

דוח 1285-11959

03.07.2023

רחובות

תכנית אב לניקוז וניהול נגר

הוכן עבור: עיריית רחובות

עורכי המסמך: אסף בן נריה, יונתן וישניה, יצחק לוי
ד"ר אלעזר במברגר

דו"ח מספר 1285.0.0

יולי 2023

תיעוד מהדורות

הוכן עבור : עיריית רחובות
 שם הפרויקט : תוכנית אב לניקוז רחובות
 מהדורה : 00
 עורך : יונתן וישניה
 מאשר : ד"ר אלעזר במברגר

תיעוד מהדורות

מהדורה 'מס'	תאריך	פירוט עדכונים	שם קובץ	ערך	אישר
00	03/07/2023				

רשימת מסמכים נלווים לדו"ח

תאריך	גודל דף	קב"מ	שם תוכנית	מס' תוכנית	מספר גיליון	מס'
05.01.2023	A0	1:10000	ניתוח טופוגרפי	HYD-DR-RHV-1000	1000	1
05.01.2023	A0	1:10000	חלוקה לאגנים	HYD-DR-RHV-1100	1100	2
05.01.2023	A0	1:5000	ניתוח מצב קיים-1	HYD-DR-RHV-1200	1200	3
05.01.2023	A0	1:5000	ניתוח מצב קיים-2	HYD-DR-RHV-1201	1201	4
05.01.2023	A0	1:5000	ניתוח מצב מתוכנן-1	HYD-DR-RHV-1300	1300	5
05.01.2023	A0	1:5000	ניתוח מצב מתוכנן-2	HYD-DR-RHV-1301	1301	6
19.02.2023	A0	1:5000	קטרים מתוכננים בצירי זרימה ראשיים-1	HYD-DR-RHV-1310	1310	7
19.02.2023	A0	1:5000	קטרים מתוכננים בצירי זרימה ראשיים-2	HYD-DR-RHV-1311	1311	8
05.01.2023	A0	1:5000	אזורי הצפה-1	HYD-DR-RHV-1400	1400	9
05.01.2023	A0	1:5000	אזורי הצפה-2	HYD-DR-RHV-1401	1401	10
05.01.2023	A0	1:5000	השהיית נגר-1	HYD-DR-RHV-1600	1600	11
05.01.2023	A0	1:5000	השהיית נגר-2	HYD-DR-RHV-1601	1601	12
05.01.2023	A0	1:5000	השהיית נגר ועומקי מי תהום-1	HYD-DR-RHV-1700	1700	13
05.01.2023	A0	1:5000	השהיית נגר ועומקי מי תהום-2	HYD-DR-RHV-1701	1701	14
05.01.2023	A0	1:10000	עומקי מי תהום	HYD-DR-RHV-2100	2100	15
05.01.2023	A0	1:10000	מפלסי מי תהום	HYD-DR-RHV-2200	2200	16
05.01.2023	A0	1:10000	נתונים להחדרת נגר	HYD-DR-RHV-2300	2300	17

תוכן עניינים

6.....	1 מבוא.....	1
7.....	1.1 מיקום וגבולות.....	1.1
9.....	1.2 מטרת תוכנית האב.....	1.2
9.....	1.3 דגשים והבהרות.....	1.3
11.....	2 תוכניות מתאר בסביבת התוכנית.....	2
11.....	2.1 תמ"א 1.....	2.1
18.....	2.2 תוכנית אב לניקוז שורק-לכיש.....	2.2
22.....	3 נתוני רקע לתכנון.....	3
22.....	3.1 טופוגרפיה.....	3.1
29.....	3.2 קרקע.....	3.2
30.....	3.3 אקלים.....	3.3
30.....	3.4 משטר הגשמים.....	3.4
31.....	3.5 תכסית.....	3.5
34.....	4 ממשק הידרולוגי עם הרשויות הגובלות.....	4
34.....	4.1 רקע כללי.....	4.1
34.....	4.2 ממשק הידרולוגי.....	4.2
36.....	5 ניתוח הידרולוגי של אגני היקוות עירוניים.....	5
36.....	5.1 מורפולוגיה של אגני היקוות עירוניים ראשיים ומשניים.....	5.1
50.....	5.2 מקדם הנגר.....	5.2
52.....	5.3 גשם.....	5.3
53.....	5.4 קביעת תקופת חזרה לתכנון.....	5.4
54.....	5.5 ניתוח הידרולוגי ובחירת ספיקות תכן.....	5.5
60.....	6 ניתוח הידראולי של מערכת הניקוז הקיימת בעיר.....	6
60.....	6.1 תאור מערכת הניקוז הקיימת.....	6.1
67.....	6.2 בחינת מערכת הניקוז הקיימת בעיר.....	6.2
70.....	6.3 פתרון בעיית מערכת הניקוז העירונית – חלופה הידראולית, שידרוג מערכת הניקוז.....	6.3
74.....	6.4 פתרון בעיית מערכת הניקוז העירונית – חלופה הידרולוגית, הוספת נפחי השהייה.....	6.4
79.....	7 ניתוח פשטי הצפה.....	7
79.....	7.1 פשטי הצפה (תמ"א 1).....	7.1
80.....	7.2 סימון אזורים בעלי רגישות להצפות.....	7.2
86.....	8 מי תהום בתחום העיר.....	8
86.....	8.1 מפלסי מי תהום.....	8.1
86.....	8.2 ניתוח עומק מי התהום בתחום העיר.....	8.2
87.....	8.3 מפה גיאולוגית + חתכים הידרו-גיאולוגיים.....	8.3
89.....	9 הנחיות לתכנון הניקוז בעיר רחובות.....	9
89.....	9.1 הדרולוגיה.....	9.1
97.....	9.2 תכנון תשתיות ניקוז עירוניות.....	9.2
98.....	9.3 תיכנון סטטוטורי.....	9.3

105.....	סקירה כללית - מתקנים אופייניים להשהיית נגר	9.4
112.....	10 תכנית אב לניקוז – השלכות מעשיות	
112.....	גורמים משפיעים	10.1
112.....	משימות לביצוע (Action items)	10.2
114.....	התניות ביצוע	10.3
116.....	תוכנית תקציבית	10.4
120.....	עלות פרויקטים בעדיפות גבוהה	10.5
131.....	תוכנית עבודה רב שנתית מומלצת	10.6
133	11 מקורות	

1 מבוא

רחובות נוסדה כמושבה במישור החוף הדרומי בי"ד באדר תר"ן (1890) על ידי עולים חובבי ציון במסגרת חברת "מנוחה ונחלה". רחובות הוכרזה כעיר בשנת 1950. העיר חברה בארגון פורום ה-15. העיר רחובות נודעת בזכות מכון ויצמן למדע והפקולטה לחקלאות של האוניברסיטה העברית הנמצאים בתחומה. בעבר הייתה ידועה כעיר שבה פרדסים רבים - על כן סמל התפוזים בדגלה - אך בעשור השני של המאה ה-21, יש בשטחה חקלאות הדירים פעילה מועטה, ואת מקומם של הפרדסים תופסת הבנייה החדשה. שכונתיה של רחובות הן: בצפון נס ציונה, בצפון-מזרח רמלה, במזרח כפר בל"ו בדרום-מזרח מועצה אזורית גזר, בדרום קריית עקרון, בדרום מערב מועצה אזורית ברנר ויבנה, במערב מועצה אזורית גן רווה, ובצפון-מערב גובלת רחובות בכפר אהרון ובטירת שלום הכפופים מוניציפלית לנס ציונה.

רחובות מאופיינת כיום בבנייה בצפיפות נמוכה יחסית למיקומה ולשכנותיה. צביון היישוב התפתח עם השנים ממושבה חקלאית ליישוב עירוני-פרברי, לצד פיתוח אינטנסיבי וגבוה מסביבה. תכנית המתאר הכוללת מהווה נדבך עיקרי בגיבוש ועיצוב מדיניות לטווח הארוך, המשקפת את חזון העיר. תכנית המתאר מספקת מענה על צרכים קיימים וחסרים בעיר וכן באה לספק ודאות תכנונית להמשך התפתחותה של העיר בשני העשורים הקרובים באופן שיבטיח פיתוח מושכל ומאוזן, הרצוי על ידי התושבים, פרנסי העיר, הצוות המקצועי בה והמערכת התכנונית המחוזית והארצית.

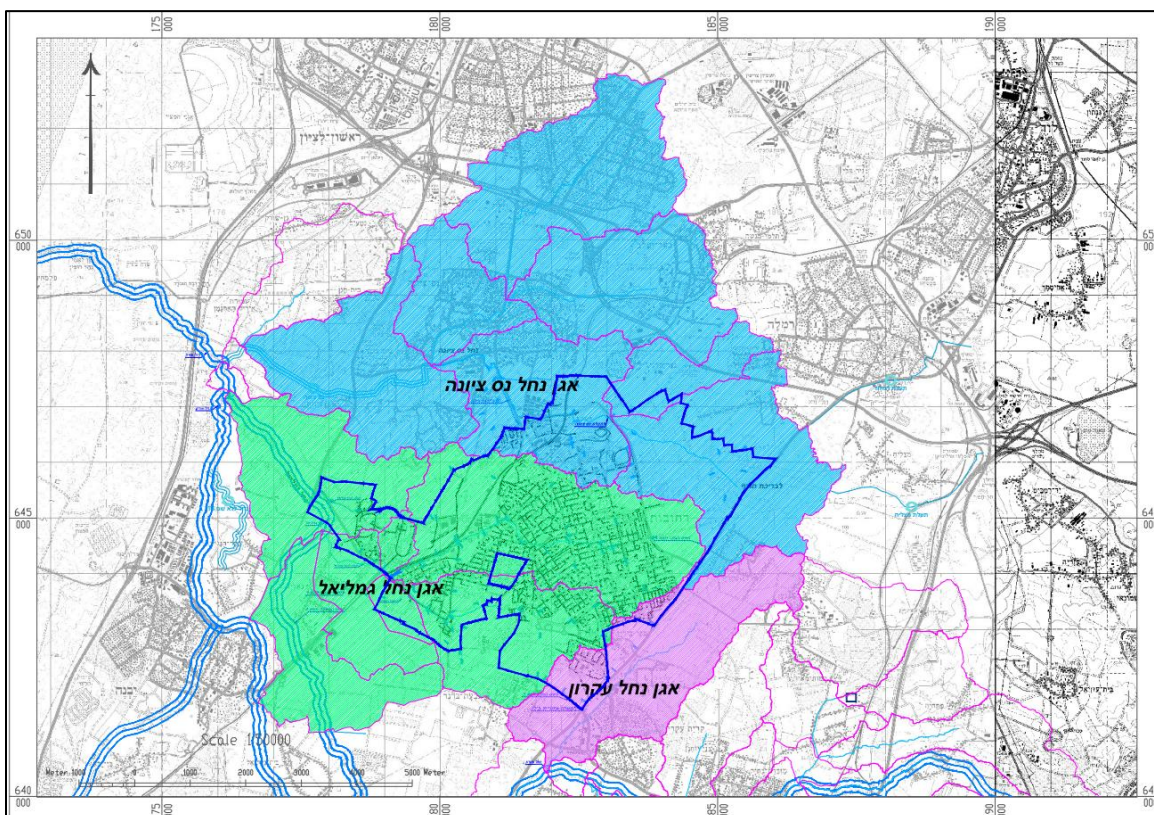
לתוכנית המתאר של העיר נדרשת תוכנית אב לניקוז מעודכנת שלמה בראיה כוללת המביאה בחשבון את התפתחות העיר ע"פ תוכנית המתאר תוך מתן מענה לבעיות הניקוז קיימות ופיתוח מערכת הניקוז הקיימת.

תכנית האב מציגה המלצות עדכניות לשיפור הניקוז הקיים והנחיות לתכנון עתידי בשטחי עתודות הקרקע. דו"ח זה כולל גישה של שימור מי הנגר העילי על ידי החדרתו לתת הקרקע יצירת מאגרי השחייה במרחבים הפתוחים סביב העיר והשהית הנגר הזורם כדי להפחית את הספיקה במורד ערוצי הניקוז.

מיקום וגבולות

המרחב העירוני

שטח העיר רחובות הינו כ-23.8 קמ"ר. פני הקרקע משתפלים במתינות מהצד המזרחי הגבוה לצד המערבי היותר נמוך. שטח העיר נחלק באופן גס לשלושה אגני ניקוז ראשיים: צפון העיר (רקע כחול בתרשים 1.1) מתנקז לנחל נס ציונה, שמנקז בנוסף, שטחים נרחבים מצפון לרחובות (נס ציונה, ראשון לציון באר יעקב ורמלה). נחל נס ציונה מתנקז לנחל שורק; החלק המרכזי, הדרומי והמערבי (רקע ירוק) של העיר רחובות הוא חלק מאגן נחל גמליאל, שהוא גם כן אפיק של נחל שורק; שטחים קטנים בדרום מזרח העיר (רקע סגול) מתנקזים לתעלה אזורית ביליו ומשם לאגן נחל עקרון, שהוא אפיק של נחל גמליאל. מרחב העיר הוא בתחום רשות ניקוז שורק-לכיש.



תרשים 1.1: אגני ניקוז ראשיים בתחום העיר רחובות (גבול השיפוט של העיר מודגש בקו כחול). צבוע בכחול – אגן נחל נס ציונה; בירוק – אגן נחל גמליאל; ובסגול – אגן נחל עקרון.

1.1.1.1 נחל נס ציונה

אגן נחל נס ציונה מתחיל ממערב לרחובות וכולל שטחים של הערים רמלה, ראשון לציון, באר יעקב, נס ציונה ורחובות. אורך הנחל הינו כ-6 ק"מ ושטח אגן הניקוז הכולל שלו הינו כ-50 קמ"ר. הנחל מתנקז לנחל שורק. השיפוע הממוצע של הנחל הוא 0.6%. לפי תוכנית אב לניקוז אגן נחל שורק (רשות ניקוז שורק לכיש, הידרומודול, 2013), ספיקת התכן בתחנת "נס ציונה", ששטח אגן הניקוז של הנחל הינו כ-41 קמ"ר, הינה 28 מ"מ/ק/שניה בהסתברות של 1%, ו-22, 15 ו-10

מ"ק/שניה בהסתברות 2%, 5% ו 10%, בהתאמה.

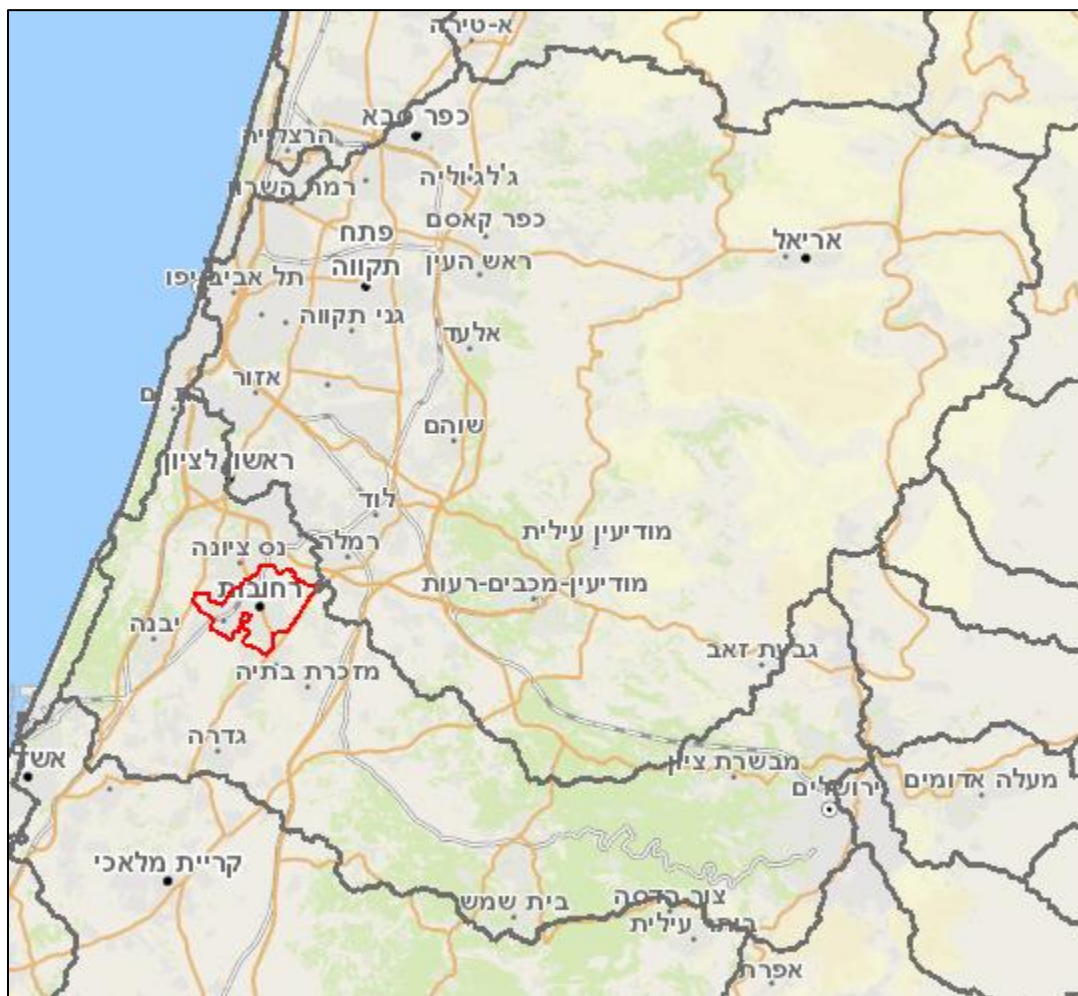
1.1.1.2 נחל גמליאל

שטח אגן הניקוז הכולל של נחל גמליאל הינו כ 106 קמ"ר. הנחל מנקז את רוב שטחה של העיר רחובות, וכן שטחים נרחבים מחוץ לעיר מדרום וממזרח. אורך הנחל הינו כ 12.8 ק"מ והשיפוע הממוצע שלו הוא 0.11%. לפי תוכנית אב לניקוז אגן נחל שורק, ספיקת התכן בנחל גמליאל בחציית כביש 42 (בסמוך לגבולה המערבי של רחובות) הינה 130 מ"ק/שניה בהסתברות של 1%, ו 110, 78 ו 53 מ"ק/שניה בהסתברות של 2%, 5% ו 10%, בהתאמה. שטח האגן בחציה של כביש 42 הינו כ 102 קמ"ר.

הערה- נחל גמליאל עד למוצא מהעיר רחובות, בסמוך לכביש 411, נקרא בדוחות של השירות ההידרולוגי והתחנה לחקר הסחף נחל "רחובות".

המרחב הטופוגרפי

מיקום העיר במרחב אגני הניקוז הארציים מוצג בתרשים 1.2, המציג את גבולות העיר (אדום) על רקע מפת ערים. רוב מוחלט של העיר נמצא באגן נחל שורק ומיעוטה(רק כ-20 דונם) באגן ירקון.



תרשים 1.2: גבול העיר רחובות (אדום) על רקע אגן ניקוז שורק (אפור) מתוך אתר govmap
ניתן לראות מתרשימים 1.1 ו- 1.2 כי העיר רחובות מושפעת בעיקר מנגר מקומי מרחבי קרוב, וכמעט ולא מאירועים באגן היקוות שורק.

מטרת תוכנית האב

מטרת תוכנית האב לניקוז רחובות הינה להוות כלי תכנון שלם מתוך ראייה כוללת אשר יאפשר למתכננים ולמקבלי החלטות לפתח את מערכת הניקוז בתחום העיר בתאום ובשילוב עם רשויות שכנות.

התוכנית מבקשת לתת פתרונות לשיפור מערכת הניקוז הקיימת, תכנון מערכת הניקוז בשטחים המתוכננים העתידיים לפיתוח במסגרת תוכנית המתאר וכן תוכניות תב"ע אשר מקודמות במרחב תחום השיפוט של העיר.

דגשים והבהרות

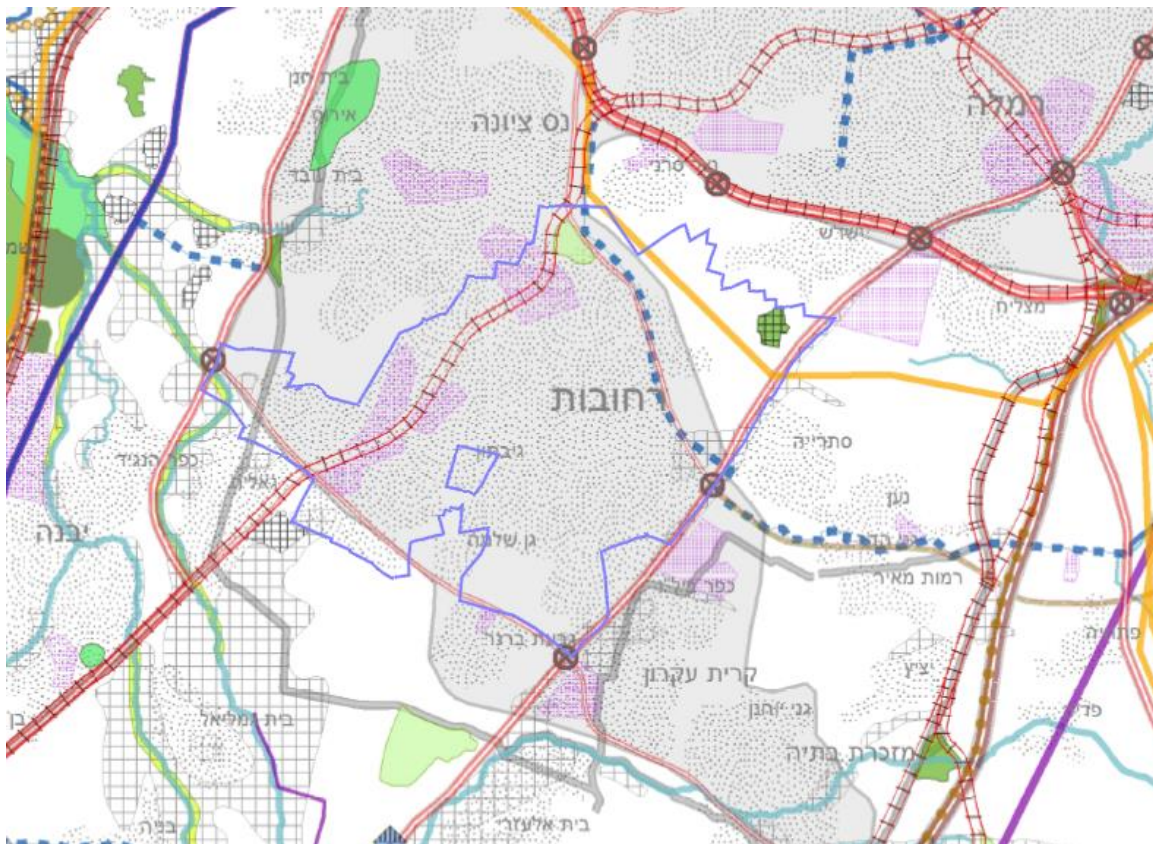
מטרת תוכנית האב היא לנתח מצב קיים ולתת כלים לתכנון מערכות ניקוז עתידיות גם לשכונות עתידיות על פי תוכנית המתאר וגם בשכונות הקיימות. לאור זאת, הערכת השטח המבונה וסוג התכנית בשטח המבונה נעשתה על בסיס מצב הניקוז והתכנית הקיימים לעומת המצב העתידי. באגנים שבהם (נכון למועד כתיבת התוכנית) השטח הוא שטח פתוח, הדו"ח מתווה עקרונות כללים לשמירה על תוואי הניקוז הטבעי ועקרונות לפיתוח כולל התייחסות לניהול הנגר העילי בצורה מיטבית תוך השפעה מינימלית על הסביבה.

- השטח חולק לאגנים על פי הטופוגרפיה המקומית הטבעית ומערכת הכבישים. לפי ניתוח של אגנים אלו ניתן יהיה לאמוד את קטרי צנרת הניקוז. באגנים שבמצב הקיים רוב השטח הוא שטח פתוח שבו יש אפשרות לבנייה עתידית, הדו"ח מתווה באזורים אלו עקרונות כללים לשמירה על תוואי הניקוז הטבעי ועקרונות לפיתוח מערכת ניקוז במצב מבונה (עתידית).
- קיימים בשטח העיר אזורי רגישות למי תהום - החשודים בזיהום קרקע. תכניות באזורים אלו דורשים בדיקות קרקע ואישור רשות המים להחדרת מי נגר לתת הקרקע.
- מיקום החדרת מי נגר עילי למי התהום, השיטות, המתקנים ואיכות המים מוצגים בפרוט במסמך "עקרונות שימור נגר" של רשות המים והשרות ההידרולוגי(מאי 2021).
- ניתוח הידרואלי של מערכות הניקוז נעשה עפ"י מדידה הקיימת ברשותנו ויתכנו אי דיוקים הנובעים מחוסר בנתונים.

2 תוכניות מתאר בסביבת התוכנית

תמ"א 1

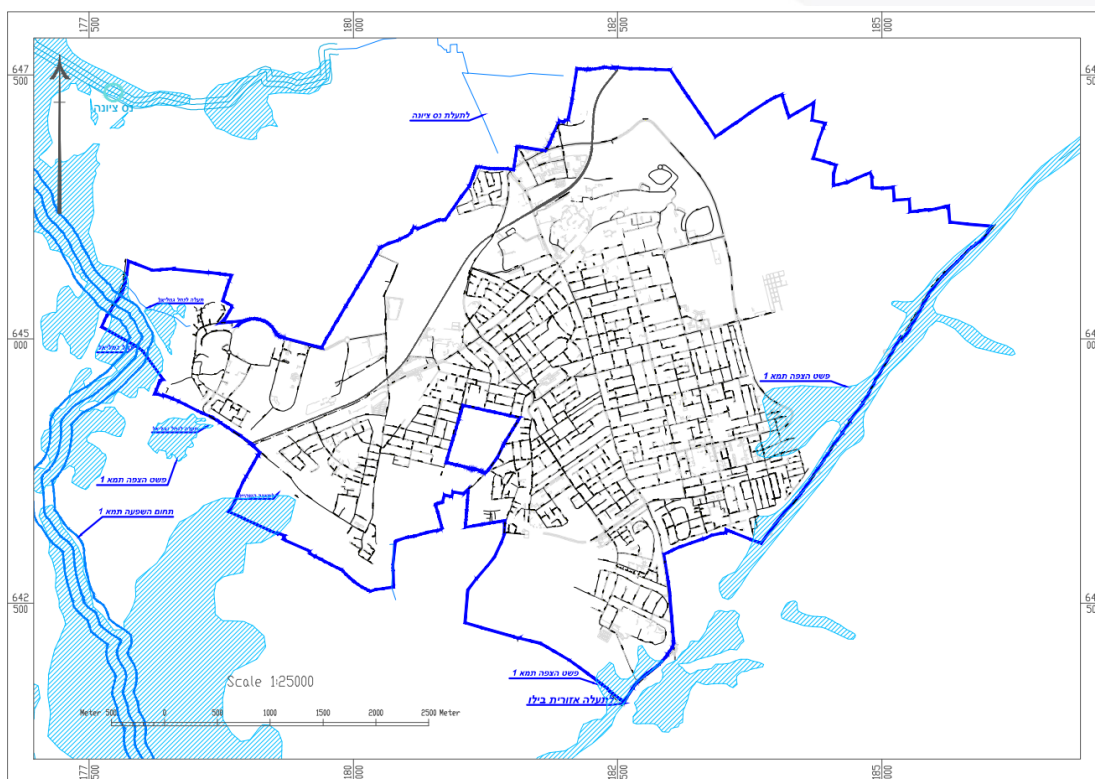
תוכנית המתאר הארצית תמ"א 1 עוסקת במי נגר בשלשה היבטים מרכזיים: מניעת הצפות, ניצול מי נגר (פרק המים), ושימור הנחלים (פרק הנחלים). בפרק הנחלים מגדירה התוכנית הנחיות לתכנון במרחבי הנחלים במטרה להבטיח את המשך קיומם ותפקודם הן כעורקי ניקוז והן כמוקדים לפעילויות פנאי ונופש. בנוסף מגדירה תמ"א 1 מרחבים להחדרה למי תהום ומוקדי זיהום בהם יש לבחון את היכול להחדרת נגר ללא החדרת זיהום למי התהום. מפה מרכזת מוצגת בתרשים 2.1 המציג את תחום העיר רחובות על רקע תרשים תמ"א 1.



תרשים 2.1: גבול העיר רחובות (כחול) על רקע מפת תמ"א 1 פרוט הסימונים בתרשים 2.1 (מקרא) יצוין בפסקאות להלן בהתאם לנושא הדיון.

נחלים

בתמ"א 1 נחל גמליאל סומן כנחל ראשי. הנחל עובר בקצה המערבי של העיר. לנחל גמליאל אגן ניקוז בשטח כולל של כ 106 קמ"ר. עד לממשק עם העיר רחובות, שטח אגן הניקוז של הנחל הינו כ 21 קמ"ר, מתוכם כ 17 קמ"ר משטח העיר רחובות. בתחומי העיר מסומנים מספר פשטי הצפה, כפי שמוצג בתרשים 1.7 א'. פשט הצפה מסומן במזרח העיר לאורך כביש 40 - הפשט נכנס אל תוך העיר באזור השכונות אבני חן, קריית דוד וקריית ההגנה. במערב העיר ובדרום מערב העיר מסומן פשט הצפה של נחל גמליאל.



תרשים 2.2 – נחלים ראשיים ומשניים, תחום השפעה ופשטי הצפה באזור התכנית על פי תמ"א 1.

2.1.1.1 רצועות השפעה ומגן

רצועת ההשפעה של ערוץ ראשי היא 100 מ' מכל צד של ציר העורק, לערוץ משני רצועת ההשפעה היא 50 מ' מכל צד של ציר העורק.
רצועת המגן של הנחל היא 5 מ' מכל צד של גדת הנחל.
ברצועות המגן ורצועות ההשפעה נדרש לתכנן בצורה שלא תפגע בתפקוד הנחל כעורק ניקוז.

2.1.1.2 עיקרי הוראות תמ"א 1 – פרק הנחלים, הרלוונטיים לתוכנית האב

1. עקרונות ראשיים לנחלים
- 1.1. שמירה ושיקום תפקודי הנחל, תוך העדפת שימושים בעלי זיקה לנחל ומזעור הפגיעה בהם.
- 1.2. רציפות לאורך הנחל, ומתן מעבר חפשי, נגיש ורציף לאורכו ואליו.
- 1.3. התייחסות לאגן החזותי, הנצפה אל הנחל וממנו לרבות מבטים וצירים פתוחים.
- 1.4. במקטע עירוני:
 - 1.4.1. שילוב הנחל במערך השטחים הפתוחים של הישוב, תוך שמירת תפקודי הניקוז.
 - 1.4.2. עדיפות לשימושים המיועדים לציבור הרחב כגון מבני ציבור ותרבות, אכסון מלונאי, מסעדות, בתי קפה, טיילת, תוך עירוב שימושים עם מגורים. הפניית חזיתות ראשיות אל הנחל ועיצובן כחזית-נחל.
 - 1.4.3. שמירת הרציפות לאורך הנחל ושמירת מבטים וצירים לכיוון הנחל.
2. תחומים (בנחל)
 - 2.1. כל עוד לא נקבעו התחומים בתכנית לנחל, יהיה הרוחב המינימאלי של התחומים במרחב הנחל בכל יעוד קרקע כדלהלן:
 - 2.1.1. אפיק - המרחק שבין נקודות המדידה משני עבריו.
 - 2.1.2. רצועת מגן - 5 מטרים מנקודות המדידה משני צידי האפיק.
 - 2.1.3. רצועת השפעה - בנחל ראשי (גמליאל): 100 מטר לכל צד מנקודות המדידה, בנחל משני (נס ציונה): 50 מטר לכל צד מנקודות המדידה.
 - 2.1.4. פשט ההצפה - כמסומן בתשריט.
 - 2.2. כאשר תוואי הנחל אינו תואם למסומן בתשריט, יחולו הוראות תכנית זו על תוואי הנחל במקומו המדויק.
3. שימושים, פעולות והנחיות מיוחדות
 - 3.1. מוסד תכנון רשאי לקבוע את השימושים המפורטים להלן:
 - 3.1.1. באפיק
 - 3.1.1.1. חציית האפיק בקווי תשתית ודרכים, מעליו ומתחתיו, תוך מתן אפשרות למעבר אדם ובעלי חיים במסדרון הנחל וגדותיו, תתאפשר לאחר שהובטחו אמצעים להגנה על האפיק וגדותיו, למניעת חסימתו ולמתן מעבר חפשי לאורכו. יישקל הצורך בהטמנתם וייקבעו הוראות לשיקום.
 - 3.1.1.2. קווי תשתית לאורך האפיק יאושרו רק לאחר שנבחנו חלופות להרחקת הקווים ולאופן הנחתם, ונמצא כי זהו המקום המיטבי להעברתם. במקרה זה תישקל האפשרות להטמנתם וייקבעו הוראות לשיקום השטח לאחר הנחתם.
 - 3.1.2. ברצועת המגן כל האמור באפיק, וכן:

- 3.1.2.1. שבילים או דרכי שירות לא סלולות, אשר יורחקו ככל הניתן מן האפיק, כך שלא יפגע תפקוד הנחל ותימנע ככל הניתן פגיעה בערכי טבע.
- 3.1.2.2. שילוט ועמדות תצפית.
- 3.1.3. ברצועת ההשפעה כל האמור ברצועת המגן, וכן:
- 3.1.3.1. כל הקבוע בתכנית מתאר מחוזית וכן בתכנית מתאר כוללנית ליישוב, לרבות הגמישויות שבהן.
- 3.1.3.2. כל השימושים המותרים ביער נטע אדם כמפורט בסעיפים 1.2.4 ו- 1.5.5 בפרק שטחים מוגנים.
- 3.1.3.3. פעילות חקלאית ללא מבנים. במקרה שבו נחל עובר בתחום ישוב חקלאי (קיבוץ או מושב) יותר בינוי חקלאי, בתנאי ומיקומו יהיה רחוק ככל הניתן מציר הנחל.
- 3.1.3.4. מתקני תשתית וקווי תשתית, דרכים ומסילות.
- 3.1.4. בפשט הצפה
- בשטח החופף לרצועת המגן - כל האמור ברצועת המגן. בשטח החופף לרצועת ההשפעה - כל האמור ברצועת ההשפעה. בשטחים שמעבר להן - כל שימוש ופעולה, לאחר ששקל מוסד תכנון את מזעור הפגיעה בערכים האקולוגיים ואת הצורך בהותרת שטח פתוח, לפי העניין, ובכלל זה קיומם של שטחי הצפה במרחב הסמוך.
- תכנית בפשט הצפה, הכוללת בינוי, תפרט בהוראותיה את האמצעים להגנה בפני הצפות ולטיפול בנגר העילי, לרבות בנייה משמרת נגר.
4. הוראות גמישות
- בתכנית ניתן לקבוע פעולות ושימושים נוספים, בתנאים הבאים:
- 4.1. ברצועת המגן:
- 4.1.1. נטיעות במינים מקומיים למטרות שימור קרקע, באישור הועדה המחוזית לאחר התייעצות עם רשות הניקוז.
- 4.2. ברצועת ההשפעה:
- כל שימוש באישור הועדה המחוזית, לאחר ששקלה חלופות מחוץ לרצועת ההשפעה ואת מיתון ההשפעות הצפויות של התכנית על הנחל.
5. הוראות כלליות
- 5.1. ניתן בתכנית להוסיף נחלים וכן לשנות את סיווגם של נחלים, הכל באישור הועדה המחוזית ולאחר התייעצות עם רשות הניקוז, ולא יראו בכך שינוי לתכנית זו.

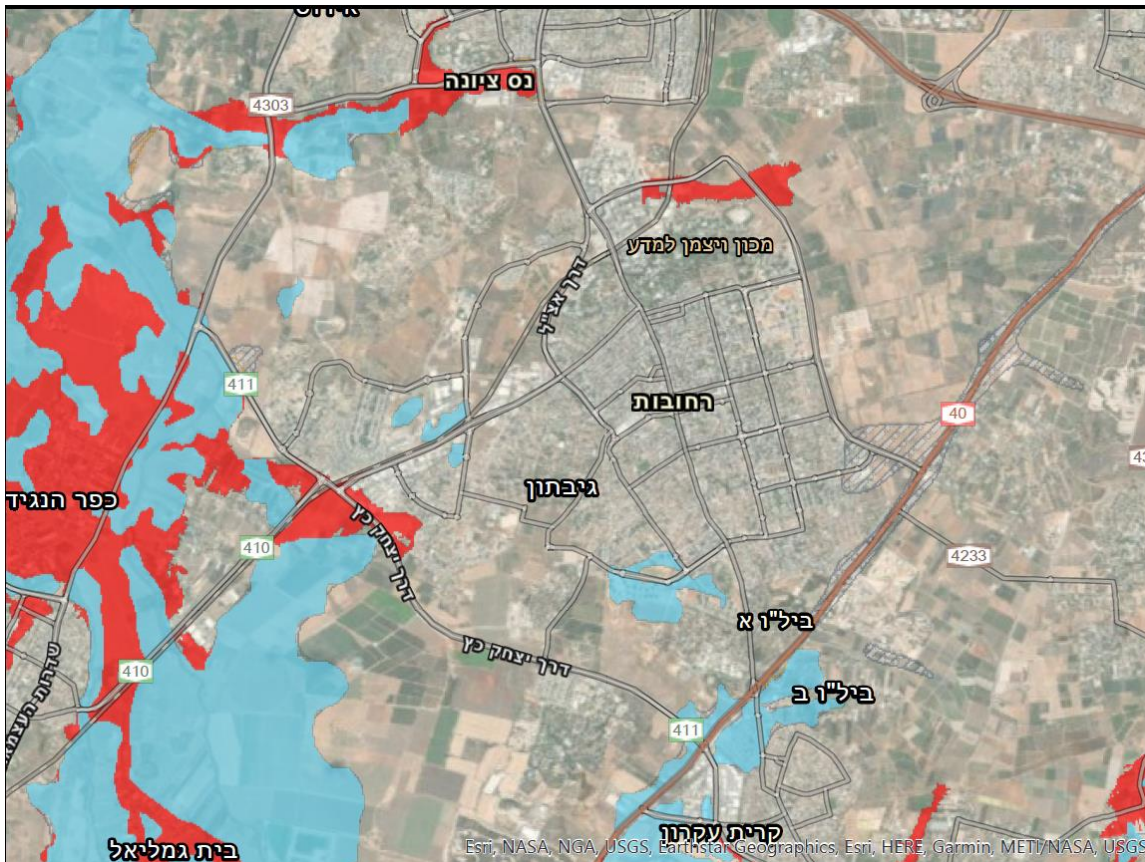
6. היתרים

- 6.1. הוגשה בקשה למוסד תכנון למתן היתר לבנייה או לשימוש בקרקע בתחום עורק ראשי, רצועות המגן וההשפעה שלו, בתחום עורק משני ורצועות המגן שלו ובתחום פשטי הצפה המסומנים בתשריט, יועבר העתק ממנה לרשות הניקוז שבתחומה נמצאת הקרקע נשואת הבקשה.
- 6.2. הוגשה בקשה למוסד תכנון למתן היתר לבנייה או לשימוש בקרקע בתחום רצועות ההשפעה של עורק משני, ישקול מתכנן המחוז או מהנדס הוועדה המקומית, לפי העניין, את הצורך בהעברת הבקשה לחוות דעת רשות הניקוז שבתחומה נמצאת הקרקע נשואת הבקשה.
- 6.3. רשות הניקוז שקיבלו העתק מבקשה כאמור בסעיף 1.11 או 2.11 לעיל, לפי העניין, תעביר חוות-דעתה או הערותיה למוסד תכנון הנוגע לדבר תוך 30 יום מיום קבלת העתק הבקשה או תוך פרק זמן ארוך יותר כפי שיקבע מוסד תכנון, אם ביקשה זאת רשות הניקוז. לא העבירה רשות הניקוז חוות-דעתה או הערותיה במועד האמור, יראה זאת מוסד התכנון כחוות דעת שלפיה אין הערות.

פשט הצפה

פשט ההצפה מאפשר וויסות טבעי של הספיקות במורד ועל כן תכנון בשטח של פשט הצפה נדרש להתאים להמשך תפקוד הפשט.

בתרשים 1.7 ב' ניתן לראות את סימון פשטי ההצפה מתוך שכבת פשטי הצפה של משרד החקלאות. חלק מהסימונים מבוססים על מדידות ותצפיות מחורף 2-1991, וחלק מסומנים כפשטי הצפה טבעיים. האזור הדרום מערבי של העיר, בסמוך לנחל גמליאל, הוא המועד ביותר להצפות. גם אזור נחל נס ציונה בצפון העיר והשטחים הפתוחים שבדרום העיר, ממערב לבית חולים קפלן, סומנו כפשטי הצפה.



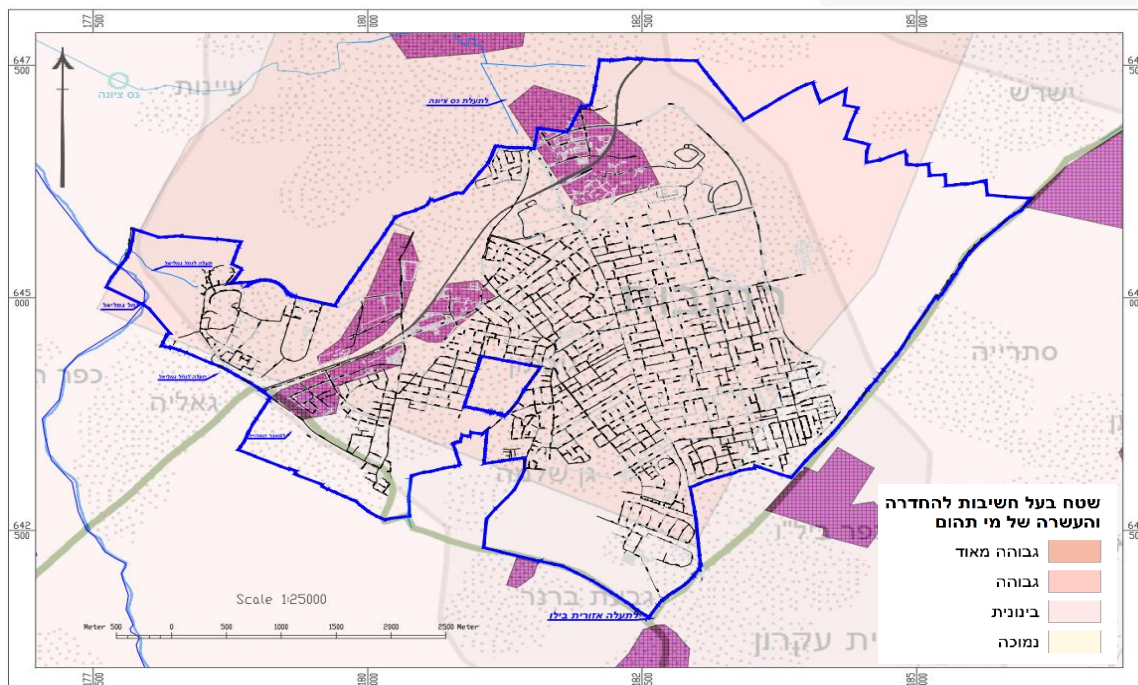
תרשים 2.3 – סימון פשטי הצפה באזור רחובות – באדום מסומנים פשטי הצפה ה"טבעיים" ובכחול פשטי הצפה שנצפו בחורף 2-1991. מתוך שכבה ארצית של פשטי הצפה, ממשרד החקלאות

אזורים רגישים להחדרה (תמ"א 1)

על פי מפת חשיבות החדרה וההעשרה של מי תהום, תמ"א 1, מרבית שטח העיר נמצא באזור בו קיימת חשיבות גבוהה להחדרה והעשרה של מי תהום (תרשים 1.6). דרום העיר וחלקים ממזרח העיר הם בשטחים בהם קיימת חשיבות בינונית להעשרת מי תהום. מודגש כי העיר רחובות נמצאת מעל לאזורי ההעשרה של אקוויפר החוף.

תמ"א 1 ממפה אזורים בהם קיימת רגישות להחדרת נגר והעשרה של מי תהום – רגישות שנובעת מזיהום של הקרקע ומי התהום. באזור רחובות ישנם מספר אתרים בהם נמצא זיהום בקרקע או במי התהום או שישנו חשד מבוסס לזיהום. ממזרח לרחובות נמצא כתם זיהום שמקורו בפעילות מתחם תע"ש שנמצא ממזרח. המזהם המרכזי הוא פרכלורט (C104). כתם הזיהום נודד לכיוון מערב בהתאם לכיוון זרימת מי התהום, ונמצא בשנים האחרונות בריכוזים הולכים וגדלים בקידוחי הפקה במזרח רחובות. כחלק משיקום מי התהום, רשות המים מקדמת מערך שיכלול מספר מוקדי שאיבה של מי תהום. בהקשר זה, החדרה של מי תהום באזור העיר (בעיקר

במרכז ובמערב העיר) מקבלת חשיבות יתרה, שכן היא יכולה לייצר, ביחד עם פרויקט השאיבה, מחסום להתקדמות נוספת של כתם הזיהום לכיוון העיר.
בנוסף ישנם אזורים רגישים בהם קיים זיהום או חשד לזיהום בצפון העיר (מסומנים בסגול בתרשים 1.6), באזור פארק המדע, ובמערב, באזור התעשייה. מוקד נוסף לזיהום הוא באזור ביל"ו. באזורים רגישים, החדרה של מי נגר למי התהום דורשת בחינה מדוקדקת ואישור של רשות המים.



