

GILBOA Consulting Engineers

3<sup>rd</sup> Maskit St., Box 12586, Herzliya Pituach, 4673303



גלבוע מהנדסים יועצים

רח' משכית 3, תיבה 12586 הרצליה פיתוח, 4673303

**תכנית מספר 507-0312470**

**תא/מק/4017 רוטשילד - אחד העם**

**נספח ניקוז וניהול נגר עילי**

**על פי תמ"א 34 ב' 3/4**

מאושרות  
ממכת  
מקומית

**מהדורה 4**

**תל אביב, נובמבר 2019**

הועדה המקומית לתכנון ולבניה  
תל-אביב - יפו

אישור תכנית תא/מק/4017 מס' 507-0312470  
רוטשילד יבנה אחד העם בצלאל יפה ממחלקת הביטוח  
הועדה המקומית החליטה לאשר את התכנית  
בישיבתה מס' 20-0017 ב-16.09.2019

מהנדס העיר

מנהל האגף

י"ר הועדה/ועדת המשנה

ממונה מחוז ת"א

gellerm@017.ne

בשיתוף: ירון  
תוכן העניינים :

Tel: 972-9-9504021  
Fax: 972-9-9585601  
Site: [www.s-gilboa.co.il](http://www.s-gilboa.co.il)



טל': 9504021 - 09  
פקס: 9585601 - 09  
דוא"ל: [office@s-gilboa.co.il](mailto:office@s-gilboa.co.il)

|     |                                          |
|-----|------------------------------------------|
| 1   | כללי, עיקרי דברים ומסקנות.....           |
| 2   | מטרת התכנית, מקורות המידע .....          |
| 3   | המצב הקיים - רחוב רוטשילד, תל אביב ..... |
| 3.1 | טופולוגיה וטופוגרפיה .....               |
| 3.2 | תחשיב מקדם התכסית למצב המתוכנן .....     |
| 4   | בסיס נתוני התכנון .....                  |
| 4.1 | הוראות תמ"א 34 .....                     |
| 4.2 | זמני החזרה ועוצמות הגשם לתכנון .....     |
| 5   | עובי הנגר למצב המתוכנן .....             |
| 6   | תכנית למיתון וויסות נגר על קרקעי .....   |
| 6.1 | עקרונות לתחשיב מיתון וחלחול מים .....    |
| 6.2 | בחינת אפשרויות החלחול באתר .....         |
| 7   | תשתיות הניקוז העירונית .....             |
| 8   | סיכום והמלצות .....                      |

### רשימת הטבלאות

|        |                                                                         |
|--------|-------------------------------------------------------------------------|
| טבלה 1 | מרכיבי הבינוי ומקדמי הנגר של המצב הקיים (על פי טבלת שימושי הקרקע) ..... |
| טבלה 2 | סיכום נתוני השטח בהיבט אטימות הקרקע .....                               |
| טבלה 3 | מקדמי הנגר לשימושי הקרקע השונים .....                                   |
| טבלה 4 | מקדם הנגר הכללי המשוקלל למצב המתוכנן בחלוקה למירקמים .....              |
| טבלה 5 | הוראות תמ"א 34 ב 4 - זמני חזרה לתכנון .....                             |

### רשימת האיורים

|        |                                                                          |
|--------|--------------------------------------------------------------------------|
| איור 1 | מתחם רוטשילד - מפת איתור כללית וגבול התכנית.....                         |
| איור 2 | תרשים גושים חלקות בסביבת התכנון.....                                     |
| איור 3 | קווי גובה בסביבת מתחם רוטשילד. ....                                      |
| איור 4 | הידרוגרף נגר משולש עם זמן בסיס וזמן לשיא .....                           |
| איור 5 | הידרוגרמת הנגר העל קרקעי - מתחם רוטשילד תל אביב (ללא מיתון וויסות) ..... |
| איור 6 | סכמה עקרונית של מיתון וניהול מי נגר באמצעות חלחול והשהיה .....           |
| איור 7 | מפת חבורות קרקע .....                                                    |
| איור 8 | תשתית הניקוז - רחוב רוטשילד פינת רחוב יבנה (מסומנת מע' התיעול) .....     |



**1. כללי, עיקרי דברים ומסקנות**

מתחם "רוטשילד" נמצא בלב הישן של העיר תל אביב לאורכן של שדרות רוטשילד המהוות את הלב הפיננסי של העיר. התכנית המוצעת חלה במתחם בין הרחובות שדרות רוטשילד-יבנה-אחד העם-בצלאל יפה בשטח של כ- 11 דונם.

התכנית מיישמת את מדיניות העירייה לחיזוק מתחם התעסוקה והמסחר עפ"י מדיניות המע"ר רוטשילד ובהתאם לתכנית המתאר תא/5000, וקובעת הוראות לאיחוד וחלקה בתחום התכנית (למעט תא שטח 801), יצירת מעבר חדש להולכי רגל בעל אופי מסחרי ומוקדי עניין, קביעת זכויות בנייה לייעודים הקיימים באזור, לשימושים מעורבים: משרדים, מלונאות ומגורים בשילוב עם מסחר. התכנית קובעת אפשרויות גמישות לעירוב שימושים תעסוקה ומגורים לצד בניינים לשימור תוך חיזוק המבנה, מערך הולכי הרגל וחיזוק המסחר ומוקדי עניין במעברים להולכי רגל והוראות לשימור מבנים. אדריכל התכנית - משה צור אדריכלים. התכנית מקודמת מכוחה של תכנית המתאר העירונית תא/5000.

**איור 1 מתחם רוטשילד – מפת איתור כללית וגבול התכנית**

על פי דרישות הועדה המקומית לתכנון ובניה בתל אביב, נדרש היזם להכין נספח תשתיות המחולק לנספח מים וביוב ולנספח ניקוז. הנספח מיועד להציג את המשמעויות העולות מתוספת הבניה והגדלת הצפיפות על מערכות העירוניות ולבחון את יכולתן של אלו הקיימות לשאת בעומס הנוסף.

**מטרתו של נספח ניקוז זה, המוגש לעת"א הוא:**

**להציג את רמת התכסית במצב הקיים והמוצע ואת תנובת המים באירועי גשם;**  
**להציג את תשתית הניקוז; את מאזן תרומות הנגר למצב המתוכנן, ואפשרויות המיתון;**  
**להתוות מנגנונים למיתון ספיקות השיא ע"מ להפחית את העומס על מערכות הניקוז.**

מנקודת ראות ניהול מי הנגר מהווה התכנית המוצעת **שפור** ביחס למצב הקיים: מקדם הנגר העילי (מקדם אמפירי המגדיר את היקף השטח האטום מכלל השטח, ללא יחידות) במצב הקיים חושב להיות  $C=0.82-0.85$  מקדם המתאים מירקמים עירוניים של בניה + מגרש חניה רחב ידיים. מקדם הנגר כנ"ל עבור המצב המוצע חושב להיות  $C=0.746$  כלומר פער של אחוזים בודדים.

