



גדיר הנדסה בע"מ

מקבוצת גדיר אנרגיה
ניהול וחסכון באנרגיה



תסקיר אנרגיה

מאושרת
סמכות מקומית



ס. ג.

מנהל אנרגיה
אלי לוי



הועדה המקומית לתכנון ולבניה תל-אביב - יפו		
שם התכנית 507-0987735 תא/מק/4987 מרחב הארד רמת החייל		
אושרה למתן תסקיר ולתכנון בהתנגדויות		
תאריך 16/08/2023	מס' תסקיר 223-0015	תאריך 04/12/2024
תאריך 04/12/2024	מס' תסקיר 224-0023	תאריך 04/12/2024
מנהל האגף	מנהל העיר	מנהל ארבל
אורי אראל	אהוד כרמלי, אדרי	אורי אראל

עורך:

שניר סוגבקר B.Sc

10-09-2025

אפריל, 2024





תוכן עניינים

איור מס'	נושא	עמ'
1.	הקדמה	5
1.1	רקע כללי	5
1.2	מטרות הסקר	5
1.3	אופן ביצוע הסקר	5
1.4	תיאור המתחם	6
1.5	המלצות ליישום	8
1.6	סיכום מנהלים	9
2.	צריכת חשמל	13
2.1	צרכני האנרגיה העיקריים באתר	13
2.2	צרכני אנרגיה בקומות המגורים	13
2.3	צרכני חשמל בקומות המשרדים	13
2.4	צרכני חשמל באזורי מסחר והציבור	14
2.5	מרתפים תת-קרקעיים	14
2.6	עמדות טעינה לרכבים חשמליים	14
3.	תחזית התפלגות צריכת החשמל במתחם	15
3.1	צריכת חשמל שנתית	16
3.2	תיאור צרכני החשמל	19
3.2.1	משרדים	19
3.2.2	מגורים	19
3.2.3	שטחים מסחריים (חנויות)	20
3.2.4	חניון ושטחי שירות	20
4.	טכנולוגיות התייעלות וייצור חשמל	21
4.1	הקמת מערכת ייצור חשמל מתאים פוטו-וולטאים	21
4.1.1	מערכת BAPV (Building Applied Photovoltaics)	21
4.1.2	מערכת BIPV (BUILDING INTEGRATED PHOTOVOLTAICS)	21
4.1.3	תחשיב כדאיות התקנת מערכת PV בפרויקט	22
4.1.4	חישוב פוטנציאל כולל ליצור חשמל ממערכות PV בפרויקט	23



23	תיאור החזיתות שנבחנו	4.1.5
25	חישוב פוטנציאל ייצור חשמל בגגות ובחזיתות הדרומיות של המרחב	4.1.6
26	מערכת סולארית לחימום מים	4.2
26	מבוא	4.2.1
26	מערכת חימום מים סולארית	4.2.2
27	ביצועי מערכת סולארית לחימום מים	4.2.3
27	תפוקה מקסימלית למערכת חימום מים סולארית	4.2.4
28	שילוב טכנולוגיות ניצול אנרגית השמש	4.3
28	לסיכום	4.3.1
29	הקמת מרכז אנרגיה מתחמי	4.4
36	הקמת מתקן ייצור חשמל משולב (מערכת קוגנרציה)	4.5
36	מבוא	4.5.1
36	רקע כללי על קוגנרציה	4.5.2
36	נצילות מערכת	4.5.3
37	ייצור חשמל	4.5.4
37	הספק ייצור החשמל	4.5.5
38	בחירת מערכת ייצור החשמל	4.5.6
38	תיאור המערכת המוצעת	4.5.7
40	בדיקת כדאיות השקעה	4.5.8
41	עיקרון המודל	4.5.9
41	פרמטרים קבועים	4.5.10
42	הספק מתקן אופטימלי	4.5.11
42	חישוב תשואה פנימית ל-10 שנים	4.5.12
43	סיכום	4.5.13
43	סיכום תוצאות בחינת מערכת טריגנרציה	4.5.14
45	סיכום	5.
45	נספחים	6.





איור מס'	נושא	עמ'
איור 1: מיקום התכנית		6
איור 2: גרף התפלגות הצריכה במתחם		15
איור 3: צריכת החשמל בהתפלגות חודשית		16
איור 4: מיפוי הקרינה על גגות המבנה בימי השנה הקצרים		23
איור 5: מיפוי הקרינה השנתית על גגות המבנים לחישוב הפוטנציאל		24
איור 6: חשיפה חזיתות דרומיות לשמש חורפית		24
איור 7: מיפוי הקרינה השנתית על חזיתות המבנים לחישוב הפוטנציאל		25
איור 8: סכמת עבודה של המתקן		39



טבלה מס'	נושא	עמ'
טבלה 1: התפלגות שטחים		7
טבלה 2: התפלגות הצריכה הצפויה במתחם		15
טבלה 3: תחזית צריכת החשמל במתחם		16
טבלה 4: הגידול בצריכת החשמל יחסית להרחבת עמדות הטעינה במתחמי המגורים		17
טבלה 5: ריכוז פוטנציאל השטחים הרלוונטים		25
טבלה 6: נתוני מערכת סולארית מקסימלית על גג בניין		27
טבלה 7: השוואה בין חלופות: שילוב מערכת סולרית מול מערכת PV או שילוב בין מערכת סולרית ומערכת PV		28
טבלה 8: יתרונות וחסרונות מתקני ייצור חשמל מקומיים		38
טבלה 9: פרמטרים קבועים למודל		41
טבלה 10: תעריפי חח"י ביחידות א"גלקוט"ש (מעודכן ל-1.2.22)		41
טבלה 11: השוואת ביצועי מתקנים		42
טבלה 12: תשואה פנימית ל-10 שנים		42



טבלה מס'	נושא	עמ'
נספח 1: מערכת קוגנרציה		45
נספח 2: תקנות התכנון והבנייה 2018		47
נספח 3: שינוי תעריפי התעו"ז		50



1. הקדמה

1.1. רקע כללי

תכנית מס' 507-0987735 מתחם מרחב הארד, תל אביב, ממוקמת בין רחוב ראול ולנברג ממערב, נחל הירקון מדרום וכביש 4 ממזרח. התכנית כוללת הקמת מתחם הכולל 13 מבנים לשימושי תעסוקה, מסחר ומגורים. התוכנית טרם נידונה בוועדה המקומית.

1.2. מטרות הסקר

בחינה של תכנון אנרגטי בר קיימא בפרויקט, הצגת הטכנולוגיות השונות להשגת בנייה חסכונית באנרגיה ובפליטות CO₂ זאת תוך ניתוח טכנולוגיות יעילות אנרגטית ומערכות לייצור חשמל להשגת בניין יעיל אנרגטית והשפעה סביבתית נמוכה.

1.3. אופן ביצוע הסקר

את הסקר ערכו שני סוגבקר וברונו ברלק מחברת גדיר הנדסה. מבנה הסקר עונה על המפרט שפרסמה עיריית תל אביב "תכנון אנרגיה בת קיימא" (יוני 2021) וכולל את ביצוע השלבים הבאים:

- א. ריכוז תוכניות הבנייה הרלוונטיות.
- ב. בניית מודל פרופיל צריכת החשמל והמיזוג של המתחם בהתבסס על השימושים השונים.
- ג. בחינת כדאיות השימוש במערכות השונות אל מול פרופיל צריכת המתחם.
- ד. עריכת הסקר.
- ה. הגשת הסקר.



1.4. תיאור המתחם

1.4.1. רקע כללי

הבינוי המוצע כולל 13 מבנים בחלוקות שונות: מבני מסחר ותעסוקה בני 6 קומות ומבנים משולבי תעסוקה, מסחר ומגורים בגובה של כ-30 קומות. בכל המבנים מתוכננות קומות חניה תת-קרקעיות ובהן עמדות טעינה לרכבים חשמליים.

איור 1: מיקום התכנית



1.4.2. מגורים

התכנית מציעה שילוב יחידות דיור במבנים המוקמים במתאר שיכלול 590 יחידות דיור בשטח ממוצע של 109 מ"ר ובשטח כולל של כ-56,600 מ"ר.

1.4.3. משרדים

התכנית מציעה הקמת מתחמי משרדים ותעסוקה, בשטח כולל של כ-167,500 מ"ר.





1.4.4. מסחר ושטח ציבורי

המתחם כולל מספר מבנים המיועדים למסחר. שטחי המסחר מסתכמים בכ-21,000 מ"ר.

1.4.5. חניון ומרתף

כל מבנה כולל כולל חניון מקורה ותת-קרקעי.

במרתפים ירוכזו מתקנים משותפים. שטח החניון הכולל כ-22,700 מ"ר והוא כולל כ-1,300 חניות שמתוכנן כ-200 יכללו עמדות טעינה לרכבים חשמליים.

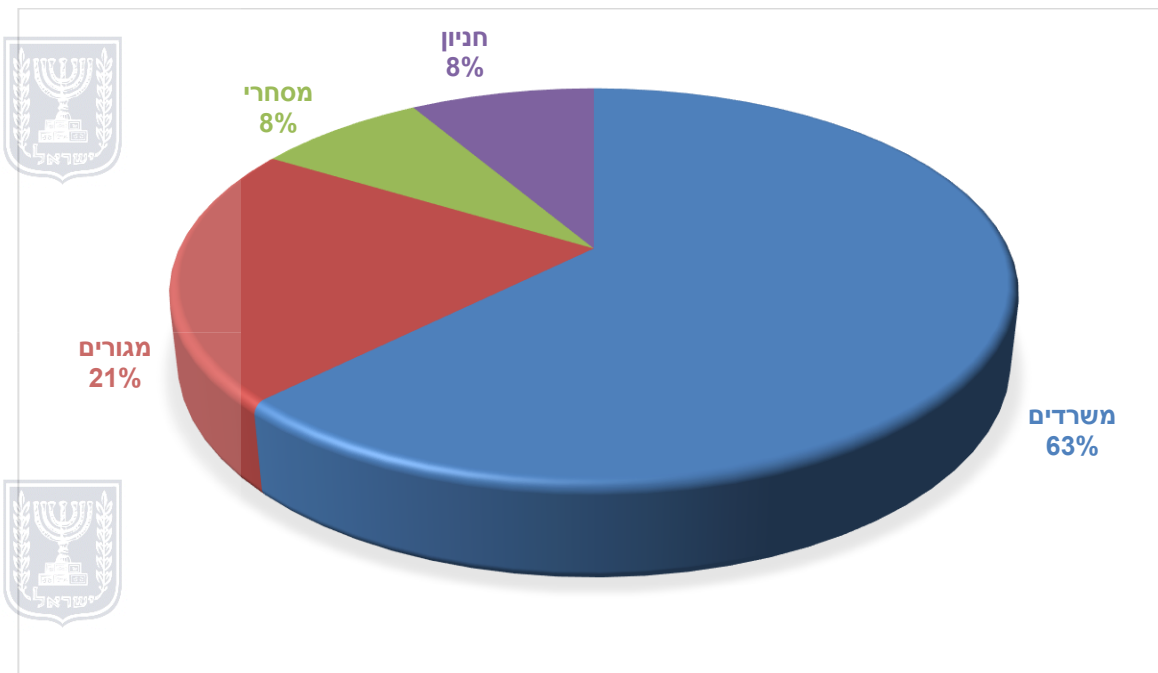
בנוסף, תשתית החשמל בחניוני המגורים עתידה להיות מתוכננת כך שניתן יהיה להרחיב אותה להתקנת עמדות הטענה נוספות עד לרמה של 100% מהחניות וזאת ללא השקעות משמעותיות בתשתית.



טבלה 1: התפלגות שטחים

מגורים [מ"ר]	משרדים [מ"ר]	מסחר [מ"ר]	חניון [מ"ר]
56,600	167,500	21,000	22,700

גרף 1: התפלגות השטחים בפרויקט





1.5. המלצות ליישום

בסעיף זה אנו מרכזים את ההמלצות המשוקללות הסבירות ליישום בפועל בתוכנית המבנה. השקלול כולל התייחסות לדרישות רגולטוריות, שילוב בין מערכות ומורכבות האחזקה העתידית שלהן.

טבלה 2: ריכוז המלצות לחיסכון באנרגיה

#	סעיף	נושא	חיסכון/ייצור חשמל [קוט"ש/שנה]	חיסכון בפליטות פד"ח [טון/שנה]	אומדן השקעה [₪]	הערות
1	התקנת משאבות חום	חימום מים לרחצה	1,018,779	262	2,950,000	חיסכון בחשמל בחימום מי צריכה עם משאבות חום.
2	התקנת מערכת PV	ייצור חשמל באנרגיה מתחדשת	2,509,682	1,611	5,245,215	- תפוקת החשמל תואמת את דרישות העירייה (כ-50% מפוטנציאל ייצור האנרגיה השנתי שחושב בשלב התב"ע). - ייצור החשמל מפחית את עלויות החשמל לכל המבנה.

הבהרות:

- הקמת מערך משאבות חום לחימום מים לייצור מים חמים במבני מגורים.
 - התקנת מערכת PV לייצור חשמל באנרגיה מתחדשת בתפוקה התואמת את דרישות עיריית תל אביב יפו (כ-50% מפוטנציאל ייצור האנרגיה השנתי שחושב בשלב התב"ע).
 - מערכת טריגנרציה לייצור חשמל ומיזוג אוויר אינה מומלצת בשלב זה בשל שינויי מבנה תעריף החשמל וחוסר הוודאות בחיבור לגז טבעי בעתיד.
 - הקמת מרכז אנרגיה לכל המתחם תאלץ את היזם בהקמת מבנה נוסף בשטח של כ-300 מ"ר ובעלויות תפעוליות לצוות קבוע לניהול, אחזקת המתקן והפקת חשבונות אנרגיה לצרכנים המחוברים אליו.
- בעקבות המסקנות המצויינות מטה, אנו ממליצים בשלב זה של הפרויקט על הקמת מרכז אנרגיה למתחמי המסחר והתעסוקה בלבד (שיתן שירות סה"כ ל-9 בניינים מתוך 13). אנו ממליצים שלא להכניס מרכז אנרגיה לבנייני מגורים בשל אופי תפעולי שייקר את עלויות הנכסים.



1.6. סיכום מנהלים

טבלה 3: ריכוז הטכנולוגיות שיוצגו בתסקיר

סעיף	נושא	תיאור הטכנולוגיה הנבדקת	חיסכון באנרגיה [קוט"ש שנה]	מסקנות
4.1	מתקן לייצור חשמל באמצעות פנלים פוטו-וולטאים (PV)	התקנת מערך פנלים פוטו-וולטאים על גגות המתחם, במטרה לצמצם את צריכת האנרגיה של המתחם, הפחתת פליטות ועומסי חשמל.	2,509,682	- הספק מערכת Kwp 2,220 - תפוקה ייצור שנתי כ-2.5 מיליון קוט"ש לשנה (תפוקת החשמל תואמת את דרישות העירייה). - סה"כ השטח הדרוש כ-8,000 מ"ר. - עלות המערכת כ-5 מיליון ₪.
4.2	משאבות חום לחימום מים בדירות המגורים	התקנת מספר משאבות חום בעבור כל מבנה הכולל מגורים	1,018,779	במבנה 590 יחידות דיור, תפוקת המערכת שתותקן תספק 50% מצריכת האנרגיה במים חמים, שאר התפוקה יסופק באמצעים אחרים.
4.4	הקמת מתקן ייצור חשמל משולב (מערכת קוגנרציה) שיספק חשמל, מיזוג לבנייני המשרדים.	בחינת כדאיות התקנת מערכת קוגנרציה וטריגנרציה לייצור חשמל (באמצעות גז טבעי) קירור באמצעות צילר ספיגה	43,139,288	- נבחנה התקנת מערכת קוגנרציה בגז טבעי בתפוקה חשמלית של 4 מגה וואט ובתפוקת קירור של כ-670 טון קירור. - המערכת תספק כ-19 מיליון קוט"ש חשמל לשנה. - המערכת תספק כ-5.4 מיליון ט"ק לשנה. - המערכת תצרוך כ-55,000 מ"ק מים למגדלי הקירור (לקירור בספיגה). - המערכת תחסוך כ-10,300 טון CO₂ בשנה. הערות אין אישור כיום למכירת חשמל לצרכנים פרטיים. כדאיות יישום המערכת "סובלת" מרגישות גבוהה לשינויי תעריף (בזמן הקרוב צפוי שינוי בתע"ז לרעת המודל), רגולציה והחלטות משרדי ממשלה. בנוסף טרם ידוע מועד יעד לחיבור גז טבעי למתחם אם בכלל.
	עמדות טעינה	תשתית לעמדות טעינה בפרויקט		תשתיות החשמל בחניון יותאמו לקליטת עמדות טעינה ככול שיידרש.
	הקמת מרכז אנרגיה מתחמי	בחינת כדאיות התקנת מערכת אגירת אנרגיה, אספקת מים חמים לצרכני המגורים, ריכוז צריכות החשמל למתחמי התעסוקה והמסחר		יתרונות: - אין צורך בתשתיות אנרגיה (לרבות צילרים) בכל אחד מהבניינים במתחם ומאפשר התקנת מערכות יעילות. - פינוי חלק ניכר מגגות המבנים. חסרונות: - נדרשת הקמת מערך אחזקה שיהיה אחראי על ניהול, אחזקת המתקן והפקת חשבונות אנרגיה לכלל הצרכנים (מסחר, תעסוקה ומגורים). למערך כ"א זה עלויות תפעול גבוהות שיועמסו על צרכני המתחם. - עלויות גבוהות בהנחת תשתיות חלוקה (צנרת בתעלות בטון). תידרש להערכתנו הנחתת צנרת באורך כולל של כ-2,400 מטר (המערכת מסוג 4 צינורות) בעלות כוללת של כ-7.2 מיליון ₪.