תרשים 2.4 – חשיבות להחדרה והעשרה של מי תהום וסימון אזורים רגישים להחדרה.

ניהול נגר בבינוי

החדרת מי נגר על פי הוראות תמ"א 1 תעשה בהתאם להנחיות הבאות (מופיעות תמצית הוראות):

7. שמירה, הגנה וניצול מיטבי של משאבי המים
- 7.1. ניהול וניצול מיטבי של מי נגר עילי והעשרת מי תהום
 - 7.1.1. תכנית מקומית או תכנית מפורטת הכוללת תוספת שטח לבינוי, לרבות דרכים, תכלול הנחיות לבנייה משמרת מים ולשימור וניצול מיטבי של מי הנגר העילי. התכנית תכלול פתרונות לניהול ושימור נגר כגון: חידור תת-הקרקע, הפנייתו מן השטחים הבנויים לשטחים פתוחים, השקיה, אגירה והפנייתו לנחלים.
 - 7.1.2. מוסד תכנון רשאי לפטור מהגשת מסמך ניהול מי נגר, באחד מהמקרים הבאים:
 - 7.1.2.1. תכנית הכוללת הנחיות פרטניות לחלחול מי הנגר בתחום התכנית וזאת על ידי הותרת שטחים חדירים למים בהיקף שלא יקטן מ 15% משטח התכנית או על ידי התקנת אמצעים לחידור מי נגר לתת הקרקע, שאושרו על ידי רשות המים.
 - 7.1.2.2. תכנית נקודתית שאינה בעלת השפעה מחוץ לגבולותיה.

7.1.2.3. התכנית הינה בשטח הסמוך לשטחים פתוחים אליהם ניתן להפנות את הנגר העילי.

7.1.3. תכנית החלה בתחום אזור רגישות להחדרת מי נגר עילי כמסומן בתשריט, תועבר לחוות דעת רשות המים לעניין החדרת נגר עילי למי תהום וקביעת הוראות בתכנית לעניין זה.

7.1.4. בתחום תכניות מפורטות, שאושרו לפני יום 7.12.2007, החלות באזור רגישות גבוהה מאוד ורגישות גבוהה כמסומן בתשריט, ואשר אינן כוללות הוראות מפורטות בדבר שימור וניצול מי נגר עילי, יבחן מוסד התכנון את הצורך בהצגת פתרון לשימור מים בהתאם למפורט לעיל, טרם החלטתו בדבר היתר בניה.

הגנה על איכות מי תהום – מניעת זיהום

7.1.5. בשטח בעל חשיבות גבוהה מאד להחדרה ולהעשרה של מי תהום, כמסומן בתשריט, לא תאושר תכנית בעלת פוטנציאל לזיהום מי תהום. במקרים חריגים, ניתן יהיה לאשר תכנית או היתר לאחר שמוסד תכנון דן בהמלצות נספח הגנה על מי תהום והבטיח אמצעים למניעה של זיהום מי תהום ולאחר קבלת חוות דעת רשות המים.

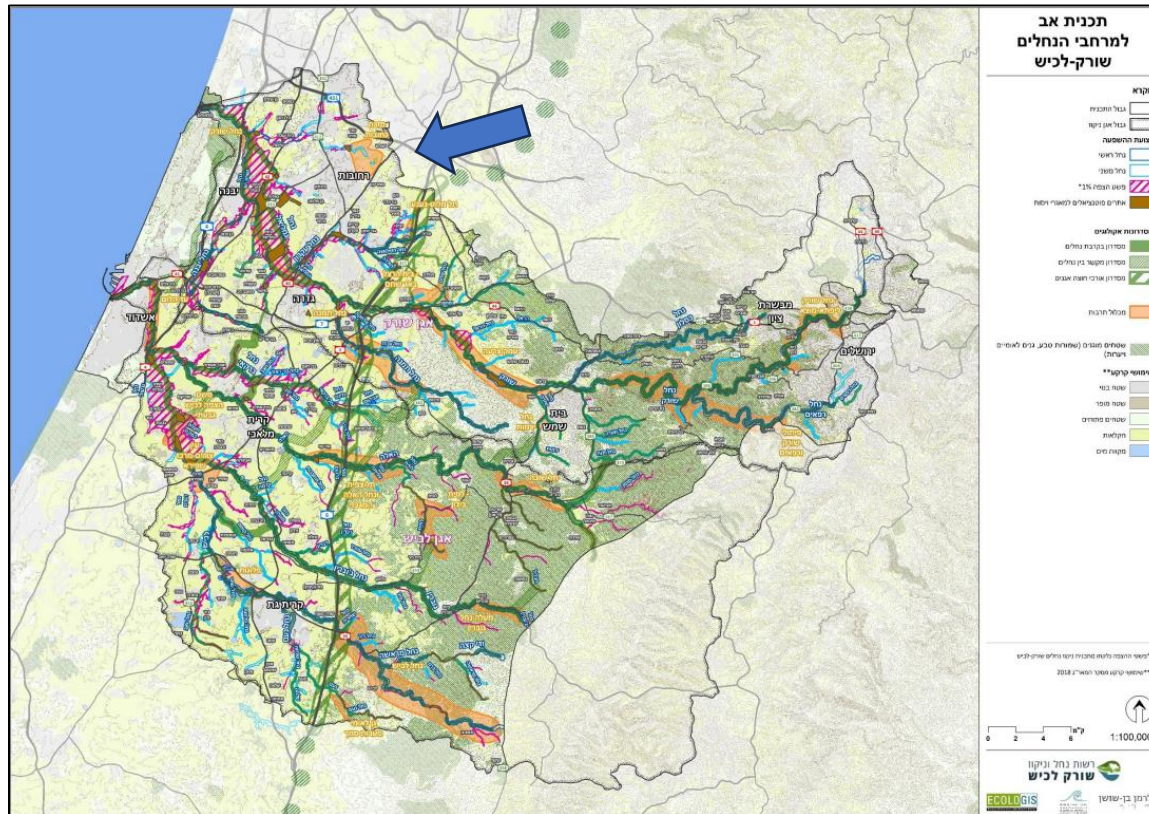
7.1.6. בשטח בעל חשיבות גבוהה להחדרה ולהעשרה של מי-תהום, כמסומן בתשריט, תכנית בעלת פוטנציאל לזיהום מי-תהום תכלול נספח הגנה על מי-תהום.

תוכנית אב לניקוז שורק-לכיש

רשות ניקוז שורק-לכיש בנתה תוכנית אב לניקוז בשטחה, התוכנית נערכה ע"י משרדי "לרמן בן-שושן", "מורן ייעוץ ופיתוח" ו-"ECOLOGIS", ופורסמה בשנת 2020. התוכנית מציגה ניתוח הידרולוגי של הנחלים בתחום רשות הניקוז יחד עם המלצות לתכנון. בתרשימים 2.5-2.7 מוצגת העיר רחובות (חץ כחול) על רקע המסקנות המרכזיות של תוכנית האב:

- ❖ גבולות אגני היקוות
- ❖ פשטי הצפה
- ❖ שימושי קרקע ואזורי התייעצות עם רשות הניקוז

פשטי הצפה בנחלי רשות הניקוז שורק לכיש



תרשים 2.6 – מיקום העיר רחובות ביחס לפשטי הצפה (ב-1%) של נחלי רשות הניקוז שורק-לכיש

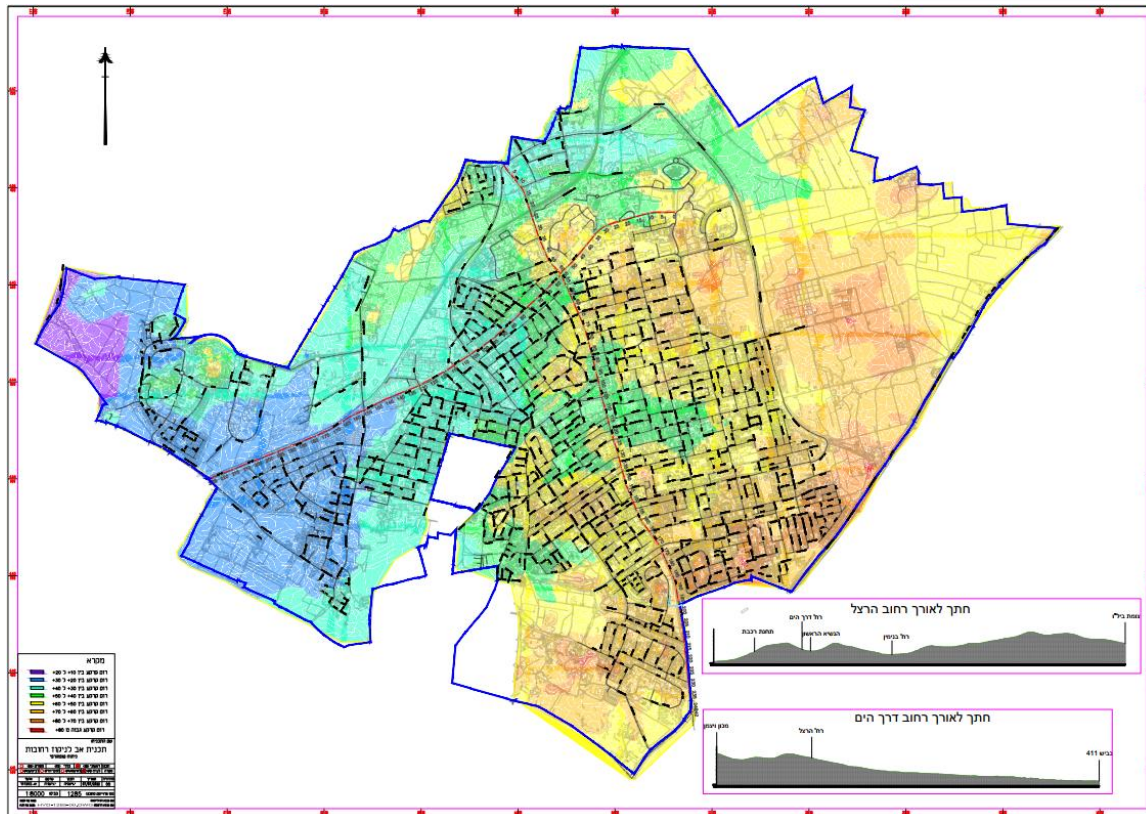
ניתן לראות כי באזור הצפוני של רחובות, קיים סימון לפשט הצפה (בצבע ורוד), אך מלבד זה, גבולות פשטי הצפה של הנחלים הראשיים רחוקים יחסית מהעיר והשפעתם של פשטי הצפה הם בעיקר על האזורים המערביים יותר הסמוכים לנחל שורק.

3 נתוני רקע לתכנון

טופוגרפיה

טופוגרפיה כללית

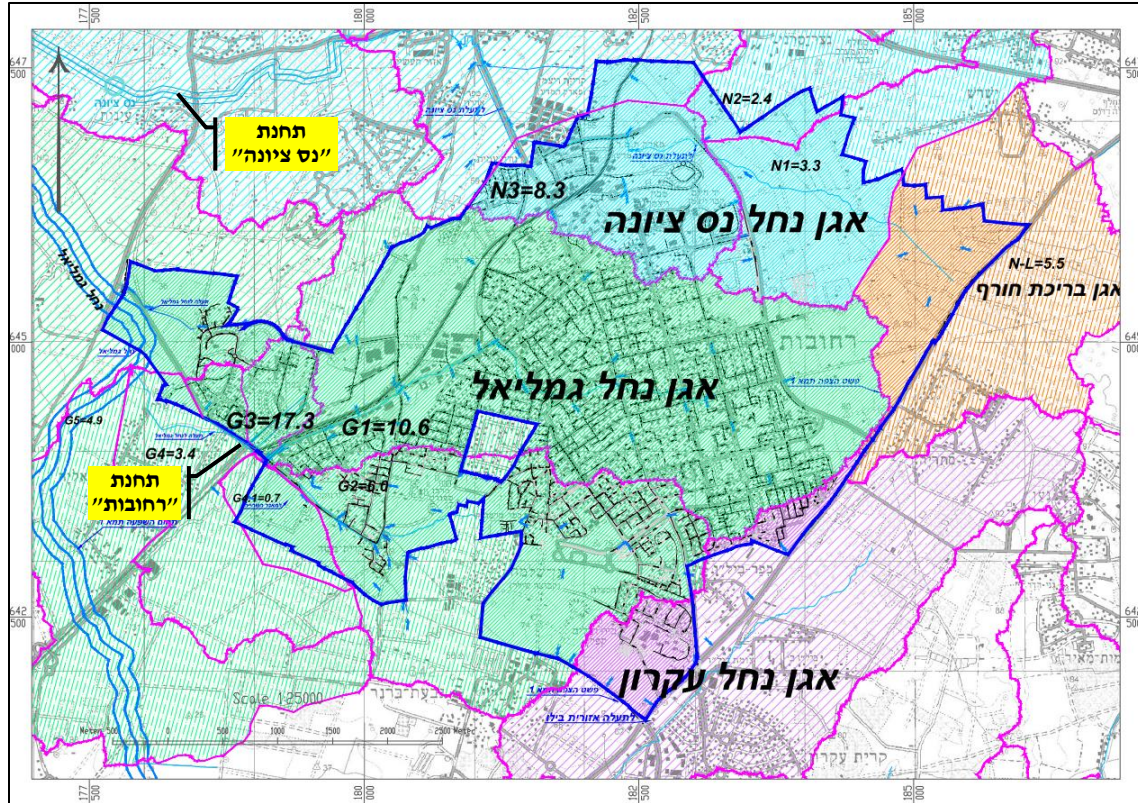
העיר רחובות משתרעת על שטח של כ-23.8 קמ"ר. גובה פני הקרקע משתפל במתינות מרום של כ +85 מ' במזרח העיר לרום של +25 מ' במערב. השיפוע הממוצע הינו כ 1%, אולם הוא חד יותר בחלקים המזרחיים ומתמתן בחלקים המערביים תרשים 3.1 מציג באופן גרפי את המבנה הטופוגרפי העירוני עם רצועה גבוהה במזרח(צהוב), הגולשת מערבה לרצועה הנמוכה(כחול-סגול) לכיוון נחל גמליאל.



תרשים 3.1: מפה טופוגרפית המבוססת על מדידת העיר

אגנים ראשיים

ישנם שלושה אגני ניקוז ראשיים שמשפיעים על העיר רחובות: אגן ניקוז נחל נס ציונה, שמנקז שטחים מצפון העיר, אגן ניקוז נחל עקרון שמנקז שטחים קטנים מדרום העיר, ואגן ניקוז נחל גמליאל שמנקז את רוב השטחים, הנמצאים בעיקר במרכז ובמערב העיר. אגן נחל נס ציונה כולל תת אגן שנקרא בתרשים אגן בריכת חורף. אגן בריכת החורף הוא אגן ללא מוצא, שמתנקז לאזור נמוך שמשמש כשלולית חורף. בניתוח שלהלן אגן זה לא יחשב כחלק מאגן נחל נס ציונה, אף כי גיאוגרפית הוא שייך לו. בניתוח שלהלן יוצג שטח אגן הניקוז של כל נחל במספר נקודות בתחום העיר רחובות, ויחושבו ספיקות התכן התואמות להסתברויות השונות.



תרשים 3.2: אגנים ראשיים בתחום העיר רחובות. אל העיר מתנקזים מספר אגנים חיצוניים.

ספיקות התכן לנחלים נס ציונה ורחובות (אגן נחל גמליאל בדו"ח זה) מפורטות על ידי התחנה לחקר הסחף (ניתן למצוא את הפירוט בתוכנית אב לניקוז, נחל שורק, הידרומודול 2013). תחנת נס ציונה - תחנה 18-9901 של התחנה לחקר הסחף - ממוקמת בסמוך לכביש 42. שטח אגן הניקוז של הנחל עד התחנה הינו 41.4 קמ"ר, כלומר שהיא כוללת שטחים נרחבים מחוץ לעיר רחובות. הספיקה המקסימלית שנמדדה בתחנה הינה כ-15 מ"ק/שניה, וספיקת התכן ב-1% הינה 28 מ"ק/שניה. בתחנת רחובות (אגן נחל גמליאל) - תחנה 18-02021 של התחנה לחקר הסחף - שטח אגן הניקוז הינו כ-19.6 קמ"ר. התחנה ממוקמת בסמוך למפגש כבישי 410 ו-411, כלומר בסמוך למוצא אגן נחל גמליאל מהעיר. הספיקה המקסימלית שנמדדה בתחנה הינה 27 מ"ק/שניה וספיקת התכן ב-1% הינה 35 מ"ק/שניה. השוואה בין שני הנחלים מעידה על כך שהספיקה הסגולית בנחל נס ציונה נמוכה משמעותית מהספיקה הסגולית בנחל רחובות. הסבר לכך יכול לנבוע מאופי אגן הניקוז- בעוד אגן נחל רחובות הוא ברובו מפותח - אגן נחל נס ציונה כולל שטחים פתוחים וחקלאים נרחבים. ספיקות התכן בהסתברויות השונות ומידע הידרולוגי מוצג בטבלה שלהלן (מתוך תוכנית אב לניקוז נחל שורק, רשות ניקוז שורק לכיש, הידרומודול 2013).

טבלה 3.1 - ספיקות התכן בנחלים רחובות (אגן נחל גמליאל) ונס ציונה. צילום מתוך תוכנית אב לניקוז נחל שורק

טבלה מס' 11 – ספיקות מכסימליות לבניית מודל באגן היקוות נחל שורק

מס' תחנה	שם הנחל	שם התחנה	שטח אגן קמ"ר	ספיקות מ"ק/שנייה				קבוצת קרקעות		
				1%	2%	5%	10%	A,B,C	H	E
18-9901	שורק	נס ציונה	41.4	28.0	22.0	15.00	10.00			100
18-02021	שורק	רחובות	19.6	35.00	31	25.00	21.00		1	99
18-02032	שורק	עקרון	30.9	80.0	71.00	59.00	49.00	25	56	19
18-04021	שורק	אלתקה	5.9	32.10	27.60	22.00	17	6	94	

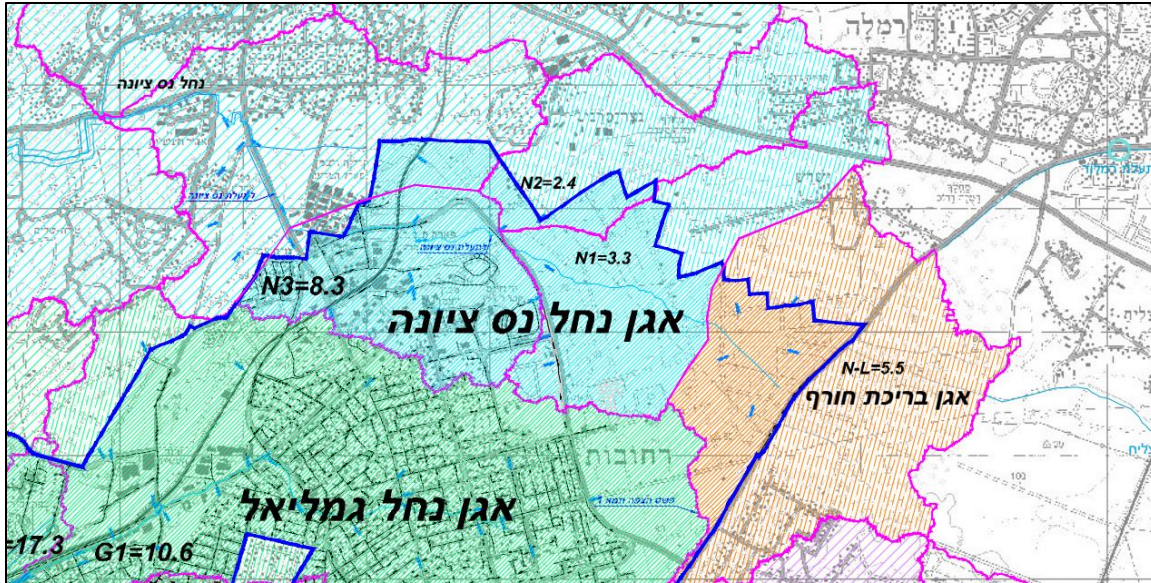
במודל ההידרו-סטטיסטי (פולג) חושבו ספיקות התכן במוצא הנחלים רחובות (אגן נחל גמליאל) ונס ציונה (במוצא מהעיר רחובות) שטח האגן במוצא וספיקות התכן שחושבו מוצגים בטבלה 3.2.

טבלה 3.2 - ספיקות התכן בנחלים רחובות (אגן נחל גמליאל) ונס ציונה, מחושבות במודל הידרו-סטטיסטי (פולגט)

שם הנחל	שטח אגן [קמ"ר]	1%	2%	5%	10%
נחל רחובות	19.6	63.7	58.8	51.3	44.8
נחל נס ציונה	8.3	41.5	38.2	33.4	29.1

3.1.1.1 אגן נחל נס ציונה

אגן נחל נס ציונה מתחיל ממזרח לעיר רחובות. נחל נס ציונה מנקז שטחים ממערב רמלה, ושטחים של הישובים ישרש ונצר סרני. אל נחל נס ציונה שחוצה את צפון רחובות מתנקזים אגנים חיצוניים משמעותיים בשטח מצטבר של כ 3.3 קמ"ר. עד למוצא הנחל מהעיר, לאחר חציית הרכבת וכביש 412, שטח אגן הניקוז של הנחל הינו כ 8.3 קמ"ר. שטח האגן של הנחל בתחום העיר רחובות הינו כ 5.2 קמ"ר (כ 22% משטח העיר). מוצא הנחל הוא מעט מערבית לחציית הנחל את מסילת הרכבת, בחלקה הצפוני של העיר. אגני הניקוז החיצוניים של הנחל מאופיינים בשטחים חקלאים ומעט שטחים מפותחים. הקרקעות באגן הניקוז מסווגות כ E1, E3 (ומיעוט E2) – קרקעות חמרה להן מקדם נגר 0.28 ו 0.38, בהתאמה. אורך ציר הניקוז הראשי של הנחל עד למוצא הינו כ 4.5 קמ"ר, והשיפוע הממוצע הינו כ 1.5%. בחלקים מהאגן הנחל זורם במובל ניקוז סגורים ובחלקים בתעלה פתוחה.



תרשים 3.3: אגן נחל נס ציונה. שטח אגן הניקוז במוצא מהעיר הינו כ 8.3 קמ"ר. עבור אגנים N1 ו N2 השטח המצוין בתשריט הוא שטח האגן ולא שטח מצטבר או שטח בנקודת חישוב.

בטבלה שלהלן מרוכזים הנתונים המורפומטרים של נחל נס ציונה (בתחום רחובות). כמו כן, מוצגים בטבלה זמני הריכוז וספיקות התכן בנקודות החישוב עבור ההסתברויות השונות. עוצמות הגשם שנלקחו לחישוב (לפי זמן הריכוז) מופיעות בטבלה 1.2. מודגש כי אגן בריכת החורף לא נכלל בחישוב הספיקות, שכן הוא אגן ללא מוצא, ובבדיקה שנעשתה במסגרת תוכנית רחובות מזרח (נספח ניקוז וניהול נגר עילי, תמ"ל 3003, הידרומודול, 2021) נמצא כי גם באירועים נדירים האגן לא מעביר מים עיליים לנחל נס ציונה. כפי שנראה בטבלה 2.3 ב' – ספיקת התכן בהסתברות 1% במוצא אגן הניקוז של נחל נס ציונה (שטח אגן כ 8.3 קמ"ר - נק' N3) הינה 41.5 מ"ק/שניה לפי מודל פולגט, ו 22.8 מ"ק/שניה במודל האנלוגי כאשר הייחוס הוא הספיקה בתחנת רחובות של התחנה לחקר הסחף.

טבלה 3.3א' - נחל נס ציונה – נתונים מורפומטרים

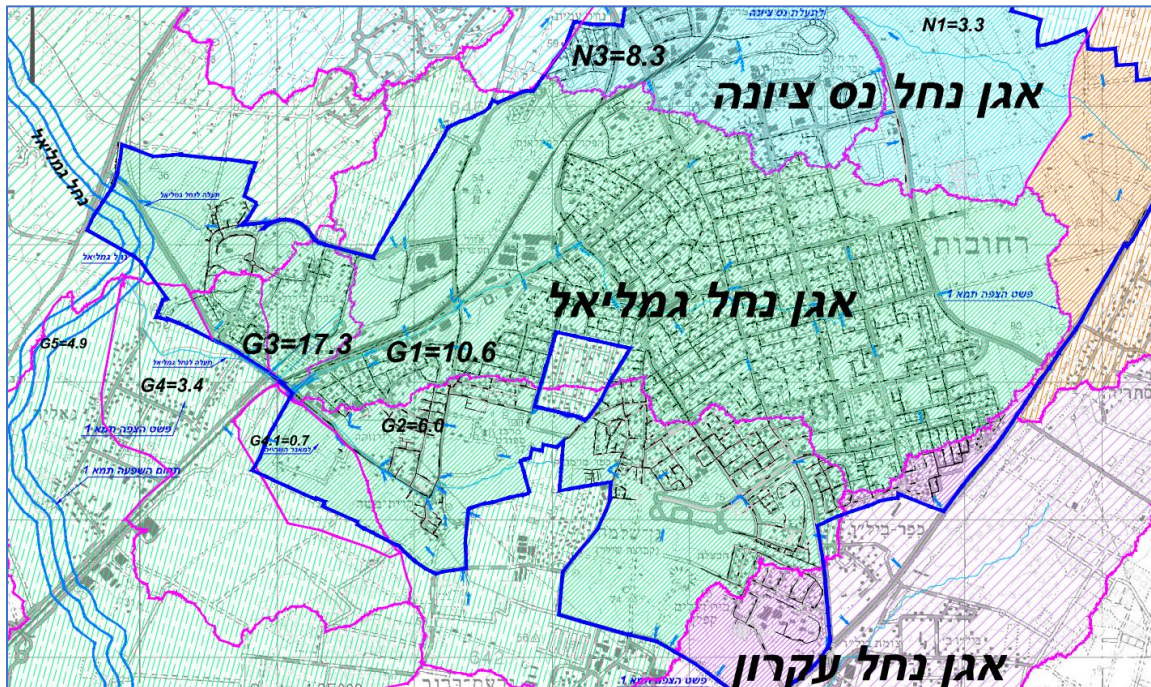
Tc [min]	S [%]	L [m]	מקדם נגר	קרקעות	שטח אגן [km ²]	נקודת חישוב
31	1.2%	1660	0.40	חמרה	3.3	N1
46	1.5%	3050	0.38	חמרה	5.8	N2
65	1.4%	4650	0.40	חמרה	8.3	N3

טבלה 3.3ב' - נחל נס ציונה – ספיקות התכן בהסתברויות השונות מחושבות על פי מספר מודלים

מודל CIA עם תיקון לאגנים גדולים			מודל אנלוגי מבוסס מודל פולגט לנק' N3			מודל אנלוגי - בהשוואה לנחל רחובות (תחנה מס' 18-02021)			Tc [min]	שטח אגן [קמ"ר]	נקודת חישוב
Q_5% [m ³ /s]	Q_2% [m ³ /s]	Q_1% [m ³ /s]	Q_5% [m ³ /s]	Q_2% [m ³ /s]	Q_1% [m ³ /s]	Q_5% [m ³ /s]	Q_2% [m ³ /s]	Q_1% [m ³ /s]			
25.1	30.9	35.6	21.2	24.2	26.3	10.3	12.8	14.4	31	3.3	N1
--	--	--	27.8	31.8	34.6	13.6	16.8	19.0	46	5.8	N2
--	--	--	33.4	38.2	41.5	16.3	20.2	22.8	65	8.3	N3

3.1.1.2 אגן נחל גמליאל

אגן נחל גמליאל מתחיל במזרח העיר רחובות, בסמוך למושב סתריה וכביש 40. האגן מנקז שטחים נרחבים ובנויים של העיר רחובות – כ 16 קמ"ר (שהם כשני שליש משטח העיר). לכן, מקדם הנגר של האגן הוא יחסית גבוה, והנגר הסגולי שהוא מייצר ליחידת שטח צפוי להיות גבוה. מוצא האגן הוא אל תעלה בסמוך לכביש 411 – תעלה שמוליכה את המים לנחל גמליאל דרך השטחים החקלאים שמדרום לכביש 411 (תחום זה הוא מחוץ לגבול השיפוט של העיר). אורך ציר הניקוז של האגן בתחום העיר הינו כ 6 ק"מ, והשיפוע הממוצע הינו כ 0.7%. ציר הניקוז הראשי של האגן כולל מספר מובלי ניקוז או תעלות ניקוז פתוחות. אל אגן נחל גמליאל, באזור התעשייה הצפון-מערבי של רחובות, מתנקז אגן חיצוני של כ 700 דונם. מכיוון דרום, אל אזור קריית משה נכנס אגן חיצוני בשטח של כ 1.8 קמ"ר. האגן מנקז שטחים של קיבוץ גבעת ברנר ושטחים חקלאים.



תרשים 3.3: אגן נחל גמליאל. שטח אגן הניקוז במוצא מהעיר הינו כ 17 קמ"ר. באגן G2 – השטח המצוין הוא שטח האגן ולא השטח המצטבר עד לנקודת חישוב G2.

בטבלה 3.4 א' שלהלן מרוכזים הנתונים המורפו-מטרים של נחל גמליאל (בתחום רחובות). כמו כן, מוצגים בטבלה 3.4 ב' ספיקות התכן בנקודות החישוב עבור ההסתברויות השונות ועל פי המודלים השונים. בנק' G3 שטח אגן הניקוז הינו כ 17.3 קמ"ר וספיקת התכן ב 1% מוערכת ב 60 מ"ק/שניה, כאשר הייחוס הוא הספיקה שחושבה במודל פולגט, ו 33 מ"ק/שניה, כאשר הייחוס הוא נתונים סטטיסטיים של התחנה לחקר הסחף. בשני המקרים לאגן הניקוז שלפיו בוצעה האנלוגיה הוא בשטח של 19.6 קמ"ר.

טבלה 3.4 א' - נחל גמליאל - נתונים מורפו-מטריים

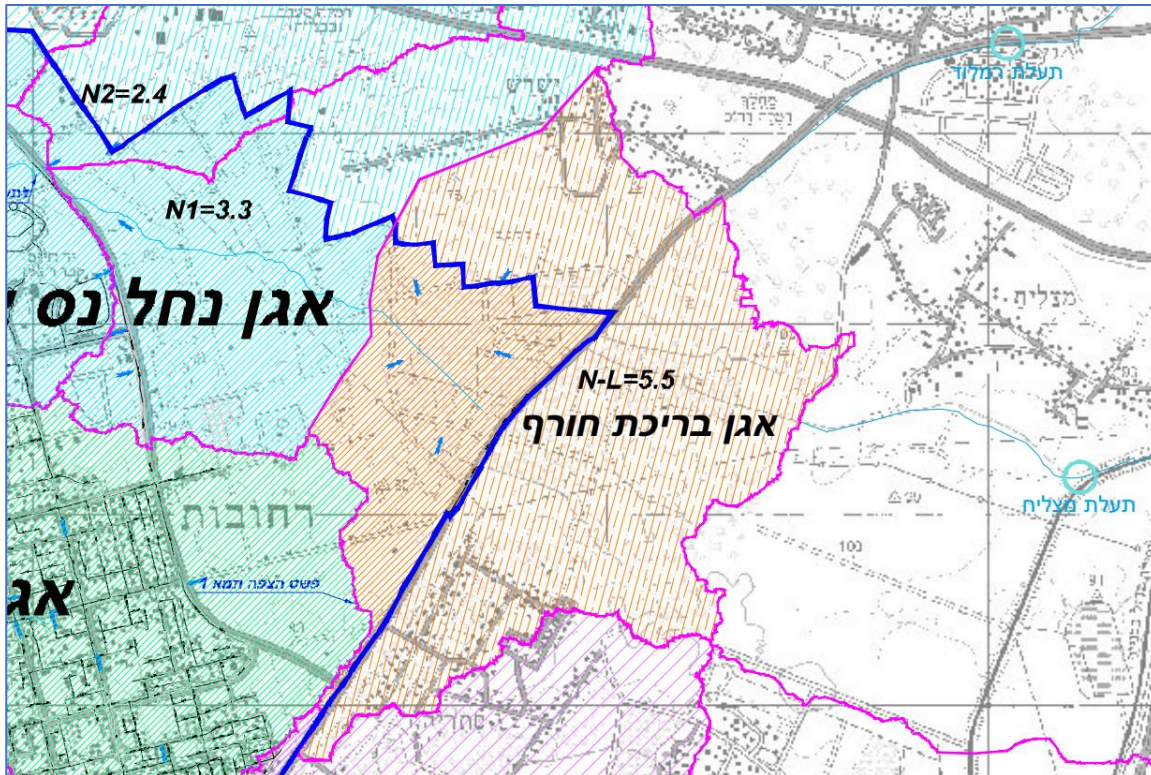
Tc [min]	S [%]	L [m]	מקדם נגר	קרקעות	שטח אגן כולל [km ²]	נקודת חישוב
106	0.66%	6100.0	0.50	חמרה	10.6	G1
106	0.66%	6100.0	0.50	חמרה	16.5	G2
110	0.63%	6300.0	0.50	חמרה	17.3	G3

טבלה 3.4 ב' - נחל גמליאל - ספיקות התכן בהסתברויות השונות מחושבות על פי מספר מודלים

מודל CIA עם תיקון לאגנים גדולים			מודל אנלוגי מבוסס מודל פולגט			מודל אנלוגי - בהשוואה לנחל רחובות (תחנה מס' 18-02021)			Tc [min]	שטח אגן [קמ"ר]	נקודת חישוב
Q_5% [m ³ /s]	Q_2% [m ³ /s]	Q_1% [m ³ /s]	Q_5% [m ³ /s]	Q_2% [m ³ /s]	Q_1% [m ³ /s]	Q_5% [m ³ /s]	Q_2% [m ³ /s]	Q_1% [m ³ /s]			
--	--	--	37.7	43.2	46.8	18.4	22.8	25.7	106	10.6	G1
--	--	--	47.1	54.0	58.5	23.0	28.5	32.2	106	16.5	G2
--	--	--	48.3	55.3	59.9	23.5	29.2	32.9	110	17.3	G3
5.4	6.7	7.7	9.7	11.2	12.1	4.7	5.9	6.6	33	0.7	G4.1
--	--	--	53.1	60.9	66.0	25.9	32.1	36.3	121	21.0	G4

3.1.1.3 אגן בריכת החורף

אגן בריכת החורף הוא, במובן הרחב יותר, חלק מאגן נחל נס ציונה. אולם, האגן מתנקז לבריכת חורף, כך שהוא למעשה אגן ללא מוצא. כפי שצוין לעיל, גם במקרים נדירים, נראה כי האגן לא תורם נגר לנחל נס ציונה ולכן הדיון לגביו הוא כאל אגן בפני עצמו. שטח אגן הניקוז הכולל של אגן בריכת החורף הוא כ 5.5 קמ"ר, מתוכם כ 1.4 קמ"ר בתחום העיר רחובות.

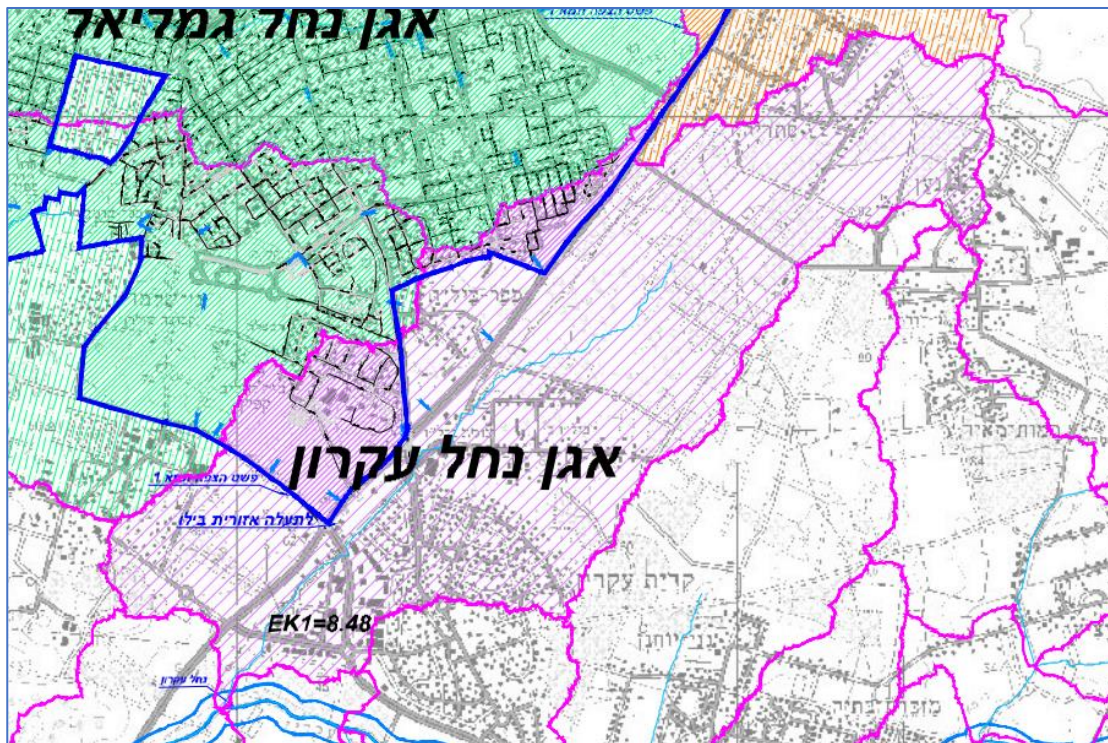


1.4 תרשים 3.4: אגן בריכת החורף. שטח אגן הניקוז הכולל של בריכת החורף הינו כ-5.4 קמ"ר, מתוכם 1.4 בתחום העיר רחובות.

3.1.1.4 אגן תעלה אזורית ביל"ו – נחל עקרון

כ-1 קמ"ר משטח העיר בדרום מזרח רחובות מתנקזים לכיוון תעלה אזורית ביל"ו – במקביל לכביש 40. התעלה זורמת לכיוון דרום מערב, אל נחל עקרון. נקודת החישוב היא רחוקה יחסית מהעיר, אולם היא חשובה להבנת תרומת העיר רחובות (תחושב בהמשך) לספיקה הכוללת באגן. טבלה 3.5- תעלה אזורית ביל"ו – נחל עקרון - ספיקות התכן בהסתברויות השונות מחושבות על פי מספר מודלים

מודל CIA עם תיקון לאגנים גדולים			מודל אנלוגי - בהשוואה לנחל רחובות או נס ציונה מודל פולגט			מודל אנלוגי - בהשוואה לנחל רחובות מודל תחלס			Tc [min]	שטח אגן [קמ"ר]	נקודת חישוב
Q_5% [m ³ /s]	Q_2% [m ³ /s]	Q_1% [m ³ /s]	Q_5% [m ³ /s]	Q_2% [m ³ /s]	Q_1% [m ³ /s]	Q_5% [m ³ /s]	Q_2% [m ³ /s]	Q_1% [m ³ /s]			
37.7	48.9	58.1	33.7	38.7	41.9	16.4	20.4	23.0	91	8.5	EK1



תרשים 3.5: אגן תעלה אזורית בילו - נחל עקרון. שטח הניקוז של האגן בתחום העיר רחובות הינו כ 1 קמ"ר.

קרקע

הקרקע בתחום העיר רחובות סווגה בהתאם למיפוי סקר הקרקעות הארצי שנעשה על ידי יואל דן וחבריו 1972. בתרשים מס' 1.2 מוצג גבול שיפוט העיר רחובות (קו כחול) על רקע מפת סיווג הקרקעות (יואל דן וחבריו 1972).

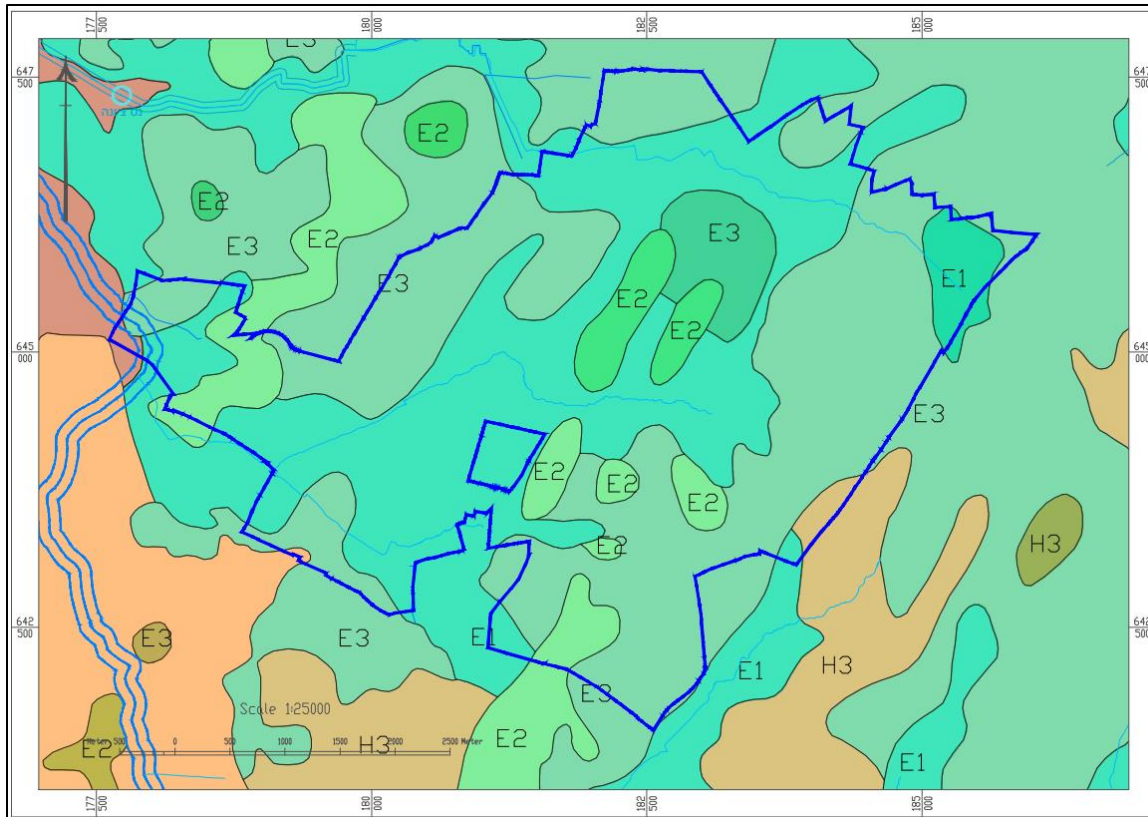
הקרקע הדומיננטית בתחום העיר רחובות היא חמרה (E), שלה מקדם נגר בינוני, כלומר שמידת החדירות של הקרקע לנגר היא בינונית. להלן תיאור מילולי קצר על הקרקעות השונות ומקדם הנגר שמתאים להן.

E₁ - חמרה בעלת יחסים שונים של חרסית וחול בעלת מקדם נגר בינוני של C=0.28 (מאפיין שטחים במרכז העיר).

E₂ - פרה - רנדזינה בעלת תכולה בינונית של חרסית בעלת מקדם נגר של C=0.24 (מאפיין שטחים קטנים יחסית שפזורים ברחבי העיר).

E₃ - חמרה בעלת תכולה גבוהה של חרסית בעלת מקדם נגר של C=0.38 (מאפיין שטחים במזרח ובמערב העיר).

H₃ - קרקע חרסיתית גרומסולית בעלת מקדם נגר גבוה של C=0.9 (מאפיין בעיקר אזורים שסמוכים לנחלים. ברחובות ניתן למצוא אותה בשטחים קטנים בפאתי העיר).



תרשים 1.2 – גבול שיפוט העיר רחובות (קו כחול) על רקע מפת סיווג הקרקעות (יואל דן וחבריו 1972) אקלים

אקלים ים-תיכוני הוא סוג של אקלים סובטרופי שידוע גם כאקלים סובטרופי של קיץ יבש ונפוץ ביותר במדינות שלאורך חופי הים התיכון. המאפיין העיקרי של מזג האוויר הים-תיכוני הוא משטר הגשמים העונתי. אזור העיר רחובות שייך לרצועת אקלים ים תיכונית לחה המאופיינת בעונה גשומה בחורף ועונה יבשה בקיץ. ערוצי הנחלים והוואדיות מתמלאים מים וזורמים בעיקר כאשר יורד גשם בעונת החורף.

משטר הגשמים

התחנה המטאורולוגיות המייצגת את מרחב התכנון, היא תחנת "בית דגן" שנמצאת כ 10 ק"מ מצפון לרחובות. רום תחנת "בית דגן" הוא כ +30 מ', דומה לרום בחלקים המערביים של אזור התכנית. כמו כן, מרחק התחנה לים הוא כ 9 ק"מ, בדומה למרחק החלקים המערביים של העיר רחובות לים.

טבלה 3.6 מציגה את עוצמות הגשם בהסתברויות השונות ועבור מספר משכי זמן - עבור תחנת "בית דגן". הנתונים הם על סמך 40 שנות מדידה.

