפיזית, כמות התוצרת, סביבת הגידול וההשפעה החברתית, הכלכלית או הפיזית על התושבים והעיר. אחד ההבדלים המרכזיים בין מודלים שונים הנה סוגיית הבעלות על הקרקע.
בסקירה זו, מסווגים המודלים השונים על פי הגדרת בעלות הקרקע:
1. **חקלאות בשטחים פרטיים -** תוצרת חקלאית המיוצרת באופן פרטי, ביחידת מגורים או מבנה בודד בשטח פרטי, כדוגמת חצרות, מרפסות, חזיתות, וגגות וכן חוות חקלאיות פרטיות הממוקמות באזורים סמי עירוניים.

2. חקלאות בשטחים ציבוריים או מוחכרים - ייצור בקנה מידה שכונתי, כגון: גינון קהילתי, חוות עירוניות, חוות אנכיות (חוות חקלאיות במבנים רבי קומות) וכן חלקות חקלאיות המוחכרות על ידי התושבים מהרשות המקומית.

2. חקלאות עירונית, קובה
3. חקלאות בחצרות פרטיות, סידני, אוסטרליה

חקלאות בשטחים פרטיים

א. גינות בשטחים ומבנים פרטיים
Home Garden / Back Garden

חקלאות המתקיימת בחצרות בתים משותפים ופרטיים, על גבי מרפסות, גגות וחזיתות. השימוש במצעים מנותקים, חממות וטכנולוגיות לגידול אינטנסיבי מאפשר הפקת תוצרת משמעותית גם משימוש בשטחים קטנים ביותר (Paxton, 1997). גינון במיכלים עשוי להפיק תוצרת כמעט ללא קרקע. גינון על גגות, חזיתות ומרפסות הנו דרך לנצל מרחב קיים, מבלי לגרוע מאזורים הראויים לבינוי בתוך העיר (DeKay, 1997). חקלאות בחצרות בתים משותפים מעלה את מידת השימוש בשטחים הסובלים במקרים רבים מהזנחה.

בבריטניה פועלים מספר ארגונים שמטרתם הסבת שטחי גינות בתחום הדיור הציבורי לחקלאות עירונית של דיירי הבניין (Paxton, 1997). לחקלאות צמודת מגורים בשטחים פרטיים מספר יתרונות על פני מיקומים אחרים: היא אינה מחייבת איתור קרקע לצרכי חקלאות, נגישה לבעלי המגרשים, השטחים הנם בבעלות הדיירים ולכן יציבותם מבחינת סכנת הסבה לשימוש קרקע רווחי יותר היא רבה. המיקום בסמוך למגורים מיצר קשר חזק בין ייצור המזון וצריכתו והשטחים בטוחים יחסית בפני וונדליזם וגניבות. מבחינת התנאים הפיזיים, גגות מבנים חשופים יותר לשמש משטחים על פני הקרקע וניתן לאגור עליהם מי גשמים לצרכים החקלאיים.

החסרונות המרכזיים בחקלאות על גבי גגות, חזיתות ומרפסות הנם מגבלת כושר הנשיאה של המבנה והעדר נגישות לציבור, המפחית את הפוטנציאל לייצר חוזק קהילתי. באופן יחסי לשאר המודלים, חקלאות לצריכה עצמית בשטח פרטי משפיעה ומושפעת פחות מהסביבה העירונית. יחד עם זאת חשוב לציין כי פוטנציאל השימוש בגגות וחזיתות מבנים לחקלאות מכיל בתוכו הזדמנות מרתקת למחקר ופיתוח בפני עצמו.

.2

.3

ב. חקלאות 'נתמכת - קהילה' - CSA
(Community Supported Agriculture)[5]

מודל חברתי ואקולוגי, המאפשר לצרכן לקבל אוכל בריא וטרי תוך סיפוק יציבות שיווקית לחקלאי. הרעיון מבוסס על חיבור בין מגדלים לצרכנים (חברי קהילה), המספק תמיכה הדדית ושותפות לסיכונים ולהצלחות בגידול יבולים. הביטחון הכלכלי היחסי מאפשר לחקלאים להשקיע את מרצם בטיפול בצמחים ובקרקע בצורה היעילה והאקולוגית ביותר. הבסיס המשותף לכל החוות הוא אידיאולוגי: יצירת חקלאות אקולוגית ברת-קיימא, קרוב למרכזי אוכלוסייה, המאפשרת לחברי הקהילה להתקרב אל מקור המזון שלה ובכך ליצור קשר מחודש בין האדם לטבע.

רקע

יישום המודל החל בשנות ה-60 ביפן, כאשר קבוצת נשים אשר חששו מעלייה בשימוש בחומרי הדברה וצמצום במספר החוות החקלאיות הקימו גוף בשם 'Teikei' ('שיתוף'), המחבר בין חקלאים לצרכנים. בשנות ה-'80 הגיע המודל לארה"ב וכיום יש כאלף חוות SCA הפועלות על בסיס שותפויות שונות, ברחבי ארה"ב. רוב הקהילות בארה"ב צמחו מתוך הצורך והרצון של חקלאים קטנים אשר נמצאו תחת איום מצד העיר שהחלה מתקדמת לעברם, ולכן בחרו לגדל את תוצרתם בצורה אלטרנטיבית ואקולוגית. חקלאים אלו שיווקו את מרכולתם ולאחר מכן אומצו על ידי קהילת הצרכנים שלהם. קיימות קבוצות בהן היוזמה הגיעה מהצרכנים, אשר שכרו חלקת אדמה ו"גייסו" חקלאי שיטפל באדמתם ויספק להם מזון בסטנדרטים אותם חיפשו.

חקלאות בשטחים ציבוריים או מוחכרים

א. חלקות עירוניות

העקרון של חקלאות עירונית בחלקות הוא החכרה של חלקות קרקע קטנות בשולי העיר ובתוכה לתושבי העיר.

תפעול החלקות מאפשר ביטוי של יצירתיות אישית בתכנון ושימוש בחומרים ממוחזרים ומאולתרים (אלון-מוזס, אמדור, 2005). עיקר התועלת מחלקות חקלאיות בעיר היא אספקת מזון טרי לתושבים, תחושת סיפוק והישג אישיים.

רקע

חלקות חקלאיות עירוניות התפתחו במקומות שונים בעולם. עיקר ההבדלים בין התפתחותן במקומות שונים נובע מהתנאים ומהצרכים הכלכליים והחברתיים המקומיים. באירופה, באמצע המאה ה-19, במקביל לתהליכי העיור והתיעוש, החלו להתפתח גינות לאורך מסילת הברזל. התופעה התפתחה במיוחד במהלך מלחמות העולם, כאשר הגינות שימשו כמקור מזון למשפחות שהמפרנסים שלהן גוייסו. בעשורים האחרונים החלו הגינות לתפוס אופי חברתי תרבותי ואקולוגי. הגינות משמשות כמקום מפלט מהעיר וכמקום למפגש חברתי. בארה"ב, חקלאות עירונית משמשת כאמצעי לאספקת מזון טרי ואיכותי לאוכלוסיות מעוטות יכולת במרכזי הערים. בארצות מתפתחות, החלקות החקלאיות מספקות מקור חשוב לאספקת מזון לאוכלוסיה העירונית.

Allotments - חלקות אדמה קטנות המוקצות לחקלאות החלו להתפתח בבריטניה. החלקות מיועדות לגידולים חקלאיים פרטיים, שאינם לשיווק. חלקות אלו הן בדרך כלל בסדר גודל של כ-250 מטר רבוע המאורגנות במקבצים, אשר גודלם נע בין 20 חלקות לבין מאות.

[5] גלזרמן, מ., (2006). "החובזה". *מעריב*. סביבה, מתוך: http://www.nrg.co.il/online/1/ART1/042/731.html

Shrebergarten - נוסדו בגרמניה, בדומה ל-Allotments בבריטניה. שטחים אלו גדולים על פי רב מה-Allotments, אך מיועדים בדרך כלל גם לגידול בעלי חיים. מלבד גידולים חקלאיים, משמשים גם לפעילויות פנאי ונופש ובדרך כלל כוללים גם בית קיץ קטן.
Parcelas & Huerto Intensivo - חלקות אלה נוסדו בקובה ומבוססות על מודל סיני של חקלאות אורגנית אינטנסיבית. גני חקלאות עירונית אלו מניבים תוצרת המיועדת לשיווק לאוכלוסיה העירונית. בקובה קיימים גנים נוספים הממוקמים באזורי תעסוקה ומיועדים ליצור מזון עבור העובדים 'Autoconsumos' (Viljoen, Bohn, Howe, 2005).

.4 חלקות אדמה

.4

ב. גינון קהילתי
גינון קהילתי מהווה מסגרת לעבודה משותפת בין אנשים הגרים בסמיכות, באותו הרחוב, שכונה, רובע, לבין רשות מקומית, עסק או ארגון. בישראל לדוגמא, הסניפים העירוניים של החברה להגנת הטבע, המתנ"סים וארגונים סביבתיים נוספים, משתפים את התושבים המקומיים ליצירת גינה וטיפוחה.[6]
רעיון הגינון הקהילתי מבוסס על כך שקבוצת תושבים מאמצת שטח ומטפחת אותו. הגינות משמשות לגידול ירקות, פירות, תבלינים, צמחי מרפא ופרחים ובנוסף מהוות מקום מפגש לאנשים בגילאים שונים ורקע שונה, המאפשר להם להכיר את שכניהם, להתיידד אתם ולעבוד יחד. למטרה ולעבודה המשותפת חשיבות רבה בליכוד וחיזוק המרקם הקהילתי ביישוב.[7] הגינות משמשות לפעילות גופנית, העצמה אישית ושכונתית, מניעת עבריינות וונדליזם ועוד. מלבד הערך לקהילה, גינה קהילתית היא מעין "עיר מקלט" ובית גידול לצמחים ובעלי חיים מקומיים, ובכך היא עוזרת לשימור הטבע המקומי.
הניסיון בעולם מראה שבגינות קהילתיות מתקיימים אירועים קהילתיים שונים כגון: שוקי איכרים תקופתיים, הופעות מוסיקליות של נוער ואמנים מקומיים, וירידים. בנוסף לפעילויות חד-פעמיות בגינה, מתקיימים בה מפגשים מתמשכים על בסיס שבועי: חוגים לתושבים, פעילות לקבוצות חלשות, הכשרות בגינון אקולוגי, עבודה שוטפת בגינה ועוד. לגינות הקהילתיות מספר עקרונות משותפים, אך כל גינה קהילתית היא בעצם מודל ייחודי ובלעדי, משום שכל גינה משקפת את התנאים, הרצונות והאופי של הקבוצה המטפחת אותה. באמצעות גינון קהילתי ניתן לשקם

[6] המרכז לקיימות מקומית, מרכז הש"ל, מתוך: www.heschel.org.il
[7] המשרד להגנת הסביבה, מתוך: http://www.sviva.gov.il/Pages/HomePage.aspx

שטחים עירוניים מוזנחים ולמנוע הגירת אוכלוסיה חזקה לפרוורים. רשויות רבות בעולם מעודדות את תופעת הגינון הקהילתי. בעיר ניו יורק קיים אגף מיוחד בעירייה העוסק בגינות קהילתיות ופועלות בה שתי תכניות גינון קהילתי המייצגות 63 גינות. בקנדה 11 ארגונים רשומים עוסקים ישירות או כחלק מפעילותם בקידום גינון קהילתי וחקלאות עירונית. בירושלים פועלות היום כ-20 גינות קהילתיות המלוות על ידי סניף החברה להגנת הטבע בעיר, המנהלים הקהילתיים וארגונים סביבתיים. הפעילות מתקיימת בתיאום עם עיריית ירושלים אשר אף

.5

.6

.7

.5 גינה חקלאית, בית ספר קרינגילה, פורט קמבלה, אוסטרליה
.6 גינה חקלאית בעיר תעשייתית, פורט קמבלה, אוסטרליה
.7 פעילות בגינה חקלאית, בית ספר קרינגילה, פורט קמבלה, אוסטרליה

מקצה משאבים לגינות.

הישגי הגינות הקהילתיות:[8]
- הגברת שביעות רצון התושבים מאיכות החיים ביישוב.
- יצירת הזדמנות לאינטראקציה חברתית חיובית בין אנשים מרקע שונה.
- שיפור חזות היישוב ותדמיתו והעלאת ערך הנדל"ן המקומי.
- מרכז לחינוך סביבתי מעשי לילדים, נוער ומבוגרים.
- הפחתת נפח האשפה, מחזור מים ולימוד מנהגי חיים ידידותיים יותר לסביבה.
- יצירת הזדמנות לפעילות גופנית טיפולית משקמת, מקור הנאה לקשישים, נכים ומבוגרים.
- עידוד ופיתוח העצמה אישית וחוסר תלות (self-reliance) בקרב אוכלוסיות חלשות.
- מהווה מסגרת מונעת עבריינות, אלכוהוליזם וסמים ומסגרת משקמת לעבריינים.
- עידוד ושימור מגוון ביולוגי מקומי של בעלי חיים וצמחי מזון מסורתיים.
- שיפור וחיזוק הכלכלה המקומית, צמצום הוצאות קניית מזון והעשרת התפריט כמותית ואיכותית.

קשיים ומגבלות:

[8] American Community Garden Association, from: http://communitygarden.org

פיתוח גינות קהילתיות מצריך שיתוף פעולה והשקעה מטעם הרשות המקומית וכרוך בסוגיות מורכבות של בעלויות על הקרקע, פיתוח מקורות מים, תכנון מתארי, הקצאת משאבים והחדרת מודעות לנושא.

ג. חוות עירוניות Urban Farm / City Farm

חוות אלה פועלות בדומה לגינות קהילתיות, אך כוללות בדרך כלל גם גידול בעלי חיים (סוסים, עיזים, חזירים, ברווזים ותרנגולות). החוות פתוחות, במקרים רבים, לביקורים חווייתיים של הקהל הרחב וחשיבותם בדרך כלל היא בעיקר חינוכית ופחות פרודוקטיבית.

ד. Vertical Farm

פרויקט ה-'Vertical Farm'[9] מבוסס על הרעיון כי קיים צורך אמיתי בשילוב בין מגורים לבין ייצור מזון בערים. חדשנות הפרויקט בתפישה כי קיים צורך בטכנולוגיה שתהיה מסוגלת לייצר מזון עבור 3 מיליארד בני אדם, בנוסף לחקלאות קונבנציונאלית. לצורך כך, יש לייצר תשתית לייצור מזון בסביבה עירונית, בתוך מבנים רבי קומות. לדברי יזמי הפרויקט, 'חקלאות אנכית' תהיה יעילה, כלכלית (קונסטרוקציה ותפעול זולים), תייצר חידוש והחייאה של המרקם העירוני ותאפשר אספקה ברת קיימא של מזון איכותי וטרי. יצירת חוות חקלאיות אנכיות תאפשר ייצור מזון לאוכלוסיית העולם מבלי להזדקק לתוספת קרקע חקלאית ותתרום לשמירה על סביבה ברת קיימא באמצעות יישום טכנולוגיות מיחזור שונות.[10]

רקע

דיקסון דפומיה (Dickson Despommier), פרופסור לבריאות סביבתית ומיקרוביולוגיה מאוניברסיטת קולומביה, פיתח את הרעיון בשנת 1999, יחד עם קבוצת סטודנטים שלימד. הרעיון החל מחיפוש דרך לייצר מזון עבור 50,000 איש בשטח של כ-50 דונם במנהטן. מבדיקות וחישובים שערכו הסטודנטים עלה כי גגות ירוקים בלבד, לא יוכלו לספק מספיק מזון ויש צורך בפתרון אחר. ב-2001 פיתחו יחד מודל ראשון של חווה אנכית. שמות בולטים בין המתכננים מודלים של חקלאות אנכית הם: כריס ג'ייקובס, אנדרו קרניס וגורדון גרף.

הצלחת הקמת 'חקלאות בשלושה מימדים' דורשת מספר תנאים:

1. חיקוי התהליך האקולוגי הטבעי, חקלאות אורגנית וייצור מגוון מבוקר של גידולים
2. מיחזור פסולת אורגנית
3. מיחזור מים
4. תמיכה ממשלתית
5. בניה זולה
6. עמידות ופשטות בהפעלה

בהתאם לתחזיות, אם כל התנאים יתקיימו, עד שנת 2030 החוות תוכלנה ליצר כ-60% מכלל המזון הדרוש לתושבי הערים.[11] יתרונות החווה האנכית נובעים משלושה עקרונות עליהם היא מבוססת:

א. טכנולוגיה חקלאית מתקדמת- יישום טכנולוגיות הידרופוניות ואירופוניות בגידולים חקלאיים.
ב. צמצום השימוש במשאבי מתכלים - שימוש ברבי קומות תוך התבססות על שימוש באנרגיה מתחדשת ומיחזור מים וחומרי ייצור.
ג. מיקום במרכזים עירוניים - משפיע על צמצום צריכת אנרגיה, פליטת מזהמים ובעל השלכות חברתיות.

9. The Vertical Farm project, for more information: www.verticalfarm.com
10. Despommier, D., (2009). *Agriculture for the 21st Century and Beyond*. The Vertical Farm Project, from: http://www.verticalfarm.com
11. United Nations. World Population Prospects: The 1998 Revision.

.8

.9

8. פרויקט חקלאות ורטיקלית עירונית, Professor Dickson Despommier
9. פיתוח חוות חקליאות ורטיקלות, נמל התעופה או'הייר בשיקגו

יתרונות החקלאות העירונית

1. ייבול גבוה יותר מחקלאות בשטחים פתוחים

חקלאות בסביבה מבוקרת בתוך מבנים, בניגוד לחקלאות מסורתית, מאפשרת הנבת תוצרת חקלאית לאורך כל עונות השנה. גידול בסביבה מוגנת מגדיל את יעילות ניצול הקרקע פי 6-4, בהתאם לסוג הצמח (קיימים מיני צמחים המתאימים במיוחד לגידול כזה, כגון תותים, אשר מניבים פי 30 תוצרת בסביבה מוגנת).[12] מחקרים מצביעים על כך שכ-30% מהתוצרת הנקטפת בתעשיית החקלאות המסורתית לא מנוצלת כתוצאה מבלאי (רקבון, מחלות) (Despommier, 2009). מכירת התוצרת החקלאית בקרבת אזורי הגידול חוסכת את הצורך בהעברתה למרחקים ארוכים ואחסנה ממושכת בקירור, כתוצאה מכך נחסך הבלאי הנובע מכך.

12. Despommier, D., (2008). *Vertical Farm Essay I*. The Vertical Farm Project, from: http://www.verticalfarm.com/essay2_print.htm

.10

.11

10. עיצוב אב טיפוס לחוות האנכיות, Dr. Gordon Graff
11. פיתוח חוות חקלאיות ורטיקליות, SOA Architects

2. אי תלות בתנאי מזג אויר
יצירת תנאי נוחות והגנה עבור חקלאות, בחלל מבוקר ומפוקח במרכז העיר, מאפשרים התמודדות עם שינויים אקלימיים, מאחר ויעילותה כמעט ואינה תלויה במזג האוויר. הגנה על גידולים מפני פגעי מזג האויר הופכת לרלוונטית במיוחד בעידן בו השינויים האקלימיים העולמיים הופכים לקיצוניים ותכופים.

3. מזון טרי ללא רעלים
יישום חקלאות בתוך מבנים, בסביבה מבוקרת ומוגנת, מפחיתה את הצורך בדשנים וחומרי הדברה ומאפשרת הנבת תוצרת חקלאית אורגנית ונקייה מרעלים. החוות מאפשרות צריכת מזון טרי כתוצאה משיווק מקומי וצמצום משך אחסון התוצרת והפחתת סיכון למחלות ומזיקים המועברים בתוצרת חקלאית.

4. חסכון במים והפחתת זיהום מי השתיה
אחד העקרונות החשובים ביישום חוות חקלאיות אנכיות הנו שימוש בטכנולוגיות לטיהור מים שחורים ואפורים והשבתם כמים ראויים לשימוש חוזר. באמצעות שימוש במים ממוחזרים להשקיה, יוכלו החוות האנכיות העירוניות לחסוך זיהום עתידי של מי תהום ובכך לתרום לשיפור איכות מי השתיה והים. החוות העירוניות יטפלו בשפכים עירוניים, תוך איסוף, טיהור ושימוש מחודש במים אפורים ושחורים, מהחווה ומסביבתה.
טיהור המים יתבצע באמצעות תהליך ביולוגי טבעי המבוסס על צמחיה מיוחדת ('Living Machine') בתהליך הטיהור, מופרדים השפכים למים ולבוצה. בחומרים המוצקים המופרדים מהשפכים ניתן להשתמש לצורך הפקת אנרגיה ויצור חשמל. חלק מהבוצה מיובש ומטוהר באמצעות כימיקלים והופך לדשן. הנוזלים עוברים תהליך טיהור ביולוגי ומשמשים כמי השקיה לגידולים החקלאיים ואף למי שתיה.[13] לצורך המחשה: העיר ניו יורק משחררת כ-1.4 מיליארד גלונים של מים שחורים ואפורים לנהרות מדי יום.[14]

5. חסכון באנרגיה
ניתן ליצר אנרגיה באמצעות הפיכת פסולת אורגנית לביו-גז, המורכב מכ-60% מתאן. שריפת הביו-גז תייצר חשמל אשר ישרת את החווה, או יועבר למערכת העירונית.[15] שריפת המתאן גורמת לו להפחתת

[13] Ciel, S. C., (2009). *Vertical farming- Providing Alternative Resources for Food Production*. from: http://www.brighthub.com/environm ent/science-environmental/articles
[14] Despommier, D., (2009). *Agriculture for the 21st Century and Beyond*. The Vertical Farm Project, from: http://www.verticalfarm.com
[15] Scott, H. M., (2000). *Case Study - Landfill Power Generation*. Green Design Initiative, Carnegie Mellon University, from: http://gdi.ce.cmu.edu/gd/education/landfill-case.pdf

הנזק לשכבת האוזון בשיעור של 7.5, משחרורו לאויר ללא טיפול. עובדה זו, מאפשרת להשתמש באופן יעיל בשריפת המתאן ובכך לייצר אנרגיה לחשמל או הסקה. למתאן יתרון נוסף בהיותו מקור אנרגיה רציף ומתחדש. יתרונות השימוש בגז המתאן: הפחתת פליטת המתאן לאטמוספירה, שימוש באנרגיית השריפה כמקור אנרגיה, חסכון בשריפת דלקים פוסיליים. הבעייתיות בהפקת אנרגיה ממתאן היא שתהליך ההפקה הוא בדרך כלל יקר, כיוון שהוא מצריך מערכת איסוף של הגז מתחת לאדמה באמצעות בארות, משאבות, מנועים וגנרטורים.

6. הפחתת זיהום האויר
הפחתה בצריכת דלקים, כתוצאה משימוש בטכנולוגיות חקלאיות מתקדמות וחסכון בשינוע התוצרת, תפחית את פליטת ה-CO_2 לאטמוספירה, המזרזת את השינויים האקלימיים וההתחממות הגלובלית. החוות ישתמשו באנרגיה ממקורות מתחדשים אשר הן ייצרו בעצמן. כמו כן, התוספת המשמעותית של צמחיה בתוך מרכזי הערים, תשפר את איכות האויר (פליטה מוגברת של חמצן).

7. החייאת מרכזים עירוניים.
ניתן למקם את החוות בחללים עירוניים נטושים ובכך לעודד את החייאת מרכזי הערים.

8. יצירת מקורות תעסוקה חדשים בעיר.
החוות יצריכו העסקה של כמות גדולה של חקלאים עירוניים אשר יעסקו בתפעולן.

9. שיקום אקוסיסטמות טבעיות
אחד הטיעונים המרכזיים לטובת פיתוח חקלאות ורטיקלית הוא השבת שטחים חקלאיים לאקוסיסטמות הטבעיות שנפגעו כתוצאה מהתערבות האדם בטבע לצורך עיבוד שטחים חקלאיים. מחקרים אקולוגיים מוכיחים כי במרבית המקרים, באמצעות נטישת השטחים החקלאיים, הטבע מסוגל 'לרפא' את עצמו (Gunderson, 2000). לאורך ההיסטוריה, קיימות דוגמאות רבות לריפוי עצמי של הטבע לאחר נטישת שטחים חקלאיים, החל משיטות של תרבויות ועמים קדומים לנצל את הקרקע ולנדוד לאזור סמוך לאחר שהפוריות והפוטנציאל החקלאי שלה מוצה ולשוב לאחר מספר שנים כשהקרקע השתקמה, וכלה בדוגמאות בנות זמננו כגון אזור רצועת הגבול בין צפון קוריאה ודרום קוריאה, אזורים במרכז ארה"ב ועוד. לפי דפומיה, שטח של דונם בחוה חקלאית אנכית יאפשר החזרה של כ-10-20 דונם של שטח חקלאי פתוח למצבו הטבעי.[16] כמו כן, יישום חקלאות עירונית אנכית ימנע את הצורך בהכשרת שטחים חקלאיים חדשים כתוצאה מגידול אוכלוסיה ובכך תתאפשר שמירה על משאבים טבעיים מניעת הכחדת מיני בעלי חיים (Despommier, 2009).

10. ניהול פסולת וקיימות עירונית
שימוש בחוות ורטיקליות מאפשר התמודדות עם פסולת, אשר הטיפול בה הפך לבעיה משמעותית בחיים העירוניים המודרניים. בטכנולוגיות הקיימות, ניתן למחזר או לייצר אנרגיה מכלל הפסולת המוצקה (Malkow, 2004). תחום המסעדנות תופס מקום משמעותי בתוך כלל הפסולת העירונית. ניצול גז המתאן הנוצר מפסולת ממקור זה בלבד, עשוי לספק בעצמו חשמל עבור החוות הורטיקליות. להמחשה: בעיר ניו יורק קיימים יותר מ-21,000 בתי עסק למזון, המשלמים לעירייה עבור שירותי טיפול בפסולת. פרויקט החווה הורטיקאלית מציע אלטרנטיבה בה בתי העסק ימכרו את הפסולת שהם מייצרים (במחיר התואם לערכה) לחוות הורטיקליות ובכך תרוויח גם תעשיית המזון המקומית משיתוף הפעולה עם החוות. החווה האנכית מאפשרת לייצר גז מתאן מן הפסולת העירונית ובכך למנוע זיהום מקורות מים.

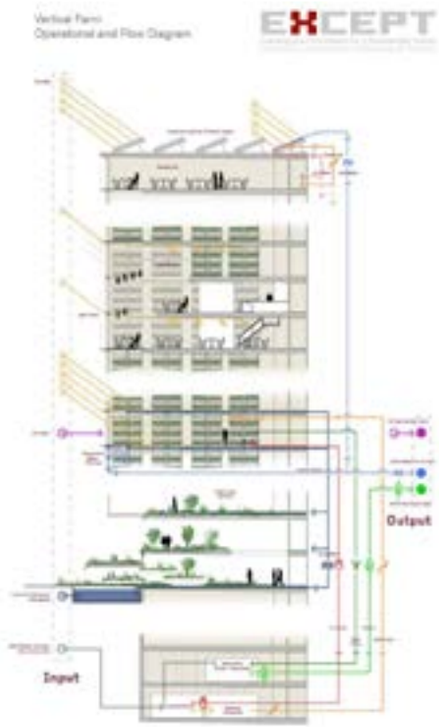
11. הסברה ולימוד אורח חיים בר קיימא
לחוות פוטנציאל כמרכזי הסברה ולימוד חשובים עבור תושבי העיר,

[16] Despommier, D., (2009). A Farm on Every Floor. *The New York Times*. from: http://www.nytimes.com/2009/08/24/opinion/24Despommier.html

המדגימים את מערכת היחסים האינטימית והישירה בין האדם לטבע. החקלאות העירונית בחוות אנכיות עשוייה להיות בעלת חשיבות גדולה ביצירת מודעות והכרה בקיימות כדרך חיים עירונית. לדברי דפומיה, שטח של כ-30 מ"ר של חקלאות אינטנסיבית בתוך חלל פנימי מספיק לייצור את כל המזון הדרוש לאדם. מכאן, שחווה עם טביעת רגל של בלוק עירוני אחד בעל 30 קומות (כ-100,000 מ"ר) תספק בטכנולוגיות הקיימות מזון לכ-10,000 איש (לפי חישוב של 2000 קלוריות ליום לאדם).[17] ניתן לפתח את החוות לניצולת גבוהה יותר באמצעות פיתוחים טכנולוגיים והנדסיים, פיתוחים בתחומי המים, הבוטניקה והזיאולוגיה, ניהול פסולת, אדריכלות, תכנון עירוני וכו'.

החוות האנכיות צריכות להתבסס על שימוש במספר שיטות טכנולוגיות על מנת להיות יעילות וכדאיות כלכלית:

1. חממה סולארית
2. טכנולוגיות אירופוניות/הידרופוניות לגידול צמחים
3. מיחזור פסולת חקלאית באמצעות שימוש בקומפוסט
4. תאורה והסקה מלאכותית
5. טיהור ביולוגי של מים אפורים ושחורים
6. הכפלת קרקע באמצעות שימוש בגורדי שחקים



.12

12. עקרונות חפקוד של חווה אנכית: הכפלת קרקע, מערכת טיהור מים, מחזור פסולת אורגנית והפקת גז

[17] Despommier, D., (2008). *Vertical Farm Essay I*. The Vertical Farm Project, from: http://www.verticalfarm.com/essay2_print.htm.

טכנולוגיות זמינות לחקלאות עירונית

שימוש בטכנולוגיות חקלאיות אירופוניות והידרופוניות (מידע נוסף בנספח 1). בכל קומה מערכת נפרדת לבקרת השקיה והזנה. צריכת המזון והמים של הצמחים והתחלואה, נמדדות באמצעות סנסורים. באמצעות טכנולוגיית שבבי DNA נמדדת נוכחות של פתוגנים (מיקרואורגניזמים המחוללים מחלות) באויר ובצמחים עצמם.[18] קטיף התוצרת יתבצע בהתאם לבדיקות כרומטוגרפיות, (המבוססות על דגימה והפרדת מרכיבי החומר), המדווחות על רמת הפלבנואידים בצמח (קבוצת מטבוליטים צמחיים המשמשים כויטמינים, נוגדי דלקות, חיידקים, נגיפים, אלרגניים וחמצון, משמשים בהרבה מקרים כתוספי מזון).[19]

יזמים ורשויות מקומיות שונות המגלות עניין בפיתוח חוות אנכיות עירוניות:

אינצ'ין (דרום קוריאה), אבו דאבי (איחוד האמירויות הערביות), דונגטאן (סין), ניו יורק, פורטלנד, לוס אנג'לס, לאס וגאס, סיאטל, טורונטו, פריס, בנגלור, שנחאי, בייג'ין ודובאי (McConnell, 2008). כוונת יוזמי הרעיון היא לייצר אבטיפוס למחקר אקדמי בשלב ראשון, על מנת למנוע את כשלון הפרוייקט.[20]

מגבלות

כדי להפוך את החזון למציאות, יש צורך בחקירה, חישוב וניתוח מדוייק של עלויות התפעול, שינוע, חמרים, מצעי הגידול, שיעורי הצלחה של גידולים שונים, מיחזור, אנרגיה מתחדשת, אפשרויות תעסוקה ועוד, ולהוכיח את יעילותם הכלכלית בהשוואה לחקלאות מסורתית. הוצאות נוספות כגון: תאורה והסקה עלולות להיות גבוהות מעלות השינוע הנחסכת בחוות ולפגוע ביעילותן הכלכלית (Nelson, 2008). מצעי הגידול צפויים לקלוט אור טבעי בכמות פחותה בהרבה מחקלאות בשטח פתוח ולחווה האנכית ידרשו מערכות תאורה מלאכותית והסקה מתוחכמות (Nelson, 2008). לטענת ברוס בגבי, מומחה לפיזיולוגיה של הצמח מאוניברסיטת יוטה, צריכות האנרגיה של החווה האנכית עשויות להיות גבוהות ולא יעמדו בתחרות עם חקלאות מסורתית הצורכת תאורה טבעית בלבד (התאורה הדרושה לגידולים חקלאיים גבוהה בכ-פי 100 מתאורת משרדים רגילה).[21] המתנגדים לרעיון החוות האנכיות טוענים שההשלכות הכלכליות של שינוע התוצרת מהוות רק חלק קטן מההוצאות והפגיעה הסביבתית של חקלאות מסורתית.

חקלאות כאסטרטגיית תכנון עירונית

ניתן לממש כל אחד מהמודלים שנסקרו עד כה בתכנון אסטרטגי בקנה מידה עירוני.

CPLU's - Continues Productive Urban Landscapes, **רצף שטחי חקלאות אורבנית**

אסטרטגיית תכנון עירוני הדוגלת בשילוב מכוון בין רצף שטחים פתוחים וחקלאות עירונית (Viljoen, Bohn, 2005). הרעיון מבוסס על חיבור בין צרכי המחיה של האוכלוסיה העירונית לבין התהליכים הדרושים על מנת לקיים אותה, המתרחשים בדרך כלל בסביבה פריפריאלית, באמצעות

[18] Cooper, A., (2009). *Going up? Farming in High Rises Raises Hopes*. from: http://www.millermccune.com/science_environment/farming-in-high-rises-raises-hopes-1226

[19] Despommier Dickson, from: http://en.wikipedia.org/wiki/Dickson_Despommier

[20] Despommier, D., (2009). *Growing Skyscrapers: The Rise of Vertical Farms*. from: http://www.scientificamerican.com/article.cfm?id=the-rise-of-vertical-farms

[21] Roach, J., (2009). High-Rise Farms: The Future of Food?. *National Geographic News*. from: http://news.nationalgeographic.com/news/2009/06/090630-farm-towers-locally-grown.html

תשתית 'אקולוגית'. תשתית המשכית זו מקשרת בין מרחבים ציבוריים פתוחים בעיר תוך שימוש במרחב הפתוח לצורך ייצור גידולים חקלאיים באופן כלכלי וסביבתי. התכנון האסטרטגי כולל רשת של מרחבים ציבוריים פתוחים, פארקים ליניאריים או חללים עירוניים, המקושרים ביניהם כתשתית 'ירוקה' או 'אקולוגית', המהווה אלטרנטיבה לחללים אורבניים פתוחים קיימים כגון כבישים ושטחים נטושים. שטחי החקלאות ממוקמים הן במרכזי הערים (על הקרקע, הגגות, החזיתות, גדרות ובתוך מבנים) והן באזורים סמי עירוניים, באזורי שוליים ובפריפריה והם מקושרים אחד אל השני ואל הסביבה הפתוחה מחוץ לעיר. לשטחים אלו יתרונות מרכזיים בנוסף על אספקת מזון: הפחתת זיהום אויר וקרקע, הפחתת רעש, שיפור תנאי מזג האויר (הפחתת טמפרטורה), הפחתת כמות האנרגיה המתכלה המושקעת בייצור מזון מערבי סטנדרטי ומגוון של מיני בעלי חיים.

אופן התפקוד

השטחים החקלאיים העירוניים יתוכננו מתוך מחשבה על תנאים, קנה מידה וצרכים מקומיים ולכן ישתנו מעיר לעיר, בהתאם לסביבה הבנויה והטבעית הקיימת. החקלאות העירונית תייצר השתנות עירונית בין עונות שונות ושנים, צבעים, טקסטורות וריחות שונים. עיקר הייצור יתבצע באמצעות קבלנים אשר ישכירו את הקרקע ויעבדו אותה באופן מסחרי. הרעיון הוא להתמקם תחילה בשטחים כגון: מגרשי ומפרצי חניה, קניונים, גגות חניונים, חזיתות מבנים, צידי מסילות ברזל ושטחים פוסט-תעשייתיים, כדי להצליח להתחרות בכדאיות הכלכלית של שטחים ציבוריים אחרים או של שטחי מגורים.

מקרה בוחן: חקלאות אורגנית עירונית בקובה

קובה מהווה דוגמא למדינה שעברה מהפך חקלאי[22] כתגובה למשבר כלכלי שפקד אותה בשנות ה-90. בקובה מתגוררים 11.22 מיליון נפש, בשטח של 110,860 קמ"ר. כ-75% מהאוכלוסיה מתגוררת בערים (Diaz, Haris, 2005) במאה ה-19 היתה מיצאניות הסוכר הגדולות בעולם והתפתחה בה תעשיית חקלאות מתקדמת ממוכנת ענפה, בחוות גדולות וקואופרטיבים חקלאיים. בעשורים שקדמו לנפילת ברית המועצות התקיימו בינה ובין קובה קשרי מסחר ענפים בתחום התוצרת החקלאית. המשבר הכלכלי נבע מהפסקת קשרי המסחר עם ברית המועצות בשילוב עם חרם כלכלי מצד ארצות הברית.

עד שנת 1990, כ-80% מקשרי המסחר שלה היו עם הגוש הסובייטי. יותר מ-50% מהמזון שנצרך בקובה היה מיובא ורוב הדשנים וחומרי ההדברה סופקו לה מברית המועצות בחינם או במחיר מסובסד. משמעותה הישירה של התפרקות ברית המועצות ב-1989, היתה עצירת אספקת מוצרים אלו לקובה, כתוצאה מכך פקד את המדינה מחסור משמעותי במזון. בשנת 1994 כמות המזון במדינה עמדה על 67% פחות מהכמות לפני שנת 1990 (Diaz, Haris, 2005). מחסור בדלקים הפחית את הפקת החשמל במדינה באופן משמעותי והשפיע על יכולת אחסון התוצרת. כתגובה למשבר, בתחילה, החלו תושבים לגדל מזון בסביבת מגוריהם באופן ספונטני. בין השנים 1994-1990 עובדו כ-19,000 דונם על ידי יותר מ-25,000 איש באופן ספונטני. בהמשך, החלה ממשלת קובה לתמוך בפיתוח חקלאות עירונית באלפי שטחים מוזנחים בהוואנה וסביבתה, חלקם בשטחי מוסדות ציבור ומפעלים, והפיכתם לשטחי גידול לירקות. כחלק מהרפורמות שביצעה הממשלה, פותח מודל אלטרנטיבי חקלאי

[22] אדלר, א., *חקלאות אורגנית ומהפכת החקלאות העירונית בקובה*. מתוך: http://www.agronet.co.il/pages.asp?p=273

(NAAM), אשר מטרתו העיקרית היא פיתוח חקלאות פחות מכאנית, בעיבוד חופשי ואינטנסיבי, המערב את האוכלוסיה העירונית בייצור המזון. המודל נשען על טכנולוגיות חדשות לדישון והדברה והקמת חלקות קואופרטיביות ליצור מזון במקום חוות חקלאיות גדולות.

בתחילת הדרך, הייתה חקלאות ברת קיימא עבור קובה דרך כדי לשרוד, אך בהמשך הסתבר כי היא מילאה תפקיד חשוב בהזנת האוכלוסיה ובחסכון כלכלי משמעותי. גידול הירקות בשטחים העירוניים, בנוסף לגידולים הכפריים, סיפקו מזון לתושבי העיר והקטינו את הוצאות ההובלה והקירור של התוצרת. התפוקה החקלאית האורגנית גדלה בקצב מהיר וממשלת קובה הוציאה את השימוש בכימיקלים ודשנים אל מחוץ לחוק בתוך שטחי הערים. החקלאות העירונית הפכה למרכיב חשוב בנוף העירוני ומודל הוואנה הועתק לערים נוספות במדינה.

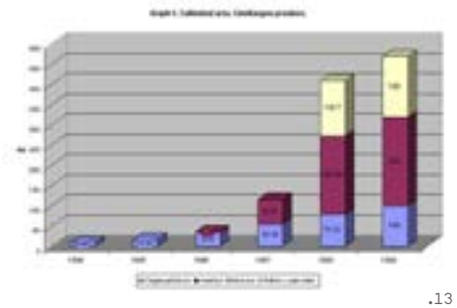
פיתוח החקלאות העירונית בקובה הניב פירות וירקות זמינים לאוכלוסיה המקומית. בערים שונות מיוצר מזון אורגני עודף והחקלאים העירוניים הם בעלי הכנסה גבוהה. תעשיה מקומית, המייצרת תשומות לחקלאות האורגנית, התפתחה באזורים הכפריים, בהם בנוסף לחלקות אורגניות הוקמו כ-200 מפעלים כפריים המייצרים חומרי הדברה אורגניים ואויבים טבעיים.

בשנת 1998 היו בהוונה וסביבתה כ-8,000 משקים עירוניים וגנים, בהם עבדו כ-30,000 עובדים. לפי נתונים רשמיים בשנת 1999 חקלאות אורגנית עירונית סיפקה בקובה 65% מהאורז, 46% של הירקות הטריים, 38% מהפירות (ללא הדרים), 13% מגידולי השורש, 6% מהביצים.[23]

מאפיינים יחודיים לחקלאות העירונית בקובה:

- **ייצור מזון בשיטות אורגניות בלבד בתוך הערים ושימוש בקומפוסט בקנה מידה תעשייתי** - בשנת 1992 ייצרה קובה 93,000 טון של קומפוסט לשימוש.
- **מקסום הייצרנות בעיר** - שימוש בכל קרקע פנוייה ובמשאבים שמציעה העיר.
- **השקעה בהון אנושי, במחקר וטכנולוגיה בשנים שקדמו למשבר** - קובה השכילה לקדם פיתוחים מדעיים בתחומים שונים כגון חקלאות אורגנית, שימוש בדשנים ביולוגיים, ביוטכנולוגיה ובקרה ביולוגית ומימנה את השימוש בטכנולוגיות אלה. חלק גדול מהטכנולוגיות שיושמו נחקרו, נוסו והותאמו לסביבה המקומית כעשור לפני המשבר. משרד החקלאות מספק לתושבים הכוונה וידע מקצועי ותמיכה כלכלית.
- **תפיסה כוללת** - פיתוח כולל ברחבי המדינה. ממשלת קובה אימצה מספר שיטות ייצור המיושמות בעזרת תמיכה מחקרית של משרד החקלאות ובאחריות ומחוייבות ממשלתית.
- **קנה מידה פיזי** - בתקופה קצרה הגבירה קובה את כמות השטחים המוקדשים לחקלאות ואת כמות הייצור באופן משמעותי.
- **העמדת תחום החקלאות העירונית במקום חשוב בסדר העדיפויות הלאומי והמקומי** - בתכנית המתאר האחרונה של הוואנה, שטחים חקלאיים נחשבים כשימוש קרקע עירוני קבוע לכל דבר ואינו זמני כבמקומות רבים בעולם.
- **שיתוף פעולה קרוב ואפקטיבי בין פיתוח חקלאות, שלטון מקומי ודמוקרטיה** - יצירת שילוב מוצלח בין גישות וצרכי התושבים לבין גישות המוכתבות מהממשלה.

[23] *שם*.



.13

13. כמות שטחי החקלאות העירונית בקובה

מהלך הבדיקה ושיטותיה

מתודולוגיה

- איסוף מידע
- הצגת מודלים ליישום חקלאות עירונית
- הגדרת משתנים פיזיים נבחרים העומדים בבסיס המודלים
- בחינת משמעות המשתנים הפיזיים על יישום המודלים השונים
- השוואה בין אופן ההתמודדות של מודלים שונים עם סוגיות נבחרות
- בחינה השוואתית של ערכים מוספים
- בחינה השוואתית של מגבלות המודלים
- דיון ומסקנות

השערות המחקר

השערת המחקר המרכזית היא כי מודלים שונים של חקלאות עירונית עשויים לתת מענה לצרכים שונים. התאמת המודלים לסביבות שונות תלוייה הן במאפייניהם הפיזיים והן במגבלותיהם ובערכים המוספים המאפיינים אותם. אופן היישום של חקלאות עירונית צריך להיות מותאם לסביבה בה היא נמצאת כדי להיות אפקטיבי ומכאן נובע, כי לא קיים מודל אידאלי אוניברסלי ולצורך פיתוח חקלאות עירונית יש להבין היטב את התנאים המקומיים בהם היא תתפתח.

הגדרת משתנים פיזיים וארגוניים בבסיס המודלים השונים:

1. **בעלות על הקרקע –** קרקע פרטית, מוחכרת או ציבורית
2. **מעבדי הקרקע –** עיבוד עצמאי או קבלני
3. **קהל היעד של התוצרת –** תוצרת המיועדת לשימוש עצמי או תוצרת לשיווק מקומי
4. **מצע הגידול –** גידולים המצריכים קרקע או גידולים על מצע מנותק
5. **מרחב הגידול –** חקלאות בשטח פתוח או חקלאות בתוך מבנים מוגנים
6. **שיטות טכנולוגיות –** מידת הצורך בשימוש בטכנולוגיות מתקדמות
7. **גודל השטח הדרוש –** יחידת הקרקע הבסיסית הדרושה ליישום המודל
8. **המסגרת והתמיכה הדרושה –** חקלאות במסגרת עצמאית, קהילתית או עירונית, מידת התלות במסגרת ובתמיכת הרשות המקומית

חשוב לציין כי קיימים משתנים בסיסיים נוספים בין המודלים השונים, כגון: סוג התוצרת המופקת, מידת השילוב בין גידול צמחים וגידול בעלי חיים, מידת הסמיכות למגורי התושבים, נגישות השטחים לציבור הרחב ועוד.

ממצאים ותוצאות

התכונה הבולטת המאחדת את החקלאות העירונית בשיטות היישום השונות שנסקרו בפרק הקודם, הנה קיצור המרחק הפיזי והתפישתי בין היצרן לצרכן. קרבה בין ייצור וצריכה מאפשרת כשלעצמה, התמודדות עם חלק גדול מהמגבלות וההשפעות הסביבתיות המאפיינות את החקלאות הקונבנציונלית, כגון: שמירה על שטחים טבעיים פתוחים, הפחתת פליטת מזהמים, הפחתת שימוש בכימיקלים ועוד. יחד עם זאת, המודלים נבדלים זה מזה בפרמטרים שונים, המכתיבים את מידת השפעתם הפיזית והנתפשת על העיר ובהתאמתם לסביבות עירוניות שונות. כל מודל עונה לצרכים מסויימים ומכיל בתוכו מגבלות ותנאים הדרושים להצלחתו. לאור המשתנים הפיזיים שהוגדרו, ניתן להשוות בין המודלים ולהבין את התאמתם לצרכים שונים ולסביבות עירוניות שונות.

בחינת משמעות המשתנים הפיזיים והארגוניים על יישום חקלאות עירונית

1. בעלות על הקרקע

קרקע פרטית

חקלאות בקרקע בבעלות פרטית מהווה דרך לנצל מרחב קיים, מבלי לגרוע מאזורים הראויים לבינוי בתוך העיר. ניצול גגות, מרפסות וחזיתות לצורך חקלאות מאפשר הכפלת קרקע ומכך ניצול מירבי של קרקעות עירוניות לצרכי חקלאות התורם להפחתת השימוש בשטחים פתוחים לצרכי חקלאות. השאלה העולה לדיון היא מידת האפקטיביות של שימוש חקלאי בשטחים עירוניים פרטיים בכלל ופוטנציאל השימוש בגגות וחזיתות מבנים בפרט.
חקלאות בשטחים עירוניים פרטיים אינה תלוייה בתמיכת הרשויות או במסגרות מאורגנות אחרות. חקלאות בחצרות בתים משותפים מעלה את מידת השימוש בשטחים הסובלים במקרים רבים מהזנחה. גידולים על גבי גגות, מרפסות וחזיתות מאפשרת הכפלת קרקע ובכך מתאפשרת בערים צפופות ואינה תלויה בתכניות מתאר ובתחרות עם שימושי קרקע עירוניים אחרים.
הבעלות על הקרקע מאפשרת לתושבים יציבות כיוון שמונעת את הצורך לעמוד בסף כלכליות ורווחיות ולכן הדגש בה הוא הערכים המוספים שהיא מאפשרת, כגון פנאי וסיפוק אישי לדיירים. שימוש חקלאי בקרקע פרטית מונע לעיתים הגירת אוכלוסייה עמידה לפרוורים.

קרקע ציבורית

חקלאות בשטח ציבורי מאפשרת לאוכלוסיה העירונית כולה להיחשף אליה ולהנות מקרבה מסוימת לטבע ולשטח פתוח. חקלאות בשטח ציבורי מצריכה תמיכה מהרשות העירונית. חקלאות בקרקע ציבורית סובלת לעיתים מחוסר יציבות כיוון שעומדת בתחרות מתמדת עם שימושי קרקע אחרים, אשר בדרך כלל רווחיים יותר.

קרקע מוחכרת

מאפשרת ניצול של שטחים מוזנחים או לא מטופלים במרכזי הערים לטובת התושבים. חלקות מוחכרות סובלות לעיתים מחוסר יציבות כיוון שלא מוגדרות כשימוש קרקע קבוע והן תלויות בתמיכה והגדרה מטעם הרשות המקומית.

2. מעבדי הקרקע

התושבים כמעבדי הקרקע

קיימת חשיבות רבה לזהות מעבדי הקרקע מבחינת פוטנציאל הערכים המוספים שחקלאות עירונית עשוייה לתרום. עיבוד הקרקע טומן בחובו ערכים 'שבין אדם לאדמתו', מחזק את תחושת השייכות והזהות האישית של המגדלים אל מקום המגורים.

קבלנים כמעבדי הקרקע
חקלאות עירונית באמצעות קבלנים מאפשרת כמות רבה של תוצרת, שימוש בשיטות חקלאיות וטכנולוגיות מתקדמות ותלוייה בתמיכה וסיבסוד של הרשות המקומית. בדרך כלל עיבוד קבלני יתבצע במסגרת של תכנית אסטרטגית מקומית ודורש תיאום וארגון.

3. קהל היעד של התוצרת

תוצרת המיועדת לשימוש עצמי
המשמעות הישירה של ייצור תוצרת חקלאית בסביבה עירונית לשימוש עצמי, היא אספקה קבועה של מזון טרי ואייכותי למשפחות החיות בעיר, ללא תלות בגורמים חיצוניים כגון משברים בכלכלה המקומית או בתכתיבי שוק שונים. ייצור עצמי מאפשר לתושבים בחירה של סוג המזון, אופן הגידול, שליטה במידת השימוש בדשנים וחומרי הדברה ומונעת צורך בשינוע התוצרת למרחקים ארוכים ואחסנה. ייצור לתוצרת עצמית מחייב השקעה פיזית וכלכלית בגידול התוצרת ומשפיע על הרגלי המחייה והפרנסה המשפחתיים ומצריך הערכות ונכונות לאורח חיים ייצרני וקירבה מסויימת לטבע.

תוצרת לשיווק מקומי
ייצור תוצרת לשיווק מקומי אפשרית בקנה מידה משתנה. שיווק בקנה מידה קטן בשווקים מקומיים (תופעה הרווחת במדינות מתפתחות), המצריך מחלק או מכל המשפחה לעסוק בחקלאות במשרה מלאה או חלקית.
שיווק תוצרת בקנה מידה גדול מצריך ארגון ולעיתים טכנולוגיות וידע מקצועיים וכן בהתאם לכמות התוצרת, נדרשת יכולת אחסון וייצור מלאי. שיווק התוצרת משפיע על צריכת המזון המקומית בסביבה העירונית בה הוא מתבצע וחייב לעמוד בתחרות עם משווקי תוצרת אחרים כדי להתקיים. השיווק מושפע מהרגלי הצריכה הקיימים ומשיקולי כדאיות ורווחיות. שיווק מקומי בקנה מידה רחב עשוי לתת מענה למחסור במזון, חוסך עלויות כלכליות וסביבתיות הנובעות משינוע התוצרת למרחקים.

4. מצע הגידול

גידולים המצריכים קרקע
חקלאות על פני הקרקע מצריכה איתור והכשרה של קרקעות המתאימות לחקלאות ותלוייה בזמינות של משאב הקרקע במרחב העירוני. חקלאות יכולה להתקיים במגוון סוגי קרקעות שנסקרו בפרק העוסק במיקומים אפשריים לחקלאות עירונית. חקלאות בשטחים פוסט תעשייתיים או מוזנחים עשוייה להחיות אזורים אלו ולשקמם.

גידולים על גבי מצע מנותק – Soilless media
חקלאות על גבי מצעים מנותקים מאפשרת בדרך כלל תפוקת תוצרת גבוהה מאשר חקלאות על הקרקע, כתוצאה מבקרה ושליטה גבוהה על חומרי ההזנה של הצמחים. מצעים מנותקים מאפשרים התמודדות עם בעיית המחסור בשטחים פתוחים, תוך ניצולת גבוהה של קרקע זמינה באמצעות שימוש במפלסים המייצרים הכפלת קרקע. מערכות ההזנה והבקרה מאפשרות גידולים חקלאיים ללא דשנים וחומרי הדברה כימיים, כמו כן בשל הניתוק מהקרקע, תורמת שיטה זו למניעת זיהום קרקע ומים הנגרמים מחקלאות על גבי הקרקע.
קיימים סוגי מצעים שונים: גידולים הממוקמים בתוך מיכלים על גבי גגות ומרפסות, אשר אינם מצריכים בהכרח ידע רב, אך דורשים הערכות ותכנון הקשורים בחוזק ויכולת הנשיאה של המבנה. שיטות חקלאיות אחרות המשתמשות במצעים מנותקים זמינים כמו תערובות יבשות של חומרים אורגניים כמו קליפות קוקוס Coco peat media הן שיטות נקיות וברות יישום. השיטות המבוססות מים, כשיטות הידרופוניות, אקווופוניות ואירופוניות, מצריכות ידע ואמצעים טכנולוגיים מתוחכמים, כתוצאה מכך כרוכים בהוצאות כלכליות גבוהות מאשר חקלאות על גבי הקרקע.

5. מרחב הגידול

חקלאות בשטח פתוח
חקלאות עירונית בשטחים פתוחים מאפשרת ניצול של שטחים מוזנחים או לא מנוצלים ובכך תורמת להחייאת העיר. בשימוש בשטח הפתוח לצורך גידולים חקלאיים קיים פוטנציאל של יצירת רצפים עירוניים ותשתית עירונית 'ירוקה'. בדרך כלל השטחים הפתוחים הינם משאב קרקע נדיר בסביבה עירונית ולשם יישום חקלאות בהם יש צורך באיתורם והכשרתם כשטחים חקלאיים.
חקלאות בשטחים עירוניים פתוחים סובלת, בדומה לחקלאות הקונבנציונלית, מתלות בתנאי מזג אויר ועלולה ליצור בעיה של זיהום קרקעות כתוצאה מהעיבוד החקלאי. ניתן להתגבר על בעיה זו באמצעות יישום של חקלאית אורגנית ובאמצעות מערכות לטיפול בפסולת ובשפכים. חקלאות פתוחים נתונה לתחרות עם שימושי קרקע רווחיים יותר בעיר.

חקלאות בתוך מבנים מוגנים
חקלאות בתוך מבנים מאפשרת הכפלת קרקע ובכך התמודדות עם בעיית המחסור העולמי בשטחים פתוחים. גידול תוצרת חקלאית בתוך מבנים מייצרת הגנה ובקרה על הצמחים ובכך מונעת תלות בתנאי מזג אויר ומגבירה את כמות התוצרת. שימוש במבנים הוא יקר ודורש מערכות טכנולוגיות מתקדמות לשליטה ובקרה על תנאי הגידול ומערכות תאורה והסקה מלאכותיות.

.14

.15

6. שיטות טכנולוגיות

שימוש בידע וטכנולוגיות בסיסיות
שימוש בידע קיים ובסיסי לצורך גידולים חקלאיים מאפשר ייצור מזון עצמי בידי תושבי העיר, ללא צורך בהשקעה כלכלית או תמיכה ממסדית מיוחדת ובכך זמינה למרבית התושבים. ניתן ללמוד על הפוטנציאל הרב הגלום בשיטות חקלאיות פשוטות ליישום, דרך מקרה הבוחן של קובה, אשר הוצג בפרק הקודם.

שימוש בטכנולוגיות ומערכות מתקדמות
שימוש בטכנולוגיות מתקדמות מאפשר לחקלאות עירונית למצות את מלא פוטנציאל הייצור שלה, להשתמש בקרקע באופן יעיל ולהגביר את כמות התוצרת. טכנולוגיות מתקדמות מצריכות ידע מקצועי ומשאבים

14. חקלאות בתוך מבנים מוגנים, נוורה, אוסטרליה
15. חקלאות בתוך מבנים מוגנים, מיליאני, הוואי

רבים ולכן עשויות להיות כרוכות בתמיכה וארגון של הרשות המקומית. השימוש בטכנולוגיות מתקדמות דורש מחקר, פיתוח וראיה תכנונית וכלכלית ארוכת טווח, אמצעים אשר בדרך כלל לא קיימים בידי התושבים עצמם ולעיתים אף לא בידי הרשויות המקומיות.

7. גודל השטח הדרוש

גודל השטח הדרוש משפיע על מידת הזמינות שלו בעיר ועל היתכנות היישום של המודלים בסביבות עירוניות שונות. שטח בסדר גודל של דירה או חצר קיים בשפע במרחב העירוני. חלקות נטושות ניתן למצוא באזורים שונים בעיר ואף לעיתים במרכזי הערים. שטח פנוי בסדר גודל של בלוק הוא משאב נדיר במרחב העירוני אשר נתון בדרך כלל לתחרות עם שימושי קרקע רווחיים יותר, הכוללים בדרך כלל מגורים. גודל השטח משפיע בדרך כלל על כמות התוצרת המופקת ותלוי בסוגיית הבעלות על הקרקע. שטחים בקנה מידה גדול יהיו בדרך כלל ציבוריים וכדי ליישם בהם חקלאות תידרש תמיכה ממסדית.

8. המסגרת והתמיכה הדרושה

חקלאות במסגרת עצמאית

חקלאות במסגרת עצמאית פשוטה יחסית לארגון וליישום ומייצרת קשר חזק בין החקלאים העירוניים לבין הקרקע. בדרך כלל השטחים החקלאיים ימוקמו בסמוך למקום המגורים או בחצר פרטית. המטרה העיקרית של חקלאות כזו היא בדרך כלל ייצור מזון טרי או מרחב לפנאי ושימוש אישי.

מסגרת קהילתית

חקלאות במסגרת קהילתית מייצרת ערכים מוספים רבים, אשר בדרך כלל עולים בחשיבותם על ייצור המזון עצמו. עבודה קהילתית מחזקת את הזהות השכונתית או הקהילתית, מטפחת שטחים מוזנחים ובכך תורמת באופן פיזי וחברתי לסביבה בה היא ממוקמת. למסגרת הקהילתית השפעות חברתיות ואישיות עבור החקלאים.
חקלאות כזו מצריכה מצע חברתי מתאים, ארגון ויוזמה של התושבים יחד עם סיוע של גופים ציבוריים והיא תלוייה בתרבות, בחברה ובכלכלה המקומית.

צורך בתמיכת הרשות המקומית

תמיכת הרשות המקומית עשוייה לאפשר לחקלאים ולחקלאות יציבות כלכלית ופיזית גבוהה בעזרת הגדרת השטחים המוגדרים בחוק המקומי. תמיכה וארגון ממסדיים מאפשרים יצירת תשתית אסטרטגית וראיה ארוכת טווח ובכך להיות בעלי השפעה רבה על עיצוב ותפישת העיר.

טבלה 1: הצגת מכלול המשתנים הפיזיים והארגוניים הנבחרים במודלים שנסקרו:

המודל		המשתנה הנבחן: בעלות על הקרקע		המעבד			ייעוד התוצרת		מצע הגידול		סביבת הגידול		טכנולוגיה		תמיכה דרושה			סדר גודל השטח הדרוש		
		פרטיים	מוחכרת	ציבורית	חושב	קבלן	שימוש עצמי	שיווק מקומי	מצע מנותק	קרקע	מבנה מוגן	שטח פתוח	ידע חקלאי בסיסי	טכנולוגיה מתקדמת	עצמאית	קהילתית	רשת מקומית	דירה/חצר	חלקה	בלוק עירוני
שטחים פרטיים	על גבי מבנים	○			○		○		○			○	○		○			○		
	חצרות	○			○		○			○		○	○		○			○		
	חוות	○			○			○		○		○	○		○					○
שטחים ציבוריים	חלקות		○		○		○			○		○	○				○			○
	גינות קהילתיות			○	○		○			○		○	○			○			○	
	חוות עירונית			○		○		○		○		○	○				○			○
	חוות אנכיות			○		○		○	○		○			○			○			○
סיכום		3	1	3	5	2	4	3	2	5	1	6	6	1	3	1	3	2	1	4

הערות:

* סדר גודל השטח הדרוש משתנה בהתאם לסביבה העירונית. השטח הדרוש למודלים מסויימים כגון: גינות קהילתיות, חוות עירוניות , הנו גמיש יחסית למודלים אחרים.

** יתכנו גידולים על גבי מצע מנותק בסביבה מבוקרת.

*** השטח הדרוש תלוי במספר החלקות. בדרך כלל מספרן עולה על 20 ולכן השטח הוגדר בטבלה כבלוק עירוני.

נקודות מרכזיות העולות מהשוואה בין המודלים:

1. במרבית המודלים המוצגים (5 מתוך 7) העבודה החקלאית מתבצעת על ידי תושבי העיר.
2. במרבית המודלים מתבצעת החקלאות על גבי הקרקע (5 מתוך 7) ובשטחים פתוחים (6 מתוך 7).
3. מרבית המודלים מתבססים על שיטות חקלאיות המצריכות ידע בסיסי בלבד (6 מתוך 7).

המשתנים הפיזיים משפיעים על מידת היכולת של המודלים להתמודד עם סוגיות שונות ועל האופן בו הם מהווים אלטרנטיבה לחקלאות קונבנציונלית. המשתנים שהועלו, משפיעים בצורה משמעותית על הערכים המוספים המציע כל מודל, מלבד היכולת לספק מזון לתושבי העיר ועל הצרכים ומגבלות ההשתלבות של כל מודל בסביבה עירונית. השילוב הייחודי בין מכלול המשתנים יוצר הבדלים מהותיים ביכולת ההתאמה ופוטנציאל ההשתלבות של כל מודל לסביבה עירונית ספציפית. להעמקת המחקר יש לבחון פרמטרים משתנים בסביבות עירוניות שונות ולבדוק את הקשר בין המשתנים במודלים שנסקרו לבין מודלים עירוניים שונים.

טבלה 2: השוואה בין אופן ההתמודדות של מודלים שונים של חקלאות עירונית עם סוגיות מרכזיות המאפיינות חקלאות קונבנציונלית

סוגיה עקרונית		אופן ההתמודדות של מודלים שונים ליישום חקלאות עירונית עם הסוגיה						
			שטחים פרטיים		שטחים ציבוריים			
מצב נוכחי		חלופות אפשריות	על גבי מבנים	חצרות	חוות	חלקות	גינות קהילתיות	חוות עירוניות	חוות אנכיות
מחסור עולמי בשטחים פתוחים		ניצול מירבי של קרקע קיימת	שימוש בגגות, חזיתות ומרפסות קיימות, ללא צורך בהסבת שטחים לצורכי חקלאות						הכפלת קרקע משמעותית באמצעות שימוש ברבי קומות
השלכות סביבתיות של חקלאות קונבנציונלית	פליטת גזי חממה	קיצור מרחקי שינוע התוצרת	קיצור מרחקי שינוע התוצרת באמצעות קרבה פיזית בין היצרן לצרכן.						
		הפחתת שימוש בכלים מכאניים	ביישום חקלאות בשטחים פרטיים בקנה מידה קטן אין צורך בשימוש בכלים מכאניים			שימוש בטכניקות ידניות ופשוטות לעיבוד השטח החקלאי. קנה המידה של השטחים אינו מצריך שימוש בכלים מכאניים			שימוש בטכנולוגיות מתקדמות ולא מזהמות
		הפקת אנרגיה מפסולת							שימוש בגז המתאן הנוצר מפסולת אורגנית לצורך ייצור אנרגיה
	זיהום מים וקרקע	טיהור ומיחזור מים							שימוש בשיטות ביולוגיות לטיהור ומחזור מים אפורים ושחורים מהחוות ומהסביבה העירונית הסמוכה
		גידולים בשיטות אורגניות	שימוש בשיטות חקלאיות אורגניות המצמצמות את זיהום הקרקע והשפכים בשטחים החקלאיים						
		טיפול בפסולת חקלאית ועירונית	באופן כללי, שימוש מתוכנן ויעיל בשטחים ציבוריים לצרכי חקלאות מאפשר ראיה כוללת וטיפול כולל בפסולת אורגנית ואף יצירת קומפוסט והפקת גז לצורך יצור אנרגיה						
	פגיעה באקו סיסטמות טבעיות	השבת שטחים מופרים למצבם הטבעי ושימור שטחים טבעיים קיימים							הכפלת קרקע באמצעות שימוש ברבי קומות מאפשרת הפקת תוצרת חקלאית רבה בשטח מצומצם ובכך מניעת הפיכת שטחים טבעיים לשטחים חקלאיים קונבנציונלים

סוגיה עקרונית		אופן ההתמודדות של מודלים שונים ליישום חקלאות עירונית עם הסוגיה						
			שטחים פרטיים		שטחים ציבוריים			
מצב נוכחי		חלופות אפשריות	על גבי מבנים	חצרות	חוות	חלקות	גינות קהילתיות	חוות עירוניות	חוות אנכיות
מגבלות החקלאות הקונבנציונלית	תלות בתנאי מזג אויר	שימוש במבנים ליצירת סביבת גידול מבוקרת ומוגנת							שימוש במערכות מתוחכמות לבקרה, הסקה ותאורה מלאכותית
	חשיפת מזון לרעלים ומזיקים	שימוש בטכנולוגיות אורגניות	שימוש בשיטות חקלאיות אורגניות המאפשרות אספקת מזון איכותי ונקי מרעלים.						
		בקרת סביבת הגידול							יצירת סביבת גידול מבוקרת ומוגנת המצמצמת את כמות המזיקים ומחלות הצמחים
מגבלות החקלאות הקונבנציונלית	העדר מקורות מזון (רעב) כתוצאה ממחסור בשטחי חקלאות וטכנולוגיות מתאימות	ייצור המוני של מזון							שילוב בין הכפלת קרקע, סביבה מבוקרת וטכנולוגיות מתקדמות המותאמות ליצור תעשייתי המוני של מזון
		שימוש במצעים מנותקים בסביבות החסרות תנאים ראויים לחקלאות	ניצול גגות, מרפסות וחזיתות מבנים קיימים לייצור מזון						עיקר התוצרת מיוצרת באמצעות טכנולוגיות חקלאיות הידרופוניות, אירופוניות ואקופוניות
		שימוש בשיטות חקלאיות פשוטות המאפשרות תוצרת עצמית	ניצול שטחים פרטיים לטובת יצור עצמי של מזון המפחית את כמות המזון הנרכשת			שימוש בקרקע ציבורית לצורך אספקת מזון לאוכלוסיות החסרות קרקע פרטית			
		הפחתת התלות במסגרת כלכלית וחברתית.	השימוש בשטחים ומבנים פרטיים מאפשר אספקת מזון ללא תלות בסביבה הכלכלית או החברתית.		חיזוק הקשר בין קהילת לקוחות לחווה החקלאית	לאחר החכרת החלקה, בעליה מפיקים ממנה תוצרת באופן פרטי			
מצב נוכחי		חלופות אפשריות	על גבי מבנים	חצרות	חוות	חלקות	גינות קהילתיות	חוות עירוניות	חוות אנכיות

הערות טבלה 2:
* קיימת אפשרות לשימוש במצעים מנותקים מבחינה כלכלית וטכנולוגית, כיוון שהחוות עוסקות בחקלאות באופן מקצועי, אך נושא המצעים המנותקים אינו עומד בבסיס המודל ולכן לא צוין בגוף הטבלה.

לשם הבנת מידת ההתאמה של מודלים שונים למטרות ולסביבות משתנות, חשוב להבין על אילו צרכים עונים המודלים. הצורך הראשוני בחקלאות עירונית מבוסס על ההבנה כי יש צורך בחלופה לתוספת שטחים חקלאיים נרחבים בשטחים פתוחים.

טבלה 3: השפעת מודלים שונים על אורח החיים העירוני - בחינה השוואתית של ערכים מוספים

ערכים מוספים		המשתנה הפיזי המשפיע	שטחים פרטיים		שטחים ציבוריים				
			על גבי מבנים	חצרות	חוות	חלקות	גינות קהילתיות	חוות עירוניות	חוות אנכיות
חברה	ערכים שהין אדם לאדמתו	עיבוד עצמאי על ידי התושבים	○	○		○	○		
	חיזוק הזהות האישית	עיבוד עצמאי על ידי התושבים	○	○			○		
	תרבות ופנאי	נגישות השטח לציבור	○	○			○	○	
	חינוך והסברה	בעלות ציבורית על הקרקע			○		○	○	○
	חיזוק הקשר והשייכות לקהילה	מסגרת קהילתית מיקום בסמיכות למגורי תושבים					○		
סביבה	החייאת מרכזי הערים	מיקום במרכזי הערים - שימוש בשטחים נטושים בבעלות ציבורית					○	○	○
	יצירת ריאות עירוניות ירוקות	בעלות ציבורית על הקרקע - תמיכת הרשות המקומית				○	○	○	
כלכלה	חסכון בהוצאות	בעלות פרטית או קרקע מוחכרת קהל היעד של התוצרת	○	○		○			
	העלאת ערך הנדל"ן המקומי	שימוש בשטחים לא מנוצלים נגישות השטח לציבור	○				○	○	
סיכום			5	4	1	3	8	5	2

בחינת הממצאים

1. ניתן לראות בטבלה, כי מודל החווה האנכית הוא האופטימלי מבחינת היותו חלופה המתמודדת עם כל הסוגיות הבעייתיות הנדונות של חקלאות קונבנציונלית.
2. מאפיינים המאחדים את כלל המודלים הם:
א. התמודדות עם סוגיית פליטת גזי החממה (בקנה מידה שונה), באמצעות קיצור מרחקי השינוע של התוצרת והפחתת השימוש בכלים מכאניים חקלאיים.
ב. הפחתת זיהום קרקע ומים והפחתת חשיפת התוצרת לרעלים באמצעות הפחתת השימוש בדשנים וחומרי הדברה וייצור תוצרת חקלאית אורגנית.

בחינת הממצאים
מלבד אספקת מזון, מציעים המודלים ערכים מוספים בשלושה תחומים: חברה, סביבה וכלכלה.

1. התחום החברתי
ניתן לחלק את הערכים החברתיים לשני סוגים: ערכים אישיים וערכים קהילתיים - ציבוריים. ניתן לראות כי מודלים המציעים חקלאות בשטחים פרטיים תורמים בעיקר לערכים חברתיים אישיים, כמו חיזוק הזהות האישית, יצירת מרחב פנאי וחיזוק הקשר לאדמה. ערכים אלו מושתתים בדרך כלל על ייצור עצמי של מזון על ידי התושבים. מודלים קהילתיים בשטחים ציבוריים מכילים ערכים חברתיים נוספים כגון חינוך וחיזוק הקשר לשכונה ולקהילה. ערכים אלה תלויים בדרך כלל גם בנגישות השטחים החקלאיים לציבור הרחב, המבוססת על בעלות ציבורית על הקרקע ועל קרבה למגורי התושבים. מבין המודלים השונים, מודל הגינה הקהילתית מציע את מכלול הערכים החברתיים המוספים.
2. התחום הסביבתי
ניתן לראות כי מודלים המושתתים על שימוש בקרקע ציבורית, תורמים תרומה משמעותית לסביבה העירונית. השטחים הציבוריים מאופיינים בדרך כלל בקנה מידה גדול ובכך מהווים פוטנציאל לייצירת ריאות ירוקות ברחבי העיר. מרבית השטחים הנטושים והמוזנחים במרחב העירוני הם ציבוריים ושימוש בהם עשוי לעודד החייאה של המרקם העירוני.
3. התחום הכלכלי
בתחום החסכון הכלכלי האישי, מובילים מודלים המבוססים על קרקע פרטית ועל ייצור עצמי של מזון. בולט במיוחד בתחום זה הוא מודל החלקות, אשר מטרתו העיקרית הנה ייצור מזון באופן עצמאי. מבחינה עירונית, עשויים כל המודלים להעלות את ערך הנדל"ן המקומי ובמיוחד מודלים המובילים בתחום הפנאי והחינוך, כגון: גינות קהילתיות וחוות עירוניות, הנגישים לציבור הרחב. מודלים אלו עשויים לספק קרבה מסויימת לטבע, עבור תושבים שאין ברשותם קרקע פרטית.

טבלה 4: בחינה השוואתית של מגבלות המודלים השונים

מגבלות		המשתנה הפיזי המשפיע	שטחים פרטיים			שטחים ציבוריים			
			על גבי מבנים	חצרות	חוות	חלקות	גינות קהילתיות	חוות עירוניות	חוות אנכיות
חברתיות	צורך בתמיכה ממסדית	תלות בהקצאת משאבים ותמיכת הרשות המקומית				○	○	○	○
	תלות בחינוך ותרבות מקומית מתאימה	יצור עצמי של תוצרת - יצירת מסגרת קהילתית	○		○	○	○		
פיזיות	איתור והכשרת שטחים אספקת מקורות מים	בעלות על הקרקע - סביבת הגידול	○			○	○	○	○
טכנולוגיות	צורך בטכנולוגיות מתקדמות	שימוש במצע מנותק סביבת גידול מבוקרת							○
כלכליות	צורך במשאבים כלכליים גדולים	שימוש בטכנולוגיה מתקדמת שימוש במצעים מנותקים סביבת גידול מבוקרת							○
סביבתיות	זיהום קרקע ומים	סביבת הגידול עיבוד עצמי על ידי התושבים סוג הגידולים והטכנולוגיה	○		○	○			
סיכום			1	1	1	4	3	2	4

הערות טבלה 4:
* חשוב לציין כי משקלן של מגבלות שונות אינו זהה, כיוון שעם חלקן קל להתמודד ביחס לאחרות. מגבלות המודלים הן תלויות סביבה ומודלים שונים יהיו בעלי מגבלות שונות במקומות שונים.

בחינת הממצאים

ניתן ללמוד מהטבלה כי מודלים המבוססים על שטחים ציבוריים נאלצים להתמודד עם מגבלות מסוגים שונים על מנת להתקיים. הצורך בתמיכה כלכלית וארגונית של הרשות המקומית והצורך באיתור והכשרת שטחי ציבור הם המגבלות העיקריות של מודלים אלה. עיבוד עצמאי על ידי התושבים תלוי באורח החיים העירוני ובתרבות המקומית. במידה ומתקיימת חקלאות אינטנסיבית בשיטות לא אורגניות בשטחים עירוניים פתוחים עלול להווצר זיהום קרקע ומקורות מים.
ניתן לראות כי מבחינת מגבלות היישום, מודל החווה האנכית סובל ממגבלות רבות במגוון תחומים. המגבלות המשמעותיות ביותר שעומדות בפני מודל זה הן הצורך בטכנולוגיות מתקדמות ובמשאבים כלכליים רבים, אשר אינן קיימים בערים רבות. כתוצאה מכך, יישום המודל מצריך ארגון מחדש של סדר העדיפויות הכלכלי העירוני ובעייתי לביצוע בערים עניות.

דיון ומסקנות

מסקנות ההשוואה

האפשרות ליישום המודלים מבוססת על התנאים והמשאבים הפיזיים, החברתיים והסביבתיים הקיימים בעיר. פיתוח החקלאות תלוי בפרמטרים מקומיים כגון: הצפיפות העירונית ומידת זמינותם של שטחים פתוחים, הכלכלה המקומית, מידת הצורך של התושבים במקור מזון זמין, תמיכת הממסד המקומי, מידת תיעדוף ייצור מקומי של מזון, התרבות ואורח החיים העירוני ועוד.

חקלאות על גבי מבנים

היתרון המרכזי של חקלאות על גבי מבנים הנו ניצול מרחב קיים אשר אינו בשימוש ועל כן הוא מספק חלופה ברת קיימא ופשוטה יחסית לתוספת שטחים חקלאיים בשטחים פתוחים. יישום המודל בקנה מידה רחב במבנים קיימים מצריך הערכות והתאמה של המבנים לצרכים חקלאיים, תהליך מורכב הדורש השקעת משאבים, אשר לא תמיד קיימים בידי התושבים. יישום המודל תלוי ברצון התושבים לשנות את אורח חייהם במידה ומדובר במבני מגורים קיימים. יישום בקנה מידה רחב עשוי להתאים בעיקר לתושבים הזקוקים לאספקת מזון נוספת.
יישום חקלאות על גבי מבנים הנו בעל פוטנציאל גדול בעיקר בערים צפופות, בהן למרבית התושבים אין קרקע פרטית. שילוב צרכים חקלאיים כבר בשלב תכנון פרוגרמת המבנה, עשוי להעלות את ערך הדירות ולחולל תהליך של שינוי אייכותי מהותי באורח החיים העירוני, בהרגלי הצריכה ובתפיסת העיר.

