



1/2/2014
1401R6450.doc

יעד אדריכלים ומתכנני ערים ונוף בע"מ

Ya'ad Architects & Planners Ltd.



א. מענה בע"מ
פתרונות ירוקים



מועצה אזורית רמת הגולן תכנית אב לאנרגיה מתחדשת

דו"ח מסכם



ינואר 2014



1/2/2014
1401R6450.doc

יעד אדריכלים ומתכנני ערים ונוף בע"מ

Ya'ad Architects & Planners Ltd.



צוות התכנון:

- רותי רוהטין, עורכת התכנית, יעד אדריכלים
- סיגלית מירון פיסטינר, תכנון וניהול, יעד אדריכלים
- דרומית שקד, מיפוי וניתוח GIS, יעד אדריכלים
- קרן אורקין, יועצת נוף, יעד אדריכלים
- גידי אהרוני, יועץ אנרגיה, א. מענה בע"מ פתרונות ירוקים

צוות הליווי מטעם המועצה האזורית:

- אלי מלכה, יו"ר המועצה האזורית רמת הגולן
- אבי שרון, מנהל מחלקת הנדסה, מוא"ז רמת הגולן
- רונית פוריה, ועדה מקומית רמת הגולן
- יעל מזרחי, GIS, מוא"ז רמת הגולן



תקציר מנהלים

כללי

הצטרפות ישראל ל-OECD חייבה את הממשלה להצטרף למאמץ הבינלאומי להפחתת ההתחממות הגלובלית וצמצום פליטת גזי החממה. לצורך כך קבלה הממשלה החלטות לעידוד הקמת מתקנים לייצור אנרגיה מתחדשת באזורי הפריפריה בישראל.

כדי להיערך לפניית גורמים המעוניינים להקים פרויקטי אנרגיה מתחדשת ברמת הגולן, יזמה המועצה האזורית רמת הגולן הכנת תוכנית אב לאנרגיה מתחדשת. מטרת התוכנית היא הגדרת שטחים בתחום המועצה, המאפשרים הקמת מתקני אנרגיה, תוך שמירה על שטחים פתוחים בעלי ערכיות נופית גבוהה ומתן אפשרות לשימושי קרקע ויעודי פיתוח אחרים.

תהליך העבודה

תהליך הכנת תוכנית האב כלל מספר שלבים:

שלב א': מיפוי נתונים וניתוחם

במטרה לסמן אזורי חיפוש המתאימים להקמת מתקנים ליצירת אנרגיה מתחדשת נערך מיפוי של נתונים שונים כמו: **נתונים פיזיים ושימושי קרקע** (ישובים, חקלאות ומרעה, תשתיות, גופי מים, שטחי אש, שטחים מוגנים וכד'). **היבטים סטטוטוריים** (איסוף תכניות ברמה ארצית, מחוזית ותוכניות מקומיות רלוונטיות בתוקף ובהליכי תכנון שונים, תכניות אב מנחות), **מיפוי מיגבלות נוספות** (עתיקות, מתקנים הנדסיים וקווי תשתית, מחצבות, שטחי אש, שטחים חקלאיים פעילים, שטחי משבצת וכד').

נערך ניתוח של נתוני המיפוי שפורטו לעיל. המסקנה העיקרית מניתוח הנתונים מציגה את רמת הגולן כמרחב המאופיין בשטחים בעלי ערכיות נופית ואקולוגית גבוהה בו משאב קרקע הפנוי הינו מצומצם.

שלב ב': איתור שטחים

אנרגיה סולארית - בהתאם למיפוי הנתונים שהוצגו לעיל וניתוחם, אותרו השטחים הפנויים המתאימים להקמת מתקנים לייצור אנרגיה מתחדשת. נבחנה רגישותם הנופית של שטחים אלה והתאמתם לצרכי הקמת חוות קולטים סולאריים. לאור תוצאות בחינה זו **הוגדרו אזורי חיפוש** בהם ניתן יהיה לאתר מתחמים לפיתוח מתקני ייצור אנרגיה פוטו-וולטאית (ראה מיפוי בנספח א').

חשוב לציין כי אף כי כלל שטח אזורי החיפוש שהוגדרו מגיע לאלפי דונם, אין צוות התכנון ממליץ על פיתוח כל שטחי חיפוש אלה. יזמים שיהיו מעוניינים לפתח פרויקטים לייצור אנרגיה מתחדשת יכוונו ע"י המועצה קודם כל לאזורים מבוניים בתוך היישובים ובאין שטחים מתאימים יופנו לאזורי החיפוש שאותרו, בהם יוכלו להציע מיקומים המתאימים להם.



אנרגית רוח :

המתחמים המוגדרים בתכנית כמוצעים להקמת **חוות של טורבינות רוח** הוגדרו בעבר על ידי חברת החשמל וזוהו כאתרים המתאימים לייצור אנרגיה מהרוח הנושבת במקום (ראו מיפוי בנספח א'). ישנם מתחמים שאותרו כמתאימים לייצור אנרגיה מרוח ובהם הוגשו תכניות לאישור מוסדות התכנון. הפוליוגונים המסמנים את שטחי תכניות אלה נכללים בתשריט תכנית האב המצורף בנספח א' :

תכנית עמק הבכא - תכנית להקמת חווה של 50 טורבינות רוח פרי יוזמתם של חמישה מיישובי המועצה האזורית רמת הגולן. התכנית נידונה בוועדה המחוזית והומלצה למתן תוקף.

תכנית תשתית לאומית מס' 47 - תכנית לחוות טורבינות רוח המכילה מספר אתרים שחלקם ממוקמים בשטחי הועדה המרחבית מעלה חרמון. התכנית קודמה בוועדה לתשתיות לאומיות אך כרגע נעצר ההליך בשל פקיעת תוקף הרישיון המותנה של היזם.

בנוסף מציעה תכנית האב **הקמת מקבצים קטנים של טורבינות רוח ביישובים**. בשטחי משבצת של 6 יישובים ברמת הגולן מוצע להציב טורבינות רוח קטנות במקבצים קטנים. יוזמה זו מקודמת על ידי היישובים בסיוע חברות המתמחות בנושא.

תכנית האב **מציעה שדרוג של חוות טורבינות רוח קיימת**. בעסניה קיימת חוות טורבינות רוח אשר הוקמה בשנת 1992. כיום יש בחווה 10 טורבינות ומתוכנן להחליפן בטורבינות גדולות.

שלב ב' : ניתוח נופי

במסגרת הכנת תכנית האב גובש כלי להערכה נופית של אתרים המוצעים להקמת מתקנים לייצור אנרגיה. נערך ניתוח לכל אחד מהמתחמים המוצעים בתכנית :

א. מתחמים שהוגדרו כאזורי חיפוש המיועדים לפיתוח מערך ייצור אנרגיה בשיטה PV:

- **מתחמים 1+2 - דרומית לשעל - רגישות נופית :** נמוכה.
- **מתחם 3 - צפונית ליונתן - רגישות נופית :** בינונית – נמוכה. הומלץ לביטול על ידי הועדה המחוזית.
- **מתחם 4, 5, 6, 7 - מצפון ומדרום לנחל אל על - רגישות נופית :** נמוכה. מתחמים 6 ו-7 הומלצו לביטול על ידי הועדה המחוזית.
- **מתחמים 8, 9, 10, 11 - דרום מזרח לכביש 982 - רגישות נופית :** נמוכה.
- **מתחם 12 - צפון מזרחית למיצר - רגישות נופית :** בינונית - נמוכה.

ב. אתרים בעלי פוטנציאל לחוות רוח :

- **מתחמי עקש וסינדיאן (1) - רגישות נופית :** בינונית-נמוכה.
- **מתחמי רכס עסניה וחזק (2, 3, 4) - רגישות נופית :** גבוהה. מתחם 3 הומלץ לביטול על ידי הועדה המחוזית.



- מתחם אלוני הבשן (הר בני צפת) (6) - רגישות נופית: בינונית.
- מתחם מרום גולן (7) - רגישות נופית: בינונית-נמוכה.
- מתחם תל פרס (8) - רגישות נופית: בינונית.
- מתחם יונתן ותמר (5, 9, 10) - רגישות נופית: בינונית-נמוכה.
- מתחם עין זיון (11) - רגישות נופית: בינונית.
- מתחם אל-רום - עמק הבכא (12) - רגישות נופית: בינונית-נמוכה.
- מתחם אודם (13) - רגישות נופית: בינונית-גבוהה.
- מתחם יער אודם (14) - רגישות נופית: גבוהה מאוד. הומלץ לביטול על ידי הועדה המחוזית.
- מתחמי הר רם (15, 16, 17) - רגישות נופית: גבוהה.
- מתחם נמרוז (18) - רגישות נופית: גבוהה מאוד. הומלץ לביטול על ידי הועדה המחוזית.

שלב ג': הערכת היקף מערך ייצור אנרגיה מתחדשת ברמת הגולן והמלצות עיקריות

העבודה מציגה סוגים שונים של אנרגיה מתחדשת וממליצה להתמקד בפיתוח מיזמים ליצירת אנרגיה מרוח, אנרגיה סולרית ואנרגיה מפסולת ביתית - ביוגז. על מנת להעריך את היקף הספק האנרגיה המתחדשת שניתן יהיה להתקין בתחומי מוא"ז גולן, ובהנחה שייצור אנרגיה סולרית ואנרגיית רוח יכול להתבצע גם ע"י תושבים, ישובים וגם על ידי המועצה האזורית (באמצעות תאגידיה), נבנה מודל חישובי הצופה את היקף האנרגיה המתחדשת שניתן לייצר ברמת הגולן הן בתלות בהיקף השטחים המיועדים והן בהנחת דפוסי התנהגות התושבים, ישובי המועצה ותאגידיה ומידת נכונותם לאמץ וליישם בעצמם מתקני אנרגיה מתחדשת.

במקביל נפגש צוות התכנון עם גורמים שונים בחברת חשמל על מנת להכיר את היכולת העכשווית של חח"י להולכת החשמל ממתקני הייצור לרשת הארצית ואת תוכניותיה לפיתוח קווי חלוקה והולכה שיאפשרו הולכת החשמל מרמת הגולן לגליל ולמרכז הארץ.

שלב ד': מסקנות והמלצות עיקריות

- א. אותרו אזורי חיפוש בהם ניתן יהיה למצוא שטחים מתאימים להקמת שדות קולטים לייצור אנרגיה סולרית ואנרגיית רוח.
- ב. ניתן יהיה לנצל את שטחי מאגרי המים בגולן להקמת חלק מהשדות הסולריים ובכך להפחית את הפרת השטחים הפתוחים.
- ג. בנוסף לפרויקטים גדולים לייצור חשמל מרוח ושמש, ניתן יהיה להפיק אנרגיה מתחדשת גם במערכות קטנות יותר, ביתיות, עסקיות ויישוביות.
- ד. היקף סך פוטנציאל ההספק המותקן לאנרגיה מתחדשת ברמת הגולן מוערך כרגע ב- 703 מגוואט. נתון זה התקבל מהמודל החישובי שנבנה לצורך עבודה זו וכפוף להנחות



1/2/2014

1401R6450.doc

שונות שהונחו בקשר לדפוסי ההתנהגות של תושבי וישובי המועצה. את הנחות המודל ניתן יהיה לבחון ולהתאים למציאות המתפתחת ובכך לעדכן את תחזית פוטנציאל ההספק המותקן.

ה. מומלץ למועצה ליזום מהלכים שימתגו את רמת הגולן כמובילת האנרגיה המתחדשת בישראל, יעודדו יזמי אנרגיה מתחדשת להקמת מיזמים ברמה"ג, יובילו ליצירת מקומות תעסוקה נוספים ויתרמו לחיזוק ההתיישבות ברמה.

המלצות עיקריות:

אנרגית רוח

- א. תכנית האב מכוונת לקידום חוות לטורבינות רוח במתחמים שאותרו כמתאימים לחיפוש אתרים לייצור אנרגית רוח, כמסומן בתשריט תכנית האב "איתור מתחמים", וזאת בהתייחס לדירוג הנופי שנקבע לכל אתר ואתר.
- ב. המתחמים שאותרו בתכנית האב מיועדים להקמת חוות לטורבינות בהספקים גדולים וקטנים וזאת כנובע ממספר טורבינות/גודל השטח המתאים. החוות הגדולות תורמות למימוש החלטת הממשלה בעניין המאמץ לקידום אנרגיות מתחדשות.
- ג. הקמת מקבצים קטנים של טורבינות יסייע בניצול קווי הולכה מקומיים ולהפחית את עומס הצרכנים על הרשת הארצית.

אנרגיה סולארית

- א. תכנית האב מכוונת קידום הקמת שדות קולטי PV קונבנציונלים בשטחים שאותרו לחיפוש ובהתאם להיקף המומלץ.
- ב. ניתן ומומלץ להקים מתקנים קטנים עד בינוניים.
- ג. ניתן למקם קולטים סולריים צפים על מאגרי מים ובכך לאפשר ניצול דו שימושי בשטח.
- ד. ניתן למקם קולטים סולריים על מטמנות ישנות שהשטח שלהן אינו ישים לבניה.
- ה. נכון יהיה להמליץ לישובים להקים מערכות בתחומי הקו הכחול, ככל שלא יתאפשרו מערכות אלה ניתן יהיה להגיש תכניות עבור שטחי PV באזורי החיפוש שאותרו בהתאם למוצע בתכנית האב.
- ו. בהתייחס לטכנולוגיות קיימות של מתקנים תרמו סולריים גדולים, נמצא כי אינן מתאימות למרחב רמת הגולן. ניתן יהיה לבחון אופציה זו בעתיד, אם תוצענה טכנולוגיות במופע מצומצם יותר.

ביו מסה

- א. קיים היום מתקן אחד ברמה"ג באתר מיצר. מומלץ להרחיב מתקן זה ובנוסף לאתר מתקן נוסף באזור הצפוני יותר משיקולי הפחתת שינוע.



אימוץ התכנית על ידי הועדה המחוזית

ביום 2.12.2013 דנה הועדה המחוזית צפון בתכנית האב והחליטה על אימוצה כמנחה את הפיתוח של מתקנים לייצור אנרגיה ממקורות מתחדשים ברמת הגולן. הועדה אימצה את התכנית, תשריטי התכנית המוצגים בנספח א' להלן תואמים את החלטת הועדה המחוזית. הועדה החליטה כי ניתן הוספת אתרים למתקני אנרגיה מתחדשת בתכנית האב תעשה באישור הועדה המחוזית לתכנון ובניה.

תיאום מול תכנית לשטחים פתוחים ברמת הגולן

במקביל להכנת תכנית אב זו נערכת היום תכנית לשטחים פתוחים במרחב רמת הגולן המקודמת על ידי המועצה האזורית, רשות הטבע והגנים ומשרד החקלאות. תכנית האב לאנרגיה מתחדשת תואמה עם התכנית לשטחים פתוחים ומתחמי החיפוש שאותרו בתכנית זו תואמים את תכנית האב לשטחים פתוחים.



תוכן העניינים:

עמ'	תקציר מנהלים
3	
12	1. מבוא
12	2. עידוד ממשלתי לייצור חשמל באמצעות אנרגיות מתחדשות
14	3. סוגי אנרגיה מתחדשת
14	3.1. אנרגיה מתחדשת – כללי
14	3.2. אנרגיית רוח.
14	3.2.1. כללי
15	3.2.2. יתרונות השימוש באנרגיית רוח
15	3.2.3. חסרונות השימוש באנרגיית הרוח
15	3.2.4. סוגי טורבינות רוח
16	3.2.5. חוות לייצור חשמל מרוח
17	3.2.6. הגדרת מהירות הרוח באתר הטורבינות
18	3.2.7. סיכום
19	3.3. אנרגיית השמש
19	3.3.1. כללי
20	3.3.2. אנרגיה תרמו – סולארית
22	3.3.3. אנרגיה סולארית חשמלית מתקנים פוטו וולטאיים (PV)
23	3.3.4. סיכום
24	3.4. ביוגז – דלק מביומסה
24	3.4.1. שרפת פסולת
25	3.4.2. הפקת ביו-גז בעיכול אנאירובי
26	3.4.3. עיכול אנאירובי רטוב (Wet Fermentation)
27	3.4.4. עיכול אנאירובי רטוב של פרש פרות
28	3.4.5. עיכול אנאירובי רטוב של בוצת מט"ש (מתקן טיהור שפכים)
29	3.4.6. עיכול אנאירובי יבש
30	3.4.7. הפקת אנרגיה מפסולת באמצעות מתקני PGM
32	3.5. אגירה שאובה
34	4. מדיניות ממשלת ישראל לשילוב אנרגיה מתחדשת במערך ייצור החשמל
34	4.1. מדיניות הממשלה להקצאת גורמי ייצור חשמל באמצעות אנרגיות מתחדשות
34	4.1.1. החלטות הממשלה



1/2/2014
1401R6450.doc

35	תחזית הספק מותקן ותחזית ייצור באמצעות אנרגיות מתחדשות	4.1.2
36	צעדים עיקריים לעידוד המדיניות המוצעת על ידי הממשלה	4.1.3
38	מדיניות גופי מוסדיים לקידום הקמת מתקנים סולאריים	5
38	מדיניות מנהל התכנון משרד הפנים	5.1
39	תמ"א/10/ד/10 – תכנית מתאר ארצית למתקנים פוטו וולטאיים	5.2
39	מסלול ההיתרים	5.2.1
41	מסלול תכניות למתקנים פוטו וולטאיים	5.2.2
42	תערוף הפריפריה	5.2.3
	בחינת האיזון שבין מתן מענה למשק האנרגיה לבין צמצום הפגיעה בשטחים פתוחים.	5.2.4
43	תמ"א 12/ד/10 תכנית מתאר ארצית לטורבינות רוח	5.3
43	מדיניות מנהל מקרקעי ישראל	5.4
44	מדיניות משרד החקלאות ופיתוח הכפר	5.5
45	מרחב רמת הגולן סקירה נופית	6
45	חטיבות נוף	6.1
46	יחידות נוף	6.2
47	מאפיינים יחודיים	6.3
47	היבטים נופיות בהתייחס להקמת מתקני אנרגיה מתחדשת	6.4
48	מסקנות נופיות ראשוניות	6.5
49	הליך להגדרת אזורי חיפוש המתאימים להקמת מתקנים לייצור אנרגיה מתחדשת	7
49	מיפוי נתונים	7.1
49	ניתוח נתונים	7.2
49	איתור שטחים	7.3
49	אנרגיה סולארית	7.3.1
49	אנרגית רוח	7.3.2
51	איתור מיגבלות וחסמים	7.4
52	הגדרת סוגים של טכנולוגיות לייצור אנרגיה מתחדשת המומלצים ברמת הגולן	7.5
52	הערכה נופית של אזורי החיפוש המוצעים בתכנית האב	7.6
53	המלצה על טכנולוגיות לייצור אנרגיה מתחדשת ברמת הגולן	8
53	אנרגיית רוח	8.1
55	אנרגיה סולרית	8.2
56	ייצור אנרגיה מביו מסה	8.3



1/2/2014
1401R6450.doc

58	הערכת רגישות נופית לאתרים לייצור אנרגיה מתחדשת	9
58	9.1 מגבלות של הערכת רגישות נופית	
58	9.2 מבנה הניתוח וההערכה הנופית	
59	9.3 מאפיינים של מתקנים לפיתוח אנרגיה מתחדשת	
62	9.4 קריטריונים לניתוח רגישות לטורבינות רוח	
64	9.5 קריטריונים לניתוח רגישות נופית לפיתוח PV	
65	9.6 בחינת הרגישות הנופית בהתייחס להיקף הפיתוח	
66	9.7 בחינת כושר הנשיאה הנופי לפיתוח אנרגיה מתחדשת	
66	9.8 הנחיות לבחינת השפעות נופיות מצטברות של פיתוח מתקנים לייצור אנרגיה מתחדשת.	
67	9.9 הנחיות לבחינת נצפות	
69	9.10 נקודות תצפית / צפייה	
70	9.11 הדמיות	
71	9.12 הנחיות נופיות כלליות למיקום מיזם לייצור של אנרגיה מרוח	
74	9.13 הנחיות כלליות להצבה ותכנון פיתוח חוות PV	
76	9.14 הערכה נופית של אתרי חיפוש לייצור אנרגיה בשיטה PV	
76	9.14.1 מתחמים 1+2 – דרומית לשעל	
78	9.14.2 מתחם 3 – צפונית ליונתן	
80	9.14.3 מתחמים 4+5+6+7 מצפון ומדרום לנחל אל על	
82	9.14.4 מתחמים 8+9+10+11 – דרום מזרח לכביש 982	
83	9.14.5 מתחמים 12 ו-13 – דרום מזרחית למיצר	
85	9.15 הערכה נופית של אתרי חיפוש לפיתוח חוות רוח	
85	9.15.1 מתחם אל – רום – עמק הבכא (מס' 12)	
87	9.15.2 מתחם יער אודם (מס' 14)	
89	9.15.3 מתחמי רכס עסניה וחזק (מס' 2+3+4)	
91	9.15.4 מתחמי עקש, סינדיאן, חמר (מס' 1+5)	
93	9.15.5 מתחם נמרוד (מס' 18)	
95	9.15.6 מתחמים הר רם (מס' 15+16+17)	
97	9.15.7 מתחם אודם (מס' 13)	
99	9.15.8 מתחם מרום גולן (מס' 7)	
101	9.15.9 מתחם עין זיוון (מס' 11)	
103	9.15.10 מתחם אלוני בשן (מס' 6)	
105	9.15.11 מתחם תל פרס (מס' 8)	
107	9.15.12 מתחם יונתן (מס' 9+10)	



1/2/2014

1401R6450.doc

109	9.16	מתחמים שאותרו על ידי מספר ישובים
109	9.16.1	אנרגיה סולרית ע"ג מאגרים קיימים
109	9.16.2	אנרגיה סולרית ע"ג מבנים קיימים
110	10.	הערכת פוטנציאל ייצור אנרגיה מתחדשת בתחום מוא"ז גולן
117	11.	סיכום והמלצות
118	11.1	המלצות עיקריות בהתאם לסוג האנרגיה המתחדשת
119	11.2	פעילות הרשות המקומית לעידוד ייצור אנרגיה מתחדשת
121		נספח א' : תשריטים
122		אנרגיות מתחדשות ברמת הגולן – איתור מתחמים – גיליון צפוני
123		אנרגיות מתחדשות ברמת הגולן – איתור מתחמים – גיליון דרומי
124		נספח ב': החלטת ועדה המחוזית
128	12.	מקורות



1. מבוא

בחבל ארץ הגולן התבצעו בעבר ומתבצעות גם היום פעולות נקודתיות של מיצוי מקורות לייצור אנרגיה מתחדשת - הידועה בהן הינה אתר טורבינות רוח בתל עסניה בסמוך לאלוני הבשן. לאור אימוץ עקרונות אמנת קיוטו למניעת התחממות כדור הארץ ע"י מדינת ישראל, התגבשה מדיניות ממשלתית המעודדת פיתוח וייצור אנרגיה מתחדשת כתחליף לגידול בצריכת דלקים פוסיליים בישראל. בנוסף כחלק ממהלך זה, קידם מנהל התכנון הליכי תכנון ואישור תוכניות מתאר ארציות שעניינן מתקני ייצור אנרגיה מתחדשת. אחת התוכניות היא תמ"א 10/ד/10 לעניין מתקנים פוטו וולטאים. בנוסף נידון במועצה הארצית לתכנון ובניה (3.4.2012) מסמך מדיניות לקידום תכניות להקמת טורבינות רוח לייצור חשמל ומקודמת תמ"א בנושא. מצב חדש זה מוביל לריבוי פעולות של יזמים פרטיים. לאור זאת, החליטה מועצה אזורית גולן לפעול להכנת תכנית אב לאנרגיה מתחדשת שתגדיר אתרים פוטנציאליים הולמים לפיתוח מתקני ייצור אנרגיה מתחדשת עפ"י סוגי האנרגיות השונות, מתוך ראייה כוללת של סך שימושי הקרקע, צרכי האוכלוסייה בהווה ובעתיד ומגבלות אחרות.

מטרת תכנית האב היא:

יצירת מתווה כללי ומתן כלים לרשות המקומית ולמוסדות התכנון, לעידוד והכוונת יזמויות לייצור אנרגיה מתחדשת, תוך שמירה מירבית על השטחים הפתוחים.

2. עידוד ממשלתי לייצור חשמל באמצעות אנרגיות מתחדשות

מרבית החשמל מיוצר כיום בתהליכים המחייבים שריפת דלקים מחצביים (פחם, גז טבעי ונפט). שריפת דלקים אלו משחררת מזהמים הנפלטים לאטמוספירה, פוגעים בבריאותנו ותורמים להתחממות הגלובאלית עקב אפקט החממה. הפקת הדלקים הפוסיליים ושינועם הבין יבשתי למרחקים של עשרות אלפי קילומטרים תורמים אף הם לזיהום האוויר והאטמוספירה. הקמת תשתיות הייצור, תחנות כוח וקווי ההולכה, גוזלים שטחי קרקע וחוף יקרים.

ב-6 באוגוסט 1998 אישרה ממשלת ישראל את החלטת ועדת השרים לענייני איכות הסביבה וחומרים מסוכנים "לפעול לקידום פיתוח טכנולוגיות לניצול יעיל של אנרגיות חלופיות ועל-ידי כך להפחית את התלות בדלק מיובא ולהקטין את זיהום הסביבה".¹ כדי ליישם החלטה זו הוקם צוות בין-משרדי שהונחה לגבש אמצעים תחיקתיים ומנהליים לקידום השימוש באנרגיות חלופיות, להציע פרויקטים בתחום זה ולהמליץ על דרכים לשילוב משקיעים מהארץ ומחו"ל בפרויקטי אנרגיה חלופית.²

¹ החלטה מס' 4139 (חמ/9) של ועדת השרים לאיכות הסביבה ולחומרים מסוכנים מ-21 ביולי 1998.

² השר לאיכות הסביבה, כתב מינוי, 19 באוקטובר 1998.



1/2/2014
1401R6450.doc

ב-4 בנובמבר 2002 קיבלה הממשלה החלטה שהייתה להחלטה העיקרית בנושא ייצור חשמל מאנרגיה חלופית.

שתי הקביעות העיקריות בהחלטת הממשלה:

- א. יש לעודד את הקמתם ואת הפעלתם של מתקני חשמל ותחנות כוח לייצור חשמל באמצעות אנרגיות מתחדשות, על-ידי יצרני חשמל פרטיים וחברת החשמל.
- ב. משנת 2016 יופק חשמל ממתקנים כאמור עד שיעור של 5% מהחשמל המסופק לצרכנים.³ בשנת 2020 ייוצרו 20% מהחשמל המסופק לצרכנים באמצעות מתקני ייצור אנרגיה חלופית.

משרד התשתיות מעודד ייצור חשמל באמצעות אנרגיות מתחדשות, ובעיקר שמש, רוח, וביו-מסה (התססת פסולת, גז ממטמנות, התססת בוצה מטיפול בשפכים וכדומה). קידום השימוש באנרגיות מתחדשות לייצור חשמל נעשה בשיתוף משרד האוצר והרשות לשירותים ציבוריים חשמל, ונועד להשגת מספר מטרות:

- א. צמצום יבוא אנרגיה ראשונית למשק (בעיקר נפט ופחם) תוך צמצום הנטל הכלכלי על המשק, התלות האסטרטגית והגרעון המסחרי.
- ב. הפחתת זיהום האוויר, אשר יש לו בין השאר השלכות כלכליות המוטלות על כלל המשק כגון עלות טיפול רפואי.
- ג. קידום טכנולוגיות מקומיות והטמעת טכנולוגיות חדישות ממדינות זרות.

בהמשך קבלה הממשלה החלטות נוספות הן אופרטיביות (הקמת ועדות מנכ"לים לקידום המדיניות) והן עקרוניות המתוות מדיניות. בתאריך 29 בינואר 2009 התקבלה החלטת ממשלה מס' 4450 שעיקרה: "קביעת יעד מנחה וגיבוש כלים לקידום אנרגיות מתחדשות בפרט באזור הנגב והערבה". ההחלטה התקבלה בהמשך להחלטת ועדת השרים לענייני חברה וכלכלה מ-12 בינואר 2009. החלטה 4450 (חכ/176) תורגמה ע"י משרד התשתיות למדיניות עדכנית שעיקרה הם:

- א. יצירת וודאות בתחום האנרגיות המתחדשות תוך הבהרת יעדי ייצור החשמל עד שנת 2020.
- ב. עידוד הקמת מתקני ייצור חשמל באמצעות אנרגיות מתחדשות במדינת ישראל בכלל ובתחומי הפריפריה בפרט.
- ג. עידוד תעשיית האנרגיה המתחדשת בישראל וכן עידוד מחקר ופיתוח ישראלי בתחום האנרגיות המתחדשות.

³ החלטה מס' 2664 (חכ/44) של ועדת השרים לענייני חברה וכלכלה (הקבינט החברתי-כלכלי) מ-4 בנובמבר 2002.



ד. הגדלת הביטחון האנרגטי של מדינת ישראל.
ה. עידוד ייצור חשמל באמצעות טכנולוגיות "ידידותיות" לסביבה. הגדלת ייצור החשמל באמצעות אנרגיות מתחדשות תוך צמצום הנטל התעריפי לצרכנים.

3. סוגי אנרגיה מתחדשת

3.1 אנרגיה מתחדשת – כללי

אנרגיה מתחדשת היא אנרגיה המופקת ממקורות טבעיים. שלא כמו אנרגיה שמקורה בדלקים פוסילים שנוצרו לפני מיליוני שנה וכמותם על פני כדור הארץ סופית, הפקתה של אנרגיה מתחדשת מבוססת על החום המגיע מהשמש ישירות או על אנרגיית חום סולרי שהתגלגלה לצורות אנרגיה אחרות כמו רוח, מים, צמחיה וכו'. אנרגיה זו תמשיך לשפוע ולהגיע אל כדור הארץ כל עוד תמשיך השמש להתקיים ולזרוח.

הצטרפות ישראל ל-OECD חייבה את הממשלה להצטרף למאמץ הבינלאומי להפחתת ההתחממות הגלובלית וצמצום פליטת גזי החממה. לצורך כך קבלה הממשלה החלטות לעידוד הקמת מתקנים לייצור אנרגיה מתחדשת באזורי הפריפריה בישראל.

3.2 אנרגיית רוח

3.2.1 כללי

ייצור חשמל מאנרגיית הרוח מתרחש כאשר אנרגיה קינטית האצורה ברוח מומרת באמצעות מערכת להבים דמויי מדחף לאנרגיה מכאנית סיבובית, המסוגלת לבצע עבודה.

בעבר נוצלה אנרגיה זו לטחינת קמח ושאיבת מים. כיום היא מנוצלת במקומות רבים בעולם לייצור חשמל.

כמות האנרגיה המופקת מטורבינות רוח תלויה במהירות הרוח בחזקת שלוש. המשמעות היא שמהירות רוח כפולה, תניב אותה טורבינה אנרגיה בכמות גדולה פי 8 אנרגיה מכפי שתפיק מרוח במהירות הבסיסית. מהירות הרוח עולה עם הגובה ולכן הספק הטורבינה יהיה גדול יותר ככל שהטורבינה ממוקמת בגובה רב יותר. הספק הטורבינה תלוי בין השאר גם בקוטר להבי המדחף. ככל שקוטר להבי הטורבינה גדול יותר, גדל ההספק. מכאן שהצבת הטורבינה בגובה רב יותר משרתת את הגדלת הספק הטורבינה הן בגלל מהירות רוח גבוהה יותר והן עקב הגדלת האפשרות להגדיל את מימדי הלהבים.

בעולם מופעלות טורבינות רוח על בסיס כלכלי במהירות רוח של 5.6 מטר/שנייה



1/2/2014
1401R6450.doc

ומעלה. ככל שמהירות הרוח המקומית בנקודת הצבת הטורבינה גבוהה יותר, משתפרת כלכליות הפקת האנרגיה.

