



הידרומודול-פולק שמואל בע"מ: הידרומטריה, הידרוליקה, הידרולוגיה, ניקוז, דרכים

HYDROMODUL- POLAK SHMUEL LTD: Hydrometry, Hydraulics, Hydrology, Drainage, Roads

דווח 726-7659

**מאשרת**

**סוקולוב 15 אזור**

**522-0139675 | מא"א/228/א'**

**נספח ניקוז וניהול נגר עילי**

**(על פי תמ"א 34/ב3)**

**(כולל התייחסות להחדרת הנגר על פי תמ"א 34/ב4)**

מינהל התכנון - מחוז תל-אביב  
חוק התכנון והבנייה, תשכ"ה - 1965  
552-0139675 אישור תכנית מס'  
התכנית מאשרת מכוח סעיף 108 (ג) לחוק  
23-11-15 ביום  
התכנית לא נקבעה טענה אישור שר  
התכנית נקבעה טענה אישור שר  
מנהל מינהל התכנון יו"ר הוועדה המחוזית

**-לאישור-**

עורך המסמך: איציק כהן

ניתוח הידרולוגי: איציק כהן

דו"ח מספר 726.3

חוק התכנון והבנייה תשכ"ה-1965  
ועדה מקומית מרחבית לתכנון ולבניה  
אור יהודה-אזור (2010)  
תכנית... מס' 552-0139675  
עבודה בישיבה מס' 1011000 מיום 16.11.15  
הועברה לוועדה המחוזית לתכנון  
ולבניה מחוז ת"א ע"י הוועדה  
למזון וניקוז  
מנהל הוועדה  
יו"ר הוועדה

31.08.16

**תאריך: ינואר 2016**  
**עדכון נספח מדצמבר 2011**



## טופס בקרה

חלקות : אלפונסו נחום  
 שם הפרויקט : סוקולוב 15 אזור  
 סוג המסמך : נספח ניקוז  
 מקום הקובץ :  
 מהדורה : 2  
 מס' עמודים :  
 עורך : אציק כהן  
 מאשר : די"ר אלעזר במברגר

## תיעוד מהדורות

מהדורה מס'	תאריך	תיאור	מספר קובץ	ערך	אישור

## תכולת המסמך המאושר (אם מצורפים מסמכי משנה)

מס' סידורי	תיאור	מהדורה	תאריך	מס' קובץ

## תיעוד האישור

העורך : אציק כהן  
 חתימה :  
 תאריך : 03/1/2016  
 המאשר : די"ר אלעזר במברגר  
 חתימה :  
 תאריך :

## תוכן עניינים

4	.....	תקציר
5	.....	1. מבוא
7	.....	2. נתוני רקע
14	.....	3. תיאור התוכנית המוצעת
23	.....	4. השפעות צפויות על הסביבה
25	.....	5. אמצעים למניעת נזקים
32	.....	6. ניצול מיטבי של מי הנגר העילי והעשרת מי תהום (לפי תמ"א 34\ב\4)
33	.....	7. מקורות

## תוכניות

♦ תנוחת מערכת הניקוז על רקע תכנית הבינוי, (500: 1)

## תקציר

תוכנית סקולוב 15 באזור (מאא/248) מציעה שינוי ייעוד של מגרש מיוחד ושצ"פ לשטח מגורים, מבני ציבור ושטח ציבורי פתוח. שטח התוכנית כ- 2.5 דונם כאשר הקרקע בשיפוע מתון כלפי צפון מזרח אל תעלת אזור שנמצאת במרחק של 10 מטרים מגבולות המגרש.

מבחינה הידרולוגית עוצמת הגשם ב 15 דקות נעות בין 63 מ"מ/שעה (20%) ועד ל 104 מ"מ/שעה (2%). מקדמי הנגר לאחר הפיתוח שונים ממקדמי הנגר של הקרקע במצב הקיים ולפיכך מציע תוכנית הניקוז השהייה וחלחול טבעי של הנגר בתחומי התוכנית לפני סילוקו בספיקה נמוכה לתעלת אזור הסמוכה. נספח הניקוז בדק את תרומת הנגר של השטחים הסמוכים ומצא כי שטח התוכנית עלול להיות מושפע מנגר שמגיע מכיוון דרום מערב דרך הכביש שברחוב ד"ר ליכט ובנספח מפורטים הדרכים להתמודד עם סיכון לכניסה מסיבית של נגר מאגן זה.

קרקע השתית באזור התוכנית היא קרקע חרסיתית גרומסולית בעלת כושר חידור של 4-6 מ"מ/שעה, בהשוואה לקרקע חולית בה כושר החידור מעל 200 מ"מ/שעה. קצב החידור הנמוך אינו מאפשר החדרה יעילה אל מי התהום ולפיכך מערכת הניקוז במתחם בנויה משרשרת של השהייה במתחם המבונה על גגות מרתפי החניה, השהייה נוספת והחדרה טבעית באמצעות שקעים מקומיים ותעלת חלחול בשצ"פ, ורק לאחר מכן סילוק עודפי הנגר לאחר ריסון גל הגיאות אל תעלת אזור הסמוכה.

נספח הניקוז בחן את נפחי הזרימה בהסתברויות השונות ונתן מענה לריסון 90% מהנגר בשצ"פ עד להסתברות של פחות מ 10% (תקופת חזרה של מעל 10 שנים), כאשר עודפי נגר זורמים בזרימה עילית אל השצ"פ שם הם מושהים ומחלחלים באופן טבעי אל הקרקע, כך שעשויה לחיוצר שכבת קרקע בתכולת רטיבות גבוהה, שיכולה לשמש מצע לגינון אקסטנסיבי.

תעלת אזור מוגדרת בתמ"א 34 ב/3 כעורק ניקוז ראשי ושטח הפרויקט נמצא ברצועת ההשפעה של התעלה כפי שמוגדר בתמ"א. נספח הניקוז בדק את כושר ההולכה של התעלה ומצא שהוא גבוה בהרבה מהספיקה התזויה ע"פ מודלים מקובלים פעם במאה שנים ולכן הסיכון להצפת המתחם מנגר הגולש מהתעלה נמוך מאוד.

על מנת להבטיח כי מערכת ההשהייה וההחדרה תבוצע בד בבד עם תכנית הבינוי דורשת התב"ע כי תנאי לאיכלוס יהיה ביצוע הפיתוח כולל השצ"פ.

בהתאם לבחינות ההידרולוגיות וההידרוגיאולוגיות שערכנו ומפורטות בנספח זה אנו ממליצים על אישור התוכנית המוצעת.

## מבוא

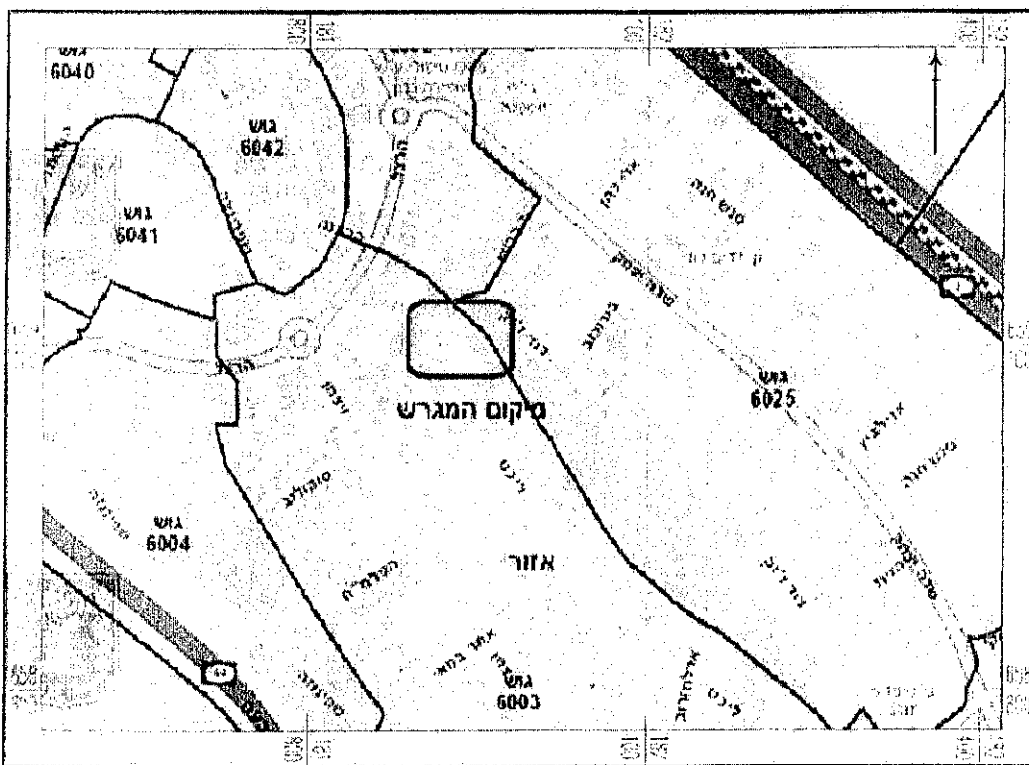
1.

## 1.1 תאור הפרויקט

מטרתה של התכנית הינה הקמת מבנה מגורים בן 30 יח"ד, מחציתן יח"ד קטנות, קביעת שטח למבנים ומוסדות ציבור ושטח ציבורי פתוח ברח' סוקולוב באזור, בשטח של 2.54 דונם.

## 1.2 מיקום וגבולות

הפרויקט יוקם במועצה מקומית אזור, בגוש 6003 על חלקה 72, ועל חלק מחלקות 73 ו-58. השטח ממוקם בפינת הרחובות דר' ליכט ורח' סוקולוב מדרו, דרום-מערב לפארק תעלת אזור, כפי המוצג בתרשים 1.1 המראה את מפת הרחובות ומיקום התוכנית. שטח הפרויקט נמצא באגן תעלת אזור שמתחברת לנחל איילון ובתחום ההכרזה של רשות ניקוז ירקון. שטח הפרויקט נמצא בתוך רצועת ההשפעת של תעלת אזור כפי שניתן לראות בתרשים 1.1.



