



נספח הידרולוגיה וניקוז לתכנית מס' 652-0674382 "שכונה 50 למגורים כסייפה"



מהדורה : 4
תאריך : דצמבר 2019
מס' עמודים : 14
מס' תשריטים מצורפים : 2



ח.ג.מ.
מהנדסים יועצים ומתכננים (1980) בע"מ





ד"ר יאיר פולקמן
שמואל בדולח M.Sc

ח.ג.מ מהנדסים יועצים ומתכננים (1980) בע"מ
הנדסה אזרחית, מים וסביבה



תוכן עניינים

1	1. תאור כללי
1	2. תיאור השטח והמצב הקיים
1	2.1 תיאור הסביבה
1	2.2 טופוגרפיה
2	3. נתוני משקעים
4	4. חישוב ספיקת התכן לפי השיטה הרציונלית
4	4.1 הנוסחה הרציונלית
4	4.2 זמן הריכוז
5	4.3 מקדם הנגר העילי
7	5. חישובי נגר ופשט הצפה
7	5.1 אגני ניקוז ספיקת תכן
8	5.2 פשטי הצפה
8	5.2.1 אפיק 2.1
8	5.2.2 אגנים המתנקזים לאפיק 2.1
9	5.2.3 חישובי ספיקות בנק' הריכוז
9	5.2.4 פתרון הניקוז המוצע
11	5.2.5 סיכום ומסקנות
11	5.2.6 אפיק זרימה 2.0
11	5.2.7 נחל מלחתה :
13	6. המלצות לתקנון והמלצות לשלב תכנון מפורט (פיתוח האתר)
13	6.1 השהיית נגר
13	6.2 תכנון השטחים הירוקים
13	6.3 אמצעים למניעת נזקים

רשימת תוכניות מצורפות

קנ"מ	נושא	מס' תוכנית
1: 1000	נספח הידרולוגיה וניקוז	09029-50-dr
1: 200	חתכים לרוחב נחל מלחתה בקטע המיועד להסדרה	09029-50-200



1. תאור כללי

התכנית הינה להסדרת התיישבות ויצירת מסגרת תכנונית להקמת כ- 360 יח"ד, בשטח של כ- 199 דונם. במצב המאושר רוב שטח התכנית נמצא ביעוד שטח ציבורי פתוח וקרקע חקלאית. התכנית מצויה מדרום לכביש הראשי של העיר כסייפה במרחק של כ- 2 ק"מ מצפון לתחנת הרכבת העתידית בכסייפה, וגובלת בצידה הדרום מזרחי עם נחל מלחתה המוגדר בהוראות תמ"א 34-ב'3 כערור זרימה משני לנחלי הדרום. התכנית מתווה מערכת שבילים ודרכים וכן הקמת מבני ציבור התואמת את תוספת הנפשות.



התכנית נעשתה בשיתוף התושבים ובהתאמה לצורכיהם וחלוקה הפנימית של השטח בניהם. מטרת העבודה, בחינת השלכות פיתוח שכונה 50 על הנגר העילי והצעת פתרונות ניקוז עבור תוכנית זו.

2. תיאור השטח והמצב הקיים

2.1 תיאור הסביבה

השטח ממוקם דרומית לכביש הראשי של העיר הסדורה כסייפה וממערב לכביש ארצי מס' 80, ובתחום היישוב כסיפה. בתחום התוכנית מבנים קיימים, שטחי חקלאות ודרכי עפר. התכנית מציעה הסדרה במקום של התושבים המתגוררים בתחומה.



2.2 טופוגרפיה

שטח התוכנית מאופיין בשתי גבעות שולטות ובניהם אוכף כאשר הנגר זורם ל אפיקי זרימה מקומיים הממשיכים לעבר נחל מלחתה ונגר הזורם ישירות לנחל מלחתה הגובל במזרח התוכנית. הניקוז הטבעי של השטח הוא לכיוון דרום, דרום מזרח כאשר רום השטח נע בין 495 מטר בנקודת המקסימום ועד ל 445 מטר בנקודות המינימום, בגבול נחל מלחתה, המוגדר בהוראות תמ"א 34 ב'3, המתנקז במוצאו לנחל באר שבע המוגדר בתמ"א 34 ב' 3.



3. נתוני משקעים

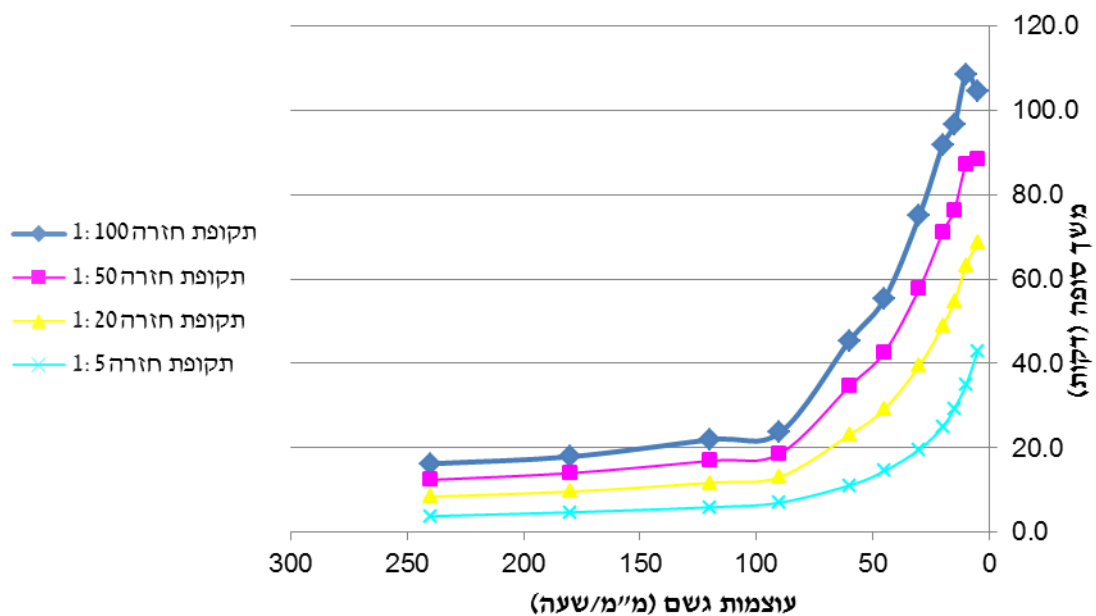
על פי נתוני השירות המטאורולוגי, מובאים בטבלאות 3.1 ו- 3.2 נתונים לגבי עוצמות גשם אופייניות לאזור. הנתונים שהתקבלו נמדדו על פי נתוני תחנות ערד ובאר שבע. נתוני תחנת ערד נמדדו בין השנים 1964-2003 בתחנת ב"ש בין השנים 1943-2000. ניתוח הנתונים נעשה עפ"י אירוע גשם מקסימאלי שהתרחש במהלך כל שנה מתוך שנות רישום הגשם.

