



זלטופולסקי 13

תל אביב

גוש 6901 חלקה 24

חוות דעת לניהול ותכנון בניה משמרת נגר עילי

-אפריל 2023-

גרסה 1.0



תכנון ועריכת

נספחי ניקוז מים וביוב



השפלת מי תהום

כולל תכנון מערך טיפול



מידול זרימה

ומפלסי מי תהום



תכנון קידוחים

החדרה, פיאזומטר, שאיבה



ייעוץ ותכנון

מתקני טיפול במים



ייעוץ הידרולוגי

לניהול מי נגר



תוכן עניינים

4	1. רקע ומבוא	4
4	1.1 רקע	4
4	1.2 מטרת הדוח	4
4	1.3 מקורות	4
5	2. המצב הקיים והמתוכנן	5
5	2.1 טופוגרפיה ורום פיתוח מתוכנן	5
5	2.2 חתך קרקע כושר החידור ומי תהום	5
6	2.3 מי תהום	6
6	2.4 קידוחי הפקת מי שתיה	6
7	2.5 מפת ריכוז כלורידים במי התהום	7
7	3. דרישות תכנוניות	7
7	3.1 תמ"א 1	7
8	3.2 תקן הבניה הישראלי ת"י 5281 – פרק 3 – מים (סעיף 3.4 – מי נגר וניקוז)	8
8	3.3 חשיבות החדרה והעשרת של מי תהום על פי תמ"א 1	8
9	3.4 תמ"מ 2/5 – פשט ההצפה של נחל הירקון	9
10	4. עובי הנגר למצב המתוכנן	10
10	4.1 עוצמה משך זמן	10
11	4.2 כמות משקעים במגרש	11
11	4.3 חישוב ספיקת התכן והנפח הנדרש לטיפול	11
12	4.4 חישוב ספיקת התכן והנפח הנדרש לטיפול על פי מחשבון תמ"א 1 – מנהל התכנון	12
13	5. פתרונות לניהול מי הנגר	13
13	5.1 אסטרטגיה לניהול מי הנגר	13
13	5.2 תקרת מרתף	13
13	5.3 נפח המים המטופל בעקבות פיתוח המגרש	13
13	5.4 שטחי גינון	13
13	5.5 קו פרשת מים בכניסה לחניון	13
14	5.6 נפח מערכת ניהול מי הנגר	14
14	5.7 נפח יומי זמין בפרויקט ע"פ מחשבון מנהל התכנון	14
14	5.8 שטח מחלחל בפרויקט	14
14	5.9 רמפת ירידה למרתף	14
15	6. תנאים נוספים	15
15	7. תחזוקה	15
15	8. ההיבט הסביבתי	15
16	9. סיכום	16

רשימת איורים

4	איור 1- מיקום המגרש על רקע מפת סביבה	4
6	איור 2- מיקום הפרויקט על גבי מפת מפלסי מי תהום לסתיו 2016, רשות המים	6
7	איור 3- מפת ריכוז כלורידים, רשות המים 2015	7
7	איור 4- מיקום התוכנית על רקע מפת תמ"א 1, מנהל התכנון	7
8	איור 5- ערכי סף ומדרג נקודות, מדריך טכני בניה ירוקה (גרסה 1.0)	8
9	איור 6- חשיבות החדרה והעשרת מי תהום, תמ"א 1	9
9	איור 7- תמ"מ 2/5, פשט ההצפה של נחל הירקון ומיקום הפרויקט	9
12	איור 8- יעד נפח נדרש לטיפול, מנהל התכנון	12



רשימת טבלאות

- טבלה 1- לוג חתך הקרקע כפי שהתקבל באמצעות קידוחי הניסיון ופורסם בדוח הקרקע של "ישי דוד ויהודה בנישתי" מס' תיק פר-932-1..... 5
- טבלה 2- מדרג ניקוד לפי אחוזי הטיפול במי הגשם היורדים על המגרש. 8
- טבלה 3- עוצמות הגשם בהסתברות 1% באזורים השונים (נת"י 2016). 10
- טבלה 4- נוסחאות לחישוב מקדמי מעבר להסתברויות שונות. 10
- טבלה 5- עוצמות גשם לפי הסתברויות שונות במישור החוף. 11
- טבלה 6- מרכיבי בינוי תורמי נגר. 12
- טבלה 7- סיכום נפח זמין להשהיה. 14

רשימת משוואות

- משוואה 1- נפח המים היורד על המגרש (122 מ"מ/שעה, 5:1, זמן ריכוז 10 דק) 11
- משוואה 2- הנוסחה הרציונלית. 11
- משוואה 3- אחוז נפח המים המטופל במגרש בעקבות פיתוח. 13
- משוואה 4- נפח זמין להשהייה באמצעות גינון כללי/פרטי. 13
- משוואה 5- אחוז הנגר המטופל במגרש. 14
- משוואה 6- ספיקת הנגר הצפויה מרמפת הירידה למרתף באירוע 1%/לעשר דקות. 14
- משוואה 7- ספיקת הנגר הצפויה מרמפת הירידה למרתף באירוע 1%/שעה. 15



1. רקע ומבוא

1.1 רקע

הפרויקט ממוקם בעיר תל אביב, מערבית לרחוב זלטופולסקי, גוש 6901 חלקה 24. הפרויקט נמצא בקירוב לקורדינאטות 178660/666220. שטח הפרויקט הכולל הינו 415 מ"ר. בפרויקט מתוכננת הריסת מבנה קיים ובניה של מבנה בעל 6 קומות וקומת גג מעל קומת קרקע ו-2 קומות מרתף.



