



חוק הניקוז והגנה מפני שיטפונות תשי"ח – 1957

הסדרת נחל שעלבים

בקטע של כ-1,900 מ'

משדרות החשמונאים (מודיעין) עד שער הכניסה לקיבוץ שעלבים.

סקר הידרולוגי

מגישת התכנית : רשות ניקוז ירקון

מועצה אזורית גזר

רח' יוחנן הגדי, בית חשמונאי.

טלפון : 08-9274002

פקס : 073-2447221

עורך התוכנית : מיאר 2013

9 יולי 2023

אור יהודה

אלעד

בני ברק

בת ים

גבעתיים

הרצליה

הוד השרון

חולון

יהוד

כפר סבא

כפר קאסם

לוד

מודיעין

פתח תקוה

קרית אונו

ראש העין

רמלה

רמת גן

רמת השרון

תל אביב

אזור

בית דגן

ג'לג'וליה

גבעת שמואל

גני תקוה

כוכב יאיר

כפר ברא

כפר שמריהו

סביון

שוהם

גזר

דרום השרון

חבל מודיעין

חוף השרון

מטה יהודה

עמק לוד

## תוכן עניינים :

1.	מבוא	2.....
1.1.	סקירה כללית	2.....
1.2.	תכולת הדו"ח	2.....
1.3.	נתוני רקע לתכנון	3.....
2.	תיאור המצב הקיים ואבחון	4.....
2.1.	מיקום של הפרויקט	4.....
3.	הידרולוגיה	5.....
3.1.	חישוב בשיטת יחס שטחים	9.....
3.2.	שיטה רציונאלית	10.....
3.3.	כושר החידור של הקרקע וקביעת מקדמי נגר	11.....
3.4.	חישוב ספיקות תכן עבור אגני היקוות קיימים	11.....
4.	תכנון הסדרה	13.....
4.1.	תכולת התכנון :	13.....
4.2.	עבודות הנדרשות :	13.....
4.3.	מתקני וויסות למניעת הצפות	14.....
4.4.	החתך לרוחב של הנחל המוסדר	15.....
4.5.	השוואה פשטי הצפה בתחום אזור תעסוקה שעלבים	16.....
4.6.	תחזוקה	18.....
4.7.	אומדן עלות ההסדרה	18.....

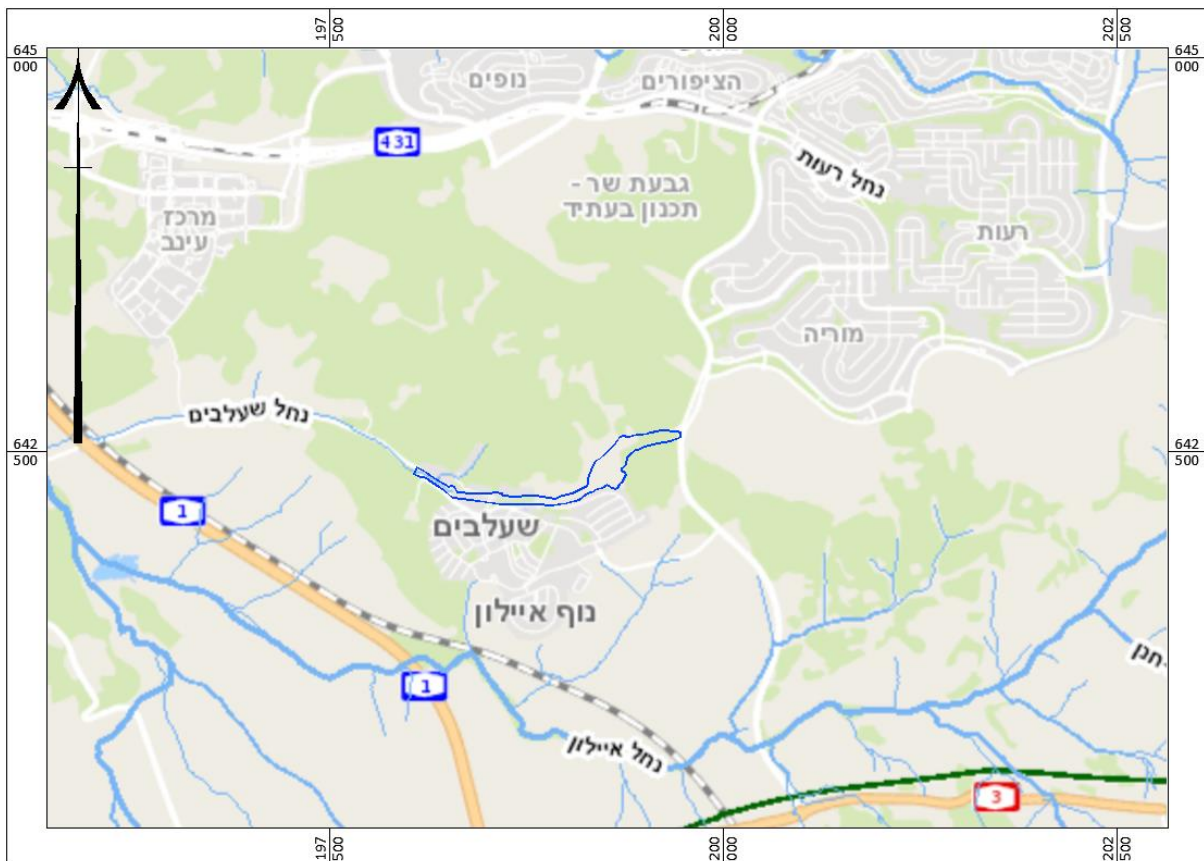
## 1. מבוא

### 1.1. סקירה כללית

רשות ניקוז ירקון מבקשת להכין תכנית להסדרת נחל שעלבים על פי חוק הניקוז. אורך הקטע הנסקר הינו כ- 1.9 ק"מ (ראה תרשים).

**מטרת הפרויקט -** הסדרת קטע של נחל שעלבים להקטנת סכנת הצפות באזורים הסמוכים.

#### תרשים 1 – מיקום התוכנית



### 1.2. תכולת הדו"ח

דו"ח זה מסכם את ממצאי העבודה שבוצע במסגרת הכנת תכנית להסדרת נחל שעלבים באזור קיבוץ שעלבים על פי חוק הניקוז.

**פרק 1** (פרק זה) הוא מבוא לעבודה.

**פרק 2** מתאר את הרקע של מצב הקיים, ניתוח הידרולוגי, חישוב ספיקות תכן ובניית הידרוגרפים, ניתוח וסיכום מודלים הידראוליים עבור המצב הקיים.

