

בנייה ירוקה מקרה מבחן

בית פרטי מאופס אנרגיה (Zero Net)

נבחרת ישראל בתחרות הסולאר דקתלון העולמית לבנייה ירוקה



תקציר

פרויקט זה מציג מבנה עצמאי אנרגטית המייצר יותר אנרגיה מאשר הוא צורך לטובת תפעולו השוטף (Net Zero Site Energy Building). המבנה תוכנן ונבנה כחלק מתחרות ה"סולאר דקתלון" הבינלאומית לבנייה ירוקה. תכנון והקמת המבנה התאפשרו הודות לשיתוף פעולה הדוק בין קבוצה של כשלושים סטודנטים ממספר מוסדות אקדמיה מובילים, יועצים מקצועיים מתחומי סביבה שונים, וחברות מוצרים, חומרים וטכנולוגיות קלינטק מתקדמות. בתכנון ובהקמה הושם דגש על תכנון סולארי פאסיבי בשילוב עם טכנולוגיות קלינטק מקומיות.

בפרויקט יושמו טכנולוגיות וטכניקות סביבתיות רבות כגון: ניצול אנרגיות מתחדשות, שימוש במערכות מיזוג פאסיביות, שימוש במכשירי חשמל בעלי דירוג אנרגטי גבוה, שימוש במוצרי בנייה ירוקים ועוד. לתכנון ולבנייה בפועל של המבנה האקולוגי יש ערך חינוכי רב כמקור להפצת זרעי הקיימות. בתום התחרות ישמש המבנה כמרכז חינוכי לבנייה ירוקה.

רקע

תחרות ה"סולאר דקתלון" נערכה לראשונה בשנת 2002 ביוזמת משרד האנרגיה האמריקאי. השנה, בחודש אוגוסט 2013 תתקיים לראשונה התחרות בסין ותשתתף בה גם נבחרת ישראלית בהובלת אדריכל חן שליטא ואדריכל ד"ר יוסי קורי. במסגרת התחרות, בה מתמודדות עשרים נבחרות מרחבי העולם, נדרשת כל נבחרת להציג את המבנה שתכננה ובנתה. כל מבנה בתחרות נבחן במספר קריטריונים: אדריכלות, הנדסה, מאון אנרגטי, אפליקציות סולאריות ועוד, כאשר עיקר הדגש מושם על הפן האנרגטי המאפשר למבנה להגיע לעצמאות אנרגטית.

המבנה של הנבחרת הישראלית תוכנן בהשראת "בית ארבעת המרחבים", מבנה שהיה נהוג במרחב המקומי לפני כ-3500 שנה. "בית ארבעת המרחבים" כלל אזור מגורים, חצר פנימית, גינת ירק וחלל נוסף שיעודו שני במחלוקת בקרב היסטוריונים.

מבנה התחרות העניק למבנה המסורתי פרשנות מודרנית תוך שמירת ערכים סולאריים פאסיביים המאפיינים אותו. החצר הפנימית נשמרה כמרכז התרבות והפנאי של הבית המאפשר בילוי תחת כיפת השמיים באקלים נוח המאפיין את רוב חודשי השנה ועל-מנת לייצר שיח אדריכלי בין חלל הפנים לחלל החוץ. גינת הירק המסורתית הפכה לגינה ורטיקלית.

איכות פנים מבנית

נוחות תרמית

מעטפת המבנה כוללת בידוד תרמי בעובי 23 ס"מ המורכבת מ: פאנל פח מבודד בעובי 8 ס"מ הסוגר על שכבת צמר סלעים, ושמיכת צמר זכוכית בעובי 15 ס"מ. הבידוד מהווה וסת תרמי למעבר טמפרטורה מהחוץ אל חלל הפנים וממתן את הפרשי הטמפרטורה בחלל. החלונות והדלתות מורכבים מפרופיל אלומיניום בעל נתק תרמי ומזכוכית בידודית (6-24-6 מ"מ).

סוג פרויקט

בית פרטי

שטח בנוי

68מ"ר על שטח מגרש של 24x24 מטר

אדריכלים

צוות סטודנטים לארכיטקטורה בהנחיית האקדמית של אדריכל חן שליטא ואדריכל ד"ר יוסי קורי

מוסדות אקדמיים משתתפים

שנקר - בית-ספר גבוה להנדסה ועיצוב
בית הספר ללימודי הסביבה על-שם פורטר, אוניברסיטת תל-אביב
החוג לעיצוב פנים במסלול האקדמי המכללה למנהל המרכז האקדמי ויצ"ו חיפה





בית פרטי מאופס אנרגיה (Zero Net)

איכות אוויר

מערכת המיזוג האקטיבית היא מערכת מיזוג אוויר הפועלת על עיקרון פשוט; היא מסיעה, באמצעות מפוח אוויר, אוויר על פני מאגר מים המצוי בגב מבנה ובכך מצננת אותו. למערכת מיזוג האוויר מחוברת מערכת טיהור המונעת הצטברותן של בקטריות ועובש על-ידי שחרור פרוביוטיקה (חיידקים "חיוביים").

