

מוסף יג' – הנחיות להקמת מבנה מאופס אנרגיה

בנין זה יתוכנן ויבנה במתכונת של בנין Near Zero Energy Building בדומה למתכונת המקובלת בחקיקה במדינות רבות בעולם. הבניין יבנה כך שבחישוב סך זרימות האנרגיה העוברות דרך מעטפת המבנה בכל השנה, צריכת האנרגיה השנתית של המבנה תשווה לאפס – ובמלים אחרות – צריכת האנרגיה השנתית של הבניין תהיה שווה לתפוקת האנרגיה השנתית של הבניין המופקת ממקורותיו העצמיים (פאנלים סולריים, רוח, ביומסה, וטכנולוגיות כגון אלו).

כצעד מקדים להחלטה לתכנן ולתפעל את הבניין כ – NZEB נערכה בדיקת התכנות באמצעות הדמיה (סימולציה) תפקודית אנרגטית של הבניין באמצעות התוכנה הייעודית IESVE¹,². במסגרת בדיקת ההתכנות נמצא כי ניתן לתכנן המבנה כך שייצר אנרגיה באופן עצמי על בסיס קולטים סולריים פוטוולטאים לייצור חשמל, ולהביא לכך שצריכת האנרגיה השנתית הסגולית של הבניין (קוט"ש"מ"ר\שנה) כפול שטח הבניין משתווה לתפוקה שנתית של יחידת קולטנים סולריים (קוט"ש"מ"ר\שנה) כפול בשטח הקולטנים.

צריכת האנרגיה השנתית הסגולית של הבניין ניתנת להערכה על פי תוצאות הרצת תכנת הסימולציה, ותפוקת האנרגיה השנתית הסגולית של הבניין ניתנת להערכה מתוך נתוני הקרינה הסולרית המקומיים. כול הנתונים האחרים הנדרשים לחישוב כגון השטחים, המערכות האלקטרומכאניות, אופייני התפעול השונים, נצילות הקליטה וזוויות ההפניה לשמש – כול אלה מוגדרים בחלקם על ידי דרישות הפרוגרמה, ובחלקם האחר ייגזרו מתוך התכנון האדריכלי הספציפי המשולב בתכנון תשתיות המבנה.

מטרת התכנון היא:

1. הפחתה ככול האפשר של צריכת האנרגיה הסגולית השנתית של המבנה.
2. התאמת שטח משטחי הקליטה לאספקת הצריכה השנתית של המבנה.

מהנ"ל נובע כי כול תפוקה רגעית "מיותרת" תסופק לרשת חח"י, וכול צריכה "חסרה" תסופק ע"י רשת חח"י, כאשר בסיכום השנתי המאזן יהיה שווה לאפס. מעשית – המטרה אינה לאפס את המאזן אלא לקבוע את אחוז החיסכון הגבוה ביותר באמצעות אופטימיזציה טכנו-כלכלית שיבצע המתכנן כפי שיוסבר בהמשך.

¹ בשלב הגשת ההצעות כפי שיתואר להלן, ניתן להציג את ההדמיה האנרגטית של הבנין באמצעות תוכנה זו או כל תוכנה אחרת המאושרת לתקן ASHRAE 140

² מודל המבנה הוגדר על פי הנחיות הפרוגרמה של הנהלת בתי המשפט, תכנית התב"ע, מסמכי התכנית ותנאי האקלים המעודכנים עבור חדרה (שנמדדו על ידי תחנה מטאורולוגית מורשית הממוקמת ברדיוס שאינו עולה על 15 ק"מ מהמקום המיועד למבנה).

לשילוב בפרק המפרט

דרישות לתכנון מבנה בית המשפט בחדרה כבניין "מאופס אנרגיה"