טבלה 3.1 - עוצמות גשם-משך-תדירות בתחנת ערד

תקופת חזרה				משך סופה (דקות)
1: 5	1: 20	1: 50	1: 100	
20%	5%	2%	1%	
42.9	68.7	88.3	104.4	5
34.9	63.2	87.1	108.4	10
29.3	54.8	76.3	96.5	15
25.0	49.0	71.1	91.7	20
19.6	39.5	57.8	75.0	30
14.5	29.2	42.7	55.3	45
11.1	23.1	34.6	45.4	60
7.0	13.1	18.6	23.6	90
5.9	11.7	16.9	21.9	120
4.7	9.6	14.0	17.9	180
3.8	8.4	12.4	16.2	240

איור 3.1 - עוצמות גשם מכסימליות למשכי זמן שונים בהסתברויות נתונות עפ"י תחנת ערד

עוצמות גשם מכסימליות למשכי זמן שונים בהסתברויות נתונות

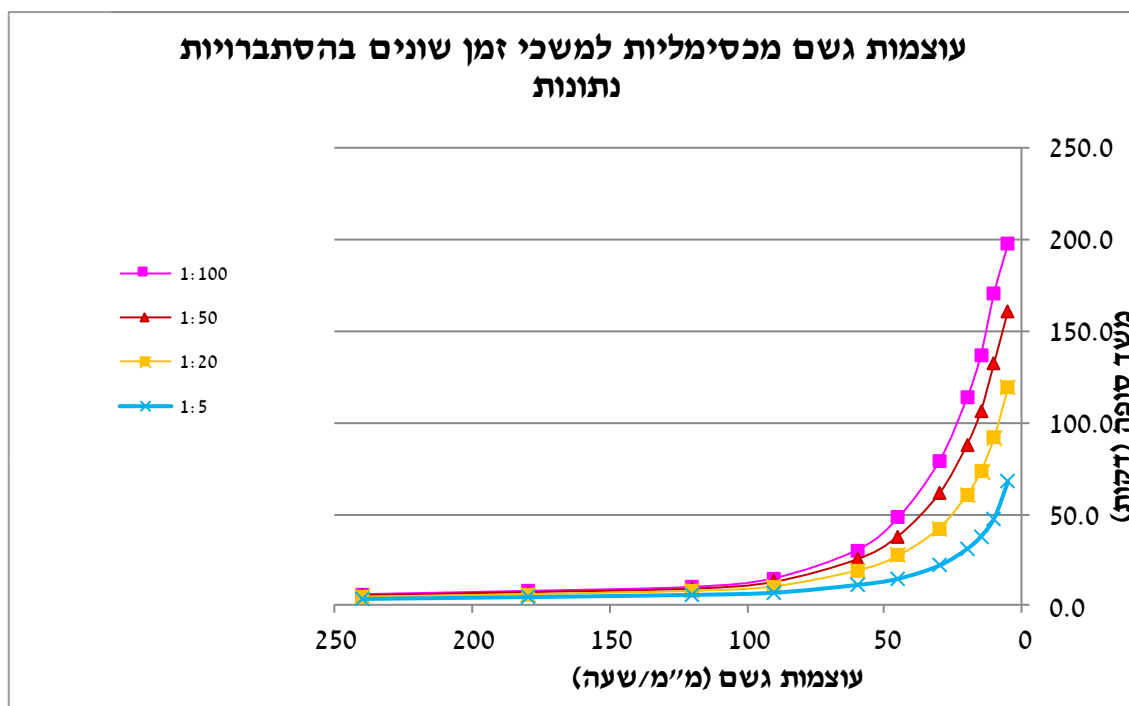




טבלה 3.2 - עוצמות גשם-משך-תדירות בתחנת באר שבע

תקופת חזרה				משך סופה (דקות)
1: 5	1: 20	1: 50	1: 100	
20%	5%	2%	1%	
67.7	119.0	160.9	197.3	5
47.8	91.9	132.7	170.8	10
37.6	73.0	105.7	136.2	15
30.9	60.4	87.7	113.2	20
21.9	42.4	61.3	78.9	30
14.7	27.3	38.0	48.0	45
11.3	19.2	25.3	30.4	60
7.1	10.6	13.1	15.1	90
5.9	8.1	9.3	10.3	120
4.7	6.3	7.4	8.1	180
3.7	5.0	5.7	6.3	240

איור 3.2 - עוצמות גשם מכסימליות למשכי זמן שונים בהסתברויות נתונות עפ"י תחנת באר שבע



עוצמות הגשם אשר שימשו כבסיס לחישובים ההידרולוגיים בנספח הנ"ל נלקחו לפי העוצמה הממוצעת בין תחנות ערד ובאר שבע. שטח התוכנית נמצא בקו רוחב אחד עם באר שבע וערד. הוחלט על מיצוע התחנות משום שכסייפה קרובה יותר לעיר ארד ולאופי האקלימי שלה.





