

05.08.2021

דוח: 1121-10586-06

רחובות מזרח

תכנית מס': תמ"ל \ 3003

נספח ניקוז וניהול נגר עילי מנחה

על פי תמ"א 1

עורך המסמך: מעוז דסה, ד"ר אלעזר במברגר

ניתוח הידרולוגי: מעוז דסה

דו"ח מספר 1121.0.6

אוגוסט 2021

תיעוד מהדורות

הלקוח : חב' דירה להשכיר
ניהול הפרויקט : חברת אביב
שם הפרויקט : רחובות מזרח
קטגוריה ומספר הפרויקט : שכונות 1121
סוג המסמך : נספח ניקוז וניהול נגר עילי
מהדורה : 06
עורך : מעוז דסה, ד"ר אלעזר במברגר
מאשר : ד"ר אלעזר במברגר

תיעוד מהדורות

מהדורה מס'	תאריך	פירוט עדכונים	שם קובץ	ערך	אישר
06	05.08.2020	עידכון תכנית ותרשימים של תמ"א 1		מ. דסה	א. במברגר
05	18.05.2020	עידכון לפי הארות אייל שלו: תיקון טבלה 3.6, נוסף סעיף 3.2.1 – קוטרי צינורות וטבלה 3.2		מ. דסה	א. במברגר
04	11.05.2020	עידכון לפי הארות אייל שלו-(עמוד 19)		מ. דסה	א. במברגר
03	12.03.2020	עידכון קו כחול, עידכון תרשימים, נוספה התייחסות לפשט הצפה תמ"א 1		מ. דסה	א. במברגר
02	20.01.2020	עידכון קו כחול, עידכון תרשימים		מ. דסה	א. במברגר
01	12.09.19	תיקון לפי הערות של איל שלו, עידכון קו כחול, עידכון תרשימים		מ. דסה	א. במברגר

תכולת המסמך המאושר (אם מצורפים מסמכי משנה)

מס' סידורי	תיאור	מהדורה	תאריך	שם קובץ

תוכן עניינים

1.	מבוא	4
2.	נתוני רקע	6
3.	תיאור התוכנית המוצעת	17
4.	השפעות צפויות על הסביבה	24
5.	אמצעים למניעת נזקים	26
6.	שמירה, הגנה וניצול מיטבי של שאבי המים (לפי תמ"א 1)	28
7.	מקורות	29

תוכניות

תשריט ניקוז, בקנ"מ 1:2500, (A0)

1. מבוא

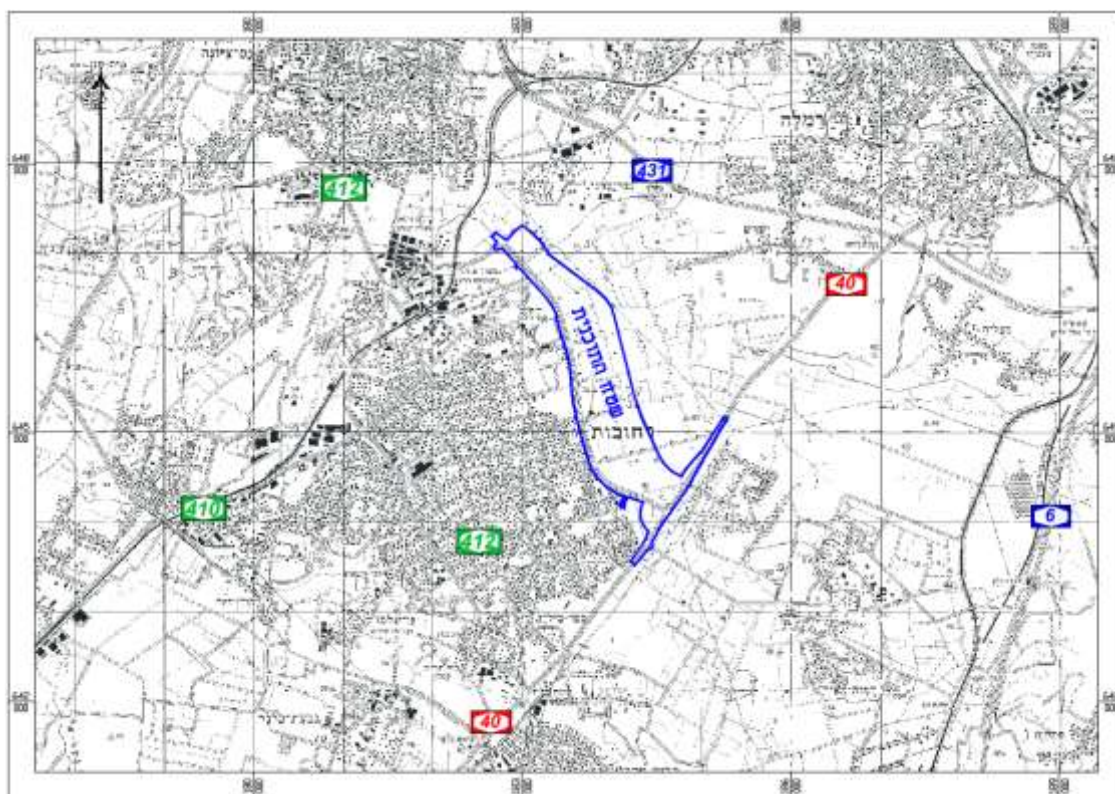
1.1 תאור הפרויקט

חברת דירה להשכיר יוזמת הרחבה של העיר רחובות (תמ"ל 3003) לכיוון מזרח ע"ח שטחים חקלאיים ופתוחים קיימים. ההרחבה מיועדת לכלול שטחי מגורים, מבני ציבור, שצ"פים וכבישים.

שטח התוכנית כ- 2,230 דונם, בצמוד וממזרח לכביש שדרות מנחם בגין שהוא כביש עוקף רחובות קיים. במסגרת התוכנית כביש בגין יהפוך לעורק עירוני ויסלל כביש עוקף חלופי בצפון-מזרח התוכנית.

1.2 מיקום וגבולות

שטח התוכנית ממוקם צמוד וממזרח לכביש בגין – כביש עוקף רחובות וממערב לכביש 40. שטח התוכנית צמוד לעיר רחובות הקיימת לכיוון מזרח, מזרחית לשטח התוכנית ישנם שטחים חקלאיים ושטחים פתוחים עד למושבים ישרש ונצר-סרני הסמוכים לכביש 431. ממערב לכביש בגין במקביל לחלק הצפוני של התוכנית ישנם שטחים חקלאיים המיועדים להיות פארק תעשייה המשכי לפארק המדע (תוכנית: רחובות-תמר ב').



תרשים 1.1: מיקום התכנית על רקע מפה טופוגרפית

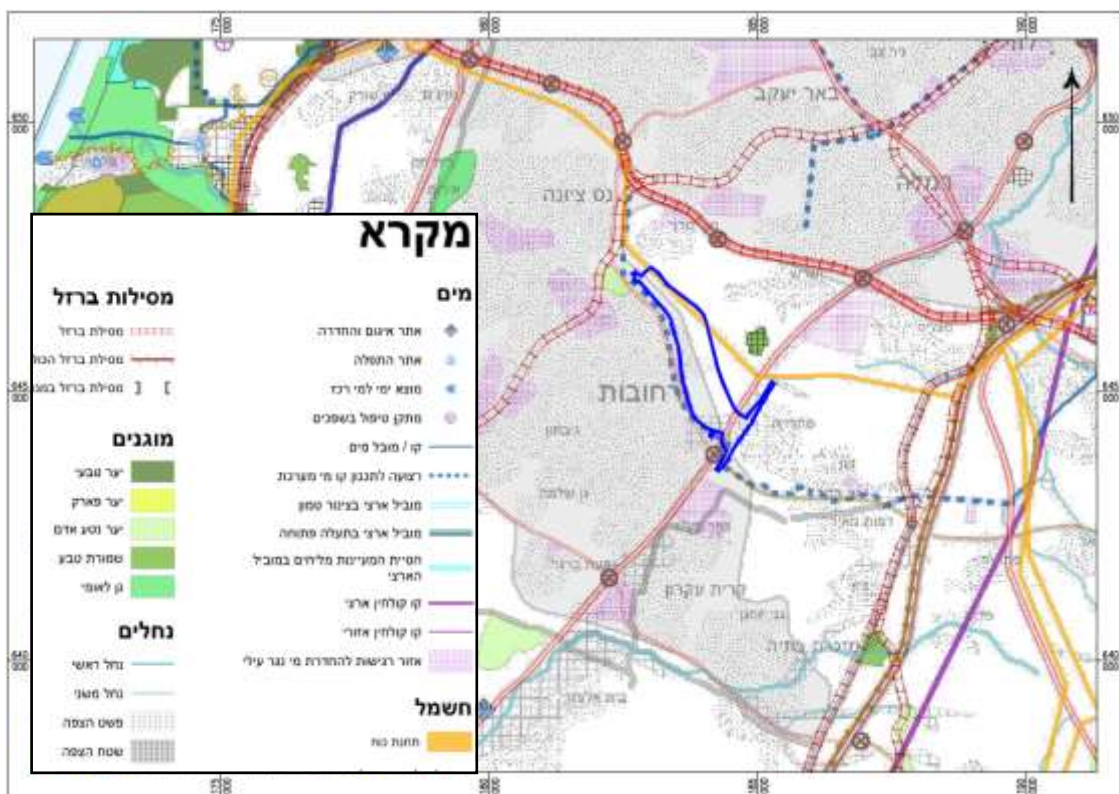
1.3 מטרת נספח הניקוז

מטרת נספח הניקוז להעריך ולחשב את ספיקות הנגר העילי הצפויות בתחום השטח העתיד להיבנות ותעלות הניקוז הסמוכות לו. כמו כן קביעת קווים מנחים לטיפול בנגר העילי, בהתאם להוראות תמ"א 1 והנחיות המדריך לתכנון ובניה משמרת נגר עילי (אנוש, 2004), למניעת עודפי נגר עילי בעת אירועי קיצון ומניעת הצפות במורד.

