

5008979-1



תכנית "תוצרת הארץ" - תל אביב

חוות דעת אקלימית- בדיקת שלב 1



ירושלים - אפריל 2012



הועדה המקומית לתכנון ולבניה תל-אביב - יפו				
שם התכנית:		תכנית מסי תא/מק/4051 "תוצרת הארץ דרום"		
אושרה למתן תוקף (לאחר דיון בהתנגדויות):				
תאריך	30.07.2014	פרוטוקול	14-0019-ב'י	החלטה
	"	"	"	"
	"	"	"	"
מנהל האגף	מהנדס העיר	יו"ר ועדת המשנה		
א.ל.אס		תאריך: 21/4/12		

21





תוכן העניינים



2 תוכן העניינים
3 מבוא
4 פרק א חיזוי אקלים הרוח במודל זרימה תלת מימדי
4	1.1 קריטריון להערכת השפעת רוח על האדם
5	1.2 אקלים הרוח באזור התכנית
5	1.3 המודל
6	1.4 תוצאות וניתוחן
8	1.5 סיכום
8	1.6 אמצעים למיתון הרוח



9 פרק ב הצללה
9	2.1 יעדי תכנון בנוגע לחשיפה לשמש
9	2.2 תאור הבדיקה
12	2.3 תוצאות הבדיקה
16	2.4 ניתוח התוצאות
17	2.5 בדיקות נוספות
20	2.6 סיכום ומסקנות





מבוא



תכנית תוצרת הארץ, הינה תוכנית הכוללת פינוי 8 מבנים נמוכים והקמת שני מבני משרדים באזור בין רחוב תוצרת הארץ לבין רחוב דרך השלום, בקרבת רח' יגאל אלון בעיר תל אביב. הבינוי המתוכנן מורכב ממבנה בגובה 103 מטר (שלב 1) ועוד מבנה בגובה 237 מ' (שלבים 2 ו-3).

באזור התכנית, שימושים המיועדים בעיקר למשרדים, למסחר ולתעשייה.

הקמת מבנים גבוהים באזור בנוי, כדוגמת אלו המתוכננים באזור התכנית, גורמת באופן טבעי, לתופעות של הטלת צל על שטחים בסביבת המבנים וחשש ליצירת תנאי אקלים העלולים להקשות על פעילות אנושית סביב הבניין.



מסמך זה בוחן את ההשפעות האקלימיות של המבנה המתוכנן בשלב א', בהן בחינת הצל שייווצר על ידי המבנה בתכנית על המבנים והרחובות הסמוכים, והשפעות הגברת הרוח על השימושים בסביבת המבנה.





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' 5 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 בעולם.²

¹ פורה, 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



בבדיקת שלב א', נעשה שימוש באותם נתונים מטאורולוגיים שנעשה בהם שימוש לבדיקת התכנית כולו.

על כן, הורצה במודל החישוב רוח בכיוון 270° בעצמה של 3.6 מ' /שנ'.

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 ומגוונות, 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.



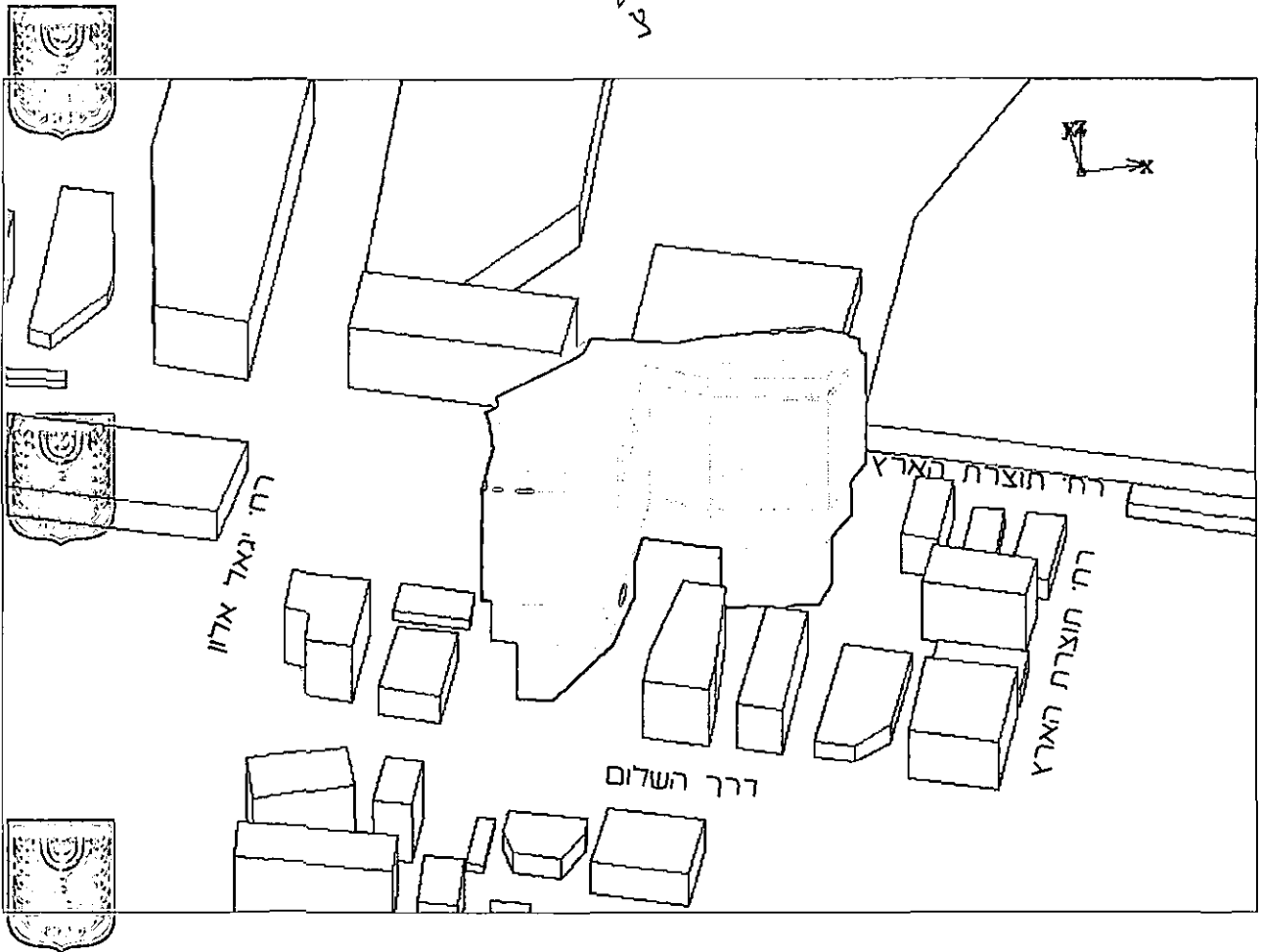
התוכנה מבוססת על CFD (Computational Fluid Dynamics) בנפח מוגדר בפתרון משוואות תלת מימדיות תלויות זמן תוך הנחות וחישובי: שימור מסה, מומנט, אנרגיה, וטורבולנציה, בהתאם לנתוני קלט ותנאי גבול שהוזנו למודל.

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, פצ'וק, קריטריונים להבחנת בעיות רוח בתכנון הסביבה הבנויה, הטכניון, דצמבר 1980.

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





מבני התכנית וסביבתה אשר הוכנסו למודל בתלת מימד עבור שלב 1 בלבד, מבט מכוון דרום מערב



חיזוי אקלים הרוח במודל זרימה תלת מימד

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 (NS) Navier-Stokes 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 שנגבה בתלת מימד במודל במבט מכיוון דרום-מערב, מוצג בתרשים מס' וב'.