**פרק 3** מתאר את עיבוד החלופה המועדפת לרמה של תכנון כללי.

**1.3. נתוני רקע לתכנון**

נתוני רקע כוללים:

- א. תכנית מתאר ארצית תמ"א 1 ;
- ב. "מסמך מדיניות ניהול נגר עירוני" של מנהל התכנון, אוגוסט 2021 ;
- ג. הנחיות "מדריך לתכנון ובניה משמרת נגר עילי" של משרד השיכון ;
- ד. מפה טופוגרפית בקני"מ של 1: 50,000 ;
- ה. מפת קרקעות ישראל ;
- ו. אתר מיפוי ממשלתי GovMap.gov.il ;
- ז. חומר שנאסף במהלך סיור בשטח ;
- ח. דוחות של תחנות הגשם הרושמות של השירות המטאורולוגי ;
- ט. דו"ח "פתרון הנחיות לחישוב ספיקות תכן מאגנים קטנים לצורך קביעת ממדי מערכת ניקוז". ש. פולק ו ש. ארבל, 2012 (להלן דו"ח פולק) ;
- י. "עדכון בסיס נתונים עוצמות הגשם הישראלי וקביעת עוצמת הגשם תכן כפרמטר בסיסי לתכנון ניקוז מערכות תחבורה" 2016, נהרה ופשטיה בע"מ רפי הלוי, שמואל ארבל ;
- יא. תוכנית האב אגן ירקון, פלגי מים (av-4380-c), 2017.
- יב. מדידת שטח ;
- יג. תכנית פיתוח האתר.

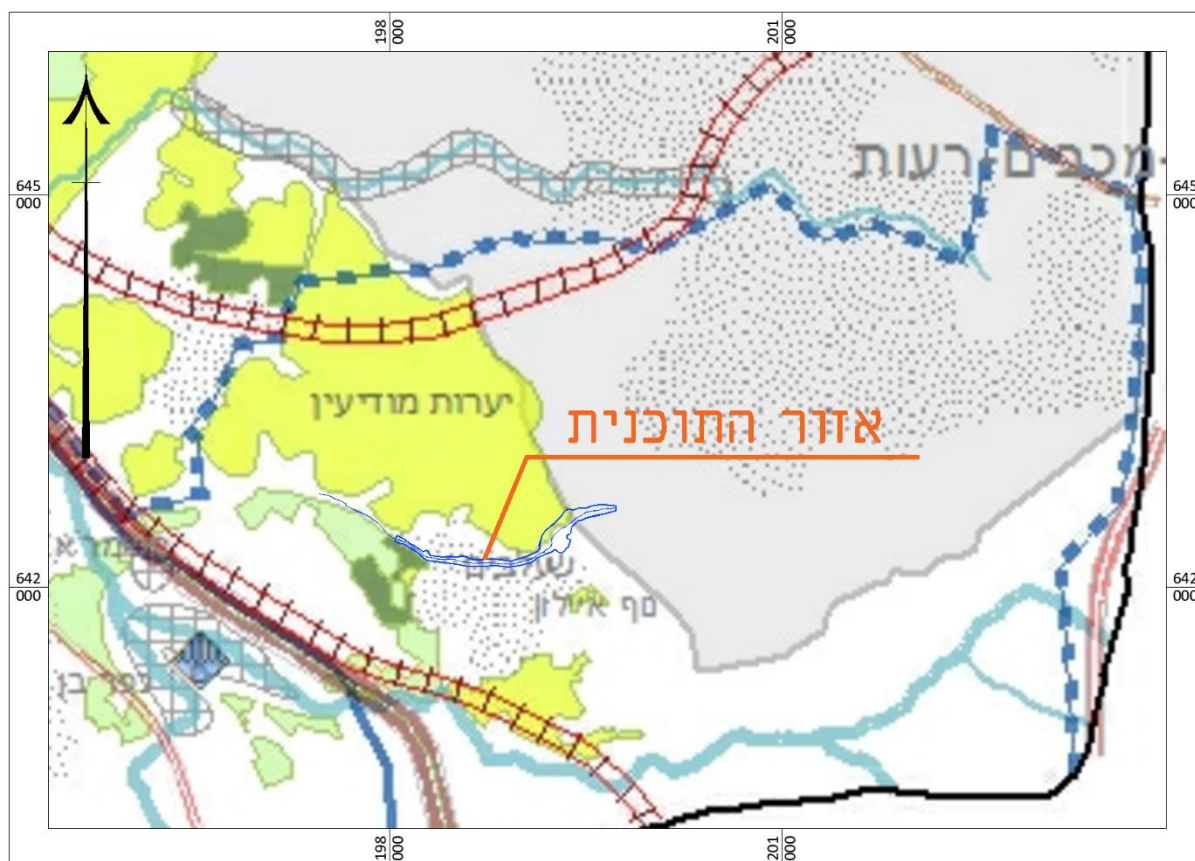
## 2. תיאור המצב הקיים ואבחון

### 2.1. מיקום של הפרויקט

נחל שעלבים הוא אחד מהיובלים של נחל איילון ותחילתו בדרום העיר מודיעין. קטע נחל הנסקר משתרע מנ.צ. 199757/642580 במעלה עד נ.צ. 198042/642368 במורד (מעביר מים בכניסה לשעלבים).

### יודגש כי נחל שעלבים אינו מסומן כעורק ראשי או משני בתמ"א 1.

#### תרשים 2 – מיקום על רקע תמ"א 1



במצבו הנוכחי, הערוץ הינו בעל כושר הולכה הידראולי לא מספק והדבר גורם להצפות באזור משק של קיבוץ שעלבים ובכביש הכניסה. יש להדגיש, שהבניה באזור שעלבים ממוקמת על גדות נחל ובמפלסים שהם כמעט זהים לאלה של ערוץ הנחל (ראה תמונה).

