# דוח סקר סיכונים - תכנית ניהול סיכוני שטפונות לאגן חדרה ברשות ניקוז שרון

דו"ח מסכם לשלב סקר הסיכונים

מספר גרסה: 1.1

תאריך עדכון: יולי 2026


נכתב ע"י:

חגית וינר

תומר בן יאיר

יוליה אלכסנדרוב

נועה בלון נחליאלי

ורד קסטנבאום

# צוות העבודה

**צוות התכנון**

| שם | תפקיד \| שלב העבודה | חברה |
|---|---|---|
| חגית וינר | ניהול הפרויקט | אפיק הנדסת סביבה והידרולוגיה |
| תומר בן יאיר | הידרולוגיה \| שלב 3 | |
| ד"ר יוליה אלכסנדרוב | הידרולוגיה \| שלב 3 | |
| נועה בלון נחליאלי | מיפוי הסטטוטוריקה, ממ"ג, חישובי נזקים \| שלבים 1-10 | נועה בלון נחליאלי מיפוי וניתוח גיאומרחבי |
| ורד קסטנבאום | | |
| גיל פינקלשטיין | ייעוץ כלכלי, חישובי עלות/תועלת \| שלבים 5-8, פרק המענה | קלירסטרקצ'ר |
| עתליה נמיר | ייעוץ סטטוטורי, מיפוי אסטרטגיות, הנחיות להתאמה ומניעה \| פרק המענה | לרמן בן-שושן |
| שקד כהן | | |
| יובל בר נחמיה | | |
| ענת דור | | |

## צוות מלווה

| שם | גוף | שם | גוף |
|---|---|---|---|
| ניסים אלמון | מנכ"ל (פורש) רשות ניקוז ונחלים שרון | גנדי אוסטרובסקי | נציג מחוז חיפה, 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 | מיכל עייק | נציגת מחוז חיפה, המשרד להגנת הסביבה |
| דיאנה פאנוס | רפרנטית לנושאי כלכלה, החטיבה למשאבי סביבה, משרד החקלאות | ורד דרור | נציגת מחוז חיפה, המשרד להגנת הסביבה |
| נעמי כהנא נוימן | רפרנטית לפרק המענה, החטיבה למשאבי סביבה, משרד החקלאות | רונן זהבי | המשרד להגנת הסביבה |
| שירן פרי | רפרנטית לפרק המענה, החטיבה למשאבי סביבה, משרד החקלאות | עדי נוי | תכנון, מרחב מרכז קק"ל |
| חן רוזיליו | מנהלת אגף לניהול נגר ונחלים, חטיבה לניהול משאבי סביבה, משרד החקלאות | יחיאל כהן | נציג המחוז, קק"ל |
| אלכס פיינגריש | נציג מחוז מרכז, משרד החקלאות | אהובה פלג | קק"ל |
| מור שחר | נציגת מחוז מרכז, משרד החקלאות | אור עומיסי | קק"ל |
| אהוד ישראלי | נציג לשכת תכנון מחוזית | יותם פרלמן | קק"ל |
| | | 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 |
| | | חגית שינדלר | עיריית חדרה |

## 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 העבודה ..... 1
צוות מלווה ..... 2
תודות ..... 3
תוכן עניינים ..... 4
מבוא ..... 8
לוח הזמנים של הפרויקט ..... 9
1 אגן חדרה - רקע ..... 10
1.1 נחל חדרה – תיאור פיזיוגרפי והידרולוגי של האגן ..... 11
1.2 הצפות עבר ..... 14
1.3 מפעלי ניקוז ..... 15
2 מפת פתוח - פיתוח ..... 16
2.1 הכנת מפתח פתוח-פיתוח ..... 16
2.2 ניתוח המצב העתידי באגן חדרה ..... 17
3 מפות הצפה צופות פני עתיד ..... 19
3.1 איסוף מידע הידרולוגי ..... 19
3.2 שיטות לחישוב ספיקות באגן חדרה ..... 22
3.2.1 אגן אנלוגי ..... 22
3.2.2 ספיקה סגולית ..... 23
3.2.3 השיטה הרציונאלית ..... 24
3.2.4 מעבר מהסתברות 1% להסתברויות אחרות ..... 24
3.3 חישוב הידרוגרף ..... 25
3.3.1 הידרוגרף לאגנים גדולים (מעל 200 קמ"ר) ..... 25
3.3.2 הידרוגרף לאגנים בינוניים (10-200 קמ"ר) ..... 26
3.3.3 הידרוגרף לאגנים קטנים ..... 26
3.4 בניית המודל ההידראולי ..... 28

3.4.1 סוג המודל ותוצרים ..... 28
3.4.2 בניית המודל ..... 28
3.4.3 מקטעי נחלים להרצה ..... 30
3.5 עיבוד תוצרים גולמיים לשכבות מידע ..... 32
4 תכניות מפורטות בפשט ההצפה ..... 39
4.1 שלבי העבודה ..... 39
4.2 קופילציית התכניות ..... 40
4.3 שינויים מהמתודולוגיה – הנחות עבודה בחישוב הנזק ..... 40
4.3.1 שיעור שטח בנוי לא מוגן – שינוי מערך ברירת המחדל (100% לא מוגן) ..... 40
4.3.2 בקרה על שטחים חקלאיים ..... 41
4.3.3 פוטנציאל הנזק במתקנים הנדסיים ..... 41
5 חישוב פוטנציאל הנזק בתכניות מפורטות ..... 42
6 חישוב פוטנציאל הנזק בתכניות כוללניות ..... 45
7 חישוב פוטנציאל הנזק בתמ"מ ובאסטרטגית ..... 45
8 חישוב פוטנציאל הנזק בשטחי חקלאות ..... 46
9 הצגה גרפית של פוטנציאל הנזק ..... 47
10 מיפוי שימושים רגישים ..... 50
11 מיפוי תשתיות תחבורה ..... 52
12 אזורים בסיכון באגן חדרה ..... 54
13 נספחים ..... 60
נספח 1 – תוכניות באגן חדרה ..... 60
נספח 2 – חישובי ספיקות מתכניות קודמות ..... 61
תכנית אב 2009 ..... 61
תכנית מים לנחל חדרה 2015 ..... 63
אירוע אגן נחל חדרה ואלכסנדר 2018 ..... 64
סקר סיכונים 2015 ..... 65

