



# השפעות אקולוגיות אפשריות למיקום תחנות סולאריות, הקמתן ותפעולן

דותן רותם,  
אקוולוג שטחים פתוחים בחטיבת מדע  
רשות הטבע והגנים





## הקדמה

הHIPOSH אחר אנרגיות חלופיות נמצא ביום בחזית המדע. יש באנרגיות החלופיות כדי להפחית פליטת מזהמים שונים ובעיקר פליטת פחמן דו-חמצני לאטמוספירה. יחד עם זאת מפעלים מסוימים לייצור אנרגיה חלופית תופסים שטח רב ומחיבים, ברוב המקרים, שינויים סביבתיים ניכרים על מנת להשיג את תוכרי האנרגיה. לדוגמה, הקמת סקרים לייצור הפרשי גובה ושינוי תוואי או אופי של נהרות; והקמת חוות טורבינות רוח עם להבי ענק הגורמים לפגיעה בעופות ובעטלפים.

משמעות זה בא לדzon בהשפעות האקולוגיות האפשריות כתוצאה מהקמתן של תחנות כוח סולאריות. מפעלים אלו הם צרכני שטח גדולים מאוד בכל השיטות המוכרות ביום: שוקת (Trough), פרזナル (Tsoutsos et. al, 2005) (Compact Linear Fresnel), מגדל שימוש (Solar Power Tower) ואחרות (Shukat et. al, 2009). את שיטות הפאנלים הסולאריים ניתן לישם על גגות של מבנים וכיום שסקר גיא שלף וחובי (2009). בכך לחסוך את הפגיעה המהותית ביותר של תחנה סולארית והוא הפרה מהותית של שטח המפעל. יחד עם זאת חלק מהמתקנים הפוטו וולטאים המוצעים ביום בישראל ימוקמו על שטחים כלליים ותיתכן פגיעה ברצף השטחים הפתוחים כפי שיפורט במסמך. ההשפעות האקולוגיות המפורטות כאן נוגעות למיקום של תחנות כוח סולאריות בכלל, אך בכלל גם בישראל מרבית המתקנים נועדו לאזורים מדבריים, שם מתקיימים שני תנאים מהותיים להצלחת פעולתה של תחנה מעין זו - מישורים נרחבים וימי משמש רבים.

חלק מההשפעות המוזכרות במסמך יכולות לגרום לביקושים של בעלי חיים וחלקו במערכת האקולוגית שבה מוקם המתקן. המסמן מתייחס להשפעות הסביבתיות של מתקן סולארי בשטחים טבעיים וחכליים. במקומות הרלוונטיים צוינו ההבדלים וההמלצות השונות למתקן שימוקם בשטח טבעי או בשטח חקלאי. במסמך זה חולקה המדינה למרחב צפוני ודרומי ובתחום יש לישם הנחיות שונות הנוגעות בעיקר לגידור ולטיפול בצמיחה בתחום המתקן.

המחקר על אודות ההשפעות שיש למתקנים סולאריים על אורגניזם מעטים וחלקים נמצאים בתחילת דרכם. ישנו אתר אינטרנט רבים המתמקדים בהשפעות שונות שנובעות מהקמת מתקן סולארי אך מרבית האזכורים לפגיעה אינם נסמכים על מחקרים מבוססים אלא על תיאור תופעות שנובעות מהקמת המפעל או ממיומו בשטח שהופר: פגיעה במגוון המינים המקומיי, פגעה נופית, הפרת קרקע והשפעות נוספות.

הטכנולוגיה הסולארית אינה חדשה, אך אופי הפרישה של משטחים סולאריים על פני שטחים גדולים יש בה כדי לפגוע באורגניזמים שונים. לפיכך חשוב מאוד שבשנים הראשונות למיקומים בשטחים פתוחים – חקלאיים וטבעיים – יותר השטח לפני הקמת המפעל ואחרי הקמתו על מנת להבין את

השפעתו על קבוצות נברחות של בעלי חיים כפי שיפורט להלן. ליד כל סעיף במסמך יש הפניה לסעיף הרלוונטי ב"הוראות התכנית למתקנים פוטו וולטאיים בתמ"א 10/ד/10".

ראשיתו של המסמך בהשפעות כלליות של הקמת מפעל סולארי בשטחים הפתוחים והמשכו דיוון בתהליכיים הקשורים לתחזוקתו וסופה בגורם פגיעה הנובעים מסוג המתקן הסולארי על בעלי חיים מקבוצות שונות.

### הגדרות

**תיחום גיאוגרפי** – לצורך מסמך זה השימוש במונח "צפון" מתייחס לשטחים שמצפון לכביש 65 בין מחלף קיסריה ועד לצומת מגידו ומשם מזרחה על בסיס כביש 66 עד לגדר ההפרדה ועל בסיס גדר ההפרדה עד לגבול עם מדינת ירדן (איור 1). השטחים האחרים מוגדרים "מרכז ודרום".