חקלאות בחצרות פרטיות

חקלאות בחצרות פרטיות מתאימה לערים בעלות צפיפות נמוכה ההולכות ומתמעטות. המודל אינו מספק מענה לסוגיות המרכזיות שהועלו בעבודה זו, אלא משמש בעיקר למטרות פנאי. חקלאות בחצרות פרטיות אינה מושפעת מתכנון עירוני כולל ואינה תלויה בתמיכה או ארגון ממסדי. המודל מתבסס על יוזמה אישית של התושבים ויישומו אינו בעל השפעה מהותית על הסביבה העירונית.

CSA - חוות פרטיות

המודל משמר את הגבול הברור בין החקלאי לצרכן, כיוון שלא מדובר בייצור עצמי של תושבי העיר, אלא בצריכת מזון המיוצר עבור קהל לקוחות קבוע יחסית. קיים במודל ערך קהילתי, הבא לידי ביטוי באפשרות של הלקוחות להיות מעורבים יותר מהרגיל בגידול התוצרת כביקור בחווה או ימי עבודה משותפים. המודל אינו עוסק בייצור "מזון להמונים", אלא מיועד לאוכלוסיות המסוגלות ומעוניינות לשלם יותר עבור תוצרת אורגנית, איכותית וטרייה. המודל לא מייצר חסכון בקרקע, אך מושתת על שיטות חקלאיות אורגניות ולכן פחות מזהמות.

החכרת חלקות

מודל החלקות מצריך הסבה של שטחים נרחבים, בדרך כלל בלתי מנוצלים לשטחים חקלאיים. המודל מתאים ליישום בערים בעלות צפיפות נמוכה או בערים הכוללות שטחי שוליים בלתי מנוצלים. מודל החלקות מושתת על ייצור עצמי של מזון לצורך קיום התושבים ועל כן מתאים ליישום

בקנה מידה גדול באזורים בהם התושבים סובלים ממחסור במזון. יישום המודל מצריך תיעדוף ממסדי בקנה מידה לאומי של פיתוח חקלאות עירונית, דוגמת קובה, ותלוי ברצון התושבים לעסוק בחקלאות. מודל זה עשוי להתמודד עם בעיית הרעב באזורים מסויימים, אך מצריך קרקע פורייה, העשויה להיות חסרה באזורים אלה.

גינות קהילתיות

הערך המשמעותי של הגינות הקהילתיות הוא חיזוק הקהילה. ביחס לשאר המודלים, מודל זה הנו הוא התלוי ביותר בתרבות ובחברה המקומית. המודל מתאים ליישום על ידי קהלי יעד ספציפיים המעוניינים בחיזוק הקשר לקהילה ולסביבה או לשכונות בהם הממסד מעוניין לחזק את התושבים מבחינה חברתית. קהלי היעד העיקריים מבוססים על שלוש קבוצות אוכלוסיה:

1. קבוצות בעלות מודעות סביבתית גבוהה, עבורן הגינות ממלאות צרכים של חינוך ופנאי.
2. קבוצות חלשות של עולים חדשים, קשישים, בעלי מוגבלויות, במטרה להפיק תועלת כלכלית.
3. קהילות בעלות בעיות חברתיות או אוכלוסיות הסובלות מאלימות ועוני, עבורן הגינות יכולות להוות מסגרת משקמת.

חוות חקלאיות

מטרת החוות הנה הסברתית ומבוססת על קירוב האוכלוסייה העירונית לשטח חקלאי באמצעות יצירת 'ריאות' חקלאיות עירוניות. המודל משמש כמעין 'מוזיאון' פעיל במרחב העירוני. הערך של המודל הוא חינוכי ומטרתו העקרית אינה אספקת מזון לתושבי העיר.

חוות אנכיות

החוות מבוססות על הצורך בייצור המוני וסביבתי של מזון. תפקוד החוות בא להתמודד עם מרבית הסוגיות שהועלו בעבודה זו ויתרונותיו רבים. מבחינת ייצור מזון בערים צפופות, זהו המודל האופטימלי. הבעייתיות המרכזית עם המודל הנה מגבלות היישום. ההשקעה הכלכלית הראשונית ועלות תפעול המבנה הן גבוהות במיוחד ולכן המודל עדיין לא מיושם.

סיכום ומבט קדימה

עבודה זו מתבססת על התחזית לגידול אוכלוסיית העולם המצריכה תוספת שטחים חקלאיים בסדר גודל אשר אינו זמין. במחקר, נערכה סקירה השוואתית בין מודלים שונים לחקלאות עירונית, מתוך מחשבה כי חקלאות עירונית מהווה אלטרנטיבה אפשרית לבעיה זו. לשם התמודדות אמיתית עם הבעיה, יש צורך במדיניות עולמית כוללת והעלאת הבעיה לדיון לאומי ועולמי. דרושה ראיה כוללת המאפשרת שיתוף פעולה בין גופים ממוסדים המייצגים את ענף החקלאות הקונבנציונלית לבין ראשי ערים ואזורים.

פוטנציאל היישום של חקלאות עירונית באזורים הסובלים ממחסור במזון ומחסור במשאבים פיזיים וכלכליים תלוי בתמיכת מדינות המערב, כיוון שמדינות אלה לא מסוגלות ליישם את השיטות שהוצגו לייצור המוני של מזון בכוחות עצמן.

נושא העיבוד העצמי על ידי התושבים הנו סוגיה שיש לבחון מבחינת היתכנותו החברתית-כלכלית. מהי השפעת פיתוח החקלאות העירונית על חקלאים בפריפריה, המסתמכים כיום על שיווק התוצרת בערים? לאיזו אוכלוסיה מתאים עיבוד עצמי? עד כמה מעוניינים תושבי הערים בהסבת מקצוע לחקלאות או לשינוי אורח חייהם? על אף הצורך העולמי בפיתוח חקלאות עירונית, נראה כי לעת עתה בעולם המערבי היא מתאימה לאוכלוסיות ספציפיות בלבד, או ליישום באמצעות קבלנים.

הבנה מעמיקה של פוטנציאל יישום החקלאות העירונית מחייב חקירה נוספת של שיטות ופיתוחים טכנולוגיים קיימים של חקלאות בשטחים פתוחים ובשטחים עירוניים.

המהות הבסיסית של חקלאות עירונית, המושתתת על קרבה פיזית ונתפשת בין היצרן והצרכן, טומנת בחובה איכויות וערכים מוספים, העולים לעיתים על הצורך הממשי בייצור המזון עצמו, אשר ראוי לבחון את כדאיותה לאורם.

נספח

חקלאות אירופונית

גידול אירופוני[24] מבוסס על תליית הצמחים בסביבה סגורה או סגורה למחצה והשקיה במים עשירים בנוטריינטים באמצעות התזה עדינה על שורשי הצמח והגזע התחתון (Stoner, Clawson ,1997-1998). קונסטרוקציה תומכת מפרידה בין החלק העליון של הצמח (גבעול, עלים, פירות וכו') לבין השורשים המשתלשלים מטה. בדרך כלל, הצמחים נשתלים בתאים מיוחדים המאפשרים התרחבות וצמיחה ונושאים את משקל הפירות במקרה הצורך. הצמחיה גדלה בסביבה מבוקרת, נקיה ממזיקים ומחלות, המאפשרת קצב גידול מהיר מהרגיל.

חקלאות אירופונית נחשבת כחסכונית במיוחד בצריכת אנרגיה ומים, ביחס לשיטות חקלאיות אחרות. גידול תעשייתי איירופוני צורך כעשירית (ואף עשוי להגיע לאחד חלקי עשרים) מצריכת המים למטר מרובע של חקלאות קונבנציונלית.[25] קיימת חשיבות גבוהה לשמירה על אויר נטול מזהמים סביב הצמחים ומגע מינימלי בין הצמחים לקונסטרוקציה הנושאת אותם. התנאים האידאלים עבור הצמח מתקיימים כאשר 100% מהשורשים חשופים לתחלופה שוטפת של אויר ומים נקיים והצמח מסוגל להתפתח ולהתפרס בחופשיות.

חקלאות הידרופונית

גידול צמחים במצע מנותק ללא שימוש בהזנה דרך אדמה דשנה. בתנאים טבעיים, האדמה מספקת את החומרים המזינים, אך האדמה עצמה אינה חיונית לגידול הצמחים. החומרים המזינים הדרושים לצמח מוספים באופן מלאכותי למי ההשקיה ולכן הצמח אינו זקוק למצע אדמה עשיר כדי להתקיים. ניתן לגדל כמעט כל צומח בעזרת הידרופוניקה, אך צמחים מסוימים מתאימים לכך יותר מאחרים.

מיני צמחים רבים מניבים יותר תפוקה בפחות זמן, ולעתים באיכות יותר גבוהה. ההידרופוניקה הופכת לכלי רווחי עבור החקלאים בתנאים כלכלים וסביבתיים שונים. כשמשתמשים בהידרופוניקה, הצמחים אינם נחשפים למחלות הבאות מן הקרקע, אין צורך להתמודד עם בעיות כצמחי בר או אדמה קשה לעיבוד. ניתן לגדל צמחים בצפיפות רבה, ובכך לחסוך שטח. ההידרופוניקה,[26] המבוססת מערכת מים סגורה הממחזרת מים, היא חסכונית במים. מערכות אלה צורכות כמות מים נמוכה במיוחד לעומת חקלאות מסורתית.

מקורות

[24] Aeroponics is the process of growing plants in an air or mist environment without the use of soil or an aggregate medium, from: http://en.wikipedia.org/wiki/Aeroponic

[25] Murphy, K., (2006). *Farm Grows Hydroponic Lettuce.* The Observer, from: http://archive.is/XFyJF

[26] Hydroponics is a subset of hydro culture and is a method of growing plants using mineral nutrient solutions, in water, without soil, from: http://en.wikipedia.org/wiki/Hydroponic

אלון-מוזס, ט., אמדור, ל., (2005). *פיתוח חקלאות עירונית בישראל*. טכניון מכון טכנולוגי לישראל

Despommier, D., (2009). The Rise of Vertical Farms. *Scientific American. New york: Scientific American Inc*, 301, p.60-67

Diaz, J. P., Haris, P., (2005). Urban Agriculture in Havana: Opportunities for the Future. *CPLUs Continuous Productive Urban Landscapes*, Designing Urban Agriculture for Sustainable Cities, Amsterdam, Elsevier, p.136.

Giradet, H., (2005). Urban Agriculture and Sustainable Urban Development. *CPLUs Continuous Productive Urban Landscapes*, Designing Urban Agriculture for Sustainable Cities, Amsterdam, Elsevier, p.32-39.

Gunderson, L. H., (2000). Ecological resilience -in theory and application. *Ann Rev Ecology Systematic*, 31, p.425-439

Malkow, T., (2004). Novel and Innovative Pyrolysis and Gasification Technologies for Energy Efficient and Environmentally Sound MSW Disposal. *Waste Manage*, 24, p.53-79.

McConnell, K., (2008). Vertical Farms Grow Food by Growing Up, Not Out. Bureau of International Information Programs. United States Department of State, Retrieved January, 28, 2014, from: http://www.america.gov

Nelson, B., (2008). Could vertical farming be the future? *MSNBC News*, Retrieved January, 28, 2014, from: http://www.nbcnews.com/id/21154137

Pollan, M., (2009). Big Food vs. Big Insurance. *The New York Times*, September 10, p.A43, Retrieved January, 23, 2014, from: http://www.nytimes.com/2009/09/10/opinion/10pollan.html?_r=4&ref=opinion&

Ruano, M., (1999). Ecourbanism sustainable human settlements: 60 case studies. Gustavo Gili (Editorial), SA, Barcelona

Scott, M. H., (2000). Case Study - Landfill Power Generation. *Green Design Initiative*, Carnegie Mellon University, Retrieved January, 28, 2014, from: http://gdi.ce.cmu.edu/gd/education/landfill-case.pdf

Stanley, D., (2002). Sustainability in Practice. Achieving the UK's climet change commitments and efficiency of the food cycle. *E3 consulting*.

Stoner, R. J., Clawson, J. M.,(1997-1998). *A High Performance. Gravity Insensitive, Enclosed Aeroponic System for Food Production in Space*. Principal Investigator, NASA SBIR NAS10-98030

Viljoen, A., Bohn, K., Howe, J., (2005). More Food With Less Space. Why Bother?. *CPLUs Continuous Productive Urban Landscapes*, Designing Urban Agriculture for Sustainable Cities, Amsterdam, Elsevier, p.20-30.

Viljoen, A., Bohn, K., Howe, J., (2005). More space with less space: an urban design strategy. *CPLUs Continuous Productive Urban Landscapes*, Designing Urban Agriculture for Sustainable Cities, Amsterdam, Elsevie, p.10-16.

תמונות

1. מיפוי דרגות השפעה של חקלאות על שטחים פתוחים, State of the Environment And Policy Retrospective: 1972-2002, Photo: Franklin Associates 1999, http://www.grida.no/geo/geo3/english/pdfs/chapter2-8_urban.pdf

2. חקלאות עירונית, Cuba, Photo: cheeses, 25.01.2012, http://www.flickr.com/photos/mollybreslin/6780122805

3. חקלאות בחצרות פרטיות, Australia, Photo: Nick Ritar & Kirsten Bradley Sydney, 01.05.2010, http://www.flickr.com/photos/cicada/4611605594

4. חלקות אדמה, Aldershot Allotment Association Photo: Darkhorse, Winterwolf, 02.09.2012, http://www.flickr.com/photos/83304548@N02/7914073008

5. גינה חקלאית בבית ספר, Cringila Public School, Port Kembla Australia,Photo: Nick Ritar& Kirsten Bradley, 07.04.2011, http://www.flickr.com/photos/cicada/5760341464/in/set-72157626682374087

6. גינה חקלאית בעיר תעשייתית, Cringila Public School, Port Kembla Australia,Photo: Nick Ritar& Kirsten Bradley, 07.04.2011, http://www.flickr.com/photos/cicada/5760366832/in/set-7215762668237408

7. פעילות בגינה חקלאית, Cringila Public School, Port Kembla Australia,Photo: Nick Ritar& Kirsten Bradley, 07.04.2011, http://www.flickr.com/photos/cicada/5759823829/sizes/o/in/set-72157626682374087

8. פרויקט חקלאות ורטיקלית עירונית, Professor Dickson Despommier Environmental Health Sciences at Columbia University NY Photo: Plpalencia, 18.01.2008, http://www.flickr.com/photos/22935055@N05/2202701754

9. פיתוח חוות חקליאות ורטיקלות, Chicago O'Hare Airport Photo: Chipmunk_1 08.02.2012, http://www.flickr.com/photos/42919152@N04/6854401601/sizes/m/in/photostream/

10. עיצוב אב טיפוס לחוות האנכיות, Gordon Graff via NYT, Photo: Curbed SF 15.07.2008, http://www.flickr.com/photos/23023265@N02/2671028357

11. פיתוח חוות חקלאיות ורטיקליות, SOA Architects via NYT, Photo: Curbed SF 15.07.2008, http://www.flickr.com/photos/23023265@N02/2671850534

12. עקרונות תפקוד של חווה אנכית: הכפלת קרקע, מערכת טיהור מים, מחזור פסולת אורגנית והפקת גז, Photo: Except, 08.05.2010, http://www.flickr.com/photos/34167678@N00/4588952041/

13. כמות שטחי החקלאות העירונית, Cienfuegos the Capital of Urban Agriculture in Cuba,City Farmer Canada's Office of Urban Agriculture, http://www.cityfarmer.org/cubacastro.html

14. חקלאות בתוך מבנים מוגנים, Aquaponic Tomatoes, Nowra NSW Australia Photo: Nick Ritar& Kirsten Bradley, 14.03.2011, http://www.flickr.com/photos/cicada/5544383521/in/set-72157626186108131

15. חקלאות בתוך מבנים מוגנים, Mari's Gardens in Mililani, Hawaii, Photo: Governor Neil Abercrombie, http://www.flickr.com/photos/neilabercrombie/10986538853

ניהול הנגר ושילובו בעיצוב עירוני מקיים

נעמה בלונדר

בעשור האחרון חלה התעוררות של שיח תכנוני חדש בישראל ששם דגש על הקשר שבין התכנון לסביבתו, יצירת מערכת עירונית הממזערת את ההשפעה הסביבתית השלילית על המערכת האקולוגית.
אחד התחומים המשמעותיים ביותר בתפישת עולם זו, הוא תחום המים, במיוחד לאור צמצום משמעותי במקורות המים והקשר בין תכנון סביבה עירונית להידרולוגיה ולמחזור המים הטבעי. נושא זה הוא רחב היקף המכיל רבדים רבים ומורכבים. מתוכו נגזר ניהול הנגר בסביבה העירונית והוא רובד משמעותי וראשון במעלה בהקשר זה.
על אף שיפור ניכר בגישת המתכננים ומודעות גוברת, הנגר, במיוחד בתחומי העיר, עדיין נחשב בראש ובראשונה מטרד שיש לסלקו במהירות האפשרית, ולא כגורם היכול להיטיב עם הנוף העירוני ולשפר את המרחב הציבורי. במקומות רבים בעולם הגיעו לתובנה כי ניתן להפוך את המטרד למשאב. בישראל, הנמצאת במשבר מים, תכנון המתחשב בנגר יכול להביא לשיפור בכמות ובאיכות מקורות המים. על סמך ניסיון מצטבר נמצא כי טיפול מושכל בנגר יכול להשיג תועלות כלכליות וחברתיות ולשפר את איכות חייהם של התושבים בעיר. נושא המים נחשב לרגיש בישראל ובמזרח התיכון בכלל, לכן תפיסת הנגר כמשאב פוטנציאלי שביכולתו לתרום ליותר ממערכת אחת ולהשתלב כרכיב אסתטי אינטגרלי בעיצוב העירוני עשויה להוות שינוי משמעותי בגישת התכנון הקיימת.

1. מטרת המאמר

כתיבת המאמר נעשתה מתוך נקודת מבטו של המתכנן ועבורו. מטרתו הראשית להבליט את הכלים והאפשרויות העומדים בתהליך התכנון ולנסות ולפתוח הזדמנויות חדשות של שילוב הנגר כאלמנט בעיצוב העירוני. המאמר דן בהתייחסות לאתר ברבדים הקריטיים לניהול הנגר ומציג את השיטות הרלוונטיות היום לניהול מיטבי שלו על ידי סקירת תקדימים נבחרים מהעולם. מתקדימים אלו ניתן ללמוד כי תכנון נכון ישיג יותר ממטרה אחת בו זמנית: שילוב של תועלות חברתיות, כלכליות וסביבתיות בתכנון הפיזי.

2. מבנה המאמר

המאמר מחולק לשלושה חלקים עיקריים.
החלק הראשון מציג סקירת המצב הקיים בניהול המים במדיניות הארצית ובשלטון המקומי. בפרק נבחן הפוטנציאל הטמון בנגר כמשאב חברתי ובעל השפעה על החזות העירונית.
החלק השני דן בניהול הנגר בעיר בהיבט הפיזי ומסביר את עקרונות התכנון להשגת מטרות הליבה בשילוב הנגר כרכיב בעיצוב העירוני.
החלק השלישי עוסק בכלים הפרקטיים של תכנון הנגר בעיר. בפרק מוצגים ארבעה כלים לבחירת המתכנן וארבעה תקדימים בהתאמה המדגימים את אופן השימוש, צורת השילוב והיעילות של כל כלי בסביבתו העירונית.

השפעת העיור על הנגר ואיכותו - גידול שטחי העיר מרחיב את התכסית האטומה, המונעת חלחול המים לקרקע והגורמת לתופעה של נגר עילי מעבר לקיים במצב הטבעי. במקום לחלחל לקרקע, המים מכוונים ישירות לתוך נחלים או ביבים. בנוסף, מזהמים שונים בעיר נשטפים על ידי מי הנגר לאגני ניקוז (נחלים, נהרות, אגמים) ועשויים לפגוע במערכת האקולוגית, או מחלחלים לקרקע ומזהמים את האקוויפר.
מדיניות ארצית לניהול הנגר בעיר - פרק זה מציג סקירה של עקרונות הליבה העולים מתמ"א 34/ב/4 העוסקת באיגום וחדירה של מי נגר אשר אושרה בהחלטת ממשלה 409 ב-19 במרץ 2003. הפרק עוסק בתפקידו של השלטון המקומי באספקת המים וניהולה: בתחום ניהול הנגר, בשימוש ישיר במים ובאספקת המים לצרכנים.
ניהול בר קיימא של הנגר בעיצוב עירוני - פרק ליבה הסוקר את מטרותיו העיקריות של תכנון הנגר כחלק קוהרנטי מתפישת העיצוב העירוני.
בחינת האתר ותחום התכנון - ניהול הנגר באתר מסוים יהיה תלוי במספר גורמים שיכתיבו את ההיתכנות וההצלחה של הטיפול בו. שלושה גורמים נדרשים לכך: קיום מאגר מי תהום, קרקע חדירה למים וכמות גשם מספקת (משרד השיכון והבינוי, 2004). התהליך כולל איסוף מידע הנוגע לנתוני האתר הנבחנים בפרק זה, חישוב כמויות הנגר המשוערות לפי שיטות חישוב מקובלות (אליהן הפרק מפנה) וקביעת מתווי התכנון והמטרות המותאמות באופן מדויק לתחום התכנית הנדונה.
שיטות לתכנון משלב נגר בעיצוב עירוני - פרק זה סוקר ארבע טכנולוגיות ומציג בהתאמה ארבעה תקדימים העושים שימוש ניכר ומובהק בטכנולוגיה המפורטת. הטכנולוגיות הנבחרות מציגות סוגים טיפול וגישות שונות לאתגרי תכנון משלב נגר.

3. מדיניות ארצית לניהול הנגר בעיר

3.1 משק המים העירוני

לפי פילוח צרכני המים השפירים במדינת ישראל, צרכן המים הראשי הוא המגזר העירוני (55%), לעומת המגזר החקלאי, שמקובל להאמין כי הוא צרכן מים ראשי בישראל, אך צורך רק 37%. לפי פילוח צרכני המים העירוניים, בתוך הצריכה העירונית גינון ציבורי הוא הצרכן השני בגודלו והוא שני רק למסחר ולתעשייה בפער מצומצם של 4% בלבד, 28% למסחר ולתעשייה, 24% לגינון ציבורי. (גורן, ברוך, דורון ונבון, 2013)

3.2 המים בשלטון המקומי

לרשויות המקומיות מספר תפקידים בניהול משק המים:
בתחום שימור נגר - האחריות העיקרית היא של גופי התכנון של הרשות המקומית. אלו אחראים לבדיקת ההתאמה של תכניות מתאר מפורטות לחוק ולתכניות מתאר ארציות ומחוזיות, בדיקת בקשות להיתרי בנייה על פי התכניות המפורטות ועל פי מדיניות הרשות. הרשות יכולה להיות גורם יוזם ולדרוש תכנון משמר נגר בשטחים שבבעלותה, בעיקר של שצ"פים, מבני ציבור ודרכים.
שימוש ישיר במים - הואיל והרשויות המקומית הן צרכן משמעותי של מים, בעיקר לגינון ולמוסדות ציבור, התייעלות בשימוש במים למטרות ציבוריות היא צעד חשוב בצמצום הבזבוז. הרשויות יכולות לקדם תכניות שונות לצמצום השימוש במים על ידי צרכנים פרטיים.
אספקת המים לצרכנים פרטיים וציבוריים - עברה מידי הרשויות המקומיות לתאגידי המים החל מחקיקת חוק תאגידי מים וביוב בשנת 2001. שיפור התשתיות והניהול בעקבות המעבר לתאגידי המים הוביל להפחתה ניכרת בפחת המים.[1]

[1] אבדן של מים בדרך לצרכן מוגדרים כשטחים להחדרת מי נגר עילי ומים

3.3 תכנית מתאר ארצית משולבת למשק המים - איגום מים עיליים, החדרה, העשרה והגנה על מי התהום (2007) - תמ"א 34 ב'/4

בתחום אתרי החדרת מים ברמה הלאומית, התכנית קובעת אזורים המיועדים למפעלי החדרה,[2] ולאתרי החדרה.[3] התכנית מאפשרת לשלב בהם פנאי ונופש, בתנאי שאלו לא פוגעים בתפקידם העיקרי. בתחום ניהול מי הנגר ברמה מקומית, התמ"א מחייבת לכלול בתכניות חדשות שכוללות אזורים מותרים לבנייה הוראות לשימור וניצול מי הנגר.

ההוראות שצריכות להיכלל בתכניות המפורטות תלויות במיקומן הגיאוגרפי. במישור החוף נדרש לשמור על 15% לפחות משטח כל מגרש בניה כשטחים חדירי מים. שטחים אלו יהיו מגוננים או מרוצפים בחומר חדיר. במידה ואין אפשרות להשאיר 15% שטחים חדירי מים, נדרש להקים בתחום המגרש מתקני החדרה כבורות חלחול, תעלות חלחול או קידוחי החדרה שיאפשרו קליטת מי נגר עלי בהיקף שווה ערך ל-15%. באזורים הרריים דוגמת: הגולן, הגליל, רכס הכרמל, הרי השומרון, הרי ירושלים והרי יהודה, בהם פגיעות מי התהום גבוהה, על התכנית המפורטת לכלול הוראות להעברת מי נגר עילי מתחומי המגרשים לשצ"פים או מתקני החדרה סמוכים לצרכי השהייה, החדרה והעשרת מי תהום.
בכל האזורים, על תכנון שצ"פים להבטיח קליטה, השהייה והחדרה של נגר עילי באמצעות שטחי חלחול ישירים או מתקני החדרה והשטחים הקולטים יהיו נמוכים מסביבתם. בתכנון דרכים וחניות ישולבו רצועות שטחים מגוננים סופגי מים וחדירים ויעשה שימוש בחומרים נקבוביים וחדירים. הוראות התכנית ניתנות להגמשה במצבים בהם ההחדרה לא אפשרית: כמו בקרקעות לא חדירות או בניצול בהיקף גדול של קומות תת קרקעיות, או במקרים בהם ההחדרה לא רצויה: כמו בשטחים עם חשש לזיהום או אזור עם מי תהום גבוהים עם חשש להצפות. מעבר לתחולה על תכניות חדשות, מוסד התכנון רשאי לקבוע כתנאי להוצאת היתרי בנייה בתחום תכניות קיימות הצגת פתרון לשימור מים.

4. ניהול בר קיימא של הנגר כרכיב בעיצוב העירוני

4.1 ניהול הנגר בערים

שיטות מקובלות לניהול מים לא מצליחות לטפל במשאבי המים. בעקבות ריבוי של משטחים אטומים, מים עירוניים מזדהמים ועל כן לא רצוי להחדירם למי התהום. נגר זה נאסף במהירות לעבר מערכות ניקוז הציבוריות שלא משאירות זמן לחלחול או לאידוי, פעולות שהן חלק ממחזור המים בטבע. תהליך זה משפיע באופן שלילי על מי תהום, אספקת מים, איכותם וכמותם. מצב זה מצריך אימוץ פתרונות יעילים בניהול המים עירוניים (Hoyer, Dickhaut, Kronawitter, & Weber, 2011).

4.2 מניעת הצפות כמטרה ראשית של ניהול נגר בר קיימא בעיר

עונת הגשמים בישראל קצרה ומכילה אירועי גשם מעטים. לא רק יובש וכמות משקעים נמוכה מאפיינת את החורף, אלא גם מספר אירועי גשם קצרים אך חזקים בעוצמתם שבעקבות קיבולת נמוכה של מערכות הניקוז נוצרות בעקבותיהם הצפות הגורמות לנזקים כבדים ולפגיעה ממשית באורח חיים תקין. מניעה של הצפות היא מטרה ראשית לטיפול נכון בנגר העירוני, אך היא רק הצעד הראשון ומטרות נוספות וראויות לא

[2] מוגדרים כשטחים להחדרת מי נגר עילי ומים ממערכת המים לתת-הקרקע.
[3] שטחים להחדרת מים ממערכות המים לתת הקרקע

פחות יכולות להיות מושגות בד בבד איתה. מניעת הצפה ניתן להשיג בתכנון מושכל המתבונן בכל תחום התכנית, לוקח בחשבון את תווי הטופוגרפיה ותווי זרימת המים ומשתמש בהם בתבונה למטרות להאטה, ויסות, השהייה והחדרה. עיקר הנגר הזורם על פני הקרקע בעיר נובע מריבוי השטחים האטומים. הניקוז הקיים בעיר היום אמור להוביל את הנגר במהירות ולפנותו מפני הקרקע למערכת תת קרקעית מבלי לנצל את הנגר לשימושים פוטנציאליים שונים הטמונים בו (שמיר וכרמון, 2007).

4.3 תקדים לתכנון משמר נגר: תכנון העיר מודיעין

תכנון העיר מודיעין ריכז את הבנייה לגבעות והשאיר את העמקים כאזורי שצ"פ. בין ראשי הגבעות לעמקים מחברים שצ"פים אורכיים המשמשים בין השאר כשבילי מדרגות ומאפשרים הובלת הנגר מהאזורים המבונים המשופעים כלפי השצ"פים הגדולים בעמקים. הקרקע באזור היא בעלת חדירות נמוכה, ולכן עיקר התרומה שניתן להפיק מתכנון משמר נגר הוא בהפחתת עומס השיא על מערכת הניקוז ושימוש בנגר להשקיה עונתית ולגופי מים מלאכותיים עונתיים (משרד הבינוי והשיכון, 2004).

4.4 עקרונות לניהול בר קיימא של הנגר העירוני (Hoyer, Dickhaut, Kronawitter, & Weber, 2011).

1. **פיתוח ויישום מתודות המקרבות את ניהול המים העירוני למחזור המים הטבעי.** מחזור המים בטבע מאופיין בהתאדות ובאחוזי חלחול גבוהים. במרקם עירוני, המרובה שטחים אטומים, תהליך טבעי זה מתקיים במינון נמוך. המטרה המתבקשת היא להרבות בפעולות המקרבות את ניהול המים בעיר לתהליך המעגלי הטבעי תוך השתלבות בנוף העירוני ותרומה לפיתוח מרחב ציבורי נעים ומזמין.
2. **שילוב ניהול נגר במערך העירוני בעיצוב המרחב הציבורי על מנת להשיג מודעות גוברת בקרב הציבור.** שילוב הנגר כחלק בלתי נפרד מפלטת החומרים בעיצוב המרחב הציבורי יקרב את הנושא לתודעה הציבורית-עירונית ובכך יוכל להיות מושג ערך חינוכי בנוסף ליתרון האסתטי. מרחבים ירוקים ומקורות מים הם חלק אינטגראלי ממרכיבי איכות חיים והם מהווים הטבה משותפת עבור הפרט והמערכת האקולוגית.
3. **הקפדה על התאמה בין טכנולוגית הטיפול הנבחרת לבין סביבתה.** פתרונות טבע פראי ופתוח אינם מתאימים ללב העיר. על כן יש להתאים בין קנה המידה, החומרים, הייעוד והתועלת המושגת בכדי לקבל תוצאה יעילה המטיבה עם סביבתה ותושביה.
4. **התאמת הטכנולוגיה והתכנון למקום, לתנאיו ולאופיו.** מובן מאליו כי לא כל פתרון מתאים לכל מתחם. הפתרונות הם מוטי-מקום ולכן יש לקחת בחשבון פרמטרים רבים כגון: אקלים, משקעים, הידרולוגיה, טופוגרפיה, סוג קרקע, איכות מי התהום, סביבה מיידית ועוד.
5. **תכנון אינטר-דיספלינארי הכולל:** אדריכלים, אדריכלי נוף, מתכנני ערים, מהנדסים אזרחים. תכנון הנגר בעיר משלב תחומים רבים ולהם נקודות מבט שונות אותן יש לקחת בחשבון כבר בשלב ראשוני.

5. בחינת האתר ותחום התכנון (משרד הבינוי והשיכון, 2004)

5.1 אקלים ומשקעים

משקעים הם מים המגיעים לקרקע מהאטמוספירה. כמות משקעים היא נתון גאוגרפי חשוב לאפיון האזור, ומדידתה מתבצעת באמצעות מד גשם. ניתן לקבל מידע בנוגע לכמות משקעים באזור באתר השירות המטרואולוגי הישראלי. התייחסות לכמות המשקעים חשובה להכרת האפשרויות הטמונות בניצול הנגר באתר.

5.2 טופוגרפיה והידרולוגיה

שני הנושאים קשורים זה לזה ומשפיעים אחד על השני. הידרולוגיה היא מחקר של תנועה, התפשטות ואיכות המים על פני הקרקע. הנושא כולל את המחזור ההידרולוגי, משאבי מים וקיומה קו פרשת מים. הטופוגרפיה, יחד עם פרמטרים נוספים, מכתיבה את כיוון הזרימה. ההשלכה העיקרית של תווי הטופוגרפיה על התכנון היא פריסת ייעודי הקרקע ופיזור מתקני אגירה בתחום התכנית להשגת טיפול מיטבי בנגר. בעזרת הכרת קווי הזרימה, ניתן לחלק את שטח התכנון לאגני היקוות טבעיים ולסווג אזורים לקולטים ולתורמים. כמות המשקעים הצפויה היא גורם עיקרי אותו המתכנן צריך לקחת בחשבון. זרימת הנגר תלויה במספר משתנים, ביניהם חדירות הקרקע, פני הקרקע, תכסיתה וגורמים נוספים. את נושא ההידרולוגיה יש ללמוד, במובן הממוקד - בעיר, ובמובן הרחב - את המרחב האגני בו העיר נמצאת, וליצור את ההתאמה הנדרשת לתכנון (שמיר וכרמון, 2007).

5.3 חדירות הקרקע ואיכות מי התהום

סוג הקרקע ומידת חדירותה הם פרמטרים מרכזיים להשגת חלחול מירבי. את סוג הקרקע ומידת חדירותה ניתן לקבוע בעזרת סקר שטח, טבלאות, הצלבה בין מפות גיאולוגיות למפות אקוויפר קיימות, בהן יאותר האזור הגיאוגרפי של תחום התכנית. ניתן לבסס את חישוב הנגר וספיקות השיא על פי טבלאות מקדמים קבועים ולהיעזר במודלים חישוביים דוגמת ה-SCS או מודל תחל"ס.[4]
מי התהום הם מים עיליים, מי גשמים ונחלים, המחלחלים לתוך הקרקע עד לשכבה אטימה, שאינה חדירה למים, עליה הם נקווים ונאגרים. מי התהום נחשבים כמקור המים החשוב והיקר ביותר במדינת ישראל. על כן תכנון להגברת החלחול למי התהום הוא מטרה חשובה ביותר.
מליחות ומזהמים מלאכותיים הם שני הגורמים המשפיעים ביותר על איכות מי התהום. תהליך המלחת מי תהום נוצר משאיבה יתרה, והמים עשויים להפוך למזוהמים לשתיה ולהשקיה. העיור ופעילות חקלאית הכרוכה בעיבוד הקרקע, דישון ושימוש בחומרי הדברה מגדילים את כמות וריכוז המזהמים במי התהום. ניצול ייתר של מי התהום יחד עם צמצום כמות המים המחלחלים, בגין תכסיות אטומות, גורמים להמלחת המים במאגרי התהום.

5.4 ייעודי קרקע

אחוזי הבנייה, גובה הבנייה, תקנים שונים, חניה, חריגה מגבולות מגרש בבניה התת-קרקעית ופרמטרים נוספים הם המכתיבים העיקריים של פריסת ייעודי הקרקע במגרש. לייעוד הקרקע עצמו השפעה גדולה על מידת התאמתו לאפשרות חלחול הנגר בקרקע. את תחום התכנית ניתן לחלק "לאזור התורם" ו"לאזור הקולט". האזור התורם הוא האזור המתנקז ולגביו יש לדעת את כמות הנגר המגיעה אליו ואת איכותו. בידיעת נתונים אלו תתגבש ההחלטה אם להסיט את הנגר אל מחוץ לגבולות התכנית או לשמר את הנגר ולאפשר לו לחלחל למי התהום. מאידך, האזור הקולט יושפע ממדיניות הניקוז ושימור הנגר בתחום התכנית. ייעוד הקרקע והצבתו בשטח קשורים לטופוגרפיה, להידרולוגיה ולסוג הקרקע והם המכתיבים העיקריים להתאמה בין הייעוד לבין מיקומו הרצוי.

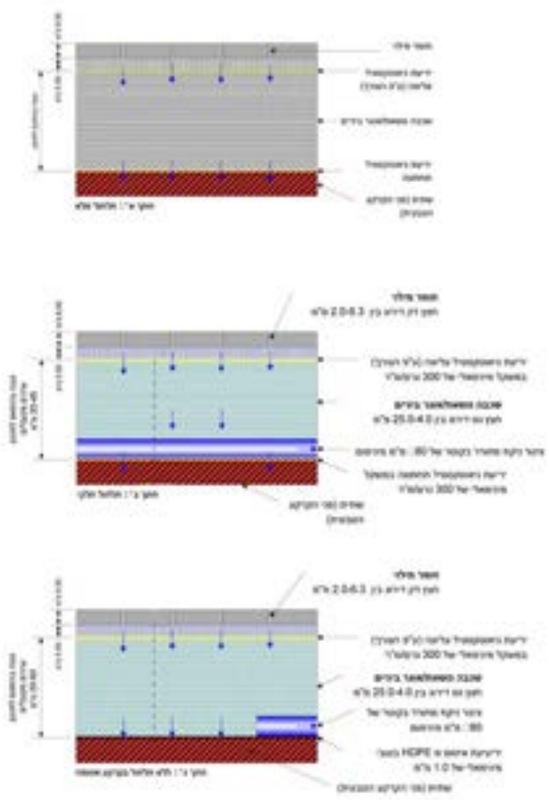
[4] פירוט המודל מופיע בהרחבה במדריך לתכנון ובניה משמרת נגר עילי בהוצאת משרד הבינוי והשיכון (2004) נספח 4 עמ' 119.

5.5 שיטות לתכנון משלב נגר בעיצוב עירוני

ניתן לסווג את הטכנולוגיות לשתי משפחות עיקריות כשההבדל ביניהן טמון במטרה. הראשונה תעסוק בעיקר באיגום ובהשקייה ותסייע בעיקר במניעת הצפות. השנייה תשלב סינון המים ממזיקים ותתרום לחלחול מכסימלי של נגר נקי יותר למי התהום.

שיטה 1:

ריצוף חדיר המאפשר חלחול (שלו, 2012)
מדרכה חדירה כוללת ריצוף, אספלט, או בטון, המאפשרים למים לעבור דרכם אל מצע מיוחד שתוכנן מראש שיאפשר סינון וחלחול או אידוי. ניתן להבחין בין שני סוגי ריצוף:
א. אבן משתלבת עם רווחים גדולים / קצוות קטומים וביניהם חצץ.
ב. סבכות בטון עם צמחיה או חצץ בחורים.
הריצוף הוא רק השכבה הראשונה במערכת שקולטת את הנגר, ומעבירה אותו לאוגר זמני, חצץ גס בעל 30% חללים הקולטים את הנגר, משהים אותו ומאפשרים חלחול איטי לקרקע הקולטת את הנגר. שכבה זו מופרדת משני צידיה בירעת בד גיאוטקסטיל שנועדה לשמר את שכבת החצץ הגס. יש להתאים את סוג מערכת הריצוף לסוג הקרקע וליכולת ספיגתה.
בקרקע בעלת כושר חדירה גבוה – חול, חמרה, בהר בו הסלע סדוק דיו לספיגה מקסימלית של הנגר, שכבת החצץ הגס מסוגלת להתרוקן תוך 72 שעות.



.1

1. חתכים למידת החלחול המתאפשרת לפי הקרקע. איל שלו הנדסה אזרחית סביבתית

בקרקע בעלת כושר חדירה חלקי – חלק מהנגר מחלחל לקרקע, אך שכבת החצץ לא מספיקה להתרוקן ולכן מנתבים את הנגר לשוחות החדרה ממוקדות.
בקרקע ללא כושר חדירה – וכן במרתפים, חניונים תת קרקעיים ומשטחים מרוצפים בטון, לא קיימת האפשרות לנגר לחלחל לקרקע ויש לנתבו למקום אחר להחדרה.
תקדים לשימוש בריצוף המאפשר חלחול בעיצוב עירוני
שכונת Arkadien Winnenden, גרמניה, 2011. תכנון: Atelier Dreiseitl
השכונה היא מקרה דגל לתכנון בר קיימא. השכונה תוכננה לאוכלוסייה קשת יום מבחינה סוציו-אקונומית שקהילתה חווחה אירוע ירי בבית ספר ב-2009. השכונה - ממוקמת 5 דקות הליכה ממרכז העיר ומתחנת הרכבת ובמרחק של 10 דקות הליכה נמצאים עשרה בתי ספר. בתכנון ובביצוע השכונה נעשה שימוש רחב היקף בחומריים ידידותיים לסביבה: טיח מינרלי לחיפוי מבנים, צבעים ממקור טבעי ללא רעלים, שימוש בחומרים מקומיים לבניית הקונסטרוקציה, האספלט במרחב הציבורי יוצר בטכנולוגיה שפותחה באותו איזור וריצוף המדרכות, השבילים והמסעות נעשה באבן משתלבת המאפשר חלחול ולשימוש בשכבת קרקע במקומות החניה.

.2

2. בריכת חלחול, Arkadien Winnende, Germany.

ניהול הנגר בעיצוב העירוני בא לידי ביטוי באופן מובהק בשכונה. 90% ממי הגשמים לא מוזרמים למערכת הניקוז העירוני, אלא עוברים טיפול באמצעות צמחיה טבעית ומוזרמים לאגם קטן. הודות לשימוש בריצוף המאפשר חלחול ושימוש חדשני במקומות החניה בקונסטרוקציה נושאת המכילה מצע של אדמה, אחוז התכסית האטומה בשכונה ירד מ-95% ל-30%. בלב השכונה נמצא אגם המשמש לרווחת התושבים ומקנה ערך מוסף כמשאב נוף ופנאי. האגם משמש כבריכה האוגרת את הנגר המוזרם אליה. המים עוברים סינון מזהמים בעזרת צמחיה בעלת בית שורשים, המעודד היווצרות של מיקרו-אורגניזמים סביבו המטהרים את המים ביעילות. במקרה של סופת גשם חזקה האגם מוצף ומעביר את המים העודפים אל אפיק הנחל הטבעי שבקרבתו
(www.worldbuildingsdirectory.com).

שיטה 2:

תעלות (משרד הבינוי והשיכון, 2004)
תעלת הובלה – מתוכננת בחתך טרפזי או משולש, העדיפים על צורה מלבנית. דיפון פאותיה מתוכנן למניעת סחף הגורם ארוזיה ושחיקה

של התעלה עצמה. את הדפנות ניתן לחפות בדשא או בצמחיה ולהיעזר ברשתות מייצבות.
תעלה לויסות - מאפשרת כניסת מים איטית ורציפה לקולטן ומשמשת בעיקר כווסת. תעלת הוויסות תתוכנן כתוספת לאגני חלחול ומוקדי טיפול במים, בסמוך לסכרים ולתעלות אחרות.
תעלה להשהייה - נועדה להאט ולהשהות את המים בערוצים הקטנים כדי למנוע סחף מחד ולאפשר חלחול מרבי מאידך.
תעלת עשב להשהייה - ויסות, החדרה וסינון - מתאימה בעיקר לאזורים מבונים ולצידי דרכים. התעלה טבעית ומשלבת צומח שמטרתו לנקז, לסנן ולהחדיר מים ממשטחים בלתי חדירים. יעילות סינון המזהמים של התעלה תלוי בסוג המצעים ובהרכב הצמחייה המתוכננת והאפשרית לאותו המקום. שיפוע התעלה האורכי לא יעלה על 2%.
תעלת החדרה - מאפשרת חלחול מקסימלי במפגש בין מים וקרקע. מתאימה לזרימה יחסית איטית ולשיפוע מתון. אינה אפשרית לשטחים הדורשים סינון מזהמים טרם החלחול.

תקדים א' לשימוש בתעלות בעיצוב עירוני - תכנון שכונה
אזור Leidsche Rijn בחלק המזרחי של Utrecht בהולנד הוא חלק מפיתוח היצע ענק למגורים עם צפי ל-30,000 יח"ד תוך 20 שנה בין 1995 ל-2015. 11% משטח הקרקע המקורית היו מכוסים מים. הקרקע באזור מחולקת לשני חלקים. החלק המרכזי מכיל חלקים תלולים ואילו ההיקף מישורי יותר. החלקים המשופעים מורכבים אדמה חולית שבה מתאפשרת חדירת נגר למי תהום ואילו ההיקף מורכב אדמת טיט שבה כמעט לא מתאפשר חלחול. הנגר בעיקר מחלחל במרכז השכונה, בעת הצפות או זרימות חזקות ישנן שתי מערכות של תעלות שמגיעות לאגם שמתפקד כמרחב ציבורי. באגם מתקיימות פעילויות בשעות הפנאי לתושבי המקום ויש בו בית גידול אקולוגי עצמאי. לאגם מגיעים שני סוגי התעלות: תעלות עמוקות בעלות שיפוע תלול המייצרות זרימה מהירה ישירה לאגם ותעלות עם שיפוע מתון שמייצרות זרימה איטית ולכן מתאפשר חלחול המים לקרקע.
ניהול הנגר במקום מושתת על מערכת תעלות פתוחה, בעלת נראות גבוהה לציבור כערך מוסף חינוכי ואסתטי. המערכת בנויה כך שמים יזרמו בתעלות לאורך כל השנה, תוך מניעת מקרי הצפות במקרה הצורך. כדי להשיג זאת המים בתעלות נשאבים ממפלסים נמוכים יותר ונוצרת מערכת תעלות סגורה. בנוסף מים נאספים מגגות הבתים ומהרחובות אל מערכת התעלות ומוזרמים לאגם שעומקו 40 מ' בצפון השכונה. במקומות היבשים מוקמו ה"וואדיות", כדי דשא ששכבת הקרקע העליונה בהם, העשויה חול ורקבובית, נועדה לתפוס מזהמים בכדי לשפר את איכות המים בטרם הגיעם לתעלה. ניסיון לאורך השנים מראה שרק וואדיות גדולים ובעלי פרופורציות ליניאריות מצליחים לתפקד בצורה הטובה ביותר וקלות יחסית לתחזוקה. מתחת לשכבת הדשא נמצאים מכלי אגירה והשהייה שנועדו לאפשר למים לחלחל באיטיות לקרקע ולמנוע הצפות. מיכלים אלה הוכיחו עצמם כדורשי תחזוקה גבוהה וכושר עמידות נמוך ולכן בוואדיות החדשות שנבנים היום, אין מיכלי אגירה.
במערכת המים העירונית ישנה הפרדה בין מערכת הניקוז שמובילה מים הנחשבים נקיים למערכת הביוב ומשם לטיפול. נגר מגגות נחשב לנגר נקי ולכן נאגר למערכת נפרדת. נגר מדרכים מתחלק לפי רוחב הכביש ועומס התנועה. חלק מהנגר ניתן לחלחול לקרקע ללא סינון, חלק אחר דורש טיפול ראשוני לפני חלחול והחלק המזוהם מנותב למערכת הביוב העירונית. הרחובות הקטנים מרוצפים באבן שמאפשרת חלחול. ריצוף זה לא תמיד מוכיח את עצמו כיעיל, במיוחד לא במיסעות בעלות נפח תנועה גבוה. ניהול המים בשכונות, מערכת התעלות והאגם הפכו לחלק בלתי נפרד מאופי ומייחודיות השכונה. הם מקור לגאווה לתושבים וחלק אינטגרלי מהנוף במקום (2BG, 2008).

תקדים ב' לשימוש בתעלות בעיצוב עירוני - שכונת EVA-lanxmeer, הולנד, 2009
EVA-lanxmeer היא שכונה ב-Culembor, הולנד, המרוחקת 60 ק"מ מאמסטרדם ונועדה ל-60 משפחות. התכנון האקולוגי בא לידי ביטוי במישורים נוספים על הטיפול בנגר. בשכונה מתוכנן ניהול מים אפורים, חימום סולארי פסיבי, שימוש בחומרי בנייה ממוחזרים וידידותיים לסביבה, ותחבורה בת-קיימא. השכונה ממוקמת בקצה שמורת מים והיא מתוכננת גם בקנה המידה הקטן לפתרונות מקומיים וגם בראייה רחבה, הכולל אגירת מי גשמים ושימוש נוסף להשקיה, טיפול במי גשמים וסינון מזהמים. ניהול המים בשכונה מחולק לארבע קטגוריות:
א. מי גשמים המתנקזים מהגגות לגינות גשם פרטיות ולבריכות קטנות.
ב. נגר המתנקז מהדרכים. מוזרם לתעלות מכוסות צמחיה שמסננות את המים בהליכים ביולוגיים. במקרה של זרימות חזקות במיוחד המים מתועלים גם לאפיקי הנחלים במקום כדי למנוע הצפה בשטח העיר.
ג. שפכים הנאגרים ועוברים סינון מזהמים באגנים ירוקים.
ד. מי שפכים שמוזרמים במערכת הניקוז הרגילה של השכונה. בזמן אכלוס הפרויקט, דירות המגורים בפרויקט נהנו משתי תשתיות של צנרת מים בבית, צנרת למי שתייה וצנרת לניהול צרכי הבית שבה זורמים מים אפורים כמי גשם שנאספו על הגג. עם הזמן, תשתית המים האפורים לשימוש ביתי נחסמה בעקבות איסור של השלטון המקומי.
היותה של השכונה בנויה ברחובות קטנים וצרים ללא גישה לכלי רכב משפיעה משמעותית על איכות המים. מיעוט המכוניות מאפשר פחות משטחים אטומים ושמירתם של אזורים רחבים טבעיים ובנוסף כמות המזהמים והשמנים במים נמוכה. ניהול המים בשכונה בא לידי ביטוי בכך שכל המשטחים, פרט לגגות, מורכבים מחומרים חדירים: חלוקי אבן, סבכת אבן משתלבת, אריחים מחלחלים ועוד. חלק ניכר מהגגות בשכונה מנקז את מי הגשם הנקיים לתעלות המעבירות את המים לאגם, חלק מהמים שנאגרים בגגות מנותבים לבורות חלחול בגינות עצמן וחלק מהגגות מתפקדים בשני מישורי הפעולה.
מערכת התעלות נמצאות מתחת לקרקע והטיפול בנגר אינו מוחצן אלא משתלב בסביבה הנופית הטבעית של המקום. קרבתה של השכונה לאגם ולשמורת המים הגדולה מחזקת את אופייה הרגוע של השכונה (2BG, 2008).

3. שבילים בשכונה מרוצפים בריצוף המאפשר חלחול והגישה לרכב מועטה

3.

שיטה 3:

אגנים ובריכות (משרד הבינוי והשיכון, 2004)

אגנים ירוקים

אגן ירוק הוא שיטה לטיפול במזהמים באמצעות צמחייה המאפשרת תהליך פירוק טבעי. בתי השורשים של צמחים אקו-טכניים הם המפרידים הראשיים בין המזהמים למים. השיטה מתאימה לגנים שכונתיים ולצידם של צירי ניקוז ראשיים. אגן ירוק הוא למעשה מצע המהווה תשתית לצמחיה לחה והמים שמוזרמים דרכה עוברים פירוק של מרכיביהם האורגניים. המערכת מורכבת על פי רב כשרשרת אגנים. האגן הראשון כולל פילטר של חול וטוף המונע ממזהמים גדולים כמו בוץ לעבור. לרוב, יהיו לפחות שני אגנים נוספים שיכילו צמחיה בעלת בית שורשים של צמחי ביצות. צמחי הביצות בסביבתם הטבעית מזרימים חמצן לבית השורשים שלהם, והחמצן מאפשר למיקרו אורגניזמים להתפתח, ואלו אחראים ביעילות גבוהה לסינון החומרים המזהמים במים. ישנה האפשרות להיעזר במסנן מכני, אך יעילותו של זה, בניגוד למסנן ביולוגי תלך ותפחת לאורך זמן.

בריכות השהייה

בבריכות השהייה ניתן לשלב גם במערך הבנוי לצורך וויסות, השהייה והחדרה. ניתן לייצרן מחומרים המאפשרים חלחול בשילוב צמחיה. השהיית המים בבריכות לא תעלה על משך זמן של 48 שעות. שימוש רחב בבריכת ההשהייה כמערכת יבטיח החדרה של מים באיכות טובה יותר לקרקע. ניתן להגדיל את יעילותה על ידי תכנון של בריכה קטנה יותר שמבטיחה סינון ראשוני של מזהמים גדולים יותר. לבריכות הרטובות שאוגרות מים לאורך כל ימות השנה יתרון חזותי בעיצוב העירוני. המים במרחב העירוני יוצרים נוחות תרמית, מגבירים את הלחות ומורידים את הטמפרטורות בקיץ ובנוסף, מעודדים שהות לפעילויות פנאי במקום (Hoyer, Dickhaut, Kronawitter, & Weber, 2011).

אגן חלחול

אגן בעל קרקע חדירה המאפשר חלחול למי התהום. ניתן למקם בהתאם לאזורים המועדים להצפות, רצוי מחוץ למתחמים בנויים. האגן מחייב שטח גדול ואינו מתאים ליישום בכל סוגי הקרקע, הוא אינו יעיל בסילוק מזהמים ואינו מתאים לקרקע בעלת מפלס מי תהום גבוה.

תקדים לשימוש בבריכות

פארק עירוני storm water skate park, 2013, תכנון: SNE Architects

הפארק נמצא בעיר Roskilde, דנמרק, שטחו כ-40 אלף מ"ר. הפארק תוכנן כפארק אתגרי להחלקה, כמקובל היום בערים רבות, עם מאפיינים אקולוגיים. מרבית הפארקים עשויים שטחי בטון שלא תורמים לנגר בשטחם לחלחל לקרקע. הפארק האקולוגי עובד על העיקרון העונתי: בקיץ, כשיבש, מתפקד המקום כסקייט-פארק אתגרי ובחורף, כשיורד הגשם מתפקדות הברכות המלאכותיות כבריכות אגירה ומאפשרות למים לחלחל לאיטם. הבריכות עשויות בטון חלק שאינו מחלחל ואינן מכילות צמחיה בעצמן או בשטח הפנים אך מאפשרות למים לחלחל בנקודה הנמוכה שבבריכה. הבריכות עובדות בצורה היררכית, כאשר הבריכה הראשית מתמלאת היא מעבירה את המים העודפים שבה לבריכות שסמוכות לה ונמוכות ממנה. מלבד הבריכות, שאר הפארק, החל מריצוף השבילים, הגינון, אזורי המשחק ואזורי המנוחה, מרוצף במשטחים מחלחלים ובצמחיה המאפשרת האטה של הנגר למניעת שיטפונות ומאפשרת לחלקו לחלחל (Enevoldsen, 2013).

4. פארק אתגרי בקיץ, בריכות חלחול בחורף. SNE architects, AABENRAA SKATEPARK

.4

שיטה 4:

מערכת הביופילטר

פעולת המערכת עובדת בשני מישורים. בעונה הגשומה אוגר הביופילטר נגר הזורם אליו גרביטציונית ובעונה היבשה שואבת המערכת מי בארות מזוהמים. בשני המקרים, המים עוברים סינון וטיפול במזהמים בעזרת צמחיה ומוחדרים לאקוויפר.

מערכת הביו פילטר בנויה מספר שכבות של מצעים. המצעים מעודדים התפתחות של צמחיה מסוימת על גביהם. השכבה העליונה היא שכבה בלתי רוויה ולכן בעיקר תומכת בתהליכים אירוביים, בעוד שהשכבות התחתונות בביופילטר הן רוויות ובעלות ריכוז חמצן נמוך. המערכת יעילה בהרחקה של מוצקים מרחפים, מתכות כבדות, נוטריינטים (חנקן וזרחן) ושמנים. המים המטופלים נאספים בצינורות מחוררים הממוקמים בתחתית הביופילטר, מים אשר מנותבים בהמשך למערך בארות ההחדרה (זינגר, 2012).

תקדים לעיצוב עירוני - מערכת הביופילטר בערים כפר סבא (2009), רמלה ובת - ים (2013)

תכנון: ד"ר ירון זינגר

מערכת ראשונה מסוגה ממוקמת כחלק מגינה ציבורית בשכונת מגורים בכפר סבא וגדותיה עשויות אבני מדרך גדולות המאפשרות ישיבה ושהייה בקרבת המערכת כחלק מהמרחב הציבורי והירוק בשכונה. שטח המערכת הוא 87 מ"ר, עומקה 1.2 מ' וקצב החלחול הוא בין 300 ל-400 מ"מ לשעה. המערכת בנויה חמש שכבות של מצעי סינון וטיהור. השכבה העליונה היא שכבת חול קרקע שמאפשרת לצמחיה המיוחדת להתקיים ולגרום לפירוק מזהמים תלויי חמצן. הביופילטר הפחית את רמת הזיהום של הנגר הנקלט. למעט אי קולי וכלל קוליפורמים, הפרמטרים הנבחנים עמדו בתקן מי שתייה.

לאחרונה מוקמות מערכות ביופילטרציה ניסיוניות בערים בת ים ורמלה. פיתוח ויישום של השבת הנגר בתחום העירוני של רחובות ושטחים פתוחים ייקל על מערכת הניקוז העירונית. המערכות ישתלבו באופן אינטגרלי בעיר ואינן צורכות מים להשקייה משום שאינן עושות שימוש בצמחיה ומסוגלות לקלוט נפח גדול בהרבה ממערכת הביופילטר.

5,6.

5,6. מערכת הביופילטר בגינה ציבורית בשכונת מגורים בכפר סבא. ד"ר ירון זינגר

6. סיכום

הניקוז בארץ מושתת על איסוף וסילוק המים מהמגרש למערכת הניקוז העירונית. במקביל, מצבו הקשה של משק המים והידלדלותם של האקוויפרים, הביאו בשנים האחרונות לבחינה מחודשת של הגישה התכנונית כלפי הנגר. ניהול נגר יכול לענות על הצרכים והדרישות של הנגר העילי בעיר בו בזמן שהוא מאפשר יצירת מקומות נעימים ומזמינים לרווחת הציבור. מנקודת מבטה של הרשות המקומית, על מערכת ניהול הנגר להיות מערכת אמינה, פשוטה לבנייה, קלה לתחזוקה ולא יקרה. מנקודת המבט של המתכנן העירוני מערכת זו צריכה להיות חלק ממרחב ציבורי אסתטי ומזמין המשתלב בסביבה הפתוחה בעיר ומעודד מודעות ציבורית לנושא החיסכון במים. איכויות אקולוגיות, חברתיות ואסתטיות אלו חשובות כיוצרות מודעות ציבורית המשפיעה על מערכת קבלת ההחלטות ויוצרת אצל הציבור את הרצון לשילוב בין המערכת העירונית למערכת האקולוגית ולזהות בכך ערך מוסף המשפר את חייהם בעיר.
בעשורים האחרונים, חלו שיפורים טכנולוגיים משמעותיים לניהול ולשיפור איכות המים. במקביל, כפי שהוצג בדוגמאות במאמר, ערים רבות עברו שינוי תפישתי לקראת הפיכתן לערים מקיימות הרואות במערכת האקולוגית העירונית חלק אינטגרלי מהעיר עצמה וממורכבותה. מבחינה טכנולוגית, קיים מגוון של שיטות ויישומים של תכנון המשיג את מטרות ניהול הנגר העירוני ורואה בנגר כלי לעיצוב עירוני. במאמר מוצגים הכלים והשיטות העיקריים העומדים בפני המתכנן כגישה פרקטית לתכנון. לכל שיטה מוצג בהתאמה תקדים תכנוני המיישם את עקרונותיה. כל פרויקט פיתוח, גדול או קטן, טומן בחובו הזדמנויות לניהול מקיים של הנגר בתחומו והרעיון המרכזי הוא שהמתכנן יראה בקשר שבין מרחב ציבורי לאקולוגיה העירונית מערכת שניתן לייצר בעזרתה ערך מוסף לציבור ולנוף העירוני.

מקורות

גורן, ל., ברוך, ו., דורון, א. ונבון, ר., (2013). *פרק המים בתכנית תג סביבה - התייעלות משק המים העירוני - מדריך לרשויות המקומיות (חוברת)*. כרמל, מ. (עריכה), תל אביב: מרכז השלטון המקומי, מקור: http://www.sviva.gov.il/InfoServices/ ReservoirInfo/DocLib2 Publications/P0701-P0800/P0728.pdf

זינגר, י., דלאטיק, א., (2012). מערכת הביופילטר בכפר סבא - תקציר מנהלים דו"ח מסכם פרוייקט חלוץ - מערכת ביופילטר בכפר-סבא. *אבן הדרך הראשונה למימוש חזון עדים רגישות למים בישראל, קק"ל.*

זינגר, י., גפני, א., דלאטיק, א. ופישר, ט., (2012). *פרויקט מערכת הביופילטר: קליטה, טיפול מי נגר עירוני והחדרתם לאקוויפר החוף להעשרת מי התהום*. קק"ל, מקור: http://www.ksaba-com.co.il/SiteContent/pdfs/212.pdf

זינגר, י., (2012). *מערכת הביופילטר בכפר-סבא (חוברת)*. קק"ל, מקור: http://www.ksaba-com.co.il/SiteContent/pdfs/189.pdf

משרד הבינוי והשיכון, (2004). מדריך לתכנון ובניה משמרת נגר עילי (2004), מקור: http://www.moch.gov.il/SiteCollectionDocuments/tichnun/hanhayot_umadrichim/bniya_meshameret_neger_ili.pdf

שלו, א., (2012). *אבנים לדיצוף מנקז - מדריך תכנון*. אקרשטיין, מקור: http:// www.ilgbc.org/download/files/%D7%90%D7%A7%D7%A8%D7%A9%D7%98%D7%99%D7%99%D7%9F%20%D7%98%D7%9C%20%D7%98%D7%9C%D7%9E%D7%95%D7%A8_2.pdf

שמיר, א., כרמון, נ., (2007). תר"מ - *תכנון דגיש למים, שילוב שיקולי מים בתכנון עידוני ואזורי*. חיפה, הטכניון - מכון טכנולוגי לישראל.

2BG. (2008). *Sustainable urban drainage systems - 8 case studies from the Netherlands.* Retrieved April 10, 20104, from: http://ign.ku.dk/forskning/landskabsarkitektur-planlaegning/landskabsteknologi/2bg-black-blue-green/filer/2bg_workingpaper1_holland_excursion.ashx

Ashley, R., Illman, S. & Stephenson, A., (n.d.), *A Guide to SuDS in the Urban Landscape (Guide)*. Retrieved April 10, 20104, from: http://www.hydro-int.com/UserFiles/Hydro_e-guide.pdf

Ben-Horin, E., (2007). *Rainwater as a Source: A Report on Three Sites Demonstrating Sustainable Stormwater Management (Report)*. Retrieved April 10, 20104, from: http://www.treepeople.org/sites/default/files/images/about/Rainwater_as_a_Resource.pdf

Elmer, V. & Fraker, H., (2011). Water, Neighborhoods and Urban Design: Micro-Utilities and the Fifth Infrastructure In Howe, C. & Mitchell C.(Eds.), *Water Sensitive Cities*. London: IWA Publishing, pp.193-208.

S. N., (2013). *Stormewater skate park*. SNA Architects., Enevoldsen

Hoyer, J., Dickhaut, W., Kronawitter, L. & Weber B., (2011). *Water Sensitive Urban Design, Principles and Inspiration for Sustainable Stormwater Management in the City of the Future - Manual*. Berlin: jovis jovis Verlag GMBH, Retrieved from http://www.switchurbanwater.eu/outputs/pdfs/W5-1_GEN_MAN_D5.1.5_Manual_on_WSUD.pdf

World Buildings Directory, Online Database. Retrieved April 5, 2014 from: www.worldbuildingsdirectory.com

תמונות

1. חתכים למידת החלחול המתאפשרת לפי הקרקע. תמונה: איל שלו הנדסה אזרחית סביבתית.

2. בריכת חלחול,
Residential area in Arkadien Winnenden, Germany, Photo: wirbel1980, 18.06.13, from: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Arkadien_Winnenden.jpg

3. שבילים בשכונה מרוצפים בריצוף המאפשר חלחול והגישה לרכב מועטה,
Photo: midi onze, 17.12.12, from: https://www.flickr.com/photos/midionze/8293397291/in/photostream

4. פארק אתגרי בקיץ, בריכות חלחול בחורף,
SNE architects, AABENRAA SKATEPARK, Photo: Søren Nordal Enevoldsen.

5-6. מערכת הביופילטר בגינה ציבורית בשכונת מגורים בכפר סבא. תמונה: ד"ר ירון זינגר.

המבנה הירוק - תיאוריה, טכנולוגיה וכלים

טכנולוגיה, מקומיות וגלובליות תגית כלימור

אסתטיקה של אדריכלות אקולוגית בגורדי שחקים ומבנים גבוהים גל רינגל

אדריכלות דיגיטלית כמנוע לתכנון בר קיימא הדס סופר

תכנון מקיים מבוסס ביצועים לוטם קידשט ומיכאל ויצמן

חומרי בנייה מודרניים בראייה בת קיימא יאיר טיטלבוים

שילוב מערכות אנרגית רוח מתחדשת במרקם בנוי הלמינה גרופר

טכנולוגיה, מקומיות וגלובליות

תגית כלימור

"Not everything that can be counted counts.
Not everything that counts can be counted."*

William Bruce Cameron

המושגים הרבים המגדירים והמקושרים לאדריכלות בת קיימא מנסים לענות על הצורך לחסוך במשאבים ולמזער את הנזק הסביבתי. המושגים התפתחו לאורך ציר הזמן בתלות להתפתחות שחלה בשדה וביחס להתייחסות הכוללת לקיימות ולהתפתחות הטכנולוגית. בין המושגים השגורים ניתן למנות: אדריכלות ירוקה, אדריכלות אקולוגית, אדריכלות ביו-אקלימית, בניה ידידותית לסביבה, בניה סביבתית, בית טבעי, בית סולרי, בית פסיבי, בית מאופס אנרגיה ומבנה עתיר ביצועים. חלק מהמושגים מאירים את הנושא בפרספקטיבה צרה שאינה נותנת מענה למורכבות הנושא. הדגשים המשתנים למושגים השונים נובעים ממשקל הכובד המיוחס לנושאים הסביבתיים המגוונים, ומנקודת המוצא המרכזית בכל אסכולה. הגישות נעות במנעד הרחב בין הדגשים על חסכון באנרגיה עד לראיה מערכתית כוללת, המתייחסת למבנה כחלק ממערכת אקולוגית שלמה.
ברמה הפיסית הראשונית הבניה המקיימת מתוכננת לפגיעה מינימאלית בסביבה, ומתייחסת לערכים פיזיים הנוגעים בהקצאת קרקע לבניה, בטיפול בקרקע, באנרגיה הנדרשת לבניה ולתפעול, בחיסכון ובטיפול במים ובשימוש בחומרים. במימד הפיזי, המשמעות המיידית של מדדים אלו מעודדים תכנון מבנים בקרקע מופרת כיתרון התחלתי משמעותי, צמצום תכסית המבנים למינימום כיתרון, על מנת שיוותר שטח מרבי לשטחים פתוחים לצמחיה ולטובת חלחול מי נגר. במבנים נדרשת הפחתת צריכת האנרגיה, תוך אימוץ עקרונות אנרגיה סולרית פסיבית ולשימוש באנרגיה ממקורות מתחדשים. הבניין הירוק מייעל את צריכת המים, ממחזר את המים המשומשים, בנוי מחומרים מהסביבה הקרובה ומחומרים ידידותיים לסביבה, מצמצם את הפסולת וממזער את השפעות מחזור החיים הכולל של הבניין בתהליך הבניה, התפעול ואחרית ימיו. מבנים עתירי ביצועים (High Performance Buildings), מאופיינים בתכנון המאמץ עקרונות אקולוגיים, ונעזר בטכנולוגיות חדשניות לטובת איכות חיי המשתמשים ולשימוש יעיל במשאבים תוך מזעור הנזק לסביבה.

המושג אדריכלות בת קיימא, המורכב מבין המושגים, מרחיב את הדיון מעבר למפורט לעיל. הדיון בוחן את ההשפעה על הסביבה של החלטות בקנה מידה רחב יותר, הנוגעות לתכנון העירוני, יחד עם ההשפעות המקומיות של המבנה הבודד. בגישה זו, ההכבדה שיוצר הבניין הבודד על הסביבה הטבעית היא חלק מדיון מקיף, המקפל בתוכו ראייה רחבה ורב תחומית. אדריכלות בת קיימא בראיה כוללת באה לתת מענה למכלול תחומי השפעה של הבניה על הסביבה

*Cameron, W. B, (1963). *Informal Sociology: A Casual Introduction to Sociological Thinking.* New York: Random House. P. 13.

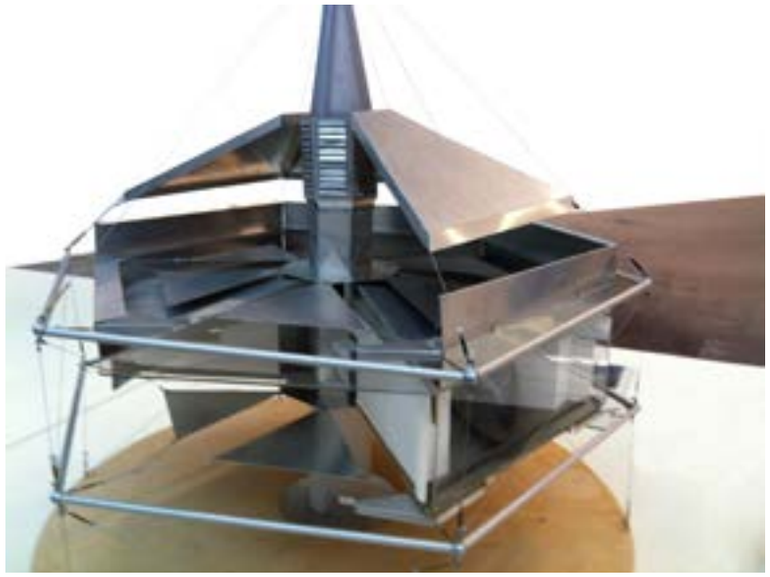
הפיזית והאנושית. בבסיס הראיה האקולוגית קיימים שלושת מרכיבי היסוד של הקיימות: חברה, כלכלה וסביבה השזורים אחד בשני ומבטאים גישה כוללת, המחוללת יחסים ארוכי טווח של רגישות וכבוד למגוון האנושי והטבעי.[1] בראיה זו מקופלת התייחסות למקומו של האדם, לתרבות, למקומיות, לצדק חברתי ולצדק סביבתי, תוך התייחסות ליכולת הכלכלית של החברה להטמיע מערכות אלה. התיאורטיקן קנט פרמפטון, בכנס יד הנדיב בירושלים התריע על הסכנה בהפיכת הטכנולוגיה לטבע חדש והנטייה הנגזרת מכך, המערערת בו זמנית את העולם הטבעי והעולם פרי יצירת האדם:

> "Despite the undeniable progress of techno-science and all the beneficial effect it has had on the quality of human life, one has sufficient reason to be apprehensive about the tendency of technology to become a new nature covering the surface of the earth while simultaneously destabilizing both the natural and the man-made worlds."[2]

מבנים הם אחד התוצרים המשמעותיים בתרבות האנושית. המבנים עונים לצורך הראשוני של מחסה ומגננה, אך הם מבטאים ערכים רבים אחרים. הם מיצגים את האופן בו אנו מתייחסים לעולם סביבנו, הם מבטאים את האופן בו אנו רוצים לגור בעולם במובן הגשמי והרוחני. הבניה חברתית של מקום נובעת מהצורך הקיומי שלנו להגדיר את מקומנו ביחס למרחב החומרי. לפי הפילוסוף היידיגר (Martin Heidegger),[3] מושג ה"מגורים" מבטא את החיפוש אחר אחדות רוחנית בין האדם לעולם החומרי. החשיבה האדריכלית, הנסמכת על הגישה הפנומנולוגית, מחזקת את נושא המשמעות ואת החוויה הקיומית שהסביבה מעניקה לנו. גישה זו מייצגת חלק מגישות נוספות השוללות את התפיסה כי מרחב המחיה הוא מדעי ומדיד ומשולל ערך רגשי.
המבנים הם תוצר התפתחות רבת שנים של טכנולוגיה ומסורת בניה, שהייתה לאורך שנים בבואה של תרבות והותאמה לתנאי האקלים המקומיים. חכמת המקום וחכמת העבר שימשו את המתכננים והבנאים כאחד. החומרים המצויים בקרבת האתר היוו את חומר הגלם לבניה. הפתחים הוכוונו לכיווני שמיים מתאימים על מנת לווסת את כמות השמש והאור הנדרשים. גודל הפתחים ומיקומם תוכנן לכוון הרוח הרצויה ולהגנה מפני הרוח הלא רצויה. האדריכלות הייתה ביטוי לאורח החיים והערכים המקומיים בבניית מבני המגורים, המבנים והמונומנטים הדתיים או השלטוניים.
העולם המודרניסטי של תחילת המאה העשרים ערער את יסודות המקומיות בהציעו תבניות גלובליות, ייצור המוני, טכנולוגיות וחומרים חדשים. האדריכלים מרדו בקלסיציזם וטענו שהעידן המודרני, המאופיין בטכנולוגיות חדשות, ניידות, וסדר יום חברתי ופוליטי חדש, חייב לקבל ביטוי הולם בניסוח אדריכלות חדשה. הסגנון הבינלאומי, תוצר תהליכים אלו, היה מבוסס על פונקציונאליות, יעילות, שיטתיות, סטנדרטיזציה, ייצור המוני ואסתטיקה נטולת עיטורים. לה קורבוזייה, בספרו "לקראת אדריכלות",[4] מדבר על העיר כעשייה אנושית המכוונת כנגד הטבע ו"הבית כמכונה להתגורר בה". המבקר לואיס ממפורד Louis Mumford טען כי לה קורבוזייה הפריז במכוון כדי לחדד את הנושא. על פי המבקר כהן, האדריכל בקמינסטר פולר (Buckminster Fuller) חיזק והצדיק את גישת לה קורבוזייה ויישם את אסתטיקת המכונה בפרויקט הבתים המתועשים

1. הרחבה על הנושא בפרק "קיימות בראיה כוללת" עמ' 8
2. Frampton, K., (1996). *Technology, Place & Architecture.* Yad hanadiv Jerusalem, p.9.
3. Heidegger, M. (1971). Building Dwelling Thinking, from: *Poetry, Language, Thought*. translated by Albert Hofstadter, Harper Colophon Books, New York.
4. "Une maison est une machine-à-habiter" by Le Corbusier, (1923). *Vers une architecture.* éd. G. Crès, p.73
5. לה קורבוזיה, (1998). *לקראת אדריטקטורה. ע*, בסוק (תרגום). הוצאת בבל.
Le Corbusier, (2007) .*Toward an Architecture*. (first published 1923), Getty Publications, Introduction by Jean-Louis Cohen, p.55

שלו ה- Dymaxion House.[5] פולר רתם את הטכנולוגיה החדשה תוך ניסוח חשיבה סביבתית שהקדימה את תקופתו. הדימקסיון - בית המגורים העתידני הוא בית מתועש ומודולארי, המתוכנן לתכסית מינימאלית, המצמצמת את הפגיעה בקרקע הטבעית. הבניין תוכנן כמבנה אוטונומי, המבוסס על שימוש באנרגית השמש והרוח, והמתפקד ללא תלות באספקה חיצונית של חשמל ומים. ארובת אוורור, המאזכרת את ארובות הרוח בבניה הוורנקולרית, ניצבת במרכז הבית ומאפשרת אוורור טבעי. הבית תוכנן עם מחיצות ניידות המאפשרות גמישות פרוגרמאתית.



1. Dymaxion House, Buckminster Fuller

לה קורבוזייה לקח את חכמת ואסתטיקת המכונה צעד נוסף, שהייתה לו השפעה משמעותית על הסביבה הבנויה. השאיפה לעולם מתועש ויעיל המאופיין בסטנדרטיזציה מבוטא על ידו בחזון של "בניין בודד אחד לכל מדינה ולכל אקלים." גישה זו שהתפתחה בשנות העשרים של המאה העשרים, הפכה ל"סגנון הבינלאומי", מושג שנטבע על ידי היצ'קוק וג'ונסון ב-1932.[6] לגישה זו היו מתנגדים רבים בשל הניתוק בין העקרונות האדריכליים האוניברסאליים לבין ההקשר המקומי של הבניה. התיאורטיקנים טזוניס ולה פברה (Alexander Tzonis and Liane Lefaivre), שטבעו את המונח critical regionalism,[7] ומאוחר יותר התיאורטיקן פרמפטון,[8] הם בין נושאי הדגל לגישה זו, השואפת להתמודד עם העדר הזהות של הסגנון הבינלאומי, ומחפשת אדריכלות המושרשת בו זמנית במודרניות ובמקומיות בהקשרה הגיאוגרפי והתרבותי.

