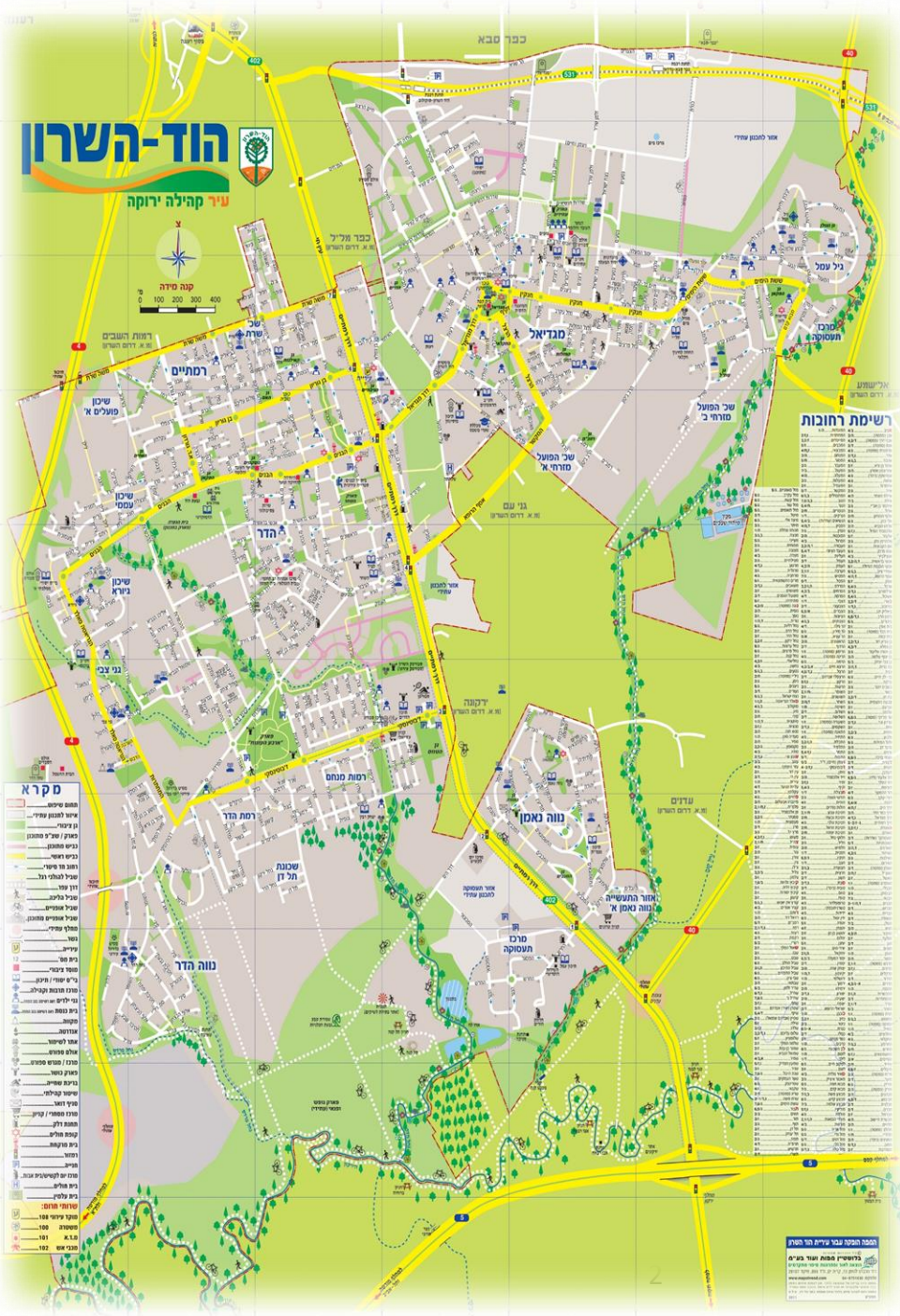




הקמת מערכות פוטוולטאיות על מבני ציבור וחינוך

דצמבר 2021



הפרויקט בהוד השרון

- פרויקט להקמת כ-15 מערכות פוטו-וולטאיות בהספק כולל של כ-1.5 מגה וואט
- אושר ומקודם ע"י ראש העיריה ומנכ"ל העיריה
- מבוצע ע"י החברה הכלכלית עבור עיריית הוד השרון
- בוצע מכרז ונבחר קבלן לביצוע העבודות
- הפרויקט מלווה ע"י חברת יעוץ מהמובילות בארץ בתחום הסולארי
- לו"ז לביצוע – 2021-2022
- המטרה – לבצע פרויקט סביבתי וכלכלי בתהליך שקוף ושיתוף כל הגורמים

