

בי"ס מיתרים, רעננה

הקדמה:

דו"ח זה מרכז וסוקר את תכנון בית הספר בשלב פרה-היתר, לאיתור פוטנציאלים להתייעלות בניקוז נגר באמצעים נופיים-הידרולוגיים והפחתת מערכות ניקוז טכניות בפיתוח השטח. במסגרת הדו"ח יבוצע אפיון של פתרונות השהיית נגר רלוונטיים, מיקום מוצע והשלכות תכנוניות. עם אישור כלל הפתרונות, המיקומים והשטחים המוצעים ניתן יהיה ליצור דו"ח הידרולוגי כולל למגרש, להגשה במסגרת דרישות התקינה לת"י 5281 (בניה ירוקה) למבנה ותואם את ההצהרות לטיפול ב-100% מהנגר במגרש.

לפי עדכון תכניות אחרון מתאריך 24.02.2020

הניקוד הצפוי לת"י 5281 (בניה ירוקה): +75



תוכן עניינים

2 חישובי כמויות נגר באתר התכנון

2 חישוב כמויות נגר לפי הנוסחא הרציונלית

2 חישוב נפח הגשם באתר

3 חישוב השהיית נגר באתר

4 טיפול והשהיית נגר בגגות המבנה

4 1.1 השהיית נגר ב'גגות כחולים'

5 1.2 השהיית נגר ב'גגות ירוקים'

6 1.3 חישוב ביניים - השהיית נגר בתחום המבנה

7 טיפול והשהיית נגר בפיתוח השטח

7 2.1 החדרת נגר בשטחי גיבון מחלחלים

7 2.2 החדרת נגר בשטחי ריצוף מחלחל

8 2.3 השהיית נגר באמצעות החלפת קרקע

10 2.4 החדרת נגר באמצעות ארגזי נגר

11 2.5 חישוב סופי - השהיית נגר כוללת בתחום המגרש (כנדרש בת"י 5281)

12 התאמה לתנאי אקלים קיצוניים

12 סיכום

חישובי כמויות נגר באתר התכנון

חישוב כמויות נגר לפי הנוסחא הרציונלית

על מנת לחשב את אחוז החלחול וההשהיה באתר יש לחשב את נפח הגשם שיורד באתר ואת כמות הנגר הנותרת, בעת סופה בהסתברות של 20% ובזמן ריכוז של 10 דקות.

חישוב נפח הגשם באתר

לצורך חישוב נפח הגשם באתר, השתמשנו בנתונים מהשירות המטאורולוגי עבור תחנת געש. עוצמת הגשם עבור משך של 10 דקות וזמן חזרה של 5 שנים – 84 מ"ק לשעה

כמות מי הגשם היוודת על המגרש במשך 10 דקות היא (שטח האגן כפול עובי עובי הגשם):

$$\frac{A * (\frac{I}{1000})}{6}$$

כאשר:

A – שטח המגרש (מ²)

I – עוצמת הגשם (מ/שעה)

8605	A - שטח האתר:
0.084	I - עוצמת גשם (מ/שעה):
120.5	גשם בעשר דקות:

נפח הגשם לטיפול: 120.5 מ"ק.

חישוב השהיית נגר באתר

חישוב הנגר בהתאם לנוסחה הרציונלית – $Q = CIA$

כאשר:

Q: ספיקת הנגר

C: מקדם הנגר

I: עוצמת הגשם

A: שטח האגן

חישוב הנגר הנוצר במגרש במצב הקיים:

תא שטח	שטח	נפח גשם מהשטח	מקדם נגר C	נגר (מ"ק)
גגות	2693	37.70	0.90	33.93
גיבון	2291	32.07	0.20	6.41
שטחים מרוצפים	3621	50.69	0.90	45.62
	סה"כ	120.47	סה"כ	85.97

חישוב כמות ההשהיה – $0.29 = \frac{120.47 - 85.97}{120.47}$ – 29% מהגשם היורד על המגרש מושהה או מחלחל בו.

