

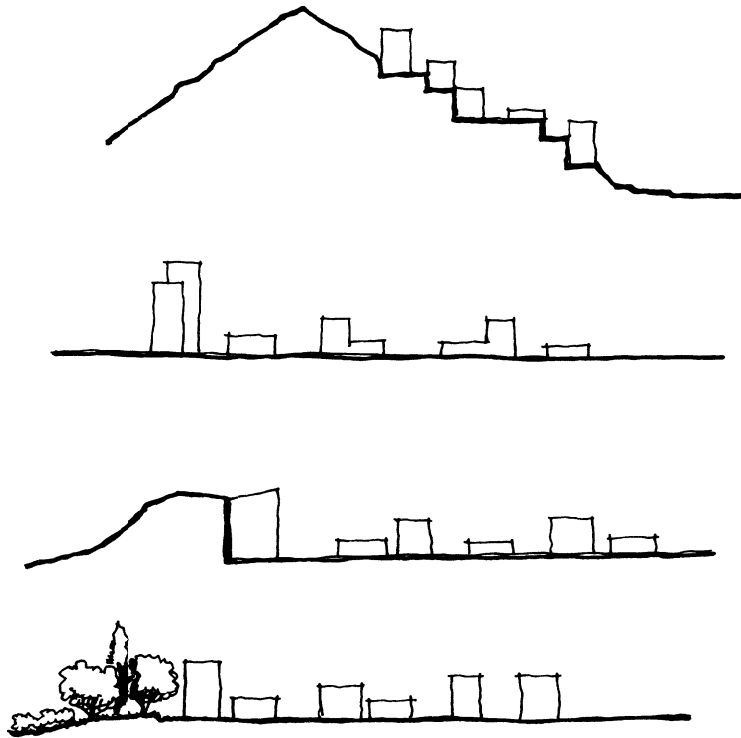
## חלק 3: השכונה ומקבץ הבניינים

3/25	<b>3.6 שטחים פרטיים פתוחים</b>
3/25	3.6.1 חצרות צמודות
3/27	3.6.2 חצרות פנימיות
3/29	3.6.3 יצירת מיקרו-אקלים בחצר
3/30	3.6.4 הגנה מפני חול ואבק
3/33	<b>3.7 שטחים ציבוריים פתוחים</b>
3/33	3.7.1 רחובות, מעברים ומדרכות
3/34	3.7.2 כיכרות
3/36	3.7.3 חניה
3/36	3.7.4 חומרי ריצוף
3/38	3.7.5 גודל
3/41	3.7.6 אחזקה
	<b>3.8 שיטות ואמצעים להגנה אקלימית בשטחים ציבוריים פתוחים</b>
3/42	
3/42	3.8.1 הורדת הטמפרטורה האופרטיבית
3/43	3.8.2 הורדת טמפרטורת אוויר-קרינה
3/44	3.8.3 סוגי הצללה
3/45	3.8.4 אלמנטי הצללה לשטחים ציבוריים
3/47	3.8.5 מעברים מקורים כחלקי בניין
3/48	3.8.6 הצללה על ידי גוונים 'עצמאיים'
3/48	3.8.7 שטחים פתוחים נרחבים
3/51	3.8.8 הצללות סלקטיביות

3/3	<b>3.1 חשיבות תכנון המבן במדבר</b>
3/3	<b>3.2 תיחום האזור המבונה</b>
3/3	3.2.1 אמצעים להגנת תחום המבן
3/4	3.2.2 היחס בין גודל המבן לבין אמצעי התיחום
3/4	3.2.3 תיחום לצורכי תחזוקה
3/5	<b>3.3 קריטריונים לבחירת האתרים למיתוח</b>
3/5	3.3.1 קרינת שמש
3/6	3.3.2 רוח - חורף וקיץ
3/8	3.3.3 קרקע ומים
3/11	<b>3.4 היבטים של גיאומטריית האתר</b>
3/11	3.4.1 זכויות שמש ונגישות שמש
3/11	3.4.2 מגדירי זכויות השמש
3/12	3.4.3 דרגות ההשיפה לשמש
3/13	3.4.4 נגישות שמש
3/13	3.4.5 קביעת גבול הצל של מבנה בשיטת 'הקווים היוצרים'
3/19	<b>3.5 היבטים של סוגי מבנים</b>
3/20	3.5.1 בתים חד-משפחתיים
3/22	3.5.2 מבנים טוריים
3/23	3.5.3 מבנים רב-קומות



ציור 3-1  
חתך עקרוני דרך מבן מתוחם



1. לפרטים נוספים ראה Rahamimoff A, 1981

### 3.1 חשיבות תכנון המבן במדבר

התכנון היישובי במדבר (עירוני, מושבי, קיבוצי) הנוגע לערים, שכונות ומקבצי בניינים (להלן יקראו בשם הכללי "מבן") שונה מאוד מהמבן היישובי בשטחים שאינם מדבריים, משום הקשיים הסביבתיים שעליהם הוא בא לענות - טמפרטורות גבוהות בקיץ ונמוכות בחורף, קרינת שמש בעוצמה חזקה במיוחד, סופות חול ואבק, לחות נמוכה של האוויר וכו'. בשל קשיים אלה, עצם ההגדרה של יישוב מדברי שונה מבחינות רבות מהמקובל באזורים אחרים, החל בהגדרת תחום היישוב-שכונה-מקבץ דרך סוגי המבן המומלצים וכלה באפיונים שונים של שטחי חוץ.

פרק זה במדריך יעסוק במספר עקרונות מהחשובים ביותר המעצבים את התכנון באזורים מדבריים. עם זאת יש לקחת בחשבון שמעט מאוד מחקרים נעשו על תפקודם והגזרתם של אזורים עירוניים במדבר, ובפרט קטן מאוד מספרם של המחקרים הכמותיים-מספריים שנעשו. מכאן נובע הקושי בהכנת מודלים תכנוניים ועזרי תכנון בנושאי התכנון העירוני באזורים מדבריים, והמתכנן חייב לסמוך רבות על אינטואיציה והבנת האזור בקבלו החלטות תכנוניות.

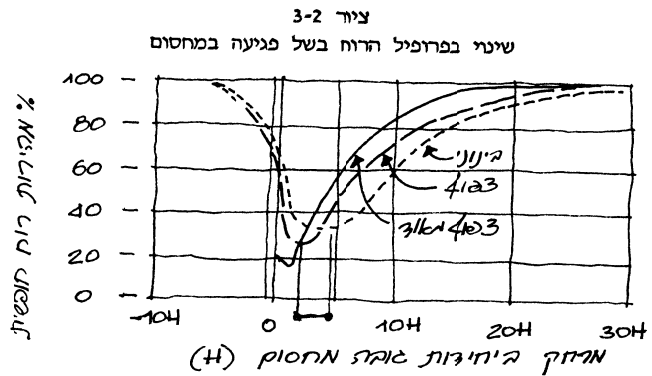
### 3.2 תיחום האזור המבונה

**תיחום האזור המבונה מאפשר הגנה טובה יותר בתוכו מפני התנאים הקשים השוררים בחוץ.**

תיחום המבן באזורים מדבריים הוא חד ומשמעותי יותר מאשר באזורים שאינם מדבריים - הוא הגבול שבין השטח המבונה והמסופל לבין שטח מדברי בלתי מטופל. על קו התיחום הזה צריכות להישבר רוחות, צריכים להיעצר ענני האבק והחול, ובתוכו יש לדאוג לתנאי חיים טובים.

#### 3.2.1 אמצעים להגנת תחום המבן

א. מבנים יכולים ליצור מעין קיר מגן (כמעט חומה) מסביב לתחום המבן. בשולי המבן רצוי למקם מבנים טוריים ארוכים, שבהם פתחים רק לצורך תנועה פנימה והחוצה מהמבן (כבישים, שבילים וכו'). מבנים על עמודים לא יענו על הצורך בתיחום. מספר הקומות במבנים התוחמים יהיה לפחות כמספר הקומות במבנים הפנימיים במתחם או יותר. המבנה עצמו יתוכנן כך שפתחיו הגדולים יפנו אל פנים המבן, כדי שפנים הבניין עצמו לא ייחשף לתנאים החיצוניים הקשים (1).

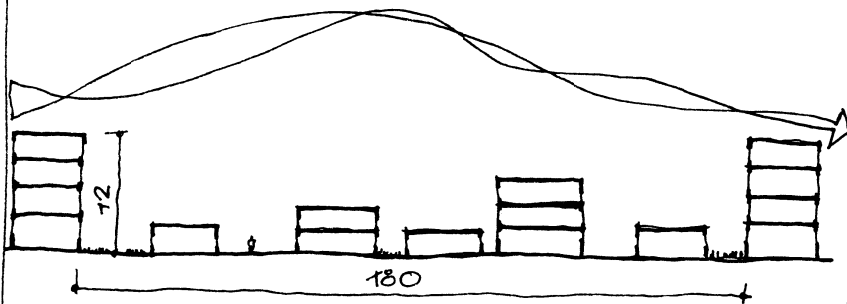


מבני מתנחם במבנים טוריים בגובה 4 קומות (12 מ'). יש להוריד מהירות הרוח בתוך המבני ל-50% ממהירות הרוח מחוצה לו.

מהצורך ניתן לקבל את היחס בין גובה האלמנט התנחם לגבול ההשפעה שלו. בתנאים הנדרשים, 50% ממהירות רוח, יחס זה הוא 1:15; כלומר: תחום ההשפעה הוא 180 מ'. בכיוון ניצב לרוח.

הערה: הנתונים מהצורך הם עבור מחסום אטום ברוחב קטן. באין נתונים אחרים ניתן להשתמש באלה בהנחה שאי-דיוקים מסוימים אפשריים.

ציור 3-3  
יחסי גובה מחסום ושטח מוגן במבני



2. סוגי צמחייה עמידים ביובש ובמליחות מופיעים בנספח 3.

ב. צמחיה - עצים רחבי צמרת ושיחים מתחתם יתחמו את המבני בצורה הטובה ביותר האפשרית ע"י צמחייה. בתכנון צמחייה זו יש כמוכן להתחשב בצריכת המים הדרושה לגידולה (2).

ג. סוללות עפר מתאימות להגנה על מבנים נמוכים בלבד בשל כמויות העפר הגדולות מאוד הדרושות לצורך בניית סוללה גבוהה.

לצורך תיחום מבנים אפשר כמוכן ליצור שילוב בין שיטות התיחום השונות, כלומר להשתמש במבנים, בצמחייה ובסוללות עפר.

### 3.2.2 יחס בין גודל המבני לבין אמצעי התיחום

קיים יחס בין גודל המבני המוגן לבין סוג האלמנט התנחם ואפיונו (אורך, גובה, רוחב, אטימות). לכל אלמנט תחום מוגבל אשר בו ניכרת השפעתו בבלימת סופות חול, האטת רוחות וכו'. כדי להגן על מבני הגדול מתחום ההשפעה של אלמנט תחום, יש לחלק את המבני לתת-מבנים, אשר המרחק בין האלמנטים התנחמים שלהם יהיה קטן מאשר תחום ההשפעה של אותם אלמנטים.

### 3.2.3 תיחום לצורכי תחזוקה

לתיחום המבני גם חשיבות מבחינת תחזוקת התשתית והפיתוח. תנאי המדבר אינם מאפשרים (כלכלית וטכנית) לפתח תשתית הנדסית, גינון, הצללה וכו' בשטחים גדולים. הניגוד בין התנאים החיצוניים הבלתי מטופלים לבין התנאים הנדרשים בתוך המבני הוא גדול. יש אפוא לתחם ברורות את השטח המטופל, ולא לתת לו 'לגלוש' בצורה בלתי מבוקרת אל השטח החיצוני.

### 3.3 קריטריונים לבחירת האתרים לפיתוח

בחירת אתר נעשית תוך התחשבות במספר גורמים סביבתיים (סוגים ותצורות של קרקע, חי וצומח, מים, שמש ורוח). תכנון המתחשב בגורמים הסביבתיים השונים מאפשר יצירת סביבה מבונה תוך פגיעה מינימלית בסובב ובתהליכים שבו מחד גיסא, ועשוי להקטין את הצורך בתשומת האנרגיה הדרושה לשמירת נוחותם של המתגוררים בסביבה מאידך גיסא. לדוגמה: התבוננות בצומח של האתר והבנת תכונותיו עשויות להצביע על סוגים מתאימים של צמחייה לשטחים הפתוחים (צריכת מים, עמידות ביובש, כור וחום, דרישות לקרינה, עמידות ברוחות וכו'). לימוד סוגי הקרקע ומשטר המים באזור המתוכנן עשוי להצביע על אתר מועדף מבחינת סוגי היסודות הדרושים לבנייה למניעת סדיקות בבניינים, הצפות ובעיות רטיבות (3).