#### תמונה 1 – אזור תעשייה שעלבים מצפון לנחל



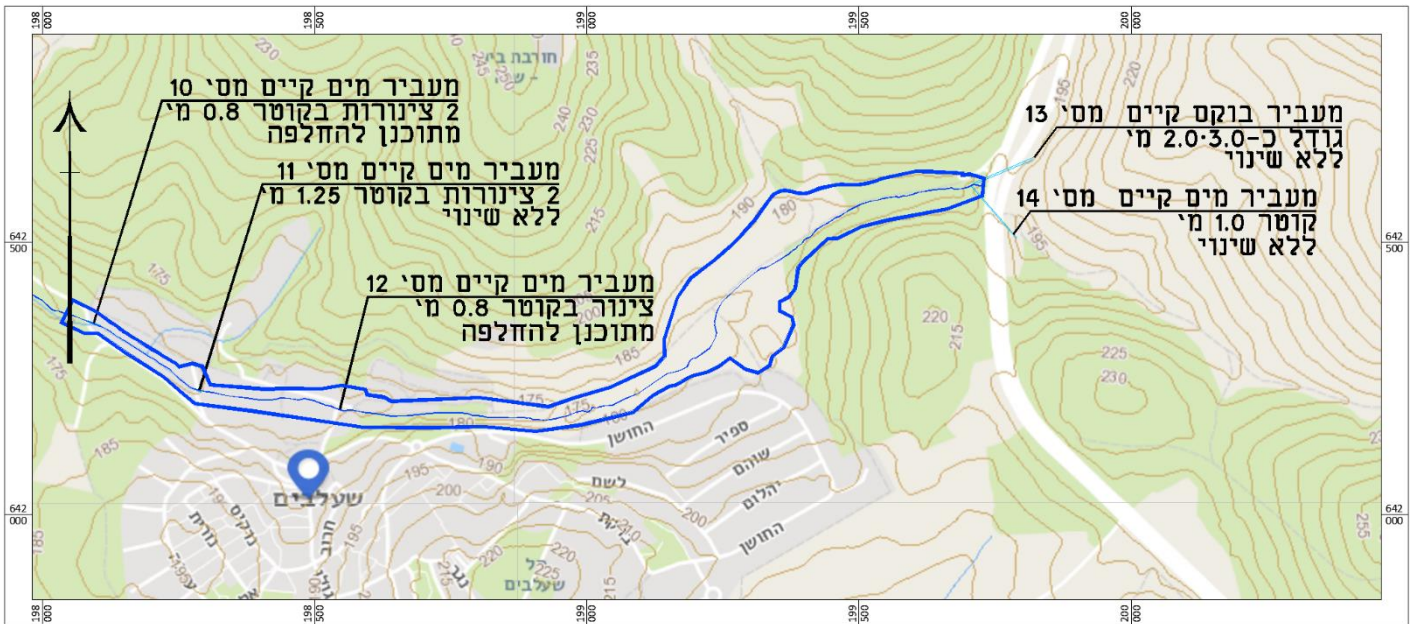


במקומות בודדים, האפיק בלתי יציב (בגלל ספיקות שגדלו בשנים אחרונות בעקבות בניה אינטנסיבית במודיעין) ונדרש ייצוב מקומי של האפיק. כמו כן, נדרש להסדיר את קרקעית הנחל במקומות בהם הנחל רדוד כדי לשפר את תנאי הזרימה.

## 2.2. מעבירי מים קיימים

את מיקום מעבירי המים ניתן לראות על גבי ותרשים מס' 3

### תרשים 3 – מעבירי מים קיימים



### תמונה 2 – מעביר מים ביציאה משעלבים (מס' 10)





תמונה 3 – מעביר מים מערבי של אזור תעסוקה (מס' 11)



תמונה 4 – מעביר מים מזרחי של אזור תעסוקה (מס' 12)





תמונה 5 – מעביר מים ברחוב החשמונאים במודיעין (כ-3.0 x 2.0 מ')



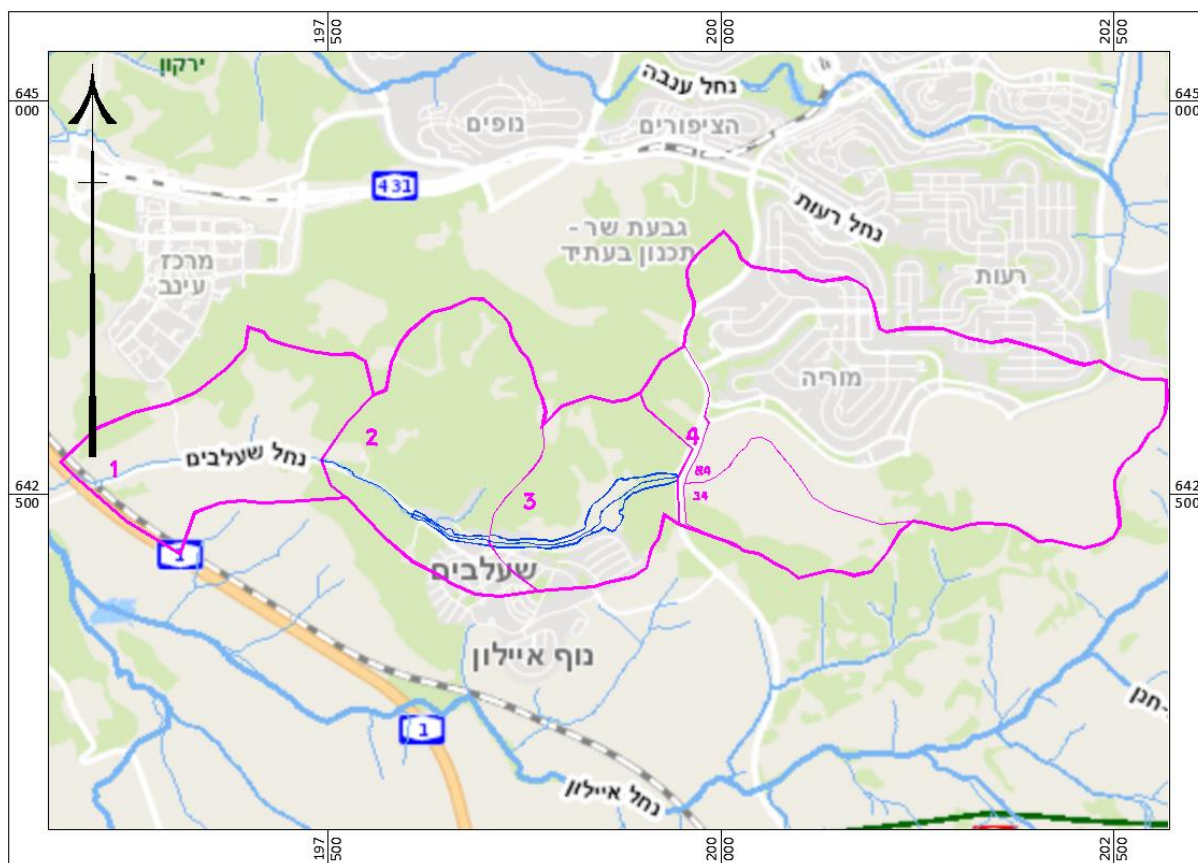


### 3. הידרולוגיה

אגן ניקוז של נחל שעלבים – אגן שהוא עירוני בחלקו העליון, ותופעה של ספיקות גדולות היא חדשה יחסית ונובעת עקב בניית העיר מודיעין בעשורים אחרונים.

אגן נחל שעלבים מנקז את שטחי דרום מודיעין ושטחים פתוחים מדרום וממערב לעיר. במורד הנחל חוצה את כביש מס' 1 בסמוך להתמזגותו עם נחל איילון.

#### תרשים מס' 3 – אגן ניקוז של נחל שעלבים



אגן מס' 1 – תחום התנקזות של נחל שעלבים של למעביר מים בכביש מס' 1.

אגן מס' 2 – תחום התנקזות של נחל שעלבים בסמוך למעבירי מים של כביש המחבר משמר איילון ושעלבים.

אגן מס' 3 – תחום התנקזות של נחל שעלבים בסמוך לאזור תעסוקה (אזור מוטרד הצפות).

אגן מס' 4 – תחום התנקזות של נחל שעלבים במעביר מים החוצה את רחוב החשמונאים במודיעין.

קביעת ספיקות תכן נעשתה:

- בהתאם לתוכנית אב לנחל שעלבים בעזרת שיטת יחסי שטחים

- לפי שיטה רציונלית עם תיקון מקדם מרחבי לאגנים הגדולים מ-1 קמ"ר.

