

ברכת הדרך
מימוש הפוטנציאל
הסביבתי והכלכלי
של כבישי ישראל

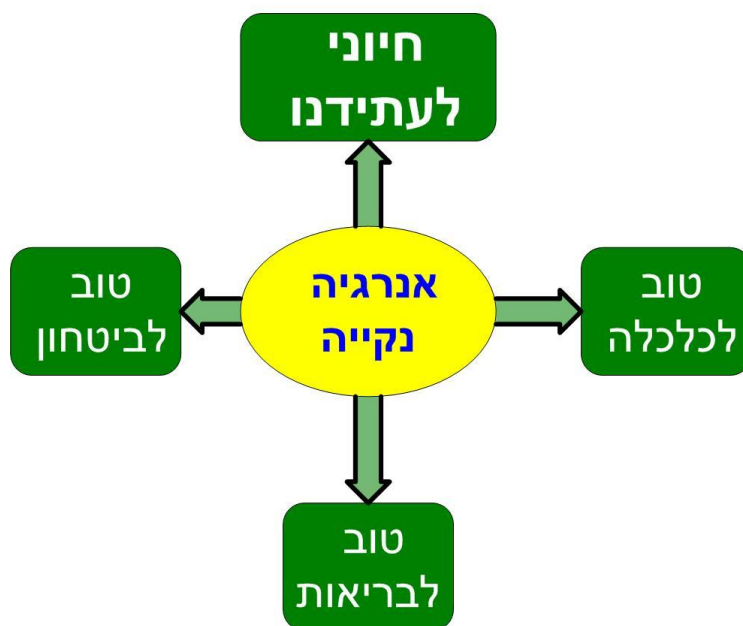
נייר עבודה



עדכון אחרון: 3 אוגוסט, 2019

תוכן ענינים

3.....	תקציר
4.....	פרק א: שטח נדרש לקליטת אנרגיה סולארית
5.....	פרק ב: פוטנציאל כבישים
6.....	פרק ג. שימוש דואלי בכביש - תחשיבים והיבטים כלכליים וסביבתיים
7.....	מחיר החשמל
8.....	פרק ד תודעה
9.....	פרק ה. שינויי תקנות וחוקים
10.....	נספח א. מחקרים ומקורות נוספים
11.....	נספח ב. מפרטים לדוגמא – מערכות תומכות



הדחיפה למעבר מהיר לאנרגיה מתחדשת נובעת ממשבר האקלים הקשה ומהתוצאות ההרסניות שתהיינה אם אנחנו נמשיך לפלוט גזי חממה לאטמוספירה,

אך כל מי שמתכנן מעבר לאנרגיה מתחדשת בארץ צריך להתמודד עם התנאים הייחודיים כאן ובכלל זה שטח קרקעי מצומצם והימצאות בארץ של מגוון אקולוגי ראוי לשימור.

לכן נייר העבודה כאן מציע דרך מתבקשת להתמודד עם התחרות על קרקעות ישראל ועל הרגישות הסביבתית המתלווה לכך.

עיקרה שימוש דואלי בכבישי ישראל כדרך מועדפת לקלוט אנרגיה סולארית. היות שהכבישים מכסים שטח נרחב במדינתנו הצנועה, התרומה שלהם למהפכה הסביבתית יכולה, אם הפוטנציאל ימוּש להיות מכרעת.

פרק א: שטח נדרש לקליטת אנרגיה סולארית

המקור המשמעותי ביותר בארץ שיכול לספק אנרגיה נקייה, הרבה מעל לנדרש, הוא אנרגיה סולארית שנקלט באמצעות פאנלים סולארים. לכן התרכזנו כאן בהצגת האפשרות והכדאיות של השימוש בפאנלים סולארים לספק צורכי האנרגיה של ישראל.

היום מכל קילומטר רבוע, בהנחת נצילות קרקע של 50% ניתן לייצר כ 0.175 טרהוואט בשנה. אפשרי בהחלט ששיפורים בנצילות הקרקע ושימוש באמצעים נוספים כגון פאנלים בעלי הספק גבוה או הרכבת הפאנלים על מכניקה שעוקבת אחרי השמש יעלו את יכולת הייצור לאזור 0.25 טרהוואט בשנה.

