



19/09/2024

לכבוד

רון ציטרר – סמנכ"ל הנדסה ותפעול

אוניברסיטת חיפה,

שלום רב,

הנדון: עדכון בחינת פוטנציאל ייצור חשמל מפנאלים פוטו וולטאים במודל החכרת גגות ליזם

2024

1. כללי

לבקשת אוניברסיטת חיפה (להלן האוניברסיטה) נתבקשנו לעדכן את דוח כדאיות ייצור חשמל באמצעות פנאלים פוטו וולטאים על שטחים דו שימושיים על גגות האוניברסיטה נכון לשנת 2024.

בפעילות קודמת התבקשה חברת גדיר הנדסה לבחון את כדאיות הקמת מערכת פוטו וולטאיות ב-2 שיטות התקשרות:

א. רכישת מערכת בהשקעה עצמית וקבלת החזרים מתוך החיסכון .

ב. החכרת שטחי ההקמה ליזם שיקים מערכות על חשבונות וישלם דמי חכירה על שטחי המערכות.

בישיבה שנערכה ביום 1/06/2022 התקבלה החלטה להתקדם עם חלופה ב' (החכרה) ולבחון יישום כולל של חלופה זו.

מסמך זה כולל את הפרקים הבאים:

א. סקירה כללית בהתייחס לטכנולוגית ייצור החשמל מאנרגיית שמש, בסקירה מוצגים

ומוסברים מונחי בסיס, כללי "אצבע" וכו'

ב. סקירת האסדרות התקפות בתחום (אסדרה=רגולציה).

ג. רשימת המבנים שהוגדרו למיפוי, היקף הייצור ואומדן התקבולים שיתקבלו מהיזם.

ד. היקף החשמל שיספקו מערכות והחיסכון הצפוי בפליטת מזהמים (צמצום "טביעת הרגל הפחמנית").

2. תיאור מבנה המערכת PV:

המערכת כוללת פנלים המייצרים חשמל מאנרגיית השמש, הפנלים מותקנים על הגג בפיזור ובכיוון אופטימאלי כך שייצרו את התפוקה המקסימאלית בהתאם לפיזור מתקנים על הגג, הצללות (של מתקנים ומבנים על הגג) וכיוון המבנה כולו.

בהתאם לסוג האסדרה יקבע תעריף החשמל ומה תהיה תשואת המערכת (ראה בהמשך).

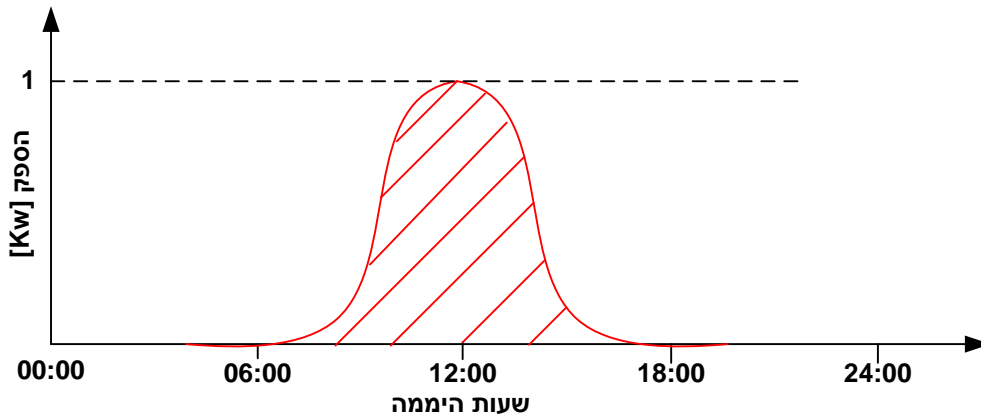
רח' אודם 3, קרית מטלון, פתח תקוה 4951786, טלפון: 03-9204880, פקס: 03-9210678

, www.gadir.co.il

הסבר:

1. "גודל" המערכת הוא מונח העושה שימוש ביחידות Kw (קילו וואט פיק), יחידה אחת של Kw תספק בשיא היום 1 קו"ט (ראה תרשים) ותייצר בשנה כ-1,650 קוט"ש.