1. תהליך חישוב עלות/תועלת של יישום אמצעים חוסכי האנרגיה בתוך מעטפת הפרויקט, בשילוב אמצעי ייצור האנרגיה הממוקמים בתוך מעטפת הפרויקט.
 - 1.1. המתכנן יבחר לשלב אמצעים חוסכי אנרגיה באופן שיביא לחיסכון מרבי ביחס לשינוי העלות המחושבת (בהשוואה לעלות הבניה הבסיסית או לעלות הרכיב בהשוואה לרכיב "סטנדרטי" כפי שהוא מופיע במאגר המאוחד של הדיור הממשלתי). במסגרת ההצעה יש להציג חישוב זה.
 - 1.2. החישוב יערך עבור ערך נוכחי לתקופת חיים של 10 שנים ובריבית שנתית של 4% ויכלול לכול מרכיב בנפרד את עלות ההתקנה הכוללת, את ערך החיסכון באנרגיה השנתי בהתאם לכול סוג אנרגיה, את ערך עלות התחזוקה השנתית לכול אמצעי חיסכון, את עלות החלפה/תיקון של האמצעי בהתאם לשנות האחריות הנקובות על ידי היצרן (כולל עלויות מתכלים אן ישנם), ואת עלות הגריטה.
 - 1.3. עלות אמצעי חיסכון למ"ר ביחס לעלות המקור למ"ר תחושב ותוצג ביחס לשטח האפקטיבי הבלעדי אותו הוא אמור לשרת ותוצג בנפרד ביחס לשיעור התרומה עבור כול שטח המבנה (שטח עיקרי מחומם הכולל קומות מרתף).
 - 1.4. רצוי כי אמצעי ייצור האנרגיה יהיו חלק אינטגרלי בסימולציה. ככול מקרה, תוצאות האנרגיה יוצגו ברמה חודשית על ידי גרפים ויכלולו בכול חודש את צריכת האנרגיה הכוללת של הבניין ואת שיעור ייצור האנרגיה באותו חודש.
 - 1.5. המתכנן יבחר את תמהיל אמצעי החיסכון המניב לדעתו את הרווח הגבוה ביותר כעבור 10 שנים, תוך הנחת שיעור היוון של 3%, ויציג בטבלה גם את שלושת התמהילים המציגים לדעתו את התמהילים המיטביים מבחינת מדד זה. "אמצעי חסכון" כולל לצורך מכרז זה גם אמצעי ייצור עצמי (למשל פאנלים סולריים) המחליפים צריכת חשמל מרשת החשמל.
 - 1.6. תמהילי החיסכון הרלבנטיים יהיו אלה שיציגו חיסכון של לפחות 80% בהחזר השקעה שלא יעלה על 5 שנים. החסכון הינו ביחס לתנאים המוגדרים להלן בסעיף 2.2 להלן.
2. הפעלת ההדמיה (סימולציה לתפקוד אנרגטי של הבניין)
 - 2.1. התוכנה תהיה מאושרת לתקן ASHRAE 140, וההרצה תבוצע בהתאם ל Appendix-G ASHRAE 90.1-2007, על פי הצריכה בקוט"ש (עלות האנרגיה תוצג בנפרד מתוצאות ההרצה).
 - 2.2. תנאי הבסיס שביחס אליהם תושוינה תוצאות ההדמיה יהיו מבוססים על פי המפרטים הבאים, מתוכם ייבחר בכל סעיף המפרט המחמיר מבניהם באותו סעיף:
 - 2.2.1. תקן ישראלי 5281 ברמת מינימום C עבור המעטפת,
 - 2.2.2. תנאי הסף המוגדרים ב – ASHRAE 90.1-2007 עבור שאר מערכות המבנה
 - 2.2.3. דרישות מפרטי הבניה של מינהלת קריות הממשלה ובתי המשפט.
 - 2.2.4. מערכות מבנה המוגדרות כדרישת סף במפרט הבניה של בתי המשפט
 - 2.3. הרצת הסימולציה תבוצע על ידי מהנדס מכונות בעל התמחות באנרגיה תרמית, ובעל ניסיון בביצוע 2 סימולציות תפקודיות מלאות לפחות על פי מדד האנרגיה ASHRAE-90.1-2007 או בגרסתו המאוחרת יותר, כאשר לפחות אחת מהן צברה ניקוד מאושר בבדיקת בוחן תחת הסמכת בניין משרדים LEED-NC.
3. מסמכי תוצאות ההדמיה
 - 3.1. אמצעים חוסכי האנרגיה ששולבו בתכנון המוצע של המבנה והפרמטרים שלהם ביחס למצב הבסיס יוצגו בטבלה מפורטת, בדומה לטבלה המוצגת כדוגמה בנספח 1 למוסף זה.
 - 3.2. הנתונים הפרמטריים יתייחסו בהתאמה לאזורים הרלבנטיים של שרטוטי התכנון האדריכליים ולהדמיית התכנון האדריכלית התלת ממדית.