תרשים 1.1 – תרשים סביבה

### 1.3 מטרת נספח הניקוז

מטרת נספח הניקוז להעריך ולחשב את ספיקות הנגר העילי הצפויות בתעלת אזור הסמוכה, באגן שבמעלה (נגר חוצה) ובתחום שטח הפרויקט, תוך קביעת קווים מנחים לטיפול בנגר העילי, וכן להעריך את השפעתה של תעלת אזור הסמוכה להציג את הנקודות הבעייתיות בתחום התוכנית. תוכנית הניקוז תסקור את מצב הניקוז הקיים תוך התייחסות להיבטים הבאים:

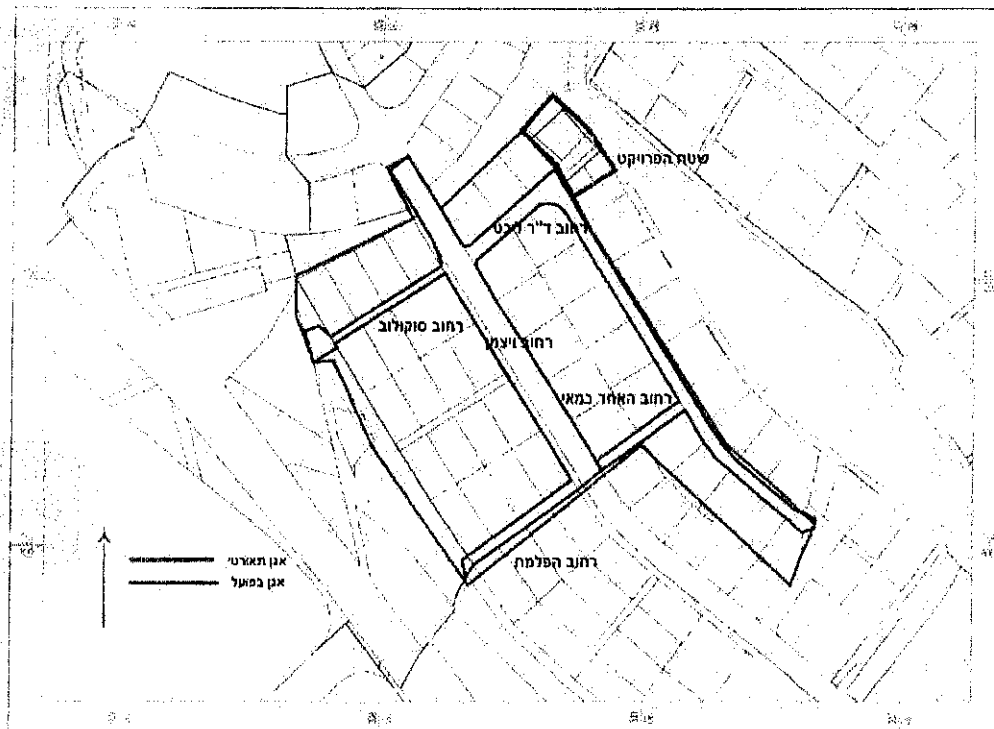
- א. ניהול הנגר העילי בתחום הפרויקט.
- ב. הסדרת מערכות ההולכה הפנימיות.
- ג. מוצאי הניקוז מהפרויקט.
- ד. השפעת זרימות קיצון בתעלת אזור על הפרויקט.

## בתוני רקע

2.

### 2.1 ביתוח אגני של הקרקע

המגרש מוקף מכל צדדיו בשטחים פתוחים המוגדרים גם בתב"ע כשצ"פ, כאשר חלק מהשטח משמש כגינה ציבורית וחלקו השני הינו חורשת עצים. מצידו הצפוני והמזרחי מקיף את המגרש שביל הולכי רגל ואבני השפה של השביל יוצרים חסימה המונעת מעבר נגר מהמגרש החוצה ולהיפך.



אגן חיצוני-אל הכביש ברחוב ד"ר ליכט מתנקז אגן בגודל תאורטי של 64 דונם אך למעשה בגלל אופי הבנייה באגן וגדרות הבטון שמקיפות את המגרשים בשטח האגן, מרבית הנגר נשאר בחצרות המגרשים ומחלתלים בשטחי הגינון. השטחים העיקריים שתורמים בפועל לזרימת הנגר אל האזור הסמוך לפרויקט הינם הכבישים והמדרכות הסמוכות אליהם ששטחן הכולל עומד על 133 דונם (ראה תרשים 2.1 להלן).

השטח הנמוך אבסולוטית של הכביש ברחוב נמצא דרומית מזרחית למגרש. בנקודה זו ישנו קולטן שאמור לנקז את הנגר מהכביש (ראה תמונה מספר 4.1 בסעיף 4.4 להלן).

תוואי צינור הניקוז מחקולטן אל הנחל עובר מחוץ לשטח המגרש במקביל לדופן הדרום מזרחית של הקו הכחול.

## 2.2 שימושי קרקע בתחום התוכנית

המתחם כולל במצב הנוכחי מבנה ציבורי גדול ונטוש, חנייה ציבורית וחורשה.

## 2.3 תאור הסביבה וציון בעיות אופייניות

המגרש נמצא בסמוך לתעלת אזור והוא נמצא בשטח נמוך אבסולוטית מכל השטח סביבו כך שבארועי גשם קיצוניים הוא מקבל נגר גם מהכביש הסמוך וישנה הצפה בשטח הכביש הסמוך.

### 2.3.1 שימור הסביבה הירוקה

הפרויקט נמצא באזור אורבני מופר וככל שידוע אין בשטחו ערכי טבע ונוף יחודיים.

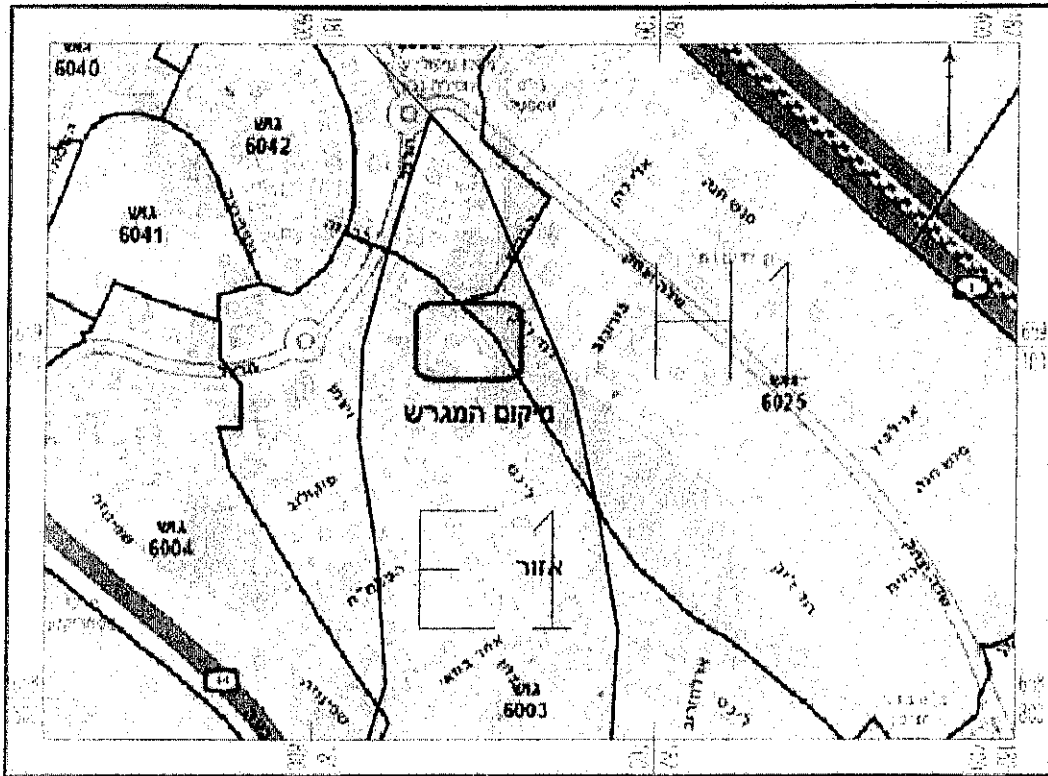
בשטח הפרויקט ישנה חורשה עצי אורן קטנה הטיפול בחורשה יתבצע בהתאם להנחיות סעיף 6.10 בתקנון הפרויקט.

## 2.4 סיווג הקרקעות

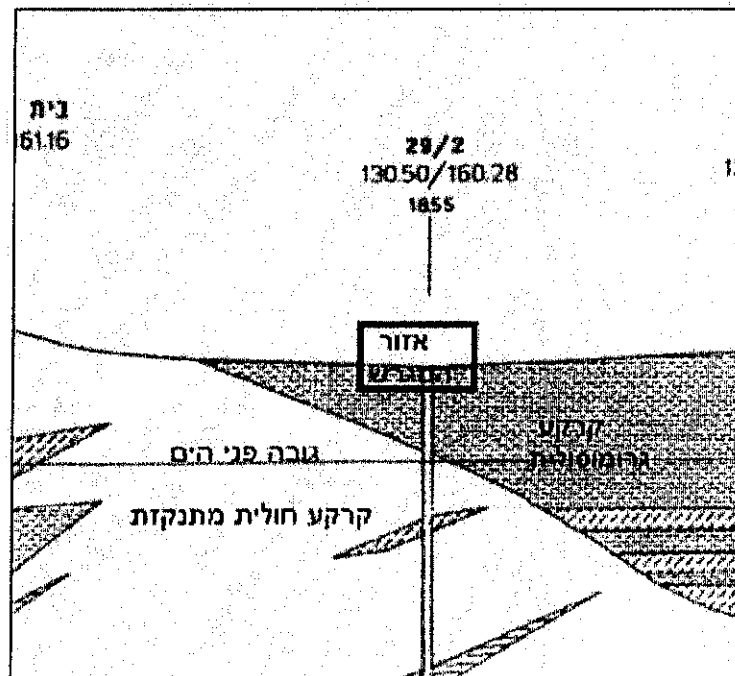
הקרקע בשטח התוכנית סווגה בהתאם למיפוי סקר הקרקעות של יואל דן וחבריו כקרקע חמרה מסוג E1. כפי שמוצג בתרשים 2.2 להלן, המציג את גבול התוכנית על רקע מפת רחובות העיר, סומן גבול חבורות הקרקע בקו שחור וסמל הקרקע מתוך יואל דן וחבריו. אולם על פי ממצאים חזותיים שנצפו בסיור שערכנו בשטח (ראה תמונה 2.1 להלן) וכן לפי חתך הקרקע באזור המתואר בנתוני האטלס הגיאולוגי של ישראל (ראה תרשים 2.3 להלן), סוג הקרקע בשטח הפרויקט הינה גרומוסולית. על פי נתוני החתך שכבת הקרקע הגרומוסולית באזור מגיעה לעומק של 23 מטרים\*, כתוצאה מכך קצב החלחול של מי הנגר לתת הקרקע באזור הוא נמוך ולכן יעילות החדרת הנגר בשטחי המגרש הינה נמוכה.