טבלה 3.6 - עוצמות גשם, לפי תחנת "בית דגן"

עוצמת גשם [מ"מ/שעה] בהסתברויות התכן ועבור פרקי זמן שונים					פרק זמן [דק']
20%	10%	5%	2%	1%	
77.5	91.6	106.2	127.2	143.7	10
63.3	75.2	87.1	104.3	117.6	15
54.8	64.8	74.8	89.0	99.9	20
44.0	52.5	60.9	73.0	82.2	30
33.5	40.1	46.7	56.0	63.2	45
27.9	33.8	39.9	48.5	55.2	60
17.8	21.4	25.1	29.9	33.7	120
10.4	12.9	15.4	18.5	20.9	240

בדו"ח "עדכון בסיס נתוני עוצמות הגשם בישראל וקביעת עוצמות גשם תכן כפרמטר בסיסי לתכנון ניקוז מערכות תחבורה" (הלוי ר וארבל ש, 2016) בוצע ניתוח סטטיסטי של עוצמות הגשם לפי חלוקה לאזורים. הניתוח כלל איסוף נתונים מתחנות מטאורולוגיות רבות בישראל. מסקנת הדוח הייתה כי ברבות מהן קיימת הערכת חסר לעוצמות הגשם המרביות, וזאת עקב קשיים טכניים שונים. במסגרת הדו"ח, קובצו תחנות גשם לאזורי גשם שונים. העיר רחובות נמצאת באזור מספר 6 "מישור החוף והכרמל". עוצמות הגשם לזמני ריכוז שונים ובהסתברויות שונות מתוך הדו"ח מוצגות בטבלה 3.7.

טבלה 3.7 - עוצמות גשם באזור 6 "מישור החוף והכרמל" (הלוי וארבל, 2016)

עוצמות גשם (מ"מ לשעה) לפי משך אירוע (דקות) [אזור 6]					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
44	54	65	81	94	45
36	44	54	69	81	60
14	17	23	31	38	240

תכסית

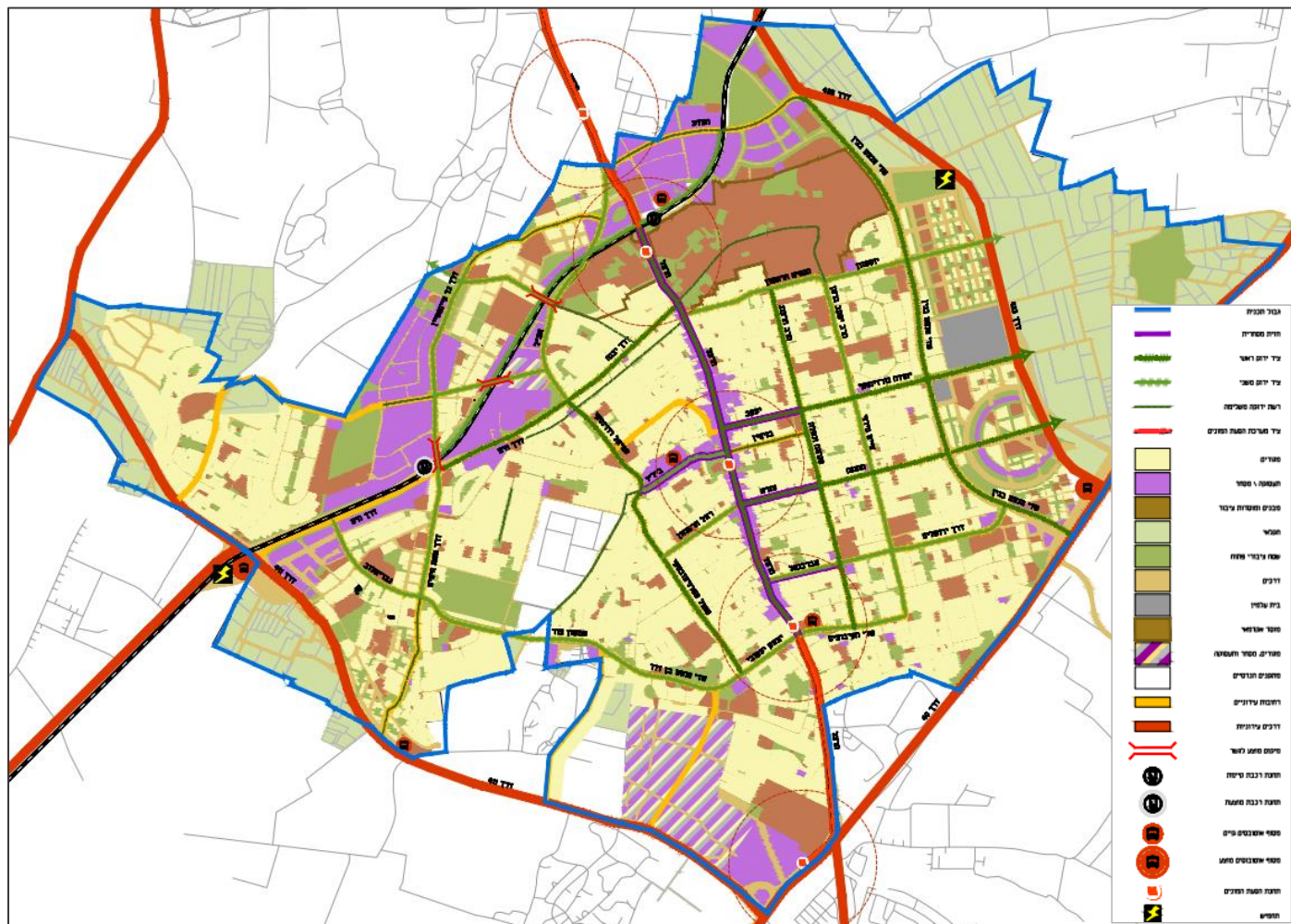
שימושי קרקע

התכסית בעיר רחובות הינה מגוונת. מרכז העיר מתאפיין בשטחים בנויים עם תכסית של בנייני



דירות בצפיפות בינונית עד גבוהה וביניהם מעט שטחים ציבורים, שטחים פתוחים, פארקים, גני משחקים ומוסדות ציבור. בחלקים הצפוניים של העיר, נמצאים אזורי תעסוקה ומסחר, אוניברסיטה ומכון מחקר וכן שטחים פתוחים נרחבים. בדרום העיר ובמערבה ישנם שטחי תעשייה ומגורים וכן שטחים פתוחים שטרם פותחו. על חלקים רבים מהשטחים הפתוחים, וכן באזורים בהם צפיפות הבינוי כיום הינה נמוכה, מתוכנן בינוי רחב היקף (חלק במסגרת התחדשות עירונית, לדוגמא קריית משה).

בתרשים 2.7 ניתן לראות את שימושי הקרקע השונים הקיימים והמתוכננים בעיר רחובות מתוך מסמך מדיניות עירוני - רקע תכנוני קיים (מוכלל). שימושי הקרקע בשילוב תצלומי אוויר של העיר ישמשו בחישובים ההידרולוגים, ובפרט לשם קביעת מקדמי הנגר של האגנים.

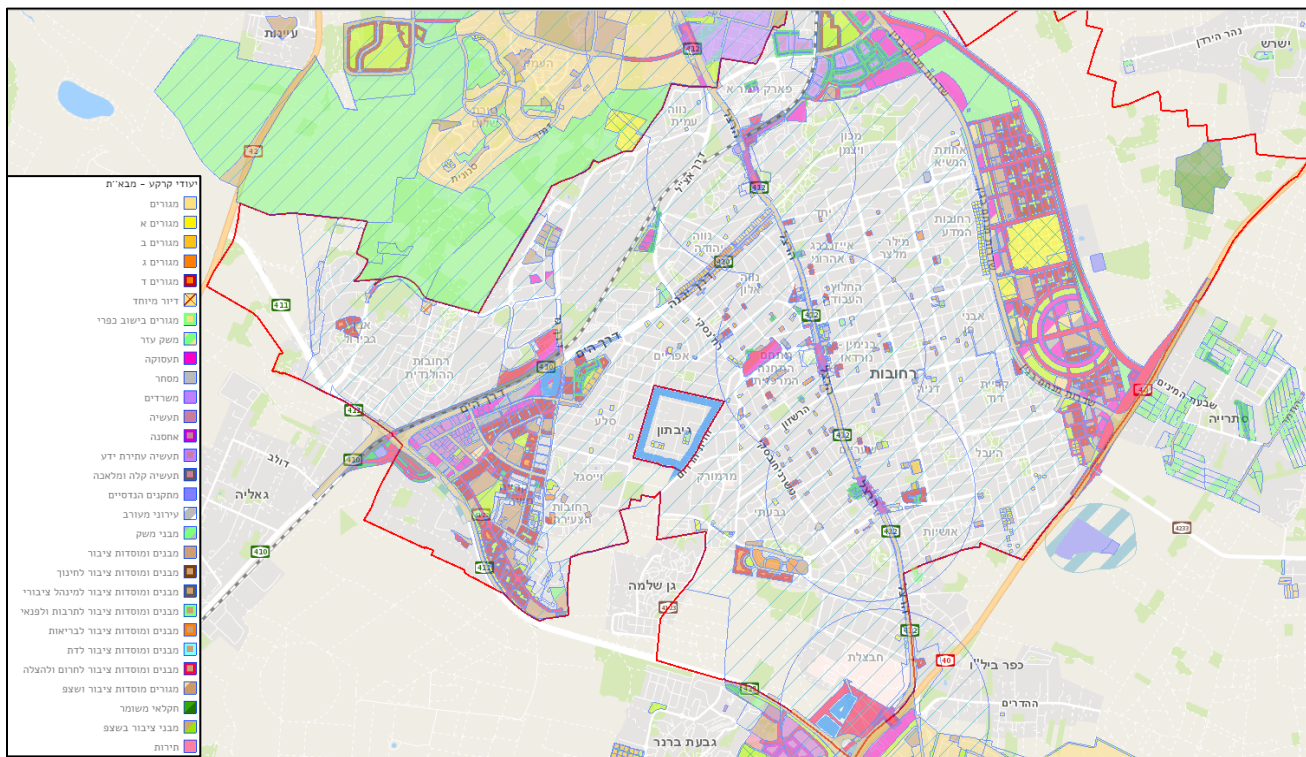


תרשים 1.8: שימושי קרקע, מתוך מסמך מדיניות עירוני, רקע תכנוני קיים (מוכלל) של העיר רחובות (2021)

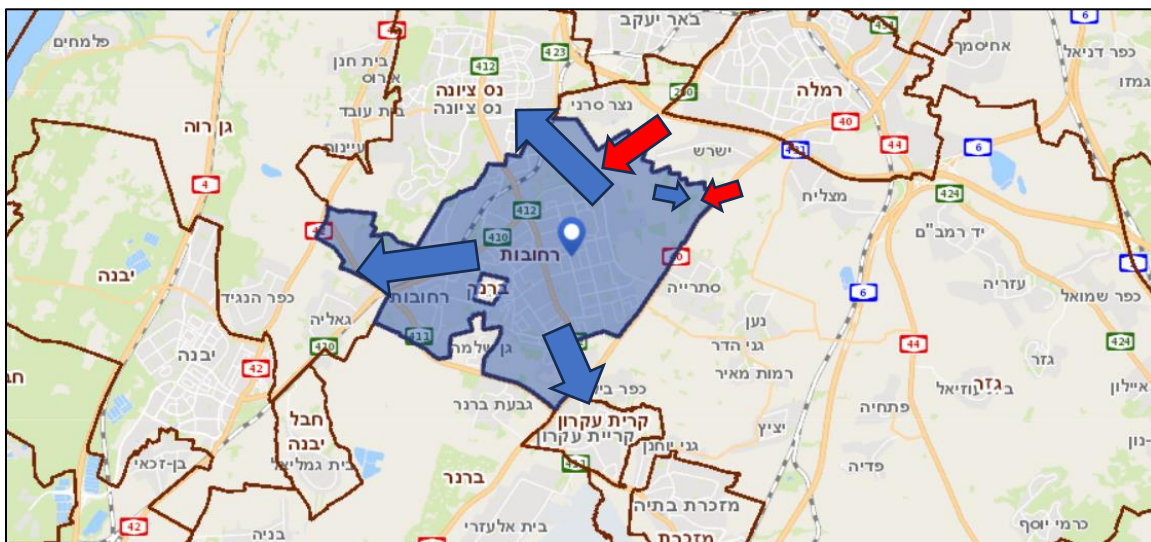
ייעודי קרקע

בתוכנית המתאר של העיר ניתן לראות את שימושי הקרקע השונים הקיימים והמתוכננים בעיר רחובות. סוג התכנית הקיים והעתידי נקבע על ידי שילוב נתוני תכנית המתאר ותצלומי אוויר

של העיר. בתרשים 3.5 ניתן לראות כי, השטחים המערביים הם שטחים חקלאיים והמרכזיים של העיר הם שטחי מגורים, כאשר מרכז העיר הוא אזור עירוני מעורב שכולל מגורים תעסוקה ומבנים. השטחים בצפון מערב התוכנית ממערב וממזרח לכביש 20 הם שטחי תעסוקה וחלקם שימושים מעורבים של מגורים מסחר ותעסוקה. המתחמים אשר מסומנים ב"יעוד ע"פ תוכנית מאושרת אחרת" הינם מתחמים בהם מקודמות תוכניות בינוי המאופיינות בבניה רוויה בשוליים הדרום-מערביים של גבול העיר מתוכננות שכונות מגורים המאופיינות בבניה רוויה בשילוב עם שטחים פתוחים ספורט ונופש.



תרשים 3.5: ייעודי קרקע, מתוך תכנית מתאר כוללת רחובות (2021)



תרשים 4.2 – יחסי תורם – נתנם הידרולוגיים בין רחובות והרשויות השכנות

על פי המוצג בתרשים 4.2 ניתן לסווג לתורמים (מכניסים נגר לתחום העיר-באדום) ונתרמים (מקבלים נגר מרחובות-בכחול) תורמי נגר [אדום]:

- ❖ מזרח – היישובים נצר סרני וישרש(גזר)
- ❖ צפון מזרח – היישובים מצליח וסתרייה(גזר)

מקבלי נגר [כחול]:

- ❖ מזרח – שטח פתוח מזרחי לעיר(ממערב למצליח) ← בריכת החורף
- ❖ דרום – אזור בי"ח קפלן ← קריית עקרון וגבעת ברנר
- ❖ דרום-מערב – מרכז העיר + כל החלק המערבי שלה ← נחל גמליאל (גן רווה)
- ❖ צפון-מערב – אזור מכון ויצמן ← נס ציונה

5 ניתוח ההידרולוגי של אגני היקוות עירוניים

מורפולוגיה של אגני היקוות עירוניים ראשיים ומשניים

בהמשך לניתוח ההידרולוגי של אגני היקוות ראשיים שהוצג בפרק 2 ובוצע בהתאם למצב הקיים, בפרק זה יבוצע ניתוח ההידרולוגי של אגני היקוות משניים-עירוניים בהתאם למצב המתוכנן. הניתוח יעשה תוך הטעמת תוכניות בינוי מרכזיות שקיימות בשטחים הפתוחים, או תוכניות שיש בהן כדי לשנות באופן משמעותי את הניתוח ההידרולוגי של המצב הקיים.

בשלב ראשון, המרחב העירוני של העיר רחובות חולק בהתאם לאגני ההיקוות הראשיים. החלוקה דומה לחלוקה שבוצעה בפרק 3 – עם הבדל מרכזי אחד - אגן נחל גמליאל חולק לשני אגני ניקוז ראשיים: הראשון הוא אגן שמתנקז לתעלת נחל גמליאל ומשם למאגר קריית משה (GMT). מוצא הנגר מהמאגר הוא על ידי שחרור איטי לתעלת כביש 411; השני הוא אגן שמתנקז שלא דרך המאגר לנחל גמליאל (GM) דרך תעלת כביש 411 ומשם תעלה פתוחה שמשתלבת בנחל גמליאל. אגנים ראשיים אלו מתווספים לאגן נחל נס ציונה; אגן בריכת החורף; ואגן תעלת ביל"ו – נחל עקרון.

אגני הניקוז הראשיים חולקו לאגנים עירוניים ומקומיים (תתי-אגנים), בתחום הקו הכחול. במספר אגני ניקוז, חלק משטח אגן ההיקוות נמצא מחוץ לקו הכחול. בנוסף, ישנם אגנים שהם חיצוניים לגמרי ומתנקזים אל תוך תחומי העיר.

השיפועים האופייניים של מערכת הכבישים, ובהתאם מערך התיעול במרחב העירוני, הם בין 0.5% ל 1%. לרוב, אגנים מקומיים בשטח של מספר מאות דונמים (לרוב 100-400 דונם) מתנקזים לתעלות אזוריות, שאוספות, עד למוצא התעלה, נגר מאגנים בשטח מצטבר של מספר קמ"ר. בתשריט המצורף לנספח, סומנו קווי הניקוז הראשיים אשר אוספים את הנגר ממערך התיעול המקומי ומובילים אותו למוצאים הראשיים.

נתוני התבליט והתכסית משפיעים על מאפייני זרימת הנגר באגני הניקוז. הנתונים המורפו-מטריים של האגנים – שטח האגן, מקדם הנגר המשוקלל, אורך עורק הניקוז הראשי והפרש הגבהים לאורכו, וכפועל יוצא זמן הריכוז (הזמן שלוקח מתחילת אירוע הגשם ועד להגעת ספיקת השיא למוצא האגן) - מוצגים בטבלאות שבהמשך בחלוקה לפי האגנים הראשיים. באגנים קטנים, זמני הריכוז הינם קצרים, ולכן, כמקובל במקרים אלו, נלקח זמן ריכוז מינימלי של 15 דק'.

על בסיס הנתונים המורפו-מטריים של כל אגן חושבו ספיקות הנגר במוצא האגן עבור מספר הסתברויות תכן. החישוב בוצע במודל CIA, עם תיקון לאגנים ששטחם גדול מ 1 קמ"ר, כפי שפורט בפרק 2. על בסיס הספיקות המחושבות, ניתן יהיה להעריך בהמשך את התאמתם, או אי התאמתם, של ממדי מערכות הניקוז הקיימות והמתוכננות לספיקות התכן. כמו כן, הספיקות המחושבות מאפשרות לחשב את נפחי הסופה הצפויים באירועי גשם נדירים, ומהם ניתן לגזור את נפחי ההשהיה / החדרה הנדרשים בכל אחד מאגני הניקוז.

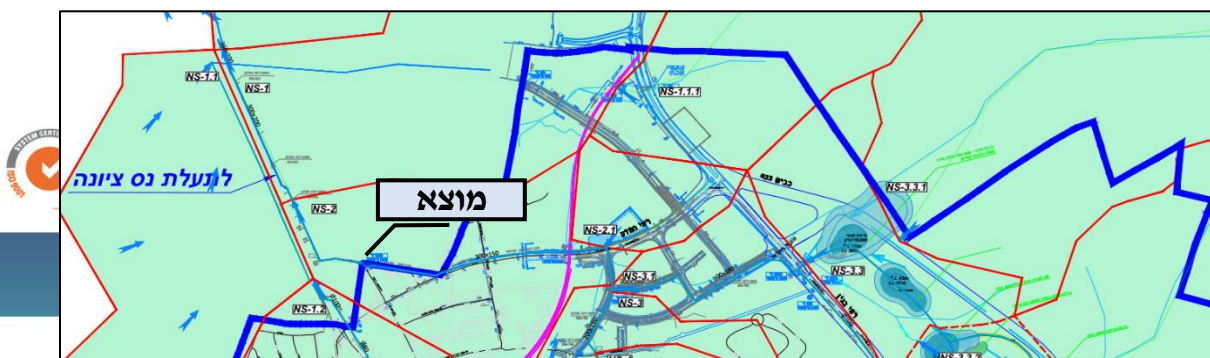
כפי שפורט לעיל, אגני ההיקוות הראשיים בעיר רחובות חולקו בהתאם למוצא האגן. אגני ההיקוות הראשיים וצירוף האותיות שנבחר לתאר אותם (בסוגריים) הינם: אגן נחל נס ציונה (NS); אגן נחל גמליאל (GM); אגן מאגר קריית משה (GMT), שהוא גם כן חלק מאגן קריית משה; אגן נחל עקרון - תעלה אזורית ביל"ו (BL) – נחל עקרון; ואגן בריכת החורף.

הספיקות שמוצגות בפרק זה חושבו באחד או יותר מהמודלים שהוצגו לעיל: מודל CIA, מודל אנלוגי בהשוואה לספיקות מתחנת רחובות של התחנה לחקר הסחף ומודל אנלוגי בהשוואה לספיקות כפי שחושבו (בדו"ח זה) במודל הידרו-סטטיסטי (פולגט). ספיקת התכן נבחרה בהתאם לשטח האגן ומאפייניו. כפי שנראה מהנתונים שבטבלאות שלהלן, שימוש בניתוח סטטיסטי של התחנה לחקר הסחף לתחנת רחובות (תחנה מס' 18-02021) לחישובים האנלוגיים נותן ספיקות נמוכות בהשוואה למודל CIA ובהשוואה לחישוב אנלוגי שמבוסס על נתוני המודל ההידרוסטטיסטי – פולגט.

לאור כך שמטרת הדוח היא לבחון מצב עתידי (שבו ייתכן וחלק מהמרסנים הקיימים יוסרו), באגנים גדולים ההמלצה היא לבחור בספיקות שחושבו על בסיס המודל ההידרו-סטטיסטי. ככלל, עבור אגנים ששטחם קטן מ 1 קמ"ר ברירת המחדל היא מודל CIA. הניתוח ההידרולוגי בפרק זה, אינו משקלל הנחתת ספיקות כתוצאה ממאגרי ריסון קיימים או מתוכננים.

אגנים עירוניים שמתנקזים לנחל נס ציונה (NS)

כפי שנראה בתרשים 5.2 - אגן נחל נס ציונה מנקז שטחים ממזרח לעיר רחובות וכן שטחים מצפון לה. בתחום העיר, הנחל מנקז שטחים בצפון-מזרח רחובות. אף על פי שמוצא תעלת נחל נס ציונה מהעיר רחובות הוא באזור פארק המדע- ברח' גולדה מאיר ובסמוך לכביש 412 (ויצמן), גם במורד מנקודה זו מתנקזים אל התעלה שטחים של העיר רחובות דרך שטחים ששייכים מוניציפלית לעיר נס ציונה. לכן, הספיקות בתעלת נחל נס ציונה חושבו גם במורד למוצא המרכזי מהעיר רחובות (NS-2), בנקודות שנמצאות בתחום העיר נס ציונה.



תרשים 5.2- אגני ניקוז עירוניים שמתנקזים לנחל נס ציונה (ירוק)

הנתונים המורפו-מטריים של אגן הניקוז מוצגים בטבלה 5.1. ספיקות התכן מוצגות בטבלה 5.2.
טבלה 5.1: נתונים מורפו-מטריים של אגני ההיקוות ששייכים לאגן תעלת נחל נס ציונה (המוצא הוא באזור פארק המדע, בסמוך לכביש 412)

קוד נקודה	שטח אגן עד לנקודה [דונם]	מקדם נגר משוקלל	אורך קו ניקוז ראשי עד לנקודה [מ']	הפרש גבהים כולל [מ']	שיפוע ממוצע מוצע כולל [m/m]	זמן ריכוז - Tc [min]
NS-5	364	0.60	800	15	1.9%	15.00
NS-4.2	194	0.45	520	10	1.9%	15.00
NS-4.1	59	0.50	480	10	2.1%	15.00
NS-4	784	0.52	1280	20	1.6%	23.01
NS-3.3.3	1829	0.40	2500	40	1.6%	38.19
NS-3.3.2	2813	0.45	3060	50	1.6%	44.27
NS-3.3.1	2582	0.55	2700	45	1.7%	39.90
NS-3.3	5774	0.49	3640	55	1.5%	52.11
NS-3.2.3	103	0.60	500	5	1.0%	15.00
NS-3.2.2	78	0.60	470	13	2.7%	15.00
NS-3.2.1	134	0.60	500	10	2.0%	15.00
NS-3.2	441	0.64	1300	20	1.5%	23.42
NS-3.1	6559	0.51	5030	65	1.3%	70.88
NS-3	7494	0.41	5290	70	1.3%	73.03
NS-2.1	158	0.50	420	15	3.6%	15.00
NS-2	8212	0.42	6650	80	1.2%	90.27
NS-1.3	116	0.45	300	10	3.3%	15.00
NS-1.2	556	0.69	960	20	2.1%	16.55
NS-1.1	1437	0.49	1790	25	1.4%	31.07
NS-1.1.1	862	0.40	1150	20	1.7%	20.36
NS-1	11617	0.40	7150	85	1.2%	95.88

*זמן הריכוז נקבע לפי הנוסחה הבאה: $T_c = 4 \times L^{0.75} \times S^{-0.375}$

טבלה 5.2 – ספיקה מחושבת בהסתברויות שונות, והמלצה לקביעת הספיקה בהסתברות התכן, במוצא אגני ההיקוות הראשיים השייכים לאגן תעלת נחל נס ציונה. הספיקות חושבו לפי מספר מודלים, כפי שמפורט בטבלה.

מודל אנלוגי - בהשוואה לנחל רחובות - מודל פולגט					מודל אנלוגי - בהשוואה לתחנת נחל רחובות					CIA עם תיקון לאגנים גדולים						Tc [min]	שטח אגן כולל עד לנקודה [דונם]	קוד נקודה
לפי V [m³/s] גל משולש 2%	Q_10% [m³/s]	Q_5% [m³/s]	Q_2% [m³/s]	Q_1% [m³/s]	לפי V [m³/s] גל משולש 2%	Q_10% [m³/s]	Q_5% [m³/s]	Q_2% [m³/s]	Q_1% [m³/s]	לפי V [m³/s] גל משולש 2%	Q_20% [m³/s]	Q_10% [m³/s]	Q_5% [m³/s]	Q_2% [m³/s]	Q_1% [m³/s]			
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	8,383	5.6	6.8	7.8	9.3	10.5	15.0	364.2	NS-5
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	3,349	2.2	2.7	3.1	3.7	4.2	15.0	194	NS-4.2
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	1,126	0.8	0.9	1.0	1.3	1.4	15.0	58.7	NS-4.1
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	18,827	7.9	9.6	11.2	13.6	15.5	23.0	783.6	NS-4
41,088	13.7	15.7	17.9	19.5	21,698	6.4	7.6	9.5	10.7	35,894	8.6	10.5	12.6	15.7	18.1	38.2	1829	NS-3.3.3
59,069	16.9	19.4	22.2	24.2	31,194	8.0	9.5	11.7	13.3	58,824	12.0	14.6	17.7	22.1	25.8	44.3	2813	NS-3.3.2
51,012	16.2	18.6	21.3	23.1	26,939	7.6	9.1	11.3	12.7	63,690	14.6	17.8	21.3	26.6	30.8	39.9	2582	NS-3.3.1
99,609	24.3	27.9	31.9	34.6	52,603	11.4	13.6	16.8	19.0	111,758	--	--	--	--	--	52.1	5774	NS-3.3
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	2,380	1.6	1.9	2.2	2.6	3.0	15.0	103.4	NS-3.2.3
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	1,795	1.2	1.5	1.7	2.0	2.2	15.0	78	NS-3.2.2
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	3,084	2.1	2.5	2.9	3.4	3.9	15.0	134	NS-3.2.1
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	13,110	5.4	6.6	7.7	9.3	10.6	23.4	441.1	NS-3.2
144,414	25.9	29.7	34.0	36.9	76,264	12.1	14.5	17.9	20.2	145,326	--	--	--	--	--	70.9	6559.1	NS-3.1
159,048	27.7	31.7	36.3	39.4	83,992	13.0	15.5	19.2	21.6	165,214	--	--	--	--	--	73.0	7493.7	NS-3
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	3,027	2.0	2.5	2.8	3.4	3.8	15.0	157.8	NS-2.1
205,787	28.9	33.2	38.0	41.3	108,675	13.6	16.2	20.1	22.7	201,328	--	--	--	--	--	90.3	8211.5	NS-2
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	1,994	1.3	1.6	1.9	2.2	2.5	15.0	115.5	NS-1.3
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	15,290	9.2	11.2	12.9	15.4	17.4	16.6	556.1	NS-1.2
29,627	12.1	13.9	15.9	17.3	15,646	5.7	6.8	8.4	9.5	34,335	10.3	12.6	14.9	18.4	21.2	31.1	1436.6	NS-1.1
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	15,033	7.2	8.8	10.2	12.3	14.0	20.4	862	NS-1.1.1
259,976	34.4	39.5	45.2	49.1	137,291	16.2	19.2	23.9	26.9	264,721	--	--	--	--	--	95.9	11617.1	NS-1

**ספיקת התכן המומלצת נבחרה בהתאם לשטח האגן ובהתאם להתאמת מודל חישוב הספיקה, מסומנת בצהוב

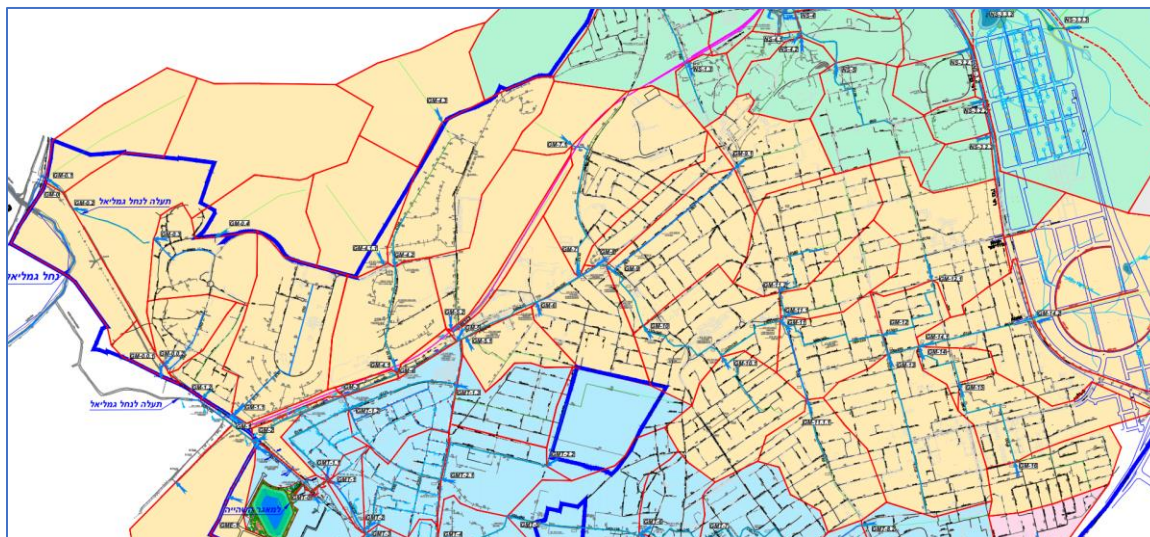
5.1.1.1 שטח אגן, ספיקה ונפח סופה בנק' נבחרות:

בנק' NS-3.3, במעביר המים שחוצה מתחת לרח' מנחם בגין, שטח אגן הניקוז הינו כ 5.8 קמ"ר. ספיקת התכן הינה $Q_{5\%} = 27.9 [m^3/s]$ ונפח הסופה (2%) מוערך ב 100 אלף מ"ק. בנק' NS-3, במובל נחל נס ציונה באזור מכון ויצמן, שטח אגן הניקוז הינו כ 7.5 קמ"ר. ספיקת התכן הינה $Q_{5\%} = 31.7 [m^3/s]$ ונפח הסופה (2%) מוערך ב 160 אלף מ"ק. בנק' NS-2, במובל נחל נס ציונה במוצא מהעיר רחובות (כביש 412 רח' ויצמן),

שטח אגן הניקוז הינו כ 8.2 קמ"ר. ספיקת התכן הינה $Q_{5\%} = 33.2 [m^3/s]$ ונפח הסופה מוערך (2%) ב 205 אלף מ"ק. *** בכל המקרים נפח הסופה מחושב לפי הסתברות של 2% - מתוך ספיקות השיא שבמודל פולגט.

אגנים עירוניים שמתנקזים לנחל גמליאל (GM)

בתרשים 5.3 נראים אגני המשנה שמתנקזים לנחל גמליאל (בצהוב). מוצא האגנים הוא לתעלה שזורמת מערבה בתוואי מקביל לכביש 411. מעט במורד לכביש 411 התעלה נפרדת מהכביש וזורמת דרך השדות של הישוב גאליה ומשם לאפיק הראשי של נחל גמליאל. עורק הניקוז הראשי של האגן זורם בתוואי כביש 410 (דרך הים). עורק הניקוז הוא מובל סגור. בחיבור של מובל דרך הים לתעלת כביש 411, מצטרפים אגני ניקוז משמעותיים נוספים. אל תעלת כביש 411 מצטרפים אגני ניקוז מכיוון צפון – השכונות "רחובות ההולנדית" ו"אבן גבירול", וכן אגן מכיוון שכונת קריית משה. אולם, מאגר קריית משה תוכנן כך שיקלוט את כל נפח הסופה מאגן קריית משה, גם באירוע קיצון. מטרת המאגר היא להשהות את הנגר, ולשחרר אותו בקצב איטי (ספיקה נמוכה - כ 0.3 מ"ק/שניה) אל תעלת כביש 411. כך, באופן מעשי, התוכנית היא לנתק את אגן קריית משה מאגן נחל גמליאל. מודגש כי הניתוק הוא בהקשר של ספיקת השיא אך לא בהקשר של נפחי הנגר. ללא פתרון שתכליתו ניצול מי הנגר מהמאגר, עדיין נפחי הנגר מאגן שכונת קריית משה יתנקזו לתעלת כביש 411 ומשם למוצא לכיוון נחל גמליאל.



תרשים 5.3- אגני ניקוז עירוניים שמתנקזים לנחל גמליאל (כתום)

הנתונים המורפו-מטריים של אגן הניקוז מוצגים בטבלה 5.3. ספיקות התכן מוצגות בטבלה 5.4.

טבלה 5.3 – נתונים מורפו-מטריים של אגני ההיקוות ששייכים לאגן נחל גמליאל (לא כולל אגנים שמתנקזים למאגר קריית משה).

קוד נקודה	שטח אגן עד לנקודה [דונם]	מקדם נגר משוקלל	אורך קו ניקוז עד לנקודה [מ']	הפרש גבהים כולל [מ']	שיפוע ממוצע כולל [m/m]	זמן ריכוז - Tc [min]
GM-16	254	0.60	670	15	2.2%	15
GM-15	595	0.60	1420	25	1.8%	24
GM-14.2	959	0.60	800	15	1.9%	15
GM-14.1	1331	0.57	1505	19	1.3%	28
GM-14	2013	0.54	1842	29	1.6%	30
GM-13	2615	0.54	2032	30	1.5%	34
GM-12.1	491	0.60	722	10	1.4%	15
GM-12	3233	0.51	2152	32	1.5%	35
GM-11.1.1	343	0.60	760	20	2.6%	15
GM-11.2	414	0.60	1060	20	1.9%	19
GM-11.1	618	0.60	1200	42	3.5%	16
GM-11	4462	0.51	2912	38	1.3%	47
GM-10.1	376	0.60	630	10	1.6%	15
GM-10	5256	0.48	3912	43	1.1%	62
GM-9.1	278	0.60	540	15	2.8%	15
GM-9	5980	0.48	4368	45	1.0%	69
GM-8	6132	0.48	4433	45	1.0%	70
GM-7.1	158	0.40	260	10	3.8%	15
GM-7	6827	0.48	4445	45	1.0%	70
GM-6	7110	0.48	4745	48	1.0%	75
GM-5.2.2	58	0.60	1000	3	0.3%	38
GM-5.2	340	0.40	400	5	1.3%	15
GM-5.1	168	0.60	630	5	0.8%	17
GM-5	7856	0.47	5285	52	1.0%	82
GM-4.1.1	366	0.40	598	18	2.9%	15
GM-4.3	388	0.40	455	20	4.4%	15
GM-4.2	880	0.40	1435	28	1.9%	23
GM-4.1	1253	0.38	2075	32	1.5%	34
GM-4	9506	0.44	5685	54	0.9%	87
GM-3	9529	0.44	6035	56	0.9%	93
GM-2	9594	0.44	6655	58	0.9%	102
GM-1.2	127	0.60	660	20	3.0%	15
GM-1.1	514	0.60	1000	25	2.5%	16
GM-1	10273	0.45	6875	60	0.9%	104
GM-0.0.2	155	0.60	100	5	5.0%	15
GM-0.0.1	206	0.60	200	10	5.0%	15
GM-0.4	242	0.40	620	18	2.8%	15
GM-0.3	514	0.51	1060	25	2.4%	17
GM-0.2	1547	0.41	1560	30	1.9%	25
GM-0.1	1867	0.41	1680	32	1.9%	26
GM-0	2119	0.38	1780	33	1.9%	28

*זמן הריכוז נקבע לפי הנוסחה הבאה: $T_c = 4 \times L^{0.75} \times S^{-0.375}$



טבלה 5.4 – ספיקה מחושבת בהסתברויות שונות, והמלצה לקביעת הספיקה בהסתברות התכן, במוצא אגני ההיקוות הראשיים ששייכים לאגן נחל גמליאל (לא כולל מאגר קרית משה).

מודל אנלוגי - בהשוואה לנחל רחובות - מודל פולגט					מודל אנלוגי - בהשוואה לתחנת נחל רחובות					CIA עם תיקון לאגנים גדולים						Tc [min]	שטח אגן עד לנקודה [זונם]	קוד נקודה
V [m ³] לפי גל משולש 2%	Q_10% [m ³ /s]	Q_5% [m ³ /s]	Q_2% [m ³ /s]	Q_1% [m ³ /s]	V [m ³] לפי גל משולש 2%	Q_10% [m ³ /s]	Q_5% [m ³ /s]	Q_2% [m ³ /s]	Q_1% [m ³ /s]	V [m ³] לפי גל משולש 2%	Q_20% [m ³ /s]	Q_10% [m ³ /s]	Q_5% [m ³ /s]	Q_2% [m ³ /s]	Q_1% [m ³ /s]			
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	5,847	3.9	4.8	5.4	6.5	7.3	15	254	GM-16
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	16,623	6.7	8.2	9.5	11.6	13.3	24	595	GM-15
11,706	9.9	11.3	13.0	14.1	6,171	4.6	5.5	6.9	7.7	22,075	14.8	18.0	20.6	24.5	27.6	15	959	GM-14.2
25,958	11.7	13.4	15.3	16.6	13,685	5.5	6.5	8.1	9.1	36,287	12.1	14.8	17.4	21.4	24.6	28	1331	GM-14.1
34,333	14.4	16.4	18.8	20.4	18,101	6.7	8.0	9.9	11.2	50,231	15.5	18.9	22.4	27.6	31.7	30	2013	GM-14
43,232	16.4	18.7	21.5	23.3	22,792	7.7	9.1	11.3	12.8	65,296	18.1	22.0	26.2	32.4	37.4	34	2615	GM-13
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	11,456	7.4	9.0	10.3	12.3	13.9	15	491	GM-12.1
50,110	18.2	20.8	23.9	25.9	26,418	8.5	10.2	12.6	14.2	75,046	19.8	24.2	28.8	35.8	41.3	35	3233	GM-12
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	7,895	5.3	6.5	7.4	8.8	9.9	15	343	GM-11.1.1
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	10,405	5.5	6.7	7.8	9.4	10.6	19	414	GM-11.2
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	14,675	9.0	11.0	12.6	15.1	17.0	16	618	GM-11.1
78,425	21.4	24.5	28.1	30.4	41,346	10.0	11.9	14.8	16.7	111,041	21.4	26.1	31.6	39.7	46.3	47	4462	GM-11
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	8,664	5.8	7.1	8.1	9.6	10.8	15	376	GM-10.1
113,873	23.2	26.6	30.4	33.0	60,035	10.9	12.9	16.1	18.1	135,541	19.0	23.2	28.5	36.2	42.6	62	5256	GM-10
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	6,408	4.3	5.2	6.0	7.1	8.0	15	278	GM-9.1
134,884	24.7	28.3	32.5	35.2	71,113	11.6	13.8	17.1	19.3	157,901	19.7	24.1	29.7	38.0	44.8	69	5980	GM-9
138,630	25.1	28.7	32.9	35.6	73,087	11.7	14.0	17.3	19.6	162,284	20.0	24.3	30.1	38.5	45.4	70	6132	GM-8
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	2,422	1.6	2.0	2.3	2.7	3.0	15	158	GM-7.1
146,677	26.4	30.3	34.7	37.6	77,330	12.4	14.8	18.3	20.7	176,505	21.6	26.4	32.6	41.8	49.3	70	6827	GM-7
158,466	27.0	30.9	35.4	38.4	83,545	12.6	15.1	18.7	21.1	187,125	21.5	26.3	32.6	41.8	49.4	75	7110	GM-6
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	1,967	0.5	0.6	0.7	0.9	1.0	38	58	GM-5.2.2
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	5,218	3.5	4.3	4.9	5.8	6.5	15	340	GM-5.2
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	4,087	2.4	2.9	3.3	4.0	4.5	17	168	GM-5.1
182,157	28.4	32.5	37.2	40.3	96,035	13.3	15.8	19.6	22.2	208,391	21.8	26.5	33.0	42.6	50.5	82	7856	GM-5
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	5,609	3.8	4.6	5.2	6.2	7.0	15	366	GM-4.1.1
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	5,951	4.0	4.9	5.5	6.6	7.4	15	388	GM-4.3
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	16,237	6.7	8.2	9.6	11.6	13.3	23	880	GM-4.2
29,924	11.3	13.0	14.9	16.1	15,776	5.3	6.3	7.8	8.9	24,718	6.8	8.3	9.9	12.3	14.2	34	1253	GM-4.1
214,769	31.2	35.7	40.9	44.4	113,228	14.6	17.4	21.6	24.4	238,271	23.0	28.1	35.1	45.4	54.0	87	9506	GM-4
227,904	31.2	35.8	41.0	44.4	120,154	14.6	17.4	21.6	24.4	244,701	22.2	27.1	33.9	44.0	52.4	93	9529	GM-3
252,396	31.3	35.9	41.1	44.6	133,066	14.7	17.5	21.7	24.5	256,627	20.9	25.5	32.1	41.8	49.9	102	9594	GM-2
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	2,923	2.0	2.4	2.7	3.2	3.7	15	127	GM-1.2
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	12,136	7.6	9.3	10.6	12.7	14.3	16	514	GM-1.1
266,790	32.4	37.1	42.6	46.1	140,654	15.2	18.1	22.4	25.3	275,724	21.9	26.7	33.7	44.0	52.6	104	10273	GM-1



מודל אנלוגי - בהשוואה לנחל רחובות - מודל פולגט					מודל אנלוגי - בהשוואה לנחל רחובות - מודל תחלס					CIA עם תיקון לאגנים גדולים							שטח אגן עד נקודה [דונם]	קוד נקודה
V [m ³] לפי גל משולש 2%	Q_10% [m ³ /s]	Q_5% [m ³ /s]	Q_2% [m ³ /s]	Q_1% [m ³ /s]	V [m ³] לפי גל משולש 2%	Q_10% [m ³ /s]	Q_5% [m ³ /s]	Q_2% [m ³ /s]	Q_1% [m ³ /s]	V [m ³] לפי גל משולש 2%	Q_20% [m ³ /s]	Q_10% [m ³ /s]	Q_5% [m ³ /s]	Q_2% [m ³ /s]	Q_1% [m ³ /s]	Tc [min]		
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	3,563	2.4	2.9	3.3	4.0	4.5	15	155	GM-0.0.2
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	4,751	3.2	3.9	4.4	5.3	5.9	15	206	GM-0.0.1
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	3,714	2.5	3.0	3.5	4.1	4.6	15	242	GM-0.4
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	10,526	6.1	7.5	8.6	10.3	11.6	17	514	GM-0.3
24,570	12.6	14.4	16.5	17.9	12,954	5.9	7.0	8.7	9.8	28,293	10.9	13.3	15.6	19.0	21.7	25	1547	GM-0.2
28,680	13.8	15.8	18.1	19.7	15,120	6.5	7.7	9.6	10.8	33,534	12.1	14.8	17.3	21.2	24.3	26	1867	GM-0.1
32,268	14.7	16.9	19.3	20.9	17,012	6.9	8.2	10.2	11.5	35,869	12.2	14.9	17.5	21.5	24.6	28	2119	GM-0

****ספיקת התכן שנבחרה בהתאם לשטח האגן ובהתאם להתאמת מודל חישוב הספיקה, מסומנת בצהוב**

5.1.2.1 שטח אגן, ספיקה ונפח סופה בנק' נבחרות:

שטח אגן, ספיקה ונפח סופה בנק' נבחרות:

בנק' GM-11, מפגש הרחי' הרצל ולבקוביץ', שטח אגן הניקוז הינו כ 4.5 קמ"ר. ספיקת התכן הינה $Q_{5\%} = 24.5 [m^3/s]$ ונפח הסופה (2%) מוערך ב 78 אלף מ"ק.

בנק' GM-8, מפגש דרך הים ודרך האצ"ל- הנקודה בה מתחיל מובל דרך הים -שטח אגן הניקוז הינו כ 6.1 קמ"ר. ספיקת התכן הינה $Q_{5\%} = 28.7 [m^3/s]$ ונפח הסופה (2%) מוערך ב 139 אלף מ"ק.

בנק' GM-5, מפגש דרך הים ורחי' גד פיינשטיין, שטח אגן הניקוז הינו כ 7.9 קמ"ר. ספיקת התכן הינה $Q_{5\%} = 32.5 [m^3/s]$ ונפח הסופה (2%) מוערך ב 182 אלף מ"ק.

