

מוסף יג' - הנחיות להקמת מבנה קרוב למאופס 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, נצילויות 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).

דרישות לתכנון מבנה בית המשפט בחזרה כבניין "קרוב למאופס 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 שיביאו 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%, ועפ"י הנתונים הבאים:

1.2.1. עלות קוט"ש של 0.6 ש"ח כולל מע"מ, ללא התייחסות למש"בים ולתעו"ז

1.2.2. שעות העבודה הם:

יום א – ה, משעה 07:00 עד 20:00

יום ו', משעה 09:00 עד 14:00

52 שבועות בשנה.

1.2.3. החישוב יכלול לכל מרכיב בנפרד את תוספת ההשקעה באמצעי החסכון ואת צריכת החשמל השנתית הצפויה לאחר התקנת האמצעי, 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 האחזקה הנקובות על ידי היצרן (כולל עלויות מתכלים אם ישנם), ואת עלות הגריטה. המזמין יבחן את סבירות החישובים שמציג המציע ויוכל לבקש אסמכתאות להוכחת החישובים ההנדסיים והכלכליים

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. בכול מקרה, תוצאות האנרגיה יוצגו ברמה חודשית על ידי גרפים ויכללו 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 ה ROI הגבוה ביותר כעבור 10 שנים, תוך הנחת שיעור היוון של 4%, ויציג בטבלה גם את שלושת התמהילים המציגים לדעתו את התמהילים המיטביים מבחינת מדד זה על פי הפרמטרים המתוארים בסעיף 1.2 לעיל. "אמצעי חסכון" כולל לצורך מכרז זה גם אמצעי ייצור עצמי (למשל פאנלים סולריים) המחליפים צריכת חשמל מרשת החשמל.

1.6. כל המחירים והעלויות המופיעים בחישובים יהיו כוללים מע"מ

1.7. תמהילי החיסכון הרלבנטיים יהיו אלה שיציגו חיסכון של לפחות 80% במונחי שוו"ע נפט, TOE (tons of oil equivalent) בהחזר השקעה שלא יעלה על 6 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" וב TOE (עלות האנרגיה תוצג בנפרד מתוצאות ההרצה).

2.2. תנאי הבסיס שביחס אליהם תשווינה 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 יועץ אנרגיה 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.

3.3. רשימת אמצעי החיסכון שהוערכו בחישובים תופיע בפירוט במסמך נפרד הכולל כתב כמויות ואוסף מפרטים טכניים התואם את סעיפי כתב הכמויות.

3.4. פלטי הסימולציה יכללו הצגת טבלאות ונתונים גראפיים שמהם ניתן להבין את מהות אמצעי החיסכון המוצעים, ואת תוצאות החישוב האנרגטי ו/או הפרמטרי המוכיח כול חיסכון מוצע, בדומה לטבלה המוצגת כדוגמה בנספח 2 למוסף זה.

3.5. תצוגה בטבלת השוואת של עלות/תועלת הכוללת לפחות שלושה תמהילי חיסכון הגבוהים ביותר שהתקבלו, והעונים לדרישות המינימום (חיסכון של 80% לפחות במונחי שוו"ע נפט TOe, בהחזר השקעה שלא יעלה על 6 שנים). הטבלה תלווה בגראפים המציגים ויזואלית בין התוצאות השונות ובטבלה מסכמת המציגה את הבחירה המומלצת על ידי המציע (ראה דוגמאות בנספח 3 למוסף זה).

3.6. המזמין יבחן את סבירות החישובים שמציג המציע ויוכל לבקש אסמכתאות להוכחת החישובים ההנדסיים והכלכליים

4. ניקוד ההצעות

לאחר שסימולצית האנרגיה והאמצעים שהציג המציע נבדקו ע"י המזמין ונמצאו כנכונים ופיזיבילים הצעה שתשיג חסכון העולה על 80% תזכה בניקוד כדלהלן, והכול בתנאי שהחסכון גבוה מ- 80% והחזר ההשקעה מושג במסגרת 6 שנים תוך התחשבות בריבית ובהוצאות התפעול

עבור כל 1 אחוז נוסף של חסכון מוצע מעל 80%, יקבל המציע 0.5 נקודות במרכיב האיכות, עד למקסימום של 3 נקודות. למשל, עבור הצעת חסכון של 81% יקבל המציע 0.5 נקודות (מתוך 3) בסעיף "חסכון אנרגטי" במרכיב האיכות. עבור הצעת חסכון של 86% ומעלה יקבל המציע 3 נקודות.

