

חוק התכנון והבניה, התשכ"ה - 965

משרד הפנים - מחוז ירושלים

הוועדה המחוזית החליטה ביום:

25/10/2015

GBWAWA consulting & design

כיכר חיות

09/02/2017

יו"ר הוועדה המחוזית

נספח מס' 3: בדיקת הצללה

1000260281-40

תכנית מס' 0132076

"הנשרים 35" ירושלים



רחוב גנסין 16 גבעתיים 53 419 • טל: 03 732 5126 • פקס: 03 573 9266
office@gbwawa.com • אימיל: www.gbwawa.com



WAWA

Wall to wall green building consulting & design

תוכן

4	תקציר מנהלים
6	מסקנות:
7	הקדמה
7	הפרויקט – רקע
10	סיכום ממצאי הדוח
12	הקדמה
13	ניתוח הצללות לפרויקט - מתודולוגיה
14	חשיפת גגות המבנים לקרינה ישירה
16	חשיפת חזיתות וגגות הבניינים לקרינת שמש
18	הדמיות הצללה ב21.12
24	מתודולוגיות חישוב מהירות הרוח הממוצעת במפלס הולכי הרגל
24	חישוב ידני- נומרי
25	חישוב באמצעות תכנת Vasari - CFD
26	מהירות הרוח באזור התכנית
28	עונת הקיץ
30	סיכום
31	עונות המעבר
33	סיכום
34	עונת החורף – רוח שכיחה
36	סיכום
37	עונת החורף – רוח מקסימאלית
39	סיכום
40	סיכום ניתוח הרוחות בפרויקט
40	ניתוח מהירות הרוח השכיחה בעונת הקיץ, בעונות המעבר ובעונת החורף
40	ניתוח מהירות הרוח המקסימלית בחורף





WAWA

Wall to wall green building consulting & design

40..... מסקנות והמלצות

Error! Bookmark not defined. י"שום

41..... הערות ומסקנות





WAWA

Wall to wall green building consulting & design

תקציר מנהלים

מסמך זה הינו בחינה וניתוח אקלימי של סביבת פרויקט "הנשרים 35" בירושלים, והשפעת הצללות של הפרויקט המוצע (להלן "תכנית מוצעת") ביחס לתכנית התקפה (להלן "המצב המאושר") וכן בחינת מצב הרוחות באזור הפרויקט.

הפרויקט נמצא בירושלים, גוש: 30332 וחלקה: 35
בקואורדינטות:

- קו רחב: 31.47°
- קו אורך: 35.10°

נתוני הפרויקט ב"מצב המאושר" בתכנית התקפה לעומת מצבו המוצע

מצב מאושר:

- הפרויקט במצבו המאושר מאפשר מבנה הכולל קומת קרקע ו-3 קומות נוספות מעליה ומגיע לגובה של כ-18.7 מטרים.
- הפרויקט מתוכנן לשמש למסחר ומשרדים.

המצב המוצע:

- התכנית מציעה תוספת של 12 קומות כך שגובה הפרויקט יהיה כ-71 מטרים.
- הפרויקט מתוכנן לשמש למסחר ותעסוקה.

הצללות

ניתוח ההצללות נעשה על פי דרישות תקן 5281 לבנייה ירוקה הקובע את רמות החשיפה הנדרשות לכל חזיתות הבניינים.

לכל חזית, דרישת החשיפה המצטברת היא שונה, בהתאם למיקומה:

- חזית דרומית - 1.3 קוט"ש למ"ר
- חזית מזרחית - 0.16 קוט"ש למ"ר
- חזית מערבית - 0.19 קוט"ש למ"ר

גם חשיפת הגגות נעשתה לפי דרישות החשיפה של ת"י 5281 והיא: לפחות 50% מהגג חשוף לקרינה ישירה במשך 4 שעות לפחות.

רוחות

ניתוח הרוחות נעשה באמצעות חישובים נומריים ידניים בהתאם לנוסחאות שפותחו ע"י פרופ' יאיר גולדרייך ניתוח הרוחות מציג את:

1. מהירות הרוח הצפויה בגובה הולכי רגל במתחם הפרויקט.
2. מהירות רוח שצפויות להתפתח לכל בניין בפינות ובחזיתות במידה ויווצרו טורבולנסים.

כמו כן נערכו ניתוחים באמצעות מערכת Vasari – CFD שהציגו את מהירות הרוח באזור הפרויקט באופן ממוקד יותר.

ניתוח ההצללות והרוחות מבוסס על הנתונים האקלימיים שנאספו בתחנת המטאורולוגית "ירושלים – עטרות".

- תכנית ההצללות מציגה את רמת ההצללות ועצמת הרוחות בתכנית המוצעת וכן את ההצללות והרוחות במצב ה"מאושר".
- על מנת לפשט את ניתוח ההצללות והרוחות, הפרויקט מוצג בו זמנית במצבו המאושר לפי התכנית התקפה (מצב מאושר) ובמצבו המוצע לצורך השוואת נתוני ההצללה בשני המצבים.

חלופה לבינוי מגדל שאינו נכלל בתכנית

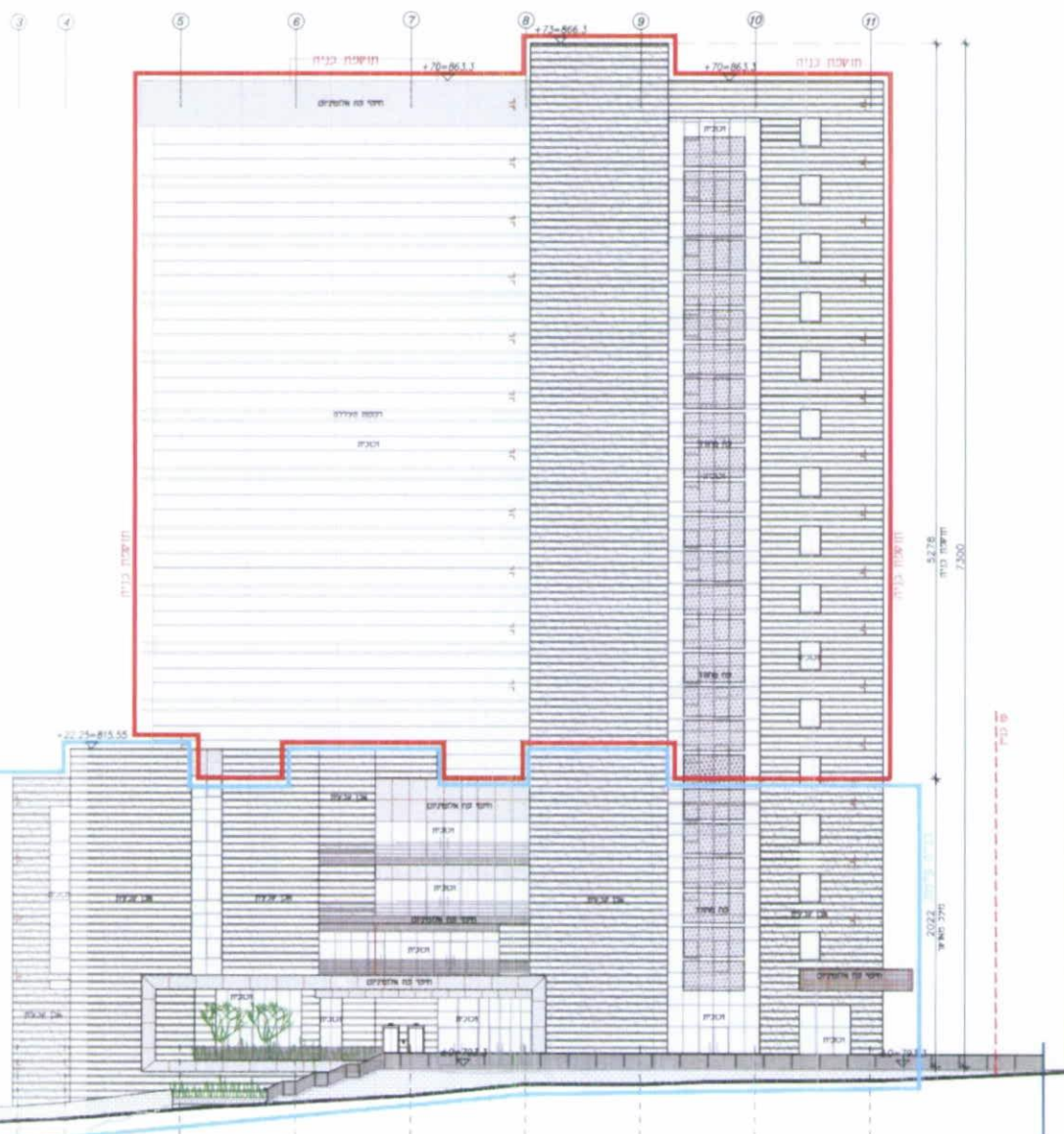
WAWA



WAWA

Wall to wall green building consulting & design

דגם תוכנית קומה 10



חיות מורחבת: לוח' רובורסון בסי'

הגובה המאושר (בתכלת) מול הגובה המוצע (באדום)

חלופה לבינוי מגדל שאינו נכלל בתכנית

WAWA



רחוב גנסין 16 גבעתיים 53 419 • טל: 03 732 5126 • פקס: 03 573 9266
www.gbwawa.com • אימייל: office@gbwawa.com



WAWA

Wall to wall green building consulting & design

מסקנות:

1. הצללות בעונת החורף:

א. חזיתות מבנים סמוכים לתכנית המוצעת - הצללות של המבנים בתכנית המוצעת על המבנים הקיימים בסביבה הסמוכה מראה כי כל המבנים זוכים לקרינת שמש ישירה בהתאם לדרישות המקובלות של זכויות האור. נתונים מפורטים ניתן לראות בהמשך המסמך ובנספחים המצורפים בסוף המסמך.

ב. גגות:

- הצללות על גגות המבנים הקיימים בסביבה הסמוכה לתכנית המוצעת - הצללות של המבנה בתכנית המוצעת על גגות המבנים הקיימים בסביבה הסמוכה לתכנית המוצעת מראה כי כל המבנים, זוכים לקרינת שמש ישירה בהתאם לדרישות המקובלות של זכויות האור.
- הצללות על גג המבנה המתוכנן בתכנית המוצעת – גג המבנה המתוכנן אינו מוצל על ידי המבנים הסמוכים.

2. רוחות באזור התכנית:

- א. הרוחות השכיחות והמקסימאליות מגיעות מכיוון מערב, וממערב לפרויקט ממוקמים מבנים החוסמים את הרוח, מסביב לבניין בכיוונים צפון, מזרח ומערב, צפויה רוח חלשה מאוד.
- ב. בחזית הדרומית של הבניין נוצרות רוחות חזקות יותר אשר בעונת החורף דורשות מיתון גם במצב המוצע וגם במצב המאושר.
- ג. במצב המוצע, בשל גובה הבניין, הרוחות סביב הפרויקט מתמתנות בכל העונות.
- ד. במצב המוצע, ברוחות השכיחות בכל העונות, הרוח מתמתנת לרמה שאינה מצריכה טיפול מיוחד למיתון רוח.
- ה. במצב המוצע ובמצב המאושר, הרוח המקסימאלית בעונת החורף היא חזקה.
- ו. מיתון רוחות מתוכנן באמצעות נטיעת עצים רחבי ענפים בכיוון דרום מערב.

המסמך מכיל ניתוח אקלימי - הצללות ורוחות. הניתוח המבוסס על נתונים שנאספו בתחנה המטאורולוגית "ירושלים – עטרות" בדיקת ההצללות ובדיקת הרוחות נעשו על פי המודל ונתונים שהתקבלו מהאדריכל, נספח הבינוי של האזור, ובהתאם לדרישות התקן 5281 לבנייה ירוקה.

