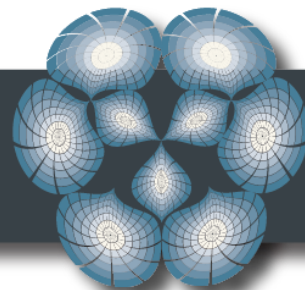


הוועידה השנתית ה-49 למדע ולסביבה

8-7 ביולי 2021

* ועידה מקוונת



ייעור באזורים צחיחים וצחיחים למחצה, כאמצעי להיערכות לשינויי האקלים

אביב אייזבנד

אגף הייעור קק"ל

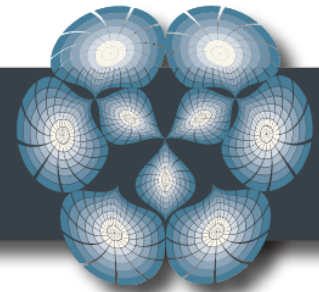
מייל לתכתובות: aviv@kkl.org.il

כיום כבר ברור שבמהלך המאה ה-21 צפויים שינויים משמעותיים באקלים ברחבי העולם בכלל ובישראל בפרט. לפיכך, חובה על גורמי המקצוע בקק"ל, לבחון את ההשלכות של השינויים האלו על היער הטבעי והנטוע שבאחריותנו ולהיערך ע"מ לתת להן מענה. תחזית שינויי האקלים בישראל כוללת התחממות ניכרת, שתבטא בעלית טמפרטורה של 1.5-3.0 מ"צ בחורף ו-1.5-4.0 מ"צ בקיץ, פחיתה בכמות המשקעים באזורים מסוימים בשיעור שבין 10% ל-20% מהמוצק הרב שנת. בנוסף, צפויה עליה בתדירות אירועי מזג אוויר קיצוניים, כגון גלי חום, בצורות, סופות רוח ושלג, שעלולים לגרום לקריסה המונית של עצים, ופגיעה בתשתית הקרקעית בשל שיטפונות.

ניתן להניח, שהפגיעה הצפויה תבטא בהתייבשות עצים, ואף של עומדים שלמים, התפרצות חרקים מזיקים שתעצמנה בעקבות החלשות והידרדרות במצבם הפיסיולוגי של מיני יער וחורש רבים, כמו גם חדירה של מינים פולשים לבתי הגידול היערניים, בשל הפגיעה והחלשות עצי היער ושריפות יער נרחבות.

כדי להיערך לתנאי האקלים הצפויים בעתיד, מקדמת קק"ל זה כבר שנים רבות פעולות במס' מישורים:

1. שימוש בשיטות "קציר נגר" - לניצול המים מארועי גשם ושיטפונות להגדלת כמות המים עבור הנטיעות החדשות ולא פחות חשוב - צמצום הנזק לזהרס שטחי היער והחקלאות.
2. השבחה - איתור טיפוסים/קלונים המראים יתרון בשטח (עמידות ליובש, מחלות ומזיקים ועמידות לשלג), פיתוח שיטות לריבוי וגטטיבי שלהם וגידולם במשתלות קק"ל לנטיעה עבור היער העתידי.
3. מחקר יישומי ושימוש בטכנולוגיה מתקדמת להבנת הפוטנציאל הגלום בטיפוסים העמידים, בתוך פרק זמן קצר.
4. שימוש במחקר לשיפור הטיפול וממשק היער (משטר הדילול ועוד).



לכידת פחמן אטמוספרי ביערות וחורשים בישראל

ז'חה גרינצוויג¹, דן יקיר², ערן טס³

¹ מכון למדעי הצמח וגנטיקה בחקלאות, פקולטה לחקלאות, מזון וסביבה, האוניברסיטה העברית בירושלים, רחובות

² מחלקה למדעי כדור הארץ וכוכבי הלכת, מכון ויצמן למדע, רחובות

³ מכון למדעי הסביבה, פקולטה לחקלאות, מזון וסביבה, האוניברסיטה העברית בירושלים, רחובות

מייל לתכתובות: jose.gruenzweig@mail.huji.ac.il

ויסות האקלים הגלובלי באמצעות המערכות האקולוגיות של ישראל מהווה תרומה מקומית למיתון של שינוי האקלים הגלובלי. המערכות האקולוגיות היבשתיות בעולם, ובעיקר היערות, לוכדים קרוב ל-30% מכלל הפחמן הנפלט על ידי פעילות האדם. למערכות אקולוגיות יובשניות תרומה חשובה בלכידת הפחמן העולמי, לפחות בשנים רטובות.

