

הועדה המקומית לתכנון ולבניה תל-אביב - יפו			
שם התכנית 507-0595439 ותא/מק/3962 שדרות ששת הימים (חזית יפת)			
אושרה למתן תוקף (לאחר דיון בהתנגדויות):			
החלטת 6	פרוטוקול 223-0005	15/03/2023	תאריך
החלטת 8	פרוטוקול 223-0022	06/12/2023	תאריך
החלטת 9	פרוטוקול 224-0005	10/04/2024	תאריך
ליאור שפירא, עו"ד		מנהל העיר	מנהל האגף
יו"ר הוועדה/יו"ר ועדה משנית		אהוד כפאלי, אדרי	אורלי אראל
תאריך			

אתגר א. הנדסה בע"מ
המומחים לקרקע ומים

ששת הימים-כפר שלם

תל אביב

נספח הידרולוגי לשלב התב"ע

הנחיות לבניה משמרת מים

עדכון מאי 2023

ערכו: נועם צח דבורי

אלעד לבנון

מאי 2023

דו"ח: ETHD180612



המומחים לקרקע ומים

אתגר א. הנדסה בע"מ

תאריך: 29 מאי 2023

מספרנו: ETR1811167b

לכבוד

נופר שרגא

קבוצת גבאי

א.ג.ב.



הנדון: הנחיות לבניה משמרת מים בפרויקט ששת הימים - כפר שלם, תל אביב - שלב התב"ע

דו"ח זה מציג ניתוח הידרולוגי של מי נגר עילי בפרויקט ששת הימים כפר שלם, תל אביב לשלב התב"ע. במסגרת הדו"ח מוצעת מערכת להחדרה, חלחול והשהיית מי נגר עילי בתחומי המגרש לצורך צמצום ספיקות השיא היוצאות מהמגרש והקטנת העומס על מערכת הניקוז העירונית.

במסגרת הפרויקט מתוכננת מערכת משולבת לניהול נגר עילי הכוללת:

- שטחי חלחול טבעיים בתוך תחומי שטח המגרש.
- השהייה של נגר עילי על גבי הגגות באמצעות מערכת "גג כחול".
- קליטה והחדרה של נגר עילי משטחי הגגות והמרפסות באמצעות כ-8 קידוחי החדרה.
- קליטה והשהייה של נגר עילי משטחי הפיתוח בהיקף של לפחות 50% מכלל הנגר העילי המתקבל בשטחים אלו.



כלל הפתרונות המוצעים במסגרת התכנית מאפשרים טיפול ב-75% מכלל הנגר העילי בפרויקט.

המערכת המוצעת לניהול הנגר העילי עומדת בדרישות של:

- תמ"א 1 ומנהל התכנון
- עיריית תל אביב
- רשות המים

דו"ח זה מציג את העקרונות לניהול הנגר בפרויקט. תכנון מלא של המערכת יבוצע בשלב התכנון

המפורט בשלב ההיתר בהתאם לעקרונות והפתרונות המוצגים בדוח זה.



מערכת זו לא נועדה לפתור בעיות נגר עילי אלא לענות על דרישות בנושא בניה משמרת מים. בהתאם לכך, מודגש כי עודפי מערכת זו יסולקו למערכת הניקוז. דו"ח זה אינו בחזקת נספח ניקוז.

נשמח לעמוד לשירותכם בכל עת,

בכבוד רב,

אלעד לזון

אתגר א. הנדסה בע"מ



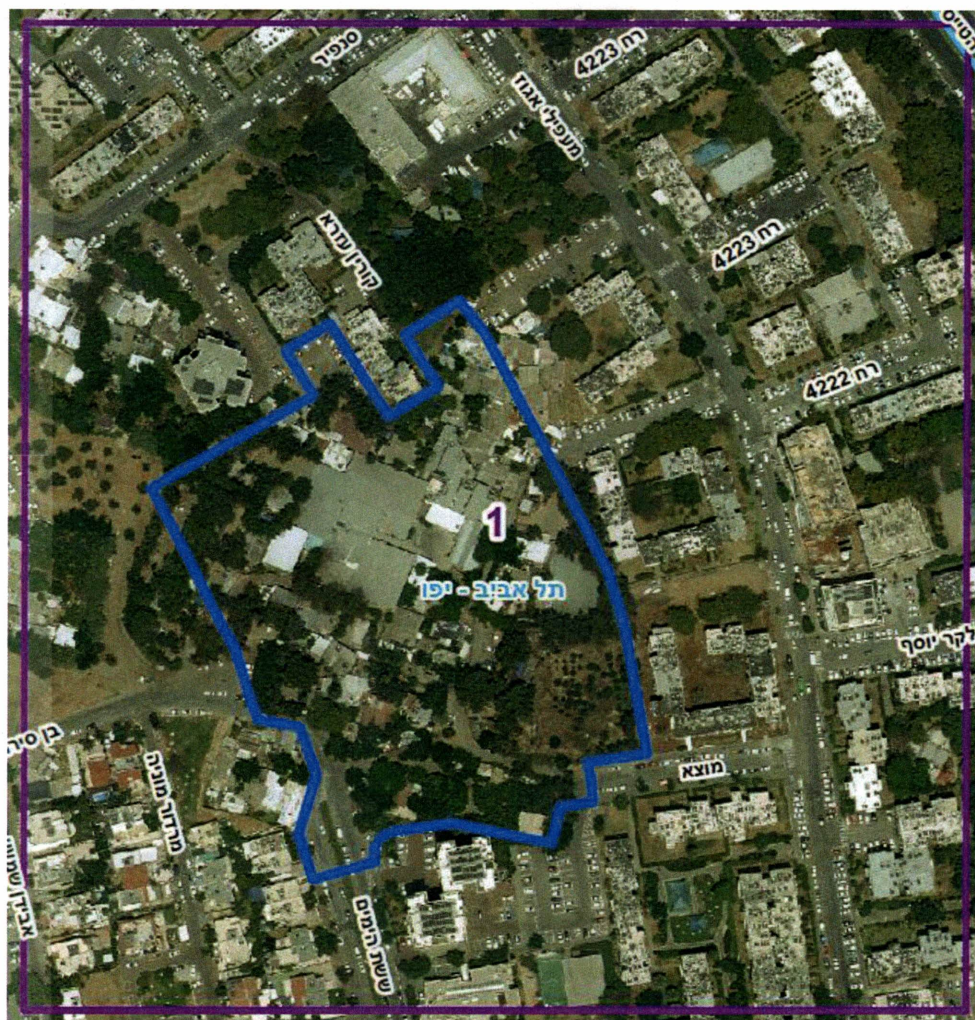
העתק: מהנדס גיל ברנדר, נועם דבורי - אתגר א. הנדסה בע"מ