על פי תוכנית מתאר ארצית תמ"א 34 ב' 4 חידור ושימור נגר על קרקעי, יש להתיר בכל מגרש לבינוי שטח מינימאלי של כ 15% בעל קשר הידרולוגי למי התהום, המאפשר למים המחלחלים לקרקע להגיע עד מי התהום. להנחיות תמ"א 34 שתי מטרות עיקריות:

**הראשונה** – צמצום של הפגיעה בהעשרת מי תהום כתוצאה מבינוי והבטחת שטח מחלחל בהיקף מינימאלי של כ 20% בכל מגרש ומגרש.

**השנייה** – צמצום של כמויות הנגר העל קרקעי המועברות מהמגרש ומהמבנה אל המערכת התיעול הציבורית והורדת עומס הזרימה במערכות אלו.

ניהול ומיתון נגר עילי נבחנו בתכנית זו באמצעות מימוש משולב של מנגנונים לוויסות ולחלחול מים. מערכת החלחול המוצעת תהיה כזו שתוכל להחדיר לתת הקרקע נפח נגר השווה **לפחות** לזה שהיה חודר ב 15% משטח המגרש, קרי חלחול בשטח של  $(11.44 * 15\% = 1.71 \text{ דו'})$ . על בסיס חוק Darcy לחישוב חלחול לתת הקרקע ועל מקדם החלחול בעוצמה  $1 * 10^{-3} \text{ ס"מ/שניה}$ , החלחול הטבעי הנ"ל חושב להיות ל 59.4 מ"ק. על פי הנחיות רשות המים יש לתכנן את מערכת ההחדרה כך שתוכל להחדיר לפחות את נפח מי הגגות באירוע גשם.

#### עיקר ההמלצות לנספח ניקוז זה:

א. תכנית הבינוי מציעה הקמת מרתף מתחת לשטח התכנית נוסף למרתף הקיים היום. שטח היטל המרתף עולה הכולל הינו 9,325 מ"ר (כ- 80% משטח התכנית) אך כיוון שרוב השטחים שמעל מרתף מצויים באזורים מרוצפים בחזית הרחוב (בהם לא ניתן לעשות שימוש בריצוף מחלחל) ובחלקם באזורים הגבוהים של המגרש אליהם לא ניתן להפנות מים, נדרשת תוספת של פתרונות לצמצום נפח הנגר העילי והעשרת מי תהום.

ב. לאורכו של רחוב רוטשילד מצוי של קו תיעול בקוטר 40 ס"מ שראשיתו בפיתת רחוב יבנה צינור התיעול מחובר בהמשך למובל ברח' מקווה ישראל.

ג. כל מוצאי הניקוז מהמתחם יהיו מיועדים לעודפי מי נגר ויחוברו כנגר עילי לרחוב יבנה.

ד. כאמצעי למיתון ספיקות מי הנגר ולצורך העשרת מי התהום מוצע כי במסגרת הפרויקט יתוכננו 3 קידוחי החדרה אליהם יופנו כל מי נגר הגגות משטח המתחם.

ה. בשטחי הריצוף שאינם מעל מרתף ושאינם בחזית הרחובות יושם ריצוף מחלחל, ריצוף הינו פתרון מקומי למי הגשם היורדים ישירות עליו ולא יופנו אליו מי נגר נוספים.



**2. מטרת התכנית, מקורות המידע**

מטרתו של נספח התשתיות הנוכחי לסכם את נושאי הניקוז וניהול הנגר הקשורים לתכנית המפורטת, תוך הסתכלות רחבה יותר על תשתיות ראש השטח הנחוצות ובהקשר עם אלו הקיימות של העיר. מקורות המידע לצורך הכנת נספח תשתיות מים וביוב זה הם:

1. תקנון התכנית כפי שהועבר על ידי משרד משה צור אדריכלים,
2. תסריטי הבינוי המוצע, כנ"ל,
3. מידע על מערכת התיעול הראשית לאורך רחוב רוטשילד
4. מידע על מערכות מים וביוב במסגרת הכנת תכנית האב לתשתיות אלו, על ידי הח"מ.

### 3. המצב הקיים – רחוב רוטשילד, תל אביב

#### 3.1. טופולוגיה וטופוגרפיה

טופולוגיה:

מתחם רוטשילד בעל גיאומטריה מלבנית מקורבת לזו של מלבן מצוי בחלק המערבי של השדרה. גודל השטח כ 11.447 דונם. גבולות המתחם הם :

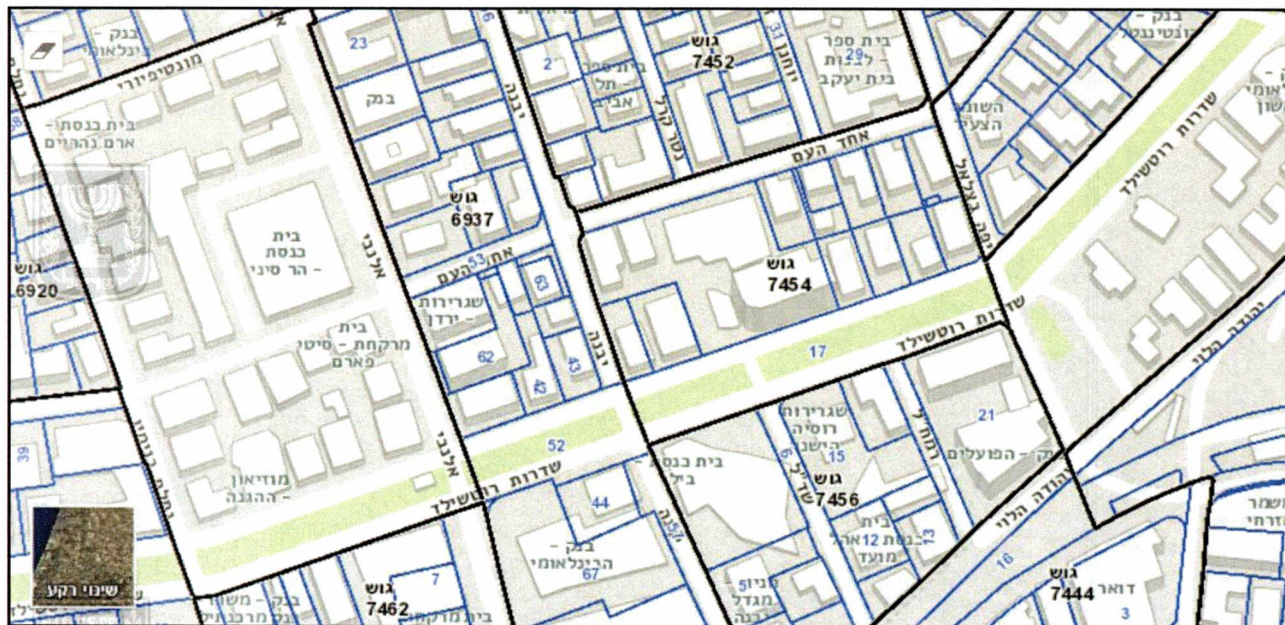
- בצפון - רח' אחד העם
- במזרח - רח' בצלאל יפה
- בדרום - שד' רוטשילד
- במערב - רח' יבנה

טופוגרפיה:

תא השטח הכלול בתחום התכנון "כבול" בין קו גובה +25.0 מטר בחלק הצפוני מערבי ובין קו גובה +20.0 בחלק הדרומי מזרחי.

