



תכנון ביו אקלימי

אדריכל ברק פלמן

מאפיין 1.1.1

תכנון ביו אקלימי – ניתוח אקלמי

ניתוח אקלימי

אקלים האתר ינותח ויתוארו האסטרטגיות העיקריות לתכנון ביו-אקלימי שנעשה בהן שימוש בבניין.

יוצג תרשים ביו-אקלימי הכולל את תנאי מזג האוויר הממוצעים ואת אסטרטגיות התכנון הביו-אקלימיות:

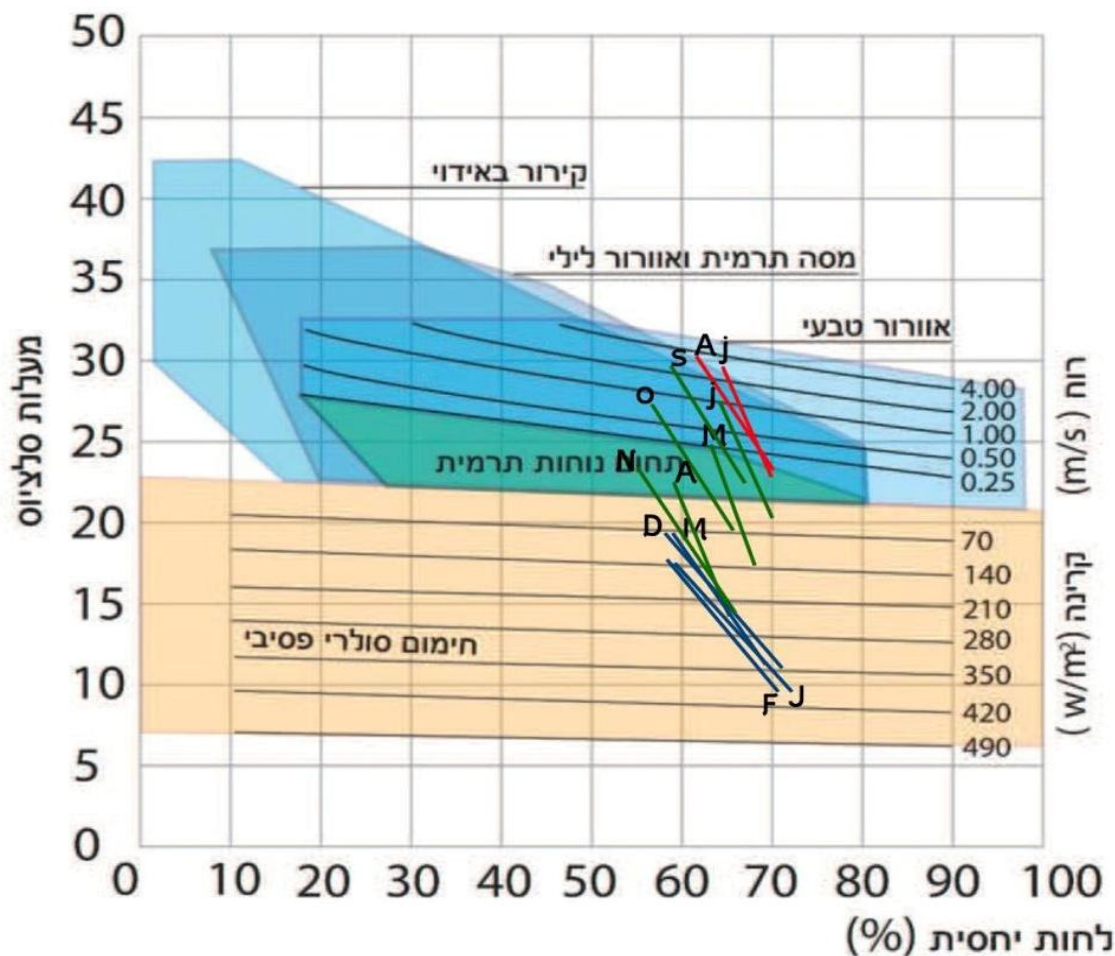
– התרשים הביו-אקלימי ייקבע בהתאם לתנאי הביגוד והפעילות הצפויים בבניין.

– תנאי הטמפרטורה והלחות היחסית ייוצגו על ידי נתונים ממוצעים בהתאם לאזור האקלים שבו מתוכנן הבניין.

– יוצגו שושנות רוחות וניתוח משטר הרוחות בהתאם ויזוהו כיוון של רוחות מטרידות ורוחות רצויות כמפורט בסעיף 5.1 במסמך "מערכות פסיביות לחימום ולקירור מבנים ומיקרו-אקלים עירוני" (להלן: ההנחיות).

יוצג ניתוח ההצללות על הבניין המתוכנן לצורך הערכת פוטנציאל חימום פסיבי של מתקנים סולאריים ושל מערכות זיגוג. הניתוח ייעשה לפי פרק 1 בהנחיות.

מאפיין 1.1.1 תכנון ביו אקלימי – ניתוח אקלמי



תרשים ביו-אקלימי ללבוש קייצי קל
Clo=0.5, Met=1.3

מאפיין 1.1.1

תכנון ביו אקלימי – ניתוח אקלמי

ניתוח אקלימי

אקלים האתר ינותח ויתוארו האסטרטגיות העיקריות לתכנון ביו-אקלימי שנעשה בהן שימוש בבניין.

יוצג תרשים ביו-אקלימי הכולל את תנאי מזג האוויר הממוצעים ואת אסטרטגיות התכנון הביו-אקלימיות:

– התרשים הביו-אקלימי ייקבע בהתאם לתנאי הביגוד והפעילות הצפויים בבניין.

– תנאי הטמפרטורה והלחות היחסית ייוצגו על ידי נתונים ממוצעים בהתאם לאזור האקלים שבו מתוכנן הבניין.

– יוצגו שושנות רוחות וניתוח משטר הרוחות בהתאם ויזוהו כיוון של רוחות מטרידות ורוחות רצויות כמפורט בסעיף 5.1 במסמך "מערכות פסיביות לחימום ולקירור מבנים ומיקרו-אקלים עירוני" (להלן: ההנחיות).

יוצג ניתוח ההצללות על הבניין המתוכנן לצורך הערכת פוטנציאל חימום פסיבי של מתקנים סולאריים ושל מערכות זיגוג. הניתוח ייעשה לפי פרק 1 בהנחיות.

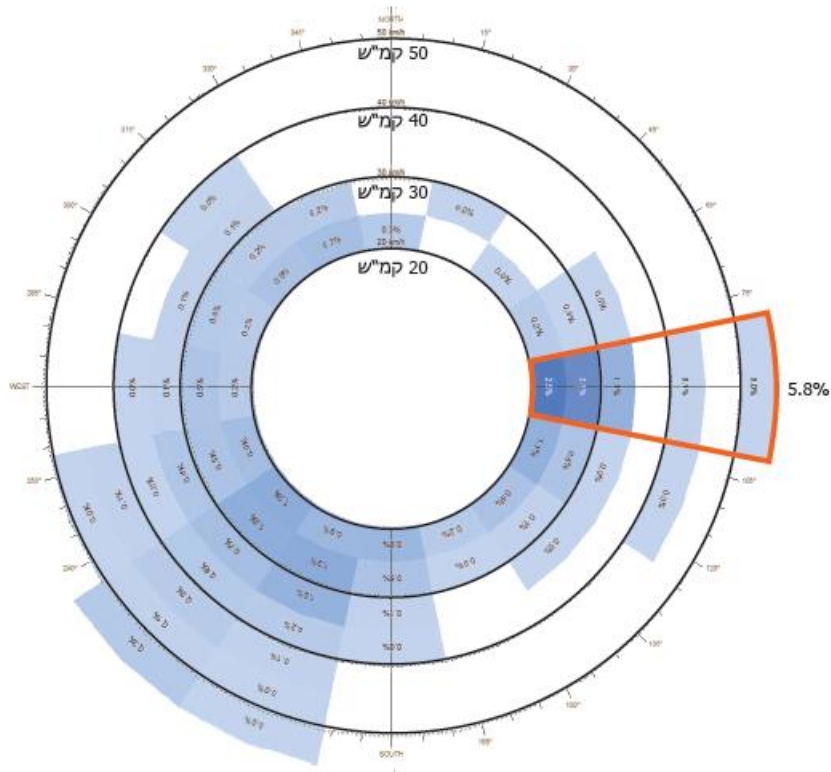
מאפיין 1.1.1 תכנון ביו אקלימי – ניתוח אקלמי

**מערכות פסיביות
לחימום ולקירור מבנים
ומיקרו אקלים עירוני
הנחיות להערכת תפקוד**

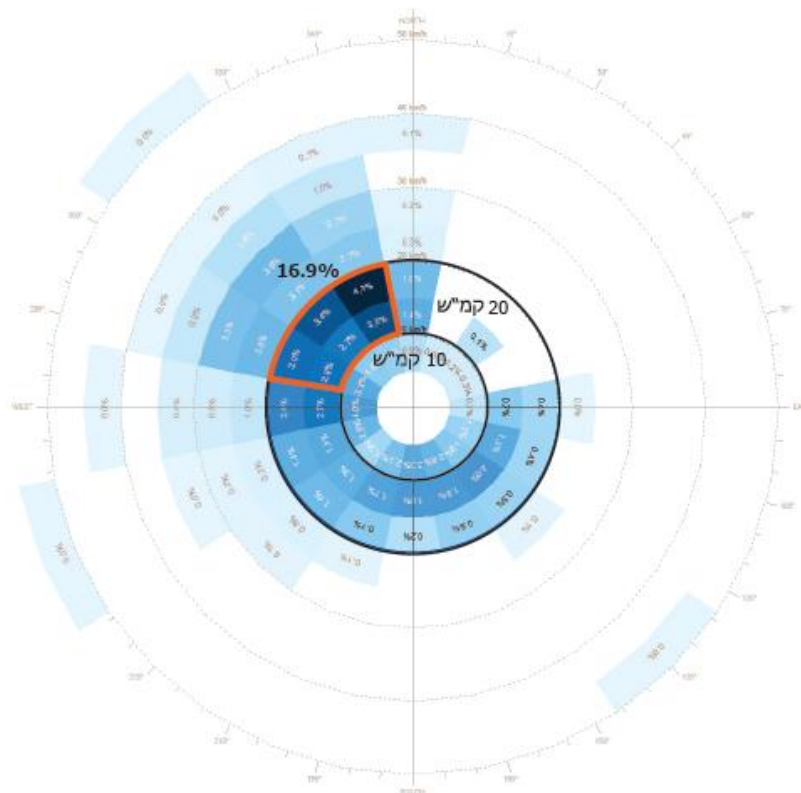
זכויות שמש בתכנון, חימום פסיבי והצללות, אורור
נוחות, אורור לילה ורוחות בשטחים פתוחים



מאפיין 1.1.1 תכנון ביו אקלימי – ניתוח אקלמי



רוחות לא רצויות בעונת החורף בבאר שבע



רוחות רצויות בעונת הקיץ בבאר שבע

מאפיין 1.1.1

תכנון ביו אקלימי – ניתוח אקלמי

ניתוח אקלימי

אקלים האתר ינותח ויתוארו האסטרטגיות העיקריות לתכנון ביו-אקלימי שנעשה בהן שימוש בבניין.

יוצג תרשים ביו-אקלימי הכולל את תנאי מזג האוויר הממוצעים ואת אסטרטגיות התכנון הביו-אקלימיות:

- התרשים הביו-אקלימי ייקבע בהתאם לתנאי הביגוד והפעילות הצפויים בבניין.
- תנאי הטמפרטורה והלחות היחסית ייוצגו על ידי נתונים ממוצעים בהתאם לאזור האקלים שבו מתוכנן הבניין.
- יוצגו שושנות רוחות וניתוח משטר הרוחות בהתאם ויזהו כיוון של רוחות מטרידות ורוחות רצויות כמפורט בסעיף 5.1 במסמך "מערכות פסיביות לחימום ולקירור מבנים ומיקרו-אקלים עירוני" (להלן: ההנחיות).

יוצג ניתוח ההצללות על הבניין המתוכנן לצורך הערכת פוטנציאל חימום פסיבי של מתקנים סולאריים ושל מערכות זיגוג. הניתוח יעשה לפי פרק 1 בהנחיות.

מאפיין 1.1.1 תכנון ביו אקלימי – ניתוח אקלמי

בתקן אנחנו מעריכים רק מערכות
לחימום פסיבי שפונות לכיוון דרום:

+22.5 מעלות מכיוון הדרום הנקי



איור 1.6 סימון החזית בגזרה הדרומית לבדיקת ההצללה

מקור: המדריך הטכני לת"י 5281

מאפיין 1.1.1 תכנון ביו אקלימי – ניתוח אקלמי

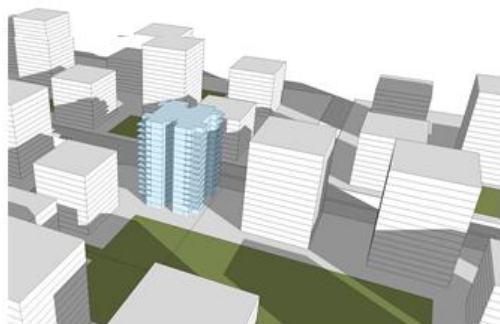
טבלה 1.1: יעדי חשיפה לשמש של מערכות זיגוג הפונות לכיוון דרום

שעות חשיפה לשמש		קוט"ש למ"ר		אזור אקלימי
צפיפות נמוכה	צפיפות גבוהה	צפיפות נמוכה	צפיפות גבוהה	
14:00-10:00	14:00-10:30	1.76	1.26	א
15:00-10:00	14:00-10:00	1.81	1.42	ב
15:00-09:00	14:30-10:00	2.07	1.68	ג

טבלה 6.2.1 כמות קרינה סולארית (קוט"ש למ"ר) לפי חזיתות ושעות ביום הקצר בשנה באזור א'

שעות	דרום-מזרח	דרום	דרום-מערב
08:00	0.21	0.14	0
09:00	0.36	0.28	0.01
10:00	0.39	0.37	0.11
11:00	0.33	0.4	0.22
12:00	0.23	0.38	0.31
13:00	0.14	0.33	0.37
14:00	0.05	0.28	0.42
15:00	0	0.2	0.39
16:00	0	0.1	0.26

מאפיין 1.1.1 תכנון ביו אקלימי – ניתוח אקלמי



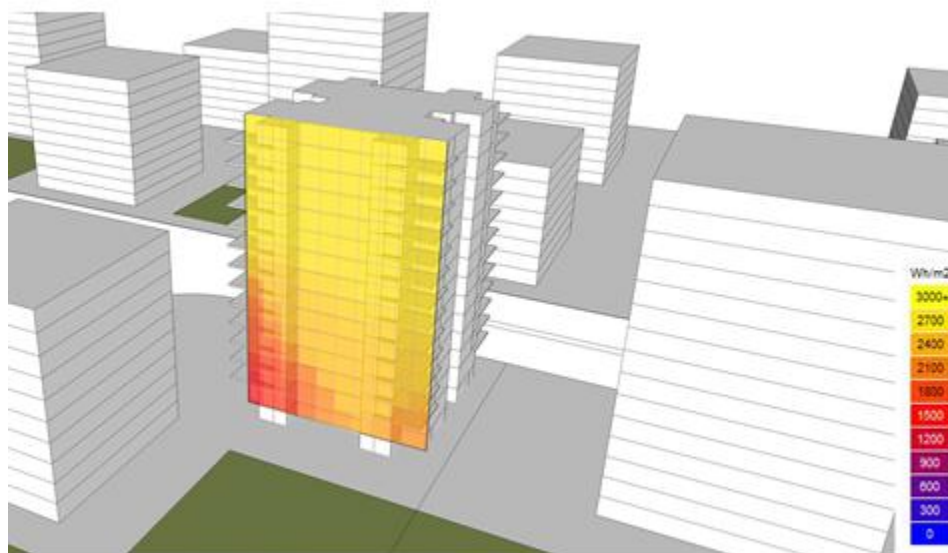
21.12 שעה 10:30 // מבט מדרום מזרח



21.12 שעה 12:00 // מבט מדרום מזרח



21.12 שעה 14:00 // מבט מדרום מזרח



איור 1.8 ניתוח רמת קרינה סולרית מצטברת עבור החזית הדרומית עבור היום הקצר ביותר בשנה (21.12) (מקור: ברק פלמן)

מקור: המדריך הטכני לת"י 5281

מאפיין 1.1.1

תכנון ביו אקלימי – ניתוח אקלמי

מערכות פסיביות בבניין

חימום סולארי פסיבי

יבוצעו המערכות הפסיביות לחימום, בהתאם לאסטרטגיות התכנון המתאימות לאתר ולשטח הבניין שכל מערכת משרתת.