**3.1. חישוב בשיטת יחס שטחים****טבלה 1 – ספיקות של תחנות הידרומטריות**

כדי לקבל ספיקות שיא עבור אגן נקודות שונות לאורך הנחל בשיטת יחס שטחים, נשתמש בנוסחת:

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

כאשר

Q1 - ספיקות השיא בקטע נדרש.

Q2 - ספיקות השיא של תוכנית האב.

A1 - שטח האגן ההיקוות בקטע נדרש.

A2 - שטח האגן ההיקוות בקטע ספיקה ידועה.

n - מקדם החישוב ( $0.3 < n < 1.0$ )

**טבלה 2 – נתוני הספיקות של תוכנית אב לנחל שעלבים**

ספיקה להסתברות (מ"ק/שניה)				שטח התנקזות	תחנה/ אגן מחושב
10%	5%	2%	1%	קמ"ר	
8	12	17	22	8.45	ת. האב נחל שעלבים

להלן ספיקות להסתברויות שונות עבור נחל שעלבים לפי תוכנית אב:

**טבלה 3 – נתוני הספיקות של תוכנית אב לנחל שעלבים**

ספיקה להסתברות (מ"ק/שניה)				מקדם "n"	שטח	מספר אגן	אגן ניקוז עם ספיקה ידועה
10%	5%	2%	1%		קמ"ר		
8.0	12.1	17.1	22.1	0.5	8.536	1	ת. האב נחל שעלבים
7.3	11.0	15.6	20.2	0.5	7.105	2	
6.4	9.6	13.6	17.7	0.5	5.447	3	
5.7	8.6	12.2	15.8	0.5	4.352	4	



### 3.2. שיטה רציונאלית

במעלה האגן קיימת עיר עם מאפייני זמן ריכוז ומקדם נגר שונים מאלו של קרקע טבעית בצורה ניכרת. מהסיבה הזאת בוצע חישוב ספיקות תכן בשיטה רציונלית עם תיקון מקדם הפחתה מרחבית לאגנים הגדולים מ-1 קמ"ר.

לפי השיטה הרציונלית, ספיקת השיא הבאה בעקבות גשם סופתי מחושבת באמצעות הנוסחה :

$$Q = \frac{C * I * A}{3.6}$$

$Q$  = ספיקת השיא (מ"ק/שניה).

$C$  = מקדם ספיקה. מבטא את אופי ותכונות אגן הניקוז (חסר מימדים).

$I$  = עוצמת סופת התכן (מ"מ/שעה).

$A$  = שטח אגן הניקוז המיוחס לנקודת החישוב (קמ"ר).

ערך מקדם הספיקה מושפע מגורמים רבים כגון : תכונות קרקע, שימושי קרקע, צמחייה, שיפוע, צורת תחום התנקזות וכד'.

נעשתה הערכה של המקדמים שלעיל באמצעות מקדם מעבר בין ההסתברויות כלפי ספיקה להסתברות 1%. מקדמים אלו מוצגים בטבלה מס' 3.

טבלה 4- מקדמי מעבר לחישוב ספיקות שיא בהסתברויות השונות

מס' קבוצה לפי דוח פולק	שימושי קרקע	הסתברות 2%	הסתברות 5%	הסתברות 10%
4א	שדות בור וחורשים תיכוניים בקרקעות הרריות	0.75	0.5	0.3
7	עירוני	0.9	0.8	0.7

עבור אגני הניקוז ששטחם גדול מ-1 קמ"ר יחושב מקדם הפחתה מרחבית  $d_0$  לפי נוסחה :

$$d_0 = 1.0005 * A^{-0.157}$$

$d_0$  = מקדם הפחתה מרחבית

$A$  = שטח אגן הניקוז המיוחס לנקודת החישוב (קמ"ר).

### 3.3. כושר החידור של הקרקע וקביעת מקדמי נגר

באיזור התכנית קיים שטח המוגדר כשטח עירוני עם מאפיינים של קבוצה 7 ושטחים פתוחים העונים על הגדרות של קבוצה מס' 4' מתוך דו"ח פולק.

מקדם זמן ריכוז **לשטח בנוי** (שטח העיר מודיעין) הוחלט כי יחושב לפי נוסחת קירפיד.

מקדם ספיקה של שטח בנוי הינו 0.6 בהתאם להמלצת דו"ח פולק.

מקדמי המעבר ומקדמים ישימים מוצגים בטבלה מס' 2.

טבלה 5 - מאפייני אגני ההיקוות, מקדמי ספיקה ומקדמי תיקון לזמן הריכוז המומלצים

מס' קבוצה לפי דוח פולק	שימושי קרקע	צפיפות רשת ניקוז ורמת הסדרה	שיפוע ממוצע של האפיק	חבורת קרקע שולטת מיון לפי יואל דן	מקדם הכפלה לזמן ריכוז לפי קירפיד	מקדם ספיקה בהסתברות 1%
4א	שדות בור וחורשים תיכוניים בקרקעות הרריות	לא מפותחת	גדול מ-1%	M, B, A D	1	0.15
7	עירוני	מע' ניקוז משופרת	גדול מ-0.5%	-	1	0.6

### 3.4. חישוב ספיקות תכן עבור אגני היקוות קיימים

על פי כל הנתונים אשר הוזכרו בתת בפרק הקודם, בוצע חישוב של ספיקות התכן למצב הקיים.

טבלה 5 מציגה את תוצאות חישוב הספיקות המקסימאליות להסתברויות השונות על פי אגני הניקוז לפי השיטה הרציונלית ובקרקעות המתאימות לקבוצה מתוך דו"ח פולק.