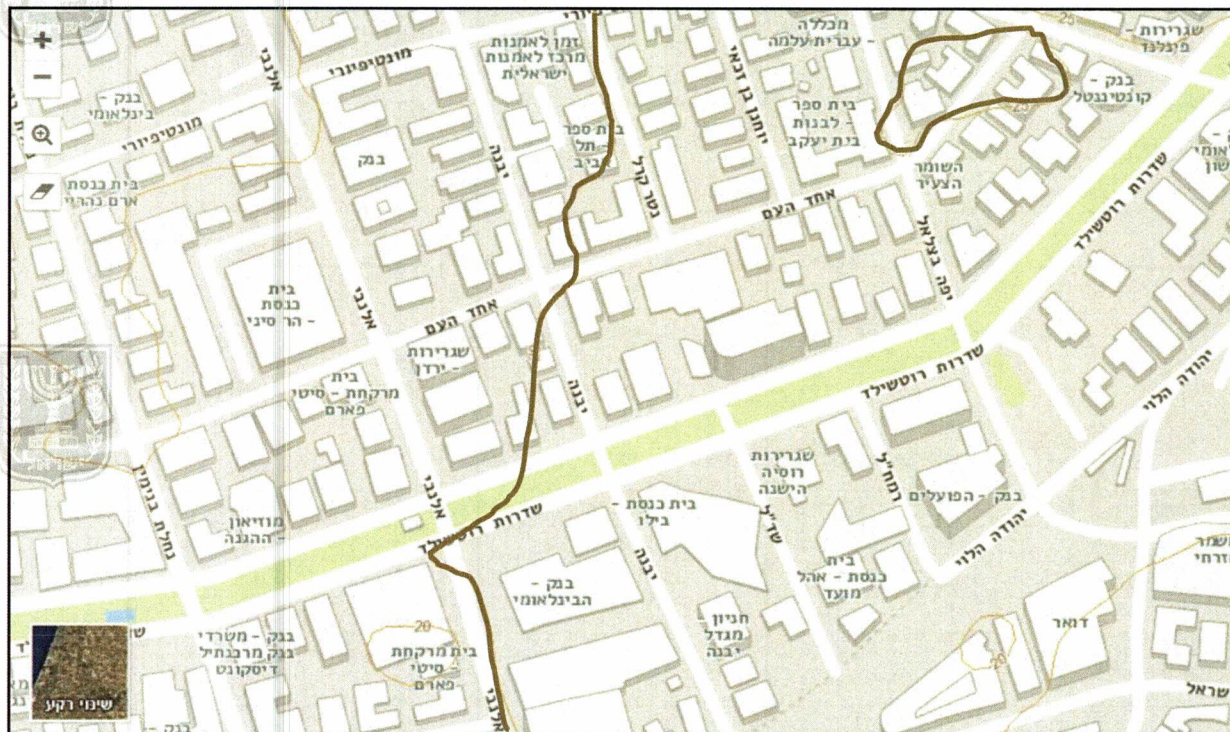
השיפועים האופייניים לאורכן של שדרות רוטשילד נעים סביב 1.5-2.0 אחוז ואילו ברחוב הניצבים השיפועים בד"כ חדים יותר ונעים עד סביב 3.0%. שפועים אלו מסבירים את הצורך באי הקמת מערכות ניקוז בעבר במתחם זה והתבססות הניקוז על זרימה גרביטציונית של המים על פני המגרשים ועל פני הכבישים. 7.40-7. במצב הקיים חלקם של המגרשים מנוקז על פי קווי הגובה כלומר דרך מגרשים קיימים. תכנית הפיתוח אמורה לתת פתרון למצב זה כיוון שאינו עומד בכללי חוקי הניקוז. איור מספר 3 מציג את רקע הגושים והחלקות.

איור 2 תרשים גושים חלקות בסביבת התכנון



איור מספר 4 מציג את קווי הגובה הטבעיים במתחם.

איור 3 קווי גובה בסביבת מתחם רוטשילד.



לצורך איפיון של תגובת פני השטח לגשם וחישוב הנגר הסגולי העודף (נגר לכל יחידת שטח) נדרש לבחון את מקדמי הנגר על פי מירקמי השטח במצב המוצע.

טבלה 1 מרכיבי הבינוי ומקדמי הנגר של המצב הקיים (על פי טבלת שימושי הקרקע)

| הערות                 | כללי     | יחידה | נתוני השטח של המבנה     |
|-----------------------|----------|-------|-------------------------|
| על פי טבלה 3.2 בתקנון | 11.439   | מ"ר   | שטח נטו של המגרש לתכנון |
| על פי טבלה 3.2 בתקנון | 1,038    | מ"ר   | דרך מאושרת              |
| על פי טבלה 3.2 בתקנון | 520.5    | מ"ר   | דרך מוצעת               |
| על פי טבלה 3.2 בתקנון | 10,380.5 | מ"ר   | עירוני מעורב            |

3.2. תחשיב מקדם התכסית למצב המתוכנן

על מנת לתת ביטוי לתגובה ההידרולגית של התכנית המוצעת נדרש להציג את מירקמי השטח בחלוקה לרמת האטימות והתגובה ההידרולגית שלהם.