השטחים המחוממים בצורה פסיבית ייקבעו בהתאם לפרק 2 בהנחיות. ייכללו בחישוב רק מערכות לחימום סולארי פסיבי הפונות לגזרה דרומית ואשר הוכח עבורן כי הן חשופות לשמש בהתאם לניתוח שהוצג בסעיף 1.

מאפיין 1.1.1

תכנון ביו אקלימי – חימום פסיבי

טבלה 2.2 - גודלי החלונות הפונים לכיוון דרום בחללים ללא מערכת מכנית לאספקת אוויר צח מבוטאים כאחוזים משטח החלל המחומם

מקדם רווח חום סולארי	ג	ב	א	ייעוד/אזור	
0.8-0.5	25-15	20-8	20-8	קירות "קלים" ⁸	מגורים
	25-20	20-15	20-10	קירות "כבדים" או חצי כבדים ⁹	
	25-15	20-11	20-9	יחידות דיור במתקני אכסון תיירותי	
ל.ה.	ל.ה.	ל.ה.	ל.ה.	משרדים בעומס קל ¹⁰ , מבני ציבור, חדרי אשפוז ומרפאות	
	ל.ה.	ל.ה.	ל.ה.	משרדים בעומס כבד ¹¹ , מבני מסחר, חללי ייצור בתעשייה	
	ל.ה.	ל.ה.	ל.ה.	חללי לימוד והדרכה	
	ל.ה.	ל.ה.	ל.ה.	אולמות ספורט	

מאפיין 1.1.1

תכנון ביו אקלימי – חימום פסיבי

טבלה 2.3 דרישות להצללה על חלונות מערכת קרינה ישירה

יעוד	מיקום ההצללה	תקופת ההצללה	אופי הצללה
מגורים ויחידות אירוח במלונות	חיצוני	הצללה מלאה מ-21 באפריל ועד 21 באוגוסט	קבועה או דינמית המאפשרת לפחות 80% חשיפה ביום הקצר בשנה.
משרדים, מבני ציבור, חדרי אשפוז ומרפאות	חיצוני או בין זגוגיות ¹²	הצללה מלאה מ-21 במרס ועד 21 בספטמבר	
חללי לימוד	חיצוני או בין זגוגיות או פנימי ¹²		

⁸ מסה אפקטיבית ליחידת שטח של קירות החוץ קטנה מ-100 ק"ג למ"ר (ראה הרחבה בת"י 5282). למשל קירות בבנייה קלה מתועשת.

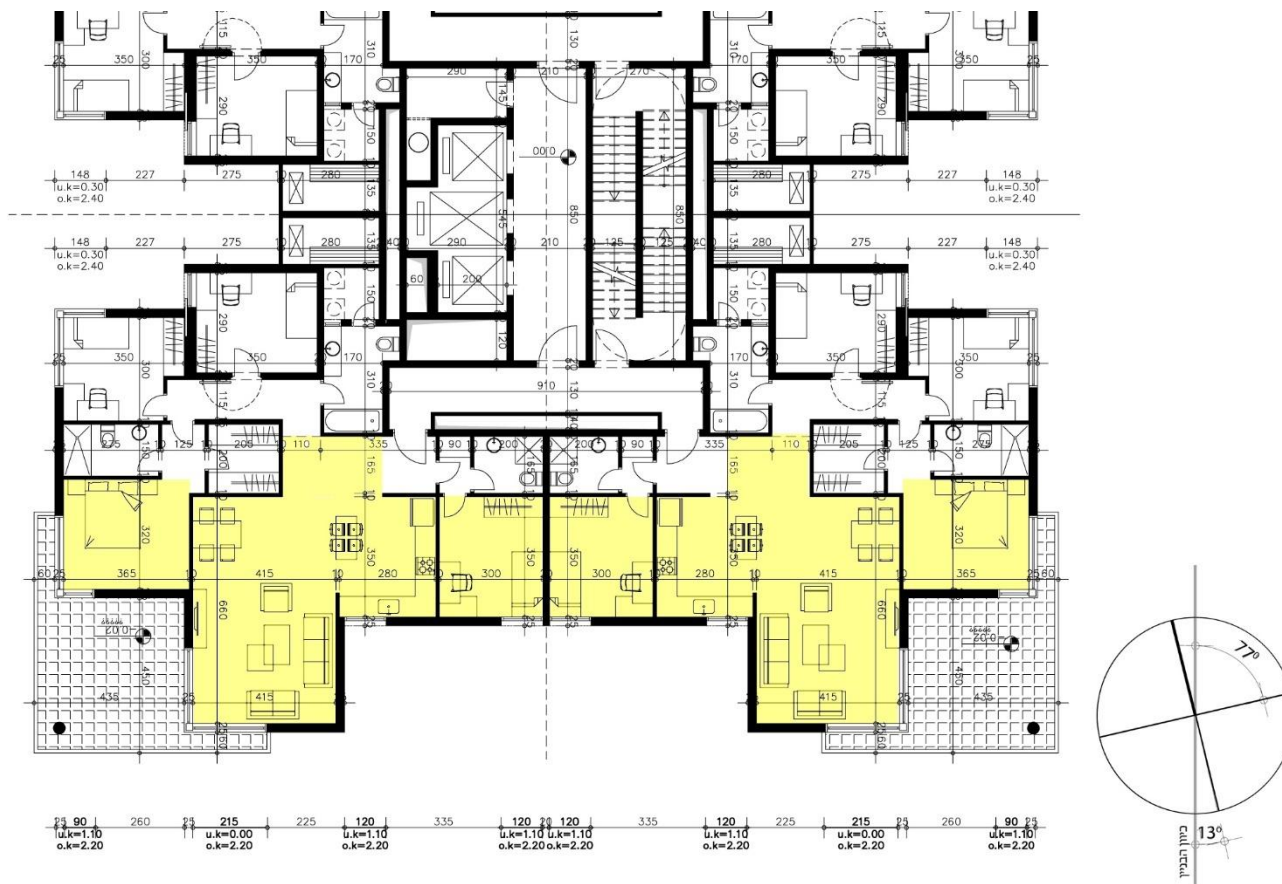
⁹ מסה אפקטיבית ליחידת שטח של קירות גדולה מ-100 ק"ג למ"ר. למשל קירות בלוקים או בטון עם בידוד חיצוני, או קירות עם בלוקים מבודדים ללא בידוד נוסף.

¹⁰ ראה הערה בעמוד קודם

¹¹ ראה הערה בעמוד קודם

¹² בתנאי שמקדם החזרת האור (LRV) או האלבידו הוא גבוה מ-65%

מאפיין 1.1.1 תכנון ביו אקלימי – חימום פסיבי



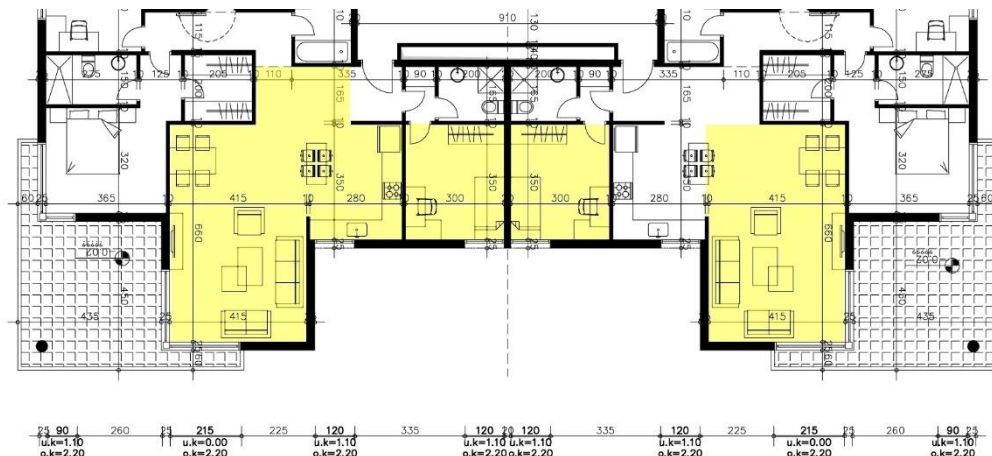
מקור: המדריך הטכני לת"י 5281

מאפיין 1.1.1 תכנון ביו אקלימי – חימום פסיבי



בדיקת הצללה עצמית ביום הקצר בשנה

מקור: המדריך הטכני לת"י 5281



שטח החלון: 4.7 מ"ר

צ"ל: בין 10%-20%

שטח לחישוב חימום פסיבי: 47 מ"ר

מאפיין 1.1.1 תכנון ביו אקלימי – אוורור טבעי

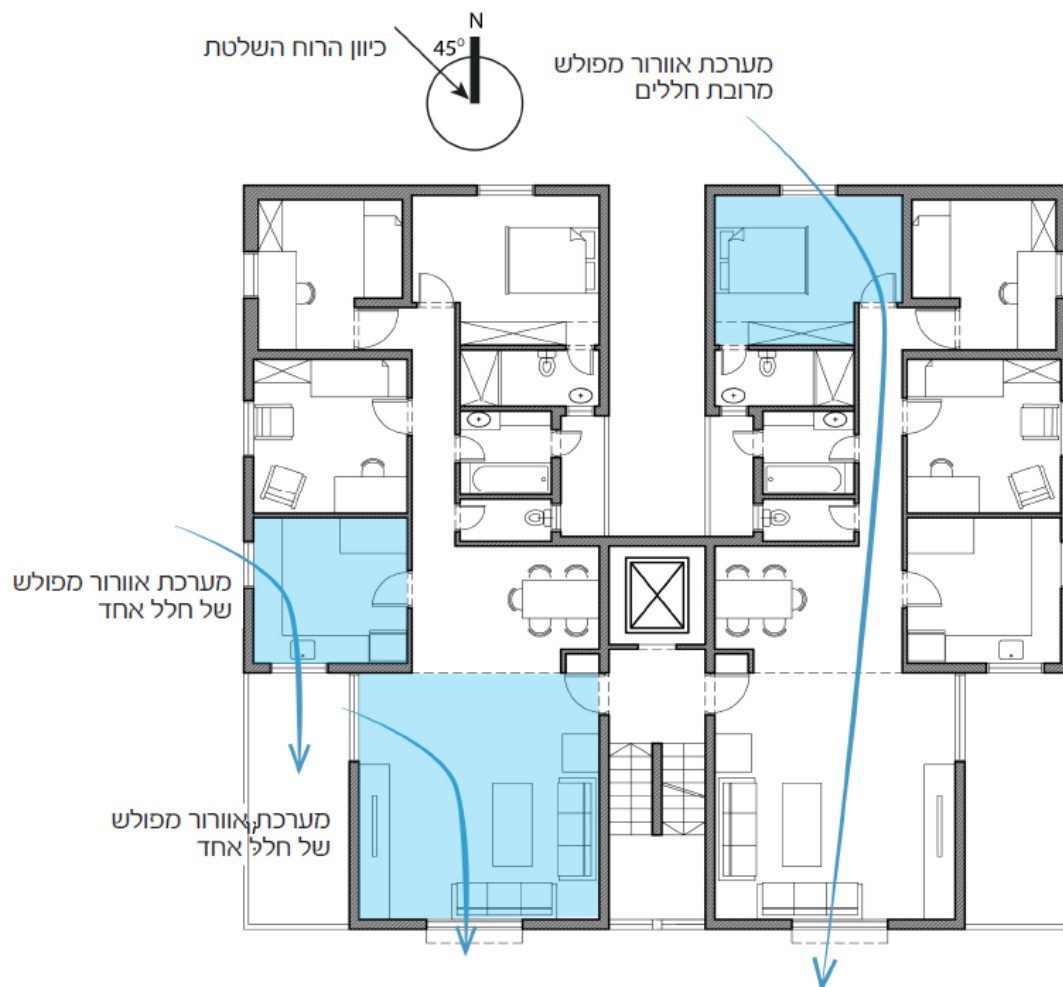
אוורור לילה

אוורור נוחות

מאפיין 1.1.1 תכנון ביו אקלימי – אוורור נוחות

**שלב 1: זיהוי החללים
שמתקיימים בהם תנאי הסף:**

תנאי 1: פתחי כניסה ויציאה



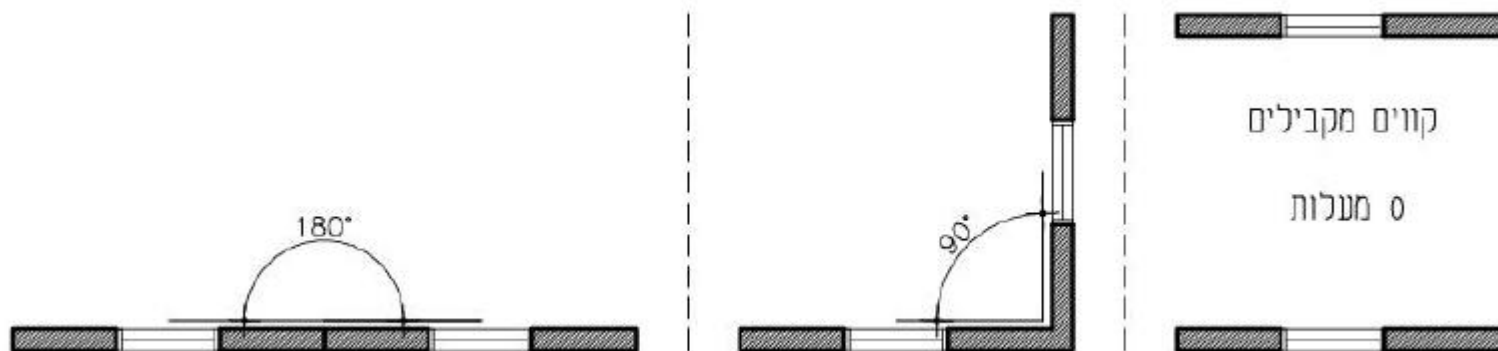
תרשים 3.1 דוגמות למערכות אוורור נוחות מפולשות שונות שבהן השטחים המסומנים בכחול ייחשבו למאווררים פסיבית

מאפיין 1.1.1 תכנון ביו אקלימי – אוורור נוחות

**שלב 1: זיהוי החללים
שמתקיימים בהם תנאי הסף:**

תנאי 1: פתחי כניסה ויציאה

**תנאי 2: זווית בין פתחי הכניסה
והיציאה**



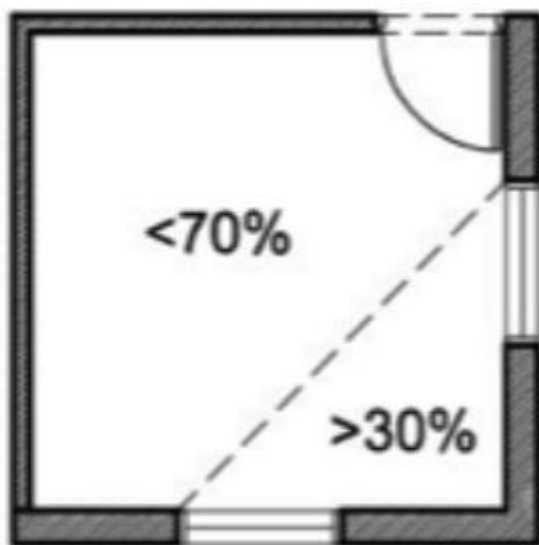
מאפיין 1.1.1 תכנון ביו אקלימי – אוורור נוחות

**שלב 1: זיהוי החללים
שמתקיימים בהם תנאי הסף:**

תנאי 1: פתחי כניסה ויציאה

**תנאי 2: זווית בין פתחי הכניסה
והיציאה**

תנאי 3: שטח אוורור משמעותי



תרשים 3.3 מרחק בין חלונות ניצבים במערכת אוורור נוחות בחלל אחד

מאפיין 1.1.1 תכנון ביו אקלימי – אוורור נוחות

שלב 1: זיהוי החללים שמתקיימים בהם תנאי הסף:

תנאי 1: פתחי כניסה ויציאה

תנאי 2: זווית בין פתחי הכניסה והיציאה

תנאי 3: שטח אוורור משמעותי

תנאי 4: הגנה מפני יתושים עד קומה 10 לפחות

תנאי 5: שטח מאוקלם

מאפיין 1.1.1 תכנון ביו אקלימי – אוורור נוחות

שלב 2: בדיקת החללים

1: יעדים חדשים

טבלה 3.1 - מהירויות רוח ומספר החלפות אוויר בשעה מותרים לצורך אוורור נוחות לפי שימוש

שימוש	מהירות (מטר לשנייה)	החלפות אוויר בשעה
מגורים ואכסון תיירותי	1.5-0.5	100-50
משרדים, מבני חינוך מוסדות בריאות, מבני מסחר, מבני ציבור, מבני תעשייה	1-0.5	75-50

אם ניתן לשלוט בפתח כניסת האוויר (למשל בחלונות הזזה) ניתן להתעלם מהגבול העליון למהירויות רוח ומספר החלפות אוויר בשעה בטבלה זו.