איור 1- מיקום המגרש על רקע מפת סביבה.

1.2 מטרת הדוח

חוו"ד הידרולוגית זו הופקה על מנת לתת מענה והנחיות לניהול מי הנגר בפיתוח המגרש. לדוח זה מצורפת תוכנית הידרולוגית.

1.3 מקורות

דוח זה הופק מקבלת מידע מגורמי התכנון והייעוץ השונים, מהידע המקצועי והאישי שנצבר וכן מנתוני הרשויות השונות. יש לעדכן את הח"מ על כל שינוי בתכניות ולקבל הנחיות מעודכנות במידת הצורך. בנוסף בדוח זה נעשה שימוש בחומרים מאתר עיריית תל אביב, רשות המים, השירות ההידרולוגי ואתר המפות Govmap.



2. המצב הקיים והמתוכנן

2.1 טופוגרפיה ורום פיתוח מתוכנן

החזית הדרומית, הצפונית והמערבית גובלות עם מגרשים שכנים. החזית המזרחית גובלת עם רחוב זלטופולסקי (איור 1). רום המגרש עולה ממזרח מרום של +11.9 מ' מפנ"ה, לרום של +13.8 מ' מפנ"ה באזור המערבי. מפלס ה- ± 0.0 המתוכנן הינו +12.44 מ' מפנ"ה. לצורך הקמת מתקן החניה התת קרקעי מתוכננת חפירה לעומק משוער של כ- 8.0 מ' ממפלס ± 0.0 .

2.2 חתך קרקע כושר החידור ומי תהום

על פי דו"ח הקרקע שפורסם במרץ 2023, נתוני הקרקע התקבלו מקידוחים שבוצעו בפברואר 2018 מאתרים סמוכים. יש לעדכן את הח"מ לכשיתקבלו ממצאים של קידוחי ניסיון במגרש הנ"ל על מנת לאשר את הפתרון ההידרולוגי המוצע בחו"ד זן.

ע"פ הקידוחים שבוצעו לעומק של 20.0 מ', נצפתה שכבת מילוי חול חרסיתי מפני הקרקע ועד לעומק של 1.0 מ'. מעומק של 1.0 מ' ועד לעומק של 5.2-4.8 מ' נמצאה שכבה של חול חול נקי דק. מעומק של 5.2-4.8 מ' ועד לעומק של 7.5-6.7 מ' נמצאה שכבה של חול חרסיתי. מעומק של 7.5-6.7 מ' ועד לעומק של 11.2-11.0 מ' נמצאה שכבה של חול דק נקי עד חול כורכרי. מעומק של 11.2-11.0 מ' ועד לעומק של 13.5-13.3 מ' נמצאה שכבה של חול חרסיתי עד חול דק עם דקים. מעומק של 13.5-13.3 מ' ועד לסוף הקידוחים בעומק של 20 מ' נמצאה שכבה של חול דק נקי עד חול כורכרי.

טבלה 1- לוג חתך הקרקע כפי שהתקבל באמצעות קידוחי הניסיון ופורסם בדוח הקרקע של "ישי דוד ויהודה בנישתי" מס' תיק פר-932-1.

קידוח מספר	מעומק [מ']	עד עומק [מ']	סוג קרקע	דקים %	עומק מי תהום [מ']
ק.1	0.0	1.0	מילוי חרסיתי	20-30%	13.0 מ'
	1.0	5.2	חול דק נקי	3-5%	
	5.2	7.5	חול חרסיתי		
	7.5	11.2	חול דק נקי עד חול חול כורכרי	2-4%	
	11.2	13.5	חול חרסיתי עד חול דק עם דקים	15-30%	
	13.5	20.0	חול דק נקי עד חול כורכרי	2-4%	



2.3 מי תהום

על פי דו"ח הקרקע, בקידוחי הניסיון שנעשו במגרש נמצאו מי תהום בעומק של 13.0 מ', ברום של כ- (-0.5) מ' מפני"ה.

על פי מפת מפלסי מי תהום לסתיו 2016 (רשות המים) מפלס מי התהום בשטח הפרויקט נמצא ברום של כ- +0.0 מ' מפני"ה (איור 2). מפת מפלסי מי התהום מציגה את המפלס העונתי בתקופת המדידה ויתכנו שינויים במפלס מי התהום.