הפרויקט - רקע

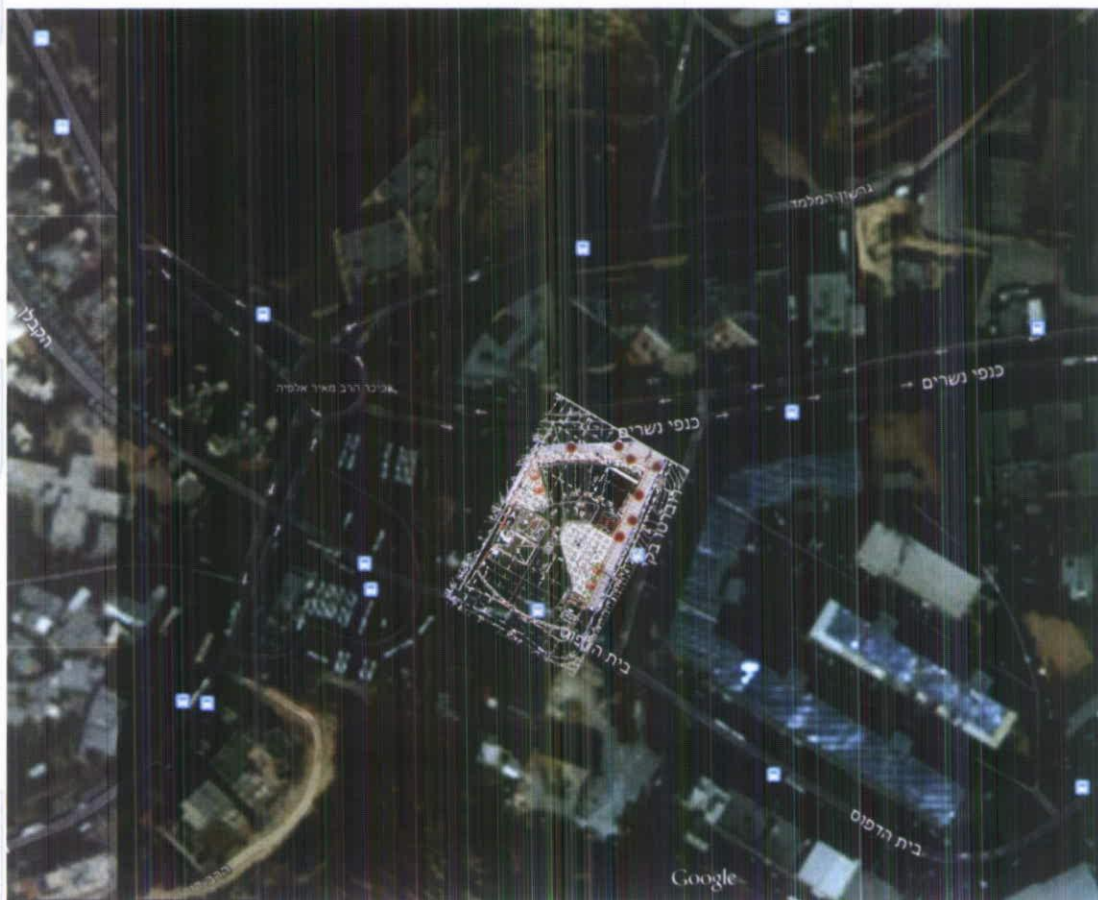
מיקום וגבולות פרויקט "גבעת שאול"





WAWA

Wall to wall green building consulting & design



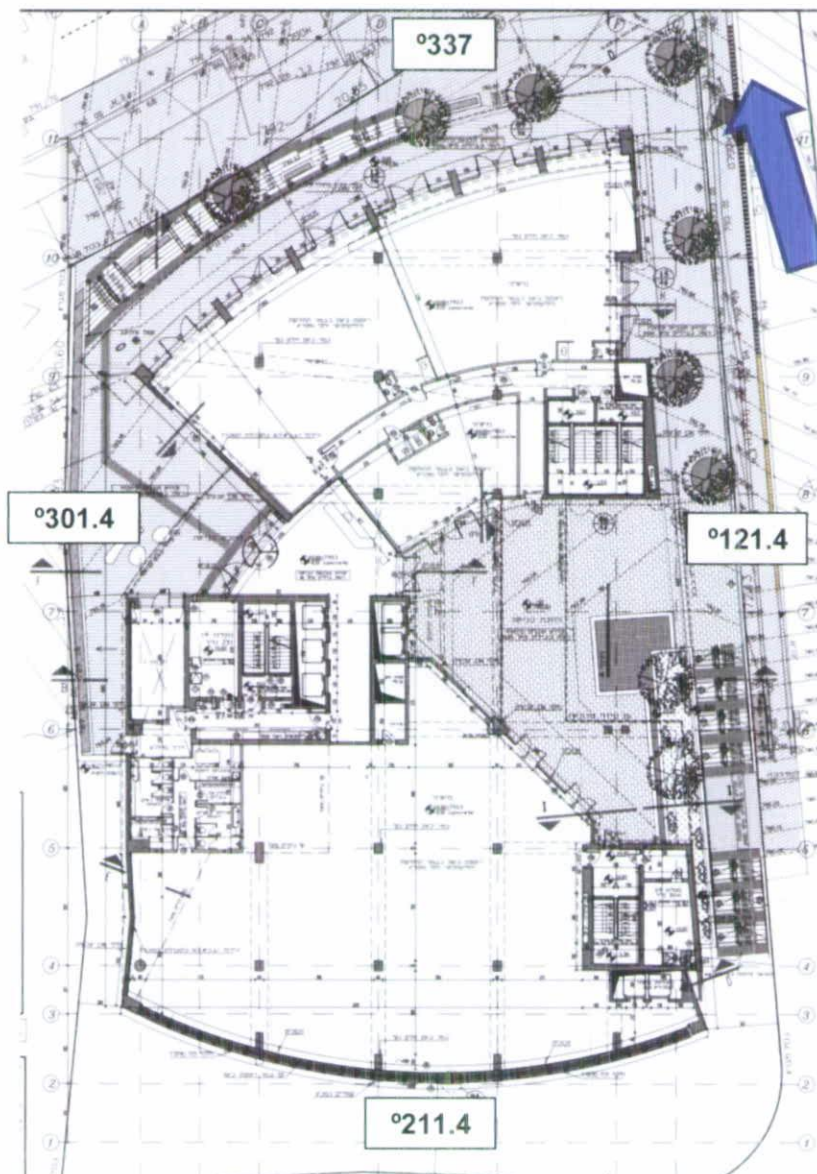
רחוב גנסין 16 גבעתיים 53 419 • טל: 03 732 5126 • פקס: 03 573 9266
office@gbwawa.com • אימייל: www.gbwawa.com



WAWA

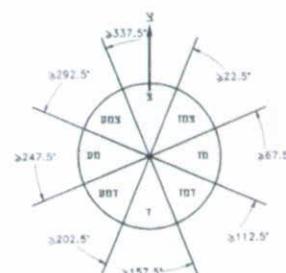
Wall to wall green building consulting & design

העמדת המבנה והגדרת החזיתות



זוויות הנטייה של חזיתות המבנים מהצפון

חזית	בניין הפרויקט
צפונית מערבית	°337
דרומית מזרחית	°121.4
דרומית מערבית	°211.4
צפונית מערבית	°301.4





WAWA

Wall to wall green building consulting & design

המכון לפרויקט גרין

1. חשיפת חזיתות וגגות מבנים סמוכים לקרינת שמש ישירה:

- **גגות המבנים הסמוכים** – המבנה בתכנית המוצעת אינו יוצר הצללה משמעותית על גגות המבנים הסמוכים ומאפשר קרינת שמש ישירה לאורך כל שעות היום.
- **חזיתות המבנים הסמוכים** – המבנה בתכנית המוצעת אינו פוגע בזכויות השמש של המבנים הסובבים אותו וכל חזיתות המבנים הסמוכים חשופות לשמש ישירה בחורף.

2. חשיפת המבנה המתוכנן לקרינת שמש ישירה:

- **גגות הבניין** - המבנים הסמוכים לפרויקט אינם יוצרים הצללה על גג המבנה המתוכנן, מאחר והוא הגבוה ביותר באזור.
- **חזיתות הבניין** – המבנים הסובבים את הפרויקט אינם יוצרים הצללה על חזיתות המבנה המתוכנן וכל החזיתות שלו חשופות לקרינה ישירה במהלך החורף (21.12).

3. רוח:

- הרוחות השכיחות והמקסימאליות באזור הפרויקט מגיעות מכיוון מערב, וממערב לפרויקט ממוקמים מבנים החוסמים את הרוח, מסביב לבניין בכיוונים צפון, מזרח ומערב, צפויה רוח חלשה מאוד.
- בחזית הדרומית של הבניין נוצרות רוחות חזקות יותר אשר בעונת החורף דורשות הפעלה של אמצעי מיתון רוח.

חלופה לבינוי מגדל שאינו נכלל בתכנית

WAWA



WAWA

Wall to wall green building consulting & design

מחירון שירותי ייעוץ ודизайן

מחירון שירותי ייעוץ ודизайן



ניתוח הצללות





WAWA

Wall to wall green building consulting & design

התכנית "הבניין הירוק" - חלק 1

התכנית "הבניין הירוק" - חלק 1

הקדמה

הצללה הדדית של מבנים – זכויות שמש

הצללה הדדית של מבנים כוללת 3 מרכיבים:

- ההצללה של המבנים המתוכננים על המבנים הסמוכים להם.
- הצללה של המבנים הסמוכים הבנויים (או העתידיים) על המבנים המתוכננים.
- הצללה הדדית בין המבנים המתוכננים בפרויקט (במידה ויש יותר מבניין אחד).

לקרינה ישירה של השמש יתרונות רבים:



- חימום המבנה – בעיקר בחורף וחלק מימי עונות המעבר, מקטינה את הצורך בחימום מלאכותי, בזבז אנרגיה ועלויות החימום. משפרת את תנאי הנוחות התרמית הפנים מבנית.
- תאורה טבעית – מפחיתה את הצורך בתאורה מלאכותית, בזבז אנרגיה, ועלויות לתאורה ומשפרת את התחושה הפנים מבנית.
- אנרגיה חלופית וצמצום עלויות החשמל בבית – חימום פנלים סולאריים וקרינה לפנלים PV. ליצירה אנרגיה נקיה ומתחדשת.

מצב קבוע, או כמעט קבוע, ללא קרינה ישירה של השמש יכול בתנאים מסוימים (לחות, העדר תנועת אויר וכן) עלול לגרום ליצירת עובש ופטריות, ולתנאים פנים מבניים גרועים בריאותית, ובעלי השפעה שלילית ניכרת מבחינה תחושתית.

לאור כל זאת אנו נדרשים להשתדל ולספק את מירב קרינת השמש הישירה לפרויקט המתוכנן ולאפשר ככל הניתן את קרינת השמש הישירה על הפרויקטים הסמוכים כתוצאה מהצללה שהפרויקט המתוכנן מייצר.



"זכויות שמש"

הזכות של בנין לגישה ישירה לקרינת השמש נקראת "זכויות שמש" ובארץ אין תקן מחייב לנושא זכויות השמש.

יחד עם זאת קיימות מספר תפיסות מובילות בינלאומיות שנכון להסתמך עליהן.

1. היות והחשיבות המרכזית לקרינה ישירה היא כמובן בעונת החורף, היחידה לאדריכלות מדברית במכון לחקר המדבר ממליצה כי ביום הקצר בשנה (דצמבר 21) בחורף, אנו נדרשים להבטיח לחזית הדרומית והמשמעותית בהקשר זה גישה לקרינה ישירה למשך שהוא לא פחות מ-6 שעות ביום.
2. בהתאם למרבית התקנים הבינלאומיים לנושא זכויות השמש אנו נדרשים להבטיח קרינה ישירה על חזית חדרי המגורים והשינה למינימום 33% משעות האור.
3. דרישות תקן LEED המקובל בעולם להשגת מירב הנקודות האפשריות בנושא זה הוא מינימום 3 שעות של קרינה ישירה בין 9 בבוקר ל-5 אחה"צ, וזאת לפחות ל-90% מיחידות הדוור.
4. רמת חשיפה מינימאלית לקרינה ישירה – דרך זו מיושמת בתקן 5281 לבנייה ירוקה והיא מפורטת בהמשך.





WAWA

Wall to wall green building consulting & design

משרד ייעוץ ופרויקט

משרד ייעוץ ופרויקט

ניתוח הצללות לפרויקט - מתודולוגיה

בדיקת ההצללות התבצעה על מבני הפרויקט ועל המבנים העתידיים והקיימים המקיפים אותם על פי הדרישות של התקן 5281 לבנייה ירוקה ובהתאם להנחיות הטכניון.