היות שהצריכה השנתית של חשמל היום היא בסדר גודל של 70 טרהוואט בשנה, אם נספק את כל החשמל מאנרגיה סולארית יידרש קליטת אנרגיה משטח של בין 280 ל 400 קמ"ר. שטח זה הוא סדר גודל של אחוז עד אחוז וחצי משטחה של המדינה כולל יו"ש.

עם מעבר אמצעי תחבורה לחשמל והמשך הגידול באוכלוסיה וברמת החיים, ניתן לצפות שצריכת החשמל בארץ תגדל משמעותית. בהחלט יתכן שצריכת החשמל תגדל לאזור 120 טרהוואט בשנה תוך עשר עד עשרים שנה.

לכן ניתן לצפות שאם סולארי יהיה המקור היחיד לאנרגיה מתחדשת, השטח שיידרש תוך עשר עד עשרים שנה יגדל ל 500 עד 700 קמ"ר או כ שניים או שלושה אחוז משטחה של המדינה.

פרק ב: פוטנציאל כבישים

בהתחשב בכך שאנחנו מעדיפים לנצל שטחים מופרים בעדיפות ראשונה, הפוטנציאל הטמון ברשת הכבישים בולט לעין. יש בארץ כ 400 קמ"ר כבישים לכן רשת הכבישים יכולה לספק חלק נכבד מהאנרגיה הנדרשת.

פרק ג . שימוש דואלי בכביש - תחשיבים והיבטים כלכליים וסביבתיים

שימוש נוסף בשטחים שאין עליהם גג כגון אזורי חנייה, כבישים ומדרכות, בתי עלמין ועוד יחייב בניית מסגרת שעליה ניתן יהיה להציב הפאנלים.

עלות הקמת מסגרת בסיסית לתמיכה בפאנלים סולארים תתחיל מסביבות 400 ש"ח למטר, אך העלות בסופו של דבר תלויה במפרט, ובדרישות הטכניות ועוד.

אם נניח שאורך החיים של המסגרת התומכת יהיה כ 50 שנה. העלות לשנה תתחיל מ 8 ש"ח למטר. בשנה ניתן לייצר כ 250 קיוט"ש.. יוצא שהעלות הנוספת של המסגרת התומכת תתחיל מ 3 אגורות ל קיוט"ש.

בפועל למערכת סולארית מעל כביש תהיינה עלויות נוספות כלהלן:

1. יופי ואסתטיקה. בכבישים מקומיים המסגרת התומכת תהיה בקרבת מקום למגורים. לכן מטבע העניין המערכת התומכת תצטרך לתרום, או בכל מקרה לא להפריע, לסביבתה.
2. ביטחון. היות שהפאנלים יוצבו במקומות ציבוריים יהיה צורך לנקוט אמצעי ביטחון למנוע גניבות ונזק.
3. חוזק הקונסטרוקציה. היות שנהגי ישראל לא ידועים בזהירות יתירה הקונסטרוקציה תידרש להיות עם חוזק נוסף למנוע קריסה במקרה פגיעה האחד התומכים.
4. תיקון נזקים מזדמנים.
5. שינויים דינאמיים. היות ששטח בנוי הוא שטח דינאמי יש לקחת בחשבון עלויות נוספות עקב צורך מידי פעם לפרק קטע או להעתיק קטע ..
6. עלויות נוספות ?

מאידך הצללה חלקית של כבישים ומדרכות יכולה להביא תועלות נוספות וביניהן כלקמן:

1. הקלה על עומס החום בקיץ.
2. במידה ועלויות ההקמה והתחזוקה תהיינה נמוכות מההכנסה שניתן יהיה להפיק ממכירת החשמל הרשות תרוויח. הרווח הזה יוחזר לתושבי הרשות או כהפחתה בנטל המיסים או כהפחתה בעלות החשמל או במתן שרותים נוספים על ידי הרשות ..
3. תרומה לאיכות הסביבה.
4. הפחתה משמעותית מאד בפליטות גזי חממה והתחממות העולמית.
5. שמירה על השטחים הפתוחים של ישראל.