איור 2- מיקום הפרויקט על גבי מפת מפלסי מי תהום לסתיו 2016, רשות המים.

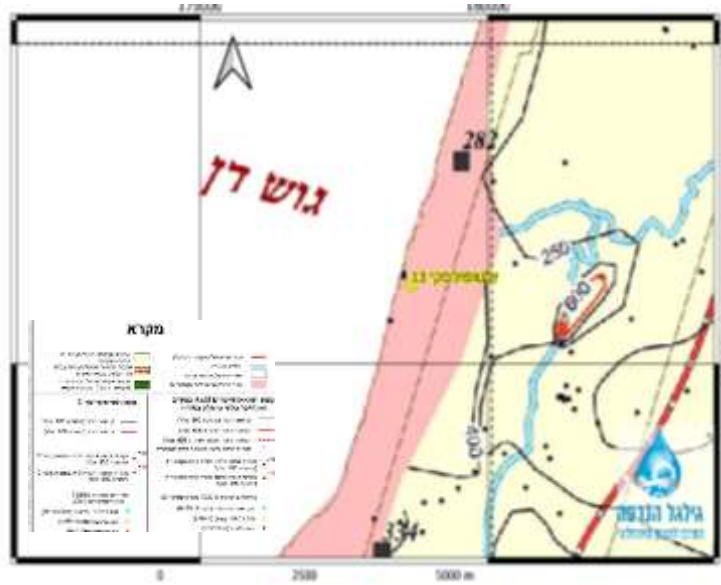
2.4 קידוחי הפקת מי שתיה

על פי תקנות בריאות העם (תנאים תברואיים לקידוח מי שתייה) 1995, נקבעו רדיוסי מגן מסביב לקידוחי הפקת מים מחשש לזיהום מקומי באקוויפר שישפיע על איכות המים. ברדיוס של 1,000 מ' מהפרויקט לא נמצאו קידוחי הפקת מים.



2.5 מפת ריכוז כלורידים במי התהום

הפרויקט נמצא במרחק של כ-260 מטר מהים מצידו המערבי של קו מחצית הפאן הבייני. על פי מפת ריכוזי הכלורידים של רשות המים משנת 2015, המגרש נמצא באזור בו ריכוז הכלורידים בתת אקוויפר A ו B1 הינו מעל 400 מג"ל כלוריד.

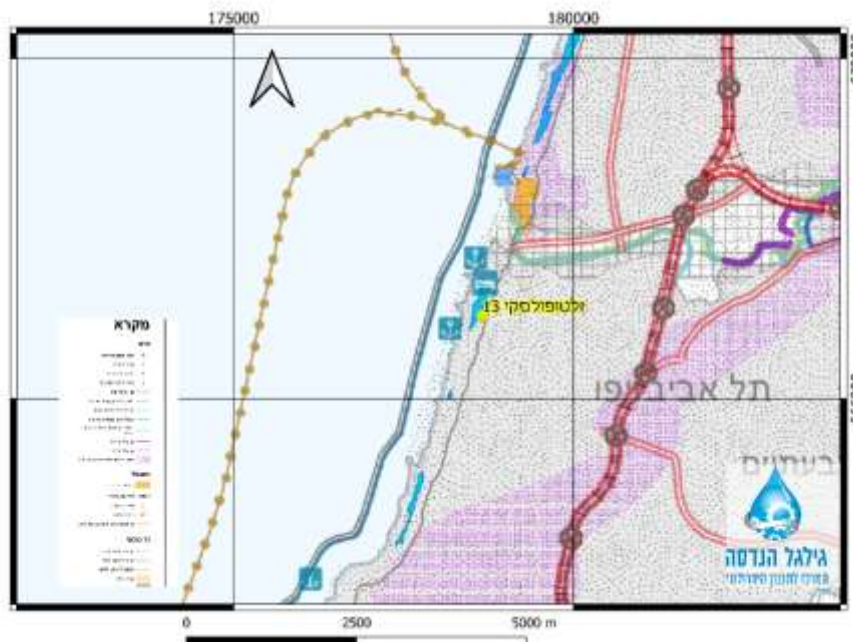


איור 3- מפת ריכוז כלורידים, רשות המים 2015.

3. דרישות תכנוניות

3.1 תמ"א 1

על פי תמ"א 1, המגרש אינו נמצא באזור הרגיש להחדרת נגר עילי למי תהום (איור 4).



איור 4- מיקום התוכנית על רקע מפת תמ"א 1, מנהל התכנון.



3.2 תקן הבניה הישראלי ת"י 5281 – פרק 3 – מים (סעיף 3.4 – מי נגר וניקוז)

על פי תקן בניה ירוקה ובהמשך לדרישות תמ"א 1, יש לתת מענה למי נגר בתקופת חזרה של לפחות 1:5 שנים ולזמן ריכוז של 10 ד'. באיור מספר 5 מופיע תנאי הסף לקבלת ניקוד על פי אחוזי טיפול בנגר העילי.

