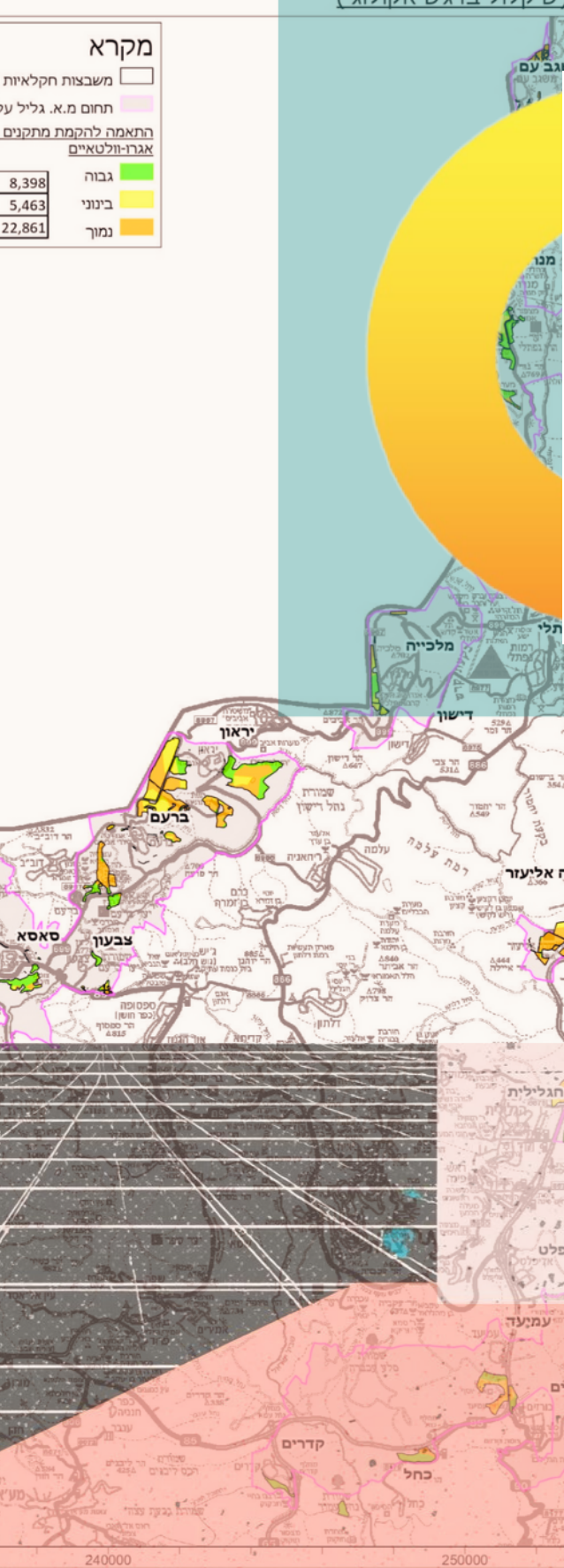




Energy Transition Think Tank

מיפוי פוטנציאל למתקני אגרו- וולטאי ברשויות מקומיות <<

קווים מנחים לרשויות מקומיות
למתודולוגית מיפוי מבוססת ניסיון יישומי

מרכז
השל
מركز هيشل للاستدامة
Heschel Sustainability Center

צוות NZO במרכז השל לקיימות

נובמבר 2025

WWW.NZO.ORG.IL

מסמך זה נכתב על ידי צוות NZO במרכז השל לקיימות.

מרכז השל מפתח ומיישם את חזון הקיימות: חברה צודקת ומלוכדת, כלכלה חסונה ודמוקרטית, וסביבה יצרנית ובריאה לכל תושביה. המרכז מחבר בין ידע רעיוני לידע מעשי, מפיץ את סיפור הקיימות בדרכים יצירתיות, ומסייע לסוכני שינוי מכל המגזרים לקדם תהליכי שינוי משמעותיים בישראל.

פרויקט NZO (שמשמעותו Net Zero Emission) הוקם במרכז השל בשנת 2019, במטרה להאיץ את המעבר של מדינת ישראל למשק מבוסס אנרגיה מתחדשת. הצוות כולל מומחים מתנדבים מתחומים שונים המסייעים בפיתוח מודלים, כלים והמלצות למעבר מהיר לאנרגיות מתחדשות, תוך שמירה על ביטחון אנרגטי ובהתבסס על הנחות שמרניות. במקביל לכך, חברי הצוות מבצעים עבודת שטח לזיהוי חסמים במעבר לאנרגיה מתחדשת. הפרויקט משרטט מפת דרכים למעבר משק האנרגיה הישראלי לאנרגיה מתחדשת, בעזרת שורת מחקרים, ניירות עמדה ועבודות שטח יישומיות.

להארות וליצירת קשר:

ורד זיסו כהן, רכזת התכנון, מרכז השל לקיימות vered.zc@heschel.org.il

יובל תמר הפלר, רכזת תחום אגרו וולטאי, צוות NZO, מרכז השל לקיימות
yuval-tamar@heschel.org.il

למחקרים ופרסומים נוספים, בקרו באתר: www.nzo.org.il

תקציר

אגרו וולטאי הוא מודל המשלב חקלאות וייצור אנרגיה סולארית באותו תא שטח, באופן המאפשר עיבוד חקלאי במקביל להצבה של מערכות פוטו-וולטאיות מוגבהות או מותאמות לגידול החקלאי. מודל זה מציע פוטנציאל משמעותי לחיזוק החקלאות המקומית, לגיוון מקורות ההכנסה של חקלאים, ולהגדלת חלקן של אנרגיות מתחדשות במשק החשמל הישראלי. לצד זאת, קיים חשש שישום נרחב של מתקנים אגרו-וולטאיים, כפי שמקודם כיום, יגרום לפגיעה נרחבת ברצף השטחים הפתוחים, בנוף ובמערכות האקולוגיות בשטחים החקלאיים, וכן יביא לזניחת הפעילות החקלאית לאחר הקמת המתקנים ובכך יפגע בבטחון התזונתי של ישראל. לפיכך, נדרש תכנון מושכל, המבטיח שמתקנים אגרו-וולטאיים יוקמו במקומות שבהם השילוב בין חקלאות לאנרגיה הוא בר קיימא ואינו פוגע באינטרסים המקומיים והציבוריים.