## טבלה 2 סיכום נתוני השטח בהיבט אטימות הקרקע

| הערות | כללי     | יחידה | נתוני השטח של המבנה |
|-------|----------|-------|---------------------|
|       | 11.439   | מ"ר   | שטח כללי            |
|       | 1,038    | מ"ר   | דרך מאושרת          |
|       | 520.5    | מ"ר   | דרך מוצעת           |
|       | 10,380.5 | מ"ר   | עירוני מעורב        |

נפחי הנגר חושבו תוך שימוש במקדם הנגר על פי גישת הנוסחה הרציונאלית.  
מקדם הנגר הסגולי "C" לכל סוג תכסית שטח מובא להלן:

## טבלה 3 מקדמי הנגר לשימושי הקרקע השונים

| ניתוח מקדמי הנגר של השטח ע"פ שיטת CIA גולמי ועם מיתון |          |          |                                |
|-------------------------------------------------------|----------|----------|--------------------------------|
| מרכיב בינוי                                           | מקדם נגר | עם מיתון |                                |
| שטח בנוי היטל מבנים                                   | 0.92     | 0.82     | חישוב לפי 40% משטח הגגות 0.689 |
| מיסעות כבישים                                         | 0.95     | 0.95     |                                |
| שטח פרטי פתוח                                         | 0.35     | 0.3      |                                |
| שטח ציבורי פתוח                                       | 0.5      | 0.35     |                                |

חישוב מקדם הנגר הכללי של השטח, במצב המוצע מובא בטבלה המסכמת שלהלן.

## טבלה 4 מקדם הנגר הכללי המשוקלל למצב המתוכנן בחלוקה למירקמים

| מקדם תרומות הנגר של המגרש על פי תכנית הפיתוח ושימושי הקרקע |          |              |          |                  |
|------------------------------------------------------------|----------|--------------|----------|------------------|
| מרכיב בינוי                                                | מקדם נגר | מ"ר מוצע     | Ci*Ai    | Ci*Ai+ Retention |
| שטח בנוי היטל מבנים                                        | 0.92     | 8,304.4      | 7,640.01 | 6,809.65         |
| מיסעות כבישים                                              | 0.95     | 1,058.8      | 1,005.9  | 1,005.9          |
| שטח ציבורי פתוח                                            | 0.5      | 2,076.1      | 1,038.05 | 726.6            |
| סה"כ .....                                                 |          | 11,439       | 9,684    | 8,542            |
|                                                            |          | C equivalent | 0.84655  | 0.74673          |

מקדם הנגר המשוקלל למצב המתוכנן חושב ל  $C=0.846$  ביחס למקדם עירוני מקובל לשכונות בצפיפות דומה בהן מקובל מקדם נגר על קרקעי  $C=0.70-0.75$ , קרי הפרויקט המתוכנן מוצע עם רמת תכסית גבוהה ביחס לממוצע מקובל של תכנית בינוי עירוניות במירקמים דומים.  
עבור חישוב זה של מקדם הנגר העירוני אולם תוך שימוש בהנחה כי יבוצעו מרכיבי ניהול וויסות נגר עילי בחצרות בשטחים הפתוחים בשטחי הציבור ואף בגגות המבנים (ראה פירוט פרק 5), הרי שמקדם הנגר עבור כל אחד משימושי הקרקע יהיה נמוך יותר והמקדם הכללי שחושב  $C=0.746$ .  
מקדם זה זהה לממוצע בתחומים עירוניים

**4. בסיס נתוני התכנון****4.1. הוראות תמ"א 34.**

בהתאם להנחיות של המשרד לאיכות הסביבה להבטחת צרכי משק המים, בשכונות חדשות בכל מגרש יוקצו לפחות 20% מהשטח לחלחול מי גשם. כל הנגר מהמגרש ינוקז לשטח החלחול. שטח החלחול יאפשר החדרת מי גשם למי תהום לפחות בכמות שהייתה חודרת לפני הבניה. עודף מים מהמתקן יגלוש לשטח ציבורי מנוקז או למערכת הניקוז.

על פי הוראות התמ"א לעריכת נספחי ניקוז וחידור נגר על קרקעי, כל נספח יכלול:

- חישוב הנגר המירבי מהמגרש אחת לעשרים שנה (1:20)
- חישוב יכולת הקליטה של המגרש במצב טבעי (לפני הבניה)
- חישוב יכולת הקליטה של מתקן החלחול המתוכנן על סמך חתך גיאולוגי חתום על ידי גורם מקצועי רלוונטי.

- התייחסות להנחיות עדכניות של רשות המים ביחס להוראות תמ"א 34.

כמו כן קובעת התמ"א (ציטוט סעיף 22.3.1): "באזור א כמסומן במפה מספר 3 ייוותרו לפחות 15% שטחי חדירי לאיט מתוך שטח המגרש הכולל במטרה לאפשר קליטת כמות גדולה ככל הניתן של מי נגר ציףי וחלחולת לתת הקרקע בתחומי המגרש. השטחים חדירי המיט אפשר שיהיו ממוננים או מצופים בחומר חדיר". "ניתן יהיה להתיר פחות מ 15% שטחי חדירי מיט אם יותקנו בתחומי המגרש מתקני החדרה כגון: בורות חלחול, תעלות חלחול קידוחי החדרה, אשר יאפשרו קליטת מי הנגר הציףי בתחומי המגרש".

**4.2. זמני החזרה ועוצמות הגשם לתכנון**

לצורך קביעת זמן החזרה לתכנון, על פי הוראות תמ"א 34 ב' תיקון 4 יש להביא בחשבון עוצמות גשם הנקבעות בהתאם לתנאי השטח, גודל השטח ואופי שימוש הקרקע. טבלה של הוראות תוכנית תמ"א 34 מצורפת להלן. על פי קובץ ההוראות יש להביא בחשבון סופת תכן בעלת נדירות של 5%, קרי סופה שזמן חזרתה עומד על 1:20 שנה.



טבלה 5 הוראות תמ"א 34 ב 4 - זמני חזרה לתכנון

טבלת שטחים מבוניים המעודכנת מיום 14.11.07 :

| מס' | מאפייני השטח העירוני                                      | גודל אגן ההתנקזות, דונם | גודל שקע מוחלט, דונם | תקופת חזרה בשנים |
|-----|-----------------------------------------------------------|-------------------------|----------------------|------------------|
| 1   | ניקוז מקומי בשכונות מגורים וכבישים משניים                 | עד 1,000                | עד 5                 | 5                |
| 2   | ניקוז מקומי (בינוני) באזורי תעשייה ומסחר ומרכזים עירוניים | עד 500                  | עד 5                 | 10               |
| 3   | ניקוז ראשי (בינוני) בשכונות מגורים וכבישים משניים         | מעל 500 עד 2,000        | מ- 5 עד 10           | 10               |
| 4   | ניקוז ראשי באזורי תעשייה ומסחר ומרכזים עירוניים           | מעל 500                 | מעל 5                | 20               |
| 5   | ניקוז ראשי (נרחב) בשכונות מגורים וכבישים משניים           | מעל 2,000               | מעל 10               | 20               |
| 6   | ניקוז עירוני ראשי ומועברי כבישים בין עירוניים וארציים     | מעל 5,000               |                      | 50               |

מניתוח אירועי הגשם, על פי עקומי משך זמן חזרה של תחנת הקרובה ביותר – תחנת רידינג, בעיר תל אביב, עולה כי עבור זמני חזרה קצרים של עד 20 דקות עוצמת התכן המתאימה לזמן חזרה זו היא כ 65.35 מ"מ/שעה.  
עוצמת תכן גשם זו תשמש בסיס נתוני התחשיב.



