

בנייה ירוקה
עקרונות לחימום וקירור פאסיבי

מגישה : אדריכלית אביגיל דולב

1 הקדמה

תכנון בנייה אחראי כלפי הסביבה (הנקרא לעתים ארכיטקטורה "בת קיימא" או "ירוקה") מעודד נצילות אנרגיה באמצעים של חישוב עלות מחזור חיים של מעטפת הבנייה והמערכות המכניות, ניצול מרבי תוך מניעת דלדול משאבי הטבע, מיחזור ושימוש בחומרים הניתנים למיחזור¹. חימום וקירור פאסיבי במבנים מונע דלדול משאבי הטבע ובכך תואם להגדרת הבנייה הירוקה. קיימות דרכים רבות להפוך מבנה ל"ירוק", כגון שימוש בתאים פוטו-אלקטריים לייצור חשמל או התקנת מערכות לאגירת מי גשמים או מחזור מי הביוב, אך במאמר זה אתמקד בשיטות לקירור וחימום המבנה באופן פאסיבי, כלומר ללא צריכת אנרגיה.

2 אסטרטגיות תכנון קירור וחימום פאסיבי במבנה

2.1 כללי

חימום וקירור פאסיבי של מבנים מתבצע באמצעות שני נתוני אקלים עיקריים: השמש, המאפשרת אגירת אנרגיה סולארית במסה התרמית של המבנה ורוחות, העוזרות באווורור וקירור המבנה במשך ימות הקיץ. על מנת להבין את עיקרון החימום והקירור הפאסיבי יובא להלן סקירה קצרה הדנה במסה התרמית במבנה, מסלול השמש ותכנון יעיל של חלל המגורים.

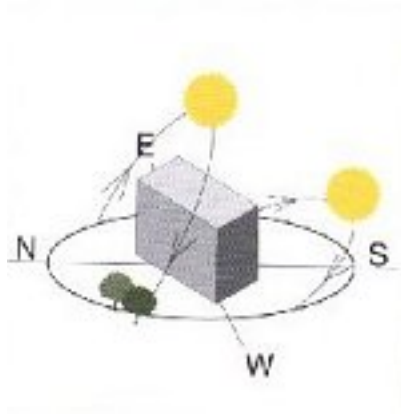
2.1.1 מסה תרמית

מסה תרמית היא במובן הכללי כל מסה שיכולה לקלוט ולאגור חום. שני הגורמים העיקריים המשפיעים על המסה התרמית הם מימדי המבנה, ובעקר עוביו, והחומר ממנו בנוי. בהקשר של בניה ירוקה, מסה זו תעזור לנו לאגור חום בזמן שרוצים מבנה קריר ושחרורו בזמן שרוצים במנה חמים. ככל שהמסה התרמית של המבנה גבוהה יותר (למשל בטון), כך יעילה יותר אגירת האנרגיה הסולרית והולכת האנרגיה כחום. על מנת לשמר את אנרגית השמש הנאגרת במסה התרמית, יש להשתמש בבידוד הממוקם בצד החיצוני של הקיר. מחקרים שהתבצעו ע"י ה-BRE ("Building Research Establishment" UK), מראים כי מבנים המבודדים היטב, האנרגיה הנשמרת בתוך המעטפת שלהם, משתווה ל 50% מכמות האנרגיה הנצרכת במשך 25 שנה (Research Group, 1999).

2.1.2 מסלול השמש במשך השנה

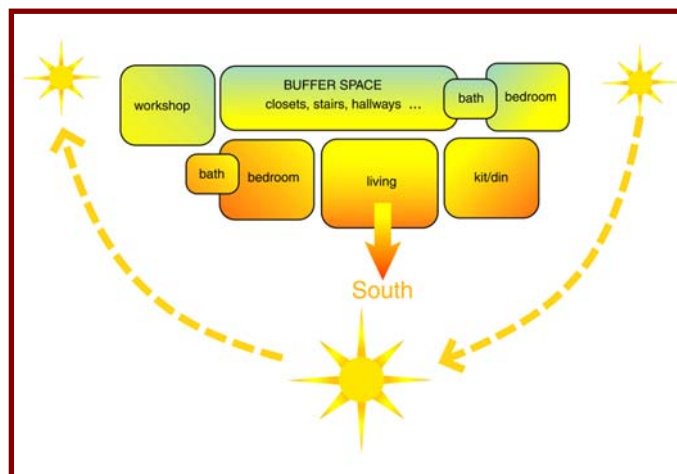
מסלול השמש שונה בין ימות החורף לימות הקיץ. שוני זה מתבטא בכמות שעות האור, ובזווית פגיעת קרני השמש בארץ. תכנון נכון מאפשר ניצול שוני זה לטובת חימום המבנה בחורף, והקטנת חימומו בקיץ. איור 1 בהמשך מדגים את מסלול השמש השונה בחורף ובקיץ.

