

קיימות וסביבה ככלי פיתוח בשלטון המקומי

מדריך יישומי לרשויות המקומיות

עורכות • ד"ר מיכל צרפתי • רינת שפרן



חמשק

תכנית יישום מדע בממשל

מיסודה של האגודה הישראלית לאקולוגיה ולמדעי הסביבה



משרד הפנים

קיימות וסביבה ככלי פיתוח בשלטון המקומי

מדריך יישומי לרשויות המקומיות
דצמבר 2018



ממשק

תכנית יישום מדע בממשל

מיסודה של האגודה הישראלית לאקולוגיה ולמדעי הסביבה



משרד הפנים

קיימות וסביבה ככלי פיתוח בשלטון המקומי
מדריך יישומי לרשויות המקומיות
דצמבר 2018

כתיבה ועריכה

ד"ר מיכל צרפתי

עמיתת ממשק יישום מדע בממשל
מינהל פיתוח, משרד הפנים

רינת שפרן

מנהלת אגף פיתוח מוניציפאלי
מינהל פיתוח, משרד הפנים

עריכת לשון

ד"ר נחמה ברוך

עריכה גרפית

פלג מיכאלי / PMdesigners.com

תמונת שער

Boris-B / Shutterstock.com



ממשק
תכנית יישום מדע בממשל

מיסודה של האגודה הישראלית לאקולוגיה ולמדעי הסביבה



משרד הפנים

דברי פתיחה מאת מרדכי כהן, מנכ"ל משרד הפנים

משרד הפנים פועל ללא לאות לצמצום הפערים בין הרשויות המקומיות, ולשיפור איכות החיים של תושביהן.

אי צדק סביבתי הינו ביטוי נוסף ומשמעותי לפערים בין הרשויות השונות, ואשר יש לו השפעה מכרעת על איכות ותוחלת החיים של התושבים. על אף המודעות ההולכת וגוברת לחשיבות הנושא, אנו מזהים כי רשויות מקומיות רבות עדיין מתקשות להכיר ולהתמודד עם נטל מפגעי הסביבה. זאת ועוד, פעמים רבות ישנו מתאם בין מפגעים אלה לאזורים בהם שוכנות אוכלוסיות מוחלשות, שכן לרשות אוכלוסיות חזקות עומדים משאבים רבים יותר להתמודד עם מפגעים סביבתיים, ואף האפשרות לשנות את אזור מגוריהן.

השלטון המרכזי והמקומי נושאים באחריות משותפת למציאת דרך שתוביל לשימוש מושכל במשאבי הסביבה למען איכות חייהם של הדורות הנוכחיים והדורות הבאים, כמו גם לעודד שיח סביבתי ולפעול להגברת מודעות התושבים לסביבה ולחשיבות השמירה עליה.

מדריך זה המונח לפניכם, מבקש להציף בעיות סביבתיות שונות ולהציע דרכים חדשניות ויישומיות לפתרוןן לשם שיפור איכות החיים של תושבי הרשות המקומית, זאת תוך מתן דגש על איגום משאבים ויצירת שיתופי פעולה אזוריים.

אבקש לנצל במה זו ולהודות לד"ר מיכל צרפתי, עמיתת תכנית 'ממשק', על השקעתה הרבה בכתיבת המדריך, תוך ביסוס והסתמכות על שיתוף ידע רחב ומגוון בין גורמים שונים במשרדי הממשלה, באקדמיה ובמגזר הפרטי אשר אפשר גיבוש ההמלצות המופיעות בו. כולי תקווה כי תמצאו ערך ושימוש בהמלצות המופיעות במדריך, וכי תשכילו לנצל אותן לטובת שיפור איכות החיים של התושבים.

בברכה,


מרדכי כהן

דבר העורכות

המודרניזציה של תחילת המאה העשרים ואחת מעמידה בפני הסביבה אתגרים עצומים: השתנות האקלים בכדור הארץ, זיהומים מהתעשייה ומהתחבורה, תנופת פיתוח הפוגעת בטבע ובבעלי החיים, עיור, צפיפות אוכלוסין, מחסור במשאבי קרקע ובשטחים פתוחים ועוד. אתגרים אלה אינם פוסחים על הרשויות המקומיות כגוף שלטוני המנהל ממשק ישיר ומידי עם התושבים והאחראי הישיר לרווחתם ולאיכות חייהם.

במסמך שפרסם משרד הפנים, "כלכלת השלטון המקומי בישראל", הוגדרו תפקידיה של הרשות המקומית:

הרשויות המקומיות בישראל אחראיות, בין היתר, על פיתוח שטח הרשות, שיפור רווחת התושבים, יצירת מקורות תעסוקה, הגדלת האטרקטיביות של העיר ומשיכת אוכלוסייה חדשה. בפועל, הרשויות המקומיות הינן הספק העיקרי של שירותים לתושבים בישראל...עליהן לספק שירותים הן בתחום החינוך והרווחה והן בתחום התשתיות כדוגמת תאורת רחוב, פינוי פסולת, תחזוקת פארקים עירוניים וכד'.
(סיון להבי וגל-חגית רומנו, כלכלת השלטון המקומי בישראל, ירושלים: משרד הפנים, אוגוסט 2016)

החוק מגדיר את תפקידיה של הרשות המקומית: אחריות לתחום איכות הסביבה, טיפול בפסולת, במים ובביוב, שמירת הניקיון ברשות ומניעת מפגעים. עם זאת, רשות המעוניינת לדאוג לרווחתם של תושביה ולאיכות חייהם יכולה וחייבת לעשות יותר מיישום לשון החוק גרידא. רשות מקומית המעוניינת להעניק לתושביה רמת חיים גבוהה אמורה לבחון גם את האופן שבו היא מעצבת את המרחב הפיזי שלה – ובכלל זה הכבישים, השבילים, הגינות, הפארקים והמרחב הפתוח הסמוך לשטח המיושב. עליה לחשוב אילו שירותים מתקדמים היא יכולה לפתח לטיפול בפסולת, במי הנגר ובביוב; כיצד היא יכולה לעודד אמצעי תחבורה נוספים ולמנוע עומס תנועה; כיצד היא יכולה להשתמש במקורות אנרגיה חלופיים לייעול פעולתה ועוד. השקעה בקיימות ובסביבה תוסיף לרשות רבות, נוסף על הגברת תחושת השייכות והקהילתיות של התושבים. לפיכך הטיפול בסביבה ובקיימות הוא מתפקידי הליבה של הרשות המקומית.

פרט לחובותיה של הרשות המקומית וליתרונות המושגים באמצעות השקעה בתחומי הקיימות והסביבה, אין להתעלם מן הערך של מניעת המחיר החלופי הכרוך בהזנחת התחום – למשל מניעת תחלואה של הציבור ועלויותיה למשק (אבדן ימי עבודה, אבטלה, גיעה בפריזון, החלשת האוכלוסייה, תמותה ועוד).

מסמך זה מפרט כיצד פיתוח תחומי הסביבה והקיימות עשויים אף להביא לידי התייעלות עבודתה של הרשות ולצמצום הוצאותיה, ובמקרים מסוימים אף להניב הכנסות לרשות.

פיתוח תחום הקיימות והסביבה הוא מנוע פיתוח לרשות המקומית המודרנית הן בזכות שיפור השירותים לתושבים והן בזכות התייעלותה של הרשות ופיתוחה הכלכלי והאסטרטגי. אנו מאמינים כי הגדרה ויישום של מדיניות בתחום הקיימות ואיכות הסביבה הן רכיב הכרחי בפעולת הרשות המקומית בשנת 2018 ואינם בגדר מותרות כי אם רכיב חברתי, קהילתי וכלכלי רב-השפעה על יחסי הרשות עם תושביה. זאת ועוד, שמירה על הסביבה אף מסייעת לצמצום הפערים בתוך הרשות ובין רשויות מקומיות ולשיפור המרחב הפיזי של אוכלוסיות מוחלשות. לפיכך היא נושאת ערך של צדק חברתי כשלעצמה.

מסמך זה נכתב בעבור בעלי תפקידים שונים ברשויות המקומיות כדוגמת מנהלי אגפי שפ"ע, סביבה וקיימות, גזברים ומקבלי החלטות בכירים אחרים.

המסמך מבקש להציף אתגרים בטיפול בתחום הסביבה ברשויות המקומיות, להנגיש מידע בתחום ולהציע דרכי התמודדות חדשניות ושונות מאלה הנקטות כיום, תוך הבאת דוגמאות מרשויות בארץ שכבר עוסקות בנושא וכן מן המתרחש ברחבי העולם. הפתרונות המוצעים אינם מתאימים כולם לכל הרשויות, ועל כל רשות לבחון כל תחום לגופו ולראות אם הוא רלוונטי בעבורה ואם הפתרון המוצע ישים מבחינתה ויכול להיות בעל ערך כלכלי בעבורה.

אנו מקווים שמסמך זה ישמש אתכם במהלך עבודתכם.

בברכה,

ד"ר מיכל צרפתי

עמיתת ממשק יישום מדע בממשל
מנהל פיתוח, משרד הפנים

רינת שפרן

מנהלת אגף פיתוח מוניציפלי
מנהל פיתוח, משרד הפנים

תקציר מנהלים

קיימות וסביבה ככלי פיתוח בשלטון המקומי

הרשויות המקומיות משפיעות על אורח חייהם של התושבים ועל איכותם. רשות הנוקטת תכנון אסטרטגי לקיימות תשפר את השירות לתושביה מבחינות רבות - חברתית, חינוכית, סביבתית, כלכלית ובריאותית. מסמך זה מציג דרכים שונות לשיפור איכות החיים של תושבי הרשות בד בבד עם תפיסה של קיימות ושמירה על הסביבה. המסמך מציג דרכים יישומיות שבאמצעותן יכולה הרשות לצמצם את הפערים בחברה ולהביא לידי צדק סביבתי-חברתי. המסמך כולל עשרה פרקים, כל אחד בתחום שונה שבו יש לרשות תפקיד מרכזי בשמירה על הסביבה. כל פרק מציג סוגיה סביבתית בתחום מסוים, את המדיניות הלאומית בתחום זה, דרכים יישומיות לשיפור המצב ודוגמאות לרשויות בארץ ובעולם המיישמות תהליכים מעוררי השראה.

פרק 1

מעריך איסוף הפסולת והטיפול בה ברשות המקומית

ירדן שני רוקמן, אגף פסולת, משרד להגנת הסביבה
ד"ר מיכל צרפתי, עמיתת ממשק יישום מדע בממשל, מינהל פיתוח, משרד הפנים
רינת שפרן, מנהלת אגף פיתוח מוניציפלי, מינהל פיתוח, משרד הפנים

הטיפול הנפוץ ביותר בישראל לפסולת הוא הטמנה (80%); הפסולת הנותרת, 20%, עוברת למחזור – וזאת בניגוד למתרחש במדינות מערב אירופה, שם שיעור המחזור גבוה הרבה יותר ושיעורי ההטמנה מזעריים. בפרק זה ייסקרו הפתרונות החלופיים להטמנה, יובא הסבר מפורט מהם תפקידי הרשויות המקומיות בפינוי הפסולת ובטיפול בה ויצוינו החוקים החלים על ניהול מערך הפסולת ברשות. הפרק מציג את זרמי הפסולת הרלוונטיים לרשויות המקומיות כולל המלצות לטיפול יעיל יותר בכל זרם. כמו כן דן הפרק בניהול מערך הפסולת כמשאב מניב וכמנוע כלכלי לרשות המקומית וכן בצורך בפיקוח ואכיפה כתנאי להצלחת ניהול מערך הפסולת. נעסוק באסטרטגיה לטיפול בפסולת של המשרד להגנת הסביבה כפי שהוצגה ביוני 2018. תובאנה דוגמאות מרשויות ומאשכולות בארץ אשר שינו את מערך הפסולת שלהן לטיפול יעיל יותר וכן דוגמאות מהעולם לטיפול נכון בפסולת אורגנית ולהפקת אנרגיה ממנה.

פרק 2

ייצור אנרגיה סולארית ברשויות המקומיות

ד"ר מיכל צרפתי, עמיתת ממשק יישום מדע בממשל, מינהל פיתוח, משרד הפנים
רינת שפרן, מנהלת אגף פיתוח מוניציפלי, מינהל פיתוח, משרד הפנים

בישראל שטופת השמש רק טבעי הוא שחלק נכבד מייצור החשמל יגיע מקרני השמש. מאז שנות השמונים ישראל מובילה בחימום מים באמצעות דודי שמש, אבל שימוש באנרגיה פוטו-וולטאית (PV) עדיין אינו נפוץ דיו על אף היתרונות הרבים והחיסכון הכלכלי הטמונים בו. הקמת מערכות סולאריות על גגות בניינים ומבנים יכולה להיות הן מיזם סביבתי והן השקעה בטוחה, המניבה הכנסות לרשות לשם מימון שירותים נוספים לתושב. מומלץ לשלב הקמת מערכת סולארית עם תהליך של התייעלות אנרגטית במבנים שעליהם מוקמת המערכת. פרק זה עוסק בדרכים השונות שבהן רשויות יכולות לפעול בתחום הסולארי ומפרט את ההנחיות העדכניות מהמשרדים השונים כפי שהן בתוקף בשנת 2018. כמו כן מתאר הפרק את ההישגים בארץ ובעולם בתחום זה.

פרק 3

גגות ירוקים

ד"ר מיכל צרפתי, עמיתת ממשק יישום מדע בממשל, מינהל פיתוח, משרד הפנים
רינת שפרן, מנהלת אגף פיתוח מוניציפלי, מינהל פיתוח, משרד הפנים
ד"ר עמיאל וסל, אגף בכיר לתכנון אסטרטגי ומדיניות, משרד השיכון והבינוי

לגגות ירוקים (גגות שעליהם משטח צמחי ומצע) באזורים עירוניים ערך רב למתגוררים ברשות: הורדת הטמפרטורה; ניקוי זיהומים באוויר ושיפור איכות האוויר; סיוע לטיפול בנגר ובהצפות; הגדלת המגוון הביולוגי; בידוד בניינים ועוד. ביכולתה של הרשות המקומית להקים גגות ירוקים על מבני ציבור, על בתי ספר ועל מבנים עירוניים שונים, אולם כדי להגיע למרב התועלת נדרש שטח נרחב של גגות ירוקים בעיר, לרבות במבני מגורים. בשל עלויות ההקמה והתחזוקה הגבוהות של גגות אלה, התושבים נוטים להימנע מהקמתם בשטחם, ועל רשות המעוניינת להפוך ל"ירוקה" לעודד את הקמתם באמצעות תמריצים שונים. פרק זה מפרט את סוגי הגגות הירוקים, את היתרונות שמפיקים הרשות והתושבים מהקמת גגות אלה ואת החסמים להקמתם. הפרק דן בעלויות ההקמה וברגולציה בתחום, סוקר את הנעשה בערים שונות בארץ ובעולם ומציע נקודות לבחינה עבור הרשות המעוניינת להקים גגות ירוקים בשטחה.

פרק 4

נגר: גישה חדשה לניקוז עירוני

ד"ר מיכל צרפתי, עמיתת ממשק יישום מדע בממשל, מינהל פיתוח, משרד הפנים
רינת שפרן, מנהלת אגף פיתוח מוניציפלי, מינהל פיתוח, משרד הפנים
ד"ר ג'ניה גוטמן, אגף שימור קרקע וניקוז, משרד החקלאות ופיתוח הכפר
ד"ר ינאי עמיעז, עמיתת ממשק, תכנית יישום מדע בממשל, אגף תכנון רשות המים והאגף לשימור
קרקע וניקוז, משרד החקלאות ופיתוח הכפר.

מי הגשם הופכים לנגר עירוני כאשר הם פוגעים בתכסית עירונית אטומה (גגות, כבישים, מדרכות וכד'). נראה כי בעונות החורף האחרונות הולכת וגדלה כמות הנגר הזורם ברחובות, ולמעלה ממחצית כמות המשקעים בעיר הופכת לנגר עירוני בשל התרחבות השטחים האטומים. המים הזורמים ברחובות העיר גורמים להצפות ולנזקים חמורים ובעקבות זאת נאלצות הרשויות המקומיות לשאת בעלויות של נזקי הנגר המגיעות עד עשרות מיליוני שקלים בשנה, הן בשל התחזוקה היקרה של מערכות המים והן בשל תביעות התושבים בגין נזקים. מי הנגר הזורמים אל מחוץ לעיר לאחר שאספו עימם מזהמים עשויים לפגוע בנחלים ובמים. גישה חדשנית הקרויה "עיר רגישת מים" או "תכנון רגיש מים" (תר"מ) רואה במי הנגר העירוני משאב מים ציבורי ולא מטרה. גישה זו מציעה להפוך את הנגר למשאב מניב למען הציבור ולמען משק המים הארצי. ידועות שיטות רבות ליישום הגישה, החל מתכנון להגברת החלחול באמצעות ניצול הטופוגרפיה והגיאולוגיה המקומית, טיפול בגישת ריבוי התועלות, שימוש בנגר בפארקים לרווחת התושבים והטבע וכלה בטכנולוגיות שונות כמו טכנולוגיית הביופילטר. כמו כן מוצעות דרכים נוספות לטיפול בנגר ברמות שונות של עלויות.

טיפול בנגר בגישת תר"מ יסייע בהקטנת כמויות הנגר ובצמצום הנזקים הכלכליים לרשות, יחסוך לרשויות עלויות השקיה, ויתרום לטיפול הסביבה העירונית ואזורי הפנאי והנופש. בעקבות זאת יעלה ערך הנכסים. השיטה אף תתרום לשיפור איכותם של מי השתייה לתושבים ותועיל רבות לסביבה ולבריאות התושבים.

פרק 5

הצללה במרחב העירוני

ד"ר מיכל צרפתי, עמיתת ממשק יישום מדע בממשל, מינהל פיתוח, משרד הפנים
רינת שפרן, מנהלת אגף פיתוח מוניציפלי, מינהל פיתוח, משרד הפנים
עריכה מקצועית: ד"ר ארז ברקאי וענבר אשכנזי, אגף יער ואילנות במשרד החקלאות ופיתוח הכפר

בעונת הקיץ אנשים נמנעים מלצאת למרחב הציבורי בשעות היום ומעדיפים לנסוע ברכבם הממוזג גם אם מדובר במרחק קצר. הצללה נכונה ואיכותית משפיעה רבות על הכלכלה המקומית, על בריאות התושבים ועל רמת הקהילתיות והרגשת השייכות למקום. פתרון הבעיה משלב תכנון מוקדם מעל לפני הקרקע ומתחתייה, שילוב של סוגי הצללה טבעיים ומלאכותיים, הוצאת הנחיות מחייבות לנטיעת עצים ולשמירה עליהם כפי שעשתה למשל עיריית תל-אביב, ויצירתיות במציאת פתרונות הצללה איכותיים ואסתטיים. פרק זה מפרט את סוגי ההצללות, את היתרונות שמפיקים הרשות והתושבים מהצללות אלה ואת החסמים להקמתם. הפרק דן בעלויות ההקמה וברגולציה בתחום, סוקר את הנעשה בערים שונות בארץ ובעולם ומציע נקודות לבחינה עבור הרשות המעוניינת ליישם פתרונות הצללה בשטחה.

פרק 6

זיהום האוויר בערים

ד"ר מיכל צרפתי, עמיתת ממשק יישום מדע בממשל, מינהל פיתוח, משרד הפנים
רינת שפרן, מנהלת אגף פיתוח מוניציפלי, מינהל פיתוח, משרד הפנים
ד"ר בלה סביצקי, עמיתת ממשק יישום מדע בממשל, האגף הכלכלי-פיננסי של רשות החשמל

זיהום האוויר ברשות המקומית משפיע על בריאות התושבים, על הכלכלה ועל החברה בכללותה. זיהום האוויר בתחום העיר יכול להיגרם מכמה מקורות: מקורות טבעיים (סופות חול לדוגמה), תחבורה, תעשייה וייצור אנרגיה. על פי רוב, המקור העיקרי לזיהום האוויר הוא התחבורה. הפרק סוקר את מזהמי האוויר העיקריים ואת השפעתם על בריאות הציבור, את החוקים והתקנות הרלוונטיים ברמת הרשות המקומית, את דרכי ההתמודדות עם זיהום האוויר בעיר ואת ההשפעה של זיהום האוויר על הכלכלה המקומית. הפרק מביא דוגמאות של רשויות בארץ ובעולם הפועלות להפחתת זיהום האוויר מתחבורה וכן תכנית עירונית כללית להפחתת זיהום האוויר ברמת הרשות.

פרק 7

תחליפי דלקים ותחבורה חכמה

דניאל צוקר ורון מדר-הלוי, מנהלת תחבורה חכמה ותחליפי דלקים, משרד ראש הממשלה
ד"ר מיכל צרפתי, עמיתת ממשק יישום מדע בממשל, מינהל פיתוח, משרד הפנים
רינת שפרן, מנהלת אגף פיתוח מוניציפלי, מינהל פיתוח, משרד הפנים

תחליפי הדלקים לכלי רכב בכלל ולתחבורה חכמה בפרט עשויים להפחית את העלויות לרשויות המקומיות ולשפר את השירות לתושבים, בין השאר בזכות צמצום זיהום האוויר, הפחתה בעומס הרעש מתחבורה ציבורית ומעבר לטכנולוגיות חדשניות. בנוסף, הטמעת תחום זה ברשויות המקומיות תפחית את העלויות החיצוניות למשק הנובעות משימוש לא יעיל במשאבים; למשל, מערך איסוף הפסולת ברשות יכול להיות חסכוני יותר ומרעיש פחות אם יופעל במשאיות המונעות בגז טבעי. בפרק זה ריכזנו בקצרה מידע שיסייע לרשות להטמיע את הנושא ולהיכנס לעולם התחבורה החכמה. הפרק גם סוקר דוגמאות מהארץ ומהעולם להתייעלות בתחום ומהן ניתן ללמוד כיצד להתחיל ליישם את הטכנולוגיה.

פרק 8

ביטחון תזונתי ברשויות המקומיות

ד"ר חגית אולנובסקי, מנהלת הפורום הישראלי לתזונה בת-קיימא (ע"ר)
עריכה מקצועית: פרופ' רונית אנדרוולט, מנהלת אגף התזונה, משרד הבריאות

בשנים האחרונות הולכת ומתחזקת ההכרה כי יש בכוחה של הרשות המקומית לשפר את חיי התושבים, לצמצם את הפערים בחברה ולקדם תחומים שעד כה לא עסקה בהם. הנגשת מזון בריא לתושבי הרשות המקומית היא אחת הדוגמאות הבולטות לכך. אין די בהנחיות התזונה של משרד הבריאות ובמסעות פרסום מזדמנים המעודדים תזונה בריאה; ביכולתה של הרשות המקומית לשנות את בחירות המזון של התושבים ולשפר במידה רבה את בריאותם, את איכות חייהם וגם את איכות הסביבה. פרק זה יסביר מהו ביטחון תזונתי, מהם הצעדים שיכולה הרשות המקומית לנקוט כדי להעניק ביטחון תזונתי לתושביה, ומהם הכלים הזמינים לצורך מיסוד תוכנית מקומית למדיניות תזונה ומזון מוצלחת שתביא הן לידי שיפור בריאותם של התושבים ושביעות רצונם והן לחיסכון כספי לרשות. לאחרונה הצטרפו ערים אחדות בישראל לאמנת מילנו למדיניות מזון ותזונה עירונית – אמנה שעליה חתומות כ-200 ערים ברחבי העולם, המסייעת בהנגשת ידע, ניסיון ודרכים מוצלחות של תוכניות מזון עירוניות מקומיות. פרק זה יפרט גם את היתרונות בהצטרפות לאמנה ואת אופן ההצטרפות בעבור הרשויות המקומיות המעוניינות לקדם תוכנית עצמאית של מדיניות תזונה ומזון. לדוגמה, שיפור המזון המוגש לילדי הרשות המקומית בצהרונים הוא צעד חשוב בקידום ביטחון תזונתי, מצמצם את הפערים בחברה ומשפר את בריאותם של הילדים הן בזכות רכיבי התזונה והן בזכות צמצום החשיפה לרעלים. התוכנית אף מביאה לידי שיפור ניכר באיכות הסביבה ומצמצמת את כמויות הפסולת ברשות המקומית.

פרק 9

אדם וביוספרה: תפיסת עולם ודרך לניהול המרחב האנושי והטבעי

אדר' הדס בשן, יועצת לתכנון מתכלל ובר קיימא ומומחית לתכנית אדם וביוספרה
ד"ר מיכל צרפתי, עמיתת ממשק יישום מדע בממשל, מינהל פיתוח, משרד הפנים
רינת שפרן, מנהלת אגף פיתוח מוניציפלי, מינהל פיתוח משרד הפנים

מרחבים ביוספריים הם אזורים גיאוגרפיים המיישמים פיתוח בר-קיימא על פי ההשקפה שהאדם הוא חלק מהמערכת האקולוגית ולכן יש להעדיף פיתוח מושכל המנסה לשמר את משאבי הטבע ולא לכלותם. המרחב הביוספרי מגלם ניסיון להתקיים ממשאבי הטבע בלא לפגוע בהם לטווח הארוך באמצעות שימוש רב-תכליתי במשאבים אלה. אפשר להקים מרחב ביוספרי רק במקום שבו תושביו ומנהיגיו מעוניינים לקבל על עצמם את האחריות לנהל את אזורם מתוך דאגה לדורות הנוכחיים, לדורות הבאים ולמערכת עצמה ומוכנים לעשות את כל הנדרש לשם כך. רשות (עירונית או כפרית או שילוב שלהן) הנכללת במרחב ביוספרי נהנית מיתרונות חברתיים ותרבותיים וכן מיתרונות כלכליים, למשל מיתוג של היישוב וייחוד מקומי ובין-לאומי. הפרק סוקר את השלבים העיקריים בתהליך הקמתו של מרחב ביוספרי ומציג את המרחבים הביוספריים שהוקמו בארץ, את המרחבים המתהווים וכן דוגמאות נבחרות של מרחבים בעולם.

פרק 10

הערות בנושאים שונים

ד"ר מיכל צרפתי, עמיתת ממשק יישום מדע בממשל, מינהל פיתוח, משרד הפנים
רינת שפרן, מנהלת אגף פיתוח מוניציפלי, מינהל פיתוח, משרד הפנים
אינג' ויקטוריה שור, מנהלת יחידת רישוי עסקים וטיפול בשפכים
הדס מרשל, אקולוגית היחידה האזורית לאיכות הסביבה בשרון

מסגרת הזמן שהועמדה לכתיבת מסמך זה לא אפשרה לדון בכל הנושאים בהם רצינו לעסוק, ולכן בפרק זה סקרנו בקצרה נושאים נוספים הקשורים לקיימות וסביבה שראוי להפנות תשומת לב לחשיבותם. המתעניינים יוכלו למצוא בפרק מידע וקישורים לקריאה נוספת בנושאים: התייעלות אנרגטית, התייעלות משק המים ברשות המקומית ותשטיפים של מי הקיץ ברשות.

תוכן עניינים

3	..... דברי פתיחה מאת מרדכי כהן, מנכ"ל משרד הפנים
4	..... דבר העורכות
6	..... תקציר מנהלים
13	..... פרק 1 מערך איסוף הפסולת והטיפול בה ברשות המקומית
35	..... פרק 2 ייצור אנרגיה סולארית ברשויות המקומיות
49	..... פרק 3 גגות ירוקים
71	..... פרק 4 נגר: גישה חדשה לניקוז עירוני
87	..... פרק 5 הצללה במרחב העירוני
101	..... פרק 6 זיהום האוויר בערים
123	..... פרק 7 תחליפי דלקים ותחבורה חכמה
133	..... פרק 8 ביטחון תזונתי ברשויות המקומיות
147	..... פרק 9 אדם וביוספרה: תפיסת עולם ודרך לניהול המרחב האנושי והטבעי
157	..... פרק 10 הערות בנושאים שונים

”שביל אופניים המופרד מהכביש בעיר
במדינה מתפתחת הוא סמל עוצמתי,
המראה שתושב הרוכב על אופניים
זולים חשוב במידה שווה לתושב אחר
הנוהג במכונית יוקרה“

“A protected bicycle lane in a city in a
developing country is a powerful symbol,
showing that a citizen on a \$30 bicycle is as important
as one in a \$30,000 car”

Enrique Penalosa, Mayor of Bogota, Columbia.



1

מערך איסוף הפסולת והטיפול בה ברשות המקומית

כתיבה • ירון שני רוקמן¹ • מיכל צרפתי² • רינת שפרן³



תקציר

הטיפול הנפוץ ביותר בישראל לפסולת הוא הטמנה (80%); הפסולת הנותרת, 20%, עוברת למחזור – וזאת בניגוד למתרחש במדינות מערב אירופה, שם שיעור המחזור גבוה הרבה יותר ושיעורי ההטמנה מזעריים. בפרק זה יסקרו הפתרונות החלופיים להטמנה, יובא הסבר מפורט מהם תפקידי הרשויות המקומיות בפינוי הפסולת ובטיפול בה ויצוינו החוקים החלים על ניהול מערך הפסולת ברשות. הפרק מציג את זרמי הפסולת הרלוונטיים לרשויות המקומיות כולל המלצות לטיפול יעיל יותר בכל זרם. כמו כן דן הפרק בניהול מערך הפסולת כמשאב מניב וכמנוע כלכלי לרשות המקומית וכן בצורך בפיקוח ואכיפה כתנאי להצלחת ניהול מערך הפסולת. נעסוק באסטרטגיה לטיפול בפסולת של המשרד להגנת הסביבה כפי שהוצגה ביוני 2018. תובאנה דוגמאות מרשויות ומאשכולות בארץ אשר שינו את מערך הפסולת שלהן לטיפול יעיל יותר וכן דוגמאות מהעולם לטיפול נכון בפסולת אורגנית ולהפקת אנרגיה ממנה.

¹ אגף פסולת, המשרד להגנת הסביבה

² עמיתת ממשק, תכנית יישום מדע בממשל, מינהל פיתוח, משרד הפנים

³ מנהלת אגף פיתוח מוניציפלי, מינהל פיתוח, משרד הפנים

תמונת המצב כיום: אחריות הרשויות וגורמי טיפול

פסולת היא תוצר לוואי של התנהלות החברה המודרנית וכמותה גדלה ככל שהאוכלוסייה מתרחבת. בכל שנה עולה כמות הפסולת המיוצרת בישראל ב-1.8%, וכיום כל תושב משליך בכל יום 1.7 ק"ג פסולת בממוצע (מעל 600 ק"ג בשנה). לפיכך בכל שנה מיוצרת במדינת ישראל פסולת עירונית ומסחרית שמשקלה 5.4 מיליון טונות. הטיפול בפסולת הנפוץ ביותר בישראל הוא הטמנה: חפירת הקרקע והטמנת הפסולת בבטן האדמה (80%) (תמונה 1). רק כ-20% מהפסולת ממוחזרת. החיסרון הגדול בתהליך ההטמנה הוא אובדן משאבי קרקע יקרים וכן יצירת מפגעי ריח, השחתת הנוף, זיהום הקרקע ומי התהום ופליטת גזי חממה לאטמוספירה. יתר על כן, הטמנה מצריכה השקעה של כסף רב מצד הרשות.

בעידן של שינויי אקלים, ובייחוד לנוכח התחייבותה של ישראל לצמצום פליטות גזי חממה במסגרת הסכם פריז, הטמנה אמורה להיות הפתרון האחרון והרצוי פחות בסדר העדיפויות לטיפול בפסולת.



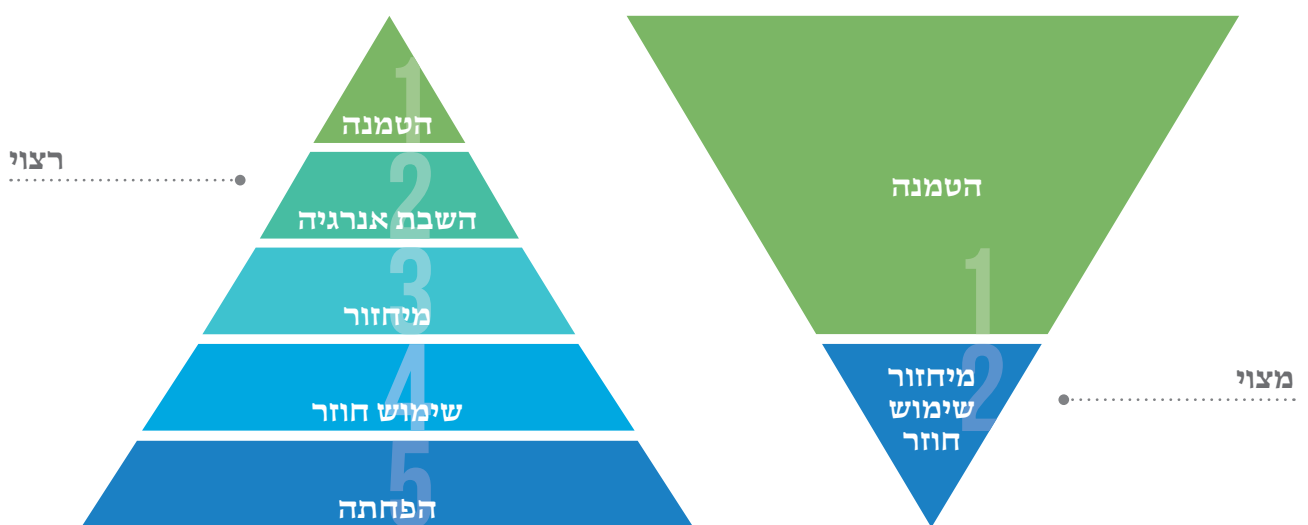
1

אתר ההטמנה עברון | צילום: יונתן חובב

תפקיד הרשות בפינוי הפסולת ובטיפול בה: המצב הרצוי

הרשות המקומית היא האחראית הבלעדית לאיסוף הפסולת ביישוב ולטיפול בה (ראו בהמשך חוקים ותקנות העוסקים בנושא) ולשמירה על ניקיון השטחים הפתוחים. אופן הטיפול בפסולת היישוב בשילוב אכיפה הם גורמים חשובים בשירותים המוניציפליים ובשמירה על איכות הסביבה ברשות.

עיקר המלצתנו לרשות היא לסייע במדיניות הממשלה "להפוך את הפירמידה": כיום הטמנה היא דרך הטיפול העיקרית בפסולת, אולם על הרשות ליישם פתרונות מתקדמים יותר. הטמנה היא הפתרון האחרון, הרצוי פחות (תמונה 2).



2

הטיפול בפסולת | המשרד להגנת הסביבה מקדם את "הפיכת הפירמידה" מהטמנה לטיפולים שונים על פי סוגי הפסולת

חקיקה ורגולציה

החוקים העיקריים בישראל העוסקים בטיפול בפסולת הם:

- **פקודת העיריות:** על פי פקודה זו, "הרשות המקומית אחראית לתחומי התברואה ובריאות הציבור בכלל זה לפינוי פסולת ומיגור מפגעים בשטח השיפוט שלהן, כמו כן הרשויות מחויבות לטפל במטרדים ולמנוע התפשטות מחלות (ראה סעיף 242 לצו העיריות)".

- **חוק שמירת הניקיון התשמ"ד-1984:** על פי חוק הניקיון הרשות חייבת למנוע הימצאות של מפגעי פסולת ולכלוך ולתת שירות ניקיון ותחזוקה בשטחים הציבוריים. הרשות יכולה לפעול לשמירה על השטחים הפתוחים באמצעות פיקוח על בעלי הקרקע ועל המשליכים (במקרה הזה מפעילי האתרים). המשרד להגנת הסביבה יכול לפעול מול הגורמים הללו וגם מול הרשות המקומית. לרשות ולמשרד יש סמכויות דומות להוצאת צו ניקוי לשטח על פי חוק שמירת הניקיון.

- **חוק איסוף ופינוי פסולת למחזור התשנ"ג-1993:** במסגרת חוק זה הרשות חייבת לפעול להפרדת הפסולת למחזור ולפינויה. הרשות מדווחת בכל שנה למשרד להגנת הסביבה באיזו מידה עמדה בחוק.

- **חוק הרשויות המקומיות (אכיפה סביבתית – סמכויות פקחים), התשס"ח-2008:** במסגרת חוק זה הרשויות מוסמכות לאכוף את החוקים בנושאי הסביבה, ובין השאר להסמיך פקחים לאכיפת חוקי הסביבה באמצעות חוקי עזר ולשמירה על חופי הים ועוד.

- **החוק להסדרת הטיפול באריזות התשע"א-2011:** הרשות מחויבת לחתום על הסכם עם תאגיד תמי"ר ולפנות פסולת אריזות למחזור.

- **החוק לטיפול בפסולת אלקטרונית התשע"ב-2012 (נכנס לתוקפו בתחילת שנת 2014):** רשויות מקומיות מחויבות להתקשר עם תאגיד לפינוי הפסולת האלקטרונית ולאפשר פינוי פסולת אלקטרונית מבתי התושבים. כמו כן הרשות חייבת להקים מוקדי מחזור עירוניים.

הרשויות המקומיות מחויבות לפעול על פי החוקים המחייבים אותה ועל פי ההנחיות של המשרד להגנת הסביבה בכל הקשור לטיפול בפסולת במרחב העירוני ובפתרון הקצה ולעמוד בכל תנאי המשרד הקשורים לתשתיות העירוניות אשר מטפלות בפסולת (תחנת מעבר, אתר לטיפול קצה, אתר לטיפול בגזם ועוד).

טיפול בפסולת על פי זרמים במקום הטמנה

זרמי הפסולת אשר נוצרים ברשות הם (1) פסולת ביתית מעורבת (פח ירוק), אשר כוללת חומרים אורגניים, שיירי נייר, פלסטיק ועוד; (2) פסולת גושית, אשר נאספת מהרחוב או מנקודות פינוי קבועות, הכוללת פלסטיק, עץ, מתכת וחומרים נוספים; (3) גזם ושיירי גינה; (4) פסולת אריזות (פח כתום); (5) פסולת אלקטרונית; (6) פסולת בניין ושיפוצים; (7) פסולת עודפת בתעשייה.

1. פסולת ביתית מעורבת

פסולת שמקורה במשקי בית, מוסדות ועסקים, המכילה מרכיבים אורגניים ואנאורגניים כגון שיירי מזון, שיירי נייר, פלסטיק ועוד. נבדיל להלן בין סוגי הפסולת הגולמית:

פסולת אורגנית

שיעור הפסולת האורגנית מכלל הפסולת הביתית הוא כ-40%. הטמנתה עולה כסף רב וגוררת פגיעות בסביבה, בין השאר פליטת גזי חממה. לחלופין, הפסולת האורגנית יכולה לשמש לייצור חשמל וקומפוסט, המשמש כחומר דישון. תהליכים אלה עשויים להניב רווח כפול: הכנסה מחד גיסא וחיסכון בהיטל ההטמנה מאידך גיסא. אפשר להוציא את החומר האורגני במתקני מיון פסולת (תמונה 3) או באמצעות הפרדה במקור. טיפול בחומר פריק ביולוגי יכול להיעשות באמצעות פירוק ועיכול אנאורגני (קומפוסטציה למשל) וכן באמצעות טיפול תרמי (שריפה מבוקרת בטכנולוגיה מתקדמת) והשבת אנרגיה כמקובל במדינות מתקדמות באירופה, כגון בריטניה, גרמניה, שוודיה, דנמרק והולנד (ראו פירוט בהמשך).

המלצות לצמצום פסולת אורגנית ולטיפול בה

• ברמה הביתית:

- **קידום קומפוסטרים ביתיים:** קומפוסטר ביתי מונע את הוצאת הפסולת האורגנית מהבית ומצמצם את הפסולת במקור. קומפוסטר ביתי הוא מיכל המסוגל לקבל כמויות קטנות יחסית של פסולת אורגנית ולהפוך אותה לקומפוסט. כאשר הקומפוסטר מופעל כהלכה בידי התושב, לא נוצרים מטרדים, נפח הפסולת קטן במידה רבה והתושב יכול להשתמש בקומפוסט להעשרת גינתו. עידוד החזקת קומפוסטר ביתי אינה מסתיימת בסבסוד הרכישה הראשונית של המתקן, אלא גם בליווי שוטף ללימוד השימוש בו ולהטמנת רמת תחזוקה נכונה. רשויות אזוריות דוגמת משגב מחזיקות עובד מועצה אשר מסייע בתחזוקה של הקומפוסטרים הביתיים. קומפוסטר משותף לשכונה או לחצר משותפת זקוק לתפעול שוטף של עובד הרשות כדי להימנע ממפגעים לצד מתן הסבר לתושבים על חלקם בפינוי הפסולת למקום המתאים.

- קידום קומפוסטרים במוסדות חינוך (בתי ספר וגני ילדים): הצבת קומפוסטר כזה מומלצת ביותר בשל ערכו החינוכי והלימודי מאחר שהתלמידים יכולים לחוות ישירות את מעגל הטיפול בפסולת. מומלץ ללוות הצבת קומפוסטר זה במערכי לימוד מתאימים ובהסברה ברחבי בית הספר. יש לוודא כי סגל המוסד החינוכי מגויס לנושא וכי מאמצי התלמידים יישאו פרי, דוגמת שימוש בקומפוסט בגינת בית הספר. חשוב מאוד לוודא כי תפעול הקומפוסטר ייעשה כהלכה כדי שלא ייווצרו מפגעים. דוגמאות לבתי ספר שהציבו קומפוסטר לשימוש התלמידים: בית ספר ידלין בראשון לציון, בית ספר סאלד בירושלים ובית הספר הראשונים במעלות תרשיחא.
- קידום מתקני מיון ברמת הרשות או ברמת האשכול יכול לכלול איתור שטח מתאים להקמת מתקן מיון לפסולת ושותפות בהקמה עם גופים פרטיים.
- קידום מתקני קומפוסטציה קטנים.
- קידום מתקני עיכול אנאירובי - כמו במתקנים הביתיים להשבת אנרגיה, מתקנים גדולים יותר פועלים בטכנולוגיה לפירוק הפסולת באופן ביולוגי ובה משתחררת אנרגיה כתוצר לוואי.
- קידום מתקני פל"א (פסולת לאנרגיה) ברמת האזור - טכנולוגיות לטיפול תרמי בפסולת ובייחוד מתקנים להשבת אנרגיה מפסולת מסייעים למדינות רבות לטפל בפסולת שאיננה ניתנת למחזור במקום להטמינה ולהשתמש בפסולת כחומר גלם להפקת אנרגיה! (ראו הסבר על RDF במסגרת מילון מונחים).

2. פסולת גושית

- פסולת גושית היא פסולת שפריטיה הם בעלי נפח גדול ומשקל גבוה, לרבות רהיטים, ציוד ביתי וגרוטאות (תמונה 4).
- הרשויות המקומיות חייבות לפנות גם פסולת גושית. איסוף פסולת זו נעשה באמצעות משאית בעלת מנוף (בשונה מפסולת ביתית המפונה לרוב במשאית דחס). לרוב פסולת זו מושלכת בצדי הכבישים והמדרכות (ולא בכלי אצירה) ויוצרת מפגעים ברשויות רבות. איסוף בימים קבועים ובאופן תדיר של פסולת גושית מהרחוב, פרסום השעות בהן תאסף הפסולת ופיקוח על השלכת הפסולת בזמנים הנדרשים יבטיחו רחובות נקיים ופינוי מוסדר ויעיל (ראו גם לוח 1).



תוף מפריד לפסולת אורגנית באתר פסולת אבליים בגליל (מעל) ובאתר מיון גרינט בירושלים | צילום: יונתן חובב

- **קידום הקמת מתקנים ביתיים להשבת אנרגיה:** ניתן ליישם את הדבר במקומות מסוימים, למשל בבתים פרטיים. מתקן ביתי יכול לקלוט כחמישה ק"ג של פסולת אורגנית ביום ולהפיק כ-20 קוט"ש של גז ביום. בנוסף, ניתן להפיק ממנו דשן אורגני נוזלי לצמחי הגינה. עקרון הפעולה של המערכת הוא עיכול אנאירובי של שאריות המזון על ידי חיידקים וחום השמש. בתהליך הפירוק נפלט גז הנקרא ביוגז והוא נאגר במתקן ומועבר בצינור לכיריים בבית. המערכת יכולה לחסוך חלק מעלויות הגז והחשמל של הבית וידועות כמה טכנולוגיות לצורך זה.
- **ברמת הרשות או ברמת האזור:** הכנסת הפסולת המעורבת, הגושית והגזם (ראו פירוט בהמשך) למתקני מיון וטיפול חיונית לחיסכון כלכלי, לעבודה נכונה בכל הקשור בפסולת ולמחזור מרבי. רשות המעוניינת לקדם מתקן מיון או מתקן טיפול בפסולת יכולה לפנות למשרד להגנת הסביבה. המשרד מציע תמיכות שונות להקמת מתקנים ומסייע בתהליך (קול קורא 9383 להקמה ושדרוג מפעלים וקול קורא 9384 לתמיכה בהפעלת מתקני מיון).

3. פסולת גזם ושיירי גינה

פסולת גזם כוללת חלקי עצים, ענפים, שיחים ועלים שהוסרו בעת גיזום, ולה נפח רב (תמונה 4). פסולת זו נאספת במקומות מוסדרים או מרחובות הרשות. אסור להטמין פסולת גזם שלא נקצצה. יש לקצצה באתר לפני ההטמנה, מה שמעלה את עלות היטל ההטמנה.

מחזור פסולת גזם קל חול (יחסית לכל זרם אחר) כאשר הוא נאסף נקי, והיא עשויה לשמש ליצירת חיפוי קרקע בשטחים חקלאיים או בשטחי גינון עירוניים. שימוש בחיפוי קרקע בשטחי הגינון העירוניים יכול להפחית את צריכת המים הנדרשת להשקיה, היות ושכבת הגזם שומרת על הקרקע מפני אידוי. כמו כן, חיפוי הקרקע מפחית את הצורך בשימוש בקוטלי עשבים ומעשיר את האדמה. דוגמאות לרשויות שמפרידות גזם במקור: כרמיאל, משגב, כפר סבא וזיכרון יעקב.

פעמים רבות פסולת זו נאספת יחד עם הפסולת הגושית (תמונה 4), דבר המצריך מיון בתחנת המעבר ולכן התהליך מתייקר פעם נוספת. לכן יש לבחון את עלויות האיסוף הנפרד לעומת עלויות הכניסה לאתרי המיון.

להלן דרכים אחדות להסדרת מערך הפסולת הגושית ופסולת הגזם:

- **הוצאת הפסולת במועדים קבועים** - נוהל זה מצריך מערך הסברה, פיקוח ואכיפה. במקרים רבים, כאשר הפיקוח והאכיפה אינם מוסדרים או כאשר אין נוהל בנושא והתושבים מוציאים לרחוב פסולת גושית וגזם ללא הגבלה של זמן ומקום, הרשות אינה עומדת בקצב השלכת הפסולת ונוצרים מטרדי לכלוך וזיהום הסביבה.
- **יתרון ההפרדה בין פסולת גזם לפסולת גושית** - ימי איסוף מוסדרים לפסולת גושית וימים אחרים מוסדרים לגזם יתמכו במחזור מרבי של שני הזרמים. מתקן למחזור גזם אזורי עשוי למנוע לחלוטין הטמנה של זרם זה.

4



פסולת גושית וגזם שאיננה מופרדת המפונה לרחוב לפני הפינוי ובמהלך הפינוי | צילום: מיכל צרפתי

4. פסולת אריזות

חוק האריזות שנכנס לתוקפו ביולי 2011 מטיל אחריות ישירה על כלל היצרנים והיבואנים בישראל לאסוף את פסולת האריזות של מוצריהם, למחזרה או לממן מחזור באמצעות גוף מוכר. על הרשויות (האחראיות לפינוי פסולת בשטחן) הוטלה חובה לקבוע הסדרי הפרדה, איסוף ופינוי פסולת בתחומן ולהתקשר עם גוף מוכר לצורך קיום חובותיהן. להרחבה על החוק.

אחריות הרשות: הרשות אחראית להסדרת הצבה ופינוי של כלי אצירה ייעודיים של הזרמים האלה מול קבלנים. אחריות התאגיד: התאגיד אחראי למימון הצבת כלי אצירה חדשים ולתשלום עבור פינוי הזרמים האלה.

5. פסולת אלקטרונית

בתחילת שנת 2014 נכנס לתוקפו החוק לטיפול בפסולת אלקטרונית. מטרת החוק לקבוע הסדרים לטיפול סביבתי בציוד אלקטרוני, בסוללות ובמצברים, כדי לעודד שימוש חוזר בציוד אלקטרוני, לצמצם את כמות הפסולת הנוצרת מציוד אלקטרוני, מסוללות וממצברים, ולמנוע את הטמנתה. החוק נועד גם להקטין את ההשפעות השליליות של ציוד אלקטרוני, של סוללות ושל מצברים על הסביבה ושל הפסולת הנוצרת מהם. פסולת אלקטרונית כוללת מתכות כבדות ומוזהמים נוספים, אשר עלולים לחדור לקרקע אם הם מושלכים בדרך שאינה מוסדרת. יתר על כן, טיפול בלתי מוסדר במכשירי חשמל ובכבלים להוצאת המתכות - כמו שריפת כבלים - מזהם את האוויר, את הקרקע ואת המים ומסוכן לשורפים.

עיקר החוק הקשור לרשות המקומית קובע שני תאגידים מוכרים האחראים למחזור פסולת אלקטרונית (מאי, תאגיד מחזור אלקטרוניקה לישראל; ואקומיוניטי, תאגיד חברתי למחזור פסולת אלקטרונית בע"מ, ראו במסגרת להלן) שהוקמו על פי החוק. חוק זה, בדומה לחוק הארזיות שהוזכר לעיל, מטיל אחריות מורחבת על היצרנים ועל היבואנים של מוצרי החשמל, והם החייבים לממן את תהליך האיסוף והמחזור של מוצרים ישנים. עם זאת, החוק מטיל על הרשויות המקומיות חובה להתקשר עם אחד מתאגידים אלה כדי לפעול לפינוי הפסולת האלקטרונית ולאפשר פינוי פסולת אלקטרונית מבתי התושבים. הרשויות המקומיות חייבות גם להקים מוקדי מחזור עירוניים לאיסוף פסולת אלקטרונית. התאגיד מממן את כלל העלויות בגין האיסוף של הפסולת ברשות המקומית ומטפל בה.

6. פסולת בנייה ושיפוצים

בישראל מיוצרים כ-6.2 מיליון טונות של פסולת בנייה בשנה, אולם רק חלק ממנה מטופל כיאות וכ-1.5 מיליון טונות של פסולת בנייה מושלכים בשטחים הפתוחים. האחריות לטיפול בפסולת בנייה מוטלת בעיקרה על יצרני הפסולת (קבלנים, תושבים הבונים ומשפצים) ועל הרשות המקומית מתוקף החוקים השונים. פסולת זו היא אחד הגורמים העיקריים למפגעי לכלוך ופסולת ברשות הרבים (תמונה 5).

5



פסולת שהושלכה באופן בלתי חוקי בשטחים פתוחים באזור השפלה | צילום: מיכל צרפתי

ועדת השרים לענייני חקיקה אישרה בחודש יולי 2018 את נוסח הצעת החוק שיוזם המשרד להגנת הסביבה והוא עדיין מקדם אותה (נכון לסוף ספטמבר 2018). החוק נועד לפינוי פסולת הבנייה במסגרת תיקון לחוק שמירת הניקיון.

חברת ת.מ.י.ר < תאגיד מחזור יצרן/יבואן בישראל בע"מ מיסודה של התאחדות התעשיינים בישראל, הוקמה כדי לאפשר ליצרן/יבואן של מוצרים ארזיים וארזיות שירות לקיים את כל חובותיהם על פי החוק להסדרת הטיפול בארזיות, התשע"א-2011 ("חוק הארזיות"). זוהי חברה לתועלת הציבור אשר פועלת ללא מטרת רווח והוכרה על ידי המשרד להגנת הסביבה כ"גוף מוכר".

גופים מוכרים למימוש חוקי אחריות יצרן <

תאגיד מ.א.י < מיחזור אלקטרוניקה לישראל בע"מ הוכר במהלך שנת 2014 ע"י המשרד להגנת הסביבה כ"גוף יישום מוכר" (תאגיד מחזור) ליישום החוק לטיפול סביבתי בציוד אלקטרוני, חשמלי ובסוללות התשע"ב - 2012.

חברת אקומיוניטי < תאגיד חברתי למחזור פסולת אלקטרונית בע"מ - הוקמה במהלך שנת 2013 במטרה לקבל הכרה כ"גוף יישום מוכר" על פי חוק פסולת אלקטרונית לשם קיום חובות היצרנים והיבואנים על פי החוק. במהלך חודש ינואר 2014 הוכרה אקומיוניטי על ידי המשרד להגנת הסביבה כ"גוף יישום מוכר" על פי חוק פסולת אלקטרונית.

7. פסולת עודפת בתעשייה

בשנת 2012 ביקשה עיריית חולון ממושרד הפנים לאשר חוק עזר בנושא פינוי פסולת ממפעלים וגביית אגרה ייעודית עבור שירות זה. בעלי העסקים פנו לבית המשפט העליון, ובג"צ קבע כי אין מניעה עקרונית לגביית אגרת פסולת נוסף על הארנונה הכללית כי מדובר בפינוי פסולת הקשורה לתהליכי הייצור של המפעל, כביטוי לעיקרון "המזהם משלם". עוד קבע בג"צ כי אמנם על פי סעיף 242 בפקודת העיריות חובת הרשות המקומית לפעול לפינוי פסולת ולסילוקה, אולם חלו שינויים בתפיסה הכלכלית והסביבתית של תהליכי הייצור, ואין ספק שאחת העלויות הנובעות מתהליכים אלה היא עלות הטיפול בפסולת. יתר על כן, ההנחה שפינוי כל הפסולת מונח לפתחה של הרשות המקומית היא הנחה שאבד עליה כלח. כשם שאין לצפות מהרשות המקומית לספק את חומרי הגלם למפעלים, כך אין לצפות ממנה לממן את פינוי התוצרים הנובעים מהשימוש בהם. בג"צ סבר שיש להבחין בין פינוי פסולת בסיסי לבין פינוי פסולת חריגה או עודפת, וכי דרך זו תתמרץ את המזהם להפחית את הזיהום. בהחלטתו דרש בית המשפט להחזיר את הנושא למשרד הפנים כדי לקבוע את הקריטריונים לנוסח חוק עזר כך שיכלול הבחנה נורמטיבית בין עלויות הפינוי של הפסולת "התקנית" הנכללות בארנונה הכללית לבין עלויות הטיפול ב"פסולת העודפת". בעקבות האירועים הללו, צוות בין-משרדי של

להלן עקרונות החוק המוצע להסדרת משק פסולת הבניין:

- פינוי הפסולת: יצרן הפסולת יחויב לפנות את פסולת הבניין לאתר מורשה שיספק את כלי האצירה ואת השירות להובלת הפסולת.
- הרשות המקומית תחויב לפקח על הצבת כלי האצירה.
- המשרד להגנת הסביבה יקבע אילו אתרי פסולת יוכלו לספק את השירות. הרשימה כיום כוללת כ-35 אתרים מורשים, וצפויה להתרחב.
- רק מוביל מורשה בעל רישיון יוכל להוביל את פסולת הבניין.

חקיקתו הסופית של חוק זה מתוכננת להתרחש בתחילת שנת 2019 והיא אמורה לקדם את נושא הטיפול בפסולת בניין ולהרחיב את אחריותה של הרשות המקומית לטיפול בפסולת זו.



אתר טיפול ומיון פסולת בפארק אריאל שרון (חירייה)

אמות המידה לחישוב אגרת פינוי פסולת עורפת מתוות שלושה תבחינים הקובעים את גובה האגרה

1. פסולת התואמת שימוש ביתי (פסולת הנוצרת בידי העובדים בהתנהלות היום-יומית, דוגמת שאריות מזון ומוצרי צריכה מקובלים).
2. פסולת ייעודית שאופן פינויה מוסדר - לדוגמה אריזות מסוגים שונים, נייר, קרטון, עץ, מתכת זכוכית ופסולת אלקטרונית. יש להפריד בין הזרמים בכלים המוצבים ברחבי הרשות.
3. פסולת מעודפי חומרי גלם ותוצרים של תהליך הייצור הם פסולת עורפת.

גובה האגרה

- X** - כמות הפסולת הבסיסית שהרשות המקומית לא תגבה אגרה בגין פינויה
- ח** - מספר העובדים בעסק
- a** - כמות פסולת התואמת שימוש ביתי לעובד ("כלל אצבע" - 0.5 ק"ג לעובד ליום, או בחישוב מדויק המופיע בהבהרות המשרד להגנת הסביבה).
- b** - מרכיב ההתאמה לעסקים (תעשייה ומלאכה - 1.5 ק"ג, מסחר, משרדים ועסקים נוספים - 2 ק"ג)
- c** - מרכיב עידוד המחזור והשימוש החוזר בפסולת תעשייתית. על בסיס ההנחה שעסקים יכולים לייעל את הליכי הייצור ביתר קלות, רכיב זה ייקבע על פי מקדמים בהתאם לסוג העסק. תלוי בהוכחה של היקשרות עם גוף מוכר ליישום חוקי אחריות יצרן (0.1 באין הקשרות, 1 בהוכחת היקשרות עם גוף מוכר)
- Y** - כמות הפסולת לחיוב באגרה או לחובת פינוי עצמי
- Z** - הכמות הכוללת של הפסולת (בסיסית ועורפת) להסבר על אופן החישוב

משרד הפנים, המשרד להגנת הסביבה ומשרד המשפטים קבעו אמות מידה לקביעת התחשיב, ולפיהן הפסולת הבסיסית-התקנית היא הפסולת הביתית (הבסיסית) שמייצר העסק, קרי הפסולת אשר אינה קשורה בתהליכי הייצור שלו, וכמותה תיקבע על פי מספר העובדים המועסקים בעסק. הפער בין כמות פסולת תקנית זו לבין כמות הפסולת שמייצר העסק בפועל תוגדר כפסולת עורפת ובגינה תשולם לרשות אגרת פינוי פסולת. עד היום הוגשו כמה טיוטות של חוקי עזר בנושא זה לבחינת משרדי הפנים, המשפטים והגנת הסביבה. על הרשות להגיש למשרד הפנים את החישוב לקביעת גובה האגרה וכן את נוסח חוק העזר המוצע (ראו מסגרת) והמשרד להגנת הסביבה בודק באופן מקצועי את חוק העזר המוצע ומעבירו לאישור משרד הפנים..

כדי לבחור את דרך הטיפול המיטבית בכל זרם, על הרשות לבחון באופן כלכלי, ציבורי ותפעולי את הנושאים האלה:

- **זמינות (גיאוגרפית) של מתקני הטיפול** - גורם קריטי בבחירת ההחלטה;
- **מדיניות ציבורית סביבתית** - קבלת החלטות למדיניות תוך הקצאת כלים (חוק עזר) והקצאת משאבים להסברה ולפיקוח ואכיפה בנושא.

נקודות חשובות לרשות באיסוף הפסולת ובפינויה

6



מרכזון מקזור בפרדס חנה, המנגיש את הפרדת זרמי המקזור באופן מרבי לתושבים, תוך שמירה על אסתטיות ותפעול יעיל.
צילום: ירדן רוקמן

אופן הטיפול בפסולת מתחלק לשני רכיבים עיקריים, לפי הזרמים (סוגי הפסולת) השונים, ובכל אחד מהזרמים יש להבחין בין

1. אצירה ופינוי במקטע הפנים-עירוני
2. הובלה וטיפול במקטע החוץ-עירוני

אצירה ופינוי במקטע הפנים-עירוני

דרך אצירת הפסולת ופינויה היא החלק הראשון בניהול מערך הפסולת. יש שיטות שונות לאצירת הפסולת ולכל אחת מאפיינים משלה. חלק זה סוקר בקצרה היבטים שונים של איסוף הפסולת ברשות, וכל סעיף יכול להיות כר פורה להתייעלות ולחשיבה מעמיקה ברשות.

נקודות האיסוף של זרמי הפסולת

יש לאפשר לכל תושב להפריד את הפסולת לשני זרמים לפחות: (1) אריוזות; (2) פסולת מעורבת להטמנה. שני הכלים להפרדת זרמים אלה צריכים להיות סמוכים זה וזה ונגישים באותה המידה. בנוסף, ניתן לאפשר לתושבים להפריד לזרמים נוספים כמו בקבוקים, נייר וקרטון, זכוכית וטקסטיל, ומכלים אלה אפשר להציב בשכונה (תמונות 6, 7). איכות הזרמים הנאספים משפיעה על היכולת למחזר אותם ותלויה באיכות השירות שהתושבים מקבלים מהרשות - הסברה והטמעה, נגישות, רמת הניקיון של המתקן ותדירות הפינוי של הפחים.

7



מרכזון מקזור בפרדס חנה לאיסוף זרמי אריוזות, נייר, פסולת אורגנית ושאריות, וכן מקום מוסדר להנחת פסולת גושית | צילום: ירדן רוקמן

ניתן להציב כלי אצירה בחדר האשפה - מכולה או דחסן (מכולת פסולת בעלת מתקן עצמאי, המופעל בחשמל) הדוחס את הפסולת; (4) באזורים עירוניים שבהם מסחר מקומי (רחובות ראשיים, מרכולים, קניונים וכדומה) יש לוודא כי יש פתרון לאיסוף של זרמי הפסולת העיקריים למחזור (לדוגמה קרטון) ופתרון הולם לנפח הפסולת להטמנה באמצעות מכולות או מוטמני קרקע (מיכל אצירה גדול אשר מוטמן ברובו באדמה; הפסולת מושלכת דרך פיר עליון, ובדרך כלל הוא מוצב בשכונות רוויות) (תמונה 8).

התאמת סוגיהם של כלי האצירה לסוג המבנה
 מספר כלי האצירה ברשות משפיע ישירות על עלויות פינוי הפסולת ועל האפשרות של הרשות לתחזק את הניקיון ביישוב. יש לאפשר נגישות ונוחות מרביות לתושבים, תוך התייעלות באופן איסוף הפסולת: (1) כלי אצירה לכל בית אב (בעיקר במבנים צמודי קרקע) - הרשות מציבה כלי אצירה רבים התופסים שטח רב ברחובות ויש לפנותם תדיר; (2) כלי אצירה משותפים לכמה בתי אב במרחב הציבורי מאפשרים לחסוך עלויות, אך על הרשות לשמור על רמת תחזוקה טובה של המתקן ועל ניקיונו (כלי האצירה הרלוונטיים הם טמוני קרקע או מכולות); (3) בבנייה רוויה

8



מכלי אצירה למחזור סמוך לכלי האצירה לשאריות, במקרה זה טמוני קרקע. מעבר לכלי אצירה גדולים מבטיח יעילות בפינוי הפסולת צילום: ירון רוקמן

נפח אצירה

יש לתכנן את נפח האצירה על פי גודל בתי האב, על פי הצרכים ועל פי תדירות הפינוי וזאת בהתאמה לנפח הפסולת במקום כדי למנוע גלישה אל מחוץ למכלים. גם "בזבוז" נפח האצירה ופינוי כלים ריקים אינם רצויים. לפי סקר הרכב הפסולת אשר נעשה בשנת 2013 מטעם המשרד להגנת הסביבה, האדם מייצר כ-1.7 ק"ג פסולת ביום בממוצע. נפח של ק"ג אחד של פסולת מעורבת שווה לשבעה ליטרים לערך. לפיכך, משק בית ממוצע שבו ארבע נפשות מייצר כ-166 ליטרים של פסולת פעמיים בשבוע. פחים למחזור אריוזות ולמחזור זרמים נוספים מצמצם במידה רבה את נפח פח השאריות מאחר שכ-80 ליטרים מתפנים לאיסוף האריוזות. הערכת נפח האצירה הדרוש חייב להיעשות בשיתוף אנשי המקצוע ברשות המכירים היטב את מאפייני השכונה (צפיפות הבנייה, פחי המחזור, שימושים נוספים בשכונה וכדומה).

תדירות הפינוי

תדירות הפינוי נקבעת על פי נפח האצירה הקיים ועל פי רמת השירות הנהוגה ברשות. פינוי כלי האצירה של פסולת מעורבת יכול להיעשות פעם עד פעמיים בשבוע, ופינוי של זרמי הפסולת היבשים למחזור (פח האריוזות והזרמים הייעודיים) תלוי בעיקר בנפח האצירה. יש לוודא כי המכלים אינם מתמלאים עד אפס מקום באמצעות סקר תדירות הפינוי בכל שכונה.

הובלה וטיפול במקטע החוץ-עירוני

טיפול בפתרון הקצה

רשות המקומית אחראית לכל שרשרת הטיפול בפסולת כולל פתרון הקצה. מומלץ כי כל הפסולת מהרשות תועבר לתחנת מעבר ממיינת (למשל, תחנת מעבר לוד או אתר דשנים בקריית אתא), ובה מחלצים חומרים נוספים למחזור (שאריות מתהליך המיין מועברות להטמנה). רשימת תחנות מעבר ממיינות ניתן למצוא כאן. את זרמי המחזור יש להעביר ישירות למפעל מחזור. יש לוודא כי כל האתרים מאושרים על ידי המשרד להגנת הסביבה. עלות הטיפול בפתרון הקצה כוללת דמי כניסה לאתרים והיטל הטמנה המשולם על פי משקל הפסולת המוטמנת.

יש להבחין בין עלויות הטיפול בפסולת במערך האיסוף הפנים-עירוני ובמערך החוץ-עירוני. המערך הפנים-עירוני תלוי במרחקי הנסיעה בין פח לפח, בסוג הפחים המפונים ובכמות הפסולת המפונה. המקטע החוץ-עירוני כולל הובלה ושינוע הפסולת, דמי כניסה לאתר המיין או לאתר ההטמנה, הכוללים את היטל ההטמנה. (ראו לוח 1 להלן המסכם את העלויות השונות של הטיפול בפסולת ודרכים לחיסכון ולהתייעלות).

העלות הממוצעת לפינוי טונה אחת של פסולת מעורבת (פנים וחוף עירונית) עומדת על כ-600 ש"ח.

אכיפה ופיקוח על המערך העירוני לאיסוף ופינוי הפסולת

מלבד קביעת אופן הטיפול בפסולת, לרשות המקומית סמכויות נרחבות ביותר בתחום הפיקוח והאכיפה על מערך ניהול הפסולת - הן על הקבלן המבצע והן על משליכי פסולת. הרשות מוסמכת לקבוע את אופן האכיפה ולחוקק חוקי עזר בתחום תברואה ופסולת, ולרשויות שמתגוררים בהן מעל 20,000 תושבים יש סמכויות גם באכיפה הסביבתית (ראו לעיל חוק אכיפה סביבתית).

מאפיינים נוספים המשפיעים על אופן אצירת הפסולת ברשות ועל פינויה

רוחב הרחובות משפיע על סוג המשאית לפינוי הפסולת, דבר הקובע את מספר סבבי הפינוי היומיים. למשל, רחובות צרים ומעוקלים שבהם פחים אישיים לתושבים (240-360 ליטרים) מצריכים שימוש במשאית דחס קטנה. לשם כך יש להקצות גם כוח אדם להוצאת הכלים למקום המאפשר להפנותם אל משאית האשפה וכוח אדם להחזיר אותם למקומם. פינוי דחסנים ומוטמנים מצריך כלי רכב ייעודיים אחרים.

פיקוח ובקרה על פינוי הפסולת

איסוף מידע על הקבלן המפנה, מעקב אחריו ופיקוח על עבודתו, מסלולי הפינוי, סוג המשאית וסוג הסכם ההתקשרות עמו - כל אלה משפיעים ישירות על עלות הפינוי של הפסולת ברשות. שקילת משאית הפינוי בכניסה לרשות וביציאה ממנה מאפשרת פיקוח ברמה גבוהה מאוד ויכולת לשפר את מסלולי הפינוי. בנוסף, איסוף מידע ושימוש נכון בו יאפשר לקבל החלטות מושכלת בקביעת מסלולי הפינוי וזמני הפינוי וכך לחסוך בהוצאות הרשות.

סוגי הסכמים נפוצים עם קבלני פינוי

הסכמים פאושאליים (כוללנים): תשלום לפי הנפות או לפי משקל. תשלום פאושלי (כולל) על כלל פינוי הפסולת ברשות מקנה קביעות בתשלום החודשי, אך עם זאת אין בו תמריץ חודשי להתייעלות. גם בהסכם פאושלי יש לפקח על עבודתו של הקבלן.

• תשלום לפי הנפות תלוי במספר כלי האצירה ברשות ולא בכמות הפסולת בהם.

• תשלום לפי משקל יכול להיות אינטרס לאיסוף פסולת רבה (דבר המצריך פיקוח כמובן) ולשיפור ברמת הניקיון הרשות.

בבחינת סוגי ההסכמים המתאימים לרשות ניתן לשלב רכיבים מכל סוג הסכם ולהגיע להסכם מיטבי (ראו פירוט בסעיף "תכנון ופיקוח על מערך הפסולת העירוני").

עלותה של אצירת הפסולת ופינויה מרחבי הרשות המקומית מגיעה למעל למחצית עלות הטיפול בפסולת של היישוב (ראו להלן עלויות הטמנה).

תכנון ופיקוח

- התקנת חיישני נפח למכלים טמונים - התראה למערכת ממוחשבת על מיכל מלא ופינוי רק על פי קריאה.
- התקנת מערכת לקליטת נתונים במשאיות - מערכת אשר קולטת את הנתונים מהתגים ומעבירה אותם למערכת בקרה.
- כל הטכנולוגיות הללו יאפשרו פינוי של הפסולת על פי הצורך ועל כן יביאו לידי התייעלות וחסכון בעלויות הפינוי.

מילון מונחים

RFID (Radio Frequency Identification)

טכנולוגיה של תיוג אלקטרוני באמצעות גלי רדיו. הטכנולוגיה מבוססת על התקנים קטנים (תגיות) המוצמדים לעצם שמעוניינים לזהות והמאחסנים מידע הניתן לקריאה באופן אלחוטי תוך שימוש בגלי רדיו באמצעות מכשיר מתאים.

RDF (Refuse Derive Fuel)

חומר הגלם המתקבל מפסולת עירונית מוצקה. RDF מורכב מפסולת פלסטיק, קרטון, נייר וטקסטיל ובתהליך הבעירה שלו משתחררת אנרגיה. מפעל נשר ברמלה משתמש ב RDF כדלק לייצור מלט במקום דלק ממקור פוסילי (פחם, נפט וגז טבעי).