**מפעל קטן** – מפעל ששטחו משתרע על שטח הקטן מ-700-700 דונם.

**מפעל גדול** – מפעל ששטחו משתרע על שטח הגדול מ-1,000 דונם.



איור 1. הגדרת קו צפון, מרכז ודרום במסמך זה

### **יחס בין מפעל סולארי בשטח פתוח למתקנים אנטרופוגניים וליישובים**

מפעל סולארי גדול המשתרע על מאות דונמים ואף על אף דונמים דומה בהפרעתו ובהשפעתו ליישוב. ההשפעות הישירות והעקיפות של מתקן או מפעל בסמוך לאזורים טבעיים אין משתנות ביחס ישיר לגודלו. لكن לפיזורם של מפעלים ומתקנים מלאכותיים למרחב ויחסם המרחבלי ליישובים סמכים לחקלאות ולמתקנים אחרים יש משמעות רבה לגבי יכולת לשמר את תפקודיו המערכתtic האקולוגית הטבעית ולהגן על המגוון הביולוגי המקומי. ככל שהפיזור של אתרים שאינם צמודי דופן גדול יותר, קיימת השפעה מרחבית גדולה יותר של מעגלי ההשפעה השונים על השטחים הטבעיים ושטח גדול יותר נפגע באופן ישיר. יחד עם זאת יש לבחון כל מתקן לגופו ולודא שצמידות דופן לא תגרום לסגירת מסדרונות אקולוגיים או מעברים הכרחיים.

#### **המלצת**

בחינת מיקומו של כל מתקן ביחס לרשת המסדרונות האקולוגיים הארץית של רט"ג וביחס למרקמים שמור משולב ושמור ארצי בתמ"א 35 וכן ביחס לייעודי שטחים בתמ"ם הרלוונטי לכל אזור.

#### **סעיפים רלוונטיים בתמ"א 10/ד//10**

5.5 , 5.2 , 3.5.2

### **קווי תשתיות המוליכים אל המפעל וממנו**

התפשטות מינים פולשים ומתפרצים מתאפשרת הודות לקווי תשתיות אורכתיים המקשרים בין אתרים ויישובים. בעת הקמת התשתיות האורכיות מופרת הקרקע, תופעה המעודדת את כניטתם של מיני צומח פולש (אנגלט וולצ'אך 2011). ככל שיתרבו מתקנים במקומות מבודדים שאינם צמודי דופן תגדל ההפרה של השטח הטבעי הסמוך להם והכלוא בין כל שני מתקנים. קווי חשמל מהווים אתרי קינון ועמידה לעורבים ועופות דורסים. דרכי גישה גורמות לשינוי נגר מקומיים ולהתבססות של מיני צומח אופורטוניים לאורך שולי הכביש או הדרך. השרות התשתיית להעברת קו מים או קווי חשמל יש בהם כדי להפר את פני הקרקע ולגרום לשינוי בהרכב ובפיזור הצומח. בחלקי הארץ הצפוניים קצב השיקום של שטחים מופרים אלו מהיר יחסית בזכות אופי הצומח הים תיכוני, אך באזוריים מדבריים מדובר בצלקות הנוצרות בעקבות ארכות והשפעתן על עולם החי והצומח משמעותיים ביותר.

**המלצתה**

הסתמכות על קווי תשתיות קיימים. קווי חשמל ומים יש להטמין ולשкам את השטח הפגוע בשיטות שימזעו את הנזקים שנגרמים בעת הנחתם. יש לשאוף לשדרוג תשתיות קיימות (לדוגמה: הפיכת קו חשמל קיים, חד-מעגלי לדו-מעגלי). יש לצמצם רצויות עבודה, לאחד תשתיות, להעדיין מיקום אתרים במקומות שבהם תשתיות קיימות ולמגן קווי חשמל למתוך מניעת התחרשות דורסים.

**סעיפים רלוונטיים בתמ"א 10/ד/**

5.9, 2.2.5, 2.2.4, 2.2.3

**הכשרת השטח**

לצורך מיקום של מתקנים פוטו וולטאים יש להכשיר את שטח המפעל ואת הנקודות שבהם ימוקמו העמודים. בשטחים טבעיים יש לכך שימוש אדרירה (Tsoutsos et. al, 2005) ובשטחים חקלאיים פחות. ייתכן שבעבודה מושכלת ותכנון נכון ניתן למנוע פגיעה אחידה ובלתי מתהשבת בכל השטח המועד למפעל. עצם הפגיעה בשטח גורמת להגדלת הטיכוים לכניות ולהתבססות של מינים פולשים (אנגלט וולציאק 2011). פירוט לגבי פגיעתם של מינים אלו ומלצות לפעולה ראה בסעיף הרלוונטי להלן.

**המלצות**

לפני הקמה יש לתעד את מצב השטח נופית ואקולוגית, כולל ציוני ניקוז, חברות צומח ובעלי חיים כפי המתבקש בתמ"א 10/ד/.