6. המונח נטבע בתערוכה בשם זה שהתקיימה במוזיאון לאמנות מודרנית בניו יורק (MoMA) על ידי Henry-Russell Hitchcock ו-Philip Johnson
7. Tzonis, A. & Lefaivre, L. (1981) The Grid and the Pathway; the Work of D. and S. Antonakakis. *Architecture in Greece*. 15.
8. Frampton, Kenneth. "Towards a Critical Regionalism: Six Points for an Architecture of Resistance," in Hal Foster, *The Anti-aesthetic: Essays on Postmodern Culture.* New York: The New Press, 1998. c1983. pp.17-34.

2. Villa Savoye, Poissy, France, 1929, Le Corbusier

הדיון בין מקומיות וגלובליות חובק את כל תחומי החיים, והוא חלק אינטגראלי בדיון אדריכלי מתמשך. המקומיות מבקשת לדאוג להמשכיות היסטורית, לשמר זהות ייחודית מקומית ולתת במה למגוון תרבותי תוך שימוש באוצר מילים אדריכלי קיים. האדריכלות הגלובליות מקדמת יצירת שפה חדשה העושה שימוש בהתפתחות הטכנולוגית כמענה לשינויים בצרכים ובאורח החיים וכחלק משיקול כלכלי.
לדיון זה מקום מרכזי בחשיבה מקיימת. "חשוב עולמי פעל מקומי"[9] היא אמירת יסוד בגישה מקיימת. הרלוונטיות שלה לתכנון האדריכלי נכונה מתמיד. ערכי הבסיס של המקומיות מהווים מרכיב חשוב בחשיבה מקיימת מבחינה חברתית, כלכלית וסביבתית. בו זמנית, רתימת הטכנולוגיה להפחתת הפגיעה בסביבה היא מחויבת המציאות.
כיום, בעולם בו התקשורת משנה את פני החברה ללא היכר, מושג המקומיות התערפל והדיון בין המקומי לגלובלי מעלה הרהורים שונים ומקבל ממדים אחרים מהסוגיות שהעלה הסגנון הבינלאומי. המרחק הפיזי והתרבותי הצטמצם ותעבורת התרבות התרחבה. בהסתכלות כוללת ניתן להבחין כי קיים מאבק בין כוחות מנוגדים: הרצון להמשכיות של המוכר והמוטמע כחלק משימור זהות, מול כוחה של התרבות הגלובלית המטשטשת ייחודיות זו.

אנרגיה היא לא כל הסיפור

הגישה הכוללת לשאלת הקיימות מציגה את הנדבכים והשכבות הרבות המגולמות בה, ואת מערכת יחסי הגומלין השברירית בין מרכיביה השונים. גישה הוליסטית זו עדיין אינה הגישה הרווחת בשיח של הפרקטיקה האדריכלית. ההיבט האנרגטי, שהוא תולדה של כורח כלכלי ששינה את פני הפוליטיקה והכלכלה בעולם, נותר ההקשר העיקרי והשגור.
משבר האנרגיה של שנות השבעים הדגיש את הצורך במציאת חלופות המשחררות את התלות בדלק הפוסילי. עלית מחירי האנרגיה מחד והתעוררות תנועות סביבתיות מאידך, הביאו לעלית המודעות לצורך בחיסכון אנרגטי. תכנון מבנים חסכוניים בצריכת אנרגיה והמבוססים על אנרגיה סולרית פסיבית הם תוצר ישיר של צורך זה. הדגש על תחום האנרגיה בבניה הירוקה היה ונותר נושא

[9] האמירה "Think globally, act locally" מיוחסת מבחינת ניסוח הרעיונות למתכנן הערים פטריק גדס (Patrick Geddes). השימוש כסיסמא מיוחס לדויד בראוור מייסד חברי כדור הארץ (David Brower, founder of Friends of the Earth)

מרכזי בדיון על אדריכלות ירוקה. פרק האנרגיה הוא בעל ניקוד משמעותי בכל המדדים של הסמכת בניינים לתקנים ירוקים. במהלך השנים האחרונות התרחב השיח לגישה כוללת יותר, הלוקחת בחשבון את הנזק הסביבתי הרחב, הנגרם כתוצאה משינוי אקוסיסטמות. על פי קבוצת מדענים, אשר חקרה את ההשפעות הסביבתיות של הכחדת המינים, העדר איזון ופגיעה במגוון המינים גורמים לנזק עצום ולפגיעה ביכולת שלנו להמשיך ולהתקיים לאורך זמן.[10] בראיה זו גורמים חשובים נוספים למשוואת האיזון הסביבתי. בין גורמים אלו ניתן למנות את השימוש המושכל במשאבי קרקע ומים ואת המשאבים הנדרשים להקים בניין, תפעולו, מחזור חיי הבניין ואחרית ימיו. נושא זה והממשק שלו עם האדריכלות נדון בהרחבה בפרק הקודם בספר: "שרותי המערכת האקולוגית של הטבע העירוני". המסר העיקרי הנובע מהרחבת השיח מעבר לתחום האנרגיה הוא כי האדריכלות במהותה מחייבת הסתכלות רחבת אופקים ועל כן עליה להטמיע ראיה כוללת.
במהלך 30 השנים האחרונות בנית מבנים עם צריכת אנרגיה מופחתת החלה להתגבש ולהשתלב בפרקטיקה. פרויקטים אדריכליים החלו לחזור לחכמת העבר ולרתום משאבים מתחדשים כאור השמש ותחלופת אוויר טבעי ליצירת בתים פסיביים, החוסכים כמות אנרגיה רבה.[11] במהלך שני העשורים האחרונים הוצגו מושגים חדשים המשלבים את חוכמת האנרגיה הפסיבית עם חוכמת הטבע. היעד כיום להגיע לבניינים "מאופסי אנרגיה" או מעבר לכך, מבנים המספקים חשמל לגריד העירוני. מגמות אלה נמצאות בליבת העוסקים בנושא, אך השינוי בגישה עדיין לא הפך לזרם המרכזי. הכתיבה התיאורטית מנסה להבהיר את חשיבות התכנון האדריכלי בקידום השינוי הסביבתי. הכתיבה המעשית ממחישה את הכלים לכך. התיאוריה מקנה את המודעות, הראיה הרחבה והבנת חשיבות שיתוף משאבים בהיבט המקצועי, הבאים לידי ביטוי בעבודה בין תחומית, ובפיתוח גישה רעננה לשילוב מערכות פתוחות בתכנון האדריכלי. בתחום המעשי, באמצעות אימוץ יכולות מחשב לסימולציות וטכנולוגיה חישובית גבוהה, ניתן להגיע למדרגה גבוהה יותר של דיוק וחיסכון.
למבנים השפעה סביבתית משמעותית ביחס לחלקם בכלכלה. ענף הבניה בארצות הברית צורך 40% מהחומרים המופקים מהטבע, מייצר כשליש מהפסולת המיועדת להטמנה וצורך בין 30% ל-40% מתצרוכת האנרגיה. מעל 30% מהמבנים החדשים והמשופצים סובלים מ"תסמונת הבניין החולה". אנשים מבלים 90% מזמנם במבנים, נושמים אויר מזוהם וחשופים לחומרים רעילים.[12] בהקמת מבנים חדשים על אדמה בראשיתית קיימת הפרה של המערכת האקולוגית, שאינה מפוצה על ידי התכנון הנופי החדש מעשה ידי אדם. בהליך הבניה ובתפעול הבניין נצרכים משאבים מרובים ואנרגיה רבה, ומופרשים מזהמים ופסולת לסביבה. באחרית חיי המבנה, אם הבניה נהרס ואינו ממוחזר, נאגרת פסולת רבה. במדינות המתועשות שיעור הפסולת הנאגרת נאמד בכ-0.4-0.5 טון לאדם בשנה.

בעולם קיימים מספר מדדים למבנים ירוקים שהחלו להתגבש החל משנות ה-90. המדד הבולט ביותר הוא ה-LEED האמריקאי[13] מ-1998 שאומץ על ידי מדינות רבות. מדדים מובילים נוספים הם ה-BREEAM הבריטי[14] מ-1990 וה-Green Star

[10] Hooper, D. U., Adair, E. C., Cardinale, B. J., Byrnes, J., Hungate, B. A., Matulich, K. L., Gonzalez, A., Duffy, J. E., Gamfeldt, L. & M. I. O'Connor, (2012). A global synthesis reveals biodiversity loss as a major driver of ecosystem change. *Nature.* doi:10.1038/nature11118

[11] המונח בית פסיבי, בארץ מכונה בית סולרי, מקורו בגרמנית כ-Passivhaus, הוטבע ב-1988 על ידי מכון לתרבות דיור ואיכות הסביבה בגרמניה כתקן קפדני שאינו מחייב ונועד לחיסכון אנרגיה בבניין, לטובת צמצום טביעת הרגל האקולוגית של המבנה.

[12] Marcia D. Lowe, Shaping Cities: The Environmental and Human Dimensions, Worldwatch Paper 105 (Washington, D.C.: October 1991)

[13] LEED – Leadership in Energy and Environmental Design

[14] BREEAM – Building Research Establishment – Environmental Assessment Method

[15] (Green Star by The Green Building Council of Australia (GBCA)

האוסטרלי[15] מ-2003. בארץ קיים כיום התקן הישראלי לבניה ירוקה, תקן 5281 שהושק ב-2005, וגרסה עדכנית שלו פורסמה ב-2011. התקנים יוצרים שיתופי פעולה של שחקנים מתחומים שונים: אדריכלים, מהנדסים, תעשיות בניה, אנשי אקדמיה ומוסדות ציבוריים. תקנים אלו, שאינם מחייבים, תורמים רבות לקידום הבניה הירוקה וכפועל יוצא לחסכון במשאבים ולהפחתת הנזק הסביבתי.
הנושא האנרגטי הוא נושא מרכזי בשיח האקדמי והמעשי ברמה המקומית והעולמית. צריכת אנרגיה גורמת לצריכת משאבים סביבתיים ולפליטת מזהמים. על פי נתוני המועצה לבניה ירוקה בארה"ב, סקטור הבניה למגורים ולמסחר אחראי לפליטת 39% מהפחמן הדו-חמצני במדינה. לפי נתוני המועצה הבריטית הנתונים המקבילים מראים על 47%. בתקן 5281, התקן הישראלי לבנייה ירוקה, פרק האנרגיה תופש מקום מרכזי, הן מבחינת תנאי הסף והן מבחינת הניקוד הכולל. מספר הנקודות המרבי לתקן הוא 100 מתוכן בפרק האנרגיה ניתן לצבור

3. תכנון המשלב תכונות פסיביות לחסכון באנרגיה. המבנה מבודד על ידי חבילות קש,
S-House Stohballen Passivhaus Südseite

37 נקודות.
מרכזיות הנושא האנרגטי אינה מוטלת בספק, אך הוא מהווה רק חלק מהתמונה הכוללת המורכבת מהשילוש העיקרי של עמודי התווך ה-EEE: חברה, סביבה וכלכלה (Equity, Environment, Economy). לשילוש על זה, המדגיש את הראיה ההוליסטית של הקיימות, מצטרפת מערכת שילוש נוספת ה-RRR, המציגה גישה ביצועית ליישום רעיונות מקיימים. ה-RRR (Reduce, Reuse & Recycle) צמצום, שימוש חוזר ומחזור, הם כלים מעשיים להפחתת ההכבדה על הסביבה. במערכת הראשונה ה-EEE, יחסי הגומלין בין המרכיבים בנויים על התאמה והיזון חוזר. לכל רכיב השפעה מערכתית ויציבות המערכת בנויה על איזון בין עמודי היסוד. במערכת השנייה, ה-RRR, קיימת העדפה ברורה לסדר הדברים. צמצום הבניה והשימוש במשאבים בכלל והמתכלים בפרט מהווים את בסיס הפירמידה, כדרך לחיסכון ולהפחתה מרבית של הפגיעה בסביבה. האדריכל פריי אוטו (Frei Otto) טען כי "בניין אקולוגי משמעותו לא לבנות בכלל". השימוש החוזר הוא השני בחשיבותו במערך זה. שימוש חוזר במבנים הוא באמצעות שיקום מבנים קיימים והתאמתם לצרכים משתנים ולטכנולוגיות חדשות, במקום הריסתם ובניית מבנים חדשים. הנדבך האחרון לאחר ששני קודמיו לא צלחו הוא מיחזור חומרי הבניין שנותרו לאחר הריסתו והפיכת הפסולת לחומר גלם שמיש.
המגמה לשימור מבנים, התאמתם לשימושים חדשים ושדרוג ביצועיהם, באה לידי ביטוי בנתוני הסמכה של תקן ה-LEED האמריקאי. בהתאם לנתוניהם

[16] להרחבת הנושא: http://leedcertification.wordpress.com/2011/12/20/more-leed-retrofits-than-new-construction, Retrieved May 02, 2014

העדכניים, יותר מבנים קיימים מוסמכים לתקן בניה ירוקה ממבנים חדשים.[16] על פי מחקר הקרן הלאומית לשימור היסטורי בארצות הברית ב-2011, לוקח למבנה חדש, היעיל אנרגטית ב-30% יותר ממבנה קיים, 80-10 שנה להתגבר על ההשפעות הסביבתיות השליליות כתוצאה מתהליך בנייתו.[17] שימור ירוק של מבנים בעלי ערך היסטורי מוסיף נדבך נוסף של שמירת ערכים תרבותיים. בכך נלווה מימד נוסף המגולם בתוספת R, המייצגת Respect, לשילוש ה-RRR הקיים. במקרה הבוחן המעניין של האמפייר סטייט בילדינג (Empire State Building), המרכיב הכלכלי היה מהותי ביותר בתהליך קבלת ההחלטות של היזם. שימור ושדרוג הבניין, שבוצעו בו זמנית, הביאו לחסכון משמעותי באנרגיה תוך אבטחת רווחים נאים ליזם. בהערכת עלות הרטרופיט של המבנה נמצא כי עבור עלויות האנרגיה הנוכחיות, המבנה יכול להפחית בצורה משתלמת 38% מצריכת האנרגיה שלו, ולהפחית פליטה של 105,000 טון CO2 במשך 15 השנים הבאות.[18] מלימוד נתונים 90% מהמבנים הקיימים היום בניו-יורק יעמדו על כנם ב-25 השנה הבאות. 80% מצריכת האנרגיה בניו-יורק היא על ידי מבנים. 20% מהמבנים מכלים 80% מצריכת האנרגיה. על פי מודל זה אם רק 20% מהמבנים יפחיתו 38.4% מצריכת האנרגיה שלהם, דגמת האמפייר, העיר כולה תפחית 25% מצריכת האנרגיה שלה. מקרה בוחן זה מציג את היתרונות הגלומים בחשיבה כוללת המאחדת אספקטים כלכליים, תרבותיים וסביבתיים.

איגוד האדריכלים האמריקאי מוביל את מעורבות המקצוע בנושאים הקשורים לאיכות הסביבה, ומקדם את תפקידו של האדריכל ככוח מניע בשימור והגנת הסביבה. האיגוד החל בקידום הנושא הסביבתי החל משנת 1990, והחל משנת 1997 מציג כל שנה את עשרת הפרויקטים הבולטים בבניה ירוקה.[19] ייחוד מדדים אלו בהיותם מוכוונים לעיצוב אדריכלי עם ראיה רחבה יותר לתחום הקיימות, המשדרגת את איכות התכנון האדריכלי מעבר לצבירת נקודות. האיגוד ניסח עשרה מדדים משלו לאדריכלות בת קיימא המתפרסים על פני נושאים מגוונים:

- חדשנות וחזון העיצוב המקיים
- תכנון בראיה קהילתית ובהקשר אזורי
- שימושי קרקע ושמירה על משאבי האתר
- עיצוב מוטה אקלים
- אור טבעי ואוורור למתן תנאי נוחות למשתמש
- שימוש מושכל באנרגיה וצריכת האנרגיה בעתיד
- טיפול ומיחזור מים
- חומרי בנייה וסטרוקטורה ־ מקורות ויישום שיטות בניה
- גמישות, התאמה לשינויים עתידיים, אורך חיי המבנה ואחרית ימיו
- חוכמה קולקטיבית, השיעור שנלמד וההיזון החוזר (משוב)

עשרת מדדים אלו מציגים גישה יצירתית ורב מערכתית, ועל כן הם בעלי ערך רב ככלים לתכנון רגיש לסביבה וכאמצעי לבקרת התוצר התכנוני. פרוט מדדים אלו המובא להלן, נותן תמונה מתומצת של הפרמטרים הבונים גישה כוללת לתכנון סביבתי.
חדשנות ויעדי העיצוב המקיים - המדד הראשון ברשימה מבטא את החזון הכולל של מערכת מדדים זו. המדד בוחן את יכולת נושאי מפתח סביבתיים לשנות דרכי

[17] נתונים מאתר העמותה: http://www.preservationnation.org/information-center/sustainable-communities/green-lab/valuing-building-reuse.html#.UwERKYU4edM, Retrieved May 02, 2014. להרחבה בנושא ועל ממצאי המחקר בקובץ: http://www.preservationnation.org/information-center/sustainable-communities/green-lab/lca/The_Greenest_Building_lowres.pdf, Retrieved May 02, 2014

[18] להרחבה על תהליך הרטרופיט של ה-Empire State Building ניתן למצוא בקישור: http://www.esbnyc.com/sustainability_energy_efficiency.asp, Retrieved May 02, 2014

[19] - The Committee on the Environment (COTE) ועדה של איגוד האדריכלים האמריקאי. אתר הועדה - http://www.aiatopten.org, Retrieved May 2, 2014

חשיבה וסדרי עדיפויות בתכנון האדריכלי. המדד מברר את השפעת היעדים האקולוגיים העיקריים על צורת החשיבה, וחוקר את האופן בו הם באים לידי ביטוי בעיצוב. תהליך ניתוח הפרוגראמה על פי גישה זו הוא קריאה חדשנית שלה לטובת יעילות השימוש בקרקע ובמשאבים, וליצירת מבנה מתוכנן נכון ונעדר בזבזנות בכל שלביו. קיימות בראיה זו מובילה לחדשנות ולתכנון כולל טוב יותר על כל היבטיו.

תכנון בראיה קהילתית ובהקשר אזורי - מדד זה מברר התאמת המבנה ושייכותו למקום מבחינה אקלימית, נופית ותרבותית. הנושא החברתי והקהילתי נבחן ביחס לתרומת הפרויקט לקידום זהות קהילתית, ולחיזוק יחסי הגומלין בקהילה תוך עידוד נגישות לשטחים פתוחים. המרחב הציבורי מהווה פרמטר מרכזי לעידוד פעילות פנאי ולשיפור איכות החיים. הפרק עוסק, בנוסף להיבט הקהילתי, בחשיבות הפתרון התנועתי והפרוגרמאתי ובהשפעת התכנון על צמצום הנסיעות ברכב פרטי, תוך מתן העדפה לתחבורה הציבורית.

שימושי קרקע ושמירה על משאבי האתר - מדד זה בוחן את פיתוח האתר בהקשר האקולוגי. ההתייחסות למערכות האקולוגיות כוללת את השפעת הפרויקט על בתי גידול חיות בר ועל שמירת הצמחייה הטבעית, שמירה על זרימה טבעית של מים ברמת האתר והשפעתו על איכות האוויר והמים. המדד בוחן את איכות התכנון והעיצוב הנופי ואת מידת התאמתו לסביבה. מדד זה נותן העדפה לבניה על שטחים מופרים והפיכתם לשטחים ירוקים (Brownfield to Greenfield), ומתייחס לנושא הצפיפות ביחס לסביבה העירונית או הכפרית בה הפרויקט משולב.

4. תוספת בניה לבית קיים שתוכנן בראיה משולבת פסיבית ואקטיבית. זכה ב-2006 ב-AIA "COTE" Committee on the Environment "Top Ten Green Building" Award, Solar Umbrella house, Venice, California, Lawrence Scarpa and Angela Brooks Architects.

עיצוב מוטה אקלים - המדד בוחן את האופן בו העיצוב משמר משאבים, וממקסם את נוחות המשתמש באמצעות התאמה לאתר המסוים ולתנאים האקלימיים בו. במדד קיימת העדפה לעיצוב המגיב לאקלים המקומי, לנתיב השמש, מונע רוחות לא רצויות, מגביר זרימת אויר רצויה ומתאים למחזוריות האקלימית היומית והעונתית באמצעות אסטרטגיות עיצוב פסיבי. הסוגיה הנבחנת היא מידת השפעת אסטרטגיות אלה על מיקום ואוריינטציה של המבנה, על עיצוב המסות, התכנית והחתך של המבנה ועל מערך ההצללות שלו. המדד מברר את האופן בו נעשה שימוש באסטרטגיות אלו להפחתה או ביטול הצורך באנרגיה ממקורות לא מתחדשים.

אור טבעי ואוורור למתן תנאי נוחות למשתמש - המדד מברר את השפעת העיצוב כאמצעי ליצירת סביבה נוחה למשתמשים, תוך מתן שפע אור ואוויר צח. נושאי המיקוד העיקריים הם השימוש במשאבים טבעיים כתאורה ואוורור טבעי והשימוש באמצעים מלאכותיים, המעוצבים באופן מותאם למשתמש, בשילוב מערכות בקרה אישיות היוצרות סביבת פנים עם איכות תאורה ואוויר. פרק זה מברר את תרומת העיצוב לשיפור המבטים לנוף טבעי ולשילוב טבע במבנה, כחלק מהבנת חשיבות רווחת המשתמש מההיבט הפסיכולוגי.

טיפול ומיחזור מים - הטיפול במים נועד לחסוך במשאבי המים ולספק מים איכותיים. המדד בוחן את הקשר בין תכנון המבנה ועיצוב האתר לחסכון במים, לניהול המים והניקוז באתר. ההעדפה היא לשימור המים באתר באמצעות תכנון האתר לחלחול מרבי למי התהום, ותכנון צמחיה מקומית וחסכונית במים. במסגרת תכנון המבנה קיימת דרישה לאביזרים חוסכי מים ולאיסוף מי הגשמים. מיחזור המים כולל טיפול במים אפורים ושחורים לשימוש חוזר במים.

שימוש באנרגיה וצריכת האנרגיה בעתיד - פרק האנרגיה משמעותי במדד זה, כבכל מערכות ההסמכה של מבנים ירוקים. העיצוב הנכון נועד לחסכון אנרגיה ומשאבים ולהפחתת טביעת הרגל הפחמנית. המגמה היא לצמצום השימוש בדלק פוסילי ולעודד שימוש במקורות אנרגיה מתחדשת. התכנון נבחן על יעילות מערכות הבניין ותרומתן לשימור האנרגיה, להפחתת הזיהום, לשיפור יעילות הביצועים האנרגטיים של המבנה תוך יצירת סביבה נוחה למשתמשים. עיצוב המבנה הרצוי מפחית אנרגיה לחימום, קירור ותאורה. בתכנון מנוצלת טכנולוגיה המשלבת מערכות שונות, משתמשת במערכות בקרה חכמות ומייעלת את מערך האנרגיה והתאורה של המבנה. חשיבה יצירתית נוספת בפרק זה עוסקת במערכות אגירת אנרגיה לצמצום הביקוש לחשמל בשעת השיא או עמידות המערכות במצבי תקלה. תכנון אנרגטי נכון של פרויקט מתייחס לצרכים ידועים ועתידיים

5. מגורים ברי השגה שזכה ב-2003 ב-AIA "COTE" Committee on the Environment "Top Ten Green Building" Award, Colorado Court Affordable Housing, Santa Monica, California, Lawrence Scarpa and Angela Brooks Architects.

ועד להתפתחויות טכנולוגיות העשויות לשדרג את ביצועי הפרויקט.
חומרים ושיטות בניה - מקורות ויישום - תחום זה כולל בחירת חומרים ומוצרים ומתייחס לשיטת יישומם, בדרך המפחיתה את הנזק הסביבתי, משפרת את ביצועי המבנה ותורמת לאיכות, בריאות ונוחות המשתמשים. החשיבות העיקרית היא בהפחתת השימוש בחומרים חדשים והעדפת חומרים ממוחזרים. בחירת החומרים מהאספקט הבריאותי כוללת שימוש בחומרים לא רעילים ואנטי אלרגניים. קריטריונים מועדפים נוספים ממוקדים בנושא מחזור חיי המוצר,[20] וכוללים את כל תהליך השימוש בחומרים מתכלים. העלות הסביבתית של המוצר מחשבת את האנרגיה הכוללת האצורה בתהליך יצורו החל מהכרייה, העיבוד, הייצור, השינוע ויישומו במבנה דרך עמידותו, תחזוקתו ואחרית ימיו. פרק זה עוסק גם בטיפול בפסולת הבניה ובגישות המקדמות מיחזור חומרים.
גמישות, אורך חיי המבנה ואחרית ימיו - מדד זה עוסק בשיפור ערכים אקולוגיים, חברתיים וכלכליים לאורך זמן. האמצעים העיקריים הם תכנון המקדם גמישות לטווח ארוך ויכולת התאמה והסתגלות לצרכים חדשים בעתיד. בנושא זה נכללים חומרים, מערכות טכניות ופתרונות עיצוב שפותחו על מנת לשפר גמישות, עמידות, תאימות לפרוגראמות שונות ויכולת מיחזור ברמת החומר והמבנה.
השיעור הנלמד וההיזון החוזר - מדד מסכם זה בוחן את האופן בו תהליך העיצוב משפר את הביצועים ותורם להצלחת הבניין. השאלות העולות לדיון עוסקות בנושא שיתוף הפעולה בין האדריכל, היועצים, הלקוחות והקהילה ומידת תרומת שיתוף זה להצלחת הפרויקט. בפרק זה מופקים הלקחים מהתהליך השלם ומתקבל משוב בעניין הגישה לתכנון והדגשים השונים. הואיל והתהליך מתועד ומנוטר, ניתן לבחון את תרומתו לרמת ביצועים איכותית ולשביעות רצון גבוהה בקרב הדיירים בפרויקט הנדון, ובפרויקטים עתידיים הנגזרים מהידע הנצבר.

עשרת פרקים אלו, של מדד איגוד האדריכלים האמריקאי לבניה בת קיימא, מצליחים להרחיב את מערכת הערכת המבנים ממיקוד על פרמטרים טכניים להסתכלות הוליסטית יותר, המשלבת ראיה רעננה וחדשנית עם אחריות סביבתית משמעותית יותר. מדד זה אינו מערכת הסמכה לבניה ירוקה, ועל כן מותאם יותר לחשיבה הנותנת משקל להערכה כוללת גם למרכיבים שאינם מדידים. למרות הראיה הכוללת יותר, הגלומה בהגדרותיו, המדד נסמך על ידע נגיש ואינו מאתגר חשיבה פורצת דרך.
הביקורת העיקרית על מרבית התקנים היא העדר מדדים להערכה ישירה של הנזק הנגרם למערכות האקולוגיות, והתייחסות שולית לתועלת שבשילוב מערכות טבעיות בבניין כגון מערכות טיהור מים ואויר באמצעות צמחיה. יתרונה של המערכת האקולוגית בביצוע טיהור יעיל ובחסכון ניכר של אנרגיה, לעומת מערכות מכאניות הדורשות פעולות עתירות אנרגיה. בתקנים אלו חסרה חקירה מעמיקה של אפשרויות הבניין לחרום למערכות הטבעיות באמצעות המרת פסולת דיירי הבניין לחומר מזין למערכת האקולוגית.
מערכות אקולוגיות הן מערכות מורכבות. ההתפתחות האקספוננציאלית של הידע והטכנולוגיה, וההישגים המדעיים בתחומים רבים תורמים במשורה לענף הבניה. בצל הפיגור הטכנולוגי בבנייה קיימת חשיבות הטמעת הניסיון וחכמת העבר בבניה תוך חיפוש אחר פתרונות טכנולוגיים וחדשנות, במקביל לרתימת יכולות המחשוב לבחינת מכלול פרמטרים לשיפור איכות התכנון הסביבתי.
על רקע זה, בפרק מוצגות עבודות סטודנטים הנוגעות במספר מצומצם של נושאים בתחום הרחב העוסק בבניין הירוק. הנושא דינמי מעצם היותו נושא בהתהוות ועל כן חלים שינויים והתפתחויות הנובעים מהרחבת המודעות, מניסיון מצטבר ומפיתוח מדעי וטכנולוגי. מספר עבודות, שנכתבו במסגרת הקורס, בחנו כלים להערכת בניה בת קיימא ואיבדו מתוקפן בשל התפתחויות המשמעותיות שחלו בתחום. אחת העבודות השוותה תקנים שונים בעולם לתקן הישראלי. עבודה זו הייתה נכונה וחשובה בשעתה, אך היות וכל התקנים עוברים עדכונים תמידיים והתקן הישראלי עבר שינוי מהותי רלוונטיות העבודה נפגעה. עבודה נוספת עסקה בהשוואת תוכנות מחשב קיימות ככלי למתן פרמטרים מדידים המהווים בסיס לקבלת החלטות אדריכליות המיועדות לשיפור רמת הקיימות

[20] הערכת מחזור חיי המוצר-LCA - Life-cycle assessment.

של המבנה. בשדה זה חלות תמורות תדירות, תוכנות מתפתחות בקצב ניכר וחלקן נעלמות מהמדף. הכלים ההשוואתיים שנוסחו בעבודה נותרו תקפים, אך הערך השימושי בשדה התכנון איבד מתוקפו בשל פיתוח התוכנות והשתנותן. העבודות המופיעות בפרק זה מציגות שאלות אסתטיות של הבניה הירוקה, בתרומת המחשב לאדריכלות בת קיימא, ובנושאים ישימים כשימוש מושכל בחומרים ובאנרגית רוח.

6. Supertall DIAGRAM, GSD03, Trevor Patt - בבנין גבוה עם פרוגראמה של עירוב שימושים וגמישות

"אסתטיקה של אדריכלות אקולוגית בגורדי שחקים ומבנים גבוהים", עבודתה של גל רינגל, בוחנת את הבניה הגבוהה דרך שלושה היבטים: מורפולוגיה וצרכים פונקציונאליים, אדריכלות בת קיימא ואסתטיקה, וניתוח השפעותיהם על עיצוב הבניין האקולוגי הגבוה. העבודה מציגה תיאוריות העוסקות באסתטיקה והקשרן לעיצוב האדריכלי. האדריכלות מתפתחת ומתעצבת בהתאם לשינויים טכנולוגיים ותרבותיים המאפיינים כל תקופה. הבנייה האקולוגית, המשלבת ערכיות חברתית, סביבתית וכלכלית, ממוקדת בעיקרה במציאת פתרונות למבנה שהשפעתו על הסביבה פחותה. בניגוד לסגנונות אדריכליים בעבר, בהם השינוי העיצובי היה תולדה ישירה של שינוי טכנולוגית הבניה, הבניה האקולוגית אינה עונה במובהק לשינוי מסוים אלא למכלול רחב של נושאים. הביטוי האדריכלי של הבניה הירוקה הוא על פי רוב סמוי מבחינה עיצובית ולא בהכרח מבטא אסתטיקה שונה. בשנות ה-70 הבניה הסולרית, שסללה את הדרך לבניה הסביבתית, הייתה מזוהה עם בניה טכנית ולא אסתטית, שהרחיקה את האדריכלים והמשתמשים. מגמה זו בהשתנות הודות לדמויות מפתח בתחום הבניה הירוקה כאדריכל קן יאנג[21] או לממשק הרב תחומי של המדענית ג'נין בניוס, המקדמת את הביומימיקרי.[22] יאנג ובניוס קוראים לאסתטיקה חדשה, פורצת גבולות המחויבת לערכים של יופי. האסתטיקה של הבניה הירוקה עדיין בהתהוות ואינה מגובשת לאמירה ברורה, ומכאן החשיבות בפיתוח גישה מתאימה המבטאת את ערכיה.

7. החזית האדפטיבית הגדולה בעולם, המתאימה את פתיחת ההצללות בהתאם לעצמת האור, Al Bahr Towers, Architects: AEDAS.

[21] קן יאנג (Ken Yeang) מחלוצי הבניה הירוקה בתחום התיאורי והעשייה כאחד מרחיב על הנושא בראיון: http://www.treehugger.com/sustainable-product-design/how-green-buildings-should-look-ken-yeang.html, Retrieved May 2, 2014

[22] ג'נין בניוס (Janine Benyus), מדענית מובילה בתחום הביומימיקרי (Biomimicry) השואב השראה מחכמת הטבע. בניוס פורסת את משנתה בעניין ה"בניין החי", המהווה שילוב בין חכמת הטכנולוגיה וחכמת הטבע. בניוס מונה את עשרת תכונות הבניין החי בהן המחויבות ליופי. הרחבה על התחום בפרק עתיד הקיימות, עמ' 466. מתוך:
Benyus, J.M. (2009). *Biomimcry. Innovation Inspired by Nature*. Harper Collins. Publishers. p.291.

שתי עבודות נוספות, המופיעות בפרק זה, עוסקות בתכנון בעזרת המחשב, מהיבט הבוחן את תרומת הטכנולוגיה הדיגיטלית לשיפור התכנון המקיים. הארכיטקטורה מונחת הביצועים (פרפורמטיבית) מציינת אדריכלות בה ביצועי הבניין משמשים כעיקרון תכנון ועיצוב מנחה בתחומי תכנון ערים, בניינים, נוף ותשתיות. אדריכלות זו מאמצת סדר עדיפויות המבוסס על חקר ביצועים, הנלמד באמצעות המערכת הממוחשבת. השימוש בכלים חישוביים כאמצעי הדמיה וניהול פרוגראמות תכנוניות מורכבות המגיבות לתנאים סביבתיים של המבנה, חודר בהדרגה לתחום האדריכלות. רתימת העיצוב הדיגיטלי לאדריכלות מקיימת מתמקדת ברובה סביב בחינת גורמים פיזיים עיקריים כדוגמת הפניה לשמש, הצללה על המבנה ושל המבנה על המבנים הגובלים, אוורור ושינוי משטר הרוחות, והשפעתם על הביצועים האקלימיים של המבנה. גישות חדשות יותר בנושא מרחיבות את הדיון מעבר להקשר הישיר בין פונקציה וביצועים לצורה. גישתם של הנזל ומנגס מציעה סינתזה של אדריכלות רב-גונית (Versatility), המסוגלת לאמץ שימושים ויכולות שונות עם יכולות הטבע להציע מגוון וכושר השתנות במצבי אי יציבות (Vicissitude).[23] גישות אלה מאמצות ראיה דינמית המנסה לגשר בין תבונות "האדריכלות הפאסיבית", השואבת את חוכמתה מתובנות העבר, הטבע והסביבה, לבין יכולות המחשוב לאמץ עקרונות אלו באופן מדעי.

> "...form is redefined not as the shape of a material object alone, but as the multitude of effects, a milieu of conditions, modulations and microclimates that emanate from an object's exchange with its specific environment, a dynamic relationship that is perceived and interacted with by a subject."[24]

8. דגמים שונים של טורבינות רוח, Arakawa Lock Gate

"אדריכלות דיגיטלית כמנוע לתכנון בר קיימא", עבודתה של הדס סופר, מציגה תמונה על יכולת השפעת מהפיכת המידע והטכנולוגיה לקדם תכנון מקיים. העבודה מנסה לחבר בין שלושת מעגלי הקיימות: חברה, סביבה וכלכלה יחד עם עולם המושגים הדיגיטלי, תוך בחינת מידת תרומת הכלים הממוחשבים לפיתוח מקיים, העונה למורכבות ומגוון נושאים רחב.
"תכנון מקיים מבוסס ביצועים", עבודתם של לוטם קידשט ומיכאל ויצמן, בוחנת את יכולת התכנון הדיגיטלי להתקדם לתכנון איכותי בעל ערכים סביבתיים מעבר

23. Hensel, M., Menges, A., (Guest Editors), 2008, Versatility and Vicissitude: Performance in Morpho-Ecological Design. *AD*, Wiley. P.7.
2. *Ibid.*, p.7.

לרמת הבקרה, הסימולציה והאופטימיזציה. העבודה מציגה את הפוטנציאל והיתרונות של מערכות ממוחשבות במתן פתרונות ייעודיים ומקומיים, המותאמים לתנאים הייחודיים של המקום, לפרוגראמה מסוימת ולדרישות המשתמשים.
"חומרי בנייה מודרניים בראייה בת קיימא", עבודתו של יאיר טיטלבוים, עוסקת בחשיבות בחירת חומרי הבניה מבחינת השפעתם הסביבתית. העבודה בוחנת את התשלום הסביבתי הנובע מתכונות החומרים, תהליכי הפקתם ויישומם בבניה. האדריכלות מבטאת את חזונה דרך עיצוב מסות, פרופורציות, חלל, תנועה ומעטפת. הבניה לאורך ההיסטוריה הייתה מוטת מקום, והתבססה על מסורת וידע מצטבר שהטמיעו את לימוד האקלים המקומי, השימוש בחומרי בניה זמינים במרחב הקרוב ובהתאמה את טכנולוגיות הבניה המתאימות לחומר. הבניה המונומנטאלית, כדוגמת מפעל הבניה של הורדוס, ניצלה בכפיה כוח עבודה והשתמשה בחומרים מיובאים ממרחק. התפתחות הטכנולוגיה, הזמינות הכלכלית של חומרים מיובאים והחשיפה לזרמים אדריכליים בין לאומיים שינתה לחלוטין את ההתאמה למקום. המאמר עוסק בבחירת חומרי בניה ישנים וחדשים, והערכת ההשפעה הסביבתית של מחזור החיים המלא שלהם כשיקול חשוב בקידום טכנולוגית הבניה כמערכת מקיימת.
"שילוב מערכות אנרגית רוח מתחדשת במרקם בנוי", עבודתה של הלמינה גרופר, בוחנת את מורכבות השימוש באנרגית רוח בסביבה העירונית. אנרגית הרוח נחשבת כמקור אנרגיה זול שאינו משתמש במשאבים מתכלים. לאנרגית הרוח מספר חסרונות ביניהם רעש, פגיעה בנוף, בטיחות, פגיעה בבעלי חיים, קרינה אלקטרומגנטית. חסרונות אלו משמעותיים יותר במערכות הגדולות וההתפתחות הטכנולוגית מאפשרת מזעור הנזקים הללו. במאמר מוצגים סוגים שונים של מערכות אנרגיה משולבות מבנה הנבחנות באופן השוואתי. המאמר בוחן את חקירת פוטנציאל רתימת אנרגית הרוח בסביבה העירונית, ואת הצורך בממשק ממוחשב לצורך סימולציה הבודקת את אפשרות יישומה. המאמר מנסה לאמוד את היכולת ליישם מערכות אלו בארץ מהיבטים כלכליים ומשפטיים, ומכוון לתת בסיס וכלים לחשיבה יצירתית על שימוש באנרגית רוח כחלק אינטגראלי בטיפולוגית מבנה בר קיימא וכחלק מהנוף העירוני.

אדריכלות נכונה

הגישות המתגבשות כיום בתחום האדריכלות הירוקה מכוונות לשימוש יעיל יותר בקרקע, אנרגיה, מים וחומר. המגמה לצמצם את השימוש במשאבים המתכלים ולשכלל את תהליכי הייצור תורמת להפחתת ההכבדה הסביבתית. המאמצים הקיימים אינם מספקים נוכח גידול האוכלוסייה ועליית רמת החיים, שני גורמים המגדילים את הצריכה והפסולת ובכך גורמים לנזק סביבתי בלתי הפיך.
ההיסמכות על ההתפתחות האקספוננציאלית של הידע והטכנולוגיה כתשובה לסוגיות אלה, מביאה לשאננות ולהעדר פעולה. בתחומים רבים קיימים הישגים מדעיים פורצי דרך, ובתחום הבניה קיים באופן יחסי פיגור טכנולוגי.
תחום הבניה עובר שינוי הדרגתי כחלק מהמודעות הסביבתית. נושאים כסיווג האנרגטי של הבניין, חסכון במים, טביעת הרגל של הבנייה, תהליך הפירוק וההריסה, השימוש חוזר, הגמישות שלה, הופכים להיות גורמי תכנון מרכזיים. האינטגרציה של הנושאים מחייבת גישות ושיטות חדשות בתחום התכנון והעיצוב השונות מהמוכר כיום. האחריות על המתכננים משמעותית יותר בשל הצורך לחשוב על מכלול רחב יותר של נושאים. מעבר לנושא האנרגטי נכון לתכנן מבנים שיתפקדו באופן מיטבי לאורך תקופה ממושכת, תוך חשיבה המשכללת את התאמתם לסביבה דינמית והבוחנת גמישות פרוגרמאתית עתידית ואחרית חיי המבנה. במקרה של כשל בנושאים אלו ייווצר צורך להרוס את המבנה, פעולה שמשמעותה רבה ביחס לאובדן האנרגיה הגלומה בבנייתו ובחומריו. מעטפת בניה חכמה לא תמנע הריסה של מבנה, לטובת מבנה חדש המותאם לצרכים אחרים.
גישה סביבתית נכונה למבנים אוצרת בתוכה מכלול שלם של נושאים כהקשר חברתי תרבותי יחד עם נושאים טכניים כאקלים, אנרגיה, אור, מים וחומרים. מגוון רחב זה חייב להיות משולב כבר בתהליכי התכנון המוקדמים. מערכות

המחשוב מאפשרות לנו, באמצעות כלי חישוב רבי עצמה ומהירות, לבחון תשריטים רבים ורבגוניים ולהגיע לדיוק רב באמצעים מדעיים. רתימת יכולות המחשוב לבחינת מכלול פרמטרים עשויה לתרום באופן משמעותי לשיפור איכות התכנון הסביבתי.
כיום ענף הביומימיקרי, המשלב מדע עם חכמת הטבע, יכול להוות חלופה מתקדמת לשיפור האדריכלות. את הלימוד מהמכונה ואימוץ האסתטיקה שלה ניתן להחליף בהשראה מהטבע, המציעה מורכבות ייחודית של הפריטים הבודדים כתוצאה מברירה טבעית רבת שנים, יכולת ההסתגלות, שורשיות וקשר למקום, שימוש באנרגית השמש, מערכות אקולוגיות עצמאיות ויופי כגורם מעורר השראה.[25]
המדע לבדו והחיפוש אחר פתרונות טכנולוגיים וחדשנות לא יביא מזור סביבתי ללא הטמעת הניסיון וחכמת העבר, עירוב ראיה חברתית ותרבותית וחשיבה כלכלית. המושגים אדריכלות בת קיימא, אדריכלות ירוקה, אקולוגית ומונחים מקבילים נוספים, מהווים מושגים זמניים לתקופת מעבר. אדריכלות העתיד צועדת לקראת אדריכלות סביבתית המוטמעת באופן מלא ב"אדריכלות נכונה וטובה".

9. הצללות מתאים פוטו וולטאים, Solar-Fabrik, Freiburg

[25] הרחבה של הנושא במאמר עתיד הקיימות עמ' 466

תמונות

1. Dymaxion House model, Buckminster Fuller, Photo: kkarc

2. Villa Savoye, Poissy, France, 1929. Le Corbusier, Photo: Renaud Camus, https://www.flickr.com/photos/renaud-camus/9414298842/

3. תכנון המשלב תכונות פסיביות לחסכון באנרגיה. המבנה מבודד על ידי חבילות קש, S-House Stohballen Passivhaus Südseite,Photo: Wikimedia Commons , http://commons.wikimedia.org/wiki/File:S-House_Stohballen_Passivhaus_S%C3%BCdseite_im_Winter.jpg

4. תוספת בניה לבית קיים שתוכנן בראיה משולבת פסיבית ואקטיבית. זכה ב-2006 ב-AIA "COTE" Committee on the Environment "Top Ten Green Building" Award, Solar Umbrella house, Venice, California, Lawrence Scarpa and Angela Brooks Architects., Photo: Wikimedia Commons, http://en.wikipedia.org/wiki/File:Solar_Umbrella001.jpg

5. מגורים ברי השגה שזכה ב-2003 ב-
AIA "COTE" Committee on the Environment "Top Ten Green Building" Award, Colorado Court Affordable Housing, Santa Monica, California, Lawrence Scarpa and Angela Brooks Architects.,Photo: Wikimedia Commons , http://en.wikipedia.org/wiki/File:Colorado_Court_Affordable_Housing.jpg

6. בנין גבוה עם פרוגראמה של עירוב שימושים וגמישות, Supertall DIAGRAM, GSD03
Photo: Trevor Patt, 17.12.2007, https://www.flickr.com/photos/trevorpatt/2494368190

7. החזית האדפטיבית הגדולה בעולם, המתאימה את פתיחת ההצללות בהתאם לעצמת האור,
Al Bahr Towers, Architects: AEDAS,Photo: Inhabitat Blog , 22.01.2014, https://www.flickr.com/photos/inhabitat/12331034465/

8. דגמים שונים של טורבינות רוח,
Photo: ykanazawa1999 ,Arakawa Lock Gate , 20.09.2009, https://www.flickr.com/photos/27889738@N07/4248335224/

9. הצללות מפאנלים פוטו וולטאים,
Solar-Fabric ,Freiburg Photo: © Solar-Fabrik AG, Freiburg. http://www.solar-fabrik.de/press/press-service/press-photos/zero-emission-factory/?L=1

אסתטיקה של אדריכלות אקולוגית בגורדי שחקים ומבנים גבוהים

גל רינגל

1. תקציר

בשנים האחרונות חלה התעניינות גוברת בבנייה אקולוגית וברת- קיימא על ביטוייה השונים ובפרט בבניין מסוג גורד השחקים. המונח תכנון בר-קיימא נטמע בהדרגה בתרבות העכשווית של עולם הבנייה. אדריכלים מחויבים יותר חוזית, ערכית וחוקית לתכנון המתחשב במרכיבים סביבתיים. חדירתם של סט כלים וחומרים חדשים, דרישה לחיסכון אנרגטי, ואף רצון למראה "המשדר" כלפי חוץ את היותו של הבניין "בניין ירוק", מעלה את הצורך במציאת אסתטיקה חדשה, המשקפת את הערכים האקולוגיים המוטמעים בבניין.
הבניין הגבוה בפרט הינו טיפולוגיה ייחודית המותאמת למציאות אורבאנית צפופה ונובעת מצמצום משאבי הקרקע הקיימים לרשותנו. האימפקט הוויזואלי של בניינים גבוהים בעיר הינו נושא מרכזי המעסיק אדריכלים, מעצבים ואת הציבור הרחב מאז מגדל בבל ועד היום. צורת הביטוי המודרנית של בניינים גבוהים עברה שלבים רבים מהופעתם של מבנים אלו בשיקאגו וניו- יורק ועד לדוגמאות העכשוויות באירופה ובאסיה. ייחודו של גורד השחקים הוא בעובדה כי הוא נחווה ביותר מנקודת מבט מרכזית אחת. השינוי התפיסתי והחושי של גורד השחקים מנקודת המבט ברחוב ועד למבט- על הוא הבסיס להחלטות התכנוניות והוויזואליות של הבניין. מאמר זה קושר היבטים אלו: אסתטיקה והחוויה האסתטית, בנייה אקולוגית ומורפולוגית הבניין הגבוה על-מנת לנסות ולהגדיר את האסתטיקה של בנייה ירוקה לגובה כסגנון אדריכלי מתפתח וכמאפיין תרבותי של המאה ה-21.

2. אסתטיקה באדריכלות

2.1 מהי אסתטיקה?

אסתטיקה היא ענף בפילוסופיה לצדן של תורת ההיגיון, מטאפיזיקה, תורת ההכרה ותורת המוסר. המונח אסתטיקה נטבע על ידי הפילוסוף הגרמני Baumgarten לפני מאה שנה, ומקורו במילה היוונית Aesthesis שפירושה תפיסה חושית (יורמסון, 1967).
מה משותף למונחים כגון "יפה", "נשגב", "מכוער" שאינו משותף להם עם מונחים כגון "מועיל", "ראוי" ו"צודק"? במה נבדלת הערכה אסתטית מהערכות מוסריות או כלכליות? אלו הן משאלות היסוד העומדות בבסיס האסתטיקה הפילוסופית.
הקבלה נפוצה בקרב החוקרים נערכת בין אסתטיקה ובין תורת המידות. הגישה הרלטיביסטית טוענת כי המוסר וכמוה האמנות המוסרית קיימת רק עבור פרט או חברה מסוימים, ועל כן אין בנמצא קנה - מידה לטעם הטוב פרט לזה המקובל בחברה נתונה. השקפה אחרת תטען כי היופי הוא תכונה אובייקטיבית המוטמעת בנו מהיותנו יצורים השייכים לטבע. הדיון בעל ההשפעה הניכרת ביותר בתחומה של האסתטיקה היה זה של Kant בכתביו "ביקורת כוח השיפוט". קאנט דן בשיפוט האסתטי ובאופיים הצורני של קני-מידה הקובעים את הרמה האסתטית. דיון זה עומד מול הדיון המודרני באסתטיקה, לפי תורתו של Croce (Shelley, 2009).
Croce טוען כי היצירה האמנותית היא אינטואיציה חושית של רגש הקיים לו מבע תואם, ולפיכך יגיעו בני האדם לאינטואיציה דומה. תפיסה זו משותפת ל-Croce ולחוקרים נוספים כגון Langer ו-Cassirer המתייחסים לחוויה האסתטית כהבעה או כהסמלה של הרגש (יורמסון, 1967).
עם זאת, ישנם פילוסופים השוללים את קיומה של תורה אסתטית כללית. אלו טוענים כי התורה האסתטית מניחה כי ישנן תכונות משותפות בהתנסות האומנותית וביופי הטבעי בין בני אדם, וכי קיים קנה מידה לשיפוטם.

2.2 השיפוט האסתטי

הפילוסופיה של האמנות רואה בבסיס ההערכה האסתטית - הערכה אמנותית, גם אם האובייקט אינו אמנות. כאשר אנו מתייחסים לאובייקט מסוים במובן האסתטי אנו מתייחסים אליו כאילו היה פריט אמנות, והוא מושפע על כן מידיעה ותפיסות קודמות של היפה באמנות. גישה אחרת לעומת זאת, מתייחסת לחוויה האסתטית כחלק מחוויית השיפוט המיידית. באם קיים שיפוט אמנותי, הוא חלק משיפוט אסתטי כללי, המתרחש באופן אינטואיטיבי בהיתקלות בכל אובייקט (Budd, 1998).
אסתטיקה נמדדת גם בהתאם למיקום ההיסטורי-תיאורטי של יצירת האמנות בזמן. אסתטיקה של המאה ה-18 שונה מן האסתטיקה של המאה ה-21. במאמרו של Walton (1970) נטען כי אסתטיקה נמדדת ביחס לשדה האמנותי בו היא פועלת. כך ציור של פיקאסו יישפט במובנים האסתטיקה תחת הקטגוריה "ציור", ויותר מכך, תחת הקטגוריה "ציור בן זמנו של פיקאסו".
שני תיאורטיקנים נוספים שעסקו רבות בשאלה האסתטית הם Edward Bullough ו- Jerome Stolnitz. לפי Stolnitz (1960) גישה אסתטית כלפי אובייקט נובעת מהזדהות עם ערכיו. לעומתו, Bullough (1995) טוען כי אסתטיקה דורשת דווקא ריחוק מן האובייקט והבחנתו כתופעה ייחודית, שאינה ברת השגה על ידי הצופה. כאשר הצופה הוא חיצוני, והיצירה האסתטית מצויה מחוץ לקונטקסט האישי שלו ולצרכיו, היא נתפסת בעיניו כאובייקטיבית, ורק זו יכולה להישפט במונחים אסתטיים (Shelley, 2009).
תחום הפנומנולוגיה מתייחס לאסתטיקה של החוויה. לפי Beardsley בספרו Aesthetics (1981) לכל החוויות האסתטיות מכנה משותף במספר מאפיינים:
1. פוקוס (Focus) - החוויה האסתטית היא כזו הלוכדת את תשומת ליבו של הצופה.
2. אינטנסיביות (Intensity) - החוויה האסתטית היא עוצמתית ודחוסה.
3. אחדות (Unity) - אחדות היא שילוב של בהירות (Coherence) ושלמות (Completeness). האובייקטים בחוויה האסתטית מחוברים זה לזה באופן שיוצר איזון ביניהם, או כאלו המהווים ניגוד הכרחי זה לזה.

Dickie (1965 in Shelley, 2009) טוען כי יש להבחין בין מרכיבים אסתטיים הקשורים לאובייקט עצמו ובין מרכיבים הקשורים לחוויה האסתטית. לפיו, אלמנטים כמו המשכיות, רציפות, עלייה לקראת שיא, וניגודיות הם מרכיבים המאפיינים את החוויה האסתטית יותר מאשר את האובייקט עצמו. טיעון זה הוביל לפיתוח הגישה הפנומנולוגית כי יופיו של אובייקט נובע מן האופן שבו הוא נחווה.

2.3 אסתטיקה של אדריכלות אקולוגית:

"הטבע הוא הנותן לנו את המידות... ומאחר שתועלת רבה צומחת מהכרתן, יקדישו נא השקדנים מאמצים ללימודן מן הטבע, וישקיעו נא עוון ועמל, כדי לשמר בזיכרונם את הידע ששאבו ממנו... אחר-כן יש לדאוג, שכל איבר יהיה נמאן לייעודו ולתפקודו" (אלברטי, בתוך וופלין, 1973).
זיקת האדם לטבע יצרה לאורך ההיסטוריה יצירות אמנות, ציורי נופים ומיניאטורות נטורליסטיות. במאה ה-19 התחזקה הזיקה לטבע וביטוייה באמנות, כאשר האמנות הרומנטית הציבה את האידיאליזציה של הטבע במרכז. במאה ה-20 הפך הטבע להיות מרכזי יותר בדיון האמנותי והארכיטקטוני, בעיקר מתוך נקודת התייחסות ביקורתית אל התרבות והתעשייה, והחל משנות ה-60 החלו אמנים לעסוק במובהק בבעיות שיצר האדם כגון זיהום אוויר וסביבה. טיפול בבעיות אלו הביא לגישות חדשות באמנות, במקביל לעלייה במודעות הסביבתית (Bianco, 2006).
בשנים האחרונות, האתגר העיקרי של תכנון בר-קיימא היה שינוי התנהגותי ותפיסתי של יזמים, קבלנים ואדריכלים בכדי לקחת אחריות על המרחב הבנוי (Hawthorne, 2001).
האדריכלות והאמנות הסביבתית: (Bianco, 2006)
1. מפרשת את הטבע, תהליכיו ובעיות אקולוגיות.
2. עוסקת בכוחות ובחומרים סביבתיים.
3. בוחנת מחדש את יחס האדם עם הטבע ומציעה דרכים חדשות לקיום משותף.
4. עוסקת בשחזור ושיקום נזקים, בדרכים אסתטיות.

אדריכלות כיום כמעט ואינה עוסקת בשאלה הרומנטית של "יופי", במובנים שעסקה בו בעבר. השילוב בין אסתטיקה ואקולוגיה ניכר בעיקר כשילוב אינטגרטיבי בין רעיונות, ביצועים והבנה מרחבית. ניתן לומר כי תחום הארכיטקטורה חווה משבר עיצובי, כשלקוחות ויזמים החלו לדרוש מאדריכלים ליישם עקרונות של בנייה ירוקה בעדיפות עליונה, בעוד שאלו לא קיבלו עדיין מענה באסתטיקה האדריכלית של התקופה (Alter, 2009).
כיום הדיון על אסתטיקה ירוקה נמצא יותר במרכז השולחן. בבניין ירוק קיימת לרב דרישה לסט מסוים של כלים וחומרים. ישנן יותר מערכות טכנולוגיות, דרישה לחסכון אנרגטי ואף רצון למראה מסוים-בניין ה"משדר" שהוא אכן בניין ירוק. סט הכלים החדש והקשר בין מראה הבניין ובין מרכיבים בר- קיימא בו הוביל באופן טבעי לצורך באסתטיקה חדשה, המשקפת את הערכים המוטמעים בבניין.
המיומנות הנדרשת לפיתוח שפה אדריכלית, היא מיומנות ארוכת שנים. הארכיטקטורה "הירוקה" עודנה מתגבשת אל מול נושאים אחרים בשיח

האדריכלי כגון חלל, אור ופרופורציה. כזרם אדריכלי, עוברת האדריכלות הירוקה תקופה של ניסיונות ומופעים, על-מנת לפתור סוגיות מעורפלות מבחינה עיצובית (Yeang ,2009).
האם זהו שלב ביניים בהתגבשות הזרם הארכיטקטוני הקרוי אדריכלות ירוקה? האם ניתן לכנות את האדריכלות הירוקה זרם ארכיטקטוני? והאם זרם זה הוא חלק מן האסתטיקה המקובלת העתידה להגדיר את זמננו? על מנת לבחון את הופעתה של אסתטיקה אקולוגית כזרם אדריכלי, יש לעמוד תחילה על המרכיבים המגדירים מאפיינים אסתטיים כזרם, ועל ההבדלה הסגנונית המתקיימת בין זרמים שונים.

2.4 יסודות לשינוי סגנון אדריכלי:

"Architecture is the will of an epoch translated into space" (Mies Van Der Rohe, in Peters, 2010)
ההבחנה בין זרמים שונים מקורה בהתפתחות ההיסטורית - תיאורטית של תולדות האמנות. חלוקת תולדות האמנות לזרמים וסגנונות נובעת מהנחת הבסיס כי הסגנון הוא כלי הביטוי של התקופה.
סגנון אדריכלי הינו שיטת סיווג הבוחנת את הארכיטקטורה דרך מאפיינים כגון צורה, טכניקות בנייה, חומרים ותקופת הזמן והמקום בה היא נוצרה. החלוקה הכרונולוגית לסגנונות אדריכליים משתנה בין התפיסה המערבית- אירופאית ובין החלוקות הקיימות במזרח (Gelernter, 1995).
חוקר האמנות וולפין ביטא בכתיבתו את המשך תפיסת העולם של האסתטיקה הרומנטית. במושגים "רוח העין" (Augengeist) ו"רוח הצורה" (Formgeust) הוא ניסה להראות את הקשר בין התפיסה האסתטית לבין התקופה בה היא נוצרה. לשם כך הוא פיתח מחקר השוואתי בין יצירות אמנות שונות על ידי ניתוחן באמצעות "אופני ראייה" הכוללים מושגים כגון קווי - ציורי, שטוח - עמוק, ריבוי - ואחדות (וולפין, 1973). באמצעות אופני הראייה עמד וולפין על היווצרותו של סגנון ושיוכו לרוח התקופה.
לפי וולפין (1973) יש לפסוק תחילה מה שיעורם של "תווי - קבע" הטבועים בסגנון אחד, עד האפשרות לייחס לו מידה של סגנון לאומי או בין לאומי.
הערכים האסתטיים משקפים לא רק את ההתפתחויות החלות בקהילה האומנותית, אלא גם את ההתפתחויות הטכנולוגיות והמציאות הכלכלית והפוליטית של התקופה. עם זאת, יכולים הביטויים האסתטיים להיות גם פרי יצירתם של יוצרים בודדים או קבוצת יוצרים וביטויים האישי, בהתאם לנטיותיהם העיצוביות, שימוש בחומרים או פיתוח אוצר מילים אומנותי ייחודי להם. על כן, יכולים זרמים אומנותיים להתפתח באופן סינכרוני ודיאכרוני (Flores, 2004).
הטענה למעבר בין סגנונות אדריכליים יכולה להיבחן על ידי היחס של המבנים המובילים בסגנון החדש לכל אחד ממאפיינים אלו:

- Artistic Aspects & Self Expression: מידת הביטוי האינדיבידואלי של יוצרים הכולל את עולמם הפנימי, דמיונם, יכולותיהם והאינטואיציה שלהם. אלו קשורים באופן הדוק יותר עם תנועות כגון האקספרסיוניזם והאוונד- גארד. הביטוי האינדיבידואלי מאפיין יותר זרמים המתירים חופש יצירתי אישי, אקספרסיביות ואליטיזם חברתי.
- The Spirit of Time: רוח הזמן או רוח התקופה הן סט הערכים המשותפים המופעלים על התכנון בסגנון נתון. רוח הזמן מכתיבה את האופי התרבותי והאינטלקטואלי, הנקשר לתפיסת עולם, טעם או תובנות קולקטיביות. המודעות הקולקטיבית תורמת ליצירתה של אסתטיקה המבטאת את הייחודיות השייכת לתקופה וקושרת אותה עם שאר ערכי התקופה ומיקומם בשדה החברתי - תרבותי.
- The Structural, Functional & Material Honesty: יושר סטרוקטורלי מתייחס להבנה כי על חומרי ומעטפת הבניין לייצג את המטרות שלשמן נועדו. יושר פונקציונלי מתייחס לרעיון כי צורת הבניין צריכה לשקף את מטרותיו הפונקציונליות. התפיסות השונות כלפי חומר, צורה וסטרוקטורה משתנות בין סגנונות אדריכליים שונים ומהוות גורם מכריע בתפיסה העיצובית והאסתטית של התקופה.
- Simplicity & Complexity: היחס האסתטי כלפי פשטות ומורכבות צורנית, גאומטרית ואורנמנטלית מייצג את יחסה של הארכיטקטורה ותגובתה לפולקלור המקומי ולמרחב התרבותי בו היא מתקיימת. ככל שהמאפיינים יהיו כלליים יותר, יהא הסגנון בין-לאומי יותר. כהכללה גסה, ניתן לומר שסגנון מקומי מתבטא במורכבות אסתטית גדולה יותר מאשר סגנון בין-לאומי, הפונה למכנה משותף רחב יותר.
- Natural & Organic: היחס של האסתטיקה האדריכלית כלפי הסביבה, ומידת השפעתה והופעתה בתכנון. בראייה רחבה נוגע קריטריון זה לנושאים כגון חיקוי צורני של תהליכים טבעיים ועד להשתלבות או אי ההשתלבות של הסגנון האדריכלי בסביבה הטבעית והבנויה.
- Regionalism: ערך זה נוגע בשאלת הבניין כאלמנט המתוכנן ביחס לאתר. מידת החתירה להשגת הרמוניה ויזואלית בין הבניין לסביבתו, או השגת המשכיות תכנונית וטבעית באזור נתון. באופן דומה, ניתן לומר כי ערך זה דן בקשר בין צורות העבר וההווה של המקום, ומשפיע על שמירת זהות אזורית ואידיאולוגיה מדינית (Abel, 1997).

מאפיינים אלו ואחרים תומכים בטענתו של וולפין, כי בכדי להעמיד את היסודות לשינוי סגנון, יש למצוא היכן השתנה יחס הפרט לעולמו. שינוי זה ביחס להתפתחותה של אדריכלות אקולוגית, נובע מתפיסת העולם של תכנון בר-קיימא.

3. בנייה לגובה

3.1 גורד השחקים והבניין הגבוה: הגדרות

ב-1890 תיאר המונח גורד שחקים בניין מסוג "בניין משרדים רב קומות" שהחל להתפתח בארה"ב באזורים מרכזיים כגון שיקאגו וניו- יורק.
עד 1933 המילון האנגלי אוקספורד סיפק כשש הגדרות שונות למונח גורד שחקים ורק בזמן מלחמת העולם הראשונה, החל המונח להיטמע כשם למבנה גבוה. המונח "גורד שחקים" (Sky Scraper) נמצא יותר בשימוש מאשר "הבניין הגבוה" (Tall Building / High Rise) מכיוון שאינו מצביע על יחסיות: עד כמה היות הבניין גבוה על מנת שיוגדר ככזה? (Yeang, 1996).
גורד השחקים נחשב על ידי מרבית החוקרים כהמצאה אמריקאית יחד עם אולם הקולנוע ומסעדות האוכל המהיר. יש המתייחסים אליו כאחד

.1

1. מגדל בבל, Pieter Bruegel the Elder, The tower of Babel, 1563

ההמצאות הגדולות בהיסטוריה בשל השפעתו בצורת העולמית על הרגלי החיים בעיר העכשווית. עם זאת, יש לזכור כי המין האנושי חיפש את הדרך לבנות בניינים גבוהים לכל אורך ההיסטוריה, מן הפגודות בסין, מקדשים בתאילנד, פירמידות במצריים ועד למגדלים באיטליה. ברב חלקי העולם סימל הבניין הגבוה שאפתנות ועליונות אנושית.
מתחילת ההתיישבות האנושית, גובה הבניין היה מוגבל ליכולתו של אדם לטפס במדרגות. במשך מאות רבות, התייצבו בניינים לאופטימום של 4-5 קומות. גורד השחקים, אם כן, לא התפתח כהמשך מורפולוגי טבעי לבניין מסוג חמש הקומות שניתן לעלות ברגל. גורד השחקים התפתח כטיפולוגית בניין ייחודית שהתאפשרה הודות להתפתחות טכנולוגית יוצאת דופן, ולהלך הרוח שהתגבש סביבה (Yeang, 1996).
באופן פיזי, גורד השחקים יכול להיות מוגדר כבניין רב קומות, הנבנה באמצעות מסגרת קונסטרוקטיבית, בעל מערכת מעליות מהירה, המשלב גובה בלתי רגיל עם סידור חללים פתוחים, שניתן לאתרם גם בבניינים נמוכי קומות.
המועצה לבניינים גבוהים (CTBUH - Council on Tall Buildings & Urban Habitat) החשיבה בתחילה בניין גבוה כבניין בן 10 קומות ומעלה מכיוון שזו הייתה נקודת החיתוך בה ניתן היה להיאבק בשריפה על ידי טיפוס בסולמות חיצוניים בניו-יורק. למרות שהיום ניתן להגיע לגובה רב יותר, קריטריון זה נשאר ואליו נוספו פרמטרים אחרים.
ה-CTBUH מודד פרמטרים שונים במבנים גבוהים ומדרג אותם ביחס לאלו. לפי ה-CTBUH קיימים ארבעה פרמטרים עיקריים להגדרת הבניין כגבוה: (CTBUH, 1981)

1. גובה ארכיטקטוני - (The Architectural Height) נמדד מגובה המדרכה במפלס הרחוב של הכניסה הראשית לבניין ועד לקצה הבניין כולל גג הבניין, אך לא כולל אלמנטים פריקים כגון אנטנות ושילוט.
2. תפוסת קומה (Occupied Floor) - הוא הגובה ממפלס הרחוב ועד לקומה העיקרית האחרונה בבניין, ללא מערכות וקומות טכניות.
3. קצה גג הבניין (Top of the Roof) נמדד ממפלס המדרכה בכניסה הראשית ועד לפני הגג העיקרי של הבניין.
4. קצה הבניין (Height of the Tip) - נמדד ממפלס המדרכה בכניסה הראשית לבניין ועד לקצה העליון ביותר בבניין כולל אנטנות ומרכיבים אחרים.

הגדרה נוספת של ASHRAE (American Society of Heating, Refrigeration & Air- Conditioning Engineers) קובעת כי בניין גבוה הוא כזה שהגובה שלו (H) הוא יותר מ- 3 פעמים הרוחב שלו (W). הגדרה חשובה נוספת היא כי בניין גבוה אינו מוגדר בהכרח ע"פ הגובה או מספר הקומות הפיזי שלו אלא האם הוא מושפע מאספקטים מסוימים של גובה (Tallness). בניין גבוה הוא בניין שעצם הגובה שלו יוצר שיקולים אחרים בתכנון, בהנדסה ובהפעלת הבניין השונים מהותית ממערכת השיקולים המופעלת על בניינים אחרים באותו המחוז ואינם נובעים ישירות מגובה הבניין (Yeang, 1996).
בניין גבוה יכול להיות מוגדר כבניין בעל מאפיינים ייחודיים של גובה בהתאם לגובה היחסי בסיטואציה האורבאנית בה הוא ממוקם, פרופורציות הבניין והטכנולוגיות המצויות בו. למשל, מבנה בעל 12 קומות לא ייחשב בניין גבוה בשיקאגו או ניו- יורק אך יהיה גבוה באופן יחסי לערים מסורתיות באירופה. פרמטר נוסף המשפיע על הגדרת הבניין כבניין גבוה הוא תמירות הבניין. ישנם מבנים שאינם גבוהים אך דקיקותם יוצרת אשליה של מבנה גבוה. לעומתם, מבנים גדולים וגבוהים בעלי שטח רצפה גדול, יימנע מהם להיחשב כבניינים גבוהים בהגדרה הקלאסית. מבנה גבוה, ייחשב ככזה רק אם יכיל טכנולוגיות הנובעות ישירות מגובהו (Sev, 2009).
מבחינה טכנולוגית, גורד השחקים הוא "השיא" של מספר המצאות טכנולוגיות בתחום הבנייה כגון מבני מתיחה, שיטות ביסוס, מעליות מהירות, מערכות מיזוג אוויר, זיגוג, טכנולוגיות תאורה, אוורור ואף ניקיון.
מבחינה מרחבית גורד השחקים יכול להיות מוגדר כבניין המכיל שטחי בנייה גדולים המרוכזים מעל יחידת שטח קטנה באופן יחסי, המנצל בצורה מיטבית את זכויות הבנייה, ובאופן שגובה כספים רבים יותר משכירותו.
כתוצאה מכך ובשל האופי המסחרי המובהק של סוג בניין זה, היזם תמיד ישאף לניצול טוב יותר של השטח ולבניין יעיל יותר פונקציונלית. במקרים רבים שיקולים אלו יובילו לכך שהיזם או החברה המנהלת מחליטה על סידור הקומה הרצוי ומותירה לאדריכל את הטיפול במעטפת הבניין. ההתפתחות האסתטית - מורפולוגית של הבניין הגבוה קשורה באופן ישיר לאפיון המעטפת.

3.2 התפתחות מורפולוגית של בנייה לגובה

האימפקט הוויזואלי של בניינים גדולים בעיר שימש כנושא מרכזי בדיון הציבורי. מבנים גבוהים במיוחד הם בעלי מקום ייחודי בעיר לעומת אחרים כיוון שהם יוצרים קו רקיע נראה לעין. מבנים גבוהים מושכים באופן מיוחד והופכים לסמל אסתטי, טכנולוגי וכלי לביטוי אדריכלי (Sev, 2009). פרק זה יעמוד על ההתפתחות המורפולוגית של בניינים גבוהים ועל מרכיביהם האסתטיים, במטרה למקם את האסתטיקה של בניינים ירוקים גבוהים ברצף זה.
הצורה והביטוי הארכיטקטוני של מבנים גבוהים מודרניים עברו שלבים והתפתחויות רבות מהדוגמאות הראשונות בשיקאגו ובניו-יורק ועד לדוגמאות העכשוויות באירופה ובאסיה. בכל תקופה, המצאות טכנולוגיות כמו גם אופנות מתחלפות הובילו את אדריכלי התקופה בחיפוש אחר סגנון חדש. הבסיס לניתוח מורפולוגי של כל מבנה גבוה נובע מצורת ההתבוננות "הקלאסית" שנטבעה לעניין זה על ידי Sullivan ב-1896. Sullivan חילק את הבניין הגבוה לשלושה מרכיבים עיקריים: (in Wittenborn, 1947).
בסיס (Base): תחום הבניין הנראה מגובה הרחוב וכולל קונוס של 40 מעלות בשדה הראייה. תחום זה תלוי בעומק השטח הפנוי הקיים לפני הבניין ממפלס הרחוב ומגיע לרב לגובה של בין 5-8 קומות. לחלק זה של הבניין האינטראקציה הרבה ביותר עם הסביבה האורבאנית המידית, וכן הוא משפיע באופן ישיר על האיכות הארכיטקטונית והאורבאנית של מפלס הרחוב. לחלק זה אין השפעה רבה ברמת הסילואט העירוני אך הוא מהותי להגדרת הרחוב והמרכיבים האנושיים של הבניין הגבוה. היחס לבסיס הבניין הגבוה משתנה מתקופה לתקופה.
גוף הבניין (Shaft): גוף הבניין נמשך מקצה הבסיס ועד לראש הבניין, ומהווה את חלקו העיקרי של הבניין הגבוה. חלק זה מהותי בהתוויית היחסים בין הבניין ותנאי הסביבה המקיפים אותו. הוא קובע ומשפיע באופן ישיר על נתונים כמו זרימת האוויר מסביב לבניין, הצללות, קנה המידה של הבניין והיחס בינו לבין בניינים אחרים בסביבתו. האם הוא משתלב או מנוגד לסביבתו, יוצא דופן או דומה לאחרים. בערים מודרניות רבות גוף הבניין הוא אחד מיני "עצים רבים ביער", ומכאן נובעת חשיבותו של החלק השלישי בבניין - הסיומת.
סיומת הבניין (Top): סיומת הבניין אינה משפיעה רבות מבחינת סביבתית, אך מהווה מרכיב מרכזי בקו הרקיע של העיר. לפי Armstrong & Ali (1995) קיים יחס דיאלקטי בין בסיס הבניין לקצה הבניין, הדומה לשיח בין שתי שפות: אינדיבידואליות בקצה וקונפורמיסטיות בבסיס. למבנים גבוהים תפקיד אייקוני בעיר וככאלו יוצרים מהות תרבותית בעיצוב נראות העיר מלמעלה. החלק העליון של הבניין מאפשר ביטוי וחופש אדריכלי. בניין שאינו יוצר תדמית או זיהוי ייחודי בקצהו, יאבד לרב את האטרקטיביות שלו גם בחלקיו האחרים. ללא זהות, יהיה הבניין

הגבוה "קומות צפות בחלל".
בהתבסס על תאוריה זו של Sullivan מ-1896 מודגשים שלושת חלקים אלו במרבית המבנים הגבוהים וההבחנה ביניהם הולכת ונעשית ברורה יותר.
לפי Kohn (1990), לבסיס הבניין החשיבות הגבוהה ביותר שכן הוא "מבסס" את היחסים בין הולך הרגל לבניין. הגוף - הוא תוצר ישיר של סגנון אדריכלי ובחירה סטרוקטורלית, ולכן יכיל את המאפיינים העיקריים של הבניין כבניין גבוה, בעוד שהקצה- הוא המרכיב החשוב ביותר של הבניין הגבוה מבחינת הרושם שהוא מותיר בסילואט העירוני. הוויכוח על "הנכון והלא-נכון" בתכנון הבניין הגבוה תפס תאוצה ב-20 השנה האחרונות בעקבות משברים כלכליים ואנרגטיים. העלייה במחירי הקרקע, הלחץ למקסום שטחי הבנייה, והתאוצה הטכנולוגית הובילו לכך כי גובה הבניין אינו נקבע יותר על ידי מגבלות פיזיות וקונסטרוקטיביות אלא בהתאם לשיקולים פוליטיים, כלכליים, סביבתיים והתנגדות ציבורית. לכל בניין השפעה על נראות העיר בהתאם למאפייניו המורפולוגיים. השלכות אורבאניות חשובות נוצרות בהתאם לאופן שבו מתרומם הבניין הגבוה מן הקרקע. הגישה הקונבנציונאלית לבנייה גבוהה מגבילה את צורניות הבניין לסכמות מקובלות. ניכר כי האתגר הגדול של העתיד טמון ביצירת מבנים גבוהים המכוונים למשתמשים ולשיפור הרקמה האורבאנית בצורה יעילה, נעימה, ברת-קיימא וחסכונית. האפיון המחודש של הבניין הגבוה דרך פרמטרים אקולוגיים וסביבתיים וההיבטים האסתטיים-מורפולוגיים שלו, יידונו בפרק הבא.

.2

2. דוגמא לתאורית חלוקת שלושת חלקי הבניין הגבוה, Architect: Louis Sullivan, Prudential Building, Buffalo, New York

4. זרמים עיצוביים בתכנון אקולוגי של גורדי שחקים:

4.1 גורד השחקים הביו-אקלימי The Bioclimatic Skyscraper:

מאמרו של Sullivan מ-1896: "The Tall Building, Artistically Considered" הציע גישה להתמודדות עם שאלת האסתטיקה של הבניינים הגבוהים באמצעות תיאורית שלושת חלקי הבניין הגבוה כפי שתואר בפרק הקודם ("Three Part Sky Column"). Sullivan ביסס את התאוריה שלו על האיכויות הפונקציונליות והאקספרסיביות של שלושת חלקי גורד השחקים: בסיס, גוף וקצה. אלו מספקים מבנה אסתטי ומתודולוגיה שימושית לבחינת ההתפתחויות המורפולוגיות של הבניין הגובה. עם זאת, תת החלוקה הפורמלית של הבניין אינה מציעה פתרונות באשר לאופן על חלקים אלו להיראות. האלמנט החסר, על-פי Yeang (1996) הוא גישה מקומית, שתאפשר למתכננים לשייך את גורד השחקים לתרבויות שונות ואתרים שונים. השאלה הנשאלת לעיתים קרובות היא מדוע חזיתות הבניין של גורד השחקים נראות אותו הדבר מכל הכיוונים, בעוד שהתנאים הסביבתיים - מטאורולוגים, גאוגרפיים ופיזיים, אינם זהים? הגישה הביו- אקלימית שפותחה על ידי Yeang, הינה אפשרות התפתחותית לגורד השחקים באופן הדורש וורסטיליות לחזיתות בהתאם למיקום ומסלול השמש. הגישה הביו-אקלימית מחפשת נוחות תרמית לאורך כל השנה, תוך שימוש באמצעים פאסיביים והפחתה בצריכת האנרגיה. לגישה הביו-אקלימית קיים פוטנציאל להיהפך לאקולוגית וברת קיימא, באם ייכנסו למערכת השיקולים התכנונים קריטריונים נוספים כגון בחירת חומרים ומקורות אנרגיה מתאימים. ניתן להתייחס לגורד השחקים הביו-אקלימי כז'אנר חדש לסוג המבנה הגבוה. ככזה, מהווה יישום של תיאוריות אקלימיות ועקרונות תכנון סביבתי בגורד השחקים, בדומה ליישום תיאוריות היסטוריות, עיצוביות וצורניות אחרות שהוצגו בפרקים הקודמים.
ההנחה היסודית היא שהבנת מערכת היחסים הפנימית והחיצונית של הבניין עם אספקטים סביבתיים יתרמו וישנו את ההבעה הארכיטקטונית של הבניין.
ניתן להגדיר את גורד השחקים הביו-אקלימי כבניין גבוה שצורתו מוכתבת מתכנון פאסיבי וטכניקות לחיסכון באנרגיה, המתייחסות לאקלים באתר ונתונים מטאורולוגיים, ויוצרת בניין גבוה פעיל מבחינה סביבתית, חסכן במהותו ובמערכותיו, ובעל ביצועים איכותיים בתחום האנרגיה (Yeang, 1996).
בעבר ההתייחסות לארכיטקטורה מבוססת אקלים הייתה כאדריכלות מקומית, דלת תקציב, המופיעה בעיקר באזורים טרופיים ובמדינות עולם שלישי. הגישה הביו- אקלימית בגורדי שחקים חותרת להשגת ביצועי בניין מעולים ואיכות בנייה גבוהה בכל אזורי האקלים.