פרק זה ידון בהרחבה בשניים מהמרכיבים הסביבתיים - קרינה ורוח - ויתייחס רק בקצרה לאחרים.

#### 3.3.1 קרינת שמש

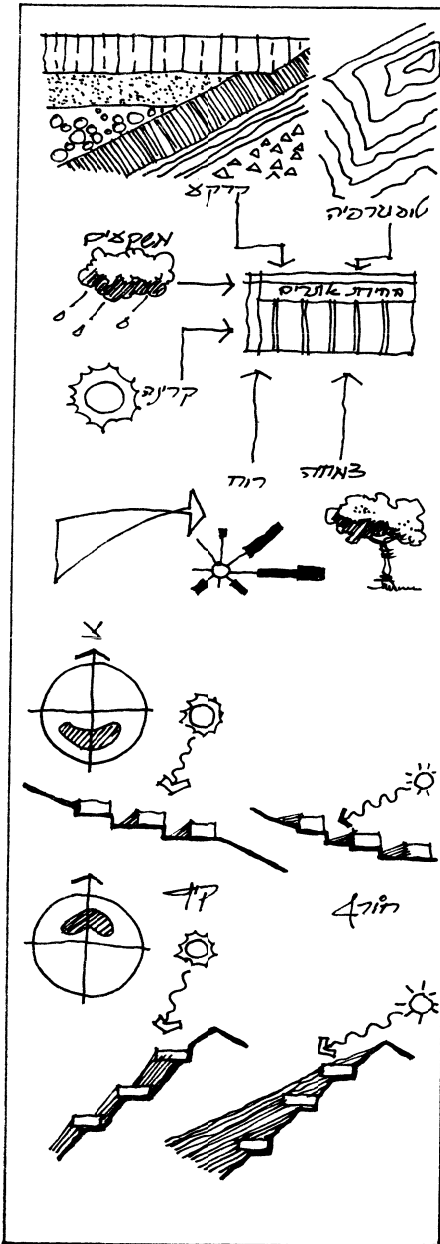
**תנאי האקלים השוררים ברוב אזורי הנגב (למעט הערבה) יוצרים דרישה להשיגת מבנים ושטחים פתוחים לשמש בחודשי החורף והצללה מוחלטת או מבוקרת בחודשי הקיץ. כדי להשיג מטרה זו עדיף לבחור אתרים הנמצאים על מדרונות דרומיים, דרום-מזרחיים או דרום-מערביים.**

ברוב אזורי הנגב עונת החורף (אוקטובר-מרץ) היא קרה, בהר הנגב אפילו קרה במיוחד. עם זאת, ברוב ימי החורף זמינה כמות מספקת של קרינת שמש לצורך חימום מבנים בשיטות סולאריות. קרינת השמש רצויה גם בשטחים פתוחים שבהם התנאים הסביבתיים עלולים להיות לא נוחים בגלל הרוח (כפי שניתן לראות על גבי המפה הביואקלימית). חשיפה מבוקרת לקרינה רצויה לעתים גם בעונות המעבר ואף בחודשי הקיץ, שבהם הפרשי הטמפרטורה בין יום ללילה גדולים. חשיפה מבוקרת לקרינה בעונות אלה עשויה לספק את כמות האנרגיה הדרושה להעלאת טמפרטורת פנים המבנה בשעות הלילה (4). יוצא דופן הוא אזור הערבה והבקעה: החום הגבוה השורר באזור זה ברוב הזמן (לרבות שעות הלילה בעונת הקיץ) מחייב הגנה מקסימלית מפני שמש בקיץ ובעונות המעבר.

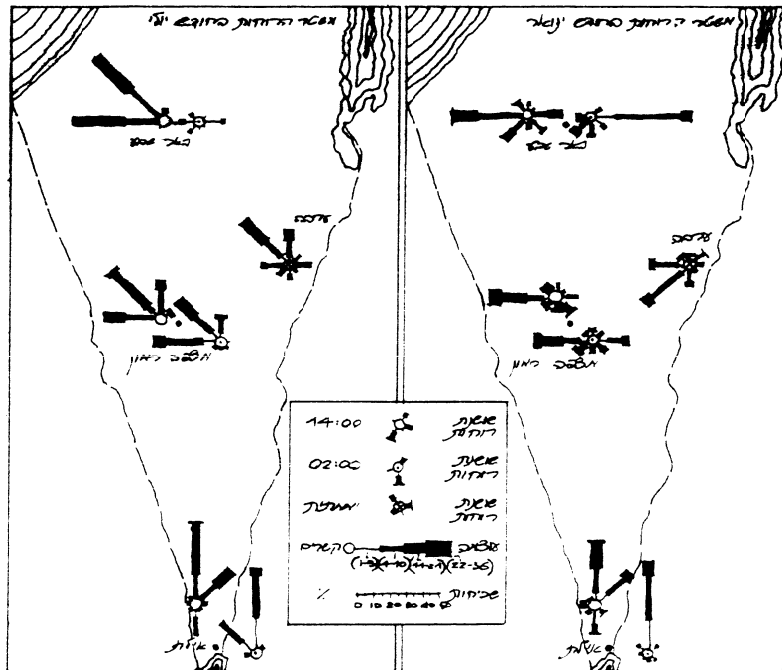
מבחינת קרינת השמש עדיף ברוב אזורי הנגב לבנות על מדרונות דרומיים, דרום-מערביים או דרום-מזרחיים מתונים. בכל מקרה רצוי מאוד להשאר בתחום סטייה של 15 מעלות מזרחית או מערבית לדרום. בנייה נמוכה ומזורגת על פני המדרון עשויה לאפשר נגישות סולארית לכל מבנה ולמרבית השטחים הנתוחים בעונת החורף, וכן הצללה סלקטיבית בעונת הקיץ.

3. קיימות שיטות שונות להערכת התאמתם של אתרים לתפקודים שונים. שיטות אלה מבוססות על מיפוי התכונות השונות של אזור המיועד לתכנון (קרקע, אקלים, מים, צמחייה, פגיעות וכו'). בין שיטות אלה קיימות גם שיטות ממוחשבות שונות. ליתר פירוט ראה: הטכניון, 1977.

4. ראה חלק 1: מונחי יסוד וחיבטים אנרגטיים יסודיים



ציור 3-4  
משטר הרוחות בארבע נקודות בנגב



5. ראה סעיף 3.4.1 זכויות שמש ונגישות שמש

6. Olgyay V., 1973, pp.51-52

7. Rahamimoff A., 1981

8. ראה סעיף 1.2 הגדרת הנוכחות התרמית למי אזורים ולפי עונות השנה.

9. ראה הסברים נוספים בהמשך חלק 3.

10. ראה סעיף 3.6.4 חגנה ממני אבק וחול.

מספר מחקרים בנושאי בנייה ואקלים ממליצים לבנות על מדרונות צפוניים, באזורים בעלי אקלים חם שבהם קרינת השמש אינה רצויה הן בקיץ והן בחורף: כך מושגת הארכה של הצללים המוטלים על ידי המבנים ונוצרת הצללה הודית ביניהם. גם יעילות ההצללה של השטחים הפתוחים בין המבנים היא גבוהה יותר (5). אולם, יעילות ההצללה בבנייה שכזו גבוהה מאוד בשתי העונות, ועם הפחתת כמות הקרינה הפוגעת בקיץ במבנים חלה גם ירידה דרסטית בקרינה הזמינה למבנים בחורף (7,6). במקרים קיצוניים של מדרון תלול מאוד יכולה להיווצר גם הצללה עצמית של המדרון. הצללה בחורף עלולה ליצור תנאים מאוד לא נוחים. חיסרון נוסף בשימוש בטכניקה זו הוא שבקיץ הבניינים חשופים לקרינה צפון-מזרחית וצפון-מערבית בשעות הבוקר ואחר הצהריים, והגנה מפני קרינה זו היא קשה ביותר (8,9).

**המלצה: באזורים 'א' (חוף הנגב), 'ב' (שפלת הנגב) ו-'ג' (הר הנגב) מומלץ לבחור לפיתוח אתרים הנמצאים על מדרונות דרומיים, דרום-מזרחיים או דרום-מערביים. במקרים שבהם חם במשך כל ימות השנה וכל שעות היום (אזור 'ד' - הערבה) מומלץ לבחור במדרונות צפוניים (המלצה זו מתייחסת לחשיפת האתר לשמש).**

### 3.3.2 רוח - חורף וקיץ

בזוב אזורי הנגב רצוי לספק הגנה מפני הרוחות המערביות השכיחות בחודשי החורף, אך לאפשר ניצול מקסימלי של רוחות ליליות לאורזר בחודשי הקיץ. מיקום מבנים במדרונות דרומיים ודרום-מזרחיים עדיף מבחינה זו, מכיוון שגב ההר מהווה מגן טבעי מפני הרוחות המערביות החזקות בחורף. אורזר הקיץ יושג במקרים אלה בעיקר על ידי הסעה מקומית. חשוב מאוד לזכור כי הטופוגרפיה הסמוכה לאתר (גבעות סמוכות, ערוצי נחלים וכו') יכולה להשפיע על כיווני הרוחות במידה מכרעת.

רוב הרוחות באזורי הנגב בעייתיות: בחורף הן קרות; בקיץ בשעות היום הן חמות, ולעיתים קרובות נושאות עמן אבק וחול או יוצרות סופות אבק מקומיות (10). יוצאות דופן מבחינה זו הן רוחות ליליות חלשות הנושבות בעונת הקיץ ואשר בעזרתן ניתן לשפר את תנאי הנוחות בשטחים הפתוחים ובתוך המבנים. כללית, רצוי לתכנן מערכי מבנים כך שיהיו מוגנים מפני רוחות חורפיות ורוחות קיץ חמות, אך חשופים לרוחות לילה קייציות (ציור 3-5).

באופן כללי, במקרים שבהם לילות הקיץ קרירים מהטמפרטורה המתבקשת בתוך המבנים רצוי לשלב אורזר לילה כחלק מאמצעי הבקרה האקלימית. במקרים שבהם הלילות רמים מטמפרטורה זו רצוי למנוע אורזר לילה ויש לחסום את הרוחות. כיווני הרוחות העיקריים באזורי הנגב השונים ברוב עונות השנה בחלק גדול

משעות היום הם ממערב, מצפון-מערב ומצפון. אי השתנות כיווני הרוח לפי העונה או שעת היום מקשה על תכנון צורות בנייני סלקטיביות מבחינת חשיפה לרוח (סגירה לרוחות חורף ופתיחה לרוחות קיץ ליליות).

למרות קיומם של כיווני רוחות עיקריים, כיווני הרוחות המקומיות משתנים בהתאם למאפייני האתר וסביבתו. כיווניהן, מהירותן והטמפרטורה של רוחות אלה יכולים להשתנות ממקום למקום בהתאם לטופוגרפיה של האתר וסביבתו, גובה מעל פני הים, נוכחות צמחייה או העדרה, קרבה אל גופי מים (ים, אגמים, וכו') הגורמת לארימת אוויר מגוף המים אל היבשה ולהפך (ציורים 3-6, 3-7). רק בדיקה באתר עצמו יכולה לתת תמונה אמיתית של משטר הרוחות שבו. בעיה טכנית היא משך הבדיקה (כשנה עד שנתיים לפחות) ועלותה, אשר לעתים עושה את הבדיקה בלתי מעשית, כאשר פרוייקט כבר נמצא בתכנון. רצוי שהגורמים המתכננים יכינו תשתית מידע מפורטת לאתרים מיועדים לבנייה מבעוד זמן, כדי לעקוף קושי זה.

רוחות הנתונות במשטר מקומי הן אלה המכונות קטבטיות (11). אלה זרמי אוויר מפסגות הגבעות לתחתיתן. טמפרטורת זרמי האוויר הגולשים מטה עולה בשל תהליכים אדיאבטיים. זרמי אוויר אלה חמים מהאוויר שבשכבות הנמוכות ועלולים להוות בעיה בעונות החמות (ציור 3-8).