אנרגיה

בבית נעשה שימוש בטכניקות פאסיביות למיקסום החיסכון האנרגטי. בין טכניקות אלו ניתן למנות את כיווני המבנה המותאמים לתנאי האקלים המקומיים, הבידוד המוקפד של מעטפת המבנה למניעת גשרים תרמיים, הצללות, שימוש במכשירי חשמל חסכוניים בעלי דירוג אנרגטי גבוה, שימוש בתאורה חסכונית, מערכת מיזוג סולארית, מערכת לאגירת אנרגיה משולבת במערכת קרינת לילה. כל המערכות תוכננו ושולבו במבנה על מנת להפחית את התלות בחשמל.

אחת מהמערכות הסולאריות פאסיביות במבנה היא חלון העונות. מערכת זו פותחה בשיתוף פעולה בין אקדמיה ותעשייה מקומית. החלון עוצב על מנת לשפר את הנוחות התרמית בתוך המבנה בהתאם לעונות השנה והוא מאפשר שני מצבים עיקריים, מצב חורף ומצב קיץ, המשתנים באמצעות ציר סיבובי. במצב "קיץ" החלון מסלק את החום המצטבר בין הזכוכיות ואילו במצב "חורף" החלון שומר על החום שהצטבר בחלל הפנים.

אסטרטגיית בקרת האקלים במבנה מבוססת על מסה תרמית המושגת ע"י שימוש במאגרי מים ומשלבת מספר מערכות ביניהן **מערכת מיזוג אוויר סולארית** שהיא פרי פיתוחה של חברת סטארטאפ ישראלית ומיושמת לראשונה במבנה אמת. המערכת מבוססת על אנרגיה סולארית. עקרון הפעולה שלה הוא חימום של מכל מים על-ידי קולטים תרמו-סולאריים. המים החמים מפעילים טורבינה המפעילה מדחס המעניק אנרגיה זמינה להפעלת מערכת המיזוג.

מערכת נוספת היא מערכת PCM, לאגירת אנרגיה שמטרתה שמירה על טמפרטורה נמוכה במאגר המים הקרים. המערכת מורכבת ממחליף חום הטבול בחומר המשנה מצב צבירה בטמפרטורה של 18 מעלות צלסיוס, תכונת החום הכמוס של החומר מאפשרת לייצב את הטמפרטורה במאגר המים. מערכת ה-PCM פועלת בשילוב עם **"קולטי קרינת לילה"** המשחררים חום אגור לחלל. האנרגיה שמייצרת המערכת רתומה לסחרור המים דרך צינוריות דקיקות, פעולה המצננת אותם. בתום הסחרור מושבים המים למאגר המים הקרים.

כל חזיתות המבנה מנוצלות לטובת ייצור אנרגיה על-ידי טכנולוגיות שונות. על גג המבנה מותקנים פאנלים פוטו-וולטאים וקולטי שמש תרמו-סולאריים, הגג המשופע צפונה משמש לפליטת אנרגיית חום. בחזיתות הדרומית, המזרחית והמערבית מותקנות זכוכיות סולאריות (BIPV) שהן גם מייצרות חשמל וגם מסייעות בריכוך ופיזור עוצמת האור החודרת לחלל הפנים.



נתוני צריכת האנרגיה הנדרשת (סימולציות אלו נעשו באמצעות תכנת eQuest-i Design Builder):

- מכשירי חשמל: 21 קוט"ש ליום.
- תאורה: 0.94 קוט"ש ליום.
- קירור חימום: 8.4 קוט"ש ליום.
- קירור הבית במהלך הכנת ארוחת ערב בשעה 19:00 בערב: 7.05 קוט"ש מקסימום.
- קירור הבית במהלך היום: 3 קוט"ש מקסימום.