אתגר א. הנדסה בע"מ

במסגרת פרויקט התחדשות עירונית מתכנן פיתוח מחודש בשטח כולל של כ- 27 דונם בפינת הרחובות ששת-הימים ומוצא, בשכונת כפר שלם, תל אביב (איור 1). שטח התכנית הכללית כולל בתוכו דרכים ושצ"פ. שטח המגרש הפרטי הוא 11.9 דונם, החישובים והפתרונות המוצגים בדוח זה מתייחסים לשטח המגרש הפרטי בלבד.

בתחומי מתחם המגורים מתוכננים 3 מגדלים בגובה 24 קומות, 3 מגדלים בגובה 16 קומות, 2 מבנים בגובה 3 קומות ועוד מבנה בגובה 6 קומות מעל לבית כנסת. שטח נוסף מתוכנן כשב"צ בתכנון עתידי. ממזרח למתחם המגורים מתוכננת רצועת שצ"פ רחבה בשטח כולל של כ- 5.8 דונם. פני השטח באתר משתנים בין 26-31 מ' מעל פני הים. כחלק מבחינת פתרונות לבניה משמרת מים בפרויקט מתוכננת מערכת לאיסוף מי הנגר, החדרתם והשהייתם בתחומי שטח הפרויקט לפני הזרמתם אל מערכת הניקוז העירונית.



איור 1. מפת אזור הפרויקט



המומחים לקרקע ומים

אתגר א. הנדסה בע"מ

2. מבנה גיאולוגי מקומי

אתר הפרויקט נמצא כ- 4.8 ק"מ מקו החוף, באזור בו מסתיימת החלוקה של אקוויפר החוף למספר תתי-אקוויפר והאקוויפר הופך להיות רציף לכל עומקו (איור 2). החתך הגיאולוגי של השירות ההידרולוגי ואתגר א. הנדסה (2014) הקרוב לאתר הינו חתך גיאולוגי מאונך לחוף מס' 130 העובר כ- 200 מ' מדרום לאתר הפרויקט (איור 2). עפ"י חתך זה, בסיס אקוויפר החוף (גג חבורת סקיה) נמצא ברום של כ- 110 מ' ביחס לפני הים.



באתר לא בוצעו עדיין קידוחי ניסיון. חתך הקרקע המשוער מתקבל מתוך נתוני דו"ח קרקע המבוסס על קידוחי ניסיון רדודים לעומק 12 מ' שבוצעו במגרש סמוך הנמצא כ- 180 מ' צפון-מזרחית לתחומי הפרויקט. לפי דו"ח זה מתקבל החתך הבא:

- מילוי - מפני השטח ועד לעומק של כ- 2 מ'.
- חרסית - עד לעומק משתנה של 5-7 מ'.
- חול חרסיתי - שכבה תחתונה בקידוחים. בסיסה בעומק של 12 מ' לפחות.

מתוך נתוני קידוחים עמוקים יותר באזור ניתן להעריך שמתחת לשכבת החול החרסיתי נמצאת שכבה עבה של חול/ חול כורכרי. חתך הקרקע המדויק יקבע רק לאחר ביצוע קידוחי ניסיון בתחומי הפרויקט.



מפלס מי התהום באזור, על פי מפת המפלסים של השירות ההידרולוגי משנת 2015 הוא כ- 0.5 מ' ביחס לפני הקרקע (איור 3). ייתכן ומפלס מי התהום העדכני שונה, זאת בעקבות שינויי מפלס עונתיים ורב-שנתיים והשפעה של שאיבות מקומיות בפרויקטים שונים באזור העשויות לגרום לשינויים במפלס מי התהום עם הזמן.