פינוי על פי משקל

- בשיטה זו עלות פינוי הפסולת מהרשות מחושבת על פי מחיר לטונה מפונה. בשיטה זו יש להקפיד על צעדים אלה:
- הצבת משטח שקילה בשטח הרשות ושקילת כל משאית בכניסתה לרשות וביציאתה ממנה - לשם כך נדרשת מערכת טכנולוגית או כוח אדם לבדיקת המשאיות.
 - מערכת מעקב מקוונת למשאית - מעקב הנעשה ברשות לשם מניעת פינוי פסולת שאינו נדרש כדי להגדיל את משקלה (פסולת בניין למשל).

מערך פיקוח ואכיפה על הקבלן

ידועות שיטות שונות למעקב ופיקוח על הקבלן ברשות. ראשית, כדאי לכלול בחוזה עם הקבלן סנקציות מפורטות אם הרשות אינה שבעת רצון מהשירות שהקבלן מספק. רצוי שהפיקוח יהיה יום-יומי ויכלול מתן התראות וקנסות על אי ביצוע עבודה. להלן דרכי הפיקוח השונות המומלצות

- תכנון נכון של מערך פינוי הפסולת חיוני הן לשם מתן שירות ברמה גבוהה והן לשם התייעלות כלכלית. תכנון טוב תלוי בשלושה גורמים:
1. איסוף יום-יומי של מידע ונתונים;
 2. הטמעת הדרישות הרלוונטיות בחוזה הקבלני ופיקוח ובקרה על עבודתו של הקבלן;
 3. ניתוח הנתונים והיוון חוזר.
- להלן סקירה קצרה היכולה לעורר חשיבה ראשונית על נושא הפיקוח ברשות, אף כי אין היא מדריך מקיף לאכיפה ופיקוח על קבלן הפינוי:

חשיבותו של איסוף הנתונים

נתונים אמיתיים על משקל הפסולת, על כמותה, על השונות בין השכונות ועוד מאפשרים לרשות לתכנן ביעילות את מסלולי הפינוי, לפקח על עבודתו של הקבלן ולהקפיד על תמורה ראויה לתשלום.

הפרדה בין המקטע הפנים-עירוני לבין מתקן הטיפול

בהתקשרות בחוזה פאושלי (כוללני) עם קבלן לפינוי פסולת, הקבלן נותן השירות מפנה את הפסולת מהרשות ללא בקרה של הרשות על כמויות הפסולת היוצאות ממנה וללא פיקוח של הרשות על הנעשה בפסולת לאחר יציאתה מתחומי הרשות. צמצום של ייצור הפסולת (צמצום הצריכה, שימוש חוזר, מחזור) אמור להניב חיסכון בכספי הטמנה משום שהתשלום למתקן הטיפול נעשה בנפרד מן החוזה עם הקבלן. כדאי לעקוב אחר עלויות ההטמנה והכמויות המפונות באופן חודשי ואף להשוות לחודשים בשנים קודמות.

דרכי התקשרות עם הקבלן

פינוי בהנפה

- יש לקבוע תמהיל נכון ומספר מתאים של כלי האצירה. רצוי להכין סקר שיכוון לצמצום כלי האצירה או לשינויים בתמהיל הכלים, כלומר לעבור ממספר גדול של כלים קטנים למספר קטן של כלים גדולים במידת הצורך (למשל לעבור מכלים שנפחם 240 ליטר לכלים שנפחם 770-1100 ליטר או לטמוני קרקע).

- פיקוח על פינוי כלים אשר מלאים רק בחלקם וחיוב על פינויים: התקנת תגי RFID (ראו הסבר במסגרת) על כל כלי תביא לידי מעקב תמידי על מספר ההנפות המבוצעת בפועל ולמניעת חיוב יתר על הנפות שאינן מבוצעות. כמו כן נדרשת התקנת מערכת מעקב ממוחשבת על המשאית.

במסגרת חוק האשכולות החדש אפשר להעביר את סמכויות האכיפה לאשכול, ורשויות קטנות אשר אין ברשותן מנגנון פיקוח עשויות ליהנות מכך במידה רבה.

עוד על אשכולות ראו באתר של משרד הפנים. על התמיכות של המשרד להגנת הסביבה לניהול פסולת אזורי ניתן להתעדכן באתר המשרד.

האסטרטגיה של המשרד להגנת הסביבה לטיפול בפסולת 2030

האסטרטגיה של המשרד להגנת הסביבה לטיפול בפסולת שהוצגה ביוני 2018 הציבה יעדים לאומיים של 50% מחזור (מופרדים במקור או לאחר מיון מכני), 25% השבה (הפיכה פסולת לאנרגיה) ו-25% הטמנה עד שנת 2030 (תמונה 9). אסטרטגיה זו משפיעה ישירות על הטיפול בפסולת במקטע העירוני.

עיקרי האסטרטגיה

- הפרדת פסולת לשני פחים ברשות המקומית: פח ירוק (כלל האשפה הביתית) ופח כתום (אריזות מכל הסוגים מלבד זכוכית וקרטון, ריקות מתכולתן) ומרכזי מחזור שכונתיים לפסולת זכוכית, נייר וקרטון;
- הימנעות מהטמנת פסולת ללא מיון מקדים;
- טיפול אזורי בפסולת באמצעות האשכולות האזורים;
- הקמת מתקני מיון מתקדמים בפריסה ארצית;
- הקמת מתקנים לטיפול תרמי בפסולת;
- עידוד הפרדה במקור במגזר המוסדי: פח חום (אורגני), פח כתום (אריזות) ופח ירוק (כל אשר לא נכלל בפחים האחרים).

לרשות; שילוב שלהן יציב את מערך הפיקוח היעיל ביותר:

- פיקוח טכנולוגי מרחוק - על פי הטכנולוגיות שתוארו לעיל;
- פיקוח גלוי - מעקב גלוי אחר המשאיות כך שהקבלן מודע לפיקוח עליו;
- פיקוח סמוי - נסיעה סמויה אחר הקבלן בתוך הרשות ולפתרון הקצה;
- הכללת נוהל מתן התראה לקבלן וקיזוז תשלומים.

ניהול מערך פסולת אזורי באשכולות

משרד הפנים תומך בהקמת אשכולות והמשרד להגנת הסביבה תומך בניהול פסולת אזורי דרך האשכולות. עד כה אושר תקציב של 750 מיליון ש"ח לתמיכה בניהול פסולת אזורי דרך האשכולות.

בניהול פסולת אזורי בא לידי ביטוי היתרון לגודל במהלך המשא ומתן עם קבלני איסוף ופינוי פסולת. השיטה מאפשרת איגום משאבים בכלל ואיגום משאבי פיקוח על הקבלנים השונים בפרט, הקמה של מתקנים אזוריים למיון פסולת ולטיפול בה וניהול מקצועי של התחום. בסופו של דבר השיטה מאפשרת להשוות את רמת השירות ביישובים השונים ואף להתייעל ולהוזיל עלויות.

שיתוף פעולה בין רשויות לקידום ניהול פסולת אזורי עשוי להניב שיפור לכל הרשויות - אם בהוזלת העלויות ואם בשיפור השירות לתושבים. יישובים אשר הפינוי בהם קשה או רחוק, זוכים להיכלל בעסקה גדולה יותר.

על פי רוב, הרשויות אינן משקיעות די בפיקוח על החוזה עם קבלן הפינוי משום שנדרשות מהן תשומות גדולות לשם כך. איגום המשאבים באמצעות ניהול פסולת אזורי מאפשר לבצע משימות שהרשות לא יכלה לבצע בניהול עצמאי, למשל פיקוח על פינוי רצוף וקבוע מיישובים שהגישה אליהם קשה ושהזנחה בעבר. יתרון נוסף הוא ביצוע אכיפה על השלכת פסולת בשטחים פתוחים דרך האשכולות.

יש להביא בחשבון כי פינוי הפסולת הוא תחום חדש בעבור האשכולות האזוריים, ואף הם גופים חדשים. לפיכך עשויים להתעורר קשיי התחלה בחלק מהמקומות ויחלוף פרק זמן מסוים עד חתימת החוזים האזוריים החדשים.

כדאי
לשים לב <

מעבר למנגנון פינוי פסולת אזורי יאפשר איגום משאבים ולכן יחסוך בעלויות בחלק מרשויות האשכול, אולם חלק מהיישובים שיעברו למנגנון האזורי עלולים לעמוד בפני הגדלת ההוצאה אם כיום אין הן מעניקות את כל השירותים או אינן מקיימות מנגנון פיקוח שמספק האשכול.

סכמת האיסוף והטיפול בפסולת עירונית 2030



סכמת איסוף הפסולת העירונית והטיפול בה לפי אחריות מקומית, אזורית וארצית-מחוזית | באדיבות המשרד להגנת הסביבה

היררכיית הטיפול בפסולת

על פי המשרד להגנת הסביבה, אגף פסולת מוצקה, היררכיית הטיפול בפסולת היא:

1. הפחתה (Reduce) - צמצום יצירת פסולת במקור והפחתת הצריכה;
2. שימוש חוזר במוצרים (יד שנייה) (Reuse);
3. מחזור (Recycle);
4. השבת פסולת לאנרגיה;
5. הטמנה (של השאריות של כל התהליכים הקודמים).

ההבדלים בין השלבים השונים:

הפחתה (Reduce)

הפחתה במקור משמעה הפחתת הקנייה או השימוש בחומרים או במוצרים המובילה להפחתת כמות הפסולת ורעילותה לפני כניסתה לזרם הפסולת. הפחתת כמות הפסולת המיוצרת בישראל היא השלב הראשון בטיפול הולם במשק הפסולת מכיוון שהיא עשויה לסייע בהפחתת

הצורך באיסוף הפסולת ובהזלת עלויות הטיפול. זאת באמצעות מניעת הצורך בעלויות המחזור, הקומפוסטציה, ההטמנה והשריפה. הפחתה במקור גם משמרת משאבים ומפחיתה זיהום, כולל הפחתת גזי חממה התורמים להתחממות כדור הארץ.

ברשות המקומית מתבטאת הפחתת הצריכה ברכש ירוק, לדוגמה: שימוש בכלים רב-פעמיים ברשות ובמוסדותיה (ראו פרק 8, ביטחון תזונתי), הטמעת שיקולי הפחתת פסולת במכרזים וברכש של הרשות, צמצום הדפסה ושימוש במדיה אלקטרונית, הקמת ספרייה השאלה לספרי לימוד לתלמידים (במקום רכישת חדשים בכל שנה), עידוד תחבורה באמצעות אופניים ובתחבורה ציבורית להפחתת השימוש בכלי רכב פרטיים (ראו פרק 6, זיהום אוויר) ועוד.

שימוש חוזר (Reuse)

שימוש חוזר משמעו איסוף מוצרים שהושלכו לאחר השימוש כדי לעשות בהם שימוש חוזר. השימוש החוזר מוביל להקטנת כמויות הפסולת המיועדות להטמנה, לחיסכון בעלויות הטיפול בפסולת, לשימוש יעיל יותר במשאבי הטבע, לשיפור הניקיון ברשות הרבים ולצמצום מפגעים סביבתיים. לשם כך נדרשת הסברה להגברת מודעותו של הציבור ליתרונות שבשימוש חוזר.

הרשות המקומית יכולה לעודד הקמת מיזמים קהילתיים של ספריות צעצועים, סדנאות לחידוש רהיטים, השאלת חפצים (לדוגמה כלי עבודה, ציוד מחנאות), מיזמי "יד שנייה", תרומה של מוצרים משומשים ועוד.

מחזור (Recycle)

המחזור הוא תהליך של הוצאת חומרים מזרם הפסולת והפנייתם לשימוש כחומרי גלם לצורך יצירת מוצרים חדשים. מפעלי המחזור קולטים סוגים שונים של פסולת: גזם, עץ, פלסטיק, נייר, קרטון, זכוכית ועוד. את הפסולת מפרידים באמצעים מכניים וידיניים והחומרים מועברים למחזור. למחזור השפעות חיוביות מאוד על הסביבה, הכוללות מניעת נזקים הנגרמים מפתרונות כגון הטמנה והשבה ומניעת השפעות שליליות הנובעות מצריכת מוצרים חדשים, כגון כריית חומרי גלם או ייצור מוצרים. המשרד להגנת הסביבה מעודד הפרדה למחזור בקול קורא לתמיכה ברשויות מקומיות בגין הגדלת כמויות הפסולת הממוחזרת והמושבת לשנים 2016-2020 באמצעות תמיכה כספית לכל גידול בשיעורי המחזור של פסולת שתמוחזר או תופנה להשבה.

ברשות המקומית המחזור בא לידי ביטוי באיסוף נפרד של זרמים (ראו פירוט נרחב בהמשך), עידוד התושבים להפריד למחזור את האשפה בביתם ולשמור על תחזוקה נאותה של כלי האצירה (פחים) ועל ניקיונם. על הרשות לספק תשתית נוחה, נגישה ומסבירת פנים לאיסוף זרמי המחזור ולשמור על ניקיונה, שכן מרכזי מחזור או נקודות איסוף פסולת מלוכלכות מונעות מהתושב לשתף פעולה ולהפריד פסולת.

אחרי הפינוי על הרשות להעביר את הזרמים למחזור באתרים מורשים ייעודיים – מתקני מיון, מפעלי מחזור ואתרי גזם.

הרשויות המקומיות והאשכולות יכולים למלא תפקיד מכריע בהקמת מתקני הפרדה למחזור בשטחן. המשרד להגנת הסביבה מעניק תמיכה לשם הקמת תחנת מעבר ממיינת. לפירוט אנא פנו לתמיכות המשרד להגנת הסביבה.

השבת פסולת לאנרגיה

השבת "פסולת לאנרגיה" משמעה שיטת טיפול בפסולת המייצרת חום או חשמל או הפקת דלקים מפסולת אשר בהיעדר טיפול זה הייתה מוטמנת. הגדרה אפשרית נוספת של המונח היא כל פעילות טכנולוגית מתקדמת להשבת אנרגיה (חום או קיטור) מפסולת ממקור עירוני. חשוב לציין כי שימוש בטכנולוגיות אלה עשוי להקטין את נפח הפסולת ב-80% בקירוב. מתקנים מסוג זה נדרשים לעמוד בתקני הפליטה החמורים ביותר. להרחבה בנושא לחצו כאן.

ברשות המקומית: לפי מדיניות המשרד להגנת הסביבה, מתקני השבה יוקמו בעשור הקרוב בפריסה ארצית ויכלו לקלוט שאריות מיון מתחנות מעבר ממיניו. רשויות אשר יכולות להקים מתקן השבה בתחומן יוכלו ליהנות מפירות ההשבה (דמי כניסה מופחתים או הסדרים אחרים במהלך הקמתו של מפעל פל"א – פסולת לאנרגיה).

הטמנה

להטמנת הפסולת השפעה נרחבת על הסביבה גם כאשר היא מוסדרת ונעשית בפיקוח. יתר על כן, היא גורמת לפליטת גזי חממה, למטרדי ריח ותברואה ולתפיסת שטחי קרקע שהם משאב במחסור. בנוסף, ההטמנה משפיעה לרעה על בריאות הציבור ולהשלכות כלכליות רחבות היקף.

ברשות המקומית: הקמת מתקני מיון אזוריים ועידוד התושבים להפריד פסולת במקור לזרמים השונים יצמצמו את כמות הפסולת המוטמנת ואת תשלום היטל ההטמנה.

הדרכים העומדות לרשות הרשויות המקומיות לחיסכון במערך הפסולת

פינוי הפסולת מהרשות הוא תהליך יקר ובזבזני. כל ייעול או שיפור בהתנהלות הרשות טומן בחובו אפשרות להתייעלות ולחיסכון כלכלי. יתר על כן, ראיית הפסולת כמשאב יכולה לאפשר הזדמנויות נוספות למיצוי המחזור ולשימוש חוזר מרבי. לוח 1 להלן מציג את הגורמים השונים במערך הפסולת העירוני תוך פירוט המרכיבים השונים המשפיעים על כל נושא, הסבר קצר על אותו מרכיב והדרכה היכן ניתן לחסוך. חלק מהנושאים נכתבו קודם לכן וחלקם מובאים כאן לראשונה.

לוח 1 | מערך הפסולת הרשותי, תוך ראיית פסולת כמשאב והדרכים השונות לחסוך בעלויות ההטמנה

אפשרות לחיסכון	הסבר	גורמים משפיעים	מרכיב העלות
צמצום מספר הפחים והוצאתם למרכזי מקזור	ברוב הבתים צמודי הקרקע יש פח אשפה צמוד שנפחו 360 ליטר. הפתרון המקומי משרת מספר רב של משקי בית.	צורת פיזור הבתים: בנייה רוויה / צמודת קרקע	מספר הפחים ברשות
הגדלת מספרם של כלי האצירה והגדלת מספרם של סבבי הפינוי בהתאם צריכות להתאזן באמצעות צמצום כלי אצירה ירוקים והוספת כלי אצירה על פי זרמי הפסולת.	לכל זרם כלי אצירה משלו והוא מצריך פינוי נפרד. לדוגמה, הצבה של פחי אריוות יכולה להגדיל במידה רבה את מספר כלי האצירה ברשות.	מספר זרמי הפסולת המופרדים במקור על פי זרם	
בנייה צמודת קרקע צפופה או מפוזרת יכולה לקבל שירות ממרכזוני מקזור קטנים שבהם פח ירוק כחלק מהשירות. מרחק ההליכה הרצוי הוא עד 50 מטרים. מעבר לאצירה כזו עשוי להיות אבן דרך חשובה לניהול פסולת חסכוני יותר ואפקטיבי יותר מבחינת המקזור.	בבנייה רוויה הפחים משרתים משקי בית רבים. בבתי צמודי קרקע פעמים רבות לכל משק בית יש פח משלו (פרטי בדרך כלל).	דרך איסוף הפסולת (פח לכל בית או פחים מרכזיים)	
התאמת נפח האצירה למספר משקי הבית המקבלים שירות עשויה להוביל לויתור על פינוי אחד בשבוע.	העברת פסולת מהפח הירוק לפחי המקזור מפחיתה את נפח הפסולת.	תדירות פינויים לעומת נפח אצירה	
שני זרמים עיקריים משפיעים על הפסולת המעורבת: הפח הכתום שנפחו כמעט מחצית מהנפח של הפח הירוק, והפח החום העשוי להכיל כחצי מנפח הפסולת. הקטנת נפח הפסולת המפונה מהפח הירוק תזיל לרשות את עלויות ההטמנה.	העברת פסולת מהפח הירוק לפחי המקזור מפחיתה את נפח הפסולת.	כמות הפסולת הממוינת במקור	
לא ניתן לשנות את גודל העיר, אך ניתן לשנות את המרחק בין כלי האצירה וכך לתרום לחיסכון בדלק ובשעות עבודה של הפועלים.	מרחק הנסיעה הפנים-עירוני משפיע על צריכת הדלק, על זמן הסבב ועל מרחק ההליכה של עובדי הפינוי.	מרחק הנסיעה של משאית האשפה	מרחק נסיעה פנים-עירוני
ניתן לצמצם את מספר הפחים שיש להניף באמצעות הקמת מרכזים לכלי אצירה והוצאה של מרב הפסולת לפחי המקזור.	ניתן להניף 400-700 פחים בכל סבב. המספר תלוי באורך הסבב, במרחק ההליכה בין פח לפח, ובצורך להוציא את הפחים מהמסתורים.	מספר הפחים שניתן להניף	אורך סבבי הפינוי
התוויית פתרונות מקומיים ואזוריים לטיפול בזרמי הפסולת השונים ובעיקר לטיפול בפסולת אורגנית המופרדת במקור.	כרוך בעלויות של דלק של שעות עבודה ובעיקר מתווה את אורך המסלול (ככל שהתחנה רחוקה יותר, כך נדרש לצאת לכיוונה מוקדם יותר).	המרחק לתחנת מעבר	

מרכיב העלות	גורמים משפיעים	הסבר	אפשרות לחיסכון
תדירות הפינוי 	סוג הפסולת, עונות השנה, קרבה לחגים	לתדירות הפינוי השפעה מכרעת על ניקיון הרשות, על עלויות הפינוי ועל מספר משאיות הפינוי המסתובבות בשכונות.	כמות הפסולת עולה במידה רבה לקראת החגים ויש להיערך לכך. בחורף ניתן לצמצם מעט את תדירות הפינוי של הפסולת המעורבת.
זיהוי נקודות של השלכת פסולת מוגברת		זיהוי של נקודות השלכת פסולת מוגברת אשר משרתות תושבים רבים ופינוין באופן תדיר יותר מהפינוי בשאר הרשות עשוי לאפשר רמת ניקיון גבוהה יותר ואף יעילות.	הכרה טובה של הרשות מצד אנשי המקצוע, בחינה של סבבי הפינוי והבנה כי אזורים שונים יכולים לקבל שירות שונה בהתאם לצרכים שלהם.
רמת הניקיון של הגזם 	איסוף מופרד של שני זרמים אלה	איסוף פסולת גושית וגזם נעשה פעמים רבות יחד באמצעות משאית מנוף ברחבי היישוב או בנקודות מוסכמות. פסולת זו מובלת לתחנת מעבר ייעודית למיון גס למרכיבים שונים והגזם נקצץ. חל איסור על הטמנת גזם לא מקוצץ.	איסוף מופרד של שני זרמים אלה מאפשר מחזור מרבי של הגזם לקומפוסטציה, לחיפוי קרקע ולשימושים נוספים. גזם שאינו נקי הוא בעל ערך נמוך בשימוש חוזר. פעמים רבות נגבה מחיר כניסה שונה לתחנת המעבר לגזם נקי. הרשות יכולה לקצוץ את הגזם ולחלק אותו לתושבים ולגננים העובדים ברשות כשירות לתושב (ראו גם פרק 5, הצללה)
הוצאת הקרטונים מזרמי הפסולת המעורבת	כלי אצירה ייעודיים בנקודות מסחר	קרטונים תופסים נפח אצירה רב בתוך כלי אצירה ביתיים. הוצאת הקרטונים לאיסוף נפרד, בעיקר באזורים מעורבי שימושים כמו רחובות ראשיים, יכולה להחזיר את השימוש הרצוי בכלי האצירה לפסולת המעורבת.	הצבת קרטוניות נגישות באזורים של שימושים מעורבים של מגורים ומסחר, הכנסת דרישה להפרדת קרטון מזרמי הפסולת לעסקים.
עידוד קומפוסטציה ביתית	השתתפות התושבים לאורך זמן	השתתפות התושבים בקומפוסטציה ביתית תקטין את כמויות הפסולת המועברות להטמנה.	צמצום הפסולת במקור עשוי להוביל לצמצום עלויות הטמנה על פי משקל.
עלויות הובלה חוץ-עירונית	המכרז שבו זכה הקבלן	תלוי בתחנות המעבר הקיימות האזור	הקמת פתרון קצה אזורי; מעבר לתחבורה חכמה בעלויות שינוע נמוכות יותר (ראו פרק 7, תחבורה חכמה)
עלות הכניסה לתחנת המעבר	רכיבים חשובים בהסכם הכניסה: <ul style="list-style-type: none"> מחיר הכניסה מיון הפסולת בתחנה 		הפחתת עלויות ההטמנה באמצעות הקמת מתקני מיון אזוריים על ידי הרשויות והכנסת מחיר קבוע למכרז ההקמה ומכרזי פינוי אזוריים.
היטל ההטמנה 		עלות היטל ההטמנה קבועה בחוק ועומדת על 108 ש"ח לטונה. היטל זה חל על פסולת מעורבת.	הוצאת פסולת מהזרם המעורב לזרמים ייעודיים נקיים. כל פסולת היוצאת לשימוש חוזר, למחזור או להשבה, אינה מוטמנת ואינה מצריכה היטל הטמנה.

לילדים; "קפה-תיקון" המפגיש בין אנשים בקהילה האוהבים לתקן לבין אנשים המבקשים לתקן חפצים; ספריית חפצים להשאלה ועידוד שימוש בטכנולוגיות להפחתת כמויות פסולת, למשל הקמת תשתיות (מים וביוב), הכנסת מדיחי כלים לצהרונים במוסדות החינוך ושימוש בכלים רב-פעמיים, עידוד השימוש בטוחני אשפה בבתי התושבים ועוד.

בריטניה

במחוז Milton Keynes בבריטניה הוקם מפעל אזורי העוסק בהשבת אנרגיה מפסולת. שם המתקן הוא Milton Keynes Waste Recovery Park, והוא מנוהל בידי חברת Amey בשיתוף המחוז. המתקן מטפל בפסולת בשלוש טכנולוגיות שונות לאחר שמוינה בבתי האב שברחבי המחוז, בבתי העסק ובמסעדות. זרם הפסולת המכיל שקיות פלסטיק, זכוכיות, חיתולים ואריזות פוליסטירן (פסולת המכונה Black Sack) מובל לפארק המחזור ובו נעשות פעולות מיון וטיפול נוספות. טכנולוגיות הטיפול בפארק: מיון מכני, עיכול אנאירובי וטיפול תרמי. שילוב של שלוש טכנולוגיות הטיפול האמורות מפחית בכשלושה אחוזים נוספים את כמות הפסולת המועברת להטמנה.

מתקן המיון - מערכת מסועים מפרידה חומרים מתמחזרים כמו בקבוקי פלסטיק ופחיות. התהליך צפוי להעביר 9% של חומרים מתמחזרים. המתקן ממיין בין 120-132 אלף טונות של פסולת בשנה.

מתקן עיכול אנאירובי - שאריות מזון ופסולת אורגנית שיוצרת אשר מוינה קודם לכן במתקן המיון מופנית לעיכול אנאירובי ליצירת חשמל וקומפוסט. המתקן מטפל בכל שנה בכ-32,000 טונות של פסולת אורגנית שיוצרת.

מתקן לטיפול תרמי - כל פסולת שמוינה ואינה ניתנת למחזור מנוצלת כדלק למתקן הטיפול התרמי. המתקן מטפל בכל שנה בכ-93,000 טונות של פסולת שיוצרת שאינה ניתנת למחזור.

ייצור חשמל - מתקן העיכול האנאירובי והמתקן התרמי מייצרים יחד 5.8 מגה-ואט המספקים חשמל לכ-11,000 בתי אב.

מפעל אזורי נוסף העוסק בהשבת אנרגיה מפסולת שוכן בצפון לונדון (North London Waste Authority (NLWA) ומספק שירותי ניהול פסולת לשבעת הרבעים הצפוניים של לונדון, שבהם מתגוררים כ-1.9 מיליון איש. החברה המנהלת היא London Energy Ltd והמתקן מטפל בכל שנה בכ-750,000 טונות פסולת שיוצרת שאינה ניתנת למחזור. אין ממיינים את הפסולת לפני הכנסתה לתהליך. המתקן מייצר חשמל בהיקף של 249,000 מגה-ואט אשר מספקים חשמל לכ-80,000 בתי אב. קריאה נוספת מומלצת: ^{1,3,4}.

דוגמאות מהארץ ומהעולם לטיפול נכון בפסולת

באשכול בית הכרם נכללים שבעה יישובים: ראמה, נחף, כרמיאל, בענה, דיר אל-אסד, מג'ד אל-כרום ומשגב. אשכול יישובי בית הכרם הוקם מתוך ההבנה כי פיתוח ברמה המקומית מוגבל בתחומים רבים וכי תכנון ויישום אזוריים עשויים להניב יתרונות רבים.

טרם כניסת האשכול לפעילות התבסס פיננסי הפסולת בחלק מהרשויות הקטנות על חוזים פאושליים (כוללניים). פעמים רבות הושלכה פסולת בשטחים הפתוחים והוצתה (פעולה הגורמת לזיהום האוויר). ימי הפינוי בחלק מהיישובים לא היו מוסדרים ולעיתים נוצר עומס של פסולת ביישוב. יתר על כן, לא פונו פסולת גושית וגום באופן שוטף. האשכול פעל להסדיר את פיננסי הפסולת ולמנוע שריפות לא מבוקרות באמצעות חוזה התקשרות של האשכול עם קבלן ופיקוח של האשכול על עבודתו. האשכול משלם לקבלן על פי מספר ההנפות ובנוסף משלם 220 ש"ח לכל טונה של פסולת המוטמנת במתקן הקצה עברון.

באשכול הנגב המזרחי חברות כיום 13 רשויות הפועלות במשותף לקידום איכות חיי התושבים באזור. האשכול כולל את הרשויות: דימונה, ערד, המועצות המקומיות ערערה, בנגב, חורה, ירוחם, שגב שלום, כסיפה ומצפה רמון והמועצות האזוריות אל קאסום, נווה מדבר, רמת נגב, ערבה תיכונה ותמר. מערך הפינוי והטיפול בפסולת באשכול מתפתח בתהליך מדורג של צירוף רשויות לאורך זמן. באוגוסט 2018 חברות במערך הפסולת של האשכול ארבע רשויות ועד ינואר 2019 צפויות להצטרף עוד ארבע. המטרה היא לצרף את כל רשויות האשכול שירצו בכך.

השיפור במערך הפסולת מתמקד בשני נושאים: טיוב שירות הפינוי ופיקוח על הגעת הפסולת למתקני הקצה. בעקבות השיפור במערך הפינוי גדלו כמויות הפסולת, בעיקר משום שכל הפסולת הגיעה למתקן הקצה, ואילו בעבר מצא חלק מהפסולת את דרכו למקומות אחרים.

בימים אלה מתפרסם מכרז של האשכול לבקרה טכנולוגית על התחום כדי לעמוד במדויק על כמויות הפסולת. על פי התכנון, ייערך ניסוי שבו תותקן במשאית אחת או שתיים בקרה אלקטרונית, אולם טרם נקבעה איזו מערכת טכנולוגית היא המתאימה ביותר לצורכי האשכול (נכון לאוגוסט 2018).

מערך "אפס פסולת" בכפר סבא - אגף הקיימות בכפר סבא מקדם את הפחתת כמויות הפסולת ברשות בדרכים שונות: חינוך התושבים לצריכה מופחתת ולשימוש חוזר; הקמת מרכז "קיפור" - מרחב פיזי ווירטואלי (דרך דף פייסבוק) לפעילות קהילתית בנושאים שונים כגון החלפות חפצים ושוק קח-תן, סדנאות עבודה למבוגרים וסדנאות יצירה



מיכלים לאיסוף מיכלי פלסטיק למיחזור | צילום: שרון מיכאלי

לסיכום

הרשויות המקומיות אמונות על ניהול מערך הפסולת בתחומן. לעיתים הרשויות מתקשות להתנהל באופן יעיל בתחום זה ועלותו גבוהה מאוד. בפרק זה סקרנו את החוקים המחייבים את הרשויות בתחום הפסולת, את תפקידי הרשות החל מפינוי הפסולת מבתי התושבים, הדרכים השונות להתייעלות והפרדת זרמי הפסולת השונים, וכלה במערך הפיקוח והאכיפה הנדרש. כמו כן סקרנו את האסטרטגיה החדשה של המשרד להגנת הסביבה לטיפול בפסולת המחייבת את הרשויות להיערך בהתאם. המסר העיקרי של מסמך זה הוא שיש להתייחס לפסולת כאל משאב ולנסות לצמצם ככל האפשר את כמות הפסולת המגיעה להטמנה, תוך טיפול מותאם לכל זרם פסולת והפרדתו במקור כדי להשיג יעילות וחסכון מרביים.

תודות למיכאלה פוליאנסקי ולחברת אורבניקס; לאינג' דימה גולדין, ראש תחום הסביבה, אשכול בית הכרם; לאליעזר יעקב, מנכ"ל אשכול נגב מזרחי; לד"ר יונתן חובב, עמית ממשק אגף פסולת; לשירי חפר, יועצת פסולת ואנרגיה; לעדי ליפשיץ, מ"מ ממונה מטמנות, אגף פסולת, המשרד להגנת הסביבה; לשרון פלוטניצקי, ראש אגף שלטון מקומי, המשרד להגנת הסביבה; לעודד נצר, ראש האגף לטיפול בפסולת, המשרד להגנת הסביבה; לניצן לוי, יו"ר הפורום הארצי של איגודי ערים; לאלה דנון, מנהלת אגף קיימות וחדשנות בעיריית כפר סבא.

תודות

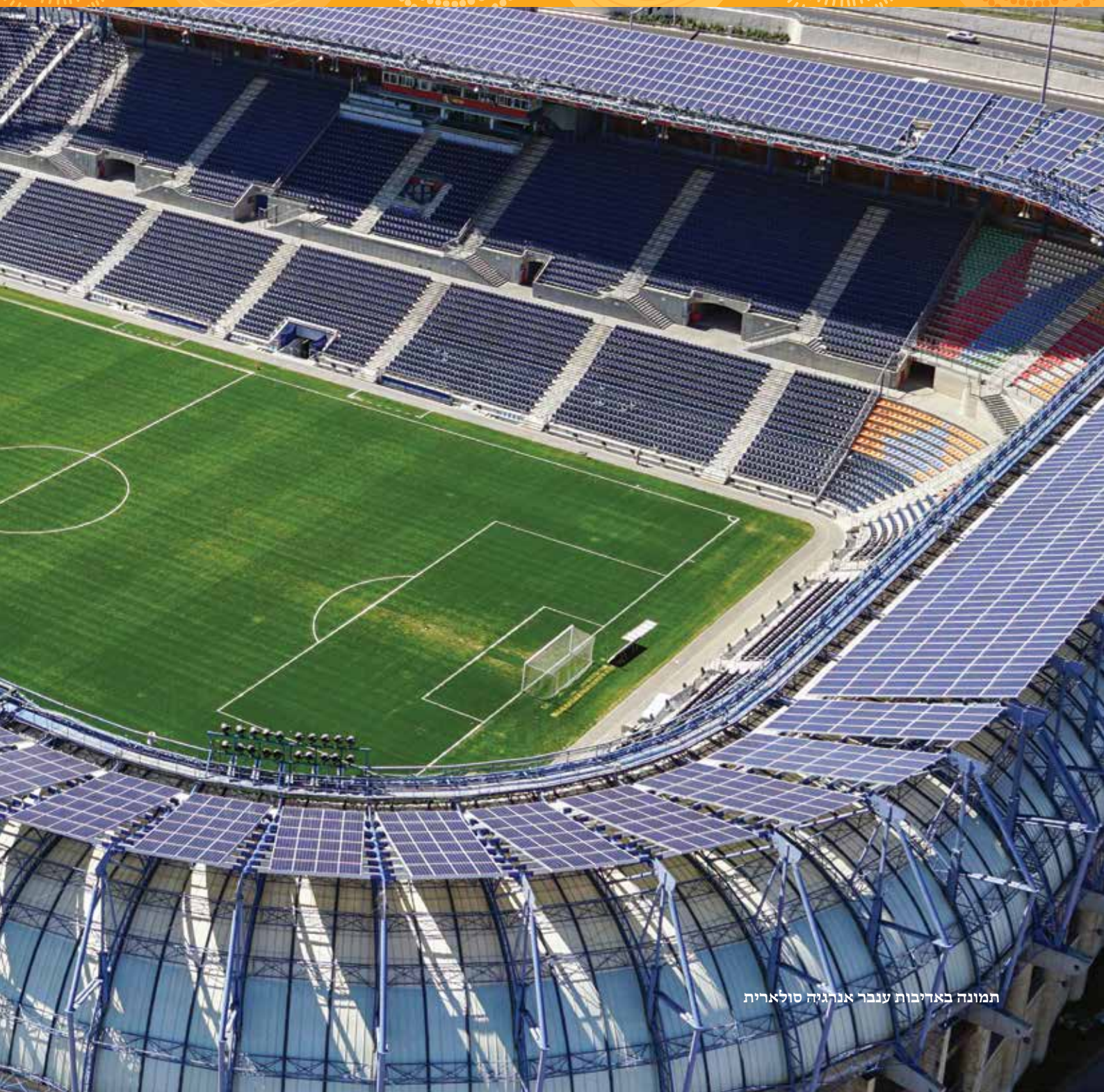
מקורות

1. מסמך מדיניות לקידום הקמת מתקנים להשבת אנרגיה מפסולת עירונית בישראל, 2018 (Waste to Energy, 2018).
2. הרשות לשירותים ציבוריים-חשמל, ישיבה 454 מיום 23.2.2015, החלטה מס' 3 (939): קביעת תעריפים לייצור חשמל מביומאסה ופסולת, 4.
3. מדר, ד', 2015. "שיפור מערך הפקת האנרגיה מפסולת אורגנית בישראל", אקולוגיה וסביבה 3.
4. אילון, א', ברון, י', גרוסמן, ג' ואבנימלך, י', 2006. הפקת אנרגיה מפסולת: סיכום והמלצות פורום האנרגיה מספר 3.

2

ייצור אנרגיה סולארית ברשויות המקומיות

כתובה • מיכל צרפתי¹ • רינת שפרן²



תמונה באדיבות ענבר אנרגיה סולארית

תקציר

בישראל שטופת השמש רק טבעי הוא שחלק נכבד מייצור החשמל יגיע מקרני השמש. מאז שנות השמונים ישראל מובילה בחימום מים באמצעות דודי שמש, אבל שימוש באנרגיה פוטו-וולטאית (PV) עדיין אינו נפוץ דיו על אף היתרונות הרבים והחיסכון הכלכלי הטמונים בו.

הקמת מערכות סולאריות על גגות בניינים ומבנים יכולה להיות הן מיזם סביבתי והן השקעה בטוחה, המניבה הכנסות לרשות לשם מימון שירותים נוספים לתושב. מומלץ לשלב הקמת מערכת סולארית עם תהליך של התייעלות אנרגטית במבנים שעליהם מוקמת המערכת. פרק זה עוסק בדרכים השונות שבהן רשויות יכולות לפעול בתחום הסולארי ומפרט את ההנחיות העדכניות מהמשרדים השונים כפי שהן בתוקף בשנת 2018. כמו כן מתאר הפרק את ההישגים בארץ ובעולם בתחום זה.

¹ עמיתת ממשק, תכנית יישום מדע בממשל, מינהל פיתוח, משרד הפנים

² מנהלת אגף פיתוח מוניציפלי, מינהל פיתוח, משרד הפנים

ייצור אנרגיה סולארית ברשויות המקומיות

רקע

הביקוש לחשמל בישראל הולך וגדל באופן קבוע. שלא כבמדינות המערב, משק האנרגיה בארץ נאלץ להתמודד עם שני אתגרים:

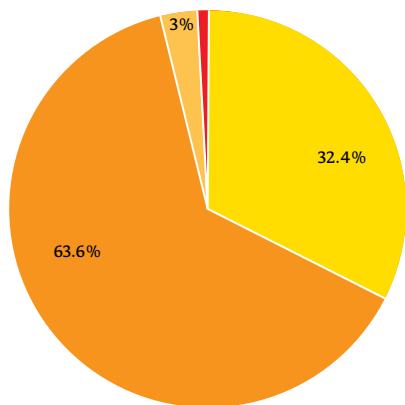
1. משאבי הקרקע המצומצמים מגבילים הקמת תשתיות פיזיות;

2. הצורך בהרחבת מערך הפקת החשמל מחד גיסא והמצב הגיאוגרפי מאידך גיסא מחייבים תכנון וניהול משק חשמל עצמאי ללא אפשרות של חיבור לחשמל של מדינות שכנות!

הספקת החשמל בישראל המופקת באמצעות גז ואנרגיות מתחדשות עומדת על כ-70% (על הנתונים בסוף שנת 2018 ראו תמונה 1). את ההפרש הנדרש מספקות כיום תחנות הכוח המבוססות על נפט ופחם בחדרה ובאשקלון.

תחנות כוח פחמיות מזהמות ביותר (ראו פרק 6 בנושא זיהום אוויר) ולכן רצוי מאוד לעבור לייצור אנרגיה ממקור מתחדש במקום תחנות אלה. במסגרת החלטת הממשלה 3483 מיולי 2011 נקבעו יעדים ממשלתיים של ייצור חשמל מאנרגיות מתחדשות - 5% מכלל ייצור החשמל בשנת 2014 ו-10% בשנת 2020. ישראל היא גם אחת מ-195 מדינות בעולם שחתמו על הסכם פריז בשנת 2015, ובו התחייבה לצמצום פליטת גזי חממה. האסטרטגיה הלאומית של מדינת ישראל על פי החלטת הממשלה 542 מיום 20.9.2015 קובעת כי יינקטו צעדים של ממש להפחתתן של פליטות גזי החממה תוך מעבר לייצור חשמל מבוסס מאנרגיה מתחדשת. כמו כן הוחלט להשקיע משאבים בהתייעלות אנרגטית. התכנית מציבה יעד חדש של ייצור חשמל מאנרגיות מתחדשות בשיעור של 17% מסך הייצור החשמל של מדינת ישראל עד שנת 2030.

1



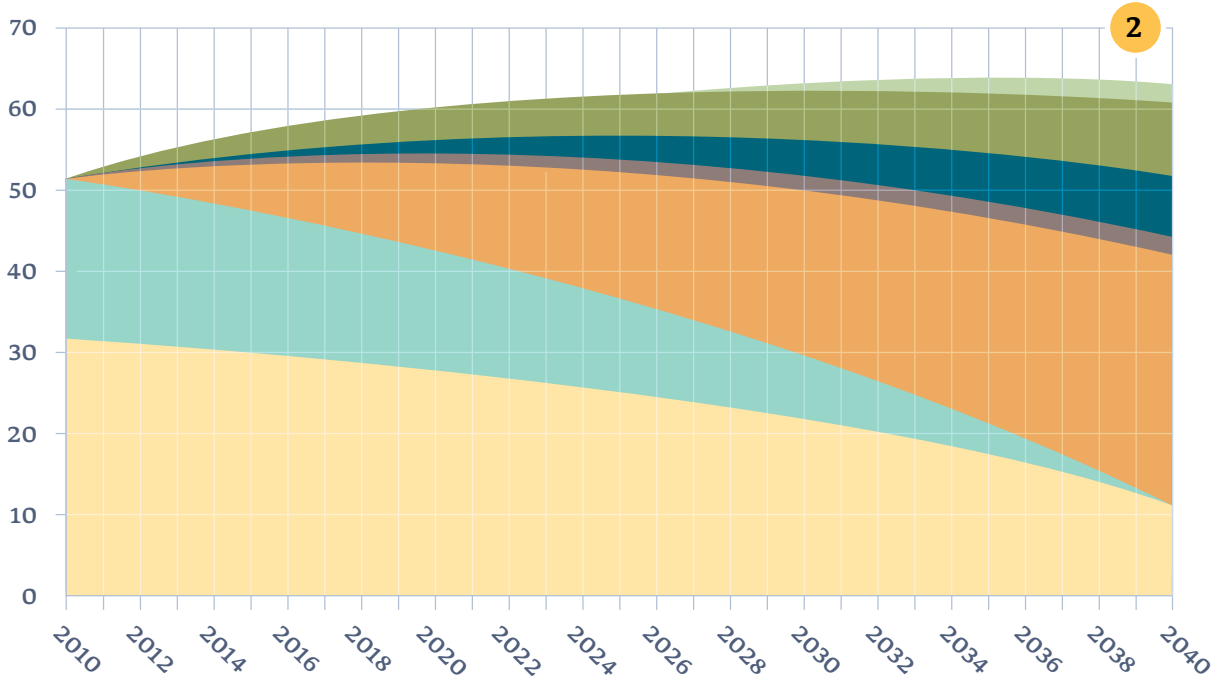
גז טבעי אנרגיה מתחדשת פחם אחר

תמהיל הדלקים במשק בשנת 2017 (באחוזים). הספקת החשמל מגז טבעי ומאנרגיה מתחדשת עומדת על כ-70%. הנתונים מתוך דו"ח משק החשמל 2017, רשות החשמל.

כיום יכולת ייצור החשמל מאנרגיה מתחדשת בישראל עומדת על כ-3% בלבד². במסגרת מאמצים אלה להפחתת פליטות גזי החממה אפשר להיעזר בטכנולוגיות שונות לייצור חשמל ממקורות מתחדשים, למשל **טכנולוגיה פוטו-וולטאית (Photo Voltaic, PV)**, שהיא הטכנולוגיה המובילה בישראל. טכנולוגיה נוספת לייצור אנרגיה מקרני השמש היא **טכנולוגיה תרמו-סולאריות (thermo-solar)** אשר מייצרת חשמל באמצעות הפקת חום (ומיושמת באשלים בדרום). טכנולוגיות אחרות לייצור חשמל משתמשות ברוח, בגלים, במים, בביו-גז ובביו-מסה או במקור אחר שאינו מתכלה.

בפרק זה נעסוק בטכנולוגיית PV (פוטו-וולטאית) בלבד, המייצרת חשמל באופן ישיר מקרני השמש, באמצעות מערכות פאנלים הניתנות להתקנה על גגות (של בתים פרטיים, בנייני מגורים, מוסדות, רפתות ולולים), על קירות מבנים, על תקרות חניות ועוד. כיום זוהי הטכנולוגיה המובילה בארץ ובעולם (תמונה 2) בעיקר בשל כדאיותה הכלכלית המוכחת¹. כיום גגות של מבני מגורים, של מוסדות ושל מבנים אחרים אינם מנוצלים דיים, אף על פי שרוב המבנים בישראל הם מבנים למגורים ושטח הגג שלהם מאפשר להתקין עליהם מערכות פוטו-וולטאיות בהספק של עשרות אלפי מגה-ואט⁴.

התפתחות הייצור ממקורות מתחדשים: ייצור אנרגיה שנתי



פסולת גלים רוח ביבשה תרמו-סולארי PV פחם גז

צפי התפתחותו של ייצור האנרגיה ממקורות מתחדשים (באחוזים) לעומת צמצום הייצור ממקורות פחמיים על פי התמהיל המומלץ באמצעות האופטימיזציה להשגת 80% מההספק החשמל ממקורות מתחדשים בשנת 2040¹. מקור: אפס פליטות פחמן בישראל: חוץ למשק האנרגיה בשנת 2040 - הסבת משק החשמל של ישראל לנטול פליטות גזי חממה³. התרשים נכון לצפי שנעשה בשנת 2013.

יתרונות ייצור חשמל מאנרגיה פוטו-וולטאית

1. ייצור נקי מפליטות גזי חממה
2. התייעלות אנרגטית (ראו הגדרה במסגרת ובפרק 10)
3. המערכות מודולריות - ניתן להקים מתקנים בגדלים שונים המתאימים לסוגים שונים של מקומות על פי הנתונים בשטח: החל ממתקנים קטנים על גגות בניינים בערים הצפופות וכלה בחוות סולאריות של אלפי דונמים בשטחים פתוחים. כמו כן ניתן להקים את המערכות על מאגרי מים, על גגות רפתות ולולים, לאורך פסי רכבת, על מעטפת מבנים וכל שטח מופר (ראו הגדרה במסגרת) שאינו בשימוש אחר

מחקר משנת 2011 מצא שניתן לספק 32% מסך כל צריכת החשמל בישראל באמצעות אנרגיה סולארית². מחקר אחר מנבא שבשנת 2040, 75% מתוך כל סוגי האנרגיה ממקור מתחדש ייוצרו באנרגיה סולארית³. על פי הנתונים התקפים לסוף שנת 2017, רק כ-6,000 בתי אב ועסקים בישראל התקינו פאנלים סולאריים על גגות נכסיהם, אולם הפוטנציאל עומד על כ-2 מיליון גגות. שני המחקרים הללו אינם מביאים בחשבון הצבת פאנלים סולאריים על גבי מעטפת מבנים (BIPV), המאפשרת הגדלה עצומה של היכולת לייצר חשמל לכל מבנה⁴.

התייעלות אנרגטית (energy efficiency) - על פי התכנית הלאומית להתייעלות כלכלית הכוונה לפתרונות טכנולוגיים המפחיתים את צריכת האנרגיה לביצוע אותה פעולה. אפשר להשיג זאת באמצעות בנייה ירוקה, ייצור אנרגיה מתחדשת, טכנולוגיה לחיסכון בחשמל ועוד.

שטח מופר - שטח שאופיו שונה בעקבות פעילות אדם, מתוכננת או לא מתוכננת, כדוגמת עיור, חקלאות, זיהומי נחלים וים.

מילון מונחים

מהפכת הגגות הסולאריים בישראל

בעקבות ישיבת רשות החשמל מספר 538 מיום 22.3.2018, נקבעו אמות מידה לקידום תכנית לעידוד הקמה של גגות סולאריים הן על גגות פרטיים והן על גגות של בתי עסק. **כל בעל גג יוכל לצרוך את החשמל שהמתקן שלו מייצר ולמכור את העודפים לחברת חשמל.**

נקבעו שני מסלולים של הסדרה תעריפית שצרכן המתקין מערכת סולארית על גגו (והוא בעצם גם יצרן לצורך העניין) יכול לבחור לעבוד על פיהם:

- **התחשבנות בתעריף קבוע** - היצרן מקבל תעריף קבוע לכל קוט"ש המיוצר במתקן, בין שצרך אותו ובין שלא. בשיטה זו, שהייתה נהוגה עד היום, הצרכן משלם על הצריכה מהמתקן לפי תעריף הצריכה מהרשת.

- **התחשבנות לפי הזרמה** - תשלום על עודפים המוזרמים לרשת בלבד, ללא תשלום תעריף צריכה מלא על הצריכה מהמתקן. חלופה זו תתאפשר לאחר התאמת מערכות המחשוב בחברת החשמל, ועד אז ההתחשבנות תיעשה לפי ייצור בלבד. לצרכנים המקימים מתקני גגות קטנים (עד 15 קו"ט) ללא מונה ייצור תתאפשר התחשבנות בשיטת ההזרמה בלבד. לכן צרכנים אלה יוכלו להקים מתקנים ללא מונה רק לאחר התאמת מערכות המחשוב בחברת החשמל. רשות החשמל קבעה מכסה של 300 מגה-ואט למתקני גגות קטנים - עד 15 קו"ט ולמתקני גגות בינוניים עד 100 קו"ט. התעריף לגגות עד 15 קו"ט עומד על 48 אג' לקוט"ש ולגגות מעל 15 קו"ט - על 45 אג' לקוט"ש.

תקנות וחוקים שנקבעו בשנה האחרונה עשויים לקדם במידה רבה את התחלת המהפכה בשוק ייצור החשמל. ניתן ליישם זאת ברמת הרשות או ברמת התושב היחיד.

4. עידוד טכנולוגיות מקומיות ויצירת מקומות תעסוקה לעובדים, לרבות טכנולוגיות לאגירת אנרגיה לשעות החשכה

5. כדאיות כלכלית מוכחת - החזר ההשקעה צפוי בתוך 5-8 שנים, ואחריהן כל ייצור החשמל יהיה לתועלת בעל הנכס

6. הסדר 'מונה נטו' מאפשר לנכללים בהסדר לצבור את עודפי החשמל לשימוש עתידי, למשל בחורף כששעות השמש מעטות יותר. המשמעות של מונה נטו היא קיזוז בין האנרגיה המיוצרת לבין צריכת החשמל של הצרכן. אנו נתונים בתקופת מעבר בין שתי ההסדרות - הסדרת "מונה נטו" הוותיקה וההסדרה התעריפית החדשה (להלן). המכסה הקודמת של מונה נטו הסתיימה, אך למרות זאת הוחלט להגדיל את ההסדרה ב-100 מגה-ואט נוספים ולהאריך את תקופתה עד לסוף שנת 2018 לפחות.

7. הסדרה תעריפית - התכנית החדשה (אמות המידה) של רשות החשמל מאפשרת למכור את עודפי החשמל במחירים מסובסדים (ראו להלן). ההסדרה פורסמה ונפתחה לרישום במהלך שנת 2018.

כדי להפיק כמות חשמל משמעותית נדרשים שטחים רבים של פאנלים פוטו-וולטאים. בישראל יש שטחים פתוחים שהוסבו לשטחי ייצור אנרגיית PV, בעיקר בדרום הארץ. למרות היתרונות הסביבתיים של ייצור חשמל מאנרגיה פוטו-וולטאית, ריצוף שטחים פתוחים בפאנלים פוגע בטבע ובחיות הבר³ ואף יוצר מערכות מבוזרות גדולות, שהן יעילות וחסכוניות פחות מבחינת עלויות הולכת החשמל וחלוקתו לעומת ייצור במערכות קטנות ומקומיות^{3,4}.

לסיכום, המדינה החליטה להעניק תמריצים לבניית מערכת סולארית על גגות פרטיים והיא כדאית גם לצרכן הפרטי. ככל שהגגות גדולים יותר, ההכנסה גדולה יותר. רשויות אשר יחליטו להקים גגות סולאריים על המבנים שבבעלותן יבררו מהם הפטורים שניתן לקבל ויכללו אותם בתחשיבים הכלכליים לפני הקמת המערכת הסולארית. יש כמה מודלים של שירותים ואפשרויות בשוק, למשל השכרת הגג ליום (פרטי או רשות מקומית) שישא בעלויות הקמת המערכת הסולארית, פריסה של ההלוואה לצורך הקמת הגג ועוד.

אפשרויות פעולה מצד הרשות המקומית בתחום הגגות הסולאריים

בשנת 2011 התפרסם חוזר מנכ"ל משרד הפנים בנושא ייצור חשמל ממתקנים סולאריים ובו הנחיות בדבר חלופות ההתקשרות השונות: רכישת מערכות לבעלות מלאה של הרשות והשכרת שטחים (ראו מסגרת "הנחיות בעניין ייצור חשמל ממתקנים סולאריים [פוטו-וולטאים]").

להלן עיקרי הדברים (מתוך דבריו של חוני קבלו, ראש ענף אנרגיות מתחדשות ברשות החשמל):

- פטור ממס הכנסה לגגות סולאריים קטנים של בתים פרטיים המייצרים עד 24 אלף שקל בשנה;
 - פטור מחובת רישום בספרי מע"מ לגגות סולאריים קטנים של בתים פרטיים (לא תקף לגגות גדולים יותר);
 - הפטור מצורך בקבלת היתר בנייה למערכות סולאריות עד הספק של 700 קילו וואט (ראו הערת שוליים מספר 1 בתחתית העמוד);
 - פטור מתשלום היטל השבחה עד גודל שטח גג של 200 מ"ר;
 - פטור מארנונה לשטח פאנלים של עד 200 מ"ר;
 - תעריפי ארנונה נמוכים ביותר לגג סולארי מעל 200 מ"ר, על פי טבלת תעריפים מעודכנת לשנת 2018 של משרד הפנים.
- הנקודות הללו רובן ככולן תקפות בכל הגגות של בתים פרטיים ובגגות של בניינים משותפים. ככל שהגג גדול יותר כך תפחנה ההטבות. ברמת הרשות, קל יהיה לעודד את התושבים להקים מערכות סולאריות על גגות בתיים מפני שכל ההקלות הללו תהיינה רלוונטיות.
- בימים אלה מגבשים מנהל התכנון ומשרדי ממשלה נוספים תיקון לתקנה 1.09 בנושא מערכות תרמו-סולאריות (קרי דודי שמש, ראו הערת שוליים מספר 2 בתחתית העמוד) והוא יוכל להביא בעתיד לידי גמישות נוספת בהחלטה אילו מערכות יותקנו על גגות על פי מאפייני הגג ועל פי צורכי הדיירים. יתר על כן, המהלך יוכל להחליף את דודי שמש במערכות PV.

¹ תקנות התכנון והבנייה (עבודות ומבנים הפטורים מהיתר) (תיקון), התשע"ח-2018, במקום תקנה 24 לתקנות העיקריות יבוא: "התקנת מערכת לייצור חשמל הממירה ישירות אנרגיה "מיתקן פוטו-וולטאי סולרית לאנרגיה חשמלית (מיתקן פוטו-וולטאי) פטורה מהיתר, ובלבד שיתקיימו תנאים אלה: (1) המיתקן יותקן לפי תקן ישראלי ת"י 62548 - דרישות תכן בעבור מערכות פוטו-וולטאיות (2). (PV) הספק המיתקן (זרם ישיר) אינו עולה על 700 קילו וואט למבנה".

² מנהל התכנון מקדם תיקון לתקנה 1.09 משנת 1979 המחייבת התקנת מערכת תרמו-סולארית להימום מים (דודי שמש) בבניינים עד 29 מטר. מנהל התכנון בשיתוף משרד האנרגיה, משרד הבינוי והשיכון והמשרד להגנת הסביבה החל לגבש טיוטה לתיקון סעיף 1.09 לתוספת השנייה לתקנות - חובת התקנת מערכת סולארית. עיקרי השינויים מתמקדים במתן אפשרות בחירה בין מערכת תרמו-סולארית (דודי שמש) לבין מערכת סולארית מתקדמת לייצור אנרגיה גם לצרכים אחרים, הגדלת ניצול שטח הגג במבנים רבי-קומות, חיוב הקמת מערכת סולארית בגג של מבנה מסחרי מעל 500 מ"ר על מחצית השטח לפחות ועוד.

חוזר המנהל הכללי 2/2011 א' בניסן התשע"א, 5 באפריל 2011 – משרד הפנים

הנחיות בעניין ייצור חשמל ממתקנים סולאריים (פוטו וולטאים)

רקע

אחד מאמצעי ייצור החשמל החדשניים הוא מערכות פאנלים פוטו וולטאיים, המייצרים חשמל מאור השמש (להלן: "המערכת"). כדאיותה הכלכלית של טכנולוגיה זו דורשת שימוש בשטחים גדולים לצורך הצבת קולטים. הרשויות המקומיות הן קהל יעד פוטנציאלי להתקנת המערכות, מכיוון שבבעלותן ובבעלות תאגידיהן יש מבני ציבור שלהם שטחי גגות גדולים באופן יחסי, כמו בנייני העירייה, מוסדות חינוך, אולמות ספורט, אולמות תרבות ועוד. משרד הפנים תומך בהגדלת הכנסות עצמיות של הרשויות המקומיות והתאגידים העירוניים (להלן: "הרשות") ומעודד אותה. בעקבות הנהגת מדיניות זו הוחלט לאפשר התקשרויות במיזמים פוטו וולטאיים. עם זאת, ראוי לציין כי בשל העובדה שמדובר בכסף ציבורי, הרשות חייבת לוודא שהשקעות אלה חסרות סיכון או בעלות סיכון נמוך במיוחד.

להלן הנחיות המשרד בנוגע לחלופות ההתקשרות (ואלה בלבד), וברגע שיתקיימו התנאים הבאים) יחד עם כל נוהל נוסף שחל בעניין) הן יאושרו לביצוע:

1. השכרת שטחים:

- הרשות חותמת על חוזה למתן זכות שימוש/שכירות עם יום המעוניין להשתמש בשטח (גג, קרקע או אחר) - להלן: "השוכר" - כדי להציב בו את המערכת. אם תקופת ההתקשרות עולה על חמש שנים, התקשרות זו תחייב את אישור שר הפנים (סעיף 111 לפקודת העיריות, סעיף 190א לצו המועצות המקומיות (א) וסעיף 11 לפקודת המועצות המקומיות).
- עסקאות מקרקעין לרשויות יאושרו, בכפוף לנוהלי המשרד לעסקאות מסוג זה, אם יתקיימו התנאים הבאים:

1. לשוכר יש רישיון בתוקף מרשות החשמל.

2. הרשות תציג את חוות דעת הוועדה המקומית לתכנון ולבנייה, הקובעת כי אין מניעה להתקשרות זו וכי ההתקשרות לא תמנע מהרשות פיתוח עתידי במקרקעין.

3. כדי לאפשר לרשות לבצע שינויים ופיתוח עתידי במקרקעין ובנכסיה, בהתאם לצרכיה

ולצורכי הציבור, הרשות תעגן בהסכם את זכותה לשנות את תנאי השימוש/שכירות במהלך תקופת ההתקשרות לצורך כך, (כגון בפירוק המערכת והעתקתה), וכן יוגדרו בחוזה תנאים שיאפשרו לרשות להקדים את סיום תקופת ההתקשרות במקרה הצורך.

4. קיום הסכם ביטוח צד ג' וכן ביטוח הנכס המושכר.

2. רכישת מערכת לבעלות מלאה של הרשות

• תיאור: הרשות מפרסמת מכרז לרכישה ולהתקנה של המערכת. הרשות תרכוש מהחברה הזוכה את המערכת שתותקן בנכסיה. אם הרשות זקוקה לאשראי בנקאי עליה לקבל היתר אשראי להלוואת פיתוח ולאשר תקציב בלתי רגיל (תב"ר) במחוז.

• היתרי האשראי יאושרו על פי נוהלי הקצאת האשראי הנהוגים במשרד, אם יתקיימו התנאים הבאים:

1. לרשות יש רישיון בתוקף מרשות החשמל.

2. הרשות תציג הסכם ביטוח המכסה את עלות המערכת במקרה של "אובדן מערכת" - גניבה, הרס או חובת הסרה מכל סיבה שהיא (לדוגמה: פגעי מזג אוויר, שינוי ייעוד הקרקע, מאבק ציבורי עקב חשש מקרינה ועוד).

3. הרשות תתקשר עם חברה המומלצת והמוכרת על ידי הבנק המלווה.

4. החברה הזוכה תחויב במתן אחריות על תפוקת המערכת לכל שנות ההלוואה.

5. סך היתר האשראי לא יעלה על 10% מעלות המערכת. יתרת המימון תהיה ממקורותיה העצמיים של הרשות.

6. ככלל, לא יינתן אישור לשעבוד מקרקעי הרשות לטובת רכישת המערכת.

גוף תומך ומתווך בין התושבים לבין הגורמים השונים המעורבים בהקמה ובתחזוקה של מערכת גג סולארי, למשל תמיכה של הרשות בהקמת גגות סולאריים על בתי פרטיים ובנייני מגורים באמצעות מתן הלוואות לוועדי בניין, עזרה בתיווך בין בעלי המקצוע השונים לבין הוועד ועוד. במצב כזה רבים הסיכויים להצלחת המיזם לעומת מצב שבו ועד בית אחד מנהל את המיזם בעצמו. התערבות העירייה מעודדת את הדיירים לנקוט את המהלך, שכן המודעות של התושבים למיזם איננה רבה. העירייה גם מפשטת את התהליך עבור הדיירים במישרים רבים (ראו פירוט בהמשך, בסעיף דוגמאות מהארץ). עלות הקמת מערכת סולארית המפיקה כ-15 קילו-וואט באופן פרטי תעמוד על 80,000-100,000 ש"ח.

• עידוד מצד הרשות ידרבן את התושבים להקים מערכות PV בבניינים משותפים בעת שיפוך החזיתות או במסגרת תהליך של תמ"א 38.

יתרונות הקמת מערכות סולאריות על גגות מבנים מבחינת הרשות המקומית³

1. חיסכון כלכלי לרשות - יש שיטות שונות ליישום גגות סולאריים;
2. ייצור חשמל מבוזר ומקומי מקטין את התלות במתקנים גדולים המועדים לתקלות בעת אירועים ביטחוניים, בעת אסונות טבע או בשל מזג אוויר קיצוני כדוגמת חורף 2013 שבמהלכו נותקו כ-60,000 בתי אב מחשמל בירושלים ובצפון הארץ למשך כמה ימים ברציפות
3. מודולאריות - ניתן להוסיף בקלות פאנלים נוספים במידת הצורך
4. עלייה בערך הנכסים
5. מיתוג שכונות "ירוקות"
6. הצללה - הפאנלים מוסיפים צל לגג ומסייעים בבידוד הקומה העליונה מפני החום. בכך יש חיסכון נוסף בחשמל לקירור. קירוי חניונים בפאנלים יסייע בהצללה של המתחם העירוני ושל כלי הרכב החונים
7. צדק חלוקתי - גם בעלי דירה או שוכרים בבניין יוכלו ליהנות מחיסכון בחשמל ולא רק יזמים מקומיים או בעלי נכסים
8. צמצום פערים חברתיים ופתיחת אפשרויות תעסוקה חדשות: ברוב המקרים אפשרויות התעסוקה בתעשיית האנרגיה המתחדשת אינן מצריכות השכלה גבוהה. עבודות כגון התקנה, תחזוקה וכד' עשויות להתאים לאוכלוסייה מוחלשת בכל רחבי הארץ. דו"ח ועדת קנדל (המועצה הלאומית לכלכלה, 2013) מציין את התרומה של תעשיית

• רכישת מערכת לבעלות מלאה של הרשות - מערכת זו תוצב על מבנים השייכים לרשות, לרבות בניין העירייה או המועצה, גגות מתנ"סים, מבני חינוך ותרבות, חניונים עירוניים ועוד. לכל רשות יש שטחי גגות נרחבים ועליהם ניתן להציב פאנלים סולאריים. עלות ההתקנה של מערכת סולארית תלויה בגודל הגג ובפרמטרים נוספים שונים ומגיעה ל-100,000 ש"ח לגג המייצר 15 קילו-וואט ול-250,000 ש"ח בקירוב למערכת המייצרת 50 קילו-וואט. עלות הקמת מערכת סולארית ברמת הרשות מוערכת בסכום של 3,200 ש"ח עד 4,000 ש"ח לכל קילו-וואט מותקן והמערכת צפויה להחזיר את ההשקעה בתוך 5-6 שנים; זמן החזר תלוי בפרמטרים שונים כמו רמת קרינה (גובה טופוגרפי), מתח גבוה או נמוך במבנה, רמת ההון העצמי המושקע, ריביות ועוד, והתשואה המוערכת היא 13%-14%. החזר ודאי והסיכון נמוך ולכן כדאי לרשויות להתקין מערכות אלה. לאחר התקופה שבה מוחזרת ההשקעה, רוב החשמל שנצרך במבנים יהיה מיוצר באופן מקומי ולכן יפנה כסף למטרות אחרות. לאחר הקמת המערכת הסולארית הראשונה ניתן להקים ברשות קרן הון חוזר (working capital) מתקבולי החשמל ובאמצעותה ימומנו המערכות הבאות.

• השכרת שטחים - רשות שאין באפשרותה לממן הקמה של גגות סולאריים יכולה להשכיר את שטחי הגג שלה ליזם כדי שיציב בהם את המערכת הסולארית. היזם יפיק את החשמל וימכור אותו לחברת החשמל. הרשות תקבל מהיזם דמי שכירות על שטח הגג. כל זאת בכפוף לאישור משרד הפנים ובתנאי שתקופת ההתקשרות תעלה על 5 שנים (ראו מסגרת: הנחיות חוזר מנכ"ל). לשם כך תוכל הרשות להיעזר בתכניות ובמיזמים הקיימים בשוק. יש חברות ויזמים המציעים הלוואות בריבית או להחכיר גגות למספר שנים מוגבל ותשלום דמי שכירות לבעלי הגג. היזם יקים מערכות לייצור חשמל על הגגות בבעלות הרשות, הרשות תחזיר את ההשקעה בתוך כמה שנים בתוספת רווח מוסכם מראש ולאחר מכן יחזרו הגגות לרשות כולל המערכת לייצור חשמל. המערכת תממן את חשבון החשמל של המבנים ועודפי החשמל יימכרו לחברת החשמל - רווח נקי של הרשות ללא השקעה מצידה.

• בבתים משותפים - גג המבנה הוא בבעלות משותפת של כל דיירי הבניין. הסדר "מונה נטו" (ראו לעיל) וההסדרה התעריפית החדשה של שיפוי עודפי חשמל מול חברת החשמל מצריכים ישות משפטית אחת שהיא צרכן אנרגיה ואותה ישות תתקזז על החשמל. כיום, כדי לקדם הקמה של גג סולארי, ועד הבניין אמור לנהל את המיזם ועל כל הדיירים להסכים לכך. ועדי בניין נרתעים מהלוואות מבנקים להקמת גג סולארי משום שוועד בית אינו גוף עסקי ובדרך כלל לא ניתנות לו הלוואות. הרשות יכולה להיות

אתגרים וגורמים נוספים שיש להביא בחשבון

1. שינוי צבע הגג - פנאל שצבעו שחור קולט את כל קרינת השמש לעומת גג לבן המחזיר לאטמוספירה חלק ניכר מהאנרגיה. קליטת הקרינה גורמת להתחממות נוספת בלתי רצויה של מרכזי הערים וכמו כן לחימום הקומות העליונות של המבנים. בנוסף, הפאנלים מאבדים מיעילותם כאשר חם מאוד. הגבהת הפאנלים במידת האפשר והצבתם בזווית המיטבית לקבלת מרב הקרינה (הזווית המומלצת בישראל היא 30 מעלות²) בשילוב של גג ירוק מתחת לפאנלים (ראו פרק 3 בנושא גגות ירוקים) יכולה לפתור את שלל הבעיות הללו (תמונה 4): הורדת הטמפרטורה בסביבת הפאנלים תתרום הן ליעילות ייצור החשמל והן לוויסות טמפרטורת הגג³ למרות האמור לעיל, פאנלים מצלים על השטח שמתחתם (ראו בהמשך על המדיניות החדשה בצרפת על שילוב גגות ירוקים ופאנלים סולאריים). קירוי מגרש חניה, למשל, יאפשר הטלת צל על הרכבים החונים, פעולה העשויה להיתפס כחיובית ורצויה בעיני התושבים.

2. התייעלות אנרגטית - הכדאיות הכלכלית שבהקמת מתקנים סולאריים תהיה פחותה ללא התייעלות אנרגטית משקית ומקומית מבנית¹. כדאי לנקוט צעדים לשם התייעלות אנרגטית; למשל, בבניינים מאופסי אנרגיה², בבנייה ירוקה ובגגות ירוקים ניתן לשלב ייצור אנרגיית PV ולהשיג חיסכון כלכלי ניכר. הדבר תקף במבנים קטנים יותר, היכולים לשמר אנרגיה ואינם צורכים חשמל בכמויות העולות על היכולת של ייצור החשמל על הגג. במגדלים גבוהים אין כיום כדאיות כלכלית לשימוש ב-PV על גגות בלבד משום ששטח הגג קטן במידה רבה מסך צריכת החשמל של הבניין. שילוב של אנרגיה סולארית בניצב על קירות הבניין (בזווית של 90 מעלות) מיושם במקומות רבים בעולם, אף שייצור החשמל על המעטפת קטן יותר מהייצור שעל הגג (משום שהזווית לשמש אינה מיטבית). למרות זאת, כיום ניתן לבנות קונסטרוקציה על מעטפת הגג (פרט לקיר הצפוני, שבו אין די שמש) ולהתקין

האנרגיה המתחדשת למשק, והיא באה לידי ביטוי בהקטנת שיעור האבטלה ובהגדלת הפריון בשוק האזורי. בארה"ב מתפרנסים ממשק האנרגיות המתחדשות כ-170,000 איש וביפן כ-126,000 איש⁵.

