



פרוייקט

מאושרת
סמכות מקומית



סקר אנרגיה לתכנון בר קיימא עיריית ת"א
תא/מק/4573 - התחדשות דרך השלום 105-117

יוני 2023

הועדה המקומית לתכנון ולבניה תל-אביב - יפו		
שם התכנית 507-1028927 תא/מק/4573 התחדשות דרך השלום 105-117		
אפשרה למתן תוקף (לאחר דיון בהתנגדויות):		
תאריך 09/02/2022	פרוטוקול 22-0004	החלטה 5
תאריך 12/07/2023	פרוטוקול 23-0012	החלטה 13
תאריך 05/03/2025	פרוטוקול 25-0005	החלטה 7
מנהל האגף	מהנדס העיר	ליאור שפירא, עו"ד
אורלי אראל	אהוד כרמלי, אדרי	יו"ר הועדה/יו"ר פגישת המסנה
1.8	AW. כ.	תאריך תעודה ובניה

16-06-2023

אלי לוי
מנהל אגף תכנון העירייה

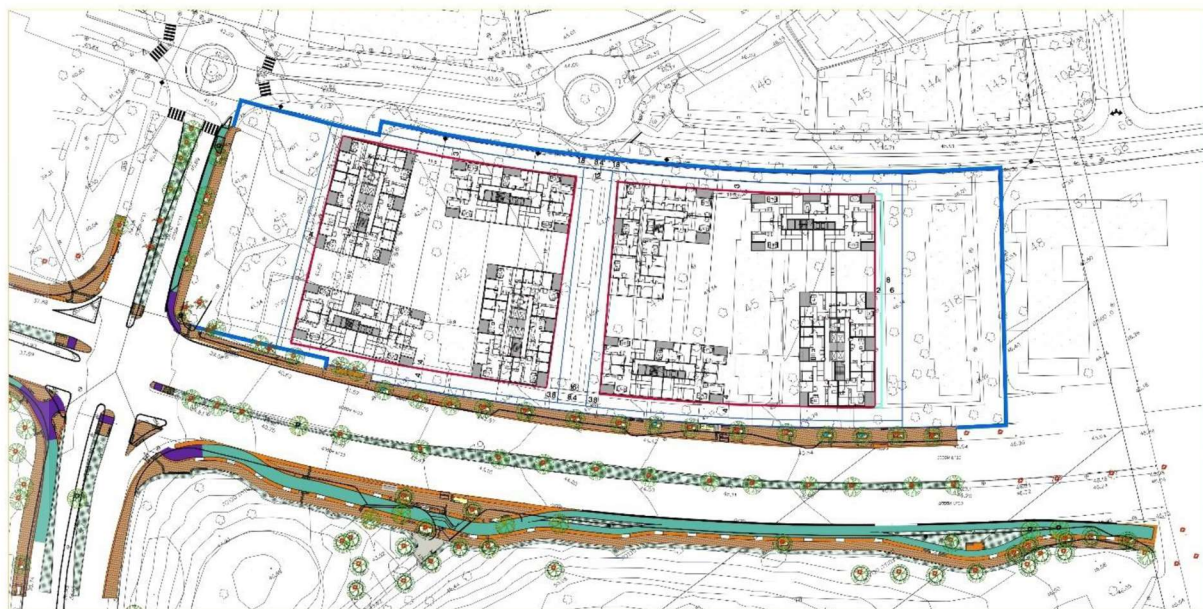




תוכן עניינים

4	תקציר מנהלים
6	בסיס התכנון
7	צרכני אנרגיה עיקריים
10	צריכת אנרגיה
10	השיטות והמודלים להערכת צריכת אנרגיה
10	אופיין צריכה שנתי לפי שימושים
10	אופיין צריכה שנתי כולל
13	מקורות האנרגיה וייצור אנרגיה מקומי
21	התייעלות אנרגטית, חסכון אנרגטי וכלכלי
24	עמדות טעינת רכבים חשמליים
25	אגירת אנרגיה
27	סיכום ועיקרי ממצאי הדוח





קומת טיפוסית



בינוי - טיפוסים

מבנים A E G

מגדלים בני 19 קומות כולל קומת קרקע
וקומת גג טכנית.
כוללים כ-102 יח"ד כ"א

מבנה C

מבנה בן 9 קומות כולל קומת קרקע
וקומת גג לשימושי מגורים+ טכנית
כולל כ-44 יח"ד

מבנים B D F H

מבנים בני 9 קומות כולל קומת קרקע
וקומת גג לשימושים משותפים+ טכנית
כוללים כ-35 יח"ד כ"א





תקציר מנהלים

המטרה

תכנון אנרגיה בת קיימא, תכנון מערך אנרגיה ל תכנית תא/מק/4573 – התחדשות דרך השלום 105-117 פרוייקט התחדשות במתכונת אופטימאלית מבחינה אנרגטית, כלכלית, סביבתית ופונקציונאלית.

הערה :

סקר האנרגיה נכתב בשלבי תב"ע בו מרבית מסמכי התכנית הם מסמכים מנחים ולכן במספר מקומות נרשמו יותר מחלופה אחת למימוש.



יתכן שבשלבי תכנון מאוחרים ומפורטים יותר יבחרו גם פתרונות תכנון אחרים, כל עוד נשמרו עקרונות התכנון, רמת היעילות האנרגטית ומגבלות הרגולציות.

מטרת עבודה זו הינה צימצום צריכת האנרגיה של פרוייקט מרחב פרוייקט ממקורות חיצוניים תוך שאיפה לפרוייקט מאופס אנרגיה דרך בחינת המאזן האנרגטי האופטימאלי, בחינת יכולות ייצור האנרגיה העצמי והקטנת צריכת האנרגיה דרך מגוון תהליכי ניהול והתייעלות אנרגטית.



הסקר מתייחס לכל גורמי הסביבה והטכנולוגיה הרלוונטיים כמו שימוש באנרגיית שמש, ניצול שטח גג, קירות, גז טבעי ופריסת תשתית החלוקה באזור הפרוייקט, הצללות ממבנים קרובים (יתרונות וחסרונות) מציף מגבלות הנדסיות, סביבתיות למימוש ומציע פתרונות פרקטיים.

כמו כן, הסקר מתייחס לסוגיית תחנות ההטענה לרכבים חשמליים שתפוצתם במרחב האורבני תעלה משמעותית בשנית הקרובות. מדובר בצרכן אנרגיה נוסף וחדש לפרוייקט בעל פרופיל צריכה ייחודי אשר דורש התייחסות מתאימה.





תאור הפרויקט :

- 2 מגרשים , 100 ו 101 אשר כוללים 8 בניינים (4 בכל מגרש) מעל מרתפי חנייה המיועדים 384 חניות:
- מגרש 100

- בניין A – 19 קומות , 102 יח"ד.
- בניינים D,B – 9 קומות, 35 יח"ד כל אחד.
- בניין C – 9 קומות, 44 יח"ד.

- מגרש 101

- בניין E,G – 19 קומות , 102 יח"ד כל אחד.
- בניינים H,F – 9 קומות, 35 יח"ד כל אחד.