תרשים 1: הספק המתקבל מיחידה אחת של Kw



2. לצורך ייצור של 1 קו"ט פיק נדרש שטח גג של כ-8.5 מ"ר, כך שלדוגמה על שטח גג של 850 מ"ר ניתן להקים מערכת בהספק של 100 קו"ט פיק. מערכת זאת תייצר בשנה חשמל בהיקף של כ-165,000 קוט"ש בשנה (1650X100).

3. אסדרות בתחום מערכות PV

הקמת המערכת והחזר ההשקעה תלוי בהתאמת גודל המערכת לצרכן החשמל או האסדרה הקיימת (הרגולציה), קיימים מסלולי אסדרה אותם ניתן לשלב:

- אסדרה תעריפית
- צריכה עצמית

א. אסדרה תעריפית 2024

רשות החשמל העריכה את ההסדרה התעריפית בהחלטה מס' 68103 מיום 10.01.2024 והוסיפה מספר שינויים.

עיקרי השינויים והעדכונים:

1. הארכת תוקף האסדרה: תוקף האסדרה הוארך בשנה נוספת, עד ל-31.1.2025. המטרה היא להמשיך לתמוך בפרויקטים בתחום האנרגיה הסולארית ואגירת האנרגיה,

ולאפשר לרשות החשמל לבחון מחדש את עלויות ההקמה לקראת סוף שנת 2024,
מתוך ציפייה לירידה בעלויות המתקנים הסולאריים

2. עדכון לוח התעריפים:

○ **מדרגות תעריף חדשות** למתקנים פוטו-וולטאיים לצריכה עצמית והעברת
עודפים לרשת:

- למתקנים עד 15 קילוואט: 41 אג' לקוט"ש.
 - למתקנים בגודל 15-100 קילוואט: 48 אג' לקוט"ש.
 - למתקנים בגודל 100-300 קילוואט: 34.37 אג' לקוט"ש.
 - למתקנים בגודל 300-630 קילוואט: 28.44 אג' לקוט"ש.
- העדכון נעשה כדי לעודד הקמת מתקנים גדולים יותר, מאחר שהתעריף
הקודם לא סיפק תמריצים מספיקים למתקנים מעל 200 קילוואט.

3. תעריף משלים למתקנים המשלבים אגירת אנרגיה:

- נקבע **תעריף משלים** למתקנים המשלבים אגירה, שיחושב וישולם באופן שנתי.
התעריף המשלים מבוסס על רכיב הייצור בזמן פסגה. אם רכיב הייצור היה גבוה
מתעריף האסדרה, המפיק יקבל תוספת תשלום.
- התעריפים למתקנים בגודל עד 300 קילוואט ובין 300-630 קילוואט עודכנו
בהתאם, עם תעריפים משתנים לפי העונה והצריכה בשעות השיא.

4. **אפשרות להקמת מתקנים קרקעיים**: הוספה אפשרות להקמת מתקנים פוטו-וולטאיים
על קרקעות פרטיות עד 1,000 מ"ר בנחלה או בקרקע פרטית אחרת, בכפוף לתנאים
הקבועים בהחלטה. אפשרות זו מיועדת להקל על הקמת מתקנים במגזר הפרטי ולנצל
שטחים בעלי פוטנציאל גבוה להפקת אנרגיה.

5. **תנאים להקמת מתקנים קיימים**: עדכון התעריפים חל גם על מתקנים קיימים בתנאים
מסוימים, ומיושם על בקשות שהוגשו לפני כניסת התיקונים לתוקף, בתנאי שהמתקן טרם
חובר לרשת. הדבר מאפשר סנכרון בין מתקנים שהחלו בתהליך לפני התיקון אך עדיין
לא חוברו.

6. פרמיה אורבנית (חלטה מס 66406 - פרמיה אורבנית למתקני ייצור ואגירה):

הפרמיה האורבנית היא תמריץ כספי המוענק למי שמייצר ואוגר חשמל באמצעות
מערכת סולארית פוטו-וולטאית ומזרים אותו לרשת החשמל, כאשר המערכת מותקנת
באזור עירוני מוגדר. מטרת התמריץ היא לעודד את ההתקנה של מערכות סולאריות
בערים, להפחית את התלות בדלקים מאובנים ולשפר את איכות האוויר.