9. פיתוח אזורי - דו"ח ועדת קנדל מציין גם את הפיתוח האזורי. היבט חשוב המשפיע על הרווחיות של מיזמים מסוג זה הוא גודלו: ככל שהשדות גדולים יותר כך גדלה התשואה הכלכלית שניתן להפיק מהמיזם. בהקמת מתקנים הקטנים בהספק של מ-50 קילו-ואט יש חיסרון בשל העלות הגבוהה יחסית של ההתקנה והתחזוקה ולפיכך רווחיותם קטנה יותר. הצעה לפתרון היא כאמור הקמת מיזמים ברמת הרשות וגם ברמת האזור. אשכול אזורי יכול להיות גורם התומך במיזמים כאלה כדוגמת התמיכה של עיריית כפר סבא (ראו להלן) ולהשיג התקנה בעלויות נמוכות בהשוואה לבניין אחד או אפילו לרשות אחת.

10. חוסן אנרגטי - מתן פתרון לתושבים בשעת חירום בזכות ייצור החשמל באופן עצמאי.

11. ייצור חשמל בהספק הגבוה מהצריכה יוכל להעביר את העודפים לתחנות הטענה של כלי רכב חשמליים בבעלות הרשות (ראו פרק 7 בנושא תחבורה חכמה) (תמונה 4).



פאנלים סולאריים על סככות ספורט | צילום: חברת גרין-אנרג'י

4

4



+30°



מערכת לייצור חשמל סולארי משולבת עם גג ירוק

1. שיעור פליטת חום נמוך
2. שיעור החזקת מים גבוה
3. שיעור אידוי גבוה וקירור הסביבה



+80°



מערכת לייצור חשמל סולארי ללא גג ירוק

1. קליטת חום בשיעור גבוה ופליטה מהירה שלו
2. שיעור החזקת מים נמוך
3. שיעור אידוי נמוך

- חוסר מודעות מצד הציבור הישראלי ליתרונות השימוש במערכת סולארית.

דוגמאות מהארץ

- המועצה האזורית חבל אילות השוכנת בערבה הדרומית קיבלה על עצמה לקדם פיתוח אנרגיה מתחדשת ושימוש בה. היעד של "החברה לאנרגיה מתחדשת אילת-אילות" הוא להפוך את אזור הערבה לאזור נטול דלקים ופליטות פחמן עד שנת 2025. יעד זה מבורך והוא מעיד על ראייה מושכלת של הרשות לטווח הארוך. רוב השדות הסולאריים של המועצה שוכנים בשטחים פתוחים נרחבים, אשר בדרך כלל אינם זמינים כמשאב ברוב הרשויות, בייחוד במרכז הארץ הצפוף. כמו כן יש לתת את הדעת על כך ששדות סולאריים עלולים לפגוע בטבע וכי הם באים על חשבון שטחים פתוחים ובלתי מופרים, ההולכים ומצטמצמים בישראל בגלל הפיתוח. על כן אנו ממליצים להעדיף שימוש בשטחי גג או בשטחים מופרים ממילא (למשל שטחים ריקים בתוך מפעלים).

- מיזם הגגות הסולארי "חדש תחת השמש" של החברה הכלכלית לפיתוח כפר סבא ואגף קיימות וחדשנות בעירייה הוא דוגמה נוספת לקבלת האחריות של הרשות להקטנת פליטות גזי חממה וייצור חשמל מאנרגיה מתחדשת. עיריית כפר סבא מעוניינת לרשת את גגות העיר במערכות סולאריות במסגרת המחויבות של מדינת ישראל לאמנת האקלים. העירייה אף מעוניינת לתת שירות ייחודי לתושב-מעטפת כוללת כלכלית, משפטית ומעשית כדי לצמצם את החסמים העומדים בפני התושב ולסייע לו לקדם את ההתקנה. במסגרת המיזם החברה הכלכלית מנהלת את תהליך ההתקנה של המערכת הסולארית, מפקחת עליו ומלווה אותו בבתים פרטיים וגם בבתים משותפים. החברה מסייעת בבחירת המערכת המתאימה, בהסדר התשלום, בליווי מקצועי מותאם ובפיקוח צמוד, בהתנהלות מול חברת החשמל, בהסדרת מודל השירות המיטבי ובמתן הלוואה לצורך ההקמה ובקבלת תשלומי הריבית על הלוואה. יתרונותיה של תמיכת הרשות במיזמים כאלה היא מיתוג שכונות "ירוקות", התחייבות שהתושב יקבל את המוצר הטוב ביותר במחיר משתלם (ניצול יתרון הגודל של רשות מקומית לטובת התושב) ותקורה ניהולית לחברה הכלכלית, המממנת את התשומות המושקעות בשירות.

- המשרד לביטחון הפנים הקים מיזם ניסוי של 7.5 דונם על גגות מבנים של רשות הכבאות, של המשטרה ושל שירות בתי הסוהר. התהליך אפשר להסיר כמה חסמים בעבור משרדי הממשלה וגם בעבור רשויות המעוניינות להקים מערכות סולאריות על הגגות שבבעלותן. החסמים היו קשורים להתנהלות על פי חוק חובת המכרזים, ענייני ביטוח ועוד. עוד השכילו במשרד לביטחון הפנים להקים קרן הון

את הפאנלים בזווית גם לאורך הקירות. התקנה כזו תהיה יקרה יותר מהתקנה על הגג, אבל המחירים צפויים לרדת בעתיד. התקנת פאנלים על קירות המבנים עשויה להשיג בידוד גבוה יותר ושיפור האיטום למעטפת⁸.

3. **אגירת אנרגיה** - אחד החסרונות של אנרגיה ממקור מתחדש הוא, שאי אפשר לשלוט בה. אנרגיה סולארית למשל מיוצרת אך ורק במהלך היום. אנרגיה מטורבינת רוח מיוצרת אך ורק כשנושבת רוח. במצבים אלה יכול להיווצר עודף ייצור או חוסר בייצור ביחס לדרישה. לפיכך יש צורך באגירה וכיום יש בשוק האנרגיות המתחדשות טכנולוגיות אגירה שונות: סוללות, אגירה שאובה (הפלת מים ממאגר ושימוש באנרגיית המים), ואנרגיה תרמו-סולארית, קינטית ודיפרנציאלית. מחקר שנעשה בארה"ב הראה דרכים נוספות לאגירה זולה וזמינה של אנרגיה (למשל אחסון חום בקרקע ובמים או אחסון קור בקרח ובמים) ואף הוכיח שפרט להפקת אנרגיה ממקורות מתחדשים בלבד יכולה השיטה להיות יציבה ואף בעלת כדאיות כלכלית למשק^{9,10}. הסוללות, שנראה שהן אמצעי האגירה המתאים לאנרגיה סולארית, תהפוכנה במהלך השנים למוצרים מסחריים ולא יקרים¹¹, דבר שיחולל מהפכה בשוק האנרגיה ויאפשר ליצרנים קטנים ומקומיים להשיג עצמאות אנרגטית מקומית או אזורית.

4. **התחדשות עירונית** - הקמת גגות סולאריים בהשקעה גדולה באזורים שבהם צפויים מיזמי התחדשות עירונית עלולה לעכב את הפיתוח, משום שאם הותקנו פאנלים על הגגות לפני ההתחדשות העירונית, ייתכן שיהיה צורך לפרקם ולהתקינם מחדש. נוסף על כך, באזורים הללו תיתכן הצללה על המערכת הסולארית לאחר הפיתוח בשל הגבהת המבנים הסמוכים.

5. **פסולת עתידית מפאנלים סולאריים** - פאנלים סולאריים נחשבים לפסולת אלקטרונית ובתום תקופת השימוש בהם הם יהפכו למטרד סביבתי מסוכן.

חסמים ברמת התושב

- תהליך יצירת תיק החיבור לחברת החשמל לאמצעי החשמל הסולארי עדיין מסורבל, אך ניתן להתגבר עליו באמצעות שכירת שירותים אלה מחברות מקצועיות. הדבר מפחית את הרווחיות ומעלה את זמן החזר ההשקעה.
- עלות התקנת המערכת באופן פרטי נעה בין 80,000 ש"ח ל-100,000 ש"ח והמחיר תלוי בגורמים שונים. יש כיום הסדרים שונים לפריסת העלות או למתן הלוואות.
- החזר ההשקעה לאחר 6-7 שנים (משך הזמן תלוי במיזמן ההקמה: אם הגג הוקם בהון עצמי או בהלוואה, ואז כמובן יתארך זמן החזר ההשקעה) עלול להרתיע את התושבים עקב חוסר בהירות לגבי מקום מגוריהם בטווח הזמן הזה.

אוטה (Ota), יפן

העיר שטופת השמש שוכנת כ-80 ק"מ מצפון לטוקיו ובה מעל 550 גגות של בתים המספקים לעצמם את החשמל. כשנוצרים עודפי חשמל, התושבים יכולים למכור אותם לחברת אנרגיה מקומית. ממשלת יפן סבסדה ב-10% את הקמת המערכות הסולאריות כדי שהדבר יהיה כדאי לתושבים.

פרייבורג (Freiburg), גרמניה

עיר זו היא מן הערים השמשיות ביותר בגרמניה אף שכמות הקרינה בה נמוכה במידה רבה מזו אשר בישראל. מאז 2008 גדל במידה ניכרת שטח כיסוי הגגות בפאנלים סולאריים: כ-50% מגגות בתי הספר בעיר מכוסים, ואצטדיון הכדורגל בעיר הוא הראשון בעולם שלו גג סולארי. חזית התחנה המרכזית של העיר - בניין המתנשא לגובה של 19 קומות - מכוסה פאנלים סולאריים וכך גם יריד הסחר - כולם מייצרים חשמל בעצמם. שתי קהילות בתוך העיר, Sonnenschiff ("ספינת השמש") ו-Solarsiedlung ("עיירת השמש") מייצרות חשמל בהיקף של פי 4 יותר מכפי שהן צורכות. המבנים תוכננו מראש להיות עצמאיים מבחינה אנרגטית והפאנלים זזים או גדלים בכיוון השמש או ביום מעונן.

צרפת

לפני שנים אחדות הכריז הפרלמנט על חוק חדש המחייב לכסות גגות חדשים באזורים מסחריים בפאנלים סולאריים, בגגות ירוקים או בשילוב של שניהם.

מדינת קליפורניה, ארה"ב

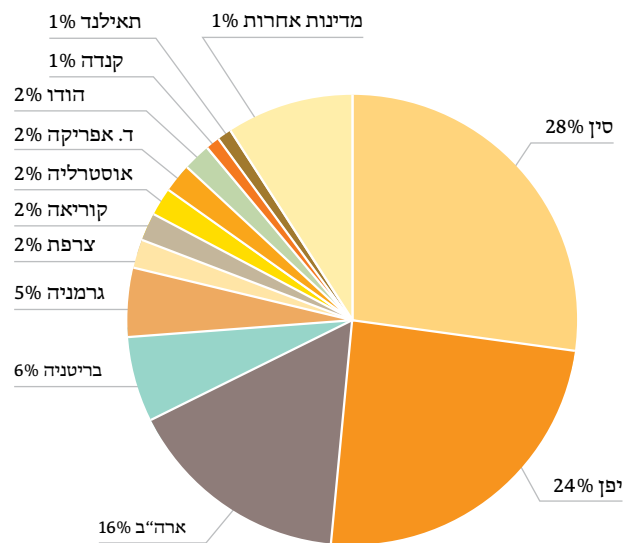
מדינה זו החליטה ליישם שימוש באנרגיה מתחדשת בהיקף של 33% עד שנת 2020 ובהיקף של 50% עד שנת 2030. בעקבות זאת, וגם בזכות תמיכה נרחבת מאוד של הציבור, ערים גדולות במדינה עוברות לייצור חשמל סולארי, למשל סנטה מוניקה (המובילה בתחום זה), קולבר, סבסטופול וסן פרנסיסקו - כולן במחוז לוס אנג'לס. על פי החוק בסנטה מוניקה שהתקבל בשנת 2016, כל הבתים החדשים, פרטיים ומסחריים, יחויבו להתקין גגות סולאריים. העיר העריכה שכל מערכת סולארית תוסיף 2.8% לעלות הבנייה של בית פרטי, אך החיסכון בחשמל בטווח הארוך יגיע ל-65% לעומת צריכת החשמל הצפויה אם לא ייעשה דבר. סנטה מוניקה שואפת להגיע לאפס פליטות פחמן עד 2050 וההיערכות לייצור חשמל מבוזר היא חלק מהתהליך להשגת היעד. כמו כן, מושל קליפוניה ג'רי בראון, הכריז שבעוד כשלושה עשורים מדינת קליפורניה תפיק את כל החשמל שלה מאנרגיות מתחדשות.

חוזר להקמת מערכות סולאריות על גגות נוספים, וכך בעתיד יהיה אפשר לייצר חשמל על מבנים רבים יותר. בין היתר אפשר הדבר להשיג עצמאות אנרגטית, שימוש בחשמל להטענת כלי רכב חשמליים שבבעלות המשרד לביטחון הפנים ועוד. יתר על כן, בזמן חירום יהיו הגופים הרלוונטיים - המשטרה, שירותי הכבאות וכן רשויות מקומיות שיבחרו להשתמש במודל - עצמאיים מבחינה אנרגטית ויוכלו לספק פתרון מיידית לאזרחים הזקוקים לעזרה.

• בעקבות הניסוי של המשרד לביטחון הפנים הקים מנהל הדיור הממשלתי מיוזמים של גגות סולאריים בכמה משרדים ממשלתיים בדומה למודל הקמת הגגות על המבנים של שירותי הכבאות, של המשטרה ושל שירות בתי הסוהר.

מן המתרחש בעולם

בשנים האחרונות הולכת האנרגיה הפוטו-וולטאית ונעשית מקובלת במדינות העולם. המדינות המובילות בייצור חשמל מאנרגיית השמש הן סין, יפן, ארה"ב, בריטניה וגרמניה⁵ (תמונה 5).

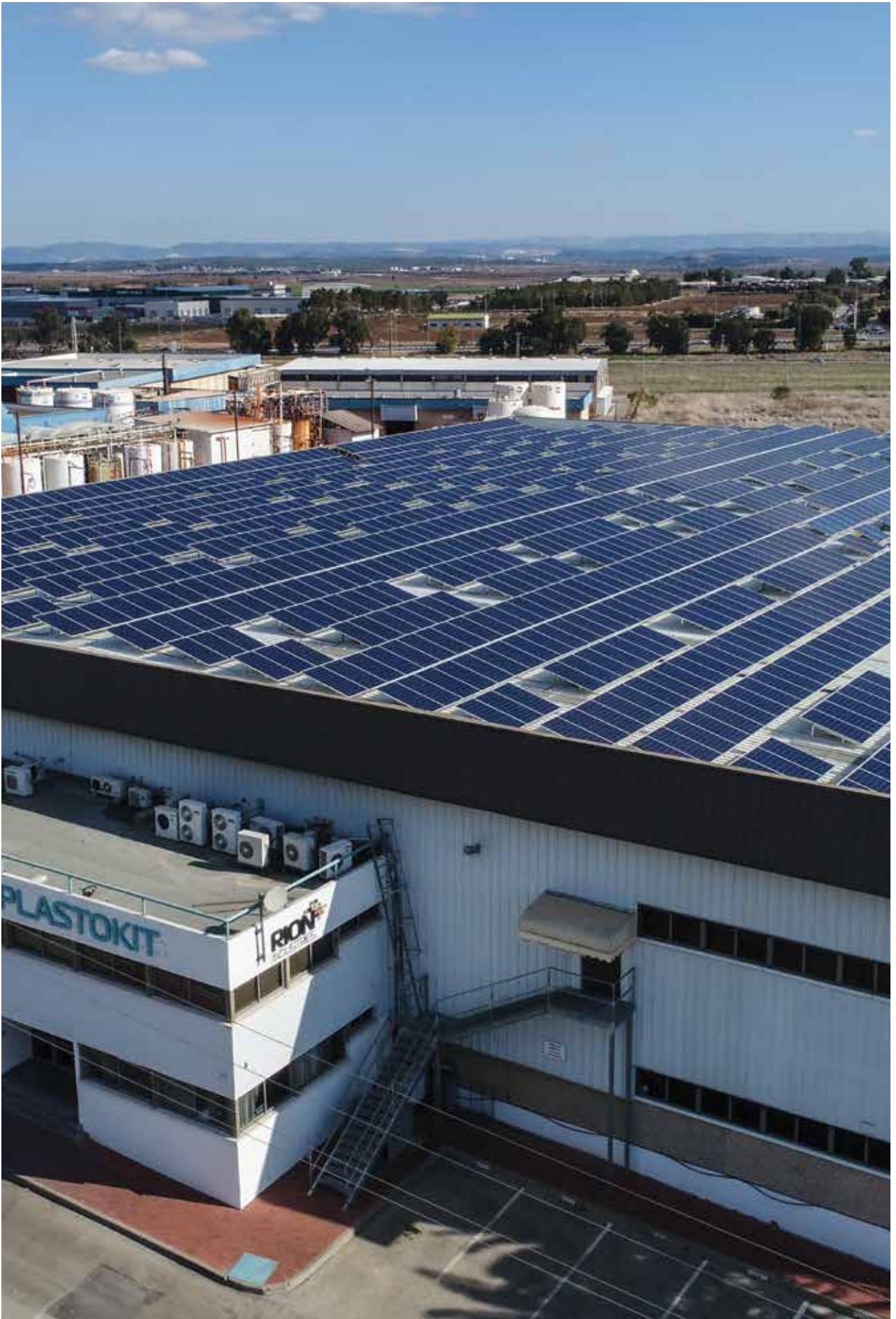


5

שוק ייצור חשמל פוטו-וולטאי בעולם (בשנת 2014)⁵

סין

במדינה המובילה בכמות הייצור של החשמל הסולארי מתקנים פאנלים על גגות בערים הגדולות בהיקפים עצומים. המדינה כולה שמה לה ליעד לייצר אנרגיה סולארית עד שנת 2020 בהיקף של 110 גיגה-ואט ועד 2050 להגיע להיקף ייצור חשמל של 1300 גיגה-ואט.



גג מפעל במועצה אזורית באר טוביה | צילום באדיבות ענבר אנרגיה סולארית

לסיכום

שוק החשמל פתוח היום לייצור אנרגיה מתחדשת מקרני השמש. רשות החשמל מעודדת ייצור אנרגיה מבוזרת ואף מוכנה לרכוש עודפי חשמל מיצרנים בינוניים וגדולים. רשויות מקומיות המעוניינות להשקיע במיזם שיניב פירות בטווח של שנים ספורות יכולות לראות במיזם של הקמת גגות סולאריים מסלול מניב והשקעה טובה לטווח הארוך. כל רשות יכולה להשקיע על פי יכולתה, וכגודל ההשקעה כך יהיה גודל התשואה. התשואה תאפשר לרשות להשקיע בתשתיות, להגדיל את סל השירות לתושב בתחומים שונים ולהתייעל. רצוי להשקיע גם בהתייעלות אנרגטית של מבנים וכך להגיע לידי ייצור וניצול מרביים של האנרגיה המתחדשת.

תודה לד"ר דניאל מדר, חברת SP Interface;
לאלה דנון ולשלומית קיטרו מאגף קיימות וחדשנות בעיריית כפר סבא;
לחוני קבלו, ראש אגף אנרגיות מתחדשות ברשות החשמל;
לד"ר אבי לובצ'יק, אינטל; לגל שופרוני מהמשרד לביטחון הפנים.

תודות

מקורות

1. סרוקר, ש', 2017. קריאה לחברות ממשלתיות לעמוד בחזית ההתייעלות האנרגטית במשק הישראלי.
2. Vardimon, R., 2011. "Assessment of the Potential for Distributed photovoltaic Electricity Production in Israel", *Renewable Energy* 36, 591-594
3. דולב שחר, נועם סגל, יעל כהן-פארן, גדי רוזנטל, 2013. אפס פליטות פחמן בישראל: חזון למשק האנרגיה בשנת 2040 - הסבת משק החשמל של ישראל לנטול פליטות גזי חממה https://il.boell.org/sites/default/files/zero_carbon.pdf
4. מדר, ד', 2016. "אוטופיה אנרגטית? זה אפשרי", **זווית למדע ולסביבה**.
5. IEA, 2015. Trends 2015 in Photovoltaic Applications: Survey Report of Selected IEA Countries between 1992-2014 http://www.iea-pvps.org/fileadmin/dam/public/report/national/IEA-PVPS_-_Trends_2015_-_MedRes.pdf
6. ארביטמן, א', 2016. כשפאנל סולארי פוגש גג ירוק, **זווית למדע ולסביבה**, www.zavit.org.il
7. נתניאן, י', וט' זוהר, 2016. לקראת בנייה מאופסת אנרגיה בישראל: מודלים, קריטריונים ומתודולוגיות לקראת מפת דרכים לאדפטציה מקומית.
8. מדר, דניאל, יעל גלעד, גלית שיף, חגי קוט, אבי בלאו, וורבר מיכל, 2018. סקר התכנות ליישום תאים פוטו-וולטאים משולבי מבנה בבניינים מסחריים בישראל (לא פורסם).
9. מדר, דניאל, 2016. אנרגיות טובות (וזולות), **זווית למדע ולסביבה**.
10. Jacobson, M. Z., Delucchi, M. A., Cameron, M. A. & Frew, B. A., 2015. "Low-Cost Solution to the Grid Reliability Problem with 100% Penetration of Intermittent Wind, Water, and Solar for all Purposes", *Proc. Natl. Acad. Sci.* 112, pp. 15060-15065.
11. מדר, דניאל, 2015. סוללות העתיד: מהפכה חשמלית, **זווית למדע ולסביבה**.
12. Freytag, T., Gössling, S., & Mössner, S., "Living the Green City: Freiburg's Solarsiedlung between Narratives and Practices of Sustainable Urban Development", *Local Environ.* 19, pp. 644-659

3

גגות ירוקים

כתיבה • מיכל צרפתי¹ • רינת שפרן² • עמיאל וסל³



תקציר

לגגות ירוקים (גגות שעליהם משטח צמחי ומצע) באזורים עירוניים ערך רב למתגוררים ברשות: הורדת הטמפרטורה; ניקוי זיהומים באוויר ושיפור איכות האוויר; סיוע לטיפול בנגר ובהצפות; הגדלת המגוון הביולוגי; בידוד בניינים ועוד. ביכולתה של הרשות המקומית להקים גגות ירוקים על מבני ציבור, על בתי ספר ועל מבנים עירוניים שונים, אולם כדי להגיע למרב התועלת נדרש שטח נרחב של גגות ירוקים בעיר, לרבות במבני מגורים. בשל עלויות ההקמה והתחזוקה הגבוהות של גגות אלה, התושבים נוטים להימנע מהקמתם בשטחם, ועל רשות המעוניינת להפוך ל"ירוקה" לעודד את הקמתם באמצעות תמריצים שונים.

פרק זה מפרט את סוגי הגגות הירוקים, את היתרונות שמפיקים הרשות והתושבים מהקמת גגות אלה ואת החסמים להקמתם. הפרק דן בעלויות ההקמה וברגולציה בתחום, סוקר את הנעשה בערים שונות בארץ ובעולם ומציע נקודות לבחינה עבור הרשות המעוניינת להקים גגות ירוקים בשטחה.

¹ עמיתת ממשק, תכנית יישום מדע בממשל, מינהל פיתוח, משרד הפנים

² מנהלת אגף פיתוח מוניציפלי, מינהל פיתוח, משרד הפנים

³ אגף בכיר תכנון אסטרטגי ומדיניות, משרד הבינוי והשיכון

מהו גג ירוק?

גג ירוק הוא משטח צמחייה ומצע לצמחייה הגדלים על גגות מבנים ולא על פני האדמה.

הטכנולוגיה של גגות ירוקים מאפשרת לגדל צמחייה על הגג, צמחייה שהיא תחליף יעיל לאזורים הירוקים שאבדו במרחב העירוני בעקבות הפיתוח! גגות ירוקים אינם תופעה חדשה - הגנים התלויים של בבל הם כנראה הגגות הירוקים הראשונים המתועדים, ובתקופות מאוחרות יותר הם הופיעו בבנייה המסורתית בצפון אירופה. השימוש המודרני בהם החל בראשית המאה העשרים בגרמניה, והוא נועד לרסן את השפעת מי הנגר - מי הגשמים אשר אינם מחלחלים לקרקע ואשר מער כות הביוב והניקוז העירוניות אינן מצליחות לקלוט, תופעה היוצרת הצפות וגורמת לנזקים בעיר (ראו פרק 4). הגגות הירוקים מייצרים מעין "ספוג" על פני גגות העיר, ממתנים את הזרימה ואף קולטים חלק ממי הגשמים, וכך מושג פתרון יעיל וזול יחסית לעדפי המים. טכנולוגיות שונות מסוגלות אף לאגור מים מתחת למצע ולהזרים את המים אט אט לרחוב, על פי הספיקה הרצויה להשקיית הגג, וכך ניתן לווסת את זרימת מי הנגר לרחובות. עם השנים התגלו יתרונות נוספים לשיטה זו, ובהם בידוד, קיבוע חנקן, יצירת בית גידול אקולוגי בעיר ועוד (ראו להלן).

סוגי הגגות הירוקים

הגגות הקלאסיים

1. **גג ירוק אינטנסיבי (Intensive Green Roof)** - צמחייה הנשתלת על מצע גידול עמוק (בד"כ מעל 20 ס"מ) וזקוקה להשקיה רצופה באמצעות מערכת השקיה. ככלל, הדעה הרווחת בציבור על גג ירוק מניחה כי מדובר בגינה ירוקה מלאה פרחים גדולים ויפים. גגות כאלה מצריכים השקעה כספית גדולה לשם הקמתם ותחזוקתם, הם כבדים ויוצרים עומס על הבניין, זקוקים להשקיה ולתחזוקה ובדרך כלל נגישים לציבור. גגות אינטנסיביים נפוצים מאוד בישראל, בעיקר מעל חניונים במבנים רבים. למשל, בחיפה מקובל זה שנים רבות לשתול את גינות הבתים על גגות החניה, ואפילו אחד מגרמי המדרגות של הגנים הבהאים בנוי על גג מנהרת רכב. מבחינה טכנית אלה גגות ירוקים - בחניונים, בקניונים, בשטחים פרטיים פתוחים (שפ"פים), בחניונים בשכונות חדשות ועוד (תמונה 1). שימוש בגגות מעין אלה נפוץ מאוד והוא מיטיב לנצל את השטח באמצעות אדריכלות נוף או אדריכלות פנים מודרנית. דוגמה לגינון וצמחייה מוצלחים אפשר לראות למשל בגג בירוק מעל החניון בבניין צ'מפיון בבני ברק (תמונה 2).

1



גג ירוק אינטנסיבי המהווה שפ"פ מעל חניון בניין מגורים ברחובות צילום: מיכל צרפתי

2



גג ירוק אינטנסיבי על בניין צ'מפיון בבני ברק. הגן האינטנסיבי נשתל בשנת 2014 בקומה 6 מעל החניון ובו מרשאות, עצי נוי וצל, שיחים, מפל, בריכת נוי, משטחי עץ ופינות ישיבה. שטחו הכולל 1,600 מ"ר. תשתית: גרנון | מערכת תשתית: OPTIGREEN | צילום: באדיבות רוני בנין, גרנון

השקיה עשויים להתאים מאוד למצב משק המים בישראל. צמחייה המתאימה למזג האוויר בישראל היא צמחייה המזריעה את עצמה, פקעות או סוקולנטים עמידים². יש מעט דוגמאות לגגות כאלה בישראל, למשל גג התחנה לחקר הציפורים בירושלים (תמונה 3), גג התחנה של עמק הצבאים בירושלים, גג היחידה הסביבתית בשרון (תמונה 4) וגג יקב דלתון בגליל. גגות אקסטנסיביים נתפסים לעיתים כ"לא יפים" ואף כ"מטרד חזותי" בעיני חלק נכבד מהציבור, והאתגר הגדול הוא בחירת מיני צמחים כדי ליצור איזון נכון של צמחייה חד-שנתית ורב-שנתית עמידה המתאימה לתנאי הגג הקשים. את הרכב חברת הצומח יש לתכנן בהתאם לאזור הגיאוגרפי, לקרינת השמש (יש להביא בחשבון אזורים מוצלים ולא מוצלים), למתקנים ההנדסיים הקיימים או המתקנים המתוכננים לשימוש על הגג ועוד. ניתן להיעזר במדריך לגגות חיים המותאם לגגות בישראל².

2. גג ירוק אקסטנסיבי (Extensive Green Roof) הנקרא גם גג חי או גג אקולוגי - גן שבו צמחייה שאינה זקוקה להשקיה כלל או להשקיה מזערית בלבד, הנשתלת על מצע גידול רדוד (בדרך כלל עד 20 ס"מ). לצמחייה זו נדרשת תחזוקה מזערית. גגות רדודים אלה עשויים להתאים לכל בניין תקני בארץ מבחינת משקלם. בעולם מקובלים ביותר הגגות האקסטנסיביים בהיותם פתרון יעיל לבעיות עירוניות רבות ולא ודווקא אסתטיות. גגות אלה מספקים בין השאר בידוד של המבנה; הגנה על איטום הגג מפני קרני השמש; קירור גגות שמונחות עליהן תשתיות סולאריות; ויסות מי הגשם והפחתת כמויות הנגר; בית גידול לבעלי כנף, לפרפרים ולחרקים, חלקם מאביקים ומועילים, שאיבדו את בתי הגידול המקוריים שלהם בגלל הפיתוח; הפחתת זיהום האוויר; הפחתת נזילות בגג ועוד. הגגות הללו אינם ירוקים במהלך רוב חודשי השנה ונקראים לעיתים "גגות חומים" או "גגות חיים". גגות אקסטנסיביים ללא

3



גג ירוק אקסטנסיבי באביב (מימין) ובקיץ (משמאל) על גג התחנה לחקר הציפורים בירושלים | צילום: עמיר בלבן

4



גג ירוק אקסטנסיבי באביב (מימין) ובתחילת הקיץ (משמאל) על גג היחידה האזורית לאיכות הסביבה בשרון | צילום: הדס מרשל ומיכל צרפתי

3. **גג ירוק אקסטנסיבי למחצה (Semi Extensive Green Roof)** גג שבו צמחייה הנשתלת על מצע גידול רדוד וזקוקה להשקיה בעונת היובש של השנה בלבד. בגג שכזה משולבים יתרונות של גינות לנוי ותועלות אקולוגיות, למשל שימור המגוון הגנטי. בגג כזה מוקצה אזור לחינוך ולפנאי ואזור המיועד למערכות אקולוגיות שונות. (תמונה 5)

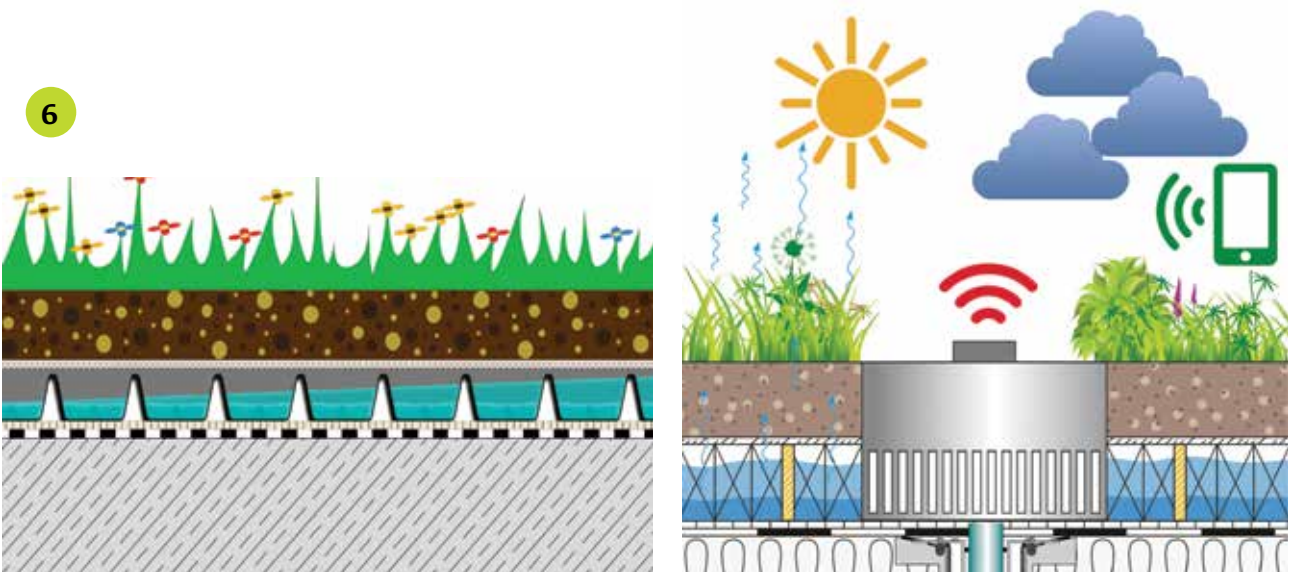
5



גג אקסטנסיבי למחצה בטבעון, שטחו 30 מ"ר, מושקה פעמיים שלוש בשנה. נשתל בשנת 2015 | תמונה: רוני בנין, גנרון, ואיל מילרמן

הודות לטכנולוגיה חדשה שפותחה או בשל צורך שונה נוצרו בשנים האחרונות גגות נוספים:
 4. **גג כחול (Blue Roof)** - גג שמונחת עליו תשתית לעיכוב מי הגשמים, לאגירתם ולהזרמתם המבוקרת, עם או ללא אפשרות של שליטה מרחוק בקצב ההזרמה ובתזמונה באמצעות מחשבים וטלפון סלולרי. המערכת מותקנת מתחת לגינה או לשכבת חיפויי אגרגטים. גג שתוכנן לכך יוכל לאגור עד 100 ליטר מים למ"ר ויתרום רבות לוויסות מי הנגר ברחבי העיר. יש כמה סוגים של מערכות גג כחול, למשל מערכת פסיבית, זולה יחסית, לניקוז מי הגשמים ועיכובם, מערכת אקטיבית לניהול נגר עם אפשרות של שליטה מרחוק על קצב ההזרמה ועל תזמונה (תמונה 6).

6



מערכת גג כחול לעיכוב מים ולאגירתם מתחת לצמחיית הגג הירוק. משמאל מערכת פסיבית; מימין מערכת אקטיבית. איורים: רוני בנין, גנרון, OPTIGREEN

5. **גגות לחקלאות עירונית** - חקלאות עירונית משמעה גידול צמחי מזון באזור עירוני, טיפוחם והפצתם. ניתן לגדל ירקות ותבלינים נקיים מרעלים במחירים תחרותיים ולמכור אותם בקהילה המקומית, כמעט ללא צורך בהובלה באמצעי תחבורה (תמונה 7). כך מושגת גם תמיכה בכלכלה המקומית.

7



גג בניין הדאקאר ברוטרדם, הולנד | תמונות באדיבות livingroofs.org @Dusty Gedge

8

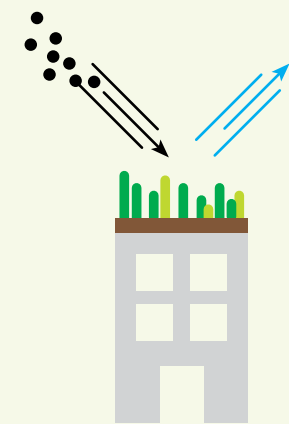


6. **קירות ירוקים / יערות אורבניים / גינות אנכיות** (Vertical Forests) - צמחייה על הקירות החיצוניים של המבנה. בערים גדולות הכוונה לחיפוי הצומח על מגדלי מגורים ומשרדים (תמונה 14). הצמחייה מנותקת מהאדמה ובדרך כלל נשתלת בעציצים ובאדניות תלויים או מונחים על מרפסות וקונסטרוקציות ייעודיות. גינות אנכיות מוספות לכל קיר טקסטורות, צבעים, עומק וחיים. דוגמה לקיר ירוק רשותי מטופח אפשר לראות על בניין העירייה בחולון (תמונה 8).

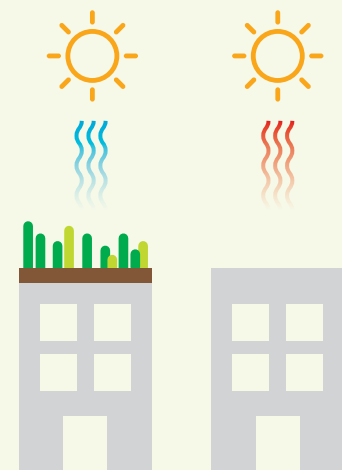
קיר ירוק, חזית הבניין של עיריית חולון | צילום: מיכל צרפתי

מהם היתרונות שמפיקה הרשות המקומית מגגות ירוקים?

1



2



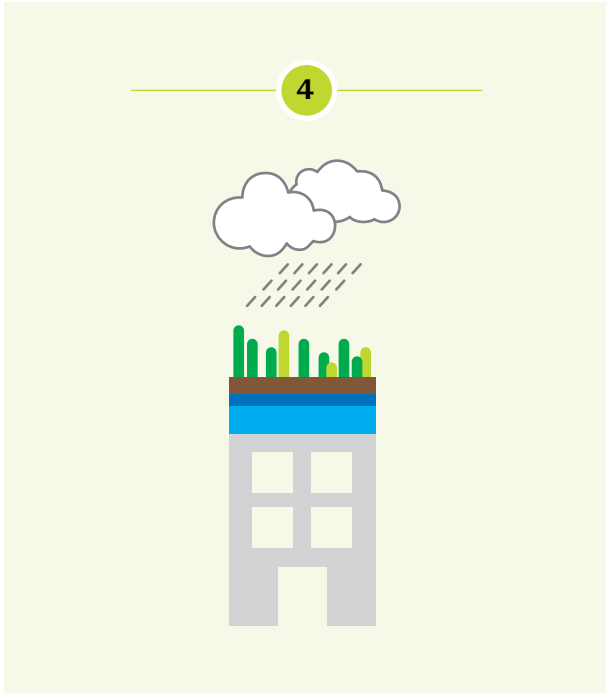
3



1. **ניקיון האוויר** - איכות אוויר טובה חשובה לבריאות הקהילה בעיר ולחיותן של הערים. השילוב של מכוניות, של מזהמים תעשייתיים ושל טמפרטורות סביבה גבוהות בערים עלול לפגוע באיכות האוויר עקב הגדלת מספר החלקיקים ומזהמי האוויר³. גגות ירוקים עשויים לסייע בתפיסת מזהמים מהאוויר ובסינון הגזים הרעילים. מחקר שנערך בסידני הראה כי אוויר נקי הוא יתרון מרכזי המושג באמצעות גגות ירוקים⁴. צמחים קולטים פחמן דו-חמצני ופולטים חמצן בשעות היום, פעולה המקטינה את כמות הפחמנים באטמוספירה (כמות הפחמן הנפלטת בשעות הלילה קטנה מאוד ביחס לספיחת הפחמן בשעות היום)².

2. **קירור הסביבה העירונית** - אסטרטגיה עירונית של גגות וקירות ירוקים עשויה למתן את השפעת אי החום העירוני⁴ (ראו גם פרק 5 ופרק 6). צמחייה על גגות ועל קירות עשויה להפחית את הטמפרטורות באמצעות אוויר-טרנספירציה (אידיוי של מים מהקרקע ומהצמחים באמצעות ספיחת המים דרך השורשים ושחרורם מהעלים) ודרך כיסוי הגג בשטח הקולט פחות חום. מחקר בקנדה הראה שנוכחות של גגות ירוקים יכולה להוריד את הטמפרטורה על הגג בחצי מעלה עד שתי מעלות צלזיוס⁵. במחקרים שונים הוכח שהקומה שמתחת לגג ירוק קרירה יותר מקומה שאין מעליה גג ירוק וכך מצטמצמת במידה רבה צריכת האנרגיה לקירור או לחימום (בהתאם לעונה). מחקר שנעשה במדבר פאלם בקליפורניה מצא שגג מושקה, שבו צמחייה נמוכה, מקטין ב-24% את צריכת האנרגיה בקומה שמתחתיו, וגג שבו צמחייה בוגרת המייצרת צל רב מקטין ב-42% את צריכת האנרגיה בקומה זו⁶.

3. **הגדלת המגוון הביולוגי** - לשימור המגוון הביולוגי וליצירת בתי גידול נודעת חשיבות רבה הן לעיר, הן לאזור והן למדינה. פיתוח עירוני אינטנסיבי עלול להגביל את ההזדמנויות לייצור בתי גידול, ולעומת זאת גגות ירוקים וקירות ירוקים תורמים להגדלת המגוון הביולוגי ויש להתחשב בכך בשלב תכנונם⁷. גגות ירוקים יכולים לספק מסדרונות בין אזורים גדולים יותר של צמחייה ולספק גישה למינים מקומיים⁸. גגות ירוקים חשובים גם כבתי גידול לציפורים ולחרקים. מינים של ציפורים נודדות, הנפוצות מאוד בישראל, יכולים לחבור זה לזה גם במרחב העירוני באזורים שבעבר היו תחנות חנייה וכיום תפסו את מקומם מבנים שונים בעקבות הפיתוח. חרקים המתקשים למצוא די צמחים במרחב העירוני יכולים ליהנות מגגות אלה, למשל מינים של דבורים מנצלים את הגגות הירוקים במקום שטחים אחרים שאבדו⁹. גגות ירוקים שאינם מיועדים לציבור הם בעלי הפוטנציאל הגדול ביותר בעבור מגוון ביולוגי גדול מאחר שהם מציעים בתי גידול לחרקים ולציפורים ללא הפרעה⁸.



4. ויסות מי נגר בשטח העיר - ערים רבות בעולם מגלות עניין בעיצוב עיר רגישת מים (ראו פרק 4, ניהול נגר עירוני) שיש בה מגוון של אמצעים שנועדו למנוע את השפעות מי הגשם על הסביבה העירונית או למזער אותן. מי הגשם יחזרו למעגל המים באמצעות אידוי מהעלים לאחר שנספגו באדמה ובשורשי הצמחים. הגג יכול להחזיק חלק ניכר ממי הגשם ולהפחית את כמות המים המציפים את הרחובות ואת מערכות הניקוז. יתר על כן, מים שיזרמו לרחובות לאחר ששהו בגג הירוק מכילים פחות מזהמים ורעלים בעקבות פילטור המים באדמה¹⁰.

5. ניצול מים זמינים - גגות חיים יכולים לקבל את ההשקיה הדרושה להם ממי הגשם בעונה הרטובה, ממי המזגנים בעונת היובש (במקומות שיש לחות מספקת) וממים אפורים. היתרונות בשימוש במים אלה ברורים: ניצול משאבי מים ללא עלות (מים שהיו נשפכים למערכות הניקוז) וכך קטן העומס על מערכת זו. יתר על כן, יש בכך כדי להפחית את העומס על הספקת המים הארצית¹¹.

6. תעסוקה - צמיחת שוק הגגות הירוקים מגדילה את הכנסותיהם של בעלי מקצוע כמו גננים, מעצבים, אדריכלים, מהנדסים לבידוד תקרה, קונסטרוקטורים ואנשי תחזוקה. מחקר בארה"ב מצא שבזכות הפיכת אחוז אחד מהגגות בכל ארה"ב לגגות ירוקים יתווספו כ-190,000 משרות חדשות¹².

7. ניצול אזורים בלתי מנוצלים - הכנסת גגות ירוקים לאזורי מסחר נגישים (למשל מעל חניונים, בקומות גג נגישות) שאינם בשימוש אחר תתרום לניצול מרבי של השטחים המסחריים ותסייע לתהליך ההתחדשות העירונית. יתר על כן, הגגות הללו תורמים להעלאת ערך הנכסים, לשיקום השכונות ולשיפור הנוף¹³.

8. ערך חברתי - גגות ירוקים יכולים לשמש כמקום מפגש לפעילות קהילתית וחברתית.

9. חקלאות עירונית - שימוש בגגות ירוקים לייצור מזון עשוי ליצור רשת מזון מקומי, טרי ובריא, למען העצמת הקהילה, עצמאותה ובריאות תושביה (ראו פרק 8 - ביטחון תזונתי).

10. חינוך - ניתן לערוך בגגות הירוקים הדרכות לתלמידים בתחומים שונים כגון ביולוגיה, חקלאות, טכנולוגיה וקיימות.

מילון מונחים

מגוון ביולוגי < עושרו של הטבע. מגוון המינים של כל היצורים החיים, ההבדלים בין הפרטים בתוך כל מין ובתי הגידול שלהם. נהוג לחשוב שככל שהמגוון הביולוגי גדול יותר, כך בית הגידול נחשב איכותי יותר ובריא יותר.

"אי החום העירוני" < טמפרטורות אוויר בתוך הערים הגבוהה ב-2 עד 6 מעלות בהשוואה לאזורים שמחוץ לעיר. הסיבות המרכזיות לכך הן בליעה של קרינת השמש על ידי משטחים ומבנים בעיר, פעילות אנושית המייצרת חום (תחבורה, מזגנים) ואידוי מועט בשל לחות נמוכה בקרקע ומעט צמחייה ביחס לאזור הכפרי שמחוץ לעיר (פעולת האידוי "לוקחת" חום מהסביבה ומורידה את הטמפרטורה). עוצמת האפקט אינה קבועה ומשתנה בין שעות היום ובין עונות השנה. כמו כן היא תלויה בגודלה של העיר, בסביבתה הפיזית ובתכסית שלה.

בית-גידול < המקום הפיזי שבו חיים צמחים ובעלי חיים, כולל כל המשתנים והגורמים הקבועים המשפיעים על האורגניזמים במקום מחייתם הטבעי, למשל תנאי סביבה כמו טמפרטורה ולחות וכן תנאים ביולוגיים כמו היצורים האחרים המרכיבים את שרשרת המזון וכו'. כל התנאים הללו משפיעים על היצורים החיים, למשל בריאות, נדידה, לידה ועוד.

מסדרון אקולוגי < רצועת שטח המחברת בין בתי גידול מקוטעים ומאפשרת מעבר של בעלי חיים ממקום אחד למקום אחר למטרות רבייה ותזונה.

דוגמה ליתרונות הגגות הירוקים בהפחתת עלויות ובחיסכון לרשות המקומית

מחקר שנעשה בטורונטו שבקנדה כימת בכסף את היתרונות הסביבתיים לרשות המקומית מהקמת גגות ירוקים בשטח של 50,000 דונם, תוך הבחנה בין החיסכון הראשוני ובין החיסכון לכל השנה. שטחה של טורונטו הוא 630 קמ"ר ומתגוררים בה 2.8 מיליון נפש (לשם השוואה, שטחה של תל-אביב הוא 52 קמ"ר ומספר התושבים כ-440,000 נפש). ההערכות הללו מתבססות על מחקר שנעשה ועל היקף הגגות המדובר.

לוח 1 | סיכום של היתרונות הסביבתיים שמפיקה הרשות מגגות ירוקים בטורונטו, במונחים כספיים (בהנחה ששטח הגגות הירוקים הוא כ-50,000 דונם). הנתונים תקפים לשנת 2005 ומצוינים בדולרים קנדיים. סך החיסכון הראשוני הוא למעלה מ-870 מיליון ש"ח וחיסכון שנתי של 103 מיליון ש"ח. מחקר זה מצא גם שאם כל הגגות השטוחים הפנויים שגודלם 350 מ"ר ומעלה יישמשו כגגות ירוקים, סכום החיסכון בהוצאות העיר עשוי להגיע ל-343 מיליון \$ (כ-960 מיליון ש"ח)⁵.

יתרונות	חיסכון ראשוני (במיליוני \$ קנדיים)	חיסכון שנתי (במיליוני \$ קנדיים)
נגר		
חיסכון בעלויות ניהול נגר	79	
חיסכון בזכות צמצום בזיהום האוויר	14	
חיסכון בזכות מניעת נזקים לתשתיות	25	
קריסת מתקנים לטיהור שפכים (מט"שים)		
חיסכון בעלויות בשל הקטנת נפח בריכות התפעול	46.6	
צמצום הצורך לסגור חופי רחצה מזהמים		0.75
איכות האוויר		
חיסכון בנזקי זיהום האוויר ב-CO, NO2, O3, PM10, SO2		2.5
התייעלות אנרגטית מבנית		
חיסכון באנרגיה		21
חיסכון בתשלומי חשמל גבוהים בזמני שיא	68.7	
חיסכון מהפחתה בפליטות CO2		0.563
אי החום העירוני		
חיסכון שנתי באנרגיה		12
חיסכון מתשלומי חשמל גבוהים בזמני שיא	79.8	
חיסכון מהפחתה בפליטות CO2		0.322
סה"כ	313	37

לסיכום, הלוח מונה כמה תועלות כלכליות לרשות בזכות יישום שטח נרחב מאוד של גגות ירוקים. הנקודה החשובה היא, שיש ליצור שטחים נרחבים של גגות ירוקים כדי להפיק את התועלות המצוינות. הלוח אינו דן בתועלת לחברה, לחינוך ולבריאות שאפשר להפיק מגגות ירוקים על שטחים נרחבים.

יתרונות הגגות הירוקים ברמת התושב

4. שיפור איטום הגג מפני הגשם והפחתת עלויות התחזוקה – גג חשוף נתון לקרינת השמש ההרסנית וחשוף לשינויי מזג אוויר קיצוניים. הגג הירוק המכסה את שכבת הגג הבסיסית יגן עליו, יאריך את חייו ויחסוך בעלויות התחזוקה¹¹.
5. הגברת התפוקה של המערכות לייצור חשמל בגג – תאים פוטו-וולטאים מתחממים מאוד בשיא היום. כאשר הטמפרטורה שלהם גבוהה מאוד, קטנה יעילות ייצור החשמל. כאמור, גג ירוק מוריד את הטמפרטורה השוררת בגג (ראו סעיף 1) ויוצר מיקרו-אקלים קריר יותר. צינור תאים פוטו-וולטאים בסביבה מגוננת יביא לידי הגברת תפוקתם¹³.
6. הגברת המסחר – גגות ירוקים על מבני מסחר הנגישים לציבור עשויים למשוך קהל לקוחות רב מפני שבני אדם מעדיפים אזורי מסחר ירוקים, בעלי אקלים נעים ונוף ירוק¹⁶. נמצא גם שגגות ירוקים מעודדים התנהגות קניות טובה יותר, הצלחה בהשכרת נכסים, גיוס עובדים קל יותר ותחלופת עובדים פחותה.

1. בידוד הגג – הגדלת המאסה התרמית של הגג תמתן את הבדלי הטמפרטורה לאורך היום ותשפר את הנוחות התרמית בקומה שמתחתיו⁹. ככל שהגג הירוק יבודד את התקרה, כך תקטן כמות האנרגיה הדרושה לקירור המבנה או לחימומה משום שהגג הירוק מווסת את הטמפרטורה מבחוץ. מחקר שנעשה בישראל מצא שגג ירוק אקסטנסיבי הוריד את טמפרטורת הגג ב-8 מעלות בקירוב¹⁰.

2. בידוד רעש – גג ירוק יעיל יותר לצורך בידוד רעש ואפשר להגיע להפחתה ישירה של עוצמת הרעש מבחוץ בשיעור של 8 דציבלים.

3. בריאות – מרחב ירוק או מרחב צומח הוא בעל השפעה חיובית מוכחת על הבריאות הפיזית והנפשית של בני האדם^{14,15}. יתר על כן, גגות ירוקים עשויים להפחית ב-99.4% את החדירה של הקרינה האלקטרומגנטית מבחוץ.

שילוב גגות ירוקים עם פאנלים סולאריים

שילוב של גג ירוק מתחת לפאנלים המוצבים בזווית של 30 מעלות (ראו פרק 2) עשוי להניב השפעות הרדיות חיוביות: השילוב תורם להורדת הטמפרטורה בסביבת הפאנלים בזכות הצמחייה, דבר המועיל ליעילות ייצור החשמל והן לוויסות טמפרטורת הגג^{10,12}; הפאנלים מצלים על השטח שמתחתיהם ויכולים ליצור בתי גידול לצמחייה מגוונת בעלת צרכים שונים של קרינת שמש (תמונה 9).



שילוב של פאנלים סולאריים עם גג ירוק | התצלום באדיבות ברכה שינדלר, מרכז מחקר ע"ש קדס לאקולוגיה של גגות ירוקים, המכון לאבולוציה, אוניברסיטת חיפה.

עלויות

הקמה

לכל מבנה תכונות ייחודיות, דרישות שונות וצרכים שונים. עלות בנייתו של גג ירוק מושפעת מגורמים רבים, בין היתר סוג הגג (אינטנסיבי או אקסטנסיבי), גודל הגג, הקומה, נוחות הגישה למנוף או היעדר גישה, העומס המותר על הגג, קיומם של שיפועים בגג וטווחי סילוק מים עד לפתחי הניקוז, צורת שטח הגיבון (תחום בקירות או מתוכנן כערוגות התחומות באמצעים אחרים), תנאי האקלים המקומיים (משטר הרוחות וכיווני השמש), התאמה למערכות שונות בגג כמו פאנלים סולאריים או מערכות אחרות, קיום הספקת מים וחשמל במקום, הרכב השכבות, עובי שכבת המצע, סוגי הצמחים המבוקשים ועוד. כל הרכיבים הללו משתנים בין מבנה למבנה ומשפיעים במידה רבה על המחיר. יש להתייעץ עם כלל אנשי המקצוע (קונסטרוקטור לבדיקת עומסים על הגג, אנשי גיבון, מומחים לתשתיות גגות ירוקים, אדריכלים ועוד) ולהשתמש במוצרים איכותיים כדי שיאריכו ימים ויבטיחו שלא תהיינה נזילות מהגג ומהקירות.

תחזוקה

גם בתחום זה העלויות משתנות מגג לגג על פי מאפייניו הייחודיים:

גג אינטנסיבי – אחרי שהצמחים התבססו יש לטפל בעשבייה במועד, להשקות במשטרים הנכונים ולדשן בחומרים המתאימים לצמחייה ולעונה. חשוב לערוך בדיקה תקופתית להרכב מי הנגר כדי לוודא שרמות המוליכות החשמלית והחומציות (PH) בקרקע אינן חורגות מהמותר. בדיקות קרקע תיעשינה על פי המלצות אגרונום הבקי בגגות ירוקים. ביקורי תחזוקה הם הזדמנות טובה לבדוק את פתחי הניקוז ואת כל הרכיבים האחרים הנראים לעין בגג. שאר הטיפולים ייעשו בדומה לטיפולים בגן רגיל, וכוללים הדברת מחלות ומזיקים, סניטציה, גיזום וכו'.

גג אקסטנסיבי – נדרש טיפול מצומצם הרבה יותר והוא ייקבע על פי אופי הגן, בדרך כלל בשנתיים הראשונות לקיומו.

כדי לעודד את הציבור לפעול בדרך מסוימת, אפשר לנקוט פעולות אלה¹⁷:

1. מתן דוגמה אישית: למשל, באמצעות הקמת גגות ירוקים במבנים השייכים לרשות המקומית;
 2. הסרת חסמים העלולים לעכב את יישומה של המדיניות במגזר הפרטי, למשל באמצעות ביטול חסמים בירוקרטיים או הפחתתם; מתן מידע, הדרכה יישומית ותמיכה לתושבים, לקבלנים וליזמים;
 3. הכנת תכנית פעולה להקמתם של גגות ירוקים לשימוש התושבים, המשלבת תמריצים כגון הלוואה ארוכת-טווח בריבית נמוכה או ללא ריבית (במימון גופים ממסדיים או מלכ"רים) וכן סיוע מתמשך לצורכי תחזוקת הגג.
 4. עידוד שיח ציבורי ער בנושא, מסע פרסום ושילוב הוראות הקמה של גגות ירוקים במסמכים המתווים שיטות פעולה ותקנים לבנייה בעבור התושבים המעוניינים בכך.
- על פי מסמך הכנסת, "חקיקה לעידוד הקמתם של גגות ירוקים"¹⁷, חוקי עזר עירוניים אינם רלוונטיים לגגות ירוקים ולא מתן תמריצים, משום שהם אינם בסמכות הרשות או הוועדה המקומית (ראו תיבת טקסט בנושא בעמוד הבא). בעולם ניתנים תמריצים בדמות של הנחות על היטלי ניקוז, הפחתת מס (למשל ארנונה ומס השבחה), הגדלת אחוזי הבנייה בתמורה להתקנת גג ירוק, חיוב הקמה של גג ירוק במבנים חדשים ועוד.

חוקי עזר

מתוך מסמך הכנסת "חקיקה לעידוד הקמתם של גגות ירוקים: "סעיף 250 לפקודת העיריות [נוסח חדש] (להלן: פקודת העיריות) קובע ש"מועצה רשאית להתקין חוקי עזר כדי לאפשר לעירייה ביצוע הדברים שהיא נדרשת או מוסמכת לעשותם על פי הפקודה או כל דין אחר או לעזור לה בביצועם, או כדי לדרוש מבעל נכס או מחזיקו לבצע באותו נכס עבודה הנחוצה למטרה האמורה". בין הסמכויות המסורות בידיה של העירייה היא הסמכות לעשות "כל מעשה הדרוש לשם שמירה על תחום העיריה, בריאות הציבור והביטחון בו" (סעיף 249)(29). לכאורה, מאחר שהקמתם של גגות ירוקים תורמת לבריאות הציבור, כמבואר לעיל, ניתן לטעון שהמועצה מוסמכת לתקן חוק עזר שיחייב הקמה של גגות כאמור. לשימוש בחוקי העזר כדי לחייב הקמה של גגות ירוקים יש שני יתרונות: הוא מאפשר לעירייה להטיל את החובה האמורה גם על בעליהם של מבנים ישנים (שאינם זקוקים לקבלת היתר בנייה), וכן, הוא מאפשר לחייב את התושבים לפעול בדרך שתבטיח לא רק את הקמת הגג הירוק, אלא גם את אחזקתו השוטפת. **ואולם, בשל הפגיעה הצפויה בזכויות הקניין של התושבים, ובשל הצורך לקיים מנגנון בקרה ופיקוח מורכב, שיבטיח שהגיונות שיוקמו על הגגות יתקיימו ותוחזקו כראוי, נראה שהמסגרת החקיקתית הראויה לקביעתה של חובה שכזו היא בחקיקה הראשית, ולא בחקיקה המשנית."**

עוד מתוך המסמך: "להשלמת התמונה, יש להעיר שבאופן עקרוני ראש הרשות המקומית רשאי לפנות לשר הבינוי והשיכון בבקשה שיכריז על אזור בתחום השיפוט של הרשות שבראשה הוא עומד כ"אזור שיפוף בהתאם לסעיף 2 לחוק שיפוף בתים ואחזקתם, התש"מ-1980. הכרזה כאמור יכולה לחייב את בעליו של מבנה לבצע עבודות גינון במבנה או בשטחים הסמוכים לו, בהשתתפות הממשלה, שגובהה ייקבע בהתאם להוראות החוק האמור."

תמריצים

מתוך מסמך הכנסת "חקיקה לעידוד הקמתם של גגות ירוקים": "בנוגע לתמריצים שניתן להעניק לבעליו של מבנה שעל גגו הוקם גג ירוק, ניתן לחשוב על שני סוגים של תמריצים: הנחה בתשלום הארנונה והגדלת אחוזי הבנייה או היתר לעשות שימוש בקרקע, שלא היה ניתן אילו לא הוקם גג ירוק. על פי פקודת העיריות, הסמכות להעניק הנחות בתשלום הארנונה מסורה בידיה של ועדת ההנחות המקומית. הסיבות העקרוניות שבשלן ניתן להעניק הנחה נקבעו בסעיף 149 ד(א) לפקודת העיריות, **ובנייה ירוקה אינה בכללן. מכאן, שהשלטון המקומי אינו מוסמך להעניק הנחות ארנונה לבעליו של מבנה שעל גגו הוקם גג ירוק, בהיעדר הסמכה מפורשת לעשות כן, בחקיקה הראשית.** על פי סעיף 62 א(א)(12) לחוק התכנון, ועדה מקומית מוסמכת להוסיף שימושים ולהגדיל את השטח הכולל המותר לבנייה במגרש שאינו מיועד למבני ציבור, כאשר 'הוספת השימושים והגדלת השטח כאמור יהיו מותרות במימוש יעדים ציבוריים בתחום המגרש או במגרש גובל'. על פי החוק, 'יעדים ציבוריים' הם: 'חיוך בניין קיים מפני רעידות אדמה, או מיגונו לצורכי ביטחון, שימור אתר שימור, פיתוח שטח פרטי פתוח בתחום המגרש תוך קביעה בתכנית של זכות הנאה לציבור לשימוש בו, וכל יעד ציבורי אחר שאישר שר האוצר לעניין זה'. לא למותר לציין, שבמהלך הדיונים על תיקון מס' 101 לחוק התכנון, שבמסגרתו נקבעה ההוראה האמורה, הועלתה ההצעה להוסיף את הבנייה הירוקה במסגרת רשימת היעדים המוגדרים כ'יעדים ציבוריים', אך הצעה זו לא שולבה בסופו של דבר בניסוחו הסופי של החוק. **מכאן עולה, שאין בסמכותה של ועדה מקומית להגדיל את השטח הכולל המותר לבנייה או להוסיף לשטח זה שימושים, כתמריץ להקמתם של גגות ירוקים."**

חסמים ברמת הרשות והפרט

• יחסי עלות-תועלת – החסם המרכזי בתחום הגגות הירוקים הוא עלות ההתקנה הגבוהה יחסית בעבור הפרט, בה בעת שהציבור הוא שנהנה ממרבית התועלת של גג שכזה. מכיוון שמדובר בכשל שוק ומאחר שלגגות אלה ערך ציבורי רב, ערים שונות בעולם התגברו על חסם זה באמצעות מתן סובסידיות, הנחות במיסים והתקנת תקנות בנושא (ראו להלן).

• נזילות – איכות הבנייה ואיכות ההתקנה של הגג הירוק תקבענה אם תהיינה נזילות בגג. כדי להתקין גג ירוק יש לוודא כי גג הבניין עצמו אטום למים וכך גם השכבה התחתונה של הגג הירוק שמעליו.

• בעיות טכניות של העמסת משקל גבוה על הגג – הגגות האינטנסיביים כבדים מאוד ונדרש תכנון הנדסי מותאם (ובדרך כלל מורכב יותר) להקיםם. לגגות אקסטנסיביים יש יתרון, שכן המשקל אינו אמור להיות גבוה מהתקן המותר.

• מחסור בשטח פנוי על הגג – שטחי הגג הפנויים להקמת גגות ירוקים הולכים ומצטמצמים, בוודאי בבנייה העירונית הצפופה. על הגגות יש דודי שמש, גופי קירור, מנועי מזגנים ועוד, ולעיתים הגגות משמשים כמרפסות לדירות בקומה העליונה. לפיכך יש להקים את הגגות הירוקים על מבנים מתאימים, למשל מבני ציבור בבנייה חדשה (לרוב הם נמוכים ובעלי יחס גג-מבנה גדול יחסית) או על גגות של בתים ישנים, שבהם שטח הגג אינו מנוצל. במבנים כאלה הבידוד בתקרת הקומה העליונה אינו איכותי בדרך כלל ומערכת הניקוז באזור ישנה ואינה מספקת. לפיכך הרווח שיופק מהוספת גג אקסטנסיבי יהיה גדול.

מהן הרגולציות והתקנות הקשורות בגגות ירוקים בארץ?

• תקן 5821 – בשנת 2005 הציג המשרד להגנת הסביבה בשיתוף עם מכון התקנים הישראלי את אחד הכלים החשובים בקידום הבנייה הירוקה בישראל: התקן הישראלי לבנייה ירוקה, תקן 5821. בשנים 2011 ו-2016 עודכן התקן (פעמיים) והעדכון האחרון משנת 2016 הוא הרלוונטי. מבנה המתוכנן לקבל תו תקן חייב לעמוד בדרישות שונות. הונהג שיטה של צבירת נקודות "ירוקות", וכדי לזכות בתקן יש לצבור 55 נקודות לפחות.

מתוך אתר הגג"ס: תקן ישראלי 5281: התקן הישראלי לבנייה ירוקה - תקן 5281 - בנייה בת קיימה (בנייה ירוקה) הוא תקן וולונטרי, המתייחס לרוב סוגי המבנים בישראל (מגורים, משרדים, מסחר, חינוך, בריאות וכד') בבנייה חדשה ומבנים לשיפוץ משמעותי, תוך דירוג מבנים בהתאם לניקוד על עמידה בתנאי סף נושאים.

דירוג המבנים לפי התקן מבוסס על שיטה של צבירת נקודות על עמידה בתנאי סף נושאים: נקודות על עמידה בדרישות בתחומים אנרגיה, קרקע, מים, חומרים, בריאות ורווחה, פסולת, תחבורה, ניהול וחדשנות.

הקמה של גג ירוק עשויה להעניק למבנה נקודות בזכות היתרונות הסביבתיים הגלומים בו כמפורט¹⁷:

• סעיף 2.3 – שיפור אקולוגיית האתר והסביבה הקרובה - 1 נקודה

• סעיף 2.8 – עירוב השימוש בקרקע (רלוונטי בעיקר ביישום של גג ירוק מעל חניונים) - 1.5 נקודות

• סעיף 2.9 – תופעת אי החום העירוני: השמת גג מגונן ב-20% משטח הגג הפנוי ממערכות - 1.5 נקודות, השמת גג מגונן ב-50% משטח הגג הפנוי ממערכות - 2.5 נקודות

• סעיף 3.4 – שיעור הטיפול בגשם 15%-100% - 0.5-3 נקודות.

הגג הירוק יוכל לתרום להשגת נקודות נוספות, והדבר תלוי בגודלו ובצורת שילוב המוצרים, בשיטות ובפתרונות בגג, למשל: מערכת השקיה מתאימה, יעילות וחיסכון בהשקיה (מחזור מים, שימוש במי גשמים ובמי מזגנים, גידול צמחייה חסכנית במים), טיפול בנגר עילי, הגדלת השטחים הפתוחים הירוקים, טיפוח המגוון הביולוגי, בידוד המבנה ושימוש בחומרים ממחזרים.

התקן יכול לעזור לרשויות המקומיות לקדם בנייה ירוקה בתחומן. רשויות מסוימות מחייבות כיום יזמים וקבלנים לעמוד בתקן הבנייה הירוקה בשכונות חדשות ובמבנים חדשים. בשנת 2008 חתמו 18 רשויות על אמנה "להפחתת זיהום האוויר ולהגנה על האקלים" ביוזמת פורום ה-15. במסגרת האמנה התחייבו הרשויות להכין תכנית אב עירונית להפחתת זיהום האוויר ולהגנה על האקלים באמצעות פעולות כמו עידוד קיומם של שטחים ירוקים אורבניים והפיכת העיר לירוקה¹⁷.

ביותר להתייעלות אנרגטית מרבית. למשל באמצעות מערכת סולארית לייצור חשמל, באמצעות גג ירוק או בשילוב של טכנולוגיות.

הפדרציה לגגות ירוקים באירופה (The European Federation of Green Roofs and Wall Associations), מעוניינת ליצור קשרים עם מדינות נוספות ועם מיזמים חדשים ברחבי העולם ואף בישראל. חלק מהמיזמים מקבלים סיוע מהאיחוד האירופי והם עשויים לתמוך בגגות ירוקים ברשויות.

• בימים אלה מתגבש מהלך של מנהל התכנון בשיתוף משרד האנרגיה, משרד הבינוי והשיכון והמשרד להגנת הסביבה לקדם תיקון לתקנה 1.09 משנת 1979 המחייבת להתקין מערכת תרמו-סולרית לחימום מים (דודי שמש) בבניינים שגובהם עד 29 מטרים. כיום, לאחר שפותחו טכנולוגיות שונות (למשל מערכות לייצור חשמל מאנרגיה סולארית) העשויות ליתר את דודי השמש, התקנה מגבילה את הקבלנים ואינה מאפשרת התקדמות טכנולוגית מיטבית. לפיכך נדרש לשנות את התקנה ולעדכן אותה. התיקון יאפשר לקבלנים לבחור את הטכנולוגיה המתאימה

דוגמאות לערים שהחליטו לקדם גגות ירוקים בשטחן

ככלל, יישום הגגות הירוקים בישראל איננו נרחב והוא מצוי בעיקר בבנייה ירוקה חדשה, מעל חניונים, בשצ"פים ובגינות אינטנסיביות.

תל אביב-יפו

במסגרת ההתמודדות עם משבר האקלים התחייבה עיריית תל אביב לצמצם את פליטות הפחמן ב-20% עד שנת 2020.

בקובץ ההנחיות לתכנון ולעיצוב מעטפת המבנה שהוציאה העירייה¹⁸ מופיעים שני סעיפים הקשורים לגגות ירוקים:

סעיף 4.03.02 סעיף קטן ב' מציין כי "מהנדס העיר, או מי מטעמו, רשאי לדרוש תכנית פריסת מתקנים טכניים מצמצמת, שתבטיח שטחים פנויים ממתקנים לטובת שטחי גג משותפים ו/או גגות מגוננים"; סעיף 4.03.03 מוקדש כולו לגגות מגוננים: "גינןן הגג יוצר שכבת הגנה מצוינת לאיטום ומאריכה את משך חייו, יוצר שכבת בידוד תרמי ואקוסטי לחדרים שמתחתיו, מוסיף צמחיה לסביבה ולמגוון הביולוגי של העיר ותורם להורדת (תופעת) אי החום העירוני. (א) תכנית הגגות בבקשה להיתר בניה הכולל גג מגונן תציג את הפיתוח והגינןן בגג לרבות ההכנות לגינןן וריצוף בהתאם וכן את מקומם של המתקנים הטכניים על הגג. (ב) בבניינים ציבוריים ומסחריים נמוכים מסביבתם, כמו גם בגגות ביניים בכל ייעוד אחר, יש לשים דגש מיוחד על שילוב הגינןן בגג המבנה ובמעקה הגג"¹⁸.