## 5. עובי הנגר למצב המתוכנן

לצורך חישוב כמויות הנגר נעשה שימוש בנוסחה הרציונלית :

$$Q = C * I * A$$

כאשר:

C - מקדם תכסית השטח, ללא יחידות

I - עוצמת גשם התכן המחושבת על פי זמן הריכוז של האגן

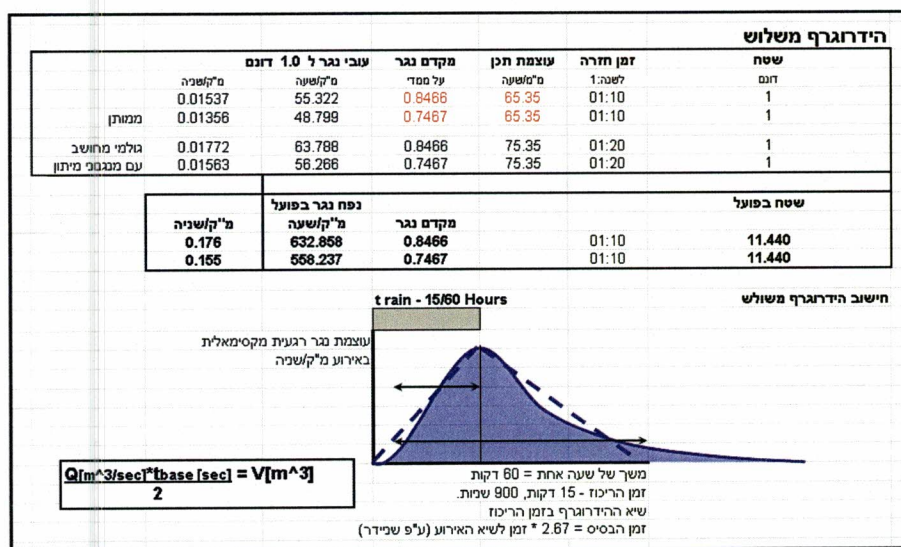
A - גודל השטח המנוקז, דונמים.

הנוסחה הרציונלית אינה מתאימה לחישוב ספיקת השיא באגנים קטנים מאוד אלא נותנת את עובי הנגר הכללי באירוע של שעה, כ"תגובת האגן".

על כן, לצורך חישוב ספיקת השיא, יש להניח כי כלל תרומת הנגר מהמגרש מתקבלת באופיין של הידרוגרף, לו זמן עליה קצר וזמן דעיכה ארוך יותר (ביחס לעליה). זמן העלייה לשיא הזרימה מחושב בקירוב ראשון לפי זמן הריכוז, במקרה שלנו מרגע תחילת הגשם ועד להגעת הטיפה הראשונה מהנקודה המרוחקת ביותר מהמוצא אל חיבור הניקוז למערכת העירונית. לצורך חישוב של ספיקת השיא הרגעית - מאירוע גשם שעוצמתו 65.35 מ"מ/שעה ומשכו 1 שעה - נעשה שימוש בהידרוגרף משולש. הנחה זו אפשרית מאחר והזמנים הטיפוסיים של מערכת שכזו הנם קצרים מאוד.

השימוש בשיטה הרציונלית מקובל ונהוג באגנים עד סד"ג של כ 5 קמ"ר (5000 דונם). מודל הידרוגרף משולש בסיסי שכזה מובא להלן.

### איור 4 הידרוגרף נגר משולש עם זמן בסיס וזמן לשיא

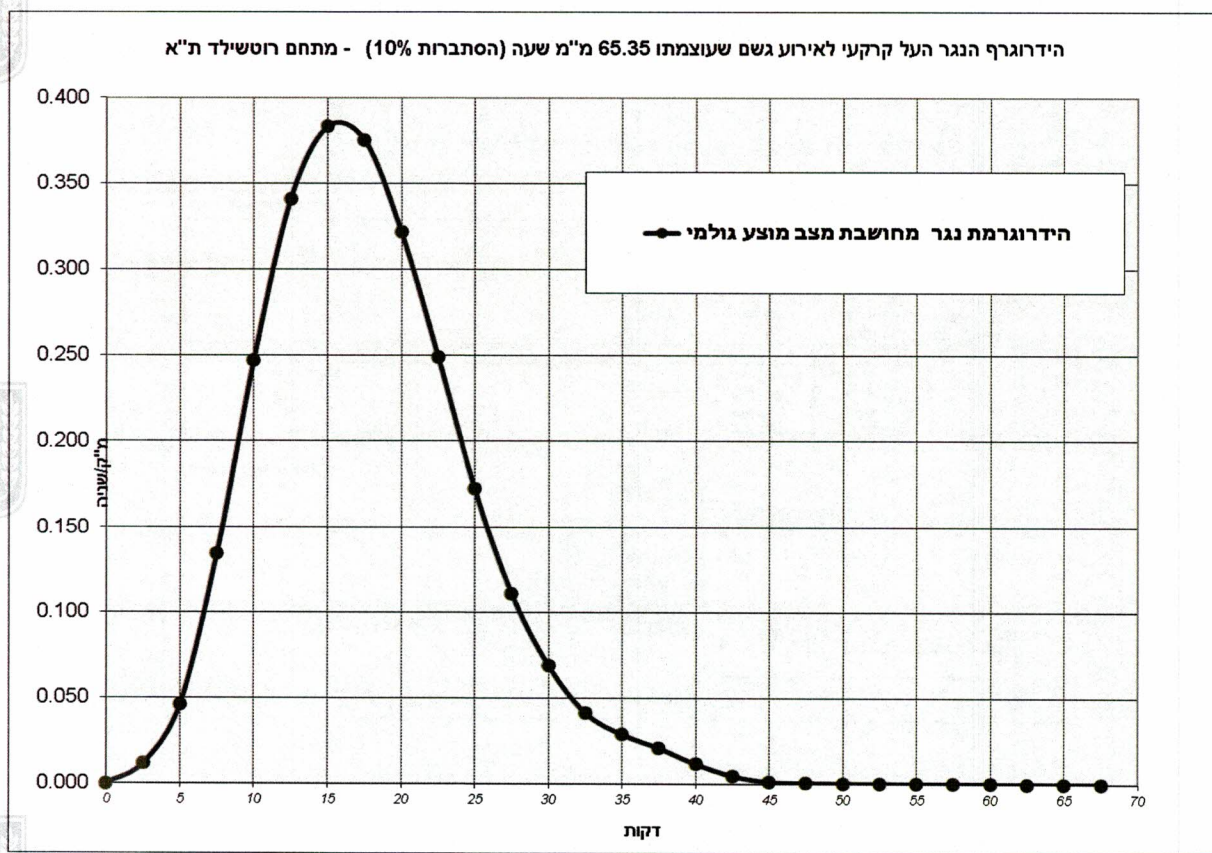


בהתאם לנתוני השטח, עוצמת הגשם ותכונות השטח (מקדם הנגר) חושב נפח הנגר הכללי באירוע הגשם. נפח זה מורכב מתרומה של מי הגגות באמצעות המרזבים ועוד המים עודפים הניגרים ממשטחי הכבישים והמעברים וכן מהשצפים.

