

## בנייה ירוקה מקרה מבחן



# בנייה צמודת קרקע ברמת רזיאל

שלושת הבתים הפרטיים במושב רמת רזיאל תוכננו ונבנו תוך התחשבות והבנה של תנאי האקלים ותוואי הנוף המקומיים במטרה למצות את השימוש בטכניקות פאסיביות לתפעול הבתים ולמזער את השימוש במערכות אקטיביות. בין המערכות הפאסיביות ניתן למנות: חימום וקירור פאסיבי, בידוד תרמי, אוורור נוחות, תאורה טבעית, חיסכון במים על-ידי איסוף מי נגר, שימוש בטכנולוגיות מים חכמות פרי פיתוח ישראלי ועוד. במהלך הבנייה נעשה ניצול מרבי של חומרי החפירה תוך מזעור הפגיעה בנוף, נעשה שימוש בחומרים ממוחזרים ומקומיים ובפסולת הבנייה.



### רקע

משלב התכנון הושם דגש רב, בזכות ההיכרות עם הסביבה, על תכנון בתים המשתלבים בנוף ובאקלים המקומי. ניתוח של תנאי האקלים לרבות: טמפרטורה, לחות יחסית, משטר רוחות, עוצמת קרינת השמש וכמות המשקעים איפשר ליישם מערכות פאסיביות ואקטיביות המביאות לחיסכון משמעותי במשאבים, דבר הבא לידי ביטוי בעלויות תפעול שוטפות.

### איכות אוויר פנים מבנית

לטובת בידוד תרמי של מעטפת המבנים נעשה שימוש בשיטת בנייה חדשנית הנקראת ICF (Insulating Concrete Forms) העושה שימוש בתבניות פוליסטירן ליציקת קירות בטון. התבניות נותרות קבועות לאחר היציקה ומהוות בידוד תרמי חיצוני, בחלק הפנימי של היציקה מיושם חיפוי איטונג. מערכת קיר זו מספקת בידוד תרמי חיצוני למסה תרמית הקבועה במעטפת ובכך מאפשר לשמור על יציבות תרמית בחללי הפנים התורמת לתחושת הנוחות ומקטינה את הצורך באקלום אקטיבי.

שלושת הבתים מספקים אוורור טבעי המעניק נוחות לדיירים הודות לניתוח השפעת הסביבה על המבנה ובאמצעות חלוקת פנים מדוקדקת וקביעה מחושבת של מיקום החלונות.

במבנה בעל שתי קומות נקבעו חלונות אוורור בסמוך לתקרת גרם המדרגות. גרם המדרגות משמש כארובה דרכו עולה האוויר החם ומתנקז החוצה דרך הפתחים הגבוהים. אפקט הארובה מייצר קריאה של אוויר טרי וקריר מתחתיתה ובכך מתאפשרת תחלופת אוויר תוך כדי סילוק חום.

בכל חדרי המגורים נקבעו שני חלונות, החלונות קבועים במקביל או בניצב זה לזה באופן המאפשר זרימת אוויר מפולשת המגבירה את תחלופת האוויר הטבעי. בנוסף, 80% מהחלונות הם מסוג "גילויטינה" הניתנים לפתיחה עליונה ו/או תחתונה. פתיחת חלקו התחתון של החלון במעלה הרוח השלטת ופתיחת חלקו העליון של החלון הנגדי במורד הרוח מאפשר ניקוז של אוויר חם מחלל הפנים בזכות זרימה טבעית של אוויר. לפחות חלון אחד בכל חדר פונה לכיוון הרוח השלטת (צפון או מערב). בכיוון זה לא נעשה שימוש בריצוף כהה ובחיפוי קרקע כהים על-מנת לצמצם את כמות החום הנפלטת מהקרקע שעשויה למצוא את דרכה לפנים החלל. במפנים אלו נשתלה צמחייה נמוכה המצילה על הקרקע ואינה מונעת זרימה של אוויר טבעי.

### אנרגיה

לטובת מיצוי טכניקות פאסיביות וליעילות השימוש במערכות קירור וחימום אקטיביות נערך ניתוח אקלימי אזורי. הטכניקות הפאסיביות כוללות בידוד תרמי של המעטפת, שימוש במסה תרמית בקירות וברצפות, חימום פאסיבי, יישום חלונות מבדודים והצללה.