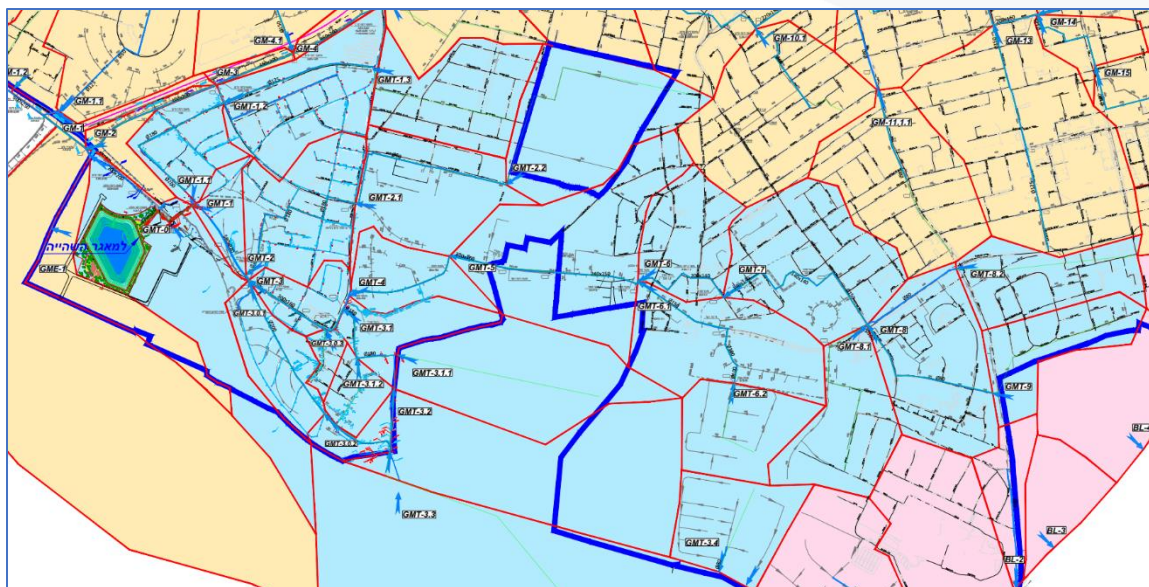
בנק' GM-3, מפגש דרך הים עם רחי' קלמן גבריאלוב, שטח אגן הניקוז הינו כ 9.5 קמ"ר. ספיקת התכן הינה $Q_{5\%} = 35.8 [m^3/s]$ ונפח הסופה (2%) מוערך ב 228 אלף מ"ק.

בנק' GM-2, כניסת מובל דרך הים (כביש 410) למובל יום הכיפורים (כביש 411), שטח אגן הניקוז הינו כ 9.5 קמ"ר. ספיקת התכן הינה $Q_{5\%} = 35.9 [m^3/s]$ ונפח הסופה (2%) מוערך ב 252 אלף מ"ק.

**** בכל המקרים נפח הסופה מחושב לפי הסתברות של 2%- מתוך ספיקות השיא שבמודל פולגט .**

אגנים עירוניים שמתנקזים למאגר קריית משה (ומשם לנחל גמליאל) (GMT)

אגן ההיקוות שמתנקז למאגר קריית משה כולל שטחים נרחבים שהם חלק מאגן הניקוז של נחל גמליאל. האגן מתחיל במזרח, באזור כביש 412 ושכונת "קריית ההגנה", ומשתרע מערבה דרך הישוב גיבתון ושכונת קריית משה עד לכביש 411, כאשר הגבול הצפוני של האגן הוא מסילת הרכבת. באגן מספר קווי ניקוז ראשיים – הקו המרכזי עובר בדרך שמשון צור, בהמשך ברח' חזון איש, בדרך ששת הימים ובדרך יום הכיפורים. בהמשך הקו מתרחק מרח' יום הכיפורים וחוצה מתחת לכביש 411, לכיוון מאגר קריית משה.



תרשים 5.4 - אגני ניקוז עירוניים שמתנקזים למאגר קריית משה (ובהמשך לנחל גמליאל) (כחול) הנתונים המורפד-מטריים של אגן הניקוז מוצגים בטבלה 5.5. ספיקות התכן מוצגות בטבלה 5.6. ספיקות התכן בנקודת הכניסה של המובל למאגר הודגשה בכחול (נקודה GMT-1).

טבלה 5.5 – נתונים מורפו-מטריים של אגני ההיקוות ששייכים לאגן שמתנקז למאגר קריית משה.

Tc [min]	Slope [m/m] כולל	dH[m] כולל	אורך קו ניקוז כולל עד לנקודה [מ']	מקדם נגר משוקלל	שטח אגן כולל [דונם]	קוד נקודה
15.00	1.6%	10.00	634.00	0.60	171	GMT-9
15.00	2.0%	15.00	750.00	0.60	204	GMT-8.2
15.61	1.8%	15.00	830.00	0.60	223	GMT-8.1
23.92	1.5%	20.00	1324.00	0.60	903	GMT-8
36.31	1.4%	30.00	2177.00	0.60	1248	GMT-7
15.00	5.3%	20.00	380.00	0.60	181	GMT-6.2
15.96	2.8%	30.00	1062.00	0.60	467	GMT-6.1
42.49	1.3%	35.00	2627.00	0.60	1893	GMT-6
54.71	1.2%	40.00	3422.00	0.60	2344	GMT-5
60.83	1.2%	45.00	3902.00	0.60	2469	GMT-4
15.00	2.7%	10.00	370.00	0.60	190	GMT-3.4
23.19	2.9%	50.00	1740.00	0.43	1241	GMT-3.3
27.91	2.6%	55.00	2110.00	0.42	1792	GMT-3.2
16.47	1.7%	15.00	870.00	0.45	362	GMT-3.1.1
15.00	1.6%	5.00	315.00	0.60	61	GMT-3.1.2
32.74	2.4%	60.00	2496.00	0.44	2332	GMT-3.1
15.00	2.1%	5.00	240.00	0.60	29	GMT-3.0.3
28.81	2.1%	42.50	1994.00	0.44	1605	GMT-3.0.2
38.96	1.7%	45.00	2644.00	0.44	1740	GMT-3.0.1
68.61	1.1%	47.50	4412.00	0.52	5100	GMT-3
19.34	1.8%	20.00	1100.00	0.45	344	GMT-2.2
33.47	1.3%	25.00	1910.00	0.45	606	GMT-2.1
80.47	1.0%	51.50	5207.00	0.52	5947	GMT-2
18.60	0.7%	5.00	675.00	0.60	250	GMT-1.3
31.31	0.7%	10.00	1335.00	0.60	521	GMT-1.2
43.22	0.7%	15.00	2020.00	0.60	657	GMT-1.1
84.58	1.0%	53.50	5507.00	0.52	6670	GMT-1
84.58	0.01	53.50	5507.00	0.52	7105	GMT-0

טבלה 5.6 – ספיקה מחושבת בהסתברויות שונות, והמלצה לקביעת הספיקה בהסתברות התכן, במוצא אנגי ההיקוות הראשיים ששייכים לאגן שמתקז למאגר קריית משה

מודל אנלוגי - בהשוואה לנחל רחובות - מודל פולגט					מודל אנלוגי - בהשוואה לתחנת נחל רחובות					CIA עם תיקון לאגנים גדולים						Tc [min]	שטח אגן כולל עד לנקודה [דונם]	קוד נקודה
V [m ³] לפי גל משולש 2%	Q _{10%} [m ³ /s]	Q _{5%} [m ³ /s]	Q _{2%} [m ³ /s]	Q _{1%} [m ³ /s]	V [m ³] לפי גל משולש 2%	Q _{10%} [m ³ /s]	Q _{5%} [m ³ /s]	Q _{2%} [m ³ /s]	Q _{1%} [m ³ /s]	V [m ³] לפי גל משולש 2%	Q _{20%} [m ³ /s]	Q _{10%} [m ³ /s]	Q _{5%} [m ³ /s]	Q _{2%} [m ³ /s]	Q _{1%} [m ³ /s]			
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	3,934	2.6	3.2	3.7	4.4	4.9	15	171	GMT-9
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	4,693	3.1	3.8	4.4	5.2	5.9	15	204	GMT-8.2
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	5,215	3.3	4.1	4.7	5.6	6.3	16	223	GMT-8.1
18,124	9.6	11.0	12.6	13.7	9,549	4.5	5.4	6.7	7.5	25,274	10.1	12.4	14.5	17.6	20.1	24	903	GMT-8
32,337	11.3	12.9	14.8	16.1	17,038	5.3	6.3	7.8	8.8	38,182	9.7	11.8	14.1	17.5	20.3	36	1248	GMT-7
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	4,166	2.8	3.4	3.9	4.6	5.2	15	181	GMT-6.2
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	11,042	6.9	8.4	9.6	11.5	13.0	16	467	GMT-6.1
46,622	13.9	15.9	18.3	19.8	24,564	6.5	7.8	9.6	10.9	57,966	12.4	15.1	18.2	22.7	26.4	42	1893	GMT-6
66,792	15.5	17.7	20.3	22.1	35,192	7.3	8.6	10.7	12.1	73,102	11.8	14.4	17.6	22.3	26.1	55	2344	GMT-5
76,225	15.9	18.2	20.9	22.6	40,161	7.5	8.9	11.0	12.4	79,847	11.5	14.0	17.2	21.9	25.7	61	2469	GMT-4
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	4,374	2.9	3.6	4.1	4.9	5.5	15	190	GMT-3.4
20,603	11.3	12.9	14.8	16.1	10,855	5.3	6.3	7.8	8.8	22,611	9.4	11.4	13.4	16.2	18.5	23	1241	GMT-3.3
29,792	13.6	15.5	17.8	19.3	15,697	6.4	7.6	9.4	10.6	32,581	11.0	13.5	15.9	19.5	22.3	28	1792	GMT-3.2
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	6,503	3.9	4.8	5.5	6.6	7.4	16	362	GMT-3.1.1
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	1,413	0.9	1.2	1.3	1.6	1.8	15	61	GMT-3.1.2
39,868	15.5	17.7	20.3	22.0	21,006	7.2	8.6	10.7	12.1	42,968	12.2	14.9	17.7	21.9	25.2	33	2332	GMT-3.1
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	665	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	15	29	GMT-3.0.3
29,109	12.8	14.7	16.8	18.3	15,337	6.0	7.2	8.9	10.0	31,290	10.2	12.5	14.7	18.1	20.8	29	1605	GMT-3.0.2
40,972	13.4	15.3	17.5	19.0	21,588	6.3	7.4	9.2	10.4	37,742	8.9	10.8	13.0	16.1	18.7	39	1740	GMT-3.0.1
123,559	22.9	26.2	30.0	32.5	65,101	10.7	12.8	15.8	17.9	119,065	15.0	18.3	22.6	28.9	34.1	69	5100	GMT-3
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	6,614	3.4	4.1	4.7	5.7	6.5	19	344	GMT-2.2
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	14,641	4.1	5.0	5.9	7.3	8.4	33	606	GMT-2.1
156,472	24.7	28.3	32.4	35.1	82,442	11.6	13.8	17.1	19.3	143,822	15.2	18.6	23.1	29.8	35.3	80	5947	GMT-2
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	6,305	3.3	4.1	4.7	5.6	6.4	19	250	GMT-1.3
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	16,309	4.9	5.9	7.0	8.7	10.0	31	521	GMT-1.2
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	23,554	4.9	6.0	7.3	9.1	10.6	43	657	GMT-1.1
174,180	26.1	29.9	34.3	37.2	91,772	12.3	14.6	18.1	20.4	164,023	16.4	20.1	25.0	32.3	38.4	85	6670	GMT-1
179,771	27.0	30.9	35.4	38.4	94,718	12.6	15.1	18.7	21.1	170,512	17.1	20.9	26.0	33.6	39.9	85	7105	GMT-0

**ספיקת התכן המומלצת נבחרה בהתאם לשטח האגן ולפי התאמת מודל חישוב הספיקה, מסומנת בצהוב.

***הכניסה למאגר קריית משה מסומנת על ידי נקודה GMT-1

5.1.3.1 שטח אגן, ספיקה ונפח סופה בנק' נבחרות:

בנק' GMT-4, דרך ששת הימים - שטח אגן הניקוז הינו כ 2.5 קמ"ר. ספיקת התכן הינה $Q_{10\%} = 15.9 [m^3/s]$ ונפח הסופה (2%) מוערך ב 76 אלף מ"ק.

בנק' GMT-3.1, מובל הניקוז ברח' אמנון ותמר, שטח אגן הניקוז הינו כ 2.3 קמ"ר. ספיקת התכן הינה $Q_{5\%} = 17.7 [m^3/s]$ ונפח הסופה (2%) מוערך ב 40 אלף מ"ק.

בנק' GMT-2, מובל בסמוך למפגש רחובות דרך יום הכיפורים ומרבד הקסמים, שטח אגן הניקוז הינו כ 6 קמ"ר. ספיקת התכן הינה $Q_{5\%} = 28.3 [m^3/s]$ ונפח הסופה (2%) מוערך ב 156 אלף מ"ק.

בנק' GMT-1, בכניסה למאגר קריית משה, שטח אגן הניקוז הינו כ 6.7 קמ"ר. ספיקת התכן הינה $Q_{5\%} = 30 [m^3/s]$ ונפח הסופה (2%) מוערך ב 174 אלף מ"ק.

בנק' GMT-1.1, רח' המפוח, שטח אגן הניקוז הינו כ 0.7 קמ"ר. ספיקת התכן הינה $Q_{10\%} = 6 [m^3/s]$ ונפח הסופה (2%) מוערך ב 23.5 אלף מ"ק.

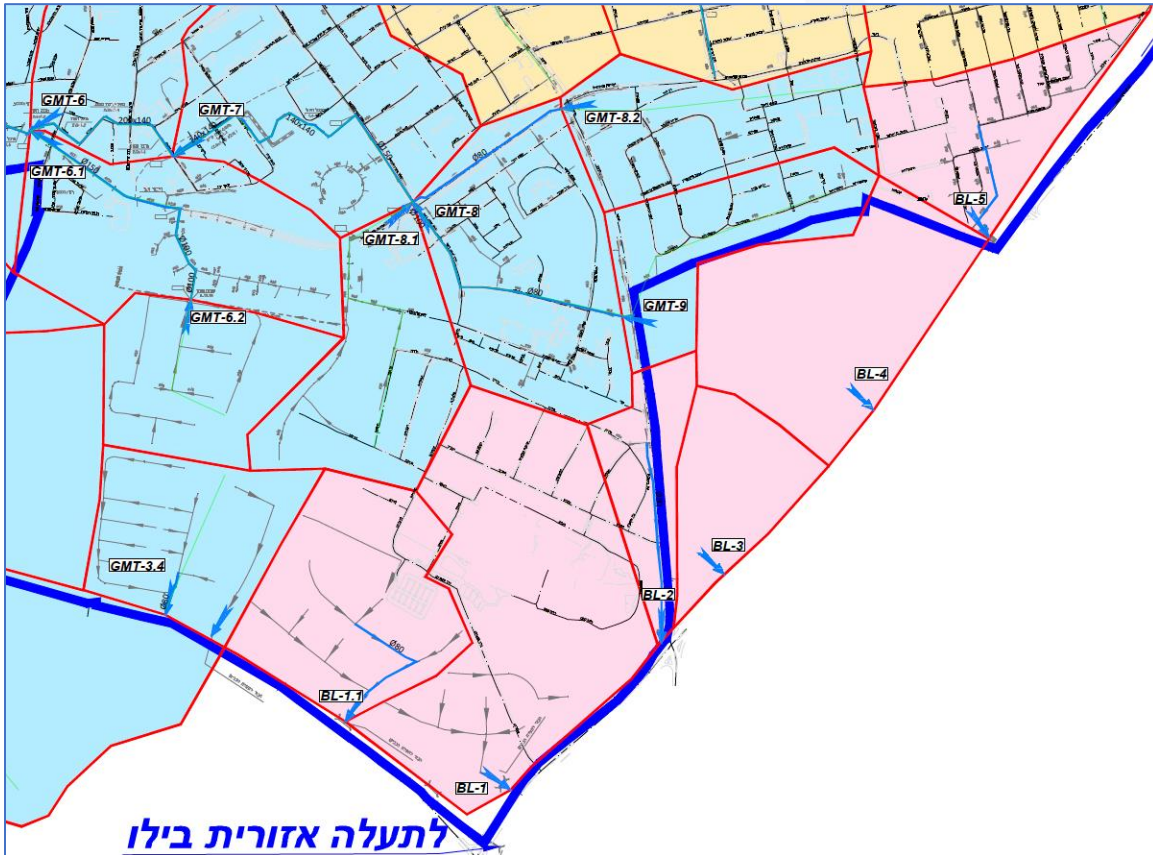
*** בכל המקרים נפח הסופה מחושב לפי הסתברות של 2%- מתוך ספיקות השיא שבמודל פולגט

מאגר קריית משה

מאגר קריית משה מתוכנן מדרום לכביש 411, בסמוך למפגש של דרך הים (כביש 410) וכביש 411 (דרום-מערבית אליהם). המאגר מיועד לרסן את הספיקות שיוצאות משכונת קריית משה (שמנקזת גם שטחים ממזרח ומדרום לשכונת קריית משה), ולהקטין את העומס על תעלת הניקוז של כביש 411. נפח המאגר המתוכנן הינו כ 150 אלף מ"ק, והוא מוזן על ידי מובל מים עם הממדים 4.5x2.2 מ' (שטח חתך של כ 10 מ"ר). לפי נספח הניקוז לתוכנית תמ"ל 1086 קריית משה (מ.מ. – 'דרום', 2019), רחובות, ספיקת התכן בהסתברות של 2% בכניסה למאגר הינה כ 32 מ"ק/שניה. חישוב ספיקה זו אינו שונה מבחינה הידרולוגית לחישוב שבוצע לצורך תוכנית האב.

אגנים עירוניים שמתנקזים לנחל עקרון – תעלה אזורית ביל"ו (BL)

בדרום מזרח רחובות ישנם מספר אגנים קטנים שמתנקזים ישירות לתעלת ביל"ו. שטח כל אחד מהאגנים קטן מ 500 דונם, והם כוללים קו ניקוז קצר. התעלה האזורית ביל"ו היא בתוואי מקביל לכביש 40 והיא ברובה חיצונית לעיר רחובות. חלק מהאגנים שמוצגים בטבלה 4.7 כוללים שטחים מחוץ לגבול השיפוט של רחובות, כפי שנראה בתרשים 4.5.



תרשים 5.5- אגני ניקוז עירוניים שמתנקזים לתעלה אזורית ביל"ו (חלק מאגן נחל עקרון)

טבלה 5.7 – נתונים מורפו-מטריים וספיקות במוצאי אגני ההיקוות ששייכים לאגן תעלת ביל"ו- נחל עקרון

קוד נקודה	שטח אגן כולל [דונם]	מקדם נגר משוקלל	אורך קו ניקוז [מ']	dH[m] כולל	Slope [m/m] כולל	Tc [min]	Q_1% [m ³ /s]	Q_2% [m ³ /s]	Q_5% [m ³ /s]	Q_10% [m ³ /s]	Q_20% [m ³ /s]	נפח סופה לפי גל משולש [3 מ']
BL-5	180.8	0.60	680	5	0.7%	18.8	4.6	4.1	3.4	2.9	2.4	4,570
BL-4	292.2	0.50	540	10	1.9%	15.0	7.0	6.2	5.2	4.6	3.8	5,605
BL-3	124.5	0.50	400	15	3.8%	15.0	3.0	2.7	2.2	2.0	1.6	2,388
BL-2	103.8	0.60	620	10	1.6%	15.0	3.0	2.7	2.2	2.0	1.6	2,389
BL-1	447.9	0.60	770	10	1.3%	16.7	12.2	10.8	9.0	7.8	6.4	10,778
BL-1.1	246.7	0.60	890	10	1.1%	19.7	6.1	5.4	4.5	3.9	3.2	6,363

**ספיקת התכן המומלצת בהתאם לשטח האגן מסומנת בצהוב. מודל החישוב הוא CIA.

מקדם הנגר

לתכסית האגן ישנה השפעה גדולה על מקדמי הנגר, שמבטאים את יחסי הגשם – נגר. מקדמי הנגר הם אחד משלושת הפרמטרים שלפיהם מחושבות ספיקות הנגר הצפויות. שני הפרמטרים הנוספים הם עוצמות הגשם ושטח אגן הניקוז עד למוצא האגן. כאשר התכסית מורכבת משטחים פתוחים חקלאים או מגוננים, מקדם הנגר של השטח מושפע ממקדם הנגר הטבעי של קרקע השתית. בתכסית מפותחת ובנויה, מקדם הנגר משתנה בהתאם ליחס בין השטח האטום (לחלחול נגר לקרקע) לשטח הפתוח והמחלחל. ככל שיחס זה גבוה יותר, השפעת מקדם הנגר של קרקע השתית פוחתת.

מקדם הנגר של הקרקע

כושר הריסון הסופתי המכונה גם "מקדם גשם - נגר" מבטא את יחס המעבר בין עוצמות הגשם המקסימליות לספיקה המקסימלית. הקרקעות באזור התוכנית, כפי שצוין בסעיף 3.2 לעיל, סווגו בהתאם למיפוי סקר הקרקעות של יואל דן וחבריו (1970), כקרקעות חמרה המאפיינות את שפלת יהודה ומישור החוף. מקדמי הנגר של קרקעות אלה על פי אפיון שנעשה בזמנו על ידי התחנה לחקר הסחף הוא:

E1- (קרקע מסוג "קרקעות אלוביות חמריות וגלית") בעלת מקדם גשם נגר של 0.28.

E2- (קרקע מסוג "פרהרנדינה") בעלת מקדם גשם נגר של 0.24.

E3- (קרקע מסוג "חמרה") בעלת מקדם גשם נגר של 0.38

H₃- קרקע חרסיתית גרומוסולית בעלת מקדם נגר גבוה של 0.9

מקדמי גשם נגר אלו נמוכים, כלומר כושר ספיגת מים גבוהה. קרקעות אלו מתאימות לחידור מים לתת הקרקע ולמי התהום. בפועל, ברוב העיר קיימים אזורי בינוי צפופים, אין משמעות רבה לחבורות הקרקע היות והשטח הוא שטח מופר, ללא ריבוי שטחים מגוננים ולעיתים צפוף מאוד.

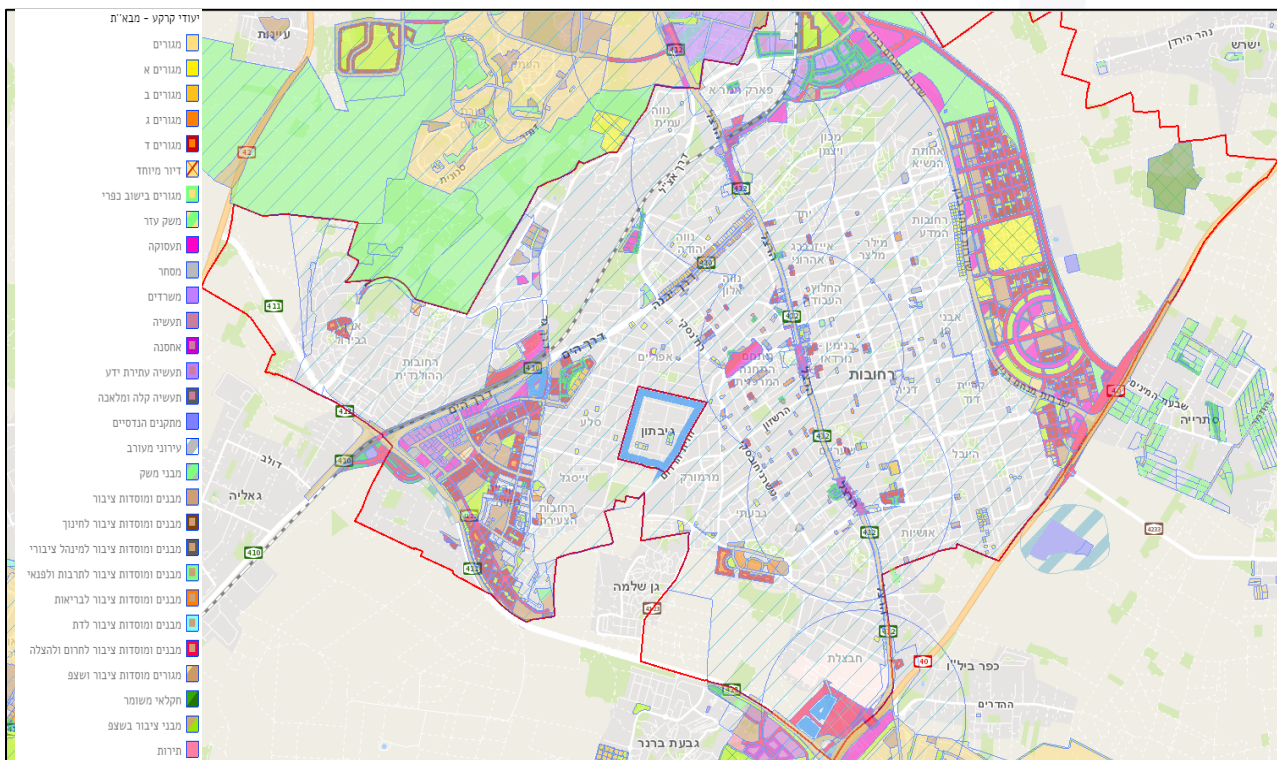
מקדם הנגר של המרחב הבנוי

לצורך דיוק חישובי הספיקות נעשתה אבחנה בין מספר סוגי תכסית בעלי מאפיינים אורבניים. רחובות, בהיותה עיר מגוונת הכוללת שטחי מסחר ותעסוקה, מגורים ופנאי כוללת סוגי תכסית שונים להם מקדמי נגר שמאפיינים קרקע חדירה ולעומתה קרקע עם חדירות קרובה לאפסית. טבלה 5.8 מפרטת את מקדמי הנגר לאזורים השונים.

טבלה 5.8 : מקדמי נגר לאזורים שונים במרחב עירוני (אנוש, 2004)

מקדם נגר בהסתברויות שונות (%)					תכסית
20	10	5	2	1	
0.87	0.88	0.88	0.89	0.89	אזור עסקים ותעשייה רווי
0.6	0.65	0.69	0.73	0.8	אזור עסקים ותעשייה הכולל פיתוח נופי
0.5	0.6	0.63	0.65	0.7	בתים פרטיים/בניינים נמוכים עם פיתוח נופי ביניהם
0.65	0.7	0.73	0.75	0.8	בנייני דירות או בנייני רכבת
0.18	0.25	0.3	0.35	0.45	פארקים וגני משחקים
0.5	0.6	0.63	0.65	0.7	בתי ספר ומוסדות חינוך
0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	קרקע חקלאית / שטחים פתוחים

לצורך אפיון מקדם הנגר באגני השונים נעשה שימוש במפת ייעודי הקרקע של תוכנית המתאר (בהכנה), כפי שהוצג לעיל בסעיף 3.5.2. תרשים ייעודי הקרקע מובא פה בשנית :



תרשים 5.6 : ייעודי קרקע, מתוך תכנית מתאר כוללנית רחובות (2021)

עבור כל מוצא אגן מקדם הנגר המשוקלל חושב לפי התכסית הקיימת, ובהתאם לתכסית המתוכננת, כפי שהיא מתבטאת בתכנית המתאר של העיר.

גשם

עוצמות גשם לתכנון

ספיקות התכן במסמך זה חושבו ע"פ עוצמות הגשם באזור 6 "מישור החוף והכרמל" (הלוי וארבבל, 2016)

טבלה 5.9 : עוצמות גשם באזור 6 "מישור החוף והכרמל" (הלוי וארבבל, 2016)

פרק זמן [דק']	עוצמת גשם [מ"מ/שעה] בהסתברויות התכן ועבור פרקי זמן שונים				
	20%	10%	5%	2%	1%
10	122	149	166	194	216
15	93	113	129	154	173
20	76	93	107	130	147
30	58	71	83	103	118
45	44	53	64	81	94
60	36	44	54	69	81
120	23	27	35	46	55
240	14	17	23	31	38

בחירת עוצמות הגשם בהסתברויות השונות לצורך הניתוח ההידרולוגי תלויה בזמן הריכוז של אגן ההיקוות. זמן הריכוז חושב לפי אורך עורק הניקוז הראשי והפרש הגבהים. זמן הריכוז חושב עבור האגנים הראשיים וממנו נגזרו זמני הריכוז באגנים המשניים.

זמן הריכוז מחושב לפי נוסחה :

$$T_c = 4 \times L^{0.75} \times S^{-0.375}$$

T_c - זמן הריכוז [דקות]

L - אורך ערוץ ראשי [ק"מ]

S - שיפוע ערוץ ראשי [-]

בכל מקרה שבו זמן הריכוז נמוך מ 15 דק', נלקח זמן ריכוז מינימלי של 15 דקות, כמקובל באגנים הקטנים. פרוט תוצאות החישוב מפורט בהמשך עבודה זו.

עוצמת הגשם מחושבת עבור תרחיש של גשם אחיד מעל תא השטח של אגן ההיקוות. על פי עבודה שנעשתה בבחינת גבולות "עדשת הגשם" (הלוי וארבל, 2016) עבור אגנים גדולים יותר יש לבצע הפחתה של עוצמת הגשם מעל האגן, בהתאם לערכים בטבלה 5.10.

טבלה 5.10: מקדם התאמה לאגנים גדולים להכפלה בעוצמת הגשם במודל CIA

מקדם התאמה לאגנים גדולים עבור כל משכי הגשם והאזורים					
שטח אגן [קמ"ר]	1	2	3	4	5
מקדם התאמה	1	0.9	0.84	0.8	0.78

קביעת תקופת חזרה לתכנון

תקופת החזרה (ובהתאם הסתברות התכן) לקביעת ספיקת התכן נקבעה בהתאם להנחיות תמ"א 1 ובהתאם לטבלאות הרלוונטיות מתוך תמ"א 1 (+תמ"א 34 ב'3). באגנים עירוניים ששטחם קטן מ 500 דונם, תקופת חזרה לקביעת ספיקת התכן הינה 5 שנים (הסתברות תכן של 20%). באגנים עירוניים ששטחם גדול מ 500 דונם וקטן מ 2000 דונם, נקבעה תקופת חזרה של 10 שנים (10%). באגנים עירוניים ששטחם גדול מ 2000 דונם (2 קמ"ר), תקופת החזרה לקביעת ספיקת התכן היא 20 שנה (5%). כך גם באגנים ששטחם גדול מ 5 קמ"ר - תקופת החזרה הינה 20 שנה (5%). תקופת חזרה זו רלוונטית לתכן התעלות הראשיות של העיר רחובות.

עורקי הניקוז בתחומי העיר יתוכננו לתקופות חזרה שייקבעו בהתאם להנחיות שמצוינות ב- תמ"א 1 (טבלה 5.10), ובפירוט ב-תמ"א 34 ב'3 - טבלת שטחים מבוניים (טבלה 5.11). לפי תמ"א 1, תקופת החזרה לתכנון תיעול עירוני היא 5-50 שנה, כלומר שהסתברות התכן היא בין 20% ל 2%, כתלות בשטח האגן. עיקרי ההנחיות הרלוונטיות לשכונה מופיעות בטבלה 5.11 שלהלן. ממדי מערכת התיעול בשכונת מגורים וכבישים משניים באגני ניקוז שגודלם בין 500 ל 2000 דונם, ייעשה לפי תקופת חזרה של 5-10 שנים (הסתברות תכן של 20%-10%). תיעול עירוני באגנים ששטחם גדול מ 2 קמ"ר (2000 דונם) יתוכנן לפי הסתברות של 5% (תקופת חזרה של 20 שנה). מובלי מים ראשיים באגנים ששטחם גדול מ 5 קמ"ר יתוכננו לפי הסתברות של 2%. תעלות אזוריות יתוכננו לפי הסתברות של 1%.

טבלה 5.11: תקופת חזרה לתכנון ניקוז, מתוך תמ"א 1

השימוש בשטח	תקופת חזרה בשנים	הסתברות מירבית לאירוע בשנה מסוימת
חקלאות: גידולי שדה ומטעים, פארקים	10	10%
בתי צמיחה	25	4%
כבישים ומסילות ברזל*	לפחות 50	2% לכל היותר
סוללות מאגרים וסכרים**	100	1%
מערכת הגנה על שטחים מבוניים**	100	1%
תיעול עירוני (רחובות, מגרשי חניה, חצרות בתים וכדומה)	5 עד 50	20% עד 2%
קביעת גובה 0.0 לבתים**	100	1%
מתקן הנדסי בתוך הנחל	לפחות 50	2% לכל היותר
הגנה על מתקנים אסטרטגיים**	100	1%

טבלה 5.12: תקופות חזרה לתכנון ניקוז בשטחים מבונים (מתוך תמ"א 34\3)

מאפייני השטח העירוני	גודל אגן ההתנקזות [דונם]	תקופת חזרה [בשנים]
ניקוז מקומי בשכונת מגורים וכבישים משניים	עד 1000	5
ניקוז ראשי (בינוני) בשכונות מגורים וכבישים משניים	מעל 500 ועד 2000	10
ניקוז ראשי (נרחב) בשכונות מגורים וכבישים משניים	מעל 2000	20
ניקוז עירוני ראשי ומעברי כבישים בין עירוניים וארציים	מעל 5000	50

על בסיס הספיקות המחושבות, ניתן להעריך את התאמתן, או אי התאמתן, של ממדי מערכות הניקוז הקיימות והמתוכננות לספיקות התכן. כמו כן, הספיקות המחושבות מאפשרות לחשב את נפחי הסופה הצפויים באירועי גשם נדירים, ומהם ניתן לגזור את נפחי ההשהיה / החדרה הנדרשים בכל אחד מאגני הניקוז.

ניתוח הידרולוגי ובחירת ספיקות תכן

שיטת חישוב הספיקה במוצא תתי האגנים והאגנים הראשיים (נוסחא רציונלית) – מצב קיים ומצב עתידי

חישוב הספיקות המקסימאליות עבור האגנים השונים מבוסס על ניתוח נתונים טופוגרפיים ומורפו-מטריים של האגנים. בהתאם לגודל האגנים העירוניים, חישוב ספיקות התכן בוצע לפי מודל הנוסחה הרציונלית (CIA), בתוספת מקדמי התאמה לאגנים ששטחם גדול מ 1 קמ"ר וקטן מ 5 קמ"ר (טבלה 5.12). במודל הנוסחה הרציונלית, הספיקה נקבעת לפי שלושה פרמטרים: שטח האגן עבורו מבוצע החישוב; מקדם הנגר המשוקלל לאגן; ועוצמת הגשם שנקבעת לפי הסתברות התכן וזמן הריכוז, עם מקדם התאמה בהתאם לגודל האגן התורם.

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

Q - ספיקה מכסימלית ב [מ"ק/שנייה]

I - עוצמת הגשם ב [מ"מ/שעה] לפרק זמן T_c (מתוך טבלה 5.8 - עוצמות גשם באזור 6" מימור החוף והכרמלי), המוכפלת ב K מקדם התאמה לאגנים ששטחם גדול מ 1 קמ"ר (מתוך טבלה 5.9).

C - מקדם נגר עילי [-] (מתוך טבלה 5.7)

A - שטח [קמ"ר]

ניתוח הידרולוגי בוצע עבור כל השטח העירוני כ- 400 תת-אגנים ונקודות חישוב, ומוצג בנספח א' – ניתוח הידרולוגי ובחירת ספיקות תכן ברחובות. בסעיפים מטה מוצג הניתוח עבור מערכת הניקוז הראשית בכלל אגן משנה, כפי שתוארו בפרוטרוט בפרק המורפולוגיה העירונית (פרק 5.1).

5.5.1 אגנים עירוניים שמתנקזים לנחל נס ציונה (NS)

טבלה 5.13 : ניתוח הידרולוגי וספיקת תכן לתתי אגנים של אגן NS (נחל נס ציונה)

קוד נקודה	שטח אגן מצטבר עד לנקודה [דונם]	תכסית	מקדם נגר משוקלל	Tc מחושב [min]	תקופת חזרה [%]	עוצמת גשם	ספיקת תכן [m ³ /s]
NS-5	364	בנוי	0.60	15	20	93	5.6
NS-4.2	194	כפרי - פקולטה לחקלאות	0.45	15	20	93	2.2
NS-4.1	59	בנוי ומעט כפרי	0.50	15	20	93	0.8
NS-4	784	כפרי - פקולטה לחקלאות	0.52	23	10	84	9.6
NS-3.3.3	1829	חקלאי ומעט בנוי	0.38	38	10	60	10.5
NS-3.3.2	2813	מתוכנן בינוי ומעט חקלאי	0.41	44	5	66	17.7
NS-3.3.1	2582	חקלאי ומעט בנוי	0.50	40	5	70	21.3
NS-3.3	5774	פתוח שצפ	0.39	52	5	59	27.9
NS-3.2.3	103	בנוי	0.60	15	20	93	1.6
NS-3.2.2	78	בנוי	0.60	15	20	93	1.2
NS-3.2.1	134	בנוי	0.60	15	20	93	2.1
NS-3.2	441	תעשייה- תעסוקה רווי	0.64	23	20	69	5.4
NS-3.1	6559	בנוי ומעט פתוח	0.40	71	5	49	29.7
NS-3	7494	בנוי וחלקאי	0.41	73	5	48	31.7
NS-2.1	158	בנוי + פתוח	0.50	15	20	93	2.0
NS-2	8212	תעשייה- תעסוקה רווי	0.42	90	5	42	33.2
NS-1.3	116	כפרי	0.45	15	20	93	1.3
NS-1.2	556	תעשייה- תעסוקה רווי	0.69	17	10	104	11.2
NS-1.1	1437	חקלאי ומעט בנוי	0.49	31	10	69	12.6
NS-1.1.1	862	חקלאי ומעט בנוי	0.40	20	10	93	8.8
NS-1	11617	חקלאי ומעט בנוי	0.40	96	10	32	34.4

אגנים עירוניים שמתנקזים לנחל גמליאל (GM)

טבלה 5.14 : ניתוח הידרולוגי וספיקת תכן של אגן GM (נחל גמליאל)

קוד נקודה	שטח אגן מצטבר [דונם]	תכסית	מקדם נגר משוקלל	Tc מחושב [min]	תקופת חזרה [%]	עוצמת גשם	ספיקת תכן [m ³ /s]
GM-16	254	בנוי	0.60	15	20	93	3.9
GM-15	595	בנוי	0.60	24	10	82	8.2
GM-14.2	959	בנוי	0.60	15	10	113	18.0
GM-14.1	1331	בנוי	0.57	28	10	74	14.8
GM-14	2013	בנוי	0.54	30	5	83	16.4
GM-13	2615	בנוי	0.54	34	5	77	18.7
GM-12.1	491	בנוי	0.60	15	20	93	7.4
GM-12	3233	בנוי	0.51	35	5	76	20.8
GM-11.1.1	343	בנוי	0.60	15	20	93	5.3
GM-11.2	414	בנוי	0.60	19	20	79	5.5
GM-11.1	618	בנוי	0.60	16	10	108	11.0
GM-11	4462	בנוי	0.51	47	5	63	24.5
GM-10.1	376	בנוי	0.60	15	20	93	5.8
GM-10	5256	בנוי	0.48	62	5	53	26.6
GM-9.1	278	בנוי	0.60	15	20	93	4.3
GM-9	5980	בנוי	0.48	69	5	49	28.3
GM-8	6132	בנוי	0.48	70	5	49	28.7
GM-7.1	158	חקלאי	0.40	15	20	93	1.6
GM-7	6827	בנוי	0.48	70	5	49	30.3
GM-6	7110	בנוי	0.48	75	5	47	30.9
GM-5.2.2	58	בנוי	0.60	38	20	49	0.5
GM-5.2	340	חקלאי	0.40	15	20	93	3.5
GM-5.1	168	בנוי	0.60	17	20	85	2.4
GM-5	7856	בנוי	0.47	82	5	44	32.5
GM-4.1.1	366	חקלאי	0.40	15	20	93	3.8
GM-4.3	388	חקלאי	0.40	15	20	93	4.0
GM-4.2	880	חקלאי	0.40	23	10	84	8.2
GM-4.1	1253	חקלאי	0.38	34	10	65	8.3
GM-4	9506	בנוי	0.44	87	5	43	35.7
GM-3	9529	בנוי	0.44	93	5	41	35.8
GM-2	9594	בנוי	0.44	102	5	39	35.9
GM-1.2	127	בנוי	0.60	15	20	93	2.0
GM-1.1	514	בנוי	0.60	16	20	89	7.6
GM-1	10273	בנוי	0.45	104	5	38	37.1
GM-0.0.2	155	בנוי	0.60	15	20	93	2.4
GM-0.0.1	206	בנוי	0.60	15	20	93	3.2

קוד נקודה	שטח אגן מצטבר [דונם]	תכסית	מקדם נגר משוקלל	Tc מחושב [min]	תקופת חזרה [%]	עוצמת גשם	ספיקת תכן [m ³ /s]
GM-0.4	242	חקלאי	0.40	15	20	93	2.5
GM-0.3	514	בנוי	0.51	17	20	85	6.1
GM-0.2	1547	חקלאי	0.41	25	10	80	13.3
GM-0.1	1867	חקלאי	0.41	26	10	78	14.8
GM-0	2119	חקלאי	0.38	28	10	74	14.9

אגנים עירוניים שמתנקזים למאגר קריית משה (ומשם לנחל גמליאל) (GMT)

טבלה 5.15: ניתוח הידרולוגי וספיקת תכן של אגן GMT (מאגר קריית משה)

קוד נקודה	שטח אגן מצטבר [דונם]	תכסית	מקדם נגר משוקלל	Tc מחושב [min]	תקופת חזרה [%]	עוצמת גשם	ספיקת תכן [m ³ /s]
GMT-9	171	בנוי	0.60	15	20	93	2.6
GMT-8.2	204	בנוי	0.60	15	20	93	3.1
GMT-8.1	223	בנוי	0.60	16	20	89	3.3
GMT-8	903	בנוי	0.60	24	10	82	12.4
GMT-7	1248	בנוי	0.57	36	10	62	11.8
GMT-6.2	181	בנוי	0.60	15	20	93	2.8
GMT-6.1	467	בנוי	0.60	16	20	89	6.9
GMT-6	1893	בנוי	0.57	42	10	56	13.9
GMT-5	2344	בנוי	0.54	55	10	47	15.5
GMT-4	2469	בנוי	0.54	61	10	44	15.9
GMT-3.4	190	בנוי	0.60	15	20	93	2.9
GMT-3.3	1241	חקלאי	0.41	23	10	84	11.4
GMT-3.2	1792	חקלאי	0.40	28	10	74	13.6
GMT-3.1.1	362	כפרי	0.45	16	20	89	3.9
GMT-3.1.2	61	בנוי	0.60	15	20	93	0.9
GMT-3.1	2332	בנוי	0.40	33	5	78	17.7
GMT-3.0.3	29	בנוי	0.60	15	20	93	0.4
GMT-3.0.2	1605	חקלאי	0.42	29	10	72	12.5
GMT-3.0.1	1740	חקלאי	0.41	39	10	59	10.8
GMT-3	5100	בנוי	0.42	69	5	49	26.2
GMT-2.2	344	כפרי	0.45	19	20	79	3.4
GMT-2.1	606	כפרי	0.45	33	20	54	4.1
GMT-2	5947	בנוי	0.41	80	5	45	28.3
GMT-1.3	250	בנוי	0.60	19	20	79	3.3
GMT-1.2	521	בנוי	0.60	31	20	57	4.9
GMT-1.1	657	בנוי	0.60	43	10	55	6.0

קוד נקודה	שטח אגן מצטבר [דונם]	תכסית	מקדם נגר משוקלל	Tc מחושב [min]	תקופת חזרה [%]	עוצמת גשם	ספיקת תכן [m ³ /s]
GMT-1	6670	חקלאי	0.42	85	5	43	29.9
GMT-0	7105	חקלאי	0.41	85	5	43	30.9

אגנים עירוניים שמתנקזים לנחל עקרון – תעלה אזורית ביל"ו (BL)

טבלה 5.16: ניתוח הידרולוגי וספיקת תכן של אגני נחל הירקון

קוד נקודה	שטח אגן מצטבר [דונם]	תכסית	מקדם נגר	Tc מחושב [min]	תקופת חזרה [%]	עוצמת גשם	ספיקת תכן [m ³ /s]
BL-5	181	בנוי	0.6	19	20%	79	2.4
BL-4	292	בנוי	0.5	15	20%	93	3.8
BL-3	125	בנוי	0.5	15	20%	93	1.6
BL-2	104	בנוי	0.6	15	20%	93	1.6
BL-1	448	בנוי	0.6	17	20%	85	6.4
BL-1.1	247	בנוי	0.6	20	20%	76	3.2

סיכום:

בפרק זה הוצג ניתוח הידרולוגי של אגני הניקוז הראשיים במצב קיים וניתוח הידרולוגי של אגני ניקוז מקומיים (עירוניים) במצב מתוכנן. עבור כל מוצא אגן (נקי חישוב) הוצגו הנתונים המורפרו-מטריים שמאפיינים את אגן הניקוז, וחושבה הספיקה במספר הסתברויות תכן ובאחד או יותר שיטות חישוב (מודל CIA, מודל אנלוגי מבוסס על נתונים סטטיסטיים מתחנת מדידה של התחנה לחקר הסחף או על נתוני מודל הידרו-סטטיסטי). בהתאם למאפייני האגן, נקבעה הסתברות התכן המתאימה, וכנגזרת – ספיקת התכן. בנוסף חושבו נפחי הסופה לפי גל משולש בכל מוצא אגן באירוע בהסתברות של 2%.

בעיר רחובות מספר אגנים ראשיים. אגן נחל גמליאל (נחל רחובות) מתאפיין בעורק ניקוז ראשי ארוך, ויחסית מסועף, שמנקז אליו שטח מצטבר של למעלה מ 10 קמ"ר. במצב קיים, אגן נחל גמליאל כולל את אגן "מאגר קרית משה" – אגן בשטח מצטבר של כ 7 קמ"ר (נוסף ל 10 קמ"ר של אגן נחל גמליאל). במצב המתוכנן, אגן מאגר קרית משה אמור להתנקז כולו אל מאגר שמתוכנן מדרום לכביש 411 (מאגר קרית משה). המאגר תוכנן לקלוט את כל נפח הסופה בהסתברות 1%. ריקון המאגר מתוכנן על ידי משאבות שיעבירו את מי הנגר אל תעלת כביש 411 (מוצא אגן נחל גמליאל – נחל רחובות) בספיקה נמוכה. לאחר השלמת מערך הניקוז, שמתוכנן כחלק מהתחדשות שכונת קרית משה ובאופן כללי יותר בתמ"ל 1086, אגן קרית משה ינותק הידראולית מאגן נחל גמליאל. אולם, מבחינת נפחי סופה - נפח הסופה של אגן נחל גמליאל לא יושפע באופן ניכר כתוצאה מהקמת המאגר, שכן, עם ריקון מאגר קרית משה לתעלת כביש 411, נפח הנגר של האגן יעבור לאגן נחל גמליאל.