מידע רב-שנתי על לכידת פחמן קיים היום בישראל לגבי יער יתיר שבצפון הנגב, בו נמדד שטף לכידת הפחמן בשיטת ה- (EC) eddy covariance. בשנים 2001-2016 לכד יער אורנים חצי צחיח זה (285 מ"מ גשם בשנה) בממוצע 160 ± 32 ק"ג פחמן לדונם לשנה. לכידת הפחמן היתה גבוהה יותר בשנים גשומות מאשר בשנים יבשות, בעיקר בגלל העליה המשמעותית בקצב הפוטוסינתזה האקוסיסטמית בשנים הגשומות. לכידת הפחמן הנמדד בשיטת ה-EC אושרה על ידי אינוונטר של פחמן ביער (הערכת מאגריים עיקריים), בו נמצאה עליה מתאימה במאגרי הפחמן בקרקע ובצומח לאורך שנים של מדידות ה-EC.

עבור יערות אורן ים תיכוניים במרכז וצפון הארץ מחושבת לכידת הפחמן ממדידות EC תקופתיות (עונתיות) וממשתנים אקלימיים שנתיים. מדידות אלו הצביעו על כך ששטף לכידת הפחמן השנתי עלה באופן ליניארי לאורך מפל המשקעים בישראל, כך שבאזור הלח ביותר (יער בירייה, 727 מ"מ גשם בשנה) התקבל שטף לכידת פחמן שנתי של 473 ק"ג פחמן לדונם לשנה. שטף לכידת הפחמן שנמדד ביערות בשיטת ה-EC היה גבוה בצפון מאשר בדרום הארץ הן בעונה הרטובה והן בעונה היבשה. את שטף לכידת הפחמן הגבוה יותר בצפון מאשר בדרום במהלך השנים ניתן להסביר על ידי ממצאים ממערכות אקולוגיות שיחניות לאורך מפל הגשמים בארץ: יצור ביומסה יורד בקצב מהיר יותר עם הירידה במשקעים מאשר פירוק החומר האורגני.

בהשוואת ההתנהגות העונתית בין חורש ים תיכוני ליער נטוע בשפלת יהודה, חורש אלונים לכד פחות פחמן בחורף ויותר פחמן באביב מאשר יער אורנים. הבדלים אלה נבעו בעיקר מקצב גבוה יותר של פוטוסינתזה מערכתית ביער בחורף ובחורש באביב. רמת הפעילות היתה נמוכה בחורשים של מרכז וצפון הארץ בעונה היבשה, אך עדיין נמדדה לכידת פחמן במהלך היום. עד כה אין מידע על שטף לכידת הפחמן בחורשים בטווח הזמן של שנה שלמה. ההערכה הממוצעת של לכידת פחמן ביערות ירוקי עד הגדלים סביב אגן ים התיכון עומדת על 380 ק"ג פחמן לדונם לשנה. שטף בסדר גודל כזה הינו סביר גם עבור החורש הטבעי בארץ, אם משווים אותו לשטפים הנ"ל עבור יערות האורן בישראל.

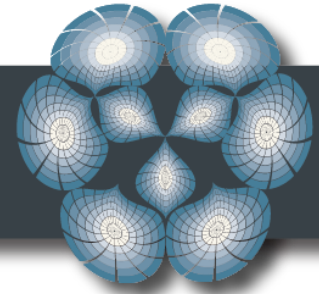
כמות הפליטה הכוללת של גזי חממה בישראל לשנת 2014 עמדה על שטף שהינו שווה ערך ל-18.4 מיליון טון פחמן. נכון ל-2016, שטחי היערות הנטועים והחורשים בישראל עמדו על 1.15 מיליון דונם. בהנחה שלכידת פחמן בשטחים אלה נעה בין שטף הלכידה ביער יתיר לזה ביער בירייה, היערות הנטועים והחורשים בישראל לוכדים יחדיו 0.18-0.54 מיליון טון פחמן לשנה, שהם כ-1-3% מכלל גזי החממה הנפלטים ממקורות האדם בישראל בשנת 2014.

