אגן אלכסנדר דוח סקר סיכונים

דו"ח מסכם לשלב סקר הסיכונים

מספר גרסה: 1.0

תאריך עדכון: אוקטובר 2026

נכתב ע"י:

חגית וינר

תומר בן יאיר

יוליה אלכסנדרוב

נועה בלון נחליאלי

ורד קסטנבאום

נועה הלל

צוות מלווה

שם	גוף	שם	גוף
ניסים אלמון	מנכ"ל (פורש) רשות ניקוז ונחלים שרון	מיכאל גרמידר	נציג מחוז מרכז, משרד הבינוי והשיכון
רן פרחי	מנכ"ל (נכנס) רשות ניקוז ונחלים שרון	ליאורה סטולר	נציגת משרד הבינוי והשיכון
דרור אפשטין	מהנדס רשות ניקוז ונחלים שרון	מלכה שניאור	ס. אדריכלית ראשית, משרד הבינוי והשיכון
ריקי קטנר	נציגת החטיבה למשאבי סביבה, משרד החקלאות	שרית כספי אורון / עידן שפירא	ממונה שיקום נחלים, המשרד להגנת הסביבה
אלון רונן	רפרנט לנושאי הידרולוגיה, החטיבה למשאבי סביבה, משרד החקלאות	ורד אדרי	נציגת מחוז מרכז, המשרד להגנת הסביבה
דיאנה פאנוס	רפרנטית לנושאי כלכלה, החטיבה למשאבי סביבה, משרד החקלאות	לטם רובינס	נציג מחוז מרכז, המשרד להגנת הסביבה
נעמי כהנא נוימן	רפרנטית לפרק המענה, החטיבה למשאבי סביבה, משרד החקלאות	עדי נוי	תכנון, מרחב מרכז קק"ל
שירן פרי	רפרנטית לפרק המענה, החטיבה למשאבי סביבה, משרד החקלאות	יחיאל כהן	נציג המחוז, קק"ל
אלכס פיינגריש	נציג מחוז מרכז, משרד החקלאות	אור עומיסי	קק"ל
מור שחר	נציגת מחוז מרכז, משרד החקלאות	יותם פרלמן	קק"ל
עשהאל גלעד	נציג לשכת תכנון מחוזית	אבי לביא	מרחב מרכז, קק"ל
שמרית טבת	נציגת מחוז מרכז רמ"י	איל זיגל	רשות המים
ניר בן סימון	נציג מחוז מרכז רמ"י	יניב סויבלמן	רשות המים

תודות

צוות התכנון מבקש להודות לכל צוות רשות ניקוז ונחלים שרון על עזרתם והירתמותם לקידום ודיוק העבודה ובפרט לדרור אפשטין ולרן פרחי. תודה מיוחדת לפיליפ רובינזפט על הסיור באגן; לצוות החטיבה לניהול ומשאבי סביבה על הליווי וההדרכה, ובפרט לריקי קטנר הרפרנטית לפרק סקר הסיכונים ולאלון רונן מהתחנה לחקר הסחף על תרומתו הרבה לפרק ההידרולוגי בסקר הסיכונים.

תודה גם לכל חברי וחברות הצוות המלווה וועדת ההיגוי על הליווי והדיוק של סקר הסיכונים.

תוכן עניינים

צוות מלווה 1
תודות 1
תוכן עניינים 2
מבוא 6
1 אגן אלכסנדר - רקע 8
1.1 נחל אלכסנדר – תיאור פיזיוגרפי והידרולוגי של האגן 9
1.2 הצפות עבר 13
1.3 מפעלי ניקוז 14
2 מפת פתוח - פיתוח 15
2.1 הכנת מפתח פתוח-פיתוח 15
2.2 ניתוח המצב העתידי באגן אלכסנדר 16
3 מפות הצפה צופות פני עתיד 18
3.1 איסוף מידע הידרולוגי 18
3.2 שיטות לחישוב ספיקות באגן אלכסנדר 21
3.2.1 אגן אנלוגי 21
3.2.2 השיטה הרציונאלית 22
3.2.3 ספיקה סגולית 22
3.2.4 מעבר מהסתברות 1% להסתברויות אחרות 23
3.3 חישוב הידרוגרף 24
3.3.1 הידרוגרף לאגנים גדולים (מעל 200 קמ"ר) 24
3.3.2 הידרוגרף לאגנים בינוניים (10-200 קמ"ר) 25
3.3.3 הידרוגרף לאגנים בינוניים 26
3.3.4 הידרוגרף לאגנים קטנים 26
3.4 ספיקות שיא מחושבות לאגן אלכסנדר 28
3.5 בניית המודל ההידראולי 29

3.5.1 סוג המודל ותוצרים 29
3.5.2 בניית המודל 29
3.5.3 מקטעי נחלים להרצה 32
3.6 עיבוד תוצרים גולמיים לשכבות מידע 34
4 השלמת תכניות בפשט ההצפה 38
4.1 איסוף תכניות מפורטות וקליטתן בשכבה 38
4.2 שילוב שכבת פתוח-פיתוח ושכבות עם מידע חקלאי 38
4.3 קומפילציית תכניות לקראת שלבי חישוב הנזק 39
4.3.1 בקרה על שטחים חקלאיים 39
5 חישוב פוטנציאל הנזק 41
5.1 הנחות עבודה בחישוב הנזק 42
5.2 פוטנציאל הנזק במתקנים הנדסיים 43
5.3 חישוב פוטנציאל הנזק בתכניות מפורטות 44
6 חישוב פוטנציאל הנזק בתכניות כוללניות 44
7 חישוב פוטנציאל הנזק בתמ"מ ובאסטרטגית 47
8 חישוב פוטנציאל הנזק בשטחי חקלאות 49
9 הצגה גרפית של פוטנציאל הנזק 50
10 מיפוי שימושים רגישים 52
11 מיפוי תשתיות תחבורה 53
12 אזורים בסיכון באגן נחל אלכסנדר 56
13 מקורות 62
14 נספחים 63
נספח 1 – תוכניות באגן אלכסנדר 63
נספח 2 – חישובי ספיקות מתכניות קודמות 64
נספח 3 – שיטה לחישוב פוטנציאל נזק במתקנים הנדסיים 74

גרף 1: עקום מעטפת של ספיקות סגוליות לאגן הפולג. 23
גרף 2: הידרוגרף תחנת אלכסנדר..... 24
גרף 3: הידרוגרף תחנת עירון. 25
גרף 4: הידרוגרף בעל שני גלים לאגנים בינוניים. 26
גרף 5: הידרוגרף בעל גל אחד לאגנים קטנים. 27

טבלה 1: שכבות שהתקבלו ממשרד החקלאות ומרשות הניקוז. 8
טבלה 2: רשימת שכבות הממ"ג משלב 1 של העבודה. 9
טבלה 3: מפעלי ניקוז מהשנים האחרונות. 14
טבלה 4: תחנות הידרומטריות באגן אלכסנדר. 19
טבלה 5: ניתוח סטטיסטי בתחנת אלכסנדר – אלישיב..... 21
טבלה 6: ניתוח סטטיסטי בתחנת עירון – שער מנשה. 21
טבלה 7: ניתוח סטטיסטי בתחנת תאנים..... 22
טבלה 8: ספיקות שיא מחושבות לאגן אלכסנדר בהסתברויות שונות..... 28
טבלה 9: שימושי קרקע וערכי מקדם מנינג עבורם. 31
טבלה 10: נפחי הצפה מחושבים עבור הסתברויות שונות באגנים בחן ואומץ. 33
טבלה 11: סיכום שכבות למאגר המידע בסיום שלב 3..... 35
טבלה 12: מספר קומות חניה תת"ק לפי קטגורית יעוד קרקע. 43
טבלה 13: טבלת סיכום חישוב פוטנציאל נזק בתכניות מפורטות בהסתברות 1%. 45
טבלה 14: טבלת חישוב פוטנציאל הנזק בתכניות כוללניות בהסתברות 1%. 47
טבלה 15: טבלת חישוב פוטנציאל הנזק בתמ"מ ובתכנית האסטרטגית 2040 בהסתברות 1%..... 48
טבלה 16: תכסית בשימושי קרקע משניים בתמ"מ ובאסטרטגית. 48
טבלה 17: פוטנציאל הנזק בשטחי חקלאות בפשט הצפה בהסתברות 10%..... 49
טבלה 18: עלויות הקמה (F) של מתקנים הנדסיים. 76

מפה 1: נחלים עיקריים וישובים באגן נחל אלכסנדר (כולל איו"ש). 10
מפה 2: נחלים באגן אלכסנדר בתחום שטח רשות הניקוז..... 11
מפה 3: קרקעות באגן נחל אלכסנדר. 12
מפה 4: מפת הצפות עבר. 13
מפה 5: מפת פתוח-פיתוח, אגן נחל אלכסנדר. 17
מפה 6: תחנות הידרומטריות באגן אלכסנדר..... 20

מפה 7: עומק הצפה בהסתברות 1% באגן נחל אלכסנדר. 36
מפה 8: תחום פשט הצפה בהסתברויות שונות, אגן נחל אלכסנדר. 37
מפה 9: מפת פוטנציאל הנזק בהסתברות 1%..... 51
מפה 10: שימושי קרקע רגישים בפשט ההצפה, נחל אלכסנדר..... 54
מפה 11: תשתיות תחבורה קיימות ומתוכננות באגן נחל אלכסנדר. 55
מפה 12: מפת אזורים בסיכון, נחל אלכסנדר. 58
מפה 13: אזור סיכון 1 – אזור המשולש. 59
מפה 14: אזור סיכון 2 – כפר יונה - בורגתה. 60
מפה 15: אזורי סיכון 3 – צפון נתניה ו 4 - בית ליד. 60
מפה 16: אזור סיכון 5 – ליבת אלכסנדר והשפך. 61

תרשים 1: תכנית ניהול סיכוני שטפונות – מבט כללי. 6
תרשים 2: שלבי העבודה של סקר הסיכונים. 7
תרשים 3: לוח הזמנים של הפרויקט. 7
תרשים 4: דרך העבודה לשלב 2 – הכנת מפת פתוח-פיתוח. 15
תרשים 5: דרך העבודה לשלב 3 – הכנת מפות הצפה. 18
תרשים 6: מרכיבי התוצרים של שכבות ייעודי ושימושי קרקע בפשט הצפהץ 38
תרשים 7: סדר הכנסת התכניות בקומפילציה..... 39
תרשים 8: שלבי חישוב הנזק. 42
תרשים 9: שלבי הכנת מיפוי שימושים רגישים בפשט הצפה. 53
תרשים 10: הגדרת אזורים בסיכון. 56

תמונה 1: סימני הצפה בנחל אלכסנדר, חורף 2024. 14
תמונה 2: מעביר מים עם שלושה פתחים עגולים במודל ובמציאות. 30
תמונה 3: דוגמה למקטעי נחל. 32

איור 1: דוגמה להידרוגרף כתנאי כניסה (upper boundary condition). 30

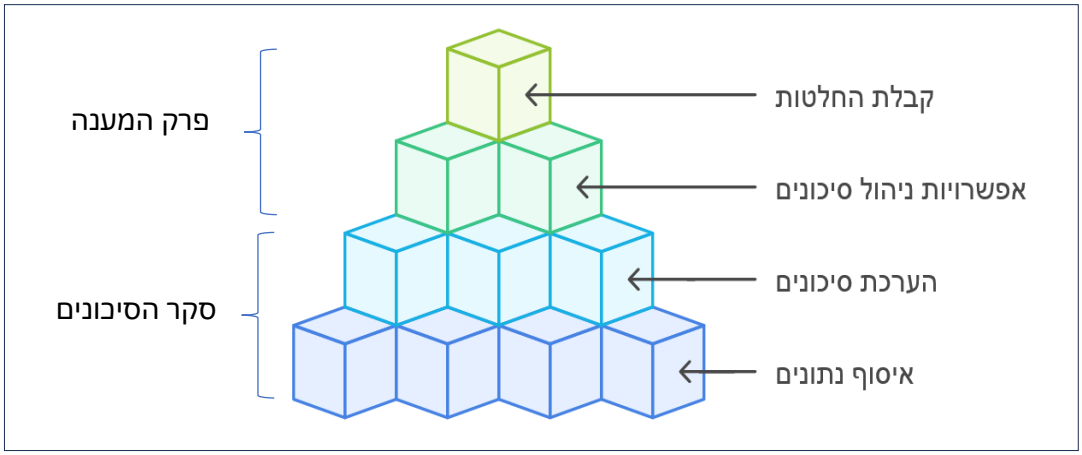
מבוא

תכנית ניהול סיכוני השטפונות ברשות ניקוז ונחלים שרון מבוססת על עקרונות שהוגדרו במתודולוגיה לניהול סיכוני שטפונות[1]. התכנית מסתכלת הן על המצב הנוכחי והן קדימה – לשינויים שצפויים להתרחש במשטר הזרימה כתוצאה מפיתוח עתידי ושינויי אקלים – במטרה להבטיח קיימות ארוכת טווח של מערכת הניקוז בשטחי הרשות.

באמצעות שני חלקיה – סקר הסיכונים ופרק המענה (תרשים 1) – התכנית באה לייצר ברמה האגנית:

1) מנגנון להערכת סיכונים משטפונות.
2) חלופות לניהול השטפונות באזורים בהם קיים סיכון.
3) מפת פתרונות מסוגים שונים – הנדסיים (הגנה), תכנוניים (מניעה) וסטטוטוריים (התאמה) – שיאפשרו למקבלי ההחלטות (רשות הניקוז, משרד החקלאות, גופי התכנון, רשויות מקומיות) לנהל את הסיכון בצורה מושכלת.

תרשים 1: תכנית ניהול סיכוני שטפונות – מבט כללי.



חלקה הראשון של התכנית הינו סקר הסיכונים, שכולל 12 שלבים, המתמקדים בזיהוי והבנת הסיכונים, והערכת הנזק הכלכלי כתוצאה משיטפונות באזורי הפיתוח והחקלאות (תרשים 2).

החלק השני של תכנית ניהול סיכוני השטפונות הינו בחינת, הערכת ובחירת חלופות לניהול הסיכונים.

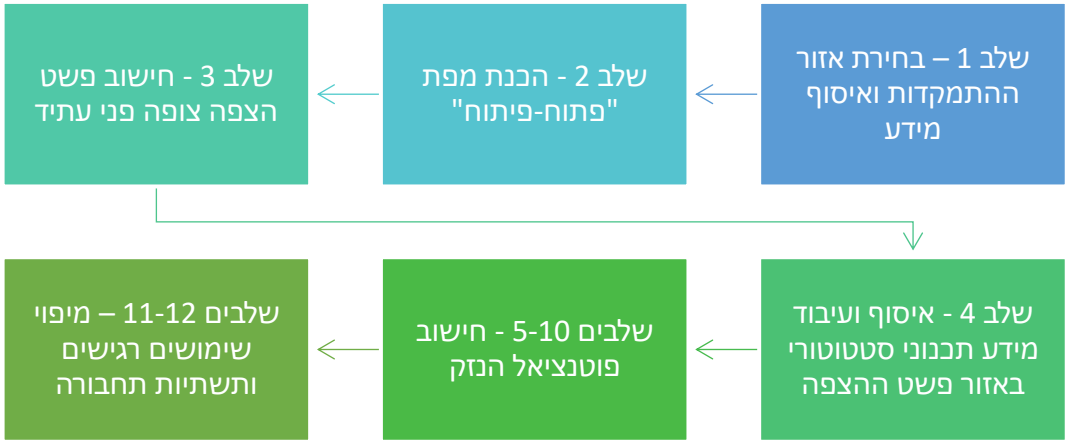
בסיומה של התכנית תתקבל תמונה אגנית שתסייע בקבלת החלטות תכנוניות ותאפשר תכנון נכון יותר של תשתיות, תוך שמירה על המערכת הנחלית מצד אחד ושמירה על הפיתוח הקיים והעתידי מצד שני.

לוח הזמנים של הפרויקט מובא בתרשים 3.

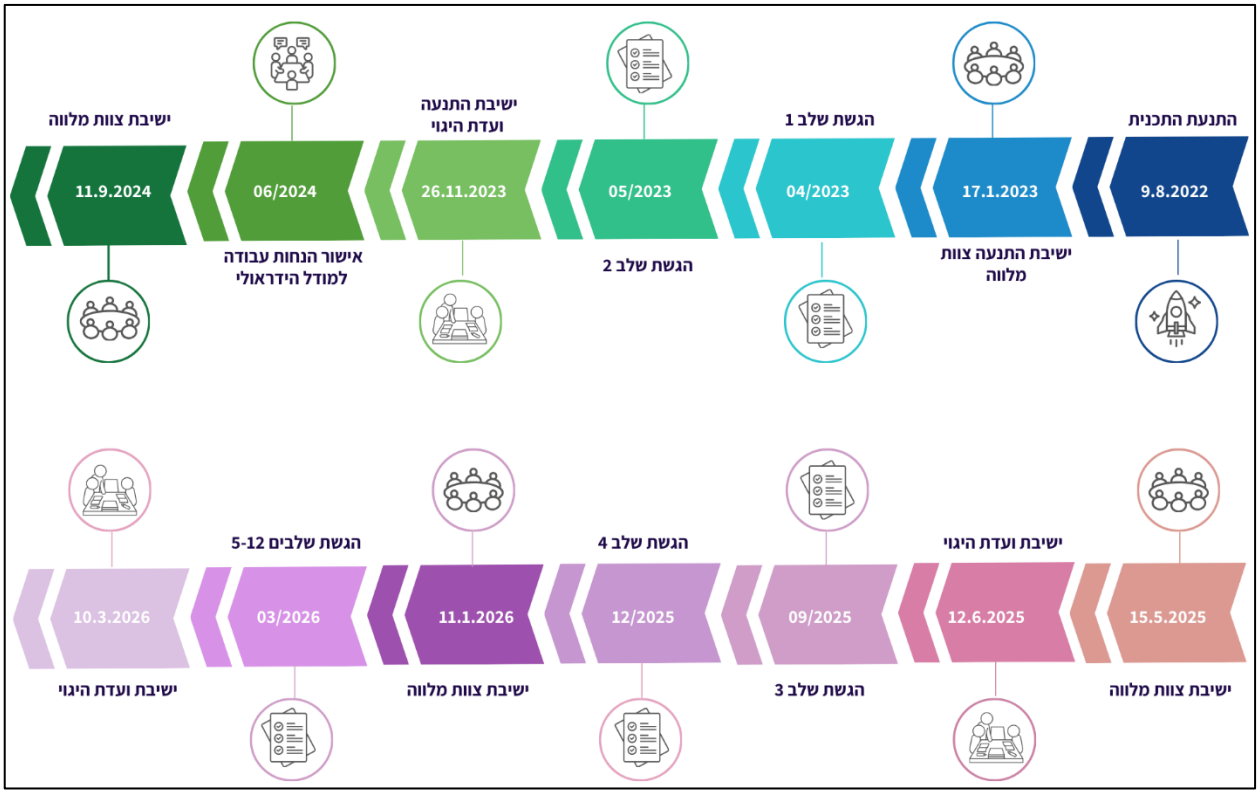
הדו"ח המובא להלן מסכם את חלק א' של העבודה - סקר הסיכונים.

[1] לפרטים נוספים על המתודולוגיה ניתן לעיין באתר https://www.gov.il/he/pages/flood_risk_management

תרשים 2: שלבי העבודה של סקר הסיכונים.



תרשים 3: לוח הזמנים של הפרויקט.



1 אגן אלכסנדר - רקע

השלב הראשון בסקר הסיכונים התמקד באיסוף נתונים ומידע על אגן נחל אלכסנדר, והוא חיוני להנחת הבסיס להערכת הסיכונים באגן. מטרת שלב זה היא לאסוף ולהבין את כל הנתונים הקיימים ברמה האגנית ובהם מידע היסטורי על אירועי שיטפונות, נתונים הידרולוגיים, מצב תשתיות הניקוז, תוואי הנחלים וייעודי הקרקע באזור. המידע התקבל מרשות הניקוז ומבוסס על מידע מתכנית האב של אגן נחל אלכסנדר (לביא-נטיף, 2010) וכן מידע ממשרד החקלאות, כמפורט בטבלה 1.

טבלה 1: שכבות שהתקבלו ממשרד החקלאות ומרשות הניקוז.

מקור המידע	מקור השכבה	שם השכבה	תאריך עדכון
משרד החקלאות	מנהל התכנון	X-Plan	דצמבר 2022
		תכנית אסטרטגית 2040	נובמבר 2022
		ותמ"לים מתחמים מוכרזים	יולי 2022
		שכבות בנט"ל	2022
		קומפילציית תמ"מים	
	רמ"י	רצף תכניות	
	משרד החקלאות	פשטי הצפה	
		גידולים חקלאיים, מבנים חקלאיים, מבני משק ולולים	
רשות ניקוז ונחלים שרון	תכנית האב של רשות הניקוז	שכבת נחלים, שכבת תתי אגנים ושכבת גבול אגן ראשי.	2010
	שכבת נחלי תמ"א 1 כולל עדכון על ידי רשות הניקוז.	שכבת נחלים	
	רשות הניקוז	מפעלי ניקוז	
	סקר רגישות אקולוגית	רגישות אקולוגית	2011
	רשות הניקוז - תיעוד מאירועי ההצפות בינואר 2013.	שכבת הצפות עבר	2013

התוצרים של שלב זה מפורטים בטבלה 2 להלן.

טבלה 2: רשימת שכבות הממ"ג משלב 1 של העבודה.

נושא השכבה	שם השכבה	סוג המידע	מקור
נחלים	Streams	שכבה קווית הכוללת נתוני: מיספור פלג רז, שמות, שטח אגן, אחוז שטח בנוי.	רשות הניקוז (שכבות מתכנית האב, 2010) וטיוב המידע ע"י צוות התכנון
תתי אגנים	SubBasins	שכבה פוליגונלית הכוללת נתוני: מיספור פלג רז, שמות, שטח אגן, היקף אגן, אחוז שטח בנוי.	
הצפות עבר	pastflooding polygon	שכבה פוליגונלית הכוללת מיפוי הצפות מאירועי ינואר 2013.	משרד החקלאות (שכבה ארצית) רשות הניקוז (מיפוי הצפות ינואר 2013)
מפעלי ניקוז	mifaley nikuz 2022	שכבה פוליגונלית הכוללת את פרטי מפעלי הניקוז המאושרים וכן מפעלי ניקוז בעבודה	משרד החקלאות (מפעלי ניקוז מאושרים) רשות הניקוז (מפעלי ניקוז בעבודה ומאושרים)
רגישות אקולוגית	alexsander	שכבה קווית מסקר אקולוגי שנערך ב 2011	"נחל אלכסנדר ויובליו ערכיות אקולוגית ורגישות להסדרה ולניקוז" זאב קולר 2011

כל השכבות הנ"ל זמינות

1.1 נחל אלכסנדר – תיאור פיזיוגרפי והידרולוגי של האגן

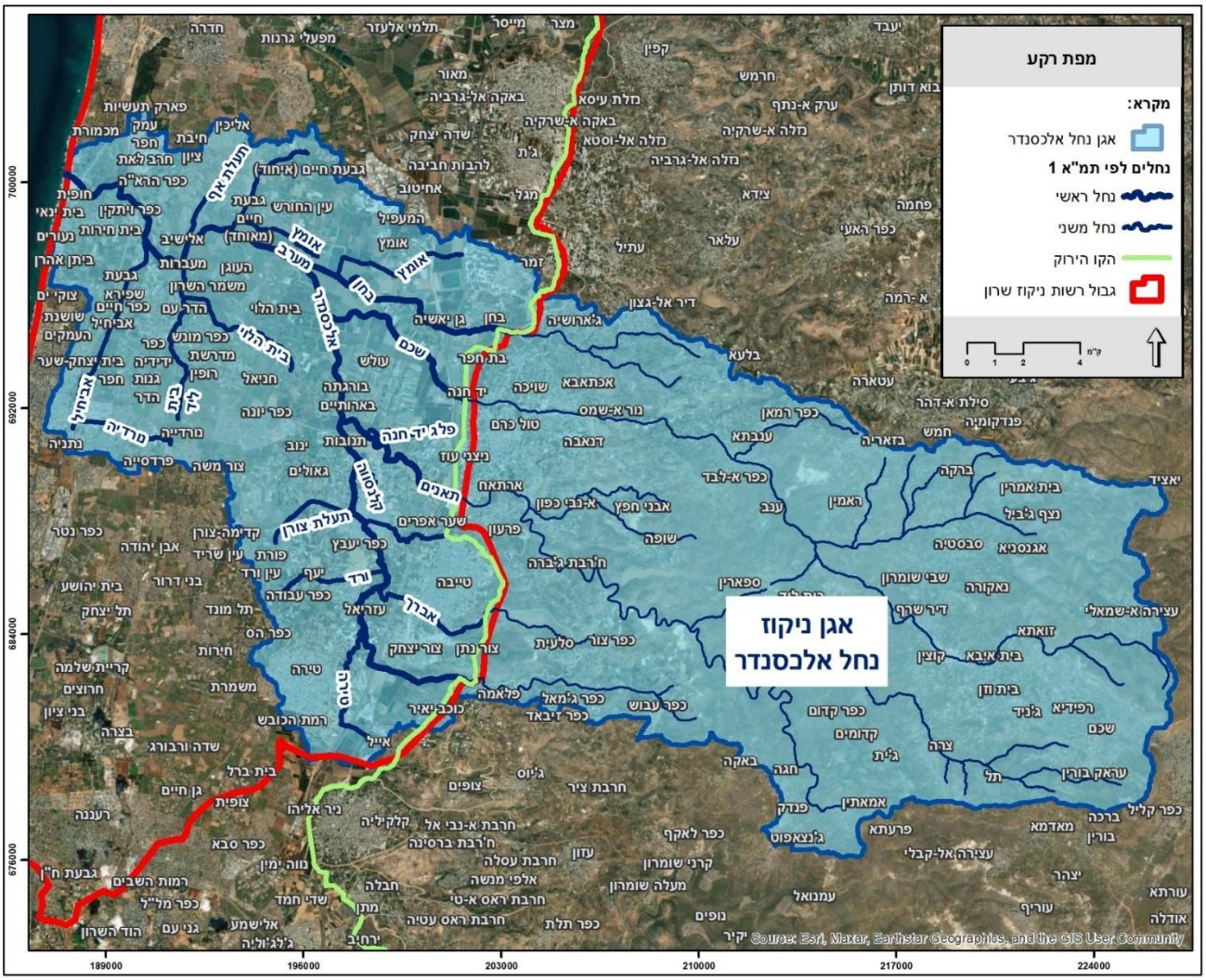
נחל אלכסנדר מנקז אגן היקוות בשטח של כ-559 קמ"ר, ואורכו כ-32 ק"מ. הנחל נשפך לים התיכון בסמוך למושב מכמורת. שטח האגן כולל מגוון תצורות נוף, ובהן אזורים חקלאיים, שטחים פתוחים, יישובים עירוניים וכפריים וחורשות טבעיות. מעלה האגן ממוקם מעבר לקו הירוק, ולמעשה מרבית שטחו של האגן נמצא מחוץ לתחומי מדינת ישראל (מפה 1). היובלים העיקריים באגן הם נחל תאנים (136 קמ"ר), נחל שכם (155 קמ"ר) ונחל בחן (47 קמ"ר).

נחל אלכסנדר מתחיל באזור ההררי, חוצה תשתיות תחבורה ובהן כביש 6 ומסילת רכבת, ולאחר מכן זורם בתחום העיר קלנסווה. בהמשך עובר הנחל בסמוך ליישובים בורגתה ובארותיים, ובחלקו המורדי הוא זורם בעיקר לצד שטחים חקלאיים ופתוחים. לאחר חציית כביש 2 נשפך הנחל לים התיכון (מפה 2).

ריכוזי האוכלוסייה הגדולים באגן מצויים בעיקר במעלה האגן, וכוללים את הערים והיישובים טירה, טייבה, קלנסווה וכפר יונה. אזורי מרכז ומורד האגן מאופיינים בעיקר בשטחים חקלאיים וביישובים קטנים ובינוניים.

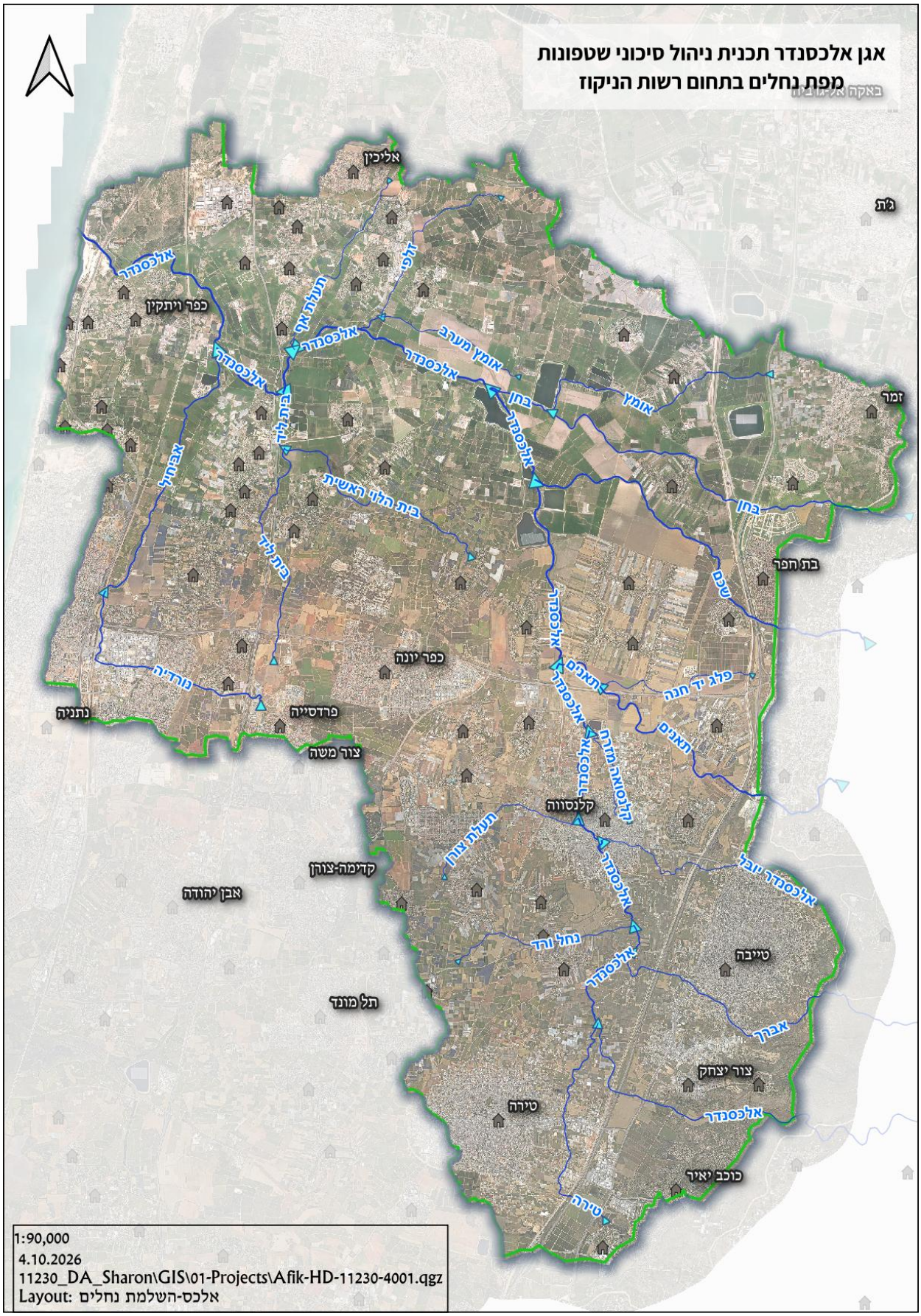
הקרקעות הנפוצות באגן הן קרקעות טרה-רוסה ורנדזינה באזור ההררי-מזרחי. ממערב לאזור ההררי נפוצות בעיקר קרקעות חמרה, ובאזורים הסמוכים לחוף נפוצות קרקעות חוליות (מפה 3). ממוצע המשקעים הרב-שנתי באגן נע בין כ-450 מ"מ לכ-650 מ"מ בשנה.

