



תכנית מס' 101-0051490

הכניסה לעיר



נספח 6 ב'

חוות דעת אקלימית



תאריך עדכון: יוני 2012



חוק התכנון והבניה, התשכ"ה - 1965
משרד הפנים - מחוז ירושלים
הוועדה המחוזית החליטה ביום:
3.3.15
לאשר את התכנית

- התכנית לא נקבעה טעונה אישור השר
- התכנית נקבעה טעונה אישור השר

בית דין 25.5.15
יו"ר הוועדה המחוזית תאריך



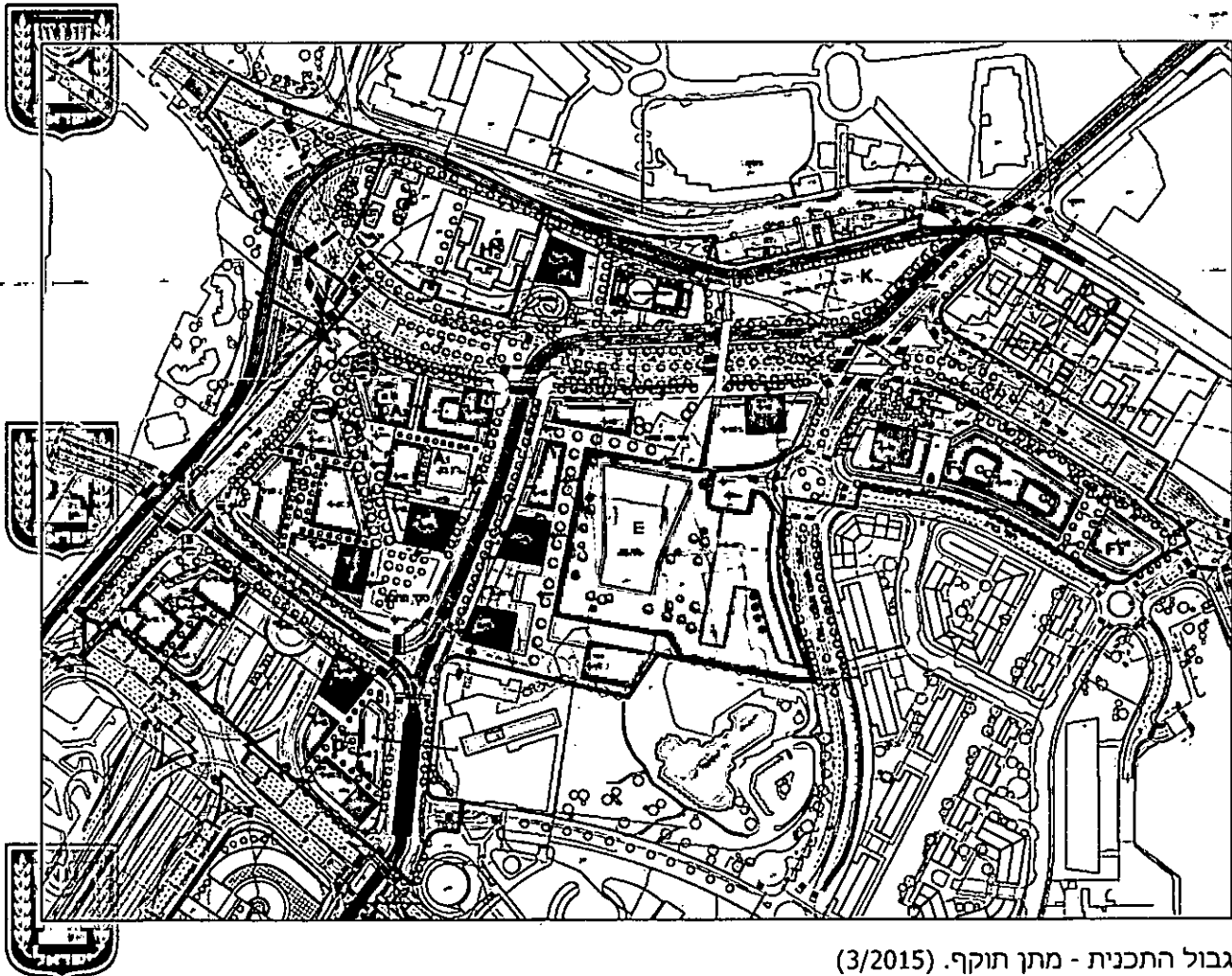
תכנית מס' 101-0051490 - הכניסה לעיר

חוות דעת אקלימית - הבהרה

ועדת המשנה להתנגדויות מחוז ירושלים החליטה בישיבתה מיום 8/6/2014 (מס' 2014026) על אישור תכנית הכניסה לעיר, זאת בכפוף לגריעתם של מתחמים G, H ו-J מהתכנית, וצמצום גבול התכנית (הקו הכחול) בהתאם. מתחמים אלה יקודמו בתכנית נפרדת, אשר תפורסם לשם שמיעת הערות הציבור במסגרת שימוע משני לפי סעיף 106(ב) לחוק התכנון והבנייה.

למרות גריעתם של המתחמים הנ"ל מגבול התכנית, הוחלט בתיאום עם לשכת התכנון המחוזית, צורך לעדכן את חוות הדעת האקלימית, שכן היא מהווה מסמך רקע לתכנון המוצע במרחב כולו. התשריטים והתכניות בגוף המסמך המצ"ב הם מתוך מסמכי התכנית המוקדמת, והם כוללים את המתחמים אשר נגרעו מהתכנית.

הנתונים המוצגים בחו"ד האקלימית המצ"ב יהיו רלוונטים עבור התכניות המפורטות למתחמים שנגרעו מתכנית הכניסה לעיר, כל עוד הן מבוססות על היקפי ומאפייני הבינוי המוצגים במסמך זה. במידה והבינוי המוצע בתכנית המפורטת יחרוג מההיקפים המוצגים להלן, יהא הדבר לשיקול דעתה של הועדה המחוזית.



גבול התכנית - מתן תוקף. (3/2015)



תכנית מס' 101-0051490- הכניסה לעיר, ירושלים

חוות דעת בנושא רוחות

חוות הדעת הוכנה ע"י: לשם - שפר איכות סביבה בע"מ

עבור: הרשות לפיתוח ירושלים

עורך אחראי: רון לשם

עורך חוות הדעת: תמי רוזנברג

גרפיקה: אלכס נוביקוב

נתונים: פרחי- צפריר אדרכלים בע"מ



2





תוכן העניינים

3..... תוכן העניינים

4..... מבוא

5..... פרק א חיזוי אקלים הרוח במודל זרימה תלת מימדי



5..... 1.1 קריטריון להערכת השפעת רוח על האדם

6..... 1.2 אקלים הרוח באזור התכנית

7..... 1.3 המודל

8..... 1.4 תוצאות וניתוחן

9..... 1.5 סיכום

9..... 1.6 אמצעים למיתון הרוח



תוכן
העניינים

3





מבוא



תכנית הכניסה לעיר, הינה תכנית להקמת מבני ציבור, מסחר ומלונאות, המשתרעת על שטח של כ- 211.50 דונם. התכנית כוללת מגדלים בני 30-32 קומות ומבנים בני 6-10 קומות המאופיינים בשימושים רבים כגון מסחר, מלונאות ותיירות, תרבות פנאי ונופש סביב מרכז תחבורה ראשי.

