



מתאר העיר

תא/5000 תכנית מתאר מקומית לתל-אביב-יפו

דוח 1.3 מצב קיים אקולוגיה עירונית

מוטי קפלן - תכנון מתאר וסביבה

מוטי קפלן ■ אדר' יערה רוזנר ■ נירית ויטמן
עמיר בלבן ■ אדר' נעמה רינגל
שלומית הרוש ■ אסף קפלן ■ שלומית ויגודה

יוני 2022

תוכן העניינים

3	מבוא
4	1 . מערך השטחים הפתוחים
4	1.1 מערך השטחים הפתוחים כבונה עיר - דוגמאות מהעולם
5	1.2 מרחבים מוטי הליכה ברגל
6	1.3 גגות ירוקים
7	1.4 ניהול נגר
8	2 . תכנון אקלימי
8	2.1 על תופעת האקלים העירוני
9	2.2 תכנון עירוני אקלימי - דוגמאות מהעולם
9	2.3 אפיון התנאים האקלימיים בתל-אביב - יפו
10	2.4 כלים בתכנון אקלימי
12	2.5 הרעיון התכנוני: מטבוליזם עירוני Urban Environmental Metabolism
12	3 . טבע עירוני
12	3.1 על קיומו ומשמעותו של טבע בעיר
13	3.2 התייחסות מערכתית לאתרי טבע עירוני
13	3.3 טבע עירוני בתל-אביב - יפו
13	4 . מסקנות והמלצות שהתקבלו עד כה

מבוא

הדוח שלהלן מהווה כעין מסד נתונים וחשיבה שימצאו בבסיס שלבי התכנון הבאים. מכיוון שנושאי האקולוגיה העירונית הם במידה רבה חדשניים וזכו בתוכניות ובמסמכי מדיניות בעבר להתייחסות חלקית בלבד, דוח זה שונה מדוחות מצב קיים בנושאים אחרים בכך שהוא כולל סקר ספרות רחב היקף ולימוד מהניסיון הכלל עולמי. בפרקי הדוח מוצגת תמצית מהלימוד וניסיון להציע מסקנות וסוגיות לדיון במסגרת תוכנית המתאר לתל-אביב - יפו.

כרקע לעבודה בנושא אקולוגיה עירונית התבצע ניתוח מצב קיים של מערך השטחים הפתוחים כתשתית למרחב הציבורי העירוני. תשתית זו הינה השטחים אשר זוהו כפתוחים בפועל עליה התבצעה סידרה של ניתוחים והשוואות, העוסקת באיפיון שטחים פתוחים, דרוגם, מעמדם והפוטנציאל הטמון בהם. ניתוח זה מוצג בנספח א' לדוח.

נספחים נוספים נלווים לכל אחד מפרקי הדוח שלהלן. הנספחים מציגים בהרחבה את הלימוד מסקר הספרות ואת מקרי המבחן מהעולם וכוללים מפות, גרפים ותמונות. יש לציין כי החומר המוצג בנספחים כולל רעיונות רבים שלא נבדקו לעומקם ובמיוחד לא נבחנו התאמתם והשלכותיהם על התכנון בתל-אביב - יפו. אין לראות על כן בנאמר בנספחים המלצות תכנוניות, אלא רעיונות המועלים לבדיקה. הנספחים מציגים את הידע שנרכש על ידי יועצי התוכנית ומובאים בנפרד מהדוח על מנת לאפשר לכל בעל עניין ללמוד מהידע הרב שנאסף. על מנת להקל על השימוש בדוח ובנספחים, מוצגת להלן תמצית שלושת פרקים:

פרק 1 - מערך השטחים הפתוחים - הפרק סוקר מספר ערים נבחרות, אשר תנאיהן מזכירים את תנאיה של תל-אביב - יפו, ובהן התבצע הליך תכנוני דומה. במיוחד ניבחנו היבטים של יישום ועיגון הנחיות סביבתיות ומדיניות סביבתית בנושאי הפיתוח העירוני, כלים חדשניים, אמצעי גמישות, חינוך, הסברה ותודעה, תוכניות מעקב ובקרה בנושאי יישום מדיניות סביבה, אינדיקטורים לבחינת התקדמות או נסיגה בנושאי סביבה, אמנות עירוניות בעלות חשיבות בתחום איכות הסביבה, וכיוצא באלה. כן נבחנו אפשרויות אימוץ והתאמה של כלים ואמצעי מדיניות, אשר נוסו בהצלחה במקומות אחרים, לתנאיה המיוחדים של תל-אביב - יפו. הנסיון הבינלאומי, כלים, אמצעים וחיידושים בתחום מדיניות עירונית סביבתית, מהווים "סל כלים", אשר ניתן יהיה לעשות בו שימוש לעת עריכת התוכנית. בסקירה שלפנינו הוצגו מספר נושאים בהרחבה ובהם מרחבים מוטי הולכי רגל, גגות ירוקים ונגר עילי.

פרק 2 - תכנון אקלימי - פרק זה מסביר את סוגית האקלים העירוני באופן כללי, וכולל התייחסות ספציפית לאקלימה של העיר תל-אביב - יפו. פירוט היחס התכנוני לאקלים העירוני והפרמטרים המשפיעים על ממשק האקלים בעיר לטובת איזון האקלים העירוני, כפי שעולה מנסיון של ערים שונות בעולם - ביניהן ברלין וטוקיו. כן מציע הפרק אסטרטגיה לתכנון מוטה אקלים בתל-אביב - יפו, אסטרטגיה המושתתת על רעיון של "מטבוליזם עירוני", מעין חילוף חומרים ופירוק תעוקות סביבתיות, באמצעות היחסים שבין מערך השטחים הפתוחים לרקמה הבנויה. האקלים העירוני באופן טבעי מושפע רבות מנושאים שונים הנוגעים לאקולוגיה עירונית, השפעות הדדיות אלה מתוארות בפרקים השונים.

פרק 3 - טבע עירוני - פרק זה כולל איפיון וזיהוי אלמנטים טבעיים המאפיינים את יחידות הנוף העירוני השונות. הפרק מציג מיפוי וקיטלוג של אתרי הטבע העירוני, נסיון בינ"ל ביחס לשילוב אתרי טבע עירוני במערכת המרחב הציבורי העירוני. בדו"ח שלפנינו נקבעו מסגרות והגדרות, הוצג מתווה ראשוני של פרישת אתרי טבע עירוני בתל-אביב - יפו והוצגו, פרוט אתרים נבחרים והפוטנציאל הטמון בהם מבחינת אתרי טבע עירוני.

1. מערך השטחים הפתוחים

הרקמה העירונית מורכבת מן הבינוי, אך לא פחות מכך היא מורכבת מן החללים שבין המבנים – היוצרים את המרחב העירוני הציבורי. החללים מצויים בדרגות פיתוח שונות, הנפרשות על פני סקאלה רחבה – בין מעוצבים ומתוכננים לבין טבעיים. ככל שהסביבה העירונית מורכבת ומגוונת, יוצאים תושביה נשכרים מאוסף ההזדמנויות הניכרות בדרכם, בחיי היומיום שמציעה עירם. רגישות התכנון העירוני למאפייני הסביבה תורמת לעושר ולגיוון של המרחב הציבורי, ומחזקת את הקשר בין העיר לבין המרחב השובב אותה. במספר גדל של ערים ברחבי העולם, ההיבט הסביבתי הופך לחלק בלתי-נפרד במדיניות התכנון, ומגובה על ידי כלי מדיניות מתחומים נוספים. הסביבה הטבעית, והסביבה האנושית-היסטורית יוצרות יחדיו מקומות אופייניים, ייחודיים ומובחנים. אחת ממטרות התוכנית היא חיזוקה והדגשתה של "רוח המקום" בחלקי העיר השונים, ודמות המרחב הציבורי באופן זה.

כלי מדיניות שונים פותחו לצורך טיפוח, הדגשה ושילוב של מאפיינים סביבתיים ברקמה העירונית. סקירה של כלי מדיניות אלה מציגה את דרכים שונות שנבחרו להשגת יעדים אורבניים-סביבתיים. מובן שבכל עיר קיים הקשר שונה למדיניות – שהרי העיר פועלת בתחום נתון של חוקי המדינה, ובקרב ציבור בעל מודעות-סביבתית בדרגות המשתנות מעיר לעיר. אולם, הנסיון המצטבר של ערים אחרות בעולם בקידום נושאים של אקולוגיה עירונית, יוכל לכל הפחות להניח תשתית לדיון באמצעי מדיניות, בשלבים הבאים של תוכנית המתאר.

הסקירה המובאת בנספח ב' והסוגיות לדיון שיוצגו להלן כוללות התייחסות למספר חקרי-מקרה של מדיניות שטחים-פתוחים, ופרקים נושאים הסוקרים לעומק היבטים מסוימים של מערך השטחים הפתוחים ונושאים נוספים הנגזרים ממנו ומשיקים אליו.