סעיף	נושא	תיאור הטכנולוגיה הנבדקת	חיסכון באנרגיה [קוט"ש שנה]	מסקנות
				3. צנרת חלוקה ארוכה מעלה את הפסדי האנרגיה ממעטפת ובסחרור מים (הפעלת משאבות). 4. בכדי לצמצם בעיות אקוסטיות הכרוכות בהפעלת מתקני קירור בעיבוי אוויר יתקנו צילרים בעיבוי מים שיעילותם גבוהה אך הפעלתם כרוכה בצריכת מים רבים ושימוש בחומרים כימיים לטיפול במגדלי הקירור. מערכת מבוצרת שתותקן על הגגות תהיה מסוג עיבוי אוויר.

המלצות כלליות בתחום התאורה:

1. נצילות ועוצמת נורות וגופי התאורה יותאמו לשימושים השונים ויתוכננו לפי תקני 8995, 12464 5281.
2. שליטה בתאורת פנים – יותקנו מנגנונים לכיבוי אוטומטי של תאורה, כגון חיישני נוכחות במבני ציבור.
3. שליטה בתאורת חניונים – חניונים יחולקו לאזורי הפעלה שונים, בהתאם למרחק ממקור תאורת טבעית (אם קיים). בנוסף יותקנו מנגנונים אוטומטיים לכיבוי תאורה, כגון: חיישני נוכחות או חיישני אור.
4. יותקנו מנגנוני כיבוי תאורה אוטומטי לתאורת חוץ.
5. שליטה מרכזית – תותקן מערכת מרכזית לכיבוי תאורה (כגון מערכת ניהול תאורה או שעון מרכזי במבני ציבור באזורים משותפים).

מערכות לחימום מים:

2. מערכות חימום המים יעמדו בדרישות תקנות התכנון והבנייה (תיקון – אספקת מים חמים בבניין מגורים) התשע"ט 2018.
3. חימום המים יתבצע על ידי המערכות הבאות:
 - א. מערכות תרמו סולריות.
 - ב. משאבות חום ביעילות מינימלית של $COP = 3.25$.
 - ג. מערכות מבוססות על חום שיורי.
 - ד. שילוב בין המערכות לעיל.
- ה. יותקנו אמצעים אוטומטיים לניהול המים החמים של כל מבנה/ יחידות דיור. כגון קוצבי זמן (טיימר).

הבהרות:

בסקר בחנו טכנולוגיות שונות, כל טכנולוגיה נבדקה בנפרד, היישום הפרקטי של הטכנולוגיות יתבצע אחרי בחינת שילוב הפתרונות, הסבר:



מערכת הקוגנרציה, הקולטים הפוטו וולטאיים וחימום המים הסולרי "מתחרות" על שטחי גג וחדרים טכניים מוגבלים, יישום מערכת אחת יביא לצמצום התפוקה או הישימות של מערכת אחרת.

בהתאם לכך נדרש לתעדף את היישום לפי מדרג בהתאם לסדר העדיפות הבא:

1. **דרישות רגולטוריות-המבנה מחויב לעמוד בדרישות רגולטוריות כגון תקנות חדשות לאספקת מי**

צריכה המחייבות שימשו במשאבות חום בשילוב אנרגיה מתחדשת.

2. **רגישות תוצאות הבדיקה לרגולציה ולשינויי תעריף /מיסוי- כל התחשיבים בתסקיר מבוססים על**

הנחות ייסוד של תעריף, מחיר רכיבים, זמינות תשתיות וכו' במידה והנחות הייסוד ישתנו עד

הקמת הפרויקט כך גם ישתנו תוצאות התחשיב.

כדוגמא לרגישות התחשיב לרגולציה נתייחס לנושא מערכת הקוגנרציה המוצגת בפרק 4.6:

שעות הפעלת מערכת קוגנרציה נגזרות מתעריף החשמל הנוכחי ומבנה תעריף החשמל.

בתעריף הנוכחי חלק מהשעות מוגדרות כ"פסגה", ו"גבע" ותעריף החשמל בהם גבוה במיוחד,

שאר השעות מוגדרות כ"שפל" בתעריף חשמל נמוך.

שעות הפסגה והגבע הן השעות שבהם מיועדת מערכת הקוגנרציה לפעול ולהביא לחיסכון

בהוצאות, בהתאם לתעריף הנוכחי המערכת תפעל כ-4,000 שעות בשנה (במקביל לשעות

הפסגה והגבע).



במסמך שפורסם לאחרונה ע"י רשות החשמל מוצגת הפחתה דרמטית של השעות המוגדרות

כ"פיסגה" ו"גבע", מדובר על ביטול שעות הגבע והותרת כ-1,000 שעות פסגה

(ראו נספח 3).

יתרה מכך 30% משעות הפסגה יהיה הפרש קטן ביותר בין תעריף הפסגה לשפל כך שבפועל

יישארו רק כ-700 שעות בשנה בהן קיימת כדאיות בהפעלת מערכת קוגנרציה.

אין כדאיות בהפעלת מערכת קוגנרציה שעות מעטות כל כך בשנה, בהתאם לכך ירדה משמעותית

כדאיות הפעלת מערכת קוגנרציה.

הערה:



בהתאם לתעריף הצפוי בעתיד, תעריף הגבע עתיד להתבטל ושעות הפסגה מתקבלות רק בשעות

אחר הצהרים/ערב כך שיישום תעריף זה ישפיע גם על כדאיות התקנת מערכות פוטו וולטאיות

המייצרות חשמל בשעות היום, כמו כן ישנה עלייה בכדאיות של התקנת מערכת לאגירת חשמל

שתוכל לאחסן תפוקה זו (שהתקבלה בשעות היום) ולספק אותה לרשת הפנימית בשעות אחר

הצהרים ערב.

3. תעריף הגז הטבעי הוגדר לפי מחירו הנוכחי בפרויקטים דומים, תעריף זה אינו קבוע ומחירו

בעתיד (עם השלמת המבנה) אינו ידוע.

עליית תעריף הגז או הפחתת תעריף החשמל יחסית אליו (העלות האלטרנטיבית) עשוי להביא

לכך שלא יהיה כדאי להפעיל את המערכת.





4. המשרד להגנת הסביבה מתנגד לייצור חשמל והגדלת פליטות פד"ח בתחומי העיר, הנושא נמצא עדיין בדיונים כך שקיימת אפשרות מעשית שלא יהיה ניתן לספק גז טבעי למערכת וכל השקעה בתחום תהיה לחינם.

5. **כדאיות כלכלית**-במפרט ההנחיות לכתיבת הסקר הוגדר שנושא הכדאיות הכלכלית להקמת המערכת הינו בעל חשיבות מופחתת, חשוב לציין שלכל מערכת יש עלויות אחזקה קבועות, הוצאות שוטפות (כגון צריכת מים למגדלי הקירור), תיקונים וביטוח. מערכות שיהיו יקרות לאחזקה או שהפעלתם השוטפת לא תניב חיסכון משמעותי יושבתו בסופו של דבר אחרי תקופת הפעלה קצרה.



6. במסגרת תסקיר האנרגיה שיישלח בשלב העיצוב האדריכלי תבוצע סקירה ובדיקת היתכנות למערכת אגירת אנרגיה בכדי להוריד את גודל החיבור של הפרויקט. בנוסף, למסמך זה מצורף מכתב מלווה בתחום.





1. צריכת חשמל

על-מנת לאמוד את היקף הצריכה ומתאר העבודה, ערכנו סימולציה לצריכת החשמל בהתבסס על מסד נתונים של צרכנים בעלי אופי דומה.

א. צריכת החשמל עבור משקי בית מחושבת לפי נתוני חברת החשמל.

ב. כל צריכת האנרגיה של האתר מתוכננת להתבסס על צריכת חשמל.

ג. המתחם צפוי להיות מוזן במתח נמוך לצרכנים פרטיים (דירות מגורים), מסחר ולמתקנים המשותפים.



1.1 צרכני האנרגיה העיקריים באתר

בסעיף זה נסקור את צרכני האנרגיה העיקריים לחישוב צריכות הבסיס במתחם.

המתחם כולל מקומות מגורים, תעסוקה, מתחם ציבורי ומסחר.

צרכני אנרגיה בקומות המגורים

- מערכת המיזוג מסוג יחידות מסוג VRF או מתועל (מרכזי).

- מערכות חימום מים דירתיים:

מערכת חימום המים תתבצע על ידי משאבת חום בהתאם לתקנות החדשות. המערכת תספק

מי הצריכה חמים ביעילות של כ-3.25 (COP). בנוסף יתקנו על הגג מערכות סולריות לחימום

מים על מנת לצמצם את צריכת החשמל לחימום מי הצריכה ולצורך עמידה ביתר התקנות

בתחום זה (ייצור אנרגיה מתחדשת בהיקף של כ-80,000 קוט"ש תרמי בשנה).

- מכשירים ביתיים:

בכל דירה יותקנו מכונות כביסה, מייבש כביסה, מדיחי כלים, תנורי בישול ואפייה כיריים

חשמליות וכו'.



1.2 צרכני חשמל בקומות המשרדים

- מערכת המיזוג:

צרכן האנרגיה העיקרי בקומות המשרדים היא מערכת מיזוג האוויר. מערכת המיזוג

תצרוך כ-50% מצריכת החשמל. מערכת המיזוג למשרדים תבוסס על מערכות קירור מים

(צילרים). צריכת החשמל של מערכות התמך למיזוג אוויר תסתכם בכ-7% נוספים.

המערכות הנכללות בתחום זה הינם מפוחים, יט"אות (יחידות לטיפול באוויר), מפוחי

נחשון ומשאבות סחרור.

מערכות מחשוב

עומס החשמל של מערכת המיחשוב וחדרי שרתים יסתכם בכ-20% מצריכת החשמל של

קומות המשרדים.

- תאורה

מרכיב התאורה במשרדים נמוך יחסי (רק 7% מצריכת החשמל) היות ומדובר במערכות

מבוססות LED כסטנדרט בכל בנייה חדשה.





צרכני חשמל באזורי מסחר והציבורי

- מערכת המיזוג:

מיזוג אזורי המסחר מתקבל ממערכות VRF (Variant Refrigerant Flow).

המערכת פועלת על עיקרון שינוי נפח זרימת הקירור במערכת, מאיידים המערכות יותאמו למאפייני השוכרים והמשתמשים.

- צרכנים כללים:

צרכני חשמל נוספים של אזורי אלו הם מערכות התאורה, הסעדה, ונידוף.

מרתפים תת-קרקעיים



המבנה כולל קומות חניון בשטח כולל של כ-22,700 מ"ר, חניונים אלו ישמשו את המשתמשים השונים.

צרכני האנרגיה העיקריים בחניון צפויים להיות גופי התאורה ומערכת האיוורור ושחרור העשן. התאורה תפעל לפי שעות פעילות, בשעות הלילה בהם הפעילות בחניון נמוכה תשאר תאורת התמצאות.

מפוחי האיוורור יפעלו דרך מערכת בקרה להפעלת מפוחים בהתאם ללוחות זמנים בשילוב עם רגשי CO (בהתאם לתקנות).

עמדות טעינה לרכבים חשמליים



בשלב זה ישנה מפרט דרישות מינימלי להתקנת עמדות טעינת רכבים חשמליים ע"י עיריית תל-אביב יפו עפ"י ההתפלגות הבאה:

בתכנון תשתית החשמל הוגדרו הכנות שיאפשרו תוספת עמדות טעינה.

- בחניות ציבוריות, המיועדות לשטחים שאינם למגורים תוקם תשתית לטעינת רכב חשמלי (עמדות טעינה) ב-30% מעמדות החניה בחניון לכל הפחות.
- בכל החניות המיועדות למגורים תוקם תשתית הכנה להתקנת עמדות טעינה לרכב חשמלי. התשתית תוקם באופן שניתן יהיה לחבר עמדות הטענה לתשתית בהדרגה, ללא שינוי בתשתיות החשמל של הבניין וללא צורך בכבילה וחיווט חיצוניים ע"ג קירות החניון או התקרה.
- בחניות האופניים המיועדות למשתמשי הבניין הקבועים, תוקם תשתית לטעינת אופניים חשמליים נגישה ל-30% ממקומות החניה.



בנוסף בוצע חישוב לגידול צריכת החשמל ככל שתיגדל כמות עמדות הטעינה.

כדי לייעל את ניצול האנרגיה בחניון, מתוכננת מערכת ניהול טעינת רכבים אשר תמדוד את האנרגיה הפנויה בכל רגע נתון ותנהל את טעינת הרכבים בהתאם.





2. תחזית התפלגות צריכת החשמל במתחם

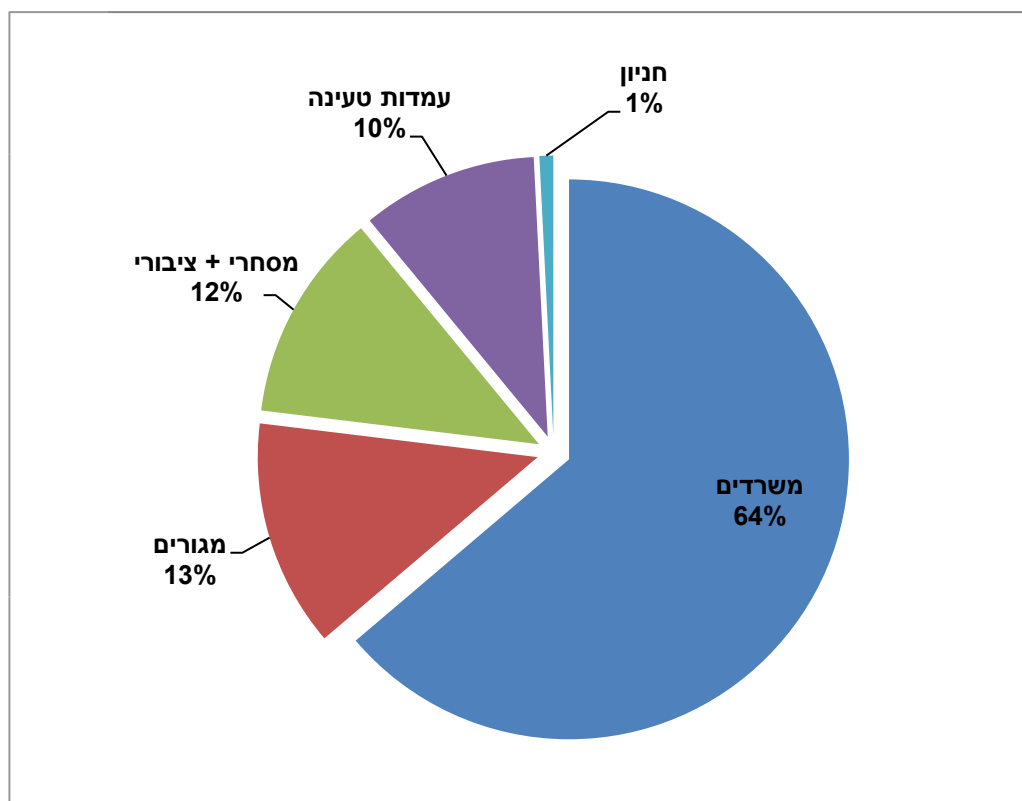
במסגרת הבדיקה ערכנו תחזית צריכת החשמל עבור האזורים השונים במתחם. התחזית נדרשת בכדי לבחון את כדאיות החלופות השונות לחיסכון באנרגיה, התחזית התבססה על נתוני צריכת החשמל של צרכני חשמל דומים בשילוב עם נתונים שסיפקו מתכנני המתחם, בהתאם לנתונים אלו ערכנו הדמייה שבועית (ברזולוציה שעתית) של צריכת החשמל ב-3 עונות נפרדות (קיץ, חורף ומעבר). בהתבסס על הדמיות אלו תסתכם צריכת החשמל של המתחם כולו בכ-59 מיליון קוט"ש לשנה.