באגן נחל גמליאל ובאגן מאגר קרית משה מתוכנן פיתוח משמעותי. בחלקו, הפיתוח הוא על חשבון שטחים פתוחים או שטחים עם בינוי בצפיפות נמוכה. ללא מענה ראוי, השהייה וריסון של הנגר, ספיקות הנגר צפויות לגדול ביחס למצב קיים.

צפון מזרח העיר רחובות מתנקז לתעלת נחל נס ציונה. שטח אגן הניקוז של הנחל במוצא מן העיר הינו כ 8 קמ"ר. תעלת נס ציונה קולטת במעלה אגנים חיצוניים משמעותיים, שאמורים לקבל מענה כחלק מתמ"ל 3003- שבו מתוכננים מספר מאגרי השהייה.

שטחים קטנים יחסית בדרום מזרח העיר מתנקזי ישירות לתעלת כביש 40 ומשם לתעלה אזורית ביל"ו. כמו כן ישנו שטח פתוח במזרח העיר שמתנקז באופן טבעי אל בריכת החורף שנמצאת בשטחים הפתוחים שבין הישוב ישרש ובין העיר רחובות.



6 ניתוח הידראולי של מערכת הניקוז הקיימת בעיר

תאור מערכת הניקוז הקיימת

הבנת מערכת הניקוז הקיימת התבססה על מספר חומרי רקע וכן סיורים בשטח העיר לאיתור מערכת הניקוז לרבות מעבירי מים תעלות ותיעול תת קרקעי. ע"פ חומרי הרקע נבנו אגני ניקוז ראשיים ומשניים, כאשר האגנים המשניים חולקו לתת אגנים משניים לפי מערכת הניקוז הקיימת והרחובות. חומרי הרקע העיקריים הינם כדלקמן:

- מדידה פוטוגרמטרית המבוססת על צילום משנת 2003.
- סקר תשתיות שהוזמן ע"י העריה משנת 2021.
- קובץ תשתיות קיימות משנת 2006.
- תוכניות מאושרות ומתוכננות בתחום העיר.
- סיורים בשטחי העיר המבונים והלא מבונים.

מיפוי המערכת הקיימת הוטמעה בתשריטים המצורפים לנספח זה בגליונות **HYD-DR** **RHV-1200/1201**. מערכת הניקוז מורכבת ממובלים תת קרקעיים באזורים המבונים ומתעלות פתוחות בשטחים הפתוחים ומעבירי מים בחציות דרכים ראשיות ומשניות. ניתן לראות שפריסת מערכת הניקוז אינה מכסה בצורה נאותה את כל שטחה הבנוי של העיר ובחלקים נרחבים זורם הנגר כנגר עילי ברחובות. האגנים המשמעותיים למצב הפיתוח העירוני הנוכחי הם ארבעה:

- ❖ אגן NS, המתנקז אל נחל נס ציונה ובהמשך מתחבר לנחל שורק
- ❖ אגן GM, המתנקז אל נחל גמליאל ובהמשך מתחבר לנחל שורק
- ❖ אגן GMT, המתנקז לתעלה פתוחה המתחברת לנחל גמליאל
- ❖ אגן BL, המתנקז לתעלה אזורית בילו ובהמשך לנחל עקרון שמתחבר בהמשך לנחל גמליאל

פרק זה של תיאור מערכת הניקוז הקיימת מרחיב את היריעה באגנים אלה.

מערכת הניקוז הקיימת באגן NS

מוצא אגן NS, נמצא באזור הצפוני לעיר רחובות, והוא ממוקם בכניסה הדרומית של העיר נס-ציונה. במוצא האגן זורם נחל נס-ציונה המתנקז לכיוון נחל שורק. קיימים 3 מאספים ראשיים, המתנקזים אל הנחל בסמיכות (כפי המוצג בתמונה 6.1).

- **מוצא 180X180** – מקורו מכיוון דרום מזרח (מעלה תת-אגן NS-1.1) מ"רחוב התאנה/הזית" (כיכר הדבורים), שם מותקן קו מאסף בקוטר 50 ומשם המאסף ממשיך ברחוב הזית ומתעקל צפון-מזרחה דרך שטחים פתוחים וכ-50 מטר לפני שחוצה את "רחוב עדן", קוטר המאסף משתנה לקוטר-60, וכ-200 מטרים לאחר החצייה מתחת "לרחוב עדן" משתנה לקוטר-100, ו-300 מ' לאחר מכן משתנה לקוטר-125 וממשיך בקו ישר (צפון מזרחה) בשטחים הפתוחים עד לנק' חיבור עם כביש 412 – "רחוב וויצמן" מול "מכללת סמארט" שם המאסף מתחבר לתיעול העירוני שמתחת לכביש 412 ומשם ממשיך עם הכביש לכיוון צפון-מזרח עוד 200 מ', שם משתנה קוטרו ל-150X150 ס"מ לעוד כ-250 מ' מתחת לכביש, ושם משתנה קוטרו ל-180X180 ס"מ עד למוצא המתחבר לנחל נס ציונה.
- **מוצא 360X200** - מקורו מכיוון מזרח העיר, מתחת הרחוב הראשי "דרך מנחם בגין" המתחיל במוצא תת אגן NS-3.3 בגודל מובל של 300X200, עד מוצא NS-2.1, ברחוב "המדע" שם הצינור משתנה ל-300X150 עד ל NS-2 האזור שבין רחוב "גולדה מאיר" ממזרח לבין רחוב "וויצמן ממערב, סמוך ל"מכללת סמארט" שם הצינור גדל ל-300X200, משם ממשיך המאסף במקביל לכביש 412 עד ל"רחוב וויצמן/אריאל שרון" שם הצינור גדל ל-360X200 וממשיך עד למוצא המתחבר לנחל נס ציונה לאחר חצייה של כביש 412 ממזרח למערב(כ-25 מ' דרומית ל"משתלת עדן").
- **מוצא 300X100** - מתחיל בעיקול והחצייה של המובל מתחת לכביש 412, הממוקם כ-25 מ' דרומית למשתלת עדן. ממשיך עם הכביש כ-65 מ' ואז(במקביל לתחנת דלק) הוא מתעקל מערבה לכיוון המוצא המתחבר לנחל נס ציונה.



תמונה 6.1 – גדלי מובלי מוצא נס ציונה מימין לשמאל: 300X100 , 360X200 , 180X180



תמונה 6.2 – מוצא מערכת התיעול העירונית לכיוון נחל נס ציונה (עם כיווני הזרימה לנחל)

מערכת הניקוז הקיימת באגן GM (מערבי)

מוצא אגן GM מממוקם במערב העיר סמוך לצומת "רחובות-מערב", מתנקז בעיקרו מערבה לנחל גמליאל. במוצא האגן זורם נחל גמליאל המתחבר בהמשך לנחל שורק. באגן זה קיים מאסף ראשי המהווה את נחל גמליאל, ונתאר את מסלולו ממעלה תת-אגן GM-03 הנמצא בתוך העיר ב"רחוב יהונתן נתניהו/דרך דוד בן גוריון". ברחוב זה, מותקן קו מאסף בקוטר 50 ומשם המאסף ממשיך כ-50 מ' מערבה עד לכיכר, וקוטרו גדל ל-60. מהכיכר מתעקל צפונה עם הכביש ל"רחוב דוד בן גוריון". לאחר כ-200 מ' קוטר המאסף גדל ל-100 ומתעקל מערבה עם הכביש ל"רחוב הגאון הבן איש חי" וממשיך עם הרחוב מערבה עד כ-20 מ' אחרי הכיכר. בנקודה זו הצינור מתעקל צפון-מערבה ועובר בין הבתים דרך "רחוב בעל התניא" עד שמגיע לשביל עפר. בנקודה זו הצינור נשפך לתעלה פתוחה וממשיך משם מערבה עד למעביר מים בגודל 350X150 (כפי המוצג בתמונה 6.3, א + ב). מעביר המים חוצה את כביש 411 הסמוך לצומת רחובות מערב, ולאחר מכן ממשיך עוד 200 מ' דרומה בתעלה הפתוחה המתחברת למוצא האגן - נחל

גמליאל- החוצה ממזרח למערב את 2 הגשרים של כביש 42 (כפי המוצג בתמונה 6.3, ג + ד). נחל גמליאל ממשיך עד להתחברות עם נחל שורק.



תמונה א: כניסה ל- מ.מ 350X150 כ-200 מ' צפונית לנחל גמליאל(צומת רחובות-מערב, כביש 411)



תמונה ב: יציאה מ- מ.מ 350X150 כ-200 מ' צפונית לנחל גמליאל(צומת רחובות-מערב, כביש 411)



תמונה ג: מבט למעלה נחל גמליאל הבא מהעיר וחוצה את הגשר המזרחי(כביש 42 לצפון)



תמונה ד: מבט למורד נחל גמליאל החוצה את הגשר המערבי (כביש 42 לדרום)

תמונות 6.3 – מוצא מערכת התיעול העירונית לכיוון נחל גמליאל

מערכת הניקוז הקיימת באגן GMT

מוצא אגן GMT הנמצא בדרום-מערב העיר, מתנקז בעיקרו לכיוון מערב, לאזור המוצא הדרומי



www.hydromodul.co.il office@hydromodul.co.il 03-6356858 ת.ד 895, קרית אוננו

של אגן GM. מוצא האגן מתנקז אל תעלת נחל גמליאל המתחברת בהמשך לנחל גמליאל ומשם לנחל שורק. הסיבה שבגינה אגן GM שונה מאגן GMT היא ההסטה המתוכננת מרחוב יום הכיפורים של ערוץ הניקוז הממשיך מערבה לתעלת נחל גמליאל, לעבר מאגר מתוכנן הנמצא מדרום לרחוב ונקרא - "מאגר קריית משה" (מאגר זה בתכנון מתקדם שלאחר אישור תב"ע). המאסף הראשי באגן GMT מתחיל סמוך למורד תת-אגן GMT-9 הנמצא במזרח העיר ב"רחוב עירא שר/הרצל בצינור בקוטר 60. צינור זה ממשיך 50 מ' דרומה ואז מתעקל מערבה וחוצה את כביש 412 וממשיך בשטח פתוח עד לצומת "שמחה הולצברג/יוסף קולנברג". בנקודה זו הקוטר גדל ל-80 וממשיך במקביל לרחוב "שמחה הולצברג" כ-250 מ' מערבה, מתעקל צפונה כ-50 מ', חוצה את "רחוב אלמוג", ומתעקל שנית מערבה עם כיוון רחוב אלמוג עד המפגש ברחוב חורש. מרחוב חורש המאסף מתעקל דרומה עד כיכר "חורש/דרך יצחק בן-ארי", ובכיכר קוטר המאסף גדל ל-100 ומתעקל צפונה עם הכביש ל"רחוב דרך יצחק בן-ארי". בנקודה זו מתחברים 2 מאספים שאחד מהם מגיע מצפון, מאזור "שדרות הקיבוצים" והשני מגיע מדרום, מאזור "רחוב יוסף קרונברג". בכיכר זו המאסף גדל ל-150 וממשיך עם רחוב שאול טשרניחובסקי כ-250 מ' (מס' מטרים לאחר רחוב הגאונים), עד שגודלו משתנה למובל 140X140. מנקודה זו המאסף מתעקל דרום-מערבה וחוצה את הכביש של רחוב "שאול טשרניחובסקי" ממזרח למערב, ממשיך מערבה ברחוב יאנוש קורצ'אק עד למורד GMT-7. בנקודה זו המאסף גדל למובל 200X140 וממשיך בכיוון צפון מערב עם הכביש עד לסוף רחוב גולדה מאיר, ומשתנה ל-200X120. המאסף ממשיך עם רחוב העלייה דרום מערבה עד שברחוב שלום המובל גדל ל-240X120 (מורד 6-GMT). ב"דרך שמשון צור" המאסף גדל למובל 240X150. בסוף הרחוב המובל נשפך לתעלה פתוחה עד רחוב בן ציון פוגל, ואז חוזר למובל בגודל 360X160. המובל ממשיך מערבה דרך 2 מוצאים של תתי אגנים GMT - 4+5, כאשר 30 מ' דרומית ל- "רחוב ששת הימים/חזון איש" (דרומית למוצא GMT-4), המובל גדל ל- 360X180. בנקודה זו המאסף ממשיך דרומה ברחוב ששת הימים, ובכיכר הוא מתעקל מערבה לרחוב יום הכיפורים עד צומת "יום הכיפורים/סיתונית". בנקודה זו המאסף משתנה למעביר מים בקוטר 150 וממשיך מערבה עד למפגש עם שביל מצפון לכביש (מוצא תת-אגן GMT-3), ובנקודה זו גדל לשלושה מובלים בגודל 250X200 כ"א. המאסף ממשיך מערבה עד שחוצה את כביש 411 מצפון לדרום, כאשר מוצא המובלים ממוקמים צפון-מערבית מגרש הכדורגל של מכבי רחובות (כפי המוצג בתמונה 6.5, א).

מאסף נוסף, באגן GM (דרומי), מתחיל במעלה הדרומי של תת-אגן GM-14.1 נמצא כ-100 מ' צפון מזרחית לכביש 40, על "דרך מנחם בגין". קוטר הקו בנקודה זו 50 ס"מ. הקוטר גדל ל-60 כ-250 מ' צפון מערבית מנקודה זו. הקו ממשיך עד לצומת "דרך בגין/ירושלים" וגדל ל-80. לאחר כ-350 מ' ברחוב זה גדל הקו לקוטר 100, וב"דרך בגין/ההגנה" קוטר הקו גדל ל-150. מנקודה זו המאסף ממשיך עד לצומת "דרך בגין/ווינר" (מוצא GM-14.1), ומשתנה למובל 200X160. המאסף ממשיך צפון-מערבה עד לצומת הרצל/לבקוביץ (מוצא GM-11) ומשתנה ל-220X160. המאסף ממשיך מערבה עד רחוב "בילו/גיבורי ישראל", ומשתנה ל-210X200, וממשיך עד רחוב "דרך היס/צבי ארליך" (סמוך למוצא GM-7) וגדל ל-330X210. המאסף ממשיך במקביל לכביש

410 (ברחוב "דרך היס") דרום-מערבה עד צומת "דרך היס/ששת הימים" וגדל ל-460X200 (מוצא GM-5). המאסף ממשיך דרום-מערבה עם הכביש עד למוצא האגן (כפי המוצג בתמונה 6.5, ב), אשר מובל זה חוצה את כביש 411 סמוך ל"צומת הרעות" ממזרח.





תמונה 6.5 – מוצא מערכת התיעול העירונית לכיוון תעלת נחל גמליאל, כאשר המובלים במוצא בתמונה א' יווסתו לעבר "מאגר קריית משה" המתוכנן.

מערכת הניקוז הקיימת באגן BL

מוצא אגן BL הנמצא בדרום העיר, מתנקז בעיקרו לכיוון תעלת בילו ומשם לנחל עקרון המסתעף עד לחיבורו עם נחל גמליאל ומשם לנחל שורק. באגן זה קיים מאסף ראשי המתנקז בצומת ברנר, אשר מתחיל כמאסף בקוטר 125 המקבל את הנגר מן השטח הפתוח, וחוצה מצפון לדרום את כביש 40 (כפי המוצג בתמונה 6.6, א + ב). במורד הצינור ניתן לראות כי קיים מאסף קטן בקוטר 40 לצד הכביש המגיע (ככל הנראה) מצומת בילו בתעלה פתוחה. מהתעלה, הנגר ממשיך דרום-מערב לצד הכביש ומגיע עד למעביר המים בצומת ברנר, המהווה את נקי המינימום המקומית של אגן BL (כפי המוצג בתמונה 6.6, ד). בנוסף, ישנו מעביר מים נוסף בקוטר-120 החוצה ממערב למזרח את כביש 40 סמוך לצומת ברנר (כפי המוצג בתמונה 6.6, ג), אשר מנקז את האזור הדרום מערבי של בילו (תת-אגן BL-1). מאסף זה מגיע אף הוא למוצא כמו התעלה הפתוחה, כאשר המעביר מנקז מהאזור הצפוני לעומת התעלה שמנקזת מהאזור הצפון-מזרחי. (כפי המוצג בתמונה 6.6, ד)



תמונה א: כניסה מ.מ. 120 כ-300 מ' צפונית לצומת ברנר(כביש 40)



תמונה ב: יציאת מ.מ. 120 כ-300 מ' צפונית לצומת ברנר (כביש 40)



תמונה ג: יציאת מ.מ. 120 בצומת ברנר



תמונה ד: נקי' מינימום, כניסת מ.מ. 120 בצומת ברנר המקבל את הנגר מצפון(תמונה ב) וממזרח(תמונה ג)

תמונה 6.6 - מוצא מערכת התיעול העירונית לכיוון תעלת אזורית בילו

בחינת מערכת הניקוז הקיימת בעיר

ניתוח הידראולי של מערכת הניקוז העירונית

לצורך בדיקת מצב מערכת התיעול הקיימת בעיר רחובות נבחנו קווי הניקוז (מובל או צינור) במוצא כל אגן - ראשי או משני. הנחת העבודה היא שצנרת ניקוז מקומית, כזו שמאופיינת בקטרים קטנים (סביב 60 ס"מ) לא משפיעה על כושר הניקוז ברמה העירונית. חישוב כושר ההולכה בצנרת נעשה ע"י שימוש בנוסחת מאנינג לזרימה גרביטציונית בצנרת. הנוסחה מקשרת בין השיפוע וקוטר הצינור לכושר ההולכה שלו. הקוטר והשיפוע נקבע על פי נתוני מדידה של מערכת הניקוז שהתקבלו מהסקר העירוני וממקורות אחרים, כפי שפורט לעיל. במקומות מסוימים, נתוני המדידה הם חלקיים ולכן יתכן כי יש שגיאות מקומיות בקביעת הקוטר והשיפוע המדויק (במקומות מסוימים נעשתה הערכה מושכלת של גבהים). בשלבי תכנון מתקדמים ולצורך תכנון מפורט יש לבצע בדיקת שיפועים וקטרי צנרת מדויקים על בסיס מדידה בשטח של מודד מוסמך. כמו כן, החישובים ההידראוליים המוצגים בפרק זה אינם מהווים תחליף לחישוב הידראולי נדרש במסגרת תכנון מפורט.

עקרונות החישוב:

- * בדיקת כושר ההולכה נעשתה על קטע ממערכת הניקוז שממוקם במורד של כל אגן, למעט מספר קטעים המצוינים בהערות.
- * מקדם מאנינג בו נעשה שימוש הינו 0.013 עבור המובלים המלבניים ו-0.013 עבור הצינורות.
- * כושר ההולכה האפקטיבי בו נעשה שימוש לבחינת מערכת הניקוז הינו 75% מכושר ההולכה המירבי. למעט צינורות 50 ס"מ בהם נלקח רק 50% מכושר ההולכה המחושב.

עבור כל נקודת מדידה במוצא של כל אגן חושבו הספיקות לפי ההסתברויות השונות, ונבחרה **ספיקת התכן**, בהתאם למאפייני האגן – שטח האגן ושימושי הקרקע – לפי ההנחיות המפורטות בתמ"א 1. במוצא כל תת אגן, חושב **כושר ההולכה של הצינור הקיים** בחתך מלא ובמקביל חושבה גם כמקדם בטחון ספיקה בערך של 75% מהספיקה בחתך מלא- כדי להעריך את מידת ההתאמה של הצנרת.

עבור כל נקודת מדידה חושב היחס בין כושר ההולכה הנדרש (מחושב לפי ספיקת התכן) לבין כושר ההולכה הקיים (במצב הצנרת בדרגת מילוי של 100%) והוגדרה נחיצות החלפת הקו בהתאם לרמות הדחיפות המפורטות בטבלה 6.5 להלן.

טבלה 6.5: רמת דחיפות (מאדום-דחוף, לירוק-לא צריך החלפה) להחלפת הצינור על פי היחס בין כושר ההולכה הנדרש לעומת כושר ההולכה הקיים עבור זרימה בחתך מלא.

כושר הולכה לא תקין, להחלפה בהקדם	>110%
כושר הולכה לא תקין, רצוי להחלפה	90%-110%
כושר הולכה תקין, ללא מקדם ביטחון	75%-90%
כושר הולכה תקין, כולל מקדם ביטחון	<75%

כלומר, עבור כל נקודת מדידה חושב היחס בין כושר ההולכה הנדרש (מחושב לפי ספיקת התכן) לבין כושר ההולכה הקיים (במצב הצנרת בדרגת מילוי של 100%). כאשר כושר ההולכה הנדרש הוא בטווח של 0-75% מכושר ההולכה הקיים, נקבע שכושר ההולכה תקין, כלומר שבמצב הקיים ישנם מקדמי ביטחון מספקים ואין צורך בהחלפת קו הניקוז (מידת נחיצות – רקע ירוק). כאשר כושר ההולכה הנדרש הוא בטווח של 75-90% מכושר ההולכה הקיים, נקבע שכושר ההולכה של הקו תקין, אך שמקדמי הביטחון הם גבוליים, וקיימת מידת נחיצות נמוכה להחלפת הקו (מידת נחיצות – רקע צהוב). כאשר כושר ההולכה הנדרש הוא בטווח של 90-110% מכושר ההולכה הקיים, נקבע שכושר ההולכה אינו תקין ומידת הנחיצות להחלפת הקו הינה בינונית (מידת נחיצות – רקע כתום). כאשר כושר ההולכה הנדרש הוא גבוה מ 110% מכושר ההולכה הקיים, נקבע שכושר ההולכה אינו מספק ומידת הנחיצות להחלפת הקו הינה גבוהה (מידת נחיצות – רקע אדום). מידת הנחיצות להחלפה עבור כל מוצא אגן, ראשי ומשני, מוצגת בתרשימים המצורפים באמצעות "רמזורים" בצבעים שונים, בדומה לצבעים בטבלה 6.5.

הערות:

- הניתוח ההידרולוגי נעשה בהתאם למצב מתוכנן, שהתקבל מהעירייה.
- הניתוח ההידראולי בוצע אך ורק על פי כושר ההולכה של הקווים הראשיים ולא לפי צפיפות הקולטנים.

ממצאים עיקריים

- חלק לא מבוטל מקווי הניקוז בעיר אינם מתאימים לכושר ההולכה הנדרש, כפי שנקבע בניתוח ההידרולוגי, כלומר מערכת הניקוז במרחב (תת-האגן המקומי) דורשת טיפול דחוף. הטיפול המוצע בתוכנית זו הוא בשני כיוונים:
 - החלפה של קווי הניקוז והגדלתם בהתאם לחישובים הידרולוגיים והידראוליים מעודכנים (חלופה הידראולית)
 - מתן מענה לכושר ההולכה החסר על ידי נפחי איגום במרחב תת-האגן, שימשו לריסון הנגר באירועי קיצון (חלופה הידרולוגית).
 כיווני פתרון אלה מפורטים בסעיפים להלן.

פתרון בעיית מערכת הניקוז העירונית – חלופה הידראולית, שידרוג מערכת

הניקוז

מערכת הניקוז העתידית של העיר, המוצגת בתוכנית אב זו, מבוססת על פרמטרי התכנון כדלקמן:

- ספיקת התכן – ספיקת התכן למובלי הניקוז היא התוצר של החישוב ההידרולוגי בהתאם לתקופת החזרה המוגדרת לאותו מקטע \ מרחב.
 - מקדם בטחון – כושר ההולכה הנדרש עבור מובלי הניקוז הוגדר, כך שספיקת התכן לא תעלה על 75% מכושר ההולכה בחתך מלא.
 - שיפוע אורכי – שיפוע אורכי לחישוב התבסס על השיפוע האורכי של הכביש.
- מקדם מנינג – מקדם מנינג לחישוב הגיאומטרי של צינורות ומובלים בתוכנית זו הוא 0.013.
- מתוך הנחה שהנגר בעיר רובו ככולו ממרחבים בנויים ולכן מוביל מעט סחף למובלי הניקוז.
- ממדי הצנרת הראשית חושבו ומוצגים בשרטוטים המצורפים.

כושר הולכה של אגנים עירוניים המתקזים לנחל נס ציונה (NS)

טבלה 6.6: כושר ההולכה של מוצאי האגנים העירוניים

גודל מומלץ	אחוז מכושר הולכה [%], יעד 75% מקס'	ספיקת תכן [m ³ /s]	כושר הולכה 75% מהחתך [m ³ /s]	כושר הולכה בחתך מלא [m ³ /s]	שיפוע אפיק ראשי [-]	קוטר צינור(בס"מ) / גודל מובל (m*m)	מקטע הצינור/המובל הראשי במוצא אגן
150	191%	5.6	2.2	2.9	1.88%	100	NS-5
100	93%	2.1	1.7	2.3	3.85%	80	NS-3.2.1
150	325%	5.2	1.2	1.6	1.50%	80	NS-3.2
100	125%	2	1.2	1.6	1.67%	80	NS-2.1
125	255%	3.4	1.0	1.3	1.05%	80	NS-1.2*
200	525%	11.2	1.6	2.1	0.82%	100	NS-1.2
2X325X200	286%	33.2	8.7	11.6	0.54%	300*150	NS-2
200	213%	8.8	3.1	4.1	0.88%	125	NS-1.1.1

כושר הולכה של אגנים עירוניים המתנקזים לנחל גמליאל (GM)

טבלה 6.7 : כושר ההולכה של מוצאי האגנים העירוניים

גודל מומלץ	אחוז מכושר הולכה [%], יעד 75% מקס'	ספיקת תכן [m ³ /s]	כושר הולכה 75% מהחתך [m ³ /s]	כושר הולכה בחתך מלא [m ³ /s]	שיפוע אפיק ראשי [-]	קוטר צינור (בס"מ) / גודל מובל (m*m)	מקטע הצינור/המובל הראשי במוצא אגן
180	280%	8.2	2.2	2.9	1.50%	100	GM-15
300X200	621%	18	2.2	2.9	3.17%	100	GM-14.2
350X200	209%	14.8	5.3	7.1	1.04%	150	GM-14.1
200	261%	9.4	2.7	3.6	0.73%	125	GM-14
200	149%	12.9	6.5	8.7	1.39%	150	GM-13
125	233%	3.1	1	1.3	0.96%	80[מזרחי]	GM-12.1
125	211%	3.1	1.1	1.5	1.28%	80[צפוני]	GM-12.1
180	264%	7.4	2.1	2.8	1.30%	100	GM-12.1
250X200	153%	13.3	6.5	8.7	0.88%	150	GM-12
150	179%	5	2.1	2.8	1.30%	100	GM-11.2*
150	125%	5.5	3.3	4.4	0.99%	125	GM-11.2
125	225%	3	1	1.3	0.94%	80	GM-11.1
125	104%	3.6	2.6	3.5	2.37%	100	GM-11.1
200	129%	11	6.4	8.5	1.32%	150	GM-11.1
2X500X200	598%	24.5	3.1	4.1	0.12%	200*160	GM-11
500X200	275%	22	6	8	0.46%	220*160	GM-10
360X200	175%	24	10.3	13.7	1.22%	220*180	GM-10
500X200	211%	26.6	9.5	12.6	0.71%	210*200	GM-10
100	131%	2.1	1.2	1.6	1.35%	80	GM-9*
2X325X200	289%	28.3	7.4	9.8	0.43%	210*200	GM-9*
100	94%	1	0.8	1.1	0.56%	80	GM-7
-	49%	1.5	2.3	3.1	1.83%	100	GM-7*
-	68%	2.9	3.2	4.3	0.37%	150	GM-7*
600x200	260%	30.9	8.9	11.9	0.63%	210*200	GM-6
2X325X200	159%	32.5	15.3	20.4	0.55%	330*210	GM-5
100	113%	1.5	1	1.3	1.08%	80[מערבי]	GM-4.2
125	205%	3	1.1	1.5	1.15%	80[מזרחי]	GM-4.2
125	170%	5	2.2	2.9	1.54%	100	GM-4.2
150	85%	5.2	4.6	6.1	2.50%	125	GM-4.2



גודל מומלץ	מכושר הולכה [%], יעד 75% מקס'	ספיקת תכן [m ³ /s]	כושר הולכה 75% מהחתך [m ³ /s]	כושר הולכה בחתך מלא [m ³ /s]	שיפוע אפיק ראשי [-]	קוטר צינור (בס"מ) / גודל מובל (m*m)	מקטע הצינור/המובל הראשי במוצא אגן
200	150%	8.2	4.1	5.5	0.58%	150	GM-4.2
600X240	126%	35.7	21.3	28.4	0.44%	460*200	GM-4
125	158%	2.1	1	1.3	1.06%	80	GM-1.1
180	265%	5.3	1.5	2	0.71%	100	GM-1.1
180	178%	7.6	3.2	4.3	0.89%	125	GM-1.1
2X525X200	152%	37.1	18.3	24.4	0.24%	500*250	GM-1
125	138%	2.4	1.3	1.7	2.16%	80	GM-0.0.2
150	208%	6.1	2.2	2.9	1.97%	100 [צפוני]	GM-0.3
150	131%	4.2	2.4	3.2	1.57%	100 [דרומי]	GM-0.3



כושר הולכה של אגנים עירוניים המתנקזים לקריית משה (ומשם לנחל גמליאל) (GMT)

טבלה 6.8 : כושר ההולכה של מוצאי האגנים העירוניים

גודל מומלץ	אחוז מכושר הולכה [%]	ספיקת תכן [m ³ /s]	כושר הולכה 75% מהחתך [m ³ /s]	כושר הולכה בחתך מלא [m ³ /s]	שיפוע אפיק ראשי [%]	קוטר צינור (בס"מ) / גודל מובל (m*m)	מקטע הצינור/המובל הראשי במוצא אגן
125	99%	3.3	2.5	3.3	4.73%	100	GMT-8.1
150	313%	5	1.2	1.6	1.87%	80 [צפוני]	GMT-8
180	232%	6.5	2.1	2.8	1.29%	100	GMT-8
150	345%	4.6	1.0	1.3	1.08%	80 [דרומי]	GMT-8
200	143%	12.4	6.5	8.7	1.52%	150	GMT-7*
250X200	242%	11.3	3.5	4.7	0.74%	140*140	GMT-7
125	102%	3.4	2.5	3.3	2.25%	100	GMT-6.1*
180	122%	5.2	3.2	4.3	0.75%	125	GMT-6.1*
180	80%	6.9	6.5	8.7	1.61%	150	GMT-6.1*
240X200	136%	11.8	6.5	8.7	0.90%	200*140	GMT-6
220X200	156%	12.5	6.0	8.0	1.18%	200*120	GMT-6
250X200	140%	12.1	6.5	8.7	0.91%	240*120	GMT-6
250X200	113%	13.6	9.0	12.0	0.96%	240*150	GMT-5
240X200	93%	13.6	11.0	14.7	1.10%	260*160	GMT-5*
300X200	89%	13.9	11.7	15.6	0.81%	300*160	GMT-5
350X200	102%	14.3	10.5	14.0	0.65%	300*160	GMT-4
600X200	254%	15.9	4.7	6.3	0.15%	180	GMT-3.1
2X350X200	657%	19.7	2.3	3.0	0.18%	150	GMT-3
150	278%	3.7	1.0	1.3	0.96%	80	GMT-2.1
180	373%	4.1	0.8	1.1	0.22%	100	GMT-2.1
200	392%	4.9	0.9	1.25	0.27%	100	GMT-1.2*

כושר הולכה של אגנים עירוניים המתנקזים לנחל עקרון – תעלה אזורית ביל"ו (BL)

טבלה 6.9 : כושר ההולכה של מוצאי האגנים העירוניים

גודל מומלץ	אחוז הולכה [מכוסר] [%]	ספיקת תכן [m ³ /s]	תקופת חזרה להסתברות תכן	כושר הולכה 75% מהחתך [m ³ /s]	כושר הולכה בחתך מלא [m ³ /s]	שיפוע אפיק ראשי [-]	קוטר צינור(בס"מ)/גודל מובל (m*m)	מקטע הצינור/המובל הראשי במוצא אגן
100	113%	1.2		0.8	1.1	0.63%	80[מערבי]	BL-5
-	69%	1.2		1.3	1.7	2.42%	80[צפוני]	BL-5
100	86%	2.4	מעל 20%	2.1	2.8	1.19%	100	BL-5

פתרון בעיית מערכת הניקוז העירונית – חלופה הידרולוגית, הוספת נפחי

השהיה

חלופה הידרולוגית לשיפור מערכת הניקוז העירונית מבוססת על שימור מערכת ההולכה הקיימת והגדרת מרחבי הצפה עם נפחי הצפה נדרשים לכל מרחב. במקרה של אגנים מקומיים שבהם קו הניקוז אינו בקוטר המתאים, תיווצר בשטח השהיה ע"י שלוליות, שהן בד"כ לא יהיו גדולות ולא יגרמו לנזקים (זו אמירה כללית, בכל מקרה ספציפי יש לבחון את הנושא - ישנם מקומות רגישים בהם אין לאפשר גם שלוליות לא גדולות). בשטחים אלו מוצע להגדיר אזורי השהיה ייעודיים שיקטינו את העומס על מערכות הניקוז ובכך יפחיתו את הצורך המידי בהחלפת קווים. התרשימים המלאים המציגים את נפחי השהיה הנדרשים בעיר רחובות להשהיית נגר עילי מצורפים לדו"ח זה כנספחים.

דוגמא לחישוב נפח האיגום הנדרש עבור אגן לדוגמא :

במוצא של תת אגן זה, כושר ההולכה הקיים של מערכת התיעול הינו 4.9 מ"ק/שניה (75% מילוי), בעוד כושר ההולכה הנדרש הינו כ 12.5 מ"ק/שניה (הסתברות 10%), כלומר שספיקת התכן עולה בהרבה על כושר ההולכה. לכן, ע"מ לשפר את ביצועי המערכת ולהתאימה במידה מסוימת לספיקת התכן מומלץ ליצור נפח השהיה שיפצה על הפער הקיים. ההשהיה מאפשרת לרסן את ספיקת השיא ולשחרר למערכת התיעול ספיקה נמוכה יותר. על פי מודל ההידרוגרף המשולש, נפח האיגום הנדרש (כפיצוי על מגבלת כושר ההולכה) מחושב על פי הנוסחה :

$$V(m^3) = \frac{(Q_c - Q) \left(\frac{m^3}{s}\right) * 2 * tc(s)}{2}$$

כאשר:

$$Qc = \text{ספיקת התכן במוצא האגן (מ"ק/שנייה)}$$

$$Q = \text{כושר ההולכה בקו במוצא האגן, ב-75% מילוי (מ"ק/שנייה)}$$

$$tc = \text{זמן ריכוז (שניות) (לפי 24 דקות בדוגמא זו)}$$

לפיכך, נפח האיגום הנדרש באגן יחושב כך:

$$V(m^3) = \frac{(12.5 - 4.9) \left(\frac{m^3}{s}\right) * 2 * 24(min) * 60 \left(\frac{s}{min}\right)}{2} = 10,818(m^3)$$

בשילוב מתקני השהייה במערכת ההידראולית, ישנה עדיפות לבצע את המתקנים במעלה האגן מכיוון שכך ניתן לחלק את נפח האיגום הנדרש לאורך האגן ואין צורך לבצע איגום מאוד משמעותי במורד. לעומת זאת, בכל הקשור לשיפורים הידראוליים במערכת, ישנה עדיפות להתחיל מהמורד ולהתקדם למעלה, לשם מניעת היווצרות "צווארי בקבוק" במורד האגנים, שיובילו לכשל במעלה.

במקרים רבים, בפועל, צוואר הבקבוק לניקוז אינו צינור הניקוז אלא **מערכת הקליטה** שמטרתה לתפוס את הנגר העילי ולהוביל אותו למערכת התיעול. במקרים אלו, החלפה של קווים לא תפתור את בעיית ההצפות, ככל שזו קיימת. באירועי גשם קיצוניים, מערכות הניקוז הקיימות לרוב אינן מסוגלות לקלוט את הנגר העילי והוא זורם על פני הכבישים בהתאם לטופוגרפיה הקיימת. לכן, בכל מקרה של שדרוג מערכות ניקוז יש לתת פתרון אגני מלא שכולל השהייה והחדרה של נגר עילי, ותכנון של מערכת ניקוז שיודעת לקלוט את עודפי נגר, ולהוליך אותם אל מערכת תיעול.

כמו כן, יש לוודא כי באזורים הנמוכים, שאליהם מתנקזים שטחים משמעותיים, מבנים תת קרקעיים יהיו מוגנים, והכניסה אליהם תהיה מוגבהת ביחס לכביש.

מקרא עבור טווחי הנפח לשטחי האיגום :

מעל 100,000 מ"ק
10,000 עד 100,000
5,000 עד 10,000
עד 5,000 מ"ק
קטן מ-0 (חסר-מידע)

חישוב נפח סגולי לבינוי : $Vr = \frac{V}{A} * 0.5$

0.5 = הנחה כי ישנו 50% נפח סגולי לבינוי

V – נפח לאיגום [מ"ק]

A - שטח אגן כולל עד לנקודה [דונם]

מקרא לטווחי הנפח הסגולי במ"ק :

בין 10 ל-3
מתחת ל-3
חסר מידע לשם הבדיקה

עבור שטח נדרש בעומקים שונים : [נתון – בלט 75%]

מקרא עבור נפחי איגום אופציונליים בשטחי השצפ"ים פרי-תת-אגן הנתונים :

קיים שצ"פ לאגירת חלק מהנגר המנוהל בתת האגן
קיים שצ"פ לאגירת כל הנגר המנוהל בתת האגן

נפחי ההשייה של אגנים עירוניים המתנקזים לנחל נס ציונה (NS)

טבלה 6.10 : נפחי ההשייה של האגנים העירוניים NS

שטח נדרש (דונם) עבור עומק 2 מטר	שטח נדרש (דונם) עבור עומק 1 מטר	שטח נדרש (דונם) עבור עומק 0.5 מטר	נפח סגולי לבינוי [מ"ק/דונם] אגן $Vr = \frac{V}{A} * 0.5$	נפח לאיגום [מ"ק]	כושר הולכה בחתך מלא [m ³ /s]	תקופת חזרה [%]	Tc(min)	שטח אגן כולל עד לנקודה [דונם]	מוצא אגן
2	3	6	3	2400	2.9	20%	15	364	NS-5
0	0	0	-1	-150	2.3	20%	15	134	NS-3.2.1
3	7	13	6	5059	1.6	20%	23	441	NS-3.2
0	0	1	1	360	1.6	20%	15	158	NS-2.1
6	12	24	8	9005	2.1	10%	17	556	NS-1.2
78	156	312	7	116987	11.6	5%	90	8212	NS-2
4	8	15	3	5699	4.1	10%	20	862	NS-1.1.1

נפחי ההשייה של אגנים עירוניים המתנקזים לנחל גמליאל (GM)

טבלה 6.11 : נפחי ההשייה של האגנים העירוניים GM

שטח נדרש (דונם) עבור עומק 2 מטר	שטח נדרש (דונם) עבור עומק 1 מטר	שטח נדרש (דונם) עבור עומק 0.5 מטר	נפח סגולי לבינוי	נפח לאיגום	כושר הולכה בחתך מלא [m ³ /s]	תקופת חזרה [%]	Tc(min)	שטח אגן כולל עד לנקודה [דונם]	מוצא אגן
5	10	20	6	7532	2.9	10%	24	595	GM-15
9	18	36	7	13590	2.9	10%	15	959	GM-14.2
9	17	35	5	13102	7.1	10%	28	1331	GM-14.1
7	14	28	3	10568	3.6	5%	30	2013	GM-14
6	11	23	2	8522	8.7	20%	34	2615	GM-13
3	6	11	4	4140	2.8	20%	15	491	GM-12.1
6	13	26	2	9722	8.7	5%	35	3233	GM-12
1	2	3	1	1224	4.4	20%	19	414	GM-11.2
2	3	6	2	2395	8.5	10%	16	618	GM-11.1
38	76	152	6	57027	4.1	5%	47	4462	GM-11
35	70	140	5	52359	12.6	5%	62	5256	GM-10
51	102	205	6	76834	9.8	5%	69	5980	GM-9*
-4	-8	-15	-0.4	-5776	4.3	20%	70	6827	GM-7*
57	113	227	6	85015	11.9	5%	75	7110	GM-6
39	79	158	4	59208	20.4	5%	82	7856	GM-5
3	5	10	2	3817	5.5	10%	23	880	GM-4.2
26	51	102	2	38287	28.4	5%	87	9506	GM-4
2	4	9	3	3191	4.3	20%	16	514	GM-1.1

35(3m)	106	212	4	79595	24.4	5%	104	10273	GM-1
0	1	2	2	600	1.7	20%	15	155	GM-0.0.2
1	1	3	1	1023	3.2	20%	17	514	GM-0.3

נפחי ההשייה של אגנים עירוניים המתנקזים לקריית משה (ומשם לנחל גמליאל)

(GMT)

טבלה 6.12 : נפחי ההשייה של האגנים העירוניים GMT

שטח נדרש (דונם) עבור עומק 2 מטר	שטח נדרש (דונם) עבור עומק 1 מטר	שטח נדרש (דונם) עבור עומק 0.5 מטר	נפח סגולי לבינוי	נפח לאיגום	כושר הולכה בחתך מלא [m ³ /s]	תקופת חזרה [%]	Tc(min)	שטח אגן כולל עד לנקודה [דונם]	מוצא אגן
-0.02	-0.04	-0.09	-0.1	-32	3.3	20%	16	223	GMT-8.1
4	7	14	3	5328	2.8	10%	24	903	GMT-8
10	19	38	6	14328	4.7	10%	36	1248	GMT-7
-1	-2	-5	-2	-1696	8.7	20%	16	467	GMT-6.1*
6	12	23	2	8652	8.7	10%	42	1893	GMT-6
-4	-7	-15	-1.2	-5610	15.6	10%	55	2344	GMT-5
1	1	3	0	1098	14.0	10%	61	2469	GMT-4
13	25	51	4	19074	6.3	10%	33	2332	GMT-3.1
26(3.5m)	92	184	7	69138	3.0	5%	69	5100	GMT-3
4	8	16	5	6024	1.1	20%	33	606	GMT-2.1
5	9	18	7	6858	1.25	20%	31	521	GMT-1.2*

נפחי ההשייה של אגנים עירוניים המתנקזים לנחל עקרון – תעלה אזורית ביל"ו (BL)

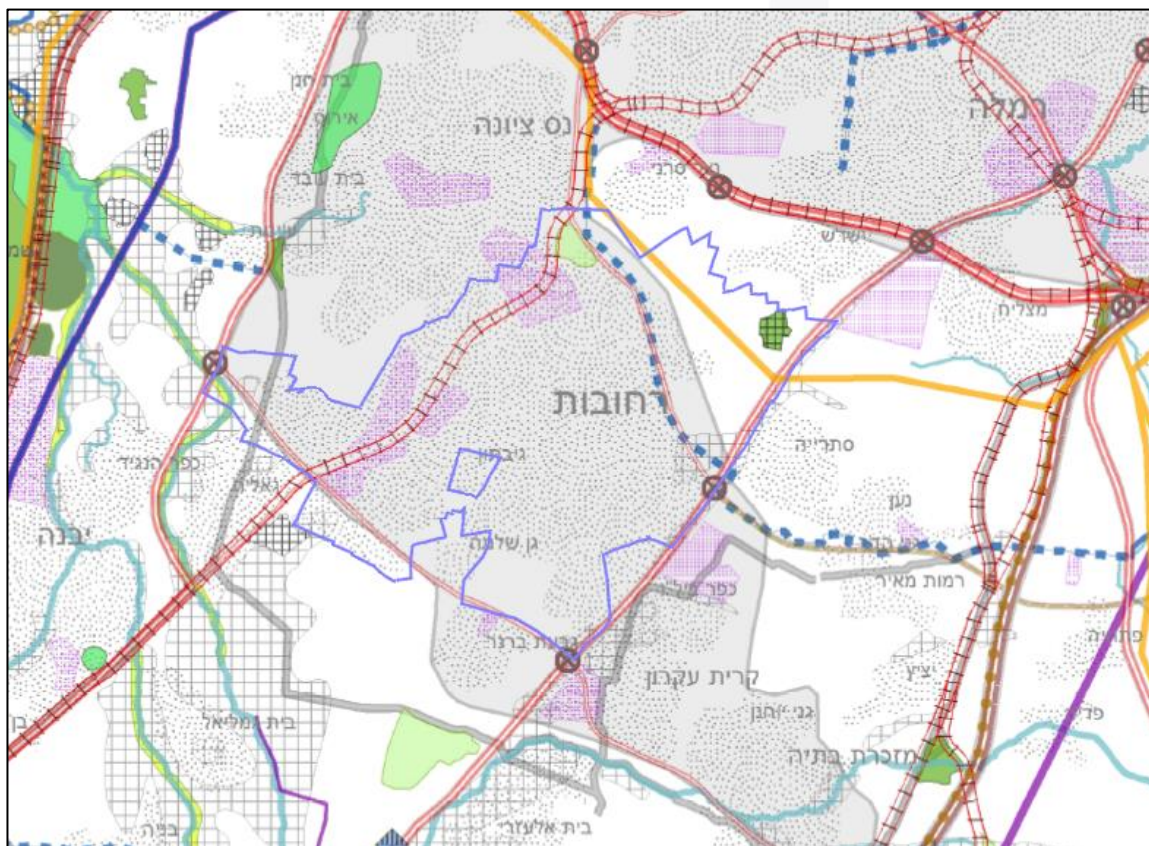
טבלה 6.11 : נפחי ההשייה של האגנים העירוניים BL

שטח נדרש (דונם) עבור עומק 2 מטר	שטח נדרש (דונם) עבור עומק 1 מטר	שטח נדרש (דונם) עבור עומק 0.5 מטר	נפח סגולי לבינוי	נפח לאיגום	כושר הולכה בחתך מלא [m ³ /s]	תקופת חזרה [%]	Tc(min)	שטח אגן כולל עד לנקודה [דונם]	מוצא אגן
-0.2	-0.5	-1.0	-1	-360	2.8	20%	15	181	BL-5

7 ניתוח פשטי הצפה

פשטי הצפה (תמ"א 1)

פשטי הצפה מנחלים ראשיים כמעט ולא קיימים בתחום העיר רחובות, למעט פשט ההצפה של נחל גמליאל בצד המערבי של העיר, ומעט בצידו המזרחי של העיר, מערבית לסתרייה.