1.1 מערך השטחים הפתוחים כבונה עיר - דוגמאות מהעולם

שיקגו - המתכנן התל-אביבי ימצא עניין בעיר שיקגו, על אף הבדלי קנה-המידה. שיקגו דומה לתל-אביב - יפו בהיותה עיר חוף ובהתפרסותה על פני מרחב מישורי. כעיר ליבה במטרופולין גדול המונה עשרות-מיליונים, סובלת שיקגו מבעיות של זיהום. חלק ממאמציה של העירייה לשינוי התדמית של שיקגו כעיר לא-נעימה מבחינה סביבתית, הופנו לנושא מערך השטחים הפתוחים:

- יצירת מערך סדר והיררכי של שטחים פתוחים, ומיצוי הפוטנציאל הגלום בו.
- תפיסה של הפארקים הגדולים כ"חצר קדמית" לעיר וכשער העיר - טיפוח הפארק כחזית קדמית, הן מבחינה נופית והן מבחינת הגדרת "פני העיר" והבינוי בדופן הפארק
- מגוון ונגישות - הקפדה על קיומם שטחים פתוחים בקנה מידה משתנה, ומדרג של רמות פיתוח, הנגישים לכל אזרח במרחקים משתנים. לכל אזרח קיימת נגישות למספר פארקים ברמות שירות שונות ובקרבה משתנה.
- מגוון איכותי – פארקים פאסיביים ואקטיביים, פארקים בעלי אפיון טבעי או מפותח, פארקים הכוללים מוקדים בנויים, מגרשי משחק ופעילויות לעומת פארקים המאופיינים בשקט שלווה וטבע. בפארקים הגדולים יכלול מספר "אפיונים" באותו הפארק – כך שקיימת אפשרות למספר סוגי פעילות באותו ביקור.
- יצירת מערך סדר וקישוריות בין השטחים הפתוחים.
- הנגשה – הקפדה על אפשרות גישה אל הפארק ברגל (שבילי ריצה, תאורה, נגישות לכבדי תנועה ולכסאות גלגלים), באופניים ובתחבורה ציבורית.
- פארק הפונה למשתמשים מהסביבה הקרובה ויחד עם זאת מהווה מוקד משיכה בקנה מידה מחוזי ואפילו ארצי, באמצעות אטרקציות ופרויקטים אופייניים.
- השקעה בארכיטקטורה, ובעיצוב הפארק, וכן תשומת לב מיוחדת לעיצוב הבינוי הסמוך לפארק.
- אפשרות לחינוכי אופניים תחת חלק מהפארק המאפשרים נגישות והופכים את הפארק ל"תחנת תחבורה"

דגש מיוחד ניתן בשיקגו להפיכת שטחים עירוניים בעייתיים לשטחים ציבוריים פתוחים:

- שיתוף פעולה בין מחלקת התכנון והפיתוח של עיריית שיקגו ובין גופים שונים, כולל מערך בתי-הספר הציבוריים בעיר. לטובת הגדלת שטח הפארקים בעיר.
- הפיכת שטחים מוזנחים, מגרשים ריקים, ומגרשי משחקים בבתי-ספר לגנים קהילתיים, פארקים וצורות אחרות של שטחים ציבוריים פתוחים.
- יצירת גינות ציבוריות בשכונות בהן מורגש מחסור בשטחים ציבוריים פתוחים תוך התמקדות במגרשי האספלט ומגרשי החנייה בבתי הספר הציבוריים בעיר. העירייה מסירה ריצוף אספלט ובטון משטחי בית הספר ומוסיפה במקומם מדשאות, צמחייה, מתקני משחקים, ריהוט רחוב, ותאורה. הגינה משרתת את התלמידים בשעות בית הספר ואת תושבי השכונה לאחר סיום הלימודים.
- לימוד מחוץ לכיתה (outdoor learning) וטיפוח טבע עירוני בחצר בית הספר, כחלק מפארק הפתוח לקהילה.

פריס - בפריס קיים מחסור בשטחים פתוחים ולחץ ליצירת שטחים פתוחים מופעל כיום מכיוון הציבור. הגברת השימוש בשטחים הפתוחים הקיימים וחיזוק המערך הקהילתי סביב השטחים הפתוחים עומדים בבסיס המנגנונים בהם נוקטת עיריית פריס להתמודדות עם חוסר זה:

- **הגברת השימוש** - פעילות קהילתית בגנים – הרצאות, שיעורי גינון, מפגשי "קפה גינה", משחקים ('חפש את המטמון' בין הגנים).
- **קשר לקהילה** - "הגנים המשותפים" בפריס מוקמים בעידוד העירייה, אך הם יזומים על ידי הקהילה. הגנים ממוקמים ברובם בשטחים השייכים לעירייה. האגודות מקבלות לידיהן את ניהול הגן לתקופה של שנה ולאחריה ניתן לבקש הארכה של עד שש שנים. חלק מן הגנים הינם גנים זמניים, על אדמות שמיועדות לבניה. העירייה מצידה מספקת את הבסיס – נקודות מים, אדמה מתאימה, ואפילו שער כניסה. הגן המשותף הוא מקום פתוח אל עבר הרובע, המעודד מפגשים בין דורות ובין תרבויות. הוא תורם להעלאת ערך המשאבים המקומיים על ידי יצירת קשרים עם מסגרות אחרות (בתי ספר, בתי חולים, בתי אבות, מרכזים חברתיים, ועוד). מבחינה סביבתית הוא מסייע בשמירה על המגוון הביולוגי בעיר, ובטיפול הצמחייה בעיר.
- **מסגרת אדמיניסטרטיבית** - 'היד הירוקה' ("פעילות לוויין" לתוכנית המתאר) - מסגרת אדמיניסטרטיבית, שתפקידה עידוד הקהילתיות בגנים והעשרת מערך השטחים הפתוחים. האגודות נהנות משיתוף בנתונים, בידע ובעצות, כולל ליווי מתודולוגי בתהליך הקמת הגן והפעלתו.
- **שמירה על מגוון ביולוגי** - בפריס יש יותר מ-1600 מינים של בעלי חיים, הנצפים בייחוד ביערות ובגנים. כ-22 מינים הם מוגנים, וכמו כן חל איסור על ציד ציפורים. העירייה נוקטת מספר פעולות הנוגעות לשמירה והעצמה של מגוון ביולוגי ובהם פיתוח חללים חדשים לפאונה ולפלורה פראיים, למשל: הצבת קינים לציפורים, חרקים, עטלפים; יצירת גנים המורכבים מצמחיית בר וממינים מקומיים. ובכללם ביצות כסביבת חיים לפאונה ופלורה ימיים; טיפוח מסדרונות אקולוגים (בעיר) ועידוד קשרים בין המרחבים הירוקים. גם בבנייה חדשה בעיר ישנה התחשבות בשמירה על המגוון הביולוגי.

1.2 מרחבים מוטי הליכה ברגל

פרק זה עוסק בהתאמת הסביבה העירונית להולך הרגל. בנספח ב' מוצגת המדיניות הנוגעת להתאמת המרחב הציבורי לטובת הולכי הרגל, כפי שהיא באה לידי ביטוי בתוכנית המתאר לתל-אביב - יפו וכן מקרי חקר מרחבי העולם, אשר מדגימים התאמת ערים להולכי רגל, באופנים שונים. בפרק שלהלן יועלו לדיון סוגיות רלוונטיות לתכנון בתל-אביב - יפו. ככלל, על המעבר לרחובות מוטי הולכי רגל להיות מלווה באמצעים משלימים, ליצירת רחובות ידידותיים, פתוחים ומסבירי פנים. מדובר בשוני תפקודי, המבקש ליצור סביבה חדשה, אסתטית ונעימה, בה האדם ההולך ברחוב הוא מושא התכנון, ולא המכוניות (התכנון הישראלי נוטה לראות לפניו את "צרכי המכוניות" בעדיפות גבוהה). מוצגים להלן נושאים לדיון על בסיס מקרי המבחן שנסקרו:

- **שיפור סביבת הולכי הרגל על ידי שדרוג רמת השרות** - (הבטחת רוחב מינימאלי של מדרכות ושבילים, פינוי מכשולים, מתן עדיפות בחציית צמתים, טיפול עיצובי מיוחד לסביבת הולך הרגל, שילוט הכוונה, ריצוף, נטיעת עצים, צמחייה, הצבת ריהוט רחוב ותאורה, הקמת שירותים ציבוריים, וכדומה). בעיקר ברחובות ובצירים הכלולים בשלד הירוק.
- **מערך צירים מוטי הליכה רגלית (מה"ר)** - מפת המרחב הציבורי מניחה תשתית ליצירת מערך הולכי רגל בתל-אביב - יפו. עם זאת המפה מתפקדת בקנה מידה כלל עירוני ועל כן מוצע לבחון מנגנוני בקרה בקנה מידה רובעי. מוצע לאמץ, "תוכנית אב" רובעית לענין הפיכת הרבעים למוטי הליכה ברגל, ומלבד זאת גם מנגנונים עקביים לטווח ארוך. דוגמאות:
 - בחינת אפשרות לשימוש במערך הדרכים הקיים, שדרוג ושינוי שלו.
 - יצירת "מילון" אפשרויות למנגנוני פיתוח אופייניים לצירים ואזורים.
 - הגדרת ציר או מערכת צירים מרכזית "מע-ר-מה"ר" החוצה את העיר (צפון דרום ומזרח מערב). מסחר, תעסוקה, התרחשות ציבורית וכו'. בסביבה מזמינה להולכי רגל הכוללת רחובות סגורים או ממותני תנועה, ומערך תחבורה ציבורית תומך מה"ר.
- **בחינה של אפשרות ליצירת מערכים מקבילים** - בחינה של אפשרות לרחובות מקבילים וסמוכים לצירים הראשיים שיוגדרו כמותאמים להליכה ברגל – התנהלות של תנועה רגלית מקבילה לתנועת הרכבים, ומקושרת אליה באמצעות מערך התחבורה הציבורית.
- **רחובות משולבים** - פיתוח או שדרוג של מתחמי רחובות משולבים באזורים נבחרים, בהם מוצע להגביל כניסת כלי רכב, לשפר את התנאים להולכי רגל ולפעילות מסחרית. כחלק ממפת המרחב הציבורי, וכחלק מהנחיות תוכנית המתאר. הגדרת אזורים בעלי איכויות מתאימות להפיכה למוטי הליכה ברגל, וצירים מרכזיים החוצים את העיר (צפון דרום ומזרח מערב), בנוסף לתפיסה המתחמית.
- **עיר הפונה לים – ברגל** - על מנת לחזק את הקשר הבלתי אמצעי של העיר עם הים מוצע לבחון את חלקה המערבי של העיר (כ-500 מ' מקו המים), כאזור בעל עדיפות להולכי רגל. תוכניות מפורטות לאזור עשויות להסדיר נגישות לחוף, והפיכת מערך הרחובות הניצבים לים, וכמובן רחוב הירקון, למוטי הליכה ברגל ומוצללים. יצירת "עורף עירוני איכותי" לחוף, ירחיב את החוויה של עיר ימית.

- **קישור מערך המה"ר** - בחינה של מערך התחבורה הציבורית המוצע בתוכנית המתאר והגדרת כל מוקד תחבורה גם כמוקד הליכה ברגל ורכיבה על אופניים. מערך שבילים ואזורי מיתון תנועה המובילים מ ואל מוקדי התחבורה והתחנות המרכזיות. במסגרת זו ניתן לבחון הגדרת חניונים מקורים (בגג ירוק כמובן) בשולי אזורים הסגורים לתנועת מכוניות וחיבור בין מוקדי פעילות לסוגיהם ושטחים פתוחים, באמצעות מערך שבילי הולכי רגל ואופניים/
- **הגדרת גמישות תכנונית במערך הולכי הרגל** - מוצע לבחון את תכנון מערך המה"ר יתוכנן על-פי תפיסה מדורגת (בשיתוף יועצי התחבורה לתוכנית המתאר):
 - אזורים סגורים לתנועה באופן קבוע (למעט רכב חרום והצלה)
 - אזורים הסגורים לרכב פרטי (מלבד תושבי האזור)
 - אזורים הסגורים רק חלק משעות היום או הלילה, למשל: אזורי בילוי הסגורים לתנועת רכב בשעות הלילה ופתוחים לתנועת רכב בשעות היום ולהיפך; אזורי מגורים בהם ננקטים אמצעים למיתון תנועה אך יש כניסה למכוניות של בעלי דירות ותחבורה ציבורית; מרכז עירוני פתוח לתחבורה ציבורית בלבד.
- בנוסף, מוצע לבחון השפעה עונתית על אזורים אשר מתנהגים אחרת בקיץ ובחורף, למשל, בסמוך לחוף הים. אותם אזורים יכולים לתפקד בקיץ כמדרחובים, או כרחובות מוטי הולכי רגל במובהק לעומת החורף בו הם נפתחים לתנועה.
- **הגדרת שלביות בביצוע מערך המה"ר** - מוצע כי בכל מקרה, יישום המלצות התוכנית יעשה בשלבים ויתאים להערכות מבוקרת, ניסיונית ואיטית. תוכנית שלבית תאפשר לימוד, היזון חוזר, תיקון טעויות והרגלת התושבים ומקבלי ההחלטות כאחד להערכות עירונית חדשה. מוצעת - שלביות על-פי מודל קופנהאגן (ראו נספח), הפיכת אזור למוטה הולכי רגל באופן הדרגתי:
 - שלב א' - עיבוי תחבורה ציבורית
 - שלב ב' - איסור כניסת מכוניות "לא רלוונטיות", במקביל – שיפור הסביבה הפיסית, הרחבת מדרכות, ריהוט רחוב, הצללה וכו'.
 - שלב ג' - איסור כניסת מכוניות בכלל או בשעות מסוימות.
 - שלב ד' - הרחבת תחום המודל, והגדרת אזורים ורחובות נוספים המותאמים להיות מוטי הליכה ברגל
- **שיתוף הקהילה** - מוצע כי יישום המלצות התוכנית יעשה תוך שיתוף הקהילה בתכנון וביישום פרויקטים קטנים, כגון הקמת כיכר, טיפוח צידי דרך ומדרכות.

1.3 גגות ירוקים

הפרק שלהלן עוסק בהשלכות אפשריות של קידום גגות ירוקים לגבי תוכנית המתאר בפרט וביצוע גגות ירוקים בתל-אביב - יפו בכלל. גגות ירוקים מותקנים על מגוון רחב של מבנים קיימים וחדשים: מבנים ציבוריים, בתי מגורים, מבני תעשייה ומסחר, גורדי שחקים, בתי ספר, בתי חולים, אוניברסיטאות, ספריות, בנקים, מלונות, נמלי תעופה, מגרשי חנייה, ועוד. ישנם גגות ירוקים המעוצבים כגינות וכשטחים ירוקים - חלקם ציבוריים וחלקם פרטיים וישנם גם גגות ירוקים שאינם נגישים (פרט לצרכי תחזוקה). ניתן לשלב גגות ירוקים במבנים באופן מוצנע, וניתן גם להפכם למאפיין אדריכלי מרכזי ובולט, ואף ליצירת אומנות. לבסוף, ניתן להשתמש בגגות ירוקים לחקלאות אורבאנית. בנספח ב' מוצג פירוט לגבי היתרונות שבשימוש בגגות ירוקים וכן מבנה הגג הירוק, דוגמאות להקמת גגות ירוקים ומנגנונים עירוניים לעידוד הקמת גגות ירוקים.

מדוע גגות ירוקים? - לגגות ירוקים קיימת השפעה בתחומים שונים של איכות הסביבה והמרחב הציבורי. גגות ירוקים תורמים לאיכות הסביבה ע"י הפחתת גזי חממה, סינון מי גשם, שיפור איכות האוויר בעיר ועידוד מגוון ביולוגי. הם תורמים לאיכות החיים ולבריאות תושבי העיר ע"י הפחתת אפקט "איי החום האורבניים", בידוד מרעש ומקרנה אלקטרומגנטית, הקטנת הסיכוי לשיטפונות והגדלת השטחים הירוקים בעיר. כמו כן, לגגות ירוקים תועלת כלכלית משמעותית המתבטאת בעיקר בחסכון באנרגיה לקירור ולחימום מבנים ובהארכת חיי מערכת איטום הגג. ניתן לסכם את יתרונות הגגות הירוקים בהיבטים הבאים:

- תרומה לעיצוב המרחב הציבורי ופוטנציאל לעיבוי מערך השטחים הפתוחים
- הקטנת נגר עילי, על ידי קליטת משקעים.
- חסכון באנרגיה, על ידי בידוד והגנה על מעטפת המבנים
- שיפור איכות האוויר, הן על ידי החיסכון באמצעי חימום וקירור, והן על ידי קליטת מזהמים.

- לגגות ירוקים יתרונות רבים, אולם יישום מוצלח של הטכנולוגיה מציב מספר אתגרים:
 - יש צורך בהתקנת גגות ירוקים על אחוז ניכר משטח גגות העיר על מנת להפיק תועלת משמעותית מטכנולוגיה זו (בעיקר בהקשר להפחתת "איי החום האורבניים" וטיפול במי הגשם ובנגר עילי). יש להכיר בכך שתרומתם של גגות ירוקים היא בעיקר ציבורית, בעוד שהתקנתם על מרבית גגות העיר תדרוש שיתוף פעולה של הסקטור הפרטי.
 - סוגיות כלכליות - עלויות התקנה (ובגינות גג מורכבות – עלויות תחזוקה).