4. חישוב ספיקת התכן לפי השיטה הרציונלית

רשת התיעול בתוכנית מתוכננת להבטיח את העברת חלקו המתוכנן של הנגר העילי בעת סופת גשם, כאשר כל יתר המים יוזרמו בדרכים או בתעלות עד הגעתם אל השטחים הפתוחים. ספיקות הנגר העילי הצפויות להיווצר עם פיתוח התוכנית חושבו באמצעות השימוש בשיטה הרציונלית. בשיטה זו מבוססת על הקשר בין הנגר העילי, מאגן היקוות כלשהו, לשטחו, לתכונותיו הפיסיות ולעוצמת הגשם.

4.1 הנוסחה הרציונלית

הנוסחה הרציונלית קושרת בין הגורמים המשפיעים בנוסחה:

$$Q_T = CIA$$

כאשר:

I	[מ"מ/שנייה]	- עוצמת הגשם הממוצעת המתאימה לזמן t_c , ולתקופת חזרה T
A	[דונם]	- גודל שטח אגן ההיקוות המתנקז אל נקודת הריכוז, בדונמים.
C	[--]	- מקדם הנגר העילי הוא מוגדר כיחס בין הנגר העילי לבין עובי הגשם היורד על פני אגן ההיקוות.
Q	[מ"ק/שנייה]	- הספיקה המקסימאלית של הנגר העילי
T	[דקות]	- זמן הריכוז

"הנוסחה הרציונלית" מבוססת על ההנחות הבאות:

- עוצמת הגשם הינה אחידה על פני כל אגן ההיקוות במשך "זמן הריכוז" (ראה להלן). הנחה זו היא כמובן פישוט של תופעה מורכבת. הניסיון מוכיח שהנוסחה הרציונלית אמינה עבור שטחים עירוניים בגודל של עד 12 קמ"ר.
- משך הסופה שווה או גדול מזמן הריכוז.
- זמן הריכוז, עבור שטחים עירוניים, נע בין 10-35 דקות לצורך תכנון מערכת התיעול.
- תקופת חזרה, T , לרשת תיעול עירוני הינה 1:20 ועד 1:50 שנים.
- מקדם הנגר העילי C , ערך קבוע למשך הסופה התלוי בסוג הקרקע, התכסית ויעודי הקרקע.

4.2 זמן הריכוז

- זמן הריכוז מוגדר כזמן הדרוש להתנקזות המים מכל שטח אגן ההיקוות לנקודת הריכוז. לפי השיטה הרציונלית מניחים כי שיא זרימת הנגר קורה בזמן הריכוז. כלומר – סופת התכנון היא הסופה הנמשכת בזמן השווה לזמן הריכוז – t_c . זמן הריכוז משולב מזרימה ב – 3 מצבים:
- א. משך זרימת המים לאורך הדרך הארוכה ביותר בשטח הטבעי של אגן ההיקוות עד לנקודת קליטת הנגר הראשונה.
 - ב. זרימה על פני שטח האגן עד לכניסה לקולטנים.
 - ג. המשך הזרימה בתוך מערכת התיעול עד לנקודת הבקרה (בנוסחאות מנינג המתאימה לזרימה גרויטציונית).





זמן הריכוז חושב על פי נוסחת קירפיד :

$$T_c = 5.4 \cdot L^{0.75} \cdot S^{-0.375}$$

T_c = זמן ריכוז בדקות

L = אורך המסלול הארוך ביותר בק"מ

S = שיפוע ממוצע של האגן (מ"/מ')

על פי הנוסחה הרציונלית, הספיקה נמצאת ביחס ישר לעצמת הגשם שמתאימה לזמן ריכוז מסוים. ככל שזמן הריכוז יהיה ממושך יותר העצמה של הסופה בתקופת חזרה נתונה – תקטן.



זמן הריכוז מבטא זמן שהיית הגשם מרגע נפילתו ועד הגיעו לתחנת קליטת המים והפניתם אל צינורות תת-קרקעיים.

השהיית המים לתקופה ממושכת יותר בסביבת צמחיה מגדילה את סיכוי שימור הנגר בתוך הקרקע ובכך מקטינה את הכמות העודפת של מים הניגרים אל צנרת הניקוז.