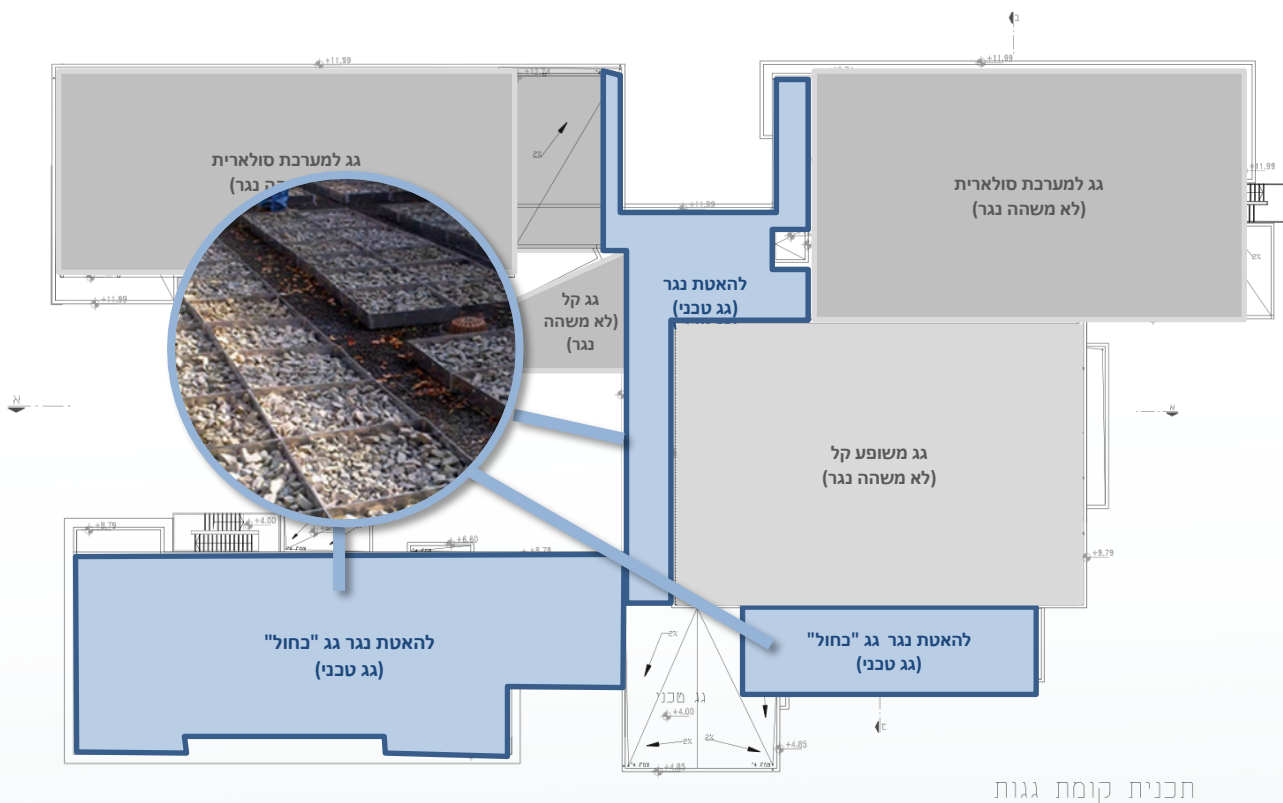
מטרתנו בדו"ח זה הוא להגיע להשהיה או חלחול של 100% מהגשם היורד על המגרש.

טיפול והשהיית נגר בגגות המבנה

1.1 השהיית נגר ב'גגות כחולים'

ניצול הגגות הטכניים של המבנה להאטת נגר על ידי קמת "גג כחול" – שילוב בפרטי הביצוע של יריעות ניקוז מסוגים שונים שמשחות ו/או אוגרות את מי הנגר ומעליהם שכבות של חצץ, טוף או חלוקי נחל.

שילוב מערכות האלו יפחית את עומס הנגר על פיתוח השטח במהלך אירועי גשם – וויסות והאטת הזרימה של מי גשם הניגרים מהגג (אל מול גגות אטומים סטנדרטיים). שחרור המים יבוצע באופן הדרגתי ואיטי, כך מופחת העומס המידי באירועי גשם על המרדבים ובפיתוח השטח הצמוד למבנה.



תכנית קומת גגות

פינוי מים מווסת ישאר לפי כיווני הניקוז המסומנים בתכנות הגגות.