- סוגיות מבניות, טכניות ותחזוקה כמו הצורך בביצוע תחשיבים מקצועיים לגבי העומס על הגגות, חשיבות איטום מהימן של הגג לאור הקושי באיתור דליפות מתחת לצמחיה, השקיה (בעיקר בגגות עמוקים ובעונות שחונות).
- מודעות ומידע: העלאת המודעות לנושא הגגות הירוקים ולטכנולוגיות הקיימות אצל מקבלי ההחלטות והיזמים, צורך בסיוע ובהכוונה בהתקנת גגות ירוקים הן לאנשי מקצוע והן לציבור הרחב.
- חקיקה ורגולציה: יצירת תמריצים כלכליים (מענקים, הנחות במיסים); חקיקה בהתאם למסלולים שונים: מבנים קיימים לעומת מבנים עתידיים, ומבני ציבור לעומת מבנים פרטיים (בתי מגורים, מבני תעשייה ומבני מסחר); שילוב הגגות הירוקים בחקיקה וברגולציה בנושא "בניה ירוקה".

דרכי התמודדות ועידוד הקמת גגות ירוקים

- העירייה היא הגורם המשמעותי ביותר בקידום תוכנית גגות ירוקים עירונית. יחד עם זאת, כדי ליישם את הטכנולוגיה על מרבית גגות העיר ולהפיק את מירב התועלת שבה, יש לגייס את שיתוף הפעולה של הסקטור הפרטי והעסקי. לשם כך משתמשים בעולם באמצעים הבאים:
 - **תמריצים כלכליים** - עלות התקנת ותחזוקת גגות ירוקים מהווה את המכשול המרכזי במימוש תוכנית גגות ירוקים עירונית. על כן חשוב לפתח מערכת תמריצים כלכליים שתכלול אמצעים חד פעמיים (כגון מענקים) לצד סיוע כלכלי מתמשך לצרכי תחזוקה (כגון הקלות מס והלוואות). תמריצים כלכליים אפשריים כוללים:
 - סבסוד התקנת גג ירוק בהתאם לגודל הגג וסוג המבנה.
 - מענק חד פעמי במימון גופים ממסדיים או מלכ"רים.
 - הלוואה ארוכת טווח בריבית נמוכה או ללא רבית במימון גופים ממסדיים או מלכ"רים. הלוואות להתקנת גגות ירוקים בשכונות בהן אוכלוסייה עם רמת הכנסה נמוכה.
 - הקלות במיסים
 - **אמצעים חוקיים ורגולאטורים** - למשל: הגדלת אחוזי בנייה בפרויקט בתמורה להתקנת גג ירוק; העדפה במתן אישורי בנייה לפרויקטים ירוקים בכלל ועם גגות ירוקים בפרט; שילוב גגות ירוקים בחקיקה המעודדת או דורשת בנייה ירוקה.
- 1. **הסברה ושיווק הנושא לציבור** - תוכנית גגות ירוקים עירונית דורשת תמיכה ציבורית רחבה ושיתוף פעולה של אנשי מקצוע מתחומים רבים, אולם, נכון להיום, נושא הגגות הירוקים כמעט ולא ידוע בארץ. על כן, אחת ממטרות התוכנית צריכה להיות שיווק הנושא לציבור הרחב תוך הדגשת התועלת הסביבתית, הכלכלית והחברתית שבהתקנת גגות ירוקים. מטרה נוספת היא לתמוך בבעלי מבנים ואנשי מקצוע המעוניינים בהתקנת גגות ירוקים. לשם כך, יש להעניק לעובדי העירייה הכשרה מתאימה כדי שיוכלו לקדם את נושא הגגות הירוקים בציבור ולסייע לתושבים ולאנשי המקצוע.
- **חקר התכנות** - תוכנית גגות ירוקים עירונית דורשת השקעה ראשונית גבוהה. חקר התכנות מאפשר לחסוך במשאבים ע"י, ראשית, איתור האזורים עם הפוטנציאל הגבוה ביותר להתקנת גגות ירוקים (כגון, מבנים עם גגות רחבים ושטוחים שיכולים לשאת בתוספת המשקל של גג ירוק), ושנית, איתור האזורים שיפיקו את התועלת המרובה ביותר מהטכנולוגיה החדשה (כגון, אזורים הסובלים הן מהצפות והן במחסור בשטחים ירוקים).

1.4 ניהול נגר

ערים, מטבע ברייתן, יוצרות הפרעה או הסטה של המערכים הטבעיים. בכל הנוגע לנגר, העיר היא בראש ובראשונה מחסום – תכסית אטומה שאינה מאפשרת חלחול וזרימה טבעית של מים אל מי תהום. לתכסית העירונית תופעת לוואי נוספת – היא מהווה כעין משפך עצום המפנה את כל כמות הנגר אל הנחלים או אל הים, באין גורם ממתן של חילחול אל מי התהום. מעבר לכך, בהיותנו צרכני מים עצומים ובו זמנית "פלטני מים" אדירים, (ממקלחות ועד לתעשיית הצמר), משמשת העיר כעין "משאבת מים" אדירה, המייבאת מים (מהמוביל הארצי למשל) ולאחר השימוש מזרימה אותם אל מערכת הניקוז הכללית.

העיר כאמור משבשת באופן קיצוני את ממשק המים הטבעי ואת המערכות המקוריות של זרימה, אגני ניקוז, הפניית נגר ואיזונים טבעיים. זאת ועוד – העיר מהווה מוקד זיהום ענק, המזרים זיהום ושפכים גולמיים אל מערכת המים והניקוז, וכן זיהום עקיף – הנשטף מהרחובות המזוהמים, ממכוני ניקוי רכב, תעשייה, ריסוס, טיהור ועוד. פגיעת הזיהום באיכות מי התהום לעיתים הינה בלתי הפיכה. כמו כן גורר הזיהום העירוני את זיהומם של מקווי המים העיליים (במקרה זה הנחלים והים).

מטרד נוסף, שהוא תופעת לוואי של מניעת החילחול, הינו הצפות בעיתות גשמים. הן הצפות של מקומות נמוכים ופשט ההצפה של הנחלים הגדולים (ירקון ואילון), וכן הצפות ביוב, בשעה שהעומס על מערכת הניקוז העירונית עולה על גדותיו. כמו כן – באזורנו, המתאפיין באקלים ים תיכוני, מדברי למחצה ובמיעוט מים מזה, ובחברה צרכנית מים מזה (מקלחות, הדחת אסלות, השקיה), מובן כי קיים פער בין כמות המים שבנמצא לבין תצרוכת המים השנתית. אחד הפתרונות האפשריים, והמומלצים הוא מחזור מים ושימוש בנגר העילי בצורה מיטבית. באופן אידאלי, מי התהום (הנקיים) ישמשו כמעט אך ורק לשתייה. ואילו רב צרכינו יסופקו על ידי שימוש במים מושבים ואיסוף מי גשם. בארץ ובעולם קיימים פרויקטים בקנה מידה משתנה, מרמת המבנה הבודד ועד רמת

העיר והמדינה, המתמודדים עם נושא השבת נגר והשימוש היעיל והמיטבי בו. נספח ב5 מציג מספר דוגמאות, בהן ישראליות, וחלקן מערי העולם. הדוגמאות שנבחנו מאופיינות באקלים דומה ובמערכות ניהול נגר בעלות פוטנציאל דומה לזו של תל-אביב - יפו (ניהול נגר בממשק מים דומה לתל-אביב - יפו, ניהול נגר בערים קיימות שאינן מתוכננות כערים מוטות נגר לכתחילה). בכדי להגיע למצב של ניצול מיטבי של מערך המים, הן הנגר העילי והן השימוש במים מושבים יש לתת את הדעת על שני מישורי התייחסות: האחד – איסוף הנגר והפנייתו לשימוש משני או חידור חוזר למי בתהום, השני – ניקוי וטיהור המים או מניעת זיהום המים במקור.

ניהול נגר עילי - מטרות

- העשרת מאגר מי התהום
- מניעת זיהום מי התהום
- מניעת הצפות באמצעות ניהול והאטת נגר
- חיסכון במים
- טיהור מי תהום מזוהמים (באמצעות אגנים ירוקים בשצ"פ) כביטוי לתכנון עירוני בר קיימא

ניהול נגר עילי - אתגרים

יש להפריד בין מדיניות ניהול נגר בשטחים בנויים לבין הנחיות לניהול מי נגר בשטחים שעדיין לא נבנו. אחת הבעיות המרכזיות בניתוב נגר להשקיה ולהעשרת מי תהום הינה שילוב מערכות הניקוז. במקרים בהם לא קיימת הפרדת מערכות, מי הנגר מתועלים יחד עם השפכים העירוניים והתעשייתיים למכונני טיהור לפני הזרמתם לשימושים השונים.