3.2.2 יתרונות השימוש באנרגיית רוח

- א. **יעילות כלכלית** - בתנאים הקיימים במקומות מסויימים בעולם, אנרגיית הרוח מהווה את מקור האנרגיה המתחדשת הכדאית ביותר ליישום.
- ב. **עלות נמוכה לתפעול שוטף** - תחנת כוח העושה שימוש ברוח מצריכה תחזוקה שוטפת פשוטה ועלות התפעול נמוכה יחסית.
- ג. **ידע טכנולוגי זמין** - במהלך השנים נצבר בעולם ידע טכנולוגי רחב בתחום זה.

3.2.3 חסרונות השימוש באנרגיית רוח

- א. **תלות במשטר רוחות** - יצירת האנרגיה על ידי טורבינת הרוח תלויה במאפייני הרוח באזור הנדון. נדרש למקם את טורבינות הרוח באתר שמשטר הרוחות בו מתאים לתפעול הטורבינות ברוב ימות השנה. בישראל קיימת דרישה רגולטורית למדידת רוח מקדימה של שנה לפחות בכל אתר בו מבקש יזם להקים אתר לייצור אנרגיית רוח.
- ב. **רעש** - בעבר הפעלת הטורבינות גרמה ליצירת רעש אווירודינמי ומכני. עם ההתקדמות הטכנולוגית משתפר המבנה האווירודינמי של הטורבינות, מהירות הסיבוב של להבי הטורבינות פוחתת על מנת לצמצם רעשים ולשפר את נצילותן. כיום הרעש שמייצרים להבי הטורבינות נמוך מרעש הרוח עצמה אך מיקום הטורבינות נעשה על פי רוב בשטחים פתוחים.
- ג. **פגיעה בציפורים** - בעבר נטען כי ציפורים נוטות להיפגע מטורבינות רוח בשל גובהן הרב וסיבובן המהיר של כנפי הטורבינה. בהשוואה למקרי תמותה אחרים הנגרמים לציפורים והעובדה שעם ההתקדמות הטכנולוגית מואטת מהירות סיבוב הטורבינה, ניתן לומר כי הסכנה הנשקפת לציפורים מטורבינות רוח - זניחה. יחד עם זאת, בעת הקמת טורבינות רוח יש להתחשב בנתיבי נדידת הציפורים על מנת לצמצם את פוטנציאל הפגיעה בהן.
- ד. **הפרעה אלקטרו מגנטית** - סבוב להבי הטורבינה עלול להיראות כהפרעה אלקטרומגנטית על מסכי מכשירי מכ"מ.

3.2.4 סוגי טורבינות רוח

קיימים סוגים רבים של טורבינות רוח. ניתן לסווג אותן על פי קריטריונים שונים כגון כיוון ציר הטורבינה (אופקי או אנכי), סוג הלהבים, סוג הגנרטור או ההספק



1/2/2014

1401R6450.doc

המרבי. אף כי נצילותן של הטורבינות האנכיות גבוהה יותר, רווח בישראל השימוש

בטורבינות אופקיות והן מסווגות ע"פ גודלן הפיזי:

- א. טורבינה קטנה - הספק של עד 100 קילוואט (לרוב ההספקים נמוכים בהרבה).
- ב. טורבינה גדולה - ההספק של עד מגאוואטים בודדים. תפוקת החשמל של טורבינה גדולה מזינה בדרך כלל את רשת החשמל הארצית. טורבינות אלה מוצבות לעיתים קרובות בקבוצות (חוות טורבינות).

3.2.5 חוות לייצור חשמל מרוח

כדי לשפר את היעילות הכלכלית של יצור החשמל מאנרגית רוח מקובלת בעולם הקמה של חוות טורבינות רוח בהן מוצבות עשרות ואף מאות טורבינות רוח. השאיפה למירוב (מיקסום) ההספק המותקן בחוות הטורבינות עלולה להוביל להנחה כי יש לשאוף למספר טורבינות מרבי לדונם, הנחה זו שגויה. אחרי שהרוח חולפת את הטורבינה הראשונה (או את השורה הראשונה של הטורבינות), משתנים שני פרמטרים המאפיינים את הרוח:

א. המהירות.

ב. טורבולנציית האוויר.

תחום ההשתנות של פרמטרים אלה נקרא "השובל".

הסבר קצר:

מהירות הרוח המסובבת את כנפי הטורבינה פוחתת אחרי שחלפה את הטורבינה כיון שחלק מהאנרגיה הקינטית שהייתה לאוויר הומר באמצעות הגנרטור לאנרגיה חשמלית. מהירות הרוח שעברה את הטורבינה תהיה פחותה כאשר תגיע לכנפי הטורבינה הבאה. כפי שהובהר לעיל, ההספק תלוי במהירות בחזקת שלוש, כך שהאטת מהירות הרוח תפחית משמעותית את הספק הטורבינה "הבאה", וכן הלאה בכל אחת מהטורבינות בשורות הבאות.

משתנה נוסף המשפיע על ההספק המופק הוא **טורבולנציית האוויר**. טורבולנציית האוויר היא פרמטר המכמת את מידת "הבלגן" בזרימת האוויר. כאשר הטורבולנצייה נמוכה מאוד, כיוון הרוח אחיד וכל הרוח נושבת בכיוון אחד. כאשר הטורבולנציה גבוהה מאוד, כיוון הרוח אינו אחיד. הרוח נושבת בו זמנית במספר כיוונים ולכן מהירותה בכיוון הראשי פוחתת. הטורבולנצייה של "שובל" האוויר עולה ככל שה"שובל" פוגש יותר טורבינות. עליית הטורבולנציה של האוויר מתרחשת במקביל להפחתת מהירות הרוח עקב המפגש עם עוד ועוד טורבינות.

כדי להימנע מהפחתת ההספק יש להציב את הטורבינות במיקומים שיתוכננו כך שגידול הטורבולנציה ימוזער וכך גם הירידה במהירות הרוח אליה נחשפות הטורבינות בשורה השנייה, השלישית וכן הלאה.

ככל שיגדל המרחק בין הטורבינות תקטן ההשפעה ההדדית ביניהן ובכך יפתחו



1/2/2014

1401R6450.doc

הפסדי ההספק. מאידך, ככל שיגדל המרחק בין הטורבינות, ניתן יהיה להציב פחות טורבינות לדונם בשטח המיועד להקמת החווה.

מכאן שסוגיית מספר הטורבינות שניתן להציב בכל דונם בשטח חוות הרוח אינה פשוטה ומחייבת אופטימיזציה התלויה במשתנים כגון:

- א. קוטר דיסקת כנפי הטורבינה.
- ב. טופוגרפית השטח והגובה היחסי בין הטורבינות.
- ג. מהירות הרוח (מהירות מקומית ממוצעת).
- ד. מספר השורות.
- ה. הטורבולנצייה הנרכשת.
- ו. מרחקי בטיחות מצירי תנועה, מבנים ומתקנים אחרים.

3.2.6 הגדרת מהירות הרוח באתר הטורבינות

טורבינות רוח מתחילות לייצר אנרגיה במהירות רוח גבוהה מ- 4-5 מטר לשנייה. את מהירות הרוח באתר המיועד להקמת חוות טורבינות רוח יש למדוד בגבהים שונים באתר המיועד להקמת הטורבינה או לחשב אותה על סמך נתונים מדודים באתרים אחרים כגון תחנות מטאורולוגיות סמוכות או מגדלי הפיקוח הקרובים. את החישוב ניתן לבצע באמצעות מודל CFD (Computational Fluid Dynamics) אותו ניתן לבנות בתוכנה ייעודית המתחשבת בגובה מעל פני הים, חספוס השטח (הטופוגרפיה), טמפרטורות יום לילה באזור, מהירות הרוח הידועה בנקודות מדידה מסוימות, הטווח מנקודות המדידה וכו'. תוכנות כאלה קיימות במדינות כדנמרק, גרמניה, ארה"ב ואוסטרליה בהן קיימות חוות טורבינות רוח רבות. בישראל נמצאת תוכנה כזו ברשותה של חברת חשמל המפעילה אותה לצורך בדיקת התאמת אתרים שונים להקמת חוות טורבינות רוח.

הערכה ראשונית למהירות הרוח ניתן לקבל ממפות רוח עולמיות הקיימות במאגרי מידע אמריקאים, אירופאים ואוסטרלים הנגישים באמצעות האינטרנט.

כחלק מההליך לקבלת רשיון ייצור מותנה מרשות החשמל להקמת אתר טורבינות רוח נדרשת בישראל מדידת רוח במשך שנה לפחות.



סיכום 3.2.7

על-פי דוח שהוגש למשרד לאיכות הסביבה בשנת 2002, פוטנציאל הפקת החשמל מטורבינות רוח בישראל הוא 600-700 מגוואט בשנה. בכנס אילת אילות הרביעי לאנרגיה חליפית שנערך בשנת 2011, הוצגה במסגרת הדיון בפיתוח השימוש באנרגיית רוח בישראל עבודה, המרחיבה את פוטנציאל הפקת אנרגיה מרוח בישראל עד 800 מגוואט.

אנרגיית הרוח היא הסקטור הצומח ביותר בתעשיית האנרגיה המתחדשת בעולם (גידול שנתי של 25%). בשנה שעברה הסתכמו ההשקעות בעולם בסוג זה של אנרגיה ב-30 מיליארד דולר. טורבינות רוח מייצרות כיום חשמל בנצילות סבירה (25%) ובעלות

נמוכה יחסית (-1,000, 1,200 דולר לקילוואט מותקן). בישראל נמצא יישום טכנולוגיה זו בתחילת הדרך. בחוות הטורבינות הותיקה ברכס חזקה ברמת הגולן פועלות 10 טורבינות שסיפקו בעבר כולן יחד כ-6 מגוואט. פוטנציאל ייצור האנרגיה מרוח ברמת הגולן מגיע ל-150 מגה וואט (ע"פ נתוני משרד התשתיות).



טורבינות רוח ברמת הגולן



3.3 אנרגיית השמש

3.3.1 כללי

השמש היא מקור האנרגיה הישיר והעקיף לחיים ולכל הפעילות והשימושים על פני כדור הארץ. כל הדלקים ומקורות האנרגיה בהם עשה האדם שימוש נוצרו או נוצרים באופן כזה או אחר באמצעות קרינת השמש. השמש מספקת לאוכלוסיית העולם מאז היווצרה את האנרגיה הדרושה לקיומה, הן לייצור מזון והן לכל צורך אחר. הדלקים הפוסיליים (נפט, פחם, גז טבעי) נוצרו ממסת הצמחים ובעלי החיים שהתקיימו על כדור הארץ לפני עשרות ומאות מיליוני שנה. קצב צריכת דלקים אלה גבוה בעת החדשה בהרבה מקצב יצורם ועל כן הולכים ומתכלים מאגרי אנרגיה אלה. הצריכה המתעצמת של הדלקים הפוסיליים הנשרפים כדי לייצר חום, גורמת לפליטה לאטמוספירה של דו תחמוצת הפחמן בכמות ובקצב גבוהים מזה שהטבע מסוגל לפרק. לפיכך עולה ריכוז גז חממה זה באטמוספירה, מונע את פליטת החום לחלל הקר ובכך גורם להתחממות כדור הארץ ולתופעות השליליות שהיא טומנת בחובה.

אנרגיות חלופיות/מתחדשות הן המענה האולטימטיבי לשתי הבעיות, גם להתדלדלות מקורות האנרגיה הפוסילית וגם לצורך בהקטנת קצב התחממות כדור הארץ.

סך כמות האנרגיה המגיעה מהשמש אל כדור הארץ בשעה אחת שווה לצריכת האנרגיה השנתית על פני כדור הארץ כולו. הבעיה היא שהטכנולוגיה המצויה בידי האדם בשלב זה מאפשרת ניצול חלקי בלבד של אנרגיה זו. ניצול ישיר של אנרגיית השמש אפשרי כיום במספר טכנולוגיות אותן ניתן לסווג לשתי קבוצות עיקריות:

א. אנרגיה תרמו סולרית.

ב. אנרגיה סולרית חשמלית – פוטו-וולטאית (pv).



1/2/2014
1401R6450.doc

3.3.2 אנרגיה תרמו-סולארית

הטכנולוגיה הותיקה, הפשוטה והנפוצה ביותר לניצול אנרגיה סולרית היא לחימום



שוקת פראבולית

מים. הזרמת מים בקולטים סולריים תרמים ביתיים סטנדרטיים עשויה להעלות את הטמפרטורה שלהם עד כדי 60-65 מעלות ובכך לייתר את חימום באמצעות חשמל, גז או דלק אחר. ניתן לנצל חמום סולרי לצרכים שונים כגון מיזוג אוויר (באמצעות קירור ספיגה), חימום מקדים לייצור קיטור או חימום מקדים של מים מלוחים לפני התפלתם (חימום המים גורם להפחתת צמיגות המים ובכך מקטין את צריכת החשמל במתקני ההתפלה). שימוש מרכזי נוסף באנרגיה תרמו-סולרית הוא הפקת חשמל. החשמל מופק על-ידי טורבינות המונעות בלחץ של קיטור או אוויר מחומם. את הקיטור או האוויר המחומם ניתן לייצר בטכנולוגיות שונות. להלן פירוט השיטות העיקריות המיושמות כיום:



תחנת כח תרמו סולארית (שוקת)

א. קולטי שוקת: טכנולוגיה זו מבוססת על מראה פרבולית ארוכה המרכזת את אור השמש הפוגע בה על צינור הממוקם בציר הפרבולה. הצינור מתחמם ומחמם את נוזל (או האוויר) המוזרם בו. הצינור העטוי בשרוול זכוכית אטום, נמצא בוואקום ועל כן איבוד החום ממנו קטן. עקב כך מגיע הצינור לטמפרטורה גבוהה מאוד (~500°C) והוא מחמם את נוזל העבודה הזורם בו לטמפרטורה גבוהה. החום מועבר באמצעות מחליפי חום למחוללי קיטור. באמצעות הקיטור מניעים טורבינה ומייצרים חשמל. טכנולוגיה זו שפותחה במקורה בישראל בשנות ה-90 (חב' לוז), מיושמת כיום באופן מסחרי בקליפורניה על-ידי חברת "סולל", ממשיכת דרכה של "לוז" וע"י חברות בינלאומיות אחרות.



תחנת כח תרמו סולארית (מגדל שמש)

ב. מגדל שמש: טכנולוגיה זו מבוססת על שדה

מראות מרכזות המוצבות על הקרקע. המראות מחזירות את אור השמש הפוגע



1/2/2014

1401R6450.doc

בהן לקולט המוצב בראשו של מגדל. ריכוז הקרינה הסולרית המגיעה למאות המראות בשדה לשטחו הקטן של הקולט המוצב על המגדל, מעלה את טמפרטורת הקולט ל- $1,000^{\circ}\text{C}$ ומעלה. הקולט מייצר קיטור המשמש לייצור חשמל. בגרסה טכנולוגית דומה מייצר הקולט אויר חם בלחץ גבוה המאפשר הנעת טורבינת גז וייצור חשמל. במכון ויצמן בישראל פועל מגדל שמש מחקר ותיק הממוקם מול שדה מראות ששטחו יותר מ- 3,500 מ"ר וההספק החשמלי שלו כ- 3 מגוואט.

ג. צלחת פרבולית מרכזת: קולט השמש מעוצב בטכנולוגיה זו כמראה פרבולית ששטחה בין 70 ל-400 מטרים (כמו צלחת לוויין גדולה), העוקבת אחרי השמש בשני צירים. במוקד המראה מוצב קולט המקבל את האנרגיה שקבל כל שטח המראה בשטח קטן ומצומצם. הטמפרטורה המתפתחת בקולט גבוהה ומאפשרת ייצור אויר בלחץ גבוה והפעלת טורבינת גז לייצור חשמל.

ד. קולטי ואקום: קולטים אלה מצטיינים בנצילות גבוהה. הקולטים דומים לקולטים סולריים ביתיים רגילים, אלא שבמקום שצינורות המים יוצמדו ללוח המצופה בציפוי קולט, מצופים הצינורות עצמם בציפוי עם מקדם בליעה גבוה. צינורות המים ממוקמים בתוך צינורות זכוכית אטומים. קודם לאטימת צינורות הזכוכית נשאב האוויר מהחלל שבין צינורות הזכוכית לצינורות המים. הריק בין צנרת המים למעטפת הזכוכית שסביבה מפחית משמעותית את הפסדי החום וגורם לעליית טמפרטורת הצינור לערכים גבוהים מאלה המושגים בקולט שמש רגיל.

יתרונות השימוש באנרגיה תרמו-סולארית:

- א. נצילות אנרגטית גבוהה (יחסית).
- ב. נצילות קרקעית גבוהה.
- ג. ROI נמוך במתקנים גדולים.
- ד. מודולריות (הרחבה קלה יחסית).

חסרונות השימוש באנרגיה תרמו-סולארית:

- א. נדרשת השקעה כספית גבוהה יחסית לקילוואט מותקן כיון שבד"כ נוספות לתחנה תרמו סולרית גם טורבינות קונבנציונליות המופעלות בלילה כדי להבטיח ייצור חשמל גם בלילה.
- ב. אחזקה מורכבת (ניקוי מראות, מחוללי קיטור, טורבינות גנרטורים, משאבות ואקום).
- ג. רגישות לבעיות בטיחות.



3.3.3 אנרגיה סולארית חשמלית – מתקנים פוטו וולטאיים (PV)



תאים פוטו-וולטאיים הממירים את אנרגיית השמש לאנרגיה חשמלית במישרין, פותחו לראשונה כבר במאה ה-19. הטכנולוגיה הפכה ליישומית באמצע המאה ה-20 עם התפתחות תעשיית החלל שהחלה להשתמש בתאים פוטו-וולטאיים כמקור אנרגיה לוויינים. התאים הפוטו-וולטאיים מיוצרים מסיליקון בטכנולוגיית התקני מצב מוצק. התאים הללו רגישים לאור ומייצרים אלקטרונים כאשר הם מוארים וקולטים פוטונים. חיבור של תאים רבים אחד לשני מאפשר את איסוף האלקטרונים הנוצרים בכל התאים והזרמתם כזרם חשמלי.

תכונה זו של התאים מאפשרת המרת אור השמש לחשמל. מימדי תא פוטו וולטאי בודד הוא כס"מ על ס"מ. התאים ארוזים במשטחים (פנלים) שמימדיהם כמטר על שני מטרים. בכל פנל משולבים אלפי תאים. הפנלים מחוברים זה לזה ורתומים למרכב הנושא אותם ומכוון אותם לכיוון הרצוי בזוית הדרושה בהתאם לקו הרוחב בו הם מוצבים. קולטי PV ניתן להתקין על גגות מבנים משופעים או שטוחים. או בשטחים

פתוחים המאפשרים הצבת שדות קולטים ובהם מספר קולטים רב. שדה קולטים כזה יחד עם הממירים הצמודים למערכי הקולטים, מאפשר ייצור הספק חשמלי משמעותי היכול להגיע לעשרות מגוואטים ואף למעלה מכך. הממירים נחוצים כיון שהמתח המיוצר על ידי הקולטים הוא מתח ישר ונמוך. הממירים הופכים את המתח הישר למתח חילופין בתדר ובמתח הדרוש לחיבור המערכת לרשת הארצית.





יתרונות הטכנולוגיה:

- א. התקנה פשוטה יחסית.
- ב. תחזוקה מועטה ופשוטה. אין במתקן קבוע חלקים נעים. כאשר ההתקנה המיכנית והחשמלית מבוצעת כהלכה, המתקן יכול לפעול שנים רבות (אחריות היצרנים היא ל- 20 שנה) תוך אחזקה מינימלית שעיקרה שטיפת הקולטים מאבק.
- ג. ייצור החשמל קוהרנטי עם צרכי המשק. התעשייה והפעילות המשקית - צרכניה העיקריים של האנרגיה, זקוקים לה בעיקר בשעות היום, כאשר השמש מאירה.

חסרונות הטכנולוגיה:

- א. נצילות נמוכה יחסית.
- ב. ההשקעה הנדרשת גבוהה.
- ג. עלות הפקת החשמל גבוהה.
- ד. כלכליות הפרויקטים תלויה רגולציה.
- ה. נצילות הקולטים יורדת עם הזמן בשל הצטברות אבק והתיישנות כך שההספק המיוצר בהם עלול לרדת עם הזמן.

סיכום: 3.3.4

אחד ממשאבי הטבע העיקריים בהם התברכה ישראל הוא אור השמש השוטף את הארץ מרבית ימות השנה. בתחום ניצול השמש מוכרות כיום שתי טכנולוגיות עיקריות: התרמו סולארית והפוטו-וולטאית. יתרונותיה של הטכנולוגיה התרמו-סולארית: ניצול משאב טבע לייצור חשמל נקי ביכולת מוכחת. החסרונות: עלות הפקה גבוהה (כפול מייצור חשמל בתחנות פחמיות), צורך בשטחים פנויים נרחבים (1,600-1,800 דונם לכל 100 מגה-וואט), תחזוקה יקרה. החיסרון הבולט של השיטה נעוץ בעלותה הגבוהה - עד 5,000 דולר לקילוואט - אם כי זו נמצאת במגמת ירידה מתמשכת. לא במקרה נמנות חברות ישראליות עם המובילות בעולם בכל הקשור לאנרגיה סולרית. המחקר בתחום הסולרי בישראל מתקדם מאוד ומתקיים במוסדות שונים כמו המכון לחקר המדבר בשדה בוקר, המשמש מעבדת שדה לניסויים, מכון ויצמן, בו קיים מגדל שמש עם שדה מראות פעיל ואוניברסיטת תל אביב בה מנסים חוקרים לשפר את היעילות והשימושיות של קולטי אנרגיית השמש.



3.4 ביוגז – דלק מביומסה

ביו-מאסה היא המסה של כלל הצומח והחי באזור מסוים. הצמחייה על פני כדור הארץ היא קולט השמש האולטימטיבי. הצמחייה מטמיעה את אנרגיית השמש באופן יעיל ביותר ואוגרת אותה במסה שלה. לצורך התפתחות המסה הצמחית הצמח מייצר לעצמו תרכובות עשירות בפחמן, חמצן וחנקן מתרכובות ויסודות הנמצאים באוויר (פחמן, חמצן וחנקן) ובקרקע (מים ומינרלים) מהם נבנית מסת הצמח. לא בכדי ממוקמת הצמחייה בבסיס שרשרת המזון. תכולתה האנרגטית גבוהה שכן היא משמשת כספק האנרגיה לכל האורגניזמים החיים על פני האדמה. למסת הצמחייה ערך קלורי גבוה וניתן להפיק ממנה אנרגיה.

3.4.1 שרפת פסולת

ניתן לשרוף פסולת אורגנית וכן מרכיבי פסולת אחרים כפלסטיק, קרטון, נייר וכו' ולנצל את האנרגיה המשתחררת בתהליך השרפה להפקת חום ו/או חשמל. לשרפת הפסולת ערך מוסף משמעותי:

- א. צמצום כמות הפסולת ונפחה המוטמן בשיעור של 70%-90%.
- ב. נטרול מרכיבים מסוכנים.
- ג. מניעת זיהום מי תהום.
- ד. הפחתת השטחים המוקצים לטיפול בפסולת. השטח הדרוש לתפעול מתקן שרפה לפסולת קטן משמעותית מהשטח הנדרש למטמנה.

יתרונות שריפת הפסולת:

- א. תהליך קצר ומהיר.
- ב. פתרון כולל לרוב מרכיבי הפסולת.
- ג. טכנולוגיה ותיקה ומוכרת (בח"ל).

חסרונות השריפה:

- א. יעילות אנרגטית נמוכה בשל הצורך ליבש את הפסולת האורגנית "הרטובה" ולחמם אותה לטמפרטורת הבעירה.
- ב. שריפת הפסולת תחייב הקמת מערך סינון מזהמים מורכב ויקר למניעת זיהום אויר.
- ג. יש צורך למצוא פתרון סביבתי מקובל ובר קיימא לטיפול בשאריות האפר.



1/2/2014
1401R6450.doc

ד. עלויות הקמת המתקן עצומות. כלכליות מושגת רק אם מטופלת פסולת של אוכלוסייה גדולה מאוד.

3.4.2 הפקת ביו-גז בעיכול אנאירובי

עיכול אנאירובי הוא תהליך פירוק ביולוגי של חומר אורגני על ידי בקטריות וחיידיקים המתקיימים אך ורק בסביבה נטולת חמצן. בתהליך פירוק הביומסה משתחרר ביוגז - תערובת גזים שמרכיביה העיקריים הם מתאן ודו תחמוצת הפחמן. המתאן הוא גז דליק (שווה ערך לגז טבעי פוסילי) ולכן, אף כי ריכוז המתאן בביוגז הוא כ- 50-60 אחוז בלבד, די בריכוז זה כדי שתערובת גזים זו תשמש כדלק להפעלת גנרטורים לייצור חשמל.

במדינות רבות בעולם המערבי מופרדת הפסולת "הרטובה" (פסולת שמקורה בשיירי מטבח ובפסולת גן) ומועברת למתקני טיפול בעיכול אנאירובי. כתוצאה מטיפול זה פוחת נפח הפסולת כיון שחלק מהמסה הופך לביוגז ובכך קטן נפח הפסולת להמשך הטיפול. יתרת הפסולת ניתנת להטמנה או לקומפוסטציה ושימוש חוזר כדשן לחקלאות.

תהליך העיכול האנאירובי מתבצע במיכלים סגורים המאפשרים איסוף למיכל אגירה של הביו-גז הנוצר בתהליך, לצורך ניצולו כדלק לייצור חשמל. ניתן להעלות את ריכוז המתאן בביוגז באמצעות מתקני העשרה ולקבל גז שריכוז המתאן בו 95% כריכוזו בגז טבעי. גז בריכוז כזה יכול להימכר לרשת הגז הארצית (מבוצע בספרד), להימכר בבלונים כגז בישול (מבוצע בספרד) או לשמש להנעת מכוניות (מבוצע בספרד).

את תהליך העיכול האנאירובי ניתן ליישם בשני אופנים: עיכול אנאירובי רטוב המתבצע בתוך מים או עיכול אנאירובי יבש המתבצע בתעלות בטון אטומות. בספרות המקצועית מכונים תהליכים אלה גם בשמות תסיסה רטובה ויבשה (wet/dry fermentation).



1/2/2014

1401R6450.doc



עיכול אנאירובי רטוב 3.4.3

(Wet Fermentation)

החומר האורגני המגיע למתקן עובר מיון נוסף על מנת להבטיח שהחומר נקי מחומרים לא אורגניים. החומר הנקי מומס במים והתערובת מוכנסת למיכלים בהם היא שוהה כשלושה שבועות הנדרשים להשלמת

התהליך. העיכול האנאירובי מבוצע ע"י אורגניזמים (חיידקים ובקטריות) אנאירוביים בסביבה המימית, חסרת החמצן, המתקיימת במיכלי העיכול. טמפרטורת המים בהם מומס החומר האורגני מבוקרת לאורך זמן התהליך כדי להבטיח התפתחות אופטימלית של האורגניזמים האנאירוביים ומקסום כמות הביוגז המיוצר בהתאם לשלבי התהליך. התהליך מתבצע באופן רציף. הפסולת מוכנסת למערך הטיפול באופן רציף. גם שיירי הפסולת מופרדים מהמים בסוף התהליך בצורה רציפה.

המיון הנוסף של הפסולת "הרטובה" מתבצע כטיפול מקדים להכנסתה לתהליך. הטיפול המקדים מבטיח את "ניקוי" הפסולת האורגנית מחומרים זרים ובלתי מסיסים כזכוכית, פלסטיק ומתכות, קודם להכנסתה למיקסור בו היא מומסת במי התהליך. תהליך ניקוי זה חיוני למניעת פגיעה במערך הצנרת, והמשאבות המזרימות את המים עם החומר המומס בהם ממיכל עיכול אחד למשנהו. בתום זמן השהייה במיכלי העיכול, מופרד החומר האורגני שנוותר במים ממי התהליך. החומר שהופרד עובר הסמכה וייבוש ומשמש להפקת דשן נוזלי או קומפוסט איכותיים. הביו-גז המופק במיכלי העיכול נאסף ונאגר ומשמש כדלק להנעת גנרטורים המייצרים חשמל מהביוגז.



יתרונות התהליך הרטוב:

- א. הטכנולוגיה בשלה ומוכחת במפעלים רבים בעולם המערבי הפועלים בשיטה זו שנים רבות.
- ב. הפחתת כמות הפסולת המוטמנת במטמנות.
- ג. פתרון יעיל להפקת אנרגיה כחלופה להטמנת הפסולת "הרטובה" במטמנה.
- ד. ניתן לקבל ולסחור בזכויות פחמן על הביוגז הנוצר (CDM).

חסרונות התהליך הרטוב:

- א. הקמת מפעל מחייבת השקעה גבוהה ובדרך כלל אינה כלכלית ללא סובסידיה.
- ב. תחזוקה מורכבת ויקרה.

עיכול אנאירובי רטוב של פרש פרות

3.4.4

יישום נוסף של טכנולוגית העיכול האנאירובי היא הפקת ביוגז מפרש פרות המכיל ריכוז גבוה של חומר אורגני. בפרש הנאסף ברפתות אחוז הנוזלים גבוה (למעלה מ-



85%) כך שאין צורך בהוספת מים לתהליך.

למתקן המייצר אנרגיה מהפרשות הבקר יש ערך מוסף גבוה – פתרון סביבתי בר קיימא לזבל הפרות המוצא מהרפתות.

הבוצה המצטברת בתחתית מיכלי התסיסה מועברת למתקן הפרדה המבוסס על מכבש בורג (Screw Press) המפריד את החומר המוצק מהמים. החומר המוצק

נאגר מחוץ למתקן ההפרדה ונמכר לחקלאים כקומפוסט לדישון השדות. הנוזלים המופרדים מועברים להמשך טיפול במאגר של תאגיד המים האזורי הצמוד למתקן.

על מנת להשתמש בביוגז המיוצר ע"י המפעל להפקת חשמל יש צורך לסנן מתוך הגז מרכיב גזי נוסף – H_2S - חומצה גפריתנית, שבמידה וריכוזה בביוגז עולה על 100PPM הגנרטורים עלולים להינזק. הסינון מבוצע ע"י מתקן סינון (סקרבר), מתקן שעלות תפעולו מכתיבה סף מינימאלי לכמות החשמל המיוצרת ומכאן לגודל



1/2/2014

1401R6450.doc

המתקן ויכולת הקיבול היומית שלו. הסף, במחירי החשמל שאושרו לסוג מתקנים זה, עומד על 1 מגוואט.

בארץ הוקמו ופועלים מספר מתקנים המפיקים אנרגיה מזבל פרות. המתקן החלוצי הראשון הוקם לשימוש מקומי ברפת קיבוץ יגור. בהמשך הוקמו מתקנים מקומיים נוספים גם בכפר גלעדי, בית שערים וזיקים. לשימוש אזורי רחב הוקמו בארץ שני מתקנים מסחריים הפועלים במועצות אזוריות עתירות רפתות המשרתים כל אחד את כל הרפתות באזורו. המתקן האזורי הראשון לטיפול בבוצה חקלאית שהוקם כפרויקט עסקי מסחרי נקרא מטב"ח (מתקן טיפול בבוצה חקלאית)

עמק חפר. מתקן זה פועל מזה כארבע שנים ליד קיבוץ עין החורש בעמק חפר. המתקן קולט זבל מרפתות המאכלסות כ-12,000 פרות חולבות בעמק חפר. הפרש מגיע למתקן במיכליות המשנעות כ-600 טון ליום ומייצר חשמל בהספק של 2-3 מגה-וואט.



הפעלת המתקן שתוכנן בהסתמכות על טכנולוגיה

דנית, נתקלה בקשיים טכניים רבים שגרמו להפסדים וקשיי ניהול. רה-תכנון של המערכת והכנסת החברה המתכננת כשותפה העלו את המפעל לדרך המלך. כיום פועל המתקן באופן סדיר כאשר הוא מקבל לטיפול גם שומן אורגני ממפעלי מזון וקייטרינג.