ריבוי היוזמות להקמת מתקנים אגרו-וולטאיים מחייב רשויות מקומיות ומועצות אזוריות לנקוט גישה פרו-אקטיבית לניהול ולניתוב היוזמות, שתבטיח חקלאות פעילה וסביבה משגשגת, לצד ייצור האנרגיה המתחדשת. כיום, יוזמות לקידום מתקנים מגיעות פעמים רבות מהיזמים עצמם – באופן נקודתי, ללא ראייה מרחבית או תעדוף כולל. מצב זה מקשה על קבלת החלטות מדיניות ותכנוניות, ועלול להוביל להקמת מתקנים במקומות שאינם מתאימים – או לחילופין לסירוב ליוזמות ראויות בשל חוסר ודאות. מסמך זה מציע כי מיפוי מקדים של השטחים שעשויים להתאים להקמת מתקנים אגרו-וולטאיים ותעדוף שלהם, מסייע לרשות לייצר בהירות לישובים וליזמים, להוביל את תהליך התכנון ולא רק להגיב לו, ולהבטיח שההטמעה של טכנולוגיה זאת תתבצע בשקיפות, בהוגנות ובאופן התואם את מאפייני הנוף והחקלאות המקומיים.

מיפוי פוטנציאל אגרו-וולטאי מסייע לרשות:

- לייצר **תמונה מרחבית כוללת** המאפשרת קבלת החלטות מבוססת-ידע, ולא תגובה נקודתית.
- להאיץ את הליכי התכנון, תוך **צמצום מחלוקות ושיפור הוודאות** עבור היזמים, החקלאים והרשות.
- להבטיח שקידום המתקנים יתבצע תוך **שמירה על רציפות אקולוגית ונכסי נוף פתוח**.

המסמך שלהלן נועד להציע לרשויות מתודולוגיה סדורה ושימיה, שתסייע בזיהוי השטחים המתאימים ביותר להקמת מתקנים אגרו-וולטאיים, ובגיבוש מדיניות מקומית תומכת ומכוונת. המסמך מבוסס על עבודות מיפוי שבוצעו במספר מועצות אזוריות בישראל (בהן מועצות אזוריות בנגב המערבי, מ.א. גליל עליון ומ.א. גזר), ועל מדיניות הממשלה לקידום תכנון ארצי לאגרו-וולטאי. המסמך מיועד לראשי רשויות, למנהנדי ואדריכלי ועדות תכנון ורשויות מקומיות, לאגפי פיתוח חקלאי ואנרגיה, ולכל צוות מקצועי העוסק בגיבוש והטמעה של מדיניות אנרגיה במרחב הכפרי.

תוכן עניינים

4.....	רקע.....
5.....	מטרות המיפוי.....
5.....	מתודולוגיה.....
7.....	שלב א': יצירת מפות הבסיס וזיהוי פוליגונים פוטנציאליים.....
10.....	שלב ב': קביעת קריטריונים לסינון ולסיווג הפוליגונים שנמצאו.....
12.....	שלב ג': קביעת משקולות.....
12.....	שלב ד': שיקלול הנתונים ויצירת מפת תעדוף.....
13.....	תוצר המיפוי.....
14.....	סיכום והמלצות לצעדי המשך מתוך הניסיון בשטח.....
17.....	נספחים.....
17.....	נספח 1 - ניתוח נצפות נופית.....
18.....	נספח 2 - חישוב פוטנציאל ייצור האנרגיה מהפוליגונים שתועדפו.....
19.....	נספח 3 - תוצר המיפוי, שיקלול אחיד, במועצה האזורית גליל עליון.....
20.....	נספח 4 - תוצר ביניים, שיקלול אחיד, במועצה אזורית גזר.....

רקע

החלטת הממשלה 465 מאוקטובר 2020, קבעה יעדים לייצור חשמל מאנרגיות מתחדשות לפיהם עד שנת 2030, 30% מתמחיל החשמל בישראל יהיה מאנרגיות מתחדשות. ב-10.11.2020 התקבלה במועצה ארצית לתכנון ובניה החלטה לפיה תכנון משק האנרגיה יתבסס על מספר עקרונות, ובהם שמתקני ייצור פוטו וולטאיים יקודמו ככל הניתן בשטחים מבונים, מופרים ובשימוש דואלי, ויש לגבש אמצעים אופרטיביים משלמים על מנת לתמוך הקמה של מתקנים פוטו וולטאיים בדו-שימוש. בהחלטת ממשלה 208 מה-01.08.2021 נקבע כי יוקם צוות ייעודי לקדם מסמך מדיניות לנושא האגרו וולטאי, וכי לאחר הגשת מסמך המדיניות תקודם תמ"א שתקבע את התנאים להוצאת היתרים וקידום תוכניות למיזמים אגרו וולטאיים. ב-02.11.2021 נתנה המועצה הארצית הוראה לעריכת תוכנית מתארת ארצית למתקני מחקר ופיתוח אגרו וולטאיים.

למרות הצעדים הללו, מתקנים קרקעיים שאינם משלבים שימוש נוסף בקרקע ממשיכים לקבל אישורים במוסדות התכנון כיום, ומאידך המעבר לאנרגיות מתחדשות עדיין איטי ורחוק מהיעד שקבעה הממשלה לשנת 2030. על פניו, קידום נרחב של מתקנים אגרו-וולטאים הינו פתרון לכך. אחד החששות המרכזיים בקידום מתקנים אגרו-וולטאיים, מעבר לפגיעה ביבול החקלאי, הוא פגיעה בתפקוד ורציפות המערכות האקולוגיות ובנוף החקלאי הפתוח, הן על ידי המערכות הסולאריות עצמן והן על ידי תשתיות נלוות (בעיקר קווי החשמל המחברים את המתקן לרשת ההולכה, ופריצת דרכים חדשות). פגיעה נוספת עלולה להווצר מהשפעות שוליים כגון סחף קרקע, גידור וכיוב'.

תשומת לב מיוחדת יש לתת לנושא המסדרונות האקולוגיים. המסדרונות האקולוגיים נועדו לאפשר רצף שטחים פתוחים המאפשר תנועה ומעבר של בעלי חיים וצומח, במטרה להבטיח את שרידותן ותפקודן של מערכות אקולוגיות מגוונות לאורך זמן. לשם קיום מסדרון אקולוגי יש לוודא את שמירת השטח כשטח פתוח, ולכן ניתן לעשות בו שימושים שאינם פוגעים ברציפותו, כגון חקלאות ושימושים נוספים (ההגדרה מתוך תמ"א 1/26). שטחי המסדרונות האקולוגיים הינם רגישים ומצומצמים בהקפם (עד רוחב של קילומטר אחד בהתאם להחלטת המועצה הארצית). כיום, יוזמות רבות להקמת מתקנים אגרו וולטאיים מקודמות במסדרונות אקולוגיים ארציים (במסגרת דיונים סטטוטוריים על תמ"א 24\1 ותמ"א 26\1), למרות שעדיין לא ברור האם וכיצד ניתן יהיה להקים מתקנים אגרו וולטאיים ללא גידור שיפגע ברצף. קיטוע המסדרונות ע"י גידור המתקנים עשוי לפגוע אנושות במגוון הביולוגי, במערכות האקולוגיות וכפועל יוצא בבריאות הציבור בישראל (עקב השפעה על התמודדות עם משבר האקלים, התפשטות מחלות

זואונטיות ועוד). מסיבות אלו, עמדתנו היא ראוי כי המתקנים שיקומו יאוותרו בתחילה **מחוץ למסדרונות האקולוגיים**.

