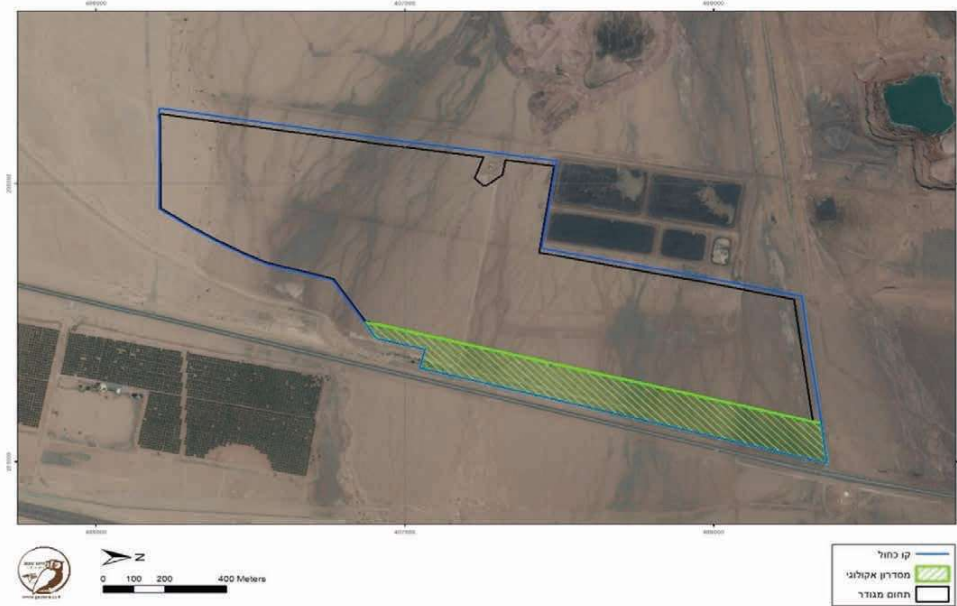


# משדה חמניות לשדה שמש

## היבטים נופיים-סביבתיים בתכנון מתקנים פוטו-וולטאיים

דוד מנינגר



א פרויקט תמנע: הקו הכחול מסמל את גבול התוכנית. הפוליגון הירוק נגד מבול המתקן אל מחוץ לגדר ונשאר כמסדרון אקולוגי בעיקר עבור צבאים.



א תמנע

"נשמח" שמאפשרת למרבית חיות הבר, למעט פרסתניים כמו צבאים וחזירים, לעבור.

המסקנה מהמעקב מלמדת שגדר סורג וחורים בגדר בגודל 15x20 בצפיפות של כל 50 מטרים היא הצורה היעילה להפוך את הגדר לגדר עבירה לחיות בר.

היבט נוסף שנבדק וישם במספר מתקנים הוא יצירת מסדרון אקולוגי מקומי. מתקנים שנעשו במסגרת 'קין יד הנדיב' הראו שלחיות בר, בעיקר

סורג ומעברי 'ל' מהבדיקה עולה שמעברי סורג מאפשרים מעבר מהיר למגוון חיות בר, בעיקר באם הם חופפים ערוצי ניקוז החוצים את המתקן.

בפרויקט תמנע שבערבה, שילבו סוג נוסף של מעבר: "חור בגדר" בגודל 15x20 במרחקים של כ-30-50 מטרים האחד מהשני, מה שמאפשר לחרדוני צב ולטאות כוח להימלט מטורפים וכן מעברי 'ל' ומעברי סורג כך שלמעשה מדובר בגדר

רט'ג פיתחו עבור גדרות הגבול בין ישראל למצרים מעברי חיות בר נקראים 'מעבר ל'. מעברים אלו מאפשרים מעבר חיות בר מגודל של מרכסמים ועד לגודל זאב, אך אינם מאפשרים מעבר בני אדם. מעברי 'ל' מרוחקים ואינם מאפשרים התחמקות מספקת של נטרפים מטורפים. במסגרת מעקב שערנו במתקן משאבי שדה ובמתקן אשלים, בדקנו באמצעות מצלמות שביל אקולוגיות, יעילות שני סוגים של מעברים: מעברי

באמצעים פשוטים יחסית להפוך חלק מהמתקנים למערכות תורמות לסביבה, על ידי שתילה של צמחים צופניים ממינים שונים ואקלום מחדש של מינים אדומים.