מאפיין 1.1.1 תכנון ביו אקלימי – אוורור נוחות

שלב 2: בדיקת החללים

1: יעדים חדשים

2: שעות חדשות

טבלה 3.2 - שעות וחודשים שבהם נדרשת בדיקת אוורור נוחות

שימוש	שעה בחודשים: אפריל, אוקטובר
מגורים, אכסון תיירותי ומבני מסחר	17:00 או 18:00
משרדים, מבני חינוך, מוסדות בריאות, מבני תעשייה, מבני ציבור	08:00 או 09:00

מאפיין 1.1.1

תכנון ביו אקלימי – אוורור נוחות

שלב 2: בדיקת החללים

1: יעדים חדשים

2: שעות חדשות

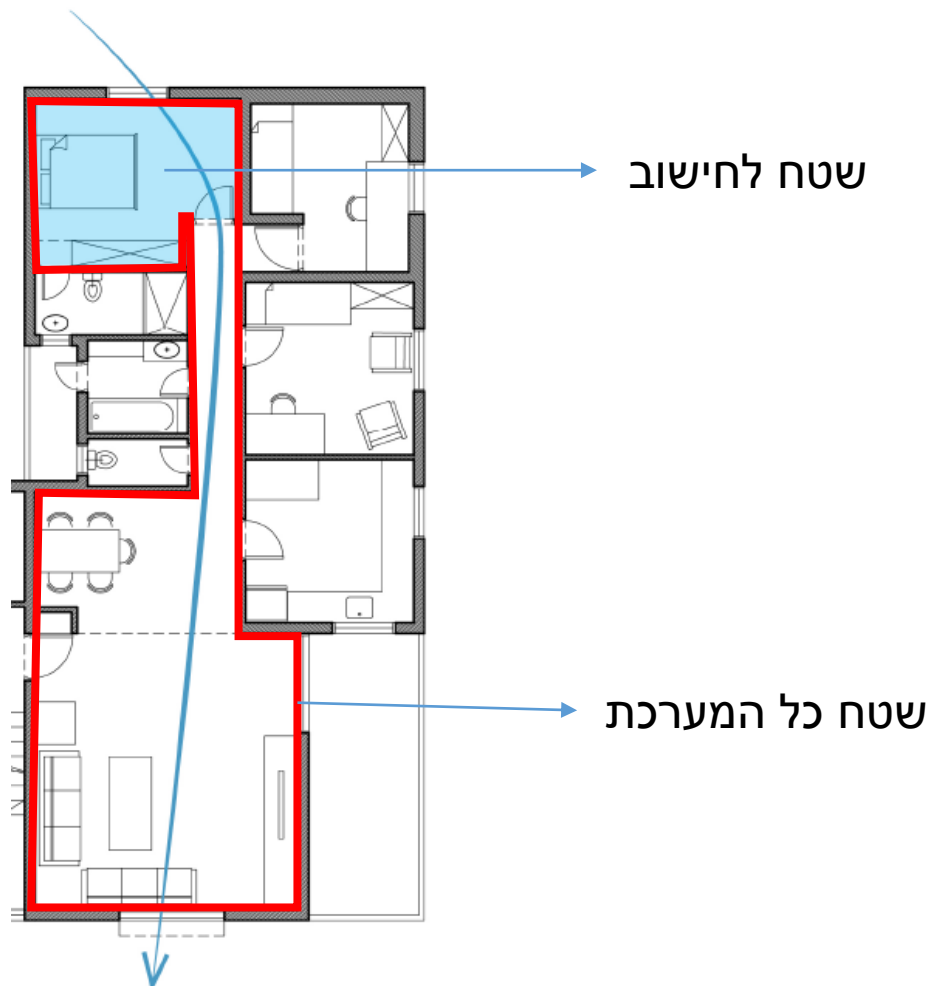
3: כלים חדשים

קביעת גודל חלון אפקטיבי (A) שטח סך פתחי הכניסה במערכת (מ"ר) שטח סך פתחי היציאה במערכת (מ"ר) יחס בין סך שטחי הפתחים הגדולים והקטנים 1 5.8 2 0.5 3 5.8 : 4 0.5 = 5 11.6 סך הפתחים הגדולים סך הפתחים הקטנים	קביעת מהירות הרוח (V) מהירות הרוח בתחנה המטאורולוגית (מ/ש) גובה מדידת הרוח התחנה (מ) גובה מרכז החלון מהקרקע (מ) מקדם חספוס 6 4.7 7 10 8 3.5 9 0.25 מהירות רוח מתוקנת (מ/ש) ((8 3.5 : 7 10) ^ 9 0.25) X 6 4.7 = 10 3.62
קביעת כמות האוויר העוברת בשניה במערכת (Q) קוב לשניה Q 4 0.5 X 10 3.62 X 12 0.3 = 13 0.54 A V C	קביעת מקדם C זווית הרוח ביחס לפתחי הכניסה קביעת מקדם C 11 50 12 0.3
קביעת מספר החלפות אוויר בשעה נפח המערכת (מטר מעוקב) מספר החלפות אוויר בשעה 13 0.54 X 3600 : 14 45 = 15 43.381	תיקון במצב בו ערכי 3 ו 4 שונים מקדם הגברת קצב האוויר (לפי תרשים 3.5) מספר החלפות אוויר בשעה - מתוקן 16 1.38 15 43.38 X 16 1.38 = 17 59.9

מאפיין 1.1.1 תכנון ביו אקלימי – אוורור נוחות

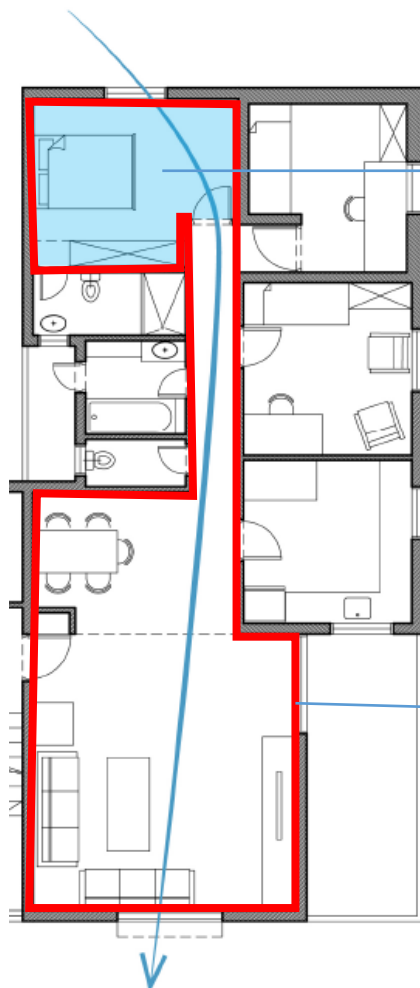
שלב 3: חישוב שטחים

1. סיכום השטחים צריך לכלול רק שטחים אשר למשתמשים בהם יש שליטה מלאה הן על פתחי כניסת האוויר והן על פתחי יציאה.



מאפיין 1.1.1 תכנון ביו אקלימי – אוורור נוחות

שלב 3: חישוב שטחים



שטח לחישוב

שטח כל המערכת

1. סיכום השטחים צריך לכלול רק שטחים אשר למשתמשים בהם יש שליטה מלאה הן על פתחי כניסת האוויר והן על פתחי יציאה.
2. בבניין קומות שבו קומות טיפוסיות בתכנון חזרתי, ניתן לחשב קומה טיפוסית שתייצג 5 קומות.

מאפיין 1.1.1

תכנון ביו אקלימי – אוורור נוחות

שלב 3: חישוב שטחים

1. סיכום השטחים צריך לכלול רק שטחים אשר למשתמשים בהם יש שליטה מלאה הן על פתחי כניסת האוויר והן על פתחי יציאה.
2. בבניין קומות שבו קומות טיפוסיות בתכנון חזרתי, ניתן לחשב קומה טיפוסית שתייצג 5 קומות.
3. חישוב ממוצע של שתי התקופות

שטחים מאורורים
באוקטובר בשעה
17:00: 2000 מ"ר

שטחים מאורורים
באפריל בשעה 17:00:
1000 מ"ר

ממוצע השטחים
המאורורים: 1500
מ"ר

מאפיין 1.1.1 תכנון ביו אקלימי – אוורור לילה טבעי (מגורים)

שלב 1: בירור T swing

הדפס

6.5 מעלות

גובה התחנה: 4 מטרים מעל לפני הים						תל אביב
סוגי מידע	מאי	יוני	יולי	אוג'	ספט'	
טמפרטורת מקסימום יומית ממוצעת (מ"צ)	24.9	27.5	29.4	30.2	29.4	
טמפרטורת מינימום יומית ממוצעת (מ"צ)	17.3	20.6	23	23.7	22.5	

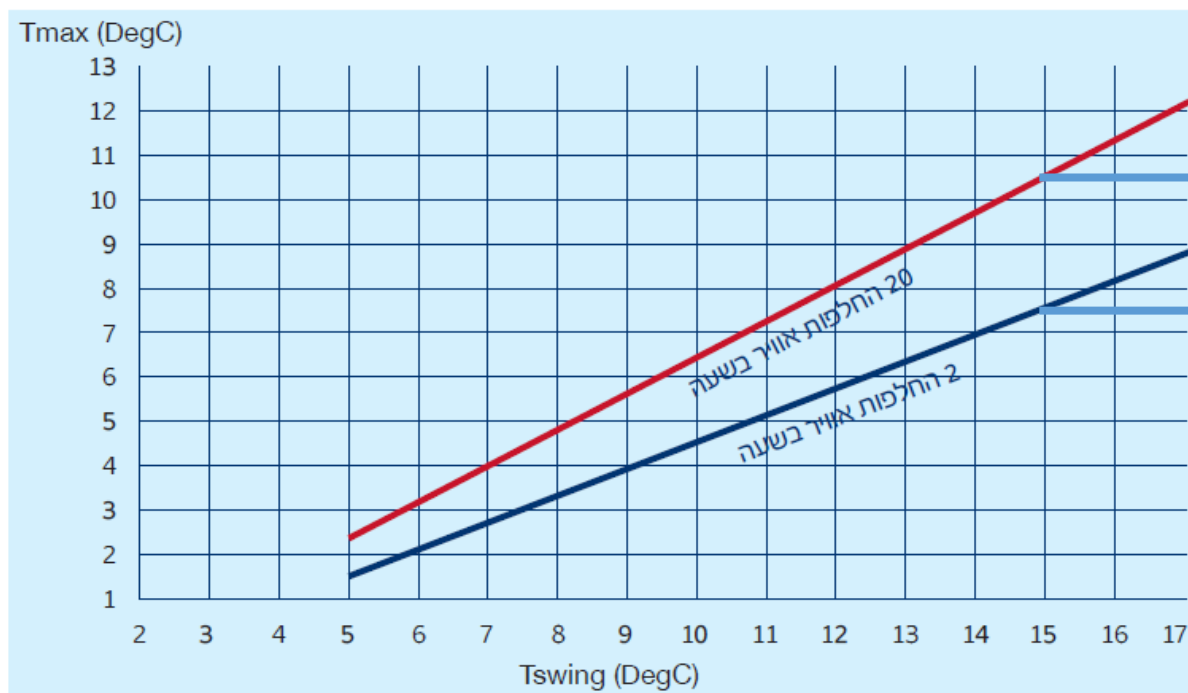
10.6 מעלות

גובה התחנה: 815 מטרים מעל לפני הים						ירושלים
סוגי מידע	מאי	יוני	יולי	אוג'	ספט'	
טמפרטורת מקסימום יומית ממוצעת (מ"צ)	25.3	27.6	29	29.4	28.2	
טמפרטורת מינימום יומית ממוצעת (מ"צ)	15.7	17.8	19.4	19.5	18.6	

מאפיין 1.1.1

תכנון ביו אקלימי – אוורור לילה טבעי (מגורים)

שלב 2: הצבה בגרף

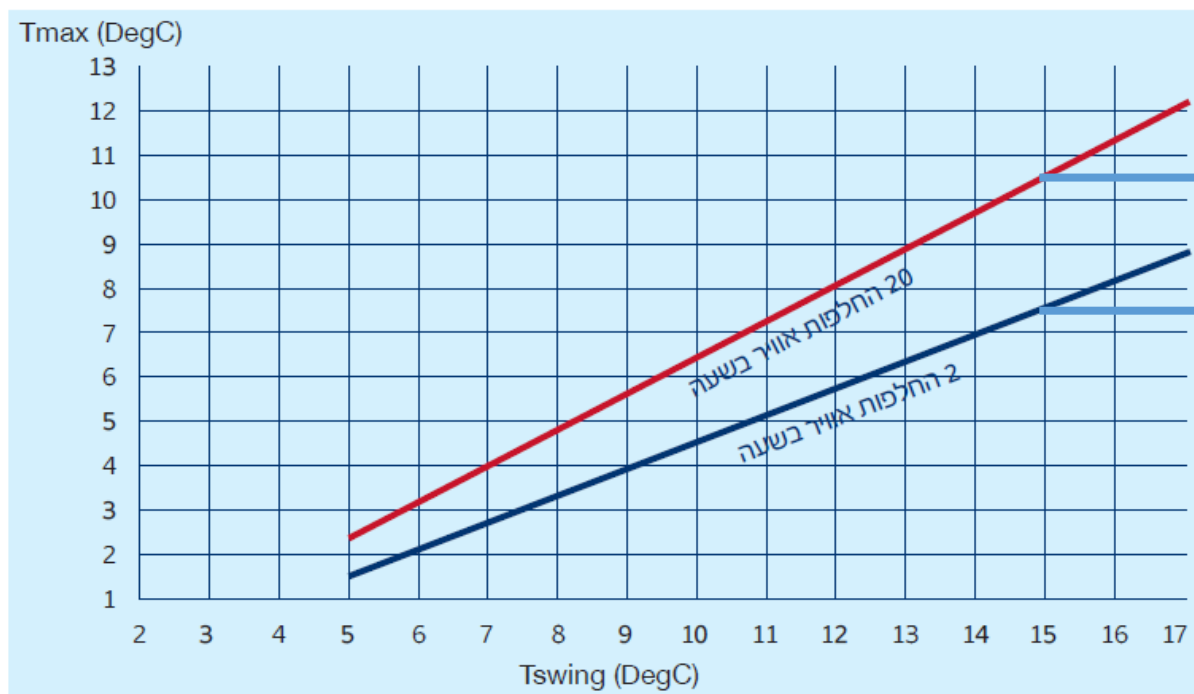


תרשים 4.1 הפחתת טמפרטורה קיצית מרבית (ציר Y) כפונקציה של מספר החלפות אוויר בשעה ומנעד הטמפרטורה בין יום ללילה (ציר X). אחרי שביב ושותפים 2001 [8]

מאפיין 1.1.1

תכנון ביו אקלימי – אוורור לילה טבעי (מגורים)

שלב 2: הצבה בגרף (ירושלים)



מפולש

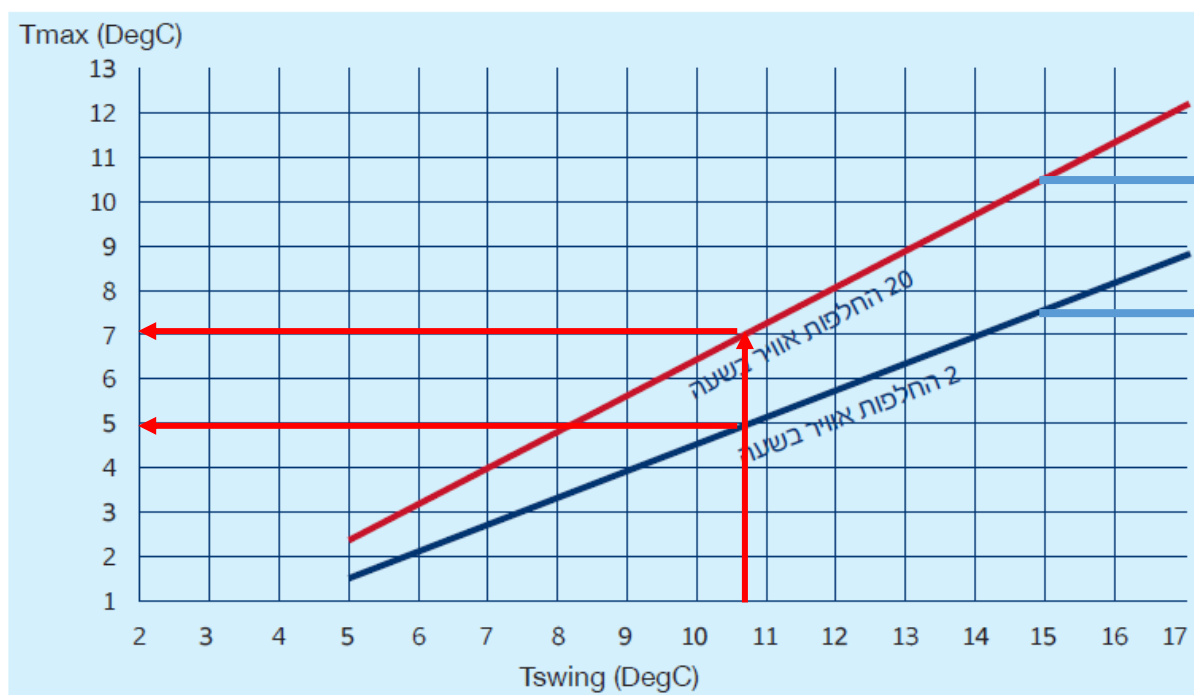
לא מפולש

תרשים 4.1 הפחתת טמפרטורה קיצית מרבית (ציר Y) כפונקציה של מספר החלפות אוויר בשעה ומנעד הטמפרטורה בין יום ללילה (ציר X). אחרי שביב ושותפים 2001 [8]