נספח 3 – שיטה לחישוב פוטנציאל נזק במתקנים הנדסיים ..... 66

טבלה 1 - שכבות שהתקבלו ממשרד החקלאות ומרשות הניקוז ..... 10
טבלה 2 – רשימת שכבות הממ"ג משלב 1 של העבודה ..... 11
טבלה 3 – תחנות הידרומטריות באגן חדרה ..... 20
טבלה 4 - ספיקות שיא ונפח הידרוגרפים מחושבים לאגן חדרה ..... 27
טבלה 5 – שימושי קרקע וערכי מקדם מנינג עבורם ..... 30
טבלה 6 – התאמת ספיקות לפי נפחים בצמתי נחלים ..... 31
טבלה 7 – סיכום שכבות למאגר המידע בסיום שלב 3 ..... 33
טבלה 8 – טבלת חישוב פוטנציאל הנזק בתכניות מפורטות, הסתברות 1% ..... 42
טבלה 9 - טבלת חישוב פוטנציאל הנזק בתכניות כוללניות, הסתברות 1% ..... 43
טבלה 10 - טבלת חישוב פוטנציאל הנזק בתמ"מ ואסטרטגית, הסתברות 1% ..... 43
טבלה 11 – מספר קומות חניה תת"ק לפי קטגורית יעוד קרקע ..... 44
טבלה 12 - תכסית בשימושי קרקע משניים בתמ"מ ובאסטרטגית ..... 46
טבלה 13 – פוטנציאל הנזק בשטחי חקלאות בפשט הצפה בהסתברות 10% ..... 46
טבלה 14 - עלויות הקמה (F) של מתקנים הנדסיים ..... 68

גרף 1 – עקום מעטפת של ספיקות סגוליות לאגן הפולג ..... 23
גרף 2 – הידרוגרף תחנת חדרה ..... 25

מפה 1 – נחלים עיקריים וישובים באגן חדרה ..... 12
מפה 2 – קרקעות באגן חדרה ..... 13
מפה 3 – מפת הצפות עבר ..... 14
מפה 4 – מפת פתוח-פיתוח ..... 18
מפה 5 – תחנות הידרומטריות באגן חדרה ..... 21
מפה 6 – דוגמה למקטעי נחל ..... 31
מפה 7 – עומק הצפה בהסתברות 1% ..... 34
מפה 8 – פשט הצפה בהסתברות 2% ..... 35
מפה 9 - פשט הצפה בהסתברות 5% ..... 36
מפה 10 – פשט הצפה בהסתברות 10% ..... 37
מפה 11 – פשט הצפה בהסתברות 20% ..... 38

מפה 12 – מפת פוטנציאל הנזק..... 48
מפה 13 – מפת פוטנציאל נזק למ"ר בהסתברות של 1%..... 49
מפה 14 – שימושי קרקע רגישים בפשט ההצפה ..... 51
מפה 15 – תשתיות תחבורה קיימות ומתוכננות באגן חדרה..... 53
מפה 16 – אזור סיכון 1: מורד נחל חדרה..... 56
מפה 17 – אזור סיכון 2: נחל עירון ..... 56
מפה 18 – אזור סיכון 3: ואדי ערה (נחל עירון) מפה 19 – ואדי ערה (נחל שריה) ..... 58
מפה 20 – אזורי סיכון 5-4: מעלה הנחלים חדרה, חביבה ומאור ומפה 21 – מעלה נחל חביבה..... 59

תרשים 1 - תכנית ניהול סיכוני שטפונות – מבט כללי ..... 8
תרשים 2 – שלבי העבודה של סקר הסיכונים ..... 9
תרשים 3 – תאריכי ישיבות והגשות שלבי העבודה ..... 9
תרשים 4 – דרך העבודה לשלב 2 – הכנת מפת פתוח-פיתוח..... 16
תרשים 5 - דרך העבודה לשלב 3 – הכנת מפות הצפה..... 19
תרשים 6 – מרכיבי התוצרים של שכבות יעודי ושימושי קרקע בפשט הצפה ..... 39
תרשים 7 – סדר הכנסת התכניות בקומפילציה..... 40
תרשים 8 – שלבי חישוב הנזק ..... 43
תרשים 9 – שלבי הכנת מיפוי שימושים רגישים בפשט הצפה ..... 50
תרשים 10 – הגדרת אזורים בסיכון..... 54

תמונה 1 – מעביר מים במודל ובמציאות..... 29

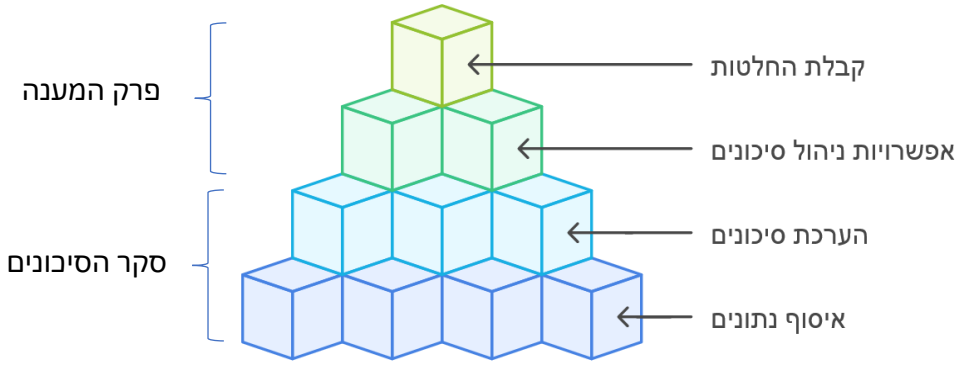
## מבוא

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 – 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).