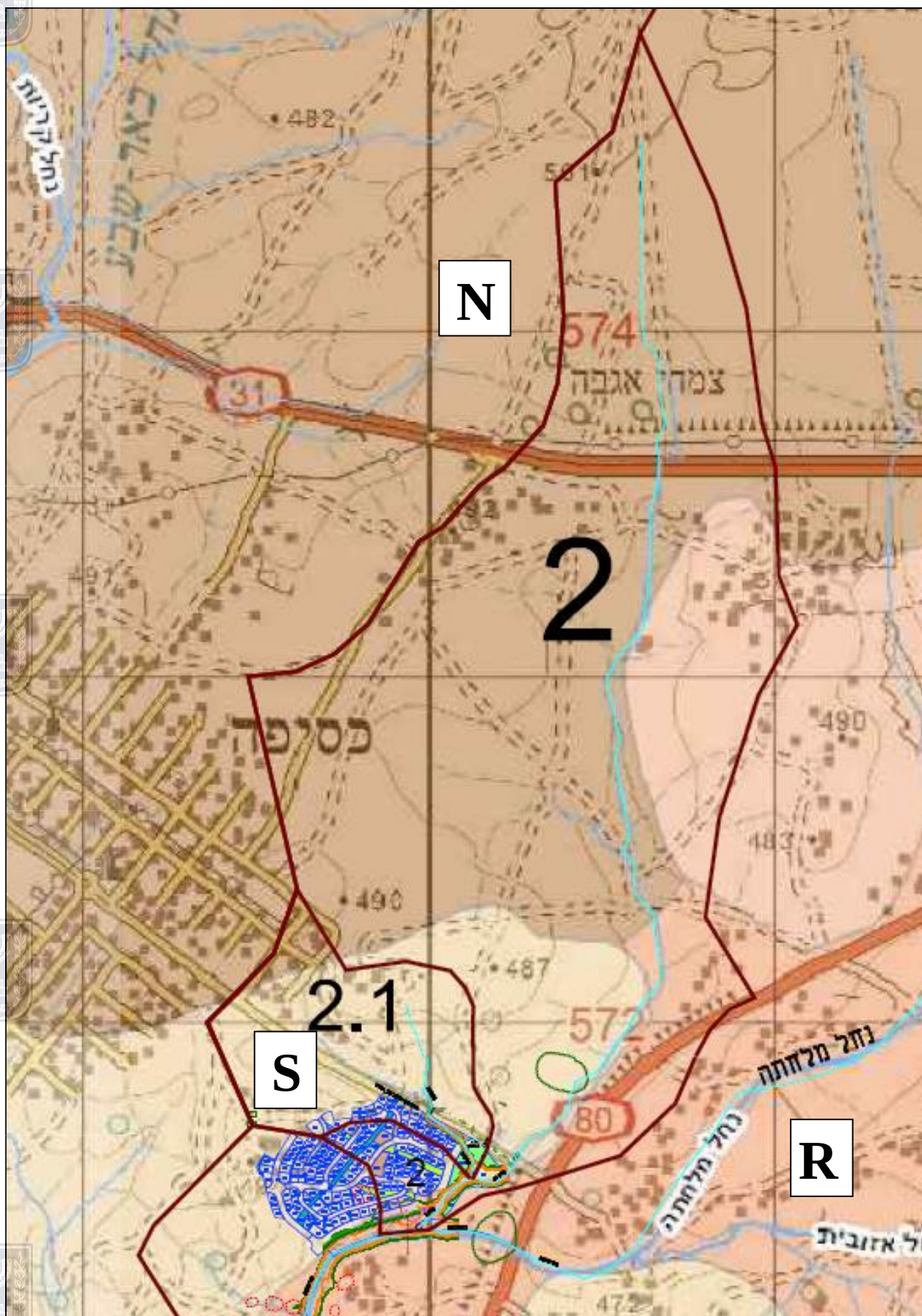
4.3 מקדם הנגר העילי

מקדם הנגר העילי $I_{E} \geq 0$, מייצג את החלק היחסי של הנגר העילי מעובי גשם, המתנקז משטח נתון. גודל המקדם מושפע מסוג הקרקע, שיפוע הקרקע, חדירות הקרקע והתכסית (הכיסוי המלאכותי והצמחי על פני השטח) וכן גם מעוצמת ומשך הגשם ומתנאים אקלימיים כגון: טמפרטורה וההתאידות, אשר במקומות חשופים לשמש ולרוח היא גבוהה יותר מאשר במקומות מוסתרים ומוצללים. השפעת עוצמת ומשך הגשם והתנאים המקומיים על ערכו של המקדם, קטנה ככל שמתמשכת הסופה. בהשוואה לשאר האיברים בנוסחה הרציונלית, דורשת קביעתו של מקדם הנגר העילי מידה רבה של שיקול דעת וניסיון. יש להביא בחשבון השתנות הערכים עם הזמן לאור פיתוח השטח. הערכים של המקדם יגדלו ככל שהבנייה, רשת הכבישים, המדרכות ומגרשי החניה יהיו צפופים יותר; לעומת זאת, יקטנו ערכי מקדם הנגר העילי ככל שיורחבו אזורי הגנים.



חבורות הקרקע כמופיע באיור מס' 4.1 להלן המאפיינות את שטח התוכנית הן N, S , כאשר מרבית אגן הניקוז לעיר כסייפה הינו בקרקעות מאופיינות כקרקעות N לסיות בעלות מקדם נגר 0.9, ואילו שטח שכונה 50 נמצא בתחום קרקעות מעורב N, S , קרקעות חומות בהירות לסיות וליתוסולים חומים המאפיינת את האזור הינה בעלת מקדם נגר 0.2.







5. חישובי נגר ופשט הצפה

5.1 אגני ניקוז ספיקת תכן

שטח התוכנית ממוקם בגבולות אגן ניקוז נחל מלחתה בשטח של 38,921 דונם, 38.9 קמ"ר, בו עובר נחל מלחתה המוגדר כערוץ זרימה משני בקטע זה של הנחל, בהתאם לתמ"א 34 ב' 3. (ראה/י תשריט), כמו כן בתחום התוכנית ישנם שני תתי אגנים, אגן 2 ששיטחו כ 3.1 קמ"ר ואגן 2.1 ששיטחו כ 0.37 קמ"ר. בתחום אגנים אלו ישנם שני אפיקי זרימה מקומיים אשר סומנו כאפיקים 2.0 ו- 2.1 בהתאמה. ערוצים אילו אינם מוגדרים בתמ"א 34 ב' 3.

עבור שלושת אגני הניקוז הנ"ל חושבו ספיקות התכן במספר שיטות:

בשיטה הרציונלית המפורטת בפרק 4 לעיל, בשיטת מע"צ לאגנים קטנים, במודל ההידרולוגי סטטיסטי, ובמודל להערכת ספיקות של נת"י לפי "אזור 10". בטבלה 5.1 להלן נראה סיכום והשוואה של כל תוצאות ספיקות התכן המחושבות שהתקבלו בנק' הריכוז.



לנחל מלחתה חושבו ספיקות תכן למספר תקופות חזרה בהתאם לשיטות הנהוגות העדכניות המתוארות לעיל בהתייחס לגודל אגן הניקוז. בטבלה 5.1 ניתן לראות את תוצאות ספיקות התכן המתקבלות בשיטות החישוב השונות ובתדירויות סופה משתנות 1%, 2%.

פשט ההצפה מסומן עבור נגר הנכנס לתוכנית מחוץ לשטחה התוכנית כפי שמתואר בחלקה הצפוני של התוכנית.

עבור ספיקות הנוצרות בערוצי ניקוז המנקזים נגר מתוך שטח התכנית בלבד יינתנו הנחיות לתכנון בהתאם לתכנית הניקוז.