במרחבי תכנון רבים, הוועדות המקומיות והמחוזיות נדרשות לדון ביוזמות להקמת מתקנים אגרו-וולטאיים ללא מיפוי מקדים המצביע על שטחים מתאימים או על עקרונות לתעדוף מקומי. מצב זה מקשה על קבלת החלטות מיטבית, ועלול להוביל לקידום יוזמות במיקומים בעלי ערכיות סביבתית גבוהה, או לחלופין לדחיית יוזמות ראויות עקב היעדר מידע זמין.

על רקע זה, התחدد הצורך בכלי עזר תכנוני, אשר מאפשר לרשות המקומית או למועצה האזורית לבחון את השטחים החקלאיים בתחומה באופן שיטתי, להעריך את מידת ההתאמה של אזורים שונים להקמת מתקנים אגרו-וולטאיים, ולגבש מבעוד מועד שיקולי מדיניות תומכי תכנון.

מטרות המיפוי

המיפוי נועד להוות כלי עזר תכנוני, באמצעות זיהוי שטחים המתאימים להקמת מתקנים אגרו-וולטאיים מבחינה סטטוטורית, שהקמת המתקנים בהם תגרור נזק סביבתי ונופי נמוך יחסית. הניסיון המצטבר מלמד כי ישנו פוטנציאל משמעותי של שטחים חקלאיים העומדים בקריטריונים אלו. בנוסף לכך, המיפוי מאפשר:

- ליצור מסד ידע שיהווה בסיס לקבלת החלטות תכנוניות ופיתוח תוכניות עבודה ברשות.
 - לאפשר חלוקת הזדמנויות צודקת בין יישובים במועצות האזוריות, גם כאשר שטחי המשבצת של חלקם מצויים בשטחים בעלי רגישות סביבתית גבוהה יותר.
 - להכווין ולייעל את פיתוח רשת החשמל בהתאם לפוטנציאל היצור הסולארי.
- חשוב להדגיש כי המיפוי נועד להכווין את מרחב החיפוש של היזמים והישובים, ואינו מחליף בחינה חקלאית, תפעולית ו/או הנדסית פרטנית לכל יוזמה.

מתודולוגיה

מיפוי השטחים הפוטנציאליים למיקום מתקנים אגרו-וולטאיים הינו השלב הראשון בגיבוש מדיניות. המיפוי כולל ארבעה שלבים מרכזיים:

- א. יצירת מפות הבסיס וזיהוי פוליגונים פוטנציאליים
- ב. קביעת קריטריונים לסינון ולסיווג הפוליגונים שנמצאו
- ג. קביעת משקולות
- ד. שיקולל הנתונים ויצירת מפת תעדוף

מתדולוגיה למיפוי פוטנציאל אגרי-וולטאי

אגרו וולטאי - כמה והיכן?

מדיניות מקומית בנוגע למתקני אגרו וולטאי, צריכה להתחיל מהבנת הצרכים השונים במרחב, ובהתאם להם קביעת הקריטריונים לפיהם יסווגו ויתעדפו השטחים הרלוונטיים. בשלב השני יש לבחון את השטחים החקלאיים בתחום הרשות, לסווגם ולתעדפם בהתאם למגבלות התכנוניות והסביבתיות החלות עליהם, ושיקולים אחרים.

בחינת המרחב מבחינה סביבתית ונופית תאפשר לייצר מדיניות המאזנת בין המשך פעילות חקלאית וכלכלית של הישובים, לבין שמירה על ערכי הנוף, התיירות והטיילות של האזור והנכסים האקולוגיים ברמה הארצית.

המלצות ליישום ברשות

1. ביצוע מיפוי בהתאם למתודולוגיה שבמסמך.
2. שיתוף בעלי עניין בתוצרים.
3. יצירת מנגנוני איזון בין יישובים, במידה והמיפוי מגביל מימוש זכויות.
4. עיגון ההסכמות כמדיניות רשותית.

שלב א': סינון ראשוני ויצירת מפות הבסיס

1. יצירת מפת בסיס הכוללת את גבולות המועצה והמשבצות החקלאיות בתחומה.
2. הסרת מיקומים שבוודאות אינם רלוונטיים ממפת הבסיס:
 - א. יעודי קרקע לבינוי ופיתוח
 - ב. שטחים מוגנים (בהתאם לתמ"א) הרלוונטיים, מכלול נופי, מסדרונות אקולוגיים ועוד.
- מתקבלת מפת שטחים ביעודי קרקע חקלאית, שאינה עונה על סעיפים א' ו-ב'

שלב ב': קביעת קריטריונים לסינון ולסיווג

1. החלטה על קריטריונים לסינון כגון: קרבה לתשתית חשמל, ליישובים, שיפוע, מסלולי טיול ועוד.
2. מתן ציון לכל פולגון בכל קריטריון שנבחר.

שלב ג': קביעת משקולות

קביעת המשקל היחסי של כל קריטריון בציון הסופי של הפולגון: ניתן לתת משקל שווה (שיקול אחיד), או דגש מיוחד לשיקולים ספציפיים.

שלב ד': שיקול הנתונים ויצירת מפת תעדוף

שיקולל הציונים בקריטריונים השונים, לקבלת מפה המציגה את כלל השטח ממזין לפולגונים על מידת התאמתם לפיתוח אגרו וולטאי:

- עדיפות גבוהה: התאמה גבוהה ברוב הקריטריונים.
- עדיפות בינונית: התאמה חלקית.
- עדיפות נמוכה: התאמה נמוכה.

*מתן ציון נפרד לכל פולגון בכל קריטריון מאפשר לבדוק בקלות את ההשפעה של אימוץ מדיניות רשותית שונה.



שלב א': יצירת מפות הבסיס וזיהוי פוליגונים פוטנציאליים

שלב זה מתמקד באיסוף נתונים, הגדרת תחום המיפוי וסינון סטטוטורי.