2. נתוני רקע

2.1 תמ"א 1

על פי מפת הנחלים של תמ"א 1 שטח התוכנית אינו בסמוך לערוצי ניקוז ראשיים או משניים, מסומן פשט הצפה סמוך לתחום התוכנית לאורך כביש 40. שטח התוכנית שייך לתחום שיפוט רשות ניקוז שורק לכיש, והוא חלק מאגן נחל שורק. קו פרשת המים המפריד בין אגן נחל ירקון ואגן נחל שורק עובר כ-2.5 ק"מ צפונית מזרחית לשטח התוכנית כך שסה"כ השטח החיצוני העלול להשפיע הידרולוגית על שטח התוכנית הוא קטן. תרשים 2.1 מציג את שטח התוכנית על רקע מפת תמ"א 1.

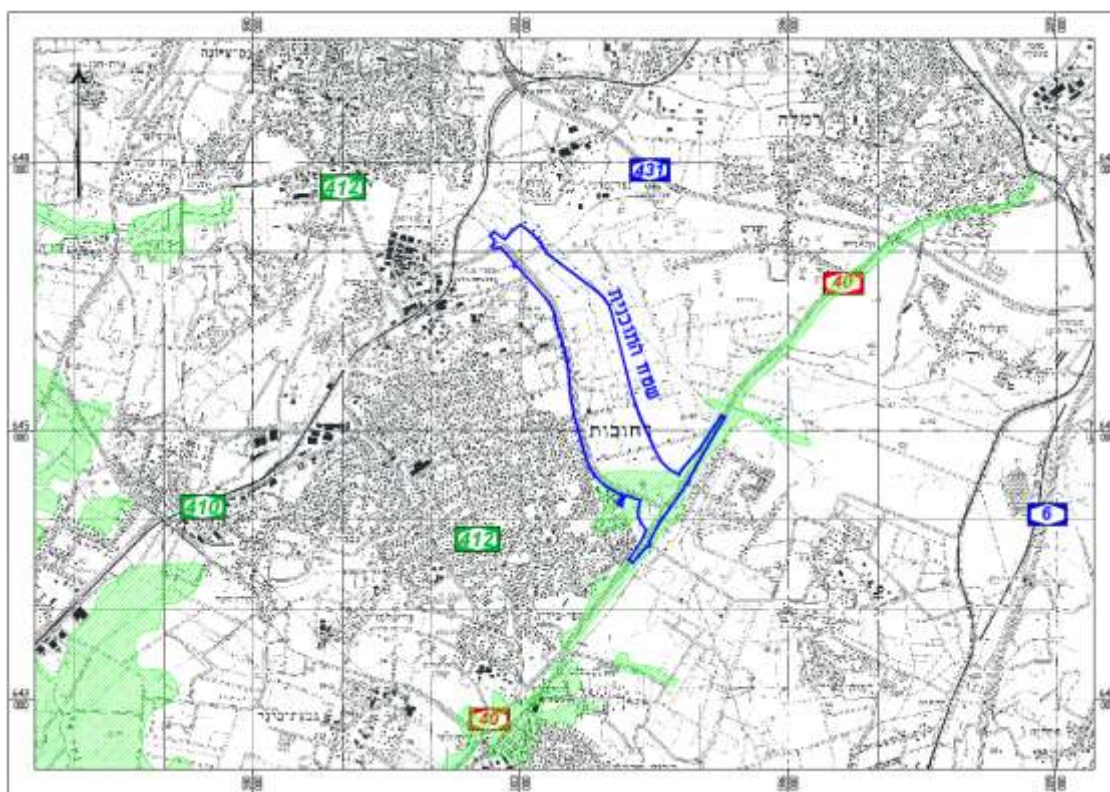


תרשים 2.1 שטח התוכנית על רקע מפת תמ"א 1

2.2 פשט הצפה תמ"א 1

תמ"א 1 מציגה אזורי פשט הצפה באזור כביש 40 ודרום התכנית ממוקמים בתוך פשט ההצפה, וזאת למרות שאזור זה גבוהה ביחס לסביבתו. מאזור התכנית זורמים המים לצפון מזרח ומגיעים לבריכת החורף ולדרום מערב לכיוון צומת ביל"ו ונחל עקרון. על פי תכנית הכבישים כביש 40 משוקע מסביבתו ועדיין בעל שיפוע לכיוון צפון מזרח כך שאין

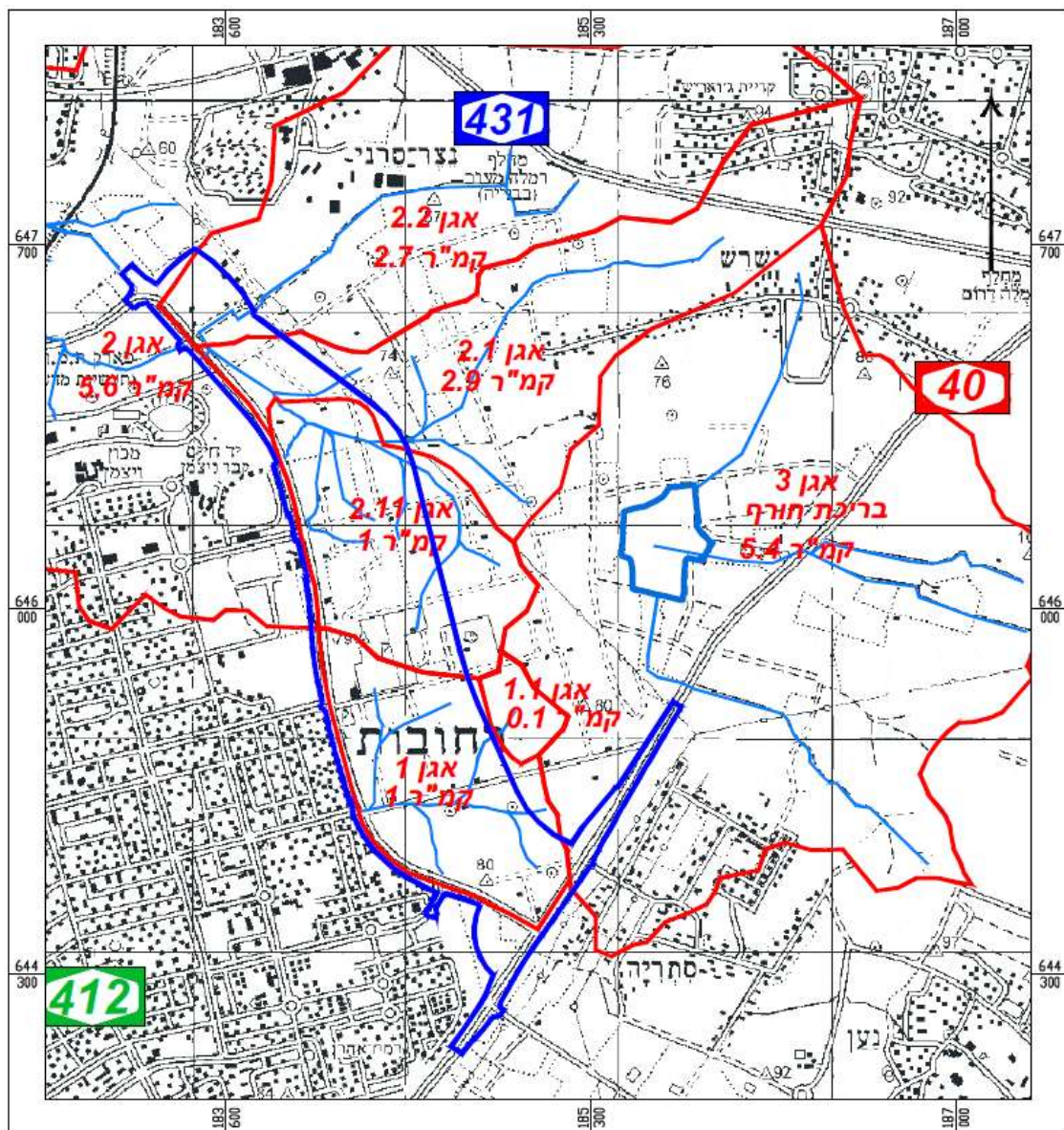
בעית ניקוז במקום. תרשים 2.2 מציג את הקו הכחול ופשט ההצפה מתוך תמ"א 1 על רקע מפה טופוגרפית.



תרשים 2.2: הקו הכחול ופשט ההצפה מתוך תמ"א 1 על רקע מפה טופוגרפית

2.3 ניתוח אגני של הקרקע

שטח התוכנית ממוקם קרוב לקו פרשת מים המפריד בין אגן ירקון ואגן שורק. שטח התוכנית מתנקז אל שני נחלי משנה – החלק הדרומי מתנקז לדרום מערב דרך העיר רחובות אל נחל גמליאל (ממוספר ב-1), החלק הצפוני מתנקז מערבה דרך פארק המדע אל נחל נס ציונה (ממוספר ב-2). הנחלים נס ציונה וגמליאל נשפכים אל נחל שורק סמוך לכביש 4. האגנים המוצגים בתרשים 2.3 כוללים שטחים במעלה התוכנית ושטחים שהם חלק מהתוכנית. אגן 2.11 כולל את השטח המתכנן לבינוי והשטח הפתוח ממזרח. גבול האגנים המערבי הוא כביש בגין, הכביש גבוה ברוב אורכו מהשטח הפתוח המתנקז דרכו וישנם שני מעבירי מים תחת הכביש המעבירים את הנגר הנוצר בשטחים הפתוחים דרומה אל מעבר לכביש לתחום העיר הקיימת.