מפה 1: נחלים עיקריים וישובים באגן נחל אלכסנדר (כולל איו"ש).

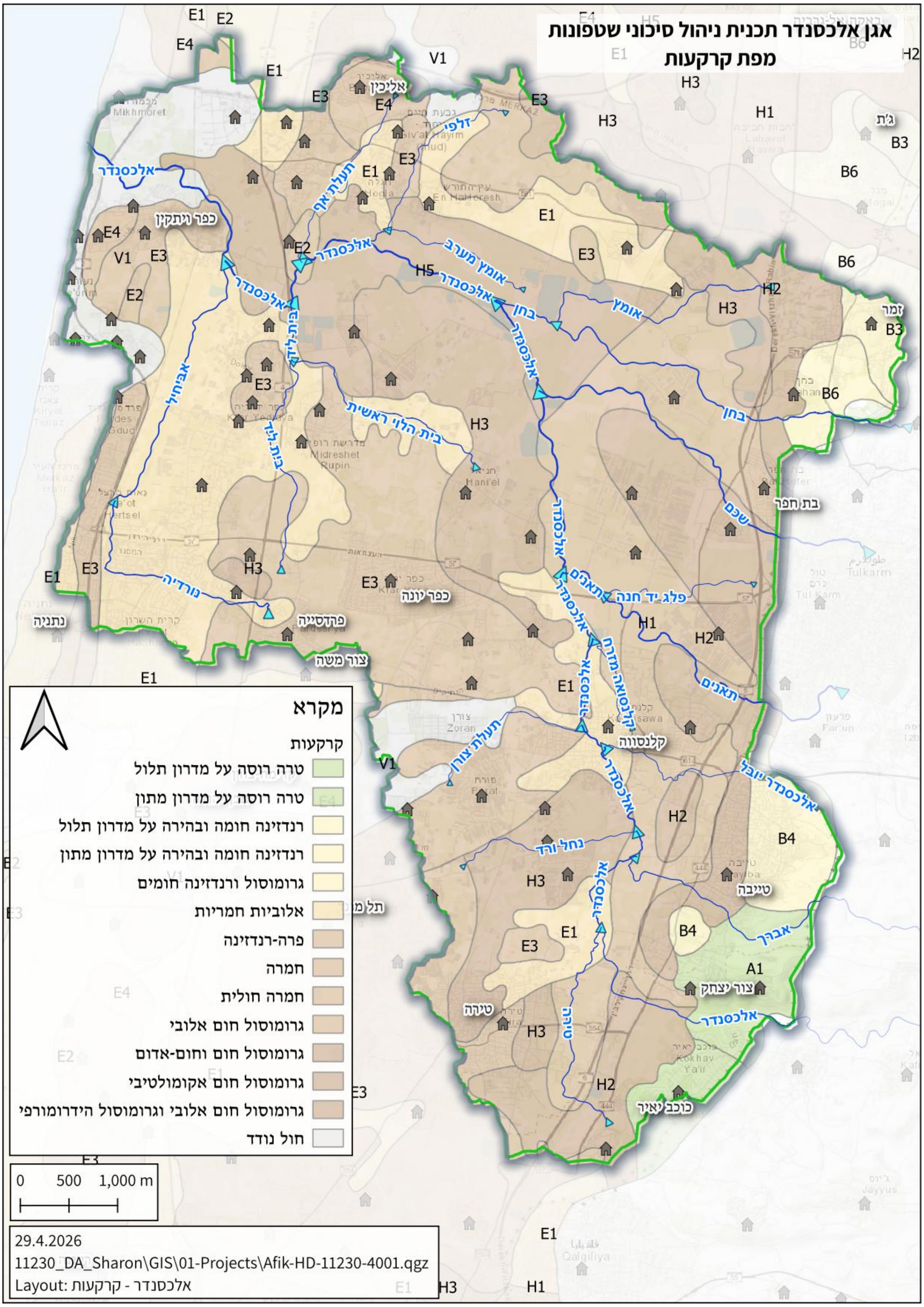


כפי שניתן לראות במפה 1 לעיל, מרבית האגן נמצא בשטח איו"ש, קרי מחוץ לתחום האחריות של רשות ניקוז ונחלים שרון. בהתאם לכך, סקר הסיכונים נערך עבור הנחלים הזורמים בין הקו הירוק ובין הים התיכון (מפה 2).

מפה 2: נחלים באגן אלכסנדר בתחום שטח רשות הניקוז.



מפה 3: קרקעות באגן נחל אלכסנדר.

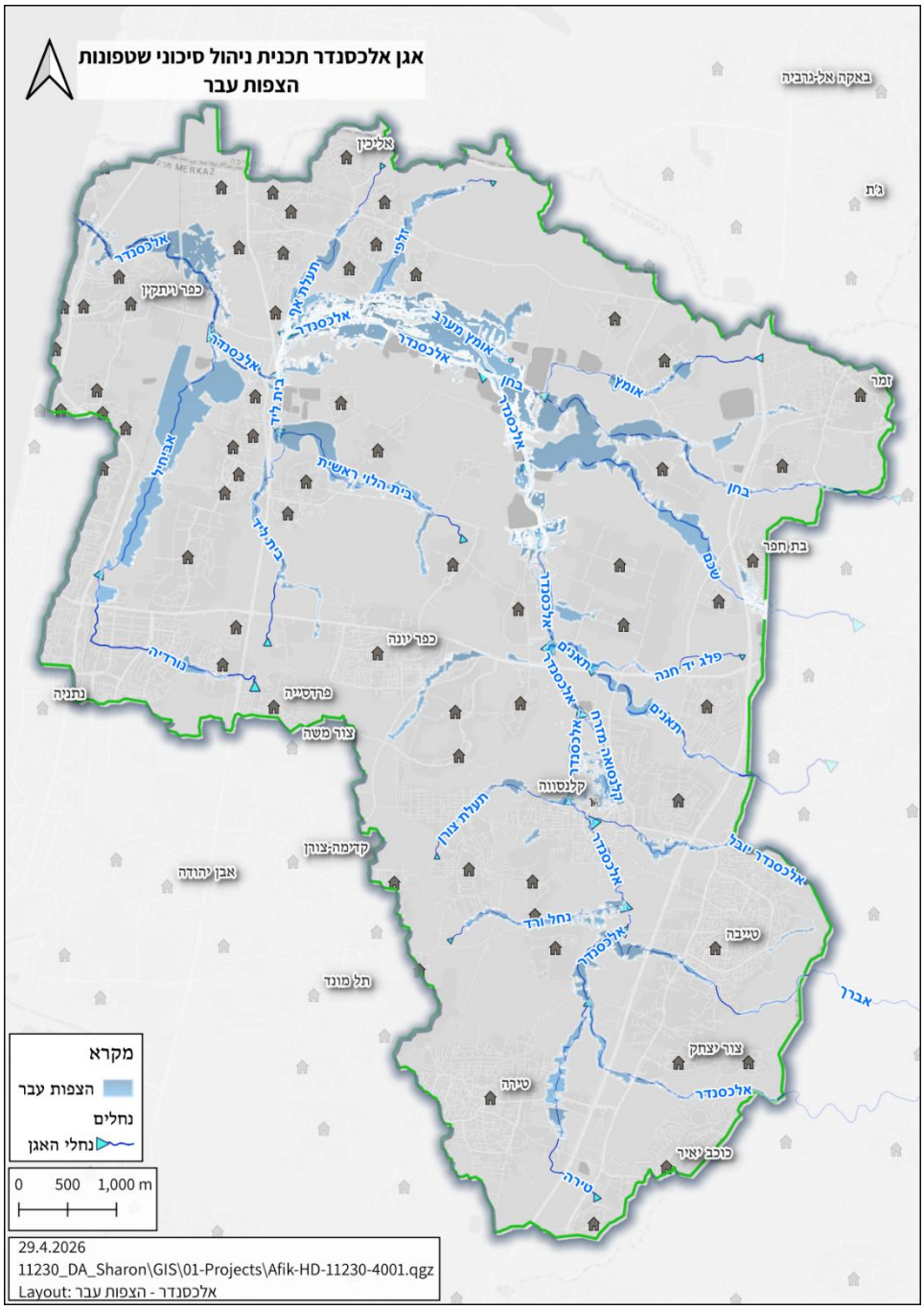


1.2 הצפות עבר

מידע על הצפות עבר התקבל מרשות הניקוז ומשכבת הצפות עבר של משרד החקלאות.

חלקים נרחבים מאגן נחל אלכסנדר חשופים לאירועי הצפה (תמונה 1 לדוגמה), כאשר הדפוס המרחבי שלהם משקף שילוב בין אזורים חקלאיים נרחבים לבין מוקדי פיתוח עירוני לאורך הערוץ. עיקר ההצפות מתרכז לאורך הציר המרכזי של נחל אלכסנדר ויובליו הגדולים (כגון נחל שכם, נחל תאנים ונחל אחיטוב), במיוחד במקטעים המישוריים במרכז ובמורד האגן, בהם השיפועים מתונים וקיימת נטייה להתרחבות זרימות אל פשטי ההצפה (מפה 4).

מפה 4: מפת הצפות עבר.



תמונה 1: סימני הצפה בנחל אלכסנדר, חורף 2024.



צילום: גיא שמואלי

1.3 מפעלי ניקוז

רשות הניקוז פועלת להגנה מפני שטפונות באמצעות מפעלי ניקוז. תכניות אלה כוללות הסדרת נחלים ויצירת אתרי השהייה וויסות. מפעלי ניקוז בולטים מהשנים האחרונות, והסטטוס שלהם מפורטים בטבלה 3.

טבלה 3: מפעלי ניקוז מהשנים האחרונות.

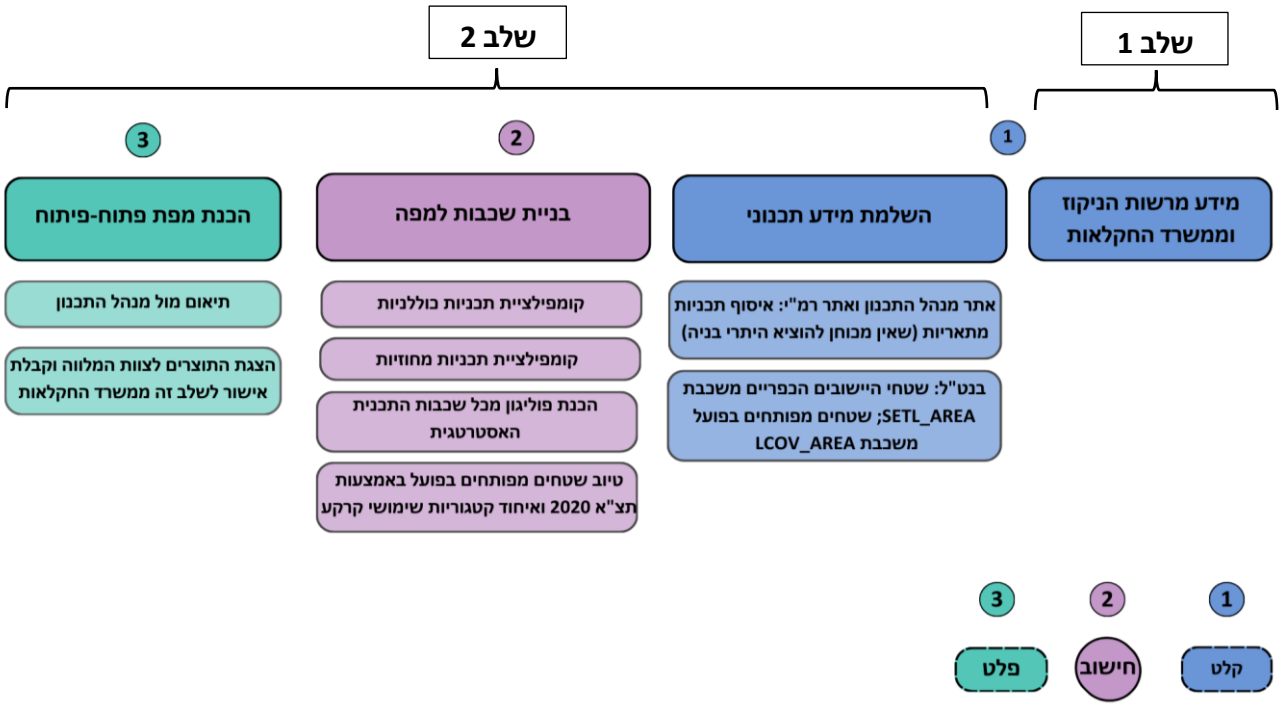
שם מפעל הניקוז	מס' תכנית	תיאור המפעל	בתכנון	סטטוס
תאנים	8-9967	הסדרת נחל		מאושר
נחל אלכסנדר	8-12675-2	הסדרת נחל		מאושר
נחל טירה	8-12675-1	הסדרת נחל		מאושר
נחל אברך	8-9966	הסדרת נחל		מאושר
נחל בית ליד	8-14224	הסדרת נחל ומתקני ויסות		מאושר
נחל אביחיל מובל ומאגר	8-12456	הקמת מובל והסדרת מאגר ויסות		מאושר
נחל אביחיל בתחום לב השרון	412-1403047	הסדרת נחל ופארק בתחום מושב נורדיה		מאושר
נחל אביחיל בתחום עמק חפר	409-1553734	הסדרת מורד הנחל	לביא נטיף	התנגדויות
נחל ורד	412-1566769	הסדרת הנחל לכל אורכו	פלגי מים	התנגדויות
נחל זלפי	412-1403047	הסדרת נחל, ערוצי משנה ושטחי חקלאות	פלגי מים	שיפוט
נחל צורן		הסדרת נחל בתחום חקלאי ומובל בתחום מבונה	נהרא ופשטיה	סקר

2 מפת פתוח - פיתוח

מטרתו של שלב זה היא איסוף וריכוז מידע קיים - שכבות מידע, תכניות קיימות לפי ישובים וברשויות השונות באגן, תכניות עתידיות - ושילובן לקבלת תמונה מלאה על יעודי קרקע עכשויים ועתידיים.

שלבי הכנת המפה מוצגים בתרשים 4 ומפורטים בסעיף 2.1.

תרשים 4: דרך העבודה לשלב 2 – הכנת מפת פתוח-פיתוח.



2.1 הכנת מפתח פתוח-פיתוח

למידע שנקלט ממשרד החקלאות בשלב 1 של העבודה נוספו שכבות מידע מאתר מנהל התכנון ומאתר רמ"י.

<u>קומפילציית תכניות כוללניות</u>: הורדו מאתר מנהל התכנון ואתר של רמ"י, תכניות כוללניות ותכניות מתאר כוללניות – רק תכניות שאין מכוחן להוציא היתרי בנייה (נספח 1). נבנתה שכבה של קומפילציית תכניות כוללניות.

כהשלמה לשטחי הפיתוח העירוניים ושטחי התעסוקה בתמ"מ הוספו שטחי היישובים הכפריים משכבת SETL_AREA בבנט"ל לקומפילציה התכניות המחוזיות.

<u>תכנית אסטרטגית לדיור ולתעסוקה 2040</u>: נלקחו כל השכבות מהתכנית האסטרטגית בפרקים הדיור והתעסוקה והוכנסו כפוליגון אחד.

<u>שטחים מפותחים בפועל</u>: נלקחה שכבת LCOV_AREA משכבות הבנט"ל. השכבה עברה טיוב אל מול תצ"א עדכני משנת 2020 של רשות הניקוז. קטגוריית שימושי הקרקע אוחדו:

- <u>תכסית שטח מבונה</u> כולל את הקטגוריות: גינה/מדשאה ותכסית שטח מבונה.

- חציבה/חול כולל את הקטגוריות: חציבה/כרייה פעילה ושטח חולי, דיונות.
- חקלאות כולל את הקטגוריות: כרם/גפנים, מטע עצי זית/כרם זיתים, מטע עצי פרי - בננות, מטע עצי פרי - כללי, מטע תמרים/דקלים, שטח מעובד.
- עשבים/בתה כולל את הקטגוריות: עשבים/בתה, קרקע חשופה, שטח בור, שטח מופר, שיחים/גריגה.
- שטח סלעי כולל את הקטגוריות: שטח סלעי.
- אחר כולל את הקטגוריות: יער וחורש בגובה 2-6 מטר - בינוני, יער וחורש בגובה 2-6 מטר - דליל, יער וחורש בגובה 2-6 מטר - צפוף, יער וחורש גבוה מ-6 מטר - בינוני, יער וחורש גבוה מ-6 מטר - דליל, יער וחורש גבוה מ-6 מטר - צפוף וסחף נחלים פעיל.

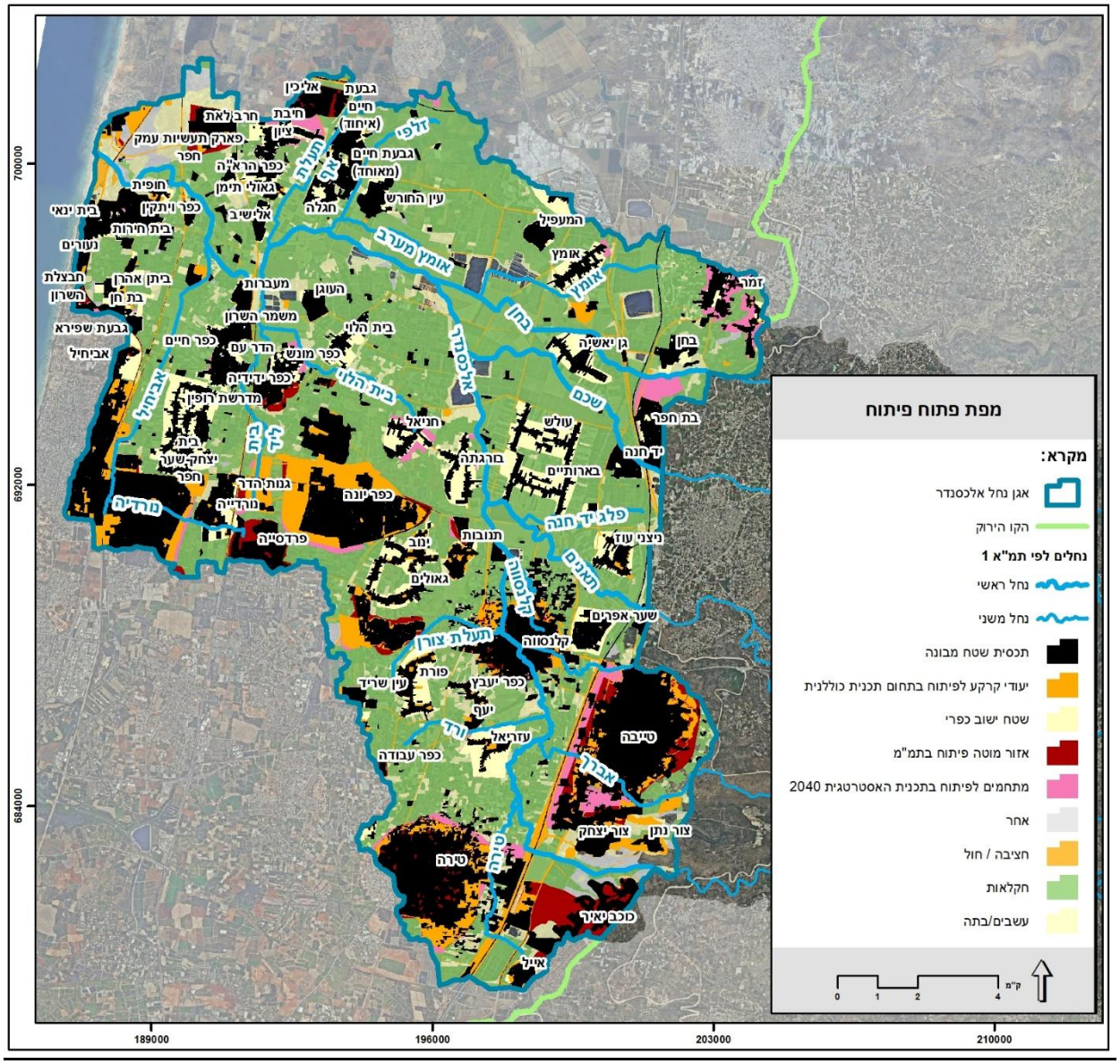
2.2 ניתוח המצב העתידי באגן אלכסנדר

כפי שניתן לראות במפה 5, אגן נחל אלכסנדר מאופיין ברובו בשטחים פתוחים, בעיקר חקלאיים, המשתרעים לאורך מרבית שטח האגן.

עם זאת, ניכרת מגמת פיתוח סביב מוקדי ההתיישבות הקיימים ולאורך צירי תנועה מרכזיים. הפער בין השטחים המבונים (שחור) לשטחי הפיתוח המתוכננים (כתום) מצביע על התרחבות מבוזרת, המתבטאת בכתמי פיתוח סביב גרעינים קיימים ולא ברצף עירוני אחיד.

לצד זאת, נשמרים שטחים פתוחים לאורך ציר הנחל ובמעלה האגן, אך אלו צפויים להתמודד עם לחצי פיתוח הולכים וגוברים ופיצול מרחבי, המחייבים התייחסות תכנונית לשמירה על רציפות ותפקוד הנחל.

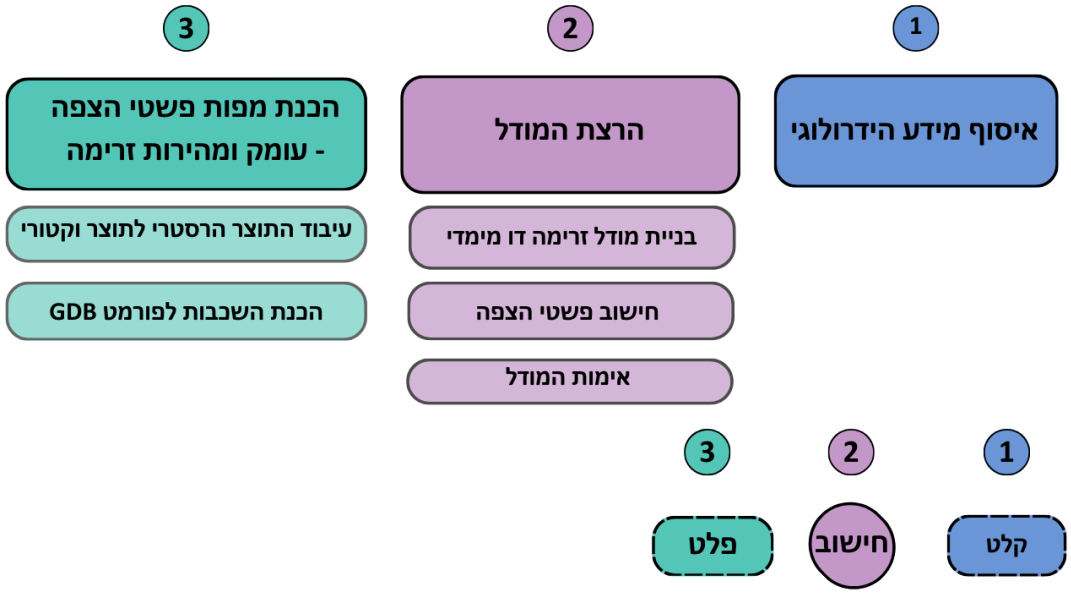
מפה 5: מפת פתוח-פיתוח, אגן נחל אלכסנדר.



3 מפות הצפה צופות פני עתיד

מטרת שלב 3 של העבודה הינה יצירת מודל מעודכן של פשטי הצפה, שישמשו כבסיס להגדרת אזורי הסכנה ולהערכת הנזק. בתרשים 5 מסוכמת דרך העבודה של שלב זה.

תרשים 5: דרך העבודה לשלב 3 – הכנת מפות הצפה.



3.1 איסוף מידע הידרולוגי

איסוף המידע כלל:

- איסוף וניתוח מידע מתחנות הידרומטריות (טבלה 4, מפה 6).
- איסוף וניתוח נתונים וחישובי ספיקות מתכניות קודמות (נספח 2).
- סיור באגן עם צוות רשות הניקוז.

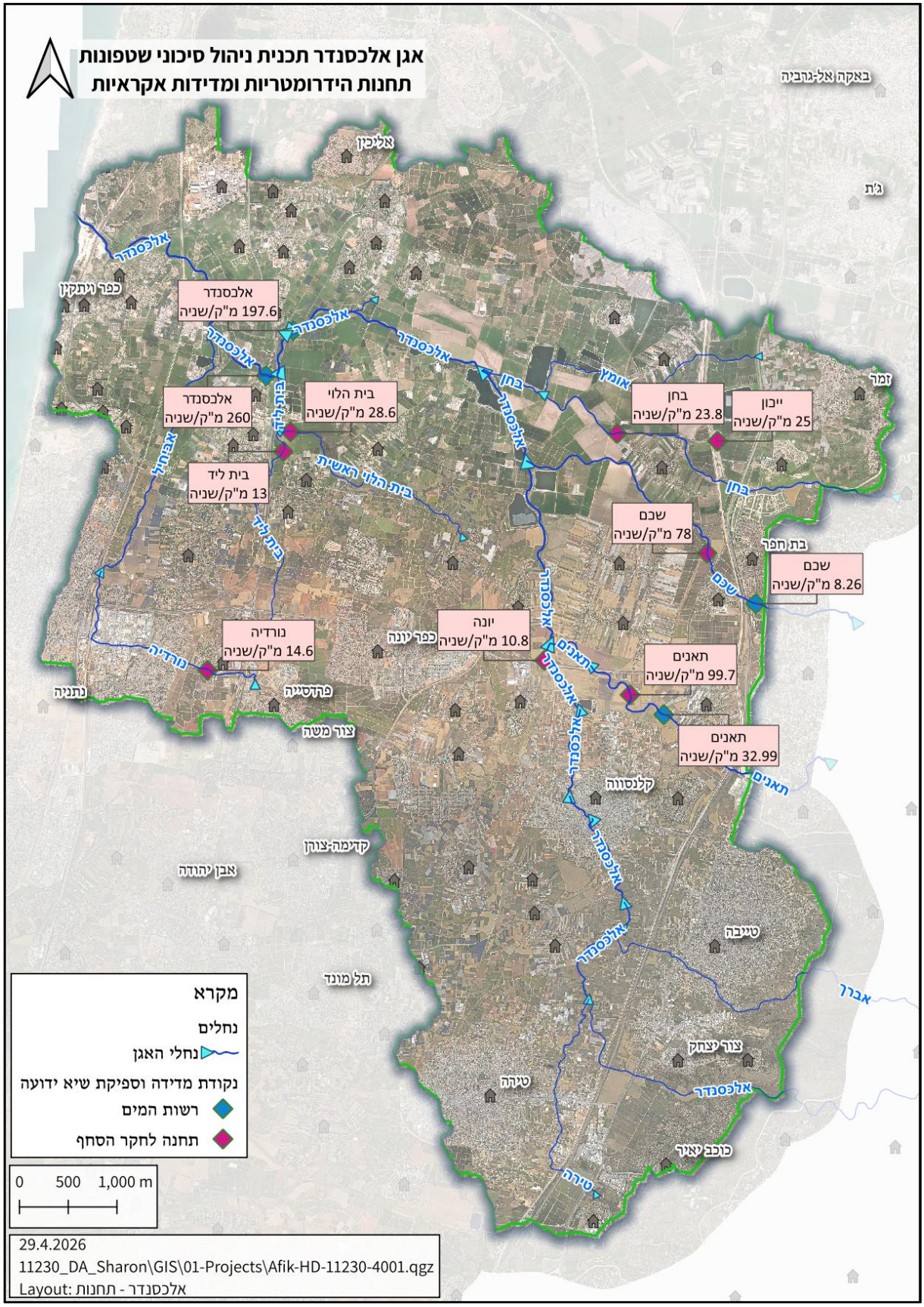
מידע על תחנות הידרומטריות של רשות המים התקבל מיניב סויבלמן מאגף מים עיליים ברשות המים ומאתר המידע הממשלתי. מידע מתחנות של התחנה לחקר הסחף התקבל מאלון רונן מהתחל"ס. צוות התכנון מודה לשניהם על העזרה הרבה.

תחנות הידרומטריות באגן מפורטות בטבלה 4 להלן.

טבלה 4: תחנות הידרומטריות באגן אלכסנדר.

מס תחנה	מפעיל	שם התחנה	שטח (קמ"ר)	שנות נתונים	פעילות	ספיקת שיא מדודה (מ"ק/שניה)	תאריך אירוע השיא
15107	שירות ההידרולוגי	תאנים - בבביש	119	1962-1965	לא פעילה		
15108	שירות ההידרולוגי	תאנים – ע"י אירתאח	125	1943-1947	לא פעילה		
15109	שירות ההידרולוגי	תאנים – ע"י קלנסוואה	130	1955-1961	לא פעילה		
15110	שירות ההידרולוגי	תאנים - ניצני עוז	126	2014-2018	לא פעילה	33	14/12/2013
15111	שירות ההידרולוגי	שכם – בגשר הכביש	123	1962-1965	לא פעילה		
15112	שירות ההידרולוגי	שכם – ע"י נור שמש	140	1945-1947	לא פעילה		
15113	שירות ההידרולוגי	שכם – בכביש לטול כרם	146	1944-1961	לא פעילה		
15114	שירות ההידרולוגי	שכם – במורד המט"ש	148	2014-2018	לא פעילה	8.26	18/02/2018
15115	שירות ההידרולוגי	שכם – יד חנה	148	1955-1961	לא פעילה	78	7/12/1955
15120	שירות ההידרולוגי	אלכסנדר - אלישיב	488	1967 - היום	פעילה	197.6	8/1/2013
15122	שירות ההידרולוגי	אלכסנדר – ע"י מעברות	518	1945-1947, 1948-1967	לא פעילה	260	30/01/1958
15/03011	תחל"ס	בית-ליד	10	1978-2013		15	ינואר 2013
15/0601	תחל"ס	שכם	147	1978-2013		66	ינואר 2013
15/0702	תחל"ס	תאנים	126	1978-2015		146	ינואר 2013
15/079	תחל"ס	יונה	8	1978-2000		10.8	24/12/1991
15/0503	תחל"ס	בחן	29	1978-2013		46	ינואר 2013
15/05021	תחל"ס	ייבון	6	1978-2012		25	3/12/1991
15/0402	תחל"ס	אומץ	18	1978-1997		50	24/12/1991
a15/0402	תחל"ס	אומץ-1	10	1997-2012		33.6	
15/0302	תחל"ס	בית הלוי	13	1978-2016		28.6	23/2/1992
15/07011	תחל"ס	יד חנה	6	1978-1994		12.5	1/1/1992
15/02019	תחל"ס	אביחיל	4	1980-1991		14.6	11/1/1981

מפה 6: תחנות הידרומטריות באגן אלכסנדר.