בטבלה הבאה מוצגת צפי התפלגות צריכת החשמל במתחם:

טבלה 2: התפלגות הצריכה הצפויה במתחם

מתחם	צריכה שנתית [קוט"ש]	התפלגות [%]
משרדים	37,917,042	64%
מגורים	7,807,770	13%
מסחרי + ציבורי	7,195,295	12%
עמדות טעינה	6,046,040	10%
חניון	474,069	1%
סה"כ	59,440,215	100%

איור 2: גרף התפלגות הצריכה במתחם



3.1. צריכת חשמל שנתית

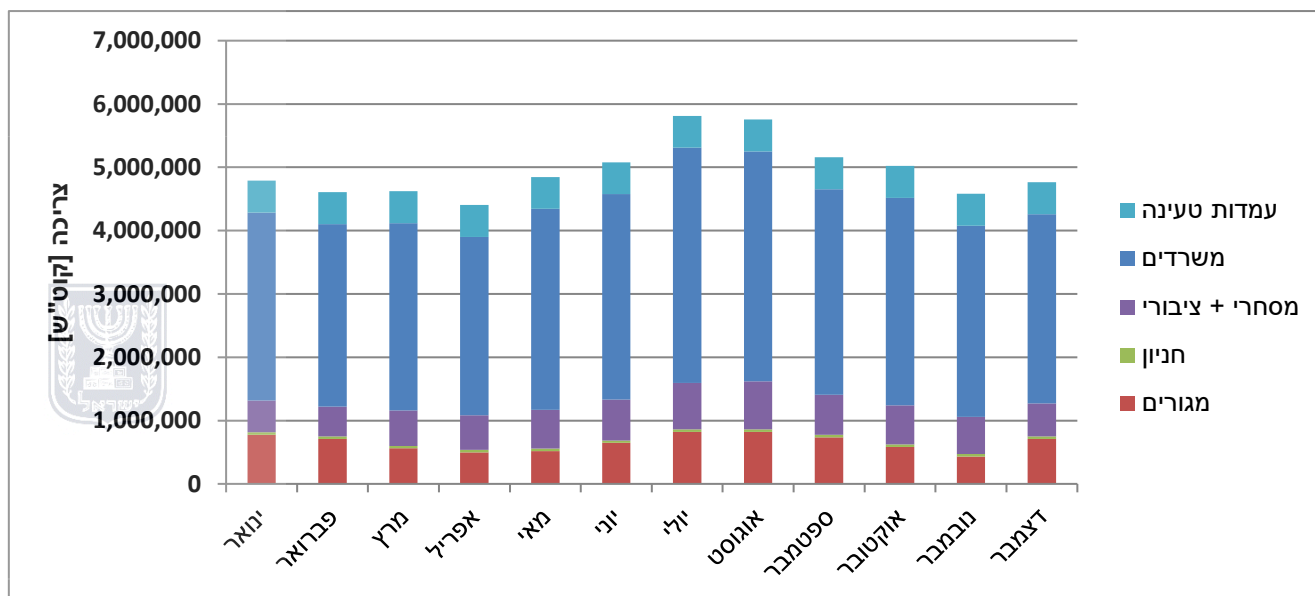
התחזית מבוססת על צריכות החשמל החודשית של אתרים דומים, סה"כ מסתכמת צריכת החשמל של המתחם בכ-59 מיליון קוט"ש בשנה. צריכות החשמל לדירות ולמסחר יסופקו ע"י חח"י במתח נמוך (מונה לכל צרכן).

בטבלה הבאה מוצגת תחזית התפלגות צריכת החשמל בחודשי השנה.

טבלה 3: תחזית צריכת החשמל במתחם

חודש	מגורים [קוט"ש שנה]	מסחרי [קוט"ש שנה]	משרדים [קוט"ש שנה]	חניון [קוט"ש שנה]	עמדות טעינה [קוט"ש שנה]	סה"כ [קוט"ש שנה]
ינואר	776,463	501,240	2,968,268	39,506	503,837	4,789,314
פברואר	711,758	471,384	2,881,429	39,506	503,837	4,607,914
מרץ	560,779	560,478	2,957,362	39,506	503,837	4,621,962
אפריל	496,074	550,214	2,814,068	39,506	503,837	4,403,699
מאי	517,642	613,191	3,172,187	39,506	503,837	4,846,363
יוני	647,053	646,627	3,242,780	39,506	503,837	5,079,803
יולי	819,600	736,367	3,712,691	39,506	503,837	5,812,001
אוגוסט	819,600	758,496	3,633,094	39,506	503,837	5,754,533
ספטמבר	733,326	633,064	3,248,799	39,506	503,837	5,158,532
אוקטובר	582,347	619,719	3,274,363	39,506	503,837	5,019,772
נובמבר	431,369	585,414	3,021,174	39,506	503,837	4,581,300
דצמבר	711,758	519,099	2,990,825	39,506	503,837	4,765,024
סה"כ	7,807,770	7,195,295	37,917,042	474,069	6,046,040	59,440,215

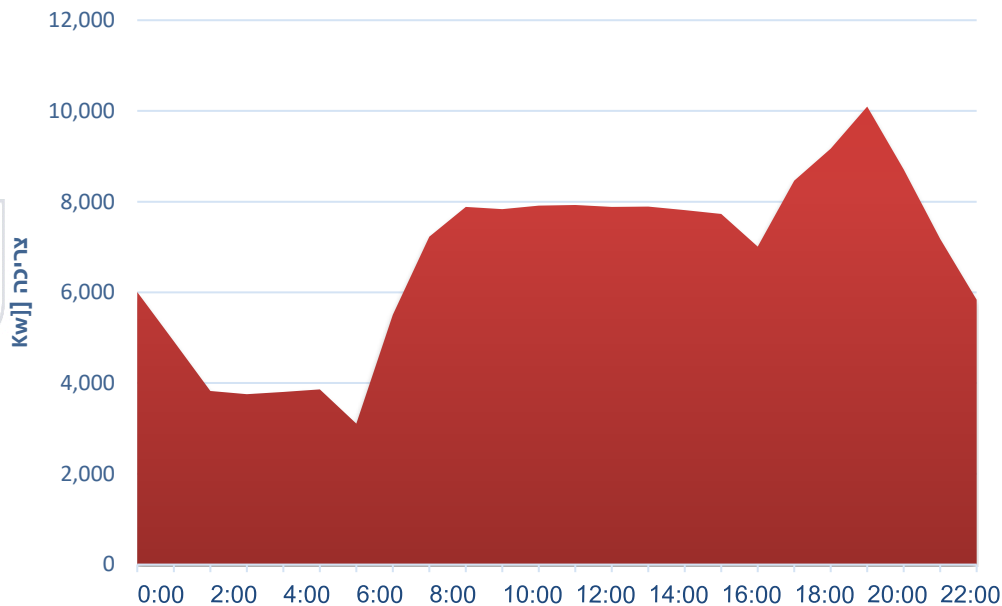
איור 3: צריכת החשמל בהתפלגות חודשית



בגרף להלן מתואר אפיון צריכת החשמל במהלך יום טיפוסי בעונות המעבר של כל המתחם.

גרף 2: צריכת החשמל במהלך יום טיפוסי בעונות מעבר

פרופיל צריכת חשמל יומית בעונות "מעבר" בימי חול (א-ה)



במתחמי המסחר והתעסוקה יותקנו 246 עמדות טעינה (30% ממספר החניות במתחמים הנ"ל). בנוסף, מתחמי המגורים תותקן תשתית להתקנת פרטית של עמדות טעינה בכלל החניות למגורים. להלן מוצג גידול בצריכת החשמל של עמדות הטעינה כתוצאה מגידול בכמות התקנת העמדות במתחם המגורים.

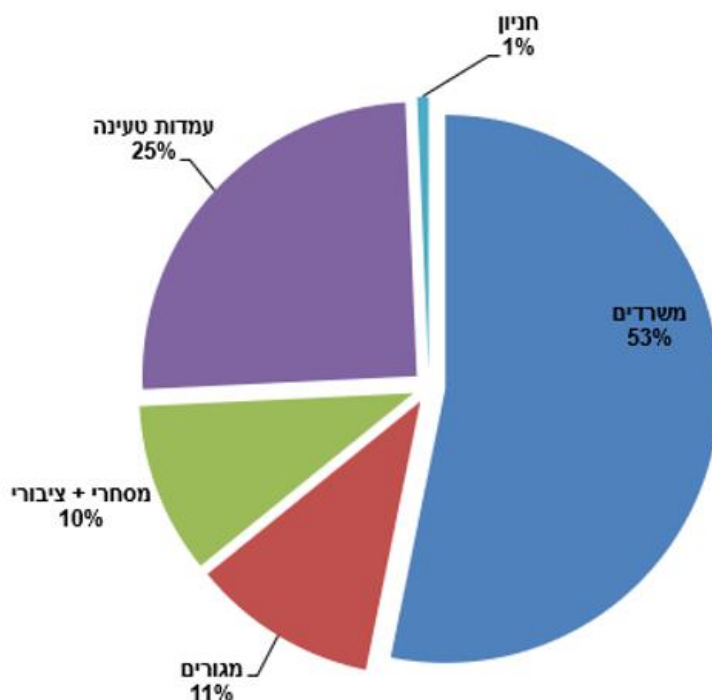
טבלה 4: הגידול בצריכת החשמל יחסית להרחבת עמדות הטעינה במתחמי המגורים

צריכה שנתית [קוט"ש שנה]	כמות עמדות טעינה
6,046,040	294
7,033,149	342
8,020,257	390
9,007,366	438
9,994,474	486
10,981,583	534
11,968,691	582
12,955,800	630
13,942,909	678
14,930,017	726
15,917,126	774
16,904,234	822
17,891,343	870

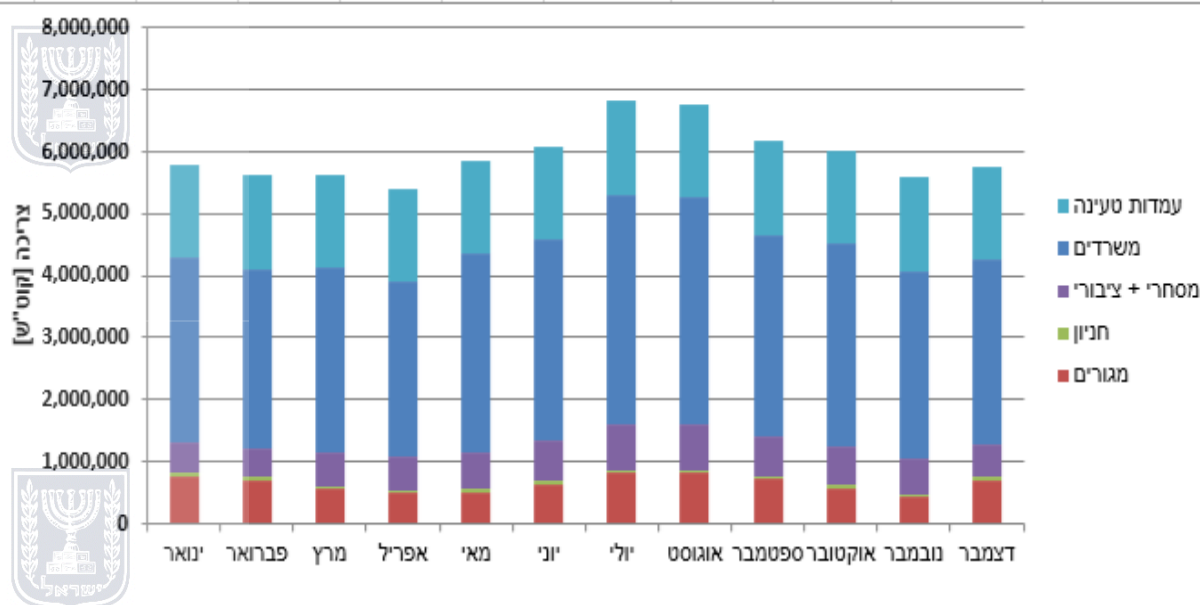
הערות:

- בצהוב מסומנת הצריכה המשוערת בהינתן טעינת רכבים חשמליים בכ-30% מעמדות הטעינה בנוסף לטעינת רכבים חשמליים בכלל העמדות במתחמי המסחר והתעסוקה. בהתאם לנדרש בסעיף 2.1.5 במסמך זה ועל-פי דרישת עיריית ת"א-יפו.
- בכחול מסומנת הצריכה המשוערת במידה ובכלל העמדות יטענו רכבים חשמליים (מגורים + מסחר ותעסוקה)

גרף 3: התפלגות הצריכה לאחר הרחבת עמדות הטעינה (870 עמדות)



גרף 4: צריכת החשמל בהתפלגות חודשית לאחר הרחבת עמדות הטעינה (870 עמדות)





3.2. תיאור צרכני החשמל

המתחם מחולק ל-4 ריכוזי צרכנים שונים, הכוללים צרכני חשמל שונים ופרופיל עבודה שונה.

- קומות משרדים
- קומות מגורים.
- אזור מסחרי (חנויות).
- חניון ושטחי שירות.

3.2.1. משרדים

במתחם מתוכננים 74 קומות משרדים ב-7 במבנים בשטח כולל של כ-167,500 מ"ר. עיקר



הצריכה של המשרדים היא בשעות העבודה המקובלות, ימים א' עד ה', 07:00 עד 18:00. צרכני החשמל העיקריים הם:

- מערכת מיזוג אוויר.
- תאורת חוץ ופנים.
- משאבות סחרור מים.

צריכת החשמל הכוללת למגדלי המשרדים מסתכמת בכ-38 מיליון קוט"ש בשנה.

3.2.2. מגורים

במתחם מתוכננים מגדל מגורים שיכללו 590 דירות בשטח כולל של כ-57 אלף מ"ר. קיימת



שונות רבה במתאר צריכות החשמל של הדירות. השונות נובעת מכמות הדיירים בכל דירה ובשעות הפעילות. אך בממוצע רוב צריכת החשמל בדירות תתקבל מחוץ לשעות העבודה המקובלות, שעות צריכת החשמל:

בימים א' עד ה', 17:00 עד 23:00, בסוף השבוע ובימים ו'-שבת עומס רציף במהלך היום. להלן רשימת צרכני החשמל העיקריים בדירות המגורים :

- מערכת מיזוג אוויר
- מקרר
- מערכות חימום מים (משאבות חום)
- מכונת כביסה
- מייבשי כביסה
- מדיחי כלים
- תנורי אפייה
- כיריים חשמליים
- תאורה ומחשוב

צריכת החשמל הכוללת למגורים מסתכמת בכ-8 מיליון קוט"ש בשנה, ממוצע של כ-

13,200 קוט"ש לדירה לשנה.





3.2.3. שטחים מסחריים (חנויות)

קומת הקרקע של המבנה מיועדות למסחר.

צריכת אזורים אלו משתנה לפי אופי בית העסק (חנויות קמעונאיות, מסעדה, סניף בנק או משרד). במבנים מסוג זה הצרכניים העיקריים הם:

- א. תאורה.
- ב. ציוד הסעדה.
- ג. מערכות מחשוב.



3.2.4. חניון ושטחי שירות

המתחם כולל חניונים תת קרקעיים בהיקף כולל של כ-23 אלף מ"ר.

מתאר צריכת הבסיס באזורים אלו כמעט ולא משתנה 24 שעות ביממה, 7 ימים בשבוע, כל השנה. הצרכניים העיקריים הם:

- א. תאורה.
- ב. מפוחי אוורור.
- ג. משאבות מים ושפכים.

השפעת עמדות הטעינה על צריכת החשמל העתידית בחניון:

- זמן הטעינה לרכב הוא בין 7-9 שעות לטעינה מלאה. קיבולת סוללה של רכב חשמלי ממוצע הוא בין 40-50 קוט"ש. בממוצע טעינת הרכב בפועל תסתכם בכ-40% מקיבולת הסוללה הקיימת. לצורך הקטנת גודל החיבור, תותקן מערכת טעינה חכמה שתבצע טעינת רכבים במהלך שעות הלילה.
- בחניות המשמשות למגורים שעות הטעינה הצפויות הן בשעות הערב אחרי שעות העבודה. עבור חניות המשמשות למשרדים ומסחר, שעות הטעינה הצפויות הן בשעות העבודה המקובלות.

לצורך חישוב צריכת החשמל של עמדות הטעינה חישבנו את צריכת החשמל השנתית של

550 עמדות. הצבנו את נתוני הצריכה של כל עמדה במודל שעות שבועי, הצריכה השנתית שהתקבלה הסתכמה בכ-6 מיליון קוט"ש בשנה המהווים כ-10% מצריכת החשמל של כלל המתחם.

צריכת החשמל הכוללת בשטחי שירות והחניון מסתכמת בכ-500 אלף קוט"ש. הערות:

1. בחניונים תתבצע הפחתת תאורה לרמה של תאורת התמצאות בשעות הלילה.
2. כל תאורת החניון מבוססת על גופי תאורת LED.
3. מפוחי החניון יהיה מחוברים למערכת בקרה בשילוב עם רגשי CO.