בעת הבניה יש להותר את פני השטח לא מופרים, ככלمر לבצע את עבודות חפירת הבורות, למעמדים הפוטו וולטאים והצרת שביניהם באמצעות מכאניים ובאופן שלא מפר את פני השטח, כולל הטופוגרפיה המקומית. התהlik יסייע בהורתת מינים מקומיים של צומח במקומות וישפר את יכולתו של השטח להשתקם לאחר סיום העבודות. מטיב הדברים אתרים סולאריים מקודמים באזוריים מיישוריים ברובם המאפשרים הקמה ללא חישוף ולא פילוס. יש לפעול גם על פי ההנחיות במסמך של אנגלט וולציאק 2011.

לאחר תום תקופת הזיכיון (20-25 שנים) על המפעיל או בעל הזיכיון, לשкам את שטח המפעל ולהשיבו לקדמותו מבחינה נופית ו מבחינה אקולוגית.

**סעיפים רלוונטיים בתמ"א 10/ד/**

2.2.5, 2.2.4, סעיף 3 כולם, סעיף 5 כולם

### שטייפת פאנלים

על מנת שפאנלים סולאריים יתפקדו באופן מיטבי עליהם להיות נקיים מאבק. חלקיקים מרחפים מקטינים את יעילות הקולטים ולכן יש לנוקות אותם פעמיים. השטיפה מתבצעת במערכת אוטומטית או באמצעות משאית שטיפה. שיטה זו משמשת בכל הטכנולוגיות (אדן 2009).



איור 2. שטיפת מתקן סולארי - מתוך אדן 2009

בעיקר באזוריים מדבריים יש היבט משמעותי לתוספת מים לבית הגידול, דבר שיכול לגרום לחדרות מינימום שאינם מקומיים ולשינויים מהותיים אחרים בבית הגידול. באזוריים ים תיכוניים תיתכן השפעה ניכרת בעונה היבשה. ריבוי סופות אבק וחול בשנים האחרונות יגרום לשטיפה מוגברת של הפאנלים וההשפעות הנובעות מכך יתעצמו. בשני האזוריים, צפון ודרום, עודפי המים הניגרים יגרמו לגידול בצמחייה וצורך לטיפול בה למניעת שריפות. הגידול בצומח יגרום באזוריים מדבריים בכל עונות השנה ובאזורים ים תיכוניים בעונה היבשה, למשיכה של יונקים קטנים ומכרסמים כמו דרבנים העולמים לגורום לנזק לצנרת ולחוטים.

### **המלצות**

- א. **סחרור מי השטיפה:** מומלץ ליצור מערכת סגורה של מי שטיפה. שני יתרונות למערכת כזו:
  - כזאת: המערכת חוסכת מים ומותירה את ההתמודדות עם גידול בצומח לעונת האביב, כלומר למקצב הטבעי.

- ב. **ככל אין לרסת צמחיה אלא לבסה.** יש להגבה את הפאנלים הסולאריים על מנת לאפשר לצמחיה מקומית להתפתח. אם נדרש הסרת צומח בעת העבודה יש לשקם עם בני שיח נמכרים שימנו גידול של עשביה ויחו בית גידול למיני של בעלי חיים קטנים. העדיפות היא למניעת פגיעה מראש ולשמירת אזורי הבינויים שיאפשרו התחדשות צומח טבעי. על מנת למנוע פגיעה בחיותם יש להכניס את כל החיווטים העולים להיפגע לתוכן צינורות המוגנים בפני קרסום.
- ג. **בשטחים טבעיות** בדרום הארץ ובמרכזו, שבהם המים יכולים להפוך את השטח לכטם ירוק המושך בעלי חיים, יש לגדר את שטח המפעל, כולל שמלת מניעת כניסה של יונקים מסוימים.
- ד. **בשטחים חקלאיים** בדרום הארץ ובמרכזו יש לגדר את השטח בשמלת מניעת חדירות יונקים. בשטחים חקלאיים בצפון הארץ (איור 1) הגדר תחילית בגובה 40 ס"מ מפני הקרקע ותאפשר מעבר למרבית היונקים. במידת האפשר לא יגorder השטח כלל.

#### **סעיפים רלוונטיים בתמ"א 10/ד//10**

5.1

#### **שימוש בחומרי הדבשה למניעת שרפות**

חלק מתחזקה של מתקן סולארי הוא ריסוס עשביה העולה להיות חומר בעירה בשרפota. שימוש בחומרי הדבשה למניעת גידול של העשבים משפייע ישירות ועקיפות על המערכת האקולוגית כולה. הריסוס פוגע בקרום הקרקע הביוולוגי המהווה את המרכיב המרכזי במערכות אקולוגיות לדבריות ועלול לפגום קשות בתפקודי המערכת האקולוגית. חומרי הדבשה ודישון עלולים לגרום להרעלות ישירות לחץ וצומח בכל מקום שאליו מגיעים תשטיפים, رسס ומכלים של חומרי ההדבשה והדישון (הבלנה ושקיי 2005). באזוריים צפוניים ההשפעותעשויות להיות דומות אם מדובר במסלולי השפעה שונים עקב ההבדל במערכות האקולוגיות.

השפעה **בשטחים חקלאיים** שמלכתחילה עברו טיפול ריסוס ודישון פחותה אך יש לכוון לכך שהשיטה תחת הפאנלים או המערכות הסולאריות יכול לתפקיד בשטח עם צומח טבעי, כמפורט בסעיף הדן בשיטת פאנלים לעיל.