בהחלטה זו, קובעת הרשות על החלת פרמיה למתקני ייצור ברשת החלוקה ולמתקני אגירה במתח הגבוה שיקומו ביישובים אורבניים. הפרמיה תינתן עבור אנרגיה מיוצרת שתוזרם לרשת או לצריכה עצמית ולמתקני אגירה אשר יאפשרו ניהול של המתקן על ידי המחלק בהתאם להנחיות מנהל המערכת.

זכאים לפרמיה בעלי מערכות סולאריות פוטו-וולטאיות המותקנות באזורים עירוניים שנקבעו על ידי רשות החשמל. הגדרת האזורים העירוניים הזכאים לפרמיה עשויה להשתנות מעת לעת. בחיפה יש זכאות לפרמיה.

גובה הפרמיה נקבע על ידי רשות החשמל ועומד על 6 אגורות לקוט"ש. במקרה ורשות החשמל מבקשת הזרמה של אנרגיה ניתן במחזור התשלום גדל. הפרמיה משולמת על כל קילוואט שעה (קוט"ש) של חשמל המוזרם לרשת, בנוסף לתעריף הרגיל עבור חשמל.

סיכום:

השינויים המרכזיים באסדרה החדשה כוללים עדכון משמעותי של מדרגות התעריפים, עידוד הקמת מתקנים גדולים יותר, תמרוץ מתקנים שמשלבים אגירת אנרגיה, ומתן אפשרות להקמת מתקנים קרקעיים על קרקעות פרטיות. הארכת תוקף האסדרה לשנה נוספת תאפשר לרשות החשמל להמשיך ולבחון את השוק ואת ההתפתחויות בתחום האנרגיה המתחדשת לקראת עדכונים נוספים בעתיד.

להלן דגמה מספרית

טבלה 1: תעריפי הזרמה באסדרה תעריפית

#	היקף הזרמה שעתית [קוט"ש]	תעריף [אג"/קוט"ש]	דוגמת חישוב עבור צרכן המספק 600 קוט"ש לשעה [ש/שעה]
1	15-0	48	$7.2 = 0.48 \times 15$
2	100-16	41	$34.85 = 0.41 \times (100 - 15)$
3	300-101	34.37	$68.74 = 0.3437 \times (300 - 100)$
4	630-301	28.44	$85.32 = 0.2844 \times (600 - 300)$
	סה"כ		196.11
	תעריף ממוצע	(196.11/600)	32.69 אג"/קוט"ש

הערות:

- תעריפי האסדרה תקפים ל-25 שנה ללא הצמדה.
- אסדרה זו תקפה עד לסוף שנת 2024 לקראת מועד פקיעת האסדרה, רשות החשמל תבחן את אופן המשכה, לרבות גובה התעריפים.
- בהסדרה החדשה תעריף של מערכת של 600 קוט"ש מותקן עלה בכ-30 אחוז.

ב. צריכה עצמית

במערכת לצריכה עצמית אין הזרמה לרשת, והחיסכון הוא רק מקיזוז עלויות ספק החשמל החיצוני (חח"י או יח"פ).

הערות:

- צריכה עצמית מתאימה למערכת בתפוקה של מעל ל-630 קו"ט פיק.
- ניתן לשלב בין אסדרות, באתר בתפוקת ייצור של 1000 קו"ט פיק (לדוגמא), יוגדרו שרק 630 הקו"ט יתפשר להזרים לרשת.

4. בחינת היקפי הייצור על גגות וחניונים

4.1 הנחות חישוב לבדיקה.

כאמור בישיבה מקדימה החליטו נציגי האוניברסיטה על הקמת מערכות פוטו וולטאים ע"י ייזם, שיתקין את המערכת על חשבונו וישלמו על שטחי ההתקנה דמי שימוש (דמי החכרה).
בדיקת היקפי הייצור נערכה בהתאם לשלבים הבאים:
א. מיפוי גגות וחניונים שנבחרו ע"י נציגי האוניברסיטה, תחילה דרך תצלום אוויר ואח"כ בהשלמה בשטח

ב. תחשיב של היקפי הייצור והתשואה ליזם.