לטופוגרפיה המקומית השפעה על משטר הרוחות. במקרה של זרמי אוויר ניצבים לערוץ נחל, השטחים הנמוכים אינם מתאווררים ואף עלולים לסבול מתופעות אינברסיה (לכידת אוויר חם בתוך השטח הנמוך - ציור 3-9). במקרה של רוחות מקבילות לערוץ, הערוץ עלול להפוך למנהרת רוח שבה זרמי אוויר חלשים מגבירים את מהירותם עקב מעבר דרך תעלה צרה (ציור 3-10). שטחים מבוזזים באזורי נחלים ועמקים עלולים להיות בעייתיים מבחינת הרוחות החזקות העלולות להיווצר בתוך הערוץ או - להבדיל - בעייתיים מבחינת אוורור (12).

מקרה יוצא דופן במשטר הרוחות האזורי הוא השרב (חמסין), הנושב בעיקר בעונות המעבר. כיווני העיקריים הם מזרח, דרום-מזרח ודרום, ומקרו באזורי המדבריות של חצי-האי ערב. רוח זו חמה במיוחד ויבשה ולעתים קרובות נושאת חלקיקי אבק וחול הגורמים לאובך ולגירויים אלרגיים אצל אנשים רגישים (13).

**המלצה: רצוי לתכנן מערכי מבנים כך שיהיו מוגנים מפני רוחות חורפיות קרות ורוחות קיץ חמות, אך חשופים לרוחות לילה קייציות. יש להגן על המבנים מפני סופות חול ואבק. מהירות הרוחות וכיווניהן חייבים להיבדק בכל אתר ואתר, ואין להסתמך על נתונים כלליים-אזוריים בלבד.**

11. רוח קטבטית היא תנועת אוויר מראש גבעה אל מרגלותיה. תנועה זו נובעת מהטמפרטורה הנמוכה יחסית של האוויר בשכבות הגבוהות. טמפרטורת האויר הגולש עולה ככל שהוא גולש מטה ובא במגע עם פני הקרקע. סיבה נוספת לעלייה בטמפרטורת האוויר הגולש היא תהליכים אדיאבטיים (שינוי הטמפרטורה בשל שינוי הלחץ). יחס שינוי הטמפרטורה והגובה הוא כ-1 מעלת צלסיוס לכל 100 מטר. תהליכים אדיאבטיים יניצלום בבקרת האקלים נזונים בהרחבה בסעיף 1.4 שיטות לחשגת נוחות תרמית - חימום וקירור.

12. Golany G., 1978, pp.7-16

13. ראה גם סעיף אקלום ב-1.3 הגדרת הנוחות התרמית לפי אזורים ולפי עונות השנה.

ציור 3-5  
הגנה וחשיפה לרוחות

ציור 3-6  
השפעת גופי מים על תנועת האוויר - יום

ציור 3-7  
השפעת גופי מים על תנועת האוויר - לילה

ציור 3-8  
רוח קטבטית

ציור 3-9  
אינברסיה

ציור 3-10  
הגברת מהירות האוויר בתוך ואדיות ועמקים

### 3.3.3 קרקע ומים

**הבנת מבנה הקרקע ומשטר המים באזור מיועד לניתוח עשויה להקטין את ההוצאות בהשקעה הראשונית (יסודות מבנים, סלילת כבישים, מערכות ניקוז וכו'), ואת הוצאות האחזקה (השקיית שטחים פתוחים, אחזקת מבנים ותשתית וכו'). באופן כללי ניתן לומר כי רצוי לבנות על מדרונות מתונים, על קרקעות סלעיות. בכל מקרה רצוי להימנע מבנייה בתוך ואדיות, באגני ניקוז ובאזורים שבהם הקרקע הופחת.**

קיים קשר בין האקלים לבין תצורות וסוגי הקרקע, ובין הקרקע לבין משטר המים (14). העדר הצמחייה, גשמים אקראיים חזקים והרוחות השוררות באזור הנגב יצרו מצב של קרקעות צעירות יחסית ובעלות תכולה נמוכה עד מאוד של חומר אורגני. הגשמים הפתאומיים והשיטפונות הנוצרים בעקבותיהם גורמים לסחף של כיסוי הקרקע. תהליכים אלה יצרו שני טיפוסים אזוריים:

♦ אזורים שבהם האבנים והסלעים שבשכבות הפנימיות נחשפו בגלל סחף של הכיסוי העליון של החומר היותר עדין. משטחי האבנים והסלעים החשופים נקראים 'חמדה' או 'רג'.

♦ אזורים שבהם שקע החומר העדין אשר נסחף בזמן שיטפונות או הובל על ידי רוחות. באזורים אלה קיים כיסוי קרקע עדין בעובי משתנה. מקרה מיוחד בקבוצה זו הוא אזור החולות. ייחודו יוסבר בהמשך.

באופן כללי חומר עדין סופג מים ובעקבות זאת גם תופח. קביעה זו נכונה לכל רוב הקרקעות הלא-סלעיות של הנגב (לס, מלח, גבס, חוור-לשון). יוצאות מהכלל הן החוליות. התפיחה יוצרת בעיות שונות בתחום הבנייה. אי-יציבות הקרקע מחייבת יסודות אשר יגיעו לשכבות פנימיות יציבות יותר (על פי רוב כלונסאות). תפיחה, והלחצים העלולים להיווצר על חלקי בניין בגינה, מחייבת פתרונות הנדסיים מיוחדים (רצפות תלויות מעל לחללי אוויר, למשל) והיא גם מסכנת מערכות תשתית (כבישים, צנרות וכו', ראה ציור 13-3). גיר ואבן חול, לעומת זאת, אמנם אינם תופחים, אך סופגים מים, ועובדה זו עלולה ליצור בעיות רטיבות בבניינים הבאים אתם במגע ישיר.

החומציות או הבסיסיות של הקרקע עלולה להוות בעיה חמורה בבנייה. מגע ישיר של חומר בנייה סופג, כמו בטון, עם קרקע חומצית או בסיסית יגרום לו לספוג מים הממילים חומרים העלולים לתקוף ולפרר אותו ואת ברזל הזיון שבו. לסכנה הבטיחותית הזאת קודמת בעיה אסתטית, המתבטאת בהופעת כתמים המתפשטים על פני הקירות מקו המגע עם הקרקע כלפי מעלה. ברוב אזורים הנגב הקרקעות הן מליחות- בסיסיות (PH>8) וספיגת החומרים השונים בקירות מופיער בצורת כתמים לבנים. בכל מקרה, יש צורך בבדיקות קרקע ובתכנון פרטי בניין מיוחדים העונים לבעיות אלה.

טבלה 1-3: סוגי קרקעות הנגב ותכונותיהן

סוג הקרקע	סופג	תופח
אלוויים; מישור לסי	X	X
מלח וגבס	X	X
סוליות מלח	X	X
חוור-לשון	X	X
חוליות	X	0
רג	X	X
תלקיט (קונגלומראט) - מלוכד - לא מלוכד	0 X	0 ?
פצלים, פצלים גבסיים	?	?
גבס	X	X
צור	0	0
גיר	X	0
אבן-גיר (אאוקן)	0	0
אבן-גיר (מצוואאיקום)	0	0
אבן-חול	X	0
סלעי לבה	X	X

X - חיובי  
0 - שלילי  
? - ייתכן

Gerrard A.J., 1981, pp.61-79 .14



ציר 3-11  
מפה ליתולוגית של הנגב



15. אבן-ארי, שן, תדמור, 1980

16. ליתר פירוט בנטשא הקרקע והמים  
ראה גם:

אבן-ארי, שן, תדמור, 1980, עמ'  
Hillel D., 1982 Lynch K. & 69-41  
Hack G., 1985, pp. 35-51

ספיגות הקרקע משפיעה כמובן על זרימת המים באזור. רוב הקרקעות הסופגות של הנגב (למעט החוליות) אינן מאפשרות לחלוח עמוק של המים, וכשירידים גשמיים שבהם כמויות מים גדולות יחסית יורדות בזמן קצר נוצרים שיטפונות. שיטפונות אלה סוחפים קרקע, חלוקי אבן ואף אבנים גדולות ועצים. עוצמתם עלולה להרוס קטעי דרכים ולגרום לנזקים חמורים במבנים הממוקמים בערוץ הזרימה. זרימת המים על פני המדרון אינה אחידה. במקומות רבים ברחבי הנגב חשפו תהליכי סחף ותהליכים גיאולוגיים שונים את שכבות הסלע בחלקו העליון של המדרון (בשליש העליון מגוברו). עוצמת הזרימה של המים היא מירבית בחלקו התחתון של השליש העליון, וקטנה כאשר היא מגיעה לחלק המדרון המכוסה קרקע סופגת.

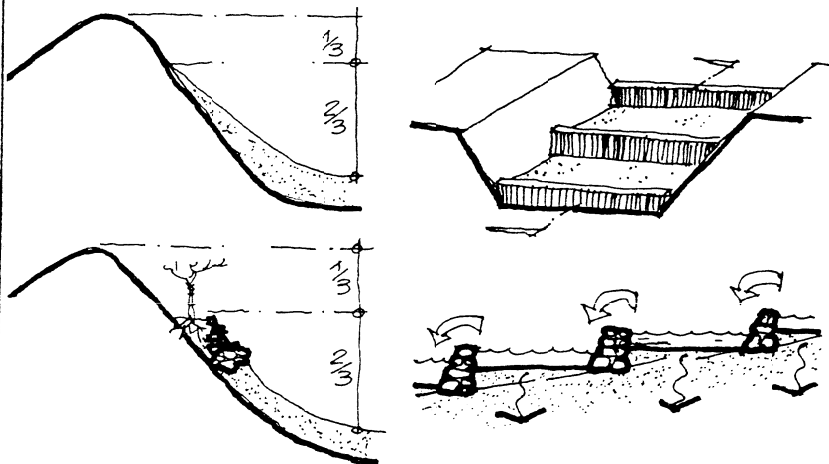
הכרת תכונות הקרקע ומשטר המים באזור המיועד לתכנון מאפשרת תכנון נכון של שטחים פתוחים לנופש, לחקלאות, לפיתוח תערוכות ירוקות, לסינון אבק וחול, לחסימת רוחות וכו'. ייעוד אזורי הזרימה המקסימלית של המים על פני מדרון למטרת פיתוח צמחייה עשוי לאפשר קיום שטחים ירוקים ללא השקיה ולהקטין את סכנת השיטפונות בתוך היישוב. בתקופות הנבטים והביזנטים נוצלו ערוצי נחלים לפיתוח חקלאות מי-נגר. בשיטה זו משתמשים הברווים במקומות רבים בנגב גם היום. שיטה זו אף פותחה ושוכללה במכון לחקר המדבר (לימניס, microcatchment - 15). (ראה ציור 3-14) (15).

בעבר רווחה הדעה כי אזורי דיונות חול אינם טובים לפיתוח צמחייה. דעה זו הופרכה בשנים האחרונות. חול מאפשר חדירת מים מהירה ועמוקה יותר, ולכן כמות המים החדרת לתוכו גדולה והתאדותה איטית יותר מאשר בקרקעות אחרות, לס למשל. משטר מים זה מאפשר פיתוח צמחייה מתאימה על פני הדיונות. צמחייה זו גם תורמת לייצוב הדיונות.

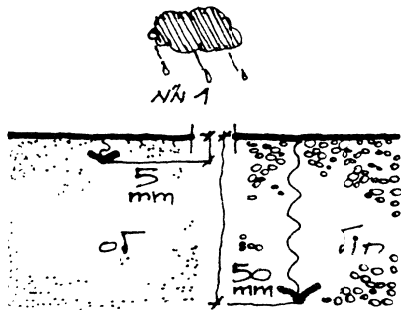
האבק הנישא בידי הרוח והשוקע על אזורי חוליות נחשב בעבר כבעל השפעה חיובית בתהליך ייצוב הדיונות, אך אחר כך הוכח כי השפעתו שלילית: שכבת אבק דק יוצרת קרום אטום בפני חדירת מים (16).