נפח מרחב הבדיקה הינו 1,474 מ' X 1,978 מ' בגובה 300 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.

1.4 תוצאות וניתוחן



1.4.1 תאור שדה הרוח

1.4.1.1 זרימת הרוח במרחב הנבדק

רוח מכיוון מערב זורמת מכיוון מערב, עוברת את נתיבי איילון ונתקלת בבינוי הסמוך לבינוי המוצע בתוכנית, מתבדרת סביבו ומתועלת אל התכנית והרחובות הסמוכים. כצפוי, נגרמת הגברת רוחות בפינות של המבנה המוצע. יחד עם זאת, כאשר הרוח עוברת לשטחים מחוץ לתכנית היא מתמתנת שוב.

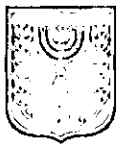




חיזוי אקלים הרוח במודל זרימה תלת מימד

שדה הרוח במרחב הנבדק, במפלס הולכי הרגל (1.5 מ' מהקרקע), בסביבת התוכנית מוצג בתרשים מס' נב' עבור רוח מכיוון 270° בעצמה של 3.6 מ'/שנ'. הנקודות לבדיקת מהירויות רוח מסומנות בתרשים, ותוצאות בדיקת מהירויות רוח בנקודות אלו מוצגות בטבלה שלהלן.

1.4.1.2 זרימת הרוח במרחב התוכנית



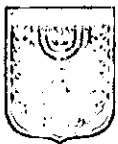
הרוח המערבית, זורמת מכוון נתיבי איילון ונתקלת בבניה הסמוכה לבניה המתוכננת בפרויקט, מתבררת מסביב למבני הפרויקט ומקבלת תאוצה מסוימת.

הרוח הנתקלת בבינוי המוצע בחלק הצפון מערבי של התוכנית, נתקלת בפינה הצפון מערבית של המבנה המוצע ומקבלת תאוצה (מהירויות רוח של 2.6-4.0 מ'/שנ'). הגברת רוח זאת משפיעה גם על שטח התכנית בחזית הצפונית של המבנה המוצע, שם צפויות רוחות במהירויות 3.5-4.5 מ'/שנ'. בפינה הדרום-מערבית של המבנה המוצע, צפויה גם זרימת רוחות מהירות (מהירויות רוח של 2.6-5.15 מ'/שנ'). תרשימים מס' נב' ו-14 מציגים את הרוחות בפינות הדרום מערבית והצפון מערבית של התכנית, בהתאם.

בחלק המזרחי של התכנית, הרוחות הצפויות הינן במהירויות של 0.05-2.5 מ'/שנ', כמוצג בתרשים מס' נב'. זרימה זו מתבררת ומתמתנת בהגיעה לבינוי הסמוך, עד שכבר לא ניתן לראות השפעות על אקלים הרוחות מהתכנית. תרשים מס' נב' מציג את חתך הרוחות העוברות בחזית הצפונית של התכנית, בו ניתן להבחין איך הרוחות המגיעות לפינה הצפון מערבית ומקבלות תאוצה, מתמתנות עד להגיע אל הקצה המזרחי של שטח התכנית.