\*לצורך תכנון מפורט יש לבצע סקר קידוחי קרקע ולקבל חוות דעת של יועץ ביסוס ולא להסתמך על נתונים אלו בלבד.





תרשים 2.2 - מפת חבורות הקרקע בסביבות הפרויקט



תרשים 2.3 - חתך גאולוגי של אזור הפרויקט



תמונה 2.1 – שלולית בשטח החורשה יומים אחרי ארוע גשם (ניתן לשים לב לצבע הקרקע שמאפיין קרקע גרומוסולית כהה)

## 2.5 סקירה הידרולוגית

סקירה זו כוללת את העובדות המרכזיות לצורך הדיון ההידרולוגי בתכנית.

### 2.5.1 משטר הגשמים

חישוב ספיקות מכסימליות נעשה על פי עוצמת גשם מרבית החזויה ועל פי מודלים סטטיסטיים להסתברויות תכן שונות בתחנה מטאורולוגית בקריה החקלאית בבית דגן המייצגת את עוצמות הגשמים באזור ונמצאת במרחק של 2.7 ק"מ בקו אווירי מהפרויקט, טבלה 2.1 מציגה את נתוני עוצמות גשם לזמני ריכוז שונים בהסתברויות שונות.

**טבלה 2.1: עצמות גשם למשכי סופה שונים בתחנה מטאורולוגית – "בית דגן"**

עוצמות גשם (מ"מ/שעה) לפרקי זמן שונים								הסתברות, P %
5 ד'	10 ד'	15 ד'	20 ד'	30 ד'	45 ד'	60 ד'	90 ד'	
210	144	118	100	82	63	55	39	1
187	127	104	89	73	56	48	35	2
157	106	87	75	61	46	40	30	5
137	92	75	65	52	40	34	26	10
116	77	63	55	44	33	28	22	20
105	70	57	49	39	30	25	19	30
96	64	52	44	35	27	22	17	40

**מקור הנתונים: חוברת התחנה לחקר הסחי "עוצמות הגשם לפרקי זמן שונים ומקדמי השתנות"**

## 2.5.2 כושר החידור של הקרקע

כושר החידור הסופתי המכונה גם "מקדם גשם-נגר" מבטא את יחס המעבר בין עוצמות הגשם המקסימליות לספיקה המקסימלית. מקדם גשם נגר של קרקע מסוג HI הוא 0.66 ונחשב בינוני עד נמוך, כלומר כושר ריסון מים נמוך.

## 2.5.3 סקירת הצפות קודמות בתחום התכנית או בשטחים גובלים.

על פי שיחה עם תושבים המתגוררים בסמוך, גם באירועי הגשם הקיצוניים שהיו בשנת 1992 גובה פני המים בתעלת אזור לא עלה על 1.5 מטר, אול בעיקול הכביש ברחוב ד"ר ליכט בסמוך ישנה הצפה של הכביש בכל אירוע גשם משמעותי בגלל ששטח זה מהווה נקודת מינימום בגן והקולטן הסמוך שבכביש נסתם בגלל לכלוך ולא מצליח להעביר את כל הספיקה המגיעה אליו מהאגן הסמוך.

## 2.6 חישוב ספיקת הנגר עבור המצב הקיים

חישוב ספיקת התכן של הנגר באירוע קיצון:

ספיקה מכסימלית בהסתברויות שונות מחושבת על פי הנוסחה הרציונאלית המקובלת לחישובי ספיקה האגנים קטנים (עד שטח של 1 קמ"ר)

חישוב על פי הנוסחה הרציונאלית

נוסחה רציונאלית:

$$Q=C*I*A/3.6$$

C - מקדם נגר משוקלל

I - עוצמת גשם להסתברות תכן לזמן ריכוז 15 דקות - (מ"מ/שעה)

A - שטח האגן (קמ"ר).

Q-ספיקת התכן (מ"ק/שנייה)

ימכיוון שאגן הניקוז הפנימי הינו קטן ואורך אפיק הזרימה הינו קצר יחסית זמן ריכוז של 15 דקות.

**טבלה 2.1: אומדן הספיקות הצפויות באגנים השונים במצב הקיים**

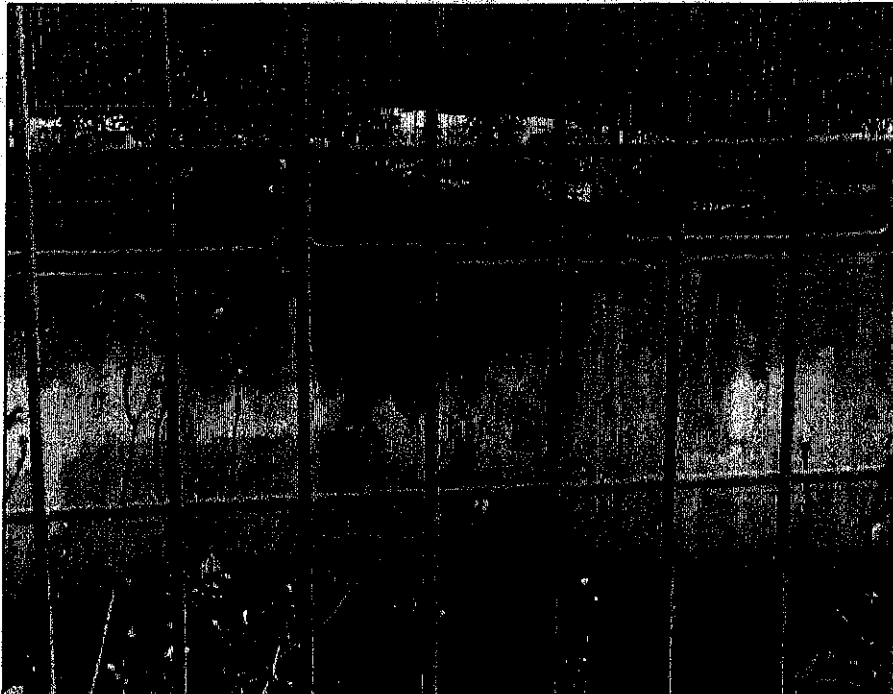
אגן	שטח (דונם)	זמן ריכוז (דקות)	ספיקה צפויה [מ"ק/שנייה] בתקופת חזרה [שנים]				
			100	50	20	10	5
פנימי	2.54	15	0.041	0.036	0.03	0.026	0.022
חיצוני	13	15	0.34	0.3	0.25	0.22	0.18

**2.7 תיאור מערכת הניקוז הקיימת ומגבלות אפשריות**

מצדו הדרומי של המגרש ישנו כביש פנימי לאורך רחוב ד"ר ליכט והאזור הנמוך אבסולוטית של הכביש נמצא דרומית מזרחית למגרש. בנקודה זו ישנו קולטן שאמור לנקז את הנגר מהכביש (ראה תמונה מספר 1). על פי המידע שקיבלנו ממחלקת ההנדסה של המועצה המקומית וכן על פי סיור שערכנו בשטח הקולטן ממוקם בקצה מערכת הניקוז התת קרקעית של רחוב ליכט ומהשוחה שמתחת לקולטן יוצא צינור מאסף שמזרים את הנגר אל מוצא בתעלת אזור. על פי המידע שיש בידנו הצינור לא עובר בתחום הפרויקט אבל נמצא בסמוך לו מצד מזרח, כך שיש לשים לב שלא לפגוע בצינור במהלך בניית הבניין. תוואי הצינור המשוער מופיע בתשריט הנלווה לדו"ח.

תעלת אזור הינה תעלה המשמשת להולכת מי נגר מאגן ניקוז בעל מאפיינים אורבאניים בשטח אגן היקוות של 13.6 קמ"ר. בכדי שהתעלה תוכל לבצע את יעודה היא חפורה לעומק של 3 מטרים, רוחבה הוא 8 מטרים ודפנותיה ותחתיתה עשויות מבטון יצוק. דפנות התעלה כאמור הינם אנכיים ובגובה של 3 מטרים. כתוצאה מכך דפנות התעלה עלולות ליצור חסימה לתנועת מי תהום בתת הקרקע הפוגעת בכושר ההתנקזות התת קרקעית של מי התהום בשכבות חקרקע העליונות. אבל בפועל נוצרו במהלך השנים סדקים בתפרים שבין חוליות הבטון את התעלה ומי הנקז משכבות חקרקע העליונות זורמות אל התעלה דרך הסדקים ולהערכתנו חקרקע באזור

הפרויקט הסמוכה לתעלה מתנקזת בצורה טובה לתעלה (יחסית לקרקע בעלת תכונות דומות בשטח המרוחק מהתעלה). (ראה תמונה 2.2 לחלק)



תמונה 2.2 – יציאת מי כובד דרך תפרים בין חוליות הבטון אל תעלת אזור.

בנוסף לכך הקרקע באזור הינה גרומוסולית בעלת מוליכות הידראולית נמוכה. על פי נתוני האטלס הגיאולוגי של ישראל שכבת הקרקע הגרומוסולית באזור מגיעה לעומק של 23 מטרים, כתוצאה מכך קצב החלחול של מי הנגר לתת הקרקע באזור הוא נמוך ולכן יעילות החדרת הנגר בשטחי המגרש הינה נמוכה. בעיית מי תהום גבוהים:

על פי נתוני קידוח תצפית "מקווה ישראל 29/2" הקרוב למגרש, שיאי המפלסים השנתיים של מי התהום באזור נעים בין 16 ל-21.5 מטרים מעל פני הים. כלומר יש סיכוי שקירות החניון בחלקם יהיו מתחת למפלס מי התהום ויש לדאוג לאיטום לאור הממצאים המפורטים לעיל ובכדי למנוע הגעת מים אל קירות החניון ולנקז את מי התהום הגבוהים (אם נדרש), יש לקבל המלצות מיועץ קרקע וביסוס.

לצורך תכנון מפורט יש לבצע סקר קידוחי קרקע ולקבל חוות דעת של יועץ ביסוס ולא להסתמך על נתונים אלו בלבד.