שלב א1: יצירת מפת בסיס

מפת הבסיס הינה מפת המשבצות החקלאיות בתחום הרשות, בניקוי כל השטחים המיועדים לבינוי ופיתוח.

שכבות מידע נדרשות להכנת מפת הבסיס:

1. גבול הרשות
2. שכבת משבצות חקלאיות בתחום הרשות
3. שכבת תוכניות מקוונות מנהל התכנון.

שלב א2: הסרת מיקומים שבועדות אינם רלוונטיים ממפת הבסיס

לגבי השטחים שזוהו במפת הבסיס, יש לבצע סינון עבור מיקומים שבהם מבחינה סטטוטורית אין אפשרות להקים מתקנים סולארים, או שהקמת מתקנים בהם עשויה לגרום פגיעה ניכרת בערכי טבע, במערכות אקולוגיות או בערכים נופיים.

כלומר, לאחר השלמת הסינון, הפוליגונים שיוותרו יענו על כל התנאים הבאים:

1. חופפים לייעודים שאינם "קרקע חקלאית/ שטח לתכנון בעתיד/ מגבלות בניה ופיתוח/ שטח שהתוכנית אינה חלה עליו" (בהתאם להגדרות מבא"ת) בשכבת התוכניות המקוונות של מנהל התכנון.
2. אינם מצויים בשטחים מוגנים כהגדרתם בתמ"א 1 (שמורת טבע, גן לאומי ויער לסוגיו).
3. מחוץ לערוץ נחל או פשטי הצפה של נחל ראשי (באפר 100 מ') או משני (באפר 50 מ') כהגדרתם בתמ"א 1.
4. אינם נכללים בייעודי קרקע הבאים בתמ"א 35: מכלולי נוף, רצועת חוף, רצועת נחל, מכלול כפרי לשימור, שמורות וגנים, יער וייעור.
5. אינם חופפים לפוליגונים של "מסדרונות אקולוגיים" ו-"צווארי בקבוק" משכבת המסדרונות האקולוגיים הארצית תמ"א 26/1 (כפי שמופיעה בעת המיפוי באתר מנהל התכנון) או משכבת רט"ג העדכנית ביותר ככל ואינן קיימות עדיין.
6. אינם בתחום ייעודים בעלי רגישות אקולוגית או נופית על פי תוכניות אב של הרשות- בהתייעצות ועל פי בקשת הרשות המקומית.

שכבות מידע נדרשות עבור שלב א'2:

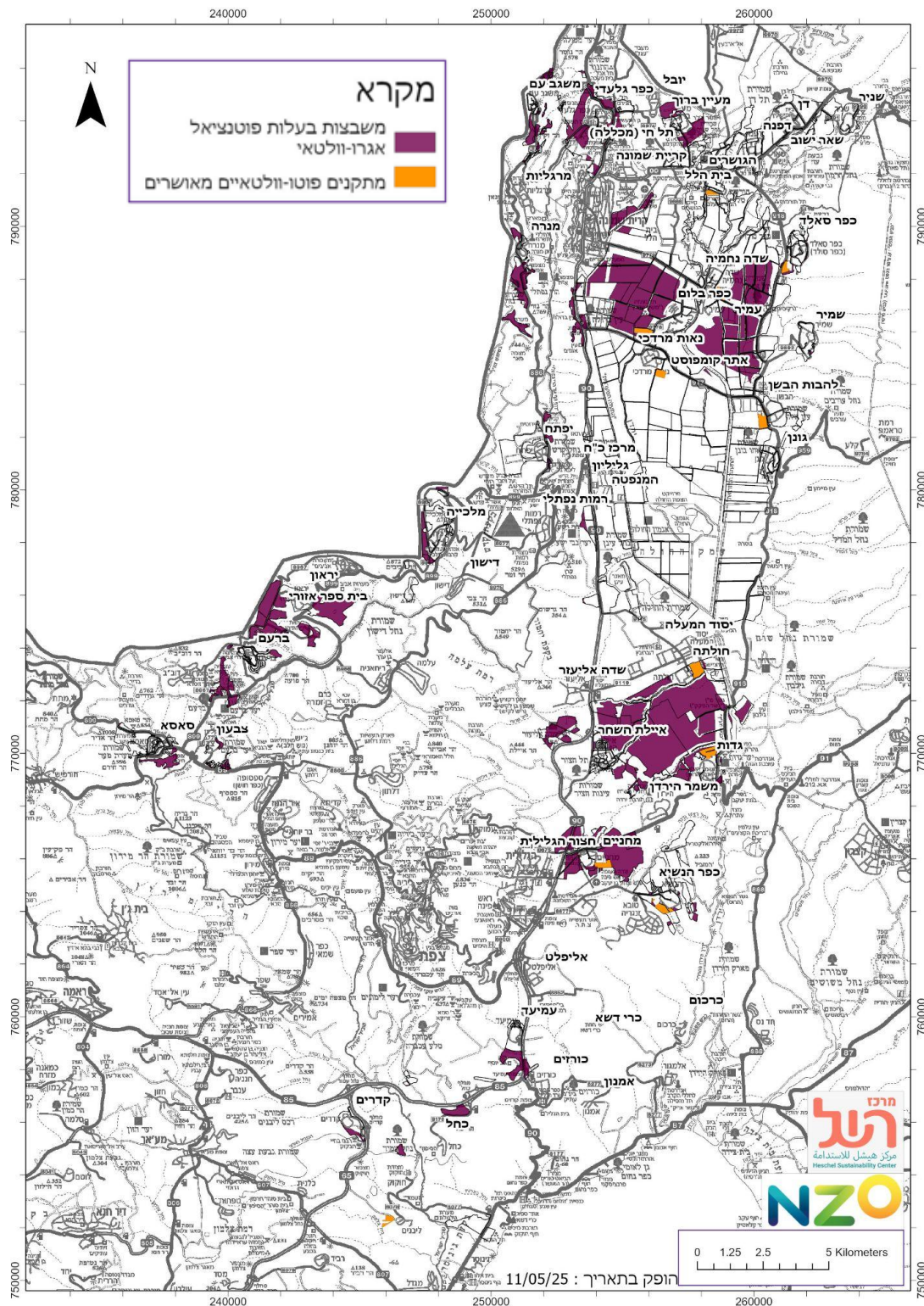
1. שכבת התוכניות המקוונות של "XPLAN"
2. שטחים מוגנים: תמ"א 1 (יערות וגנים, שמורות), תוכניות מפורטות (יערות, שמורות וגנים)
3. נחלים כולל באפרים בהתאם לתמ"א 1- ראשי ומשני
4. שכבת מכלולי הנוף מתמ"א 35
5. צווארי בקבוק ומסדרונות אקולוגיים: תמ"א 26/1- נוסח עדכני (כפי שמופיעה בעת המיפוי באתר מנהל התכנון) או משכבת רט"ג העדכנית ביותר ככל ועדיין אין מיפוי של תמ"א 26\1.