<b>דרוג ירוק</b>	מצטיין לפי ת"י 5281 - גרסת 2005
<b>סוג פרויקט</b>	מבנה מגורים - צמודי קרקע
<b>מיקום</b>	מושב רמת רזיאל, מטה יהודה
<b>שטח בנוי</b>	שני בתים בשטח 140 מ"ר ובית שלישי בשטח 160 מ"ר
<b>מספר מבנים</b>	3
<b>יזם</b>	גיל יניב
<b>אדריכל בנייה</b>	גיל יניב ויהודה לוי
<b>שרותי הנדסה</b>	יהודה לוי אדריכלות פיקוח והנדסה
<b>מנהל הפרויקט</b>	גיל יניב
<b>יעוץ סביבתי</b>	גיל יניב
<b>אכלוס</b>	נובמבר 2012





## בנייה צמודת קרקע ברמת רזיאל

**בידוד המעטפת ומסה תרמית:** על-ידי טכנולוגיות הבנייה ICF (Insulating Concrete Forms) העושה שימוש בתבניות פוליסטירן ליציקת קירות בטון. התבניות נותרות קבועות לאחר היציקה ומהוות בידוד תרמי חיצוני, בחלק הפנימי של היציקה מיושם חיפוי איטונג. חתך הקיר החיצוני הוא קלקר-בטון-איטונג המעניק ערך בידודי גבוה ( $R=2.36$ ), וכן ומסה תרמית פנימית.

הגגות נבנו בשיטת "גגות הפוכים" ואף הם בעלי ערך בידודי גבוה ( $R=2.56$ ), על גביהם פוזרו חלוקי נחל בהירים המקטינים את ספיגת החום על-ידי המשטח והעברתו לחלל הפנים. הרצפות עשויות ממדה מתפלשת (בטון מוחלק) אשר מעלה את כמות המסה התרמית של המבנים ומאפשרת ספיגת חום.

**חימום פאסיבי** קביעת חלונות דרומיים גדולים עם זיגוג כפול מאפשר חדירת קרינת שמש ישירה בחורף. השמש נספגת ברצפות ומוחזרת לחלל בצורת גלי חום.

**חלונות מבודדים:** נעשה שימוש בפרופיל חלונות המורכב משני חומרים שונים; אולטרקס ועץ. שילוב של שני חומרים מונע יצירת גשר תרמי הגורם לאיבוד חום. בנוסף, הזגוגית הינה בידודית בעובי 19 מ"מ (חתך 4-11-4), במרווחים הוחדר גז ארגון המגביר את הבידוד, והיא מצופה בציפוי Low-e. הציפוי מונע חדירת קרינה בתחום האינפרא-אדום תוך שהוא מאפשר חדירה של קרינה בתחום הנראה הדרושה להארת חללי הפנים.

**הצללה:** החלונות הדרומיים מוצללים על-ידי פרגולות. רפפות הפרגולות נקבעו בזווית של 40 מעלות המאפשרות חדירת שמש חורפית נמוכה ועצירה של שמש קיצית גבוהה. פרגולות נוספות הותקנו מעל לפתחים המרכזיים המובילים למרפסות ולחצרות על-מנת לספק הצללה על אזורי חוץ.

הטכניקות האקטיביות כוללות שימוש במערכת מיזוג אוויר מפוצלת מסוג אינוורטר החוסכת עד 40% מצריכת האנרגיה בהשוואה למערכת מיזוג קונבנציונלית.

מכשירי חשמל פולטי חום כגון מכונת כביסה ומייבש כביסה מוקמו בחדר נפרד והם מצוידים במערכת פאסיבית להוצאת האוויר החם דרך פתח פליטה בתקרה.

תנור הבישול והכירה מוקמו בצמוד לחלונות המטבח על-מנת לאפשר ניקוז אוויר חם. על צינור המים הראשי הותקן מתקן למניעת הצטברות אבנית בצנרת.



### תאורה

בשלושת הבתים תוכננו פתחים המאפשרים הארת החלל באור טבעי וצמצום השימוש בתאורה מלאכותית. נורות התאורה שהותקנו במבנים הן מסוג LED ו-PL. סה"כ צריכת כל החשמל למאור (כ-30 נורות) בכל בית אינו עולה על 200 וואט שעה (כשתי נורות רגילות).

### מים

בשלושת הבתים הושקעו מאמצים לחיסכון במים שפירים, איסוף מי נגר וטיפול במים אפורים.

**חסכון בצריכת מים שפירים:** הותקנו מיכלי הדחת אסלות דו כמותיים, מגבירי לחץ (חסכם), ראשי מקלחת חסכוניים המכילים ווסת מגביל ספיקה. נשתלה צמחיה מקומית וחסכונית במים ללא שטחי דשא. למערכת השקיה בגינה הותקן קוצב גינה האחראי על השקיה מבוקרת בהתאם לצורך ולעונת השנה.