מחיר החשמל

אם כלל הייצור בארץ יתבסס על סולארי על הכבישים או מקורות אנרגיה דומים ניתן לחשב את מחיר החשמל הסופי לצרכן. חישוב זה נועד להראות שניתן יהיה, אם יתקבלו החלטות מתאימות, להגיע למחיר חשמל ללקוח הסופי שאינו עולה על העלות היום ועשוי אף לרדת.

מרכיב	אג'
עלות ייצור בסיס סולארי	10
עלות מסגרת תומכת משודרגת	15
עלות אגירה ו\או שימוש בחשמל ממקור יקר יותר כאשר סולארי לא זמין	15
סה"כ	40

הנ"ל לא אמור להראות שניתן להגיע למחיר חשמל תחרותי בהתבסס על מקורות אנרגיה מתחדשות כגון סולארי על פרגולה מעל כביש.

הסיבות המרכזיות לכך הן שעלות סולארי ירד וייצור צמוד לצרכן יחסוך הצורך להשקיע כסף ברשת ההולכה הארצית. הכסף שנחסך כתוצאה מכך יאפשר להשקיע כסף במסגרת התומכת וכן באגירה. בסה"כ מחיר החשמל לא יעלה ועשוי בהמשך אף לרדת. ייצור סדרתי של תשתית תומכת יוריד המחיר של המרכיב הזה.

פרק ד תודעה

המחסום העיקרי למעבר למתחדשות הוא תודעתן. אנשים רגילים לצורה אחת של חיים ומתקשים לדמיין או להתייחס ברצינות לאפשרויות נוספות.

לכן כל תוכנית למעבר למתחדשות צריך לשלב תהליכים להגברת המודעות לאפשרויות נוספות.

אמצעים מתבקשים:

- פיילוטים וכבישים לדוגמא (יעזור גם ללמידה ..).
- תחרות עיצוב דגמים שונים שילוב כביש עם סולארי מעל ..
- שיתוף הציבור באופנים שונים ..

פרק ה . שינויי תקנות וחוקים

1. חוק\תקנה שיאפשר לרשות מקומית להתקין פרגולה או מסגרת תומכת מעל כביש.
2. מתן אפשרות לחברה כלכלית של המועצה/ עירייה להתקין מתקן סולארי ולנהל אותו לטובת תושבי העיר.
3. אפשרות לרשות מקומית לנהל את תשתית החשמל בעיר ולספק חשמל לתושבים או באמצעות חברה כלכלית שלה או באמצעות איגוד ערים לחשמל.

נספח א . מחקרים ומקורות נוספים.

ראה גם :

https://www.researchgate.net/publication/257885821_Solar_energy_generation_potential_along_national_highways

נספח ב . מפרטים לדוגמא – מערכות תומכות

א) סולארי סטטי:

- כל יחידה בגודל 10 מטר על 10 מטר.
- גובה רגליים צד אחד 5.5 מטר , צד שני 7 מטר.
- במשבצת למעלה - כעין תריסים שניתן להרכיב עליה פנלים . כל "תריס" באורך כ 10 מטר על מטר . 8 "תריסים" סך הכל (יהיה קצת מרווח בין ה"תריסים").

כל החומרים צריכים להיות מתאימים להתקנה בחוץ.

משקל פאנלים סולאריים כ 15 קילו לכל מטר מרובע פאנל. (אם יש לכך משמעות רבה מבחינת עלות קונסטרוקציה ישנם פאנלים במשקל נמוך יותר כ 5 קילו לכל מטר מרובע- תגידו מה המשמעות ..).

א) סולארי דינאמי:

- כל יחידה בגודל 10 מטר על 10 מטר.
- גובה רגליים בכל הצדדים 5.5 מטר
- במשבצת למעלה - כעין תריסים שניתן להרכיב עליה פנלים . כל "תריס" באורך כ 10 מטר על מטר . 8 "תריסים" סך הכל.
- ה"תריסים" יהיה נשלטים כך שיוכלו להסתובב מסביב לציר הארוך – עד 360 מעלות.

כל החומרים צריכים להיות מתאימים להתקנה בחוץ.

משקל פאנלים סולאריים כ 15 קילו לכל מטר מרובע פאנל. (אם יש לכך משמעות רבה מבחינת עלות קונסטרוקציה ישנם פאנלים במשקל נמוך יותר כ 5 קילו לכל מטר מרובע- תגידו מה המשמעות ..).