3.2 שיטות לחישוב ספיקות באגן אלכסנדר

חישוב ספיקות באגן אלכסנדר בוצע באמצעות שלוש שיטות, בהתאם לשטח האגן ולאופי שימושי הקרקע העיקריים שבו (בנוי / פתוח / חקלאי). השיטה העיקרית הינה אגן אנלוגי לתחנות אלכסנדר ותאנים.

3.2.1 אגן אנלוגי

שיטת האגן האנלוגי היא שיטה לחישוב ספיקות באגנים שאינם מדודים ומתועדים באמצעות שימוש באגן ניקוז בעל תכונות פיזיולוגיות, הידרולוגיות ומטאורולוגיות דומות על מנת לחזות את הספיקות הצפויות באגן הלא מדוד. באגן נחל אלכסנדר נעשה שימוש בשלוש תחנות הידרומטריות אשר שימשו כבסיס סטטיסטי לעבודה זו.

תחנת אלכסנדר-אלישיב

שטח התחנה הוא כ-488 קמ"ר. לאחר דיונים שהתקיימו עם רשות המים סוכם כי ספיקת התכן ב-1% לצורך התכנית לניהול סיכוני השיטפונות בתחנת אלכסנדר-אלישיב (שטח של 488 קמ"ר) תקבע על 480 מ"ק/שנייה (טבלה 5). נתון זה ישמש אנלוג לאגנים הגדולים מ-200 קמ"ר (חישוב לפי יחס שורש השטחים). בהתייעצות עם אלון רונן מהתחל"ס, הוחלט להוסיף את מקדם הבטחון לנפח ולא לספיקה עבור האגנים הגדולים, זאת באמצעות מיתון שיפוע ההידרוגרף תחנה זו שימשה כאגן אנלוגי עבור אלכסנדר בחלקו המורדי.

טבלה 5: ניתוח סטטיסטי בתחנת אלכסנדר – אלישיב.

P%	ספיקה
1	480
2	337
5	183.5
10	101.5
20	45

תחנת עירון – שער מנשה

שטח התחנה הוא כ-60 קמ"ר. ניתוח הנתונים נעשה על טווח השנים 1992-2018. על נתונים אלו הופעלו פונקציות הסתברותיות לוג-פירסון 3 ולוג-נורמל (טבלה 6) והוחלט לבחור בפונקציית לוג-נורמל מפני שהתקבלו באמצעות פונקציה זו תוצאות גבוהות יותר. לתוצאות אלו נוספו 30% על מנת לתת ביטוי למצב בינוי עתידי, שינויי אקלים וכד'. תחנה זו שימשה כאגן אנלוגי עבור אגנים בעלי קרקעות ABC בהם הפיתוח תופס חלק משמעותי.

טבלה 6: ניתוח סטטיסטי בתחנת עירון – שער מנשה.

P%	LOG-NORMAL	PEARSON III	תוספת30%
1	**89.84**	69.75	**117**
2	**69.43**	57.55	**90**
5	**47.17**	42.54	**60**
10	**33.46**	32.05	**43**
20	**22.08**	22.33	**30**

<u>תחנת תאנים</u>

השטח המתנקז עד לתחנה הוא כ-130 קמ"ר. על נתוני התחנה הופעלו פונקציות הסתברותיות לוג-פירסון 3 ולוג-נורמל (טבלה 7) והוחלט לבחור בממוצע בין שתי השיטות כיוון שהוא קרוב יותר למדידות קיימות. תחנת תאנים שימשה כאגן אנלוגי עבור אגנים בהם שימוש הקרקע העיקרי הוא חקלאי או שטח פתוח.

טבלה 7: ניתוח סטטיסטי בתחנת תאנים.

P%	LOG-NORMAL	PEARSON III	ממוצע
1	182	309	**246**
2	128	187	**158**
5	76	91	**84**
10	48	50	**49**
20	27	25.6	**26.3**

3.2.2 <u>השיטה הרציונאלית</u>

השיטה הרציונאלית מניחה עוצמת גשם אחידה במרחב ולכן מתאימה לאגנים קטנים. הנוסחה מבוססת על הקשר שטח האגן, עוצמת הגשם והמאפיינים הפיזיוגרפיים של השטח:

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

Q = ספיקה (מ"ק\שנייה).

C = מקדם הנגר העילי שהוא היחס בין הנגר לעובי הגשם באגן.

I = עוצמת הגשם (מ"מ\שנייה), לפי דו"ח המסכם של פרויקט "עדכון בסיס נתוני עוצמות הגשם בישראל וקביעת עוצמת גשם תכן כפרמטר בסיסי לתכנון ניקוז מערכות תחבורה" (רפי הלוי ושמואל ארבל, עבור חברת נתיבי ישראל במרץ 2016). מחושבת לפי זמן הריכוז.

A = שטח האגן (קמ"ר).

זמן הריכוז מחושב לפי:

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

T= משך זמן הריכוז (דקות).

L = אורך האפיק (ק"מ).

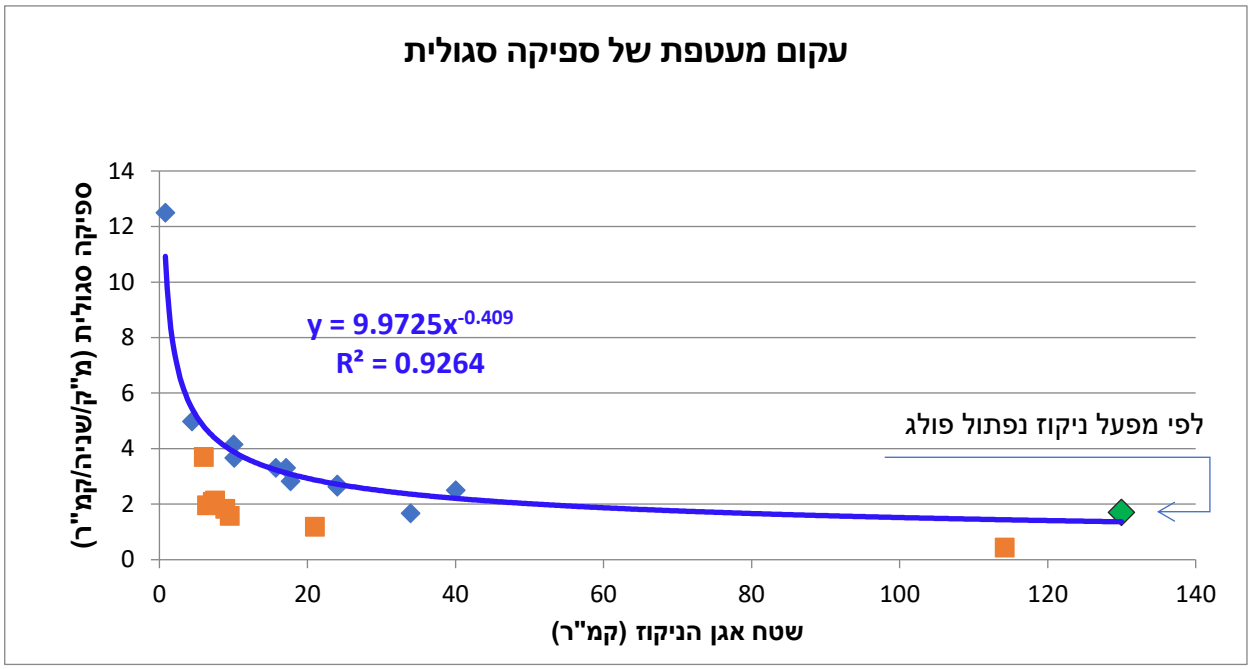
S = שיפוע ממוצע של האפיק המחושב בין שתי נקודות – נקודה ראשונה במרחק של 10% מראשית האפיק ונקודה שניה במרחק של 85% מראשית האפיק.

זמן הריכוז המינימלי לחישוב עוצמת הגשם הוא 10 דקות.

3.2.3 <u>ספיקה סגולית</u>

בשל מיעוט מדידות באגן נחל אלכסנדר החישוב מתבסס על אגנים דומים באגן הפולג. חישוב האגנים בעלי אותם מאפיינים פיזיולוגיים כמו אגן הפולג נעשה בשיטת ספיקה סגולית. על סמך מדידות של ספיקות ברחבי אגן הפולג, נבנה עקום מעטפת המתאר את הספיקה הסגולית הגבוהה ביותר (מעויינים כחולים בגרף 1). נקודות שנופלות מתחת לעקום (ריבועים כתומים בגרף 1) לא נכנסו לעקום, מאחר ומטרתו לייצר ספיקות סגוליות מירביות.

גרף 1: עקום מעטפת של ספיקות סגוליות לאגן הפולג.



כפי שניתן לראות מגרף 1 – הספיקה הסגולית הינה בקשר הפוך לגודל האגן.

הנחת העבודה הינה כי העקום מייצג ספיקות סגוליות בהסתברות 1% וכך באמצעות הקשר בין שטח האגן ובין הספיקה הסגולית, ניתן לחשב את הספיקה בהסתברות זו עבור כל תת אגן באזור העבודה:

$$Q_{1\%} = A \times 9.9725 \times A^{-0.409}$$

כאשר A הינו שטח תת האגן. ההכפלה בשטח האגן נעשית פעמיים על מנת לקבל את הספיקה (מ"ק/שניה) ולא רק את הספיקה הסגולית. דרך עבודה זו מתאימה לחישוב ספיקות במספר מצומצם של אגנים בעלי מיקום וקרקע זהה לאגן הפולג. עם זאת, עבור אגנים קטנים מאד (פחות מ 5 קמ"ר) שמאופיינים בבינוי רב או בחקלאות של חממות, חושבו הספיקות באמצעות **הנוסחה הרציונלית**, שכן זו לוקחת בחשבון מקדמי נגר – שעבור אגנים מבונים הם משמעותיים ביצירת ספיקות גבוהות.

3.2.4 מעבר מהסתברות 1% להסתברויות אחרות

חישוב ספיקות בהסתברויות אחרות (2%, 5%, 10% ו – 20%) נעשה באמצעות הכפלה במקדם מעבר מהסתברות 1% להסתברות הרצויה. מקדמי המעבר נקבעו בהתאם ליחס ההסתברויות שהתקבל ממודל פולגט. המודל משתמש בסטטיסטיקה של נתוני ספיקה מדודים בנחלים על פי איזורים ומאפייני קרקע שונים בארץ.

3.3 חישוב הידרוגרף

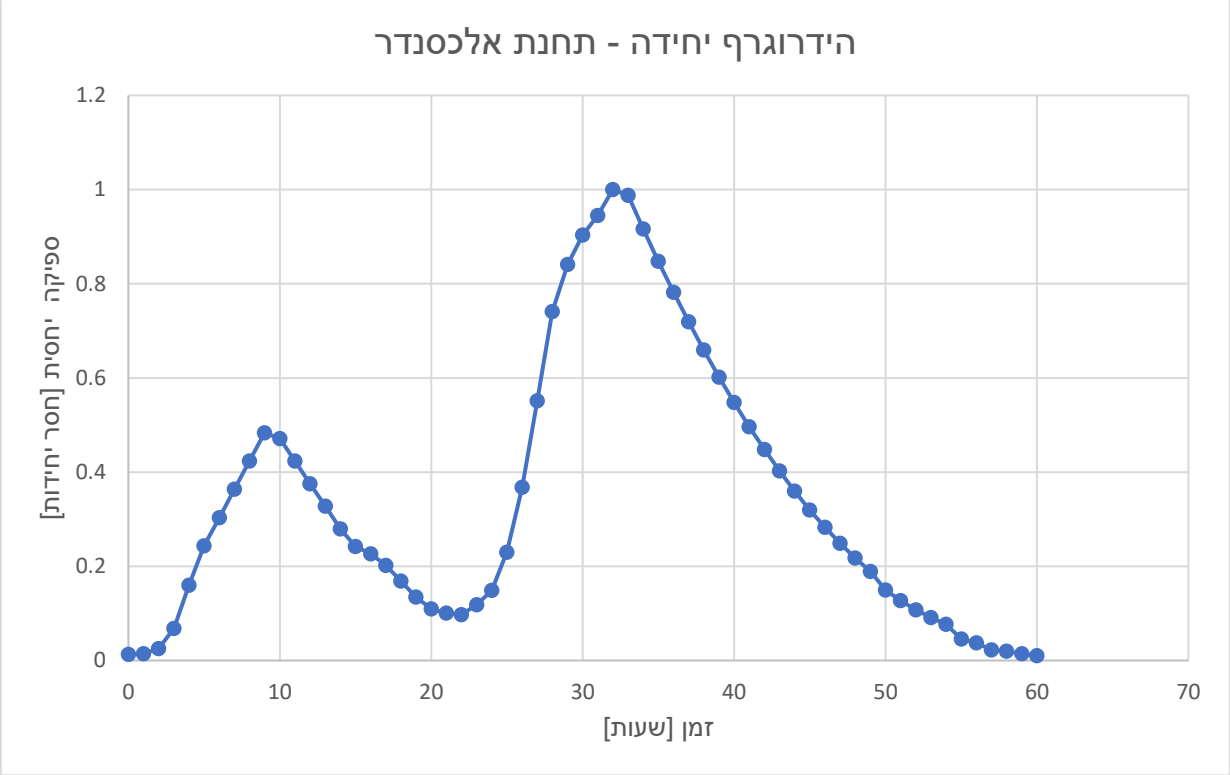
הידרוגרף הינו הקשר בין זמן לבין ספיקה והוא משמש כקלט של המודל ההידראולי HEC RAS לחישוב פשטי ההצפה. בתכנית זו נעשה שימוש בארבע צורות הידרוגרפים:

1. הידרוגרף תחנת אלכסנדר – עבור אגנים שגודלם עולה על 200 קמ"ר וחושבו על בסיס תחנת אלכסנדר-אלישיב. אורך ההידרוגרף הוא 60 שעות.
2. הידרוגרף תחנת עירון – עבור אגנים בגודל 10-200 קמ"ר וחושבו על בסיס תחנת עירון. אורך ההידרוגרף הוא 40 שעות.
3. הידרוגרף מפעל ניקוז "השער הרומי" – עבור אגנים בינוניים שחושבו באמצעות קו מעטפת של ספיקות סגוליות וגדולים מ-15 קמ"ר נבנה הידרוגרף יחידה על בסיס הידרוגרף מדו"ח לביא-נטיף, 2016. אורך ההידרוגרף הוא 30 שעות.
4. הידרוגרף מדו"ח אגן פולג – עבור אגנים קטנים שחושבו באמצעות השיטה הרציונלית או על פי קו מעטפת של ספיקות סגוליות נעשה שימוש בהידרוגרף שהוכן במסגרת תוכנית ניהול שיטפונות לאגן הפולג (אפיק, 2025). אורך ההידרוגרף הוא 24 שעות.

3.3.1 הידרוגרף לאגנים גדולים (מעל 200 קמ"ר)

ההידרוגרף באירוע סופתי באגן נחל אלכסנדר (גרף 2) נבנה בהתבסס על אירוע גשם מתאריך 16/02/2024. נפח ההידרוגרף שהתקבל להסתברות 1% הינו כ – 38 מלמ"ק ומתאים לאירוע סופתי של 1% באגן נחל אלכסנדר.

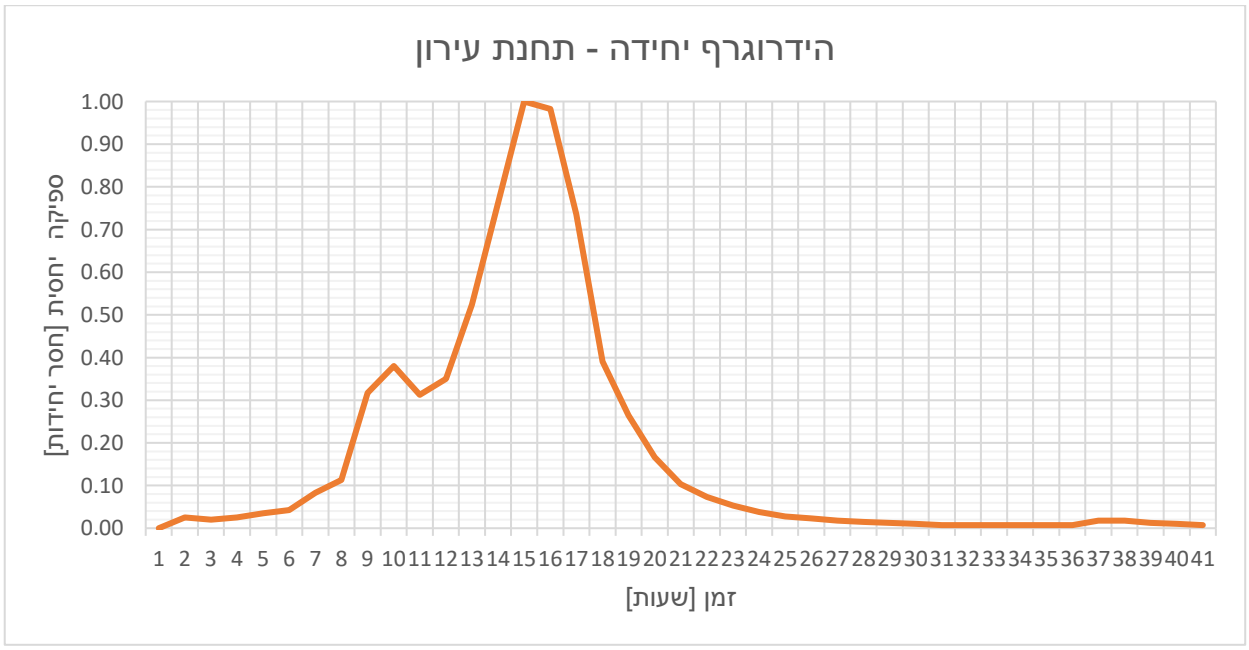
גרף 2: הידרוגרף תחנת אלכסנדר.



3.3.2 הידרוגרף לאגנים בינוניים (10-200 קמ"ר)

עבור אגנים בעלי מאפיינים דומים לאגן תחנת עירון, נבנה הידרוגרף על בסיס אירוע גשם מתאריך 26/01/2018 (גרף 3).

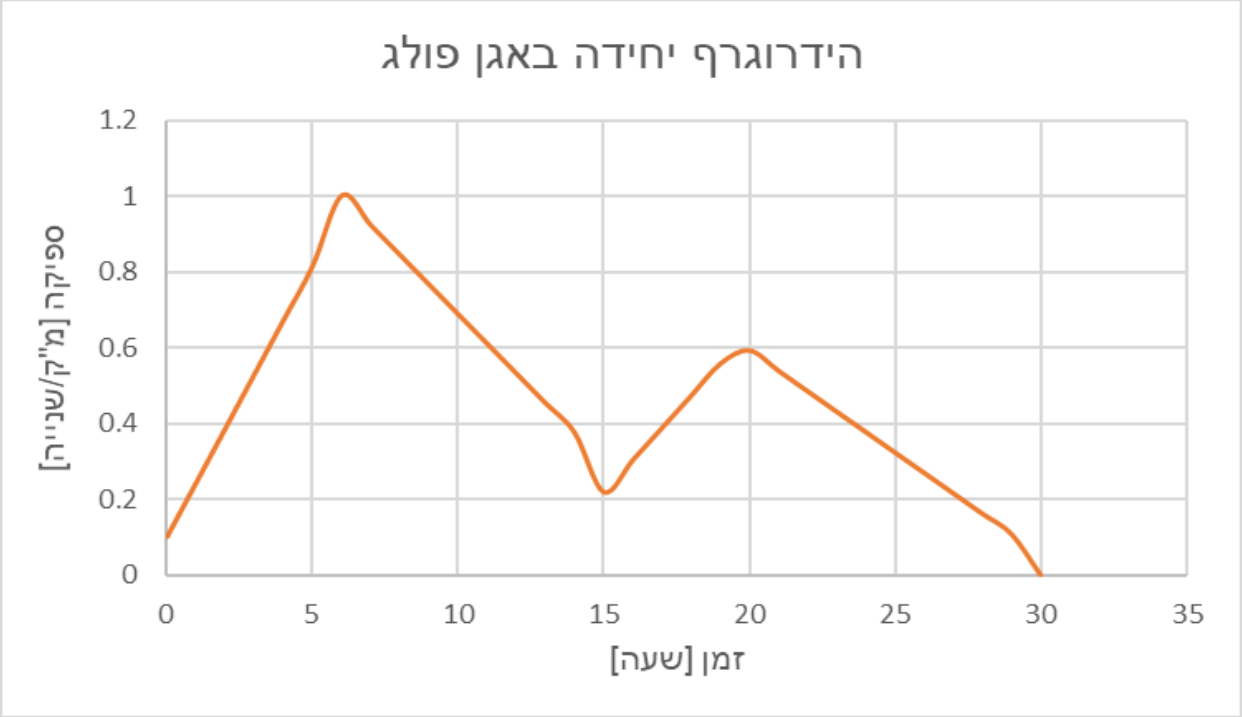
גרף 3: הידרוגרף תחנת עירון.



3.3.3 הידרוגרף לאגנים בינוניים

עבור אגנים שגודלם מעל 15 קמ"ר, בעלי קרקע דומה לאגן הפולג וחושבו באמצעות קו מעטפת של ספיקות סגוליות נבנה הידרוגרף על בסיס החישובים במפעל הניקוז של "נפתול נחל הפולג – מעקף דרומי לשער הרומי" של לביא נטיף מתאריך 02/2016. בעבודתם של לביא-נטיף נבנה הידרוגרף להסתברות 4% בעל 2 שיאים (גרף 4) ע"פ מודל גל-גאות של התחנה לחקר הסחף.

גרף 4: הידרוגרף בעל שני גלים לאגנים בינוניים.

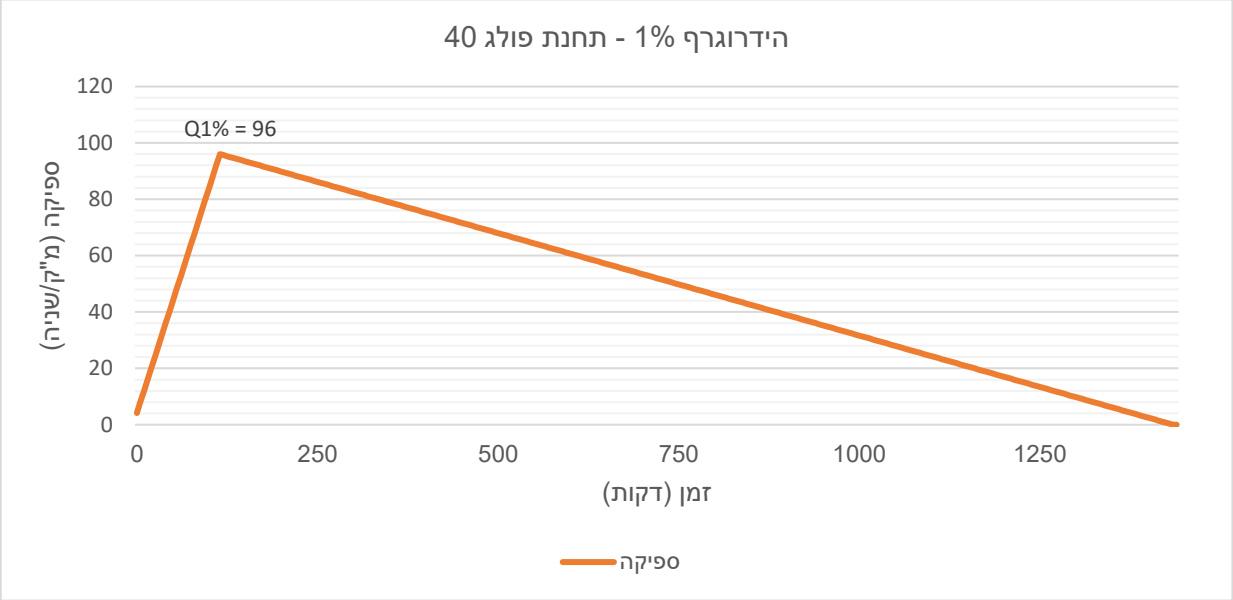


3.3.4 הידרוגרף לאגנים קטנים

עבור אגנים קטנים הוכן הידרוגרף בעל שיא אחד, אורכו כ-24 שעות. בגרף 5 מוצג הידרוגרף המבוסס על תחנת פולג 40. בהידרוגרף זה נעשה שימוש באגנים בעלי קרקע דומה לאגן הפולג ובאגנים שחושבו באמצעות השיטה הרציונלית.

דרך העבודה שתוארה לעיל אושרה מול משרד החקלאות ורשות המים בהתכתבויות ובישיבות במאי-יוני 2024.

גרף 5: הידרוגרף בעל גל אחד לאגנים קטנים.



כל ההידרוגפים שנבנו במסגרת העבודה מצורפים לעבודה זו בקובץ "הידרוגרפים.zip".

3.4 ספיקות שיא מחושבות לאגן אלכסנדר

טבלה 8: ספיקות שיא מחושבות לאגן אלכסנדר בהסתברויות שונות.

שם הנחל	פלג רז	ספיקות שיא				
		Q1%	Q2%	Q5%	Q10%	Q20%
אלכסנדר	01	514	361	196	109	48
אלכסנדר	02	508	357	194	107	48
תעלה צפונית	0201	42	33	23	16	10
תעלה צפונית	0202	19	15	11	8	5
שומלי	02011	21	17	12	8	5
אלכסנדר	03	494	347	189	105	46
אביחיל	0301	91	71	48	33	20
מט"ש נתניה	03011	27	21	15	11	7
אביחיל	0302	79	62	42	29	18
תעלת משנה אביחיל	03021	27	22	15	11	7
נורדיה	0303	39	31	21	15	9
בית ליד	0401	89	71	50	36	24
בית הלוי ראשית	04011	63	51	35	25	16
בית ליד	0402	53	42	29	20	13
בית ליד	0403	44	35	24	17	10
משנה בית ליד	04021	15	12	9	6	4
אלכסנדר	04	481	338	184	102	45
תעלת F	0501	38	30	21	15	9
אלכסנדר	05	477	335	182	101	45
אלכסנדר	06	469	329	179	99	44
אומץ מערב	0601	64	50	34	24	15
זלפי	06011	38	30	21	15	10
אומץ מערב	0602	46	36	25	17	11
אלכסנדר	07	443	311	169	94	42
בחן	0701	120	92	62	44	31
אומץ	07011	51	42	30	23	15
בחן	0702	104	80	53	38	27
יכון	07021	41	35	27	22	18
בחן	0703	89	69	46	33	23
שכם	0801	219	168	112	80	56
אלכסנדר	08	349	245	133	74	33
תאנים	0901	289	186	99	58	31
פלג יד חנה	09011	25	19	13	8	5
תאנים	0902	286	184	98	57	31
אלכסנדר	09	260	167	89	52	28
אלכסנדר	10	241	155	82	48	26
קלנסוואה מזרח	1001	21	18	13	11	9
תעלת צורן	1101	35	29	22	18	15
אלכסנדר	11	230	148	79	46	25
טייבה מזרח	1201	38	32	24	20	16
אלכסנדר	12	214	138	73	43	23
ורד	1301	25	21	16	13	11
אלכסנדר	13	203	130	69	40	22
אלכסנדר	14	166	107	57	33	18
אברך	1401	82	63	42	30	21
אלכסנדר	15	134	86	46	27	14
טירה	1501	65	55	41	34	28
טירה	1502	57	48	36	29	24
עזריאל דרום	15011	17	14	11	9	8
אל חפייר	15021	28	24	18	15	12
טירה מקומי	1503	40	34	26	21	17
אלכסנדר	16	133	85	45	26	14
טירה	1601	27	23	17	14	12
טירה מזרח	1602	22	19	15	13	10
כובב יאיר	1603	22	19	15	12	10
כפר יונה	0903	49	39	26	18	11
בארותיים 1	09012	8	6	5	4	3
בארותיים 2	09013	19	16	12	10	9
B1	B1	7	6	5	4	3
B2	B2	11	9	7	6	5
B3	B3	8	7	5	4	4
תעלת עולש	O1	11	9	7	6	5
תעלת המעפיל	07012	22	17	12	9	6
תעלת זיתא	06021	34	27	19	13	8

לקבצי ההידרוגרפים של הצמתים השונים ראו תיקייה מצורפת.

3.5 בניית המודל ההידראולי

"In theory there is no difference between theory and practice. In practice, there is."

(Yogi Berra)

חישוב פשטי ההצפה באגן נעשה בתוכנת Hec-Ras (Hydrology Engineering Center - River Analysis System).

3.5.1 סוג המודל ותוצרים

סוג המודל הינו מודל דו-מימדי. החישוב של פשטי ההצפה בהסתברויות השונות התבצע בנפרד עבור כל מקטע נחל. תוצרי המודל כוללים:

- ראסטר עומק הצפה מקסימלי
- ראסטר מהירות זרימה מקסימלית

3.5.2 בניית המודל

בניית מודל ב HEC-RAS כוללת מספר שלבים מרכזיים שנועדו להבטיח סימולציה אמינה ויציבה של הזרימה. תחילה, יש להגדיר את הגאומטריה של המודל באמצעות אזורי זרימה דו-ממדיים (2D Flow Areas), הכנסת נתונים אודות גשרים ומעבירי מים, והגדרת תשתית הנתונים הטופוגרפיים (terrain) באמצעות מודל דיגיטלי של השטח.

לכל אזור זרימה דו-ממדי קובעים סף הכניסה (הידרוגרף) ואת מיקום התחלת נקודת הזרימה ואת תנאי הסף לגבול היציאה של המודל.