### 3. תיאור התוכנית המוצעת

#### 3.1 עקרונות התוכנית

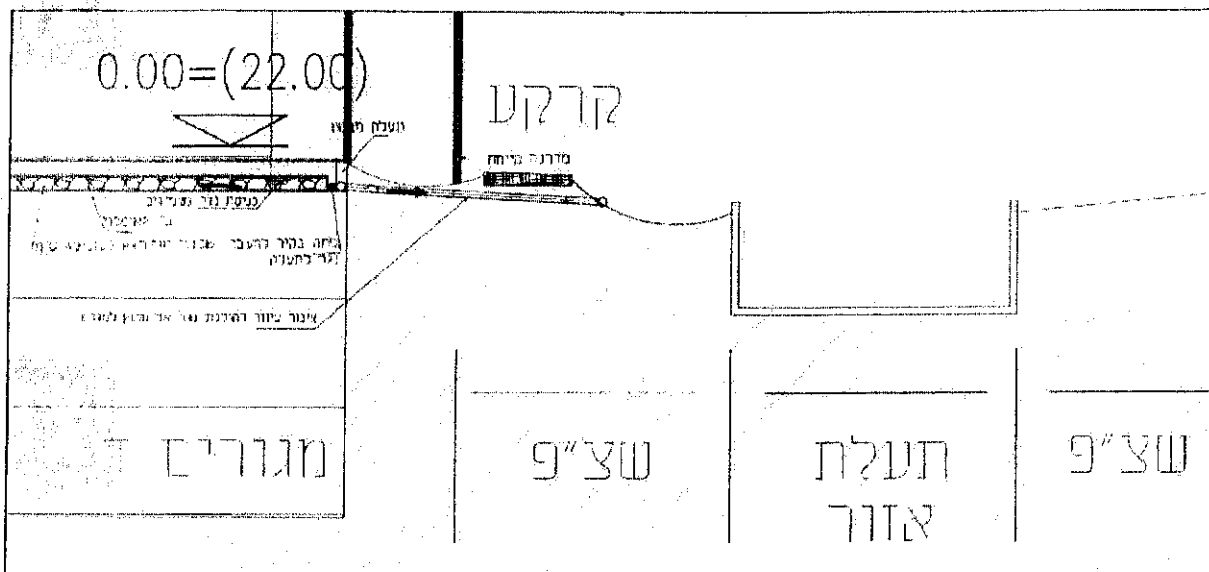
תוכנית הבינוי כוללת בניית 30 יח"ד בבנין מגורים בגובה של 6 קומות על שטח בית הפועלים הישן. מתחת לבניין יבנה חניון תת קרקעי שישתרע עד לגבולות המגרש (בתכנית של 85% מהמגרש). בנוסף יוקצה שטח של 570 מ"ר למבני ציבור ושטח נוסף של 570 מ"ר לשצ"פ. מערכת הניקוז בפרויקט מתבססת על יצירת אוגני השהיית נגר על גגות הבניינים ותקרת החניון, משם יזרום הנגר בספיקה נמוכה אל השצ"פ המגוון להשהיית נוספת וחלחול טבעי דרך פסי חלחול שיבוצע בשטח המגוון. עודפי מי הנגר לאתר ההשהייה יופנו בספיקה נמוכה אל מוצא ניקוז בפס ירוק הסמוך לתעלת אזור להשהייה נוספת וגלישה לתעלה. (ראה פרוט בסעיף 3.3 להלן). מערכת הניקוז וההשהייה עובדת בטור מאלמנט אחד לבא אחריו, בשיטת פעולה זו נוצרת הנחתה כפולה של ספיקת הנגר וגיבוי של מערכת ההשהייה במורד הזרימה במקרה של כשל במערכת שבמעלה.

#### 3.2 חתכי אורך ורוחב של העורקים

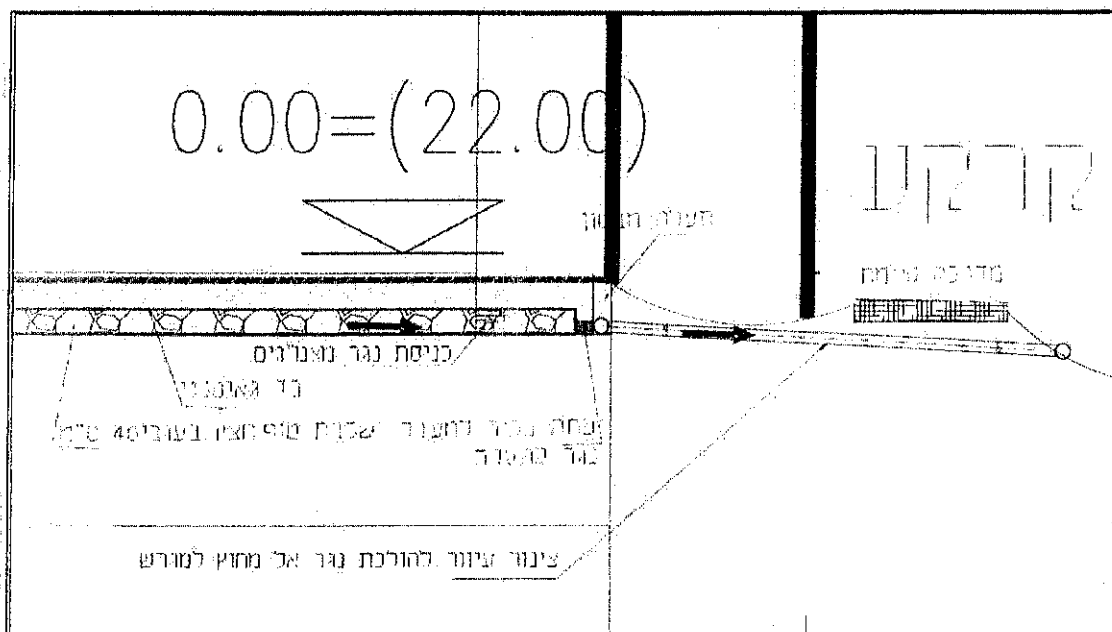
לא רלוונטי

#### 3.3 פרטים אופייניים

- 3.2 ו 3.1 מספר (ראה תרשימים מספר 3.2 ו 3.1 להלן)
- א. מסביב לתקרת החניון העליונה תיבנה מעטפת בגובה של 50 ס"מ לפחות, תקרת החניון העליון והחלק הפנימי של המעטפת יצופו בחומרים אטימים למים, כך שתיווצר על גג החניון "אמבטיה".
- ב. תקרת מפלס החנייה העליונה תחופה בשכבת טוף גרנולארי בעובי מינימאלי של 40 ס"מ. טוף הינו חומר גרנולארי עם רמת נקבוביות גבוהה של כ-35%, אשר מאפשרת לחומר לספוג מי נגר ולשחררו לאט לתוך מערכת הניקוז.
- ג. על הטוף במקומות הנדרשים ניתן לשתול צמחייה או לכסות את שכבת הטוף בבד גאוטכני ועליו להניח אדמה גננית לא מהודקת לשיתלת דשא.
- ד. תקרת המרתף תהיה משופעת לכיוון מרזב ניקוז מבטון שיבוצע במקביל לקיר החניון המערבי בסמוך לשדרה, לאורך קיר המעטפת. (ראה בתרשים מספר 3.2 להלן). שיפוע התקרה יהיה בין 1.5% ל 2%.
- ה. מהתעלה המאספת יזרמו המים בספיקה נמוכה לצינור פלדה בקוטר 6" שיעבור דרך קיר התעלה המקיפה את המתחם מתחת לפני הקרקע אל מוצא ניקוז בסמוך לגדת תעלת אזור (ראה תרשים 3.1).



תרשים 3.1 – שטח השהייה בטוף מעל תקרת חניון ומוצא לעודפי נגר לאחר השהייה.

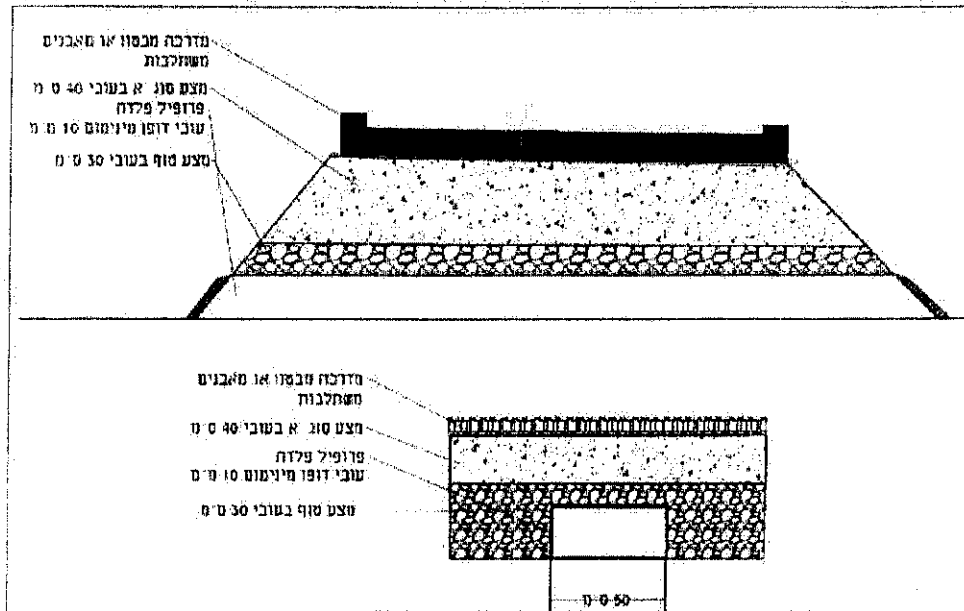


תרשים 3.2 – תקריב של תרשים 3.1

במידה ויתכננו על תקרת החניון כבישים או שבילי הליכה, מומלץ לבנותם מפסי עפר מהודק מעל שכבה של כ-20-30 ס"מ טוף כדי לאפשר מעבר מים חופשי תחתיתם או מיציקת בטון וביצוע מתקני מעבר מים מיוחדים מתחתם. אנו ממליצים על שימוש

בצינורות מלבניים עבי דופן תוצרת הארץ בחתך  $350 \times 150$  מ"מ, כפי שמוצג בתרשים

3.3.



תרשים 3.3 – פרט מעביר מים מתחת לשביל גישה.