**המלצה: רצוי לבנות על מדרונות מתונים וסלעיים, שבהם ספיגת המים קטנה יחסית והתפיחה קטנה בהתאם. יש להיזהר מבנייה באזורים מועדים לשיטפונות. יש להימנע ממילוי ואדיות ונחלים לצורך בנייה מכיוון שזרימה תת-קרקעית עלולה לגרום לשקיעת המילוי. כדי למנוע כתמים ופגמים יש לנקוט אמצעים שינטרלו את ספיגת המים בקירות.**

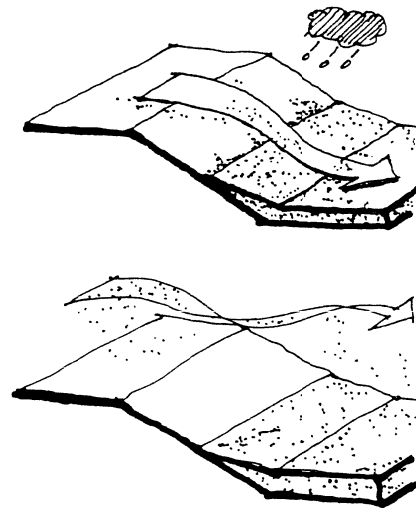
צויר 3-14  
ניצול הנגר לחקלאות



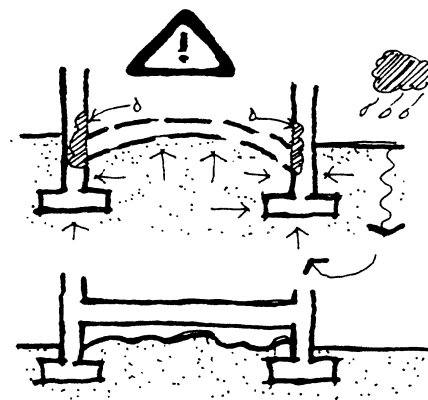
צויר 3-15  
ספיגת קרקעות שונות



צויר 3-12  
סחף



צויר 3-13  
תפיחת הקרקע יוצרת לחצים על המבנה



### 3.4 היבטים של גיאומטריית האתר

#### 3.4.1 זכויות שמש ונגישות שמש

צעדים טכניים וחוקיים להבטחת נגישות שמש מיועדים להגן על מערכות סולאריות לסוגיהן - אלה שכבר מותקנות ואלה שיותקנו בעתיד - מצל שיוטל עליהן בידי מבנים שכנים או צמחייה. אמיון צעדים טכניים וחוקיים אלה מתאפשר משום שניתן לחזות בדיוק רב את מסלולה המחזורי של השמש.

הכוונה במונח נגישות שמש הוא לקרינת שמש ישירה בלבד. אין מנגנון נגישות השמש נוגע לקרינה מפורזת או מוחזרת. תשומת לב המתכנן מופנית אל השיעורים הגבוהים של אנרגיה סולארית אשר קיימים באזורים מדבריים צחיחים ובעלי גון גרוע בהיר (ציור 3-16).

רוב החוקרים מסכימים שלצורך ניצול יעיל של אנרגיית השמש בחורף, על זכויות השמש להיות מובטחות בין השעות 09:00 - 15:00, שבהן תיקלט על משטח אופקי כ- 80% מכמות האנרגיה היומית הזמינה (17).

#### 3.4.2 מגדירי זכויות השמש

מגדירי זכויות השמש הם מיקום השמש ברקיע ומיקום העצמים המסתירים את השמש וצורתם.

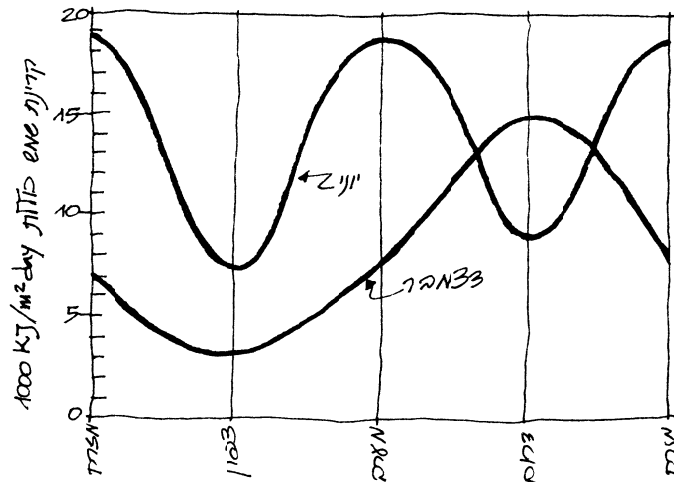
א. מיקום השמש ברקיע

מיקום השמש ברקיע מאופיין באלה:

- זווית הגובה של השמש ברקיע - ALT;
- זווית הציוד של השמש כפי שנמדדת מהצפון בכיוון השעון - AZ.
- זווית השמש תלויות -
- ברוחב הגיאוגרפי של המקום שבו הן נמדדות;
- בשעת השמש;
- בתקופת השנה.

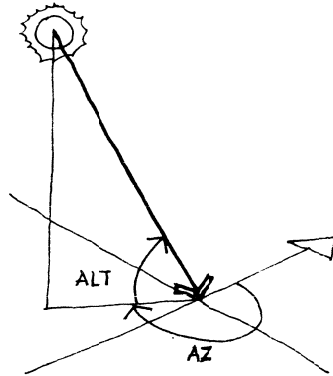
ציור 3-16

שיעורי האנרגיה של קרינת שמש ישירה, מפורזת ומוחזרת וסיכומם, מכרזעים חמש שנתיים, עבודת; מקדם הרהזרה של הקרקע - 0.3; היחידה לחישובים סולאריים, המכון לחקר המדבר, שדה-בוקר



Total Environment Center, .17  
1982, p.1

ציר 3-17  
זוויות השמש



חישוב זוויות השמש:

דרך נוחה לחישוב זוויות השמש, אשר נותנת קירוב טוב של מיקום השמש ברקיע:

א. חישוב זווית ההטיה של כדור הארץ (declination):

$$[3.4-A] \quad DEC = 23.45 * \sin \left[ \frac{360}{365} * (284 + DAY) \right]$$

DAY - מספרו הסידורי של היום בשנה

ב. חישוב זווית הגובה של השמש - ALT (נמדדת מהאופק):

$$[3.4-B] \quad \sin(ALT) = \cos(DEC) * \cos(LAT) * \cos[15(HRS-12)] - \sin(DEC) * \sin(LAT)$$

LAT - הרוחב הגיאוגרפי של המקום

ג. חישוב זווית האזימות - AZ (נמדדת מהצפון בכיוון השעון):

$$[3.4-C] \quad \cos(AZ) = \frac{\sin(DEC) - \sin(LAT) * \sin(ALT)}{\cos(LAT) * \cos(ALT)}$$

ברוחב 30.8 מעלות צפון (המייצג היטב את שטחי הנגב), ביום 21 בדצמבר, שהוא היום הקצר בשנה, תחום הצידוד של השמש בשעות 09:00-15:00 הוא בין 136 מעלות ל-224 מעלות בהתאמה. לצרכים מעשיים ניתן לקחת סטייה של 45 מעלות מאזרח ומערבה מהדרום. זווית הגובה של השמש תשתנה ב-21 בדצמבר בין 20 מעלות בשעות 09:00-15:00 לבין 34.5 מעלות בשעת הצהריים (solar noon).

ב. מיקום העצמים המסתירים וצורתם

- מבנים הניצבים בין קולטי השמש לבין השמש ברקיע;
- עצים ושיחים הניצבים בין קולטי השמש לבין השמש ברקיע; מבחינים בין עצים נשירים בחורף לבין עצים בלתי נשירים. עצים נשירים בחורף אינם נחשבים כהפרעה לנגישות השמש של הקולטים שמאחוריהם, והם אף תורמים להסתרת הקולטים מהשמש בעונת הקיץ ולמניעת חימום יתר.

### 3.4.3 זרנות החשיפה לשמש

זרנות החשיפה לשמש של מבנים נבדלות זו מזו במידת החשיפה ובזמן החשיפה.

א. מידת החשיפה לשמש

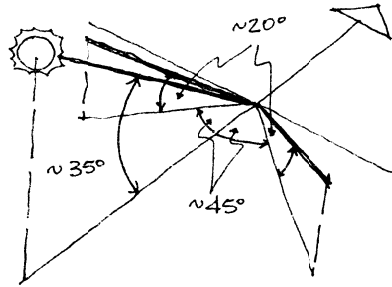
- חשיפת הגג בלבד;
- חשיפת הגג והקיר הדרומי;
- חשיפת הגג, הקיר הדרומי ומשטח לפני הקיר הדרומי (לצורך גינה או חממה);
- חשיפה מוחלטת של כל המגרש;
- חשיפה של אלמנטים מבודדים ומרוחקים (קולטי שמש נפרדים, קולטים של מערכות אקטיביות לבניינים).

ב. זמן החשיפה לשמש

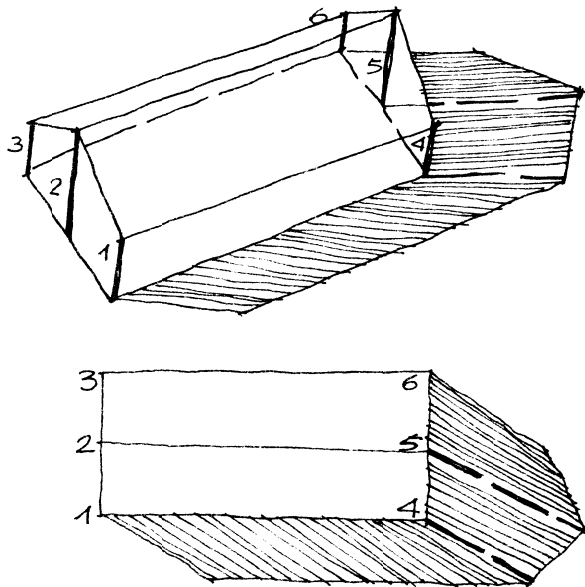
קולטים מסוגים שונים דורשים תקופות חשיפה שונות לשמש במשך תקופות השנה:

- קולטי שמש לחימום מים - חשופים במשך כל השנה;
- מתקני חימום הבניין - חשופים לשמש רק בחורף.

ציור 3-18  
 זווית שמש מקרורת ב-21 בדצמבר בין השעות 09:00-15:00 ברוחב גיאוגרפי 30.8 צפון. רחב זה מייצג היטב את כל אזור הנגב והזווית שבציור יטלות לשמש כנתונים לתכנון בקירוב גבה של דיוק



ציור 3-19  
 הדגמה לבניית גבול הצל של בניין



קיימת בעיה של הגדרת פרקי הזמן הרצויים לחשיפת קולטים לחימום בניינים במשך החורף: תנועת השמש אינה 'מתואמת' עם שינוי הטמפרטורות ועם עונת החימום. היום הקצר ביותר הוא 21 בדצמבר, ואילו החודש הקר ביותר הוא חודש פברואר. אין תקופת הקור חופפת אפוא למסלול השמש ברקיע. חשיפת הקולטים לשמש מתחילת העונה הקרה (אמצע אוקטובר) ועד סופה (סוף מרץ) תגרום בהכרח לחשיפת הקולטים גם בחודש ספטמבר, שהוא עדיין חודש חם למדי באזור הנגב. ניתן לפתור בעיה זו באמצעות מערכות הצללה משתנות (כגון מרקוזות) שבעזרתן ניתן 'להתגבר' על המסלול הבלתי סימטרי של השמש ביחס לעונת החימום.

**המלצה: בגלל אסימטריה בין עונות השנה לבין מסלול השמש (אין חמיפה בין הגובה הנמוך לבין החודש הקר) יש לתכנן מערכות קליטת שמש על סמך מיקום השמש בעונה הקרה, תוך שילוב אמצעי הצללה מתאימים (משתנים/דינאמיים) שימנעו התחממות יתר בעונה החמה.**

#### 3.4.4 נגישות שמש

נגישות השמש של בניין פירושה מידת השיפוט לשמש בתקופה מוגדרת. נגישות השמש היא משתנה התלוי בעיקר בעצמים הממוקמים מסביב לבניין.

את נגישות השמש אל מבנה ניתן לבדוק באחד מהאופנים האלה:  
 א. מציאת צל מבנים הקיימים מסביבו בשיטת 'הקווים היוצרים';  
 ב. מציאת מעטפת השמש של אתר הבנייה שבו ממוקם הבניין.