ניתן לציין כי ערים שונות בעולם, נותנות את הדעת על הצורך בהפרדת המערכות כבר בשלב התכנוני. בערים אלה מתאפשר שימוש יעיל בנגר העילי לצרכים משתנים, ואילו כמויות המים המופנות למערכת הביוב, ולמתקני הטיהור קטנה בצורה משמעותית.

בערים בהן קיימת תשתית שאינה ערוכה לטיפול בנגר העילי, הסוגיות כמובן הופכות מורכבות יותר. בערים אלה בדרך כלל מוגדרות מספר תוכניות פעולה לטווחים משתנים

- לטווח קצר: התמודדות עם מצבי חירום הדורשים מענה מיידי כגון הצפות
- לטווח בינוני: טיפול בחתך הרחוב, גגות ירוקים, מנגנונים להאטת נגר
- לטווח ארוך: הפרדת מערכות, מניעת זיהום הנגר העירוני במקור, הפניית המים לצרכי השקיה וחלחול

נושא מורכב נוסף בניהול מי הנגר העירוני, הוא התלות של המערכת העירונית במערך רחב, במעלה הנחל ואגן הניקוז. לעיריית תל-אביב - יפו אין כל שליטה על פעולות הנעשות בפתח תקווה או ברמת גן, אך היא נושאת בתוצאות – בדמות הצפות או זיהום. מנהלת הירקון היא סנונית ראשונה במערכות הניהול הבין עירוניות, ואין כל ספק שנושא הנגר העילי, נדרש גם הוא למערך ניהולי בקנה מידה אזורי – מחוזי.

2. תכנון אקלימי

התופעה של אקלים עירוני מתועדת בערים רבות בעולם. ריכוז של מאות-אלפי אנשים באזור מצומצם, תנועה בין אזורי פעילות בעיר על פני שעות היממה ופני-שטח המעוצבים מחדש על ידי מעשי האדם, כל אלה משפיעים על התחושה של האדם במרחב העירוני. "תחושת הנוחות" של האדם רגישה לשינויים במאפייני מיקרו-אקלים, למשל: ההבדלים האקלימיים הנוצרים בין אזור מוצל בצידו האחד של הרחוב, לאזור החשוף לאור השמש בצידו השני. כל עוד המרחב הציבורי מייצר תחושת-נוחות, הוא נעים ומזמין פעילות, ומהווה במה להתרחשותם של חיי-עיר תוססים. לעומת זאת, מרחב ציבורי שבו יחוש האדם תעוקה בשל התנאים הסביבתיים, לא יוכל לתפקד כמקום של פעילות, מפגש ואינטראקציה – ויתרוקן לבסוף מאנשים.

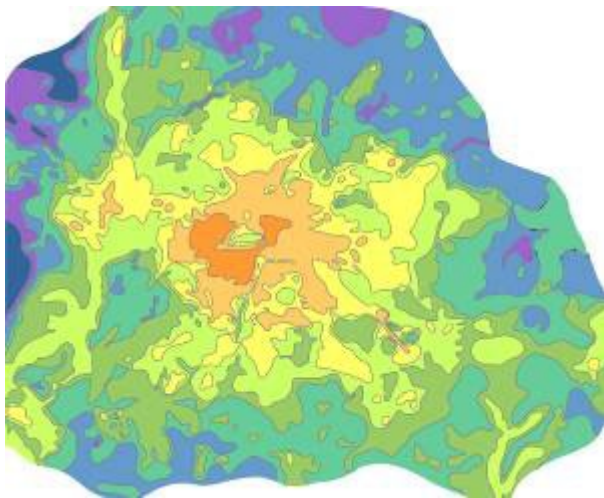
2.1 על תופעת האקלים העירוני

המאפיין הבולט של האקלים העירוני הוא "אי החום העירוני" (UHI – Urban Heat Island). ביטוי של אי החום העירוני הוא בטמפרטורות גבוהות יותר בעיר ביחס למרחב הסובב אותה (העיר היא "אי" של חום ביחס לסביבתה). במשך היום, הופך מרכז העיר למוקד מפל הטמפרטורות – ובו הטמפרטורות מגיעות לשיאן. מיפוי אי החום העירוני היווה נקודת מוצא לתכנון אקלימי בערים שונות בעולם – ביניהן ברלין, טוקיו, גטסבורג ופראג. יותר ויותר ערים מאמצות עקרונות של תכנון אקלימי, נושא הנקשר באירופה לשיח אודות "בריאות החיים העירוניים" (בעיקר בעקבות ריבוי מקרי-המוות בערים, עקב גלי חום בשנים האחרונות).

בנספח ג' מצורפת סקירה קצרה של התכנון האקלימי בברלין ובטוקיו, שפיתחו עקרונות לתכנון אקלימי ב-2004 וב-2005, בהתאמה. לאחר מכן, מתואר אי החום העירוני של תל-אביב - יפו, כבסיס להתוויית אסטרטגיה של תכנון אקלימי. לבסוף, מוצע מנגנון "המטבוליזם העירוני" – חילוף חומרים ופירוק של תעוקות סביבתיות – הנוצרות מעצם החיים העירוניים, באמצעות היחסים בין מערך השטחים הפתוחים לרקמה העירונית הבנויה. פרק זה מביא את תמצית הדברים והנושאים המרכזיים לדיון לקראת שלבי העבודה הבאים.

2.2 תכנון עירוני אקלימי - דוגמאות מהעולם

ברלין - בחסות המחלקה לתכנון עירוני בסנאט הגרמני, נערך בשנת 2004 תכנון אקלימי לעיר ברלין. תכנון זה התבסס על אטלס אקלימי – סדרה של מפות המפרטות את התנאים האקלימיים בברלין: טמפרטורות אוויר ממוצעות, מהירות הרוח בקרבת הקרקע, תנאי הלחות וטמפרטורת השטח. על יסוד מפות אלו, הוכנה מפה ביו-אקלימית, המפרטת את דרגת העומס (burden) האקלימי בחלקי העיר השונים.



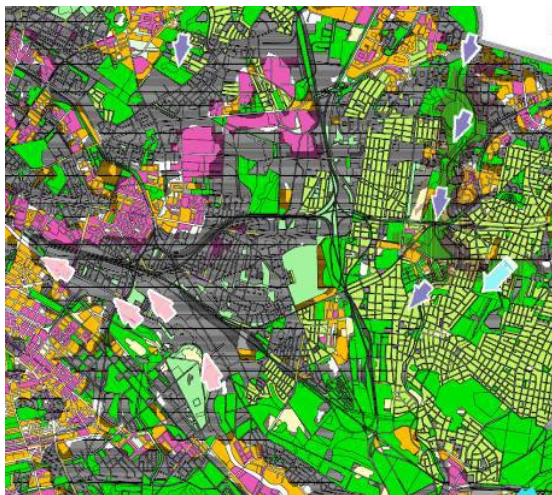
Urban Climate Zones

Urban Climate Zones in Comparison to Open Land Conditions

Urban Climate Zone	Zone	Air Temperature (°C)				No. of Precipitation Days (September - November)
		1991-2020 based on Max. 1999	Average Minimum 1999	Average Daily Amplitude 1999	July-Sept. 1991-2020	
high	4	11.3	6.0	6.3	10.1	11
moderate	3	10.8-11.0	7.0-8.0	3.8-7.8	9.2-10.1	11-16
low	2	10.4-10.8	8.0-7.0	7.8-8.8	8.8-9.2	10-21
very low	1	8.8-10.4	8.0-8.0	8.8-8.8	7.8-8.8	21-26
none	0	8.0-8.8	4.0-8.0	8.8-10.4	6.8-7.8	26-31
none (extreme based on rural conditions)	0'	< 8.0	< 4.0	< 7.8	< 6.0	> 31

מפת האזורים האקלימיים של ברלין מבטאת את "אי החום העירוני" הטמפרטורות הולכות ועולות ככל שמתקרבים אל מרכז העיר.
מקור: <http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/eia405.htm>

במקביל למפות האקלימיות הוכנה מפה של מצאי השטחים הפתוחים בברלין. השטחים הפתוחים סווגו על פי "תפקידים אקלימיים" שהם יכולים למלא, ביחס לעומסים ברקמה העירונית שבסביבתם. הקשר בין השטחים הפתוחים לבין אזורי העיר ייווצר באמצעות זרמי אוויר, באופן הבא:



פרט ממפת ההנחיות-התכנוניות, בו נראית חדירתם של נתיבי אוויר משטחים פתוחים אל לב הרקמה הבנויה. מקור: <http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/eia4>

על מנת לאפשר קשר טוב ותפקוד מערכתי של השטחים הפתוחים כמפחיתי עומסים ברקמה הבנויה, הוכנו הנחיות תכנוניות לנתיבי זרימת-אוויר בעיר. נתיבים אלה נחלקים לשני סוגים עיקריים: נתיבי אוויר תרמיים (Thermally Induced), בהם תנועת האוויר נוצרת בשל הפרשי טמפרטורה בין השטח הפתוח לאזור הבנוי המועמס; ונתיבי אוויר אורוגרפיים (Orographically Induced), בהם תנועת האוויר נוצרת בשל הפרשי גבהים בין השטח הפתוח לבין האזור הבנוי המועמס. ההנחיות מתייחסות לשטחים הפתוחים מחד, ולרקמה הבנויה מאידך. הן מגדירות היכן יש להימנע מחסימת נתיבי מעבר אוויר, אילו אזורים רגישים לציפוף ואילו אזורים יכולים להמשיך ולהצטופף בלא שיפגעו התנאים האקלימיים. דוגמא נוספת לעיר הנותנת דעתה על תכנון מוטה אקלים היא טוקיו, ופירוט לגביה מובא בסנספח.