כדי לקבל תמונה טובה יותר על לכידת הפחמן ביערות וחורשים בישראל, יש צורך במחקר ארוך טווח לאורך מפל הגשמים. על מחקר כזה להתמקד במאגרי ובשטפי הפחמן, ועליו לשלב מדידות קרקעיות עם כלים של חישה מרחוק. מחקר כזה ישפוך אור על שירות חשוב זה של מערכות אקולוגיות בארץ.

הוועידה השנתית ה-49 למדע ולסביבה

8-7 ביולי 2021

* ועידה מקוונת



תגובות ביולוגיות ואקולוגיות של בתי גידול לחים לשינויי אקלים

אביטל גזית

בית הספר לזואולוגיה ובית הספר לסביבה ולמדעי כדור הארץ אוניברסיטת תל-אביב

מייל לתכתובות: avitalg@tauex.tau.ac.il

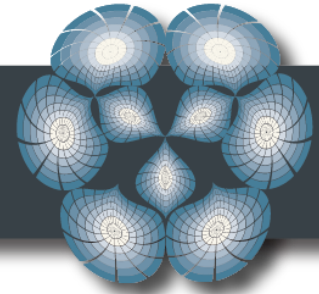
בשנים האחרונות גופים שונים ומוסדות מחקר במקומות שונים בעולם ובישראל עוסקים רבות בהשלכות שינויי אקלים על הסביבה וחברת האדם, במסגרת הערכות לשינויי אקלים. נקודת המוצא שקיימות מספיק עדויות המצביעות על השתנות האקלים והחמרה צפויה בעוצמת השינוי במידה והעולם ימשיך להתנהל על פי "עסקים כרגיל". השרות המטרולוגי ומחקריו של ד"ר עמיר גבעתי מצביעים שאנחנו בעיצומה של תקופה חדשה של עלייה מתמשכת בטמפרטורה המירבית ומזערית ורצף ימים חמים, התקצרות צפויה של תקופת החורף, ושינויים הידרולגיים משמעותיים עקב עליה ברצף שנים שחונות ולסירוגין שנים גשומות, עליה בעוצמת הגשם היממי ועליה בנגר ובעוצמת השטפונות. עוצמת השינויים הנ"ל שונה באזורים שונים מצפון הארץ לדרומה ובעיקר מובנה בחיזוי ההשפעות המרכיב של אי הודאות (מתי וכמה).

החי והצומח מגיבים לתנאי הסביבה על פי מכלול תכונותיהם הבאים לידי ביטוי ביכולתם הפיסיולוגית לעמוד בפני תנאי הקיצון (resistance) ולשוב ותפקד במערכת כאשר התנאים מתמתנים (resilience). היכולת להכיל את מלוא טווח השינויים מכונה חוסן.

ההתייחסות להשפעות שינויי אקלים על בתי גידול לחים מורכבת ביותר שכן עוד טרם השינוי האקלימי מערכות אלו נתונות תחת השפעות אדם סינרגיסטיות, אדיטיביות ואנטוגוניסטיות. בכלל זה זהום מים, הטיית מים, והעצמת שינויים מושפעי אקלים, כדוגמת הגברת נגר בתגובה לעליה בגידול האוכלוסיה ובאורבניזציה. מעבר לכך, יש מערכות הנהנות משינויי אקלים כדוגמת העליה בתדירות ועוצמת השטפונות בנחלים ים תיכוניים, עליה בתרומות המים לכנרת ולבריכות חורף. בתנאים אלו המגוון הביולוגי צפוי להיות בשיאו. מאידך, אותם מקווי מים נפגעים מעליה ברצף שנים שחונות, התייבשות מתמשכת וכתוצאה מכך הצטמצמות המגוון הביולוגי.

רבים ממאכלסי המים של בתי גידול לחים באזורנו הם בעלי חוסן פיסיולוגי, התנהגותי ורבייתי מובנה גנטית לעמוד בטווח רחב של תנאי סביבה אך יש גם מינים המתקיימים בטווח תנאים צר (למשל מינים של טמפרטורת מים נמוכה - stenotherm).

בהרצאתי אביא דוגמאות לתגובות השונות לשינויי אקלים של מקווי מים בישראל והחי והצומח שבהם.