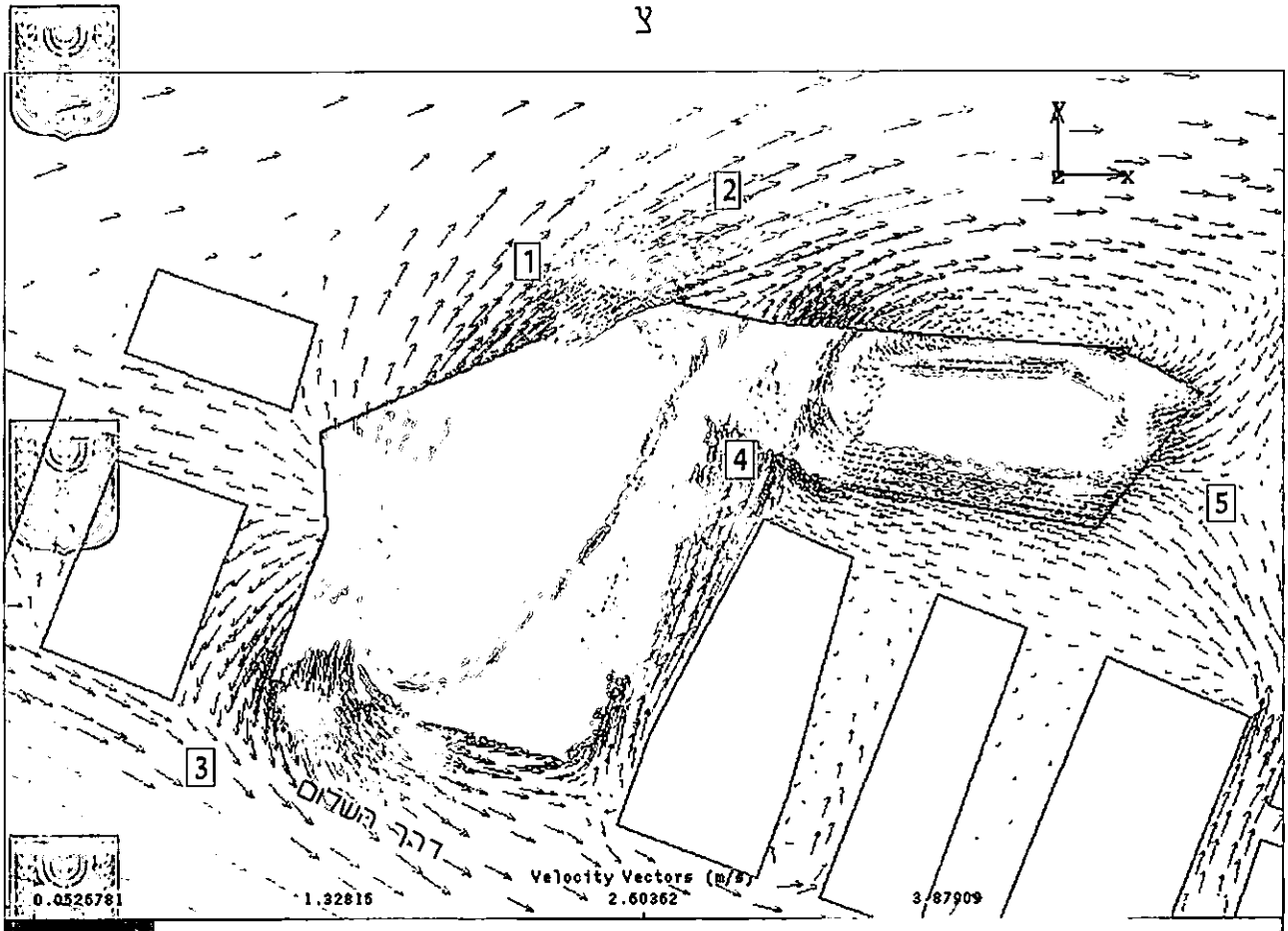


טבלה מס' 2: מהירות רוח מחושבת ומהירות רוח שקולה לצורך איתור מוקדים לטיפול

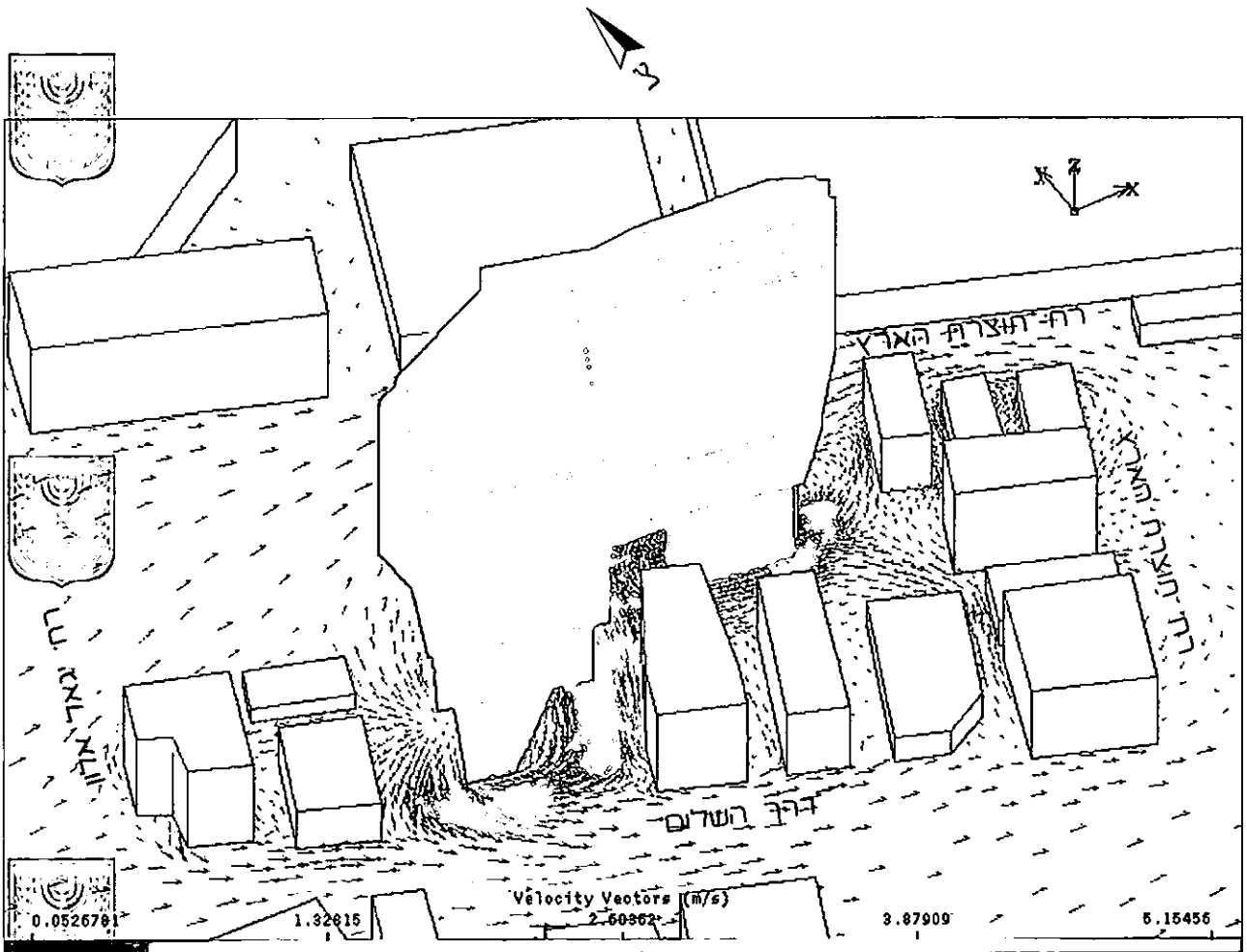
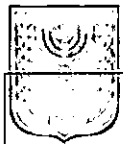


מס' מיקום	מהירות רוח [מ'/שנ']	דרגת נוחות צפויה
1	בפינה הצפון-מערבית של שלב 1	נח
2	בשטח התכנית, מצפון למבנה המוצע	נח
3	בפינה הדרום-מערבית של בניין שלב 1 בתכנית	נח
4	במעבר בין שני חלקי המבנה בקומת הקרקע	נח





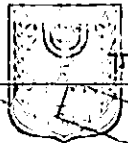
שדה הרוח במרחב הנבדק, בגובה הולכי רגל (1.5 מ'),
עבור רוח בעצמה 3.6 מ' / שג' מכוון -270° בדיקת שלב 1 בלבד



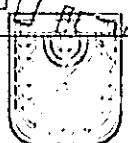
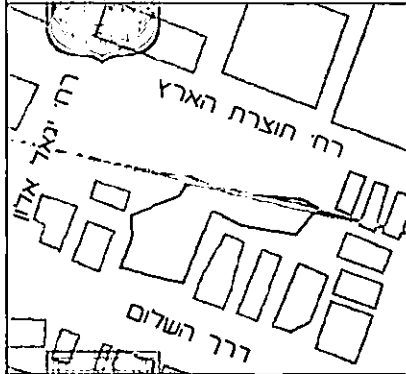
שדה הרוח בגובה הולכי רגל (1.5 מ'), בתלת ממד, מבט מכיוון דרום- בדיקת שלב 1 בלבד



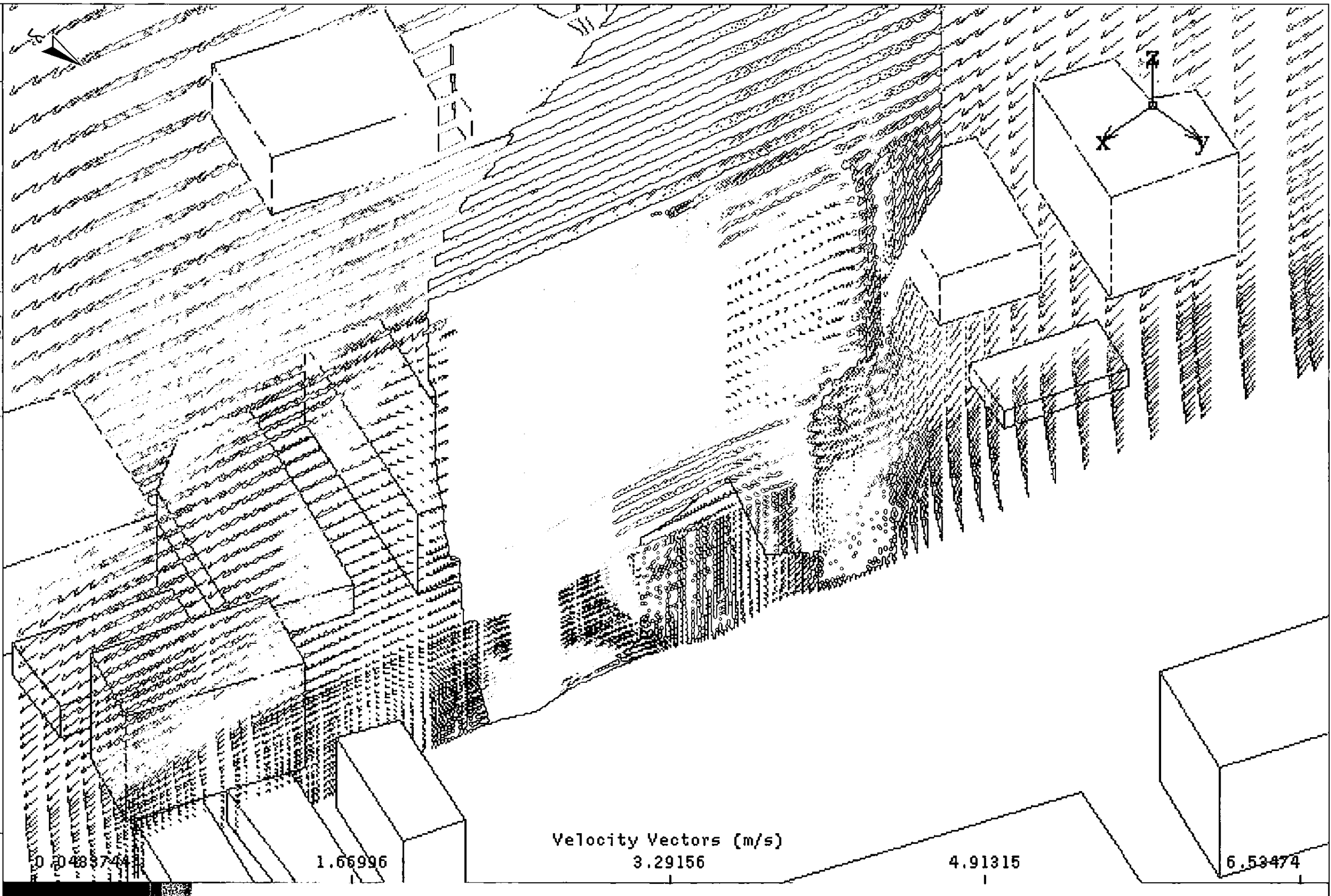
תרשים מס' ב'5'
חתך הרוח העוברת על
המבנה- שלב 1 בלבד