תרשים 2.3: קו כחול של התוכנית וחלוקה לאגני ניקוז על רקע מפה טופוגרפית

2.3.1 נתונים גאומטריים

אופי הקרקע בשטח התוכנית הוא גבעי ובעל שיפועים מתונים ולא אחידים בכיוונים. הקרקע חולית ועל כן קשה לזהות תעלות מובנות בשטח. נתונים גאומטריים של אגני הניקוז מוצגים בטבלה 2.1 להלן.

טבלה 2.1: נתונים גיאומטריים של אגני הניקוז

אגן ראשי	מס' אגן	שטח [קמ"ר]	אורך אפיק ראשי [ק"מ]	שיפוע	זמן ריכוז [דקות]
נחל גמליאל	1	1.05	1.109	1.20%	23
נחל נס ציונה	2.1	2.9	2.95	1.30%	47
	2.2	2.7	3.4	1.40%	50

2.3.2 אגן בריכת חורף

אגן בריכת החורף הוא אגן סגור, אינו משפיע על תחום התכנית והתכנית אינה מושפעת ממנו. אגן 3 בשטח של 5.4 קמ"ר מתנקז אל בריכת חורף המוגדרת בתוכנית מתאר מקומית רח/184/2 – שמורת טבע בריכת רחובות. רום קרקעית בריכת החורף הוא +51.3 ושטח קו כחול של הבריכה הוא 148.5 דונמים. הנקודה הנמוכה בהיקף הבריכה היא במערב, רום נקודה נמוכה זו הוא +58.8, כלומר גובה המים בבריכה נדרש להיות 7.5 מ' כדי שאגן 3 יזרים עודפי מים אל אגן 2.1 ממערב. בעזרת חישוב פשטני, נפח המים המתקבל עבור גובה 7.5 מ' הוא 3.8 מליון מ"ק. זה נפח איגום גדול, גם עבור אירועי קיצון בהסתברות נמוכה מ-1%, ולכן לא צפויה זרימת עודפים מאגן 3 אל המורד.

2.4 שימושי הקרקע בתחום התוכנית

במצב הקיים שימושי הקרקע בתחום התוכנית כוללים שטחי חקלאות, שטחים פתוחים ובית קברות בשטח של כ-13 דונמים.

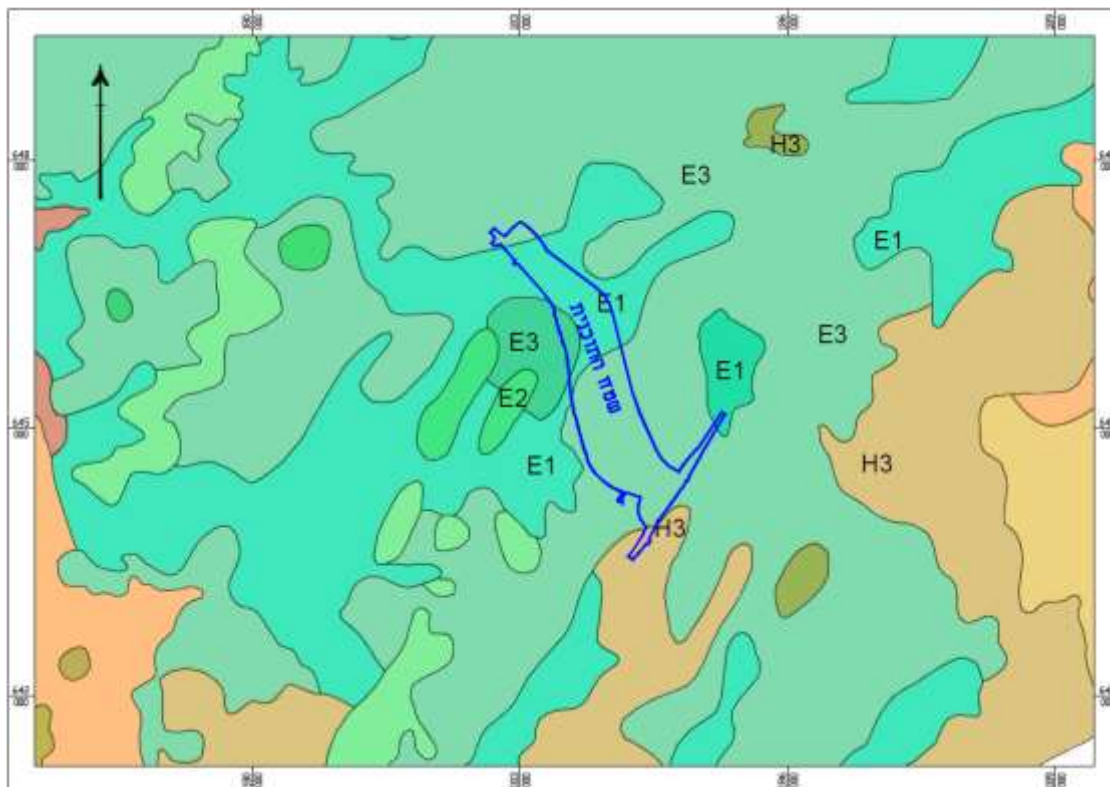
2.5 תאור הסביבה וציון בעיות אופייניות

שטח התוכנית הממוקם באזור חולי יוצר טופוגרפיה של גבעות המשתנה ללא שיפוע אחיד. הבינוי שהתפתח בשטח עם הזמן שינה את הגבהים הקיימים כך שנוצרו שקעים מקומיים שאינם מתנקזים גרביטציונית ונדרש תכנון ניקוז שיתחשב גם בהשפעת הבינוי על קיומם של השקעים והשפעתם על ההידרולוגיה המתקבלת במורד.

2.6 סיווג הקרקעות

על פי סקר חבורות הקרקע שנערך ע"י יואל דן (1970) הקרקע העיקרית הקיימת בשטח התוכנית ובאגנים המתנקזים דרכה היא חמרה – קרקע חולית ומחלחלת.
E1 – קרקעות אלוביות חמריות וגלי
E3 – חמרה

בשולי האגנים מחוץ לתוכנית יש כתמים של קרקע גרומוסול חום אקומולטיבי מכיל גיר וקרקעות חומות כהות רזידואליות (H3). תרשים 2.4 מציג את הקו הכחול על רקע מפת הקרקעות (יואל דן וחבריו, 1970)



תרשים 2.4 קו כחול על רקע מפת הקרקעות (יואל דן וחבריו, 1970)

2.7 סקירה הידרולוגית

סקירה זו כוללת את העובדות המרכזיות לצורך הדיון ההידרולוגי בתכנית וכוללת את הנתונים ההידרולוגיים העדכניים ביותר.

2.7.1 משטר הגשמים

מודל מקובל לקביעת עוצמות גשם הוא מודל קביעת גבולות אזורי גשם בישראל (הלוי וארבל, 2016). נתוני העוצמות המתקבלים ממודל זה גבוהים למדי מאחר והמודל מחלק את הארץ לאזורים שווי עוצמת גשם ברזולוציה נמוכה יחסית, העיר רחובות נכללת באזור "מישור החוף והכרמל" אף שהיא רחוקה מהים 13 ק"מ בקו אווירי. נתוני עוצמות גשם אפשריים נוספים מוצגים בתוכנית אב לניקוז ירקון (פלגי מים, 2017), המראים עוצמות גשם נמוכות יותר. בדוח זה נשתמש בעוצמות גשם העדכניות ביותר שחושבו עבור אזור מישור החוף והכרמל.

טבלה 2.2 מציגה את עוצמות גשם בזמני ריכוז שונים והסתברויות שונות שחושבו עבור אזור מישור החוף והכרמל, לפי עדכון בסיס נתוני עוצמות הגשם בישראל 2016 שהוכן עבור נתיבי ישראל (הלוי, ר. ארבל, ש. 2016).