טבלה 5.1 - השוואה בין ספיקת תכן שהתקבלו בשיטות השונות

ספיקה (עתידיה) במוצא האגן [מ"ק/שניה] ע"פ שיטות חישוב שונות									
ערוץ זרימה	תקופת תכן	שטח קמ"ר	תחל"ס	מע"צ לאגנים קטנים	הידרולוגי סטטיסטי 2017 ממוחשב	CIA לפי עוצמות גשם מנת"י 2016	ממוצע	מקס'	מיני'
נחל מלחתה	1-50	38.92	67.72	ל.ר	191.60	124.75	128.02	191.60	67.72
	1-100	38.92	109.83	ל.ר	289.60	176.13	191.85	289.60	109.83
אפיק 2.0	1-100	3.10	41.64	77.48	60.90	48.18	57.05	77.48	41.64
אפיק 2.1 עד לנקודת ריכוז C4	1-100	0.37	29.94	16.06	17.90	26.33	22.56	29.94	16.06

חישוב הפשט בסעיף 5.2 להלן בוצע עבור נתוני ספיקת התכן המרביים שנתקבלו בנק' הריכוז בהתאם לשיטה שהניבה את התוצאה המקסימאלית לאפיק הזרימה הנבדק.





5.2 פשטי הצפה

בתחום התוכנית סומנו אפיקי זרימה המגיעים מחוץ לתלום התוכנית ואינם מוגדרים בהוראות תמ"א 34 ב'3. אפיקים אלו מוספרו וחושב עבורם פשט הצפה.

5.2.1 אפיק 2.1

אפיק זרימה מכיוון צפון מערב לדרום מזרח מקביל לכביש הגישה הראשי לעיר כסיפה מכביש 80 בתחום התוכנית, אפיק זה איננו מוגדר בהוראות תמ"א 34 ב'3 עבורו חושב פשט הצפה בספיקת תכן של 100:1 שנה כמוצג בתשריט.



על מנת לאפשר בינוי במגרשים הצפוניים של שכונה 50 נדרש להסיט את אפיק הזרימה המסומן 2.1 הנכנס אל שטח התוכנית מצפון דרך מעביר מים מתחת לכביש הגישה לכסיפה, לעבר תעלה בצידו הצפוני של הכביש ותרם כניסתו למעביר. כמו כן נדרש לבצע הסדרה לנגר החזוי מאגן A המגיע גם הוא לעבר המגרשים הצפוניים ולאפיק 2.1. הפעולות אשר יידרשו להטיית הנגר לעבר תעלה מצפון לכביש הגישה ומחוץ לשטח התוכנית, נבחנו כמתואר בסעיף 5.2.2 להלן.

5.2.2 אגנים המתנקזים לאפיק 2.1

לצורך חישוב ספיקת התכן חולק אגן 2.1 לארבע תתי אגנים A,B,C,D. ספיקות התכן החזויות חושבו ב-3 נקודות ריכוז: C1,C2,C3.



אגן A - כולל את כל השטח שנמצא מדרום מערב לכביש ומצפון מערב לשכונה 50. שטח האגן הוא-98.2 דונם. שטח האגן מיועד לפיתוח עתידי ולכן מקדם הנגר של שטחו יהיה 0.6. נקודת הריכוז לאגן זה-C1 נמצאת בצד הדרומי של כיכר K1 (בתוכנית הכבישים).

אגן B - כולל את השטח הנמצא מצפון מזרח לכביש ותחום ע"י גבול האגן הטבעי. אגן זה אינו כולל את שטח שכונה 49 מכיוון שמערכת התיעול של השכונה תוביל את המים לכיוון אגן C- שטח האגן הוא 102- דונם וגם הוא מיועד לפיתוח עתידי ולכן מקדם הנגר של שטחו יהיה 0.6. נקודת הריכוז לאגן זה - 2 C, נמצאת מצפון לכיכר K1.



אגן C - כולל שטח שכונה 49 מצפון, חלק הדרומי משטח אזור התעשייה (כלול באגן הניקוז של אגן 2.1), ועוד שטח פתוח הנמצא בין אזור התעשייה לשכונה 49. שטח האגן הוא 121.7 דונם, שטח זה מיועד לפיתוח ולכן מקדם הנגר בשטחו הוא 0.6. נקודת הריכוז לאגן זה-C3 נמצאת בנקודה בה אפיק המים הטבעי 2.1 חוצה את הכביש דרך מעביר מים המסומן M1 כיום (מעביר זה מופיע ברקע המדידה).

אגן D - כולל חלק צפוני משטח שכונה 50 שנכלל בתוך אגן הניקוז של אגן 2.1. שיפועי המגרשים בתב"ע הינם לכיוון דרום. לפיכך מערכת התיעול שתתוכנן בכבישים בקטע זה של השכונה תנקז המים לכיוון דרום מזרח אל נחל מלחתה. מכאן כי אגן D יגיע ישירות לנק' ריכוז C4 ללא קשר לתעלות מתוכננות מצפון ובסמוך לכביש בגבולה הצפוני של השכונה. שטח אגן D הינו 28.2 דונם.





5.2.3 חישובי ספיקות בנק' הריכוז.

הספיקות חושבו באמצעות השיטה הרציונאלית כאשר עוצמת הגשם חושבה באמצעות שיטת נתי החדשה- אזור 10 בהתאם לזמן הריכוז של כל תת אגן.

טבלה 1- חישוב עוצמות הגשם בהסתברויות שונות

אגן	שטח (קמ"ר)	אורך אפיק ראשי (ק"מ)	זמן ריכוז (דקות)	עוצמת גשם 1% (מ"מ/שעה)	עוצמת גשם 2% (מ"מ/שעה)	עוצמת גשם 5% (מ"מ/שעה)	עוצמת גשם 10% (מ"מ/שעה)	עוצמת גשם 20% (מ"מ/שעה)
A	0.098	0.53	11.16	259.93	166.0	95.2	63.2	44.2
B	0.102	0.67	12.71	232.71	148.8	85.5	56.8	39.7
C	0.122	0.49	9.13	308.22	196.6	112.6	74.5	52.2
B+C	0.224	0.828	15.24	199.40	127.7	73.5	48.9	34.3
A+B	0.2	0.67	12.71	232.71	148.8	85.5	56.8	39.7
A+B+C	0.322	0.828	15.24	199.40	127.7	73.5	48.9	34.3