#### ניקוז גגות:

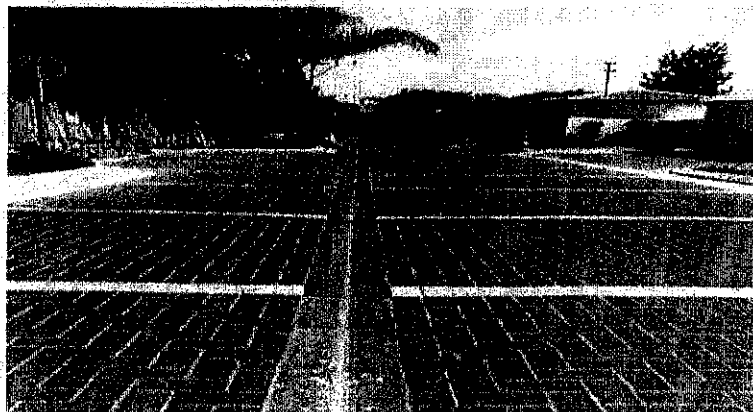
גגות הבניינים ישופעו לכיוון הכניסות לצמ"גים בשיפוע מינימאלי של 1% לפחות. איסוף הנגר מהגגות יבוצע באמצעות צמ"גים שימוקמו בהיקף הגגות מהצמ"גים יזרמו המים לאוגרי ההשהיה מעל המרתפים או ישירות לפסי החלחול.

הערה: קצב כניסת הנגר לצמ"גים נמוך מקצב הצטברות הנגר על הגגות כך שבגגות נוצר שטח השהייה וישנה הנחתה של ספיקת הנגר מהגג.

#### ניקוז עילי של שטחי חנייה ומבני הציבור

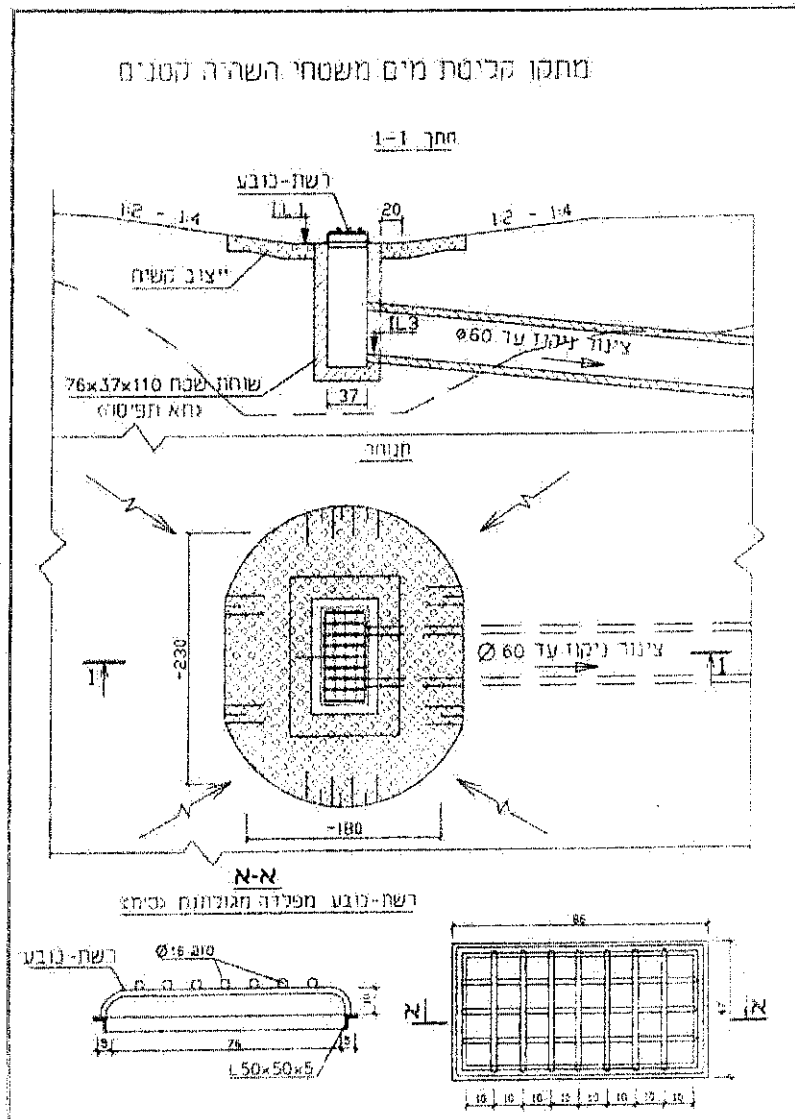
יתבצע באמצעות שיפוע השטח לכיוון מגרש המגורים כלפי גאטר מאבן תעלה שיבוצע לאורך הגבול שבין שני המגרשים (הציבורי והמגורים), ראה דוגמא בתמונה 3.2. ויגליש את הנגר אל השטח המגונן לאורך החזית הצפון מזרחית של הפרויקט (בתוך הקו כחול של הפרויקט).





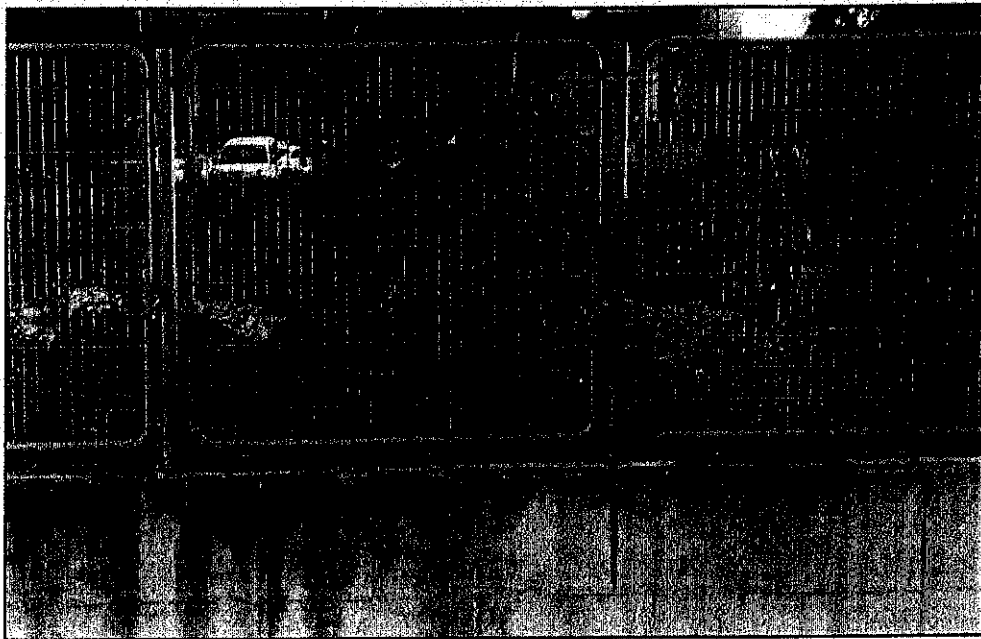
תמונה 3.2 - גטר בכביש פנימי לאיסוף והולכת נגר.

בשולי השטחים המגוננים תמוקם שוחת שטח להגלשת עודפי נגר בארועי קיצון. מהשוחה יגלשו עודפי הנגר דרך צינור פלדה בקוטר 6" אל מוצא ניקוז בסמוך לגדת תעלת אזור בדומה למוצא משטחי ההשהייה מעל תקרת קומת החניון. ראה בתרשים עקרוני תרשים 3.4.



### תרשים 3.4 פרט עקרוני לשוחת שטח ומעביר מים וחיבור למוצא ניקוז.

גדת התעלה הינה רצועה מדרונית מגוננת ברוחב של 2 מטרס בסמוך לקירות הבטון של תעלת אזור. קיים שיפוע אורכי ברצועה ומי הנגר זורמים לאורך המדרון. בנוסף לכך בחלק העליון של קיר הבטון קיימים פתחים ליציאת מי כובד משכבת הקרקע העליונה (בנוסף ליציאת מים דרך התפרים שבין חוליות הבטון) כך שהסכנה להצטברות מים עומדים ויצירת שלוליות בגדת התעלה הינה נמוכה (ראה תמונה 3.3)



תמונה 3.3 – שיפוע גדת התעלה ופתחי יציאת מים בקיר הבטון ליציאת עודמי מים מגדת התעלה.

### 3.4 ייצוב העורקים

לא רלוונטי

### 3.5 בתוני תכנון עורקי הניקוז

עורקי הניקוז יתוכננו לתקופות חזרה משתנות על פי תמ"א 34/3 (טבלת שטחים מבונים). עיקרי ההנחיות הרלוונטיות לרובע ד' מופיעות בטבלה להלן:

טבלה 1.3: תקופות חזרה לתכנון ניקוז בשטחים מבונים (תמ"א 34/3)

מאפייני השטח העירוני	גודל אגן ההתנקזות [דונם]	תקופת חזרה [בשנים]
ניקוז מקומי בשכונת מגורים וכבישים משניים	עד 1000	5

ספיקת התכן שנבחרה לתכנון במוצא השטח היא ספיקה בהסתברות תכן של 5 שנים. הבחירה התבססה על תקופת החזרה המירבית הנדרשת בתת-האגן (תקופת חזרה של 5 שנים בתוספת מקדם ביטחון וניתוח קיבולת מערכות הניקוז הניתנות לביצוע בפרויקט. טבלה מציגה את ספיקות התכן במוצאים (בהתאם לשינויי התכסית במצב המתוכנן) על פי תקופת החזרה הספציפית לאגן ומציגה בהתאמה גם את נפחי הסופה המחושבים לתקופת חזרה של 10 שנים, המשמשת הסתברות

התכן לתכנון נפח האגנים הדרוש. נפח הסופה חושב כמכפלה של ספיקה במשך ע"פ מודל משולש.

טבלה 3.2: ספיקות התכן בתתי-האגנים השונים ונפחי סופת התכן

תת-אגן	שטח [דונם]	תקופת חזרה	ספיקת תכן [מ"ק/שנייה]	נפח צמחי (מחול משולש) [מ"ק]
מבנה מגורים	3.4*	10	0.058	91
שצ"פ מגוון	0.57	10	0.0035	5.6
מבני ציבור	0.57	10	0.01	15
			סה"כ	111

\*שטח מגרש + חזיתות הבניין

## 3.5.1

## השוואת הספיקות לפני ואחרי הבינוי

ככלל, שינוי התכסית כתוצאה מהבנייה המתוכננת, יגדיל את היחס בין השטחים האטימים לשטים המתלחלים במגרש ויגדיל את מקדם הנגר הכולל של השטח. בנוסף לכך, בניית מגדל מגורים מעל 4 קומות מגדיל את השטח תורם הנגר בשיעור השווה לתרומה של שטח שקול ל-75% משטח החזיתות הצפוני והמערבי של הבניין עם מקדם נגר של 0.8.