4.2 גורד השחקים כחיקוי של תהליכי טבע:

תיאוריה נוספת לעיצוב כגורדי שחקים אקולוגיים רואה את הבניין כחלק ממערכת אקולוגית רחבה יותר.
גורד השחקים מחקה ומטמיע ערכים השאובים מן המערכות האקולוגיות הטבעיות אל תוך השדה האורבאני, המתפקד גם הוא כישות חיה, נושמת ומתפתחת (SkySkraper as a Mimetix Urban Ecosystem). מרכיבים אסתטיים של מבנים אלו, לקוחים מהשוואה ישירה למערכות טבעיות, הן בחיקוי תפקודן והן בחיקוי הצורני שלהם. האלמנטים העיקריים המשפיעים על נראות הבניין לפי תיאוריה זו הם בחירת חומרי הבניין, מגוון אקולוגי ואיזון פונקציונלי בבניין, יעילות מרחבית, סידור רשתי של חברות וקהילות ומנגנוני שליטה ובקרה (Yeang, 1996).

4.3 גורד השחקים כמערכת אורבאנית - אקולוגית:

כתגובה למאמצים האקולוגיים ולמען עתיד בר-קיימא גורדי השחקים יצטרכו להשתנות מישויות מזהמות ומערכות פתוחות למערכות אורבאניות -אקולוגיות הפועלות בקונטקסט סביבתי. גישה זו רואה את הבניין לא כישות אינדיבידואלית אלא כחלק ממערך אורבאני המהווה אלטרנטיבה לסגנון חיים הוליסטי ובריא.
התכנון שואף ליצור אייקון ויזואלי לצורת חיים ברת-קיימא, באופן שמשלב את הצרכים האקולוגיים והאקלימיים יחד עם מערכת חיים חברתית- מודרנית, המספקת תרבות פנאי ואינטראקציה לתושבים. הקומפלקס פועל כמערכת אורבאנית שלמה, שמחוברת מצד אחד למערכת התחבורה הציבורית בעיר ולהמשכיות חיי הרחוב, ומצד שני פועלת כמערכת אקולוגית-אורבאנית עצמאית בעלת מחזור חיים חסכוני באנרגיה.
על פי תפיסה זו, יש לבחון את גורד השחקים כמערכת Impute-Output התורמת לעיר כשלם (Yeang, 1996).

4.4 גורד השחקים כהמשך מורפולוגיה טכנולוגית - אקולוגית:

זרם זה מאופיין בהמשך פיתוח גורד השחקים האקולוגי דרך המצאות טכנולוגיות ורציונליזם מודרני. עקרונות המורפולוגיה הטכנולוגית נשמרים ומשתכללים גם כאן. אלו כוללים הפחתה במסת הבניין, שקלול פרמטרים אנרגטיים ותפקודיים, ניסיון להשגת קלילות חזותית וניקיון בשפה האדריכלית. חלק ממבנים אלו תואמים את הגדרות החלוקה לבסיס - גוף - וקצה. קטגוריה זו תכלול מבנים מתוחכמים, אלגנטיים וגדולים בממדיהם, המתוכננים לרב על ידי אדריכלים מפורסמים מן השורה הראשונה. ההתמקדות הטכנולוגית היא במציאת פתרונות אנרגטיים ואפיונן באמצעות סימולציות מתקדמות, תוך ניסיון לעמוד בסטנדרטים גבוהים ובתקנים לבנייה ירוקה, כגון ה-LEED.

.3 רעיון חיקוי תהליכי הטבע, Architect: Ken Yeang, EDITT Tower, Singapore

4.5 גורד השחקים העתידני:

תפיסה מחקרית - עתידנית לגורדי השחקים הנובעת משילוב חזון טכנולוגי ואקולוגי לכדי ארכיטקטורה דמיונית, שיישומה אינו בר ביצוע בכלים העומדים לרשות אדריכלים כיום. ארכיטקטורה זו מושפעת מדימויים ממוחשבים ומכושר המצאה וייחודיות האופייניים לתחרויות, מגזינים וניסיונות עיצוביים. להתפתחויות אלו ולדמיון האדריכלי חשיבות רבה למיסוד הסגנון העתידי שיקבע את דמותן של הערים במאות הבאות. הארכיטקטורה הויז'יונרית מטמיעה ערכים תכנוניים ועיצוביים הבאים לידי ביטוי בצורותיהן הפשוטות יותר בארכיטקטורה הממשית. זרם זה מאופיין לרב בהיפרדות מן המוסכמות הארכיטקטוניות והחלוקה המורפולוגית הקלאסית של גורד השחקים לטובת שכלול האמצעים הטכנולוגיים ואיתגור הגרביטציה והמערכת הקונסטרוקטיבית של הבניין. גורדי השחקים הירוקים של העתיד חוברים עם אג'נדות חברתיות, פוליטיות וסביבתיות ומהווים מעין פתח לדו-שיח על מקומם של גורדי השחקים האקולוגיים בעתיד.

.4

.5

4-5. מורפולוגיה טכנולוגית - אקולוגית, Architect: Renzo Piano, The New York Times Headquarters

6. סיכום ודיון:

במאמר זה הוצגו התיאוריות המרכזיות הנוגעות לשילוב בין שלושה תחומים עיקריים: אסתטיקה והשיפוט האסתטי, תכנון בר-קיימא ואדריכלות אקולוגית, ומורפולוגית הבניין הגבוה. הערכים האסתטיים האופייניים לכל תקופה היסטורית משקפים את ההתפתחויות החלות בקהילה המקצועית-אמנותית, כמו גם את ההתקדמות הטכנולוגיות והמציאות הפוליטית-כלכלית. סגנונות אדריכליים משנים את יחסם למרכיבים עיצוביים כגון רוח הזמן והתקופה, יושר ארכיטקטוני, יחס לסביבה ומורכבות צורנית.
אפשרויות טכנולוגיות, יצירתיות וכושר המצאה אשר חברו יחד עם אידיאולוגיה אקולוגית ומודעות גוברת להתכלותם של משאבים אנרגטיים, הן חלק מן הסיבות לעלייה בתכנון מודע אקולוגית. ההשפעה המכרעת של מבנים גבוהים בעיר, מקומם של מבנים אלו כסמל לכוח, קידמה וטכנולוגיה, והצורך הממשי במציאת פתרונות אשר יטיבו עם הסביבה הובילו את אלו למרכז הדיון האדריכלי.
במאמר זה הוצגה ההתפתחות המורפולוגית של גורד השחקים באמצעות חלוקתו לשלושה מרכיבים עיקריים: בסיס, גוף וקצה. חלוקה הנובעת

מתורתו הקלאסית לאפיון גורד השחקים של L. Sullivan מ-1896. הניתוח המורפולוגי אפשר לראות את ההצעות התכנוניות לגורדי שחקים אקולוגיים בתוך הרצף ההיסטורי-תיאורטי של בנייה לגובה, וכחלק מתפיסת העולם של אדריכלות ברת-קיימא. מתוך כך, זוהו חמישה זרמים עיצוביים עיקריים בתכנון אקולוגי של גורדי שחקים: גורד השחקים הביו-אקלימי, גורד השחקים כחיקוי של תהליכי טבע, גורד השחקים כמערכת אורבאנית-אקולוגית, גורד השחקים כהמשך התקופה הטכנולוגית-אקולוגית, וגורד השחקים העתידני.
גורד השחקים האקולוגי הינו טיפולוגיה ייחודית המוצאת ביטוייה בתיאוריה ובפרקטיקה. כזו, היא מהווה אתגר תכנוני, קונסטרוקטיבי ועיצובי. בחלקה דמיונית ובחלקה יישומית, ארכיטקטורה זו הינה מקום לביטוי, יוזמה ואינטגרציה בין מערכות שיקולים סבוכות ומאתגרות. התפתחותה של ארכיטקטורה אקולוגית בתחום גורד השחקים תלויה הן בפיתוח תיאוריות ורטיקליות, הקוראות את העיר והמרחב בצורה אנכית, והן בהתפתחותה של רוח צעירה, אידאליסטית ופתוחה שתביא להישגים ארכיטקטוניים יוצאי דופן ותשנה את פני המרחב העתידי של העיר.

מקורות

וולפלין, ה., (1973). מושגי יסוד בתולדות האמנות. דפוס אופסט, ג'רוזלם פוסט, ירושלים.

יורמסון. ג'. או., (1967). אסתטיקה, ש. פרידמן בע"מ הוצאה לאור.

Abel. C., (1997). *Architecture & Identity: Towards A Global Eco- Culture*. Oxford architectural press.

Alter L., (2009). Why Is So Much Green So Ugly?. *TreeHugger*. Toronto.

Armstrong, P. J., Ali, M. M., (1995). Multi-Functional Characteristic of Tall Buildings: A Transitional Perspective. *Fifth World Congress of Habitat and the High-Rise*. Tradition and Innovation, Amsterdam.

Bianco, A., (2006). *Ecological Art and Ethics*. Nohra Corredor.

Breadsley, M., (1981). Aesthetics: Problems in the Philosophy of Criticism. *Harcourt*, Brace & World, Inc. USA.

Budd, M., (1998). Aesthetics. E. Craig, (ed.) *Routledge Encyclopedia of Philosophy*, London, Routledge.

CMJN A. Combes, J. Brule, G., (2011). Evolo competition.

CTBUH Group PC., (1981). *Planning and Design of Tall Buildings*. ASCE, New York.

Flores, C.A.H., (2004). *Symbolism, in sennott R.S (ed.) Encyclopedia of 20th century architecture*, New York, Fitzroy Dearborn.

Gelernter, M., (1995). *Sources of Architectural Form: A Critical History of Western Design Theory*, Manchester university press.

Hawthorne, C., (2001). The Case for a Green Aesthetic. *Metropolis Magazine*.

Kohn, E., (1990). *The Tall Building, Proceedings of 4th World Congress on Tall Buildings: Tall Buildings 2000 and Beyond*, Hong Kong.

Marbles, R., (2009). The World's Top Five Ecological Skyscrapers, Retrieved February 03, 2014, from: www.bukisa.com /articles.

New York Times Headquarters Building Official Site, Retrieved February 03, 2014, from: www.newyorktimesbuilding.com

Peters, T., (2010). *The Philosophy of Ecological Architecture*. CEPHAD, The Danish Design School, Copenhagen.

Sev, A., (2009). Typology for the Aesthetics and Top Design of Tall Buildings. G.U. *Journal of science*.

Shelley, J., (2009). The Concept of Aesthetic. N.E. Zalta (ed.), The Stanford *Encyclopedia of Philosophy*. Stanford.

Sullivan, L. H., (1947). The Tall Office Building Artistically Considered. *George Wittenborn*. New York, pp.15-32.

Walton, K. L., (1970). Categories of Art. *The Philosophical Review*, no.3, p.79.

Yeang, K., (1996). *The Skyscraper Bioclimatically Considered*. Academy Editions, London.

Yeang, K., (2002). *Rethinking the Skyscraper: A Vertical Theory of Urban Design*. Willey Academy Press.

Yeang, K., (2007). Designing the Eco Sky- Scraper: Premises for Tall Building Design, *Wiley Inter-science*.

Yeang, K., (2009). How Green Buildings Should Look?. *TreeHugger*, New York.

תמונות

1. מגדל בבל, Pieter Bruegel the Elder, The tower of Babel, 1563
Photo: Nuno Gavina Couto, 17.02.2013, http://www.flickr.com/photos/professionalook/8483609376/

2. דוגמא לתאורית חלוקת שלושת חלקי הבניין הגבוה, Louis Sullivan's Prudential Building, Buffalo, New York,Photo: Library of Congress Prints & Photographs Division, 1965, http://memory.loc.gov/pnp/habshaer/ny/ny0200/ny0204/photos/116404pv.jpg

3. רעיון חיקוי תהליכי הטבע, Architect: Ken Yeang, EDITT Tower, Singapore
Photo: Sacha Noordin, 28.04.2008, http://www.flickr.com/photos/80859845@N00/2448098971/in/photolist

4-5. מורפולוגיה טכנולוגית - אקולוגית, The New York Times Headquarters
Architect: Renzo Piano, Photo: kkarc

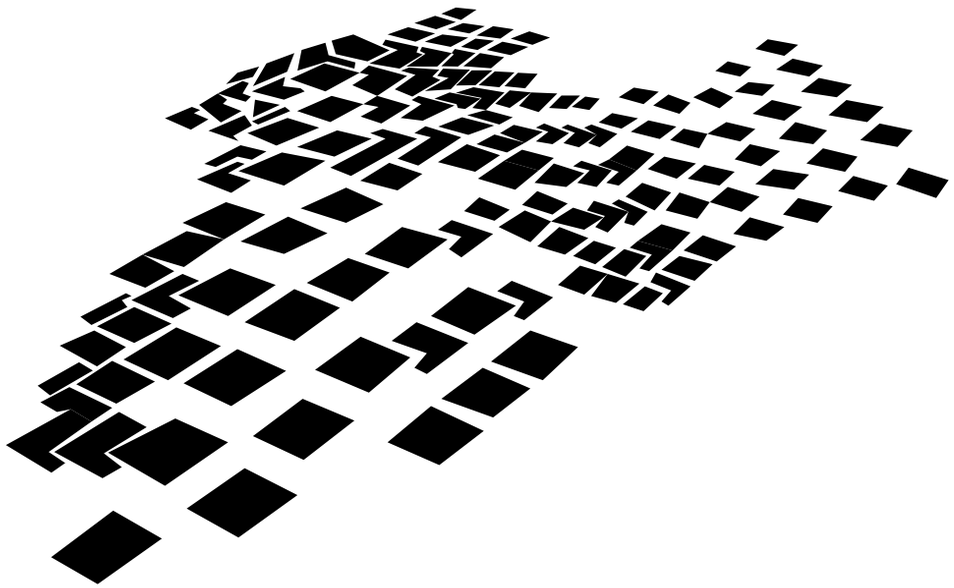
אדריכלות דיגיטלית כמנוע לתכנון בר קיימא

הדס סופר

מבוא

מהפיכת המידע והטכנולוגיה הביאה עימה שינויים משמעותיים אל תחום הארכיטקטורה. התוצר האדריכלי הפך ממוצר דטרמיניסטי, המבוסס על תקדימים והמתנהג בצורה צפויה, למצבור משתנים הנובע מעיבוד הנתונים שהוכנסו למערכת הממוחשבת, מתוכם בוחר האדריכל את הגרסה האופטימאלית. הטכנולוגיה כיום מאפשרת בנייה וייצור אלמנטים מבניים ברמת מורכבות גבוהה, אשר רק תכנון ממוחשב מסוגל לבצע. במקביל, בשל ההתפתחות הטכנולוגית המשמעותית, התפתחו חומרים 'חכמים'. הבניין העכשווי הינו בניין "חש, זז ומגיב". בנין המתאים עצמו אל תנאי סביבה משתנים כגון אקלים, כמות אנשים, סוג הפעילות המתרחשת בו וכדומה. דרישת השוק העכשווי עברה מדרישה של ייצור משוכפל להמונים (mass production) אל דרישה להתאמה אישית להמונים (customization ssam), ובעלת ידע המשלב תחומים שונים, (Kalay, 2006 Owen, 1990). תמורות אלו, שחלו בתחום החומר, בייצור ובתקשורת, הולידו מערך חדש של ערכי תכנון המהווה בסיס לתכנון האדריכלי.

במקביל להתפתחויות אלו חלה עליה גבוהה במודעות הסביבתית והביא להתעוררות רבה סביב התכנון המקיים. מגמה זו החלה בשנות ה-70 של המאה ה-20 ונוסחה באופן רשמי בפסגת כדור הארץ שנערכה בריו ב-1992. בפסגה זו הונחה התשתית הראשונית לפיתוח בר קיימא והנושא הועתק למרכז סדר היום העולמי. בשנות ה-2000 הפך התכנון המקיים לזרם המרכזי בעל הכרה רשמית במדינות רבות בעולם (McLennan, 2004). להמחשת מגמה זו ניתן להיווכח כי 95% מהחברות באירופה ובארה"ב מאמינות בחשיבותו של פיתוח בר קיימא (Little in Giddins et al, 2002). בתהליך מואץ עברה ההתייחסות התרבותית מהסגידה אל התעשייה אל עבר תכנון מבנים המקדמים ערכי תכנון בר-קיימא, המשלבים דאגה לסביבה הטבעית ולחברה בשילוב עם יעילות כלכלית. ערכי תכנון אלו השפיעו על התכנון והתוצר האדריכלי, למן הצבת המבנה, אופן תפקודו ועד בחירת החומרים והשפה האסתטית שלו. כיום ישנם מדדים כגון LEED, NAHBGreen ואחרים לקביעת מידת הקיימות של המבנה באמצעות רשימת פרמטרים מפורטת (Todd, Fowler, 2010). קיימים מדדים בסיסיים המחייבים את מתכנן המבנה, וכיום התכנון המקיים הולך וחודר אל לב הקונצנזוס הן בביקוש שנוצר עבורו מצד המשתמש והן מצד היזם.



עבודה זו באה לבחון את שילובן של שתי גישות תכנוניות אלה, התכנון המקיים והתכנון הפרמטרי, מתוך טענה כי שילוב זה מוביל לטרנספורמציה בתהליך התכנון המקיים ומוסיף לו ערכי תכנון חדשים. טענה זו תיבחן באמצעות התמקדות במעטפת המבנים כמקרה בוחן. מהם, עם כן, ערכי התכנון בסביבה הדיגיטלית הגורמים למפנה בגישות התכנון בר הקיימא?

פיתוח בר קיימא

פיתוח בר קיימא, בהגדרה כללית, הוא ניסיון לשלב בין פתרון בעיות בנושאים סביבתיים לבין סוגיות חברתיות וכלכליות (Hopewood et al, 2005). Hopewood ושותפיו טוענים כי תחום זה, הכולל מגוון רחב של גישות, התפתח מתוך המודעות הגלובאלית העולה וגוברת לקיומו של קשר בין בעיות סביבתיות וחברתיות להיווצרות עוני ובעיות בריאותיות. המושג "פיתוח בר-קיימא" עלה לראשונה בוועידה העולמית לסביבה הומאנית, ה-UNC בשנת 1972 והגיע להכרה בינלאומית בשנת 1987, במסמך dnaltdnurB בו נוסחה התשתית לזכויות האנושיות הן בחברה המתועשת והן בכפרית, באופן גלובאלי, מתוך דאגה בלתי מתפשרת לעתיד (WCED, 1987, P.5.).
גישות התכנון בר הקיימא חלוקות באופן התייחסותן לפיתוח סביבה בעלת מבנים קיימים ונעות מגישה המשלימה בסטאטוס קוו עם הקיים, דרישה לרפורמה כפתרון ועד דרישת שינוי רדיקלי של הסטרוקטורה החברתית (Rees, 1995, in Hopewood et al, 2005).
המודל העקרוני של פיתוח בר קיימא משלב שלושה ערכים בסיסיים: סביבה, חברה וכלכלה, כאשר ההנחה הבסיסית היא כי כל ערך הינו ישות עצמאית, אך ניתן לשילוב עם האחר. שלושת הערכים יוצרים קשרים ביניהם בסדר עדיפויות ובריבוד שכבתי משתנים (Giddins et al, 2002). הבניה זו לשלושה ערכים נפרדים יצרה לא רק את החיבור ביניהם כי אם גם את הניתוק וההתעלמות מערך זה או אחר מבין השלושה (Neumayer, 1999, in Giddins et al, 2002). תומכי גישת הסטאטוס קוו מאמינים כי פיתוח בר קיימא יישען על ידע ומכאניזם מתאים (Hopewood et al, 2005). גישה זו מקבלת בהבנה גדולה יותר שילוב בין ערכי הכלכלה והחברה ותהיה סובלנית כלפי פיתוח מועט יותר בתחום הסביבה. המציאות של ימינו מצביעה על שליטה של הכלכלה בשני הערכים האחרים (Giddins et al, 2002). כיום במאה ה-21 העובדות אודות השינוי האקלימי המתחולל בכדור הארץ תורמות להתרבות הטענות בדבר חשיבות הערך הסביבתי בפיתוח בר קיימא (Giddins et al 2002, Sample, 2003, in Hopewood et al, 2005).

תכנון בר קיימא

כאשר עוברים לבחון את עקרונות התכנון בר הקיימא, יש להבחין בין שלבים שונים של התפתחות הכוללים את התחום הביולוגי, הוורנקולרי, התעשייתי והמודרני (McLennan, 2004). בעקבות המהפכה התעשייתית יכול היה האדם לראשונה לשנות את מערכת היחסים עם האקלים שהיה עד אז נתון קבוע. המצאת המעלית ששינתה את התכנון ואפשרה בנייה לגובה. כהמשך למגמה זו, התפתחות הטכנולוגיה תורמת תרומה חשובה לתכנון המקיים.
מקלינן מצביע על התפתחות שש עקרונות לתכנון בר קיימא (McLennan, 2004, pp.38):

- כבוד להתפתחות מערכות הטבעיות
- כבוד לחיוניות האנושית
- כבוד למיקום (i.e. ecosystem)
- כבוד למחזור החיים
- שימור אנרגיה ומשאבי טבע
- כבוד לתהליך הוליסטי

מודלים נוספים לתכנון בר קיימא בקונטקסט של פיתוח בר קיימא מציעים התחשבות בפרמטרים כגון ידע, טכנולוגיה וארגון אל מול תנודות השוק (Konrad, 2003 in Dusch et al, 2010), שינויים בצריכה ובמוצר בעת פיתוח סצינות מורכבות, עם ייצור חדש מול התייחסות לקיים על פי גישות הפיתוח השונות (Dusch et al, 2010). שש עקרונות התכנון המקיים של מקלינן מאפיינים מודלי פיתוח בר הקיימא, באופן חלקי או מלא, על פי סדר העדיפויות הרלוונטי הנבחר על ידי המזמין, תנודות השוק והרגלי הצריכה.

תהליך התכנון הדיגיטלי ומונחי יסוד

העידן הדיגיטלי הביא עימו מהפיכה לתחום התכנון. השימוש במחשב הוסיף שיפורים משמעותיים הקשורים ביעילות ומהירות התכנון והבניה עצמה, תיעוד ומעקב אחר החומר המתוכנן ונגישות וזמינות של החומר לכל משתתפי התכנון בו זמנית בזמן מיידי. השינוי המהותי שמגדיר את התכנון בסביבה הדיגיטלית כמהפכה של ממש מצוי במודל חשיבה תכנונית חדש שנוצר ובתפקיד האדריכל שהשתנה ממתכנן מוצר למתכנן כלי וסביבה (Kalay, 2006; Oxman, 2006). תוכנות המחשב, המוגדרות כסביבה דיגיטלית, אינן משמשות ככלי עזר שרטוטי בלבד, כי אם תוכנות עיבוד מידע, הלוקחות חלק פעיל באינטראקציה בין המתכנן לייצוג המתקבל. השליטה המלאה שהייתה לאדריכל בפיתוח הצורה על פי פרשנותו והידע העומד לרשותו בתהליך פיתוח אובייקט תכנוני התחלפה בשליטה חלקית מבוססת תוכנה (או מספר תוכנות) ובתהליך תכנון בלתי רציף המסוגל לשלב מקורות עיבוד נתונים שונים, מודלי חשיבה ואינטראקציה באפיקים שונים בו זמנית. התוצר הינו אחד מתוך סדרת משתנים, אותה מספקת הסביבה הדיגיטלית בהתאם לנתונים שהוזנו, ולעולם אינו התוצר הסופי הדטרמיניסטי של התכנון.

עד כה נוסחו מספר פרדיגמות בתכנון הדיגיטלי:

- מודלי תכנון פרדיגמאטיים (Oxman, 2006) המבוססים על מודל החשיבה התכנונית של Schön (Schön, 1983). בסביבה הדיגיטלית התמקדות החיפוש היא אחר היווצרות (i.e. formation) לעומת צורה (i.e. form), בדגש על התהליך ולא על תוצר סופי. המרת הגישה המסורתית המבוססת על פיתוח צורה על פי תקדימים אל מערכת עיבוד נתונים יצרה ניתוק מנקודות המוצא הקונטקסטואליות ורידדה את התייחסות אליהן כאל מצבור נתונים. אוקסמן מציעה שלושה מודלי תכנון דיגיטלי עיקריים: התהוות (formation), החלה (generation), תפקוד (performance). כן ניתן ליצור תכנון המשלב בין המודלים בו זמנית (Oxman, 2008).
- Liu & Lim מציגים תופעה של פיתוח טקטוניקות חדשות בתחום התנועה, המידע והייצור (Liu and Lim, 2006). הטיפול בטקטוניקות העוסקות באובייקט נזנחו, ואחרות כגון סטרוקטורה או קונסטרוקציה מקבלות ייצוג מעורפל מאד בסביבה הדיגיטלית ונשארות לא ברורות לעיתים עד שלבים מאוחרים. עד לשנים האחרונות גם העיסוק בפרט וחומר נזנח וכעת נוצר בו עניין מחודש כנקודת מוצא תכנונית אפשרית. האדריכל יכול להגדיר את המרכיבים הטקטוניים כנתונים אותם יזין לעיבוד ממוחשב כדי לקבל המחשה מדויקת בזמן קצר מאד. הטקטוניות החדשות שנוספו הינן:
  - תנועה
  - מידע
  - פבריקציה (ייצור)

• היווצרות שני דיאלוגים תכנוניים: ביולוגי ומלאכותי. הדיאלוג התכנוני המסורתי (Schön, 1987) משתנה בעקבות אינטראקציה של הקוגניציה של המתכנן עם תוכנות דיגיטליות מתקדמות (Porter & Hanna, in Ali & Brebbia, 2006). פורטר והאנה טוענים כי הטכנולוגיה מציעה אפשרויות המשנות את התהליך הקוגניטיבי ה"ביולוגי" (שבמוחו של האדם) לפתרון בעיה עיצובית, כגון קבלת מגוון פתרונות גדול, אפשרות בדיקה אובייקטיבית של השערות וכן המחשה ויזואלית מפורטת מאד.

בידיו של האדריכל המתכנן פרמטרית מצוי חופש הבחירה בנתונים שיזין אל תוכנת המחשב. האדריכל גרג לין (Greg Lynn), מראשוני המתכננים בסביבה הדיגיטלית, חקר באופן מעמיק את נושא הצריכה ההמונית אל מול אינדיווידואליות היחיד. לין טען כי התכנון הממוחשב מאפשר ייצור המוני ללא חזרתיות ושכפול סדרתי כפי שנהוג היה בייצור תעשייתי (Lynn, 2003). דרישות אלה קיימות כיום בשוק ומנתבות אותו אל דרך בה התכנון הדיגיטלי הינו רלוונטי מתמיד.

תיאוריות בתכנון דיגיטלי בר קיימא

התכנון הדיגיטלי והתפתחות הטכנולוגיה, כאמור, מאפשרים יצירתם של מבנים מורכבים מאד. מדובר בדור חדש של מבנים, רב שימושיים, המאופיינים ביכולות תפקוד והתאמה לסביבה (Hensel, Menges undated), אינטראקציה עם אוכלוסיה ויעילות כלכלית.
מאחר ותחום התכנון הדיגיטלי הינו עדיין בתחילת דרכו, אין בנמצא תיאוריה המשייכת בבירור עקרונות תכנון דיגיטלי אל התכנון בר הקיימא, אך ניתן לראות כי בעקבות כניסתו של האחרון אל לב הקונצנזוס, נעשה שימוש נרחב בתכנון הדיגיטלי בהכנסת פרמטרים רבים מתחום הקיימות. התקדמות התחום באמצעות תוכנות מידול וסימולציה, מאפשרות אופטימיזציה של מבנה לתנאי הסביבה החיצוניים, כגון שמש, רוח וכו' (Grobman, 2008). לכלי תכנון אלה השפעה ניכרת על צורתו הסופית של המבנה והינם המתווך הראשי בין תנאי הסביבה והתכנון.
הניתוח הבא מנסה לחלק את עולם המושגים הדיגיטלי בהתאם לשלושה ערכי הפיתוח המקיים: סביבה, חברה וכלכלה. כך ניתן יהיה לראות כיצד נכנסים מושגים חדשים מן התכנון הדיגיטלי ומשתלבים בתכנון בר הקיימא.

תכנון דיגיטלי משפיע סביבתית

"Making architecture ecologically sustainable will require its inanimate materiality to become attuned to the variable biological clocks and activities of occupants inside, and to similarly variable natural rhythms and mundane activities outside" (Yannas, 2011)
המבנה הדיגיטלי הינו מבנה "חכם", המתחשב ומגיב לנתוני אקלים, כמות אוכלוסיה ופרמטרים רבים נוספים. בשונה מן המבנה שתוכנן בתכנון קונוונציונלי, ייחודיותם של מבנים אלו, מצוייה ביכולתם להגיב לתנאים משתנים. ישנם תקדימים ליכולת זו שנעשו באמצעות טכנולוגיה מכאנית, כגון מוזיאון ה-Institute du Monde Arabe שתוכנן על ידי J.Nouvel בשנת 1980 (תמונה 1), שהיווה פריצת דרך בחדשנותו הטכנולוגית. במבנה תוכנן מסך על גבי הפתחים העשוי ממערכת המתפקדת כצמצמי מצלמה, המהווים ביטוי עכשווי למשרבייה, המגיבים לכמות האור ונפתחים ונסגרים בהתאם. ניסיון זה לא צלח בשל בעיות טכנולוגיות, אך הציב על פני השטח את יכולתו של מבנה להיות אדפטיבי באמצעות התקדמות הטכנולוגיה.

מושג חדש שהגיע בעקבות התקדמות טכנולוגיית התכנון והייצור הינו התכנון הטופולוגי (i.e. topology), המאפשר בנייה של סידרה ללא חזרתיות. תכנון מבנה על פי עיקרון זה, מייצר לדוגמא חזית בעלת מודל צורני אחיד, אך בגדלים משתנים. בתכנון גג חצר המוזיאון הבריטי, השתמש האדריכל פוסטר בעקרון זה לקבלת שפה אחידה של משולשים המשנים את גודלם בהתאם לעקמומיות הסטרוקטורה (תמונה 2).
ערכי התכנון הדיגיטליים המתייחסים לתכנון בר קיימא פועלים בעיקר על פי המודל התכנוני הפרפורמטיבי (תפקודי). במודל זה נמצא ערכי תכנון הנוגעים לתפקודו של הבניין באופן פעיל, אדפטיביות של הבניין

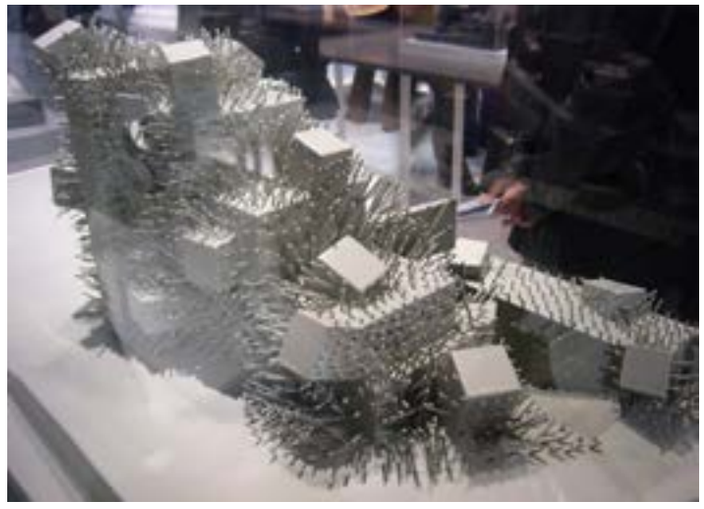
.1

.2

לתנאים משתנים, או התפתחות אבולוציונית של המבנה או החומרים מהם נבנה. אדפטיביות של מבנה הינה לתנאי הסביבה המשתנים כדוגמת אקלים, יום ולילה וכן לכמות האנשים המשתמשים בו ולפעולות אותן הם מבצעים (Yannas, 2011). דו"ח מקיף שנערך בשנת 2002 על ידי משרד איכות הסביבה השוודי בחן את יכולת האדפטיביות של מערכות כפיתוח בר קיימא (Folk et al, 2002). הדו"ח מציע חלוקה של תחום זה לתכונות הכוללות את מהירות התגובה, ומעבר (i.e. shift) דינאמי בין

1. חדשנות טכנולוגית, Architect: Jean Nouvel, Institute du Monde Arabe, Paris France
2. קירוי בתכנון פרמטרי, Architect: Foster & partners, British museum extension, London

מערכות אקולוגיות. אמנם דו"ח זה עוסק בפיתוח בר קיימא בקנה מידה אזורי, אך ניתן לראות את החפיפה הקיימת כיום בשימוש במושגים אלה בדיון אודות תכנון בסביבה דיגיטלית.
הדינאמיות מתקיימת בתכנון הדיגיטלי באמצעות תנועתיות (i.e. Motion) במבנה. האדריכלות הקינטית הינה זרם המתכנן וחוקר את הטרנספורמציה הפיזית שעובר מבנה באמצעות שימוש בטכנולוגיה כמענה לצרכים משתנים (Ramzy & Fayed, 2011; Fox, undated). המבנה הקינטי, מגיב לתנאים המשתנים בסביבה ויכול להתאים עצמו לצרכי האדם. בעקבות ההתקדמות הטכנולוגית ישנה טרנספורמציה בזרם זה. באמצעות מערכת הסנסורים נשלטים חלקי המבנה על ידי מחשב, ויכולים להגיב לתנאים משתנים כגון אקלים או תנועה אנושית. רמזי ופין (Ramzy & Faye) מציעים חלוקה קטגורית של מבנים קינטיים המתייחסת למערכות סטרוקטורליות במבנה, מערכות שליטה סביבתיות וסיווג מידת הקינטיות על פי היחידות הארכיטקטוניות השונות. פוקס מציע דיאגרמות המנסחות את התהליך הקינטי במבנה.
האדריכלות הביונית הינה זרם המשלב ערכי תכנון אדריכליים, הנדסיים וביולוגיים (Chen Lu, 2008). כדוגמא, המבנה הביוני ישאב את השראתו מיכולות הצמחים לאדפטיביות לתנאים משתנים כגון יום ולילה, כיוון השמש, כמויות מים וכדומה. באמצעות המחשב יכול האדריכל ליישם נתונים וחוקים ביולוגיים על סטרוקטורות אדריכליות. בזרם זה ניתן למצוא ערכים המגיעים מהתכנון המקיים, כדוגמת התאמה לסביבה, חסכון באנרגיה ומיחזור מקסימאלי (Stokholm, 2006). ניתן לראות כי העיצוב הפרמטרי מיישם חוקיות צמיחה והתפתחות הבאות מן הטבע ומגיע לייצור צורות השואבות השראתן מעולם זה (תמונה 3). משרד האדריכלים Faulders Studio הציע בדובאי תכנון לבניין השואב מים מן המפרץ הפרסי ומשתמש בהם לקירור עצמי. סטרוקטורת המבנה לקוחה הישר מעולם החי והצומח.



.3

3. שאיבת ערכים מן הטבע - עיצוב פרמטרי Non standard architecture exhibition, centre Pompidou, Paris, France

תכנון דיגיטלי משפיע חברתית

המבנה הדיגיטלי הינו מבנה דינאמי ומגיב לסביבה. פרמטר נוסף המהווה קטליזטור תכנוני הינו אוכלוסיית המשתמשים במבנה ובסביבתו. כבר בדו"ח Brundtland דובר על תשתית לזכויות האנושיות (WCED, 1987) McLennan כתב על כבוד לחיוניות האנושית ולמחזור החיים (McLennan, 2004). עקרון זה בתכנון בר קיימא דוגל בפיתוח מבנה וסביבה תוך דאגה לציבור המשתמשים בהווה ובעתיד, וברצון לשפר את תנאיהם הסוציאליים. הדיון אודות עקרונות אלו כולל התחשבות במערכות היחסים המרכיבים את הסביבה האנושית: התארגנויות חברתיות, תרבותיות, כלכליות ופוליטיות, תוך רצון לאזן את המצב הקיים ולשפרו (Hanna & Munasinghe, 1995). מודלים עקרוניים, בהם נעשה שימוש בתכנון בר קיימא מסורתי, מציעים ערכים ותהליכים חברתיים שיש להתחשב בהם, ומציבים את האדם והתפתחותו המנטלית, הרוחנית והגופנית במרכז המערכת ברת הקיימא (Hancock, 1993). התכנון הדיגיטלי מביא עימו לתחום זה את הדיוק הפרמטרי, המאפשר הכנסת נתונים לתוכנת מחשב וביצוע על פי נתונים אלה וכן "מנועי" תכנון חדשים:

- נתוני מידע parametric Information
- יחסי גומלין Interaction

זכות האדם לקבלת מידע הינו ערך חברתי הזוכה כיום לחשיפה רחבה באמצעות אמצעי הטכנולוגיה המאפשרים נגישות קלה ומיידית למידע, בכל מקום בו נמצא מחשב וחיבור לרשת. כאמור, מידע זה ניתן לעיבוד באמצעי הטכנולוגיה הקיימים בעבור דיסציפלינות רבות והוא מהווה גורם משפיע התהוות מוצרים, מבנים והתנהגות אנושית. כיום ברשות אנשים רבים מכשירים סלולאריים המספקים מידע זמין ומיידי ללא צורך או תלות במקום ומותאם לצרכיהם האישיים. חזון זה נראה כבר קודם לכן בסרט Minority Report בשנת 2002, בו מידע הגיע באופן אישי אל המשתמש באמצעות מדיה והוקרן על גבי קירות בחללים ציבוריים. מעצב סצינות אלה היה האדריכל Greg Lynn. כיום באמצעות הטכנולוגיה, חזון זה הפך למציאות. בפרויקטים דיגיטליים רבים משלבים מתן אינפורמציה באמצעות המדיה על גבי מעטפת המבנה. שילוב זה מאפשר מתן אינפורמציה נגישה לכל משתמש. מאחורי מעטפת כזו עומדת תוכנת מחשב תלוית נתונים פרמטרים. על כן, המעטפת שתתקבל היא דינאמית ויכולה להתחלף על פי כל פרמטר נתון. דינאמיות זו תתבטא באינטראקציה היכולה להיכלל בהגדרת מערכת פרמטרים אלו. האפשרות ליצירת תקשורת בין בני האדם באמצעות מבנה או חלקים ממנו, פותחת עולם חדש של אפשרויות ופוטנציאל תכנוני, מקבלת מידע ע"ג המבנה ועד יצירת תקשורת "הולוגרמית", בלתי תלויה בזמן. בדוגמא שבתמונה 4 ניתן לראות את האפשרות של עוברי אורח להשתתף במשחק המוצג על גבי חזית מבנה באמצעות תנועות גופם. Dalsgaard and Halskov מציעים שמונה אתגרים בהם מייצרת מעטפת המדיה האורבאנית שינוי ותרומה לסביבתה. באמצעות דוגמאות ניסיוניות של מיצבים אותם הציבו במתחם האוניברסיטה ניתן לראות כיצד משפיעה המעטפת ה"מדייה-טיבית" האורבנית על יחסים חברתיים, אינטראקציה, ואינטגרציה עם הסביבה הקיימת (Dalsgaard and Halskov, 2010).

.4

4. מעטפת אינטראקטיבית, Madrid Spain, Dalsgaard and Halskov, La Noche Blanc

תכנון דיגיטלי משפיע כלכלית

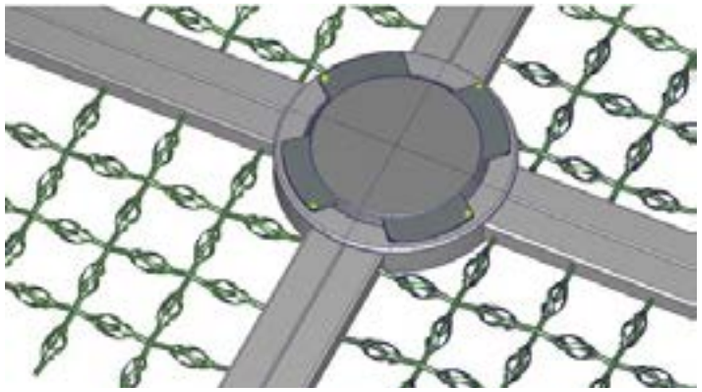
תכנון בר קיימא חותר ליעילות כלכלית ולחסכון במשאבים בכל רמות התכנון מפיתוח עירוני, לפיתוח האתר ותכנון המבנה הבודד. עקרון זה מסתמך על כללי יסוד הדוגלים בהגדלת שיעור השימוש במשאבים מתחדשים והגבלת השימוש במשאבים שאינם מתחדשים והגבלת פליטת פסולת לכמות המותאמת ליכולת המערכת האקולוגית לספק שירותי מערכת (Rennings and Wiggering, 1997). אתגר זה נכון לתהליך הבניה ולבחירת החזרת עלות הייצור. יעילות כלכלית תתבטא בהשקעה המחזירה את עצמה בפרק זמן הרצוי על ידי יזם הפרוייקט. ההשקעה מורכבת מפרמטרים הכוללים את עלות תהליך התכנון, הביצוע והתפקוד בטווח ארוך. לדוגמא, השקעה כלכלית במערכות לחסכון באנרגיה ובחירה בייצור אנרגיה באופן עצמאי, עשויה להיות יקרה יותר בזמן הייצור אך תחזיר את עצמה לאחר זמן שימוש מסוים.

המאה ה-21 מציבה ביקוש לבניית מבנים מורכבים, המשלבים בתוכם מערכות רבות. קיצור תהליך הבנייה, התיאום בין הדיסציפלינות השונות, משפיעים אף הם על סך ההוצאה הכלכלית המושקעת. נגישות אמצעי התקשורת מאפשרת כיום תיאום זמין ומיידי בין המומחים השונים המלווים את תהליך התכנון והבניה. מערכות ממוחשבות כגון BIM המאפשרות תכנון פרוייקט באופן נגיש לכל המומחים המתכננים בו זמנית תוך המחשתו באמצעות מידול ממוחשב. התכנון והייצור הדיגיטלי המורכב מציע התקדמות ניכרת עבור קטגוריית ייצור האנרגיה במבנים, כגון שילוב מערכות פוטוולטאיות לקליטת אנרגיית השמש או מערכות לקליטת אנרגיית הרוח. במחקרם של Lundgren & Torstensson ניתן ללמוד על ההתקדמות שנעשתה בשילוב פאנלים פוטוולטאים בארכיטקטורה למן הצבתם כאלמנט פונקציונאלי על גג המבנה, ועד לאינטגרציה מלאה של האלמנט הפוטוולטאי במעטפת. באמצעות התקדמות הטכנולוגיה הפנלים הם חלק אינטגרלי מן המבנה ולא כנדבך נוסף (Lundgren & Torstensson, 2004). טורבינת הרוח מהווה דוגמא נוספת לשימוש במשאבי הטבע כאלמנט לחסכון כלכלי עתידי שהשתכלל עם השימוש בתכנון וטכנולוגיה דיגיטליים. בדומה לפאנל הפוטוולטאי, גם הטורבינה שולבה כחלק אינטגראלי בעיצוב המעטפת. המעצב Agustin Otegui תכנן נאנו-טורבינות על כל מעטפת המבנה, אשר צורתו האמורפית מאפשרת חשיפה מקסימאלית לכיווני רוח ובאמצעות זאת מתאפשר קירור המבנה (תמונות 6,5). ניתן לראות שילוב קבלת השראה ותכונות ממערכות ביולוגיות והשלכתן על התכנון והטכנולוגיה,

תוך יישום ערכי התכנון בר הקיימא, הדוגלים בחסכון במשאבי הטבע ובחסכון וייעול כלכלי. פרמטרים שעשו שימוש במשאבי הטבע והיו עד כה תוספת תכנונית, מהווים חלק אינטגראלי מהתכנון.

.5

בעקבות כניסתו של העידן הדיגיטלי לתחום התכנון והטכנולוגיה, התעשר עולם המושגים הן התכנוני ככלל והן בר הקיימא בפרט בערכי תכנון חדשים ובאפשרויות חדשות לייצור ובניה. סקירה ספרותית זו מדגימה כי התכנון הדיגיטלי אמנם לא שם לעצמו כמטרת על תכנונית את ערכי התכנון בר הקיימא, אך מתוקף היות תחום זה בקונצנזוס והיות וטכנולוגיה כזו מגלמת בתוכה פוטנציאל חדש להגשמה תכנונית, ערכי התכנון המקיים השתלבו עם תכנון הדיגיטלי כערכים המניעים קונספטואלית את התכנון.



.6

ניתן להבין כי ערכי התכנון הדיגיטלי, כדוגמת תנועתיות, אדפטיביות, אינטראקציה וטופולוגיה מהווים מעין מנוע לתכנון בר הקיימא, אשר האתגר הניצב בפניו הוא התאמת המבנה אל הסביבה, החברה והכלכלה. התכנון הדיגיטלי מאפשר את קיומם של העקרונות המנחים בתכנון המקיים, בפרויקטים גדולים ומורכבים באופן המותאם לדרישות השוק העכשווי. השדה התכנוני שמציע התכנון בסביבה דיגיטלית הינו שונה באופן התכנון, בפוטנציאל הגלום בו לייעול כלכלי ובחדשנותו המושגית

5. קירור המבנה על ידי המעטפת, NVS Building, Architect: Agustin Otegui

6. נאנו-טורבינות על מעטפת המבנה, NVS Building ,Architect: Agustin Otegui

המעניקה שירות חדש למשתמש האנושי. ניסוח מחודש של תשתית עקרונות פיתוח בר הקיימא, תוך הסתכלות על ערכי התכנון החדשים, תביא לתכנון דיגיטלי בר קיימא, באופן מודע ולא רק מתוך היכולות המצויות בטכנולוגיות הקיימות או עניין אישי של המתכנן.

ZOOM IN - מעטפת מבנים

מעטפת המבנה הינה האלמנט המתווך בין פנים המבנה למרחב החיצון. המעטפת מתמודדת עם תנאי סביבה משתנים כאקלים, אור וצל, אוויר ומשפיעה חברתית על סביבתה האנושית באיכות העיצוב וביכולות נוספות שיפורטו בהמשך. כבר בגרסאות קודמות של מבנים, נעשו ניסיונות להתמודד עם תנאים משתנים באופן אנלוגי. ניתן לומר כי הפתח הקבוע בחזיתו של מבנה, המשמש כחלון או דלת, הינו החיבור הבסיסי ביותר שמאפשרת המעטפת בין פנים לחוץ המבנה. הפתח, המייצר את מערכת היחסים של הפנים עם תנאי הסביבה, קובע אף את מידת הפרטיות וחשיפת המשתמש במבנה ובכך מייצר גם מערכת יחסים חברתית ותרבותית של משתמשי המבנה וסביבתו.

כיום, עם התקדמות הטכנולוגיה, ניתן לראות מעטפות "חכמות", המסוגלות לצפות ולהתאים עצמן לתנאי הסביבה המשתנים. ניתנת תשומת לב לזרימת אנרגיה דרך המעטפת ולשימוש מינימאלי באנרגיה מיובאת. המעטפת החכמה נשלטת בידי "מוח", שהינו מערכת ממוחשבת המכילה חיישנים ומפעילים הפועלים ביחד, והוא האחראי לקבלת המידע, עיבודו וייצור תהליך התגובה וההשתנות. המערכת ה"חכמה" המכילה יכולות למידה, הסתגלות והתאמה להווה ולעתיד (Wigginton & Harris, 2002). עם ההתקדמות ביכולות הטכנולוגיות, חלה התפתחות מושגית של המעטפת. "חזית" המבנה שהכילה בבסיס פתחים וייצוג אסתטי בלבד, התפתחה ל"מעטפת" המפרידה בין ישות פנימית לישות חיצונית (Koolhaas, 1978). מתוך ההשראה מעולם הביולוגיה התפתח המושג "skin" השואל מטאפורית את התכונות הדינאמיות של העור האנושי עם יכולת ההסתגלות וההשתנות בהתאם לטמפרטורה, ללחות, לתחושה ולתפקוד. בעוד שהחזית הייתה קיר המבנה עצמו, ה "skin" הוא צירופם של אלמנטים קונסטרוקטיביים הפונים אל החוץ ומספקים הגנה למבנה מתרחישים סביבתיים שונים (Wigginton & Harris, 2002). בהתאמה, קיים חיפוש מתמיד אחר פיתוח אסטרטגיות תכנון "חכמות", המסוגלות להתפתח ולהגיב לסביבה באופן דינאמי ולהקטין את "טביעת הרגל האקולוגית".
פרויקט מגורים בסין מציע מבנה עתידי לשנת 2020 בעל חזית משתנה בהתאם לכניסת אור השמש, גשם, פסולת ומגיב לשימוש המשתמש על פי צרכיו המשתנים כגון אור עבור ספריה אל מול אור הנדרש לגידול צמחיה (Basantani, 2008).
"This future habitat shifts from the current state where the building surfaces are benign inert 'dumb' materials only used for construction and shielding purposes to sensitive functional skins that are 'alive' and act as membranes to harness energy. A membrane creates a strong link between the exterior and interior of the habitat and used as a transporter collecting and channeling the elements of air water and light ¯ from the outside feeding into the inside space. This will supply the habitat with all necessary sources to be able to live off the grid." Philips Design Probes
ניתן לראות במבט ממוקד יותר למעטפת המבנה כי התכנון הדיגיטלי מייצר דיאלוג חדש בין המבנה המתוכנן, בין סביבתו ובינם לבין המשתמש בו. יכולת האופטימיזציה (Grobman, 2008) הקיימת בתוכנות המידול והסימולציה, אופיו הפרפורמטיבי של המבנה הדיגיטלי והעניין בהשפעתם של כוחות נתונים זה על זה בסביבה נתונה (Lynn, 1999) מתחברים אלה לאלה ומייצרים תהליך תכנוני חדש המייצר אלמנט גמיש ואינטראקטיבי. מעטפת המבנה, בפרט, הפכה מאלמנט דקורטיבי לאלמנט אקטיבי בתפקוד הבנייני.

מתודת מחקר

עבודה זו בוחנת את היות התכנון הדיגיטלי מנוע לתכנון בר הקיימא. ניתן לראות כי למושגי התכנון המקיים נוספו ערכי תכנון חדשים מעולם התכנון הדיגיטלי. להבנת התכנון המקיים יוצגו מספר מקרי בוחן של מבנים או מערכות חלקיות של מבנים שתוכננו באמצעות תכנון דיגיטלי, תוך עשיית שימוש בערכי התכנון החדשים שהתווספו. מעטפת המבנה נבחרה כנושא למיקוד לצורך המחשת הנושא, בזכות היותה האלמנט המקשר בין המבנה היחידני עם סביבתו. השפעתו של המבנה תבחן ביחס למשתמש הישיר במבנה ועל סביבתו.

פרמטרים לבדיקה

באמצעות מקרי בוחן, אנסה לבחון את קיומם ושילובם של הערכים הדיגיטליים בתכנון בר קיימא, ואת תרומתם אל תחום זה.

סביבה
- Motion (תנועה)
- Adaptivity (הסתגלות)
- Topology (טופולוגיה)
- Bio-systems (מערכות ביולוגיות)
- Performance (תפקוד)
- Evolution (אבולוציה)

חברה
- Interaction (אינטראקציה)
- Information (מידע)

כלכלה
- Economic efficiency (ייעול כלכלי - חומר, זמן בניה, החזרת השקעה בטווח ארוך)
- Design efficiency (ייעול תכנוני - תוכנות דוגמת BIM זמן תהליך תכנון)

עלינו לבחון את השימוש בפרמטרים אלו בצירוף להשגת עקרונות תכנון בר קיימא או חלקם. לפיכך נקבל את הסכימה המתודית הבאה (תרשים 7):

	ערכי תכנון דיגיטליים	איכויות ברות קיימא
סביבה	תנועה הסתגלות טופולוגיה מערכת ביולוגיות תפקוד אבולוציה	אנרגיה אקלים רוח קירור אוורור חימום זיגוג מרקם אור
חברה	אינטראקציה מידע	חיוניות אנושית החלה (noitareneg) זכויות האדם
כלכלה	ייעול כלכלי ייעול תכנוני	עלות/ תועלת טווח החזרת השקעה עלות חומרים זמן בנייה זמן תהליך התכנון

.7

מגבלות

מאחר ותחום התכנון הדיגיטלי אינו משויך ישירות לתחום הקיימות, קיים קושי רב באיתור ואיסוף נתונים הנוגעים לשלושת עקרונות אלו עבור כל פרוייקט. התקדימים בעבודה זו מספקים מידע חלקי ומתמקדים בהדגשת כניסתם של ערכי התכנון החדשים והשפעתם על תחום התכנון המקיים.

תקדימים

City hall, London

Architect: Foster and partners, London, 2002

אחד מראשוני הפרויקטים האדריכליים בהם נעשה שימוש בתוכנת הדמיה לשם ייעול התכנון, הייצור ותפקוד המבנה. קביעת הטיית המבנה וצורתו נעשתה לטובת קבלת הצללה עצמית מדרום ומקסום חדירת אור טבעי מצפון. התכנון נעזר במודל ממוחשב תלת מימדי אשר דימה את חשיפת המעטפת לשמש. כך גם נקבעה הצורה על פי עקרון העובר ממבנה משרדים גנרי, שקומותיו מתוכננות באקסטרוזיה והתוצאה המתקבלת היא תיבה, למבנה מרחבי ששטח פניו נמוך ב-25% ממבנה תיבה מקביל. צמצום שטח המעטפת תורם לחיסכון בצריכת האנרגיה. השימוש בטכנולוגיה הדיגיטלית תרם הן ליעילות התכנון והן לייעול כלכלי של תפקוד המבנה. המבנה מתפקד הן כמוסד ציבורי והן כמתחם ציבורי, כאשר הקומה העליונה מוקדשת לפעילות חופשית לכלל הציבור. חיוניות אנושית - מסירת מידע לציבור על גבי המעטפת, מעטפת שקופה המעידה על שקיפות מוסד ציבורי. בשנת 2008 התווספו פאנלים פוטוולטאים לגג המבנה.

7. סכימה מתודית לערכי תכנון דיגיטלי

8. צורת מבנה תלת מימדי הנובעת מחשיפת המעטפת לשמש, Architect: Foster & Partners, City Hall London,

.8

Adaptive Building Initiative (ABI) Tessellate™ adaptive facade installation Simons Center for Geometry and Physics

Tonybrook University, New York, 2010, Architect: Perkins Eastman
Z. Drozdowski, Eng. B. Happold, Hoberman, Fabricator: A.Zahner

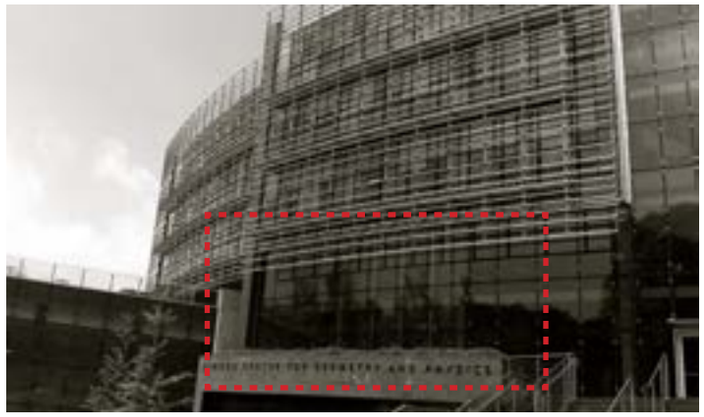
סביבה	תפקוד	אנרגיה אקלים קירור חימום
חברה	מידע פרמטרי	חיונית
כלכלה	ייעול כלכלי ייעול תכנוני	עלות/תועלת עלות חומרים זמן בנייה זמן תהליך התכנון

פרוייקט ניסיוני ומחקרי. מיצב ששולב במבנה הקיים (מסומן במסגרת אדומה, תמונה 9), מאחורי מעטפת הזכוכית בקומת הכניסה, בחן יכולות תפקוד קינטיות משתנות בהתאם לסביבה ושימוש ידני. המעטפת מספקת שליטה מבוקרת בכניסת אור טבעי אל פנים המבנה.

- כיסוי צל אדפטיבי: 38 sq. meters
- חומר: Waterjet-cut stainless steel, glass
- מידות: 5.6m Wide x 6.7m Tall

מערכת שליטה ממוחשבת: קיים
תגובתיות: שמש, שימוש ידני/אוטומטי, קול, ניקוי
תזוזה: קיים
דוגמאות מפורטות למיצב בחזית נמצאות בבלוג: http://www.hoberman.com/portfolio/simonscenter.php?projectname=Simons+Center

סביבת	תנועה הסתגלות	אור



.9

9. מיצב משולב במבנה קיים Architect: Perkins Eastman ,Simons Center for Geometry and Physics, NY
10. שילוב צמחייה במעטפת, יצירת אפקט קירור טבעית, AL-Bahr,Abu-Dahbi, UAE, Architect: Aedas R&D

Al-Bahr ICHQ Towers, Abu-Dahbi, Aedas R&D, 2007

מבנה משרדים בן 25 קומות שתכנונו זכה בתחרות ב-2007. הבנייה החלה בשנת 2009. המתכננים משלבים תכנון ממוחשב מתקדם, מידול ממוחשב ותכנון בר קיימא (A.Karanouh J.Mason ,2011) (Derix, J .Kimpian). מעטפת המבנה מהווה מערכת הצללה קינטית אדפטיבית, המבוססת על המודל המסורתי של המשרבייה הערבית. מודל המעטפת פותח גיאומטרית באמצעות מידול פרמטרי ומאפשר מספר סוגי פתיחה על פי כיוון השמש. שילוב צמחיה במעטפת תורם ליצירת אפקט קירור טבעי. (תמונה 10)
מערכת שליטה ממוחשבת: קיים
תגובתיות: לשמש, עונות השנה, יום-לילה
תזוזה: קיים
Reduce glare
Energy: Lower cooling loads, Solar gain
LEED: silver standard

סביבת	תנועה הסתגלות תפקוד	אנרגיה אקלים רוח קירור איוורור חימום אור

.10

Greenpix - zero energy media wall, Simon Giostra & partners, Beijing, 2008

מערכת LED ומערכת פוטוולטאית משולבות בקיר המסך לאגירת אנרגיה סולארית ביום ושימוש באנרגיה זו לתאורה בלילה. המעטפת מספקת אינפורמציה על מזג האויר הקיים כתמונת מראה. בפרוייקט זה קיים פוטנציאל הפיכת המידע לנגיש לכל עובר אורח, באמצעות שילובו במעטפת החיצונית של המבנה. (תמונה 11)

סביבת	הסתגלות תפקוד	אנרגיה אקלים
חברה		חיוניות אנושית זכויות האדם

.11

11. מעטפת אינטראקטיבית, Greenpix - Beijing, China, Architect: Simone Giostra & Partners

The water cube, PTW, Beijing, 2008

סטרוקטורה קלה, השואבת את השראתה ממצב פיזי של בועות. פיתוח יחידות בחומר פולימרי שקוף ETFE, חוסך באנרגיה ואוגר אנרגיה סולארית המשמשת לחימום בריכת השחייה הפנימית. חדירת האור והבידוד גבוהה יותר מאשר הזכוכית המסורתית. החסכון בעלויות האנרגיה נאמד ב-30%. ניתן לשלב בתוך ה-ETFE פילם המשלב שליטה ברמת העברת החום והאור. המעטפת מאירה את סביבתה החיצונית בצבעוניות משתנה. תכונתה של המעטפת לשנות פניה בשעות הלילה ולספק תאורה לסביבתה, אינה מהווה דוגמא לשימוש בערכי התכנון הדיגיטליים המספקים לציבור מידע או אינטראקציה, אך בכל זאת נכללת תכונה זו ביכולות הדיגיטליות של המבנה משום עצם היכולת הטכנית בעלת פוטנציאל השימוש במדיה עבור הסביבה וכן עקב התרומה האסתטית שלה לסביבה. (תמונות 12, 13)

סביבת	מערכות ביולוגיות תפקוד	אנרגיה אקלים
חברה	אינטראקציה	

12-13. סטרוקטורה קלה, השראה ממבנה בועות סבון, The Water Cube, Beijing, China, Architect: PTA and ARUOP

.12

.13

מיצב על גבי בניין ה-Musikhuset, דנמרק, 2010

לחזית ששיטחה 700 מ"ר הוצמדה מערכת LED חצי שקופה, בשטח של 180 מ"ר, באופן לא רציף.
בחזית הצופה לפארק שלושה אזורים אינטראקטיביים בהם מצלמה ותוכנת מחשב על גבי הקרקע אפשרו דריכת המשתמש ותרגום סילואט הדמות האנושית אל חזית המבנה. פרוייקט זה אמנם ניסיוני, (Dalsgaard and Halskov, 2010) אך הוא מצביע על האפשרות של התייחסות לתנועות האנושיות, לנוכחות האנושית כאל מידע המועבר אל המבנה ומתורגם לאינפורמציה.[1]

חברה	אינטראקציה	חיוניות אנושית

Nora project, Aalborg University students, 2006

פרויקט ניסיוני הבוחן את הדיאלוג בין האינדיבידואל למבנה והסביבה האורבאנית באמצעות תכנון דיגיטלי וטכנולוגיית חיישנים. תוכנת המחשב מעבדת נתוני תנועה אנושית, אור וצל לתגובה של אור ונתוני מידע הנשלחים אל האינטרנט. אמנם הפרויקט ניסיוני, אך חדשנותו בהתייחסותו המחודשת אל הסביבה והמשתמש כמשפיעים על התכנון ועל תפקוד המבנה עצמו.[2]

סביבת	תפקוד	
חברה	אינטראקציה מידע	חיוניות אנושית וסביבתית

[1] Arhus by light, (2008), Retrieved March 03, 2014, from: http://aarhusbylight.dk/

סיכום

אנו נמצאים בנקודה מעניינת על ציר הזמן. מחד, התפתחה ועלתה המודעות לשמירה על האוכלוסייה ועל צרכי הסביבה, בהווה ועבור הדורות הבאים, ומאידך התפתחו הטכנולוגיה ואמצעי התכנון וניתן כיום לבנות מבנים ופרויקטים בקנה מידה עצום עבור רבבות משתמשים. על כן שילוב זה של השניים נראה הכרחי מתמיד, בכדי למנוע או להקטין טביעת הרגל האקולוגית הגדולה על הסביבה ולמנף את המשותף בין התחומים והסימביוזה ביניהם לרווחה אנושית בעידן בו מרבית האנושות חיה בסביבה בנויה.

באמצעות התקדימים שהובאו בעבודה זו, ניכר כי ישנו עניין רב בקרב המתכננים להשתמש בערכי תכנון בר קיימא כמקדמי תכנון המבנה וסביבתו. ראינו זאת בפרויקטים ניסיוניים שביקשו לבחון ערכי תכנון דיגיטליים כמניע תכנוני, וכן ראינו זאת בפרויקטים בנויים, בהם ערכי התכנון הדיגיטלי שימשו מנוע ומקדם בקרב מתכננים העוסקים בתכנון בר קיימא.

התכנון הדיגיטלי מביא עימו את היכולת לבנות פרויקטים מורכבים מאד, המתחשבים במורכבותה של הסביבה הטבעית והאנושית. מורכבות זו, של הסביבה, הייתה קיימת כבר קודם לכן, אלא שבעבר התגובה התכנונית אליה התבטאה באלמנטים קבועים כדוגמת חלון, דלת או גג למחסה. "דינאמיות", "תנועתיות", "אדפטיביות", "אינטראקציה", "אינפורמציה", אלה הם ערכים תכנוניים שבאו מהתכנון הדיגיטלי והם המשכו הישיר של הפתח הסטאטי. ערכי תכנון אלה הינם מנוע לחיפוש תחום התכנון בר הקיימא אחד המצב האופטימאלי ביותר עבור קיומו של מבנה בסביבתו במהלך מחזוריות היממה ועונות השנה.

הפרקטיקה הדיגיטלית הבנויה נבדלת מן הפרקטיקה הבנויה המסורתית בכך שלאחרונה גובשו תיאוריות תכנוניות רבות זה מכבר, המציעות תשתית תכנונית בעלת עקרונות החובקים את תחום הבניה וערכים תרבותיים וחברתיים. דוגמא לכך הם חמשת העקרונות של Le Corbusier, הבאוהאוס וכדומה. לעומתם, לתכנון הדיגיטלי המצוי בתחילת דרכו, אין כיום אג'נדה תכנונית בהירה, ועל כן הפרויקטים לעיתים ממוקדים במתן פתרונות טכנולוגיים תוך התעלמות מאחרים.

[2] NoRA - Nordic Research Application, (2007), Retrieved, March 03, 2014, from: http://www.interactivearchitecture.org/nora.html, http://performative.wordpress.com/2007/01/17/nora-nordic-research-application/

עבודה זו רואה את פני הדברים כתשתית רעיונית לתחביר תיאורטי ראשוני בין תחום התכנון והפיתוח המקיים לבין התכנון הדיגיטלי. מה יצמיח חיבור זה? אילו ערכי תכנון דיגיטלי ייכנסו למודל התכנוני בר הקיימא החדש, ואילו ערכים ייצאו ממנו? מהם ערכי התכנון בר הקיימא הרלוונטיים לתכנון על פי צרכי ההווה והעתיד? כיצד ייראה ה-LEED STANDARD החדש בעקבות מושגים כגון "קינטיות", "responsive", "Interactive"? האם מבנה בר קיימא ימשיך להיחשב כזה אם לא יעניק מידע נגיש למשתמש העובר בסביבה? האם ייחשב בר קיימא אם מבנה המעטפת שלו לא יגיב לתנאי מזג האויר המשתנים? ניתן לראות כי הפוטנציאל המחקרי בחיבור ענפים אלה לתשתית אחת, הינו נרחב ורלוונטי מתמיד.

מקורות

Aedas, AL BAHR TOWERS, Abu Dhabi, UAE. Retrieved February 24, 2014, from: http://www.aedas.com/Al%20Bahr%20Towers

Arhus by light project, Retrieved February 24, 2014, from: http://aarhusbylight.dk

Aynsley, M., (2013). *Proposed in Dubai: A building that grows its own façade*. Retrieved February 24, 2014, from: http://news.buzzbuzzhome.com/2013/03/proposed-dubai-building-grows-own-facade.html

Basantani, M., (2008). *HABITAT 2020: Future Smart 'Living' Architecture*. Retrieved February 24, 2014, from: http://inhabitat.com/habitat-2020-off-the-grid-future-abode

Building information modeling. Retrieved February 24, 2014, from: http://en.wikipedia.org/wiki/Building_information_modeling

Caldas, L., (2006). *GENE_ARCH: An Evolution - Based Generative Design System for Sustainable Architecture*. Technical University of Lisbon, Portugal.

Craven, J., (2008). *The Water Cube in Beijing, China*. National Aquatic Centre for the 2008 Summer Olympics. Retrieved February 24, 2014, from: http://architecture.about.com/od/greatbuildings/ig/Stadium-and-Arena-Pictures/Water-Cube.htm

Dalsgaard, P. and Halskov, K., (2010). Designing Urban Media Façades: Cases and Challenges. CHI. p.2277-2286. ACM New York, USA.

Delana, Another Wave in the Wall: Vertical Lake Building Façade. *Urbanist, Digital Magazine on Urban Architecture, Art, Design, Travel & Technology*. Retrieved February 24, 2014, from: http://weburbanist.com/2010/07/23/another-wave-in-the-wall-vertical-lake-building-facade/

Derix,C., Kimpian, J., Karanouh, A., Mason, J., (2011). Feedback. *Architecture Design*. vol.81, Issue 6, p.36-43.

Drozdowski, Z., (2011). The adaptive building initiative. *Architecture Design, Experimental Green Strategies: Redefining Ecological Design Research*. vol.81, Issue 6, p.118-123.

Dusch, B., Crilly, N., Moultrie, J., (2010). *Developing a framework for mapping sustainable design activities. Design & Complexity*. Design Research Society International Conference. University of Cambridge, Canada.

Folke, C., Carpenter, S. and others, (2002). *Resilience and sustainable development: building adaptive capacity in the world of transformation*. The Environmental Advisory Council to the Swedish Government.

Foster & Partners, Projects, City Hall, Retrieved March 03, 2014, from: http://www.fosterandpartners.com/projects/city-hall/

Foster, N., *Sustainable design approach Transparency and accessibility of the democratic process, Methode & Analysis*. Retrieved March 03, 2014, from: http://www.karinazarzar.com/foster.pdf

Fox, M.A., (undated). Beyond kinetic, M.I.T kinetic design group.

Gargaro, P., (2012). *Smart building exteriors for reduced energy costs and a cleaner environment*. University of Michigan Energy Institute. Retrieved February 24, 2014, from: http://www.ns.umich.edu/new/releases/20291

Giddins, B., Hopewood, B., Brien, G. O., (2002). Environment, economy and society: fitting them together into sustainable development / *sustainable development*. vol.10, p.187-196.

Grobman, Y. J., (2008). *Building the digital world - architectural design methods based based on the use of digital tools, performance based from generation and optimization*. Thesis.

Hancock, T., (1993). Health, human development and the community - ecosystem: three ecological models. *Health promotion international*. Oxford University press, vol.8, no.1.

Hanna, S., Munasinghe, M., (1995). *Property rights in a social and ecological context*. p.1-11, USA. Retrieved February 24, 2014, from: http://www.google.co.il/books?hl=iw&lr=&id=OFVk3vW8vJ8C&oi=fnd&pg=PP5&dq=social+sustainable+design&ots

Hoberman, (2010). Simons Center. New York, USA. Retrieved February 24, 2014, from: http://www.hoberman.com/portfolio/simonscenter.php?projectname=Simons+Center

Hopewood, B., Mellor, M., Brien, G. O., (2005). Sustainable development - mapping different approaches / *sustainable development*. vol.13, p.38-52.

Inspirationwall, (2009). Intelligent Buildings. Retrieved February 24, 2014, from: http://lisastown.com/inspirationwall/2009/05/17/intelligent-buildings

Interactive Architecture Lab, Retrieved March 03, 2014, from: https://www.facebook.com/interactivearchitecturelab

Kalay, Y. E., (2006). The impact of information technology on design methods, products and practice. *Design studies*. Vol.27, p.357-380

Koolhaas, R., (1978). *Delirious New-York*.

Lloyd, A., (2008). *Nano Vent-Skin of Micro-Wind Turbines. treehugger.* Retrieved February 24, 2014, from: http://www.treehugger.com/renewable-energy/nano-vent-skin-of-micro-wind-turbines.html

Lu, C., (2008). *Science and Technology Inspire the Creativity of Architecture Design*. China architecture design and research group, P. R. China

Lundgren, M., Torstensson, K., (2004). Photovoltaic in architecture - lessons from the nord, (2004). Lundgren, Torstensson, Retrieved February 24, 2014, from: http://www.flickr.com/photos/52073937@N00/8915507288/in/photolist

Lynn, G., (1999). *Animate form*. NY, Princeton architectural press

Lynn,G., (2005). Organic algorithms in architecture. *TED*. Retrieved February 24, 2014, from: http://www.ted.com/talks/greg_lynn_on_organic_design.html

MAI Blog, (2008). *Green Pix - Zero Energy Media Wall, Beijing*. Retrieved February 24, 2014, from: http://www.mediaarchitecture.org/greenpix-zero-energy-media-wall-beijing

McLennan, J. F., (2004). *The philosophy of sustainable design: the future of architecture.* Ecotone publishing, Misoury.

Meinhold, B., (2008). The Watercube Wins Australia's Highest Architecture Award. *Inhabitat*. Retrieved February 24, 2014, from: http://inhabitat.com/the-watercube-wins-australias-highest-architecture-award/attachment/16032/

NOS, (2008). *Nano vent skin*. Retrieved February 24, 2014, from: http://nanoventskin.blogspot.com

Owen, C. L., (1990). Design education in the information age. *Design studies*. Vol.11.

Oxman, R., (2006). Theory and design in the first digital age. *Design studies*. Vol.27, p.229-265.

Oxman, R., (2008). Digital architecture as a challenge for design pedagogy. *Design Studies*. Vol.29, p.99-120.

Performative Environments, (2008). Archive for the 'Project Examples' Category. Retrieved February 24, 2014, from: http://performative.wordpress.com/2007/01/17/nora-nordic-research-application/

Peters, T., (2011). Experimental Green Strategies: Redefining Ecological Design. *Architecture Design*. vol.214.

Porter, D and Hanna, R in Ali, A. and Brebbia, C.A. (2006). *Digital architecture and construction, Methods for investigating architecture: from the physical to the digital*. WIT Press, UK, pp.59-68

Ramzya, N., Fayedb, H., (2011). Kinetic systems in architecture: New approach for environmental control systems and context - sensitive buildings. *Sustainable Cities and Society*. Vol.1, p.170- 177.

Rennings, K., Wiggering, H., (1997). Steps towards indicators of sustainable development - linking economic and ecological concepts. *Ecological Economics*. vol.20, p.25-36.

Schön, D. A., (1987). Educating the reflective practitioner.

Simon, G., Farmer, G., (2001). Reinterpreting sustainable architecture, the place of technology. *Journal of architectural education*. p.140-148, ACSA inc.

Stokholm, M., (2006). Bionics - Students' guide for mini project on 4th term. *Architecture & Design*. Aalborg University.

Todd, J.A., Fowler, K. M., (2010). *Measuring performance of sustainable buildings*. Pacific Northwest National Laboratory.

Vavik , T., Keitsch, M. M., (2010). Exploring Relationships Between Universal Design and Social Sustainable Development: Some Methodological Aspects to the Debate on the Sciences of Sustainability. *Sustainable Development, Sust*. Dev.18, p.295-305.

Wigginton, M., Harris, J., (2002). Intelligent skins. Butterworth-Heinemann.

Yannas, S., (2011). Adaptive strategies for an ecological architecture. *Architecture Design*. vol.81, Issue 6, p.62-69.

Yu Tung, L., and Chor-Kheng, L., (2006). New tectonics: a preliminary framework involving classic and digital thinking. Design Studies. Vol.27, p.267-307, National Chiao Tung University, Taiwan.