טבלה 2.2: עוצמות גשם בזמני ריכוז שונים והסתברויות שונות שחושבו עבור אזור מישור החוף והכרמל, (הלוי, ר. ארבל, ש. 2016)

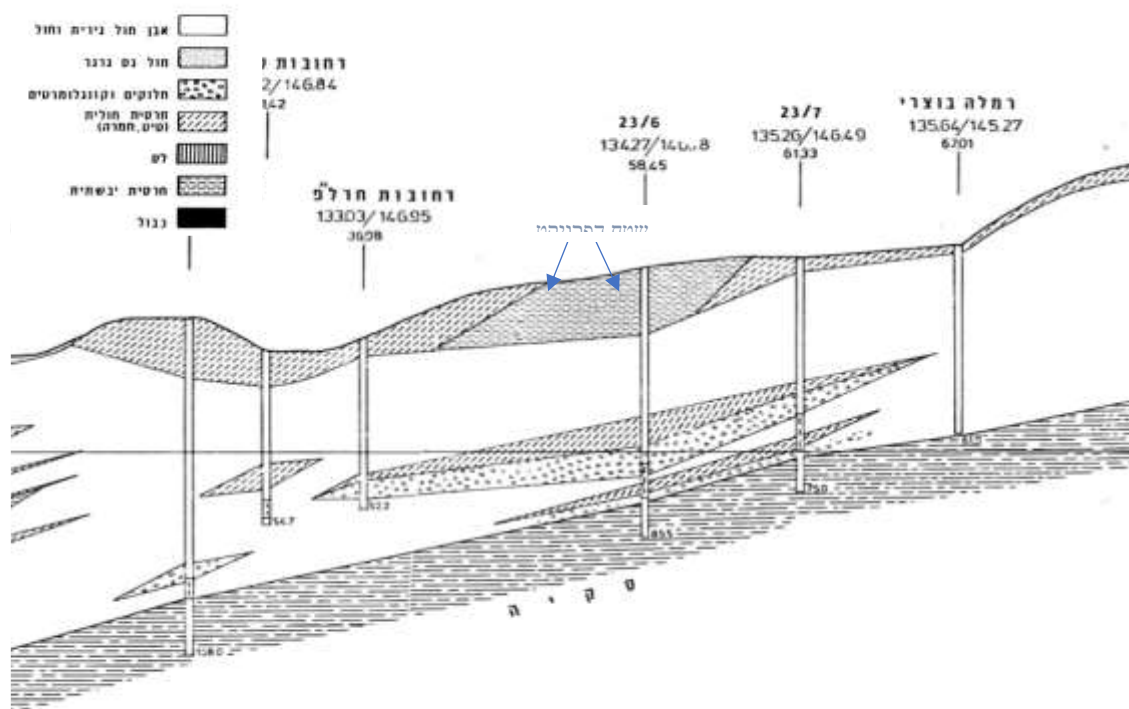
עוצמות גשם (מ"מ לשעה) לפי משך אירוע (דקות)					משך זמן (דקות)
20%	10%	5%	2%	1%	
122	149	166	194	216	10
93	113	129	153	173	15
76	93	107	130	147	20
58	70	83	103	118	30
48	58	70	87	101	40
41	50	60	76	89	50
36	44	54	69	81	60

2.7.2 כושר החידור של הקרקע

מקדם הנגר של קרקעות E הוא $0.25 \sim$. שימושי הקרקע במרבית השטח הם חקלאות/שטחים פתוחים ושבילי חול שלא מגדילים את מקדם הנגר. מקדם הנגר של בית הקברות הקיים בחלק משטח התכנית ייקבע ל-0.8, מקדם הנגר של הבינוי המתוכנן יהיה 0.6 כיוון שמתוכננים שטחים מגוננים רבים במסגרת התוכנית.

2.7.3 הידרוגאולוגיה

החתך הגיאולוגי המתאים לאזור הפרויקט הוא חתך 123 באטלס הגיאולוגי במרחק 10-15 ק"מ מחוף הים. על פי המקרא ניתן לראות שהחלק העליון של החתך הגיאולוגי בסביבת הפרויקט הוא חרסית יבשתית בעובי של כ-15 מ' ומתחתיה אבן חול.



תרשים 2.4: חתך גיאולוגי באזור הפרויקט (מתוך אטלס הידרוגאולוגי של ישראל, יעקב טולמץ, 1991)

2.8 חישוב ספיקת הנגר עבור המצב הקיים

2.8.1 נוסחה רציונאלית

ספיקה מכסימלית בהסתברויות שונות מחושבת על פי הנוסחה הרציונאלית המקובלת לחישובי ספיקה באגנים קטנים (עד שטח של 1 קמ"ר). כאשר מדובר באגנים גדולים יותר (עד 5 קמ"ר) נדרש להוסיף מקדם התאמת עוצמות גשם לגודל האגן כמפורט בדו"ח עדכון בסיס נתוני עוצמות גשם 2016.

הנוסחה הרציונלית:

$$Q = \frac{C * I * A}{3,600}$$

C - מקדם נגר משוקלל

I - עוצמת גשם בהסתברות התכן לזמן הריכוז* - (מ"מ/שעה)

A - שטח האגן (דונם).

Q - ספיקת התכן (מ"ק/שנייה)

*הערה: זמן הריכוז המינימלי לתכנון באגנים קטנים הוא 15 דקות.

טבלה 2.3 ספיקה מחושבת במוצא האגנים בנוסחה הרציונלית

חישוב ספיקות במצב הקיים {מ"ק/שניה} בעזרת מודל 2016 StatModel								מס' אגן
20%	10%	5%	2%	1%	שטח [קמ"ר]	זמן ריכוז לתכנון	מקדם נגר	
4.2	5.2	6.0	7.2	8.2	1	20	0.2	1
0.6	0.8	0.9	1.0	1.2	0.12	15	0.2	1.1
7.6	12	17.1	24.8	31.1	5.6	חושב בעזרת StatModel		2
6.0	7.3	8.8	11.1	12.9	2.9	45	0.2	2.1
5.6	6.9	8.3	10.4	12.1	2.7	45	0.2	2.2
4.2	5.2	6.0	7.2	8.2	1.0	20	0.2	2.11

2.9 תיאור מערכת הניקוז הקיימת ומגבלות אפשריות

בשטח התוכנית לא קיימת מערכת ניקוז כיוון שמדובר בשטחים פתוחים ושטחי חקלאות. ישנן מעט תעלות רדודות שמובילות את הנגר משטחי האגנים אל שלושה מעבירי מים החוצים את כביש בגין.

מעביר המים הדרומי הוא זה שמקבל את אגן 1, צינור בקוטר 1.5 מ' ומונמך בכ-2 מ' מתחת לפני הקרקע כדי לעבור מתחת לכביש בגין אל מובל מתחת לרחוב ההגנה. המובל חוצה את העיר רחובות לכיוון כביש 410, ממשיך לאורך הכביש ונשפך אל נחל נס ציונה מערבית לכביש 411. תמונה 2.1 מראה את מעביר המים באגן 1.



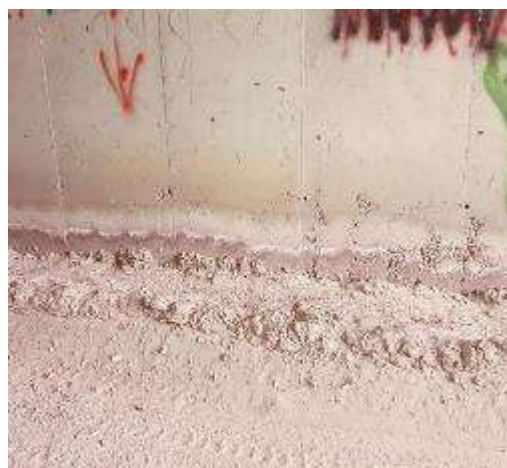
תמונה 2.1: מעביר המים באגן 1, מזרחית לכביש בגין מול רחוב ההגנה

אגן 2 מתנקז דרך מעביר מים ארגזי במידות 300X150. מעביר זה מתוכנן להתחבר למובל סגור בהמשך במידות זהות של 300X150 ויעבור תחת מתחם תעשייה תמר המתוכנן מערבית לכביש בגין. במצב קיים המעביר מתחבר לתעלה פתוחה רדודה העוברת בשטח החקלאי לכיוון צפון מערב ועודפיה מגיעים למעביר מים קיים מתחת לכביש המדע מזרחית למסילת הרכבת. תמונה 2.2 מראה את מעביר המים הצפוני (אגן 2).



תמונה 2.2 : מעביר המים הצפוני (אגן 2)

אגן 2.2 מתנקז למעביר המים הצפוני, כאשר העודפים זורמים דרך מעבר לכלי רכב (מעבר חקלאי). רוחב המעבר הוא כ-6 מ' וניתן לראות על קירות הבטון סימני זרימה בגובה של כ-40 ס"מ. אין תעלה מובחנת או סימני זרימה במוצא המעבר. סחף חול בגובה של כ-20 ס"מ מכסה את רצפת המעבר. תמונה 2.3 מראה את המעבר החקלאי וסימני גובה הזרימה על קיר המעבר.