טבלה 6 – חישוב ספיקות תכן לאגנים קיימים על פי קבוצות 4א', 7

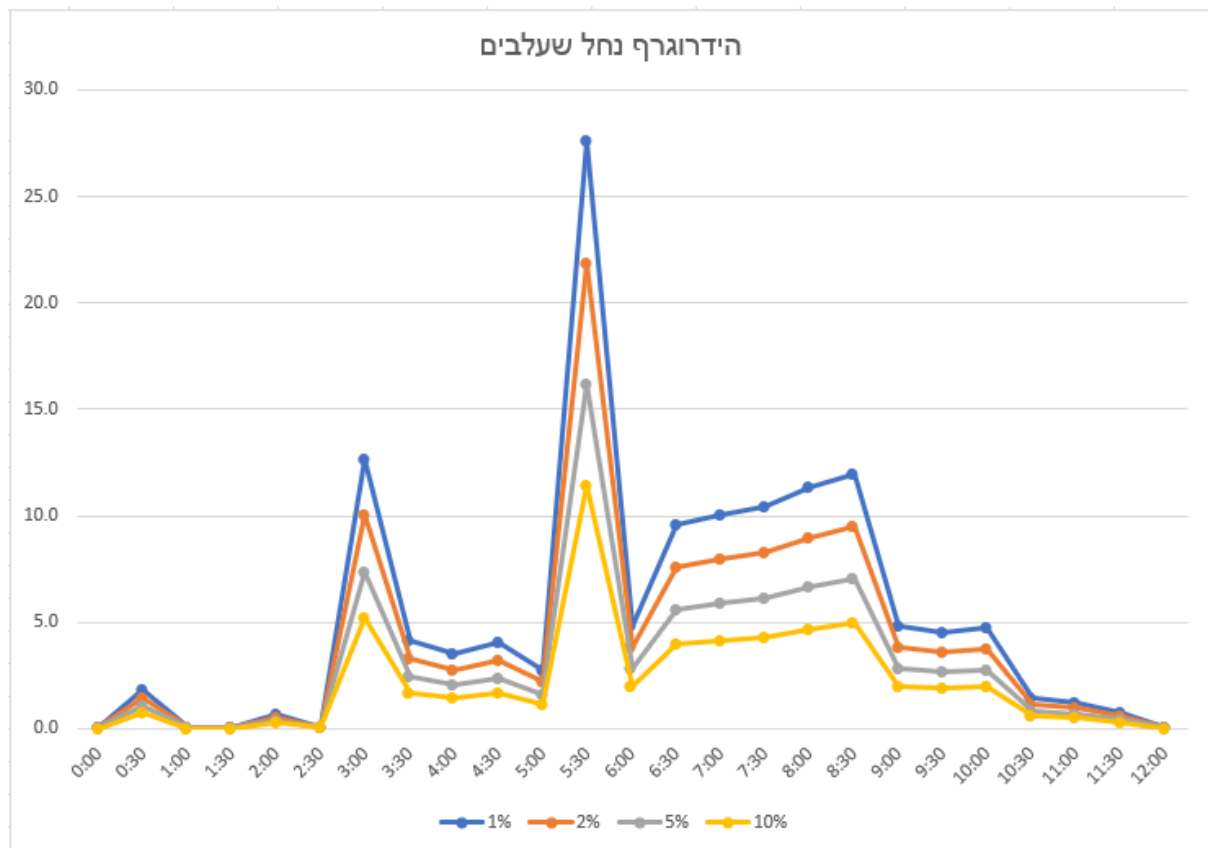
מס' אגן	שטח אגן	זמן ריכוז לפי Kirpich	עוצמת גשם	מקדם מעבר	מקדם נגר משוקלל	ספיקת שיא (מ"ק/שניה) בהסתברויות שונות במצב קיים			
	A	Tc דקות	I 1%	להסתברות של			Q		
				10%	5%	2%	10%	5%	2%
1	8.536	103	46	0.79	0.59	0.41	26.9	21.4	15.8
2	7.105	82	52	0.79	0.59	0.42	26.6	21.1	15.7
3	5.447	66	58	0.80	0.61	0.44	25.3	20.3	15.4
4	4.352	59	63	0.81	0.62	0.46	23.2	18.8	14.3
4א	3.516	59	63	0.82	0.65	0.49	21.0	17.3	13.6
4ב	0.634	21	111	0.75	0.50	0.30	4.9	3.7	2.4



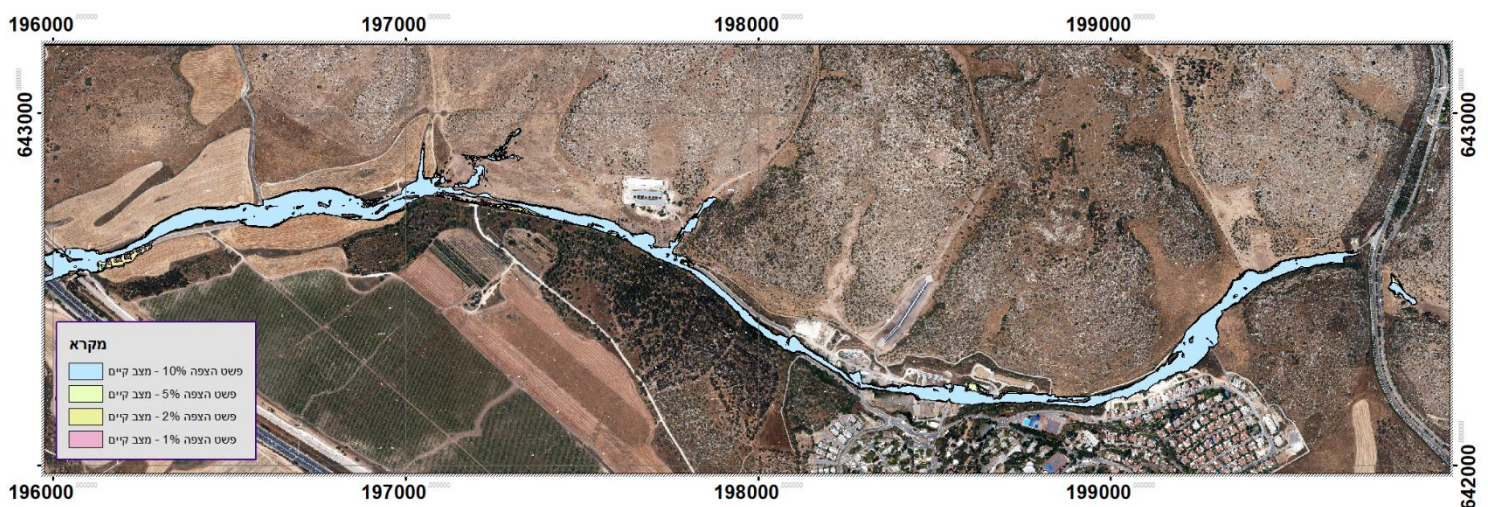
לצורך בניית פשטי הצפה במודל עם זרימה לא יציבה נבנו הידרוגרפים להסתברויות שונות. הידרוגרפים נבנו על פי ההנחיות שגובשו ע"י התחנה לחקר הסחף עבור רשות ניקוז ירקון.

כדוגמה נלקח נחל משורי שעלבים (לפי המלצות הדו"ח).

תרשים מס' 5 – הידרוגרפים תכנ



תרשים מס' 6 – פשטי הצפה למצב קיים להסתברויות שונות למצב קיים



#### 4. תכנון הסדרה

לצורך מניעת הצפות בתחום קיבוץ שעלבים נעשה תכנון כללי של הסדרת הנחל.

בנוסף, נבחנה האפשרות לשפר מצב זרימה של הנחל במורד הקיבוץ לאורך כביש המחבר בין שעלבים למשמר איילון, אך בשל עומק ערוץ נחל קטן יחסית, חציות מרובות של כביש את הנחל וקשר ישיר בין תחתית ערוץ לתחתית מעבירי מים, ללא התערבות במבנה הכביש לא ניתן לבצע הסדרת נחל בקטע זה.