באגן הפולג הגיאומטריה הוגדרה כדלהלן:

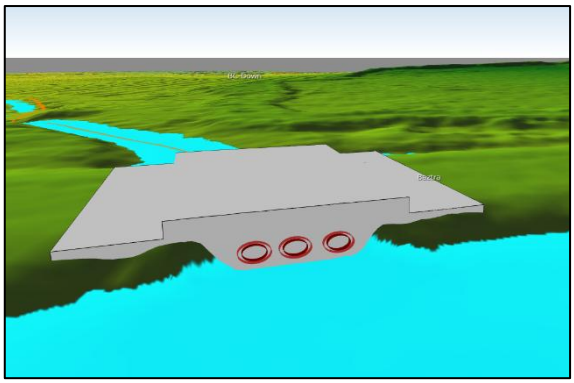
- **הנתונים הטופוגרפיים** נלקחו ממדידת Lidar של רשות הניקוז משנת 2019 ברזולוציית 0.5X0.5 מ'.
- **אזור זרימה דו מימדי** הוא למעשה תחום המודל. על מנת לקבל את פשט ההצפה המקסימלי ולבחון את אופן התפשטות המים, אזור הזרימה היה רחב ככל הניתן על מנת למנוע חיתוכים או קיטועים בפשט ההצפה. גודל הרווחים הרשתיים (mesh) נקבע ל-6 מטר. אזורים רגישים במודל, שלאורכם הרווח הרשתי הינו של 2 מטר, הוגדרו באמצעות כלי Breakline וכוללים את גדות הנחל, סוללות הגנה, שטחים רגישים וכד'.
- **מידול מעבירי מים** נעשה בהתאם למידע שנאסף מהמקורות הבאים:
  - דיגיטציה ומיפוי ויזואלי על בסיס תצלומי אוויר
  - איסוף מידע מתוכניות בתחום האגן
  - שכבות מידע קודמות של רשות ניקוז
  - השלמת מדידות במהלך העבודה

ההנחה לגבי מעבירי מים גדולים היא שהם לא יהוו מכשול או מגבלה בזרימה ולכן מעבירים אלו נפתחו בצורה מלאכותית באמצעות כלי Stamp Geometry בתוך התוכנה. שאר המעבירים הוכנסו למודל בהתאם למידע שהתקבל ובניסיון לדמות את המצב בשטח כבל האפשר, כפי שניתן לראות בתמונה 2.

תמונה 2: מעביר מים עם שלושה פתחים עגולים במודל ובמציאות.

מודל בתוכנה בהתאם לפרמטרים שהתקבלו מרשות הניקוז.

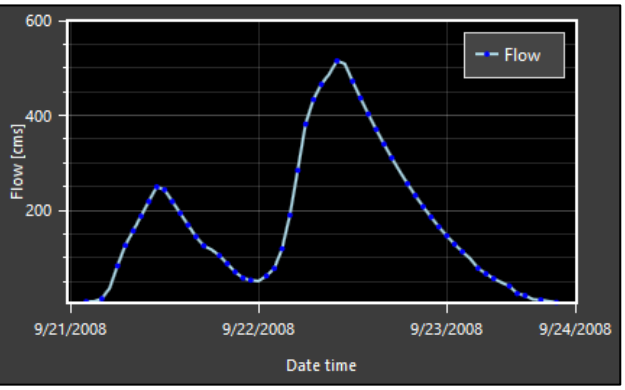




לאחר קביעת הגיאומטריה, יש להזין את תנאי הזרימה, הכוללים תנאי שפה (Boundary Conditions) בכניסה וביציאה מאזור הזרימה. תנאי הכניסה של כל מודל הוא הידרוגרף (איור 1), כאשר הספיקה מחושבת לפי שטח האגן המתנקז עד מורד כל מקטע.

איור 1: דוגמה להידרוגרף כתנאי כניסה (upper boundary condition).

	Date & Time	Simulation Time (hrs)	Flow (cms)
1	22Sep2008 0000	00:00:00	6.60
2	22Sep2008 0100	01:00:00	7.31
3	22Sep2008 0200	02:00:00	12.89
4	22Sep2008 0300	03:00:00	35.07
5	22Sep2008 0400	04:00:00	82.06
6	22Sep2008 0500	05:00:00	125.15
7	22Sep2008 0600	06:00:00	155.99
8	22Sep2008 0700	07:00:00	186.82
9	22Sep2008 0800	08:00:00	217.66
10	22Sep2008 0900	09:00:00	248.49



תנאי היציאה של המודל הוא במורד הנחל בהנחה שהמשך המקטע יבש לחלוטין.

במפגשי נחלים ובמקומות רגישים בהם יש סמיכות וחפיפה בין פשטי ההצפה, המודל מכיל את כל הנחלים המשפיעים על פשט ההצפה (לדוגמה: החפיפה של נחל אלכסנדר עם נחל שכם, יובל בחן, יובל זלפי ותעלת אומץ).

במודל השפך לים, תנאי היציאה בים היה ערך קבוע של +0.82 מטר כך שיילקח בחשבון גובה פני הים הצפוי במצב עתידי. הערך נקבע ע"פ הנחיית אגף ניהול נגר ונחלים במשרד החקלאות להרצות ברשויות החופיות.

בשלב הבא, מוגדרים ערכי מנינג (מקדמי חספוס, טבלה 9), שהינם פרמטר המשמש לחישוב התנגדות זרימה של נוזל בתעלות פתוחות, כמו נהרות, נחלים ותעלות מלאכותיות. המקדם חשוב במיוחד בחישוב פשטי הצפה מכיוון שהוא משפיע על מהירות הזרימה של מים על פני השטח. מקדם זה לוקח בחשבון את החספוס של התחתית והדפנות של תעלות או שטחים מוצפים, כולל גורמים כמו צמחייה, אבנים או מכשולים אחרים. הערכים של מקדם מאנינג נקבעים על פי סוג החומר והמצב של השטח, ומסייעים להעריך כיצד המים יתפשטו וישפיעו על אזורים שונים במהלך הצפות.

על מנת ליצור שכבת מקדם מאנינג אחידה לכל האגן, נעזרנו בשכבת LCOV מהבנט"ל, שהינה שכבת תכסית המתארת את שימושי הקרקע בשטח. לשימושים אלו נקבעו ערכי מנינג כמפורט בטבלה להלן.

טבלה 9: שימושי קרקע וערכי מקדם מנינג עבורם.

שימוש קרקע	ערך מקדם מנינג
תכסית שטח מבונה	0.02
חציבה / חול	0.03
חקלאות	0.04
עשבים / בתה	0.03
שטח סלעי	0.04
אחר	0.04

במקומות פרטניים שהצריכו שינוי של הנתונים (דוגמת תעלות בטון), בוצעה עריכה לשכבה בהתאם לגודל הפוליגון הנדרש לאזור השינוי.

ההגדרה האחרונה לפני החישוב הינה של משך הסימולציה (בהתאם לאורך ההידרוגרף) ושל צעדי הזמן (time step). באגן אלכסנדר משך זמן ההרצה משתנה בהתאם לסוג ההידרוגרף. הזמנים הם 60 שעות, 40 שעות, 30 שעות ו-24 שעות. צעדי הזמן הינם מסוג adaptive time step מה שמאפשר לתוכנה להקטין או להגדיל את צעדי הזמן תוך שמירה על יציבות המודל.

לאחר ביצוע ההרצה הראשונית, מתבצעת בדיקה של המודל באמצעות השוואת התוצאות לצילומי אוויר (אורתופוטו משנת 2020 ושנת 2023) ובחינת גבולות אזור הזרימה לוודא שהם רחבים מספיק כדי לכלול את כל פשט ההצפה (לא מהווים "קיר").

3.5.3 מקטעי נחלים להרצה

הנחלים שנקבעו להרצה במודל חולקו למקטעים. עבור כל מקטע נחל נבנה מודל זרימה נפרד. כל מודל קיבל מיספור בהתאם למספר פלג רז של קטע הנחל (תמונה 3).

תמונה 3: דוגמה למקטעי נחל.



מספור הנחלים הוא מהשפך לכיוון המעלה. מקטע 01 של נחל אלכסנדר נמצא בשפך הנחל; למקטע 07 חובר נחל שכם והמקטע מעל החיבור מקבל את המספר 08 ונחל שכם 0801.

מפגשי נחלים

במפגשי נחלים בהם היקף ההצפה נרחב וזרימה בנחל אחד משפיעה על פשט ההצפה של הנחל השכן, נעשה מידול לא רק של הערוץ הראשי אלא גם של הנחלים הסמוכים. לדוגמה, כדי למדל את המפגש בין תעלת אומץ לנחל בחן המודל כלל את כניסות 2 הערוצים המשפיעים על היקף ההצפה באזור.

במצבים אלו, ההחלטה איזו ספיקה להריץ בכל אחד מהנחלים נגזרה מתוך הנפח הצפוי במורד הנחל הראשי על מנת לא להגדיל או להקטין את הספיקה הנכנסת למודל. דוגמה מתוך טבלת חישובי הסתברויות עבור צומת בחן-תעלת אומץ.

טבלה 10: נפחי הצפה מחושבים עבור הסתברויות שונות באגנים בחן ואומץ.

	Q1%	Q2%	Q5%	Q10%	Q20%
נפח מחושב	**3 מלמ"ק**	**2.3 מלמ"ק**	**1.55 מלמ"ק**	**1.1 מלמ"ק**	**0.77 מלמ"ק**
בחן – צומת 38	הסתברות: 1% נפח: 2.6	הסתברות: 2% נפח: 2	הסתברות: 5% נפח: 0.96	הסתברות: 20% נפח: 0.65	הסתברות: 20% נפח: 0.66
אומץ – צומת 37	הסתברות: 20% נפח: 0.6	הסתברות: 20% נפח: 0.6	הסתברות: 20% נפח: 0.6	הסתברות: 20% נפח: 0.6	הסתברות: 20% נפח: 0.6
סה"כ	**3.2**	**2.6**	**1.86**	**1.26**	**0.81**

בחינת תוצאות המודל

נהוג להעריך את טיב המודל באמצעות קריטריונים כגון הבאים:

- דיוק המודל (accuracy) – עד כמה המודל מצליח לתאר נכון את התופעה שהוא אמור לחזות?
- מהימנות (reliability) – עד כמה אפשר לסמוך על תוצאות המודל?
- כיול וולידציה – עד כמה הפרמטרים במודל מתאימים לתצפיות / לנתונים?

דיוק המודל נבדק באמצעות השוואה מול אירועי עבר – מיפוי הצפות שבוצע אחרי אירועים גדולים ברשות הניקוז ותיעוד הצפות של רשות הניקוז ושל אחרים ברחפן ובתמונות מהקרקע.

מהימנות המודל נעשתה בבדיקת נתוני תוצאות ההרצה של המודל. בדיקות אלה כוללות:

1. בדיקה של נפח המים הנכנס ונפח המים היוצא מאפשרת לזהות אזורים עם מים "כלואים" בגלל תקלות טכניות כמו גבול מודל חתוך או תקלה בשכבה הטופוגרפית.
2. סקירת תפקוד מעבירי המים כדי לוודא שהם אכן מודלו כמו שצריך ולהימנע מתקלות טכניות.
3. השוואה לשכבות פשטי הצפה מתוכניות קודמות בתחומי האגן.

כל מודל שעבר את הבדיקות הנ"ל, הוצג גם בפני דרור אפשטיין, מהנדס רשות הניקוז, שתרם מניסיונו הרב והיכרות עם השטח.

3.6 עיבוד תוצרים גולמיים לשכבות מידע

עם סיום ההרצות בכל ההסתברויות ואישור תוצאות המודל, הועברו הרסטרים של עומק הצפה ושל מהירות הזרימה לעיבוד והתאמה לפורמט של בסיס הנתונים של הפרויקט (GDB).

ההמרה מרסטר לווקטור כללה גם טיוב של התוצרים, כדי לקבל שכבה וקטורית רציפה ככל הניתן ללא פוליגונים קטנים מאד הנובעים מפיקסלים בודדים ומנותקים.

שלבי ההמרה והטיוב:

א) בוצע איחוד של כלל מקטעי הנחל הרסטריים לכדי שכבת רסטר אחת רציפה וללא חפיפות(Overlaps) . במקרים שבהם זוהתה חפיפה בין פוליגונים, הוחל כלל שלפיו הערך המחמיר מבין השניים נבחר, כך שעומק ההצפה או מהירות הזרימה הגבוהים יותר הם שנשמרו בשכבה המאוחדת.

ב) חלוקת הנתונים לקבוצות שוות ערך, בהתאם לדרישות ה-TOR, בוצעה כדלקמן:

עומק הצפה:

- 0–0.5 מטר.
- מעל 0.5 מטר.

מהירות זרימה:

- 0–1.5 מטר/שנייה.
- מעל 1.5 מטר/שנייה.

ג) "החלקת" פוליגונים:

- גריעת פוליגונים הקטנים מ-5 דונם והשלמת "חורים" הקטנים מ-10 דונם.
- מחיקת פשטי הצפה צרים מרוחב של 20 מ' ולאורך מקטע נחל **שמעל** 500 מ' אורך.
- עיגול פינות לקבלת פוליגונים עם פחות "רעש" ב-Tolerance של 100 מטר.

עם השלמת המעבר מרסטר לווקטור ניתן להשלים את יצירת שאר שכבות ה-GDB:

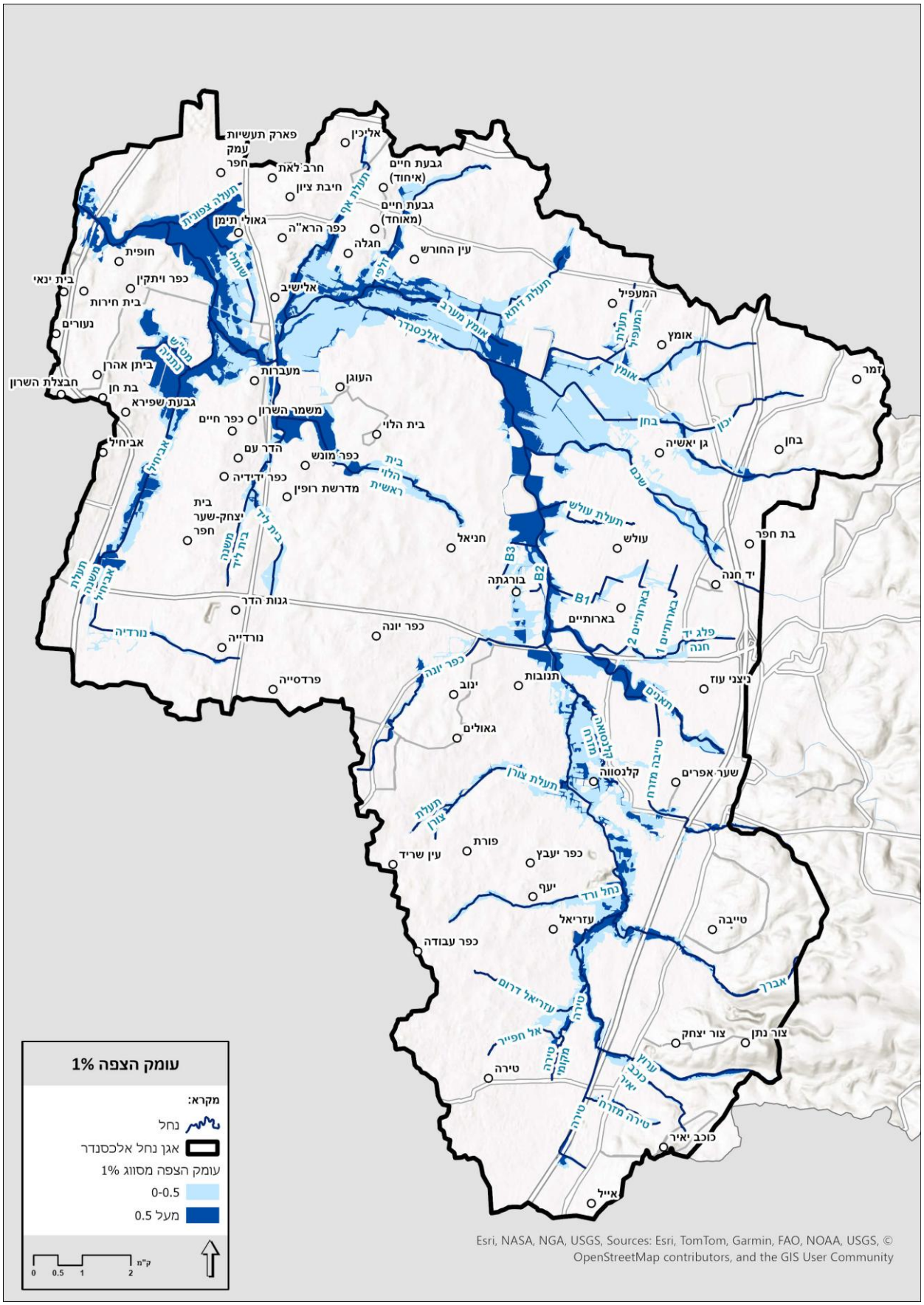
- שכבת "תחום פשט הצפה" מקווי המתאר של הווקטורים שהומרו מרסטרים.
- שכבת "מתקנים מגבילי ספיקות" - מעבירי מים עם נתוני ספיקות מרביות אפשריות, סוג המתקן ומידותיו (בוקס, אירי, מובל, גשר וכד'), ישות אחראית והערות לגבי תקינות המתקן.
- עדכון נתונים בשכבת "נחלים" שיכללו גם נתוני ספיקות תכן בהסתברויות שונות 1%, 2%, 5%, 10%, 20%, ספיקת תכן קיימת ואופי מקטע הנחל. וכן עדכון ערוצים נוספים שהוכנסו למודל.
- שכבת "ספיקות שיא" ובה ריכוז הנתונים ההידרומטריים באגן, מתוך נתוני מדידות של רשות המים.

סה"כ תוצרים לשלב 3 מוצגים בטבלה 11. עומקי ההצפה מוצגים במפה 7, ותחום פשט ההצפה בהסתברויות שונות מוצג במפה 8.

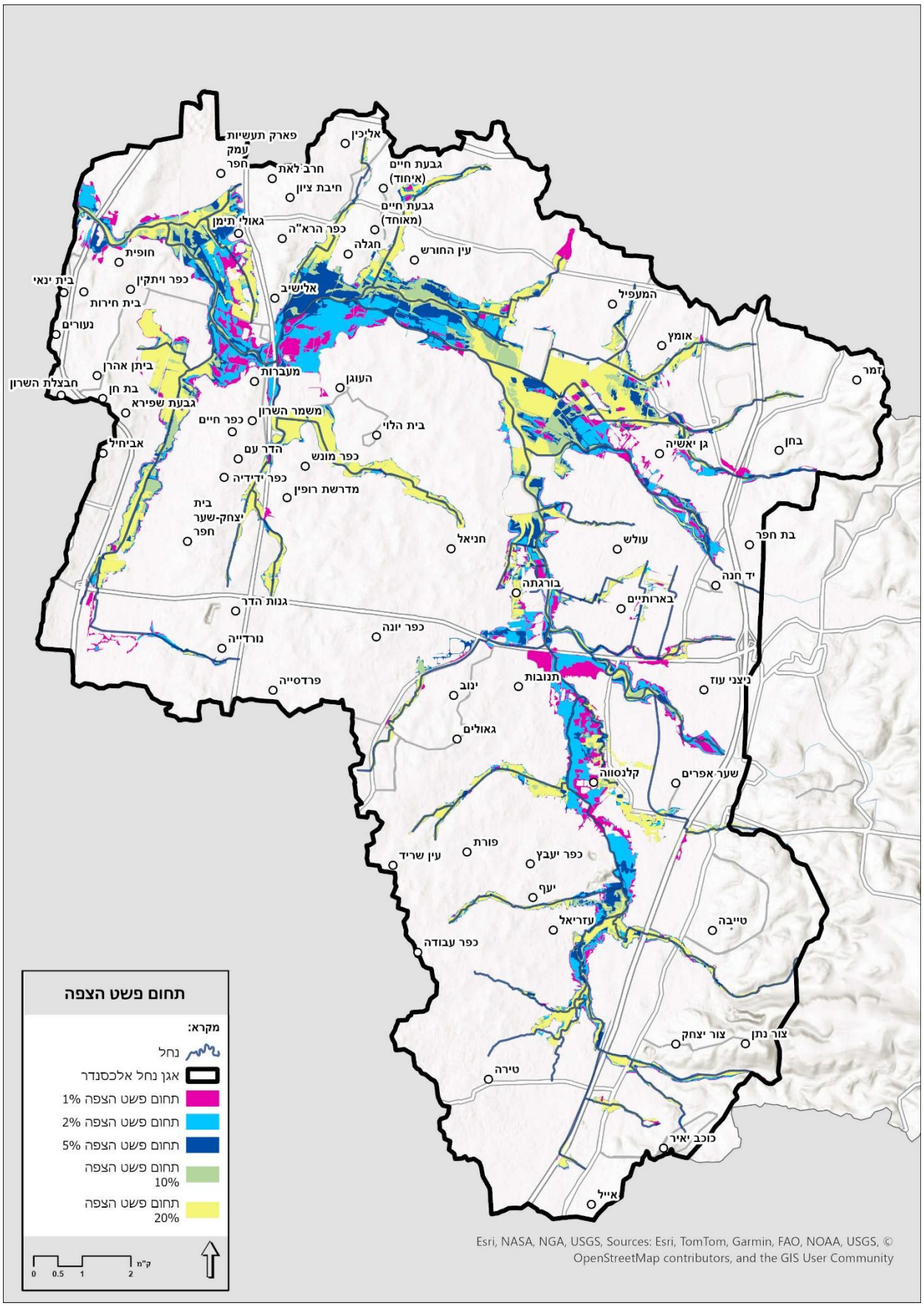
טבלה 11: סיכום שכבות למאגר המידע בסיום שלב 3.

שם השכבה	תיאור
Floodplain1 **Floodplain2** **Floodplain5** **Floodplain10** **Floodplain20**	5 שכבות "תחום פשט הצפה" "Floodplain" (לפי הסתברויות שונות - 1%, 2%, 5%, 10%, 20%)
FlowVelocityClassified1 **FlowVelocityClassified2** **FlowVelocityClassified5** **FlowVelocityClassified10** **FlowVelocityClassified20**	5 שכבות "מהירות זרימה מסווגת" "FlowVelocityClassified" (לפי הסתברויות שונות - 1%, 2%, 5%, 10%, 20%)
InundationDepthClassified1 **InundationDepthClassified2** **InundationDepthClassified5** **InundationDepthClassified10** **InundationDepthClassified20**	5 שכבות "עומק הצפה מסווג" "InundationDepthClassified" (לפי הסתברויות שונות - 1%, 2%, 5%, 10%, 20%)
HydraulicStructures	שכבת "מתקנים מגבילי ספיקה" כגון מעבירי מים עם פרטים על כושר ההולכה, בהתאם לתוצאות המודל
PeakDischarge	מידע על ספיקות שיא מדודות
Streams	שכבת "נחלים" מעודכנת

מפה 7: עומק הצפה בהסתברות 1% באגן נחל אלכסנדר.



מפה 8: תחום פשט הצפה בהסתברויות שונות, אגן נחל אלכסנדר.

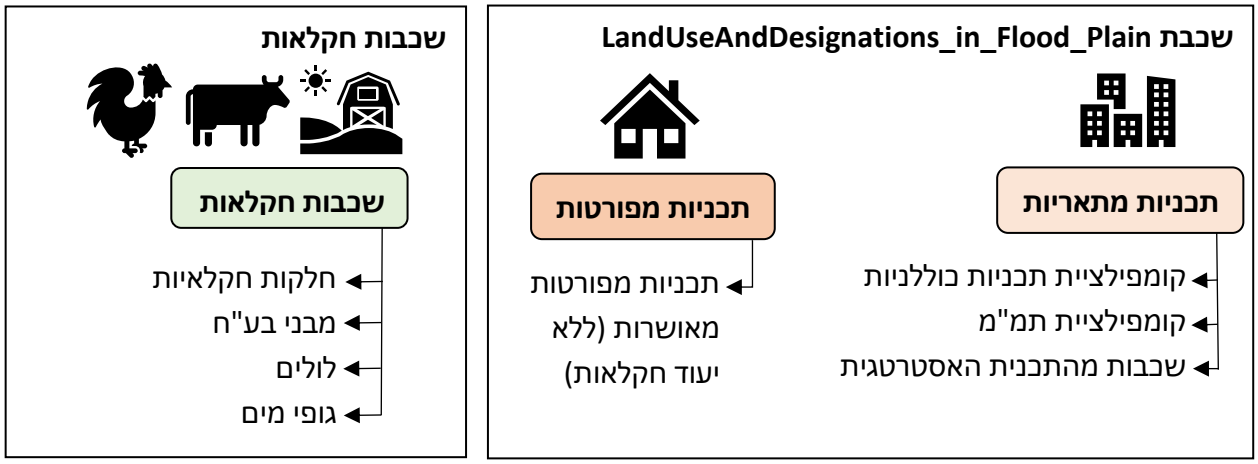


4 השלמת תכניות בפשט ההצפה

מטרת שלב 4 של העבודה הינה להשלים את המידע התכנוני שנאסף בשלב 2 בכל שטח האגן עם מידע על תכניות מפורטות ושימושי חקלאות בפשטי ההצפה.

תוצר שלב 4 הינו שכבה החתוכה לפי פשט ההצפה הרחב ביותר (פשט של הסתברות 1%) הכוללת תכניות סטטוטוריות (ללא יעודי חקלאות) וכהשלמה לה גם שטחים חקלאיים משכבות משרד החקלאות (תרשים 6).

תרשים 6: מרכיבי התוצרים של שכבת ייעודי ושימושי קרקע בפשט הצפה



4.1 איסוף תכניות מפורטות וקליטתן בשכבה

בשלב הראשון נבנתה שכבת קומפילציה נכונה טופולוגית של תכניות מפורטות שמורכבת מקומפילציות שהתקבלו מרשויות מקומיות, רשות מקרקעי ישראל ומנהל התכנון בתחום פשט ההצפה 1%. למידע הזה הוספו גם תת"לים ותמ"אות שמכוחן ניתן להוציא היתרי בניה ולכן לא הופיעו בשכבת פתוח-פיתוח, בתחום פשט הצפה 1%.

עדכניות סטטוס התכניות הינה לפי עדכניות שכבת ה-x-plan שקיבלנו ממנהל התכנון - דצמבר 2024.

4.2 שילוב שכבת פתוח-פיתוח ושכבות עם מידע חקלאי

שכבת הקומפילציה "פתוח פיתוח" משלב 2 של העבודה נחתכה לפי פשט הצפה 1% והוספה לשכבה של התכניות המפורטות.

גם שכבות שטחים חקלאיים (בריכות, לולים, חלקות חקלאיות ומבני בע"ח (ללא לולים)) נחתכו לפי פשט הצפה 1% הכולל עומק הצפה.

סיום שלב 4 כולל שכבה אחת עם כל התכניות הסטטוטוריות (ללא שטחי חקלאות) והמידע החקלאי בתחום פשט הצפה בהסתברות 1%.

4.3 קומפילציית תכניות לקראת שלבי חישוב הנזק

לאחר אישור שלב 4 ולקראת שלבים חישוב הנזק (שלבים 5-8) הוכנה קומפילציה על בסיס השכבה של שלב 4.

בשלב הראשון שולבה קומפילציית התכניות המפורטות, למעט ייעודי הקרקע החקלאיים.

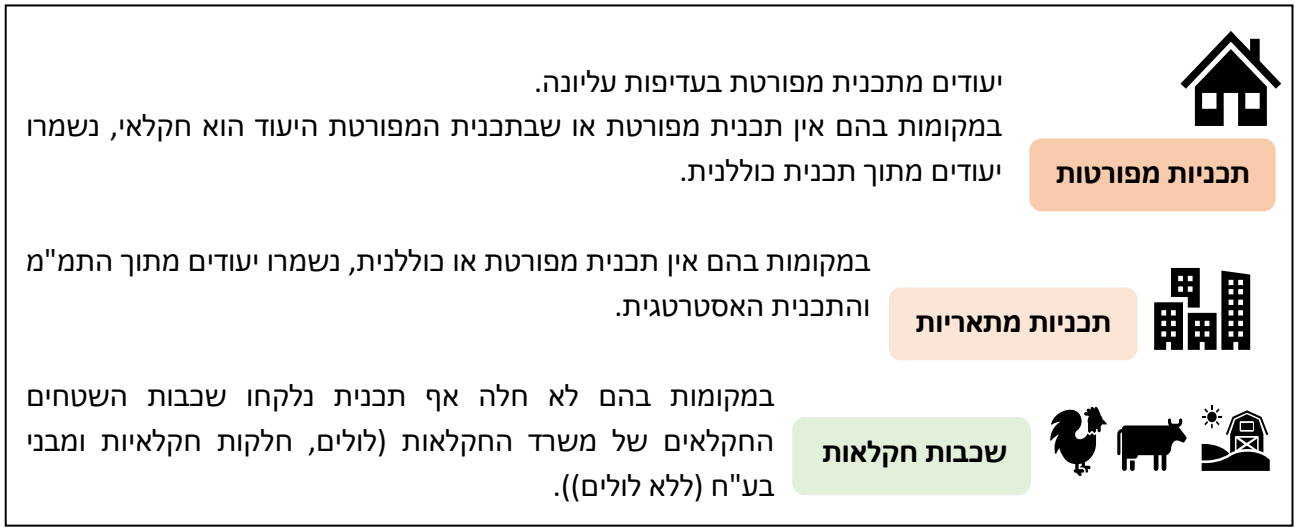
בשלב השני שולבו התכניות הכוללניות/המתאריות, למעט ייעודי הקרקע החקלאיים, וזאת רק עבור השטחים שאינם נכללים בתחום התכניות המפורטות.

באותו אופן שולבו גם התכניות המחוזיות והתכנית האסטרטגית, כך שנכללו אך ורק השטחים שאינם מכוסים על-ידי שכבות התכנון המפורטות יותר.

בשלב האחרון נוספו השטחים החקלאיים על בסיס שכבת המידע של משרד החקלאות, לצורך השלמת תמונת המצב התכנונית, צופה פני עתיד, במרחב העבודה.

לאחר הכנת הקומפילציה התכנונית, בוצע חיתוך בינה לבין שכבת עומק ההצפה עבור כל אחת מהסתברויות התכן, לצורך שיוך עומק ההצפה הרלוונטי לכל ייעוד קרקע. תוצר שלב זה משמש כבסיס לחישובי הנזק בהתאם לייעודי הקרקע ולעומקי ההצפה בכל אחד מתרחישי התכן (תרשים 7).

תרשים 7: סדר הכנסת התכניות בקומפילציה.



4.3.1 בקרה על שטחים חקלאיים

כפי שהוצג בתרשים 7 לעיל, התכניות המפורטות נקלטו ללא ייעודי חקלאות (בדומה לקליטה של תכניות מתאריות) והמידע אודות שטחי החקלאות הושלם משכבת החלקות החקלאיות של משרד החקלאות.

השלמת המידע היא רק בשטחים בהם מתקיימים שני התנאים:

א. אין יעוד קרקע של פיתוח (מגורים, תעשיה, דרכים וכו') בתכנית מתארית.

ב. קיים בפועל – לפי מידע של משרד החקלאות – עיבוד חקלאי.