3. הידרוגיאולוגיה

אתר הפרויקט ממוקם על גבי חלקו המערבי של אקוויפר החוף ובמרחק של כ- 4.8 ק"מ מהחוף. אקוויפר החוף, מגיל פלייסטוקן משתרע ממרגלות הרי יהודה ושומרון במזרח ועד קו החוף במערב. בחתך אנכי הניצב לקו החוף, האקוויפר מתעבה ממטרים ספורים במזרח ועד לכ- 200 מ' במערב. בחלק הסמוך לחוף האקוויפר מחולק למספר תתי אקוויפר על ידי שכבות אטימות. החלוקה לסדרה של תתי אקוויפר מופיעה כיחידות המורכבות מאבן חול גירית (כורכר) וחול המופרדים על ידי יחידות סילט, טין וחרסית.



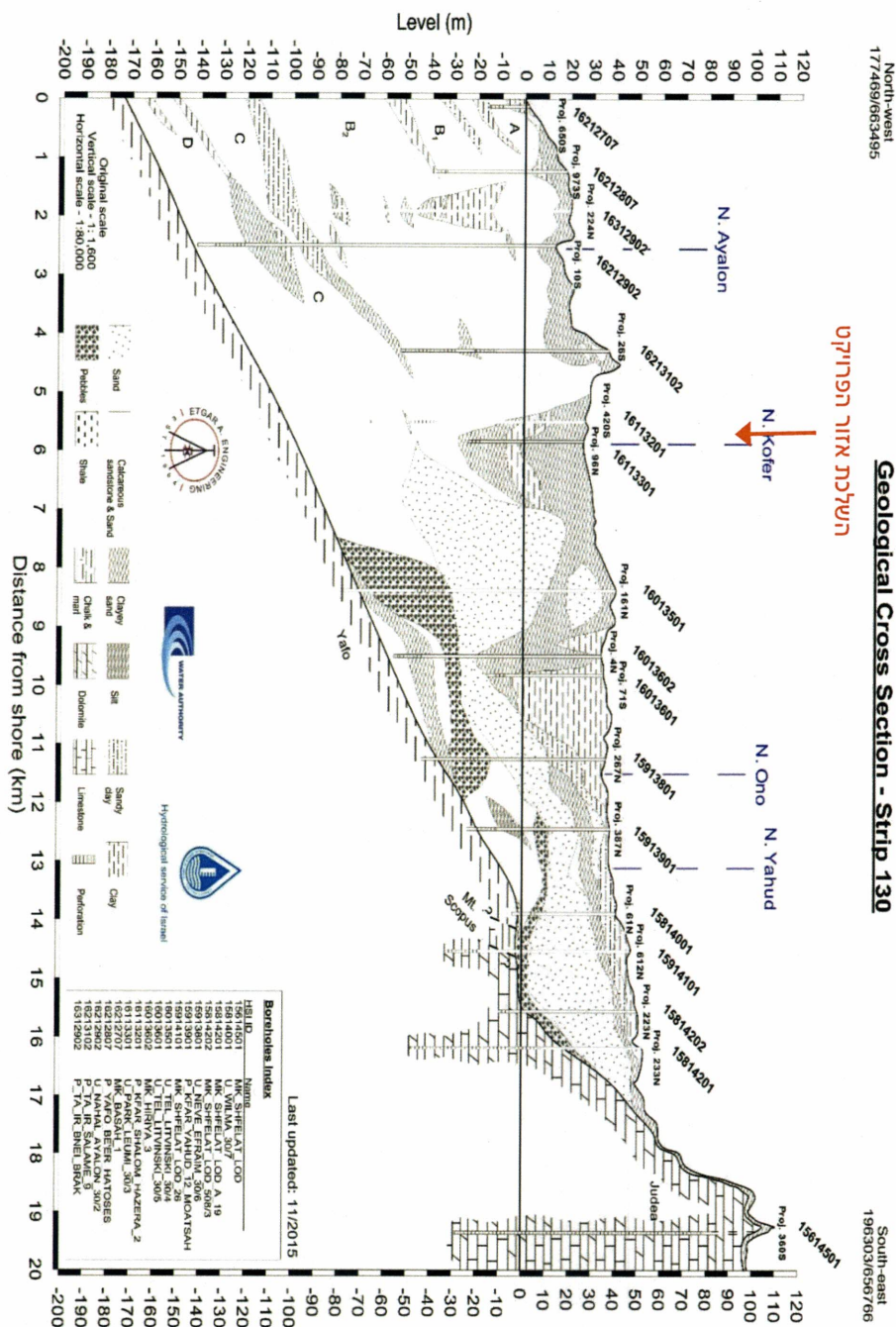
מפלס מי התהום באקוויפר מוכתב על ידי המאזן בין כניסה ויציאת מים מהאקוויפר, גובה פני הים והמרחק מקו החוף. בתנאים טבעיים כניסת המים לאקוויפר מתרחשת על ידי חלחול מי גשם ומוצאם מן האקוויפר בזרימה תת קרקעית אל הים. כיוון הזרימה הטבעי באקוויפר הפליסטוקן באזור הנדון היה בעבר לכיוון הים. מנתוני דו"ח המצב ומפת מפלסים באקוויפר החוף לשנת 2015 של השירות ההידרולוגי נראה כי כיום מערכת הזרימה מושפעת משקע "גוש דן" אשר אתר העבודה נמצא דרום-מזרחית אליו (איור 3), ולכן כיוון הזרימה הכללי של מי התהום הינו לכיוון צפון-מערב אל מרכז השקע ההידרולוגי.