הפרויקט בהוד השרון

- דגש על נושא הבטיחות, מעבר למקובל במרבית הרשויות בישראל:
- בדיקת קונסטרוקציה של המבנה עצמו, על מנת לוודא שהמבנה תקין ויציב (בלי קשר למערכת הסולארית)
- בדיקת מצב הקרינה הקיים ובחינה האם רמת הקרינה במבנה תקינה (עוד בטרם הקמת המערכת הסולארית)
- בדיקת איטום קיים של הגג
- כלומר, ביצוע הפרויקט מייצר "על הדרך" יתרונות בטיחותיים נוספים לבית הספר

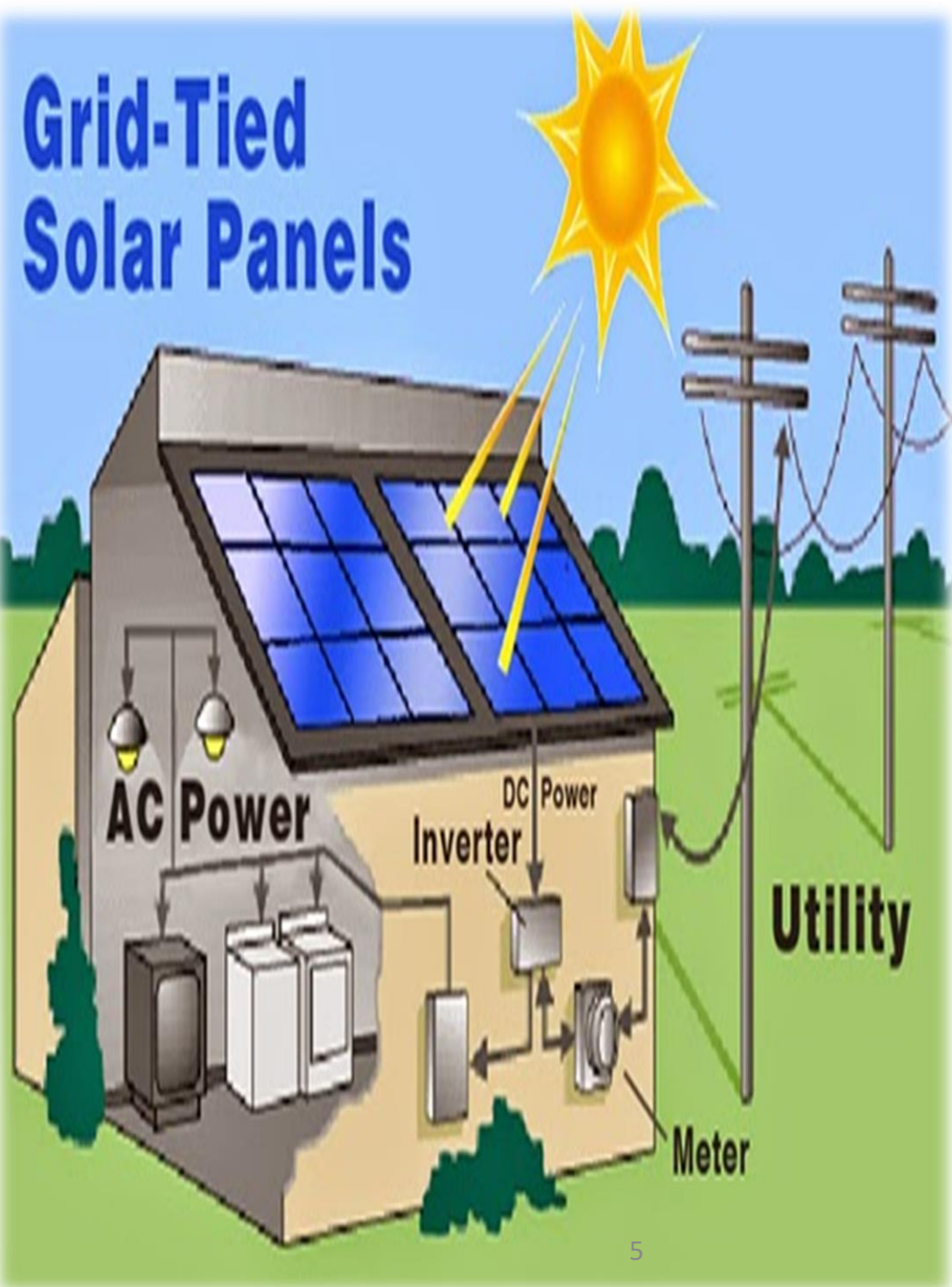


מערכת פוטוולטאית – מה זה?