טבלה 2.3: השוואת אומדן הספיקות הצפויות היוצאות מגבולות התכנית לאחר הבניה

לאומדן הספיקות במצב נוכחי

תת-אגן	שטח [דונם]	זמן ריכוז [דקות]	מקדם גשם נגר [-]	ספיקת צפוית [מ"ק/שניה] בתקופת חורף [שנים]	5	10	20	50
שטח התב"ע לפני פיתוח	2.54	15	0.5	0.022	0.026	0.031	0.037	
שטח התב"ע אחרי פיתוח	4.5*	15	0.76	0.06	0.071	0.082	0.1	
שטח התב"ע בפיתוח משמר נגר	4.5*	15	0.3	0.02	0.021	0.048	0.06	

\*שטח מגרש + חזיתות הבניין

על מנת לצמצם את העלייה בספיקות השיא לאחר הפיתוח מוצע בתכנית זו שילוב של איגום ארעי והשהיית נגר על גגות המבנים ובשטחים מגוונים, כאשר היעד הוא נפח איגום של 100% מתוך הספיקה של 1:10 שנה כלומר 111 מ"ק. בהנחת שהפחתת ספיקת השיא קשורה ליניארית ליחס בין נפח האיגום הארעי לנפח הסופה (Kessler and Diskin, 1991), נפח איגום כזה יצמצם למינימום את הזרימות בתדירויות של 1:10 שנים ומטה, יצמצם בערך ב-80% את הספיקות בארוע של 1:20 שנה וב-60% את הספיקות בארוע של 1:50 שנה.

## 3.5.2

## נתוני תכנון מתקנים

יעילות מערכת ההשהייה וההחדרה נבחנת ביכולת שלה להנחית את הספיקה היוצאת אל המערכת העירונית ולמתקני ההחדרה. נפח אוגר ההשהיה הוא המרכיב המשפיע ביותר על זמן השהייה והקטנת ספיקת הנגר ביציאה מהמערכת. ככל שנפח האוגר גדול יותר המערכת מסוגלת להתמודד עם אירועי קיצון בהסתברות קיצון נמוכות יותר, או לחלפין עם מספר אירועי גשם עוקבים במרווחי זמן קצרים.

בנוסף קצב החלחול של הנגר דרך מתקני ההחדרה נמוך בהרבה מספיקת התכן, לכן ככל שזמן ההשהייה ארוך יותר החלק היחסי של הנגר שיחלחל לתת הקרקע מסך נפח הנגר יגדל.

נפחי האוגרים בתתי-האגנים יתוכננו ביחס לנפח הגשם הצפוי וחושבו לפי כושר איגום מקסימלי אפשרי. בכדי לחשב את נפח הנגר הנקלט בשצ"פ אנו מניחים הערכת חסר של ביצוע של 50% מהשטח המגונן בצורה המאפשרת איגום והשהייה הצטברות שכבת מים בגובה 7 ס"מ בשטח השצ"פ המגונן כושר הקליטה התאורטי של השטח גבוה פי 2).

נפח שכבת מים בעובי מ"מ אחד המשתרעת על פני שטח של דונם קרקע עומד על 1 מ"ק. לפיכך נחשב את נפח שכבת מים בעובי 70 מ"מ כפול 0.7 משטח השצ"פ (בכדי להחשיב רק שטחים מוגמרים אפקטיביים) ונקבל את נפח הנגר הניתן להשהייה בשצ"פ ואת נפח הנגר העודף הזורם במורד האגן אל מחוץ לשטח הפרויקט.

נפחי האוגרים בתתי-האגנים תוכננו ביחס לנפח הגשם הצפוי וחושבו לפי כושר איגום מקסימלי אפשרי, תוצאות חישובי הנפח מוצגות בטבלה 3.4 להלן.

טבלה 3.4: חישובי נפח איגום אפשרי בכל אחד מתתי-האגנים על פי סוג האגום בהשוואה לנפח האגום הנדרש

אגן	שטח אפקטיבי ירוק (מ"ר)	נפח אוגר בשכבת מים בגובה 7 ס"מ בשטח מגונן (מ"ק)	נפח אוגר בשטח השהייה מגונן מעל תניון	נפח אוגר בתקרת גגות (מ"ק)	נפח אוגר ברצועות התזרה	סח"כ נפח אוגר ושהייה באגן (מ"ק)	נפח נגר בסופת תכן (מ"ק)	הפרש בין הנפחים (מ"ק)
מבנה מגורים	57	-	8	48	-	56	91	-35
שצ"פ מגונן	570	28	-	-	17	45	5.6	+39.4
מבני ציבור	לא ידוע	לא ידוע		לא ידוע	לא ידוע	לא ידוע	15	-15
סח"כ	760	28	8	48	17	101	111.6	-10.6

### 3.5.3 נתוני תכנון מערכת האיסוף

נתונים ספציפיים יחושבו בתכנון מפורט

## 4. השפעות צפויות על הסביבה

.4

### 4.1 שינוי הנגר הצפוי כתוצאה מביצוע התכנית

ביצוע מערכת הניקוז בפרויקט בהתאם להנחיות המופיעות בנספח לא יגדיל את הספיקה הזורמת מהמתחם החוצה.

### 4.2 השפעה סביבתית של פתרונות הניקוז המוצעים

בתוך גבולות התכנית

העשרת אוגר המים בתת הקרקע הזמין לצמחייה בשצ"פ והעשרת מי התהום באמצעות חלחול טבעי של חלק מנפט הנגר הנוצר במתחם דרך שוחות החלחול.

מחוץ לגבולות התכנית

השפעה זניחה על הספיקות בתעלת אזור.

### 4.3 השפעת פתרונות הניקוז המוצעים על ערוץ הנחל,

גדותיו וסביבתו

השפעה זניחה על הספיקות בתעלת אזור

### 4.4 פירוט ההשפעות על תחום התכנית בשל נגר המגיע

אליה ממעלה אגן ההיקוות.

כפי שתואר בסעיף 2.1 לעיל, בסמוך לאזור הפרויקט ישנו אזור נמוך אבסולוטי אליו מתנקז אגן בשטח של 13 דונם לערך. הנגר מהאגן זורם לאורך הכביש שברחוב אל קולטן שנמצא דרומית מזרחית למגרש. נראה כי הקולטן והשוחה שמתחתיו מלאים בסחף ולכלוך ויש סיכוי טוב שבאירוע גשם קיצוני הוא יסתם על ידי שקיות נילון וכיו"ב. (ראה תמונה מספר 1). בשלבי התכנון הבאים יש לשקול בחיוב להחליף את הקולטן ואת צינור היציאה לכיוון הנחל במערכת בעלת כושר הולכה גבוה יותר (ראה פרוט בסעיף 5.3 להלן). בכל מקרה יש לשים לב שלא לפגוע בצינור במהלך בניית הפרויקט. בנוסף אנו ממליצים להגביה את המדרכה והכניסות לחניונים באזור הסמוך לכביש בכדי למנוע זרימת נגר מהכביש לשטח הפרויקט במקרה של כשל וסתימה של הקולטן

בכל מקרה אין לבטל קולטן זה במסגרת השינויים בשטח ובמהלך ביצוע העבודות להקמת הבניין ללא ביצוע תלופת ניקוז המתאימה לספיקת הנגר הצפויה בהסתברות של 20%.



תמונה 4.1 – קולטן סתום (בצד ימין למטה) באזור נמוך בכביש הסמוך לשטח הפרויקט



## 5.

## אמצעים למניעת נזקים

## 5.1 תיאור האמצעים להגברת החלחול המקומי

יצירת שטחי איגום לחדרת הנגר לתת הקרקע בשטחים המגוננים.

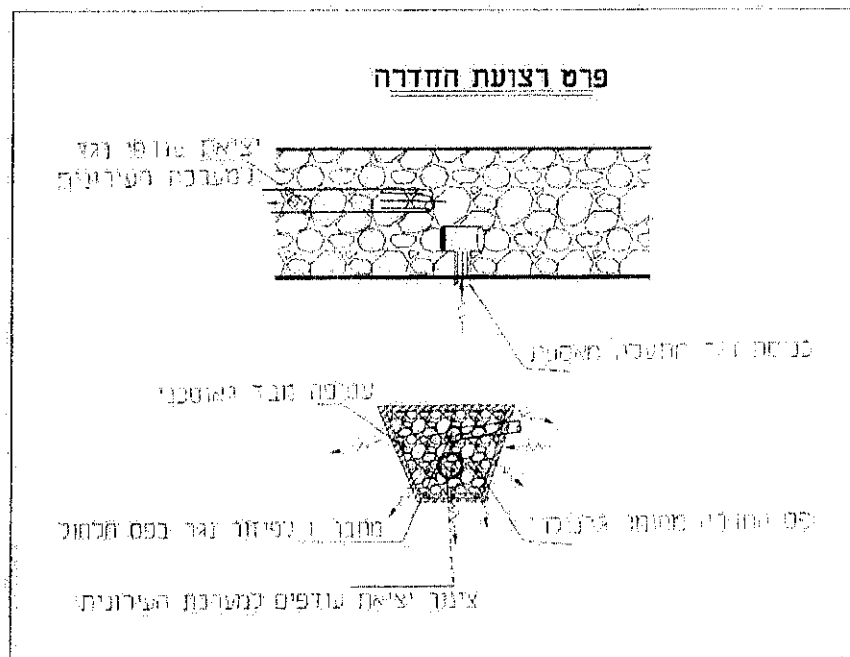
א. שצ"פים ושפ"פים מגוננים יבוצעו בצורה מונמכת בכדי לקלוט חלק מהנגר מהמדרכות והכבישים הפנימיים על מנת ליצר שטחי איגום וחלחול של נגר ושחרור איטי של עודפים למורד הזרימה.

ב. רצועת החדרה בשצ"פ

לאורך השצ"פ הצפון מערבי תותקן רצועת החדרה על פי הפרט לחלן המוצג בתרשים מספר 5.1.