מפעל דומה שהוקם ע"י אותם משקיעים באתר מיצר ברמת הגולן מטפל בתוצרי רפתות רמת הגולן. מתקן זה מייצר 2.4 מגה וואט חשמל. מתקן שלישי המוקם בימים אלה במושב תימורים (מועצה אזורית באר טוביה) יטפל בפרש של כ-14,000 פרות ברפתות הנגב.

3.4.5 עיכול אנאירובי רטוב של בוצת מט"ש (מתקן טיהור שפכים)

תוצר לוואי של מט"שי בוצה משופעלת המקובלים בישראל הוא בוצה, שהטיפול בה וסילוקה מהמתקן יקר (כ- 50% מעלות טיהור השפכים) ומטריד ("הבוצה" - 90% מכאב הראש של מנהלי המט"שים).

תכולת החומר האורגני בבוצה - גבוהה ולכן ניתן לטפל בה בשיטת העיכול האנאירובי.



1/2/2014

1401R6450.doc

טיפול זה מייצב את הבוצה וגם מאפשר הפקת אנרגיה ממנה. בשנת 2009 נחנך מתקן עיכול אנאירובי לטיפול בבוצת מט"ש "הגיוחון" בירושלים. תפוקת החשמל של המתקן מספקת את כל תצרוכתו העצמית של המט"ש. לחברה רישיון הפקת חשמל ל - 20 שנה התפוקה העודפת נמכרת לחברת חשמל ומשפרת את ריווחיותו של המט"ש.



מפעל עיכול אנאירובי ב - Neihiem גרמניה

ואחרי שמתבצע תהליך תסיסה אירובית המכלה את החמצן בתעלות העיכול. עם התכלות החמצן בתעלת העיכול מתחיל התהליך האנאירובי. גם במקרה זה מבוקרת טמפרטורת התהליך על מנת למקסם את ייצור המתאן בביוגז. הביוגז המשתחרר במהלך תהליך העיכול נאסף למיכל אגירה ומשמש לייצור חשמל. להבדיל מהתהליך הרציף במתקני התסיסה הרטובה, התהליך היבש הוא מנתן.



מבנה תעלות העיכול במפעל עיכול אנאירובי יבש לייצור חשמל ב - Schweinfurt גרמניה

3.4.6 עיכול אנאירובי יבש

תהליך העיכול האנאירובי היבש דומה מבחינת התהליך הביולוגי לתהליך הרטוב. מימוש המתקן והתהליך שונה. במקרה זה מוכנסת הפסולת האורגנית לתעלות עיכול עשויות בטון, בלא שהומסה במים. תהליך העיכול מתבצע בתוך התעלות אחרי שנאטמו

הפסולת מוכנסת לתעלת העכול עד למילוי התעלה. עם מילוי המלא של התעלה נאטמת דלת התעלה והפסולת שוהה בה 21 יום, עד שתפוקת המתן מגיעה לסיומה. בשלב זה מוצאת יתרת הפסולת ומועברת לקומפוסטציה בעוד התעלה המרוקנת מתחילה להתמלא בפסולת למחזור עיכול נוסף.



מימדי התעלות:

מימדי התעלות נקבעים משיקולים פרקטיים. חתך התעלות הוא כ- 5.5X4.5 מטר על מנת לאפשר כניסה ותפעול של שופל באמצעותו מוכנסת הפסולת לתעלה. אורך התעלה נקבע בהתאם לכמות הפסולת היומית המגיעה למתקן בשאיפה להפחתת השטח שתופסות התעלות וההשקעה בהקמתן.

יתרונות התהליך היבש:

- ה. הטכנולוגיה בשלה ומוכחת במפעלים רבים בעולם המערבי.
- ו. הפחתת כמות הפסולת המוטמנת במטמנות.
- ז. פתרון יעיל להפקת אנרגיה כחלופה להטמנת הפסולת "הרטובה" במטמנה.
- ח. ניתן לקבל ולסחור בזכויות פחמן על הביוגז הנוצר (CDM).
- ט. התהליך פשוט ויעיל.
- י. עלות תפעול ותחזוקה נמוכה (יחסית לשיטה הרטובה).

חסרונות התהליך היבש:

הקמת מפעל מחייבת השקעה גבוהה.

3.4.7 הפקת אנרגיה מפסולת באמצעות מתקני PGM

PGM הוא שמה של טכנולוגיה חדשה יחסית המבוססת על שלושה תהליכים פיזיקליים המתרחשים בטמפרטורה גבוהה בסביבה נטולת חמצן:

- פירוליזה (Pyrolysis) – פירוק חומרים אורגניים בסביבה נטולת חמצן.
- גזיפיקציה (Gasification) – פירוק חומרים פחמניים לתערובת גזית סינטטית של מימן ו-CO הנקראת SINGAS, גז סינטטי דליק.
- התכה (Melting) – התכת מרכיבי הזכוכית והמתכות שבפסולת. לקיום כל שלושת התהליכים נדרשת אנרגיה בטמפרטורה גבוהה המושגת באמצעות קשת חשמלית המייצרת פלסמה. פלסמה היא גז במצב מולקולרי מעורר (בלתי יציב) הנוצר כאשר שורר מתח חשמלי גבוה מאוד בין שתי אלקטרודות שביניהן נמצא הגז. טמפרטורת הפלסמה הנוצרת – גבוהה מאוד (אלפי °C).

טכנולוגיה זו מאפשרת הפיכת פסולת ביתית לגז ה-Syngas המנוצל להפקת חשמל או חום.

מתקן פיילוט לכילוי פסולת ביתית בשיטת ה-PGM הוקם בשנת 2007 במטמנת



1/2/2014

1401R6450.doc

עיבלין כדי להדגים את התהליך. במתקן נבנה ריאקטור שבו מותקן מתקן קשת חשמלית המייצר פלזמה כדי לספק את האנרגיה הדרושה לפירוליזה, לגזיפיקציה ולהתכה. המרכיבים המתכתיים והזכוכיתיים שבפסולת מותכים והופכים ללבני



זכוכית אינרטיית
בהן מוטמעות
מולקולות מתכת.
המרכיבים
האורגניים
עוברים
גזיפיקציה
ופירוליזה כאשר
התוצר הסופי
הוא גז
(SYNGAS)
המשמש כדלק
לגנרטור המייצר
חשמל.

יתרונות השיטה :

- א. הוצאות התפעול אמורות להיות נמוכות.
- ב. כילוי הפסולת מייתר את הצורך בהטמנה.
- ג. המתקן מייצר חשמל.
- ד. תוצר לוואי של התהליך – ייצור אריחי זכוכית לשימוש בתעשיית הבניה.
- ה. אין אפר ושאריות מוצקות (למעט לבני הזכוכית).
- ו. פליטת מזהמים נמוכה (במיוחד דיאוקסינים).

חסרונות השיטה :

- טכנולוגיה חדשנית שהניסיון אתה מועט מאוד (קיימים 2 מתקנים מסחריים ביפן).
עלות ההקמה גבוהה יחסית לטכנולוגיות אחרות.
הקמת מתקן החלוץ באזור מטמנת אבליים עוררה התנגדות עזה של תושבי הישובים הסמוכים. הקמת מתקן מסחרי בישראל עלולה לעורר התנגדות ציבורית רחבה.



3.5 אגירה שאובה

למעט בעת טיפול תחזוקה, פועלות הטורבינות בתחנות הכוח ללא הפסקה כיון שתהליך הפסקה והפעלה סדורים נמשכים זמן רב. תחנות כח ערוכות לספק את הביקוש בשעות השיא, יש לחברת חשמל הספק עודף ניכר בשעות הלילה בהן מושבתת רוב התעשייה ועיקר הצריכה הביתית. בשעות שיא הביקוש לעומת זאת מתקרב ההספק, שנדרשת חברת חשמל לספק, למכסימום היכולת וכל תקלה קטנה עלולה להפיל את המערכת. כיון שאגירת אנרגיה חשמלית במצברים אפשרית רק עבור מתח ישר ונמוך, אין אפשרות לאגירה ישירה של עודפי החשמל המיוצר בלילה. אגירה שאובה מהווה מענה עקיף לצורך באגירת אנרגיה חשמלית במתח חילופין גבוה. השיטה מבוססת על שאיבת מים באמצעות משאבה חשמלית ממאגר הנמצא במקום נמוך אל מאגר הממוקם במקום גבוה בשעות הלילה. ביום, בשעות שיא הביקוש, מוזרמים המים מהמאגר העליון לתחתון דרך אותה משאבה ששאבה אותם בלילה אבל בכיוון ההפוך. המשאבה מתפקדת בשלב זה כטורבינה המסתובבת בכח המים הנופלים ומייצרת חשמל המוזרם לרשת ומסייע לחברת חשמל להתגבר על שיא הביקוש. כיון שבשעות שיא הביקוש החשמל יקר ובשעות השפל זול, מאפשרת המערכת רווח כספי שכן השאיבה מתבצעת בעלות נמוכה יחסית בתעריף שפל בעוד שעבור החשמל הנמכר לחברת חשמל מקבלים תעריף גבוה בהרבה. אף כי השאיבה מתבצעת באמצעות שריפת דלק שאינה תורמת לאיכות הסביבה, יש לזכור כי הדלק הנשרף בתחנות הכוח בלילה נשרף בכל מקרה והאגירה השאובה חוסכת שריפת אנרגיה נוספת בשעות השיא.

ליישום טכנולוגיה זו שני יתרונות עיקריים: א. הגמישות התפעולית והתגובה הדינאמית שהיא מאפשרת למנהלי רשת החשמל ב. המענה הממוקד לשיאי הביקוש מאפשר דחיית הקמת תחנה גדולה נוספת. בנוסף לתשלום שמקבלים היזמים המקימים תחנת אגירה שאובה תמורת החשמל שהם מייצרים הם מקבלים תשלום שוטף עבור זמינות השרות שהם מספקים. תשלום זה משולם להם באופן שוטף גם אם אינם מפעילים את המשאבה כטורבינה ואינם מוכרים חשמל. התשלום משולם תמורת הכוונות של תחנת האגירה השאובה למתן הפתרון הנקודתי הנדרש בעת שיא ביקוש. בישראל מתוכננים כיום מספר מתקני אגירה שאובה. המתקן הראשון בהספק של 300 מגוואט יוקם ברכס מנרה בין מאגר עליון ברכס ומאגר תחתון בעמק החולה. הפרש הגובה בין שני מאגרים אלה – 670 מטר.



1/2/2014
1401R6450.doc

יעד אדריכלים ומתכנני ערים ונוף בע"מ

Ya'ad Architects & Planners Ltd.



א. מענה בע"מ
פתרונות ירוקים

מתקן אנרגיה שאובה בחו"ל





4. מדיניות ממשלת ישראל לשילוב אנרגיה מתחדשת במערך ייצור

החשמל

4.1 מדיניות הממשלה להקצאת גורמי ייצור חשמל באמצעות

אנרגיות מתחדשות

4.1.1 החלטות הממשלה

יעד ייצור החשמל באמצעות אנרגיות מתחדשות: החלטת הממשלה שמספרה 4450 (חכ/176), מיום 29.01.2009, קבעה יעד מנחה לייצור חשמל מאנרגיה מתחדשת בהיקף של 10% מצורכי האנרגיה בחשמל של המדינה בשנת 2020. באותה החלטה נקבע לפעול להקמת תחנות כח בהיקף שלא יפחת מ-250 מגה-וואט בכל שנה, החל משנת 2010 ואילך כאשר יעד ביניים הינו ייצור בהיקף של 5% מייצור החשמל בסוף שנת 2014.

על פי החלטה זו, אנרגיה מתחדשת מוגדרת כאנרגיה שמקורה בניצול חום וקרירת שמש, רוח, ביו-גז וביו מסה או מקור לא מתכלה אחר שאינו דלק פוסילי. יעד התייעלות אנרגטית לשנת 2020: להחלטה 4450 המתוארת לעיל קדמה החלטת ממשלה שמספרה 4095, מיום 1.09.2008 והחלטה 3261 (חכ/69) מיום 29.01.2009, בהן הוחלט על שורת צעדים להתייעלות אנרגטית ולצמצום בצריכת החשמל (התייעלות אנרגטית – שם כולל לפעולות שנועדו לצמצם את צריכת החשמל), בהיקף של 20% מצריכת החשמל הצפויה בשנת 2020 בתרחיש התנהגות רגילה.

בשנת 2011 (17.7.11) קבעה הממשלה בהחלטתה מס' 3484 כי יש לפעול למימוש יעדי הממשלה ליצור חשמל בהתאם להחלטה 4450, וכן נקבעו מיכסות לכל סוגי האנרגיות המתחדשות.

יעד ייצור החשמל באמצעות אנרגיות מתחדשות לשנת 2020, תחת הנחת התייעלות אנרגטית: 6.43 טרה-וואט שעה (TWH).

אנרגיה סולרית היא המתאימה ביותר למדינות שטופות שמש כמו ישראל. פרופ' דוד פיימן מהמכון לחקר המדבר של אוניברסיטת בן גוריון טוען שאפשר לספק את כל צריכת החשמל של ישראל באמצעות 15 שדות של קולטי שמש שייבנו בנגב בתוך עשרים שנה. לפי החישובים שעשה פיימן, תספיק כמות החשמל אפילו בשביל לטעון מצברים במשך היום כדי להוסיף ולספק חשמל גם בלילה ללא צורך במערכות גיבוי.



1/2/2014

1401R6450.doc

לצעד כזה יש השלכות רבות. החשובה שבהן היא קבלת עצמאות אנרגטית: הפיכתה של ישראל למדינה עצמאית מבחינת אספקת האנרגיה, כלומר בלתי תלויה בשוק הנפט. החשיבות ליישום פתרונות של אנרגיה חלופית בארץ ברורה, אבל נראה שלממשלה אין די חזון ואומץ לפעול בכיוון במלוא המרץ. מדינת ישראל נמצאת היום בנקודת החלטה קריטית: תמיכה ממשלתית בשנים הקרובות, הנחוצה כל כך בשלב פיתוח הטכנולוגיה, עשויה להעניק לישראל דריסת רגל בשוק עתידי ומבטיח זה.

4.1.2 תחזית הספק מותקן ותחזית ייצור באמצעות אנרגיות מתחדשות

משרד התשתיות הלאומיות פועל למימוש מדיניותה של ממשלת ישראל באמצעות הגדרה של אבני דרך במטרה לעמוד ביעד של ייצור חשמל מאנרגיה מתחדשת בסדר גודל של 6.4 TWh בשנת 2020. אבני הדרך הוגדרו לטווחי זמן של שנתיים כאשר הנתונים הינם על סמך תחזית הביקושים ושיעורי ההתייעלות עד שנת 2020. מדיניות משרד התשתיות לשילוב אנרגיות מתחדשות תבחן ותתעדכן בשנת 2014 בהתאם להתפתחויות הטכנולוגיות והכלכליות ולשינויים בתחזית הביקוש.

תחזית הספק מותקן באנרגיות מתחדשות לפי טכנולוגיה (MW מותקן) אבני דרך לשנים 2014-2020

	2020	2018-2019	2016-2017	2014-2015	
אחוז מסה"כ הספק מותקן (%)	20	17	12	7	יעד התייעלות אנרגטית, אחוז הביקוש הצפוי [%]
	64.3	64.5	61.5	60.4	אומדן ביקוש אנרגיה חזוי כולל התייעלות אנרגטית [TWh]
	800	600	400	250	רוח [MW]
	210	160	100	50	ביו-גז וביו מסה [MW]
	1200	1000	750	700	תרמו-סולארי או פוטו-וולטאי "גדול" [MW]
	350	350	350	350	פוטו-וולטאי "בינוני" [MW]
	200	200	200	200	פוטו-וולטאי עד 50 KW [MW]
100%	2760	2310	1800	1550	סה"כ הספק מותקן [MW]
	10.2%	8.3%	6.5%	5.3%	שיעור הייצור באנרגיות מתחדשות [%]
אומדן לשטח הקרקע הנדרש לפי תחזית הספק המותקן הוא כ-33,800 דונם					



תחזית הייצור באמצעות אנרגיות מתחדשות [TWh]

שיעור מסה"כ ייצור האנרגיה	2020	2019-2018	2017-2016	דצמבר 2014	
30.04%	1.96	1.47	0.98	0.61	רוח [TWh]
21.1%	1.38	1.05	0.66	0.33	ביו-מסה [TWh]
34.87%	2.28	1.90	1.43	1.33	תרמו סולאר או פוטו וולטאי "גדול" [TWh]
9.1%	0.60	0.60	0.60	0.60	פוטו וולטאי "בינוני" [TWh]
4.89%	0.32	0.32	0.32	0.32	פוטו וולטאי עד 50 KW [TWh]
100%	6.54	5.34	3.98	3.19	סה"כ ייצור אנרגיה בפועל [TWh]

4.1.3 צעדים עיקריים לעידוד המדיניות המוצעת על ידי הממשלה

- א. **איתור ופיתוח מקבצי ייצור** - משרד התשתיות הלאומיות פועל להקמת מקבצי ייצור חשמל באמצעות אנרגיות מתחדשות. אותרו אתרים מתאימים בנגב עליהם לא חלות מיגבלות סטטוטוריות. המטרה היא לרכז מספר גורמי ייצור במקבץ רציף ובכך להקטין את הפגיעה בשטחים הפתוחים ולהקל על הולכת האנרגיה. משרד התשתיות יקדם את הקמת מקבצי הייצור בשיתוף פעולה עם מנהל מקרקעי ישראל, רשויות התכנון ומשרדי הממשלה הנוגעים בדבר.
- ב. **ייצור חשמל באמצעות אנרגיית רוח** - טכנולוגיית ייצור החשמל על ידי רוח הינה כדאית יחסית לטכנולוגיות אחרות. החסם העיקרי לפיתוח תחום זה הינו החסם הסטטוטורי. משרד התשתיות סקר אזורים לחיפוש אתרים מתאימים בנגב, וכן פועל המשרד לתת מענה לבקשות יזמים למדידת משטר רוחות. במקביל פועל המשרד להסרת חסמים לפיתוח מול משרדי הממשלה הרלוונטים, וכן מקדם עם מנהל מקרקעי ישראל מכרז קרקע להצבת תרניי מדידת רוח.
- ג. **ייצור חשמל באמצעות ביו-גז וביו-מסה** - לטכנולוגיות גזיפיקציה ושריפת פסולת יתרון בולט בייצור חשמל כבר בטווח הקצר. המשרד פועל בשיתוף פעולה עם רשות המיסים להחלת פחת מואץ של 25% על מתקני ייצור במכוני טיהור שפכים ומטמנות. מהלך זה אמור לקדם את הקמתם של המתקנים בשל עלויות ההקמה הגבוהות במיוחד, המהוות חסם בפני יזמים. משרד התשתיות פועל בשיתוף עם המשרד להגנת הסביבה לקידום מתקנים במטמנות פסולת.



1/2/2014

1401R6450.doc

- ד. **תיקון החוק לעידוד השקעות הון** - מטרת משרד התשתיות להחיל הקלות מכוח החוק על תעשייה מתחום האנרגיה המתחדשת המבוססת על "ידע" מקורי בתחום (ללא רכיב ייצור), בהתאם לאישור המדען הראשי במשרד התשתיות הלאומיות.
- משרד התשתיות פועל בשיתוף עם משרד התמ"ת להרחבת ההטבות מכוח החוק כך שיחולו גם על מתקני ייצור חשמל באמצעות אנרגיות מתחדשות.
- ה. **הקלות מיסוי** – כדי לעודד את הפריפריה צפוי מס חברות המושת על חברות הממוקמות בפריפריה ועוסקות בייצור אנרגיה מתחדשת להיות נמוך מזה המוטל על חברות אחרות.



5. מדיניות גופים מוסדיים לקידום הקמת מתקנים סולאריים

5.1 מדיניות מנהל התכנון משרד הפנים

כמהלך מקדים להכנת תכנית המתאר הארצית תמ"א/10/ד/10 הוכן על ידי צוות מטעם מנהל התכנון במשרד הפנים מסמך: "מדיניות המועצה הארצית לקידום מתקנים סולאריים לייצור חשמל" (עורכי המסמך: אפרים שלאין, נועה נאור, רן דרסלר, פברואר 2010). במסמך זה הוגדרו עקרונות לקידום סטטוטורי של תכנית להקמת מתקנים סולאריים, עקרונות אלה היוו את הבסיס לפיתוח הוראות תמ"א/10/ד/10:

- א. עידוד הקמת מתקנים לייצור אנרגיה באמצעות תאים פוטו וולטאיים (PV) על גגות מבנים שנבנו כדין (למעט חממות).
- ב. עדיפות לשימוש מקביל נוסף בקרקע - חניה, מאגרי קולחין וכדומה. עדיפות לקידום פרויקטים של PV במחוז הדרום בשל מספר ימי שמש גבוה, עוצמת קרינה גבוהה ועידוד הפריפריה.
- ג. עדיפות להקמת מתקנים בשטחים המיועדים לפיתוח בתכניות - מתקנים הנדסיים, תעשייה, מלאכה, לוגיסטיקה ואחסנה. (עד 10% משטח אזור תעשייה, ובדרום הארץ עד 30% משטח של אזור תעשייה).
- ד. שטחים פתוחים - תותר הקמת מתקני PV בהיקף של עד 300 דונם בתנאי צמידות דופן. בשטח בעל רגישות נופית סביבתית או במיקום שאינו צמוד דופן יוגש מסמך נופי סביבתי שיכלול חלופות.
- ה. יש להמנע מהקמת מתקנים סולאריים בשמורות טבע, גנים לאומיים ושטחי יער וייעור.
- ו. בשטח המכלולים הנופיים על פי תמ"א 35 תיערך תחילה בחינת חלופות מחוץ לשטח המכלול הנופי וייקבעו הנחיות לשילוב נופי.

בשטח חקלאי:

- בחינת המיקום המוצע ברמה אזורית.
- העדפת שטחים חקלאיים נחותים (אדמת זיבורית).
- המתקן המוצע לא יטיל מגבלות על שטחים שכנים המיועדים לעיבוד חקלאי.
- בתכנית המוצעת תשולב התשתית הנדרשת למתקן.
- הקמת מתקן בשטח החקלאי הפתוח תותר רק ביישוב אשר ניצל את אפשרויות ההקמה בשטח המחנה.



- הבטחת החזרת השטח לשימוש חקלאי בתום עבודת המתקן.

בשטחי אש ובסמיכות להם יתקיים תיאום עם מערכת הביטחון.
כל יוזמה להקמת מתקן סולארי תכלול את אופן הוצאת האנרגיה ממנו אל רשת החשמל,
ואת כל התשתיות הדרושות להפעלתו, לרבות דרך הגישה.

5.2 תמ"א/10/ד/10 - תכנית מתאר ארצית למתקנים פוטו וולטאיים

מטרת התכנית לקבוע הנחיות להקמת מתקנים פוטו וולטאים על מנת לעודד את השימוש בהם לניצול אנרגית השמש לצורך ייצור חשמל. זאת, בכל שטח המדינה תוך מניעת מפגעים ומזעור הפגיעה בשטחים הפתוחים, באיכות הסביבה והנוף, ובמגמה לפשט וליעל את תהליכי הקמתם.

איזון בין פוטנציאל ייצור החשמל לבין אזילת הקרקע: ישראל הינה ארץ שטופת שמש, איפיון המהווה תמריץ לפיתוח מקורות אנרגיה מתחדשים, לרבות אנרגיה פוטו וולטאית. מנגד ישראל מאופיינת במשאב קרקע מצומצם ולכן יש לאזן בין קטבים אלה. האיזון יושג על ידי הרחבת האפשרות להקמת מתקנים בשטחים בנויים, מיועדים לבינוי או מופרים.

נושאי התכנית:

- התכנית מאפשרת הקמת מתקנים פוטו וולטאיים קטנים ובינוניים בהתאם ליעדים שנקבעו.
- ההגבלה על גודל המתקנים מתייחסת לשטח ולהתחברות למערכת הולכת החשמל ולא להספק או היקף ייצור חשמל.
- התכנית קובעת מערכת של כללים שתחול על מתקנים פוטו וולטאיים, במטרה להקנות למוסד התכנון כלים לבחינת התכנון המוצע מצד אחד, ולצמצם מצבים של חוסר וודאות כלפי היזם, מצד שני.

5.2.1 מסלול ההיתרים

התכנית כוללת הוראות למתן היתרי בניה להקמת מתקן פוטו וולטאי בתנאים הקבועים בה:

למתקנים על גגות מבנים וחזיתות מבנים שנבנו כדין, גם אם התכנית החלה עליהם אינה כוללת שימוש זה.

למתקנים בייעודי קרקע לפי תכנית הכוללת הוראות מפורטות כגון **אחסנה ו/או מבני משק, תעשייה ומתקן הנדסי**, גם אם התכנית החלה אינה כוללת שימוש זה. תתאפשר הקמת מתקנים גם בין המבנים, על עמודים, על טרקרים ועל הקרקע תוך עידוד שימוש כפול. בייעוד תעשייה ניתן להקים מתקנים על הגג.



1/2/2014

1401R6450.doc

בכך יוצרת התמ"א מסלול מהיר וזמין, שאינו כרוך בשינוי ייעוד, ומאפשרת את יישום מדיניות הממשלה והמועצה הארצית.

הקמת מתקן פוטו וולטאי תתאפשר מכוחה של תכנית הכוללת הוראות מפורטות בייעודים או בשימושים מסוימים ובלבד שהדבר לא נאסר בתכנית. בנוסף, הקמת המתקן תתאפשר בהתאם לזכויות ולמגבלות הקיימות לפי התכנית החלה, למעט לעניין גובה המתקן ולאחוזי הבניה במקרים יוצאי דופן.

מאגרים ובריכות דגים:

מאחר ומאגרים הם מתקנים הנדסיים, ומאחר וחלק ניכר מהמאגרים נבנו שלא בייעוד למתקן הנדסי הוחלט על ידי עורכי התמ"א לאחר הגשת ההשגות לתכנית, לערוך שינויים בהוראות התכנית: לייחד למאגרים ולבריכות דגים סעיף נפרד בתמ"א (נגרעו מסעיף מתקן הנדסי). תותר הקמת מתקנים פוטו וולטאיים במאגרים ובריכות על פי המפורט להלן:

א. על מלוא שטח דפנות המאגר/בריכה;

ב. על פני המים במתקן צף או בקירוי. שיעור הכיסוי יהיה נתון לשיקול דעתו של מוסד התכנון, ובכפוף לסוג השימוש המאגר.

ג. הקמת מתקן פוטו וולטאי במאגר ובריכת דגים תהיה בכפוף להתייעצות עם רשות המים, משרד הבריאות ומשרד החקלאות. מוסד תכנון יהיה רשאי לדחות את הבקשה להקמת מתקן פוטו וולטאי במאגר אם לדעתו עלולה להיגרם פגיעה נופית וכן במקרה שהמאגר משמש או נועד לשמש גם למטרות של נופש ופנאי לפי התכנית החלה במקום.

חניונים ומגרשי חניה:

במקום בו תכנית הכוללת הוראות מפורטות מייעדת שטח במבנה לחנייה, תותר הקמת מתקן פוטו וולטאי על גג המבנה, או בחניון במגרש פתוח, למעט באזור מגורים. התכנית מאפשרת את הנ"ל גם בסביבה שאיננה עירונית. אחוזי הבניה להקמת מתקן פוטו וולטאי בחניון: 50% משטח קומת הגג, אם היא משמשת לחניה בחניון או משטח מגרש חניה פתוח. בהוראות התכנית נקבעו תנאים לאי פגיעה בשטח ציבורי ובזכויות המעבר של הציבור, תוספת גובה למתקן כדי להבטיח שימוש כפול ועוד. למוסד תכנון יהיה שיקול דעת שלא לאשר את המתקן הפוטו וולטאי, בהתאם לשיקולים המפורטים בתמ"א.

חלקות א' בנחלות מושביות:

בחלקה א' בנחלה המושבית תותר הקמת מתקן פוטו וולטאי באמצעות היתר בניה על פי התנאים הבאים:



1/2/2014
1401R6450.doc

- א. החלקה כלולה בתחום הקו הכחול של תכנית הכוללת הוראות מפורטות וייעודן חקלאי.
- ב. השטח צמוד לשטח המגורים או למבנה משק שמיקומו צמוד לשטח המגורים.
- ג. שטח המתקן יהיה עד 1 דונם בלבד.
- ד. יועדף השימוש בעמודים או בעוקבים, המטרה למנוע פגיעה בשימושים חקלאיים, ככל שניתן.

מתקן ביטחוני:

במתקן ביטחוני תתאפשר הקמת מתקן פוטו וולטאי על גגות מבנים וחזיתות על פי אותם כללים החלים על כל מבנה אחר.

5.2.2 מסלול תכניות למתקנים פוטו וולטאים

מוסד תכנון רשאי ליעד בתכנית קרקע להקמת מתקן פוטו וולטאי ולקבוע הוראות לתכנונו וביצועו, ניתן לקבוע כי היעד למתקן יהיה משולב ביעוד חקלאי. עדיפות במיקום המתקן: בנפת באר שבע, נפת גולן ועוטף עזה. שיקולים לבחינת חלופות למיקום המתקן: (על פי סדר עדיפות יורד). בשטח המיועד לבינוי. בשטח המיועד לפיתוח, שהוא צמוד דופן לשטח המיועד לבינוי. בשטח המיועד לפיתוח. בשטח פתוח צמוד דופן לשטח המיועד לבינוי. בשטח פתוח צמוד לשטח המיועד לפיתוח. בשטח פתוח שאינו צמוד דופן רק אם ייעודו מטמנה מחצבה או אחר והשימוש בו למטרה זו הסתיים אך לא ניתן להחזירו לשימוש חקלאי. מוסד התכנון יבחן את מיצוי העתודות בשטח. בשטח פתוח שאינו צמוד דופן.

עדיפות למתקנים על גגות וחזיתות או לשימוש כפול:

רשאי מוסד תכנון לתת עדיפות למתקן על גג וחזית או שימוש כפול ולהתחשב בשיקולים כמו: היקף השטח, שימושי הקרקע, טופוגרפיה, מפנה, איחוד תשתיות, קרבה לתשתיות, ערכיות השטח (חקלאי וטבע), נצפות, רציפות, דרכי פיתוח עתידיים ועוד.

בשטח שייעודו תעשייה:

היקף שטח למתקן פוטו וולטאי יהיה עד 10% משטח המיועד לתעשייה. בנפת באר שבע, נפת גולן ובעוטף עזה עד 30% מהשטח (מתקנים על גגות לא כלולים בחישוב



1/2/2014

1401R6450.doc

זה). הקצאה למתקן בשטח גדול מזה תישקל ע"י מוסד התכנון בהתאם לצרכי המיקום ובשיקול מתן עדיפות נוספת לפריפריה.

בשטח שייעודו בינוי:

מוסד התכנון ייתן עדיפות לתכנית המאפשרת שימוש נוסף על השימוש של מתקן פוטו וולטאי.

בשטח שייעודו שטח פתוח:

בישוב חקלאי - היקף השטח למתקן פוטו וולטאי יהיה עד 10% משטחי המשבצת החקלאית של יישוב טרם הקמת מתקן עד שטח מצטבר של 300 דונם – הנמוך מבין השניים. (משבצת חקלאית – על פי הרישום במשרד החקלאות ופיתוח הכפר ביום אישור תכנית זו). מיקום על גג או חזית לא יכלול במנין השטחים במשבצת. **מחוץ לישוב חקלאי** - היקף השטח להקמת מתקן לא יעלה על 300 דונם. למוסד התכנון זכות לשקול הגדלת שטח המתקן לאחר התייעצות עם הרשות המקומית ועם משרד החקלאות בהתייחס למשבצת חקלאית. עם תום השימוש במתקן הפוטו וולטאי יהיה השימוש המותר **חקלאי** או לפי ייעודו בתכנית מאושרת ערב אישור המתקן.