נפח הנגר העל קרקעי מתוכנית הבינוי, עבור גשם שמשכו שעה אחת ועוצמתו 65.35 מ"מ/שעה חושב לכ 632.85 מ"ק/שעה, **ללא מיתון**, עם ספיקה רגעית מירבית על פי הידרוגרף משולש של **0.383 מ"ק/שניה** מחושב על פי הידרוגרף משולש. ערכים מחושבים אלו לא כוללים את אפקט המיתון המאפשר "עצירה" של חלק מהזרימות תוך שימוש במנגנון ספיגת הקרקע.

על מנת לתאר נכונה את ספיקות הנגר העל קרקעי ועוצמת השיא של הזרימה במהלך שעת האירוע, חושב הידרוגרף הנגר. עיקרון התחשיב בהידרוגרף הנגר הוא: לכל פרק זמן חלקי (רבע שעה) חושב הנגר העודף הכללי המורכב מהנגר העודף מכל אחד משימושי הקרקע (כבישים, מבנים, מעברים וכדומה). נגר זה חולק לשני זרמים המווסתים דרך מנגנון הספיגה של הקרקע והחדרת המים בבורות חלחול. ההפרש, בין נפח הנגר בכל פרק זמן ונפח אובדני המים כתוצאה מספיגה/חלחול – הוא הנגר העודף למערכת הציבורית. ההידרוגרף מבוסס על הידרוגרף היחידה של שניידר והתאמות העוצמות בהתאם לעוצמות הגשם.

#### איור 5 הידרוגרמת הנגר העל קרקעי – מתחם רוטשילד תל אביב (ללא מיתון וויסות)



מקרא: ציר Y שמאל – ספיקת הנגר העל קרקעי מ"ק/שניה

## 6. תכנית למיתון וויסות נגר על קרקעי

### 6.1. עקרונות לתחשיב מיתון וחלחול מים

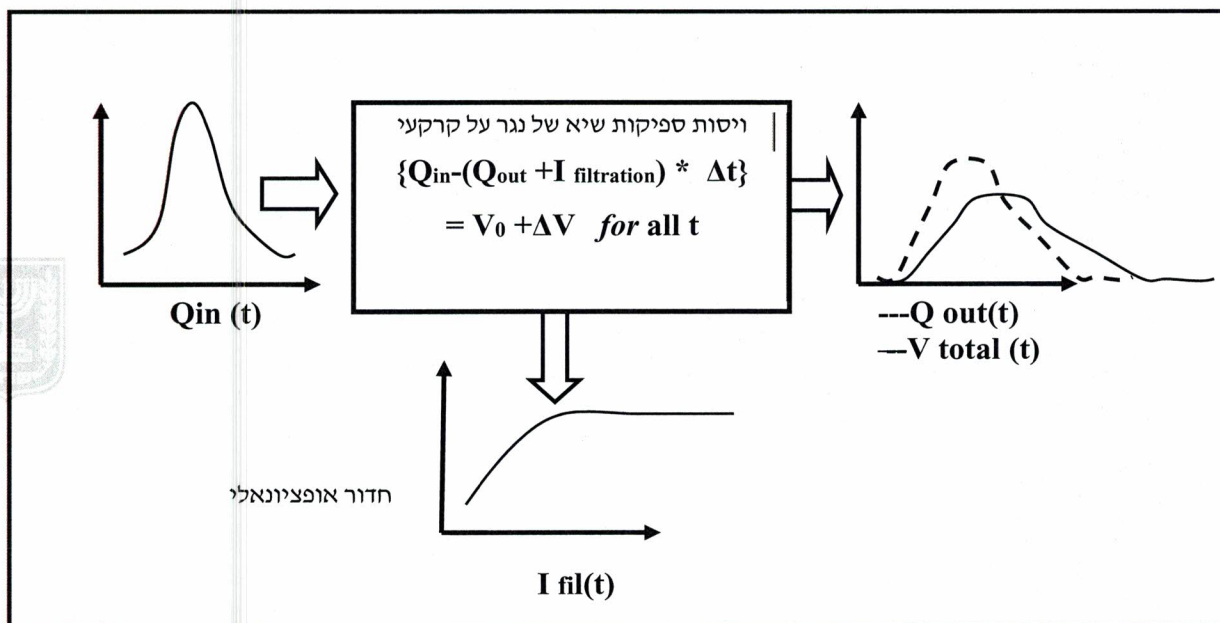
מיתון נגר על קרקעי מוכר כמנגנון לניהול נאות של מי הנגר וויסות ספיקות שיא. בעד מיתון ספיקות מי נגר באמצעות בורות חלחול, מביא לצמצום נפח הנגר וספיקות השיא, ידוע כי כושר החלחול של הבורות יורד עם השנים ויעילות המערכת בצמצום נפחי מי הנגר קטנה. ויסות זרימות השיא – באמצעות איגום ושיהוי זרימת המים, או באמצעות ספיגה בקרקע ושחרור עודפי מי כובד לאחר זמן – מוכח כאמצעי יעיל יותר למיתון של ספיקות ללא צמצום משמעותי בנפחן.

על מנת ליישם עקרונות מיתון נגר על קרקעי נדרש לנצל שטחים כך שיהיו בעלי יכולת "להחזיק" מים. פיתוח שכזה גורם לזרימת מי הנגר לזרום אל מערכות התיעול הציבוריות בספיקות מתונות יותר ובעלות ערך שיא מוזז בזמן יחסית לספיקת הנגר הלא מופרעת.

הזזה זו בזמן משמעותיות מבחינת מערכות הניקוז במורד: ללא ויסות נגר מתרכזות במורד כל תרומות המים בשעת שיא, ומערכות הניקוז נדרשות לקטרים וקיבולות גדולות יותר. הזזה מועד ספיקת השיא (באמצעות השהייה) אל מעבר לאירוע שיא הגשם, מאפשרת למערכת התיעול להוליך את ספיקות המים על פני זמן רחב יותר, והתנאים ההידראוליים משתפרים.

הדיאגרמה הבאה מתארת באופן סכמתי את ההשפעה של ויסות הנגר העל קרקעי ואת עוצמת הנגר בחיבור אל המערכת הניקוז הציבוריות.