אתגר א. הנדסה בע"מ

באתר הפרייקט מתוכננים להיבנות 3 מגדלים בגובה 24 קומות, 3 מגדלים בגובה 16 קומות, 2 מבנים בגובה 3 קומות ועוד מבנה בגובה 6 קומות. שטח המגרש הפרטי הוא כ- 11.9 דונם, מתוכם מתוכנן מרתף על שטח של כ- 80% מכל שטח המגרש.

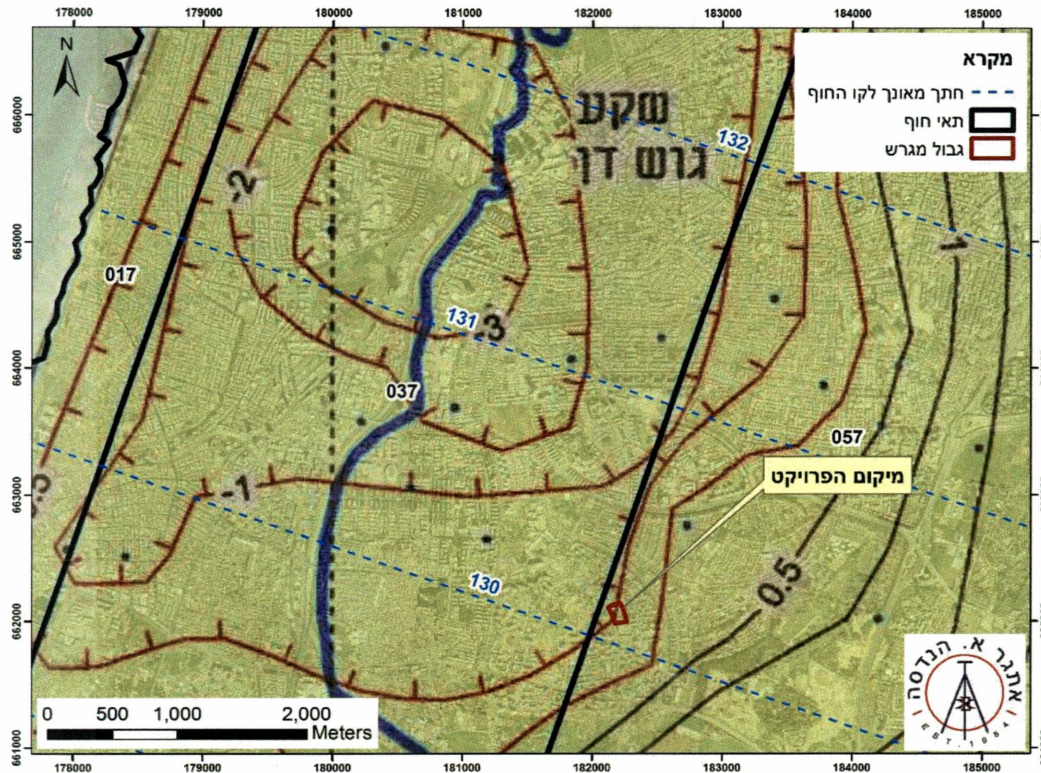


איור 2. חתך גיאולוגי באזור הפרויקט לאורך רצועת יוסום 130 (אתגר הנדסה, 2014) למיקום ראה איור 1.



המומחים לקרקע ומים

אתגר א. הנדסה בע"מ



איור 3. מפת מפלסי מי התהום באזור הפרויקט, על פי דו"ח השירות ההידרולוגי לשנת 2015

5. משקעים ונגר עילי

אחד ממקורות המילוי החוזר העיקריים באקוויפרים הינו חלחול של גשם ישיר ונגר עילי אל תת הקרקע וזרימה בתווך הלא רווי עד הגעה לאקוויפר. אחוז כיסוי הקרקע האטים לחדירת מים במרחב העירוני מונע כמעט לחלוטין אפשרות של מילוי חוזר על ידי חלחול ישיר. תכנית מתאר ארצית למשק המים (תמ"א 1) דורשת השארת 15% משטח המגרש חדיר למים או לחלופין להתקין מתקני החדרה בשטח המגרש שיאפשרו קליטת מי נגר עילי בהיקף שווה ערך. בנוסף, בפרויקטים הגדולים מ-5 דונם דורשת התכנית להציג מערכת לניהול נגר עילי בהיקף של לפחות 75% מכלל הנגר במגרש. שטח הפרויקט הכולל הינו כ- 27.6 דונם כאשר המרתפים מתוכננים על 40% משטח הפרויקט. זמן הריכוז המקובל למתחם בגודל זה הוא 10 דקות. פוטנציאל הנגר חושב בהתבסס על אירוע גשם בעל זמן חזרה של 1:5 שנים. עוצמת הגשם המקסימאלית למשך 10 דקות ובהסתברות של 20% (פעם בחמש שנים) לאזור הינה 121.9 מ"מ לשעה עפ"י דו"ח עוצמות הגשם בישראל, 2016 (טבלה 1 ואיור 5). תקופת החזרה וזמן הריכוז המשמשים בחישובים אלו נלקחו מההמלצות המופיעות במדריך לתכנון ובניה משמרת נגר עילי של משרד הבינוי והשיכון (2004).