לדוגמה: שטחים שנכללים כמגורים בתמ"מ אך בפועל משמשים לחקלאות, לא עונים על שני התנאים במצטבר ולכן מופיעים כמגורים. זו הנחה מחמירה אך סבירה מאחר ומתאפשר פיתוח בחלקות א'. מצב זה ניתן לראות

בנחלות של מושב עזריאל לדוגמה, שם שטחי חקלאות קיבלו ערך לפי יעוד הקרקע של התמ"מ (אזור פיתוח כפרי).

מקרה אחר – שטחים בהם מוגדר יעוד קרקע של חקלאות בתכנית מפורטת או מתארית אך בפועל לא קיים שימוש חקלאי (בשכבה של משרד החקלאות), גם לא עונים על שני התנאים במצטבר ולכן לא יופיעו כחקלאות (לא יופיעו בכלל בשכבה). לדוגמה לאורך אפיק הנחל עצמו או שטחי בור בין שדות.

עבור שטחים פתוחים מתכנית מתאר טייבה/3400 הוחלט לסמן את השטחים כשטחי חקלאות. עם זאת, מאחר ולפי תצלומי אוויר ומידע מרשות הניקוז, קיימים בשטחים אלה מבנים רבים שלא ידוע מה הפעילות המשמשת בהם, הוחלט להחמיר ולחשב את הנזק לפי שטחים פתוחים מתכנית מתארית, קרי 58 ₪ למ"ר ולא לפי ערך של גד"ש וירקות בשטח פתוח שהינו רק 10 ₪ למ"ר.

דרך עבודה זו אושרה בישיבה שהתקיימה בינואר 2026 בהשתתפות ריקי קטנר ושירן פרי.

5 חישוב פוטנציאל הנזק

"שלבים 5-8 מאפשרים לחשב את פוטנציאל הנזק הכלכלי באירועי הצפה בחלופת 'המשך מצב קיים', כלומר מבלי שנעשית כל פעולה כדי להגן מפני הסיכון או להפחיתו. החישוב נעשה בנפרד עבור כל הסתברות – מהתדירה ביותר שעשויה להתרחש אחת לחמש שנים, ועד לאירוע נדיר מאוד, שעשוי להתרחש אחת ל-100 שנים.

הבנת היקף הנזק, לרבות פריסתו המרחבית וסוג התכנית החלה על השטח, מסייעת לתכנן אופני פעולה אפקטיביים – לתכנן אחרת, ולהוציא מחוץ לפשט ההצפה שימושים בעלי פוטנציאל נזק גבוה או כאלו שבהם הצפה עלולה לגרום לסכנה לחיי אדם, או לבצע פרויקטי הגנה במקרים בהם יש פיתוח קיים בשטח, או תכנון שלא ניתן להשפיע עליו במידה מספקת."

(מתוך אתר המתודולוגיה)

בכל אחת מסוגי התכניות (מפורטות, כוללניות, תמ"מ ואסטרטגית) חישוב הנזק מתבסס על קריטריונים דומים (תרשים 8):

תוצאות שלבים 3-4

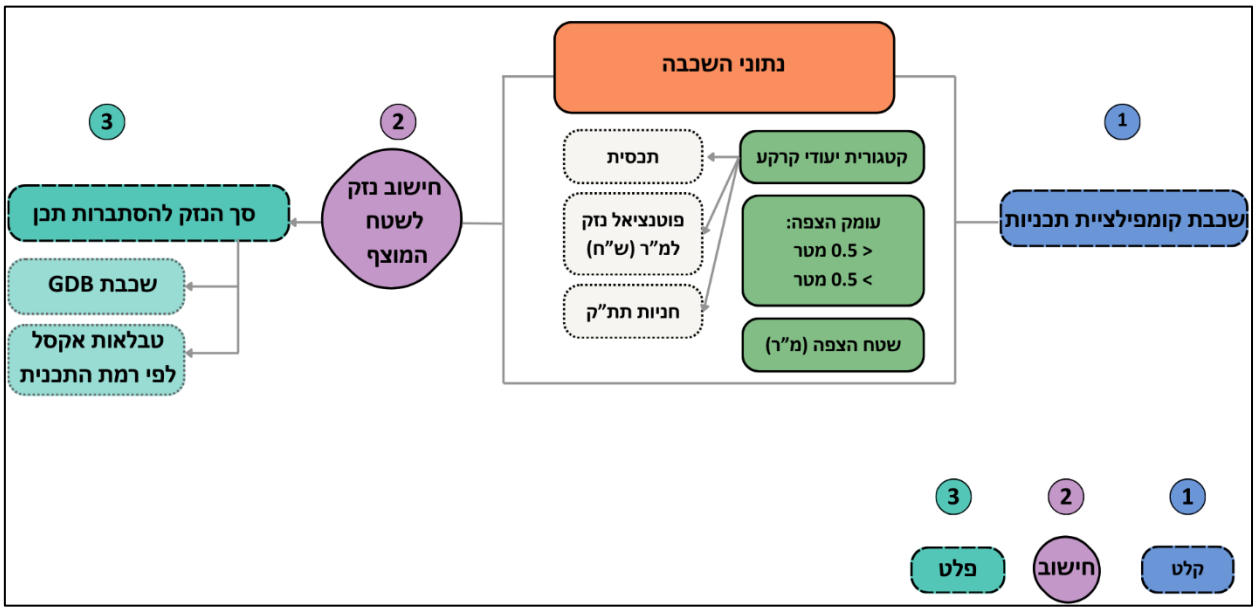
- קבוצה שוות נזק של ייעודי קרקע (קטגורית יעוד קרקע) – עבור כל קבוצה נקבע (ע"י משרד החקלאות) פוטנציאל נזק למ"ר.
- עומק ההצפה (מעל או מתחת לעומק של 0.5 מטר) והשטח המוצף (במ"ר) – תוצאות שהתקבלו ממודל פשטי ההצפה והחיתוך עם קומפילציית התכניות.

ניתן לשינוי לפי שיקול דעת צוות התכנון

- תכסית – אחוז השטח הבנוי בכל קבוצת ייעודי קרקע.
- שיעור שטח בנוי לא מוגן – במידה וידוע או ניתן להעריך על פי היכרות עם השטח שהתכנית מוגנת מסכנות הצפה ניתן לשנות את ערך ברירת המחדל שמניח כי כל השטח אינו מוגן.
- חניות תת קרקעיות – רלבנטי עבור קבוצות ייעודי קרקע בהן צפוי שיהיו חניות תת קרקעיות, ועבור עומק הצפה של מעל 0.5 מטר.

בתחילת שלב חישובי הנזק התקיימה ישיבה עם ריקי קטנר ושירן פרי (ינואר 2026) לאישור הנחות העבודה עבור הקריטריונים הניתנים לשינוי של שיעור שטח בנוי לא מוגן וחניות תת קרקעיות (בערכי ברירת המחדל של תכסית לא בוצעו שינויים), כמפורט בסעיף 5.1 להלן.

תרשים 8: שלבי חישוב הנזק.



5.1 הנחות עבודה בחישוב הנזק

<u>שיעור שטח בנוי לא מוגן</u> – שינוי מערך ברירת המחדל (100% לא מוגן):

במידה וידוע או ניתן להעריך על פי היכרות עם השטח שהתכנית מוגנת מסכנות הצפה (לדוגמה מתוכננת הגבהה של אזור התכנית, הסטה של הנחל או הסדרתו) ניתן לשנות את ערך ברירת המחדל שמניח כי כל השטח אינו מוגן.

השינויים שבוצעו:

- לתכנית הכוללנית של באקה ג'ת נלקח ערך מוגנות של 0.8.
- לתוכניות הבאות שונו ערכי המוגנות ל-0.5:
  - תוכנית מתאר כוללנית כפר יונה (457-0455113),
  - תוכנית כוללנית נתניה (408-0176057),
  - תכנית מתאר נתניה (408-0242412),
  - תכנית מפורטת עמק חפר (409-0646166),
  - תת"ל 65 א (פרויקט הרכבת).

לתכניות הכוללניות האחרות ולתכניות מפורטות – נשאר ערך ברירת מחדל של 1.

<u>חניות תת קרקעיות</u>:

עבור "מגורים שאינם צמודי קרקע – עירוני" ו"עירוני שאינו מגורים" הוחלט להגדיר קומת חנייה 1 מתוך הנחה שלכמחצית מהם יש חניות תת קרקעיות (טבלה 12).

טבלה 12: מספר קומות חניה תת"ק לפי קטגורית יעוד קרקע.

מספר קומות חנייה תת קרקעית	קטגוריית ייעוד קרקע
2	תעשייה ותעסוקה - כללי
	משרדים
1	מגורים שאינם צמודי קרקע - עירוני
	עירוני שאינו מגורים
0	תעשייה קלה, אחסנה ומלאכה
	תעשייה כבדה
	שטח ציבורי פתוח
	מגורים צמודי קרקע - עירוני
	מגורים כפרי
	מבני ציבור
	דרכים
	מתקנים הנדסיים
	תיירות ונופש

5.2 פוטנציאל הנזק במתקנים הנדסיים

עבור מתקנים הנדסיים הצענו דרך חישוב שונה מהמתודולוגיה של משרד החקלאות. שיטת העבודה המוצגת בנספח 3 אושרה ע"י משרד החקלאות (דיאנה פאנוס, דוא"ל מ-29.4.25). בקצרה השיטה מבוססת על התפיסה כי לכל מתקן הנדסי יש אורך חיים סופי (בדרך כלל 25 שנה), וכי בתום התקופה הזו תידרש השקעה מהותית של "הקמה מחדש" של המתקן. נזק מלא (total loss) שייגרם כתוצאה מהצפה יביא להקמה מחדש של המתקן לפני תום אורך חייו, כלומר להקדים את ההשקעה, ועלות הנזק תבטא את ההקדמה הזו. מלבד נזק מלא, יכולות להיות עוד שתי רמות נזק אפשריות, שמחושבות באופן דומה:

נזק מזערי – חלק קטן משטח המתקן מוצף ועומק הצפה < 0.5 מטר, עלות הנזק מוערכת ב 10% מעלות נזק מלא.

נזק בינוני – כמחצית משטח המתקן מוצף או שעומק ההצפה > 0.5 מטר, עלות הנזק מוערכת ב 40% נזק מלא.

5.3 חישוב פוטנציאל הנזק בתכניות מפורטות

החישוב נערך בתוך ה-GDB.

כל ישות (feature) בטבלה מייצגת שטח מתוך תכנית מפורטת הנמצא בפשט ההצפה. בהתאם לעומק ההצפה (מעל או מתחת ל-0.5 מטר) ולקטגוריות יעוד הקרקע, מחושב הנזק לאותה ישות.

סכימה של כל הישויות מאותה קטגוריה ועומק הצפה, נותן את העלות לקבוצה לפי עומק. בסיום החישוב ב-GDB, הוכנסו הסכומים הכוללים לטבלת האקסל של חישוב הנזק בתכניות מפורטות והתקבל סך כל הנזק בכל אחת מחמש הסתברויות תכן (קובץ נספחים 19-02-2026- הסתברות P; טבלה 13).

6 חישוב פוטנציאל הנזק בתכניות כוללניות

חישוב פוטנציאל הנזק באזור שבו חלה תכנית כוללנית, ואין תכנית מפורטת תקפה, מסתמך על אותם עקרונות שמנחים את החישוב לגבי אזור שבו חלה תכנית מפורטת. עם זאת, החישוב כולל הנחות יסוד נוספות, שלא נדרשות בתכניות מפורטות, וזאת בשל מידת חוסר הוודאות הגדולה יותר בתכניות מסוג זה:

- שטחים שבהם סומן ייעוד קרקע של דרכים, שצ"פ, מבני ציבור, מסחר, תיירות ומתקן הנדסי בתכנית כוללנית - ישמשו אך ורק לשימוש של ייעוד הקרקע (למרות שמדובר בתכנית כוללנית, וייעודי הקרקע בה הינם כוללניים.
- שטחים שבהם סומנו ייעודי קרקע של מגורים ותעסוקה יתממשו כייעודים כוללניים, כלומר יכללו מעבר לייעוד הקרקע העיקרי גם שימושים נוספים.

(מתוך גרסה 2 של המדריך לתכניות ניהול סיכונים)

חישוב פוטנציאל הנזק בתכניות מתאריות נערך ב-GDB במקביל לחישוב של התכניות המפורטות ובאותו אופן שתואר בסעיף 5.3 לעיל. ההבדל הוא בערכים של פוטנציאל נזק למ"ר ובאחוז התכסית, שהינם ערכים שנקבעו ע"י משרד החקלאות, בהתאם להנחות היסוד לעיל.

ההבדל בחישוב פוטנציאל הנזק בין סוגי התכניות בא לידי ביטוי ברמת הפירוט של טבלת החישוב ובפוטנציאל הנזק בש"ח למ"ר. לדוגמה בטבלת חישוב הנזק עבור תכניות מפורטות ישנן 17 קבוצות ייעודי קרקע בעוד שבטבלאות החישוב של תכניות כוללניות ושל תמ"מ ואסטרטגית ישנן רק 7 קבוצות של ייעודי קרקע; והעלות למ"ר למגורים משתנה מ 1600 ש"ח/מ"ר בתכנית מפורטת ל 241 ש"ח/מ"ר ו 239 ₪/מ"ר בכוללנית ובתמ"מ, בהתאמה (טבלאות 15-14).

טבלה 13: טבלת סיכום חישוב פוטנציאל נזק בתכניות מפורטות בהסתברות 1%.

קבוצות שוות נזק		תכסית	פוטנציאל נזק - ש"ח/מ"ר בנוי		שטח קרקעי בסכנת הצפה - מתחת 0.5 מ'	סה"כ נזק (₪)	שטח קרקעי בסכנת הצפה - מעל 0.5 מ'					סה"כ	
			עד 0.5 מ'	מעל 0.5 מ'	שטח (מ"ר)		שימוש הקרקע העיקרי		חניה תת קרקעית			סה"כ נזק - שימוש הקרקע העיקרי + חניה תת"ק (₪)	שטח קרקעי בסכנת הצפה (מ"ר)	סה"כ נזק (₪)
							שטח (מ"ר)	סה"כ נזק (₪)	מס' קומות - אפשרויות	מס' קומות - החלטה לפי מאפיינים	נזק פר מ"ר קרקע בסכנת הצפה (₪)			
1	מגורים שאינם צמודי קרקע - עירוני	35%	1,600	3,300	0	0	0	0	0 / 1 / 2	0	0	0	0	0
	מגורים שאינם צמודי קרקע - עירוני	35%	1,600	3,300	458,693	256,867,837	90,082	104,045,135	0 / 1 / 2	1	429	142,651,864	548,775	399,519,701
	מגורים שאינם צמודי קרקע - עירוני	35%	1,600	3,300	0	0	0	0	0 / 1 / 2	2	857	0	0	0
2	מגורים צמודי קרקע - עירוני	35%	1,600	3,300	22,060	12,353,726	0	0	0	0	0	0	22,060	12,353,726
3	מגורים בפרי	15%	2,000	3,300	318,119	95,435,849	63,502	31,433,541	0	0	0	31,433,541	381,622	126,869,390
4	עירוני שאינו מגורים	27%	1,600	3,300	43,878	18,955,282	43,819	39,042,707	0 / 2	1	429	57,822,267	87,697	76,777,549
	עירוני שאינו מגורים	27%	1,600	3,300	0	0	0	0	0 / 2	2	857	0	0	0
5	מבני ציבור	40%	1,600	3,300	127,705	81,730,926	27,135	35,818,401	0 / 1	0	0	35,818,401	154,840	117,549,327
	מבני ציבור	40%	1,600	3,300	0	0	0	0	0 / 1	1	429	0	0	0
6	תעשייה קלה, אחסנה ומלאכה	45%	1,000	1,000	37,792	17,006,452	25,159	11,321,597	0	0	0	11,321,597	62,951	28,328,049
	תעשייה כבדה	40%	2,000	2,000	54,153	43,322,111	570	456,230	0	0	0	456,230	54,723	43,778,340

	קבוצות שוות נזק	תכסית	פוטנציאל נזק - ש"ח/מ"ר בנוי		שטח קרקעי בסכנת הצפה - מתחת 0.5 מ'			שטח קרקעי בסכנת הצפה - מעל 0.5 מ'					סה"כ	
			עד 0.5 מ'	מעל 0.5 מ'	שטח (מ"ר)	סה"כ נזק (₪)	שימוש הקרקע העיקרי		חניה תת קרקעית			סה"כ נזק - שימוש הקרקע העיקרי + חניה תת"ק (₪)	שטח קרקעי בסכנת הצפה (מ"ר)	סה"כ נזק (₪)
							שטח (מ"ר)	סה"כ נזק (₪)	מס' קומות - אפשרויות	מס' קומות - החלטה לפי מאפיינים	נזק פר מ"ר קרקע בסכנת הצפה (₪)			
	משרדים	7%	**1,500**	**1,500**	931	97,766	0	0	**2**	2	857	0	931	97,766
	תעשייה ותעסוקה - כללי	31%	**1,500**	**1,500**	0	0	0	0	**0 / 2**	0	0	0	0	0
	תעשייה ותעסוקה - כללי	31%	**1,500**	**1,500**	5,176	2,380,828	0	0	**0 / 2**	2	857	0	5,176	2,380,828
7	מתקנים הנדסיים				0	35,438,352	0	0	**0**	0	0	0	0	53,438,352
8	דרכים		**95**	**95**	1,246,582	118,425,243	835,853	79,406,023	**0**	0	0	79,406,023	2,082,434	197,831,266
9	שטח ציבורי פתוח	100%	**58**	**58**	314,745	18,255,213	286,790	16,633,816	**0**	0	0	16,633,816	601,535	34,889,029

	משמעות צבעי התאים
1,600	תא שטח ובו מספר מודגש – נתון קבוע שלא נדרש לשנות
1	תא שטח שבו יש להזין נתון
1	תא שטח שבו מתקבלת תוצאה לאחר השלמת הזנת הנתונים
0 / 1 / 2	פוטנציאל נזק בחניה תת קרקעית
	יש להזין מספר קומות חניה בהתאם לקריטריונים המפורטים מתחת לטבלה, תחת הכותרת 'הנחות עבודה לעניין חניה תת קרקעית בהתאם לשימוש הקרקע
	נדרשת השלמה באופן ידני, בהתאם להנחיות המפורטות מטה בנוגע למתקנים הנדסיים

טבלה 14: טבלת חישוב פוטנציאל הנזק בתכניות כוללניות בהסתברות 1%.

ייעוד הקרקע	שטח קרקעי (מעל+מתחת - מ"ר)	שטח הייעוד בחלוקה לפי עומק הצפה (מ"ר)		פוטנציאל נזק - ₪ למ"ר בנוי	תכסית	מס' קומות חניה תת"ק בסכנת הצפה	סה"כ נזק (ש"ח)
דרכים	387,106			139	50%	0	53,807,724
שצ"פ	2,474,692			58	100%	0	143,532,152
מבני ציבור	0	74,809	**מתחת ל-0.5 מ'**	1,600	40%	0	47,877,470
		11,626	**מעל 0.5 מ'**	3,300	40%	0	15,346,649
מסחר \ תיירות	54,743	35,387	**מתחת ל-0.5 מ'**	1,600	19%	0	10,856,814
		19,356	**מעל 0.5 מ'**	3,300	17%	2	27,305,698
מגורים	358,360	292,914	**מתחת ל-0.5 מ'**	241	100%	0	70,486,783
		65,446	**מעל 0.5 מ'**	375	100%	0	24,538,078
תעשיה ותעסוקה	68,025	59,071	**מתחת ל-0.5 מ'**	365	100%	0	21,557,215
		8,954	**מעל 0.5 מ'**	375	100%	0	3,357,194

7 חישוב פוטנציאל הנזק בתמ"מ ובאסטרטגית

חישוב פוטנציאל הנזק באזור שבו חלות תמ"מ או אסטרטגית נערך באופן דומה ובמקביל לחישובים באזורים של תכניות מפורטות או כוללניות. ההבדל העיקרי הינו ברמת חוסר הוודאות הגבוהה לגבי ייעודי הקרקע בתכניות אלה. על כן הנחת היסוד של החישוב הינה שהשטח, בין אם מיועד לשימוש עיקרי של מגורים או לאזור תעסוקה, יכלול גם שימושים נוספים כגון דרכים, שצ"פ ועוד. הנחה זו באה לידי ביטוי בטבלת עזר (טבלה 16) לטבלת חישוב הנזק (טבלה 15).

טבלה 15: טבלת חישוב פוטנציאל הנזק בתמ"מ ובתכנית האסטרטגית 2040 בהסתברות 1%.

ייעוד הקרקע	שטח קרקעי (מעל+מתחת - מ"ר)	שטח הייעוד בחלוקה לפי עומק הצפה (מ"ר)		פוטנציאל נזק - ₪ למ"ר בנוי	תכסית	מס' קומות חניה תת"ק בסכנת הצפה	סה"כ נזק (ש"ח)
מגורים	1,221,771	מתחת ל-0.5 מ'	905,503	239	100%	0	216,415,258
		מעל 0.5 מ'	316,268	534	100%	0	168,887,249
תעשיה ותעסוקה	27,650	מתחת ל-0.5 מ'	2,558	299	100%	0	764,905
		מעל 0.5 מ'	25,091	312	100%	0	7,828,547
דרכים	0	לא רלוונטי	0	128	100%	0	0
שצ"פ	16,347	לא רלוונטי	16,347	58	100%	0	948,149
מבני ציבור	3,417	מתחת ל-0.5 מ'	3,417	640	100%	0	2,187,184
		מעל 0.5 מ'	0	1,320	100%	0	0
עירוני שאינו מגורים	0	מתחת ל-0.5 מ'	0	306	100%	0	0
		מעל 0.5 מ'	0	554	100%	0	0
מסחר	0	מתחת ל-0.5 מ'	0	307	100%	0	0
		מעל 0.5 מ'	0	1,411	100%	0	0

טבלה 16: תכסית בשימושי קרקע משניים בתמ"מ ובאסטרטגית.

יעוד ראשי: מגורים		יעוד ראשי: תעסוקה	
חלוקה לשימושי קרקע משניים	**אחוז שטח שימושי קרקע מפורטים (לפי מפתח שהוגדר)**	**חלוקה לשימושי קרקע משניים**	**אחוז שטח שימושי קרקע מפורטים (לפי מפתח שהוגדר)**
דרכים	25%	דרכים	20%
שצ"פ	20%	שצ"פ	15%
מגורים	30%	תעשיה ותעסוקה	60%
מבני ציבור	15%	עירוני שאינו מגורים	5%
מסחר	2.5%		
תעשיה ותעסוקה	2.5%		
ללא פוטנציאל נזק	5%		

8 חישוב פוטנציאל הנזק בשטחי חקלאות

בדומה לחישוב ייעודי הקרקע האחרים, גם חישוב הנזק בשטחי החקלאות נערך בתוך ה-GDB.

שכבת החלקות החקלאיות שימשה כמקבילה לקבוצת ייעודי הקרקע ובכך אפשרה להתאים לכל סוג גידול את עלות הנזק למ"ר, לפי הטבלה של משרד החקלאות (טבלה 17).

טבלה 17: פוטנציאל הנזק בשטחי חקלאות בפשט הצפה בהסתברות 10%.

	קבוצת שוות נזק	פוטנציאל נזק - ₪ למ"ר קרקע	שטח קרקע (מ"ר)	סה"כ נזק (₪)
1	לולים	**925**	9,973	9,225,431
2	מבני חקלאיים, למעט לולים	**30**	9,077	272,321
3	ירקות בכיסוי	**50**	147,635	7,381,775
4	בריכות דגים	**40**	32,169	1,286,753
5	פרחים	**15**	429,504	6,442,557
6	מטעים בכיסוי	**15**	2,383,138	35,747,068
7	מטעים	**12**	2,032,999	24,395,987
8	גד"ש וירקות בשטח פתוח	**10**	5,898,120	58,981,196
9	הדרים	**6**	0	0
10	שונות \ לא מעובד	0	308,083	0

<u>סה"כ תוצרים לשלבים 5-8:</u>

5 שכבות "LandUseAndDesignation" (לפי הסתברויות - 1%, 2%, 5%, 10%, 20%).

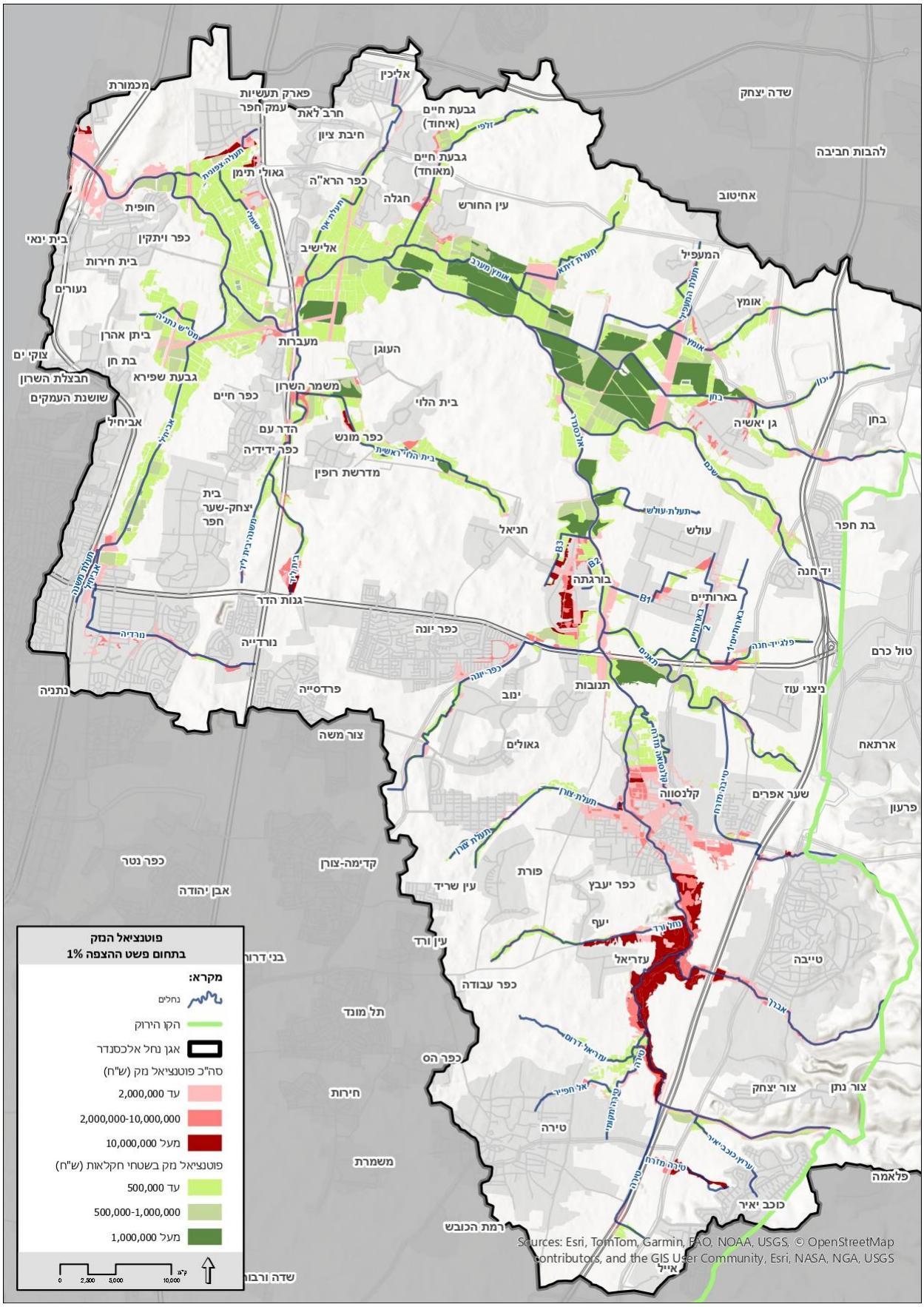
5 טבלאות אקסל (לפי הסתברויות - 1%, 2%, 5%, 10%, 20%), בכל טבלה גליונות חישוב נזק לפי רמת תכנית (קובץ נספחים 19-02-2026- הסתברות P).

9 הצגה גרפית של פוטנציאל הנזק

"בחינה ויזואלית של השטח מאפשרת להבין היכן נמצאים אותם הייעודים והשימושים הרגישים במיוחד לנזקי הצפה ומה ניתן לעשות כדי לצמצם את הסיכון. מפת סך פוטנציאל הנזק באגן היא למעשה תוצר של שילוב כל השכבות של שימושי הקרקע על פי התכניות השונות (מפורטות, כוללניות, ותמ"מ/אסטרטגית, מתחת ומעל עומק הצפה של 0.5 מטר) ושכבת השימושים החקלאיים שבהם לא חלה אף תכנית."
(מתוך אתר המתודולוגיה)

פוטנציאל הנזק המוצג במפה 9 חולק – מטעמי נוחות גרפית – לנזק בשטחים מבונים (נזק במליוני ש"ח) ונזק בשטחי חקלאות (נזק בעשרות אלפי ש"ח).

מפה 9: מפת פוטנציאל הנזק בהסתברות 1%.



10 מיפוי שימושים רגישים

מיפוי שימושים רגישים נועד "להתריע לגבי שימושים רגישים הנמצאים בפועל בתחום פשט ההצפה של 1:100 שנה, וזאת על מנת לאפשר למקבלי ההחלטות אפשרות לשקול העברה שלהם או הגנה עליהם כך שלא יהיו חשופים לנזק גם באירוע הצפה נדיר".

"מיפוי תשתיות תחבורה ישמש לצורך:

1. התייחסות לתכניות המקודמות לתשתיות תחבורה במסגרת תכנית ניהול סיכוני שטפונות, וביצוע תאומים במהלך הכנתה במידת הצורך, כדי להשפיע ולטייב את התכנון של תשתיות אלו בהיבט של ניהול נגר.
2. היכרות של רשויות הניקוז עם תשתיות אורכיות מתוכננות שניתן יהיה להשתמש בהקמתן לצורך יצירת אתרי ויסות בעתיד."