תנאי סף - כמות המים שיושהו או יוחדרו תהיה 15% ממי הגשם היוורדים על המגרש.
תוספת ניקוד תקבל בתוספת החדרה של מים לפי המדרג להלן:

- 30% ממי הגשמים היוורדים על המגרש.
- 50% ממי הגשמים היוורדים על המגרש.
- 100% ממי הגשמים היוורדים על המגרש.

על פי הוראות תמ"א 334 תיקון 4 לניקוז ושימור מים חלחול והחדרה, בכל מבנה יישאר שטח לא בנוי בתת הקרקע של 15%, על מנת להבטיח חלחול מים למי התהום ושמירה על תהליכי העשרה טבעיים. במקרה שהיקף הבינוי בתת הקרקע גדול מ-85% משטח המגרש, התמ"א מאפשרת להציע מתקנים להעצמת ההחדרה כך שיהיה ניתן לבנות גם יותר מ-85% בתת הקרקע, ובתנאי קיומם של אמצעי החדרה מתאימים.

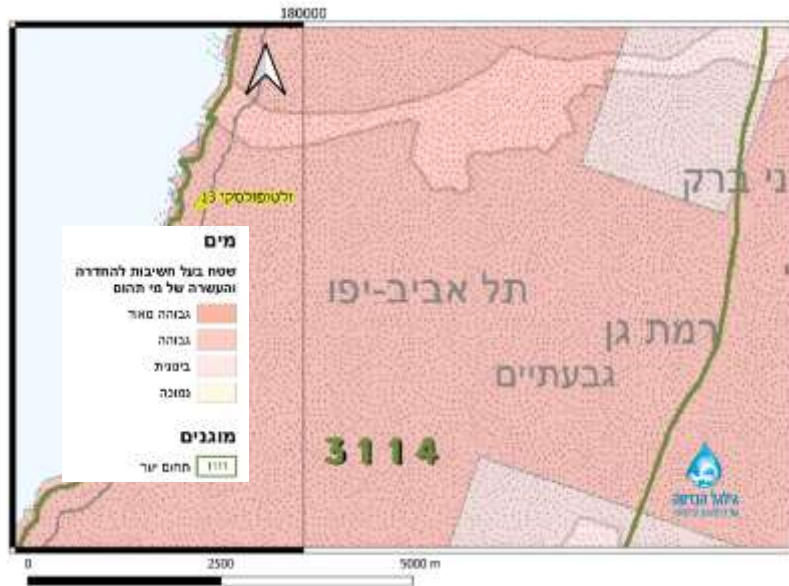
איור 5- ערכי סף ומדרג נקודות, מדריך טכני בניה ירוקה (גרסה 1.0).

טבלה 2- מדרג ניקוד לפי אחוזי הטיפול במי הגשם היוורדים על המגרש.

אחוז טיפול בנגר	ניקוד בניה ירוקה
15% ממי הגשם היוורדים על המגרש לפחות	0.5 (תנאי סף)
30% לפחות	2
50% לפחות	2.5
100%	3

3.3 חשיבות החדרה והעשרת של מי תהום על פי תמ"א 1

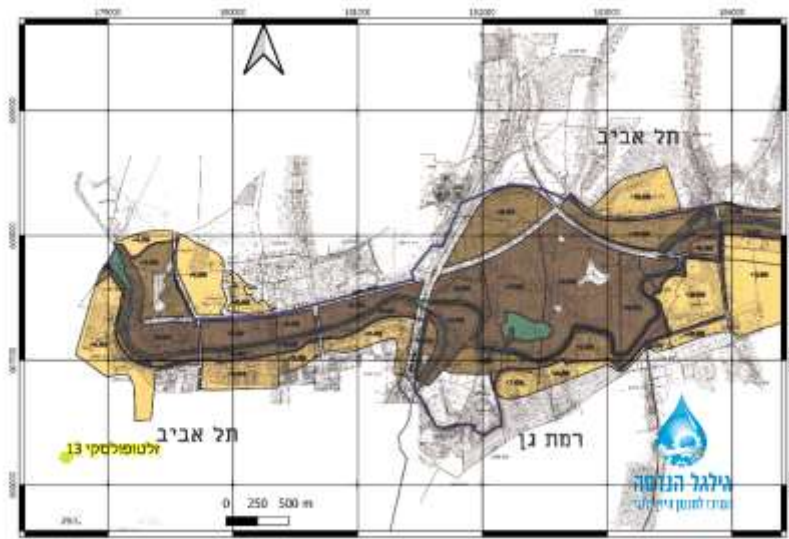
הפרויקט ממוקם באזור בעל חשיבות גבוהה מאוד להחדרה והעשרת מי תהום על פי תמ"א 1 בנוסף, ניתן לראות כי המגרש הנסקר נמצא בתחום המערבי של הפאן הבינוי (איור 6).