נדרש תיאום תשתיות בזמן ביצוע התכנון במפורט לכלל התשתיות שעוברות בתחום הנחל

##### 4.1. תכולת התכנון:

- ✚ יצירת אפיק מוגדר וברור, הגנה על אזורי משק לאורך נחל בהסתברות 1:20 שנה.
- ✚ מניעת הצפה של כביש בכניסה לשעלבים בהסתברות 1:50 שנה.
- ✚ בניית מתקני וויסות במעלה הישובים נוף איילון ושעלבים.
- ✚ הכשרת דרכי גישה לאורך הנחל לצורכי התחזוקה.
- ✚ בניית מתקני העזר המקובלים בהסדרת נחלים.

##### 4.2. עבודות הנדרשות:

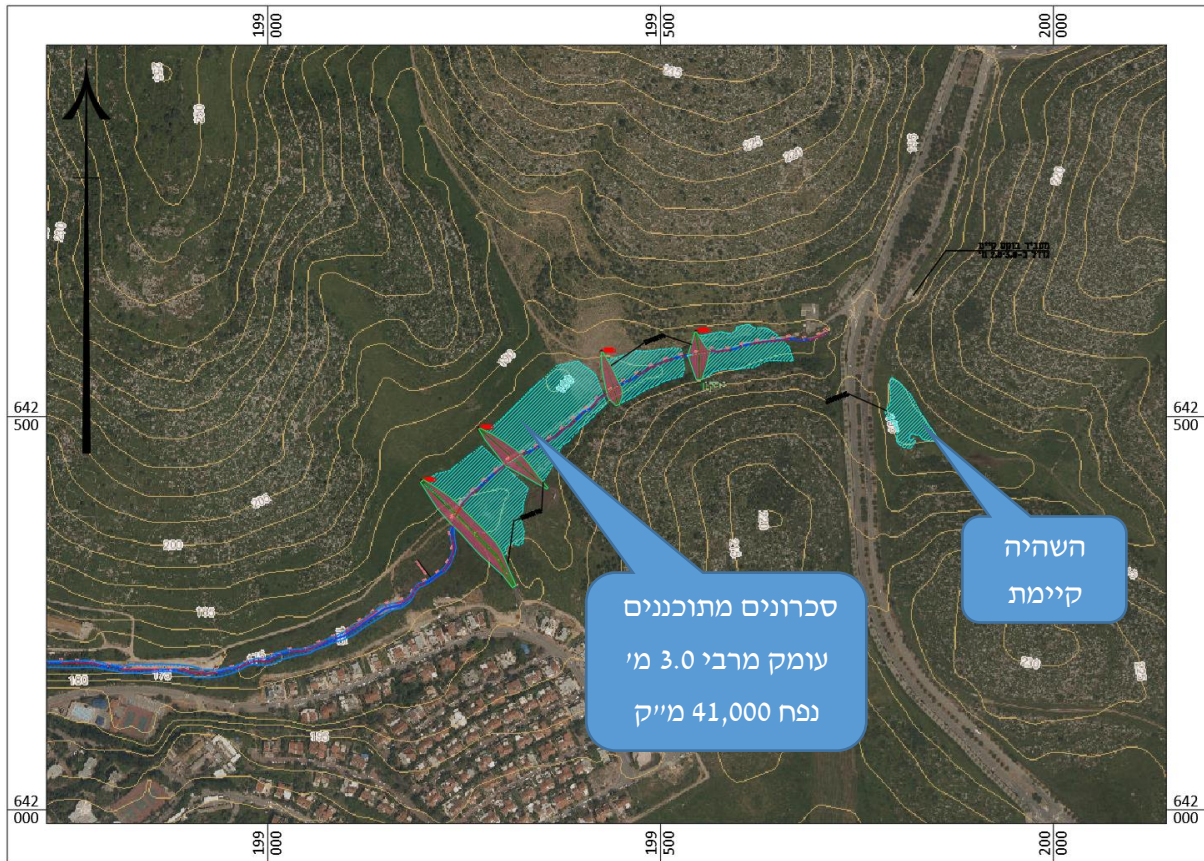
- ✚ עבודות הכנה (ניקוי השטח, הסדרת דרכי גישה, הסרת מכשולים וכו').
- ✚ עבודות עפר (חישוף, חפירה ומילוי מהודק).
- ✚ הוספת מבנים הידראוליים חדשים, מתקני כניסה עיצוב גדות וכו'.
- ✚ הכשרת רצועות מגן לאורך הנחל ובניית מתקני כניסה מהגדות.
- ✚ כל העבודות הדרושות לביצועה התקין של ההסדרה ובניית מתקני וויסות.



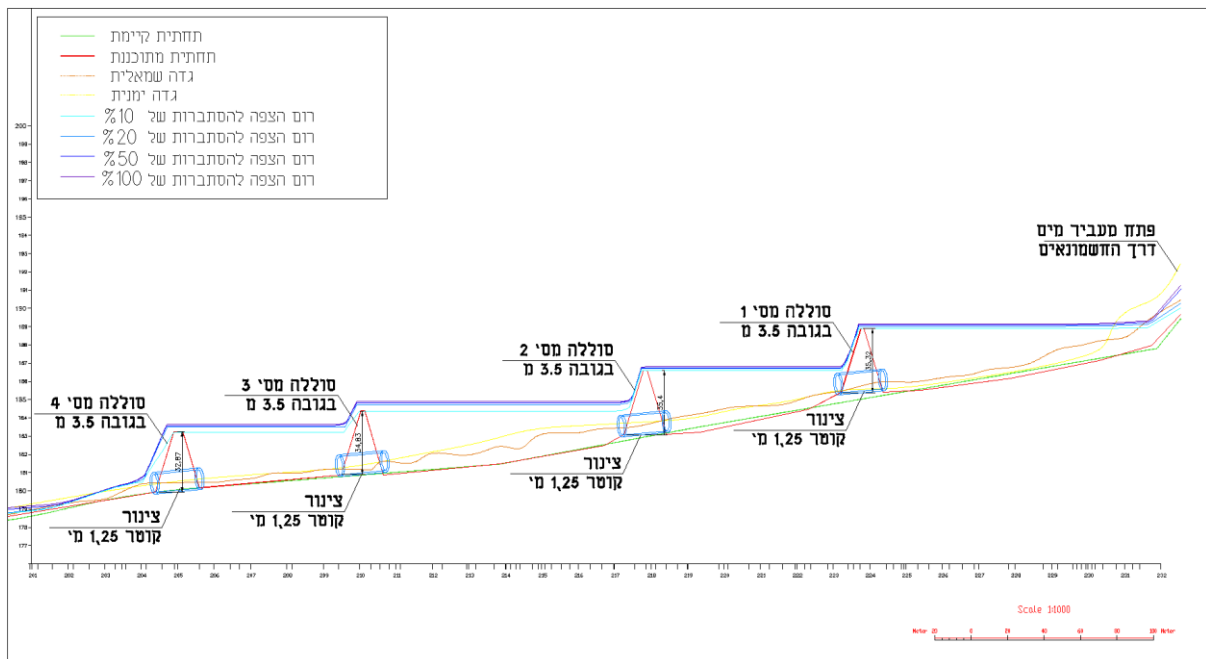
### 4.3. מתקני וויסות למניעת הצפות

נבחן מיקום אופטימלי ושטח המתאים למיקום רצף סכרונים במעלה האזור הסובל מארוזיה והצפות.