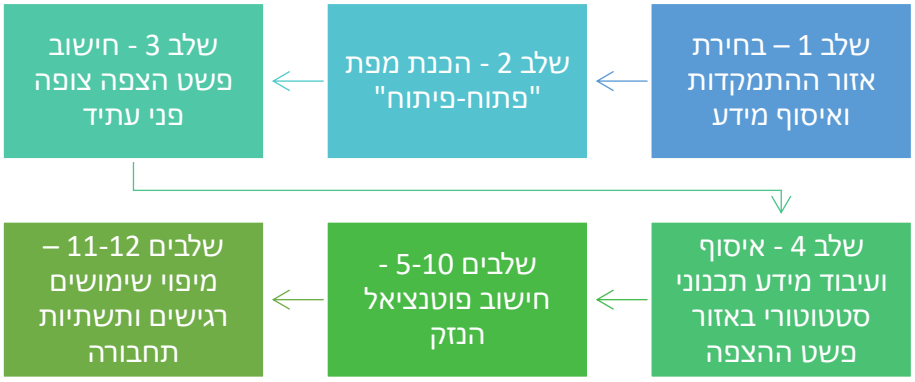
החלק השני של תכנית ניהול סיכוני השטפונות הינו בחינת, הערכת ובחירת חלופות לניהול הסיכונים.

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

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*




## לוח הזמנים של הפרויקט

*תרשים 3 – תאריכי ישיבות והגשות שלבי העבודה*



# 1 אגן חדרה - רקע

השלב הראשון בסקר הסיכונים התמקד באיסוף נתונים ומידע על אגן נחל חדרה, 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 חדרה (פלגי מים, 2009) 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. | 2009 |
| | 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 |

*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, 2009) 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 של היקף ההצפות | 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)<br>רשות הניקוז (מפעלי ניקוז בעבודה ומאושרים) |
| **ערכיות אקולוגית** | Hadera.vel | שכבה קווית מסקר אקולוגי שנערך ב 2011 | סקר "נחל חדרה ויובליו ערכיות אקולוגית ורגישות להסדרה ולניקוז" זאב קולר 2011 |

## 1.1 נחל חדרה – תיאור פיזיוגרפי והידרולוגי של האגן

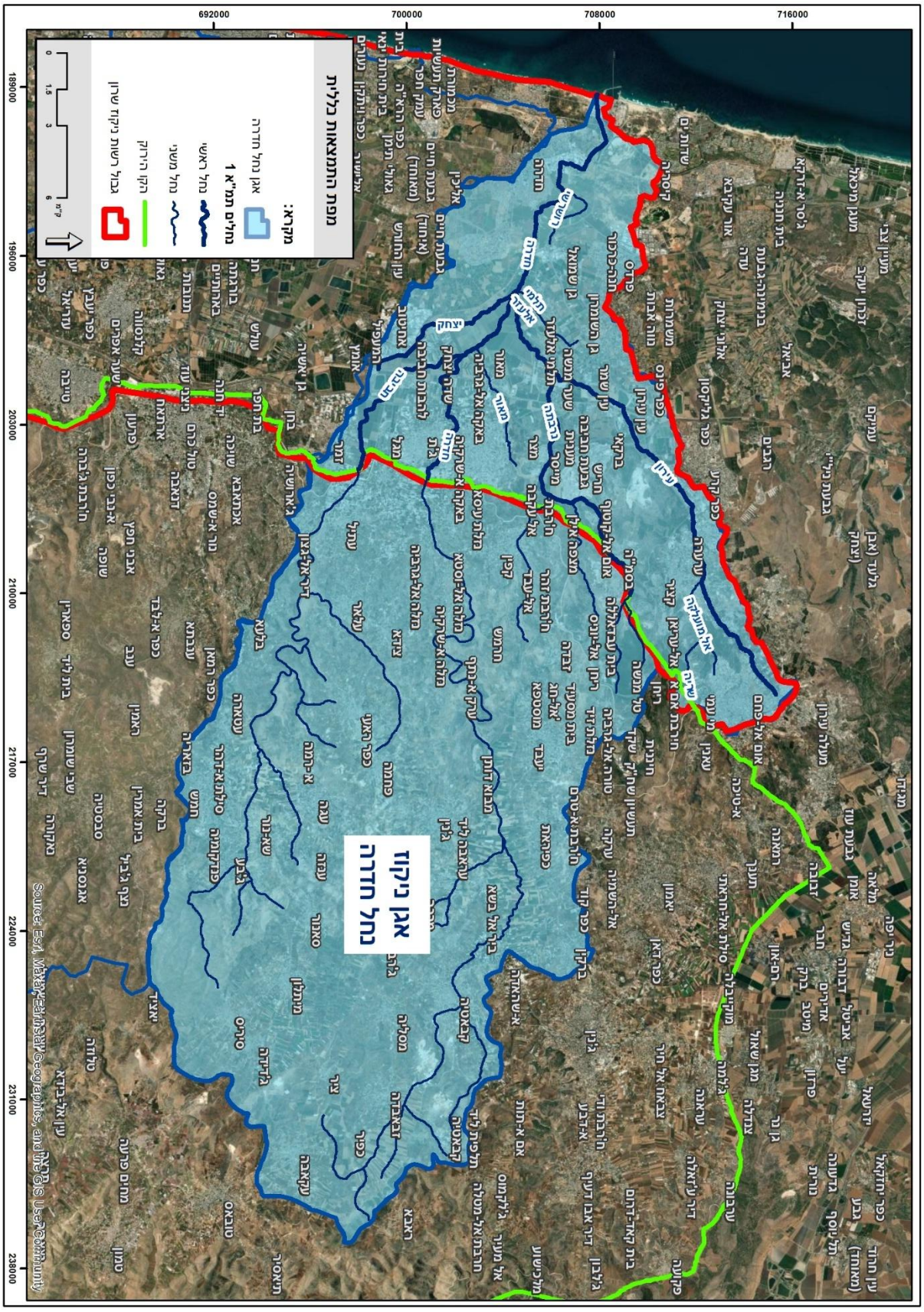
נחל חדרה הוא נחל שברובו אכזב, אורכו 50 ק"מ והוא מנקז אגן היקוות בגודל של כ - 566 קמ"ר. אגן נחל חדרה נשפך לים בסמוך לעיר חדרה. שטח האגן כולל מגוון תצורות נוף, לרבות אזורים חקלאיים, שטחים פתוחים, יישובים עירוניים וכפריים וחורשות טבעיות. מעלה האגן ממוקם מעבר לקו הירוק ולמעשה מרבית משטחו של האגן מחוץ לתחומי הקו הירוק (מפה 1)[2]. היובלים העיקריים הם עירון (22 ק"מ, 148 קמ"ר), חביבה (27 ק"מ, 130 קמ"ר), נרבתה (20 ק"מ, 70 קמ"ר), ויצחק (7 ק"מ, 13.5 קמ"ר). בחלקו המורדי של הנחל הוא עובר בסמוך לשכונות הצפונית של העיר חדרה, אזור התעשייה של העיר ומתחת לכביש 2. בהסתברויות הנמוכות הזרימות בנחל גורמות להצפות ונזקים רבים באזורים רגישים אלו.