המלצה לשיתופי פעולה עם בעלי עניין ברשות ומרחבים שכנים

במסגרת העבודה אנו ממליצים ליצור שיתופי פעולה עם מגוון שותפים ובעלי עניין ברשות ובסביבתה. בין הגורמים שכדאי לערב:

- אנשי ה-GIS של הרשות, רכזי יישובים, הנהלות אגודות חקלאיות ועסקים חקלאיים מקומיים, הנהלות חברות חקלאיות, נציגי רט"ג, יועצים סביבתיים ואקולוגים מקומיים, מתכנני נוף ושימור ערכי טבע, וכן יוזמות וגורמים קהילתיים.
 - ככל ושטחי השיפוט של הרשות שלובים באלו של רשות שכנה, מומלץ לבצע מיפוי משותף, אזורי, על מנת לקבל תמונה שלמה של המרחב.
- שיתופי פעולה אלה יסייעו בקידום העבודה, בהעשרת המידע מהשטח וביצירת הסכמות רחבות ומבוססות יותר לתהליך המיפוי.

דוגמא לתוצר תהליך עבודה בשלב א': שכבת המשבצות החקלאיות במועצה האזורית הגליל העליון, לאחר סינון השכבות, ושכבת המתקנים הקרקעיים המאושרים במרחב



שלב ב': קביעת קריטריונים לסינון ולסיווג הפוליגונים שנמצאו

לאחר יצירת מפת הבסיס וזיהוי הפוליגונים הפוטנציאליים, יש לקבוע שורת קריטריונים על פיהם תסווג מידת ההתאמה של הפוליגונים להקמת מתקן אגרו וולטאי, ומתן ציון לכל פוליגון בכל קריטריון. להלן מובאים קריטריונים מומלצים לקביעת מידת הערכיות של השטחים השונים. הציון הניתן משקף את ערכיות הפוליגון במדד מסוים, או מידת התאמה אחרת להקמת מתקן אגרו-וולטאי. ככל שפוליגון הינו בעל ערכיות סביבתית-נופית גבוהה יותר, כך הוא מקבל עדיפות נמוכה יותר להקמת מתקן.

הקריטריונים המוצעים להלן לסיווג ערכיות הפוליגונים מבוססים על:

- המדיניות הארצית (תמ"א 1 ותמ"א 35)
- הדו"ח המסכם של הצוות הבין משרדי לגיבוש המלצות לצעדים הנדרשים להקמת מתקנים אגרו-וולטאיים, פברואר 2023¹
- ריאיונות מיפוי עם בעלי עניין מהתחום כולל חברות אנרגיה.



קריטריון	יחידת הערכה	היגיון תכנוני
קרבה לשבילי טיול (הליכה ואופניים)	0-50 מ' / 400-50 מ' / < 400 מ'	שמירה על הטיילות והנוף האזורי
מרחק מתשתיות חשמל (רשת החלוקה וההולכה)	> 500 מ' / 1000-500 מ' / < 1000 מ'	הקטנת קיטוע על ידי תשתיות, והקטנת עלות כלכלית
מרחק מיישוב	> 500 מ' / 1000-500 מ' / < 1000 מ'	עקרון צמידות דופן וקרבה לתשתיות חשמל
שיפוע קרקע	> 6% / 7-14% / < 14%	היתכנות הנדסית

¹ הדו"ח מסכם של הצוות הבין משרדי לגיבוש המלצות לצעדים הנדרשים להקמת מתקנים אגרו-וולטאיים, פברואר 2023

הקריטריונים המוצעים לסיווג מידת ההתאמה של שטחים חקלאיים להקמת מתקנים

אגרי-וולטאים:

1. **חפיפה או קרבה לשבילי הליכה ואופניים:** חפיפת הפוליוגונים לשבילי טיול של שביל ישראל/ שבילי קק"ל/ חלה"ט/ שבילים מקומיים, והמרחק של השבילים מהפוליוגונים. התאמה לאגרו-וולטאי גדלה ככל שנתרחק משבילי טיול.
 - ההמלצה היא לקבוע שלוש רמות התאמה:
 - 1.1. התאמה נמוכה - הפוליוגון חופף לשביל טיול, ועד 50 מטרים מציר השביל.
 - 1.2. התאמה בינונית - מרחק של 400-50 מטרים מציר השביל.
 - 1.3. התאמה גבוהה - הפוליוגון נמצא במרחק של 400 מטרים ויותר מציר השביל.
2. **מרחק הפוליוגונים לתשתיות רשת החשמל:** ההתאמה לאגרו-וולטאי קטנה ככל שמרחק הפוליוגון מתשתיות החשמל גדל. נקבעו שלוש רמות התאמה, בהתאם למרחק מתשתית רשת החשמל:
 - 2.1. התאמה נמוכה - הפוליוגון מרוחק 1000 מטרים או יותר מרשת החשמל.
 - 2.2. התאמה בינונית - מרחק של 500-1000 מטרים.
 - 2.3. התאמה גבוהה - מרחק של 0-500 מטרים.
3. **מרחק הפוליוגונים מישובים:** ההתאמה לאגרו-וולטאי קטנה ככל שהמרחק מהפוליוגון לישוב גדל. נקבעו שלוש רמות התאמה בהתאם למרחק מגבול היישוב:
 - 3.1. התאמה נמוכה - מרחק גדול מ 1000 מטרים.
 - 3.2. התאמה בינונית - מרחק של 500-1000 מטרים.
 - 3.3. התאמה גבוהה - מרחק של 0-500 מטרים.
4. **שיפוע הקרקע בפוליוגון²** - התאמה לאגרו-וולטאי קטנה ככל שהשיפוע במשבצת החקלאית גדל. נקבעו שלוש רמות התאמה:
 - 4.1. התאמה נמוכה - שיפוע גדול מ 14%.
 - 4.2. התאמה בינונית - שיפוע של 7-14%.
 - 4.3. התאמה גבוהה - שיפוע של 0-6%.

² מתוך שיחות מקצועיות עם מספר חברות האנרגיה ומתוך מאמרים בתחום, אחוז השיפוע המתאים ביותר למתקן אגרו וולטאי נע בין 0-6%, כאשר ככל ואחוז השיפוע עולה מ-6% השטח פחות ופחות מתאים למתקן. מעל 10% קיים קושי להקים מתקן על שטח כזאת.

