

'אלומה נ.ג. יזמות בע"מ'

## חטיבת כרמלי 54 ו-56, חיפה

בנייה חדשה



חוות דעת הידרולוגית לניהול מי נגר

א.ג.נ,

חברת 'הידרו-פלאן' מתכבדת להגיש חוות דעת הידרולוגית לניהול מי נגר עילי ליזם 'אלומה נ.ג.' יזמות בע"מ במסגרת תוכנית להקמת שני מבנים ברחוב חטיבת כרמלי 54, ו-56, בחלקה 254, גוש 10925, בחיפה שמטרתה חישוב ספיקות מי הנגר העילי הנוצרות במגרש ביישום התוכנית ומתן פתרונות הולמים לטיפול, בהתאם להנחיות תמ"א 1, הנחיות עיריית חיפה, מנהל התכנון ורשות המים.

**מסמך זה הינו חוות דעת הידרולוגית בלבד ואינו מהווה תוכנית הנדסית, האמורה להתבצע על ידי מהנדסי הבניין, האינסטלציה ויועץ הביסוס בפרויקט.**

בברכה,



עופרי אורגד,

הידרולוגית בכירה

הידרו-פלאן

טלפון: 053-4986071

מייל: [orgadofri@gmail.com](mailto:orgadofri@gmail.com)

## תוכן העניינים

1	1.	רקע
1	2.	מיקום הפרויקט
1	3.	תיאור הפרויקט
2	4.	הידרו-גיאולוגיה
2	4.1	כללי
3	4.2	חתך הקרקע
4	4.3	מפלס מי תהום
5	4.4	תמ"א 1
5	5.	ספיקות מי הנגר העילי
5	5.1	בסיס הנתונים לחישוב ספיקות מי הנגר
7	5.2	חישוב ספיקות מי הנגר העילי לניקוז המגרש
9	6.	תוכנית מוצעת לניהול מי הנגר העילי
9	6.1	השהיית מי הגגות הטכניים במערכת גג כחול
10	6.2	השהיית מי פיתוח- מאגרי השהיה רדודים
13	6.3	שטחי איגום ואוגר בתת הקרקע
14	6.4	התקנת ריצוף מנקז
15	7.	סיכום
19	8.	בניה ירוקה

### רשימת איורים

- 1 איור 1: גבול התוכנית וסביבתה הקרובה ע"ג תצ"א .....
- 3 איור 2: מפה גיאולוגית באזור התוכנית, גיליון חיפה (המכון הגיאולוגי) .....
- 4 איור 3: חבורות קרקע באזור התוכנית (משרד החקלאות) .....
- 5 איור 4: תמ"א 1 באזור התוכנית .....
- 7 איור 5: פלט מחשבון ניהול מי נגר לשטח התוכנית, פולגון מישור החוף .....
- 8 איור 6: תכנית הבניה במבט על, קומפילציה .....
- 10 איור 7: פרט מערכת גג סופח 30 ('בניין צומח') .....
- 11 איור 8 : אופן פעולת מערכת תאי אגירה רדודים .....
- 12 איור 9: מידע כללי מערכת 'Permavoid 150' ('פלג פתרונות מי-גשם') .....
- 12 איור 10: מידות מערכת 'Permavoid 150' ('פלג פתרונות מי-גשם') .....
- 13 איור 11: מערכת שטחי איגום ואגר בתת הקרקע, פרט להמחשה .....
- 14 איור 12: חתך ריצוף מנקז (מקור: קטלוג אקרשטיין) .....
- איור 13: מיקום מוצע לשטחי תאי אגר רדודים, שטחי גינון ואיגום, שטחי ריצוף מנקז והשיפועים
- 15 הנדרשים לכיוונם .....

### רשימת טבלאות

- 6 טבלה 1: טבלת עוצמה-משך-הסתברות, תחנת געש .....
- 8 טבלה 2: פירוט תכנית חשופה למי גשם, מקדמי הנגר והספיקות הנוצרת במגרש .....
- 18 טבלה 3: סיכום הספיקות הנוצרות והמטופלות באירוע גשם יממתי ושעתי .....

### נספחים

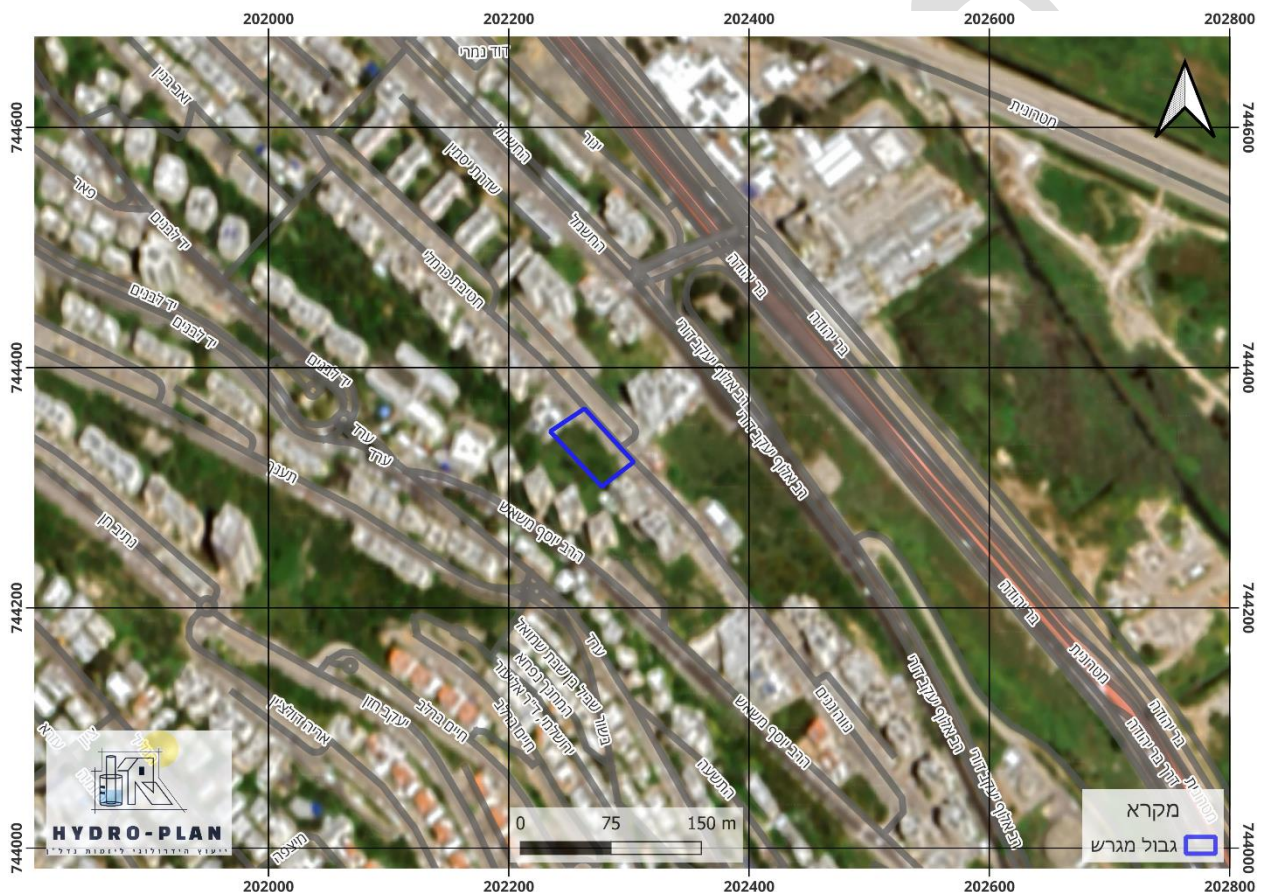
- תוכניות הפרויקט (אלומה נ.ג. יזמות בע"מ)

## 1. רקע

במסגרת תוכנית חפ/1301 מתכנן היזם הקמת שני מבנים בני 9 קומות מעל קומת כניסה. להלן חוות דעת הידרולוגית בנושא בניה משמרת נגר עילי, בה חישוב ספיקות התכן הנוצרות במגרש ביישום התוכנית והמלצות לניהול מי נגר עילי בהתאם להנחיות תמ"א 1, הנחיות עיריית חיפה, מנהל התכנון ורשות המים.

## 2. מיקום הפרויקט

האתר ממוקם בעיר חיפה, רחוב חטיבת כרמלי 54 ו-56, חלקה 254, גוש 10925. נ"צ מקורבת למרכז התוכנית- 202265/744333. איור 1 מציג את גבולות התוכנית וסביבתה הקרובה ע"ג תצ"א.