פיתוח אגריוולטאי: אתגרים והזדמנויות בשטחים הפתוחים

יעל לביא

Helianthus

מייל לתכתובות: yael@helianthus.eco

משבר האקלים מציב אתגרים בקנה מידה גלובלי, לקיומה של המערכת האקולוגית המוכרת לנו ויכולתה ארוכת הטווח לתמוך בחיים האנושיים. אתגרים אלה מחייבים הערכות מהירה מחדש.

מן הצד האחד, מיטגיגיה: הפחתה דרמטית ומהירה בפליטות גזי חממה.

מן הצד השני, אדפטציה: עריכת ההתאמות המתחייבות של אספקת המזון והמערכות החקלאיות לתנאים המשתנים והחשיפה ההולכת וגוברת לתופעות כמו בצורת, התחממות ממוצעת, התארכות פרקי היובש בין אירועי גשם, אירועי גשם עוצמתיים והצפות ועוד.

לשם כך נדרש חוסן (Resilience) של המערכת האקולוגית והחקלאית גם יחד, היינו היכולת להכיל ולהתאושש ממצבי עקה, ולהתמודד עם מצבי הקיצון תוך עמידות לטווח הארוך.

האם מערכות אגריוולטאיות מהוות הפתרון האולטימטיבי למיטגיגיה ואדפטציה בחקלאות? השימוש היעיל והכפול בקרקע החקלאית, ייצור האנרגיה המתחדשת והשימוש במערכת ליצירת מיקרואקלים מתון מציגים חבילה אטרקטיבית.

אולם, מערכות אגריוולטאיות, ובפרט בשטחים הפתוחים, אינן ארוחת חינם. הרוב המכריע על הפיתוחים המוצגים כיום נשען על קונסטרוקציות גדולות ומבונות, המאפשרות את עצם העיבוד החקלאי הממוכן ברמת השדה. ככל שגדל פוטנציאל הפריסה של מערכות אלה, כך גדלה ההשפעה הפוטנציאלית העצומה שלהן על תפקודיהם המרובים של השטחים הפתוחים: פגיעה בתפקוד החקלאי (צמצום השטח המעובד, פגיעה בעיבוד מכני, פגיעה מסויימת בפרודקטיביות וכו'), בנוף החקלאי – התרבות, מורשת, פנאי ונופש, ובמגוון הביולוגי (מסדרונות אקולוגיים, פעילות עופות, השפעה על מאביקים, כניסת מינים מתפרצים ופולשים וכו'). במצטבר, להשפעות אלה צפויה להיות משמעות ברמה משקית.

מאידך, בצד האתגרים ישנן גם הזדמנויות. אם רשת הבטחון הפיננסית שהמערכת האגריוולטאית מציעה לחקלאי תהווה מנוף להשקעות ארוכות טווח בחקלאות, ניתן להגיע למצב שבו המצב האקולוגי-חקלאי של השטח לאחר המערכת יהיה טוב מאשר לפניו. לדוגמא: מעבר ממונוקולטורה לפוליקולטורה, מעבר לממשקי עיבוד אגרואקולוגיים, נקיטת אמצעים לשיקום הפוריות בקרקע, תמיכה במגוון ביולוגי וכו'.

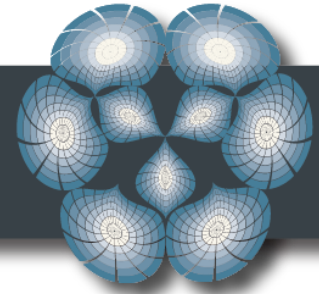
המדד הנפוץ לבחינת יעילות השימוש בקרקע במערכות אגריוולטאיות הוא LER: Land Equivalent Ratio, והוא בוחן את יעילות התשואה מן הקרקע החקלאית (אנרגיה ותנובה חקלאית יחד).

המרצה מציעה לייצר מדד חדש, LEER: Land Environmental Efficiency Ratio. מדד כזה יכול לכמת את היעילות הסביבתית הכוללת משילובי אגריוולטאי בממשקי הקרקע, לתמרץ את השאת התועלת הסביבתית ליחידת שטח ולהפנות לשם כך משאבים.