מיזם "ירוק בעיר" הוקם בשנת 2010 על גג הבניין בדיונגוף סנטר וכל המתגוררים בעיר רשאים לגדל בו תוצרת חקלאית באופן עצמי, פשוט וחסכוני, וליהנות ממזון איכותי ובריא. במקום מצוי שילוב של צמחים הידרופוניים וגידול דגים למאכל, ומערכת הצמחייה והדגים תומכים זה בזה תוך העשרת מצע גידול הצמחים באמצעות פסולת הדגים ובזכות השימוש החוזר במים לאחר טיהורם במצע הביופילטר (למידע נוסף על ביופילטר ראו פרק 4, נגר עירוני). התוצרת (ירקות ותבלינים) נמכרת לעסקי הסעדה מקומיים השוכנים במרחק הליכה. על הגג נערכות גם סדנאות למתעניינים בחקלאות אורבנית.

ירושלים

עיריית ירושלים מקדמת בשנים האחרונות את הקמת הגגות הירוקים.

• המחלקה לתכנון ולפיתוח בר-קיימא מנסה לחייב בניית גגות ירוקים באמצעות הוראות חדשות בתב"ע. בנוסף מכינה העירייה תכנית מדיניות לחקלאות עירונית, ובסל האפשרויות והפתרונות בה תיכלל בין השאר חקלאות על גגות מבנים שונים.

• במסגרת אירוע "מעל ומעבר" שנערך ביוזמת עיריית ירושלים באוגוסט 2017 הוצעו פתרונות לשימוש בגגות למטרות פנאי, חקלאות והפקת אנרגיה.

• הגג של בית הספר "אור התורה" מומן חלקית על ידי העירייה, אולם מאז לא הוקצה מימון נוסף לגגות ירוקים. למרות זאת, מוקמים בעיר מיזמים אחרים של גגות ירוקים ללא קשר לרשות:

• גגות ותיקים כמו הגג של התחנה לחקר הציפורים (תמונה 3) וגג המשרדים של פארק עמק הצבאים, שניהם ביוזמת החברה להגנת הטבע. החברה להגנת הטבע גם הוציאה מדריך לגגות ירוקים².

• "המרפסת" היא גג ירוק ומרחב ציבורי פעיל למחקר, ליצירה ולמשחק של עמותת מוסללה, שקם על גג בניין "כלל" ומאגד אמנים ופעילים חברתיים תושבי מרכז ירושלים (תמונה 10). ראו בקישור זה פרטים נוספים על המרפסת ועל הפעילות בה.

• "האביטוס", מיזם לקיימות עירונית בגן הבוטני בירושלים, פרסם מסמך סוקר בנושא גגות ירוקים בירושלים ובו קישורים רבים לגופים שונים העוסקים בגגות ירוקים בישראל ובעולם.

10



"המרפסת", גג ירוק של עמותת מוסללה בירושלים, המשלב גג ירוק ומרחב ציבורי עשיר ומטופח | התמונה באדיבות עמותת מוסללה

שוהם

ביוזמת ראש העיר הוקם גג ירוק על בית הספר "יהלום" במימון הרשות המקומית (תמונה 11).

11



גג ירוק אינטנסיבי בקומה 3 של ביה"ס שוהם, 300 מ"ר במצע גידול פרלייט ו-400 מ"ר בחיפוי אגרגטים וחלוקים | אדריכלות נוף: טל רוסמן | תכנון וביצוע: רוני בנין, גנרון מערכת ממוחשבת רגילה ביצוע: גנרון | מימון: המועצה המקומית שוהם והחברה למשק וכלכלה | שנת ביצוע: 2010 | התמונה באדיבות רוני בנין, גנרון

פתח תקוה

גג ירוק על בית הספר "אהוד מנור" הוקם ביוזמת ראש העיר ובמימון הרשות. התלמידים היו מעורבים בהקמת הגג הירוק במסגרת הפעילות החינוכית. בקיץ הגג מושקע באמצעות מי המזגנים המזורמים לגג.

חיפה

במגדל "המפרש" או "הטיל", בחזית משרדי הממשלה, נשתל בשנת 2002 גג ירוק אינטנסיבי ששטחו כ-200 מ"ר, במצע גידול פרלייט וקומפוסט, הכולל עצים בוגרים ושיחים.

בתי ספר נוספים בעלי גג ירוק בתמיכת הרשות המקומית:
בית ספר "שקד" בטבעון, בית ספר "רקפת" בקריית ביאליק, בית הספר ע"ש דרויאנוב בתל אביב.

הרצליה

העירייה דורשת מכל היזמים לעמוד בתקן הישראלי לבנייה ירוקה ומפתחת מבני ציבור העומדים בתקן זה. לאחרונה הוסיפה עיריית הרצליה הנחיות מרחביות בנושא גגות ירוקים; היא מחייבת לבנות גגות ירוקים בכל המבנים באזור התעסוקה במסגרת התכנית האסטרטגית של האזור ומקדמת בניית גגות ירוקים (אינטנסיביים ואקסטנסיביים) גם במוסדות החינוך וגם באולמות הספורט העירוניים החדשים. בגני ילדים שבהם חצר המשחקים שוכנת בקומת הגג מקדמת העירייה הפיכה של הגג לירוק לשם גינון וניהול מי הנגר. מחלקות מנהל הנדסה והיחידה לקיימות עורכים סדרת מפגשים עם אנשי מקצוע שונים מהתחום כדי להעשיר את הידע של אנשי העירייה וכדי להרחיב את ההנחיות המרחביות בנושא גגות ירוקים.

כפר סבא

- החברה הכלכלית כפר סבא הוציאה בשנת 2015 קול קורא להקמת מיזמים של גגות ירוקים בשטח העיר כדי להקים אמצעי ייצור בתחום החקלאות העירונית בדרך של חממות הידרופוניות.

- גג ירוק על מרכז הקיימות ארט קיימא: הגינה מושתתת על גג מעבדת הצילום האנלוגי במרכז ארט קיימא. הצמחייה בגינה נבחרה בקפידה בידי ענת מדמוני מהמחלקה ללימודי הסביבה בבית ברל ומחלקת הקיימות בעיריית כפר-סבא. הגינה נועדה לקיים צמחייה על גג מבנה אורבני ולמשוך ציפורים ופרפרים.

- באתר האינטרנט של העירייה מופיע קישור למדריך יישומי לגגות ירוקים מאנגליה.

גגות ירוקים בערים ברחבי עולם

המבורג, גרמניה

העירייה החליטה לשפר את ניהול הנגר העירוני שלה בשילוב עם תופעת אי החום העירוני וכן לפתור בעיות נוספות של זיהום אוויר ומחסור בשטחים ציבוריים איכותיים. לשם כך פיתחה העירייה אסטרטגיה להקמת גגות ירוקים, והיעד שהוצב חתר להגיע לגגות ירוקים ששטחם 100 הקטאר (אלף דונם) ברחבי המטרופולין עד שנת 2020. העירייה מתכננת שכ-20% מכלל הגגות הירוקים ייפתחו לתושבים לבילוי, לספורט ולפעילויות פנאי. עד שנת 2020 תממן העירייה 30%-60% מעלות השיפוצים הנחוצים להקמת הגגות הירוקים ולאחר מכן יחול חוק המחייב בנייה של גגות ירוקים או מעבר לגגות אלה ללא תמיכה כספית מצד הרשות. בניינים שהקימו גגות ירוקים יזכו להנחה בשיעור 50% בחשבון המים והניקוז בזכות תרומת הגג הירוק להפחתת כמות הנגר. העירייה גם מעניקה הדרכות והסברה נרחבות לציבור, מתקינה תקנות בנושא ומעודדת עריכת מחקרים באוניברסיטה המקומית בתחום זה כדי להרחיב את הידע הקיים וכדי להוציא מדריך להקמת גגות ירוקים לשימוש ערים אחרות. בזכות היוזמה הזו נוצרו אפשרויות תעסוקה רבות בעיר לבעלי מקצוע שונים, ובהם גננים, מתכננים, מהנדסים, קונסטרוקטורים ועוד¹⁹.

באזל, שווייץ

הסיבות להאצת פיתוח הגגות הירוקים בעיר היו חיסכון באנרגיה והגדלת המגוון הביולוגי בעיר. במהלך שנות התשעים נערך סקר ציבורי בעיר והתברר כי רוב התושבים תומכים במיסוי על החשמל לעידוד חיסכון באנרגיה. כספי המיסים אפשרו לעירייה להעניק סובסידיה להקמת גגות ירוקים על גגות בניינים למשך שנתיים. החל משנת 2002 חויב כל בניין חדש בעל גג שטוח להקים גג ירוק בעל מצע גידול מקומי וצמחייה מקומית לשם הגדלת המגוון הביולוגי. במהלך השנתיים שבהן ניתנה הסובסידיה הוקמו גגות ירוקים בשטח של 85,000 מ"ר, שהם 15% מכלל הגגות השטוחים בעיר.

לונדון, בריטניה

הקמת הגגות הירוקים החלה בשל הרצון ליצור בתי גידול חדשים עבור מין של ציפור מקומית (Black Redstart) שאיבדה את בתי הגידול שלה בשל הפיתוח האינטנסיבי. יתר על כן, העירייה הכירה בתרומת הגגות הירוקים למדיניות ניהול הנגר העירוני של העיר²⁰ ולהתייעלות האנרגטית של המבנים. נוסף על כך, גגות ירוקים עשויים לשפר את חזות המרחב הציבורי. בבואם לתכנן את סוגי הגגות הירוקים בעיר, השתמשו אנשי העירייה בתצלומי גגות העיר כדי לחשב את השטח הפנוי ליישום גגות ירוקים. על פי ההערכה, 3.2 מיליון מטרים רבועים של גגות נמצאו מתאימים להקמת גגות ירוקים, והוחלט כי 80% מהם יהיו גגות אקסטנסיביים ו-20% מהם יהיו גגות אינטנסיביים. שטח בתי הגידול שהתווסף לעיר גדול יותר משטח הייד-פארק וגני קנסינגטון גם יחד. כמו כן החליטה העירייה ש-25% אחוזים לפחות מכלל שטח הגג יהיה נגיש לתושבים או לעובדי הבניין. יישום הגגות הירוקים נתון לאחריות התושבים או קבלנים, בעידוד העירייה. נראה כי לונדון תהיה העיר הראשונה בעולם שתוכרז כ"עיר שמורת טבע", ועד 2050 יהיו 50% מהגגות והקירות העירוניים בה מכוסים צמחייה (תמונה 12).

12



גגות אקסטנסיביים בלונדון

התמונות באדיבות: Dusty Gedge @ livingroofs.org

שטוטגרט, גרמניה

עיר זו, השוכנת בעמק, מתועשת מאוד ולכן היא רגישה מאוד לזיהום אוויר השוקע בעמק. כשהעיר התרחבה לכיוון מדרונות העמק נעקרה הצמחייה והבעיה החמירה. במאמץ לשפר את המצב תיקנה העיר תקנות לעיבוי כיסוי הצומח, לרבות הקמת גגות וקירות ירוקים. בשנת 1985 הייתה שטוטגרט העיר הראשונה בגרמניה שיישמה מדיניות גגות ירוקים. בשלב הראשון הפכו כל הגגות בבעלות העיר לגגות ירוקים: בדרך כלל כאשר נדרש לשפצם, הונחה בהם התשתית הדרושה. משנת 1986 ועד היום העירייה מעניקה לבעלי גגות תמריצים להשקעה בתשתיות אקסטנסיביות בערך של כ-17.90 אירו למ"ר. העירייה גם מעניקה חינם ייעוץ לתכנון הגג ולעיצובו. כמו כן היא מפרסמת עלון הדרכה להקמת גג ירוק, ובו מפורטים סוגי הגגות, היתרונות של כל סוג, שיטות איטום, משקל הצמחייה, כושר החזקת המים של עוביי האמצעים השונים וסוגי הצמחייה המומלצת. המדיניות נחלה הצלחה רבה ואכן כ-105,000 מ"ר של גגות מבנים ציבוריים ועוד 55,000 מ"ר של גגות בניינים פרטיים הפכו להיות ירוקים.

לינז, אוסטריה

לינז שוכנת על גדות נהר הדנובה במחוז אוסטריה עילית (Upper Austria). יישום מדיניות הגגות הירוקים בעיר החל בשנת 1984, בעיקר עקב מחסור באזורים ירוקים. דו"ח שנכתב באותה שנה עמד על חשיבותם של המרחב העירוני הירוק, של האקולוגיה, של המגוון הביולוגי בעיר ושל השפעותיהם החיוביות על בריאותם הפיזית והנפשית של התושבים. הדו"ח המליץ להתמקד באזורים שבהם הצמחייה מועטה, למשל אזורים מסחר ותעשייה, ולהקים על הגגות בהם מרחבים ציבוריים ירוקים. הוצע שכל בניין חדש בעל שטח גג של מעל 100 מ"ר ושיפוע של עד 20 מעלות יהיה ירוק. עובי השכבה העליונה של הגג (הסובסטרט) יהיה 12 ס"מ לפחות והצמחייה תכסה 80% לפחות משטח הגג. ניתנו הנחיות גם לקירוי חניונים ומבנים ציבוריים אחרים, ובהם הסובסטרט עמוק יותר (כלומר, הצמחייה תהיה גבוהה יותר). בשנת 1989 החלה העירייה להעניק סובסידיות להקמת הגגות הירוקים בעיר. מחצית מהסכום ניתנה בתחילת הקמת הגג והמחצית השנייה הוענקה לתושב רק לאחר שהושלם כיסוי הצמחייה ופקח מטעם העירייה בדק ואישר שאכן הצמחייה משגשגת וכי הדיירים מתחזקים את הגג. עד שנת 2012 הוקמו בעיר מעל 315,000 מ"ר של גגות ירוקים. היום ברירת המחדל היא שתכנון כל מבנה חדש כולל גג ירוק²¹.

צרפת

לפני שנים אחדות אישר הפרלמנט חוק חדש המחייב לכסות גגות חדשים באזורים מסחריים בפאנלים סולאריים, בגגות ירוקים או בשילוב של השניים.

רוטרדם, הולנד

על גג בניין המשרדים של שיבלוק (Schieblock) במרכז רוטרדם נמצאת חוות הגג הגדולה ביותר באירופה: "הדאקאקר" (DakAkker). קיימים על הגג גידולים של פירות, ירקות ועשבי תיבול וכן כוורות של דבורי דבש. הדאקאקר מתפקדת כאתר הבדיקה להתנסות עם דרכים שונות של גגות ירוקים וחקלאות בעיר (תמונה 7).

טורונטו, קנדה

העיר על פרבריה סובלת מבעיות סביבתיות קשות כמו הצפות ביוב, זיהום אוויר, ערפיח ותופעת אי החום. העירייה השכילה להבין שכל הבעיות הללו נובעות ממחסור בשטחים ירוקים ובצמחייה ברחבי העיר. בשנת 2001 המליץ מחקר סביבתי שנערך בעיר ליישם גגות ירוקים משום שהם יפתרו חלק מהבעיות הסביבתיות ואף יועילו רבות לניהול הנגר העירוני, יצמצמו את אפקט אי החום העירוני ויתרמו לשימוש באנרגיה הקשורה לקירור. על בסיס זה פתחה העיר בשיחות התייעצות עם כל בעלי העניין המעורבים – מפתחי גג ירוק, מתכנני גג ירוק, מעצבים וספקים, בעלי בניין ומנהלים ועובדי העיר. השיחות הניבו מסמך אשר תיאר את הדעות של בעלי העניין והציג דוגמאות של ערים אשר כבר יישמו גגות ירוקים. המסמך גם הציג אמצעים להגדרת גגות ירוקים, לזיהוי חסמים בהם וליישום פתרונות. המסמך נעשה לאסטרטגיה של העיר ונקודותיו העיקריות הן כדלקמן:

- יישום גגות ירוקים על בניינים בערים
- פיתוח תהליך אישור שימשם כלי להתקנת גג ירוק
- ניסוי גישוש באזור מסוים (פיילוט) למתן מענקים
- פיתוח חינוך ומודעות
- מתן מענקים לגגות העומדים בתקן מוגדר של עומק הסובסטרט ושל כמות כיסוי הצומח בו והרכבו. למשל, גידול של סוג מסוים של צמחייה לא אושר כדי להגדיל את המגוון הגנטי של בעלי החיים הבאים לגג, ותושב שביקש מענק להקמת גג ירוק נדרש להציג תכנית חמש-שנתית לתחזוקת הגג.

דוגמאות לקירות ירוקים בארץ ובעולם

- בתל אביב הוקמו על בניין "צ'ק פוינט" המתנשא לגובה של 48 מטרים קירות ירוקים כדי לווסת את הטמפרטורה בבניין. מערכת של מחזור מים אפורים משמשת להשקיית שטחי הגן ועודפי המים הממוחזרים מופנים להדחת האסלות.
- במילנו, איטליה, תכנן לראשונה האדריכל סטפאנו בוריי (Stefano Boeri) יער אורבני על צמד מגדלי מגורים והם נחשבים למגדלים "הטובים ביותר בעולם" מבחינת התכנון ומבחינה סביבתית. על גגות המגדלים נטועים 900 עצים ונשתלו 20,000 צמחים. מאז הוקמו הם משמשים בית גידול לציפורים ולחרקים ומגדילים במידה רבה את המגוון הביולוגי בעיר. המגדלים תורמים רבות גם לצמצום זיהום האוויר בעיר.
- בסין, במגדלי נאנג'ינג נטועים 1,100 עצים ו-2,500 צמחים ושיחים; הם סופגים 25 טונות של פחמן דו-חמצני בכל שנה וממירים אותן ל-60 ק"ג של חמצן ביום. בערים נוספות בעולם מתוכננים מגדלים מעין אלה.

פורטלנד, ארה"ב

גגות ירוקים נקראים בעיר "גגות אקולוגיים". על פי המדיניות, יש להקים גגות כאלה על מבנים ציבוריים והעירייה מעודדת את התושבים להקים תשתיות ירוקות על הגג באמצעות הנחה בשיעור 35% על המיסים לניקוז לבעלי גגות שבהם כיסוי הצומח מגיע ל-70% לפחות, ובאמצעות הטבות ובונוסים נוספים. בנוסף, בכל הגגות בבעלות העירייה חובה להתקין תשתית ירוקה שבה כיסוי הצומח מגיע ל-70% לפחות.

ניו יורק, ארה"ב

מתן הנחות במס רכוש לבעלי הנכס המתקינים גגות ירוקים. על מתקין הגג לאשר כי ההתקנה עומדת בדרישות העיצוב ובדרישות אחרות על פי כל החוקים, הכללים והקודים הרלוונטיים. חוק המדינה מחייב כי כל בקשה להפחתה במס גג ירוק תכלול תוכנית תחזוקה של ארבע שנים (תמונה 13).

טוקיו ונגסקי, יפן

לפי צו משנת 2001, בניין חדש או בניין בשיפוץ, ששטחם גדול מ-1000 מ"ר, חייב להתקין גג ירוק ששטחו 20% משטח כלל הגג, ומשנת 2009 חייב כל גג ששטחו מעל 5000 מ"ר להתקין גג ירוק על 25% משטח הגג. בזכות הצו, למעלה מ-5,700 מבנים חדשים או קיימים הוסיפו בשנים האחרונות לעיר כ-180 דונם (1,800,000 מ"ר) של גגות ירוקים. הצפי הוא להגיע בקרוב לגגות ירוקים וגינות קרקע ששטחם 10 מיליון מ"ר.

13



גג ירוק על בניין סמוך לגשר ברוקלין עם נוף למנהטן. צילום: רינת שפרן

עצות לרשות מקומית המעוניינת לקדם הקמת גגות ירוקים

על הרשות לשקול נקודות אלה כדי להעריך את התועלת ואת העלות של הפעילות בתחום הגגות הירוקים:

1. האם והיכן יש סיכונים שגגות ירוקים יכולים למנוע (למשל, אילו אירועי גשם צפויים בכל סוג שכונה או בכל אזור וכו');;
2. אילו בעיות אפשר לפתור באמצעות גגות ירוקים?
3. אילו סוגי הגגות יפתרו את הבעיות?
4. האם יש די שטח גגות רלוונטי? כדאי להשתמש בתוכנת GIS להערכת שטח הגגות המתאימים ברשות.
5. מה גודלו של השטח שיש לכסות בגג ירוק כדי למנוע הצפה באירוע קיצון?
6. מה ההגדרה של אירוע קיצון שיש להביא בחשבון? (למשל, אחת למאה שנה?)
7. ייתכן שהשבחת הנכסים שעליהם מותקנים גגות בעקבות מיתון הטמפרטורה בקומה העליונה ואולי גם מיתוג ירוק עשוי לשפר את הכנסות הרשות בזכות מיסים, היטלים על קניית הנכס או על השבחתו וכד'.
8. האם הציבור המקומי מוכן לקבל על עצמו פיתוח של הקמת גגות ירוקים?
9. האם ייתכן שנוכחות של גג ירוק תשפיע על מחירי הדיור?
10. איך לאפשר גם למעוטי יכולת ליהנות מהיתרונות של גגות ירוקים וכיצד להקפיד שהם לא יהיו מרוכזים רק באזור שבו מתגוררים תושבים אמידים? למשל, העירייה יכולה לסבסד הקמת גגות באזורים מוחלשים מבחינה חברתית-כלכלית ולרתום את התושבים לתחזוקה השוטפת בלבד (השקיה למשל).

מערים אחרות בעולם?

כל אחת מהערים המצוינות למעלה פעלה להקמת גגות ירוקים ממניעים שונים במקצת, על פי הבעיות שעמן היא מתמודדת. ניסיוןן של ערים אלה עשוי ללמד דברים אלה:

1. **רתימת התושבים** – ליווי המהלך בפעולות פרסום והסברה על נושא הגגות הירוקים מסייע לפתור בעיות בעיר בכללותה ומשפר את איכות החיים של התושב כפרט.
2. **שיתוף בעלי מקצוע** – יישום גגות ירוקים מצריך למידה של כמה עקרונות הן בהקמה והן בתחזוקה. על הרשות להתייעץ עם בעלי המקצוע השונים, להבין את האתגרים שהגג הירוק מציב ולנסות לעבוד בשיתוף פעולה תוך התייעצות עם מומחים.
3. **סובסידיות ותמריצים** – כל הערים שהצליחו להקים רשת נרחבת של גגות ירוקים העניקו לתושבים תמריצים בדמות סובסידיות, מענקים והנחות בתשלומים השוטפים. לרוב ניתנו התמריצים למספר שנים מוגבל ועד להוכחת יעילות ההקמה.
4. **סנקציות ורגולציה** – יש להיזהר לא להכריח את הציבור להקים גגות ירוקים משום שהדבר שעלול לגרום הזנחה של הגגות ופגיעה בתפקודם ובתפוקת מערכת הגגות הכללית.
5. **פעילות ברמת העירייה** – מומלץ כי רשות המעוניינת לקדם את התחום תפעל ראשית באופן עצמאי ותפתח את המבנים בבעלות העירייה המתאימים להקמת גגות ירוקים. הדבר ישמש מעין "דוגמה אישית" של העירייה לתושבים ויפתח פתח לעידוד בניית גגות פרטיים.
6. **השקעה כספית ראשונית** – כדי ליישם מדיניות של גגות ירוקים ברשות נדרשת השקעה כספית (אם פרטית ואם של הרשות בדמות תמריצים וסובסידיות). כדאי לראות בכך השקעה לטווח הארוך בדומה להשקעה בתשתיות פיתוח.
7. **התאמת החומרים להקמת גגות ירוקים בעיר** – חשוב מאוד להתאים את שיטת ההקמה של הגגות הירוקים לאזור שבו שוכנת הרשות, לסוג הבניינים הנפוצים בה, לתשתיות הנגר במקום ועוד.



לסיכום

השלטון המקומי הוא גורם רב-השפעה ביותר בקידום מדיניות יעילה להקמת גגות ירוקים. התכנון הסופי של השטח, על כל ההוראות והתקנות החלות עליו, נקבע ברמת השלטון המקומי, ואכן הניסיון בעולם מוכיח כי רוב האמצעים והתמריצים ניתנים ברמה המקומית. סקירה של מקרי המבחן בישראל הוכיחה כי רשות עירונית חזקה, בעלת השקפת עולם סביבתית מוצקה ואנשי מפתח בתוך הרשות עשויים להיות הגורם המרכזי במימוש הרעיון (לדוגמה, ראש עיריית לונדון). מחלקות בתוך הרשות עשויות לקדם את הנושא, למשל מחלקת קיימות וסביבה או האגף לאיכות הסביבה, אגף תכנון בר קיימא, אגף ההנדסה או אגף שפ"ע. נודעת חשיבות רבה להשקפת העולם של ראש הרשות והסיכויים לקידום גגות ירוקים תלויים בתמיכתו במדינות העולם שבהן הנושא מפותח יותר הוכח כי התמריצים הכלכליים וכלי המדיניות משפיעים במידה רבה על הצלחתה של הקמת הגגות. התועלת הכלכלית והחברתית מהקמת רשת גגות ירוקים משרתת את כלל הציבור ברשות ובמדינה ולא דווקא את התושב הבודד. לפיכך הגיוני שהרשות תיזום הסברה ותעניק תמריצים לתושבים, בייחוד לנוכח העובדה שעלויות ההקמה והתחזוקה של הגגות חלים עליהם. חשוב להבין שגג ירוק אחד בלבד, גם אם הוא איכותי, אינו יכול להביא לידי הפחתה של ממש בחום העיר או לסייע בטיפול בנגר או בטיפול בזיהום האוויר. שיפור של ממש בתופעות הללו יושג באמצעות שטח ירוק נרחב על גגות רבים. הרשויות בארץ טרם הצליחו לקדם את הנושא במידה מספקת וליהנות מכל היתרונות של הקמת גגות כאלה.

תודות לכל המסייעים על עזרתם האדיבה

לגילת לוינגר מנהלת מחלקת פיתוח סביבתי, מנהל הנדסה, עיריית הרצליה ולברכה שינדלר מאוניברסיטת חיפה, החוג לביולוגיה אבולוציונית וסביבתית.

תודות

מקורות

1. Whittinghill, L. J., and Rowe, D. B., 2012. "The Role of Green Roof Technology in Urban Agriculture", *Renewable Agriculture and Food Systems*, 27, pp. 314–322
2. בלבן עמיר וגוית עינת, 2014. המדריך לגגות חיים, ירושלים: משרד החקלאות ופיתוח הכפר והחברה להגנת הטבע https://drive.google.com/file/d/1yt5Oo3hNQNbnGx_emyPdAzqxd5GnkX4/view
3. Tolderlund, L., 2010. Design Guidelines and Maintenance Manual for Green Roofs in the Semi-Arid and Arid West, Denver: University of Colorado, <http://www.cityofgolden.net/media/GreenRoofsSemiAridAridWest.pdf>
4. DDC, 2017. Cool & Green Roofing Manual, Prepared for NYC Department of Design & Construction Office of Sustainable Design, New York, http://www.nyc.gov/html/ddc/downloads/pdf/cool_green_roof_man.pdf
5. Heller, A., Manion J., and Sumich M., 2012. *Green Roofs and Green Walls Perception Study: Final Research Report*, City of Sydney
6. Clemens, S. (2007). Greenroofs Benefits Outweigh Costs, Even in Desert Environments. <https://www.altenergymag.com/article/2007/08/greenroofs-benefits-outweigh-costs-even-in-desert-environment/371/>
7. Oberndorfer, E. et al., 2007. "Green Roofs as Urban Ecosystems : Ecological Structures, Functions, and Services", *BioScience* 57(10), pp. 823–833
8. Dunnett, N., and Kingsbury, N., 2008. *Planting Green Roofs and Living Walls*, Oregon: Timber Press
9. Colla, S. R., Willis, E., and Packer, L., 2009. "Can Green Roofs Provide Habitat for Urban Bees (Hymenoptera: Apidae)?" *Cities and the Environment* 2, pp. 1–12
10. Czemieli Berndtsson, J., 2010. "Green Roof Performance towards Management of Runoff Water Quantity and Quality: A Review", *Ecol. Eng.* 36, pp. 351–360
11. אוסטרליץ נועם, כרמל ליטל ואגוזי יואב, 2014. מגגות מוזנחים לגגות מחנכים: יישום גגות ירוקים במבני חינוך, מחקר המוגש למדען הראשי במשרד להגנת הסביבה, המועצה הישראלית לבנייה ירוקה <http://www.sviva.gov.il/infoservices/reservoirinfo/doclib4/r0301-r0400/r0376.pdf>
12. Hewes, Will, 2008. *Creating Jobs and Stimulating the Economy through Investment in Green Water Infrastructure*, Washington: American Rivers
13. Shafique, M., Kim, R., and Rafiq, M., 2018. "Green Roof Benefits, Opportunities and Challenges: A Review", *Renewable & Sustainable Energy Reviews* 90, pp. 757–773
14. Mennis, J., Mason, M., and Ambrus, A., 2018. "Urban Greenspace is Associated with Reduced Psychological Stress among Adolescents: A Geographic Ecological Momentary Assessment (GEMA) Analysis of Activity Space", *Landscape Urban Planning* 174, pp. 1–9
15. Tyrväinen, L., Ojala, A., Korpela, K., Lanki, T. and Tsunetsugu, Y., 2014. "The Influence of Urban Green Environments on Stress Relief Measures : A Field Experiment", *Journal of Environmental Psychology* 38, pp. 1–9
16. Joye, Y., Willems, K., Brengman, M., and Wolf, K., 2010. "The Effects of Urban Retail Greenery on Consumer Experience: Reviewing the Evidence from a Restorative Perspective", *Urban Forestry & Urban Greening* 9, pp. 57–64
17. אונגר, ירון, 2016. חקיקה לעידוד הקמתם של גגות ירוקים: רקע תיאורטי וסקירה משווה, ירושלים: הכנסת, הלשכה המשפטית, תחום חקיקה ומחקר משפטי <https://main.knesset.gov.il/Activity/Info/LegalDepartmentSurveys/Survey300516.pdf>
18. עיריית תל-אביב, 2012. "קובץ הנחיות לתכנון ועיצוב מעטפת המבנה", בתוך: קובץ הנחיות כלליות לתכנון ולעיצוב מבנים בתל אביב-יפו, עיריית תל-אביב: מינהל ההנדסה www.tel-aviv.gov.il/Residents/Construction/Documents/145.pdf
19. The European Climate Adaptation Platform, 2016. "Four pillars to Hamburg's Green Roof Strategy: Financial Incentive, Dialogue, Regulation and Science" <https://climate-adapt.eea.europa.eu/>
20. SuDS in London, a Guide, 2016. London: The Mayor of London, <http://content.tfl.gov.uk/sustainable-urban-drainage-november-2016.pdf>
21. Van Lennep, E. and Finn Tepui, S., 2008. "Green Roof over Dublin: A Green Roof Policy Guidance Paper for Dublin", <http://www.dublincity.ie/sites/default/files/content/WaterWasteEnvironment/WasteWater/Documents/DCC%20Green%20Roof%20Draft%20>

4

נגר: גישה חדשה לניקוז עירוני

כתיבה • מיכל צרפתי¹ • רינת שפרן² • ג'ניה גוטמן³ • ינאי עמיעז⁴



תקציר

מי הגשם הופכים לנגר עירוני כאשר הם פוגעים בתכסית עירונית אטומה (גגות, כבישים, מדרכות וכד''). נראה כי בעונות החורף האחרונות הולכת וגדלה כמות הנגר הזורם ברחובות, ולמעלה ממחצית כמות המשקעים בעיר הופכת לנגר עירוני בשל התרחבות השטחים האטומים. המים הזורמים ברחובות העיר גורמים להצפות ולנזקים חמורים ובעקבות זאת נאלצות הרשויות המקומיות לשאת בעלויות של נזקי הנגר המגיעות עד עשרות מיליוני שקלים בשנה, הן בשל התחזוקה היקרה של מערכות המים והן בשל תביעות התושבים בגין נזקים. מי הנגר הזורמים אל מחוץ לעיר לאחר שאספו עימם מזהמים עשויים לפגוע בנחלים ובים. גישה חדשנית הקרויה "עיר רגישת מים" או "תכנון רגיש מים" (תר"מ) רואה במי הנגר העירוני משאב מים ציבורי ולא מטרד. גישה זו מציעה להפוך את הנגר למשאב מניב למען הציבור ולמען משק המים הארצי. ידועות שיטות רבות ליישום הגישה, החל מתכנון להגברת החלחול באמצעות ניצול הטופוגרפיה והגיאולוגיה המקומית, טיפול בגישת ריבוי התועלות, שימוש בנגר בפארקים לרווחת התושבים והטבע וכלה בטכנולוגיות שונות כמו טכנולוגיית הביופילטר. כמו כן מוצעות דרכים נוספות לטיפול בנגר ברמות שונות של עלויות.

טיפול בנגר בגישת תר"מ יסייע בהקטנת כמויות הנגר ובצמצום הנזקים הכלכליים לרשות, יחסוך לרשויות עלויות השקיה, ויתרום לטיפול הסביבה העירונית ואזורי הפנאי והנופש. בעקבות זאת יעלה ערך הנכסים. השיטה אף תתרום לשיפור איכותם של מי השתייה לתושבים ותועיל רבות לסביבה ולבריאות התושבים.

¹ עמיתת ממשק, תכנית יישום מדע בממשל, מינהל פיתוח, משרד הפנים

² מנהלת אגף פיתוח מוניציפלי, מינהל פיתוח, משרד הפנים

³ אגף שימור קרקע וניקוז, משרד החקלאות ופיתוח הכפר

⁴ עמיתת ממשק, תכנית יישום מדע בממשל, אגף תכנון ברשות המים והאגף לשימור קרקע וניקוז במשרד החקלאות ופיתוח הכפר



תצלום באדיבות כבאות והצלה לישראל

ניקוז עירוני חדש: התייעלות כלכלית דרך ניהול הנגר העירוני

נגר עירוני

רקע

בכל שנה סובלות ערים בישראל מהצפות חמורות בעונת הגשם. הנוק הכלכלי הישיר והעקיף מאירועים אלה נאמד בעשרות עד מאות מיליוני שקלים בכל שנה, ורשויות מסוימות, כדוגמת עיריית אשקלון, נאלצות לספוג נזקים כספיים כבדים.

להצפות סיבות שונות, בהן שטח נרחב ברחבי העיר שבו המים אינם מחלחלים, בייחוד בשנים האחרונות שבהן נוצרו שטחים רבים אטומים לחלחול בעקבות הפיתוח המואץ (60% ממי הגשם בעיר זורמים ברחובות לעומת 10% הזורמים בשטח מחלחל, למשל, בפארקים ובשטחי חקלאות), צנרת ישנה שאינה עומדת בעומס, פסולת המצטברת בתעלות הניקוז ומפריעה לזרימה, תכנון לקוי של שיפועי הרחובות ועוד.

הנזקים הכלכליים הכבדים בתוך הערים (כדוגמת אירועי הצפה באשקלון, בכפר סבא, בחיפה ובנתניה בחורפים בשנים האחרונות) כוללים פגיעה בתשתיות הניקוז והביוב, בכבישים ובמבנים, וכן קריסת שלטי פרסומת ועצים, אשר החלפתם ותיקון הנזק שנגרם בשל נפילתם יקר מאוד, משתק את התנועה בכבישים ואת המסחר ומסכן את בריאות התושבים ואת חייהם. גם לרכוש נגרמים נזקים, למשל הצפת בתים פרטיים (תמונה 1) ובתי עסק, נזק לכלי רכב פרטיים ולאוטובוסים ציבוריים (תמונה 2), נזק למבני ציבור כגון בתי ספר, שווקים ועוד. כל אלה מסבים עוגמת נפש לתושבים וגוררים תביעות נזקים נגד העירייה.

גם מחוץ לערים נגרמים נזקים, למשל זיהום הקרקע והמים בשטחים הפתוחים בנחלים ובים בשל פגיעה קשה בהם עקב מי הניקוז הזורמים מהעיר. מי הניקוז המגיעים מן העיר אל התעלות אוספים בדרכם שמן ודלק מתחנות דלק, מזהמים אורגניים, מתכות כבדות, חיידקים פתוגניים ופסולת מהרחוב ומהצנרת; ביציאה מהעיר הם מזהמים את מי התהום, את מי הנחלים ואת מי הים. כל התופעות

הנלוות הללו מתרחשות על אף ההשקעה הרבה של הערים בתשתיות הניקוז התת-קרקעיות היקרות.

1



הצפה בעקבות אירוע גשם בבית פרטי בשדרות, יוני 2018
הצילום באדיבות שי מכלוף, וואלה! NEWS

2



תכנון שלא בהתאם לטופוגרפיה טבעית: תיעול עירוני שאינו עומד בעומס ותכסית מבטון שאינה חדירה למי גשם גורמים להצפות ברעננה בכל שנה | תצלום באדיבות כבאות והצלה לישראל

העתיד צופן בצורת – מי הנגר העירוניים יכולים לסייע

עקב שינויי האקלים הצפויים בעולם, תקופות בצורת ממושכות עשויות להיות תדירות וקשות יותר. לדוגמה, בחורף 2017–2018 עמד ממוצע המשקעים הארצי על 83% מהממוצע השנתי (תקף לסוף אפריל, על פי אתר תחזית מזג האוויר בישראל ורשות המים). כמות המשקעים צפויה להצטמצם ב-10% עד שנת 2020 וב-20% נוספים עד שנת 2050.¹⁷ עם זאת, בד בבד עם הקטנת כמות מי הגשם הצפויה בשנים הבאות, שינויי האקלים כוללים גם שינויים במשטר הגשם, קרי: עלייה בשכיחות אירועי גשם חריגים כדוגמת הגשם הקייצי ביוני 2018, שגרם להצפות ולנזקים כבדים בשדרות, באופקים ובאשקלון.

כמות המשקעים השנתית צפויה להתחלק בעתיד על פני מספר קטן יותר של אירועי גשם רבי-עוצמה. הגידול בעוצמות הגשם גורם לשינוי במשטר ההידרולוגי של אגני הניקוז ולעלייה בכמויות הסחף ובספיקות השיא. על פי הערכות של גורמים שונים, בישראל נשטפים לים 40–144 מיליוני מ"ק בשנה (כמות השקולה ל-50 ס"מ בקירוב במפלס הכינרת) ממאות נקזים הבנויים לחופי הארץ ומנגר הזורם על הכבישים (השירות ההידרולוגי, אגף ים וחופים,¹⁷).

האם אכן צריך להשתמש גם בנגר עירוני בעידן ההתפלה?

בשנת 2007 החלה ישראל להפעיל מיזמים רחבי-היקף להתפלת מים ועד 2020 צפויה הפקת המים המותפלים לעמוד על 650 מיליון מ"ק בשנה¹⁸. תהליך הפקת המים המותפלים כרוך בשימוש רב באנרגיה יקרה, הפולטת גם פחמן דו-חמצני מזהם (אתר רשות המים). מתקני ההתפלה משתמשים בשטח חוף יקר ובמסגרת התהליך מוזרמת חזרה לים תמלחת בריכוזים גבוהים, פעולה הגורמת לשינוי – וייתכן גם לפגיעה – במערכות האקולוגיות הימיות². בשנת 2018 רוב המים לשתיה ולחקלאות ברחבי הארץ הם מים מותפלים (אתר רשות המים).

אם כן, נקלענו לאבסורד: כדי להתמודד עם מי הגשם בעיר וגם כדי לצרוך אותם, המדינה והרשויות יחד משקיעים כספים ארבע פעמים: בפעם הראשונה בניקוז המים מהערים לים; בפעם השנייה בהתפלת מי הים, בפעם השלישית בהולכת המים ממפעל ההתפלה לערים, ובפעם הרביעית – בעלויות הנזקים הנגרמים ממי הנגר ברשויות. ניתן לחסוך את כל העלויות הללו בשימוש נכון במי הנגר.

הקושי: גישת "עסקים כרגיל" המאפיינת כיום את הרשויות המקומיות

1. לרשויות אין כלים להתמודדות עם מצבי קיצון כמו יובש, בצורת ושיטפונות הצפויים עקב שינויי האקלים.

2. גידול האוכלוסייה מצריך להגדיל את כמויות המים שצורכים התושבים. היקפי בנייה נרחבים יותר גורמים לאיטום קרקע מחלחלת ולהחמרת השיטפונות.

3. מערכות הניקוז הקיימות אינן מסוגלות להכיל את כמויות הנגר והמים מצפים את הרחובות ואת התשתיות העירוניות. האזרחים הניזוקים תובעים את הרשויות בגין הנזק שנגרם לרכושם והתביעות גוזלות זמן וכספי ציבור³. בנוסף, במהלך הזמן הנדרש לשיקום מפגעי ההצפות נאלץ הציבור הרחב לחיות בסביבה הרוסה ולעיתים מסוכנת וגם לא נעימה לעין⁴.

4. שדרוג מערכות הניקוז הקיימות למערכות בעלות נפח גדול יותר מצריך השקעה כספית עצומה מצד הרשויות המקומיות. יתר על כן, המערכות המתקדמות מצריכות תחזוקה ותפעול יקרים.

5. מי הנגר הזורמים מהעיר מגיעים מזוהמים לנחלים, לאגמים, לחופים ולים ופוגעים בתשתיות התיירות, הפנאי והנופש של התושבים⁵.

6. המילוי החוזר של מי הגשמים לאקוויפרים הולך ופוחת ולכן נפגעת איכות המים הנשאבים מהם, אותם מים המשמשים את תושבי העיר. בנוסף, בגלל שאיבת יתר נוצר הפרש בגובה מי התהום ולכן מי הים חודרים לאקוויפר וכך נגרמת המלחת מי התהום ואיכותם נפגעת.

7. בריאות הציבור ורווחתו נפגעות משום שזוהמים הנישאים במי הנגר עלולים לסכן את הבריאות, אם ישירות עקב זיהום מקורות השתייה או זיהום חופי רחצה ואם בעקיפין עקב היווצרות אתרי דגירה ליתושים מפיצי מחלות⁴.

התמודדות עם כל הבעיות הללו מצריכה השקעה של כסף רב (עד עשרות מיליוני שקלים) שהרשות נאלצת להוציא מדי שנה בשנה.

1. עקרון המניעה: הגברת החלחול באמצעות תכנון עירוני נכון

שימור אזורים מחלחלים מפני איטום

בנייה נרחבת בערים ללא התחשבות בסוג הקרקע וביכולת הספיגה שלה גורמת להגברת הבנייה באזורים שקרקעותיהם מחלחלות ולהפך. הדבר מגביר את כמות המים הזורמים ברחובות בחורף, תעלות הניקוז אינן עומדות בעומס המים ולכן מופיעות הצפות ונגרמים נזקים. בעת תכנון שכונה חדשה יש להקפיד על שימוש בתנאים הטבעיים והטופוגרפיים של המקום לתיעול מי הגשם, על השהיית מי הנגר ועל החדרת המים במקום שבו ירד הגשם. רכיבים אלה הם שלד התכנון. האזורים המחלחלים ישמשו כאגנים להשהיית מי הנגר ולחלחולם ברמה המקומית, ועל כן תצטמצם כמות המים המגיעה לתעלות הניקוז. בעקבות זאת יפחתו עומס המים וההצפות ברחובות⁶. יש המעריכים כי אגני השהיית מי גשם מקומיים והחדרת המים למי התהום עשויות לחסוך 25% ויותר בעלויות התפעול, התחזוקה והשיקום של קטעי תשתיות לאחר הצפות. טיפול מקומי מיידי במי הנגר מאפשר לחלול מהיר של כמות קטנה יחסית של מים ומונע נזק הנוצר מזרימה של כמות גדולה של מים⁶.

הכנון שטחים ציבוריים פתוחים (שצ"פ) (לא

מעל חניונים ולא מעל מבנים תת-קרקעיים) חייב להקפיד שמי הנגר יורמו במורד ויחלחלו בקרקע לא אטומה למי התהום. באזורים בעלי קרקע מחלחלת ומי תהום גבוהים יחלחלו המים לאקוויפר בתוך זמן קצר. באזורים שבהם הקרקע איננה מחלחלת, ייווצר ככל הנראה אגם או שלולית חורף, וניתן לשלבם במרכז הפארק כבריכה אקולוגית כדוגמת הבריכה בעמק הצבאים בירושלים, שלולית החורף בנתניה הבריכה האקולוגית בפארק מרמלדה בבאר שבע (תמונה 3) ועוד.

האם ניתן לפתור את הבעיה?

מומחים מעריכים כי הפתרון הישים והזול ביותר לבעיית ההצפות בערים היא גישה חדשה לניקוז, אשר תתגבר על העובדה כי עיר היא מקום שמי הגשמים אינם מחלחלים בו.

שימוש בגישת תכנון עירוני רגיש למים (תר"מ) ככלי לניהול נגר מקיים

גישת תכנון רגיש למים, ובקיצור תר"מ, רואה במי הנגר **משאב**. ניתן ליישם את עקרונות תר"מ הן בשכונה ותיקה והן בשכונה העתידה להבנות. גישה זו משלבת תכנון עירוני וניהול משאבי מים, והיא אמורה למצוא דרכים חדשניות לניהול מי הנגר העירוניים בדרך יעילה ובת-קיימא. גישה זו גורסת, שניתן להפיק ממני הנגר תועלת רבה אם מנהלים אותם ומשיבים אותם בשיטה המותאמת לתנאי המקום מבחינת המאפיינים השונים כמו האקלים, סוג הקרקע, הטופוגרפיה, שימושי הקרקע ועוד.

ניהול יעיל של מי הגשמים יכלול תפיסה של מי הגשמים באופן מקומי (קציר גשם), טיהורם או אגירתם באתרים ייעודיים כמו בריכות נוי, גגות ירוקים, אתרי נופש ומאגרי מים, והחדרתם למי התהום. תר"מ הוא תחום חדש המתפתח בעיקר בארה"ב ובאוסטרליה, שהן מדינות שבהן אזורים הדומים לישראל מבחינת האקלים השורר בהם.

חילקנו את הדרכים ליישום עקרונות תר"מ לקטגוריות אחדות תוך הצגת דוגמאות לפעילויות הנעשות בארץ.

3



תמונה 3: פארק מרמלדה בבאר שבע – בריכה אקולוגית במרכז השצ"פ | צילום: מיכל צרפתי

2. עקרון ריבוי התועלות: שימוש במי נגר בפארקים לרווחת התושבים והטבע

"נוף כחול" ופארקים עירוניים

"נוף כחול" משמעו שכונת מגורים או אזור תעסוקה שבהם נוף של אגם או של שלולית חורף. נוף זה מעלה את ערך הנכסים באזור ולפיכך גם עולים מיסי הארנונה שהרשות יכולה לגבות.

דוגמאות לפרויקטים הנהנים מ"נוף כחול":

בשכונת המגורים "המשולש הגדול" בקריית קריניצי ברמת-גן אמור להיבנות אגם מלאכותי להשחיית נגר. האגן יכול כ-3,000 מ"ק (3 מיליון ליטרים) והמים יושהו בו ל-48 שעות ויזרמו באיטיות למי התהום.

במרכז המסחרי ליד אגם הסופרלנד בראשון-לציון הוקם אגם מלאכותי, ומילוי אינו מצריך השקעה כספית מצד

הרשות: האגם מנקז אליו מי גשמים בחורף ומי מזגנים בקיץ. האגם מושך עסקים כמו "יס פלנט" שהוקם בסביבתו והמקום הפך לאזור תעסוקה מצליח המשלב מוקדי תיירות שונים. עם זאת, המים זורמים לאגם מכל רחבי העיר ושוהים באגם במצבם הראשוני עד הזרמתם לאגם הנקי (תמונה 4). נאסרו בו פעולות שיט, דיג, גלישה וכד' מחשש שהמים מזוהמים. הקמת האגם נעשתה באמצעות תאגיד המים, הביוב והניקוז "מניב ראשון", שהוא תאגיד פורץ דרך המוביל גישה חדשנית, שלפיה הוא אחראי גם למי הניקוז (נוסף על מי הביוב), ובהסכם ייחודי עם רשות המים הוא קונה מים במחיר מסובסד. לדברי אנשי התאגיד, בזכות האגם נרשם חיסכון של כחמישה מיליון ש"ח בכל שנה מכספי הציבור.

4



אגם הסופרלנד, בסמיכות למרכז מסחרי משגשג: יס פלנט, הסופרלנד, אמפיפארק. התמונה באדיבות תאגיד מני"ב, ראשון לציון

עמק הצבאים בלב ירושלים הוא אתר הטבע העירוני הגדול בארץ שתוכנן בשיתוף הציבור. שטח העמק כ-200 דונם ובו חי עדר של 30 צבאים בקירוב. בעמק הוקמה מערכת מלאכותית המבוססת על נגר שנאסף מנחל רקפות העולה על גדותיו בחורף, גורם להצפות ומזרים איתו מזהמים עירוניים. הוקמו חמש בריכות הכוללות מערכת טיהור המבוססת על משאבה המסחררת את מי מאגר הקליטה. סינון המים וטיהורם נעשה באמצעות צמחייה, ובמקום יש מפלים, אפיק אבנוני ועוד בריכות שבהם המים מושהים ובאים במגע עם צומח של בתי גידול לחים (ראו מפת עמק הצבאים) (תמונה 5). המים מנחל רקפות מגיעים לפארק הצבאים לטיהור, עודפי מים מטהרים שעברו במערכת גולשים מהמאגר התחתון וממשיכים לזרום בנחל רחביה שהוא יובל של נחל שורק. כלומר, המים שיוצאים מפארק הצבאים לנחל רחביה ולאחר מכן לנחל שורק הם מים נקיים ומטהרים לעומת מצבם בנחל רקפות ולפני הגעתם לפארק עמק הצבאים.

מאפריל 2017 מוזרמים לאגם הגדול בעמק במהלך הקיץ מים מושבים ממכון טיהור השפכים בהר חומה. מערכת המים הקיצית מאפשרת להפיק כמויות גדולות של מים גם בחודשי הקיץ. אלפי אנשים מבקרים בעמק הצבאים בכל חודש והוא ריאה ירוקה בתוך העיר בין שכונות מגורים וכבישים סואנים. הנחל והבריכות משמשים בית גידול לצמחי מים ולחיות בר והם גם חיץ בין המטיילים לבין עדר הצבאים החי בעמק (תמונה 5).



מפת הפארק | הצילומים והמפה באדיבות עמיר בלבן



פארק הצבאים במהלך הקמתו בשנת 2015 (תמונה עליונה) ולאחר השלמתו ב-2016 (תמונה תחתונה)

3. טיפול בגישה טכנולוגית

ביופילטר

דרך נוספת לאסוף מי נגר ולטהר אותם היא באמצעות מערכת ביופילטר - טכנולוגיה ירוקה, המתבססת על תהליכים ביולוגיים ופיזיקליים טבעיים וידידותיים לסביבה. הביופילטר נועד לקצור את מי הנגר העירוני, להשהותם ולטהרם, ולאחר מכן להחדירם לשכבת מי התהום או לנתבם לנחלים או לבריכות חורף או להפנותם לכל צורך אחר. הביופילטר נראה כגינה לכל דבר ומכאן שמו הנוסף, "גינת גשם". הוא מורכב מצמחים ייחודיים ומשכבות מצעים שעוביין 50 ס"מ ועל כן הוא מונח על תשתיות קיימות. הביופילטר הוא חלק בלתי נפרד מפיתוח הנוף והוא למעשה גינות עירוני פונקציונלי הקוצר מי נגר במופעי נוף שונים כגון איי תנועה, פארקים ציבוריים, פסי גינות לאורך המדרכה או כל צורה אדריכלית מתאימה. הביופילטר ממוקם בדרך כלל באזור נמוך מבחינה טופוגרפית במעלה אגן הניקוז, ומי הנגר מתקדמים אליו בכוח הגרביטציה, ללא השקעת אנרגיה.

המיקום נקבע במעלה ולא במורד כדי להפחית את כמויות המים הזורמים במורד ולהקל על מערכות הניקוז באזורים הנמוכים ביותר והעמוסים ביותר מבחינת כמויות המים לניקוז. בתת-הקרקע הביופילטר מכיל כחמש שכבות סינון של חומר בעל שטח פנים גדול, המאפשר תהליך של סינון וטיפול על שכבות קרקע וחול עם תוספים וצמחים. התהליך מסלק מהמים שאריות דלקים, מתכות כבדות, חיידקים מחוללי מחלות כגון חיידקי צואה ואי-קולי, זרחן וחנקות, ומספק מים באיכות של מי שתייה. טכנולוגיה זו הוטמעה בכל המדינות והטריטוריות באוסטרליה ומאז 2010 תוכננו בישראל שלושה מתקני חלוץ בהתאמה לצרכים ולתנאים המקומיים: בכפר סבא, בבת ים וברמלה. שלוש המערכות הן חלק ממחקר יישומי של כמה גופים - המרכז לערים רגישות למים בישראל, קק"ל, רשות המים, התחנה לחקר הסחף, חברת "מקורות" וכן הרשויות המקומיות ותאגידי המים שלהן.

6

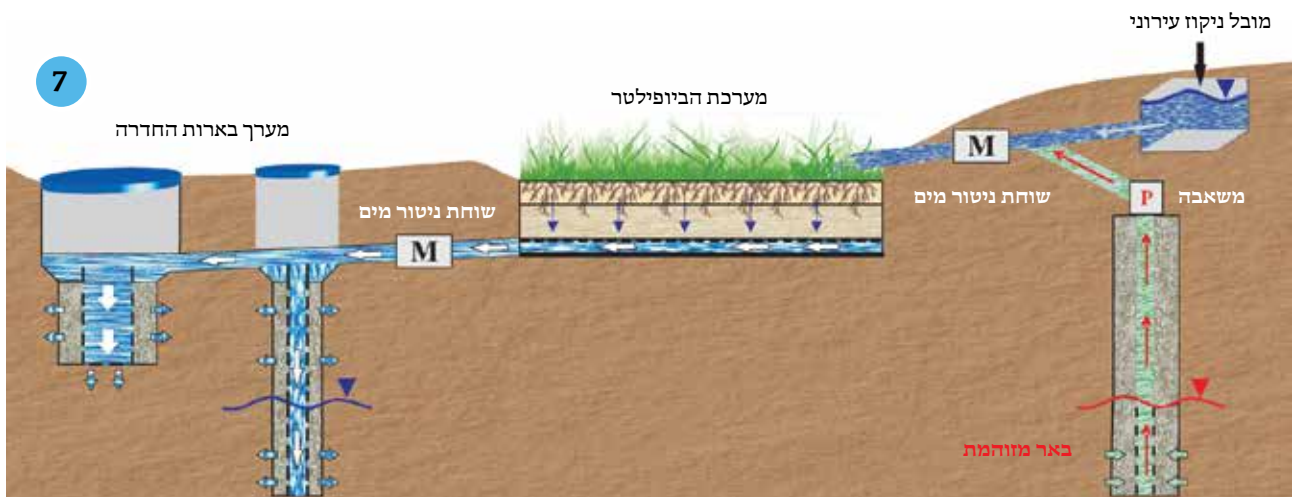


ביופילטר רב שימושי-היברידי בכפר סבא להשבת מי נגר עירוני בחורף ולהחדרתם - ולשיקום מי תהום מזוהמים בקיץ במופע נוף של אמפיתאטרון התמונה באדיבות ד"ר ירון זינגר

הביופילטר בשנת 2010 כ-1,500 מ"ק מים? את העודפים הבלתי מנוצלים (10%-15% בלבד) תמשיך המערכת להזרים בחורף אל ערוץ נחל רעננה, שאפיקו שוכן מצפון לביופילטר. בקיץ, כשאין נגר, קולט הביופילטר מים מזוהמים בחנקות מבארות שאיבה לא פעילות, מסנן אותם ומטהר אותם לכל שימוש שהוא, לרבות מי שתיה, תוך שיקום האקוויפר (תמונה 7).

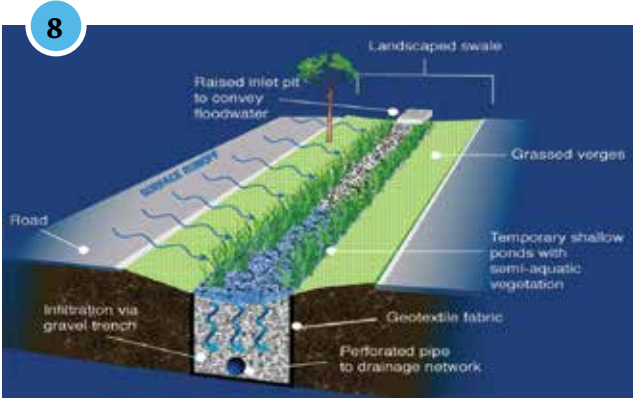
מערכת הביו-פילטר בכפר סבא צמודה לפארק העירוני "הפארק הירוק" (תמונה 6). המערכת תוכננה להתמקד בצרכים העירוניים, והשבת מי הנגר העירוני נעשית תוך העשרת אקוויפר החוף בחורף. בקצה המזרחי של שטח הפארק עובר מובל ניקוז של מי הגשמים המנקז שיש משטחה העירוני הצפון-מערבי של כפר סבא. צינור המונח על רצפת המובל מזין את הביופילטר וקולט באגן ההיקוות 80%-90% מכמויות הגשם. כמערכת הדגמה קלט

7



תרשים מערכת הביופילטר בכפר סבא. המים נקלטים ממובל ניקוז עירוני או מבארות מזוהמות ולאחר טיהורם בביופילטר הם זורמים למערך בארות החדרה למי התהום

כאמור, שתי מערכות ביופילטר נוספות עדיין בתהליכי בנייה, ברמלה ובבת-ים. מתקנים אלה בחנו שתי סביבות שונות: ברמלה תנוקז כמות גדולה של מים מציר תנועה בין-עירוני מרכזי - כביש 40, ובבת-ים יוקם הביופילטר בשכונת מגורים קיימת ויתמודד עם הצרכים של אוכלוסייה עירונית צפופה. בה בעת נבחנת בבת-ים מערכת ביופילטר מודולרית, ללא צמחים, המאפשרת להשיב מי נגר ולטהרם באתרים שבהם אין מקום או אין שטח ציבורי פתוח (שצ"פ) להתקין ביופילטר עם צמחים, ועל כן היא מתאימה לאזורים צפופים במיוחד (תמונה 8).



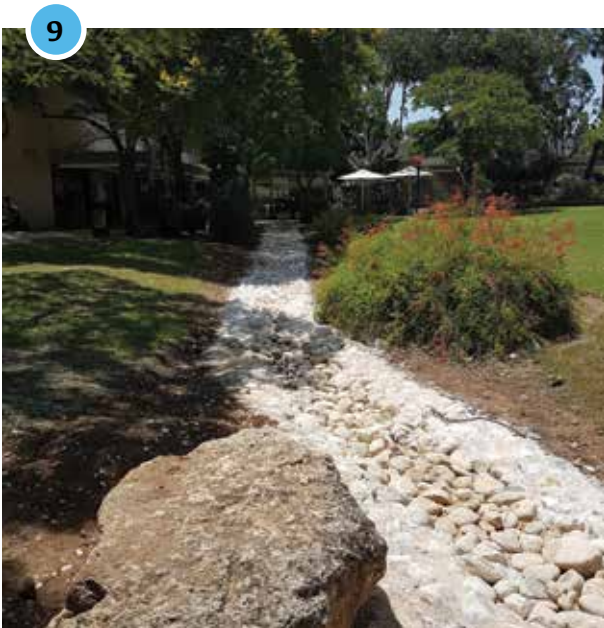
ביופילטר בעיר מלבורן שבאוסטרליה, במופע נוף של אי-תנועה מונמך המנקז את שני צידי הכביש. בישראל עדיין לא הותקן ביופילטר כזה. התמונה באדיבות ד"ר ירון זינגר

- ריצוף גינות, מדרכות ושטחי חניה בתשתית מחלחלת - מצע חולי ואבני ריצוף בעלות מרווחים ביניהן. עדיף לרצף שטחי חניה באבני חצץ התחומות בפסי בטון ולא באספלט או בחומרים המונעים חלחול.
- שימוש ברשתות ניקוז טבעיות כגון תכנון הניקוז בהתאם לתוואי הנחלים במקום כדוגמת תוכנית האב לניקוז של באר שבע.

האמצעים הללו, כולם על פי גישת תר"מ, צריכים להיבחן על פי התנאים ברשות הספציפית לצורך גיבוש כלי תכנון וביצוע על פי המאפיינים המקומיים של כל רשות ורשות.

בכל עיר ויישוב שוררים תנאי אקלים שונים ומצב טופוגרפי וגיאולוגי הידרולוגי שונה, ולכן אין פתרון אחד המתאים לכולם. יש לבדוק מהו הפתרון המתאים מתוך מכלול הפתרונות הקיימים על פי התנאים במקום ולהיעזר באנשי מקצוע לקבלת הפתרון המדויק והמתאים. עלויות הקמת ביופילטר עשויות להגיע לסכום של 2-3 מיליון שקלים ועל כך יש להוסיף את עלויות התחזוקה השוטפת.

יצוין כי קק"ל מעמידה מענקים לרשויות בתחום ערים רגישות-מים באמצעות קולות קוראים לצורך הקמת ביופילטרים. שיעור המענק עשוי להגיע ל-50% מההוצאות להקמת המערכות.



גינת גשם (swale) במרכז מסחרי ברמת אפעל | צילום: מיכל צרפתי

4. פתרונות נוספים

• נטיעת עצים וצמחייה ברחבי הרשות תורמים לוויסות הנגר ומונעת את זרימת המים על פני הקרקע. השורשים קולטים מים ומונעים את היסחפות הקרקע לנחלים ולים (יתרונות נוספים ועלויות נטיעה בפרק מספר 5 בנושא הצללה).

• נטיעה והקמה של גגות ירוקים מאפשרות לרסן את השפעת מי הנגר: הגגות משמשים כ"ספוג", והוא ממתן את מי הגשמים ואף קולט חלק מהם. נמצא כי פתרון זה יעיל וזול יחסית (ראו פרק גגות ירוקים).

• הקמת "גינות גשם" (Swale/rain Garden) - בניית שיפועים והנחת קרקע מלאכותית סמוך לכבישים, לחניות ולבתים, המשולבת באגרטים גסים העוזרים להזרים את עודפי מים שלא הספיקו לחלחל חזרה לאקוויפר⁶ (תמונה 9). עלות ההקמה מוערכת ב-500 ש"ח למטר בקירוב. Swale יכול גם לטפל במי הנגר המחלחלים לקרקע באמצעות יחידת סינון עם מצעים שונים המטהרים את המים - ואז הוא ייקרא Bioswale. עלות הקמתו מוערכת ב-1,000 ש"ח למטר בקירוב.

כדאי לרשויות להטמיע את גישת התר"מ בתכנון מסיבות אלה⁴

גישת תר"מ חותרת להחלפת מערכות ניקוז יקרות במערכות זולות יותר ובה בעת מקטינה את הסיכון של תביעות משפטיות נגד הרשות בשל נזקי הצפה. על פי הערכות כלכליות⁵, החיסכון עשוי להגיע למאות מיליוני שקלים. פיתוח אזורי השהיית נגר והחדרתו (חניות מחלחלות, ביופילטר, פארקים ועוד) גם מפחיתים את הצורך בשרדוג מערכות ניקוז ישנות. לגישה זו יתרונות נוספים:

1. מתקני ויסות והשהיה של הנגר הממוקמים בשצ"פיים העירוניים עשויים לחסוך בעלויות ההשקיה של הגנים הציבוריים והפארקים⁴.

2. המתקנים תורמים לטיפול סביבה עירונית ייחודית ולטיפול אזורי טיילות, תיירות, פנאי ונופש.

3. ערך הנדל"ן בעיר עשוי לעלות בזכות שיפור פני העיר ומיתוג שכונות ירוקות. ערך הקרקע עולה עקב איגום ופיתוח פארקים בשיעור הנע בין 5% ל-4%²⁵. בזכות התשתית לצמצום שיטפונות עשוי ערך הנכסים באזורים אלה לעלות בשיעור הנע בין 0.4% ל-9%^{2.5}.

4. איכותם של מי השתייה לתושבים משתפרת בזכות העשרת מי התהום.

5. הסביבה יוצאת נשכרת הודות למניעת נזק אקולוגי בזכות צמצום תופעות של סחף קרקע ומזהמים לנחלים ולים.

6. נמנעת קריסה של מתקנים לטיהור שפכים (מט"שים) בזמן שיטפונות עקב חיבורים בלתי-חוקיים של צנרת הניקוז למערכת סילוק השפכים.

בכל רשות שוררים תנאים פיזיים שונים וכך גם הטופוגרפיה, סוג הקרקע, עומק האקוויפר וכו' ולכן אין פתרון אחד לכולן. יש רשויות שסובלות מנגר יותר מאחרות ויש הסובלות פחות ולפיכך אלא יש לבחון את הפתרונות בהתאם למקום. רשויות שעלויות הנזקים שלהן מהצפות בחורף גבוהות מאוד יכולות לחשב את העלות הכוללת בטיפול בנגר, כולל תחזוקה, נזקים לתשתיות, פרמיות לביטוחים, תביעות של אזרחים על נזקים לרכוש ועוד ולהחליט איזה פתרון יהיה היעיל ביותר עבורה.

שימוש בחוקי עזר לקידום גישת התר"מ

כאשר ידועה העלות הכוללת של הטיפול בנגר, הרשות יכולה להעביר בקשה למשרד הפנים לטיפול בנגר בגישת תר"מ באמצעות חוקי העזר שלה וכך לאפשר לעצמה לטפל בנושא בכוח החוק. עד כה שום רשות לא הגישה בקשה כאמור ולא יזמה חוק עזר בתחום זה.

טיפול ברמת האזור

הכרחי לבחון את נושא הנגר ברמה האזורית או האגנית, שכן המים אינם זורמים על פי הקו הכחול של הרשות היחידה. רשויות שכונות חולקות את אותו אגן היקוות ורשויות במעלה ההר מורמות מים לאלה שבמורד, ובהן מתהוות

הבעיות הקשות של מי הנגר. יתר על כן, על הרשויות שבשטחן גבול חופי לשאת באחריות למצב הים והמים הזורמים אליו מהניקוז גם בחורף. בעידן שינויי האקלים הים הוא מקום לפנאי ולנופש גם בחורף, ובשנים האחרונות אף התפתחו ענפי ספורט ימי לאורך כל ימות השנה. כאשר מים מזהמים מוזרמים לים מאגן היקוות של כמה רשויות, נוצר קושי רב בשמירה על ניקיון המים. יש ליוזם שיתופי פעולה אגניים אם דרך היחידות האזוריות לאיכות הסביבה, אם דרך איגודי ערים לאיכות הסביבה ואם דרך האשכולות המתהווים בימים אלה בחלק גדול מהרשויות ועשויים להיות גורם מאגד ומנהל לפתרון בעיות הנגר.

חסמים

1. עלויות: עלות ההקמה של מתקני תר"מ לוויסות הנגר, השהייתו והחדרתו כוללת בעיקר עלות ראשונית להקמה וכן את עלויות התחזוקה השוטפת, ששיעורן 40% מעלויות גינון קונבנציונלי. יש לכלול גם עלויות כגון בדיקות גיאומטריות, סקר קרקע, תכנון אדריכלי-נופי, עלות הקרקע ועוד. עלות הקמת מתקני או אמצעי תר"מ תלויה בתנאי האתר ובאזור הניקוז; בשל התנאים השונים בכל מקום, העלויות בין מיזם למיזם שונות במידה רבה. גם עלות הקרקע שונה ממקום למקום⁴. עלויות נוספות המגולמות בניהול הנגר, שאינן קשורות בהקמת מתקני או אמצעי התר"מ, כוללות פעולות כגון ניקוי הרחובות, זיהוי ומניעת חיבורים בלתי חוקיים בין צנרת הניקוז לצנרת הביוב, חינוך והסברה לציבור, שינויים בשימושי הקרקע וצמצום בשטחים בלתי חדירים, איסוף אשפה, אחסון הולם של חומרים ועוד⁴.

2. ריבוי הגורמים המעורבים: ניהול הנגר בתוך הרשות המקומית מפוזר בדרך כלל על פני כמה מחלקות, למשל: גופי התכנון, מחלקת התשתיות, המחלקה לשיפור פני העיר, מחלקת האכיפה ותאגיד המים והביוב (אם קיימים), מחלקת הקיימות וכו'. הפיזור עלול לעורר בעיות בתקשורת ולהעביר את האחריות ממחלקה למחלקה. ריבוי הגורמים ופיזור הסמכויות מקשים על הרשות המקומית לטפל במי הנגר כנדרש.

רגולציה

שני תתי סעיפים בתמ"א 35 עוסקים בשימור משאבי מים: 10.2 - שימור משאבי מים (מסומן בתשריט בקווים כחולים אלכסוניים מקוטעים)

10.2.1 - מוסד תכנון הון בתכנית בתחום שטח שימור משאבי מים ישקול את הצורך בקביעת הוראות בדבר חידור מי נגר עיליים.

10.2.2 - תכנית מקומית בתחום שטח שימור משאבי מים, שלדעת מוסד תכנון עלולה לגרום לזיהום מי התהום, תלויה בחוות דעת הידרולוגית ובהוראות למניעת הפגיעה במי התהום.

בתמ"א 4/334 מוקדש פרק ד' כולו לניצול מיטבי של מי הנגר העילי ולהעשרת מי תהום (ראו במסגרת).

תמא 34 ב' / 4, פרק ד', ניצול מיטבי של מי נגר עילי והעשרת מי תהום

22. תכנית לשימור ולניצול מיטבי של מי נגר עילי העילי בתחום התכנית.

22.1 תכנית להרחבה ניכרת תכלול נספח שמטרתו שימור וניצול מיטביים של מי הנגר. הנספח יכלול בין היתר:

22.1.1 הנחיות ופתרונות, במידת האפשר, לניצול מי הנגר העילי, לשימושים שונים כגון: העשרת מי תהום, השקיה, אגירה לצרכי נופש ופנאי, לצרכי תעשייה או קירור, הפנייתם לנחלים לשם שיקומם או לשימוש מותר אחר.

22.1.2 הנחיות לשימוש בשטחים ציבוריים פתוחים לקליטה והשהייה של עודפי נגר עילי מאזורים בלתי מזוהמים, הן משטחים במעלה התכנית שלא ניתן להחדיר בהם מים, והן משטחים בנויים סמוכים, כך שניתן יהיה לנייד מי נגר ממתחם למתחם ולהחדיר למי תהום.

22.2 נספח כאמור בסעיף 22.1 יכול שישמש חלק מנספח הניקוז שיוכן על פי סעיף 11 בתמ"א 34/ב'.

22.3 מצא מוסד תכנון כי לא נדרשת הכנת נספח לשימור ולניצול מי הנגר העילי כאמור בסעיף 22.1, יחולו על התכנית ההוראות האמורות בסעיף 23, בהתאם לאזור בו נמצאת התכנית.