ריכוזי אוכלוסייה גדולים באגן נחל חדרה נמצאים בעיקר בשולי האגן וכוללים את אום אל פחם, ערערה, חריש, באקה אל גרבייה, ג'ת, להבות חביבה, גן שמואל וחדרה. אזור מרכז האגן מאופיין בשטחים חקלאיים רבים וישובים קטנים.

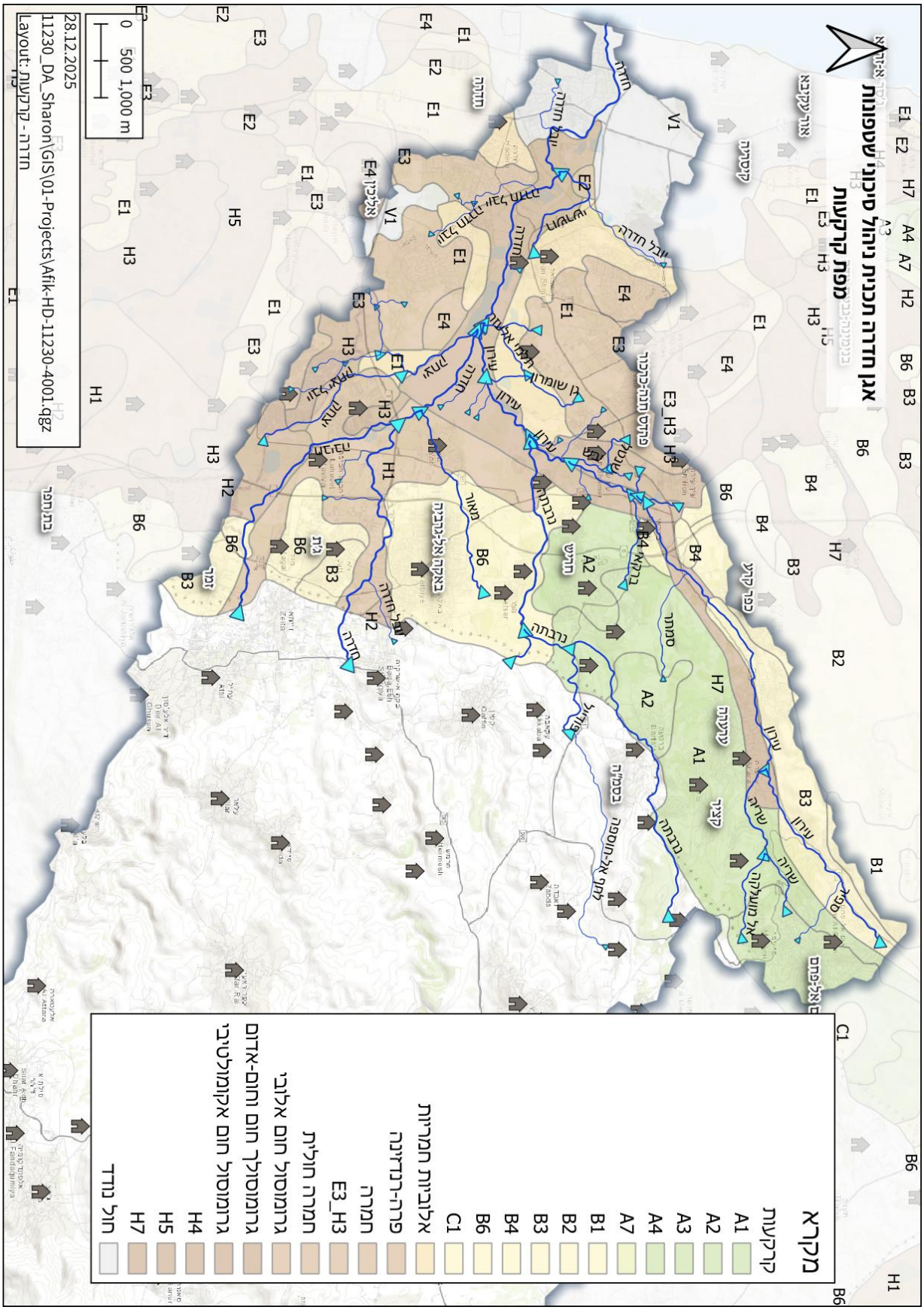
הקרקעות הנפוצות באגן הן קרקעות טרה-רוסה ורנדזינה באזור ההררי-מזרחי. באזור המערבי להרים הקרקע הנפוצה יותר היא חמרה ובאזורים הקרובים לים קרקע חולית (מפה 2). ממוצע הגשם הרב שנתי באגן נע בין 750 מ"מ (תחנת אום אל פחם) ל 450 מ"מ (תחנת נמל חדרה).