#### תרשים מס' 7 – מתקני וויסות מוצעים במעלה נחל שעלבים



#### תרשים מס' 13 – חתך לאורך של קטע הנחל במעלה (סכרונים מס' 1-4)



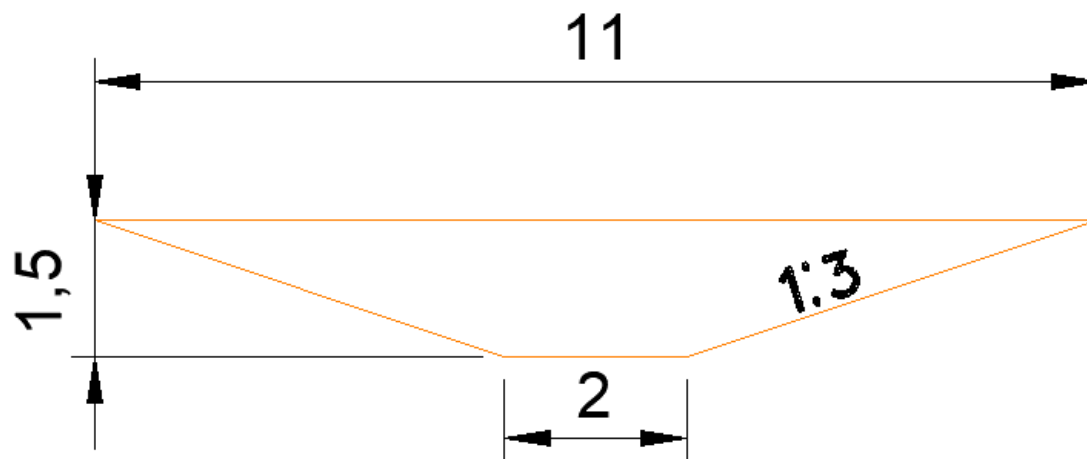
ביצוע מתקני וויסות יסייעו למניעת הצפות בתחום קיבוץ שעלבים, יאפשרו להקטין ספיקות בנחל איילון ולהעשיר את מי התהום על ידי החדרת הנגר לתת קרקע.

חלק ניכר של נפח השהיה ותועלת במניעת ההצפות מתקבלים ע"י הצבת סכרונים בעומק מים מרבי של 3.0 מ' בשטח שבין שדרות החשמונאים לנוף איילון. נפח מתקני וויסות המתקבל בקטע זה כ-41,000 מ"ק.

#### 4.4. החתך לרוחב של הנחל המוסדר

החתך הרוחבי המינימלי של הנחל יוסדר בתחום קיבוץ שעלבים, רוחב התחתית 2.00 מטר, שיפוע דופן 3:1.

תרשים מס' 9 – חתך נחל מתוכנן



לאורך מרבית הנחל, יוכשרו רצועות מגן ברוחב של 5.0 מ' מצד הדרך תחזוקה ו-2.0 מ' בצד השני לצורך התחזוקה השותפת של האפיק.

גדות הנחל ייוצבו ע"י צמחיית גדות נחלים מקומית האופיינית לסביבת נחל איילון ויובליו, לפי רשימת הצמחייה בנספח הנופי. דפנות וקרקעית הנחל יבוצעו מאדמה בלבד, ללא בטון, תוך שמירה על מופע טבעי ככל שניתן.

ייוצבו גדות קשיח יהיה מינימלי הנדרש לשימור עצים קיימים, תוך שימוש באבן מסלעות טבעית. לא יבוצעו קירות בטון. כניל לגבי מתקני כניסת ניקוז מתעלות ניקוז משניות ושדות סמוכים.

שבילי הנחל על הגדות ישמשו לתפעול ואחזקת הגדות, וכן יוכלו לשמש למטרות פנאי ונופש. גמר השבילים מצע/אספלט/בטון.

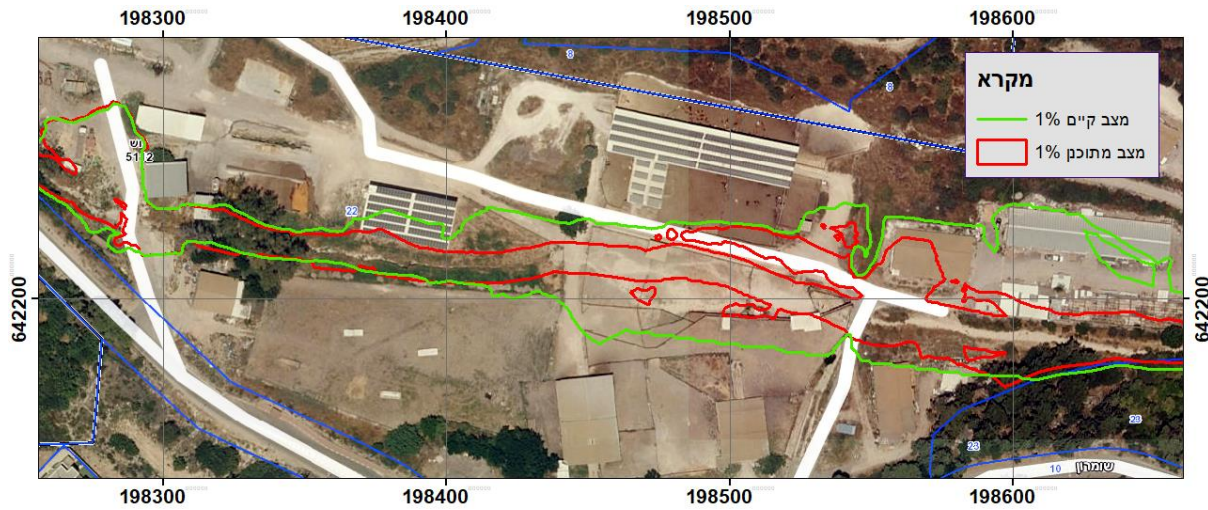
יש לשמר עצים בוגרים קיימים וצמחיית גדות ככל שניתן.