#### 3.4.5 קביעת גבול הצל של מבנה בשיטת 'הקווים היוצרים'

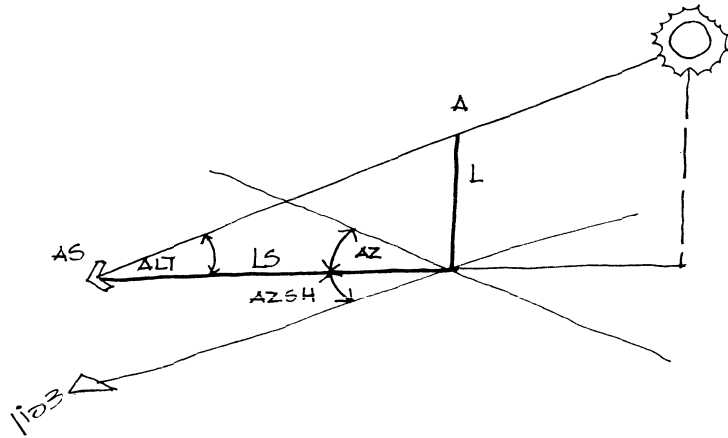
בשיטה זו בודקים את הצל שמטילים מבנים ועצמים שכנים על ההיטל האופקי של הבניין המתוכנן, לפי נתוני מצב השמש לזמן הבדיקה. אם צל כלשהו חודר לתוך היטל הצל של הבניין המתוכנן, הרי שהעצם המטיל צל זה מטיל צל גם על הבניין.

הגורמים הקובעים את גבול הצל של עצם כלשהו הם אלה:

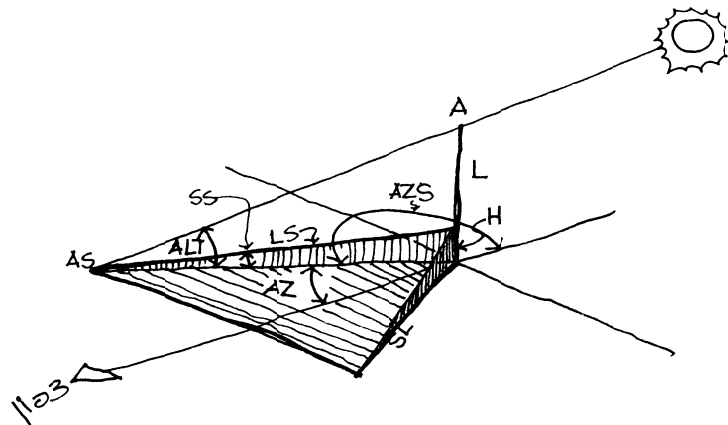
- מצב השמש (גובה וצידוד, תלויים בתאריך ובשעה);
- גודל העצם (גובה והיטל אופקי);
- שיפוע הקרקע (שיעור השיפוע וכיוונו).

לצורך בנייה מהירה של גבול הצל של עצם -

ציור 3-20  
צל מוט אנכי על קרקע אופקית



ציור 3-21  
צל מוט אנכי על קרקע משופעת



• מעלים קו אנכי לכל גובה העצם המצל בכל אחת מפינותיו;

• בונים את צלם של הקווים האנכיים על הקרקע;

• מחברים את קצות קווי הצל ביניהם;

• מוצאים את ההיקף המקסימלי התחום בידי הקווים שנבנו בשני השלבים הקודמים. זהו צל העצם בזמן הנבדק.

א. חישוב וקביעת צל אנך באורך L

♦ בקרקע אופקית (שיפוע = 0 מעלות)

- A - הקצה העליון של האנך
- AS - צל הקצה העליון של האנך על הקרקע (עם תנועת השמש מציירת הנקודה AS אליפסה על הקרקע)
- L - אורך האנך
- LS - אורך צל האנך על הקרקע
- AZ - אזימות השמש
- AZSH - אזימות הצל נמדד מצפון בכיוון השעון
- ALT - זווית הגובה של השמש

[3.4-D]

$$LS = \frac{L}{\tan(ALT)}$$

זווית ציודו:

[3.4-E]

$$AZSH = AZ - 180$$

♦ בקרקע משופעת

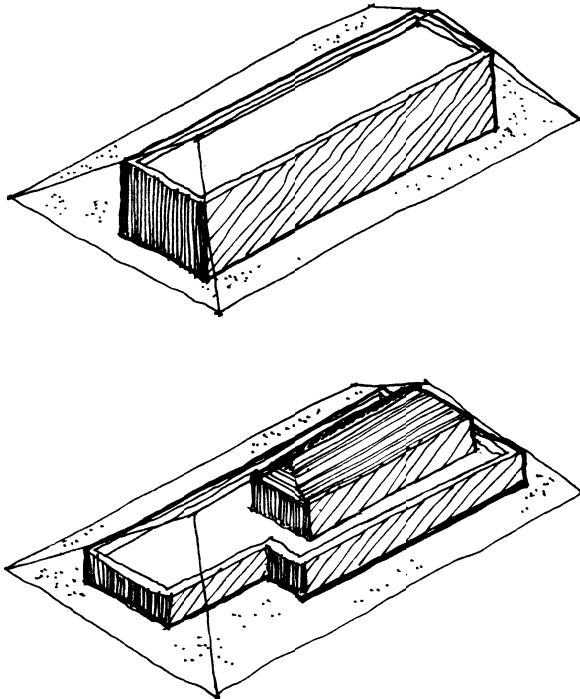
- SL - שיפוע הקרקע
- SS - שיפוע הקרקע במישור הצל
- AZS - אזימות קו שיפוע המדרון
- LS - אורך ההיטל האופקי של צל האנך.

חישוב זווית SS:

[3.4-F]

$$SS = \arctan [ - \tan(SL) * \cos(AZ - AZS) ]$$

ציר 3-22  
אתר ומעטפת השמש שלו: מבנים שונים בתוך מעטפת שמש זהה



Knowles R.L., 1978 .18

חישוב אורך הצל:

$$[3.4-G] \quad LS = \frac{L}{\tan(ALT) - \tan(SS)}$$

זווית צידוד:

$$[3.4-H] \quad AZSH = AZ - 180$$

ב. חישוב מעטפת השמש של אתר בנייה

מנגנון מעטפת השמש מאפשר לבדוק מהו הנמח המקסימלי שניתן למקם על אתר כלשהו בלי שנמח זה יטיל צל מעבר לקווים מוגדרים הנמצאים מסביבו (אלה יכולים להיות קווי גבול מגרשים, קווי בניין של מגרשים שכנים וכו').

מעטפת השמש היא תלויה של הגדלים האלה:

♦ מצב השמש (גובה וצידוד, תלויים של הארץ ושעה);

♦ כיווני האתר;

♦ שיפוע הקרקע (שיעור השיפוע וכיוונו) (18).

\* בקרקע אופקית

ALT - זווית הגובה של השמש

AZ - זווית איזמות השמש נמדדת מצפון בכיוון השעון

AB - קו מקסימלי מותר לגבול הטלת הצל

AZN - איזמות הנורמלי לקו האופקי בכיוון אל השמש

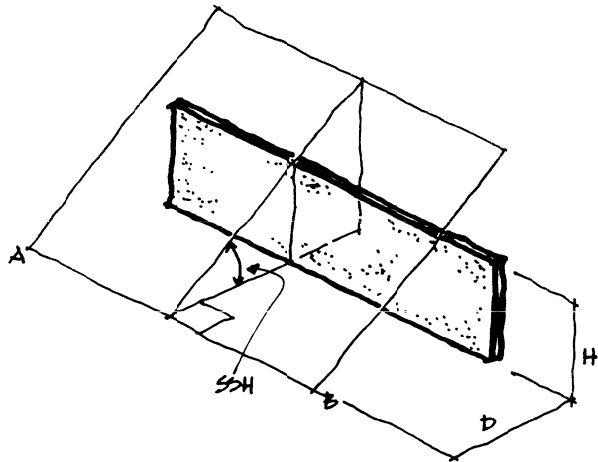
CD - קו שיפוע מישור הצל

SSH - זווית השיפוע האמיתי של מישור הצל

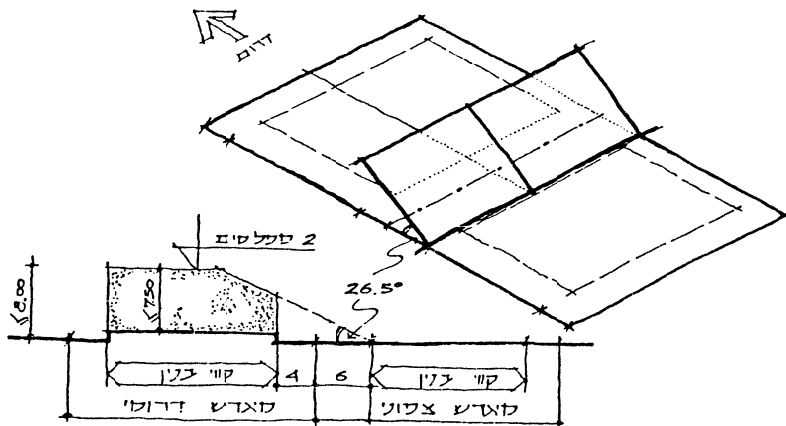
לצורכי תכנון יש צורך לדעת את זווית SSH. ניתן להוכיח ש -

$$[3.4-I] \quad \tan(SSH) = \frac{\tan(ALT)}{|\cos(AZ - AZN)|}$$

ציור 3-24  
קביעת 'קו הבניין' כפונקציה של מישור הצל וגובה הבניין



ציור 3-25  
מעטפת הצללה כמתווה קווי בניין - מרוך תקטן לשכונת נוה-צין  
תכנון: היחידה לאדריכלות מדברית, המכון לחקר המדבר, שדה-בוקד



Etzion Y., 1987 .19

לגובה בניין H, המרחק האופקי (D) בין הקיר האנכי של הבניין לבין הקו AB יהיה:

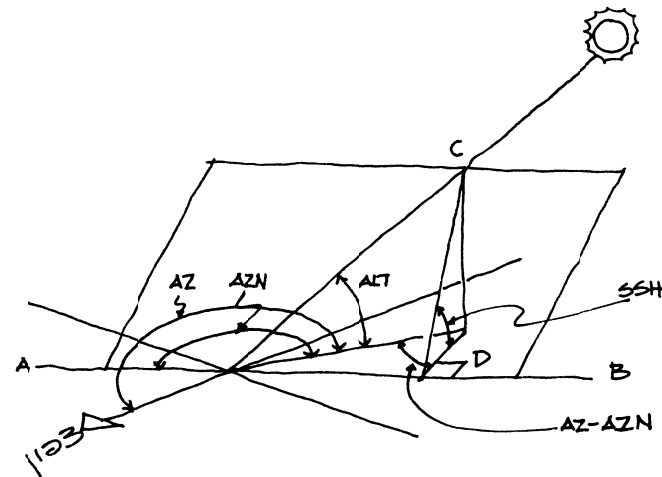
$$D = H * \frac{|\cos(AZ-AZN)|}{\tan(ALT)} \quad [3.4]$$

\* קרקע משופעת:

למקרה זה פתרון גיאומטרי מסובך, ואין הוא מובא במדריך זה. הקורא המעוניין מופנה אל המקור (19).