מיקום החתך



לשם שפר
איכות סביבה בע"מ





חיווי אקלים הרוח במודל זרימה תלת מימד

מס' מיקום	מהירות רוח [מ/שנ']	דרגת נוחות צפויה
5 חלק המזרחי של שטח התכנית	0.05-2.5	נח

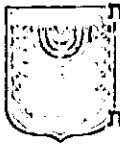
1.4.2 ניתוח התוצאות



מתוך התרשימים והטבלה שלעיל, ניתן לראות כי בעת נשיבת רוחות אשר 85% מהרוחות הנושבות באזור חלשות מהן, בכל האזורים הנבדקים ובסביבה הסמוכה לתוכנית חזוי אקלים רוח "נח" במפלס הולכי הרגל ב-2 נקודות, חלק מווקטורי הרוח מגיעים למהירויות שגורמות לתנאי רוח שהם מתקרבים להיות "לא נוחים" (נקודות 2 ו-3).

1.5 סיכום

הרוחות הטבעיות הנושבות בסביבת התוכנית מאופיינות ברובן ברכיב מערבי. על פי החישובים, התכנית המוצעת מאפשרת אקלים רוח "נח" ברוב הזמן בכל האזורים הנבדקים בסביבת התוכנית.



הבינוי הגבוה המתוכנן בתכנית גורם לתיעול רוחות והגברת מהירויות רוח בשטח התכנית. כאמור, השפעות אלו הינן מועטות.

אזור הגברת עוצמת הרוח העיקרי הינו בפינה הדרום מערבי של המבנה המוצע. עוד מוקד הגברת עוצמת רוח בשטח התכנית היא בפינה הדרום-מערבית של מבנה שלב 1. באזורים אלו, מומלץ לנקוט באמצעים למיתון הרוח.

שילוב אמצעים אפקטיביים להפחתת הרוח באזור הגברת הרוח, יסייע במיתונה ויאפשרו מצבי נוחות נוחים עוד יותר.



1.6 אמצעים למיתון הרוח

מומלץ לשלב אמצעים למיתון רוח באזורים הבאים:

- להגנה מפני רוחות אופקיות בפינה הצפון-מערבי ובפינה הדרום-מערבית של מבנה שלב א', מומלץ לשלב עצים בוגרים ירוקי עד בעלי צפיפות עלים גבוהה, בנקודות בהן צפויה הגברת רוחות.

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





פרק ב הצללה



2.1 יעדי תכנון בנוגע לחשיפה לשמש

בהעדר תקן ישראלי להצללה, או קריטריון מקובל, התוצאות שהתקבלו הושוו לתקן התכנון הבריטי, אף כי תנאי האקלים השונים בין בריטניה וישראל עלולים לגרום להחמרה.

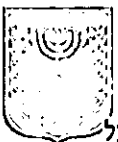
לפי התקן הבריטי לקרינת שמש⁵, המתייחס לחדרי מגורים בעלי סבירות לקרינת שמש ישירה, נדרשים לפחות 25% מכלל שעות קרינת השמש האפקטיבית השנתיות, ולפחות 5% מסך שעות הקרינה האפקטיבית בין 21 לספטמבר - 21 למרץ.



ביחס לבינוי חדש הגורם להצללה, התקן ממליץ כי בנין קיים שאינו מקבל את אחוז קרינת השמש המצוין לעיל, לא יקבל פחות מאשר 80% משעות קרינת השמש השנתיות והחורפיות שקיבל קודם לבינוי החדש הגורם להצללה, וזאת על מנת שהדיירים במבנה הקיים לא ירגישו בשינוי.

על בסיס התאמת התקן הבריטי לאקלים בישראל, ניתן להמליץ כי יעד הצללה המתאים לתוכנית המוצעת בהתייחס לסביבתה יהיה: לכל היותר 75% מקרינת השמש האפקטיבית הממוצעת בכל אחד מימי הקיצון בארבע עונות השנה, ולכל היותר 95% משעות הקרינה האפקטיביות ביום הקצר בשנה, על שימושים הרגישים להצללה, הכוללים חזיתות דרומיות של מבני מגורים, שצ"פים וגגות המיוצגים על ידי החזיתות הדרומיות של הגגות.

כמו כן, במבנים בהם קיימת חריגה מאחוזי ההצללה המרביים המוצעים, יש לוודא כי תוספת ההצללה כתוצאה מהתוכנית המוצעת ביחס למצב הקיים, לא תעלה על 20% בממוצע של ימי הקיצון בארבע עונות השנה, כמו גם ביום הקצר בשנה.



2.2 תאור הבדיקה

על מנת לבדוק את השפעת הבינוי המוצע במסגרת תכנית תוצרת הארץ, על שעות ההצללה החזויות על המבנים הסמוכים, נעשה שימוש במודל מתמטי ממוחשב, המחשב את מידת הצללת המבנים על סביבתם.

הבדיקה נעשתה בשני שלבים: בדיקה גרפית ובדיקה כמותית.

⁵ Code of Practice for Daylighting, British Standard BS8206: Part 2: 1992





2.2.1 בדיקה גרפית

הבדיקה הגרפית מציגה את היטל הצל של המבנים המוצעים במסגרת התוכנית, ומבנים מצלים קיימים בסביבת התוכנית על גבי מבנים ושצ"פים בסביבת התוכנית ובמסגרתה. הבדיקה בוצעה באמצעות תוכנות ייעודיות לחישוב הצללות: Ecotect Analysis 2010, Google SketchUp 8.



2.2.2 בחינה כמותית

הבדיקה הכמותית מציגה בחינה של שעות ההצללה המחושבות ע"פ הבינוי המוצע בתכנית על מבני המגורים הסמוכים.

בחינה כמותית של ההצללה בוצעה באמצעות התוכנה ESHL Shade.11, אשר פותחה ע"י חברת "א.ש.ל איכות סביבה ואקוסטיקה" בשנת 1998 ועודכנה לאחרונה בשנת 2011. התוכנה מקובלת לשימוש ע"י המשרד להגנת הסביבה וועדות התכנון של משרד הפנים.