2.3 אפיון התנאים האקלימיים בתל-אביב - יפו

אי החום העירוני משתנה על פני זמן ומרחב. על פני הזמן – חלים שינויים באי החום בהתאם לתחלופה בין מוקדי פעילות במשך שעות היממה ועל פי עונות השנה. על פני המרחב – מבחינים בשלוש רמות של אי החום העירוני: רמת פני השטח (Surface Layer), רמת החופה העירונית (Urban Canopy Layer) ורמת הגגות (Urban Boundary Layer). שלוש הרמות המרחביות של אי החום העירוני מייצרות השפעות הדדיות, והתכנון האקלימי יידרש על כן להתייחס הן לחומרים המרכיבים את פני השטח של העיר, והן לרקמה העירונית, הקובעת את כמות החום הנאגרת ברחובות.

אי החום העירוני בתל-אביב - יפו, רמת הגגות

מתוצאות המדידות שנערכו על ידי סערוני, בן-דור, ביתן ופוצ'טר במשך יממה חורפית בשנת 1999, (ראו נספח), ניתן ללמוד כי ברמת הגגות ניכרת השפעתו הממתנת של הים (בקרבת הים מנעד הטמפרטורות הוא הנמוך ביותר). כמו כן, ניתן ללמוד מן הממצאים כי אי החום העירוני ברמת הגגות, מתבטא בעיקר בלילה. לעיתים הדבר נובע מבידוד לא מספק, הגורם לבריחת חום מן החללים שבתוכם שוהים בני האדם.

אי החום העירוני בתל-אביב - יפו, רמת החופה העירונית

ברמת החופה העירונית מתגלים השינויים הרבים ביותר במשך היממה. שינויים אלה נגרמים, בין השאר, מדפוסי הפעילות המשתנים על פני היממה. ברמת החופה העירונית מתגלים במשך היום מוקדים של חום – בעיקר במרכז העיר. לעת ערב, נעשה אי החום יותר הומוגני, והפרשי הטמפרטורות בין חלקי העיר השונים – פוחתים. מפות המתארות את אי החום העירוני בתל אביב מצורפות בנספח ג'.

אי החום העירוני בתל-אביב - יפו, רמת פני השטח

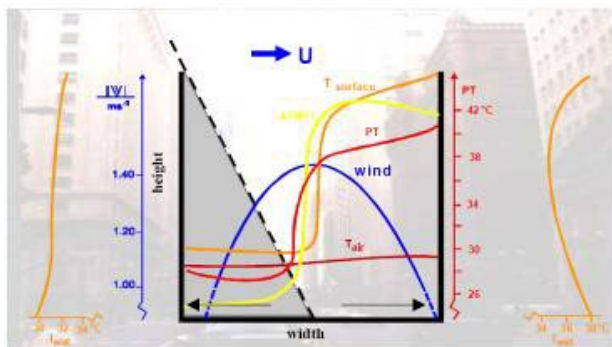
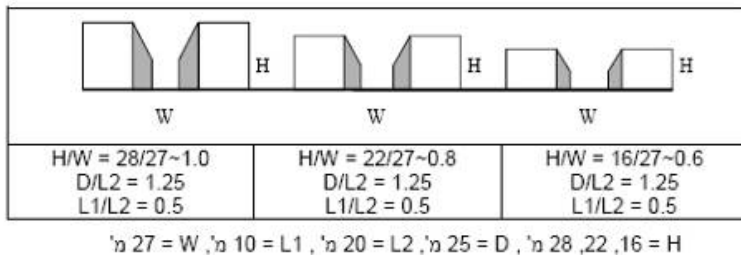
משטחים אופקיים - ברמת המיקרו, ניתן להבחין בהבדלי החום שמייצרים משטחים הנבדלים בחומרים שמהם הם עשויים. לכל סוג משטח, ניתן לאפיין משפחה של חומרים (לדוגמא – חומרים לסלילה), ולסווגם בהתאם לתכונותיהם התרמויות. ברמה הכלל-עירונית, נמצאה ברמת פני השטח התנהגות המצביעה על אי חום ששיאו באזור מרכז העיר. אחת הסיבות לכך, היא הקשר שבין אי החום ברמת החופה העירונית, לאי החום ברמת פני השטח.

משטחים אנכיים - בעיר משטחים אנכיים בעלי שטח רב. ההתנהגות התרמית של המשטחים קשורה בתכונות החומרים שמהם הם עשויים, בדומה למשטחים אופקיים. אך בשונה ממשטחים אופקיים, ההתנהגות התרמית של משטחים אנכיים תלויה גם בפנות המשטח, ובגיאומטריית הרחוב – הקובעת את שבירת האור ואת החזרי האור.

2.4 כלים בתכנון אקלימי

בינוי: מרקמים עירוניים - בתכנון אקלימי של מרקמים עירוניים, יש להתייחס אל המאפיינים החומריים והגיאומטריים של הרקמה העירונית. ההיבטים החומריים באו לביטוי בבחינת אי החום העירוני ברמת המשטח, הממפה את תוספת החום הנוצרת כתוצאה משימוש בחומרי-ציפוי שונים. כעת, נפנה לבחון את ההיבטים הגיאומטריים המשפיעים על ההתנהגות האקלימית של הרקמה העירונית. כאן נדרש להתייחס אל המבנה המרחבי בכללותו – בחתך ובתוכנית. שלושה יחסי גיאומטריה יאפיינו את התכונות הגיאומטריות של הרחוב, המשפיעות על האקלים:

יחס גובה הבניינים לרוחב הרחוב (H/W); יחס עומק הבניינים ביחס לאורך החזית על הרחוב (D/L2); ויחס המרחק בין הבניינים לאורך החזית (L1/L2). היחס הראשון מבטא את תכונות חתך הרחוב. שני היחסים האחרים מבטאים את תכונות התוכנית, ויחד מאפשרים את חישוב השטח הפתוח לשמיים (SVF (Sky – Value Factor)) ככל ששטח הרחוב הפתוח לשמיים הוא גדול – כן הרחוב מאוורר. הדוגמא הבאה מציגה את הערכים היחסיים בשלושה טיפוסים רחובות.



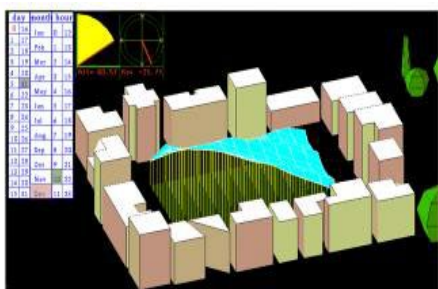
Cross section of street canyon. PT and micro-scale input variables.

פרמטרים אלה יכולים להעיד על מידת התאמתו של הרחוב לשמש כנתיב למעבר אוויר, ולהגדיר דרישות תכנוניות כגון תוספת הצמחייה הרצויה ברחוב (על כך בסעיף העוסק בתכנון צמחייה).

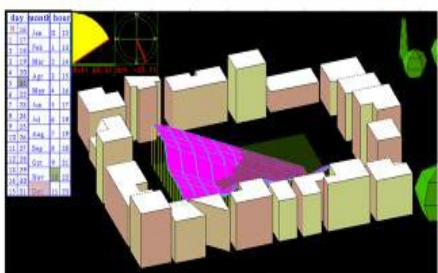
מונח חשוב בהקשר זה הוא "גיאומטריה קניונית" (Canyon Geometry/ Urban Canyon) – המתאר את המשמעות האקלימית של הרחוב העירוני כמעין קניון בין דפנות של בינוי, דרכו נוצר נתיב של אוויר. מידת הקניוניות של הרחוב מבוססת במשתנה החתך – היחס שבין גובה המבנים לרוחב הרחוב, והיא משפיעה על מהירות הרוח ועל הטמפרטורה במפלס הרחוב.