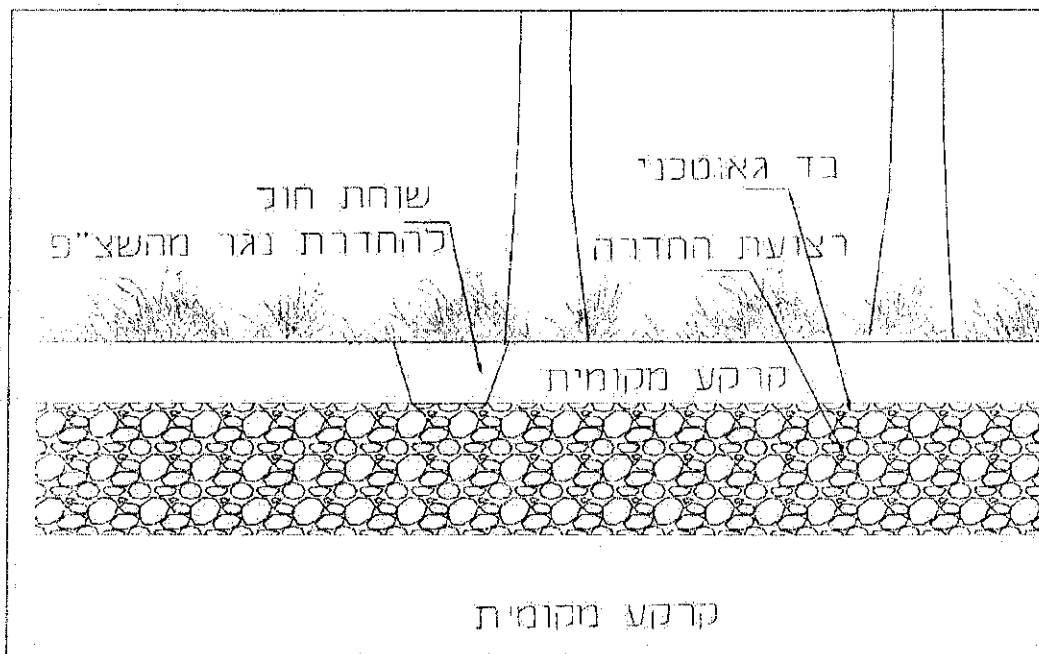
את רצועת ההחדרה מבצעים על ידי חפירת תעלה שתעבור לאורך כל החלק הצפון מערבי של השצ"פ המערבית בעומק 2 מטרים מרום מפלס פני קרקע מתוכנן בשצ"פ ומילוי התעלה בשכבת חצץ בשטח חתך של 1 מטר לרוחב ובעומק של מטר וחצי עם עטיפה חיצונית של בד גאוטכני מעל שכבת החצץ תונה שכבת אדמה גנטית עד מפלס פני הקרקע. רצועת ההחדרה תמוקם במרכז השצ"פ במרחק מינימאלי של 3 מטרים מקיר המרתף המערבי בכדי למנוע נזקי רטיבות ליסודות המבנים. (לכן לא מומלץ לבצע את רצועת ההחדרה בשצ"פ שבגבול הצפון מזרחי של המגרש)

רצועת החלחול מהווה תחליף משופר לקידוח ההחדרה מכיוון ששטח המגע שלה עם הקרקע שסביבה גדול בהרבה משטח המגע בקידוח ההחדרה הקונבנציונאלי, וכתוצאה מכך קצב החלחול דרכה לתת הקרקע גדול יותר.



### תרשים 5.1 – פרט רצועת החדרה

כניסת נגר לרצועת ההחדרה משטחי ההשהייה על גגות המרתפים, תתבצע באמצעות צינורות פיזור בתצורת T שיונחו בחלק העליון של רצועת ההחדרה. עודפי נגר משטחי ההשהייה בשצ"פ יכנסו לרצועת ההחדרה דרך שרוול חול וחצץ שימוקמו באזורים הנמוכים בשצ"פ בהתאם לפרט בתרשים 5.2. הנספח ממליץ כי במרכז השטחים המגוננים יבוצעו שרוולים מחול ובסמוך לשבילים יבוצעו שרוולי חצץ. בהתאם לשיקוליו של אדריכל הגוף, במרכז הרצועה עובר צינור שרשרתי מחורר עם עטיפת בד גאוטכני שמטרתו לנקות עודפי נגר מהרצועה ולהזרים אותם בספיקה נמוכה אל גדת נחל אזור.



תרשים 5.2 – פרט שוחת החדרה מחול

## 5.2 שינויים נדרשים במערכת הניקוז הקיימת כדי לקלוט

### את מי הנגר הבוספים

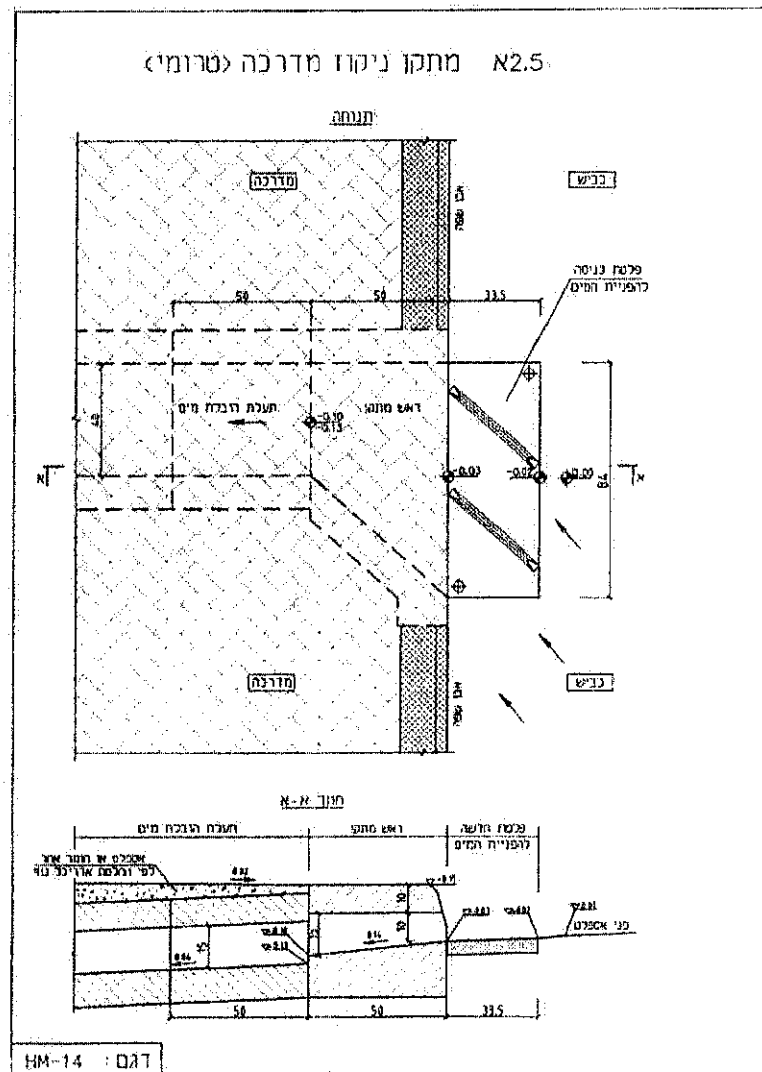
עודפי הנגר משטח הפרויקט יזרמו לאחר ההשהייה ישירות לתעלת אזור הסמוכה שם הם מהווים תוספת זניחה לכמות המים הזורמות בתעלה. לכן לא נדרש לבצע שינויים במערכת הניקוז הקיימת כדי לקלוט את תוספת הנגר משטח הפרויקט.

### 5.3 אמצעים למניעת נזקים מהנגר המגיע לשטח

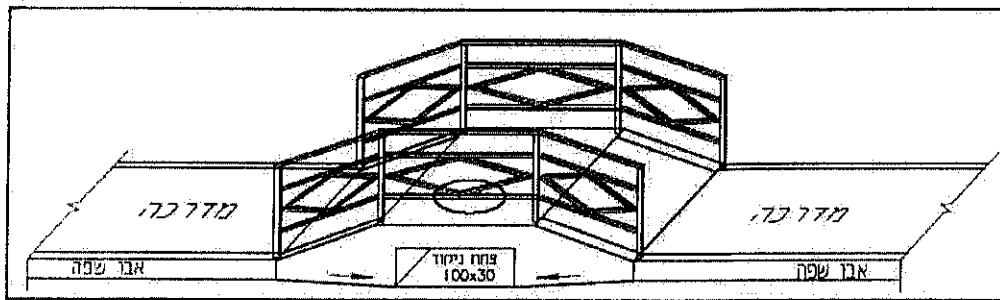
#### הפרויקט מהמעלה

כאמור לעיל בסעיפים 2.7 ו-4.4 יש למנוע מצב של כניסת נגר מהמעלה אל שטח הפרויקט באמצעות הגבהת המדרכה בכניסה לחניונים וכן להגדיל את קצב סילוק הנגר מאזור הכביש הנמוך בסמוך לפרויקט.

בכדי להגדיל את קצב סילוק הנגר מהכביש אנו ממליצים לבטל את הקולטן הקיים בכביש באמצעות החלפת הרשתות בפלטת ברזל ולבצע בקטע המדרכה הסמוך גשרון או מתקן ניקוז מדרכה (ראה בתרשים 5.3 ו-5.4) להלן שזירמו את הנגר מהכביש ישירות לשצי"פ הסמוך שיעוצב כתעלה מגוננת ומשם ישירות בזרימה עילית לתעלת אזור דרך מתקן ניקוז מדרכה נוסף שיותקן בשביל המקביל לתעלה.



תרשים 5.3 – פרט שוחת מתקן ניקוז מדרכה.



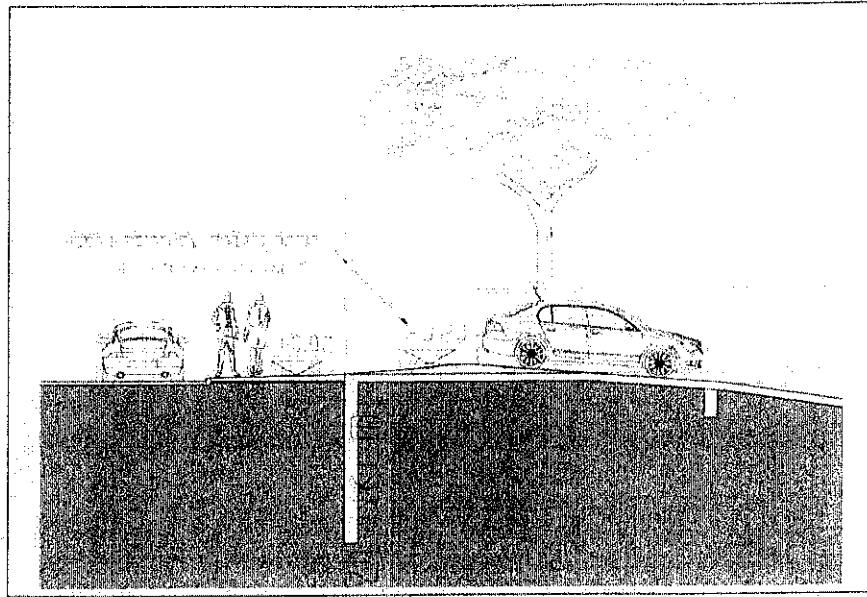
#### תרשים 5.4 – פרט גשרון לניקוז

השינויים המוצעים בפסקה הקודמת חורגים מגבולות התכנון של הפרויקט, אבל פתרון בעיית ההצפות בכביש הוא אינטרס משותף הן לדיירים עתידיים של הבניין המתוכנן והן של שאר תושבי הרחוב לכן ביצוע המערכת המוצעת מחייב תאום והשתתפות של הרשות המקומית בעלויות התכנון המתקדם והביצוע של הפתרון. כמו כן העברת "בעיית ההצפה" מהכביש לשצי"פ מקטינה את המטרד ואת הסכנה לחיי אדם לעומת המצב הקיים.