4. טכנולוגיות התייעלות וייצור חשמל.

4.1. הקמת מערכת ייצור חשמל מתאים פוטו-וולטאים

תא פוטו-וולטאי (PV) או תא סולארי הוא התקן סולארי להפקה ישירה של אנרגיה חשמלית על ידי קליטת קרינה אלקטרומגנטית (אור) מן השמש. מערכת PV מאפשרת לצרכן לייצר חשמל מקומית מניצול אנרגיה זמינה (אנרגיה מתחדשת). בסעיף זה נבחן את פוטנציאל הייצור הפוטו וולטאי על המבנה.

4.1.1. מערכת BAPV (Building Applied Photovoltaics)



ייצור חשמל ממערכת BAPV הוא ייצור אנרגיה מתחדשת ע"י התקנת פנלים פוטו-וולטאיים על גג או חזית המבנה (על התשתית הקיימת). כיום פתרון זה מיושם בעיקר באמצעות התקנת תאים פוטו-וולטאים על גגות ומתקנים. פתרון זה מבצע שימוש כפול בשטח בנוי גם לייצור אנרגיה. הירידה העקבית בעלויות מתקנים פוטו-וולטאים הביאה לכך כי הפקת אנרגיות בשיטות אלו זולה יותר מאשר הפקת באמצעות דלקי מאובנים. לכן, היקפי יישום פתרון זה נמצא בגידול מתמיד.

במבנים נמוכים, ניתן לייצר הרבה אנרגיה יחסית לשטח הקרקע ולצריכת החשמל של הבניין. **בבנייה רוויה ברבי קומות** ייצור החשמל ביחס לשטח הכולל נמוכה בהרבה והמבנה מצליח לייצר אחוזים בודדים מצריכת האנרגיה שלו (יחס שטח גג/שטח בנוי נמוך).

4.1.2. מערכת BIPV (Building integrated Photovoltaics)¹



תאים פוטו-וולטאים משולבי מבנה מהווים חלק ממעטפת הבניין וממלאים מספר פונקציות בו זמנית: ייצור חשמל, הגנה על הבניין והצללה מהשמש. טכנולוגיה זו מהווה פתרון כולל לבעיות מערכת ה-BAPV (שטח מצומצם להתקנה). ישנם כיום מגוון מוצרים למערכות BIPV בעולם, המספקים פתרונות ייצור אנרגיה ומעטפת לגגות, חזיתות ולחלונות. בעולם כבר הוקמו ושופצו בניינים עם מערכות אלו.



בדומה לטכנולוגיות חדשות רבות אחרות, מכיוון שמדובר על טכנולוגיה חדשה אשר מכניסה מימד חדש ומורכב לענף הבנייה, ישנם מוצרי BIPV לרוב יקר באופן ניכר לעומת מוצרי BAPV או מוצרי מעטפת. כמו כן, קיימת חוסר מודעות וידע בנושא. בשוק הישראלי הנוכחי, מחיר החשמל נמוך יחסית למקובל בעולם המפותח, ואינו כולל עלויות חיצוניות מלאות כגון השפעה של פליטות זיהום אוויר וגזי חממה על הבריאות, התשתיות ועל הסביבה. כמו כן, העדר שוק BIPV מקומי, גורר מחיר יישום BIPV גבוה מאשר אירופה. לאור מצב זה, ניתוח כלכלי מצא כי אף אחת מהחלופות אינו מחזירה ליזם את ההשקעה תוך 20 שנה.



¹ נתונים בנוגע למערכות BIPV נלקחו מתוך "סקר התכנות ליישום תאים פוטו-וולטאים משולבי מבנה בבניינים מסחריים בישראל" מס' מחקר במשרד להגנת הסביבה: 165-4-10.



בשוק הנוכחי של ישראל, ללא הכוונה ותמיכה ממשלתית ייעודית לייצור חשמל משולב מבנה (BIPV) לא צפוי לצמוח ב- 5-10 השנים הקרובות.

המלצות אדריכליות להתקנת מערכות BIPV.

לשם אופטימיזציה של ייצור אנרגיה סולרית ע"י בניינים, יש לתכנן בניינים בצורה המותאמת להתקנת BIPV למשל:

- לעדיף התקנת המערכת בחזית מאווררת, אשר שומרת על ה-BIPV. בטמפ' נמוכה, השומרת על יעילות מערכת גבוהה יותר.
- לעודד התקנת BIPV בזווית של 30 מעלות על חזיתות, לשם ניצול אופטימלי של קרינת השמש.
- כאשר מתוכנן בניין עם מערכות BIPV בחזיתות, יש לבחון האם הקונטקסט העירוני ישפיע בצורה ניכרת על ביצועי המערכת (שילוב השפעות/הצללות המבנים בסביבה על ביצועי המערכת). במקרים בהם הקונטקסט העירוני משמעותי, מומלץ שלא ליישם מערכות BIPV בקומות התחתונות.



4.1.3. תחשיב כדאיות התקנת מערכת PV בפרויקט.

במהלך שנת 2021 פרסמה עיריית תל אביב מסמך הנחיות חדש (גרסה 2) עם הנחיות מחייבות להיקף ייצור מינימלי של אנרגיה ממקורות מתחדשים (סעיף 6.5 במסמך ההנחיות).



בהתאם למסמך זה נדרש לבצע תחשיב פוטנציאל ייצור באנרגיה מתחדשת (PV) באזורים הבאים:

1. גגות המבנה, יש להציג שימוש בלפחות 90% מהגג (כולל שטחים טכניים).
2. חזית דרומית החשופה לשמש, יש להציג שימוש בלפחות 30% מהשטח.

היזם נדרש ליישם לפחות 50% מהיקף הפוטנציאל הכולל שחושב **בשלב מסמכי תכנית מפורטת [תב"ע]** או 60% בשלב תכנית עיצוב ופיתוח.



מסמך זה מציג את פוטנציאל ייצור החשמל המחושב על פי הנחיות העירייה **בשלב מסמכי תכנית מפורטת [תב"ע]**.





4.1.4. חישוב פוטנציאל כולל ליצור חשמל ממערכות PV בפרויקט

ההנחות המרכזיות עליהם התבסס התחשיב:

- עלות התקנת מערכת PV על גג המבנה כ-3,000 ₪/Kwp.
- עלות מערכת PV על חזית המבנה כ-5,000 ₪/Kwp.
- שטח דרוש להתקנה הינו 4.4 מ"ר לכל Kwp נומינלי (השטח מחושב על פי ההנחיה לרצף בפנלים סטנדרטיים בתפוקה של 450w על 90% שטח הגג ללא התחשבות במתקנים ורווחים). הערה: מדובר בערכי תפוקה נומינליים בלא התייחסות לתפוקה בפועל שהינה פועל יוצא של מבנה הצללות אזור התקנה וכו'.
- עלות אחזקה 90 ₪ ל-Kwp לכלל המערכת (למרות שעלות אחזקת המערכות על דופן המבנה גבוהה משמעותית).



4.1.5. תיאור החזיתות שנבחנו

דו"ח מיפוי ההצללות המפורט מטה הינו פרי עבודה של חברת אתוס אדריכלות תכנון וסביבה. במיפוי הנ"ל בוצעה בדיקה עבור היום הקצר בשנה (21/12) בשעות הצהריים עפ"י דרישת עיריית ת"א. בנוסף, בוצע מיפוי קרינה במהלך כל ימות השנה. להלן כמות קרינת השמש על גגות הבינוי המוצע ביום ה-21 לדצמבר בין השעות 09:00-15:00.

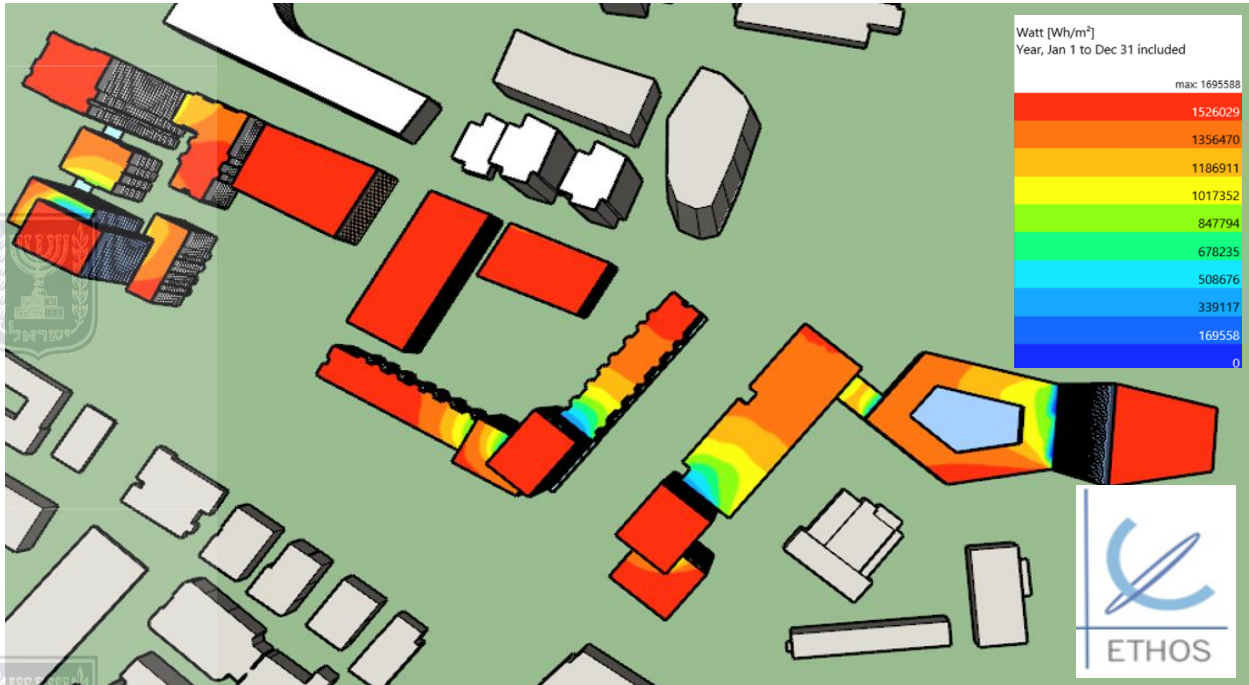
איור 4: מיפוי הקרינה על גגות המבנה בימי השנה הקצרים





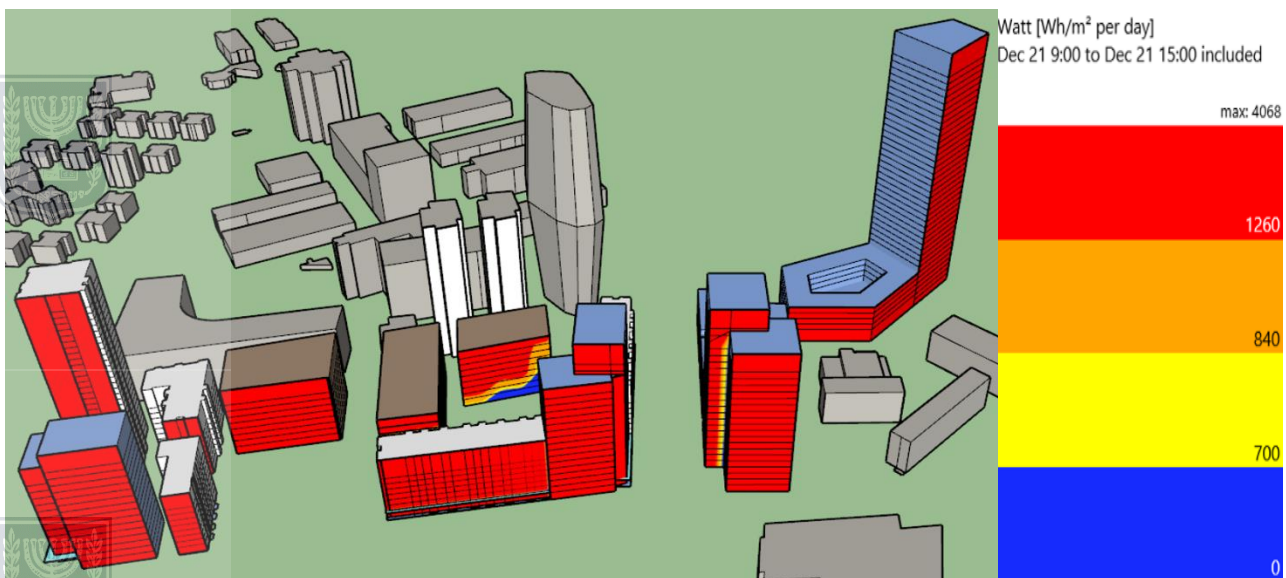
להלן כמות קרינת השמש על גגות הבינוי המוצע במהלך כל השנה. לאחר סינון השטחים המוצלים באיור 5, תחושב קרינת השמש בהתאם לחישוב הקרינה הנ"ל.

איור 5: מיפוי הקרינה השנתית על גגות המבנים לחישוב הפוטנציאל



איור 6: חשיפה חזיתות דרומיות לשמש חורפית

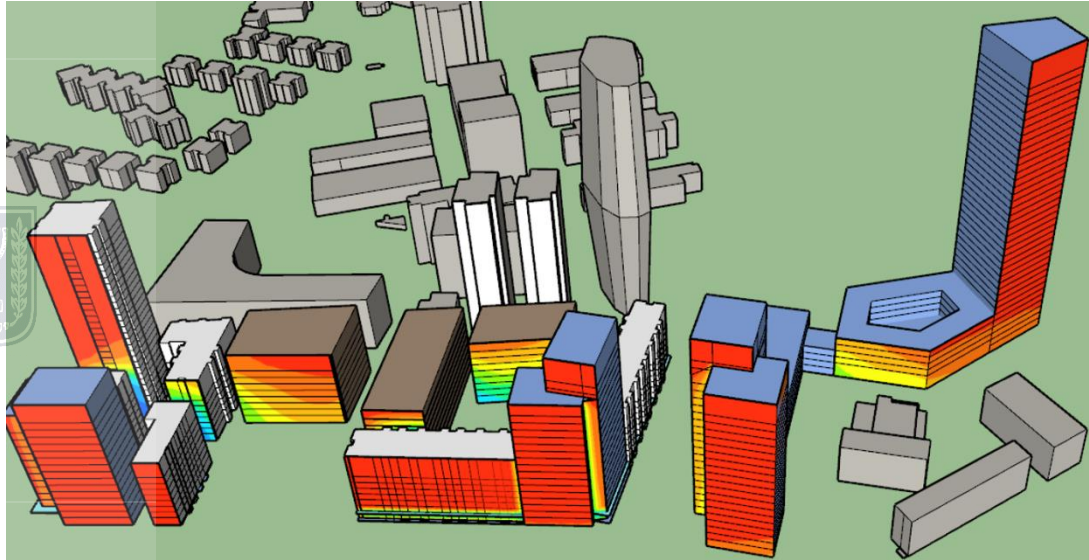
להלן כמות קרינת השמש על החזיתות הדרומיות של הבינוי המוצע ביום ה-21 לדצמבר בין השעות 09:00-15:00.





מהבדיקה עולה, כי כלל החזיתות הדרומיות של המבנים הדרומיים חשופות לשמש חורפית. הבדיקות וניתוחן בוצעו בהתאם להנחיות העיריה ונספח ב' בתקן הישראלי לבנייה ירוקה, ת"י 5281, גרסת 2016).

איור 7: מיפוי הקרינה השנתית על חזיתות המבנים לחישוב הפוטנציאל



4.1.6. חישוב פוטנציאל ייצור חשמל בגגות ובחזיתות הדרומיות של המרחב

להלן תוצאות הבדיקה להתקנת מערכות על גגות המבנים והחזיתות הדרומיות:

טבלה 5: ריכוז פוטנציאל השטחים הרלוונטיים

אתר	שטח לחישוב הכולל [מ"ר]	אחוז שטח התקנה	שטח התקנה [מ"ר]	פוטנציאל ייצור [קוט"ש שנה]
גגות המבנים	11,190	90%	10,071	3,306,921
החזית הדרומית	31,360	30%	9,408	1,712,443
סה"כ	42,550	-	19,479	5,019,364

הערות:

1. תפוקה ממוצעת של מערכת PV על גגות בארץ היא כ-1,700 קוט"ש ל-Kwp.
2. תפוקה ממוצעת של מערכת PV על חזית דרומית בארץ היא כ-760 קוט"ש ל-Kwp.

מסקנות:

דרישת העירייה **בשלב התב"ע** היא להתחייבות להתקנת מערכת בתפוקה של **לפחות 50%** מפוטנציאל ייצור החשמל כלומר **מעל 2.5 מיליון קוט"ש בשנה**.

היקפי הייצור בפרויקט בהתאם לחישובים שערכנו ע"פ הנחיות העירייה מסתכם פוטנציאל הייצור באנרגיה מתחדשת במבנה בכ-5 מיליון קוט"ש בשנה.