23. הוראות בדבר העשרת מי תהום בתכנית מפורטת

23.1 תכנית מפורטת, שאינה תכנית להרחבה ניכרת כאמור בסעיף 22, בתחום אזורים א' ו-א'1 המסומנים במפה מס' 2, הכוללת שינוי ייעוד משטח פתוח לשטחי בינוי ופיתוח, לרבות דרכים, או תכנית מפורטת המשנה את מערך השטחים הפתוחים והתכנית הבנויה בתחומה, או תכנית שחלות בה הנסיבות של סעיף 22.3, תכלול הוראות בדבר שימור וניצול מי נגר עילי, השהייתם והחדרתם לתת הקרקע להעשרת מי תהום.

23.2 הוראות התכנית בדבר שימור וניצול מי הנגר העילי ייקבעו תוך התחשבות במגמת התכנון הכולל של התכנית הנדונה ואופי הבינוי המוצע לפיה, אל מול המאפיינים הפיסיים של המקום עליו חלה התכנית, הכוללים בין השאר את המערכת ההידרולוגית הטבעית, כמויות ועוצמות הגשמים, יכולת החידור של הקרקע והמיסלע, המבנה הטופוגרפי, שיקולים של מניעת זיהום מי תהום ומניעת הצפות.

23.3 התכנית תתייחס, בין השאר, להנחיות הבאות:

23.3.1 באזור א', כמסומן במפה מס' 2, ייוותרו לפחות 15% שטחים חדירי מים מתוך שטח המגרש הכולל, במגמה לאפשר קליטת כמות גדולה ככל הניתן של מי נגר עילי וחלחולם לתת הקרקע בתחומי המגרש. השטחים חדירי מים אפשר שיהיו מגוננים או מצופים בחומר חדיר (כגון: חצץ, חלוקים וכד').

ניתן יהיה להותיר פחות מ-15% שטחים חדירי מים משטח המגרש אם יותקנו בתחומי המגרש מתקני החדרה כגון: בורות חלחול, תעלות חלחול, קידוחי החדרה, אשר יאפשרו קליטת מי הנגר העילי בתחומי המגרש בהיקף הנדרש.

23.3.2 באזור א'1, כמסומן במפה מס' 2, תקבע התכנית הוראות להעברת מי הנגר העילי מתחומי המגרשים והמבנים לשטחים ציבוריים פתוחים או למתקני החדרה סמוכים לצרכי השהייה, החדרה והעשרת מי תהום.

23.3.3 תכנון שטחים ציבוריים פתוחים, לרבות שטחים מיוערים, בתחום התכנית, בכל האזורים, יבטיח, בין השאר, קליטה, השהייה והחדרה של מי נגר עילי באמצעות שטחי חלחול ישירים, או מתקני החדרה. השטחים הקולטים את מי הנגר העילי בתחום שטחים ציבוריים פתוחים יהיו נמוכים מסביבתם. כל זאת ללא פגיעה בתפקוד ובשימושים של שטחים אלה כשטחים ציבוריים פתוחים.

23.3.4 בתכנון דרכים וחניות ישולבו רצועות של שטחים מגוננים סופגי מים וחדירים ועשה שימוש בחומרים נקבוביים וחדירים.

24. גמישות להוראות להעשרת מי תהום בתכנית מפורטת

24.1 על אף האמור בסעיף 23.3, מוסד תכנון רשאי לפטור מהדרישות המפורטות לעיל במקרים הבאים, בכפוף לאמור בסעיף 24.2:

24.1.1 התכנית חלה על מגרשים בהם הקרקעות אינן חדירות.

24.1.2 התכנית חלה בשטחים בהם קיים חשש לזיהום מי תהום בגלל קרקע מזוהמת או מי נגר מזוהמים.

26. אזורים רגישים להחדרת מי נגר עילי

26.1 הוראות תכנית החלה בתחום האזורים הרגישים להחדרת מי נגר עילי, המסומנים בצבע ורוד במפה מס' 2, והכוללות הנחיות בדבר החדרת מי הנגר העילי למי התהום, טענות אישור מנהל רשות המים. מנהל רשות המים יגיש למוסד התכנון את אישורו או את הערותיו תוך 30 יום מיום שהומצאו המסמכים הנדרשים לצורך מתן אישורו או תוך פרק זמן ארוך יותר כפי שיקבע מוסד תכנון. לא ניתנה תשובה במועד, יראה מוסד התכנון את ההנחיות כמאושרות.

26.2 המועצה הארצית, לאחר שהתייעצה עם הועדות המחוזיות הנוגעות בדבר, תהיה רשאית לשנות את תחומי האזורים הרגישים להחדרת מי הנגר העילי, כמסומן במפה מס' 2, בהתאם לנתונים שיתקבלו ממנהל רשות המים או מהמשרד להגנת הסביבה, להוסיף ולגרוע אזורים כאמור, ולא יהיה בכך משום שינוי לתכנית זו.

27. השבת מי תהום שנשאבו במהלך עבודות בניה תנאי להיתר בניה או להרשאה, לצורך בניה בתת-הקרקע, ביסוס מבנים, גשרים, הקמת מנהרות, חציבה וכל עבודה אחרת בתת-הקרקע, אשר מחייבים שאיבת מי תהום, יהיה ניצול המים או השבתם לתת-הקרקע או כל פתרון אחר, הכל בכפוף לקבלת אישור מנהל רשות המים, בהתאם לחוק הפיקוח על קידוחי מים, התשט"ו-1955.

השבת מי תהום, שנשאבו בנסיבות המפורטת לעיל, לתת-הקרקע תיעשה לאחר קבלת חוות דעת משרד הבריאות.

24.1.3 מגמות התכנון באזור מכוונות לניצול תת-הקרקע של המגרשים מים. המיועדים לבניה, בהיקפים שאינם מאפשרים השארת שטחים חדירי מים.

24.1.4 מי התהום בתחום התכנית גבוהים וקיים חשש להצפות.

24.1.5 קיימים תנאים מקומיים: תכנוניים, הידרולוגיים או אחרים לפיהם לא ניתן או לא רצוי להחדיר את מי הנגר העילי.

מוסד התכנון ינמק בכתב את הנסיבות למתן הפטור כאמור.

24.2 שוכנע מוסד תכנון כי אין הצדקה עניינית לקבוע שטחים חדירי מים בתחום התכנית, על פי האמור בסעיף 24.1, תקבע התכנית הוראות להפניית מי הנגר העילי למקום החדרה חלופי סמוך או לניצול מיטבי של מי הנגר העילי למטרות אחרות. בהעדר אפשרויות כאמור, יועבר הנגר למערכת הניקוז המקומית.

25. שיקול דעת מוסד תכנון לקבוע הוראות להעשרת מי תהום כתנאי להיתר

בתחום תכניות מפורטות שאושרו קודם אישור תכנית זו, או בתחום תכניות למרקמים עירוניים בנויים, החלות באזורים א' ו-א'1' כמסומן במפה מס' 2, ואשר אינן כוללות הוראות מפורטות בדבר שימור וניצול מי נגר עילי, יבחן מוסד התכנון את הצורך בהצגת פתרון לשימור מים בהתאם למפורט בסעיף 23 לעיל, טרם החלטתו בדבר היתר בניה.

למרות זאת, עדיין אין מדיניות לאומית ברורה לניהול הנגר העירוני וכל רשות מנהלת באופן עצמאי את מי הנגר הנופלים ברשותה על פי דרכה ותפיסתה. משום כך רשויות מקומיות סמוכות אינן מתואמות ביניהן ואינן מתואמות עם רשויות הניקוז. עומס זרימה במורד המגיע מן הרשויות השוכנות באזורים גבוהים עלול להביא לידי ניגוד עניינים ויש לחתור לשיתוף פעולה. בשנת 2004 הוציא משרד הבינוי והשיכון מדריך לתכנון ולבנייה לשימור נגר עילי בשיתוף המשרד להגנת הסביבה ומשרד החקלאות ופיתוח הכפר¹⁰. אנו ממליצים להיעזר במידע הרב במדריך מפורט זה.

דוגמה מהנעשה בארץ

עיריית הרצליה

הרחבת מסמך האסטרטגי לאזור התעסוקה לנושא נגר

עילי

התכנית האסטרטגית להתחדשות אזור התעסוקה בהרצליה נסובה על תוספת זכויות על בנייה קיימת המתווספת למימוש הר/1900 אשר לא סיפקה פתרונות לניהול הנגר העילי בתחומי המגרש. במסגרת התכנית האסטרטגית העירייה דורשת מהיזמים לספק פתרון לניהול הנגר העילי בכל מגרש ומגרש באמצעות הריסה ובנייה או באמצעות תוספת על הקיים.

על כל תכנית מפורטת לגבש אסטרטגיה לניהול מי הנגר בשטח הפרויקט, לשימוש בהם ולטיפול בהם בהשגחה, בחלחול או בהחדרה, תוך צמצום מי הנגר המופנים לתשתיות הניקוז העירוניות אם בצמצום השטח הבנוי מתחת לפני הקרקע והותרת 20% של שטחי חלחול או באמצעים אחרים אשר ייבנו על בסיס הקיים במגרש. המסמך כולל הנחיות מרחביות ובהן כמה כלים מקומיים לטיפול בנגר העילי, בניהולו ובהשגחתו, לרבות הנחיה לבניית גגות ירוקים. ההנחיות עוסקות גם בתחום זיקות ההנאה במרחב הרחוב. כל הנחיה כזו משפיעה על התכנית ועל התשתיות העירוניות.

המלצות לרשות המקומית³

• לדרוש מחברות הבנייה לבצע פעולות אלה בעת פיתוח אזור מגורים חדש:

• לשלב אדריכלי נוף, הידרולוגים ואנשי מקצוע בשלבים המוקדמים של התכנון כדי להכניס כלי תכנון למבנים חדשים;

• לא לבנות עד לגבולות המגרש בתת-הקרקע ולאפשר למי הנגר לחלחל לקרקע מבחינה הידרו-גיאולוגית במידת האפשר (אם קיים אקוויפר בעומק סביר או לא);

• לעודד הקמת גגות ירוקים העשויים לקלוט בין 10% ל-60% ממי הגשם (הקליטה תלויה בגודל אירוע הגשם)¹¹ (ראו פרק 3 - גגות ירוקים)

• להקצות די גינות ופארקים לחלחול מים במיקום טופוגרפי מתאים - שקעים או אזורים נמוכים;

• לסלול כבישים ומדרכות מחומרים חדירים למים;

• לדרוש מחברות הבנייה לבצע פעולות אלה בעת פיתוח אזורי מגורים קיימים (למשל, התחדשות עירונית):

• לבצע סקרים לאיתור חיבורים בלתי-חוקיים בין מערכות הביוב ומערכות הניקוז;

• להקטין את מספר המרזבים המחוברים למערכת הניקוז ואף לבטלם לחלוטין;

• לקנוס מפעלים המזרימים לרחובות נגר מזוהם באמצעות מרזבים;

• להגדיר נוהלי תחזוקה למערכת הניקוז הכוללים ניקוי סבכות, ניקוי רחובות מפסולת ומבדלי סיגריות, להתקין על פתח הנקזים העירוניים אמצעים לאיסוף הפסולת כדי למנוע סתימות וזרימת פסולת לים;

• לדרוש ממתכננים לערוך סקר גיאו-הידרולוגי לפני תהליך התכנון ולא בסופו, כמקובל, שיקבע היכן נמצאת הרשת ההידרולוגית כדי למנוע פיתוח בסמיכות לאפיקי ניקוז טבעיים, למפות את המקומות הרגישים להחדרת מים ולטפחם לקליטת נגר. על פי סקר זה יוכל המתכנן להחליט החלטה מושכלת על מיקום השכונה ועל מיקום הגינות הציבוריות או הפארקים. דוגמה לתכנון שלא התחשב במצב הגיאו-הידרולוגי היא תחנת הרכבת בהרצליה, הבנויה במקום נמוך ומנקזת אליה את מי הנגר בחורף ולכן נגרמות בה הצפות.

דוגמאות מהנעשה בעולם

מדינות שונות בעולם בחרו להתייחס אל הנגר כאל משאב ומתוך גישה מקיימת, והן מנהלות אותו בדרכים שונות. להלן דוגמאות אחרות:

אוסטרליה

ניהול הנגר העירוני נעשה על פי עקרונות גישה Water Sensitive Urban Design (WSUD), ולה שתי מטרות: צמצום זיהום הים והחופים על ידי מי נגר מזהמים וניצול הנגר כמקור מים. על פי הניסיון באוסטרליה, ניהול נגר עירוני במקור הצליח להקטין את קוטרי הצנרת בעיר ב-50% בקירוב ואף צמצם את בלאי הכבישים בזכות מיתון הזרימות.

חוקי המדינה והממשלה הפדרלית מעודדים לאמץ ניהול נגר בגישה המקיימת את הרגולציה ומדיניות התכנון מתוות הממשלות המקומיות (Local Governments) של המדינות והטריטוריות, אך הערים והמחוזות הם שקובעים את אופן ניהול הנגר בפועל^{12,13}. בכל אחת מחמש המדינות באוסטרליה הוקם מנגנון שונה המותאם לצרכיה. במלבורן למשל (מדינת ויקטוריה) מנתבים את המים לנחלים ובסוף מזרימים אותם לים. יום חייב להראות כיצד הוא מנהל את הנגר הן מבחינה כמותית והן איכותית. אם אין באפשרותו לנהל את הנגר על פי הנהלים, הוא ישלם קנס (לדוגמה, מעל 1000 דולר לכל ק"ג חנקן המשתחרר לקרקע).

בריטניה

ניהול הנגר העירוני בגישה מקיימת נקרא Sustainable Drainage System (SuDS)¹⁴. הגישה חותרת להביא לידי צמצום נזקי השיטפונות שהתעצמו עם התפתחותו של המרחב הבנוי והיא באחריותו של ארגון תעשיות הבנייה, המחקר והמידע (CIRIA). היות שה-SuDS אינו רלוונטי אך ורק למרחב העירוני, תחומי האחריות והסמכות למבקשים לתכנן על פי עקרונות הגישה מחייבים מעורבות של בעלי עניין רבים כגון הרשויות המקומיות, רגולטורים סביבתיים, רשויות ביוב, רשויות כבישים ועוד. מטרות השיטה דומות מאוד למטרות גישה תר"מ: מגירת המים או שימוש חוזר בהם במקור (למשל באמצעות גגות ירוקים, אגירה של המים להשקיית גינות), לשם הקטנת שיעור מי הנגר הזורמים מהעיר דרך תעלות הניקוז למקורות מים טבעיים, ולמען שיפור איכות המים. מים שבכל זאת יגיעו למקורות המים יטוהרו באמצעות גינות גשם (swales) או תעלות סינון וטיהור. המים נאספים ומושהים במאגרים כמו בריכות טבעיות או מלאכותיות או שלוליות לצורך הקטנת כמויות המים הזורמים לנחלים ולים.

ארצות הברית

הסוכנות האמריקנית להגנת הסביבה (EPA) היא הארגון התומך בהנחלת הגישה המקיימת לניהול נגר עירוני – Low Impact Development (LID) ופועל להפצתה. מטרתה לצמצם את השפעתו של פיתוח הקרקעות על מאזן המים ולמנוע זיהום של מקורות מים על ידי נגר עירוני¹². בעשור האחרון הוקמו ברחבי ארה"ב כ-500 רשויות לטיפול במי נגר, ומימון נעשה באמצעות גביית דמי נגר במסגרת הארנונה. דמי המשתמש מחושבים על בסיס שטח הנכס או על בסיס השטח הבלתי חדיר של הנכס, ובאמצעותו נמדדת האחריות היחסית של בעל הנכס למי השיטפונות הניגרים. התשלום נגבה עם תשלום הארנונה של בעל הנכס ובכך הוא משקף את העלות והתועלת של אותו הנכס. החקיקה והאכיפה בתחום ניהול הנגר בגישה המקיימת אף הביאו לידי התפתחותה של תעשייה ענפה של חברות המציעות שירותי תכנון על פי עקרונות גישה ה-LID¹³. החוק בארצות הברית מתייחס להצפות משטחים עירוניים לשטחים פרטיים כאל חדירה לתחום הפרט, כלומר, אסור לרשות לגרום להפניית מי נגר לתוך שטח פרטי אם באמצעות בנייה לא נכונה ואם באמצעות תכנון לקוי של מערכות ניקוז) העלולה לגרום נזק לפרט ובלא להיות אחראית לפיצוי¹⁵.

הולנד

במדינה זו אפשר לראות דוגמה מקומית ושונה לטיפול יעיל במי נגר, בבריכת מים בכיכר במרכז העיר רוטרדם הנקראת Water Square. הבעיה ברוטרדם אינה מחסור במים אלא עודף, הנוצר בעקבות שיטפון או הצפה בשל כמויות גדולות של גשם היורדות בזמן קצר ללא אפשרות חלחול. האדריכל שחידש את הכיכר המוזנחת החליט להשתמש במי הגשם כאלמנט עיצובי ולשלבם במרחב הציבורי. המים מסוננים לפני הכניסה לכיכר, וכאשר הגשם חדל לרדת, המים נשמרים באגנים במשך 48 שעות ואחר כך מתרוקנים ישירות לקרקע או נשאבים לתעלת נוורדינגל הסמוכה. כך המים תורמים להעשרת מי התהום במקום לגרום להצפות. ניהול הנגר ומי הגשמים הפך ממשימה מייגעת למרכיב מהנה בעיצוב המרחב הציבורי.

לסיכום

בעיית ההצפות בחורף אינה בלתי פתירה. יישום גישת תר"מ, תוך הפיכת הנגר למשאב, יניב חיסכון כלכלי ניכר. אפשר ליישם את הגישה בשיטות שונות:

- תכנון בהתאם לתשתית טופוגרפית ושמירה על אזורים מחלחלים מפני איטום;
- הקמת שכונות ומרכזים מסחריים בגישת "נוף כחול": אגירת מי הגשמים, השהייתם והחדרתם או שימוש במים להשקיית הגינות הציבוריות;
- הקמת פארקים עירוניים, נטיעת עצים וצמחייה בשטחים נרחבים, תמיכה בגגות ירוקים, הקמת מערכות ביופילטר;
- ניתוק המרזבים ממערכת הניקוז;
- חקיקת חוקי עזר בנושא הנגר;
- נקיטת פעולות פשוטות יחסית כמו השארת די קרקע לחלחול, שיתוף פעולה בין הגורמים השונים ועוד;
- נקיטת פעולות בהיקף אזורי-אגני.

כל רשות יכולה לפעול על פי יכולתה למזעור הבעיה, תוך התחשבות בתנאי האקלים ובתנאים הגיאומטרולוגיים ולהתאים את הפתרון הנכון. טיפול מקומי בנגר יתרום גם לשיפור מי התהום ואולי אף יוביל לחיסכון בשימוש במים בעקבות שימוש במי גשמים להשקיה.

תודות לכל המסייעים על עזרתם האדיבה

ד"ר ירון זינגר מהמרכז לערים רגישות למים בישראל, עמיר בלבן מהחברה להגנת הטבע, נדב שפירא מהפקולטה לארכיטקטורה בטכניון ומרכז לערים רגישות למים בישראל, ויטלי רוייטמן מנהלת המים, רחלי קולסקי מהאגף לתכנון ארצי במנהל התכנון, ד"ר ערן אטינגר מאגף שימור קרקע וניקוז במשרד החקלאות, גילת לזוינגר מנהלת מחלקת פיתוח סביבתי, מנהל הנדסה, עיריית הרצליה, רב רשף טל וולבוביץ', ראש ענף הסברה והדרכת אוכלוסייה מכבאות והצלה לישראל.

תודות

מקורות

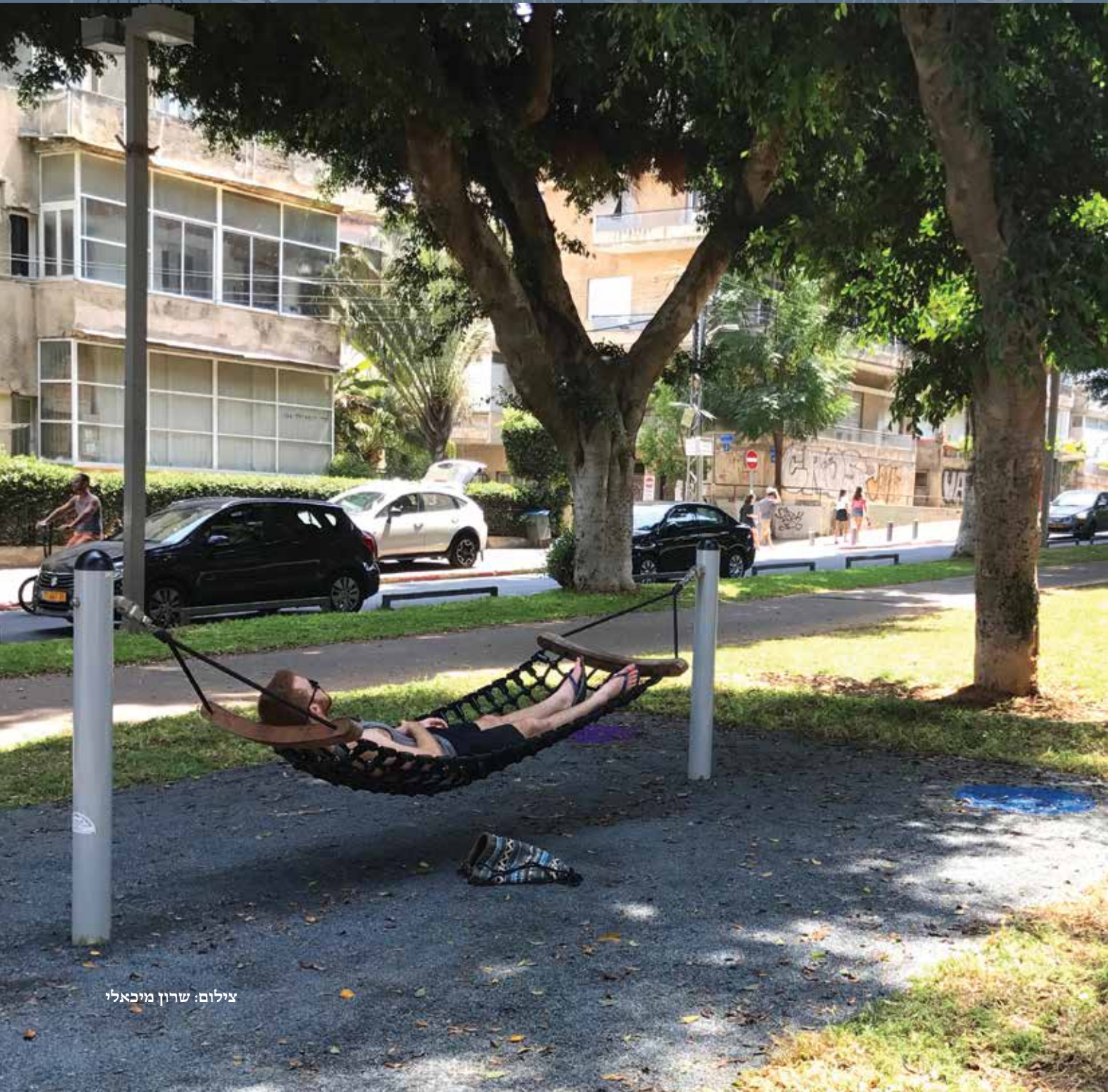
- Dreizin, Y., Tenne, A., and Hoffman, D. 2008. "Integrating Large Scale Seawater Desalination Plants within Israel's Water Supply System", *Desalination* 220(1-3), pp. 132-149.
- שיינין, א', 2013. דוח מצב הטבע בים התיכון, ירושלים: המארג- התכנית הלאומית להערכת מצב הטבע בחסות האקדמיה הלאומית הישראלית
http://www.hamaarag.org.il/sites/default/files/media/file/report/field_report_report_file/%D7%93%D7%95%D7%97%D7%9E%D7%A6%D7%91%D7%94%D7%98%D7%91%D7%A2%D7%91%D7%99%D7%9D%D7%94%D7%AA%D7%99%D7%9B%D7%95%D7%9F%20%202013.pdf
- טל, ד', 2017. "הנגר העירוני: יש מה לעשות", אקולוגיה וסביבה 4, עמ' 91-92
- נתניהו, ס', 2006. כדאיות כלכלית של שימור מי נגר בדגמים עירוניים ברצועת החוף של ישראל, תה"ל מהנדסים יועצים, http://ecopeaceme.org/uploads/CC_Conf_04.2010_Utilizing_Runoff_Water_Tahal.pdf
- Carmon, N., and Shamir, U., 2007. "Water-Sensitive Planning: Integrating Water Considerations into Urban and Regional Planning", *Water and Environment Journal* 24(3), pp. 181-191.
- לוינגר, ל', נרדי, ג', ומלכה, ל', 2013. תכנית האב לניקוז תל אביב - יפו נספח ניהול נגר / נספח מנחה לתכנון פיתוח. תל-אביב: סטודיו אורבנוף
<https://www.tel-aviv.gov.il/Forms/%D7%94%D7%A2%D7%A8%D7%9B%D7%94%D7%9B%D7%9C%D7%9B%D7%9C%D7%99%D7%AA%20-%D7%9E%D7%99%20%D7%A0%D7%92%D7%A8.pdf>
- בן ארי, י', וייסמן, א', ופישמן, ר', 2014. "תכנון רגיש למים: עבודה בנושא תר"מ על בסיס השכונה הירוקה בכפר סבא.
- לבציון נדן, נ', ופורת לובנסקי, י', 2014. תכנית האב לניקוז תל אביב: נספח הערכה כלכלית סביבתית לנספח ניהול מי נגר www.tel-aviv.gov.il/Forms/מגנר/הערכה כלכלית - מי נגר.pdf
- Johnston, D. M., Braden, J. B., and Price, T. H., 2006. "Downstream Economic Benefits of Conservation Development", *Journal of Water Resources Planning and Management* 132, pp. 35-43.
- משרד החקלאות ופיתוח הכפר, משרד הבינוי והשיכון, המשרד לאיכות הסביבה, 2004. מדריך לתכנון ובניה משמרת נגר עלי
http://www.moch.gov.il/SiteCollectionDocuments/tichnun/hanhayot_umadrichim/bniya_meshameret_neger_ili.pdf
- Shafique, M., Kim, R., and Rafiq, M., 2018. "Green Roof Benefits, Opportunities and Challenges: A Review, Renewable and Sustainable Energy Reviews, vol. 90(C), pp. 757-773.
- לסטר, ר', אלמוג, ר', ורוזנטל, מ', 2009. בחינה והתאמה של הפיתוח בעצימות נמוכה (LID) בתנאי הארץ, מוגש לאגף המחקרים ברשות המים, משרד התשתיות הלאומיות.
- טל, ד', 2015. הנגר העירוני: דרכים להפיכתו ממטרד למשאב ומניעת נזקיו לנחלים ולים, המכון למחקרי ים של עמותת צלול
www.zalul.org.il/wp-content/uploads/2015/08/%D7%94%D7%A2%D7%91%D7%95%D7%93%D7%94-%D7%A0%D7%92%D7%A8-%D7%A2%D7%99%D7%A8%D7%95%D7%A0%D7%99-2.pdf
- Kellagher, R., Martin, P., Jefferies, C., et al., 2007. *The SuDS Manual*, London: Ciria
- Lachman, S. F., 2001. "Should Municipalities Be Liable for Development-Related Flooding?" *Natural Resources Journal* (Fall), p. 941.
- מדינת ישראל, משרד התשתיות הלאומיות, נציבות המים, 2005. תכנית אב לחיסכון במים
<http://www.water.gov.il/Hebrew/MoreInformation/DocLib1/176.pdf>
- רוזנטל, ג', 2010. חלופות במדיניות חסכון המים בישראל: ניתוח כלכלי
http://ecopeaceme.org/uploads/JR_Economic_Analysis_of_Policy_Options_for_Water_Conservation_in_Israel_HEBREW_August_2010.pdf

5

הצללה במרחב העירוני

כתיבה • מיכל צרפתי¹ • רינת שפרן²

עריכה מקצועית • אגף יער ואילנות במשרד החקלאות ופיתוח הכפר



תקציר מנהלים

בעונת הקיץ אנשים נמנעים מלצאת למרחב הציבורי בשעות היום ומעדיפים לנסוע ברכבם הממוזג גם אם מדובר במרחק קצר. הצללה נכונה ואיכותית משפיעה רבות על הכלכלה המקומית, על בריאות התושבים ועל רמת הקהילתיות והרגשת השייכות למקום. פתרון הבעיה משלב תכנון מוקדם מעל לפני הקרקע ומתחיה, שילוב של סוגי הצללה טבעיים ומלאכותיים, הוצאת הנחיות מחייבות לנטיעת עצים ולשמירה עליהם כפי שעשתה למשל עיריית תל-אביב, ויצירתיות במציאת פתרונות הצללה איכותיים ואסתטיים. פרק זה מפרט את סוגי ההצללות, את היתרונות שמפיקים הרשות והתושבים מהצללות אלה ואת החסמים להקמתם. הפרק דן בעלויות ההקמה וברגולציה בתחום, סוקר את הנעשה בערים שונות בארץ ובעולם ומציע נקודות לבחינה עבור הרשות המעוניינת ליישם פתרונות הצללה בשטחה.

¹ עמיתת ממשק, תכנית יישום מדע בממשל, מינהל פיתוח, משרד הפנים

² מנהלת אגף פיתוח מוניציפלי, מינהל פיתוח, משרד הפנים

הצללה במרחב העירוני

רקע

הקיץ הישראלי נמשך מיוני עד אוקטובר ומזג האוויר בו הביל. הטמפרטורה הממוצעת בחודשים יולי-אוגוסט היא 30-32 מעלות בשעות היום במרכז הארץ, והלחות הגבוהה סמוך לחוף מעלה את עומס החום המורגש. מאז 1880 עלתה הטמפרטורה ביבשה ב-0.8 מעלות צלזיוס ושני שלישים מההתחממות התרחשו מאז 1975 בקצב של 0.15-0.20 מעלה בעשור (אתר NASA). עד סוף המאה ה-21 צפויה הטמפרטורה הממוצעת לעלות בעוד 2-6 מעלות צלזיוס בקירוב (אתר NASA). גלי חום הם תופעה שנוצרה בעשורים האחרונים, והם מתאפיינים בעומסי חום מתמשכים וברמות גבוהות מהממוצע. הם עלולים לגרום לתשישות, להתייבשות, להפרעות במחזור הדם ואף למוות - בייחוד בקרב אוכלוסיות רגישות וממעמד כלכלי-חברתי נמוך¹. בשנת 2003 גרם גל החום באירופה למותם של 70,000 איש ויותר². גלי חום קיצוניים כאלה צפויים להיות שכיחים, ממושכים ורבי-עוצמה³. התמותה והעלויות הכרוכות בכך במזרח התיכון צפויות לגדול פי 5 בתוך 15 שנים בלבד (OECD, 2015).

הפרש הטמפרטורות בין שטחים מוצלים לבין שטחים לא מוצלים במרחב העירוני עשוי להגיע ל-15 מעלות ויותר בחודשי הקיץ. לפיכך נדרש צל בכלל המתחם הציבורי של התושבים: ברחוב, בתחנות האוטובוסים, בפארקים, בשפ"פים ובשצ"פים, בחצרות בתי הספר והגנים, במגרשי הספורט, בבריכות ועוד. עם זאת, כאשר יש צל, הוא בדרך כלל מקוטע ולא איכותי. למשל, בתחנות האוטובוסים בשעות מסוימות של היום יימצא הצל מאחורי התחנה ולא בתוכה. משום כך בעונת הקיץ אנשים נמנעים מלצאת למרחב הציבורי בשעות היום ומעדיפים לנסוע ברכבם הממוזג גם אם מדובר במרחק נסיעה קצר.

מדוע אין במרחב הציבורי בישראל די צל? כיצד משפיעה החשיפה לחום קיצוני על התושבים? כיצד ניתן לטפל בבעיה? האם הפתרונות עשויים להיות כדאיים לרשות מבחינה כלכלית? הצללה נכונה ואיכותית משפיעה רבות על הכלכלה המקומית, על בריאות התושבים, על עירוניות טובה ועל רמת הקהילתיות והרגשת השייכות למקום. יש לפתור את הבעיה בשלב מוקדם של התכנון, מעל לפני הקרקע ומתחתיה, באמצעות שילוב של סוגי הצללה טבעיים ומלאכותיים, הוצאת הנחיות עירוניות מחייבות לנטיעת עצים ולשמירה עליהם ויצירתיות במציאת פתרונות הצללה איכותיים ואסתטיים. לכל סוג הצללה יתרונות יחסיים משלו: שילוב של צמחייה ועצים במרחב הציבורי לא רק יצל על התושבים, אלא גם יפחית את עומס החום העירוני ויצמצם את השימוש במזגנים לקירור -

ומכאן גם את פליטות הפחמן ואת זיהום האוויר. העצים חשובים גם בחורף לשם מיתון זרימת הנגר ברחובות, לשם הפחתת עוצמת ההצפות ושיעורן וכן לשם ויסות הטמפרטורה הקרה. מחקרים רבים הוכיחו שאם תתמלא העיר בצמחייה רחבת-צמרת וגזומה לרוחב, ייחסכו מיליוני קילו-ואט של אנרגיה. העצים תורמים גם להגנה מפני אבק ומוזהמים חלקיקיים שונים והם מסייעים בבידוד מפני רעש ובאקוסטיקה טובה ותורמים להתפתחות המסחר באזור, להרחבת מגוון המינים ולעלייה בערכי הנדל"ן.

הצללה מלאכותית באמצעות יריעות, סככות ופרגולות יעילה במקומות שאין בהם די משאבי קרקע לנטיעה, למשל באזורי התחדשות עירונית. הצללה מלאכותית יכולה לפתור בעיות של לכלוך ובאמצעותה ניתן להשיג הצללה מיידית מרגע הקמתה. יתר על כן, הצללה מלאכותית יכולה להיות מודולרית ואפשר להתאימה לעונות השנה.

הצללה מבנית מתקבלת הן מצל שמבנים מספקים מעצם מיקומם במרחב הציבורי והן ממבנים המתוכננים לספק צל כדוגמת קולונדות (שדרות מקורות, ראו הסבר מפורט בהמשך), והן עשויות לשמש למטרות שונות ולעידוד המסחר.

1



מרחב ציבורי והצללה טבעית בשדרות בן ציון בתל אביב
צילום: שרון מיכאלי

מהן הבעיות המתעוררות בשל החום והקרינה כשאין הצללה?

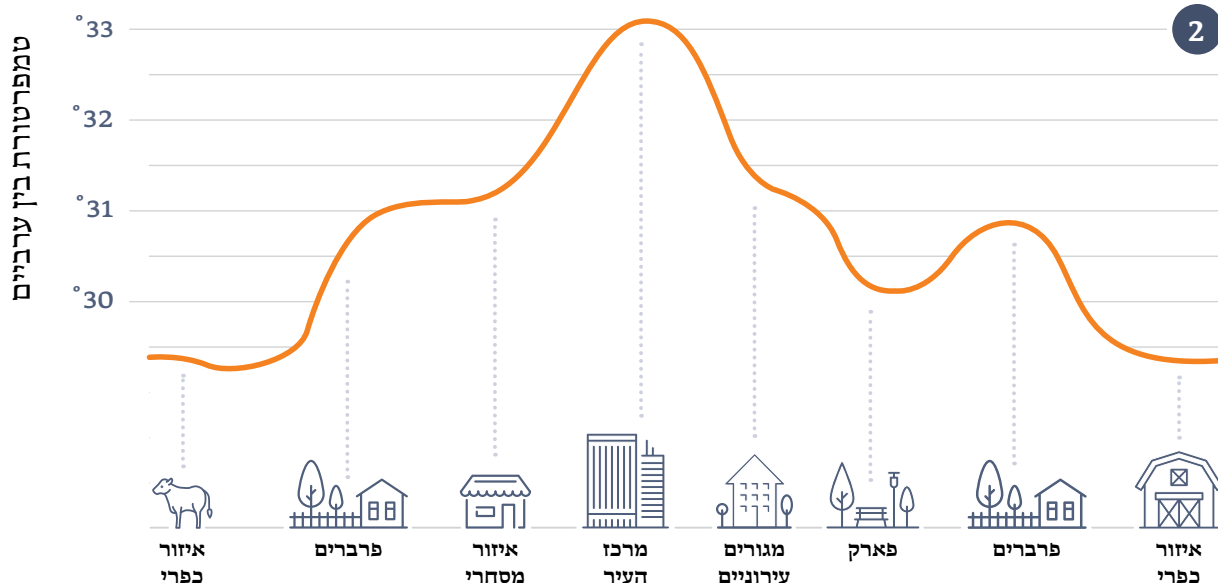
החשיפה לשמש באופן מבוקר ולפרקי זמן קצרים מועילה לבריאות, אולם חשיפה ממושכת כרוכה בסיכון רב בשל התפתחות אפשרית של סרטן העור, בעיקר מסוג מלנומה. אם סרטן זה אינו מתגלה במועד, הוא עלול להיות קטלני. שכיחות המלנומה בארץ היא מהגבוהות בעולם - כ-1,600 עד 1,700 מקרים חדשים בכל שנה. עלות הטיפול הממוצעת בחולה היא 11,000 ש"ח בשנה ובסה"כ 265 מיליון ש"ח לשנה למדינה⁴. החשיפה לקרינת השמש מאיצה גם את הזדקנות העור, גורמת להופעת כתמים וקמטים וכן עלולה לגרום למגוון מחלות עיניים כמו קטרקט - מחלת עיניים העלולה לגרום לעיוורון.

מחקר חדש בנושא עלות ותועלת של הצללה בישראל מצא שהתועלת הכלכלית מהעלאת הפעילות הגופנית של אוכלוסיות מבוגרות גדולה פי כמה מהתועלת שבמניעת מלנומה⁴. תחלואה של הציבור כרוכה בעלויות כלכליות כבדות - אבדן ימי עבודה, אבטלה, היחלשות האוכלוסייה ותמותה. כל אלה עלולים לפגוע בתוצר ובפרייה ולהגברת העוני. רשות המעוניינת להשתית עירוניות טובה ואיכות חיים גבוהה לתושביה ראוי שתחשוב על פתרונות הצללה במרחבים הציבוריים וברחובות, למשל הצללה של מסלולי הליכה לאוכלוסייה המבוגרת.

נוסף על התחממות כדור הארץ בכללותו, באזורים עירוניים צפופים שורר "אי חום עירוני" - כלומר טמפרטורות האוויר בתוך הערים גבוהה ב-2 עד 6 מעלות בהשוואה לאזורים שמחוץ לעיר (תמונה 2).

הסיבות המרכזיות לכך הן בליעה של קרינת השמש על ידי משטחים ומבנים בעיר; פעילות אדם המייצרת חום (תחבורה, מזגנים) ואידוי מועט בשל לחות קרקע נמוכה ומעט צמחייה ביחס לאזור הכפרי שמחוץ לעיר (פעולת האידוי סופגת חום מהסביבה ומורידה את הטמפרטורה). עוצמת האפקט אינה קבועה ומשתנה בין שעות היום ובין עונות השנה וכן היא תלויה בגודלה של העיר, בסביבתה הפיזית ובתכנית שלה. יחד עם התחממות כדור הארץ גם אי החום העירוני צפוי להאריך את משך גלי החום ולהחמיר אותם בעתיד. לכן אין להסתפק רק בניסיון להאט את התחממות כדור הארץ אלא לפעול לצמצום השפעת אי החום העירוני כדי לספק סביבה נוחה ובטוחה לאוכלוסייה במרחבים העירוניים^{5,6}. אם כן, יש לטפל הן בהתחממות כדור הארץ (עניין הנכלל בסדר היום של ממשלות ברחבי העולם) והן בצמצום תופעת אי החום העירוני כדי לספק לתושבים במתחם העירוני סביבה סבירה ונסבלת.

מחקר השוואתי שבדק את שינויי האקלים בערים מדבריות ברחבי העולם מצא קשר מובהק בין ייעור העיר ושילת עצים במרחביה ובין האפשרות למתן את הטמפרטורות ואת הקרינה הקיצונית באותן ערים⁷. הערים שנכללו במחקר זה היו אבו-דאבי (איחוד האמירויות הערביות), כווית סיטי (כווית), ריאד (ערב הסעודית), דוחה (קטר), לאס וגאס ופיניקס (ארה"ב), ביסקרה (אלג'יר) וביקנר (רג'סטאן, הודו).



סוגי הצללה

אלה שלושת סוגי ההצללה העיקריים:

1. הצללה טבעית באמצעות עצים וצמחייה –

מלבד הצל וצמצום עוצמתה של קרינת השמש שמספקים עצים וצמחייה אחרת, הצללה טבעית עשויה לקרר את הסביבה הקרובה ולצמצם את תופעת אי החום העירוני בשל תהליך אידוי-דיות (אוו-פוטנספירציה): הצמחים פולטים לסביבה את המים המצטברים בעלים (תמונה 3).



הצללה טבעית בכיכר הבימה, תל אביב | צילום: שרון מיכאלי

2. הצללה מלאכותית

2.1. הצללה באמצעות יריעות, פרגולות סככות וכדומה –

מהנדסי בניין בשיתוף מעצבי נוף מפתחים פתרונות להתקנת הצללה באופן בטיחותי ואסתטי מבחינה עיצובית. בשל השונות בקרינת השמש בין העונות, ניתן להשתמש בשיטות הצללה מודולריות שתאפשרנה לווסת את החשיפה לשמש בהתאם לעונות השנה, כדוגמת הצללה באמצעים מלאכותיים של סגירה או כוונון בעונת החורף (תמונה 4).



הצללה מלאכותית בפארק שעשועים עירוני | צילום: מיכל צרפתי

2.2. הצללה בפאנלים סולאריים – הצללה מלאכותית

של המרחב הציבורי בפאנלים לייצור חשמל באופן מקומי ומבוזר (למשל חניות, תחנות אוטובוסים, מדרכות ואזורים נוספים) (תמונה 5). הפאנלים מצלים על מקומות שאלמלא כן היו חשופים לשמש ישירה. מחקר שנערך בישראל מצא שהטמפרטורה מתחת לפאנלים סולאריים על גג נמוכה ב-8 מעלות בקירוב מזו השוררת על גג חשוף⁸. בחניות מקורות ניתן להשתמש בחשמל גם לטעינה של כלי רכב המונעים בחשמל (ראו פרקים 2 ו-7 בנושאים אנרגיה סולארית ותחבורה חכמה).



הצללה מלאכותית של מקום רענון בשלוב פאנלים סולאריים, דרום קוראה

3. הצללה באמצעים מבונים של צל מביינים

ומתחת לקולונדות (שדרת עמודים מקורה בחזית מבנה, המתוכננת ליצור אזור מוצל וקריר, לדוגמה ברח' אבן גבירול בתל אביב ובמעונות הסטודנטים באוניברסיטת תל אביב (תמונה 6)).





הצללה מבנית במעונות הסטודנטים באוניברסיטת תל אביב, כולל גג ירוק אינטגרטיבי מעל | התצלום באדיבות רוני בנין, גנרון

לכל אחד מסוגי ההצללה יתרונות וחסרונות וכן עלויות שונות של ההקמה ושל התחזוקה השוטפת (ראו הלוח להלן).

לוח 1 | היתרונות והחסרונות של ההצללה על פי סוגים

סוג ההצללה	יתרונות	חסרונות
הצללה טבעית	<ul style="list-style-type: none"> • הורדת הטמפרטורות – קירור הסביבה ויצירת מיקרו-אקלים נוח באמצעות תהליך אידוי-דיות (אווו-טרנספירציה) – עץ אחד יכול להוריד את הטמפרטורה בסביבתו עד 4 מעלות⁹ • בריאות הציבור – שיפור בבריאות הפיזית והנפשית ובאיכות החיים של האוכלוסייה בזכות הפחתת החשיפה לשמש וגם בזכות ההשפעות החיוביות של הצמחייה על מצבי דחק בבני אדם, על אסטמה ואפילו על השמנת יתר¹⁰ • הקטנת ההשפעה של אי החום העירוני • שיפור איכות האוויר באמצעות ספיחה של מזהמים כמו PM10, O3, NO2, SO2, VOCs ע"י העלים (ראו פירוט המזהמים השונים בפרק 6 בנושא זיהום אוויר)^{10,11} • ייצור חמצן¹² • חיסכון בצריכת אנרגיה בשיעור של כ-10%^{11,30} • הכנסת ה"טבע" לעיר והגדלת מגוון המינים ועושרם בסביבה העירונית^{9,10,13} • עלייה בערכי נדל"ן בשיעור של עד 37% לעומת שכונות ללא צמחייה ועצים^{10,11} • תרומה למסחר: לקוחות יוציאו כסף רב יותר וישלמו יותר באזורי מסחר מרובי צמחייה¹⁰ • בידוד רעש מכבישים ואקוסטיקה טובה יותר¹⁰ • סינון טבעי של מי גשם וספיגתם בקרקע^{10,11} • החזקת הקרקע בזמן רעידת אדמה • תוספת נוי ואסתטיקה • תרומה להרגשת שייכות למקום וסולידריות כלפי האזור^{10,14} • מיסוך בין בניינים, הסתרת מבנים ויצירת פרטיות לשוכני המבנה • מזון מקומי – עצי פרי עשויים לשמש את הציבור במרחב הציבורי • צמצום האלימות והפשע – הפשע בשכונות שיש בהן עצים מצומצם יותר בהשוואה לשכונות ללא עצים^{10,9} 	<ul style="list-style-type: none"> • העלות הראשונית גבוהה: מחיר הקמת התשתית נע בין 36.5 ש"ח לעץ בינוני היוצר צל של כ-40 מ"ר לבין 125 ש"ח לעץ גדול שעשוי להפיק צל ששטחו מעל 110 מ"ר בבית גידול מתאים ובתנאים המיטיבים ביותר, כולל תשתית בית הגידול, העץ, סמוכות, השקיה, אבני ריצוף, אדמה מתאימה וכו' (ראו הערת שוליים מספר 1 בתחתית העמוד). • עלויות תחזוקה שוטפות – בעיקר גיזום קבוע לאורך כל חיי העץ והשקיה (הן בשנים הראשונות והן השקיה קבועה) • כדי להפיק את מרב התועלת מן העץ יש ליצור תשתית טובה לבית גידול תת-קרקעי שנפחו 5 מ"ק. מומלץ להכין בור צר יחסית (בין 0.8 ל-1.2 מ') וארוך (2-4 מטרים) עד כדי יצירת תעלת גידול בין עצי הרחוב שבה יתפתחו שורשי העץ ללא תשתיות⁹. ללא הכנה של בית גידול מתאים לא יתפתחו העצים כראוי • זמן - פרק הזמן מרגע הקמת התשתית עד הגעה למרב התועלת הוא ארוך, כ-8 שנים (באיכות הצללה של כ-80%) • בזמן השלכת העלים הנושרים נתפסים כלכלוך בעיני הציבור וייתכן כי תידרש השקעת משאבים נוספת של הרשות לצורכי ניקיון • לעיתים מיזמים של תמ"א 38 מקשים על נטיעת עצים בגלל הקמה של חניות תת-קרקעיות ובשל מחסור בקרקע מתאימה לבית הגידול של העצים
	הצללה	

¹ תקשורת בין-אישית, פקיד היערות, אגף יער ואילנות, משרד החקלאות ופיתוח הכפר.

סוג הצללה	יתרונות	חסרונות
<p>הצללה מלאכותית</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • קירור הסביבה המוצלת • שיפור בבריאות האוכלוסייה בזכות הפחתת החשיפה לשמש • חיסכון בהוצאות על תחזוקת הכבישים והמדרכות בזכות הפחתת קרינת השמש • צל מלא מיד עם ההקמה • פתרון שאינו מלכלך את המדרכות • רתימת הטכנולוגיה: הצללה מודולריות מאפשרת לווסת את החשיפה לשמש בהתאם לעונות השנה 	<ul style="list-style-type: none"> • עלויות הקמה גבוהות - הקמת התשתיות יקרה 4 (עפ"י הערכות בין-לאומיות: כ-1,150, ש"ח למ"ר) • עלויות תחזוקה • אינה מספקת אקלים קריר במידה מספקת ונוצרת תחושה של יובש וחום • לא תמיד נתפסת כאסתטית
<p>הצללה באמצעים מבונים</p> 	<p>קולונדות</p> <ul style="list-style-type: none"> • קירור הסביבה המוצלת • שיפור בבריאות האוכלוסייה בזכות הפחתת החשיפה לשמש • צל מלא מיד עם ההקמה • פתרון שאינו מלכלך את המדרכות • מאפשר עירוב שימושים של מסחר, קהילתיות והליכה 	<ul style="list-style-type: none"> • העלות הכוללת: 800-1,000 ש"ח למ"ר⁴ • לא תמיד נתפסת כאסתטית • ללא תחזוקה ראויה האזור עלול למשוך אליו ונדלזים ופשיעה
	<p>מבנה בנוי</p> <ul style="list-style-type: none"> • הצל הוא תוצר לוואי של המבנה, לכן הוא אינו כרוך בעלות • כל היתרונות מהצללה של קולונדה רלוונטיים גם כאן • יצירתיות בתכנון מבנים בכיוונים שונים ובצורות שונות עשויה להשיג הצללה איכותית במיוחד 	<ul style="list-style-type: none"> • אין

ההמלצה הכללית היא להעריך צל ממקור טבעי כברירת מחדל בשל התועלת הרבה שניתן להפיק מעצים ומצמחייה נוסף על צל. ההצללה המלאכותית פותרת בעיות של מחסור בצל ממקור טבעי: היא מאפשרת לקבל הצללה מיידית ואפשר להתקינה באזורים שאין בהם די מקום או אמצעים לנטיעת עצים. לכן כדאי לשלב בין סוגי הצללה כאשר מתכננים לטווח הארוך (דוגמא בתמונה 11). בשלב הראשוני אפשר לשלב עצים וצמחייה עם הצללה מלאכותית, ולאחר שהעצים גדלים ומגיעים לגודלם הסופי, אפשר להסיר את ההצללה המלאכותית אם אין בה צורך עוד.

רגולציה

- במסמך הנחיות בתחום בריאות הסביבה בעת תכנון מוסדות חינוך משנת 1997 שפרסמו משרד הבריאות ומשרד החינוך מדובר על הצללה במוסדות חינוך, וחלה חובה להקפיד על שטחים מוצלים בחצרות בתי ספר בשטח של 15% לפחות מכלל החצר ועל 25% בחצרות גני הילדים. מעונות יום לגיל הרך המוקמים במבנים ישנים חייבים להקפיד על הקצאת שטחים מוצלים בשיעור של 15% בלבד משטח החצר. יוצאי דופן הם משפחתונים אשר אינם חייבים בהצללת החצר כלל, ואין פיקוח של משרד הבריאות או של משרד הכלכלה על קיום חובת ההצללה¹⁵.
 - במסמך אחר שפרסם משרד הבינוי והשיכון בשנת 2007, "עקרונות מנחים לתכנון יישובים ושכונות בני-קיימא", מדובר מעט על הצללה.
 - המשרד להגנת הסביבה בשיתוף מנהל התכנון ומשרד הבינוי והשיכון פרסמו בשנת 2008 מדריך המלצות לתכנון שטחים ציבוריים פתוחים בערים, העוסק בתופעות מיקרו-אקלימיות ובכללן הצללה בגנים ציבוריים. המסמך ממליץ על הצללה של צירים ירוקים, מעברים ושבילים, טיילות עירוניות וטיילות ספורט וכן רחבות וכיכרות.
 - ניתן למצוא נגיעה בנושא הצללה בתקנות שונות (ראו הערת שוליים מספר 2 בתחתית העמוד) וכך גם בתקן הישראלי לבנייה הירוקה (ת"י 5281), שהוא תקן וולונטרי.
 - כלי המדידה "שכונה 360" שפורסם בספטמבר 2017 מטעם משרד הבינוי והשיכון בשיתוף המועצה הישראלית לבנייה ירוקה קובע קריטריונים ברורים בנושא הצללה: 60% במדרכות ו-90% באזורי פעילות.
 - בסוף שנת 2017, בעקבות הצעת חוק של ח"כ איילת נחמיאס-ורבין, החליטה ועדת הפנים של הכנסת שחובת הצללה לגני שעשועים תיכלל בהנחיות של גופי התכנון ושל הרשויות המקומיות למתכננים.
 - מנהל התכנון עוסק בימים אלה בתיקון תקנות התכנון והבנייה (הצללה בגן שעשועים). "ת"י 1498" בנושא מתקני משחקים כולל דרישות בטיחות כלליות ושיטות בדיקה ובעתיד ייכללו בו גם דרישות הצללה באמצעות צמחייה או באמצעים מבונים. הדרישות תפורסמנה לקראת סוף שנת 2018.
- בימים אלה נכתב מסמך נוסף של מדיניות תכנונית בשיתוף פקיד היערות הארצי במשרד החקלאות ומנהל התכנון בנושא הצללה. מסמך זה יכול שני פרקים: הנחיות תכנון להצללה באמצעות עצים והנחיות תכנון להצללה באמצעים מבונים. שני הפרקים ידונו בהצללה ובהנחיות תכנון על פי אפיוני היישוב (עירוני רווי, פרורי, יישובים כפריים ופתרונות הצללה ליישובים מסורתיים או עתיקים).
 - חופי רחצה - לפי הנחיות לפתיחת עונת הרחצה 2010 שפרסם המנהל לשירותי חירום במשרד הפנים, חובה להקפיד על הצללת 10% משטח החוף. ביצוע הוראות הנוהל של משרד הפנים מוטל על הרשויות המקומיות. לאחר תיקון צו הסדרת מקומות רחצה (סדרים ואיסורים במקומות רחצה מוכרזים) התשע"ו-2016, הוסדר נושא ההצללות בחופי הרחצה בצו: "סעיף 23 - במקום רחצה מוכרז יוצבו סככות צל ששטחן הכולל 200 מ"ר לפחות. אם שטח מקום רחצה מוכרז קטן מ-200 מ"ר - יוצבו סככות צל ששטחן הכולל 10% לפחות משטח מקום מוכרז כאמור. סככות הצל ימוקמו באופן שלא יפגע בשדה הראייה של המצילים".
 - בריכות שחייה - תקנה 20 בתקנות רישוי עסקים לבריכות שחייה 1994 קובעת כי בחצר הבריכה יהיה מקום מוצל בעבור המבקרים בבריכה; שטח המקום המוצל לא יפחת מ-12 מ"ר כפול מספר המתרחצים המותר באותה בריכה לפי תקנה 26. משרד הבריאות דן באפריל 2018 בסוגיות אלה: הצללה של 25% לפחות משטח פני המים של בריכת הבוגרים; הצללה של 75% משטח פני המים של בריכת הפעוטות; הצללה של 75% משטח אזורי ההמתנה (תורים למתקנים) בפארקי מים.

² סעיף 21.1.6.3 לתקנות התכנון והבניה (בקשה להיתר, תנאי ואגרות), תש"ל-1970
 סעיף 4 י' לתקנות התכנון והבניה (חייב שטחים ואחוזי בניה בתכנון ובהיתרים), תשנ"ב-1992
 סעיף 20 לתקנות רישוי עסקים (תנאי תברואה נאותים לבריכות שחיה), תשנ"ד-1994
 סעיף 13, 24 (ה) וסעיף 3 לתוספת השלישית לתקנות שוויון זכויות לאנשים עם מוגבלות (התאמות נגישות למקום ציבורי שאינו בניין), תשע"ד-2013
 סעיף 23 לצו הסדרת מקומות רחצה (סדרים ואיסורים במקומות רחצה מוכרזים), תשע"ו-2016

כיצד מתמודדות הרשויות המקומיות בארץ ובעולם עם הדרישה להצללה במרחב העירוני?

בישראל שטופת השמש צל הוא מצרך מבוקש וקשה להשגה. בערים חם יותר לעומת הסביבה הכפרית, ולכן ההצללה בה חשובה במיוחד בשל תועלתה הישירה לאדם ולבריאותו. למרות זאת, הפעילות למען הצללה ברמת הרשויות המקומיות מועטה יחסית (תמונה 7).

7



שבילי אופניים והולכי רגל ללא הצללה ורחוב פרברי טיפוסי שבו מעט צל ממבנים | צילום: מיכל צרפתי

רחובות

אגף יער ואילנות (פקיד היערות) במשרד החקלאות ופיתוח הכפר מעודד את הרשויות לשתול עץ לכל תושב בתחום הרשות ואגף גנים ועיצוב הסביבה ויחידת פקיד היערות בעיריית רחובות החליטו לנסות להגיע ליעד זה. על פי הנתונים בסוף שנת 2018, יש ברחובות כ-0.4 עצים לכל תושב, יחס מהגבוהים בארץ. העירייה פועלת במסגרת תיקון 89 לחוק התכנון והבנייה מנובמבר 2008 לשימור עצים בשלב התב"ע. תכנון שכונות חדשות כולל את חוות דעתו של פקיד היערות, תוך שימור עצים קיימים במידת האפשר או פיצוי חלופי בתחומי הרשות. האגף עוסק גם בשימור עצים ובנטיעתם במוסדות החינוך, בנטיעת עצים צעירים ליד עצים ותיקים, בגיזום הצמרות באופן שיבטיח את מרב הצל האפשרי, בעריכת סקר עצים עירוני גם בשטחים פרטיים, בהפחתת הבירוקרטיה לתושב כאשר יש עצים לשימור בשטח פרטי והשטח מיועד לפיתוח, בהחדרת שבבי מידע לגזעי העצים ובמפוי כל העצים ברשות (תמונה 8).

תל אביב-יפו

הדוגמה הבולטת לפעילות מבורכת של רשות מקומית בתחום ההצללה היא פעילותה של עיריית ת"א. זוהי העיר הראשונה והיחידה שהכינה מסמך "הנחיות לתכנון צל במרחב הציבורי" והחלה לחייב יזמים פרטיים להציג תוכנית צל במיזמים עתידיים באמצעות צירופה לתוכניות ולנספחים שיש להגיש לעירייה כתנאי לקבלת תופס אכלוס (טופס 4). הקבלנים והיזמים יידרשו להקפיד על הצללה בתוכניות שיש בהן שטחים של מרחב ציבורי על פי שיעור מסוים בהתאם לדרישות העירייה ויוכלו לעשות זאת באמצעות נטיעת עצים או באמצעים מלאכותיים, אם כי העירייה מעדיפה הצללה טבעית. העירייה הכינה מתודולוגיה לתכנון צל שניתן להשתמש בה גם ברשויות אחרות. המתודולוגיה כוללת ארבעה שלבים: (1) הגדרת גבולות המרחב המדובר; (2) חיזוי תוכנית הצל ממבנים בשעות היום ובעונות השנה השונות ומציאת קיטועים ברצף הצל; (3) תכנון הצל והשלמת שטח הצל הנדרש; (4) בחינה אם התכנון עומד בציפיות. כמו כן יזמה העירייה לאחרונה תחרות פומבית לתכנון ועיצוב הצללה בצמתים בעיר ורתמה לשם כך מעצבים שונים.

8



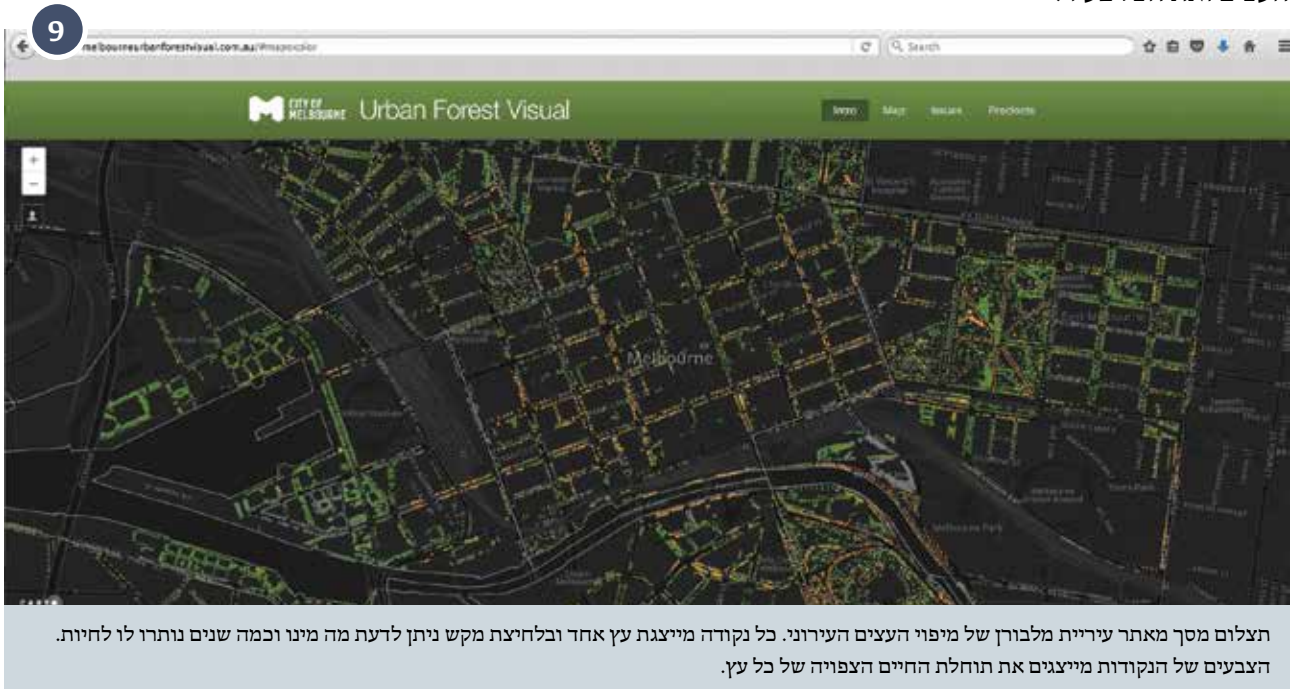
כל העצים בעיר רחובות מסומנים וממופים | צילום: מיכל צרפתי



הצללה טבעית ומלאכותית בגן החשמל, ת"א | צילום: שרון מיכאלי

מן הנעשה בעולם מלבורן

בעיר השנייה בגודלה באוסטרליה, ששטחה כ-9,000 קמ"ר, הוחלט להילחם בתופעת אי החום העירוני ובהתחממות הגלובוס באמצעות פתרונות הצללה טבעיים. העירייה התוותה "תוכנית ייעור עירונית" ובמסגרתה יינטעו כ-70,000 עצים. לפיכך שטח העיר המכוסה עצים יגדל מ-22% ל-40% עד שנת 2040. על פי ההערכות, בעקבות זאת תרד הטמפרטורה באזור ב-5 מעלות צלזיוס בקירוב⁶. באתר העירייה (תמונה 9) ניתן לעקוב אחר מפת הצל המתעדכנת שממפה את אזורי העצים ואת הצל בעיר.



ארצות הברית

המשרד להגנת הסביבה (EPA) מוביל תוכנית שמטרתה לתת הכוונה להפחתת אי החום העירוני ולהגברת ההצללה. רשויות רבות בארה"ב פועלות על פי התקנות הקשורות לעצים ולנוף שמטרתן לסייע ליצירת הצללה ברחבי העיר. עיריית אנאפוליס שבמרילנד אימצה ב-2006 החלטה מקיפה של התייעלות אנרגטית, הכוללת הגדלה ממשית של נטיעת עצים להצללה. בשנת 2007 אימצה העירייה הנחיה חדשה להגנה על עצי צל קיימים ברחבי העיר. בסקרמנטו, קליפורניה הושקה תוכנית ולפיה התושבים יכולים לקבל עצים חינם, והרשות המקומית מעודדת את התושבים לנטוע את העצים ולצמצם את עלויות האנרגיה בבתיהם.

רשות הפארקים והפנאי של עיריית ניו יורק פרסמה מסמך הנחיות ובו מודגשת חשיבותם של נטיעת עצים ושל שימור האזורים הירוקים ברחבי העיר. במסמך אף מופיעה דרישה להקצאת שטחים ירוקים בכל בניין חדש כתנאי לקבלת היתר לאכלוס.

מדריד

העירייה החליטה על הצללת רחובות שלמים וכך נוצרו אזורי מדרחוב נוחים ובטוחים לציבור. העירייה אף יצאה נשכרת מכך מבחינה כלכלית הודות להתפתחות אזורי מסחר תוססים בשטחים המוצלים.

אסקישר (Eskişehir), תורכיה

העירייה תכננה רחוב (YANDAS) שבעבר שכנו בו בזאר ושוק, ובשנים האחרונות נזנח בשל הנהירה לקניונים ממוזגים. בתהליך של החייאת המרחב נוצרה הצללת רחוב חכמה הפרוסה בין הבניינים הקיימים. ההצללה בנויה מפאנלים מיוחדים שקופים למחצה, החוסמים את קרינת השמש אך לא את אור היום. צורת הפאנלים משתנה במהלך היום כדי לאפשר זרימת אוויר טבעית לתוך הרחוב. בעתיד יהפוך הרחוב לשוק פתוח.

המצלות

הצללה טבעית



תחנת אוטובוס בניו יורק המוצלת באמצעות עץ | צילום: רינת שפרן

10

הצללה מלאכותית

- במקומות שבהם אין אפשרות לנטוע עצים יש לשקול הקמת הצללה מלאכותית.
- במידת הצורך ניתן להשתמש באמצעים מודולרים מעוצבים התורמים לוויסות הצל ולאסתטיקה של המרחב, כדוגמת עיריית אסקישר בתורכיה.
- מאחר שעץ צעיר אינו נותן צל, יש לשקול הקמה של הצללה מלאכותית שתעניק צל עד שיגיע העץ לגודל הרצוי ויעניק צל (ואז ניתן להסיר את ההצללה המלאכותית).
- חשוב במיוחד להשתמש ביריעות הצללה העשויות חומרים המפחיתים במידה ניכרת את ההשפעה המזיקה של קרני השמש.
- בשכונות מגורים שיש בהן חנויות רצוי להתקין אמצעי הצללה רצופה מעל פתחי בתי העסק, אם ביוזמת הרשות ואם כדרישה מבעלי העסק.

הצללה באמצעים מבונים

- כדאי שהתכנון העירוני יקפיד במידת האפשר על הצללה מבנית כך שצד אחד לפחות ברחוב יהיה מוצל בשעות הצהריים.
- רצוי לתכנן אזורים למסחר ולתעסוקה בתוך השכונות ולהתקין בהם קולונדות המייצרות צל ותחושת עירוניות תוססת.
- רצוי ליצור שכבת צל במערכת GIS לבדיקת איכותו וכמותו של הצל המתקבל ברשות בזמן אמת ולהיעזר בנתונים לתכנון עתידי, לשיפור ההצללה ולתחזוקה השוטפת.

• מומלץ לתכנן מראש את נטיעת העצים (ניתן להיעזר במתודולוגיה לתכנון צל של עיריית תל אביב או של ערים אחרות מרחבי העולם). התכנון הרצוי הוא הצללה של כל שטחי המרחב הציבורי ובפרט לאורך המדרכות להולכי רגל.

• מומלץ לנהל את מערך העצים ברשות בדרך שתאפשר לעקוב אחר מצב העץ, קצב גדילתו, מחלותיו, הטיפולים שניתנו לו ובטיחותו. יש לתכנן מראש את הטיפול הנדרש בעצים ואת העלויות הכרוכות בכך. ניתן להשתמש בטכנולוגיה להחדרת שבב לכל עץ, תוך עדכון כל הפרטים הרלוונטיים בזמן אמת לתוך השבב כפי שנעשה בעיריית רחובות.

• נודעת חשיבות רבה לבחירת העץ הנכון למקום הנכון ויש להתחשב במאפיינים הגאוגרפיים, בחתך הרחוב, בגודל העץ, במשטר הרוחות ועוד^{17,9}.

• מתוקף סעיף 15 לפקודת היערות יש להקפיד על פיצוי הנוף בשל כריתת עצים, כלומר לנטוע עצים במקום עצים שלא הייתה ברירה אלא לכרות אותם (כריתה תיעשה באישור פקיד היערות בלבד).

• יש להימנע ככל האפשר מכריתת עצים ותיקים ובמידת האפשר לתכנן פיתוח סביבם, בייחוד במרחב הציבורי. תרומתו של עץ בוגר עולה עשרת מונים על זו של עץ צעיר וכך גם סיכויי התבססותו.

• רצוי לפרסם דו"ח פתוח לציבור על נטיעה של עצים ברשות, על מקומות הנטיעה וכדומה.

• יש לעודד את התושבים לדווח על בעיות הקשורות בעצים באמצעות המוקד העירוני.

• אפשר לשתף את הציבור בעולם העצים בעזרת טכנולוגיות שונות או בעזרת יישומן כדוגמת Urban Trees, OpenTreeMap, Fruto Urbano או מפות של גוגל (Google Maps). כמו כן ניתן לגייס את התושבים ואת תלמידי בתי הספר למיפוי עצי העיר. פעילות חינוכית זו תתרום להרגשת השתייכותם למקום. כמו כן רצוי לאפשר לכל המעוניין לקבל מידע על העצים הקיימים במערכת.

• ניתן לנטוע עצים בסמיכות לתחנות אוטובוס על מנת לייצר צל בכל שעות היום (תמונה 10).



לסיכום

הצללה בערים נתונה בידיה של הרשות המקומית והיא האחראית לאיכות חייהם של התושבים ולפיתוח המרחבים הציבוריים שבה. הצללה במרחב העירוני תורמת להגברת הפעילות בעיר, ליציאה של התושבים מהבתים ולשהייה בחוצותיה לשם פעילות פנאי, למסחר ולעיסוק בספורט. לעצים ולצמחייה הטבעית בסביבה העירונית תפקידים רבים החל משמירה על בריאות התושבים באמצעות מיתון תופעת אי החום העירוני, עלייה בשיעור החמצן הזמין, ירידה בצריכת האנרגיה וספיחה של מזהמים. על כך יש להוסיף את התרומה לעיצוב העיר, לוויסות מי הגשם, להחזקת הקרקע, לאקוסטיקה ועוד. הצללה מלאכותית מספקת צל מידי גם במקומות צפופים וותיקים ואינה מתחרה בתשתיות אחרות; על כן חשוב מאוד לשלבה ברחבי העיר במקומות הנכונים. הצללה מבנית מצריכה תכנון מוקדם, ואם היא איכותית טמונים בה יתרונות רבים. על הרשויות להכיר בעובדה שאחריות ההצללה בתחומן היא אתגר שיש לייחס לו את החשיבות הראויה ולמצוא פתרונות יצירתיים למען התושבים. בעידן של התחממות ושינוי האקלים הצללה איננה זכות-יתר עוד אלא מצרך נחוץ לשמירה על בריאות האדם, החי והסביבה.