[2] סקר הסיכונים נערך בתחומי רשות הניקוז בלבד. לא נערכו חישובי ספיקות או מודלים של פשטי הצפה מעבר ל"קו הירוק".

*מפה 1 – נחלים עיקריים וישובים באגן חדרה*



*מפה 2 – קרקעות באגן חדרה*



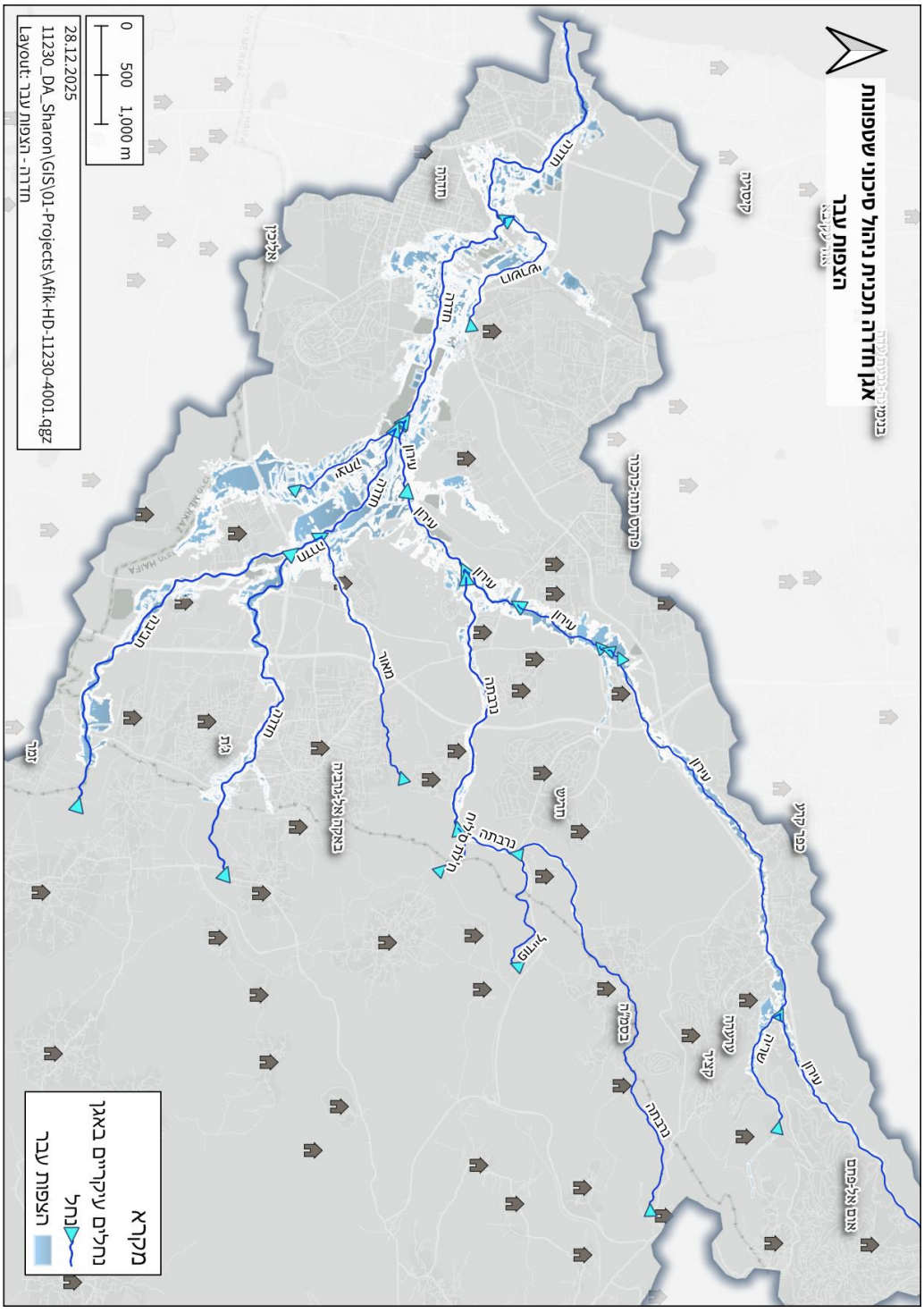
## 1.2 הצפות עבר

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

חלקים נרחבים מאגן חדרה נמצאים תחת סכנת הצפות ולכן העבודה הנוכחית כוללת את כל נחלי האגן.