תמונות

1. חדשנות טכנולוגית, Architect: Jean Nouvel, Institute du Monde Arabe, Paris France ,Photo: S.Melki , 04.03.2009, http://www.flickr.com/photos/67958110@N00/3389131346/in/photolist

2. קירוי בתכנון פרמטרי, Architect: Foster & partners, British museum extension, 2000, London, Photo: MCXURXO, 13.10.2008, http://www.flickr.com/photos/44625313@N00/2942218470/in/photolist

3. שאיבת ערכים מן הטבע - עיצוב פרמטרי, Non standard architecture, exhibition, centre Pompidou, Paris, France ,Photo: Rory Hyde 10.12.2003, http://www.flickr.com/photos/16707687@N00/2520018393/in/photolist

4 מעטפת אינטראקטיבית, Madrid, Spain, Dalsgaard and Halskov, La Noche Blanco Photo: Medialab Prado, 11.09.2010, http://www.flickr.com/photos/19185522@N06/5836020750/in/photolist

5. קירור המבנה על ידי המעטפת, NVS Building, Nano vent skin, Architect: Agustin Otegui, Photo: Curbed SF, 09.05.2008, http://www.flickr.com/photos/23023265@N02/2533431622/in/photolist

6. נאנו-טורבינות על מעטפת המבנה, NVS Building, Nano vent skin ,Photo: Curbed SF ,Architect: Agustin Otegui, 28.05.2008, http://www.flickr.com/photos/23023265@N02/2533431492/in/photolist

7. סכימה מתודית לערכי תכנון דיגיטלי, אדריכלית הדס סופר

8. צורת מבנה תלת מימדי הנובעת מחשיפת המעטפת לשמש, Architect: Foster & Partners ,City Hall London, 2002 תמונה: אדריכלית הדס סופר 23.09.2005

9. מייצב משולב במבנה קיים, Architect: Perkins Eastman ,Simons Center for Geometry and Physics, 2010, NY,Photo: AllisonAllison, 21.05.2013, http://www.flickr.com/photos/allisonallison/10829867146/in/set-72157624327609694/

10. שילוב צמחייה במעטפת, יצירת אפקט קירור טבעית, Architect: Aedas R&D, Photo: Still Apilsom, 01.06.2013, http://www.flickr.com/photos/52073937@N00/8915507288/in/photolist Dahbi, UAE

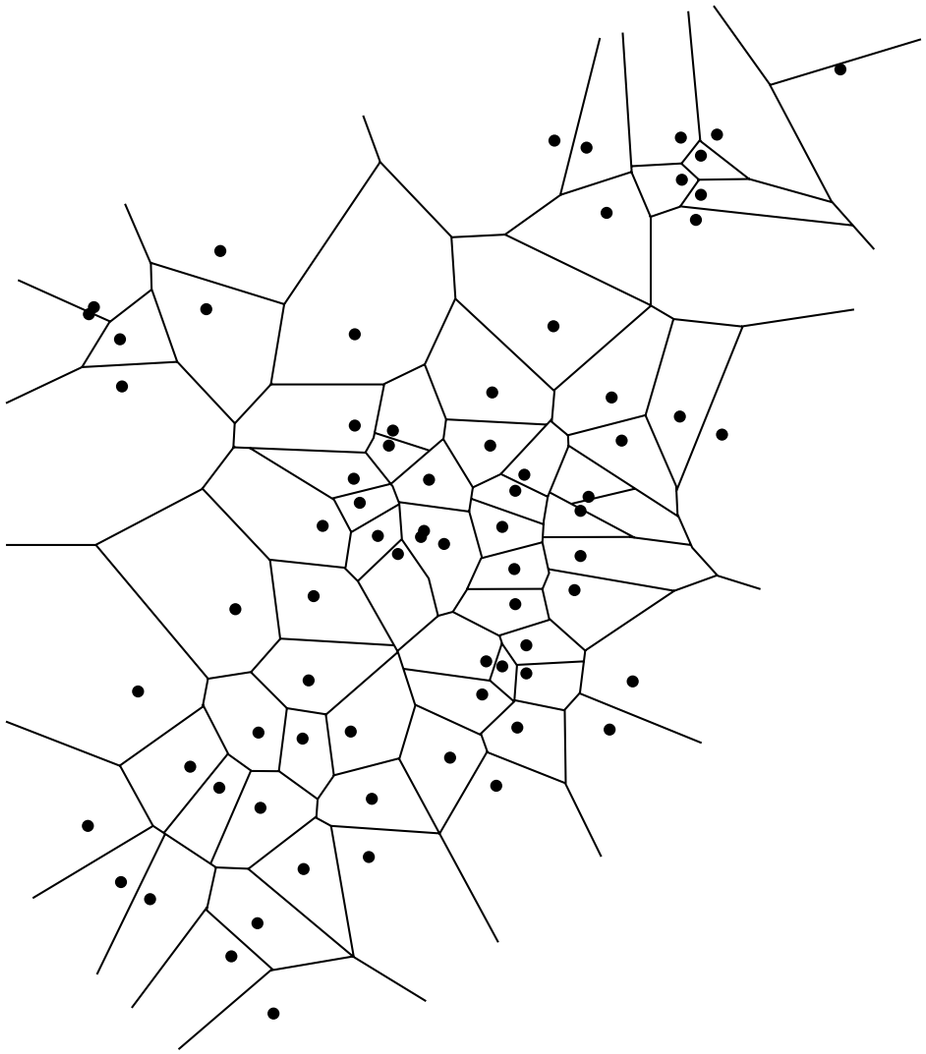
11. מעטפת אינטראקטיבית, Greenpix, 2008, Beijing, China, Architect: Simone Giostra & Partners, ,Photo: Baterya Ginoo 05.05.2008, https://picasaweb.google.com/lh/photo/NoC1Cv_S77e0v_kdm_NnAA

12. סטרוקטורה קלה, השראה ממבנה בועות סבון, The water cube, National Aquatics Center, 2008, Beijing, China, Architect: PTA and ARUOP, Photo: Jon Parry, 18.08.2008, http://www.flickr.com/photos/8306421@N06/2778358508/in/photolist

13. סטרוקטורה קלה, השראה ממבנה בועות סבון, The water cube, National Aquatics Center, 2008, Beijing, China, Architect: PTA and ARUOP, Photo: Mark Belingham, 25.04.2012, http://www.flickr.com/photos/42059681@N06/7115780215/in/photolist

תכנון מקיים מבוסס ביצועים

לוטם קירשט, מיכאל ויצמן



קיימות היא מושג, המורכב ממשתנים רבים הניתנים למדידה וכימות. כיום, קיימות דרכים רבות לכמת את מידת הקיים של פרויקט באמצעות פירוק למשתנים מהם מורכבים מדדי הקיימות השונים.
עבודה זו דנה בתכנון מבוסס ביצועים ככלי להכלת שיקולים בנושא קיימות בתהליך התכנון.
תפיסת העולם בת הקיימא מקדמת הפחתת שימוש במשאבי הטבע עבור נוחות האדם. שימוש בתכנון מבוסס ביצועים יכול לשפר את נוחות השימוש והשהות במבנה בצורה פאסיבית ובכך להפחית משמעותית את צריכת האנרגיה של המבנה. שיפור הביצועים בנוגע לתפקוד שלד המבנה מגדיל את עמידות המבנה ואורך חייו. בנוסף, שיפור ביצועי השלד יכול להפחית בכמות החומרים הנדרשים לבנייתו. כתוצאה משיפור הביצועים מתקבל חיסכון כפול במשאבי הטבע: צמצום הצריכה ושימוש ארוך טווח בחומר ובאנרגיה שהושקעה במבנה באופן ישיר ועקיף.
במאמר יסקרו עבודות בעלות איכויות מקיימות, במהות תכנונן ואופן ביצוען. מימוש איכויות אלה התאפשר הודות לשימוש בכלים ממוחשבים ולהיגיון תכנון מבוסס ביצועים.
בהתאם לגישה, המתוארת על ידי י. גרובמן וע. נויימן, תכנון מבוסס הביצועים מהוה תת-נושא במכלול התכנון הפרמטרי בארכיטקטורה. הדגש מושם על הלוגיקה הפרמטרית כשלב לבחינה ראשונית של מימדים שונים בתכנון מבוסס ביצועים ובחינה ראשונית של השלכות התכנון הפרמטרי על המשך התהליך (Grobman and Neuman, 2011).
כאשר המימד הביצועי בתהליך התכנון הארכיטקטוני מתמקד בסימולציה או אופטימיצזיה בלבד, כפי שנהוג כיום, התכנון הארכיטקטוני נובע באופן משמעותי מיכולות העולם התעשייתי, הסדרתי, המודרני ואינו מאפשר פתרונות יעודיים עבור בעיות מסוימות. גישה זו מאפשרת גמישות מועטה ואינה לוקחת בחשבון את ערך מקומיות האתר, איפיון המשתמשים, ייחודיות הפרוגרמה והתאמות הנדרשת לכל אלו. ערכים חשובים אלו הם אבן בסיס בתכנון מקיים והינם טבועים בהיגיון של תכנון מבוסס ביצועים.
מאמר זה טוען כי השימוש במחשב כאמצעי תכנוני, שחשיבותו אינה נופלת מהעין האנושית, הולך וגובר ככל שהקדמה וכלי התכנון הממוחשבים משתכללים ומוטמעים. השימוש בעין האנושית כאמצעי בקרה ביצועי אינו חד ערכי ונתון לפרשנות אישית. באותה מידה, בחירת המדדים הביצועיים וכתיבת האלגוריתם, המאגד את שיקולי התכנון, מהוות יחד מערכת קבלת החלטות סובייקטיבית. בעתיד הקרוב, לפי הערכות, לא ניתן יהיה להפריד בין כל האמצעים והשיטות והם יהפכו למכלול אחד של כלים עבור המתכנן.

מבוא

קיימות היא מושג, המורכב ממשתנים רבים הניתן למדידה ולכימות. כיום, קיימות דרכים רבות לכמת את מידת הקיים של פרויקט באמצעות פירוק למשתנים מהם מורכבים התקנים השונים.
עבודה זו תידון בתכנון מבוסס ביצועים ככלי להכלת שיקולים בנושא קיימות בתהליך התכנון.
המאמר מתמקד בתפישת תכנון מבוסס ביצועים כתת-נושא בתוך מכלול התכנון פרמטרי בארכיטקטורה. הדגש במאמר על הלוגיקה הפרמטרית כשלב לבחינה ראשונית של מימדים שונים בתכנון מבוסס ביצועים ובחינה ראשונית של השלכות תוצאות אלו על המשך התכנון (Grobman and Neuman, 2011).[1]

1.מתכנון בעזרת מחשב לתכנון מבוסס ביצועים - "Performance"

פיטר אייזנמן טען כבר בשנת 1992 (Galofaro, 1999) כי יש לשחרר את יכולות התכנון ממגבלות העין האנושית או תפיסת החלל האנושית הואיל והם מהווים מגבלה במעבר מהפרדיגמה המכאנית לפרדיגמה האלקטרונית באדריכלות. בהתאם לטענה זו התפתחות בתכנון האדריכלי תתאפשר בעזרת שחרור ממגבלות התפיסה האנושית בעזרת כלים אלקטרוניים עליהן נמנה בין השאר המחשב וחיפוש אחר שיטת חשיבה שונה.
גרג לין פיתח טענה מקבילה, הקוראת לשימוש בשיווי משקל של כוחות וקטוריים הנשלטים בעזרת המחשב לקביעת הצורה האדריכלית (Lynn, 1999). כוחות וקטוריים אלו נשלטים באופן פרמטרי ומוגדרים בהתאם לדרישות פרמטריות, אותן הגדיר המתכנן, הן הדרך להגיע לצורה ה"נכונה", התואמת את הדרישות, והפרוגרמה שהוגדרה מראש על פי לין.
היכולת להיעזר בביצועים ככלי לקביעת הצורה אדריכלית והיכולות המתקדמות לעיבוד צורה הן שתיים מהטענות העיקריות בהם משתמשים חוקרים ותיאורטיקנים בנושא כיהודה קלעי, ברנקו קולירויק (Branko Kolarevic), הני ראשיד (Hani Rashid) ואחרים לביסוס טענתם כי היחס למחשב בתהליך התכנון עתיד להשתנות וחלקו בתהליך יגבר.

2. מהות הגישה

מתכנון מבוסס מחשב דרך תכנון פרמטרי ועד תכנון מבוסס ביצועים למציאת צורה ועיצוב. אדריכלות ממוחשבת עוברת מתחילת המאה ה-21 תהליך אבולוציוני מואץ הנובע מפיתוח מהיר של כלים מבוססי מחשב לתכנון וליצור.קיים מעבר איטי לשימוש באמצעים ממוחשבים בעלי יישומים פרמטריים כטכנולוגיות ייצור מבוסס מחשב בבניה. הטמעת כלי תכנון פרמטריים בתכנון ארכיטקטוני ושיטות הייצור יצרו סגנון המכונה "פרמטריציזם" (Parametricism),[2] מושג אשר נטבע על ידי חוקרים בתחום.

הגישה הפרמטרית מעדיפה תכנון וייצור בהם מנוצלת יכולת העיבוד של המחשב לגנרציה ואופטימיזציה של מגוון רחב של פתרונות, עליהם, בשלב מתקדם יותר מופעלת יכולת האבחנה, השיפוט והתכנון האנושית. פתרונות אלה מאפשרים להפחית את טביעת הרגל האקולוגית של מבנה

[1] האיורים המצורפים נעשו על ידי מיכאל וייצמן ולוטם קירשט במסגרת פרויקטים במה ישירות לנושא לך לימודי ארכיטקטורה ומתייחסים אליו משויכים.
[2] Parametricism as Style - Parametricist Manifesto, Retrieved February 03,2014, from: http://www.patrikschumacher.com

גם בתהליך היצור כפועל יוצא מפיתוח גיאומטריה וקונסטרוקציה יעילה, המפחיתה את כמות חומרי בניין ואת האנרגיה האצורה בהם. תכנון אקלימי נכון המשקלל מידע רב הכולל הפניית המבנה, שעות הארה ושמש ישירה ובהתאמה תכנון הבוחן את כמות הקרינה החודרת למבנה, משפר את תאורת הפנים, מתאים מערך ההצללות שלו, מאפשר אוורור טבעי מיטבי, ממקסם את הרוח הרצויה וחוסם את הלא רצויה.

הביטוי השכיח והצר המגדיר תפישת תכנון מבוסס ביצועים מתייחס למאפיינים הכמותיים של קוד המחשב ומתמקד באמצעים מדידים, אמפיריים וביצועיים (Grobman and Neuman, 2011). בשונה מתכנון פרמטרי כולל, בתכנון מבוסס ביצועים קיים קלט עליו פועל האלגוריתם (המידע המשוקלל). קלט זה הינו מיפוי, מדויק ככל הניתן, של סביבת הבינוי המבטיח כי כל פעולה שתתבצע וכל השלכה על המשך התכנון תהיה יחסית לתנאי המקום.
תכנון מבוסס ביצועים בוחן כבר בשלב התכנון, את איפיון ביצועי הבניין במשך שנות תפקודו ומציע דרכים ליעול ביצועים אלו המסייעים להפחתת ההשפעה הסביבתית של הבניין לאורך זמן. ביצועים אלו משמשים להערכה ולהתווית צורה לבינוי.

3. תכנון מבוסס ביצועים ככלי ליצירת סביבות מבוקרות נוחות ויעילות יותר

גישה סביבתית מקדמת הפחתת שימוש במשאבי בטבע עבור נוחות האדם. שימוש בתכנון מבוסס ביצועים יכול לשפר את נוחות השימוש והשהות במבנה בצורה פאסיבית ובכך להפחית משמעותית את צריכת האנרגיה של המבנה. שיפור שלד המבנה משפר את עמידות המבנה, מאריך את אורך חייו ומפחית כמות החומרים הנדרשים לבנייתו. בכך מושג חיסכון כפול במשאבי הטבע, גם צמצום הצריכה וגם שימוש ארוך טווח. היבטים נוספים לייעול תכנון מבוסס ביצועים הם ניהול המים, התמודדות עם אתגרים אקוסטיים, פריסת פרוגרמות מורכבות וכדומה.
בפסקאות הבאות יתוארו שיטות פעולה מבוססות ביצועים כאסטרטגיות לתכנון סביבה בנויה ברת קיימא.

3.1 תכנון בהתאם לתנאי המקום

שיטת התכנון הפרמטרית, היא כלי בסיסי לעיצוב מבוסס ביצועים. השיטה, משלבת כבר בשלבי העיצוב המוקדמים, התייחסות להשפעה ספציפית, כדוגמת שיקולי אנרגיה, תאורה, ניהול מים וכדומה. גישה זו המתייחסת לתנאים המיוחדים של האתר משתמשת בנתונים אמפיריים מדויקים ולא בכללי אצבע או משוואות עקרוניות לבדיקת ביצועים. פיתוח מודלי סימולציה של מערכות פיזיות מורכבות ושימוש במודל לניתוח ולחיזוי של התנהגות המערכת - מאפשר יצירת הערכה מדידה של העיצוב, כחלק עיקרי בתהליך (Grobman, 2011). העיצוב נוצר מתוך הצורך לביצועים ולא להיפך. הטענה בבסיס התכנון מבוסס הביצועים היא כי הצורה האדרכלית הבסיסית של התכנון יכולה להיווצר מאוסף של הגדרות, פעולות וחוקים על האינפורמציה הגולמית של המיפוי.

3.2 היגיון השיטה - יצירת צורה מבוססת מחשב

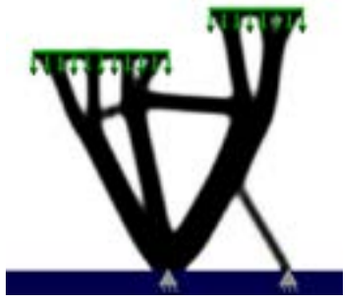
עיצוב פרמטרי עוסק, בין היתר, בייצור ושינוי צורה אדריכלית באמצעות מחשב, ללא צורך בהגדרת צורה ראשונית של צורת המבנה. הרעיון הוא לנסות לשחרר את האדריכל ממגבלות העין. השחרור ממגבלות העין הופך את תהליך התכנון להגדרה ולתכנון פרמטרים, מהם נובעת הצורה. הבחירה היא בדרישה ביצועית ולא בחירה בצורה הצורה היא תוצאת הביצועיות הנדרשת. התהליך אינו אובייקטיבי ונשאלות השאלות בדבר הביצועיות הנדרשת או מתי היא עונה על הדרישות. כיום תהליך זה הוא עדיין בגדר החלטות המתכנן והמעצב.

דוגמאות מוקדמות לתכנון מבוסס ביצועים הם המבנים של גאודי, בהם צורת הקונסטרוקציה נקבעת לפי צורת הקשת של שרשרת תלויה.
היום בעזרת כלים דיגיטליים אפשר להגדיר בצורה פרמטרית לא רק את הקונסטרוקציה, אלא גם מגוון רחב של מאפייני בניין אחרים, הקשורים להשפעתו הסביבתית. כלומר, ניתן להגיע לפתרון תכנוני העונה לתנאי הסביבה ולדרישות הפרוגרמתיות של האתר הספציפי בצורה המדויקת ביותר כתוצאה משקלול כל הדרישות יחד באלגוריתם אחד.

דוגמא עדכנית לפיתוח צורה בעזרת מחשב היא מרכז הכנסים של האדריכל היפני ארטה איסוזקי Arata Isozaki בקאטר. תמיכת הגג בו היא תוצאה של אלגוריתם המחשב גאומטריה אופטימלית למעבר עומסים לקרקע בהתאם לדרישה התחלתית של נקודת המגע בקרקע. צורת העמודים נובעת מדיאגרמת הכוחות האופטימלית.

.1

1. דוגמא לפיתוח צורה באמצעות מחשב, Architecture: Arata Isozaki Qatar Convention Center



.2

2. דוגמא ליצירה אוטומטית של קונסטרוקציה בהתאם לפריסת העומסים ונקודות תמיכה בעזרת אפליקצית TopOpt.

3.3 אקוסטיקה
עבור סביבות בעייתיות מבחינה אקוסטית מפותחת גישה המבוססת על שימוש בנתוני תחבורה וסימולציות אקוסטיות ליצירת תכנית האתר והצורה ראשונית של המבנה. תנאים אקוסטיים בסביבה פתוחה או חללי פנים מושפעים ממספר גורמים כגון: מקורות רעש, גאומטריה, חומרים, תנאי אקלים וכו'. עקב מורכבות החישובים והנתונים, מעצבים השתמשו במספר רב של פרמטרים שהוגדרו מראש, כדי לפשט את החישובים. לכן, בסימולציות רעשים הנובעים מתנועת רכבים על כביש, השתמשו במקורות רעש בעלי עוצמה זהה, המפוזרים לאורך הכביש במרחקים שווים.

במקום להסתמך על סטטיסטיקת תחבורה ממוצעת, אחת הגישות החדשות מציעה לשלב סימולציות מתקדמות של תחבורה, מבוססות על שימוש בסימולציות אקוסטיות מקומיות, לפיתוח אסטרטגיה של יצירת צורה של מחסום אקוסטי או מרחב ציבורי ליד כביש רועש בצורה מדויקת ויעילה יותר. בדוגמא הנדונה לעיל המיפוי הושג על ידי שימוש בסוכנים וירטואליים אשר נוצרו ותכונותיהם הוגדרו במטרה לדמות התנהגות אנושית בסביבה המיועדת. המיפוי הוא התוצאה של התנהגותם באתר.

אחד היתרונות בתכנון מבוסס ביצועים הוא היכולת להוריד את מקדם הביטחון. מקדם הביטחון נכון עבור אזורים מסוימים ומהווה מכשול תכנוני וכלכלי עבור אזורים אחרים. ההבדל בין שתי הסימולציות מראה שאין צורך במחסום אקוסטי גדול ויקר לכל אורך האתר ללא אבחנה וכי רק באזורים ספציפיים יש למצוא פתרון קיצוני. התכנון הספציפי לתנאי המקום מהווה תכנון פחות בזבזני מעבר לאיכויות תכנונית אחרות ובכך תורם לתהליך מקיים.

4. מעטפת המבנה כאלמנט מבוסס ביצועים

התפתחות טכנולוגיות הבניה שחררה את מעטפת המבנה מתפקידה הקונסטרוקטיבי. המהפכה הדיגיטלית בעיצוב וייצור אדריכלי והיכולות החדשות של יצירת גאומטריות מורכבות מאפשרות בחינה מחדש של תפקיד מעטפת הבניין ותהליך עיצובה ומנסות לשכלל את היתרונות המתקבלים ממספר שכבות לידי תא אחד המשלב מספר פעולות.

המעטפת, בעלת ערכים אסטטיים ותפקודיים, מתפקדת כמחיצה בין החלל הפנימי וסביבת המבנה. למעטפת תפקיד ביצועי: שליטה על זרימת אוויר, וויסות טמפרטורה, מניעת חדירת גשם ולחות, תגבור תאורה טבעית, שליטה על כמות קרינת השמש, מניעת רעש וכדומה. המעטפת מושפעת ממגוון פרמטרים מדידים להם השפעה על ביצועיות המבנה ועל

מידת הקיים שבו. המאמר מנסה להדגים עקרונות תכנון מבוסס ביצועים על מעטפות בניין שונות.

אחד היתרונות הבולטים של תכנון דיגיטלי הוא האפשרות להתייחס למעטפת כאל משטח המורכב מתאים, כאשר לכל תא יכול להיות ביטוי שונה של האלגוריתם בהתאם לתנאי הסביבה השונים שהוכנסו למשוואתו. תנאי הסביבה משתנים בהתאם להפניית המעטפת ובהתאם לסביבה בה נמצא הבינוי. מורכבות התא תלויה בכמות הפרמטרים אשר באים לידי ביטוי בחישוב המעטפת, בהירכיה בין הפרמטרים וביכולת התא להגיב לתנאים השונים.

שיטות המיפוי הספציפיות בהן נעשה שימוש כקלט הן לרוב משטח המכיל את המדידות בצורה גרפית. המשטח מחולק לתאי שטח קטנים בהתאם לדרישה ולצורך - אלו מראים השתנות, כאשר מידת הרציפות והמידרוניות (GRADIENT) מושפעות רבות מגודל תאי המדידה. התהליך מתחיל באינפורמציה המחולקת לתאים הווא מוביל באופן טבעי לשיטת תכנון ועיצוב בעלת היגיון תאי.

יצירת צורה על בסיס ביצועים לרוב מתבצעת בשתי רמות:
1.תגובת הצורה הכללית של מישור המעטפת.
2.השתנות פרטנית של התאים המרכיבים את מעטפת הבניין.

4.1 רוח
בתכנון בר קיימא ניתן להבחין בשני שיקולים משמעותיים הנוגעים להשפעת הרוח על איכות החיים:
- בקנה המידה העירוני רצוי לחשוף את המשתמשים לרוחות רצויות על מנת להשיג אוורור טבעי ולהימנע מאזורים בהם הרוח לא מאפשרת שהייה נוחה לאנשים.
- בקנה המידה המבני יש להתחשב גם בצרכי האוורור וגם בעומסים האופקיים של הרוחות על הקונסטרוקציה.

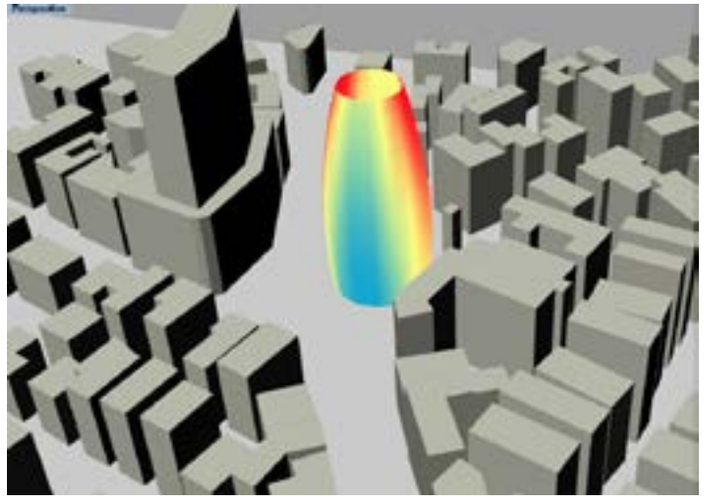
.3

3. מעטפת בתכנון דיגיטלי: Architecture
Thom Mayne, Morphosis, Cooper Union New Academic Building, NY

חישובי CFD (Computational Fluid Dynamics) הם מהמורכבים ביותר בתחום הסימולציות הממוחשבות ולכן המהפכה הדיגיטלית פתחה פתח לפיתוח פתרונות תכנוניים המנצלים את תנאי הרוח באתר בצורה אפקטיבית. אווירודינמיות של גוף חלק לא תמיד עדיפה על גוף מחוספס כפי שמצביעים כללי אצבע המיושמים במשרדים רבים. על ידי הוספת אלמנטים חיצוניים למעטפת ניתן להפחית את עומסי הרוח על החזית וגם לנתב רוחות להשגת אוורור טבעי.

במחקר של Lorenzo Lignarolo, Charlotte Lelieveld, Patrick Teuffel מאוניברסיטת דלפט לטכנולוגיה בהולנד, סימולציות DFC (Computational Fluid Dynamics) שימשו לפיתוח מערכת אלמנטי הצללה, המאפשרים שליטה על זרימת הרוח על גבי החזית ובתוך המבנה בהתאם לדרישות הנוחות האקלימית (Lorenzo Lignarolo, 2011, Charlotte Lelieveld Patrick Teuffel,). במקרה הנדון כל תא מוגדר כיחידה פתוחה או יחידת הצללה. ניתן לראות כיצד יישום ההיגיון התאי וההתייחסות הפרטנית לכל תא כיחידה מאפשרים תכנון אקלימי בעל ביצועים טובים יותר עבור סביבת הבניין ועבור המשתמש הנקודתי מאחורי כל תא.

4.2 קרינת השמש
קרינת השמש והתאורה הטבעית מהווים מקור אנרגיה אוניברסלי וזמין בכל מקום. יחד עם זאת מידת התרומה הסביבתית של המבנה תלויה בשימוש אפקטיבי באנרגיה סולרית. מעבר ליצירת אנרגיה וחום מאנרגיה סולרית, ניתן להפחית את טביעת הרגל אקולוגית של בניין בעזרת מערכות תאורה טבעית אקטיביות ופסיביות. בתהליך התכנון והעיצוב המקיים השאיפה היא להפחית את צריכת האנרגיה הנדרשת להארת מבנים.
מחקר על תאורה טבעית (Reinhart and Wienold, 2011) משווה שתי גישות ליצירת מעטפת בעלת חשיפה מקסימלית לשמיים. מעטפת ראשונה תוכננה בהתאם לנוסחה המתייחסת עקרונית למיקום הגאוגרפי ומסלול השמש. צורת המעטפת השנייה נקבעה על ידי אלגוריתם המבצע סימולציה של קרינת השמש לאורך זמן על בסיס מדידות השמש ותנאי הסביבה הספציפיים של האתר. עקרונות אלו משמשים להגדרת השתנות מעטפת



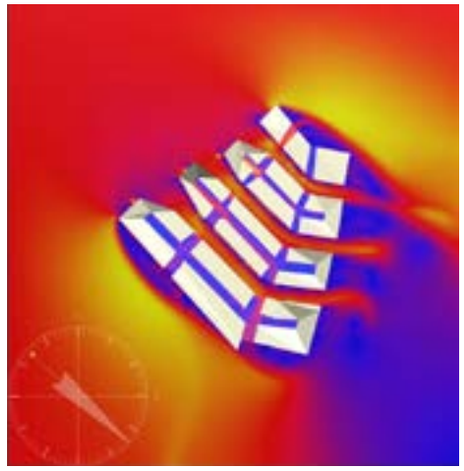
.4

4. דוגמא לתכנון שכונה תוך כדי עיצוב המתבסס על זרימת אוויר בשטח הפתוח של המגורים.

הבניין ברמת התא. לאחר סימולציה ומיפוי של קרינת השמש על החזית, נקבעת פתיחה או סגירה של כל תא בהתאם לדרישות פרוגרמתיות לאור טבעי בחללי הבניין השונים ולשיקולים אנרגטיים. מיפוי זה בהמשך יהווה את המתווה לאופן פיזור תאי החזית השונים על מנת להגיע לרמת ביצועים גבוהה של המבנה - אקלימית ופרוגרמתית.

4.3 דוגמה לעיצוב חזית כפועל יוצא של מיפוי קרינה

במקרה החקר של קבוצת 'M.A.D' ניתן לראות כיצד נעשה מיפוי ספציפי על מעטפת המבנה בתנאים המקומיים של האתר. המיפוי תורגם למפה גרפית אשר בהמשך תורגמה לתאים. לאחר מכן בהתאם מיפוי הקרינה אוכלסו תאים שונים המתאימים למיפוי הקרינה ואמורים לספק סביבה טובה יותר ולהקטין את הצריכה האנרגטית של המבנה.
ניתן להיעזר בסימולציות של קרינת השמש לחישוב איסוף כמויות מים מהחזית וגם לפיתוח אסטרטגיית איסוף מי טל על ידי מעטפת המבנה, מכיוון שכמויות הטל תלויים ישירות בהפרש הטמפרטורות של האוויר ושל המעטפת.



.5

5.דוגמא למיפוי של קרינת השמש על גבי חזית של בניין כבסיס לתכנון החזית.

סיכום

כאשר המימד הביצועי בתהליך התכנון הארכיטקטוני מתמקד בסימולציה או אופטימיצזיה בלבד, כפי שנהוג כיום, התכנון הארכיטקטוני נובע באופן משמעותי מהיכולות של העולם התעשייתי, הסדרתי, המודרני ואינו מאפשר פתרונות יעודיים עבור בעיות מסוימות. גישה זו מאפשרת גמישות מועטה ואינה לוקחת בחשבון את ערך מקומיות האתר, ייחודיות המשתמשים, ספציפיות הפרוגרמה והתאמות הנדרשות לכל אלו, המהווים ערכים חשובים בתכנון מקיים, הטבועים בהיגיון תכנון מבוסס ביצועים. הלוגיקה הפרמטרית והספציפיות של תכנון מבוסס ביצועים כאמצעים למציאת הצורה האופטימלית עבור הדרישות התכנוניות משחררות לכאורה מההגבלה של העין האנושית אך מאידך, עצם החוקים ועצם כתיבת הקוד היא דרך חדשה של קביעת הצורה באופן מדויק ואיכותי יותר מבחינה הניתנת לכימות. חובת הכימות והמרדף אחר נתונים אמפיריים בלבד אינם מספיקים ליצירת תהליך תכנון ארכיטקטוני שלם. ישנם ערכים בתכנון אותם עדיין קשה לכמת ולייצג באופן גרפי, ערכים אשר במשך מאות ואלפי שנים נכנסו לשיקולי התכנון הן במודע והן שלא במודע.

.6

6. יצירת פתחי תאורה בגדלים משתנים בהתאם לקרינת השמש בעזרת קוד GRASSHOPPER
7. יצירת פתחים בגדלים משתנים
ARCHITECT: MAD, ,CONRAD HOTEL BEIJING

.7

השימוש במחשב כאמצעי תכנוני הולך וגובר ככל שהקדמה וכלי התכנון הממוחשבים משתכללים ומוטמעים. למחשוב המערכת התכנונית חשיבות גדולה ביכולת הכמותית לעבד נתונים, אך לגורם האנושי השפעה רבה על בחירת המדדים הביצועיים או כתיבת האלגוריתם המאגד את שיקולי התכנון. החלטות אלו הן פועל יוצא של שיקולים טכניים וערכיים. בעתיד הקרוב סביר להניח שלא ניתן יהיה להפריד בין כל האמצעים והשיטות והללו יהפכו למכלול אחד של כלים בסיסיים עבור המתכנן. יש לקוות כי כלים אלו יאומצו וירתמו לשפר את היכולת הביצועית של המבנים לטובת סביבה בת קיימא.

מקורות

Galofaro, L., (1999). *Digital Eisenman*.Springer.

Grobman, Y .J., Neuman, E., (2011). *Performalism: Form and Performance in Digital Architecture*, 1st ed. Routledge.

Grobman, Y. J., (2011). New Directions in Agent-Based Generative Architectural Design. *Parc ¯ Research in Architecture and Design*. Vol.2, no.7, pp1-21.

Kalay, Y. E., (2004). *Architecture's New Media: Principles, Theories, and Methods of Computer-Aided Design*. MIT Press.

Lignarolo, L., Lelieveld, C., Teuffel, P., (2011). *Shape morphing wind responsive façade systems realized with smart materials*. Retrieved February 03, 2014, from: http://www.academia.edu/1096334/Shape_morphing_wind_responsive_facade_systems_realised_with_smart_materials (accessed 3.8.13).

Lynn, G., (1999). *Animate Form*. Princeton Architectural Press.

Parametricism as Style - Parametricist Manifesto, Retrieved February 03,2014, from: http://www.patrikschumacher.com

Reinhart, C. F., Wienold, J., (2011). The daylighting dashboard ¯ A simulation-based design analysis for daylit spaces. *Building and Environment*, no.46, pp.386¯396.

תמונות

1. דוגמא לפיתוח צורה באמצעות מחשב, Architecture: Arata Isozaki Qatar Convention Center, Photo: Derek Bruff, 17.04.2013, http://www.flickr.com/photos/derekbruff/8697971030/

2. דוגמא ליצירה אוטומטית של קונסטרוקציה בהתאם לפריסת העומסים ונקודות תמיכה בעזרת אפליקצית TopOpt.

3. מעטפת בתכנון דיגיטלי, Architecture: Thom Mayne, Morphosis, Cooper Union New Academic Building, NY, Photo: http://en.wikipedia.org/wiki/File:Cooper_Union_New_Academic_Building_from_north.jpg#filehistory

4. דוגמא לתכנון שכונה תוך כדי עיצוב המתבסס על זרימת אוויר בשטח הפתוח של המגורים.

5. דוגמא למיפוי של קרינת השמש על גבי חזית של בניין כבסיס לתכנון החזית.

6. יצירת פתחי תאורה בגדלים משתנים בהתאם לקרינת השמש בעזרת קוד Grasshopper.

7. יצירת פתחים בגדלים משתנים, Architect: MAD, Conrad Hotel, Beijing Photo: trevor.patt, 07.04.2012, http://www.flickr.com/photos/trevorpatt/6990594042/in/set-72157629951165977

חומרי בנייה הנדסיים בראי בר קיימא

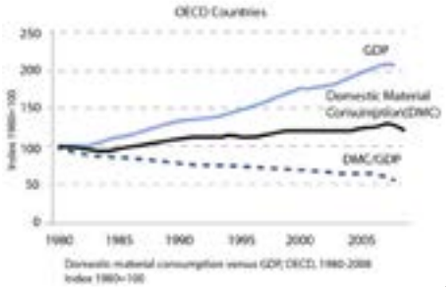
יאיר טיטלבוים

"השוק בוזז את רוח האדם, וכמוהו בוזז ההון את כדור הארץ."
מוריי בוקצ'ין (Bookchin, 2004).

המאמר עוסק בסקירה ובניתוח תכונות חומרי בנייה הנדסיים וזיקתם לנושאים סביבתיים. לצורך מטרה זו נוסחו מספר קריטריונים לבחינת החומרים בצורה השוואתית.

בחלק הראשון תעסוק העבודה בהגדרות ובמתודולוגיה, תוך קביעת קבוצות של חומרים מינראליים וחומרים סינטטיים, הגדרתן הכרונולוגית ופירוט התכונות על פי דרגות חשיבות שונות בעת בחירת חומרי הגלם. בשלב זה נבחנה חלוקתם העקרונית של קריטריונים בעולם החומר לקבוצות התייחסות: קבוצת המינראליים וקבוצת הסינטטיים, הגדרת הקבוצות מבחינה כרונולוגית ופירוט התכונות שהוגדרו כמשמעותיות בעת בחירת חומרי גלם לבנייה. שלב זה עיקרו סקירת חומרי בנייה שונים, והגדרת פרמטרים שונים ביחס לתכונות החומר, מאפייניו הטקטוניים והשפעתו הסביבתית והאקולוגית.בשלב השני נבחנו חומרים מהקבוצה המינראלית: בטון, פלדה וזכוכית, על פי הקריטריונים שהוגדרו: תהליכי ההפקה, תכונות החומר וההשפעות הסביבתיות והאדריכליות הקשורות בו. בשלב הבא תוארו תהליכים הקשורים במעבר ההיסטורי מקבוצת החומרים המינראליים: סגסוגות, מרוכבים וקרמיים, לקבוצת החומרים הסינטטיים: פולימרים, תרמו פלסטיים ותרמוסטטים. הקריטריונים שהוגדרו בשלב הראשון נבחנו גם על קבוצת חומרים זו כמקשה אחת.

חומרי הבנייה הינם בבסיס הביטוי הפיזי של כל חזון אדריכלי הנדסי או עיצובי. תפקיד האדריכלות, המוגדרת באופן מסורתי כאומנות הבנייה, לחבר את האדם אל הסביבה הפיזית, הפונקציונאלית והטכנולוגית בה הוא נמצא. בתחילת דרכה הייתה האדריכלות קשורה באופן מידי אל הסביבה והחומר ועשתה שימוש במשאבים המיידים והזמינים ביותר. לאורך ההיסטוריה, וביחס ישר לשליטתו הגוברת של האדם על סביבתו, חל תהליך במהלכו התנתק האדם מהתלות הבסיסית בחומרי הגלם המיידים, כפונקציה של יכולתו לייצר חומרים בעלי יעילות גוברת יותר לצרכיו. תהליך זה נעשה באופן מהיר, שתוצאותיו יצרו מגוון בעיות סביבתיות.



.1

1. צריכת חומרים פרטית ביחס לתוצר לאומי גולמי, OECD

על חשיבות חומרי הגלם בתרבות האנושית ניתן ללמוד ממבט על תקופות היסטוריות שונות, הקרויות על שם החומרים המרכזיים בהם השתמשו באותה התקופה: תקופת האבן, הברונזה והברזל. העידן הנוכחי מאופיין בשינויים דרמתיים בשימוש בחומרי בנייה. כך קרה שחומרים מסוימים זכו תוך זמן קצר לדחיפה טכנולוגית משמעותית והשתלטו על הנוף הבנוי. תפנית זו התאפשרה בזכות ייצור ושימוש נרחב בחומרי גלם חדשים. לחומרים אלה יתרונות רבים מבחינה טכנולוגית וכלכלית מחד, אך מאידך תהליך ההפקה והשימוש בחומרים אלה עשוי להיות רעיל, מסוכן מזיק לסביבה ולבריאות האדם על פי המהדורה החמישית של סאקס (Sax, 2012).[1]

היסטורית תמיד היה קשר הדוק בין צמיחה כלכלית והידרדרות סביבתית: כאשר קהילות מתרחבות הסביבה סובלת. על עקרון זה ניתן ללמוד גם דרך תרחישים המתארים גידול אוכלוסיות, צמיחה כלכלית ומדדים סביבתיים, כמתואר בתרשים 1.

ישנה משמעות רבה לתהליך בחירת החומר הנכון בעת המעשה האדריכלי. נקודת המוצא הינה כי תהליך התכנון עשוי להרוויח מהכרת התנאים הפיזיים של חומרי הגלם, אשר על פיהן ניתן להגדיר תנאים ודרישות בתכנון המבנה. על פי מתודולוגיה זו יש להתחשב במכלול הדרישות הקשורות בתכונות החומר, החל מתהליכי הפקתו, משמעותו הכלכלית הסביבתית והאסתטית. ידע זה יאפשר קבלת החלטות מודעת יותר לקומבינציות תכנון רלוונטיות ויקטין את הסיכוי לפגוש בתסמונות הבניין החולה (SBS – Sick building syndrome).

העבודה תעסוק בשיקולים שונים לבחירת חומרי בנייה הנדסיים מסוימים, ותאבחן יתרונות וחסרונות אפשריים. על מנת לבחון את הדרישות המתודולוגיות שהוגדרו תתרכז העבודה בחומרי הבנייה המורכבים מחומרי גלם מינראליים, אשר שימשו כבסיס ליצירת חומרים סינטטיים מתוחכמים.

[1] Richard J. Lewis, 2012 (Sax's dangerous properties of industrial material מהדורה – s12) נבדק בתאריך 05.01.2014

הגדרות

באופן כללי ניתן לחלק את חומרי הבנייה לשני קטגוריות עיקריות:

- חומרים טבעיים - חומרים הנמצאים בטבע ומשמשים כקלט במערכות ייצור.
- חומרים הנדסיים - חומרים הכוללים תהליך של עיבוד, וכתוצאה מכך לפחות אחת מתכונות המקור של החומר שונתה. תערובות, תרכובות וסגסוגות, פולימרים חומרים מרוכבים וחומרים קראמיים.

תכונות החומר - מהוות את תעודת הזהות שלו והן המבדילות בין חומר אחד לאחר.

תכונות אלה ניתן לחלק לארבע קטגוריות עיקריות:

- **תכונות מכאניות** - חוזק, אלסטיות, פלסטיות, קשיות, (התנגדות לנעיצה או שריטה) ומשיכות (גומי).
- **תכונות כימיות** - התגובה של החומר כאשר הוא בא במגע עם חומרים אחרים.
- **תכונות פיסיקליות** - משקל סגולי וצפיפות, טמפרטורת היתוך ורתיחה, הולכת חום, התפשטות תרמית ומגנטיות.
- **תכונות טכנולוגיות** - כושר יציקה, כושר עיבוד שבבי (ככל שמתכת רכה יותר העיבוד השבבי קשה יותר ולהפך).

נהוג לשייך את המעבר מחומרי הבנייה הטבעיים אל המורכבים לתקופה בה היה צורך בבנייה מהירה וחסכונית - לאחר מלחמת העולם הראשונה והשנייה, וכפועל יוצא מהעלייה ברמת החיים במדינות המערב והגידול בדרישה לאנרגיה, חומרי גלם זולים ואמצעי שינוע יעילים.

.2

2. חומרי הבנייה

עבודה זו תתרכז בעולם החומרים ההנדסיים, אותם ניתן לחלק לשש קבוצות:

- **מתכות וסגסוגות** - תערובת מוצקה של מתכת עם כמויות קטנות של מתכות אחרות. דוגמת פלדה, פליז וברונזה.
- **חומרים מרוכבים** - חומרים מעשי ידי אדם המיוצרים משני חומרים השונים זה מזה בתכונותיהם ואינם מתערבבים זה בזה (חומר בסיסי וחומר משריין). המטרה העיקרית היא לקבל חומרים בעלי חוזק סגולי גבוה - חזקים וקלים, כפונקציה של מבנה החומר: שכבתי (דיקט), סיבי (בטון משוריין) או גרגירי (מגנטים למקררים).
- **חומרים קרמיים** - חומרים אותם ניתן לעצב בטמפרטורה גבוהה, ולקבע את צורתם באמצעות קירור.
- **פולימרים** - חומר המורכב משרשראות של מולקולות. השרשראות יכולות להיות ישרות, ולהעניק צפיפות גבוהה ואלסטיות, מסועפות - בעלות רמת צפיפות קטנה, ומוצלבות - בעלי חוזק רב ובעלי קשיחות

מוגברת. מבנה השרשרת ישפיע על תכונות הפולימר מבחינת גמישות, קשיחות, צפיפות ותגובה לחום. פלסטיק וניילון.

- **חומרים תרמופלסטיים –** ניתנים לעיצוב מספר פעמים בתהליך של מחזור בחימום. דוגמאות: פוליאתילן, טפלון ו-PVC.
- **חומרים תרמוסטטים –** ניתנים לעיצוב פעם אחת בלבד, ואינם ניתנים למחזור בחימום. דוגמאות: פוליאסטר, סיליקון ופורמייקה.

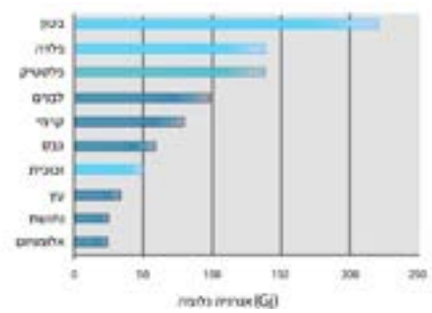
מתודולוגיה:

ישנו קושי בהתייחסות האמפירית לכדאיות הסביבתית של חומרי בנייה.

.3

במהלך העבודה זוהו מספר בעיות מושגיות הקשורות בהערכות כלכליות[2] של שירותי המערכת האקולוגית, כגון גמישות המחיר ביחס לכמות, וזמינות החומר.

הבעיה העיקרית נעוצה במגוון הפרשנויות של המונח 'אנרגיה גלומה' (embodied energy) מושג המשמש להעניק משמעות אמפירית לכמות



4

האנרגיה החופשית שהושקעה במהלך מחזור חיים של מוצר או תהליך כלשהו. הבעיה באה לידי ביטוי דרך מגוון מושגים כמו 'זלילת' משאבים (resource intensity) ויעילות משאבים (resource productivity),

2. Soderbaum P. (2004). Politics and Ideology in Ecological Economics מאמר מתוך האתר של ISEE - International Society for Ecological Economics נבדק בתאריך 05.01.2014

3. תכונות החומר ההנדסי
4. אנרגיה גלומה בחומרי בנייה

אשר נוצרו לצורך אנליזות צריכה של אנרגיה וחומרי בנייה.[3]
על פי טננבאום (Tennenbaum, 1998) ישנן שלוש מתודולוגיות לפענוח המושג 'אנרגיה גלומה'. לכל מתודולוגיה מערכת ייחוס שונה: זו המעמידה את אדם במרכז (Anthropocentric), זו המעמידה את הון במרכז (capital-centric) וזו המעמידה את סביבה במרכז (Ecocentrism). ההבדל בין המטודולוגיות נקבע בהתאם למערכת הייחוס אותה היא מגדירה כרלוונטית ביותר. בהתאם להגדרה זו יבוצעו אנליזות שונות לחישוב פיחות האנרגיה מתוך מגוון הפרמטרים במערכת.
על פי סיינסמן (Scienceman, 1987), ישנן סקאלות שונות של פרמטרים בעזרתם ניתן להגיע לערך החישובי של האנרגיה העצורה[4] הנוצרת בעת השימוש בחומר מסוים. כל סקאלה נקבעת על פי אנליזה עקרונית מקבילה המחולקת לקטגוריות בהתאם לצורך סופי מסוים, מנקודת המבט של הצרכן, הכלכלה או הסביבה.[5]
העבודה תתמקד באספקטים ספציפיים על פיהם ניתן לערוך השוואה בין חומרים שונים, ובאופן זה לייצור מדד השוואתי, בעזרתו ניתן לאבחן את אופן וכדאיות השימוש בחומרים אלו. בהקשר זה נבקש לבחון חמש תכונות חומר מסוימות:

- **תכונות הפקה וטכנולוגיית הייצור -** מורכבות הנדסית ברמת הייצור. מדד לקביעת קריטריון אנרגטי במספר תקנים בינלאומיים, וביחס לתהליכי הרכבה ותפעול. קביעת יחידות הבסיס של החומר וכמה מורכב תהליך ההרכבה, במפעל ו/או באתר.
- **תכונות אינהרנטיות:** תכונות מכאניות/כימיות/פיסיקליות, כגון קריטריונים של חוזק, אלסטיות, פלסטיות, קשיות ומשיכות. השוואת קנה המידה האידיאלי, וקביעת הממדים הפיסיים והפונקציונאליים האפשריים של המבנה ביחס לחומר.
- **תכונות כלכליות:** שיקולי עלויות הפקה, הרכבה, שינוע ופירוק אפשרי טיפולים מיוחדים שיידרשו לאחזקת החומר. שיקולים בכלכלה אקולוגית וביחס לתאוריית "הזרימה המחזורית של פעילות מקרו-כלכלית" (CFMA)
- **תכונות סביבתית:** מיקום השימוש בחומר, מידת התאמה אקלימית סביבתית. מידת ידידותיות תהליך הייצור לסביבה המקומית ובאיזו מידה ניתן למחזר את המוצר. רעילות החומר, ורמת הזיהום של חומרי לוואי.
- **תכונות אדריכליות :** האפשרויות האסטטיות שמציע החומר, ברמה ההנדסית הויזואלית, הטקטונית והפלסטית. רמת הגמישות התכנונית הייחודית של החומר.

במאמר זה לא תינתן פרשנות פרמטרית בכל הקשור להשוואה בין חומרי בנייה שונים, באופן שייתן מדד מדויק לכדאיות של חומר מסוים ויעילותו על פני אחר. עבודה זו תתמקד בבחינת תכונות החומרים שהוגדרו לעיל, כקריטריונים המייצגים השלכות לבחירת חומרי בנייה, במסגרת קבוצת החומרים הנדסיים. ניתן לחלק חומרים אלו על פי המתודולוגיה שתוארה בחלק הראשון לקבוצת המינראליים (סגסוגות, מרוכבים וקרמיים) וקבוצת הסינטטיים (פולימרים, תרמו פלסטיים ותרמוסטטים).

3. Jeroen C.J.M. van den Bergh (2001). *Ecological Economics: Themes, Approaches, and Differences with Environmental Economics*

4. עמוד במאגר של אוניברסיטת קרנגי מלון Carnegie Mellon "Environmental Decision making, Science and Technology" Science Notes: Energy Accounting and Balance. http://telstar.ote.cmu.edu/environ/m3/s3/05account.shtml נבדק בתאריך 05.01.2014

5. Boulding, K. E. 1966. *The economics of the coming spaceship Earth*. pp.3-14

קבוצת המינראליים - בטון/ פלדה/ זכוכית

נהוג לשייך את המעבר מחומרי הבנייה הטבעיים אל המורכבים לתקופה שלאחר מלחמת העולם הראשונה והשנייה, בה היה צורך בבנייה מהירה וחסכונית. כפועל יוצא מהעלייה ברמת החיים במדינות המערב והגדילה בדרישה לאנרגיה, חומרי גלם זולים ואמצעי שינוע יעילים. המעבר מהיסטוריה התעשייתית למציאות מתועשת התרחש בעקבות מלחמות העולם הראשונה והשנייה סבלו מקומות רבים באירופה הרס תשתיות נרחב ביותר. בעקבותיו נוצר הצורך בבנייה מהירה וזולה של מרכזי ערים ישנות, חדשות ומתחדשות. מבחינה חברתית היה זה תחילתו של עידן חדש שנולד מהאכזבה הכללית מדרכי העבר, שהובילו לנקודת השפל ששיאה במלחמות העולם ומשמעותה חיפוש אחר אורך חיים חדש. ביטוי לכך ניתן לראות באדריכלות המיוחדת של התקופה, המאופיינת בזניחת שיטות הבנייה המסורתיות, שכללו שימוש באבן בלבנים ובעץ לטובת טכנולוגיות של בטון, פלדה וזכוכית, שיטות קונבנציונאליות המקובלות בימינו.[6]

5. שימוש בבטון, פלדה וזכוכית, Kume Sekkei Tokyo, Architect: The Yebisu Ebisu Garden Place Tower

לקראת אמצע המאה הקודמת, שאופיינה בחידושים טכנולוגים רבים שמקורם במהפכה התעשייתית, הופיעו החומרים ההנדסיים (Composite materials). חומרים אלה צברו פופולאריות רבה במקומות שונים על פני כדור הארץ בזמן קצר יחסית. שיטות הייצור הביאו לעלייה דרמתית בדרישה לחומרי הבנייה החדשים ולעלייתם של חומרי הבנייה המודרניים - הבטון הפלדה והזכוכית.
היתרון הגדול של הבנייה הטרומית, המבוססת על יכולת דיוק גבוהה בייצור בשילוב עם הרכבה מהירה של רכיבי בניין מוכנים מראש, הינו בעלותו הנמוכה כפונקציה של מספר פעולות מצומצם הנחוץ להרכבתו הסופית. שיטה זו מאפשרת גם יתרונות אסטטיים ברורים - חיבורים נקיים ומתוכננים היטב, יחד עם מורכבות פלסטית ביצירת החללים, המתאפשרות בעזרת כוח המחשב וטכנולוגיית התכנון התלת ממדי. שיטה העושה שימוש בבטון פלדה וזכוכית כחומרי גלם עיקריים ביישום הנוכחי שלה, לעיתים רבות מאופיינת במספר חסרונות בולטים כגון איטום במפגשי חומרים, בידוד תרמי נמוך, עלויות שינוע גבוהות של אלמנטים טרומיים והצורך בכוח עבודה מיומן, יחד עם מגבלות הנדסיות ואדריכליות נוספות. כמו כן אחד המאפיינים הבולטים ביותר של שיטות הבנייה הטרומיות הינו ההתמקדות במורכבות והחדשנות הצורנית של החומר, הבאה פעמים רבות על חשבון התייחסות לסביבה ולקונטקסט הסביבתי והאקלימי בו נמצא המבנה. בטון כחומר מרוכב.

6. עמוד בשם "The Early History of Ecological Economics and the International Society for Ecological Economics" ISEEhttp://isecoeco.org/pdf/costanza.pdf באתר www.isecoeco.org נבדק בתאריך 05.01.2014

בטון מזויין (Reinforced concrete)

בתהליך היסטורי מהיר וחסר תקדים הפכו שיטות הבנייה החדשות - העושות שימוש בבטון המזוין כטכנולוגיה עיקרית בבניית השלד לנפוצות ביותר בעולם הבנייה במודרני. גם במדינת ישראל נעשה שימוש נרחב בשיטה, בעיקר בשל המרכיב הנמוך יחסית בעלויות חומרי הבנייה (החול והמלט), ובשל כוח העבודה הזול, המיומן בטיפול בחומרים אלה.
האפשרויות החדשות בשימוש בבטון כחומר בנייה עיקרי הביא להתפתחותה של שיטת הבנייה הטרומית, המשלבת אלמנטים תעשייתיים מוכנים מראש המיוצרים בכמויות גדולות, מובאים לאתר ומורכבים בו. שיטה זו הפכה לנפוצה מאוד בתקופתנו.

תהליכים: על פי רוב חומר מרוכב המתקבל משילוב של רשתות או מוטות של פלדה עם תערובות של בטון. החומר המתקבל חזק במיוחד מאחר והוא בעל כושר התנגדות גבוה לסוגים שונים של מאמצים הנדסיים, דבר המעניק לו תפקיד מרכזי בבנייה של מבנים גבוהים. גורם מרכזי לשילוב המוצלח של החומרים נעוץ בעובדה שמקדמי ההתפשטות שלהם בחום כמעט זהים,[7] לכן כאשר רכיב מבטון מזוין מתחמם או מתקרר הוא אינו מתעוות ואינו נסדק. בנוסף, הבטון מגן על הפלדה מפני קורוזיה. כיום נעשה שימוש נרחב בסיבים לחיזוק בטון. בעזרת מגוון טכנולוגיות סיבים מייצור מתכות ופולימרים, ניתן לייצר אלמנטים בעלי סיכוי נמוך לכשל תפקודי של החומר. ניתן למנות סוגים רבים של סיבים, חלקם בשימוש בתעשיית הבנייה: סיבי פלדה, פוליפרופילן, פחמן, קבלר, זכוכית אסבסט ועץ, בעלי חוזק סיבים גבוה - מעל 500 מגפ"ס. חשוב לציין כי השימוש בסיבים אינו מיועד בהכרח לשדרוג אלמנטים קונסטרוקטיביים, אלא מהווה פתרון למקרים בהם השימוש בבטון רגיל הוא פחות יעיל או בלתי אפשרי, כמו בעיות תיקון שונות או פיתוח ושיפור רכיבים מיוחדים. במסגרת ניסיונות אלה נעשה שימוש גם בסיבים פולימריים, FRP המעניקים לבטון תכונות חוזק משופרות ועמידות בתנאי שירות. השימוש בתוספים אלה הולך וגובר והופך לכלכלי יותר מהשימוש בפלדה הקונבנציונלית.

תכונות החומר: כפי שתואר בחלק הקודם הבטון כחומר בנייה עמד במרכז עולם האדריכליות המודרנית שמקורה בתחילת המאה שעברה. עד המצאת הבטון השימוש בחומרי גלם היה מוגבל בכמה אופנים עיקריים:

- **מפתחים:** עד המצאת הבטון המזוין - המפתחים היו מוגבלים לפי אורך העצים או אורך הקשת שניתן היה לבנות מלבנים. הגבלה קריטית בבניית קורות תקרות מרפסות וגשרים.
- **עומסים:** צורת העברת העומסים במבנים בעלי מספר קומות הייתה בדרך כלל דרך קירות נושאים. שיטה זו הצריכה בניית קירות רציפים והגבילה מאוד את תכנון הקומות בבניין.
- **צורניות:** החזית הייתה לרוב חלק מהשלד ולפיכך מוגבלת לפי הצרכים המבניים של הבניין.
- **מיומנות:** היה צורך בתכנון מעמיק ומקצועי מאוד של חיבורים בין רכיבים וחומרים שונים, במיוחד בין עץ ואבן. האדריכלות התפתחה להטמיע חיבורים אלה כחלק מהעיצוב והדקורציה של הבניין אך חיבורי רכיבים מבטון מזוין פישט את העשייה.

7. The national academic press - coefficient of linear thermal expansion of concrete Techical report No.65

חסרון מובהק משימוש בחומר זה, מבחינה הנדסית ואסטטית, בא לידי ביטוי כאשר מתבצעת יציקה לא איכותית של הבטון בעקבותיה נותר קצה של פלדה חשופה. במצב זה הקורוזיה עשויה להתפשט לתוך הבטון ולהביא למצב המכונה "מצב גבולי של הרס" בו הפלדה חשופה לחלוטין והבטון העוטף אותה מתפורר. מצב העשוי להחמיר במקרה של אסון כגון רעידת אדמה או שריפה.

השפעות סביבתיות: אחד התפקידים העקיפים של הבטון הוא לשמור על הפלדה מפני אוויר ומים העלולים לגרום לה להחליד או לפתח קורוזיה. כשל נפוץ בבטון מזויין הוא חשיפה קלה של הפלדה לאוויר הגורמת להתדרדרות מואצת של הפלדה. נקודה נוספת אשר יש לקחת בחשבון הינה התלות של ייצור הבטון במינראליים מן הטבע: חול גיר וחרסית, תלות זו יוצרת בעיות סביבתיות ואקולוגיות רבות, כגון הידלדלות החול בחופי הרחצה במישור החוף והשפלה בעקבות כרייתו לצורכי בנייה.

על מנת להתמודד עם מכשלות אילו ישנה נטייה גוברת לעשות שימוש בתוספי בטון (לחומרי מליטה) שונים על מנת לשפר את איכות הרכיב. בין תוספים אלו השימוש באפר הפחם (Fly ash) בבטון ומלטים הינו הנפוץ ביותר. בישראל הטיפול בחומר זה מנוהל על ידי שלושה משרדי ממשלה: משרד תשתיות, הפנים והגנת הסביבה, ושתי חברות ממשלתיות - חברת חשמל והחברה הלאומית לאספקת פחם. יתרונותיו של אפר הפחם הינם שיפור בעמידות החומר, חוזק סטטי מוגבר, הפחתת כמויות הצמנט, והורדת חום ההידרציה.[8] יש לציין שאפר הפחם מכיל גם כמויות קטנות של אורניום, אשר בהתפרקותן פולטות קרינה ההופכת בחלקה לגז רדון, המסוכן מאוד לבריאות האדם. על אף זאת, כאשר תהליך הפקת החומר ובקרתו נעשים כראוי, הבטון המתקבל הינו אטום לחלוטין, דבר המפחית בצורה משמעותית את שפיעת הרדון לתוך המבנה ומוריד את הסיכון הבריאותי, ולפיכך סך כל התרומה של אפר פחם לקרינה במבנים הינה זניחה. יש לקחת בחשבון כי בתנאים מסוימים מדובר בתהליך מסוכן, הקשור קשר אינהרנטי לאופן המזהם של הפקת החומר.

בתוספי בטון אחרים, בהם נעשה שימוש פחות תכוף העושים שימוש בתרכובות כגון טיטאניום אוקסידי (titanium dioxin) השומר על צבע הבטון גם בתנאי זיהום. בתנאים מסוימים עשוי להגיב עם מזהמים שונים כגון פיח מכוניות ולהפחית בכך את השפעתו המזיקה.[9]

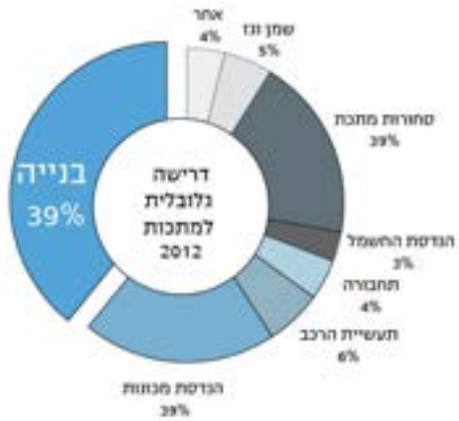
שפה אדריכלית: ביטוי אדריכלי להצלחה האדירה של הבטון בעולם האדריכלות ניתן למצוא בהתאמה בעבודתם של כמה מהאדריכלים

המובילים של המודרניזם:
לה קורבזייה - דרך עבודתו החלוצית בבטון, פיתח סגנון ייחודי העושה שימוש מקיף בחומר הבנייה החדש. בחמשת העקרונות שפיתח ניתן למצוא קשר ישיר של החומר והטכנולוגיה הקשורה בו דרך עקרונות ארגון המרחב.
מיס ואן דר רוהה - דרך עבודתו בפלדה וזכוכית, שכלל את סגנון הבנייה החדש ופיתח שפה אדריכלית, קונספטואלית ופרגמאטית, המשלבת חזון וחומר.
לואי קאן - קאן נחשב לאדריכל מודרניסטי עם חותם סגנוני ייחודי בולט בתקופתו. ברוב עבודותיו קאן מתייחס לנושא האור ולזרימתו לתוך המבנה, סכמה אדריכלית בהירה המחזקת את תחושת החומר.

[8] עמוד "הצדקת השימוש" באתר NCAB: מנהלת אפר הפחם בישראל .http://www coal-ash.co.il/efer.html נבדק בתאריך 05.01.2014
[9] כתבה של NBC NEWS בנושא
NBC : the smog eating church of rome : http://abcnews.go.com/Technology/print?id=2687898 נבדק בתאריך 05.01.2014

מתכות וסגסוגות.

התפתחויות מדע המתכות (מטלוגרפיה) במאה ה-20, בשילוב ייצור מכונות וכלי חיתוך אשר שוכללו לצורך בניית גשרים, הביאו בתהליך היסטורי לפיתוח שיטות הבנייה של גורדי השחקים הפופולאריות בעת הנוכחית. הבנייה בפלדה ובבטון מזוין הן שיטות הבנייה בנפוצות ביותר עד היום, כאשר בנייה מעץ או מאבן הינן שיטות בנייה יקרות באופן ניכר מבנייה בטכנולוגיות מודרניות.
תהליכים: הבנייה בפלדה כחומר גלם עיקרי עבור שלד הבניין החלה באמצע המאה הקודמת. הטכנולוגיה הייתה נגישה עוד במאה ה-19, אולם השימוש בה היה מוגבל ולא מיצה את הפוטנציאל הטכנולוגי הגלום בחומר זה. כיום, יתרונות הבנייה מפלדה גלויים לכל: הפלדה היא חומר בנייה חזק ביותר, זול ובעל מאפיינים ייחודים המספקים הגנה



6. דרישמה עולמית למתכת

בפני שריפה, עובש, וטרמיטים. זמן הייצור קצר יחסית, ועושה שימוש בשיטות ידידותית לסביבה תוך הפקת כמויות פסולת מצומצמות.

בתהליך הייצור של פלדות הקורטן נעשה שימוש בתכונות הטבעיות של פלדות בעלות סגסוג נמוך (low alloy asteel): כאשר בתנאי פריזה מסויימים (בלייה כתוצאה מחשיפה לאטמוספירה) מתפתחת על פני הפלדה שכבת מגן המקטינה באופן משמעותי את קצב הקורוזיה בהשוואה לפלדה רגילה. תכונה זו מעניקה לפלדת הקרוטן יתרונות קונסטרוקטיביים משמעותיים והינה בעלת משמעויות אסטתיות - מאחר ותהליך זה משנה את צבעה של הפלדה, מחום-אדום לחום-שחור.

תכונות הנדסיות של פלדת הקורטן

היתרון העיקרי בשימוש בפלדות הקורטן הינו בחוזק הקונסטרוקטיבי גבוה של החומר, המנוצל להקטנת עובי הדופן של פרופילי הבנייה. בנוסף, תכונותיו הבסיסיות (PH) של החומר מעניקות לו עמידות מתמשכת העשויה לחסוך בעלויות אחזקת המבנה ולהוות מרכיב חשוב בשכלול העלות הסופית של הפרויקט. עם זאת יש לשימוש בפלדה זו כמה חסרונות

- **הרכבה** - חיבור הרכיבים נעשה באמצעות ריתוך באלקטרודות בעלות ציפוי בסיסי, (דל מימן) ודורשות טיפול מיוחד (ייבוש בתנור).
- **קורוזיה** - מגוון פלדות אינן עמידות בכל תנאי הקורוזיה. בתנאים מסוימים של הצטברות מים יתכנו אף כשלים מבניים וזיהום בחלודה של שטחים נרחבים בסביבת המבנה.

• **עמידות מבנית נמוכה בסביבות חומציות כמו חוף הים.**
תופעות אלו גורמות לעיתים קרובות נזקים גדולים ובלתי צפויים הן מההיבט האדריכלי אסטטי והן מההיבט ההנדסי והכלכלי. במקרים מסוימים, תופעות אלו עלולות להביא מבנים עד כדי כשל קונסטרוקטיבי,[10] העשוי לסכן חיי אדם.

השפעה סביבתית: מאחר והפלדה מופקת בתהליך תעשייתי כחלק משיטת הייצור הטרומי יש לקחת בחשבון כי זהו תהליך הגורר פעמים רבות השלכות של זיהום סביבתי - הן ברמת הפסולת הנוצרת בתהליך עיבוד החומר במפעל והן בעת שינוע הרכיבים מהמפעל אל האתר.
בעוד הזיהום הסביבתי המתקבל בזמן הפקת פלדות הפריזה אינו משמעותי ביחס להפקה של פלדה רגילה, טיפול ואכסון לא נכון באתר עשוי לגרום לזיהום סביבתי נרחב של שטחים בסביבת מבנה ולפגום במרכיביו השונים. בנוסף, תהליך המחזור של פלדות הקורטן מורכב יותר מתהליך המחזור של מתכות אל-ברזליות כמו נחושת, נירוסטה ואלומיניום. בעוד שאת האחרונות ניתן להעביר ישירות למפעלי ייצור כחומרי גלם, את פלדת הקרוטן יש להתיך מחדש (התכה חוזרת) במפעל פלדה לפני שניתן להשמישו שוב כחומר גלם.

אפקט אדריכלי: הפלדה, כחומר אדריכלי, מאפשרת בנייתן של צורות גיאומטריות מורכבות בשל העקרונות המבניים שבה. חומר זה הביא ליצירת אוצר מילים אדריכלי חדש בו נעשה שימוש מקיף בעולם הבנייה. פלדת הפריזה מאפשרת אינטגרציה בין אספקטים הנדסיים של יעילות החומר לאספקטים אדריכליים של חלל צורה וצבע. באופן זה מאפשר החיבור בין פונקציה לאסטטיקה, הבא לידי ביטוי בפלדת הקרוטן במגוון צבעים מתכתיים על סקאלת החום כתום ואדום. פלדה זו מוסיפה עוד אספקט הוליסטי חשוב לבניין והוא היכולת להשתנות, או להגיב - גם אם במידה מועטה, לסביבה בה הוא נמצא.
במקביל לשימוש בברזל ובפלדה כחומרי בנייה החל גם השימוש בבטון משוריין: שריון סיבים פועל על פי עקרונות דומים לזיון הראשי אך בקנה מידה אחר. השפעתו שונה באופן מהותי: הסיבים מפוזרים במרחב וכיוונם אקראי. כל סדק הנוטה להתפתח בבטון נמצא בדרך כלל בסמוך לסיב, כי הסיבים צפופים במערכת, והסיב מגשר על פני הסדק ומונע את הרחבתו. מחקרים מראים כי בטון המחוזק בסיבי פלדה הינו בעל רגישות נמוכה לקורוזיה ביחס לבטון מזויין ללא הסיב.

תכונות הנדסיות: באלמנטים ללא זיון קונבנציונאלי קיים חסכון רב בכוח אדם עקב ביטול הצורך בסידור וקשירה של הזיון, חסכון בשטח אחסון, שינוע ויישום מוטות/רשת.
לבטון סיבי יתרונות נוספים בפתרון בעיות ביצוע של הבטון המותז הרגיל: כאשר פני השטח לא אחידים, הבטון הסיבי עוקב בקלות אחרי תוואי שטח סלעי, לעומת הבטון הרגיל שיוצר כיסים בין הרשת והסלע. בנוסף, בעזרת שימוש בסיבים ניתן לצמצום בפחת הבטון ולהשיג שיפור בתפקוד.[11] ההשפעה העיקרית של הסיבים היא על ההתנהגות לאחר הופעת הסדק. במצב זה הסיבים משפרים את משיכות החומר ומאפשרים קבלת דפורמציות גדולות. יתרון זה של פעולת הסיבים משמעותי, והוא תלוי בחמישה גורמים: חוזק החומרים, מודול האלסטיות, תכולת הסיבים בתערובות, חוזק ההדבקה בין הסיב למטריצה וממדי הסיב.[12] השריון

[10] קורוזיה אדריכלות ועיצוב - אינג' נחום נוה מומחה לקורוזיה http://www.engineers.org.il/_Uploads/3537corrarchitecturedesignb.pdf נבדק בתאריך 05.01.2014
[11] הגדרת המושג מתוך אתר "WiseGeek" http://www.wisegeek.com/what-is-fiber-reinforced-concrete.htm wiseGEEK.com נבדק בתאריך 05.01.2014

בסיבים נוסף לזיון הקונבנציונלי, בעיקר במקרים מיוחדים, כאשר על המבנה לעמוד בעומסים דינמיים, תנאי הדף או התעייפות. הזיון הרגיל יקבל את העומסים הסטטיים והסיבים יקנו משיכות וישפרו תפקוד בתחום הדינמי.
תחת עומסים סטטיים משמעותיים תוספת הסיבולת המבנית המושגת באמצעות סיבים קטנה בהרבה מזו שניתן להשיג על ידי זיון קונבנציונלי בנפח דומה של מוטות פלדה. לכן לא ניתן להתייחס לשיריון בטון בסיבים כאלטרנטיבה אמיתית לבטון מזויין קונבנציונלי.

יתרון כלכלי משמעותי הוא שניתן, באופן עקרוני, ליישם בטון סיבי בשיטות רגילות, ללא צורך בציוד מיוחד עבור הסיבים מאחר ופני השטח של הבטון מתקבלים כמו בבטון רגיל וללא סיבים שבולטים מהם, וניתן להחליקם בשיטות המקובלות. למרות זאת, ההיבט הכלכלי של שימוש בחומר נראה על פניו כחיסרון, בגלל המחיר הגבוה של הסיבים. תכן ותחשיב נכונים מראים כי השיפור בתכונות, החיסכון בתחזוקה ושאר היתרונות שהוצגו לעיל מביאים את השימוש בסיבים לכלכלי יותר מאשר שימוש בבטון מזויין קונבנציונאלי.
הבעיה העיקרית של השימוש בסיבים בישראל הוא החוסר בתקינה. ככל הידוע למחבר אין תקן ישראלי בעניין מאחר והידע בנושא מצומצם, ולכן השימוש בסיבים עדיין אינו מוכר לרוב המהנדסים והאדריכלים. כיום נהוג לתכנן הארץ על פי תקנים זרים, הקובעים דרכים לאפיון התנהגות רכיבים משוריינים בסיבים, דרישות מהסיבים, שיטות בדיקה ותכן תערובת.[13]

השפעה סביבתית - תלות בחומרי גלם: הבטון המשוריין עושה שימוש בפלדה אשר עלות הפקתה גבוהה, עם עליית מחירי הפלדה כיום, השימוש בסיבים פולימריים נעשה נפוץ וכלכלי יותר, מעניק עמידות כימית משופרת לתוצר הסופי.[14] השימוש בחומר זה מפחית את הצורך במשאבים טבעיים ולכן מהווה שיפור משמעותי בחינת ההשפעה הסביבתית.

בעיות אסטטיות: סימני חלודה כתוצאה מסיבים הנמצאים על פני השטח או בולטים מעליו מהווה פגיעה שאינה משפיעה על התפקוד ההנדסי של הרכיב, אך מהווה בעיה אסטטית. בכדי להימנע מכך יש צורך בגימור והחלקה של הבטון, בעיקר ביציקת תקרות. שם רוב הסיב מתרכז בחלק התחתון, הוויזואלי יותר.

זכוכית כחומר בנייה

הזכוכית העתיקה הייתה בשימוש מהמאה השביעית באמצעות שימוש בטכנולוגיית הפקה מסורתית ומסורבלת של יציקה מסיסה (glass casting) השימוש בטכנולוגיות זכוכית בארכיטקטורה המודרנית נעשה נפוץ מיוחד במאה האחרונה, במקביל לשכלול תהליך הפקת הפלדה שאפשרה את האפקט המינימליסטי של קירות המסך.

תכונות שיטות ותהליכים: לזכוכית מקדם התפשטות נמוך, מוליכות תרמית נמוכה והיא בעלת חוזק קונסטרוקטיבי מבני גבוה. תכונות אלה

[12] מתוך הערך "בטון מחוזק" בויקיפדיה http://en.wikipedia.org/wiki/Fiber-reinforced_concrete - wikipedia.com נבדק בתאריך 05.01.2014
[13] ASTM - American Society for Testing and Materials התקן אמריקאי נבדק בתאריך 05.01.2014
[14] חומרי בניה / בטונים מיוחדים - ויקיפדיה נבדק בתאריך 05.01.2014

.7

.8

8,7. זכוכית כחומר בנייה, Harpa, Reykjavik Concert Hall and Conference Centre, Henning Larsen Architects

ניתן להגביר באמצעות תהליכי חיסום ואופן ההרכבה.[15]
זכוכית בצורתה הטהורה הינה חומר שקוף, חזק ועמיד לשחיקה מבחינה כימית וביולוגית. שיטות הרכבה מודרניות של הזכוכית מאפשרות ליצור אלמנטים מישוריים אותם ניתן ליישם גם בצורה מרחבית בתוך מסבכים. שיטות אלה דורשות מסגרת קשיחה לתוכה מכניסים חלקי זכוכית, בשל שבירותה וההגבלה בגודל הכבשן.

זכוכיות קרמיות שונה במבנה המולקולרי שלה מזכוכית רגילה. הדרישה לזכוכית קרמית עולה בשנים האחרונות, בעיקר בשל העובדה שניתן לעבד את החומר בקלות כמו זכוכית רגילה, ויחד עם זאת מתקבל חומר בעל תכונות קרמיות רצויות כמו עמידות לזעזוע תרמי, קשיחות, רגישות לאור ועוד. דוגמת Owens-Corning Fiberglass (OCF) E-glass. יתרון נוסף נעוץ בעובדה שניתן לייצר צורות גאומטריות מגוונות עם תכונות קרמיות, מה שלא ניתן לעשות עם חומרים קרמיים אחרים.

הפקת הזכוכית מתאפשרת במגוון שיטות ייצור. מורכבות ההפקה תלויה באיכות הזכוכית אותה רוצים לקבל. ניתן למצוא ספקטרום רחב של מוצרי זכוכית שונים. יחד עם זאת על פי רוב הזכוכית באדריכלות היא מחוסמת מחוזקת ומצופה למינציה - הזכוכית הנפוצה ביותר היא תרכובת העשויה בדרך כלל צורן דו חמצני, מבוססת סיליקט, המוכרת כ- 'סודה ליים'. בשיטה זו מוספים נתרן פחמתי (ה'סודה') המאפשר הורדה של טמפרטורת ההתכה, וסידן פחמתי ('ליים') המשפר את היציבות הכימית של תהליך ההפקה.