גידור הינו נושא מרכזי בבחינת השלכות המתקן על בעלי חיים. מחד יוצר הגידור חסימה למעברים אקולוגיים, מאידך הגדר מהווה מלכודת למיני חיות כמו צבים, לטאות ומכרסמים בניסיון להימלט מטורפים. על מנת לשמור על תפקודי המערכת האקולוגית, יש גם חשיבות

טביעת הרגל האקולוגית של האנרגיה הפוסילית כמעט בלתי היפכה. אנרגיה מתחדשת נועדה על מנת להקטין דרסטית את השימוש באנרגיה פוסילית. בעולם, האמצעים הנפוצים ביותר להפקת אנרגיה מתחדשת הם שימוש באנרגיית רוח, אנרגיית מים ואנרגיית שמש. בישראל מופקת 7% מהאנרגיה המתחדשת באמצעות פנלים סולאריים. מחצית מהאנרגיה המופקת מהשמש מקורה בפנלים המוקמים על גגות, ואילו המחצית השנייה מופקת במתקנים קרקעיים. רובם שטחי חקלאות. גודל המתקנים נע בין 100-2800 דונם. משרדנו עוסק בליווי תכנון מתקנים אלה, משלב התבע ועד לביצוע.

במרוץ להפקת אנרגיה המתחדשת משתתף הקהל רחב של חברות ויזמים פרטיים, לצד יוזמות מסלוליות בדמות תוכניות לתשתיות לאומיות ותוכניות מתאר ארציות. גם אם נשכיל למקם חלק ניכר מהאנרגיה המתחדשת על מבנים או כחלק משימושי משנה של מאגרי מים, על מנת לספק את הצורך ההולך וגדל בחשמל עדיין יהיה צורך בהקמת מתקנים קרקעיים.

המתקנים הסולאריים הקרקעיים בישראל מתפרסים על מרחבים מגוונים מבחינה אקולוגית, נופית וסביבתית. פיתוח המתקנים היוו אתגר תכנוני הכולל מספר מרכיבים:

**היבט נוף** - שילוב המתקן בנוף חקלאי או בשטחים פתוחים וצמצום המראה המהודסס שלו.

**היבטים אקולוגיים** - שמירת תפקודי המערכת האקולוגית לאור הקמת המתקן שכולל גידור ושינוי בהיבטי צומח וקרקע.

**היבטים הידרולוגיים** - מניעת סחף קרקע, תופעה שהיא תוצר לוואי של הקמת הפנאלים בשטח.

**קווי הולכה** - לשם הובלת החשמל מהפריפריה, שם ממוקמים מרבית המתקנים להפקת האנרגיה הסולארית, נדרשים מסדרונות של עמודי חשמל במתח עליון ומתח-על, המגדילים את טביעת הרגל האקולוגית והנופית של מתקנים אלו.



א סימון: מעבר סורג, משמאל: מעבר 'ל'



א המעברים וחיות בר בתוך המתקן



## יריעת ETFE-S

### מאפייני היריעה:

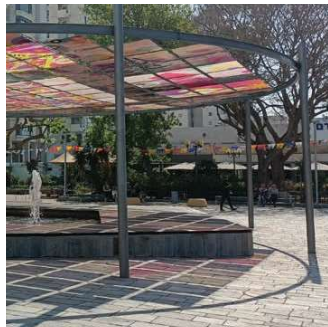
- חסירת 96% קרני U.V
- הגנה מפני השמש
- עמידות גבוהה
- תחזוקה קלה
- עמידות בתנאי מזג אוויר
- הדפס מוקרן על גבי הרצפה על ידי השמש בלבד

פרגולת שחק הליוס  
מק"ט: 3041

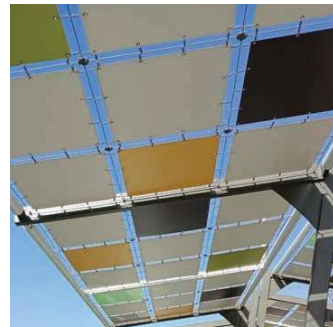
## ביחד נהפוך כל מרחב ציבורי ליצירת אמנות



מרכז שוטטר, תל אביב



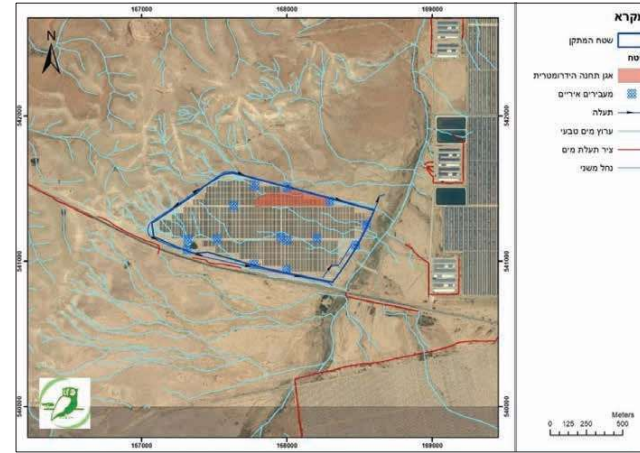
גן ארוגוט, פתח תקווה



אצטדיון גדנ"ע, תל אביב



מרכז שוטטר, תל אביב



אגן הניקוז בתוך שטח המתקן הפוטו וולטאי



תחנת המדידה בעת אירוע גשם. ניתן לראות את הוריסה הרדודה והמשטחית מכיוון האגן. בתמונה משמאל זרימת המים ביציאה ממתקן המדידה

### סיכום

לצורך הקטנת נראות המתקן מכבישים ויישובים, מותכנן חיץ ברובח 2/5 מ' מחוץ לגדר המתקן. באתר פוטו וולטאי מילוח בנגב המערבי ישתלו לאורך הגדר שיחי הדס. מתקן תענך בעמק יזרעאל, מורכב מארבע שדות בשטח כולל של 2,800 דונם. בדופן הפונה אל כביש הסרגל תינטע רצועת חיץ רחבה אשר תסתיר את המתקן מהכביש.