### המלצות

במידה והaphaelים מוגבהים ניתן ליצור רצף צומח ולהתבסס על רעייה נקודתית לבקרת גובה הצומח.

### סעיפים רלוונטיים בתמ"א 10/ד//

5.2

### גידור

שטח מפעל סולארי מגודר הוא שטח שייגרע באופן גורף מרתקם השטחים סביבו. גידור השטח מתחייב מסווגות שונות: בטיחות, הגנה מפני גנבות וכיו"ב. הגידור מונע מעבר של בעלי חיים מגודל נתון ומעלה, בעיקר יונקים גדולים. חיבור של מפעלים סולאריים לשטחים מגודרים סמוכים יש בהם כדי ליצור חיז' בין שטחים פתוחים, שתנועת בעלי החיים בהם הייתה רציפה.

### המלצות

- א. **בשטחים טבעיים** בדרום הארץ ובמרכזו, בהם המים יכולים להפוך את השטח לכתרם י록 המושך בעלי חיים, יש לגדר את שטח המפעל, כולל שמליה למניעת כניסה של יונקים מסווגים שונים.
- ב. על מנת למנוע פגיעה בחיות יש להכניס את כל החיווטים העולמים להיפגע לתוך צינורות מוגנים מפני קרוסום.
- ג. **בשטחים קלאיים** באזורי הדרום והמרכז יש לגדר את השטח בשמליה למניעת חדירה של יונקים. בצפון הארץ הגדר תתחיל בגובה 40 ס"מ מפני הקרקע ותאפשר מעבר למehrheit היונקים. במידה האפשר לא יגודר השטח כלל.
- ד. **למרות האמור לעיל** כאשר מדובר במפעל גודל בו לגידור תיתכן **משמעות שלילית בחסימת מסדרונות אקולוגיים**, יש להשאיר מעברים פתוחים על פי תכנון המרחב. יש ליצור מעברי "ל" (איור 3).



איור 3. מעבר "ל" הממוקם בגדר מאפשר מעבר של מרבית בעלי החיים ובכך מפחית את השפעת הקיטוע של השיטה המודרנית. תמונה עומרי גואלמן – רט'ג.

#### **סעיפים רלוונטיים בתמ"א 10/ד//10**

5.2 , 2.2.5 , 3.5.2 , סעיף 3 כלו, 5.2 כלו, 5.4 , 5.5

#### **שמירה**

ריבוי מעשי גנבה של מתקנים ברחבי הארץ וכן גם של פאנלים סולאריים תיאץ כל מפעל סולארי למקום עדמת שמירה אחת לפחות סביבת המפעל ובכינסה אליו. יתכן שיתגלה אף צורך בשמירה ניידת עקב גודל השיטה החדש למפעל גדול. מצב זה גורם להפרעה נוספת במרחב שסביבת המפעל, הכוללת נסיעת רכב והארה לשטחים סמוכים בתדריות ובעצמה משתנה.

#### **המלצות**

כל מפעל סולاري יהיה צמוד דופן למתקן או לישוב קיים על מנת למנוע מיקום של מגורים שומר וה להשפעות הנלוות לכך בשטחים טבעיים ושטחים חקלאיים. ככל יש להימנע משומר קבוע ולאבטוח באמצעות טכנולוגיים.

במתקנים סולאריים קטנים, בשדות חקלאיים, יש להשתמש בתאורה המבוססת על חישני תנואה או על אמצעי ראייה תרמיים (אילת 2010) ובכך להקטין את ההשפעה הניכרת שיש לתאורה יציבה בשטחים פתוחים תשוכנים.

#### **סעיפים רלוונטיים בתמ"א 10/ד//10**

5.2 , 2.2.5

### תחזוקת המפעל והאזור שבין המעמדים

יש נתיחה לחשוב כי ניתן, בתנאים מסוימים, להעמיד מפעל סולארי מבלי לגרום נזק מהותי לsurfiba שבה הוא מוקם ואף ליצור מצב של מפעל וסביבה המתקדים במקביל. ייתכן שההשפעה נכונה לגידולים חקלאיים מסוימים ולמפעלים המבוססים על פאנלים סולאריים, אך בסביבה טבעית מדובר בהפרה קיונית של בית הגידול הנו בזמן העבודה והן לאחר מכן בשעת תחזוקת הפאנלים והמעמדים. סיכויי השיקום של שטח כזה אינם גבוהים וכאמור המערכת הטבעית תעבור שינויי קיוניים ומתמשך ביחס לנצח הטבעי.

בשטחים חקלאיים ההשפעה יכולה להיות מועטה מושם שהשתח החקלאי כבר מופרע. אך יש להביא בחשבון שהשתח החקלאי עשוי להיות מוסף לשטח עם צומח מקומי, ולכן יש להביא בחשבון משקל תחזוקה של המתקן המקורי המקיים את המרכיבים הטבעיים בו.