עיקר ההצפות באגן מתרחשות בשטחים החקלאיים במרכז האגן בסמוך לחיבור הנחלים חדרה-עירון-יצחק ובתוך תחומי העיר חדרה עצמה (מפה 3).

*מפה 3 – מפת הצפות עבר*



### 1.3 מפעלי ניקוז

רשות הניקוז פועלת להגנה מפני שטפונות באמצעות מפעלי ניקוז. תכניות אלה כוללות הסדרת נחלים, לעתים תוך יצירת אתרי השהייה וויסות. מפעלי ניקוז מהשנים האחרונות, והסטטוס שלהם, נכון לאפריל 2026, מפורטים להלן:

- נחל חדרה קטע נפתול – אושר ב2023
- נחל חדרה קטע דרך צה"ל - אושר ב2023
- נחל חדרה קטע גרנות - אושר ב2023
- נחל חדרה קטע באקה-ג'ת - אושר ב2023
- נחל נרבתה קטע שער מנשה - אושר ב2023
- נחל נרבתה – אושר במועצת הניקוז.
- נחל עירון עין שמר – אושר במועצת הניקוז.
- נחל יצחק – אושר בועדה מחוזית.
- נחל חדרה תעלת עודפים – אושר בועדה מחוזית.
- נחל חביבה – שיפוט הנדסי חוזר.
- נחל חדרה כביש 6 – לפני שיפוט הנדסי
- נחל מאור – לפני שיפוט הנדסי

בנוסף לכך פועלת רשות הניקוז לקידום תכנון אגני להגנה מפני שטפונות, שיקום ופיתוח באמצעות תכניות אב וסקרים:

- תכנית אב לניקוז, פלגי מים, 2018
- תכנית אב לשיקום אגן חדרה (במסגרת מנהלת נחל חדרה), הביטאט, בהכנה
- תכנית מים לנחל חדרה וסקר בתי גידול לחים, DHV
- סקר ערכיות ורגישות אקולוגית אגני, זאב קולר, 2011

ובאמצעות תכניות סטטוטוריות:

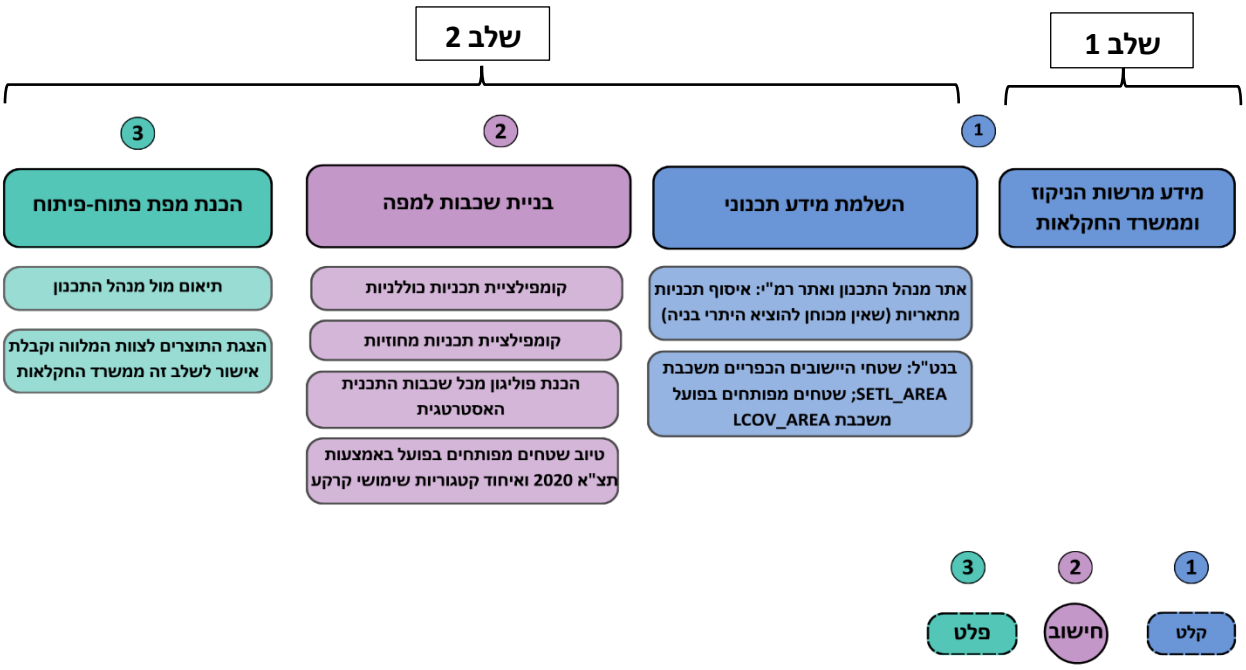
1. תת"ל 122 – תכנית מתקני ויסות – אושרה ב2025
2. תכניות מפורטות ותכניות תב"ע נוספות בתחומי ישובים

# 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 3 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. בנוסף התקיימו ישיבות עם עיריית חדרה (29.12.22) ועם רמ"י מחוז חיפה (11.12.22).

קומפילציית תכניות כוללניות: הורדו מאתר מנהל התכנון ואתר של רמ"י, תכניות כוללניות ותכניות מתאר כוללניות - רק תכניות שאין מכוחן להוציא היתרי בנייה (נספח 1).

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

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

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

- תכסית שטח מבונה כולל את הקטגוריות: גינה/מדשאה ותכסית שטח מבונה.
- חציבה/חול כולל את הקטגוריות: חציבה/כרייה פעילה ושטח חולי, דיונות.