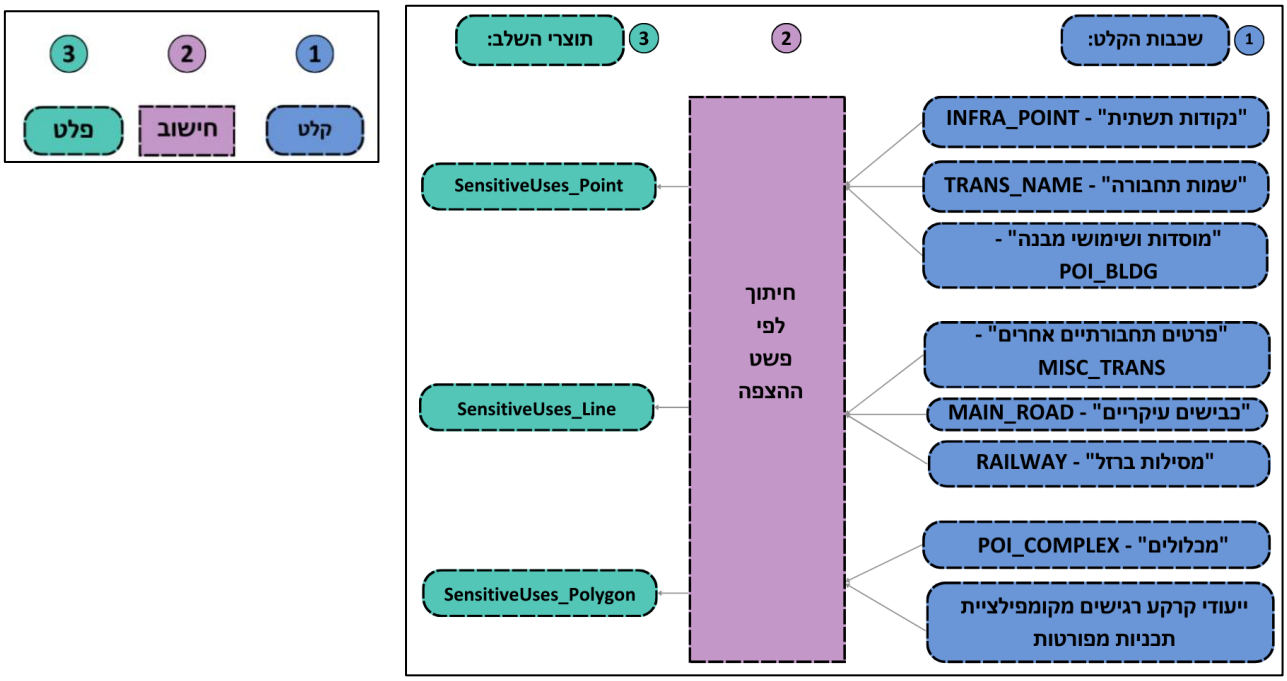
(מתוך אתר המתודולוגיה)

מיפוי שימושים רגישים הינו חיתוך של שכבת פשט הצפה בהסתברות 1% עם מידע אודות שימושים רגישים משלושה מקורות מידע (תרשים 9, מפה 10):

1. שכבות רגישות מהבנט"ל.
2. ייעודי קרקע רגישים מקומפילציית תכניות מפורטות, אשר סומנו כיעודים רגישים בהנחיות המתודולוגיה.
3. מידע מרשות הניקוז, צוות מלווה וועדת היגוי – מקומות בהם לנזקי ההצפה יש השפעה גדולה יותר מהנזק הפיזי עצמו. כגון חסימת כביש גישה יחיד ליישוב מהווה גם סיכון בטיחותי וביטחוני, בנוסף לנזק לתשתיות הכביש.

מתוך שכבות השימושים הרגישים של שלב 10, נבחרו אלה שרגישים במיוחד לסכנת הצפות – כגון מבני חינוך ובריאות, צירי תחבורה המהווים גישה יחידה לישוב, תחנות שאיבה, מתקני מים וכו'. איתורים אלה מוצגים בפרק 12 להלן עם ייעודי קרקע בפשט ההצפה ויוצרים ביחד את האזורים בסיכון באגן אלכסנדר (מפות 16-12).

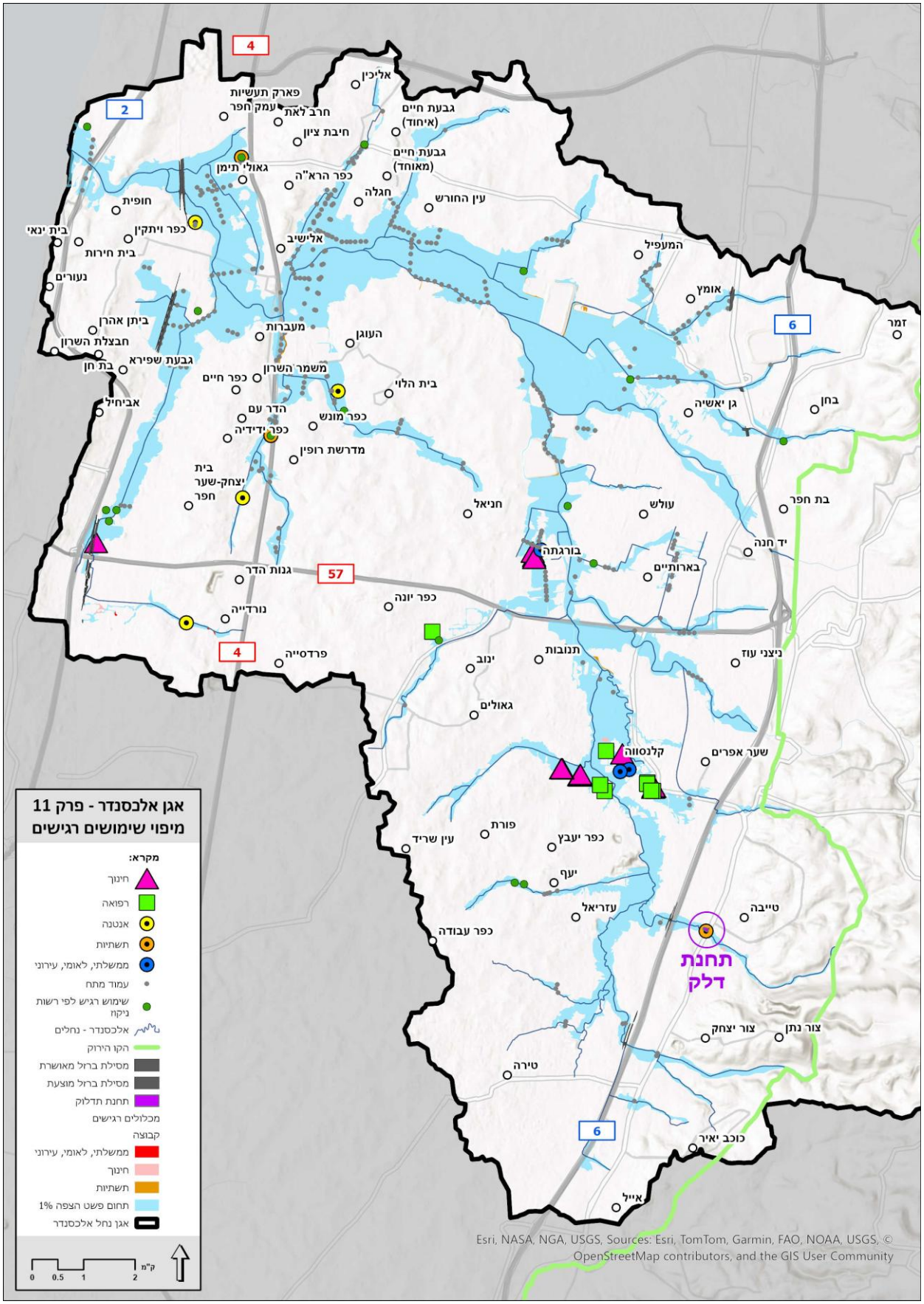
תרשים 9: שלבי הכנת מיפוי שימושים רגישים בפשט הצפה.



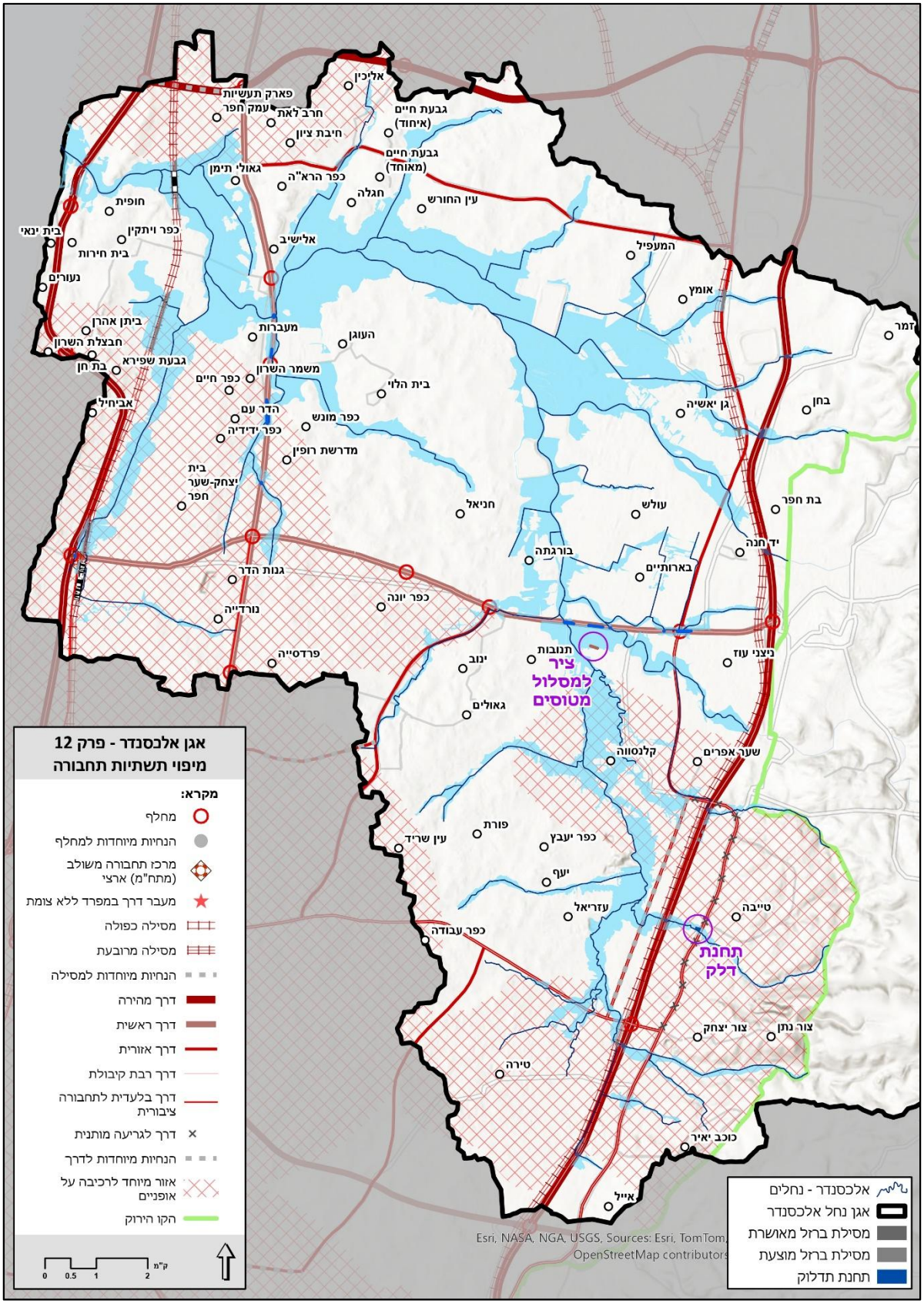
11 מיפוי תשתיות תחבורה

השלב האחרון בסקר הסיכונים הינו מיפוי תשתיות תחבורה. למפה זו (מפה 11) נלקחו שכבות מתמ"א 1 תיקון 1, בהתאם להנחיות ה TOR. מהמפה עולה כי עיקר הפיתוח התחבורתי מתרכז בצירים החוצים את האגן: כביש 6 והמסילה המזרחית במזרח, וכבישים 4 ו-2 במערב. תשתיות אלו מצטלבות באופן אינטנסיבי עם ערוצי הנחל ויובליו (כמו נחל שכם, נחל תאנים ונחל בחן) הזורמים בכיוון כללי ממזרח למערב. מאחר שמרבית הפרויקטים הללו כבר קיימים בשטח או נמצאים בשלבי ביצוע ותכנון מתקדמים, מידת הגמישות ההנדסית לשימוש בסוללות הכביש או הרכבת לצורכי ויסות זרימה וניהול שיטפונות באגן הינה מוגבלת.

מפה 10: שימושי קרקע רגישים בפשט ההצפה, נחל אלכסנדר.



מפה 11: תשתיות תחבורה קיימות ומתוכננות באגן נחל אלכסנדר.



12 אזורים בסיכון באגן נחל אלכסנדר

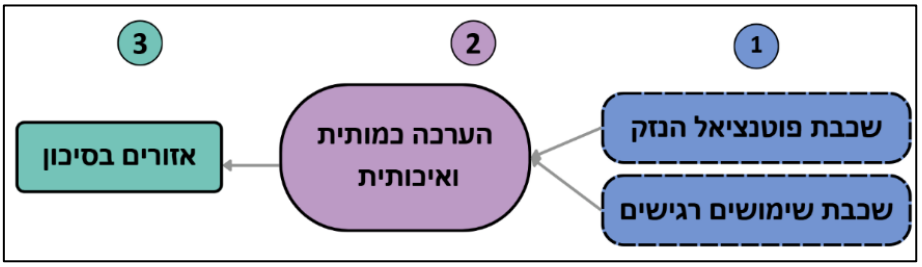
הסיכון להצפה הוא שילוב של שני גורמים: (1) הסיכוי (הסתברות, סבירות) שהמקום יוצף ו-(2) ההשפעה (התוצאה) שתהיה להצפה של המקום. כלומר, לא כל אירוע הצפה הוא בהכרח אירוע בעל סיכון. הצפה של ייעודי קרקע ברגישות נמוכה או של שטחים פתוחים לדוגמה תגרום לסיכון נמוך או כלל לא תיחשב כסיכון.

תוצאות שלב 3 הינן מפות סכנה (hazard) המציגות את הסיכוי להצפה בשטח.

בשלב 4 של העבודה מתווסף המידע אודות ייעודי הקרקע שלפיהם ניתן לקבוע את ההשפעה של ההצפה ובכך מתאפשר ליצור מפות סיכון (שלב 9, תרשים 10).

בהוספת מיפוי השימושים הרגישים משלב 10 ניתן לקבל את מפת האזורים בסיכון באגן נחל אלכסנדר במצב קיים וצופה פני עתיד.

תרשים 10: הגדרת אזורים בסיכון.



ניתן לחלק את אזורי הסיכון באגן נחל אלכסנדר לארבעה אזורים עיקריים (מפות 12-16) כאשר עיקר השימושים הרגישים ומוקדי החשיפה מרוכזים במרחב המשולש (אזור 1) ולאורך מורד נחל אלכסנדר ואזור השפך (אזור 5). אזורים אלו מאופיינים ברציפות רחבה של פשטי הצפה ובקרבה בין ערוצי הנחל, תשתיות, מוסדות ציבור ושטחים בנויים.

אזור 1 – אזור המשולש (מפה 13): האזור מאופיין בריכוז גבוה של שימושים רגישים, ובהם מוסדות חינוך, מתקני תשתית ומבני ציבור בסמיכות לפשטי ההצפה של נחל אלכסנדר ויובליו. רציפות אזורי ההצפה לאורך הערוץ המרכזי והצטלבותם עם תשתיות תחבורה וניקוז מגבירות את פוטנציאל הפגיעה בעת אירועי זרימה משמעותיים.

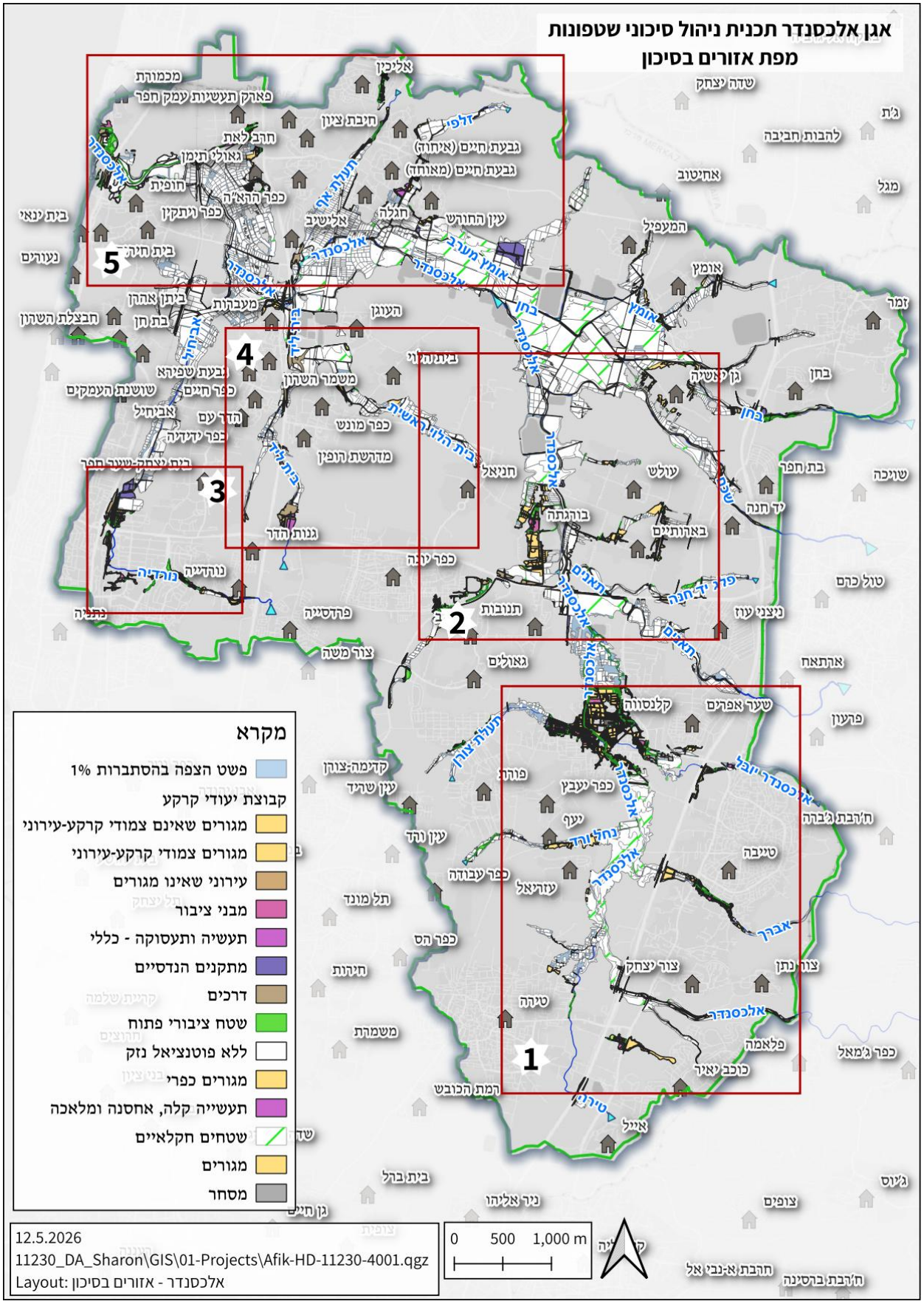
אזור 2 – כפר יונה–בורגתא (מפה 41): האזור כולל שטחים חקלאיים ויישובים צמודי-נחל החשופים להתפשטות הצפה לאורך ערוץ אלכסנדר ובמפגשי יובלים. מוקדי הסיכון העיקריים קשורים לחציות כביש ומסילה, מתקני תשתית ומוסדות חינוך המצויים בקרבת הערוצים הפעילים.

אזור 3 + 4 צפון נתניה–בית ליד (מפה 15): האזור מתאפיין בערוצים צרים יחסית העוברים בסביבה עירונית ותשתיתית צפופה, לצד שטחי הצפה מקומיים לאורך נחל אביחיל ויובליו. הסיכון העיקרי נובע ממעברי תשתית מוגבלים ומקרבה של מתקנים ציבוריים ותשתיות ניקוז לערוץ.

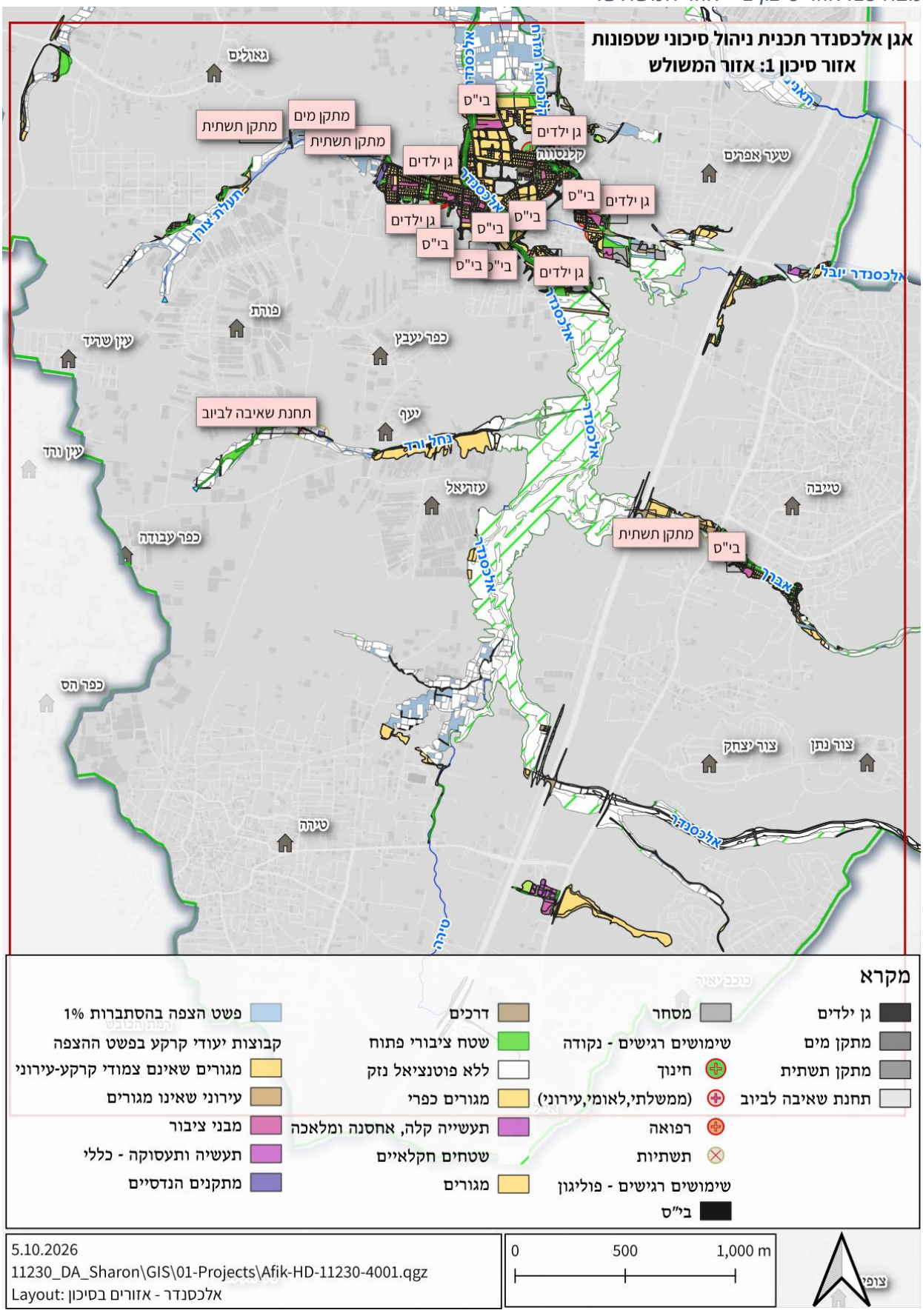
אזור 5 – אלכסנדר והשפך (מפה 16): האזור כולל את פשט ההצפה הרחב ביותר באגן. ריבוי מאגרי מים, מתקני תשתית, שטחים חקלאיים ויישובים סמוכי-נחל מגביר את החשיפה לפגיעה בתשתיות ולשיבוש תפקוד מערכת הניקוז בעת אירועי קיצון.

בפרק המענה - השלב הבא בתכנית ניהול סיכוני השטפונות – יינתן מענה לכל האזורים בסיכון. הפרק מתחיל בהכנת מפת אסטרטגיות מסוגים שונים – הנדסיים (הגנה), תכנוניים (מניעה) וסטטוטוריים (התאמה) – שיאפשרו למקבלי ההחלטות (רשות הניקוז, משרד החקלאות, גופי התכנון, רשויות מקומיות) לנהל את הסיכון בצורה מושכלת. לאחר חלוקת האסטרטגיות, ייבחנו חלופות הגנה וייבדק יחס עלות/תועלת שלהן. מתוך סל החלופות שייבחר ניתן יהיה לגזור תכנית עבודה רב שנתית לרשות הניקוז.

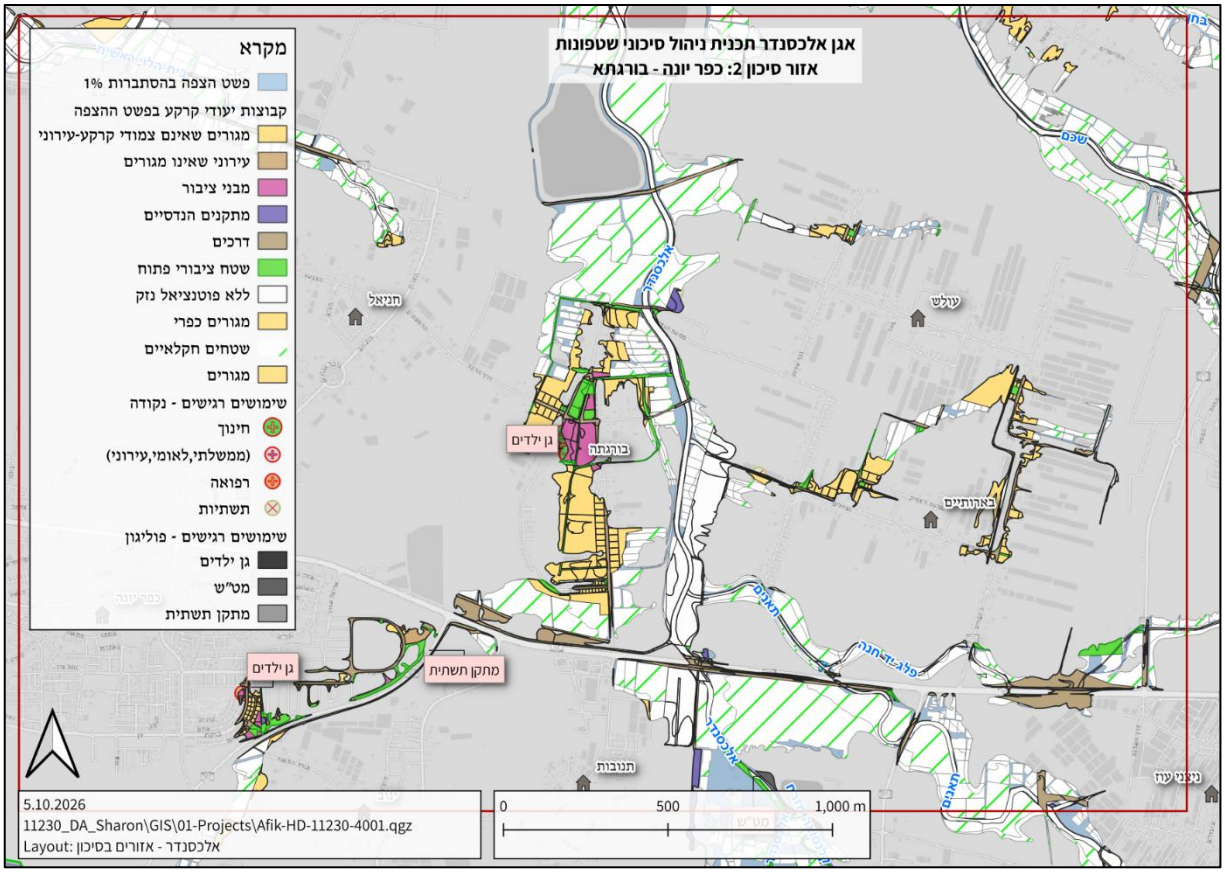
מפה 12: מפת אזורים בסיכון, נחל אלכסנדר.



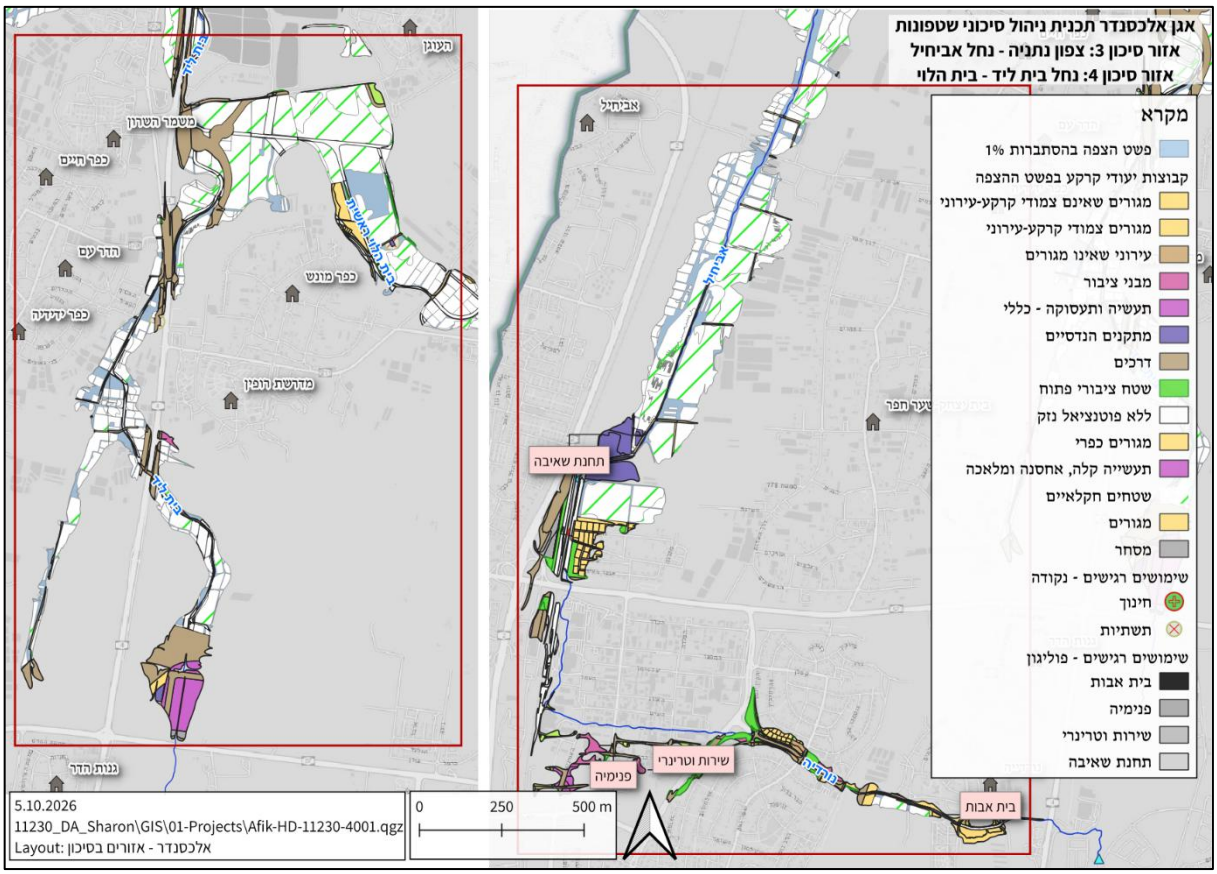
מפה 13: אזור סיכון 1 – אזור המשולש.