- מערכות לייצור חשמל נקי (אנרגיה מתחדשת) בטכנולוגיה הממירה אנרגיית אור לחשמל
- מכירת החשמל המיוצר לחברת חשמל בהתאם לכללים שקבעו משרד האנרגיה ורשות החשמל
- המדינה מעודדת את הנושא, לאור היעד שהוצב ליצור של 30% חשמל נקי עד סוף העשור



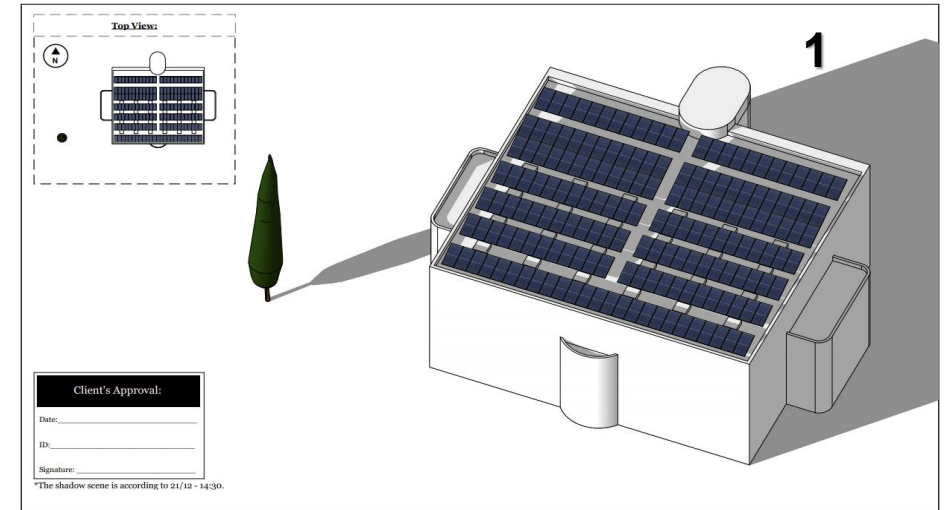
Grid-Tied Solar Panels



אז מה עושים בעצם?

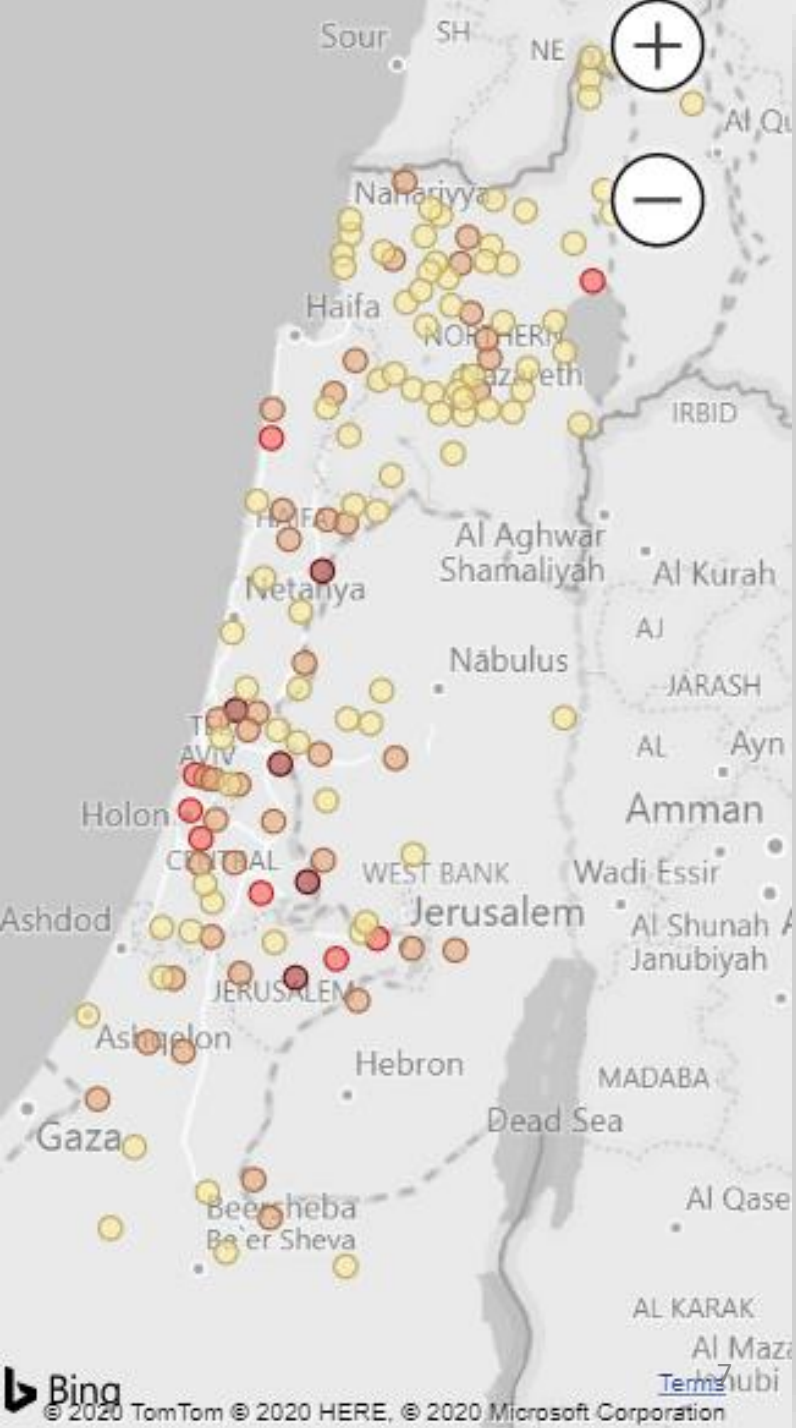
- הקמת קונסטרוקציית מתכת על הגג, עליה פורסים פאנלים סולארים
- התקנת ממירים על גג המבנה, בהן הופכים את הזרם החשמלי לזרם שניתן להעביר לחברת חשמל
- פריסת כבלים מהממיר שבגג לחדר החשמל
- הקמת מונה ייצור וחיבורו למונה חברת חשמל