¹ מתוך אתר המשרד להגנת הסביבה (www.sviva.gov.il)



2.1.3 תכנון חלל המגורים

סוגיות של מיקרו אקלים במבנה, העוסקות בחימום וקירור פאסיבי, הן על ידי השמש והן על ידי צריכת אנרגיה, חייבות לבוא לידי ביטוי בתכנון המוקדם של המבנה. במושגים של חימום וקירור, המצב האופטימלי של תכנון המבנה הוא כך, שכמה שפחות איבוד אנרגיית חום בזמן תקופת החימום (בחורף), ואגירת אנרגיית חום בכמות מינימלית בתקופת הקירור (בקיץ). המבנה צריך להיות ממוקם ממזרח למערב, כך שהוא חשוף כמה שיותר בחזיתו הדרומית, על מנת למקסם אגירת חום מאנרגיית השמש במשך החורף.

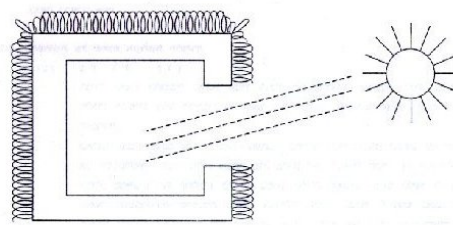


איור 2 - תכנון יעיל של חלל המגורים לחימום וקירור פאסיבי של המבנה
(Energy Research Group, 1999)

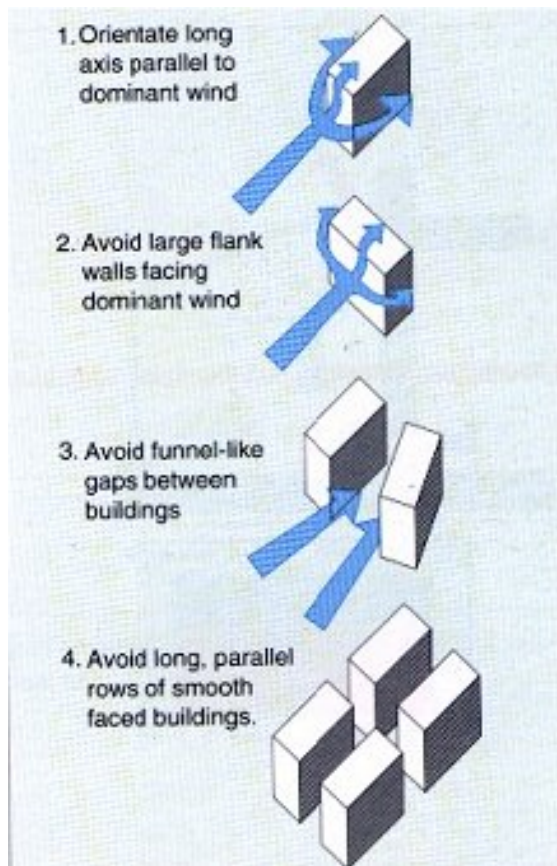
2.2 חימום פאסיבי במשך החורף

2.2.1 אגירה ישירה של אנרגיית השמש

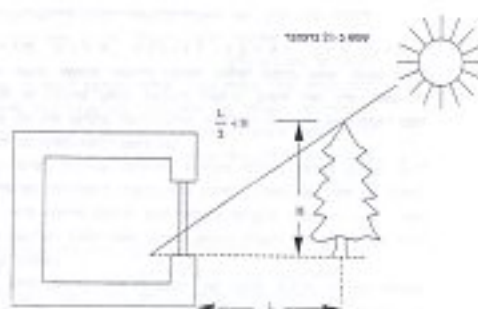
האמצעי העיקרי בחימום פאסיבי של המבנה הוא אגירת חום על ידי אנרגיה סולארית. כך, שיש לתת דגש תכנוני על פתיחת חלונות גדולים בחזית הדרומית של המבנה (איור 3). את אלמנט הרוח שהוא אלמנט מקרר בחורף, ניתן להפחית על ידי אוריינטציה נכונה של המבנה (איור 4), או על ידי צמחייה ומבנים סמוכים (איור 5).