מאפיין 1.1.1

תכנון ביו אקלימי – אוורור לילה טבעי (מגורים)

שלב 2: הצבה בגרף (ירושלים)



מפולש

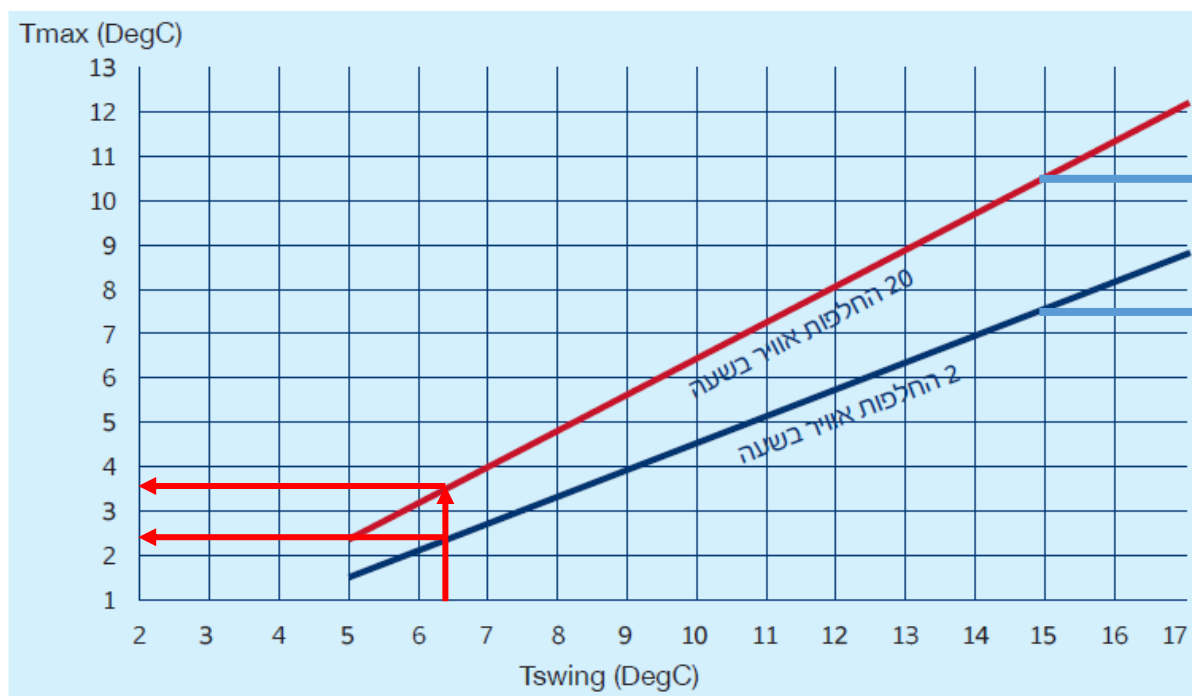
לא מפולש

תרשים 4.1 הפחתת טמפרטורה קיצית מרבית (ציר Y) כפונקציה של מספר החלפות אוויר בשעה ומנעד הטמפרטורה בין יום ללילה (ציר X). אחרי שביב ושותפים 2001 [8]

מאפיין 1.1.1

תכנון ביו אקלימי – אוורור לילה טבעי (מגורים)

שלב 2: הצבה בגרף (תל אביב)



מפולש

לא מפולש

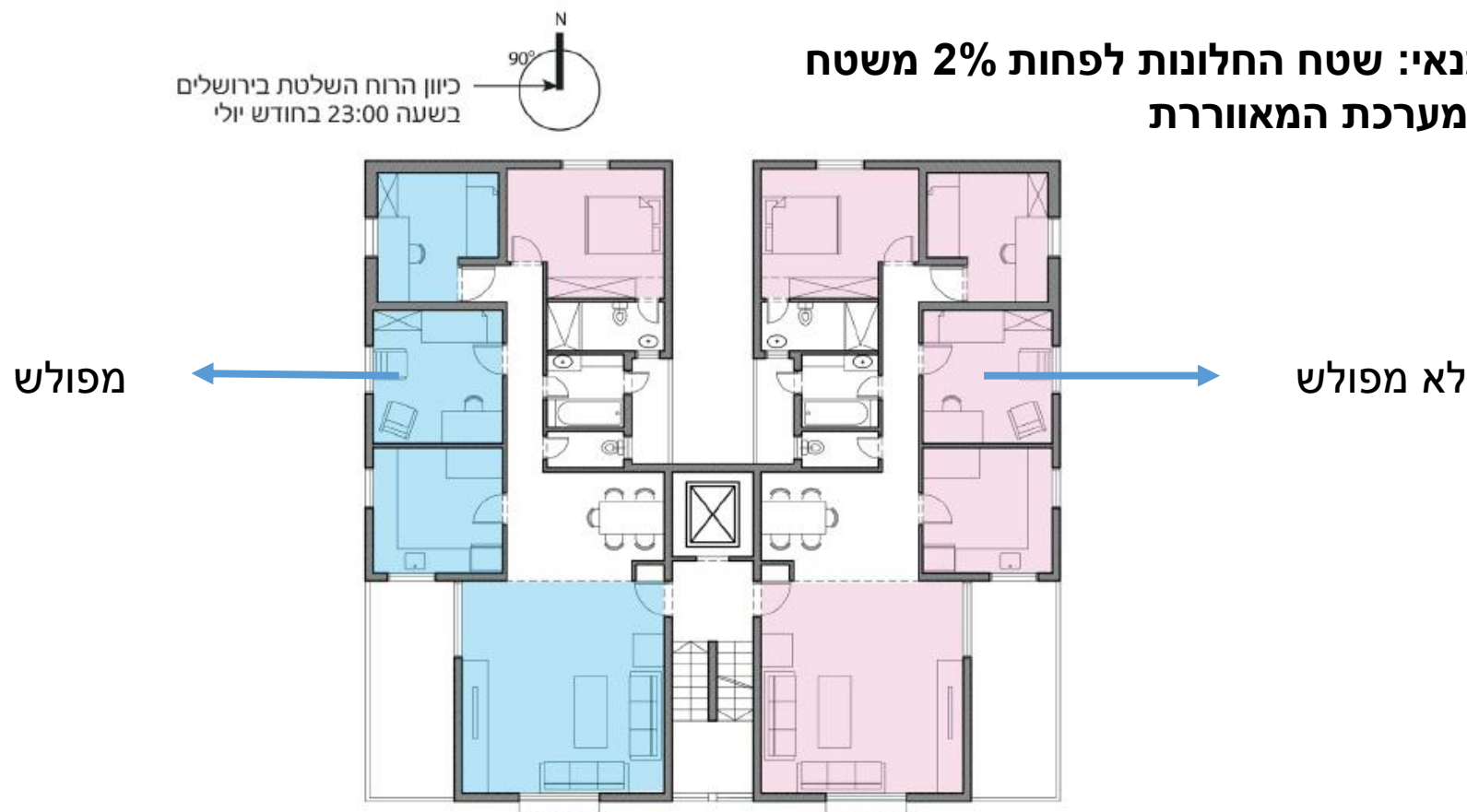
תרשים 4.1 הפחתת טמפרטורה קיצית מרבית (ציר Y) כפונקציה של מספר החלפות אוויר בשעה ומנעד

הטמפרטורה בין יום ללילה (ציר X). אחרי שביב ושותפים 2001 [8]

מאפיין 1.1.1 תכנון ביו אקלימי – אוורור לילה טבעי (מגורים)

שלב 3: הגדרת חללים וחישוב שטחים

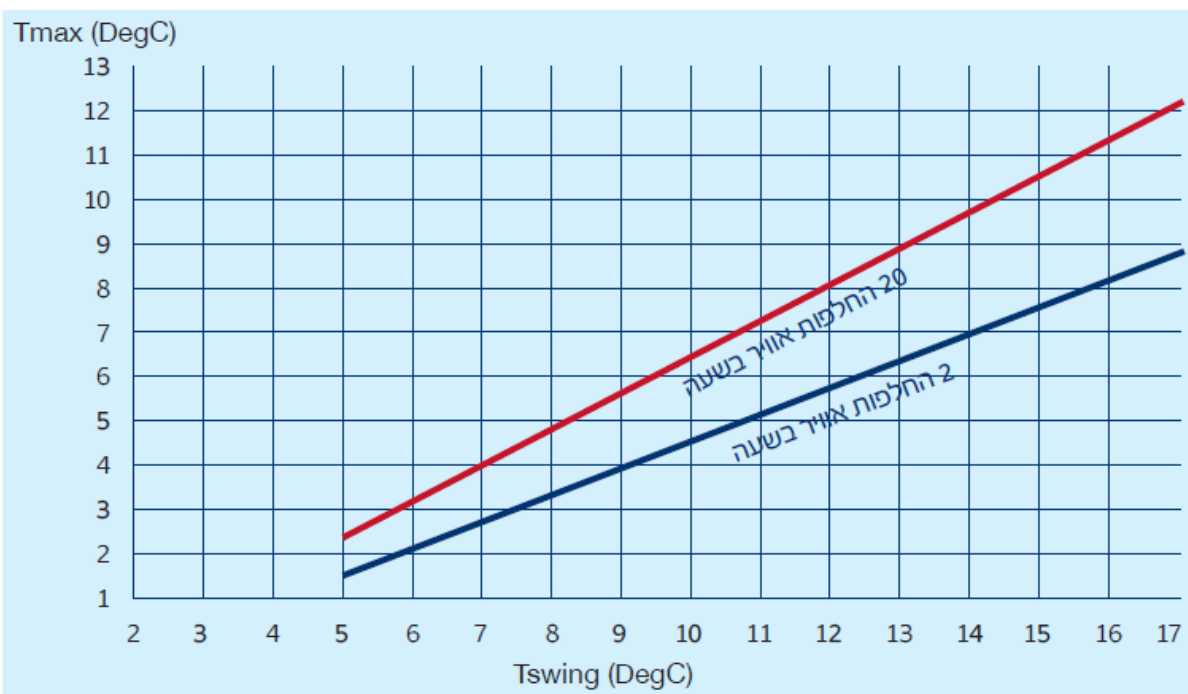
תנאי: שטח החלונות לפחות 2% משטח
המערכת המאווררת



מאפיין 1.1.1 תכנון ביו אקלימי – אוורור לילה לא מגורים

אפשרות אחת: פתיחה
אוטומטית של חלונות ואז
החישוב הוא כמו מקודם

אפשרות שניה: מפוח. ואז יש
להתחשב בשתי החלפות אוויר



תרשים 4.1 הפחתת טמפרטורה קיצית מרבית (ציר Y) כפונקציה של מספר החלפות אוויר בשעה ומנעד הטמפרטורה בין יום ללילה (ציר X). אחרי שביב ושותפים 2001 [8]

מאפיין 1.1.1

תכנון ביו אקלימי – חישובי שטחים

דוגמה לבניין בעל 5000 מ"ר בירושלים:

סך השטחים המחוממים פסיבית: 1000 מ"ר

סך השטחים המאוורים באזור נוחות: 1500 מ"ר

סך השטחים המאוורים באזור לילה: 2000 מ"ר

באזורי אקלים א-ב:

$$SP(\%) = ((Sh \times 0.5 + Sc \times 0.5) / S) \times 100$$

באזור אקלים ג:

$$SP(\%) = ((Sh \times 0.6 + Sc \times 0.4) / S) \times 100$$

באזור אקלים ד או בבנינים שלא נדרש בהם חימום פסיבי:

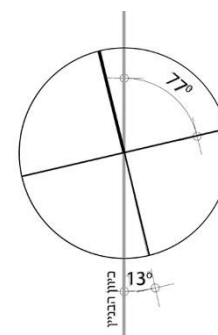
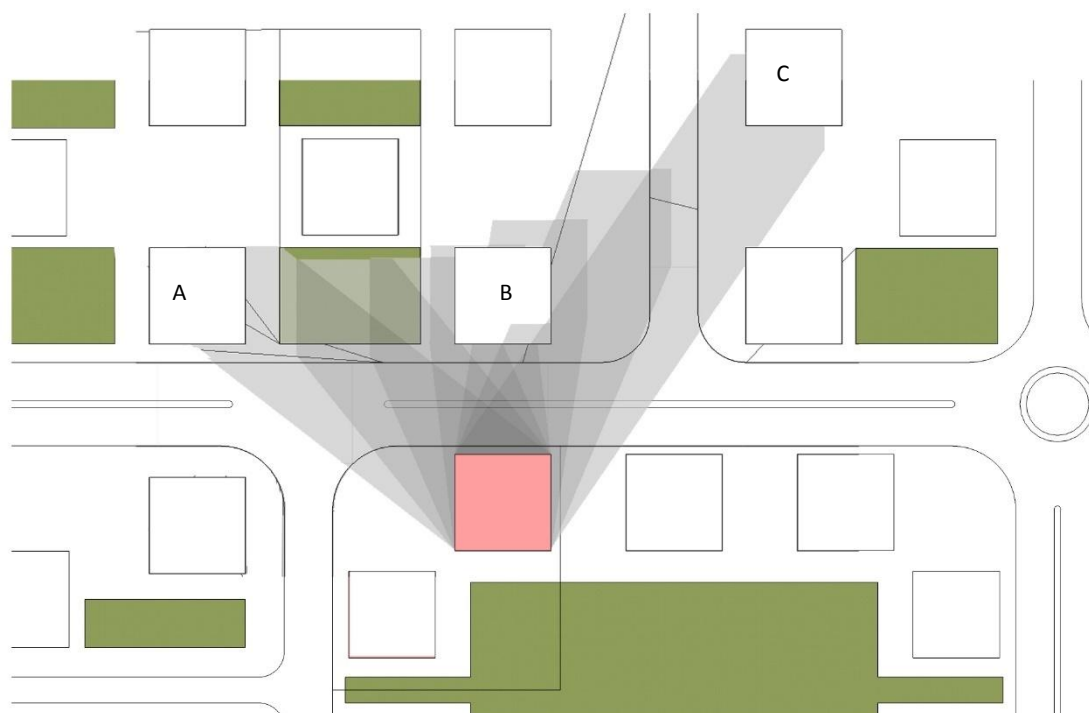
$$SP(\%) = (Sc / S) \times 100$$

$$SP(\%) = ((1000 \times 0.6 + (1500 + 2000) \times 0.4) / 5000) \times 100 = 40\%$$