סביב התכנית קיימים מבנים רבים כגון מלונות מדרום לתכנית, מתחם התחנה המרכזית ומבנים נוספים מצפון לתכנית, מבני מגורים ומבנים ציבוריים ממערב וממזרח לתכנית.

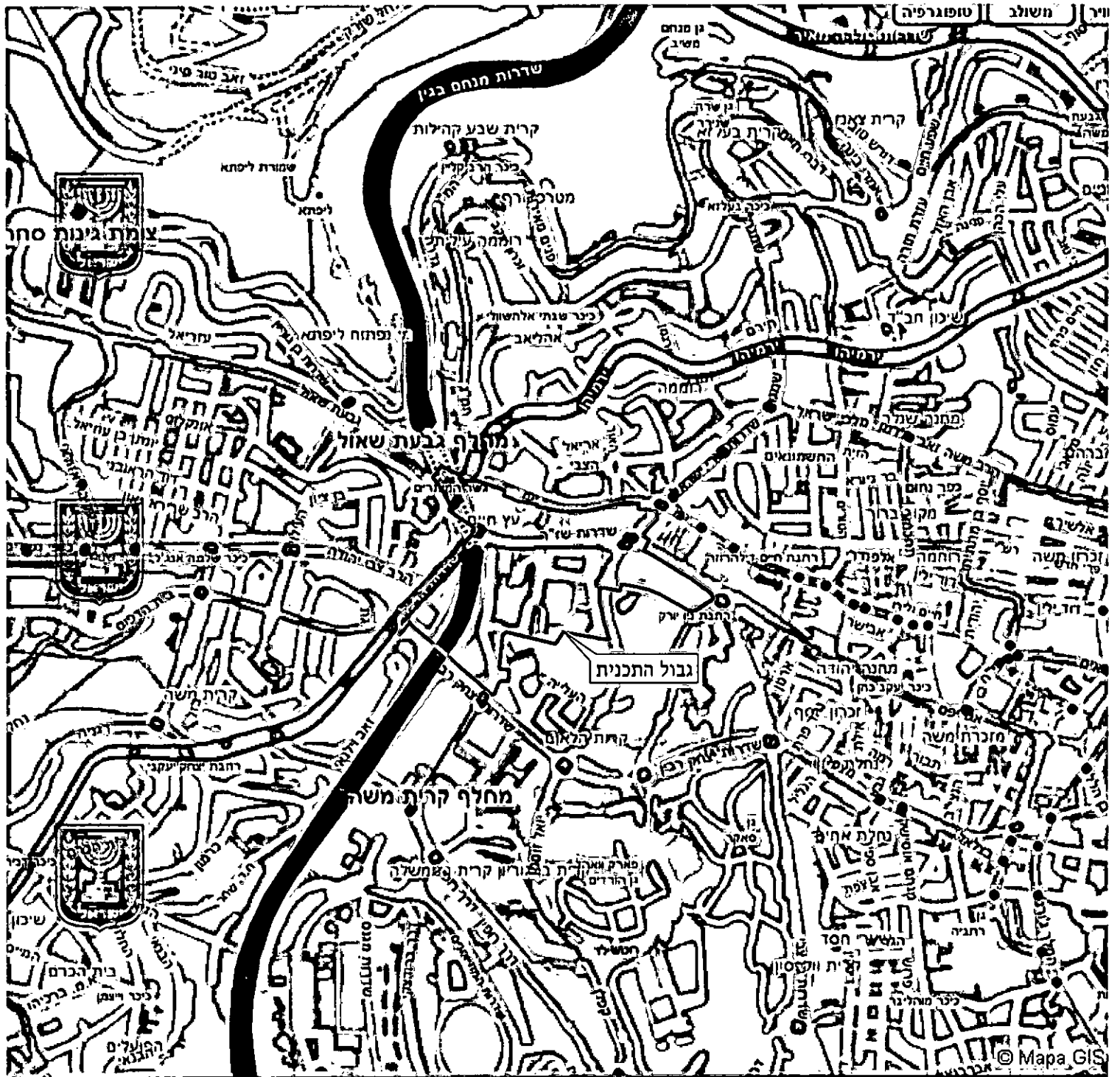
מיקום התכנית מוצג בתרשים מס' 1.

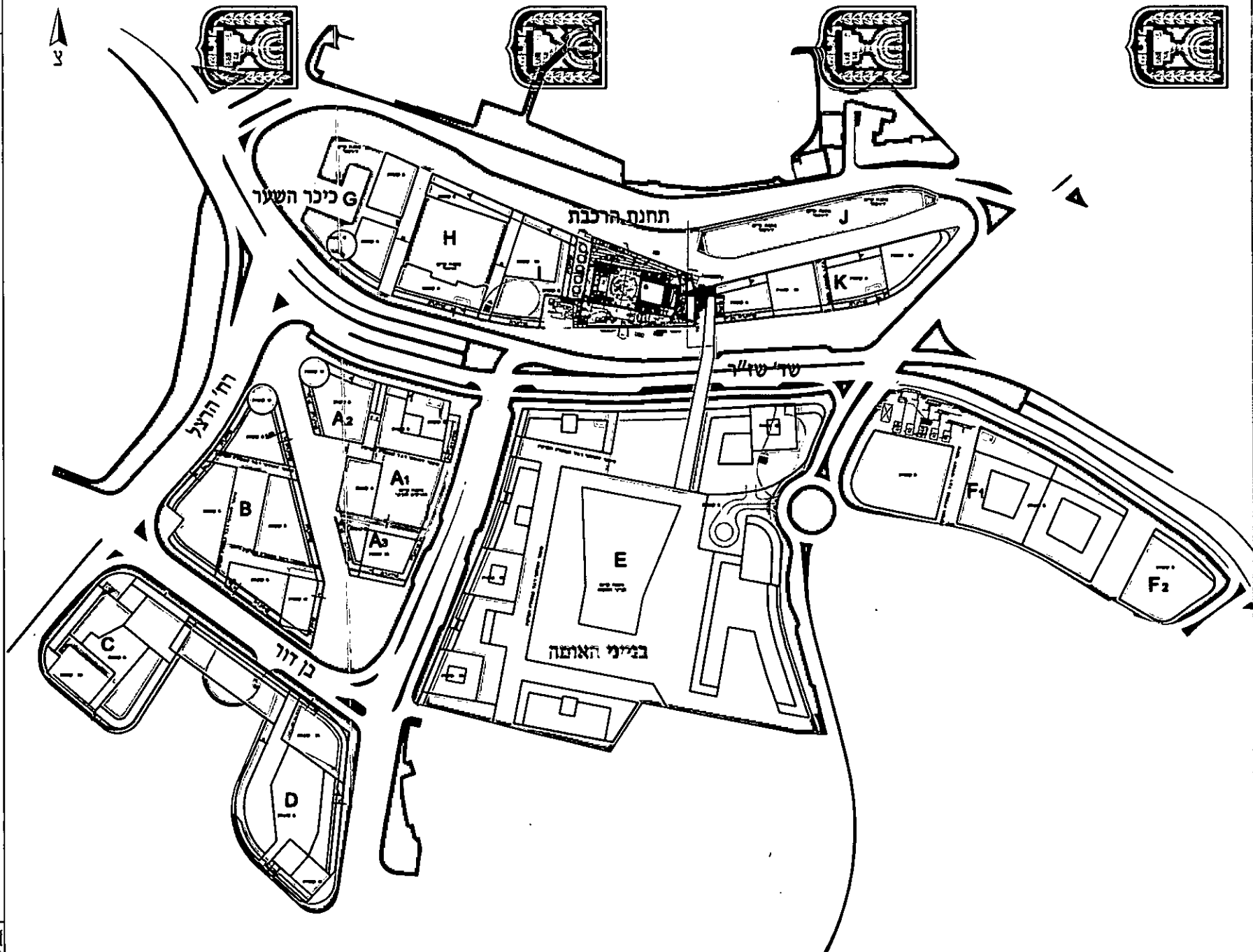
תרשים מס' 2 מציג את תכנית הבינוי ותרשים מס' 3 מציג הדמיה סכימתית של התוכנית.