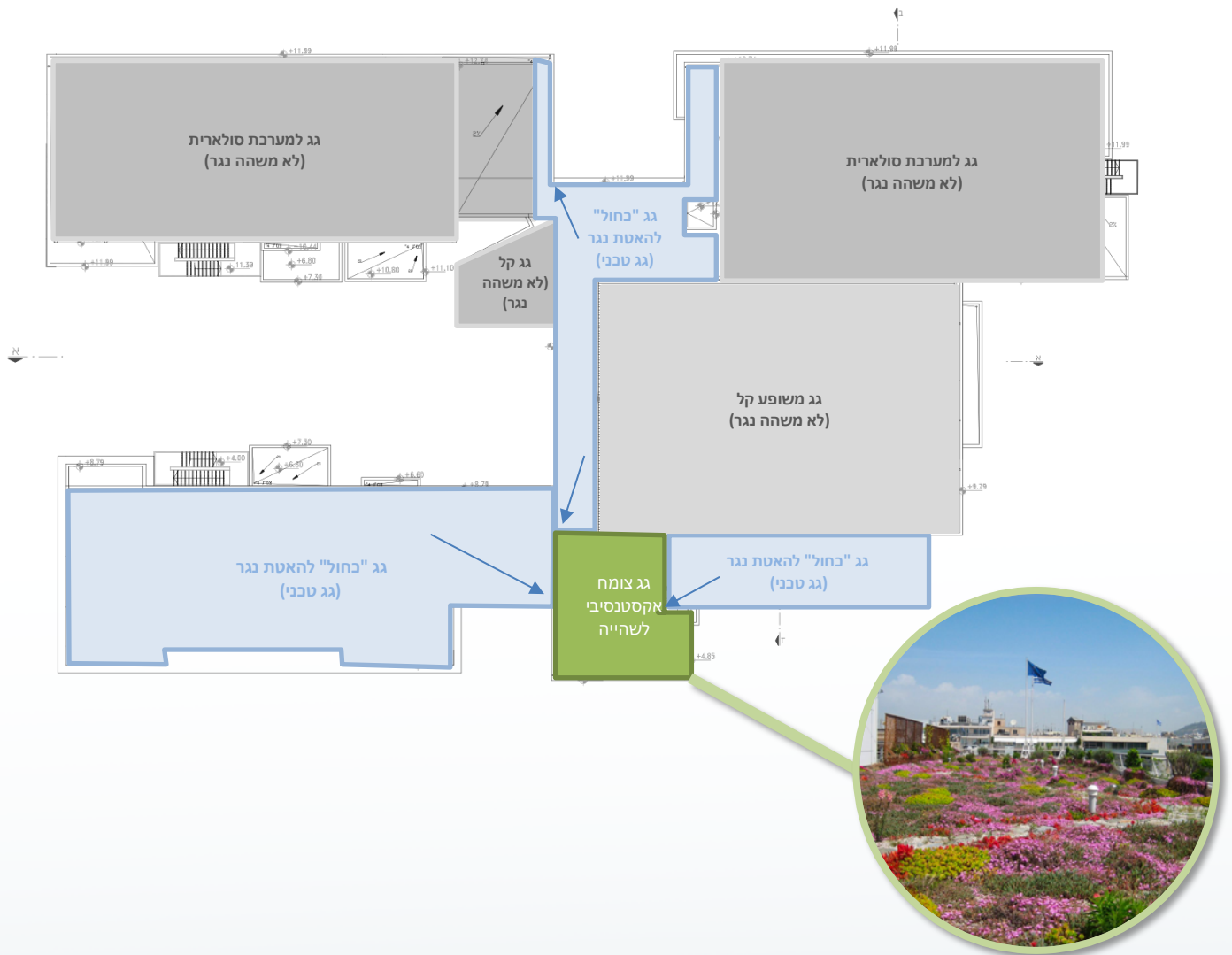
משקל המערכת הצפוי הוא כ-50 ק"ג למ"ר במצב יבש + משקל נפח המים אותו הוא תוכל להכיל באירועי גשם. עם קבלת הגדרות מקסימום משקל נשיאה מקונסטרוקטור נוכל להנחות לעומק ומידת נשיאה של המערכת וכן הנחיות לניקוז מותאם לכמויות המים הצפויות.

היות והמערכת לא דורשת קיבוע לשלד הגג, ניתן לפנותה במידה ויוחלט על בניה עתידית (במיוחד בגג הדרומי).