מאפיין 1.1.2 תכנון ביו אקלימי – שמש וצל

תחום הבדיקה: מגרשים בתחום
מניפת הצל הנוצרת ביום הקצר
בשנה בין השעות 09:00-15:00

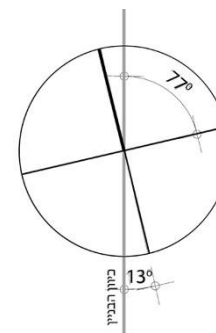
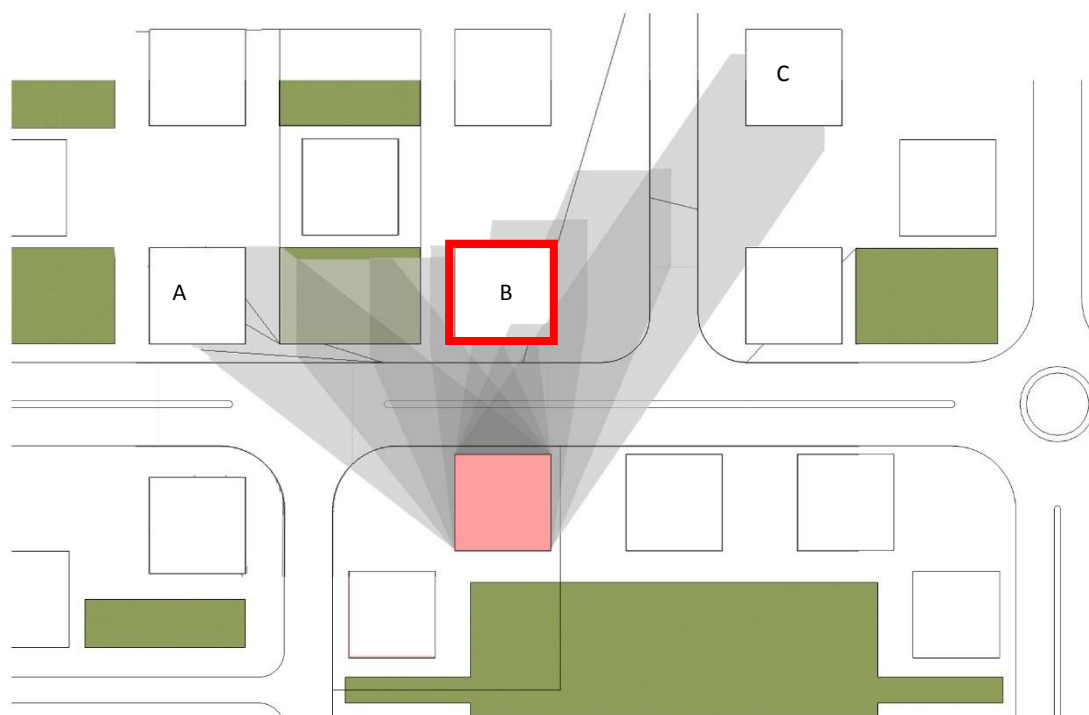
המודל נבנה לפי מצב "מאושר"



מקור: המדריך הטכני לת"י 5281

מאפיין 1.1.2 תכנון ביו אקלימי – שמש וצל - גגות

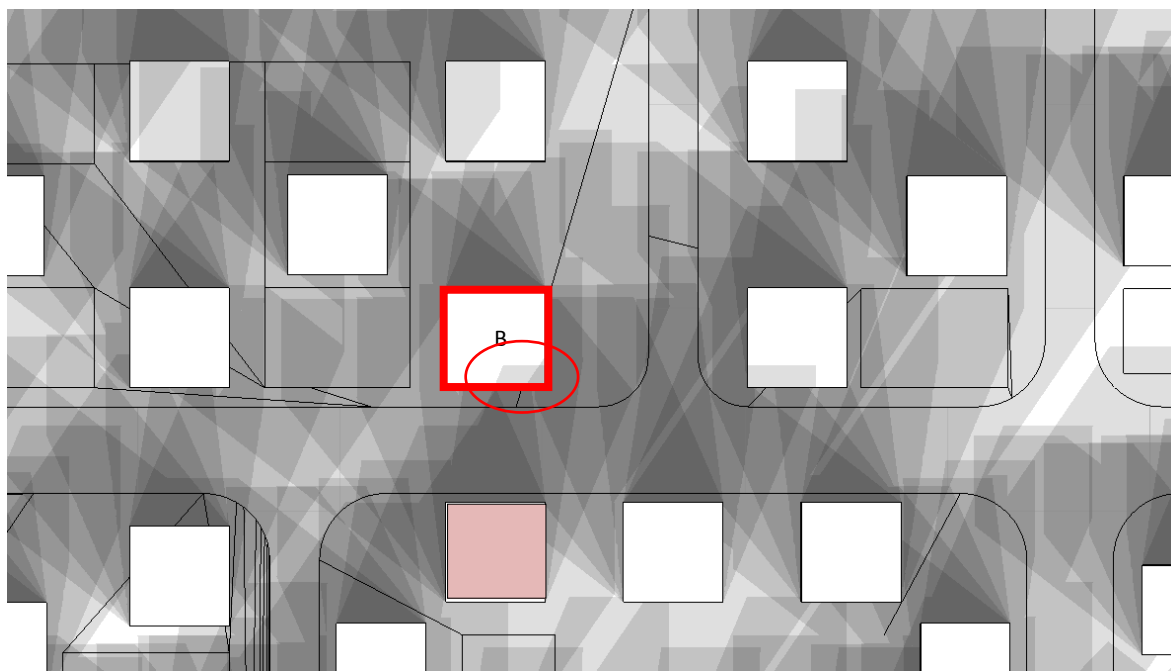
תחום הבדיקה: מגרשים בתחום
מניפת הצל הנוצרת ביום הקצר
בשנה בין השעות 09:00-15:00



מקור: המדריך הטכני לת"י 5281

מאפיין 1.1.2 תכנון ביו אקלימי – שמש וצל - גגות

קריטריון: לפחות 50% מהגג
יחשף ללפחות 4 שעות ביום
הקצר בשנה בין השעות 09:00-
15:00



מקור: המדריך הטכני לת"י 5281

מצב מוצע

מאפיין 1.1.2

תכנון ביו אקלימי – שמש וצל - חזיתות

קריטריון בפרק 1 ב"הנחיות"

טבלה 1.1: יעדי חשיפה לשמש של מערכות זיגוג הפונות לכיוון דרום

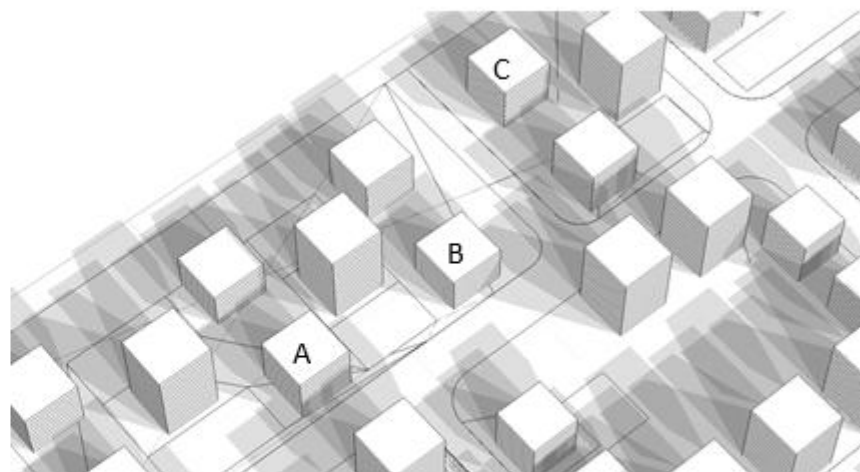
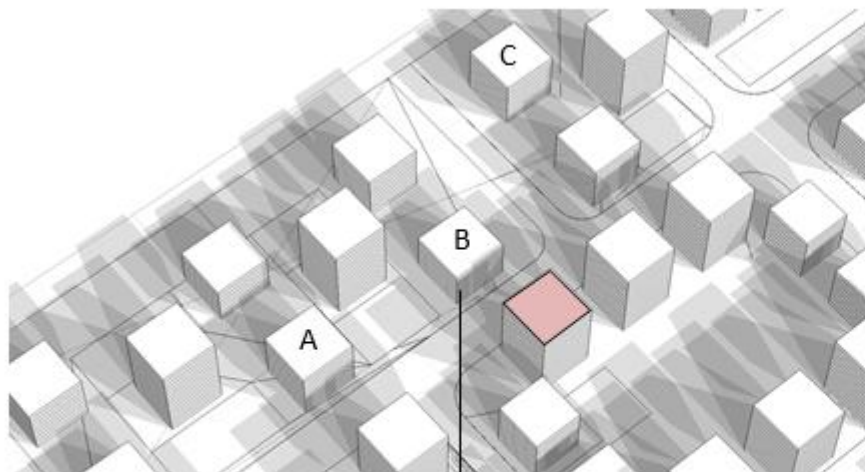
שעות חשיפה לשמש		קוט"ש למ"ר		אזור אקלימי
צפיפות נמוכה	צפיפות גבוהה	צפיפות נמוכה	צפיפות גבוהה	
14:00-10:00	14:00-10:30	1.76	1.26	א
15:00-10:00	14:00-10:00	1.81	1.42	ב
15:00-09:00	14:30-10:00	2.07	1.68	ג

מאפיין 1.1.2 תכנון ביו אקלימי – שמש וצל - חזיתות

קריטריון 2 בתקן

במידה ובמצב המאושר לא היתה עמידה בקריטריון, המבנה המוצע לא
יפחית את החשיפה לשמש ביותר מ 20%

מאפיין 1.1.2 תכנון ביו אקלימי – שמש וצל - חזיתות



איור 1.35 הדמיית הצללה ללא המבנה המוצע ובשילוב המבנה המוצע ב 21 לדצמבר
בשעות 10:30-14:00 המבנים המושפעים מהצללת המבנה (שזוהו בהטלת מניפת
הצל) מסומנים באותיות A, B, C

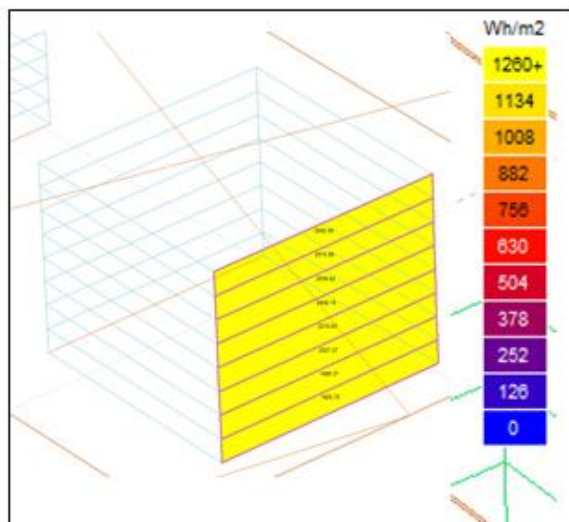
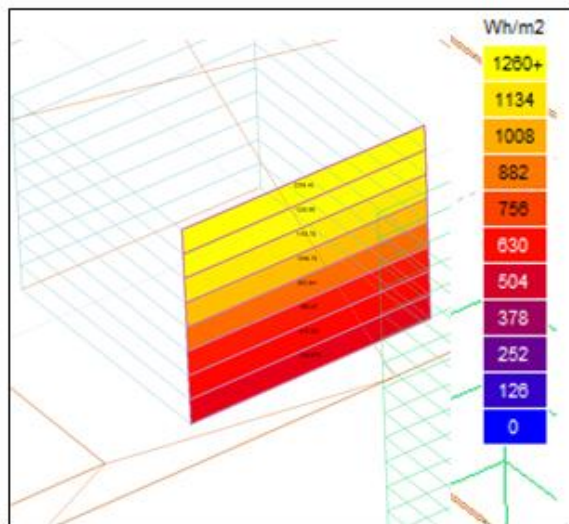
מקור: המדריך הטכני לת"י 5281

מאפיין 1.1.2 תכנון ביו אקלימי – שמש וצל - חזיתות

מבנה B:

איור עליון - לאחר הקמת הבניין
המתוכנן

איור תחתון – לפני הקמת הבניין
המתוכנן



נין לראות שחמשת הקומות
התחתונות אינן עומדות
בקריטריון

מקור: המדריך הטכני לת"י 5281

מאפיין 1.1.2 תכנון ביו אקלימי – שמש וצל – שטחים פתוחים

קריטריון בפרק 1 ב"הנחיות"

"שטח פתוח ייחשב "חשוף לשמש" אם יקבל קרינת שמש ישירה לפחות 30% מהזמן בין השעות 09:00-15:00 (יותר משעתיים). לחילופין, כמות הקרינה הסולארית שתצטבר בו במשך היום הקצר בשנה תהיה גדולה מ 0.9 קוט"ש למ"ר.



איור 1.37 מניפת הצללת המבנה הנבחן על השטחים הפתוחים במגרשים הסובבים.

עבור ה 21 לדצמבר בין השעות 09:00 ל 15:00

מקור: המדריך הטכני לת"י 5281

קריטריון בפרק 1 ב"הנחיות"

"שטח פתוח ייחשב "חשוף לשמש" אם יקבל קרינת שמש ישירה לפחות 30% מהזמן בין השעות 09:00-15:00 (יותר משעתיים). לחילופין, כמות הקרינה הסולארית שתצטבר בו במשך היום הקצר בשנה תהיה גדולה מ 0.9 קוט"ש למ"ר.



איור 1.37 מניפת הצללת המבנה הנבחן על השטחים הפתוחים במגרשים הסובבים.

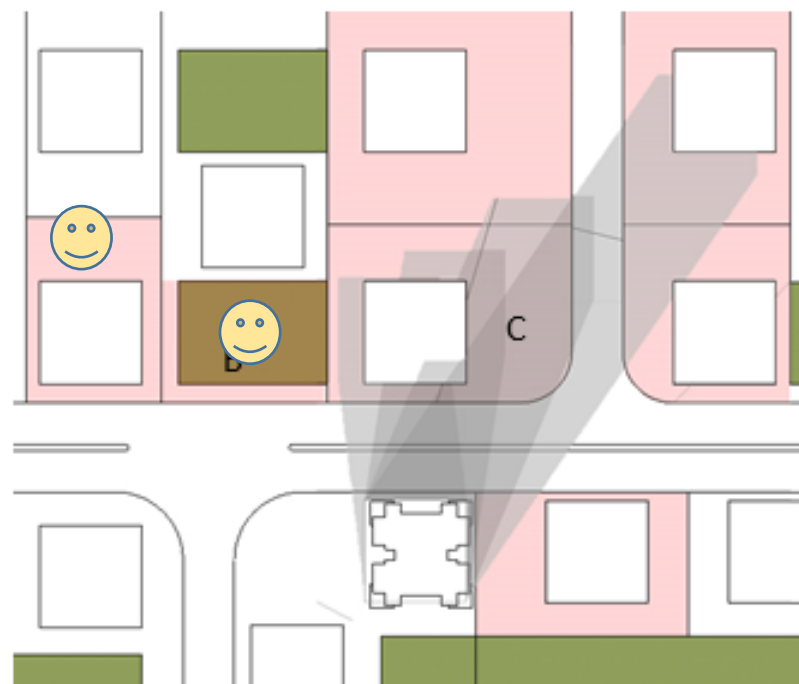
עבור ה 21 לדצמבר בין השעות 09:00 ל 15:00

מקור: המדריך הטכני לת"י 5281

מאפיין 1.1.2 תכנון ביו אקלימי – שמש וצל – שטחים פתוחים



איור 1.39 מניפת הצללת המבנה הנבחן על
השטחים הפתוחים במגרשים הסובבים.
עבור ה 21 לדצמבר בין השעות 09:00 ל 11:00



איור 1.38 מניפת הצללת המבנה הנבחן על
השטחים הפתוחים במגרשים הסובבים.
עבור ה 21 לדצמבר בין השעות 12:00 ל 15:00