איור 6- חשיבות החדרה והעשרת מי תהום, תמ"א 1.

3.4 תמ"מ 2/5- פשט ההצפה של נחל הירקון

התוכנית תמ"מ 2/5 כוללת התייחסות למגבלות בניה לשם הקטנת נזקי הצפות והוראות סביבתיות. חלק ממטרות התוכנית הינן צמצום סכנת ההצפות באזורים הבנויים והקטנת הנזקים מהצפות. על פי תשריט הנחיות ומגבלות בניה של תמ"מ 5/2, שטח הפרויקט אינו ממוקם בפשט ההצפה של נחל הירקון באזור בו חלות מגבלות בניה (איור 7).



איור 7- תמ"מ 2/5, פשט ההצפה של נחל הירקון ומיקום הפרויקט.



4. עובי הנגר למצב המתוכנן

4.1 עוצמה משך זמן

טבלה עוצמת, משך ותקופת חזרה התקבלנו על ידי נת"י משנת 2016. טבלאות אלו המעודכנות ביותר לתקופתינו ונמצאות בשימוש בתכנון המפורט ברחבי הארץ.
טבלה 3- עוצמות הגשם בהסתברות 1% באזורים השונים (נת"י 2016).

זמן (דקות)	צפון הגולן	גליל עליון	גליל מערבי	דרום הגולן והכנרת	גליל תחתון ועמק יזרעאל	מישור החוף והכרמל	שפלת שומרון ויהודה	הרי שומרון ויהודה	הנגב המערבי	הר הנגב, ערבה, מדבר יהודה	ערבה דרומית
10	117	97	117	94	152	216	170	125	152	285	217
15	94	79	96	75	125	173	135	98	120	202	155
20	80	67	84	64	109	147	115	83	101	158	122
30	64	54	69	51	90	118	91	65	80	112	87
45	51	44	57	41	74	94	73	51	63	79	63
60	44	38	50	35	64	81	62	43	53	62	49
90	35	30	41	28	53	64	49	33	42		
120	30	26	36	24	46	55	42	28	35		
180	24	21	29	19	38	44	33	22	28		
240	20	18	25	16	33	38	28	19	23		

מקדמי מעבר מעוצמת גשם בהסתברות 1% לעוצמת גשם בהסתברויות שונות חושבו על ידי הכפלת עוצמת הגשם בהסתברות 1% במקדם מעבר לעוצמת הגשם בהסתברויות נדרשות אחרות (טבלה 4).

טבלה 4- נוסחאות לחישוב מקדמי מעבר להסתברויות שונות.

אזור גשם	שם אזור הגשם	2%	5%	10%	20%
1	צפון הגולן	$Kp = 0.7179T^{0.0469}$	$Kp = 0.4622T^{0.1051}$	$Kp = 0.3238T^{0.1506}$	$Kp = 0.2655T^{0.1506}$
2	גליל עליון מזרחי ועמק החולה	$Kp = 0.9303T^{-0.017}$	$Kp = 0.8164T^{-0.036}$	$Kp = 0.7282T^{-0.05}$	$Kp = 0.5971T^{-0.05}$
3	גליל מערבי	$Kp = 1.0022T^{-0.026}$	$Kp = 0.9821T^{-0.058}$	$Kp = 0.9635T^{-0.087}$	$Kp = 0.7901T^{-0.087}$
4	דרום הגולן, בקעת הכנרת ובקעת בית שאן	$Kp = 0.9037T^{-0.008}$	$Kp = 0.7852T^{-0.021}$	$Kp = 0.6991T^{-0.033}$	$Kp = 0.5733T^{-0.033}$
5	גליל תחתון ועמק יזרעאל	$Kp = 0.9441T^{-0.044}$	$Kp = 0.8574T^{-0.102}$	$Kp = 0.7701T^{-0.145}$	$Kp = 0.6315T^{-0.145}$
6	מישור החוף והכרמל	$Kp = 0.9667T^{-0.031}$	$Kp = 0.9182T^{-0.077}$	$Kp = 0.9269T^{-0.129}$	$Kp = 0.7601T^{-0.129}$
7	שפלת שומרון ויהודה	$Kp = 0.9378T^{-0.023}$	$Kp = 0.8142T^{-0.063}$	$Kp = 0.7827T^{-0.085}$	$Kp = 0.6418T^{-0.085}$
8	הרי שומרון ויהודה	$Kp = 0.9054T^{-0.014}$	$Kp = 0.7633T^{-0.028}$	$Kp = 0.6531T^{-0.038}$	$Kp = 0.5355T^{-0.038}$
9	נגב צפוני	$Kp = 0.9834T^{-0.057}$	$Kp = 0.9613T^{-0.144}$	$Kp = 0.9383T^{-0.216}$	$Kp = 0.7694T^{-0.216}$
10	הר הנגב, ערבה, מדבר יהודה	$Kp = 0.0004T + 0.6343$	$Kp = 0.0006T + 0.3597$	$Kp = 0.0006T + 0.2363$	$Kp = 0.00042T + 0.16541$
11	ערבה דרומית	$Kp = 0.6119T^{0.0172}$	$Kp = 0.3288T^{0.0435}$	$Kp = 0.2068T^{0.0628}$	$Kp = 0.1365T^{0.0628}$

מחישוב עוצמות הגשם על פי הנתונים מעלה, עוצמות הגשם לפי הסתברויות שונות במישור החוף והכרמל במשך זמן מופיעים בטבלה להלן.