סה"כ שטח גגות כחולים מוצע לצורך חישוב הידרולוגי - 695 מ"ר

1.2 השהיית נגר ב'גגות ירוקים'

בדומה ל'גג הכחול' שהוזכר לעיל, לגגות צומחים יש השפעה דומה על ויסות והאטת זרימת מים בעת אירועי גשם. שילוב שכבות אדמה גבנית קלה, חיפוי קרקע וצמחיה אף מעמיק את התרומה של גגות צומחים בויסות המים.



משקל המערכת הצפוי הוא 70-80 ק"ג למ"ר במצב יבש + משקל נפח המים אותו היא תוכל להכיל באירועי גשם. עם קבלת הגדרות מקסימום משקל נשיאה מקונסטרוקטור נוכל להנחות לעומק ומידת נשיאה של המערכת וכן הנחיות לניקוז מותאם לכמויות המים הצפויות.

סה"כ שטח גגות כחולים מוצע לצורך חישוב הידרולוגי - 101 מ"ר

1.3 חישוב ביניים - השהיית נגר בתחום המבנה

- 695 מ"ר גגות כחולים

- 101 מ"ר גגות ירוקים

נגר (מ"ק)	מקדם נגר C	נפח גשם מהשטח	שטח	תא שטח
23.90	0.90	26.56	1897	גגות
6.41	0.20	32.07	2291	גיבון
				גגות ירוקים / כחולים
3.34	0.30	11.14	796	
45.62	0.90	50.69	3621	שטחים מרוצפים
79.28	סה"כ	120.47	סה"כ	

חישוב כמות ההשהיה - $0.34 = \frac{120.47 - 79.28}{120.47}$ - 34% מהגשם היורד על המגרש מושהה או מחלחל בו.

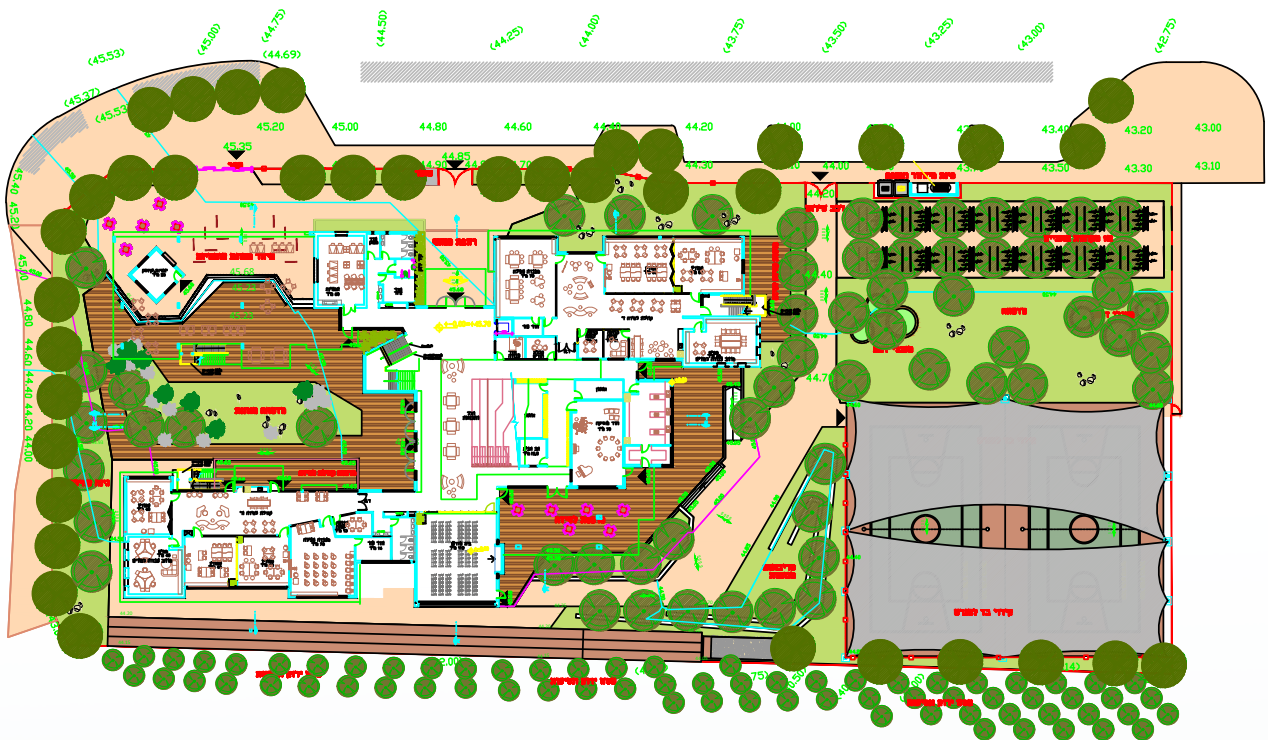
נפח נגר נותר לטיפול - 79 מ"ק.