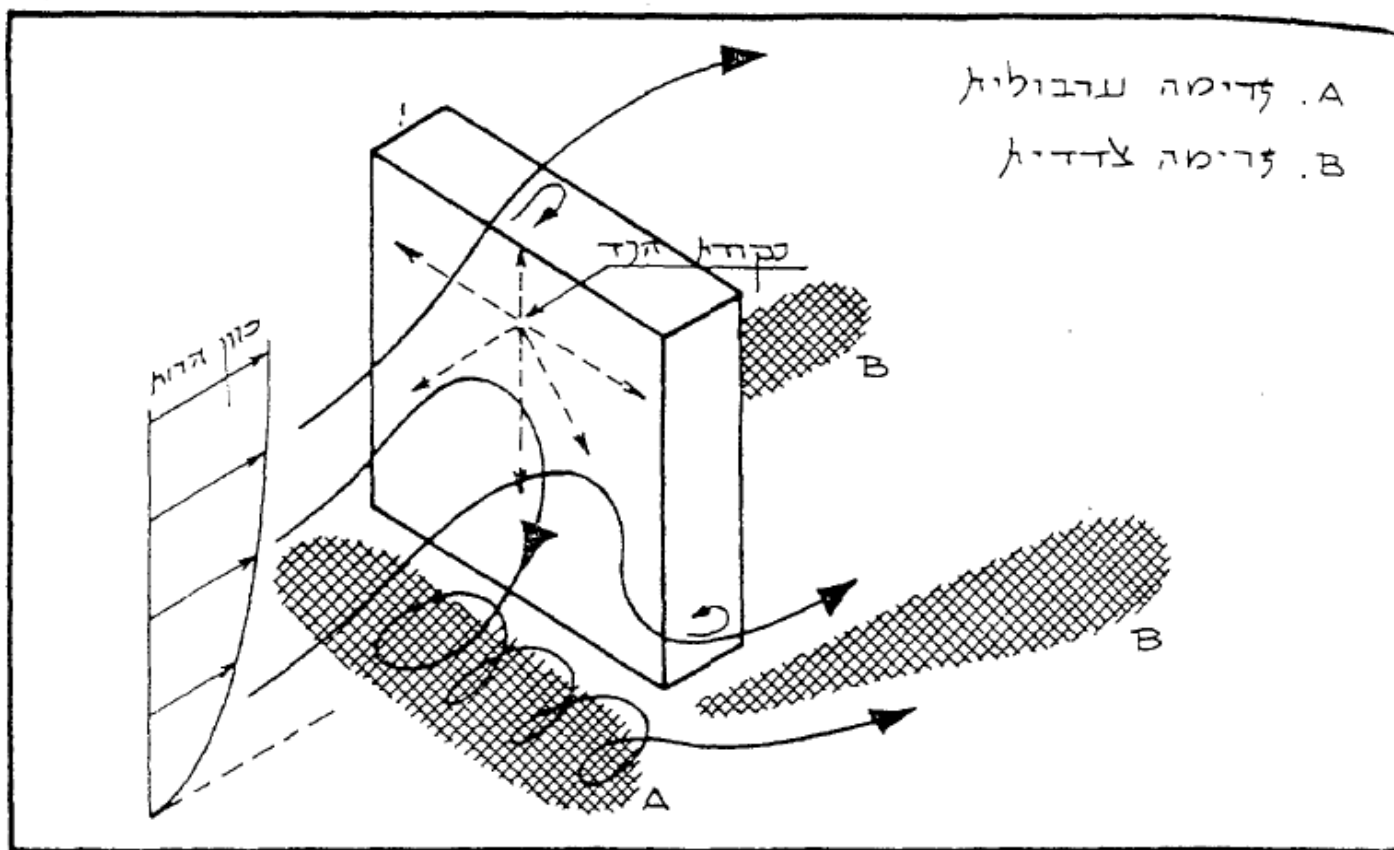
מקור: המדריך הטכני לת"י 5281

מאפיין 1.1.3 תכנון ביו אקלימי – הגנה בפני רוחות

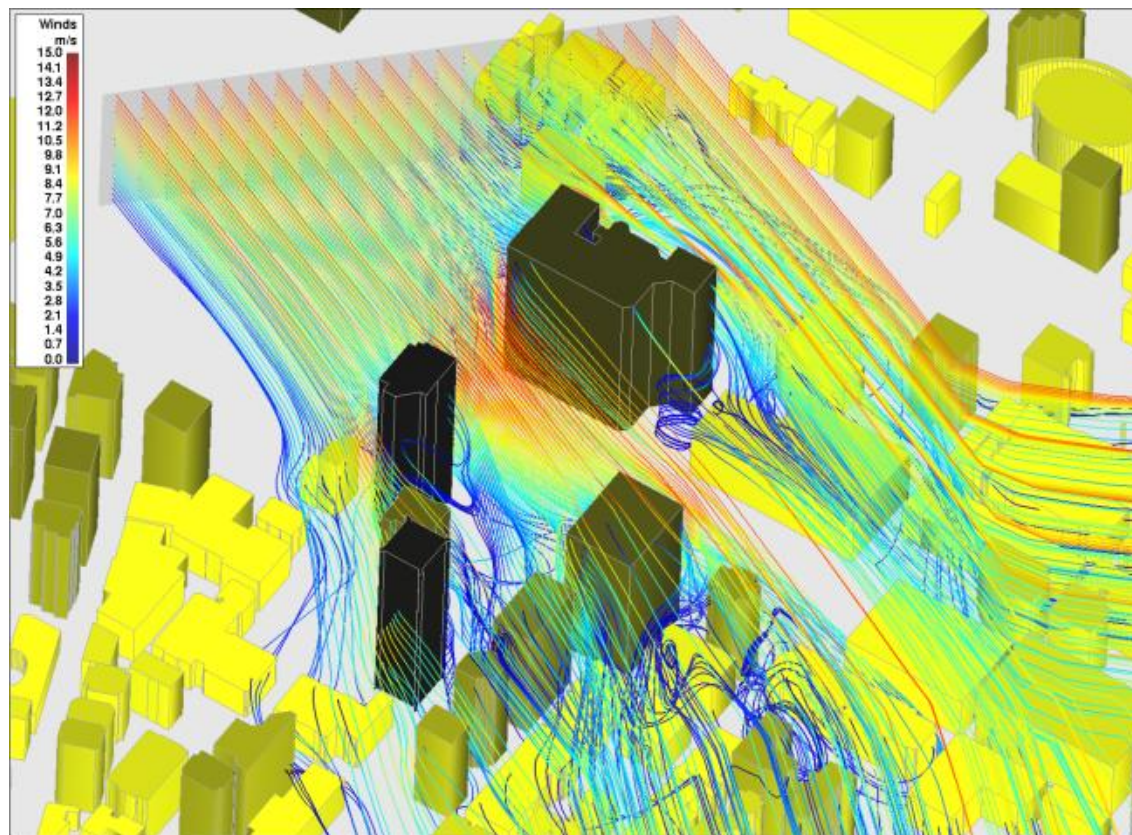


רוחות באתר | למה זה קורה?

איור 3.1 – שדה זרימה סיפוזי מסביב לבניין גבוה (פורה 1980, פציוק 1998)



רוחות באתר



- ניתן לזהות הרבה מבעיות הרוח כבר בשלב התכנון המפורט ואכן כמה מהרשויות עושות זאת.

רוחות | קריטריונים

קריטריון 1 - נוחות מכנית

טבלה 1: שיעור הזמן המותר לעוצמות הרוח באזורים עירוניים שונים

אזור	שיעור חריגה מותר ממהירות 6 מ/ש	שיעור חריגה מותר ממהירות 9 מ/ש
רחובות וחניות	20%	10%
אזור עסקים ומסחר	15%	10%
אזור מגורים וכניסות לבניינים	15%	10%
אזורי שהות בישיבה (מסעדות, פתוחות, כיכרות עירוניות, שטחים ציבוריים פתוחים)	10%	5%

רוחות | קריטריונים

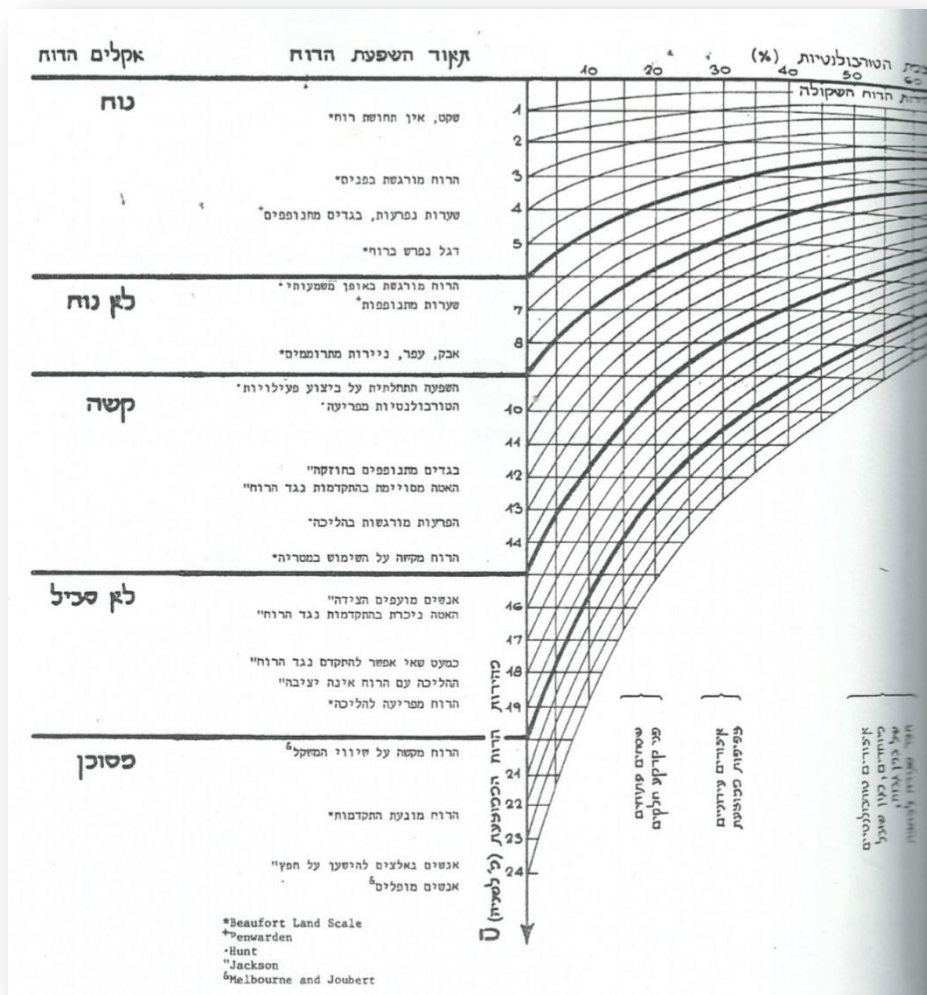
קריטריון 2 - בטיחות הולכי רגל:

טבלה 2: קריטריון בטיחות הולכי רגל

שיעור חריגה מותר ממהירות 20 מ/ש	שיעור חריגה מותר ממהירות 15 מ/ש	אזור
0.01%	1.5%	כל אזור הבדיקה

רוחות | מהירות שקולה

$$U = v * (1 + 3I)$$



אזור	טורבולנטיות
שטח פתוח	20%-15%
שטח עירוני פתוח	30%-20%
שטח עירוני צפוף	40%-30%
חזית בניין	35%-30%
פינות הבניין והמעברים	20%-15%
שובל הרוח של בניין גבוה	60%-50%

רוחות | מהירות שקולה

ת"י 5281 גרסת 2011

מבוסס על BRE Digset 390

מבוסס על מהירות רגילה
ולא שקולה

הייחסות בעיתית לשכיחות

המקור השתנה

טבלה ד-3 - מהירויות הרוח המומלצות עבור פעילויות שונות

הפעילות	מקום הפעילות	השפעה רצויה	השפעה נסבלת	השפעה לא נעימה	השפעה מסוכנת
הליכה מהירה	מדרכות	B5	B6	B7	B8
טיול	פארקים, רחבות כניסה	B4	B5	B6	B8
עמידה/ישיבה	חשיפה קצרה	B3	B4	B5	B8
	חשיפה ארוכה	B2	B3	B4	B8

הנוחות היחסית מושפעת גם משכיחות הרוחות. ניתן להניח שמהירות רוח היא סבירה כאשר אירוע רוח בדרגת 'השפעה נסבלת' מתרחש בשכיחות של פחות מפעם בשבוע; אירוע רוח בדרגת 'השפעה לא נעימה' מתרחש בשכיחות של פחות מפעם בחודש ואירוע רוח בדרגת 'השפעה מסוכנת' מתרחש בשכיחות של פחות מפעם בשנה.

רוחות | מהירות שקולה

Activity

Lawson comfort criteria

	Unacceptable	Tolerable
Roads and car parks, business walking, fast walking from A to B	10.7 m/s (B5) > 6%	10.7 m/s (B5) > 2%
People at work, workers around buildings	10.7 m/s (B5) > 2%	7.9 m/s (B4) > 2%
Pedestrian strolling, slow walking with occasional stops, shopping, short-term standing eg at bus stops	7.9 m/s (B4) > 4%	5.4 m/s (B3) > 6%
Long-term sitting – in open-air cafes, parks, etc. for periods of more than about 10 min	5.4 m/s (B3) > 6%	3.3 m/s (B2) > 6%
Entrances and exits of buildings or areas where there is a risk of sudden exposure to wind	5.4 m/s (B3) > 6%	3.3 m/s (B2) > 4%
Covered areas – pedestrian seating areas under cover, places of high cultural significance	5.4 m/s (B3) > 1%	3.3 m/s (B2) > 4%

BRE 2011, Dig 520

רוחות | מתודולוגיה

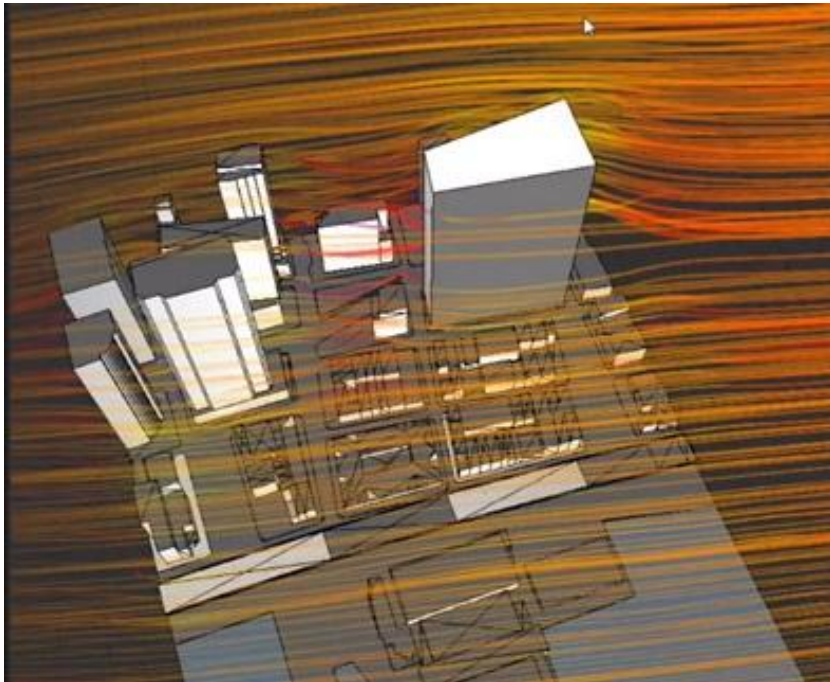
מהן מתודולוגיות העבודה המקובלות בישראל?

יועצי הסביבה נוהגים להגיש דוחות משני סוגים:

1. לפי הנוהל המוצג ב "קריטריונים להבחנת בעיות רוח בשלבי תכנון מוקדמים" (פורה פצ'יוק 1980)

2. בדיקות CFD

CFD



אין אחידות בשיטות העבודה

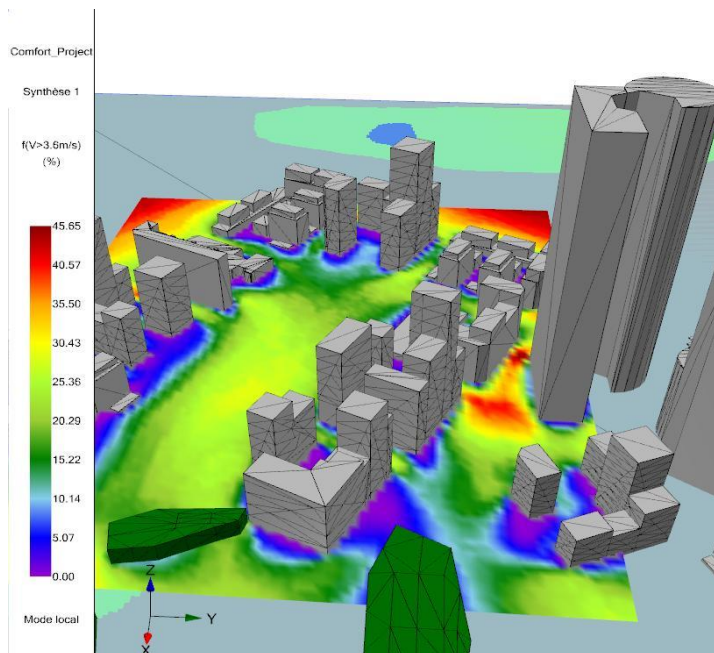
ברבות מחוות הדעת בנושא אין קשר ברור
בין הבדיקה וקריטריונים

רבות מהבדיקות אינן כוללות הערכה של
הפתרונות המוצעים

רוחות | מתודולוגיה

שני סוגים של תוכנות:

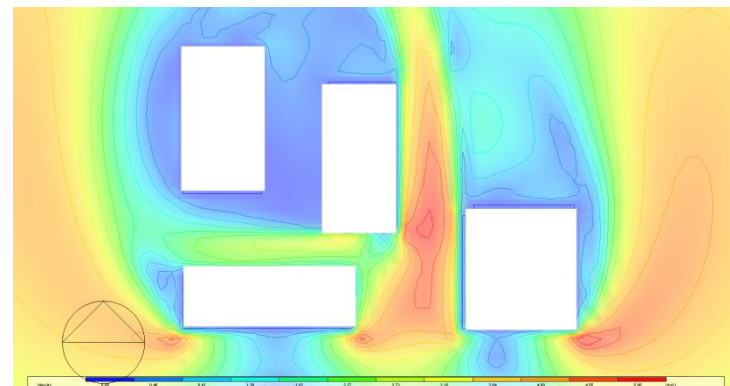
1. תוכנות שמדמות רוח מכיוון אחד ומהירות אחת בכל פעם
2. תוכנות יעודיות להערכת נוחות תרמית של רוחות ומחשבות את כל הכיוונים



UrbanWind

מקור:

<http://architectura.blogspot.co.il/2013/05/la-simulacion-fluidodinamica-cfd-llega.html>