תרשים 7.1: גבול העיר רחובות (כחול) על רקע מפת תמ"א 1

בתמ"א 1 מוצגים פוליגונים של פשטי הצפה (משבצות שחור לבן) בעיקר סביב הנחלים על בסיס נתוני ההצפות שהתרחשו בחורף 91-92. פשט ההצפה מאפשר וויסות של הספיקות במורד ועל כן תכנון בשטח של פשט הצפה נדרש להתאים להמשך תפקוד הפשט. פשט ההצפה לפי תמ"א 1 מסומן בתרשים 7.1 בצורה של רשת משובצת, ע"פ התרשים ניתן לראות כי הפאתים המערביים של גבול העיר בקרבת נחל גמליאל מצויים בפשט ההצפה של נחל גמליאל, וכן בצידה המזרחי של רחובות קיים פוליגון קטן של פשט הצפה, מערבית ליישוב סתרייה.

סימון אזורים בעלי רגישות להצפות

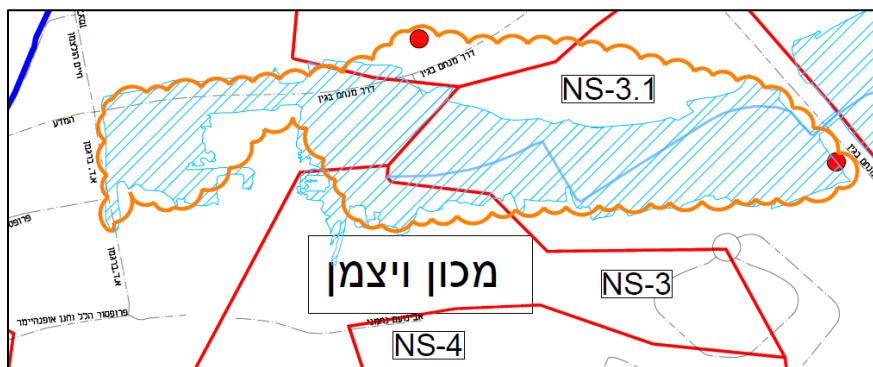
בפרק זה ינתנו דגשים על כל הצפה בנפרד, כאשר הנתונים נלקחים מן השרטוטים הנלווים שלהלן:

- מפת אזורי ההצפות: HYD-1280-DR-R-H-1400/1.
- מפת ניתוח מצב מתוכנן (להמלצת הטיפול בהצפה): HYD-1280-DR-R-H-1300/1.
- כמו כן, תיעוד אזורי ההצפה במרחב העיר התקבלו מהעירייה, ממשרד החקלאות, ומניתוח הידראולי שלנו.
- ההצפות יסווגו לפי סדר אגני מן המורד למעלה, ולא לפי חומרתם.

הצפות באגן נס-ציונה [NS]

א. אזור מכון ויצמן

להלן האזור המוצף המסומן כ"עננים כתומים":



תרשים 7.2 – רצועה מוצפת על בסיס רחוב דרך מנחם בגין

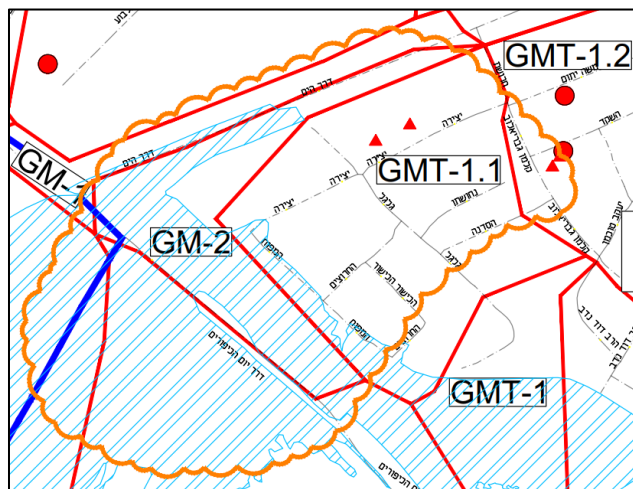
מיקום ההצפה והצורה שלה, מצביע על כושר הולכה מוגבל של המובל התת קרקעי שאמור להוליך את המים מערבה תחת הכביש של רחוב דרך מנחם בגין, ועד לסוף הרחוב (אזור הניקוז הבעייתי מצוין ענן כתום והאזור המסומן בקווי תכלת אלכסוניים מציין פשט הצפה לפי משרד החקלאות). קטע זה מובל בצינורות קטנים בעלי כושר הולכה נמוך ביחס לכמות הנגר שמגיעה בספיקת השיא, כך שבאזור הימני של הענן הכתום ישנו צינור בקוטר 100 ומומלץ להחליפו ל-180, ובאזור של הנקודה האדומה העליונה ישנו צינור בקוטר 80 ומומלץ להחליפו ל-100. בנוסף קיים הצורך לחבר מובל 300X180 עם התוואי של הנחל. כל גדלי הניקוז הרלוונטיים לאזור מוצגים בתשריט מצורף מס' 1300 כמצוין בתחילת סעיף 7.2 שלעיל.

הצפות באגן גמליאל [GM]

א. אזור מפגש דרך היס/דרך יום הכיפורים



להלן האזור המוצף המסומן כ"עננים כתומים":

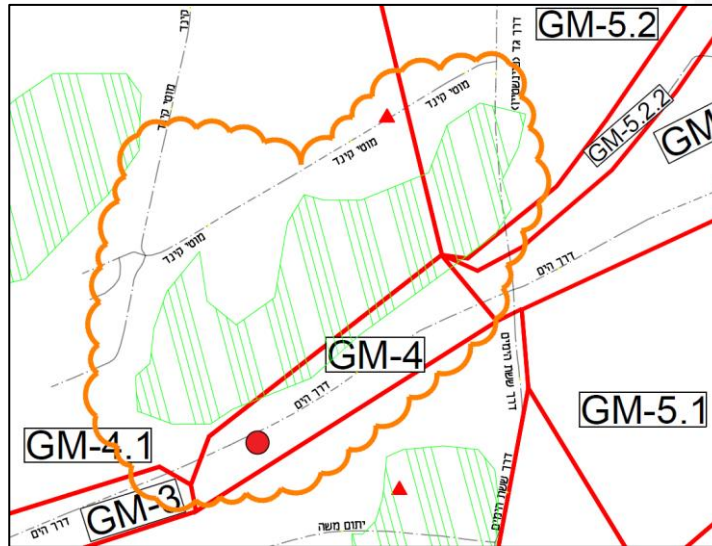


תרשים 7.3 – סיביבה מוצפת על בסיס רחובות דרך הים – דרך יום הכיפורים

מיקום ההצפה והצורה שלה, מצביע על כושר הולכה מוגבל של מסי מובלים תת קרקעיים בעייתיים כאשר המעביר מים שעובר תחת דרך ראשית – דרך יום הכיפורים- אמור להוליך את המים צפון-מערבה לחיבור עם רחוב דרך הים. בנוסף קיימים רחובות פנימיים, ללא מערכת ניקוז קיימת, כדוגמת רחובות משה יתום, יצירה, המפוח (אזור הניקוז הבעייתי מצוין בעיגולים אדומים, מוקדי ההצפות במשולשים אדומים, והאזור המסומן בקווי תכלת אלכסוניים מציין פשט הצפה לפי משרד החקלאות). קטע זה מתנקז בצינורות/מובלים בעלי כושר הולכה נמוך ביחס לכמות הנגר שמגיעה בספיקות השיא, כך שבאזור התחתון של הענן הכתום, ברחוב דרך יום הכיפורים- ישנו צינור המתוכנן לביטול ומומלץ להחליפו ל- 400X200, ובאזור שעובר תחת הרחוב הראשי דרך הים ישנו מובל 375X100 ומומלץ להחליפו ל- 600X240 (לאחר מפגש המובלים יהיה מומלץ להגדיל אותם ל- 2X525X200). כל הרחובות מוצגים בתשריט מצורף מסי 1301 כמצוין בתחילת סעיף 7.2 שלעיל.

ב. אזור רחוב דרך הים-מוטי קינד :

להלן האזור המוצף המסומן כ"עננים כתומים":

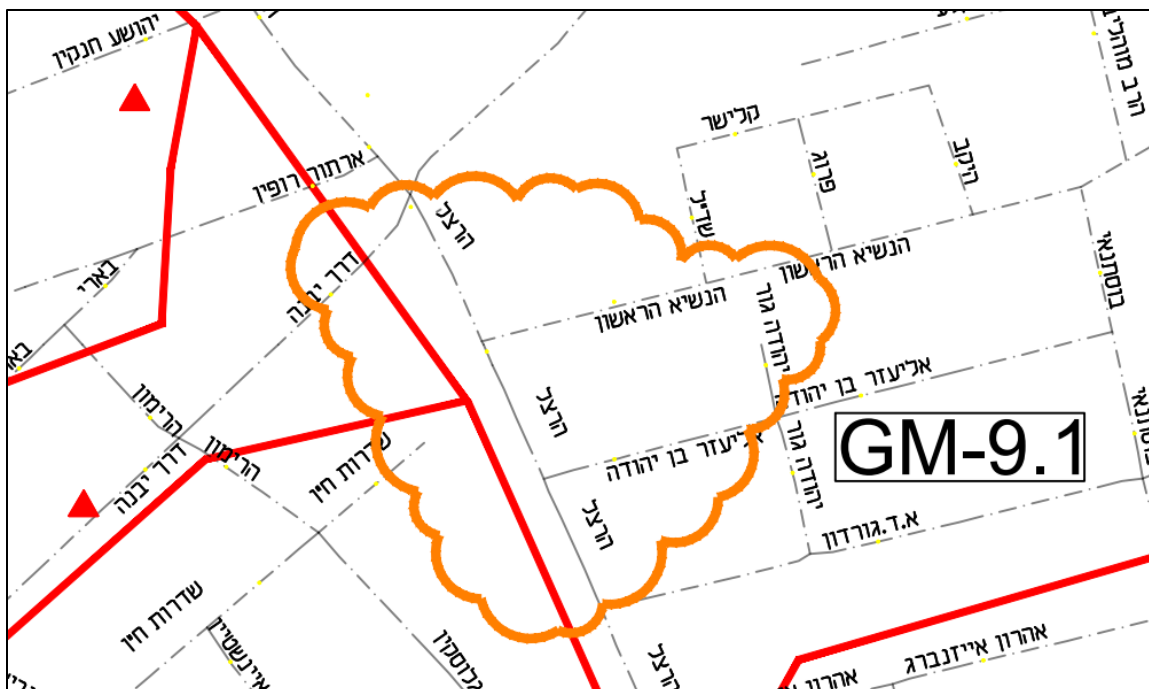


תרשים 7.4 – סביבה מוצפת על בסיס רחובות דרך הים ומוטי קינד

מיקום ההצפה והצורה שלה, מצביע על כושר הולכה מוגבל של הצינורות התת קרקעיים שאמורים להוליך את המים דרומה לחיבור עם רחוב דרך הים ומעביר המים הראשי שעובר תחת הרחוב הראשי דרך הים. קטע זה מובל בצינורות קטנים בעלי כושר הולכה נמוך ביחס לכמות הנגר שמגיעה בספיקת השיא, כך שבאזור השמאלי של הענף הכתום, בחיבור הרחובות מוטי קינד-דרך הים קיים צורך להחליף צינור בקוטר 150 ל- 200. באזור שעובר תחת הרחוב הראשי דרך הים ישנו מובל 375X100 ומומלץ להחליפו ל- 600X240. כל גדלי הניקוז הרלוונטיים לאזור מוצגים בתשריט מס' 1300 כמצוין בתחילת סעיף 7.2 שלעיל.

ג. אזור רחובות הנשיא הראשון-הרצל :

להלן האזור המוצף המסומן כ"עננים כתומים" :

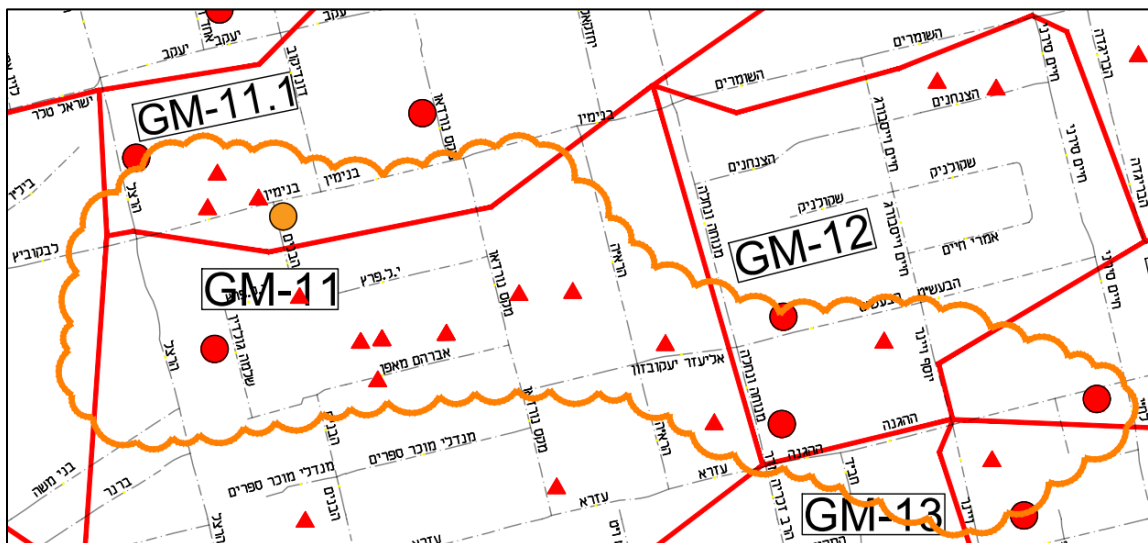


תרשים 7.5 – סביבה מוצפת על בסיס רחובות הנשיא הראשון – הרצל

מיקום ההצפה והצורה שלה, מצביע על כושר הולכה מוגבל של הצינורות התת קרקעיים שאמורים להוליך את המים מערבה דרך הרחובות המתחברים לרחוב הרצל, ומשם המים יתנקזו צפונה ודרומה עם רחוב הרצל עד חיבורו עם הצנרת של שדרות ח"ן שתתנקז דרום מערבה. בקטע זה מדווחות הצפות מדי חורף. פינת הנשיא הראשון -רחוב הרצל היא נקודת מינימום מקומית שמערכת הקליטה הקיימת אינה מסוגלת לקלוט אירועי בסיס. כל גדלי הניקוז הרלוונטיים לאזור מוצגים בתשריט מצורף מס' 1300 כמצוין בתחילת סעיף 7.2 שלעיל.

ד. אזור רחובות ההגנה-מנוחה ונחלה-בנימין-הרצל :

להלן האזור המוצף המסומן כ"עננים כתומים" :



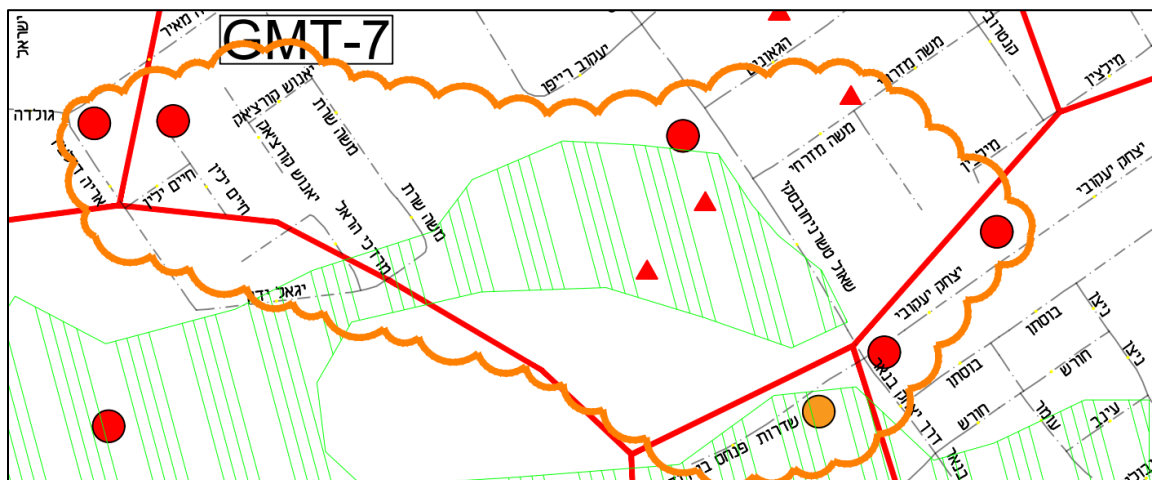
תרשים 7.6 – סביבה מוצפת על בסיס רחובות ההגנה-מנוחה ונחלה-בנימין-הרצל
 מיקום ההצפה והצורה שלה, מצביע על כושר הולכה מוגבל של הצינורות התת קרקעיים שאמורים להוליך את המים מערבה דרך רחוב בנימין ורחוב גולדין המתנקזים לרחוב לבקוביץ דרך הרצל. קטע זה מובל בצינורות קטנים בעלי כושר הולכה נמוך ביחס לכמות הנגר שמגיעה בספיקות השיא, כך שיש צורך להחליף את הצנרת המרכזית אשר מתחילה מרחוב ההגנה/ויינר ומסתיימת עם החיבור שמחה גולדין/הרצל (יש צנרת קיימת בגודל 200X160 - מומלץ להחליפו ל- 2X400X200). כמו כן באזור השמאלי מעל של הענן הכתום, בחיבור הרחובות בנימין/נורדאו עד הרצל ישנו צינור 100 (מומלץ להחליפו ל- 125). כל גדלי הניקוז הרלוונטיים לאזור מוצגים בתשריט מצורף מס' 1300 כמצוין בתחילת סעיף 7.2 שלעיל.

הצפות באגן קריית משה - גמליאל [GMT]

ה. אזור רחובות יצחק יעקובי- טשרניחובסקי-קורצ'אק :



להלן האזור המוצף המסומן כ"עננים כתומים" :



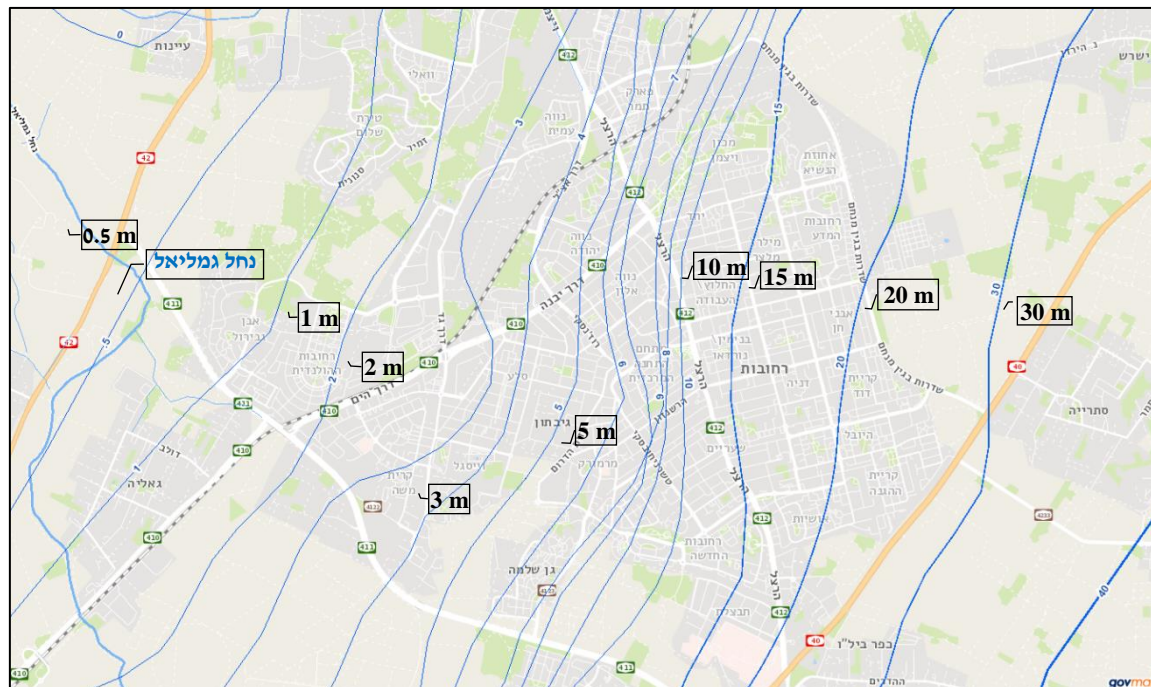
תרשים 7.7 – סביבה מוצפת על בסיס רחוות יצחק יעקובי- טשרניחובסקי-קורצ'אק

מיקום ההצפה והצורה שלה, מצביע על כושר הולכה מוגבל של הצינורות התת קרקעיים שאמורים להוליך את המים מערבה דרך מסלול הרחוות : יצחק יעקובי-טשרניחובסקי-שרת-קורצ'אק-ילין-אריה דולצין המתחבר בקצהו המערבי לרחוב גולדה וממשיך להתנקז מערבה. קטע זה מובל בצינורות בעלי כושר הולכה נמוך ביחס לכמות הנגר שמגיעה בספיקות השיא, ולכן יש צורך להחליפם. כל גדלי הניקוז הרלוונטיים לאזור, כולל מסלול הצנרת ניתן יהיה לראות בתשריט מצורף מס' 1301 כמצוין בתחילת סעיף 7.2 שלעיל .

8 מי תהום בתחום העיר

מפלסי מי תהום

מפלס מי התהום משתנה בין +30 מ' במזרח העיר (אזור כביש 40) עד +1 מ' באזורים המערביים (לכיוון כביש 42), כפי שנראה בתרשים 8.1. השיפוע הממוצע של פני מי התהום הינו כ-0.45% שיפוע גבוה. אולם, השיפוע חריף יותר בחלקים המזרחיים ומתמתן לכיוון נחל גמליאל. פני הקרקע משתפלים מרום של כ-70 מ' במזרח לרום של +25 מ' במערב. לכן, ניתן לומר, בהערכה ראשונית, שהעומק למי התהום נע בין 30-40 מ' במזרח ו-20-30 מ' במערב העיר.



תרשים 8.1: מפלסי מי תהום ברחובות.

ניתוח עומק מי התהום בתחום העיר

העומק מפני הקרקע למי התהום הוא ההפרש בין מפלס הקרקע הקיימת למפלסי המים, כפי שהוצגו לעיל. באופן כללי ניתן לתאר את המפלסים ברצועות אורכיות (צפון-דרום) היות וכיווניות הקרקע בעיר היא צפון-דרום בקירוב וגם מפלסי מי התהום בתחום העיר נעים באותה אוריינטציה.

עומק מי התהום לפי רצועות:

- ❖ רצועת כביש 42 15-16 מ'
- ❖ ציר דרך ראשית - הרצל 30-45 מ'
- ❖ ציר דרך ראשית – שדרות מנחם בגין 35-55 מ'
- ❖ רצועת כביש 40 30-55 מ'

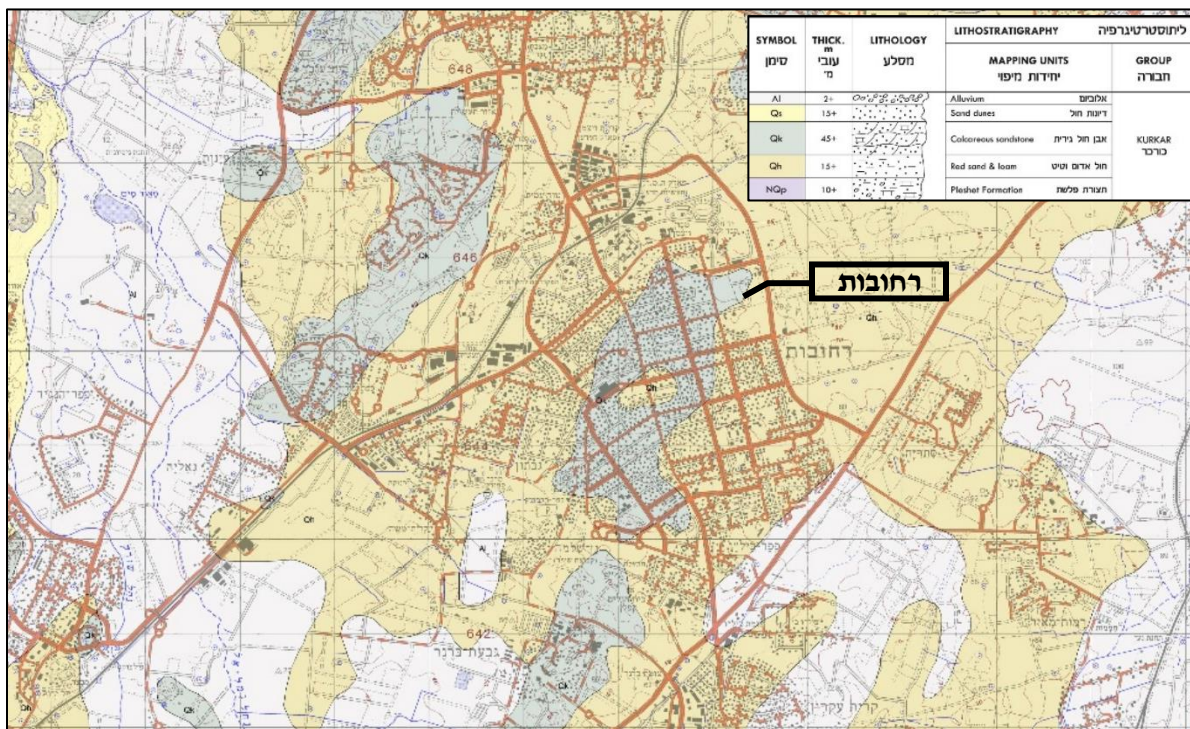
מפת עומקים למי תהום על בסיס נתוני רשות המים 2018 בשרטוט הנלווה -

HYD-1280-DR-R-H-2100/2200

מפה גיאולוגית + חתכים הידרו-גיאולוגיים

מפה גיאולוגית

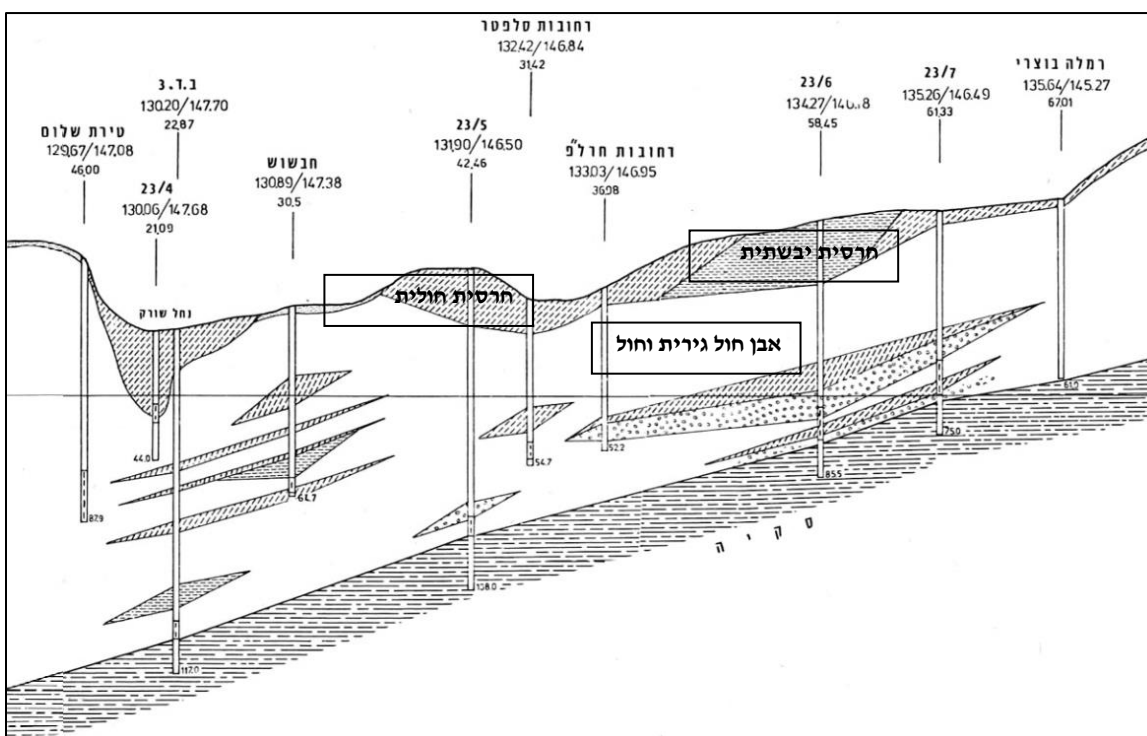
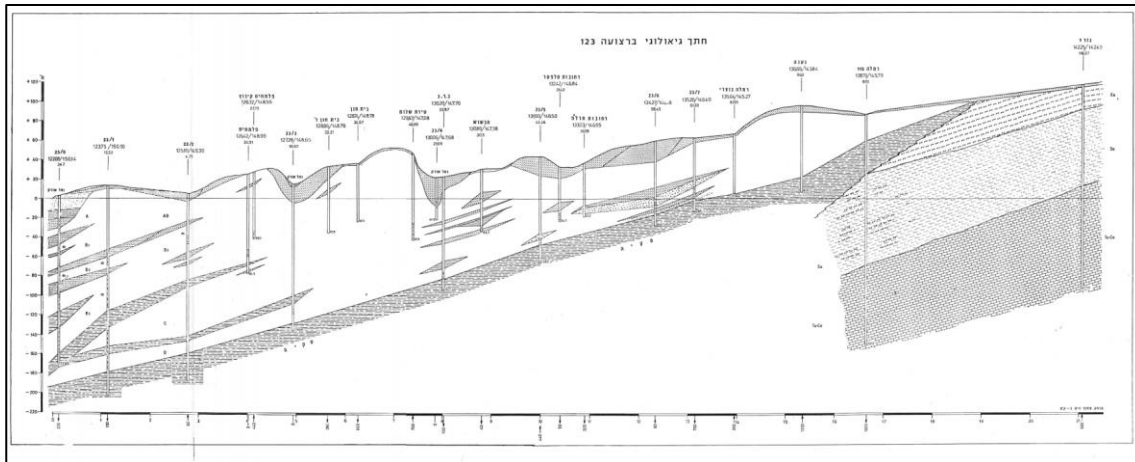
ככל שמדובר בתוכנית שעיקרה החדרת מי נגר, יש לבחון חתך קרקע מקיזוח בתחום התוכנית או בסמוך לה, ולפי החתך להעריך את מידת ההתאמה של החדרה למי התהום וכן לבחון את האופן שבו תבוצע ההחדרה בהתאם לנתוני הקרקע. לפי מפה גיאולוגית של אזור התוכנית (תרשים 8.2), השכבה הגיאולוגית החשופה בתחומי העיר היא ברובה חול אדום וטיט.



תרשים 8.2 – מפה גיאולוגית של אזור התוכנית. היחידה הגיאולוגית החשופה בתחום רחובות היא חול אדום וטיט (כתום) ואבן חול גירית (אפור)

חתכים הידרוגאולוגיים

באטלס החתכים ההידרוגאולוגיים של ישראל, אזור העיר רחובות נמצא בתחום חתכים 122 ו 123 (המוצגים בתרשים 8.3). על פי מפת החתכים, שכבת הקרקע העליונה בשטח העיר היא חרסית חולית ובחלקים מסוימים חרסית יבשתית (גם קרקע מסוג חמרה נחשבת לפי האטלס קרקע חרסיתית). הקרקע החרסיתית הינה בעלת מוליכות הידרולוגית בינונית עד נמוכה. מתחת לשכבת החרסית ישנה קרקע חולית בעלת מוליכות הידרולוגית גבוהה יחסית.



תרשים 8.3: חתכים 122, 123 באטלס ההידרוגיאולוגי- אזור העיר רחובות.

9 הנחיות לתכנון הניקוז בעיר רחובות

הדרולוגיה

חישוב ספיקות תכן

לתכסית האגן ישנה השפעה גדולה על מקדמי הנגר, שמבטאים את יחסי הגשם – נגר. מקדם הנגר הוא אחד משלושה פרמטרים שלפיהם מחושבות ספיקות הנגר הצפויות. שני הפרמטרים הנוספים הם עוצמת הגשם ושטח אגן הניקוז עד למוצא האגן.

כאשר התכסית מורכבת משטחים פתוחים חקלאים או מגוננים, מקדם הנגר של השטח מושפע ממקדם הנגר הטבעי של קרקע השתית. בתכסית מפותחת ובנויה, מקדם הנגר משתנה בהתאם ליחס בין השטח האטים (לחלחול נגר לקרקע) לשטח הפתוח. ככל שיחס זה גבוה יותר, השפעת מקדם הנגר של קרקע השתית פוחתת. שילוב של מתקני השהייה, ריסון והחדרת נגר יכול גם כן להשפיע על מקדם הנגר.

לצורך דיוק חישובי הספיקות נעשתה אבחנה בין מספר סוגי תכסית בעלי מאפיינים אורבניים. טבלה 1.5 מפרטת את מקדמי הנגר לאזורים השונים.

טבלה 1.5 - מקדמי נגר אופייניים (אנוש, 2004)

מקדם נגר בהסתברויות שונות (%)					תכסית
20	10	5	2	1	
0.87	0.88	0.88	0.89	0.89	אזור עסקים ותעשייה רווי
0.6	0.65	0.69	0.73	0.8	אזור עסקים ותעשייה הכולל פיתוח נופי
0.5	0.6	0.63	0.65	0.7	בתים פרטיים/בניינים נמוכים עם פיתוח נופי ביניהם
0.65	0.7	0.73	0.75	0.8	בנייני דירות או בנייני רכבת
0.18	0.25	0.3	0.35	0.45	פארקים וגני משחקים
0.5	0.6	0.63	0.65	0.7	בתי ספר ומוסדות חינוך
0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	קרקע חקלאית / שטחים פתוחים

באופן כללי, ככל ששטח האגן גדול יותר, מקדם הנגר המשוקלל קטן. זה נובע במידה מסוימת מצורת האגן. כמו כן, ככל ששטח האגן גדול יותר, גדלה ההסתברות שהנגר יפגוש מרסנים שיורידו את ספיקת השיא.

9.1.1.1 מודלים להערכת ספיקת התכן

ישנם מספר מודלים מקובלים לחישוב ספיקות התכן. אחד הפרמטרים לקביעת התאמת המודל הוא שטח אגן הניקוז. כך למשל, באגני ניקוז ששטחם עד 1 קמ"ר מקובל להשתמש במודל הנוסחא הרציונלית – CIA. באגנים ששטחם גדול מ 5 קמ"ר מקובל השימוש במודל הידרו-סטטיסטי או בשיטת האנלוגיה- כלומר השוואה לאגן שלו מאפיינים דומים ונתונים מדודים. בתחום שבין 1 קמ"ר ו 5 קמ"ר, ניתן לעתים להשתמש במודל הנוסחא הרציונלית עם מקדם תיקון לעוצמות הגשם, אולם מקדם התיקון לא נותן ביטוי לירידה במקדם הנגר המשוקלל שחלה עם העלייה בשטח האגן.

בעוד המודל ההידרו-סטטיסטי מציג מעין ערך מקסימום שמבטא את פוטנציאל הנגר, השיטה האנלוגית לקוחת בחשבון מרסנים שקיימים באגן (באופן טבעי או מלאכותי). לכן, בבחירת ספיקת התכן, יש לבחון מה צפוי בעתיד מבחינת פיתוח השטח. כך למשל, פיתוח של שטח שהוא היום "מרוסן" ומכיל שטחים בנויים ולצדם שטחים פתוחים שיכולים לרסן את הנגר ולקלוט חלקים ממנו, יכול להסיר את המרסנים הטבעיים ולקרוב את הספיקה לערך המקסימלי שמבטא את פוטנציאל הנגר ולכן במקרה כזה מומלץ לתת משקל גדול יותר למודל ההידרו-סטטיסטי. בסעיפים שלהלן יוצגו שיטות החישוב השונות להערכת הספיקה.

9.1.1.1.1 חישוב הספיקה במוצא האגנים באמצעות הנוסחא רציונלית (מודל CIA)

במודל הנוסחא הרציונלית, חישוב הספיקות המקסימאליות מבוסס על ניתוח נתונים טופוגרפיים ומורפו-מטריים של האגנים. הספיקה נקבעת לפי שלושה פרמטרים: שטח האגן עבורו מבוצע החישוב; מקדם הנגר המשוקלל לאגן; ועוצמת הגשם שנקבעת בהתאם הסתברות התכן וזמן הריכוז. לאגנים ששטחם גדול מ 1 קמ"ר וקטן מ 5 קמ"ר מתווספים מקדמי התאמה לאגנים גדולים (טבלה 2.1). מקדמי ההתאמה הם למעשה מקדמי תיקון לעוצמת הגשם.

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

Q - ספיקה מכסימלית ב [מ"ק/שנייה]

I - עוצמת הגשם ב [מ"מ/שעה] לפרק זמן T_c (מתוך טבלה 1.2 - עוצמות גשם באזור 6 "מישור החוף והכרמל")

C - מקדם נגר עילי [-] (מתוך טבלה 1.6)

A - שטח [קמ"ר]

k - מקדם התאמה לעוצמת גשם, עבור אגנים ששטחם גדול מ 1 קמ"ר (מתוך טבלה 1.7) זמן הריכוז מחושב לפי נוסחה:

$$T_c = 4 x L^{0.75} x S^{-0.375}$$

T_c - זמן הריכוז [דקות]

L - אורך ערוץ ראשי [ק"מ]

S - שיפוע ערוץ ראשי [-]

טבלה 2.1 - מקדם התאמה לאגנים גדולים להכפלה בעוצמת הגשם במודל CIA

מקדם התאמה לאגנים גדולים עבור כל משכי הגשם והאזורים					
5	4	3	2	1	שטח אגן [קמ"ר]
0.78	0.8	0.84	0.9	1	מקדם התאמה

עבור כל מוצא אגן מקדם הנגר המשוקלל חושב לפי התכסית הקיימת, ובהתאם לתכסית המתוכננת, כפי שהיא מתבטאת במפת ייעודי הקרקע או בתוכניות עתידיות ככל שקיימות. זמן הריכוז חושב לפי אורך עורק הניקוז הראשי והפרש הגבהים. זמן הריכוז חושב עבור האגנים הראשיים וממנו נגזרו זמני הריכוז באגנים המשניים. בכל מקרה שבו זמן הריכוז נמוך מ 15 דק', נלקח זמן ריכוז מינימלי של 15 דקות, כמקובל באגנים הקטנים.

9.1.1.1.2 חישוב הספיקה במודל האנלוגי (בהתבסס על נקודות מדודות / מחושבות)

אנלוגיה היא שיטת להמרת נתוני ספיקות בין אגן מדוד (או מחושב) לאגן שלו מאפיינים מורפולוגיים והידרולוגיים דומים. גודל האגן משפיע על פרמטרי הזרימה וכן על הריכוז, ועל כן ישנה בעייתיות באנלוגיה בין שני אגנים שגודלם שונה בצורה משמעותית. חישוב הספיקה באגן

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \left(\frac{A_2}{A_1}\right)^{0.5}$$

Q_1 - ספיקה ידועה
 Q_2 - ספיקה מחושבת
 A_1 - שטח אגן ידוע
 A_2 - שטח אגן מחושב

הדומה מבוצע לפי המשוואה שלהלן :

9.1.1.1.3 חישוב הספיקה במודל הידרולוגי-סטטיסטי (מודל פולגט)

המודל ההידרו-סטטיסטי מתאים לאגנים גדולים, ששטחם גדול מ 5 קמ"ר. פולגט - מערכת חישוב ספיקות היא פותחה עבור נתיבי ישראל (עדכון 2016). במודל ההידרולוגי סטטיסטי מרחב הארץ מחולק ל 12 אזורים הידרומטריים על בסיס דמיון בין אגני ניקוז ונחלים באזור. נתוני המדידה הקיימים מכל הנחלים בכל אזור עברו ניתוח סטטיסטי ונוצר קשר בין סוג הקרקע, שטח האגן ומיקומו לבין הספיקות הצפויות בו בהסתברויות השונות. אגני הניקוז הראשיים בעיר רחובות הם ברובם אגנים בנויים. לכן, התכסית שנבחרה לתאר את הקרקע היא UR- שטחים אורבנים באזור מישור החוף.

חישובי נפח סופה

חישובי נפח סופה מתבצעים לטובת אחד מיעדים אלה :

- ❖ ריסון נגר בתחום המגרש הבודד
- ❖ ריסון נגר במרחב התוכנית
- ❖ איגום הסופה כפתרון קצה לניקוז למקומות בהם יש מגבלת הולכה למורד

על מנת לרסן את הנגר היוצא מתוך התחום הרלוונטי, יש צורך באיגום ארעי שלו, המשמש מעין "בולם זעזועים". ככל שנפח האיגום הארעי גדול יותר כך הריסון משמעותי יותר. ובהתאמה אם יש ספיקת יציאה מוגדרת לתקופת חזרה מוגדרת, ניתן לחשב מהו נפח האיגום הנדרש על מנת

שמתחום הפיתוח לא תצא ספיקה גבוה יותר.

קיימות מספר גישות לחישובי הנפח :

- הידרוגרף משולש סופתי – ארועי קיצון קצרים
- הידרוגרף גשם יממתי – ארועי נפח יממתיים
- נפח ארוע סופתי

9.1.2.1 הידרוגרף משולש סופתי

הנחת העבודה בגישה זו היא שספיקת הנגר עולה בצורה ליניארית מתחילת הסופה ומגיעה לשיא שלה לאחר פרק הזמן המכונה "זמן ריכוז". דעיכת הנגר גם היא ליניארית כאשר משך הדעיכה הוא יחסי לזמן הריכוז. עבור אזור אטום זמן הדעיכה שווה בקרוב לזמן הריכוז ועבור שטחים פתוחים זמן הדעיכה מוערך בפי-2 מזמן הריכוז. מודל זה משמש לחישוב נפחי האיגום הנדרשים לצורכי ריסון נגר הנוצר גם במגרש הבודד וגם בתוכנית שלמה

על פי מודל ההידרוגרף המשולש, נפח האיגום הנדרש (בהתאם לדרישות הריסון) מחושב על פי הנוסחה:

$$V(m^3) = \frac{(Qc - Q) \left(\frac{m^3}{s}\right) * \alpha * tc(s)}{2}$$

כאשר:

[מ"ק/שנייה]	Qc - ספיקת התכן ההידרולוגית במוצא האגן
[מ"ק/שנייה]	Q - ספיקה יוצאת מותרת, בהתאם לתוכנית הריסון
[שניות]	tc - זמן ריכוז
[-]	α - יחס משך הסופה לזמן הריכוז (טווח 2-3)

דרישות הריסון הן:

עבור תב"ע חדשה: הגבוה מבין (1) הריסון הנדרש לשימור המצב הקיים (2) ריסון אירוע בהסתברות 5% (1:20 שנה) לחיבור למערכת העירונית כאילו הוא אירוע של 1:5 שנים.

עבור תבע התחדשות עירונית: ריסון אירוע בהסתברות 5% (1:20 שנה) לחיבור למערכת העירונית כאילו הוא אירוע של 1:5 שנים.

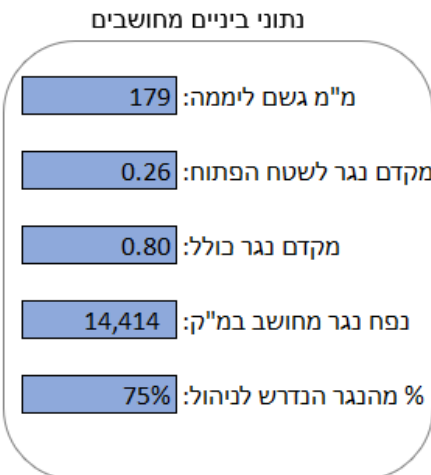
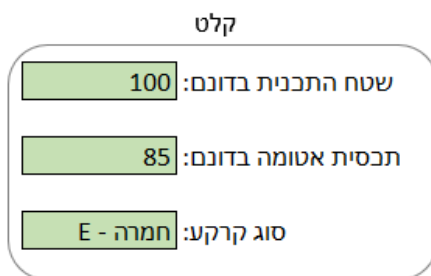
תוכנית ניהול הנגר, תציג את המשמעויות הנפחיות של ריסון הגל הסופתי, כך שספיקת המוצא לא תעלה על הספיקה היוצאת המוגדרת. ובהתאמה את התוכנית הפיזית ליישום הריסון הנדרש.