המסמך שלהלן, בוחן את השפעות הבינוי המוצע בהתאם למשטר הרוחות בסביבתו.



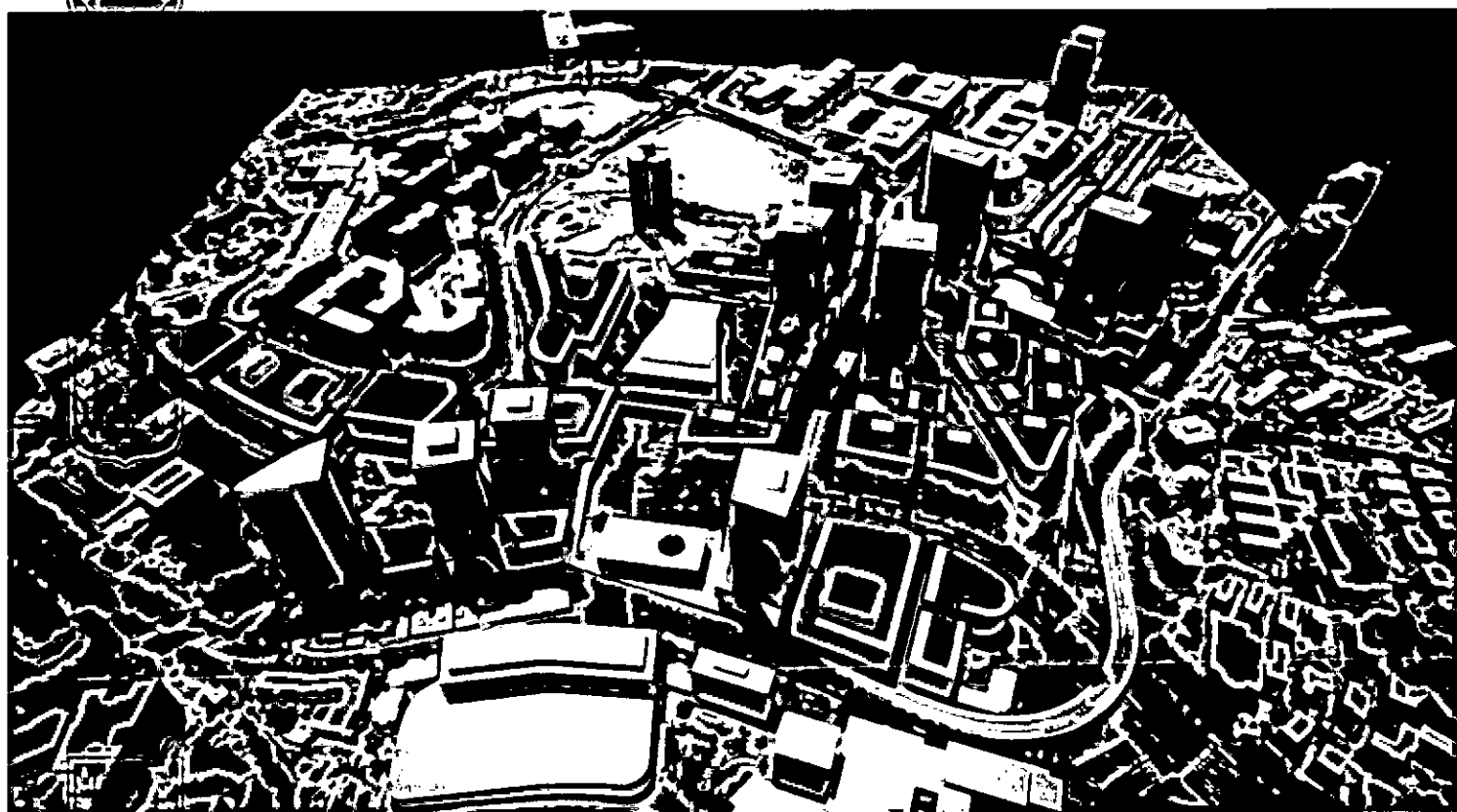




תוכן המסמך אינו מהווה תוכנית או תוכנית בינוי או תוכנית אדריכלית או תוכנית הנדסאית או תוכנית כלכלית או תוכנית כלשהי אחרת. המסמך אינו מהווה חוזה או הסכם או כל הסכם אחר. המסמך אינו מהווה כלום אלא תוכנית או תוכנית בינוי או תוכנית אדריכלית או תוכנית הנדסאית או תוכנית כלכלית או תוכנית כלשהי אחרת. המסמך אינו מהווה כלום אלא תוכנית או תוכנית בינוי או תוכנית אדריכלית או תוכנית הנדסאית או תוכנית כלכלית או תוכנית כלשהי אחרת.



סלפון
פקס
אתר





פרק א

חיזוי אקלים הרוח במודל זרימה תלת מימדי



1.1 קריטריון להערכת השפעת רוח על האדם

להשפעת הרוח על נוחות האדם שני מרכיבים מרכזיים: התחושה התרמית וההשפעה המכאנית של הרוח. לשני מרכיבים אלה השפעה על כושר הביצוע של תפקודים שונים במרחבים פתוחים החשופים לרוח, אשר נגזרים מעוצמת הרוח ומהטורבולנטיות.

בחלק גדול מהמקרים, נעשה שימוש בחישוב רוח שקולה לצורך הגדרת פרמטרים אלה. מהירות רוח שקולה מהווה מדד נוחות המשלב את מהירות הרוח בפועל ואת עוצמת הטורבולנטיות בגובה האדם. השפעת הטורבולנטיה על מהירות הרוח בגובה האדם, מושפעת מהתכסית בסביבה, כאשר בקרבת שטחים פתוחים היא הנמוכה ביותר (18%), בסביבת אזורים עירוניים בצפיפות בניה בינונית עד גבוהה (30%) ובאזורים מיוחדים, כגון שולי מגדלים או חצרות פתוחות למחצה היא גבוהה אף יותר (60%).



לעוצמת הטורבולנטיות תלות באופי הבינוי באזור הנבדק¹, כפי שמוצג בתרשים מס' 4 ובטבלה שלהלן.

הרוח השקולה, סווגה לדרגות נוחות שונות, של הולכי הרגל בסביבת התוכנית, כמוצג בטבלה מס' 1.

טבלה מס' 1: דרגות נוחות בהתאם למהירות רוח שקולה

דרגת נוחות	מהירות רוח שקולה	השפעה על תפקוד האדם
נח	$U_{eq} < 6 \text{ m/s}$	אין
לא נח	$U_{eq} < 9 \text{ m/s}$	רוח מורגשת, ללא השפעה על הפעילות
קשה	$U_{eq} < 15 \text{ m/s}$	השפעה על ביצוע פעילויות, הפרעה להליכה
לא סביל	$U_{eq} < 20 \text{ m/s}$	הפרעה ניכרת בהתקדמות נגד הרוח, חוסר יציבות
מסוכן	$U_{eq} > 20 \text{ m/s}$	קושי בשמירה על שיווי משקל



בישראל, אין כיום תקנות או הנחיות מחייבות בנושא הגברת רוח בשל תכניות בינוי, אך דרגות הנוחות שהוגדרו כמתואר לעיל, אומצו כקריטריון לשימוש בארץ, כפי שמקובל במקומות נוספים בעולם².