ציור 3-23

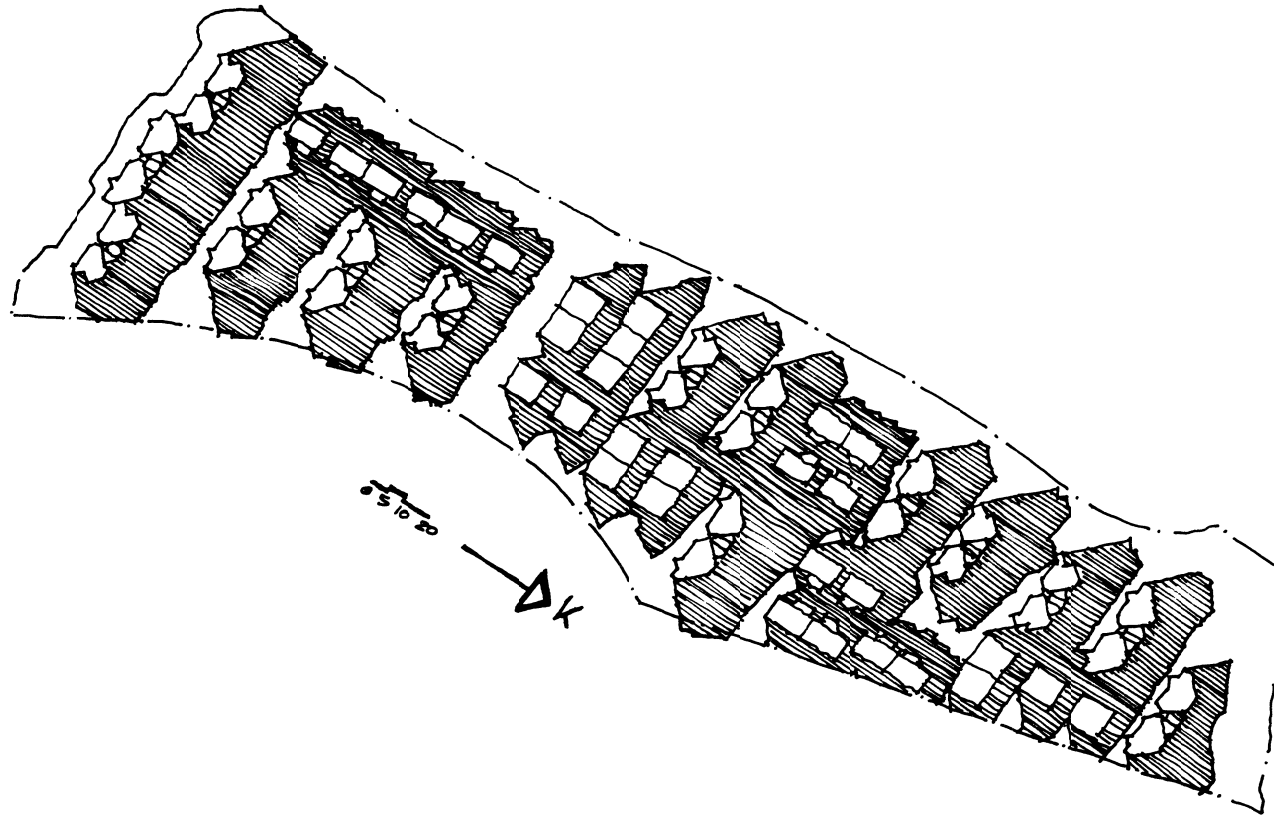
מישור הצל ביחס לקרקע מישורית למטה; מבט על של מישור הקרקע





ציור 3-26

מעטפת הצללה של מבני - תחרות לתכנון שכונה סולארית במצפה רמון  
תכנון: היחידה לאדריכלות מדברית והיחידה לחישובים סולאריים,  
המכון לחקר המדבר, שדה-בוקר



טבלה 2-3: זוויות השמש בשעות 08:00, 12:00, 16:00 לפי תאריך ברוחב גיאוגרפי 30.5 מעלות צפון

זמן

TIME	DATE																							
	JAN.		FEB.		MAR.		APR.		MAY		JUNE		JULY		AUG.		SEPT.		OCT.		NOV.		DEC.	
	1	15	1	15	1	15	1	15	1	15	1	15	1	15	1	15	1	15	1	15	1	15	1	15
08	11	12	15	17	21	24	28	30	33	35	36	37	37	36	34	33	30	27	23	20	16	14	12	11
12	36	38	42	46	51	56	63	69	74	78	81	83	82	81	77	73	67	61	55	50	44	40	37	36
16	11	12	15	17	21	24	28	30	33	35	36	37	37	36	34	33	30	27	23	20	16	14	12	11

שעות

TIME	DATE																							
	JAN.		FEB.		MAR.		APR.		MAY		JUNE		JULY		AUG.		SEPT.		OCT.		NOV.		DEC.	
	1	15	1	15	1	15	1	15	1	15	1	15	1	15	1	15	1	15	1	15	1	15	1	15
8	-54	-56	-59	-62	-66	-71	-77	-83	-88	-88	-84	-82	-83	-85	-89	-87	-81	-76	-70	-65	-60	-57	-55	-54
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	54	56	59	62	66	71	77	83	88	88	84	82	83	85	89	87	81	76	70	65	60	57	55	54

טבלה 3-3: זווית הציוד של שיפוע כל 10 מעלות (אורכו של צל בשיפועים כל 5 מעלות, 21 בדצמבר, שעות 08:00, 12:00, 16:00) יתר הנתונים כמו בטבלה 3.2

N			NE			E			SE			S			SW			W			NW			שיפוע שעה
16	12	8	16	12	8	16	12	8	16	12	8	16	12	8	16	12	8	16	12	8	16	12	8	
5.2	1.4	5.2	5.2	1.4	5.2	5.2	1.4	5.2	5.2	1.4	5.2	5.2	1.4	5.2	5.2	1.4	5.2	5.2	1.4	5.2	5.2	1.4	5.2	0%
6.1	1.5	6.1	6.9	1.5	5.1	6.5	1.4	4.3	5.4	1.3	4.1	4.5	1.3	4.5	4.1	1.3	5.4	4.3	1.4	6.5	5.0	1.5	6.9	5%
7.4	1.6	7.4	10.5	1.5	4.8	8.8	1.4	3.6	5.6	1.3	3.4	4.0	1.2	4.0	3.4	1.3	5.6	3.6	1.4	8.8	4.8	1.5	10.5	10%
9.4	1.8	9.4	21.6	1.6	4.6	13.7	1.4	3.2	5.9	1.2	2.9	3.6	1.2	3.6	2.9	1.2	5.9	3.2	1.4	13.7	4.6	1.6	21.6	15%
13.1	1.9	13.1	**	1.7	4.4	21.2	1.4	2.8	6.2	1.2	2.6	3.2	1.1	3.2	2.6	1.2	6.2	2.8	1.4	31.1	4.4	1.7	**	20%
21.1	2.1	21.1	**	1.8	4.3	**	1.4	2.5	6.5	1.1	2.3	2.9	1.0	2.9	2.3	1.1	6.5	2.5	1.4	**	4.3	1.8	**	25%

### 3.5 היבטים של סוגי מבנים

שילוב של בתים חד-משפחתיים וזו-משפחתיים צמודי קרקע עם מבנים טוריים בני שלוש עד ארבע קומות הוא אופטימלי מבחינת אנרגיה וניצול קרקע, עלויות בנייה ואחזקה של המבנים והתשתית. לעומת זאת, בנייה לגובה היא בעייתית בגלל הפרעות סביבתיות (יצירת זרמי אוויר חזקים בקרבת בניין גבוה והטלת צל בעל שטח גדול על ידו) והפרעות תפקודיות הנוצרות על ידי המבנים רבי הקומות.

השיקולים האנרגטיים והכלכליים נעשים בשתי רמות: רמת המשק הלאומי ורמת הפרט. לא תמיד טובת המשק ותועלת הפרט (או להפך) עולות בקנה אחד. לדוגמה: שיפורים בזמן הבנייה (תוספת בידוד, הורדת מספר חילופי האוויר בבניין) ישפרו בטווח הארוך את ביצועיו האנרגטיים של הבניין ויביאו תועלת למשק הלאומי, אך ייקרו את ההוצאה הראשונית של הבנייה. לעומת זאת ייתכן שהפרט הבונה יעדיף לבנות בניין 'בזבזני' מבחינת אנרגיה כדי להוריד את המחיר ההתחלתי, מתוך נכונות לפרוס את שאר ההוצאות אל פני 'תקופת החיים' של הבניין.

#### א. שיקולים כלכליים

- ♦ עלות המרקע;
- ♦ עלות הקמת המבנה על מערכותיו השונות;
- ♦ עלות אחזקת המבנה;
- ♦ עלות הקמת תשתית/מערכות עירוניות ואחזקתן (כבישים וחניות, ביוב, טלפונים, חשמל, שטחים פתוחים וכו').

#### ב. שיקולים אנרגטיים

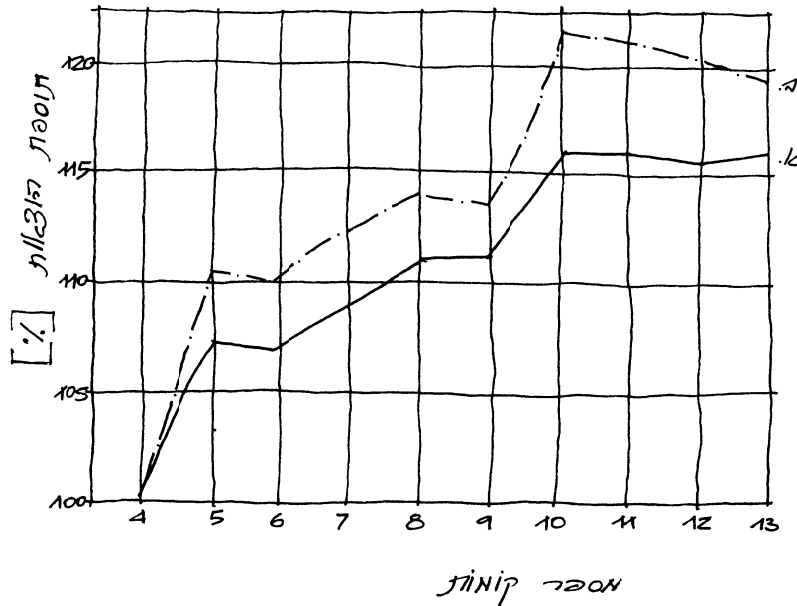
- ♦ תשומת אנרגיה בתהליך ההקמה;
- ♦ תשומת אנרגיה לאחזקה;
- ♦ כדאיות של מערכות ניצול צורות אנרגיה חליפיות;
- ♦ השפעות המבנה הפיסי על המיקרו-אקלים של השכונה/היישוב.

#### ג. שיקולים חברתיים/אסתטיים

- ♦ אופי השכונה/היישוב: - צפיפות;
- יחס של שטח בנוי לשטח פתוח;
- אופי השטחים הפתוחים;
- ♦ השפעות הארגון המרחבי על תפקוד הפרט והקהילה.

ציר 3-27  
ייקוד הבנייה באחוזים ביחס לגובה הבניין

א. התצאות הבנייה  
ב. התצאות הבנייה + הערך הנוכחי של ההוצאות השוטפות



על פי אלוואיל א', 1978, עמ' 64.

### 3.5.1 בתים חד-משפחתיים

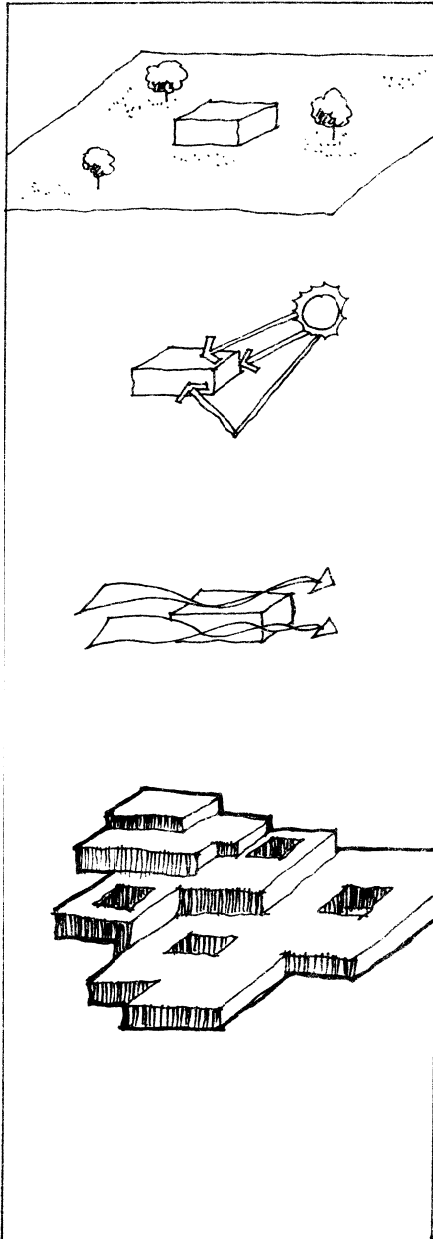
טיפוס בנייה זה הוא עתיר שטח (מבנה בודד בתוך שטח פתוח רחב ידיים). פריסה על פני שטח רחב משפיעה השפעה רבה על עלות התשתית העירונית. מבנה מסוג זה בעייתי יחסית מבחינת בקרת האקלים הפנימי שבו, מכיוון שמעטפתו חשופה כולה לתנאי החוץ, אך הוא גם מאפשר שימוש מוגבר בטכניקות לניצול אנרגיות חליפיות.