2.2.2.1 שעות קרינה במודל



המודל הכמותי מבוסס על זווית הגבהה וזווית השעה הממוצעות של השמש לכל חודש בשנה ולכל שעה ביום. המודל מתייחס לשעות השמש האפקטיביות שהן המשמעותיות ביותר מבחינה אנרגטית (בקיצ' ובחורף) ומבחינת עוצמת קרינת השמש.

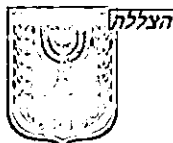
קביעת מספר השעות האפקטיביות בכל עונה נעשתה תוך התייחסות לזווית השמש מעל האופק. במודל נקבע כי השעות שיחושבו הן השעות בהן זווית השמש גבוהה מ 10° .

מס' שעות השמש האפקטיביות ביום בכל אחת מעונות השנה (ברזולוציה רבע שעתית), מוצג בטבלה שלהלן.

טבלה מס' 3: שעות שמש אפקטיביות ביום בעונות השונות

עונה	שעות שמש אפקטיביות	מס' שעות
קיץ	7:00 – 17:00	21 ביוני
סתיו	8:00 – 16:00	21 בספטמבר
חורף	9:00 – 15:00	21 בדצמבר
אביב	8:00 – 16:00	21 במרץ





2.3 תוצאות הבדיקה

בדיקה גרפית

2.3.1

הצללה על סביבת התוכנית



הבחינה המוצגת להלן מציגה גרפית, את היטל הצל של התכנית המוצעת על סביבתה.

תרשים מס' 6' מציג את השתנות הצל החודשית של התכנית במצב המוצע, ומיקום נקודות הבדיקה במודל ההצללה, בחודשים: דצמבר, מרץ ויוני, בין השעות 9:00 ל- 15:00.

תרשים מס' 7' מציג את השתנות הצל השעתית של התכנית המוצעת על סביבתה, ביום ה- 21 בדצמבר, בו הצל הינו הארוך ביותר, בשעות 09:00, 12:00 ו-15:00.

כפי שניתן לראות בתרשימים, בעונת החורף, חותם הצל של התוכנית הנדונה מגיע עד רח' בן שמן בשעות הבוקר. בשעות הצהריים, חותם הצל של התכנית עובר על האזור מדרום לרח' נחלת יצחק, מרח' בן שמן במערב עד לרח' חפץ חיים במזרח. בשעות אחר הצהריים, חותם הצל של התוכנית מגיע לרח' חפץ חיים.



הצללה בתוך מרחב התוכנית

בעונת החורף ובעונות המעבר, המבנה המוצע מצל על שטח התכנית מצפון לו, למשך רוב שעות הבוקר והצהריים.

בדיקה כמותית

2.3.2

בטבלה שלהלן, מוצגות שעות ההצללה המחושבות ע"פ הבינוי הקיים בסביבת התוכנית, ע"פ הבינוי המוצע בתכנית הנדונה וההפרש ביניהן.



עבור כל נקודת בדיקה, מוצגות שעות הצל בקומה העליונה ובקומה התחתונה.

שעות הצל במצב הקיים מתייחסות לשעות הצל המוטלות על נקודת הבדיקה (Ri) במצב הקיים שמקורן בהצללת המבנים הקיימים בשטח התכנית, מבנים שכנים לנקודת הבדיקה וכן כתוצאה מהצללה עצמית.

שעות הצל במצב החזוי מתייחסות לשעות הצל המוטלות על אותה נקודת בדיקה (Ri), שמקורן בהצללת המבנים המוצעים בשטח התכנית, מבנים שכנים לנקודת הבדיקה וכן כתוצאה מהצללה עצמית.

מידת השינוי מציינת את התוספת שמקורה במצב החזוי ביחס למצב הקיים.

ניתוח התוצאות כולל התייחסות להצללה הנגרמת ע"י המבנים המוצעים, מבנים אחרים המצלים בסביבה (כולל מגדלים מאושרים) ולהצללה העצמית של המבנה הנבדק.





שעות השמש האפקטיביות עבור הגגות, מפורטות בטבלה מס' 4.

טבלה מס' 4: שעות שמש אפקטיביות ביום על גגות בעונות השונות

עונה	שעות שמש אפקטיביות	מס' שעות
קיץ	21 ביוני 9:00 – 15:00	6:00
סתיו	21 בספטמבר 9:00 – 15:00	6:00
חורף	21 בדצמבר 10:00 – 14:00	4:00
אביב	21 במרץ 9:00 – 15:00	6:00



2.2.2.1 נקודות בדיקה במודל

נקודות הבדיקה אשר נקבעו במודל ההצללה מייצגות את החזיתות הדרומיות של המבנים הנמצאים בתחום ההשפעה של התכנית. נקודות הבדיקה לבדיקת השפעות הצללה מוצגות בתרשים מס' 6.6 ומתוארות בטבלה שלהלן.

גובהי הקרקע וגבהי המבנים נלקחו מתוך מפת GIS של עיריית תל אביב.

טבלה מס' 5: תאור נקודות הבדיקה במודל ההצללה



נקודה	כתובת	שימוש	גובה קרקע	גובה גג	מס' קומות
R1	רח' בן שמן 9	תעשייה	14	40.9	9
R2	רח' תוצרת הארץ 2	תעשייה	13.9	21.3	2
R3	רח' תוצרת הארץ 3	משרדים	12.3	36.9	8
R4	רח' תוצרת הארץ 5	משרדים	16	109	30
R5	רח' תוצרת הארץ 5	מגורים	16	109	30
R6	רח' מנורת המאור 8	תעשייה	14	44.25	9
R7	רח' עין זיתים- מגדלי תל אביב	מגורים	14	107	30
R8	רח' תוצרת הארץ- מגדלי תל אביב	משרדים	16	109	30
R9	רח' תוצרת הארץ- מגדלי תל אביב	תעשייה/משרדים	16	109	30



2.2.2.2 מבנה התכנית הנדונה

המבנה המוצע אשר הוכנס למודל מוצג בתרשים מס' 6'.



תרשים מס' ב'7
השתנות הצל השעתית של
המבנה שלב 1 בחודש דצמבר
קנ"מ 1:2,000

מקרא:

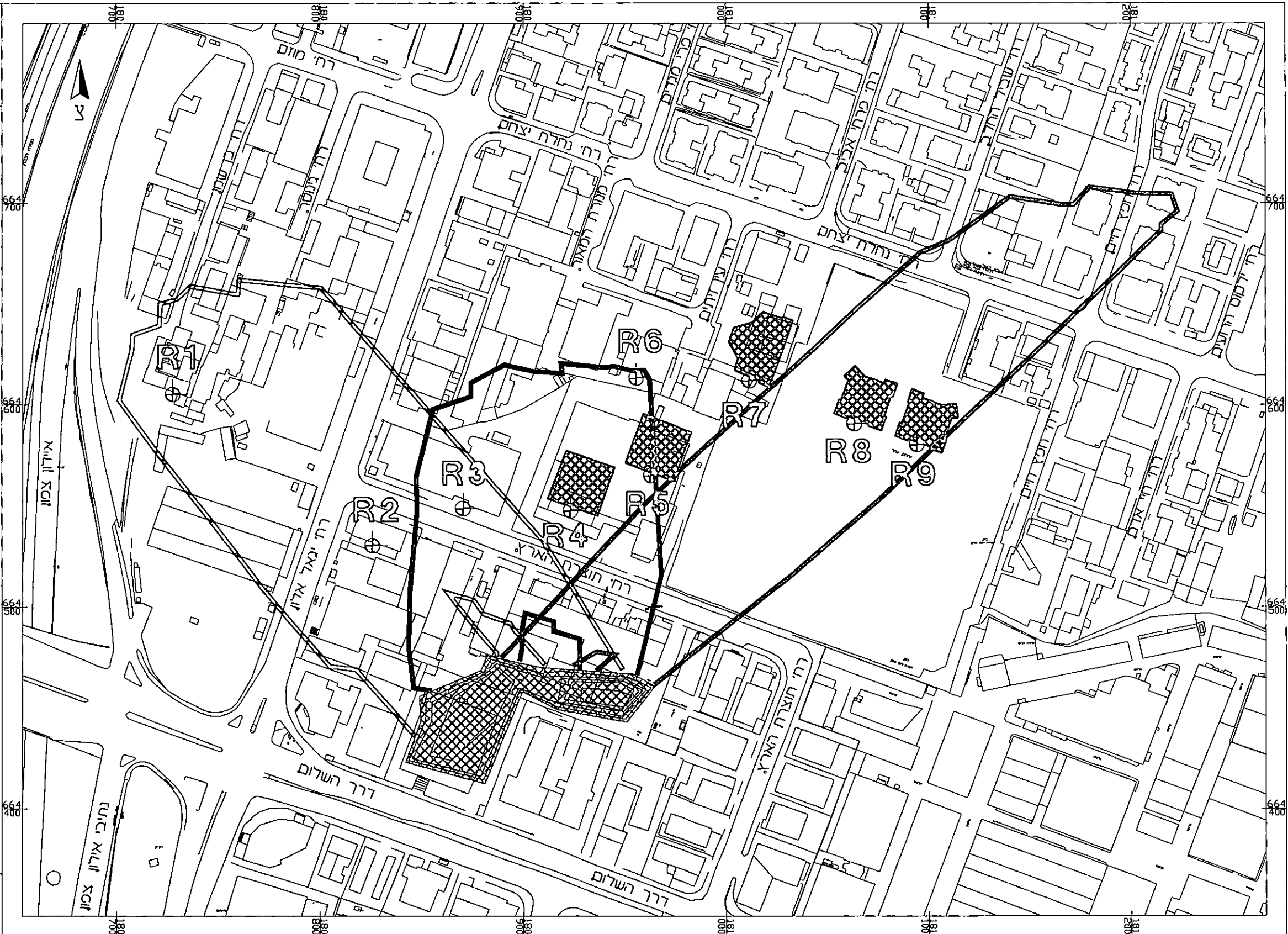
9:00

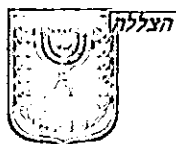
12:00

15:00

מבנה שלב 1

מגדלים מאושרים ומתוכננים





עבור כל נקודה מוצג טווח ערכים. טווח זה מציין את ההבדלים בין קומות המבנה. הקומות הגבוהות זוכות, בד"כ, ליותר שעות שמש מהקומות הנמוכות.

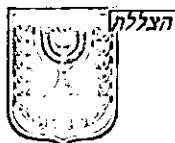
התוצאות, המוצגות בטבלה שלהלן, מייצגות את ימי הקיצון בארבע עונות השנה ומתייחסות למוצע שעות השמש האפקטיביות בכל עונה.



נתוני הצללה שמראים על חריגות מיעדי הצללה של לשכת התכנון במחוז תל אביב מסומנים בטבלה בצבע צהוב.

התוצאות המוצגות בטבלה מספר 7, מציגות את הצללת גגות המבנים, ביום הקצר בשנה ובמוצע ימי הקיצון.





טבלה מס' 6: שעות הצללה מחושבות במבנים המצויים בחותם הצל של התכנית

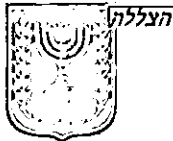
R4	R3	R2	R1	קיץ – יוני	
3.50-3.75	3.50-3.50	3.50-3.50	3.75-3.75	מצב קיים	שעות הצללה ביום
3.50	3.50	3.50	3.80	הצללה עצמית	
3.50-3.75	3.50-3.50	3.50-3.50	3.75-3.75	מצב חזוי	
0.00-0.00	0.00-0.00	0.00-0.00	0.00-0.00	מידת השינוי	
35%-38%	35%-35%	35%-35%	38%-38%	מצב קיים	שעות הצללה ב-%
35%-38%	35%-35%	35%-35%	38%-38%	מצב חזוי	
0%-0%	0%-0%	0%-0%	0%-0%	מידת השינוי	
סתיו – ספטמבר					
0.50-0.75	0.50-0.50	0.50-0.75	0.50-0.50	מצב קיים	שעות הצללה ביום
0.50	0.50	0.50	0.50	הצללה עצמית	
0.50-0.75	0.50-0.50	1.00-1.25	0.50-0.50	מצב חזוי	
0.00-0.00	0.00-0.00	0.50-0.50	0.00-0.00	מידת השינוי	
6%-9%	6%-6%	6%-9%	6%-6%	מצב קיים	שעות הצללה ב-%
6%-9%	6%-6%	13%-16%	6%-6%	מצב חזוי	
0%-0%	0%-0%	6%-6%	0%-0%	מידת השינוי	
חורף – דצמבר					
0.25-0.75	0.50-1.25	1.00-1.25	0.00-0.50	מצב קיים	שעות הצללה ביום
0.00	0.00	0.00	0.00	הצללה עצמית	
0.25-4.00	3.75-3.75	2.75-2.75	0.00-1.00	מצב חזוי	
0.00-0.75	3.20-0.50	1.70-0.50	0.00-0.50	מידת השינוי	
4%-13%	8%-21%	17%-21%	0%-8%	מצב קיים	שעות הצללה ב-%
4%-67%	63%-63%	46%-46%	0%-17%	מצב חזוי	
0%-54%	54%-42%	29%-25%	0%-8%	מידת השינוי משעות הקרינה האפקטיביות	
אביב – מרץ					
0.50-0.75	0.50-0.50	0.50-0.50	0.50-0.50	מצב קיים	שעות הצללה ביום
0.50	0.50	0.50	0.50	הצללה עצמית	
0.50-0.75	0.50-0.50	1.00-1.25	0.50-0.50	מצב חזוי	
0.00-0.00	0.00-0.00	0.50-0.25	0.00-0.00	מידת השינוי	
6%-9%	6%-6%	6%-6%	6%-6%	מצב קיים	שעות הצללה ב-%
6%-9%	6%-6%	13%-16%	6%-6%	מצב חזוי	
0%-0%	0%-0%	6%-9%	0%-0%	מידת השינוי	
ממוצע ימי קיץ					
15%-7%	16%-6%	17%-7%	15%-4%	מצב קיים	שעות הצללה ב-%
15%-4%	27%-1%	27%-3%	15%-6%	מצב חזוי	
0%-3%	11%-5%	9%-4%	0%-2%	מידת השינוי משעות הקרינה האפקטיביות	