¹ מורה, פציוק, קריטריונים להבחנת בעיות רוח בתכנון הסביבה הבנויה, הטכניון, דצמבר 1980.





חיזוי אקלים הרוח במודל זרימה תלת מימדי

על פי הקריטריון, מתחת ל-15% מופע כולל של דרגות הנוחות קשה, לא סביל ומסוכן, לא מורגשת הפרעה על ידי הציבור. באנגליה, כאשר מתקבל מופע של למעלה מ-20% מהזמן של מצבים אלה, מקובל להמליץ על בדיקת המבנה במנהרת רוח, במטרה לבחון בפירוט רב יותר את השפעת המבנה ולבחון פתרונות הכוללים שינויים בתכנון.

בישראל נהוג להשתמש בקריטריון מחמיר פחות - 25% של מצבי נוחות קשים, לא סבילים ומסוכנים³ - זאת בשל העובדה כי בתנאים הקיימים בארץ, במצבים טופוגרפיים מסוימים קשה מאד לעמוד בדרישה המחמירה גם בשטחים פתוחים ללא השפעת בינוי כלל. יחד עם זאת, באזורים בהם זרימות הרוח מתונות יחסית, רצוי לאפשר תנאים נוחים יותר ולהתייחס לקריטריון של 15-20%.



קריטריון נוסף להערכת אקלים הרוח הוא אחוז הזמן בו אקלים הרוח מסוכן³. על פי קריטריון זה, שכיחות המצבים המסוכנים המומלצת צריכה להיות קטנה מ-0.14%. זאת, בהתבסס על הדרישה שמספר הסופות בהם אקלים הרוח מסביב לבניין מסוכן לא יעלה על שתיים בשנה, בהנחה שסופה נמשכת מספר שעות.

1.2 אקלים הרוח באזור התכנית

ניתוח מטאורולוגי של נתוני תחנה מטאורולוגית גבעת שאול בשנים 2006-2009, הממוקמת כ-1900 מ' מצפון מערב לתכנית, מעלה כי הכיוון השכיח ממנו נושבות רוחות חזקות הינו דרום-מערב.



שושנת הרוח לשנים 2006-2009 בתחנה המטאורולוגית גבעת שאול מוצגת בתרשים מס' 5.

התפלגות נשיבת הרוח בעוצמות שונות מוצגת בתרשים מס' 6.

על מנת לבחון את מצבי הרוח אשר עשויים לגרום למצבי נוחות "קשים" ומעלה בסביבת התוכנית ובמטרה לזהות את הגורמים למצבים אילו ולסייע בפתרון, נבחרה להרצת מצבי רוח אשר על פי התפלגות מהירויות נשיבת הרוח, 5% מהרוחות הנמדדות בתחנה בשנה, חזקות מהן.

על כן, הורץ במודל החישוב רוח בכיוון 278° בעצמה של 5.7 מ' /שנ'.



מצבים מסוכנים עשויים להתרחש באזור, בהשפעת בינוי היוצר טורבולנציה, החל מעוצמת רוח של 20 מ' /שנ'. רוחות בעצמה הגבוהה מ-7.1 מ' /ש' נמדדו בהסתברות הקטנה מ-2.4%, ורוחות בעצמה הגבוהה מ-20 מ' /שנ' נמדדו בהסתברות הקטנה מ-0.1% בשנים אלו.

² Penwarden A.D., Wind Environment Around Buildings. Building Research Establishment Report, Department of the Environment Building Research Establishment, London, Her Majesty's Stationery Office.

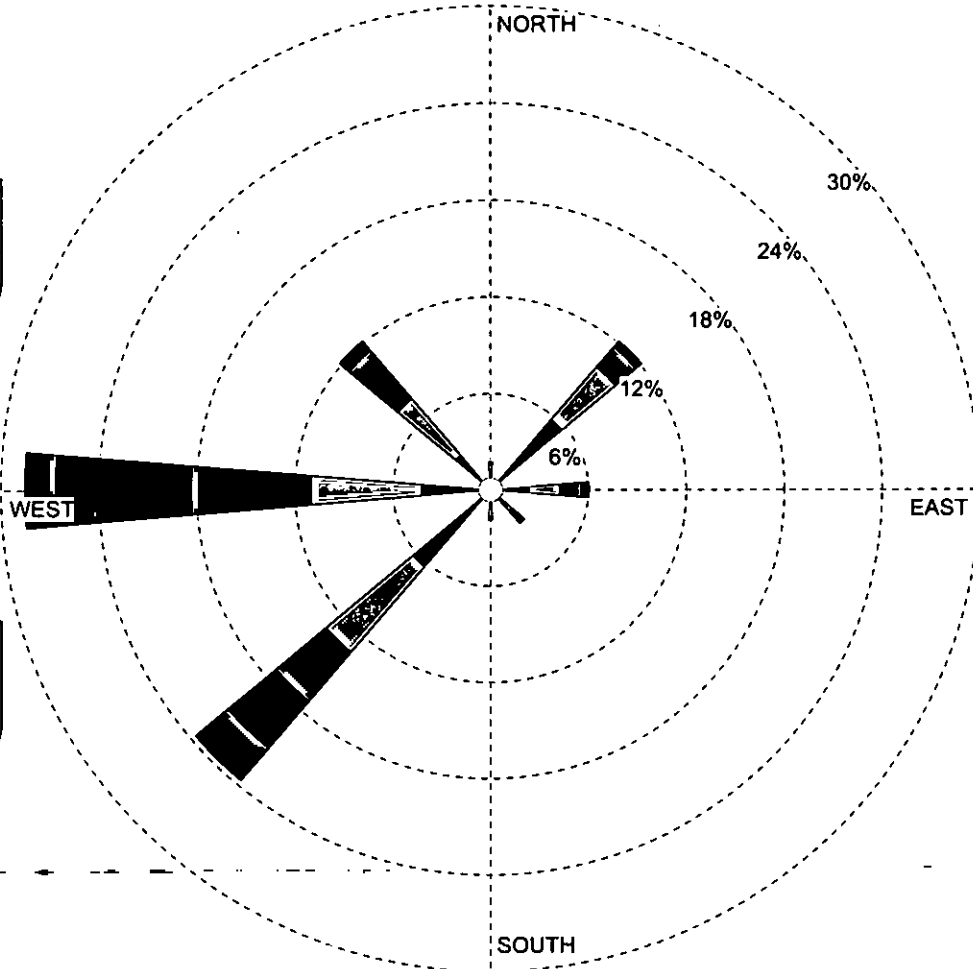
³ פורה, פציוק, קריטריונים להבחנת בעיות רוח בתכנון הסביבה הבנויה, הטכניון, דצמבר 1980.