נספח 1

דוגמה לטבלה המציגה את אמצעי החיסכון ביחס לנתוני הבסיס

גורם החיסכון	מצב בסיס (תואם בקירוב לדרוג C על פי 5282)	תאור האמצעי - הערות	מדד	מאפיין בסיס	ערך בסיס	ערך משודרג
קירות חוץ	בלוקים בטון עם בידוד תרמי פוליסטירן בעובי 20 מ"מ	תוספת בידוד תרמי - expanded polystyrene	מעבר חום הולכה	U	1	0.22
זגוג חיצוני	זכוכית בידודית שקופה	צפוי low-e ומרווח זיגוג ממולא גז	מעבר חום, הולכה וקרינה	U, SHGC	0.7, 3.392	0.4, 1.84
זיגוג מז'מע' + הצללה חיצונית אוטומטית	זכוכית בידודית שקופה ללא הצללה חיצונית מז'מע'	זיגוג רגיל + הצללה חיצונית מז'מע' המבוקרת באמצעות חיישן קרינה	מעבר חום, הולכה וקרינה	U, SHGC	0.7, 3.392	0.4, 1.81 + הצללה
הפחתת צריכת צרכני "קר"	צרכני שקעי קיר סטנדרטיים: מחשבים, מדפסות, מיחמים, מקררים, סרברים, תנורי חימום	שימוש בצרכני קיר יעילים עם דרוג אנרגטי כגון אנרגי-סטאר, A ובקרת זמן שימוש	הספק חשמלי למ"ר	w/m2	8	2
תאורה	תאורת T5 ללא בקרה	תאורת LED ופולואורסצנטית כולל חיבור של בקרת DALI לבקרת מבנה קיימת	הספק חשמלי למ"ר	w/m2	11.9	6.5
צילרים	צילרים בורגיים מקורי אוויר	צילר מקורי אוויר לאקלים נוח + צילר מקורי מים הפועל בתנאי אקלים שיא	נצילות (COP), בקרה (IPLV)	COP, IPLV	על פי מפרט	על פי מפרט
השבת חום	אין	השבת חום מי עיבי לחימום בחורף ולחימום מי צריכה כול השנה	מיחזור של אנרגיה תרמית לא מנוצלת	חשמל - KW	על פי מפרט	על פי מפרט
אנרגיה מתחדשת PV	אין	קולטים מונט-קריסטלים נצילות 17%	נצילות	ללא קולטים	-	17%
אנרגיה מתחדשת PV	אין	קולטים מולטי-קריסטלים נצילות 15%	נצילות	ללא קולטים	-	15%

נספח 2

דוגמה לטבלה המציגה את תוצאות עלות/תועלת של כול אמצעי חיסכון בנפרד

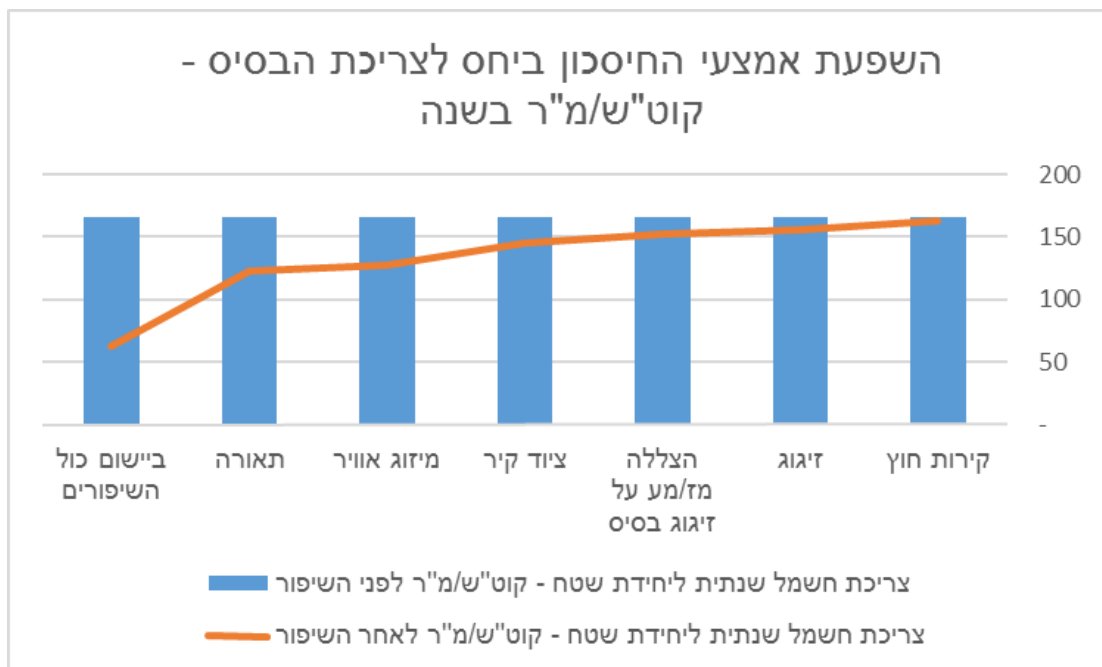
הערה: "תוספת" אינו מחיר אבסולוטי אלא מחיר שיש להוסיף על יחידת מחיר בסיסית הנתונה באוגדן.										מחיר קוט"ש ממוצע	0.52 ₪
החזר פשוט שנים -	עלות תוספת	שיעור החיסכון בחשמל ביחס לבסיס % -	שיעור החיסכון בחשמל ביחס לבסיס - ₪	שיעור תרומה לחיסכון - אלפי קוט"ש	צריכת חשמל אחרי - אלפי קוט"ש	צריכת חשמל לפני - אלפי קוט"ש	שטח השיפור מ"ר	תוספת לשיפור - ₪ למ"ר	תוספת לבסיס - ₪ למ"ר	אמצעי חיסכון	השפעת כול אמצעי חיסכון בנפרד
39.3	423,500	2%	10,763	21	1,244	1,264	5,500	425	348	קירות חוץ	
2.0	84,280	6%	41,149	79	1,185	1,264	1,720	360	311	זיגוג	
15.7	832,020	8%	53,083	102	1,162	1,264	490	1,886	311	הצללה מזמע	
2.8	475,249	26%	172,155	331	933	1,264	7,620	176	113	תאורה	
-	-	12%	81,013	156	1,109	1,264	-	-	-	צרכני שקע יעילים Energy Star	
4.0	610,000	23%	150,693	290	975	1,264	7,620	198	118	מיזוג אוויר	
5.2	1,319,700	38%	252,406	485	779	1,264	2,075	636	-	קולטים מונו (17%)	
4.9	1,099,750	34%	222,711	428	836	1,264	2,075	530	-	קולטים מולטי (15%)	
4.7	770,620	25%	164,036	315	949	1,264	1,454	530	-	קולטים מולטי (15%) מוקטן	