איור 1: גבול התוכנית וסביבתה הקרובה ע"ג תצ"א

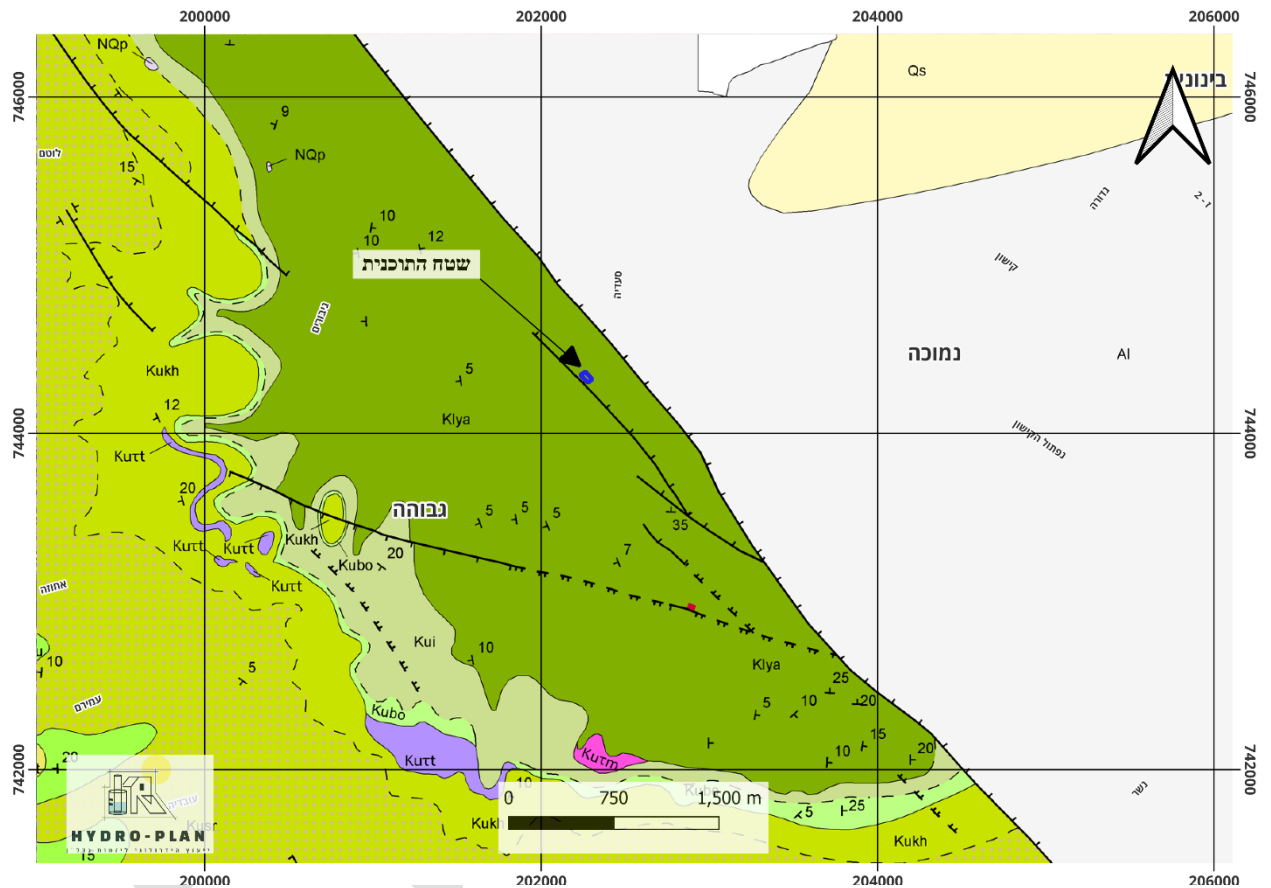
## 3. תיאור הפרויקט

הפרויקט מתוכנן על מגרש שגודלו 2,486 מ"ר. מפלסי ה-0.0 של שני המבנים המתוכננים בקומת הקרקע נעים בין הרומים +46.60 מ' ל- +47.60 מ'. פני הקרקע נמצאים ברום שבין +63.02 בצד הצפון מערבי ויורדים לכ- +47.87 בצד הדרום מזרחי. תוכניות הפרויקט מופיעות בנספח.

## 4. הידרו-גיאולוגיה

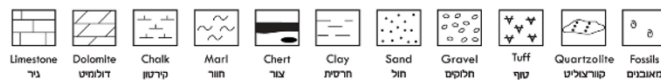
### 4.1 כללי

מידע מרחבי אודות חתך הקרקע התקבל מפורטל המפות הגיאולוגיות באתר המכון הגיאולוגי (איור 2, מפה גאולוגית גיליון חיפה). ע"פ המפה הגיאולוגית, החתך הסטרטיגרפי באזור התוכנית מאופיין בסלעי דולומיט, גיר וקרטון קונגלומרט וקרטון מחבורת יהודה (גילים אלביאן וקנומן תחתון) בעובי מאות מטרים.



STRATIGRAPHY סטרטיגרפיה

SYSTEM תקופה	SERIES - STAGE סדרה - דרגה	SYMBOL סימן	THICK. מ עובי מ	LITHOLOGY חסלע	LITHOSTRATIGRAPHY ליתוסטרטיגרפיה	
					MAPPING UNITS יחידות מיפוי	GROUP חבורה
QUATERNARY קוורטר	HOLOCENE הולוקן	Al	2+		Alluvium אלוביום	KURKAR כורכר
	PLIO-PLEISTOCENE פליו-פלייסטוקן	Qs	2+		Sand dunes דונות חול	
TERTIARY טריטרי		NEOGENE נאוגן	Qk	20+	Calcareous sandstone אבן חול גירית	
	NQp		75+	Pleshet Formation תצורת פלשת		
PALEOGENE פלאוגן	EOCENE אאוקן	Et	90+	Timrat Fm. ת. תמרת	Avedat Formation תצורת עדולט	AVEDAT עבדת
		KTgt	15+	Ghareb & Taqiye fms. תצורת ערב וטקיה	MOUNT SCOPUS הר-הצופים	
CRETACEOUS קרטיקון	UPPER עליון	TURONIAN טורון	Kumu	75-80	Muhraga Formation תצורת מוחרקה	JUDEA יהודה
		CENOMANIAN קנמן	Kusr	95-120	Shamir Formation תצורת שמיר	
			Kukh	80-110	Khureibe Formation תצורת חרייבה	
			Kurt	0-60	Tavasim Tuff טוף טווסים	
	LOWER תחתון	ALBIAN אלביאן	Kuba	10-30	Bet Oren (צ' גרפיה) ג'ר בת אורן, ג'ר גרפיה	
			Kui	50-60	Isfiye Formation תצורת עטפיא	
			Kuzm	0-40	Maharal Tuff טוף מהר"ל	
			Kiya	320+	Yagur Formation תצורת יגור	



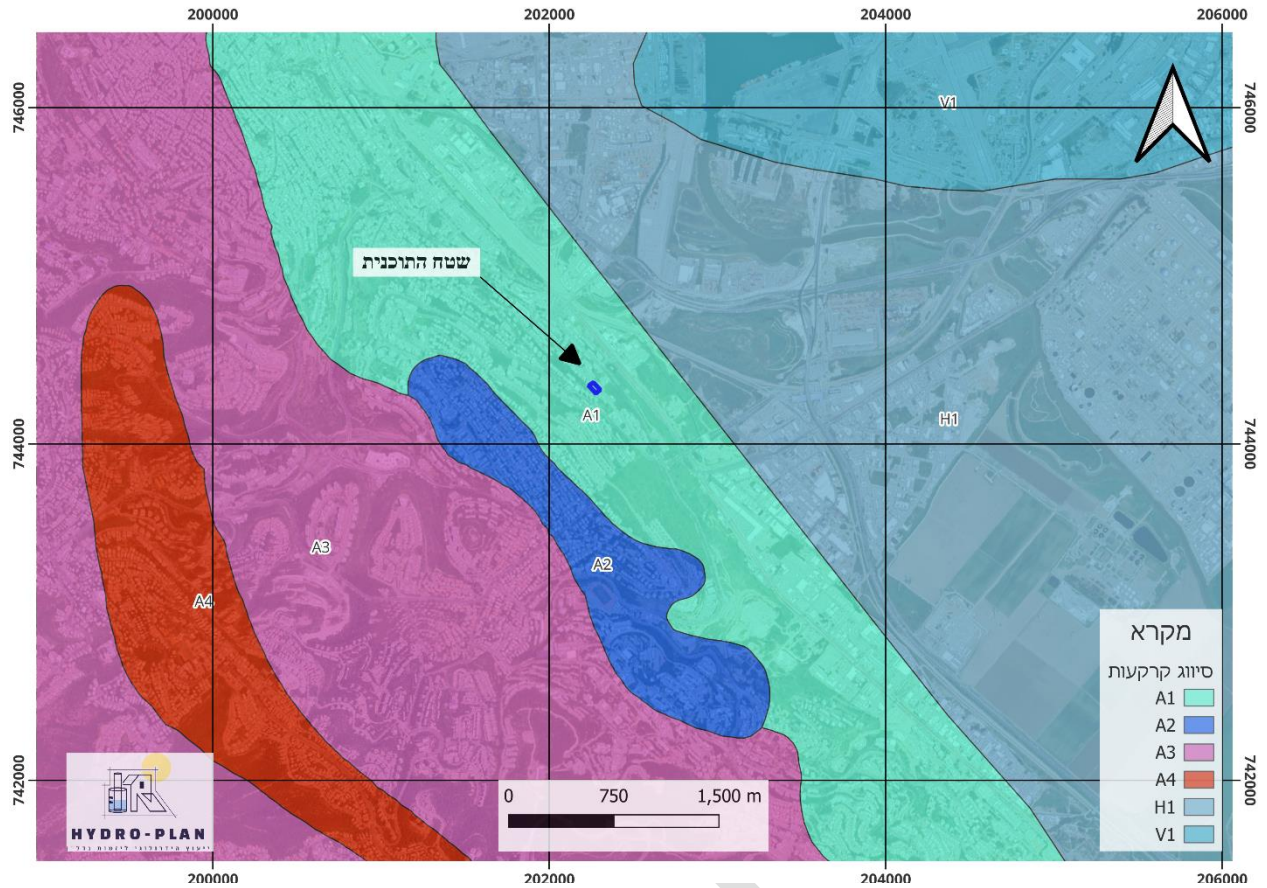
איור 2: מפה גיאולוגית באזור התוכנית, גיליון חיפה (המכון הגיאולוגי)

4.2 חתך הקרקע

מתוך חוות דעת גיאוטכנית מטעם 'חזן הנדסת ביסוס' עולה כי חתך הקרקע בשטח התוכנית מורכב משכבת חרסית שמנה עד רזה בעובי 40 ס"מ. תחתיה קיימת שכבת סלע רצוף המורכבת לסירוגין מגרס, צרורות, שברי וגושי סלע דולומיט, דולומיט וגיר, קרטון וחוואר.