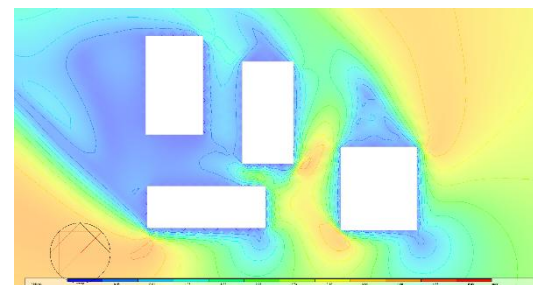
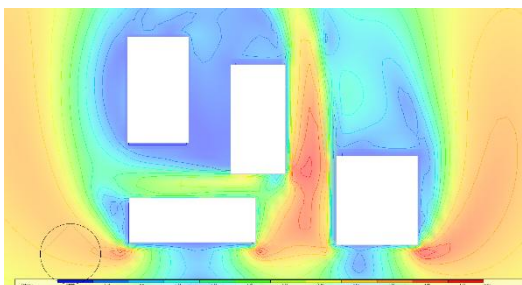
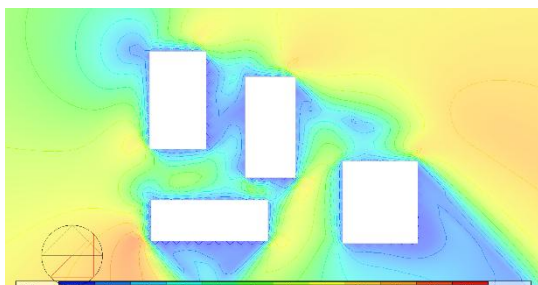
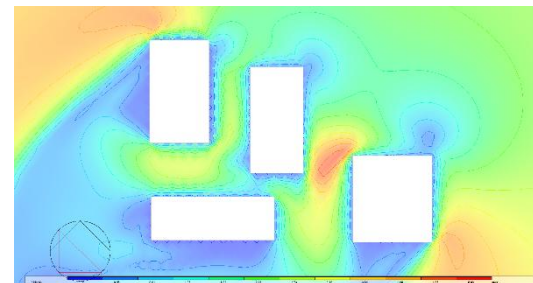
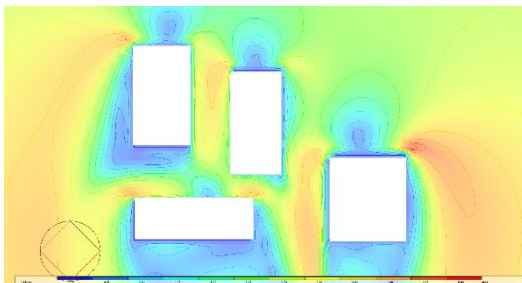
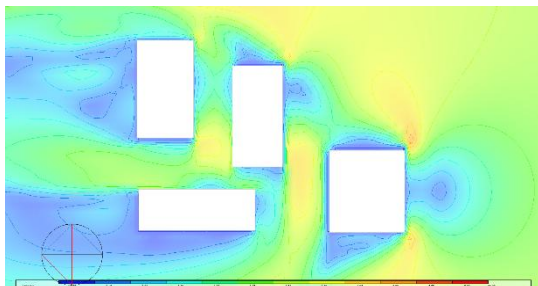


Design Builder
מקור: מיכאל לוי

רוחות | מתודולוגית בדיקה

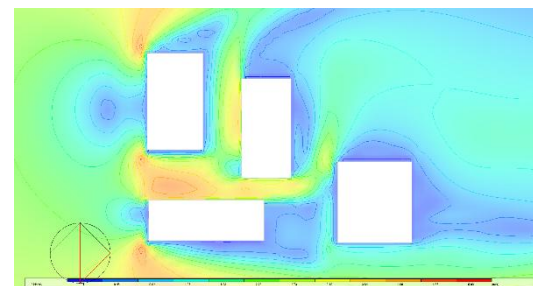
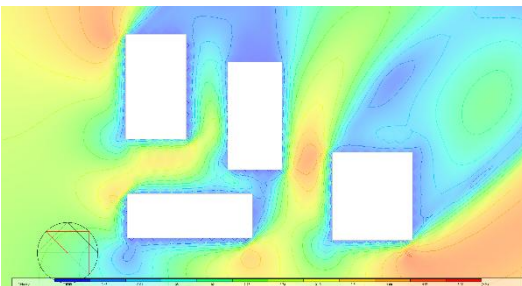
הנחיות לבדיקה

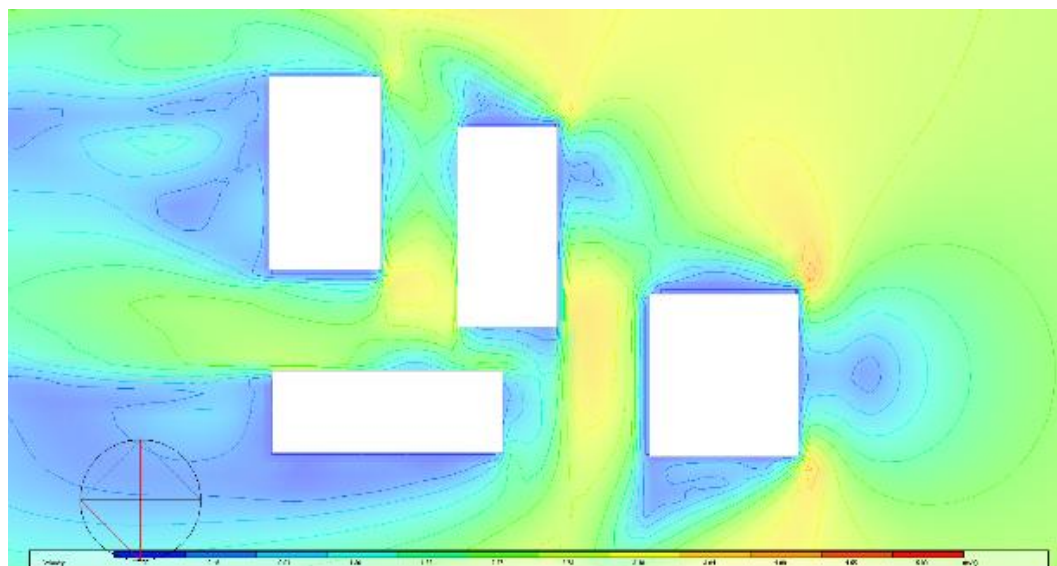
רוחות | מתודולוגית בדיקה



הדמית רוחות מ 8 כיוונים
לפחות (עדיף 12)

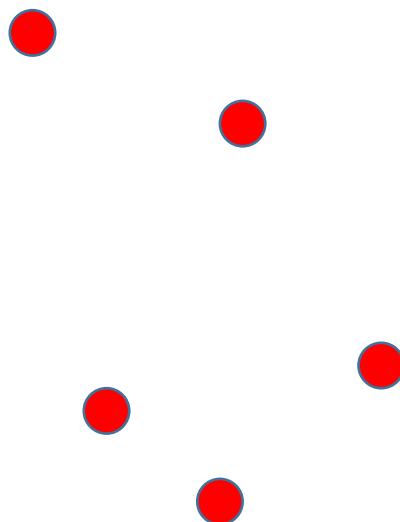
מכניסים לכל ההדמיות
מהירות של 5 מ/ש בגובה
10 מ' מכיוונים שונים





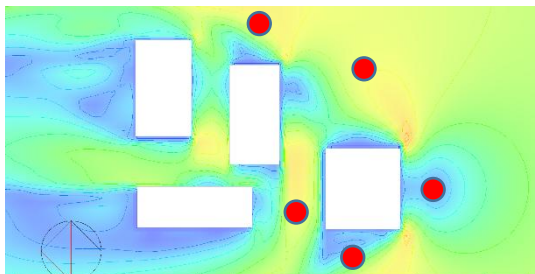
בוחרים לפחות 5 נקודות
בדיקה בהתאם לאופי
האתר והשימוש

רוחות | מתודולוגית בדיקה



רוחות | מתודולוגית בדיקה

לכל נקודה מחשבים את מקדם הגברת הרוח



כאשר:

$$U_z^* = \left(\frac{Z_g}{Z} \right)^a * \left(\frac{Z^*}{Z_g^*} \right)^{a^*} U_{10}$$

U_z^* – מהירות הרוח באזור הנבדק

Z_g – גובה גרדיאנט הרוח באזור התחנה המטאורולוגית

Z – גובה המדידה בתחנה המטאורולוגית (בד"כ 10 מ')

a – מקדם החספוס של התחנה המטאורולוגית (ללא יחידות)

Z_g^* – גובה גרדיאנט הרוח באזור הנבדק

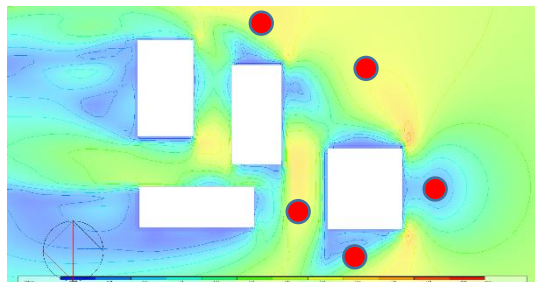
Z^* – גובה הרוח אותה מקבלים – 1.5 מ'

a^* – מקדם החספוס של האזור הנבדק (ללא יחידות)

U_{10} מהירות הרוח כפי שנמדדה בתחנה המטאורולוגית.

את מקדם החספוס וגובה הגרדיאנט ניתן לחלץ מהטבלה הבאה

רוחות | מתודולוגית בדיקה



לכל נקודה מחשבים את
מקדם הגברת הרוח

$$U_z^* = \left(\frac{Z_g}{Z} \right)^a \left(\frac{Z^*}{Z_g^*} \right)^a U_{10}$$

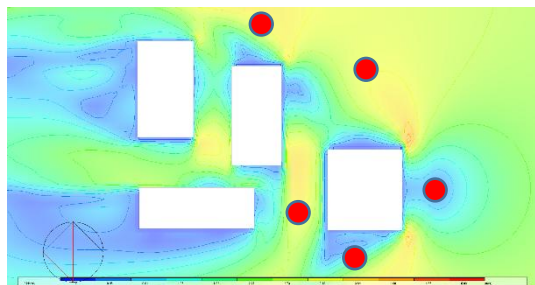
מקדמי הגברה

NW 315	W 270	SW 225	S 180	SE 135	E 90	NE 45	N 0	
0.97	0.15	0.15	0.39	0.15	0.54	0.58	0.19	1
0.58	0.23	1.20	1.70	0.77	0.73	0.97	0.89	2
1.28	1.20	1.39	1.78	1.43	1.31	1.47	1.24	3
0.62	1.24	0.54	1.20	0.39	0.89	0.58	0.73	4
0.23	1.28	0.89	0.19	0.27	0.77	0.97	1.24	5

מהירות מתוקנת לפי נוסחה

מהירות מתקבלת	$U(h) =$	2.59
מהירות מוכנסת בגובה 10 מ'	$U_{10} =$	5
גובה גרדיאנט הרוח בתחנה	$Z_g =$	400
גובה התחנה	$Z =$	10
מקדם החספוס באזור התחנה	$a_{met} =$	0.2
גובה הבדיקה	$Z^* =$	1.5
גובה גרדיאנט הרוח באזור הבדיקה	$Z^*_g =$	400
מקדם החספוס של אזור הבדיקה	$a^* =$	0.25

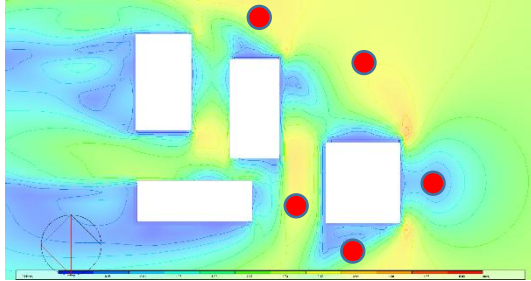
רוחות | מתודולוגית בדיקה



הכנת קובץ אקלימי:
1. מסדרים קובץ אקלימי
לפי כיוונים

A	B	C	D	E
Time	Wind Speed	Wind Direction	תיקון נתוני תחנה	מקדם הגברה נק 1
14/01/2002 12:00	1.00	360	0.24	0.19
14/01/2002 13:00	1.00	360	0.24	0.19
17/01/2002 10:00	1.00	360	0.24	0.19
20/01/2002 19:00	2.10	360	0.50	0.19
20/01/2002 20:00	2.60	360	0.62	0.19
12/02/2002 18:00	2.60	360	0.62	0.19
20/02/2002 21:00	2.10	360	0.50	0.19
25/02/2002 21:00	1.00	360	0.24	0.19
01/03/2002 12:00	5.10	360	1.22	0.19
01/03/2002 13:00	5.10	360	1.22	0.19
01/03/2002 16:00	4.60	360	1.10	0.19
01/03/2002 17:00	5.10	360	1.22	0.19
02/03/2002 18:00	6.20	360	1.49	0.19

רוחות | מתודולוגית בדיקה



הכנת קובץ אקלימי:

2. מתקנים את נתוני התחנה לגובה 1.5

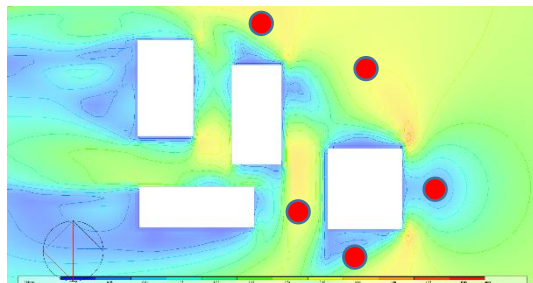
מ' באזור הבניין המוערך

$$U_z^* = \left(\frac{Z_g}{Z} \right)^a * \left(\frac{Z^*}{Z_g^*} \right)^a * U_{10}$$

A	B	C	D	E
Time	Wind Speed	Wind Direction	תיקון נתוני תחנה	מקדם הגברה נק 1
14/01/2002 12:00	1.00	360	0.24	0.19
14/01/2002 13:00	1.00	360	0.24	0.19
17/01/2002 10:00	1.00	360	0.24	0.19
20/01/2002 19:00	2.10	360	0.50	0.19
20/01/2002 20:00	2.60	360	0.62	0.19
12/02/2002 18:00	2.60	360	0.62	0.19
20/02/2002 21:00	2.10	360	0.50	0.19
25/02/2002 21:00	1.00	360	0.24	0.19
01/03/2002 12:00	5.10	360	1.22	0.19
01/03/2002 13:00	5.10	360	1.22	0.19
01/03/2002 16:00	4.60	360	1.10	0.19
01/03/2002 17:00	5.10	360	1.22	0.19
02/03/2002 18:00	6.20	360	1.49	0.19

רוחות | מתודולוגית בדיקה

לכל נקודה!



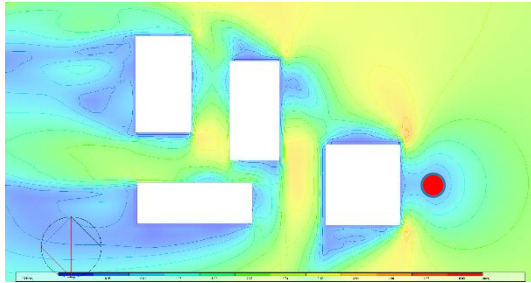
3. מכפילים את התוצאה במקדם
ההגברה שנמצא לפי הכיוון

A	B	C	D	E
Time	Wind Speed	Wind Direction	תיקון נתוני תחנה	מקדם הגברה נק 1
14/01/2002 12:00	1.00	360	0.24	0.19
14/01/2002 13:00	1.00	360	0.24	0.19
17/01/2002 10:00	1.00	360	0.24	0.19
20/01/2002 19:00	2.10	360	0.50	0.19
20/01/2002 20:00	2.60	360	0.62	0.19
12/02/2002 18:00	2.60	360	0.62	0.19
20/02/2002 21:00	2.10	360	0.50	0.19
25/02/2002 21:00	1.00	360	0.24	0.19
01/03/2002 12:00	5.10	360	1.22	0.19
01/03/2002 13:00	5.10	360	1.22	0.19
01/03/2002 16:00	4.60	360	1.10	0.19
01/03/2002 17:00	5.10	360	1.22	0.19
02/03/2002 18:00	6.20	360	1.49	0.19

רוחות | מתודולוגית בדיקה

לכל נקודה!