שלב ג': קביעת משקולות

לאחר שניתנו ציונים לכל פוליגון בכל אחד מהמדדים שנבחרו, יש לקבוע את המשקל היחסי של כל קריטריון בציון הסופי שינתן לפוליגון. השיקול יכול להיות אחיד - כלומר לתת חשיבות דומה לכל הקריטריונים, או לתת דגש מיוחד להבטים (קריטריונים) מסויימים:

1. **שיקול אחיד:** כל הקריטריונים לגביהם ניתן ציון מקבלים משקל שווה בסיווג (למשל, אם בחרנו ארבעה קריטריונים, כל קריטריון מקבל משקל של 25% בציון הסופי).
2. **שיקול בדגש אקולוגי:** מתן משקל גבוה יותר לקריטריון אקולוגי: למשל שטחים בעלי ערכיות אקולוגית גבוהה על פי סקר ערכי טבע ונוף או בסיס נתונים מקביל (למשל שלולית חורף מקומית) יקבלו משקל של 60% לצורך הדוגמא, לעומת הקריטריונים האחרים שיקבלו משקל זהה לכל אחד.
3. **שיקול בדגש טכני-הנדסי:** מתן משקל גבוה יותר לקריטריונים כגון קרבה לרשת החשמל ו/או לשיפוע הקרקע, ביחס לקריטריונים האחרים.

המלצה לביצוע שיקול אחיד

מהניסיון שנצבר בעבודות שביצענו, ובהתאם להוועצות עם בעלי המקצוע ברשויות, מצאנו שביצוע שיקול אחיד (קרי, מתן משקל שווה לכל שכבה או קריטריון), נותן תוצר מאוזן הנותן ביטוי הולם לכלל השיקולים.

שלב ד': שיקול הנתונים ויצירת מפת תעדוף

כעת, כאשר לכל פוליגון יש ציון בכל אחד מהמדדים, ויש הסכמה לגבי החשיבות (המשקל) שינתן לכל מדד, יש לשקלל את הנתונים. התוצר הינו מפה המציגה את רמת ההתאמה של שטחי המשבצות לקידום מתקני אנרגיה מתחדשת, ואשר תאפשר למקבלי ההחלטות לתעדף את השטחים הרצויים.

להלן דוגמאות לשני אופני סיווג:

1. סיווג שטחים לקידום אגרו וולטאי לפי שיקול אחיד של הקריטריונים השונים:
עדיפות גבוהה לקידום מתקנים: שטחים אשר קיבלו ערכי התאמה גבוהים למיקום אגרו-וולטאי, ברוב הקריטריונים שנבדקו.
- עדיפות בינונית** לקידום מתקנים: שטחים אשר קיבלו ערכי התאמה גבוהים למיקום אגרו-וולטאי בחלק מהקריטריונים שנבדקו או לחילופין, קיבלו ערכים בינוניים ברוב הקריטריונים.
- עדיפות נמוכה** לקידום מתקנים: שטחים אשר לא קיבלו ערכי התאמה נמוכים למיקום אגרו-וולטאי, ברוב הקריטריונים שנבדקו.

2. סיווג שטחים לקידום אגרו וולטאי לפי שקלול בדגש אקולוגי:

עדיפות גבוהה לקידום מתקנים: שטחים אשר נמצאים באזורים בהם הערכיות האקולוגית נמוכה.
עדיפות בינונית לקידום מתקנים: שטחים בעלי ערכיות אקולוגית נמוכה-בינונית ואינם בעלי יתרון בשאר הקטגוריות.
עדיפות נמוכה לקידום מתקנים: שטחים בעלי ערכיות אקולוגית גבוהה.

תוצר המיפוי

תוצר המיפוי מספק לרשות המקומית תמונת מצב מרחבית בהירה של פוטנציאל הקמת מתקנים אגרו-וולטאיים בשטחים החקלאיים בתחומה, ומאפשר תעדוף של השטחים השונים בהתאם לערכי טבע, נוף, רגישות סביבתית ושימושים חקלאית - הנדסית, בהתאם לקריטריונים שנבחרו. המיפוי משלב שכבות מידע סטטוטורי, סביבתי ונופי, ומסווג את השטחים לרמות עדיפות שונות לקידום מתקנים עליהם, באופן שמאפשר לזהות היכן נכון ומומלץ להתקדם ואילו אזורים ראוי לשמור או לבחון ביתר זהירות. בכך, המיפוי משמש כבסיס לקבלת החלטות מושכלת, תעדוף משאבים, תכנון תשתיות אנרגיה, וקידום יזמויות ותוכניות עבודה באופן מאוזן והוגן בין יישובי הרשות. נדגיש, כי תוצר זה אינו מחליף בחינה פרטנית בשטח, אלא מהווה **כלי אסטרטגי** שמייצר וודאות תכנונית מסוימת, מפחית מחלוקות ומקדם תכנון ארוך טווח המאפשר לחזק גם את מערך האנרגיה המקומי וגם את המשך הפעילות החקלאית לאורך זמן.

השימוש בקריטריונים שונים ובמשקלות מאפשר לבחון תסריטים שונים, לעשות השוואה בין מפות ההתאמה השונות שמתקבלות. ניתן לראות את היקף השטחים שנמצאו כבעלי התאמה גבוהה לקידום מתקנים אגרו וולטאיים (כלומר, הינם בעלי ערכיות נופית-סביבתית נמוכה יחסית), לעומת היקף השטחים שהינם בעלי התאמה בינונית ונמוכה לקידום מתקנים אגרו וולטאיים (קרי, בעלי ערכיות סביבתית בינונית-גבוהה יחסית).

בשני השיקולים, בשטחים המסווגים כ"עדיפות נמוכה", ניתן ומומלץ לעשות בירור נקודתי לגבי ערכי הטבע והנוף במקום.

המיפוי המתקבל מציג בצורה ברורה ונהירה את סך השטחים בהם ניתן לקדם מתקני אגרו וולטאי, בעדיפות משתנה ולאחר ביצוע סינון של שטחים בעלי רגישות גבוהה מבחינת המועצה.

💡 מיהו קהל היעד של תוצר המיפוי?

1. ועדה מרחבית או מקומית.
2. הישובים, החקלאים והיזמים
3. אגף ההנדסה ברשות - מהנדס/ת, אדריכל/ית, בודקי תוכניות.
4. אגף הרישוי.
5. מחלקה/ יחידה סביבתית.
6. מחלקת GIS של הרשות.
7. בעלי עניין בכל הרמות- מנהל התכנון, רמ"י, משרד החקלאות, תושבים ויזמים

סיכום והמלצות לצעדי המשך מתוך הניסיון בשטח

עבודות המיפוי שביצענו עד כה מצביעות על כך שקיים פוטנציאל נרחב לקידום מתקנים אגרו-וולטאיים באופן שמקדם חוסן אנרגטי וכלכלי באזור, אך ללא פגיעה במסדרונות אקולוגיים ארציים, בתשתיות הטיילות או בערכים דומים. זאת באמצעות ראייה מתכללת, שיתוף פעולה וחשיבה עמוקה עם מועצות אזוריות.