מבחינת סוג הקרקע (איור 3- מפת חבורות קרקע של משרד החקלאות), אזור התוכנית מאופיין בקרקע מסוג 'טרה רוסה'; על מדרונות תלולים 20% שיפוע ויותר (A1): קרקע מסוג זה הינה קרקע חרסיתית רדודה המתפתחת מבליית סלעים גירניים קשים. קרקע מסוג זה הינה קרקע בעלת מוליכות הידראולית נמוכה.



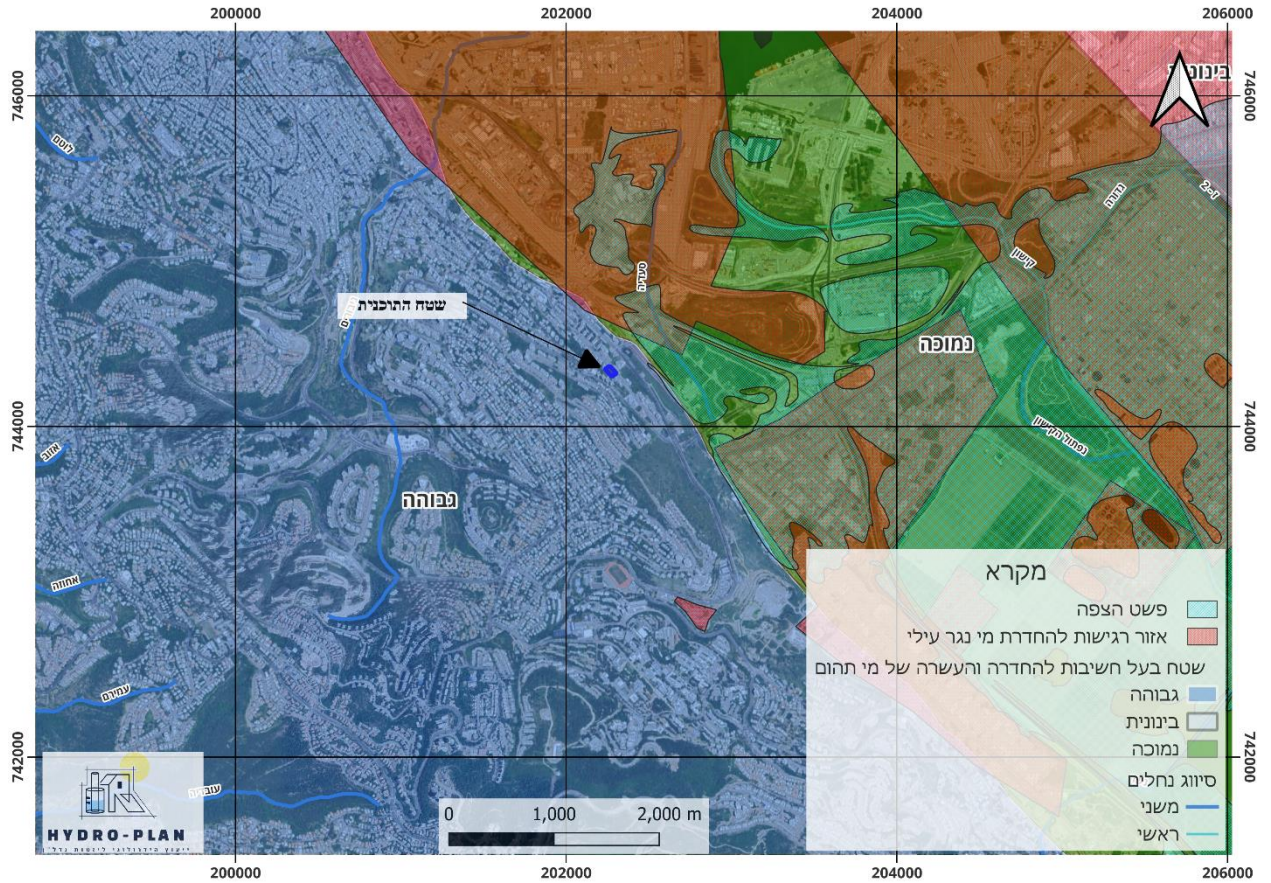


איור 3: חבורות קרקע באזור התוכנית (משרד החקלאות)

### 4.3 מפלס מי תהום

מפלס מי התהום האזוריים בתחום התכנית צפוי להיות, ברום אבסולוטי 0-5 מ', כרום נחל סעדיה, בקירוב בעומק 40 מ' מפני השטח, עומק שאינו רלוונטי לפיתוח ולביסוס. יחד עם זאת, אין לשלול הופעת מים שעונים על גבי שכבות עם מוליכות הידראולית נמוכה (חרסית, חואר) בעיקר לאחר אירועי גשם חזקים.





איור 4: תמ"א 1 באזור התוכנית

#### 4.4 תמ"א 1

ע"פ תמ"א 1, שטח התוכנית נמצא באזור 'בעל חשיבות גבוהה להחדרה והעשרה של מי תהום' ואינו מוגדר כ"שטח רגיש להחדרת נגר עילי". כ-380 מ' מצפון מזרח לתוכנית זורם נחל סעדיה. איור 4 לעיל מציג את תמ"א 1 באזור התוכנית.

#### 5. ספיקות מי הנגר העילי

##### 5.1 בסיס הנתונים לחישוב ספיקות מי הנגר

חישוב ספיקות מי הנגר העילי הנוצרות במגרש נעשה בשיטה הרצינולית, שהינה שיטה אמפירית לחישוב ספיקות שיא של נגר עילי המותאמת במיוחד לאגני ניקוז קטנים. השיטה מבוססת על הנוסחה:

$$Q_i = C_i \cdot A_i \cdot I$$

- Q: ספיקת מי הנגר העילי בתא שטח i (מ"ק/שעה)

- C: מקדם הנגר בהתאם לתכסית

- A: גודל תא השטח (מ"ר)

- I: עוצמת הגשם (מ"מ/שעה)

נתוני עוצמות הגשם מתקבלים מטבלאות גשם הסתברותיות בהן מופיעות עוצמות הגשם בהסתברויות שונות (טבלאות משך-עוצמה-הסתברות). ע"פ מפת אזורי גשם לתכנון של מנהל התכנון התוכנית ממוקמת בפוליון 'מישור החוף' (7), כשתחנת הגשם המייצגת הינה תחנת געש (טבלה 1).

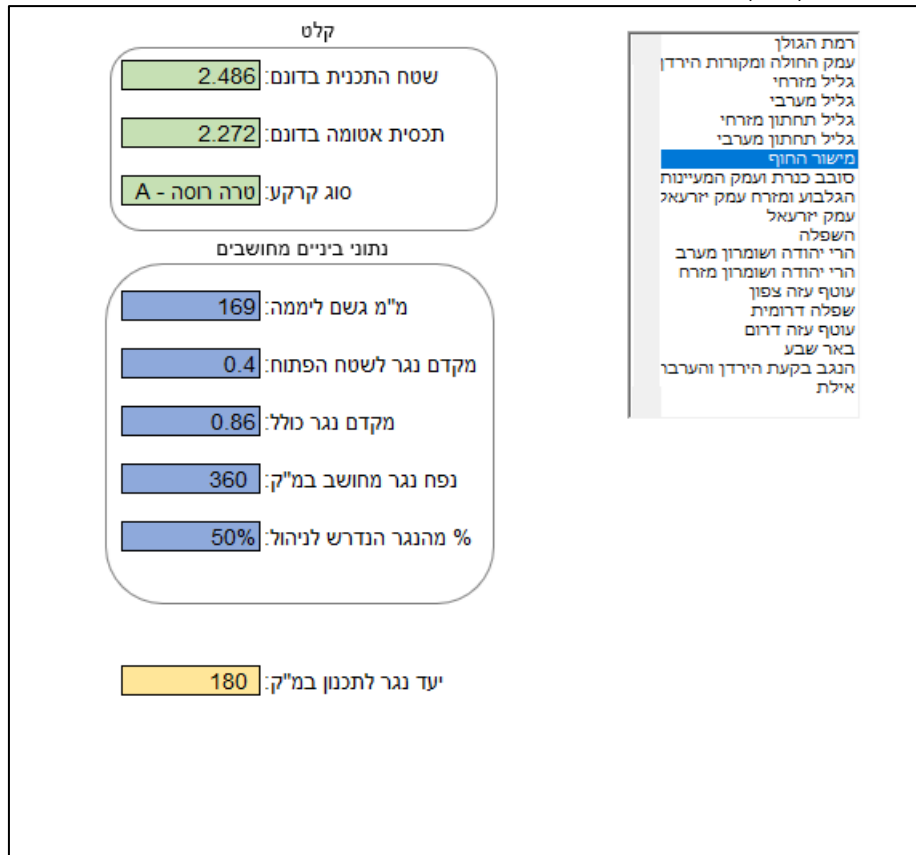
ע"פ הנחיות מנהל התכנון (מסמך מדיניות ניהול נגר עירוני, אוגוסט 2021) יש לחשב את ספיקות התכן הנוצרות במגרש בסופה בהסתברות של 2% למשך 24 שעות (כלומר, אירוע גשם על פני יממה שמתרחש אחת לחמישים שנים), ויש לתת פתרון בהיקף של 50% לפחות ממי הנגר העילי (מתוך מחשבון לניהול נגר עירונית, איור 5).