שלבי ביצוע



האם בוצע פרויקט מסוג זה בישראל?

- עשרות רבות של רשויות ביצעו פרויקטים שכאלו
- עד כה הוקמו כ-1000 מערכות על מבני ציבור, מרביתן על גגות בתי ספר
- בהוד השרון הוקמו לפני כעשור 10 מערכות על חלק מבתי הספר
- בימים אלו כ-140 רשויות מקומיות נמצאות בתהליך להקמה של למעלה מ-1000 מערכות נוספות





בית ספר שילה בנים – ת"א



בית ספר הר נוף ירושלים



בית ספר חינוך מיוחד הצרי – ת"א



בית ספר המושבה זכרון יעקב

דוגמאות (בארץ):

- מערכות כאלו קיימות בישראל למעלה מעשור

- במרבית הרשויות בארץ כבר הוקמו מערכות על מבני חינוך

דוגמאות (בארץ):

- גם הרשויות הסמוכות
להוד השרון הקימו /
מקימות:

- כפר סבא

- רעננה

- רמת השרון

- הרצליה

- פתח תקוה



בית ספר רבין - כפר סבא



בית ספר בפ"ת



בית ספר זיו - רעננה



בית ספר עלומים - רמה"ש

דוגמאות (הוד השרון):

• הוקמו בשנת 2011

• 10 בתי ספר



בית ספר רמון – הוד השרון



בית ספר יגאל אלון – הוד השרון



בית ספר לפיד – הוד השרון



בית ספר השחר – הוד השרון

דוגמאות (בעולם):

Dutch government sets up €100 million fund for PV in schools

The scheme would provide low interest loans to Dutch schools willing to go solar. Some 6,000 of the country's 7,000 school buildings have yet to install an array.

NOVEMBER 14, 2018 **EMILIANO BELLINI**



SOLAR PROJECT - GRAND JUNCTION HIGH SCHOOL

The 186 KW DC rooftop PV system is located in Grand Junction, Colorado and provides clean energy to Grand Junction High School under a long-term Power Purchase Agreement with Mesa County Valley School District 51.

Live Generation Feed



AUSTRALIAN SCHOOL SOLAR POWER PROJECTS



תועלות הפרויקט – איכות סביבה

- יצור חשמל באמצעות אנרגיה נקיה ומתחדשת
- הפחתת פליטת גזי חממה
- המשמעות - הפרויקט בהוד השרון שקול ל:

ממד השוואה	כמות
הפחתת פליטת CO2	כ-1400 טון בשנה (כ-30,000 טון לאורך חיי הפרויקט)
נטיעת עצים חדשים	1500

- בידוד טוב יותר בקומות העליונות (צל שהפאנלים עושים על הגג)