תכולת תכנית למתקן פוטו וולטאי

- א. התכנית תציג את כל הנדרש להפעלת המתקן: חיבור המתקן למתח גבוה או עליון דרך הוצאת האנרגיה, דרך גישה, מבנים תפעוליים נדרשים (צמצום גודלם ועדיפות להסרתם), גידור תאורה וטיפול נופי, קווי תשתית עיליים או תת קרקעיים וכל שינוי נדרש בקווים אלה.
- ב. בשטח שאינו מיועד לבינוי תלווה התכנית בנספח ניקוז והידרולוגיה בהתאם לתמ"א 34/ב/3.
- ג. סקר ההיתכנות קבע כי הוצאת האנרגיה תעשה בקו מתח עליון חדש. הרצועה לקו זה תהווה חלק ממסמכי התכנית. תכנון רצועת הקו ואם יידרש לכך תסקיר השפעה על הסביבה ייערך על ידי ספק השירות החיוני. יש להדגיש כי לא תאושר תכנית להקמת מתקן פוטו וולטאי מכוחה של תכנית זו, אם ידרוש חיבורו לרשת הולכת החשמל הקמת קווי מתח על (400 ק"ו) שאינם קיימים או מאושרים.

5.2.3 תעודף הפריפריה

בהוראות נקבעו תנאים המתעדפים את נפת באר שבע, **נפת גולן** ואת עוטף עזה ולהלן הפירוט:

במסלול ההיתרים:

ניתן יהיה להקים מתקן בהיתר בהיקף של עד 30% משטחו של אזור תעשייה שיש



בו שטחים שטרם נבנו.

ניתן יהיה להקים מתקן בהיקף של עד 30% משטחו של מתקן הנדסי שיש בו שטחים שלא נוצלו במלואם, ורשאי מוסד תכנון לאפשר מתקן עד 45% משטח המתקן ההנדסי, לאחר שבחן את הצרכים הנוכחיים והעתידיים למתקן הנדסי באותו מיקום.

במסלול התכניות:

בנפת באר שבע, בנפת גולן ובעוטף עזה ניתנת עדיפות להקמת מתקן פוטו וולטאי בשטח צמוד דופן לבינוי או לפיתוח או בשטח פתוח בהשוואה לשטחים בשאר חלקי הארץ.

5.2.4 בחינת האיזון שבין מתן מענה למשק האנרגיה לבין צמצום הפגיעה

בשטחים פתוחים

בתכנית נכלל סעיף שיאפשר מעקב בקרה ועדכון התכנית בפרק זמן נקוב. תמ"א 10/ד/10 מאפשרת הכנסה של טכנולוגיה חדשה לייצור חשמל, והטמעתם באופן נרחב בהיתרים הן על גגות מבנים שאושרו בתכניות והן על הקרקע בייעודי קרקע מסויימים שחלה עליהם תכנית מאושרת. אלה שמצדדים בהעדפת התקנת מתקנים על גגות וחזיתות אינם בטוחים שהתכנית יוצרת את התשתית המתאימה לכך. לעומתם, אלה שמצדדים במתקנים גדולים יותר בשטחים פתוחים, משוכנעים שהתכנית מצרה את צעדיהם. ראוי לבחון את מידת היישום והמימוש של התמ"א בתום תקופה של ארבע שנים מיום אישורה.

5.3 תמ"א 12/ד/10 תכנית מתאר ארצית לטורבינות רוח

מטרת התכנית לקבוע הנחיות להקמת טורבינות רוח על מנת לעודד את השימוש בהן לניצול אנרגיית הרוח לצורך ייצור חשמל. זאת, תוך מניעת מפגעים ומזעור הפגיעה בשטחים הפתוחים, באיכות הסביבה, הנוף והאקולוגיה, ובמגמה לפשט ולייעל את תהליכי הקמתן. התכנית מקודמת על ידי מנהל התכנון ועומדת לפני דיון למתן תוקף.

5.4 מדיניות מנהל מקרקעי ישראל

מועצת מקרקעי ישראל קיבלה החלטה המתייחסת להקמת מתקנים פוטו וולטאים, החלטה זו התקבלה בתאריך 9.9.2008 ומספרה 1162: שיעור התשלום על הקרקע עליה יוקם המתקן יהיה כמו בהקצאה לתעשייה. מתקני



1/2/2014

1401R6450.doc

אנרגיה חלופית על גגות מבנים קיימים, שנבנו כדין, יהיו פטורים מתשלום.

בשטח משבצת חקלאית:

10% משטח הפרויקט (ולכל היותר 10% משטח הפרויקט) ייחשב במניין השטחים המותרים לתעשייה. היקפי שטח הנדרשים למתקן פוטו וולטאי הם גדולים ולא ניתן להכלילם בהחלטה של היקפי הקרקע המרביים המותרים לפיתוח לתעסוקה ביישוב חקלאי (80 דונם).

בהחלטה נקבעו כללים לאישור מתקן גם אם מוצתה מכסת הקרקע לצרכי תעשייה ביישוב.

מועצת מקרקעי ישראל יכולה לאשר מתקני תשתית לאומית גם מחוץ לשטחי המשבצת החקלאית.

5.5 מדיניות משרד החקלאות ופיתוח הכפר

הקצאת שטח למיזם אנרגיה סולארית: מקסימום 250 דונם משטח המשבצת. לא יותר מ-10% משטח המשבצת הקיים.

ביישובים בתת איכלוס - לא תינתן המלצה להקמת חווה סולארית. ביישובים עם קרקע עודפת - תיידרש החזרת קרקע לרשות המדינה בהיקף כפול מהשטח הדרוש לחווה.

איתור קרקע - העדפה של קרקע בעלת ערך חקלאי נמוך (זיבורית).

משרד החקלאות ייתן המלצה להקמת מתקן לייצור אנרגיה סולארית רק לאגודה כעיבוד משותף ולא לחקלאי בודד.

תכנון אתר לאנרגיה סולארית:

פיתוח אתר לאנרגיה סולארית יאפשר ככל האפשר המשך פעילות חקלאית (בזמן הקמה ותפעול). בתום תוקף התכנית או תום השימוש תוחזר הקרקע לשימוש חקלאי נקייה וראויה לעיבוד.



6. מרחב רמת הגולן סקירה נופית

6.1 חטיבות נוף

הגולן נחלק שלוש יחידות נוף: **צפון**, **מרכז** ו**דרום**. כל יחידה ניתן לחלק לחלוקת משנה: מזרח ומערב. היחידות שונות זו מזו במבנה הטופוגרפי, במסלע, בהידרולוגיה, בצומח וגם באופי ותולדות הישוב בהן.

צפון הגולן:

גבולות יחידה זו הם נחל סער – ברכת רם בצפון וכביש גשר בנות יעקב – עין זיוון במערב וכביש ציר הנפט במזרח. האזור הגבוה ביותר בגולן 1,220 מ' עד 700 מ' בעל משקעים רבים (גשמי חורף, שלגים וטל קיץ), טמפרטורות חורף נמוכות ועננות נמוכה. במערב שורת נחלים היורדים לעבר עמק החולה וביניהם רמות משתפלות למספר מדרגות אל עבר עמק החולה. במזרחו שורת הרי געש מהר כרמים בצפון ועד הר פרס בדרום, וביניהם בקעות רחבות. מעברם המזרחי של תלי הגעש משתרע החורן הסורי. הצומח הטבעי של אזור זה הוא חורש ים תיכוני של חברת אלון מצוי – אלון תולע. יער אודם מהווה דוגמא מייצגת לצומח זה שכיסה בעבר את מרבית צפון הגולן. בבקעות בין הרי הגעש גידולי מטע נשירים וברמות מרעה בקר. בחלקו הצפון מזרחי הישובים הדרוזיים: מסעדה ובקעתא ומפוזרים באזור זה 10 ישובים כפריים ישראליים. בשטח שרידי הכפרים הצירקסיים ושרידים ארכיאולוגיים של הישוב היהודי בתקופת התלמוד והמשנה. הנוף הנצפה החולש על יחידה זו מצפון הוא הר החרמון בצדה המערבי נצפים עמק החולה, הרי הגליל העליון והרי הלבנון. בצידה המזרחי תצפיות לעבר סוריה ותצפיות מקומיות של תלי הגעש.

מרכז הגולן:

גבולו הדרומי של יחידה זו מקביל לכביש מעלה גמלא – דליות. שיפוע מתון מתמשך מרום 700 מ' עד לכינרת המבוהר ע"י קניונים עמוקים הזורמים לצפון הכנרת דרך בקעת בית ציידא. מעטים הם הרי הגעש במזרח. האזור פחות גשום ויותר חם. מנעד הטמפרטורות פחות קיצוני מאשר בצפון. הצומח הטבעי של אזור זה הוא יער פארק של אלונים תבור. דוגמא לצומח זה הוא יער יהודיה. בשל טרשיות האזור בחלקו המערבי וביצתיות בחלקו המזרחי האזור משמש בעיקר למרעה. שרידי אדם מתקופות קדומות ביותר: מתחמים, דולמנים, שרידים רבים של ישוב יהודי מתקופת התלמוד והמשנה. היום באזור זה 3 ישובים כפריים ועיירה אחת – קצרין. הגליל העליון נצפה בכיוון מערב והכנרת בכיוון דרום מערב. בצד המזרחי נצפים מרחבים פתוחים באזור סוריה.

דרום הגולן:

גבולו הדרומי נחל רוקד ונחל ירמוך. אזור זה המשתפל מגובה 400 מ' בקירוב אל הכנרת במערב בעמקים עמוקים ורחבים, אל נחל רוקד במזרח ואל נחל ירמוך בדרום. לאזור מישורים רחבים ומתלולים מול הכנרת. באזור זה נחשפים סלעי הגיר מתחת לכיסוי בזלת



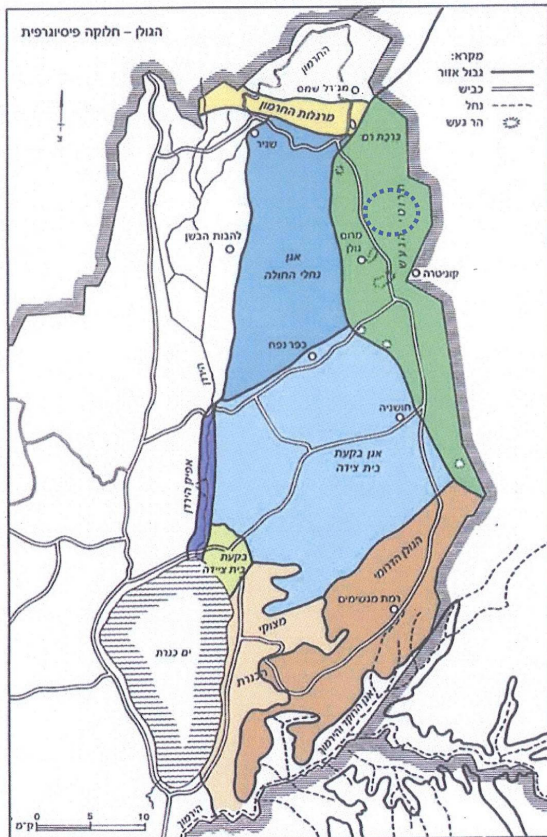
1/2/2014
1401R6450.doc

– אקלימו דומה למרכז הגולן אך יותר חם, פחות משקעים ורוחות עזות יובשניות. הצומח הטבעי שנותר במדרונות כולל את חברת אלה אטלנטית, אלון תבור וחברת שיזף השיח. האזור מעובד בגידולי שדה ברמות ומטעים במדרונות. קיימים שרידי ישוב מתקופות קדומות. באזור כיום 15 ישובים כפריים. הנוף הנצפה מיחידה זו לכיוון מערב תצפיות מרהיבות לעבר הכנרת, לדרום להר הגלעד ולמזרח השתפלות לעבר נחל רוקד והמדבר הסורי.

6.2 יחידות נוף

יחידות נוף טיפוסיות עיקריות ברמה"ג

לרמת הגולן 10 חטיבות נוף עיקריות שלכל אחת מהן מאפיינים חזותיים ברורים ששונים משכנותיה: (מצפון לדרום). בסוגריים מוצגים מספרי פוליגונים של אזורי החיפוש שזוהו בתכנית זו. ראו תשריטים בנספח א'.



יחידות נוף טיפוסיות ברמת הגולן

- א. החרמון (ללא איתורים).
- ב. מרגלות החרמון (איתור מס' 18).
- ג. אגן נחל החולה (איתור מס' 14).
- ד. חרוטי הגעש (איתור מס' 16, 17, 15, 13, 12, 11, 8, 7, 5, 3, 2, 1).
- ה. אפיק הירדן (ללא איתורים).
- ו. בקעת בית צידה – (ללא איתורים).
- ז. אגן בעת בית צידה (7, 6, 5, 4, 3 – PV + 9, 10 – W).
- ח. מצוקי הכנרת (ללא איתורים).
- ט. הגולן הדרומי (איתור מס': 13, 12, 11, 10, 9, 8 – PV).
- י. אגן החקד והירמוך (ללא איתורים).



6.3 מאפיינים ייחודיים

הרי הגעש ותופעות געשיות - בעיקר בצפון הגולן.
נופי מים - נחלים וקניונים במערב, מעיינות ומסילים, בריכות חורף ובתי גידול לחים במזרח ומאגרים.
יערות - אלון מצוי - אלון תולע בצפון, ואלון תבור במרכז ודרום.
המורדות השחונים היורדים לכנרת ולירמוך בדרום.
בתות עשבוניות - מרחבים עשירים במיני צומח עשבוני, לאורכה של השדירה המרכזית בכל יחידות הנוף.
מורשת - שרידים מתקופות קדומות ביותר ועד ימינו, מורשת קרב, בכל יחידות הנוף.

6.4 היבטים נופיים בהתייחס להקמת מתקני אנרגיה מתחדשת

מיקום וגודל - למתקנים הממוקמים באזורים מפותחים (ע"ג מבנים קיימים, בתוך ובסמוך לשטחים מבונים) השפעה קטנה יותר מאילו הממוקמים במרחב הפתוח.
מתקנים קטנים יותר (לדוגמא - מתקני ביומסה) קלים יותר להסתרה / הטמעה בנוף מאשר מתקנים גדולים (דוגמת חוות סולריות, חוות רוח).
תכסית - לסוג התכסית של המתקן יש השפעה נופית ביצירת "כתם" חדש במרקם קיים (דוגמת חווה סולרית) לעומת הוספת רובד חזותי חדש בתוך אותו מרקם (דוגמת חוות רוח שתכסיתה דלילה ופחות מורגשת).
נצפות - היבטי נצפות נבחנים עפ"י מושגים של מרחק הצפיה וכמות הצופים המבטאים את עוצמת ההשפעה החזותית (נצפות קרובה / בינונית / רחוקה). קיים היבט איכותי / ערכי בהגדרה של רגישות הניצפות כפי שבא לידי ביטוי בהגדרת שטחים לשימור חזותי וקו רקיע (בתמ"מ/3/2):
מתוך אבחנות הללו ניתן להגדיר שלמתקני אנרגיה מתחדשת יש השפעה נופית בסדר עולה מההיבט גודל ותכסית:
מתקני ביומסה ← חוות סולריות ← חוות רוח.
רגישות נופית - קיימת רגישות נופית גבוהה יותר לחלק הצפוני והמערבי של רמת הגולן: המדרונות הפונים לעמק הירדן והכנרת, קו הרקיע של תילי הגעש, מערך הנחלים ויערות אלונים.
האזורים הפחות רגישים מההיבט הנופי הם הרמה המרכזית - מזרחית שרובן מהוות שטח אש.



6.5 מסקנות נופיות ראשוניות

בהתאם לניתוח הנופי שהוצג לעיל עולות המסקנות העיקריות הבאות:

- המתקנים של אנרגיה מתחדשת הינם מתקנים הנדסיים במהות ועל כן נדרשת בחינה נופית בהצבתם במרחב הפתוח.
- קיימת העדפה נופית למיקום בשטחים פחות נצפים ובעלי רגישות נופית נמוכה. (בעיקר בחלק הדרום מזרחי של רמה"ג).
- העדפה למיקום של מספר מועט של מתקנים גדולים על פני ריבוי מתקנים (כ-3 עד 4 מתקנים בדרום, כ-2 עד 3 מתקנים בצפון).
- יש לקחת בחשבון כי קווי ההולכה הנדרשים לסדרי הגודל של הייצור הצפוי מהווים מפגע נופי משמעותי.



7. הליך להגדרת אזורי חיפוש המתאימים להקמת מתקנים לייצור אנרגיה מתחדשת

7.1. מיפוי נתונים

בשלב ראשון נערך מיפוי נתונים במספר תחומים (ראו מיפוי בנספח א'):
מיפוי נתונים פיזיים ושימושי קרקע (ישובים, חקלאות ומרעה, תשתיות, גופי מים, שטחי אש, שטחים מוגנים וכד'').
מיפוי היבטים סטטוטוריים (איסוף תכניות ברמה ארצית, מחוזית ותוכניות מקומיות רלוונטיות בתוקף ובהליכי תכנון שונים, תכניות אב מנחות).
מיפוי מיגבלות נוספות (עתיקות, מתקנים הנדסיים וקווי תשתית, מחצבות, שטחי אש, שטחים חקלאיים פעילים, שטחי משבצת וכד'').

7.2. ניתוח נתונים

נערך ניתוח של נתוני המיפוי שפורטו לעיל. המסקנה העיקרית מניתוח הנתונים מציגה את רמת הגולן כמרחב בו משאב הקרקע מצומצם, ויש לשים דגש על פיתוח תוך שמירה מירבית על השטחים הפתוחים.

7.3. איתור שטחים

7.3.1. אנרגיה סולארית

בהתאם למיפוי הנתונים וניתוחם בוצע **איתור שטחים פנויים והגדרת אזורי חיפוש** בהם ניתן **לאתר** מתחמים להקמת מתקני ייצור לאנרגיה מתחדשת (ראו מיפוי בנספח 1). השטחים המומלצים לאזורי חיפוש נמצאים בעיקר בחלקה הדרומי של הרמה בצידה המזרחי ומומלצים להקמת מתקנים פוטו וולטאים בעיקר.

7.3.2. אנרגית רוח

א. הצבת מקבצי טורבינות ליצירת אנרגיה מרוח (חוות)

במסגרת הכנת תכנית האב זוהו אתרים המתאימים להקמת חוות טורבינות לייצור אנרגיה מרוח. חלק מהאתרים נבחנו בעבר על ידי חברת החשמל ונמצאו מתאימים מבחינת משטר הרוחות. בכל מקרה, כחלק מתהליך קבלת הרשיון המותנה להקמת מתקני ייצור חשמל מרוח יש צורך לבצע מדידות רוח במשך שנה באתרים המבוקשים.

בתשריט המצורף מסומנים 18 פוליגונים של אתרים כאלה. עבור חלק מהאתרים בוצעה בעבר הערכת פוטנציאל ההספק הניתן להפקה. הערכת הפוטנציאל נעשתה בהתייחס לטורבינות בעלות להבים בקוטר של כ-100 מ' עם מגדל בגובה של כ-80 מ'. גובה קצה הלהב אינו עולה על 130 מ'.



1/2/2014

1401R6450.doc

נתון נוסף המוצג בטבלה הוא מספר הטורבינות שניתן יהיה למקם באתרים אלה, בהתאם להספק המתוכנן. נתונים אלה הינם נתונים מוערכים ואינם מוחלטים, בבוא העת יהיה צורך לבצע בדיקה פרטנית לכל אתר. בשל היעדר נתונים לא מוצג ההספק הפוטנציאלי עבור חלק מהאתרים.

ב. הצבת טורבינות בודדות בשטחי משבצת

תכנית האב מאפשרת הקמת טורבינות בודדות במקומות הנמצאים בתוך משבצות היישובים ונמצאו בעלי פוטנציאל ליצירת אנרגיה מרוח (בהתאם לבדיקות רוח). מדובר על טורבינות רוח בודדות. התנאים להקמת טורבינות אלה כוללים: שמירת מרחק של 800 מ' מבתי מגורים, הסכמת תושבי היישוב, ונתוני מיקום המתאימים למגבלות הנופיות הנדרשות בתכנית האב. אזורי החיפוש אשר זוהו על ידי חלק מיישובי המועצה כפוטנציאליים להקמת טורבינות רוח בודדות, מהווים חלק מיישובי המועצה כפוטנציאליים להקמת מהווים חלק מאתרי החיפוש המוצגים בתשריטים המצורפים וגם הם מוצגים בטבלה להלן.

אזורים לאיתור שטח להקמת מתקנים ליצירת אנרגיה מהרוח פוטנציאל מקסימלי

שטח נדרש לחווה הערכה לפי 25*25 מ"ר לטורבינה לא כולל דרכים (דונם)	הערכת מספר טורבינות לכל מתחם	פוטנציאל הספק מותקן (מגה וואט)	מס' פוליגון
25	40	100	1. סינדיאן
12.5	20	50	2. עסניה
-	-	בוטל בהחלטת הועדה המחוזית	3. סינדיאן
-	5	12	4. סינדיאן
-	-	כלול ב-10	5. סינדיאן
2.5	4	10	6. הר בני צפת
10	16	8	7. ממזרח למרום גולן
4.5	7	3.5	8. ממזרח לתל פרס
-	-	כלול ב-10	9. ממערב לתל פרס
4.5	7	3.5	10. ממזרח ליונתן
-	-	הפוטנציאל מחושב באתר עסניה	11. עין זיון
31	49	112	12. עמק הבכא
-	-	לא ניתן למימוש קרוב מידי לבוקעתא ולאודם	13. ממזרח לאודם
2.5	4	10	14. צפון מערב לאודם
12	19	44	15. מנפוחה
			16. מנפוחה
			17. מנפוחה
-	-	בוטל על ידי הועדה המחוזית	18.
50		343	סה"כ
104.5			



ג. בשני אזורים שהוגדרו בעבר כאזורים מתאימים לפיתוח חוות של טורבינות רוח

הוגשו תכניות מפורטות לאישור:

1) **תכנית עמק הבכא - תכנית להקמת חווה של 50 טורבינות רוח פרי יוזמתם של תמישה מיישובי המועצה האזורית רמת הגולן.** התכנית מוצעת בשטחים חקלאיים באזור עמק הבכא ומגדירה ייצור של 112-150 מגה וואט. התכנית נידונה בוועדה המחוזית והומלצה למתן תוקף.

2) **תכנית תשתית לאומית מס' 47 - תכנית לחוות טורבינות רוח המכילה מספר אתרים שחלקם ממוקמים בשטחי הועדה המרחבית מעלה חרמון.** בספטמבר 2010 הוכרזה התכנית המוצעת כפרויקט תשתית בעלת חשיבות לאומית (תת"ל 47) ובנובמבר 2010 הוסמכה חברת אנרגיית רוח נקייה. התכנית מקודמת בוועדה לתשתיות לאומיות ונמצאת בטרם ההליכים הסטטוטוריים קידום התכנית נעצר בשל פקיעת תוקף רישיון מותנה של היזם.

ד. **שדרוג חוות טורבינות רוח קיימת** - בעסניה קיימת חוות טורבינות רוח אשר הוקמה בשנת 1992. כיום יש בחווה 10 טורבינות עם הספק כולל של 6 מגה וואט, גובה העמודים 30 מ' וקוטר הלהבים 36 מ'. עד סוף שנת 2011 בתכנון להציב במקום טורבינות גדולות בהיקף ייצור של 14 מגה וואט. גובה כל טורבינה 80 מ' וקוטר להבה כ-100 מ'.

7.4. **איתור מיגבלות וחסמים**

לאור מיפוי הנתונים, ניתוחם ואיתור השטחים ניתן להגדיר מספר מיגבלות וחסמים:

משאב קרקע מצומצם

מתוך ניתוח הנתונים עולה תמונה בה ברמת הגולן שטחים פתוחים נרחבים אך לא בהכרח פנויים. מנגד קיים העיקרון המנחה לשמור על השטחים הפתוחים.

מאפיינים פיזיים של השטח

במטרה להגיע לייצור כלכלי של אנרגיה יש לשאוף להתאמה בין מיקום מתקני הייצור למאפייני הייצור המיטביים הנדרשים: רוח - משטר רוחות, השתנות עוצמת הרוח על פי הגובה, שמש - שעות שמש, זווית הקרינה.

הגדרות משרד הביטחון

יש צורך לתאם עם משרד הביטחון וצה"ל את הקמת המתקנים לייצור אנרגיה מתחדשת, בעיקר טורבינות רוח שהינם גבוהות מאוד.

מגבלת ההולכה

בחברת החשמל לא ידוע כרגע מהו פוטנציאל ההולכה של רשת החשמל הקיימת



1/2/2014

1401R6450.doc

ברמת הגולן. מנתונים שהתקבלו וללא בדיקה מפורטת ניתן לומר שיש כיום מיגבלת הולכה מרמת הגולן ולשם כך יש לבצע סקר הולכה על מנת לזהות יכולת הולכה בהתאם ליצרנים עתידיים. במפגשים שנערכו עם נציגי חברת החשמל כולל סיור עם יו"ר דירקטוריון חח"י הוצג חזון החברה לסייע להולכת אנרגיה שתיוצר ממקורות מתחדשים ברמת הגולן. עם התקדמות הכנת התכנית הוכרז על הקמת קו הולכת מתח עליון מרמת הגולן כתשתית לאומית (תת"ל 62). קידום פרויקט זה ברמה הלאומית מסייע למימוש הקמת מתקנים לייצור אנרגיה מתחדשת ברמת הגולן.

מיקום ביחס לתחנות מיתוג ותחמ"ש

רצוי לכוון את היזמים למקום מתקני ייצור בקירבה לתחנות מיתוג ותחמ"שים הקיימים ברמת הגולן, על מנת לנסות להשען על יכולת הולכה קיימת.

הליכי רישוי

על יזמים המקדמים פרויקטים לייצור אנרגיה מתחדשת לפעול על פי הנחיות רשות החשמל. הקידום מול רשות החשמל מחייב הצגת זיקה לקרקע ועמידה בסדרת דרישות כחלק מתהליך קבלת הרשיון המותנה והקבוע להקמת מתקני ייצור חשמל.

השפעות חיצוניות

הקמת מתקנים לייצור אנרגיה מתחדשת עלולה לעורר בעיות בהיבטים קהילתיים, ולחייב ביצוע תסקיר השפעה על הסביבה.

7.5. הגדרת סוגים של טכנולוגיות ליצירת אנרגיה מתחדשת המומלצים לפיתוח ברמת הגולן, ראו פירוט בפרק 8 להלן.

7.6. הערכה נופית של אזורי החיפוש המוצעים בתכנית האב, ראו פירוט בפרק 9 להלן.



8. המלצה על טכנולוגיות לייצור אנרגיה מתחדשת ברמת הגולן

מניתוח הרקע הנסקר בעבודה זו עולה כי סוגי הטכנולוגיות ליצירת אנרגיה מתחדשת הרלוונטיים לפיתוח במרחב רמת הגולן הם:

- א. יצירת אנרגיה באמצעות רוח.
- ב. יצירת אנרגיה באמצעות השמש - סולארית.
- ג. אנרגיה המופקת מביו מסה.
- ד. יצירת אנרגיה באמצעות אגירה שאובה.

8.1 אנרגיית רוח

תוכנית המתאר הארצית ליצור חשמל מאנרגיית רוח נמצאת בהכנה וטרם קיבלה תוקף. טורבינות רוח מסוגות ע"פ גודלן, לצורך הסדרת התשלום עבור החשמל המיוצר בטורבינות הרוח, מסווגת אותן רשות החשמל לשתי קבוצות עיקריות ע"פ ההספק המיוצר בהן:

טורבינות רוח קטנות (עד 10 קילוואט מותקן): טורבינות רוח קטנות הן טורבינות לייצור חשמל עד הספק מותקן של 50 קילוואט לצריכה עצמית ולמכירת עודפים לרשת. ההסדרה מתחלקת ל**מתקנים ביתיים** בהספק מותקן שעד 15 קילוואט ומתקנים מסחריים בהספק מותקן של 15–50 קילוואט.

טורבינות רוח בינוניות (10 עד 50 קילוואט מותקן) **וגדולות** (מעל 50 קילוואט מותקן): קיימת הסדרה פרטנית לפרויקטים ספציפיים. פריסת הטורבינות בשטח מוצעת בשלוש תצורות עיקריות:

חוות טורבינות

מספר רב של טורבינות המוצבות במספר שורות עוקבות בשטח נתון, במתכונת שתוכננה בעמק הבכא.

מקבצי טורבינות

3 עד 10 טורבינות רוח המוצבות בשולי השטחים החקלאים או אף בתוכם באופן המאפשר ניצול דו שימושי של הקרקע.

טורבינה קהילתית

טורבינה בודדת המוצבת באתר יישובי מתאים בבעלות היישוב.



1/2/2014

1401R6450.doc

צפיפות ההספק: צפיפות ההספק הוא מקדם המאפיין את ההספק החשמלי

שניתן להפיק מטורבינת רוח באזור ספציפי בתלות במהירות הרוח וצפיפות האוויר. הכפלת נתון זה בשטח דיסקת להבי הטורבינה תגדיר את ההספק החשמלי שניתן לקבל מהטורבינה.

סיווג עוצמת הרוח: את מהירות הרוח הממוצעת באתר המיועד להקמת טורבינה מקובל (בתחום טורבינות הרוח) לסווג ב-7 דרגות, מעלוב (Poor) ועד נהדר (Superb).

להלן טבלה המציגה את צפיפות ההספק שניתן להפיק באמצעות טורבינות רוח בשני גבהים שונים מעל פני השטח: 10 מ' ו- 50 מ' במהירויות רוח שונות בהתאם לדרגות הרוח השונות.

50 מטר		10 מטר		גובה המדידה	
צפיפות ההספק *[W/m ²]	מהירות רוח ממוצעת [m/s]	צפיפות ההספק *[W/m ²]	מהירות רוח ממוצעת [m/s]	אפיון דרגת הרוח	דרגת הרוח
0-200	0-5.6	0-100	0-4.4	עלוב	1
200-300	5.6-6.4	100-150	4.4-5.1	שולי	2
300-400	6.4-7.0	150-200	5.1-5.6	בינוני	3
400-500	7.0-7.5	200-250	5.6-6.0	טוב	4
500-600	7.5-8.0	250-300	6.0-6.4	מצוין	5
600-800	8.0-8.8	300-400	6.4-7.0	יוצא מהכלל	6
800-2000	8.8-11.9	400-1000	7.0-9.4	נהדר	7

מסקנות:

- מהירות רוח סבירה להפקת אנרגיה באמצעות טורבינות רוח היא כ- 6 מטר לשניה. כיון שההספק תלוי במהירות בשלישית, תרומת כל תוספת (גם קטנה) למהירות זו משמעותית מאוד.
- כיוון שמהירות הרוח עולה עם הגובה, ניצול הקרקע (הספק לדונם) יעיל יותר כאשר הטורבינות ממוקמות בגובה רב יותר.
- הקמת טורבינות גבוהות מאפשרת עיבוד חקלאי של הקרקע למרגלות הטורבינה ולכן ניתן להקימן על קרקע חקלאית תוך פגיעה מינימאלית בשטח החקלאי.
- טורבינה גבוהה מאפשרת קוטר דיסקה של כ- 70 מ'. שטח דיסקת טורבינה שכזו הוא 3846 מ"ר. ההספק שעשויה טורבינה כזו לייצר ברוח של 7 מטר לשניה הוא כ- 1.5 MW. ברוח ממוצעת של 8 מטר לשניה יהיה ההספק טורבינה זו: 2.3 MW.



1/2/2014
1401R6450.doc

ה. בהנחה שקוטר השטח המשמש כבסיס לטורבינה של 1.5 מגוואט הוא כ-20 מטר, השטח הקרקעי הנתפס על ידי כל עמוד טורבינה הוא 314 מ"ר. נצילות הקרקע של ההספק המותקן הוא 4780 וואט/למ"ר בכל שעות היממה.

8.2 אנרגיה סולרית

רשות החשמל הסדירה את נושא תעריפי ההזנה (תעריפי רכישת החשמל הסולרי) לכל סוגי המערכות:

מתקנים פוטו-וולטאים קטנים

מתקנים בהספק של עד 50 קילוואט לצריכה עצמית ולמכירת עודפים לרשת. ההסדרה מתחלקת ל**מתקנים ביתיים** בהספק של עד 15 קילוואט ומתקנים מסחריים בהספק של 15–50 קילוואט.