כפי שניתן לראות במחשבון, אירוע הגשם לחישוב הינו 169.0 מ"מ/יום. זאת נחלק ב- 24 ונקבל את עוצמת הגשם השעתית הממוצעת באירוע 2%/יממה - 7.04 מ"מ/שעה.

ע"פ הנחיות רשות המים, עוצמת הגשם שעל פיה מחושבות ספיקות התכן היא סופה בהסתברות של 2% למשך 60 דקות (2%/שעה). ניתן לראות בטבלה כי עוצמת הגשם בהסתברות של אחת לחמישים שנה למשך שעה הינה 58.6 מ"מ/שעה.

טבלה 1: טבלת עוצמה-משך-הסתברות, תחנת געש

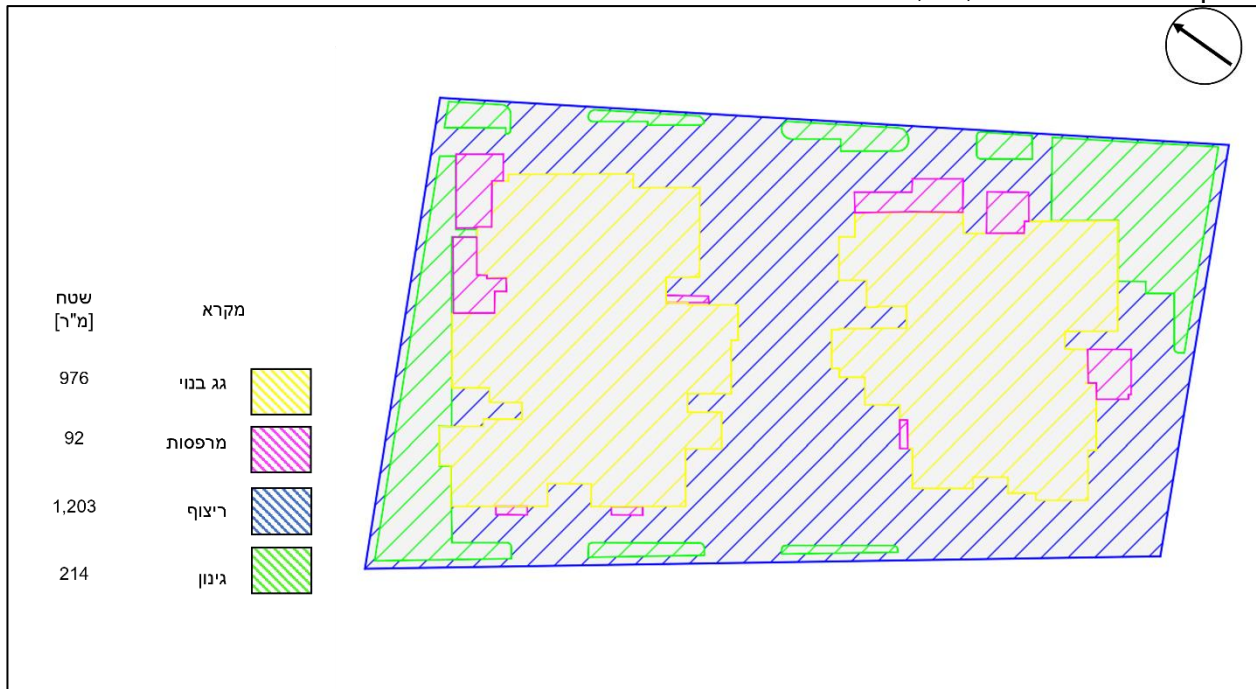
פרק זמן (דק')					הסתברות (%)	תקופת חזרה (שנים)
1440	120	60	30	10		
עוצמת גשם (מ"מ/שעה)						
	26.8	69.5	119.6	189.0	1	100
<b>7.04</b>	24.2	<b>58.6</b>	100.2	160.5	2	50
	20.6	45.6	77.3	127.0	5	20
	17.8	36.9	62.0	104.6	10	10
	14.8	29.0	48.1	<b>84.2</b>	20	5
	10.2	19.3	31.2	59.4	50	2



איור 5: פלט מחשבון ניהול מי נגר לשטח התוכנית, פוליוגון מישור החוף

## 5.2 חישוב ספיקות מי הנגר העילי לניקוז המגרש

כאמור, ספיקות מי הנגר העילי יחושבו בשיטה הרציונלית ע"פ אירוע הגשם שפורט לעיל. אופן חלוקת השטח לתכסיות השונות החשופות למי גשם במבט על מוצג באיור 6, תכסיות הבניה, מקדמי הנגר וספיקות מי הנגר העילי הנוצרות במגרש באירוע הגשם מפורטים בטבלה 2.



איור 6: תכנית הבניה במבט על, קומפילציה

טבלה 2: פירוט תכנית חשופה למי גשם, מקדמי הנגר והספיקות הנוצרת במגרש

הנחיות לתכנון	נתון גשם א [מ"/שעה]	פירוט תכסיות	שטח	מקדם נגר	הנחיות מנהל התכנון: 2%/ יממה	הנחיות רשות המים להחדרה: 2%/שעה'	הנחיות רשות המים להשהייה: 20%/שעה
יחידה	[מ"ר]	[מ"ר]	[מ"ר]	[-]	[מ"ק/שעה]	[מ"ק/שעה]	[מ"ק/10 דק]
גג בינוי	976	0.9	6.18	51.48	12.33	0.0586	0.01403
מרפסות	92	0.9	0.59	4.88	1.17	0.0586	0.01403
ריצוף	1,203	0.8	6.78	56.41	13.51	0.0586	0.01403
שטחי גיבון	214	0.35	0.53	4.39	1.05	0.0586	0.01403
סכה"כ עשר דקות					28.06		
סכה"כ שעתי			14.07	117.2	168.3		
סכה"כ יממתי			337.8				

## 6. תוכנית מוצעת לניהול מי הנגר העילי

בשטח התוכנית קיימת תכסית 'מחלחלת', היינו סכום שטחי גיבון, שטחי הריצוף המנקז ושטחי תאי האוגר הרדודים, בשיעור של 39% משטח התוכנית. ע"פ הנחיות מנהל התכנון יש לטפל בלפחות 50% ממי הנגר העילי באירוע גשם יממתי בהסתברות 2%-168.9 מ"ק/יממה.

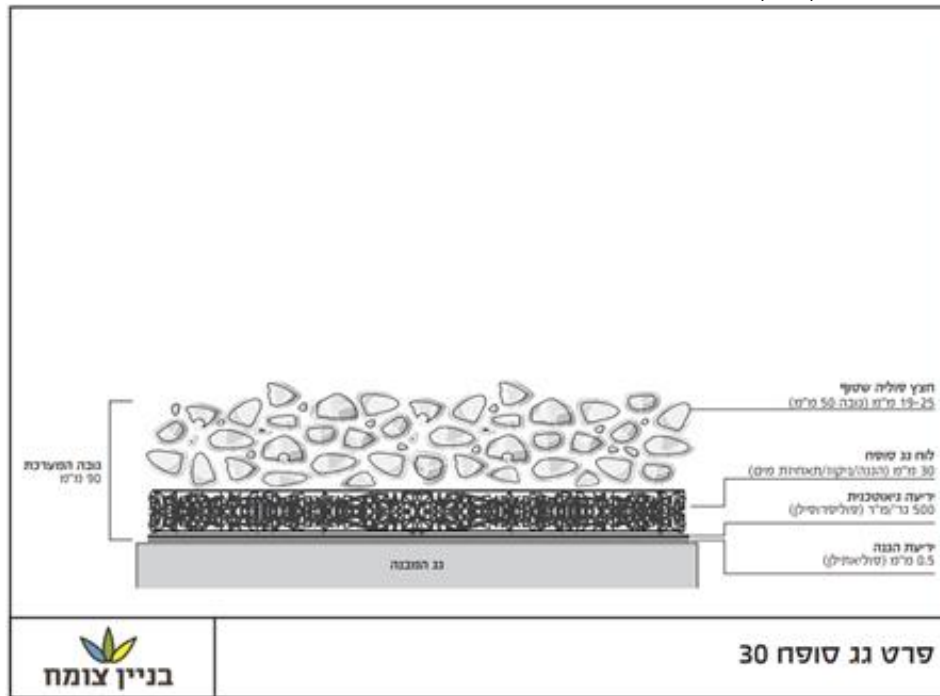
ע"פ הנחיות רשות המים, יש להפנות את מי הנגר העילי מכל שטח הגגות להחדרה אל תת-הקרקע במידת האפשר.