תודה לד"ר עמיאל וסל, משרד הבינוי והשיכון, אגף בכיר תכנון אסטרטגי ומדיניות, על הערותיו החשובות שתרמו רבות לפרק; למר יוסי כפיר, מנהל אגף גנים ועיצוב הסביבה ופקיד היערות בעיריית רחובות; למר יובל גאהירי, מרכז יחידת פקיד היערות, עיריית רחובות; לד"ר ארוז ברקאי ולענבר אשכנזי מאגף יער ואילנות במשרד החקלאות ופיתוח הכפר.

תודות

מקורות

1. Klein Rosenthal, J., Kinney, P. L. & Metzger, K. B., 2008. "Intra-Urban Vulnerability to Heat-Related Mortality in New York City, 1997-2006", *Heal. Place* 30, 45-60.
2. Robine, J. et al., 2008. "Death Toll Exceeded 70,000 in Europe During the Summer of 2003", *C R Biol.* 331, 171-178.
3. Beniston, M., 2004. "The 2003 Heat Wave in Europe : A Shape of Things to Come? An Analysis Based on Swiss Climatological Data and Model Simulations", *GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS* 31.
4. בקר, ניר, ונביעות, א', 2018. **עלות תועלת של הצללה בישראל**
5. Leal Filho, W., Echevarria Icaza, L., Neht, A., Klavins, M. & Morgan, E. A., 2018. "Coping with the Impacts of Urban Heat Islands: A Literature Based Study on Understanding Urban Heat Vulnerability and the Need for Resilience in Cities in a Global Climate Change Context", *J. Clean. Prod.* 171, 1140-1149.
6. Peres, L. de F., Lucena, A. J. de, Rotunno Filho, O. C. & França, J. R. de A., 2018. "The Urban Heat Island in Rio de Janeiro, Brazil, in the Last 30 Years Using Remote Sensing Data", *Int. J. Appl. Earth Obs. Geoinf.* 64, 104-116.
7. Lazzarini, M., Molini, A., Marpu, P. R., Ouarda, T. B. M. J., & Ghedira, H., 2015. "Urban Climate Modifications in Hot Desert Cities: The Role of Land Cover, Local Climate, and Seasonality", *Geophys. Res. Lett.* 42, 9980-9989.
8. Schindler, B. Y., Blaustein, L., Vasl, A., Kadas, G. J. & Seifan, M., 2014. "Cooling Effect of Sedum Sediforme and Annual Plants on Green Roofs in a Mediterranean Climate", *International Journal of Sustainable Built Environment* 3, 127-134.
9. גלון, ישראל, ואביגיל הלר, 2013. **מדריך עצי הרחוב בישראל, ירושלים: משרד החקלאות ופיתוח הכפר.**
10. Alliance for Community Trees, 2011. *Benefits of Trees and Urban Forests: A Research List.*
11. Wang, X. et al., 2018. "Street Trees in a Chinese Forest City: Structure, Benefits and Costs", *Sustain.* 10, 1-16.
12. Helmenstine, A. M., 2017. How Much Oxygen Does One Tree Produce? ThoughtCo.
13. Bolund, P. & Hunhammar, S., 1999. "Ecosystem Services in Urban Areas", *Ecol. Econ.* 29, 293-301.
14. Mcpherson, G., Simpson, J. R., Peper, P. J., Maco, S. E. & Xiao, Q., 2005. "Municipal Forest Benefits and Costs in Five US Cities", *J. For.* 103, 411-416.
15. מבקר המדינה, 2014. "סרטן העור: מניעה, איתור וטיפול", דוח מבקר המדינה ג, 513 - 599.
16. Melbourne (Vic.) Council, 2011. *Urban Forest Strategy: Making a Great City Greener: 2012-2032 / City of Melbourne.*
17. משרד החקלאות ופיתוח הכפר: פקיד היערות, 2016. **משאב העצים העירוני: מדריך למקבלי החלטות.**

6

זיהום האוויר בערים

כתיבה • ד"ר מיכל צרפתי¹ • רינת שפרן² • ד"ר בלה סביצקי³



תקציר

זיהום האוויר ברשות המקומית משפיע על בריאות התושבים, על הכלכלה ועל החברה בכללותה. זיהום האוויר בתחום העיר יכול להיגרם מכמה מקורות: מקורות טבעיים (סופות חול לדוגמה), תחבורה, תעשייה וייצור אנרגיה. על פי רוב, המקור העיקרי לזיהום האוויר הוא התחבורה. הפרק סוקר את מזהמי האוויר העיקריים ואת השפעתם על בריאות הציבור, את החוקים והתקנות הרלוונטיים ברמת הרשות המקומית, את דרכי ההתמודדות עם זיהום האוויר בעיר ואת ההשפעה של זיהום האוויר על הכלכלה המקומית. הפרק מביא דוגמאות של רשויות בארץ ובעולם הפועלות להפחתת זיהום האוויר מתחבורה וכן תכנית עירונית כללית להפחתת זיהום האוויר ברמת הרשות.

¹ עמיתת ממשק, תכנית יישום מדע בממשל, מינהל פיתוח, משרד הפנים

² מנהלת אגף פיתוח מוניציפלי, מינהל פיתוח, משרד הפנים

³ עמיתת ממשק, תכנית יישום מדע בממשל, האגף הכלכלי-פיננסי של רשות החשמל

זיהום האוויר בערים רקע

על פי ההערכות של הארגון לשיתוף פעולה ולפיתוח כלכלי (OECD), זיהום האוויר בישראל גורם לתמותה בטרם עת של 2,500 נפש ויותר בכל שנה. יתר על כן, זיהום האוויר גורם לתחלואה ולנזק כלכלי של עשרות מיליארדי שקלים בשנה. דו"ח מבקר המדינה לשנת 2017 מעריך את עלות הנזקים לבריאות עקב זיהום האוויר בישראל ב-16 מיליארד ש"ח בשנה בקירוב². לפי הנתונים בדו"ח של OECD, המבוסס על נתונים משנת 2015, עלות הנזקים למשק הישראלי בגין זיהום האוויר עומדת על 7.7 מיליארד דולר, ומחצית מהעלות הזו נובעת מזיהום האוויר שיוצרים כלי הרכב הפרטיים¹.

על פי ארגון הבריאות העולמי, ישראל ניצבת במקום הארבעים באיכות האוויר בה ביחס למדינות שנבדקו בשנת 2016. זיהום האוויר גובה מחיר גבוה בדמות נזקים לבריאותה של האוכלוסייה הפגיעה ביותר – נשים, ילדים וקשישים. תחבורה היא המקור העיקרי לזיהום האוויר ומספר המכוניות הפרטיות הנרכשות בארץ מוסיף לעלות ולהחמיר את המצב. הרשויות המקומיות יכולות לסייע במידה רבה בשיפור איכות האוויר בתחומן ובצמצום התחלואה: עידוד השימוש בתחבורה הציבורית, שיתוף נסיעה (car sharing), נטיעת עצים ועידוד הליכה או שימוש בכלי תחבורה שאינם מזהמים דוגמת אופניים. פעולות אלה עשויות הן להועיל לבריאות התושבים והן לשפר את מצבם הכלכלי.

הבעיה: זיהום האוויר בערים

זיהום האוויר בערים נובע מכמה מקורות: מקורות טבעיים (סופות חול למשל), תחבורה (פליטות של גזים רעילים לאוויר' תעשייה וייצור אנרגיה, אולם המקור העיקרי לזיהום הוא כלי הרכב³. באתר מערך ניטור אוויר ארצי (מנ"א) של המשרד להגנת הסביבה ניתן לראות מפות ניטור אוויר בזמן אמת באזורים שונים בארץ (לוח 1).

נתוני ניטור בזמן אמת - שפלה פנימית

לוח 1 | נתונים מאתר מנ"א של מפת נתוני הניטור בזמן אמת באזור השפלה הפנימית, לפי סוגי המזהם ולפי תחנות הניטור

Rain mm	GSR w/m2	RH %	Temp C°	WD deg	WS m/sec	PM2.5 µg/m3	PM10 µg/m3	O3 ppb	No ppb	No2 ppb	Nox ppb	SO2 ppb	תאריך ושעה	תחנה
		54.5	27.3			9.0		61.2	0.0	1.0	1.0		10:25 22.9.18	אור יהודה
				278	1.4			55.7	-0.5	2.8	2.4	1.1	10:00 22.9.18	אחיסמן
0.0	802.5						23.9	51.8	-0.1	1.5	1.4	0.9	10:15 22.9.18	בית שמש
		55.6	28.9	309	1.6		42.5	54.2	1.1	3.4	4.5	0.9	10:00 22.9.18	בית חשמונאי

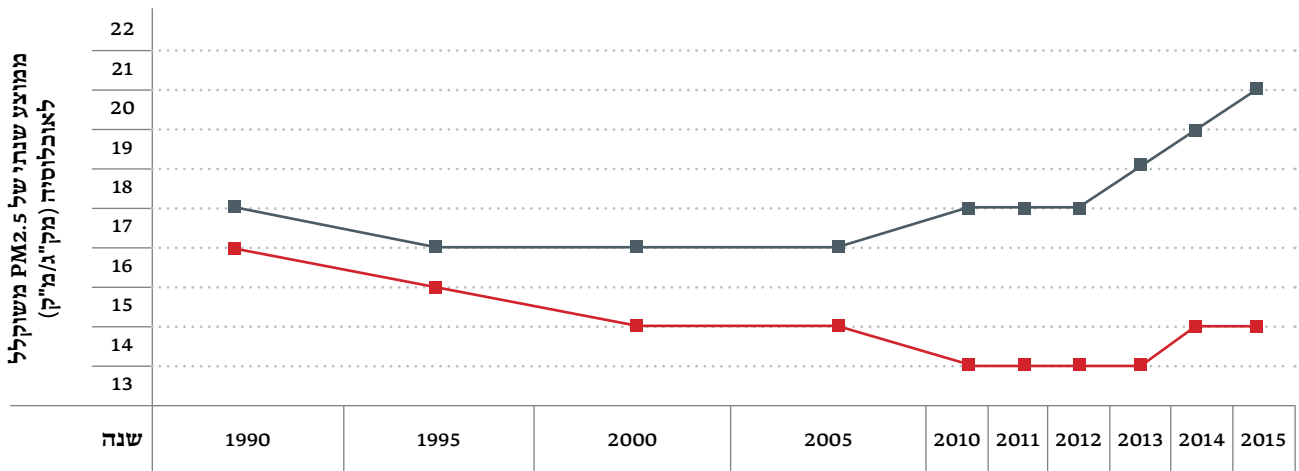
מקום לשיפור. הפחתת הזיהום אפשרית אם יתרחש שינוי בתכנון העירוני ואם תינתן עדיפות לתחבורה הציבורית ולשימוש בכלי רכב לא ממונעים (למשל אופניים). יתרום לכך גם מעבר לתחליפי דלקים ולתחבורה חכמה (ראו פרק 7, תחבורה חכמה).

זיהום אוויר בשל פעילות תעשייתית הוא נטל כבד בערים מתועשות, למשל אשדוד וחיפה (לפי סקר של המשרד להגנת הסביבה).

אוטובוסים הם מקור בולט לזיהום אוויר מתחבורה ובדרך כלל הם פולטים אדי דיזל שהוא חומר מסרטן. עם זאת, התחבורה הציבורית מפחיתה את כמות הזיהום לק"מ נסועה של כל נוסע, בייחוד תחבורה ציבורית חשמלית ורכבי דיזל חדשים יותר. מחקרים העריכו שהפחתה כל טונה של פחמן דו-חמצני באטמוספירה מניבה תועלת לציבור בשווי של 81 דולר במדינות המתפתחות ו-44 דולר במדינות המפותחות⁴. התקינה בתחום שיפור איכות הדלקים בתחבורה בישראל בשנים האחרונות חוללה שיפור ניכר בנתוני זיהום האוויר בערים⁵, אך עדיין יש

על פי דו"ח בריאות וסביבה של משרד הבריאות, תושבי ישראל נחשפים לזיהום אוויר מסוכן PM2.5 (ראו להלן הסבר מפורט על כל מזהם) הגבוה מהערכים הממוצעים במדינות החברות ב-OECD (תמונה 1). על פי דו"ח מנהל הבריאות של ה-OECD משנת 2017, בשנת 2015 נרשמו בישראל 2,240 מקרי מוות בעקבות זיהום אוויר. הדו"ח מעריך את העלות הכרוכה בתמותה מזיהום האוויר בישראל בשנה זו ב-7.3 מיליארד דולר.

חשיפה שנתית ממוצעת משוקלת לאוכלוסיה ל-PM2.5 בישראל וממוצע מדינות ה-OECD, בשנים 1990-2005



ישראל —■— ממוצע מדינות ה-OECD —■—

1

נתונים מתוך דו"ח בריאות וסביבה של משרד הבריאות משנת 2017, המפרט את החשיפה השנתית הממוצעת ל-PM2.5 בישראל לעומת הממוצע במדינות החברות ב-OECD

משרד הבריאות חקר בשנת 2016 את הקשר בין חשיפה לזיהום אוויר מסוכן חלקיקי לבין מגוון רחב של מחלות, בהן מחלות של איברי הנשימה, מחלות לב וכלי דם, סרטן, סוכרת ומשקל לידה נמוך. המחקר העריך כי זיהום האוויר היה קשור ל-1,908 מקרי מוות בשנת 2015. יתר על כן, ההוצאות לבריאות בעקבות חשיפה לזיהום אוויר בשנת 2015 עמדו על מיליארד ש"ח (לוח 2).

מקרי מוות ואשפוזים עקב חשיפה ל-PM2.5 בישראל והעלויות הנלוות, 2015

לוח 2 | תצלום מסך מתוך דו"ח בריאות וסביבה של משרד הבריאות משנת 2017. המציין מספר מקרי מוות ואשפוזים עקב חשיפה לזיהום אוויר מסוכנים PM2.5 בישראל והעלויות הנלוות

הערכת עלויות / השפעות של PM2.5 עפ"י מודל WIDE (באחוזים מן העלויות הכוללות)

מקרי מוות (מספר)	1,908 (4.3%)
ימי אשפוז (מספר)	348,039 (6.7%)
הוצאות אשפוז כלליות	\$318,918,656 (7.1%)
סה"כ הוצאות בריאות	\$1,027,757,036 (4.6%)

מזהמי האוויר העיקריים והשפעתם על הבריאות

חומר חלקיקי (PM10, PM2.5)

זיהום האוויר מחומר חלקיקי (PM = Particulate Matter) מצוי באוויר וחודר לדרכי הנשימה. חלקיקים אלה מורכבים מחומרים שונים: אבק אורגני, חיידקים, אבק בנייה, פחם מתחנות כוח ופיח מכלי רכב. נהוג לסווג את החלקיקים לפי גודלם ולפי מידת חדירתם למערכת הנשימה. PM10 חודר בדרך כלל למערכות הנשימה העליונות ו-PM2.5 חודר לריאות ולכן הוא מסוכן יותר.

מקור החומר

גזים הנפלטים מכלי הרכב, תעשייה (בתי זיקוק, מפעלי מלט, מחצבות, תחנות כוח), תהליכים טבעיים (סופות חול).

השפעת החומר על הבריאות

לצד תופעות מיידיות כגון מחלות של דרכי הנשימה, אסטמה ואלרגיה נמצא קשר הדוק בין זיהום האוויר בחומר חלקיקי לבין מחלות לב, כלי דם ותמותה מוגברת.⁸

המצב במדינות נבחרות

בגרמניה, בפורטוגל, בנורבגיה, באיסלנד, בפינלנד ובשוודיה הרמה הממוצעת של חומר חלקיקי במהלך השנה היא מתחת לסף הממוצע השנתי המומלץ⁹. לעומת זאת, רמת החלקיקים ביוון, באיטליה ובישראל גבוהה מהערכים המומלצים^{10,11} (ראו לוח 3 לערכי הסף בעולם לעומת הערכים בישראל).

המצב בישראל

הערים המזוהמות ביותר בחומר חלקיקי הן אשקלון, אשדוד, תל-אביב, מודיעין ובאר-שבע³. מאחר שמאפייני האקלים ממלאים תפקיד חשוב בריכוז החלקיקים באוויר, לא ניתן לייחס את הרמה הגבוהה של החלקיקים בישראל ליצור החשמל, לתחבורה או לתעשייה בלבד. סופות אבק המגיעות אלינו מצפון אפריקה תורמות במידה רבה לריכוז החלקיקים.

אוזון (O3)

מקור החומר

אוזון נוצר כאשר פחמימנים ותחמוצות חנקן הנפלטים לאוויר יוצרים תגובה כימית בנוכחות קרינת השמש. מאחר שהאוזון עצמו אינו נפלט לאוויר אלא נוצר לאחר פליטת מזהמי אוויר אחרים, הוא נקרא "מזהם שניוני". המקורות לפחמימנים הם צנרת ומכלי אחסון של דלקים וחומרים אורגניים וכן פליטות מכלי-רכב המונעים בבניין.

השפעת החומר על הבריאות

חשיפה קצרת-טווח לאוזון גורמת לגירוי ניכר בעיניים ובאף ופוגעת בתפקוד התקין של הריאות. חשיפה ארוכת-טווח קשורה למחלות לב, לפגיעה בתפקוד מערכת החיסון, לרגישות יתר למחלות הנגרמות מחיידקים ומנגיפים ולהחמרת מחלות כגון בرونכיטיס, נפחת (אמפיזמה) וקצרת (אסתמה)¹²⁻¹⁴.

המצב במדינות נבחרות

בפורטוגל, בנורבגיה, באיסלנד, בפינלנד ובשוודיה הרמה הממוצעת של אוזון על פני השנה היא מתחת לסף המומלץ^{15,16}. לעומת זאת, בגרמניה, ביוון, באיטליה ובישראל רמות האוזון גבוהות מהערכים המומלצים^{10,11} (ראו לוח 3 לערכי הסף בעולם לעומת הערכים בישראל).

המצב בישראל

ניתן לייחס את הרמה הגבוהה של האוזון בארץ לייצור חשמל, לתחבורה ולתעשייה. יתר על כן, ריכוזי הרקע של האוזון בישראל גבוהים, בין היתר עקב קרינת השמש החזקה בארץ וחדירת מזהמים מארצות אירופה לאזורנו⁵.

חנקן דו-חמצני (NO2)**מקור החומר**

חנקן חמצני נפלט לסביבה כאשר גז החנקן, המצוי באופן טבעי באוויר, מתחמצן בזמן שריפה בטמפרטורות גבוהות. חנקן זה נפלט מכל תהליך שריפה בטמפרטורות גבוהות שמעורב בו אוויר, כמו מצינורות הפליטה של כלי רכב, מארובות של תהליכי שריפה תעשייתיים, מארובות של תחנות כוח, מכיריים של גז בישול ומתנורי חימום ביתיים המוסקים בדלק. בדרך כלל הגז הנפלט מהשריפה מכיל חנקן חד-חמצני וכמויות קטנות של חנקן דו-חמצני. לאחר הפליטה החנקן החד-חמצני מתחמצן במהירות לחנקן דו-חמצני, והוא מזיק מאוד לבריאות. חנקן חמצני גם ממלא תפקיד ביצירת מזהמי אוויר שניוניים, כלומר אוזון.

חנקן חמצני יכול ליצור חומצה חנקתית, שהיא אחד המרכיבים של גשם חומצי (גשם בעל חומציות גבוהה המשפיע לרעה על צמחים ועל מבנים). חנקן חמצני ממקורות תחבורתיים יוצר תגובה בהצטרפו ללחות ולאמוניה, ובסופה נוצרים חלקיקים קטנים אשר עלולים לחדור לעומק מערכת הנשימה¹⁶.

ההשפעה על הבריאות

חשיפה לחנקן דו-חמצני עלולה לגרום להגברה של תגובות דלקתיות במערכת הנשימה ולהגברת הרגישות למחלות נגיפיות בקרב אנשים בריאים. החשיפה מחמירה מחלות נשימה כרוניות כגון COPD ואסטמה ומעלה את שיעור האשפוזים עקב מחלות בדרכי הנשימה¹⁶.

זיהום האוויר בחנקן דו-חמצני במדינות נבחרות הרמה הממוצעת של חנקן דו-חמצני ברוב מדינות אירופה נמוכה מהסף המומלץ (ראו לוח 3 לערכי הסף בעולם לעומת הערכים בישראל).

המצב בישראל

רמה גבוהה מהסף המומלץ נמדדת בערים הגדולות. עם זאת, במהלך השנים חלה ירידה בריכוז המזהם באוויר, והיא מוסברת בשיפור איכות הדלקים בתחבורה, בכניסתם של כלי רכב בעלי תקני פליטה מתקדמים ובהפחתת השימוש בפחם בייצור חשמל⁵.

גופרית דו-חמצנית (SO2)**מקור החומר**

גופרית חמצנית נוצרת כאשר גופרית, הנמצאת בדלקים כמו פחם, מזוט וסולר תעשייתי, מתחמצנת בעת שריפה ונפלטת לסביבה. המקורות לגופרית דו-חמצנית הם תהליכים תעשייתיים שבהם מתרחשת שריפה של דלקים אלה, למשל בתחנות כוח, בבתי זיקוק לנפט, בדודי קיטור ובתעשייה¹⁷.

ההשפעה על הבריאות

רוב האנשים הבריאים הנחשפים לגופרית דו-חמצנית יחשו גירוי זמני המוביל לאי-נוחות מועטה, אך אם אדם מסוים מתגורר סמוך למקור של פליטות מתמשכות, תיתכן פגיעה בתפקודי הריאות ובדרכי הנשימה. בקרב קבוצות סיכון (ילדים ומבוגרים אסתמטיים וחולים במחלות ריאה כרונית) תיתכן תגובה מיידית של התקף אסתמה או ברונכיטיס בחשיפה לריכוזים נמוכים יחסית של גופרית דו-חמצנית.

זיהום האוויר בגופרית דו-חמצנית במדינות נבחרות התפרצות של הר געש באיסלנד בשנים 2014-2015 גרמה לעלייה ניכרת של הגופרית החמצנית באוויר לא רק באיסלנד, אלא גם במדינות רבות באירופה¹⁸.

המצב בישראל

במהלך העשור האחרון נצפתה מגמת שיפור ניכר בריכוז של מזהם זה באוויר, הקשור לשימוש בגז טבעי בתחנות כוח ובתעשייה⁵ (ראו לוח 3, ערכי הסף בעולם לעומת הערכים בישראל).

תרכובות אורגניות נדיפות**(VOC - Volatile Organic Compounds)****מקור החומר**

תרכובות אורגניות נדיפות נפלטות מתהליכים תעשייתיים שונים. המקורות העיקריים לפליטה הם: ייצור ממסים או שימוש בממסים, בצבעים או בכימיקלים וכן זיקוק ואחסון של דלק. מקורות פליטה נוספים בתהליכי ייצור הם: מכונות תעשייתיות, כלי רכב וכלי הובלה, ברזל, פלדה ומתכות אחרות, מוצרים כימיים, מוצרי עץ, פלסטיק ונייר, מלט, טיח וסיד, מוצרי קרמיקה וזכוכית, מוצרי עור, שמן ושומן, מוצרי נפט ופחם, טקסטיל, ציוד חשמלי ומכשירי חשמל.

ההשפעה על הבריאות

ההשפעות על הבריאות תלויות בתרכובת הספציפית מתוך קבוצת התרכובות, בריכוזה ובמשך החשיפה לה. חשיפה לתרכובות אורגניות נדיפות עלולה לגרום לגירוי בעיניים, באף ובגרון, לכאבי ראש, לאובדן הקואורדינציה, לבחילה וכן לפגיעה בכבד, בכליות ובמערכת העצבים. חלק מהתרכובות בקבוצה זו עלולות לגרום לסרטן בבעלי חיים וחלקן חשודות או מוכרות כמסרטנות בקרב בני אדם. תרכובות אורגניות נדיפות בקרינת השמש עלולות להוביל להיווצרות אוזון¹⁹.

לוח 3 | זיהום האוויר הנמדד בישראל בשנת 2014 ותחזית לשנת 2015 לעומת ערכי הסף המומלצים העולמיים על פי סוגי המזהמים. המקור: דו"ח משרד הבריאות לשנת 2014, עמ' 10¹¹.

	Time Interval	Israel 2014 (micro-gram/ meter square)	Israel, forecast for 2015 (micro-gram/meter square)	World Health Organization Guideline Values
PM ₁₀	24 h	150	130 - with up to 18 annual exceedances	50
	Annual	60	50	20
PM _{2.5}	24 h	-	37.5 - with up to 18 exceedances	25
	Annual	-	25	10
Ozone	30 min	230 (half hour)	-	-
	8 h	160	140 - with up to 10 annual exceedances	100
Nitrogen Dioxide	1 h	200	200 - with up to 8 annual exceedances	200
	annual	-	40	40
Sulfur Dioxide	10 min	-	-	500
	1 h	350	200 - with up to 8 annual exceedances	-
	Daily Annual	125 60	50 - up to 4 annual exceedances 20	20 -

רגולציה ופעולות שעל הרשות המקומית לנקוט לשם צמצום זיהום האוויר

טענה רווחת היא, כי מצב זיהום האוויר אמנם משפיע על איכות חיי התושבים ברשות ועל בריאותם, אולם האחריות והסמכות לטפל בו נתונות בידי משרדי הממשלה, שהם הגוף המפקח על התחבורה, על התעשייה ועל האנרגיה. יש להביא בחשבון כי גם האזור משפיע בתחום זה, וייתכן כי מקור זיהום האוויר אינו בתחומי הרשות המקומית כלל ועיקר. אף על פי כן, על הרשות המקומית לנקוט פעולות מסוימות כדי לצמצם את זיהום האוויר בתחומה:

זיהום אוויר מתחבורה

תיקון לפקודת התעבורה משנת 2008 מאפשר לרשות מקומית שמתגוררים בה 30,000 תושבים ומעלה להכין הצעה לתכנית רב-שנתית לניהול ולאסדרה של התחבורה בתחומה לשם צמצום זיהום האוויר, וזאת לאחר התייעצות עם כמה גורמים ובהם המשרד להגנת הסביבה ומשרד התחבורה. בשנת 2013 ציין המשרד להגנת הסביבה שאף שהאפשרות עומדת לרשות הרשויות, שום רשות מקומית לא הגישה מיוזמתה הצעה כזו לעיונם של המשרד להגנת הסביבה ומשרד התחבורה, לרבות רשויות מגוש דן ומאזור ירושלים, שבהן נמדד זיהום האוויר הגבוה ביותר הנובע בעיקר מהתחבורה²⁰.

זיהום אוויר מתעשייה

פעולות הייצור השונות במפעלי תעשייה עלולות לגרום לפליטות של מזהמי אוויר לסביבה. אסדרת הפליטות לאוויר מהתעשייה נעשית בהתאם לסוג העסק ולרמת הזיהום הנפלטת ממנו.

המשרד להגנת הסביבה מסווג את העסקים לשלוש רמות:

“מפעלי רמה א” (עסקי A) – מפעלים ומתקנים בעלי פוטנציאל השפעה על הסביבה, בהיקף גדול על אחד לפחות ממרכיבי הסביבה (לדוגמא, איכות אוויר, איכות המים).

“מפעלי רמה ב” (עסקי B) – מפעלים ומתקנים בעלי פוטנציאל השפעה רב על הסביבה, אך פחות מזו של המפעלים ברמה א’.

“מפעלי רמה ג” – מפעלים ומתקנים בעלי השפעה מקומית על הסביבה.

סקטורים בתעשייה שהם בעלי השפעה רבה על הסביבה (עסקי A ו-B) – למשל תעשיית האנרגיה, התעשייה הכימית, מפעלים לייצור מתכות ולעיבודן, תעשיית המינרלים, מפעלים לניהול פסולת ולטיפול בה, מפעלים לייצור מזון, עסקים לגידול בעלי חיים וכד’ – בכל אלה יטפל המשרד להגנת הסביבה.

הפיקוח על זיהום אוויר מתעשייה ברמת הרשות המקומית:

- הרשויות המקומיות מפקחות על חוק רישוי עסקים, וכחלק מכך - עבור עסקי רמה ג', היחידות הסביבתיות ואיגודי הערים שהוסמכו כ"נותן אישור" מפקחות על תנאים סביבתיים ברישיון העסק.
- מכוח חוק אוויר נקי, השר להגנת הסביבה רשאי - בהסכמת שר הפנים - להורות לרשות מקומית להקים ולהפעיל תחנות ניטור אוויר שתיכללנה במערך הארצי לניטור אוויר. בנוסף, על היחידה המקומית להגנת הסביבה לגלות ערנות לתלונות התושבים על מפגעי ריח.
- בבואן לטפל במפגעים סביבתיים, הרשויות המקומיות יכולות להישען על חובות וסמכויות לפי פקודת בריאות העם, 1940. וכן לפי חוק למניעת מפגעים, התשכ"א - 1961. חוק רישוי עסקים, התשכ"ח - 1968 והתקנות שהותקנו לפיו מעניקות לרשויות המקומיות סמכות להסדרת רישוי העסקים בתחומן, תוך קבלת אישורים של רשויות נוספות, ביניהם המשרד להגנת הסביבה. פקודת העיריות (חקיקת חוקי עזר), פקודת הרשויות המקומיות, חוק אכיפה סביבתית (סמכויות פקחים).

על פי חוק אוויר נקי התשס"ח-2008, המפעלים שהשפעתם הסביבתית משמעותית על פי הפעילויות המפורטות בתוספת השלישית לחוק נדרשים לפעול תחת היתר פליטה, המחליף את פרק האוויר ברישיון העסק. הבקשה להיתר תוגש למשרד להגנת הסביבה על פי סעיף 9(א) לתקנות אוויר נקי (היתרי פליטה), התש"ע-2010. הבקשה נמסרת גם ליחידה הסביבתית של הרשות המקומית.

אסדרת הפליטות ממפעלים בעלי פוטנציאל זיהום אוויר ברמה בינונית או מעטה, הטעונים רישוי מכוח חוק רישוי עסקים התשע"ח-1968 (ושאינם טעוני היתר פליטה על פי חוק אוויר נקי התשס"ח-2008), נעשית באמצעות קביעת תנאים ברישיון העסק. "נותני האישור" בוחנים את הבקשה ומעבירים לרשות הרישוי את חוות דעתם לרבות תנאים לרישיון. רשות הרישוי מקבלת את החלטתה (תנאים מוקדמים / היתר זמני / רישיון קבוע / סירוב) ומעבירה ל"נותני האישור" אישור על מסירת התנאים לבעל העסק. רשות הרישוי ונותני האישור אמונים על הפיקוח על עמידה בתנאים שניתנו לעסק ברישיון העסק.

החל משנת 2000 מסמיך השר להגנת הסביבה נציגים ביחידות הסביבה ובאיגודי הערים לתפקיד "נותני אישור" לעסקים בעלי השפעות מקומיות על הסביבה המסווגים "רמה ג" עבורם כתב המשרד מפרטים אחידים.

תפקידה של הרשות המקומית בתחום זיהום האוויר על פי חוק אוויר נקי התשס"ח-2008

סימן ג': רשויות מקומיות

מניעה וצמצום של זיהום האוויר על ידי רשויות מקומיות

9. (א) רשות מקומית תפעל למניעה ולצמצום של זיהום האוויר הנגרם בתחומה.

(ב) בהפעלת סמכויותיה לפי כל דין, תיתן רשות מקומית משקל, ככל שהדבר נוגע לעניין, לחובתה לפי סעיף קטן (א).

(ג) אין בהוראות סעיף זה כדי לגרוע מחובות שהוטלו על רשות מקומית או מסמכויותיה לפי כל דין.

חוקי עזר

10. רשות מקומית רשאית, בחוק עזר, לקבוע הוראות מיוחדות לשם מניעה וצמצום של זיהום האוויר בתחומה, בהתחשב בתנאים המיוחדים של המקום ובתושביו, והסמכויות הנתונות לשר הפנים לגבי חוקי עזר לפי סעיף 258 לפקודת העיריות ובסעיף 22 לפקודת המועצות המקומיות, יהיו נתונות, לגבי חוקי עזר, כאמור, גם לשר.

הכרזה על אזור נפגע זיהום אוויר

11. (א) נוכח השר כי באזור מסוים קיימים חריגה מתמשכת או חוזרת ונשנית מערכי סביבה או זיהום אוויר חריג, יכריז, בצו, על האזור כאזור נפגע זיהום אוויר (בחוק זה - אזור נפגע זיהום אוויר) ויודיע על כך לרשויות המקומיות שבתחום האזור נפגע זיהום האוויר (בחוק זה - רשויות באזור נפגע זיהום אוויר); הכרזה כאמור לעניין זיהום אוויר חריג הנובע מחשש לפגיעה חמורה בבריאות הציבור או בסביבה, תיעשה לאחר שהשר פנה למנהל הכללי של משרד הבריאות וקיבל את חוות דעתו בעניין. (ב) תוקפה של הכרזה לפי סעיף קטן (א) לא יעלה על שנתיים, ואולם השר רשאי להאריך את תוקף ההכרזה מעת לעת לתקופות נוספות כאמור, אם נוכח כי ממשיכות להתקיים הנסיבות שהביאו להכרזה. (ג) נוכח השר כי חדלו להתקיים הנסיבות שהביאו להכרזה, יבטל את הצו ויודיע על כך כאמור בסעיף קטן (א).

נקיטת אמצעים באזור נפגע זיהום אוויר

12. (א) הכריז השר על אזור כאזור נפגע זיהום אוויר, תכין רשות באזור נפגע זיהום אוויר, שמספר תושביה הרשומים במרשם האוכלוסין עולה על 30,000, תכנית פעולה לנקיטת אמצעים בתחומה, במסגרת סמכויותיה לשיפור איכות האוויר ולמניעת הישנות החריגה מערכי סביבה בתחומה או להפסקת החריגה, או למניעת הישנות זיהום האוויר החריג, לפי העניין; תכנית כאמור, הכוללת הוראות לניהול ולהסדרה של התחבורה בתחומה של הרשות, תוכן לפי הוראות סעיף 77א לפקודת התעבורה בשינויים המחויבים.

(ב) נוכח השר כי זיהום האוויר באזור נפגע זיהום אוויר נובע, בין השאר, מזיהום האוויר הנגרם בתחומה של רשות מקומית שמחוץ לאזור הנפגע, יקבע זאת בצו כאמור בסעיף הוראות סעיף קטן 11(א), ויודיע על כך לאותה רשות מקומית ויחולו עליה הוראות סעיף קטן (א), בשינויים המחויבים.

(ג) סבר השר כי נקיטת אמצעים כאמור בסעיף קטן (א) באזור נפגע זיהום אוויר מחייבת שיתוף פעולה בין רשויות מקומיות במטרופולין, יקבע זאת בצו כאמור בסעיף 11 (א) ויודיע על כך לרשויות המקומיות במטרופולין; הרשויות המקומיות במטרופולין יכינו תכנית פעולה משותפת כאמור בסעיף קטן (א); בסעיף קטן זה, "מטרופולין" - אזור שבו כמה רשויות מקומיות הגובלות זו בזו, או רשויות מקומיות המקיימות ביניהן זיקה עירונית.

(ד) (1) תכנית פעולה לפי סעיף זה תכלול, בין השאר, יעדים לשיפור איכות האוויר ולמניעת הישנות החריגה מערכי סביבה או להפסקת החריגה, או למניעת הישנות זיהום אוויר חריג, בפרק הזמן שייקבע בתכנית הפעולה, וכן אמצעים ודרכים לעמידה ביעדים כאמור.

(2) קבע השר בצו כאמור בסעיף 11 (א) כי זיהום האוויר באזור נפגע זיהום אוויר נובע בעיקרו מתחבורה, יכללו הרשויות המקומיות החייבות בהכנת תכנית כאמור בסעיפים קטנים (א) עד (ג) הוראות בתכנית לניהול ולהסדרה של התחבורה בתחומן.

(ה) תכנית הפעולה תובא לאישורו של השר בתוך שישה חודשים מיום ההכרזה והשר רשאי לאשרה או לאשרה בתנאים.

(ו) אישר השר תכנית פעולה לפי סעיף זה, יפעלו הרשויות המקומיות שהתכנית חלה עליהן, במסגרת

סמכויותיהן, לביצוע תכנית הפעולה בפרקי הזמן הקבועים בה.

(ז) לא הוגשה או לא אושרה תכנית פעולה שחובה להגישה לפי סעיף זה, או לא בוצעו הוראות מהותיות של תכנית פעולה לאחר שאושרה, רשאי השר, לאחר התייעצות עם שר הפנים, להורות לרשות מקומית על הצעדים והאמצעים שעליה לנקוט לצמצום זיהום האוויר בתחומה.

זיהום אוויר מייצור אנרגיה

במסגרת מפת הדרכים לפיתוח מקטע הייצור במשק החשמל 2018-2030 וההיערכות לעלייה בביקוש לחשמל (כ-2.7% בכל שנה), נערך משרד האנרגיה לספק אנרגיה ממקורות שונים עד שנת 2030: גז טבעי דחוס (גט"ד) (70%), פחם (13%) ואנרגיות מתחדשות (בעיקר אנרגיה סולארית) (17%). כמה תחנות כוח עומדות על סף גריטה (יחידות פחמיות 1-4 של תחנת "אורות רבין") (תמונה 2) ובמקומן יבוא שימוש בגט"ד ובאנרגיה סולארית. גם משק האנרגיה ייאלץ להקים תחנות כוח נוספות, בעיקר בשוק הפרטי. הקמת תחנות כוח חדשות לייצור חשמל פחמי מתוכננת בדרך כלל באזורי תעשייה לצד תחנות כוח קיימות ולא בלב הערים²¹. עם זאת, זיהום האוויר עלול להגיע לעיר בשל תנאי האקלים, והוא תלוי במשטר הרוחות ובטופוגרפיה של האזור.

כל מפעל אמור לבצע בדיקות תקופתיות בהתאם לדרישות המופיעות בתנאי רישיון העסק, בצווים אישיים ובהיתרי הפליטה. בנוסף נעשות בדיקות פתע מטעם האגף לאיכות האוויר של המשרד להגנת הסביבה. תוצאותיהן של בדיקות הפתע הללו מתפרסמות באתר המשרד בדו"חות השנתיים.

היחידות הסביבתיות, איגודי ערים לאיכות הסביבה והמשרד להגנת הסביבה מפקחים על נתוני הפליטה מארובות המפעלים ונותנים חוות דעת על תסקירי ההשפעה שמפעלים אלה נדרשים לעשות.

2



תחנת הכוח אורות רבין | צילום: ד"ר אבישי טייכר Pikiwiki Israel

3



חגיגות ל"ג בעומר בשכונת שפירא, דרום תל אביב, ישראל, 2011
צילום: רועי בושי
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Lag_Ba'Omer_bonfire_Tel_Aviv_Israel.jpg

השפעת זיהום האוויר בעיר על הכלכלה הלאומית והמקומית

1. ההשפעה על בריאות הציבור

מקובל לכמת את ההשפעה של זיהום האוויר על בריאות הציבור במונחים של אבדן ימי עבודה, פניות לחדרי מיון בבתי החולים, אשפוזים, תחלואה ותמותה מוקדמת ברמת המדינה כולה. בשלב הראשון נדרש אומדן של כמות הפליטות לפי מזהמים שונים. פליטות מתעשייה, מתחבורה ומייצור חשמל משפיעות בדרך שונה על האוכלוסייה ותלויות בתמהיל הפליטות ובסוגיהן. לוחות 4-6 שלהלן פורסמו על ידי המשרד להגנת הסביבה, והם מדגימים את כמויות הפליטות על פי סקטור המזהמים ועל פי האזור הגיאוגרפי. ניתן לראות שהערים הגדולות שונות בהרכב הפליטות: חיפה סובלת מכמויות גדולות של פליטות ממקור תעשייתי (12,714 טונות של פליטות, לוח 4) ביחס לערים גדולות אחרות ואילו אזור גוש דן סובל מכמויות גדולות של פליטות ממקור תחבורתי (26,629 טונות של פליטות, לוח 5) ביחס לערים גדולות אחרות.

זיהום האוויר בל"ג בעומר

תחנות הניטור לאיכות האוויר מצביעות על עלייה ניכרת בריכוז החלקיקים המסוכנים לדרכי הנשימה בשל הדלקת המדורות בל"ג בעומר (תמונה 3). נתונים של תחנות הניטור בשנת 2017 מראים כי זיהום האוויר הגיע לשיאו בל"ג בעומר והיה גבוה פי 10.9 מהזיהום הרגיל. המדורות מעלות פיח ועשן, והחלקיקים הנישאים עם הרוח מגיעים לכלל הציבור, וחמור מכך – הן גם פולטות לאוויר חומרים רעילים ומסוכנים עקב שריפה של פלסטיק, של שקיות ניילון ושל עצים צבועים ומעובדים. ההשפעה של נשימת חומרים אלה מזיקה מאוד לאדם (בייחוד לתינוקות, לזקנים ולחולים במחלות כרוניות). הדבר חמור במיוחד בשנים האחרונות, שבהן נמשכת הדלקת המדורות לאורך שבוע ימים.

המשרד להגנת הסביבה הוציא הנחיות להדלקת מדורות. בל"ג בעומר בשנת 2018 יצא המשרד בקריאה להימנע מהדלקת מדורות בל"ג בעומר בשל מזג האוויר השרבי והרוחות העזות. הציבור נענה לקריאה, ואכן זיהום האוויר הממוצע בחג באותה שנה הגיע בשיאו "רק" לפי 7.1 יותר מן הרגיל בשנים קודמות, ירידה של מעל ל-30% ביחס לשנה הקודמת. רוב תושבי חיפה ונשר לא הבעירו מדורות באותה השנה, ואכן נתוני הניטור הראו כי זיהום האוויר באותו יום לא השתנה כלל לעומת יום רגיל בבדיקה של חלקיקים קטנים מ-2.5 מיקרון (שהם חלקיקים המסוכנים לנשימה). ברחובות נפתח מתחם מדורות נקודתי ונערכה חגיגה המונית לילדי העיר. באשדוד נרשמה עלייה של פי 5.4 בלבד באותה השנה (פחות מהממוצע הארצי) עקב הקריאה לציבור לאחד מדורות או להעדיף פעילות חלופית. בבאר שבע, בנתניה ובמועצה האזורית פרדס חנה נאסרה הדלקת מדורות בגלל תנאי מזג האוויר.

הרשות המקומית יכולה לפעול לצמצם את זיהום האוויר בל"ג בעומר בכמה דרכים:

- לרכז את הבערת כל המדורות ליום אחד בלבד;
- לקבוע מתחם ייעודי ומוגן לשריפות שיצמצם את שטחו של מקור הזיהום;
- לנסות ככל האפשר למקם את מתחם המדורות בפאתי העיר כדי להרחיק את הזיהום מבתי המגורים;
- ליזום פעילויות קהילתיות אחרות, לדוגמה סיורי עששיות, הפנינג וכיו"ב;
- ליזום הסברה במוסדות החינוך על הנזקים הנגרמים מהדלקת המדורות הנרחבת.

לוח 4 | כמויות פליטת מזהמים מתעשייה על פי המזהם והאזור, בטונות בשנה
 המקור: דו"ח מטעם המשרד להגנת הסביבה - בקר, רוזנטל וגבאי (2012), חישוב העלויות החיצוניות של זיהום האוויר מתחבורה ומתעשייה בישראל²²

סה"כ	Co	PM2.5	PM10	NOX	VOC	SO2	מזהמים/סקטורים	אזור גאוגרפי
5,912	36	74	74	160	5,087	480	גוש דן	ערים
1,944	6	38	38	110	1,528	224	ירושלים	
12,714	849	196	196	3,388	3,419	4,666	חיפה	
770	0	14	14	18	675	48	באר שבע	
50,716	1,226	1,297	1,297	13,584	23,615	9,697	מרכז	אזורים
24,775	1,172	769	769	5,309	9,288	7,468	צפון	(כולל ערים)
38,219	515	1,737	1,737	11,452	11,182	11,595	דרום (מחושב)	
42,861	1,184	1,184	1,184	13,315	17,000	8,994	מרכז (מחושב)	אזורים
12,061	232	537	537	1,921	5,869	2,802	צפון (מחושב)	(ללא ערים)
37,450	515	1,723	1,723	11,434	10,507	11,547	דרום (מחושב)	
113,711	2,913	3,803	3,803	30,345	44,085	28,760	על פי המצאי	כל הארץ

לוח 5 | כמויות פליטת מזהמים מתחבורה על פי המזהם והאזור, בטונות בשנה
 המקור: דו"ח מטעם המשרד להגנת הסביבה - בקר, רוזנטל וגבאי (2012), חישוב העלויות החיצוניות של זיהום האוויר מתחבורה ומתעשייה בישראל²²

סה"כ	Co	PM2.5	PM10	NOX	VOC	SO2	מזהמים/סקטורים	אזור גאוגרפי
26,629	19,184	244	0	5,045	2,123	33	גוש דן	ערים
6,970	4,729	71	0	1,664	497	10	ירושלים	
11,348	7,138	161	0	3,184	849	17	חיפה	
1,348	789	20	0	461	76	2	באר שבע	
128,774	89,372	1,324	0	27,918	9,962	169	מרכז	אזורים
29,411	17,240	440	0	9,593	2,090	48	צפון	(כולל ערים)
20,590	11,114	365	0	7,692	1,383	36	דרום (מחושב)	
95,145	65,459	1,009	0	21,209	7,342	126	מרכז (מחושב)	אזורים
18,063	10,102	279	0	6,409	1,242	30	צפון (מחושב)	(ללא ערים)
19,242	10,325	345	0	7,232	1,306	34	דרום (מחושב)	
178,745	117,726	2,129	0	45,204	13,434	252	על פי המצאי	כל הארץ

לוח 6 | כמויות פליטת מזהמים מייצור חשמל על פי המזהם והאזור, בטונות בשנה

המקור: דו"ח מטעם המשרד להגנת הסביבה - בקר, רוזנטל וגבאי (2012), חישוב העלויות החיצוניות של זיהום האוויר מתחבורה ומתעשייה בישראל²²

סה"כ	Co	PM2.5	PM10	NOX	VOC	SO2	אזור גאוגרפי | מזהמים/סקטורים
3,623	485	20	20	3,057	0	41	גוש דן
0	0	0	0	0	0	0	ירושלים
5,307	14	138	138	1,722	0	3,295	חיפה
0	0	0	0	0	0	0	באר שבע
184,738	1,921	1,223	1,223	102,229	0	78,142	מרכז
5,321	14	138	138	1,727	0	3,303	צפון
94,225	273	799	799	40,295	0	52,060	דרום (מחושב)
181,115	1,437	1,203	1,203	99,172	0	78,101	מרכז (מחושב)
14	0	0	0	5	0	8	צפון (מחושב)
94,225	273	799	799	40,295	0	52,060	דרום (מחושב)
284,284	2,208	2,160	2,160	144,251	0	133,505	על פי המצאי

אומדן כמות הפליטות מאפשר להעריך את העלויות למשק בשל פליטת מזהמים. השיטה לחישוב העלויות החיצוניות לטונה פליטה מתבססת על תוצאותיהם של מחקרים שנערכו ברחבי העולם תוך התאמתם למאפיינים המקומיים בישראל²². אומדן עלות הפליטות מהתעשייה, מהחשמל ומהתחבורה למשק נעשה בארבע ערים גדולות בישראל²². בשנת 2010 נפלטו 76,560 טונות של מזהמים שונים בארבע ערים גדולות בישראל: גוש דן (לצורך המחקר, מטרופולין גוש דן נחשב כאן לאזור אחד), חיפה, ירושלים ובאר שבע. גוש דן וחיפה סבלו מכמות רבה של פליטות. עלותן של הפליטות חושבה בערים נבחרות והסתכמה ביותר מארבעה מיליארד שקלים של הוצאות בגין תחלואה ותמותה. התעשייה וייצור החשמל במחוז חיפה גרמו לזיהום אוויר רב, ואילו בגוש דן רוב זיהום האוויר נגרם מתחבורה (לוח 7).

לוח 7 | ערכי העלויות למשק בעקבות פליטת מזהמים בערים הגדולות, באלפי שקלים

המקור: דו"ח מטעם המשרד להגנת הסביבה - בקר, רוזנטל וגבאי (2012), חישוב העלויות החיצוניות של זיהום האוויר מתחבורה ומתעשייה בישראל²²

באר שבע		חיפה		ירושלים		גוש דן		
תחבורה	תעשייה וחשמל	תחבורה	תעשייה וחשמל	תחבורה	תעשייה וחשמל	תחבורה	תעשייה וחשמל	
1	5	2	1.014	0	49	7	107	SO2
2	16	31	108	42	122	111	242	VOC
39	1	302	278	261	13	605	255	NOX
4	3	49	93	29	15	210	79	PM2.5
0	2	0	58	0	9	0	48	PM10
5	0	44	5	29	0	117	3	**CO
79		1,984		569		1,786		סה"כ

להפחתת זיהום האוויר במחיר מסובסד. הנושא פורסם בהרחבה באמצעי התקשורת השונים, הציבור נקרא לשתף פעולה וברחבי העיר הוצבו שלטי התראה ותמרורים האוסרים כניסת רכבים מזהמים לעיר.

בשלב הראשון תיתן עיריית חיפה אזהרות כדי לא להכשיל את בעלי הרכבים המזהמים; יובא לידיעתם כי אם לא יתקינו מסנן וימשיכו להיכנס לעיר – יושתו עליהם קנסות.

בשלב הראשון תבצע האכיפה על ידי פקחי העירייה בליווי משטרת ישראל, ובשלב הבא יותקנו מצלמות אכיפה בכל הכניסות לעיר והאכיפה תיעשה באופן אוטומטי.

בשלב השני, שייכנס לתוקף בתחילת שנת 2019, תוגבל כניסתם של כלל רכבי הדיוזל המזהמים (כולל טנדרים ומסחריות שמשקלם מתחת ל-3.5 טונות למעט מכוניות פרטיות) אשר אינם עומדים בתקן יורו 4 לזיהום אוויר. כלי רכב מזהם יורשה להיכנס לאזור רק לאחר התקנת מסנן חלקיקים ייעודי להפחתת זיהום האוויר.

באתר האינטרנט המוקדש לתכנית מוצג מידע לציבור הכולל אפשרות להעלות שאילתות על כלי הרכב וכן פרטי קשר וכתובות של המוסכים אשר מתקינים מסנני חלקיקים לצמצום זיהום האוויר במחיר מסובסד, מפה של האזור המוגבל ועוד. בעלי רכב מזהם המעוניינים להיכנס לחיפה נקראים להאם בהקדם מועד להתקנת מסנן באחד המוסכים. על מפירי החוק יוטלו קנסות בסך 500 שקל לכלי רכב מזהם בבעלות אדם פרטי, ובסך 1,000 שקל לכלי רכב מזהם בבעלות תאגיד.

העלויות המוצגות בלוחות שלעיל הן ברמה הלאומית. עם זאת, חלק מהעלויות הללו באות לידי ביטוי גם ברמה המקומית. סעיפים 2 ו-3 להלן מסבירים את הסוגיה:

2. ההשפעה על פריון העבודה

הרעה במצב הבריאות עשויה לבוא לידי ביטוי בירידת התפוקה בעבודה גם ללא היעדרות מהעבודה²³, וזאת הן ברמה הלאומית והן ברמת הרשות המקומית. יעילותם של אנשים שאינם חשים בטוב פחותה לא רק בעבודה: פרט לפגיעה בתפקוד בעבודה, עלול להיפגע גם התפקוד היום-יומי בשל השפעות זיהום האוויר²⁴.

3. ההשפעה על העדפות מקום המגורים ועל מחירי הנדל"ן

טיב איכות האוויר הוא מן השיקולים החשובים בהעדפות מקום המגורים והוא בא לידי ביטוי במחירי הנדל"ן^{24,25}. מחקרים בסין מראים שאיכות אוויר ירודה עשויה להיות סיבה למעבר של אוכלוסייה חזקה לאזורים שבהם איכות האוויר טובה יותר²⁶. זיהום האוויר באזור מסוים עלול להביא לידי הגדלת הפערים החברתיים-כלכליים באוכלוסייה המקומית וליצור שכונות מוחלשות הסובלות מזיהום אוויר גבוה לעומת שכונות חזקות במקומות שבהם זיהום האוויר נמוך יותר.

המצב בארץ

בכוחן של הרשויות המקומיות לחולל שינוי ניכר ברמות זיהום האוויר, בעיקר בתחום התחבורה. זיהום האוויר בתחומי התעשייה וייצור האנרגיה הם בחלקם או ברובם באחריות המדינה, ואילו המצב בתחום התחבורה, הגורם העיקרי לזיהום בחלק מהמדינה, יכול להשתפר באמצעות פעולות במסגרת תכנית התחבורה העירונית. להלן כמה פעולות שכבר נעשו בארץ:

• **אזור אוויר נקי בחיפה** – התכנית "בחיפה אסורה הכניסה לרכבים מזהמים" (תמונה 4) גובשה בשיתוף בין עיריית חיפה ובין המשרד להגנת הסביבה במסגרת החלטת הממשלה "לצמצום זיהום אוויר והפחתת סיכונים סביבתיים באזור מפרץ חיפה" מספטמבר 2015. התכנית שואפת להפחית את זיהום האוויר מכלי הרכב בעיר ב-20 אחוזים, והיא תופעל מינואר 2019.

התכנית היא מרכיב מרכזי במכלול פעולות נוספות שמקדמות העירייה והממשלה לצמצום זיהום האוויר במפרץ. התכנית מתבצעת בשני שלבים: בשלב הראשון ננקטה אכיפה על רכבי דיוזל שמשקלם מעל 3.5 טונות שייכנסו לאזור המוגדר "אזור אוויר נקי". לקראת מועד ההפעלה נשלחו מכתבים ל-22 אלף בעלי כלי הרכב המוגדרים כמזהמים בארץ, ובהם הוסבר על ההגבלה הצפויה ועל האפשרות להתקין מסנן חלקיקים ייעודי

4



צילום מסך מתוך אתר פרויקט "בחיפה אסורה הכניסה לרכבים מזהמים", בהובלת המשרד להגנת הסביבה, עיריית חיפה ובסיוע חברת יפה נוף.

במהלך 2018 עשו המשרד להגנת הסביבה ועיריית חיפה פעולות רבות להפחתת זיהום האוויר מכלי רכב בעיר ובהן התקנת מסנני חלקיקים בכל האוטובוסים המשמשים

על פי הנתונים כיום, 75% ממשתמשי תחנת הרכבת בבנימינה מגיעים לתחנה ברכב פרטי. נוסעים המעוניינים להצטרף לנסיעה יוכלו למצוא ביישומון Moovit אפשרות לנסיעה משותפת מאזורם ולהשאיר את רכבם בבית. המטרה היא לצמצם את זיהום האוויר הנפלט מכלי הרכב הרבים הפוקדים את תחנת הרכבת בכל יום ולהקטין את הנסועה באזור. מיזם זה מאפשר גם לאנשים רבים יותר להשתמש ברכבת ולחסוך זמן יקר למציאת חנייה ליד התחנה. במסגרת ניסוי הגיטו הוקצו בשלב הראשון 20 מקומות חנייה ייעודיים. מידת השימוש ואופן השימוש בחניות הניסוי מתועדים, ואם יעלה הביקוש על ההיצע תרחיב רכבת ישראל את שטחי החנייה שליד התחנה. יתר על כן, אם יוכתר הניסוי בהצלחה, יורחב המהלך לתחנות נוספות באזור ולאחר מכן לכל הארץ.

ברמת הרשות

ערים ויישובים אשר בשטחם תחנת רכבת או תחנת אוטובוסים מרכזית יכולים להקצות חניונים ייעודיים לכלי רכב הנוסעים בתחבורה שיתופית ולקדם נסיעה בתחבורה ציבורית. המערך מצריך פיקוח ואכיפה כדי להבטיח שמטרות המיזם אכן מושגות.

בקווי השירות בעיר; חידוש צי המשאיות העירוני; רכישה של 25 משאיות חדשות המונעות בגז טבעי והתקנת מסנני חלקיקים במשאיות הישנות בצי הרכב העירוני אשר צפויות להישאר בשירות העירייה בשנה הקרובה. עיריית חיפה, בשיתוף המשרד להגנת הסביבה וקק"ל, הקימה מערך שיתוף רכב, הפועל באמצעות 100 כלי רכב חשמליים - גם הוא ראשון מסוגו בארץ. לאחר יישומה המלא צפויה התכנית להפחית את זיהום האוויר מכלי הרכב בעיר בשיעור של 20 אחוזים.

תוצאות התכנית ייבחנו באמצעות ניטור האוויר שיבצע המשרד להגנת הסביבה באזורים השונים של העיר. הפעילות שנעשתה בעיר חיפה עודדה רשויות נוספות במטרופולין חיפה ובארץ לפתוח בהליכים לקראת הפעלת אזורים מופחתי פליטות נוספים ובהן הקריות וירושלים.

• **חניון קארפול בתחנת רכבת בנימינה - מיזם בשיתוף רכבת ישראל, "השותפות לקיימות אזורית", "תחבורה היום ומחר" ויישומון Moovit** המקדם שמירת מקומות חנייה לרכבי תחבורה שיתופית (נהג ושני נוסעים ומעלה) על בסיס מקום פנוי (תמונה 5). תחנת הרכבת בבנימינה הוקמה לפני כ-95 שנה בימי המנדט והפכה לתחנה מרכזית, המספקת בכל יום שירות לכ-5,500 מתושבי האזור המגיעים מכל היישובים הסמוכים, מיקנעם ועד פרדס חנה.

5



חניון הקארפול בתחנת רכבת בנימינה המקדם שמירת מקומות חנייה לרכבי תחבורה שיתופית | צילום: פניאלה דותן

6



המיזם של חברת Mobike | צילום: שרון מיכאלי

• שימוש נרחב באופניים שיתופיים מוריד את הנסועה בכבישים ומצמצם את רמות זיהום האוויר - שימוש באופניים אף עשוי להפחית במידה רבה את עומס התנועה בעיר, בייחוד בשעות העומס. באזור גוש דן הוקמו כמה מיזמים לאופניים שיתופיים:

• המיזם של חברת Mobike מאפשר לאסוף אופניים ברחבי העיר, להפעילם באמצעות יישומון ולהשאירם במרחב בציבורי בתום השימוש בלחיצת כפתור, במקום שאינו מפריע (כלומר אינו חוסם את המדרכה ואינו מפריע להולכי הרגל או לכלי רכב) (תמונה 6).

• שירות תל אופן של עיריית תל אביב-יפו מאפשר לשכור אופניים בת"א, גבעתיים, ר"ג ובבת ים (תמונה 7).

ברמת הרשות

רשות המעוניינת להכניס לשטחה אופניים שיתופיים יכולה לעשות כן (למשל, הרשמה ל Mobike דרך אתר החברה) ולהפחית הן את העומס בכבישים והן את זיהום האוויר.

7



שירות תל אופן ברמת אביב, תל אביב | צילום: שרון מיכאלי

מן המתרחש בעולם

רשויות מקומיות יכולות לאמץ את השיטות שכבר מופעלות בערים באירופה לשם צמצום זיהום האוויר.

ברלין, גרמניה

• בברלין ננקטו צעדים אלה להפחתת זיהום האוויר³:

1. פיתוח תשתיות להולכי רגל כדי להגדיל את מספר הולכי הרגל ולהקטין את מספר המכוניות;
2. ניהול ובקרת חניה - העירייה הגדירה אזורים שבהם החנייה מותרת רק לתושבי המקום, ולצד זאת מקדמת העירייה פיתוח תחבורה ציבורית הולמת. מדיניות זו מעודדת מעבר משימוש בכלי רכב פרטיים לתחבורה ציבורית.
3. הגדרת אזור במרכז העיר שהכניסה אליו מותרת רק לכלי רכב בעלי פליטה מעטה או ללא פליטה.
4. תכנון נתיבי אופניים - בברלין נסללו נתיבי אופניים שאורכם כ-620 ק"מ, 60 ק"מ של נתיבי אופניים ברחוב ו-190 ק"מ נתיבים מקבילים לרחובות. התכנון כולל הקלה של המעבר בין תחבורה ציבורית לאופניים.
5. בכל האוטובוסים של רשות התחבורה בברלין (כ-1000 במספר) הותקן מסנן מתקדם לפליטות ובזכות זאת צומצם זיהום האוויר בכבישים הראשיים ב-40 אחוזים.
6. החל משנת 2005 פועל בגרמניה תאגיד לשיתוף כלי רכב ב-250 ערים ויותר.
7. אוטוסטרדות אופניים - ברלין הכריזה על הקמת 12 אוטוסטרדות לרוכבי אופניים שתהיינה מופרדות לגמרי מתנועת כלי הרכב.

פריבורג, בגרמניה

• בעיר נסללו 500 ק"מ של שבילי אופניים והעיר מעמידה לרשות התושבים תחבורה ציבורית מהימנה. בזכות פתרונות התחבורה המפותחים והזולים נאסרה חניית כלי רכב ליד הבתים בפרבר וואובן, ובעלי כלי הרכב יכולים לחנות בחניונים מחוץ לעיר. מחיר רכישת מקום חנייה הוא 18,000 אירו. בתמורה הדיור זול והנסיעה בתחבורה הציבורית היא חינם, וכל זאת לשם הפחתת השימוש ברכב פרטי ובעקבות זאת - הפחתת זיהום האוויר באזור.

אמסטרדם, בהולנד

• באמסטרדם רוב התושבים רוכבים על אופניים ורובם אינם מחזיקים כלל בכלי רכב. יתרה מזאת, מעודדת העירייה להחליף כלי רכב רגילים בכלי רכב חשמליים באמצעות מתן מענקים (תמונה 8). החל משנת 2025 תיאסר לחלוטין רכישת כלי רכב המונעים בדלק²³.

קופנהגן, דנמרק

• בעיר פטורים כלי רכב חשמליים מתשלום על חנייה ואפשר לטעון אותם ללא תשלום בעמדות ציבוריות³. יתר על כן, חלק ניכר מהעיר חסום לכלי רכב והעיר צפויה לאפס את כמות פליטות הפחמן בה עד שנת 2025.

8



מימין, רחוב טיפוסי באמסטרדם, ללא כניסת רכבים. משמאל, עמדות טעינה לרכבים חשמליים פרושות ברחבי העיר אמסטרדם | צילום: מיכל צרפתי

פריז, צרפת

• בפריז אסורה כניסת רכבים בסופי שבוע לאזורים מסוימים ואף בימים זוגיים או בימים אי-זוגיים. העירייה מסבסדת תחבורה ציבורית בימים שבהם יש חריגות גדולות בזיהום האוויר ומעודדת רכיבה באופניים ובתחבורה שיתופית. קטע ארוך של הגדה הימנית של נהר הסיין חסום לכניסת כלי רכב וכך גם אזורי תיירות עמוסים כמו רחוב שאנו אליזה.

ציריך, שווייץ

• בציריך שבשווייץ נקבעה מכסה של מספר כלי הרכב הרשאים להיכנס לעיר בכל רגע נתון. בעיר נבנים עוד ועוד אזורים ללא כניסת כלי רכב כלל.

אוסלו, נורבגיה

• העירייה הכריזה בשנת 2015 על סגירת מרכז העיר לכלי רכב ממונעים עד שנת 2019. אוסלו משקיעה בפיתוח תחבורה ציבורית ובשבילי אופניים ומדרכות (תמונה 9). ערים נוספות בעולם שסגרו או מתעתדות לסגור רחובות לשם הגדלת המרחב הציבורי הן: ניו יורק, בוגוטה (קולומביה), פריז, לונדון, ברלין, מדריד, המבורג, קופנהגן והלסינקי. המהלך הדרמטי הנוסף שעשתה אוסלו הוא ביטול כל החניות הרחוב והגדלת המרחב הציבורי לתועלת הולכי הרגל.

9



צילום מסך מתוך סרטון באתר CURBED. בכל צמד תמונות ניתן לראות את המצב בעיר אוסלו לפני השינוי בשנת 2009 ואחרי השינוי בשנת 2014. השינויים באים לידי ביטוי בביטול כבישים ומקומות חנייה וביצירת מרחב ציבורי רחב ומזמין במקומם

גם מחוץ לאירופה נקטו ערים שונות צעדים לצמצום ניכר של זיהום האוויר:

• **בולדר, קולורדו (ארה"ב)** יצאה בתכנית אסטרטגית לצמצום זיהום האוויר, בין היתר באמצעות התכנית "ניידות לכול", שנועדה לקדם אפשרויות תחבורה רב-תכליתיות (תחבורה ציבורית, אופניים וכו') ולהגביר את המודעות לכך שהתחבורה היא צורך חברתי וכלכלי בסיסי. צעדים נוספים שנקטו בעיר: שילוט וסימנים חדשים על כבישי המחוז שנועדו לחנך נהגים ורוכבי אופניים בכל הקשור לכללי הנהיגה וכיצד לנהוג ולרכוב בבטחה בכביש; שיפור דרכים, כבישים ושבילים; יצירה ושיתוף מפת אופניים רשמית של מחוז בולדר; ניסוי לרכובי אופניים שבו הרוכבים יכולים להודיע על צורכי תחזוקה בכבישי המחוז; תכנית חינוכית לילדי בתי הספר ולהוריהם המסייעת לצמצם את תנועת המכוניות בבתי הספר ובשכונות הסובבות אותו ועוד.

• **ברלהי שבהודו, בסיאול שבדרום קוריאה ובטוקיו שביפן** נאסרה כניסה של רכבי דיזל למרכז העיר או נאסר לחלוטין השימוש בהם.

צעדים מומלצים לבניית תכנית עירונית לצמצום זיהום האוויר¹

1. הגדרת מטרות ויעדים של התכנית, תוך התאמה לרשות ולצורכי התושבים בה;
2. תיאור מצב זיהום האוויר הקיים;
3. תיאור מגמות גידול התנועה ורמות זיהום האוויר בעיר מתחבורה ומתעשייה;
4. בחירת אמצעי מדיניות המתאימים ליעדי התכנית ולצורכי הרשות המקומית ולייחודיותה. רשימת האמצעים האפשריים המלאה מפורטת במסמך של משרד להגנת הסביבה המוקדש להמלצות לרשויות המקומיות לצמצום זיהום האוויר מתחבורה³⁰;
5. הכנת תכניות לצמצום זיהום האוויר ברשות המקומית;
6. בחינת הכדאיות הכלכלית של האמצעים הללו ושל החלופות;
7. קביעת לוח זמנים לביצוע;
8. הגדרת אמצעי ניטור ובקרה.

• **בייג'ין שבסין** היא אחת מעשר הערים בעולם שבהן זיהום האוויר הרב ביותר²⁸. בעיר נטוע יער ובו 2.4 מיליון עצים. במחקר שנעשה על זיהום האוויר בבייג'ין, נמצא שבשנת 2002 הפחית היער העירוני 1261.4 טונות של מזהמים מהאוויר²⁹, וללא היער היה זיהום האוויר בעיר גבוה הרבה יותר (ראו פרק 5 בנושא הצללה).

• **בקוריבטה שבדרום ברזיל** שיעור המשתמשים בתחבורה ציבורית עומד על כ-70% מהאוכלוסייה (הכוללת שני מיליון איש) והנסיעה הוא מן הזולות בעולם. בזכות זאת זיהום האוויר אפסי ואין עומס תנועה.

• **בוונקובר שבקנדה** הוחלט להעביר מחצית מהתנועה בעיר ל"תנועה מקיימת". בשלב הראשון העיר פיתחה והגדילה את שטחי התנועה לתושבים האקטיביים, כלומר נסללו מדרכות הליכה ושבילים נפרדים, רחבים ובטוחים לאופניים. שבילי האופניים נסללו על חשבון הכביש, ונבנתה מחיצה והפרדה פיזית באמצעות צמחייה נמוכה, ירוקה ואסתטית. בזכות סלילת מסלולי רכיבה בטוחים ואסתטיים הצליחה העיר להגיע ליוממות באמצעות אופניים מצד 10 אחוזים מתושבי העיר. בעיר יש גם רכבת קלה, אוטובוסים חשמליים, מערך אופניים שיתופיים ומרחבים ציבוריים איכותיים החסומים לכלי רכב ואף לאופניים כדי לעודד הליכה.

• **יצירת תחנות אוטובוסים בטוחות הכוללות מתקני משחקים** - במקומות שונים בעולם תוכננו תחנות אוטובוסים סגורות הגבוהות ממפלס הכביש. תחנות אלה בטוחות לנוסעים ואינן חשופות לזיהום האוויר. ניתן אף לבנות תחנות מותאמות לילדים ובהן מתקני משחקים.



10





לסיכום

לשלטון המקומי סמכויות ודרכים שונות לצמצם את זיהום האוויר לתועלת הציבור.

רשויות שבהן זיהום האוויר מהתחבורה גבוה יכולות להתקין תקנות עזר ולהגביל את התחבורה במקומות הומי אדם. סלילת שבילי אופניים ועידוד הציבור לבחור בתחבורה ציבורית יפחיתו את זיהום האוויר הנוצר בשל פליטות כלי הרכב. אפשר לתכנן את הרחובות בהתאמה לאמצעי תחבורה שונים ולא רק לכלי רכב ממונעים. ככל שיפחתו כלי הרכב בכבישים ואנשים רבים יותר יבחרו בהליכה או בתחבורה ציבורית, ילך וירד עומס התנועה וכך גם ההשפעה של פליטות הפחמן והגזים הרעילים האחרים. נטיעת עצים תפחית את זיהום האוויר וגם תעודד הליכה ורכיבה על אופניים, צעד שיביא לידי קירור הסביבה המוצלת, לשיפור מצב העסקים ברשות ולאוכלוסייה בריאה וחזקה יותר מבחינה כלכלית.

תודה רבה לד"ר רותי קירו, איילת בן עמי ונטע אלול מהמשרד להגנת הסביבה, על הערות חשובות שתרמו רבות לדיוק הפרק.