טבלה 5- עוצמות גשם לפי הסתברויות שונות במישור החוף.

מישור החוף והכרמל- עוצמות גשם מריבות [מ"מ/שעה]					זמן (דקות)
20%	10%	5%	2%	1%	
122	149	166	194	216	10
93	113	129	154	173	15
76	93	107	130	147	20
58	71	83	103	118	30
44	53	64	81	94	45
36	44	54	69	81	60
27	33	42	54	64	90
23	27	35	46	55	120
17	21	27	36	44	180
14	17	23	31	38	240

זמן הריכוז בשטח הפרויקט הינו קטן מ-10 דקות, לכן זמן הריכוז שישמש לקביעת ספיקת התכן הינו 10 דקות. הסתברות לקביעת ספיקת התכן הינה 20% ע"פ תמ"א 1 (תיעול עירוני- רחובות, מגרשי חניה, חצרות בתים וכדומה). עוצמת הגשם לתכן הינה 122 מ"מ/שעה.

4.2 כמות משקעים במגרש

נפח מי הגשם שירד על המגרש ב-10 דקות, באירוע גשם בהסתברות 1:5 שנים ובעוצמה של 122 מ"מ/שעה הינו 8.4 מ"ק (משוואה 1).

משוואה 1- נפח המים היורד על המגרש (122 מ"מ/שעה, 1:5, זמן ריכוז 10 דק)

$$Q = A * I = 415[m^2] * 0.122 \left[\frac{m}{hr} \right] * \frac{1}{6} \left[\frac{hr}{10 \text{ min}} \right] = 8.4 \left[\frac{m^3}{10 \text{ min}} \right]$$

4.3 חישוב ספיקת התכן והנפח הנדרש לטיפול

נפח מי הנגר הנוצר במגרש חושב באמצעות הנוסחה הרציונלית אשר מתאימה לאגני ניקוז קטנים ובעלי תכסית משתנה (אספלט, גגות, גינות ועוד). הנוסחה הרציונלית נמצאת בשימוש בארץ ובעולם ונחשבת לקירוב מספק לתכן.

משוואה 2- הנוסחה הרציונלית

$$Q = \frac{CIA}{3.6}$$

כאשר : C-מקדם נגר, I- עוצמת גשם [מ"מ/שעה], A- [שטח בדונם].

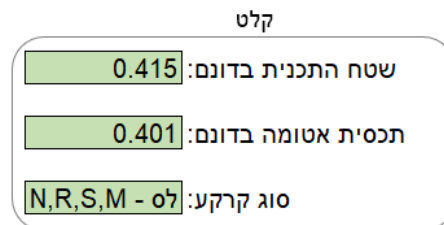
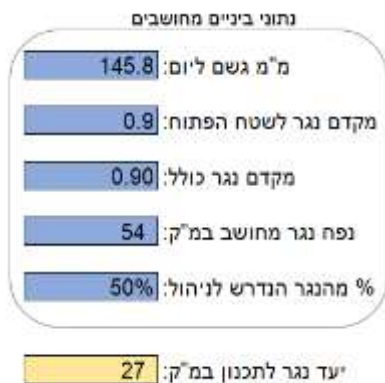


טבלה 6- מרכיבי בינוי תורמי נגר.

רכיב תורם נגר	גודל [מ"ר]	אחוז מהשטח	מקדם נגר	נפח נגר מצטבר ב-10 דקות, 1:5 שנים, עוצמת גשם 122 מ"מ/שעה [מ"ק/10 דק']	נפח נגר מצטבר ב-60 דקות, 1:50 שנים, עוצמת גשם 69 מ"מ/שעה [מ"ק/שעה]
גגות	140	34%	0.9	2.6	8.7
מרפסות	50	12%	0.85	0.9	2.9
גינון כללי	14	3%	0.3	0.1	
גינון פרטי מעל מרתף	45	11%	0.4	0.4	
רמפת ירידה למרתף	23	6%	0.9	0.4	
שבילים ומדרכות	143	34%	0.9	2.6	
סה"כ	415	100%		6.9	11.6

4.4 חישוב ספיקת התכן והנפח הנדרש לטיפול על פי מחשבון תמ"א 1- מנהל התכנון

בפברואר 2020 פורסם מסמך מדיניות ניהול נגר עירוני ע"י מינהל התכנון. בנוסף הופק מחשבון לחישוב גודל מערכת הטיפול בנגר ליום. על פי מחשבון שפורסם יש לטפל בכ-27 מ"ק ליום. אחוז הנגר הנדרש לטיפול הינו 50% היות והמגרש קטן מ-5 דונם.