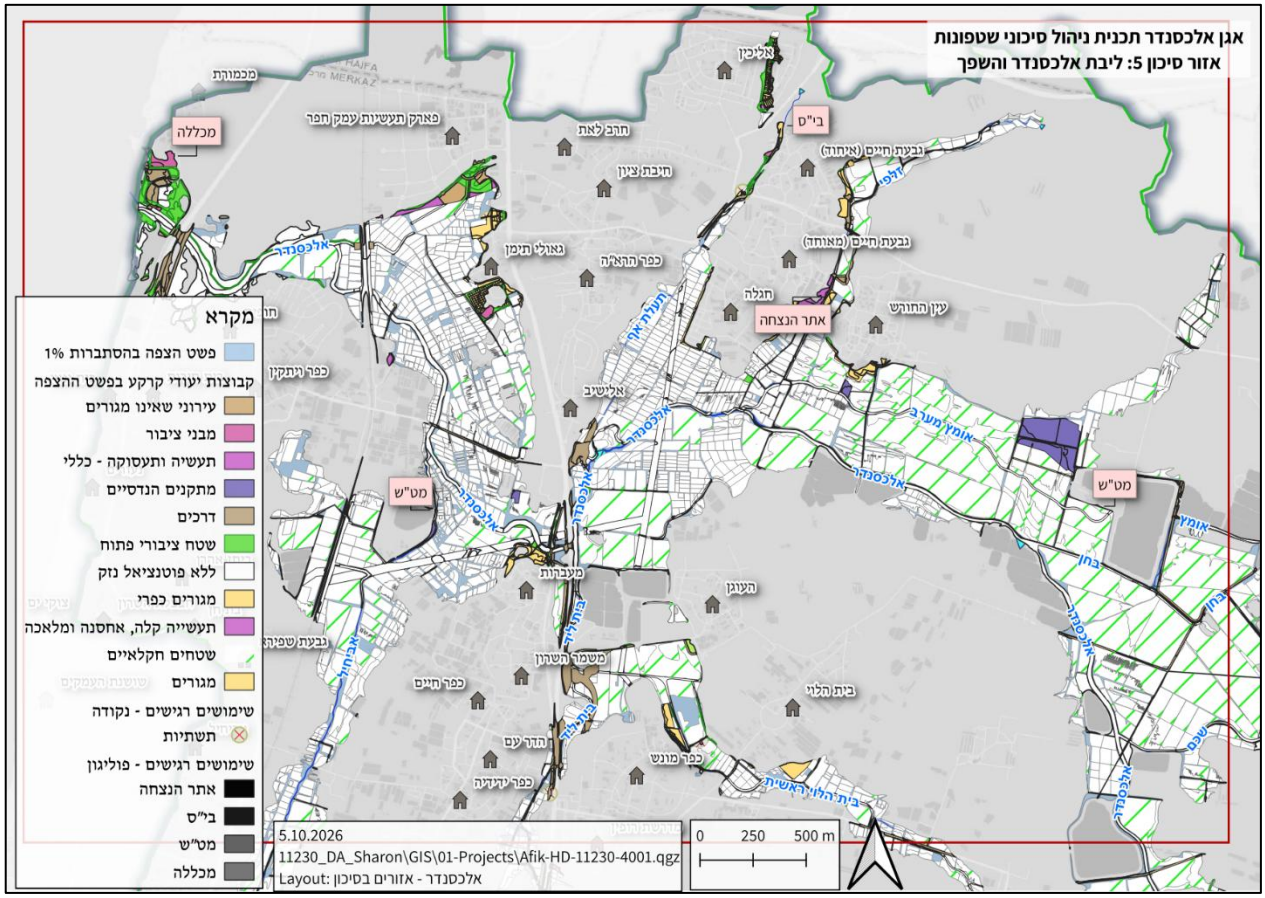
מפה 14: אזור סיכון 2 – כפר יונה - בורגתה.



מפה 15: אזורי סיכון 3 – צפון נתניה ו 4 - בית ליד.



מפה 16: אזור סיכון 5 – ליבת אלכסנדר והשפך.



13 מקורות

אגוזי, ר., דבורי, נ.צ. (2018). חקירת אירוע אגן נחל חדרה ונחל אלכסנדר 22 – 27 בינואר 2018, דו"ח ביניים. משרד החקלאות ופיתוח הכפר.

אפיק הנדסת סביבה והידרולוגיה (2025). תכנית ניהול סיכוני שיטפונות לאגן פולג ברשות ניקוז שרון. דו"ח מסכם לשלב סקר הסיכונים.

לביא-נטיף מהנדסים יועצים בע"מ. 2010. אגן היקוות נחל אלכסנדר, תכנית אב לניקוז. רשות ניקוז שרון, משרד החקלאות – אגף שימור קרקע וניקוז.

לביא-נטיף מהנדסים (2016). הסדרת ניקוז נחל פולג, מעקף השער הרומי, תוכנית מספר 8-982.

פלג, י., רז, צ. 1975. נחלי ישראל ואגני היקוותם, המחלקה לסקר ומיפוי, האגף לשימור קרקע וניקוז, משרד החקלאות.

קולר, ז. (2011). נחל אלכסנדר ויובליו – ערכיות אקולוגית ורגישות להסדרה ולניקוז. רשות ניקוז ונחלים שרון.

14 נספחים

נספח 1 – תוכניות באגן אלכסנדר

יישוב	שם התכנית	מספר התכנית	תאריך פרסום ברשומות
כפר יונה	מתאר כוללנית כפר יונה	457-0455113	דיון בהפקדה
	מתאר כפר יונה	הצ/150	27/08/1981
נתניה	נת/1000 - אזור תעשיה מטרופוליני משני נתניה	408-0176057	אחרי הפקדה
	נת/2035 - תכנית מתאר נתניה	408-0242412	לאחר הפקדה
זמר	תכנית מתאר זמר	הצ/במ/-1004/18	12/03/2001
חדרה	תכנית מתאר חדרה	חד/2020	09/04/2014
מ.א. דרום השרון	תכנית מתאר כוללנית מועצה אזורית דרום השרון	417-0522607	החלטה בדיון בהפקדה
קדימה-צורן	תכנית מתאר כוללנית קדימה צורן	457-0112086	הכרעה בתכנית
מ.א. לב השרון	תכנית מתאר כלל יישובית מ.א. לב השרון	צש/0/2/0	27/05/1990
טייבה	תכנית מתאר לטייבה	טב/3400	15/1/2015
טירה	תכנית מתאר לעיר אל טירה	מח/281	13/11/2017
קלנסוה	תכנית מתאר לקלנסוה	מח/276	27/1/2017
עמק חפר	תכנית מתאר עמק חפר	עח/200	19/07/1979

<u>קומפילציית תכניות מחוזיות:</u>

- תמ"מ 3
- תמ"מ 3/ 21
- תמ"מ 3 / 21/ 23
- תמ"מ 3 / 21/ 36

נספח 2 – חישובי ספיקות מתכניות קודמות

<u>תכנית אב 2010</u>

- ספיקות הסתברותיות בתחנות המדידה. הספיקות חושבו על פי לוג פירסון 3.

שם הנחל	שטח אגן היקוות	ספיקות השיא ההיסתברותיות [מ"ק\שניה]				
	[קמ"ר]	1%	2%	5%	10%	20%
אומץ	17.7	74	59	41	29	18
אומץ-1	8.5	56	43	29	20	12
אביחיל	4.1	25	20	15	11	7
ייכון	5.9	32	27	21	16	12
בחן	28.6	29	26	21	17	12
יד-חנה	6.4	34	27	19	13	8
יונה	7.8	26	20	13	9	5
בית ליד	9.5	16	15	12	10	8
בית-הלוי	13.2	43	3β	22	14	8
שכם	147.5	140	101	59	36	19
תאנים	125.7	209	148	85	50	26
פולג	114.2	68	61	49	40	31
חבל	24	97	75	50	35	22
רעננה(מעלה)	8	41	37	33	29	24
רעננה-בצרה	13.6	59	53	44	36	29
דרור	21	42	34	24	17	11
דרור	8.9	26	21	15	11	8
חרות	7.2	32	24	16	10	6
רשפון	17.1	106	73	41	24	12
אילנות	7.5	17	15	12	10	7
תחנות השירות ההידרולוגי						
טייבה	20	48	33	18	10	5
אליישיב	492	253	214	162	122	83

- ספיקות מחושבות לפי אגן אנלוגי

מס"ד נקודת ריכוז		תחום התנקזות קמ"ר	האנלוג	יחס שטחים	ספיקות שיא הסתברותיות במ"ק\שניה על פי אנלוגיה לתחנות מדודות [מ"ק\שניה]				
					1%	2%	5%	10%	20%
901a	נחל טירה כב'יש טירה	10.27	אומץ-1	1.21	61.3	47.6	31.8	21.5	12.9
0901	נחל טירה כניסה לאלכסנדר	18.99	בית הלוי	1.44	51.7	39.6	25.8	17.1	10.0
09	אלכסנדר מורד כניסת נחל טירה	42.19	טייבה	2.11	69.3	47.6	25.9	14.4	6.8
0801	נחל אברך כניסה לאלכסנדר	12.41	טייבה	0.62	32.6	22.4	12.2	6.8	3.2
08	אלכסנדר מורד כניסת נחל אברך	57.21	טייבה	2.86	80.7	55.4	30.1	16.8	8.0
07501	נחל ורד שפך לאלכסנדר	4.41	יד חנה	0.69	25.0	19.9	13.9	9.8	6.2
075	אלכסנדר מורד כניסת נחל ורד	64.06	תאנים	0.51	122.1	86.1	49.5	29.4	15.0
7402	נחל פורת כניסה למובל סגור	2.22	אביחייל	0.54	15.3	12.5	9.1	6.7	4.4
07301	נחל צורן שפך לאלכסנדר	6.59	דרור (8.9קמ"ר)	0.74	20.4	16.8	12.2	9.0	6.0
073	אלכסנדר מורד כניסת נחל צורן	74.02	טייבה+תאנים		114.5	79.9	44.9	26.1	13.0
7203	יובל אלכסנדר מעלה כניסה למובל סגור	5.84	יכון	0.99	31.9	27.1	20.7	16.1	11.5
07201	יובל אלכסנדר שפך לאלכסנדר	8.28	יכון	1.40	38.1	32.3	24.8	19.2	13.7
072	אלכסנדר מורד כניסת יובל אלכסנדר	83.53	תאנים	0.66	151.0	106.5	61.2	36.3	18.6
07103	נחל יונה כניסת מובל כפר יונה	5.78	דרור (8.9קמ"ר)	0.65	18.4	15.1	11.0	8.1	5.4
07101	נחל יונה שפך לאלכסנדר	8.15	יונה	1.05	26.3	20.1	13.2	8.8	5.3
12a	אלכסנדר מורד כניסת נחל יונה	95.72	תאנים	0.76	168.4	118.7	68.3	40.5	20.7
7021	נחל יד חנה כניסה לתאנים	5.01	יד חנה	0.78	27.7	22.1	15.4	10.9	6.9
702	נחל תאנים כניסת תעלת ניצני עוז	119.07	תאנים	0.95	200.5	141.4	81.3	48.2	24.6
0701	נחל תאנים שפך לאלכסנדר	140.04	תאנים	1.11	221.0	155.9	89.6	53.2	27.2
12	נחל אלכסנדר מעלה כניסת נחל תאנים	244.78	שכם+תאנים		236.0	167.9	97.5	58.3	29.9
11	נחל אלכסנדר כניסת תעלת בארותיים	248.60	שכם+תאנים		237.9	169.2	98.3	58.7	30.1
0601	נחל שכם שפך לאלכסנדר	155.52	שכם	1.05	143.3	103.4	61.1	36.8	19.0
06	אלכסנדר מורד כניסת נחל שכם	404.13	אלישיב	0.82	216.5	183.0	138.3	104.3	70.7
5031	נחל יכון שפך לנחל בחן	6.24	יכון	1.06	33.1	28.1	21.5	16.7	11.9
502	נחל בחן כניסת נחל מכון	31.10	בחן	1.09	30.2	26.6	21.5	17.3	12.9
0501	נחל בחן שפך לאלכסנדר	40.59	בחן	1.42	34.5	30.4	24.6	19.8	14.8
05	אלכסנדר מעלה כניסת נחל בחן	448.11	אלישיב	0.91	235.1	198.8	150.2	113.3	76.8
4021	תעלת זלפה כניסה לנחל אמץ	6.02	אומץ-1	0.71	42.3	32.9	21.9	14.8	8.9
0401	נחל אמץ תחתון שפך לאלכסנדר	15.03	בית הלוי	1.14	46.0	35.3	22.9	15.2	8.9
04	אלכסנדר מעלה כניסת נחל אמץ	466.93	אלישיב	0.95	243.0	205.5	155.2	117.1	79.4
03101	תעלהF שפך לאלכסנדר	6.02	אילנות	0.80	14.4	12.7	10.2	8.3	6.2
031	אלכסנדר מורד כניסת תעלהF	476.04	אלישיב	0.97	246.8	208.7	157.6	118.9	80.6
3023	נחל בית ליד במורד לכניסת תעלת בית ליד	5.83	אביחייל +בית ליד		20.4	17.1	12.9	9.8	6.9
3021	נחל בית ליד שפך לנחל בית הלוי	11.03	בית ליד	1.16	17.7	15.8	13.0	10.7	8.1
0302	נחל בית הלוי כניסה לאלכסנדר	24.36	בית ליד+בית הלוי		42.4	34.2	24.3	17.6	11.7
0301	בית הלוי כניסת נחל בית ליד	26.52	בית ליד+בית הלוי		44.3	35.7	25.3	18.4	12.2
03	אלכסנדר מורד כניסת נחל בית הלוי	502.55	אלישיב	1.02	256.1	216.5	163.6	123.4	83.7
0203	אביחייל כניסת יובל אביחייל	11.02	רעננה מעלה	1.38	47.7	44.0	38.4	33.5	27.9
201	אביחייל קטע כניסה לאלכסנדר	22.93	רעננה בצרה	1.69	76.9	68.4	56.6	47.2	37.2
02	אלכסנדר מורד כניסת נחל אביחייל	531.98	אלישיב	1.08	263.5	222.8	168.3	127.0	86.1
01101	תעלה צפונית שפך לאלכסנדר	7.33	אילנות	0.98	16.9	14.9	12.0	9.7	7.2
01	אלכסנדר שפך לים	542.63	אלישיב	1.10	266.1	225.0	170.0	128.2	87.0

- השוואת החישובים בשיטות השונות – הסתברות 1%

מספר נקודת ריכוז		תחום התנקזות	השוואת ספיקות שיא צפויות להסתברות 1% [מ"ק\שניה]				ספיקה נבחרת 1% [מ"ק\שניה]
		קמ"ר	השיטה הרציונאלית	אנלוגיה	סטטיסטי מרחבי	מכ"ם זכרון	
901a	נחל טירה כביש טירה	10.27	56.65	61.27	60.23	64.49	61.27
0901	נחל טירה כניסה לאלכסנדר	18.99	אגן_גדול	51.72	70.68	82.42	51.72
09	אלכסנדר מורד כניסת נחל טירה	42.19	אגן_גדול	69.33	105.87	0.00	69.33
0801	נחל אברך כניסה לאלכסנדר	12.41	אגן_גדול	32.58	66.63	64.74	32.58
08	אלכסנדר מורד כניסת נחל אברך	57.21	אגן_גדול	80.73	155.30	0.00	80.73
07501	נחל ורד שפך לאלכסנדר	4.41	27.27	24.97	38.00	36.11	24.97
075	אלכסנדר מורד כניסת נחל ורד	64.06	אגן_גדול	122.14	169.69	0.00	122.14
7402	נחל פורת כניסה למובל סגור	2.22	23.96	15.26	21.00	26.55	15.26
07301	נחל צורן שפך לאלכסנדר	6.59	34.43	20.44	35.92	46.01	20.44
073	אלכסנדר מורד כניסת נחל צורן	74.02	אגן_גדול	114.46	227.62	0.00	114.46
7203	יובל אלכסנדר מעלה כניסה למובל סגור	5.84	39.87	31.91	56.58	45.84	31.91
07201	יובל אלכסנדר שפך לאלכסנדר	8.28	42.39	38.13	40.93	54.12	38.13
072	אלכסנדר מורד כניסת יובל אלכסנדר	83.53	אגן_גדול	151.02	226.97	0.00	151.02
07103	נחל יונה כניסת מובל כפר יונה	5.78	43.26	18.38	50.77	45.64	18.38
07101	נחל יונה שפך לאלכסנדר	8.15	38.93	26.34	55.13	50.14	26.34
12a	אלכסנדר מורד כניסת נחל יונה	95.72	אגן_גדול	168.40	233.37	0.00	168.40
7021	נחל יד חנה כניסה לתאנים	5.01	57.69	27.66	29.19	59.39	27.66
702	נחל תאנים כניסת תעלת ניצני עוז	119.07	אגן_גדול	200.54	158.25	0.00	200.54
0701	נחל תאנים שפך לאלכסנדר	140.04	אגן_גדול	221.05	205.50	0.00	221.05
12	נחל אלכסנדר מעלה כניסת נחל תאנים	244.78	אגן_גדול	236.02	394.43	0.00	236.02
11	נחל אלכסנדר כניסת תעלת בארותיים	248.60	אגן_גדול	237.85	398.98	0.00	237.85
0601	נחל שכם שפך לאלכסנדר	155.52	אגן_גדול	143.31	222.97	0.00	143.31
06	אלכסנדר מורד כניסת נחל שכם	404.13	אגן_גדול	216.49	521.48	0.00	216.49
5031	נחל ייכון שפך לנחל בחן	6.24	44.30	33.09	30.98	48.12	33.09
502	נחל בחן כניסת נחל מכון	31.10	אגן_גדול	30.22	75.33	0.00	30.22
0501	נחל בחן שפך לאלכסנדר	40.59	אגן_גדול	34.52	96.31	0.00	34.52
05	אלכסנדר מעלה כניסת נחל בחן	448.11	אגן_גדול	235.14	558.65	0.00	235.14
4021	תעלת זלפה כניסה לנחל אמץ	6.02	35.00	42.30	46.29	42.91	42.30
0401	נחל אמץ תחתון שפך לאלכסנדר	15.03	אגן_גדול	46.01	79.88	72.35	46.01
04	אלכסנדר מעלה כניסת נחל אמץ	466.93	אגן_גדול	243.01	588.81	0.00	243.01
03101	תעלהF שפך לאלכסנדר	6.02	32.99	14.45	50.09	41.34	14.45
031	אלכסנדר מורד כניסת תעלהF	476.04	אגן_גדול	246.79	597.28	0.00	246.79
3023	נחל בית ליד במורד לכניסת תעלת בית ליד	5.83	42.67	20.39	47.85	45.65	20.39
3021	נחל בית ליד שפך לנחל בית הלוי	11.03	42.43	17.67	69.91	0.00	17.67
0302	נחל בית הלוי כניסה לאלכסנדר	24.36	אגן_גדול	42.42	105.88	0.00	42.42
0301	בית הלוי כניסת נחל בית ליד	26.52	אגן_גדול	44.26	111.92	0.00	44.26
03	אלכסנדר מורד כניסת נחל בית הלוי	502.55	אגן_גדול	256.09	634.84	0.00	256.09
0203	אביחיל כניסת יובל אביחיל	11.02	50.76	47.67	69.45	60.33	47.67
201	אביחיל קטע כניסה לאלכסנדר	22.93	אגן_גדול	76.90	105.12	0.00	76.90
02	אלכסנדר מורד כניסת נחל אביחיל	531.98	אגן_גדול	263.48	668.66	0.00	263.48
01101	תעלה צפונית שפך לאלכסנדר	7.33	56.86	16.90	54.32	53.35	16.90
01	אלכסנדר שפך לים	542.63	אגן_גדול	266.11	719.69	0.00	266.11

- השוואת החישובים בשיטות השונות – הסתברות 2%

מספר נקודת ריכוז		תחום התנקזות	השוואת ספיקות שיא צפויות להסתברות 2% [מ"ק\שניה]				ספיקה נבחרת 2% [מ"ק\שניה]
		קמ"ר	השיטה הרציונאלית	אנלוגיה	סטטיסטי מרחבי	מכ"ם זכרון	
901a	נחל ט'רה כב'ש ט'רה	10.26933	45.35	47.64	51.69	51.64	47.64
0901	נחל ט'רה כניסה לאלכסנדר	18.99	אגן_גדול	39.63	56.17	66.71	39.63
09	אלכסנדר מורד כניסת נחל ט'רה	42.19	אגן_גדול	47.60	89.13	0.00	47.60
0801	נחל אברך כניסה לאלכסנדר	12.41	אגן_גדול	22.37	56.89	51.74	22.37
08	אלכסנדר מורד כניסת נחל אברך	57.21	אגן_גדול	55.43	123.12	0.00	55.43
07501	נחל ורד שפך לאלכסנדר	4.41	21.64	19.95	29.66	28.65	19.95
075	אלכסנדר מורד כניסת נחל ורד	64.06	אגן_גדול	86.12	135.02	0.00	86.12
7402	נחל פורת כניסה למובל סגור	2.22	19.51	12.50	15.33	21.62	12.50
07301	נחל צורן שפך לאלכסנדר	6.59	27.49	16.77	26.72	36.74	16.77
073	אלכסנדר מורד כניסת נחל צורן	74.02	אגן_גדול	79.86	187.39	0.00	79.86
7203	יובל אלכסנדר מעלה כניסה למובל סגור	5.84	31.95	27.06	46.04	36.73	27.06
07201	יובל אלכסנדר שפך לאלכסנדר	8.28	34.19	32.33	32.93	43.64	32.33
072	אלכסנדר מורד כניסת יובל אלכסנדר	83.53	אגן_גדול	106.48	183.84	0.00	106.48
07103	נחל יונה כניסת מובל כפר יונה	5.78	34.36	15.08	40.08	36.25	15.08
07101	נחל יונה שפך לאלכסנדר	8.15	31.10	20.13	42.07	40.05	20.13
12a	אלכסנדר מורד כניסת נחל יונה	95.72	אגן_גדול	118.74	186.05	0.00	118.74
7021	נחל יד חנה כניסה לתאנים	5.01	45.76	22.10	24.18	47.10	22.10
702	נחל תאנים כניסת תעלת ניצני עוז	119.07	אגן_גדול	141.40	119.96	0.00	141.40
0701	נחל תאנים שפך לאלכסנדר	140.04	אגן_גדול	155.86	159.34	0.00	155.86
12	נחל אלכסנדר מעלה כניסת נחל תאנים	244.78	אגן_גדול	167.88	309.75	0.00	167.88
11	נחל אלכסנדר כניסת תעלת בארות"ים	248.60	אגן_גדול	169.18	313.62	0.00	169.18
0601	נחל שכם שפך לאלכסנדר	155.52	אגן_גדול	103.38	172.77	0.00	103.38
06	אלכסנדר מורד כניסת נחל שכם	404.13	אגן_גדול	183.03	409.15	0.00	183.03
5031	נחל "יכון שפך לנחל בחן	6.24	34.45	28.06	25.00	37.41	28.06
502	נחל בחן כניסת נחל מכון	31.10	אגן_גדול	26.61	59.40	0.00	26.61
0501	נחל בחן שפך לאלכסנדר	40.59	אגן_גדול	30.40	76.92	0.00	30.40
05	אלכסנדר מעלה כניסת נחל בחן	448.11	אגן_גדול	198.80	438.33	0.00	198.80
4021	תעלת זלפה כניסה לנחל אמץ	6.02	27.97	32.89	35.51	34.29	32.89
0401	נחל אמץ תחתון שפך לאלכסנדר	15.03	אגן_גדול	35.25	62.22	57.18	35.25
04	אלכסנדר מעלה כניסת נחל אמץ	466.93	אגן_גדול	205.45	463.15	0.00	205.45
03101	תעלהF שפך לאלכסנדר	6.02	27.10	12.71	40.80	33.96	12.71
031	אלכסנדר מורד כניסת תעלהF	476.04	אגן_גדול	208.65	471.54	0.00	208.65
3023	נחל ב'ת ל'ד במורד לכניסת תעלת ב'ת ל'ד	5.83	33.93	17.12	38.06	36.30	17.12
3021	נחל ב'ת ל'ד שפך לנחל ב'ת הלו'	11.03	33.95	15.80	56.27	0.00	15.80
0302	נחל ב'ת הלו' כניסה לאלכסנדר	24.36	אגן_גדול	34.18	83.26	0.00	34.18
0301	ב'ת הלו' כניסת נחל ב'ת ל'ד	26.52	אגן_גדול	35.66	88.22	0.00	35.66
03	אלכסנדר מורד כניסת נחל ב'ת הלו'	502.55	אגן_גדול	216.52	501.35	0.00	216.52
0203	אב'חי'ל כניסת יובל אב'חי'ל	11.02	42.74	43.97	57.84	50.80	43.97
201	אב'חי'ל קטע כניסה לאלכסנדר	22.93	אגן_גדול	68.39	86.67	0.00	68.39
02	אלכסנדר מורד כניסת נחל אב'חי'ל	531.98	אגן_גדול	222.77	529.92	0.00	222.77
01101	תעלה צפונית שפך לאלכסנדר	7.33	45.33	14.86	44.57	42.54	14.86
01	אלכסנדר שפך לי'ם	542.63	אגן_גדול	224.99	577.51	0.00	224.99

- השוואת החישובים בשיטות השונות – הסתברות 5%

מספר נקודת ריכוז		תחום התנקזות	השוואת ספיקות שיא צפויות להסתברות 5% [מ"ק\שניה]				ספיקה נבחרת 5% [מ"ק\שניה]
		קמ"ר	השיטה הרציונאלית	אנלוגיה	סטטיסטי מרחבי	מכ"ם זכרון	
901a	נחל טירה כביש טירה	10.26933	32.15	31.76	40.58	36.60	31.76
0901	נחל טירה כניסה לאלכסנדר	18.99	אגן_גדול	25.79	39.34	48.31	25.79
09	אלכסנדר מורד כניסת נחל טירה	42.19	אגן_גדול	25.88	68.65	0.00	25.88
0801	נחל אברך כניסה לאלכסנדר	12.41	אגן_גדול	12.16	44.36	36.55	12.16
08	אלכסנדר מורד כניסת נחל אברך	57.21	אגן_גדול	30.14	85.62	0.00	30.14
07501	נחל ורד שפך לאלכסנדר	4.41	15.06	13.89	20.38	19.94	13.89
075	אלכסנדר מורד כניסת נחל ורד	64.06	אגן_גדול	49.51	94.27	0.00	49.51
7402	נחל פורת כניסה למובל סגור	2.22	14.30	9.07	9.57	15.85	9.07
07301	נחל צורן שפך לאלכסנדר	6.59	19.37	12.19	17.07	25.89	12.19
073	אלכסנדר מורד כניסת נחל צורן	74.02	אגן_גדול	44.93	139.16	0.00	44.93
7203	יובל אלכסנדר מעלה כניסה למובל סגור	5.84	22.68	20.75	34.05	26.08	20.75
07201	יובל אלכסנדר שפך לאלכסנדר	8.28	24.58	24.79	23.37	31.38	24.79
072	אלכסנדר מורד כניסת יובל אלכסנדר	83.53	אגן_גדול	61.22	132.11	0.00	61.22
07103	נחל יונה כניסת מובל כפר יונה	5.78	23.96	10.96	28.43	25.27	10.96
07101	נחל יונה שפך לאלכסנדר	8.15	21.94	13.15	27.93	28.26	13.15
12a	אלכסנדר מורד כניסת נחל יונה	95.72	אגן_גדול	68.27	130.09	0.00	68.27
7021	נחל יד חנה כניסה לתאנים	5.01	31.82	15.39	17.85	32.76	15.39
702	נחל תאנים כניסת תעלת ניצני עוז	119.07	אגן_גדול	81.30	77.65	0.00	81.30
0701	נחל תאנים שפך לאלכסנדר	140.04	אגן_גדול	89.61	106.91	0.00	89.61
12	נחל אלכסנדר מעלה כניסת נחל תאנים	244.78	אגן_גדול	97.55	212.94	0.00	97.55
11	נחל אלכסנדר כניסת תעלת בארות"ים	248.60	אגן_גדול	98.31	215.88	0.00	98.31
0601	נחל שכם שפך לאלכסנדר	155.52	אגן_גדול	61.07	115.80	0.00	61.07
06	אלכסנדר מורד כניסת נחל שכם	404.13	אגן_גדול	138.27	279.81	0.00	138.27
5031	נחל "יכון שפך לנחל בחן	6.24	22.96	21.52	17.76	24.94	21.52
502	נחל בחן כניסת נחל מכון	31.10	אגן_גדול	21.49	40.82	0.00	21.49
0501	נחל בחן שפך לאלכסנדר	40.59	אגן_גדול	24.56	53.84	0.00	24.56
05	אלכסנדר מעלה כניסת נחל בחן	448.11	אגן_גדול	150.19	299.74	0.00	150.19
4021	תעלת זלפה כניסה לנחל אמץ	6.02	19.76	21.92	23.75	24.22	21.92
0401	נחל אמץ תחתון שפך לאלכסנדר	15.03	אגן_גדול	22.94	42.34	39.48	22.94
04	אלכסנדר מעלה כניסת נחל אמץ	466.93	אגן_גדול	155.21	317.54	0.00	155.21
03101	תעלהF שפך לאלכסנדר	6.02	20.18	10.24	30.35	25.29	10.24
031	אלכסנדר מורד כניסת תעלהF	476.04	אגן_גדול	157.63	324.98	0.00	157.63
3023	נחל בית ליד במורד לכניסת תעלת בית ליד	5.83	23.73	12.91	27.30	25.38	12.91
3021	נחל בית ליד שפך לנחל בית הלוי	11.03	24.04	13.04	40.87	0.00	13.04
0302	נחל בית הלוי כניסה לאלכסנדר	24.36	אגן_גדול	24.29	57.22	0.00	24.29
0301	בית הלוי כניסת נחל בית ליד	26.52	אגן_גדול	25.35	60.85	0.00	25.35
03	אלכסנדר מורד כניסת נחל בית הלוי	502.55	אגן_גדול	163.57	345.63	0.00	163.57
0203	אביחיל כניסת יובל אביחיל	11.02	33.29	38.40	44.44	39.56	38.40
201	אביחיל קטע כניסה לאלכסנדר	22.93	אגן_גדול	56.60	64.97	0.00	56.60
02	אלכסנדר מורד כניסת נחל אביחיל	531.98	אגן_גדול	168.29	366.62	0.00	168.29
01101	תעלה צפונית שפך לאלכסנדר	7.33	31.86	11.98	33.32	29.89	11.98
01	אלכסנדר שפך לים	542.63	אגן_גדול	169.97	409.72	0.00	169.97