WIND ROSE PLOT:
שושנת רוחות שנתית

DISPLAY:
Wind Speed
Direction (blowing from)



WIND SPEED
(m/s)

- >= 6.0
- 5.0 - 6.0
- 4.0 - 5.0
- 3.0 - 4.0
- 2.0 - 3.0
- 1.0 - 2.0

Calms: 11.16%



COMMENTS:	DATA PERIOD: 2000 2001 2002 2003 2004 2005 2006 2007 2008 2009 ינואר 1 - דצמבר 31 00:00 - 23:00	COMPANY NAME:	
	CALM WINDS: 11.16%	TOTAL COUNT: 86774 hrs.	MODELER:
	AVG. WIND SPEED: 2.61 m/s	DATE: 29/12/2009	PROJECT NO.:

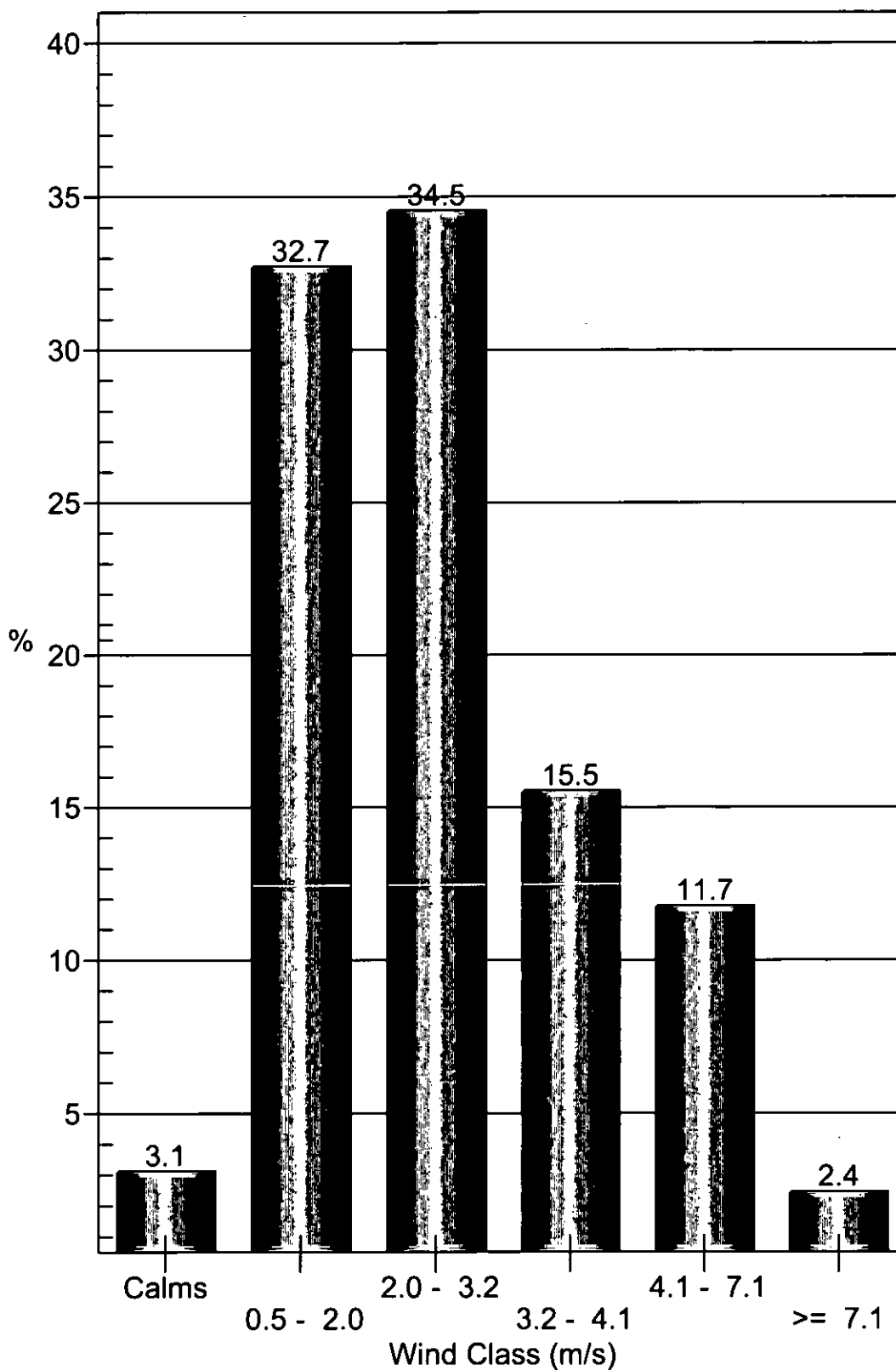


WRPLOT View - Lakes Environmental Software

שושנת הרוח לשנים 2000-2009 בתחנת גבעת שאול



Wind Class Frequency Distribution





חיזוי אקלים הרוח במודל זרימה תלת מימד

1.3 המודל

מודל PANACHE-PANAIR של חברת Fluidyn הצרפתית, הינו מודל זרימה נומרי תלת מימדי, המדמה תנועת אוויר באטמוספירה בתנאים שונים. המודל פותח בשנות ה-90 ועבר עדכונים שונים ומשמש לניתוח זרימות רוח בסביבות פיסיות שונות ומגוונים, בינהן, סביב בניינים גבוהים. כמו כן, המודל כולל מודולים נוספים לחישובי פיזור מזהמי אוויר, הערכת סיכונים ועוד. המודל עבר וולידציות שונות וביניהן השוואת תוצאות לבדיקה במנהרת רוח⁴.



מודל זה עומד בדרישות המשרד להג'ס לבחינת רוחות סביב בניינים גבוהים.

התוכנה מבוססת על CFD (Computational Fluid Dynamics) בנפח מוגדר בפתרון משוואות תלת מימדיות תלויות זמן תוך הנחות וחישובי: שימור מסה, מומנט, אנרגיה, וטורבולנציה, בהתאם לנתוני קלט ותנאי גבול שהוזנו למודל.

חישוב שדה הרוח במרחב נעשה תוך שימוש באינטרפולציה המבוססת על משוואות לה-גראנז'יות. מודל הטורבולנציה בתוכנה מבוסס על שטף החום מהקרקע לאטמוספירה, כחלק ממאזן האנרגיה שבין קרינת השמש, שטף חום אנתרופוגני והקרינה החוזרת מהקרקע, המשמשים בקביעת מצב היציבות.

בנוסף, משוואות Navier-Stokes (NS) בתלת מימד מופעלות לביטוי טופוגרפיה, מבנים ומכשולים בעלי קווים מעוקלים בסריג.



נתוני קלט:

- מימדי המבנה ומבנים סמוכים.
- קביעת מרחב הבדיקה (במישור האופקי והאנכי).
- נתונים מטאורולוגיים: מהירות הרוח, כיוון הרוח, טמפרטורה, לחות, עננות.
- יצירת רשת צפופה (שריג) לביטוי מקסימלי של המבנה והטופוגרפיה במרחב הנבדק, בדיוק חישוב מירבי.
- הגדרת פרמטרים לפתרון / הזנחה בחישוב כגון: השפעת הגרביטציה וטמפרטורה.