הוועידה השנתית ה-49 למדע ולסביבה

8-7 ביולי 2021

* ועידה מקוונת



בחינה כלכלית וסביבתית לשיטות שונות לאגירת אנרגיות מתחדשות בערבה

טארק אבו חאמד¹, איתי סנד², אייל ששון², ג'חף קדר¹, טלי זוהר¹, דורית בנט³

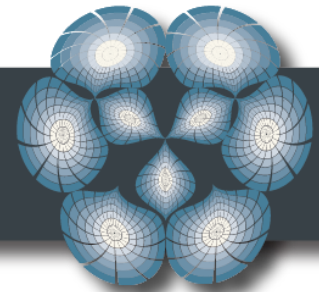
1. מו"פ מדבר וים המלח.
2. החוג למדיניות ציבורית, אוניברסיטת תל אביב.
3. אילת-אילות אנרגיה מתחדשת.

בעשורים האחרונים תחום האנרגיות המתחדשות צבר תנופה משמעותית. השיפורים הטכנולוגיים והירידה המשמעותית בעלויות הייצור של פאנלים סולאריים וטורבינות רוח סימנו את תחילתו של עידן חדש, בו ייצור החשמל באמצעות אנרגיה סולארית ואנרגית רוח זול באופן משמעותי משימוש בדלקים מאובנים או גז טבעי. עם זאת, הזמינות והיציבות של ייצור החשמל מקנות לדלקים מאובנים וגז טבעי יתרון על פני מקורות אנרגיה מתחדשים. בכל רגע ניתן להדליק תחנת כוח הפועלת על גז טבעי ותחנות כוח פחמיות. אנרגיה סולארית, לעומת זאת, תלויה בזמינות השמש ובשמיים בהירים. באופן דומה, אנרגיית הרוח תלויה בזמינות הרוח. בנוסף, אנרגיית השמש והרוח יוצרת שונות בין-יומית בייצור החשמל: ייצור של כמויות גדולות של אנרגיה בשעות השיא לעומת מופעי שפל תדירים, יוצרים חוסר יציבות במערכת הולכת החשמל.

שנת 2019 סומנה כשנת שיא עם צמיחה חדה בהספק העולמי המותקן של אנרגיה מתחדשת – גידול של למעלה מ-200 גיגה וואט. המשבר הכלכלי שהתפתח בעקבות וירוס הקורונה גרם לירידה חדה בביקוש לאנרגיה, דומה בהיקפו לירידה בביקוש לאנרגיה שנצפתה במהלך המשבר הכלכלי העולמי של שנות ה-30 של המאה הקודמת ובאירופה לאחר מלחמת העולם השנייה. הירידה בביקוש נצפתה בכל מקורות האנרגיה (כולל גז טבעי ואנרגיה גרעינית), למעט מקורות אנרגיה מתחדשים - שם נצפתה עלייה בביקוש, בעיקר לאנרגיית רוח ואנרגיית שמש. אגירת אנרגיה היא המפתח להשלמת המעבר המיוחל למשק חשמל דל פחמן המבוסס על מערכות אנרגיה מקומיות עצמאיות. היתרון במעבר מרשת הולכה ארצית למבנה של מערכות מיקרוגריד מקומיות הוא כפול - הגדלת החוסן האנרגטי והפחתת אובדן החשמל בהעברת חשמל למרחקים ארוכים.

מחקר זה מציע הערכה השוואתית של פתרונות אגירת האנרגיה הקיימים, תוך התמקדות בהיתכנות טכנולוגית וכן בתועלות הכלכליות והסביבתיות של כל אחד מהפתרונות הקיימים. מטרת המחקר היא לענות על השאלה מהו התמהיל של מתקני האגירה שיביא למקסום התועלת הסביבתית, הכלכלית והטכנולוגית עבור משק האנרגיה בישראל. המחקר יבחן את הישימות הטכנולוגית של פתרונות אגירה שונים בשלושה היבטים מרכזיים: (1) היכולת לייצר זמינות מלאה של החשמל המיוצר באמצעות מקורות אנרגיה מתחדשת; (2) היכולת לווסת את העומסים של החשמל המיוצר באמצעות מקורות אנרגיה מתחדשת; וכן (3) היכולת לשמור על יציבות התדר במערכת ההולכה.

תוצאות המחקר יביאו להערכה משולבת של היתרונות והחסרונות הטכנולוגיים, הכלכליים והסביבתיים של כל אחד מפתרונות האגירה שיבחנו במחקר ויסייעו למקבלי החלטות, יזמים וחוקרים בהתמודדות עם אתגרים שונים בתחומי קיימות וסביבה, שינויי האקלים והתייעלות אנרגטית.