R9	R8	R7	R6	R5	קין - יוני	
3.50-3.50	3.50-3.50	3.50-3.50	3.50-3.50	3.50-7.75	מצב קיים	שעות הצללה ביום
3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	הצללה עצמית	
3.50-3.50	3.50-3.50	3.50-3.50	3.50-3.50	3.50-7.75	מצב חזוי	
0.00-0.00	0.00-0.00	0.00-0.00	0.00-0.00	0.00-0.00	מידת השינוי	
35%-35%	35%-35%	35%-35%	35%-35%	35%-78%	מצב קיים	שעות הצללה ב-%
35%-35%	35%-35%	35%-35%	35%-35%	35%-78%	מצב חזוי	
0%-0%	0%-0%	0%-0%	0%-0%	0%-0%	מידת השינוי	
סתיו - ספטמבר						
0.50-1.00	0.50-1.25	0.50-3.00	3.50-3.75	0.75-4.00	מצב קיים	שעות הצללה ביום
0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	הצללה עצמית	
0.50-1.00	0.50-1.25	0.50-3.00	3.50-3.75	0.75-4.00	מצב חזוי	
0.00-0.00	0.00-0.00	0.00-0.00	0.00-0.00	0.00-0.00	מידת השינוי	
6%-13%	6%-16%	6%-38%	44%-47%	9%-50%	מצב קיים	שעות הצללה ב-%
6%-13%	6%-16%	6%-38%	44%-47%	9%-50%	מצב חזוי	
0%-0%	0%-0%	0%-0%	0%-0%	0%-0%	מידת השינוי	
חורף - דצמבר						
0.00-4.25	0.00-3.00	0.00-2.75	5.25-5.25	0.25-0.50	מצב קיים	שעות הצללה ביום
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	הצללה עצמית	
0.00-4.25	0.00-3.75	0.00-3.50	5.25-5.50	0.25-3.00	מצב חזוי	
0.00-0.00	0.00-0.75	0.00-0.75	0.00-0.25	0.00-0.50	מידת השינוי	
0%-71%	0%-50%	0%-46%	88%-88%	4%-8%	מצב קיים	שעות הצללה ב-%
0%-71%	0%-63%	0%-67%	88%-92%	4%-50%	מצב חזוי	
0%-0%	0%-13%	0%-21%	0%-4%	0%-42%	מידת השינוי משעות הקרינה האפקטיביות	
אביב - מרץ						
0.50-1.00	0.50-1.00	0.50-3.00	3.75-4.00	0.50-3.50	מצב קיים	שעות הצללה ביום
0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	הצללה עצמית	
0.50-1.00	0.50-1.00	0.50-3.00	3.75-4.00	0.50-3.50	מצב חזוי	
0.00-0.00	0.00-0.00	0.00-0.00	0.00-0.00	0.00-0.00	מידת השינוי	
6%-13%	6%-13%	6%-38%	47%-50%	6%-44%	מצב קיים	שעות הצללה ב-%
6%-13%	6%-13%	6%-38%	47%-50%	6%-44%	מצב חזוי	
0%-0%	0%-0%	0%-0%	0%-0%	0%-0%	מידת השינוי	
ממוצע ימי קיץ						
15%-6%	15%-3%	15%-1%	53%-2%	16%-13%	מצב קיים	שעות הצללה ב-%
15%-6%	15%-5%	15%-5%	53%-3%	16%-7%	מצב חזוי	
0%-0%	0%-3%	0%-4%	0%-1%	0%-5%	מידת השינוי משעות הקרינה האפקטיביות	





טבלה מס' 7: שעות הצללה על גגות המבנים המצויים בחותם הצל של התכנית - במצב החזוי

R5	R4	R3	R2	R1	קולט:	
0.00	0.00	2.50	1.75	0.00	שעות הצללה – 21 לדצמבר	
0%	0%	63%	44%	0%	אחוז הצללה מתוך 4 שעות שמש אפקטיביות ב- 21 לדצמבר	
0.00	0.00	0.63	0.44	0.00	שעות הצללה – ממוצע ימי קיצון	
0%	0%	11%	8%	0%	אחוז הצללה מתוך ממוצע שעות שמש אפקטיביות – בימי קיצון	
		R9	R8	R7	R6	קולט:
		0.00	0.00	0.00	3.50	שעות הצללה – 21 לדצמבר
		0%	0%	0%	88%	אחוז הצללה מתוך שעות שמש אפקטיביות ב- 21 לדצמבר
		0.00	0.00	0.00	2.13	שעות הצללה – ממוצע ימי קיצון
		0%	0%	0%	39%	אחוז הצללה מתוך ממוצע שעות שמש אפקטיביות – בימי קיצון



2.4 ניתוח התוצאות

מהטבלאות והתרשימים המוצגים לעיל, עולים הממצאים הבאים:

עמידה בקריטריון של ממוצע שעות הצללה בשנה:

כל הנקודות שנבדקו עומדות בקריטריון הבסיסי שקובע שסה"כ הצללה על הנקודות, כולל השפעות התכנית, לא תעלה על 75% משעות קרינת שמש אפקטיביות, כאשר מחשבים לפי ממוצע שעות הצללה בארבע ימי הקיצון בשנה. יש לציין כי מקסימום הצללה ממוצעת מתוך 9 נקודות בדיקה הייתה בנקודה R6, בה צפויה, בממוצע השנתי, הצללה של 53% משעות קרינת שמש אפקטיביות. הצללה זו היא תוצאה מהמצב הקיים, ולא מהבינוי המוצע. בכל שאר הנקודות, ממוצע שעות הצללה בשנה עמדו על פחות מ-27% מתוך שעות קרינת שמש אפקטיביות.

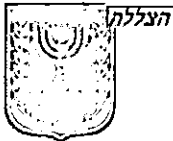
עמידה בקריטריון בסיסי של שעות הצללה בחורף:

בנוסף, בקריטריון שלפיו הצללה על מבנים סמוכים לא תעלה על 95% משעות הקרינה האפקטיביות בעונת החורף, כל הנקודות בתכנית עומדות בקריטריון. בנקודה R6, אחוז שעות ההצללה בחורף עומד על 92% מתוך שעות השמש האפקטיביות, והצללה זו נובעת מבינוי קיים. מקסימום אחוז ההצללה שמקורה מהתכנית המוצעת הוא בנקודה R7, שבה אחוז שעות המוצלות בחורף הוא 67% (בקומות התחתונות) והוא כתוצאה מתוספת צל מהפרויקט בשיעור של 54%.

עמידה בקריטריון נוסף של לשכת התכנון, מחוז תל אביב:

בנוסף לקריטריונים הנ"ל, בוצעה בדיקה נוספת של שעות הצללה בעונת החורף. על פי הנחית לשכת התכנון החמוזי בהתאם לקריטריון זה נבדק היקף הצללה במשך 3 שעות או יותר, או שינוי בשעות ההצללה בשיעור של 20% ומעלה. בבדיקה זו נמצאו 8 נקודות מבין 9 הנקודות שנבדקו, שבהן נמדדו 3 שעות הצללה או יותר או שינוי בשיעור מעל 20% בשעות ההצללה בעונת החורף. מתוך 8 הנקודות הנ"ל, ב-3 נקודות היו





למעלה מ-3 שעות הצללה במצב הקיים. על פי ההנחיות, נדרשת בדיקה מתקדמת באותן נקודות. הנקודות שדורשות התייחסות מיוחדת הן הנקודות שבהן תוספת הצל של התכנית גורמת להיקף ההצללה לעבור מפחות מ-3 שעות צל במצב הקיים ליותר מ-3 שעות צל במצב החזוי. הנקודות הללו הינן R3, R4, R5, R7, ו-R9. דיון בנקודות אלו מופיע בהמשך.

להלן פירוט השפעות הצללה של התכנית על המבנים הסמוכים:



נקודות מצפון לתכנית:

המבנים בנקודות R3, R4, R5, R6, ו-R7 בהיותם סמוכים ביותר לתכנית המוצעת, מעבר לרחוב תוצרת הארץ, מקבלים תוספת של בין רבע שעה של הצללה ל-3 שעות הצללה ביום בעונת החורף. (נקודות אלו יוצגו בדיון נוסף בהמשך לקריטריון הנוסף של לשכת התכנון). ראוי לציין שבנקודות R6, קיימים תנאי הצללה של למעלה מ-5 שעות צל ביום בעונת החורף, כתוצאה מהמצב המאושר, ותוספת צל מהתכנית היא אפסית.