### **המלצות**

באזור הצפון יש לזרוע צומח טבעי עם נוף נמוך, מקור מקומי, את המרווחים שבין המעמדים ובכך לצמצם את סחף הקרקע הצפוי בעת ירידת גשם על משטחים חלקיים אלו. הצומח הטבעי יכול להפחית את הפגיעה ברצף השטח הפתוח שמתokin סולארי יכול ליצור. בשטחים מדבריים יש לבצע שיקום נקודתי על פי אופי המקום.

### **סעיפים רלוונטיים בתמ"א 10/ד/10**

5.2 , 2.2.5

### תאורה

השפעה של תאורה מלאכותית על שטחים טבעיים, גדרה ככל שגדלה הפעולות האנושית באזור מסוים. עצמת ההשפעה תליה בעוצמת התאורה ובסוג האור, זווית ההאהר ומבנה השטח. טווח ההשפעה של האור יכול לנوع ממטרים ספורים עד עשרות ואפילו מאות מטרים. עצמת התאורה בשטח נתון עלולה להשפיע על יכולת הראייה של טורפים ונטרפים ובכך להשפיע ישירות על פעילותם. שינוי בפעולות המינים האחרים יכול לגרום לשינוי עקיף בפעילויות הפרט כתוצאה מהשינוי בסיכון הטריפה, בזמןות המשאבות ובהחרות. לפיכך, באזוריים החשופים לתאורה מלאכותית נרשמת ירידת ניכרת בפעילויות בעלי חיים. במיניהם מסוימים תאורה מלאכותית עלולה לגרום גם לשינויים במחוזרי הרביה הטבעיים, שכרגיל נסמכים על מחוזר ירחי הכל כולל גם תקופות חשוכות בכל חודש, וכן להסביר

נוק ליכולת ההתמצאות למרחב של מינים רבים. מכלול ההשפעות עלול להביא לפגיעה באוכולוסיות טבעיות על פני שטחים טבעיים החשופים לתאורה. מפעל סולארי יקיים מלאכותית היקפית לצורכי ביטחון, בטיחות ותחזקה ולפיכך ההשפעות המתוירות לעיל צפויות למרחב ניכר סביר לאותו מפעל. הדבר נכון לכל סוגי המפעלים בשטחים טבעיים וחקלאים בכל הארץ.

#### **המלצות:**

- א. **בשטחים טבעיים:** לא להשתמש בתאורה היקפית כלל. יש להשתמש באמצעותים תרמיים או בחישוני תנועה.
- ב. **בשטחים חקלאיים:** הפחתת תאורה מלאכותית ושימוש בתאורה שאינה גורמת לפגיעה בבעלי חיים, לפי המלצות רטיג' (לידר 2008).

#### **סעיפים דלוונטיים בתמ"א 10/ד'/10**

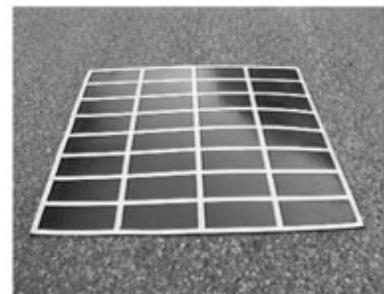
5.2 , 2.2.5

#### **זהות אור מוקוטב – (PLP (Polarized light pollution)**

מינים רבים של חרקים, ציפורים ועתלפים נמשכים למשטחים מבירקים הדומים למקורות מים, כמו כתמי שמן, כביש חם בשעות החמות וכן חלונות **ומשטחים סולאריים**. מקור משיכה אכזב זה (Horváth 2009, 2010) במידות של תחנה סולארית עשוי לגרום לפגיעה ניכרת באוכולוסיותם. Horváth et al. (2009) מפרט את ההשפעות העוללות להתרחש כתוצאה מהימשכות חרקים ובעלי חיים למשטחים מבירקים, כולל משטחים סולאריים: הפרת האיזון בין טורף לנטרף עקב הימשכות הטרפ וריכזו סביר המשטח המבריק; ריכזו חרקים במעופי חיזור והטלה חסרת משמעות על משטחים אלו; התגשות ציפורים והילכודתן במשטחים מבירקים או כתמי שמן. במאמרו משנת 2010 מציעים Horváth וחבריו פתרונות מסוימים להפחיתת התופעה.

#### **המלצות על פי Horváth et al 2010**

על מנת להפחית את אפקט האור המקטב יש ליצור רשת דקה בצעע לבן על גבי הפאנלים הסולאריים (איור 4).



איור 4. דוגמא לרישות של לוח פוטו וולטאי מתוך horvat et al. 2010

#### **סעיפים רלוונטיים בתמ''א 10/ד/10**

5.2 כל הסעיף

**סנוור**  
פגיעה קרני אור במשטחי זכוכית גורמת להחזרה מרווחת של חלק מהקרינה. התופעה נכונה הן בשעות היום והן בשעות הלילה, שבנון או מלאכוטי או אור ירח מוחזר ממשטחים אלו. שימוש בסנור נפוץ לדחיקת ציפורים המזיקות לגידולים חקלאיים. מסיבה זו למשטחים סולאריים על פני שטחים נרחבים תיתכן השפעה שלילית נרחבת על ציפורים נודדות.  
חשוב לציין כי תופעת הסנור ממשטחים מבירקיים כדוגמת פאנלים סולאריים קיימת אך לא ברורה מידת השפעתה על אורחות חייהם של בעלי חיים.