טיפול והשהיית נגר בפיתוח השטח

2.1 החדרת נגר בשטחי גינון מחלחים

החדרה וחילחול נגר ישירים דרך שכבת אדמה גבנית וחיפוי קרקע עליון.

יש להקפיד כי מפלס פני חיפוי הקרקע יהיו נמוכים מכלל השטחים המקיפים אותם, ללא אבני שפה או פרטי הגבהה בהיקף, על מנת לאפשר מעבר מים חופשי.



סה"כ שטח גינון בתכנית הפיתוח - 2291 מ"ר

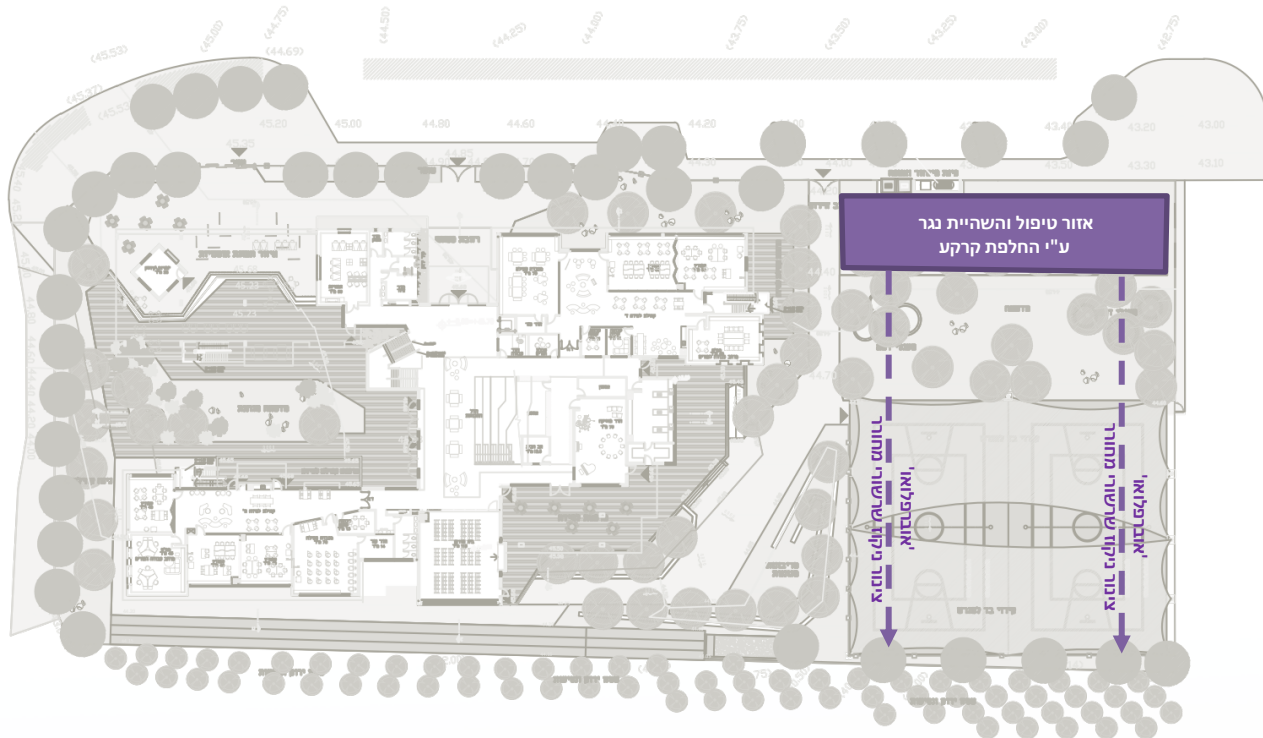
2.2 החדרת נגר בשטחי ריצוף מחלחל

אופציונלי – לא נגרש בשלב זה לצרכי טיפול הידרולוגי בנגר, אך יכול לסייע במקרי קיצון חריגים (פעם ב-10 שנים, כאשר אנו צופים עליה בשכיחותם עם שינויי האקלים).