מתקנים ביתיים בהספק מותקן של עד 4 קילוואט פטורים מתשלום מע"מ על ההכנסה המתקבלת תמורת החשמל המיוצר בהם.

מתקנים פוטו-וולטאיים בינוניים

מתקנים בהספק מותקן של 51 קילוואט עד גבול יכולת ההולכה של הרשת (10–12 מגוואט לערך).

מתקנים פוטו-וולטאים גדולים

מתקנים בהספק מותקן של יותר מ-10 מגוואט המבוססים על טכנולוגיה תרמו-סולרית. ההסדרה הנוכחית המבטיחה ליזמים תעריף מוגדר וצמוד ל-20 שנה תהיה תקפה עד שנת 2017 או עד למילוי מכסת ההסדרה שהוגדרה (600 MW מותקן) – הראשון מבין השניים.

אנרגיה פוטו-וולטאית:

בהנחה שקרינת שמש ממוצעת בישראל היא כ-1000 וואט למ"ר, במשך כ-10 שעות אור אפקטיביות ביום ונצילות קולטים של 15%, התפוקה השנתית של קולט PV תהיה כ-550 קוט"ש למ"ר.

בהנחה ששטח הקרקע עליו מוצב הקולט גדול מהשטח הפעיל בקולט, תפוקת השטח הקרקעי עליו עומד הקולט או שדה הקולטים, נמוכה יותר.

אנרגיה תרמו-סולרית:

נצילות המערכות התרמו-סולריות לסוגיהן השונים, גבוהה משמעותית מנצילות מערכות פוטוולטאיות בעלת תפוקה דומה, או המוצבות על שטח קרקע דומה. הקמת תחנת כוח תרמו-סולרית מוצדקת כלכלית במידה וניתן לפרוש שדה קולטים תרמו סולרי גדול. מדובר בתחנת כוח גדולה המסוגלת, במידה ומביאים אליה קו גז טבעי, לספק חשמל גם בשעות הלילה. לאור ההשקעה הנדרשת והיעדר יכולת הולכה בהווה, אין המלצה בשלב זה לפתח תחנה כזו ברמת הגולן. עם



1/2/2014

1401R6450.doc

השלמת קווי מתח עליון האמורים להגיע לרביד, כורסי, צומת כח ורמה"ג, ניתן יהיה לשקול שוב הקמת תחנה תרמוסולרית ברמת הגולן.

מסקנות:

- א. הספק מותקן אופייני לשדה קולטי PV: 63 וואט למ"ר (מבוסס על המערכת הפוטוולטאית שנחנכה לאחרונה בקיבוץ קטורה: 5 מגווט מותקן על שטח של 80 דונם). מכאן שהשטח הנדרש למערכות סולריות גדולות (מערכות שההספק המותקן בהן גדול מ- 5 מגוואט) גדול מ- 80 דונם.
- ב. תפוקה ממוצעת אופיינית לקולטי שמש: 821 קוט"ש למ"ר קולט לשנה.
- ג. המכסות הנוכחיות שהוקצו הולכות ומתמלאות. ממידע המתפרסם לאחרונה על ידי משרד האוצר עולה חוסר בהירות לגבי כוונת המדינה בנושא המשך הסדרת התעריפים המועדפים למערכות ייצור חשמל סולרי. רשות החשמל מצהירה על שאיפת המדינה ליישום מדיניות grid parity שמשמעותה הורדה הדרגתית של התעריפים שמשלמת הח"י ליצרני חשמל סולרי שיקימו בעתיד מתקנים חדשים. המטרה היא להגיע במקביל לירידת מחירי הפנלים הסולריים למחירי חשמל סולרי המתחרים במחיר החשמל הקונבנציונלי המיוצר בתחנות הכח של הח"י בתמהיל הדלקים בהם היא משתמשת. לא ברור עד מתי יתאפשר המשך הסבסוד הנוכחי למערכות חדשות והאם המכסות הנוכחיות תורחבנה ובכמה.

8.3 ייצור אנרגיה מביו מסה

ייצור ביוגז: חומר אורגני יכול לשמש לייצור ביוגז באמצעות עיכול אנאירובי, הביוגז יכול לשמש לייצור חשמל וחום לשימוש עצמי של מפעל עיבוד הפסולת ולמכירה לחברת חשמל או לצרכנים פרטיים באמצעות רשת החשמל. את הביוגז ניתן לייצר מפרש בעלי חיים, כפי שמבוצע כבר במתקן הפועל במיצר, או מפסולת אורגנית ביתית שתופרד בהמשך במקור בבתיים ובעסקים של תושבי הגולן ותפונה ע"י הרשות המקומית בנפרד מהזרם היבש, כמתוכנן בכל מדינת ישראל. כמות אופיינית לביוגז שניתן להפיק מטון אחד של פסולת אורגנית במתקני עיכול אנאירובי היא 80 עד 100 מ"ק ביוגז. השונות בכמות הביוגז נובעת משונות הרכב הפסולת האורגנית ממקום למקום.

בהקשר זה נציין כי בעולם מיוצר ביוגז גם מחומר אורגני צמחי המגודל לצורך כך ע"י חקלאים בשדות ייעודיים למטרה זו. תכולת המתאן בביוגז המיוצר מגידולים אלה גבוהה יותר מתכולתו בפסולת אורגנית ביתית אופיינית. אף כי גם למתקנים אלה יתרון לגודל, קיימים בעולם גם מתקני עיכול אנאירובי קומפקטיים ויעילים המתוכננים לקליטת כמות פסולת אורגנית קטנה יחסית, בהיקף של כ- 4000 טון לשנה המתאימים ליישום מקומי ברמת הגולן.



1/2/2014
1401R6450.doc

ייצור חשמל מביוגז: מהביוגז ניתן לייצר אנרגיה (חשמל וחום) לצריכה מקומית ו/או למכירה. כמות חשמל אופיינית שניתן להפיק מ- 1 טון פסולת היא: כ- 192 קוט"ש לטון פסולת אורגנית. בתהליך ייצור החשמל מביוגז נוצר גם חום, הדרוש בחלקו למתקני ייצור הביוגז. את יתרת החום ניתן למכור לצרכנים. כמות חום אופיינית הנוצרת במתקן: 210 קוט"ש לכל טון פסולת אורגנית הנכנס לטיפול במפעל. הקמת מתקן לייצור חשמל מביוגז באזור תעשייה בסמיכות מקום למפעל הצורך חום היא מהלך כלכלי היוצר הכנסה לבעליו המוכר את החשמל המיוצר לרשת החשמל ואת החום לתעשייה.

יצור גז לבישול, להסקה וכדלק להנעת רכבים: תכולת המתאן בביוגז המיוצר מפסולת אורגנית ביתית היא 50-55%. ניתן להעלות את ריכוז המתאן בביוגז לריכוז אופייני של כ- 95%, ריכוז ההופך את הביוגז לגז שווה ערך לגז טבעי, אותו ניתן יהיה להזרים בעתיד לרשת הגז הארצית, כשתגיע לגולן, או לדחוס לבלונים לשימוש ביתי או עסקי. שימוש אפשרי נוסף הוא הנעת רכבים בגז זה.

יצור דלקים סינטטיים: בעולם (מדינות באירופה, דרום אמריקה, ארה"ב) מגדלים גידולים ייעודיים לייצור דלקים סינטטיים כמו אתנול וביודיזל על חשבון מזון. נושא זה יוכל להשתלב בעתיד כענף חקלאי בחלק מישובי מוא"ז גולן וכענף תעשייתי חדש ופורץ דרך באזור התעשייה גולן הנמצא בסמיכות מקום לשדות הישובים החקלאיים בגולן.

מסקנות:

- א. בהנחה שפילוג והרכב הפסולת הנוצרת ברמה"ג דומה לפילוג הממוצע של הפסולת בישראל, 40% ממנה הוא פסולת אורגנית. בישראל מיוצרת פסולת בהיקף של כ-1.5 ק"ג/ליום/לנפש. אוכלוסיית רמה"ג (כולל קצרין) מונה כ- 20,000 תושבים. מכאן שכמות הפסולת האורגנית המיוצרת באזור רמת הגולן ויכולה לשמש להפקת אנרגיה היא כ- 12 טון ליום או כ-4300 טון/לשנה – כמות התואמת במדויק את טכנולוגיית העיכול האנאירובי הקומפקטי.
- ב. מדינת ישראל מקצה כיום משאבים רבים להיערכות המדינה להפרדה במקור של פסולת עירונית, במטרה להעביר את הטיפול בפסולת מהטמנה במטמנות להפרדה מיון ומיחזור.
- ג. ניתן להיעזר בתקציבי קרן הניקיון לתכנון העברת הטיפול בפסולת ברמה"ג מפסולת עירונית מעורבת להפרדה במקור.
- ד. הפרדה במקור לזרם רטוב ויבש תאפשר יצירת חומר גלם (הזרם הרטוב) שיאפשר הפקת אנרגיה מתחדשת מביוגז ברמת הגולן.



9. הערכת רגישות נופית לאתרים לייצור אנרגיה מתחדשת

שיטה מקובלת, מוכרת ואחידה להערכת רגישות נופית לפיתוח אנרגיות מתחדשות עדיין לא קיימת. לשם ניתוח והערכה נופית של מתקנים לייצור אנרגיה מתחדשת המוצעים ברמת הגולן מוצגת להלן מתודולוגיה להערכת רגישות נופית. המתודולוגיה וההנחיות להלן מתבססות על פרסומים בנושא שנערכו בעשור האחרון באירופה ובעיקר באנגליה וסקוטלנד.

מטרות:

- א. להעריך את רגישות הנוף לפיתוח מתקנים ליצירת אנרגיה מתחדשת ברמת הגולן (בעיקר מטורבינות רוח וחוות פוטו-וולטאיות).
- ב. ליצור אסטרטגיה נופית לגבי הצבת חוות לייצור אנרגיה מתחדשת מההיבט של כושר נשיאה של הנוף.

כושר נשיאה של הנוף - מידת היכולת של יחידת נוף להכיל שינוי ללא השפעה מכרעת על מאפייניו העיקריים.

רגישות נופית - מידת החוסן של יחידת נוף להכיל שינוי ללא השפעה שלילית על אופיו. על כן, רגישות נופית היא המידה שאופיו ואיכותו של נוף פגיעים לשינוי כתוצאה מפיתוח אנרגיות מתחדשות.

(חשוב להכיר בעובדה שהנכונות לקבל שינוי משתנה עם הזמן ועם סוג השינוי המוצע).

9.1 מגבלות של הערכת רגישות נופית

הערכת רגישות נופית מעידה על מידת הרגישות של הנוף בהתייחס לפיתוח מתקן ליצירת אנרגיה מתחדשת אך אינה מעידה על כושר נשיאה / קיבולת של אותו נוף לפיתוח הנ"ל ואינה מהווה תחליף לניתוח מפורט, הנדרש לכל פיתוח מוצע. על אף שהניתוח מתבסס על קריטריונים מוגדרים הוא נותר סובייקטיבי. לא ניתן למתוח קו חד חד ערכי בין רגישות נופית לתכונות נופיות מסוימות. למעשה, רגישות נופית היא תוצר של יחסי גומלין מורכבים בין משתנים בעלי משקל שונה. על כן נבחר לא להשתמש בשקלול מספרי.

9.2 מבנה הניתוח וההערכה הנופית

הניתוח הנופי להלן מציע:

מתודולוגיה לבחינה של הרגישות הנופית לפיתוח אנרגיה מתחדשת. הנחיות לניתוח נופי מפורט שנדרש לבצע בכל אתר המוצע להקמה (יידרש בשלב ההקמה). הנחיות לבחינה של כושר הנשיאה הנופי והשפעות נופיות מצטברות לפיתוח של מספר אתרים סמוכים. הנחיות לניתוח נצפות מפורט.



הנחיות להצגת היבטי נצפות.
הנחיות נופיות כלליות לתכנון אתר אנרגיה מתחדשת.
מרכיבים והיבטים לבחינה בעת ניתוח נופי.
כחלק מהליך ההערכה של אזורי החיפוש שאותרו בעבודה זו נבחרו קריטריונים מסויימים לבחינה. בניתוח מפורט מוצע להוסיף קריטריונים לבחינה בהתאם למאפיינים ייחודיים של יחידת הנוף בה מוצע הפיתוח.
לאזורי החיפוש שאותרו בתכנית זו לא בוצע ניתוח נצפות מפורט. הסיבה לכך נעוצה בעצם האיפיון של הדרישות לניתוח נצפות, התואמות ניתוח מפורט ואינן ברזולוציה המתאימה לתכנית האב.

9.3 מאפיינים של מתקנים לפיתוח אנרגיה מתחדשת

בתת הפרק להלן מתוארים מרכיבים/מאפיינים של מתקנים לייצור אנרגיה מתחדשת אליהם יש להתייחס בעת הניתוח הנופי.

9.3.1 סוגי טורבינות רוח

ההתייחסות היא לכל סוגי הטורבינות ולגבהים שונים שלהן:

טורבינות קטנות מאד	- 15-25 מ'
טורבינות קטנות	- 26-50 מ'
טורבינות בינוניות	- 51-75 מ'
טורבינות גדולות	- 76-110 מ'
טורבינות גדולות מאד	- 111-150 מ'
מקבצי טורבינות:	
מקבץ קטן	- עד 5 טורבינות.
מקבץ בינוני	- 6-10 טורבינות.
מקבץ גדול	- 11-25 טורבינות.
מקבץ גדול מאד	- מעל 26 טורבינות.

9.3.2 היבטים נוספים של פיתוח חוות טורבינות

- א. דרכי גישה ושירות.
- ב. שטחי התארגנות ועירום.
- ג. שטחי הקמה (מנוף).
- ד. כבלי חשמל (תת קרקעי).
- ה. עמודי ניטור רוח.
- ו. מבנה תפעול / תחמ"ש.
- ז. קו מ"ג להובלת החשמל.
- ח. תאורת סימון ע"ג הטורבינות.



9.3.3 השפעה נופית של טורבינה

- א. נראות בשל גובהה.
- ב. מרחק שונה בין טורבינות בהתאם לגודלם.
- ג. תנועתיות.
- ד. נוכחות פעילות אנושית בקנה מידה שונה ובהקשר לנוף הסובב.
- ה. "תחרות" על קו האופק עם נקודות ציון קיימות.
- ו. דרכי גישה.

9.3.4 היבטים מצטברים

התייחסות להיבטים מצטברים של ריבוי חוות טורבינות ביחידות נוף מסוימות.

9.3.5 סוגי חוות PV

ההתייחסות למערך של פנלים PV בגובה 3-4 מ' (אין התייחסות לפנלים המוצבים ע"ג מבנים קיימים).
ההתייחסות לגדלים שונים של חוות:
קטן מאד - קטן מ- 10 ד'.
קטן - 10-50 ד'.
בינוני - 50-100 ד'.
גדול - 100-150 ד'.

9.3.6 היבטים של פיתוח חוות פוטוולטאיות

- א. קנה המידה והשפה החומרית שונים מהחקלאות הסובבת.
- ב. פנלים מאורגנים במקבצים (כ - 20 במספר) ומופנים בזווית לכוון דרום. הפנלים מאורגנים בשורות עפ"ר מקבילות.
- ג. אתרים מועדפים הם מישורים במפנה דרומי.
- ד. ניתן להעמיד פנלים גם על מתקני עקיבה על עמודים בגובה שיאפשר שימוש נוסף בקרקע, עיבוד, מרעה).
- ה. ניראות מרחוק כשל גוף מים / מנהרות לגידול ירקות.

9.3.7 היבטים נוספים של חוות פוטוולטאיות

- א. שטחי התארגנות בעת ההקמה.
- ב. מבנה תפעול.
- ג. כבלי חשמל (תת קרקעי).
- ד. תשתיות והולכה.
- ה. גידור.
- ו. נטיעות הסתרה.



9.3.8 השפעות נופיות של פיתוח PV

- א. "תפיסת" השטח.
- ב. נוכחות פעילות אדם.
- ג. שינוי בתבנית נוף חקלאי קיימת.
- ד. מבנה אורטוגנלי בתוך נוף טבעי.
- ה. נטיעות הסתרה באזורים חשופים עפ"ר.
- ו. מבני שירות באזור ללא בינוי.
- ז. היבטי סינוור.

9.3.9 היבטים מצטברים

המתקנים הפוטוולטאיים מהווים שדות של מרכיב תעשייתי לעומת מרכיב צמחי (אפור / שחור לעומת ירוק חום).

9.3.10 התייחסות כללית לרגישות הנופית ברמת הגולן

יחידות הנוף בגולן הם על פי רוב בעלות מבנה / תבליט בקנה מידה גדול ואחיד (רמה מישורית) שתילי הגעש של צפון מזרח הרמה מהווים תבליט ייחודי בתוכן. קיים שוני רב באופי ובקנה המידה של תכסית יחידות הנוף והן יכולות להיות בעלות רגישות שונה.



9.4 קריטריונים לניתוח רגישות לטורבינות רוח

להלן מוצגים הקריטריונים לבחינת הרגישות נופית לטורבינות רוח. בכדי לנתח את מושג הרגישות הנופית יש להתייחס הן למבנה והן לקנה מידה. ראו שימוש בקריטריונים אלה בניתוח המוצג בסעיף 9.14 להלן (ניתוח נופי של אתרי החיפוש המוצעים בתכנית זו).

1. תבליט נוף				
מבנה נוף חלק ומישורי יהיה רגיש פחות לטורבינות רוח ממבנה נוף מחוספס, דרמטי בעל תבליט ייחודי. כמו כן, תבליט נוף בקנה מידה גדול, סביר שיהיה פחות רגיש מתבליט נוף בקנה מידה קטן.				
רגישות יותר נמוכה		רגישות יותר גבוהה		
לדוג': מבנה מישורי רחב. קנה מידה גדול.	לדוג': מבנה נוף פשוט, בעל גליות קלה. קנה מידה בינוני או גדול.	לדוג': נוף עם גבעות מובחנות "עמקים" מקומיים". קנה מידה בינוני.	לדוג': נוף עם היבטי תבליט ייחודים ולא אחידים במופעם הטופוגרפי (גם בקנה מידה גדול וגם בקנה מידה קטן).	לדוג': נוף עם מבנה מחוספס ו/או תבליט דרמטי ייחודי, מבנה נוף בקנה מידה קטן.
2. תכסית נוף				
נוף עם מבנה תכסית פשוט ואחיד יהיה רגיש פחות לפיתוח טורבינות מנופים עם מבנה תכסית מורכב ולא אחיד. נוף עם תכסית בקנה מידה גדול פחות רגיש מנוף עם תכסית בקנה מידה "אנושי".				
רגישות יותר נמוכה		רגישות יותר גבוהה		
לדוג': נוף בקנה מידה גדול עם תכסית אחידה ונעדר קנה מידה של מעשה ידי אדם.	לדוג': נוף עם חקלאות בקנה מידה גדול תכסית יחסית אחידה ומעט מרכיבים בקנה מידה אנושי (עצים, מבנים).	לדוג': נוף עם חקלאות בקנה מידה בינוני, תכסית משתנה, קיימים מרכיבים בקנה מידה אנושי	לדוג': נוף עם מבנה שדות לא אחיד ובקנה מידה קטן. מגוון של מרכיבים תכסית ובקנה מידה אנושי.	לדוג': נוף עם מגוון מרכיבי תכסית רב ובקנה מידה אנושי.
3. דרכים				
נוף ללא דרכים / מיעוט דרכים יהיה רגיש יותר לפיתוח של טורבינות בשל דרכי גישה הנדרשת להקמה ותפעול ובדומה דרכים צרות עם תכסית צמחיה גובלת מלווה (משוכות, גדרות צמחיה).				
רגישות יותר נמוכה		רגישות יותר גבוהה		
לדוג': נוף עם דרכים קיימות וללא מגבלות של דרכים צרות עם משוכה צמחית.	לדוג': נוף עם דרכים קיימות עם מעט דרכים עם מגבלות.	לדוג': נוף עם דרכים קיימות ויותר דרכים עם מגבלות.	לדוג': נוף עם מעט דרכים או בעיקר דרכים צרות / עם מגבלות.	לדוג': נוף ללא דרכים קיימות או נגיש רק דרך דרכים צרות עם מגבלות תנועתיות.



1/2/2014
1401R6450.doc

4. קו האופק				
קו אופק אופייני או ייחודי יהיה רגיש יותר לפיתוח טורבינות היות והם גורעים / מתחרים במאפייניו.				
רגישות יותר נמוכה		רגישות יותר גבוהה		
<p>לדוג': נוף בקנה מידה גדול או מישורי ללא קו אופק בולט וללא נקודות ציון.</p>	<p>לדוג': מבנה נוף בקנה מידה גדול בקו האופק אינו מרכיב משמעותי / מעט נקי ציון / קו אופק ביחידת נוף סמוכה בולט.</p>	<p>לדוג': נוף עם קו אופק אופייני אך לא ייחודי עם מעט נקי ציון על קו האופק.</p>	<p>לדוג': נוף עם קו אופק אופייני הנצפה מישובים או נקי תצפית או קו נוף עם הרבה נקי ציון.</p>	<p>לדוג': נוף עם קו אופק אופייני / ייחודי עם מרכיבים מזוהים על קו האופקי.</p>

5. איכויות תפיסתיות				
נופים שהם מרוחקים / נידחים שלווים (ללא פעילות אדם) או נופים עם אופי פסטורלי מסורתי רגישים יותר לפיתוח טורבינות מאשר נופים עם ריבוי בפעילות אדם או בקנה מידה "מודרני" של פעילות אדם.				
רגישות יותר נמוכה		רגישות יותר גבוהה		
<p>לדוג': נוף עם הרבה פעילות אדם ופיתוח (אורבני, תעשייתי).</p>	<p>לדוג': נוף כפרי עם פעילות אדם רבה וחקלאות מודרנית.</p>	<p>לדוג': נוף כפרי עם פיתוח מודרני ופעילות אדם.</p>	<p>לדוג': נוף טבעי עם מעט פעילות "מודרנית" עם חקלאות מסורתית.</p>	<p>לדוג': נוף טבעי, פראי עם מעט וללא סימנים של פעילות אדם.</p>

6. איכות נופית				
נופים בעלי איכות נופית גבוהה או סמוכים לנופים מוכרים מסוג זה (שמורות טבע, מופעים געשיים / אתרים ארכיאולוגיים / היסטוריים) יהיו רגישים יותר לפיתוח טורבינות.				
רגישות יותר נמוכה		רגישות יותר גבוהה		
<p>לדוג': נוף בעל איכות נופית נמוכה (אזור תעשייה) לא יושפע מפיתוח.</p>	<p>לדוג': נוף בעל איכות נופית נמוכה בינונית אך מרכיביו הייחודיים יושפעו.</p>	<p>לדוג': נוף בעל איכות בינונית שחלק ממרכיביו יושפעו.</p>	<p>לדוג': נוף בעל איכות נופית גבוהה – בינונית שמרבית מרכיביו יושפעו.</p>	<p>לדוג': נוף מוכר בעל איכויות נופיות גבוהות.</p>



9.5 קריטריונים לניתוח רגישות נופית לפיתוח PV

להלן מוצגים הקריטריונים לבחינת הרגישות הנופית למתקני PV. ראו שימוש בקריטריונים אלה בניתוח המוצג בסעיף 9.14 להלן (ניתוח נופי של אתרי החיפוש המוצעים בתכנית זו).

1. תבליט נוף				
נוף מישורי יהיה רגיש פחות לפיתוח מאשר נוף בעל תבליט עם מבנה "הררי" / מדרונות נצפים.				
רגישות יותר נמוכה		רגישות יותר גבוהה		
לדוג': נוף מישורי.	לדוג': נוף בעל מבנה גלי – מישורי.	לדוג': נוף בעל מבנה גלי עם שטחים שלא נצפים ומעט מדרונות חשופים.	לדוג': נוף עם הרבה מדרונות בולטים חשופים.	לדוג': מבנה תלול ומדרונות חשופים.
2. פתיחות / סגירות				
נוף עם היבט חזק של סגירות (לדוג' בגין תכסית של יער, או משוכות סביב חלקות חקלאיות) יהיה רגיש פחות לפיתוח PV מאשר שטח פתוח, חשוף.				
רגישות יותר נמוכה		רגישות יותר גבוהה		
לדוג': נוף שמרבית שטחו סגור (ריבוי של משוכות ועצים).	לדוג': נוף עם שטחים סגורים רבים, (משוכות, יערות וכד').	לדוג': נוף עם שטחים פתוחים וסגורים.	לדוג': נוף פתוח עם מעט מרכיב סגירות (עצים, משוכות).	לדוג': נוף פתוח וחשוף ללא הגדרת גבולות חלקות או עצים.
3. תצורת החלקות החקלאיות וקנה המידה שלהן				
נוף עם חלקות קטנות, לא רגולריות יהיה יותר רגיש לפיתוח PV מאשר נוף חקלאי עם חלקות גדולות רגולריות. היבט זה יראה בעיקר בפיתוח חלקות סמוכות ומנקודות תצפית.				
רגישות יותר נמוכה		רגישות יותר גבוהה		
לדוג': נוף חקלאות מודרנית.	לדוג': נוף שרובו חלקות חקלאיות רגולריות, מעט מרעה ושטחים טבעיים.	לדוג': נוף מגוון עם חלקות מרעה ועיבוד ומעט שטחים טבעיים.	לדוג': נוף שרובו מרעה עם מעט חלקות מעובדות, לא רגולריות.	לדוג': נוף טבעי לרוב עם מעט חלקות חקלאיות לא רגולריות / מסורתיות.
4. איכויות תפיסתיות				
נופים מרוחקים, שלווים, ללא פעילות אדם או בעלי אופי של חקלאות מסורתית יהיו רגישים יותר לפיתוח PV לעומת נופים עם סממנים של פעילות אדם מודרנית.				
רגישות יותר נמוכה		רגישות יותר גבוהה		
לדוג': נוף עם פיתוח ופעילות אדם, חקלאות מודרנית.	לדוג': נוף כפרי עם ריבוי של מרכיבי פעילות אדם ופיתוח מודרני.	לדוג': נוף חקלאי מגוון עם פיתוח ופעילות אדם, חקלאות מסורתית ומודרנית.	לדוג': נוף טבעי / חקלאי מסורתי עם מעט פעילות אדם וחקלאות מודרנית.	לדוג': מרוחק, טבעי ללא מעט סממנים של פעילות אדם נוכחית.



5. איכות נופית				
נופים בעלי איכות נופית גבוהה או סמוכים לנופים מוכרים מסוג זה (שמורות טבע, מופעים געשיים / אתרים ארכיאולוגיים / היסטוריים) יהיו רגישים יותר לפיתוח PV.				
רגישות יותר נמוכה		רגישות יותר גבוהה		
לדוג': נוף בעל איכות נופית נמוכה (אזור תעשייה) לא יושפע מפיתוח.	לדוג': נוף בעל איכות נופית נמוכה בינונית אך מרכיביו הייחודיים יושפעו.	לדוג': נוף בעל איכות בינונית שחלק ממרכיביו יושפעו.	לדוג': נוף בעל איכות נופית גבוהה – בינונית שמרבית מרכיביו יושפעו.	לדוג': נוף מוכר בעל איכויות נופיות גבוהות.

הערות לקריטריונים של רגישות נופית

ביחידת נוף מסוימת יכול קריטריון מסויים להיות בעל השפעה גדולה על אופי הנוף (לדוג' איכות תפיסתית של הנוף באזור מרוחק).

ביחידת נוף מסוימת יכולה להיות סתירה בין קריטריונים. לדוגמא: בבחינת רגישות נוף לפיתוח טורבינות אזור עם פעילות אדם יכול להוריד את הרגישות הנופית אך קנה המידה של הפעילות יכול להעלות את הרגישות. לעומת זאת בשטח טבעי ייעדר קנה המידה האנושי, הרגישות הנופית נמוכה יותר אך יהיה רגיש יותר מההיבט של איכות תפיסתית.

9.6 בחינת הרגישות הנופית בהתייחס להיקף הפיתוח

להלן מוצגת התפלגות של רמות הרגישות הנופית בהתייחס להיקף הפיתוח המוצע במתקן לייצור אנרגיה מתחדשת. ראו שימוש במדרג זה בניתוח שמוצע בסעיף 9.14 להלן.

הגדרה	רמת רגישות
מאפיינים ואיכויות עיקריים בעלי רגישות גבוהה מאד לשינוי שייווצר בגין סוג והיקף הפיתוח.	גבוהה
מאפיינים ואיכויות עיקריים בעלי רגישות לשינוי שייווצר בגין סוג והיקף הפיתוח.	גבוהה – בינונית
חלק מהמאפיינים והאיכויות העיקריים בעלי רגישות לשינוי שייווצר בגין סוג והיקף הפיתוח.	בינונית
מעט מהמאפיינים והאיכויות בעלי רגישות לשינוי שייווצר בגין סוג והיקף הפיתוח.	בינונית – נמוכה
מאפיינים ואיכויות עיקריים חסונים ולא ייפגעו בשל סוג והיקף הפיתוח.	נמוכה



9.7 בחינת כושר הנשיאה הנופי לפיתוח אנרגיה מתחדשת

בבואנו לבחון את כושר הנשיאה הנופי לפיתוח מיזם לייצור אנרגיה מתחדשת נדרשת התייחסות לנושאים הבאים:

- מניעת פגיעה משמעותית במאפיינים עיקריים של יחידת הנוף.
- התייחסות לאיתורים סמוכים.
- שימור המגוון הנופי.
- שימור אזורים בעלי רגישות נופית גבוהה מאד.
- לאפשר המשך חוויה של נוף ללא פיתוח בין המתקנים השונים של חוות האנרגיה (מזעור נצפות).
- על אף שמרבית יחידות הנוף יכולות להכיל פיתוח של מתקנים לייצור אנרגיות מתחדשות בהיקף מסוים, מרבית יחידות הנוף לא יוכלו לשאת היקף גדול של פיתוח. לא ניתן להגדיר מספר גנרי להיקף הפיתוח האפשרי מההיבט הנופי וכל פיתוח מוצע יצטרך להישקל גם מההיבט של השפעה מצטברת הן בתוך איתור מסוים והן בהתייחס לאתרים סמוכים.

9.8 הנחיות לבחינת השפעות נופיות מצטברות של פיתוח מתקנים לייצור אנרגיה מתחדשת

הגדרה: השפעה מצטברת הינה ההשפעה המתווספת להשפעה מצופה מפיתוח של כל אתר בנפרד. שינויים נוספים לנוף בהתייחס לסה"כ פיתוח קיים ומתוכנן במרחב נתון.

- בניתוח של השפעה נופית מצטברת נדרש לתאר (גרפית ומילולית) ולנתח את האופנים בהם פיתוח החווה יצור השפעות נוספות בהתייחס לחוות קיימות או מתוכננות. נדרש לזהות השפעות פיזיות, השפעות על מאפייני הנוף ושלמותם של נופים בעלי ערכיות גבוהה.
- השפעות מצטברות מהיבט של נצפות יכולות להיות במצבים בהם מנקודת תצפית אחת ניתן לצפות בשתי חוות או יותר, או במצבים של רצף לאורך דרכים או שבילים עם שימוש מרובה.
- בבחינת השפעות מצטברות נדרש להתייחס לחוות קיימות, חוות מאושרות סטטוטוריות, חוות בהליכים.
- שטח להתייחסות יכול להיות עד 30-35 ק"מ מחוות גדולות (טורבינות) וכ- 10 ק"מ במקרים של חוות PV.