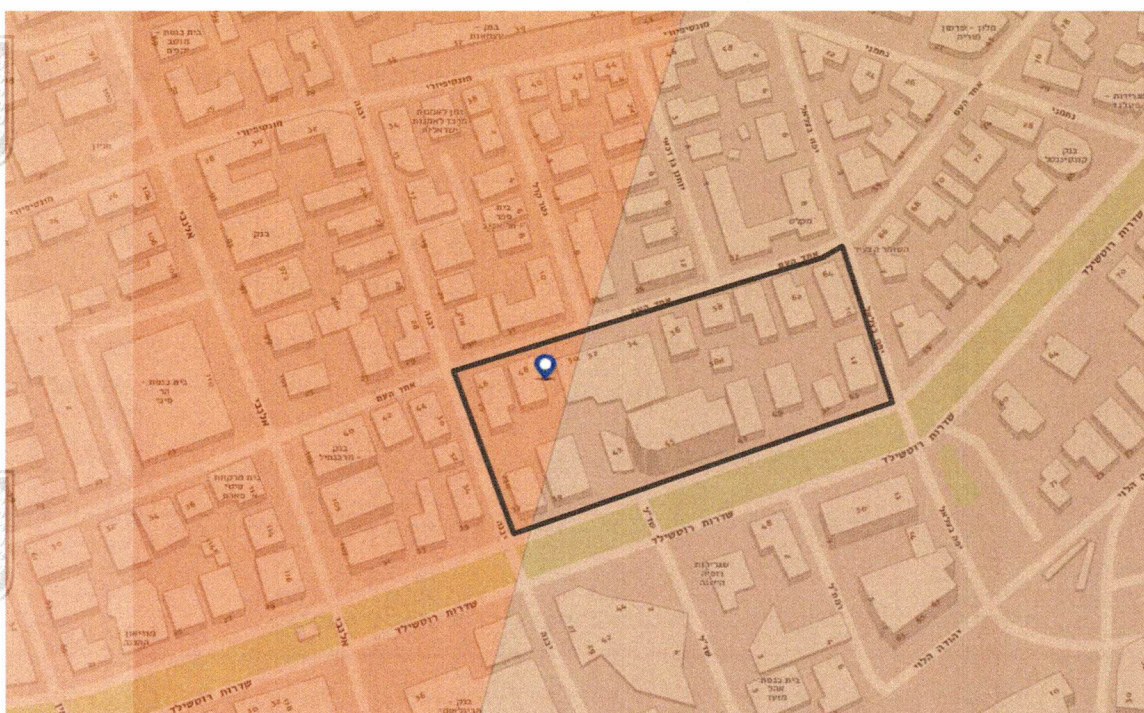
איור 6 סכמה עקרונית של מיתון וניהול מי נגר באמצעות חלחול והשהיה



## 6.2. בחינת אפשרויות החלחול באתר

האתר נמצא בדרום תל אביב באזור של מעבר של שכבות קרקע של חמרה וחולות נודדים, זאת אומרת שפני הקרקע באתר מורכב משכבות של חול וחול חרסיתי בעלות מוליכות הידראולית גבוהה עד בינונית אך ההנחה ההידרולוגית הינה שבתת הקרקע קיימות שכבות חוליות בעלות מוליכות הידראולית גבוהה, יש לאשר הנחה זאת באמצעות דוח קרקע בשלב העיצוב האדריכלי/היתר הבניה.

### איור 6 מפת חבורות קרקע



כעיקרון הונח כי מנגנונים של ויסות ימומשו ב 3 מסלולים:

א. יישום של ריצוף מחלחל בשטחים שאינם מעל מרתף.

ב. 3 קידוחי החדרה למי תהום (בכפוף לתחשיב ההידרולוגי פרטני שיוגש על בסיס סקר

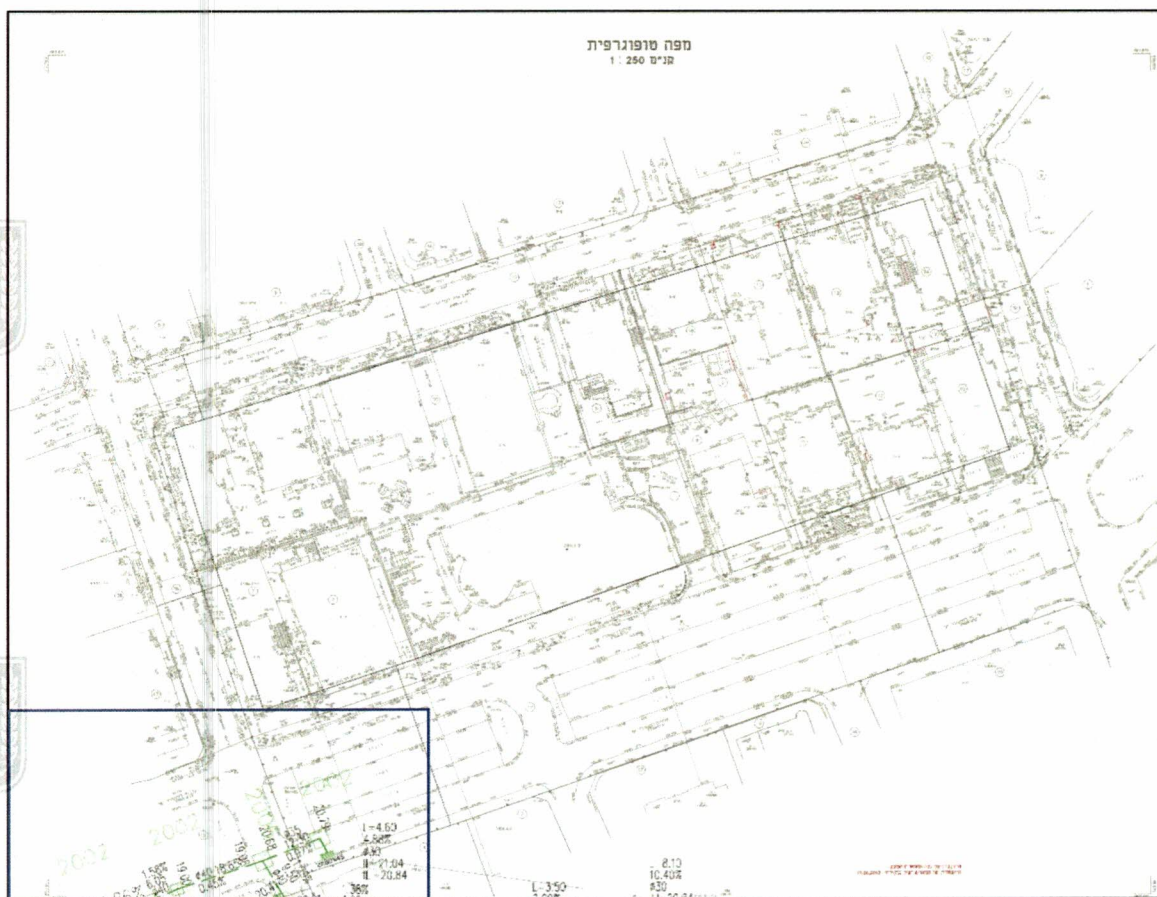
הקרקע לשלב ביתר הבניה) בתחומי התכנית. קידוחי החדרה יקלטו אך ורק מי נגר גגות

ויחדירו אותם לתת הקרקע.