העירייה מחייבת ביישום לפחות 50% מפוטנציאל זה כך שנדרש להציג תוכנית לייצור באנרגיה מתחדשת של כ-2.5 מיליון קוט"ש לשנה.



הערה:

בשלב העיצוב האדריכלי, דרישות העירייה להתחייבות להתקנת מערכת עולה ל-60% מפוטנציאל ייצור החשמל, כלומר מעל 3 מיליון קוט"ש בשנה.

4.2. מערכות לחימום מים

4.2.1. מבוא

חימום מים לשימוש ביתי מתבצע במספר שיטות, קיימות 2 שיטות מרכזיות:

- "דוד שמש": דוד חימום המשתמש באנרגיה סולארית לחימום מים. המערכת לשימוש ביתי, תעשייתי וכן לשימושים נוספים. שיטת חימום זו נפוצה מאוד במשקי בית במדינת ישראל. בתחילת שנות השמונים נקבעה החובה להתקנת מערכות חימום סולאריות בבניינים חדשים למגורים. התקנות פטרו בעבר מחובה זו בנייני מגורים בני למעלה מ-9 קומות.

- משאבות חום: בתיקון לתקנות החדשות לחימום מים מוגדרת חובת התקנת מערכת סולארית לרבי קומות בשילוב עם מערכת חימום מבוססת משאבת חום (יעילות של 3.25 ומעלה).

הערה:

בהתאם לתקנות החדשות (נספח 2) למבנה רב קומות נדרשת מערכת המספקת אנרגיה מתחדשת בתפוקה של לפחות 66 מיליון קק"ש לשנה.

4.2.2. מערכת חימום מים סולארית

קיימות מספר שיטות לחימום מים סולארי, השיטה המתאימה לשימוש במבנים רבי קומות מכונה "מערכת מרכזית מאולצת" להלן הסבר על השיטה: מערכת סולארית המיועדת לחימום מים בכמויות גדולות עבור בתים משותפים. המערכת מורכבת מחוות קולטי שמש מרכזית, המחממת דרך מחליף חום צוברי מים חמים דירתיים או דוודים מרכזיים. במערכת זו יש הפרדה בין המים שבקולטי השמש (מעגל חימום סגור), למים במעגל הצריכה (מעגל פתוח). יתרונות המערכת במחזור סגור: הוצאות אחזקה מינימליות, הפחתה בעלות חימום המים, שימוש באנרגיה ירוקה.

4.2.3. מערכת חימום מים באמצעות משאבות חום

משאבת חום הינה טכנולוגיית חימום מים מתקדמת. משאבת החום חוסכת כ-2/3 מהאנרגיה בהשוואה לדודי חשמל, ומבטיחה אספקה אמינה של מים חמים בכל שעות היום והלילה. באמצעות טכנולוגיה זו, משאבת החום מנצלת באופן יעיל וחסכוני את אנרגיית הסביבה ומסבה אותה לאנרגיה תרמית ומחממת באמצעותה את מכל המים. יתרונות המוצר: חיסכון רב באנרגיה, בקרת שליטה נוחה וידידותית, אספקת מים חמים רציפה (בשונה ממערכת שמש) בנוסף לפעולה בטמפרטורות קיצון.



4.2.4. ביצועי מערכת סולארית לחימום מים

להלן הנחות החישוב לפיהם חישבנו את תפוקת מערכת החימום

- שטח קולט סולארי 3 מ"ר (ברוטו).
- תפוקת קולט ממוצעת לשנה 5,500 קק"ל/יום (תפוקה מקס' כ-7,000 קק"ל/יום).
- המערכת תפעל כ-270 ימים בשנה (כמות ימי השמש על פי המכון המטרולוגי).
- עלות מערכת סולארית כ-4,500 ₪/דירה (עלות מכלול דירתי).
- צריכת אנרגיה שנתית ממוצעת לדירה 1.7 מליון קק"ל לשנה (כ-2,000 קוט"ש תרמי לשנה).
- המערכות יותקנו בכל אחד מהגגות בהם יהיו דירות מגורים.



4.2.5. השוואת משאבת חום מול מערכת סולארית כמערכת לחימום מים

להלן מספר הבדלים בין משאבות החום למערכת הסולארית:

- שטח משאבת חום הינו זניח. כאשר משאבת החום יכולה להיות ממוקמת ללא הגבלות חשיפה לשמש או קירבה למערכת אחרת, נדרשת התקנה חיצונית או אספקת אוויר בטמפ' הסביבה.
- המערכת הינה מערכת רציפה ותפעל ללא תלות בימי שמש.
- עלות משאבת חום הינה כ-5,000 ₪/דירה (עלות מכלול דירתי).
- המשאבות יותקנו בכל מבנה ממבני הפרויקט הכוללים מגורים.



4.2.6. השוואת כדאיות חלופות

להלן טבלת השוואת החלופות והמלצתנו בתחום עבור חימום מים לצריכה ביתית עבור כל דיירי המבנה (590 בתי אב).

טבלה 6 נתוני מערכות לחימום מים

פרמטר	יח'	מערכת סולארית	משאבות חום	הערות
תלות בשטח	-	בסמוך למערכות תומכות	ללא תלות, יכולות להיות ממוקמות בכל מיקום בגג הטכני	כ-590 קולטים מול 6 משאבות חום
עלות משוערת לדירה	₪/דירה	4,500	5,000	עלויות יזם
תפוקת חום שנתית לבניין	קק"ל/שנה	876,150,000	876,150,000	
תפוקת חום שנתית לבניין	קוט"ש/שנה	1,018,779	1,018,779	

הערה: משאבות החום יותקנו להשלמת לחימום מים יעילה.



4.3. שילוב טכנולוגיות ניצול אנרגית השמש.

בסעיפים הקודמים בחנו טכנולוגיות לניצול אנרגיה שמש לייצור חשמל או חימום מים, כעת נבחן שילוב בין מערכות (חימום מי צריכה למערכת PV). התקנת מערכת סולארית לחימום מים תספק כמיליון קוט"ש אנרגיה תרמית בשנה ל-590 דירות ולא תעמוד בדרישות הרגולטוריות של עיריית תל-אביב יפו (ייצור 2.5 מיליון קוט"ש בשנה). מערכת PV תספק כ-2.5 מיליון קוט"ש חשמל מאנרגיה מתחדשת אשר תסופק למערכות החשמל הציבוריות (מעליות, חניונים, מערכות תגבור לחץ וכו') או תוזרם לרשת החשמל.

טבלה 7: מערכת סולארית מול מערכת PV

#	סוג	מערכת סולארית	מערכת PV	הערות
1	עלות מערכת [ש"ח]	2,655,000	5,245,215	עלות יזם
2	שטח דרוש להתקנה [מ"ר]	1,770	7,868	- יעילות חימום מים מאנרגית השמש גבוהה מיעילות יצור החשמל. - השטח הדרוש להתקנת משאבות חום אינו מחייב התקנה צמודת מערכות תמך.
3	תפוקת אנרגיה [Kwh]	1,018,779	2,509,682	- במערכת PV ייצור החשמל מפחית את עלויות החשמל לכל המבנה. - מערכת סולארית אינה עונה על הדרישות הרגולטוריות של עיריית תל-אביב יפו.
4	עמידה בדרישות העירייה	אינו מקיים	מקיים	50% מהתפוקה הפוטנציאלית בפרויקט (5,019,364 קוט"ש שנה)
5	עמידה בדרישות תקנות הבניה	אינו מקיים	מקיים	

4.3.1. לסיכום

אנו ממליצים להתקין מערכת PV שתייצר חשמל בתפוקה של כ-2.5 מיליון קוט"ש בשטח כולל של 7,868 מ"ר ותעלה כ-5.2 מיליון ש"ח. המערכת תעמוד בדרישות הרגולטוריות של עיריית תל אביב-יפו.





4.4. הקמת מרכז אנרגיה מתחמי

4.4.1. מבוא

בחלק זה נבחן את הכדאיות הכלכלית של הקמת מרכז אנרגיה, שיספק אנרגיה לצרכני המתחם.

המרכז נדרש על מנת להקטין את שיאי הביקושים היומיים במהלך עונות השנה ובנוסף להקטין את סך צריכת החשמל מהרשת. התכנון הנ"ל רלוונטי לשלב מוקדם זה על מנת להבטיח כי כלל האמצעים הנדרשים להקמתו ייכללו כבר בתכנון הסטטוטורי של מרחב הבניה. דרישות נוספות יתווספו ככל ששלב התכנון יתקדם לכדי בניית המבנים המוזכרים בתכנית.



בסעיף זה נבחן את ההיתכנות התיאורטית של המערכת בפרויקט. על מנת להתגבר על בעיות תוואי היכולות להתעורר בהמשך התכנית, אנו נמליץ למקם את מרכזי האנרגיה במרתפי הבניינים מכיוון שמרכזים במרתפי הבניין חוסכים בצנרת אנרגיה טרמית וכבילה חשמלית בין הבניינים המקושרים למרכז האנרגיה הרלוונטי. בנוסף, מטעמי לוגיסטיקה, חברות לניהול אנרגיה ברוב המקרים ממוקמות במרתפי הבניין על מנת שלא להפריע לשגרת העבודה במתחמי התעסוקה / מסחר / מגורים.



4.4.2. השטח הנדרש

שטח מרכז האנרגיה הכולל מוערך בכ-700 מ"ר.

- כ-400 מ"ר מתוכם מיועדים לצידוד שהיה צורך למקם במתחם גם ללא מרכז אנרגיה אחד: שנאים, גנרטור, צילר ומגדל קרור לאזור המסחרי / ציבורי.
- כ-300 מ"ר מיועדים לטובת אלמנטים שלא היו קיימים במתחם, בתרחיש 'עסקים כרגיל'.

במקרה שבו ישנה מגבלת מיקום במרתפי הבניין, ישנה אפשרות לבחינת לפיצול



השטח לשתי קומות מרתף האחת מעל השנייה. במקרה זה, יש לתעדף מערכת HVAC בקומה-1. כמו כן, ניתן למקם חלק ממרכיבי מרכז האנרגיה גם בקומה טכנית במבנה שאינו למגורים.

הערה: בשלב זה, נראה כי 9 המבנים עתידיים להיות ב"קבוצות" של 3 מבנים כאשר תוואי הכבישים והתשתיות במתחם יפריד ביניהם. על כן, יש לבחון הקמת 3 מרכזי אנרגיה. בשיטה של מרכז אנרגיה לכל מתחם מבנים. בנוסף, יש לוודא כי ניתן לבצע את הקמת מרכזי האנרגיה והאם הן יכולות לעבור מתחת לתוואי הקיים (כבישים, תשתיות שונות וכדומה).





4.4.3. מרכיבי מערכת ניהול רשת החשמל ואגירת החשמל:

- סוללה בנפח אגירה של 2 MWH לכ-3 שעות.
- מערכת ניהול ביקושים לטעינת רכבים חשמליים.
- מערכת ניהול לבחירת מקור האנרגיה וטעינה/פריקה של מאגר האנרגיה.

4.4.4. מערכת החשמל:

חיבורי החשמל של המתחם יהיו דרך מרכז האנרגיה. אופן חיוב הצרכנים בגין צריכת החשמל תהיה בהתאם לרגולציה שתהיה תקפה בעת התפעול של המרכז.

המרכז יספק חשמל באופן שונה לשני סוגי צרכנים. מערכת ניהול תשלוט על האספקה בהתאם לאיפיון הצרכנים הבא:

- סקטור התעסוקה והמסחר יגובה באמצעים שונים כגון: גנרטור / UPS / אגירת אנרגיה.

- סקטור המגורים יאופיין בצרכני חשמל בחיבור ישיר לרשת החשמל.

כאשר יהיה צורך להשתמש במקור חשמל אשר אינו חשמל מהרשת על מנת להפחית את הצריכה והעומס מהרשת הארצית, לפיקוד המרכז תהיה את האפשרות לבחור מ-

3 מקורות חשמל נפרדים בהתאם לפירוט המפורט מטה. מערכת הניהול תשלוט על

מקור החשמל, לפי סדר העדיפות הבא, ו/או בסדר עדיפות אחר משיקולים נוספים:

1. כל החשמל שיוצר מאנרגיה מתחדשת במתחם - מערכות פוטוולטאיות על גבי גגות הבניינים.

2. סוללות אגירה. בהתאם לעומס על המערכת שבא לידי ביטוי בד"כ במחיר חשמל מרשת החשמל.

3. בזמן חירום כשלא מגיע חשמל מהרשת ונגמר החשמל בסוללות. האופציה הרלוונטית הינה גנרטור.





4.4.5. אספקת מים חמים

במסגרת התסקיר נבחנה אפשרות של התקנת מערכת קירור עם השבת חום+בוסטר למים חמים למיזוג אוויר, הסבר:

הסבר: כיום מופעלים צילרים לקירור גם בתקופת החורף הצילר מקרר את המים ע"י ביצוע תהליך תרמודינמי בו נפלטת אנרגיה רבה דרך מגדל הקירור.

בחדר המכונות תותקן מערכת קירור שתכלול השבת חום עיבוי (Full Heat Recovery) יחידת הקירור תספק מים ב-35-40 מ"צ "לבוסטר" מים חמים למיזוג אוויר.

הבוסטר הינו משאבת חום מטיפוס מקור מים WTWHP, משאבת חום זו תעלה את טמפ' המים שהתקבלו מהצילר לכ-70 מ"צ (WTWHP=Water To Water Heat Pump).

מחדר המכונות יסתחררו מים ב-70 מ"צ למבנים בהם נדרש חימום שהעיקרי בהם הוא צריכת מים סניטריים בדירות המגורים.

בכל דירה יותקן דוד עם מחליף חום (אותו דוד המשמש כיום לניצול אנרגית השמש).

המים החמים חסתחררו במחליפי החום בדירות ויחמממו את את מי הצריכה בדוד ל-60 מ"צ.

הערה:

יש לציין כי מערכת זאת (צילר השבת חום+בוסטר) הינה מערכות סטנדרטיות המותקנות במתקנים חדישים בהם נדרש חימום מים (מוסדות+בתי מלון).

קיימת אפשרות לספק מים מחוממים ב-60 מ"צ (במקום מי-רשת המסופקים בכ-20 מ"צ).

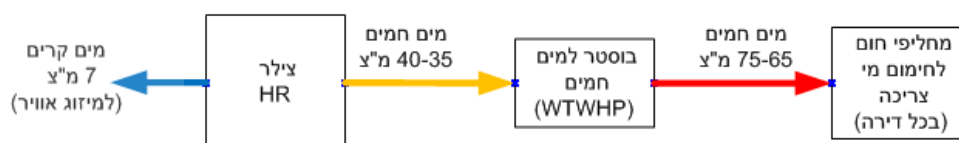
במסגרת התקנת המערכת יהיה ניתן לחסוך כ-240,390 קוט"ש/שנה לכלל מחתמים המגורים. חיסכון זה מהווה כ-3% מסך צריכת האנרגיה של מתחם המגורים.

חסרונות בהקמת המערכת:

- נדרש להקים מערכת מניית מים חמים לכל הדיירים. בנוסף, אין מדובר במערכת התואמת את דרישות התקנות הקיימות לדירות למרות שרוב האנרגיה תגיע כהשבת חום.
- בעצם הקמת המערכת, מדובר על גידול משמעותי בצנרת מחלקת ובה קיימים הפסדי אנרגיה קבועים בצנרת.



איור 8: תרשים מערכת אספקת מים חמים מתוכננת



4.4.6. סוללת אגירה

רשות החשמל פרסמה לעיון הציבור את תעריפי החשמל שיהיו תקפים החל מתחילת שנת 2023. מדובר על שינוי מבנה ותעריפים ניכר היוצר הזדמנות לביצוע פרויקטים הכוללים הסטת עומסים, הסבר: מבנה תעריף החשמל הנוכחי המכונה תעריף תע"ז (תעריף עומס וזמן צריכה) לא השתנה משנת 2010. במסגרת תעריף זה מחולקת השנה ל-3 עונות: קיץ- הקיץ נמשך חודשיים, (יולי- אוגוסט), מעבר- 7 חודשים (ספטמבר-אוקטובר, מרץ-יוני), חורף- 3 חודשים (נובמבר-פברואר).

בכל עונה מוגדרים מקבצי שעות פסגה (תעריף גבוה), גבע (תעריף בינוני) ושפל (תעריף נמוך). בעונת הקיץ מוגדרת הפסגה בשעות היום, קיים הפרש תעריף גבוה בין הפסגה לשפל. בעונת המעבר מוגדרת הפסגה רוב שעות היום אך ההפרש בין תעריף הפסגה לשפל נמוך. בעונת החורף שעות היום מוגדרות בתעריף שפל, הפסגה עברה ללילה וההפרש בין הפסגה לשפל גבוה. מבנה התעריף הותאם לתשומות ייצור החשמל וסוגי הדלקים ששימשו לייצור החשמל (בשנת 2010) וכן ליתרות הנמוכה (רזרבה נמוכה) שהייתה למערכת.