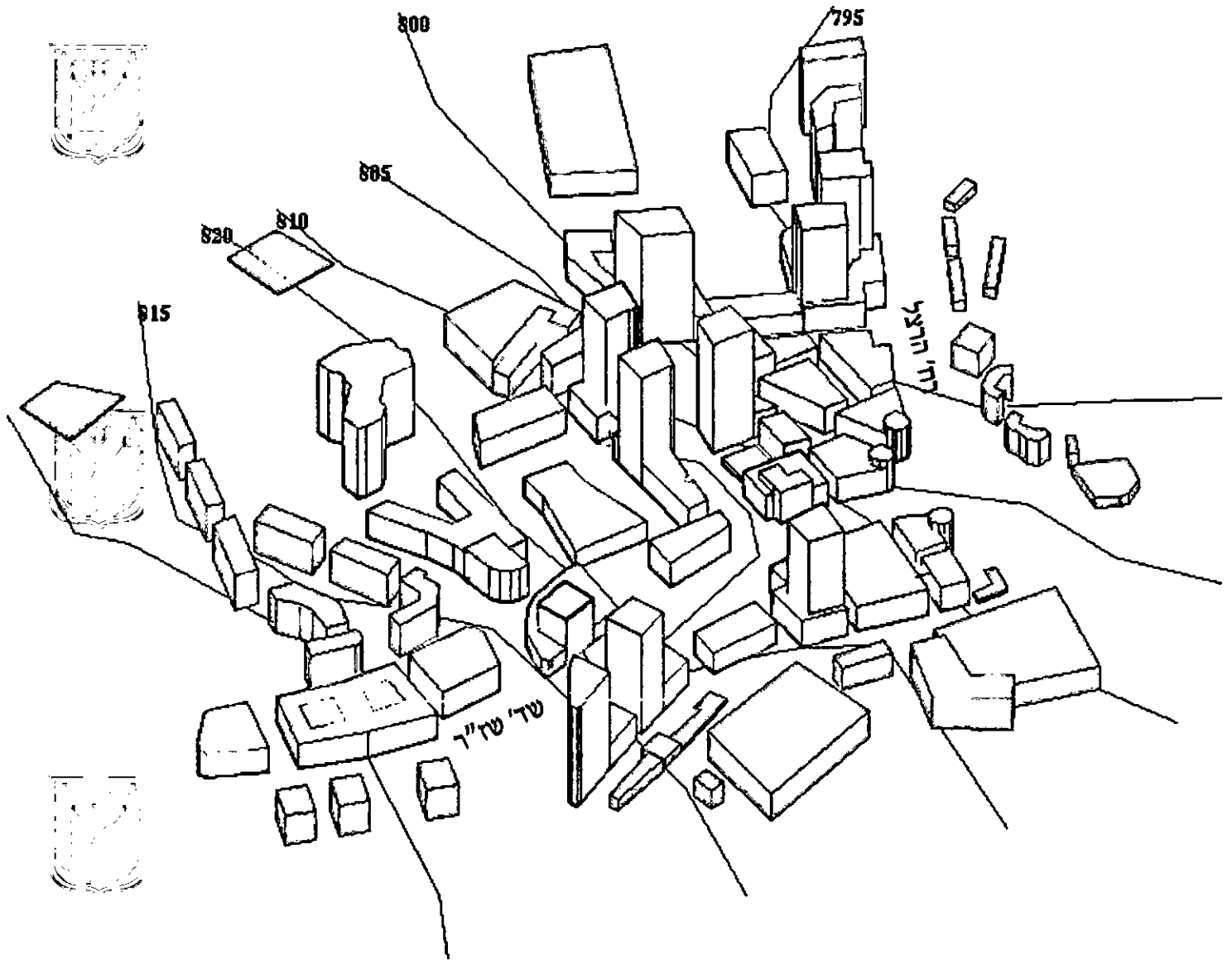
מבנה התכנית וסביבתה, כפי שנבנה בתלת מימד במודל, במבט לכיוון דרום, מוצג בתרשים מס' 7.

גודל מרחב הבדיקה הינו 1860 מ' X 2279 מ' בגובה 200 מ'.

כבכל מודל נומרי, בכל תא שריג מחושבות משוואות הרוח ומוצג ערך וקטור הרוח שהתקבל על בסיס חישוב הגורמים שתוארו לעיל, בהתאם לחישוב בנקודות שריג שסביבו. על כן, וקטור הרוח בכל נקודת בדיקה, מהווה את הרוח השקולה החזויה באותה הנקודה, בהתאם לנתוני הקלט שהוכנסו למודל.

⁴ http://www.fluidyn.com/Home_English/validation/validation.htm





בינוי התכנית וסביבתה, בתלת מימד, כפי שהוכנס למודל



חיזוי אקלים הרוח במודל זרימה תלת מימד

1.4 תוצאות וניתוחן

1.4.1 תאור שדה הרוח

הרוח זורמת מכיוון מערב בעוצמה של 5.7 מ/שנ', כפי שהורץ במודל, ונתקלת בנינוי הקיים עד הגיעה אל סביבת התוכנית. הרוח מתבדרת סביב הבינוי ממערב לתוכנית, ומתמתנת במפלס הולכי הרגל, עם זרימתה לכיוון דרום- מזרח, אל שטח התכנית.



הרוח הנתקלת בנינוי המוצע מדרום- מערב לתוכנית, אזור C, מתבדרת סביב שוליו ומתגברת בחזית הדרומית והמערבית של הבינוי, ברחוב רבין עד למהירויות רוח של 7 מ/שנ'.

הרוח הזורמת מכיוון צפון- מערב לתוכנית, מתגברת במעבר רח' יפו, בין הבינוי המוצע לבינוי הקיים עד למהירות רוח של 6 מ/שנ'.

הרוח המתבדרת סביב המבנים במפגש הרחובות הרצל וכן דור, מתכנסת במעבר בין המבנים המוצעים ומתגברת ברח' בן דור (מהירויות של 5 מ/שנ').