מיפוי הפוטנציאל הצביע על שונות גדולה בערכיות שטחי המשבצת של ישובים שונים בתחומי הרשות: בעוד לקיבוצים ומושבים מסויימים פוטנציאל ייצור גבוה, אדמותיהם של אחרים נמצאות באזורים בעלי רגישות נופית וסביבתית גבוהה ולכן היכולת שלהם לקדם מתקנים אגרו-וולטאיים הינה מוגבלת. מוצע לכן להקים מנגנון ברמת המועצה האזורית שיבחן את האפשרויות לאיזון המצב, על ידי חילופי שטחים, שותפויות או מודלים חדשניים אחרים.

💡 מסמך מדיניות מלווה לתוצרי המיפוי

מיפוי הפוטנציאל חייב להיות מלווה במסמך מדיניות, המבהיר מה המשמעות של אזורי התעדוף השונים מבחינת הבדיקה התכנונית המבוצעת, והמשקל של המפה בעת קבלת החלטות במוסד תכנון. כך למשל, ניתן להציע כי תוכנית מפורטת החופפת להתאמה גבוהה אינה נדרשת בסקרים אקולוגיים מעמיקים או בדיקות נופיות נרחבות, וניתן להסתפק בבדיקה מצומצמת יותר של נושאים ספציפיים. המדיניות יכולה גם לקבוע שלביות בקידום המתקנים או היקף מקסימלי של שטח בשלב א'.

חשוב לציין כי יצירת המיפוי הינו שלב ראשון בלבד בתהליך. השלבים הבאים הינם:

1. כתיבת טיוטת מסמך מדיניות לקידום אגרו וולטאי בשטחים פתוחים, אשר ילווה את המפה ויגדיר את המשמעויות התכנוניות שלה.
2. שיתוף בעלי העניין במועצה ובועדה המחוזית בתוצרי המיפוי.
3. אשרור מסמך המדיניות בועדה המקומית / מרחבית.
4. הטמעת שכבות ה-GIS במערכת הרשותית, ופרסום מסמך המדיניות באתר הועדה המקומית.
5. הטמעת מסמך המדיניות בתהליך בדיקת תוכנית מפורטת (תב"ע) או היתר למתקן אגרו וולטאי.
6. עיצוב מנגנונים לסיוע לקידום יוזמות משותפות להקמת מתקנים משותפים באזורים בעלי עדיפות גבוהה לקידום.
7. **עיצוב מנגנוני ניטור ובקרה:** יש לעדכן את שכבת הפוטנציאל אחת לפרק זמן קבוע, בהתאם לשינויי מדיניות הנוגעים לאגרו-וולטאי ולמצאי הניטור החקלאי והאקולוגי במהלך השנים, בהתאם לתוכניות מקודמות או מאושרות ותהליכים נוספים המתקיימים במרחב המועצה האזורית.

חשוב לציין כי השטחים שממופים על פי המתודולוגיה שהוצעה כאן, הינם משלימים ובעדיפות שניה לייצור אנרגיה מתחדשת **במרחב הבנוי ברשות**. המיפוי מתבצע מתוך הבנה שיש צורך בהשלמת יצור אנרגיה מתחדשת מחוץ למרחב המבונה, על מנת לעמוד ביעדי הפחתת הפליטות של ישראל, וכן על מנת לייצר פתרונות ומודלים חדשניים לסיוע לחקלאות. עם זאת, נדגיש כי כלל השטחים שממופים על ידי מתודולוגיה זאת, בהכרח עדיפים לקידום מאשר שטחים המרוחקים מהשטח הבנוי, או שהינם בשימוש יחיד של מתקן קרקעי.

תודות

תודתנו לאנשי המקצוע המסורים במועצות האזוריות השונות, שפעלו ופועלים לקדם את תחום האנרגיות המתחדשות, מתוך ראייה רחבה של טובת התושבים, השטחים החקלאיים, והאזור כולו. העבודה נכתבה כהמשך לפרויקטים למיפוי פוטנציאל אגרו וולטאי בנגב המערבי בתמיכת המדען הראשי של קק"ל, וכן פרויקטים שנעשו במ.א גליל עליון ובמ.א. גזר בהובלת בעלי התפקידים ביחידות הסביבתיות. תודתנו על האפשרות להיות שותפים למהלך חשוב זה.

תודה מיוחדת לדנית גופר, מתנדבת בפרויקט NZO, על הידע הרב, המקצועיות והמסירות שהיא הביאה לעבודות המיפוי ולכתיבת עבודה זו.

נספחים

נספח 1 - ניתוח נצפות נופית

אחת הבדיקות שניתן לבצע על מנת לבחון השפעה נופית של הקמת מתקנים אגרו-וולטאיים היא בדיקת נצפות נופית מנקודות תצפית מרכזיות וגבוהות, כגון משלט או נקודת תצפית, המהוות חלק משבילי טיול משמעותיים או מהוות אתר תיירות בולט בפני עצמו. ניתן גם לבצע ניתוח מכבישים ומדרכים נופיות.

על מנת לבצע ניתוח נצפות נופית, נבחר נקודות עניין ומהן נבצע ניתוח נצפות ברדיוס מוגדר מראש, רצוי כזה שמעבר לו הנראות של המתקן תהיה פחות משמעותית (למשל 5 ק"מ). כאשר מדובר באתר בעל שטח נרחב, ניתן לבחור מספר נקודות שונות באתר ולבחון כיווני נצפות שונים. עבור כל נקודת תצפית תוכן מפת רסטר בינארית שבו לכל פיקסל ניתן ערך 1 במידה והוא נצפה מאחת מנקודות התצפית, ו-0 במידה וכלל אינו נצפה.

שלבי ניתוח הנצפות הנופית

- הגדרת נקודות התצפית.
- ביצוע ניתוח נצפות ברדיוס של 5 ק"מ.
- לכל נקודת עניין הכנת רסטר בינארי (1 = נצפה, 0 = לא נצפה).
- הפחתת נקודה לכל פיקסל שקיבל את הערך 1 (= נצפה) ממפת ההתאמה בשקלול האחיד.