הניקוד ינתן גם עבור חלקי אחוזים באופן יחסי. למשל, עבור הצעת חסכון של 81.5%, יקבל המציע $0.75 = 0.5 * 1.5$ נקודות

5. כחלק מהתקנת אמצעי היצור מאנרגיה מתחדשת יתקין היזם בתוך המבנה אמצעים להמחשת היקף היצור של מאנרגיה מתחדשת, בצורה בולטת ומובנת למשתמשי המבנה (עובדים או מבקרים).

- 5.1 האמצעי יציג באופן דינמי וחוויתי את יצור האנרגיה הרגעי, ובאופן נומרי את יצור האנרגיה המצטבר עד לאותו רגע.
- 5.2 הצגת יחידות המניה (קוט"ש/ש) תהיה בעברית.
- 5.3 נתוני היצור הרגעי יכולים להיות מוצגים באופן גרפי ולא נומרי, ויהיו ניתנים לצפייה בקלות ממרחק של 5 מטר, ומזווית של 60 מעלות לכל צד אופקי (צופה מימין וצופה משמאל), ו 25 מעלות לכל צד אנכי (צופה ממעל- וצופה ממטה)
- 5.4 נתוני היצור המצטבר יוצגו באופן נומרי, ויהיו ניתנים לצפייה בקלות ממרחק של 5 מטר, ומזווית של 45 מעלות לכל צד אופקי (צופה מימין וצופה משמאל), ו 25 מעלות לכל צד אנכי (צופה ממעל- וצופה ממטה)

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 וקרניה	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 וקרניה	U, SHGC	0.7, 3.392	0.4, 1.81 + הצללה
הפחתת צריכת צרכני "קיר"	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 ופלאורסצנטית כולל חיבור של בקרת DALI לבקרת מבנה קיימת	הספק חשמלי למ"ר	w/m2	11.9	6.5
צילרים	צילרים בורגיים מקוררי אוויר	צילר מקורר אוויר לאקלים נוח + צילר מקורר מים הפועל בתנאי אקלים שא	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.											
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	0.52 ₪
39.3	₪ 423,500	2%	₪ 10,763	21	1,244	1,264	5,500	425	348	קירות חוץ	השפעת כול אמצעי חיסכון בנפרד
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 - אלפי קוט"ש	צריכת חשמל - אלפי קוט"ש	אמצעי חיסכון משולבים
				חיסכון	אחר	לפני							
235%	135%	2,622,796 ₪	3.4	562,570 ₪	94,931 ₪	657,501 ₪	1,940,149 ₪	86%	562,570 ₪	1,081.9	183	1264	מ"א+תאורה+זיגוג חלקי PV15
231%	131%	2,454,075 ₪	3.5	534,257 ₪	123,243 ₪	657,501 ₪	1,879,229 ₪	81%	534,257 ₪	1,027.4	237	1264	זיגוג חלקי+תאורה PV17+
222%	122%	2,769,572 ₪	3.7	621,245 ₪	36,256 ₪	657,501 ₪	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	650,939 ₪	6,561 ₪	657,501 ₪	2,489,229 ₪	99%	650,939 ₪	1,251.8	13	1264	מ"א+תאורה+זיגוג חלקי PV 17
155%	55%	727,536 ₪	5.2	252,406 ₪	405,095 ₪	657,501 ₪	1,319,700 ₪	38%	252,406 ₪	485.4	779	1264	בסיס PV 17
128%	28%	1,186,758 ₪	5.6	663,528 ₪	-6,028 ₪	657,501 ₪	3,744,749 ₪	101%	663,528 ₪	1,276.0	-12	1264	משופר PV 17
116%	16%	459,220 ₪	7.3	411,122 ₪	246,378 ₪	657,501 ₪	2,425,049 ₪	63%	333,610 ₪	790.6	474	1264	משופר לא סולל PV

דוגמה להצגת השפעת כול מרכיב חיסכון ביחס למדד הבסיס