**7. תשתיות הניקוז העירונית**

- מידע על תשתית הניקוז העירונית על עיריית תל אביב לאורכו של רחוב רוטשילד התקבלו ממערכת המידע ההנדסי של עיריית תל אביב וממחלקת התיעול. מהמידע שנמסר ניתן להבין כי:
- בפינת הפרויקט מצוי קו תיעול בקוטר 40 ס"מ. קו זה מנקז לכל את רחובות יבנה ואת החלק שמצפון בשדרות רוטשילד קו זה ישודרג לקו בקוטר 60 ס"מ כחלק מתכנית אב לניקוז של עיריית תל אביב.
  - כל עודפי מי הנגר מהמתחם יגיעו בסופו של דבר לקו זה.
  - ברחובות בצלאל יפה ויבנה מתוכנן בעתיד קו ניקוז בקוטר 60 ס"מ על פי תכנית אב לניקוז של עיריית תל אביב.

איור 7 תשתית הניקוז - רחוב רוטשילד פינת רחוב יבנה (מסומנת מע' התיעול)



## 8. סיכום והמלצות

נספח ניקוז ושימור נגר עילי זה עוסק במיתון הנגר הצפוי מתוכנית הבינוי הצפויה ממתחם התכנית המפורטת במתחם רחוב רוטשילד, 507-0312470

א. המצב הקיים כולל שטח קרקע של 11.439 מ"ר. במצב הקיים כלולים בתא השטח מספר מבני מגורים פעילים, סביב המבנים יש מעט פיתוח בעלך טקסטורה סופגת מים. עיקר שטח הקרקע במצב הקיים כולל מירקם אטום של מבנים, חצרות בטון ושטחי אספלט. הוערך כי מקדם הנגר (משתנה אמפירי המתאר את היחס שבין כמות המים היורדת על הקרקע ובין הכמות ההופכת לנגר עילי) הוא סביב 0.80-0.82 בדומה לאזורים עירוניים צפופים וסלולים.

ב. מתחשיב של מקדם הנגר העל קרקעי למצב הקיים עולה שמקדם הנגר שווה ל  $C=0.82-0.84$ , ביחס לממוצע עירוני מקובל של 0.73-0.7, כלומר במצב הקיים שיעור האטימות של השטח **גבוה** מהממוצע לשטחים עירוניים. עבור המצב המוצע וכולל מימוש של מרכיבי ניהול וויסות נגר עילי חושב מקדם נגר של  $C=0.746$  כלומר הפרויקט מביא עימו שפור בתגובת השטח והפחתה בתגובת הנגר הסגולית.

ג. מיקומו של הפרויקט מצוי מעל אזור המעבר בין קרקעות חמרה לחולות נודדים. עיקר ההבדל היא בתכולת הדקים. לכן בפני הקרקע קיימות שכבות בעלות מוליכות הידראולית גבוהה עד בינונית וההנחה ההידרולוגית הינה שבתת הקרקע קיימות שכבות חוליות בעלות מוליכות הידראולית גבוהה.

ד. תכנית הבינוי מציעה הקמת מרתף מתחת לשטח התכנית נוסף למרתף הקיים היום. שטח היטל המרתף עולה הכולל הינו 9,325 מ"ר (כ- 80% משטח התכנית) אך כיוון שרוב השטחים שמעל מרתף מצויים באזורים מרוצפים בחזית הרחוב (בהם לא ניתן לעשות שימוש בריצוף מחלחל) ובחלקם באזורים הגבוהים של המגרש אליהם לא ניתן להפנות מים, נדרשת תוספת של פתרונות לצמצום נפח הנגר העילי והעשרת מי תהום.

ה. חושבו בנפרד ספיקות התכן משטחי המעברים, המבנים (לפי שטח היטל המבנה), הרמפות ושאר השטחים הפתוחים.

ו. נפח הנגר העילי חושב להיות 641 מ"ק בשעה אחת של גשם עודף.

ז. על פי הנחיות תמ"א 34 ב' 3/4 היקף חידור המים שהיה מתרחש בשטח השווה ל 15% משטח המגרש הוא 59 מ"ק. נפח זה מחושב על בסיס מקדם Darcy המתאים לקרקע חולית חרסיתית גננית תחוחה ועבור 15% משטח המגרש  $(11\% * 15) = 1.65$  דונם.

ח. מנגנוני הוויסות וניהול מי הנגר באתר יחולקו לשני מנגנונים עיקריים:

ט. 3 קידוחי ההחדרה אשר אליהם יופנו מי הנגר מהשטחי הגגות.

י. ריצוף מחלחל בשטחים המרוצפים שאינם מעל מרתף.

### קידוחי ההחדרה:

1. הקידוחים יקדחו לעומק של 30 מ', ויהיו בעלי חתך מחלחל של כ- 5 מ'.
2. החלחול יחל 4 מ' מתחת לרום רצפת המרתף תחתון.
3. כושר החדרה של כל קידוח כ- 20 מק"ש, סה"כ 60 מק"ש לכל הקידוחים בהנחת חתך קרקע חולי.
4. כיוון שהקידוחים יחדרו ככל הנראה לתווך הרווי של מי התהום יש לקבל את אישור רשות המים לביצוע הקידוחים לצורך היתר הבניה.
5. יש לתכנן מתקן להפרדת מי קיץ לפני הגעת מי הנגר אל הקידוחים.

### ריצוף מחלחל:

1. בשטחים המרוצפים שאינם מעל מרתף ולא בחזית הרחובות יושם ריצוף מחלחל בכדי למתן את ספיקות הנגר משטחים אלו.
2. הריצוף המחלחל יהיה בשטח כולל של כ- 900 מ"ר (ר' תכנית לנספח ניקוז).
3. תחת הריצוף מחלחל תיושם שכבת חצץ/טוף בעובי של 50 ס"מ.
4. כושר ההשהיה והחלחול של הריצוף המחלחל בשטח התכנית, בהנחת קרקע חולית חרסיתית ופורזיביות אגרגטים ממוצעת של 30% הינו כ- 150 מק"ש.