טבלה 2 חישוב ספיקות בהסתברויות השונות

אגן	נקודת ריכוז	שטח (קמ"ר)	מקדם נגר (-)	ספיקה 1% (מ"ק/שנייה)	ספיקה 2% (מ"ק/שנייה)	ספיקה 5% (מ"ק/שנייה)	ספיקה 10% (מ"ק/שנייה)	ספיקה 20% (מ"ק/שנייה)
A	C1	0.098	0.6	4.25	2.71	1.56	1.03	0.72
B	C2	0.102	0.6	3.96	2.53	1.45	0.96	0.68
C	C3	0.122	0.6	6.27	4.00	2.29	1.52	1.06
B+C	C3	0.224	0.6	7.44	4.77	2.75	1.83	1.28
A+B	C2	0.2	0.6	7.76	4.96	2.85	1.89	1.32
A+B+C	C3	0.322	0.6	10.70	6.85	3.95	2.63	1.84

5.2.4 פתרון הניקוז המוצע

אגן A

עפ"י הטבלה לעיל ספיקת הנגר היוצאת מאגן A בהסתברות 1% הינה 4.25 מ"ק/שנייה. האפשרות המוצעת לניקוז אגן זה הינה הזרמת הספיקה החזויה מנקודת הריכוז 1C לעבר מעביר מים בקוטר 1.2 מ' המסומן 2T מדרום לצפון אשר יוליך את הנגר לתעלה הצפונית המתוכננת בצידו הצפוני של הכביש.

נבחנה אפשרות להוליך את הנגר לעבר מערכת ניקוז בתחום הכביש, אך חלופה זו נפסלה משום שמערכת זו איננה מסוגלת לקלוט את הנגר החזוי בקופת חזרה של 1:100 ולכן איננו מייטרים את הצורך במעביר 2T המוצע. כאמור ובהתאם לנתונים שבידינו קוטר הצינור הקיים/ מתוכנן לאורך כביש הינו 80 ס"מ בשיפוע של 1%.

צינור זה לא יכול להעביר את הספיקה החזויה בהסתברות 1% שהיא 4.25 מ"ק/שנייה. עבור ספיקה בהסתברות 20% שהיא 0.72 מ"ק/שנייה יעביר הצינור בקוטר 80 ס"מ את הנגר משטח אגן A בדרגת מילוי של 50%.





אגן B

עפ"י הטבלה לעיל ספיקת הנגר המתקבלת מאגן B בהסתברות 1% היא 3.96 מ"ק/שנייה. הפתרון המוצע הוא תעלת עפר מצידו הצפוני של הכביש. כולל מעביר מים T0 בקוטר 120 ס"מ בקטע בו ישנן חניות.

מידות תעלה מצפון לכביש עבור ספיקת הנגר המשותפת לאגנים B+A בקטע C2-C3 יהיו:

7.76	ספיקה A+B (מ"ק/שני)
7.49	ספיקה A'+B (מ"ק/שני)
1.0	רוחב קרקעית (מ')
1:3	שיפוע דפנות
1.9	*שיפוע אורכי (%)
0.83	עומק זרימה (מ')
1.20	עומק תעלה (מ')
8.20	רוחב תעלה עליון (מ')

*שיפוע אורכי של התעלה נקבע עפ"י השיפוע הטופוגרפי הקיים.

קוטר מעביר המים T3 הדרוש לספיקה המשותפת מאגנים A+B 7.76 מ"ק/שני הוא - 150 ס"מ בדרגת מילוי 65%.



אגן C

אגן זה מתנקז אל נק' ריכוז C3 וכולל את אגן C.

עפ"י הטבלה לעיל ספיקת הנגר המתקבלת מאגן C בלבד בנקודת ריכוז C3 בהסתברות 1% היא 6.27 מ"ק/שנייה. פתרון הניקוז לאגן זה הוא המשך תעלת הניקוז המנקזת את הנגר מנקודת ריכוז C2 לכיוון מזרח. הספיקה הכוללת שתזרום בתעלה תהיה גם היא תלויה בפתרון הניקוז של אגן A.

הנגר הכולל שיזרום במקטע התעלה בין נקודת ריכוז C3 למוצא התעלה יהיה הנגר המשותף לאגנים A+C+B (לא חיבור אריתמטי בגלל שינויים בזמן הריכוז). עפ"י הטבלה לעיל הספיקה המשותפת היא - 10.7 מ"ק/שנייה.



מידות התעלה בקטע C3 עד למוצא התעלה ממזרח (נק' M2) הן - ספיקות מאגנים (A+B+C):

10.70	ספיקה C+B+A (מ"ק/שני)
10.97	ספיקה C+B+A' (מ"ק/שני)
1.0	רוחב קרקעית (מ')
1:3	שיפוע דפנות
1.2	שיפוע אורכי (%)
1.05	עומק זרימה (מ')
1.5	עומק תעלה (מ')
10	רוחב תעלה עליון (מ')

קוטר מעביר המים T4 הדרוש לחציית הכביש המוביל לאזור התעשייה באפשרות זו הינו - 200 ס"מ.





5.2.5 סיכום ומסקנות

אגן A ינוקז במעביר T2 אל תעלה C2-C3 בסופה שהסתברותה 1%. לפיכך, מוצע להשאיר את הצעת מתכנן הכביש לבצע תעלה מצפון לכביש להסטת ערוץ 2.1. לשם כך יידרש:

1. לבצע תעלה מצפון שתהה מסוגלת לקלוט את ספיקת אגנים A+B+C לספיקה של 11.0 מ"ק שני בהסתברות של 1% במבנה טרפזי רוחב עליון של תעלה 10.0 מטר.
2. בסיום ביצוע התעלה יש לאטום בחציץ בטון את מעביר המים הקיים בנקודת ריכוז C3 לכיוון שכונה 50. בצורה זו ניתן יהיה לשריין המגרשים לבניה.
3. לפני הביצוע יש לבצע בדיקת קרקע לקביעת עומק שכבות הזרימה על מנת להבטיח שהערוץ הוסט לכל עומק השכבות המעבירות מים.