טבלה 8: תעריפי החשמל 2021

עונה	מש"ב	מתח גבוה אספקה	מתח נמוך אספקה	ייצור	הולכה	חלוקה
קיץ	פסגה	82.03	96.41	66.51	15.52	14.38
	גבע	35.09	45	25.64	9.45	9.91
	שפל	23.34	31.59	15.8	7.54	8.25
חורף	פסגה	75.5	87.59	63.42	12.08	12.09
	גבע	44.75	53.68	36.33	8.42	8.93
	שפל	25.92	33.94	18.72	7.2	8.02
מעבר	פסגה	34.84	43.79	26.34	8.5	8.95
	גבע	28.2	36.65	20.44	7.76	8.45
	שפל	22.9	30.6	16	6.9	7.7

משק החשמל עבר מאז 2010 שינויים גדולים כגון הזנת חלק ניכר ממתקני הייצור בגז טבעי, הקמת תחנות כוח פרטיות, ייצור חשמל ממקורות מתחדשים (בעיקר פוטו וולטאי) והגדלת יתרות המערכות, תעריפי החשמל החדשים נותנים ביטוי לשינויים אלו, להלן השינויים העיקריים במבנה התעריף החדש:

- נותרת חלוקה ל-3 עונות שנה אך העונה המוגדרת כקיץ תמשך 4 חודשים, העונה המוגדרת כחורף 3 חודשים ועונת המעבר תמשך 5 חודשים.
- קיימים רק תעריפי פסגה ושפל, תעריף הגבע לא קיים.
- קיימים הפרשים גדולים בתעריפי הפסגה והשפל בעונת הקיץ (4 חודשים) והחורף (חודשים).

טבלה 9: תעריפי חשמל חדשים (החל משנת 2022)

עונה	מש"ב	מתח גבוה אספקה	מתח נמוך אספקה	ייצור	הולכה	חלוקה
קיץ	פסגה	67.84	77.94	56.19	11.65	10.1
	גבע				0	0
	שפל	31.65	40.78	23.13	8.52	9.13
חורף	פסגה	60.41	72.39	48.33	12.08	11.98
	גבע				0	0
	שפל	27.02	35.29	19.71	7.31	8.27
מעבר	פסגה	30.32	38.79	22.6	7.72	8.47
	גבע				0	0
	שפל	26.23	34.4	18.91	7.32	8.17

לוח 1-5.1: מקבצי שעות ביקוש

עונה	משעה	עד שעה	חול	שישי ושבת, ערבי חג וחג*
חורף (דצמבר, ינואר, פברואר)	0	1	2	3
	4	5	6	7
	8	9	10	11
	12	13	14	15
מעבר (מרץ, אפריל, מאי, אוקטובר, נובמבר)	0	1	2	3
	4	5	6	7
	8	9	10	11
	12	13	14	15
קיץ (יוני, יולי, אוגוסט, ספטמבר)	0	1	2	3
	4	5	6	7
	8	9	10	11
	12	13	14	15

ההפרשים בתעריף יוצרים הזדמנות להתקנת מערכות שונות המאפשרות ביצוע הסטת עומסים, הסבר:

מערכת הסטת עומסים הינה מערכת המאפשרת טעינת אנרגיה בשעות השפל ושימוש בה בשעות הפסגה תוך ניצול הפרש התעריפים. כך לדוגמא צרכן קירור יכול לדוגמא לקרר מאגר של מים קרים בשעות בהם תעריף החשמל נמוך (שעות השפל) ולנצל קירור זה בשעות הפסגה (במקום להפעיל מערכות שיצרכו חשמל יקר).

הסטת עומסים שהיית עד לאחרונה רלוונטית רק לצרכני מיזוג גדולים מתאימה היום גם לצרכני חשמל בכלל תוך הסתמכות על מערכות אגירת חשמל שעברו (ועוברים) שינויים טכנולוגיים וירידת מחירים משמעותית.

כדוגמא לפוטנציאל החיסכון שבתחום זה נבחן צרכן שלו המאפיינים הבאים:

- הצרכן רציף בהספק של מעל ל-1,000 קו"ט (1 מגה וואט).
- הצרכן פועל בהספק הנקוב (1,000 קו"ט) 5 ימי חול לפחות.
- ההספק נדרש בחורף (נובמבר-ינואר) וקיץ (יוני-ספטמבר).
- לצרכן חיבור מתח גבוה.



- בקיץ מתקבל הפרש של 36.2 אג' לקוט"ש בין תעריף הפסגה לשפל.
- בהתאם לתעריף החדש בעונת הקיץ נרשמים 1097 שעות פסגה.
- במידה וניתן לספק כל שעות הפסגה בקיץ חשמל בתעריף שפל היה צרכן זה (בהספק של 1 מגה וואט) חוסך כ-400 אלף ₪ בעונה (4 חודשים).
- בחורף מתקבל הפרש של 33.4 אג' לקוט"ש בין תעריף הפסגה לשפל.
- בהתאם לתעריף החדש בעונת החורף נרשמים 734 שעות פסגה.
- במידה וניתן לספק כל שעות הפסגה בחורף חשמל בתעריף שפל היה צרכן זה (בהספק של 1 מגה וואט) חוסך כ-245 אלף ₪ בעונה (3 חודשים).



- שנתית היה החיסכון מצטבר ל-645 אלף ₪ לשנה.
 - בכדי לבצע הסטת עומסים לצרכן הצורך 1,000 קו"ט כל שעות הפסגה (5 שעות בקיץ), נדרשת מערכת אגירה בעלת יכולת אגירה של 5,000 קוט"ש.
 - עלות קוט"ש אגירה כיום כ-300 דולר כך שהמערכת תעלה כ-30 מיליון ₪.
 - יתקבל החזר השקעה גולמי של כ-8 שנים.
 - בקיזוז הפסדי יעילות (יעילות פריקה וטעינה) יתקבל החזר השקעה של קרוב ל-10 שנים.
- כאמור זוהי דוגמא מייצגת אך היא מבטאת את השינויים במשק' החשמל ואת ההזדמנויות שנוצרו עם שינוי התעריף.



הערות:

1. כל שינוי רגולטורי עשוי להופיע ולהעלם, יש לבצע הערכות סיכונים להשקעות בתחום, ניתן להקטין את הסיכונים ע"י בחירת גוף שיבצע את השינויים וההשקעות על בסיס חיסכון.
2. מחירי האגירה במגמת הוזלה, כך שנראה שבעתיד תהיה כדאיות כלכלית ביישום המערכת.
3. יתכנו תמריצים ומענקי מדידה להגדלת יכולת האגירה של המשק, תמריצים אלו עשויים להפוך את הפרויקט לכדאי.





תחשיב גודל מערכת אגירה:

טבלה 10: תחשיב מערכת אגירת חשמל

פרמטר	ערך	יח' מידה
צריכה רציפה	5,700	[אלפי קוט"ש]
פסגה - קיץ	91.54	אגורות
שפל - קיץ	25.24	אגורות
הפרש קיץ	66.3	אגורות
פסגה חורף	84.33	אגורות
שפל חורף	28.21	אגורות
הפרש חורף	56.12	אגורות
סה"כ שעות פסגה בקיץ	610	שעות
סה"כ שעות פסגה בחורף	360	שעות
חיסכון מאגירת חשמל בקיץ	2,305,251	₪
חיסכון מאגירת חשמל בחורף	1,151,582	₪
סה"כ חיסכון	3,456,833	₪
גודל מערכת אגירה	28,500	[קוט"ש]
עלות מערכת אגירה	29,070,000	₪
זמן החזר השקעה גולמי	8.4	שנים

הנחת חישוב:

- צריכה מקסימלית עבור כלל המתחמים: כ-5.7 מיליון קוט"ש בחודש אוגוסט.

4.4.7. סיכום ומסקנות

לאחר הצגת כלל שימושי מרכז האנרגיה מתכלל, נבחן את יתרונות וחסרונות המערכת.

4.4.7.1. יתרונות התקנת המערכת:

- אין צורך בתשתיות אנרגיה (לרבות צ'ילרים) בכל אחד מהבניינים במתחם ומאפשר התקנת מערכות יעילות.
- פינוי גגות המבנים לטובת שימושים שונים כגון התקנת לוחות פוטו-וולטאים נוספים, מערכות טכניות נוספות, פנאי וכדומה.

4.4.7.2. חסרונות המערכת הנ"ל:

- ישנה חובה בהעסקת צוות ניהול ואחזקה פעיל "מסביב לשעון" לתמיכה ומתן מענה לכלל הצרכנים (מסחר, תעסוקה ומגורים).
- עלויות גבוהות בהנחת צנרת מחלקת. אנו מעריכים כי ישנו צורך ב-2,400 מטר צנרת מים בתעלה מבוטנת בעלות כוללת של כ-7.2 מיליון ₪.
- נדרש להכין שטח התקנה עבור 6 צינורות מי אספקה וחזרה לרדיוס של כ-140 מ':
 1. צנרת כפולה לקירור למיזוג אוויר (12-7 מ"צ)
 2. צנרת כפולה עבור חימום למיזוג אוויר (35-45 מ"צ)
 3. צנרת כפולה עבור חימום מים סניטריים (45-70 מ"צ)
- העסקת חברת ניהול לנושא תכלול החשבונות וקריאות החשמל, חיוב צרכנים שונים במתחמי התעסוקה והמסחר.





- צריך להזכיר את הצורך במגדלי קירור והצורכים מים+הפסדי אנרגיה הנובעים מהפסדי מעטפת +צריכת אנרגיה לסחרור.

סיכום: מתוך ניסיונו, ניהול לא נכון של מרכז אנרגיה העלול להביא לביטול יתרונות המרכז ויכול להביא לבזבז משאבי אנרגיה.

4.5. הקמת מתקן ייצור חשמל משולב (מערכת קוגנרציה)

4.5.1. מבוא

בחלק זה נבחן את הכדאיות הכלכלית של ייצור חשמל באמצעות גז טבעי, עבור שימושי המתחם.



המתקן יצמצם את צריכת האנרגיה של המתחם מרשת החשמל ע"י ייצור עצמי של חשמל וקירור למיזוג אוויר תוך צמצום התלות ברשת.

יש לציין כי הרגולציה כיום אינה מאפשרת מכירת חשמל לצרכנים פרטיים לגוף שאינו מוגדר יצרן חשמל.

בנוסף לכך קיימת מחלוקת בין משרדי הממשלה בשאלה האם להכניס גז טבעי לערים. מדיניות משרד להגנת הסביבה היא להוציא את הגז מחוץ לערים. בסעיף זה נבחן את ההתכנות התאורטית של המערכת בפרויקט.

4.5.2. רקע כללי על קוגנרציה



מערכת קוגנרציה היא מערכת המפיקה חשמל ואנרגיה תרמית, היתרון בה על מערכת חד-תכליתית היא ניצול יעיל יותר של הדלק או הגז. ייצור חשמל במנוע בעירה פנימי או בטורבינה מתאפיין בנצילות נמוכה עקב אובדן חום דרך פליטת גזים והצורך בקירור המנועים. מערכת קוגנרציה מנצלת מקורות חום אלו וממחזרת אותם לטובת תהליכים תרמיים. כך מושגת נצילות כללית של 65%-85% לעומת 20%-40% בתהליך חד-תכליתי. בנוסף, העלות הכוללת להפקת כוח וחום במערכת קוגנרציה נמוכה מעלויות הייצור בשני תהליכים נפרדים. בעולם נפוץ השימוש במערכות קוגנרציה במתקנים שהם צרכנים רציפים של חשמל וחום גדולים, כאשר בדרך כלל החום מנוצל לצורך יצירת קיטור. מערכת קוגנרציה מחולקת לשני סוגים, מערכת מחזור עליון ומערכת מחזור תחתון, כאשר סוג המחזור מאפיין את סדר הפקת האנרגיה.



4.5.3. נצילות מערכת

נצילות מערכת היא היחס בין האנרגיה שהושקעה במערכת (במקרה שלנו גז טבעי) לאנרגיה שהפיקה (חשמל, מים חמים, מים קרים). לדוגמה: מסופק למערכת 100 קוט"ש בגז טבעי ומופק ממנה 45 קוט"ש חשמל, 5 קוט"ש לחימום מים ו-25 קוט"ש בתפוקת קירור. סך הכל הופק ע"י המערכת 75 קוט"ש, במקרה זה נצילות המערכת תהיה 75%.





4.5.4. ייצור חשמל

האנרגיה חשמלית מופקת באמצעות מחולל חשמל שתפקידו להמיר אנרגיה מכנית (סיבובית) לאנרגיה חשמלית באמצעות סלילים ואלקטרומגנטים. הטכנולוגיה לייצור האנרגיה החשמלית השתפרה לאורך השנים אך העיקרון נשאר זהה, בצד השני של המערכת, מוצב המנוע המייצר את האנרגיה המכנית, ניתן לבחור בין מגוון רחב של מנועים, כאשר לכל אחד יתרונות וחסרונות המתאים לשימושים שונים. הסוגים העיקריים מנועים הם מנועי בעירה פנימית הפועלים לפי מחזור אוטו (או דיזל) וטורבינות. כאשר כל אחד מהמנועים הללו ניתן להזין ממקורות אנרגיה שונים, כגון: דלק וגז טבעי.



4.5.5. הספק ייצור החשמל

בתכנון מערכת ייצור חשמל לשימוש פרטי, יש לבחור את תצורת ייצור החשמל. קיימות שלוש אפשרויות:

1. **תפוקת בסיס** – ייצור כמות אנרגיה חשמלית קבועה בסדר גודל ההספק המינימאלי הנצרך ע"י המתחם והיתר נצרך מחברת חשמל. היתרון בשיטה זו הוא שימוש במערכת פשוטה הפועלת באופן רציף, משמעות הדבר הוא אורך חיים גבוה ועלויות אחזקה נמוכות. החיסרון בשיטה הוא שהחסכון המירבי הניתן לקבל במהלך היום, נקבע לפי תפוקת החשמל המינימאלית של המתחם (בלילה).
2. **תפוקה מירבית** – ייצור כמות אנרגיה חשמלית קבועה בסדר גודל ההספק המירבי הנצרך ע"י המתחם, כאשר צריכת המתחם יורדת, יתרת הייצור מסופקת לרשת החשמל. היתרון בשיטה זו הוא שימוש במערכת פשוטה הפועלת באופן רציף, משמעות הדבר הוא אורך חיים גבוה ועלויות אחזקה נמוכות. החיסרון בשיטה הוא שאין למתחם שימוש באנרגיה התרמית המיוצרת בתפוקה מלאה וללא שימוש באנרגיה זו, נצילות המערכת נמוכה מאוד בנוסף לכך לצורך אספקת עודפי החשמל חזרה לרשת על המתקן להיות בעל "רישיון ייצור" המעמיד אותו מול דרישות רגולטוריות שונות שאין כדאיות למתקנים קטנים כגון זה.
3. **תפוקה משתנה** – ייצור כמות אנרגיה בהספק משתנה לפי דרישת המתחם. היתרון בשיטה זו הוא יעילות כלכלית גבוהה, החסרון הוא שלא כל המערכות מסוגלות לעבוד בעומסים משתנים.





4.5.6. בחירת מערכת ייצור החשמל

בחירה נכונה של המערכת הינה הקריטריון החשוב ביותר ליעילות המערכת ובהמשך לכדאיות ההשקעה בה, הפרמטרים לבחירת הטכנולוגיה המשפיעים על היעילות הן:

- א. תפוקת המערכת.
- ב. יחס תפוקה חשמל/אנרגית תרמית.
- ג. סוג הדלק.
- ד. מתאר עבודת המערכת (ביצועים בעומס חלקי).
- ה. זמינות המערכת (זמן הפעלה).



המתחם הנבחר הינו מתחם מגורים בעיקרו. בשונה ממפעל או מתקן מרובה מערכות אין במתחם צורך בצוות אחזקה גדול ומגוון. לכן נבחר במערכת עם מספר מצומצם של אלמנטים על-מנת לפשט את מורכבות ועלות התחזוקה. נבחר מערכת טורבינה מול מנוע בעירה פנימי. הערות:

נכון לזמן כתיבת תסקיר זה דירות המגורים אינם יכולים לקבל בשלב זה חשמל מייצור עצמי בשל מגבלות רגולטוריות.

טבלה 11: יתרונות וחסרונות מתקני ייצור חשמל מקומיים



מערכת	יתרונות	חסרונות
טורבינה	משך חיים גבוה (מערכת בעלת מעט מאוד חלקים נעים). אנרגיה תרמית גבוהה (טמפ' ולחצים גבוהים).	השיטה מוגבלת לדלקים נוזליים נקיים במיוחד וגזים. יעילות נמוכה בעומסים חלקיים. הביצועים תלויים בתנאי מזג האוויר (אוויר חם ולח מוריד את ביצועי הטורבינה).
מנוע בעירה פנימית	זמן התנעה קצר. נצילות גבוהה. יעילות גבוהה בעומסים חלקיים.	אנרגיה תרמית נמוכה (טמפ' ולחצים נמוכים). עלויות אחזקה גבוהות. מערכת רועשת.