תודות

מקורות

1. OECD, 2014. The Cost of Air Pollution Health Impacts of Road Transport, doi: <https://bit.ly/2qiDjKb>
2. מבקר המדינה, 2017. הדו"ח השנתי 68א, השפעת ייצור החשמל על איכות האוויר בישראל. ירושלים: משרד מבקר המדינה
3. משרד להגנת הסביבה, הפחתת זיהום אוויר מתחבורה, <https://bit.ly/2yFnpY>
4. Nemet, G. F., Holloway, T., & Meier, P., 2010. "Implications of Incorporating Air-Quality Co-benefits into Climate Change Policymaking", *Environmental Research Letters* 5, <https://bit.ly/2zetIJ9>
5. קורדובה-ביז'ונר לבנה, 2015. דו"ח מגמות ניטור איכות אוויר לשנים 2001-2013, ירושלים: המשרד להגנת הסביבה, אגף איכות אוויר ושינוי אקלים - מערך ניטור אוויר ארצי.
6. Ayalon, Ofira, Miriam Lev-On, & Perry Lev-On, 2017. Assessment of Greenhouse Gas Emissions Intensity from Electricity Generation in Israel, <https://bit.ly/2OfEO6j>
7. The National Pollutant Inventory, 2017. <http://www.npi.gov.au>
8. Anderson, J. O., Thundiyil, J. G., & Stolbach, A. 2012. "Clearing the Air: A Review of the Effects of Particulate Matter Air Pollution on Human Health", *Journal of Medical Toxicology* 8, pp. 166-175
9. European Environment Agency, 2014. Air Pollution Fact Sheet, 28
10. Guerreiro, C., González Ortiz, A., & Frank de Leeuw, 2017. Air Quality in Europe, 2017 Report, <https://bit.ly/2Sy78UP>
11. ברמן, תמר, איזבלה קרקיס, ושי רייכר, 2014. בריאות וסביבה בישראל 2014, ירושלים: משרד הבריאות, <https://bit.ly/2Svdd13>
12. <https://bit.ly/2zjz3io>
13. Vinikoor-Imler, L. C. et al., 2014. "Evaluating Potential Response-Modifying Factors for Associations between Ozone and Health Outcomes: A Weight-of-Evidence Approach", *Environmental Health Perspectives* 122, pp. 1166-1176.
14. Atkinson, R. W. et al., 2016. "Long-Term Exposure to Ambient Ozone and Mortality: A Quantitative Systematic Review and Meta-Analysis of Evidence from Cohort Studies", *BMJ Open* 6, pp. 1-10
15. European Environment Agency, 2013. Air Pollution Fact Sheet 22
16. Ahammad, R., 2016. "Nitrogen Oxides", *Salem Press Encyclopedia* 13, pp. 1-2
17. Schlesinger, R. B., 2017. "Sulfur Oxides", *Comprehensive Toxicology: Third Edition*, 15, Auburn: Elsevier, pp. 403-415.
18. Guerreiro, C., Gonzalez Ortiz, A., de Leeuw, F., Viana, M. & Horalek, J., 2016. *Air Quality in Europe: 2016 Report*, <https://bit.ly/2JqUoeF>
19. United States Environmental Protection Agency, 2017. *Volatile Organic Compounds' Impact on Indoor Air Quality*, <https://bit.ly/2o3Rj8z>
20. מבקר המדינה, 2014. דו"ח מבקר המדינה לשנת 2014, פרק ב: תכניות תחבורה של רשויות מקומיות, עמ' 1058-1061.
21. גל, נורית (2017). תובנות ראשוניות מתכנית האב למשק החשמל, רשות החשמל, <https://pua.gov.il/publications/pressreleases/documents/>
22. בקר, ניר, גדי רוזנטל, ודנה גבאי, (2012). חישוב העלויות החיצוניות של זיהום אוויר מתחבורה ומתעשייה בישראל: דוח סופי, מכללת תל חי וחברת כיוון, נכתב עבור המשרד להגנת הסביבה, <https://bit.ly/2Q86Ylg>
23. OECD, 2016. *The Economic Consequences of Outdoor Air Pollution*, doi:10.1787/9789264257474-en
24. Sun, R., & Gu, D., 2008. "Air Pollution, Economic Development of Communities, and Health Status among the Elderly in Urban China", *American Journal of Epidemiology* 168, pp. 1311-1318.
25. Abdul Hamid Mar Iman & Christopher Gan, 2013. "Community Loss of Residential Value from Water and Noise Pollution", *Journal of Techno Social* 5(3), pp. 56-77, <https://bit.ly/2AD0bec>
26. Zheng, S., Cao, J., Kahn, M. E. & Sun, C., 2014. "Real Estate Valuation and Cross-Boundary Air Pollution Externalities: Evidence from Chinese Cities", *The Journal of Real Estate Finance and Economics* 48, pp. 398-414.
27. עיריית חולון, תכנית מתאר מקומית חולון 2030, פרק 7: איכות הסביבה, <https://bit.ly/2DhLKPg>
28. The World Bank, 2001. China: Air, Land, and Water: Environmental Priorities for a New Millennium, <https://bit.ly/2JrqF5f>
29. Yang, J., McBride, J., Zhou, J. & Sun, Z., 2004. "The Urban Forest in Beijing and its Role in Air Pollution Reduction", *Urban Forestry & Urban Greening* 3, pp. 65-78.
30. המשרד להגנת הסביבה, 2011. מדריך לרשות המקומית לצמצום זיהום אוויר מתחבורה, <https://bit.ly/2SAVDf8>

7

תחליפי דלקים ותחבורה חכמה

כתיבה • רון מדאר-הלוי¹ • דניאל צוקר¹ • מיכל צרפתי² • רינת שפרן³



תקציר

תחליפי הדלקים לכלי רכב בכלל ולתחבורה חכמה בפרט עשויים להפחית את העלויות לרשויות המקומיות ולשפר את השירות לתושבים, בין השאר בזכות צמצום זיהום האוויר, הפחתה בעומס הרעש מתחבורה ציבורית ומעבר לטכנולוגיות חדשניות. בנוסף, הטמעת תחום זה ברשויות המקומיות תפחית את העלויות החיצוניות למשק הנובעות משימוש לא יעיל במשאבים; למשל, מערך איסוף הפסולת ברשות יכול להיות חסכוני יותר ומרעיש פחות אם יופעל במשאיות המונעות בגז טבעי. בפרק זה ריכזנו בקצרה מידע שיסייע לרשות להטמיע את הנושא ולהיכנס לעולם התחבורה החכמה. הפרק גם סוקר דוגמאות מהארץ ומהעולם להתייעלות בתחום ומהן ניתן ללמוד כיצד להתחיל ליישם את הטכנולוגיה.

¹ מינהלת דלקים ותחבורה חכמה, משרד ראש הממשלה

² עמיתת ממשק, תכנית יישום מדע בממשל, מינהל פיתוח, משרד הפנים

³ מנהלת אגף פיתוח מוניציפלי, מינהל פיתוח, משרד הפנים

תעשיית התחבורה ידועה כתעשייה שמרנית. צורת כלי הרכב, דרך הפעלתם והאנרגיה שבה הם משתמשים נותרו דומים בבסיסם במאה השנים האחרונות, אולם בעשור האחרון חלו בעולם התחבורה שינויים חדים. מגמות כגון עיור, הגברת מודעותו של הציבור לאיכות הסביבה ופיתוחים טכנולוגיים חדשים משנים את דרכי הניידות המוכרות לנו. השינוי הדרמטי בעולם התחבורה מבוסס על פיתוחים טכנולוגיים שונים כגון מחשוב, מזעור, ניתוח בסיסי נתונים וחיבוריות.

מהפכת התחבורה החכמה

תעשיית התחבורה ידועה כתעשייה שמרנית. צורת כלי הרכב, דרך הפעלתם והאנרגיה שבה הם משתמשים נותרו דומים בבסיסם במאה השנים האחרונות, אולם בעשור האחרון חלו בעולם התחבורה שינויים חדים. מגמות כגון עיור, הגברת מודעותו של הציבור לאיכות הסביבה ופיתוחים טכנולוגיים חדשים משנים את דרכי הניידות המוכרות לנו. השינוי הדרמטי בעולם התחבורה מבוסס על פיתוחים טכנולוגיים שונים כגון מחשוב, מזעור, ניתוח בסיסי נתונים וחיבוריות.

ארבע מגמות עיקריות מובילות את מהפכת התחבורה החכמה

- **כלי רכב אוטונומיים** - כלי רכב אלה נעים ללא עזרת נהג אנושי. כיום כבר יש לכלי הרכב יכולות אוטונומיות מסוימות בתנאים ספציפיים, אולם הדרך לאוטונומיות מלאה בכל התרחישים עדיין ארוכה. חברות רכב וספקי טכנולוגיה רבים עוסקים בפיתוח כלי רכב מסוג זה וחברת הייעוץ האסטרטגי מקינזי (McKinsey) צופה כי בשנת 2030 יעמוד שיעור כלי הרכב האוטונומיים במלואם על 15% מכלי הרכב החדשים הנמכרים בעולם. מגמה זו תוביל בין היתר לצמצום תאונות הרכבים, להפחתת עלויות הנהיגה ולהגדלת יכולת הניידות של אוכלוסיות שונות. עם זאת, המודלים העסקיים להפעלה ראשונה אינם ברורים ונראה כי כלי הרכב האוטונומיים יפעלו בתחילה כציי רכב שיתופיים המופעלים על ידי גוף עסקי ולא בבעלות צרכן פרטי.

- **כלי רכב מחוברים (connected vehicles)** - כלי רכב אלה מתקשרים זה עם זה ועם הסביבה בעזרת מערכת תקשורת אינטגרלית ברכב, סלולרית או אחרת. חיבור זה מאפשר לכלי הרכב לתקשר ביניהם ולהחליף מידע מהימן בתדירות גבוהה באמצעות מכשירים בתוך הרכב ומחוץ לו (תמונה 1). בין היתר יכולה תקשורת זו לשמש להתרעות בטיחותיות שונות, למערכות עזר לנהג לשמירה על בטיחות הנסיעה וכן לצמצום מרחקי הבלימה בין כלי רכב אחד למשנהו בעזרת בקרת שיוט אדפטיבית והגדלת קיבולת הנהיגה. כלי רכב אלה נמכרים כבר היום בשווקים ובדגמים מסוימים והצפי הוא כי השימוש בהם ילך ויגבר.

- **תחבורה שיתופית** - מעבר ממודל של בעלות על כלי רכב למודל של נגישות לשירותים משותפים. שינויים אלה מתבטאים בשני תחומים עיקריים: שיתוף רכב ושיתוף נסיעות.

- **שיתוף רכב (car share)** הוא מודל שבו הצרכנים מזמינים שימוש בלעדי בכלי רכב שאינו בבעלותם. מודל זה מוכר שנים רבות, בוודאי בארגונים שבהם יש מעין "רכב משיתוף" לשימוש כלל העובדים. הפחתת מספר הבעלים של כלי רכב מתאפשרת כיום בעזרת הטלפון החכם בזכות היכולת לפתוח רכב ללא מפתח פיזי ולאתר מרחוק את מקומו של הרכב ואת מצבו. כלי הרכב לשיתוף יכולים להיות מסוגים שונים, למשל אופניים או קטנועים.

- **שיתוף נסיעות** הוא שם כולל למשפחת שירותים המאפשרים נסיעה של משתמשים שונים באותו כלי רכב באותו זמן. ככלל ניתן לחלק את השירותים לשירותים מסחריים כגון שיתוף נסיעות במונית "מיוחדת", ושיתוף כלי רכב שאינו מסחרי, אם למטרות מסחר (שירות שאינו חוקי כיום בישראל) ואם למטרות יוממות המוגבלות בהיקפן (השירות חוקי בישראל עם כניסתה לתוקף של תקנה 84 [ב] בתקנות התעבורה). שיתוף נסיעות מזמן אפשרות נוספת לניידות, מעלה את מקדם המילוי (מספר הנוסעים הממוצע בכלי רכב) ומפחית את עלויות התחבורה. הדבר נעשה באמצעות יישומנים שכבר קיימים בשוק הישראלי והעולמי לשיתוף נסיעה, הן כנהג והן כנוסע.



תאור של כלי רכב מחוברים המתקשרים זה עם זה ועם הסביבה

- יש להפחית את זיהום האוויר שמקורו בתחבורה.
- יש לקדם רגולציה חדשה ואמצעי מדיניות עבור אמצעי התחבורה נקיים, יעילים וחדשניים.

אילו תחליפי דלקים אפשר להטמיע כבר היום?

1. תחבורה חשמלית

- שיטת הנעה זו הגיעה לבשלות טכנולוגית וכלכלית המאפשרת להטמיע אותה בתחומים שונים של עולם התחבורה כבר היום. השימוש בהנעה חשמלית מאפשר:
 - **חיסכון בצריכת אנרגיה** לצורכי נידודות, שכן מנוע חשמלי יעיל ממנוע בעירה פנימית.
 - **הפחתת זיהום האוויר** מכלי תחבורה ובעקבות זאת הפחתת התחלואה של האוכלוסייה והפחתת בעלויות הנגרמות למשק מזיהום האוויר.
 - **הפחתת העלויות** לצרכן בהחזקת כלי הרכב ובעלויות האנרגיה להפעלתו.
 - **הקטנת צריכת הנפט** תורמת לצמצום התלות ביבוא, לצמצום טביעת הרגל האנרגטית של ישראל ולהשפעת אקולוגיות וחברתיות נוספות.
 - האינטרס של הרשות המקומית ליישום תחבורה חשמלית בתחומה הוא הפחתת זיהום האוויר באזור, הפחתת עומס התנועה (ראו פרק 6 בנושא זיהום אוויר) ושיפור איכות החיים ותרבות הפנאי ברשות.

ברמת הרשות המקומית

- בכוחן של הרשויות המקומיות להשפיע על תחום התחבורה הציבורית בדרכים אלה: (1) הרשות היא בין הגורמים המנהלים משא ומתן עם מפעילי התחבורה השונים;
- (2) מסופי התחבורה הציבורית הם בתחום אחריותה של הרשות המקומית ולכן בכוחה להשפיע על הנושא;
- (3) הרשות מוסמכת להעניק היתרי הפעלה (טופס 4 וטופס 2) ולכן יש ביכולתה להתערב בתכנון התחבורה הציבורית. (4) הרשות יכולה לתת מענה לאתגרים בתחום התחבורה החשמלית: למשל הקמת מערך עמדות טעינה לרכבים חשמליים, עידוד רכיבה על אופניים חשמליים ליוממות ועוד.

- **הנעה חשמלית** - רכב המשתמש באנרגיה חשמלית לשם הנעה. נהוג להכליל במשפחה זו כלי רכב היברידיים נטענים (PHEV) בעלי מנוע בעירה פנימית ומנוע חשמלי נטען, וכן כלי רכב חשמליים במלואם (BEV) המצוידים רק במנוע חשמלי. בשנים האחרונות הואץ פיתוחה של שיטת הנעה זו בזכות שיפורים טכנולוגיים במערכות ניהול הסוללות ובצפיפות האנרגיה, בזכות ירידה חדה במחירי הסוללות (מרכיב מחיר עיקרי בעלות של כלי רכב חשמליים), ובזכות רגולציה חדשה לגבי תקני זיהום אוויר. יצרני רכב רבים מצהירים כי בעשור הקרוב יעבירו סדרות שלמות של דגמים להנעה חשמלית וכי בין השנים 2022-2024 יהיה מחירו של כלי רכב חשמלי מלא וזה למחירו של כלי רכב בעל מנוע בעירה פנימית. רכבים חשמליים יובילו להפחתה ניכרת בזיהום אוויר וברעש ולכן יתאפשר לקרב אליהם שימושי קרקע אחרים, למשל מדרכות להולכי רגל שכיום מורחקות מהכבישים כדי לצמצם את חשיפת הולכי הרגל לזיהום.

מדיניות ממשלת ישראל בתחום תחליפי דלקים לתחבורה

לתלות בנפט ולשימוש העולמי בנפט בתחבורה יש השלכות סביבתיות, כלכליות וגיאואסטרטגיות. אשר להשפעות הסביבתיות, המשרד להגנת הסביבה העריך בשנת 2011 כי בגוש דן לבדו נפטרים בטרם עת כ-1,100 איש בשנה בגלל זיהום אוויר שמקורו בתחבורה, ומחקר משנת 2012 העריך כי העלות הכוללת של הנזקים שגורם זיהום אוויר מתחבורה במדינת ישראל מסתכמת ב-4.2 מיליארד ש"ח בקירוב לשנה.

על בסיס הבנה זו החליטה ממשלת ישראל לפעול במרחק להפחתת התלות בשימוש בנפט בתחבורה. לפיכך הוחלט לקדם מחקר ופיתוח בתחום תחליפי הדלקים והתחבורה החכמה כדי להמשיך לחזק את מדינת ישראל כמרכז ידע מחקרית ותעשייתית בתחומים אלה ולספק פתרונות לעולם. הממשלה אף מעודדת הטמעה של פתרונות בשוק המקומי כדי להפיק מהתחבורה החכמה את מרב התועלת הכלכלית והחברתית.

בהחלטות הממשלה נקבע בין השאר:

- הממשלה תאפשר הפחתת השימוש בנפט בישראל בשיעור של 30% בשנת 2020 ושל כ-60% בשנת 2025.
- יש להוריד את יוקר המחייה באמצעות הוזלת מחיריהם של תחליפי הדלקים לתחבורה.
- יש לעודד צמיחה כלכלית וכלכלת צמיחה ירוקה (ראו במסגרת) באמצעות האצת הפיתוח של משק האנרגיה ושל התעשייה הטכנולוגית בישראל.

מילון מונחים

צמיחה ירוקה < על פי הגדרתו של הארגון לשיתוף פעולה ולפיתוח כלכלי (OECD), צמיחה ירוקה משמעה גידול בתוצר הלאומי הגולמי תוך מניעת פגיעה בת-קיימא באיכותם ובכמותם של משאבי הטבע ומיצוי פוטנציאל הצמיחה מתהליך השינוי עצמו. במאי 2009 חתמו שרי האוצר של הארגון על הצהרה ובה התחייבו לקדם אסטרטגיות לצמיחה ירוקה מתוך הבנה "ש'צמיחה' ו'ירוק' יכולים ללכת יד ביד". בנובמבר 2011 התקבלה החלטת ממשלה לגיבוש תכנית לאומית לצמיחה ירוקה בישראל.

טעינה חשמלית מכיוון שאין די צרכנים מחד גיסא, ומאידך גיסא - היעדר די צרכנים כי אין תשתיות טעינה במידה מספקת. הממשלה מנסה לפתור זאת באמצעות תמיכה ראשונית בשני צדי המשוואה.

להלן דרכים שבהן הממשלה מנסה לעודד שימוש בהנעה חשמלית:

- בנובמבר 2018 פרסם משרד האנרגיה קבוצת מכרזים בסך 30 מיליון ש"ח לתמיכה בהקמה ובפריסה של רשת טעינה חשמלית ארצית. חלק מתקציבים אלה יוקצו לרשויות המקומיות. ניתן לעקוב אחר פרסום הקול הקורא באתר משרד האנרגיה. בקול הקורא יפורסמו ארבעה מסלולים שונים לתמיכה בפריסת תשתית טעינה לכלי רכב חשמליים, אם ברשויות המקומיות ואם בחברות מסחריות.
- כלי רכב חשמליים נהנים מהטבת מיסוי נמוך - מס קנייה בשיעור של 10% BEV - (כלי רכב חשמליים) ומס קנייה בשיעור של 20% ל-PHEV (כלי רכב היברידיים נטענים).
- הממשלה מעודדת התנסות בכלי רכב חשמליים כדי להסיר חסמים פסיכולוגיים וליצור קהל צרכנים ראשוני לכלים אלה. הממשלה פועלת למשל להרחבת מספר כלי הרכב החשמליים בצי הרכב הממשלתי, ומינהל הרכב הממשלתי רכש שישה כלי רכב חשמליים מלאים מסוג רנו זואי לשימוש המשרדים השונים ככלי רכב איגומיים. צעד זה מאפשר לצי הרכב הממשלתי להתנסות בשימוש בכלי רכב מסוג זה.
- המשרד להגנת הסביבה ומינהלת תחליפי דלקים ותחבורה חכמה פרסמו קול קורא התומך בהקמת מערכי שיתוף רכב חשמלי ברשויות המקומיות. על פי הנתונים התקפים באמצע שנת 2018, עיריית חיפה ועיריית נתניה זכו במיזם. בחיפה פועלים כיום כמאה כלי רכב חשמליים המשמשים תושבים רבים. בנתניה המיזם עדיין בשלב ראשוני יותר.

כיום אפשר להטמיע תחבורה חשמלית בכמה מסלולים. כאמור, הרשויות המקומיות יכולות להשפיע על התחבורה הציבורית והעברתה לכלי רכב חשמליים הם אינטרס מובהק של הרשות. יעילות המנועים וההפחתה בזיהום האוויר תורמות הן להפחתה בזיהום האוויר והן לכדאיות הכלכלית. באמצע שנת 2018 נוסעים ברחבי ישראל כ-70 אוטובוסים חשמליים בקווים עירוניים והם נרכשו בעזרת תמיכה של המשרד להגנת הסביבה שהוענקה בשנת 2017. בהתבסס על שתי החלטות ממשלה בעניין זה מובילה הרשות הארצית לתחבורה ציבורית במשרד התחבורה הכנסת אוטובוסים חשמליים נוספים למרכזי אשכולות של קווים עירוניים. בנוסף נערכים דיונים המבקשים לבדוק כיצד ניתן לתמוך בהכנסת מוניות חשמליות, מאחר שהמוניות מאופיינות בנוסעה גבוהה ועושות שימוש נרחב במרכזי ערים.

מסלול נוסף להטמעת הנעה חשמלית הוא כלי הרכב החשמליים הפרטיים. חברת הייעוץ BNEF סבורה כי בשנת 2030 תימכרנה 20 מיליון יחידות של כלי רכב חשמליים פרטיים - כ-18% מכלל מכירות כלי הרכב בעולם. עם חדירת האופניים החשמליים ואמצעי תחבורה אישיים חשמליים נוספים לשוק ופריסת רשת שבילי אופניים, תעמוד לרשות התושבים חלופה מיטבית וישימה לניידות בעיר ויש לעודד אפשרויות אלה מאחר שהן זולות, יעילות ונוחות.

אתגרים בשימוש בהנעה חשמלית - השימוש ברכב חשמלי מוזמן כמה אתגרים; עם חלקם ניתן להתמודד וחלקם יפתרו עם התקדמות הטכנולוגיה. ראשית, היצע הדגמים של כלי הרכב כיום מצומצם ביחס להיצע של כלי הרכב הרגילים וטווח הנסיעה שלהם מוגבל. עם זאת, טווחי הנסיעה הולכים וגדלים גם בזכות השיפור בסוללות והגדלת נצילותן האנרגטית ובזכות הגדלת מארזי הסוללות. בשנת 2017 כבר הוצעו למכירה דגמים בעלי טווח מוצהר של מעל ל-300 ק"מ לטעינה. חסם מרכזי נוסף העומד בפני הטמעת כלי רכב אלה בשוק הוא חסם "הביצה והתרנגולת", אשר פתורו נתון בידי הרשויות המקומיות: היעדר כדאיות של הקמת תשתית

- אשר לתחבורה הציבורית, על הרשות לסייע בתכנון פריסת תשתית הטעינה הנדרשת לאוטובוסים במסופים ובתחנות הקצה. מלבד הפחתה בזיהום האוויר והרעש, המעבר לתחבורה חשמלית מעלה את רמת השירות לצרכן משום שהאוטובוסים החשמליים שקטים יותר, רועדים פחות ביחס לכלי רכב בעלי מנוע בעירה פנימית ואינם פולטים גזי פליטה מזהמים. לפיכך הנוסעים לא ייחשפו לגזים אלה בעלייה לאוטובוס ובירידה ממנו. כך תעודד הרשות משתמשים נוספים לוותר על תנועה ברכב הפרטי.

2. הנעה בגז טבעי

שימוש בגז טבעי דחוס (גט"ד) בכלי רכב מאפשר להפחית פליטות מזהמים וגזי חממה לאוויר. בנוסף, גז הוא משאב המופק בישראל ושימוש בו יתרום לעצמאות האנרגטית של המדינה. כלי הרכב העשויים להשתמש בגז הם כלי רכב מסחריים, משאיות ואוטובוסים עירוניים. בשונה מרכבים המונעים בגז פחמימני מעובה - LPG (גז ביסול הכבד יותר מהאוויר), גט"ד (CNG) קל יותר מהאוויר, ולכן מתנדף ולא מהווה סכנה, גם בכניסה לחניונים תת קרקעיים.

היתרונות העיקריים בשימוש בכלי רכב מונעי גט"ד הם:

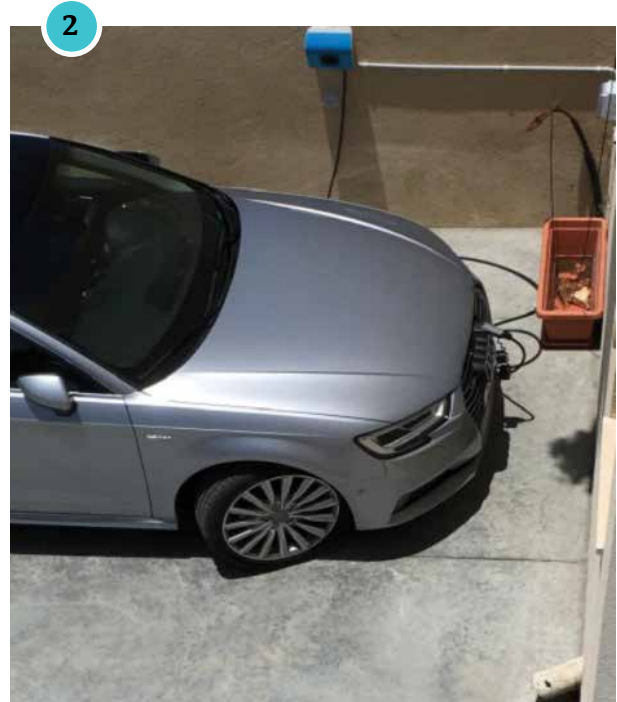
- הפחתת זיהום האוויר ובעקבות זאת הפחתת התחלואה בקרב האוכלוסייה;
- הפחתת צריכת הנפט;
- יציבות מחירים ותחרותיות אל מול מחירי הנפט.

בדומה לרכב החשמלי, גם שימוש בגז טבעי כרוך בחסם "הביצה והתרנגולת" - היעדר כדאיות של הקמת תשתית טעינה חשמלית מכיוון שאין די צרכנים מחד גיסא, ומאידך גיסא - היעדר די צרכנים כי אין תשתיות טעינה במידה מספקת. כדי לפתור בעיה זו הממשלה תומכת בפתרון מקביל של שני צדי המשוואה: משרד האנרגיה מבקש לעודד הקמת תחנות תדלוק בגט"ד ועל כן פרסם קול קורא לסיוע בהקמת תשתית תדלוק גט"ד. במסגרת הקול הקורא יתמוך המשרד בהקמת תחנות תדלוק בגט"ד באמצעות מענקים בהיקף כולל של עד 100 מיליון ש"ח. רשויות מקומיות רשאיות להגיש בקשה למתווה הסיוע.

במסגרת מדיניות הממשלה לעידוד שימוש המשאיות בגט"ד, הוציא המשרד להגנת הסביבה קול קורא התומך ברכישת משאיות המונעות בגז בכלל ומשאיות אשפה בפרט. התועלת הסביבתית של משאיות אשפה המונעות בגז גדולה במיוחד, שכן הן פועלות בשכונות המגורים, מתאפיינות בנסיעה מסוג "סע-עצור" ובעומס רב על המנוע לשם הנפת האשפה ודחיסתה (הגורם לפליטה רבה של זיהום אוויר בסביבת המגורים). יתר על כן, משאיות אלה שקטות יותר, דבר שיוביל לשיפור השירות ולשיפור איכות החיים של התושבים.

רשויות מקומיות יכולות לפעול בכמה דרכים לעידוד המעבר להנעה חשמלית:

- לתושב אשר אין לו מקום חניה קבוע הצמוד לביתו יהיה צורך לאפשר גישה לתשתית טעינה (עמדות טעינה) איטיות לטווח ארוך. כך יוכלו גם תושבים ללא חניה פרטית להטעין את כלי הרכב שלהם בשעות הלילה (תמונה 2).



רכב היברידי בעמדת טעינה חשמלית בחנייה ביתית

- רשויות מקומיות יכולות להשתתף בהשקעה הנדרשת לפריסת תשתית הטעינה ולהספקת שירותי טעינה קבועים או מזדמנים לצרכנים שונים, בין באופן ישיר ובין באמצעות החברה הכלכלית של הרשות. אפשר למקם עמדות טעינה אלה בחניונים עירוניים או בשטחים אחרים בבעלות הרשות המקומיות. יש חברות פרטיות המספקות שירותים של התקנת עמדות טעינה והן שעושות את הפריסה בשטח. יש מודלים שונים של בעלות על עמדות הטעינה ועל התחזוקה - במקרים מסוימים חברה אחת תתקין את העמדות, חברה אחרת או הרשות המקומית תהיה הבעלים וחברה אחרת תהיה אחראית למתן השירות.

- הרשות המקומית אמורה להתערב ברמה האסטרטגית-תכנונית של התשתית, כלומר בתכנון רשת החשמל ובהענקת האישורים הרגולטוריים הנדרשים ובנוסף בהיבטי תכנון רשותיים אחרים.

- הרשות המקומית יכולה לצרף כלי רכב חשמליים לצי הרכב העירוני המשמש את העירייה הן לשם מתן דוגמה והן לשם הפחתת עלויות התחבורה לרשות¹.

כיצד אפשר לעבור מצי רכב קונבנציונלי לצי רכב "חכם" כבר היום? מקרי מבחן בארץ ובחו"ל

ידועות דרכים שונות למעבר לצי רכב חכם ולהתייעלות אנרגטית בתחבורה:

- **שימוש במשאיות אשפה המונעות בגז טבעי בעיריית חיפה:** בעקבות החלטת הממשלה ליישם תכנית לצמצום זיהום האוויר הנובע מתחבורה באזור מפרץ חיפה, קיבלה עיריית חיפה מהמשרד להגנת הסביבה מענק לרכישת משאיות המונעות בגז טבעי ונרכשו 25 משאיות חדשות המונעות בגז טבעי. לצד זאת התחילה העירייה במיזם לבניית תחנת תדלוק בגז טבעי, ובשלב הביניים המשאיות מתודלקות באמצעות תחנת תדלוק ניידת. משאיות בכלל ומשאיות אשפה בפרט הן מועמדות טבעיות להנעה בגז טבעי בשל הספקי המנוע שלהן וצריכת הדלק הגבוהה. המיזם צפוי להפחית את זיהום האוויר ואת מטרד הרעש ובה בעת להוכיח כדאיות כלכלית. המיזם מומן בחלקו במענק שהעביר המשרד להגנת הסביבה והוא המיזם הראשון בישראל לשימוש נרחב במשאיות בהנעה חלופית.

- **מערך רכב חשמלי שיתופי ראשון בחיפה:** באוקטובר 2017 החל לפעול בעיר חיפה מערך רכב חשמלי שיתופי ראשון מסוגו בישראל. במיזם מופעלים כ-100 כלי רכב חשמליים במודל שיתופי A-Z, ובו ניתן לקחת את כלי הרכב מנקודה מסוימת ולהשאירו בנקודה אחרת בעיר ולשלם עבור השימוש על פי זמן הנסיעה והמרחק. למיזם שני יתרונות:

- (1) הפחתת הזיהום הסביבתי; (2) מתן אפשרות לצרכנים לוותר על השימוש בכלי הרכב הפרטיים ולעבור לשימוש בכלי רכב שיתופי. למיזם יתרון גם בתחום החינוך וההסברה: הצרכנים יכולים להתנסות בנסיעה בכלי רכב חשמליים ולהתודע ליתרונותיו. המיזם נתמך על ידי ממשלת ישראל במסגרת קול קורא שהוציאו המשרד להגנת הסביבה ומינהלת תחליפי דלקים ותחבורה חכמה במענק של כ-13 מיליון ש"ח לרשויות המקומיות בשנת 2017 (תמונה 3).

רשויות מקומיות יכולות לעודד בדרכים אלה הטמעה של הנעה בגז טבעי דחוס:

- הקמה של נקודת תדלוק בגז טבעי או הסבה של נקודת תדלוק קיימת לתדלוק בגז טבעי הן פעולות מורכבות המצריכות תיאום בין יחידות רבות ברשות המקומית. כדי לאפשר הטמעה של שימוש בהנעה זו על הרשות המקומית לתת עדיפות לבקשות הקמה או הסבה ולהסיר את החסמים תוך התחשבות ברגולציה הנדרשת. חסמים אפשריים עלולים להיות גם חוסר שיתוף פעולה בין גורמים מקצועיים בתוך הרשות או ניגוד אינטרסים ביניהם (למשל, מחלקת תכנון והנדסה, פיקוח רישוי עסקים, תשתיות).
- הרשות המקומית יכולה להחליף בהדרגה את צי כלי הרכב העירוניים (כלי רכב מסחריים ומשאיות) בכלי רכב המונעים בגז טבעי ובכך להפחית את זיהום האוויר ולחסוך בעלויות התחבורה.

מהי העלות של תחבורה חכמה?

ככלל, על הרשות לערוך ניתוח של העלות הכוללת של כל סוג כלי רכב (עלות הרכישה, עלות הנסיעה, עלות התחזוקה). ניתוח זה מושפע מפרמטרים השונים בין מקום למקום ותלוי במשתנים רבים. עם זאת, בסיס הניתוח הזה ברובו לכלל כלי הרכב. יש עלויות המשתנות לפי נסועה כגון אנרגיה ותחזוקה ואותן יש לייצג בעלות לק"מ; עלויות אחרות כגון ביטוח ועלות הרכישה הן עלויות קבועות. ערך הגרט נקבע על פי מספר שנות השימוש ותלוי גם במאפייני הנסועה. לדוגמה, בניית העלות הכוללת לכלי רכב השייך למדינה מובאים בחשבון "זמן חיי כלי הרכב" המתאים לצי הרכב הממשלתי, הנסועה הממוצעת שלו וערך הגרט המתאים.

כלי רכב חשמליים - עלות הרכישה של רכב חשמלי גבוהה יותר מזו של רכב רגיל. לעומת זאת, עלות התחזוקה של רכב חשמלי נמוכה יותר משום שאין בו מערכות רבות שיש ברכב רגיל, כגון ממיר קטליטי, מערכת פליטה ועוד. בנוסף, עלות האנרגיה לק"מ בהנעה חשמלית נמוכה מעלות האנרגיה לרכב בעל מנוע בעירה פנימית. ניתוח טכנו-כלכלי חייב להביא בחשבון מאפייני נסועה ספציפיים לצי הרכב המוחלף ובפרט את מחירי הנפט הממוצעים בשוק.

משאיות המונעות בגז"ד - עלות הרכישה של משאית מונעת גז"ד גבוהה יותר מזו של משאית רגילה וכך גם עלות התחזוקה. לעומת זאת, עלות האנרגיה לק"מ נמוכה יותר. ניתוח העלות הכלכלית מצריך לבדוק את עלות הנסועה השנתית כדי לקבוע אם יש עדיפות לרכישת משאית מונעות בגז טבעי.

3



רכב חשמלי של חברת Car2Go בחיפה | צילום באדיבות Car2Go

רחובות, קריית ביאליק, קריית מוצקין, קדימה צורן, אזור ים המלח והכנרת ועוד.

• **טכנולוגיות לניטור התנועה** - בצמתים מרכזיים ופקוקים בערים תאפשר הטכנולוגיה לרשות לנתח את מערך הרמזורים שלה, להתאימו לשעות הלחץ ולצמצם פקקי תנועה.

• **הממשק עם waze** או עם ספקי שירות אחרים המאפשרים ניטור כלי רכב בזמן אמת לניטור תנועת משאיות האשפה בעיר יאפשר למצוא נתיבים חדשים לנסיעה בזמן אמת ולהפחתת פקקי התנועה.

• **מערכת הסעה מהירה באוטובוסים (Bus Rapid Transit system, BRT)** - בניגוד למערך האוטובוסים הרגיל, למערכת ה-BRT יש נתיבים ייעודיים הזוכים לעדיפות בתנועה על פני כלי רכב אחרים. האוטובוסים גדולים מהרגיל ואוספים נוסעים בתדירות גבוהה מאוד מתחנות נוחות המגיעות עד לנתיבים. מערכת BRT הראשונה בעולם התחילה לפעול בקוריטיבה שבברזיל בשנת 1974 וכיום היא פועלת בכמה ערים בעולם, למשל לוס אנג'לס, איסטנבול, אתונה, לאס וגאס, הלסינקי ועוד. בישראל תופעל מערכת אוטובוסים כזו במקביל לרכבת הקלה בגוש דן ובירושלים. בחיפה פועלת מערכת המטרופוליטנית שהיא BRT, המשרתת את תושבי חיפה והקריות (תמונה 4). מתוכנן להפעיל מערכת BRT גם באשדוד.

• **ציי רכב חשמלי ממשלתי (משרד ראש הממשלה):**

מינהל הרכב ומינהלת תחליפי דלקים ותחבורה חכמה תמכו ברכישת שישה כלי רכב חשמליים מלאים לצי הרכב הממשלתי. כלי הרכב ישמשו ככלי רכב במודל איגום, שאינם צמודים לעובד מסוים אלא משמשים את משרדי הממשלה למשימות שונות. הדבר יאפשר למינהל הרכב ולמשרדי הממשלה להתנסות בהיבטים השונים הכרוכים בהטמעת כלי רכב אלה - היבטים כלכליים, תפעוליים וטכניים. הצעד גם מסמן את נקודת הפתיחה להצטיידות רחבה יותר של הנעות חלופיות בצי הרכב הממשלתי בכלל וברכב חשמלי בפרט.

טכנולוגיות נוספות

• **קטנועים חשמליים שיתופיים** - מודל שעדיין אינו קיים בארץ. שיטה זו מיושמת בברלין כבר זמן מה, והרעיון דומה מאוד למערך הרכב החשמלי השיתופי הקיים בארץ (למשל בחיפה) ובמדינות אחרות. כל קטנוע מצויד בשתי קסדות מגן לשימוש הרוכבים וניתן להשאיר אותו בכל מקום בעיר, גם על מדרכות. המחיר הוא 19 סנט לק"מ או לדקה; הבחירה בין השניים תלויה בעומס התנועה, אולם בסך הכול המחיר לא יעלה על 24 יורו לכל היום. בתל אביב קיים מיזם דומה בשימוש בקורקינטים חשמליים אותם ניתן להשכיר בתשלום.

• **אופניים שיתופיים** - חברות שונות מפעילות מערך של שיתוף אופניים בערים תל אביב, רמת גן, ראשון לציון,

4



המטרופיט בניסיעת הרצה, תחנת מרכזית הקריות, אוגוסט 2013 | צילום: ניר ודל

6



בימבה חשמלית, רמת השרון | צילום: שרון מיכאלי

• מערכת רמזורים שונה המותאמת לכל סוגי התחבורה כפי שיש רמזורים שונים להולכי רגל, ניתן להקים רמזורים נפרדים לאופניים וכך לשמור על בטיחות הרוכבים (תמונה 5).

• טכנולוגיות נוספות להתניידות המונעות בחשמל, כדוגמת בימבות חשמליות (תמונה 6).

5



רמזורים נפרדים להולכי רגל ולאופניים בשדרות בן גוריון בתל אביב
צילום: שרון מיכאלי

לסיכום

לרשויות המקומיות השפעה רבה על הסביבה שבה אנו חיים. בתחום התחבורה חלו שינויים טכנולוגיים רבים ועל הרשויות המקומיות להפנות את תשומת לבן לשינויים אלה ולמצוא את הדרכים להטמעתם למען איכות חיהם של התושבים. תחבורת העתיד עומדת בפתח ויש להיערך לקראתה מבחינה מערכתית, חברתית וכלכלית.

תודה לאמיר סלצברג, ראש תחום זיהום אוויר מתחבורה במשרד להגנת הסביבה, לד"ר רוני בר, עמיתת ממשק במועצה הלאומית לכלכלה, משרד ראש הממשלה

תודות

8

ביטחון תזונתי ברשויות המקומיות

כתיבה ד"ר חגית אולנובסקי¹

עריכה מקצועית פרופ' רונית אנדוולט²



תקציר

בשנים האחרונות הולכת ומתחזקת ההכרה כי יש בכוחה של הרשות המקומית לשפר את חיי התושבים, לצמצם את הפערים בחברה ולקדם תחומים שעד כה לא עסקה בהם. הנגשת מזון בריא לתושבי הרשות המקומית היא אחת הדוגמאות הבולטות לכך. אין די בהנחיות התזונה של משרד הבריאות ובמסעות פרסום מזדמנים המעודדים תזונה בריאה; ביכולתה של הרשות המקומית לשנות את בחירות המזון של התושבים ולשפר במידה רבה את בריאותם, את איכות חייהם וגם את איכות הסביבה. פרק זה יסביר מהו ביטחון תזונתי, מהם הצעדים שיכולה הרשות המקומית לנקוט כדי להעניק ביטחון תזונתי לתושביה, ומהם הכלים הזמינים לצורך מיסוד תוכנית מקומית למדיניות תזונה ומזון מוצלחת שתביא הן לידי שיפור בריאותם של התושבים ושביעות רצונם והן לחיסכון כספי לרשות. לאחרונה הצטרפו ערים אחדות בישראל לאמנת מילנו למדיניות מזון ותזונה עירונית - אמנה שעליה חתומות כ-200 ערים ברחבי העולם, המסייעת בהנגשת ידע, ניסיון ודרכים מוצלחות של תוכניות מזון עירוניות מקומיות. פרק זה יפרט גם את היתרונות בהצטרפות לאמנה ואת אופן ההצטרפות בעבור הרשויות המקומיות המעוניינות לקדם תוכנית עצמאית של מדיניות תזונה ומזון. לדוגמה, שיפור המזון המוגש לילדי הרשות המקומית בצהרונים הוא צעד חשוב בקידום ביטחון תזונתי, מצמצם את הפערים בחברה ומשפר את בריאותם של הילדים הן בזכות רכיבי התזונה והן בזכות צמצום החשיפה לרעלים. התוכנית אף מביאה לידי שיפור ניכר באיכות הסביבה ומצמצמת את כמויות הפסולת ברשות המקומית.

¹ מנהלת הפורום הישראלי לתזונה בת-קיימא (ע"ר)

² מנהלת אגף התזונה, משרד הבריאות



מהו ביטחון תזונתי?

כל אדם בוחר את מזונותיו על פי העדפותיו התרבותיות והמסורתיות, אולם גם על פי יכולתו הכלכלית וכמובן הוא חשוף להשפעה ניכרת של תעשיית המזון, של יבואני המזון ושל משווקיו. כל אלה משפיעים בדרכים רבות על בחירת המזון האישית של כולנו. לפני שנים, ועל אף תקופות של מחסור וצנע, רווח בישראל תפריט תזונה ים-תיכוני מזין ובריא יותר. בשנים האחרונות אנו עדים לנהירה אחר המזון המהיר, אל התזונה המערבית הכוללת ירקות ופירות במידה פחותה ומזון מעובד רב יותר, בעל ערכים תזונתיים נמוכים מאוד והמכיל שומן רב, רווי מלח וסוכר ואף תוספי מזון. מזון זה מזיק לבריאות.

לא בריאה פוגעת בהון האנושי ומגבילה את מיצוי היכולות של כל אדם, ובכך למעשה מגדילה את הפערים בין האוכלוסיות המוחלשות לחזקות.

סביבת המזון של תושבי ישראל אינה מיטיבה עימם. מוצרי המזון הזולים ביותר אינם בריאים, ולעומת זאת פירות וחלק מהירקות יקרים מאוד. יתר על כן, רבים ממוצרי המזון המעובד נמכרים במבצעים המעודדים את הצרכנים לקנות (ולצרוך) כמויות גדולות של מוצרים אלה. תפריטו של הישראלי הממוצע כולל מעט מדי ירקות, פירות, שמן זית, קטניות ואגוזים, ויותר מדי סוכר, ממתקים, שומן, משקאות מתוקים, משקאות אנרגיה ומזון מעובד. מוצרי מזון רבים מתחזים למוצרים בריאים: לדוגמה, דגני הבוקר המועשרים בברזל ובוויטמינים מכילים כמות גדולה של סוכר וערכם התזונתי דומה לזה של ממתק; אין מדובר ב"ארוחה מאוזנת", כפי שנטען בפרסומות.

על פי הנחיות משרד הבריאות, התזונה המומלצת לתושבי ישראל היא התזונה הים-תיכונית, בהתאמות תרבותיות וחברתיות ובהתאם להעדפות הפרט והמשפחה. לדוגמה, ניתן לבחור בתזונה ים-תיכונית מאוזנת צמחונית או טבעונית, ניתן ומומלץ להשתמש בתבלינים מקומיים ומסורתיים. מומלץ לכלול בתפריט הרבה ירקות מסוגים שונים ובמגוון צבעים, פירות טריים ודגנים מלאים לא מעובדים.

שיעורי ההשמנה והתחלואה הנגרמים בשל מזון מזיק עולים בקצב מסחרר. בישראל הולכים שיעורי ההשמנה ועולים משנה לשנה, בעיקר בקרב בני הנוער. לדוגמה, בסקר האחרון (ראו הערת שוליים מספר 1 בתחתית העמוד) שערכו מומחי משרד הבריאות בכל הארץ בשנת 2017 נמצא כי אחד מארבעה ילדים בכיתה א' סובל ממשקל יתר או מהשמנה, ובכיתות ז' אחד משלושה. בקרב האוכלוסייה הערבית המצב חמור עוד יותר. המומחים אינם מטילים ספק בעובדה שאנו עומדים בפני בעיה חמורה ולכן משרד הבריאות פועל באמצעות ועדות שונות לקידום תזונה בריאה ולהגבלת פרסום מזון המזיק לילדים, לסימון מזון בעל תכולה גבוהה של סוכר, מלח ושומן רווי על גבי חזית האריזה וכן להפצת תקנות למזון בריא בקיוסקים. לאחרונה החלו רשויות מקומיות הן בישראל והן בעולם לפעול להנגשת תזונה בריאה יותר לתושבים, בעיקר בקרב ילדים, פעוטות ואוכלוסיות רגישות אחרות (דוגמאות מן הנעשה בישראל ובעולם ראו בסוף הפרק).

בישראל, כמו במקומות אחרים בעולם, המצב קשה אף יותר במשפחות המשתייכות לשכבה חברתית-כלכלית נמוכה. לעיתים אין ביכולתה של המשפחה לקנות מזון נאות, והתמיכה הכספית שהנזקקים מקבלים משמשת אותם לרכישת מזון מזיק. מחקרים רבים הראו שתזונה לא בריאה בשנות הילדות ובשנות ההתבגרות פוגעת במידה רבה בהתפתחותו של האדם ובבריאותו^{1,2}, כלומר, תזונה

¹ תקשורת אישית עם פרופ' רונית אנדולט, מנהלת אגף תזונה במשרד הבריאות. משרד הבריאות יפרסם בקרוב את הנתונים המלאים.

מילון מונחים

ביטחון תזונתי > שורר כאשר כל אדם מצליח לאכול מזון בריא ובר-קיימא בהתאם להעדפותיו התרבותיות, המסורתיות והחברתיות, אגב פגיעה מזערית באיכות הסביבה. כיום חלק ניכר מתושבי ישראל, בעיקר בשכבות החברתיות-כלכליות הנמוכות, אינם נהנים מביטחון תזונתי. לרשות המקומית יש הכלים לשנות את המצב וביכולתה לשפר במידה ניכרת את הביטחון התזונתי של תושביה במסגרת השירותים שהיא מעניקה לתושבים.

תזונה בת-קיימא > תזונה המשלבת קיימות: מחד גיסא הספקה של תזונה בריאה לכל אדם (ביטחון תזונתי), ומאידך גיסא הספקת מזון ממערכות המתנהלות על פי עקרונות הקיימות.

הספר, ומכאן שיש בכוחן לשפר את מצבן של אוכלוסיות מוחלשות ושל ילדים בכלל באמצעות הענקת מזון בריא, טעים ומתאים מבחינה תרבותית וחברתית. הרשויות אחראיות גם להענקת שירותים לנתמכי הרווחה. אמנם חלוקת המזון נעשית באמצעות עמותות, אולם הרשות המקומית יכולה לעשות רבות לקידום תזונה בריאה ובת-קיימא בקרב האנשים הזקוקים לה ביותר באמצעות שיתופי פעולה עם העמותות הפועלות בה. למשל, ניתן לארגן תרומת מזון שלא נצרך ממוסדות עירוניים, להציל מזון בשווקים העירוניים ולשתף פעולה עם העמותות במיזמים נקודתיים במוסדות חינוך ועוד (ראו דוגמאות בהמשך הפרק). יתר על כן, חשוב שהעיר תעסיק תזונאים שיסייעו לבנות את הביטחון התזונתי בעיר.

הרשות המקומית אחראית גם לפרסום המכרזים לקפיתריות, למזוננים ולדוכני ממכר מזון באירועים שהיא מפיקה, בחופי הים שבשטחה, בבתי הספר, בפארקים וכד'. אין צורך להפסיק למכור פחית משקה ממותק או "חטיפי בריאות" מעובדים ועתירי קלוריות - אבל אפשר ומומלץ לשנות מעט את המכרזים למען קידום הביטחון התזונתי ותזונה בת-קיימא באתרים שבאחריות הרשות המקומית:

- ניתן לחייב כל מפעיל מזונן להציב ברז מים צוננים לשימוש חינם של הסועדים במזונן וכך להפחית את קניית המשקאות הממותקים (הפוגעים גם בבריאות וגם בסביבה);
- ניתן לשנות את הניקוד המוענק למגישי ההצעות במכרזים ולהעניק ניקוד גבוה יותר למציעים מזון בריא ובר-קיימא - על חשבון המוצרים שלרוב מקבלים ניקוד גבוה אבל אינם מועילים לבריאות כלל וכלל;

סוגי מזון אופייניים לתפריט הים-תיכוני

התזונה הים-תיכונית מבוססת בעיקר על רכיבים ממקור צמחי, מה שהופך אותה לדלה בשומן ובחלבון מהחי. לעת זאת עשירה בחומצות שמן בלתי רוויות, פחמימות מורכבות, סיבים תזונתיים, מינרלים וויטמינים. הרכב התזונה הים-תיכונית - המלצות משרד הבריאות בישראל וארגון הבריאות העולמי (WHO)

צריכה קבועה

ירקות, פירות, דגנים, זרעים ושמן זית

צריכה מתונה

חלב, גבינות, דגים, עופות, ביצים ויין אדום

צריכה מועטה

בשר אדום, ממתקים, חטיפים ומזון מעובד

התזונה הים-תיכונית מועילה לא רק לבריאות האדם אלא גם מיטיבה עם איכות הסביבה. תהליך הייצור של כל מקורות החלבון מן החי (עוף, תרנגול הודו, ביצים, חלב) מזהם מאוד את הסביבה ותהליך הייצור של בשר בקר מזהם את הסביבה עשרת מונים³. על כך יש להוסיף את העלויות הנמוכות של הקטניות אל מול העלויות הגבוהות של בשר, וכן את התחלואה ההולכת וגוברת בעטיים של גורמי מחלה העלולים להימצא בעוף ובביצים. ניתן להסיק אפוא שהתזונה הים-תיכונית מועילה לבריאות, בטוחה, בת-השגה וגם בת-קיימא.



מה יכולה הרשות המקומית לעשות לקידום הביטחון התזונתי ותזונה בת-קיימא?

כאמור לעיל, תזונה בריאה בשנות הילדות חיונית להתפתחות הקוגניטיבית והתפקודית של כל אדם. על פי רוב, הרשויות המקומיות בישראל הן האחראיות להזנתם של ילדי העיר במסגרת מפעלי ההזנה בגנים ובבתי

בשנה האחרונה הזדמנה לרשויות המקומיות המעוניינות לקדם תזונה בריאה ובת-קיימא האפשרות להבטיח ביטחון תזונתי לתושביהן: "רשת ערים בריאות", המתנהלת במסגרת מרכז השלטון המקומי יחד עם משרד הבריאות, כתבה מדריך מפורט ליישום מדיניות מזון עירונית ושמו "עיר מקדמת תזונה מ.ב.ט.י.ח.ה" (מקיימת, בריאה, בטוחה, טבעית, ים-תיכונית חכמה, הוגנת). המדריך זמין להורדה חינם מאתר הרשת. החוברת כתובה בפשטות ובקיצור ובה קווים מנחים ליצירת תרבות עירונית המעודדת תזונה מ.ב.ט.י.ח.ה, עקרונות ואסטרטגיות לפעולה, דוגמאות הממחישות את אפשרות יישומה וכן רקע מדעי והמלצות מומחים במגוון תחומים רלוונטיים. המדריך נכתב בידי צוות רב-תחומי ובין-מגזרי בהובלת "רשת ערים בריאות", והוא נועד לשמש כלי עזר לרשויות העירוניות ולארגונים ביישוב הפועלים לקדם את רווחת הציבור. המדריך מתמקד בקידום תזונה בריאה, בטוחה, הוגנת ומקיימת לכלל התושבים. להורדת המדריך המלא לחצו כאן.

התפיסה המערכתית המוצגת במדריך תסייע לקדם מדיניות בריאות בכל יישוב. הגישה ודרכי הפעולה המוצעות במדריך מתבססות על פרסום קודם של רשת ערים בריאות "מדריך לעיר פעילה", על פרסומים של ארגון הבריאות העולמי, על "אמנת מילנו למדיניות מזון עירונית" ועל מומחיותם וניסיונם של חברי צוות ההכנה. היוזמה עולה בקנה אחד עם התוכנית הלאומית לקידום אורח חיים פעיל ובריאה "אפשריבריאה" שאישרה ממשלת ישראל ב-8.12.2011. התרשים מתחת מסכם את עקרונות הגישה (תמונה 1).

- ניתן לחייב את המציעים במכרז למכור בכל יום פרי עונתי טרי במחיר סביר;
 - ניתן לחייב את המפעיל להציג טבלת ערכים תזונתיים של המזונות הנמכרים במקום;
 - ניתן לפעול להפחתת השימוש בכלי אוכל לשימוש חד-פעמי, בקשי שתייה וכד';
 - ניתן להפחית מכירה של מזון מעובד ובעיקר חטיפים ומשקאות מתוקים.
- יש להקפיד הקפדה יתרה על הקפטריות, על המזוננים, על הקיוסקים ועל המכונות האוטומטיות בבתי הספר, במרכזים קהילתיים, בבתי חולים עירוניים וכד'. באתרים אלה שוהות האוכלוסיות הרגישות ביותר ויש לדאוג להן ביתר שאת כדי לצמצם את הפערים בחברה ולהשוות הזדמנויות. הקיוסקים בבתי הספר חייבים לפעול על פי התקנות האוסרות למכור מזון מעובד ומזיק.

יודגש כי בתחום התזונה, בדומה לתחומים אחרים כמו עריכת דין וראיית חשבון ומקצועות רפואיים ופרא-רפואיים (קלינאות תקשורת, פיזיותרפיה וכמובן רפואה), חובה על בעל המקצוע לקבל הסמכה של המדינה. משרד הבריאות הוא המעניק תעודת מקצוע בתזונה ודיאטה, ורק מי שיש ברשותו תעודה תקפה של תזונאי-דיאטן מטעם משרד הבריאות זכאי להציג את עצמו כתזונאי-דיאטן בישראל. לפיכך חובה על כל רשות מקומית העוסקת בקידום תזונה בריאה להעסיק תזונאי(ת) מוסמך(ת) בצוות המוביל את תוכנית המזון. אין לאפשר ל"יועצי תזונה", לנטורופתים או ל"מומחים" אחרים מטעם עצמם להוביל תוכניות לתזונה בריאה ברשויות המקומיות. יודגש כי אין חובה למנות תזונאי(ת) מוסמך(ת) לניהול תוכנית המזון המקומית, אבל יש לוודא כי בעל מקצוע זה מכהן כחבר בכיר בצוות וכל המידע וההנחיות התזונתיות יינתנו על ידיו בלבד.



לאמנת מילנו שותפים גם ארגונים בין-לאומיים גדולים ובעלי השפעה כמו FAO (ארגון החקלאות והמזון של האו"ם), ארגון הערים 40C המקדם התמודדות עם שינויי האקלים וארגונים עולמיים נוספים. עקרונות האמנה בעברית ובערבית מופיעים באתר אמנת מילנו.

יישום אמנת מילנו בישראל

בתחילת ספטמבר 2018 אירחה תל אביב-יפו את הכנס השנתי של הערים החברות באמנת מילנו למדיניות מזון עירונית, ובאותו אירוע הצטרפו לאמנה ערים ישראליות נוספות (בני ברק, רמת גן, כפר סבא והרצליה) נוסף על תל אביב-יפו החתומה על האמנה משנת 2015. המדריך של "רשת ערים בריאות" (עיר מקדמת תזונה מ.ב.ט.י.ח.ה) יחד עם הידע הרב והכלים של אמנת מילנו שהוצגו בכנס יכולים לשמש כלי לשיפור השירות שהרשות מעניקה לתושבים בתחום זה. בכנס זכו שמונה ערים בפרס על פעילות נמרצת בתחום בטיחות המזון: לימה (פרו), גנט (בלגיה), ואנג'ו-ר-גון (קוריאה הדרומית), טורינו (איטליה), סאול (קוריאה הדרומית), סאו-פאולו (ברזיל), פרמה (איטליה) ובלו-הוריונטה (ברזיל) (תמונה 2).

הפעילות על פי אמנת מילנו

במעמד ההצטרפות לאמנה מכריז ראש העיר על מחויבותו לעקרונות אמנת מילנו למדיניות מזון עירונית באמצעות חתימה על מכתב התחייבות. עם זאת, למעשה אין בחתימה זו התחייבות להוצאה כספית או לביצוע מהלכים מסוימים.

כפי שמוצג בתרשים, תהליך ההטמעה של תזונה בריאה ובת-קיימא בעיר מבוסס על גישה מערכתית הכוללת שלושה רכיבים:

1. עיסוק בכל תחומי המזון בעיר: תזונה בריאה, סביבה המאפשרת גידול, ייצור ושיווק, בטיחות מזון, ביטחון תזונתי, תזונה בת-קיימא;
2. תהליך מסודר, הדרגתי, המפרט שלב-אחר-שלב את הפעלת המערכת העירונית לבניית התוכנית: התגייסות, הקמת התוכנית, הערכת הצרכים, קביעת סדר הקדימויות להתערבות ולטיפול, תכנון מפורט של המיזמים, ביצוע תוך כדי ניטור והערכה ושיפור לקראת שנת התקציב הבאה;
3. ערכי ליבה של התהליך, ועיקרם – שותפויות בין גורמים עירוניים ובעלי עניין אחרים לקידום התהליך ומחויבות ההנהגה ליצירת שותפויות.

אמנת מילנו למדיניות מזון עירונית

אמנת מילנו הוכרזה במהלך תערוכת EXPO 2015 שעסקה במיגור הרעב ובחיבור בין החקלאות לתושבים בכל העולם. באותו אירוע חתמו על האמנה מעל 100 ערים מכל רחבי העולם, ומאז הצטרפו ערים אחרות. כיום חתומות על עקרונות האמנה מעל 170 ערים מכל היבשות ובהן גם כמה ערים ישראליות.

בין עקרונות האמנה

- נגישות למזון בריא ומקיים;
- חינוך לקיימות ולחקלאות עירונית;
- הפחתת בזבז המזון והפסולת;
- רווחה וביטחון תזונתי;
- אורח חיים בריא.

2



שמונה הערים הזוכות בפרסי אמנת מילנו לשנת 2018 משמאל: תומס פורסטר, ראש צוות השופטים בתחרות; אנה סקורצו, סגנית ראש העיר מילנו ומנהלת תוכנית המזון העירונית צילום: הרשות לאיכות הסביבה, עיריית תל אביב-יפו

כאמור, בשלב הראשוני של התוויית המדיניות ובניית תוכניות הפעולה, יש למנות תזונאי(ת) בעל(ת) הסמכה מטעם משרד הבריאות לתפקיד האחראי להנחיית התזונה ולמתן מענה מקצועי ומוסמך על סוגיות בנושא המזון. רשויות מקומיות רבות מעסיקות כבר עתה תזונאית מוסמכת במשרה חלקית או במשרה מלאה והיא מסייעת בעיקר בבניית התפריטים לגני הילדים ולשאר מפעלי ההזנה העירוניים. התזונאים, חלקם בוגרים של לימודי בריאות הציבור וקידום הבריאות, עשויים להיות מובילי הבריאות בעיר.

היתרונות של הצטרפות הרשות המקומית לאמנת מילנו האמנה אינה כוללת הקצאת תקציבים לרשויות המקומיות, אך היא מעניקה סיוע בתחומים אלה:

1. כנס שנתי שמארחת אחת מערי האמנה ובו המשתתפים מחליפים ידע, משתפים את הקהל במידע על מיזמים מוצלחים, לומדים על פיתוחים חדשים וכו'. הכנס נערך בכל שנה ללא עלות לרשות מלבד עלות הטיסה והמלון. הכנס שנערך בתל-אביב בספטמבר 2018 נחל הצלחה רבה והמשתתפים קיבלו כלים שימושיים רבים ומגוונים ליישום מייד.

2. שיתוף ידע: שיטות עבודה מוצלחות, מסגרת ניטור מצב המזון בעיר, רעיונות למהלכים חדשניים ועוד - הכול זמין באתר האינטרנט של האמנה. ניתן גם להתייעץ עם מנהלי האמנה בשאלות ספציפיות ולקבל הפניה לערים אחרות שהתמודדו בהצלחה עם אותן סוגיות.

3. שותפויות בין ערים: על בסיס האמנה נוצרות שותפויות בין-לאומיות בין ערים בארץ ובעולם. עם הצטרפותן של ערים נוספות לאמנה החל תהליך של שיתוף ידע ויצירת קשרים. גם בצרפת יש רשת ערים של אמנת מילנו והרשת מעצימה את הקשרים הבין-לאומיים של אותן ערים עם ערים אחרות בכל העולם.

4. עמותות וארגונים ישראליים נענים ברצון לשיתוף פעולה עם ערים ורשויות מקומיות המקדמות תוכנית מזון מקומית. כאמור, "רשת ערים בריאות" יזמה את כתיבת המדריך "עיר מקדמת תזונה מ.ב.ט.י.ח.ה", ועמותת "שני ללא בשר" מספקת ידע והדרכה.

The Natural Step Israel מספקת הדרכה ורעיונות לשיתופי פעולה לצמצום בזבוז המזון, ו"הפורום הישראלי לתזונה בת-קיימא" מספק מידע מקצועי מעשי לקידום תזונה בת-קיימא ברשות המקומית.

מזכירות האמנה מצפה מן הערים החתומות לבצע שלבים אלה בקצב המתאים להן:

- מיפוי מצב מערכות המזון בעיר;
- תכנון תוכנית רב-שלבית, הדרגתית וצומחת לשיפור המזון בעיר;
- התחלת התוכנית בביצוע של מיזמים קטנים, קלים, במסגרת התקציב הקיים;
- הגדלת התוכנית בהדרגה בהתאם לצורכי התושבים.

כל הכלים הדרושים לביצוע מוצלח של השלבים הללו נגישים חנם הן במדריך "עיר מקדמת תזונה מ.ב.ט.י.ח.ה" (שהוצג לעיל) והן באתר של אמנת מילנו (באנגלית). במדריך מופיעה גם רשימה של גופים מכלל המגזרים היכולים לסייע בקידום מדיניות מזון עירונית.

המלצות לרשות מקומית המעוניינת לפעול במסגרת אמנת מילנו

בהתבסס על מדריך "עיר מקדמת תזונה מ.ב.ט.י.ח.ה" (לעיל) ובסיוע הניסיון העשיר של ערים אחדות בישראל (תל אביב-יפו, כפר סבא, הרצליה), תוכל כל רשות מקומית לתכנן ולהפעיל תוכנית מזון המשתלבת בעשייתה השוטפת ובהתאם להיבטים החשובים לה ביותר. לדוגמה, רשויות מקומיות עשויות להתמקד בשינוי התנהגותם של העובדים כאחד הצעדים הראשונים לשם מתן דוגמה לכל התושבים (במהלך דומה החליט משרד הבריאות באחרונה כי בשיבות המשרד יוגש רק מזון בריא). ערים אחרות בוחרות להתחיל בשיפור המזון המוגש במוסדות החינוך מכיוון שההורים ערים מאוד לאיכות המזון המוגש לילדיהם ומפעילים לחץ על העירייה.

בתהליך המיפוי לקראת השקת התוכנית מומלץ לאתר את אנשי המפתח שיש בכוחם לרקום שותפויות בתוך העירייה ולמנותם לאחראים לתוכנית המזון. אין חובה שמנהל מחלקת הבריאות יהיה אחראי לתוכנית ואת התפקיד עשוי למלא ראש אגף איכות הסביבה או מנהל מחלקת החינוך או תזונאי; הקריטריון המרכזי במינוי יהיה יכולתו של אותו אדם ליצור שיתופי פעולה מועילים בתוך העירייה ולהניע תהליכים.

המלצה נוספת היא להתחיל בשלב הראשון בהיקף קטן. אין צורך לבנות מיד בשנה הראשונה תוכנית מזון מקיפה וכוללת אלא להתחיל בתוכניות מזון נקודתיות, שסיכויי הצלחתן גבוהים יחסית ועלותן נמוכה יחסית. המטרה היא "להתניע" את התוכנית, להוכיח היתכנות ורצון של גורמי העירייה ושל התושבים להמשיך בתוכנית, להתקדם בה ולהרחיבה (ראו בהמשך דוגמאות למיזמים בהיקפים שונים בארץ ובעולם).

מן הנעשה בישראל

פסולות המזון ומקפידה להשתמש בפסולות אלה ליצירת קומפוסט במקום להובילן לאתר הטמנה.

רחובות

עיריית רחובות התמודדה עם דרישת ההורים לשיפור המזון המוגש במוסדות החינוך ועם כמויות עצומות של פסולת פלסטיק. בנוסף עלה חשש מחשיפה למזהמים הזולגים מהפלסטיק למזון החם. מנכ"ל מרכז ויץ לפיתוח בר-קיימא, הגברת עדי דישון, פנתה לעיריית רחובות בהצעה למיזם של הפחתת השימוש בכלים לשימוש חד-פעמי בצהרונים של רשת "חוויות" ברחבי העיר. יו"ר רשת "חוויות", עו"ד יניב מרקוביץ וצוותו, נרתמו מיד למהלך (תמונה 3).

3



הגשת הסקר הכלכלי-בריאותי-סביבתי | מימין לשמאל: עו"ד יניב מרקוביץ, יו"ר "חוויות", המשנה לראש העיר, מחזיק תיק החינוך הבלתי פורמלי והאחראי לקשרי חוץ; מר צביקה מדהלה, מ"מ מנכ"ל רשת "חוויות"; הגב' עדי דישון, מנכ"ל מרכז ויץ לפיתוח בר-קיימא

רשת "חוויות" מפעילה כ-140 צהרונים בגני העיר. הכלים לשימוש חד-פעמי הם מכלי אוכל (כלי הקיבול לאוכל המרכזי) וכלי אוכל אישיים לכל תלמיד (צלחת וסכו"ם). מרכז ויץ סקר את החלופות מבחינה כלכלית, בריאותית וסביבתית: מהבחינה הכלכלית נמצא כי המעבר לכלים רגילים יובילו לחיסכון של 210,000 ש"ח בשנה (עלות הכלים החד-פעמיים שמשפיקת חברת ההסערה); מהבחינה הבריאותית נמצא כי שינוע האוכל החם במכלי פלסטיק (על אף העמידה בתקן) אינה מומלצת היות שהתקן אינו מביא בחשבון את החשיפה המצטברת היום-יומית לחומרים המשתחררים מהפלסטיק (פתאלטים). משום כך הוחלט לעבור לשינוע האוכל בכלי נירוסטה. מהבחינה הסביבתית נמצא כי הכלים לשימוש חד-פעמי יוצרים פסולת להטמנה במשקל של 43 טונות בשנה. הדבר פסול גם מהבחינה הערכית והחינוכית - הילדים משליכים לפח את כלי

ערים רבות בישראל ובעולם כבר מבצעות שינויים במערכת המזון העירונית לא רק במזון המוגש במפעלי ההזנה העירוניים, אלא גם בשאר מרכיבי מערכת המזון. להלן דוגמאות למיזמים שונים, המראות כי מומלץ מאוד ללמוד מניסיונות של ערים ורשויות מקומיות אחרות, אולם יש להתאים כל מיזם לרשות המקומית הספציפית, לאופי התושבים בה וכד'. יש להדגיש שתי נקודות:

1. בכל עיר פועלים גופים רבים - מוסדות אקדמיים, בתי חולים, עמותות וארגונים שונים; רבים מהם יכולים לתרום לקידום תוכניות מזון מקומיות ולכן נדרש שיתוף פעולה עימם וכן עם ועדי ההורים. אמנם יש להיזהר משיתופי פעולה עם גופים מסחריים (למשל, אין לאפשר ליצרנים של דגני בוקר ללמד בגני הילדים מהי תזונה בריאה), אולם יש מקום לשקול בחיוב שיתוף פעולה עם גוף מקצועי שהוא מלב"ר, כמו בעיר רחובות (ראו להלן).

2. מגבלות ואילוצים תקציביים הם חלק משגרתן של רוב הרשויות המקומיות בישראל ולכן מוטב לשקול תוכנית הדרגתית או חלקית ולא לוותר כלל על שיפור מערכת המזון ברשות. למשל, בעיר רחובות התנהל תהליך של בחינת חלופות והוחלט על פשרה שאמנם אינה מניבה מיד תוצאות אופטימליות, אולם יש בה פעולה ממשית בשיפור המזון המוגש במוסדות החינוך. ייתכן שהפשרה הזו היא הצעד הראשון לקראת תוכנית מקיפה, ולכן עדיפה פעילות חלקית על פני ויתור על התוכנית.