2.3 השהיית נגר באמצעות החלפת קרקע

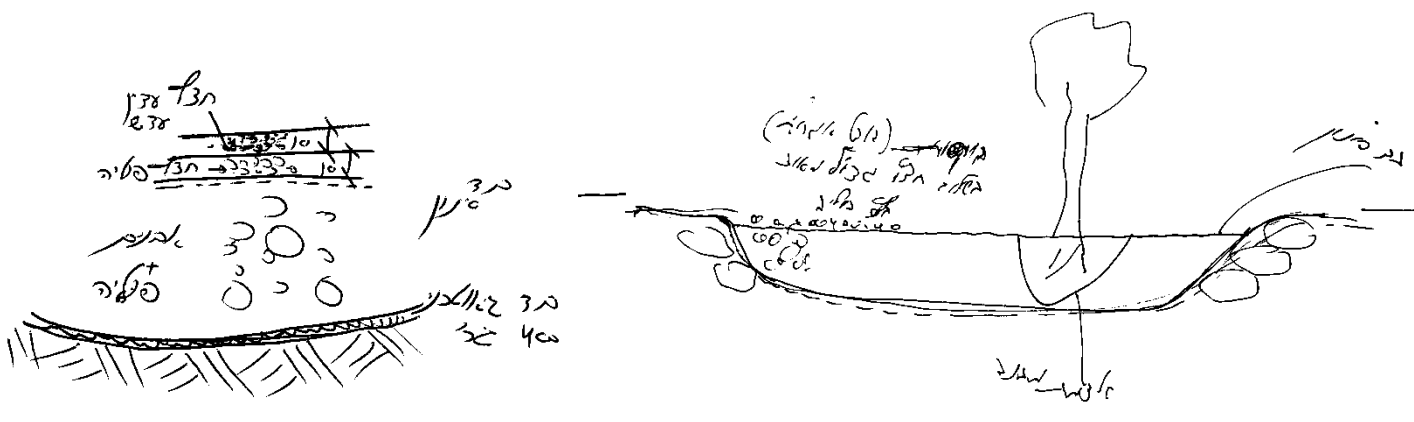
יצירת אזור השהייה והאטת פיזור נגר בשטח המגרש, ע"י טיפול בחניית האופניים.

החלפת הקרקע תבוצע ע"י חפירה עמוקה (כ-1 מ' עומק), דיפון תחתון ביריעה גיאוטכנית (לא ארוגה, 400 גר' למ"ר) ומילוי בתערובת של אבנים גדולות 'בוקסות' (גודל אגרוף) וחצץ 'פוליה', ליצירת מאגר מים זמני.



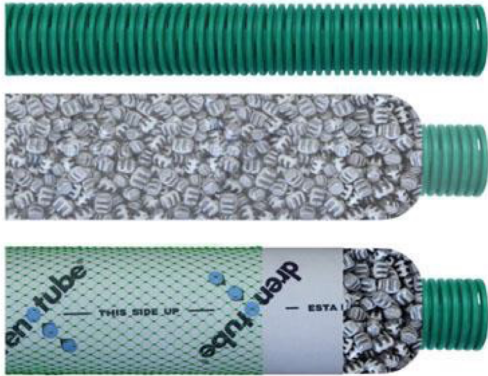
מעל לשכבת המאגר יש להניח בד סינון וגמר עליון מתאים לתכנון הנופי - 10 ס"מ שכבת חצץ 'פוליה' ומעליה 10 ס"מ שכבת חצץ עדין 'עדש'.

ניתן לשלב בשטח ההשהייה שתילת עצים, כאשר סביבם יש שימוש באדמת מבנה (כדוגמת CU STRUCTURAL SOIL של חב' הדר מערכות ייצוב ופיתוח נוף).



יש להקפיד כי מפלס פני גמר החצץ יהיו נמוכים מכלל השטחים המקיפים אותם, ללא אבני שפה או פרטי הגבהה בהיקף.