1/2/2014
1401R6450.doc

- ניתוח נצפות ע"י הכנת תשריטים והדמיות המראים אזורי נראות תיאורטיים (ZTV) של החוות המוצעות והקיימות.
- מספר נקודות התצפית לבחינה צריך להיקבע עפ"י נקודות שנבחרו לכל חווה בנפרד ו/או נוספות וצריכות להראות גם את "התשריט הגרוע".
- היקף השינוי המצטבר לנוף צריך להימדד בהתייחס למאפיינים של אותה יחידת נוף, מיקום במרחב ביחס לפיתוח אחר, והערכה של ההשפעה המצטברת על מאפייני מפתח.
- נדרשת התייחסות להשפעה המצטברת של דרכים ומבנים נלווים חדשים באזור הנבחן.
- נדרשת בחינת היקף השינוי המצטבר למבטים (לדוג': בכוון מוגדר או כנצפה בכוונים רבים), היחס בין גדלים ותצורות שונות של העמדה, פיתוח על קו האופק לעומת על רקע הנוף הסובב, בחינת השפעה לאורך דרכים, משך הזמן של נצפות החוות ובין נצפויות (חווית הנוסע), מבטים מישובים.

9.9 הנחיות לבחינת נצפות

הגדרה: אזור נצפות תיאורטי (ZONE OF THERETICAL VISIBLITY = ZTV) מגדיר שטח בו פיתוח מסויים נצפה תיאורטית (מבוסס על מפה טופוגרפית).

הנצפות מוגדרת תיאורטית כי היא אינה מתייחסת לתכסית ומיסוך מקומי אלא מגדירה קווי ראייה פוטנציאליים. כמו כן, האזור המוגדר לא מפרט את אופי והיקף ההשפעה ואת משמעות הנצפות. על מנת לבחון את נושא הנצפות בהתייחס למתקנים לייצור אנרגיה, יש להכין מפות של אזורי נצפות תיאורטית. להלן עיקרי ההנחיות להכנת מפות נצפות תיאורטית:

1. **הכנת מפת נצפות תיאורטית** - מפת הנצפות צריכה לספק את המידע הבא:
 - א. מקומות בהם יש סבירות שקיימת נצפות.
 - ב. כמה מהחווה נצפית (כמות טורבינות, שטח PV).
 - ג. היקף ותצורת הנצפות.
2. **סימון שטחי נצפות** - בעזרת מפת הנצפות התיאורטית ובתוספת סיורים בשטח, ניתן לזהות נקודות תצפית ייצוגיות וחשובות. יובהר כי מפות הנצפות התיאורטית יכולות לסמן שטחים בהם החווה נצפית אך הן אינן מספקות מידע איך החווה נראית או מהי מידת ההשפעה החזותית של פיתוח החווה.
3. **מרחק מומלץ לבחינת נצפות תיאורטית** – להלן לוח ובו מוצגים מרחקים מומלצים לצורך הכנת מפת נצפות תיאורטית לחוות של טורבינות רוח.



מרחק מומלץ לבחינת ZTV ממעגל חיצוני של חוות טוריבנות (ק"מ).	גובה טוריבניה (כולל להב) (מ')
15	עד 50
20	51-70
25	71-85
30	86-100
35	101-130

- הערה: טוריבנות גבוהות יותר ידרשו מרחק רב יותר. לחוות טוריבנות קטנות 5) טוריבנות או פחות) ניתן למדוד את מרחק אזור הנצפות ממרכז האתר.
4. **תיאום הגדרת תחום הנצפות** - על אף שמחקרים מראים שקשה להבחין בטוריבנות במרחקים שמעל 30 ק"מ נדרש להתייחס לתנאי ראות טובים ונקודות תצפית גבוהות כמו כן, נצפות של קבוצת טוריבנות גבוהה יותר מאשר לטוריבניה בודדת. עובדות אלה מדגישות את חשיבות תיאום הגדרת תחום הנצפות עם רשויות התכנון.
5. **הגדרת רצועות נצפות** - מפת הנצפות התיאורטית מראה ע"ג מפת בסיס בגוון שחור/אפור רצועות צבועות של מספר הטוריבנות הנצפות במרחקים שונים. נדרשת הגדרת מספר רצועות נצפות עפ"י מספר הטוריבנות באופן שלא יגרום לבלבול או הפשטה. לדוגמא: חווה עם 30 טוריבנות מוטב להגדיר 6 רצועות המכסות 5 טוריבנות כל אחת מאשר 3 רצועות של 10 טוריבנות או 10 רצועות של 3 טוריבנות. מוטב שלא יהיו יותר מ-7 רצועות צבע מוגדרות.
6. **מידע נלווה למפת נצפות** - המידע שנדרש כנלווה למפת נצפות תיאורטית:
- מקור המידע הבסיסי (מדידה, GIS).
 - מה כלול במידע הבסיסי.
 - מאיזה גובה התבוננות נבחנה הנצפות.
 - סיבות להגדרת גבולות המפה.
 - כמה טוריבנות כלולות בכל רצועת צבע.
 - גובה הטוריבנה והנתון אליו מתייחסת המפה - גובה העמוד או גובה הלהב.
 - אישור שהתוכנה המפיקה את המפה אינה משתמשת בשיטות של קירוב מתמטי.



9.10 נקודות תצפית / צפייה

הגדרה: נקודת תצפית היא מקום ממנו קיים מבט מוגדר אל המתקן המייצג תנאים או צופים מסוימים.

נקודות התצפית נבחרות לצורך הערכת המשאב החזותי, רגישות המשאב לפיתוח מוגדר, התכנון המוצע (כולל מזעור השפעות) ומראהו של התכנון המפורט. חשוב להדגיש שהערכת נקודות התצפית היא רק היבט אחד בניתוח נצפות, אך בשל עוצמת הצגתן ("תמונה שווה אלף מילים") הן זוכות להדגשת יתר. ניתוח נצפות כולל התייחסות גם להיקף וצורת הנראות בכל האזור (ZTV), לרבות אזורים שהפיתוח לא נצפה מהם ומבטים לאורך ציר רציף. הנקודות הנבחרות צריכות לייצג מגוון מבטים וצופים והן צריכות להיות חלק מתיאור היבטים בסביבה, שיושפעו במיוחד, על ידי הפיתוח המוצע. בנוסף נקודות תצפית יכולות להיבחר בשל היותן חשובות מהיבטים של תיירות, מקומות ישוב, דרכי נוף או אתרי מורשת.

בחירת נקודות תצפית

- נקודות תצפית נבחרות תחילה כמקומות בהם הפיתוח המוצע יראה ויישנה במידה ניכרת את המבט הקיים מאותו מקום. ניתן לזהות מקומות אלה מתוך מפות הנצפות התיאורטיות (ZTV), סיורים בשטח ומידע על דרכים, תיירות/טיילות, ומידע המתקבל מהתושבים המקומיים. יש לשאוף לבחירת מבטים טיפוסיים ומייצגים ולא להסתמך רק על הנראות כפי שהיא באה לידי ביטוי במפות נצפות. בבחירת נקודות תצפית מומלץ להתייחס להיבטים של השפעה מצטברת של פיתוח מספר חוות.
- מיקום מדויק של נקודות התצפית צריך לאזן בין שני גורמים: השפעות משמעותיות וכמה מבט מסוים הוא טיפוסי או מייצג.
- מספר נקודות תצפית נדרש ישתנה בהתאם למיקום הפיתוח המוצע. (מקובל 10-25 נקודות תצפית לפיתוח של חוות טורבינות ו- 5-10 נקודות תצפית לפיתוח של חוות PV).
- אין לבחור נקודות תצפית שבהן הפיתוח המוצע אינו נראה. שטחים אלה יוצגו במפות נצפות תיאורטיות ZTV.



מבטים רצופים שנדרש לייצג בבחירת נקודות תצפית

- א. **סוג המבט:** יחידות נוף שונות, אזורים בעלי ערכיות נופית גבוהה, מגוון חזותי – פנורמות, תצורות נוף שונות, מרחקים שונים מהפיתוח המוצע, כיוונים שונים (לדוגמא מבט לצפון / דרום), גבהים שונים, מבטים עם שונות בהיקף הנצפות (כמות הטורבינות / חלקי הטורבינה), מבטים לאורך ציר ברצף.
- ב. **סוג הצופה:** פעילויות שונות: בבית, בעבודה, בפנאי, ברכב, צופים ניידים ונייחים.

מידע שנדרש לכלול בכל נקודות תצפית מוגדרת:

מיספור נקודת התצפית ומיקום מדוייק – (קווארדינטות), גובה נקודת התצפית מעל פני הים לפי מפות בסיס גובה צפיה במטרים, רוחב המבט (מוגדר במעלות), תנאים בעת ההערכה: תאריך, שעה, תנאי אקלים וראות, מרחק נצפה.

סיכום דרישות ניתוח נצפות

טורבינות רוח

- א. נדרש להגדיר איזור של נצפות תיאורטית (ZTV) לראש העמוד וקצה הלהב.
- ב. בתוך איזור זה יש לזהות נקודות תצפית ייצוגיות. מספר נקודות התצפית תשתנה בהתאם להיקף הפיתוח ורגישות השטח (בין 15-25 נקודות תצפית).
- ג. יש לתת עדיפות לנקודות תצפית במרחקים הקטנים מ 5 ק"מ וממקומות רגישים (לדוג': יישובים, אזורי תיירות).

חוות PV

נדרש להגדיר איזור נצפות תיאורטית (ZTV).

9.11 הדמיות

הדמיות הן כלי מאד משמעותי בהעברת מידע חזותי אך יש להדגיש שהן צריכות להיות רק אחד מהאמצעים בניתוח נצפות הערכת השפעת הפיתוח המוצע. כל הדמיה (רישום ידני, צילום או פוטומונטאז') לא יכולה להיות זהה למציאות. אין באפשרותם להציג באופן דו ממדי משתנים כמו תאורה שונה, עונתיות, תנועת המתבונן במרחב ואף תנועת הלהבים של הטורבינה. כמו כן, קיימות מגבלות טכניות, עין אדם מבחינה בקונטרסט ביחס 1:1000 בין הגוונים הכהים לבהירים, מסך מחשב מבחין ביחס 1:100 והדפסה היא ביחס 1:10.



9.12 הנחיות נופיות כלליות למיקום מיזם לייצור אנרגייה מרוח

א. התאמה בין סוג הטורבינה לבין מאפייני האתר המיועד - טורבינות רוח לא ניתנות להסתרה לכן נדרש לזהות מהו סוג הטורבינה ההולם את מאפייני האתר ומהי והצבה המיטבית הממזערת את ההשפעה החזותית.

ב. ניתוח נופי נדרש בעת הצבת טורבינות רוח :

- התייחסות ליחידות המשנה בתוך כל חטיבת נוף עיקרית וניתוח של משמעות הצבתן בכל אתר מוצע.
- ניתוח נצפות / נראות פרטני לכל אתר.
- נדרש להתייחס בניתוח למשמעות של קווי הולכה ותחמ"ס בכל אתר.

ג. הגדרת מיקומים מועדפים לטורבינות רוח :

- לשאוף למיקום טורבינות רוח בשטחים בעלי תבליט נוף אחד ובקנה מידה גדול.
- לשאוף למיקום טורבינות רוח בשטחים בעלי תכסית אחידה בקנה מידה גדול עם מעט מרכיבים בנויים של פעילות אנושית.
- להימנע מהצבת טורבינות על קו אופק משמעותי, או בשטחים בעלי משמעות היסטורית ו/או תרבותית.
- להבטיח שהצבת טורבינות לא תפגע באזורים טבעיים איכותיים או אתרי מורשת כולל מבטים אליהם ומהם.
- לשאוף להצבת טורבינות בחלק המישורי ביותר או לאורך קווי גובה על מנת להימנע משונות בגובה הנתפס של קבוצת טורבינות.
- לשאוף לפרישה של קבוצת טורבינות בתוך תכסית, ותבליט נוף בעלי מאפיינים זהים.
- להימנע מהצבת טורבינות לאורך קו התפר בין רמת הגולן לעמק החולה והכנרת.
- לשקול הקמת טורבינות בשטחי תעסוקה/תעשייה ובשטחים מופרים.
- לשאוף להקמת טורבינות בודדות קטנות בסמיכות למבני משק גדולים (לדוג' מרכזי מזון, מטבנים וכד').

ד. במסגרת הכנת תכנית מפורטת לאתר טורבינות רוח יש להקפיד על הנושאים הבאים :

- הצגת תשריט ובו מיקום הטורבינות ומספרן, גודל, סוג טורבינות, מיקום תחנות שנאות, דרכי גישה להקמה ותפעול, אתרי



1/2/2014

1401R6450.doc

התארגנות/הקמה, עירום/השאלה (אם נדרש) ושיקומם. מיקום
עמודי ניטור רוח, תכנון תאורה (אם נדרש), מיקום ותכנון של מבני
תפעול, תכנית שיקום.

• הצבת הטורבינות:

≈ יש להציב את הטורבינות באופן שהן נתפסות כקבוצה במרבית
המבטים – לשאוף לקומפיוזיציה מאוזנת ולהימנע מתפיסתה
של טורבינה בודדת כנפרדת מקבוצה.

≈ חשוב להימנע מ"עירום" של טורבינות כפי שנתפס כאשר
מביטים לאורך שורה.

≈ בתכנון קבוצת טורבינות יש לשאוף לפרופורציה ההולמת את
קנה המידה של התבליט ותכסית הנוף הסובב.

• התייחסות ליחידות הנוף במרחב:

≈ באתרים שבשולי יחידת נוף נדרש להתייחס להשפעה על יחידת
הנוף הסמוכה.

≈ להימנע מיצירת "רעש חזותי", בין טורבינות למרכיבים
בולטים אחרים בנוף (לדוג' עמודי מתח גבוה).

≈ תכנית אתר תתייחס לאתרים אחרים בתוך אותה יחידת נוף
אשר בסמיכות אליו.

≈ יש להתייחס כיצד תכנון החווה משתלב ביחידת הנוף, כיצד
היבטי נצפות קיבלו מענה כמו גם הנחיות נופיות שהועלו
בתסקיר השפעה על הסביבה.

≈ לשאוף למניעת קיטוע בשימושי קרקע סביב הטורבינות רצוי
שימוש רציף.

• מבנה הטורבינה וצבעה:

≈ פרופורציה של קוטר הטורבינה לגובה - יש לשאוף ליחס של
1:1.

≈ טורבינות עם 3 להבים נראות מאוזנות יותר מטורבינות עם
שני להבים.

≈ עמודים צינוריים נראים "פשוטים" יותר מעמודי סבכה.

≈ גוון של אפור בהיר מתמזג יותר בטורבינות גדולות. צבעים
כהים לטורבינות קטנות עשויים לעזור בהטמעתם בסביבה.



1/2/2014
1401R6450.doc

≈ כל הטורבינות במקבץ צריכות להסתובב במהירות זהה. יש לשאוף למהירות הנמוכה ביותר של סיבוב הלהבים בכדי למזער השפעה חזותית.

• דרכי גישה :

≈ יש להשתמש ככל הניתן בדרכים קיימות הן להקמה והן לתפעול וכל נזק לדרך קיימת ישוקם.

≈ על דרכים חדשות לעקוב קווי גובה וגבולות שדות ככל שניתן, גם במחיר של הארכת הדרך.

≈ מצעים של דרכים לא סלולות יהיו מבזלת בלבד.

• מבנים נדרשים :

≈ יש למקם שנאים בתוך עמוד הטורבינה במידת האפשר.

≈ לצורך תפעול יש לשאוף להשתמש במבנים קיימים עם מיסוד צמחי. יש למקם מבנים בשטחים בעלי נצפות נמוכה.

• מערכות הולכה : לשאוף למערכות הולכה ותשתית תת קרקעית.

• תאורה : אם נדרשת תאורה לטורבינות יש להשתמש בתאורת אינפרא אדום לצורך מזעור נראות הטורבינות בלילה.

• הנחיות כלליות לפיתוח של מספר חוות :

≈ במידה וקיימות מספר חוות טורבינות באותה חטיבת נוף יש להשתמש באותה שפה תכנונית בכולן (לדוגמא : מיקום הטורבינות בסמיכות למיבנים, בתבליט קרקע דומה וכו').

≈ אם קיימת נראות/נצפות של מספר חוות מנקודת תצפית מסויימת יש לשאוף לשמירה על קנה מידה דומה ומראה דומה.

≈ נדרש לבחון השפעה מצטברת של מספר חוות באותה חטיבת נוף.

≈ יש לשאוף שחוות הטורבינות ייתפסו כנפרדות זו מזו ולא כרצף של טורבינות בחטיבת נוף מסויימת.



9.13 הנחיות נופיות כלליות למיקום חוות PV

בחירה מיטבית של אתר וקביעת קנה המידה של הפיתוח הם ערובה הטובה ביותר למזעור השפעה נופית – חזותית. התכנון נדרש להתייחס להיבטי תכונות הנוף והיקף נראות האתר. לפיכך יש לפעול על פי ההנחיות הבאות:

א. מיקום:

- יש לשאוף למיקום חוות ה PV בחלק התחתון של מדרונות, בקפלי קרקע מקומיים ובשטחים מישוריים.
- יש לשאוף למיקום בשטחים עם תכסית המעניקה סגירות לחלקי הנוף לעומת שטחים פתוחים חשופים.
- יש לשאוף למיקום בשטחים מפותחים משכבר ולהמנע בשטחים טבעיים / טבעיים למחצה.
- להימנע ממיקום בסמיכות לאתרי עתיקות ונוף חקלאי מסורתי.
- להימנע מפרישת הפיתוח על פני חטיבות נוף טיפוסיות שונות.
- לשאוף למיקום שלא ידרוש פריצת דרכים חדשות וצורך בקוי הולכה חדשים.
- למקם פיתוח בנסיגה מקצה תבליט נוף מקומי ובאופן הממזער את נראותו מנקודות תצפית מוכרות.
- להתאים את פיתוח החווה לקנה מידה של הנוף הסובב, גודל החלקה החקלאית, צורתה והמגוון החקלאי הקיים (להימנע מאיחוד חלקות ושינוי / דילול הפסיפס החקלאי).
- להשתמש ולשמר מאפיינים קיימים כמו משוכות לצורך שילוב / הסתרה של הפיתוח בנוף.
- בתכנון מספר חוות PV בתוך אותה חטיבת נוף יש לשאוף לזהות במאפייני התכנון – מבנה, גודל, יחס למאפייני הנוף.
- להימנע מיצירת רצף של מספר חוות המשנות את קנה המידה של חלקות חקלאיות.

ב. נצפות:

- יש להתחשב בנראות האתר מנקודות תצפית חשובות, דרכי תיירות וטיילות.
- בהצבת האתר יש להתייחס למבטים אל חלקיו הצדדיים או אחוריים של הפיתוח ולא רק באופן חזיתי.



1/2/2014
1401R6450.doc

- אתרים הנצפים מגובה במרחקים עד 2 ק"מ נדרשים לשילוב במאפייני הנוף המקומי (לדוג' קנה מידה של חלקות חקלאיות ותצורתן).
 - להתייחס למבטים מישובים סמוכים ולהימנע מיצירת מצב של יישוב "מוקף" חוות PV.
 - בתוך אזור זה יש לזהות נקודות תצפית יצוגיות. מספר נקודות התצפית ישתנה בהתאם להיקף ורגישות המיקום (עפ"ר כ- 5 נקודות תצפית).
 - יש לתת עדיפות לנקודות תצפית במרחקים הקטנים מ- 3 ק"מ וממקומות רגישים (לדוג': ישובים, אזורי תיירות).
- ג. מבנה:
- לצמצם ככל הניתן את גובה הפנלים בכדי לצמצם את נוכחותם בנוף. להציבם בקבוצות ברורות.
 - להשתמש בשפה החומרית הקיימת למבנים נלווים וגדרות, להשתמש ככל שניתן באמצעים למזעור נוכחותם כולל תכנון של משוכות וטיפוח המגוון הצמחי כחלק מהשיקום.
 - להסתיר גידור ע"י נטיעות מיסוד.
- ד. תאורה: במידה ונדרשת תאורה יש לתכנן אותה באופן שימנע זיהום אור כלפי השטחים הסובבים.



9.14 הערכה נופית של אתרי חיפוש לייצור אנרגיה בשיטה PV

להלן מוצג ניתוח הערכה נופית של אתרי החיפוש שזוהו בתכנית זו כמתאימים להקמת מתקנים לייצור אנרגיה באמצעות השמש (PV). הניתוח משמש ככלי להערכת הרגישות הנופית של כל מתחם. בעת הגשת תכנית מפורטת למתקן יהיה על היזם להגיש ניתוח כזה, המתבסס על העקרונות וההנחיות שהוצגו במתודולוגיה שהוצגה לעיל בפרק 9. הניתוח נערך עבור כל אזורי החיפוש שזוהו וחלק מהם אינם מופיעים בתשריט הסופי משום שהומלצו לביטול על ידי הוועדה המחוזית בהחלטתה לאמץ את תכנית האב. יצויין כי ריכוז ההערכה הנופית מוצג בתקציר תכנית זו.

(מספור אתרי החיפוש מופיע בתשריט ראו נספח א' - שטחים צבועים בסגול בהיר ותחומים בקו אפור מקווקו)

9.14.1 מתחמים 1+2 - דרומית לשעל

תאור: שטח מישורי המשתרע דרומית לשוב שעל גובל בכביש 96 במזרח, ציר הנפטי במערב וכביש 91 בדרום. המישור נחצה ע"י שלושה נחלים: נחל חמדל בצפון, ליד הישוב שעל, נחל שוח במרכז המפריד בין מתחם 1 למתחם 2 ונחל ג'לבון בדרום ליד כביש 91. אתרי העתיקות באזור זה מחוץ למתחמים. השטח מכוסה בתה עשבונית עם יער פארק דליל של עץ אלון. ניכרים עירום / סיקול של אבנים לעיבוד חקלאי בתקופות קדומות. כיום השטח ברובו משמש למרעה. תחומים בין מישורים נרחבים של שטחי אש.

צפיה ונצפות: המתחמים נצפים מקרוב מהכבישים התחמים אותם ומתל שיבן צפונית לשוב שעל. הנצפות רחוקה מהתלים והרכסים הצפון מזרחיים (הר בשנית, הר אביטל, רכס עסניה).





רגישות נופית:

רגישות יותר נמוכה		← →		רגישות יותר גבוהה	קריטריון	
					תבליט נוף	1.
					פתיחות / סגירות	2.
					תצורת חלקות חקלאיות וקנה מידה שלהן	3.
					איכויות תפיסתיות	4.
					איכות נופית	5.
					נצפות (ללא ניתוח מפורט)	6.

סיכום רגישות נופית: נמוכה – בינונית לגבי רוב הקריטריונים. רגישות גבוהה יותר בגין העדר תכסית מיסוך וחלקות מעובדות (מרבית השטח משמש למרעה).

רגישות להיקף פיתוח:

	קטן מאוד 10 ד'
	קטן 10-50 ד'
	בינוני 50-100 ד'
	גדול 100-150 ד'

אסטרטגיה והנחיות נופיות:

<ul style="list-style-type: none"> המתחמים יכולים לשאת היקף גדול של חוות PV. פיתוח מתחם 1 קודם לפיתוח מתחם 2. 	אסטרטגיה נופית
<ul style="list-style-type: none"> לאפשר במידת האפשר המשך מרעה. להתרחק בפיתוח מערוץ נחל שוח. להתרחק בפיתוח מדרכים סובבות. ליצור מיסוך סביב פיתוח ע"י נטיעות. 	הנחיות



9.14.2 מתחם 3 - צפונית ליונתן

תאור : שטח מישורי המשתרע בין הישובים קשת בצפון ליונתן בדרום. המתחם נחצה ע"י ציר הנפט ובתחומו ערוציו העליוניים של נחל גמלא. במתחם 15 אתרי עתיקות מוכרזים. השטח מכוסה בתה עשבונית ומקבצי עצי אלון ואיקליפטוס. השטח משמש למרעה.

צפיה ונצפות : המתחם נצפה מכביש 982 ומהר פרס ותל סאקי כמו כן, נצפות רחוקה מ"שביל גולן".





רגישות נופית :

רגישות יותר נמוכה		← →		רגישות יותר גבוהה	
					1. תבליט נוף
					2. פתיחות / סגירות
					3. תצורת חלקות חקלאיות וקנה מידה שלהן
					4. איכויות תפיסתיות
					5. איכות נופית
					6. נצפות (ללא ניתוח מפורט)

סיכום רגישות נופית : בינונית – נמוכה לגבי רוב הקריטריונים, גבוהה יותר בגין קירבה לאתרי עתיקות וערוצים עליונים ("מסילים").

רגישות להיקף פיתוח :

	קטן מאוד 10 ד'
	קטן 10-50 ד'
	בינוני 50-100 ד'
	גדול 100-150 ד'

אסטרטגיה והנחיות נופיות :

<ul style="list-style-type: none"> המתחם יכול לשאת פיתוח בהיקף בינוני. העדפה נופית לצד המזרחי והצד הצפוני ובסמיכות לחלקות חקלאיות קיימות. 	אסטרטגיה נופית
<ul style="list-style-type: none"> לתכנן חוות עם תצורות לא רגולריות ובסמיכות לחלקות קיימות / פיתוח קיים. ליצור מיסוך סביב פיתוח ע"י נטיעות. להתרחק מערוצי הנחלים ועתיקות. 	הנחיות



9.14.3 מתחים 4+5+6+7 מצפון ומדרום לנחל אל על

תאור: ארבעה מתחמים קטנים הממוקמים צפונית ודרומית לנחל אל על. מפרידים בין המתחמים חלקו העליון של הערוצים נחל דליות, נחל סמך, נחל אל על ונחל גוב. האתרים תחומים בין כביש 808 במערב לכביש 982 במזרח. השטחים מכוסים בתה עשבונית וניכרים עירום / סיקול של אבנים לחקלאות קדומה יותר. כיום השטח משמש למרעה.





רגישות נופית:

רגישות יותר נמוכה		← →		רגישות יותר גבוהה	קריטריון	
					תבליט נוף	1.
					פתיחות / סגירות	2.
					תצורת חלקות חקלאיות וקנה מידה שלהן	3.
					איכויות תפיסתיות	4.
					איכות נופית	5.
					נצפות (ללא ניתוח מפורט)	6.

סיכום רגישות נופית: רגישות נמוכה בגין מרחק מצירי תיירות ותבליט מישורי וגבוהה יותר בשל העדר פיתוח קיים ואיכויות תפיסתיות.

רגישות להיקף פיתוח:

	קטן מאוד 10 ד'
	קטן 10-50 ד'
	בינוני 50-100 ד'
	גדול 100-150 ד'

אסטרטגיה והנחיות נופיות:

<ul style="list-style-type: none"> מומלץ פיתוח של חוות בגודל קטן עד בינוני. העדפה נופית לפיתוח מתחמים 6+7 לפני 4+5. 	אסטרטגיה נופית
<ul style="list-style-type: none"> לתכנן חוות עם תצורות לא רגולריות. ליצור מיסוך סביב פיתוח ע"י נטיעות. להתרחק מערוצי הנחלים. 	הנחיות



9.14.4 מתחמים 8+9+10+11 - דרום מזרח לכביש 982.

תאור: ארבעה מתחמים גדולים הממוקמים דרום – מזרחית לכביש 982 על שטחים מישוריים המשמשים לחקלאות, בעיקר גידולי שדה.

צפיה ונצפות: השטחים החקלאיים גובלים בכביש 982 שהינו כביש ראשי לישובי דרום הגולן. גבולות המתחמים הורחקו מהכביש על מנת לאפשר חייץ חקלאי בין מתקני האנרגיה לכביש.

רגישות נופית:

רגישות יותר נמוכה		← →		רגישות יותר גבוהה	קריטריון	
					תבליט נוף	1.
					פתיחות / סגירות	2.
					תצורת חלקות חקלאיות וקנה מידה שלהן	3.
					איכויות תפיסתיות	4.
					איכות נופית	5.
					נצפות (ללא ניתוח מפורט)	6.

סיכום רגישות נופית: מתחמים בעלי רגישות נמוכה ברוב מאפייניהם רגישות גבוהה יותר בגין פתיחות ונצפות בינונית מכביש 982.

רגישות להיקף פיתוח:

	קטן מאוד 10 ד'
	קטן 10-50 ד'
	בינוני 50-100 ד'
	גדול 100-150 ד'



אסטרטגיה והנחיות נופיות:

אסטרטגיה נופית	<ul style="list-style-type: none"> כל המתחמים יכולים לשאת פיתוח בכל היקף.
הנחיות	<ul style="list-style-type: none"> לתכנן חוות עם תצורות רגולריות ובקנה מידה של החלקות הסמוכות להן. ליצור מיסוך ע"י נטיעות.

9.14.5 מתחמים 12 ו-13 - צפון מזרחית למיצר

תאור: שטח מישורי המשמש לגידולי שדה הממוקם דרום מזרחית לשוב מיצר, מתחם 12 ממוקם ליד מתקן הביו-גז ומתחם 13 ממוקם מזרחה מעל המצוקים היורדים לרוקד.

צפיה ונצפות: נמוכה, השטח אינו נצפה.

רגישות נופית:

		רגישות יותר נמוכה ← → רגישות יותר גבוהה		קריטריון	
				תבליט נוף	1.
				פתיחות / סגירות	2.
				תצורת חלקות חקלאיות וקנה מידה שלהן	3.
				איכויות תפיסתיות	4.
				איכות נופית	5.
				נצפות (ללא ניתוח מפורט)	6.



1/2/2014
1401R6450.doc

סיכום רגישות נופית: מתחם בעל רגישות נמוכה בינונית במרבית מאפייניו.
רגישות גבוהה יותר בגין קירבה לערוץ נחל רוקד.

רגישות להיקף פיתוח:

	קטן מאוד 10 ד'
	קטן 10-50 ד'
	בינוני 50-100 ד'
	גדול 100-150 ד'

אסטרטגיה והנחיות נופיות:

<ul style="list-style-type: none">פיתוח בהיקף קטן בינוני.לקרב פיתוח למתחם ביו-גז קיים.	אסטרטגיה נופית
<ul style="list-style-type: none">חוות עם תצורת חלקות רגולרית ובקנה מידה של החלקות הסמוכות להן.ליצור מיסוך ע"י נטיעות.	הנחיות



9.15 הערכה נופית של אזורי חיפוש לפיתוח חוות רוח

להלן מוצג ניתוח הערכה נופית של אתרי החיפוש שזוהו בתכנית זו כמתאימים להקמת מתקנים לייצור אנרגיה באמצעות רוח. הניתוח משמש ככלי להערכת הרגישות הנופית של כל מתחם. בעת הגשת תכנית מפורטת למתקן יהיה על היזם להגיש ניתוח כזה, המתבסס על העקרונות וההנחיות שהוצגו במתודולגיה בפרק 9 לעיל. הניתוח נערך עבור כל אזורי החיפוש שזוהו וחלק מהם אינם מופיעים בתשריט הסופי משום שהומלצו לביטול על ידי הועדה המחוזית בהחלטתה לאמץ את תכנית האב. יצויין כי ריכוז ההערכה הנופית מוצג בתקציר תכנית זו.

(המספור מופיע בתשריט ראו נספח א' – שטחים צבועים בורוד בהיר ותחומים בצבע ורוד כהה מקווקו).

9.15.1 מתחם אל-רום – עמק הבכא (מס' 12)

תאור: ממוקם על שטח המטעים של אל-רום. האזור תחום בין רכס בשנית, תל בראון, כביש 982, והישוב הדרוזי בוקעתה.

צפיה ונצפות: המתחם גדול ונצפה מהרכסים הסובבים ומכביש 982 והישובים אל-רום ובוקעתה. כמו כן נצפה מאנדרטת עוז (עמק הבכא).





רגישות נופית:

רגישות יותר נמוכה		← →		רגישות יותר גבוהה	קריטריון	
					תבליט נוף	1.
					תכסית נוף	2.
					דרכים	3.
					קו אופק	4.
					איכויות תפיסתיות	5.
					איכות נופית	6.
					נצפות (ללא ניתוח מפורט)	7.

התייחסות לרגישות נופית: מתחם עם רגישות נופית בינונית – נמוכה במרבית מאפייניו. רגישות גבוהה יותר בגין איכות השטחים הפתוחים קנה המידה שלהם וקירבה לאתרי מורשת ונצפות קרובה (כביש 982, אלרום, אנדרט עוז).
רגישות משוערת לגבהי טורבינות וגודל מקבצים (ללא ניתוח נצפות מפורט).