### תודות

לחברת EDF שהסיכמה לפתוח את המתקנים שלה לצרכי מחקר, מעקב וניטור. לחברת החשמל שאפשרה את המחקר המקיף בנושא התייעלות אנרגטית ושימוש בצומח חקלאי מתחת לפנלים. לאדריכלית נוף שרון חפר-חייקין על הסיוע בעריכת המאמר.

### חסמים

אחד המדמדים העיקריים במרוץ של היוזמים והמדינה להקמת מתקני אנרגיה מתחדשת הינו המחיר. מבחינת היום, מתקן נקי מצמחיה המרוסס מספר פעמים בשנה הוא הפתרון המועדף. על מנת לדברך את היוזמים יש לסבסד או להעדיף תוכניות בהן השימוש סביבתי הוא חלק מהפרויקט, ויש לכלול בו גם תוכנית ניטור רב-שנתית.

צבאים, יש בעיה לחצות שטחים פתוחים כמו שדות חיטה קצורים ואזורים עם פעילות חקלאית ערה של תנועת טרקטורים ואנשים. יחד עם זאת, אזורים בהם יש צמחיית בתה ופיוור דליל של עצים, הינם אזורים מועדפים להצטייה של חיות בר ולכן בחלק מהמקומות המלצנו על יצירה של מעבר אקולוגי מקומי בין המתקן לבין השטחים הפתוחים, זאת בחלק מתכנון המתקן. לפעולה זו יש משמעות סטטוטורית לאורך כל חיי המתקן שהיא כ-25 שנים.

בפרויקט תמנע (חברת EDF) התעורר חשש שהמתקן ימנע מעבר של צבאים לאורך הערבה מצפון לדרום ובכיוון הנגדי, וינתב חלק מחיות הבר לכביש. משום כך הוקטן המתקן בחלקו המזרחי ותוכננה לאורכו רצועת מעבר אקולוגי. בנוסף, בכדי לעודד מעבר חיות בר ברצועה זו ואפילו ולאפשר להן מרעה, נבנו 'לימנים' מחוץ לגדר המתקן והנבהים במתקן תוכננו כך שחלק מהנגר יזרום אליהם. בלימנים נשתלו עצי שיטה שריבויים נעשה מורעים מקומיים ושיחי רכפתן שהוא שיה מרעה נפוץ בערבה ובבקע ים המלח.

היבט חשוב נוסף הוא שימוש משני בקרקע שמתחת לפנלים. תכנון ניקוז המתקן שולב בתכנון צומח טבעי, יחד עם צמחים ממינים תרבותיים צופניים. באופן זה נוצר בית גידול לחרקים מעופפים לצד מערכת ניקוז יעילה, שהצומח מהווה פתרון לאטת הנגר והחדרתו תפקוד המערכת האקולוגית השתפר למצב שהיה טרום הקמת המתקן.

בפרויקט אשלים הוקמה לראשונה בעולם תחנת מחקר לבדיקת הנגר במתקן פוטו-וולטאי. התחנה מדדה את כמות הנגר שנוצר מ-50 דונם של שדה פוטו-וולטאי במצבי צמחיה שונים. המתקן אמנם נמצא בחבל מדברי אבל הגשם הפעמיים נותן מידע רב ויכולת להשליך מהמידע לגבי כמות הנגר הנוצר במתקנים אלו גם במקומות אחרים. תכנון מיטבי יכול לסייע במניעת סחף ושימור הנגר ברמה של עד 80% בתוך המתקן.

היבט נוסף שנבדק לעומק במחקר שדה מקיף (גיא טבע, אי בן גוריון וחברת EDF-RE) שנערך במתקן משאבי שדה, הינו בחינת היכולת של שילוב צומח מתחת לפנלים. הן צומח חקלאי והן צומח נוי. המחקר הראה בצורה ברורה שניתן לגדל צמחי תבלין כמו גרניום לימוני מתחת לפנלים, ובמקומות בהם יש בעיה של אור ניתן לגדל מיני צומח כמו דיכונדרה.

1. שימוש בצומח הינו בעל תועלת רבה;
2. שימור הקרקע ומניעת ארדיזה;
3. הקטנת התפוצה של מינים פולשים;
4. הורדת הטמפרטורה של הפנלים ושיפור היעילות האנרגטית של המתקן;
4. הקטנת נראות המתקן.