הפתרונות המוצעים לניהול מי הנגר העילי יתבססו על השהיה ו-ויסות זרימת מי הנגר בשטחי הגגות באמצעות מערכת גג סופח, ניקוז מי הנגר מהגגות והמרפסות אל שטחי תאי האוגר הרדודים הממוקמים בשטחי החניה השקועים. בנוסף, יצירת שטחי גיבון מחלחלים המיועדים לאיגום ויצירת אוגר בתת הקרקע והתקנת ריצוף מנקז באזורי הריצוף המרכזיים.

### 6.1 השהיית מי הגגות הטכניים במערכת גג כחול

מומלץ להקים מערכת גג כחול מסוג 'גג סופח 30' או ש"ע על גבי שטח הגגות הטכניים. מערכת גג סופח מונחת ע"ג תשתית האיטום ומהווה בנוסף חיפוי והגנה על יריעות איטום הגג ותוספת לבידוד התרמי והאקוסטי. המערכת כוללת 3 שכבות להגנה מכנית ופיזית, תאחיזת מים וניקוז מיטבי על בסיס יריעת ניקוז ייחודית וחיפוי משלים בחצץ "פוליה" שטוף (אפשרות ל-100% ממוחזר). פרט להמחשה עבור מערכת גג כחול מוצגת באיור 7. שטח הגגות הטכניים הוא 976 מ"ר וקיבולת השהייה של הגג הכחול היא 30 ליטר למ"ר, כך שנפח השהייה בשטח הגגות הטכניים הוא 29.28 מ"ק. מצ"ג הגגות ינותב למאגרים הרדודים, כפי במופיע בפרק 6.2 ובאיור 13.





איור 7: פרט מערכת גג סופח 30 ('בניין צומח')

## 6.2 השהיית מי פיתוח- מאגרי השהיה רדודים

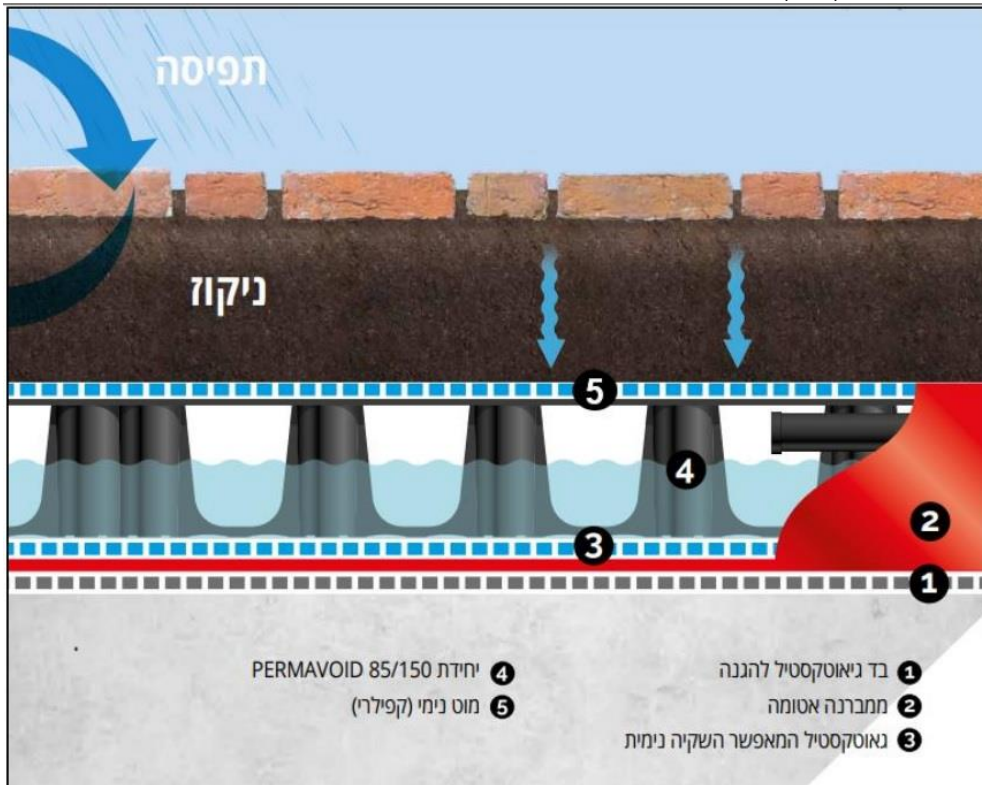
להשהיה וויסות זרימת מי הנגר משטחי הפיתוח באזורי החניה השקועים, מומלץ להקים תחת כל חניה שקועה מאגר השהיה רדוד ובו להתקין מערכת תאי אגירה שתהווה מצע חלול לאגירה וויסות הזרימה. המאגרים המוצעים הינם בהיקף של 454 מ"ר ובהם תותקן מערכת תאי אגירה מסוג 'Permavoid 150' או ש"ע, לה יכולת אגירת מים של כ- 142.5 ל"מ"ר, כך שבהתקנת המערכת בהיקף זה **מתקבל נפח השהיה למי הפיתוח של 64.70 מ"ק**.

מי הנגר העילי משטחי החניה יקלטו במערכת תאי האגירה באמצעות שבכות ותעלות ניקוז שימוקמו במורד כיוון זרימת מי הנגר בהתאם לשיפועי הפיתוח.

ניתן לראות באיור 8, איור 9 ואיור 10 את עקרונות פעולת המערכת, מידע כללי ומידות מערכת 'Permavoid 150'. איור 13 מציג את מיקומה המוצע של מערכת תאי האגירה במפלס קומת הפיתוח.

מערכות תאי האגירה יחוברו יחדיו ואל מערכת הניקוז העירונית לסילוק ספיקות עודפות (Overflow) במקרים של עוצמות גשם קיצוניות בהסתברות נמוכה, בין אם בחיבור ישיר או ע"י שפיכה חופשית לרחוב שממזרח לתוכנית.





איור 8 : אופן פעולת מערכת תאי אגירה רדודים

תכנון

## תא אגירה רדוד דגם PERMAVOID 150





עבור השקיה  
קפילרית יוספו  
למערכת גלילים  
קפילריים

**יישומים (אפליקציות):**

- מגרשי חניה
- מדרכות
- שבילי אופניים
- גגות כחולים-ירוקים
- במות ומשטחי פודיום

**מגרשי ספורט**  
**מגרשי רכיבה על סוסים**  
**עצים בסביבה העירונית**  
**בסיס לרצפה צפה**

**מידע כללי**

Permavoid	<b>מותג</b>
Permavoid 150	<b>שם מוצר</b>
שחור	<b>צבע</b>
פוליפרופילן (קופולימר - copolymer)	<b>חומר</b>
עמיד בחום וכפור, הידרופובי, אינרטי, עמיד לחומצה ופחמימנים, לא מאפשר צמיחה של פטריות וחיידקים.	<b>תיאור החומר</b>
ממוחזר	<b>חומר ממוחזר/ראשוני</b>
מינימום 50 שנה	<b>אורך חיים צפוי בקרקע</b>

איור 9: מידע כללי מערכת 'Permavoid 150' (פלג פתרונות מי-גשם)

## תא אגירה רדוד דגם PERMAVOID 150

מידות	מידות
גודל	708 X 354 X 150 מ"מ (אורך X רחב X גובה)
שטח משקל	כ-0.25 מ"ר +/- 1% כ-3 ק"ג
התרחבות תרמלית לינארית	0.0004-0.0008 m/mK
נפח חללים	95%
פני שטח זמינים לחלחול	59%
חוזק לחיצה	71.5 טון למ"ר
עיוות אנכי קצר טווח	126 kN/m2/mm
אביזרים נילויים הכרחיים (כוללים)	קליפסים: כל יחידה מחוברת ליחידה אחרת באמצעות 2*5 קליפסים (ברום ובבסיס) בכדי ליצור רפסודה יציבה. ניתנים להסרה ולשימוש חוזר. גלילים קפילריים (Capillary Cylinders), מוטות חיבור (Shear Connector).
אביזרים נילויים אופציונאליים	

איור 10: מידות מערכת 'Permavoid 150' (פלג פתרונות מי-גשם)