תועלות הפרויקט – כלכלי

- הכנסה לרשות המקומית ממכירת החשמל
- צמצום הוצאות חשמל לאור בידוד טוב יותר של גג המבנה
- שיפור רמת האיטום של בתי הספר לאור ביצוע איטום באתרים



תועלות הפרויקט – חינוכי וציבורי

- חינוכי - חיבור התלמידים ומערכת החינוך לשיח הלאומי והעולמי הנוגע להפחתת פליטת גזי החממה
- לימודי - ניתן לשלב את הפרויקט עם לימוד מדעי של תחומי הקיימות, אנרגיה מתחדשת ועוד



עיקרי התועלת של בית הספר

- אפשרות לפעילות לימודית – קיימות וטכנולוגיה
- חינוכי-תדמיתי – הפחתת פליטת גזי חממה
- שיפור איטום הגג (במידה ונדרש)
- הצללה על הגג הגורמת לבידוד והפחתת החום בקומות העליונות
- הסדרת דרכי גישה לגג

הבטחת הבטיחות של מוסדות הציבור והחינוך



התנהלות מול חברת חשמל

- כל הפעולות נעשות בהתאם לכללים שקבעה רשות החשמל וחברת החשמל
- חברת החשמל מלווה את כל התהליך מתחילתו ועד פיו
- חברת חשמל בודקת שהמערכת הוקמה בצורה תקינה ולא תפגע במערכת החשמל של המבנה
- תוכניות המערכת מועברות לבדיקה ופיקוח של חברת היעוץ המלווה את הפרויקט



קונסטרוקציה ובטיחות

- קונסטרוקטור נותן אישור לעבודות לפני ואחרי הביצוע – כולל יכולת הגג לשאת את משקל המערכת
- סולמות שמוקמים מאושרים ע"י קונסטרוקטור וע"פ כללי עבודה בגובה (חופה, נעילה וכו')
- יועץ בטיחות בלתי תלוי מלווה את עבודת הקבלן
- הנפות ציוד מבוצעות בשעות שאין פעילות תלמידים
- חברת היעוץ המלווה את הפרויקט מוודאת ובוחנת את אישורי הקונסטרוקטור



ביטחון ואיטום

• איטום:

- ביצוע איטום בגגות עליהם מותקנות המערכות
- הקבלן לוקח אחריות לאחר מכן על אטימות הגג (בשטח המערכת)

• ביטחון:

- עובדי הקבלן הנכנסים למוסד החינוכי הינם כאלו המחזיקים באישורים נדרשים לרבות תו ירוק
- כללי הכניסה של העובדים תבוצע בתיאום מול קב"ט העיריה ומחלקת החינוך



קרינה אלקטרומגנטית

- לא קיימת קרינה מהפאנלים
- קיימת קרינה נמוכה מהממיר (בדומה לכל מכשיר חשמלי)
- עוצמת הקרינה מהממיר יורדת בצורה אקספוננציאלית כאשר מתרחקים מהממיר בעשרות ס"מ
- המערכת מוקמת בהתאם לתקינה הישראלית ומשכך עומדת בכללים של המשרד להגנת הסביבה
- מקימים את הממיר על גג בית הספר, לפחות 4 מ' ממקום שהייה קבוע (לא מעל חדר לימוד אלא מעל שירותים, מסדרון וכו')
- מיקום הממיר יקבע בתיאום עם חברת חשמל ונציג בית הספר



קרינה אלקטרומגנטית

- נתוני חברת solar edge (יצרן ממירים מהמובילים בעולם):

solar edge

2

קרינה מרשת החשמל (שדה מגנטי)

בסביבת קווי מתח ותחנות השנאה ניצבים שדות חשמליים ומגנטיים. ארגון הבריאות העולמי (WHO) קבע כי רמת החשיפה המירבית המותרת של בני אדם לשדה מגנטי משתנה בתדר 50 או 60 הרץ, הינה 1000 מיליגאוס. לאור זאת קבע המשרד להגנת הסביבה סף למתקני חשמל כך שלא יגרמו לחשיפת הציבור לשדה מגנטי העולה על 10 מיליגאוס בממוצע ע"פ 24 שעות ביממה. עם זאת, ראוי לציין כי הארגון הבינלאומי לחקר הסרטן (IARC) קבע ב-2001 סף נמוך יותר של 2 מיליגאוס לחשיפה יום-יומית רצופה (24 שעות ביום).