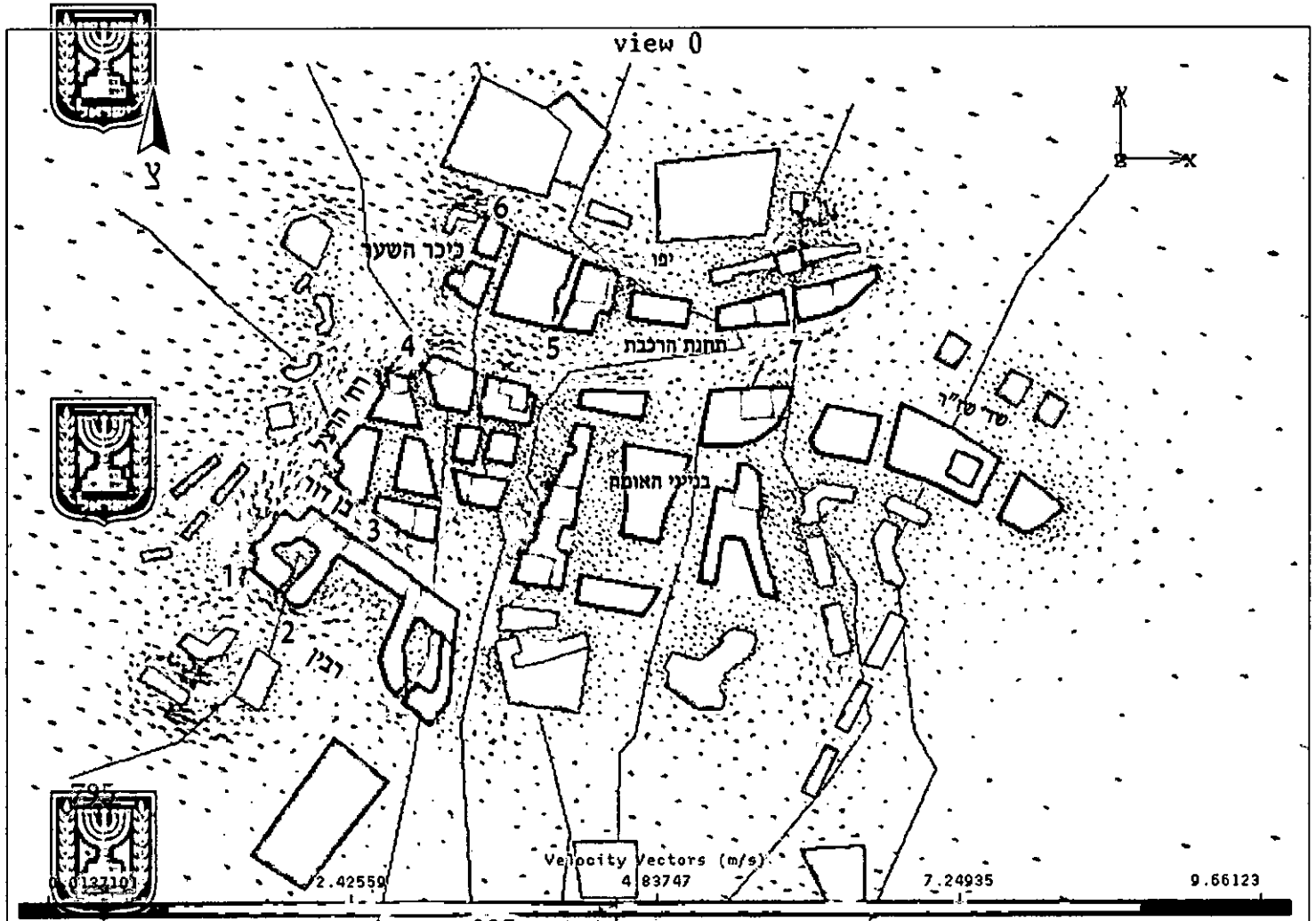
שדה הרוח במרחב הנבדק, במפלס הולכי הרגל (1.5 מ' מהקרקע), בסביבת התוכנית מוצג בתרשים מס' 8 עבור רוח מכיוון 278° בעוצמה של 5.7 מ/שנ'. הנקודות לבדיקת מהירויות רוח מסומנות בתרשים, ותוצאות בדיקת מהירויות רוח בנקודות אלו מוצגות בטבלה שלהלן.



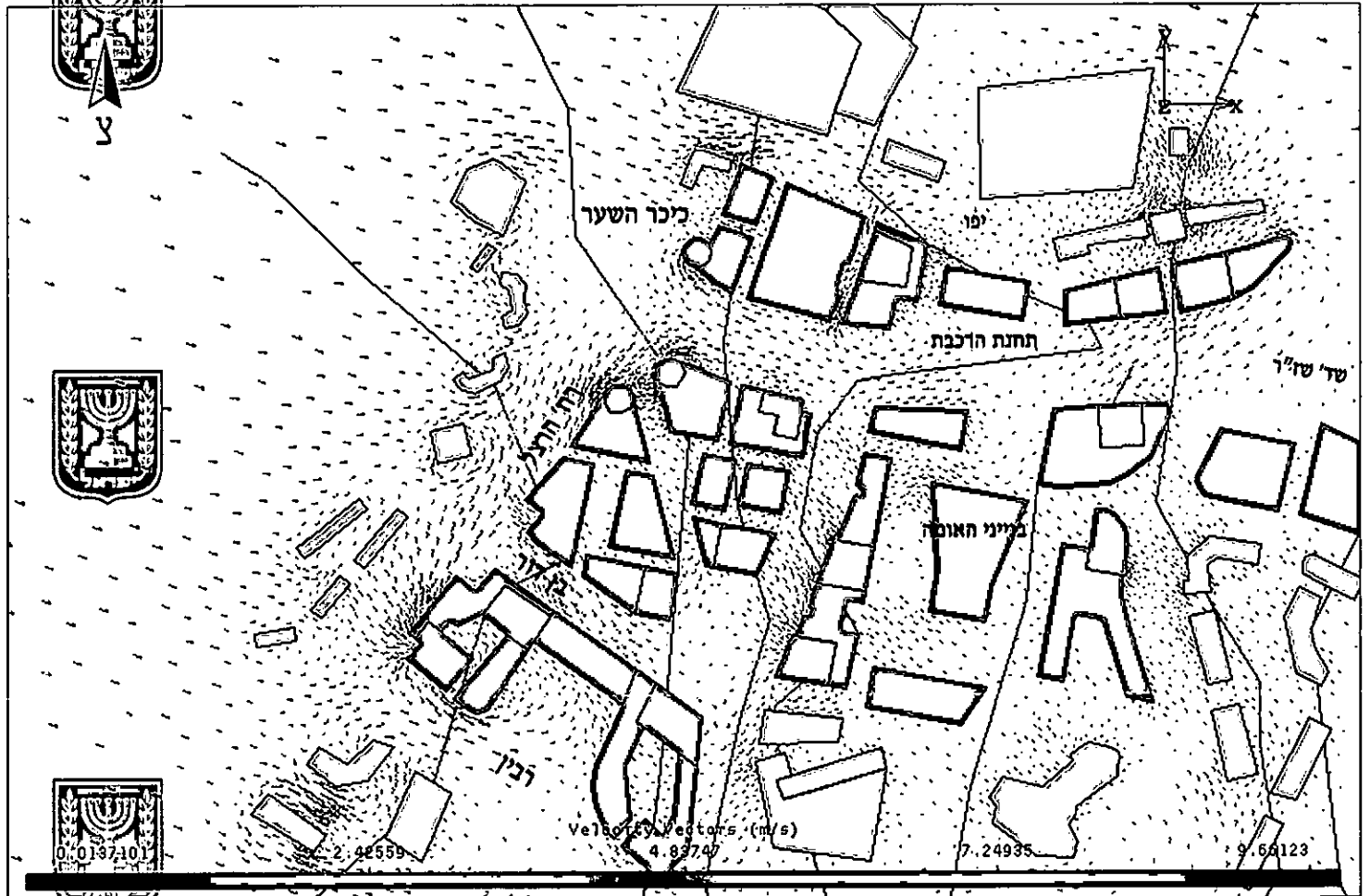
טבלה מס' 2: מהירות רוח מחושבת ומהירות רוח שקולה לצורך איתור מוקדים לטיפול

מס'	מיקום	מהירות רוח [מ/שנ']	דרגת נוחות צפויה
1	מדרום- מערב לתכנית, שטח C	0-3.5	נח
2	מדרום- מערב לתכנית, רח' רבין	4.0-7.0	נח- לא נח
3	רח' בן דור	3.0-5.0	נח
4	שד' הרצל פינת שד' שד'ר, מצפון לשטח A	3.0-6.0	נח- לא נח
5	מעבר מבנים בשטח G	2.0-4.5	נח
6	צפון- מערב לתכנית, רח' יפו, שטח G	3.0-6.0	נח- לא נח
7	צפונית לשטח F	0.5-4.0	נח