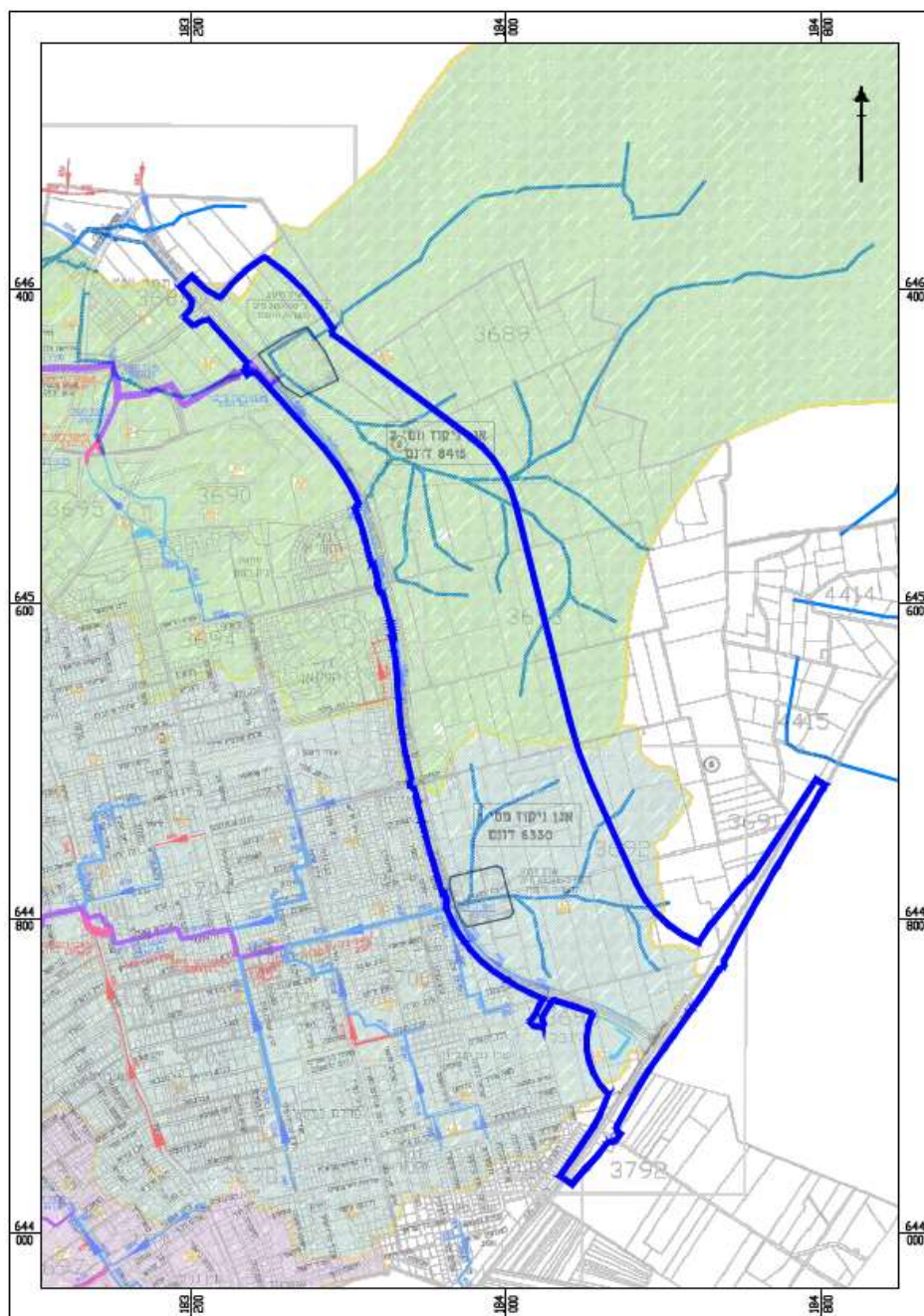


תמונה 2.3 : המעבר החקלאי וסימני גובה הזרימה על הקיר

בהתאם לסקירת המצב הקיים ניתן להבין שסחף החול מהווה בעיה ליעילות מערכת ההולכה ונדרש להתחשב בסחף זה בתכנון מערכת הקליטה ובתחזוקה השוטפת למניעת הצטברות החול וסתימת מערכת הניקוז.

2.9.1 תוכנית אב לתיעול רחובות

בשנת 2014 נערכה תוכנית אב לתיעול רחובות ע"י חברת מלין מהנדסים בע"מ. תוכנית התיעול כוללת את מערכת הניקוז הקיימת, מערכת מתוכננת בהתאם לתוכנית המתאר של רחובות (תוכנית המתאר כוללת את תוכנית זו) ושטחי איגום ונפחים מומלצים. ממזרח לכביש בגין ישנם שני שטחי איגום מומלצים – האחד בקצה אגן 1 בנפח מומלץ של 30,000 מ"ק (במפה מוצג 50,000) והשני בקצה אגן 2 בנפח מומלץ של 150,000 מ"ק (במפה מוצג 200,000). תרשים 2.5 מציג את הקו הכחול של התוכנית על רקע תוכנית אב לתיעול רחובות (מלין, 2014), אזורי ההשהיה המתוכננים מסומנים בשחור.



תרשים 2.5: הקו הכחול על רקע תוכנית אב לתיעול רחובות (מלון, 2014)

2.9.2

סקירת הצפות קודמות בתחום התכנית או בשטחים גובלים

לא ידוע על הצפות בשטח התוכנית. בעיר רחובות ונס ציונה ישנן הצפות באירועי גשם קיצון. האזור שמצפון לתכנית מעביר כמויות נגר נכבדות למערכת הניקוז בעיר ולכן מתכננות בריכות איגום לצורך השהית הנגר לפני הזרמתו למערכת הניקוז החוצה את העיר. התוכנית נדרשת שלא להכביד על מערכות הניקוז הקיימות במורד ועוברות באזורים העירוניים עד למוצא הנחל.

3. תיאור התוכנית המוצעת

הרחבת היישוב לכיוון מזרח, עולה על שטח המאגר המים הדרומי המתכנן בתוכנית האב לניקוז של עיר. לכן תוכנית הניקוז מתבססת על השהיה וחלחול במקומות אחרים על מנת להוריד את הספיקות החוצות את כביש בגין לתוך העיר. באגן מס' 1 תתבצע השהיה נגר לפני הכניסה לתוכנית ההרחבה (אגן 1.1), על שטח של כ- 2 דונם ובתוך התוכנית תתבצע השהיה במגרשים ובשצ"פ המעגלי שבשולי הכיכר, על ידי חללי האגירה תת קרקעיים לאורכו, וכן אזורי איגום עיליים בסמוך לכביש המרכזי. באגן מס' 2.11 באזורי המגורים, כל מגרש יתנקז לשצ"פ מרכזי להשהיה וחלחול, כאשר העודפים יופנו למערכת הניקוז העירונית בעזרת שוחת שטח בחלקו התחתון. לאורך הרחובות הראשיים, מערכת הניקוז תתבסס על מערכת תת קרקעית שתתנקז לכיוון צפון, במוצא הנגר צפונה יושהה כל הנגר היוצא מהתוכנית וכן מהשטח שממזרח לתכנית (אגן 2) בשלושה מאגרי השהיה מדורגים. מאגרי השהיה אלו יהיו עם קרקעית חרסיתית למניעת חלחול מים למי התהום. לאחר סיום טיהור מי התהום וסגירת קידוחי השאיבה (כ- 25 שנים), תוסר שיכבת החרסית מקרקעית שטחי ההשהיה על מנת לאפשר חילחול המים למי התהום.

3.1 עקרונות תוכנית הניקוז

- בכל מגרש יישאר שטח מונמך מחלחל בגודל של לפחות 15% משטח המגרש.
- עודפי הנגר מהמגרשים יופנו אל הכבישים ואל מערכת הניקוז התת קרקעית בעזרת שוחת שטח.
- הניקוז בתוכנית יהיה על ידי זרימה על הקרקעית לאורך הכבישים במקרים שאורך הזרימה הוא עד 120 מ'. בכבישים ארוכים יותר נדרשת מערכת תיעול תת קרקעית.
- לאורך הזרימה תהיינה נקודות לשחרור נגר לשטחים פתוחים ושצ"פים לצד הכביש.
- שטחי השהיה וחלחול נגר יוקמו בכניסה לתוכנית באגן 1 ובצפון התכנית אגן 2.
- בנקודות של שחרור נגר אל המורד יתוכנן מתקן השקטה למניעת ארוזיה וסחיפת קרקע.
- נגר הנוצר בשטח התוכנית יושהה במסגרת שטחי השהיה \ מאגרים בצפון התכנית לפני הזרמתם אל מוצא הנגר בכביש מנחם בגין.
- בצפון התכנית, במאגר ההשהיה, תימנע החדרת נגר למי התהום בעזרת שיכבה חרסיתית אטימה עד לסיום ניקוי מי התהום מזיהום.

3.2 נתוני תכנון עורקי הניקוז

מינהל התכנון (תמ"א 1) מציג טבלה לתקופת חזרה מינימלית לפי שימוש הקרקע בשטח. תמ"א 1 מגדירה את הסטנדרטים לתכנון מערכות ניקוז ומערכות תיעול עירוניות, כפי המוצג בטבלה 3.1.

טבלה 3.1: תקופות חזרה לתכנון ניקוז בשטחים מבוזזים (תמ"א 1)

השימוש בשטח	תקופת חזרה מינימלית בשנים
חקלאות: גידולי שדה ומטעים, פארקים	10
כבישים ומסילות ברזל*	50
סוללות מאגרים וסכרים	100
רחובות, מגרשי חניה וכיו"ב	20
בנייה בתת הקרקע	50-100
שימושי מגורים, מסחר, תעסוקה ותעשייה	100
מתחמים אסטרטגיים הנמצאים מחוץ לעיר	200

* הצפת מיסעות וגשרים לפי תקני נתיבי ישראל ורכבת ישראל

נספח הניקוז ממליץ על תכנון ניקוז האזור המבונה להסתברות של 1:20 שנים (5%), בעוד אזורי ההשקיה הנגר יתוכננו להסתברות של 1:100 שנים (1%).

3.2.1 ספיקות וקוטר צנרת ניקוז תת קרקעית

תכנית הניקוז ממליצה על ניקוז תת קרקעי על בסיס מערכת הכבישים. מומלץ כי כבישים עד אורך של 120 מ' יהיו ללא מערכת ניקוז ומי הנגר יזרמו על פני הכביש. מערכת הניקוז התת קרקעית המומלצת מסומנת בתשריט הניקוז המצורף וכוללת קטרים מומלצים וספיקות מחושבת לצינור לפי הסתברות של 10% (1:10 שנים) כולל בלט של 35% מקוטר הצינור. בחלק הצפוני של התכנית ישנם שלושה מוצאי נגר מהתכנית לאזור ההשקיה הראשון (אגם השקיה C). טבלה 3.2 מציגה את קוטר הצינור המומלץ לפי אורך הצינור והשיפוע בצפון התכנית.