בינוי: מתחמי בנייה לגובה - בשונה מן הרחוב העירוני, המתנהג כקניון ומייצר נתיב למעבר אוויר, מתחמי בנייה לגובה מייצרים סביבה אקלימית מורכבת, שאם לא תתוכנן נכון - עלולה להיות בלתי נעימה. רוח מן

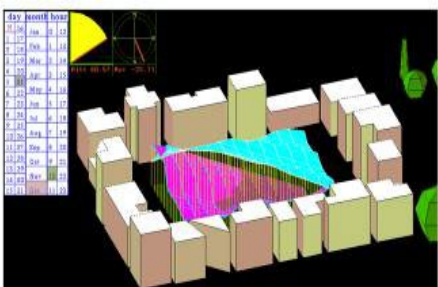
הגובה "נשטפת" מטה לאורך חזיתות המגדלים (Downwash Wind), ומגיעה למפלס הרחוב. בסביבה שבה אין זרימה טובה של אוויר, יכול עיצוב אורודינמי של מגדל לתרום לשיפור האוויר במפלס הרחוב. אולם בסביבה שבה קיימת תנועת אוויר קבועה, ייצור המגדל מערבולות אוויר, ויפגע בנוחות האקלימית שלמרגלותיו.



תמונה 1: המטסת לזכיות שמש (SRE) המגדירה את הנחם הטוקסיולוגי הנחוץ לבנייה ללא נזיקה בזכיות שמש של המנינים השפנים



תמונה 2: המטסת לקליטת שמש (SCE)



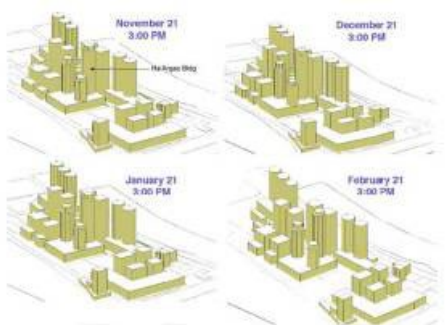
תמונה 3: הנחם הסולרי (SV)

יחד עם זאת, מתחמים של בנייה גבוהה עלולים להוות מחסום, המונע ממשבי אוויר להגיע לחלקים אחרים בעיר. תכנון של 'הטופוגרפיה העירונית' יכול להבטיח שבנייה לגובה לא תפריע למרקמים אחרים בעיר. תכנון מוצלח של מתחמי בנייה לגובה יבחן את העמדת המבנים, ואת המגע שלהם עם הרחוב, על מנת להבטיח מעבר אוויר דרך המתחם, ובמפלס הרחוב (במידה ומתוכנן "פודיום" כבסיס למספר מגדלים, יש לייצר בו פתחים, המאפשרים דופן חדירה לאוויר).

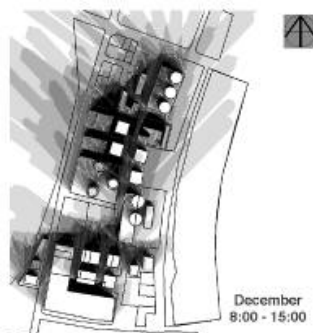
בערים שונות בעולם מקובל לדרוש שפרויקטים של מתחמי בנייה לגובה, יעברו בשלבי התכנון בדיקות במנהרת רוח. בהונג קונג, למשל, פותחו שני מדדים לבחינת ההשפעה של מתחמי בנייה לגובה על "סביבת הרוח" (Pedestrian Wind Environment): הראשון בוחן את השפעת הפיתוח על סביבתו הקרובה, והשני בוחן את הסביבה הנוצרת בתוך הפרויקט המוצע.

היבט נוסף של בנייה לגובה הוא ההשפעה על זכויות השמש של מבנים קיימים. בנושא זה פותח מודל בשם SustArc, על ידי גדי קפלוטו, אברהם זיאוורו ועדנה שביב. מודל זה יושם בתכנון מתחם ביצרון בשנת 2000. מודל זה מבוסס על בניית מעטפת סולארית, המגדירה את גבהי הבינוי, באופן שאינו פוגע בזכויות השמש של בניינים שכנים. כמו כן, מוגדרת מעטפת קליטת שמש, המבטיחה שהמבנים המתוכננים אף הם לא יוצללו על ידי הבינוי הקיים. הנפח שבין שתי המעטפות – הוא הנפח הסולארי, המגדיר את התחום הרצוי לגבהים של הבינוי המתוכנן. דרישות פרוגרמטיות לאופי המתחם, יגדירו באילו אזורים יובטח אור השמש, ובאילו שעות. כך, למשל, בתכנון המתחם בביצרון, הוגדרה הדרישה לאור שמש בשעות הבוקר ברחובות המוליכים אל המתחם, ובשעות הצהריים נדרש אור שמש לאורך הרחוב המרכזי במתחם, בו תוכננו המסעדות.

על מנת לבחון את ההצלחה במתחם מתוכנן, יש להגדיר את השימושים בו, וכן את תקופת השנה שאותה רוצים לבחון (בהתאם לחומרת הפגיעה בזכויות השמש). התכנון של מתחם ביצרון נבדק לפי השפעת ההצלחה בתקופת החורף, אז הצללים הם ארוכים במיוחד.



תמונה 7: בדיקת הצללת התכנון המוצע. אקסנומטריות סטבט השמש, חודשים נובמבר עד פברואר, שעה 15:00



תמונה 5: בדיקת הצללת התכנון המוצע. טופוגרף הול. דצמבר שעות 8:00 עד 15:00.

הדמיות לבחינת ההצלחה בתקופת החורף (מלמעלה, ומ"מבט השמש")

צמחיה - הבינוי מגדיר את הבסיס לתנאים האקלימיים בסביבת הולך הרגל, ובתוספת של כיסוי צמחי, ניתן אף לשפר את איכותו של המרחב הציבורי. יש לעשות זאת בזהירות, מפני שהשימוש בצמחיה אינו בהכרח בעל השפעה מיטיבה. מיני צמחים שונים, גובה העלווה וצפיפות הנטיעה עלולים להגביר את הלחות באוויר, ולהוות מחסום בפני זרימת אוויר. על תכנון הצמחיה להתחשב בפרמטרים הנ"ל, תוך כדי יצירת "פרוגרמה אקלימית צמחית". כך, למשל, מדשאות נחשבות למעמיסות על תחושת הנוחות (וממילא הן צורכות השקיה מרובה שאינה תואמת את תנאי הארץ).

מחקר הנערך בתקופה זו עבור המשרד לאיכות הסביבה יהווה בסיס לפיתוח של הנחיות לתכנון אקלימי באמצעות צמחיה. במחקר זה מודגמות ההשפעות השונות, בתלות בסוג הצמחיה וברמת הכיסוי. בהתאם לרמת ההצללה/ החשיפה לשמש המבוקשת, יהיה ניתן לתכנן את סוג הצמחיה ואת צפיפות הנטיעה, להשגת נוחות אקלימית מירבית. בנוסף להשפעתה המצלילה, תורמת הצמחיה לניקוי האוויר ממזהמים ומאבק. בתכנון נכון, ניתן להשתמש בה ככלי לשיפור איכות האוויר. מזהמים שהם תוצרי פליטה יטופלו במקור, אך זיהום אוויר בחלקיקי אבק הוא זיהום טבעי, המתפרס בשטח העיר בהתאם למבנה הרקמה הבנויה.



2.5 הרעיון התכנוני: מטבוליזם עירוני Urban Environmental Metabolism

כלי התכנון האקלימי מתייחסים הן לפיתוח חדש, והן לשיפור אזורי העיר הקיימים. באמצעות הכלים האקלימיים ניתן יהיה להבטיח שהפיתוח החדש יעיק על סביבתו במידה פחותה ככל הניתן (בגרמניה אין מאשרים תוכניות לפיתוח חדש, אם הן מרעות את התנאים האקלימיים בסביבתן), ולאפשר שיקום אקלימי במוקדים פגועים – מוקדי אי החום העירוני, ומוקדי הצטברות האבק.

פיתוח חדש ייבחן לאור השפעותיו האקלימיות, וישמש במידת האפשר לשיפור התנאים האקלימיים בסביבתו (הזרמת אוויר למפלס הרחוב, התחשבות בזכויות שמש). תשריט של "טופוגרפיה עירונית" יבטיח את מעבר האויר לכל חלקי הרקמה העירונית.

השטחים הפתוחים בעיר – הכוללים את מצאי השטחים הפתוחים כמייצרי איי-קור, ואת תוואי הרחובות המייצרים נתיבים למעבר אוויר – יתוכננו כמערכת של ניקוי ושיפור איכות הסביבה. באמצעות תכנון מגוון מצבים של מיקרו-אקלים (micro-climatic diversity), יוצר מפל תרמי שיתרום להסעת אוויר טרי ונקי מן האזורים הקרים לאזורים החמים והמזוהמים בעיר. הבינוי והחללים שבינותיו יתפקדו כמערכת אחת, כמנגנון של חילוף חומרים עירוני. הצלחתו של המנגנון תלויה בניטור מתמיד של אי החום העירוני, ובשימוש בכלי התכנון האקלימי המתאימים.