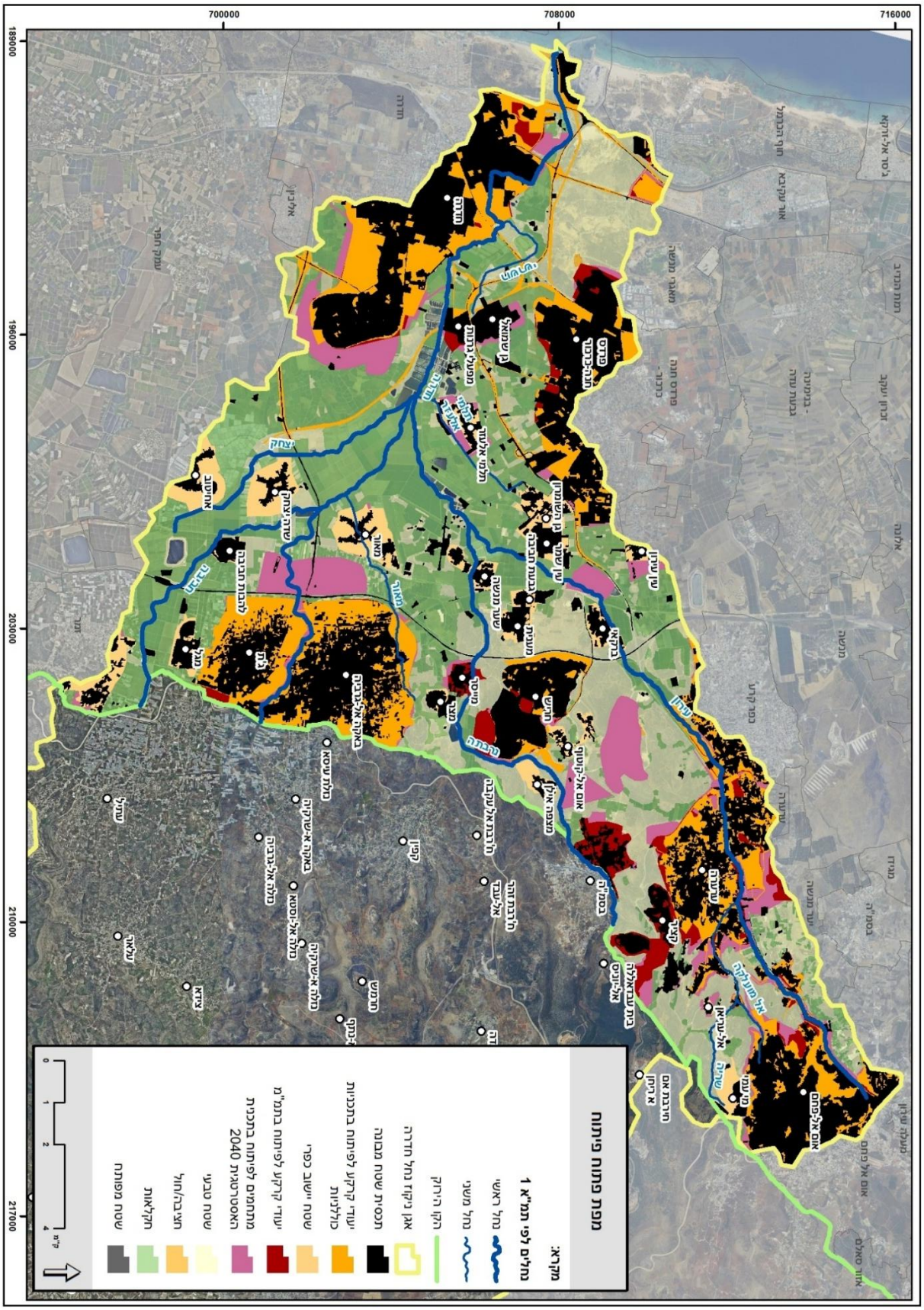
- חקלאות כולל את הקטגוריות: כרם/גפנים, מטע עצי זית/כרם זיתים, מטע עצי פרי - בננות, מטע עצי פרי - כללי, מטע תמרים/דקלים, שטח מעובד.
- עשבים/בתה כולל את הקטגוריות: עשבים/בתה, קרקע חשופה, שטח בור, שטח מופר, שיחים/גריגה.
- שטח סלעי כולל את הקטגוריות: שטח סלעי.
- אחר כולל את הקטגוריות: יער וחורש בגובה 2-6 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 חדרה

כפי שניתן לראות במפה 4, מעלה אגן נחל עירון ומרכז אגן חדרה (מפגש שלושת הנחלים חדרה – יצחק – עירון) מאופיינים בהתיישבות חקלאית, שתישמר ברובה גם במצב העתידי.

עם זאת, מסביב לכל הערים באגן ניכר כי צפוי פיתוח משמעותי (ההבדל בין השטח השחור ובין השטח הכתום במפת פתוח-פיתוח) בכל רמות התכנון המתאריות – מתכנית אסטרטגית ועד תכנית כוללנית.