- סה"כ:

- 490 יח"ד
- 1574 מ"ר מסחר עיקרי.
- 4288 מ"ר ציבורי עיקרי.



הדוח מחולק למספר חלקים :

1. חיזוי צריכת האנרגיה העצמית של הפרויקט על חלקיו השונים ועלותה.
2. בחינת הדרכים להתייעלות אנרגטית והשפעתם על צריכה ועלות האנרגיה תוך התייחסות לעלויות קבועות ומשתנות של כל אחת מהדרכים הללו.
3. בחינת רעיונות שונים לייצור אנרגיה כולל הערכה טכנו כלכלית והערכת כדאיות.
4. בניית מאזן האנרגיה של הפרויקט: תחזית הצריכה בניכוי ההתייעלות המוצעת, בניכוי תחזית ייצור האנרגיה העצמית של הפרויקט.
5. התייחסות לנושא עמדות הטעינה לרכבים חשמליים.

בסיס התכנון

תא/מק/4573 - התחדשות דרך השלום 105-117											
מספר קומות		מספר יח"ד	שטחי בניה (מ"ר)				גודל (מ"ר)	בניין / מקום	תאי שטח	שימוש	יעוד
			מתחת לכניסה		מעל הכניסה הקובעת		גודל מגרש מוחלט				
מתחת לכניסה הקובעת	מעל הכניסה הקובעת		שרות	עיקרי	שרות	עיקרי					
19	102				3097	7744		A	100	מגורים	ד' מגורים
9	35				1127	2816		B	100	מגורים	ד' מגורים
9	44				1429	3574		C	100	מגורים	ד' מגורים
9	35				1277	3193		D	100	מגורים	ד' מגורים
					457	648			100	מסחר	ד' מגורים
6	216	36614	7388	17974	6102				100	סך הכל	ד' מגורים
19	102				3087	7719		E	101	מגורים	ד' מגורים
9	35				1099	2749		F	101	מגורים	ד' מגורים
19	102				3087	7719		G	101	מגורים	ד' מגורים
9	35				669	3059		H	101	מגורים	ד' מגורים
					669	926			101	מסחר	ד' מגורים
6	274	32488	9167	22171	5415				101	סך הכל	ד' מגורים
10		12864	(4)1501	4288	2144				400	מבנים ומוסדות ציבור	מבנים ומוסדות ציבור



צרכני אנרגיה עיקריים

מיזוג אוויר

• מסחר ומרחב ציבורי

- מיזוג ביעילות גבוהה A קירור וחימום, המעבים ישבו בחווה טכנית קומתית.
- מערכות BMS לניהול יעיל אנרגטית של מערך הקרור / חימום.

• דירות

- מערכת מיזוג אוויר נפרדת לכל דירה, מערכות המיזוג הן יחידות ביעילות גבוהה (A) מטיפוס VRF או אחר לקירור וחימום.
- המעבים הדירתיים ימוקמו בבחווה טכנית קומתית.



מים חמים סניטרים

• דירות

- עמידה בדרישות תקנות התכנון והבניה 8286 פרק י"א מערכות חימום - פרוט המערכות לכלל הדירות. מערכת PV מרכזית מחוברת למערכת החלוקה באסדרה מתאימה.

- משאבות חום דירטיות + אגירת חום מקומית לכל דירה או מערכת חימום מים מרכזית מבוססת משאבות חום + אגירת מים חמים במעגל סגור לפי הנדרש לכל בניין.



• ציבורי ומסחר

- מחממי מים מידיים מהירים על חשמל.

- מתקני שמירת הלחץ בגגות הבניינים (בגובה של עד כ 70 מטר) יספקו מים עד לקבלת לחץ הידרוסטטי מספק בקומות הגבוהות. בקומות שמתחת, המים מסופקים בצינור בלחץ הגרוויטציה וללא צורך באמצעים אלק טרו מכניים.
- כל משאבות הלחץ ומשאבות המים בבניינים שמייצרות לחץ מים ואו מעלות מים למאגרים שעל הגג – עם בקרי תדר ליעילות אנרגטית.





חשמל

- מיקום מרכז אנרגיה / חדר חשמל במרתף 1-
- הזנת חשמל מחח"י
- פריסת שנאים
 - ציבורי ומסחר
 - חח"י
- גנרטורים

מערכות בקרה

- מערכות בקרת תאורה באזורים המשותפים, תאורת חוץ, לובים וכו'
- כל תאורת הפיתוח תדלק ותכבה באופן אוטמטי באמצעות מערכת שעונים ופוטוצל
- כנ"ל בנוגע לכל שטחי הפנים המקבלים אור טיבעי (לובי ראשי וכו')
- מדרגות ומעביר חירום ידלקו ע"י לחצן הכול כיבוי אוטמטי לאחר מס' דקות

תאורה

- כלל מערכת התאורה תבוסס על גופי תאורה וטכנולוגיה מסוג LED ותותאם לתקן בנייה ירוקה.



- מערכות מניית אנרגיה (חשמל ומיזוג) – לצרכנים באזורים הציבוריים (שלא מוזנים ע"י חחי) – בחניון ובמסחר.
- מערכות בקרת תאורה באזורים המשותפים, תאורת חוץ, לובים וכו'.





פריסת חניות בבניין ועמדות טעינה חשמלית לרכבים

- חניות לדיירים במתחם מזרחי – 176
- חניות לדיירים במתחם מערבי – 176
- חניות מסחר מתחם מערבי – 32
- סה"כ חניות – 384

1. חברת הניהל תתקין עמדות טעינה לפי תקנות חוק התכנון והבנייה לעניין טעינה לרכב חשמלי [התקנת מקומות חניה] (תיקון התשפ"ב 2022).
2. יש להתקין תשתית טעינה 'יבשה' עבור 100% ממקומות החניה בפרויקט. תשתית טעינה תכלול מובלים כהגדרתם בתיקון התשפ"ב לחוק התו"ב (לעיל) מלו החשמל ועד לכל אחד ממקומות החניה.
3. יש להתקין קוי הזנה מלוח(ות) החשמל ועד ל-30% ממקומות החניה, כהכנה לחיבור עמדת טעינה עתידית.
4. חברת הניהול תקים בחניון מערכת ניהול טעינה דינאמית, המאפשרת חיבור למגוון רחב של דגמים ויצרנים. על המערכת להיות בעלת אפשרות שליטה מרחוק, בעלת כושר ניהול עומסים דינאמי, ויכולת תמחור דיפרנציאלי.





צריכת אנרגיה

השיטות והמודלים להערכת צריכת אנרגיה

- לטובת הערכת צריכת האנרגיה – נלקחו הנתונים ממחקר של המועצה הישראלית לבנייה ירוקה, מחלקת מחקר ופיתוח מודלים למבנים מאופסי אנרגיה, התכנותם והתאמתם ליישום בישראל (2019)
- השטחים הציבוריים והמסחרי - נלקח מודל של המשרד לאיכות הסביבה.