**איסוף מי נגר:** מתחת לכל אחד מן הבתים נבנו בורות מים בנפח של 35-50 קוב האוגרים מי גשם שמקורם בשטחי הגגות, המרפסות, החצרות המרוצפות ומי עיבוי מזגנים. המים האוגרים משמשים להדחת אסלות ולמכונות הכביסה. על-פי הערכה, כמות המים הנאגרים תספק את צרכי הדחת האסלות והפעלת מכונות הכביסה למשך 8 עד 10 חודשים.

**טיפול במים אפורים:** בוצעה הפרדת צנרת של מי דלוחין ומי קולחין. מי הדלוחין (מים אפורים) מופנים למערכת טיהור, אשר בסופה משמשים המים להשקיית עצים ושיחים במגרש.





## בנייה צמודת קרקע ברמת רזיאל

### קרקע

טרם הבנייה, נערך במגרשים סקר היסטורי שכלל איסוף מידע על שימושים קודמים בקרקע, אשר שלל חשד לנוכחות מזהמים בקרקע.

הבתים נבנו בשני מפלסים באופן המשתלב עם תוואי הקרקע הטבעי, קומת המסד מטושטשת בפיתוח הנוף באופן המייצר השתלבות ויזואלית מרבית עם הסביבה. כמו-כן, קירות התמך בגבולות המגרשים אינם עולים על גובה של 1.5 מ'.

משלושת המגרשים לא הוצאה כלל קרקע חפורה, כלומר, מאזן מילוי-חפירה הינו מאופס. טרם הבנייה נבנו קירות אבן התוחמים את המגרשים באופן המונע "זליגה" של אתר הבנייה מתחומי המגרש ופגיעה בשטחים שמחוץ לגבולות המגרשים.



### חומרים

**שימוש בחומרים מקומיים:** מסלעות בגבולות המגרש נבנו מאבני לקט מקומיות שנאספו באזורים מופרים ובצידי שטחים חקלאיים. מקור חלוקי הנחל שפוזרו על הגג הוא בשאריות מחצבה מקומית נטושה.

**חומרים ממוחזרים:** נעשה שימוש בדלתות ישנות לטובת דלתות הפנים.

**חומרים בעלי תו ירוק:** בלוקים - איטונג אשקלון, טיח סלע - תרמוקור, צבעים על בסיס מים - טמבור, חומרי איטום - פזקר, צמר מינרלי - איזוקם, קירות גבס - אורבונד, תערובות יבשות לבנייה - כרמית מיסטר פיקס.



### פסולת

בשלושת הבתים בוצעה הכנה להפרדת פסולת ביתית למספר זרמים בהתאם לאלו המטופלים במרכז המחזור בישוב וכן נבנו בחצרות קומפוסטרים למחזור פסולת אורגנית.

### ניהול אתר בנייה

כל פסולת הבנייה נוצלה ומוחזרה, בתהליך הבנייה לא נוצרה כלל פסולת להטמנה; פסולת אבן, בטון ואריחים שימשה כחומר מילוי לתשתית החנייה, עודפי המתכת נמכרו, שאריות העץ שימשו את מדורות ל"ג בעומר של ילדי הישוב, פלסטיק, קרטון ונייר הועברו למיכלי המחזור המקומיים והפוליסטירן הוחזר למפעל לטובת מיחזור. בשלושת המגרשים לא נוצרו עודפי עפר כתוצאה מחפירה. עודפי החציבה שימשו לבניית קירות התמך בגבולות המגרש.

### פיתוח נופי

נשתלה צמחיה מקומית וחסכונית במים (מתוך רשימת "צמחים חסכניים במים" של משרד החקלאות) ללא שטחי דשא. נבחרו צמחים שאינם אלרגנים ושאינם קוצניים.

בתור אדמה גננית נעשה שימוש באדמת הר מקומית בתוספת כמות דשן רבה (כ-30 ליטר קומפוסט למ"ר) על מנת לחסוך שימוש במשאבת דשן.

שבילים חופו בחלוקי נחל ובשבבי עץ על מנת לאפשר חלחול מי נגר.

למערכת ההשקיה הותקן קוצב האחראי על השקיה מבוקרת בהתאם לצורך ולעונת השנה.

### קהילה, חברה וחינוך

מתחילת הבנייה מהווים הבתים מוקד עלייה לרגל למתעניינים בבנייה ירוקה. הבתים משמשים פלטפורמה להרצאות בכנסים, להדרכה ומתן ייעוץ לאנשי מקצוע בתחומי המועצה המקומית במטרה לקדם את נושא הבנייה הירוקה בישראל.



**ILGBC**  
המועצה הישראלית  
לבנייה ירוקה

יגאל אלון 155,  
תל-אביב, מיקוד 67443  
טלפון 03-7365498,  
פקס 03-7365496

סייעו בהכנת המסמך: גיל יניב, מתכנן ערים ומלווה בנייה ירוקה.