המומחים לקרקע ומים

אתגר א. הנדסה בע"מ

על פי התחנה לחקר הסחף במשרד החקלאות, ספיקת הנגר מחושבת ע"פ הנוסחה הרציונלית:

$$Q = C \cdot I \cdot A$$

כאשר Q הוא ספיקת הנגר, C הוא מקדם הנגר, I הוא עוצמת הגשם ו-A הוא שטח האתר.

במצב הקיים לפני תחילת העבודות אזור הפרויקט הינו אזור אורבני צפוף יחסית ולכן נלקח מקדם נגר של 0.75 עבור כלל המגרש. במצב זה, על פי הנוסחה שלעיל כלל הנגר משטח הפרויקט באירוע גשם בהסתברות של 20% (1:5 שנים) הינו כ- 272 מ"ק ובאירוע גשם בהסתברות של 2% (1:50 שנים) הינו כ- 612 מ"ק (טבלה 2).

במצב הסופי תכסית פני השטח משתנה מעט - עבור שטחי הבניין והמרפסות נלקח ערך מקדם הנגר 0.9, עבור אזורים מרוצפים/ סלולים נלקח מקדם נגר של 0.85, עבור אזורי הגינון על גבי המרתף נלקח ערך מקדם הנגר 0.6, עבור שטחי הגינון שאינם מעל המרתף נלקח מקדם נגר של 0.2 ועבור הבריכות נלקח מקדם נגר מינימלי של 0.05. בנוסף, נלקחה בחשבון תוספת נגר המתקבלת מחזית המגדלים הגבוהים (24 קומות) כאשר ערך מקדם הנגר המקובל הוא 0.5. על פי נוסחה זו והתכניות האדריכליות במגרש, כלל הנגר הצפוי במגרש באירוע גשם בהסתברות של 20% (1:5 שנים) הינו כ- 352 מ"ק ובאירוע גשם בהסתברות של 2% (1:50 שנים) הינו כ- 792 מ"ק (טבלה 2).

בשלב התכנון המפורט להיתר יוצגו תכניות מעודכנות אשר יציגו שטחי חלחול בהיקף של 15% לפחות משטח המגרש.

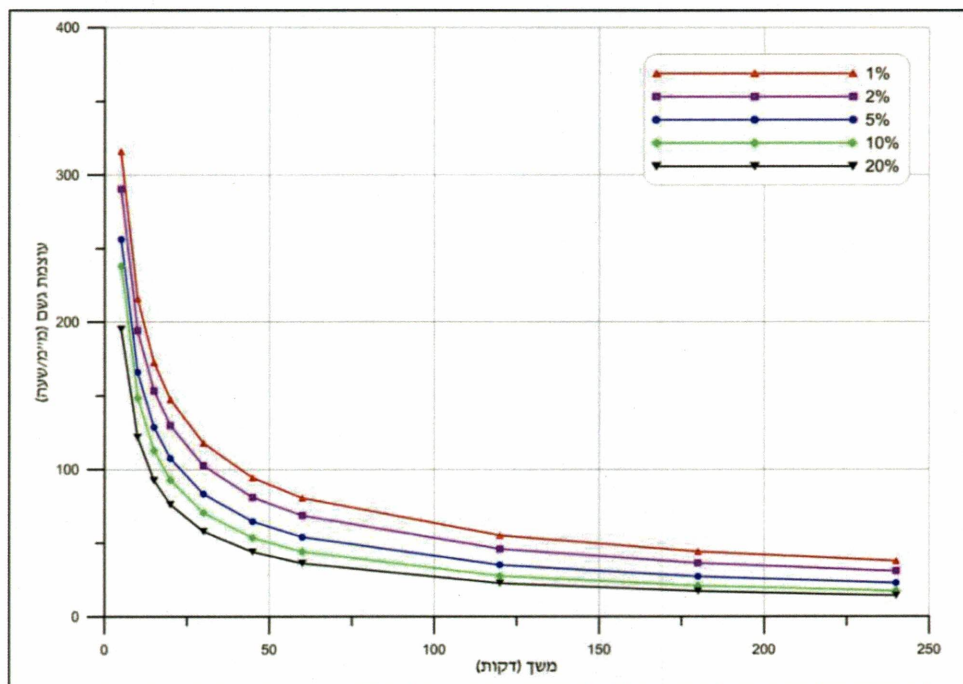


המומחים לקרקע ומים

אתגר א. הנדסה בע"מ

טבלה 1. הסתברות עוצמות גשם באזור מישור החוף והכרמל (דו"ח עוצמות הגשם, 2016)

עוצמת גשם (מ"מ/שעה)					זמן (דקות)
20% (1:5)	10% (1:10)	5% (1:20)	2% (1:50)	1% (1:100)	
195.1	237.9	256.3	290.5	315.9	5
121.9	148.6	165.9	194.2	215.8	10
92.5	112.8	128.7	153.5	172.6	15
76.1	92.8	107.4	129.8	147.4	20
57.8	70.5	83.3	102.6	117.9	30
43.9	53.5	64.6	81.1	94.3	45
36.1	44.0	54.0	68.6	80.5	60
22.5	27.5	34.9	45.8	55.0	120
17.1	20.9	27.1	36.2	44.0	180
14.1	17.2	22.6	30.6	37.6	240