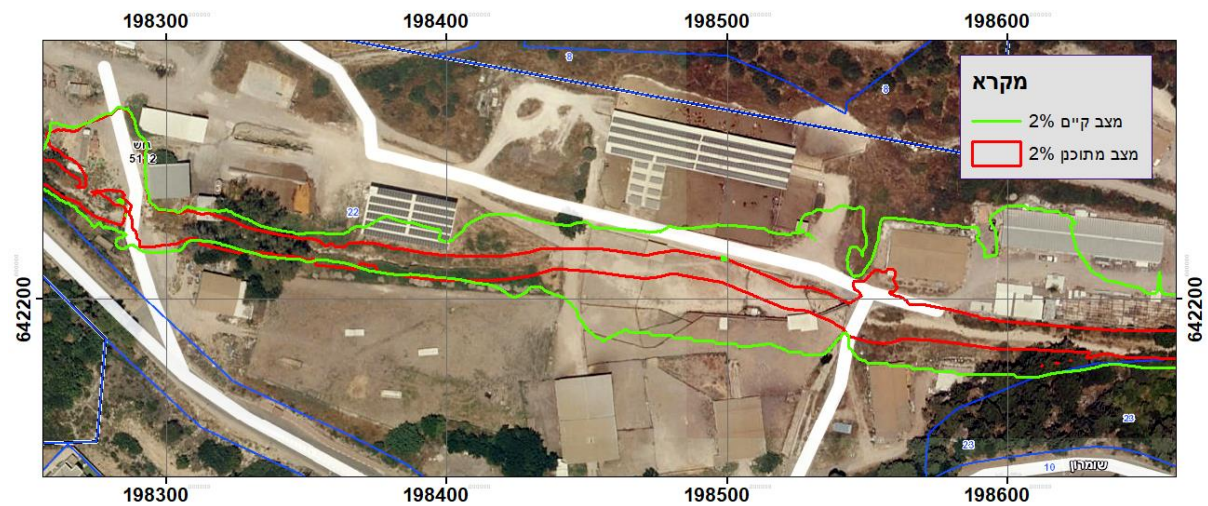
#### 4.5. השוואה פשטי הצפה בתחום אזור תעסוקה שעלבים

בתרשימים מס' 9-12 מוצגים פשטי הצפה להסתברויות שונות במצב קיים (ירוק) ומתוכנן (אדום).

##### תרשים מס' 9 – פשטי הצפה למצב קיים ומתוכנן להסתברות 1%

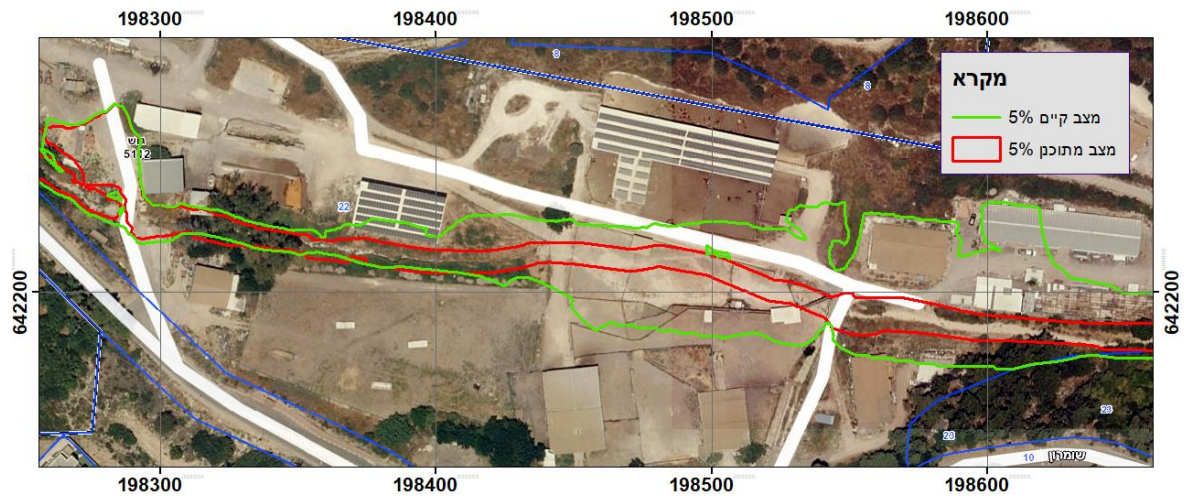


##### תרשים מס' 10 – פשטי הצפה למצב קיים ומתוכנן להסתברות 2%

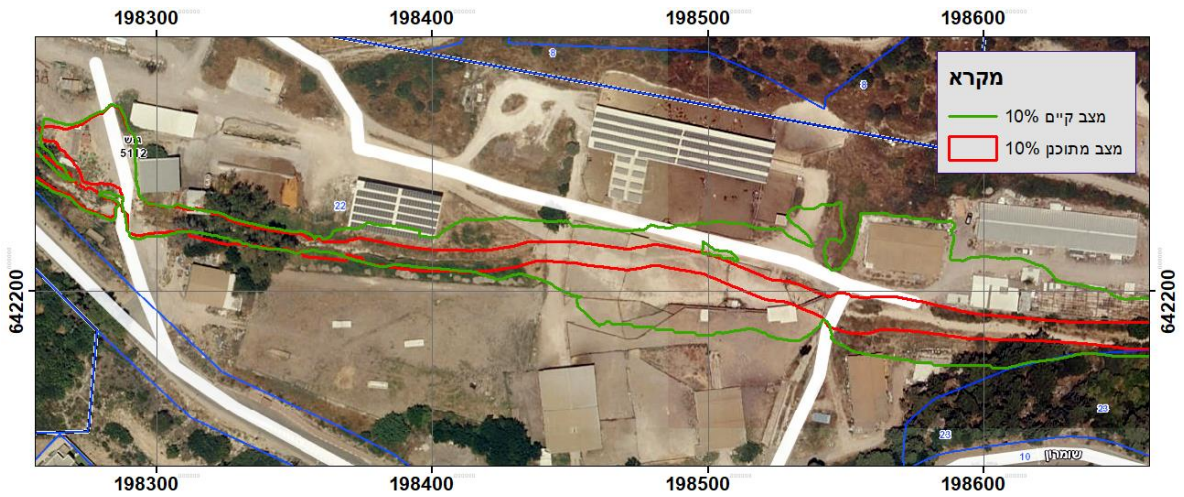




תרשים מס' 11 – פשטי הצפה למצב קיים ומתוכנן להסתברות 5%



תרשים מס' 12 – פשטי הצפה למצב קיים ומתוכנן להסתברות 10%



**4.6. תחזוקה**

תחזוקת הנחל וגדותיו באחריות רשות הניקוז.

תבוצע תחזוקה שוטפת כלל הדרוש על מנת לשמור על אפיק הנחל פנוי מכל חסימה, בדגש על אחזקה מונעת לפני החורף ושמירה על מופע הנחל הטבעי. לצמחיית הגדות תפקיד קריטי בשמירת יציבות הגדות וכן בתפקוד האקולוגי והנופי של הנחל. תחזוקה, שימור וחידוש הצמחייה יטופלו במסגרת האחזקה התקופתית השוטפת. פעילות זו תכלול גם פינוי ומניעת צמחיה ממינים פולשים.

**4.7. אומדן עלות ההסדרה**

אומדן עלות להסדרה משוער:

עבודות בטון.....	12,000 ש"ח
פיתוח נופי.....	3,500 ש"ח
ייצוב צמחי.....	293,000 ש"ח
גינון והשקיה.....	200,000 ש"ח
עבודות עפר.....	412,500 ש"ח
דיפון וייצוב מדרונות.....	34,000 ש"ח
צינורות מבטון מזוין, מעבירי מים וצינורות פלסטיים.....	344,000 ש"ח
סה"כ כולל בצ"מ 15% - 1,500,000 ש"ח	