רגישות	גודל מקבצי טורבינות
	מקבץ קטן (עד 5 יח')
	מקבץ בינוני (6-10 יח')
	מקבץ גדול (11-25 יח')
	מקבץ גדול מאד (מעל 26 יח')

רגישות	גובה טורבינה
	קטן מאד 15-25 מ'
	קטן 26-50 מ'
	בינוני 51-75 מ'
	גדול 76 – 110 מ'
	גדול מאד 111-150 מ'

אסטרטגיה והנחיות נופיות:

<ul style="list-style-type: none"> • המתחם יכול לשאת היקף גדול של פיתוח. • העדפה לטורבינות בגובה בינוני גדול. • אפשרי מקבצים גדולים ואף גדולים מאד. 	אסטרטגיה נופית
<ul style="list-style-type: none"> • מומלץ הצבת מקבצי הטורבינות בהתייחס לשונות בתכסית. • ניצול דרכים קיימות. • התייחסות בהצבת מקבצים למבטים מאנדרטת עוז ומהישובים הסמוכים. (עפ"י ניתוחי נצפות מפורטים). 	הנחיות



9.15.2 מתחם יער אודם (מס' 14)

תאור: ממוקם על שטח המכוסה בחלקו מטעים ובחלקו יער אלונים מפותח. דרומית לנחל סער, יער נטוע וכביש 909 בסמיכות לתופעות גיאולוגיות ייחודיות (גיובות), צירי תיירות / טיילות מרכזיים.

צפיה ונצפות: נצפה מכביש 96.





רגישות נופית:

רגישות יותר נמוכה		← →		רגישות יותר גבוהה	קריטריון	
					תבליט נוף	1.
					תכסית נוף	2.
					דרכים	3.
					קו אופק	4.
					איכויות תפיסתיות	5.
					איכות נופית	6.
					נצפות (ללא ניתוח מפורט)	7.

התייחסות לרגישות נופית: המתחם רגיש מאד לפיתוח במרבית מאפייניו.

רגישות משוערת לגבהי טורבינות וגודל מקבצים (ללא ניתוח נצפות מפורט).

רגישות	גודל מקבצי טורבינות
	מקבץ קטן (עד 5 יח')
	מקבץ בינוני (6-10 יח')
	מקבץ גדול (11-25 יח')
	מקבץ גדול מאד (מעל 26 יח')

רגישות	גובה טורבינה
	קטן מאד 15-25 מ'
	קטן 26-50 מ'
	בינוני 51-75 מ'
	גדול 76 – 110 מ'
	גדול מאד 111-150 מ'

אסטרטגיה והנחיות נופיות:

<ul style="list-style-type: none"> המתחם יכול לשאת פיתוח בהיקף קטן – בינוני עם טורבינות בגובה קטן. פיתוח רק בחלקו הצפון מזרחי של המתחם. 	אסטרטגיה נופית
<ul style="list-style-type: none"> תכנון המתייחס לאיכויות הנופיות הסמוכות (יעד אודם, מורדות החרמון, נחל סער). תכנון המתייחס למרכיבי התכסית בין הטרורבינות. תכנון המתייחס להיבטי נצפות מכביש 96. 	הנחיות



9.15.3 מתחמי רכס עסניה וחזק (מס' 4+3+2)

תאור: רכס מיוער אלונים הממוקם מזרחית לכביש 982, על רכס עסניה חוות טורבינות קיימת.

צפיה ונצפות: נצפה מכביש 982, מהישובים: עין זיוון, אורטל, אלוני בשן, משביל גולן העובר לאורך הרכס נצפות רחוקה מכביש 90 (ליד איילת השחר) בתנאי ראות בהירים.





רגישות נופית.:

רגישות יותר נמוכה		← →		רגישות יותר גבוהה	קריטריון	
					תבליט נוף	1.
					תכסית נוף	2.
					דרכים	3.
					קו אופק	4.
					איכויות תפיסתיות	5.
					איכות נופית	6.
					נצפות (ללא ניתוח מפורט)	7.

התייחסות לרגישות נופית: המתחמים בעלי רגישות גבוהה – גבוהה מאד במרבית מאפייניהם, למעט התכסית האחידה.

רגישות משוערת לגבהי טורבינות וגודל מקבצים (ללא ניתוח נצפות מפורט).

רגישות	גודל מקבצי טורבינות
	מקבץ קטן (עד 5 יח')
	מקבץ בינוני (6-10 יח')
	מקבץ גדול (11-25 יח')
	מקבץ גדול מאד (מעל 26 יח')

רגישות	גובה טורבינה
	קטן מאד 15-25 מ'
	קטן 26-50 מ'
	בינוני 51-75 מ'
	גדול 76 – 110 מ'
	גדול מאד 111-150 מ'

אסטרטגיה והנחיות נופיות:

<ul style="list-style-type: none"> בשל קיומו של חוות רוח קיימת במתחם 2 העדפה נופית לא לפתח מתחמים 3 ו 4. בכל מקרה פיתוח מתחם 4 עדיפה על פני מתחם 3. מקבצים קטנים – בינוניים, טורבינות עד גובה בינוני. 	אסטרטגיה נופית
<ul style="list-style-type: none"> התייחסות בהצבה להיבט נצפות (עפ"י ניתוח מפורט). 	הנחיות



1/2/2014
1401R6450.doc

9.15.4 מתחמי עקש, סינדיאן, חמר (מס' 1+5)

תאור: ממוקמים בשיפולים הדרומיים של רכס חזק, בינו ולבין הר פרס. תכסית של בתה עשבונית עם יער פארק של אלונים, השטח משמש למרעה.

צפיה ונצפות: נצפות מכביש 982, הר פרס, רכס חזק ושביל גולן.



רגישות נופית:

רגישות יותר נמוכה		← →		רגישות יותר גבוהה	קריטריון	
					תבליט נוף	1.
					תכסית נוף	2.
					דרכים	3.
					קו אופק	4.
					איכויות תפיסתיות	5.
					איכות נופית	6.
					נצפות (ללא ניתוח מפורט)	7.



1/2/2014

1401R6450.doc

התייחסות לרגישות נופית: המתחמים בעלי רגישות בינונית נמוכה במרבית

מאפייניהם. רגישות גובהה יותר בגין העדר דרכים ואיכויות תפיסתיות.

רגישות משוערת לגבהי טורבינות וגודל מקבצים (ללא ניתוח נצפות מפורט).

רגישות	גודל מקבצי טורבינות
	מקבץ קטן (עד 5 יח')
	מקבץ בינוני (6-10 יח')
	מקבץ גדול (11-25 יח')
	מקבץ גדול מאד (מעל 26 יח')

רגישות	גובה טורבינה
	קטן מאד 15-25 מ'
	קטן 26-50 מ'
	בינוני 51-75 מ'
	גדול 76 – 110 מ'
	גדול מאד 111-150 מ'

אסטרטגיה והנחיות נופיות:

<ul style="list-style-type: none"> המתחמים יכולים לשאת פיתוח בהיקף גדול עד גדול מאד ובכל גובה של טורבינות. העדפה נופית לפיתוח מתחם 1 לפני מתחם 5. 	אסטרטגיה נופית
<ul style="list-style-type: none"> תכנון המתייחס לצורך בפריצת דרכים חדשות ושיקומן. תכנון מקבצים בהתייחס לנצפות מהישוב קשת וכביש 982. 	הנחיות



9.15.5 מתחם נמרוד (מס' 18)

תאור: ממוקם על שלוחה של מורדות החרמון סמוך לשוב נמרוד. תכנית של חורש טבעי. קיימים שרידי סיקול וטרסות חקלאיות לאורך השלוחה. ממזרח עמק יעפורי ובריכת רם.

צפיה ונצפות: נצפה מכביש 98, מהישובים הדרוזים הסמוכים, נוה אטי"ב, מכביש 989 העולה לחרמון.





רגישות נופית:

רגישות יותר נמוכה		← →		רגישות יותר גבוהה	קריטריון	
					תבליט נוף	1.
					תכסית נוף	2.
					דרכים	3.
					קו אופק	4.
					איכויות תפיסתיות	5.
					איכות נופית	6.
					נצפות (ללא ניתוח מפורט)	7.

התייחסות לרגישות נופית: המתחם רגיש מאד במרבית מרכיביו .

רגישות משוערת לגבהי טורבינות וגודל מקבצים (ללא ניתוח נצפות מפורט).

רגישות	גודל מקבצי טורבינות
	מקבץ קטן (עד 5 יח')
	מקבץ בינוני (6-10 יח')
	מקבץ גדול (11-25 יח')
	מקבץ גדול מאד (מעל 26 יח')

רגישות	גובה טורבינה
	קטן מאד 15-25 מ'
	קטן 26-50 מ'
	בינוני 51-75 מ'
	גדול 76 – 110 מ'
	גדול מאד 111-150 מ'

אסטרטגיה והנחיות נופיות:

<ul style="list-style-type: none"> • עדיפות נופית לא לפתח את המתחם. • במידה שמפתחים מומלץ היקף פיתוח מקבץ קטן עד בינוני וגובה טורבינה בינוני. 	אסטרטגיה נופית
<ul style="list-style-type: none"> • התייחסות למבטים מציר החרמון וכביש 98, מהישובים הסמוכים בעיקר מסעדה. • לשמר תכסית טבעית סביב טורבינות. • התייחסות תכנונית לפריצת דרכים חדשות. 	הנחיות



9.15.6 מתחמים הר רם (מס' 17 + 16 + 15)

תאור: ממוקמים על הר רם והגבעות הסובבות אותו מזרחית לעמק יעפורי. תכסית של חלקות מטעים וטרסות, בריכות ההשקיה (חקלאות מסורתית), דרכים חקלאיות צרות.

צפיה ונצפות: נצפות קרובה מתוך העמק, בירת רם.

רגישות נופית:

רגישות יותר נמוכה		← →		רגישות יותר גבוהה	קריטריון	
					תבליט נוף	1.
					תכסית נוף	2.
					דרכים	3.
					קו אופק	4.
					איכויות תפיסתיות	5.
					איכות נופית	6.
					נצפות (ללא ניתוח מפורט)	7.

התייחסות לרגישות נופית: מתחמים רגישים בגין תכסית של חקלאות מסורתית ודרכים צרות, רגיש פיתוח בהיבטים של נצפות וקו אופק.

רגישות משוערת לגבהי טורבינות וגודל מקבצים (ללא ניתוח נצפות מפורט).

רגישות	גודל מקבצי טורבינות
	מקבץ קטן (עד 5 יח')
	מקבץ בינוני (6-10 יח')
	מקבץ גדול (11-25 יח')
	מקבץ גדול מאד (מעל 26 יח')

רגישות	גובה טורבינה
	קטן מאד 15-25 מ'
	קטן 26-50 מ'
	בינוני 51-75 מ'
	גדול 76 – 110 מ'
	גדול מאד 111-150 מ'



אסטרטגיה והנחיות נופיות:

<ul style="list-style-type: none">• פיתוח בהיקף קטן - בינוני.• עדיפות לטורבינות בגבהים בינוניים ומטה.• עדיפות לפיתוח מתחמים 16 ו 17 לפני מתחם 15.	אסטרטגיה נופית
<ul style="list-style-type: none">• התייחסות בהעמדה לקנה מידה של התכסית והתבליט.• שימור התכסית הקיימת סביב טורבינות.• שיקום דרכים שיורחבו לצורך הקמת החווה.	הנחיות



9.15.7 מתחם אודם (מס' 13)

תאור: ממוקם בתווך בין הישוב בוקעתא לישוב אודם. תכסית של חלקות מטעים וטרסות (חקלאות מסורתית).

צפיה ונצפות: נצפה מקרוב מהישובים הסמוכים ומכביש 982 העובר מזרחית למתחם.





רגישות נופית:

רגישות יותר נמוכה ←		→ רגישות יותר גבוהה		קריטריון	
				תבליט נוף	1.
				תכסית נוף	2.
				דרכים	3.
				קו אופק	4.
				איכויות תפיסתיות	5.
				איכות נופית	6.
				נצפות (ללא ניתוח מפורט)	7.

התייחסות לרגישות נופית: המתחם עם מגוון רגישויות - בינונית גבוהה.

רגישות משוערת לגבהי טורבינות וגודל מקבצים (ללא ניתוח נצפות מפורט).

רגישות	גודל מקבצי טורבינות
	מקבץ קטן (עד 5 יח')
	מקבץ בינוני (6-10 יח')
	מקבץ גדול (11-25 יח')
	מקבץ גדול מאד (מעל 26 יח')

רגישות	גובה טורבינה
	קטן מאד 15-25 מ'
	קטן 26-50 מ'
	בינוני 51-75 מ'
	גדול 76 – 110 מ'
	גדול מאד 111-150 מ'

אסטרטגיה והנחיות נופיות:

אסטרטגיה נופית	<ul style="list-style-type: none"> פיתוח בהיקף בינוני – גדול, (מקבצים) העדפה לטורבינות בגובה בינוני.
הנחיות	<ul style="list-style-type: none"> התייחסות לנצפותו הגבוהה של האתר מהישוב בוקעתה ומכביש 982. שימור תכסית קיימת. שיקום דרכים חדשות.



9.15.8 מתחם מרום גולן (מס' 7)

תאור: ממוקם מזרחית ליישוב מרום גולן, מזרחית לכביש 982 מול הישוב קוניטרה, תכנית חקלאית מודרנית של מטעים וגידולי שדה, משוכות.

צפיה ונצפות: נצפה מהישוב קוניטרה, מרום גולן ועין זיוון, כביש 98.





רגישות נופית:

רגישות יותר נמוכה		← →		רגישות יותר גבוהה	קריטריון	
					תבליט נוף	1.
					תכסית נוף	2.
					דרכים	3.
					קו אופק	4.
					איכויות תפיסתיות	5.
					איכות נופית	6.
					נצפות (ללא ניתוח מפורט)	7.

התייחסות לרגישות נופית: מתחם עם רגישות בינונית נמוכה במרבית מאפייניו. נדרש להתייחס לרגישות מצטברת בגין פיתוח במתחמים סמוכים

רגישות משוערת לגבהי טורבינות וגודל מקבצים (ללא ניתוח נצפות מפורט).

רגישות	גודל מקבצי טורבינות
	מקבץ קטן (עד 5 יח')
	מקבץ בינוני (6-10 יח')
	מקבץ גדול (11-25 יח')
	מקבץ גדול מאד (מעל 26 יח')

רגישות	גובה טורבינה
	קטן מאד 15-25 מ'
	קטן 26-50 מ'
	בינוני 51-75 מ'
	גדול 76 – 110 מ'
	גדול מאד 111-150 מ'

אסטרטגיה והנחיות נופיות:

<ul style="list-style-type: none"> המתחם מאפשר פיתוח בהיקף גדול ובגובה מירבי של טורבינות בגין 'הסתרה' ע"י הר אביטל - בנטל. נדרש להתייחס להיבט של השפעה נוספת בגין פיתוח מתחמים סמוכים. 	אסטרטגיה נופית
<ul style="list-style-type: none"> התייחסות תכוננית להיבט נצפות מאתרי התיירות על הר בנטל והר אביטל. 	הנחיות



9.15.9 מתחם עין זיוון (מס' 11)

תאור: ממוקם דרומית מזרחית ליישוב עין זיוון בסמיכות לכביש 98, מערבית לרכס עסניה. תכנית מטעים וחלקות מרעה. ניכר סיקול ועירום אבנים מתקופות קדומות.

צפיה ונצפות: נצפה מכביש 98, מהיישוב עין זיוון.





רגישות נופית:

רגישות יותר נמוכה		← →		רגישות יותר גבוהה	קריטריון	
					תבליט נוף	1.
					תכסית נוף	2.
					דרכים	3.
					קו אופק	4.
					איכויות תפיסתיות	5.
					איכות נופית	6.
					נצפות (ללא ניתוח מפורט)	7.

התייחסות לרגישות נופית: מתחם עם רגישות נופית בינונית במרבית מאפייניו. נדרשת התייחסות לרגישות מצטברת בגין פיתוח סמוך, קיים ומתוכנן.

רגישות משוערת לגבהי טורבינות וגודל מקבצים (ללא ניתוח נצפות מפורט).

רגישות	גודל מקבצי טורבינות
	מקבץ קטן (עד 5 יח')
	מקבץ בינוני (6-10 יח')
	מקבץ גדול (11-25 יח')
	מקבץ גדול מאד (מעל 26 יח')

רגישות	גובה טורבינה
	קטן מאד 15-25 מ'
	קטן 26-50 מ'
	בינוני 51-75 מ'
	גדול 76 – 110 מ'
	גדול מאד 111-150 מ'

אסטרטגיה והנחיות נופיות:

<ul style="list-style-type: none"> פיתוח בהיקף קטן עד בינוני עם טורבינות עד גובה גדול (לא לבלוט מעל רכס עסניה). התייחסות להשפעה מצטברת של פיתוח קיים / מתוכנן. 	אסטרטגיה נופית
<ul style="list-style-type: none"> בחינת נצפות מפורטת. יצירת מקבצים נפרדים ומובחנים בין תכסיות שונות. 	הנחיות



9.15.10 מתחם אלוני בשן (מס' 6)

תאור: ממוקם מערבית לישוב אלוני בשן וכביש 98. תכסית בתה עשבונית עם חורש דליל של עצי אלון. שרידי חקלאות קדומה. במקום טורבינה בודדת.

צפיה ונצפות: נצפה מהישוב וכביש 98, שביל גולן.





רגישות נופית:

רגישות יותר נמוכה		← →		רגישות יותר גבוהה	קריטריון	
					תבליט נוף	1.
					תכסית נוף	2.
					דרכים	3.
					קו אופק	4.
					איכויות תפיסתיות	5.
					איכות נופית	6.
					נצפות (ללא ניתוח מפורט)	7.

התייחסות לרגישות נופית: למתחם מגוון רגישויות. גבוהה יותר בגין העדר דרכים ואיכויות תפיסתיות ונופיות ונמוכה יותר בגין תבליט ותכסית אחידים

רגישות משוערת לגבהי טורבינות וגודל מקבצים (ללא ניתוח נצפות מפורט).

רגישות	גודל מקבצי טורבינות
	מקבץ קטן (עד 5 יח')
	מקבץ בינוני (6-10 יח')
	מקבץ גדול (11-25 יח')
	מקבץ גדול מאד (מעל 26 יח')

רגישות	גובה טורבינה
	קטן מאד 15-25 מ'
	קטן 26-50 מ'
	בינוני 51-75 מ'
	גדול 76 – 110 מ'
	גדול מאד 111-150 מ'

אסטרטגיה והנחיות נופיות:

<ul style="list-style-type: none"> המתחם יכול לשאת פיתוח בהיקף קטן עד בינוני עם טורבינות עד גובה בינוני. 	אסטרטגיה נופית
<ul style="list-style-type: none"> התייחסות לנצפות מהכביש והישוב. התייחסות לקומפוזיציה של מקבץ הטורבינות בין נצפות קרובה. שיקום דרכים חדשות. 	הנחיות



9.15.11 מתחם תל פרס (מס' 8)

תאור: ממוקם מזרחית לתל סאקי בחלקות החקלאיות, תכסית של מטעים וגידולי שדה ושטחי מרעה .

צפיה ונצפות: נצפות קרובה מהתל (אתר מורשת) וכביש 98 נצפות רחוקה מהישובים קשת ויונתן.





רגישות נופית:

רגישות יותר נמוכה		← →		רגישות יותר גבוהה	קריטריון	
					תבליט נוף	1.
					תכסית נוף	2.
					דרכים	3.
					קו אופק	4.
					איכויות תפיסתיות	5.
					איכות נופית	6.
					נצפות (ללא ניתוח מפורט)	7.

התייחסות לרגישות נופית: במתחם מגוון רגישויות עפ"י מאפייניו. גבוהה יותר בגין קו האופק ואופייני ואיכותו התפיסתית ונמוכה יותר בגין תכסית ונצפות מוגבלת.

רגישות משוערת לגבהי טורבינות וגודל מקבצים (ללא ניתוח נצפות מפורט).

רגישות	גודל מקבצי טורבינות
	מקבץ קטן (עד 5 יח')
	מקבץ בינוני (6-10 יח')
	מקבץ גדול (11-25 יח')
	מקבץ גדול מאד (מעל 26 יח')

רגישות	גובה טורבינה
	קטן מאד 15-25 מ'
	קטן 26-50 מ'
	בינוני 51-75 מ'
	גדול 76 – 110 מ'
	גדול מאד 111-150 מ'

אסטרטגיה והנחיות נופיות:

אסטרטגיה נופית	• פיתוח בהיקף גדול (מקבצים) עם טורבינות בגובה גדול.
הנחיות	• התייחסות לניתוח נצפות מפורט. • יצירת מקבצים עפ"י תכסית.



1/2/2014
1401R6450.doc

9.15.12 מתחם יונתן (מס' 10 + 9)

תאור: ממוקמים מזרחית לישוב יונתן בחלקות החקלאות הסמוכות לציר הנפט וכביש 98.

צפיה ונצפות: נצפה מקרוב מכביש 98 ומהישוב יונתן, כמו כן, נצפה משביל גולן.





רגישות נופית:

רגישות יותר נמוכה		← →		רגישות יותר גבוהה	קריטריון	
					תבליט נוף	1.
					תכסית נוף	2.
					דרכים	3.
					קו אופק	4.
					איכויות תפיסתיות	5.
					איכות נופית	6.
					נצפות (ללא ניתוח מפורט)	7.

התייחסות לרגישות נופית: למתחמים רגישות נמוכה בינונית במרבית מאפייניהם. גבוהה יותר בגין נצפות מכביש 98.

רגישות משוערת לגבהי טורבינות וגודל מקבצים (ללא ניתוח נצפות מפורט).

רגישות	גודל מקבצי טורבינות
	מקבץ קטן (עד 5 יח')
	מקבץ בינוני (6-10 יח')
	מקבץ גדול (11-25 יח')
	מקבץ גדול מאד (מעל 26 יח')

רגישות	גובה טורבינה
	קטן מאד 15-25 מ'
	קטן 26-50 מ'
	בינוני 51-75 מ'
	גדול 76 – 110 מ'
	גדול מאד 111-150 מ'

אסטרטגיה והנחיות נופיות:

אסטרטגיה נופית	<ul style="list-style-type: none"> פיתוח בהיקף קטן עד בינוני עם טורבינות עד גובה גדול.
הנחיות	<ul style="list-style-type: none"> יצירת מקבצים מובחנים המתייחסים לתכסית שקיימת. התייחסות לניתוח נצפות מפורט.



9.16 מתחמים שאותרו על ידי מספר יישובים

9.16.1 אנרגיה סולרית ע"ג מאגרים קיימים

נצפות וצפיה: המאגרים נצפים בעיקר מנקודות תצפית גבוהות וזאת בגין הסוללות התוחמות.

רגישות נופית: נמוכה עפ"ר למעט מאגר רבני ישראל, ליד חיספין שנצפותו גבוהה. נדרש להתייחס להיבטי סינוור של המתקנים.

9.16.2 אנרגיה סולרית ע"ג מבנים קיימים

נצפות וצפיה: המבנים קיימים ונצפים, הוספת מתקנים סולרים ע"ג גגות המבנים אינו מוסיף או גורע מנצפות המבנים.

רגישות נופית: נמוכה בגין מבנים קיימים.

10. הערכת פוטנציאל ייצור אנרגיה מתחדשת בתחום מוא"ז גולן

לצורך ביצוע הערכת פוטנציאל ייצור האנרגיה המתחדשת בתחום מועצה אזורית גולן, נבנה מודל חישובי המטפל בתחומי האנרגיה המתחדשת הבאים:

- א. אנרגיה סולרית
- ב. אנרגיית רוח
- ג. אנרגיית ביו-גז

המודל המוצע מניח הנחות לגבי המידה בה יאמצו המועצה האזורית גולן והאוכלוסייה המקומית בישובי המועצה את הטכנולוגיות לייצור אנרגיה מתחדשת הן ברמה האישית (מתקנים ביתיים) והן ברמה היישובית והאזורית. מימוש פוטנציאל ההספק המותקן מותנה בקבלת החלטות אישית וארגונית של תושבים, ישובים, ארגונים וחברות/משקיעים שונים. כדי לאמוד את פוטנציאל הייצור של אנרגיה מתחדשת הונחו הנחות שונות המתייחסות לאחוז המעוניינים ביישום מתקני ייצור אנרגיה מתחדשת ברמה האישית, היישובית או הארגונית. המודל מאפשר שינוי נוח של הפרמטרים השונים המשפיעים על החישוב. בכך הוא מאפשר למוא"ז גולן בחינה נוחה של תרחישים שונים, עריכת תחזיות והיערכות לקראתן. להלן הנתונים והתוצאות שחושבו על סמך נתונים והנחות אלה.

נתונים כלליים שהיוו את בסיס המודל:

13,000	מס' תושבים במוא"ז גולן
3,600	מס' בתי אב
32	מספר הישובים במועצה אזורית גולן
107	מספר משפחות ממוצע בישוב

אנרגיה סולרית

	בתי מגורים בישובים
0.3	אחוז בתי אב שיתקינו קולטים סולריים
1500	שטף חום סולרי בצפון ישראל [וואט/מ"ר]
0.15	נצילות כוללת משוערת
225	הספק אופייני [וואט/מ"ר]
10	מס' שעות תאורה אפקטיבית ביום
821	תפוקה שנתית ממוצעת בצפון [קוט"ש/מ"ר]:
100	שטח גג אופייני [מ"ר]:
50	שטח גג אופייני פונה לדרום [מ"ר]:
4	הספק מותקן מירבי למתקן ביתי (ללא מע"מ) [קילוואט]
18	שטח גג דרוש למתקן ביתי ללא מע"מ [מ"ר]

בתחשב בהנחות לעיל:

19,200	פוטנציאל שטחי גג למתקנים ביתיים [מ"ר]
15,768	פוטנציאל תפוקה סולרית שנתית משוערת מבני מגורים [מגוואט"ש]
4	פוטנציאל הספק מותקן מבני מגורים [מגוואט]

מבנים חקלאיים

14%	אחוז החקלאים בישובים:
2000	שטח גג רפת/לול של חקלאי אופייני [מ"ר]
1000	שטח פונה לדרום [מ"ר]:
0.3	אחוז החקלאים שיקימו מערכת סולרית

בהתחשב בהנחות לעיל:

151,200	פוטנציאל שטח גגות מבנים חקלאיים (משוער) [מ"ר]:
124,173	פוטנציאל תפוקה סולרית שנתית משוערת מבני חקלאות [מגוואט"ש]

פוטנציאל הספק מותקן מבני חקלאות [מגוואט] 24**מבני ציבור בישובים**

100	שטח גג מזכירות [מ"ר]
300	שטח גג מועדון [מ"ר]
100	שטח גג צרכניה [מ"ר]
150	שטח גג גנים [מ"ר]
32	מס' הישובים בתחום מוא"ז גולן
20,800	סך שטח גגות מבני הציבור [מ"ר]
0.7	פוטנציאל שטח גג להתקנת קולטים
0.2	אחוז הישובים שיתקינו קולטים סולרים על מבני ציבור: 0.2

בהתחשב בהנחות לעיל:

2,912	פוטנציאל השטח להתקנת קולטים [מ"ר]
2,391	פוטנציאל תפוקה סולרית שנתית משוערת [מגוואט"ש]
0.66	פוטנציאל הספק מותקן [מגוואט]

סך פוטנציאל התפוקה הסולרית בישובי המועצה

137,076	תפוקה שנתית ממוצעת [מגוואט-שעה]:
29	פוטנציאל ההספק המותקן [מגוואט]:

חוות ומתקנים סולריים מחוץ לתחומי הישובים:**חוות אנרגיה סולרית בשטחים פתוחים**

29,971	שטח פוטנציאלי לשדות סולריים [דונם]:
0.05	אחוז השטח שיוקדש לשדות סולריים
1499	שטח משוער לשדות סולריים [דונם]
0.67	נצילות הקרקע (הערכה)
0.06	מקדם נצילות שטח אופייני [מגוואט מותקן לדונם]:
270	פוטנציאל הספק מותקן [מגוואט]:

קולטים סולריים על מאגרי המים

8,383	שטח המאגרים [דונם]:
0.2	אחוז ניצול שטח המאגרים:
1,677	פוטנציאל שטח המאגרים [דונם]:
482	פוטנציאל שטח קולטים על המאגרים [דונם]
109	הספק מותקן על המאגרים [מגוואט]
378	סה"כ הספק סולרי מותקן מחוץ לישובים [מגוואט]:
407	סה"כ הספק סולרי מותקן בתחומי המועצה [מגוואט]:

אנרגית רוח

נתוני טורבינות:

נתוני טורבינה גדולה:

80	גובה העמוד [מ']:
77	קוטר הלהבים = D [מ']:
119	גובה כולל (עמוד+להב) [מ']:
2	הספק טורבינה [מגוואט]:
10	מספר טורבינות מתוכננות בעסניה:

55	מספר טורבינות מתוכננות בעמק הבכא :
7	מספר שעות עבודה משוער ביממה :
20	הספק מותקן בעסניה :
100	הספק מותקן בעמק הבכא :
51,100	תפוקה שנתית משוערת בעסניה [מגוואט-שעה] :
255,500	תפוקה שנתית משוערת עמק הבכא [מגוואט-שעה] :

מקבצי טורבינות

הנחות :

5	מס' טורבינות ליד כל ישוב :
1.5	גודל ממוצע לטורבינה [מגוואט] :
6	משך רוח פעילה ביום [שעות] :
1	שטח אופייני דרוש למקבץ טורבינות [דונם]
7.5	הספק מותקן למקבץ (מגוואט)
16,425	תפוקה שנתית ממוצעת למקבץ ישובי [מגוואט-שעה] :
6	מספר ישובים שיקימו מקבצי טורבינות במשבצתם :
98,550	תפוקה שנתית ממוצעת למקבצים [מגוואט-שעה] :

45 הספק מותקן במקבצי הטורבינות [מגוואט] :

חוות טורבינות

להלן דוגמה לחוות טורבינות שבה 3 שורות, בכל שורה 5 טורבינות. ניתן כמובן להתאים את כמות הטורבינות בחווה לשטח הזמין, להוסיף או להפחית טורבינה מטחת או יותר מהשורות.

16	מס' טורבינות להדגמת חוות טורבינות:
32	הספק מותקן בחווה זו [מגוואט]:
263	תפוקה יומית ממוצעת לחווה זו [מגוואט-שעה]:
160	השטח הדרוש לכל טורבינה [דונם]: (9DX3D)
2,561	שטח אופייני הנדרש לחווה [דונם]:
4	מספר חוות אפשרי (בנוסף לעסניה ועמק הבכא)
128	הספק מותקן בחוות טורבינות רוח זו [מגוואט]:

מניתוח שבוצע לשטחי החיפוש שאותרו במסגרת עבודה זו, עולה כי פוטנציאל ההספק המותקן בחוות שונות שניתנות למימוש והחוות בעמק הבכא ורכס עסניה **עומד על 248 מגוואט**.