מוצרי SolarEdge נבדקו ונמצאו עומדים ברף המחמיר של ה-IARC:

- הטבלה להלן מפרטת את ערכי השדה המגנטי שנמדד במרחק של פחות מ-0.5 מ' מהממיר:

מרחק (מ')	ערך (מיליגאוס)
0.10	56
0.20	40
0.30	12
0.40	4

- במרחק 1 מטר מהממיר נמדד שדה מגנטי הנמוך מ 1 מיליגאוס
- במרחק מטר וחצי מהממיר נמדד שדה מגנטי הנמוך מ 0.4 מיליגאוס



משרד האנרגיה
המנהל הכללי



מדינת ישראל
המשרד להגנת הסביבה
המנהל הכללי



המנהל הכללי
משרד הבריאות
Director General



הוד השרון
חברה כלכלית עירונית לפיתוח בע"מ

הוד השרון
קהילה וטבע במרכז



ט"ו בשבט, התשפ"א
28 ינואר 2021

הנדון: התקנת מערכות סולאריות במוסדות חינוך

1. לייצור חשמל המבוסס על אנרגיות מתחדשות ונקיות יתרונות רבים. לכן, נושא זה הפך ליעד מרכזי באסטרטגיה העולמית בכלל, ובישראל בפרט, לשם מאבק בשינויי האקלים. לאור זאת, החלטה מספר 465 של הממשלה מיום 25.10.2020 קבעה שיש להגדיל את היקף ייצור החשמל מאנרגיות מתחדשות בישראל ל-30% מסך יכולת ייצור החשמל עד שנת 2030.
2. כדי לעמוד ביעד זה, יש צורך, בין היתר, בהתקנת מערכות סולאריות לייצור אנרגיה סולארית נקיה ויעילה על גגות מבנים ציבוריים, ובכלל זה גגות של מוסדות חינוך, בתאום עם נציגות ההורים ובפיקוח הרשויות, לרבות בנושא בטיחות קרינה.
3. מנסיון שנצבר בהתקנת מתקנים כאלה נמצא שמערכות שהותקנו לפי דרישות המשרד להגנת הסביבה אינן מעלות את רמות הקרינה במוסדות החינוך.
4. בכל הקשור לבטיחות קרינה, התקנה והפעלה של מערכות סולאריות על גגות מוסדות חינוך בהתאם לדרישות המקצועיות אינה מסכנת את בריאות התלמידים והמורים במוסד החינוכי.

או"א אדירי

דוד יהלומי

פרופ' חזי לוי

או"א אדירי
מנכ"ל משרד האנרגיה והמים

דוד יהלומי
מנכ"ל משרד הגנת הסביבה

פרופ' חזי לוי
מנכ"ל משרד הבריאות

קרינה אלקטרומגנטית

• עמדת משרדי הממשלה:

- "מנסיון שנצבר בהתקנת מתקנים כאלה נמצא שמערכות שהותקנו לפי דרישת המשרד להגנת הסביבה אינן מעלות את רמת הקרינה במוסדות החינוך"
- "התקנה והפעלה של מערכות סולאריות על גגות מוסדות חינוך בהתאם לדרישות המקצועיות אינה מסכנת את בריאות התלמידים והמורים במוסד החינוך"



מדינת ישראל
המשרד להגנת הסביבה

קרינה אלקטרומגנטית

עמדת הממונה על הקרינה במשרד להגנת הסביבה

3. זה מסוכן?

ממש לא. מערכות כאלו הותקנו ופעילות במספר רב של מוסדות חינוך ואף על מבני מגורים. בכל המקרים, אותה רמת קרינה שהייתה קיימת לפני התקנת המערכות פוטו וולטאית נמדדה גם לאחר התקנת המערכת והפעלתה בהספק מלא.

8. כמה קרינה תוסיף התקנתה והפעלתה של המערכת פוטו-וולטאית?

בהתקנה נכונה, גם הפעלה בהספק מלא של המערכת לא תוסיף על רמות הקרינה שהיו קיימות בבית הספר לפני ההתקנה וההפעלה של המערכת.

10. האם אני מוכן שהילדים/נכדים שלי יעבדו/ילמדו בבית ספר שעל גגו יש מערכת פוטו-וולטאית? בהחלט כן.



מדינת ישראל
 המשרד להגנת הסביבה

קרינה אלקטרומגנטית

עמדת הממונה על הקרינה במשרד להגנת הסביבה

"בממירים הישנים, ללא מיגון,

השדה המגנטי היה יורד ל-4

מיליגאוס רק אחרי 3 מטר

והמשרד להגנת הסביבה דרש 4

מטר בין הממירים לאיזורים בהם

החשיפה אינה רגעית.

בממירים החדשים, ללא מיגון,

המרחק הינו 0.5 מטר בלבד"

איך הקרינה סביב הממיר וכבלים ביחס למקורות קרינה נוספים בתוך בית הספר?