סה"כ צריכת אנרגיה:

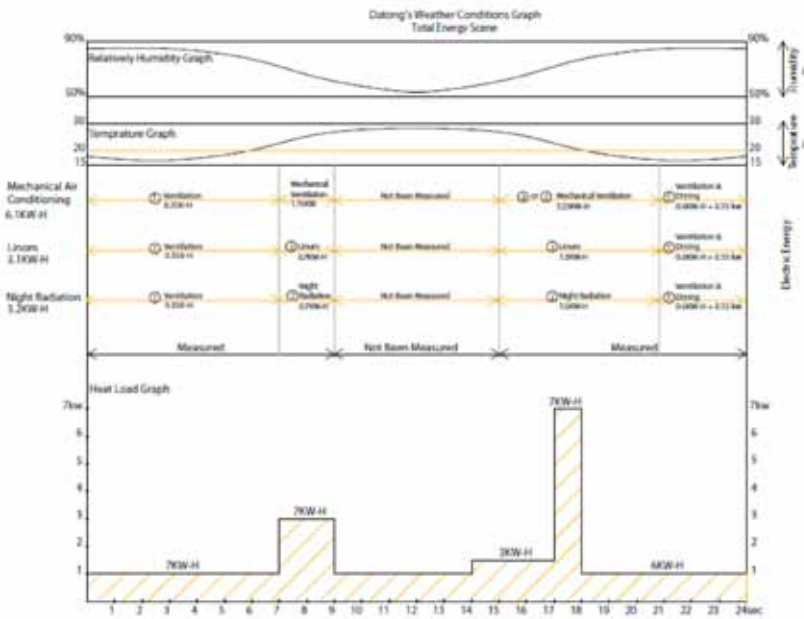
- תכנת Design Builder: 30 קוט"ש ליום במהלך ימי התחרות.
- תכנת eQuest: 22.7 קוט"ש ליום במהלך ימי התחרות.

סה"כ ייצור אנרגיה: 41 קוט"ש ליממה





בית פרטי מאופס אנרגיה (Zero Net)



תנאי מזג האוויר בעיר דטונג שבסין - תרחישי האנרגיה הכוללים



הערכת צריכת האנרגיה החודשית (באדיבות חברת סולאר-אדג').
המסומן באדום הוא חודש אוגוסט בו מתקיימת התחרות.



תאורה

במהלך שעות ההארה חודר אור טבעי מבעד לזוגיות המאפשרות חדירה של 70% מהאור הטבעי. מעטפת מזכוכית BIPV (יצרנית אנרגיה) מחדירה אור מרוכך ומפוזר ומסייעת ביצירת אסתטיקה ארכיטקטונית בנוסף לתחושת פרטיות. הארה מלאכותית בחלל הפנים מסופקת על-ידי נורות מסוג LED בגוון צהוב. הארה מלאכותית של חללי החוץ נעשית על-ידי גופי תאורה סולאריים שהפעלתם משלבת חיישני נוכחות. לגופי התאורה יש נצילות אנרגטית של 17% והם בעלי יכולת הארה של 12 שעות לאחר טעינה של 8 שעות.

מים

בתכנון המבנה הושם דגש על שימוש חסכוני במים שפירים במים שפירים הביאו בהתקנת מערכת דיגיטלית במקלחת המאפשרת יציאת מים רק לאחר שהגיעו לטמפרטורה הרצויה, התקנת מיכלי הדחה חסכוניים בשירותים הצורכים 2.7 ליטר להדחה, התקנת מגבילי לחץ בכל הברזים, שימוש במכונת כביסה ומדיח כלים בעלי דירוג חיסכון מים גבוה וכן שימוש במים ממתקן ייבוש הכלים לטובת השקיית צמחי התבלין שבמטבח.

קרקע

קונסטרוקציית המבנה היא מפלדה קלה המורכבת על גבי בסיסי פלדה מוגבהים, קונסטרוקציה זו מאפשרת את הרכבתו ופירוקו הקלה של המבנה לטובת שינוע לאתר התחרות וכן לא מצריכה חפירה.





בית פרטי מאופס אנרגיה (Zero Net)

חומרים

צמצום השימוש בחומר: קונסטרוקציית המבנה מורכבת משלדת פלדה דקת דופן. הרכבתה נעשתה בבנייה יבשה המצמצמת שימוש בחומר וכן בייצור פסולת.

שימוש בחומרים מקומיים: זכויות סולאריות של חברת סולאראור ושל חברת פיתגורס, פאנלי פח מבודדים של חברת אופק מתכות.

שימוש בחומרים ממוחזרים: קונסטרוקציית פלדה קלה, פיבר צמנט (30%), גרגרי פוליסטרין.

שימוש בחומרים מתחדשים: לוחות במבוק מיערות משקיים.

שימוש בחומרים בעלי תו ירוק: צמר זכויות של חברת ZUCAM, לוחות גבס של חברת אורבונד, זגוגיות של חברת ppg.