"שמש זרעאל" - מודל למיצוי פוטנציאל אנרגטי במועצה אזורית, בדרך לעמידה ביעדי האנרגיות המתחדשות בישראל

יערה בן נחום¹, רן רביב¹, רן קציר², דורון מרקל²

1. מרכז השל לקיימות
2. קרן קיימת לישראל

מייל לתכתובות: energy@heschel.org.il

הגעה של ישראל ליעדי האנרגיות המתחדשות שהציב משרד האנרגיה, או יעדים שאפתניים יותר שהוצעו ע"י גופים דוגמת פרויקט NZO, ללא התרחבות הרסנית אל השטחים הפתוחים מעבר למוגדר בתמ"א 41, מחייבים מיצוי של הפוטנציאל הסולארי בשטחים מופרים. המדען הראשי של קק"ל ומרכז השל לקיימות זימו פרויקט שמטרתו למפות את פוטנציאל הייצור הסולארי במועצה אזורית ואת החסמים למיצוי פוטנציאל זה, ולייצר מפת דרכים למימוש. נוסף על התועלות למשק האנרגיה הלאומי, למהלך כזה יתרונות גם ברמת המועצה, ובהם יצירת מקורות הכנסה ארוכי טווח ויציבים עבור המועצה, הישובים, העסקים והתושבים שבתחומה; העלאת החוסן האנרגטי של המועצה; ועוד. הפרויקט, "שמש זרעאל" נערך בשיתוף המועצה האזורית עמק זרעאל, ובמסגרתו נבדקו ההיבטים הבאים: -פוטנציאל הייצור הסולארי על גגות: ההערכה בוצעה באמצעות תוכנות GIS והשוואה לנתונים קיימים -זיהוי חסמים להתקנה על גגות פרטיים: באמצעות ראיונות וסקר בקרב תושבים -מיפוי חסמים בתוך הישובים - קיבוץ, מושב וישוב קהילתי: באמצעות ראיונות עם גורמים רלוונטיים במועצה, בישובים, בחח"י ובגופים אחרים -חסמים ברמה הארצית: רשת החלוקה, רשת ההולכה, ישימות פתרונות כגון אגירה. מסקנות ראשוניות מראות שקיים פוטנציאל גדול לייצור אנרגיה סולארית על גגות, בהיקף של מעל 350 מגהוואט. כהשוואה, הרחבת תחנת הכוח הגזית שאושרה בינואר בתחומי המועצה צפויה להיות בהספק של כ-220 מגהוואט. סקר התושבים העלה שמתן תחשיב כלכלי ספציפי עשוי לעזור להחלטה להתקין מערכת על גג הבית הפרטי. לגבי מימוש הפוטנציאל, חסם מרכזי במושבים הוא רשת החלוקה הפנימית בתחומיהם. כיום אין תכנון כולל וארוך טווח למצב בו יהיה מיצוי מלא של הפוטנציאל, ותחת זאת הרשת מוגדלת נקודתית עם כל בקשת חיבור שמגיעה לחח"י. תכנון כוללני הוא חיוני, והמגבלה המסתמנת היא תקציבית בעיקרה. בקיבוצים שהם מחלק היסטורי ניתן לראות כבר כיום מיצוי טוב של הפוטנציאל הסולארי במבנים המשותפים, ואף כוונות לפיתוח מיקרוגריד הכולל אגירה ומאפשר מיצוי אופטימלי של היכולות. מנגד, בקיבוצים עולה בעיה של מיצוי הפוטנציאל מהגגות הפרטיים, שאינו כלכלי עבור המחלק. נושאים נוספים הנמצאים בבחינה הם ישום אגרי-וולטאי, ופתרונות אגירה ברמה המרחבית.

תרומת המחקר:

מספר עבודות הצביעו על הצורך ועל ההיתכנות שבמעבר ישראל למשק מבוסס אנרגיות מתחדשות (NZO 2020, ההג"ס, 2020). העבודה הנוכחית בוחנת את הישימות של מעבר כזה מבחינת היכולת לייצר את האנרגיה הסולארית הדרושה לכך בשטח מועצה אזורית. זהו אתגר מרכזי על מנת להמעיט ככל הניתן בפגיעה בשטחים פתוחים במדינה המצטופפת. המחקר נערך בתחומי המועצה האזורית עמק זרעאל, אך מסקנותיו והמלצותיו מכוונות להתאים לכלל המועצות האזוריות.