9.1.2.2 הידרוגרף גשם יממתי

הידרוגרף הגשם היממתי נדרש על פי תמא 1/8 כחלק מהבחינה של נפח ניהול הנגר הנדרש בתחום התוכנית. סעיף זה יציג הידרוגרף עקרוני, על בסיסו כל תוכנית צריכה להכין הידרוגרף שלה ולהציג את נפחי האיגום בתחום התוכנית.

בסיס התוכנית הוא "מחשבון מנהל התכנון" המתעדכן מעת לעת. המוצג הוא על פי גרסא 11/2022 המופיעה באתר מנהל התכנון. מחשבון זה מגדיר יעדי ניהול נגר אל מול סופת ייחוס של יום שיא 50:1 שנה (2%).

מאפייני התוכנית לדוגמא הם: שטח תוכנית של 100 דונם, 15% שטחים פתוחים גם ללא תת קרקע, סוג הקרקע במרחב הוא קרקע חמרה, אזור הגשם הוא, "השפלה".



יעד נגר לתכנון במ"ק: 10,811

- רמת הגולן
- עמק החולה ומקורות הירד
- גליל מזרחי
- גליל מערבי
- גליל תחתון מזרחי
- גליל תחתון מערבי
- מישור החוף
- סובב כנרת ועמק המעיין
- הגלבוע ומזרח עמק יזרע
- עמק יזרעאל
- השפלה**
- הרי יהודה ושומרון מערב
- הרי יהודה ושומרון מזרח
- עוטף עזה צפון
- שפלה דרומית
- עוטף עזה דרום
- באר שבע
- הנגב בקעת הירדן והערב
- אילת

תרשים 9.1 – המלצות המחשבון לנפח ניהול נגר עבור תוכנית לדוגמא

בהתאם לכך על פי המחשבון יש לנהל נגר עבור 75% מסופה שנפחה הכולל הוא 14,414 [מ"ק], כלומר 10,811 [מ"ק].

ניהול נגר אין משמעותו תפיסת מלוא הנגר ואגירתו אלא ריסון והשהייתו הזמנית, והזרמתו באופן מרוסן למערכת התיעול העירונית או החדרתו למי תהום בהתאם ליכולת הקרקע. פרק זה מציג את פירוט הנפחים הנדרשים לצורך ביצוע תכנון הנדסי של מערכות ריסון וניהול נגר בתוכנית.

המרה של נפח נגר יממתי לאירוע סופתי לטובת תכנון מערכות השהיה התבצע על ידי ניתוח של

אירוע 4-שעתי. עובי הגשם ה- 4 שעתי מהווה כ- 70% מעובי הגשם היומי ולכן מבחינה הידרולוגית הנדסית מהווה את האתגר המשמעותי ביותר לניהול הנגר על פני יממה שלמה. בתכנית זו השתמשנו בניתוח סטטיסטי לפי עדכון בסיס נתוני עוצמות הגשם בישראל 2016 שהוכן עבור נתיבי ישראל (הלוי, ר. ארבל, ש. 2016) ומוצג באריכות בסעיף 5.3 שלעיל. לצורך הדוגמא, תמציתו מוצגת בטבלה 9.3 להלן:

טבלה 9.3: עוצמות גשם בזמני ריכוז שונים והסתברויות שונות שחושבו עבור אזור מישור החוף והכרמל, (הלוי, ר. ארבל, ש. 2016)

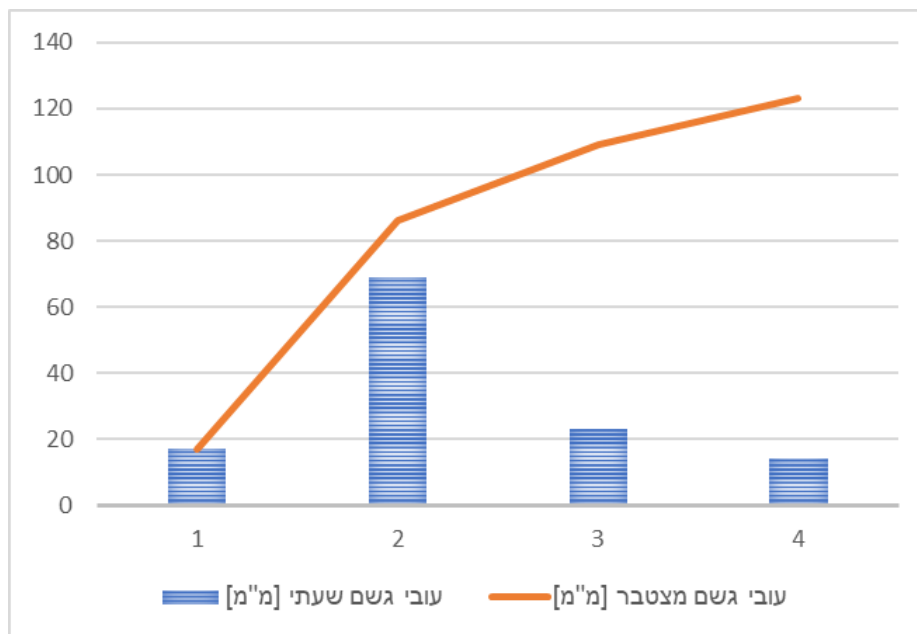
עוצמות גשם (מ"מ לשעה) לפי משך אירוע (דקות)					משך זמן (דקות)
20%	10%	5%	2%	1%	
36	44	54	69	81	60
23	27	35	46	55	120
17	21	27	36	44	180
14	17	23	31	38	240

על בסיס טבלה 9.3 מוצג בטבלה 9.4 ניתוח של תוספת הנגר השעתית בכל שעה נוספת.

טבלה 9.4: תוספת גשם שעתית בזמני ריכוז שונים והסתברויות שונות

עובי גשם שעתית (מ"מ) לפי משך אירוע (דקות)					תוספת נגר שולית שעתית
20%	10%	5%	2%	1%	
36	44	54	69	81	1
10	10	16	23	29	2
6	9	13	17	23	3
5	5	11	14	19	4

עובי הגשם השעתי באירוע של 4 שעות, המוצג בטבלה 4, סודר כאירוע של "גל גשם", כפי המוצג בתרשים 9.2, המציג את עובי הגשם השעתי במהלך סופה 4 - שעתית ואת עובי הגשם המצטבר.



תרשים 9.2 - עובי הגשם השעתי במהלך סופה 4 - שעתית ועובי הגשם המצטבר

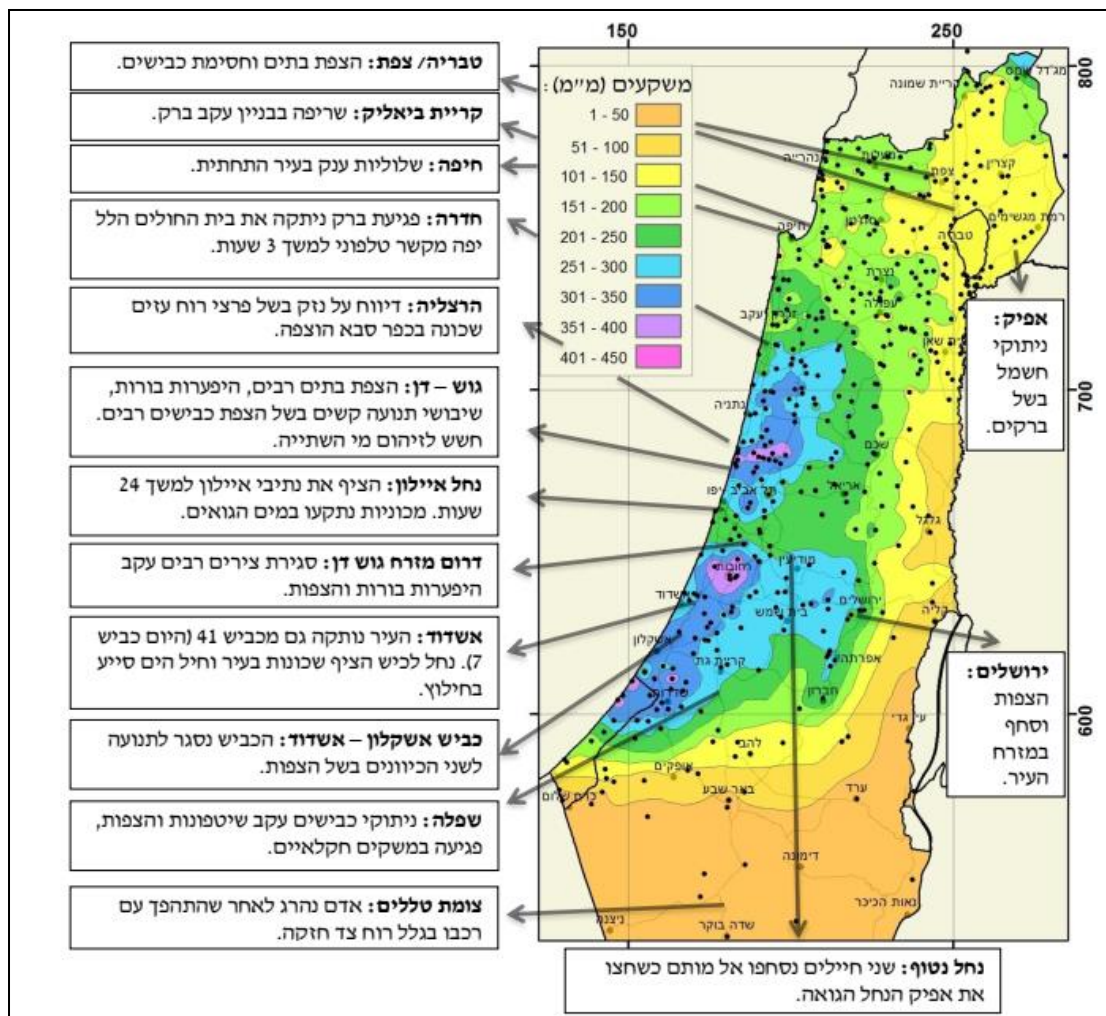
תוכנית ניהול הנגר עבור תב"ע, תציג את המשמעויות הנפחיות של ריסון הגל יומי, כך שספיקת המוצא לא תעלה על הספיקה היוצאת בארוע שעתי בהסתברות 1:5 שנים, כלומר ארוע גשם של 36 [מ"מ/שעה]. ובהתאמה את התוכנית הפיזית ליישום הריסון הנדרש. בהוראות התוכנית יוגדרו נפחי הריסון הנדרשים עבור השטחים המבונים ועבור השטחים הפתוחים. בקשה להיתר בניה תציג את המימוש הפיזי של נפחי האיגום, שהוגדרו בהוראות התב"ע.

9.1.2.3 נפה אירוע סופתי

העיר רחובות סובלת מבעיה של עודפי מי נגר במרחב הדרום-מערבי, עקב העובדה שרוב מי הנגר של העיר רחובות מתנקזים לאזור זה. אחד הפתרונות המקובלים הוא בניית מאגר עמוק, שימש כבסיס ניקוז לכמות נגר משמעותית המגיעה מדרום-מערב העיר [ראה תת סעיף 9.1.2.3.1 שבהמשך]

חישוב נפח סופה קיצוני מחושב על בסיס פרמטר הידרולוגי המכונה "עובי גשם סופתי". ניתוח סטטיסטי של עובי גשם סופתי קיים באופן הבא:

- תרחיש ייחוס לאירועי מזג אויר קיצוניים בישראל (השרות המטאורולוגי, 2015)
- תרחיש הייחוס לדרום-מזרח גוש דן מוגדר לסופה של 300-350 מ"מ גשם ומבוסס על ניתוח הסופה של 27/11-03/12/1991, פי המוצג בתרשים מטה (מתוך הדוח הני"ל).



תרשים 9.3 – אירועי קיצון חורף 1991/92 ברחבי הארץ, כסופת ייחוס לתכנון

אזור רחובות על פי התרשים הגיע בסופה הנ"ל לעובי סופתי של 300-400 מ"מ גשם. על בסיס הנתונים הוגדר עובי סופתי של 350 מ"מ עבור תרחיש הייחוס של 1%.

מקדם הנגר הסופתי (האחוז מנפח הגשם שהופך לנגר ומגיע למוצא האגן) הוא נמוך יותר ממקדם הנגר עבור אירוע שיא. לחישוב שלהלן נלקח מקדם נגר סופתי $\alpha = 0.3$. דוגמא עבור שטח תורם של 5000 דונם (5 קמ"ר).

חישוב נפח המאגר: הנדרש הינו: $V = \alpha IA$ כאשר I הינו עובי הנגר הסופתי [מ"מ], α הוא מקדם הנגר הסופתי [-] ו A הוא שטח אגן ההיקוות [קמ"ר]. הנפח המתקבל הוא ביחידות של אלפי מ"ק.

$$V = \alpha IA = 0.3 \cdot 350 \cdot 5 = 525 \cdot 10^3 [m^3]$$

נפח הסופה במוצא אגן בשטח של 5000 דונם הינו כ 500 אלף מ"ק. נפח זה מתאים לאירוע סופתי בהסתברות של 1%.

תוכנית עבור מאגר תפיסה כבסיס לניקוז העירוני, תציג את המשמעויות הנפחיות גם אירוע של תרחיש קיצון ותבחן את המשמעויות שלו.

תכנון תשתיות ניקוז עירוניות

פרק זה מפרט את הפרמטרים לתכנון ואת עקרונות התכנון הפיזי, שישמשו הכוונה למתכננים השונים של מערכות ניקוז ברחבי העיר. ניסוח עקרונות אלה לא פותר את המתכנן בתכנון המפורט מהחובה לבחון אותם ובמקרה של אי התאמה להציג לעירייה את הצעתו האחרת.

תכנון צנרת תיעול – מערכת איסוף

כושר ההולכה של צנרת התיעול בחתך מלא יחושב על פי נוסחת מנינג עם מקדם חספוס של $n=0.013$.

מקדם בטחון לתכנון עבור צנרת תיעול:

בקוטר 60 ס"מ ומעלה, יוגדר מקדם בטחון של 25%, כלומר התכנון יהיה לפי 80% מקוטר ההולכה בחתך מלא.

עבור צינור בקוטר 50 ס"מ מקדם הביטחון יהיה 100% כלומר התכנון יוגבל ל 50% מכושר ההולכה בחתך מלא.

צנרת בקטרים קטנים יותר תשמש בהתאם לסטנדרט במערכת קולטנים בפתרונות נקודתיים באמצעות צנרת קטנת קוטר יהיו באישור מיוחד של מחלקת הנדסה בעיר

תכנון מערכת הקליטה – קולטנים

תכנון מערכת הקליטה יהיה על בסיס המדריך **"המלצות לתכנון ניקוז עירוני"** (שמואל פולק, משרד השיכון, 2003).

חיבור מגרשים למערכת התיעול

א. חיבור ניקוז המגרשים למערכת העירונית תתבצע בחיבור תחתי. כלומר, צינור גלישה ממתקן הריסון והחדרה אל מערכת התיעול העירונית, כך שמתקבלות מדרכות יבשות ויש גם ניצול מלא של כושר ההולכה בצנרת התיעול העירונית.

לאור זאת, תוכנית פיתוח שכונתית תכלול תכנון של מערכת תיעול כולל מתן נקודת קצה "ניפל" בקצה כל המגרש.

הערה: באזורים של קווים קיימים בתוך אזור בנוי, יש צורך לבחון את הסיכון לזרימות הפוכות והצפת מגרשים כתוצאה מתקלה בצינור התיעול העירוני, בעיקר באזורים בהם הבינוי נמוך מהכביש.

ב. במקומות מסוימים בהם אין מערכת תיעול עירוני, תבוצע הזרמה של המים מתחת למדרכה בעזרת מתקן מיוחד הנותן את המענה כפתרון הנדסי לבעיה. מתקן זה הינו תעלת ניקוז רדודה במפלס המדרכה ומהווים את הפתרון ההנדסי לאיסוף הנגר. חיבור זה אינו פותר את המגרש מחובת ביצוע תוכנית ניהול הנגר במגרש.

תיכנון סטטוטורי

מטרת מדיניות זו היא להבטיח כי פיתוח שטח יעשה תוך מזעור ההשפעה ההידרולוגית שלו על הסביבה על מנת לאפשר לפיתוח להיות בר קיימא. בנספח ב' לתוכנית האב הזו, יש הנחיות להכנת נספח הידרולוגי כחלק מהתנאים להיתר.

מבוא

9.1.1.2 תיאור התהליכים

תהליכים גשם-נגר מורכבים באופן טבעי משני שלבים מרכזיים:

1. שלב הגשם והמילוי

2. שלב הריקון

❖ בשלב הגשם הקרקע מקבלת את הגשם נוצר מילוי של שקעים עיליים וחללים תת-קרקעיים הסמוכים לפני הקרקע, עודפי הנגר מעבר לכך גולשים במורד.

❖ בשלב הריקון מתרוקנים השקעים: חלקית למורד (אוגר ארעי) חלקית מתאדה וחלקית מחלחל לחללים בקרקע, שבהמשך מתרוקנים למי התהום.

שני תהליכים אלה והאיזון בין נפח השקעים והחללים לנפח הגשם באירוע יוצרים גם ריסון של אירוע הגשם באמצעות התפיסה הקבועה והארעית וגם העשרה של מי התהום דרך המגע הישיר של מי הנגר עם הקרקע.

בינוי ופיתוח של מרחבים פתוחים מקטיף את נפח השקעים העיליים לרמה נמוכה ובנוסף מצמצם את שטח פני הקרקע הפנויים לקליטה ישירה של מי נגר לרמה נמוכה מאד. כתוצאה מכך, מקבלים השפעה הידרולוגית סביבתית בשני פרמטרים מרכזיים:

א. העלאת הזרם השטפוני במורד ביחס לאותו אירוע גשם, כתוצאה מצמצום יכולת ריסון במרחב התוכנית.

ב. צמצום המילוי החוזר של מי התהום, כתוצאה מהקטנת פני הקרקע הבאים במגע עם מי הגשם.

9.1.1.3 מטרת תוכנית ניהול הנגר העילי

תוכנית הטיפול בנגר העילי במגרש הבודד (מגורים) תעשייה) שבי"צ) שצ"פ) יש לה כמה מטרות כמפורט להלן בהתאם לדרגת החשיבות:

א. שמירה על המבנה מפני הצפות וכניסת נגר עילי ושמירה על הקיים של המבנה לאורך זמן.

ב. ריסון מי הנגר כתוצאה מהבינוי ומניעת העמסה נוספת על המערכת העירונית הקיימת

ג. החדרה למי התהום לצורך שמירת כושר המילוי החוזר של המים הזמינים במשק המים הלאומי.

9.1.1.4 אתגרים והזדמנויות

אתגרי חובה:

- א. תכנון מערכת הסילוק-כך שלא תגדיל את הזרימות על גבי הקרקע (ציר אופקי)
- ב. תכנון פיתוח השטח, כך שיישמר כושר המילוי החוזר התחום התוכנית (ציר אנכי)

ניצול הזדמנויות:

העשרת מי התהום באחריות " עירונית/ארצית" בהתאם לשיקולים כלכליים .

תכנון מערכת ניהול הנגר במרחב העירוני צריכה להיות תכנון רגיש למים. בינוי בשטחים פתוחים יוצר ברוב המקרים שינוי משמעותי בהידרולוגיה המרחבית, מה שמוביל לרוב לעלייה בספיקות הנגר וירידה במילוי החוזר של האקוויפר שמתחת לתחום התוכנית. בהתאם לכך, פוטנציאל החלחול הטבעי הקיים של השטח נפגע. ניתן למזער את הפגיעה בחלחול הטבעי באמצעים הנדסיים, למשל על ידי ריכוז מי הנגר למתקן הנדסי תוך שהיית הנגר ומתן אפשרות / זמן למי הנגר לחלחל למי התהום. התכנון הסטטוטורי צריך להציג פתרונות לניהול מי נגר שהייתו ועידוד החלחול לתת הקרקע.

המדיניות המוצעת לניהול הנגר העילי בתחום העיר רחובות מבוססת על העקרונות המנחים של תמ"א 1 אשר מתייחסים למי הנגר כמשאב ולא רק כמטרד. מומלץ להשהות את מי הנגר ויחד עם זאת לסלק אותו ביעילות מאזורים רגישים ולנסות להחדיר את הנגר לתת הקרקע. עקרונות אלה מפורטים לסעיפים מעשיים בהתאם לרמות התכנון בפסקאות להלן.

תבע חדשה

9.1.1.5 כללי

תוכנית מתאר או תוכנית מתאר מפורטת צריכה לתת את המלצותיה לשלושה רבדים :

- 1) בניית סכמת הניקוז בשטחים לפיתוח בראייה אגנית תוך מתן משקל משמעותי לטופוגרפיית האגן.
- 2) שיפור מערכת הניקוז בשטח הבנוי והמפותח.
- 3) פיתוח עתודות הקרקע על פי עקרונות בנייה משמרת נגר כמפורט בתמ"א, בספרות המקצועית ובפרוט בהמשך הדו"ח.

9.1.1.6 הנחיות תמ"א 1

7. הנחיות לתכניות המשנות את משטר הזרימה העילי (תמ"א 1- פרק הנחלים)

- 7.1. תכנית אשר צפויה לשנות את משטר הזרימה העילי של הנחל, תוגש למוסד תכנון בצירוף מסמך ניהול נגר. לעניין זה, תכנית המשנה את משטר הזרימה העילי: תכנית לישוב, שכונה חדשה, אזור תעשייה חדש או תכניות כגון אלו, או תכנית מפורטת במרחב הנחל, או תכנית לקוי תשתית, דרכים או מסילות ברזל באפיק הנחל – ככל שתכנית כאמור כוללת, בין היתר, בינוי ועבודות

עפר הגורמים לכיסוי ואיטום של פני השטח הפתוח, לשינוי משטר זרימה עילי או למניעת חלחול.

7.2. המסמך יכלול התייחסות לנושאים המפורטים בנספח ב' 4 של תמ"א 1, הנחיות להכנת מסמך ניהול נגר, ויועבר יחד עם מסמכי התכנית על ידי מגיש התכנית להתייעצות עם רשות הניקוז. בשטח בעל רגישות נופית סביבתית גבוהה יועבר המסמך גם להערות רשות הטבע והגנים.

7.3. רשאי מגיש תכנית לפנות להתייעצות כאמור עם רשות הניקוז ביחס לעצם הצורך במסמך ניהול נגר בין נספחי התכנית, והיא רשאית להמליץ למוסד התכנון לפטור מהצורך בהגשת המסמך.

9.1.1.7 דרישות עירוניות

תוכנית ניהול נגר ברמת התב"ע צריכה להתייחס לשלשת הפרמטרים של ניהול הנגר, כמפורט להלן:

א. ניקוז ומניעת הצפות בתחום התוכנית:

❖ מערכת ההולכה המתוכננת תתאים לתקופות החזרה, כפי שהוגדרו בתוכנית ז.ו.

❖ התוכנית תנתח את האזורים בתחום התוכנית המועדים להצפה במקרה קיצון על בסיס תוכנית הפיתוח, הן מנגר בתחום התוכנית והן מנגר הבא מחוץ לתוכנית ותגדיר כי אזורים אלה מיועדים להצפה.

❖ התוכנית תציג את המרחבים הרגישים להצפה בהתאם לתכנון המוצע ותיתן להם מענה תכנוני על מנת לצמצם באופן מקומי את הסיכון.

ב. ריסון הנגר היוצא כלפי המורד:

תוכנית ניהול הנגר, תציג את המשמעויות הנפחיות של ריסון הגל הסופתי, כך שספיקת המוצא לא תעלה על הספיקה היוצאת המוגדרת, בהתאם לפרמטרים, שהוזכרו לעיל, הגבוה מבין ערכי הריסון המחושבים:

(1) הריסון הנדרש לשימור המצב הקיים בהסתברות 10%

(2) ריסון אירוע בהסתברות 5% (1:20 שנה) לחיבור למערכת העירונית כאילו הוא אירוע של 1:5 שנים.

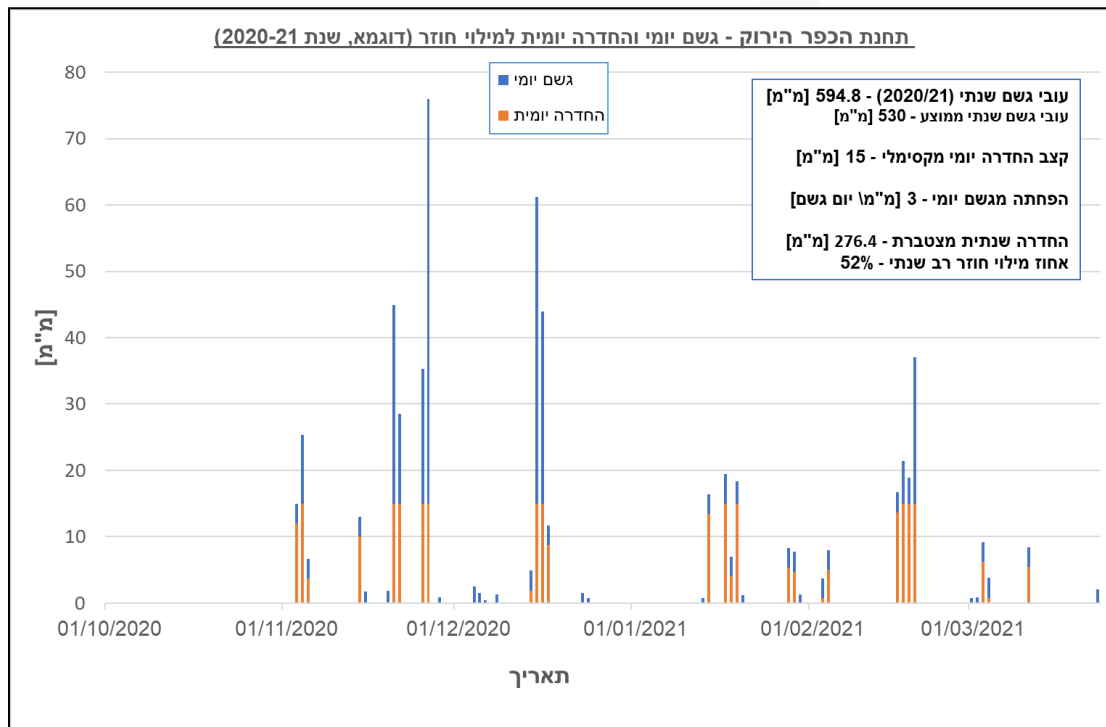
משך גל הגאות המשולש הלא מרוסן יהיה על בסיס מכפלה של 2.5 לזמן הריכוז

ג. שימור כושר המילוי החוזר

יש לבצע תוכנית מילוי חוזר של 40% מהנפח השנתי הממוצע (כ- 210 מ"ק\דונם\שנה)) בראייה עונתית ולא בראיה סופתית כלומר:

1. באזורים מזוהמים (על פי הגדרת תמ"א 1 ורשות המים) - אין צורך בפעילות בתחום, אלא רק ריסון נגר.

2. באזורי מילוי חוזר יש להעריך גשם יומי להחדרה ולהתאים בהתאם נפח איגום ומערכת החדרה (אין החדרה ללא איגום), כך שתתאים למילוי החוזר הקיים. ערך זה הוא בקירוב ערך מקסימלי של 15 [מ"ק/דונם\יממה], כפי המוצג בתרשים מטה. יש להתאים בהתאם את מערכת האיגום ואת מערכות הניקוז הפנימיות שיוליכו את המים אל אתר החדרה.



תרשים 9.4 – דוגמא לחישוב נפח האיגום הנדרש במגרש לצורך שימור כושר מילוי חוזר.
 הניתוח המוצג בתרשים 9.4 בוצע על בסיס ימי הגשם בשנת 2021 ובהנחות המוצגות על גבי התרשים.

תבע התחדשות עירונית

תוכנית התחדשות עירונית צריכה לענות על אותם פרמטרים שיש בתוכניות חדשות למעט ההקלות הבאות:

- ריסון הנגר היוצא
 - ריסון אירוע בהסתברות 5% (1:20 שנה) לחיבור למערכת העירונית כאילו הוא אירוע של 1:5 שנים.
 - דרישות לשימור כושר המילוי החוזר
- באזורים לא מזהמים (כלומר תועלת גבוהה למשק המים) יש לבצע תכנון לשיקום המילוי החוזר טרום הפיתוח המקורי. ניתן לצמצם עד 50% ממנו באישור מהנדס העיר ובלבד שזה לא יפחת מכושר המילוי הנוכחי בתחום התוכנית.

היתר בניה

9.1.1.8 עקרונות כלליים

פרשה טכנית לניהול נגר להיתר בניה מטרתה להציג את המענה שניתן בתחום ההיתר לנושאים הרלוונטיים:

- ❖ הגנה מפני שיטפונות
- ❖ ריסון נגר
- ❖ החדרה

התוכנית צריכה להיות תוכנית פיזית, בה מוצגת תוכנית ברמה של בקשה להיתר, כאשר ברקע שלה מצורפים החישובים ההידרולוגיים הרלוונטיים לתחום הבקשה. יש להציג בשלבי התיאום ההנדסי האם יש רגישות מיוחדת בבניין אל מול המערכת העירונית. יש להציג מכלולי תת-קרקע ואת המענה שניתן להם למניעת הצפות

יש לקבל מהעירייה נקודת חיבור ואת ה II המוגדר לכניסה ולהציג בבקשה להיתר את תוכנית הניקוז הפנימית של המגרש הכוללת את מערכת הריסון ואת החיבור למערכת העירונית.

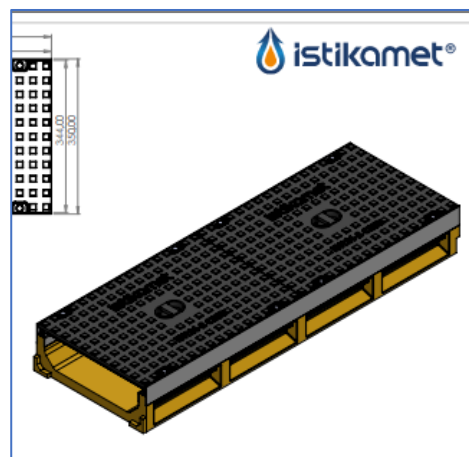
חיבור מערכת הניקוז הפרטית למערכת העירונית תבצע בחיבור תחתי. כלומר, צינור גלישה ממתקן הריסון והחדרה אל מערכת התיעול העירונית, כך שמתקבלות מדרכות יבשות ויש גם ניצול מלא של כושר ההולכה בצנרת התיעול העירונית.

הערה: באזורים של קווים קיימים בתוך אזור בנוי, על מבקש הבקשה לבחון את הסיכון לזרימות הפוכות והצפת תחום התוכנית כתוצאה מתקלה בצינור התיעול העירוני, בעיקר באזורים בהם הבינוי נמוך מהכביש.

9.1.1.9 מקרים מיוחדים

במקומות מסוימים בהם אין מערכת תיעול עירוני, תבוצע הזרמה של המים מתחת למדרכה בעזרת מתקן מיוחד הנותן את המענה כפתרון הנדסי לבעיה. מתקן זה הינו תעלת ניקוז רדודה במפלס המדרכה, ומהווים את הפתרון ההנדסי לאיסוף הנגר

להלן תרשים המתאר את המוצר (מדגם " מנשה ברוך ושות' בע"מ "):



תרשים 9.5 – תעלת הניקוז הרדודה מימין – סרטוט סכמתי, ומשמאל התקנה בשטח.

הערה: חיבור זה אינו פוטר את המגרש מחובת ביצוע תוכנית ניהול הנגר במגרש .

9.1.1.10 מסמכים להגשה לבקרה

יש להעביר לאישור העירייה נספח ניהול נגר אחוד הכולל גם פרק הידרולוגי וגם פרק יישומי של תוכנית האינסטלציה, המציג את התוכנית הפיזית לניהול הנגר. תוכנית זו תוכן על ידי הידרולוג ומהנדס ניקוז.

יש להציג גם את תוכנית ההחדרה על רקע פרופיל הקרקע העדכני וסימון שכבת המטרה ומפלס מי התהום (על פי נתוני 2021 המפלס נע בין +2 במערב ל +7 במזרח).

9.1.1.11 הנחיות תכנון

1. תכנון מערכות ניהול הנגר והניקוז יהיה בהתאם לעקרונות תוכנית האב לניקוז ובתיאום עם מחלקת ניקוז בעירייה ובאישור הועדה המקומית.
2. תכנון המגרשים לבינוי יכול תוכנית לניהול נגר עילי. תוכנית זו תתייחס גם לריסון מי הנגר וגם להחדרתם לקרקע. נפחים עקרוניים לתוכנית הריסון מופיעים בתוכנית האב.
3. יש לתת מענה לדרישות תוכנית האב לנפחי נגר מנוהלים.
4. בכניסה לחניונים התת קרקעיים יש למנוע כניסת נגר הזורם על הכבישים הסמוכים על ידי הגבהת הכניסה ופתחי אוורור, על פי חישוב להסתברות של 1%.
5. תכנון גג חניונים תת קרקעיים יאפשר הנמכת קרקע של אזורי הגיבון ממפלס הריצוף בקומת המסד לצורך איגום והשחיית נגר.
6. ניקוז הגגות יתבצע באמצעות צמ"גים שיופנו במידת האפשר ישירות לשטחים מגוננים לצורך השחייה בתחום המגרש ללא מתקנים מיוחדים.
7. עודפי הנגר יאספו בצורה מוסדרת אל מערכת הניקוז העירונית, כאשר העדיפות היא לחיבור תת-קרקעי.
8. יש להקפיד על הפרדה מלאה בין מערכות הניקוז למערכות הביוב.

סקירה כללית - מתקנים אופייניים להשהיית נגר

ניהול נגר הופך להיות פרקטיקה מקובלת בעולם התכנון ובהתאם לכך מתפתחים פתרונות גם תכנוניים המשלבים שטחי הצפה עם תכליות אחרות וגם מתקנים ייעודיים לטובת ריסון הנגר. פרק זה סוקר על קצה המזלג פתרונות קיימים ומתקנים הקיימים בשוק נכון לכתובת עבודה זו. הפתרונות המוצעים חולקו לארבע קבוצות עיקריות:

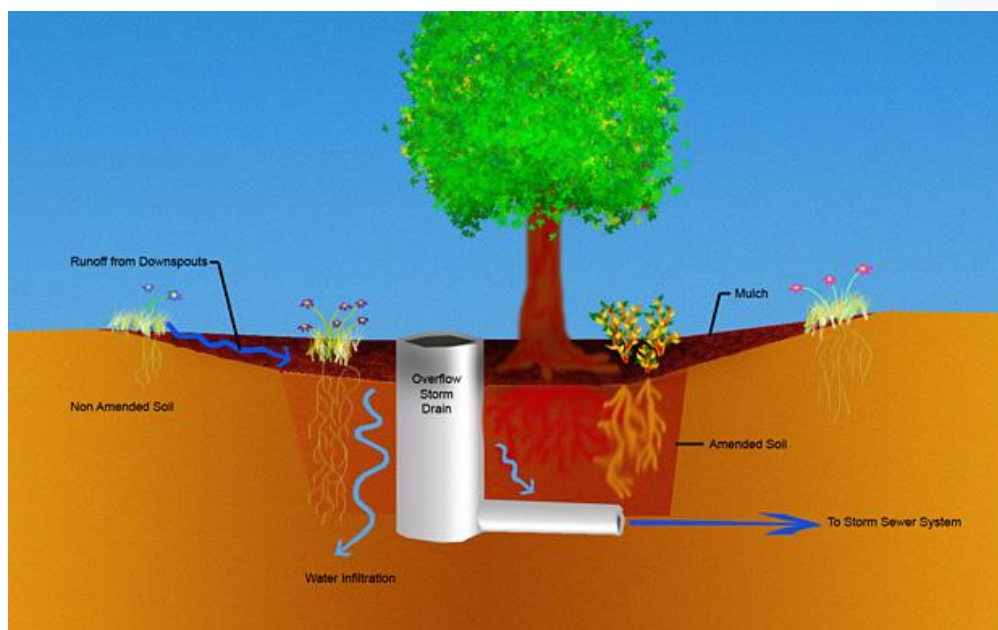
- א. פשטי הצפה בשטחים פתוחים
- ב. פתרונות ריסון בתחום המגרש המשולבים בפיתוח
- ג. מתקנים ייעודיים לריסון נגר, המיועדים הן למגרש הפרטי והן למרחב ציבורי
- ד. פתרונות אופייניים לחלחול והחדרה

המוצג בפרק זה הוא לשם התרשמות ועל כל מתכנן לבחור את הפתרון הנכון לתוכנית שלפניו ולהתאים אותו לתוכנית.

שטחים פתוחים

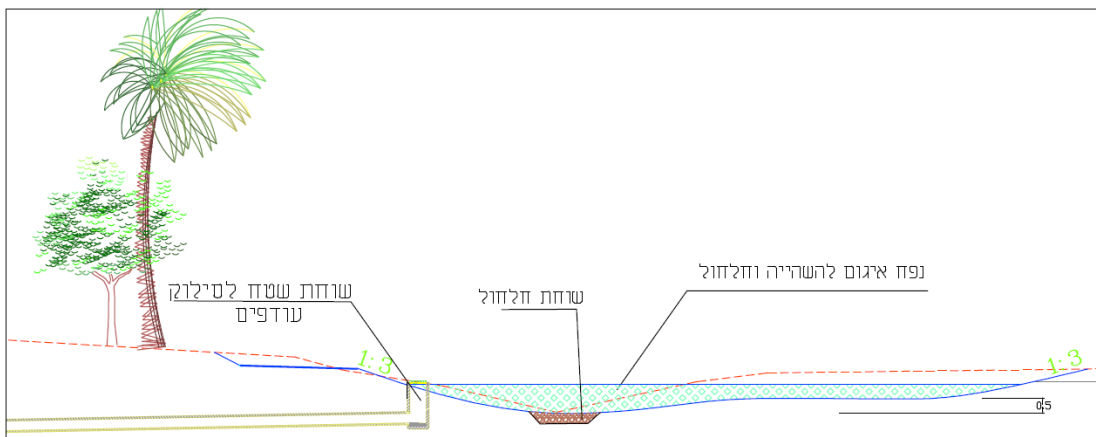
9.1.1.12 שצ"פ מונמד

הפתרון הפשוט והסביבתי (לעתים גם הזול) ביותר הוא שצ"פ מונמד הקולט את מי הנגר ומאפשר את חלחולם האיטי לתת הקרקע. באירוע קיצון יזרמו עודפי המים לשוחת שטח או לאורך השצ"פ עד מוצא נגר למערכת הניקוז העירונית. החיסרון בשיטה זו הוא השטח הנרחב שיש לייעד כשטח פתוח, ללא אפשרות לחניון תת קרקעי או כל הפרעה אחרת כמו מגרשי ספורט למשל. השצ"פ יכול לשמש ברוב ימי השנה כשטח פתוח. התרשימים להלן מציגים דוגמה לשצ"פ מונמד שלצידו שוחה לסילוק עודפי הנגר.



תרשים 9.6 - דוגמה לשצ"פ מונמד

9.1.1.13 שטחים מכווני הצפה



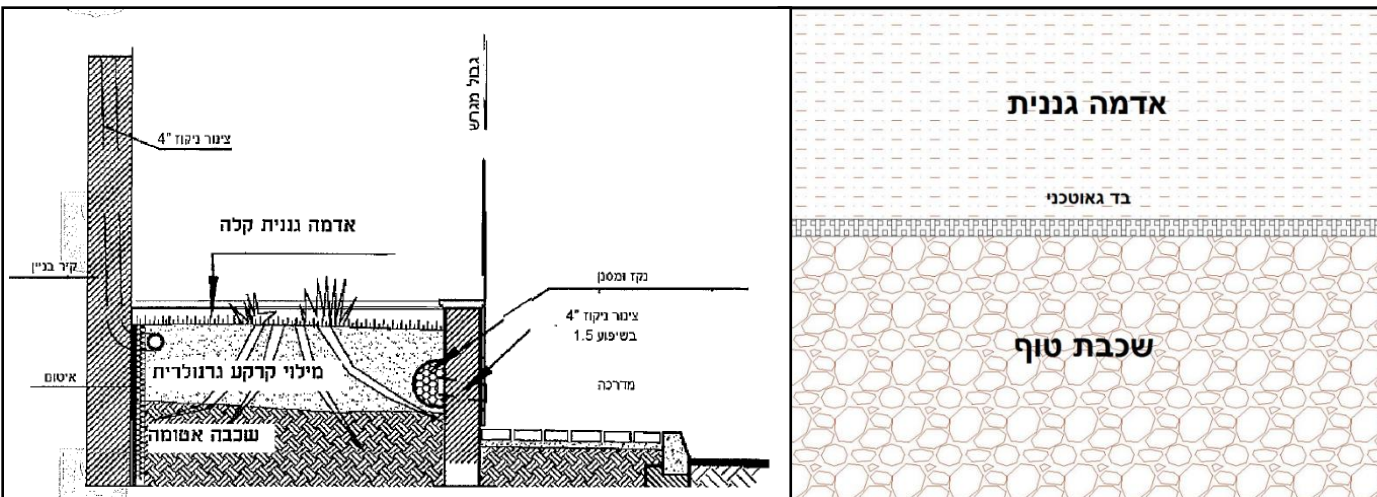
תרשים 9.7 - חתך טיפוסי של שטח מכוון הצפה בגינה ציבורית

מתקנים משולבי פיתוח מגרש

9.1.1.14 השהיית נגר על תקרת החניון

תקרת החניון או המבנה מהווה פוטנציאל להשהיית נגר. את הנגר ניתן להשהות במצע גנני שתחתיו תווד גרנולרי שמותאם להשהיה. תווד גרנולרי מאפשר הצטברות מים בחללים שבין האגרגטים, דוגמת טוף או חצץ. שיטת השהיה זו מאפשרת זרימה עילית רחבה אל נפח ההשהיה, ובמקרה ומדובר בקרקע חדירה ללא בניה מתאפשר גם חלחול טבעי לתת הקרקע. נפח החללים מהווה כ-30% מנפח התווד הגרנולרי. יש להטמיע אל התכנון המפורט של הבינוי ושל הפיתוח את העקרונות הבאים:

- מסביב לתקרת החניון העליונה תיבנה מעטפת בגובה של 50 ס"מ לפחות עד לגובה פני הקרקע המתוכנן. תקרת החניון העליונה והחלק הפנימי של המעטפת יצופו בחומרים אטימים למים, כך שתיווצר על גג החניון מעין "אמבטיה".
- תקרת מפלס החנייה העליונה תחופה בשכבת גרנולארית בעובי של 40 ס"מ לפחות. תווד גרנולארי עם נקבוביות גבוהה של כ-35%, קולט את מי הנגר ומשחרר אותם לאט לתוך מערכת הניקוז.
- את התווד הגרנולרי ניתן לכסות בבד גאוטכני ועליו להניח אדמה גננית שתילת דשא, כפי המתואר בתרשים 9.8

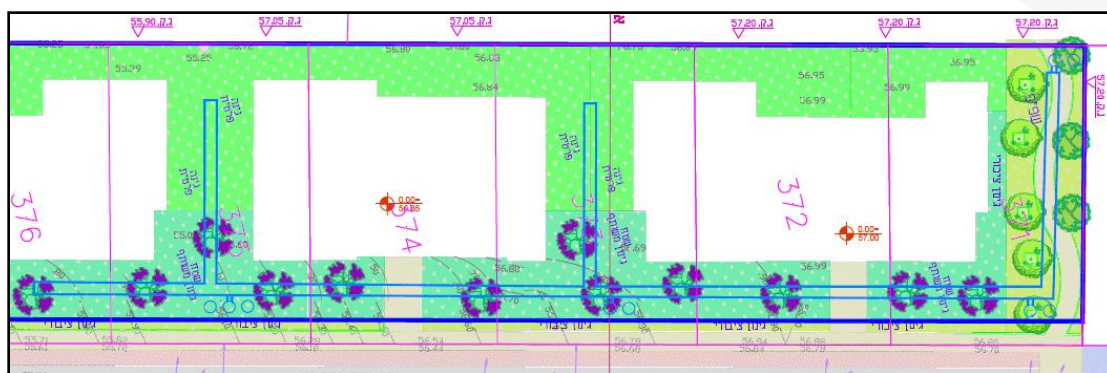


תרשים 9.8 - חתך טיפוסי של תקרת מרתף מגוננת, המשמש להשיית נגר

את תקרת החניון יש צורך לתכנן כגג דבר ועניין כולל שיפועים, איטום ותכנון מירזוב מתאים על מנת למנוע הצטברות מים וחדירה לתוך המרתף.

9.1.1.15 איסוף הנגר הנקי מהגגות והמרפסות להשהיה בצנרת על גג המרתף

איסוף הנגר הנקי משטח הגגות, המרפסות וכן מי מזגנים, על ידי צמ"גים שיפנו את מי הנגר למערכת צינורות, שימשו כאוגר השהייה ואיגום. הצינורות יונחו על גג המרתף מתחת לגינן. הנגר מהצינורות יופנה אל קידוחים להחדרת הנגר למי התהום בשולי המגרש. מי הנגר יזרמו בספיקה נמוכה ולאורך זמן מצינור השהייה אל קידוחי החדרה עמוקים לתת הקרקע. היות ומדובר בזרימה דרך מיכל השהייה, הרי שהזרימה מרוסנת, כך שמערכת החדרה בקידוחים תיטיב לקלוט אותם. עודפים ממערכת השהייה וקידוחי החדרה יזרמו בגלישה אל מערכת הניקוז העירונית.