## 5.4 המלצות להוראות התכנית שיבטיחו מניעת נזקי הצפות, שטפונות

### וסחה, טיפול בנגר שמקורו בתחום התכנית

1. ההנחיות העקרוניות לתכנון מערכת הניקוז, מפרטי המתקנים להשהיה והחדרת נגר, והשרטוטים הנלווים המוצגים בנספח הניקוז יישמשו כנספח מנחה לתכנון מערכת הניקוז.
2. לפחות 15% משטח התוכנית בקו הכחול יהיה תדיר למים וישמש לצרכי השהיה, חלחול והחדרה טבעית של מי נגר.
3. מערכת הניקוז במתחם תתבסס על מערכת עילית בשילוב עם תהליכי השהיה והחדרה בשטחים מגוננים.
4. ניקוז הגגות יתבצע באמצעות צמגי"ם שיופנו במידת האפשר ישירות לשטחי ההשהיה על החניון או לחליפין לשטחי ההשהיה בשצ"פ, ורק עודפי הנגר יזרמו בספיקה נמוכה אל מחוץ לשטח לגדת תעלת אזור.
5. לעת היתר בנייה יובטח פתרון למניעת סחף אדמה מהתצורות הפרטיות לשטחים הציבוריים.
6. נגר הנוצר במתחם מבני הציבור, יתועל באמצעות שיפועי השטח בזרימה עילית להשהיה וחלחול טבעי בשטחי השהיה בשטחים המגוננים שבשצ"פ. (ראה בתשריט המצורף לדו"ח)
7. בכבישי הגישה לחניונים התת קרקעיים בכניסה למתחם ובכניסה מרחוב ליכט לחניון מבני הציבור, תתבצע הגבהה מקומית של 20 ס"מ לפחות בשיפוע מתון ממפלס המדרכה והכביש, בכדי למנוע כניסת נגר אל החניונים מהכבישים הסמוכים (ראה חתך עקרוני בתרשים 5.3).
8. בשלב תכנון מפורט יש לבצע סקר קידוחי קרקע ולקבל חוות דעת והמלצות של יועץ ביסוס ויועץ איטום לגבי ההתכנות למיפלס מי תהום גבוהים באזור.
9. יש להקפיד על הפרדה מלאה בין מערכות הניקוז למערכות הביוב.



תרשים 5.3 – חתך עקרוני של כניסה לחניון תת קרקעי, הכולל הגבהת המיסעה.

## 5.5 גובה מינימלי, מעל רום שיטפון החזוי לרצפת מבנים

### לדרכים ולמתקנים הנדסיים

המגרש נמצא במרחק כ- 10 מטרים בקו אווירי מתעלת נחל אזור ונמצא בתחום רצועת ההשפעה של הנחל שנקבע בתמ"א 3/ב/34 ברוחב חמישים המטרים. בפועל נחל אזור בקטע הסמוך למגרש עובר בתוך תעלת בטון ברוחב 8.85 מטרים ובגובה 3 מטרים. ראה תמונה מספר 5.1.



תמונה 5.1 תעלת נחל אזור בקטע הסמוך למגרש

על פי חישוב שנערך במשרדנו במסגרת סקר הידרולוגי למסילה רביעית באיילון באמצעות המודל ההידרולוגי-סטטיסטי, ספיקת התכן הנחל אזור בהסתברות תכן של 1% הינה 30.4 מ"ק/שנייה.

על פי חישוב שביצענו גובה פני המים בתעלה בספיקה המדוברת הינו 1.05 מטרים מתחתית התעלה. ראה טבלה מספר 5.1.

טבלה 5.1 ווס פני המים בתעלת נחל אזור בספיקות תכן שונות

הסתברות ספיקת תכן מ"ק/שנייה	גובה פני המים בתעלה (מטרים)	סלולריות (מ"ק/שנייה)	הסתברות (מטרים)	הסתברות (מטרים)
20%	0.7	17.5	2.8	2.3
	0.75	19.6	2.9	2.25
10%	0.8	21.82	3	2.2
	0.85	24.05	3.19	2.15
5%	0.9	26.35	3.3	2.1
2%	0.95	28.71	3.4	2.05
1%	1	31.14	3.5	2

נובע מכך, כי אפילו בספיקת תכן חריגה זו אין סיכון לגלישת מים מעל דפנות התעלה והצפת האזור ע"י זרימת מים מהתעלה.  
לכן עצם בניית התעלה במימדים אלו ביטל את פשט ההצפה של הנחל בקטע התעלה ולכן אין סכנה להצפת המגרש מהנחל.

## 6. ניצול מיטבי של מי הנגר העילי והעשרת מי

### תהום (לפי תמ"א 4/34 ב'4)

תמ"א 4/34 מצביעה על הצורך בניצול הנגר העילי ככל הניתן להעשרת משק המים הלאומי. על בסיס עיקרון זה נדרש בכל בנייה חדשה באזורים מסוג א ו 1א (על פי הגדרות התמ"א) להשאיר 15% משטח המגרש פנוי לחלחול נגר וכן לבצע גינות ציבוריות ושטחים פתוחים, כך שיהיה ניתן להפנות אליהם נגר עילי מגגות, משטחים מרוצפים ואספלט. לצורך השהייה והחדרה טבעית של הנגר. עם זאת, במקרים בהם התנאים הגיאולוגיים וההידרולוגיים אינם מאפשרים החדרה אפקטיבית או לחילופין מגמות התכנון האזורית מכוונות לבינוי על מלא שטח המגרש, מציעה התמ"א לפתור את התוכנית מחובת החדרה.

קרקע השתית באזור התוכנית היא קרקע כבדה (חרסית גרומסולית) שכושר החידור שלה נמוך כ-4 מ"מ/שעה (2% מכושר החידור של חול) ולפיכך החדרה למי התהום באזור זה אינה יעילה. עם זאת התוכנית ממליצה על השהיית הנגר לצורך הנחתת ספיקות השיא והורדת העומס מהמערכת העירונית ובנוסף הפניית הנגר לשטחים פתוחים לצורך חלחול טבעי. שיכול לשמש גם כבסיס לגינון אקסטנסיבי.

האמצעים המומלצים בנספח זה להשהיית נגר ולהגדלת כמות הנגר המחלחלת לתת הקרקע הם:

1. יצירת שטחי איגום להשהייה ומיתון ספיקות הנגר לתת הקרקע בשטחים המוגנים על תקרת התכנונים.
  2. הפניית הנגר הנוצר מהשטחים המבונים לשטחי השהייה באמצעות הפניית מרזבי הגגות לשטחי אלה. ובנוסף, יצירת שיפוע כללי של השטח המבונה לכיוון שטחי ההשהיה בשצ"פ.
  3. ביצוע פסי חלחול והחדרה מחומר גרנולארי מתחת לרצועת השצ"פ בחלק הצפון מערבי של הפרויקט לספיגת עודפי נגר והגברת החלחול הטבעי (פעולה דומה לפעולת קידוח החדרה בעלת יעילות גבוהה בהרבה).
- באמצעות פעולות אלו, היוצרות שטח מגע נרחב ולאורך זמן בין הקרקע לאזור הרווי או גורמים להגדלת כמות הנגר המחלחלת לתת הקרקע מסך הנגר הכללי הנוצר בשטח.

נפח אוגר ההשהייה המתוכנן (101 מ"ק) מסוגל לקלוט 90% מנפח הנגר הנוצר באירוע קיצון של פעם בעשר שנים (111 מ"ק).

בתוכנית המוצעת אין פרוט לגבי תוכנית הבינוי והפיתוח הנופי בשטח המיועד למבני ציבור. באם התכנון יכלול ביצוע מרתפים תת קרקעיים ופיתוח נופי בדומה למתחם המגורים ניתן יהיה לשלב בפיתוח מתקני השהייה בדומה למתקנים במתחם המגורים ואז נפח אוגר ההשהייה הכולל במתחם יגדל בצורה ניכרת.



כלומר גם באירועי גשם קיצוניים בהסתברות של 2% (נפח אוגר 133 מ"ק) תהיה קליטה של רוב הגשם אל שטחי ההשחייה, תוך הפרעה מינימאלית לשגרת החיים של דיירי המתחם וללא השפעה על האזור שמסביב. חשוב לציין, כי הדרישה להחדרה בסעיף שימור נגר של התקן לבנייה ירוקה (ת"י 5281) מתייחסת להחדרה מלאה של נפח הנגר בהסתברות של 20%. ביצוע של הפיתוח הנופי בפרויקט על פי ההנחיות המובאות בנספח זה עונה על דרישת התקן ואף מעל ומעבר לדרישות.

## מקורות

1. אנוש, 2004, מדריך לתכנון ובנייה משמרת נגר עילי, משרד הבינוי והשיכון.
2. פולק ש., 2007, המלצות לתכנון עירוני (דו"ח מחקר עבור משרד השיכון).  
הידרומודול - שמואל פולק בע"מ, קרית אונו.
3. י. כהן, 2011, סקר הידרולוגי למסילה רביעית באילון (סקר הידרולוגי עבור נתיבי אילון) הידרומודול שמואל פולק בע"מ, קרית אונו.
4. Kessler, A., and M. H. Diskin (1991), The efficiency function of detention reservoirs in urban drainage systems, *Water Resour. Res.*, 27(3), 253–258, doi:10.1029/90WR02143