### 6.3 שטחי איגום ואוגר בתת הקרקע

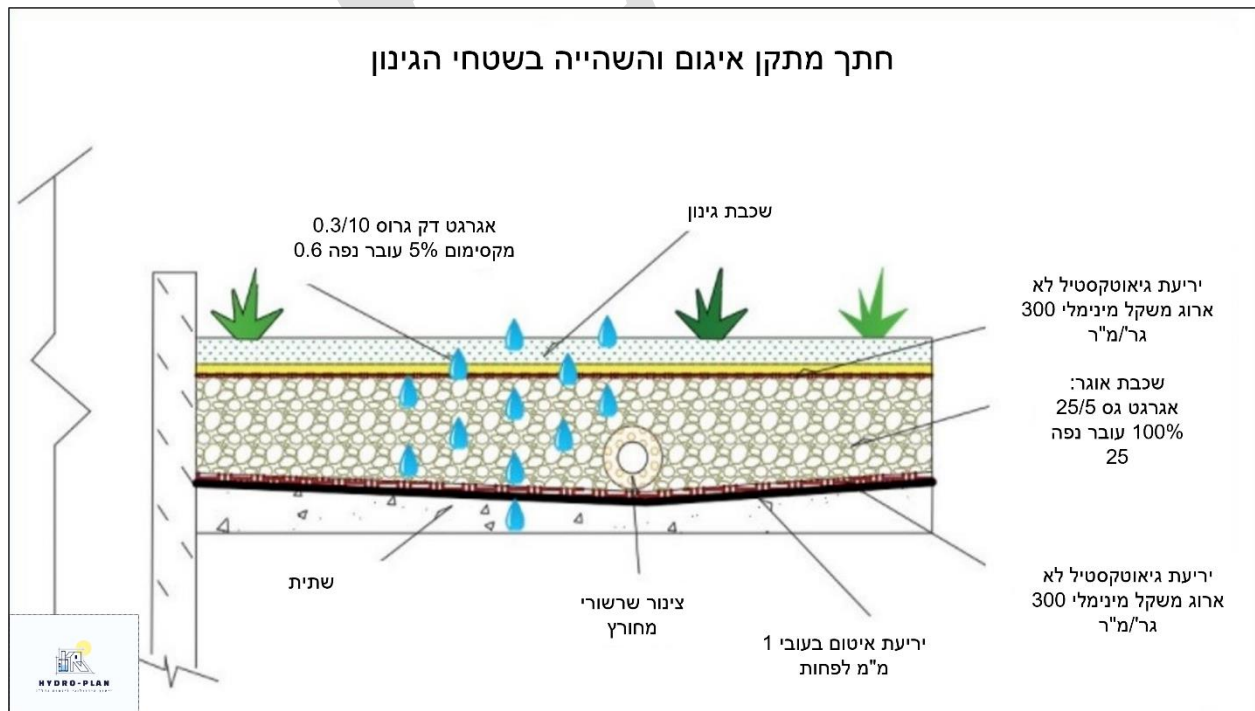
לטיפול במי הנגר משטחי הפיתוח, מומלץ להקים את שטחי הגינון שיהיו נמוכים מסביבתם ב- 7.0 ס"מ. בהיקף השטח המחלחל יתכן היזם ויבנה אלמנט נופי רציף, אורכי, מוגבה מהגינה ואטים למעבר מים ו/או סחף. גובה הפרט יהיה 7 ס"מ לפחות. כך שניתן יהיה להציף את שטחי האיגום עד לחלחול או אידוי. סך- כל גודל שטחי הגינון הינו 214 מ"ר ובהקמתן נמוכות ב- 7.0 ס"מ מתקבל נפח השהייה למי הפיתוח של 15.0 מ"ק.

יש לייצר אוגר השהייה בתת הקרקע באמצעות התקנה של תווך נקבובי כגון חול נקי/טוף/חלוקים/חצץ שטוף בעובי שכבה 0.5 מ' לפחות מתחת לשכבת האדמה הגננית. האגרגטים יסייעו לאצירת מים בתוכם בשל ריבוי נקבובים טבעיים. שילוב קרקע ואבן יסייע לחלחול מים. אדמה מיובאת מן החוץ תיבדק במעבדה מאושרת לקביעת אחוז הדקים בה. יש לוודא שמרקמה חולי ושאחוז הדקים בה יהיה קטן מ-10. עודפי המים בגינות ינוקזו על ידי צינור שרשורי מחורץ (איור 11). לחישוב אוגר השהייה בתת הקרקע נכפיל את עובי השכבה (0.5 מ') בנפח החללים 35% ובשטח שטחי הגינון (214 מ"ר), כך שאוגר השהייה בתת הקרקע הוא 37.45 מ"ק.

**סך כל נפח השהייה בשטחי האיגום בחלק המערבי של המגרש הוא 52.43 מ"ק.**

מי הנגר העילי יופנו באמצעות שיפועי המגרש, ובמידת הצורך גם תעלות ניקוז, לכיוון שטחי הגינון באזור במסגרת של המגרש.

**יש לוודא שעודפי הנגר (Overflow) באירועי גשם קיצוניים בהסתברות נמוכה יתנקזו משטחי האיגום אל הרחוב אשר מתוכנן מכיוון מזרח למגרש ולשצ"פ מכיוון דרום מערב למגרש.**



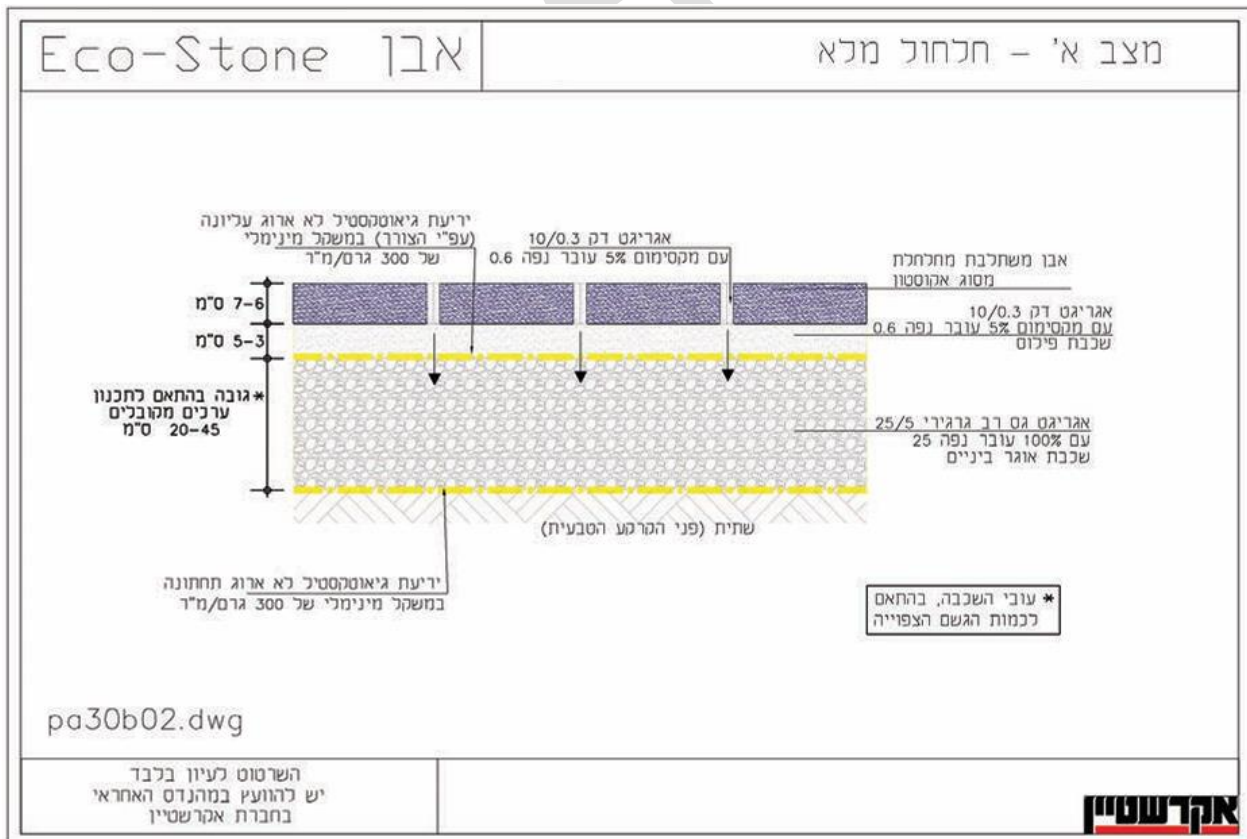
איור 11: מערכת שטחי איגום ואוגר בתת הקרקע, פרט להמחשה

### 6.4 התקנת ריצוף מנקז

יש לרצף את המרחב בשטח הריצוף המרכזי באבן ריצוף מנקז. סך גודל שטח הריצוף המנקז הוא 290 מ"ר (סימון השטח מופיע באיור 13).