בסקר זה נבחר השימוש במנוע בעירה פנימי (גנרטור) בהתאם ליתרונות הבאים:

1. עבודה בתנאי מזג אוויר המתאימים לארץ
2. הטכנולוגיה מוכרת וכבר פועלת במספר מפעלים בארץ.
3. יכולת גמישות בהתאמת תפוקות הייצור לעומסי החשמל.

4.5.7. תיאור המערכת המוצעת

נבצע בדיקה של מערכת טריגנרציה העושה שימוש באנרגיה התרמית לייצור מים קרים לקירור (בספיגה) לצרכי המיזוג.

א. תאור פעולת המערכת:

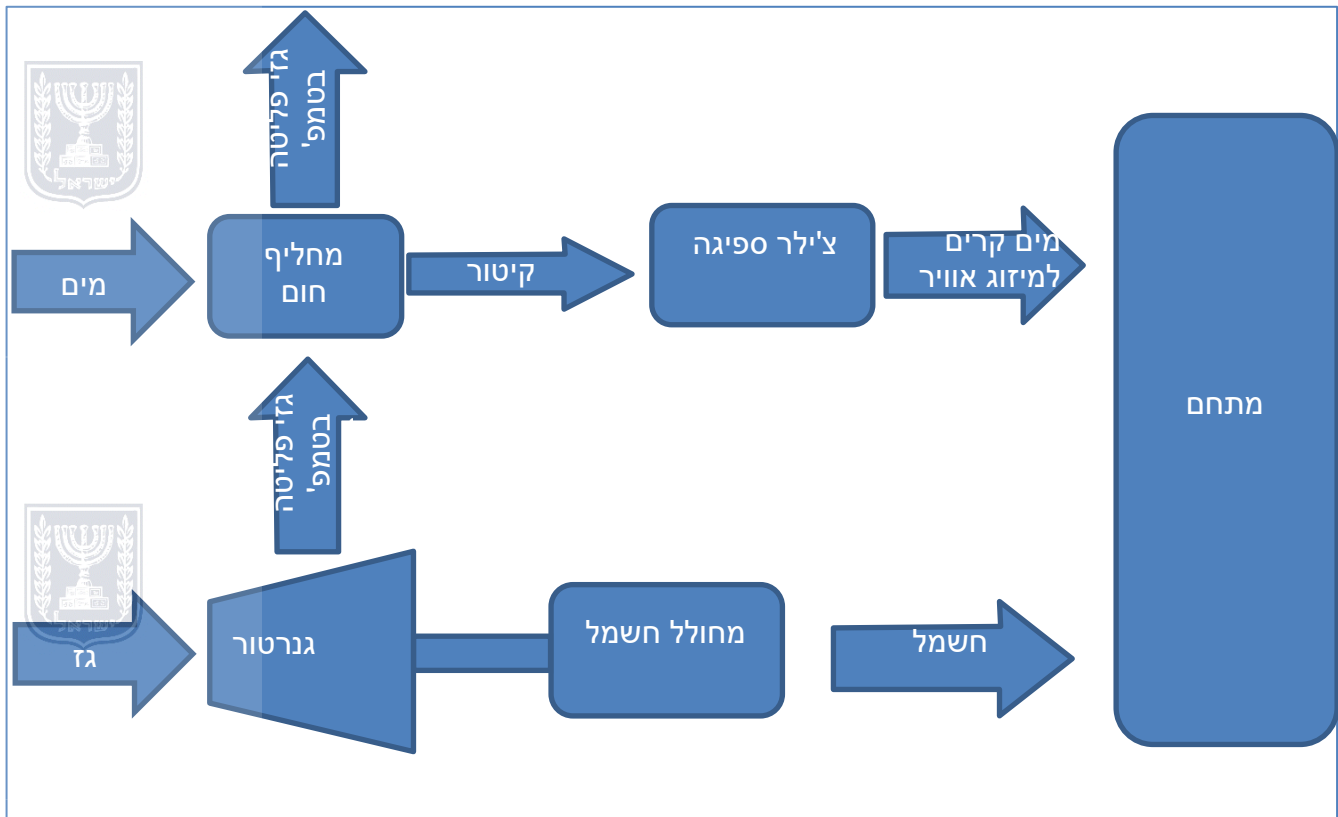
1. גז טבעי מוזן לטורבינה המניעה את מחולל החשמל, מייצרת חשמל במתח נמוך ומספקת אותו לבניין ובכך מקטינים את צריכת החשמל של הבניין (מרשת החשמל).





2. גזי פליטה מתהליך הבעירה במנוע בטמפ' של כ-400 מ"צ, הגזים עוברים דרך מחליף חום גז מים, המים רותחים והופכים לקיטור, גזי הפליטה נפלטים לסביבה בטמפ' נמוכה (אחרי שמסרו את האנרגיה לקיטור).
3. הקיטור מועבר לצ'ילר ספיגה המייצר מים קרים המסופקים למגורים לצורכי מיזוג אוויר ובכך מקטינים את צריכת החשמל של הבניין למיזוג.

איור 9: סכמת עבודה של המתקן



ב. צילר ספיגה הסבר

מערכות מיזוג אוויר בטכנולוגיית ספיגה הן מערכות המנצלות אנרגיה תרמית במקום אנרגיה מכאנית המנוצלת במערכות מיזוג האוויר הקונבנציונליות המבוססות על דחיסת גזים (קוררים). מקדם היעילות (COP) של צילרים בטכנולוגיית ספיגה הוא נמוך (0.6-1.3), אולם השימוש בהם יכול להפחית בצורה משמעותית את עלויות התפעול של מיתקן מיזוג האוויר, היות שהם כמעט ואינם צורכים חשמל, והם מונעים לרוב באמצעות תוצרי חום הניתנים להשבה מתהליכים אחרים (גנרטורים) בשעה שצילרים סטנדרטיים מונעים באמצעות מדחס חשמלי. מחזור הקירור של צילר ספיגה דומה מאוד למחזור הקירור של מערכות סטנדרטיות, כאשר המדחס המכני מוחלף במדחס תרמי המכיל רכיב סופג, מחולל ומשאבה. תהליך העיבוי במערכת זו הוא על בסיס מגדלי קירור (עיבוי מים). אדי הקרר שהורחתו עוברים למעבה שם הם מוסרים את החום האגור בהם אל מים קרים יותר, המגיעים ממגדלי קירור.

הערות:

- יש להדגיש כי הפעלת מערכת ספיגה דורשת התקנת מגדלי קירור הצורכים מים, דורשים טיפולים שוטפים ומערכות הזנת חומרי טיפול במים בעוד מערכות קירור בעיבוי אוויר (המערכת האלטרנטיבית) אינם צורכים מים. לדוגמא מערכת קירור בספיגה בתפוקת קירור של 100 טון קירור תצרוך כ-1.3 מ"ק מים לשעה, כ-940 מ"ק בחודש.
- ניתן להשתמש במעבים מקוררי אוויר להפעלת הצילר אך הדבר כרוך בהגדלת משמעותית של שטח הגג הנדרש להקמת המערכת.
- בפנייה לספקי מערכות נמסר שאינם ממליצים להפעיל את המערכת עם מעבי אוויר במדינה חמה כמו ישראל, מעבה מסוג זה יפגע ביעילות הצילר העובד ביעילות נמוכה בלאו הכי.
- הפעלת מערכת קירור בספיגה לאספקת מיזוג אוויר לא תבטל הקמת מערכת סטנדרטית למיזוג אוויר, וזאת מכיוון שמערכת הקוגנרציה לא תפעל באופן רציף (רק כאשר קיימת כדאיות כלכלית) וגם כאשר תפעל לא תספק את מלא תפוקת הקירור הנדרשת.

4.5.8. בדיקת כדאיות השקעה

על מנת לעמוד את כדאיות ההשקעה במתקן קוגנרציה (טריגנרציה בחלק מזמן העבודה), יש לקבוע את גודל המתקן וכמות הגנרטורים שיכלול. הבדיקה מתבצעת תוך שימוש במודל בו נבדקו חלופות שונות של תפוקת חשמל וכמות יחידות ייצור, המודל המחשב את תפוקת החשמל באופן רציף במשך שנה שלמה ומשקלל את החיסכון בגין שימוש במחשמל בייצור פרטי מול צריכה מחח". המתקן הנבחר הניב את שיעור התשואה פנימי (IRR) הגבוה ביותר לתקופה של 10 שנים.



4.5.9. עיקרון המודל

במודל הוגדר פרופיל צריכת מערכת בתחומים הבאים:

- צריכת חשמל.
 - תפוקת קירור נדרשת.
 - תפוקת חימום למים חמים.
- כל פרופיל נקבע ל-4 עונות השנה (קיץ, מעבר (אביב וסתיו), וחורף). בכל עונה הוגדר פרופיל שבועי במרווחים שעותיים.

פרופיל הצריכה הוצב במודל ייעודי המבצע הדמייה של הפעלת המערכות בשילוב עם גנרטור בהספקים שונים וזאת בכדי להגיע לאופטימיזציה בין עלות המערכת ווהחיסכון שתיב.

המודל כולל אילוצים והתניות שונות בהתאם לפרוט הבא:

- במידה והמערכת לא מביאה לחיסכון של יותר מ-500 ₪ לשעה היא לא תופעל (כל גנרטור יש עלויות אחזקה לכל שעת עבודה).
- תעריף החשמל מבוסס על תעריף תעו"ז מתח גבוה נוכחי (תעו"ז = תעריף עומס וזמן).
- דרישות הקירור השעתית של בנייני המשרדים.
- יעילות ייצור המים החמים והמיזוג של המערכת המתוכננת (צריכה ועלות אלטרנטיבית).



הערות:

בכל שעת עבודה של המערכת מחושבת העלות המקבילה של צריכת החשמל דרך חח"י וייצור האנרגיה התרמית (מים קרים למיזוג אוויר) באמצעות המערכות שתוכננו.

4.5.10. פרמטרים קבועים

טבלה 12: פרמטרים קבועים למודל

נושא	פרמטר	נתון	יחידות
גנרטור מוזן בגז טבעי	נצילות הגנרטור	45	%
השבת חום	יעילות השבת אנרגיה ממערכות הפליטה	40	%
קירור בספיגה	יעילות צילר ספיגה	1.2	EER
	יעילות מערכת מקבילה (VRF עיבוי אוויר)	3.5	EER
מערכת	ירידת תפוקה שנתית של המערכת	0.1	%
	צפי חסכון בפועל מול המודל	80	%

טבלה 13: תעריפי חח"י ביחידות א"ג/קוט"ש (מעודכן ל-1.2.22)

צרכן	מש"ב	קיץ	מעבר	חורף
מתח גבוה	פסגה	91.54	38.28	84.33
	גבע	38.49	30.77	49.57
	שפל	25.24	24.79	28.21

- מוצג תעריף תעו"ז מתח גבוה כיוון שהצרכנים העיקרים בפרויקט הם קומות המשרדים.





4.5.11. הספק מתקן אופטימלי

במודל הטכני כלכלי הרצנו חלופות בהספק משתנה מ-2,000 קו"ט עד ל-7,000 קו"ט, להלן תוצאות ההרצה לכל גודל מתקן:

טבלה 14: השוואת ביצועי מתקנים

#	הספק [מגה וואט]	עלות [₪]	חיסכון לשנה	החזר השקעה גולמי [שנים]
1	7	74,400,000	11,457,798	6.5
2	6	63,600,000	10,731,672	5.9
3	5	52,800,000	9,702,139	5.5
4	4	42,600,000	7,503,448	5.4
5	3	31,800,000	4,912,123	6.5
6	2	21,000,000	2,395,335	8.8



4.5.12. חישוב תשואה פנימית ל-10 שנים

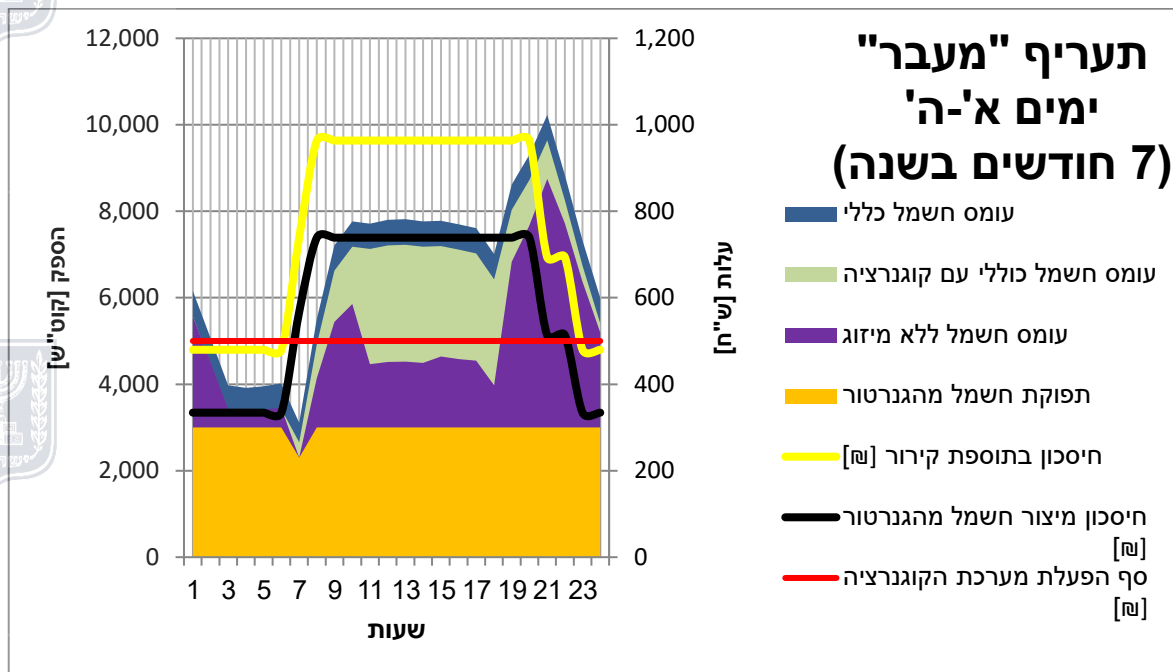
בטבלה להלן מוצג חישוב של התשואה הפנימית ל-10 שנים למערכת בתפוקה של 4 מגה-וואט המניבה את התשואה הגבוה ביותר בעת הפעלת המערכת. החזר השקעה גולמי יתקבל תוך 5.4 שנים.

טבלה 15: תשואה פנימית ל-10 שנים

שנה	חיסכון שנתי [₪]	תשואה [₪]
0	-42,600,000	-42,600,000
1	7,921,303	-34,678,697
2	7,905,460	-26,773,237
3	7,881,744	-18,891,493
4	7,850,217	-11,041,276
5	7,810,966	-3,230,310
6	7,764,100	4,533,790
7	7,709,751	12,243,541
8	7,648,073	19,891,614
9	7,579,241	27,470,855
10	7,503,448	34,974,303
IRR	12.8%	



גרף 5: תיאור צריכת החשמל + ייצור החשמל בטריגנרציה



4.5.13. סיכום:

בהתאם לסימולציה המוצגות בטבלאות לעיל, תפוקת המתקן שיביא לחיסכון הגבוה ביותר הוא מתקן בהספק של 4,000 קו"ט שיספק קירור בספיגה, להתקנת מערכת בתפוקות גבוהות יותר כדאיות נמוכה. מתאר הפעולה תואם את מאפייני הצרכנים כך שעיקר הצריכה מרוכזת בשעות הצהורים ערב.

4.5.14. סיכום תוצאות בחינת מערכת טריגנרציה

- המערכת שנבחנה הינה מתקן קוגנרציה בהספק כולל 4 מגה וואט ותפוקת קירור של כ- 670 ט"ק באמצעות צילר ספיגה.
- משך חיי המערכת צפוי להיות כ-12 שנים, יש לציין כי מערכות קוגנרציה עשויות לפעול 20 שנה ויותר אך אחרי 12 שנים יש לבצע טיפול מקיף בעלות גבוהה. בנקודת זמן זו נשקלת אפשרות של החלפת המתקן במתקן יעיל בטכנולוגיה משופרת.

הערות:

- הרגולציה כיום אינה מאפשרת מכירת חשמל לצרכנים פרטיים.
- תעריף החשמל צפוי להשתנות בקרוב כתוצאה של גידול הייצור ממערכות ייצור מאנרגית השמש. שינוי זה יקטין משמעותית את כדאיות הקמת המערכת.
- מודל הכדאיות הכלכלית מציג "רגישות" גבוהה לכל שינוי תעריף (מחירי הגז הטבעי או החשמל), תעריפי מערכת (תעריף המשולם לחברת חשמל בגין גיבוי) ורגולציות נוספות כמו מבנה התע"ז ואחרים, יש לבצע הרצה מחודשת של המודל בכל שינוי של הנחות הייסוד.