אופיין צריכה שנתי לפי שימושים

דירת מגורים	ינואר	פברואר	מרץ	אפריל	מאי	יוני	יולי	אוגוסט	ספטמבר	אוקטובר	נובמבר	דצמבר	סה"כ
שפלי	128,251	114,807	90,069	115,283	151,468	164,005	317,071	387,120	286,234	221,670	113,009	127,944	2,216,931
גבע	18,223	16,102	39,565	52,302	69,434	73,875	113,716	141,265	137,547	105,634	48,430	17,408	833,502
פסגה	35,278	33,434	93,818	92,159	140,943	187,760	114,561	139,913	180,154	178,955	123,042	39,549	1,359,567
סה"כ	181,752	164,343	223,452	259,744	361,844	425,640	545,348	668,298	603,934	506,260	284,482	184,902	4,410,000

ציבור	ינואר	פברואר	מרץ	אפריל	מאי	יוני	יולי	אוגוסט	ספטמבר	אוקטובר	נובמבר	דצמבר	סה"כ
שפלי	24,941	22,326	17,516	22,419	29,455	31,894	61,660	75,282	55,663	43,108	21,977	24,881	431,120
גבע	3,544	3,131	7,694	10,171	13,503	14,366	22,114	27,471	26,748	20,542	9,418	3,385	162,089
פסגה	6,860	6,502	18,245	17,922	27,409	36,513	22,278	27,209	35,034	34,801	23,928	7,691	264,391
סה"כ	35,345	31,959	43,454	50,512	70,367	82,773	106,052	129,962	117,445	98,451	55,322	35,957	857,600

מסחרי	ינואר	פברואר	מרץ	אפריל	מאי	יוני	יולי	אוגוסט	ספטמבר	אוקטובר	נובמבר	דצמבר	סה"כ
שפלי	10,528	9,425	7,394	9,464	12,434	13,463	26,029	31,779	23,497	18,197	9,277	10,503	181,989
גבע	1,496	1,322	3,248	4,294	5,700	6,064	9,335	11,597	11,291	8,672	3,976	1,429	68,423
פסגה	2,896	2,745	7,702	7,565	11,570	15,413	9,404	14,789	14,789	14,691	10,101	3,247	111,608
סה"כ	14,920	13,491	18,343	21,323	29,704	34,941	44,768	54,861	49,577	41,559	23,353	15,179	362,020

סה"כ חניה מחושמלות	ינואר	פברואר	מרץ	אפריל	מאי	יוני	יולי	אוגוסט	ספטמבר	אוקטובר	נובמבר	דצמבר	סה"כ
שפלי	2,360	2,360	7,080	7,080	7,080	7,080	23,600	23,600	7,080	7,080	7,080	2,360	103,840
גבע	15,340	15,340	42,480	42,480	42,480	42,480	51,920	51,920	42,480	42,480	42,480	15,340	447,220
פסגה	70,800	70,800	38,940	38,940	38,940	38,940	11,800	11,800	38,940	38,940	38,940	70,800	508,580
סה"כ	88,500	88,500	88,500	88,500	88,500	88,500	87,320	87,320	88,500	88,500	88,500	88,500	1,059,640

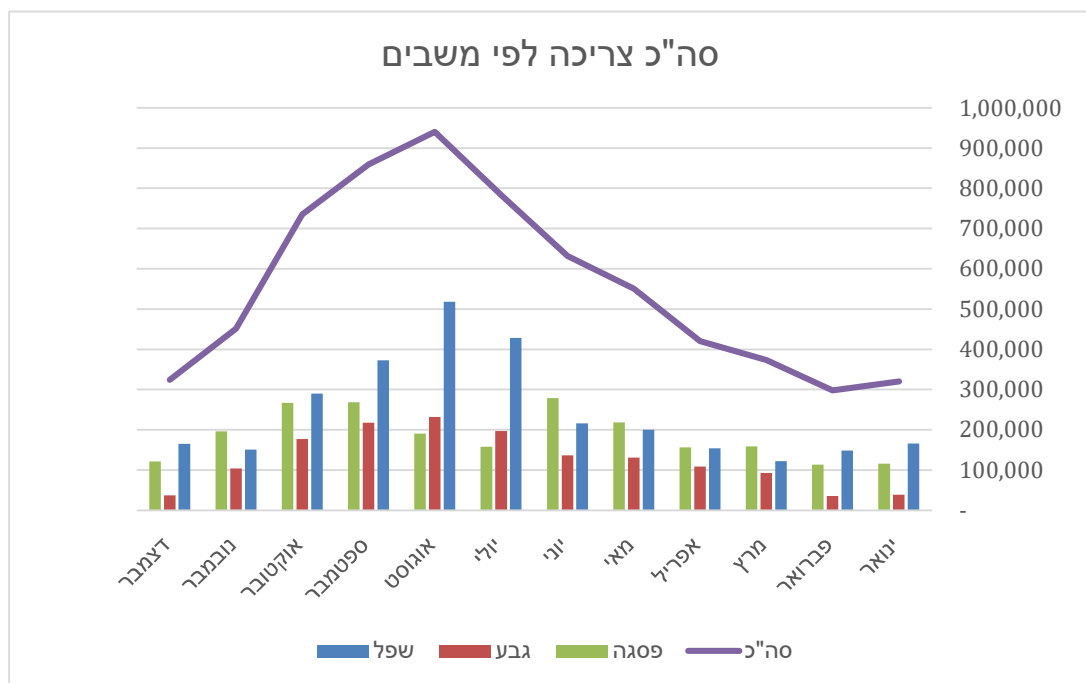
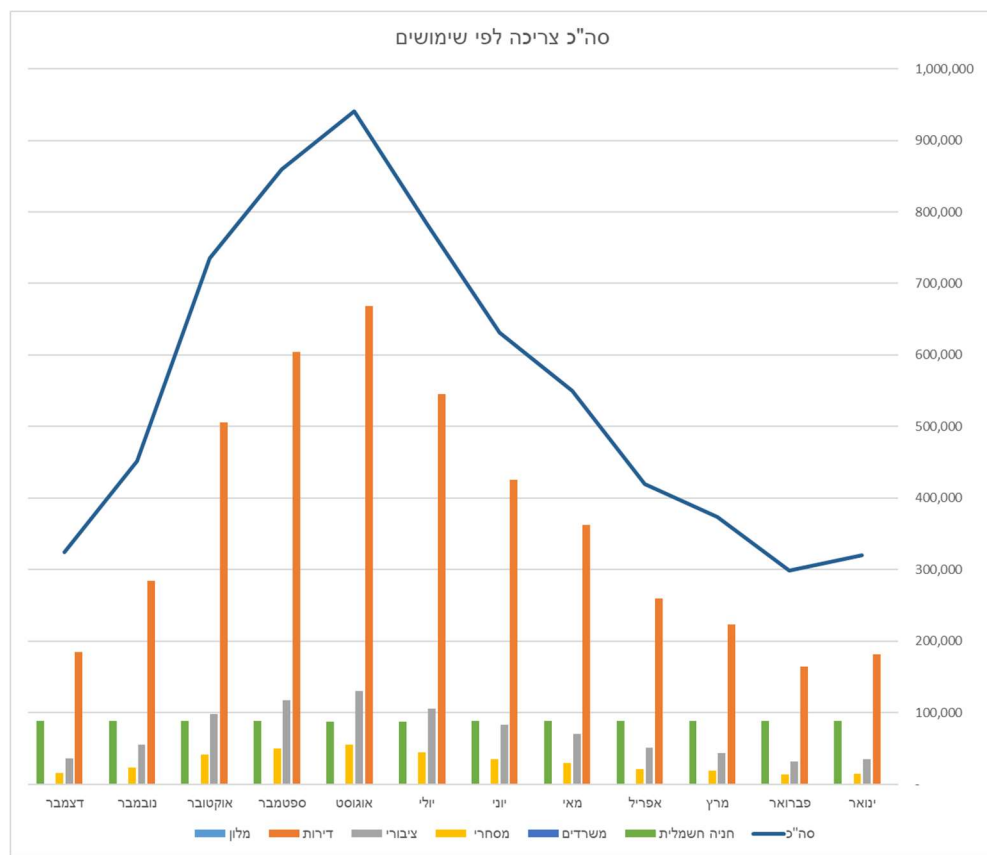
אופיין צריכה שנתי כולל