בדיקת ההצללות של המבנה המתוכנן נערכה על כל שעות האור בין השעות 7:00 עד השעה 17:00, עבור עונת החורף בלבד (21.12).

ההצללות נבחנו על כל חזיתות המבנים ועל הגגות שלהם וכן על חזיתות המבנים הסמוכים וגגותיהם.

ניתוח ההצללות נעשה על פי דרישות החשיפה המופיעות בת"י 5281 לאזור אקלימי ב', ביחידות של קוט"ש למ"ר עבור כל חזיתות המבנים:

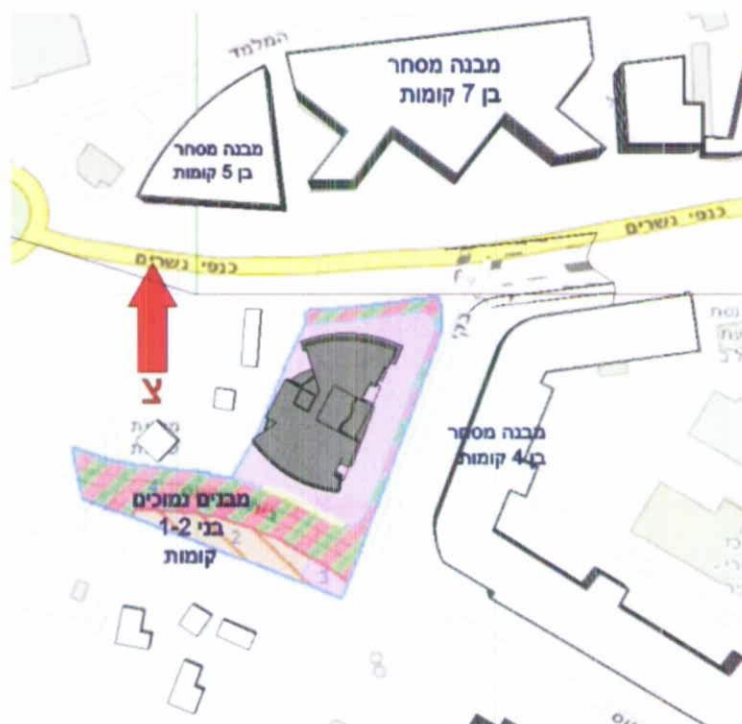
בכל שעה בה החזית חשופה, מחושבת כמות קרינה ישירה הפוגעת בה, ובסך הכל כמות הקרינה הישירה המצטברת נדרשת לעמוד ברמה המתאימה לכיוון החזית.

לכל חזית, דרישת החשיפה המצטברת היא שונה, בהתאם למיקומה:

- חזית דרומית - 1.3 קוט"ש למ"ר
- חזית מזרחית - 0.16 קוט"ש למ"ר
- חזית מערבית - 0.19 קוט"ש למ"ר

גם חשיפת הגגות נעשתה לפי דרישות החשיפה של ת"י 5281 והיא: לפחות 50% מהגג חשוף לקרינה ישירה במשך 4 שעות לפחות.

סביבת הפרויקט



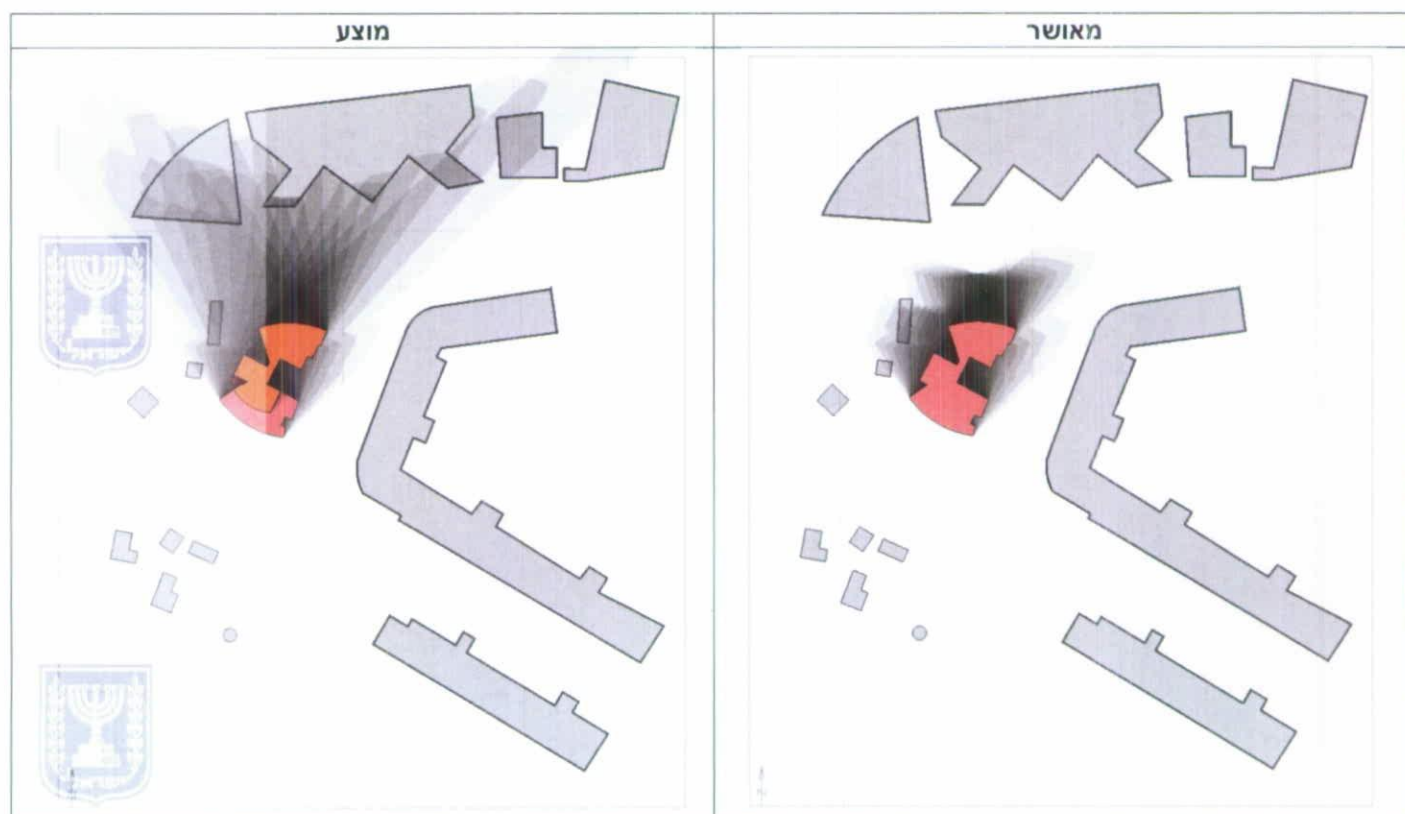
הדרישה על פי ת"י 5281 (2011) להצללה על גגות היא חשיפה לקרינת שמש ישירה במשך לפחות 4 שעות בעונת החורף בין השעות 9:00 ל-15:00. ההגדרה לחשיפה לקרינה היא לפחות 50% מהגג חשוף.

גגות המבנים הסמוכים – בהתאם להדמיות שלהלן ניתן לראות כי המבנה המתוכנן יוצר הצללה קצרה מאוד על גגות מבנים סמוכים ועומד בדרישות החשיפה לשמש בגגות.

המבנה בתכנון המוצע יוצר הצללה על פחות מ-50% מגגות המבנים ואינו מצל יותר משעה אחת על גג מבנה אחד.

המבנה בתכנון המאושר אינו יוצר הצללה על גגות מבנים סמוכים במשך למעלה משעה.

הדמיית הצללות הפרויקט על גגות מבנים הסמוכים לאורך היום ב21.12



חלופה לבינוי מגדל שאינו נכלל בתכנית

WAWA



WAWA

Wall to wall green building consulting & design

15:00	12:00	9:00	מצב מאושר
			מצב מוצע

חלופה לבנין מגדל שאינו נכלל בתכנית
WAWA





WAWA

Wall to wall green building consulting & design

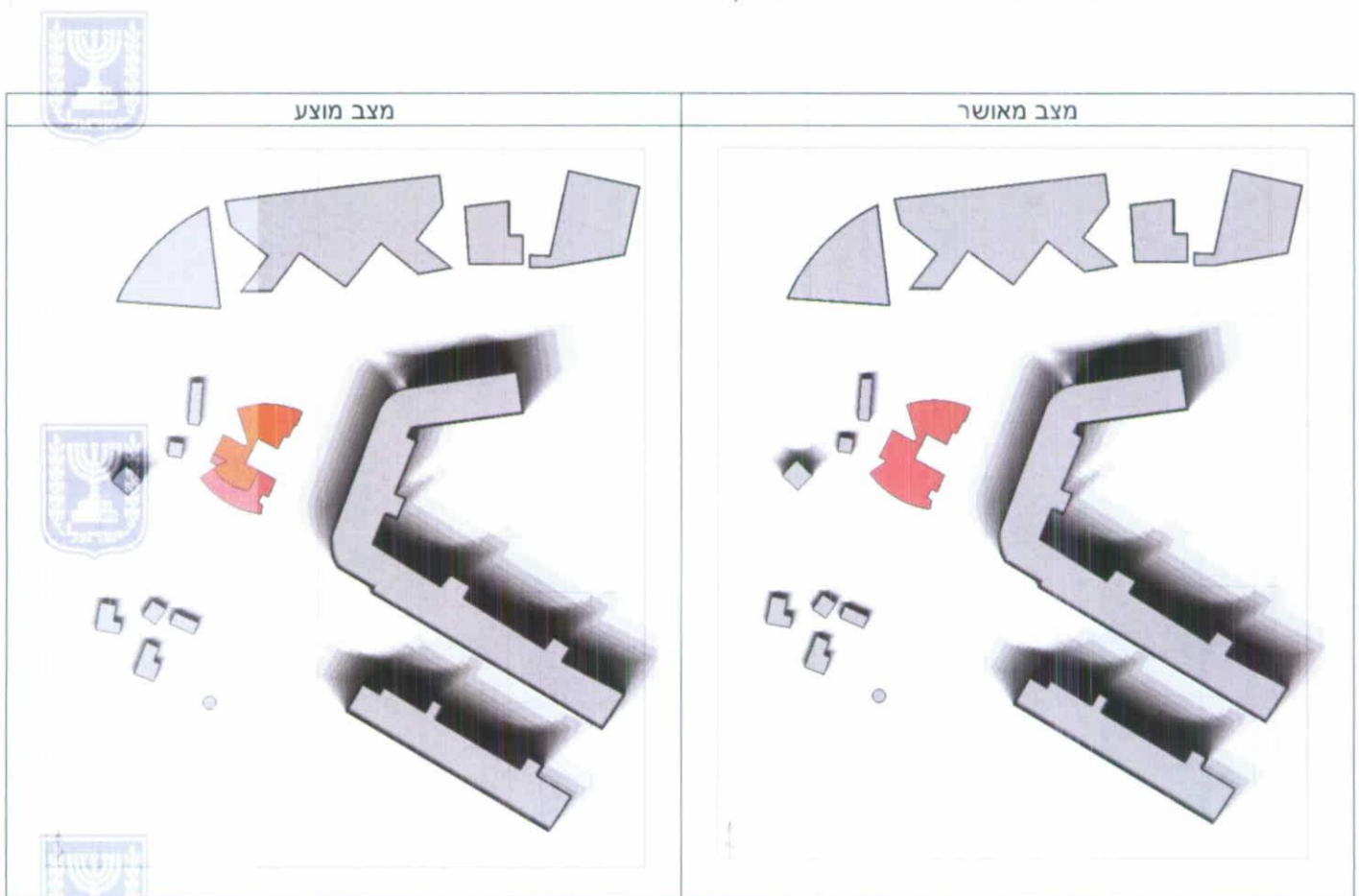
חשיפת חזיתות וגגות הבניינים לקרינת שמש

- הפרויקט נמצא באזור אקלים ב' וברמת צפיפות 1 (עיר).
- הניתוח נעשה על חזיתות מבנים סמוכים ועל חזיתות המבנה המתוכנן.