איור 3 - החלון כאלמנט לאגירת אנרגיה סולארית במבנה
(Doboskin et al, 1989)



איור 4 - אופן זרימת רוח בין בניינים, ומיקום המבנים להקטנת אפקט הקירור ע"י הרוח
(Energy Building Group, 1999)



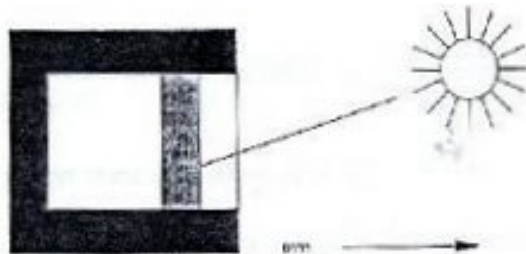
עיקרון החימום הפאסיבי על ידי אנרגיה סולארית מתבסס על התכונה הפיסיקלית שחום "זורם" למשטחים קרים. מאחר שמסת קירות ורצפות המבנה קרים יותר בבקרים החורפיים, האנרגיה הסולארית נאגרת בחומרים אלה במשך היום. מאוחר יותר, כאשר השמש שוקעת וטמפרטורת החדר יורדת, תהיה נקודה בה מסת המבנה חמה יותר מטמפרטורת החדר. האנרגיה שנאגרה במשך היום תזרום כחום לתוך המבנה. ככל שהמסה התרמית במעטפת המבנה צפופה יותר, כך תגדל כמות האנרגיה הנאגרת.

היתרון בטכניקה זו: אגירת אנרגיית השמש באופן ישיר היא טכניקה זולה ללא עלויות נוספות שכן, אנרגיית השמש היא אנרגיה זמינה לאורך זמן.

חסרונות טכניקה זו: פתיחת חלונות בחזית הדרומית של המבנה, מהווים עקב אכילס במשך הקיץ. פתרון לבעיה זו היא הצללת החזית הדרומית בקיץ ושימוש באוורור בערבים הצוננים. כמו כן, את קירות המבנה המשמשים כמסה תרמית במשך החורף, לאגירת חום, יש לצבוע בצבע בהיר, על מנת לאפשר את החזרת קרני השמש הארוכים בקיץ.

2.2.2 אגירה בלתי ישירה של אנרגיית השמש

בטכניקה זו, אנרגיית השמש נאגרת על ידי מסה כלשהי ולא באמצעות חלונות דרומיים. כלומר, על ידי "קיר אוגר" (Trombe), הפונה לדרום. צבעו של הקיר הנו שחור ובחלקו החיצוני ממוקמת זכוכית להגברת אפקט החממה (איור 6). הקיר אוגר את האנרגיה הסולארית ופולט אותה לתוך חלל המבנה על ידי "הסעת חום" (convection).



איור 6 - קיר אוגר (Deboskin, 1989)

שתי יתרונות עיקריים בטכניקה זו:

1. הפרדה מוחלטת בין החלל האוגר לחלל המגורים של המבנה. הפרדה זו יכולה למנוע סנוור על ידי אגירת שמש באופן ישיר באמצעות חלון.
 2. המסה התרמית מוליכה את החום לתוך המבנה לאחר כמה שעות.
- חיסרון שיטה זו:** במערכת אגירת חום בלתי ישירה, הובלת אנרגיית חום נמוכה יותר מאשר הובלת אנרגיית חום באגירה ישירה. כמו כן, הצבע השחור של הקיר האוגר הוא מכשול עיקרי במשך הקיץ. לכן, בקיץ יש להצל קיר זה לחלוטין.

2.2.3 פעולות אופרטיביות לחימום פאסיבי במשך החורף:

- מקסום אגירת אנרגיה סולארית באמצעות החזית הדרומית.
- שימוש בטכניקות שונות להפחתת אפקט הקירור מרוחות.
- מיקום בידוד בצד החיצוני של מעטפת המבנה.
- מניעת "בריחת" חום מתוך המבנה (Infiltration), על ידי איטום יעיל של חלונות המבנה.
- שימוש במסה תרמית גבוהה במעטפת המבנה לאגירה יעילה של אנרגיה סולארית, ושחרורה כאנרגיית חום כאשר טמפרטורת החדר יורדת.
- תכנון חצר סגורה על מנת לאפשר אגירת אוויר חם סביב המבנה.