סה"כ צריכה לפי שימושים	ינואר	פברואר	מרץ	אפריל	מאי	יוני	יולי	אוגוסט	ספטמבר	אוקטובר	נובמבר	דצמבר	סה"כ
מלון	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
דירות	181,752	164,343	223,452	259,744	361,844	425,640	545,348	668,298	603,934	506,260	284,482	184,902	4,410,000
ציבורי	35,345	31,959	43,454	50,512	70,367	82,773	106,052	129,962	117,445	98,451	55,322	35,957	857,600
מסחרי	14,920	13,491	18,343	21,323	29,704	34,941	44,768	54,861	49,577	41,559	23,353	15,179	362,020
משרדים	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
חניה חשמלית	88,500	88,500	88,500	88,500	88,500	88,500	87,320	87,320	88,500	88,500	88,500	88,500	1,059,640
סה"כ	320,517	298,294	373,750	420,079	550,415	631,854	783,488	940,441	859,457	734,770	451,658	324,538	6,689,260

סה"כ צריכה לפי משבים	ינואר	פברואר	מרץ	אפריל	מאי	יוני	יולי	אוגוסט	ספטמבר	אוקטובר	נובמבר	דצמבר	סה"כ
שפלי	166,080	148,918	122,059	154,246	200,437	216,442	428,359	517,781	372,474	290,055	151,343	165,688	2,933,880
גבע	38,602	35,896	92,987	109,247	131,117	136,785	197,085	232,253	218,067	177,328	104,304	37,563	1,511,234
פסגה	115,834	113,481	158,705	156,586	218,861	278,626	158,044	190,407	268,917	267,387	196,011	121,287	2,244,146
סה"כ	320,517	298,294	373,750	420,079	550,415	631,854	783,488	940,441	859,457	734,770	451,658	324,538	6,689,260



גרפים





	הצריכה השנתית הצפויה של הפרויקט הינה [מליון קוואט"ש]
6.69	לפני יישום אלמנטים להתיעלות אנרגטית
0.37	עלות קוואט"ש ממוצע מתח גבוה 2021
2,475,026	עלות החשמל השנתית המשוערת במחירי 2021 לפי עלות קוואט"ש ממוצעת תעוז מתח גבוה

התפלגות צריכה שנתית לפי צרכנים

65.9%	דירות
12.8%	ציבורי
5.4%	מסחרי
15.8%	חניה חשמלית
100%	סה"כ

0.37	עלות קוואט"ש ממוצע מתח גבוה (2021)
------	------------------------------------





מקורות האנרגיה וייצור אנרגיה מקומי

נדרשנו לבחון מקורות אנרגיה לפרויקט לפי סדר העדיפות הנ"ל מתוך הכוונה לתכנון מבנים מאופסי אנרגיה:

1. ייצור חשמל ממקורות אנרגיה מתחדשים.
2. גנרציה / קוגנרציה מגז טבעי.
3. צריכה מהרשת חח"י או כל תחנת כח פרטית



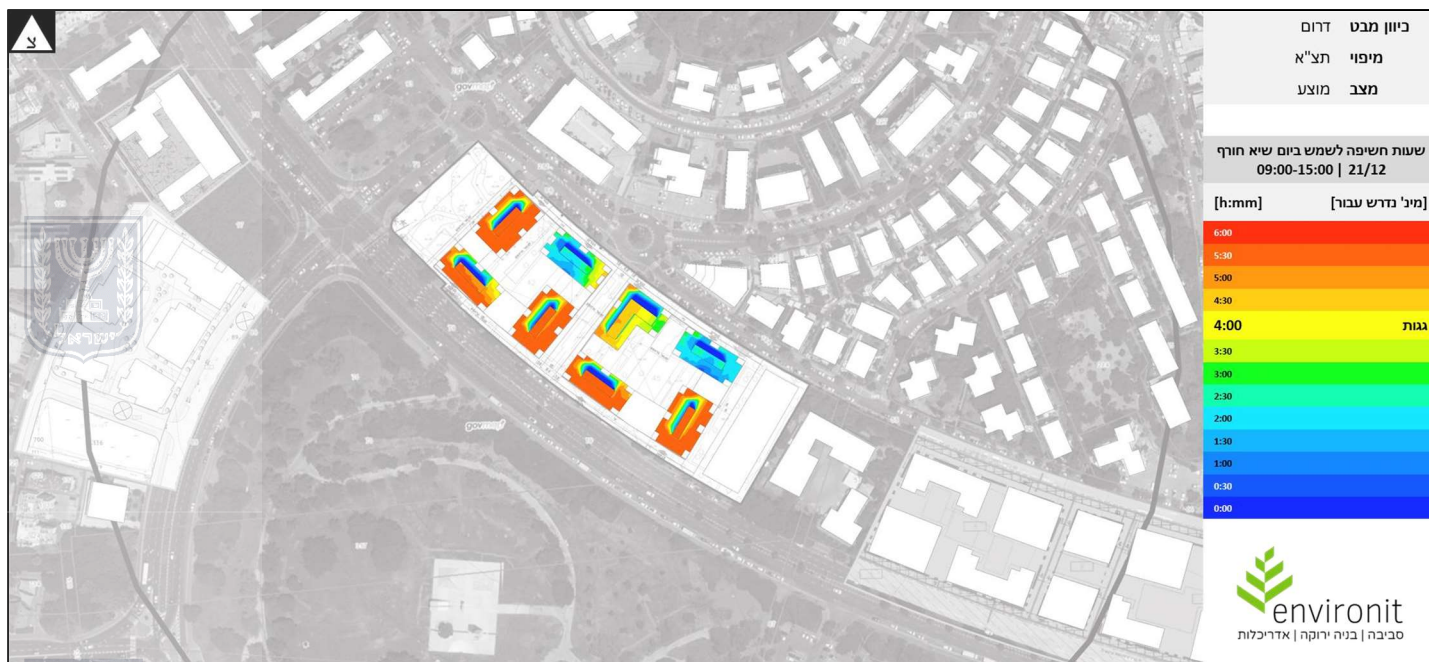
ייצור חשמל ממקורות אנרגיה מתחדשים - התקנת PV

הערה – סימולציות החשיפה לשמש גג ודופן דרום נעשו על בסיס התכנית הנ"ל המוגשת. ככל שהתכניות הסופיות המאושרות יהיו שונות והיקף הקרינה הנ"ל ישתנה בשל שינויים כאלו או אחרים, תבוצע סימולציה קרינת שמש חדשה ופוטנציאל ייצור האנרגיה הפוטו וולטאי השנתי יחושב מחדש בהתאם.