כפר סבא

דוגמה בולטת לטובה היא תוכנית "אפונים" של עיריית כפר סבא לשיפור המזון המוגש בגנים ובצהרונים, אשר צמחה כיוזמה משותפת של ועד ההורים העירוני ומנכ"ל העירייה. התוכנית מופעלת ע"י החברה הכלכלית של כפר סבא, האחראית למפעל ההזנה במוסדות החינוך בעיר. התוכנית כוללת: שיפור המזון המוגש, מעבר להובלה בקירור של מזון מבושל וחימומו למחרת במוסד החינוכי, שימוש במכלי נירוסטה רב-פעמיים להובלת המזון ושימוש בכלי אוכל רב-פעמיים. המיזם הצריך השקעה ראשונית ניכרת כמו התקנת מקררים ותנורי חימום במוסדות החינוך - ולכן נראה שהוא מתאים לרשויות מקומיות היכולות לבצע השקעה ראשונית כזו; עם זאת, ההשקעה הוחזרה בתוך שנתיים בקירוב ומעתה העיר נהנית מחיסכון כספי בכל שנה הודות לצמצום מספר ההובלות הנדרשות, לאי-רכישת כלים לשימוש חד-פעמי וכד'. תוכנית "אפונים" משתלבת במדיניות שיפור איכות הסביבה והבריאות בעיר כפר סבא. נוסף על כך, העיר משקיעה מאמצים בצמצום

הערך המוסף: נשות הצוות בגנים מעידות על הצלחה מסחררת. לדבריהן האוכל טעים יותר ואינו מלווה בטעם לזואי של פלסטיק ממכלי האוכל. ההגשה כוללת כלי הגשה גדול במרכז כל שולחן אוכל ובו כף הגשה ממתכת וכך יכולים הילדים להפגין עצמאות בהעברת האוכל לצלחותיהם. זהו רכיב חינוכי נוסף שלא הובא בחשבון בתחילת המיזם.

חורה

רוב ילדי המגזר הברזילאי נהנים מתוכנית ההזנה של יום חינוך ארוך שמפעיל משרד החינוך ובמסגרת זו הם מקבלים ארוחת צהריים חמה. בעבר לא התאים המזון המבושל לטעמם של הילדים מכיוון שהיה רחוק מאוד מתרבותם ומהרגליהם. עם זאת, לארוחת הצהריים הזו נודעת חשיבות מכרעת הן מבחינה תזונתית ובריאותית והן מבחינת היכולת ללמוד ולרכוש ידע, כישורים והשכלה משום שקשה מאוד ללמוד כאשר הרעב מציק. חברת ההסעדה "אלסאנאבל" שהוקמה בשנת 2008 היא חל"צ (חברה לתועלת הציבור) המנוהלת במשותף על ידי נציגות העובדות, נציגי עמותות ונציגי המועצה המקומית, והיא העניקה לא רק פתרון לסוגיית המזון המבושל בעבור התלמידים (שכמובן התאים לטעמם ולהעדפותיהם), אלא גם יצרה הזדמנויות תעסוקה לנשים יחידניות במועצה המקומית חורה (תמונה 5). היא אף עודדה את הכלכלה המקומית ותרמה להעצמת היישוב כולו. בקיץ 2012 נערכו במטבח שיפורים רבים והוא עומד בכל תקני הבטיחות של משרד הבריאות. כיום מספקת החברה מעל 10,000 מנות למוסדות חינוך בכל רחבי הנגב ואף הסעדה לאירועים (המזון לאירועים

האוכל שלהם בכל יום ויש בכך משום מסר לא רצוי. יתר על כן, הילדים הרכיבים מתקשים לאכול בכלי פלסטיק גמישים, ולכן הוצע אבל לא אושר לעבור לשימוש בצלחות קשיחות רב-פעמיות ולכן הילדים אוכלים בצלחות חד פעמיות, רק הסכו"ם רגיל (תמונה 4).

המעבר לשימוש בכלים רגילים הצריך להדיחם, ולכן נשקלו שתי אפשרויות: (1) התקנת מדיח כלים בכל גן - החיסכון אשר נוצר מהפסקת השימוש בכלים חד-פעמיים היה מממן את עלות רכישת המדיחים והתקנתם, אך בגנים אין תשתית הכנה למדיח. יתר על כן, מדיח כלים אמור לגזול מקום רב במטבחונים הצפופים של הגנים; (2) הדחת הכלים בידי הסייעות נראה כי אפשרות זו הייתה נתקלת בהתנגדות מצד הצוות ומוסיפה עוד נטל למשימותיהן הרבות של הסייעות.

החידוש במקרה בוחן זה הוא מציאת פתרון ביניים מיטבי. כדי להתניע את המהלך הציעו יו"ר רשת "חוויות" כי בשלב הראשון יוחלף הסכו"ם החד-פעמי בסכו"ם מתכת. קל לרחוץ אותו ויש בכך פתרון לקושי המוטורי של הפעוטות. הצוותים הוכשרו, למדו בסדנאות על חשיבות המיזם ונרתמו לעניין (בין השאר הם הונחו לצקת מים רותחים על הסכו"ם). בשלב הבא יוחלפו גם הצלחות החד-פעמיות בצלחות קשיחות רב-פעמיות. עקב הצלחת מיזם הגישה ב-40 גנים הוחלט להקדים את מועד השלמת המיזם בכל גני הרשת מספטמבר 2018 לאפריל 2018.

נושאים לבחינה עתידית של העירייה:

1. הוצאת השימוש בכלים חד-פעמיים מתנאי המכרז לחברת ההסעדה בעת חידוש המכרז;
2. שילוב תכנון של מדיח כלים גדול בעת בניית גנים חדשים.

4



מימין - בצהרונים ברחובות האוכל מגיע בכלי נירוסטה והילדים אוכלים בסכו"ם רב פעמי - משמאל - כלי הנירוסטה שבהם מאוחסן האוכל. לאחר השימוש הסייעת מכניסה את הכלים לקופסה ולמחרת הם מוחזרים לשליח | צילום: מיכל צרפתי

4. שילוב והרחבת תוכניות קיימות: בתל אביב יפו פועלת זה שנים אחדות תוכנית "משכונה קיימת לשכונה מקיימת" אשר מעודדת את התושבים לפעול לשיפור איכות הסביבה בשכונתם. התוכנית הורחבה השנה ונקראת "שכונה בריאה ומקיימת", ונוסף לה מרכיב של שיפור מערכת המזון בשכונה למען שיפור בריאותם של התושבים ושמידה על איכות הסביבה;

5. במסגרת "דיגיתל", כרטיס התושב המציע הטבות ומידע אישי לכל תושב בהתאם לתחומי העניין שלו, הונגשו ידע וכלים לשיפור התזונה ולהעמקת הידע באמצעות הדרכות של תזונאיות העירייה. הפונים יכולים לקבל מענה על שאלותיהם במדיה הדיגיטלית;

6. בקרוב תופעל בעיר תוכנית "המזווה" ל"הצללת" עודפי מזון והפיכתם לכריכים מזינים בעבור ילדי העיר שאינם מביאים ארוחת ביניים לבית הספר. במהלך זה משלבת העירייה את קידום בריאותם של התלמידים ושיפור איכות חייהם לצד צמצום כמויות המזון המושלך לפח בעיר (ויש לשלם עליו היטל הטמנה).

ערים ומועצות מקומיות נוספות בישראל פועלות בתחום התזונה וכאן הובאו רק דוגמאות מעטות. העמותות הפועלות בתחום ישמחו לסייע: במדריך "עיר מקדמת תזונה מ.ב.ט.י.ח.ה" של "רשת ערים בריאות" מופיעה רשימה של הגורמים שבהם ניתן להיעזר לצורך הקמת תוכנית מזון עירונית ומובאות דוגמאות נוספות. חשוב להדגיש שלעיתים אמנם נדרשת השקעה כספית בהקמת תוכנית מזון מקומית, אולם בעיני התושבים הפעילות הזו חיובית וחיונית בעבורם ובעבור ילדיהם.

מן הנעשה בעולם

מעל 170 ערים ברחבי העולם חתמו על אמנת מילנו והקימו תוכנית למדיניות מזון עירונית. מובן שלא ניתן להשוות את ניו יורק וטורונטו לעיר אנטנריבו (בירת מדגסקר) או לבנג'ול (בירת גמביה, אפריקה המערבית), אולם המגוון הרחב של הדוגמאות למיזמים מוצלחים בערים אלה יכול לשמש את הרשויות המקומיות בישראל בבואן לבחור את המיזם המתאים ביותר ליישום. להלן דוגמאות נבחרות:

לימה, פרו

העיר לימה, בירת פרו, גדלה במהירות ובמטרופולין מתגוררים כ-10 מיליון תושבים. לימה היא גם העיר השנייה בגודלה בעולם הממוקמת באזור בעל אקלים מדברי.

החקלאות בסביבות העיר מאתגרת וההתרחבות המהירה של הפרברים מרחיקה מן העיר את השדות ואת המטעים ולכן המזון הבריא אינו נגיש לאוכלוסייה (מדובר באוכלוסייה שרובה אינה חזקה מבחינה כלכלית). המזון

מיוצר לאחר הספקת המזון לתלמידים). עובדות החברה משתתפות בתהליכי גיבוש קבוצתיים, מקבלות הכשרה מקצועית וחלקן אף זוכות להכשרה במסגרת אקדמית לצורך העצמתן וקידומן האישי. חברת ההסעדה "אלסאנבל" היא דוגמה מעולה לאיתור צורך ממשי (מזון טעים ומזין בעבור תלמידי המועצה המקומית) ולפתרון יעיל המותאם לצורכי הלקוחות. נוסף על כך, היא תורמת גם ערך מוסף חברתי למועצה המקומית ולא רק לתלמידים.



נשים מבשלות במועצה האזורית חורה | צילום: אג'יק - מכון הנגב

תל אביב-יפו

העיר חתמה על אמנת מילנו למדיניות מזון עירונית בשנת 2015 ואף הייתה שותפה לגיבוש עקרונות האמנה עוד לפני כן. לאחר החתימה, בשנת 2016, החלה לפעול תוכנית המזון העירונית "בתיאבון" בניהולה של הרשות לאיכות הסביבה ובאחריותה של סגנית ראש העיר, הגב' מהרטה ברוך-רון, הממונה על תחום הרווחה.

עם הפעלת התוכנית נעשה מיפוי של מצב המזון בעיר והוחלט על כמה צעדים ראשוניים לשיפור מערכת המזון:

1. הגשת מזון בריא ובר-קיימא בגני הילדים ובמעונות היום בעיר, בעיקר בשכונות המוחלשות;

2. מתן הכשרה ייעודית לעובדי העירייה שעוסקים קשור לתחום המזון: רכש, אירועים וכד';

3. התחלה בהיקפים מצומצמים יחסית - בשל אילוצי כוח אדם ותקציב מוגבלים בשנים הראשונות לתוכנית, הוחלט לפעול לביצוע השינוי במקומות שבהם הביצוע קל יותר.

דוגמה בולטת לכך היא שיפור התפריט במחנות של תנועת הצופים בתל-אביב בהדרכת תזונאית מוסמכת: הנקניקיות הוצאו מהתפריט, הופחתה כמותו של שמן הטיגון ונוספו מנות טעימות המבוססות על ירקות ועל קטניות. המשויבים של החניכים, של המדריכים ושל ההורים היו מצוינים

והנהגת צופי ישראל אימצה את התפריט בכל המחנות של כל הצופים בישראל;

• עיריית לימה נעזרה בשירותיהם של מומחי קולינריה וייצור מזון כדי ללמד את היצרנים הקטנים בעיר כיצד לשפר את ייצור המזון: דבש, גבינות וכד'. כך הועלה הערך הכלכלי והתזונתי של המוצרים ובו בזמן התחזקו הכלכלה המקומית והעסקים הקטנים בעיר. ההשקעה של העירייה הייתה קטנה מאוד ביחס לתשואה שהתקבלה;

• העירייה הקימה "שוקי איכרים" והזמינה את החקלאים המגדלים סמוך לעיר ואת יצרני המזון הקטנים המקומיים למכור את מרכולתם בשווקים אלה. מכיוון שהחקלאים והיצרנים אינם נדרשים לשלם סכום גדול בעבור הדוכן, הם יכולים למכור את המוצרים הבריאים לתושבי העיר במחיר נמוך יחסית ולהפוך את המזון הבריא לבר-השגה גם בעבור אוכלוסיות מוחלשות;

• העירייה הזמינה את תושבי העיר לבקר בחוות החקלאיות הסמוכות לעיר כדי להתוודע לחקלאים ולתהליכי גידול המזון וייצורו. הסיורים המסובסדים סייעו להדק את הקשר בין תושבי העיר ובין החקלאים המקומיים ועודדו את התושבים לרכוש תוצרת חקלאית טרייה ובריאה בשוקי האיכרים ברחבי העיר;

• העירייה ארגנה מפגשים מקצועיים של חקלאים ויצרני מזון מקומיים עם בעלי מסעדות בעיר ומנהלי מטבחים מוסדיים גדולים כדי לעודד רכש מקומי של מזון בריא ובר-קיימא;

• חינוך לתזונה בריאה ובת-קיימא הן בבתי הספר והן למבוגרים במרכזים קהילתיים עודד את התושבים לבחור נכון יותר את מזונותיהם ולשפר את בריאותם;

• הוקמה "מועצת מזון עירונית" ובה שותפים העירייה, נציגי ארגונים מקומיים, נציגי האקדמיה, נציגי הממשלה, סוחרי העיר ועוד. המועצה מנחה את הצעדים הנדרשים להמשך שיפור מערכת המזון העירונית ובוחנת את כל שרשרת המזון העירונית החל משלבי הגידול והייצור ועד לצמצום פסולות מזון והטיפול היעיל בהן.

על פעילות זו זכתה העיר לימה בפרס של 15 אלף אירו שהוענק לה בכנס השנתי האחרון של אמנת מילנו (תמונה 2) כדי שתוכל להדריך ערים נוספות באמריקה הלטינית ו"לשכפל" את ההצלחה.

מנקודת המבט הישראלית מומלץ לראות בתוכניות מקיפות אלה דגם לחיקוי, אולם חשוב להדגיש כי אין חייבים להפעיל תוכנית מקיפה כל כך בשלב הראשון. ניתן בהחלט להתחיל בצעדים הפשוטים והזולים יותר לביצוע, וכמובן חייבים להתאים את התוכניות לעיר ולמאפייניה.

המהיר, המעובד והמזיק זול יותר ממזון בריא. העירייה החליטה לנהל מדיניות מזון כוללת להנגשת מזון בריא לתושבי העיר ונקטה כמה צעדים במסגרת התוכנית Lima sustainable בסיוע ארגון החקלאות והמזון של האו"ם (FAO):

• ניקוי האזורים החקלאיים בתוך העיר ושדרוגם לצורך ייצור תוצרת חקלאית בריאה יותר;

• קיצור "שרשרת המזון" – שיווק ישיר של תוצרת חקלאית טרייה בשוקי העיר. שיטה זו מגדילה את הכנסתם של החקלאים והתושבים משלמים פחות בעבור הירקות, הפירות, הקטניות והאגוזים;

• עידוד חקלאות עירונית על הגגות, בחצרות הבתים ובשטחים הציבוריים (גינות קהילתיות) – כל מקום שבו ניתן לגדל ולו גם תוצרת מועטה מתאים מבחינת העירייה. העירייה עודדה את התושבים לגדל בעצמם חלק מהתוצרת לצריכתם העצמית ואף סייעה להם בכך;

• בוצע ניתוח מקיף של מערכת המזון העירונית כדי לאתר את נקודות ההתערבות היעילות ביותר. בין השאר נערכו מפגשי שיח עם כל בעלי העניין בעיר ובסביבותיה, נלמדו מערכות המזון של ערים דומות באמריקה הלטינית ואומצו רעיונות ולקחים רבים מניסיונם של אחרים. כיום יש בעיר מערכת מדדים שפיתחו אמנת מילנו וארגון המזון והחקלאות של האו"ם והיא מסייעת בניתוח מערכת המזון העירונית ומכוונת את בניית תוכנית המזון בהתאם לצורכי התושבים.

• ענף הדיג של העיר שודרג באמצעות הצעת מודל מכירה אופטימלי (מבוסס מחקר כלכלי), המעלה את רווחי הדייגים ובה בעת משאיר כמות מספקת של דגים ופירות ים לצריכת תושבי העיר;



מפגשה אוכלת בשוק איכרים, פרו

By Christopher Crouzet - Self-photographed
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=34563267>

בירמינגהם, בריטניה

לאחר הגירה של אוכלוסיות מוחלשות רבות יש בעיר גיוון אתני רב והיא סובלת מאבטלה קשה. יתר על כן, אחד מכל ארבעה ילדים סובל מהשמנת יתר (וחלקם סובלים מהשמנה קיצונית). פרט לבעיות הבריאות הנגרמות בשל כך, מתעוררות גם בעיות חברתיות, הדימוי העצמי נפגע, המוטיבציה לשיפור נפגעת וכך גם מימוש הפוטנציאל של ההון האנושי. כל אלה מובילים להעמקת הפערים בחברה.

בתוכנית הוחלט לשנות את סביבת המזון של ילדי העיר מסביבה "רעילה" לסביבת מזון בריאה ובת-קיימא:

- השלב הראשון הצריך גיוס משאבים מהממשלה ומקרנות פרטיות. יתרונה העיקרי של התוכנית הוא יכולתה לאתר מיזמים המקדמים תזונה בריאה ובת-קיימא בעבור ילדי העיר, לגייס כספים (מאצ'ינג) ולהעניק סיוע למיזמים אלה כדי להגדיל את סיכויי הצלחתם. נעשה גם שימוש נרחב ומוצלח במנגנון מימון המונים (crowdsourcing) כדי להוציא לפועל חלק מהמיזמים.

- התוכנית הופעלה בו בזמן בכל המסגרות שבהן שוהים ילדי העיר: גנים, בתי ספר, מרכזים קהילתיים, מרפאות וכד'. לפיכך נדרש שיתוף פעולה של כל הגורמים בעיר ב"שותפות מזון" שהוקמה כדי להנגיש לילדי העיר את המזון ואת הידע הנדרש.

- בקרב אוכלוסיות מוחלשות במיוחד נעשתה פעילות במרכזים מסחריים סמוך למסעדות מזון מהיר כדי להפחית את צריכתו. אין מדובר בדבר של מה בכך – העירייה תמכה במיזם הפוגע בשגשוג העסקים בעיר, אולם כל בעלי העניין שניהלו את המיזם הבינו שהתערבות זו חיונית להצלחת המטרה: הפחתת שיעורי ההשמנה בעיר. לדוגמה, הוצב דוכן סמוך לרשת המבורגרים גדולה ובו מידע על הערכים התזונתיים ועל החלופות הבריאותיות יותר שניתן לקנות באותו עסק (סלט במקום טוגנים, מים במקום משקה ממותק וכד').

- אחד היתרונות של התוכנית הוא האפשרות למדוד בדיוק רב את הצלחתה. ניתן להגדיר יעדים ברורים כגון עצירת העלייה בשיעורי ההשמנה בקרב ילדי העיר בתוך 18 חודשים מיום הפעלת התוכנית, הפחתה בשיעור השמנת היתר מ-25% ל-15% בתוך חמש שנים וכד'. כאשר המדד הוא שיעורי ההשמנה, קל מאוד למדוד את הצלחת התוכנית ולנטר אותה.

לסיכום, בעיר בירמינגהם אותרה בעיה חמורה של עלייה מהירה בשיעורי השמנת היתר החולנית בקרב ילדי העיר. הופעלה תוכנית מקיפה להפחתת שיעורי ההשמנה לא רק למען שיפור בריאותם, שהרי הרשות המקומית אינה נושאת בהוצאות הבריאות העיקריות אלא הממשלה – אלא לשם צמצום הפערים בחברה ולשם מימוש הפוטנציאל של ההון האנושי. אין ספק שמדובר בתוכנית התערבות אגרסיבית ויש לכך חסרונות, אולם מומחים מעריכים כי התוצאות מובטחות ומועצת העיר תזכה בהערכה רבה על מיזם חשוב זה בתוך שנים לא רבות.

יש דוגמאות רבות נוספות למיזמים ממוקדים ומוצלחים. מידע על חמישים המיזמים המוצלחים ביותר בשנים 2015-2018 שהפעילו הערים החתומות על אמנת מילנו עומד לרשותן של כל הרשויות המקומיות הודות לארגון המזון והחקלאות של האו"ם ולאמנת מילאנו.



לסיכום

לרשות המקומית יש יכולת רבת-השפעה לצמצם פערים בחברה, להעלות את רמת החיים של התושבים ואפילו לחסוך כסף באמצעות הפעלת תוכנית מזון עירונית המתוכננת בהתאם לצורכי הרשות והתושבים. רשות מקומית הבוחרת לקדם מדיניות מזון עירונית עקיבה ומלאה פועלת לשיפור איכות החיים של תושביה ובזכות זאת נעשית הרשות למקום שטוב יותר לחיות בו.

תודות רבות לפרופ' רונית אנדוולט, מנהלת אגף תזונה במשרד הבריאות; לגברת עדי דישון, מנכ"ל מרכז ויץ לפיתוח בר-קיימא; לד"ר מילכה דונחין, ביה"ס לבריאות הציבור, הדסה ירושלים.

תודות

מקורות

Shrestha, R., & Copenhaver, M., 2015. Long-Term Effects of Childhood Risk Factors on Cardiovascular Health During Adulthood, *Clin Med Rev Vasc Heal.* 12, pp. 1-5.

Fransen, H. P. et al., 2016. Exposure to Famine at a Young Age and Unhealthy Lifestyle Behavior Later in Life, *PLoS One* 11.

Eshel, G., Shepon, A., Makov, T. & Milo, R., 2014. Land, Irrigation Water, Greenhouse Gas, and Reactive Nitrogen Burdens of Meat, Eggs, and Dairy Production in the United States, *Proc. Natl. Acad. Sci.* 111, pp. 11996-12001.

9

אדם וביוספירה: תפיסת עולם ודרך לניהול המרחב האנושי והטבעי

כתיבה • אדריכלית הדס בשן¹ • ד"ר מיכל צרפתי² • רינת שפרן³



תקציר

מרחבים ביוספריים הם אזורים גיאוגרפיים המיישמים פיתוח בר-קיימא על פי ההשקפה שהאדם הוא חלק מהמערכת האקולוגית ולכן יש להעדיף פיתוח מושכל המנסה לשמר את משאבי הטבע ולא לכלותם. המרחב הביוספרי מגלם ניסיון להתקיים ממשאבי הטבע בלא לפגוע בהם לטווח הארוך באמצעות שימוש רב-תכליתי במשאבים אלה. אפשר להקים מרחב ביוספרי רק במקום שבו תושביו ומנהיגיו מעוניינים לקבל על עצמם את האחריות לנהל את אזורם מתוך דאגה לדורות הנוכחיים, לדורות הבאים ולמערכת עצמה ומוכנים לעשות את כל הנדרש לשם כך. רשות (עירונית או כפרית או שילוב שלהן) הנכללת במרחב ביוספרי נהנית מיתרונות חברתיים ותרבותיים וכן מיתרונות כלכליים, למשל מיתוג של היישוב וייחוד מקומי ובין-לאומי. הפרק סוקר את השלבים העיקריים בתהליך הקמתו של מרחב ביוספרי ומציג את המרחבים הביוספריים שהוקמו בארץ, את המרחבים המתהווים וכן דוגמאות נבחרות של מרחבים בעולם.

¹ יועצת לתכנון מתכלל ובר-קיימא ומומחית לתכנית אדם וביוספירה

² עמיתת ממשק, תכנית יישום מדע בממשל, מינהל פיתוח, משרד הפנים

³ מנהלת אגף פיתוח מוניציפלי, מינהל פיתוח, משרד הפנים



מהו מרחב ביוספרי?

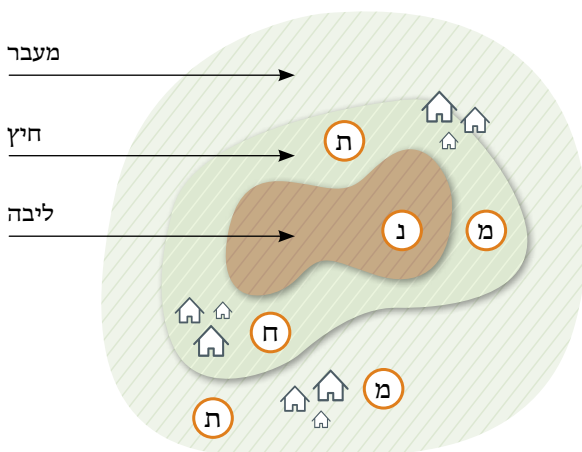
מרחב ביוספרי מגידו | צילום באדיבות דוברות מגידו

רקע

מרחב ביוספרי הוא אזור גיאוגרפי המשלב את בני האדם, את בעלי החיים ואת הטבע במארג אחד, תוך שמירה על המשאבים ועל המרחב ותוך הקפדה על אורח חיים בר-קיימא, המאפשר את התחדשות המשאבים המנוצלים ולא לכלותם. המרחב הביוספרי מתנהל על פי עקרונות של פיתוח בר-קיימא המשלב היבטי סביבה, חברה וכלכלה. מרחב זה מייצג את המעבר מתפיסה של שימור שמורות טבע מפני האדם ופעולותיו לשימור סביבתי מבוסס אדם, כלומר הכרה באדם ובאינטרסים שלו בשימור. המודל נועד ליישב בין שימור הסביבה לבין פיתוח בר-קיימא ולפתור קונפליקטים הנובעים משימוש במשאבים הטבעי.

המרחב הביוספרי עשוי לכלול אזורים בעלי רמת רגישות שונה: (1) אזורים המתאפיינים בפעילות אדם מעטה ובמגוון ועושר מינים, למשל שמורות טבע, יערות, ערוצי נחלים. האזורים הללו נקראים אזורי ליבה או גלעין; (2) אזורים שבהם רמות פיתוח בינוניות, למשל אזורים חקלאיים, שטחים פתוחים, תשתיות תומכות תיירות ומחקר. אזורים אלה מגינים על אזורי הליבה מפני השפעת האדם וממתנים אותה ולכן נקראים אזורי חיץ; (3) אזורים שבהם פעילות אדם רבה, למשל יישובים, ערים, מרכזי תעסוקה ותעשייה. אזורים אלה נקראים אזורי מעבר. אזורים אלה אמנם מפותחים, אולם התהליכים בהם נעשים מתוך התחשבות במרחב כולו ולאור עקרונות הקיימות (תמונה 1).

המרחב הביוספרי מוכרז ככזה על ידי המדינה שבה הוא שוכן, מקבל הכרה בין-לאומית מהאונ"ם ומנוהל בשיתוף עם התושבים המתגוררים בו.



- 🏠 יישובים
- Ⓜ תחנת מחקר או אתר מחקר ניסויי
- Ⓝ ניטור
- Ⓢ חינוך והדרכה
- Ⓣ תיירות ופנאי

1

מרכיבי המרחב הביוספרי
המקור: תכנית Man and Biosphere של אונסק"ו

חשיבותם של המרחבים הביוספריים

אוכלוסיית בני האדם גדלה בהתמדה והאזורים המיושבים מתפשטים לשטחים חקלאיים ולשטחים פתוחים שהם אזורים טבעיים שבעבר לא היו מיושבים, ובהם מערכות אקולוגיות תומכות חיים (למשל יערות וצמחייה המספקים חמצן). כאשר הצפיפות גדלה ורמת החיים עולה, יש צורך לבנות בתים רבים יותר, לפתוח מפעלים נוספים ולסלול כבישים. הפיתוח פוגע בנוף, בבעלי החיים ובצמחים, בקרקע ובמים, ולעתים הפגיעה קשה עד כדי כך שמערכות אקולוגיות שלמות נהרסות ונעלמות. לפיכך יש לשמור על הקיים ולשלב פיתוח בר-קיימא תוך שמירה על המערכות האקולוגיות.

תכנית האדם והביוספירה של אונסק"ו, Man and the Biosphere MAB, היא אחד הכלים שפותחו לניהול היחסים בין האדם לסביבתו. התכנית מתבססת על הרעיון שהאדם והסביבה משפיעים זה על זה ועל האדם לשאת באחריות למערכת האקולוגית כדי לדאוג לעצמו, לדורות הבאים ולמערכת עצמה. המרחב הביוספרי תלוי בתרבות המקומית ומשמר מסורות שונות של שימוש במשאבי הטבע והתנהגויות התלויות בהם. אונסק"ו מעודד שיתוף של הציבור הרחב בשלבי ההקמה של המרחב הביוספרי ובתפעולו וכך נוצר דיאלוג מתמשך בין צורכי האוכלוסייה לבין היכולת של המקום לספקם.²

תנאי סף לקיום מרחב ביוספרי

- אזור ביו-גיאוגרפי נרחב שבו פעילות האדם משפיעה על השטח לצד שטחים טבעיים פתוחים;
- מרחב המתאים למלא את שלושת התפקידים של מרחב ביוספרי: קיומה של ליבה, שימור הנופים ושימור מערכות אקולוגיות או מיני צמחים ובעלי חיים הזקוקים לשימור (תמונה 1).
- בשלות: מנהיגות וקהילה או קהילות המגלות נכונות לשינוי הגישה כלפי הטבע ויצרות מסגרת לניהול משותף של השטח באופן מערכתי-אינטגרטיבי בידי בעלי העניין (קביעת כללים ועמידה בהם);
- תמיכה של ראש הרשות המקומית או של ראשי הרשויות המקומיות;
- אדם נלהב להובלת הרעיון וגוף אמין הנושא באחריות לנושא.

הזדמנויות ואתגרים אפשריים בהקמת מרחב ביוספרי

- חשש של הרשויות שהקמת המרחב הביוספרי תהפוך לגורם מעכב פיתוח;
- חשש של הגורמים האמונים על שמירת הטבע במדינה מפני גורם מעודד פיתוח;
- יצירת שותפות מועילה בין ארגונים העוסקים בשימור ובין ארגונים העוסקים בפיתוח;
- חיבור ושיתוף מגוון גדול של שחקנים;
- אפשרויות לשיתופי פעולה רחבים יותר עם האיחוד האירופי;
- התאמת שיטת הניהול לתרבות ולצרכים המקומיים.

יתרונות של הכלת הרשות

(עירונית, כפרית או שילוב) במרחב ביוספרי

יתרונות כלכליים

מיתוג וייחוד מקומי ובין-לאומי (תעשייה, תיירות, חקלאות, מורשת ותרבות מקומית), שותפויות עם גורמים כלכליים פרטיים על בסיס חברתי-סביבתי, הובלת תהליכים ייחודיים ומימונם (דוגמת התכנית החינוכית הביוספרית במערכת החינוך במועצה האזורית מגידו, המפעילה למידה בת-קיימא). הדרך ליישום התכנית מתבססת על ארבעה עקרונות תוכן מרכזיים: הכרת הקהילה וחיבור אליה (תרבות ומורשת), יחסי אדם-סביבה ויחסי אדם-אדם וקיימות; יצירת שותפויות עם מרחבים ביוספריים בעולם; גיוס תקציבים ייעודיים באיחוד האירופי.

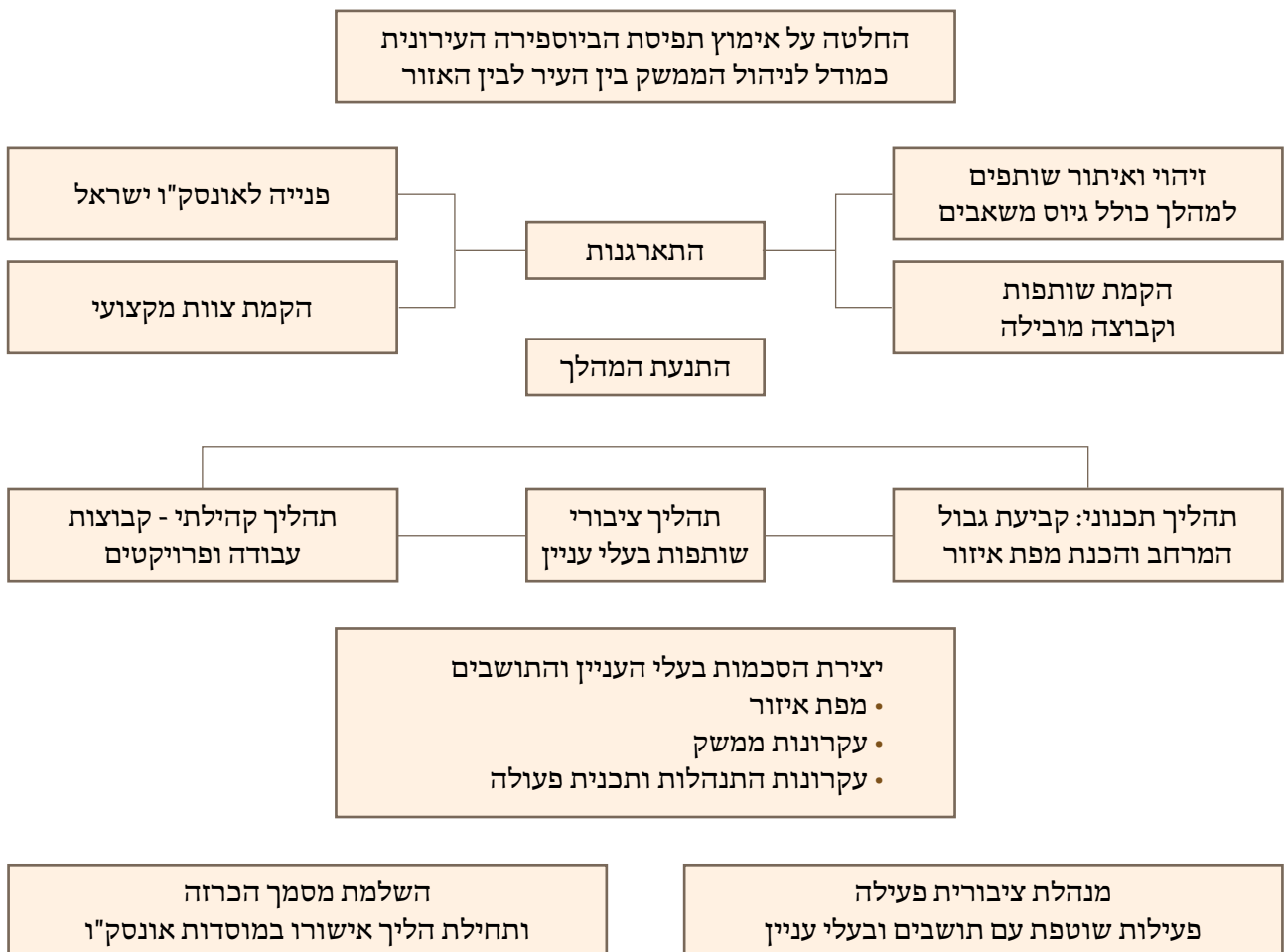
יתרונות חברתיים-תרבותיים

יצירת "סיפור מקום" חדש ומאתגר לאזור או לרשות, חיזוק הקהילה דרך יצירת זיקה בין התושבים לסביבתם ויצירת קשר עם קהילות נוספות במרחב, חיזוק החברה האזרחית, וגיוס מערכות כמו מערכת החינוך לשם רתימת התושבים לנושא. מבחינה חברתית המרחב הביוספרי מדגיש כמה עקרונות הכוללים בין היתר שוויוניות, שוויון הזדמנויות, שקיפות, אחריותיות (accountability) ודמוקרטיה.³

השילבים העיקריים בתהליך הקמת המרחב הביוספרי

- מהלך תכנוני וחברתי (פורום ציבורי לגיבוש מדיניות המרחב, עריכת דיונים, הפעלת צוותים מקצועיים ועוד), הקמת מסגרת מתאמת;
 - תמיכה מצד ועדת אדם וביוספירה של ישראל, מילוי שאלון אונסק"ו אם מעוניינים לקבל את הכרת האו"ם באמצעות הוועדה הלאומית של אונסק"ו.
- שילבים נוספים מופיעים בתרשים בתמונה 2.

- לימוד משותף של התאמת המרחב הביוספרי לרשות או לאזור והמשמעויות הנובעות מכך;
- בחירת מוביל לתהליך מטעם האזור;
- בחירת דרכי העבודה והכנת תכנית פעולה המשולבת בתכנית העבודה של היישוב או של המועצות האזוריות;
- גיוס תקציבים ייעודיים;



מהלך לקיימות אזורית: פתיחת מהלך חדש או הצטרפות למהלך מתהווה

כאמור, רשות או ארגון המבקשים להוביל מהלך של הכרה במרחב ביוספרי, נדרשים בשלב הראשון לפנות את הזמן הדרוש ללימוד הנושא (אפשר לארגן כמה מפגשי לימוד בעלויות נמוכות יחסית). עם התקבלות ההחלטה לקדם מרחב ביוספרי, יש לגייס מימון ומשאבי זמן הן להובלה בתוך הרשות והן לעשייה המקצועית הנדרשת. יש מקום לשקול בכל מקום לגופו מי הגוף שיוביל את המהלך, אם מדובר ברשות אחת או בכמה רשויות, מי הגופים והגורמים השותפים ועוד. גורמים שותפים יכולים להיות ארגון אזרחי בתמיכת הרשויות (דוגמת מרחב הרי ירושלים), רשות מקומית (דוגמת מגידו), מנהלת הפארק ורשות הניקוז בתמיכת הרשויות (דוגמת שקמה), ארגון של מקבץ רשויות (רמת הנדיב, דורדור שבצרפת, ראו להלן). יש למנות מתאם שירכז את העשייה במרחב. היעד הוא שינוי באורח החיים של כל השותפים לאורך הזמן.

אזורים עירוניים: הזדמנות מקומית

עבודה באזורים עירוניים חיונית לתכנית MAB מפני שהיא מזמנת אפשרות לפיתוח בר-קיימא בקהילות גדולות לנוכח מגמת העירור וההתנתקות מהטבע. הקישורים הפונקציונליים בין אזורים עירוניים לטבע מתמקדים בנושאים ביולוגיים, תרבותיים, חברתיים וכלכליים (למשל חקלאות עירונית), באנרגיה בת-קיימא, בניידות, בהטמעת חדשנות בניהול בר-קיימא של אזורים עירוניים, בשילוב חברתי ועוד.

מן המתחרש בתחום בארץ ובעולם

המדיניות בארץ

מינהל התכנון במשרד הפנים ביוזמת האגף לתכנון משולב מקדם עריכה של תדריך לתכנון מרחבים ביוספריים בליווי ועדת עבודה וצוות תכנון רב-תחומי. המדריך נועד להנגיש את הרעיון ולהציע סל כלים זמינים ובו סדרה של הנחיות ועקרונות לייזום של מרחב ביוספרי, להקמתו ולניהולו. המדריך נועד לקהילות מקומיות המעוניינות בכך.

עד כה בארץ הוכרו שני מרחבים ביוספריים:

מרחב ביוספרי הר הכרמל הוכרו על ידי אונסק"ו בשנת 1996. המרחב כולל את פארק הכרמל עד חיפה בגבול הצפוני, את רצועת החוף ואת החלק הדרומי של הכרמל. במרחב יש כמה שמורות טבע מוכרות, יערות קק"ל, יישובים, שטחי מרעה ושטחי חקלאות. לאחר השריפה בכרמל בשנת 2010 הוחלט לחזק את הכרמל כמרחב ביוספרי מתוך מחשבה ששיתוף התושבים בניהול היום-

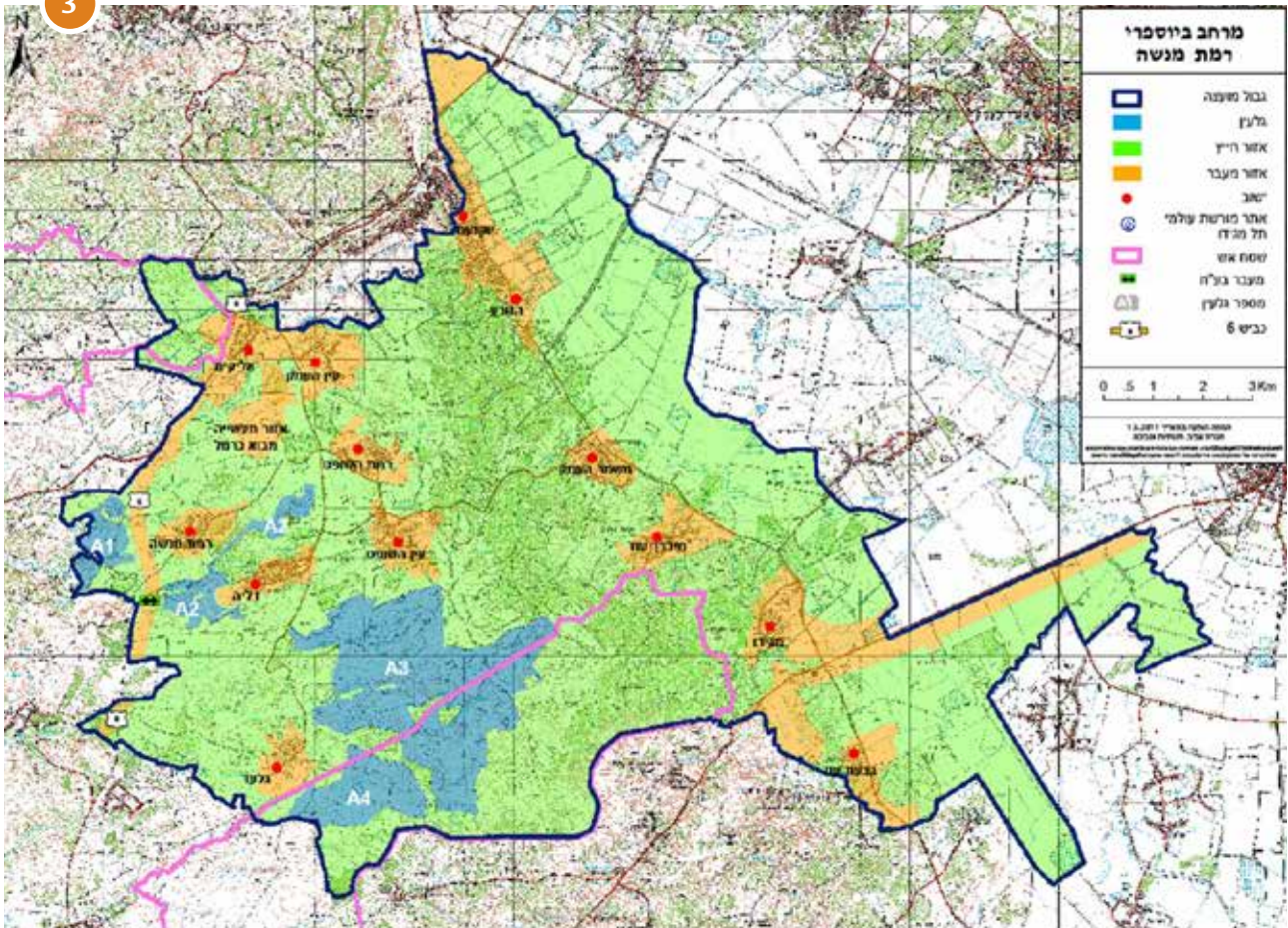
כאמור, רשות או ארגון המבקשים להוביל מהלך של הכרה יומי של המרחב עשוי לעזור במניעת שריפות בעתיד. במהלך שנת 2014 החל המשרד להגנת הסביבה לפעול לחידוש המנגנון הניהולי בשיתוף תושבי האזור כדי לפתח את תחושת הגאווה והאחריות של התושבים ולספק את צרכיהם הכלכליים והחברתיים.

המרחב הביוספרי במועצה אזורית מגידו הוכר בשנת 2011 לאחר תהליך תכנון ארוך ומעמיק (תמונות 3 ו-4). המרחב מתנהל במסגרת המועצה האזורית מגידו בשיטת ניהול מוניציפלית אזורית המתמקדת בהתפתחות האדם בסביבתו מתוך מחויבות קפדנית לשמירה על ערכי טבע ונוף ומתוך דאגה להעברתם לדורות הבאים. התיאום היום-יומי של העבודה במרחב נעשה בידי מתאמת המרחב, ואת הניהול מלווה צוות מתאם שבו חברים נציגי השותפים במרחב: המועצה האזורית מגידו ותושבי האזור, היישובים, גופים כלכליים, גופים "ירוקים", משרדי ממשלה ועוד. במסגרת יישום תכנית "אדם וביוספרה" אישרה המועצה חוק עזר להליך ציבורי שנועד להסדיר הליכים ציבוריים, הכוללים הנחיות ונהלים לכינוס דיון פומבי בנושאים רלוונטיים הנשענים על הכללים שנקבעו בתכנית האב. כלומר, השותפים בוחרים בהליך מוסדר את הנושאים המוסכמים בתחום יחסי אדם-סביבה. סמכויות המועצה המקומית נשמרו, ואם מתעוררת אי-הסכמה בין המועצה לבין הציבור, על המועצה להסביר מדוע החליטה כפי שהחליטה. המועצה גם מפעילה תכנית חינוך ביוספרית המקדמת מודעות ואחריות ליחסים בין אדם לאדם ובין האדם לסביבה ולקשרים ביניהם הן בדור הזה והן בדורות הבאים. בימים אלה עוסקת המועצה האזורית מגידו בהטמעת תכנית חקלאות התומכת במגוון הביולוגי, בתכנון מערכת תיור וטיול המותאמת לכושר הנשיאה של השטח ובהפעלת צוותים ציבוריים ומקצועיים בתחום ניהול השטחים. המועצה האזורית אף מיישמת תכנית חינוך המושתתת על רעיון המרחב הביוספרי.

מהלכים נוספים בארץ

מרחב השקמה שוכן בין הים התיכון להרי חברון, בדרום-מזרח אשקלון ומצפון לגבול עזה. כ-93% ממרחב שקמה הם שטחים פתוחים וחלק משטח המרחב הוא מסדרון אקולוגי לאומי. לצורך בדיקת היתכנות להתאמת פארק שקמה לתכנית "אדם וביוספרה" הוקמה מנהלת פרויקט בשיתוף פעולה בין מנהל התכנון, ועדות מקומיות, רשות הטבע והגנים, רשות מקרקעי ישראל, המשרד להגנת הסביבה, קרן קימת לישראל, החברה להגנת הטבע, רשות הניקוז ועוד. המנהלת עסקה בלימוד בתמיכת קק"ל ובחירה

3



מרחב ביוספרי מגידו: אזורי הליבה (כחול), אזורי החיץ (ירוק) ואזורי המעבר (כתום) | באדיבות דוברות מועצה אזורית מגידו

לקדם תכנון והקמת מרחב ביוספרי כדי לחזק את השותפות האזרחית במרחב. בעקבות מהלך זה הוקצה תקציב תכנון מהקרן לשטחים פתוחים. מהלך התכנון ינוהל בידי רשות הניקוז "שקמה-בשור" המרכזת את עבודת המנהלת, והמנהלת מתארגנת לתחילת המהלך.

השותפות להקמת מרחב ביוספרי בהרי ירושלים - יוזמה שמקדמת הקרן לירושלים ירוקה ושותפים לה עיריית ירושלים, מנהלים קהילתיים רלוונטיים, מועצה אזורית מטה יהודה, החברה להגנת הטבע, רשות הטבע והגנים, ארגונים מקומיים, רשות ניקוז שורק-לכיש ועוד. השותפים עוסקים בלימוד ובהתארגנות והוחלט על התמקדות באגן ניקוז נחל הבשור. היוזמה נמצאת בשלב גיוס תקציבים ושותפים נוספים לניהול המהלך.

4

מפגש בין אזור מעבר לאזור חיץ במועצה אזורית מגידו | צילום באדיבות דוברות מגידו



מין המתרחש בעולם

מרחבים ביוספריים עירוניים מצויים במקומות אלה: ברייטון, בריטניה; הפארק הלאומי במדריד, ספרד (Cuenca Alta del Rio Manzanares); דאבלין; ביי, אירלנד; גולדן גייט, סאן פרנסיסקו, קליפורניה; לאפלנדסקי, מונסגורסק, רוסיה; מונסטני, ברצלונה, ספרד; מונט סיינט הילר, מונטריאול, קנדה; פונטנבלו, פריז, צרפת; פארק קמפינוסקי, ורשה, פולין; וינהוולד, וינה, אוסטריה.

מרחב ביוספרי Dordogne Basin - אגן דורדון בצרפת מנהל משנת 1991 בידי מנהלת ציבורית של הרשויות השונות (EPIDOR) שהוקמה כדי לקדם דיאלוג סביבתי חוצה טריטוריות באמצעות מחקרים ופרויקטים משותפים. בשנת 2006 הפכה המנהלת לגוף ציבורי סטטוטורי. המרחב הוקם בשנת 2012 וכולל 1451 רשויות מוניציפליות שבהן מתגוררים 1.2 מיליון תושבים.

המרחבים הביוספריים בצרפת הם השיטה הנהוגה לניהול שטחים פתוחים ערכיים.

ועדת MAB מפקחת על תכנית אדם וביוספירה בצרפת. הוועדה עוסקת בניהול וחיזוק הרשת הלאומית של שמורות הביוספירה, מפתחת שיתופי פעולה בין קהילות צרפתיות ובין-לאומיות (בין השאר בנושאי חינוך, מחקר, ניהול, שימור המגוון הביולוגי).

שותפות סביב הים התיכון

אגן הים התיכון מציב אתגרים סביבתיים וכלכליים גדולים. מאחר שמדובר באזור רב-תרבותי, הוא "נקודה חמה" (hotspot of biodiversity) ברמה העולמית. שיתוף פעולה באזור זה מאפשר לקשור קשרים פיזיים ותרבותיים בין קהילות שונות, ואכן נרקמו כמה יוזמות לשיתופי פעולה (UICN מלאגה; Medwet, מרכז אונסק"ו ברצלונה), אולם הן עדיין לא פועלות כרשת מאורגנת בחסות MAB.

גורמים שונים כגון מגוון ביולוגי עשיר, פגיעות בשל שינוי האקלים, עיור ותיירות משפיעים על אגן הים התיכון כולו. שיתופי פעולה בין שמורות ביוספריות באזור נעשים באמצעות EuroMab בצפון, ו-ArabMab בדרום.

מרחבים ביוספריים חוצי גבולות

מרחב ביוספרי עשוי להיות חוצה גבולות. רשויות צמודות לגבולות שלום (ירדן, מצרים) יכולות לבחון את האפשרות להקים מרחב ביוספרי משותף עם שכנותיהן מעבר לגבול. רשת יורומאב כוללת את רוב המרחבים חוצי הגבולות. כדי לתמוך במרחבים קיימים ובהקמת מרחבים נוספים, יש לנקוט צעדים אלה:

- לפתח מודלים של תמיכה כספית וזיהוי גורמים פוטנציאליים לתמיכה;
- להרבות בחילופי ידע ובלימוד הדדי על קבוצות ניהול, על תיאום יעיל ועל קבוצות שיתוף בין מדינות;
- ליוזם פרויקטים חברתיים-כלכליים חוצי גבולות;
- לבנות תשתית ישימה לתקשורת;
- לעודד אירוח של טיולים ופרויקטים קצרי-טווח;
- לבנות בסיס נתונים להרחבת הידע בנושאים אלה.

לסיכום

הקמת מרחב ביוספרי מצריכה בנייה של תכנית יישומית באמצעות עבודה משותפת של כל הגורמים באזור. כוחו של המהלך מבוסס על עבודה "מלמטה למעלה" הנשענת על לגיטימציה ציבורית רחבה ועל תמיכת הרשויות המקומיות (כפי שנעשה במועצה אזורית מגידו ובמקומות רבים בעולם). מומלץ לבחון היתכנות והתאמה של הקמת מרחב ביוספרי כשיתוף פעולה אזורי דרך האשכולות האזוריים או כמיזם של שיתוף פעולה בין רשויות שכנות שאינן נכללות באשכול כלשהו. המהלך מחזק את "סיפור המקום" ומאפשר התמקדות בייחוד של האזור ויצירת מיתוג למוצרי החקלאות המקומיים, לייצור המקומי, למורשת מקומית, לאתרי התרבות המקומיים ועוד. שיתופי פעולה אורחיים יחזקו את הקהילה המקומית ויזמנו אפשרויות לקשרים בין אנשים וקהילות. יתר על כן, ראוי לכלול נושא זה במערכת החינוך ולתמוך בהטמעת תחומים חדשניים בה.

תודה לנעמי צור, יו"ר המרכז הביו-אזורי ירושלים, מייסדת הרשת העולמית לעלייה לרגל ירוקה ונשיאה של "ירושלים עיר עלייה לרגל ירוקה".

תודות

מקורות

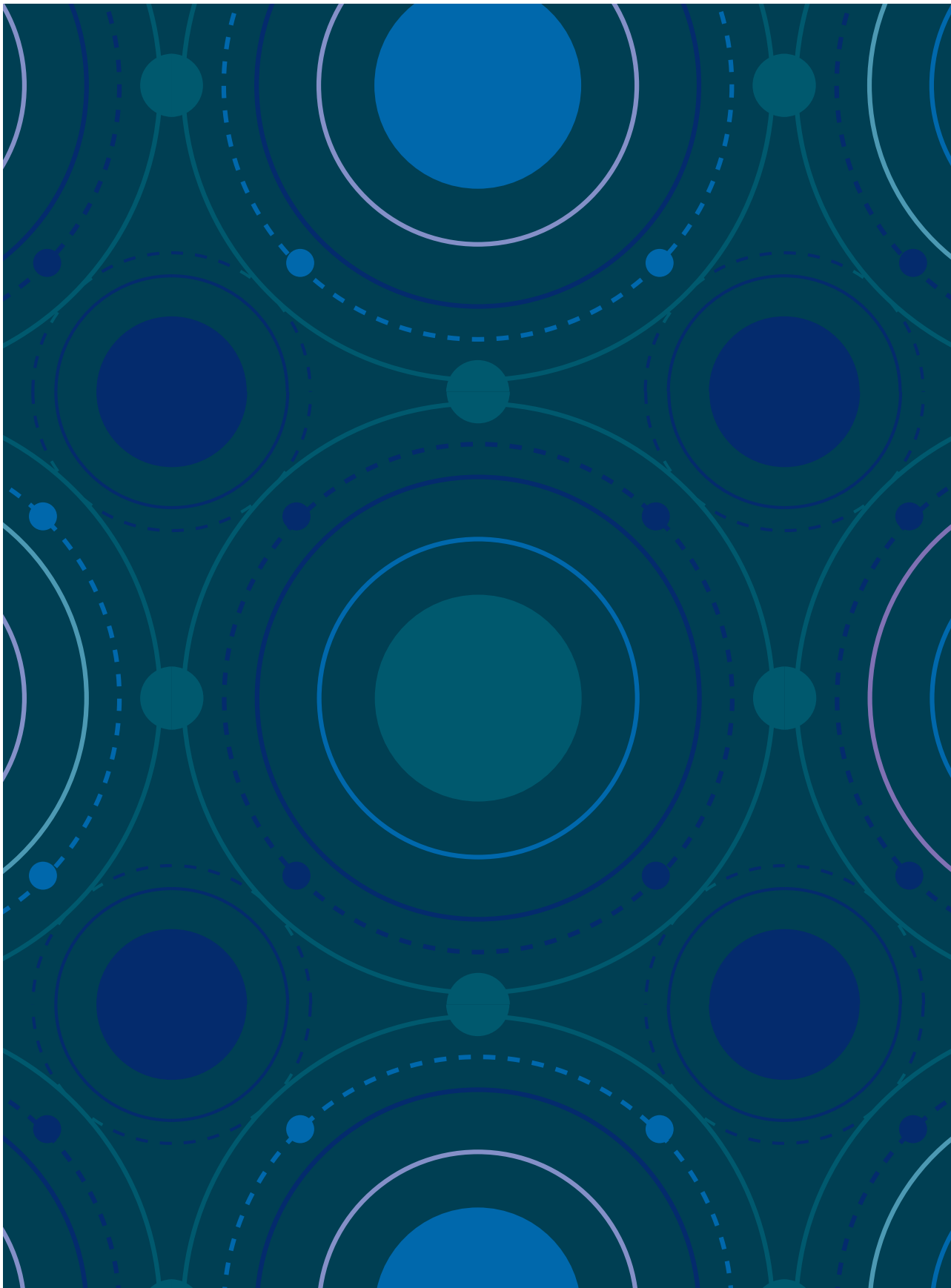
1. גולן, ל', אורנשטיין, ד', ופלאוט, פ', 2017. "מה הופך מרחב ביוספרי למוצלח? תפיסות שונות מישראל ומן העולם", יער 18, עמ' 45-53.
2. ארז, א', 2014. "מה לנו ולשטחים הפתוחים? שיתוף הציבור בהכרזה על מרחב ביוספרי רמת מנשה: היבטים תרבותיים ואקולוגיים", בשדה המחקר 51, עמ' 34-36.
3. לחמן, א', 2016. "מרחבים ביוספריים: התפתחות רעיונית ומושגית", אוסטרליץ אדריכלות 33, <https://bit.ly/2P0pobt>

10

נושאים שונים הרלוונטיים לעבודת הרשות

כתיבה • ד"ר מיכל צרפתי¹ • רינת שפרן² • אינג' ויקטוריה שור • אינג' ויקטוריה שור³ • הדס מרשל⁴





¹ עמינת ממשק, תכנית יישום מדע בממשל, מינהל פיתוח, משרד הפנים
² מנהלת אגף פיתוח מוניציפלי, מינהל פיתוח, משרד הפנים
³ מנהלת יחידת רישוי עסקים וטיפול בשפכים, היחידה האזורית לאיכות הסביבה בשרון
⁴ אקולוגית היחידה האזורית לאיכות הסביבה בשרון

עד כה פירטנו נושאים שונים הרלוונטיים לעבודת הרשות המקומית. מסגרת הזמן שהועמדה לכתובת מסמך זה לא אפשרה לדון בכל הנושאים, ולכן בפרק זה סקרנו בקצרה נושאים נוספים הקשורים לקיימות וסביבה שראוי להפנות תשומת לב לחשיבותם. המתעניינים יוכלו למצוא להלן קישורים לקריאה נוספת.

התייעלות אנרגטית

על פי התכנית הלאומית להתייעלות כלכלית של משרד האנרגיה, המונח "התייעלות אנרגטית" (energy efficiency) ממשמעו פתרונות טכנולוגיים המקטינים את צריכת האנרגיה הדרושה לביצוע אותה הפעולה.

התייעלות אנרגטית היא צעד רב-חשיבות לצמצום ולחסכון במשאבים ברשויות המקומיות. כיאה לנושא חשוב זה, עד היום יצאו לאור מדריכים רבים, ובהם התכנית הלאומית להתייעלות כלכלית. לפיכך ניתן למצוא חומר כתוב רב על הנושא. להלן ריכוז מקורות המידע הללו וכן קישורים לקריאה נוספת.

לוח 1 | המדריכים השונים להתייעלות אנרגטית בתחומי הרשויות המקומיות | המקור: מדריך להתייעלות אנרגטית בתאורת פנים וחוץ ברשויות מקומיות שפרסם המשרד להגנת הסביבה | הרשימה מובאת על פי הסדר הכרונולוגי של פרסום המסמכים ובה קישורים לכל מסמך.

שם המסמך וקישור	הגוף המפרסם	מועד הפרסום	קהל היעד	הנושא	עיקרי הדברים
התכנית הלאומית להתייעלות כלכלית	משרד התשתיות, האנרגיה והמים	2015	<ul style="list-style-type: none"> ברשות המקומית: מנהל אגף שפ"ע / תחזוקה, הממונה על תחום האנרגיה ברשות, מנהל אגף התכנון, מנהל אגף מים וביוב במגזר הפרטי: מנהלים בתעשייה 	התכנית הלאומית השונות להתייעלות ולחיסכון באנרגיה תוך הבחנה בין המגזרים השונים	<ul style="list-style-type: none"> צמצום צריכת החשמל 2016-2030 סקירת אמצעים טכנולוגיים שונים להתייעלות אנרגטית ולהתייעלות מבנית הן ברמת הפרט והן בסקטור הציבורי והמסחרי המלצות רוחב להתייעלות אנרגטית חסמים ברמת הרשות המקומית המלצות לכלל המגזרים
מדריך להתייעלות אנרגטית בתאורת פנים וחוץ ברשויות מקומיות	המשרד להגנת הסביבה	ינואר 2014	מנהלי אגף שפ"ע/ תחזוקה ברשות המקומית	הדרכה לחיסכון בצריכת החשמל בתאורת רחוב ובתאורת פנים, כולל דוגמאות מהארץ ומיפוי המצב הקיים	<ul style="list-style-type: none"> הצעה לתכנית יישומית להתייעלות תאורת פנים וחוץ ברשות המקומית אמצעים לחיסכון בחשמל בתאורת פנים וחוץ אמצעי מימון

שם המסמך וקישור	הגוף המפרסם	מועד הפרסום	קהל היעד	הנושא	עיקרי הדברים
מדריך לחיסכון באנרגיה בתאורת כבישים ורחובות	מרכז השלטון המקומי; משרד התשתיות, האנרגיה והמים	יוני 2013	מנהל אגף שפ"ע/ תחזוקה ברשות המקומית, הממונה על תחום האנרגיה ברשות המקומית	ת"י 13201 - תקן להתייעלות אנרגטית ותאורת דרכים	<ul style="list-style-type: none"> תכנון תאורת חוץ סוגי נורות ותאורה תאורת כבישים בהתאם לתקן ישראלי 13201 אמצעים טכנולוגיים לחיסכון באנרגיה בתאורת חוץ
התייעלות אנרגטית בתאורת חוץ ברשויות מקומיות	מרכז המידע של הכנסת	פברואר 2012	המסמך נכתב לקראת דיון בוועדת הפנים והגנת הסביבה של הכנסת בנושא התייעלות אנרגטית בתאורת חוץ ברשויות מקומיות בישראל	התייעלות אנרגטית בתאורת רחוב ברשות המקומית	<ul style="list-style-type: none"> אמצעים להתייעלות אנרגטית בתאורת רחוב ברשות המקומית חסמים
פרק האנרגיה בתכנית תג הסביבה	מרכז השלטון המקומי	דצמבר 2010	מנהל אגף שפ"ע/ תחזוקה ברשות המקומית; הממונה על תחום האנרגיה ברשות	פרק האנרגיה בתכנית "תג הסביבה" נועד לסייע למקבלי ההחלטות ברשויות המקומיות להוביל תהליך התייעלות שיטתי בצריכת משאבי החשמל. החוברת בנויה כמדריך הפורס את מגוון האפשרויות לצמצום ניכר בצריכת החשמל במבני הרשות ובתאורת הרחוב.	<ul style="list-style-type: none"> ניהול פרויקט התייעלות באנרגיה ברשות כלים והנחיות להתייעלות אנרגטית דוגמאות לתהליכי התייעלות אנרגטית ברחבי העולם סקירת טכנולוגיות ואמצעים לחיסכון באנרגיה
תאורה יעילה, נוחה ואפקטיבית תוך חיסכון בהוצאות חשמל	חברת החשמל לישראל - חטיבת לקוחות - אגף השיווק - המחלקה ליעול הצריכה	פברואר 2009	משקי הבית, המגזר הציבורי, המגזר המסחרי	מידע בסיסי על תאורה יעילה בתוך מבנים ובשטחים פתוחים; אפשרויות לחיסכון בהוצאות על החשמל לתאורה בלא לפגוע באיכות התאורה וביעילותה; נושאים הקשורים ישירות ליעול צריכת החשמל לתאורה	<ul style="list-style-type: none"> סקירת מקורות אור נפוצים והשוואת יעילותם האנרגטית שימוש בהתקני תאורה יעילים לשם הפחתת צריכת החשמל חיסכון בצריכת החשמל באמצעות התקני בקרה תחזוקה נכונה של מתקני התאורה והשפעתה על יעילות התאורה היבטים טכניים ואנרגטיים של מתקני תאורה

מדשאות - דשא זקוק לכמויות גדולות של מים כדי שייראה יפה ובריאי. יש להביא בחשבון את מאפייני הקרקע ואת כמות המים הנדרשת ולשקול פתרונות אחרים במידת הצורך. באתר המשרד להגנת הסביבה ובאתר רשות המים מופיעות הנחיות לטיפול נכון בדשא.

תשטיפים של מי הקיץ ברשות

אינג' ויקטוריה שור, מנהלת יחידת רישוי עסקים וטיפול בשפכים; הדס מרשל, אקולוגית היחידה האזורית לאיכות הסביבה בשרון.

מי קיץ הם המים המגיעים בימי הקיץ מהניקוז העירוני אל הנחלים, בהם נחלי האכזב היבשים הרבים בארצנו.

מערכת הניקוז העירונית מתוכננת כך שכל התשטיפים מהרחוב (אותם פתחי ניקוז בצדי הדרכים) ינותבו לנחלים בשולי העיר. זאת משום שעיקר התשטיפים ברחובות החורף מקורם בגשם, ואילו בקיץ הרחובות יבשים.

כאמור בפרק הנגר, מי הגשם שייכים למדינה והם מתנקזים לנחלים ולים. אין להזרים את מי הגשם למערכת הביוב משום שהם אמורים להעשיר את האקוויפר ואת הנחלים, ומשום שמכוני טיהור השפכים לא יוכלו לטפל בכמויות מי הגשם והם עלולים לקרוס.

גם בקיץ מגיעה כמות רבה של מים למערכת הניקוז העירונית. כמות המים ומקורה משתנים מעיר לעיר, אך בדרך כלל תשטיפים אלה כוללים עודפי השקיה של הגינון העירוני וכן מים מפעולות שטיפה שונות של אנשים פרטיים או של עסקים אשר לא הסדירו את מערכת הניקוז שלהם (שטיפות רכב, דוכני מזון קטנים, שטיפות עגלות המרכולים ועוד), וכך גם עסקים באזורי תעשייה. מים אלה מגיעים לנחלי האכזב, ושם, בהיעדר כמות משמעותית של מים, הופכים מי הקיץ שהגיעו ממערכת הניקוז של הרשות המקומית למפגע תברואתי, ובין היתר מקור למפגע יתושים לכל תושבי האזור. יתר על כן, על פי רוב מי הקיץ אינם נקיים (איכותם דומה לאיכות מי השפכים), ועשויים להימצא בהם חומרים מזיקים (למשל שאריות של חומרי ניקוי ודלקים). בשל האידוי הרב, ריכוז החומרים במים גבוה וכך מים מזהמים מחלחלים לקרקע ולאקוויפר.

כיום החוק אינו מחייב את הרשות לעסוק בתחום זה. פעמים רבות המים מוזרמים לתעלות בשולי העיר ולא תמיד מקצה הרשות את התקציבים הנחוצים לפעולה בתחום זה. לעומת זאת, החוק מחייב כל עסק לטפל בעודפי המים שלו ולא להזרימם לכביש (אחת מחובות רישיון העסק). הרשות המקומית או המדינה (תלוי בסוג העסק) היא המפקחת על כך.

השלבים העיקריים בתהליך הקמת המרחב הביוספרי גופים נוספים העוסקים בהתייעלות אנרגטית ברשויות המקומיות ואשר ניתן ללמוד מפרסומיהם עוד על התחום:

- הפורום הישראלי לאנרגיה
- חברת בוסט פורוורד קיימות וסביבה
- מרכז שלטון מקומי
- מוסד שמואל נאמן למחקר מדיניות לאומית
- פרסום נוסף בנושא של מוסד שמואל נאמן
- איגוד חברות אנרגיה ירוקה לישראל
- Cleaner Energy Saving Mediterranean Cities

התייעלות משק המים ברשות המקומית

רשויות מקומיות רבות עלולות לשאת בהוצאות גדולות למים לצורך השקיה וגינון ולצורך תחזוקת המבנים שבבעלותן. המסמך נועד לאגף שפ"ע האחראי למראה פני העיר ולאגף התחזוקה האחראי למבנים שבבעלות הרשות, ומראה כיצד הם יכולים להתייעל ולצמצם את צריכת המים בפעולות פשוטות יחסית.

להלן אפשרויות אחדות ליעול משק המים ברשות המקומית:

טיפול בנזילות ודליפות באמצעות טכנולוגיות שונות - רשות המים מעודדת פיתוח של טכנולוגיות חדשניות, פותחת קולות קוראים בכל שנה ומכנסת ימי עיון לפרסום הטכנולוגיות שפותחו. הטכנולוגיות שהוצגו בימי העיון הללו מופיעות באתר רשות המים.

החלפת הצמחייה בזנים הצורכים כמות קטנה יותר של מים ושיטות השקיה משופרות - כמות המים להשקיית פארקים וגנים מגיעה ל-20% מכלל צריכת המים בעיר (הצריכה הביתית והצריכה העירונית). חלק ניכר מן הצמחייה - למשל פרחים, עציצים, שיחים ועצים - אם בבעלות פרטית ואם בבעלות ציבורית, היא עתירת מים. על פי תכנית האב לחיסכון במים של רשות המים ועל פי ההנחיות של המשרד להגנת הסביבה, החלפת צמחייה מסוג זה בזנים הצורכים כמות קטנה יותר של מים ושיטות השקיה משופרות (למשל, מחשבי השקיה וטפטוף) עשויות להפחית ב-50% את צריכת המים לצורכי השקיה עירונית. המשרד להגנת הסביבה הוציא הנחיות להתאמת גינות חסכוניות במים.

טכנולוגיה פשוטה - התקנת 'חסכמים' (חיסכון של 40%) והתקנת מכלי הדחה דו-כמותיים (חיסכון של 30%) במתקני הרשות ועידוד הציבור להתקינם במשק הבית הפרטי והעסקי.

פתרון אפשרי לנושא הוא הקמת משאבות "מי קיץ". משאבת מי קיץ היא משאבה פשוטה המונעת מתשטיפי הקיץ להגיע לנחל ומנתבת אותם לביוב. בכמה מקומות בארץ הותקנו משאבות מי קיץ בכניסה לנחלים או במפגש בין פתח הניקוז העירוני לנחל, וזאת ביוזמת איגוד המים או הרשות המקומית או רשות הנחל. לדוגמה, בזכות שיתוף פעולה אזורי בין מועצה אזורית חוף השרון ועיריית רעננה הותקנה משאבת מי קיץ במקום ההתחברות לנחל רעננה, וזאת בשל ריכוז יתושים גדול במקום. תאגיד מי רעננה התקין את המשאבה בעקבות בקשתן של שתי הרשויות. אם כן, טיפול אזורי במי הקיץ הוא הפתרון המיטבי.

מקורות

1. מדינת ישראל, משרד התשתיות הלאומיות, נציבות המים, 2005. תכנית אב לחיסכון במים.



משדור הפנים



חמשק

תכנית יישום מדע בממשל

מיסודה של האגודה הישראלית לאקולוגיה ולמדעי הסביבה