ג. הנחות חישוב:

- שטח נדרש להפקת קו"ט פיק (יחידת המדידה לתפוקת מערכת): 8.5 מ"ר.
- תעריף אסדרה חדשה מ-2024 קבוע ל-25 שנה.
- כל קו"ט פיק מייצר בשנה כ-1,650 קוט"ש חשמל.
- ירידת תפוקה שנתית: 0.5% (קשורה להתיישנות רכיבים במהלך חיי המערכת).
- ריבית להיוון: 6% (לצורך חישוב ערך נוכחי)
- מקדם פליטות חח"י CO₂: 0.610 [ק"ג/קוט"ש]

4.2 הגגות והחניונים שנבחרו לבחינת פוטנציאל הייצור.

כאמור בישיבה מקדימה החליטו נציגי האוניברסיטה על הקמת מערכות פוטו וולטאים ע"י ייזם, סה"כ הוגדרו 18 מבנים/שטחים לבחינה, אחרי ניתוח תוכניות בינוי עתידיות למבנים נפסלו חלק מהמבנים מסיבות של הרחבה עתידית, הריסה או חשיפה לרוחות חזקות במיוחד.
להלן רשימת המבנים וסטטוס הבחינה שלהם

טבלה 1: להלן המבנים והחניונים שהוגדרו לבדיקה:

הערות	נבדק	מבנה	#
	✓	מדרגה	1
	✓	מעונות	2
	✓	רב תכליתי	3
	✓	רבין	4
	✓	מרכזי	5
	✓	אולם סקווש	6
מבנה קטן , לא כדאי.	X	מבנה 3	7
תצפית לנוף , ראו לנכון לשמר את התצפית.	X	מבנה 4	8
ציוד על הגג , המקום לא נגיש.	X	מבנה 6	9
רוחות חזקות בנוסף , הגג לא יציב.	X	מבנה 7	10
ציוד על הגג , לא נגיש.	X	מבנה 8	11
רכבל , לא שייך לאוניברסיטה	X	מבנה 9	
	✓	חניון A	12
עתיד להבנות בניינים על שטח החניון	X	חניון B	13
	✓	חניון C	14
	✓	חניון D	15
	✓	חניון E	16
	✓	חניון F	17
	✓	כדורסל	18

4.3 ממצאי המיפוי

כאמור , אחרי מיפוי שטחי הגג על גבי תמונת אוויר (דרך אתר עיריית חיפה ומערכת ה-GIS העירונית) והשלמת הנתונים בסיוור שטח התקבלו הנתונים הבאים:

טבלה 2 : נתוני הגגות והקפי הייצור

#	מבנה	שטח גג [מ"ר]	תפוקת מערכת [Kwp]	ייצור חשמל שנתי [קוט"ש]
1	מדרגה	1,162	136	225,565
2	מעונות	1,809	212	351,159
3	רב תכליתי	1,558	183	302,435
4	רבין	1,118	131	217,024
5	מרכזי	12,655	1,488	2,456,559
6	אולם סקווש	264	31	51,247
	סה"כ	18,233	2,184	3,603,988

טבלה 3: נתוני חניונים והקפי ייצור

בניין	שטח חניון [מ"ר]	תפוקת מערכת [Kwp]	ייצור חשמל שנתי [קוט"ש]
חניון F	1,600	188	310,588
חניון A	750	88	145,588
חניון D	3,549	417	688,924
חניון E	1,390	175	289,235
חניון C	1,307	153	253,809
כדורסל	264	31	51,247
סה"כ	8,960	1,460	1,739,294

להלן טבלה המרכזת את היקפי הייצור הכוללים על כל שטחי הגגות והחניונים שנבדקו:

טבלה 4: סך פוטנציאל הייצור והתשואה של הגגות והחניונים

שם מבנה	שטח [מ"ר]	תפוקה אפשרית [KWp]	עלות מערכת כוללת [ש"ח]	תפוקת חשמל למערכת [קוט"ש/שנה]	פוטנציאל חיסכון כספי [ש"ח/שנה]	עלויות אחזקה [ש"ח/קוט"ש לשנה]	תקופת החזר השקעה בתוספת עלויות אחזקה [שנים]
גגות	18,566	2,184	6,388,888	3,603,988	1,323,245	196,581	5.7
חניונים	8,960	1,054	4,933,271	1,739,294	626,146	94,871	9.3
סה"כ	27,526	3,238	11,322,159	5,343,282	1,949,391	291,452	6.8

רח' אודם 3, קרית מטלון, פתח תקוה 4951786, טלפון: 03-9204880, פקס: 03-9210678

www.gadir.co.il,

היקף הייצור הכולל של כל השטחים שהותקנו מסתכם בכ-3.2 מגה וואט בהיקף ייצור שנתי כולל של כ-5 מליון קוט"ש לשנה.