איור 4. עקום הסתברות של עוצמות גשם לפרקי זמן באזור מישור החוף (על פי דו"ח עוצמות הגשם, 2016)



המומחים לקרקע ומים

אתגר א. הנדסה בע"מ

טבלה 2. חישובי נפח הנגר הצפוי אירוע שעת בהסתברות 20% (1:5 שנים) ו- 2% (1:50 שנים)

אחוז נפח	ספיקת הנגר הסתברות 2% (מק"ש)	נפח נגר הסתברות 20% (מ"ק)	ספיקת הנגר הסתברות 20% (מק"ש)	מקדם נגר	אחוז שטח	שטח (מ"ר)		
100%	612.5	272.1	1088.5	0.75	100%	11,909	נגר מהמגרש לפני ביצוע העבודות	
36.5%	289.0	128.38	513.5	0.9	39.3%	4,682	גגות מגדלים	נגר צפוי בסיום הפרויקט
4.6%	36.7	16.3	65.2	0.9	5.0%	594	מרפסות	
11.1%	88.0	39.08	156.3	0.6	18.0%	2,138	גינה מעל מרתף	
2.5%	20.1	8.91	35.6	0.2	12.3%	1,462	גינה - חלחול טבעי *	
0.1%	1.0	0.4	1.7	0.05	2.4%	283	בריכה	
20.2%	160.2	71.2	284.8	0.85	23.1%	2,749	סלול/ מרוצף	
24.9%	197.5	87.7	351.0	0.5		5,760	חזית מגדלים	
100%	792.4	352.0	1,408.1		100%	11,909	סה"כ	

* בשלב התכנון המפורט להיתר יוצגו תכניות מעודכנות הכוללות 15% שטחי חלחול



טבלה 3: חישוב נפח הנגר לטיפול לפי מחשבון מנהל התכנון

145.8	גשם יומי (מ"מ)
11.9	שטח מגרש (דונם)
10.4	שטח בנוי (דונם)
חול	סוג קרקע
0.81	מקדם נגר לכלל המגרש
1,404	נפח נגר במגרש (מ"ק)
1,053	נפח נגר יומי נדרש לניהול (מ"ק)





המומחים לקרקע ומים

אתגר א. הנדסה בע"מ

6. תכנון ניהול נגר עילי בפריקט

הקטנת ספיקות שיא בדרך של השהיה והפחתת העומס על מערכות הניקוז הקיימות הם מהמטרות העיקריות בתכנון משמר נגר עילי לפי המדריך לתכנון ובניה משמרת נגר עילי. קליטה והשהיה של מי גשם במערכת יאפשרו הקטנה של נפחי המים המוזרמים בעת שיא הסופה לעבר מערכת הניקוז ושימוש בנקזים בעלי נפחים קטנים יותר. עודפי מערכת זו יסולקו למערכת הניקוז ע"פ תכנית האינסטלציה אשר תביא בחשבון סתימות במערך ההשהיה.

בפריקט זה תבצע החדרה והשהיה של מי נגר עילי בהיקף כולל לפחות 75% מכלל הנגר העילי במגרש. השהיה בהיקף זה תצמצם את ספיקות השיא היוצאות מתחומי הפריקט וכך תקטין את העומס על מערכת הניקוז העירונית. ההשהיה תבצע באמצעות מספר פתרונות:

א. השהיית נגר עילי על גבי הגגות באמצעות מערכת "גג כחול" או שוות ערך (נספח 1).

ב. החדרה של נגר עילי מהגגות באמצעות כ-8 קידוחי החדרה (נספח 2).

ג. קליטה והשהייה של נגר עילי משטחי הפיתוח (כולל נגר עילי מחזיתות המגדלים) באמצעות מאגרי השהייה/ מערכות חלחול רדודות. קליטת הנגר משטחי הפיתוח תהיה בהיקף של לפחות 50% מכלל הנגר העילי המתקבל מהם – נפח של כ- 180 מ"ק, על מנת לעמוד בדרישות לטיפול ב-75% מכלל הנגר במגרש.

ד. שטחי חלחול נרחבים בתחום המגרש.

בנוסף לכל המתואר לעיל, בתחום התכנית שצ"פ מחלחל בשטח של כ- 5.8 דונם.

הנגר העילי המתקבל משטחי הגגות והמרפסות מהווה כ 41% מכלל הנגר העילי במגרש. הנגר העילי המושהה בשטחי גיבון מעל מרתף מהווה כ 11% מכלל הנגר העילי במגרש. על מנת לטפל ב- 75% מכלל הנגר העילי במגרש יש צורך בקליטה והשהייה של כמחצית מהנגר העילי המתקבל משטחי הפיתוח וחזיתות המבנים באמצעות פתרונות של חלחול ו/או איגום.

על פי התכנון המוצג בדוח זה הפתרון ההידרולוגי הכולל עומד בדרישות תמ"א 1, עיריית תל אביב ורשות המים לנושא ניהול נגר עילי והחדרה.