#### **סעיפים רלוונטיים בתמ''א 10/ד/10**

5.2 כל הסעיף

**השתקפות**  
השתקפות של אורות ושל גרמי שמיים בחלונות של בניינים רבים במבנה המודרנית מוכרת כגורם משיכה ומכאן גם להתקנות ולמאות המוני של ציפורים נודדות (Bower 2000, Ogden 1996). על כן משטחים סולאריים של מאות יחידות סולאריות עלולים לגרום להשתקפות הרת אסון זו (McCrary et al. 1986).

### **המלצות**

יש לבצע ניטור מתמשך של מתקנים סולאריים בגודלים שונים (ראה לעיל) ולאור תוכאות הניטור לגבש דרכים להפחחת התופעה, אם יימצא כי היא אכן בעייתית.

#### **סעיפים רלוונטיים בתמ"א 10/ד''/10**

2. כל הסעיף

### **מינים אופורטונייסטיים**

מינים מסוימים של חיוט בר בעלי יכולת הסתגלות לסביבה האדם לומדים לנצל את המשאבים שספק האדם לצורכייהם. היכולת לנצל את משאבי האדם מסירה מינים אלו את המגבלות שierz' החסוך במשאבים הטבעיים או שיוצרים תנאי בית הגידול (אתרי קינון, מזון, מים ומחסה) ומאפשרת לאוכלוסיות להתרבות ולהרחיב את תפוצתן.

מפעל סולארי בשטח טבעי יש בו כדי להוות מוקד הפרעה בשטח הפתוח שיגרום להתבססות של מינים אופורטונייסטיים כמו עורב אפור, צורור בית, חולדה, עכבר בית ואחרים. השפעתם לא תתמקד רק באזורי המפעל עצמו אלא בכל המרחב סביבו עד לטווחים של מאות מטרים לגבי מינים מעופפים.

מינים אלו משפיעים על המערכת הטבעית בתחום השיטוט שלהם מוקדי האוכלוסייה. לדוגמה, העליה התלויה באוכלוסיות העורבים נובעת מעלייה בזמיןות מקורות המזון (מזבולות, פחי אשפה וכו') ומריבוי מקומות קינון זמינים (עצים, עמודי חשמל, אנטנות) - גורמים שהגבילו את גודל האוכלוסייה בעבר. העליה במספר העורבים מסבה נזק לשירות הטבע ולאדם. העורבים מטרידים עופות דורסים ומתחרים בהם על אתרי קינון טבעיות, טורפים בעלי חיים קטנים וחומסים קנים.

בשטחים שהיו קודם لكن שטחי חקלאות תופעת המינים האופורטונייסטיים קיימת מילא אך צפוי שהמינים ישתנו עקב המעבר מגידולים חקלאיים למתקנים הנדסיים. ייתכן שהטיפול במינים כאלו אם יתגלו כמייציםichiyo פועלות הרחקה וצמצום אוכלוסיות בדומה לטיפול בהם בשטחי חקלאות.

### **המלצות**

בשטחים טבעיות ובשטחים חקלאיים יש למקם את המתקן צמוד דופן ליישוב או למתקן קיימים על מנת למנוע התבססות מינים (גם אלה שעדיין אין לנו מידע כיצד ינהגו במתקנים סולאריים) הרחק ככל הנتنן משטחים טבעיות או מלבד שטחים חקלאיים.

#### **סעיפים רלוונטיים בתמ"א 10/ד''/10**

2. כל הסעיף

### **מינינימ פולשים**

מינינימ פולשים הם מינינימ המגיעים אל מחוץ לאזורי התפוצה הטבעיים שלהם בעורף האדם. מינינימ פולשים רבים מובאים על ידי האדם למקומות המגורים כחיות מחמד (כלבי שמירה או כלבים של השומר במקרה של מתקן סולארי), כ"גנוזעים סטומיים" וכצמחי נוי וחקלאות. המינינימ הפלשים נחשבים לגורם השני בחשיבותו (לאחר הרס בית הגידול, הנגרם ממילא בהקמת יישוב חדש) להכחנת מינינימ בעולם כולו ויש להפצותם השלכות הרות אסון על המגוון הביולוגי ועל הכלכלת העולמית.

מינינימ פולשים שכבר התבססו בארץ, בעיקר מיני צומח, יכולים להגיע לאתר של מפעל סולארי כתוצאה מתהליכים של הפרת השטח הטבעי וכן כחלק מהגדלת תחומי התפוצה כתוצאה מהפרת השטח וڌחיקת המינינימ המקומיים. למינינימ פולשים מסוימים יש פוטנציאל נזק אדיר למתקנים, דבר מהחייב הפעלת אמצעים לגירושים או מיגורם, וכך השפעות שליליות נוספות על הסביבה הסמוכה למפעל.