תוצאות הבדיקה:

המבנים הסמוכים אינם יוצרים הצללה על גג המבנה ועל החזיתות שלו בתכנית המוצעת וכן בתכנית המאושרת.

הדמיית הצללת מבנים סמוכים ב21.12 על גג מבנה הפרויקט



חלופה לבינוי מגדל שאינו נכלל בתכנית

WAWA



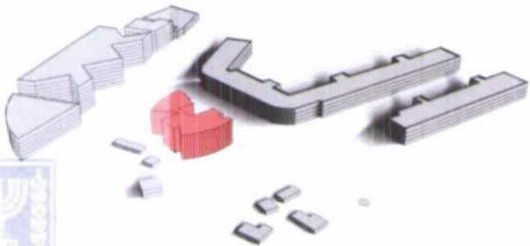
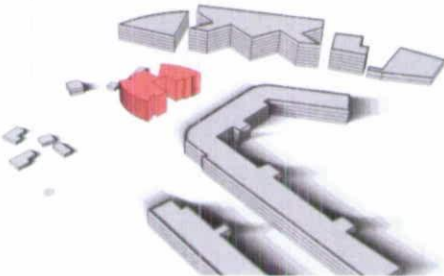
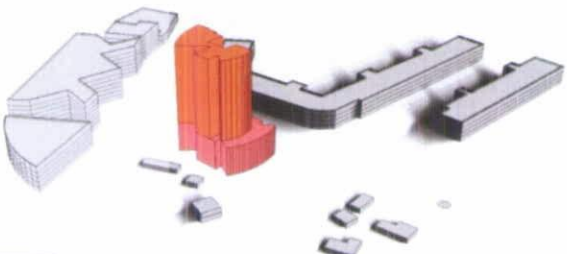
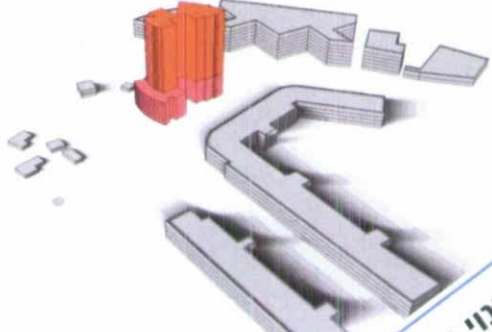


WAWA

Wall to wall green building consulting & design

יצירת יסודות ירוק

הדמיית הצללת מבנים סמוכים ב21.12 על חזיתות מבנה הפרויקט

חזית דרומית מערבית	חזית דרומית מזרחית	מצב מאושר
		
		מצב מוצע

חלופה לבינוי מגדל שאינו נכלל בתכנית
WAWA





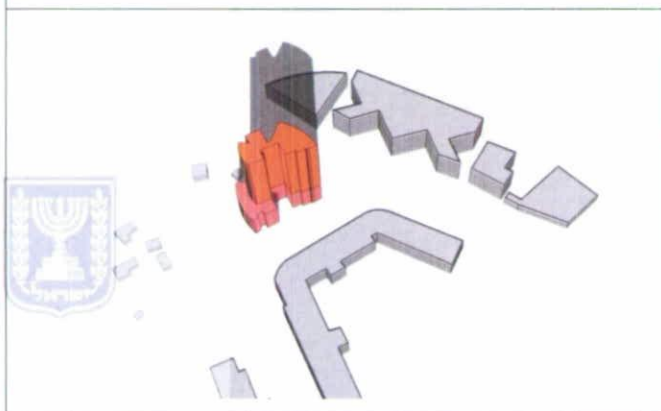
WAWA

Wall to wall green building consulting & design

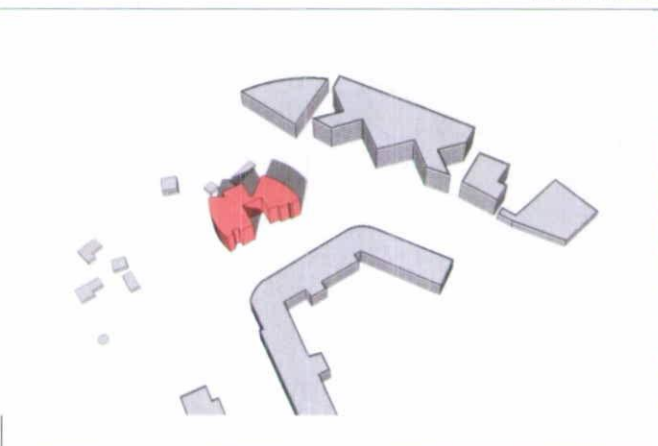
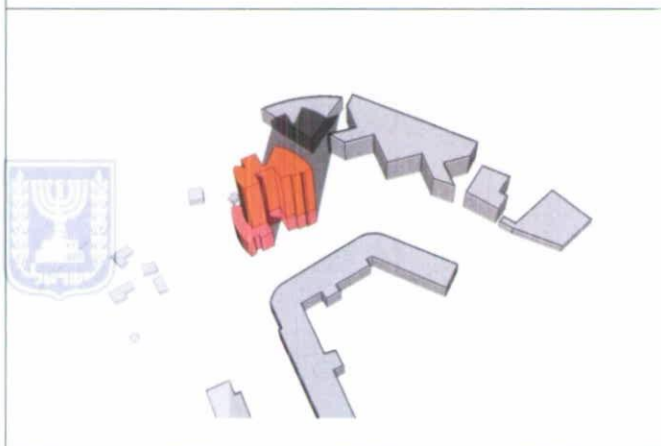
ד"ר גלית גבעתיים

הדמיות הצללה ב-21.12

שעה 9:00



שעה 10:00



חלופה לבינוי מגדל שאינו נכלל בתכנית

WAWA



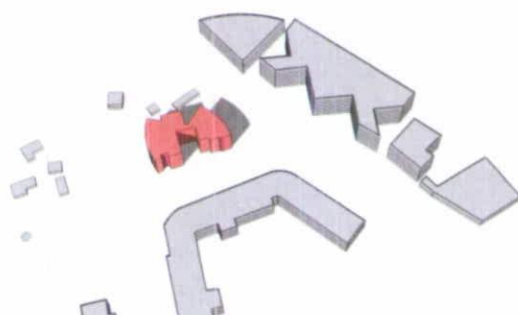
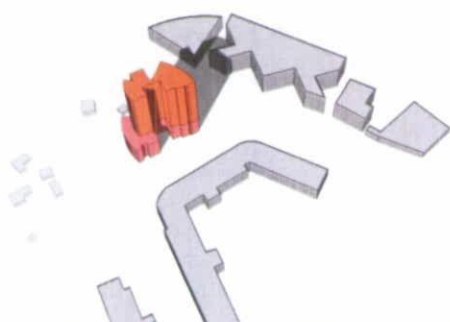
רחוב גנסין 16 גבעתיים 53 419 • טל: 03 732 5126 • פקס: 03 573 9266
office@gbwawa.com • אימייל: www.gbwawa.com



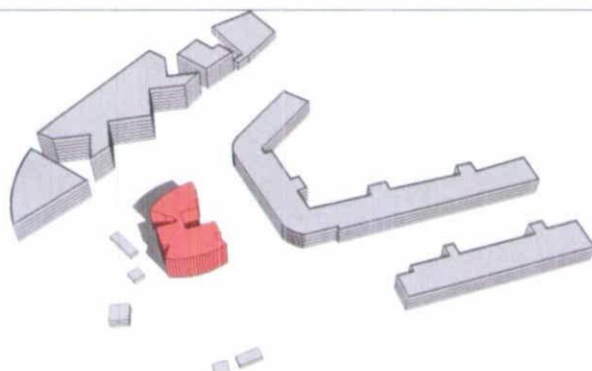
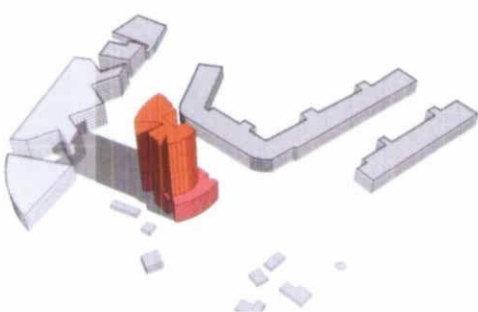
WAWA

Wall to wall green building consulting & design

שעה 11:00



שעה 12:00



חלופה לבינוי מגדל שאינו נכלל בתכנית

WAWA

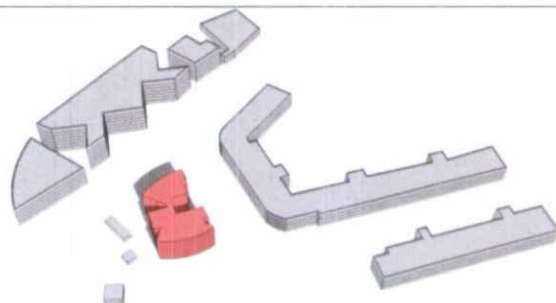
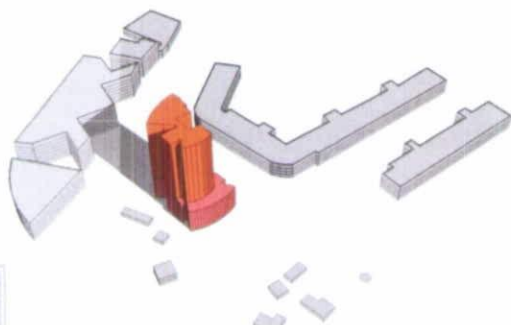


WAWA

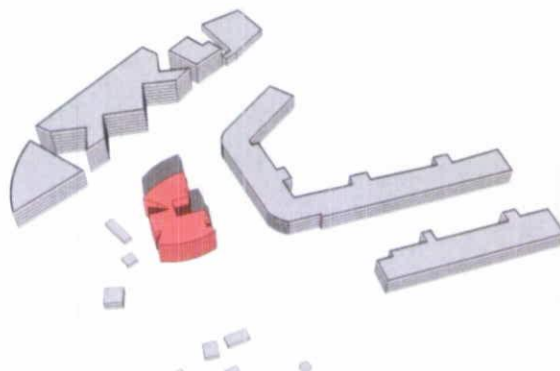
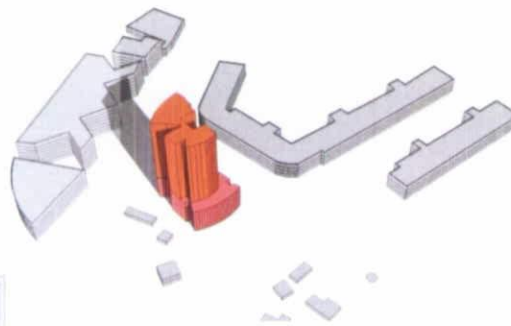
Wall to wall green building consulting & design

תוכנית חלופה לבנין מגדל שאינו נכלל בתכנית

שעה 13:00



שעה 14:00



חלופה לבנין מגדל שאינו נכלל בתכנית

WAWA



WAWA

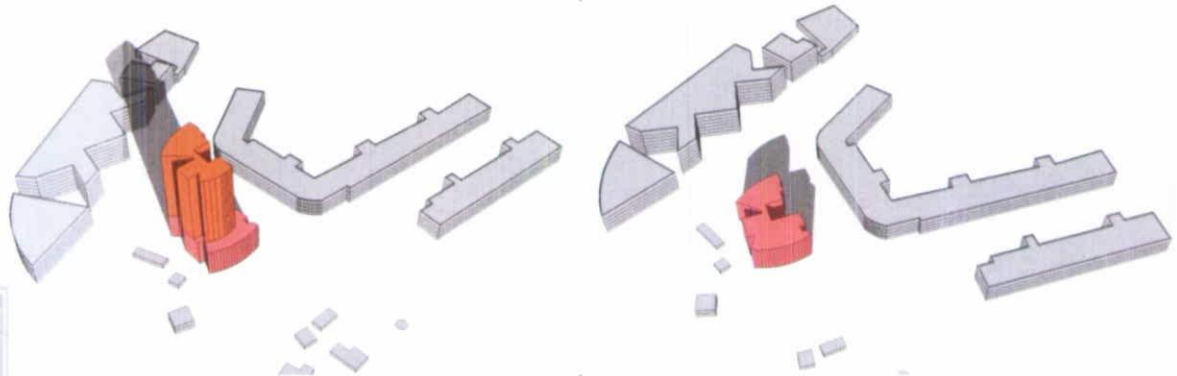
Wall to wall green building consulting & design

התאחדות הנדסה ירושלים

התאחדות הנדסה ירושלים

התאחדות הנדסה ירושלים

שעה 15:00



חלופה לבינוי מגדל שאינו נכלל בתכנית

WAWA



רחוב גנסין 16 גבעתיים 53 419 • טל: 03 732 5126 • פקס: 03 573 9266
www.gbwawa.com • אימייל: office@gbwawa.com



WAWA

Wall to wall green building consulting & design

חברת ייעוץ ופרויקט ג'ביוואו • 53419 • טל': 03 732 5126 • פקס: 03 573 9266
www.gbwawa.com • אימייל: office@gbwawa.com



ניתוח רוחות





WAWA

Wall to wall green building consulting & design

משרד ייעוץ ירוק

התנהגות הרוח מושפעת משני אלמנטים עיקריים:

- חספוס פני השטח – ככל שהחספוס גדול, עצמת הרוח ומהירותה יורדות.
- הגיאומטריה של המבנה – היחס בין גובה המבנה לרוחבו עלול לגרום לטורבולנטים (מערבולות רוח) וכתוצאה מכך להתחזקות הרוחות. בבניינים גבוהים ורחבים הסיכוי ליצירת טורבולנטים גבוה יותר.