נקודות בדיקה מצפון-מזרח לתכנית:



בנקודות בדיקה R1, ו-R2 השפעות צל משלב 1 של הפרויקט, מסתכמות בתוספת צל של 0-45 דקות, כתלות בעונה.

נקודות בדיקה מצפון-מערב לתכנית:

בנקודות הבדיקה R8, תוספת צל כתוצאה מהתכנית מסתכמת ב-0 עד 45 דקות, כתלות בעונה.

בנקודות בדיקה R9, אין השפעות צל משלב א' של הפרויקט התכנית, בכל עונות השנה.

גגות המבנים:



כל גגות המבנים שנבדקו, עומדים ביעדי ההצללה שהוצבו לתוכנית הנדונה.

2.5 בדיקות נוספות

בהתאם להנחיות לשכת התכנון של מחוז תל אביב-יפו, נמצאו 5 נקודות בדיקה שבהן צפויות למעלה מ-3 שעות הצללה בעונת החורף, ו/או תוספת של 20% לשה"כ שעות ההצללה בעונת החורף, כתוצאה מהתכנית הנדונה. להלן בדיקה פרטנית של 4 נקודות אלו.





נקודת הבדיקה R3- משרדים "בית קליפורניה" – רח' תוצרת הארץ 3 (בניין קיים)

2.5.1

בנקודה זו צפויות במצב החזוי, ביום הקצר בשנה, 3.75 שעות הצללה, הן בקומות התחתונות, הן בקומות העליונות. תוספת ההצללה הנובעת מהתוכנית ביום הקצר בשנה הינה 42% בקומות התחתונות ו- 54% בקומות העליונות. חשוב לציין כי המבנה הוא מבנה משרדים, אשר פחות רגיש להשפעות צל.

טבלה מס' 8 : ניתוח של שעות ההצללה במצב המאושר ובמצב המוצע, לכל קומה בנפרד



קומה	מצב מאושר (שעות ביום)	מצב מוצע (שעות ביום)
1	1.25	3.75
2	0.5	3.75
3	0.5	3.75
4	0.5	3.75
5	0.5	3.75
6	0.5	3.75
7	0.5	3.75
8	0.5	3.75



נקודת הבדיקה R4- "מתחם מוטורולה" בניין משרדים – רח' תוצרת הארץ 5 (תכנית שטרם

2.5.2
אושרה)

בנקודה זו צפויות במצב החזוי, ביום הקצר בשנה, 0.25-4.0 שעות הצללה. תוספת ההצללה הנובעת מהתוכנית ביום הקצר בשנה הינה 54% בקומות התחתונות ו- 0% בקומות העליונות. חשוב לציין כי הבניין הוא בניין אשר טרם הוקם והוא חלק מתכנית שטרם קבלה אישור לתב"ע. בנוסף, הבניין מיועד למסחר ומשרדים ולכן יהיה פחות רגיש להשפעות צל.

טבלה מס' 9 : ניתוח של שעות ההצללה במצב המאושר ובמצב המוצע, לכל קומה בנפרד



קומה	מצב מאושר (שעות ביום)	מצב מוצע (שעות ביום)
1-16	0.75	4.0
16-25	0.75	1.5
25-30	0.0	0.25





2.5.3 נקודת הבדיקה R5 - "מתחם מוטורולה" בניין מגורים – רח' תוצרת הארץ 5 (תכנית שטרם אושרה)



בנקודה זו צפויות במצב החזוי, ביום הקצר בשנה, 0.25-3.0 שעות הצללה. תוספת ההצללה הנובעת מהתוכנית ביום הקצר בשנה הינה 42% בקומות התחתונות ו- 0% בקומות העליונות. חשוב לציין כי הבניין הוא בניין אשר טרם הוקם והוא חלק מתכנית שטרם קבלה אישור לתב"ע. חשוב לציין גם שהשפעות הצל המרביות אינן עוברות את הסף של 3 שעות, וחלות רק על הקומות התחתונות של הבניין.

טבלה מס' 10 : ניתוח של שעות ההצללה במצב המאושר ובמצב המוצע, לכל קומה בנפרד

קומה	מצב מאושר (שעות ביום)	מצב מוצע (שעות ביום)
1-6	0.5	3.0
6-12	0.5	2.25
12-30	0.25	0.25

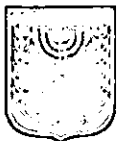


2.5.4 נקודת הבדיקה R7 - "מגדל עין הזיתים" מגורים – רח' עין הזיתים (תכנית שטרם אושרה)

בנקודה זו צפויות במצב החזוי, ביום הקצר בשנה, 3.5-0.0 שעות הצללה. תוספת ההצללה הנובעת מהתוכנית ביום הקצר בשנה הינה 21% בקומות התחתונות ו- 0% בקומות העליונות. חשוב לציין כי במצב הקיים, אותן קומות שמושפעות מהתכנית הנדונה, מקבלות 2.75 שעות צל בימי החורף ותוספת הצל כתוצאה מתכנית זו הינה מועטה (0.75 שעות).

טבלה מס' 11 : ניתוח של שעות ההצללה במצב המאושר ובמצב המוצע, לכל קומה בנפרד

קומה	מצב מאושר (שעות ביום)	מצב מוצע (שעות ביום)
1-6	2.75	3.5
6-30	2.75	2.75

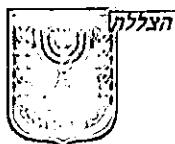


2.5.5 נקודת הבדיקה R8 - "מגדלי תל אביב" – מגורים (בניין קיים)

בנקודה זו צפויות במצב החזוי, ביום הקצר בשנה, 0.0-3.75 שעות הצללה. תוספת ההצללה הנובעת מהתוכנית ביום הקצר בשנה הינה 13% בקומות התחתונות ו- 0% בקומות העליונות. חשוב לציין כי במצב הקיים, אותן קומות שמושפעות מהתכנית הנדונה, מקבלות 3.00 שעות צל בימי החורף ותוספת הצל כתוצאה מתכנית זו הינה מועטה (0.75 שעות).

טבלה מס' 12 : ניתוח של שעות ההצללה במצב המאושר ובמצב המוצע, לכל קומה בנפרד





קומה	מצב מאושר (שעות ביום)	מצב מוצע (שעות ביום)
1-7	3.0	3.75
9-15	1.0	1.25
15-30	0.0	0.0



2.6 סיכום ומסקנות

2.6.1 סיכום

בדיקות השפעות ההצללה בסביבת התוכנית מעלות כי הצללת המבנים המוצעים על מבנים בסביבת התוכנית, עומדת ביעדי ההצללה המוצעים לתוכנית.

קיימות 5 נקודות בדיקה הקרובות לתכנית מצידה הצפוני, בהן בוצעה בדיקה מפורטת לפי לשכת-התכנון של מחוז תל אביב. 2 מבנים מתוך ה-5 הינם מבנים אשר אינם רגישים להשפעות צל, ושאר המבנים מקבלים תוספת צל מועטה מהפרויקט ובקומות התחתונות בלבד.

2.6.2 מסקנות

ממצאי בדיקת השפעות ההצללה על סביבת התוכנית מעלים כי, תוספת הצל על מבני המגורים בסביבת התוכנית היא לא משמעותית בהתחשב בהשפעות הצל של מגדלים אחרים קיימים ומתוכננים בסביבה.