### **המלצות**

טיפול במינינימ פולשים הקיימים בשטח לפני העבודות, בזמן העבודות ולאחריה וכן בעת הפעלת המתקן. ניטור וטיפול במינינימ אלו יעשה לכל אורך חי המתקן.

### **סעיפים רלוונטיים בתמ"א 10/ד/10**

5.2 , 2.2.5

## ניטור

מתקנים פוטו וולטאיים ובין מותכניםים ומוקמים במקומות אלו באזוריים שונים בארץ. לאחר שאיננו יודעים מה השפעתו של מתקן כזה על עולם החיה והמחקרם בעולם נמצאים בראשית דרכם והם מועטים, יש צורך אמתי לנטר את השפעתם של מתקנים קטנים וגדולים. על מנת להבין את השפעתם יש לבדוק קבוצות שלהערכתו ולהערכת מומחים בעולם נמצאות בסיכון להיפגעות מהתופעות הנלוות למתקנים סולאריים - עטלפים, עופות וחרקים. אם תגלה השפעה שלילית על אוכלוסיות מקבוצות האורגניות שנבדקו, יש לבחון שיטות למזעור התופעה ולישמן.

## עתלפים

### **גורמי סיון**

עתלפים המשחררים לטרף מזוהים משטחים כהים כמים (Greif & Siemers, 2010) ועלולים לנסות לצד או להנמק מעופם לצורך שתיה מעל לפאנלים סולאריים, שבריכוז גדול יכולים לדמות משטח מים, כמו במאגר סמוך או אגם "חדש" במתקנים על פני אגמי דונמים. העטלפים עלולים להיפגע כתוצאה מהתנששות פיזית.

### **הניטור הנדרש**

לפני הקמת המתקן: בדיקת נוכחות מיני עטלפים ברדיוס של קילומטר סביב האזור המועד. יש להתמקד בשטחים הידועים כאזרוי שיחור - מאגרי חמצון, מאגרי מים, לאורך נחלים ומעל לשדות מעובדים (בזמן שיש בהם צומח).

לאחר הקמת המתקן: התמקדות בשטח המתקן עצמו באופן רציף. יש לבצע שלוש פעמים בשנה סקר ברדיוס של קילומטר סביב המתקן ולהתמקד באתרי שיחור כמו בבדיקה המקדימה.

### **משך הניטור הנדרש**

שנתיים עד שלוש שנים.

### **ציוויל ניטור וכוח אדם**

את הניטור ניתן לבצע באמצעות מכשיר בשם ANABAT המקליט קולות עטלפים. הוא מתחבר לפאנל סולארי ואוגר נתונים לאורץ זמן. המכשיר אוגר נתונים (לפי גודל קרטיס הזיכרון), אותם יש פרוק למחשב בכל זמן נתון. יתכן שכבר קיימת הטכנולוגיה שבה מאגר הנתונים נשלח למחשב מרכזי.

נדרש בעל מקצוע מיומן לפרש את התוצאות.

## עופות

### **גורמי סיון**

ההשפעה האפשרית על עופות מרכיבת מכמה גורמים היכולים להשפיע הן על אוכלוסיה מקומית והן על אוכלוסיות נודדות ביום ובלילה. משיכת חרקים לפאנלים הסולאריים עלולה לגרום להתקבצות של מיני עופות אוכלי חרקים ולפיכך גם להשפעות של עופות דרסים קטנים. בעת נדידה פאנלים סולאריים עלולים ליצור מוקד סנוור שלא ברורה השפעתו ובלילה עלולה השתקפות של השמים לגורם לבלבול. במקרה שהשתקפות מדמה פני מים עלולים עופות להתנש במשטחים אלו בלילה וביום כפי שקרה בבניינים רבים ברחבי העולם.

### **הניטור הנדרש**

לפני הקמת המתקן: יש לבצע בדיקה ברדיוס קילומטר משטח המתקן המתוכנן. הבדיקה צריכה להיערך באربع עונות השנה. בבדיקה יש לבצע חתכים משטח המתקן המיועד לפני השטחים שסביבו עד למרחק של קילומטר.

לאחר הקמת המתקן יש לבדוק בשני אופנים:

1. להמשיך בבדיקה החתכים משטח המתקן לפני חוץ. יש מחקרים שימושיים היישכוט של מינים מסוימים לשטחים שם המשיכים לחרקים תועים ומסתנורים אחרים (Horváth et al 2010).
2. על מנת להבין האם מתקן סולארי מהווה מוקד להימשכות, התגשות ותמותת ציפורים Shir, יש לאסוף פגרי ציפורים מכל שטח המתקן. מינים כמו עורבים וחתולים לומדים במהרה לזהות מקומות מעין אלו שבהם יש פוטנציאלי טרף גבוה והם יטרפו כל פרט שייפגע. תחילתה יש לכיל את משך הזמן שבו מסולק פגר של ציפור Shir משטח המתקן (Smallwood & Thelander, 2008) ולפי נתון זה יש לסייע לאיתור ציפורים Shir פגעות. את הבדיקות יש למקד בתקופות הנדידה: מרס-מאי וכן يول-נובמבר.

### **משך הניטור הנדרש**

שנתיים עד שלוש שנים או יותר, לפי המלצת רט"ג.