טבלה 3.2: קוטר הצינור המומלץ לפי אורך הצינור והשיפוע בצפון התכנית

מס' צינור	אורך ק"מ	שיפוע	קוטר צינור
1	0.886	2.3%	100
1.1	0.423	2.8%	80
2	0.863	2.9%	125
2.1	0.799	3.0%	100
2.2	0.852	2.9%	100
2.11	0.436	2.8%	80
2.21	0.437	2.4%	80
3	0.69	2.6%	100
3.1	0.137	6.6%	80

3.2.2 השוואת הספיקות לפני ואחרי הבינוי

החלק הדרומי של התוכנית (אגן 1) יעבור שינוי תכסית בכ- 75% משטח האגן, כך שמקדם הנגר של הקרקע יעלה מ- 0.2 ל- 0.6, עליה משמעותית זו תעלה את נפחי האגירה פי 3 מהמצב הקיים היום. לעומת זאת באגן 2.1 החלק הבנוי של התוכנית משתרע על כ- 25% משטח האגן (כולל שטח בית העלמין), כך שמקדם הנגר של הקרקע יעלה מ- 0.2 ל- 0.3 ויגרור עליה בנפחי האגירה פי 1.5. טבלה 3.3 מציגה את חישוב הספיקות באגנים לאחר בינוי השטח.

טבלה 3.3: חישוב הספיקות באגנים לאחר בינוי השטח

חישוב ספיקות כולל בינוי {מ"ק/שניה}								מס' אגן
20%	10%	5%	2%	1%	שטח [קמ"ר]	זמן ריכוז לתכנון	מקדם נגר	
12.7	15.5	17.9	21.6	24.6	1.0	20	0.6	1
0.6	0.8	0.9	1.0	1.2	0.12	15	0.2	1.1
16.8	22.5	28.4	36.6	43	5.6	חושב בעזרת StatModel		2
9.0	10.9	13.2	16.6	19.3	2.9	45	0.3	2.1
5.6	6.9	8.3	10.4	12.1	2.7	45	0.2	2.2
10.6	12.9	14.9	18.0	20.5	1.0	20	0.5	2.11

3.3 נפחי אגירה להשהיה

נפחי האגירה עבור האגנים חושבו לפי הספיקות לאחר פיתוח השטח וכושר ההולכה המקסימלי של מעביר המים באותו אגן. נפחי האגירה חושבו במודל גל משולש בהתאם לספיקות שהתקבלו. אגן 1.1 צריך לתת מענה עבור השהיית נגר בסדר גודל של 1500 מ"ק מי נגר באירוע קיצון, אגן 2.11 הכולל רק את שטח התכנית, צריך לתת מענה עבור השהיית נגר בסדר גודל של 15.5 אלף מ"ק באירוע קיצון. טבלה 3.4 מציגה את סיכום נפחי האגירה להשהיה בתוכנית.

טבלה 3.4: נפחי האגירה להשהיה בהסתברות 1%

מס' אגן	שטח [קמ"ר]	כושר הולכה של המעביר {מ"ק/שניה}	ספיקה 1% {מ"ק/שניה}	ספיקה להשהיה	נפח אגירה להשהיה [מ"ק]
1.1	0.12	6	1.2	1.2	1,554
2.11	1.0	7.5	20.5	13.0	15,563

באגן מס' 1.1 תתבצע השהית נגר לפני הכניסה לתוכנית ההרחבה על שטח של כ- 2 דונם. באזור הצפוני של התכנית, אגן 2.11, שטח השהיה וחלחול (C) על שטח של כ- 25 דונם, הנגר מאגן 2.1 יזרום גם כן לשטח איגום זה. מאזור האיגום (C) יזרמו המים לשטח איגום נוסף (B) המשתרע על שטח של כ- 22 דונם, משטח זה יזרום הנגר לאזור איגום שלישי (A) המקבל נגר גם מאגן 2.2. איגום זה על שטח של כ- 9 דונם ישמש כבריכת חורף (מופה מים בחורף בלבד), כאשר שטח הבריכה תופס בנוסף שטח הצפה של כ- 85 דונם המשתרע גם מזרחית לכביש העוקף המתכנן (הכביש יהיה על עמודים במקטע זה), וזאת על מנת להוריד את הספיקות לפני הכניסה לעיר. טבלה 3.5 מציגה את יכולת נפחי האגירה לפי שטח המאגר ועומקו.

טבלה 3.5: יכולת נפחי האגירה לפי שטח המאגר ועומקו

מס' אגן	בריכות איגום	שטח [דונם]	נפח אגירה [מ"ק] עומק 1 מ'	נפח אגירה [מ"ק] עומק 2 מ'
1.1	דרום	2	1,500	3,000
2.11	C	25	19,050	38,100
2.1	B	22	16,500	33,000
בריכת חורף 2.2	A	9	6,750	13,500
שטח השהיה 2.2	A	85	63,750	127,500
2	סה"כ צפון	132	99,300	198,600

שיטה נוספת לחישוב נפח אגירה מומלץ עבור שטחי ההשהיה היא ריסון גאות או הנחתת הספיקה מהסתברות של 1% להסתברות של 20%. אירוע קיצון של עוצמות גשם יושהה והנגר שמשחרר למורד שווה בספיקתו להסתברות נמוכה תוך הצפת המעלה בשטח ההשהיה. טבלה 3.6 מציגה את הספיקה להשהיה בריסון הגאות וכן את נפח ההשהיה הדרוש לאומת נפח ההשהיה המחושב לפי גודל שטחי ההשהיה.

טבלה 3.6: הספיקה להשהיה בריסון הגאות והשוואת נפחי ההשהיה

ספיקה מחושבת בריסון גאות [מ"ק לשניה] ונפח השהיה						
מס' אגן	שטח השהיה באגן [דונם]	ספיקה 1%	ספיקה 20%	ספיקה להשהיה	נפח השהיה מומלץ [מ"ק]	נפח אגירה עומק 2 מ'
1	26	24.6	12.7	11.9	14,253	39,000
1.1	2	1.2	0.6	0.5	481	3,000
2	132	43.0	16.8	26.2	94,320	198,000
2.1	24	15.1	7.0	8.1	32,802	36,000
בריכת 2.2 חורף	9	11.7	5.5	6.3	25,420	13,500
שטח השהיה 2.2	85	11.7	5.5	6.3	25,420	63,750
2.11	25	20.2	10.4	9.8	11,723	38,100

* שטח ההצפה באגן 2.2 חושב לעומק של 1 מ'

ניתן לראות בטבלה 3.6 כי שיטחי ההשהיה המוצעים נותנים מענה לספיקות גבוהות מאוד ומנחיתים את הספיקות היוצאות.

3.4 פרטים אופייניים

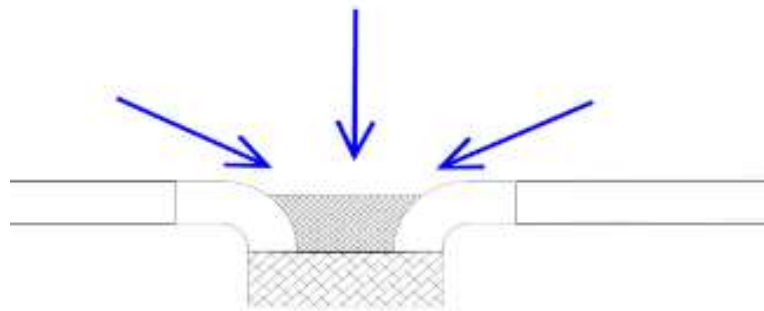
פרטים אופייניים לביצוע מערכת הניקוז המבוססת על השהית הנגר בתחום התוכנית, וכן על פרטים לתכנון מערכת הניקוז המוצעים לשילוב בתוכנית של השכונה, הם בעיקרם פרטים סטנדרטיים של תכנון ניקוז עירוני על בסיס חוברת ההמלצות לתכנון ניקוז עירוני (פולק, 2007).

הפרטים המיוחדים לתכנית זו הם:

1. מתקן הטיית נגר מהכביש:

באבן השפה של רצועות הגינון המשולבות בחנייה יבוצעו מתקנים להפניית נגר מהחניון לשטח המגוון לחלחול חלק מהנגר לתת-הקרקע. מתקן גלישת שוליים, מוצג בתרשים 3.1.

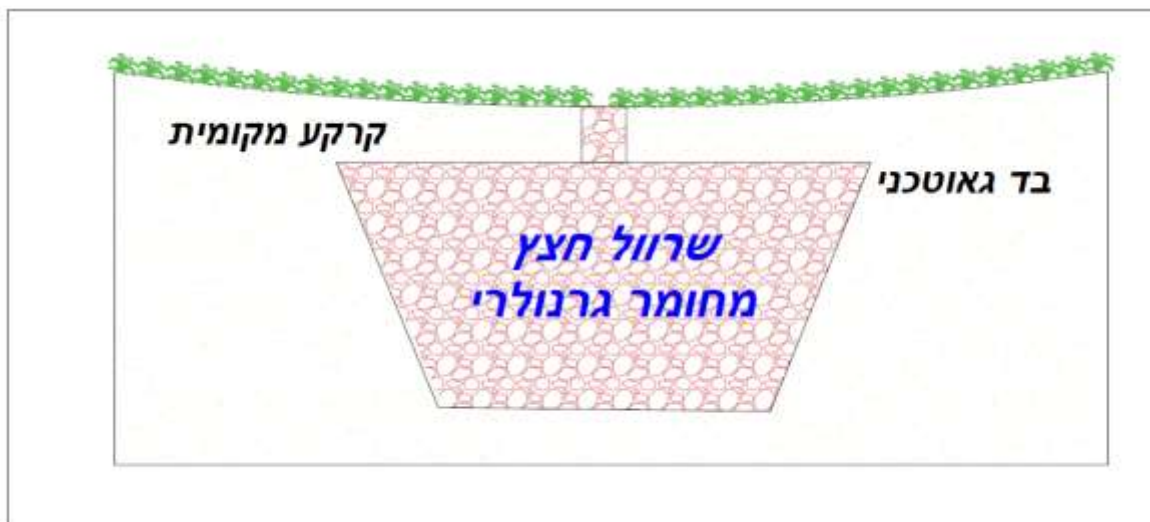
מתקן הטיית נגר מהכביש



תרשים 3.1: מתקן גלישת שוליים

2. שרוול חצץ:

באגן 1 הניקוז וההשהייה יתבצעו על ידי שרוול חצץ, שימוקם באזור הנמוך לאורך השצ"פ, השהייה והחדרה בשטחים פתוחים. ניצול מקסימאלי של נפח ההשהייה – כ 30% מנפח השרוול, כפי המוצג בתרשים 3.2. המלצת הנספח היא להחדיר את כל הנגר המצטבר במקום למי התהום כך שרק העודפים יזרמו למערכת העירונית.