איור 8- יעד נפח נדרש לטיפול, מנהל התכנון.



5. פתרונות לניהול מי הנגר

5.1 אסטרטגיה לניהול מי הנגר

- תיעול מי הנגר מגגות המבנים והמרפסות למערכות ההנדסיות להשהייה.
- יצירת שיפועים מתאימים מהשבילים והמדרכות לאזורי הגינון המונמכים.
- הוספת קו פרשת מים בכניסה לחניון.
- הקפדה על יישום אדמה גננית פורזיבית ליצירת נפח השהייה זמין בשטחי הגינון.

5.2 תקרת מרתף

תקרת המרתף תתוכנן עם שיפוע מינימלי של 0.5% לכיוון החזית הנמוכה עם יציאות ניקוז למניעת הערמות מים מעל קומת המרתף. או לחלופין תתוכנן עם שיפוע לכיוון השטח המחלחל.

5.3 נפח המים המטופל בעקבות פיתוח המגרש

אחוז המים המטופל במגרש בעקבות פיתוח המגרש הינו בקירוב 17.8% מנפח המים היורד על המגרש בהסתברות 20% ומשך גשם של 10 דקות (סעיף 4.2, 4.3).

משוואה 3- אחוז נפח המים המטופל במגרש בעקבות פיתוח.

$$\frac{(8.4 - 6.9) \left[\frac{m^3}{10 \text{ min}} \right]}{8.4 \left[\frac{m^3}{10 \text{ min}} \right]} = 17.8\%$$

5.4 שטחי גינון

באזורים מגוננים בשטח הפרויקט תיושם אדמה גננית בעובי מינימלי של 60 ס"מ. יש להנמיך את אזורי הגינון ב-20 ס"מ מהפיתוח. אין לשבש את איכות הקרקע על ידי חומרים כגון סיד או חומרי בניה בזמן הבניה ואחריה. יש לבצע את עבודות הכנת הקרקע בגינון כאשר הקרקע יבשה כדי למנוע הידוק ופגיעה במבנה הקרקע. אין להשאיר קרקע חשופה ללא חיפוי צמחי למניעת סחף ואיטום הקרקע.

משוואה 4- נפח זמין להשהייה באמצעות גינון כללי/פרטי.

$$V_{\text{זמין}} = A[m^2] * h[m] * \phi = 59[m^2] * 0.6[m] * 0.3 = 10.6[m^3]$$

5.5 קו פרשת מים בכניסה לחניון

יש להתקין קו פרשת מים בכניסה לירידה לחניון למניעת כניסת נגר לחניון. בנוסף יש להתקין תעלת ניקוז למניעת כניסת מים לחניון.



5.6 נפח מערכת ניהול מי הנגר

נפח מערכת הנדסית לניהול מי הנגר בתכנית זו הינו 3.5 מ"ק לעשר דקות וכוללת את נפח שוחת ההשהייה. סה"כ אחוז הטיפול במי הגשמים היורדים על המגרש (גגות ומרפסות) הינו 59.5%.

משוואה 5- אחוז הנגר המטופל במגרש

$$\frac{(8.4 - 6.9 + 3.5) \left[\frac{m^3}{10 \text{ min}} \right]}{8.4 \left[\frac{m^3}{10 \text{ min}} \right]} = 59.5\%$$

כמות מי הגשמים היורדים על המגרש הינה 8.4 מ"ק/עשר דקות. לאחר פיתוח המגרש והטמעת הפתרונות ההידרולוגים, ספיקת הנגר הצפויה לצאת מהמגרש הינה 3.4 מ"ק/עשר דקות.

5.7 נפח יומי זמין בפרויקט ע"פ מחשבון מנהל התכנון

להלן טבלה לסיכום הנפח היומי הזמין בפרויקט. הנפח הזמין הינו נפח קיים להשהייה בשטח הפרויקט ונפח מי גשם אשר מיועד לחלחול והחדרה בפרויקט. הנפח הנדרש הינו 27 מ"ק על פי מחשבון מנהל התכנון (איור 8), בפיתוח המגרש צפויה עמידה ביעד הנפח כפי שמופרט בטבלה להלן.

טבלה 7- סיכום נפח זמין להשהייה.

נפח [מ"ק]	אמצעי השהייה
10.6	גינון
17.5	נפח השהייה זמין במערכת ההנדסית לניהול מי הנגר
28.1	סה"כ
27	נפח נדרש על פי תמ"א 1
V	עומד בדרישה

5.8 שטח מחלחל בפרויקט

לבקשת עיריית תל אביב, נדרש 15% אחוז שטח מחלחל בפרויקט. סה"כ מתוכנן בפרויקט כ-3%. נכון לכתיבת שורות אלו, הפרויקט אינו עומד בדרישות עיריית תל אביב לאחוז שטח מחלחל בתוכנית.