5.2.6 אפיק זרימה 2.0

אפיק זרימה מכיוון צפון מזרח לדרום מערב העובר דרך מעביר מים מס' M3 מתחת לכביש הגישה לעיר כסיפה, אפיק זה זורם ומתלכד עם נחל מלחתה בנק' ריכוז C4. אפיק זה איננו מוגדר בתמ"א 34 ב'3, עבורו חושב וסומן פשט הצפה בספיקת תכן של 1:100 שנה כמוצג בתשריט. שטח אגן ההיקוות של אפיק זה הינו 3.1 קמ"ר, וספיקת התכן המתקבלת הינה 77.48 מ"ק/שנה בתקופת חזרה של 1%.



5.2.7 נחל מלחתה:

בתחום התוכנית זורם נחל מלחתה המוגדר בהוראות תמ"א 34 ב'3 כערוץ זרימה משני לאזור הדרום. נחל מלחתה זורם בצד הדרום מזרחי של התוכנית המוצעת ועבורו בוצע חישוב פשט הצפה לתקופות חזרה שונות 1%, 2%. עבור נחל מלחתה חושבה ספיקת תכן לתקופות חזרה שונות כמופיע בטבלה 5.1, שטח אגן ההיקוות לנחל מלחתה הינו כ- 39 קמ"ר. בתכנית מוצג פשט הצפה לספיקת תכן לתקופת חזרה של 1:100 ו- 1:50 במצב הקרקע כפי שהוא כיום, מופר וטבעי. חישוב פשט ההצפה הביא בחשבון את הגיאומטריה הטבעית של הערוצים ושיפוע דפנות משתנה לפי הקרקע הקיימת מתוך כוונה לשמר את תוואי הערוצים הקיימים ולבצע מינימום עבודות הסדרה.



הסדרת קטע נחל מלחתה ואפיק 2.0.

לאור בקשת רשות להסדרת הבדואים לצמצום שטחי הצפה של חלק מתוואי אפיק 2.0 ונחל מלחתה לטובת ביצוע כביש נערכו בדיקות שמטרתן צמצום והסדרת רוחב פשט ההצפה בקטע נחל הנדרש. תוצאות הבחינה העלו כי על מנת לסלול את הכביש בתוואי המוצע ע"י יועץ הכביש בהתאם לבקשת הרשות להסדרת הבדואים יש לבצע הסדרה באורך כולל של 400 מטר בין חתכים 6-8 בתחום נחל מלחתה ובין חתכים 20-22 בתחום אפיק 2.0 בנקודת החיבור עם נחל מלחתה. חתך ההסדרה יכלול צמצום פשט ההצפה בקטע זה מ- 104 מטר רוחב פני מים עליונים ל- 66 מטר פני מים עליונים, צמצום הפשט יהיה ע"י מילוי מצעים מהודקים בקטע שבין קרקעית הנחל הקיימת ועד למפלס הכביש המתוכנן בשיפועים משתנים שבין 1:10 ל- 1:7. לאורך קטע ההסדרה וללא קיר תמך אנכי וללא צורך בייצוב המדרון בריצופי ריפ-ראפ.





צמצום פשט ההצפה בתחום זה מתאפשר אודות למבנה הטופוגרפי של תוואי הנחל המאופיין במפרץ רחב שאינו משפיע היות והמים נלכדים בתחום המפרץ ומהירות הזרימה בו זניחה. על כן מפרץ זה חסר משמעות מבחינה הידראולית וניתן למלא אותו מבלי לגרום לעליה במפלס המים או לשינויים משמעותיים במהירות הזרימה וכושר הספיקה של הערוץ ובכך שצמצום הפשט איננו משפיע על כושר הולכת הנגר הקיימת בתוואי הנחל. בטבלה 5.4 וכן בחתכי הרוחב 6-8, 20-22 כמופיע בתשריט מס' 09029-50-2 נראה כי לא חל שינוי משמעותי ברום המים בתחום הנחל המוסדר.

טבלה 5.4 – חישוב פשט הצפה וגובה מים המתקבל 1:100 שנה במצב קיים ולאחר הסדרה.



רום מים לאחר הסדרה	רום מים מצב טבעי	רום קרקעית	ספיקה	תקופת חזרה	חתך	אפיק זרימה
(m)	(m)	(m)	(m ³ /s)	%	מס'	
453.58	453.65	451.99	77.48	1%	22	אפיק 2.0
452.4	452.36	451	77.48	1%	21	
452.27	452.29	451	77.48	1%	20	
452.32	452.33	448.99	289.6	1%	8	נחל מלחתה
451.78	451.81	448	289.6	1%	7	
451.36	451.38	447.98	289.6	1%	6	



כלומר, ניתן לראות בטבלה 5.4 לעיל שהסדרת קטע הנחל בקצה אפיק 2.0 ובנחל מלחתה, אינה משפיעה על רום המים לאחר הסדרה בהשוואה לרום המים המתקבל בחישוב לפני ההסדרה במצב הנחל הטבעי כיום.





6. המלצות לתכנון והמלצות לשלב תכנון מפורט (פיתוח האתר)

6.1 השהיית נגר

- בשטחי המגרשים יותרו לפחות 15% מהשטח הכולל לצורך השהיית נגר בתחומי המגרש. השטחים יהיו מגוננים או מצופים בחומר חדיר (כגון חצץ, חלוקים וכד').
- בשטחים הציבוריים, ישולבו אמצעים להשהיית נגר עילי. תכנון השטחים בהם ישולבו אמצעים אלה יעשה על ידי אדריכל הנוף בשיתוף יועץ שימור נגר.

6.2 תכנון השטחים הירוקים



- יש לטפל בקרקע המקורית של המגרש ולהחזירה מתוחחת בתום הבניה (הימנעות מערבוב חומר בניה, מהידוק מיותר וכו'). יש למקם שטחים מרוצפים וחדירים בהתייחס למרזבים היורדים מן הגג ולעשות שימוש בחומרים חדירים לריצוף בחצר, תוך תכנון קפדני של שיפועי המשטחים האטומים והחדירים. תכנון נאות של צמחיית הגן ועצוב השטח החדיר בחצרות המבנים מהווה תפקיד מרכזי בשימור הנגר. בין האמצעים העיקריים המשמשים לכך הם:
 - עיצוב פני הקרקע-שיפועים, טרסות וכו'
 - קביעת סוג ועומק אדמת הגינה, שבדרך כלל איננה אדמת המגרש הטבעית, אלא אדמה שיובאה במיוחד לצורך הגינון.
 - קביעת המיקום וסוג של צמחיית הגינה באמצעות אדריכל נוף.