המכשיר	עוצמת שדה מגנטי במרחק 50 סנטימטר mG
מקרר/קולר	1-2
טלוויזיה	<0.1-12
מטען עם שנאי	8-30
לוח חשמל	10-30



המכון הישראלי לאיכות הסביבה

טלפון: 1-800-800-771 דואר אלקטרוני: anafa.service@gmail.com

רחוב אשר ברש 3, תל אביב. \ ת.ד. - 17704, תל אביב 61177.

דוח מדידות שדה מגנטי (ELF)

מס. רץ	תאור נקודת המדידה	מרחק הנקודה ממקור השדה המגנטי (m)	גובה נקודת המדידה (cm)	צפיפות השטף המגנטי הנמדדת (mG)
1	סריקה במקביל לקיר כיתה - 2-1	4 מטר > שהייה רציפה	100	0.25
2	סריקה במקביל לקיר כיתה - 4-1	4 מטר > שהייה רציפה	100	0.15
3	סריקה במקביל לקיר כיתה - 3-ה	4 מטר > שהייה רציפה	100	0.3
4	סריקה במקביל לקיר כיתה - 1-1	4 מטר > שהייה רציפה	100	0.4

סיכום

חשמל ELF

רמות הקרינה שנמדדו בתחום החשמל - ELF - ובהתמקדות בסדרת הממירים, הינן תקינות ועומדות תחת הסף הבטיחותי המומלץ ע"י המשרד להגנת הסביבה.

רשתות ושימוש במכשירי

אפיון מכשיר המדידה

Aaronia 5035 #01746
תוקף כיוול 24.1.2016
מעבדת, AARONIA, GERMANY
טווח מדידה 1Hz to 1MHz



מכשיר מדידה ELF

קרינה אלקטרומגנטית

- בדיקת יועץ קרינה מוסמך במקומות שונים במבנה, המוודאת שעוצמת הקרינה תקינה
- הבדיקה בטרם הפעלת המערכת ומיד לאחר החיבור לרשת החשמל
- בהמשך יבוצעו בדיקות תקופתיות נוספות



בדיקות ופעולות להבטחת פעילות תקינה לאורך זמן

- קבלת המערכת מבוצעת רק לאחר שהועבר תיק מתקן עם כל האישורים לרבות:

- אישורי קונסטרוקציה (לפני ואחרי הקמה)

- דוח בודק קרינה

- אישור חברת חשמל

- **בדיקות שנתיות:**

- תקינות המערכת

- יציבות הקונסטרוקציה וחיבורי הפאנלים לקונסטרוקציה

- כבלים, תעלות, ארונות וכו'



בדיקות ופעולות להבטחת פעילות תקינה לאורך זמן

- **בדיקות קרינה – בודק קרינה (מאושר ע"י המשרד להגנת הסביבה) אשר יגיע אחת לשנה ויוודא כי המערכת עומדת בכללים שנקבעו**

- **תחזוקה שוטפת:**

- ניטור קבוע של המערכת
- ניקוי של הפאנלים 4 פעמים בשנה
- תיקון תקלות

שקיפות ושיתוף פעולה עם בית הספר

- פעולות ההקמה והגעה לתחזוקה מבוצעות בתיאום מול בית הספר
- מיקום הממירים יקבע בתיאום עם נציגי בית הספר ובפיקוח חברת היעוץ
- תיק המתקן לרבות תוכניות המערכת, בדיקות הקרינה ואישורי קונסטרוקטור, יועבר לבית הספר כך שיהיה מידע מלא על המערכת שהוקמה
- דוחות הבדיקות השנתיות יועברו לידי בית הספר