תכונות החומר:

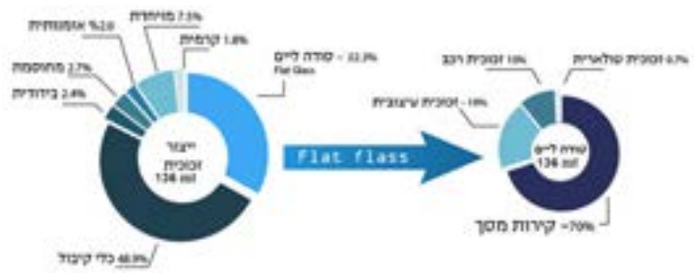
זכוכית בידודית (Insulated glazing ואdouble glazing) מורכבת משתי שכבות של זכוכית המוחזקות במסגרת. להגדלת מקדמי הבידוד התרמיים והאקוסטיים מוסיפים לעיתים בתווך שבין שתי השכבות גז מסוג ארגון.[16]
זכוכית זו הנפוצה ביותר בשימוש בארץ.
זכוכית משוריינת (bullet-resistant, glass, ballistic glass) משלבת פולימרים שונים בשכבות מתחלפות לשיפור העמידות. שכבת הפולימרים מונעת ריסוק הזכוכית על ידי הענקת תכונות פלסטיות. בזכוכית זו שימוש כאשר יש צורך בזכוכית חזקה וגמישה במיוחד.
זכוכית מחוסמת (Toughened or tempered glass) זכוכית שעברה חימום מבוקר וקירור מהיר, תהליך הגורם לזכוכית להיות חזקה עד

[15] עמוד "what is geat treatment?" באתר "Bright Hub Engineering" http://www.brighthub.com/engineering/mechanical/articles/30476.aspx נבדק בתאריך 05.01.2014
[16] עמוד "What is Double Glazing" באתר "wiseGEEK" http://www.wisegeek.com/what-is-double-glazing.htm נבדק בתאריך 06.01.2014

פי 5 מזכוכית רגילה כתוצאה ממאמצי לחיצה שנוצרים בפני הזכוכית המקשים על התקדמות סדקים.
פייבר גלאס (GRP ,glass-reinforced plastic ,Fiberglass) טכנולוגיית דחיסת זכוכית מותכת דרך חורים זעירים ויצירת חוטים דקים ומהם יצירת אריגים קלים וחזקים בעלי תכונות חוזק וחסינות מאש.
סולאר גלאס (low-E ,Solar glass) חלק פיתוחי הקצה המסקרנים ביותר בתחום זה ניתן למצוא דרך אינטגרציות של תחומי הנדסה מקבילים המשדרגים את התכונות המבניות, הצורניות והפונקציונאליות של הזכוכית. מוצרים סינטטיים כמו מיקרו-בליינד (microblind), וסאנ-ואליו (sun value), מאפשרים שינוי דינאמי בתכונות החומר בהתאם לתנאי הסביבה בשילוב אפשרויות של אגירת אנרגיה פאסיבית. מוצרים אלה משקפים רק חלק מפוטנציאל הפיתוח והשכלול הטמון בחומר זה.

השלכות כלכליות:

על מנת להבין עד כמה שיטות 'הגרעין והמעטפת' הפכו פופולארית בעידן גורדי השחקים, ניתן ללמוד מנתוני הפקת הזכוכית הגלובאלית. השימוש בזכוכית חכמה עשוי לחסוך בעלויות של בקרת אקלים (חימום קירור ותאורה) ולבטל את הצורך בהתקנת אלמנטי הצללה חיצוניים.
השפעות סביבתיות: גורם משמעותי לזיהום הסביבתי מהשימוש בזכוכית נובע מפחת גבוה ביצירת מוצרי הזכוכית (באופן ידני ישנו שיעור פגם



.9

של עד 40%), ועל כן על תהליך ההפקה להיות קפדני. זכוכית אשר לא תעבור תהליך כימי של מחזור, תתפרק רק אחרי כמיליון שנים. יצירת הזכוכית בתהליך כוללת השקעת אנרגיה רבה, אך במחזור הזכוכית ישנו חיסכון באנרגיה לעומת יצירת זכוכית חדשה ממרכיבה. מבני זכוכית נוטים לאיבוד אנרגיה רב, במיוחד כאשר לא מושם דגש מספק על כיוון ההפניה של החזית והתאמת סוג הזכוכית לכמות הקרינה הרצויה באותו חלל.
שפה אדריכלית: הזכוכית מאפשרת הכנסת אור לחללים פנימיים ללא הכנסת אקלים חיצוני, תוך טיפול ייחודי למעטפת המבנה כפונקציה של שימוש בשלד קונסטרוקטיבי חזק.
על טכנולוגיית בנייה זו ניתן ללמוד מתהליכי בנייה בעיר שיקגו בארה"ב של שנות החמישים, אשר באה לידי ביטוי בעקרונות התכנון של מיס ואן דה רוהה. מיס עשה שימוש רב בפלדה וזכוכית, ושכלל את סגנון הבנייה החדש לכדי שפה אדריכלית, קונספטואלית ופרגמאטית, המשלבת חזון וחומר.

בניין סיגראם (Seagram building) בעיר ניו יורק, שבנייתו הושלמה ב-1958 על פי תכנונם של הארכיטקטים מיס ואן דר רוהה (Mis van der Rohe) ופיליפ ג'ונסון (Johnson), נהיה לארכיטיפ של המבנה המודרני, לפיו נבנו אין ספור מגדלים ברחבי העולם

9. ייצור הזכוכית, Market size and growth Glass in Today's Architecture

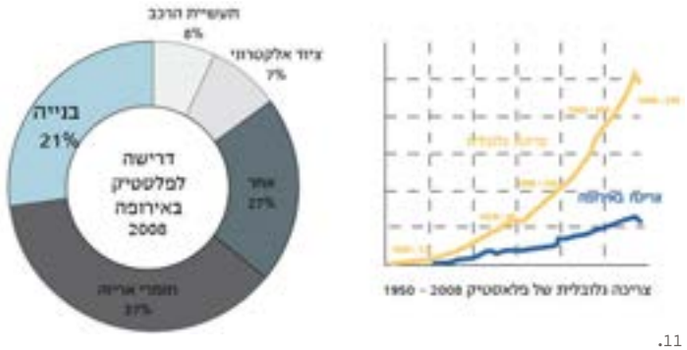
היבטים אסטטיים הקשורים בזכוכית הינם ספציפיים לתרבות ולתקופה. המאפיינים הבולטים ביותר בטכנולוגיות הזכוכית - ערכים הקשורים בשקיפות ויוקרה - הבאים לידי ביטוי בצורה סמלית בחנויות האיקוניות של חברת אפל, העושות שימוש נרחב בחומר השקוף על מנת להעביר מסר שיווקי של יוקרה תחכום וחדשנות. למרות תוצאותיה המרשימות ברמה האסטטית ישנה ביקרות מסויימת לגבי מבנים העושים שימוש נרחב בזכוכית - הנוגעות בעיקר לגבי האופי המכאניסטי של החומר, היוצר תחושת ריחוק וקרירות למבנים רבים, ומגביר את תחושת הניכור המאפיינת את האדריכלות המודרנית. קבוצת הסינטטיים - פולימרים/ תרמו-פלסטיים/תרמוסטטים.

ההתייחסות אל חומרים מהקבוצה המינראלית: בטון, פלדה וזכוכית -

.10 זכוכית ופלדה בבניין סיגראם, ניו-יורק, Architect: Mies Van Der Rohe

נעשית על פי רוב במהלך שלב התכנון, בעת קבלת החלטות בדבר חוזק המבנה והביטוי האדריכלי. בקבוצת החומרים הסינטטיים: פולימרים, תרמופלסטיים ותרמוסטטים, נעשה שימוש עיקרי במסגרת מעגל אחר וחשוב לא פחות כבמערכות החשמל, הסניטציה, מיזוג האוויר, עיצוב הפנים, הציוד והאביזרים השונים בהם נעשה שימוש בזמן הבנייה.

תכונות החומר: קבוצת חומרים זו עושה שימוש רב בצורה כימית הבסיסית של הפולימר - שרשרת ארוכה של יחידות חוזרות הקשורות ביניהן על ידי קשר כימי חזק (Covalent bond). מבנה השרשראות עשוי להיות מורכב מסידור מרחבי בצורת מבנה קווי ולהעניק צפיפות גבוהה ואלסטיות, במבנה מסועף בצפיפות נמוכה, ובמבנה מוצלב - לקבלת חוזק רב וקשיחות מוגברת. מבנה השרשרת ישפיע על תוכנות הפולימר מבחינת גמישות, קשיחות, צפיפות ותגובה לחום.



.11 צריכת פלסטיק מקור: Plastic Production (2009)

השפעות כלכליות: המעבר לקנה המידה האלקטרוני דרך השימוש בשפופרת ריק (vacuum tube) טרנזיסטורים ומוליכים למחצה (Semiconductor) יצרו תוך זמן קצר תעשיית ענק בשווי גלובלי של 965 מיליארד דולר, עם נתוני צמיחה שנתיים של 17% מהשנים 1975 עד 2000.[17] נתון זה אינו לוקח בחשבון את תעשיית האלקטרוניקה בשוק הסיני המהווה כשליש מתעשיית הסחר הכולל במדינה בעלת קצב צמיחה הגבוה בהיסטוריה המודרנית.[18] על הפוטנציאל של החומרי הגלם האלקטרוניים ניתן ללמוד דרך 'חוק מור' ("Moore's law") שטען כי צפיפות הטרנזיסטורים במעגלים משולבים במחיר מינימאלי תוכפל כל עשרים חודשים, נתון מרשים ביותר, הנותר כזה גם לאחר שעודכנה התחזית לטווח של שנתיים.[19]

השפעה סביבתית: החומרים הסינתטיים אינם מופיעים בטבע ועל כן ברב המקרים אינם עוברים תהליך של פירוק טבעי על ידי מיקרואורגניזם. כתוצאה מכך אורך חייהם הינו אינסופי.[20] יש לציין כי קיימות טכנולוגיות לייצור ביו-פולימרים סינטטיים מתכלים (Synthetic biodegradable polymers), אך הם רלוונטיים פחות בעולם חומרי בנייה ויותר בתעשייה הביוכימית וברפואה.[21] בעיה נוספת בייצור חומרים אלה היא כמות רבה של מזהמים כימיים כתוצרי לוואי ובתהליך הכולל השקעה אנרגטית משמעותית.[22]

על גודל האפקט הסביבתי הקשור בחומרים אלה ניתן ללמוד מתעשיית הרכבים, מהתעשיות העשירות והמזהמות ביותר בהיסטוריה, ואחת המרוויחות הגדולות מפיתוח חומרים הנדסיים. חברות רכב רבות עושות שימוש בחומרי ציפויי מתקדמים למתכות ובתהליכים המעניקים חוזק

17. עמוד בשם "Hardware Industry" באתר http://www.wikinvest.com/Wikuvest wiki/Hardware_Industry נבדק בתאריך 06.01.2014
18. על פי סקר של חברת APCO: "market analysis report : China's electronics industry. מנובמבר 2010.
19. "Cramming more components onto integrated circuits" במאמר במגזין אלקטרוניקה (electronics) 1965
20. מתוך עמוד "חומרים בלתי מתכלים" באתר של מט"ח http://lib.cet.ac.il/pages/item.asp?item=2710 - הסיפריה הוירטואלית של מטח נבדק בתאריך 06.01.2014
21. עמוד בנושא "פולימרים ביוסינטטיים מתכלים" באתר ויקיפידה http://en.wikipedia.org/wiki/Synthetic_biodegradable_polymer נבדק בתאריך 06.01.2014
22. מאמר בנושא "תביעת הרגל של טכנולוגיה דיגיטלית במגזין" - LO-TECH MAGAZINE http://www.lowtechmagazine.com/2009/06/embodied-energy-of-digital-technology.html נבדק בתאריך 06.01.2014

מבני נגד שחיקה ושריטות, טכנולוגיות לייצור מוצרים כגון מראות פוטוכרומיות מוחשכות, פנסים בעלי תכונות פוטוקאטליסטיות לניקוי עצמי ונורות לד אורגניות (OLEDs), המפיקות אנרגיה מדידות ביולוגיות ייחודיות באופן חסכוני במיוחד.[23]

השפעות אדריכליות: עולם חומרי הבנייה המסורתי מתאפיין בחזרתיות המוכתבת על ידי הפילוסופיה של עידן המכונה ומבוססת על יתרון הייצור הסדרתי.

ישנו פוטנציאל רב בשילוב ובשדרוג החומרים הסינטטיים לשימוש כחומרי גלם באדריכלות. ניתן כיום למצוא חברות רבות המקיימות שיתופי פעולה עם גופים אקדמיים העוסקים בתחומי מחקר ופיתוח של חומרים הנדסיים מתקדמים, חלקן אף במימון ממשלתי.[24] כתוצאה ניתן כיום למצוא בחיפוש פשוט חומרים משני צורה, חומרים משני פאזה (המשנים את מצבם בהתאם לתנאי סביבה חיצוניים), חומרים המשנים את הידבקותם, חומרים מיצרי אור, משני צבע , ומפיקי חשמל. קיימים חומרים המתווכים על שליטה בטמפרטורה, לדוגמא מאגרי בקרה חבויים של חום או קור בהם החומר הופך למעין מתווך המווסת את הטמפרטורה.

העידן הדיגיטלי מאפשר שימוש בזן חדש של חומרים להם נהוג לקרוא 'חומרים חכמים', המסוגלים לחוש גירוי מהסביבה ולהגיב לו בצורה אמינה, שימושית, ניתנת לחיזוי ולרוב גם הפיכה. החומר עשוי להשתמש ביכולת התגובה שלו לגירוי חיצוני על מנת לגרום לתגובה נוספת, למשל עם מערכת תגובה חיצונית כפי שניתן להתרשם מסקירה שנעשתה בשנת 2013 בנושא 'חומרים בעלי יכולת תגובה רספונסיבית' A review of Stimuli-Responsive shape memory polymer composites באתר Polymerinfo.com.[25]

אחד הרעיונות הקיצוניים והמסקרנים ביותר שהועלה לראשונה ב-1895 על ידי קונסטנטין טסיוקובסקי (K. Tsiolkovsky) הינו 'מעלית החלל' (space elevator). על פי רעיון זה,[26] שנהגה בהשראת מגדל אייפל וייצור חומרי הבנייה ההנדסיים, ניתן יהיה לייצר חומרים חדשים בעלי תכונות משופרות, אשר יורכבו ממספר רב של ננו-צינורות פחמן או חומרים אחרים, בעלי חוזק עצום, משקל קל, גמישות, ומוליכות-על וישמשו לבניית כבל למעלית שתקשר בין כדור הארץ לתחנות חלל. על פי חזון זה ינועו רכבי חלל עמוסים באנשים ובציוד לאורכו של כבל המעלית, הלוך ושוב מכדור הארץ אל החלל החיצון.

ממינראליים לסינטטיים

בעידן הנוכחי מתרחשות כל הזמן תגליות טכנולוגיות חדשות, בתחומי הנדסת החומרים הביולוגיה והכימיה, המבטיחות שינוי בתפישות במסורתיות לגבי אופן השימוש בחומרי גלם מוכרים. אנו עדים להתפתחויות מרשימות ביותר בעולם החומרים ההנדסיים, אשר את מקורם ניתן לייחס היסטורית לפיתוחים בשדה האווירודינמיקה והחלל. טכנולוגיית מנועי הרקטה והסילון, שהופיעה באמצע המאה, עברה

[23] עמוד בנושא תאורת OLED באתר HowStuffWorks http://electronics. howstuffworks.com/oled.htm נבדק בתאריך 06.01.2014

[24] תוכנית מגנ"ט של לשכת המעדן הראשי במשרד התמ"ת http://www.magnet.org. il/ נבדק בתאריך 06.01.2014

[25] כתבה בנושא 'חומרים בעלי יכולת תגובה רספונסיבית' A review of Stimuli-Responsive shape memory polymer composites באתר Polymerinfo.com באתר http://www.stimuliresponsivematerials.org נבדק בתאריך 06.01.2014

[26] מאמר בשם "the space elevator" באתר של NASA http://www.niac.usra.edu/ studies/521Edwards.html נבדק בתאריך 06.01.2014

12. חזית בניין מחומר טרמופלסטי, Water Cube, Beijing, Architect: PTW

.12

והתפתחה לכדי טכנולוגית החלל המודרנית, הגדירה לראשונה את תכן התצורה הפיסית הנדרשת במאמצים גבוהים,[27] והפכה את הצורך בחומרי גלם חדשים למציאות.

אחת התרומות המשמעותיות ביותר של תעשיית התעופה הינה בהפקת חומרי ה-FRP (Fiber Reinforced Plastic) חומר פולימרי/פלסטי מחוזק, פיברגלאס, פחמן וחומרים סיליקונים תרמוסטטים. תעשית התעופה פרצה דרך לתעשייה אזרחית חדשה ועתירת המידע, תעשיית הַחֲמָרָה (hardware) והעולם הדיגיטלי.

המעבר בין קבוצות החומרים הראשונה: חומרים מרוכבים, מתכות וסגסוגות וחומרים קרמיים, לקבוצה השנייה: פולימרים, תרמו פלסטיים ותרמוסטטים, התאפשר במקביל לנסיבות היסטוריות בתקופת משבר האנרגיה העולמי של 1973 בה נקטו ארצות ערב ב'נשק הנפט' כנגד המערב, תוך צמצום אספקת הנפט לעולם המערבי אשר הביא לעליה חדה במחיר הדלקים. לראשונה התערער המודל הנמצא במרכז התפישה הכלכלית הקפיטליסטית, באמצעותו התמודדו מדינות המערב עם הגידול העצום בהיקף הצריכה, והדרישות לאיכות חיים כפונקציה של גלובליזציה.

המשבר מייצג את השינוי בתפישת זמינות המשאבים המינראליים הסטנדרטיים. בעקבות המשבר עלתה דרמתית הדרישה לחומרי גלם סינטטיים חדשים. המשבר הורגש בתעשיות רבות, גרם לעלייה בעלויות ייצור ושינוע והסתיים במחיר סביבתי כבד בעקבות השתלטות ארה"ב ובריטניה על שדות הנפט במפרץ הפרסי.

בתקופת המשבר ובשנים שאחריו הוגדרו עקרונות פעולה חדשים על מנת למנוע הישנות משברים מסוג זה. התחילה להתחזק הגישה הסביבתית תחת המינוח "קיימות" Sustainability. גישה הוליסטית זו, אשר נבנתה סביב משבר האנרגיה בשנות ה-70 של המאה העשרים, והיתה אחד הגורמים המרכזיים להבאת נושא חומרי הגלם למרכז המודעות הציבורית.

בתקופה זו הורכבה מעטפת פילוסופית ואנליטית שעיקרה ניסיון לייצר סטנדרטיזציה של ניהול המשאבים הביופיזיים. הועלו מחדש מושגים

[27] *תורת החוזק והאלסטיות*, י. אלפרוביץ. חלק א.

ברי קיימא שהתפתחו עם הזמן לכדי כללים וכלים קונקרטיים העוסקים בחישוב כושר הנשיאה של כדור הארץ ביחס לגודל האוכלוסייה, גודל טביעת הרגל האקולוגית, ניהול כמותי וניהול סביבתי. כלים אלו עושים שימוש בתחומי מדע שונים לצורך ניהול פרמטרים של צריכה.[28]

חומרי גלם בכלכלה אקולוגית

ניתן לאפיין את שיטות הבנייה הקונבנציונליות של המאה העשרים על פי מודל לינארי של הפקה, שימוש וסילוק[29] שיטה זו איננה לוקחת בחשבון אספקטים סביבתיים הבאים לידי ביטוי בתפישה אקולוגית חדשה המאופיינת בניסיון לבצע אופטימיזציה של משאבים קיימים, פיתוח דרכים חדשות לחסכון בחומר, הארכת משך הבליה והשחיקה[30] ואפשרויות מגוונות לשימושים חוזרים ומחזוריים.

המודל המחודש של 'כלכלה אקולוגית' מנסה לנבא את השלכות קיום תהליך או מצב לאורך זמן, ומציע כלים על מנת לצמצם את הפגיעה במערכות אקולוגיות ובכך לאפשר הגברת השירותים המתקבלים מהן. המעבר לחשיבה חדשה זו הינו אתגר חברתי המעורבים בו חוקים לאומיים ובינלאומיים, תכנון עירוני, תחבורה בת קיימה, סגנון חיים וצרכנות אתית, המהווים מעטפת אידיאולוגית המאפשרת שימוש חוזר ומחזור בניגוד לתהליך הלינארי המוכר המסתיים בהטמנה.

המושג 'שירותי המערכות האקולוגיות' כפי שהוגדר בפרויקט המילניום להערכת מערכות אקולוגיות (MA) של ארגון האומות המאוחדות, מעיד על השינוי בגישה הכללית לחומרי גלם, תוך דגש על היבטים כלכליים[31]. על אופן השינוי בשימוש בחומרי הגלם ניתן ללמוד גם מניסיונות מתמטיים בשדה הכלכלה, שמטרתם לבטא את ההשפעה האנושית באופן אמפירי ובאמצעות נוסחת IPAT להסיק מסקנות אופרטיביות לגבי אופן הניהול האידיאלי של הצריכה האנושית בדגש על אנרגיה, מים, מזון, חומרים וניהול פסולת.
המושג יוצא מנקודת הנחה כי באמצעות הגדלת החשיבות היחסית של

$$I = P \times A \times T$$

Total impact Population Affluence Technology

13. נוסחת IPAT

משאבי הטבע בתהליכי הייצור ניתן להשפיע על כלכלת המדינות ולייעל את האופן בו הן עושות שימוש באנרגיה ובניצול חומרי גלם.[32] מחקר חלוצי זה, שנערך במסגרת פרוייקט המילניום בקנה מידה בינלאומי, מעיד על כך שלא ניתן להתייחס אל הטבע כמשאב בלתי מוגבל כפי

[28] מאמר בנושא 'שילוב חומרי בנייה חכמים בתחום הבנייה במדינות מתפתחות' The Strategies of Outspreading Smart Materials in Building Construction Industry in Developing Countries נבדק בתאריך 06.01.2014
[29] מתוך הערך בויקיפדיה בנושא קיימות נבדק בתאריך 06.01.2014
[30] מתוך עמוד באתר Wikipedia - Sustainable Design נבדק בתאריך 06.01.2014
[31] עמוד הבית באתר 'פרויקט המילניום' - http://www.unmillenniumproject.org/ נבדק בתאריך 06.01.2014
[32] מאמר בשם Re-Assessing green building performance - באתר Pacific northwest national laboratory באתר www.pnl.gpv נבדק בתאריך 06.01.2014

שהיה נהוג באופן גורף עד נקודת זמן זו. מחקר זה הגדיר ארבע קטגוריות עיקריות לשירותי המערכות האקולוגיות: אספקה, ויסות, תמיכה ותרבות. המחקר קבע סטנדרט לקבלת החלטות ברמה הלאומיות והבינלאומית בנושאים רבים.[33]

סיכום

הוודאות המדעית לגבי ההשפעה האנטרופוגנית ההרסנית על כדור הארץ, ובפרט זיהום הסביבה על ידי חומרי בנייה בלתי ראויים על פי הדגם 'הפקה/שימוש/סילוק' איננה עומדת בספק. למרות זאת, המשמעויות הפוליטיות של בחירת חומרי הבניין גורמות להאטה באימוץ שיטות הבנייה המתקדמות.
במהלך העבודה נעשה הניסיון לכלול מושגים מעולם הקיימות המודרנית, באמצעות שילוב עקרונות והיבטים סביבתיים ובחינת מודלים לכדאיות ברמות תכנון שונות. עלותו הסופית של הפרויקט הבניני, המושפעת מעלויות הבנייה, התכנון והשיווק, מושפעת רבות מצריכת האנרגיה של המבנה, אופן התחזקה בטווח הארוך, שימושים מתחלפים ומבחירת חומרי הגלם המתאימים ביותר. כך בחירה מודעת יותר עשויה להיות מועילה גם בבחינת תוצאות המעשה האדריכלי. על מנת לשפר את התכונות הסביבתיות של המבנים ראוי לייצור שכבות נוספות של תכנון תוך בחינה מחודשת של שילוב חומרי בנייה ישנים וחדשים, לטובת מתן מענה שלם יותר לבעיות אדריכליות בזמן התכנון. עתידה של תעשיית הבנייה תלוי בשילובם של אספקטים סביבתיים בכל הרמות, מתהליך התכנון, המימון, הביצוע, והתפעול ושילובם בתוך מערכת שיקולים (מ)קיימת.
כיום, חומרי הבנייה הינם המגוונים ביותר מבכל זמן אחר בהיסטוריה האנושית. ולמרות זאת, המגבלות הנפוצות בתהליכי ייצור יקרים ומזהמים, עלויות שינוע, מחסור בכוח אדם מיומן וזמינותם היחסית של משאבים מינראליים סטנדרטיים, מונעות על פי רוב את השימוש בחומרי בנייה מהקבוצה הסינטטית.
הפער בין פוטנציאל החומרים הסינטטיים בתחום הבנייה, ביחס לשימוש שנעשה בחומרים אלה בפועל הינו גדול מאוד. הסיבות לפער זה הינן בחלקן היסטוריות - לאורך כל ההיסטוריה היה האדם מוגבל לשימוש במשאבים מיידים שנמצאו בקרבתו, כך שעלות הבנייה גדלה ביחס ישר לזמינות המשאב המינראלי באיזור.
ישנם מגוון דרכים לייעל את השימוש בחומרים המינראליים - הוספת אפר הפחם או תרכובות פלסטיות לתערובת הבטון על מנת לחסוך בחומר ולשפר עבידות, או אנודיזציה של רכיבי מתכת למניעת חמצון הברזל ושיפור חוזק הרכיב לאורך זמן.
לעומת זאת, חומרים סינטטים עשויים לבטל או לכל הפחות להחליש משמעותית את התלות במשאב המינראלי - מאחר והשימוש בהם איננו תלוי רק במשאבים טבעיים אלא ביעילות תהליכי הפקה של חומרים בתנאי מעבדה.
המושג יוצא מנקודת הנחה כי באמצעות הגדלת החשיבות היחסית של משאבי הטבע בתהליכי הייצור ניתן להשפיע על כלכלת המדינות ולייעל את האופן בו הן עושות שימוש באנרגיה ובניצול חומרי גלם. מחקר חלוצי זה, שנערך במסגרת פרוייקט המילניום בקנה מידה בינלאומי, מעיד על כך שלא ניתן להתייחס אל הטבע כמשאב בלתי מוגבל כפי שהיה נהוג באופן גורף עד נקודת זמן זו. מחקר זה הגדיר ארבע קטגוריות עיקריות לשירותי המערכות האקולוגיות: אספקה, ויסות, תמיכה ותרבות. המחקר קבע סטנדרט לקבלת החלטות ברמה הלאומיות והבינלאומית בנושאים רבים.

[33] עמוד "הערכת המילניום של המערכת האקולוגית" באתר - http://ecowiki.org.il/ נבדק בתאריך 06.01.2014

.14

.15

.16

14, 15, 16. שילוב ייחודי בין פלדה וזכוכית בגיאומטריה חזרתית, The Singapore Esplanade, DP and MWP Architects

מקורות

אלפרוביץ', י'. *תודת החוזק והאלסטיות: חלק א'*. הוצאת אורט ישראל

הערכת המילניום של המערכת האקולוגית. מקור 06 בינואר, 2014, מתוך:http:// ecowiki.org.il/wiki

מנהלת אפר הפחם. *הצדקת השימוש בפחם*. מקור 28 בינואר, 2014, מתוך: http:// www.coal-ash.co.il/efer_just.html

נוה, נ., (2007). קורוזיה אדריכלות ועיצוב. *חלק ב' - קורוזיה של פלדות קודטן*. מקור 05 בינואר, 2014, מתוך: http://www.engineers.org.il/_Uploads/3537corra rchitecturedesignb.pdf

APCO. (2010). Market analysis report: China's electronics industry. Retrieved January 05, 2014, from: http://www.export.gov.il/uploadfiles/03_2012/ marketelectronics.pdf

Bergh, J. C., (2001), Ecological Economics: Themes, Approaches, and Difference with Environmental Economics. Retrieved January 05, 2014, from: http:// telstar.ote.cmu.edu/environ/m3/s3/05account.shtml

Bookchin, M., (2004). *Post Scarcity Anarchism*. Oakland: AK Press.

Butkus, J., Vladisuskas, A., Jakevicius, L., (2004). *The use of ultrasound for investigation of glazing units. Ultrasound Institute, Kaunas University of Technology*. Retrieved Janouary 06, 2014, from: http://www.ktu.lt/ultra/ journal/pdf_51_2/51-2004-Vol.2_01-J.Butkus.pdf

Carnegie Mellon University. (2003).*Environmental Decision making Science and Technology. Science Notes: Energy Accounting and Balance*. Retrieved January 28, 2014, from: http://telstar.ote.cmu.edu/environ/m3/s3/05account.shtml

Costanza, R., (2003). *International Society for Ecological Economics*. Retrieved January 05, 2014, from The Early History of Ecological Economics and the International Society for Ecological Economics (ISEE): http:// isecoeco.org/pdf/costanza.pdf

Council, T.n-N., (1974). coefficient of linear thermal expansion of concrete. *Building research advisory board*. Federal Construction Council

Deakins, R., concrete99. Retrieved January 05 2014, from: http://www. saubleconcreteandmasonry.yolasite.com/resources/concrete99.pdf

Earth, E., (1966). Kenneth E. Boulding. Retrived Janouary 05, 2014, from: http://arachnid.biosci.utexas.edu/courses/THOC/Readings/Boulding_ SpaceshipEarth.pdf

Fowler, K., Rauch, E., Hendrson, J., Kora, A., (2011). *Re-Assessing green building preformance: A Post Occupancy Evaluation of 22 GSA Buildings*. United States department od energy.Retrieved January 06, 2014, from: http:// www.pnl.gov/main/publications/external/technical_reports/PNNL-19369.pdf

Glass Association of North America. (2012). *Glass in Today's Architecture*. Retrieved January 28, 2014, from: http://www.glasswebsite.com/aia/Glass%20 in%20Today's%20Architecture.pdf

Hardware Industry. Wikinvest. Retrieved January 05, 2014, from: http://www. wikinvest.com/wiki/Hardware_Industry

Harper M., Guoqiang L., (2013). A review of stimuli-responsive shape memory polymer composites. *Polymer*. Retrieved January 06, 2014, from: http:// polymerinfo.com/POLYMER

Mahdavinejad, M., Bemanian, M., Abolvardi, G., Khaksar, N., (2011). The Strategies of Outspreading Smart Materials in Building Construction Industry in Developing Countries. Case Study: Iran. *International Conference on*

Intelligent Building and Management. Singapore. Retrieved January 06, 2014, from: http://www.ipcsit.com/vol5/52-ICCCM2011-B0022.pdf

Moore, G. E., (1965). Cramming more components onto integrated circuits. *Electronics*, Volume 38, no.8, April 19, Retrieved January 05, 2014, from: http://www.computerhistory.org/semiconductor/assets/media/classic-papers-pdfs/Moore_1965_Article.pdf

OECD. *Sustainable Materials Management: Making Better Use of Resources*. Retrieved January 05, 2014, from: http://www.oecd.org/environment/sustainablematerialsmanagementmakingbetteruseofresources.htm

Richard J., Lewis, S., (2012). *Sax's Dangerous Properties of Industrial Materials*. Vol.5, Set, 12th Edition

Seemungal, M., (2006). The Smog Eating Church of Rome. *abc NEWS*. Retrieved January 06, 2014, from: http://abcnews.go.com/Technology/print?id=2687898

Scientific, E., (2012). The space elevator. *BRADLEY CARL EDWARDS*. Retrieved January 05, 2014, from: http://www.niac.usra.edu/files/studies/abstracts/521Edwards.pdf

Söderbaum, P., (2004). Politics and Ideology in Ecological Economics. *International Society for Ecological Economics*. School of Business, Mälardalen University, Vasteras, Sweden.

Stonecypher, L., (2011). what is heat treatment. *Bright Hub Engeineering*. Retrieved January 05, 2014, from: http://www.brighthubengineering.com/manufacturing-technology/30476-what-is-heat-treatment

Synthetic biodegradable polymer. (2013). Retrieved January 05,2014, from: http://en.wikipedia.org/wiki/Synthetic_biodegradable_polymer

The monster footprint of digital technology. (2009). *LOW-TECH MAGAZINE*. Doubts on progress and technology. Retrieved January 06, 2014, from: http://www.lowtechmagazine.com/2009/06/

UN Millennium Project. (2006). Retrieved January 28, 2014, from: http://www.unmillenniumproject.org

תמונות

1. צריכת חומרים פרטית ביחס לתוצר לאומי גולמי,
Photo: OECD organization,From: http://www.oecd.org

2. חומרי הבנייה

3. תכונות החומר ההנדסי

4. אנרגיה גלומה בחומרי בנייה

5. שימוש בבטון, פלדה וזכוכית,
Architect: Kume Sekkei ,The Yebisu Ebisu Garden Place Tower, Tokyo,
Photo: UggBoy UggGirl, 06.11.2010, http://www.flickr.com/photos/uggboy/5186239247/

6. דרישמה עולמית למתכת, World Steel Consumption,Photo: www.Steelomthenet.com - Steel information contracts and expert advice

7-8. זכוכית כחומר בנייה, Harpa, Reykjavik Concert Hall and Conference Centre,Henning Larsen Architects, Photo: kkarc

9. ייצור הזכרוכית, עמוד "Glass in Today's Architecture" באתר של איגוד הזכוכית האמריקאי Glass Association of North America 06.01.2014 - GANA

10. זכוכית ופלדה בבניין סיגראם, ניו-יורק, Architect: Mies Van Der Rohe, Photo: Paolo, 05.02.2010, http://www.flickr.com/photos/ziopaopao/4334206980/

11. צריכת פלסטיק, מקור Plastic Production (2009).

12. חזית בניין מחומר טרמופלסטי: Architect: PTW, Water Cube, Beijing, Photo: William, 17.07.10,http://www.flickr.com/photos/heyitschili/4830098844

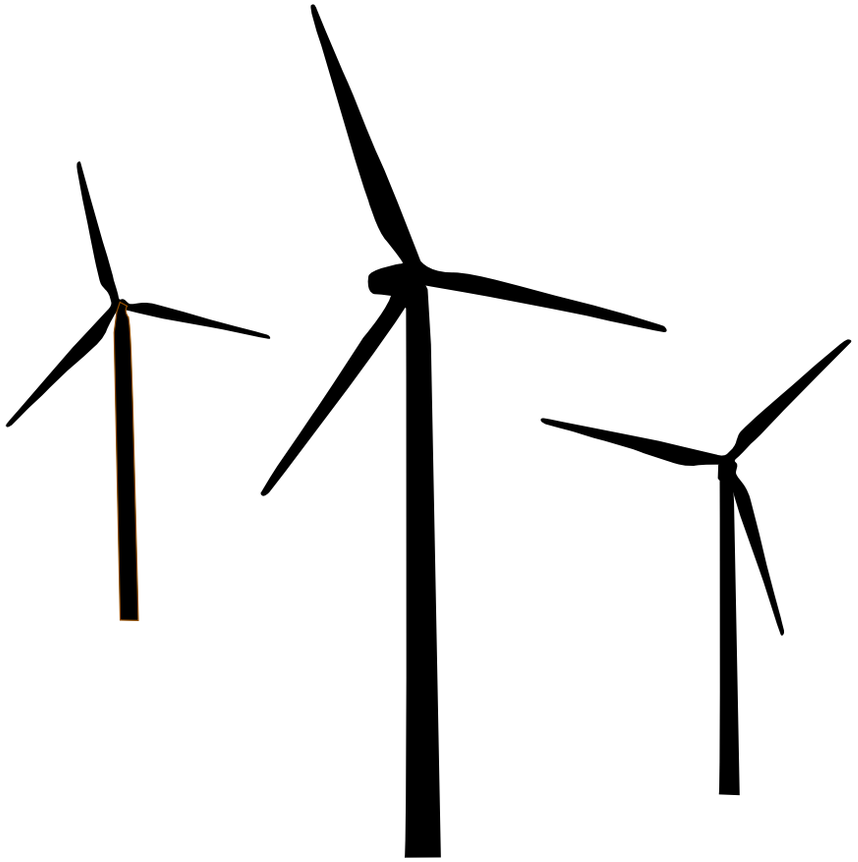
13. נוסחת IPAT

14-16. שילוב ייחודי בין פלדה וזכוכית בגיאומטריה חזרתית,
The Singapore Esplanade, DP and MWP Architects, Photo: Leonora Enking, 21.01.07, http://www.flickr.com/photos/33037982@N04/4115751556,
http://www.flickr.com/photos/ru_boff/8015238918,
http://www.flickr.com/photos/33037982@N04/4115752736 /

שילוב מערכות אנרגית רוח מתחדשת במרקם בנוי

הלמינה גרופר

התחממות כדור הארץ, זיהום ומאגרים מידרדרים של דלק, הגבירו את העניין והצורך בפיתוח דרכים ליצירת אנרגיה ממקורות מתחדשים דוגמת אנרגיה סולרית לסוגיה השונים, אנרגית רוח, אנרגית מים ואנרגיה גיאותרמית. האנרגיה המתחדשת אינה עושה שימוש במקורות מתכלים ומצמצמת באופן ניכר פליטת גזים כגון CO2, SO2, NO ותוצרים מסוכנים אחרים של תעשיית הפחם והנפט. אנרגית הרוח היא אחת מהשיטות הנקיות ביותר ליצירת אנרגיה. בעוד ששילוב אנרגיה סולרית במבנה נעשית בקלות יחסית ועם תוצאות טובות, הדבר שונה עם אנרגית רוח. צורתם הרגולרית של הפנלים הסולריים מקנה אפשרות נוחה לשילובם במבנים. טורבינות רוח בגין צורתם האי-רגולרית ומימדיהם מקשים על שילובן, שבדרך כלל מסתכם בהצבתם חסרת המעוף על הגג. מההיבט הטכני, הסביבה האורבאנית המבונה משפיעה רבות על משטר הרוחות בסביבת טורבינת הרוח ועלולה להקשות מאוד על ייצור החשמל. מכל זאת משתמע ששילוב מוצלח של מערכות ייצור אנרגיה באמצעות רוח מוגבל באופן יחסי ודורש בדיקות מקיפות יותר. מאמר זה בא לבדוק, באמצעות סקר ספרות כללי, כיצד ניתן לשלב מערכות טורבינת רוח במרקם בנוי באופן יעיל ומוצלח. המאמר כולל בחלקו הראשון הסבר על אופן הפעולה של טורבינת רוח, צורות הטורבינה הקיימות ויתרונותיהן, אופן ההתקנה והתועלת הכלכלית שבהן. חלקו השני של המאמר מתמקד באופן השפעת הסביבה המבונה על משטר הרוחות וכיצד ניתן לרתום שינויים אלה לטובת התכנון באמצעות מספר כללי אצבע. מקרה בוחן קצר מדגים בצורה כללית כלים ושלבי מחקר לבדיקת התנהגות רוח בסביבה אורבאנית לצורך הצבת טורבינה לייצור חשמל. החלק השלישי עוסק בשילוב מערכות של טורבינות רוח בתוך המבנה עצמו: סוג הטורבינות המתאים למטרה זו, הסוגים הנפוצים בשימוש ויתרונותיהם, מערכות הקיימות בשוק או בשלבי תכנון המקלות על שילוב במבנה ומייעלות את ייצור החשמל. דוגמאות נוספות מציגות התאמה למבנים קיימים או מתוכננים המשלבים בתוכם בצורה מוצלחת טורבינות רוח. החלק הרביעי והאחרון מספק סקירה כללית על השימוש בטורבינות רוח בארץ החל מהאזורים המתאימים דרך מחקר רוח מקומי וכלה בהיבט הכלכלי והמשפטי של שימוש בטורבינה פרטית לייצור חשמל במדינת ישראל.



הרוח נחשבה מאז ומעולם כמקור אנרגיה חשוב עבור האנושות והשימוש בה החל עוד מימי קדם. תחילה נוצל כוחה להשטת סירות ובהמשך גם לטחינת חיטה. באמצעות תחנות רוח ניתן היה להמיר בצורה מכאנית וישירה את האנרגיה האצורה ברוח לאנרגיה המסובבת את אבני הרחיים. המרת אנרגית הרוח לאנרגיה המשמשת את האדם בצורה עקיפה החלה רק לקראת סוף המאה ה-19 עם המצאת טורבינות הרוח לייצור חשמל. רוח הינה האנרגיה הקינטית הנמצאת בכמויות גדולות של אוויר בתזוזה. להבי הטורבינה מקבלים אנרגיה זו והיא מתורגמת לצורה מכאנית (windmill) או חשמלית (wind turbine), באמצעות גנראטור, כתלות בשימוש הרצוי. דוגמה להרכב של טורבינת רוח חשמלית ניתן לראות באיור 1.

.1

יעילות המערכת תלויה במידה רבה ביעילות האינטראקציה בין הלהבים לזרם האוויר כאשר הגורמים המשפיעים הבולטים הינם דחיסות האוויר, מהירות הרוח ושטח הפנים של הלהב. דחיסות האוויר מושפעת מטמפרטורה, לחץ אטמוספרי, גובה והרכב האוויר ויורדת עם העלייה בגובה האתר והטמפרטורה. הגורם העיקרי המשפיע על כמות אנרגית הרוח הזמינה היא מהירותה. כאשר מהירות הרוח מוכפלת, כמות האנרגיה הזמינה בה מוכפלת פי 8. על מנת לייצר כמות זהה של חשמל, ניתן להקטין את שטח להבי הטורבינה פי 8. מהירות הרוח מתגברת עם הגובה בשל הפרשי הלחץ ומושפעת אף מתצורת השטח. לדוגמה, מעברים צרים מגבירים את עוצמת הנשיבה.

סוגי טורבינות

טורבינות רוח ניתנות לחלוקה על פי כיוון צירן. טורבינות בעלות ציר אופקי, הן טורבינות שציר סיבוב להביהן מקביל לקרקע וכמעט מקביל לזרם הרוח. כיוון הציר המחייב את מיקום הגנראטור ותיבת ההילוכים בראש מגדל, פרט המסבך ומייקר את העיצוב. מרבית הטורבינות המסחריות משתייכות לקבוצה זו בעיקר בשל יעילותן היחסית בייצור חשמל.

בהתאם למספר הלהבים, ניתן לחלק את קבוצת הציר האופקי לטורבינות בעלות להב אחד, שניים, שלושה ורב-להבית. טורבינות בעלות להב יחיד הן זולות יותר בשל החיסכון בחומר לייצור הלהבים אך יש להוסיף להן משקל נגד כעזר לסיבוב. בעיות דומות קיימות גם בטורבינות בעלות שני להבים אך במידה פחותה. מרבית הטורבינות לייצור חשמל הנמצאות בשימוש כיום הן בעלות שלושה להבים והן היציבות יותר. ישנן גם מערכות בעלות מספר רב של להבים אך אין המספר מצביע על ייצור אנרגיה גדול יותר. כמות להבים מוגברת גורמת לאובדן אווירודינמיות.

1. חתך טורבינה ציר אופקי

על כן, טורבינה בעלת 3 להבים תפיק יותר אנרגיה מאשר טורבינה בעלת 12 להבים בקוטר זהה. היתרון היחיד של טורבינה רבת להבים הוא בייצור מומנט פיתול התחלתי גדול יותר. לכן טורבינות אלה משמשות בדרך כלל לפונקציות כשאיבת מים. ניתן לחלק קבוצה זו שנית על פי כיוון הרוח המתקבלת. בטורבינות שלהביהן פונים ישירות אל רוח, עוברת הרוח קודם כל דרך הלהבים ולא המגדל. בטורבינות אלה יש לשלב מנגנון שישמור את פני הטורבינה פונים אל הרוח כל הזמן. טורבינות שאינן פונות ישירות לרוח הן גמישות יותר במובן הזה וייתכן שאפילו לא זקוקות למנגנון הנ"ל. יש לקחת בחשבון שהן פחות יעילות בשל הפרעת המגדל לזרימת הרוח דרך הלהבים.

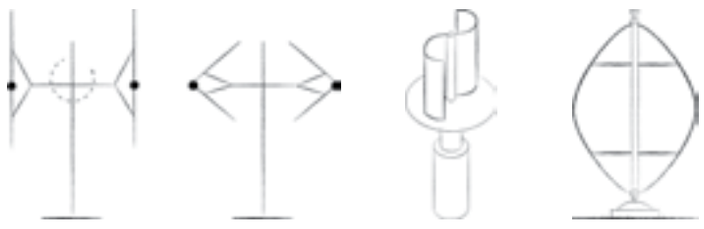
הקבוצה השנייה של טורבינות הינה בעלת ציר אנכי שציר סיבוב להביהן ניצב לקרקע וכמעט ניצב לזרם הרוח. טורבינות אלה יכולות לקבל רוח כמעט מכל כיוון. עיצובן פשוט וזול יותר מאשר מקבילותיהן בעלות הציר האופקי בזכות היכולת למקם את הגנראטור ותיבת ההילוכים במפלס הקרקע. חיסרון משמעותי בסוג טורבינות זה, הוא הצורך שלהן במנגנון שייתן דחיפה התחלתית כדי להפעיל אותן אחרי שהפסיקו. לאחר סיום הסיבוב על הלהבים לעבור דרך אזורים "מתים" מבחינה אווירודינמית ובכך יורדת יעילות המערכת. הטורבינה גם עשויה לפעול במהירויות רוח גבוהות מאוד מה שעלול לגרום לקריסת המערכת. חרף החסרונות הללו, ישנם מספר עיצובים של טורבינות להב אנכי הראויים לבחינה מעמיקה יותר:

להב דריוס - קרוי על שמו של הממציא ג'ורג' ג'ין דריוס, פועל על עיקרון העילוי הנוצר באמצעות סדרת כנפיים. סידור להבים זה מפחית למינימום את לחץ הכיפוף הפועל על הלהבים. ישנן מספר גרסאות לעיצוב זה, חלקן בעלות להבים ישרים אנכיים הנקראות ג'יירומילס. להב דריוס פועל ביחסי מהירות גבוהים ועל כן הוא אטרקטיבי לייצור חשמל. חסרונו בעבודה שאינו מתחיל לפעול באופן עצמאי והלהב מייצר רק פי 2 כוח פיתול לכל סיבוב.

להב סאווניוס - קרוי על שמו של ממציאו ס.ג'י. סאווניוס, מורכב משני להבים אליפטיים מסודרים בצורת S. הצד הקעור של להב אחד והצד הקמור של האחר פונים אל הרוח. הכוח המניע להב זה הוא כוח גרירה. כוח הגרירה של הצד הקעור גדול מהקמור ועל כן הלהב מסתובב.

להב מוסגרוב - פותח על ידי צוות מחקר בראשותו של פרופסור מוסגרוב באוניברסיטת רידינג בבריטניה. להב זה מבוסס על כוח עילוי וצורתו כשל H. במהירויות רוח גבוהות הלהב מתקפל סביב נקודה אופקית, דבר המבטל את הסיכון שבהשפעת מהירויות רוח גבוהות על הלהב והמבנה (Mathew, 2006).

2. להב דריוס
3. להב סאוניוס
4. עיקרון פעולה של להב מוסגרוב



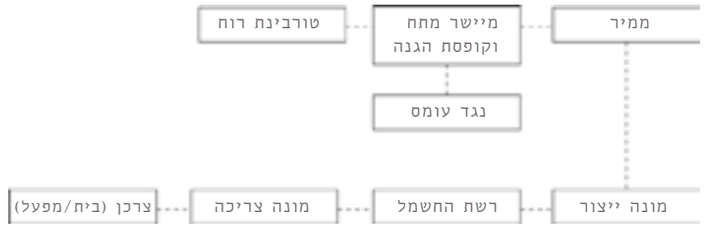
.2 .3 .4

ייצור חשמל

ייצור חשמל באמצעות טורבינות רוח הינה אחת הדרכים היעילות ביותר לייצור חשמל. טורבינת רוח ממוצעת מתחילה להפיק אנרגיה במהירות רוח של כ-4 מ/שנ'. במהירות רוח של כ-15 מ/שנ' מגיעה הטורבינה להספק נקוב. מעל מהירות זו מתבצעת בקרה על מנת לווסת את התפוקה. מקובל לנקוב את גודל הטורבינה על פי התפוקה המקסימאלית שמעליה מתבצע וויסות תפוקה. באופן תיאורטי, יעילות הפקת החשמל של טורבינה יכול להגיע עד לנצילות של כ-60%. באופן מעשי מגיעה נצילות זו לכדי 30%-45% בטורבינה בעלת ציר אופקי ולכ-10%-30% בטורבינה בעלת ציר אנכי.
יעילות הפקת החשמל של טורבינות קטנות נעה בין 15%-45% לעומת יעילות שבין 10%-15% בשימוש בטכנולוגית תאים פוטוולטאים למשל. תפוקת האנרגיה עומדת ביחס ישיר למהירות הרוח בחזקה שלישית, ועל כן במקומות עם עוצמות רוח גבוהות ניתן להגיע ליעילות גבוהה יותר.

חיבור לרשת החשמל

תחנה קטנה להפקת אנרגיה מרוח, המורכבת מטורבינה אחת או כמה, יכולה להתחבר לרשת האנרגיה המרכזית (grid connected) או לשמש כמערכת נפרדת ועצמאית (off grid). מערכות אלה המחוברות למערכת חשמל אזוריות מכונות "מערכות מחוברות רשתית", ומאפשרות הפחתת צריכת החשמל הכוללת של החברה או היישוב או כל משתמש אחר. במקומות רבים בעולם משתמשים במערכות עצמאיות להפקת אנרגיה מהרוח, כפתרון לחסכון בהוצאות האנרגיה השוטפות, בעלויות התקנה וחיבור לרשת המרכזית, או כפתרון מקומי לתאורת רחוב ברשויות מקומיות. במקרים בהם התפוקה עולה על דרישות השימוש המקומיות, ניתן למכור את עודפי הייצור למערכת האנרגיה המרכזית או לקנות אנרגיה מהרשת על מנת להשלים את החוסרים במקרה של ייצור נמוך שאינו מספק את הדרישות. מהלך זה מקודם בעולם כחלק מאסטרטגיה גלובלית לעידוד הקמת תחנות להפקת אנרגיה מתחדשת. ניתן לראות את קונפיגורציית ההתקנה בחיבור לרשת בתרשים 5.



ניתן להקים תחנות להפקת אנרגיה מהרוח גם ב"מערכות לא מחוברת" (off grid). מערכות אלה יכולות לשמש גם כמרכיב המתחבר למערכות אנרגיות מתחדשות אחרות כמו מערכת סולארית למשל.[1] ניתן לראות את קונפיגורציית ההתקנה בחיבור למצברים בתרשים 6.

אורך חיים ועלויות

בהתאם לנתונים המוצגים על ידי הארגון האירופאי לאנרגית רוח ה-EWEA, טורבינת רוח גדולה יכולה לייצר חשמל לאורך תקופה של 20-25 שנה. במשך תקופה זו, טורבינה יכולה לפעול באופן רצוף עד כ-120,000 שעות. בהשוואה, מנוע מכונית ממוצע מתוכנן לפעול במשך כל חייו בין 4,000-6,000 שעות בלבד.[2]
עלות הקמת טורבינה כוללת בתוכה מספר גורמים: הטורבינה והמגדל (בדרך כלל יש צורך), יסוד או חיבור לבניין, חיבור לרשת, הובלה, הקמה, תשלום למהנדס וכו'. עלויות אלה יכולות להשתנות בהתאם לסוג הטורבינה ולחברה המייצרת או המשווקת אותה אך בדרך כלל מסתכמת בכמה עשרות יורו.

יתרונות וחסרונות המערכת

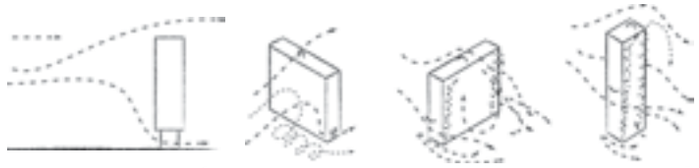
לטורבינות הרוח צדדים חיוביים ובעיות. בין היתרונות הבולטים ניתן לכלול ייצור אנרגיה נקייה ללא פליטות של חומרים וגזים המזיקים לסביבה, החזרת ההשקעה הראשונית תוך מספר שנים, יעילות ייצור חשמל יחסית גבוהה וניצולת שטח טובה בזכות השטח המצומצם יחסית אותו תופסת המערכת. מול היתרונות להלן חסרונות המערכת: רעש, הטורבינות עלולות להרעיש במיוחד בתנאי רוח חזקה, למרות שחלה התקדמות משמעותית בשנים האחרונות. חיסרון נוסף הינה בעיית תמותת ציפורים, למרות נדירות המקרים. מלבד חסרונות אלו קיימת בעיית אחסון החשמל. ניתן למכור את עודפי הייצור לרשת החשמל המקומית. במרבית המדינות מתאפשרת קנייה ישירה של התוצרת במחירים משתלמים. לבסוף, יש לזכור, שכדי ליהנות מהיתרונות יש להקפיד על התקנה נכונה באזור מתאים ובשימוש בגודל וכמות הטורבינות הנחוצה.

רוח בסביבה מבונה

אחד הגורמים המשפיעים ביותר על משטר הרוחות הינה תצורת השטח הטבעית או מעשי ידי האדם. ההשפעות העיקריות ניכרות בטורבולנציית הרוח ובמהירותה.
מדד הטורבולנציה או ערבוליות הינו מדד המבטא את ההשתנות בערכי מהירות הרוח וכיוונה ביחס לממוצע ערכים אלו. ערבוליות הרוח עולה ככל שהמרחב בעל מבנה קניוני. בסביבה בנויה, הכוונה ליחס בין גובה הבניינים לרוחב הרחובות היוצרים צורת עמק צר ועמוק באופן יחסי. מדד הערבוליות בשטח בנוי עולה באופן ניכר מזה שבשטח פתוח בו ערכו הוא כ-18%. המדד לבינוי בצפיפות בינונית עולה על 25% ובצפיפות גבוהה עולה על 30%. בין האזורים הנוטים ביותר לערבוליות במרקם עירוני ניתן לציין שובל של בניין גבוה, חצר סגורה למחצה או בקרבה לצמתים. באזורים אלה יכול להגיע מדד הערבוליות לכדי 50% ואפילו 60%.
מהירות הרוח בשטח אורבאני נמדדת בהשוואה למהירותה בשטח פתוח.

1. ISRAWIND, Retrieved October 10, 2014, from: http://www.israwind.co.il/page.asp?id=-1910845041
2. EWEA European Wind Energy Association, Retrieved January 30, 2014, from: http://www.ewea.org/index.php?id=1884

מהירות הרוח מושפעת מחספוס פני השטח ועל כן ככל שעולה רמת החספוס כך פוחתת מהירות הרוח. בסביבה אורבאנית מתבטא החספוס בצפיפות המרחב הבנוי וגובה הבנייה הממוצע. עוצמת הרוח בשטח מבונה בצפיפות בינונית וגובה בינוי נמוך, תהיה נמוכה מעוצמתה בשטח פתוח בין 0.5 ל-0.6 ובין 0.3-0.4 בשטח בצפיפות גבוהה ובנייה גבוהה. מידת ההפחתה במהירות הרוח תלויה באוריינטציה של המרחב הבנוי ביחס לכיווני הרוח השולטים באזור (גולדרייך, 2001). בנייה בניצב לכיוון הרוח, לדוגמה, מורידה עוצמה ל-0.2 מזו שבשטח הפתוח. הפחתה זו נגרמת בשל חזיתות הבניינים החוסמות את זרימת האוויר לשאר הסביבה. הרוח הנותרת נוצרת מסירקולציות מקומיות. הגדלת הקניון העירוני והגדלת החזיתות יחסמו אף יותר את הרוח. מצב זה משפיע לרעה על איכות האוויר ואינו רצוי בייחוד באקלים חם ולח. בנייה במקביל לכיוון הרוח מפחיתה את עוצמתה ל-0.7 מעוצמתה בשטח הפתוח. הרוח עלולה להתגבר אף יותר עם העמקת הקניון העירוני. איורים 7 ו-8 מדגימים התנהגות רוח על צורות מבנים שונים.



.5 .6

5. התנהגות רוח על מבנים שונים
6. התנהגות רוח בחתך מבנה עם קומת עמודים

מהנתונים המוצגים עולה כי קשה לחזות ולמדוד בצורה מדויקת את התנהגות הרוח בסביבה בנויה. על כן, לפחות בשלב התכנון הראשוני, נעשה שימוש בידע בסיסי בזרימות אוויר בשטח הנתון ובכללי אצבע שחלקם כבר הוזכרו. במקרים של רוח קלה בשטח פתוח, שולטות בעיר זרימות אקראיות הנובעות מסירקולציות תרמיות בקנה מידה מקומי (גולדרייך, 2001) כדוגמת: בריזת כפר- זרימת אוויר משטח פתוח לשטח בנוי כתוצאה מאי החום האורבאני, זרימה ממקומות שהתחממו יותר למקומות שהתחממו פחות בשל הצללה ורוח הר/עמק הנוצרת במקרה שהעיר אינה בנויה בסביבה מישורית. זרימות אלו חלשות ואקראיות אך חשובות כמנגנון המסיע מזהמים ומאוורר. בתכנון סביבה אורבאנית יש לאפשר זרימות אלו ולהיזהר מחסימתן בגין תכנון לקוי של הבינוי. מחקר שנערך באוניברסיטת דלפט עם ארגון Ecofys, הגדיר חמישה תנאי בינוי או צבירי בינוי והשפעתם על תנאי הרוח וטורבינות רוח בסביבה אורבאנית. ארבעה ממצבים אלו מוגדרים כתופס רוח, אוסף רוח, חולק רוח ואוגר רוח. המושגים המתייחסים להשפעת צורת הצבירים על מהירות הרוח. "תופס הרוח" מותאם לטורבינות קטנות בשל היותו גבוה ובעל זרימת רוח חופשית יחסית. טורבינות קטנות בעלות ציר אופקי יהיו מספקות בתנאים אלו. "אוסף הרוח" הוא בעל פרופיל בינוי נמוך ועלול לסבול מערבוליות. במקרה זה עדיף להשתמש בטורבינה בעלת ציר אנכי היעילה יותר בתנאים אלו. "חולק הרוח" נמצא בדרך כלל באזורי תעשייה ומסחר. גובה הבניינים יחסית אחיד ויש ביניהם מרווח רחב. אזור זה מועד למהירויות רוח גבוהות וערבוליות רבה (Smith, 2003).

במסגרת החשיבה הסביבתית למחקר העוסק בתפקיד והשפעת הרוחות בסביבה אורבאנית חשיבות בתרומתו להבנת והיכולת לנצל את הרוח בצורה יעילה בסביבה בהתאם לאפיוניה השונים. כחלק ממאמץ המחקר הקולקטיבי נערך ניסוי באוניברסיטת MIT שמטרתו הצבת טורבינת רוח קטנה בשטח הקמפוס. המחקר נועד לזהות את התנהגות הרוח בשני אתרים פוטנציאליים בשטח פנוי במרכז הקמפוס, למפות ולמדל אותה

באמצעים ממוחשבים. בניסוי נערכה הערכה של משאבי הרוח הזמינים באתרים כולל לימוד השפעת הטופוגרפיה האורבאנית על מאפייני זרימת הרוח. המחקר נערך זיהוי האזורים בהם הרוח מאיצה, נחסמת, מתועלת ומתערבלת, תופעות העלולות להשפיע על יעילות ייצור החשמל.
האתר הראשון מוקף במספר מבנים כגון מגרש טניס מקורה ומגרשים אחרים, מגוון של גדרות, עצים ומתחם האתלטיקה המקורה של MIT. האתר השני ממוקם מערבית לאתר הראשון ומרוחק יותר ממכשולים נמוכים, כדוגמת הגדרות והמגרשים המקיפים את האתר הראשון, אך קרוב יותר למבני המגורים הנישאים לגובה במערב הקמפוס.

.7 .8 .9

7. צביר מבנים תופס רוח
8. צביר מבנים אוסף רוח
9. צביר מבנים חולק רוח

בשלב הראשון של המחקר נאספו נתונים משני האתרים באמצעות הצבת מגדל מטאורולוגי בכל אחד מהם. לשם המשך איסוף נתונים ושיפור יעילות ביצועי הטורבינה, הותירו החוקרים את המגדל באתר הנבחר גם לאחר הצבתה. בעת פרסום המחקר, נאספו נתונים במשך חמישה חודשים מהמגדל הראשון ושלושה חודשים מהמגדל השני. הנתונים נאספו בעיקר בחודשי החורף על כן נצפתה הערכה גבוהה של כמות הרוח הקיימת באתר, העולה על הכמות האמיתית הזמינה בממוצע לאורך כל השנה. זמן איסוף הנתונים הוארך, נוספו נתונים ממקורות קלימטולוגיים ונערך נרמול הנתונים שהתקבלו באמצעות ממוצעים קלימטולוגיים רב שנתיים. כל חודש נאספו נתונים סטטיסטיים הכוללים מהירות רוח ממוצעת, ממוצע דחיסות כוח של הרוח, עוצמת ערבוליות, גזירה, כיווני רוח, טמפרטורה ועוד. הנתונים שהתקבלו מהמגדלים עברו סינון תוך התחשבות בטעויות מדידה היכולות להיגרם כתוצאה מקיפאון, צל מגדל (השפעה של המגדל עצמו על התנהגות הרוח) ותקלה של החיישן. ניתוח הנתונים נעשה בשלוש שיטות עיקריות: ניתוח סטטיסטי, מודל זרימת רוח ממוחשב ושיטות חישוב לטווח ארוך.

ניתוח האתרים החל בשילוב הנתונים הסטטיסטיים על כיווני הרוח יחד עם נתוני מערכת ה-GIS. ניתוח מעמיק מצביע על הבדלים בין האתרים. האתר המערבי, השני, מאופיין באפקטים של סילון ומנהרת רוח בגין האצת זרם האוויר על גבי השטח הפתוח ותיעול האוויר דרך המפתח הצר בין הבניינים המוביל לשטח הפתוח. האתר המזרחי, הראשון, מתאפיין ברוחות המגיעות מזוויות רבות ובמהירויות נמוכות יותר אך בתכיפות נמוכה יותר במקטע המרכזי. נתונים אלה מצביעים על מערבולות רוח וחסימה של הרוח על ידי מבנים הבנויים בניצב לכיוון הנשיבה. נתונים שנמדדו ישירות באתר הושוו לתוצאות שהתקבלו בהדמיות מחשב. השוואה כמותית של התוצאות מראה בבירור את המנגנונים הפיזיים שבבסיס התוצאות המספריות והגרפיות המבדילות בין שני האתרים. ניתוח נוסף באמצעים סטטיסטיים וממוחשבים אישרו את התאמת האתר השני להצבת הטורבינה יותר מאשר הראשון.

לאור דוגמת המחקר זה יש לציין את חשיבות המודל הממוחשב בהערכת התנהגות הרוח בסביבה בכלל ובסביבה מבונה בפרט. המודל הממוחשב, שבמחקר הנוכחי נעשה על ידי תוכנת UrbaWind, הוא חלק בלתי נפרד מתהליך הערכת משאבי הרוח בין אם הנתונים נמדדו באתר או אם הם נתוני רקע שנמדדו בסביבה. חישובי המדדים יחד עם המודל הממוחשב נותנים הערכה של מהירות הרוח ופוטנציאל ייצור החשמל באתר כתוצאה מכך. ניתן להוציא מפת משאבי רוח לצורת זיהוי האזורים היעילים ביותר והאזורים שיש להימנע מהם. דוגמאות לכך הם אזורים בהם מדד

הערבוליות גבוה ועלול לפגום בייצור החשמל ואף בטורבינה עצמה, או אזורים בהם מהירות הרוח ועוצמתה אינם מספקים. הצבת טורבינה באזור זה עלולה לגרום להפסד כספי גדול.
ישנן מספר תוכנות לא קטן המשמשות למידול זרימת רוח בסביבה בנויה כדוגמת WAsP ,NOABL AIOLOS, MS3DJH, MSFD, UrbaWind. חלק מהתוכנות עשויות להיות טובות מאחרות או קלות יותר לשימוש ובכך למנוע טעויות, אך באופן כללי תוכנות למידול רוחות באופן מדויק דורשות רמת מיומנות וידע מסוימות ויש ללמוד להשתמש בהן היטב. המידול בתוכנות אלה יכול להיעשות באופן דו מימדי וגם תלת מימדי לקבלת תמונה מדויקת על משטר הרוחות באזור.

שילוב במבנים

בהתקנת טורבינה לצורך פעולה בסביבה אורבאנית יש להבדיל בין טורבינות בשטח עירוני פתוח וטורבינות משולבות בבניין בין אם על הגג או בכל חלק אחר במבנה. במקרה הראשון הטורבינות ממוקמות במרחק סביר ממכשולים ובגובה מתאים כדי שזרימת הרוח על פני הלהבים תהיה חלקה באופן יחסי. זרימה זו תופרע ככל שהטורבינה תהיה קרובה יותר למבנים. טורבינות המשולבות בתוך המבנה עצמו, מקושרות פיסית לבניין על ידי מגדל או כל צורה אחרת. שלא כמו טורבינות משולבות בשטח אורבאני פתוח אותן ניתן להתקין גם במרחק מבינוי, טורבינות המשולבות בבניין תמיד יהיו מושפעות, ללא יוצא מן הכלל, מהמבנה בו הן משולבות גם אם אין סביבו בינוי נוסף. לאור שונות האפיונים יש לבחור בקפידה את דגם המערכת המתאימה למבנה ולאופן ההתקנה הרצוי.

הטורבינות המתאימות ביותר לשלוב בתוך מבנה הן טורבינות בעלות ציר אנכי בזכות יכולתן לפעול בעוצמות רוח נמוכות יותר. ליכולת זו יתרון גדול במיוחד בסביבה מבונה בה הרוח עלולה להיחסם או להיחלש על ידי קרבה לבינוי. מערכות אלה מושפעות פחות מהפרעות בזרימת האוויר כתוצאה מתפרוסת הבינוי. משטר רוחות חסר היציבות בסביבה אורבאנית לא פוגם ביכולת ייצור החשמל של טורבינות אלה לעומת הטורבינות בעלות ציר אופקי. טורבינות אלה ניתנות להתקנה על גגות ועל קירות. הציר האנכי, מעביר פחות עומסי כיפוף וויברציות

10. טורבינת רוח, Hitachi ,Japan

.10

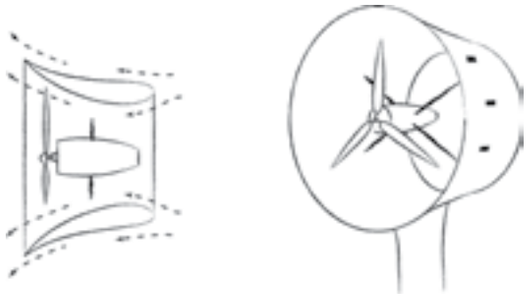
11. טורבינת רוח על גג ACU, The School of Sustainability, Arizona State University

.11

לבניין, בניגוד לטורבינות בעלות ציר אופקי העלולות להעביר רעידות כשהן מותקנות על הגג. בשל מומנט הכפיפה בטורבינות בעלות ציר אופקי, הנגרם בתורן כתוצאה מעומס הרוח, יש לנקוט באמצעים על מנת להבטיח את חוזק המבנה. טורבינות ציר אנכי מאוזנות היטב ועל כן מעבירות מינימום רעידות ועומסי כפיפה לקירות או לגגות. יש להן יחס ייצור חשמל למסה טוב יותר ובשל עיצובן ניתן למקם את הגנראטור למרגלות הטורבינה בניגוד לראש התורן, פרט המקל על שילוב הגנראטור במעטפת הבניין. פעולתן של הטורבינות בעלות ציר אנכי שקטה והן כמעט שאינן מרעישות.
חרף רשימת היתרונות הענפה, גם בתחום המערכות המשולבות בבניינים נהנו עד היום טורבינות בעלות ציר אופקי מפופולאריות רבה מאלה עם הציר האנכי בעיקר בזכות היותן טכנולוגיה בדוקה ומוכחת בטורבינות גדולות בחוות רוח. לטורבינות אלה מערכות בלימה יעילות יותר ברוחות חזקות. חלקן מוטות לתנוחת הליקופטר ובתנוחה זו עלות הקמתן זולה יותר. בזכות קנה המידה הקטן יותר, הן בעלות הנעה אוטומטית ולהן יכולת ייצור חשמל גבוהה (Smith, 2003).
שילוב טורבינות רוח בתוך מבנה הכוונה ברב המקרים לטורבינות קטנות יותר המתאימות לתפקידן. מרבית מערכות הטורבינות הקטנות מכילות מנגנון הנעה ישירה המופעל באמצעות גנראטור מגנטי. למערכות מתחת ל-2 קילו וואט יש, לרוב, כמות אנרגיה של 48-24 וולט שמטרתה לטעון סוללות או כל מעגל אחר ללא חיבור לרשת החשמלית. קיים מגוון טכנולוגיות ועיצובים של טורבינות רוח קטנות אנכיות. רובן מבוססות על גרסאות גדולות יותר כלהב דריוס, סאווניוס ודגמים של הליקס וספיראלה. באוניברסיטת ריג'קה בקרואטיה פותחה בשנות השבעים טורבינה קטנה אך עם ציר אופקי. להבי הטורבינה מוקמו בתוך שרוול שהעניק לטורבינה, לדברי המפתחים, יכולת ייצור חשמל של 60% יותר

ממערכות אחרות הואיל והשרוול מאפשר ייצור חשמל במהירויות רוח נמוכות יותר. החתך המתקבל דומה לחתך של מטוס היוצר לחץ נמוך בתוך השרוול. זרימת הרוח על גבי הלהבים מוגברת ומהווה סיכון לנזק ללהבים. למניעת נזק זה הותקנו פתחים המופעלים הידראולית כשהלחץ בשרוול גדול מדי. פתחים אלה משמשים לוויסות ייצור החשמל בתנאי רוח לא יציבים כמו בסביבה אורבאנית. מערכת זו מסוגלת לייצר חשמל מכמות של 1 קילוואט עד מגוואט וכיום נבחנת לשימוש ימי. טורבינה זו אמנם יקרה ב-75% יותר מטורבינות אחרות, אך יעילה פי 5 מטורבינות אחרות בעלות ציר אופקי (Smith, 2003).

ישנם סדרי גודל שונים של תחנות ייצור חשמל באמצעות אנרגית רוח. ישנן חוות הרוח הגדולות, טורבינות קהילתיות וטורבינות מקומיות. לכל סדר גודל של טורבינה נתוני הספק והרכבה שונים בשטח. טורבינות רוח קהילתיות, כלומר טורבינות המספקות חשמל לסדר גודל של שכונה הינן בעלות הספק ממוצע עד 100 קוו"ט, קוטר רוטור עד 20 מ', מגדל עד 30 מ' ותפוקה שנתית עד 150000 קווט"ש. שווה ערך לצריכת חשמל של 37.5 משפחות. טורבינות רוח מקומיות, המספקות חשמל למבנה יחיד או מספר מבנים מצומצם, הינן בעלות הספק ממוצע של עד 10 קוו"ט, רוטור בקוטר של עד 7 מ', מגדל בגובה עד 15 מ' ותפוקה שנתית של עד 12000 קווט"ש בשנה. שווה ערך לצריכת חשמל ממוצעת של 3 משפחות (4000 קווט"ש למשפחה). מכשיר טלוויזיה, לשם השוואה, צורך כ-0.04-0.15 קוט"ש לשעה, מעבד מזון צורך כ-0.05-0.2 קוט"ש לפעולה של 15 דקות (הערכים מתייחסים להספקי המכשירים שבתחום 200-800 ואט), מחשב אישי צורך כ-0.11-0.15 קוט"ש לשעה וכו' (נתונים של חברת החשמל).[3] ראוי לציין כי הבעיות המאפיינות טורבינות, ציר אופקי או אנכי, כפי שהוצגו בתחילת המאמר תקפות גם עבור גרסאותיהן הקטנות יותר ויש להתחשב בהן בבחירת הסוג המתאים לצרכים באתר.



12. טורבינת רוח עם שרוול

.12

[3] אתר חברת החשמל. צריכת החשמל של מכשירי חשמל ביתיים נוספים, מקור 30 בינואר, 2014, מתוך: http://www.israel-electric.co.il/bin/en.jsp?enVersion=0&enDispWhat=object&enZone=WiseConsumage&enDispWho=General%5El417&enPage=IP&enDisplay=view

מערכות משולבות במבנים

בשוק כיום קיים מספר גדול של מערכות טורבינות רוח משולבות בתוך או על מבנים ומערכות חדשות מתווספות. חלקן הינן שיפור חזותי ואסתטי ואינן בהכרח שיפור פונקציונאלי של מערכות קודמות. המרדף אחר מערכת שתהיה מושכת עיצובית או לפחות אינה פוגעת מבחינה ויזואלית, חשוב כיום לא פחות מביצועים טובים ויעילות ייצור חשמל.

דוגמה לפיתוח משופר ניתן למצוא במוצר חדש יחסית מבית חברת Aerotecture International הנקראת Aeroturbine. המערכת פותחה במקור על ידי ד"ר ביל בקר (Becker) מאוניברסיטת אילינוי ושיקאגו ואינה מצטיינת בעיצוב יוצא דופן מבחינה אסתטית, אך משפרת בהרבה את יעילות ייצור החשמל. הארוטורבינה מורכבת מלהב בצורת הליקס המזכיר יותר מטרף ביצים מאשר להב טורבינה שכיח. הלהב הוא פנימי ומצידו החיצוני ממוקם להב נוסף מדגם דריוס ושניהם יושבים בכלוב העשוי ממוטות פלדה. רוחב הכלוב 6 ft (כ-183 ס"מ) וגובהו 10 ft (כ-305 ס"מ), משקלו 450 Ibs (כ-204 ק"ג). הטורבינה קטנה וקלה יחסית ואינה מרעישה כלל. הלהב הפנימי, מדגם סאוניוס, הוא בעל יכולת התחלת פעולה טובה, ללא מנוע, גם במהירויות רוח נמוכות. להב הדריוס החיצוני, לעומת זאת, הוא בעל יכולת התחלה גרועה אך יעיל מאוד בייצור חשמל. הלהב מתחיל לפעול במהירויות רוח גבוהות ויכול להמשיך לייצר חשמל עד למהירויות רוח של כ-70 מטרים לשעה.
העיצוב הייחודי מונע מהלהבים מלהינזק במהירויות אלו.
ליעילות מקסימאלית יש להתקין את הטורבינה בתנאי רוח מינימאליים של מהירות רוח ממוצעת שנתית של 10 מטרים לשעה. הטורבינה מסוגלת לייצר חשמל גם במהירויות רוח נמוכות יחסית. טורבינה זו יכולה לייצר כ-2,000 קילוואט לשעה בשנה. המערכת מיועדת להתקנה על גג הבניין ובעלת ציר אנכי כך שכיוון הרוח אינו משנה כל עוד הרוח אינה נחסמת על ידי מבנה אחר או עץ. הטורבינה מודולארית וניתן לערום שתי טורבינות אחת על השנייה. המערכת זולה לאחזקה ואינה דורשת טיפול רב ומתאימה לשימוש פרטי. מכלול תכונות זה, המאפשר התאמה לאזורים רבים יותר, מקנה יכולת הפצה רחב.
לטורבינה בעלת הציר האנכי, קיימת גם גרסה בעלת ציר אופקי. מערכת זו בעלת יכולת ייצור של 1.8 קילוואט לעומת 1 קילוואט של המערכת האנכית. הגרסה האופקית מותאמת יותר לאזורים בעלי כיוון רוח שליט ודומיננטי. המחיר לטורבינה בעלת ציר אנכי הוא כ-15,000$ ולציר אופקי כ-21,000$, המחיר גבוה אך צפוי לרדת עם התחלת הייצור ההמוני והגעת הטכנולוגיה לסין לכדי 1,500$ עד 2,000$.
מערכת ה-Aeolian Roof, שפותחה על ידי חברה בשם Altechnica, מגבירה את יעילות ייצור החשמל ובה בעת מצניעה את הטורבינה. המערכת היברידית ומשלבת טורבינות רוח וקולטים סולריים. להבי הטורבינות מוצבים במבנה דמוי כלוב ומעליו כנף המנתבת את הרוח הקרוי solairfoil, עליו ניתן להתקין פאנלים סולאריים. המערכת נועדה להתקנה על קצה של גג או על ראש גג משופע. שיפוע או עיקול הגג מרכזים ומכוונים את הרוח אל הטורבינות בנוסף לכנף. בצורה זו מוגברת עוצמת הרוח הזורמת דרך הטורבינות וכתוצאה מכך גובר גם ייצור החשמל. העיצוב הסולידי המשתלב בצורה טובה יותר בבניין מהוה יתרון נוסף של פיתוח זה (Smith, 2003).