נספח 2 - חישוב פוטנציאל ייצור האנרגיה מהפוליגונים שתועדפו

חישוב פוטנציאל ייצור האנרגיה מסייע בתכנון פיתוח רשת החשמל, ועוד. פוטנציאל ייצור האנרגיה משטח נתון בטכנולוגיה אגרו-וולטאית עדיין בשלבי מחקר ופיתוח. בעוד היחס המקובל לחישוב במתקנים קרקעיים הינו 100 קילוואט לדונם (יחס של 1:10, וכיום אף 1:8), הרי שעבור מתקנים אגרו-וולטאים הצורך לאפשרת חדירת אור לגידולים שמתחת לפאנלים וכן דרכי גישה תפעוליות, מחייב יחס ייצור נמוך יותר.

בישראל טרם אושרה סופית תמ"א 24/1 אשר אמורה לתת הוראות מחייבות בדבר כיסוי השטח החקלאי על ידי פאנלים. מדיניות משרד החקלאות (כפי שמתגלמת בתמ"א 1\24) היא כיסוי של לא יותר מ-30% מתא שטח נתון. יחד עם זאת, גורמים אחרים סבורים שניתן להגיע לכיסוי של 50% ללא פגיעה ביבולים. בהתייעצות עם חברות האנרגיה הפועלות בשטח ועל סמך הטכנולוגיה הקיימת, בכיסוי של 30% לדונם נתון ניתן להקים מערכות בהספק של 1.14.3. כלומר, כ-68 קילוואט לכל דונם. בכיסוי של 40% לדונם ניתן להקים מערכות בהספק של 1:10, כלומר כ-90 קילוואט לכל דונם.

מכיוון שכאמור טרם נקבעו הנחיות ברורות, מובא כאן חישוב לפי כל אחד מהמודלים:

הנחות יסוד:

כיסוי 30% (68 ק"ו/דונם)

כיסוי 40% (90 ק"ו/דונם)

לכן, נחשב:

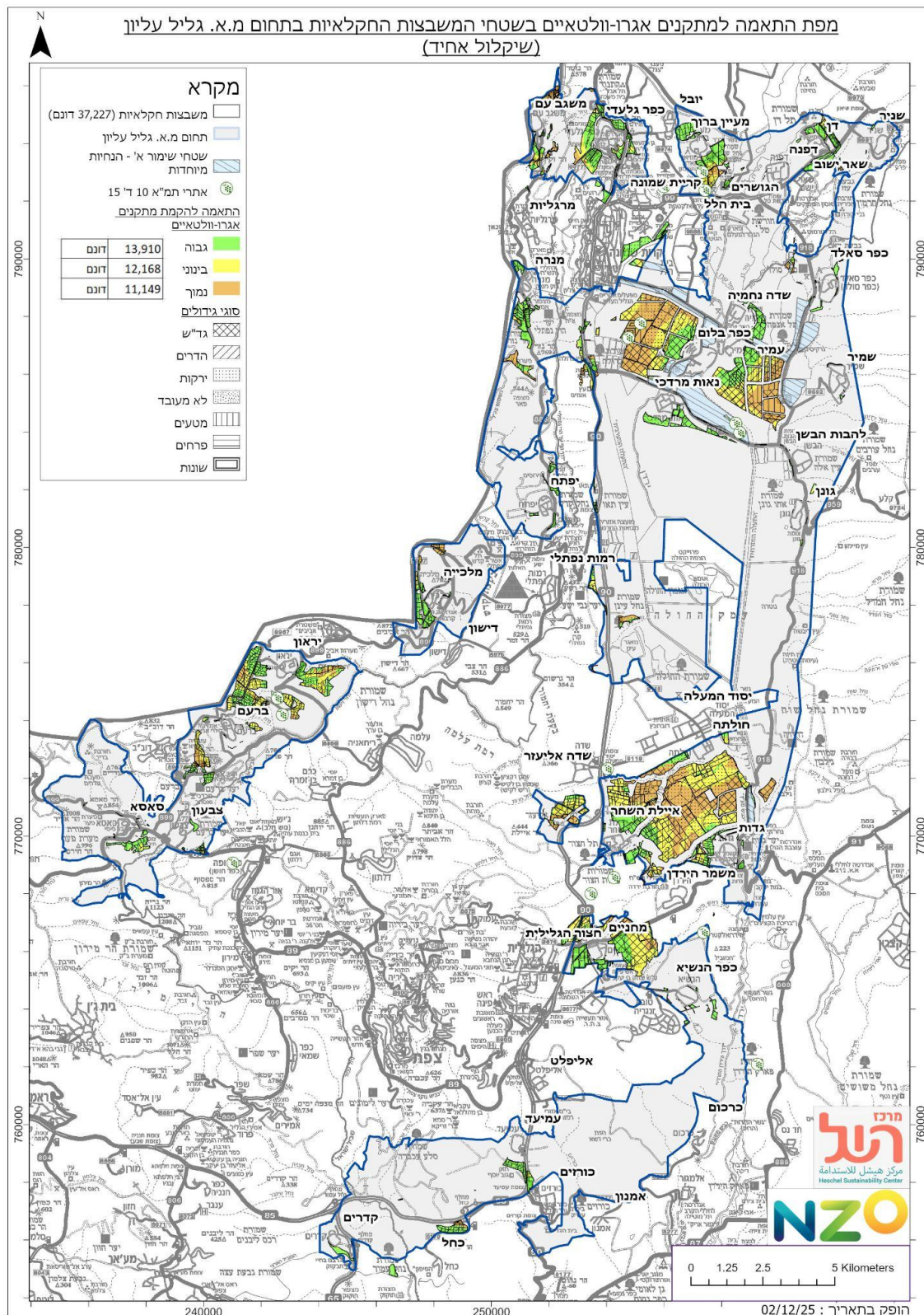
1. עדיפות גבוהה – X דונם שנמצאו במיפוי

- 30%: $X \times 68 =$ כושר הייצור במגה-וואט עבור X דונמים
- 40%: $X \times 90 = 1,196,100$ כושר הייצור במגה-וואט עבור X דונמים

2. עדיפות בינונית/נמוכה – Y דונם שנמצאו במיפוי

- 30%: $Y \times 68 = 1,593,376$ כושר הייצור במגה-וואט עבור Y דונמים
- 40%: $Y \times 90 = 2,108,880$ כושר הייצור במגה-וואט עבור Y דונמים

נספח 3 - תוצר המיפוי, שיקלול אחיד, במועצה האזורית גליל עליון



נספח 4 - תוצר ביניים, שקלול אחיד, במועצה אזורית גזר

מפת התאמה למתקנים אגרו-וולטאיים בשטחי המשבצות החקלאיות בתחום מ.א. גזר (שקלול אחיד)