נספח 3

דוגמה לטבלה המציגה את תמהילי החיסכון הגבוהים ביותר

BCR	ROI	NPV - 10 years 4%	החזר פשוט (לא כולל ריבית, תחזוקה ובלאי) שנים	עלות חשמל שנתית			עלות היישום	חיסכון	החיסכון בחשמל ביחס לבסיס - %	שעור תרומה לחיסכון - אלפי קוט"ש	צריכת חשמל - אחר - אלפי קוט"ש	צריכת חשמל - לפני - אלפי קוט"ש	אמצעי חיסכון משולבים
				לפני	אחר	חיסכון							
235%	135%	2,622,796 ₪	3.4	657,501 ₪	94,931 ₪	562,570 ₪	1,940,149 ₪	86%	562,570 ₪	1,081.9	183	1264	מ"א+תאורה+זיגוג חלקי PV15
231%	131%	2,454,075 ₪	3.5	657,501 ₪	123,243 ₪	534,257 ₪	1,879,229 ₪	81%	534,257 ₪	1,027.4	237	1264	זיגוג חלקי+תאורה PV17+
222%	122%	2,769,572 ₪	3.7	657,501 ₪	36,256 ₪	621,245 ₪	2,269,279 ₪	94%	621,245 ₪	1,194.7	70	1264	מ"א+תאורה+זיגוג חלקי PV 15
212%	112%	2,790,474 ₪	3.8	657,501 ₪	6,561 ₪	650,939 ₪	2,489,229 ₪	99%	650,939 ₪	1,251.8	13	1264	מ"א+תאורה+זיגוג חלקי PV 17
155%	55%	727,536 ₪	5.2	657,501 ₪	405,095 ₪	252,406 ₪	1,319,700 ₪	38%	252,406 ₪	485.4	779	1264	בסיס PV 17
128%	28%	1,186,758 ₪	5.6	657,501 ₪	-6,028 ₪	663,528 ₪	3,744,749 ₪	101%	663,528 ₪	1,276.0	-12	1264	משופר PV 17 +
116%	16%	459,220 ₪	7.3	657,501 ₪	246,378 ₪	411,122 ₪	2,425,049 ₪	63%	333,610 ₪	790.6	474	1264	משופר לא סולל PV

דוגמה להצגת השפעת כול מרכיב חיסכון ביחס למדד הבסיס



טבלה לדוגמה המציגה את ההצעה המועדפת על ידי המתכנן העומדת למבחן ביחס למתחרים

הערכה כלכלית מומלצת - סיכום		
מ"ר/ש	8,000	עלות בניה ממוצעת של בית משפט (בניין בסיס)
מ"ר	7,620	שטח המבנה (ללא חניה)
ש	60,960,000	סה"כ עלות בסיס
ש	1,940,149	הערכת תוספת עלות הבניה לשיפור
%	3%	שיעור תוספת עלות בניה
ש	562,570	חסכון בעלות חשמל
%	86%	חסכון באחוזים
%	135%	ROI (ריבית 4%, 10 שנים)