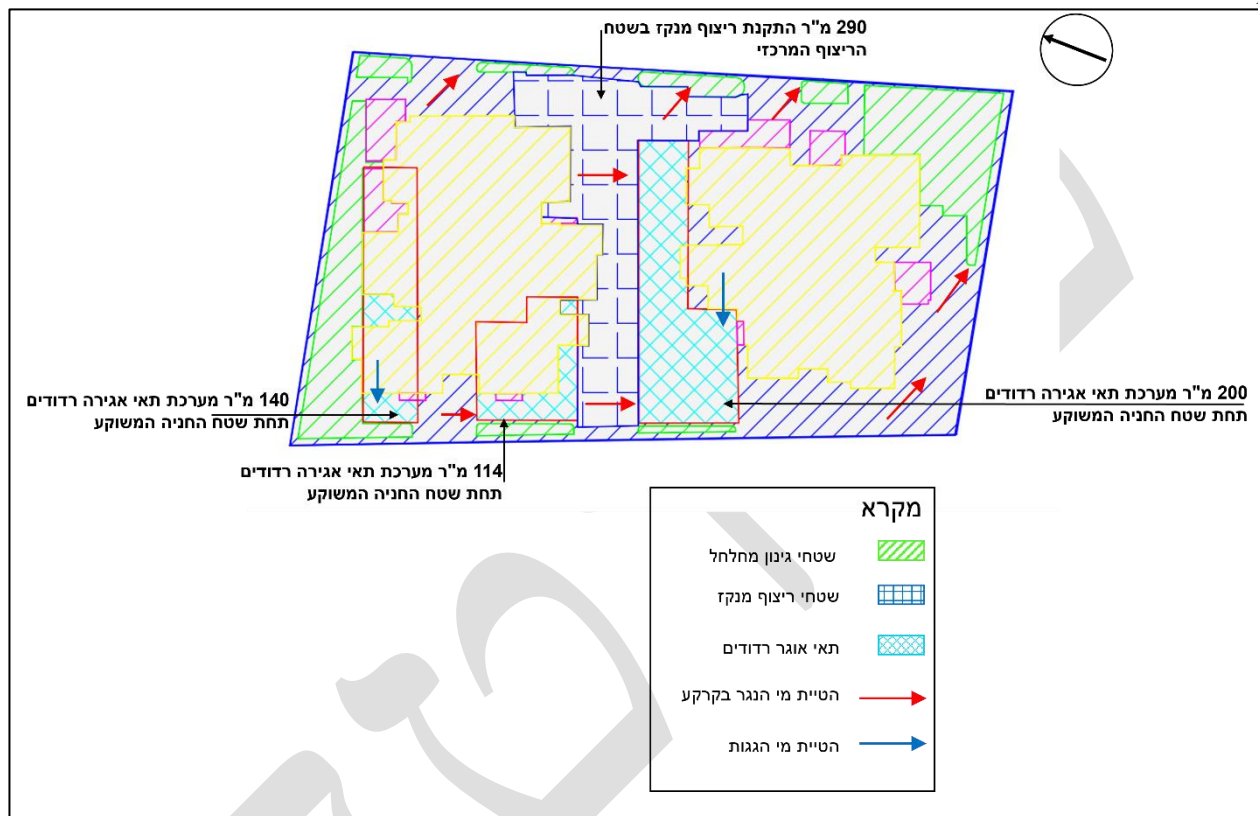
אריחי הריצוף המנקז יהיו מסוג EcoStone או ריצוף מנקז אחר לו תכונות חלחול שוות ערך. בתחתית תונח יריעת גיאוטקסטיל לא ארוג במשקל מינימלי של 300 גר / ק"ג. זו שכבת הבסיס שתפריד בין שכבת האוגר ביניים לבין השתית.

מעל הבד תונח שכבת גודל אגרגט גס 25/5 כשכבת אוגר ביניים. עובי השכבה הוא 30 ס"מ. לשכבה זו יש נקבוביות של כ- 27%. קיבולת האוגר תחת הריצוף המנקז היא 23.49 מ"ק. במהלך הדינמיקה של חידור המים יכול המשטח לספוג גשם ישיר שנופל עליו. על גבי שכבת הצבירה הגסה תונח שכבה עליונה של בד גיאוטכני, מפרט זהה לזה שבבסיס המפרט. שכבה דקה של אגרגט בגודל של 10/0.3 תונח מעליה. לשכבה זו מטרה כפולה: בהיותה חולית, היא משמשת בסיס ליישור. המטרה השנייה היא לשמש מדיום מוליך של הנגר לשכבת האוגר. השכבה העליונה במערך הריצוף היא אבני הריצוף המנקז. אלה אבנים אשר אינן נצמדות זו לזו, אלא מיושמות ברווחים רחבים ביניהן. חללים אלה ממולאים באגרגט דק גרגר גרוס, בגודל של 10/0.3 (איור 12).



איור 12: חתך ריצוף מנקז (מקור: קטלוג אקרשטיין)

איור 13 מציג את מיקום שטחי האיגום, את מיקום שטחי הריצוף המנקז ואת ושיפועי הפיתוח הנדרשים לכיוון.



איור 13: מיקום מוצע לשטחי תאי אוגר רדודים, שטחי גיבון ואיגום, שטחי ריצוף מנקז ושיפועים הנדרשים לכיוונם

## 7. סיכום

במסגרת תוכנית חפ/1301 מתכנן היזם הקמת שני מבנים בני 9 קומות מעל קומת כניסה. האתר ממוקם בעיר חיפה, רחוב חטיבת כרמלי 54 ו-56, חלקה 254, גוש 10925. נ"צ מקורבת למרכז התוכנית-202265/744333. הפרויקט מתוכנן על מגרש שגודלו 2,486 מ"ר. מפלסי ה-0.0 של שני המבנים המתוכננים בקומת הקרקע נעים בין הרומים +46.60 מ' ל- +47.60 מ'. פני הקרקע נמצאים ברום שבין +63.02 בצד הצפון מערבי ויורדים לכ- +47.87 בצד הדרום מזרחי.

מתוך חוות דעת גיאוטכנית מטעם 'חזן הנדסת ביסוס' עולה כי חתך הקרקע בשטח התוכנית מורכב משכבת חרסית שמנה עד רזה בעובי 40 ס"מ. תחתיה קיימת שכבת סלע רצוף המורכבת לסירוגין מגרס, צרורות, שברי וגושי סלע דולומיט, דולומיט וגיר, קרטון וחואר. מפלס מי התהום האזוריים בתחום התכנית צפוי להיות, ברומ אבסולוטי 0-5- מ', כרום נחל סעדיה, בקירוב בעומק 40 מ' מפני השטח, עומק שאינו רלוונטי לפיתוח ולביסוס. יחד עם זאת, אין לשלול הופעת מים שעונים על גבי שכבות עם מוליכות הידראולית נמוכה (חרסית, חואר) בעיקר לאחר אירועי גשם חזקים.

ע"פ תמ"א 1, שטח התוכנית נמצא באזור 'בעל חשיבות גבוהה' להחדרה והעשרה של מי תהום ואינו מוגדר כ"שטח רגיש להחדרת נגר עילי". כ-380 מ' מצפון מזרח לתוכנית זורם נחל סעדיה.

הפתרונות המוצעים לניהול מי הנגר העילי יתבססו על השהיה ו-ויסות זרימת מי הנגר בשטחי הגגות באמצעות מערכת גג סופח, ניקוז מי הנגר מהגגות והמרפסות אל שטחי תאי האוגר הרדודים הממוקמים בשטחי החניה השקועים. בנוסף, יצירת שטחי גינון מחלחלים המיועדים לאיגום ויצירת אוגר בתת הקרקע והתקנת ריצוף מנקז באזורי הריצוף המרכזיים.

מומלץ להקים מערכת גג כחול (גג סופח) על גבי שטח הגגות הטכניים. שטח הגגות הוא 976 מ"ר. קיבולת ההשהיה של הגג הכחול היא 30 ליטר למ"ר וכתוצאה מכך קיבולת ההשהיה של הגג הסופח המומלץ בתוכנית זו היא **29.28 מ"ק**.

מומלץ להקים מאגרי השהיה רדודים להשהיה וויסות זרימת מי הנגר משטחי הפיתוח באזורי החניה השקועים, מומלץ להקים תחת כל חניה שקועה מאגר השהיה רדוד ובו להתקין מערכת תאי אגירה שתהווה מצע חלול לאגירה ו-ויסות הזרימה. המאגרים המוצעים הינם בהיקף של 454 מ"ר ובהם תותקן מערכת תאי אגירה מסוג 'Permavoid 150' או ש"ע, לה יכולת אגירת מים של כ- 142.5 ל"מ"ר, כך שבהתקנת המערכת בהיקף זה **מתקבל נפח השהיה למי הפיתוח של 64.70 מ"ק**.

מי הנגר העילי משטחי החניה יקלטו במערכת תאי האגירה באמצעות שבכות ותעלות ניקוז שימוקמו במורד כיוון זרימת מי הנגר בהתאם לשיפועי הפיתוח. מערכות תאי האגירה יחוברו יחדיו ואל מערכת הניקוז העירונית לסילוק ספיקות עודפות (Overflow) במקרים של עוצמות גשם קיצוניות בהסתברות נמוכה, בין אם בחיבור ישיר או ע"י שפיכה חופשית לרחוב שמכיוון מזרח לתוכנית.

מומלץ להקים שטחי איגום ואוגר בתת הקרקע לטיפול במי הנגר משטחי הפיתוח, מומלץ להקים את שטחי הגינון שיהיו נמוכים מסביבתם ב- 7.0 ס"מ. סך- כל גודל שטחי הגינון הינו 214 מ"ר ובהקמתן נמוכות ב- 7.0 ס"מ מתקבל נפח השהיה למי הפיתוח של 15.0 מ"ק.



יש להתקין בשטחי האיגום תווך נקבובי כגון חול נקי/טוף/חלוקים/חצץ שטוף בעובי 0.5 מ' לפחות מתחת לשכבת האדמה הגננית. בהתחשב בנקבוביות של 35% למילוי בשטח הגינון (214 מ"ר) מתקבל אוגר השהייה בתת הקרקע הוא 37.45 מ"ק.