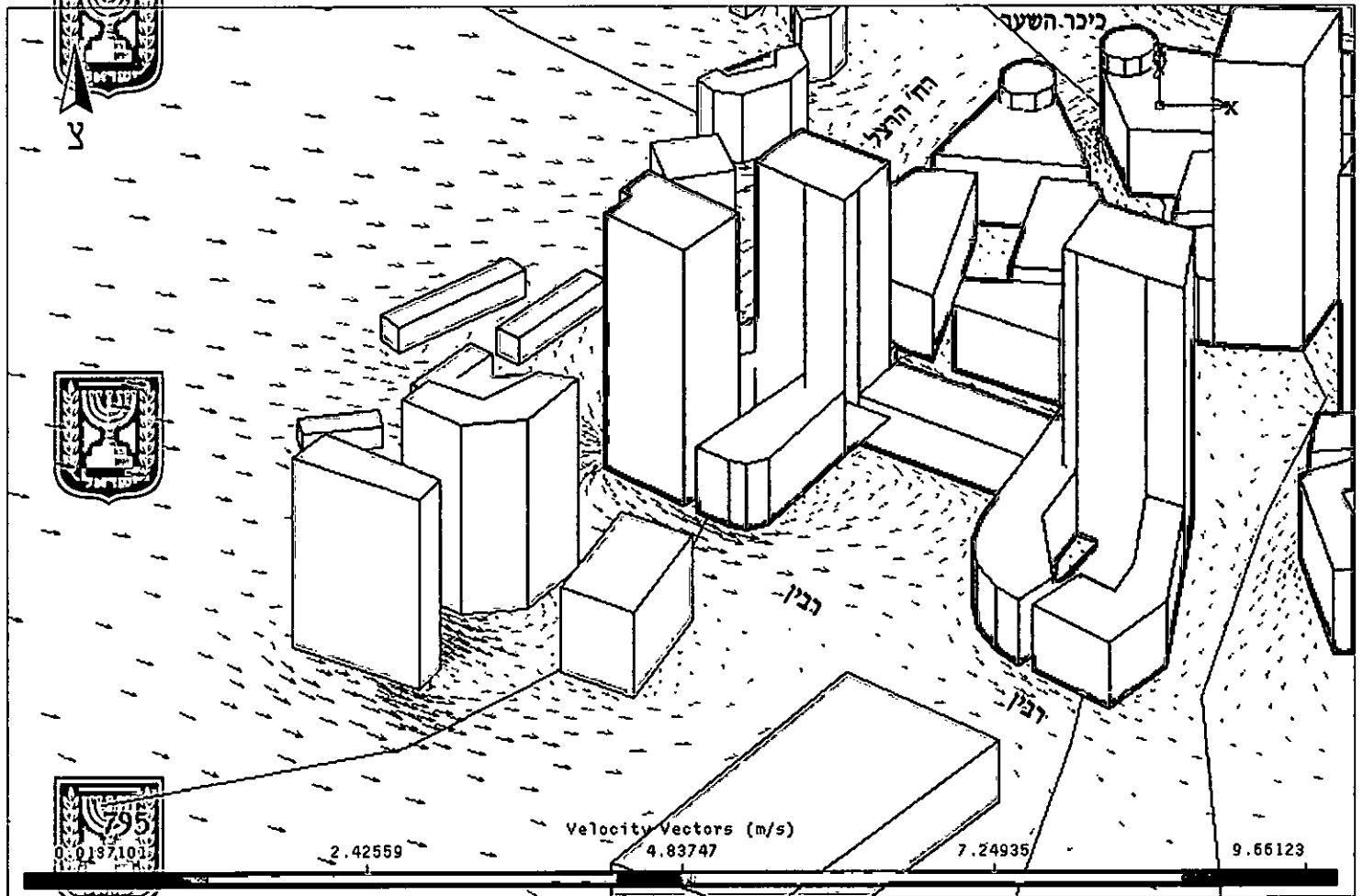




שדה הרוח באזור הנבדק במפלס הולכי הרגל (בגובה 1.5 מ') בסביבת התוכנית



תקריב שדה הרוח באזורים בעייתיים במפלס הולכי הרגל (בגובה 1.5 מ')



שדה הרוח באזור הנבדק במפלס הולכי הרגל, בתלת מימד, ברחוב רבין



חיזוי אקלים הרוח במודל זרימה תלת מימד

1.4.2 ניתוח התוצאות

בעת נשיבת הרוחות באזור התכנית, בכיוון ובעוצמת רוחות אשר 95% מהרוחות הנושבות באזור חלשות מהן, נוצרים מצבי נוחות "נוחים- לא נוחים". מתרשים מס' 8 ותרשים מס' 9, המציגים את שדה הרוח במפלס הולכי הרגל (1.5 מ' מהקרע), ניתן לראות כי הרוח המגיעה מכיוון מערב נתקלת בנינוי מדרום וממערב לתוכנית ונחלשת בהגיעה לסביבת התוכנית למעט בנקודות בהם הרוח מתגברת בעקבות ההתקלות בשולי המבנים המוצעים או בהתכנסות הרוח במעברים בין המבנים כפי שניתן לראות בתרשים מס' 9 ו-10.



בעת נשיבת הרוחות, נוצרת הגברה של עוצמות הרוח באזור הדרום- מערבי של התכנית והחלשות של הרוח עם זרימתה אל תוך שטח התוכנית (0.5-2.5 מ'/שנ'). רוחות בעוצמות אלו, יוצרות במפגש הרחובות רבין והרצל רוחות במהירות של 2.0-4.0 מ'/שנ', במפלס הולכי הרגל. מצבי רוח אלה, הינם מצבים "נוחים".

1.5 סיכום

אקלים הרוח באזור התכנית מאופיין ברוחות מערביות. הרוחות החזקות מ- 95% מהרוחות הנמדדות באזור מתמתנות עם הבינוי הקיים. יחד עם זאת, נראה כי הבינוי המוצע יוצר מצבי רוחות נוחים- לא נוחים באזור המערבי ובאזור הדרום מערבי של התוכנית.



חישוב שדה הרוח בהשפעת התכנית הנדונה, ובניינים הקיימים בסביבה, מראה כי ב-95% מהשנה, צפוי במפלס הולכי הרגל באזורים פתוחים בסביבת התכנית מצב נוחות "נוח- לא נוח".
שילוב אמצעים להפחתת הרוח באזור הגברת הרוח יסייע במיתון ועשוי לאפשר מצבי נוחות נוחים עוד יותר.

1.6 אמצעים למיתון הרוח

מומלץ לשלב אמצעים למיתון רוח באזורים הבאים:

רח' בן דור, במעבר בין המבנים המוצעים בשטח B, C ו-D:



- להגנה מפני רוחות אופקיות, יש לשלב שתילה של עצים בוגרים, ירוקי עד בצפיפות גבוהה או אלמנטים פיסיים מחוררים בכניסה ולאורך המעבר.

במבנה הדרום מזרחי, שטח C, רח' רבין:

- ניתן לתרום להפחתת עוצמות הרוח בנקודות אלו על ידי שינון פינות הבניין הדרום- מערבי בשטח C להגדלת החיכוך והגדלת הזווית בפינות ליצירת קו בינוי אווירודינאמי יותר ובנוסף מומלץ לשלב אמצעים פיזיים, כגון עצים המגבירים את החיכוך של רוחות אופקיות ברח' רבין, מתחת לשטח C.





חיזוי אקלים הרוח במודל זרימה תלת מימד

בשדרות הרצל:

- ניתן לתרום להפחתת עוצמות הרוח בנקודות בהן יש הגברת רוח על ידי שילוב אמצעים פיזיים, כגון עצים המגבירים את החיכוך של רוחות אופקיות או אלמנטים פיסיים מחוררים בסמוך למבנים, בדגש על המבנה העגול בשטח C.



- תכנון האמצעים ע"י אדריכלי התכנית ומתכנני הפיתוח, ייעשה בשלב התכנון המפורט ובליווי היועצים הסביבתיים של התכנית.