טורבינות קהילתיות (טורבינה אחת בישוב)

5	מספר ישובים שיקימו טורבינה קהילתית:
40	הספק הטורבינה [קילוואט]:
0.2	הספק קהילתי מותקן [מגוואט]:

טורבינות קטנות (ביתיות)**הנחות:**

15	מס' טורבינות בישוב:
8	מספר ישובים בהם צפויה הקמת טורבינות קטנות
3	הספק אופייני לטורבינה ביתית [KW]
5	מס' שעות פעילות ביום:
120	מס' טורבינות קטנות ברמה"ג:
0.4	הספק מותקן ברמה"ג [מגוואט]:
657	פוטנציאל הפקה שנתי [מגוואט-שעה]
294	סה"כ הספק מותקן רוח [מגוואט]

אנרגיה מביוגז**פסולת**

1.5	ייצור פסולת בישראל [ק"ג/אדם/יום]:
0.4	שיעור חומר אורגני בפסולת בישראל:
12 (ללא	כמות פסולת אורגנית ברמה"ג ביום [טון]:
	דרוזים)
194	חשמל מופק מ-1 טון פסולת אורגנית [קוט"ש]:
2.3	פוטנציאל ייצור חשמל יומי ברמה"ג [מגוואט"ש]:
0.1	הספק מותקן לייצור ביוגז מפסולת [מגוואט]:
2.4	הספק מותקן במתקן מיצר (פרש בקר) [מגוואט]:
4.7	סה"כ הספק מביוגז [מגוואט]:

ריכוז הערכת פוטנציאל ההספק המותקן

הספק מותקן (MW)	מיקום או פריסה	סוג אנרגיה
4	גגות בתי מגורים	אנרגיה סולרית
24	גגות מבנים חקלאיים	
0.66	גגות מבני ציבור	
109	שטחי מאגרים	
270	שדות פוטו – וולטאים	
407		סה"כ אנרגיה סולרית
45	מקבצי טורבינות	אנרגיית רוח
248	חוות רוח	
0.2	טורבינות קהילתיות	
0.4	טורבינות ביתיות	
294		סה"כ אנרגיית רוח
2.4	פרש בע"ח (מיצר)	אנרגיה מביו-גז
0.10	פסולת אורגנית	
2.5	2.5	סה"כ אנרגיה מביוגז
703	703	סה"כ הספק מותקן

הערכת פוטנציאל אנרגיה מתחדשת הספק מותקן [מגוואט]: 703

סיכום והערות להערכת הפוטנציאל:

הנתונים המוצגים לעיל מבוססים על דפוסי התנהגות וקבלת החלטות אנושית. התנהגות זו תלויה בגורמים רבים ומורכבים התלויים במגוון רחב של החלטות חיצוניות: החלטות ממשלה, הסדרות רשות החשמל, התייחסות חברת חשמל, מדיניות המועצה האזורית גולן ועמדת הועדה המקומית.

שינוי בהחלטות כל אחד מגורמים אלה, כמו גם הסברה והתנהגות מובילי הדעה בקרב התושבים, צפוי שישפיעו על החלטות התושבים, הישובים והארגונים השונים הפועלים בתחום המועצה בנושא ההשקעה במתקני אנרגיה מתחדשת.

הערכת הפרמטרים המבטאים את אחוז האוכלוסייה/ישובים/ארגונים שיחליטו להקים מתקנים אלה נקבעו בשלב זה בהחלטה שרירותית של יועץ האנרגיה המלווה תכנית זו. יש מקום לקיום דיון בפורום רחב יותר לגיבוש הערכה וכימות לפרמטרים (אחוזים) אלה.

11. סיכום והמלצות

תכנית האב מציגה מתחמים המהווים אתרי חיפוש להקמת מתקנים לייצור אנרגיה מתחדשת. על פי ההערכה שבוצעה במסגרת הכנת התכנית ניתן בעתיד להפיק במרחב רמת הגולן כ- 700 מגה וואט ממתקנים המייצרים אנרגיה מתחדשת.

הקמת המתקנים ופריסתם במרחב תלויה רבות ביזמות שתתפתח בתחום זה בארץ בכלל וברמת הגולן בפרט. יזמים פרטיים או יזמות יישובית אשר יהיו מעוניינים להקים מתקן לייצור אנרגיה מתחדשת ברמת הגולן יופנו לבחירת האתרים המתאימים ביותר מתוך מתחמי החיפוש שהוגדרו. התאמת האתרים תבחן בהתאם לטכנולוגיה המוצעת על ידי היזמים לפיתוח האנרגיה המתחדשת, ובהתאם לניתוח נופי שיוגש עבור כל אתר מוצע על פי המתודולוגיה לניתוח הנופי הבוחנת רגישות נופית ונצפות, כפי שמוצג בפרק 9 לעיל.

תכנית האב מאפשרת הפניה של היזמים לאתרים מתאימים, כמו גם מתן כלים בידי היזמים למציאת המיקום המתאים ביותר לפיתוח המתקנים, אשר יסייעו באספקת אנרגיה ממקורות מתחדשים יחד עם השמירה על השטחים הפתוחים.

ייצור אנרגיה במרחב רמת הגולן מצריך מערך הולכה מתאים שאינו בנמצא כיום. במהלך הכנת התכנית בוצעו תיאומים עם חברת החשמל. במקביל הוכרזה תכנית לתשתית לאומית מס' 62 המציעה הקמת קו 161 להולכת החשמל מרמת הגולן אל תחנת משנה בעמק החולה. הקמת מתקן לייצור אנרגיה ממקורות מתחדשים מחייב הגשת תכנית מפורטת לאישור מוסדות התכנון. בהתייחס לטורבינות רוח קטנות, האמורות לקום במשבצת היישוב, מומלץ להתיר הקמתן בהליך של הגשת בקשה להיתר בניה, הקלה זו בהליך הסטוטורי תאפשר הקמת טורבינות קטנות (קהילתיות) אשר תוכלנה להתחבר למערך ההולכה הקיים ובכך להקטין את העומס על מערך ההולכה.

ביום 2.12.2013 דנה הועדה המחוזית צפון בתכנית האב והחליטה על אימוצה כמנחה את הפיתוח ברמת הגולן של מתקנים לייצור אנרגיה ממקורות מתחדשים. הועדה אימצה את התכנית בתנאי ביטול מספר אזורי חיפוש שזוהו במהלך הכנת התכנית מטעמים של רגישות לשטחים בעלי ערכיות. תשריטי התכנית המוצגים בנספח א' להלן תואמים את החלטת הועדה המחוזית.

11.1 המלצות עיקריות בהתאם לסוג האנרגיה המתחדשת

א. אנרגית רוח

1. תכנית האב מכוונת לקידום חוות לטורבינות רוח במתחמים שאותרו כמתאימים לחיפוש אתרים לייצור אנרגית רוח, כמסומן בתשריט "איתור מתחמים", וזאת בהתייחס לדירוג הנופי שנקבע לכל אתר ואתר.
2. המתחמים שאותרו בתכנית האב מיועדים להקמת חוות לטורבינות בהספקים גדולים וקטנים וזאת כנובע ממספר טורבינות/גודל השטח המתאים. החוות הגדולות תורמות למימוש החלטת הממשלה בעניין המאמץ לקידום אנרגיות מתחדשות.
3. הקמת מקבצים קטנים של טורבינות יסייע בניצול קווי הולכה מקומיים ובהפחתת עומס הצרכנים על הרשת הארצית. חשוב להתאים את הפיתוח לתחמ"גים הקיימים היום.

ב. אנרגיה סולארית

1. תכנית האב מכוונת קידום הקמת שדות קולטי PV קונבנציונלים בשטחים שאותרו לחיפוש ובהתאם להיקף המומלץ.
2. ניתן ומומלץ להקים מתקנים קטנים עד בינוניים.
3. ניתן למקם קולטים סולריים צפים על מאגרי מים ובכך לאפשר ניצול דו שימושי בשטח.
4. ניתן למקם קולטים סולריים על מטמנות ישנות שהשטח שלהן אינו ישים לבניה.
5. נכון יהיה להמליץ לישובים להקים מערכות בתחומי הקו הכחול, ככל שלא יתאפשרו מערכות אלה ניתן יהיה להגיש תכניות עבור מתקני PV באזורי החיפוש, בהתאם למוצע בתכנית האב.
6. בהתייחס לטכנולוגיות קיימות של מתקנים תרמו סולריים גדולים, נמצא כי אינן מתאימות למרחב רמת הגולן. ניתן יהיה לבחון אופציה זו בעתיד, אם תוצענה טכנולוגיות במופע מצומצם יותר.

ג. ביו מסה

1. קיים היום מתקן אחד ברמה"ג באתר מיצר. מומלץ להרחיב מתקן זה ובנוסף לאתר מתקן נוסף באזור הצפוני יותר משיקולי הפחתת שינוע.
2. יש לעבור למהלך של תכנון ההפרדה במקור והטיפול המקומי בפסולת אורגנית לקראת הפקת אנרגיה מתחדשת מביומסה.

3. יש לבחון את האפשרות להנעת רכבי מוא"ז גולן ומועצה מקומית קצרין בגז שיופק מביוגז שייוצר במתקני הטיפול בפסולת המקומית.

ד. אגירה שאובה

לרמת הגולן פוטנציאל גיאוגרפי מתאים להקמת מתקן אגירה שאובה. הפרשי הגובה בין הרמה ובין הכנרת או אזור אל-חמה מאפשרים הקמת מתקן זה. עם זאת, איתור אתר מתאים למתקן זה חייב להתבצע במסגרת בדיקה הנדסית פרטנית החורגת ממסגרת תוכנית אב. בדיקה כזו תוכל להתבצע בעתיד במידה ויהיה גורם שייזום בדיקה זו.

11.2 פעילות הרשות המקומית לעידוד ייצור אנרגיה מתחדשת

כדי לעודד יזמויות לייצור חשמל מאנרגיה מתחדשת ברמת הגולן, יש ליצור מודעות לנושא זה הן ברמה המקומית והן חשיפה ברמה הארצית. את יצירת המודעות יש ללוות בנקיטת אמצעי תמרוץ כלכליים. להלן מספר הצעות שביצוען עשוי לתרום לעידוד יזמויות אלה.

פעילות ברמה מקומית

מודעות ציבורית יש לבנות באופן יזום ומתוכנן. ניתן לעשות זאת באמצעי הסברה ותקשורת שונים העומדים לרשות מוא"ז גולן. לדוגמא מתן "דוגמא אישית" הקמת מערכת קולטים סולריים (PV) על גג בניין המועצה ועל גגות מבני ציבור נוספים שבבעלות המועצה. ניתן לממש זאת בדרכים שונות, הנבדלות זו מזו ברמת המאמץ וההשקעה שיהיה על המועצה להשקיע, ובהכנסה הכספית שתניב המערכת למועצה.

בכל מקרה, גם כאשר לא נדרשת כל השקעה וההכנסה נמוכה יותר, תתרום מערכת זו לתזרים המזומנים של המועצה או החברה הכלכלית שלה, תאפשר הדגמת המערכת לציבור הרחב בסיורים וימי עיון יזומים וכאמור תאפשר פרסום הנושא באמצעי המדיה השונים העומדים לרשות המועצה.

עידוד ותמרוץ נוסף להקמת מערכות PV ו/או טורבינות רוח יכולה המועצה ליצור באמצעות העדפות, הנחות והקלות בתהליכי התכנון והרישוי האמורים להתבצע בוועדה המקומית.

פעילות ברמה הארצית והממשלתית

אימוץ תוכנית האב לאנרגיה מתחדשת של מוא"ז גולן על ידי הועדה המחוזית לתכנון ובניה במחוז הצפון ופרסומה באמצעי התקשורת הארציים עשוי להוביל להתעניינות גוברת של יזמים וחברות בהקמת מיזמים לייצור אנרגיה מתחדשת

ברמת הגולן.

פרסום זה יש ללוות בפעילות נוספת של גורמי המועצה מול משרדי הממשלה הרלוונטיים, כדי לדאוג להטבות למי שישקיע במתקני ייצור אנרגיה מתחדשת ברמה"ג.

פעילות זו עשויה להפוך את אזור רמת הגולן ל"שחקן מרכזי" בנושא האנרגיה המתחדשת, להוביל להקמת מיזמים חדשים, ליצור מקומות עבודה חדשים ולהוביל לקליטת משפחות חדשות בישובי המועצה.

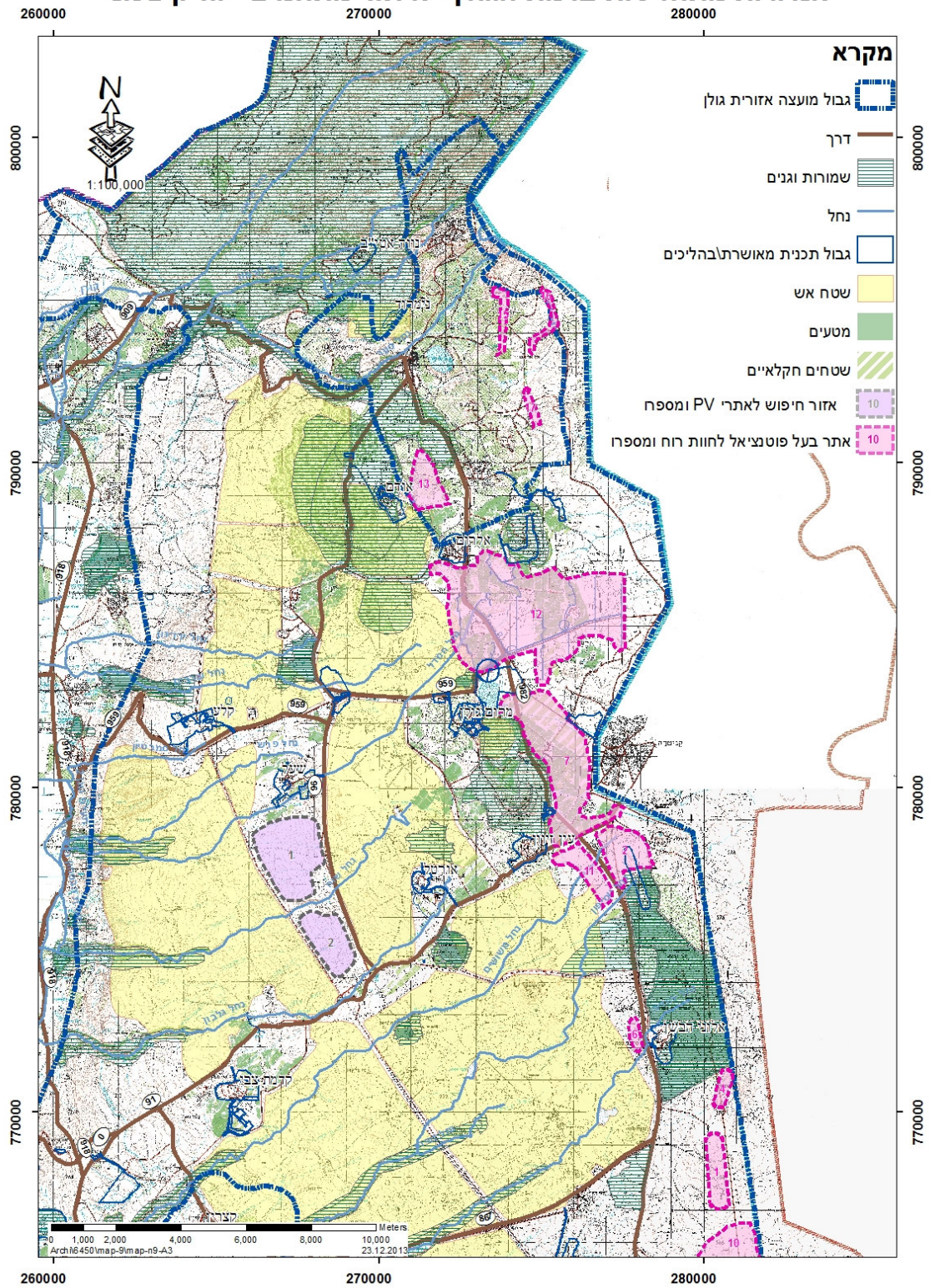
דוגמה לפעילות זו ולתוצאותיה, ניתן לראות בפעילות מוא"ז חבל אילות שהפכה את הנגב הדרומי לאזור שזכה להכרה ממשלתית, ארצית ואף בינלאומית כמוקד ידע בנושא אנרגיה סולרית. ברמת הגולן ניתן לפתח באופן דומה את נושא האנרגיות המתחדשות.

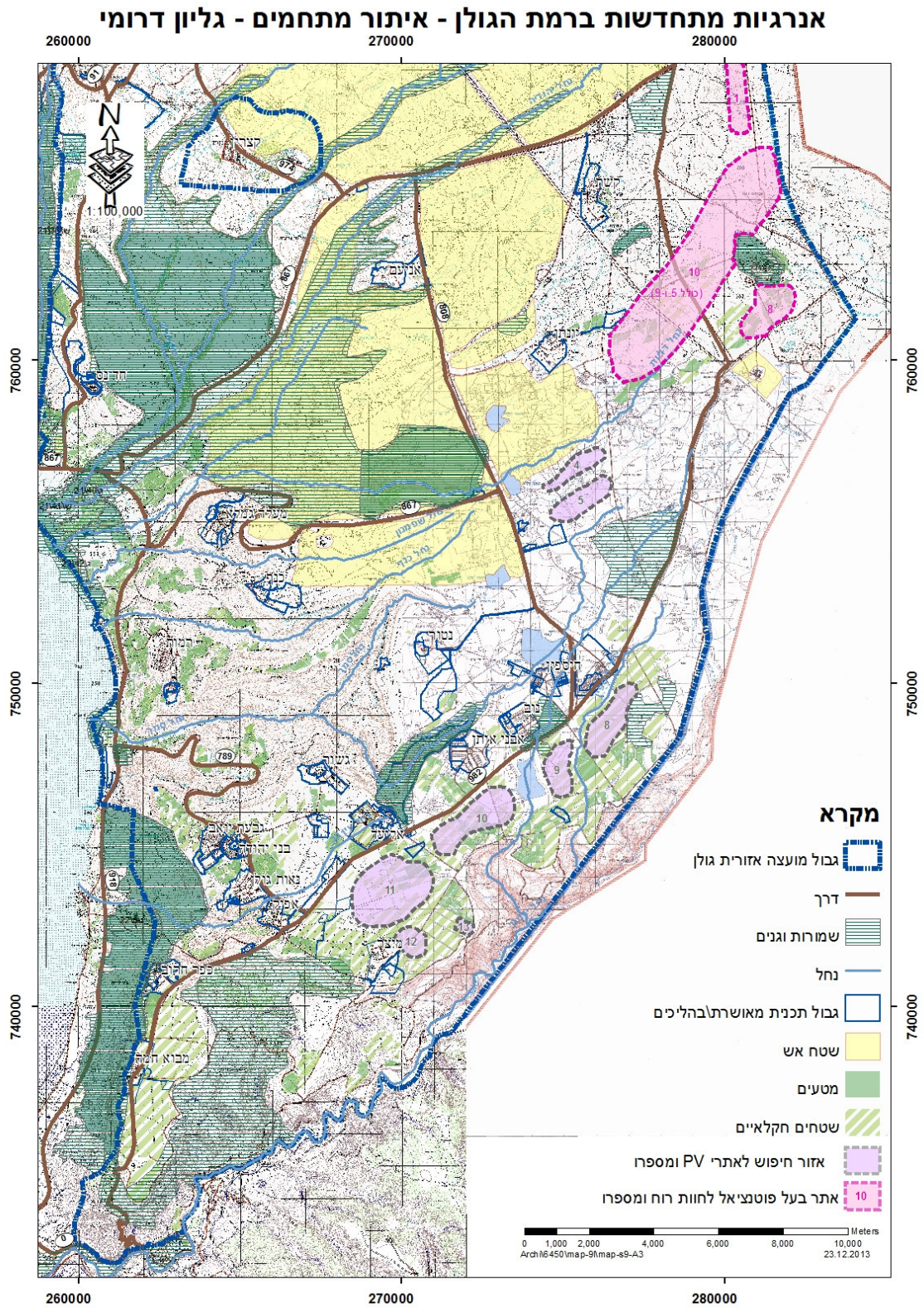
בעזרת משרדי האנרגיה והמדע ובשיתוף הטכניון ניתן להוביל להקמת מרכז מחקרי אקדמי לנושא אנרגיה מתחדשת על כל סוגיה (חשמל סולרי, רוח, ביוגז, ביו דלקים וכו').

הובלת הנושא ע"י המועצה ובהנהגתה תשדר הן ליזמים והן לממשלה יציבות ותגביר את מוכנות כל הגורמים לשיתוף הפעולה החיוני לקידום הנושא. פרסום הפעילות ופירותיה וכן מהלך שיווקי, שימתג את רמת הגולן כאזור מוביל ופורץ דרך בנושא ייצור אנרגיה מתחדשת, יאיץ את התפתחות הנושא ויתרום אף הוא למיצוב רמת הגולן כאזור האנרגיה המתחדשת של ישראל.

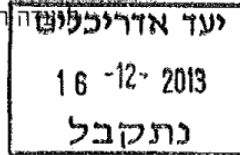
נספח א' – תשריטי תכנית האב

אנרגיות מתחדשות ברמת הגולן - איתור מתחמים - גליון צפוני





נספח ב' – החלטת הועדה המחוזית



תאריך : ה' טבת תשע"ג
8 בדצמבר 2013
סימוכין : 528700
מס' טיזורי: 8.

לכבוד
רותי רוהטין
יעד אדריכלים ומתכנני ערים ונוף

יעד מיקוד : 20155

הנדון : החלטת ישיבת הועדה המחוזית לתכנון ולבניה מחוז הצפון, ישיבה מספר 2013010 לנושא מספר מחוז-צפון

ההועדה המחוזית לתכנון ולבניה מחוז הצפון בישיבתה ביום שני, כ"ט כסלו תשע"ג, 2 בדצמבר 2013 דנה בנושא מחוז-צפון נושא כללי. להלן החלטתה:

נטרת תכנית האב היא הגדרת מתחמי חיפוש להקמת מתקני אנרגיה מתחדשת לרוח ולאנרגיה סולארית ומתן כלים לנציגת המיקום המתאים ביותר לפיתוח המתקנים תוך התחשבות ושמירה על השטחים הפתוחים ועל ערכי הנוף של רמת הגולן.

אנרגיית רוח:

התכנית מחלקת את הטורבינות ל-3 קבוצות:

טורבינות קטנות – עד 10 מגוואט לצריכה עצמית במתקנים בייתיים או מסחריים

טורבינות רוח בינוניות 10-50 מגוואט

טורבינות רוח גדולות- מעל 50 מגוואט.

התכנית קובעת 3 תצורות של פריסת הטורבינות בשטח:

טורבינה קהילתית- טורבינת רוח בודדת באתרי היישובים בבעלות הישוב.

מקבצי טורבינות- 3-10 טורבינות המוצבות בשטחים חקלאיים או בשולי שטחים חקלאיים

חוות טורבינות, טורבינות המוצבות בשורות כגון עמק הבכא.

אותרו 18 מתחמים לחוות רוח הכוללות מ-3 טורבינות עד 49 טורבינות:

...רצ"ב המשך החלטה.

נא להמציא לנו עותק מותקן מהתכנית להמשך טיפול.

בכבוד רב,
הרוש מירי
מוזכיר/ת הועדה המחוזית לתכנון

כתובת : רחוב מעלה יצחק 29
נצרת עילית מיקוד : 1753005
קבלת קהל : ימים ב', ג', ד' בשעות 09:00-14:00 אתר
המשרד: WWW.PNIM.GOV.IL
טלפון : 04-6508555
פקס : 02-5697985
(AD9810)

פרוטוקול לישיבת הוועדה המחוזית לתכנון ולבניה מחוז הצפון, ישיבה מספר 2013010
 תאריך הישיבה: יום שני, כ"ט כסלו תשע"ד, 02/12/2013
 באולם ישיבות, בניין סיטי 1, אזור התעשייה ג', רח' מעלה יצחק 29, נצרת עלית

8. נושא: נושא - מחוז-צפון: נושא כללי
 מטרת הדיון: דיון בתכנית: דיון עם מוזמנים - דיון בתכנית
 הצגת תכנית אנרגיה חלופית ברמת הגולן

מטרת תכנית האב היא הגדרת מתחמי חיפוש להקמת מתקני אנרגיה מתחדשת לרוח ולאנרגיה סולארית ומתן כלים למציאת המיקום המתאים ביותר לפיתוח המתקנים תוך התחשבות ושמירה על השטחים הפתוחים ועל ערכי הנוף של רמת הגולן.

אנרגיית רוח:

התכנית מחלקת את הטורבינות ל-3 קבוצות:
 טורבינות קטנות – עד 10 מגוואט לצריכה עצמית במתקנים בייתים או מסחריים
 טורבינות רוח בינוניות -50-10 מגוואט
 טורבינות רוח גדולות- מעל 50 מגוואט.
 התכנית קובעת 3 תצורות של פריסת הטורבינות בשטח:
 טורבינה קהילתית- טורבינת רוח בודדת באתרי היישובים בבעלות הישוב.
 מקבצי טורבינות- 3-10 טורבינות המוצבות בשטחים חקלאיים או בשולי שטחים חקלאיים
 חוות טורבינות, טורבינות המוצבות בשורות כגון עמק הבכא.
 אותרו 18 מתחמים לחוות רוח הכוללות מ-3 טורבינות עד 49 טורבינות:

מס' מתחם	שם המתחם	מס' (מוערך) טורבינות
מתחם 1	עקש וסינדיאן	40
מתחמים 2-4	רכס עסניה וחזקה	32
מתחם 6	הר בני צפת.	4
מתחם 7	מרום גולן	16
מתחם 8	תל פארס	7
מתחם 10	יונתן ותמר	7
מתחם 11	עין זיוון	
מתחם 12	אל-רום, עמק הבכא	49
מתחם 13	אודם	
מתחם 14	יער אודם	4
מתחמים 15-17	הר רם	19
מתחם 18	נמרוד	

מתוכם שני מתחמים אינן למימוש מידי : מתחם נמרוד ומתחם אודם, עקב קרבתם לישובים עפ"י טבלת איתור שטחים להקמת מתקנים ליצירת אנרגיה מהרוח.

אנרגיה סולארית:

התכנית מתייחסת לארבע סוגים של חוות PV עפ"י גודל השטח הדרוש :

חווה קטנה מאוד – פחות מ-10 ד'.

חווה קטנה-50-10 ד'.

חווה בינונית 50-100 ד'

חווה גדולה- 100-150 ד'

התכנית איתרה 13 מתחמי חיפוש להצבת חוות מתקני PV :

שם המתחם	מס' מתחם
שעל	מתחם 1-2
יונתן	מתחמים 3
נחל אל-על	מתחם 4-7
מזרחית לכביש 982	מתחם 8-11
מיצר	מתחם 12-13

המלצות התכנית :

1. לקדם הקמת מקבצי טורבינות קטנים לאספקת הצריכה המקומית.
2. הקמת מתקני PV קטנים עד בינוניים.
3. לקדם ניצול דו שימושים בשטחי מאגרים, מטמנות ישנות שאינן ישימות לבנייה גגות מבני ציבור.

הוועדה מחליטה לאמץ את תכנית האב בתנאים הבאים :

- מתחמים אשר אינם מופיעים בדוח תכנית האב (20 עד 24) יש למחוק מהתשריטים.
- יש להוסיף להוראות התכנית סעיף המתייחס להוספת אתרים למתקני אנרגיה מתחדשת בתכנית האב באישור הוועדה המחוזית לתו"ב.
- יש לדייק את גבולות המתחמים כך שלא יחפפו לתכניות המאושרות החלות על השטח.
- יש לדייק את גבולות מתחמי החיפוש כך שלא יחפפו לשטחי שמורות טבע המסומנות בתמ"מ 3/2 ובתמ"מ 35.
- בנוסף לאמור לעיל, מתחמי החיפוש לטורבינות רוח הבאים יבוטלו :
 - סינדאן צפון (מס' 3) מצוי כולו בתחום שמורת טבע עפ"י תמ"מ 3/2 לפיכך יש לבטלו.
 - יער אודם (מס' 14) מהווה פגיעה נופית וסכנה לעופות.
 - נמרוד (מס' 18) מהווה פגיעה נופית גדולה וסכנה לעופות.
- מתחם חיפוש לטורבינות רוח ממזרח לתל פארס (מס' 8) יצומצם כך שיהיה רק מזרחה לשמורת הטבע.
- מתחם חיפוש לאנרגיית סולארית PV מס' 3, צפונית ליונתן יבוטל בשל מיקומו בתוך מסדרון אקולוגי חיוני.
- מתחמי חיפוש לאנרגיית סולארית PV מס' 6-7 יבוטלו בשל מיקומן בתוך תכנית מאושרת לשמורת הטבע אחילוף החורן.

ההחלטה התקבלה בהתנגדותו הנחרצת של נציג משרד הביטחון.



מקורות:

1. "אנרגית רוח - כללי", הפורום הישראלי לאנרגיה - ארגון לקידום אנרגיה מתחדשת בישראל.
2. "איך מייצרים חשיבה מתחדשת?" מאת: יעל כהן-פארן ושחר סגל, הפורום הישראלי לאנרגיה - ארגון לקידום אנרגיה מתחדשת בישראל, פורסם: 02.03.2010.
3. מרכז המחקר והמידע של הכנסת, "ייצור חשמל מאנרגיה חלופית בישראל, מוגש לוועדת המדע והטכנולוגיה", כתיבה: יניב רוני, אישור: שמוליק חזקיה, ראש צוות, עריכה לשונית: מערכת "דברי הכנסת", 15 בינואר 2007.
4. גיודי ואריה מלמד-כץ, "שיטות ירוקות ליצירת אנרגיה, שיטות ירוקות להפקת אנרגיה, המנצלות מקורות מתחדשים", 09/10/2008, מתוך: מגזין מסע אחר.
5. מרכז המחקר והמידע של הכנסת, "ייצור חשמל מאנרגיית הרוח", כתיבה: אורלי לוטן, 21 בספטמבר 2005.
6. פרופ' גרשון גרוסמן וד"ר אופירה אילון, חשמל ממערכות פוטו-וולטאיות: סיכום והמלצות דיון פורום האנרגיה מס' 1, מוסד שמואל נאמן, הטכניון, 13 בפברואר 2006.
7. "מדיניות משרד התשתיות הלאומיות לשילוב אנרגיות מתחדשות במערך ייצור החשמל בישראל", משרד התשתיות הלאומיות, 14 בפברואר 2010.
8. אפרים שלאין, נועה נאור, רן דרסלר, עורכים, "מדיניות המועצה הארצית לקידום מתקנים סולאריים לייצור חשמל", פברואר 2010.
9. מרכז המחקר והמידע של הכנסת, אנרגיות מתחדשות כמנוף לפיתוח אזורי לאור החלטת הממשלה 4450, יניב רוני, 24 בינואר 2011.
- 10.

מקורות פרק נוף:

1. An Assessment of the Landscape Sensitivity + Onshore Wind Energy and Field-Scale Photovoltaic Development in Torridge District. Final Report Land Use Consultations. November 2011.
2. Visual Representation of Windfarms. Good Practice Guidance. SNH Commissioned Report. Honer and Macennan and Envision. March 2006.



1/2/2014
1401R6450.doc

3. Cumulative Effect of Windfarms. Guidance, Scottish National Heritage (SNH) Version Z. April 2005.
4. Guidelines for Landscape and Visual Impact Assessment. Third Edition. Consultation Draft. National Planning Policy January 2012.
5. A Guide to Commissioning a Landscape Capacity Study. Scottish National Heritage. 2010.
6. Landscape Sensitivity Assessment-Stratford on Avon. Final Report. White Consultants. July 2011.
7. Landscape Study Windfarm Development in the Ochil Hills and part of Southion Highland Perthshire. Report by David Tyldesley and Ass. June 2004.
8. Ayrshire and Clyde Valley Windfarm Landscape Capacity Study. Commissioned Report No 065. SNH. Land Use Consultants. 2004.
9. Assessment of Landscape Sensitivity to Wind Turbine Development in Highland. Summary Report. Macaulay Land Use Research Institute. September 2010.
10. Landscape Sensitivity Assessment Methodology. Revision South West Region. Land Use Consultants 2005.
11. Strategic Landscape Sensitivity. Working Methodology. Peer Group Workshop. July 2005.



1/2/2014
1401R6450.doc

12. Assessing Landscape Sensitivity at a Strategic Level. Hampshire County Council. 2005.

13. Landscape Sensitivity and Capacity Study for Windfarm Development on Shetlandislands. Land Use Consultants . March 2009.

14. תסקיר השפעה על הסביבה לתכנית ג/18674 חוות טורבינות רוח ברמה"ג. פרק הנוף. אדמה מדעי הסביבה והגיאולוגיה בע"מ. יוני 2011.

15. תכנית אב לשטחים פתוחים ברמה"ג (טיוטה). מפת ערכיות נופית ומפת ערכיות אקולוגית בעריכת א.ג. אייזן – אדריכלים ובוני ערים. פברואר 2012.