הפעילות הנדרשת בבית הספר



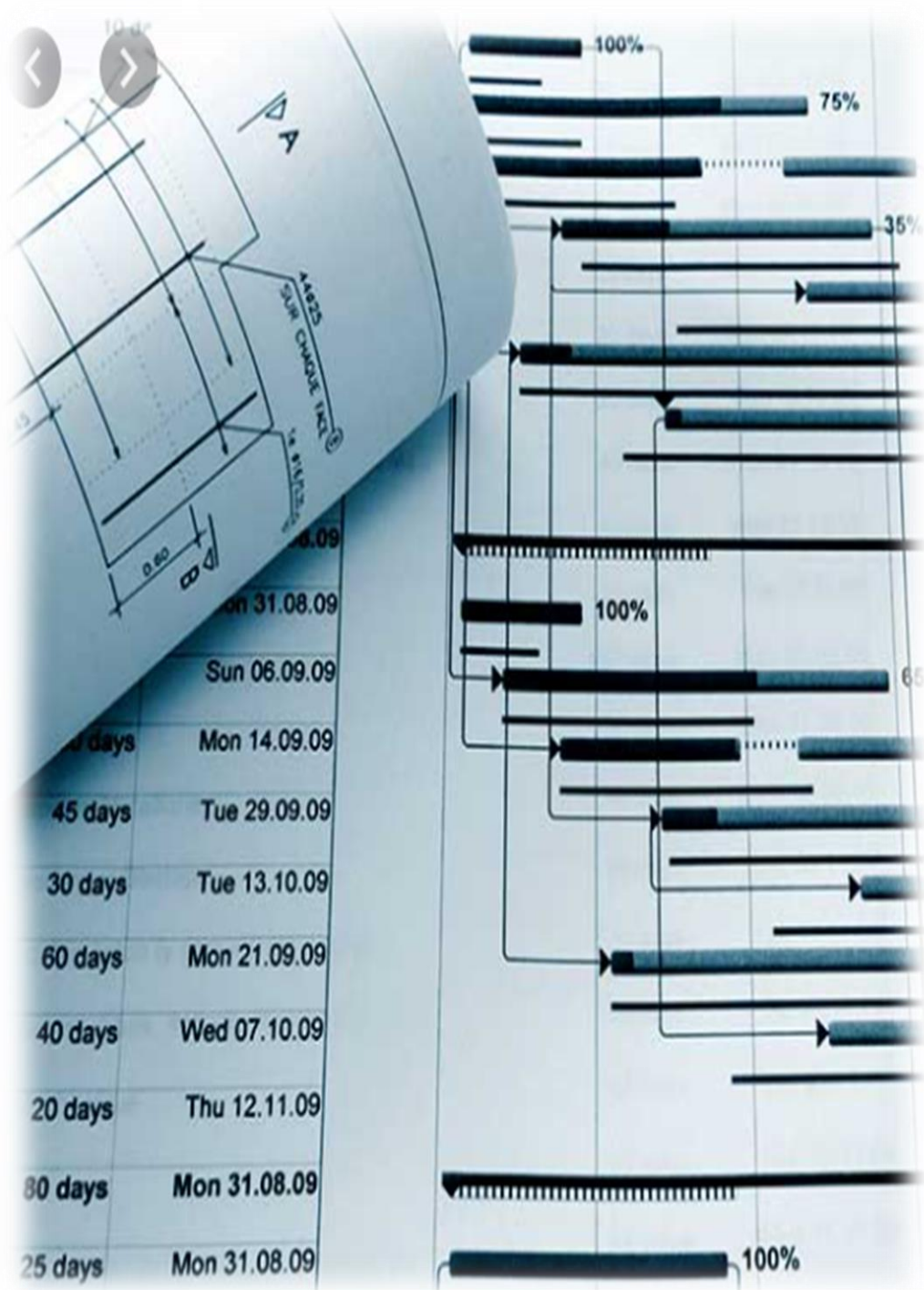
גאנט הפעילות להקמת מערכת

- שלב התכנון - מספר בודד של סיורים עם הקבלן
- שלב ההקמה:

- 1 יום להנפת הציוד – בשעות שאין פעילות בבית הספר
- 7-10 ימים לעבודות התקנה של צוות קטן על הגג
- 2 ימים להתקנת לוחות חשמל
- 2 סיורים עם חברת חשמל להפעלת המערכת

• שלב התחזוקה:

- כ-4 פעמים בשנה (מחציתם בחופשת הקיץ) - מספר שעות לשטיפת המערכת
- בדיקות שנתיות מקיפות – קונסטרוקציה, בטיחות וקרינה



תודה



רשימת האתרים

שם המבנה	סידורי
אולם ספורט רבין	11
חטיבת ביניים השקמים	12
סככת ספורט ביה"ס המגן	13
בית ספר תל"י	14
בית ספר לפיד	15
תיכון הדרים	16
בית ספר ממ"ד שילה	17
בית ספר רעות	18
בית ספר יגאל אלון	19

שם המבנה	סידורי
בית ספר יסודי נחשון	1
בית ספר יסודי ירוק ע"ש אריאל שרון	2
בית ספר יסודי מנחם בגין	3
חטיבת ביניים ראשונים	4
בית ספר עתידים	5
מרכז האומנויות	6
יד לבנים וספריה	7
אולם ספורט חטיבת השחר	8
אולם ספורט הראשונים	9
אולם ספורט ממלכתי א'	10



דוגמת פריסה - בית ספר נחשון

מערכת kWp90