2.3 קירור פאסיבי במשך הקיץ

כאמור, במשך החורף רצוי לחשוף את החזית הדרומית כמה שיותר לאגירה ישירה ועקיפה של אנרגיה סולארית. בקיץ הפעולה הפוכה ויש לצמצם כמה שניתן את אגירת החום במבנה. הקירור הפאסיבי של המבנה במשך הקיץ מתבסס בעיקרו בהזרמת רוחות הנפוצות בערבי ולילות הקיץ והזרמתן דרך או סביב המבנה. כתוצאה מאוורור זה, המסה התרמית של קירות ורצפות המבנה מתקררים. במשך היום, כאשר טמפרטורת החדר גבוהה יותר מטמפרטורת הקירות, האוויר החם בתוך החלל זורם לכיוון הקירות הקרים, וכתוצאה מכך, טמפרטורת החדר יורדת. הקירור הפאסיבי באמצעות אוורור ורוחות, יעיל ביותר בעיקר באקלים בו יש משרע טמפרטורות גדול בין היום ללילה, כמו האקלים בנגב.

ישנן שתי טכניקות עיקריות לקירור פאסיבי בעזרת אוורור (איור 7):

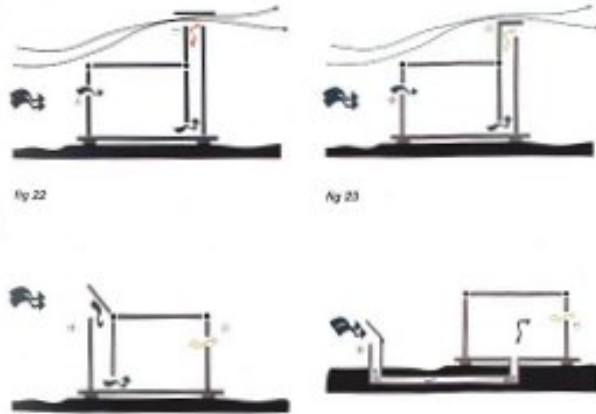
2.3.1.1 זרימת אוויר כתוצאה משינוי צפיפות האוויר בתוך המבנה ומחוץ לו

כאשר יש הבדל טמפרטורות בין פנים המבנה לחוץ המבנה, נוצר לחץ אוויר שונה ביניהם. שוני זה גורם לזרימת אוויר בתוך המבנה. על מנת להגדיל זרימת אוויר זו, יש למקם פתחים בגבהים שונים זה מול זה.

2.3.1.2 זרימת אוויר כתוצאה מזרימת רוח על ידי "מגדל רוח"

"מגדל רוח" – קונסטרוקציה אנכית אשר פתוחה בצד העליון של המבנה. פתח זה מאפשר שינוי בלחץ האוויר וניקת האוויר.

"מלקף" – סוג של מגדל רוח שהשתמשו בו עוד בימי מצריים העתיקה. הוא יעיל יותר במקומות צחיחים והוא מחליף את החלון. כאשר לחץ האוויר מחוץ למבנה נמוך יותר מאשר בתוך המבנה, האוויר זורם דרך המבנה ו"קולט" את הרוחות השכיחות באותו כיוון.



איור 7 - מגדל רוח ומלקח לקירור המבנה
(Energy Research Group, 1999)

2.3.2 פעולות אופרטיביות לקירור פאסיבי במשך הקיץ

- צמצום המשטחים הפונים לדרום על ידי הצללה.
- הצללת חזיתות המבנה במשך היום.
- מיקום הבידוד בצד החיצוני של מעטפת המבנה.
- שימוש באוויר לקירור המבנה, כאשר טמפרטורת החוץ בלילה נמוכה יותר מזו שבתוך המבנה.
- מיקום פתחי המבנה כך שהרוחות הנפוצות בימות הקיץ יזרמו דרך המבנה.
- תכנון חצר סגורה על מנת לאפשר אגירת אוויר קר סביב המבנה במשך הלילה.

ביבליוגרפיה

- Deboskin D. & Granot N. (1989) Instructor for energy conservation in residential buildings, climatic aspects, architectural planning, the fabric of the building and general design aspects, The Energy & infrastructure office, Hashav.
- Building Research Group, (1999), A green Vitruvius, principles and practice of sustainable architectural design, James & James.
- Meir I.A., Etzion I. & Faiman D. (1990), Energy Aspects of Design in Arid Zones, J. Blaustein, Institute for Desert Research, Ben Gurion university of the Negev, Ministry of Energy & Infrastructure, Israel.