בי"ס מיתרים, רעננה



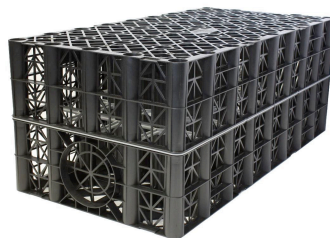
צינור 'אוברפלואו' – צינור מחלחל להחדרת כמות מעטה של מים לאורך מסלול הפינוי.

סה"כ שטח החלפת קרקע לחישובי החדרת נגר - 398 מ"ר

2.4 החדרת נגר באמצעות ארגזי נגר



השהיית והחדרת מים בנפח משמעותי ברצועת הקצה הדרומית של המגרש, בארגזי אגירה כדוגמת מערכת אגירת מי שיטפונות Polystorm של חב' פלג פתרונות למי גשם.

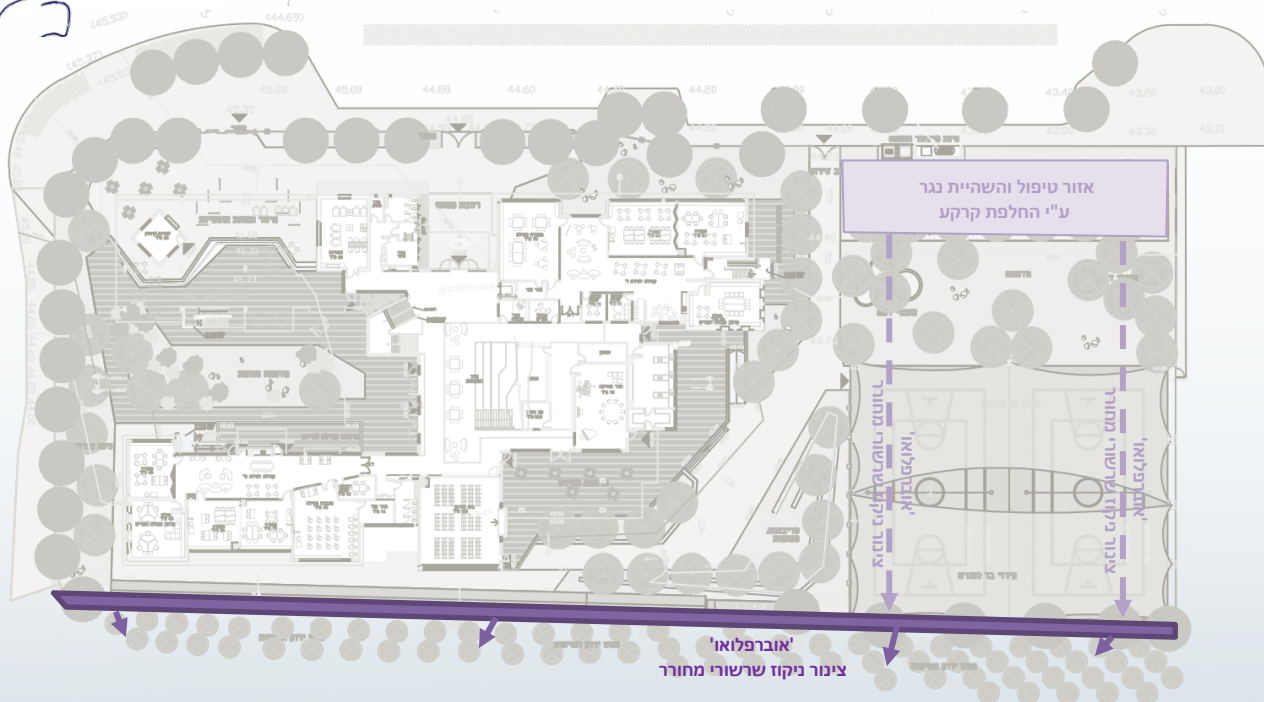


ניתן לשלב בשטח ההשהיה תאי שתילה לעצים.



← נדרשת יצירת רצועה מגוננת בפיתוח השטח ברוחב 60 ס"מ לאורך כל גבול המגרש הדרומי.

מיקום צינורות 'אוברפלואו' למקרי קיצון חריגים לכיוון דרום - אל השטח הציבורי המגונן מדרום (בטיפול נופי במסגרת תכנון בית הספר).