בהתאם לנסינונו בתחום אנו יכולים להניח כי האוניברסיטה תקבל כ-15% מהכנסות הייזם (לשנה) כדמי שכירות.

בהתאם לתעריפי החשמל הנוכחיים תשואת הייזם בהתקנת מערכת פוטו וולטאית בתפוקה של 3.2 מגה וואט תסתכם בכ-1.6 מיליון ש"ח לשנה, בהתאם לכך מתקבל דמי שכירות של כ-260 אלף ש"ח לשנה.

התשואה השנתית מחושבת בהתבסס על ההנחות הבאות:

- מבנה אסדרת PV עדכנית (2024).
- מבנה התעריף 2024.
- תפוקת מערכת של כ-3.2 מגה וואט פיק
- התעריף המשוקלל שהתקבל הינו 0.3048 לקוט"ש.
- פרימייה אורבנית של 6 אגורות לקוט"ש

4.4 אגירה

הסדרה החדשה ישנם מספר יתרונות שמעודדים התקנת מתקנים פוטו-וולטאיים משלבים אגירת אנרגיה, במיוחד לאור השינויים בתעריפים והתמריצים הניתנים. להלן הסיבות המרכזיות לכך שכדאי לשלב אגירת אנרגיה במתקנים פוטו-וולטאיים בהסדרה החדשה:

תעריף משלים לאנרגיה מאוחסנת:

בהסדרה החדשה נקבע **תעריף משלים** למתקנים המשלבים אגירה, המאפשר למתקנים אלו לקבל תשלום נוסף בהתאם לכמות האנרגיה המוזרמת לרשת בשעות השיא (שעות הפסגה). תעריף זה נקבע על בסיס מחירי השוק בשעות השיא ויכול להוות תוספת משמעותית להכנסות של היצרן, שכן רכיב הייצור בשעות אלו גבוה יותר מתעריף האסדרה הרגיל.

- עבור מתקנים קטנים (עד 300 קילוואט) התעריף בשעות השיא עומד על **80.43 אג' לקוט"ש**.

- עבור מתקנים גדולים יותר (300-630 קילוואט) התעריף עומד על **71.97 אג' לקוט"ש**. תעריפים אלו מספקים תמריץ כלכלי ישיר לאגירת אנרגיה בשעות שבהן יש ביקוש נמוך לחשמל ושחרורה לשימוש בשעות השיא, כאשר תעריפי החשמל גבוהים. התקנת מערכות הגירה יגדילו את רווחי היזם ואת כדאיות הפרויקט.

4.5 פוטנציאל החיסכון בפליטות פחמן דו חמצני

המערכת מייצרת חשמל וחוסכת ייצור חשמל ממקורות פוסיליים (דלק) בהתאם לכך המערכת מקטינה את היקפי הפליטות הנוצרות בעת ייצור החשמל בתחנות כוח קונוונציונאליות. למרות שההשקעה מתבצעת ע"י יזם האוניברסיטה בהחלט יכולה להציג את החיסכון בפליטות כחלק מפעילות כוללת בתחום החיסכון באנרגיה וצמצום פליטות מזהמים.

טבלה 5: חסכון בפליטות CO₂ :

חיסכון בפליטות CO ₂ [טון/שנה]	חיסכון בפליטות CO ₂ [טון/שנה]
2,198	חניונים
1,061	גגות
3,259	סה"כ

5. סיכום

- המערכות שיוקמו ייצרו במשולב כ-5.3 מיליון קוט"ש לשנה
- המערכות ייצרו ב-25 שנה כ-140 מיליון קוט"ש (אורך החיים הצפוי למערכת כ-25 שנה)
- התשואה השנתית לאוניברסיטה תסתכם בכ-260 ₪
- תשואה ב-25 שנה כ-6.7 מיליון ₪
- הקמת המערכת מחייבת איטום וטיפול הגג לפני התקנת הפנלים, יבוצע על ידי היזם.