עצמת הרוח ודירוג נוחות הרוחות מדורגת לפי סולם בופור:

דירוג בופור	תיאור הרוח	טווח מהירות הרוח הממוצעת (מ'/שנייה) בגובה מפלס הולכי רגל	השפעות
B 0	רגוע	0-0.2	
B 1	תנועת אוויר	0.3-1.5	ללא רוח מורגשת
B 2	רוח קלה	1.6-3.3	הרוח מורגשת על הפנים
B 3	רוח נעימה	3.4-5.4	דגלים מתנפפים
B 4	רוח בינונית	5.5-7.9	אבק וניירות עפים, פריעת שיער, בגדים מתנפפים
B 5	רוח ערה	8-10.7	גבול הרוח הנסבלת
B 6	רוח חזקה	10.8-13.8	קושי בשימוש במטרייה, התנגדות מורגשת מול הגוף, הרוח שורקת
B 7	סף סערה	13.9-17.1	חוסר נוחות בהליכה, קושי בהליכה יציבה, שיער מתנופף
B 8	סערה	17.2-20.7	קושי בהתקדמות, קושי בשליטה בהליכה, קושי רב בשמירה על יציבות בזמן משבי הרוח
B 9	סערה חזקה	20.8-24.4	משבי רוח מעיפים בני אדם, לא ניתן לעמוד מול הרוח, כאב אוזניים, כאב ראש, קושי לנשום, נזקים לסביבה- רעפים עפים, ענפים נשברים וכדומה, סכנה להולכי רגל
B 10	סופה	24.5-28.4	כמעט לא קיימת ביבשה, עצים נעקרים, נזק רב למבנים.

- רוחות במהירות של 20 מ'/ש' ומעלה נחשבות רוחות מסוכנות שעלולות לגרום לתאונות.
- במהירויות רוח גבוהות שאינן נחשבות מסוכנות (B5-B8), יש למצוא פתרונות למיתון רוח,
- במהירויות רוח נמוכות מדי בדירוג B0 עד B1 יש למצוא פתרונות לפתיחת מעברים לחדירת רוחות.
- מטרת דוח זה היא להצביע על אזורים שבהם יש צורך במציאת פתרונות לרוחות חזקות מדי או חלשות מדי.





WAWA

Wall to wall green building consulting & design

מתודולוגיות חישוב מהירות הרוח הממוצעת במפלס הולכי הרגל

חישוב ידני - נומרי

מהירות רוח הממוצעת באתר (במטר לשנייה - מ"ש) מחושבת בהתאם לנתוני מהירות הרוח שנמדדו בתחנה המטאורולוגית "ירושלים - עטרות" בהתאם לנוסחאות שפותחו ע"י פרופ' יאיר גולדרייך¹ ניתוח הרוחות מציג את:

3. מהירות הרוח הצפויה בגובה הולכי רגל במתחם הפרויקט.

4. מהירות רוח שצפויות להתפתח לכל בניין בפינות ובחזיתות במידה וייווצרו טורבולנסים.

לצורך חיזוי התנהגות הרוח במפלס הולכי הרגל (הרחוב) נבחרה הרוח **השכיחה ביותר** (64% מהזמן) וכן הרוח **המקסימאלית** (1% מהזמן) המדווחת באטלס האקלימי, בעונת הקיץ, עונת המעבר ועונת החורף.

דוגמאות למהירות הרוח השכיחה שנמדדה בתחנה:

חודש	שעה	כיוון שליט	מהירות ממוצעת (קמ"ש)	מהירות ממוצעת (מ"ש/שניה)	שכיחות %
ינואר	17:00	W	22	6.1	50
אפריל	14:00	W	26	7.2	50
יולי	14:00	W	25	6.9	64
אוקטובר	14:00	W	19	5.2	36

¹ גולדרייך, י. "סקר ספרות, ניתוח והצעה להוראות בתכנית לטיפול במשטר רוחות באזורים עירוניים", המחלקה לגיאוגרפיה, אוניברסיטת בר אילן.



WAWA

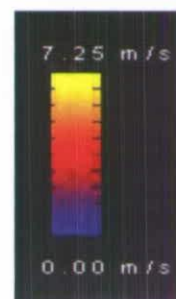
Wall to wall green building consulting & design

ד"ר גלית גבעתיים - 053 419 531

בנוסף לבחינה הידנית, נעשתה גם בחינה של מהירות הרוח הצפויה בגובה הולכי הרגל באמצעות מערכת ממוחשבת – VASARI אשר סיפקה ניתוח רוחות איכותי.

- בחינת מהירות הרוח נעשתה בסביבת מבני הפרויקט המוצע, בין המבנים ובשטחים הפתוחים בהתאם לכיוון ומהירות הרוח השכיחה והרוח המקסימלית בקיץ, בחורף ובעונת המעבר.
- נתוני הרוח שולבו בסימולציה על פי הנתונים מהאטלס האקלימי.
- הצבעים המופיעים בתוצאות מודל נעים בטווח שבין כחול לצהוב והינם מייצגים את מהירות הרוח אשר עתידה להתפתח במפלס הולכי הרגל:

- צבע כהה (כחול) מצביע על מהירויות נמוכות
- צבע בהיר (צהוב) מייצג מהירויות רוח גבוהות יותר.



ניתוחי הרוחות נעשו לכל עונה בנפרד בשתי שיטות הבדיקה.



WAWA

Wall to wall green building consulting & design

מהירות הרוח באזור התכנית

מהירות הרוח הממוצעת באזור התכנית מבוססת על סמך נתוני המדידה מהאטלס האקלימי של התחנה המטאורולוגית – "ירושלים – עטרות"

משטר הרוחות

ראוי לציין ולהדגיש כי נתוני הרוח מבוססים על רישום באנמוגרף Dines שהוא בעל סף רגישות גבוה וקשיי תפעול רבים. לכן אין המכשיר מגיב לרוחות חלשות (עד 5 ק"מ/שעה) ומגיב בחסר לרוחות חזקות יותר. לפיכך אחוז מקרי השקט (רוחות שמתחת לסף הרגישות) שנרשמו בתחנה גבוה מדי ומהירות הרוח נמוכה מדי. הדבר בולט בשעות שבהן אחוז הרוחות החלשות גבוה יותר, בעיקר בשעות הלילה. טבלאות ושושנות הרוח מייצגות את התפלגות הרוחות שמעל לסף הרגישות, ואין אפשרות לנתח את התפלגות הרוחות שמתחת לסף זה (אשר שכיחותן מצוינת בעגול שבמרכז שושנות הרוח). ברישום כווני הרוחות שמעל לסף הרגישות, תגובת המכשיר משביעת רצון, אך הנתונים של מהירות הרוח עשויים, כאמור, ללקות בהערכת חסר.

הרוחות השליטות בנמל התעופה עטרות בכל עונת השנה הן רוחות מערביות, והן מגיעות לשיאן בדרך כלל בשעות הצהריים ואחר-צהריים.

חורף

הרוח המערבית היא השלטת. שכיחותה נעה בין 30% בשעות הלילה ל-50% בשעות אחר-צהריים. שכיחות כלל הרוחות מהגזרה המערבית היא בין 50% בשעות הלילה ל-70% בשעות אחר-צהריים. בעונה זו שכיחות גם רוחות מזרחיות, כ-15% בשעות הלילה ו-20%-30% בשעות היום.

אביב

שכיחות הרוח המערבית נעה בין 40% בשעות הלילה ל-50% בשעות הצהריים. בשעות אחר-צהריים עולה שכיחות הרוח הצפון-מערבית (30%). שכיחות הרוחות מהגזרה המערבית מגיעה ל-80% בשעות אחר-צהריים ול-50% בשעות הלילה. שכיחות הרוח המזרחית יורדת באביב בהשוואה לחורף. במרבית שעות היממה שכיחותה 5%-10%, וזו עולה ל-25% בשעות הבוקר ולפני-צהריים.

קיץ

הרוחות נחשבות כמעט אך ורק ממערב וצפון-מערב (כ-75% לפנות בוקר עד 98%-99% בשעות הצהריים, אחר-צהריים והערב). הרוח המערבית היא השליטה ושכיחותה עולה על 50% במשך כל היממה. משטר רוחות זה נובע משילוב הבריזה הים-תיכונית עם הזרימה האופיינית לאפיק המפרץ הפרסי.

סתיו

בשעות אחר-צהריים והערב שכיחות הרוח הצפון-מערבית (35%-45%). ביתר שעות היממה שכיחה כמות או מעט יותר ממנה הרוח המערבית (20%-30% בלילה עד 35% בשעות הצהריים ואחר-צהריים). כלל הרוחות מהגזרה המערבית נע בין 40% בשעות הלילה עד 85% בשעות אחר-צהריים. שכיחות הרוחות המזרחיות עולה בסתיו בהשוואה לקיץ. ברוב שעות היממה שכיחות הרוחות המזרחיות היא 5%-10%. רק בשעות הבוקר ולפני-צהריים עולה שכיחותן ל-15%-25%.

הסתיו הוא עונת הרוח השקטה ביותר. מעטים המקרים שמהירות הרוח עולה על 35 ק"מ/שעה. בקיץ עולה מהירות הרוח על 30 ק"מ/שעה בעיקר בשעות אחר-צהריים, ברבע מימיו החודש, אך מעטים המקרים בהם מגיעה הרוח ל-40 ק"מ/שעה ויותר. בחורף ובאביב עולה מהירות הרוח על 40 ק"מ/שעה ולפעמים אף על 50 ק"מ/שעה.