תרשים 9.9 - צנרת על גג מרתף לקליטת מי נגר משלושה מגרשים

מתקנים ייעודיים

9.1.1.16 נפח איגום תת קרקעי

DRAINAGE BOX – נפח איגום תת קרקעי הוא מתקן הנדסי שמופק בתת הקרקע. דפנותיו

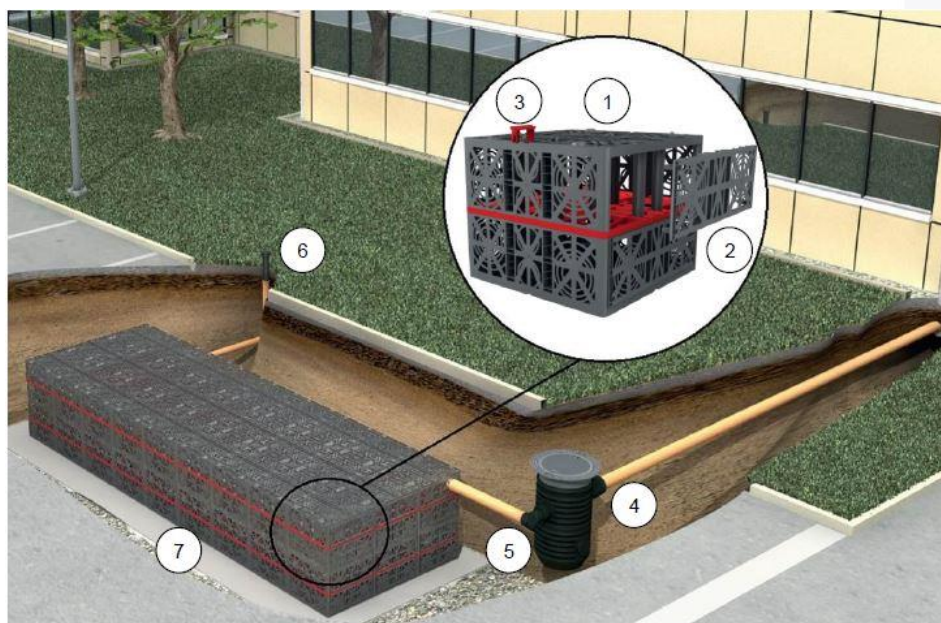


יכולות להיות מבטון (למשל קופסת בטון) אך לא בהכרח. פתרון זה מאפשר פיתוח מעל שטח מאגר ההשהיה (למשל חניון עילי / מגרש משחקים).
 דוגמא לנפח איגום תת קרקעי מוצגת בתרשים 2. במתקנים אלו נפח החללים הוא כ 96% מנפח המתקן בד"כ.



תרשים 9.10 – מתקן מבוסס "ארגזים" לריסון נגר צילום מסך מתוך אתר agrolan.co.il

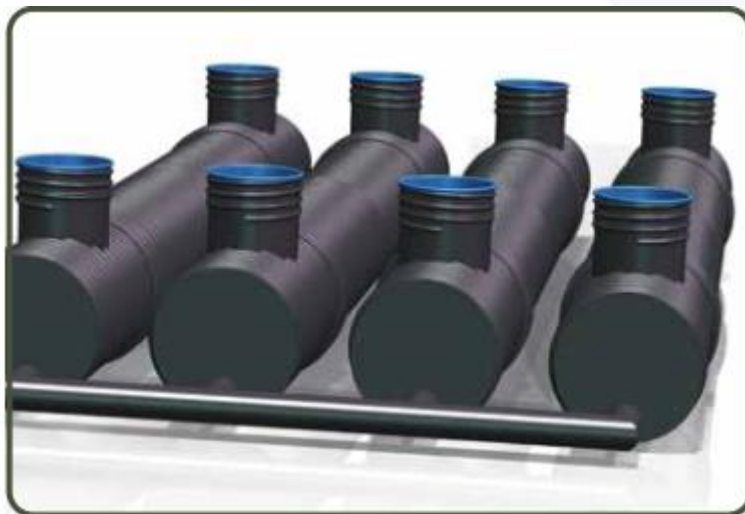
דוגמא נוספת לנפח איגום תת קרקעי מוצגת בתרשים 9.10. בדוגמא זו מי נגר מגגות המבנה מושהים בחלל האגירה ומוחדרים לתת הקרקע בשטח הפתוח (ללא מרתף) בתחום המגרש. ניתן גם להקים מתקן אחד עבור שנים או שלושה מגרשים, באחריות משותפת או באחריות בעירייה.



תרשים 9.11 – מתקן משולב לאיגום והחדרה בתחום המגרש

9.1.1.17 מתקני אגירה צינוריים

מתקני אגירה צינוריים, דוגמת זה המוצג בתרשים 9.11, מתאימים להשהיית נגר ברמת המגרש, ובמקרים בהם קיימת מגבלת שטח. ניתן למקם את צנרת ההשהיה על תקרת החניון, בשולי מבנים תת קרקעיים או בכל קונסטרוקציה אחרת, שבה ניתן לשמור על שיפוע מינימלי שיאפשר ניקוז גרביטציוני של מי הנגר למערכת התיעול.



תרשים 9.12 - אגירה בצנרת פלסטיק, מתוך קטלוג חברת פלדקס

חשוב לשים לב לתקינת העומס מעל מתקנים אלה. רצוי להעדיף כאלה שיש להם תקינה המאפשרת גם חנייה של רכב כיבוי אש מעליהם.

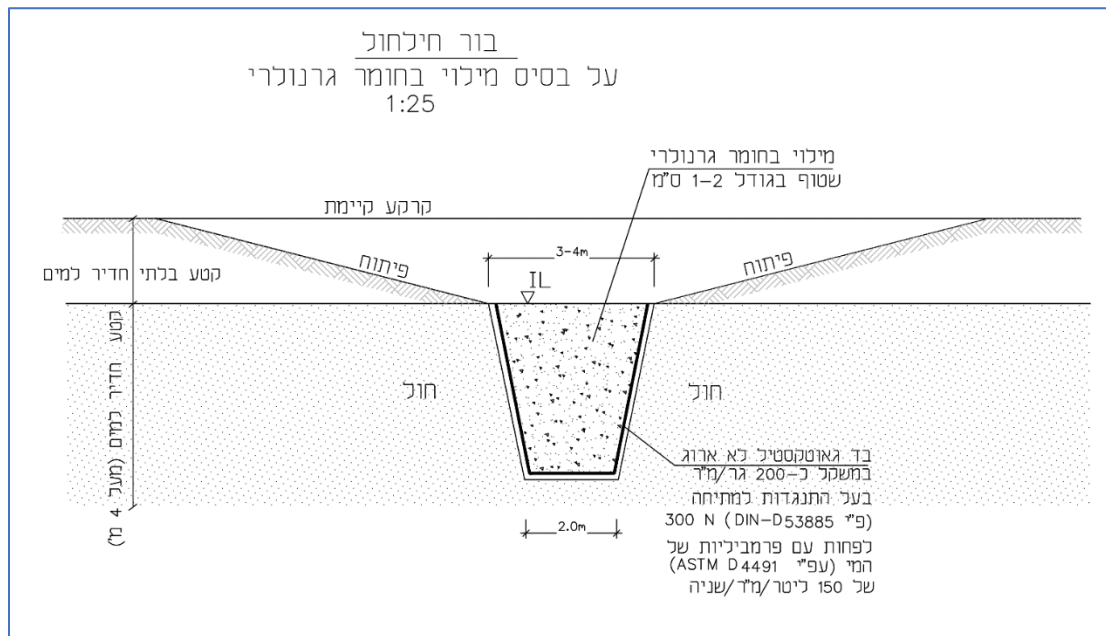
חלחול והחדרה

מערכת חלחול והחדרה היא חלק מיישום הדרישה לשימור כושר המילוי החוזר. תכנון מערך כזה ראוי להתייחס בין השאר לדגשים הבאים:

- א. שכבת המטרה להחדרה
- ב. השפעות שליליות שיכולות להיות להחדרה על מבנים\ דרכים וכדו',
- ג. מערך החדרה לא יכול לעבוד ללא נפח איגום מעליו, יש להגדיר נפח איגום לכל מערך החדרה, שיאפשר את יעד ההחדרה העונתי.
- ד. לעולם, החדרה וחלחול אינם פתרון לסופות קיצון. יש להגדיר מהו הפתרון של המרחב לאירוע קיצון וכיצד הוא גולש אל מערכת הולכה.

9.1.1.18 בור / תעלת חלחול

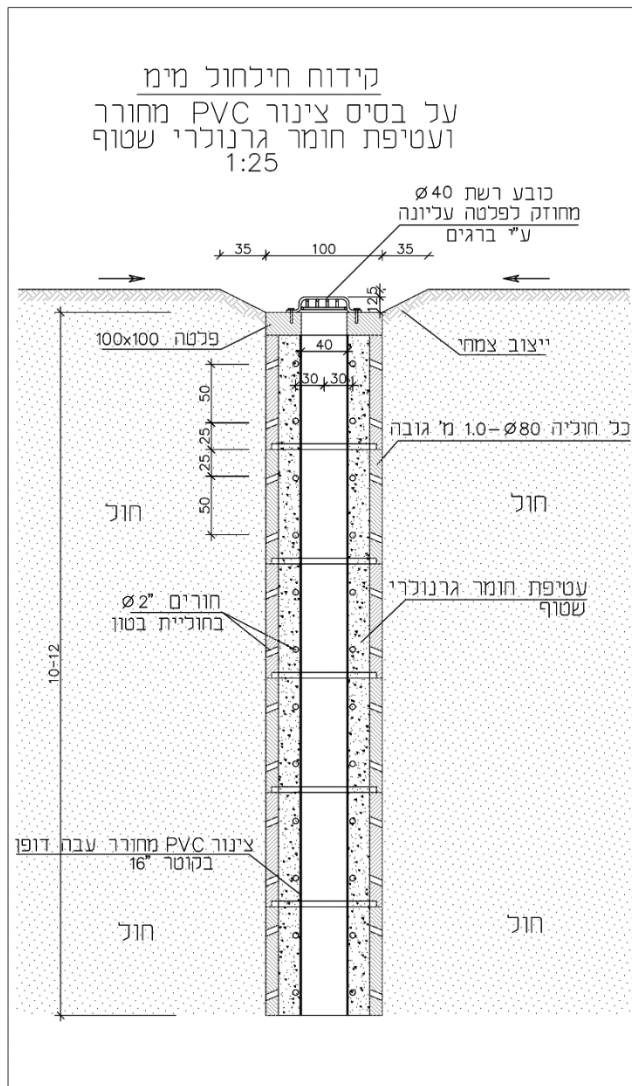
בור / שוחת חלחול משמשת להשהיה וחידור של נגר עילי לתת הקרקע. ניתן למקם שוחות חלחול או תעלות חלחול בתוואי ערוץ ניקוז מקומי או בנקודה הנמוכה בשצ"פ. באזורים בהם אין מוצא טבעי לעודפי הנגר, יש למקם שוחת שטח שמטרתה לאסוף את עודפי הנגר ולנתבם למערכת



תרשים 9.13: בור / תעלת חלחול מים על בסיס מילוי בחומר גרנוולרי

9.1.1.19 קידוח חלחול

- קידוח חלחול הוא פתרון משלים למתקן השהייה. תכנון הקידוח צריך להיעשות בהתאם להנחיות רשות המים, בדגש על:
- א. מניעת החדרת מזהמים.
 - ב. קביעת שכבת המטרה. אם שכבת המטרה היא התווך הלא רווי, יש להתאים לכך את חישוב כושר החידור באמצעות מקדם מוליכות הידראולית באי-רוויה.



תרשים 9.14: קידוח חלחול מימ

10 תכנית אב לניקוז – השלכות מעשיות

10.1 גורמים משפיעים

10.1.1 אזור צפוני - רחובות

1. אישור תכנית "פארק המסילה"
2. אישור תכנית "פארק האגמים"

10.1.2 אזור דרומי- רחובות

3. ביצוע תוכנית "מאגר קריית משה"
4. אישור תכנית "מאגר שילר"

10.1.3 כלל התוכנית

הסדרת תעלות הניקוז החיצוניות, המתנקזות בעיקר מהשטחים החקלאיים וכן הסדרת גדלי מעבירי המים מתחת לכבישים הראשיים {431,40}

10.2 משימות לביצוע (Action items)

רשימת המשימות לביצוע, הן המטלות המרכזיות והדחופות, שנגזרו מתוך הניתוח של תוכנית אב. תוכניות אלה מופעיות בגליונות 1310 ו-1311.

הפרויקטים המתנקזים לכל אגן ממסופרים בהתאם למפורט בטבלה שלהלן, ומוצגים בגליונות 1310+1311.

טבלה 10.1 מציגה את - סדר המספור המוצג בגליונות המבטא שייכות לכל אגן. כמו כן, השינוי בספרת העשרות מבטא - המשך המאסף הראשי, והשינוי בספרת האחדות מבטא - פרויקטים המתחברים למאסף הראשי.

טבלה 10.1: סדר המספור המוצג בגליונות

מקרא-סדר מספור	
מספר	אגן
1XX	GMT
2XX	GM
2XXX	GM+NS
3XX	NS
9XXX	איגום

הסדרת נחל גמליאל ע"י מאגר קריית משה [GMT]

- פרויקט 100 - הסדרת נחל גמליאל ע"י מאסף דרומי מ"הרצל/שמחה הולצמן" עד למאגר קריית משה
- פרויקט 101 - הסדרת נחל גמליאל ע"י הנחת צינורות ניקוז חדשים החל מ"הפרדס/הפועל הצעיר" ועד לצומת- "הרצל/שדרות הקיבוצים" (משם מתחבר לצינור קיים ומתחבר למאסף הדרומי בסוף רחוב "יצחק יעקובי").

- פרויקט 110 - הסדרת נחל גמליאל ע"י הנחת צינורות ניקוז חדשים המתחברים ממזרח אל המאסף הדרומי מ"ההסתדרות/אהוד דולינסקי" עד ל - "הרצל/שמחה הולצמן".

הסדרת אגן נחל גמליאל [GM]

- פרויקט 200 – הסדרת נחל גמליאל ע"י הגדלה של מקטע "מאסף מזרח-מערב" המאסף מצומת "דרך היס/עמיאל רוזינסקי" עד לצומת הרעות, ומשם מערבה עד לתעלת נחל גמליאל (המאסף מדרום לכביש).
- פרויקט 2000 - הסדרת נחל גמליאל ע"י מאסף הסמוך למסילת הרכבת. כיוונו דרום-מערב: מתחיל ממפגש הרכבת עם רחוב הרצל עד ההגעה לכביש 411. (המאסף עובר מצפון לכביש ראשי "דרך היס" – במקביל לפרויקט-200).
- פרויקט 210 - הסדרת נחל גמליאל ע"י הגדלה של מקטע המשך ל"מאסף מזרח-מערב" המאסף מצומת "הרצל/בנימין" עד ל- "דרך היס/עמיאל רוזינסקי".
- פרויקט 211 - הסדרת נחל גמליאל ע"י הגדלת המאסף המתנקז מצפון-מזרח למאסף "מזרח-מערב" (210) מ"הנשיא הראשון/הרב מוהליבר" עד ל- "שדרות ח"ן/עמיאל רוזינסקי".
- פרויקט 220 - הסדרת נחל גמליאל ע"י הגדלה של מקטע המשך ל"מאסף מזרח-מערב" המאסף מצומת "הרצל/בנימין" עד ל- "דרך היס/עמיאל רוזינסקי".
- פרויקט 221 – הסדרת נחל גמליאל ע"י הגדלת המאסף המתנקז מצפון-מזרח ל"מאסף מזרח-מערב" (220) מ"הנשיא הראשון/הרב מוהליבר" עד ל- "שדרות ח"ן/עמיאל רוזינסקי".
- פרויקט 222 - הסדרת נחל גמליאל ע"י הנחת צנרת ניקוז חדשה ברחוב ראשי הרצל המתחברים מדרום ל"מאסף מזרח-מערב" (220) מ"הרצל/מילצין" עד לצומת- "הרצל/בנימין".
- פרויקט 223 - הסדרת נחל גמליאל ע"י הנחת צינורות ניקוז קטנים (בקטרי - 60) המתחברים לרחוב הרצל (222) כאשר החיבור הדרומי ביותר מגיע מרחוב "מילצין", והצפוני ביותר מרחוב "מנשה קפרא".

הסדרת אגן נחל נס ציונה [NS]

- פרויקט 300 - הסדרת נחל נס ציונה ע"י הגדלה של מקטע "מאסף צפוני" המנקז מכיכר "הנשיא הראשון/הרב ברמן" עד ל-נחל נס ציונה.

הסדרת המאגרים בעיר

- פרויקט 9000 - מאגר שילר (התכנית טרם אושרה) – 2 מאגרים בנפחים של סה"כ 310,000 מ"ק (גדול וקטן) הנמצאים בשטחי קבוצת שילר ונותנים מענה לאזור המערבי של רחובות המתנקז לאגן נחל גמליאל (GMT)

- פרויקט 9100 - מאגר קריית משה (תכנית מאושרת) - מאגר בנפח של 150,000 מ"ק , נמצא מדרום ל"צומת הרעות" ומנקז אליו בעזרת הסטת המאסף דרומה את המאסף הדרומי (100) של אגן גמליאל (GMT).
- פרויקט 9200 - מאגר תל שלף (התכנית טרם אושרה) – מאגר במערב העיר, סמוך לתל שלף, בקרבת נחל גמליאל.
- פרויקט 9300 - פארק האגמים (תכנית מאושרת) – 3 מאגרים במזרח העיר בנפח כולל של 180,00 מ"ק המנקזים את המעלה של אגן נס ציונה .

10.3 התניות ביצוע

תיעול ניקוז מתחם פארק המסילה

פיתוח מתחם "פארק המסילה" הוא חלק מתוכנית הצמיחה של העיר, אולם מאידך היא מעמיסה על מערכות הניקוז הקיימות שחלקן בתת-תפוקה כבר במצב הנוכחי וחלקן גבוליות. לאור זאת הפיתוח מותנה ברצף פעולות מקדימות, כפי המוצג בתרשים 10.1.



תרשים 10.1 - דיאגרמת התלות של תיעול הניקוז בפארק המסילה בשיקום המערכת העירוני

פיתוח מאגר קריית משה

הפיתוח של מאגר קריית משה מותנה ברצף פעולות מקדימות. לפיכך, נוצרת שרשרת של תלותיות האחד בשני, כך שבסופו של דבר טיפול שלכאורה נקודתי למקום מסוים (מאגר קריית משה), מסייע בפתרון בעיה יותר מקיפה, שהיא הניקוז של רוב האזור המזרחי בעיר רחובות. ניתן לראות זאת בתרשים 10.2:



תרשים 10.2 - דיאגרמת התלות של תיעול הניקוז במאגר קריית משה בשיקום המערכת העירוני

10.4 תוכנית תקציבית

10.4.1 בסיס התחשיב

החישוב של אומדן מחירים (לא כולל מע"מ) נעשה באופן כזה הלוקח בחשבון וכולל את כלל מחירי העבודות הנלוות לביצוע של אותה פעולה של הנחת צינור/מובל.

בנוסף, אומדן מחירים של הקמת שטח איגום הינה:

- 110 ש"ח ל-מ"ק - לשטחים פתוחים.

וכן, אומדן מחיר של תעלה:

- 400 ש"ח ל-מטר אורך – לתעלה פתוחה.

עלות כוללת לפי אגנים:

10.4.1.1 אגן NS (אגן נחל נס ציונה):

אומדן כללי לשדרוג קווי ניקוז בעיר רחובות במסגרת תוכנית האב				
מחיר X כמות	מחיר	כמות לשדרוג	יחידת מידה	תיאור מק"ט
570,000.0	6000.00	95.00	מטר	הנחת צינור קוטר 100 ברחוב קיים כולל כל העבודות הנלוות
3,366,000.0	6000.00	561.00	מטר	הנחת צינור קוטר 125 ברחוב קיים כולל כל העבודות הנלוות
11,400,000.0	10000.00	1140.00	מטר	הנחת צינור קוטר 150 ברחוב קיים כולל כל העבודות הנלוות
3,270,000.0	10000.00	327.00	מטר	הנחת צינור קוטר 180 ברחוב קיים כולל כל העבודות הנלוות
5,532,000.0	12000.00	461.00	מטר	הנחת צינור קוטר 200 ברחוב קיים כולל כל העבודות הנלוות
13,380,600.0	17,400.00	769.00	מטר	הנחת מובל גודל 200*300 ברחוב קיים כולל כל העבודות הנלוות
41,655,600.0	17,400.00	2394.00	מטר	הנחת מובל גודל 200*325 ברחוב קיים כולל כל העבודות הנלוות
208,400.0	400.00	521.00	מטר אורך	תעלה
80,000,000	סה"כ מחיר לאגן NS :			

10.4.1.2 אגן GM (אגן נחל גמליאל):

אומדן כללי לשדרוג קווי ניקוז בעיר רחובות במסגרת תוכנית האב				
מחיר X כמות	מחיר	כמות לשדרוג	יחידת מידה	תיאור מק"ט
8,526,000.0	6000.00	1421.00	מטר	הנחת צינור קוטר 100 ברחוב קיים כולל כל העבודות הנלוות
16,710,000.0	6000.00	2785.00	מטר	הנחת צינור קוטר 125 ברחוב קיים כולל כל העבודות הנלוות
13,480,000.0	10000.00	1348.00	מטר	הנחת צינור קוטר 150 ברחוב קיים כולל כל העבודות הנלוות
22,250,000.0	10000.00	2225.00	מטר	הנחת צינור קוטר 180 ברחוב קיים כולל כל העבודות הנלוות
22,764,000.0	12000.00	1897.00	מטר	הנחת צינור קוטר 200 ברחוב קיים כולל כל העבודות הנלוות
13,488,000.0	14050.00	960.00	מטר	הנחת מובל גודל 200*250 ברחוב קיים כולל כל העבודות הנלוות
5,829,000.0	17400.00	335.00	מטר	הנחת מובל גודל 200*300 ברחוב קיים כולל כל העבודות הנלוות
52,304,400.0	17400.00	3006.00	מטר	הנחת מובל גודל 200*325 ברחוב קיים כולל כל העבודות הנלוות
11,727,600.0	17400.00	674.00	מטר	הנחת מובל גודל 200*350 ברחוב קיים כולל כל העבודות הנלוות
1,426,800.0	17400.00	82.00	מטר	הנחת מובל גודל 200*360 ברחוב קיים כולל כל העבודות הנלוות
44,892,000.0	17400.00	3073.00	מטר	הנחת מובל גודל 200*500 ברחוב קיים כולל כל העבודות הנלוות
7,273,200.0	17400.00	418.00	מטר	הנחת מובל גודל 200*525 ברחוב קיים כולל כל העבודות הנלוות
9,960,000.0	20750.00	480.00	מטר	הנחת מובל גודל 200*600 ברחוב קיים כולל כל העבודות הנלוות
33,180,849.0	20751.00	1599.00	מטר	הנחת מובל גודל 240*600 ברחוב קיים כולל כל העבודות הנלוות
265,000,000	סה"כ מחיר לאגן GM :			

10.4.1.3 אגן GMT (אגן מאגר קריית משה) :

אומדן כללי לשדרוג קווי ניקוז בעיר רחובות במסגרת תוכנית האב				
מחיר X כמות	מחיר	כמות לשדרוג	יחידת מידה	תיאור מק"ט
1,332,000.0	6000.00	222.00	מטר	הנחת צינור קוטר 100 ברחוב קיים כולל כל העבודות הנלוות
2,082,000.0	6000.00	347.00	מטר	הנחת צינור קוטר 125 ברחוב קיים כולל כל העבודות הנלוות
17,350,000.0	10000.00	1735.00	מטר	הנחת צינור קוטר 150 ברחוב קיים כולל כל העבודות הנלוות
13,230,000.0	10000.00	1323.00	מטר	הנחת צינור קוטר 180 ברחוב קיים כולל כל העבודות הנלוות
7,536,000.0	12000.00	628.00	מטר	הנחת צינור קוטר 200 ברחוב קיים כולל כל העבודות הנלוות
2,388,500.0	14050.00	170.00	מטר	הנחת מובל גודל 200*220 ברחוב קיים כולל כל העבודות הנלוות
6,926,650.0	14050.00	493.00	מטר	הנחת מובל גודל 200*240 ברחוב קיים כולל כל העבודות הנלוות
14,429,350.0	14050.00	1027.00	מטר	הנחת מובל גודל 200*250 ברחוב קיים כולל כל העבודות הנלוות
3,219,000.0	17400.00	185.00	מטר	הנחת מובל גודל 200*300 ברחוב קיים כולל כל העבודות הנלוות
19,192,200.0	17400.00	1103.00	מטר	הנחת מובל גודל 200*350 ברחוב קיים כולל כל העבודות הנלוות
6,281,400.0	17400.00	361.00	מטר	הנחת מובל גודל 200*550 ברחוב קיים כולל כל העבודות הנלוות
6,743,750.0	20750.00	325.00	מטר	הנחת מובל גודל 200*600 ברחוב קיים כולל כל העבודות הנלוות
100,000,000	סה"כ מחיר לאגן GMT :			

10.4.1.4 אגן BL (אגן מתחם ביל"ו המתנקז לנחל עקרון):

אומדן כללי לשדרוג קווי ניקוז בעיר רחובות במסגרת תוכנית האב				
מחיר לשדרוג	מחיר	כמות לשדרוג	יחידת מידה	תיאור מק"ט
792,000.0	6000.00	132.00	מטר	הנחת צינור קוטר 100 ברחוב קיים כולל כל העבודות הנלוות
792,000	סה"כ מחיר לאגן BL :			

10.4.1.5 סיכום - עלות כוללת לפי אגנים

מחיר אכמות	אגן ראשי
נח 80,000,000	אגן NS
נח 265,000,000	אגן GM
נח 100,000,000	אגן GMT
נח 800,000	אגן BL
נח 446,000,000	Σ[סה"כ*]

*לצינורות מומלצים מקוטר 100 ומעלה .

10.5 עלות פרויקטים בעדיפות גבוהה

החישוב של אומדן מחירים לפי פרויקטים נעשה באופן כזה הלוקח בחשבון וכולל את כלל מחירי העבודות הנלוות לביצוע של אותה פעולה של הנחת צינור/מובל. וכולל בנוסף, תכנון ניהול ופיקוח+מע"מ+בצ"מ כפי שמפורט בטבלאות שלהלן.

10.5.1 פרויקט 100 – מאסף דרומי:

אומדן כללי לשדרוג קווי ניקוז בעיר רחובות במסגרת תוכנית האב				
מחיר X כמות	מחיר	כמות לשדרוג	יחידת מידה	תיאור מק"ט
5,080,000.0	10000.00	508.00	מטר	הנחת צינור קוטר 150 ברחוב קיים כולל כל העבודות הנלוות
1,160,000.0	10000.00	116.00	מטר	הנחת צינור קוטר 180 ברחוב קיים כולל כל העבודות הנלוות
3,156,000.0	12000.00	263.00	מטר	הנחת צינור קוטר 200 ברחוב קיים כולל כל העבודות הנלוות
21,356,000.0	14050.00	1520.00	מטר	הנחת מובל גודל 200*250 ברחוב קיים כולל כל העבודות הנלוות
3,219,000.0	17400.00	185.00	מטר	הנחת מובל גודל 200*300 ברחוב קיים כולל כל העבודות הנלוות
9,309,000.0	17400.00	535.00	מטר	הנחת מובל גודל 200*350 ברחוב קיים כולל כל העבודות הנלוות
23,159,400.0	17400.00	1331.00	מטר	הנחת מובל גודל 200*550 ברחוב קיים כולל כל העבודות הנלוות
66,439,400.0	סה"כ ברוטו מחיר לפרויקט 100 (ברוטו) :			

16,609,850	25%	בצ"מ
9,965,910	15%	תכנון ניהול ופיקוח
15,812,577	17%	מע"מ
108,827,737		סה"כ במחירי תקציב -
110,000,000		סה"כ להעברה (נטו) :

10.5.2 פרויקט 101 - שדרות הקיבוצים :

אומדן כללי לשדרוג קווי ניקוז בעיר רחובות במסגרת תוכנית האב				
מחיר X כמות	מחיר	כמות לשדרוג	יחידת מידה	תיאור מק"ט
4,060,000.0	3500.00	1160.00	מטר	הנחת צינור קוטר 60 ברחוב קיים כולל כל העבודות הנלוות
4,060,000.0	סה"כ מחיר לפרויקט 101 (ברוטו) :			

1,015,000	25%	בצ"מ
609,000	15%	תכנון ניהול ופיקוח
966,280	17%	מע"מ
6,650,280	סה"כ במחירי תקציב -	
7,000,000	סה"כ להעברה (נטו) :	

10.5.3 פרויקט 101 - שדרות הקיבוצים :

אומדן כללי לשדרוג קווי ניקוז בעיר רחובות במסגרת תוכנית האב				
מחיר X כמות	מחיר	כמות לשדרוג	יחידת מידה	תיאור מק"ט
2,520,000.0	3500.00	720.00	מטר	הנחת צינור קוטר 60 ברחוב קיים כולל כל העבודות הנלוות
240,000.0	4000.00	60.00	מטר	הנחת צינור קוטר 80 ברחוב קיים כולל כל העבודות הנלוות
2,760,000.0	סה"כ מחיר לפרויקט 110 (ברוטו) :			

690,000	25%	בצ"מ
414,000	15%	תכנון ניהול ופיקוח
656,880	17%	מע"מ
4,520,880	סה"כ במחירי תקציב -	
4,500,000	סה"כ להעברה (נטו) :	

10.5.4 פרויקט 200 - מאסף מזרח-מערב - דרך הים:

אומדן כללי לשדרוג קווי ניקוז בעיר רחובות במסגרת תוכנית האב				
מחירXכמות	מחיר	כמות לשדרוג	יחידת מידה	תיאור מק"ט
9,960,000.0	20750.00	480.00	מטר	הנחת מובל גודל 200 * 600 ברחוב קיים כולל כל העבודות הנלוות
19,140,000.0	17400.00	1100.00	מטר	הנחת מובל גודל 200 * 325 ברחוב קיים כולל כל העבודות הנלוות
28,013,850.0	20751.00	1350.00	מטר	הנחת מובל גודל 240 * 600 ברחוב קיים כולל כל העבודות הנלוות
20,751,000.0	20751.00	1000.00	מטר	הנחת מובל גודל 200 * 525 ברחוב קיים כולל כל העבודות הנלוות
77,864,850.0	סה"כ מחיר לפרויקט 200(ברוטו):			

19,466,213	25%	בצ"מ
11,679,728	15%	תכנון ניהול ופיקוח
18,531,834	17%	מע"מ
127,542,624	סה"כ במחירי תקציב -	
125,000,000	סה"כ להעברה (נטו):	

10.5.5 פרויקט 2000 – פארק המסילה:

אומדן כללי לשדרוג קווי ניקוז בעיר רחובות במסגרת תוכנית האב				
מחיר X כמות	מחיר	כמות לשדרוג	יחידת מידה	תיאור מק"ט
3,640,000.0	4000.00	910.00	מטר	הנחת צינור קוטר 80 ברחוב קיים כולל כל העבודות הנלוות
7,680,000.0	6000.00	1280.00	מטר	הנחת צינור קוטר 100 ברחוב קיים כולל כל העבודות הנלוות
5,479,500.0	14050.00	390.00	מטר	הנחת מובל גודל 200*200 ברחוב קיים כולל כל העבודות הנלוות
13,488,000.0	14050.00	960.00	מטר	הנחת מובל גודל 200*250 ברחוב קיים כולל כל העבודות הנלוות
30,287,500.0	סה"כ מחיר לפרויקט 2000(ברוטו):			

7,571,875	25%	בצ"מ
4,543,125	15%	תכנון ניהול ופיקוח
7,208,425	17%	מע"מ
49,610,925	סה"כ במחירי תקציב -	
50,000,000	סה"כ להעברה (נטו):	

10.5.6 פרויקט 210 – מאסף מזרח-מערב-הרצל - דרך הים:

אומדן כללי לשדרוג קווי ניקוז בעיר רחובות במסגרת תוכנית האב				
מחיר X כמות	מחיר	כמות לשדרוג	יחידת מידה	תיאור מק"ט
33164400	17400.00	1906.00	מטר	הנחת מובל גודל 200*325 ברחוב קיים כולל כל העבודות הנלוות
33,164,400.0	סה"כ מחיר לפרויקט 210 (ברוטו):			

8,291,100	25%	בצ"מ
4,974,660	15%	תכנון ניהול ופיקוח
7,893,127	17%	מע"מ
54,323,287	סה"כ במחירי תקציב -	
55,000,000	סה"כ להעברה (נטו):	

10.5.7 פרויקט 211 – הנשיא הראשון-שדרות חן:

אומדן כללי לשדרוג קווי ניקוז בעיר רחובות במסגרת תוכנית האב				
מחיר X כמות	מחיר	כמות לשדרוג	יחידת מידה	תיאור מק"ט
1840000	4000.00	460.00	מטר	הנחת צינור קוטר 80 ברחוב קיים כולל כל העבודות הנלוות
6000000	6000.00	1000.00	מטר	הנחת צינור קוטר 100 ברחוב קיים כולל כל העבודות הנלוות
7,840,000.0	סה"כ מחיר לפרויקט 211 (ברוטו):			

1,960,000	25%	בצ"מ
1,176,000	15%	תכנון ניהול ופיקוח
1,865,920	17%	מע"מ
12,841,920	סה"כ במחירי תקציב -	
13,000,000	סה"כ להעברה (נטו):	

10.5.8 פרויקט 220 – מאספ מזרח-מערב-ההגנה-הרצל:

אומדן כללי לשדרוג קווי ניקוז בעיר רחובות במסגרת תוכנית האב				
מחיר X כמות	מחיר	כמות לשדרוג	יחידת מידה	תיאור מק"ט
14790000	17400.00	850.00	מטר	הנחת מובל גודל 200*350 ברחוב קיים כולל כל העבודות הנלוות
37270800	17400.00	2142.00	מטר	הנחת מובל גודל 200*500 ברחוב קיים כולל כל העבודות הנלוות
52,060,800.0	סה"כ מחיר לפרויקט 220(ברוטו):			

13,015,200	25%	בצ"מ
7,809,120	15%	תכנון ניהול ופיקוח
12,390,470	17%	מע"מ
85,275,590	סה"כ במחירי תקציב -	
85,000,000	סה"כ להעברה (נטו):	

10.5.9 פרויקט 221 – סירני – הבעל-שם טוב:

אומדן כללי לשדרוג קווי ניקוז בעיר רחובות במסגרת תוכנית האב				
מחיר X כמות	מחיר	כמות לשדרוג	יחידת מידה	תיאור מק"ט
1500000	10000.00	150.00	מטר	הנחת צינור קוטר 180 ברחוב קיים כולל כל העבודות הנלוות
11310000	17400.00	650.00	מטר	הנחת מובל גודל 200*360 ברחוב קיים כולל כל העבודות הנלוות
12,810,000.00	סה"כ מחיר לפרויקט 221(ברוטו):			

3,202,500	25%	בצ"מ
1,921,500	15%	תכנון ניהול ופיקוח
3,048,780	17%	מע"מ
20,982,780	סה"כ במחירי תקציב -	
20,000,000	סה"כ להעברה (נטו):	

10.5.10 פרויקט 222 – הנחת צנרת ניקוז הרצל:

אומדן כללי לשדרוג קווי ניקוז בעיר רחובות במסגרת תוכנית האב				
מחיר X כמות	מחיר	כמות לשדרוג	יחידת מידה	תיאור מק"ט
875000	3500.00	250.00	מטר	הנחת צינור קוטר 60 ברחוב קיים כולל כל העבודות הנלוות
4000000	4000.00	1000.00	מטר	הנחת צינור קוטר 80 ברחוב קיים כולל כל העבודות הנלוות
4,875,000.0	סה"כ מחיר לפרויקט 222 (ברוטו):			

1,218,750	25%	בצ"מ
731,250	15%	תכנון ניהול ופיקוח
1,160,250	17%	מע"מ
7,985,250	סה"כ במחירי תקציב -	
5,000,000	סה"כ להעברה (נטו):	

10.5.11 פרויקט 223 – הסתעפויות להרצל:

אומדן כללי לשדרוג קווי ניקוז בעיר רחובות במסגרת תוכנית האב				
מחיר X כמות	מחיר	כמות לשדרוג	יחידת מידה	תיאור מק"ט
7490000	3500.00	2140.00	מטר	הנחת צינור קוטר 60 ברחוב קיים כולל כל העבודות הנלוות
7,490,000.0	סה"כ מחיר לפרויקט 223 (ברוטו):			

1,872,500	25%	בצ"מ
1,123,500	15%	תכנון ניהול ופיקוח
1,782,620	17%	מע"מ
12,268,620	סה"כ במחירי תקציב -	
12,000,000	סה"כ להעברה (נטו):	

10.5.12 פרויקט 300 – מאסף צפוני נס ציונה (פארק המדע):

אומדן כללי לשדרוג קווי ניקוז בעיר רחובות במסגרת תוכנית האב				
מחיר X כמות	מחיר	כמות לשדרוג	יחידת מידה	תיאור מק"ט
1944000	6000.00	324.00	מטר	הנחת צינור קוטר 125 ברחוב קיים כולל כל העבודות הנלוות
3420000	10000.00	342.00	מטר	הנחת צינור קוטר 150 ברחוב קיים כולל כל העבודות הנלוות
208400	400.00	521.00	מטר אורך	תעלה
9117600	17400.00	524.00	מטר	הנחת מובל גודל 200*300 ברחוב קיים כולל כל העבודות הנלוות
41655600	17400.00	2394.00	מטר	הנחת מובל גודל 200*325 ברחוב קיים כולל כל העבודות הנלוות
5689800	17400.00	327.00	מטר	הנחת מובל גודל 200*360 ברחוב קיים כולל כל העבודות הנלוות
62,035,400.0	סה"כ מחיר לפרויקט 300 (ברוטו):			

15,508,850	25%	בצ"מ
9,305,310	15%	תכנון ניהול ופיקוח
14,764,425	17%	מע"מ
101,613,985	סה"כ במחירי תקציב -	
100,000,000	סה"כ להעברה (נטו):	

10.5.13 פרויקט 9000 – מאגר שילר:

אומדן כללי לשדרוג קווי ניקוז בעיר רחובות במסגרת תוכנית האב				
מחיר X כמות	מחיר	כמות לשדרוג	יחידת מידה	תיאור מק"ט
34100000	110.00	310000.00	מ"ק	מאגר
34,100,000.0	סה"כ מחיר לפרויקט 9000 (ברוטו):			

8,525,000	25%	בצ"מ
5,115,000	15%	תכנון ניהול ופיקוח
8,115,800	17%	מע"מ
55,855,800	סה"כ במחירי תקציב -	
55,000,000	סה"כ להעברה (נטו):	

10.5.14 פרויקט 9100 – מאגר קריית משה:

אומדן כללי לשדרוג קווי ניקוז בעיר רחובות במסגרת תוכנית האב				
מחיר X כמות	מחיר	כמות לשדרוג	יחידת מידה	תיאור מק"ט
22275000	148.50	150000.00	מ"ק	מאגר
22,275,000.0	סה"כ מחיר לפרויקט 9100 (ברוטו):			

5,568,750	25%	בצ"מ
3,341,250	15%	תכנון ניהול ופיקוח
5,301,450	17%	מע"מ
36,486,450	סה"כ במחירי תקציב -	
36,000,000	סה"כ להעברה (נטו):	

10.5.15 פרויקט 9200 – מאגר תל שלף:

אומדן כללי לשדרוג קווי ניקוז בעיר רחובות במסגרת תוכנית האב				
מחיר X כמות	מחיר	כמות לשדרוג	יחידת מידה	תיאור מק"ט
22275000	148.50	150000.00	מ"ק	מאגר
22,275,000.0	סה"כ מחיר לפרויקט 9200 (ברוטו):			

5,568,750	25%	בצ"מ
3,341,250	15%	תכנון ניהול ופיקוח
5,301,450	17%	מע"מ
36,486,450	סה"כ במחירי תקציב -	
36,000,000	סה"כ להעברה (נטו):	

10.5.16 פרויקט 9300 – פארק האגמים:

אומדן כללי לשדרוג קווי ניקוז בעיר רחובות במסגרת תוכנית האב				
מחיר X כמות	מחיר	כמות לשדרוג	יחידת מידה	תיאור מק"ט
19,800,000.0	110.00	180000.00	מ"ק	מאגר
19,800,000.0	סה"כ מחיר לפרויקט 9300 (ברוטו):			

4,950,000	25%	בצ"מ
2,970,000	15%	תכנון ניהול ופיקוח
4,712,400	17%	מע"מ
32,432,400	סה"כ במחירי תקציב -	
32,000,000	סה"כ להעברה (נטו):	

10.5.17 סיכום - עלות כוללת לפי פרויקטים

מחיראכמות	מס' פרויקט
₪ 110,000,000	100
₪ 7,000,000	101
₪ 4,500,000	110
₪ 125,000,000	200
₪ 50,000,000	2000
₪ 55,000,000	210
₪ 13,000,000	211
₪ 85,000,000	220
₪ 20,000,000	221
₪ 5,000,000	222
₪ 12,000,000	223
₪ 100,000,000	300
₪ 55,000,000	9000
₪ 36,000,000	9100
₪ 36,000,000	9200
₪ 32,000,000	9300
₪ 745,500,000	Σ[סה"כ*]

*כולל בצ"מ + מע"מ ותכנון ניהול הפרויקט.

10.6 תוכנית עבודה רב שנתית מומלצת

העבודות המומלצות בעיר רחובות קיבלו אומדן תקציבי. עלות כל משימה נפרשה על פני מספר שנים על מנת לעמוד ביעד תקציבי שנתי של כלל עבודות הניקוז בתחום העיר. פרוט יעדים שנתיים במונחי משימות ותקציב עבור כל פרויקט מופיעים בטבלה המצורפת. מלבד הפרויקטים המיוחדים, ניתן גם הקצבה לשדרוג שוטף של מערכות הניקוז העירוניות.

שם הפרויקט	כותרת	מחיר לשדרוג	הערה כללית
01	שדרוג כלל מערכת התיעול העירונית	₪ 440,000,000	ביצוע שנתי שוטף לפי תיעדוף מח' תשתיות
02	שדרוג כלל מערכת התעלות ניקוז ההיקפיות	₪ 65,000,000	ביצוע שנתי שוטף לפי תיעדוף מח' תשתיות
100	הגדלה והסטה של המאסף הדרומי למאגר קריית משה	₪ 110,000,000	קידום הביצוע, כהגנה על הצפות בעיר
101	שד' הקיבוצים – הנחת צנרת חדשה	₪ 7,000,000	לביצוע
110	ההסתדרות- הנחת צנרת חדשה	₪ 4,500,000	לביצוע
200	הגדלת "מאסף מזרח-מערב" - מקטע מערבי	₪ 125,000,000	לביצוע מדורג לאחד משני הפרויקטים המקבילים - 200/2000
2000	ניקוז פארק המסילה	₪ 50,000,000	לביצוע מדורג לאחד משני הפרויקטים המקבילים - 200/2000
210	הגדלת "מאסף מזרח-מערב" - מקטע אמצעי	₪ 55,000,000	לביצוע מדורג
211	תיעול הנשיא הראשון – שדרות ח"ן	₪ 13,000,000	לביצוע
220	הגדלת "מאסף מזרח-מערב" - מקטע מזרחי	₪ 85,000,000	לביצוע מדורג
221	תיעול סירני – הבעש"ט	₪ 20,000,000	לביצוע
222	הרצל – הנחת צנרת חדשה	₪ 5,000,000	לביצוע
223	הסתעפויות להרצל – הנחת צנרת חדשה	₪ 12,000,000	לביצוע
300	הגדלת "מאסף צפוני"	₪ 100,000,000	לביצוע מדורג
9000	פיתוח מאגר שילר	₪ 55,000,000	לביצוע מדורג (בתיאום עם קבוצת שילר)
9100	פיתוח מאגר קריית משה	₪ 36,000,000	לביצוע מדורג
9200	פיתוח מאגר תל שלף	₪ 36,000,000	קידום לתוכנית ראשונית
9300	פיתוח של פארק האגמים	₪ 32,000,000	לביצוע מדורג
סה"כ		₪ 1,250,000,000	

סיכום התקציב השנתי ל- 5 שנים הקרובות : 2023-2027, מוצג להלן :

שנה	תקציב
2023	000,000,23
2024	000,000,23
2025	000,000,23
2026	38,000,000
2027	18,000,000
סה"כ 2023-2027	125,000,000

11 מקורות

1. תמ"א 1 (2020), **תוכנית המתאר הארצית נוסח מאוחד**. פרק נחלים, ופרק מים סעיף 6. המועצה הארצית לתכנון ובניה.
2. תמ"א 34 ב'3/ (2006) **תכנית מתאר ארצית משולבת למשק המים – נחלים וניקוז**
3. רשות ניקוז שורק לכיש ע"י הידרומודול (2013), **תוכנית אב לניקוז נחל שורק**
4. עיריית רחובות ע"י מליך מהנדסים בע"מ (2014), **תכנית אב לתיעול**
5. מנהל התכנון (2020), **תמל/3003, נספח ניקוז**
6. **תמ"ל 3003, נספח ניקוז וניהול נגר מנחה**, הידרומודול, (2020)
7. **תמל/1086, נספח ניקוז**, הורד מאתר מנהל התכנון (2020),
8. דן י, רז צ, (1970), **"מפת חבורות הקרקעות של ישראל"**, משרד החקלאות, מכון וולקני לחקר החקלאות – האגף לקרקע ומים, האגף לחלחול קרקע וניקוז – המחלקה לסקר ומיפוי, המחלקה לפרסומים מדעיים.
9. 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.
10. 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.
11. סנה ע, רוזנזפט מ, **"מפה גיאולוגית של ישראל 1:50,000"** המכון הגיאולוגי, ירושלים 2004.
12. גרתי, 1988, **טבלת מקדמי נגר מירבי**