- השוואת החישובים בשיטות השונות – הסתברות 10%

מספר נקודת ריכוז		תחום התנקזות	השוואת ספיקות שיא צפויות להסתברות 10% [מ"ק\שניה]				ספיקה נבחרת 10% [מ"ק\שניה]
		קמ"ר	השיטה הרציונאלית	אנלוגיה	סטטיסטי מרחבי	מכ"ם זכרון	
901a	נחל טירה כביש טירה	10.26933	23.05	21.51	32.24	26.24	21.51
0901	נחל טירה כניסה לאלכסנדר	18.99	אגן_גדול	17.08	28.19	35.27	17.08
09	אלכסנדר מורד כניסת נחל טירה	42.19	אגן_גדול	14.45	54.18	0.00	14.45
0801	נחל אברך כניסה לאלכסנדר	12.41	אגן_גדול	6.79	35.02	26.13	6.79
08	אלכסנדר מורד כניסת נחל אברך	57.21	אגן_גדול	16.82	60.07	0.00	16.82
07501	נחל ורד שפך לאלכסנדר	4.41	10.62	9.82	14.53	14.06	9.82
075	אלכסנדר מורד כניסת נחל ורד	64.06	אגן_גדול	29.38	66.37	0.00	29.38
7402	נחל פורת כניסה למובל סגור	2.22	10.54	6.66	6.29	11.68	6.66
07301	נחל צורן שפך לאלכסנדר	6.59	13.82	8.97	11.42	18.47	8.97
073	אלכסנדר מורד כניסת נחל צורן	74.02	אגן_גדול	26.05	105.46	0.00	26.05
7203	יובל אלכסנדר מעלה כניסה למובל סגור	5.84	16.29	16.07	26.16	18.72	16.07
07201	יובל אלכסנדר שפך לאלכסנדר	8.28	17.84	19.20	16.76	22.78	19.20
072	אלכסנדר מורד כניסת יובל אלכסנדר	83.53	אגן_גדול	36.32	96.01	0.00	36.32
07103	נחל יונה כניסת מובל כפר יונה	5.78	16.93	8.07	21.16	17.86	8.07
07101	נחל יונה שפך לאלכסנדר	8.15	15.67	8.80	19.30	20.18	8.80
12a	אלכסנדר מורד כניסת נחל יונה	95.72	אגן_גדול	40.50	91.82	0.00	40.50
7021	נחל יד חנה כניסה לתאנים	5.01	22.43	10.87	13.29	23.09	10.87
702	נחל תאנים כניסת תעלת ניצני עוז	119.07	אגן_גדול	48.23	48.84	0.00	48.23
0701	נחל תאנים שפך לאלכסנדר	140.04	אגן_גדול	53.17	70.63	0.00	53.17
12	נחל אלכסנדר מעלה כניסת נחל תאנים	244.78	אגן_גדול	58.25	146.36	0.00	58.25
11	נחל אלכסנדר כניסת תעלת בארותיים	248.60	אגן_גדול	58.71	148.60	0.00	58.71
0601	נחל שכם שפך לאלכסנדר	155.52	אגן_גדול	36.84	76.48	0.00	36.84
06	אלכסנדר מורד כניסת נחל שכם	404.13	אגן_גדול	104.32	189.69	0.00	104.32
5031	נחל יכין שפך לנחל בחן	6.24	15.55	16.66	12.70	16.89	16.66
502	נחל בחן כניסת נחל מכון	31.10	אגן_גדול	17.35	27.83	0.00	17.35
0501	נחל בחן שפך לאלכסנדר	40.59	אגן_גדול	19.82	37.48	0.00	19.82
05	אלכסנדר מעלה כניסת נחל בחן	448.11	אגן_גדול	113.31	203.19	0.00	113.31
4021	תעלת זלפה כניסה לנחל אמץ	6.02	14.12	14.85	16.52	17.31	14.85
0401	נחל אמץ תחתון שפך לאלכסנדר	15.03	אגן_גדול	15.19	29.75	27.65	15.19
04	אלכסנדר מעלה כניסת נחל אמץ	466.93	אגן_גדול	117.10	215.91	0.00	117.10
03101	תעלהF שפך לאלכסנדר	6.02	15.08	8.25	23.56	18.89	8.25
031	אלכסנדר מורד כניסת תעלהF	476.04	אגן_גדול	118.93	221.98	0.00	118.93
3023	נחל בית ליד במורד לכניסת תעלת בית ליד	5.83	16.81	9.84	20.54	17.98	9.84
3021	נחל בית ליד שפך לנחל בית הלוי	11.03	17.22	10.71	30.93	0.00	10.71
0302	נחל בית הלוי כניסה לאלכסנדר	24.36	אגן_גדול	17.63	40.38	0.00	17.63
0301	בית הלוי כניסת נחל בית ליד	26.52	אגן_גדול	18.39	43.07	0.00	18.39
03	אלכסנדר מורד כניסת נחל בית הלוי	502.55	אגן_גדול	123.41	236.54	0.00	123.41
0203	אביחיל כניסת יובל אביחיל	11.02	25.73	33.54	35.42	30.58	33.54
201	אביחיל קטע כניסה לאלכסנדר	22.93	אגן_גדול	47.19	50.36	0.00	47.19
02	אלכסנדר מורד כניסת נחל אביחיל	531.98	אגן_גדול	126.97	251.69	0.00	126.97
01101	תעלה צפונית שפך לאלכסנדר	7.33	22.67	9.65	25.81	21.27	9.65
01	אלכסנדר שפך לים	542.63	אגן_גדול	128.24	290.90	0.00	128.24

- ספיקות פוטנציאליות וספיקות שיא מומלצות בהסתברויות שונות

מספר נקודת ריכוז		תחום התנקזות	ספיקות תכן (לפי אנלוגיה) וספיקות פוטנציאליות (לפי המודל הסטטיסטי מרחבי) להסתברות [קו/שניה"מ]							
			1%		2%		5%		10%	
		קמ"ר	תכן	פוטנציאלי	תכן	פוטנציאלי	תכן	פוטנציאלי	תכן	פוטנציאלי
901a	נחל טירה כביש טירה	10.26933	61.27	80.23	47.64	51.69	31.76	40.58	21.51	32.24
0901	נחל טירה כניסה לאלכסנדר	18.99	51.72	70.68	39.63	56.17	25.79	39.34	17.08	28.19
09	אלכסנדר מורד כניסת נחל טירה	42.19	69.33	105.87	47.60	89.13	25.88	68.65	14.45	54.18
0801	נחל אברך כניסה לאלכסנדר	12.41	32.58	66.63	22.37	56.89	12.16	44.36	6.79	35.02
08	אלכסנדר מורד כניסת נחל אברך	57.21	80.73	155.30	55.43	123.12	30.14	85.62	16.82	60.07
07501	נחל ורד שפך לאלכסנדר	4.41	24.97	38.00	19.95	29.66	13.89	20.38	9.82	14.53
075	אלכסנדר מורד כניסת נחל ורד	64.06	122.14	169.69	86.12	135.02	49.51	94.27	29.38	66.37
7402	נחל פורת כניסה למובל סגור	2.22	15.26	21.00	12.50	15.33	9.07	9.57	6.66	6.29
07301	נחל צורן שפך לאלכסנדר	6.59	20.44	35.92	16.77	26.72	12.19	17.07	8.97	11.42
073	אלכסנדר מורד כניסת נחל צורן	74.02	114.46	227.62	79.86	187.39	44.93	139.16	26.05	105.46
7203	יובל אלכסנדר מעלה כניסה למובל סגור	5.84	31.91	56.58	27.06	46.04	20.75	34.05	16.07	26.16
07201	יובל אלכסנדר שפך לאלכסנדר	8.28	38.13	40.93	32.33	32.93	24.79	23.37	19.20	16.76
072	אלכסנדר מורד כניסת יובל אלכסנדר	83.53	151.02	226.97	106.48	183.84	61.22	132.11	36.32	96.01
07103	נחל יונה כניסת מובל כפר יונה	5.78	18.38	50.77	15.08	40.08	10.96	28.43	8.07	21.16
07101	נחל יונה שפך לאלכסנדר	8.15	26.34	55.13	20.13	42.07	13.15	27.93	8.80	19.30
12a	אלכסנדר מורד כניסת נחל יונה	95.72	168.40	233.37	118.74	186.05	68.27	130.09	40.50	91.82
7021	נחל יד חנה כניסה לתאנים	5.01	27.66	29.19	22.10	24.18	15.39	17.85	10.87	13.29
702	נחל תאנים כניסת תעלת ניצני עוז	119.07	200.54	158.25	141.40	119.96	81.30	77.65	48.23	48.84
0701	נחל תאנים שפך לאלכסנדר	140.04	221.05	205.50	155.86	159.34	89.61	106.91	53.17	70.63
12	נחל אלכסנדר מעלה כניסת נחל תאנים	244.78	236.02	394.43	167.88	309.75	97.55	212.94	58.25	146.36
11	נחל אלכסנדר כניסת תעלת בארותיים	248.60	237.85	398.98	169.18	313.62	98.31	215.88	58.71	148.60
0601	נחל שכם שפך לאלכסנדר	155.52	143.31	222.97	103.38	172.77	61.07	115.80	36.84	76.48
06	אלכסנדר מורד כניסת נחל שכם	404.13	216.49	521.48	183.03	409.15	138.27	279.81	104.32	189.69
5031	נחל יכון שפך לנחל בחן	6.24	33.09	30.98	28.06	25.00	21.52	17.76	16.66	12.70
502	נחל בחן כניסת נחל מכון	31.10	30.22	75.33	26.61	59.40	21.49	40.82	17.35	27.83
0501	נחל בחן שפך לאלכסנדר	40.59	34.52	96.31	30.40	76.92	24.56	53.84	19.82	37.48
05	אלכסנדר מעלה כניסת נחל בחן	448.11	235.14	558.65	198.80	438.33	150.19	299.74	113.31	203.19
4021	תעלת חלפה כניסה לנחל אמץ	6.02	42.30	46.29	32.89	35.51	21.92	23.75	14.85	16.52
0401	נחל אמץ תחתון שפך לאלכסנדר	15.03	46.01	79.88	35.25	62.22	22.94	42.34	15.19	29.75
04	אלכסנדר מעלה כניסת נחל אמץ	466.93	243.01	588.81	205.45	463.15	155.21	317.54	117.10	215.91
03101	תעלהF שפך לאלכסנדר	6.02	14.45	50.09	12.71	40.80	10.24	30.35	8.25	23.56
031	אלכסנדר מורד כניסת F תעלה	476.04	246.79	597.28	208.65	471.54	157.63	324.98	118.93	221.98
3023	נחל בית ליד במורד לכניסת תעלת בית ליד	5.83	20.39	47.85	17.12	38.06	12.91	27.30	9.84	20.54
3021	נחל בית ליד שפך לנחל בית הלוי	11.03	17.67	69.91	15.80	56.27	13.04	40.87	10.71	30.93
0302	נחל בית הלוי כניסה לאלכסנדר	24.36	42.42	105.88	34.18	83.26	24.29	57.22	17.63	40.38
0301	בית הלוי כניסת נחל בית ליד	26.52	44.26	111.92	35.66	88.22	25.35	60.85	18.39	43.07
03	אלכסנדר מורד כניסת נחל בית הלוי	502.55	256.09	634.84	216.52	501.35	163.57	345.63	123.41	236.54
0203	אביחיל כניסת יובל אביחיל	11.02	47.67	69.45	43.97	57.84	38.40	44.44	33.54	35.42
201	אביחיל קטע כניסה לאלכסנדר	22.93	76.90	105.12	68.39	86.67	56.60	64.97	47.19	50.36
02	אלכסנדר מורד כניסת נחל אביחיל	531.98	263.48	668.66	222.77	529.92	168.29	366.62	126.97	251.69
01101	תעלה צפונית שפך לאלכסנדר	7.33	16.90	54.32	14.86	44.57	11.98	33.32	9.65	25.81
01	אלכסנדר שפך לים	542.63	266.11	719.69	224.99	577.51	169.97	409.72	128.24	290.90

מתוך דוח חקירת אירוע בנחלים חדרה ואלכסנדר 2018

- הנתונים דווחו ע"י השה"ד ונמדדו ע"י התחל"ס.

תחנה	אינדקס תחנת מדידה	נ.צ. (רשת ישראל החדשה)	שטח האגן (קמ"ר)	ספיקת שיא (מקש"נ)	ספיקת שיא סגולית (מקש"נ/קמ"ר)	ספיקת שיא - ינואר 2013 (מקש"נ)	ספיקה סגולית - ינואר 2013 (מקש"נ/קמ"ר)
אמץ	1	198665/697003	6	22	3.5	-	-
בחן	2	198641/695858	32	20	0.6	46	1.5
שכם-במורד מט"ש	3	201547/692365	148	3*	0.02	-	-
שכם	4	198289/695299	153	16	0.1	66	0.4
יד חנה	5	198541/691136	5	12	2.5	-	-
אלכסנדר-תאנים	6	197162/693148	243	140	0.6	260	1
אלכסנדר-אלישיב	7	191855/697749	488	177(1)	0.6	290	-
אלכסנדר-אלישיב	8	191950/697950	482	137*	0.3	198	0.6
בית ליד	9	191801/695416	10.5	10	1.2	15	1.4

(1) ספיקת השיא שנמדדה בתחנת השה"ד (137 מקש"נ). הנתון המצוין בטבלה (177 מקש"נ) נמדד במורד התחנה של השה"ד.

* נתוני תחנה הידרומטרית של השה"ד.

סקר סיכונים 2015

- ספיקות מחושבות וספיקה נבחרת עבור הסתברות תכן 1%, 2%

מספר ערוץ	תחום התנקזות	השוואת 1% [מ"ק\שניה]		ספיקה נבחרת
		אנלוגיה	מודל	1%
	קמ"ר		גבעתי	[מ"ק\שניה]
23	20.72	39.24	54.82	47.03
22	24.40	44.73	57.27	51.00
2203	11.09	63.67	48.39	63.67
2201	17.65	49.87	52.77	49.87
21	44.75	71.40	70.85	71.40
2101	21.83	49.87	55.56	49.87
20	67.03	87.39	85.71	87.39
2001	4.98	27.51	0.00	27.51
19	74.57	109.32	90.74	109.32
1801	3.34	21.12	0.00	21.12
1701	6.97	21.36	0.00	21.36
16	94.45	117.90	104.00	117.90
1901	7.88	37.19	0.00	37.19
1601	3.20	19.73	0.00	19.73
15	98.40	136.47	106.64	136.47
14031	4.89	23.52	0.00	23.52
1402	8.18	24.28	0.00	24.28
1401	8.98	27.64	0.00	27.64
13	110.09	149.29	114.44	149.29
13021	3.08	18.73	0.00	18.73
1303	129.40	168.43	127.32	168.43
1302	132.68	170.55	129.51	170.55
1301	136.11	172.74	131.79	172.74
12	246.59	232.62	205.50	232.62
11	251.02	234.70	208.45	234.70
902	153.56	183.66	143.43	183.66
901	155.69	184.93	144.86	184.93
8	415.51	244.60	318.18	244.60
8022	4.87	24.90	0.00	24.90
8021	10.03	44.38	47.69	44.38
8031	6.29	33.23	0.00	33.23
803	26.03	47.10	58.36	47.10
802	35.31	64.45	64.55	64.45
801	46.93	74.30	72.30	74.30
7	465.71	267.97	351.67	267.97
80241	2.01	17.59	0.00	17.59
8023	14.86	45.76	50.91	45.76
07031	5.22	37.74	0.00	37.74
07031	5.22	37.74	0.00	37.74
07021	6.09	31.14	0.00	31.14
0702	8.43	55.38	0.00	55.38
601	6.24	23.31	0.00	23.31
6	481.36	275.15	362.11	275.15
501	3.00	24.23	0.00	24.23
5	487.83	278.10	366.43	278.10
40221	2.82	23.06	0.00	23.06
4021	14.58	45.32	50.72	45.32
4041	3.82	21.45	0.00	21.45
403	7.83	24.22	0.00	24.22
402	10.96	27.39	48.31	27.39
401	25.97	43.80	58.32	43.80
3	518.08	302.02	386.61	302.02
3021	7.54	32.79	0.00	32.79
302	21.35	66.35	55.24	66.35
301	30.16	88.20	61.11	88.20
2	550.17	311.24	408.01	311.24
2041	2.29	13.61	0.00	13.61
202	6.66	31.98	0.00	31.98
201	7.33	26.51	0.00	26.51
1	562.71	314.76	416.38	314.76

מספר ערוץ	תחום התנקזות	השוואת 2% [מ"ק\שניה]		ספיקה נבחרת
		אנלוגיה	מודל	2%
	קמ"ר		גבעתי	[מ"ק\שניה]
23	20.72	25.06	35.00	30.03
22	24.40	28.56	36.57	32.57
2203	11.09	49.51	37.63	49.51
2201	17.65	38.20	40.43	38.20
21	44.75	49.02	48.64	49.02
2101	21.83	34.24	38.14	34.24
20	67.03	59.99	58.84	59.99
2001	4.98	21.98	0.00	21.98
19	74.57	69.81	57.94	69.81
1801	3.34	17.30	0.00	17.30
1701	6.97	17.53	0.00	17.53
16	94.45	77.77	68.61	77.77
1901	7.88	31.54	0.00	31.54
1601	3.20	16.73	0.00	16.73
15	98.40	87.14	68.09	87.14
14031	4.89	17.91	0.00	17.91
1402	8.18	19.92	0.00	19.92
1401	8.98	21.13	0.00	21.13
13	110.09	95.33	73.07	95.33
13021	3.08	14.97	0.00	14.97
1303	129.40	107.55	81.30	107.55
1302	132.68	108.90	82.70	108.90
1301	136.11	110.30	84.16	110.30
12	246.59	151.81	134.11	151.81
11	251.02	153.17	136.04	153.17
902	153.56	122.44	95.62	122.44
901	155.69	123.29	96.57	123.29
8	415.51	145.88	189.77	145.88
8022	4.87	17.94	0.00	17.94
8021	10.03	31.96	34.36	31.96
8031	6.29	28.18	0.00	28.18
803	26.03	30.08	37.27	30.08
802	35.31	38.89	38.95	38.89
801	46.93	44.83	43.63	44.83
7	465.71	159.82	209.75	159.82
80241	2.01	13.67	0.00	13.67
8023	14.86	35.06	39.00	35.06
07031	5.22	29.34	0.00	29.34
07031	5.22	29.34	0.00	29.34
07021	6.09	27.70	0.00	27.70
0702	8.43	43.06	0.00	43.06
601	6.24	12.08	0.00	12.08
6	481.36	164.10	215.97	164.10
501	3.00	18.84	0.00	18.84
5	487.83	165.87	218.55	165.87
40221	2.82	17.93	0.00	17.93
4021	14.58	34.72	38.86	34.72
4041	3.82	19.07	0.00	19.07
403	7.83	20.37	0.00	20.37
402	10.96	22.11	39.00	22.11
401	25.97	35.29	46.99	35.29
3	518.08	197.02	252.19	197.02
3021	7.54	24.97	0.00	24.97
302	21.35	61.21	50.95	61.21
301	30.16	78.43	54.35	78.43
2	550.17	203.03	266.15	203.03
2041	2.29	9.81	0.00	9.81
202	6.66	23.05	0.00	23.05
201	7.33	13.75	0.00	13.75
1	562.71	205.33	271.61	205.33

- ספיקות מחושבות וספיקה נבחרת עבור הסתברות תכן 5%, 10%

מספר ערוץ	תחום התנקזות	השוואת 5% [מ"ק\שניה]		ספיקה נבחרת 5%
		אנלוגיה	מודל גבעתי	
	קמ"ר			[מ"ק\שניה]
23	20.72	18.44	25.76	22.10
22	24.40	21.02	26.91	23.96
2203	11.09	33.00	25.08	33.00
2201	17.65	24.87	26.31	24.87
21	44.75	26.66	26.45	26.66
2101	21.83	18.62	20.74	18.62
20	67.03	32.62	32.00	32.62
2001	4.98	15.31	0.00	15.31
19	74.57	51.37	42.64	51.37
1801	3.34	12.55	0.00	12.55
1701	6.97	12.74	0.00	12.74
16	94.45	50.39	44.45	50.39
1901	7.88	24.18	0.00	24.18
1601	3.20	12.83	0.00	12.83
15	98.40	64.12	50.11	64.12
14031	4.89	11.55	0.00	11.55
1402	8.18	14.48	0.00	14.48
1401	8.98	13.80	0.00	13.80
13	110.09	70.15	53.77	70.15
13021	3.08	10.42	0.00	10.42
1303	129.40	79.14	59.82	79.14
1302	132.68	80.14	60.85	80.14
1301	136.11	81.17	61.93	81.17
12	246.59	89.53	79.09	89.53
11	251.02	90.34	80.23	90.34
902	153.56	55.10	43.03	55.10
901	155.69	55.48	43.46	55.48
8	415.51	112.69	146.59	112.69
8022	4.87	13.91	0.00	13.91
8021	10.03	24.80	26.65	24.80
8031	6.29	21.61	0.00	21.61
803	26.03	22.13	27.42	22.13
802	35.31	25.56	25.60	25.56
801	46.93	29.46	28.67	29.46
7	465.71	123.46	162.02	123.46
80241	2.01	9.12	0.00	9.12
8023	14.86	22.82	25.39	22.82
07031	5.22	19.56	0.00	19.56
07031	5.22	19.56	0.00	19.56
07021	6.09	22.92	0.00	22.92
0702	8.43	28.70	0.00	28.70
601	6.24	10.36	0.00	10.36
6	481.36	126.76	166.83	126.76
501	3.00	12.56	0.00	12.56
5	487.83	128.12	168.82	128.12
40221	2.82	11.95	0.00	11.95
4021	14.58	22.60	25.29	22.60
4041	3.82	15.78	0.00	15.78
403	7.83	15.40	0.00	15.40
402	10.96	15.76	27.80	15.76
401	25.97	25.08	33.40	25.08
3	518.06	139.01	177.94	139.01
3021	7.54	16.10	0.00	16.10
302	21.35	53.45	44.50	53.45
301	30.16	64.91	44.98	64.91
2	550.17	143.25	187.79	143.25
2041	2.29	7.61	0.00	7.61
202	6.66	17.87	0.00	17.87
201	7.33	11.78	0.00	11.78
1	562.71	144.87	191.64	144.87

מספר ערוץ	תחום התנקזות	השוואת 10% [מ"ק\שניה]		ספיקה נבחרת 10%
		אנלוגיה	מודל גבעתי	
	קמ"ר			[מ"ק\שניה]
23	20.72	11.58	16.18	13.88
22	24.40	13.20	16.91	15.05
2203	11.09	22.35	16.99	22.35
2201	17.65	16.46	17.42	16.46
21	44.75	14.88	14.76	14.88
2101	21.83	10.39	11.58	10.39
20	67.03	18.21	17.86	18.21
2001	4.98	10.62	0.00	10.62
19	74.57	32.27	26.76	32.27
1801	3.34	9.22	0.00	9.22
1701	6.97	9.38	0.00	9.38
16	94.45	30.30	26.73	30.30
1901	7.88	18.73	0.00	18.73
1601	3.20	9.93	0.00	9.93
15	98.40	40.28	31.48	40.28
14031	4.89	7.57	0.00	7.57
1402	8.18	10.66	0.00	10.66
1401	8.98	9.24	0.00	9.24
13	110.09	44.07	33.78	44.07
13021	3.08	7.37	0.00	7.37
1303	129.40	49.72	37.58	49.72
1302	132.68	50.34	38.23	50.34
1301	136.11	50.99	38.90	50.99
12	246.59	56.94	50.30	56.94
11	251.02	57.45	51.03	57.45
902	153.56	35.71	27.89	35.71
901	155.69	35.96	28.17	35.96
8	415.51	96.09	125.00	96.09
8022	4.87	9.15	0.00	9.15
8021	10.03	16.31	17.53	16.31
8031	6.29	16.73	0.00	16.73
803	26.03	13.90	17.23	13.90
802	35.31	21.11	21.15	21.11
801	46.93	24.34	23.69	24.34
7	465.71	105.27	138.16	105.27
80241	2.01	6.17	0.00	6.17
8023	14.86	15.11	16.81	15.11
07031	5.22	13.25	0.00	13.25
07031	5.22	13.25	0.00	13.25
07021	6.09	19.11	0.00	19.11
0702	8.43	19.44	0.00	19.44
601	6.24	8.49	0.00	8.49
6	481.36	108.09	142.26	108.09
501	3.00	8.51	0.00	8.51
5	487.83	109.25	143.95	109.25
40221	2.82	8.10	0.00	8.10
4021	14.58	14.96	16.75	14.96
4041	3.82	13.16	0.00	13.16
403	7.83	11.76	0.00	11.76
402	10.96	11.47	20.23	11.47
401	25.97	18.20	24.23	18.20
3	518.06	119.01	152.34	119.01
3021	7.54	10.56	0.00	10.56
302	21.35	46.68	38.86	46.68
301	30.16	54.13	37.51	54.13
2	550.17	122.64	160.77	122.64
2041	2.29	5.01	0.00	5.01
202	6.66	11.76	0.00	11.76
201	7.33	9.65	0.00	9.65
1	562.71	124.03	164.07	124.03

נספח 3 – שיטה לחישוב פוטנציאל נזק במתקנים הנדסיים

במהלך העבודה על חישוב הנזק, התברר כי לא נקבע בקבצי העזר של משרד החקלאות פוטנציאל נזק לסוגים שונים של מתקנים הנדסיים. על מנת להתגבר על היעדר המידע וכדי לדייק ככל הניתן בהשפעת הצפות על מתקנים כאלה, הצענו שיטה אחרת לחישוב הנזק.

חשוב להדגיש שכל ההערכות הכספיות אינן מתייחסות למתקן ספציפי, אלא המספרים מוצגים בערכים גנריים עקרוניים, ואין כאן ניסיון – ברזולוציה של התכנית הזאת – להציג ערכי עלות אמיתיים של כל אחד מהמתקנים שנמצאים בפשט ההצפה.

ההצעה מבוססת על התפיסה כי לכל מתקן הנדסי יש אורך חיים סופי (בדרך כלל כ- 25 שנה), וכי בתום התקופה הזו תידרש השקעה מהותית של "הקמה מחדש" של המתקן. הנזק שייווצר מהצפה, בעצם מבטא את הקדמת ההשקעה ולא את מלוא ההשקעה.

הנחות העבודה:

1. אורך חיי מתקן הנדסי = 25 שנים; ההצפה מתרחשת באמצע חיי המתקן, קרי לאחר 13 שנה.
2. עלויות ההקמה של מרבית סוגי המתקנים ההנדסיים הקיימים באגן לא נקבעה במתודולוגיה ולכן הוערכה על פי הניסיון שלנו בהקמת מתקנים מסוג זה, כמפורט בטבלה 18.
3. נזק מלא (total loss) נגרם כתוצאה ההצפה של כל שטח המתקן או של מרבית השטחים הבנויים בו.

במקרה כזה נניח כי יש להקים מחדש את המתקן. חישוב הנזק לטוטאל לוס הינו כדלקמן:

א. נניח שלמתקן יש אורך חיים ידוע - T, אבל הצורך בו הוא לאופק אינסופי, כך שבכל T שנים, צריך לבצע השקעה מלאה במתקן, שנסמן אותה ב- F.

ב. לצורך הניתוח נגדיר שני משתנים:

א) y הוא מחיר ההון התואם את הסיכון;

ב) ו- Y, שמוגדר כך: $Y \equiv (1+y)^T - 1 \rightarrow Y = (1+y)^T$

ג. תחת הנחות אלה, בכל מועד שבו נדרשת השקעה, $0, T, 2T, 3T \cdots \infty$, השווי ההוגן של כל ההשקעות הנדרשות הינו: $\mathrm{F} + \frac{F}{Y}$

ד. תחת ההנחות האלה, בכל נקודה בזמן $t \leq T$, השווי ההוגן של סך ההשקעות העתידיות שנדרש לבצע, הוא:

$$\frac{F + \frac{F}{Y}}{(1+y)^{(T-t)}}$$

ה. אם בזמן t, עקב הצפה, נדרש לבצע השקעה מלאה במתקן, אז נוצרת הקדמה של כל זרם ההשקעות העתידיות, והשווי ההוגן של סך ההשקעות העתידיות הופך להיות:

$$F + \frac{F}{Y} \geq \frac{F + \frac{F}{Y}}{(1+y)^{(T-t)}}$$

ו. הנזק הכלכלי שנוצר הוא ההפרש שבין הערך הנוכחי של זרם ההשקעות שמתחיל בזמן t, עקב ההצפה והערך הנוכחי של זרם ההשקעות לפי התכנון המקורי שצפוי להתחיל בזמן T:

$$d = F + \frac{F}{Y} - \frac{F + \frac{F}{Y}}{(1+y)^{(T-t)}}$$

ז. ניתן לראות שכאשר t=0 הנזק נאמד ב- F, וכאשר t=T, אז הנזק נאמד ב- 0. כלומר, אם הנזק קורה מיד לאחר ביצוע ההשקעה, אז הנזק נאמד בגובה ההשקעה שבוצעה ואילו אם הנזק נאמד שניה לפני שממילא צריך לבצע את ההשקעה, אז הנזק אפסי.

4. מלבד נזק מלא, יכולות להיות עוד שתי רמות נזק אפשריות, שמחושבות באופן דומה:

- נזק מזערי - חלק קטן משטח המתקן מוצף ועומק הצפה < 0.5 מטר, עלות הנזק מוערך ב 10% מהעלות d.
- נזק בינוני – כמחצית משטח המתקן מוצף או שעומק ההצפה > 0.5 מטר, עלות הנזק מוערך ב 40% מהעלות d.

עלות ההקמה (F) לסוגי מתקנים שונים מובאת בטבלה בעמוד הבא.

דרך עבודה זו אושרה לשימוש ע"י משרד החקלאות באפריל 2025.

טבלה 18: עלויות הקמה (F) של מתקנים הנדסיים.

סוג המתקן	עלויות הקמה – הערכת צוות התכנון	מתודולוגיה (אם יש ערך)
מאגר	מאגר קולחין עד 100 דונם - 15 מלש"ח; עד 200 דונם - 25 מלש"ח; 400-200 דונם 50 מלש"ח	מעל 500 דונם = 25 מלש"ח; עד 500 דונם = 7 מלש"ח
מט"ש	לפי רמת שירות - קטן (40 מלש"ח), בינוני (120 מלש"ח), גדול (500-400 מלש"ח).	40-12 מלש"ח
קידוח מים	3 מלש"ח	
תחנת שאיבה לביוב	5 מלש"ח	
מתקן פוטוולטאי	מחושב לפי יחס שטח:קילו-ואט:₪ של 10 מ"ר:1 קילו-ואט: 4000 ₪	
חדר טרנספורמציה	3 מלש"ח	2 מלש"ח
מתקן תשתיות גז	15 מלש"ח	
מתקני נפט	15 מלש"ח	
מרכז פינוי אשפה וחדרי טרנספורמציה	40-30 מלש"ח	2 מלש"ח
רצועת תשתיות	ללא פוטנציאל נזק	