שטחי גגות וחזית דרום

חשיפה לשמש גג – בהתאם להגדרות נספח ההנחיות לת"י 5281, בוצעה סימולציית קרינה על הגג בתאריך 21.12



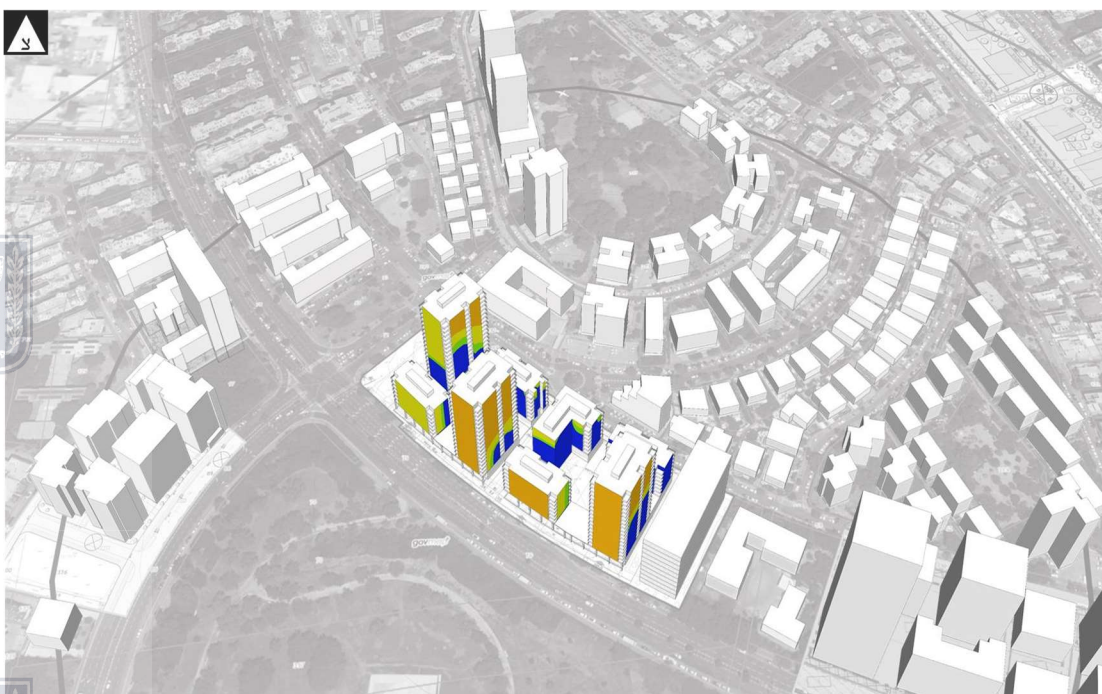
שטח גג שאינו החשוף לפי הדרישה		שטח גג החשוף לפי הדרישה		מינ' חשיפה לשמש נדרשת ב-21/12 09:00-15:00	סה"כ שטח גג רלוונטי לחישוב חשיפה לשמש	משטח	בניין
[%]	[מ"ר]	[%]	[מ"ר]	[שעות]	[מ"ר]		
13.08%	86.91	86.92%	577.40	4.00	664.31	גג עליון	A
22.36%	122.77	77.64%	426.20	4.00	548.97	גג עליון	B
52.14%	461.34	47.86%	423.50	4.00	884.84	גג עליון	C
100.00%	539.07	0.00%	0.00	4.00	539.07	גג עליון	D
12.85%	84.54	87.15%	573.12	4.00	657.66	גג עליון	E
25.63%	138.92	74.37%	403.04	4.00	541.96	גג עליון	F
15.11%	100.25	84.89%	563.08	4.00	663.34	גג עליון	G
89.47%	540.26	10.53%	63.61	4.00	603.87	גג עליון	H
	2074.07		3029.94		5104.02		סה"כ

חשיפה לשמש חזיתות דרומיות

סימולצית קרינה על חזיתות הפרויקט בתאריך 21.12. השעות עבור חזיתות דרומיות, דרום- מזרחיות ודרום מערביות בהתאם לדרישה במסמך ההנחיות של המשרד להגנ"ס באזור אקלים א', צפיפות 1 עיר גבוהה.

הקריטריון לחשיפת חזיתות:

- חזית דרומי (S) לפחות 1.26 קוט"ש למ"ר.
- חזית דרום מזרחית (SE) לפחות 0.7 קוט"ש למ"ר.
- חזית דרום מערבית (SW) לפחות 0.84 קוט"ש למ"ר.



כיוון מבט דרום
מיפוי תצ"א
מצב מוצע

קרינת שמש ביום שיא חורף
09:00-15:00 | 21/12

[מ"ל דרך עבור]	[kWh/m ²]
חזיתות דרום	1.26 –
חזיתות דרום מערב	0.84 – 1.25
חזיתות דרום מזרח	0.70 – 0.83
	0.00 – 0.69

 environit
סביבה | בניה ירוקה | אדריכלות



בניין	משטח	סה"כ שטח חזית רלוונטי לחישוב חשיפה לשמש	מיכל חשיפה לשמש 21/12-09:00-15:00	שטח גג החשוף לפי הדרישה	שטח גג שאינו החשוף לפי הדרישה
		[מ"ר]	[קוט"ש למ"ר]	[מ"ר]	[מ"ר]
A	חזית דרום מזרח	1182.05	0.70	599.96	582.09
A	חזית דרום מערב	972.77	0.84	972.77	0.00
B	חזית דרום מזרח	835.68	0.70	0.00	835.68
B	חזית דרום מערב	250.46	0.84	0.00	250.46
C	חזית דרום מזרח	264.98	0.70	248.58	16.40
C	חזית דרום מערב	638.70	0.84	638.70	0.00
D	חזית דרום מזרח	744.55	0.70	27.17	717.37
D	חזית דרום מערב	663.38	0.84	108.11	555.27
E	חזית דרום מזרח	1183.14	0.70	989.76	193.38
E	חזית דרום מערב	953.96	0.84	953.96	0.00
F	חזית דרום מזרח	249.69	0.70	48.69	201.01
F	חזית דרום מערב	638.95	0.84	0.00	638.95
G	חזית דרום מזרח	251.09	0.70	158.31	92.78
G	חזית דרום מערב	638.83	0.84	638.83	0.00
H	חזית דרום מזרח	1174.40	0.70	647.73	526.68
H	חזית דרום מערב	953.54	0.84	619.23	334.31
		11596.17		6651.80	4944.37

סה"כ שטח נדרש גגות	3,030				
סה"כ שטח נדרש חזית דרומית	6,652				
מערכת גג פוטו וולטאית על גגות	3,030	90%	2,727	260	709,007
מערכת גג פוטו וולטאית על דופן דרום	6,652	30%	1,996	50	99,777
סה"כ פוטנציאל הייצור השנתי המחייב.			4,722		808,784
ייצור החשמל ע"י אנרגיה מתחדשת לא יפחת מ 50% (*) מפוטנציאל הייצור האנרגיה הפוטו וולטאית השנתי שלב תב"ע	404,392				





מערכות תרמו סולאריות

לכ 70% מהפרוייקט, 304 דירות יותקנו מערכות תרמו סולאריות - מעבר לדרישות הרגולציה למערכות מים חמים.