6.3 אמצעים למניעת נזקים

- רום 0.00 מגרשים לבינוי הגובלים בגדה המערבית של הנחל יהיה לפחות 1.0 מטר מעל רום סימון רצועת פשט ההצפה בתקופת חזרה של 1 ל 100 שנה.
- מתקנים הנדסיים שיימצאו מחוץ לשטח הבנוי ימוגנו מפני שיטפונות.
- לצורך הסטת אפיק 2.1 מנק' ריכוז $C2$ ועד למעביר $M3$ ממזרח יידרשו הפעולות הבאות:
 - לבצע תעלה בצידו הצפוני של הכביש המתוכנן מצפון לשכונה 50. התעלה תתוכנן לספיקה של 11 מ"ק בשניה בהסתברות של 1:100 שנה כך שתהא מסוגלת לקלוט את ספיקת אגנים $A+B+C$. לתעלה יהיה מבנה טרפזי כאשר רוחב עליון של תעלה 10.0 מטר.
 - בסיום ביצוע התעלה יש לאטום בחציץ בטון את מעביר המים הקיים בנקודת ריכוז $C3$ לכיוון שכונה 50. בצורה זו ניתן יהיה לשריין המגרשים לבניה.
 - ביצוע בדיקת קרקע לקביעת עומק שכבות הזרימה מתחת לערוץ 2.1 על מנת להבטיח שהערוץ הוסט לכל עומק השכבות המעבירות מים.
 - קבלת אישור רשות ניקוז לפעולת ההסטה של האפיק.



- ביסוס מגרשים על שטחים בהם הייתה זרימת מים תחוייב באישור. תכנון הביסוס ע"י ועדה מקומית.
- אזורי ירוקים מונמכים: השטחים הירוקים יהיו במפלס נמוך מהמדרכה במספר סנטימטרים כך שהם יהיו איגום זמני למים. מצע לשטחים הירוקים יהיה שכבת חצץ ו/או טוף בעובי 50 ס"מ ומעליו שכבת גננית. יש לכוון את גלישת עודפי המים אל השטח הציבורי: מדרכה, כביש.





- אי התנועה המגוננים יהיו אזורי השהייה מקוטעים עם העברה חופשית ממקום למקום וכן הלאה כששאר עודפי הנגר בסוף אי התנועה או במקטעיו יזרמו לצינור תת קרקעי.
- חישובי הפשט בוצעו לפי 1:100 שנה כדי לכלול אירועים חריגים. בלי קשר מערכת הניקוז תתוכנן לפי סופה בתדירות 1:20 שנה.
- חציית ערוצים/עבודה אחרת ע"י קווי תשתית תבוצע בתאום עם רשות ניקוז ובהתאם להנחיות מלוא רוחב פשט ההצפה.
- מתקנים הנדסיים שיימצאו מחוץ לשטח הבנוי ימוגנו מפני שיטפונות.

6.4 פירוט האמצעים לצמצום פגיעה בטבע ובנוף, באתרי עתידות, בערוץ הנחל ובשטחים גובלים



- בערוצים בהם יהיה שימור נגר עילי, יש לשלב פעולה עם אדריכל הנוף של התכנית ועם אגרונום אדריכל הנוף יקבע את השטחים הירוקים הזמינים לצורכי שימור נגר ואופן השימוש לצרכי ציבור. האגרונום יקבע את מהות הצמחייה המתאימה לאופן ההשקיה ולאופן קליטה יעילה של מי השיטפונות לצורך שימור הנגר.

6.5 הנחיות לצמצום פשט ההצפה בהתאם להנחיות רשות ניקוז שיקמה בשור

- ניתן לבצע הסדרה מקומית לקטע הנחל אשר בחתכים 20-6 באורך כ-400 מטר, ההסדרה תכלול:
- צמצום פשט ההצפה בקטע זה מ-104 מטר רוחב לכ-66 מטר רוחב פני מים עליון, לפי חתך מייצג בנק' 7 לאחר הסדרה.
- צמצום הפשט יהיה ע"י מילוי מצעים בקטע שבין קרקעית הנחל הקיימת ועד למפלס הכביש המתוכנן בשיפועים משתנים שבין 1:10 ל-1:7 לאורך קטע ההסדרה (ולא קיר תמך אנכי).
- לא יידרש חיפוי של המדרונות בריצופי ריפ ראפ וכדומה, אלא מילוי מצעים מהודקים בלבד.
- בתחום רוחב פשט ההצפה של הנחל המוצר של הנחל (לאחר הצרתו) ובקטע ההסדרה לאורך של 400 מטר יכלל שטח טיילת אשר יתוכנן בו פיתוח נופי בהתאם לאדריכל הנוף. פיתוח הנוף יהיה כזה שיאפשר פעילויות כגון טיילת, מתקני משחקים היכולים להיות עמידים בפני הצפות מים, שוק בקיץ וכדומה.
- רום הכביש המתוכנן מצידו הצפוני של גדת הנחל יחושב לפי הסתברות סופה של 1%.



6.6 שימושים בעורק, ברצועות המגן ובפשטי ההצפה

- יותר, בתחום העורק, פעולות שמטרתן לשמור על תפקודו התקין של העורק בלבד, ובכלל זה ביצוע עבודות ייצוב העורק והגדות ופיתוח נופי.
- יותר:



- עיבודים חקלאיים.
- הקמת מעברים וגשרים מעל ומתחת העורק.
- הנחת קווי תשתית, דרכים ומסילות ותוואי להולכי רגל.

כמו כן, תותר התווית דרכי שירות לטיפול בעורק. כל הפעולות והשימושים המותרים לפי סעיף זה, יותנו בכך שלא יפגעו בתפקודו התקין של עורק הניקוז.