סה"כ שטח רצועה לחישובי החדרת נגר - 83 מ"ר

2.5 חישוב סופי - השהיית נגר כוללת בתחום המגרש (כנדרש בת"י 5281)

תא שטח	שטח	נפח גשם מהשטח	מקדם נגר C	נגר (מ"ק)
גגות	1897	26.56	0.90	23.90
השהיה (מפורט בהמשך)	481	6.73	1.00	6.73
גיבון	1864	26.10	0.20	5.22
גגות ירוקים / כחולים	796	11.14	0.30	3.34
שטחים מרוצפים	3190	44.66	0.90	40.19
	סה"כ	115.19	סה"כ	79.39

כמות הנגר לטיפול – 79.4 מ"ק

הנגר יושהה בשני אזורים –

חניית האופניים – בשימוש באבנים גדולות היוצרות חללים להשהיה בנפח של לפחות 20% מנפח החפירה.

ארגזי נגר – בעומק מטר ברצועה הדרומית של המגרש להשהיה בנפח של 90% מנפח החפירה.

נגר על שטחי השהיה-	שטח	עומק	נפח	נפח אפקטיבי	נפח אגירה
חניית אופניים	398	1	398	20%	79.6
ארגזי נגר	83	1	83	90%	74.7
				סה"כ	154.3

הפתרונות המוצעים נותנים מענה מלא לחלחול והשהיה של 100% מהנגר הנוצר בגבולות המגרש באירוע בעל זמן חזרה של 5 שנים.

כלל הפתרונות המוצגים בדו"ח זה נותנים מענה להשהייה וחילחול של 100% מהנגר בתחום המגרש, ומאפשרים לקבל את מירב הניקוד לנושא זה בת"י 5281 (בניה ירוקה).

התאמה לתנאי אקלים קיצוניים

בשל השתנות מאפייני הגשם הצפויה כתוצאה משינויי האקלים, אשר יכולה להתאפיין בהתגברות של אירועי קיצון, בדקנו את החישוב לעיל גם כמויות נגר לאירוע קיצוני – בעל זמן חזרה נוכחי של 50 שנה.

עוצמת גשם לעשר דקות באירוע עם זמן חזרה של 50 שנה – 160 מ"מ לשעה.

נפח הגשם במגרש באירוע עם זמן חזרה של 50 שנה – 230 מ"ק.

תא שטח	שטח	נפח גשם מהשטח	מקדם נגר C	נגר (מ"ק)
גגות	1897	50.59	0.90	45.53
השהיה	481	12.83	1.00	12.83
גיבון	1864	49.71	0.20	9.94
גגות ירוקים / כחולים	796	21.23	0.30	6.37
שטחים מרוצפים	3190	85.07	0.90	76.56
	סה"כ	219.41	סה"כ	151.22

כמות הנגר לטיפול – 151 מ"ק.

השהיה מתוכננת – 154 מ"ק

לסיכום, הפתרונות המוצעים נותנים מענה מלא בתחום המגרש גם לאירוע גשם קיצוני.

סיכום

התכנון הנופי-הידרולוגי מהווה פתרון מספק לטיפול ב- 100% ממי הנגר בתחום המגרש (בנגר עילי, השהייה וחילחול). האמצעים שאופיינו חוסכים עלויות בהקמת צנרת ניקוז ואינם תלויים ברמת האחזקה של מערכת ניקוז.

סך כל הפתרונות המוצעים משתמשים בהשהיה ופתרונות חלחול על מנת לתת מענה לאירועי גשם שגרתיים וגם לאירועים המתרחשים פעם ב-5 ו-10 שנים, כך שלא יהיו עודפי מים מהמגרש.

בנוסף, נבחנה גם אפשרות של אירוע גשם קיצוני מאוד (160 מ"מ ב-10 דק'). באירוע כזה, רוב מי הנגר ייספגו בשטח המגרש ועודפיו יגלשו באופן טבעי לטראסות שיתוכננו בשצ"פ מדרום לשטח בית הספר ועד לכביש. במידה והטראסות יתוכננו בחתך קרקע נכון, הן צפויות לספוג את כל עודפי המים, כך שמים לא צפויים להגיע כלל לכביש או למערכת הניקוז העירונית.