ייצור מים חמים והמרת האנרגיה לקו"ט"ש חשמל		
כמות ייצור חום לבניין ל 304 דירות בכל הפרוייקט	576,840,000	מליון קקל
המרה לקו"ט"ש חום	669,134	קו"ט"ש חום
המרה לקו"ט"ש חשמל לפי COP של 2.5	267,654	קו"ט"ש חשמל
סה"כ קו"ט"ש חשמל שנתי	267,654	קו"ט"ש חשמל



מאזן אנרגטי		
סה"כ דרישה להפקת אנרגיה מתחדשת	404,392	קו"ט"ש חשמל בשנה.
שווה ערך הפקת חשמל ממערכות תרמוסולאריות	267,654	קו"ט"ש חשמל בשנה.
יתרה להפקת חשמל ממערכות פוטוולטאיות	136,738	קו"ט"ש חשמל בשנה.





הנחות ייסוד מערכת PV על גג

1. שטח ל Kwp מותקן – 7 מ"ר.
2. הספק פאנל – 500 ואט .
3. תפוקה שנתית ל Kwp מותקן – 1485 קווט"ש (התקנה נמוכה, 7 מעלות גוש דן למקסימום קווט"ש למטר)
4. תפוקה שנתית למ"ר מערכת PV על גבי גג – 260 קווט"ש.
5. עלות ל Kwp מותקן – 3,300 ₪ (נכון ל 2022)
6. שווי קווט"ש סולארי מיוצר 0.41 ₪ (אסדרה תעריפית 2022)

הפקת האנרגיה הנ"ל ע"י מערכת פוטוולטאית לייצור חשמל

התקנה שטוחה של 7 מעלות למיקסום קווט"ש למ"ר

תפוקת חשמל של Kwp1 בשנה	1,485	קווט"ש
יתרה להפקת חשמל ממערכות פוטוולטאיות	136,738	קווט"ש חשמל בשנה.
תפוקת מערכת PV נדרשת בפרוייקט	92	Kwp
שטח גג נדרש להתקנת Kwp1 בהתקנה שטוחה	7.0	מ"ר
שטח גג להתקנת המערכת הנ"ל בהתקנה שטוחה	645	מ"ר

טכנו כלכלי

- המערכת תוקם באסדרה הכלכלית ביותר לבעליה
 - נכון ל 2021 זאת ההסדרה התעריפית (עד 100 kwp למונה חשמל) לפי 41 אגורות .
- האנרגיה הירוקה שתיוצר ע"י המערכת תתווסף למשק החשמל הישראלי.

ייצור שנתי בקווט"ש	136,738
שווי החשמל המיוצר	56,063 ₪
עלות הקמה ל Kwp1	3,300 ₪
עלות תחזוקה שנתית ל Kwp1	80 ₪
עלות תחזוקה שנתית למערכת כולה	7,366 ₪
עלות הקמת מערכת	303,863 ₪
הכנסות שנתיות מערכת נטו	48,696 ₪
ROI	6.24





מערכת סולארית פוטו וולטאית על פי תקנות התכנון והבנייה ודרישות עיריית ת"א.

- לכ 70% מהפרוייקט, 304 דירות יותקנו מערכות תרמו סולאריות - מעבר לדרישות הרגולציה למערכות מים חמים.
- על מנת להגיע לייצור שנתי של 404,392 קו"ט"ש - שאר האנרגיה הירוקה יופק ע"י מספר מערכות PV בהספק מותקן כולל של 92 KWp.
- חימום המים יתבצע ע"י משאבת חום מרכזית או משאבות חום דירתיות כאשר בכל דירה יהיה מיכל אגירת מים חמים.

מאזן אנרגטי

מערכות תרמו סולאריות ל 304 דירות.	267,654	קו"ט"ש חשמל בשנה.
מערכות פוטו וולטאיות	136,738	קו"ט"ש חשמל בשנה.
סה"כ דרישה להפקת אנרגיה מתחדשת	404,392	קו"ט"ש חשמל בשנה.

היקף ייצור האנרגיה מאנרגיות מתחדשות מסך צריכת האנרגיה בפרוייקט לאחר התייעלות של כ 20%.	7.3%
--	------





תכנון עקרוני למערכת תרמו סולארית ופוטו וולטאית

- מערכת פוטו וולטאית
 - סה"כ 92 קילו וואט
 - כל קולט 560 וואט, 220 סמ X 105 סמ.
 - 164 קולטים.
 - מרווח בין שורה לשורה (צפון דרום) – 50 ס"מ.



גנרציה / קוגנרציה חשמל מקומית ע"ב גז טבעי

- גנרציה / קוגנרציה חשמל מקומית ע"ב גז טבעי הערכות טכנו כלכליות
 - מערכת גנרציית חשמל בלבד על בסיס גז טבעי לא תהיה כלכלית בפרוייקט.
 - תחת השימוע החדש למשבים, פתרון קוגנרציה עוד הרבה פחות כלכלי.
 - קו הגז הטבעי לא עובר בקרבת מקום ואין כל צפי למעבר שלו בשנים הקרובות.
 - ולכן אין כל הצדקה וצורך במערכת קוגנרציה.





צריכה מרשת החשמל של חברת החשמל

לכל אחד מתאי השטח יוקם מרכז אנרגיה בתת קרקע הקרוב (מינוס 1):

- פריסת שנאים – הספקים
 - ציבורי - תשתית ומונים באחריות היזם.
 - חח"י – תשתית ומונים באחריות חח"י.
 - חניון תת קרקעי משותף: חדרי טכניים, מחסנים, חניות חשמליות וכו.



גנרטורים

- צרכני אספקת חרום
- מיקום חניון 1-

מערכות בקרה

- תתוכנן מערכת בקרת מבנה ומערכת בקרת תאורה, מערכת הבקרה תכלול רבי מודדים/מוני אנרגיה למדידת הצריכות של המערכות השונות.
- השטחים הציבוריים, המשרדים והמסחר מחוברים בחיבור יחיד במתח גבוה.
- הדיירים של המשרדים והמסחר מקבלים את החשמל במתח נמוך מהנהלת הבניין.