4. מדובר במערכת מורכבת אותה נדרש לתחזק ע"י חברה חיצונית, תעריף האחזקה מוגדר במודל הבדיקה והוא תואם את שעות הפעילות של המערכת.

5. לצורך שימור תפוקות ויעילות מגדלי הקירור נדרש לעשות שימוש בחומרי טיפול שונים במגדלי הקירור בכלל זה חומרים רעילים למניעת אצות (ביוצידיים), חומרים אלו יוזרמו בסופו של דבר למערכת השפכים.

6. המערכת כדאית רק במקרה שיסופק גז טיבעי למתחם, קיימים חילוקי דעות בין המשרד להגנת הסביבה ואחרים לגבי יישום מערכות ייצור חשמל במרחב העירוני, חילוקי דעות אלו עשויים לעכב ואף למנוע כליל אספקת גז למתחם.



7. מערכת קוגנרציה המבוסס על גז טיבעי שאומנם נקי יותר מדלקים רבים אך עדיין פולט מזהמים לאוויר בזמן השריפה. בנוסף הגז דליק ועלול להיות מסוכן ולכן מחייב נהלים מחמירים. לכן יש לקחת שיקולים אילו בחשבון בתיכנון המערכת.

8. נדרש לבצע תאום מערכות כולל לשילוב יחידת הייצור הכוללת חיבורים למערכות החשמל, הקירור, המים והשפכים של הבניינים.

הערות נוספות:

א. אורך החיים של מתקן קוגנרציה

אורך חיי הפרויקט במודל נקבע על פי מקטע הזמן בו נדרש לבצע שיפוץ גדול (החלפת ראש מנוע וטיפול משמעותי הראשון) בהתבסס על נתוני ספקים שונים.

כמובן שניתן להגדיר בחוזה האחזקה 20-30 שנות שרות עלויות השיפוצים העיקריים יוטמעו בעלויות החודשיות.

ב. תעריף הגז

חברת גדיר הנדסה מתמחה בנושא ניהול, בקרה וחסכון באנרגיה. ספק יחיד בנושא בקרת חשבונות חברת חשמל וספקים פרטיים (וותק של 20 שנים).

החברה המובילה בישראל בנושא ביצוע סקרי אנרגיה (בהתאם לתקנות שימור אנרגיה).

גדיר מערכות מאושרת כ-ESCO (ספק שירותי אנרגיה) ע"י משרד האנרגיה והמים

(לביצוע פרויקטים לחסכון) ומבצעת פרויקטים לחסכון באנרגיה (חשמל, דלקים, גז).



מתוך ניסיון העבודה המצטבר של מדידות ובקרת חשבונות חשמל ביצענו מודל המעריך את צריכת החשמל של הפרויקט ברמה שעתית לעורך השנה.

לא ניתן להעריך מה יהיה מחיר הגז בעתיד הרחוק. כל תחום משק האנרגיה נתון להשפעות פוליטיות ולשינויים טכנולוגיים שאינם ניתנים לחיזוי.



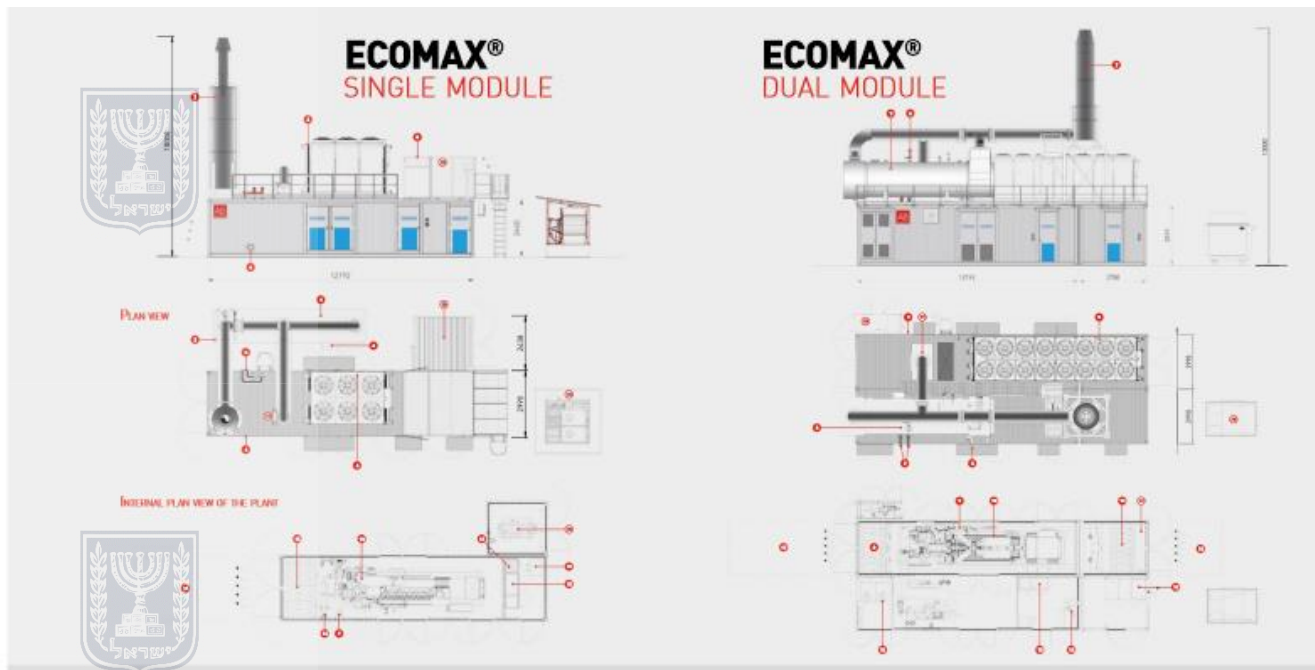
5. סיכום

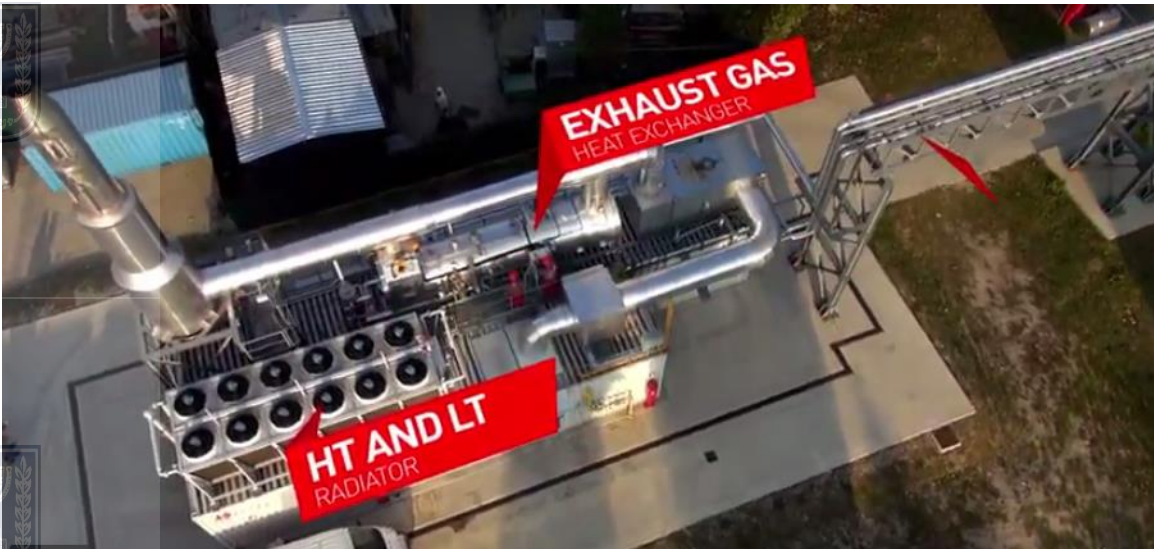
בסקר זה סקרנו את מערכות האנרגיה של הפרויקט ובחנו אפשרויות לייצור חשמל עצמי בהתאם.

אחד המרכיבים המשפיעים ביותר על איכות החיים, הכלכלה, הבריאות והסביבה הוא אספקת שירותי אנרגיה. תכנון עירוני יעיל וחכם של הפרויקט חייב לכלול הסתכלות רחבה על אופן ההפקה והשימוש באנרגיה: במבנים, בתשתיות, ובשטחי הציבור. לפיכך, בתסקיר זה סקרנו את הטכנולוגיות השונות הזמינות כיום על מנת לסייע בפיתוח אסטרטגיה למתן שירותי אנרגיה מתקדמים ויעילים בפרויקט, אשר תיתן מענה להיבטים הטכניים, הכלכליים והפיזיים של הפקת האנרגיה, צריכת וניהול הביקוש לאנרגיה.

6. נספחים

נספח 1: מערכת קוגנרציה







נספח 2: תקנות התכנון והבנייה 2018

תקנות התכנון והבנייה (תכנון הבנייה) (תברואה) (תיקון – אספקת מים חמים בבניין מגורים), התשע"ט-2018

התיקון המוצע הינו תיקון לטיוטת פרק התברואה בתקנות תכנון הבנייה.

במקום תקנות 12 ו-24 לטיוטת תקנות התכנון והבנייה (תכנון הבנייה) (תברואה) יבוא:

12. (א) אספקת מים חמים, כנדרש בתקנות 10 ו-11, תהיה באמצעות אחת אספקת מים חמים מהמערכות המפורטות להלן או באמצעות שילוב של מערכות אלה:

(1) מערכת סולארית לפי ת"י 579;

(2) מחממי מים הכוללים אוגר למים חמים, המבוססים על אחד או יותר מאמצעי החימום הבאים:

(א) גז פחממני מעובה או גז טבעי;

(ב) חשמל;

(ג) משאבות חום לפי ת"י 6226 ות"י 16147;

(ד) אמצעי חימום אחרים, ובלבד שהמים המסופקים באמצעותם עומדים בתקנים הקיימים בעניינם;

(3) מחממי מים מידיים, שאינם כוללים אוגר למים חמים, המחוממים באחד או יותר מהאמצעי החימום הבאים:

(א) גז פחממני מעובה או גז טבעי;

(ב) חשמל;

(ג) אמצעי חימום אחרים, ובלבד שהמים המסופקים באמצעותם עומדים בתקנים הקיימים בעניינם.

(ב) על אף האמור בתקנת משנה (א), בבניין מגורים יותקנו מערכות כאמור בתקנה 24.





24. מערכות חימום מים והפקת אנרגיה בבניין מגורים

בבניין מגורים יותקנו המערכות הבאות:

(א) מערכת לאספקת מים חמים לכל דירות המגורים בבניין מבין המערכות המפורטות להלן או שילוב של מערכות אלה:

(1) מערכת סולארית לפי ת"י 579;

(2) משאבות חום לפי ת"י 6226 ות"י 16147;

(3) כל מערכת אחרת המספקת לפחות 1,897,500 קילו קלוריות לשנה לכל

דירת מגורים באמצעות צריכה שווה ערך ל-880 קוט"ש לכל היותר;

מסמכים המפרטים את נתוני המערכת ועמידתה בתנאים האמורים

יצורפו לנספח התברואה במסגרת הבקשה להיתר הבניה.

(ב) מערכת אחת או יותר בעלת יכולת הפקת אנרגיה לשימוש הבניין

מאנרגיית שמש, רוח או חום שיורי, בהתאם לאמור להלן:

(1) בבניין שאינו רב קומות - בהיקף של לפחות 1,897,500 קילו קלוריות

לשנה או 2,206 קוט"ש לשנה לכל דירת מגורים;

(2) ברב קומות - בהיקף של לפחות 66,000,000 קילו קלוריות בשנה או

76,744 קוט"ש בשנה;

(3) מסמכים המפרטים את נתוני מערכת ועמידתה בתנאים האמורים

יצורפו לנספח התברואה במסגרת הבקשה להיתר הבניה.

(ג) ניתן להתקין מערכת אחת העונה על התנאים האמורים בתקנות משנה

(א) ו-(ב).

(ד) למערכת סולארית תותקן מערכת גיבוי לחימום מים לפי תקנה 12.

(ה) בתקנה זו, "חום שיורי" – למעט חום שיורי שנוצר משימוש בדלק

פוסילי בשטח המגרש בו מצוי הבניין.





דברי הסבר

כללי:

תקנות התכנון והבניה משנת 1979 מחייבות התקנת מערכת תרמו-סולרית לחימום מים בבניינים שגובהם עד 29 מטר. ב-2012 בוצע תיקון לתקנות ונקבע, בנוסף, כי ברבי קומות תותקן מערכת תרמו-סולרית עבור דירות הנמצאות ב-7 הקומות העליונות בלבד.

מאז חלו התפתחויות טכנולוגיות בתחום ניצול אנרגיית השמש וחימום מים ולאור מדיניות הממשלה להפחתת פליטות גזי חממה ושימוש במערכות יעילות אנרגטית בבניינים, מוצע לתקן את התקנות בנושא זה לגבי בנייני מגורים.

תקנה 24:

1. יש להתקין מערכת אספקת מים חמים לכל הדירות, שהיא יעילה אנרגטית. המערכת יכולה להיות מערכת תרמו-סולרית, משאבת חום או כל מערכת העונה על הפרמטר האנרגטי שהוגדר (שווה ערך לאנרגיה הנדרשת במשך שנה לחימום מים לדירה בצריכת חשמל של משאבת חום בדירוג אנרגטי עם מקדם יעילות COP 2.5).

2. יש להתקין מערכת להפקת אנרגיה לשימוש הבניין מאנרגיות מתחדשות או חום שיורי בהיקף מזערי שהוגדר (שווה ערך לסך האנרגיה המתקבלת ממערכת תרמו סולרית).

3. ניתן להתקין מערכת אחת שתענה על התנאים המפורטים לעיל (כגון מערכת תרמו סולרית או מערכת העושה שימוש בחום שיורי לחימום מים).

4. לצד מערכת תרמו סולרית תותקן מערכת גיבוי מבין המערכות המפורטות בתקנה 12 (מערכת הגיבוי אינה חייבת להיות יעילה אנרגטית).

מטרות התיקון:

הפקת אנרגיה מאנרגיות מתחדשות ;

צמצום פערים בצריכת החשמל בין הדיירים בשבע הקומות העליונות לבין יתר הקומות (בשנת 2014 כמות הדירות בבניינים רבי קומות הייתה 35% מכלל הדירות שבנייתן הסתיימה לעומת 15% בשנת 2002) ;

עידוד התפתחות טכנולוגית וחדשנות בתחום המערכות בבניין ;

הקטנת צריכת החשמל במשק והפחתת פליטות גזי חממה הנגרמת כתוצאה מצריכת חשמל ;

קביעת דרישה תפקודית המאפשרת גמישות.





נספח 3: שינוי תעריפי התעו"ז

תעריף תעו"ז מתח גבוה

בתוקף מ - 01.02.2022

העונה	החודשים	מקבצי השעות	שעות הצריכה בימים א'-ה'	שעות הצריכה בימים ו' ובערבי חג	שעות הצריכה בשבתות ובחגים	מחיר לקוט"ש באגורות לא כולל מע"מ	מחיר לקוט"ש באגורות כולל מע"מ
קיץ	יולי עד אוגוסט	פסגה	משעה 10 עד 17	אין	אין	91.54	107.10
קיץ	יולי עד אוגוסט	גבע	משעה 07 עד 10 ומשעה 17 עד 21	אין	אין	38.49	45.03
קיץ	יולי עד אוגוסט	שפל	משעה 00 עד 07 ומשעה 21 עד 24	משעה 00 עד 24	משעה 00 עד 24	25.24	29.53
חורף	דצמבר עד פברואר	פסגה	משעה 16 עד 22	אין	משעה 17 עד 19	84.33	98.67
חורף	דצמבר עד פברואר	גבע	משעה 06 עד 08	משעה 16 עד 20	משעה 19 עד 21	49.57	58
חורף	דצמבר עד פברואר	שפל	משעה 00 עד 06 משעה 08 עד 16 ומשעה 22 עד 24	משעה 00 עד 16 ומשעה 20 עד 24	משעה 00 עד 17 ומשעה 21 עד 24	28.21	33.01
אביב/סתיו	מארס עד יוני ספטמבר עד נובמבר	פסגה	משעה 06 עד 20	אין	אין	38.28	44.79
אביב/סתיו	מארס עד יוני ספטמבר עד נובמבר	גבע	משעה 20 עד 22	משעה 06 עד 20	משעה 17 עד 21	30.77	36
אביב/סתיו	מארס עד יוני ספטמבר עד נובמבר	שפל	משעה 00 עד 06 ומשעה 22 עד 24	משעה 00 עד 06 ומשעה 20 עד 24	משעה 00 עד 17 ומשעה 21 עד 24	24.79	29