5.9 רמפת ירידה למרתף

ספיקת הנגר באירוע של 1:100 שנה ובזמן ריכוז של עשר דקות אשר צפוי להתקז בתחומי רמפת הירידה למרתף ויתועל למאגר שאיבה הינו 0.8 מ"ק. ספיקת הנגר השעתית הצפויה הינה 1.8 מ"ק.

משוואה 6- ספיקת הנגר הצפויה מרמפת הירידה למרתף באירוע 1%/לעשר דקות.

$$Q_{\text{ד}10} = A * I = 23[m^2] * 0.216 \left[\frac{m}{hr} \right] * \left[\frac{hr}{10 \text{ min}} \right] = 0.8 \left[\frac{m^3}{10 \text{ min}} \right]$$



משוואה 7- ספיקת הנגר הצפויה מרמפת הירידה למרתף באירוע 1%/שעה.

$$Q_{p60} = A * I = 23[m^2] * 0.081 \left[\frac{m}{hr} \right] = 1.8 \left[\frac{m^3}{hr} \right]$$

6. תנאים נוספים

- באחריות מהנדס האינסטלציה לתכנון את מערך איסוף מי הגשמים ממאגר ההשהייה על פי התקן (שיפועים, קטרי צמ"ג ועוד) ובהתחשב בהמלצות הנ"ל.
- יש לאפשר יציאת מים מן המערכת ברגעי הצפה אם וכאשר יהיה הצורך. את גלישת הנגר מן המערכת יש לתכנן למערכת הניקוז העירונית או בשפיכה חופשית לרחוב.
- יש לוודא מול המודד גבהיים של שוחות הניקוז ולבדוק שהשפיכה למערכת הניקוז מתבצעת בהתאם להנחיות.
- יש להתקין את תעלות הניקוז ואוגר ההשהייה על פי הוראות הספק.
- הנגר יופנה אל שטחים החדירים והמחלחלים ככל הניתן, השטחים הנמוכים וקפלי הקרקע ישמשו ווסת זמני לזרימות העיליות.
- השטח המיועד לחלחול נגר יהיה נמוך מסביבתו, ככל הניתן, ויחופה, ככל הנדרש, בחומר חדיר למים, כגון אדמה/ חומר גרנולארי, על מנת לאפשר את חלחול הנגר.
- שטחי פיתוח נופי המחופים בחומרים אטומים (כגון ריצופים), לא יחשבו כשטח מחלחל לניהול הנגר.
- שטחים מיועדים לחלחול לא יהיו תחומים בחומרים בלתי חדירים (כגון אבני שפה או קירות), ככל הניתן, על מנת לאפשר זרימת מי נגר מאזורים גבוהים יותר אליהם.
- יש להטמיע את הפתרון ההידרולוגי בתכניות לביצוע.

7. תחזוקה

- תחזוקה של תעלות הניקוז ואוגר ההשהייה פי הוראות הספק ו/או היצרן.
- לפני כל עונת גשמים ועד סוף חודש ספטמבר בכל שנה יש לנקות את שוחות ההשהייה (גג כחול) ולוודא תקינות.
- לפני עונת הגשמים יש לוודא כי תעלות הניקוז אינן חסומות.

8. ההיבט הסביבתי

בשנים האחרונות ניתן דגש לנושא שימור נגר עילי כאשר בעבר ההיבט התכנוני היה לסלק את המים במהירות הגדולה ביותר. הגישה החדשה הינה להתייחס לנגר כמשאב שיש לשמר משתי סיבות עיקריות:



- מניעת אובדן הנגר כתוצאה מתהליכי עיור מוגברים. החדרת מי הנגר תורמת למשק המים הן בתוספת הכמותית והם בשמירה על איכות המים באקוויפר.
- הקטנת ספיקות הנגר העילי המגיעות למערכות הניקוז העירוני והאזורי- כך ניתנת אפשרות להקטנת מערכות הניקוז, עלויות הקמתן ואחזקתן.

9. סיכום

- לאחר יישום הפתרון ההנדסי לטיפול בנגר (שוחת השהייה וקידוח החדרה שמצוין לעיל) אחוז הטיפול במי הגשמים היורדים על המגרש הינו 59.5% על פי תקן לבניה ירוקה.
- ע"פ מדרג הניקוד המופיע בתקן 5281 – בנייה ירוקה – הפרויקט זכאי ל- 2.5 נקודות זכות (טבלה 2).

תאריך	חתימה	תפקיד	שם	
16/04/2023		הנדסאי מים, P.E. מנהל עסקים, B.A.	חגי טל	עורך התכנית
16/04/2023		מהנדס סביבה, B.Sc.	גל שאטר	בקרה