התייעלות אנרגטית, חסכון אנרגטי וכלכלי

	היקף צריכה ממוצע	התייעלות	השפעה
תכנון	מבנה- דירוג A לפי התב"ע ות"י 5282 –	30%	10.2%
תפעול	מערכת ניהול אנרגיה במבנה - BEMS	3%	0.5%
תפעול	מעליות בדירוג אנרגטי A.	2%	0.1%
תפעול	צ'ילרים בדירוג אנרגטי A.	60%	15.0%
תפעול	שימוש בלדים ובאמצעי בקרת תאורה	5%	0.3%
	סה"כ התייעלות	100%	26%



האמצעים והדרכים ליעילות אנרגטית המתוארים מטה נבחנים בשלב תכנון ראשוני זה, ייתכנו שינויים בתמהיל וא היקפים בתכנון הסופי של הפרוייקט.

ע"פ מודל ראשוני שבוצע לטובת חיסכון אנרגטי הפרוייקט צפוי להשיג חיסכון של 20-25% בהשוואה למקרה הייחוס "עסקים כרגיל" בעזרת שימוש אופציונאלי באמצעים הבאים:





• התייעלות במיזוג אוויר

- מיזוג האוויר אחראי על כ 60% מצריכת האנרגיה בבניין, התייעלות של 15% בצריכת האנרגיה של המיזוג בשטחי המשרדים ובשטחים הציבוריים/מסחר תתורגם לחסכון של כ 7.5% מצריכת האנרגיה של הבניין (15% X 60% X 6% + 77%).

תחת קטגוריית ההתייעלות במיזוג נמצאות הפעילויות הבאות:

- VRF ביעילות אנרגטית גבוהה.
- התקנת תשתיות והכנה לשליטה חכמה על יחידות הקצה.
- שימוש במשאבות מים לסחרור ומפוחים מבוקרים ונשלטים (משנה מהירות וכדומה)
- המבנה יעמוד בדורג אנרגטי בת"י 5282 ובדורג A מינימאלי בהתאם לדרישת התב"ע.
- תכנון מעטפת מתקדמת, הכוללת זיגוג מתקדם, התייחסות להצללות שיווצרו ע"י מבנים קרובים.



• התייעלות בתאורה

- התאורה אחראית על כ 5% (הנחת הבסיס - תאורת לד בלבד) מצריכת האנרגיה בבניין
- התייעלות של 5% בצריכת האנרגיה של התאורה של כ 0.3% מצריכת האנרגיה של הבניין.

תחת קטגוריית ההתייעלות בתאורה נמצאות הפעילויות הבאות:

- ניצול ומיקסום אור טבעי ככל שניתן.
- תכנון תאורה יעיל חכם ומבוקר
- שימוש בגלאי נוכחות ולוחות זריחה ושקיעה.

• יתר פעילויות להתייעלות אנרגטית יתרמו לפחות 2% להתייעלות

- מערכות מניית חשמל ואנרגייה חכמות לניטור וזיהוי ארועים חריגים בזמן אמת.

ע"פ מודל אנרגטי שנלקח ממודל ייחוס ראשוני שבוצע לשילוב אמצעים לחיסכון אנרגטי, הפרוייקט צפוי להשיג חיסכון של

-20-25% בהשוואה למקרה הייחוס (ללא צריכת טעינת רכבים שאינה ניתנת להתייעלות)-



ח 0.37	עלות קווס"ש ממוצע (2021)
0.64	הפחתת פליטת CO2 [ק"ג] בחסכון של 1 קווס"ש חשמל (מחשבון חח"י 2020) https://www.iec.co.il/environment/pages/pollcalculator.aspx



צריכה וחסכון צפוי שנתי	התייעלות	קוּוט"ש	שווי בש"ח	הפחתת פליטות CO2 שנתית בטון
מקרה הייחוס ללא צריכת טעינת רכבים		5,629,620	2,082,959 ₪	
רף תחתון להתייעלות	20%	1,125,924	416,592 ₪	720,591
רף עליון להתייעלות	26%	1,463,701	541,569 ₪	936,769
חסכון על פני 30 שנה	רף תחתון	רף עליון		
חסכון כספי	12,497,756 ₪	16,247,083 ₪		
הפחתת פליטות פחמן [טון]	21,617,741	28,103,063		



עמדות טעינת רכבים חשמליים

• סה"כ צריכת חשמל לטובת טעינת רכבים חשמליים

106	כמות עמדות חשמליות
80	תכולת בטריות רכב חשמלי בשנת אכלוס הפרוייקט
0.5	טעינה יומית ממוצעת
0.5	מקדם בו זמניות
2120	רכבים טוענים בו זמנית מכלל העמדות החשמליות
773,800	קווט"ש
5,455,576	קווט"ש
14.18%	קווט"ש

- יבוצעו הכנות 'יבשות' עבור 100% ממקומות החנייה, מיקום לתעלות עבור כבלי חשמל.

צריכת עמדות הטענה

- צריכת השיא של חשמל לטובת עמדות הטעינה תקבע ע"י קצב הטעינה שיקבע ע"י סוג והספק עמדות הטעינה ויכולות הטעינה של הרכבים.
- צריכת שיא בשני גלים עיקריים בימי חול,
 - המשמעותי - שעות אחה"צ עם חזרתם של הדיירים לביתם לאחר יום העבודה.
 - המישני - שעות הבוקר המאוחרות בחניות של מתחם התעסוקה והציבורי – עם הגעת העובדים לעבודה.
- רוב עמדות הטעינה יהיו עמדות מסוג AC בהספק של 22 ק"ו לפחות לשקע/לכבל טעינה מסוג Type 2.
- כמו כן הנחת העבודה שבפרוייקט יותקנו מספר עמדות טעינה מהירות יותר של 100kw ומעלה כמו גם Superchargers של טסלה וכדומה.
- ככל שבשל התפתחות טכנולוגית הרכבים והביקוש יאפשרו / ידרשו טעינה בקצבים והספקים גדולים יותר ויהיה צורך בהגדלת תשתיות החיבורים לעמדות.
- תיבחן מערכת ניהול טעינת רכבים חשמליים בכדי לנהל ביקושים וצריכות שיא.
- פתרון נוסף / אלטרנטיבי שניתן לשימוש כבר מראשית אכלוס הפרוייקט – שימוש ביחידה/דודת אגירת אנרגיה לצד עמדות הטעינה, לטובת החלקת צריכות השיא ומעבר ל load factor (היחס בין צריכת השיא לצריכה הממוצעת) קרוב יותר לערך 1 [ראה פרק אגירת אנרגיה בהמשך]
- בכל מקרה תשתיות הפרוייקט נותנות מענה לצמיחה משמעותית (אפילו פי 2) בכמות עמדות ההטענה.