בתים חד-משפחתיים מאופיינים ביחס גדול בין שטח המעטפת לבין שטח הרצפה, בייחוד בהשוואה לצורות בנייה אחרות. זהו חיסרון כאשר הבניין אינו מבודד היטב וכאשר בקרת אקלים הפנים שלו נעשית בשיטות קונבנציונליות. לעומת זאת, עצם חשיפתו של המבנה לכל הכיוונים מאפשרת ניצול מקסימלי של רוחות לצינונו בקיץ, ניצול הפוטנציאל הטמון בקירור בקרינה לילית וכן חשיפה מקסימלית לשמש לצורך חימום. מימוש פוטנציאל זה תלוי בהבטחת נגישות סולארית לבניין, במיקום נכון של החללים במבנה, בהפניה נכונה של פתחים לחדירת שמש ורוח, בבידוד ובהצללות. השטח הפתוח הפרטי שמכביב לבניין מאפשר את פעילות הדיירים בחוץ בשעות שונות של היום ובעונות השונות. מבחינה אקלימית טיפוס זה של בנייה הינו מותאם הן לאקלים חם ולח (טרופי) שבו דרוש אורור מקסימלי בכל שעות היממה והמרווחים הגדולים בין הבניינים מאפשרים זרימת אוויר נוחה, והן לאזורים חמים שבהם יש רוחות יבשות המאפשרות קירור על ידי אורור סלקטיבי. במקרה השני דרושה הצללה מקסימלית של מעטפת הבניין בשעות היום תוך שמירה על זרימת אוויר חופשית.

למבנין הכושפת על בתים חד-משפחתיים מספר חסרונות. התנוחה היא עתירת קרקע, דורשת פיתוח מערכות תשתית ארוכות (מים, ביוב, חשמל, טלפון וכבישים) וקשה לעצב בעזרתה חללים ציבוריים בעלי אופי עירוני. הגנת האדם ברחוב מפני רוחות, גשם ושמש קשה במיוחד בהעדר דפנות בנויות. ניתן לשפר אפיונים אלו על ידי ויתור על הפרטיות המוחלטת ושימוש בבניית שטיח נמוכה וצפופה (low rise/high density). תנוחה זו מבוססת על יחידות חד-משפחתיות צמודות קרקע (לעיתים בנות מספר מפלסים) הצמודות ליחידות שכנות בקירות משותפים: הצמדה זו מקטינה את שטח המעטפת החשוף לתנאי החוץ. צפיפות הבנייה מאפשרת גם בקרה אקלימית על השטחים הפתוחים הפרטיים והציבוריים. גובהם הנמוך של המבנים מאפשר הגדלת הצפיפות תוך שמירה על זכויות השמש של המבנים והשטחים הפתוחים הסמוכים (20).

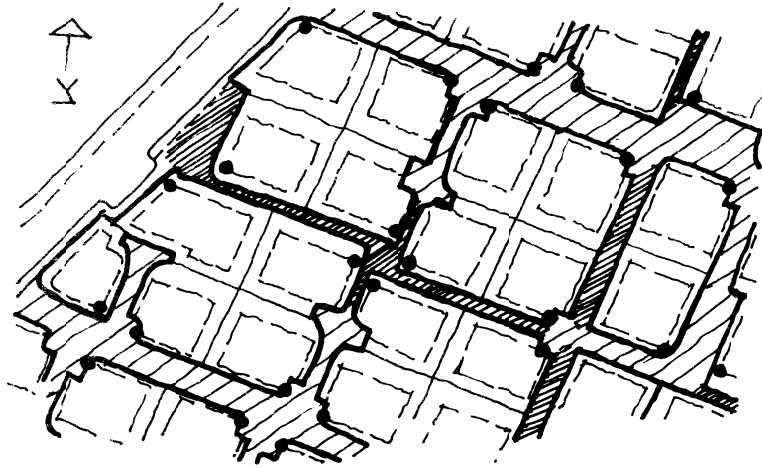
למרות כל הנאמר לעיל, במקרים רבים החלטות תכנוניות או אחרות מחייבות ביסוס מבנין על טיפוס הבית החד-משפחתי. למשל, בנייה מסוג זה אופיינית לשכונות 'בנה ביתך'. במקרים אלה יש צורך בטיפול נכון בכל רמות התכנון כדי למנוע היווצרות בעיות אקלימיות בתוך הבניינים ובסביבתם. ניסיון בתכנון נכון של שכונה מסוג זה הוא שכונת נה-צין שליך מדרשת שדה בוקר. שכונה זו תוכננה בידי היחידה לאדריכלות מדברית, ובתכנונה הודגשו זכויות השמש של הדיירים

20. ראה טעיפים 3.4 חיבטים של גיאומטריית האתר; 3.6 שטחים פרטיים פתוחים; 3.7 שטחים ציבוריים פתוחים.



ציור 3-28

תכנון מבני להבטחת זכויות שמש והגנה בשטחים הפתוחים - שטח נוח-צין  
תכנון: היחידה לאדריכלות מדברית, המכון לחקר המדבר, שדה-בוקר.



21. ראה סעיף 3.5.3 מבנים רבי-  
קומות, וכן Lynch K. & Hack G.,  
1985 pp. 201-202

וההגנה האקלימית בשטחים הפתוחים. כדי להשיג מטרת אלה קובצו המגרשים לקבוצות של ארבעה, ובכל מגרש הוגדרה נקודה שעליה חייב הבניין להישען. מנגנון זה הבטיח את הרחקת הבניינים זה מזה בשטחים הפרטיים וקירובם זה לזה בשטחים הציבוריים. הרחובות (מטיפוס הרחוב המשולב) נשענים על צירים ממזרח למערב ובכך מושגת הגדלת המרחק בין מקבצי מגרשים בכיוון צפון-דרום. שיטה זו יחד עם הנחיות מפורטות למעטפות שמש מבטיחה נגישות שמש לכל בניין. תקנות נוספות קובעות כי חזית המגרש לאורך הרחוב או השביל תגודר בגדר קשיחה אשר על חלקים ממנה יישענו אבזרי הצללה, כגון פרגולות (התכנון המפורט של הגדר ייעשה בתיאום עם כל מתכנן של בניין ועם בעליו). רשת של שבילי הליכה צרים (3-2 מטרים) מאפשרת הליכה בשטח מוגן גם בחלקי שבילים ללא פרגולות.

באזורים נרחבים של הנגב הקשר הישיר בין פנים הבית לשטחי החוץ מוסיף רבות לאיכות החיים, זאת אם השטחים החיצוניים מטופלים מבחינה אקלימית (הצללה, מניעת רוחות וכו'). באזורים אלה של המדבר תנאי חוץ בשעות הבוקר ולפנות הערב בקיץ ובעונות המעבר בייחוד בשעות הבוקר ולפנות ערב, הם מצוינים לשיבה ופעילות בחוץ; זהו אחד היתרונות הגדולים של האקלים המדברי, ומומלץ לנצל במידת האפשר.

חשיבות עקרון הקשר אל הקרקע מודגשת במספר מחקרים שבהם מובאות הוכחות שונות על פגיעות הנגרמות בגלל שהייה ממושכת בקומות גבוהות (פגיעות נפשיות, תפקוד חברתי לקוי וכו') (21).

**המלצה: בתים חד-משפחתיים דורשים תכנון אקלימי נכון בגלל שטחי המעטפת החשופים הגדולים יחסית. ניתן למצות את המוטנציאל של בניינים אלה לניצול השמש (קליטת קרינה לחימום) והרוח (איוורור מפולש לקירור) לצורך בקרת אקלים הפנים. ניתן לאפשר פעילות בשטחים פתוחים בהפניות שונות (חצר דרומית לחורף, חצר צפונית לשעות מסוימות בקיץ). בנייה נמוכה וצפופה מתאימה לאקלים המדבר יותר מאשר בניית יחידות חד-משפחתיות; היא מאפשרת יצירת חללים פתוחים מוגנים, מקטינה הפסדי אנרגיה דרך מעטפת המבנים ומצמצמת את ההשקעה בתשתית ומיתוח. מומלץ להעדיף את הבנייה הנמוכה והצפופה על פני בנייה של יחידות חד-משפחתיות עצמאיות.**

### 3.5.2 מבנים טוריים

מבנים טוריים בעלי שלוש או ארבע קומות כדאיים מבחינת עלות הבנייה ואחזקה המערכות יחסית לשטח הבנייה (עלות בנייה ואחזקה לכל מטר רבוע של בנייה) (22). חוקרים מציעים גובה בן ארבע קומות כגובה המקסימלי הרצוי לבנייני מגורים ומשרדים, בין היתר בגלל שיקולים פסיכולוגיים ו חברתיים (23). גובה זה הוא גם המקסימום המאפשר תפקוד יעיל וכדאי של מערכות סולאריות שונות, כמו מערכות סולאריות מרכזיות לחימום מים (24). הצמדת מספר יחידות למבנה טורי אחד מקטינה את שטח המעטפת הכללי החשוף לחוץ, ובעקבותיה קטנים מעברי החום דרך המעטפת.

מבנים טוריים מתחלקים לשתי תת-קבוצות עיקריות: יחידות חד-משפחתיות צמודות (row buildings או town-houses) ובתי דירות. תת-הקבוצה הראשונה מורכבת מיחידות בנות מפלס אחד עד שלושה מפלסים, בעלות קירות משותפים (הגמלוניים) בדרך כלל, והן יוצרות מעין-חומה רציפה. תנוחה זו מאפשרת את ניצול קרינת השמש לחימום היחידות (בתנאי שציר האורך של היחידה הוא ממזרח למערב) ועשויה להיות עדיפה מבחינת אורור. רציפות מסת הבנייה עשויה להגן על השטחים הפתוחים מפני רוחות בתנאי שתכנון המבנן מתייחס לכיווני הרוחות באתר.

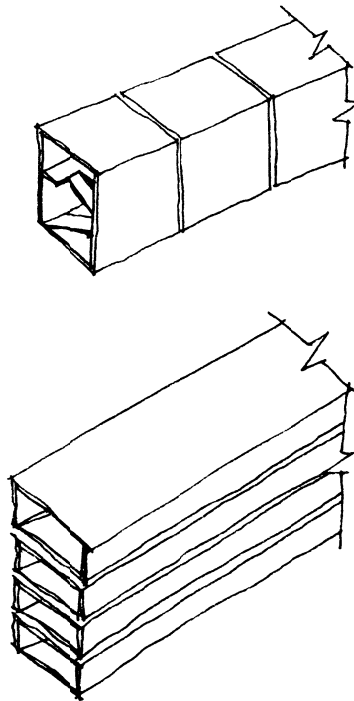
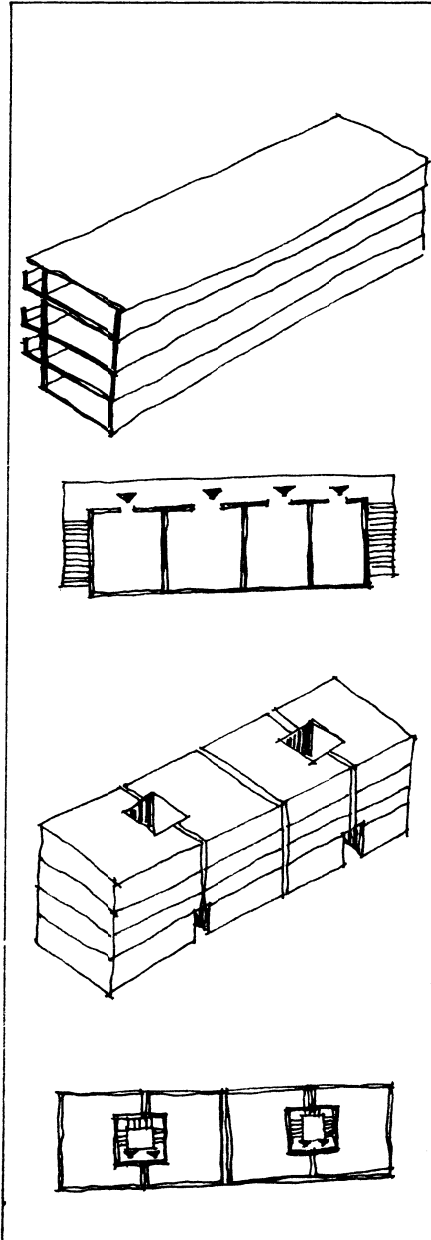
תת-הקבוצה השנייה כוללת בניינים מסוג ה'בלוקים' או ה'שיכונים' למיניהם. בארץ מקובל להרים מבנים אלה על קומת עמודים פתוחה, מה שמגדיל את שטח המעטפת החשוף לתנאי חוץ. קומת העמודים עצמה סובלת בדרך כלל ממהירות רוח גבוהה יחסית לסביבה הפתוחה ועל כן לעתים קרובות השתייה בה לא נעימה. ניתן להגיע לניצול יעיל של קרינת שמש ורוחות, כאשר החזיתות הארוכות של הבניינים פונות לדרום ולצפון ולכל דירה יש חזית דרומית וחזית צפונית. דגם זה אפשרי בתכנית שבה כל זוג דירות מוזן על ידי חדר מדרגות, או כאשר הכניסה לשורת דירות בכל קומה היא דרך מסדרון פתוח (רחוב עלילי). כל תכנית אחרת תינור בעיות נגישות שמש או חדירת רוח. דגם בעל שורה אחת של דירות עם כניסה זרד מסדרון סגור יגרום בדרך כלל לחוסר אורור מפולש או חוסר פרטיות במקרה של פתיחת הדירות למסדרון הסגור. הוא עלול גם לסבול מחוסר אור בדירות במקרה של הפניית המסדרון לדרום. בתכנית שבה יש שתי שורות של דירות עם כניסה זרד מעבר ביניהן (סכמה לא שכיחה בארץ אך נפוצה בחו"ל) תהיה תמיד שורה אחת של דירות שחסבול מחוסר שמש, וכל הדירות תסבולנה מחוסר אורור מפולש.