WAWA

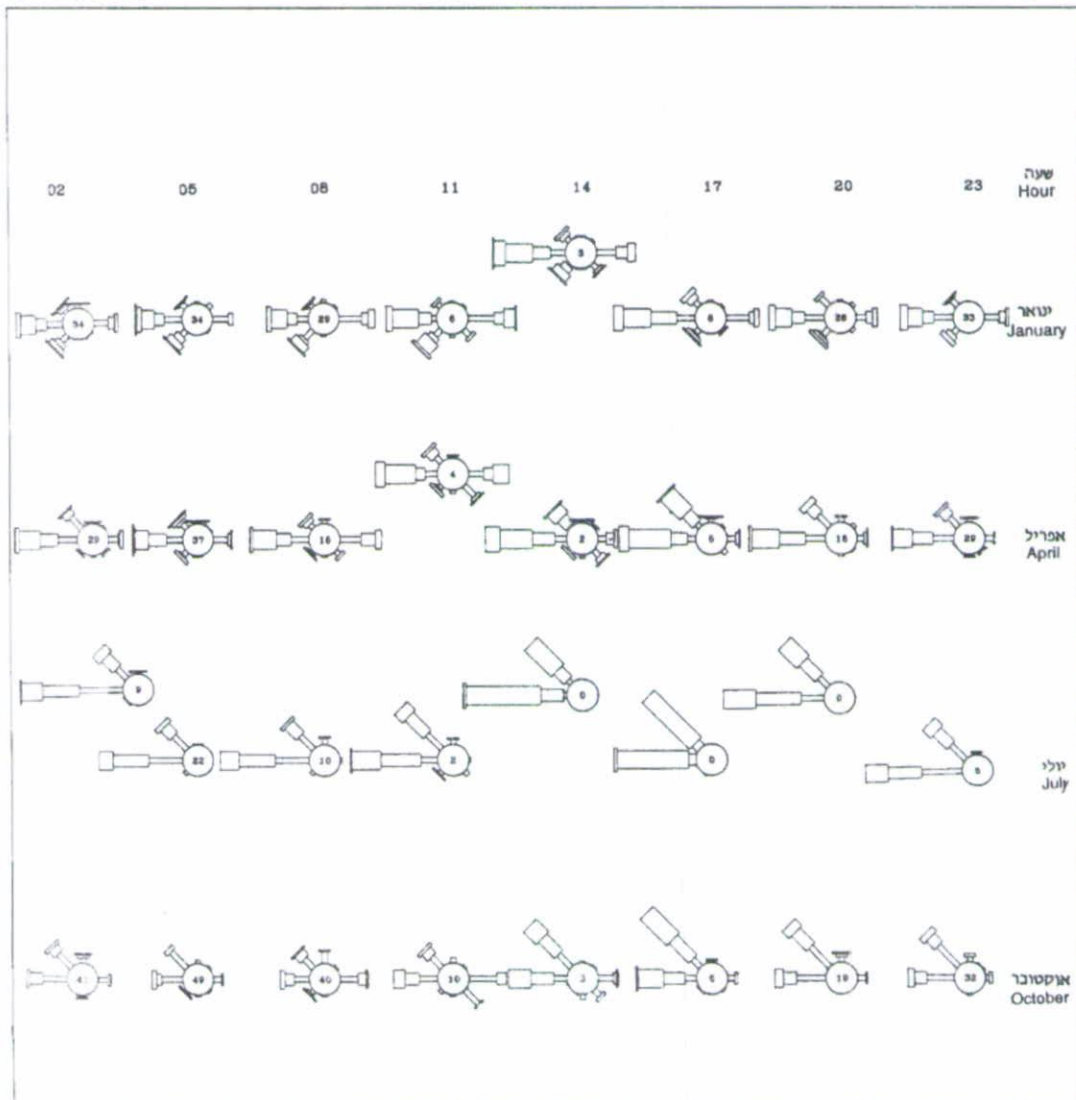
Wall to wall green building consulting & design

ניתוח משטר הרוחות במשך היום לאורך כל השנה (מקור: אטלס אקלימי לתכנון פסי וסביבתי בישראל (2000))

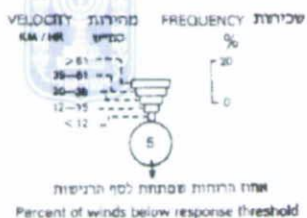
WIND ROSES

תקופה 1974 — 1983 PERIOD

שושנות רוח



רוחות ששכיחותן גמורה מ-0.5% אינן מופיעות בשושנות הרוח

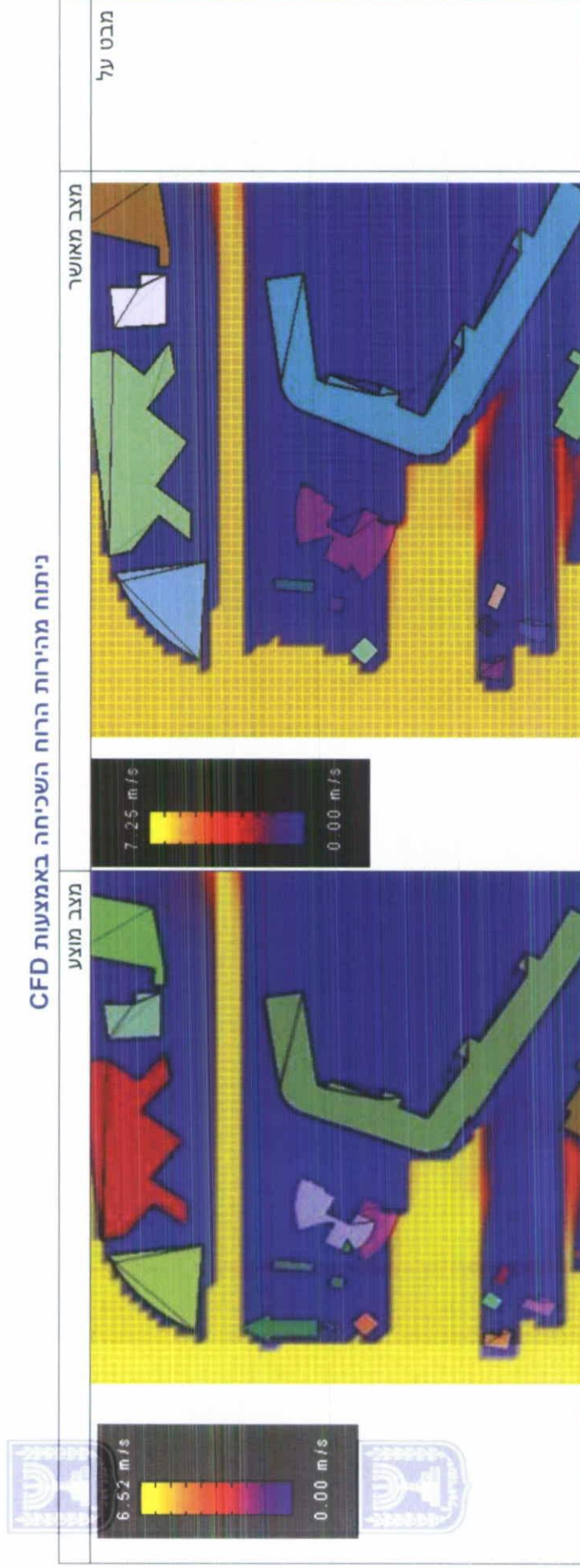


טבלת רוח שכיחה בעונת הקיץ

מהירות הרוח השכיחה		
מהירות הרוח במצב מאושר (מ/ש)	בשטחים הפתוחים מ/ש'	בין הבניינים מ/ש'
3.31	3.31	6.9
6.9	6.9	6.9

מהירות הרוח גובה הולכי רגל

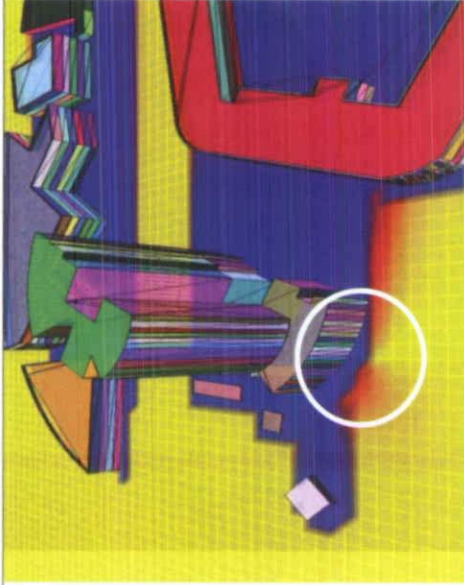
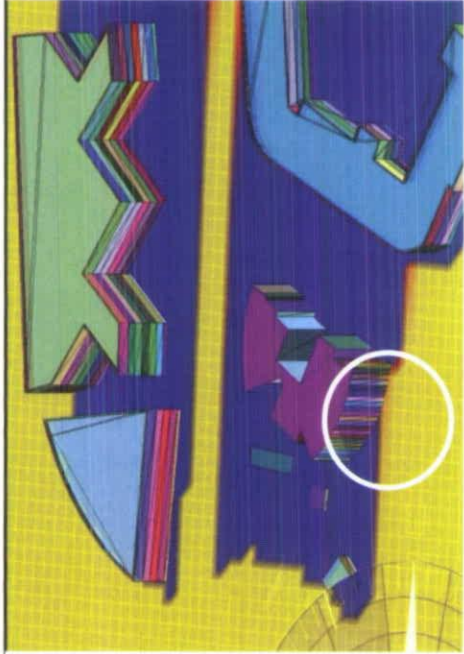
ניתוח מהירות הרוח השכיחה באמצעות CFD



מהירות הרוח בחזית הדרומית של הבניין



Wall to wall green building consulting & design

מצב מוצע	מצב מאושר	מבט מדרום לצפון
		

חלופה לבינוי מגדל שאינו נכלל בתכנית

WAWA



רחוב גנסין 16 גבעתיים • טל: 03 732 5126 • פקס: 03 573 9266
office@gbwawa.com • אימייל: www.gbwawa.com

סיכום

בעונת הקיץ, בשני המצבים, הרוח השכיחה מגיעה מכיוון מערב. סביב הבניין, בכיוונים צפון, מזרח ומערב, הרוח צפויה להיות חלשה מאוד.

בניתוח הנמרי, מהירות הרוח בשטחים הבנויים ובין הבניינים אינה משתנה בין שני המצבים, אולם בניתוח במערכת CFD, ניתן לראות כי בחזית הדרומית מערבית, מהירות הרוח משתנה בין שני המצבים מאחר והיא מושפעת מהמיקום המדויק של המבנים הקיימים מסביב לפרויקט.

מהירות הרוח שמתקבלת על פי הניתוח הנמרי עבור שני המצבים, מגיעה לרמה של 6.9 מ"ש' בין הבניינים, זוהי רוח ברמה B4, היא רוח בינונית הדורשת פעולות למיתון רוחות כדוגמת נטיעת עצים רחבי ענפים.

ניתוח מהירות המוצג להלן, מתייחס לשניו שנצפה בחזית זו בניתוח במערכת CFD:

מצב מאושר

- בפינה הדרומית מזרחית של הבניין צפויה הרוח להתחזק ולהגיע למהירות של 7.8 מ"ש'.
- לפי מדד בופור מהירות הרוח בגובה הולכי הרגל בנקודה זו היא ברמה B4 - רוח בינונית הדורשת פתרונות מיתון רוח.

מצב מוצע

- בפינה הדרומית מזרחית של הבניין צפויה הרוח להתחזק ולהגיע למהירות של כ- 4.5 מ"ש'.
- לפי מדד בופור מהירות הרוח בגובה הולכי הרגל בנקודה זו היא ברמה B3 - רוח קלה ונעימה ואינה דורשת פתרונות מיתון רוח.

במצב המוצע, הרוח מתונה יותר ואינה דורשת פעולות למיתון רוח.