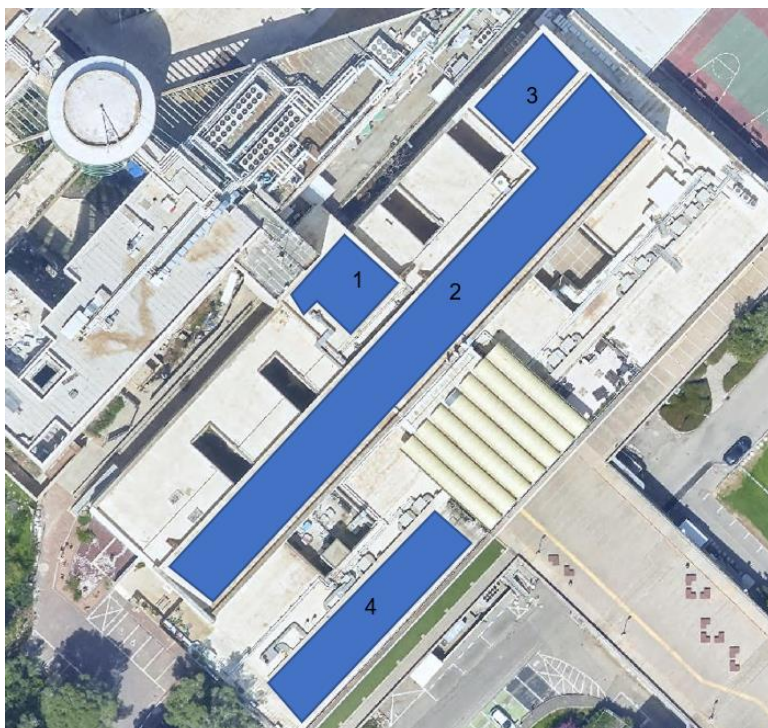
בברכה

ברונו ברלק-Bsc

מחלקת אנרגיה-גדיר הנדסה בע"מ



איור 1: בניין המדרגה



איור 2: בניין המעונות שטחים 1-4





איור 3: בניין מעונות שטחים 6-9



איור 4: מגרש כדורסל



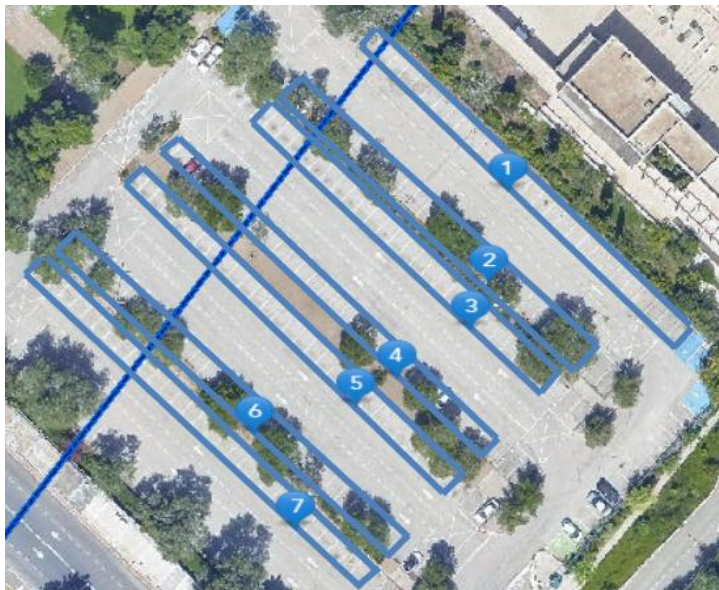
איור 5: אולם סקווש



איור 6: חניון F



איור 7: חניון D שטחים 1-7