תרשים 3.2: חתך רוחב סכמתי של שרוול חצץ להשהייה וחלחול בשטח מגונן

3. חללי האגירה תת קרקעיים:

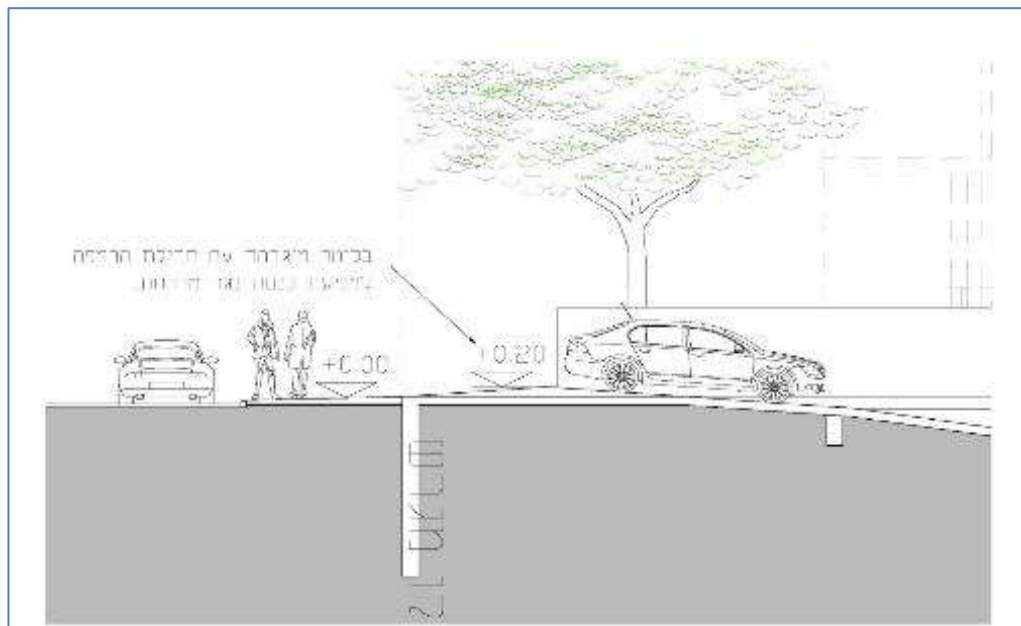
אפשרות נוספת להשהייה וחלחול מי הנגר בשצ"פ הטבעתי (אגן 1) היא חללים הבנויים מיחידות פלסטיק ממוחזר המתחברות לחלל גדול תת קרקעי בעלי ניצול מקסימאלי של נפח ההשהייה – כ 96% מקום אגירה לעומת 30% בשרוול חצץ. תמונה 3.1 מציגה שלב

בהקמת שרול אורכי מיחידות פלסטיק. בתכנון מפורט, לפני הקמת חללי האגירה יש צורך באישור של קונסטרוקטור ליציבות מבנה.



תמונה 3.1: שלב בהקמת שרול אורכי מיחידות פלסטיק (מתוך מצגת חברת אגרון)

4. כניסה לחניונים תת קרקעיים
 בכבישי הגישה לחניונים התת קרקעיים, תתבצע הגבהה מקומית של 20 ס"מ בשיפוע מתון ממפלס המדרכה והכביש, בכדי למנוע כניסת נגר אל החניונים מהכבישים הסמוכים, כפי המוצג בתרשים 3.3.



תרשים 3.3: חתך עקרוני של כניסה לחניון תת קרקעי, הכולל הגבהת המיסעה.

4. השפעות צפויות על הסביבה

4.1 שינוי הנגר הצפוי כתוצאה מביצוע התכנית

ביצוע התוכנית יגרור עליה בכמות הנגר המתקבל משטח התוכנית בשל הגדלת תכסית הבינוי האטימה ביחס למצב טבעי קיים. עם זאת על ידי פעולות השהיה וחלחול הנגר בבריכות השהיה ובשצ"פים, כמות הנגר שתגיע למעבירי המים ברחוב שדרות מנחם בגין תפחת ותקל על מערכת הניקוז העירונית במורד. טבלה 4.1 מציגה את השוואת הספיקות ונפחי האגירה, לפני ואחרי הפיתוח, בהסתברות של 10% (1:10 שנים). וכן טבלה 4.2 מציגה את השוואת הספיקות ונפחי האגירה, לפני ואחרי הפיתוח, בהסתברות של 1% (1:100 שנים).

טבלה 4.1: השוואת הספיקות ונפחי האגירה, לפני ואחרי הפיתוח, בהסתברות של 10%

השוואת ספיקה ונפח בין מצב קיים לבין מצב מתוכנן בתקופת חזרה של 1:10 שנים						
מס' אגן	שטח [קמ"ר]	מצב קיים		מצב מתוכנן		עליה בנפח הנגר
		ספיקה מ"ק/ש	נפח מ"ק	ספיקה מ"ק/ש	נפח מ"ק	
1	1.0	5.2	6,188	15.5	18,564	3.0
1.1	0.12	0.8	677	0.8	677	1.0
2	5.6	12.0	43,200	22.5	54,000	1.3
2.1	2.7	6.9	27,832	8.6	23,193	0.8
2.2	2.6	6.7	17,974	6.7	17,974	1.0
2.11	1.0	5.2	6,188	12.7	15,269	2.5

טבלה 4.2: השוואת הספיקות ונפחי האגירה, לפני ואחרי הפיתוח, בהסתברות של 1%

השוואת ספיקה ונפח בין מצב קיים לבין מצב מתוכנן בתקופת חזרה של 1:100 שנים						
מס' אגן	שטח [קמ"ר]	מצב קיים		מצב מתוכנן		עליה בנפח הנגר
		ספיקה מ"ק/ש	נפח מ"ק	ספיקה מ"ק/ש	נפח מ"ק	
1	1.0	8.2	9,825	24.6	29,476	3.0
1.1	0.12	1.2	1,036	1.2	1,036	1.0
2	5.6	31.1	111,960	43.0	103,200	0.9
2.1	2.7	12.1	49,065	15.1	40,888	0.8
2.2	2.6	11.7	47,529	11.7	31,686	0.7
2.11	1.0	8.2	9,825	20.2	24,244	2.5

4.2 השפעה סביבתית של פתרונות הניקוז המוצעים

ההשפעה הסביבתית של פתרונות הניקוז הינה חיובית ותכלול מאגרי מים עונתיים בנוסף על בריכת המים הקיימת (אגן 3), העשרת מי התהום וכן הפחתת הספיקות הנכנסות למערכת הניקוז בתוך העיר.

4.3 השפעת פתרונות הניקוז המוצעים על ערוץ הנחל, גדותיו וסביבתו

במוצא הניקוז צפונה קיימות תעלות ניקוז. אין השפעה על תעלות אלו כתוצאה מפתרונות הניקוז בתוכנית.

4.4 פירוט ההשפעות על תחום התכנית בשל נגר המגיע אליה ממעלה

אגן ההיקוות.

קיים מעט נגר המגיע ממעלה התוכנית באגן 1 בלבד. הנגר יושהה באיגום לפני כניסתו לשטח הבנוי כך שרק עודפים באירוע קיצון יזרמו למערכת הניקוז. הנגר מהשטח הבנוי יכנס למערכת ההשהיה והחלחול המתוכננת באגן 1 וברובו יחלחל לתת קרקע ולמי התהום, כאשר עודפים יזרמו למערכת ההשהיה במעגל. כך שלא יהיו השפעות על תחום התכנית בשל נגר המגיע אליה ממעלה אגן ההיקוות.

5. אמצעים למניעת נזקים

5.1 תיאור האמצעים להגברת החלחול המקומי

הגברת החלחול תעשה בתוכנית בשני שיטות:

- אזורי השהיה וחלחול – בשני מוקדים תתבצע השהיה:
באזור הדרומי – לפני הכניסה לתכנית (אגן 1.1)
באזור הצפוני – במוצא מהתוכנית צפונה שלושה בריכות השהיה (אגן 2)
- מאגר תת קרקעי (שרוול חצץ או חללי האגירה תת קרקעיים הבנויים מיחידות פלסטיק) – לאורך השצ"פ המעגלי באגן 1. השרוול הצפוני באורך של כ- 580 מ' והדרומי לאורך של כ- 790 מ'. שרוול דומה ימוקם לאורך הכביש (השדרה) המרכזי ממזרח למערב עד למוצא למערכת הניקוז.