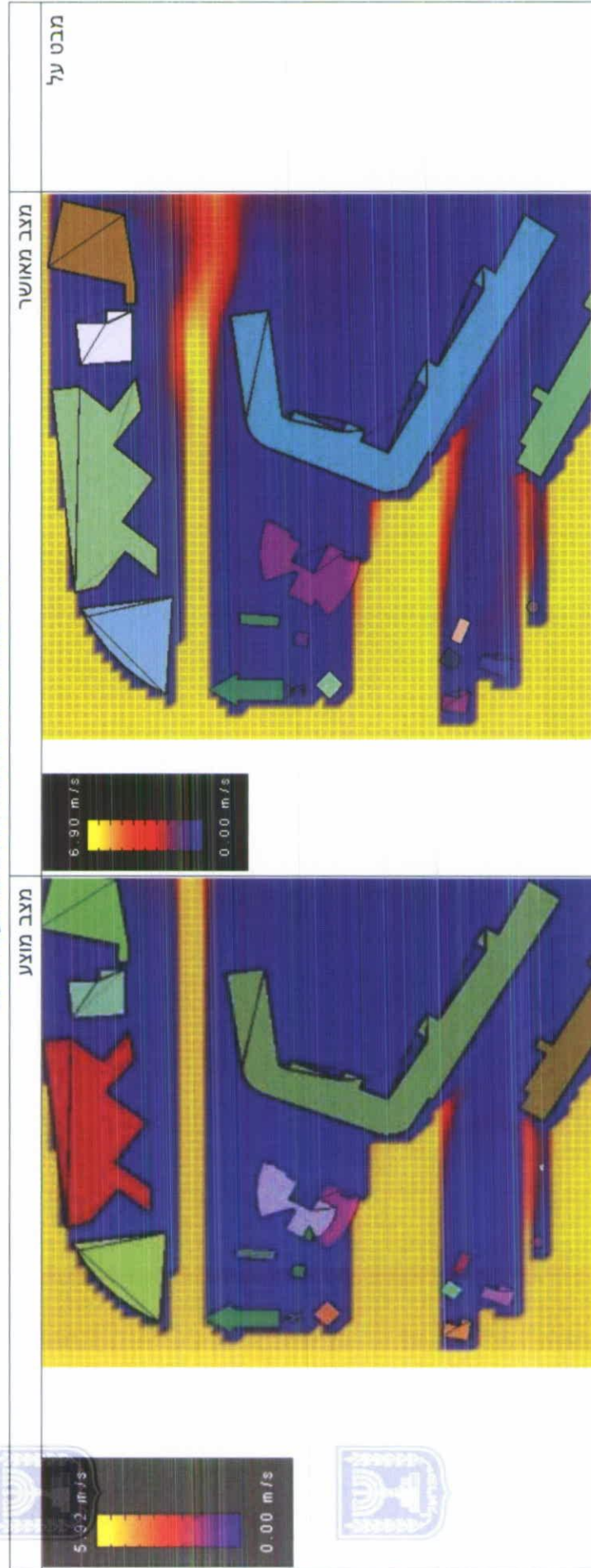
חלופה לבניו מגדל שאינו נכלל בתכנית

WAWA

טבלת רוח שכיחה בעונות המעבר

מהירויות הרוח השכיחה		
מהירות הרוח במצב מאושר (מ/ש)	מהירות הרוח במצב מוצע (מ/ש)	בשטחים הפתוחים מ/ש' בין הבניינים מ/ש'
2.66	2.66	2.66
5.55	5.55	5.55

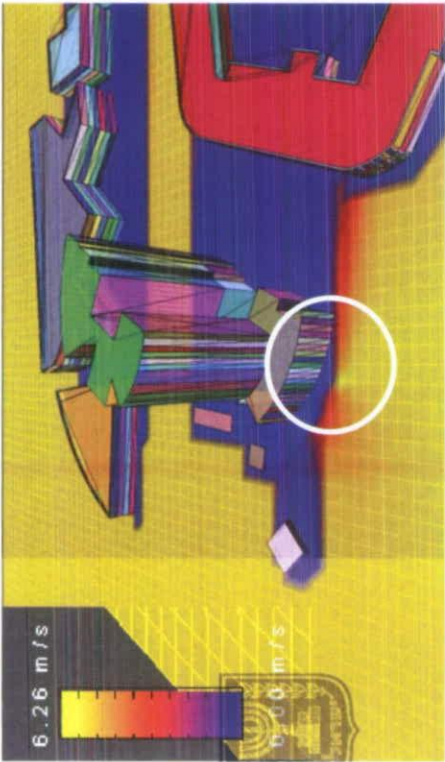
ניתוח מהירות הרוח השכיחה באמצעות CFD





Wall to wall green building consulting & design

מהירות הרוח בחזית הדרומית של הבניין

מצב מוצע	מצב מאושר	מבט מדרום לצפון
		

חלופה לבינוי מגדל שאינו נכלל בתכנית

WAWA



רחוב גנסין 16 גבעתיים • טל: 03 732 5126 • פקס: 03 573 9266
אימייל: office@gbwawa.com • www.gbwawa.com

סיכום

בעונות המעבר, בשני המצבים, הרוח השכיחה מגיעה מכיוון מערב. סביב הבניין, ביוונים צפון, מזרח ומערב, הרוח צפויה להיות חלשה מאוד.

בניתוח הנומרי, מהירות הרוח בשטחים הבנויים ובין הבניינים אינה משתנה בין שני המצבים, אולם בניתוח במערכת CFD, ניתן לראות כי בחזית הדרומית מערבית, מהירות הרוח משתנה בין שני המצבים מאחר והיא מושפעת מהמיקום המדויק של המבנים הקיימים מסביב לפרויקט.

מהירות הרוח שמתקבלת על פי הניתוח הנומרי עבור שני המצבים, מגיעה לרמה של 5.55 מ"ש' בין הבניינים, זוהי רוח ברמה B4, היא רוח בינונית הדורשת פעולות למיתון רוחות כדוגמת נטיעת עצים רחבי ענפים.

ניתוח מהירות המוצג להלן, מתייחס לשינוי שנצפה בחזית זו בניתוח במערכת CFD:



מצב מאושר

- בחזית הדרומית של הבניין צפויה הרוח להתחזק ולהגיע למהירות של 6.3 מ"ש'.
- לפי מודד בופור מהירות הרוח בגובה הולכי הרגל בנקודה זו, היא ברמה B4 - רוח בינונית הדורשת פתרונות מיתון רוח.

מצב מוצע

- בפינה הדרומית מזרחית של הבניין צפויה הרוח להתחזק ולהגיע למהירות של כ- 4.3 מ"ש'.
- לפי מודד בופור מהירות הרוח בגובה הולכי הרגל בנקודה זו, היא ברמה B3 - רוח קלה ונעימה ואינה דורשת פתרונות מיתון רוח.



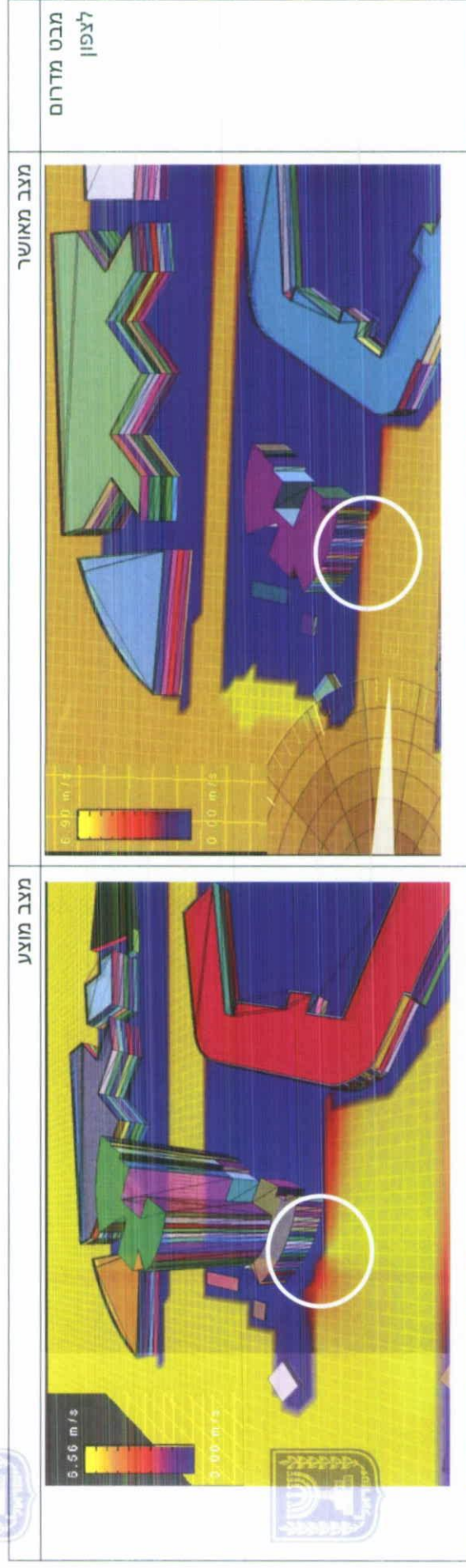
במצב המוצע, הרוח מתונה יותר ואינה דורשת פעולות למיתון רוח.



טבלת רוח שכיחה בעונת החורף – מצב מאושר

מהירויות הרוח השכיחה - סיומ		
מהירות הרוח במצב מאושר (מ/ש)	מהירות הרוח גובה הולכי רגל	בשטחים הפתוחים מ/ש' בין הבניינים מ/ש'
2.93		
6.10		

ניתוח מהירות הרוח השכיחה באמצעות CFD

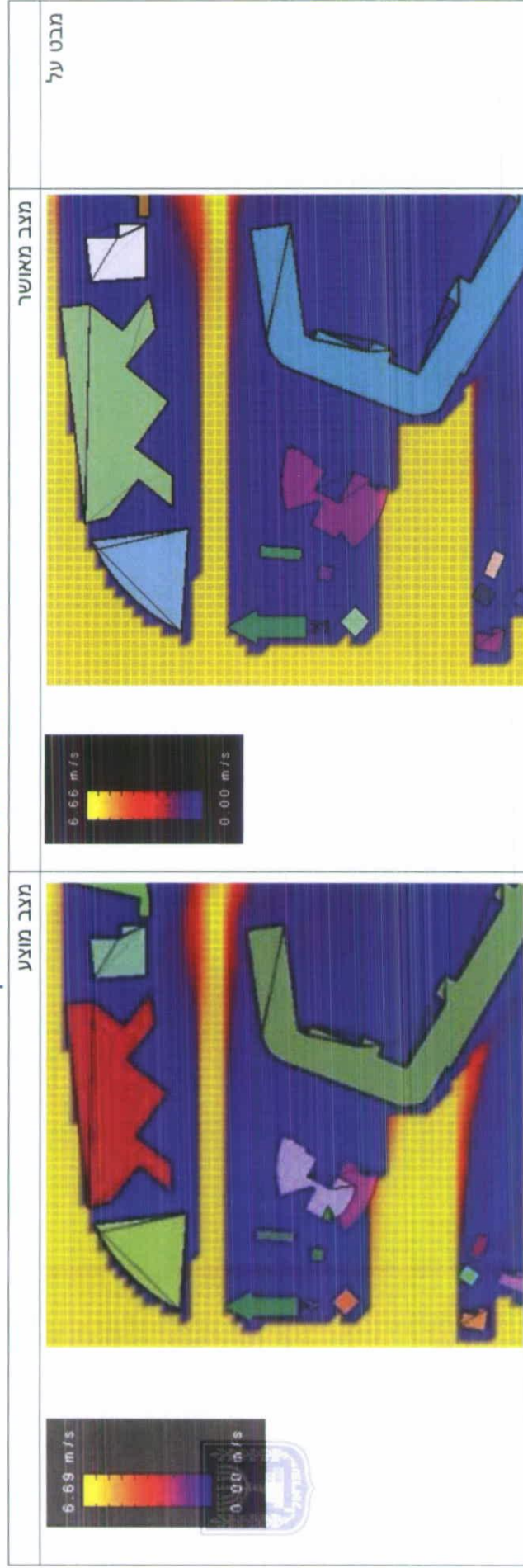


חלופה לבנין מגדל שאינו נכלל בתכנית

WAWA



מהירות הרוח בחזית הדרומית של הבניין



סיכום

בעונת החורף, בשני המצבים, הרוח השכיחה מגיעה מכיוון מערב. סביב הבניין, כיוונים צפון, מזרח ומערב, הרוח צפויה להיות חלשה מאוד.

בניתוח הנמרי, מהירות הרוח בשטחים הבנויים ובין הבניינים אינה משתנה בין שני המצבים, אולם בניתוח במערכת CFD, ניתן לראות כי בחזית הדרומית מערבית, מהירות הרוח משתנה בין שני המצבים מאחר והיא מושפעת מהמיקום המדויק של המבנים הקיימים מסביב לפרויקט.

מהירות הרוח שמתקבלת על פי הניתוח הנמרי עבור שני המצבים, מגיעה לרמה של 6.1 מ"ש' בין הבניינים, זוהי רוח ברמה B4, היא רוח בינונית הדורשת פעולות למיתון רוחות כדוגמת נטיעת עצים רחבי ענפים.

ניתוח מהירות המוצג להלן, מתייחס לשינוי שנצפה בחזית זו בניתוח במערכת CFD:



מצב מאושר

- בחזית הדרומית של הבניין צפויה הרוח להתחזק ולהגיע למהירות של 6.9 מ"ש'.
- לפי מודד בופור מהירות הרוח בגובה הולכי הרגל, בנקודה זו, היא ברמה B4 - רוח בינונית הדורשת פתרונות מיתון רוח.