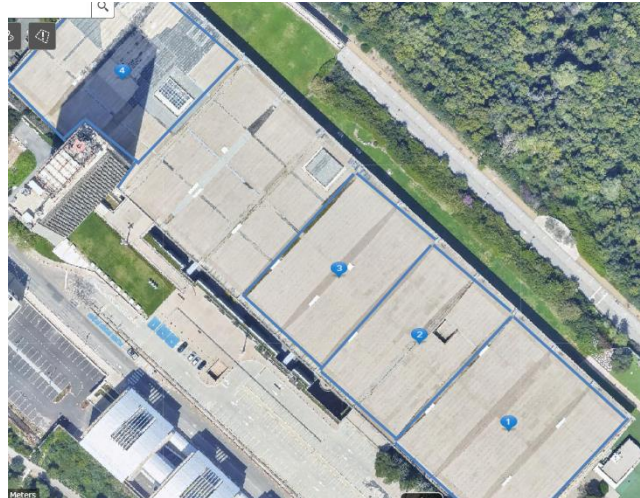


איור 8: חניון C שטחים 1-3

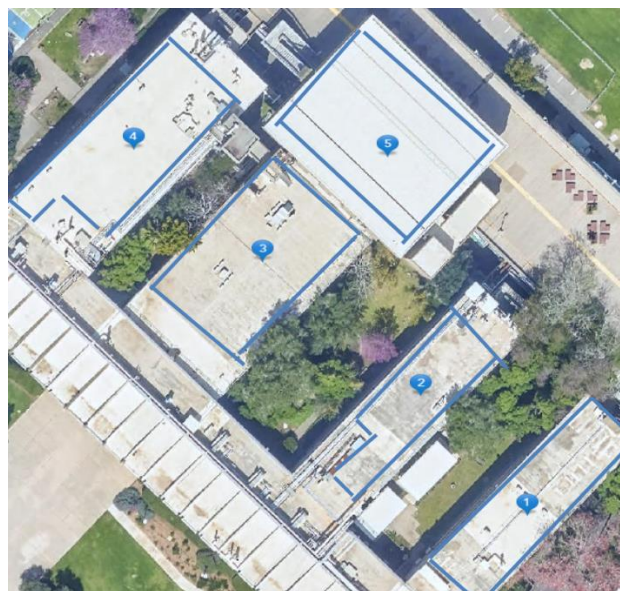




איור 9: בניין מרכזי שטחים 1-4

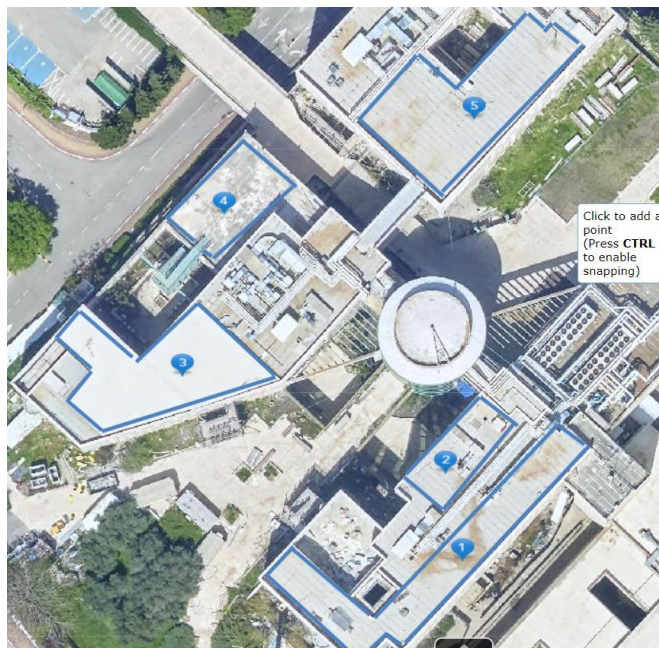


איור 10: בניין רב תכליתי שטחים 1-5

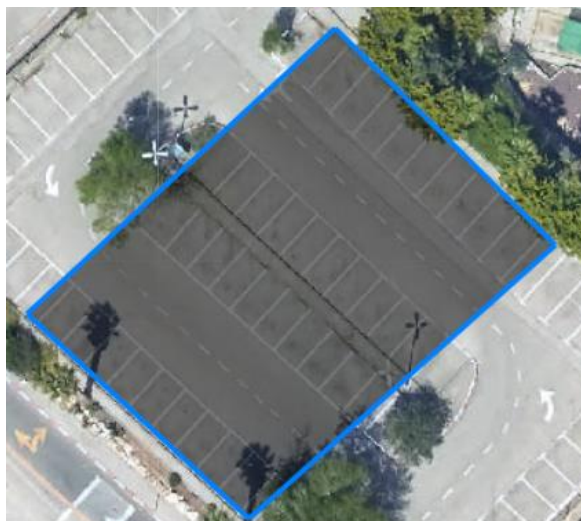




איור 11: בניין רבין שטחים 1-5



איור 12: חניון A





איור 13 : חניון E שטחים 1-9