5.2 שינויים נדרשים במערכת הניקוז הקיימת כדי לקלוט את מי הנגר

הנוספים

מערכת הניקוז הקיימת כוללת תעלות ניקוז ושני מעבירי מים מתחת לכביש. השינוי יהיה באזורי ההשהיה שיורידו את הספיקות בתעלות, כך שבמעבירי המים הקיימים לא יהיה צורך בשינוי למעט הארכה במקרה הצורך.

5.3 המלצות להוראות התכנית שיבטיחו מניעת נזקי הצפות, שטפונות

וסחף, טיפול בנגר שמקורו בתחום התכנית

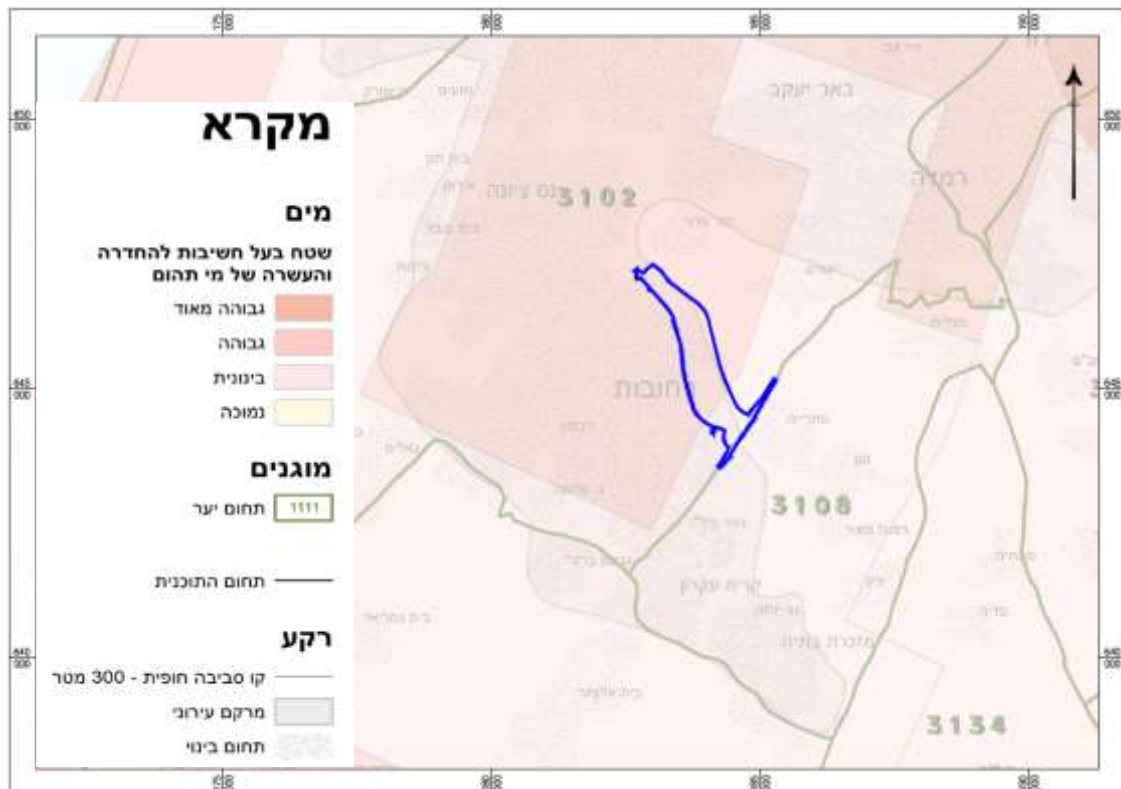
1. פיתוח תאי השטח 122D, 123D, 171, 172, 174, המתפקדים כשטחים להשהיית ולהולכת מי נגר יתוכנן בהתאם לעקרונות המופיעים בנספח הנוף ובנספח הניקוז ככל הניתן. השהיית מי נגר תותר גם בתאי שטח ציבוריים פתוחים אחרים.
2. שטחי האיגום ושהיית מי נגר יהיו ביעודי קרקע שטחים פתוחים ושטחים פתוחים עם הנחיות מיוחדות. שני היעודים יאפשרו את השהיית מי הנגר בהתאם לנפחים המופיעים בנספח הניקוז. שינוי עד 10% לא יהווה סטיה מתכנית זו.
3. השטחים המיועדים לקליטת מי הנגר בתוך השטחים הפתוחים יהיו במפלס נמוך מסביבתם, וכל זאת ללא פגיעה בתפקוד ובשימוש השטח כשטח ציבורי פתוח.
4. לאורך הדרך האזורית ממזרח ו/או תעלות אחרות שיתוכננו בפיתוח, יתוכננו תעלות ניקוז בהתאם לתקופת החזרה המתאימה לתקנים ולייעוד הקרקע בעת הסדרת התעלה.
5. לאורך גדות התעלות תישמר דרך תחזוקה/שרות והגנה.
6. שימור וויסות מי הנגר יבוצע ככל הניתן בהתאם לעקרונות המפורטים בנספחי הנוף והניקוז.
7. התכנון המפורט של בריכות האיגום יתואם עם רשות הניקוז.

8. השהיה במרחבים ציבוריים :
- א. תנאי להיתר בניה לתכנית הפיתוח יהיה הצגת תכנית ריסון והשהיה בשטחים הפתוחים בהתאם לנפחי השהיה למתחמים המופיעים בנספח הניקוז.
9. מתקני השהיית נגר במגרשים :
- א. כל מגרש חדש בבעלות העירייה ו/או בבעלות עסק טעון רישוי, הגדול מ 1.0 דונם, יחויב במתקן השהיה וחלחול נגר, בהתאם לקריטריונים בנספח הניקוז.
- ב. טיפול ותחזוקת המתקן יהיו באחריות בעל המגרש.
- ג. מגרשים רגישים המכילים גני ילדים, בתי ספר מגרשי משחקים לילדים וכיו"ב לא יחויבו בהתקנה.
10. ניתן יהיה לצמצם את השטח הפתוח בתוך המגרשים ובלבד שישמר פתרון להשהיה וחלחול מי נגר על פי הקריטריונים המופיעים בנספח הניקוז.
11. באחריות המגרשים למסחר ותעסוקה עם פוטנציאל לזיהום להתקין מערכת סינון לפני שחרור הנגר למערכת הניקוז.
12. על מערכת הביוב להיות מופרדת לחלוטין ממערכת הניקוז.

6. שמירה, הגנה וניצול מיטבי של שאבי המים (לפי תמ"א 1)

תמ"א 1 פרק מים - "מפת חשיבות להחדרה והעשרה למי תהום" גיליון 3, אזור התכנית ממוקם ברובו באזור העדיפות גבוהה להחדרת נגר עילי וחלקו באזור עדיפות בינונית. נספח זה ממליץ לבצע החדרת מי נגר באופן אינטנסיבי על ידי איגום תת קרקעי או קידוחי החדרת מי הנגר והעשרת מי התהום, בתחום אזורי השהית נגר. תרשים 6.1 מציג את הקו הכחול על רקע מפת חשיבות להחדרה והעשרה למי תהום - גיליון 3 מתוך תמ"א

1.



תרשים 6.1 גבול התוכנית על רקע מפת אזורי פגיעות מי תהום (תמ"א 1)

תכנית מזרח רחובות ממוקמת ברובה באזור בעל חשיבות להחדרה "גבוהה" וללא אזורים רגישים למי התהום (קרקע חשודה בזיהום). מטרת ביצוע הנחיות התמ"א הינה לצורך ויסות ספיקה, הקטנת סכנת ההצפה במורד והעשרת אוגר המים בשכבה העליונה של הקרקע ומי התהום.

רשות המים פועלת לביצוע קידוחי שאיבה באזור הצפוני של התכנית, על מנת לעצור זיהום מי תהום שהתגלה במקום ומתפשט לכיוון צפון מערב. מאגרי השהיה הצפוניים המתוכננים יוקמו עם קרקעית חרסיתית למניעת חלחול מים למי התהום. לאחר סיום טיהור מי התהום (כ-25 שנים), תוסר שיכבת החרסית מקרקעית המאגר על מנת לאפשר חילחול המים למי התהום. לאור זאת ממליץ נספח ניקוז זה על החדרת הנגר ככול הניתן בשטח התוכנית, למעט המגבלה הזמנית.

7. מקורות

1. אנוש, 2004, **מדריך לתכנון ובנייה משמרת נגר עילי**, משרד הבינוי והשיכון.
2. גרתי, 1988, טבלת מקדמי נגר מירבי.
3. דן, י. ורוז, צ. 1970, **מפת חבורות הקרקעות של ישראל** מכון וולקני, האגף לשימור קרקע.
4. הלוי ר., ארבל ש., 2016, עדכון בסיס נתוני עוצמות הגשם בישראל וקביעת עוצמת גשם תכן כפרמטר בסיס לתכנון ניקוז מערכות תחבורה, דו"ח מחקר 4500075534 עבור נתיבי ישראל, נהרא ופשטיה בע"מ, יעד.
5. פולק ש., 2007, **המלצות לתכנון עירוני** (דו"ח מחקר עבור משרד השיכון), הידרומודול - שמואל פולק בע"מ, קריית אונו.
6. פולק ש., 2016, **עדכון מודל הידרולוגי סטטיסטי לחישוב ספיקות תכן מאגני ניקוז בינוניים עד גדולים**, דו"ח מחקר 4500075541 עבור נתיבי ישראל, הידרומודול - שמואל פולק בע"מ, קריית אונו.
7. תמ"א 1, 2020, תוכנית המתאר הארצית נוסח מאוחד. פרק נחלים, פרק מים סעיף 6. המועצה הארצית לתכנון ובניה.