4. מוצאים את הטורבולנטיות



טורבולנטיות	אזור
35%	חזית בניין
20%	פינות הבניין והמעברים
50%	שובל הרוח של בניין גבוה

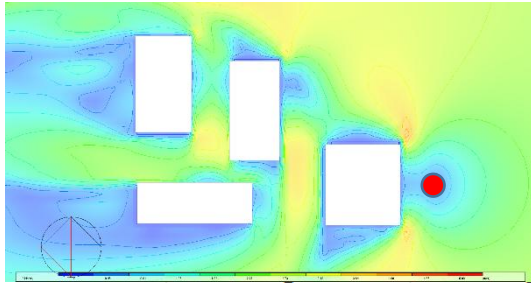
טורבולנטיות							
NW 315	W 270	SW 225	S 180	SE 135	E 90	NE 45	N 0
0.50	0.50	0.20	0.20	0.35	0.35	0.20	0.20

רוחות | מתודולוגית בדיקה

לכל נקודה!

5. מחשבים את המהירות המשוקללת לפי הנוסחה: $U = v * (1 + 3I)$

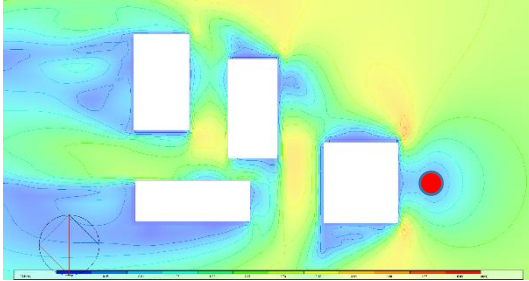
$$G = D * E * (1 + 3 * F)$$



B	C	D	E	F	G	H
Wind Speed	Wind Direction	תיקון נתוני תחנה	מקדם הגברה נק 1	טורבולנטיות	מהירות משוקללת	
1.00	360	0.24	0.19	0.20	0.07	
1.00	360	0.24	0.19	0.20	0.07	
1.00	360	0.24	0.19	0.20	0.07	
2.10	360	0.50	0.19	0.20	0.16	
2.60	360	0.62	0.19	0.20	0.19	
2.60	360	0.62	0.19	0.20	0.19	
2.10	360	0.50	0.19	0.20	0.16	
1.00	360	0.24	0.19	0.20	0.07	
5.10	360	1.22	0.19	0.20	0.38	
5.10	360	1.22	0.19	0.20	0.38	
4.60	360	1.10	0.19	0.20	0.34	
5.10	360	1.22	0.19	0.20	0.38	
6.20	360	1.49	0.19	0.20	0.46	
5.10	360	1.22	0.19	0.20	0.38	
2.60	360	0.62	0.19	0.20	0.19	
3.60	360	0.86	0.19	0.20	0.27	
4.60	360	1.10	0.19	0.20	0.34	
5.70	360	1.37	0.19	0.20	0.42	
3.60	360	0.86	0.19	0.20	0.27	
2.60	360	0.62	0.19	0.20	0.19	
4.60	360	1.10	0.19	0.20	0.34	
3.10	360	0.74	0.19	0.20	0.23	
5.70	360	1.37	0.19	0.20	0.42	
7.70	360	1.85	0.19	0.20	0.57	
7.20	360	1.73	0.19	0.20	0.53	
3.10	360	0.74	0.19	0.20	0.23	
7.20	360	1.73	0.19	0.20	0.53	
5.10	360	1.22	0.19	0.20	0.38	

רוחות | מתודולוגית בדיקה

לכל נקודה!



5. מחשבים שכיחות לפי מהירות שקולה:

לפי 5%, 10%, 15%, 20% לקריטריון הנוחות

לפי 1.5% ו 0.01% לפי קריטריון הבטיחות

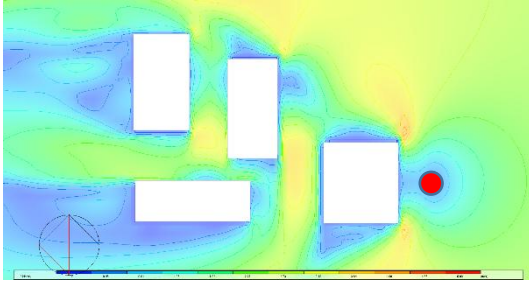
קריטריון 1: נוחות מכאנית

טבלה 1: אחוז הזמן המותר לעוצמות הרוח באזורים עירוניים שונים.

אזור	אחוז חריגה מותר ממהירות 6 מ/ש	אחוז חריגה מותר ממהירות 9 מ/ש
רחובות וחניות	20%	10%
אזור עסקים ומסחר	15%	10%
אזור מגורים וכניסות לבניינים	15%	10%
אזורי שהות בישיבה (מסעדות פתוחות, כיכרות עירוניות, שטחים ציבוריים פתוחים)	10%	5%

רוחות | מתודולוגית בדיקה

דוגמה



1. כמות הפעמים שהמהירות חרגה מ 6 מ/ש – 7500

2. כמות הנתונים בקובץ האקלימי - 43,800

3. מכאן ששכיחות המקרים בהם מהירות הרוח עולה

על 6 מ/ש בנקודה 1 היא 17.1

4. מכאן שהמקום מתאים לרחובות וחניות אך לא

לאזור עסקים ומסחר, מגורים ואזורי שהות

בישיבה

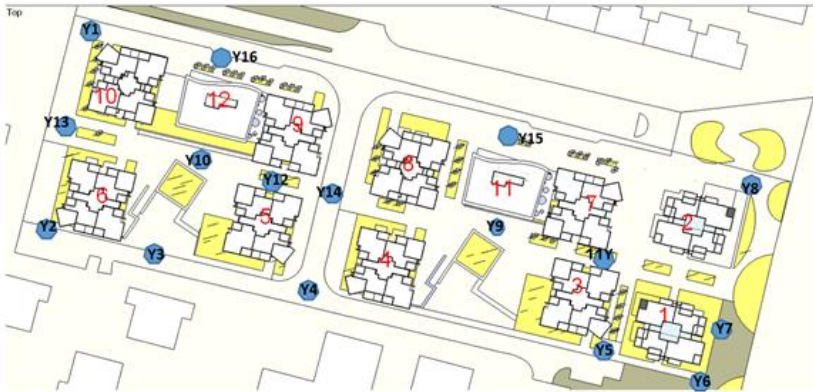
קריטריון 1: נוחות מכאנית

טבלה 1: אחוז הזמן המותר לעוצמות הרוח באזורים עירוניים שונים.

אחוז חריגה מותר ממהירות 6 מ/ש	אזור
20%	רחובות וחניות
15%	אזור עסקים ומסחר
15%	אזור מגורים וכניסות לבניינים
10%	אזורי שהות בישיבה (מסעדות, פתוחות, כיכרות עירוניות, שטחים ציבוריים פתוחים)

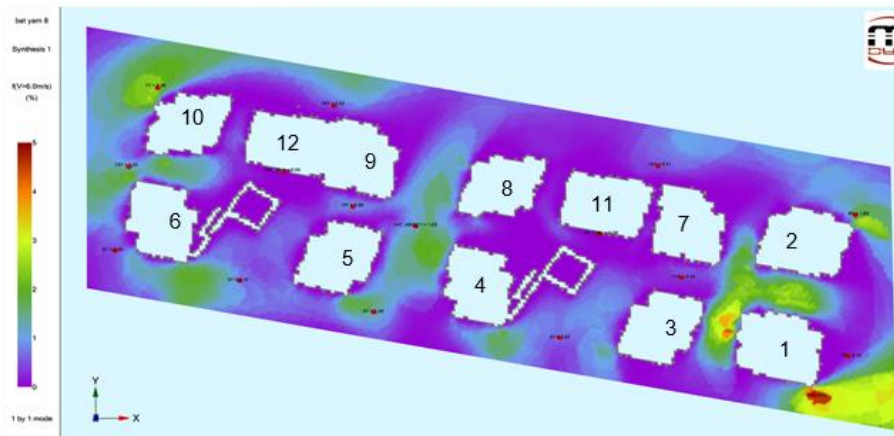
רוחות | מתודולוגית בדיקה

זיהוי נקודות העניין לבדיקה כפי שהוגדרו וסווגו על פי שימושן (מסומנות בעיגול כחול).

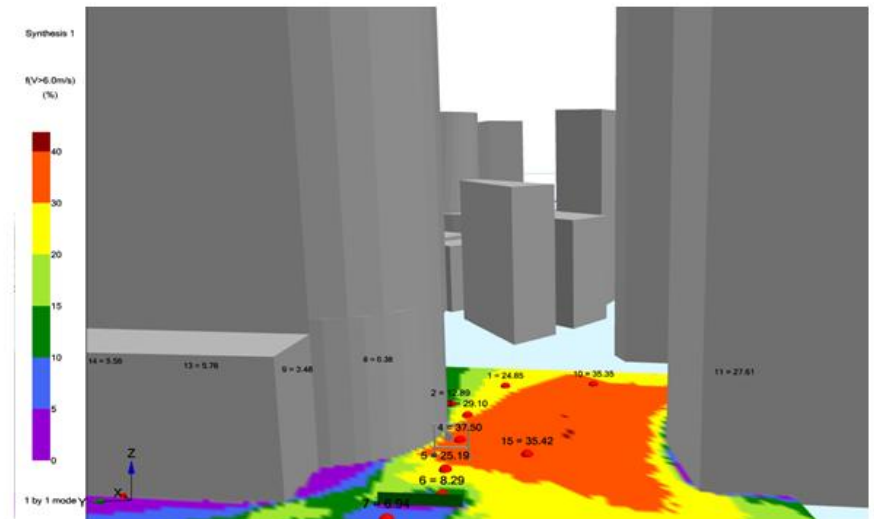


$$U = v * (1 + 3I)$$

בדיקת שכיחות הרוח במהירות מעל 6 מ"ש

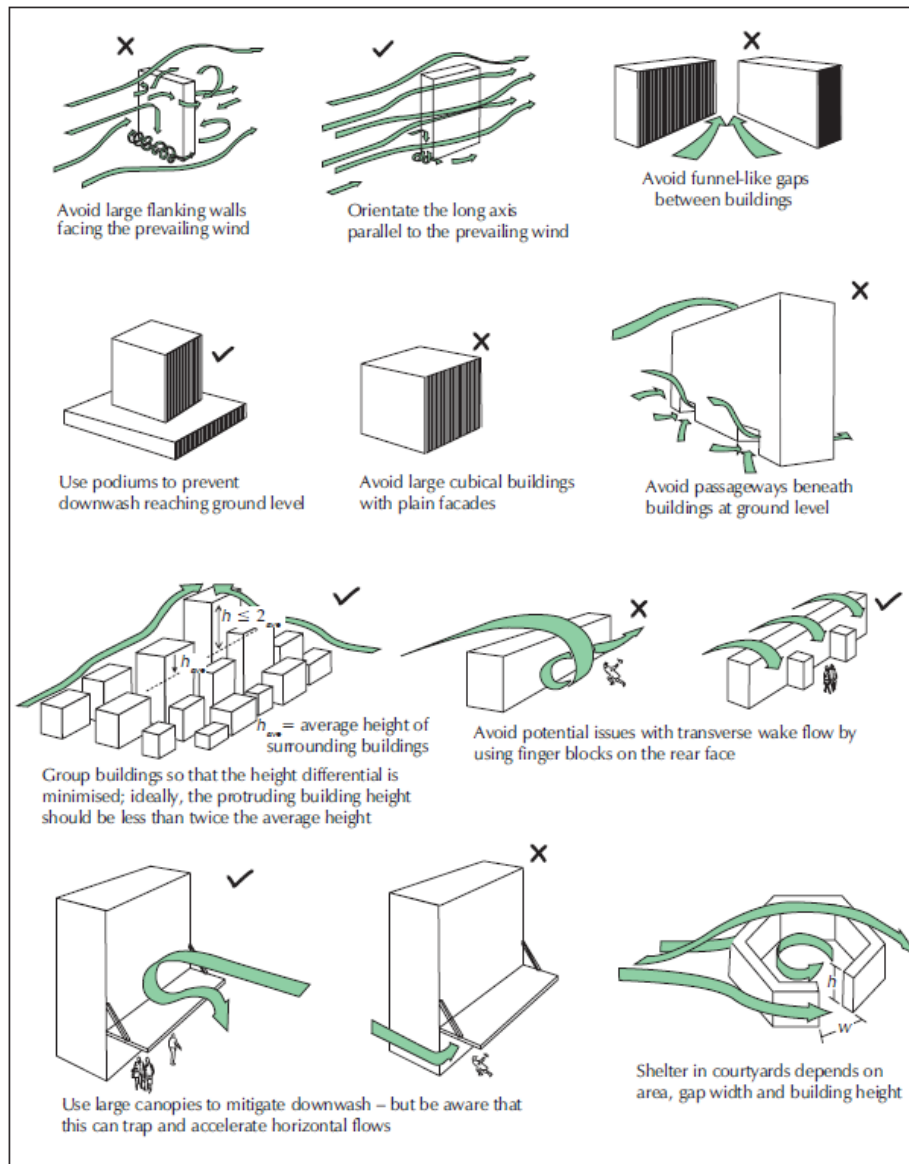


איור 1.40 דוגמא לניתוח נוחות טכנית בהדמיית CFD עבור אזור שטח פתוח בין מגדלי מגורים. (מקור: יפעת סלע דדון באמצעות URBAWIND)



איור 1.41 דוגמא דוגמה לחריגה בשכיחות הרוח (צבע צהוב וכתום מעל 20% שכיחות) בהדמיית CFD עבור אזור שטח פתוח בין מגדלי מגורים. (מקור: יפעת סלע דדון באמצעות URBAWIND)

רוחות | מה עושים?



BRE 2011, Dig 520



Figure 8: A wind sculpture used to provide wind shelter in a gap between two tall buildings

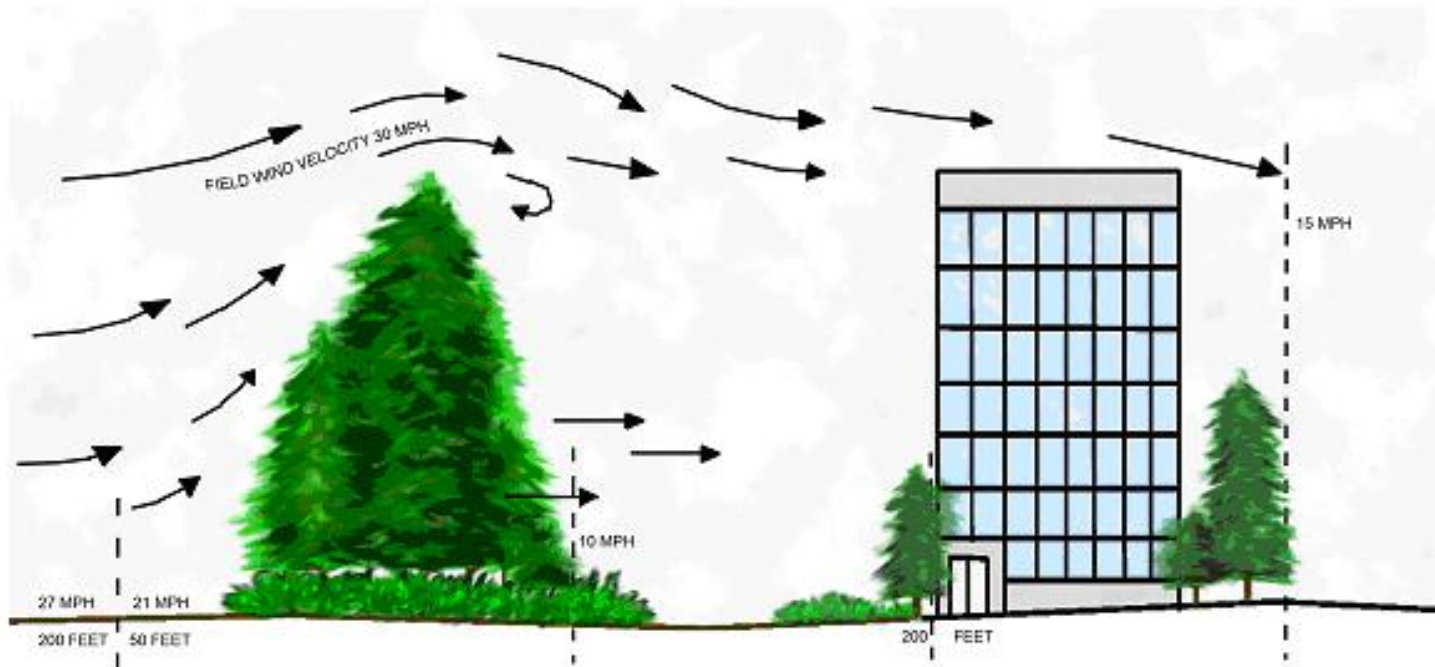
BRE 2011, Dig 520



Figure 4: Screens, incorporating planters, used to provide local wind protection at a windy entrance

BRE 2011, Dig 520

רוחות | מה עושים?



http://www.ladstudios.com/ladsites/sustainability/strategies/Strategies_WindbreakVegetation.shtml

תודה רבה