היתרון הגדול של טיפוס המבנה הזה הוא בצמצום רב של שטחי המעטפת החיצונית. בכל מקרה היחידות הקיצוניות ביותר תסבולנה מתנאים ירודים (בגלל הפסדי אנרגיה) יחסית לדירות שאינן בקצה הבניין, ולכך יש לתת את הדעת בזמן התכנון (למשל על ידי תוספת בידוד). מבנים טוריים בני שלוש או ארבע קומות מטילים צל גדול יחסית, ועל כן דרושים מרווחים גדולים למדי בין מבנים סמוכים להבטחת נגישות סולארית. יש להיזהר בזמן תכנון השכונה/היישוב מתופעות לא

Kivisto T. et al, 1980 .22

Alexander C. et al, 1977, pp. 23  
473-476

Kut D. & Hare G., 1979 .24



רצויות של הצללה עודפת בחורף על שטחים פתוחים או יצירת תנועת אוויר לא רצויה סביב הבניינים (25). כדי לצל את יכולתם של מבנים אלה להיות מחסום רוח, רצוי למקמם בשולי השכונה או היישוב בכיוון שממנו נושבות הרוחות הבעייתיות (רוחות קרות, סופות חול ואבק נושבות בדרך כלל מכיוון צפון ומערב) (26).

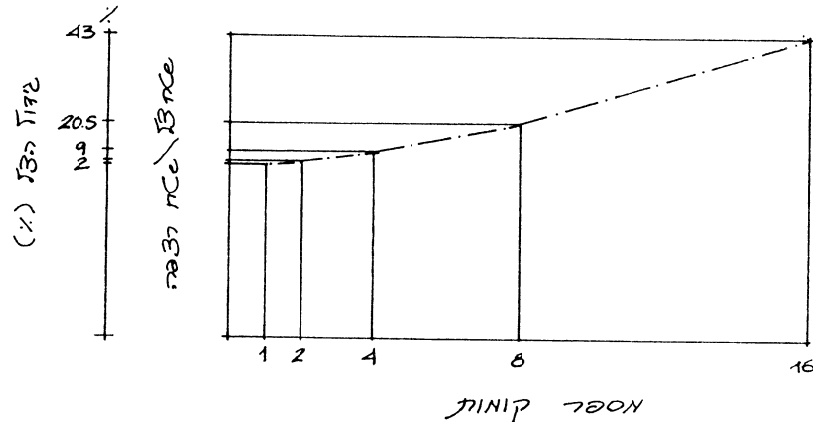
**המלצה: לזירות במבנים הטוריים תהיה חזית דרומית וחזית צפונית.**  
**הבניינים יהיו בעלי שלוש או ארבע קומות וימוקמו בשולי המבנה או השכונה, בכיוון שממנו מגיעות הרוחות הקרות והסופות. יש לפצות את היחידות הקיצוניות במבנים על הפסדי האנרגיה עקב מיקומם קרוב לגמלוניס. ברוב המקרים רצוי לחימנע מקומת עמודים פתוחה.**

### 3.5.3 מבנים רבי-קומות

מבנים רבי-קומות הם דגם בנייה בעייתי ממספר בחינות. בקרת האקלים במבנים המבנה קשה, והמיקרו-אקלים הנוצר בסביבתו הקרובה לא נוח. עלות המבנה על מערכותיו השונות (כולל מעליות המייקרות מאוד את העלות) גבוהה מזו של מבנים טוריים בעלי שלוש עד חמש קומות (27). עלות אחזקתן של המערכות השונות אף היא גבוהה יחסית לדגמי בנייה אחרים. אף על פי כן דגם זה מועדף לעתים קרובות מכיוון שהוא מאפשר ניצול מוגבר של הקרקע (ניצול זה אפשרי בתנאי שאין התייחסות לזכויות שמש).

בניין רב-קומות מורכב בדרך כלל מפיר מעליות וסביבו מספר יחידות דיור בכל קומה. דרישה לפתיחה דרומית (שמש) וצפונית (אוויר) מגבילה באופן משמעותי את אפשרויות ארגונו של התכנית. צורת המבנה יוצרת כמה בעיות אקלימיות הן בתוכו והן בסביבתו הקרובה. איבוד האנרגיה דרך המעטפת (הולכה והסעה) הוא רב, משום שהלחצים שהרוח מפעילה על משטחי הקירות הולכים וגדלים ככל שגדל הגובה מעל פני הקרקע (מהירות הרוח גדלה עם הגובה). לחצים אלה גורמים תחלופות אוויר מהירות ליד משטחי הבניין, וגם חדירת האוויר אל תוך המבנה דרך פתחים וחרכים היא מוגברת. תופעה זו עלולה להיות חמורה ומפריעה במיוחד באזורים מדבריים שבהם יש ממילא גם בעיה של חדירת אבק וחול לבניינים. בעיה סביבתית נוספת היא יצירת זרמי אוויר חזקים סביב המבנה, עובדה הגורמת לאי-נוחות בסביבת הבניין, במיוחד בגובה סמוך לפני הקרקע. לעתים קרובות תופעות אלה מחייבות שימוש במערכות יקרות לבקרת אקלים. בקרת אקלים הפנים קשה בעיקר בקומות העליונות. שילובן של מערכות סולאריות מרכזיות במבנים רבי-קומות בעייתי אף הוא, מכיוון שנדרשות מערכות חלוקה ארוכות הגורמות איבוד אנרגיה (למשל: קולטי שמש לחימום מים על גג הבניין וצורת חלוקה אל כל היחידות).

ציור 3-29  
 יחס שטח הצל לשטח הרצפה ביחס לגובה הבניין

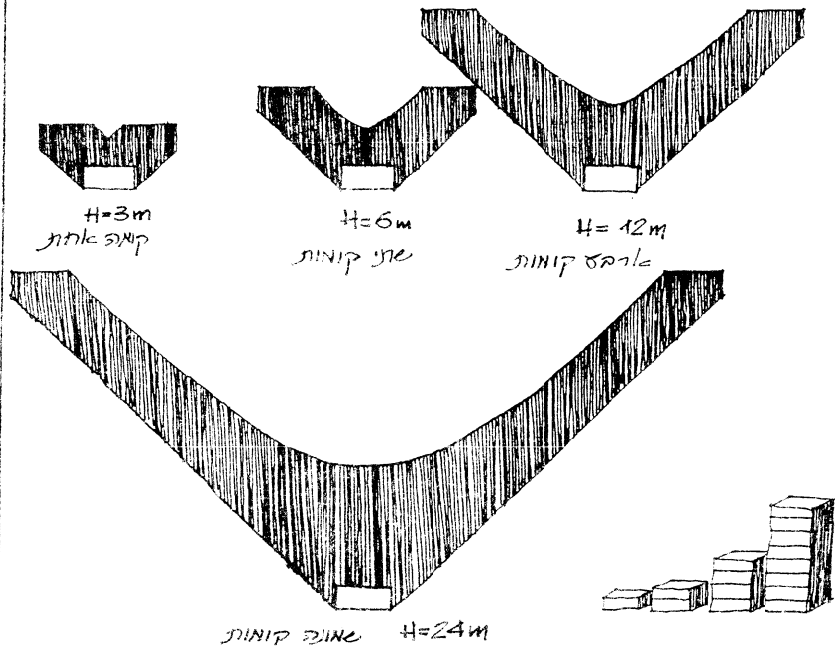


25. ראה סעיף 3.4.1 זכויות שמש ונגישות שמש.

26. ראה גם סעיפים 3.6.4 הגנה מפני חול ואבק ו-3.2 תיחום האזור המבונה.

27. Kivisto T. et al, op. cit.

ציור 3-30  
המחשה גראפית של יחס שטח הצל לשטח הרצפה ביחס לגובה הבניין



28. לדוגמה: צלו של בניין בן שתי קומות גדול מצלו של בניין בן קומה אחת ובעל תכנית זהה, ב-2%. בניין בן שש-עשרה קומות מטיל צל גדול ב-43% יחסית לאותו בניין בן קומה אחת.

Alexander C. et al, op. cit., 29  
pp. 114-119, 468-476

Newman O., 1973 30

Alexander C. et al, op. cit. 31

ריכוז וציפוף של מבנים רבי-קומות (למשל על ידי הצמדתם בכירות הגמלון כמקובל בערים גדולות בעולם) מאפשר ניצול אינטנסיבי של הקרקע אך גורם לצפיפות יתר המשפיעה בצורה דרסטית על השטחים הפתוחים ועל התשתית (כבישים וחניות, מערכות כיוו, מים וכו') משום שנוצר עומס יתר. דרישה להבטחת נגישות סולארית במקום של בנייה גבוהה תגרום לפיזורם של הבניינים על פני שטחים נרחבים בשל הגדיל הלא ליניארי של שטח הצל המוטל בידי בניין ביחס לגובהו. כך למעשה ייעלם יתרונו הגדול של סוג בנייה זה - הצפיפות הגבוהה (28). פיזורם של מבנים אלה בתוך שטחים פתוחים נרחבים באזורים מדבריים יוצר בעיות סביבתיות חמורות במיוחד: השארת שטחים לא מוגנים מבחינה אקלימית, הדורשים השקעה רבה בחקיקה ואחזקה כדי למנוע את הפיכתם למקור אבק וחול.

מחקרים רבים מעידים על יחס בין גובה המגורים לבין בעיות פסיכולוגיות וחברתיות שונות: התפתחות מוטורית איטית של ילדים אשר נמנע מהם לשהות מחוץ למגורים בגלל אי-יכולת מבוגרים לפקח עליהם; מועקה וניכור בעיקר בקרב קבוצות גיל או מין, המבלות שעות רבות בתוך המגורים - נשים, קשישים, ילדים; התמוררות קשרים חברתיים; אחוז פגיעה הגבוה יחסית לתופעות מקבילות במבנים נמוכים יותר (30,29). מחקרים אחרים מעידים כי בנייני משרדים רבי-קומות ייצרים הרגשת אי-טחנות בקרב המבקרים, גורמים לניכור בין הקהל לבין העובדים ובין העובדים לבין עצמם (31). גורמים אלו אינם משפיעים ישירות על צריכת האנרגיה - לפחות לא במובנה הצר. למרות זאת ניתן לראות בתופעות אלה ובטיפול בהן מרכיב בעל חשיבות בצריכת משאבים שונים, כגון כוח אדם ושעות עבודה, הישקעה באחזקה בניינים ובעלות ציבורית ועוד.

**המלצה: בידוד כלל יש לחימוע מבנייה לגובה. כאשר קיימת דרישה ממורשת לבנייה מסוג זה יש להקפיד על הפניה מתאימה של היחידות, בידוד ואיטום משופר של המעטפת ואיטום טוב של הפתחים. זרוש הישוב של מעטפות החללה להבטחת נגישות שמש למבנים ושטחים פתוחים סמוכים מחד גיסא, אך למזעור הישקעה הפתוח מאידך גיסא.**