מערכת תיאורטית יוצאת דופן היא Nano Vent-Skin פותחה על ידי המעצבת אוגוסטין אוטגוי (Agustin Otegui). מעטפת המבנה מורכבת ממספר רב של טורבינות קטנטנות, אורך כל אחת 25 מ"מ ורוחב של 10.8 מ"מ, הארוגות יחד ליצירת מעין עור נושם לבניין שכמו כל עור, מורכב מכמה שכבות המנצלות לא רק את הרוח אלא גם את אור השמש. השכבה החיצונית, על פי התיאוריה, סופגת קרינה מהשמש באמצעות קרום פוטו ולתאי אורגני ומעביר אותה לנאנו סיבים בתוך נאנו כבלים האוגרים אותה בקצה כל פאנל. כל טורבינה בפאנל מייצרת חשמל באמצעות תגובה כימית בקצוות המקושרים לבניין. השכבה הפנימית של כל טורבינה מתפקדת כמסנן הסופג פחמן דו חמצני מהרוח העוברת דרכה. בקצה כל פאנל ישנו חיישן עם מחסן חומרים קטן. כשטורבינה אחת מתקלקלת נשלח אות לחיישן ומשם למרכז הבקרה של המעטפת. המעטפת מדווחת על תקלה, כמו חתך בעור, ויכולה לתקן את עצמה באופן עצמאי (Alter, 2008).

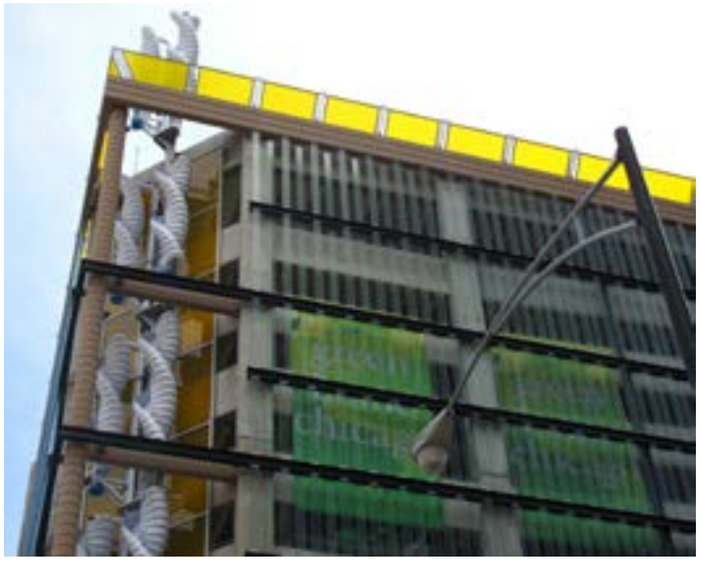
השימוש בטורבינות רוח במקרה הזה הוא לא קונבנציונאלי וניסיוני. חומר חדש זה עושה שימוש בהנדסה נאנו-ביולוגית ליצירת מעטפת נושמת לבניין המנצלת את מקורות האנרגיה הקיימים בשפע בכדור הארץ, אור ורוח ליצירת אנרגיה נקייה ללא פליטות מזהמות. למערכת, היוצרת שקיפות כפי חוץ ופנים, יתרונות ארכיטקטוניים. המערכת, שסביר כי תישאר תיאורטית בעתיד הקרוב, פותחת בפנינו אפשרויות חדשות לניצול משאבים טבעיים העומדים לרשותנו בדרך חכמה ומזיקה פחות לסביבה. במסגרת הדיון האקדמי יש מקום להרחיב ולדון ביעילותן של טורבינות רוח ובאופנים השונים לשילובם בתכנון. בהמשך מאמר זה המיקוד יהיה בהדגמת שילוב מעשי של טורבינות רוח בתוך מבנים מתוכננים או בנויים.

.14

.13

13. חתך עקרוני Aero Turbine
14. חתך עקרוני Aeolian Roof

SkyZed - מגדל מגורים, שיכון ציבורי, פותח על ידי חברת Zed factory שבין הישגיה הנודעים ביותר נמנית גם BedZed. האתר ריבועי במידות 36*36 מטרים ומשלב בתוכו אסטרטגיות ירוקות רבות שנעשה בהן שימוש גם בתכנון. BedZed המיקוד כאן באסטרטגיות הקשורות לרוח והשימוש בה לייצור אנרגיה עבור הבניין. הבניין מורכב מארבעה פלחים מעוגלים המסודרים בצורת פרח ומכאן כינויו של הפרויקט "מגדל הפרח" Flower Tower. כל פלח מאפשר מבט לנוף ומספר כיווני אוויר לכל דירה במגדל. כל עלה כותרת מכיל שתי דירות כשכל חדר מקבל תאורה טבעית טובה. בקצה כל עלה נפתחות שתי מרפסות, אחת לכל דירה. המרפסת ממוקמת בכוונה בקצה הואיל ובמיקום זה הרוח איטית ונוחה יותר עבור הדיירים במקום. תוכנית הפרח של המגדל נועדה לכוון את הרוח אל לב המבנה תוך הגברת עוצמת פי 4. בלב המגדל, בכל קומה רביעית, ממוקמת טורבינה בעלת ציר אנכי שנבחרה בשל פעולתה השקטה ומהירות הסיבוב הנמוכה. טורבינות אלה הן מדגם המיועד לאסדות נפט, בעלת מסבים המשמנים את עצמם ובעלת מחזור אחזקה של 5 שנים. שילוב טורבינות רוח ותאים פוטוולתאים על הגג, מספקים את החשמל לבניין במשך השנה. כל קומה רביעית בה ממוקמת טורבינה משמשת גם כקומה מקשרת בין חלקי המגדל השונים. קומה זו מכילה גישה לכל ארבע המעליות, חלל משותף וגרמי מדרגות קצרים לדירות. שימושים אלה מגדילים אף יותר את החשיבות שבטורבינה שקטה ובטוחה.
בניגוד ל-SkyZed הנישא בהרבה מעל סביבתו ועל כן חסר מכשולים החוסמים או מפריעים לזרימת הרוח, Greenway Self-Park יושב בלב המטרופולין ההומה של שיקאגו. הבניין בן 11 קומות, המשמש לחניה, תוכנן לניצול זרימת הרוח החולפת על פני חזיתו לרחוב הראשי. המתכננים, חברת HOK, שילבה בבניין מספר אסטרטגיות קיימות, אך הבולטת מביניהם היא ללא ספק מערכת טורבינות הרוח על קצה החזית. המערכת מורכבת מ-12 זוגות של טורבינות רוח בעלות ציר אנכי המייצרות חשמל להארת הקירות החיצוניים של הבניין. הרוח מנותבת אל הטורבינות כתוצאה מהמבנה הקניוני של הרחוב שלאורכו יושב הבניין. כחלק מהרשת, הותקן במקום מונה הפוך המודד עודף חשמל ומנתב אותו למערכת החשמל העירונית במשך כל השנה.



.15

15. טורבינת רוח בבניין, Self-Park,Greenway parking lot, Chicago

דוגמה נוספת המשלבת בצורה מרשימה תכנון אדריכלי עם ייצור אנרגיה באמצעות טורבינות רוח הינה Tower Digital Media City בסיאול, קוריאה הדרומית. הפרויקט תוכנן על ידי חברת SOM ובנייתו אמורה להסתיים בשנת 2015. הבניין משלב בתוכו מספר פונקציות: מגורים, מלון, מרכז קניות, מסעדות וקומת תצפית. עם סיומו הוא צפוי להגיע לגובה של כ-640 מ', 133 קומות. המגדל משלב בתוכו מספר אסטרטגיות ירוקות כולל שלישיית טורבינות רוח הממוקמות על הגג ונהנות מיתרון הגובה של הבניין. האטריום הענק מלב המגדל יוצר אפקט ארובה העוזר להניע את הטורבינות. אפקט ארובה הוא תנועה של אוויר בתוך מבנה או כל חלל אחר, הנוצר כתוצאה מהפרשים בין דחיסות האוויר בפנים לחוץ. ההפרש נגרם מהבדלים בטמפרטורה ובלחות בין פנים החלל לחוץ. האוויר במגדל נע באטריום מלמטה כלפי מעלה אל עבר הגג. הרוח הפנימית מתווספת אל הרוח החיצונית להנעת הטורבינות המייצרות חשמל. גנים פנימיים במגדל תורמים אף הם לתנועת האוויר בתוך החלל.

אנרגיית רוח בארץ

במספר אזורים בישראל קיים פוטנציאל מוגבל לניצול אנרגיית הרוח, אך גם מגבלות סביבתיות וקרקעיות מקשות על ניצולו היעיל. עד כה הוחל בייצור חשמל בצורה של חוות רוח בהיקף מצומצם ברמת הגולן, אחת מהן בהספק כ-200 מגה-וואט. נבחנת הקמת טורבינות רוח באתרים נוספים כגון רמת סירין, הגלבוע והנגב.
היבט נוסף של אנרגית הרוח בארץ הוא תכנון על פי הרוח. המטרה לאפשר להולכי הרגל ברחובות העיר להינות ממשב רוח מרענן בקיץ ולא מרוח קרה בחורף. אחד המחקרים בנושא זכויות רוח, נערך באתר המיועד למתחם עסקים חדש בתל אביב בשנת 2001 על ידי פרופ' עדנה שביב, פרופ' משנה אברם יז'אורו ופרופ"ח גדי קפולוטו מהטכניון. המתחם החדש בגודל 250,000 מטרים מרובעים וצפיפותו הועלתה מ-200% ל-450%. הדיירים בשכונה הסמוכה התנגדו לפרויקט, בין השאר, מסיבות של איבוד זכויות רוח. במצב הקיים עוברת בריזה העלולה להיחסם על ידי הבנייה החדשה הגבוהה. לבדיקת המקרה נעשה שימוש במודל CFD ממוחשב כדי להעריך ולשפר את התכנון וליצור אוורור נאות לרחובות ולבניינים. הדרישות הבסיסיות לתכנון החדש, כפי שקבעו החוקרים, היו כדלהלן: מהירות הרוח בשדרות ורחובות ראשיים בקיץ תהיה לפחות 2 מטרים לשנייה באזורי הליכה ו-1 מטרים לשנייה באזורי ישיבה. בחורף, מהירות הרוח בשדרה הירוקה הראשית לא תעלה על 5 מטרים לשנייה באזורי הליכה ו-3.5 מטרים לשנייה באזורי ישיבה. ברחובות אחרים בהם אנשים נעים מהר מהירות הרוח יכולה להגיע עד 9 מטרים לשנייה. באזורי מגורים ושכונות על הבריזה להישמר בקירוב למצב הקיים בשטח. השלב הבא כלל עריכת מדידות רוח בשטח, 10 מטרים מעל פני הקרקע ונמצאו כיווני הרוח השליטים, מערב וצפון מערב במהירות ממוצעת של כ-3.5 מטרים לשנייה. עפ"י הכיוונים הללו הופקו הדמיות מחשב שנועדו להעריך את יעילות הפתרון המוצע.
קיימים בישראל המודעות לחשיבות הרוח במישור שיפור תנאי האקלים בעיר ורצון לנצל את הרוח כאנרגיה מתחדשת. בפועל, השימוש ברחבי הארץ בטורבינות קטנות יותר, קהילתיות או ביתיות, עדיין בחיתוליה, אך נמצאת בעלייה בשנים האחרונות. בישראל, פרויקטים העושים שימוש באנרגית רוח מתחדשת בצורה אמיצה ומודעת כפי שניתן לראות בעולם הרחב, עדיין נעדרים.

בישראל לא קיים מחסור במקומות מתאימים. תנאי בסיס לאתרים המתאימים להצבת טורבינות רוח קטנות לייצור חשמל הם: מהירות רוח שנתית ממוצעת העולה על 5 מטרים לשנייה, גובה העולה על 400 מטרים מעל פני הים ומבנה טופוגרפי מתאים. בין האזורים העונים על תנאי בסיס אלו בארץ ניתן למצוא את אזור הכרמל, הגלבוע, הגליל, הגולן, יהודה, שומרון והר הנגב. מבחינה כלכלית שימוש בטורבינת רוח קטנה בארץ יכול להשתלם. טורבינה ביתית בהספק 2 קוו"ט בעלת תפוקה שנתית של כ-3600 קווט"ש, עלות ההתקנה כ-45000 ₪ וההכנסה שנתית כ-7200 ₪. החזר ההשקעה גולמי עומד על כ-7 שנים.[4]

כיום, לא קיימת חקיקה רשמית בנוגע לזכויות רוח, אך המשרד לאיכות הסביבה דורש מכל יזם הרוצה לבנות בניין גבוה לערוך בדיקה של רוחות כחלק מהמחקר הסביבתי. קיימות תקנות להפעלת וקבלת היתר לשימוש בטורבינת רוח קטנה - הפעלת מתקן ייצור חשמל על ידי טורבינת רוח

[4] זעירא, א., *ניצול אנדגיית הרוח*, מקור 03 בינואר, 2014, מתוך: אנרגית הרוח - מכללת בראודה. www.wind-golan.com/files/

"טורבינת רוח הינה מתקן חשמלי לכל דבר, אשר התקנתו והפעלתו כפופים לעמידה בדרישות והוראות חוק החשמל ותקנותיו. אין צורך בהיתר לטורבינת רוח בהספק עד 1 קו"ט. להפעלת טורבינת רוח קבועה בהספק העולה על 1 קו"ט, נדרש היתר של מנהל ענייני החשמל במשרד התשתיות הלאומיות. לקבלת ההיתר יש להגיש טופס בקשה חתום בצירוף כל המסמכים המפורטים בו, הכולל תוכניות חתומות ביד מתכנן המתקן או מתכנן השינוי בו, ודו"ח בדיקה של חשמלאי-בודק בעל רישיון מתאים. כמו כן נדרש היתר לשינוי יסודי של טורבינת רוח כנ"ל. בעל ההיתר רשאי לספק אנרגיה חשמלית רק למתקן המוגדר בתוכנית. הטורבינה תיבדק תקופתית אחת לשלוש שנים לפחות
בידי חשמלאי-בודק בעל רישיון מתאים, כמפורט בטופס בדיקת מתקן-טורבינת רוח. אי-ביצוע הבדיקה יגרום לביטול ההיתר" (משרד האנרגיה והמים). על כל המעוניין לשלב טורבינות רוח להיות בקיא בתקנים ובנהלים הנ"ל.

סיכום

אנרגית רוח הינה אנרגיה נקייה ומתחדשת ללא פליטות מזהמים. למרות זאת ובניגוד למערכות אחרות לייצור אנרגיה ירוקה, כמו פנלים סולריים, קשה יותר לשלב מערכת זו בבניין. שילוב מוצלח מעין זה בסביבה אורבאנית דורש מחקר נרחב של המרחב הבנוי והשפעותיו על זרימת הרוח הכולל גם שימוש במודלים ממוחשבים. תוכנות המייצרות מודלים אלו קשות לתפעול, דורשות חישובים רבים, זמן ניכר והשפעה כספית לא מבוטלת. חשוב כי המשתמש בתוכנות אלו יהיה בקיא בהן ויבין את מערך החישובים הנדרש היטב כדי למנוע טעויות העלולות להתברר כיקרות מאוד בהמשך.
המיקום האידיאלי לשילוב טורבינה ברקמה אורבאנית הוא מקומות גבוהים בהם אין הפרעה לזרימת האויר. ניתן למקם טורבינה בראש בניין רם, במשולב במבנה או על ראש תורן גבוה על מנת שזרימת האוויר על גבי הלהבים תהיה חלקה וללא הפרעות. היבט חשוב בשילוב מערכות אלה במרקם הבנוי הוא התאמת דגם הטורבינה לתנאי האתר והמבנה. טורבינות בעלות ציר אופקי יעילות יותר בייצור חשמל אך תלויות בכיוון אוויר שליט. טורבינות בעלות ציר אנכי, פחות יעילות בייצור חשמל ודורשות סיוע להתנעה, אך הן פחות פגיעות להפרעות בזרימת הרוח ואינן תלויות בכיוון מסוים.
בשיח על שילוב מערכת לייצור חשמל בעזרת אנרגית רוח מתחדשת במבנה עצמו, נדרשת חשיבה מחדש על אלמנטים שונים בבניין ונכונות להתאימם ליצירת זרימת אוויר אידיאלית לפעילות טורבינות רוח. בעזרת חשיבה נכונה ויצירתית ניתן לייצר לא רק תחנת כוח קטנה ויעילה אלא גם טיפולוגיות מבנה שונות ומעניינות.

מקורות

גולדרייך, י. (2001). *סקר ספרות, ניתוח והצעה להוראות בתכנית לטיפול במשטר רוחות באזורים עירוניים*. המשרד להגנת הסביבה, ע"מ 3, מקור 30 בינואר, 2014, מתוך: http://old.sviva.gov.il/Enviroment/Static/Binaries/ModulKvatzim/700-0_1.PDF

זעירא, א., *ניצול אנרגיית הרוח*. מקור 30 בינואר, 2014, מתוך: www.wind-golan.com/files/הדוארב20%תללכמ-חורה20%תיגרנא.ppt

משרד התשתיות הלאומיות, האנרגיה והמים, מקור 30 בינואר, 2014, מתוך: http://energy.gov.il/Subjects/RE/Pages/GxmsMniRenewableEnergyWindEnergy.aspx

Aerotecture International Inc. Retrieved January 30, 2014, from: http://www.aerotecture.com

Aguilo, A., Taylor, D., Quinn, A., Wiltshire, R., (2004). *Computational Fluid Dynamic Modelling of wind speed enhancement through a building augmented wind concentration system*. European Wind Energy Conference 2004

Alter, L., (2008). *Nano Vent-Skin of Micro-Wind Turbines*. Retrieved January 30, 2014, from: http://www.treehugger.com/renewable-energy/nano-vent-skin-of-micro-wind-turbines.html

Cace, J., Clement, P., Heppener, R., Horst, E., Niel, M., Syngellakis, K., Peirano, E., (2007). Urban wind turbines guidelines for small wind turbines in the built environment. *Wineur*. Retrieved January 30, 2014, from: http://urban-wind.org/pdf/SMALL_WIND_TURBINES_GUIDE_final.pdf

Capeluto, I. G., Shaviv, E., Yezioro, A., (2001). Sun and winds in a new business distric in Tel Aviv. *Seventh International IBPSA Conference, Building Simulation*. Retrieved January 30, 2014, from: http://www.ibpsa.org/proceedings/BS2001/BS01_0151_158.pdf

Dutton, A. G., Halliday, J .A., Blanch, M. J., (2005), The Feasibility of Building-Mounted/ Integrated Wind Turbines (BUWTs): Achieving their potential for carbon emission reduction. Energy Research Unit, CCLRC, Retrieved January 30, 2014, from: http://ukerc.rl.ac.uk/pdf/BUWT_final_v004_full.pdf

EWEA European Wind Energy Association. Retrieved January 30, 2014, from: http://www.ewea.org/index.php?id=1884

Hau, E., (2006). Wind Turbines Fundamentals, Technologies, Application, Economics. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Netherlands

ISRAWIND. Retrieved October 10, 2014, from: http://www.israwind.co.il/page.asp?id=-1910845041

Kalmikov, A., Dupont, G., Dykes, K., Chan, C., (2010). *Wind power resource assessment in complex urban environments: MIT campus case-study using CFD Analysis*. AWEA 2010 WINDPOWER Conference, Massachusetts Institute of Technology, http://web.mit.edu/wepa/AWEA%20Paper.pdf

Mathew, S., (2006). *Wind Energy Fundamental, Resource Analysis and Economics*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Netherlands

Smith, P .F., (2003). Sustainability at the Cutting Edge. *Architectural Press Elsevier, Oxford*. Retrieved January 30, 2014, from: http://www.soe-townsville.org/external_pages/SkyZED_The_Flower_Tower.html

תמונות

1. חתך טורבינה ציר אופקי
2. להב דריוס
3. להב סאוניוס
4. עקרון פעולה של להב מוסגרוב
5. התנהגות רוח על מבנים שונים
6. התנהגות רוח בחתך מבנה עם קומת עמודים
7. צביר מבנים תופס רוח
8. צביר מבנים אוסף רוח
9. צביר מבנים חולק רוח
10. טורבינת רוח, Photo: Hiroshi Ishii,Hitachi, Japan, 30.04.2010, http://www.flickr.com/photos/21115322@N02/4565753588/in/photolist-7XsFts
11. טורבינת רוח על גג ACU, The School of Sustainability, Arizona State University,Photo: Kevin Dooley, 14.01.2009, commons http://www.flickr.com/photos/pagedooley/3217218675/in/set-72157606928648114
12. טורבינת רוח עם שרוול
13. חתך עקרוני Aero Turbine
14. חתך עקרוני Aeolian Roof
15. טורבינת רוח בבניין, Photo: John Picken http://www.flickr.com/photos/picken/tags/greenway, Self-Park,Greenway parking lot, Chicago

המרחב הציבורי כסוכן שינוי

המרחב הציבורי כסוכן שינוי תגית כלימור

התערבות במרחב העירוני

תרבות רחוב כאמצעי לשיפור איכות החיים בעיר
ויקטוריה בלמן וג'ו נשאשיבי

דיקור עירוני באמצעות אלמנטים זמניים יאיר מלר, רותם סרי ואיה רוזנוולד

מיצבים אורבניים במצפה רמון

סדקים במדבר לוטם קירשט ומיכאל ויצמן

רבדים מקומיים מיכל דה מאיו, רות גרסטל וימית לזימי

עמוד מצל מאיר שרון גולן בר

המצפה הקטן רועי אלמן, חן ברזל ואורי נוימן

המרחב הציבורי כסוכן שינוי

תגית כלימור

העיר היצירתית והמרחב הציבורי החדש

העיור על יתרונותיו, בעיותיו ועתידו מהווה חלק מרכזי בשיח בינתחומי הסב על עיצוב חיינו כחברה ועל מקומנו והשפעתנו על העולם. העיר מהווה אבן שואבת כלכלית וחברתית לקבוצות אוכלוסיה מגוונות מקצוות הקשת המעמדית. הנהירה אל העיר והמשמעויות הכרוכות בתהליך זה מחייבות הסתכלות על העיר כמערכת דינמית בהשתנות מתמדת. האיזון החברתי, כלכלי וסביבתי מהווה בסיס ליכולת העיר להכיל שינויים, להתאושש מבעיות ולהיות עמידה לתמורות משמעותיות במכלול תחומים. ערי המטרופולין, הקיימות והמתהוות, מציעות סביבת חיים ועבודה גלובלית וקוסמופוליטית, אבל במקביל מאכלסות קבוצות אוכלוסיה חלשות ומאותגרות החיות בשולי החברה ובתנאים קשים. העיר נדרשת לספק פתרונות פיזיים וחברתיים לתושביה על מנת לשמור על איכות חיים תוך פגיעה סביבתית מזערית. בראיה אקולוגית חברתית,[1] יש קשר הדוק בין הבעיות החברתיות ולבין הבעיות האקולוגיות, הנובע מהדרך בה אנו מתייחסים אחד לשני ולסביבה. בהתאם לגישה זו, הכלכלה הקפיטליסטית המעודדת תחרות ומקסום רווחים, גורמת לפגיעה בזכויות אלמנטאריות של בני אדם תוך ניצול מוגבר של משאבי הטבע. החלק הארי של הבעיה נוצר בשל התפיסה כי הפרמטר העיקרי להצלחה הוא גידול, שמשמעותו הרחבת היצור והצריכה לעיתים קרובות מעבר לנדרש, הבא על חשבון אוכלוסיה מוחלשת וניצול סביבתי. הכלכלה האקולוגית מציעה הסתכלות מחודשת על הצורך בגידול כמדד להצלחה ומחדדת את העלות האמיתית של מוצרים תוך הערכת העלות הסביבתית של מחזור החיים המלא שלהם.[2] האקולוגיה החברתית מחדדת את העלות החברתית של התחרות ומביאה לקדמת הבמה את חשיבות שיתוף הפעולה והסימביוזה כערכים לשמירת איזון חברתי, כלכלי וסביבתי.

"The chief function of the city is to convert power into form, energy into culture, dead matter into the living symbols of art, biological reproduction into social creativity."*

Lewis Mumford

* Mumford, L., (1961). The City in History: Its Origins, *Its Transformations, and Its Prospects.* Harcourt, Brace & World, Ch. 18.

1. אקולוגיה חברתית (Social ecology), הוא מושג שטבע ופיתח מוריי בוקצ'ין (Murray Bookchin),
"Social ecology is based on the conviction that nearly all of our present ecological problems originate in deep-seated social problems. It follows, from this view, that these ecological problems cannot be understood, let alone solved, without a careful understanding of our existing society and the irrationalities that dominate it. To make this point more concrete: economic, ethnic, cultural, and gender conflicts, among many others, lie at the core of the most serious ecological dislocations we face today—apart, to be sure, from those that are produced by natural catastrophes."
Bookchin, M., (2007). *Social Ecology and Communalism.* Oakland: AK Press. p. 19

2. המונח "ניתוח מחזור החיים" ("Life-cycle assessment" - LCA), מתייחס להשפעה הסביבתית של מחזור חיי המוצר המלאים מהפקתו מחומרי גלם, יצורו, שינועו, הפצתו, והשלכתו כפסולת בסוף חייו. ההשפעות הסביבתיות כוללת ניצול משאבים מתכלים, שימוש באנרגיה, זיהום הנגרם מהתהליך ומהטמנת הפסולת.

1-2. Willi Dorner's dancers, Above Under Inbetween, 2013

העיר היצירתית,[3] מושג שהחל להתפתח בשנות השמונים, הפך כלי לפיתוח עירוני בידי רשויות מקומיות. על פי גישה זו בידי תושבי העיר מצוי כוח יצירתי רב ערך, אשר בתנאים מתאימים עשוי לתרום לחשיבה, לתכנון ולפעולה לטובת חיזוק העיר במימד החברתי והכלכלי. על פי תפיסה זו, הרשות המקומית אחראית ליצירת מרחב ציבורי, המקדם התפתחות אישית ומספק תנאים לפיתוח עירוני מאוזן. גישה זו קיבלה תנופה משמעותית עם צאת ספרו של הכלכלן האמריקאי ריצ'ארד פלורידה, "עליית המעמד היצירתי".[4] על פי פלורידה, בכוחה של קבוצת אנשים יצירתית להיות גורם מניע לפיתוח עירוני תרבותי וכלכלי בעזרת מגוון אנשים המשתמשים בטכנולוגיה חדשה, יוצרים רעיונות חדשים ותכנים יצירתיים.

רעיון 'העיר היצירתית' הפך מסגרת מנחה לחשיבה על מצבן הנוכחי והעתידי של הערים ועל יכולתן להתמודד עם השפעה ואתגרי הגלובליזציה. ערים נחשבות כמנוע צמיחה גלובלי, אזורי, לאומי, מהיותן אבן שואבת לניידות ולהגירה. הערים מהוות מרכזים עיקריים לפיתוח תרבות חדשנית ויצירתית הודות למגוון החברתי והתרבותי. מנגד, הערים גם מהוות מרכזי צריכה, נושא המנוגד לתפיסת הכלכלה המקיימת והקיימות בכלל, הדוגלים בשימוש חוזר ומחזור (Reduce, Reuse & Recycle), כאבני יסוד לשמירה על משאבי הסביבה.

הפערים החברתיים הגדלים מחייבים התייחסות וניסוח מדיניות להתחדשות עירונית המקפלת בתוכה קיימות חברתית, כלכלית וסביבתית. העיר צריכה לתת מענה לבעיות אלה באמצעות עיצוב מחודש של הסביבה העירונית כדי לקדם את הייצוגים השונים של התושבים, למנוע הדרה של החלשים ולרתום את העצמה היצירתית ליצירת עיר תוססת בת קיימא עבור כל תושביה בהווה ובעתיד.

3. מונח "העיר היצירתית" מיוחס לצ'ארלס לונדריי ולספרו "העיר היצירתית: ארגז כלים למחדשים עירוניים"
Landry, C., (2008). *The Creative City: A Toolkit for Urban Innovators.* Routledge.

4. Florida, R. (2002). *The Rise of the Creative Class: And How it's transforming work, leisure, community and everyday life.* New York: Perseus Book Group

3. The salon of Marie Thérèse Rodet Geoffrin, Anicet Charles Gabriel Lemonnier, 1812

השיח על המרחב הציבורי

האדריכלות עוסקת במרחב הפיזי הממשי של המרחב הציבורי, והפילוסופיה עוסקת בדמות המרחב החברתי-פוליטי כחלק ממתווה היחסים המורכבים בין הפרט והממסד. השיח האדריכלי-תכנוני מעניק תוקף לצורך בהעדפת העושר הציבורי על פני הפרטי, ומקנה חשיבות למרחב הציבורי כמרכיב מפתח בשיפור איכות החיים העירונית. השיח התיאורטי-פילוסופי אודות 'הספרה הציבורית', מונח שטבע יורגן הברמאס, (Habermas, 1962)[5] מנתח את התמורות שחלו במאה ה-18 ביסודות התרבות, הידע, החינוך והאמנות ואת העברת משקל הכובד מרשות הפרט למרחב הציבורי. על פי הברמאס המרחב הציבורי נועד לניהול דיון ציבורי ביקורתי על הממסד ולגיבוש דעת קהל. השיח הציבורי השתנה לאורך השנים. כיכר העיר, האגורה, הייתה לאורך ההיסטוריה מקום המפגש לשיתוף אנשים להחלפת דעות ולעיצוב קהל המאזינים. הרחוב, היה החיבור עם הקהילה הקרובה. הבית, התא המשפחתי, היה המקום למעגל הקשרים הראשון. על פי הברמאס עד המאה ה-18 הציג המעמד השליט את עמדתו במרחב הציבורי. עם עליית המעמד הבורגני התפתחה תרבות בתי הקפה והסלונים של מעמד הבורגנות, שעסקה בראשית דרכה בנושאי ספרות ואמנות. הדיונים התפתחו והורחבו עם השנים לדיונים כלכליים ופוליטיים.

המרחב הציבורי מורכב ממימד פיזי ומימד חברתי, אשר תואמים במספר תכונות. בשניהם קיים הצורך בדמוקרטיזציה של המרחב, הפיכתו לרב מעמדי והנגשתו למגוון דעות ופרשנויות. בשניהם נדרשת זמינות ונגישות לאורך היום, ביטחון פיזי וחופש הבעה. מרחב ציבורי פיזי בתכנון מוכוון חברתי, עשוי להוות פלטפורמה לעידוד פעילויות רב גוניות. הכוונת המרחב לגמישות ושינוי על ידי המשתמשים בהתאמה לאופי הפעילות החברתית, נותנת במה להיקף פעילות משתנה, לקבוצות גיל ועניין שונות.

5. Habermas, J. (1962). *The Structural Transformation of the Public Sphere: An Inquiry into a Category of Bourgeois.* Thomas Burger and Frederick Lawrence, English version, 1989, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts.

אמנות במרחב הציבורי

אמנות ציבורית (public art) היא אמנות המשולבת במרחב הציבורי ונגישה לציבור הרחב. אמנות ציבורית מקיפה מגוון רחב של אמצעי הבעה, באופן דומה למגוון של אמנות המוצגת בחללי פנים. האמנות הציבורית מוצאת ביטוי כמערכת קבועה או ארעית, סטטית או דינמית, ואמירתה יכולה להיות מקומית או גלובלית. האמנות מופיעה בדו מימד כציורי קיר, גרפיטי והקרנות וידאו, ובתלת מימד כמונומנטים, מבנים ארעיים, פסלים ומיצבים. האמנות מיועדת במקרים רבים לצפייה בלבד או פועלת באופן אקטיבי, בשיתוף עם הצופים. האמנות הציבורית מתרחשת בחללים עירוניים פורמאליים וא-פורמאליים, במקומות בעלי אופי חברתי קהילתי ובמרחב הווירטואלי. לאמנות הציבורית תכונות המשותפות לאמנות בכלל ותכונות נוספות הייחודיות לה. בהעדר הגדרת חלל פנים מוגבל, האמנות במרחב הציבורי עשויה להגיע למימדים גדולים מעבר לגבולות המוכרים של גלריות ומוזיאונים. כנגד יתרון זה, אמנות במרחב הפתוח צריכה להיות עמידה לפגעי מזג האוויר, לכוחות רוח, לקרני השמש ולחסדי הציבור הרחב. המאפיין העיקרי המבדל את האמנות הציבורית ומהווה את מקור כוחה הוא הפוטנציאל להגיע ולשתף קבוצת אנשים רחבה ומגוונת, ולהציע טריגר לחשיבה ולהחלפת דעות.

4. Spiral Jetty, Robert Smithson, 1970

אמנות במרחב הציבורי אינה תופעה חדשה. פסלים או תבליטי קיר היו חלק ממונומנטים או כמוקד לחלל הציבורי. רק בשנות ה-60 האמנות הציבורית הפכה לתחום בזכות עצמו והוגדרה כמושג וכתחום מחקרי. האמנות הציבורית אינה עשויה מקשה אחת, ופניה הרבות מייצגות מנעד רחב של יוצרים המבטאים גישות חברתיות שונות ואמצעי ביטוי רחבים. בין התחומים החדשים ניתן למנות את האמנות הסביבתית, אמנות האדמה, אמנות מוטת מקום, אמנות קהילתית ואמנות הרחוב.[6] האמנות הציבורית היא חלק מפילוסופיה הגורסת כי אמנות מעשירה את הצופה ומקדמת חשיבה חברתית ביקורתית, ועל כן אינה מוצר אליטיסטי אלא צריכה להיות מונגשת לכלל האוכלוסייה.

בסוף המאה השמונה עשרה הממסד המוזיאלי שינה את התפיסה הרווחת כי המוזיאון צריך להיות בלעדי לבעלי האמצעים. במקביל קהל היעד של חובבי האמנות הורחב ונוצרה דרישה לחללי תצוגה נוספים ושונים. המהפכה הטכנולוגית של אמצע המאה העשרים תרמה להרחבת מושג תרבות הפנאי ולגידול משמעותי של קהילת צרכני האמנות. התפתחות המדיה הדיגיטלית באמנות וצמיחת הגלריות, אשר התווספו למוזיאונים הממוסדים, הנגישה את האמנות לקהל רחב ומגוון.

[6] Environmental, land, site-specific, community-based and street art

5. מיצב הקיץ בגלריית הסרפנטיין, לונדון, Sou Fujimoto, 2013

התפתחות זו גרמה לשינוי משמעותי בתפיסת מעמדה של האמנות וכן בהופעתה החל מתהליך יצור האמנות ודרך קנה המידה שלה ואופן הצגתה לקהל הרחב. האמנות הניסיונית שהתפתחה החלה לאתגר את אמצעי התצוגה הקונבנציונליים ואת הניטראליות של חללי הגלריה. האמנות מצאה דרכה אל המרחב הציבורי. הנגשה זו הפכה את האמנות למוצר מיידי ויום יומי. קהל אמנות המרחב הציבורי הוא מגוון ופחות צפוי לעומת קהל מבקרי המוזיאונים והגלריות. באופן היסטורי, אמנות המקושרת לקהל רחב נחשבה בקרב המוסדות האמנותיים כפחותה באיכותה, ועל כן מוערכת פחות. כיום מעמדה השתנה באופן ניכר, ופעמים רבות היא של גלריה או מוזיאון. בין הדוגמאות ניתן למנות את ביתן הקיץ של גלרית הסרפנטיין (Serpentine Gallery) בהייד פארק,[7] או הצבה בגן הציבורי בחזית גלרית הוויט קיוב (White Cube) במזרח לונדון.[8]

6-7. האמנות יוצאת מגלרית הוויט קיוב לכיכר, מבט מהגלריה אל הגן ממנה נצפה המיצב SPIRIT ומבט מהגן, 2004.

[7] החל משנת 2000, גלרית Serpentine Gallery מזמינה, אדריכל נבחר לעצב ביתן קיץ ארעי בחזית הגלריה, הממוקמת בלב ההייד פארק בלונדון. ביתן הקיץ מציג כל שנה גישה ייחודית לעיצוב חלל פתוח, בעל מופע פיסולי, המיועד לרווחת המבקרים בפארק. בין האדריכלים המוזמנים היו: Daniel Libeskind, 2002: Toyo Ito, 2003: Oscar :2001 ,Zaha Hadid :2000 Niemeyer, 2006: Rem Koolhaas, 2008: Frank Gehry, 2009: SANAA, 2010: Jean Nouvel, 2011: Peter Zumthor, 2012: Ai Weiwei and Herzog & de Meuron, etc.

[8] דוגמה מעניינת להרחבת תצוגת גלרית ה-White Cube במזרח לונדון לגן הציבורי הסמוך אליה Hoxton Squareהוא מיצב ה 'Spirit and Matter' - של האמן המכסיקני Damián Ortega משנת 2004. המיצב נבנה מפריטי בנין מפורקים כדלתות משומשות ופח גלי חלוד. מקומת הגלריה העליונה ניתן לקרוא את שם המיצב: 'רוח וחומר'. במפלס הגן, המיצב מאפשר למבקרים להסתובב בין "חדריו".

שאלת מעמדה ואופייה של האמנות מתחדדת כנגד תרבות הצריכה ותעשיית הפנאי מחד, והפיתוחים של המדיה הדיגיטלית מאידך, העשירים בדימויים ובגירויים הפועלים על כל החושים. המרחב הציבורי במהותו עתיר בחוויות מגוונות וקהל המשתנה לאורך זמן בהתאם לרמה וסוג הפעילויות. הרקע הדינמי והצבעוני של העיר מהווה אתגר לאמנות הציבורית להיות נוכחת ובעלת השפעה על הצופה.

תיאורטיקנית האמנות רוזלינד קראוס,[9] במאמרה המכונן "פיסול בשדה המורחב", מנתחת את מגמות התפתחות הפיסול מעבר לגבולות הפיסול המסורתי אל עבר תחומי האדריכלות והנוף. הגבולות בין האמנות והאדריכלות, על פי הגדרתה, הם דינמיים ומעורפלים ומאפשרים לאדריכלים להשתחרר ממגבלות האדריכלות הקבועה. המרחב החדש והגדרת העבודה כניסיונית ופתוחה, מאפשרים חקר רעיונות אדריכליים מקוריים, בחינת יישומי מחשב וטכנולוגיות עדכניות תוך חיפוש אמצעי הבעה חדשים.

התרומה העיקרית של טשטוש הגבולות היא ההזדמנות להפוך את המרחב הציבורי כמקום מפגש בין רעיונות אלו לבין מגוון רחב של משתמשים בחתכי גיל שונים, במעמד סוציו-אקונומי על כל גווניו ובפרופיל פוליטי ממגזרים שונים. המשותף לכולם הוא הרצון להימצא במרחב הציבורי ולחלוק אותו עם אחרים. לאמנות הציבורית כחלק מהמרקם העירוני שתי מטרות עיקריות: התחדשות וזהות. האמנות מהווה אמצעי להתחדשות עירונית, המשפרת את דימוי המקום ובכך משביחה את ערכו הכלכלי. האמנות עוזרת בעיצוב איכות החיים של הקהילה על ידי מתן ביטוי יצירתי המשקף את רוח הקהילה, מחברת בין אנשים ומייצרת זהות קהילתית. האמנות הציבורית עוזרת למשוך אנשים יצירתיים לקהילה, המביאים ערך מוסף של כשרון, ניסיון ומגוון, המעשירים את הקהילה. עם זאת, להצלחת האמנות הציבורית נלוות בעיות של ג'נטריפיקציה[10] ורידוד איכות האמנות. הבעיה הראשונה נובעת מהסתירה בין שידרוג הסביבה לבין המצב הסוציו אקונומי של התושבים הקיימים. במישור החברתי-כלכלי חדירת המעמד היצירתי משפר את הדימוי הנמוך של השכונה ומעלה את ערכי הקרקע במקום. תהליך זה לעיתים רבות מערער את מעמד האוכלוסייה החלשה הקיימת, המאבדת את מקומה ונאלצת לעקור את שורשיה ולהדחק מהשכונה. הבעיה השנייה, בעיית הרידוד של איכות האמנות, נובעת מהביקושים הנלווים לאומנות ומתיקצובה המצומצם הגורם להפיכתה במקרים רבים לחזרתית ומשוכפלת.

תרבות ואמנות כיסוד הרביעי לקיימות

האמנות ברחבי העולם מושפעת מהתפתחויות תרבותיות וכלכליות בקנה מידה גלובלי. קיים עניין הולך וגובר בחקירת תפקיד האמנות כזרז בתהליכי תמורה חברתית ותרבותית של קהילות עירוניות, ובחיבור המושג 'העיר היצירתית' לקיימות עירונית. תמיכה לחיבור זה מחוזקת על ידי קהילות אמנים העוסקים בנושאים חברתיים וסביבתיים.

האורבניות המודרנית יוצרת בעיות כמו זחילה עירונית, התדרדרות שכונות, זיהום וכו' המאפיינות ערים רבות בעולם. העיר, הפרבר והאזור הכפרי מאבדים גבולות ברורים. תפקידי הטבע הכפרי והעירוני מקבלים ביטויים חדשים. התפיסה הממוסדת של מקום התרבות בעיר משתנה. התכנון העירוני, המגדיר כתמי שימושים, מוגבל בתפיסת מרחב חד ממדית ואינו נותן מענה לקצב השתנות העיר ולמגוון הנדרש ממנה. מעורבות תושבים והתפתחות יצירתיות מלמטה למעלה, משנים את אורח החיים במרחב העירוני ותורמים לחיזוק מודלים עירוניים ברי קיימא.

צמיחת קהילות יצירתיות מתוך הקהילה הקיימת חשובה לשמירת האפיון המקומי של כל קהילה. כוחן נובע מהכרה ממקור ראשון והבנית מערכת אינטואיטיבית

[9] Krauss, R., (spring 1979). *Sculpture in the Expanded Field.* MIT Press. Vol.8. pp. 30-44.

[10] ג'נטריפיקציה (gentrification) - חדירת אוכלוסיה ממעמד הבניינים לשכונות חלשות הסמוכות למרכזי הערים או שכונות המזוהות כבעלות אופי ייחודי. תהליך זה גורם לשיפור והתחדשות השכונות אך במקביל קיימת דחיקה של הדיירים הותיקים אל מחוץ לשכונה.

8. חנות ספרים Shakespeare and Company בפריז, המשמשת כבית קפה, מרכז קהילתי לא פורמאלי. הביטוי העכשווי של הספרה הציבורית, 2013.

ומשוחררת מאידיאולוגיות מוכתבות מראש, המקיימת תהליך למידה והתפתחות כחלק מתהליך עשייה. תהליך זה מוציא את האמן מהמרחב המוזיאלי, האבסטרקטי והאדיש לסביבתו, אל המרחב העירוני העמוס והדינמי המציע עבודה רב תחומית ושיתופית. הרשתות של אמנים ותושבים הנוצרות כתוצאה מכך מייצרות מרחב ציבורי חדש פיזי וחברתי כאחד.[11]

בשנת 2004 נחתמה אג'נדה 21 לתרבות[12] על ידי ערים ורשויות מקומיות כהצהרה על מחויבותן לפיתוח תרבותי. אמנה זו היא הרחבת אג'נדה 21,[13] שפורסמה בועידת ריו ב-1992, וקראה למדינות העולם לקחת אחריות על התדרדרות משאבי כדור הארץ ולהתחייב לפיתוח בר קיימא. האמנה מעגנת את התרבות כמעגל הרביעי, בנוסף לשלושת מעגלי הקיימות הקלאסיים: חברה, כלכלה וסביבה. תרבויות רבות התקיימו לאורך ההיסטוריה בהרמוניה עם הטבע ושאבו את מקורותיהן מסביבתן הטבעית. החברה הגלובלית, המאמצת ערכים מערביים כאוניברסאליים, מפחיתה את חשיבות המקומי וגורמת לחוסר איזון תרבותי. האמנה קוראת לשימת דגש במדיניות פיתוח בר קיימא על שילוב המימד התרבותי במרכזה בשל תפקיד התרבות כמעצבת וקובעת ערכים.

> "It is about guaranteeing that any sustainable development process has a soul. This is the core question."[14]

[11] המרחב הציבורי בהקשר החברתי מתייחס למושג של יורגן האברמס "הספרה הציבורית" שקידמה נאורות חברתית של צדק ושוויון באמצעות שיח ציבורי ביקורתי המבוסס על דמוקרטיה ושיתוף.

[12] The Agenda 21 for culture is the first document with worldwide mission that advocates establishing the groundwork of an undertaking by cities and local governments for cultural development.

[13] על אג'נדה 21 לתרבות ניתן למצוא בלינק:
http://www.agenda21culture.net/, Retrieved April 29, 2014

[14] הציטוט המלא מתוך אג'נדה 12 לתרבות:
"the role of culture in sustainable development is not only about 'using artists to raise concern on climate change' or about 'building cultural venues that are efficient in the use of natural resources'. It is not only about the income that cultural industries can bring to the economy. It is not about 'asking more' to the cultural circles. These are very important questions that need to be addressed, but they do not articulate the core question. The role of culture in sustainable. development is mainly about including a cultural perspective in all public policies. It is about guaranteeing that any sustainable development process has a soul. This is the core question."
www.agenda21culture.net/index.php/en/docman/.../241-report4full, pg. 4, Retrieved April 29, 2014

שדרוג המרחב הציבורי

בשיח העוסק בעירוניות בת קיימא, קיימת מודעות לתפקידו ולתרומתו של המרחב הציבורי לחיי עיר בריאה ותוססת. עיצוב המרחב הציבורי הוא תהליך הכרוך בתכנון, עיצוב, יציקת תכנים וניהול המרחב. תכנון נכון מתייחס למכלול השלם הכולל היבטים חברתיים, תרבותיים, כלכליים וסביבתיים. פעולות רבות העוסקות בהחייאת המרחב הציבורי באמצעות התערבות תכנונית ויציקת תכנים חדשים תוכננו, בוצעו ותועדו. קיים בספרות המקצועית חומר תיאורטי רב המוקדש ללימוד הנושא.

בעולם, בעשורים האחרונים, הושקעו מאמצים תכנוניים וכלכליים רבים לשיפור המרחב הציבורי ולהפיכתו כמוקד פעילות עירונית. במקומות רבים בעולם ניתן לראות התערבות מעין זו המתקיימת בהיקפים שונים ובמנעד רחב. פרויקט הביג-דיג בבוסטון (Big Dig[15]) מייצג התערבות בקנה מידה גדול במיוחד, הן מבחינה פיזית והן כלכלית. הפרויקט הסב את מרחב תשתיות התנועה הרחב בלב העיר לפארק עירוני באורך 2.4 ק"מ, המהווה ריאה ירוקה ומוקד לפעילות פנאי לרווחת הציבור. ההיי-לין בניו יורק (High Line),[16] המהווה דוגמה לקנה מידה בינוני, הוסב לפארק לינארי, המשתרע לאורך 1.6 ק"מ. הפארק נבנה על תשתית קיימת של קו רכבת מוגבה ששימש את הרובע התעשייתי במערב העיר. הפרויקט נחשב לאחד הפרויקטים המוצלחים והמצויים בלב הקונסנזוס של השיקום עירוני. המקום הפך אבן שואבת לציבור רחב מתוך השכונה, למבקרים ולגורמים עסקיים. התערבות זו מיתגה מחדש את האיזור, חוללה מהפך כלכלי באזור ומשכה השקעות נדל"ניות רבות.

ברצלונה, לקראת המשחקים האולימפיים בשנת 1992, החלה בשיקום חלקים נרחבים בעיר תוך מתן דגש לחידוש ועיצוב כיכרות עירוניות ופיתוח גנים ציבוריים. המשותף לכל פעולות אלה הוא שדרוג המרחב הציבורי לטובת החייאת האזור. התערבויות אלה, המאופיינות כדיקור עירוני בקנה מידה משתנה, הפכו את המקומות למוקד פעילות והתחדשות.

9. Arne Quinze, The Sequence in Brussels, Belgium, 2008

[15] פרויקט ה- The Big Dig - The Central Artery Project בבוסטון טיפל בכביש המהיר באורך 5.6 ק"מ שעבר במרכז העיר והפיכת חלקו לפארק עירוני. תכנון הפרויקט החל ב-1982 ובנייתו הסתיימה ב-2007. תקציב הביצוע היה 14.6 מיליארד דולר. האתר הרשמי http://www.massdot.state.ma.us/highway/TheBigDig.aspx

[16] קו ההיי-לין בניו יורק, West Side Line, הפסיק לתפקד באופן סופי מאז שנת 1980. לחץ ציבורי של תושבי השכונה, שהחל ב-1999, להפיכת המקום הנטוש לפארק שכונתי נשא פרי. השלב הראשון של הפרויקט הסתיים ב-2009. האתר הרשמי http://www.thehighline.org/, Retrieved April 29, 2014

התערבות מקיימת במרחב הציבורי

הקורס "התערבות מקיימת במרחב העירוני" התגבש על רקע ההכרה בחשיבות הנגשת הקיימות לציבור הרחב. בקרב קובעי מדיניות מחלחלת מודעות הולכת וגוברת לנושא הסביבתי, הנובעת מהכרת חשיבות העשייה. הקיימות מוזנת משני מקורות קצה: ממנהיגות מרכזית הפועלת מלמעלה למטה, ומהתארגנויות חברתיות הפועלות מלמטה למעלה (Grassroots), מחוץ למרכזי הכוח הפוליטיים. קידום משמעותי של פיתוח בר קיימא יתאפשר הודות לשילוב דרגים שונים ולשיתוף הציבור בעשייה. המרחב הציבורי זוהה כמקום מתאים לפעולה הפונה לציבור המשתמשים ובאמצעות הנגשת הנושא הופך אותם לשותפים פעילים בקידום הנושא.

הקורס נועד להבנת מורכבות הנושאים הסביבתיים תוך מתן דגש על תפיסה הוליסטית לקיימות. במסגרת הקורס הוצגו גישות תיאורטיות ומעשיות לתכנון מקיים, וניתנו כלים לפיתוח חשיבה ביקורתית על פוטנציאל הקיימות העירוני. מטרת עבודת הסטודנטים הינה פיתוח חשיבה יצירתית ליישום רעיונות מקיימים במרחב הציבורי. הקורס בא לחבר בין החשיבה האקדמית לבין פעילות השטח ולהרחיב את מעגלי המודעות לנושא הקיימות. הרעיון בבניית הקורס הוא מימוש מיצב יצירתי המשתף את הקהילה ומהווה תרומה למרחב הציבורי כחלק מחיבור לרעיון העיר היצירתית. גישה זו מדגישה את ערכה של האמנות במרחב הציבורי מעבר לתכונותיה ביחס לעצמה, אלא כשיח עם הצופה ועם הסביבה העירונית. עשייה זו היא יציאה מהמרחב האקדמי אל המרחב הממשי התורמת להפיכת נושא הקיימות לידידותי, ומזמין למשתמש תוך הגברת המודעות לרעיונות סביבתיים.

10. קבוצת הקורס במועדון הג'אז במצפה רמון מקבלת הסבר ורקע מצוות ההיגוי, 2013

העבודות המוצגות בפרק זה עוסקות בהתערבות עירונית ברמות שונות. הקבוצה הראשונה עוסקת בתכנון אלמנט עירוני ברחוב העצמאות בחיפה, המהווה חלק ממתחם הנמל המתחדש בחיפה. המקום, המאופיין בהיסטוריה ארוכת שנים ובתנועה עירונית עורקית וסואנת, הוא חלק ממתחם שהיה מוזנח שנים רבות ועובר בשנים האחרונות תהליך התחדשות עירונית. הסקיצות מציגות רעיונות לשיפור המרחב הציבורי ברחוב פעיל ועתיר פעילות מסחרית אך עמוס תחבורתית. הקבוצה השנייה מציעה התערבות עירונית באזור התעשייה המתחדש של מצפה רמון באמצעות הקמת מיצב בחלל העירוני. שתי העבודות הראשונות

מציגות תיאוריות לשדרוג המרחב הציבורי ומלוות בסקיצה רעיונית הבאה לייצג רעיונות אלו. "תרבות רחוב כאמצעי לשיפור איכות החיים בעיר", עבודתם של ויקטוריה בלמן וג'ו נשאשיבי, עוסקת בתפקיד תרבות הרחוב בשדרוג המרחב הציבורי כסביבה דינמית המאפשרת לאנשים להיות שותפים בה ולהפרות אותה תרבותית. "דיקור עירוני באמצעות אלמנטים זמניים", עבודתם של יאיר מלר, רותם סרי ואיה רוזנוולד, עוסקת ביישום עקרונות הדיקור העירוני על ידי שימוש באדריכלות ארעית, כאמצעי ליצירת התערבות נקודתית ממוקדת כמנוף להתחדשות.

הקבוצה השנייה עוסקת בהתערבות באזור התעשייה של מצפה רמון. האתר הנבחר, משנה את פניו במשך השנים האחרונות. המקום, שהיה אזור תעשיה קלה ונטוש בחלקו, התחיל להתפתח באמצעות יזמות מקומית. היווצרות מוקדי יצירה שונים כגון האנגר אדמה שנוסד ב-2000 על ידי הרקדנים ליאת דרור וניר בן גל, מועדון הג'אז שהוקם ב-2007 על ידי גדי לייברוק, וסטודיו של אמנים ואמנות בתחומים שונים, מהווים פוטנציאל חשוב למינוף המקום כאזור תיירות. על רקע נופי המדבר המיוחדים לאזור מצפה רמון, מתאפשר פיתוח עירוני ייחודי, המשלב את יתרונות הכוחות היצירתיים של המקום עם הקסם המדברי.

בשל ייחודה הנופי של מצפה רמון, שאלת המקומיות מול האוניברסאליות רלוונטית במיוחד. נדבך חשוב בעבודה היה הכרת הסביבה המיידית והמורחבת. חיפוש המידע התמקד בהיבט הסביבתי במאפייני הנוף, האקלים, התנאים האקולוגיים, מגוון המינים יחד עם היבטים חברתיים וכלכליים. סוגיות עירוניות אופיינית נבחנו על מנת לתת מענה לצרכי האוכלוסייה המקומית ולמבקרים מזדמנים. בין נושאי הדיון היו העדר מוקדי עניין ומחסור במקומות המותאמים לפעילות פנאי לאוכלוסיה המגוונת במקום, הכוללת פעילות מסחרית ופעילות פנאי של קבוצות גיל שונות. ניכר מחסור בהצללה במקום בו השמש קופחת מרבית ימי השנה, וקשה לשהות במרחב הציבורי במשך שעות יום רבות. המיצבים חיפשו מענה למכלול נושאים העונים לדרישות המקום תוך המחשת נושא הקיימות, על ידי יצירת סביבה המעודדת שימוש נכון של המרחב הציבורי והמותאמת לתנאי האקלים והחברה במקום.

עבודות הסטודנטים התייחסו לנושאים חברתיים, אמנותיים וסביבתיים. הנושאים החברתיים עסקו בעיצוב מרחב פעילות פנאי נגיש לקהילה רחבה ומגוונת, תכנון חלל מזמין למפגש קהילתי ומתן אכסניה להצגה ולביטוי של היוצרים המקומיים. הדיון האמנותי עסק בחיפוש זהות מקומית המתכתבת עם הנוף הייחודי, ובעצוב המקבל השראה מהטבע במימד הוויזואלי. הדיון הסביבתי עסק בחשיבות חינוך הדור הצעיר כסוכני שינוי, בהטמעה של אנרגיה מתחדשת, בשילוב חומרים

11. אזור התעשייה העובר הסבה לרובע אמנים במצפה רמון, 2013

ממוחזרים בבניית המיצבים וברתימת חכמת הטבע לחיסכון ולשימור משאבים כאיסוף טל.

'סדקים במדבר', עבודתם של לוטם ומיכאל, נולדה משיחות עם האמנים המקומיים וזיהוי העדר נוכחותם במרחב המתחם. הביתן, מהווה מקום מפלט מן השמש, ומשמש כמקום מפגש מוצל ופורח. ההשראה הצורנית של העבודה מקורה בקרקע הסדוקה האופיינית למדבר. ההשראה מהטבע ומטכנולוגיה עתיקת יומין מתקופת הנבטים הובילה ליצירת חיפוי פח, המשמש כמערכת איסוף מי טל להשקיית הצמחייה המקומית ששולבה בביתן. התצורות המרחביות של המבנה

12. עין כמונים, נגב

נועדו לתת במה ליצירות אמנות של הקהילה המקומית, ובכך לחזק את הכוח היצירתי המקומי.

'רבדים מקומיים' עבודתן של מיכל דה מאיו, רות גרסטל וימית לזימי, מציעה מרחב מוצלל המותאם לשהייה של משתמשים שונים. הרעיון העיצובי של המיצב הוא שילוב הגיאומטריה הפשוטה של מבני התעשייה בהיקפו, עם הקווים הקמורים בחלקו הפנימי הלקוחים מתצורת סלעי הנגב סחופי הרוח ותהליכי בלייה של מים. המבנה, על חתכיו המשתנים, מייצר מגוון מצבים המתאימים למשתמשים ולצרכים שונים. המיצב מודולארי ומאפשר באמצעות ניוד חלקיו את התאמתו לקבוצות פעולה שונות.

'עמוד מצל מאיר', עבודתה של שרון גולן בר, נוצרה מתוך זיהוי הצורך במקומות ישיבה מוצללים. המיצב המוצע מתוכנן מיחידות מודולריות המלאות בחול. הבחירה בשימוש בחול נובעת הן ממקומיות החומר במובן הקונספטואלי מחיבורו למרחב הטבעי והן מהחיסכון בשינוע בהיותו חומר זמין. המיצב, שיחידותיו מושחלות על ציר ורטיקאלי, מאפשר למשתמשים להתאימו למגוון מצבים ולשנותו לאורך שעות הפעילות על מנת להתאימו לזווית השמש המשתנה לאורך היום. המיצב מואר על ידי פנלים פוטוולטאים המשולבים ביחידות המודולריות העליונות.

'המצפה הקטן', עבודתם של רועי אלמן, חן ברזל ואורי נוימן, מציעה עירוב שימושים בזעיר אנפין: מצפה כוכבים, פינת קריאה, מתקן שעשועים וחללים המשמשים בעלי חיים לשהייה ולקינון. המגוון הפרוגרמאתי מיועד להחייאת המרחב לאורך שעות היום והלילה על ידי קהל משתמשים משתנה.

המיצבים הם חלק מגישה כוללת לעיצוב המרחב הציבורי (Placemaking)[17] כמקום פעיל עם הקהילה המקומית, ולטובתה. גישה זו עוסקת בקביעת התכנים, בעיצוב ובניהול השטחים הציבוריים. הגישה, המגדירה עצמה כתהליך וכפילוסופיה,

[17] על המושג Placemaking ניתן למצוא חומר רב באתר העמותה: Project for Public Spaces (PPS) בקישור: http://www.pps.org, Retrieved April 29, 2014

13. וואדי גוב, נגב

מכוונת למיקסום הערך המשותף של שטחים אלו לטובת רווחת הקהילה. הכוחות המקומיים מהווים מקור השראה ומאפשרים חיבור נושאים תרבותיים, כלכליים, חברתיים ואקולוגיים למכלול משותף המיועד לחזק את המקום ולתמוך בפיתוחו המתמשך.

> "While it doesn't (necessarily) produce a painting or a piece of sculpture, Placemaking is an art form. It is a collaborative, communal process whereby people create something new, beautiful, vibrant, and useful".[18]

האמנות, כפי שהודגש במאמר, מחברת אותנו לרגשות שלנו ל"זיכרון, תקווה, צער, איזון מחדש, הבנה עצמית, צמיחה ולהערכה".[19] על כן, בכוחה לחולל שינוי - לתרום למקומי, ובכך להיטיב עם הגלובלי.
המיצבים, ברוח זו, מהווים פניה לציבור המשתמשים הרחב לקחת חלק פעיל ב'ספרה הציבורית' ובכך לעצב מגמות חשיבה סביבתית. בדרך זו, קיימת אפשרות להשפיע על מקבלי החלטות על מנת שניתן יהיה למנוע המשך פגיעה במשאבים ולהפוך סביבה מופרת לסביבה יציבה ומאוזנת במימד החברתי, הכלכלי והסביבתי.

18. Project for Public Spaces, 2013, The 7 Psychological Functions of the Art of Placemaking, https://www.pps.org/blog/the-7-psychological-functions-of-the-art-of-placemaking, Retrieve April 29, 2014

19. במאמר המצוטט לעיל קיימת התייחסות מעניינת בין משנתו של אלן דה בוטון על שבעת התפקידים הפסיכולוגיים של האמנות לבין הטיפול במרחב הציבורי. De Botton, A., & J., Armstrong. (2013). *Art as therapy*. School of Life (Business enterprise). London: Phaidon Press Limited.

תמונות

1-2. Willi Dorner's dancers, Above Under Inbetween, 2013, Photo: Phil Fogg, 08.06.2013 https://www.flickr.com/photos/64772332@N06/9041087974/sizes/h/ https://www.flickr.com/photos/64772332@N06/9041024052

3. The salon of Marie Thérèse Rodet Geoffrin, Anicet Charles Gabriel Lemonnier, 1812, Wikimedia Foundation, http://en.wikipedia.org/wiki/File:Salon_de_Madame_Geoffrin.jpg

4. Spiral Jetty, Robert Smithson, 1970. Photo: joevare, 29.05.2009, https://www.flickr.com/photos/joevare/3591314238

5. מיצב הקיץ בגלריית הסרפנטיין, The 2013 Serpentine Gallery temporary pavilion by Sou Fujimoto London, Photo: Simon, 17.08.2013, http://www.flickr.com/photos/walhalla/9576143600/sizes/l/

6-7. האמנות יוצאת מגלרית הוויט קיוב לכיכר, מבט מהגלריה אל הגן ממנה נצפה המיצב SPIRIT ומבט מהגן, "Spirit and Matter", Photo: kkarc Damián Ortega, 2004, White Cube and Hoxton Square, London

8. חנות ספרים Shakespeare and Company בפריז, המשמשת כבית קפה, מרכז קהילתי לא פורמאלי. הביטוי העכשווי של הספרה הציבורית, Photo: kkarc 2013

9. Arne Quinze, The Sequence in Brussels, Belgium, 2008, Photo: Simon Aughton, 22.11.2008, https://www.flickr.com/photos/simon_aughton/3050648060/

10. קבוצת הקורס במועדון הג'אז במצפה רמון מקבלת הסבר ורקע מצוות ההיגוי, 2013 Photo: kkarc

11. אזור התעשייה העובר הסבה לרובע אמנים במצפה רמון, 2013, Photo: kkarc

12. עין כמונים, נגב, 2013, Photo: kkarc

13. וואדי גוב, נגב, 2014, Photo: kkarc

תרבות רחוב כאמצעי לשיפור איכות החיים בעיר

ויקטוריה בלמן וג'ו נשאשיבי

העיר הופכת להיות מקום מגורים למרבית אוכלוסיית העולם ועל כן מחובתנו להפוך את העיר למקום טוב יותר. העיר מאחדת בתוכה את הדברים החיוביים והשליליים שמתפתחים יחד עם האנושות. היא מהווה מקום להתפתחויות חדשות בתחומי החברה, הטכנולוגיה והאמנות יחד עם יצירת תופעות שליליות כמו: עוני, חולי ופשע. לא ניתן להאט את הצמיחה של הערים ועל כן תפקידנו, בתור אנשי מקצוע ובתור תושבי העיר למצוא דרכים לגרום לערים להיות מקומות טובים יותר.
תרבות רחוב מאפשרת לאנשים להיות שותפים מלאים בסביבה שבה הם נמצאים ולהפרות אותה תרבותית. הרחובות בפרט והעיר בכלל מהווים פוטנציאל למקומות פעילים, מקומות בהם האנשים מעוניינים להימצא. הנחת העבודה היא שתכנון נכון של עיר ורחובותיה תיצור תרבות רחוב הייחודית לאותו המקום, שתגרום לאנשים לקחת חלק בחיי העיר לטובת יצירת בסיס חברתי נכון ויציב לתושבי העיר על מנת לחזק את הקיימות הסביבתית והחברתית כחלק מגישה כוללת לקיימות.
העבודה מתייחסת לתרבות הרחוב העוסקת בצורך ליצור סביבת חיים שאנשים רוצים לחיות בה ושהאנשים הם חלק בלתי נפרד ממנה, סביבת חיים היוצרת זיקה בינה לבין המשתמשים ודרך חיים בה שמירה על הסביבה היא חלק בלתי נפרד מחיי היום יום.
השקעה בתרבות הרחוב, לטובת שיפור החיים בעיר, מתבססת על יצירת סביבה מעניינת ורב-גונית בעיר. להחייאת תרבות הרחוב יש ליצור תשתית מתאימה, להתייחס לצרכי המשתמשים, לבחון מחדש את הגבול בין המרחב הפרטי והציבורי, להבין את תנועת הולכי הרגל ואת ההשפעה של תכנון נכון של דפנות הרחוב על המשתמש. התחבורה מאד חיונית לתפקוד העיר ומהווה חלק נכבד מהמרחב הציבורי ועל כן במידה מסויימת פוגעת באיכות החיים בכלל וברחוב בפרט. רחוב המאפשר הזדמנויות מגוונות למשתמשים משפר את איכות החיים בעיר. רחוב בפרט והעיר בכלל עם איכות חיים טובה מהווה חלק מהמאפיינים היוצרים סביבה ברת-קיימא.
ההנחה היא שתכנון נכון של רחובות יעודד אנשים להשתמש ברחובות ואף ייצור הזדמנויות להתרחשויות חדשות שלא היו מתרחשות אחרת.

מהי תרבות רחוב?

אחת השיטות לבחון את איכות החיים בעיר היא לא רק להתבונן במספר האנשים העוברים בה, אלא גם לבדוק באיזו מידה הם שוהים בה ונהנים מהעיר, מהמתרחש ומהאנשים. אנשים לוקחים חלק מפעילות הרחוב כאשר המקום מספק את התשתית המתאימה ובנסיבות המתאימות. (ג'קובס עמ' 59) יש להתייחס למספר נושאים המרכיבים את תרבות רחוב: הצורך

.1

.2

1. תרבות רחוב, New York ,Time Square
2. תרבות רחוב-החג של החגים, ואדי ניסנאס, חיפה

של המשתמשים בחלל מסויים ותשתית מתאימה להתרחשות המוגדרת על ידי הבנת תנועת הולכי הרגל, נגישות למקום וטיפול בדפנות אותו החלל. "מקום טוב הוא מקום שמשתמשים בו." (ג'יקובס עמ' 10)

צרכי המשתמשים - הגבול בין הפרטי לציבורי

פרטיות היא מושג המלווה את חיי היום-יום של האנשים. רוב ההתנהלות מתרחשת בבועה הפרטית שלנו בין אם זה בבית הפרטי, ליד המחשב האישי, ברכב הפרטי או במקום העבודה שלנו. בעקבות פיתוח דרכי תקשורת כמו אינטרנט, טלפון וכד' חל שינוי בצורת ההתנהלות החברתית. על כן קיים צורך בבחינה מחודשת של המרחב הציבורי העירוני, איפיונו וגבולותיו.
תנועת סיטואציוניסטים (Situationism) שהובילה מהפכה בתחום האורבני מדברת על העולם כהמשך רציף של האדם ולא האדם ככלי של העולם הזר. דברוט (Guy Debord) מציג בספרו The Society of the Spectacle את העובדה שהחברה של המאה ה-20 מנוהלת על ידי תרבות הצריכה המונעת על ידי תקשורת המונים והפרסום. בסביבה חברתית הרוויה בתמונות מבוימות בכל מקום, צרכי האדם, מניעיו ותפקודו מנוהלים על ידי תמרון בקפידה של תמונות אלה. הצרכנים הופכים להיות צרכני האשליות והכסף שולט בכל ובאמצעותו ניתן להשיג את כל

Public Space .3

.3

הדברים ה"טובים", אפילו את ה"חיים". הבנה זו מדגישה את הצורך החזק ובחשיבות הזירה שתוכל להכיל דעות שונות ותאפשר לדברים שונים להתרחש ואת הצורך בתרבות אלטרנטיבית.
קבוצת RAMTV מציגה בספרם !Negotiate My Boundary את הבית כמקום חי ונושם יחד עם המשתמש. כסביבה מגיבה בה ההתנהגות שלנו משתנה ומתאימה את עצמה לצרכנו ולהרגלנו. צורת חשיבה זו מציגה מצב בו אין הגדרה וחלוקה ברורה של החללים לפרטי וציבורי, והם נוצרים בהתאם להתנהלות חברתית מסויימת. על כן, צורות חיים שונות מצריכות חללים שונים. רעיונות אלו ניתן ליישם גם בקנה מידה עירוני.
האדריכל סטיבן הול (Steven Holl) תכנן ביחד עם האמן ויטו אקונצ'י (Vito Acconci) גלריה לאמנות ואדריכלות בניו יורק: Storefront for Art and Architecture. התכנון הייחודי של הגלריה מהווה דוגמא מעניינת לגבי שאלת הגבול בין חלל מסוים לרחוב ובין הפרטי לציבורי. מטרת התכנון הייתה לשפץ חזית עבור הגלריה, בבעלות עמותה לקידום נושאים חדשניים באמנות, אדריכלות ועיצוב. החנות שימשה כתערוכות, שיחות אמנים, הקרנות סרטים, כנסים ופרסומים שנועדו ליצור דיאלוג ושיתוף פעולה חוצה גבולות אידיאולוגית משמעתית. כפורום ציבורי המתעוררים קולות, בוחנת סוגיות חיוניות באמנות ואדריכלות במטרה להגביר את המודעות והעניין של עיצוב עכשווי. החנות ממוקמת בפינה של גוש המסמן את נקודת המפגש של שלוש שכונות נפרדות: צ'יינה טאון, איטליה הקטנה והסוהו. הגלריה עצמה היא קטנה וצרה עם חזית ארוכה. על ידי ניקוב חזית הבטון של החנות ויצירת פנלי בטון הנפתחים ונסגרים לפי השימוש, סטיבן הול ואקונצ'י ערערו את הגבול הסמלי בין הרחוב לחנות. כאשר הלוחות פתוחים, ה"הפרדה נמסה" והחלל הפנימי של הגלריה מורחב כלפי המדרכה. העיר כמקום מפגש מקבלת משמעות חדשה.

יצירת בסיס למגוון רחב של התרחשויות ופעילויות

הולכי רגל, הם חלק בלתי נפרד מתרבות הרחוב. כיום במקומות רבים אזורים המיועדים להולכי רגל הצטמצמו בשל המקום שתופסים כלי רכב. עליהם להמתין זמן ממושך על מנת לחצות כביש. חזיתות המבנים הפונות לרחובות במקרים רבים אטומות, ללא חלונות ודלתות, כלומר הרחוב לא מספק חוויה להולכי הרגל. כתוצאה מכך מספר הולכי הרגל

Storefront .4 for Art and Architecture

.4

באזור מצטמצם ועימו הסיכוי לפעילויות לאורך כל היום.
אחד הנושאים המשמעותיים ביותר ביצירת מקום פעיל, הוא הנגישות אליו. בין אם מדובר בהליכה, ובין אם מדובר בשימוש בכלי רכב. הליכה היא אחת הצורות הזולות, השקטות והידידותיות לסביבה. ההליכה מאפשרת התבוננות בסביבה, באנשים, חלונות ראווה ובהתרחשויות ברחוב. זו היא צורת שינוע גמישה המאפשרת להולך הרגל לעצור, לשנות כיוון ולחוות דברים.
אדריכל רענן גבאי מציין בתזה שהוא כתב על סביבות עירוניות רב-שכבתיות, כי עיר קומפאקטית ברת-קיימא מעודדת אנשים ללכת מאשר לנסוע. אחד היתרונות הבולטים הוא שיפור המצב הבריאותי של האנשים באמצעות הליכה במקום לחשוף אותם לפליטות מזהמים. כמו כן קיים קשר בין קיימות חברתית ובין העיר כמקום מפגש המתבססת על הליכה ולא על נסיעה. (גבאי עמ' 33)
דפוס חברתי חשוב הוא הליכה בקבוצה, על כן קיימת חשיבות לרוחב המדרכות. הולכי רגל אינם נעים לאורך קו ישר רציף, לכן סטיות מסויימות במסלול רצויות. יחד עם זאת, הולכי רגל מעריכים מאד קיצורי דרך ונרתעים ממעקפים בעיקר כשמדובר בשינוי מפלס. מכשולים גאומטריים משפיעים בצורה ישירה על תנועת הולכי הרגל. תכנון מסלולי הליכה המיועדים להליכה למרחקים רחוקים דורש התייחסות שונה ממסלולים קצרים. בכל מקרה, חשוב להבין את אופן תנועת הולכי הרגל ואת מגבלותיה.
תכנון מתאים של המרחב הציבורי מהווה בסיס לקיום תרבות הרחוב.

דפנות אקטיביות, כלומר חזיתות מבנים הפונות לרחוב בעלות תפקיד חשוב ביצירת רחוב מעניין. הפעילות שמתרחשת בתוך המבנה וההתרחשות ברחוב יכולות לתרום זו לזו. בהקשר זה, מעניין לראות את מבנה מרכז העיר קופנהגן. העיר מתוכננת בקנה מידה אנושי המתאים לפעילויות כמו הליכה ושהייה. הרחובות צרים והכיכרות קטנות יחסית כך שנוצר יחס נעים בין גובה המבנים לרוחב החלל. ריבוי בניינים בעלי חזיתות צרות יוצרות עניין ברחוב. יחידות צרות אומר ריבוי דלתות, ריבוי שימושים להתבונן בהם אפילו כשמדובר בהליכה קצרה. חזית כזו בעלת מבנה ורטיקלי בולט יוצרת אפקט הגורם למרחקים להיתפס קצרים יותר ולהליכה למעניינת ונעימה יותר. ריבוי פרטים בחזיתות כמו: נישות, מדרגות, אבנים וכד' מאפשרים לאנשים לעמוד או לשבת.

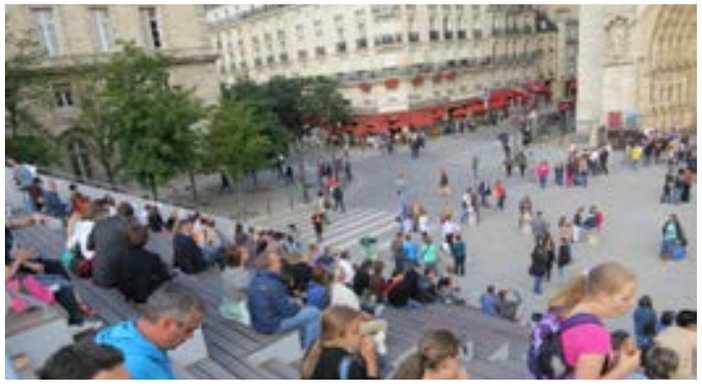
קיימות הגדרות שונות למושג "שטח פתוח", חלק מהן מגדירות את השטח הפתוח כקרקע ומים שאינם מכוסים בבניינים וברכבים והגדרה נוספת מתייחסת גם למרחב ולאוויר שמעל אזורים האלה. ניתן להגדיר את השטח הפתוח מנקודת מבט של המשתמש כבמה לפעילויות. חשוב להבין כי המרחב הציבורי מתפקד כפורום תרבותי ציבורי. לפי ואלצר (Walzer,1986) המרחב הציבורי הוא מקום אותו אנו חולקים עם אנשים זרים שאינם קרובי משפחה שלנו, חברים או עמיתים לעבודה. המקום הציבורי מיועד לפוליטיקה, דת, מסחר, ספורט לצורך שמירה על דו-קיום ומפגש בלתי אישי. אופי מרחב זה מבטא את החיים הציבוריים שלנו, התרבות ברחוב והשיח היום-יומי.

החשיבות שיש בקיום תרבות רחוב והתרומה שיש לרחוב פעיל לעיר, יחד עם הבנת הנחיצות בתחבורה מובילים לשאלה כיצד ניתן ליצור ולקיים תרבות רחוב בעורק תנועה ראשי? כלומר, איך ניתן לאזן בין הצרכים התחבורתיים של העיר לצרכיה החברתיים-תרבותיים?

אזורים ללא פעילות הם אזורים שלא יכולים לתפקד לאורך זמן ועל כן, תרבות רחוב, כלומר, ההתרחשות שמניעה את אותם האזורים. תנועה בעיר חיונית מאד לתפקודה ותשתית לתרבות רחוב צריכה לכלול אותה. העבודה מנסה להמחיש כיצד ניתן ליצור תרבות רחוב בעורק תנועה ראשי וכיצד ניתן לאזן בין הצרכים התחבורתיים של העיר לצרכיה החברתיים-תרבותיים.

.5

5.רחוב אבן גבירול, תל אביב



.6

6. אמפיתיאטרון זמני מול הנוטרדאם, פריז 2013

מקורות

דבור, ג., (1002). *חברת הראווה*. תרגמה מצרפתית והוסיפה הערות: רז, ד., תל-אביב, בבל

גלילי, ז., (9002). *כיכר דיזנגוף. היגיון בשיגעון*. מקור ביולי 27, 2014. מתוך: ptth://www.ililagveez.moc/?catta=tnemhcatta=di_1636

Dekleva, A., Manuela,G., Gregoric, T., Ramtv., Sedlak, R., (2006). *Negotiate My Boundary!*. Swiss, Birkhäuser Architecture.