**סך כל נפח ההשהיה בשטחי האיגום הוא 52.43 מ"ק.**

מי הנגר העילי יופנו באמצעות שיפועי המגרש, ובמידת הצורך גם תעלות ניקוז, לכיוון שטחי הגינון. **יש לוודא שעודפי הנגר (Overflow) באירועי גשם קיצוניים בהסתברות נמוכה יתנקזו משטחי האיגום אל הרחוב אשר ממזרח למגרש.**

מומלץ להתקין שטחי ריצוף מנקז בשטח הריצוף המרכזי יש לרצף את המרחב בשטח הריצוף המרכזי באבן ריצוף מנקז. סך גודל שטח הריצוף המנקז הוא 290 מ"ר. אריחי הריצוף המנקז יהיו מסוג EcoStone או ריצוף מנקז אחר לו תכונות חלחול שוות ערך.

בתחתית תונח יריעת גיאוטקסטיל לא ארוג במשקל מינימלי של 300 גר / ק"ג. זו שכבת הבסיס שתפריד בין שכבת האוגר ביניים לבין השתית. מעל הבוד תונח שכבת גודל אגרגט גס 25/5 כשכבת אוגר ביניים. עובי השכבה הוא 30 ס"מ. לשכבה זו יש נקבוביות של כ-27%. **קיבולת האוגר תחת הריצוף המנקז היא 23.49 מ"ק.** במהלך הדינמיקה של חידור המים יכול המשטח לספוג גשם ישיר שנופל עליו. על גבי שכבת הצבירה הגסה תונח שכבה עליונה של בד גיאוטכני, מפרט זהה לזה שבבסיס המפרט. שכבה דקה של אגרגט בגודל של 10/0.3 תונח מעליה. לשכבה זו מטרה כפולה: בהיותה חולית, היא משמשת בסיס ליישור. המטרה השנייה היא לשמש מדיום מוליך של הנגר לשכבת האוגר. השכבה העליונה במערך הריצוף היא אבני הריצוף המנקז. אלה אבנים אשר אינן נצמדות זו לזו, אלא מיושמות ברווחים רחבים ביניהן. חללים אלה ממולאים באגרגט דק גרגר גרוס, בגודל של 10/0.3.

**ביישום הפתרונות המוצעים מתקבל נפח השהיה של 169.9 מ"ק לטיפול במי הנגר העילי מכל שטחי המגרש, המהווים 50% מספיקת מי הנגר העילי הנוצרת במגרש באירוע 2%/יממה**

**טבלה 3: סיכום הספיקות הנוצרות והמטופלות באירוע גשם יממתי ושעתי**

2%/שעה	2%/יממה	אירוע	
117.16	337.80	סה"כ ספיקת מי נגר	
56.35	93.98	השהיית מי הגגות	אופן הטיפול
30.30	75.92	חלחול מי הפיתוח	
86.65	169.90	סה"כ טיפול	
<b>74%</b>	<b>50%</b>	<b>אחוז טיפול</b>	

להלן פרטי האלמנטים המוצעים והנחיות כלליות:

- יש להקים בשטחי הגינון כשטחי איגום שיהיו נמוכים מסביבתם ב- 7.0 ס"מ וניתן יהיה להציפם.
- מי הנגר העילי יופנו באמצעות שיפועי המגרש, ובמידת הצורך גם תעלות ניקוז, לכיוון המאגרים הרדודים ושטחי האיגום.
- יש לייצר אוגר בתת הקרקע של שטחי האיגום על ידי התקנת תווך נקבובי ומחלחל כגון חול נקי/טוף/חלוקים/חצץ שטוף בעובי 0.5 מ' לפחות, לחלחול מהיר של המים מתחת לשכבת האדמה הגננית.
- יש להתקין צינור שרשורי מחורץ בעומק האדמה הגננית לניקוז עודפי מים בגינות.
- יש לוודא שעודפי הנגר (Overflow) באירועי גשם קיצוניים בהסתברות נמוכה יתנקזו מהמאגרים הרדודים ומשטחי האיגום לרחוב שממזרח לתוכנית.
- הנחיות להתקנת ריצוף מנקז יוקפדו כמתואר במפרט המתקבל מהיצרן.
- תכנון מערכת הניקוז יתבצע על ידי מהנדס האינסטלציה של הפרויקט.

## 8. בניה ירוקה

על פי הנחיות תקן 5281-2 סעיף 3.4, מתקבל ניקוד בהתאם לחלק היחסי של מי גשם המטופלים מתוך כלל מי הנגר הנוצרים בתחום המגרש. ע"פ התקן, החישוב נעשה לפי אירוע גשם בתקופת חזרה של 5 שנים (20%) וזמן ריכוז של 10 דק' (טבלה 1). מתוך, עוצמת הגשם לחישוב הינה 84.2 מ"מ/שעה או 0.0140 מ"ק/ עשר דקות.

**ספיקת מי הנגר העילי הנוצרת במגרש באירוע 10/20% דק' :**

$$Q = 0.0140 \frac{m^3}{10min} * (976m^2 * 0.9 + 92m^2 * 0.9 + 1,203m^2 * 0.8 + 214m^2 * 0.35) = 28.06 \frac{m^3}{10min}$$

**ספיקת הנגר העילי לניקוז המגרש- 28.06 מ"ק/10 דקות או 168.3 מ"ק/שעה.**

מי הנגר העילי משטחי הגגות יושהה באמצעות מערכת גג סופח. מי הנגר המנוקז בצמ"גים משטחי הגגות והמרפסות יושהה במאגרים הרדודים. נפח השהיה המושהה במערכות הללו הוא 81.0 מ"ק. מי הנגר העילי מכל שטח המגרשים יושהה באמצעות שטחי האיגום בגינות שיהיו מונמכים ב-7.0 ס"מ. נפח האיגום העילי המכונה 'האוגר העילי' ישמש כפתרון השהייה לפרק הזמן המייד, עשר הדקות הראשונות של אירוע גשם. נפח השהיה למי הפיתוח של 15.0 מ"ק.

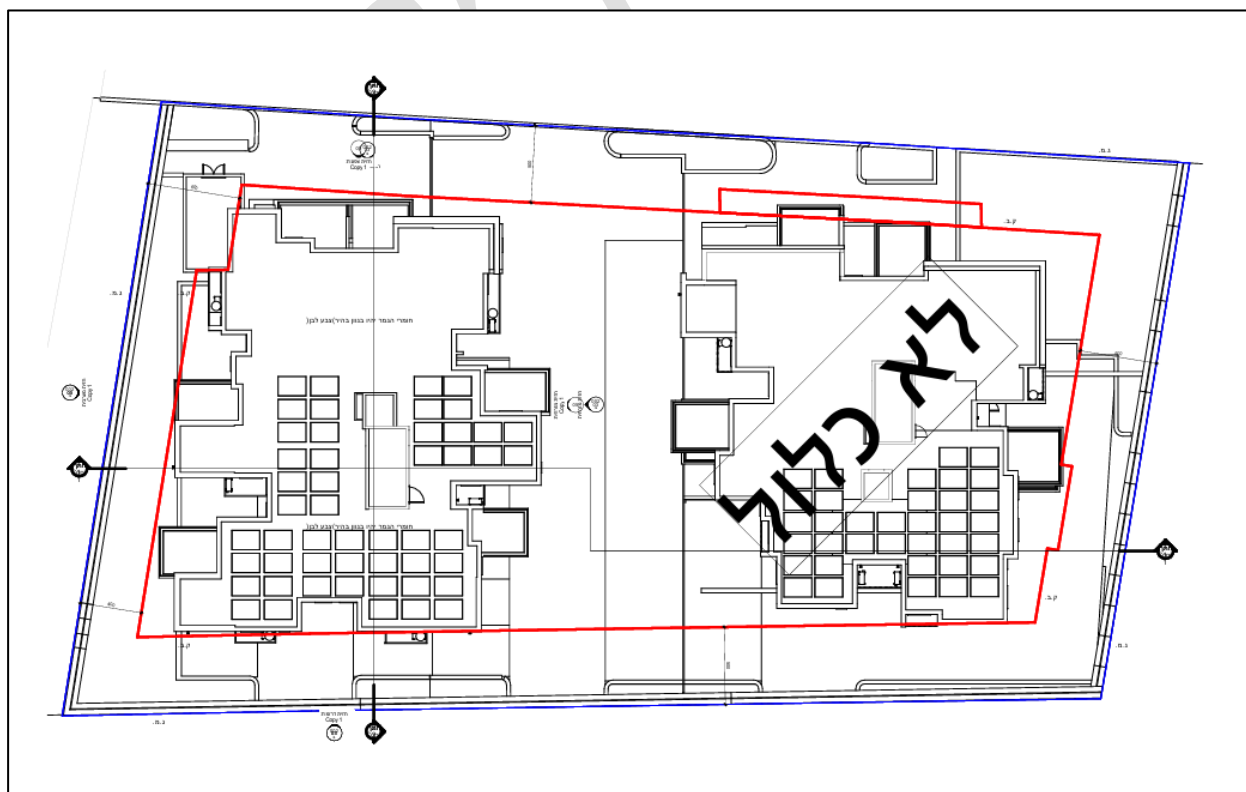
**פוטנציאל הטיפול במי הנגר העילי הינו 96.0 מ"ק/שעה, המהווים פתרון עבור 57% מסך כל ספיקת מי הנגר העילי הנוצרת במגרש באירוע 10/20% דקות.**



# נספחים- תוכניות הפרויקט



תוכנית הפיתוח ("אלומה נ.ג. יזמות בע"מ")



תוכנית הגגות ("אלומה נ.ג. יזמות בע"מ")