מצב מוצע

- במצב המוצע, בחזית הדרומית של הבניין צפויה הרוח להתחזק ולהגיע למהירות של כ- 4.3 מ"ש'.
- לפי מודד בופור מהירות הרוח בגובה הולכי הרגל, בנקודה זו, היא ברמה B3 - רוח קלה ונעימה ואינה דורשת פתרונות מיתון רוח.



במצב המוצע, הרוח מתונה יותר ואינה דורשת פעולות למיתון רוח.



טבלת רוח מקסימאלית בעונת החורף

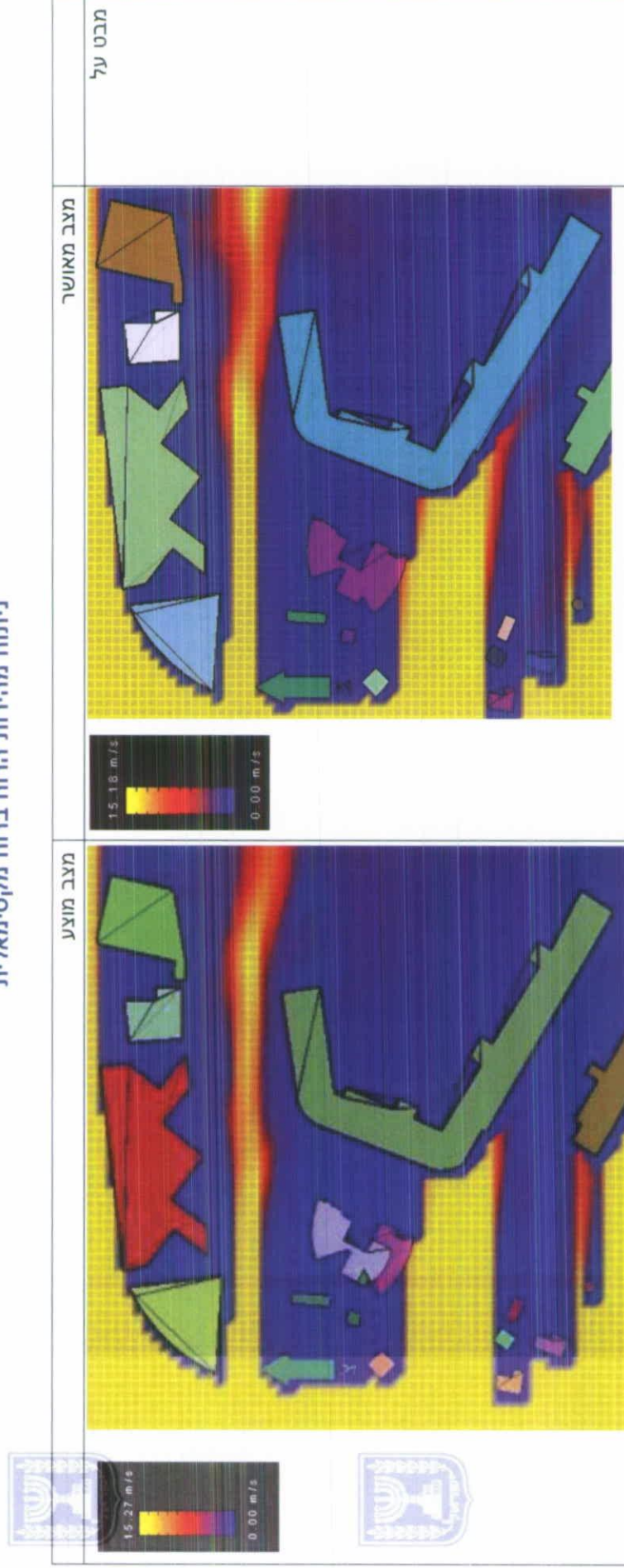
מהירויות הרוח המקסימליות - סניכום		
מהירות הרוח במצב מאושר (מ/ש)	מהירות הרוח במצב מוצע (מ/ש)	מסלול הרוח במצב מוצע
6.67	6.67	6.67
13.89	13.89	13.89

מסלול הרוח במצב מוצע

בשטחים הפתוחים מ/ש'

בין הבניינים מ/ש'

ניתוח מהירות הרוח ברוח מקסימאלית



מהירות הרוח בחזית הדרומית של הבניין



חלופה לבינוי מגדל שאינו נכלל בתכנית

WAWA

סיכום

בעונת החורף, בשני המצבים, הרוח המקסימאלית מגיעה מכיוון מערב. סביב הבניין, בכיוונים צפון, מזרח ומערב, הרוח צפויה להיות חלשה מאוד.

בניתוח הנמרי, מהירות הרוח בשטחים הבנויים ובין הבניינים אינה משתנה בין שני המצבים, אולם בניתוח במערכת CFD, ניתן לראות כי בחזית הדרומית מערבית, מהירות הרוח משתנה בין שני המצבים מאחר והיא מושפעת מהמיקום המדויק של המבנים הקיימים מסביב לפרויקט.

מהירות הרוח שמתקבלת על פי הניתוח הנמרי עבור שני המצבים, מגיעה לרמה של 13.89 מ"ש' בין הבניינים, זוהי רוח ברמה B7, היא רוח ברמה של סף סערה הדורשת פעולות משמעותיות למיתון רוחות כדוגמת נטיעת עצים רחבי ענפים, בנייה של חוסמי רוח ועוד.

ניתוח מהירות המוצג להלן, מתייחס לשינוי שנצפה בחזית זו בניתוח במערכת CFD:

מצב מאושר

- בחזית הדרומית של הבניין צפויה הרוח להתחזק ולהגיע למהירות של כ-12.2 מ"ש'.
- לפי מדד בופור מהירות הרוח בגובה הולכי הרגל היא ברמה B6 - רוח חזקה, מומלץ מאוד לייצר פתרונות ממתני רוח באזור זה כמו נטיעת עצים.

מצב מוצע

- בפינה הדרומית מזרחית של הבניין צפויה הרוח להתחזק ולהגיע למהירות של כ-7.6 מ"ש'.
- לפי מדד בופור מהירות הרוח בגובה הולכי הרגל היא ברמה B5 - רוח ערה, גבול הרוח הנסבלת. מומלץ גם במקרה זה ליישם פתרונות למיתון רוחות.

במצב המוצע, הרוח מתונה יותר מהמצב המאושר, אם כי עדיין נדרשות פעולות למיתון רוח.



WAWA

Wall to wall green building consulting & design

סיכום ניתוח הרוחות בפרויקט

מאחר והרוחות השכיחות והמקסימאליות מגיעות מכיוון מערב, וממערב לפרויקט ממוקמים מבנים החוסמים את הרוח, מסביב לבניין בכיוונים צפון, מזרח ומערב, צפויה רוח חלשה מאוד.

לעומת זאת בחזית הדרומית של הבניין נוצרות רוחות חזקות יותר אשר בעונת החורף דורשות מיתון.

ניתוח מהירות הרוח השכיחה בעונת הקיץ, בעונות המעבר ובעונת החורף

בחזית הדרומית, מהירות הרוח השכיחה הצפויה בגובה הולכי רגל הינה:



- דירוג **B4** - רוח בינונית הדורשת פתרונות מיתון רוח במצב המאושר.
- דירוג **B3** - רוח נעימה ואינה דורשת פתרונות מיתון רוחות, במצב המוצע.

במצב המוצע, התוספת בגובה הבניין יוצרת השפעה חיובית על מהירות הרוח וממתנת אותה בסביבת הפרויקט ובייחוד בחזית הדרומית שלו.

ניתוח מהירות הרוח המקסימלית בחורף

מהירות הרוח השכיחה הצפויה בגובה הולכי רגל הינה:



- דירוג **B6** - רוח חזקה במצב המאושר.
- דירוג **B5** - רוח ערה, גבול הרוח הנסבלת.

מסקנות והמלצות

- בשני המקרים נדרש פתרון למיתון רוחות בחזית הדרומית של הבניין.
- פתרון כזה יכול להיות בצורה של נטיעת עצים רחבי ענפים ופתרונות שונים בפיתוח.
- כמו כן, מומלץ לערוך ניתוח רוחות ברזולוציה גבוהה יותר כדי לאתר את אזורי הרוח המהירים באופן מדויק.
- יש לציין כי צורת הבניין בחזית זו (מעוגל), ממתנת את הרוח באופן טבעי וייתכן כי צורה אחרת היתה גורמת לרוחות חזקות אף יותר.
- בתכנית הפיתוח של הפרויקט מתוכננת נטיעה של עצים גבוהים ורחבי ענפים שיאפשרו מיתון רוחות מכיוון דרום ומערב.





WAWA

Wall to wall green building consulting & design

הערות ומסקנות

1. בישראל אין חוק או תקנות מחייבות לנושא מינימום שעות הארה אך יחד עם זאת בהתאם למרבית התקנים הבינלאומיים וכן בהנחיית הרשויות יש לאפשר כ- 2 שעות אור שמש במהלך דצמבר.
2. בעונת החורף יש לאפשר שלפחות 50% משטח גגות הבניינים הסמוכים יהיו חשופים לשמש לפחות למשך ארבע (4) שעות בין השעות 9:00-15:00.
3. **הצללות בעונת החורף:**
 - א. הצללה על גגות המבנים הקיימים בסביבה הסמוכה למבנה הפרויקט – המבנה אינו יוצר הצללה משמעותית על גגות מבנים סמוכים לאורך כל שעות היום בשני המצבים.
 - ב. הצללה על חזיתות המבנים הקיימים בסביבה הסמוכה למבנה הפרויקט – המבנה אינו יוצר הצללה משמעותית על חזיתות מבנים סמוכים לאורך כל שעות היום בשני המצבים.
 - ג. הצללות על גג וחזיתות מבנה הפרויקט – הגג וחזיתות המבנה זוכים לקרינה ישירה של שמש לאורך כל היום ב- 21/12 בשני המצבים.
4. התנהגות הרוח מושפעת משני אלמנטים עיקריים:
 - א. חספוס פני השטח – ככל שהחספוס גדול, עצמת הרוח ומהירותה יורדות.
 - ב. הגיאומטריה של המבנה – היחס בין גובה המבנה לרוחבו עלול לגרום לטורבולנטים (מערבולות רוח) וכתוצאה מכך להתחזקות הרוחות. בבניינים גבוהים ורחבים הסיכוי ליצירת טורבולנטים גבוה יותר.
5. עצמת הרוח ודירוג נוחות הרוחות מדורגת לפי סולם בופור, הקובע באיזו עוצמה נדרש פתרון למיתון הרוח.
6. **רוחות באזור התכנית:**
 - א. מאחר והרוחות השכיחות והמקסימאליות מגיעות מכיוון מערב, וממערב לפרויקט ממוקמים מבנים החוסמים את הרוח, מסביב לבניין בכיוונים צפון, מזרח ומערב, צפויה רוח חלשה מאוד.
 - ב. בחזית הדרומית של הבניין נוצרות רוחות חזקות יותר אשר בעונת החורף דורשות מיתון גם במצב המוצע וגם במצב המאושר.
 - ג. יחד עם זאת, במצב המוצע, בשל גובה הבניין, הרוחות סביב הפרויקט מתמתנות בכל העונות.
 - ד. במצב המוצע, ברוחות השכיחות בכל העונות, הרוח מתמתנת לרמה שאינה מצריכה טיפול מיוחד למיתון רוח. לעומת זאת במצב המאושר, הרוחות מגיעות לרמה B4, מצב של רוח בינונית שאינה נעימה ומחייבת פתרונות למיתון הרוח.
 - ה. במצב המוצע ובמצב המאושר, הרוח המקסימאלית בעונת החורף היא חזקה. במצב המאושר, רמת הרוח היא B6- סף סערה, ובמצב המוצע היא מתמתנת לרמה של B5 – רוח חזקה.
 - ו. מיתון רוחות מתוכנן באמצעות נטיעת עצים רחבי ענפים בכיוון דרום מערב.

נעה חקאק

WAWA - ייעוץ לתכנון אדריכלות ובניה ירוקה