פסולת

בחצר הבית מוקם קומפוסטר לטיפול בפסולת אורגנית רקבובית והפיכתה לדשן עבור צמחי התבלין. כמו-כן הוצבו מספר פחים לטובת מיחזור פלסטיק, פחיות, זכויות ונייר.

ניהול

שיטת הבנייה היבשה מצמצמת ייצור פסולת בניין. כמו-כן הבנייה על בסיסי פלדה מוגבהים מייתרת את הצורך בחפירה ולפיכך לא מייצרת עודפי עפר או אבק.

מעט הפסולת שנוצרה במהלך הבנייה נוצלה לצרכי הפרויקט; חיתוך אותיות שם הקבוצה מפחת פיברצמנט ו-HPL, בניית דלפק קבלה משאריות HPL, ריצוף בשאריות במקומות נסתרים. פסולת שלא נעשה בה שימוש הועברה לאתרים פסולת מורשים.



פיתוח נופי

מחוץ למבנה תוכננה גינת ירק ורטיקלית המטפסת על אחד מקירות המבנה. גינת הירק משמשת לגידול צמחי תבלין ומאכל ונשתלו בה צמחים שאינם אלרגנים ושאינם קוצניים. למערכת השקייה הותקן קוצב מים לבקרת השקייה בהתאם לעונות השנה.

קהילה, חברה וחינוך

מטרתו העיקרית של הפרויקט, מלבד ההשתתפות בתחרות הבינלאומית, היא העלאת המודעות לבנייה בת קיימא בישראל. בתום הבנייה בארץ, נחנך המבנה בטקס רב משתתפים ובנוכחות השר להגנת הסביבה, והוא זכה לחשיפה רחבה בקרב אנשי מקצוע והקהל הרחב. כמו-כן זכה המבנה לחשיפה תקשורתית בכלי המדיה השונים, נכתב עבורו מדריך בנייה מקיף על-ידי חברי הקבוצה ואתר אינטרנט של הנבחרת פעיל ונגיש לקהל הרחב

www.israel-sd2013.com



ILGBC
המועצה הישראלית
לבנייה ירוקה

יגאל אלון 155,

תל-אביב, מיקוד 67443

טלפון 03-7365498,

פקס 03-7365496

הפרויקט מומן על-ידי: המשרד להגנת הסביבה, משרד האנרגיה והמים, משרד החוץ, קק"ל, חברת מליסרון, חברת אינדן והמוסדות האקדמיים **המשתתפים**; שנקר - בית-ספר גבוה להנדסה ועיצוב, בית הספר ללימודי הסביבה על-שם פורטר - אוניברסיטת תל-אביב, החוג לעיצוב פנים במסלול האקדמי המכללה למנהל, המרכז האקדמי ויצ"ו חיפה.





Sponsorship ספונסרים

Platinum					פלטינום	
 Ministry of Environmental Protection						
Gold					זהב	
					 In association with the Israel Electric Company	
Silver					כסף	
					 This project is funded by the Ministry of Energy and Water	
Construction Contractors					קבלני ביצוע	
Suppliers					ספקים	
Consultants					יועצים	

לניר וישקין מהנדסים בע"מ - אבנר וישקין - מהנדס ראשי // ליבני מהנדסים, שעה גלינסקי - מהנדס תכנון // נש מהנדסים - יועץ אינסטלציה // יובל טיקטין - יועץ חשמל // עופר קאופמן - יועץ זיגוג // מיכאל אנגלר - פרוייקטים והנדסה BIM // LOW ENERGY STUDIO מיכאל לוי- יועץ אנרגיה // DESIGN BUILDER SOFTWARE // ד"ר רבקה ויטל - יועצת תאורה // לילך רז - סימולציות אנרגטיות // פרופ' אביתר הראל - יועץ בנושאי אנרגיה // ד"ר יואב רוקמן - יועץ בנושאי אנרגיה // אבי ברגר - יועץ בנושאי אנרגיה // רונן גיסר - יועץ בינוי // רימה ורפי חן-גרציני - יועצי בטיחות // הנרי הראל - יועץ תהליכים // תמר לובלסקי - נגישות, מת"ס ושירות // טוטם - יועץ הדמיה // אופטימל אי מערכות אנרגיה בע"מ - יועץ התקנת מערכות // דוד שירו - יועץ תכנון לוח חשמל // מבט טכנולוגיות בתלת מימד בע"מ - מדידות וסריקת לייזר // איתמר חלאוה - יועץ קולינרי // ארן - אוכל טוב - יועץ קולינרי