3. טבע עירוני

מטרת הפרק להציג את המושג "טבע עירוני" ולהגדיר את מיקומו וחשיבותו בעיר המודרנית. הפרק ישרש להבנת המושג, לבחינת העקרונות המגדירים אתר טבע עירוני ולהכרת הפוטנציאל הגלום בשימורם ובפיתוחם.

3.1 על קיומו ומשמעותו של טבע בעיר

התפיסה המקובלת כיום היא ש"טבע" מקומו מחוץ לעיר. אולם, בערים רבות בישראל, וגם בתל-אביב - יפו, מצויים שרידי מערכות טבעיות דווקא בלב העיר. לשימורן ולטיפוחן חשיבות רבה, הן מטעמי שמירת טבע, אך בעיקר בכדי לקרב ולהנגיש את ערכי הטבע אל הציבור בעיר. מפאת חוסר התייחסות תכנונית לערכי הטבע בעיר, שטחים אלו נותרים עזובים ובמקרים רבים הופכים לשטחים בנויים. צמיחתם של הערים בישראל והעלייה ההדרגתית ברמת החיים יוצרת ביקוש ער לתכנים ולמוקדי פנאי סביבתי. דרישה זו כוללת מגוון פעילויות בתחום החינוך, הספורט והבילוי בחיק הטבע. דחיקתם של משאבי טבע אל מחוץ לעיר מונעת פיתוח מוקדי פעילות המתבססים על משאבים קיימים, זולים, הדורשים רמת ממשק נמוכה. פיתוח אתרי טבע עירוניים הנה דרך יעילה לתכנון מערכת שטחים פתוחים בתוך התחום העירוני העונים על צורכי הציבור.

כצעד ראשון להגנה ולטיפוח אתרי טבע עירוני, יש צורך באיתורם ואפיונם. אופיים ותפקודם של אתרי טבע עירוניים שונה מאתרים מחוץ לעיר. בידודם והמגע האינטנסיבי עם פעילות אדם מייחדים אתרים אלו בלב אזור מיושב. לעיתים אתרים אלו נוצרו עקב פעילות אדם. שימור אתרים בהווה ובעתיד דורשים הבנת תהליכים ביולוגיים בסיסיים בכל אתר ויחסי הגומלין עם הסביבה האנושית. אחד המחסומים העיקריים העומדים בפני ההכרה במושג "אתר טבע עירוני" נובעת מהסיבה שאין קטגוריה תכנונית למושג זה. יש לשלב ולהגדירו כחלק ממרחב העשייה התכנונית המקומית.

3.2 התייחסות מערכתית לאתרי טבע עירוני

התייחסות לאתר טבע עירוני כחלק מרשת אתרים שביניהם מתקיימים יחסי גומלין או תלות, וכחלק מהמערכת העירונית בכללותה (ובכלל מינים שעברו "עיוור" כגון בזים, ציפורי שיר). תכנון של מערך אתרי טבע בעלי מוטיבים שונים המותאמים לצורכי הציבור המתגורר בסמוך לכל אתר ולצרכיו המיוחדים. נספח ד' מציג תפיסה של אתרי הטבע בהקשר הכלל עירוני, תקדימים בהם אתרי טבע משולבים בעיר ובמערכות העירוניות ודגמי ההפעלה של אתרים אלו בישראל ובערים אחרות בעולם.

3.3 טבע עירוני בתל-אביב - יפו

נספח ד' מציג ניתוח ממופה של אתרי הטבע העירוני בתל-אביב - יפו, מיקומם של האתרים, ניתוח מגוון מינים קיים באתרים השונים. בשלב זה מפורטים להלן דוגמאות לאתרי טבע עירוניים:

- **אתר תל ברוך** - ייחודו של אתר תל ברוך הוא בסביבה הימית החולית המגוונת המייצגת את נוף החולות המקורי של העיר. סביבה חולית זו היא האחרונה שנותרה בתחום העיר תל-אביב - יפו. השטח נגיש לכל תושבי צפון העיר והתחבורה לחלקים השונים של האתר נוחה.
- **אתר מדרון יפו** - יחד עם מדרון יפו נסקרו שטחים הגובלים לפארק המתוכנן. ייחודו של אתר זה הוא במערכת החוף הסלעי והמפוצים הטבעיים שנמצאים מנמל יפו דרומה עד גבול העיר בת ים. חוף סלעי זה עשיר במופעי סלע ימי ובמערכת אקולוגית עשירה יחידה במינה בתחום העיר תל-אביב - יפו.

סקר משאבי הטבע שבוצע במהלך חורף ואביב 2006 מהווה בסיס לשימור וטיפוח שני מרחבים מקיימי מערכות טבעיות בתחום העיר תל-אביב - יפו. המידע שנאסף מהווה כלי לתכנון והפעלה של תוכניות חינוכיות עבור מגוון קהלי יעד בתל-אביב - יפו וסביבתה ושילובם בפיתוח העיתי של צפון העיר ודרומה. שני האתרים שנסקרו עשירים בתופעות טבע איכותיות ראויות לשימור.

שימור וטיפוח משאבים אלו יספקו:

- א. תוכן חינוכי זמין למוסדות החינוך בעיר בעיקר לשכונות הדרומיות והצפוניות.
- ב. סביבה טבעית לפעילויות חוויה ופנאי בטבע (סיורי חולות, סיורים תת מימיים וכד')
- ג. שימור מגוון ביולוגי בתחום העיר תל-אביב - יפו.
- ד. פיתוח שטחים ציבוריים פתוחים שעלות אחזקתם נמוכה.

במהלך שלבי העבודה הבאים יש להשלים ולפרט את מסד נתונים והכנת תוכניות ממשק לאתרי טבע עירוניים. מומלץ לייצר מסד נתונים מפורט ומערכת ניטור תקופתית שתוכל להאיר מגמות ותסייע בגיבוש מדיניות שימור ופיתוח אתרים אלו. מסד נתונים זה ישמש בסיס להכנת תוכניות ממשק לניהול אתרים אלו.

4. מסקנות והמלצות שהתקבלו עד כה

כאמור במבוא לדוח זה, נושאי האקולוגיה העירונית טרם זכו להתייחסות מספקת בתכנון העירוני. מוצע כי תוכנית המתאר לתל-אביב - יפו תטמיע במסמכיה התייחסות לנושאים אלו ותציע בנספחיה המלצות לגבי דרכי יישום. בשלב זה, מפורטות להלן סוגיות מרכזיות בנושאי אקולוגיה עירונית בהן מומלץ כי תוכנית המתאר תעסוק:

- כיצד ניתן להפוך מוקדים תחבורתיים לחלק ממערך השטחים הפתוחים? (למשל: בחינת אפשרות להעברת חניונים קיימים אל תת הקרקע והגדרת "גג ירוק"; הפיכת מוקדי תחבורה למוקדי פעילות הכוללים שטחים פתוחים, אזורי מסחר ופעילות, הנגשה לתחבורת המשך על ידי חניוני אופניים ותחבורה ציבורית, ואפשרות הליכה ברגל למוקדי עניין ותעסוקה סמוכים.
- כיצד ניתן לשפר ולהרחיב את היצע הפעילויות בשטחים פתוחים וכיצד שיפורים אלו יכולים לתת מענה תכנוני מסוים לאזורים בהם קיים מחסור בשטחים פתוחים? (למשל: מנגנונים לפיתוח שטחים בשיתוף הקהילה, יצירת מסגרות אדמיניסטרטיביות לניהול שטחים פתוחים)
- אילו מנגנונים יכולה תוכנית המתאר להציע על מנת לעודד פיתוח "גגות ירוקים" בעיר בבניה קיימת ובבניה חדשה? כיצד יכולים גגות ירוקים לתרום לשיפור האקלים העירוני, לניהול מי הנגר בעיר ולסיוע במקומות בהם קיים מחסור בשטחי ציבור?
- כיצד ניתן לשפר את ניהול מי הנגר בעיר? (למשל: הפיכת חניונים לחדירים למים, פיתוח שולי הדרכים כשטח פתוח טבעי וחדיר למים, הגדרת חתך אופייני לרחוב הכולל הטיית נגר לצרכי השקיה, הזרמת עודפי נגר תוך יצירת מערך גנים המקושר בתעלות השקיה, בריכות השהיה וחלחול כחלק אינטגרלי ממערך השטחים הפתוחים).
- מהם ערכי הטבע העירוני עליהם צריכה תוכנית המתאר לשמור? כיצד ניתן להפוך אתרי טבע עירוני לחלק ממערך המרחב הציבורי בעיר? (למשל: הפיכת שטחים פרטיים ל"מזמיני חיי בר", הגדרת אזור מיוחד בעיר כמחסה לחיות בר כחלק מהפארקים הגדולים, עידוד קינון ותחנות האכלה, שיפור איכות המים ותמיכה בבתי הגידול הטבעיים שבנחלים ובמקווי המים בעיר, שימוש ברצועות אדמה צרות, שאין להם שימוש פוטנציאלי משמעותי לטובת השבת מינים טבעיים).