אגירת אנרגיה

- אגירת חשמל בשעות שבהם הביקוש לחשמל מהרשת נמוך ואגירת חשמל ממקורות מתחדשים בתוך המתחם שאינם מעמיסים על הרשת עשוי להביא את מערכת החשמל במתחם ליעילות גבוהה יותר שלה משמעותיות סביבתיות וכלכליות גדולות.
- אחד ממדדי יעילות הרשת החשובים ביותר הוא ה, load factor שהוא היחס בין הצריכה הממוצעת לצריכת השיא (מספר קטן מ 1), ככל שהערך הזה קרוב יותר ל 1 הצריכה "מאוזנת יותר". השאיפה היא להגדיל את הערך הזה לכיוון הערך 1 והדרך לעשות זאת היא לקטום את השיא. peak shaving
- **מכיוון שתשתיות הולכת והשנאת החשמל מתוכננות לפי צריכת השיא ולא לפי הצריכה הממוצעת – הורדת צריכת השיא ללא שינוי הצריכה הממוצעת תקטין את עלויות התשתיות בהתאם.**
- אגירת אנרגיה יכולה לשמש פתרון טוב לקיצוץ צריכות השיא והסטת ה load factor לכיוון 1. טעינה של מאגר האנרגיה (בסבירות גבוהה בטירות ליתיום יון) בשעות צריכה נמוכה ופריקתו בשעות הצריכה הגבוהות ישפרו את ה load factor כלפי העולם החיצוני.
- **מתוך הבנה שכמות הרכבים והעמדות החשמליות ילך ויעלה בשנים הקרובות כדאי יהיה לתכנן מקום לתשתית אגירה עתידית, בנוסף לתכנון מקום ותשתית לשלב הקמת הפרויקט.**
- תועלות נוספות של אגירת חשמל:
 - חסכון כספי - עלות החשמל בפרויקט תרד מכיוון שבשעות השיא עלות החשמל תהיה מורכבת מעלות של זמן פסגה ועלות של זמן שפל.
 - ייצוב רשת במתקן – מערכות אגירה יכולות להחליק ולייצב את איכות החשמל המגיע בתשתיות חח'.
- * ניתן להקטין את צריכת השיא גם ע"י ניהול מבוקר וחכם ודחיית הטענה של חלק מהרכבים לשעות מאוחרות יותר לאחר צריכת השיא בשילוב עם מתן הנחה מתאימה בעלות ההטענה. לצורך בחירת גודל אגירת האנרגיה נניח שלא מתבצע ניהול הטענה חכם ונניח שגדילה עתידית נוספת בכמות הרכבים ועמדות ההטענה תקוזז ע"י ניהול חכם שכזה.





אגירת אנרגיה

	106	כמות עמדות חשמליות
KW	22	הספק טעינת עמדה סטנדרטית
רכבים טוענים בו זמנית מכלל העמדות החשמליות	0.5	מקדם בו זמניות
KW	1166	צריכת שיא לטעינת רכבים
KW	1,246	צריכת השיא של הפרוייקט בשעות אחה"צ ערב של קיץ ללא טעינת רכבים ולאחר התייעלות אנרגטית של 12% והנחת $\text{load factor}=0.5$
KW	2,412	סה"כ צריכת שיא של הפרוייקט
KW	623	צריכה שעתית ממוצעת של הפרוייקט

KW	1,789	שעור אגירת אנרגיה על מנת להביא את שיא הצריכה לקרבת ממוצע הצריכה
שעות	4	משך אגירת אנרגיה
רגל	36	השטח הנדרש להיקף אגירה כזה הוא מכולה של כ





סיכום ועיקרי ממצאי הדוח

1. ייצור עצמי של אנרגיה ירוקה: מערכות תרמוסולאריות ל 304 דירות + מערכות פוטוולטאיות בהספק של 92 Kwp המייצרות כ 7.3% מכלל צריכת הפרויקט לאחר התייעלות.
2. טעינה חשמלית לרכבים:
 - a. תשתית טעינה 'יבשה' עבור 100% ממקומות החניה בפרויקט.
 - b. קווי הזנה מלוח(ות) החשמל ועד ל-30% ממקומות החניה, כהכנה לחיבור עמדת טעינה עתידית ע"י חברת הניהול.
 - c. חברת הניהול תקים בחניון מערכת ניהול טעינה דינאמית, בעלת אפשרות שליטה מרחוק, כושר ניהול עומסים דינאמי, ויכולת תמחור דיפרנציאלי.
3. מערכות: ייעשה שימוש במערכות מ"א ותאורה יעילות אנרגטית, ובחיישנים ובקרה לחסכון בצריכה.
4. יותקנו מערכות בקרה חכמות ומקיפות על צרכני האנרגיה המשמעותיים.
5. המבנה יעמוד בדורג אנרגטי בת"י 5282 ובדירוג A מינימאלי בהתאם לדרישת התב"ע.
6. תכנון מעטפת מתקדמת, הכוללת זיגוג Low-E סלקטיבי מתקדם, התייחסות להצללות שיווצרו ע"י מבנים קרובים.



בחינת שיפור את המאזן האנרגטי של הפרוייקט ע"י ייצור אנרגיה מקומי -

1. מערכות תרמו סולאריות ופוטוולטאיות לייצור חשמל – כאמור מעלה .
2. גנרציה / קוגנרציה על בסיס גז טבעי – לא כלכלי + אין תשתיות גז טבעי.
3. בחינה ע"י הנהלת הבניין חתימה על הסכם עם תחנת כח פרטית לקניית חשמל גם יוזיל את עלות החשמל וגם יוודא שכל החשמל הנצרך בפרוייקט מיוצר ע"י שימוש בגז טבעי (ולא תמהיל של גז ופחם).
4. **תחת רגולציית מסחר עם שדות סולאריים ניתן לייצר מצב בו כל האנרגיה שמגיעה לתוך הפרויקט מבחוץ הינה אנרגיה מתחדשת ירוקה (פוטוולטאי) .**
5. בחינת הקצאת מקום ותכנון עקרוני לטובת אגירת אנרגיה להחלקת צריכות שיא בשל טעינת הרכבים החשמליים ובכלל לטובת הקלה על ה load factor של הפרוייקט .



ע"פ מודל אנרגטי ראשוני שבוצע לשילוב אמצעים לחיסכון אנרגטי, הפרוייקט צפוי להשיג חיסכון של כ-20% בהשוואה למקרה הייחוס, כ 6.7 מליון קוואט"ש בשנה.

הצמצום הנ"ל בצריכת חשמל מתורגם להפחתה של בין כ 20,000 לכ 30,000 טון CO2 ל 30 שנות פרוייקט.





המלצות:

- תכנון ושימוש במערכות עם יעילות אנרגטית גבוהה.
- התקנה ואו הכנה למערכות בקרה חכמות ומקיפות על צרכני האנרגיה המשמעותיים – מיזוג, חימום מי צריכה.
- תשומת לב לנושא הפרדה בין סביבת החוץ החמה והלחה מאד (קירבה לים) לחללים הפנימיים הממוזגים
 - בידוד מיטבי
 - תיחום אזורים והפרדות פנימיות
 - הפסקת מיזוג חכמה עם פתיחת חלונות
- שימוש במשאבי תאורה ואיוורור טבעיים (שמש ורוח)
- שימוש בטכנולוגיות ובמערכות מתקדמות להפקת אנרגיה ממקורות מתחדשים ולחסוך בצריכת אנרגיה.
- תכנון עם הכנה לאגירת אנרגיה להחלקת צריכות שיא לטובת הקלה על ה load factor של הפרוייקט וצמצום משאבים (שנאים, גנרטורים, גודל חיבור לחחי) ושאר יתרונות (איכות חשמל, גיבוי וכו).