### **ציוויליזציה אדם נדרש**

את הבדיקות בנושא צפרות חשוב שיעשה איש מקצועי. את הבדיקות והאיסופים האחרים יכולים לבצע אנשים לא מקצועיים. את הציפורים (אם יהיו) יש להעביר למקפיא ולאחר מכן לזיהוי איש מקצועי.

## **חרקים**

### **גורמי סיון**

התקבצות (אגרגציה), של חרקי מים והטlotות שווה על הפאנלים (Horváth et al 2010). הימשכות של חיפושיות ומינים אחרים למקורות חום ולפיכך הימשכות של עופות ועתלפים (כתלות בשעות היום).

### **הניטור הנדרש**

לפני הקמת המתקן : לדגום חרקים ברדיוס של קילומטר מאתר המועד. יש לנסות לאמוד כמות ואופי פיזור של הקבוצות השונות.

לאחר הקמת המתקן :

1. יש לאסוף חרקים בעונות שונות בתחום המתקן ולהעיברם לזיהוי במחלקה לאנטומולוגיה או באוסףים של אוניברסיטת תל אביב.
2. יש לעורך בדיקות להבנת התקבצות חרקים מקבוצות שונות בתחום המתקן בשעות היממה.

### **משך הניטור הנדרש**

שנתיים עד שלוש שנים.

### **ציד וכוח אדם נדרש**

יש להיעזר באנטומולוג לגבי שיטות איסוף ודיגום.

## ספרות

- אדן (2009), **היקף השטחים הנדרשים/مبוקשים לתחנות התרמו-סולאריות באשלים.**  
דו"ח.
- אילת ר' (2010), **מתקן סולארי קיבוץ גבעם חוות דעת סביבתית נופית: מוגש למנהל פארק שקמה.**
- הבלנה ד' וشكדי י' (2005), **השפעות אקולוגיות אפשריות לפיתוח התשתיות חדשה, חטיבת מדע, רט"ג, ירושלים.**
- ליידר י' (2008), **השלכות אקולוגיות של תאורת כבישים בישראל והצעות לפתרון**, רט"ג.
- שלף ג', זוסמן ה' ואנגרט נ' (2009), **אנרגיות מתחדשות - אנרגיה סולארית: סיכום מידע והמלצות להמשך**, רט"ג ירושלים.
- תמ"א 10/ד - **תכנית מתאר ארצית למתקנים פוטו וולטאיים**, אוקטובר 2010
- Bower J. (2000), *The Dark Side of Light*. Audubon contributor.
- Greif, S. & Siemers B. M. (2010), *Innate recognition of water bodies in echolocating bats nature communications* Nature Communications, Volume: 1, 1:107
- Horvath G., Blaho M., Egri Á., Kriska G., Serse I. & Robertson B. (2010), *Reducing the Maladaptive Attractiveness of Solar Panels to Polarotactic Insects* Conservation Biology
- Horváth G., Kriska G., Malik P. & Robertson B. (2009), Polarized light pollution: a new kind of ecological photopollution. *Frontiers in Ecology and the environment*, 7(6): 317-325
- McCrary M.D., McKernan R. L., Schriber R.W., Wagner, W. D. & Sciarota T.C. (1986), Avian Mortality at a Solar Energy Power Plant, *Journal of Field Ornithology*, 57(2): 135-141
- Ogden Evans L.J. (1996), *Collision Course: The Hazards of Lighted Structures and Windows to Migrating Birds: Report for World Wildlife Fund Canada Wildlife Damage Management*, Internet Center for Fatal Light Awareness Program (FLAP) University of Nebraska – Lincoln
- Smallwood K. S. & Thelander C. (2008), Bird Mortality in the Altamont Pass Wind Resource Area, *California Journal of Wildlife Management*, 72 (1): 215-223

- McCrary M.D., McKernan R. L., Schriber R.W., Wagner, W. D. & Sciarota T.C. (1986), Avian Mortality at a Solar Energy Power Plant, *Journal of Field Ornithology*, 57(2): 135-141
- Ogden Evans L.J. (1996), *Collision Course: The Hazards of Lighted Structures and Windows to Migrating Birds: Report for World Wildlife Fund Canada Wildlife Damage Management*, Internet Center for Fatal Light Awareness Program (FLAP) University of Nebraska – Lincoln
- Smallwood K. S. & Thelander C. (2008), Bird Mortality in the Altamont Pass Wind Resource Area, *California Journal of Wildlife Management*, 72 (1): 215-223
- Tsoutsos T., Frantzeskaki N. & GekasV. (2005), Environmental Impacts from the Solar Energy Technologies, *Energy Policy* 33: 289–296

אתרי אינטרנט נבחרים

- <http://ecoworldly.com/2008/03/05/worlds-7-biggest-solar-energy-plants/>
- <http://www.basinandrangewatch.org/IvanpahValley.html>
- <http://www.basinandrangewatch.org/Solar-The%20Problem.html>
- <http://www.basinandrangewatch.org/Alerts.html>
- <http://www.basinandrangewatch.org/Wind-Searchlight-CloserLook.html>