השהיה והחדרה בהיקף של 75%, כפי שמתוארת לעיל, עומדת בדרישות הסף של התקן הישראלי לבניה ירוקה ותזכה את הפריקט ב-2.5 נק' לבניה ירוקה.

תכנון מפורט לנושא ניהול נגר עילי יתבצע בשלב ההיתר, בהתאם לעקרונות והפתרונות המוצגים בדוח זה.



המומחים לקרקע ומים

אתגר א. הנדסה בע"מ

7. סיכום ומסקנות

- דו"ח זה מציג ניתוח הידרולוגי של מי נגר עילי בפרויקט ששת הימים כפר שלם, תל אביב. במסגרת הדו"ח מוצעת מערכת להחדרה, חלחול והשהיית מי נגר עילי בתחומי המגרש לצורך צמצום ספיקות השיא היוצאות מהמגרש והקטנת העומס על מערכת הניקוז העירונית.
- על פי התכנון המוקדם של שלב התב"ע, בתחומי הפרויקט קיימים שטחים הפנויים לחלחול. בשלב ההיתר יוצגו תכניות פיתוח מפורטות הכוללות 15% שטחי חלחול.
- בנוסף, מתוכננת מערכת להחדרה והשהיה של כ- 75% מכלל הנגר העילי במגרש.
- הפרויקט עומד בדרישות לניהול נגר עילי של הגורמים הבאים:

• תמ"א 1 ומנהל התכנון

• עיריית תל אביב

• רשות המים

- דו"ח זה מציג ניתוח הידרולוגי ועקרונות לניהול הנגר העילי בפרויקט. התכנון המפורט של המערכות יבוצע בשלב ההיתר בהתאם לעקרונות והפתרונות המוצגים בדו"ח זה.
- דו"ח זה מתייחס לנגר העילי הנוצר כתוצאה מגשם על פני המגרש ואינו לוקח בחשבון ניקוז נגר ממגרשים סמוכים.
- מערכת זו לא נועדה לפתור בעיות נגר עילי אלא לענות על דרישות בנושא בניה משמרת מים. בהתאם לכך, מודגש כי עודפי מערכת זו יסולקו למערכת הניקוז. דו"ח זה אינו בחזקת נספח ניקוז.
- במידה וייווצר כשל במערכת ההשהיה, יופנה כל הנגר העילי למערכת הניקוז העירונית ללא השהיה.

8. מראה מקום

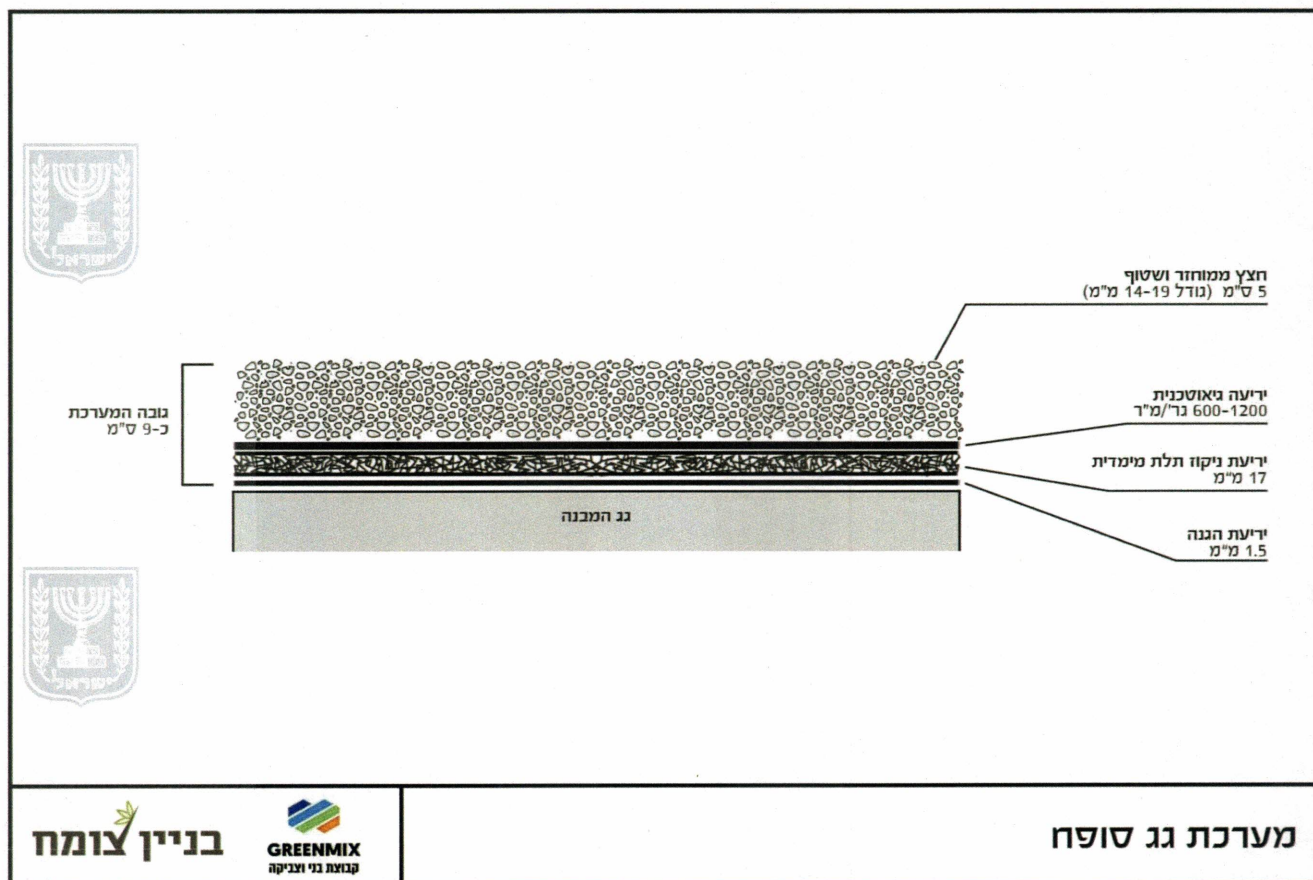
- דבורי, נ.צ., אלעד, מ., שוער, נ., נצר, ל., צוריאלי, א. וליבשיץ, י., 2014. אטלס חתכים גיאולוגיים ומפות פירוס של תתי-אקוויפרים באקוויפר החוף של ישראל. אתגר א. הנדסה, דו"ח מס' ETHD140604, בוצע עבור השירות ההידרולוגי, ישראל.
- הלוי, ר., ארבל, ש., 2016. עדכון בסיס נתוני עוצמות הגשם בישראל וקביעת עוצמת גשם תכן כפרמטר בסיסי לתכנון ניקוז מערכות תחבורה. דו"ח מסכם. נתיבי ישראל.
- מדרך לתכנון ובניה משמרת מים נגר עילי. 2014. משרד הבינוי והשיכון.
- תקן ישראלי לבנייה בת קיימה (בנייה ירוקה). ת"י 5281, 2016. מכון התקנים הישראלי.