Gabay,R., Hillier, B. Aravot, I., (2003). *Using space syntax to understand multi layer high density urban environmement*. Technical-Israel Institute of Technology, Israel

Gehl, J., Gemzoe, L., (2001). *New city spaces*. Copenhagen, Danish Architectural Press.

Hazel, G., Parry, R.,(2004). *Making cities work*. Chichester, Wiley-Academy.

Jacobs, J., (1961). *The death and life of great American cities*. New York, Modern Library.

New York Architecture. Images, Soho. Retrieved July 27, 2014, from: http://www.nyc-architecture.com/SOH/SOH063.htm

Steven Holl. Storefront for Art and Architecture. Retrieved July 27, 2014, from: http://www.stevenholl.com/project-detail.php?id=24&worldmap=true

Woolley, H., (2003). *Urban Open Spaces*. London, Spon Press.

תמונות

1. תרבות רחוב, Time Square, New York, 2009 :Photo.

2. תרבות רחוב-החג שלהחגים, ואדי ניסנאס, חיפה, 2010 :Photo.

3. Public Space, sonho Photo: Miolo , http://www.flickr.com/photos/miolo/1423332881/in/set-72157594320497300.

4. Storefront for Art and Architecture aesthetics anesthetic. Photo: http://www.flickr.com/photos/storefront/7451073262.

5. רחוב אבן גבירול, תל אביב, 2010 :Photo.

6. אמפיתיאטרון זמני מול הנוטרדאם, פריז 2013. :Photo.

הצעה לפרויקט העוסק בשאלת יצירת תרבות רחוב בעורק תנועה ראשי תוך חיפוש האיזון בין הצרכים התחבורתיים של העיר לצרכיה החברתיים-תרבותיים. הפרויקט ממוקם על מסלול המטרונית ברחוב העצמאות בחיפה.
תכנון : ויקטוריה בלמן וג'ו נשאשיבי

דיקור עירוני באמצעות אלמנטים זמניים

יאיר מלר, רותם סרי ואיה רוזנוולד

רקע

הסקיצה האדריכלית מתעסקת ביישום הפילוסופיה של דיקור עירוני מתוך התבססות על שתי הגישות המרכזיות של דיקור עירוני: יצירת אלמנט נקודתי משמעותי בשטח ויצירת מערכת עירונית חדשה (בהשענות על הקיימת).

הסקיצה מנסה לייצר פרוש מחודש של המרחב העירוני תוך כדי יצירת חללים עירוניים חדשים במטרה לצקת לתוכם תוכן שיוביל לשינוי חברתי ותפישתי.

הרעיון של הסקיצה הוא יצירת מרכז הכשרה עירוני נייד לנושאים של גרילה גרדנינג - גינון עירוני ואקולוגיה. הסקיצה האדריכלית באה לבחון איך יוצרים דיקור עירוני שמתבסס לא רק על המרחב הפיזי אלא גם על ההיבט התודעתי וממד הזמן ומאפשר להניע שינויים חברתיים-אקולוגים.

בבסיסה הסקיצה מעלה את השאלות הבאות:
- באיזה כלים ניתן להעלות את המודעות הציבורית לשינוי בסביבה?
- איך ניתן לרתום את הציבור למעורבות ולעשייה?
- האם וכיצד ניתן לתכנן התארגנות עממית?
- מה התנאים האדריכליים הנדרשים לפעולה מהסוג הזה?
- מה ההשפעה על המרחב הציבורי של השתלטות זמנית על מקומות ציבוריים בעיר?

כמו כן עולות שאלות במניות ואדריכליות הנובעות מאופי המבנה:
- איך יוצרים מרחב ציבורי נייד?
- איך משלבים מרחב כזה ברקמה הקיימת?
- איך מנצלים בצורה מיטבית את המרחב הציבורי?

מטרות תכנוניות

- יצירת תחנת "חינוך סביבתי" שמטרתה להעלות את המודעות הציבורית לנושאים סביבתיים ואקולוגיים.
- עידוד יזמות פרטית של גינון והרחבת המודעות ליתרונות של צמחייה במרחב העירוני, ובכך העלאת איכות החיים במקום.
- הכשרת התושבים בעיר לעקרונות הבסיסיים של גידול צמחיה והעברת ידע חקלאי בסיסי.
- שימוש כמקור ידע לנושאי חקלאות עירונית כמו גם כמקור לאספקת ציוד רלוונטי.

עקרונות תכנוניים

- השתלבות במרקם העירוני - חלל ציבורי הוא חלק בלתי נפרד מהמרחב הציבורי, לכן הוא צריך להשתלב בו גם מבחינה תפישתית וגם מבחינה תפקודית, בשאיפה להשארת טביעת רגל מינימלית.
- הקשר בין הפנים לחוץ - המבנה צריך להזמין לתוכו את הציבור - הוא לא מסתגר אלא שואב לתוכו את המשתמשים. טשטוש הגבולות בין הפנים לחוץ מאפשר לחשוף את הציבור בצורה אופטימלית למטרות העומדות שלשמן הוצב המבנה.
- מבנה פריק - על מנת לאפשר פרישת רשת עירונית גמישה ורחבה ככל הניתן המתבססת על מספר מועט ככל הניתן של יחידות, המבנים צריכים להיות פריקים כך שיהיה כל לנייד אותם מנקודה לנקודה.
- מודולריות - המקום שבו המבנה מוצב משפיע על הארגון מרחבי שלו והאופן שבו הוא מתוכנן צריך להתבסס על כך. מבנה המורכב מיחידות מודולרית הניתנות להוספה או גריעה לפי הצורך מסוגל לספק פתרון יעיל לכך.

מודולריות

שימוש בבניה מודולרית מאפשר גמישות רבה וחסכוניות בעת עיצוב החלל. יחידות הבסיס של המבנה קבועות מראש וניתנות להתאמה בהתאם לצורך ולמקום שבו הן מוצבות.

בנוסף התבססות על יחידות מודולריות מאפשרת שימושים מגוונים ביחידות הבסיס של המבנה לא רק בעת הרכבתו. יחידות כאלו יכולות לדוגמא לשמש בעת ההובלה כאריזות של מטען המכילות בתוכן רכבים אחרים של המבנה.

היחידות המבניות עדין מכילות פתחים כאשר לעיתים הפרוק המודולרי הראשוני לא יספק פתרון לחומר העודף. על מנת לשמור על יעילות מרבית של המבנה ניתן להשתמש בפרוק משני.

פרוק משני של המבנה מאפשר תכנון מודולרי ברמה יותר גבוהה, כאשר יחידות הבסיס מתפרקות למגוון יחידות משנה בעלות תפקוד שונה. כתוצאה מכך נורת אפשרות להשפיע על המרחב שמסביב למבנה בצורה משמעותית יותר באמצעות יצירת ריהוט רחוב שבמקורו הוא חלק מהמבנה.

פרוגרמה מבנית

הפונקציות הדרושות על מנת לקיים מרכז הכשרה לגננות עירונית:
- חללי הדרכה
- חללים ציבוריים רב תכליתיים
- חללי אכסון
- משתלה
- חללה מנהלה ותפעול

פרוגרמה מערכתית

- יצירת מבנה המבוסס על חומרים קלים וניתנים למחזור תוך שמירה על עקרונות של פירו ומודולריות.
- יצירת מבנה המאפשר קיום של רב שכבתיות במרחב העירוני במטרה לאפשר בסיס לעיצוב מחודש של הסביבה העירונית.
- יצירת מבנה הקל לאריזה ושינוע מנקודה לנקודה.

הסקיצה האדריכלית

השתלבות במרחב העירוני

יישום נכון והצבה יעילה של המבנה מאפשר מחייבת השתלבות במרחב העירוני תוך ניצול חללים עירוניים שלא בהכרח נתפשים בעיננו כניתנים לשימוש. היכול לנצל את החללים האלו ליצירת מרחבים ציבוריים מאפשרת את העשרת המרחב העירוני והוספת פונקציות נוספות מבלי לפגוע ברקמה הקיימת. למעשה ניצול של חללים אלו מאפשר לפרש מחדש את המרחב העירוני באופן מרחבי.

כחלק מעיצוב הסקיצה בחנו מספר אפשרויות לשילוב המבנים ברקמה העירונית בעיר התחתית בחיפה תוך שימוש בתכונות המרחביות שלה על מנת לנצר את היתרונות התפקודיים של הסביבה הקיימת ועל מנת לספק ערך מוסף למבנה.

אפשרות א' - השתלבות מעל רציף אוטובוסים ברחוב העצמאות
ניצול פלטפורמת ההמתנה לאוטובוסים כבסיס למבנה מנצל את האינטנסיביות והצפיפות של האתר על מנת לחשוף כמה שיותר אנשים למרכז ההדרכה, תוך כדי שיפור פיזי של הסביבה הקיימת על ידי יצירת הצללה וחללי שהייה שעשויים להיות שימושיים במזג אויר לא נוח. בנוסף מיקום שזה מאפשר ליצור נקודת ציון עירונית ברמה המקומית עקב הנראות הגבוהה של המבנה.

אפשרות ב' - היצמדות למבנים של הולידיי ברחוב העצמאות
ניצול האינטנסיביות של המקום האתר על מנת להפוך את המבנה לחלק מדופן הרחוב. הוספת שכבת שימושיות נוספת למתחם הציבורי תוך הישענות על מבנה קיים ומשמעותי במרחב. מיקום המרכז בצמוד למבנה מעצים את הפוקוס הוויזואלי שיש לו ומאפשר פרוש מחדש של המרחב כך שלמבנה יש חלק מהותי בעיצובו.

אפשרות ג' - הצמדות לרקמה עירונית צפופה ברחוב יפו
פרוש מחודש של המרחב הבנוי ברחוב יפו על מנת להחיות את המרחב הקיים באמצעות הוספת פונקציה ציבורית תוך כדי יצירת חיבור לרחוב העצמאות מעל למפלס הבנוי.

עקרונות מבניים

המרכז מיועד להיות מבנה מודולרי שכל מרכיביו מובאים לאתר ההתערבות, כאשר קיים ניצול מלא של חלקיו גם כאריזות בעת שינוע המבנה ממקום למקום. כל המרכיבים משמשים להרכבת המבנה כאשר הצורה שלו נקבעת בהתאם לדרישות האתר.

.1

.2

.3

1-3. הצעה לדיקור עירוני המבוסס על מערכת מודולרית ארעית. רחוב העצמאות, חיפה

.5

.4

.7

.6

.8

.9

.10

4-9. הצעה לדיקור עירוני המבוסס על מערכת מודולרית ארעית. רחוב העצמאות, חיפה
10. תעוש, אריזה קומפקטית וניידות כבסיס לפתרונות ארעיים וסביבתיים. מבנה מודולרי הגזור כולו מלוחות עץ בחיתוך לייזר.
WikiHouse, Open Source Construction Pavillon de l'Arsenal, Paris, 2014. Photo:kkarc

מיצבים אורבניים במצפה רמון

סדקים במדבר מיכאל ויצמן ולוטם קירשט

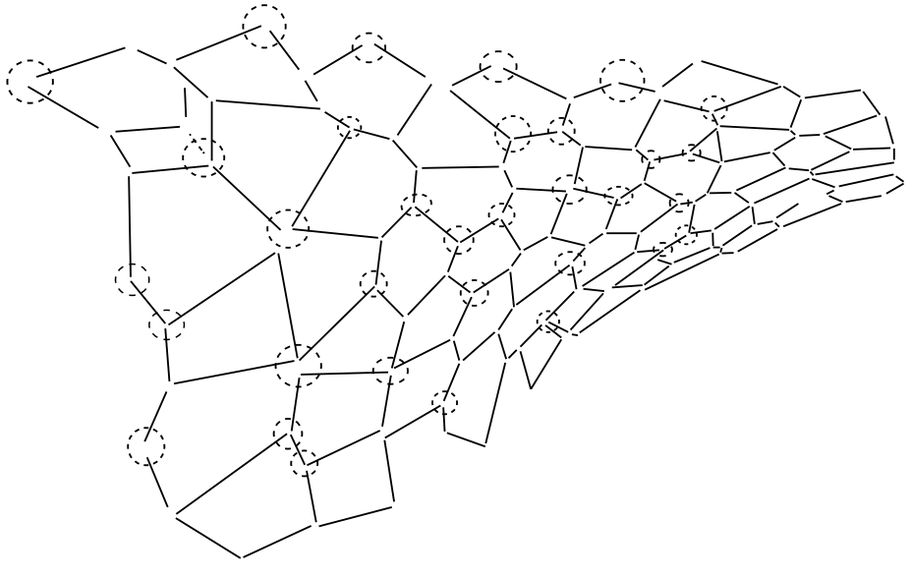
רבדים מקומיים מיכל דה מאיו, רות גרסטל
וימית לזימי

עמוד מצל מאיר שרון גולן בר

המצפה הקטן רועי אלמן, חן ברזל ואורי נוימן

סדקים במדבר

מיכאל ויצמן ולוטם קירשט



פביליון, כאלמנט בעל ביטוי אמנותי המהווה מקום מפלט מן השמש ומשמש כמקום מפגש מוצל ופורח בלב רובע האמנים המחודש (לשעבר אזור התעשייה) במצפה רמון.
ההשראה הצורנית מגיעה מהקרקע היבשה והסדוקה בסביבה המדברית, אולם המיצב קורא תיגר על הסביבה היובשנית.
איסוף המים עבור הצמחייה הגדלה כחלק מהפבליון נעשית ישירות מן האוויר, זאת על ידי התעבות טיפות מים במהלך הלילה על הקליפה הדקיקה המתקררת במהירות בלילה המדברי. השימוש בצמחייה חסכנית במים מביא למצב כי הצמחייה אינה זקוקה לתוספת השקייה.
התצורה בסביבה היא כך שאזור הישיבה מוגן ומוצל בשעות החמות אך, הנוף המדברי מצפון וחזיתות העסקים, חשופים לגמרי עבור הנאתם של השוהים.
מתוך עקרונות מורפולוגיים המאפיינים צמחייה מדברית - הקרום החיצוני של המיצב, הפונה למדבר בעל מישור מינימלי, משולב בצמחייה העוזרת ליצירת מיקרו-אקלים קריר יותר. בפנים הפביליון הטקסטורה עשירה ומגוונת כאשר ישנם תאים, המשלבים מידע בנושאי קיימות ומים במדבר ואף מהווים מקום לביטוי אישי עבור מי שרק ירצה.

.1

.2

1-2. מבנה מרחבי בהשראת תצורות פני הקרקע בנגב

.3

.4

3-4. מבנה מרחבי
בהשראת תצורות פני
הקרקע בנגב

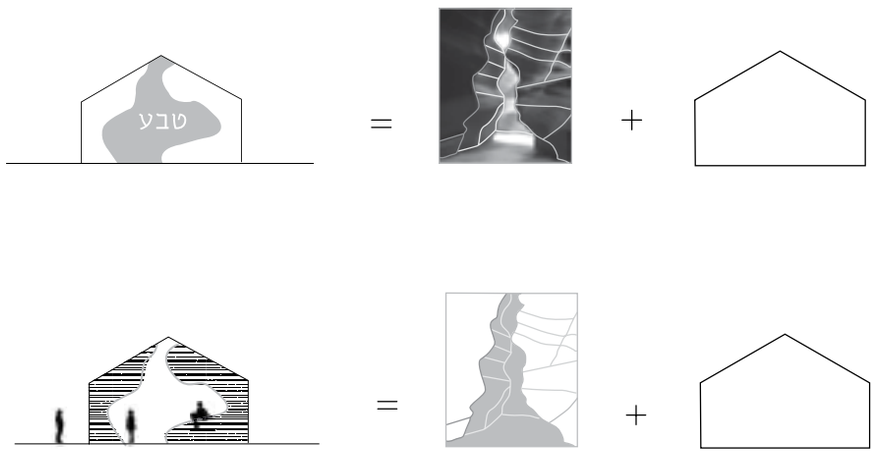
.5

.5 מקום מפגש וחצוגה

רבדים מקומיים

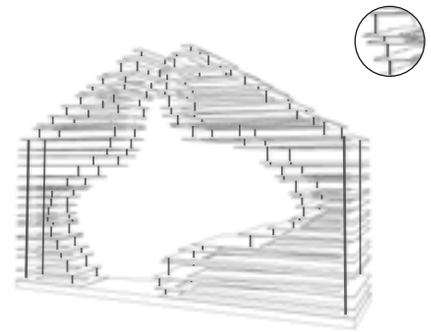
מיכל דה מאיו, רות גרסטל וימית לזימי

מצפה רמון הוא מקור השראה ושילוב ייחודי בין טבע ומגורים. הקיימות מוצאת את ביטוייה בנוף, תבנית נוף מולדתנו - אוסף צבעים וצורות היוצרים שילוב אורבאני של טבע ומגורים. המכתש רווי השכבות, מייצג את השכבות הרבות הקיימות במקום, רבדים של היסטוריה ותרבות, אוכלוסיות שונות, עושר צורני ועוצמות הטבע של המכתש הנארגים יחדיו למקבץ ייחודי במינו.
מצפה רמון ורובע הבשמים עשירים באיכויות, מרקמים ורגישות מופלאה, אך יחד עם זאת נשארים ריקים מאדם. המרחב הציבורי אינו מקבל ביטוי פיסי־אנושי והוא "צמא" לפעילות חברתית, לאנשים שיעצבו את הסביבה ויפיחו חיים בשקט מסביב. מיצב והתערבות במרחב הציבורי, מאפשרים לאנשים ל"צאת החוצה", להתקרב זה לזה ולהיות חלק מן הנוף והטבע של המקום.
המיצב שלנו מתייחס למרחב הציבורי כפוטנציאל למפגשים, הוא נובע משילוב של צורות המקום: הטבע ־ המכתש וצורות הנקיקים, יחד עם הבנייה המונומנטאלית והאופיינית של ההאנגרים ברובע. השילוב יוצר מפגש, והמפגש הוא נקודת המוצא של הקיימות. חברה, סביבה וכלכלה נפגשים באלמנט/אובייקט במרחב, המייצר מגוון של מפגשים. תכנון אלמנט/ מיצב זה מאפשר סוגים שונים של פעילויות ושימושים שונים עבור המשתמשים.
המיצב, באמצעות יצירת חתכים משתנים מאפשר עירוב שימושים, פעילויות עבור קבוצות אוכלוסייה שונות ומגוון גיאומטריות במרחב. המיצב מייצר מקום מעניין ופונקציונאלי עבור המבקרים ועבור תושבי מצפה רמון: הצללה המשפרת את נוחות השהיה באקלים המקומי החם, מקומות ישיבה, שהייה, התכנסות, מנוחה ומשחק. השימוש במרחב הציבורי גורם למשתמש ליצור רב שיח, אינטראקציה בין המשתמשים השונים ובינם לבין המקום, הסביבה העירונית והטבע.

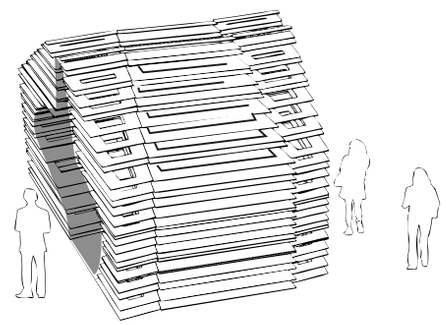


.1

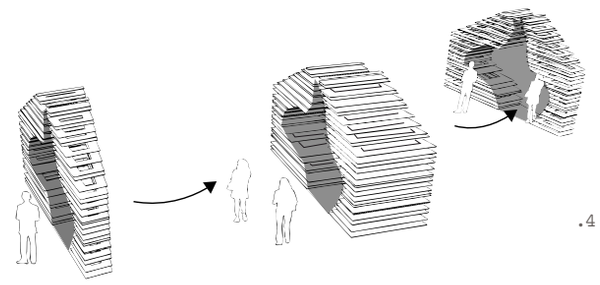
1. סכימה רעיונית, שילוב קווי מתאר של מבני התעשיה ותצורת הסלע.



.2

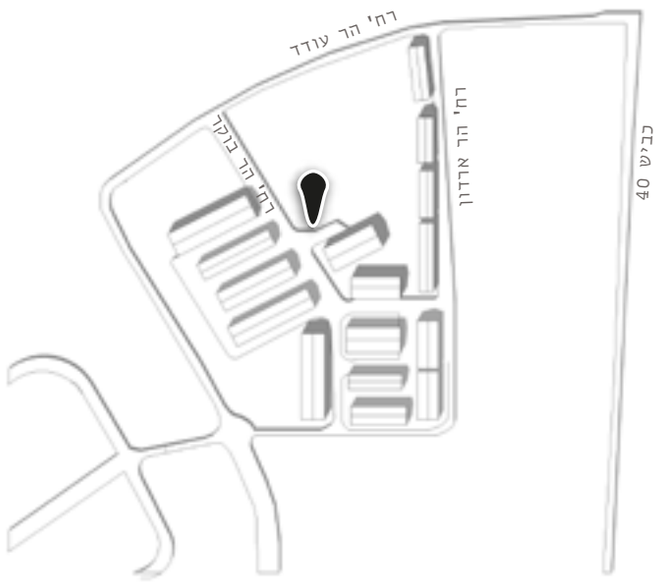


.3



.4

.5



.6

2. קונסטרוקציה
3. מצב סגור | חלל סגור | מקום להתכנסות ומפגש
4. מצב פתוח | מספר חללים שונים | מקומות פרטיים
5. עירוב שימושים - מרחב ציבורי מפותח המאפשר מגוון פעילויות
6. מיקום הפרוייקט

.7

.8

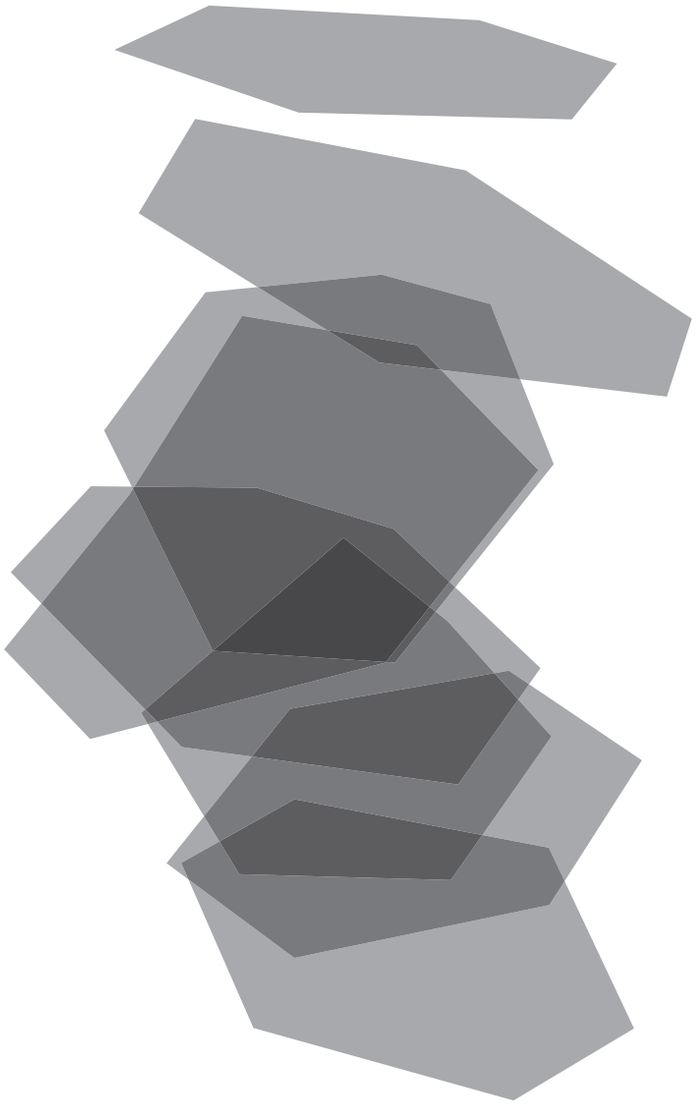
.9

.10

7, 9, 10. מבט יום
8. מבט יום

עמוד מצל מאיר

שרון גולן בר



על תחום האנרגיה הירוקה נעשו מחקרים רבים בישראל. למרות זאת אחוז קטן מצריכת האנרגיה בישראל, מקורה באנרגיה מתחדשת. המיצב המוצע מציע שימוש באנרגיה ירוקה להפעלת המיצב, ובנוסף שימוש בחומרי המקום תוך חיסכון בשינוע.
במהלך השהות באתר ובחינתו, ניכר כי לא מעט ילדים מחפשים מקום למשחק ולתנועה במרחב. אחר שעות הלימודים מגיעים הילדים לרכב על אופניים בין השבילים או לשחק בכדור אך מעטים המקומות המוצלים לשחק בהם. לאור זיהוי צורך זה, ביקשתי ליצור אלמנט המשתלב בנוף, העשוי מחומרי המקום ונותן מענה למשחק וצל לתושבים ולתיירים המבלים בו ויוצר אזור ישיבה נעים.
המיצב שצורתו עמוד המצל ומאיר ימוקם לאורך הרחוב הראשי ברובע הבשמים שבמצפה רמון.
לאחר לימוד תוואי המקום וצרכיו הבסיסיים, המשרתים מטיילים ותושבי מקום, החלטתי ליצור מיצב בעל מראה מיוחד ודינמי, המאפשר ישיבה או שכיבה ביום תחת צל העמוד ובלילה תחת אור רך.
העמוד אוצר בתוכו חול, המצוי בשפע במקום, בתוך שמונה מיכלי פלסטיק היושבים על עמוד מתכת.
שלושת המיכלים התחתונים מקבילים לקרקע ומאפשרים ישיבה. מיכלים אלו פונים צפונה על מנת שהמבקרים ישבו בצל רוב שעות היממה. חמשת המיכלים העליונים עומדים בהטיה, בזווית של 15 מעלות ופונים לכיוון דרום. על חלקם העליון מתוכננים קולטנים סולאריים האוגרים את אנרגיית השמש במהלך שעות היום. אנרגיה זו מיועדת להפעלת גופי תאורת הלדים, הממוקמים בחלק התחתון של המיכלים, במהלך הלילה.

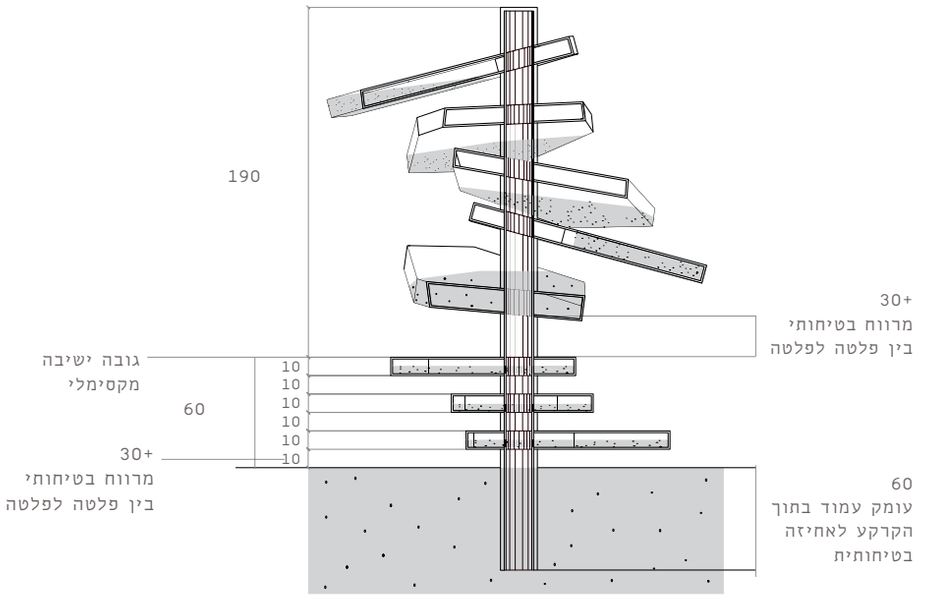
.1

.2

.3

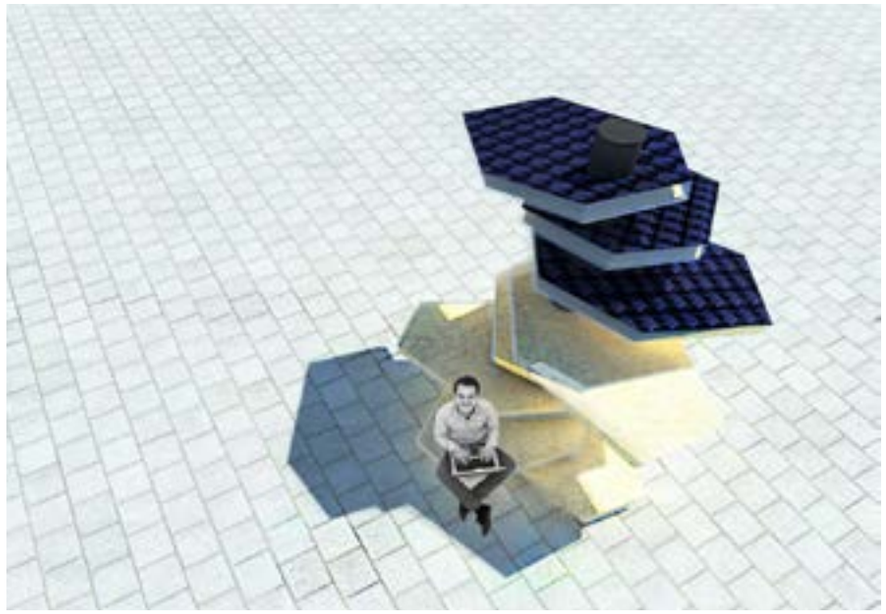
1-3. מודל פוליקרבונט ומילוי חול

.4



.5

4. אופציות שינוי והתאמה
בהתאם לשעות היום
5. חתך



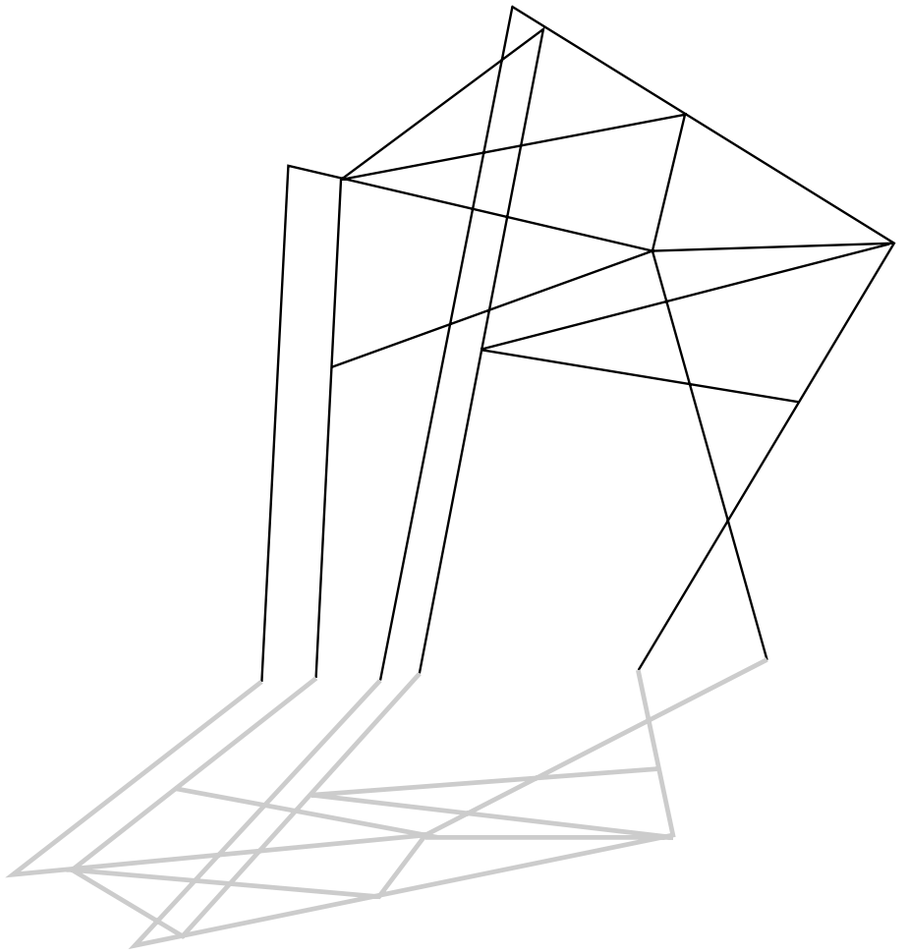
.7-8

.9-10

7-8. מבטי יום
9-10. מבטי לילה

המצפה הקטן

רועי אלמן, חן ברזל ואורי נוימן



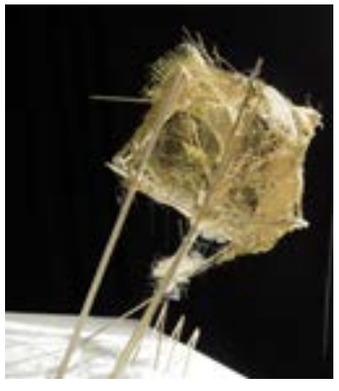
מצפה רמון היא עיירת פיתוח בלב הנגב, באזור צחיח ובנוף מדברי רחב ידיים. המרחב הציבורי של הישוב מתאפיין בפעילות אנושית דלילה ובאטרקציות מועטות. מיקומה של מצפה רמון הרחק ממרכז הארץ, מהווה הזדמנות מצוינת להתוודע למקום אחר, לישראל אחרת, בה מתקיימת "עירוניות" אחרת, שאינה עונה על ההנחות השגורות בקרב סטודנטים ומתכננים.
הנוף המדברי מספק השראה בלתי רגילה. המדבר מייצר תצורות נופיות המצדדות את המבט האנושי כגון סלעים אדירים העומדים כנגד מישורים נרחבים, מצוקים אשר יד הזמן חשפה את השכבות הגיאולוגיות שלהם, מינרלים שונים המקנים לאדמה גוונים שונים וצובעים את הנוף בכתמים כבציור אקספרסיוניסטי. צמחייה אשר נדמית מרחוק דלילה וחד גונית, נגלית במבט בוחן על רב גוניותה, תצורותיה השונות ועל מנגנוני ההישרדות המיוחדים לה, המאפשרים קיום ממושך בתנאי יובש. במרחב זה, בתוך המערכת האקולוגית הייחודית של צמחיה דלילה, יובש וחום רב, מתקיימים בעלי החיים. בזכות הריחוק והבידוד היחסי ממקומות יישוב צפופים ובהעדר זיהום אור, ניתן לחזות בלילה בכוכבים.

המיצב מיועד ליצירת חוויה במרחב הבאה לרגש את התושבים בני גילאים שונים. החיבור בין אנשים שונים במרחב המדברי מאזכר את הסיפור הנודע "הנסיך הקטן", מאת אנטואן דה סנט-אכזופרי. הסיפור מתאפיין בישירותה של דמות תמימה בעלת ערכים נעלים, הלא היא הנסיך, כלפי סיטואציות אנושיות שונות כיחסי מבוגרים וילדים על רקע המרחב המדברי. העבודה מנסה לשלב בין דמותו הייחודית של הנסיך הקטן למשתמשים במקום ולתכונות המרחב לכדי יצירת מקום המאפשר מפגש של ילדים, מבוגרים ובעלי חיים. מקום המאפשר למבוגר להרגיש עצמו שוב ילד, להתבונן, לשחק, לחלום, להתקרב לטבע, לפשוט ולתמים.
הייצוג הפיזי התעצב כהשראה מן האלמנטים מעוררי הענין שיצר הטבע המדברי. דימויים של סלע העומד על בלימה אך ניצב יציב כנצח. האפשרות לחוות את תלת ממדיותו של הטבע המדברי המפסל נקיקים צרים ואינטימיים וצוקים המתנשאים על פני הנוף ונותנים תחושה של אפשרות לדאות מעל פני המכתש.

ההצבה נקבעה במיקום פוטנציאלי להוות נקודת מפגש בתוך רובע הבשמים מבלי שתפריע לפעילויות אחרות המתקיימות בסביבה. ההתערבות ממלאת מקום שהיה עד עכשיו ללא שימוש מוגדר וכעת נותנת פתח לריבוי שימושים ביום ובלילה, בימי חול ובפסטיבלים שונים. התוכן, הצורה והשימוש בחלל תוכננו בהתאמה למקום ולצרכי המשתמשים השונים: אזור קינון לציפורים,

.1

.2



.3

1-3. מודלים מתהליך העבודה

מחילה לילדים, אזורי שהייה מוצלים לכל, מצפה כוכבים, הדהוד לעצים הקיימים ואזור המאפשר קריאה-הקראה ועיון. התוצר דומה לסיפור בהיותו מורכב ממספר רבדים של פעילות ופרשנות לכל סיטואציה. בזכות מגוון זה, כל ילד או מבוגר יכול לראות בו משהו אחר.

בנוסף מגוון הפרשנויות אותן מאפשר המיצב ,מגבשות את האלמנטים המקומיים ל"מקום" . הכוכבים הנראים היטב בשמי היישוב, הצמחייה המדברית, החי המקומי וכמובן המשתמשים- מילדים למבוגרים. אלו מתומצתים לסביבה המיידית של המיצב.

ניתן לבחון את המיצב לאור מגמת התכנון החותרת ל"עירוב שימושים". אם בשנים שלאחר המהפכה התעשייתית בוצעה הפרדה בין השטחים עפ"י שימושים: מגורים , תעשייה ,בילוי . הרי שמגמות במאה ה-20 והילך שואפות לעירוב שימושים במטרה לצמצם הכחדת שטחים פתוחים ולייצר אינטנסיביות בחלל העירוני.

כפי שהוסבר המיצב המתוכנן חותר לעירוב שימושים של פונקציות כגון: מצפה כוכבים, פינת קריאה, מתקן שעשועים וחללים המשמשים בע"ח לשהייה ולקינון.

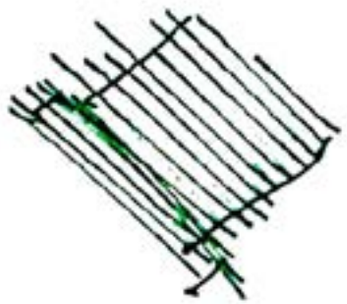
הפונקציות לעיל "ארוזות" במיצב בעל מגע מינימלי בקרקע . כדבריו של האדריכל האוסטרלי גלן מרקוט "לגעת באדמה בקלילות" -כך המיצב שואף "לצילוק" מינימלי של משאב הקרקע.

הניסיון לכבד את ערכי הקרקע הוליד גם חיפוש אחר מוטיבים קדומים. היה זה ה"לימן" שהעם הנבטי יצר בכדי לדאוג לאיסוף המשקעים המועטים של המדבר. מדובר במעין שקערורית שנחפרה בסביבות עצי המדבר ודאגה לניקוז משקעים מיטבי.

בעיסוק התכנוני של המיצב נבדקו הצבות שונות . בסמוך לעץ קיים ובתוך קרקע חפורה בהשראת ה"לימן" הנבטי.

תמצית העבודה עוסקת בדרך בה ביקשנו להעלות למודעות המשתמש את נושא הקיימות. ההבנה שיש לכבד את הטבע ואת הסביבה מתוך התבוננות ורכישת אהבה אל הנוף.

.4

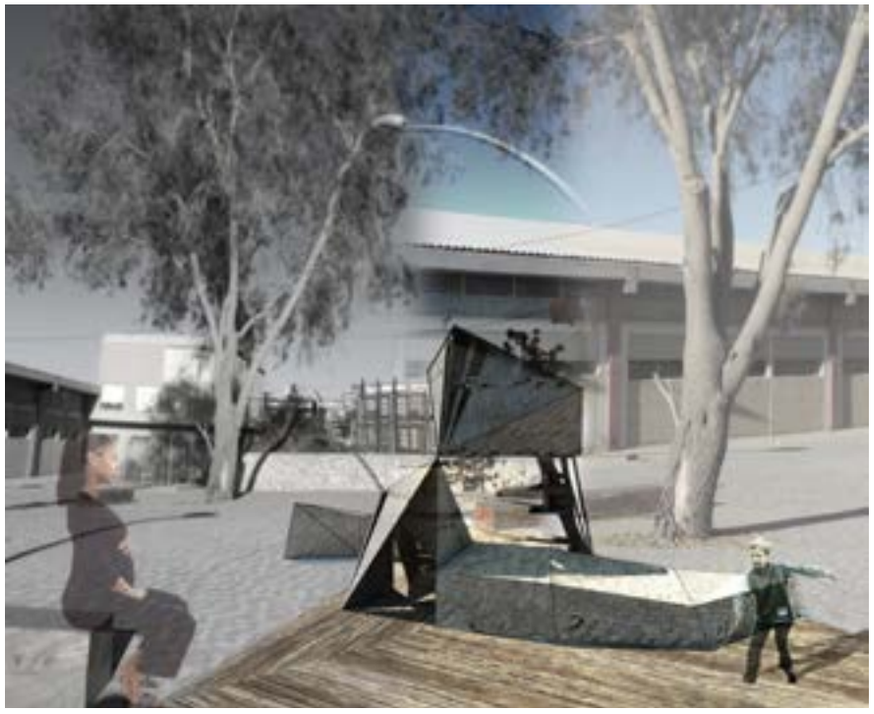


.5

4-5. סקיצות

.6

.7



.8

האלמנט החפור משמש ילדים.
בנוסף נהנה האלמנט מן המסה
התרמית של האפיק,
מתחמם ומתקרר לאט יותר
ולכן חיות המדבר ימצאו בו
מקום חמים בלילות הקרירים.

6-8. מבטים

לקראת אדריכלות מקיימת עתיד הקיימות

תגית כלימור

המרחב האדריכלי כסביבה בהשתנות מתמדת

האדריכלות במתכונת המוכרת כיום, בגין יכולת טכנולוגית מוגבלת בתחום הביצוע, מתמקדת ברובה בחשיבה מוטת שמרנות, הקולטת חדשנות במשורה וחוברת בשוליים ליתרונות האבולוציה הדיגיטאלית. כבולה בכבלי טכנולוגיה לא מפותחת, בבואת האדריכלות העתידית המשתקפת במראה נראית מעורפלת, עטויה דוק של שמרנות, ומבודדת מההתרחשויות ומההישגים הטכנולוגיים בתחומים רבים אחרים.
האדריכלות המוסדית, בעברה, כוונה למונומנטאלית, לנצחיות, לקביעות וליציבות. האדריכלות השלטונית והציבורית הביאה לקידום השימוש בטכנולוגיות חדשות לזמנן ולמתן מענה לצרכי החברה המשתנים. בין הדוגמאות הקאנוניות להשפעת זו ניתן לציין את טכנולוגית האדריכלות הגותית של המאה ה-12, שאפשרה בנית מבנים עם חללים גבוהים והגדלת ממדי הפתחים ששינתה באופן דרמתי את החלל והאור במבנים. השימוש בפלדה יצר הזדמנות עבור האדריכלות, להגדיר עצמה מחדש במבנים דוגמת ה-"Crystal Palace" בלונדון שתוכנן ב-1851 על ידי פקסטון (Joseph Paxton). טכנולוגיות אלה במפגש עם התפתחות טיפולוגיות מבנים חדשות, כתחנות רכבת וגשרים, אפשרו מימוש מבנים שהפכו אייקונים המגדירים זהות תרבותית. מבני הציבור מהווים גם כיום כר פורה לחדשנות ולקידום רעיונות יחד עם טיפולוגיות נוספות של מבנים מסחריים של חברות גדולות ומגורי יוקרה. ההתפתחות הטכנולוגית כתוצאה משימוש בבטון ובפלדה יצרה באופן הדרגתי שינוי ומגמות חדשות בתפיסת החלל והחומר. האדריכלות בעידן השפע, כזו המייצגת עוצמה כלכלית, עוסקת בחיפוש אחר אמצעי ביטוי חדשים וראוותנים. מנגד, אדריכלות המגורים צמחה לאורך ההיסטוריה מכורח הצרכים ונשענה על מסורת ארוכת שנים ללא שינוי משמעותי. בתחילת המאה העשרים חל שינוי בתכנים החברתיים ותחום המגורים החל לתפוס מקום חשוב בחשיבה האדריכלית. פרויקט המגורים (Unite de Habitation) במרסיי של לה קורבוזייה (Le Corbusier), משלב שימוש בעקרונותיו המודרניסטיים של הבית כ"מכונת מגורים" עם בחינה מחודשת של מושג המגורים מתוך נקודת מוצא חברתית. כיום, לאור התפתחויות מדעיות וטכנולוגיות עתידיות, להן השפעה מכרעת על עיצוב חיינו, האדריכלות מחויבת בחיפוש אחר ביטוי לדינאמיות ולהשתנות התכופה והמתמדת של החברה האנושית ופריצת הדרך של הטכנולוגיה שבדרך. חיפוש זה טמון בממשק בין תחומי אשר יוביל לפיתוח אמצעים חדשים בתחום הבניה ולעיצוב הסביבה הבנויה בהתאמה לצרכים חדשים, תוך חיסכון במשאבים והפחתת ההכבדה על הסביבה.

* Buckminster Fuller, American engineer, author, designer, inventor, and futurist (1895-1983)
** Ralph Waldo Emerson (1803-1882), U.S. essayist, poes, philosopher. Nature, ch.1 (1836)

"The best way to predict the future is to design it."*

Buckminster Fuller

"Nature always wears the colors of the spirit."**

Ralph Waldo Emerson

אדריכלות בין הייטק - לא(ו)טק

נוכחות מסיבית של טכנולוגיה מתקדמת במרבית תחומי החיים משנה את פני החברה. במקביל, גידול האוכלוסייה והעלייה ברמת החיים יוצרים הכבדה על הסביבה ומפרים את האיזון העדין במערכות הטבע. טכנולוגית הבניה התקדמה בקצב איטי ופתחה פער ניכר מול תחומי חיים אחרים. לגישור הפער נדרשת הפניית חשיבה יצירתית בין תחומית למתן תשובות לצרכים הפיזיים ההולכים וגדלים תוך הפחתת ניצול המשאבים. טכנולוגית הבניה הרווחת נשענת בעיקרה על טכנולוגיה בסיסית (Low-tech). במקביל קיים חיפוש מתמיד אחר טכנולוגיה עילית (High-tech), היכולה לתת מענה לדרישות המשתנות של המעטפת האדריכלית במובנה הרחב. הטכנולוגיה הבסיסית הזמינה מבוססת על עלויות נמוכות ועתירת כוח אדם. יתרונה בעיגונה במסורת בנייה רבת שנים, המשמרת ערכים ותבניות של תרבות ומורשת. עם זאת, יתרון זה מהווה מקור חולשתה. בהיותה מותאמת לחשיבה ליניארית, פרי התפתחות הדרגתית, הטכנולוגיה הבסיסית מוגבלת ביכולותיה להתאים עצמה לדרישות משתנות של חברה דינאמית. טכנולוגיית הבנייה מושרשת בעידן המכונה וטרם התאימה את עצמה לעידן שאחרי. אדריכלות הלא(ו)טק קופאת על שמריה במידה מסוימת בשל שמרנות המתכננים ובמידה מרובה בשל אופי התעשייה והתשומות הכלכליות הגבוהות הנדרשות בה המונעות חדשנות. אבני היסוד של הבניין עבור האדריכלים הם הבטון, הפלדה, הלבנים, האבן, העץ הקש וכדומה. החשיבה על החומר מסתיימת בקנה מידה זה ואינה ממקדת את קנה מידה לרמה המולקולרית. יציאה מתחום הנוחות תרחיב את השיח והחקירה לתחומי מדע נוספים. השילוב הרב תחומי יסייע בפיתוח כלים חדשים שישפיעו על השפה האדריכלית. רחל ארמסטרונג,[1] מדענית ואמנית מקדמת את אחד מתחומי המחקר החדשניים הממוקדים ב'תא הראשוני' או ב'תא האב-טיפוס' (Protocell), שהם תאי יסוד בעלי תרכובות חומר מיקרוסקופיות עם מאפיינים המדמים חיים אך נטולים דנ"א ממשי.[2] ארמסטרונג מציעה 'אדריכלות חיה' המחברת בין ביוטכנולוגיה לתחום הבניה בהתבסס על ה-Protocells. הרעיון המרכזי הוא יצירת חומרים ומבנים הדומים בעקרונותיהם למערכות אקולוגיות ומתרחקים מאידיאולוגיית המכונה. גישה זו מייצגת את המגמה הכוללת הבינתחומית הבוחנת יכולות טכנולוגיה ועקרונות מדעיים מתחומי מחקר רחבים. החיבור בין האדריכלות למדעי החיים ולמערכות מיחשוב הוא מפתח לשידוד מערכת החשיבה האדריכלית ולקידום אדריכלות דינמית ומשתנה, העוסקת במערכות אינטראקטיביות ובסביבות מגיבות ולא באובייקטים קבועים.[3]

> "...will perhaps promote the formation of 'an aesthetic of decision, rather than the current metaphysics of emergence."[4]

1. Armstrong, R., (2012). *Living Architecture: How Synthetic Biology Can Remake Our Cities and Reshape Our Lives*. TED Books.

2. לנושא ה-protocell (prototype cell) הוקדש גיליון מיוחד של מגזין התיאוריה הבריטי AD: Wiley, J. & S. Chichester, (2011). Protocell architecture: architectural design. N. Spiller, and R. Armstrong (eds.), *AD*, Vol.81, Issue 2, UK.

3. Bottazzi, R. (2013). A fuller Understanding. *Architectural Review*, issue 1392, p.19.

4. Steve Shaviro. *Ibid.*, p.20.

1. "Technological Tree", Floating Observatories, Taiwan Tower Competition 2010, Architect: DSBA, Mihai CARCIUN and Upgrade Studio.

ללמוד מהעבר, ללמוד מהטבע, ללמוד מהעתיד

האדריכלות בבסיסה היא מקצוע רב תחומי העוסק בפתרון בעיות בקנה מידה משתנה. התוויית העתיד היא חלק אינטגראלי ממהות החשיבה האדריכלית שעיסוקה בתכנון. בחשיבה כוללת יש לחפש מודלים המציעים חיים נכונים עם הסביבה האנושית והטבעית. עתיד האדריכלות המקיימת טמון בגישה כוללת הנשענת על שלשה מקורות ידע וחכמה:

- לימוד מחכמת העבר
- לימוד מחכמת הטבע
- לימוד מחזון העתיד

שלושת מקורות אלו במשותף עשויים להבטיח התפתחות הנשענת על בסיס רחב, המאגד יכולות מדעיות רב-תחומיות עם חיבור לערכי תרבות מקומיים. גישה זו תוך אימוץ פתיחות וחזון משוחרר יסייעו לניסוח מהפיכה ממשית אשר תאפשר צמצום משמעותי של טביעת הרגל האקולוגית ותייצב מערכת מאוזנת מבחינה סביבתית.

המקור הראשון הוא הניסיון האנושי הנצבר במהלך ברירה טבעית של אבולוציה ביולוגית. הלימוד מהעבר, המעוגן בתרבות ובסביבה הטבעית, מייצג במהותו ערכי מקומיות ברמה הפיזית והאנושית. כוחו של יסוד זה בהמשכיות, בביטחון שמקנה הידיעה והניסיון ובכוחה של השייכות.

אדריכלות בת קיימא אינה מזוהה כעיצוב מובהק, ואינה מתומצתת כסגנון מסוים. העדר מאפיין ויזואלי מחזק את העובדה כי שורשיה עמוקים ומקובעים בתכנים, ולא כמערכת רדודה וכאופנה חולפת. מנעד המופעים של האדריכלות המקיימת הוא רחב ומעיד על רב גוניות הפתרונות. לצד פתרונות המאמצים את חידושי הטכנולוגיה האחרונים ואת יכולות המחשב המוגברות, מתגבשת אדריכלות וורנקולרית חדשה השואבת את מקורותיה מאדריכלות מקומית מסורתית. אדריכלות זו מאופיינת בתכונות מקיימות פרי ניסיון וטעייה של אלפי שנים. הפתרונות הבסיסיים והפשוטים מספקים נוחות פיזית לאדם תוך מתן מענה לחיסכון כולל בתחום האנרגיה, הפניית המבנה ועיצוב צורני המתייחס למיקומו ביחס לטופוגרפיה וכיווני שמים ושימוש בחומרים מקומיים. אימוץ

עקרונות אדריכלות מקומית מקדם בניה זמינה שעלויותיה נמוכות באופן ניכר מטכנולוגיות מורכבות. ניתוח יכולת האדריכלות הוורנקולרית להגיב לסביבה מספק תובנות משמעותיות ומהווה שיעור חשוב לתכנון מקיים. חשוב להדגיש כי אין כאן קריאה להתרפקות על העבר במובן הנוסטלגי. הכוונה לאמץ את התובנות מחכמת המקומיות הניתנות לאימוץ במובן הפיזי והתרבותי.

2. אוהל נודדים מונגולי מסורתי (Ger), חומרים מקומיים, מודולארי, מתועש, קל הרכבה ופירוק, אוורור טבעי באמצעות הפשלת שולי האוהל והסעה טבעית של האוויר לארובה המרכזית

העידן של הבועה הכלכלית של תחילת המאה העשרים ואחת ייצר אייקונים אדריכלים יחודיים ויקרים המפארים את התאגידים עתירי הממון. אדריכלות ה'אקסטרים' של זאהה חדיד, פרנק גרי וקופ-הימלבלאו גרפו פרסים וסחפו את האדריכלות לפרויקטי ראווה.[5] אחרי המשבר הכלכלי של 2008, עם האטת קטר הנדל"ן העולמי, שדהר כמעט ללא מעצורים, חלה התפקחות חלקית באשר לאי יציבות השפע הכלכלי. האיפוק הכלכלי קידם את הצורך לבנות מבנים חוסכי אנרגיה ומשאבים בקנה מידה מתאים לתפקיד ולסביבה. במקביל, תשומת הלב העולמית החלה להבחין בצרכי הארצות המתפתחות כחלק מתובנה כוללת לגבי חשיבות מתן תמיכה למדינות אלה, לצורך חיזוקם על ידי מתן כלים לשיפור חיי האוכלוסייה המקומית. בין הפרויקטים הבולטים הוא בית הספר שתכננה האדריכלית האוסטרית אנה הרינג בבנגלדש.[6] הרינגר השתמשה בחומרים מקומיים, החיתה שיטות בנייה מסורתיות והעניקה להן פרשנות חדשה. המבנה מבודד באמצעות עובי שכבות האדמה, מוצלל ומאוורר לימים החמים. בנית הפרויקט בוצעה על ידי הקהילה המקומית שעברה הכשרה. הפרויקט העניק עבודה למקומיים, יצר הזדהות התושבים עם המבנה, תרם לתחושת שייכות והפך מקור לגאווה. הפרויקט מהווה דוגמה נפלאה לחשיבה כוללת המעוגנת בשלושת עמודי התווך של הקיימות. השיעור הנלמד מהפרויקט אינו מיועד לעולם השלישי בלבד, אלא גם למדינות המתועשות. החיבור בין תובנות העבר מוטות האקלים המקומי, המשתמשות במשאבים המקומיים, בשילוב ערכי המקום

5. דוגמה למגמה זו הן תחרויות ה-World Architecture Festival (WAF). פרויקטים אלו הם:
BMW Welt, Germany by Coop Himmelb(l)au, Nordpark Cable Railway Stations, Austria
MAXXI, "National Museum of XXI Century Arts", Italy, Rome,b. by Zaha Hadid Architects
6. פרויקט זה, Handmade School in Rudrapur, Bangladesh. Architects: Anna Heringer
הוזכר בהרחבה בפרק הדיקור העירוני ככלי להתחדשות עירונית עמ' 136

הפיזיים והתרבותיים מאפשר דיאלוג מושכל בין טכנולוגיה וחברה ובין מקומיות לגלובליות.
המקור השני, הלימוד מהטבע, שזור בחלקו במורשת העבר, אך עדיין צועד צעדים ראשוניים בתחום האדריכלות. הטבע מעורר השראה ברבגוניותו, בחוכמתו הפרטנית והקולקטיבית ובשילוב בין מכלול הגורמים. לימוד מהטבע עתיק יומין. ניסיונותיו של לאונרדו דה וינצ'י ללמוד ממעוף הציפור הם דוגמה מובהקת לנושא. באדריכלות ניתן לראות שתי מגמות בסיסיות של השראה: חיקוי צורני מול אימוץ יכולות תיפקוד ואירגון פונקציונלי. אולדרסי-ווילאמס, בספרו Zoomorphic[7] משנת 2003, הציג את הספקטרום הרחב של אדריכלות בהשראת הטבע. בספר מוצגים פרויקטים רבים שחיבורם לטבע הוא מורפולוגי בלבד. חשוב לבדל את ההעתקה הצורנית או האורנמנטיקה השגורות באדריכלות זו לבין הלימוד המעמיק מחכמת הטבע.

3. אוורור טבעי באוהל נודדים מונגולי מסורתי
4. אוורור טבעי, על פי אותם עקרונות של האוהל המונגולי, בבית Dymaxion House אשר נהגה ב-1920 על ידי Buckminster Fuller ונבנה ב-1945

מהטבע ניתן ללמוד על מערכות אוטרקיות המנצלות את משאבי הסביבה המתחדשים, תוך מחזור מלא וללא פסולת. בטבע קיימות מערכות שיתוף, היוצרות מינוף התלות ההדדית, ומאופיינות בהתחדשות והתאמה מיטבית לסביבה המקומית ולתנאים משתנים. המערכות הטבעיות מתקיימות על תהליכי משוב, על למידה וחיקוי, על הפריה הדדית ועל שינוי גנטי המותאם לתנאים המשתנים. הטבע יוצר מערכות גמישות, שונות ומבוזרות. הטבע מתפתח מהתאמה בין פונקציה וצורה, מיעילות ומעיצוב רב פונקציונאלי.[8]

5-6. חמציץ נטוי, נפתח בשעות הבוקר ונסגר בערב, תכונה של פרחים להשתנות לאורך שעות היום בהתאם לכמות הקרינה היוותה השראה לפרויקט שתוכנן על ידי LAVA Architects במרכז העיר מסדר, אבו דאבי.

7. Hugh Aldersey-williams, 2008, *Zoomorphic: New Animal Architecture*. Collins Design.

בניוס מצביעה על החוכמה הנצברת במשך 3.8 מיליארד שנה כתוצאה מתהליך אבולוציוני, ומציעה לשלב תובנות אלו לטובת חיים נכונים יותר, שיאפשרו את עתיד קיומנו. מערכת החי והצומח והאנושות מתמודדים עם אתגר מתמשך של אספקת מזון, מים ואנרגיה. אתגר זה מתעצם עם גידול האוכלוסייה ודילול המשאבים. מערכת הטבע במהותה שואפת לאיזון הנדרש לקיומה. הבסיס לגישה זו הוא שלילת השאלה כיצד אנו יכולים להשתמש בטבע, לטובת השאלה "מה אנו יכולים ללמוד מהטבע?". על כן, על פי בניוס הטבע מוצע כמודל, מורה ומדד לאיכות. ההשראה מהטבע היא מעקרונותיו, ולא כחיקוי שטחי צורני. ניתן לבחון את תבונת התכנון והעיצוב שלנו ביחס לחכמת הטבע, בהתאם לפרמטרים שקבעה ג'נין בניוס בספרה ביומימיקה:[9]

"Does it run on sunlight?
Does it use only the energy it needs?
Does it fit form to function?
Does it recycle everything?
Does it reward cooperation?
Does it bank on diversity?
Does it utilize local expertise?
Does it curb excess from within?
Does it tap the power of limits?
Is it Beautiful?"

התכנון כיום עומד בפני אתגרים מערכתיים המנסים להתמודד עם השלכות בלתי צפויות, ועל כן דורשים פתרונות מורכבים. בימי קדם המטרה העיקרית של המדע הייתה רכישת חכמה והבנה של הטבע לצורך חיים הרמוניים עימו. הפילוסוף פרנסיס בייקון (1561-1626), ממובילי הגישה האינדוקטיבית, טען כי ידיעת העולם תקל עלינו לשלוט בו לטובת שיפור תנאי המחייה שלנו. הפיזיקאי והתיאורטיקן קפרה, שעסק בהשלכות המדע על התפתחות התרבות, ציין כי עמדתו של פרנסיס בייקון, שנתמכה על ידי המתמטיקאי והפילוסוף רנה דקרט (1596-1650), האמינה כי תכלית המדע לשלוט בטבע ולהבטיח שהידע הטכנולוגי ינוצל לוודא שנהיה הבעלים והשליטים של הטבע. החל מתקופה זו ולמשך מאות השנים הבאות, מטרת המדע הייתה שליטה בטבע לצורך ניצולו לצרכי האדם.[10] במהלך המאה ה-18 חל שינוי בפרדיגמה המדעית ובהתגבשות מגמות אקולוגיות. גיבוש החשיבה האקולוגית נשען באופן משמעותי על פיתוח הפיזיקה המודרנית,

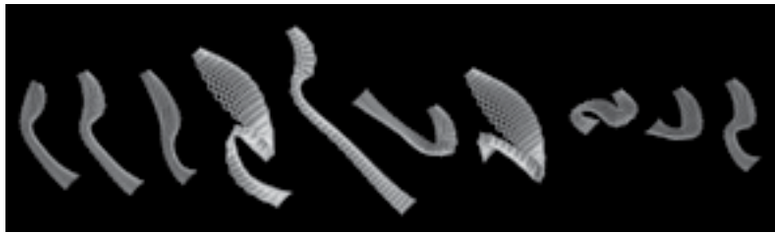
7. Biosphere 2, Earth systems science research facility, University of Arizona since 2011

8. Benyus, J.M. (2009). Biomimcry. *Innovation Inspired by Nature.* Harper Collins Publishers.
9. *Ibid.*, P.291
10. Capra, Fritjof, (1988). *The Turning Point: Science, Society, and the Rising Culture.* New York, Simon and Schuster. p.61.

תיאורית היחסות של איינשטיין, הפיזיקה הקוונטית ותורת הכאוס. קרפה מציין כי תורת היחסות "מראה שאנחנו לא יכולים לפרק את העולם ליחידות הקטנות ביותר המתקיימות באופן עצמאי. הטבע לא מראה לנו 'אבני בניין בסיסיות' מבודדות, אלא נראה כמו רשת המורכבת ממארג היחסים בין החלקים השונים של השלם.[11] "תיאורית "הארגון העצמי" עוסקת בהתהוות סדר במערכות דינמיות מורכבות ומנתחת מערכות לא יציבות. תורה זו מחזקת את הטיעון כי "כל ישות היא ביחסי גומלין וקשרים לאחרים ואפילו שינוי זעיר יכול לגרום לשינוי העולם כולו. כתוצאה מגילויי המדע החדשים בתחומים רבים, המהפכה המדעית הראתה את הדינאמיות והמגוון שבטבע היקום... ממיקרו למקרו קוסמוס, מקנה מידה קטן לקנה מידה גדול...".[12] תפיסת העולם המכניסטית והרדוקציוניסטית, שהייתה דומיננטית במשך שנים רבות, הפנתה את מקומה למרחב גישות רחב השואב השראתו מהתפתחות תחומי מדע שונים ומהטבע. ההפרדה בין טבע ומדע וההתייחסות המנצלת לטבע, מפנות מקום ללימוד, לשיתוף ולגישה סימביוטית המחזירה לטבע את הכבוד הבראשיתי עם תובנות מדעיות.

המקור השלישי, לימוד מחזון העתיד, שונה במהותו שכן אינו נסמך על חכמת המעשה, אלא נבנה מניסיון להעריך את פני העתיד. חשיבות תכנון בראיה ארוכת טווח היא במתן כלים וקביעת אסטרטגיה להווה. חשיבות זו מתעצמת באדריכלות בשל מימושה בהווה ועבור הדורות הבאים. הכלים להערכת העתיד הם באמצעות זיהוי דפוסים של מערכות שונות כבסיס לפיתוח מודלי התפתחות. על פי הערכתו של ד"ר דוד פסיג[13] שני תחומים משמעותיים ביותר לאדריכלות - תחומי האנרגיה והחומרים - עתידים לעבור שינוי ניכר. בהתאם למודלים אלו, בתחום האנרגיה, צפוי להתחולל תהליך של השתנות, התייעלות, מזעור מערכות ושיתוף ברוח הקוד הפתוח, בדומה לתהליך שחל בתחום המחשבים.

עתיד האדריכלות נע לעבר פיתוח מערכות ומעטפות חכמות המאפשרות בקרת סביבה ומתן תנאי נוחות למשתמש תוך חסכון במשאבים. כיום כבר קיימים ניצנים של חומרים חכמים. פיתוחים אלו מאפשרים מתן תשובות חלקיות ליכולת המבנים לאפשר גמישות לקבלת שינויים פרוגרמאתיים וליצור מעטפת המשפרת את הביצועים האנרגטיים של המבנים. מגמה זו צפויה להתפתח לקראת מעטפות שתקננה עצמאות אנרגטית, אור ואוורור טבעיים ומערכות עצמאיות לאספקת מים ומחזורם המלא. מעטפת הבניין, המתווכת בין המשתמשים לגורמים חיצוניים, נחקרת כיום כמערכת חכמה המסוגלת לבצע מספר רב של פונקציות, בדומה לעור המשמש כקישור בין הגוף והסביבה. המגמה ליצור מבנים אוטרקיים המגיבים לשינויי תנאי הסביבה, המשתמשים במשאבים מינימאליים, המספקים לעצמם את האנרגיה הנדרשת לתפקודם והופכים את הפסולת למשאב. גישה זו עתידה לשנות מערכות סביבתיות רבות, ולבסס תכנון ועיצוב אדריכלי המשקף מתודולוגיה אינטגרטיבית של למידה מחכמת הטבע המשולבת בפיתוח טכנולוגי.



8. Generative Parametric Modelling, Architect: Richard Almond

11. *Ibid.*, p. 68.
12. Hahn Joh, The Ecological Paradigm in Architecture, Comparative Study of Descartes and Ecological Paradigmand Their Influence in Architecture, *ARCHITECTURAL RESEARCH,* Vol. 8, No. 1 (June 2006), p.87
13. פסיג, ד., (2008). *צופן העתיד*, ידיעות אחרונות, ספרי חמד

בתחום החומרים עתידה להיות פריצת דרך, ומעבר מחומרים 'מתים' לחומרים בעלי יכולת השתנות. הבניינים ומערכותיהם יפעלו בדומה למערכות טביעות המגיבות לשינויים סביבתיים וישתמשו בננו-חומרים בעלי תכונות של חוזק ועמידות שישנו מערכות קיימות. שילובים אלו יתנו מרחב לפרוגראמות ואמצעי ביטוי חדשים. טכנולוגיות וחומרי הבניה הצפויים להתפתח יציעו גמישות המגיבה לצרכים משתנים, עם יכולת גידול וחזרה לממדי היסוד על מנת להוריד את טביעת הרגל האקולוגית ובכך גם את הפגיעה במשאבי הטבע המתכלים. התחום הוא בתחילת דרכו אך עוצר בתוכו פוטנציאל רב הודות להתפתחות המואצת של הטכנולוגיה.

9. Hylozoic[14] Ground by Philip Beesley, Canada pavilion at the Venice Architecture Biennale

קיימות בקוד פתוח

החברה משנה את פניה: מהתפתחות איטית של מגמות חברתיות תרבותיות להטמעת שינויים מהירה; מעבר מחברה בעלת תרבות מקומית לחברה המוזנת ומושפעת מהתרבות הגלובלית; מחיים בחלל ממשי, הנחווה באופן סובייקטיבי ובהקשר לרקע התרבותי, לחיים בחלל וירטואלי, המגשר על פערי מסורת ומורשת ויוצר תרבויות חדשות. מערכות חדשות מתהוות ומוגדרות על ידי המשתמש המשפיע, שעד אתמול היה משתמש אנונימי ובלתי נראה. השפעה זו נובעת מתוך צמיחה מלמטה של "שורשי העשב" (Grass Roots) והיא תחילתו של תהליך חברתי, בו מתקיימת השפעה הדדית בין הפרט לרבים ובין הרבים לפרט. רב שיח זה מתפתח ומוביל שינוי המותאם למשתמשים באמצעות חשיבה בקוד פתוח, המאפשר גישה ישירה למערכות המידע, שימוש ישיר של המשתמש ושינוי המערכת על ידו. באמצעות השיתוף מושגים יתרונות רבים של העצמת המערכת המזינה את משתתפיה. האנלוגיה לקוחה מפיתוח מערכות תוכנה עם קוד פתוח

[14] שם המיצב מתייחס לאמונה עתיקה 'hylozoism' כי לכל חומר יש חיים. המיצב מכוסה בחיישנים, מעבדים אלקטרונים, מפרקים מכאניים ומסננים, המאפשרים לחלקי המיצב לנוע בתגובה למתרחש סביבן ולהגיב ללחות ולחלקיקים אורגניים באויר. המיצב מציע חזון עבור דור חדש של ארכיטקטורה מגיבה, המתפקדת בדומה מערכות חיות או למכונות אינטליגנטיות המאפשרות אינטראקציה אנושית כדי לעורר נשימה, ליטוף וחילוף חומרים. החילופים הכימיים 'החיים' נתפסים כשלבים הראשונים של פונקציות חידוש עצמי העשוי להיות חלק אינטגראלי במבנה.
http://www.dezeen.com/2010/08/27/hylozoic-ground-by-philip-beesley/, Retrieved April 29, 2014

שבסיסן סטנדרטיזציה כפלטפורמה בעלת גמישות המאפשרת בנית נדבכים נוספים. מערכת זו מעודדת חדשנות וצומחת באמצעות העצמתה על ידי ריבוי המשתמשים. טים אוריילי (Tim O'Reilly) תאר את הולדת ה-Web 2.0 כנקודת מפנה בהיסטוריה של המין האנושי. תשתית העבודה המתפתחת, המכונה על ידו "Architecture of Participation", תוביל בקיומה להסתכלות מחודשת על החברה בה אנו חיים כקהילה וכפרט. מרינה גורביס (Marina Gorbis) מהמכון לעתידנות כותבת במאמרה "Think The Unthinkable":

> "...new structures emerge little by little from the contribution of many. In this, they resemble biological structures in which complexity emerges without a grand central design."[15]

קווין קלי במאמרו "האטום מול הרשת"[16] מאפיין את השינוי שחל בפרדיגמה החברתית תרבותית במעבר מדימוי האטום לדימוי הרשת. לדבריו: "הסמל המדעי המובהק של המאה העשרים הוא האטום. הוא סובב לבדו ומגלם את האינדיבידואליות. האטום בהיר בפשטותו ומייצג כוח, ידע ובטחון. האטום הוא העבר". לדבריו, הסמל המדעי של המאה העשרים ואחת היא הרשת הדינמית המאופיינת בהעדר התחלה, סוף או מרכז. "הרשת מייצגת את כל המעגלים, האינטליגנציה, התלות ההדדית, הנושאים הכלכליים, חברתיים ואקולוגיים, התקשורת, הדמוקרטיה והקבוצות והמערכות הגדולות". תרבות הקוד הפתוח והפריסה הרשתית של הכוחות השונים מגלמים גישות אידיאולוגיות הרואות בשיתוף משאבים ערך חברתי. השפעת כוח התנועות השורשיות היא חלק מעמוד התווך החברתי של הקיימות. עליית מעמדו של הפרט מחזקת את כוחן של מערכות הצומחות באופן מבוזר מול מערכות התכנון המרכזי, ואת השפעת כוחות השוק על קבלת החלטות.

10. Lugares de Encuentro - (Meeting places), Augusto Zanela, Argentina pavilion, Venice Biennale, 2010

גלוקליות - בין מקומיות לגלובליות

"Think Global, Act Local"[17]

האמרה "חשוב עולמית, פעל מקומית" מושרשת עמוק בחשיבה המקיימת. לגישה זו הרחבה המחזקת את חשיבות ההיזון החוזר בין המקומי לגלובלי ולהיפך,

[15] Gorbis, M., (2009). *Think The Unthinkable, Institute for the Future.* Retrieved April 29, 2014, http://www.iftf.org/node/3195
[16] Kelly, K., (2006). *Atom Versus Net.* Retrieved April 29, 2014, http://www.kk.org/thetechnium/archives/2006/02/atom_versus_net.php
[17] מיוחס ל-1915, Patrick Geddes ול-1972, Rene Dubos

באמצעות האמרה המדגישה את המשוב: "פעלו מקומית והשפיעו עולמית". גישות אלו מחזקות את התפיסה הרחבה של פתיחות והשפעה הדדית מבוזרת. אנו עדים לשינויים משמעותיים בתחומי החברה, התרבות והסביבה המתרחשים בקצב מהיר. שינויים אלו והתמורות העתידות להתרחש בהם, בשילוב עם ההתפתחות הטכנולוגית הצפויה להמשיך ולהתפתח בתאוצה חסרת תקדים, יגבשו במשותף את פני הקיימות.

המבנים בהם אנו גרים, עובדים ומבלים הם בבואה של אורח חיינו, ומשקפים את האופן בו אנו מבינים את העולם. התרבות האדריכלית במובנה הרחב, באופן בו אנו בונים את סביבת חיינו, מייצגת רבדים רבים השזורים אחד בשני, שחיבורם כישות פיזית הוא מעבר לסגנון. התרבות שלנו, בעידן של השתנות, נעה בין מסורת לחדשנות, בין הומוגניות ושייכות לאחרות, בין ייחוד ואינדיבידואליזם להטמעה בכלל. אנו נמצאים בהליך הגדרת מקומנו בין זהות ושייכות מקומית, להגדרות חדשות של זהויות גלובליות. ממשק זה, בשילוב עם ערכים של קיימות

11. מיצב המעלה את שאלת מקום האדריכל בתרבות גלובלית.
'Image of the Architect ¯ an Open Charter', urban projects bureau and public works with Owen Pritchard, UK pavilion, Venice Biennale 2012

12. הוואדי בחיפה בחג החגים, 2010

חברתית וסביבתית ובאמצעות יכולות טכנולוגיות עתידיות, ייעצבו תרבות אחרת המאפשרת הגדרה מחודשת של יחסינו לסביבה ויחסינו אחד לשני. המצרף התרבותי הרבגוני שייווצר ידחק את הקיימות כ'סגנון' ויהפך לחלק אינטגראלי מאורח חיים מלא, הנותן ביטוי לאיזון בין האדם והסביבה. קיימות בראיה כוללת אינה מוצר כי אם חזון ותהליך המושתתים על כיבוד האדם, ומאפשרים יישום אורח חיים הרמוני עם הסביבה בהווה ובעתיד.

תמונות

1. "technological tree", Floating Observatories, Taiwan Tower Competition 2010, Architect: DSBA, Mihai CARCIUN and upgrade studio., Photo: Forgemind ArchiMedia, 24.10.2010,https://www.flickr.com/photos/eager/5203193807/in/set-72157625332579849

2. אוהל נוודים מונגולי מסורתי (Ger), חומרים מקומיים, מודולארי, מתועש, קל הרכבה ופירוק, אוורור טבעי באמצעות הפשלת שולי האוהל והסעה טבעית של האוויר לארובה המרכזית, Photo: kkarc

3. אוורור טבעי באוהל נוודים מונגולי מסורתי, 2008, Photo: kkarc

4. אוורור טבעי, על פי אותם עקרונות של האוהל המונגולי, בבית Dymaxion House אשר נהגה ב-1920 על ידי Buckminster Fuller ונבנה ב-1945, Photo: Shelley Bernstein, 23.09.2010, https://www.flickr.com/photos/aur2899/5019447064/

5-6. חמציץ נטוי, נפתח בשעות הבוקר ונסגר בערב, תכונה של פרחים להשתנות לאורך שעות היום בהתאם לכמות הקרינה היוותה השראה לפרויקט שתוכנן על ידי LAVA Architects במרכז העיר מסדר, אבו דאבי. צילום: KKARC

7. Biosphere 2, Earth systems science research facility, University of Arizona since 2011 , Photo: HOK Network, 04.11.2008, https://www.flickr.com/photos/hoknetwork/3002473385

8. Generative Parametric Modeling, Architect: Richard Almond,Created using Microstation Generative Components, 15.06.2010, https://www.flickr.com/photos/rafolio/4704575648/

9. Hylozoic Ground by Philip Beesley, Canada pavilion at the Venice Architecture Biennale, 2010, Photo: kkarc

10. Lugares de Encuentro ¯ (Meeting places), Augusto Zanela, Argentina pavilion, Venice Biennale, 2010, Photo: kkarc

11. מיצב המעלה את שאלת מקום האדריכל בתרבות גלובלית.¯ 'Image of the Architect an Open Charter', urban projects bureau and public works with Owen Pritchard, UK pavilion, Venice Biennale 2012, Photo: kkarc

12. הוואדי בחיפה בחג החגים, 2010, Photo: kkarc