המומחים לקרקע ומים

אתגר א. הנדסה בע"מ

נספחים



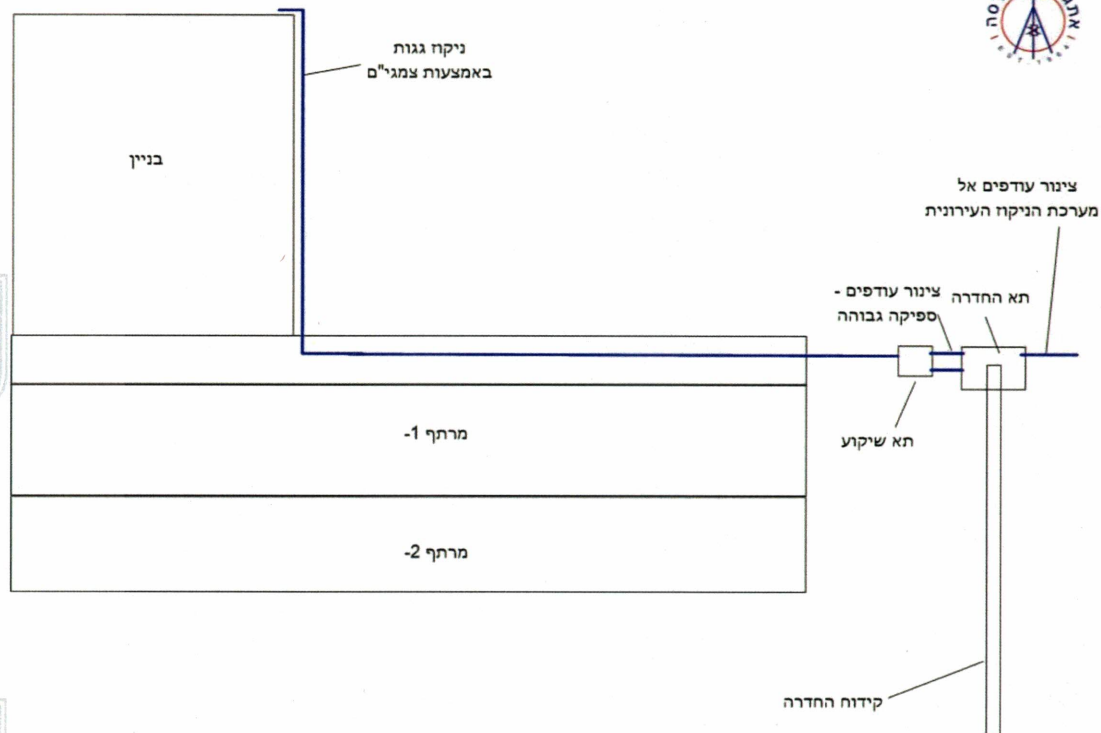
נספח 1. חתך של גג כחול (מתוך קטלוג של חברת "בניין צומח"). יש להשתמש בפרט זהה או שווה ערך.





המומחים לקרקע ומים

אתגר א. הנדסה בע"מ



נספח 2. חתך עקרוני של מערכת קידוח החדרה הכולל תא שיקוע, תא תפעולי וקידוח מחוץ למרתף. תכנון מפורט של מידות התאים, מיקומם ועומק הקידוח יבוצע בשלב ההיתר