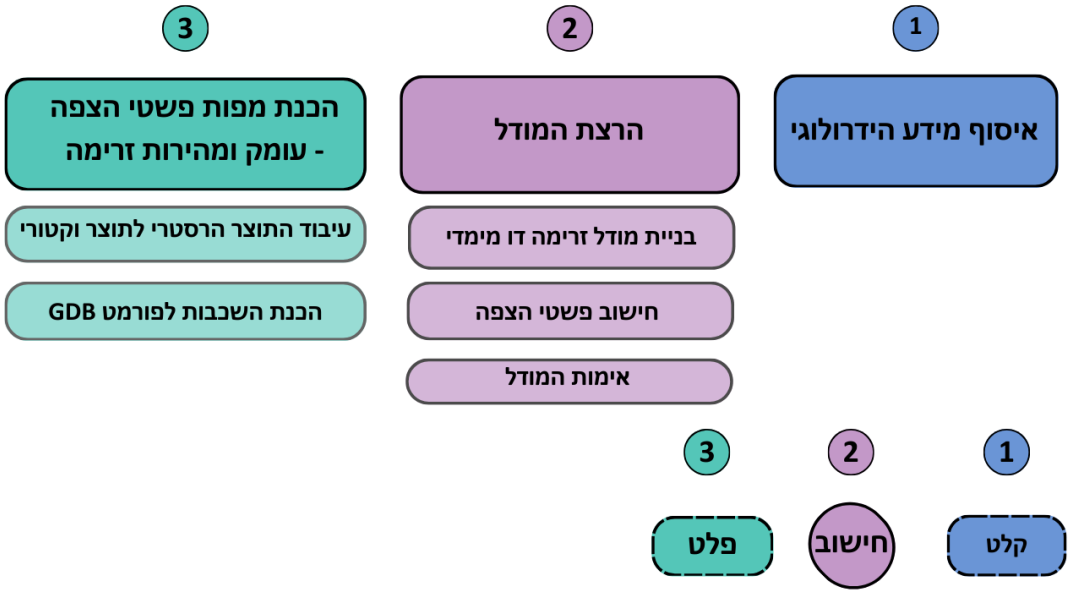
*מפה 4 – מפת פתוח-פיתוח*



# 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 4 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).
- איסוף וניתוח נתונים וחישובי ספיקות מתכניות קודמות (נספח 2).
- סיור באגן עם צוות רשות הניקוז.

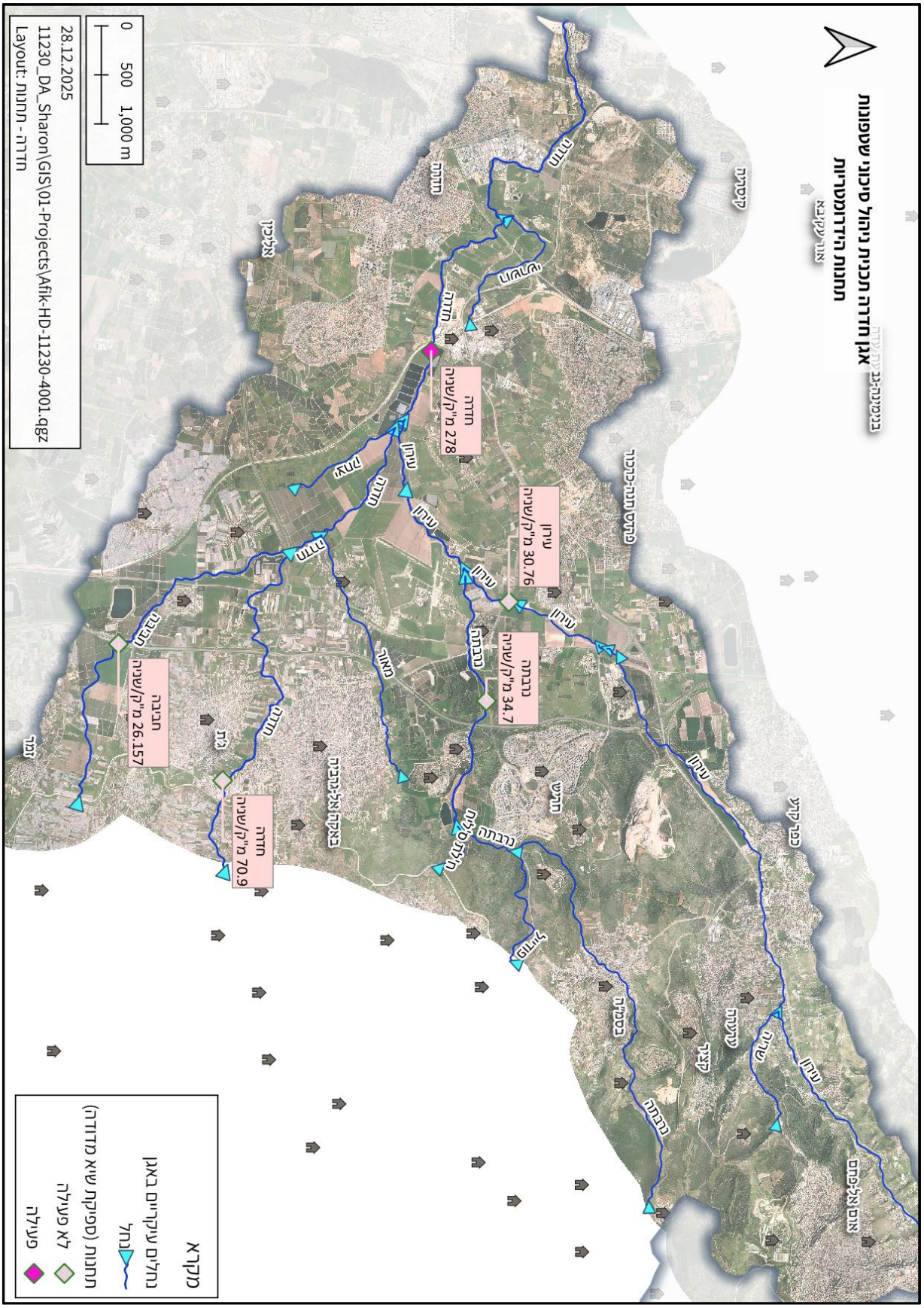
מידע על תחנות הידרומטריות של רשות המים התקבל מיניב סויבלמן מאגף מים עיליים ברשות המים ומאתר המידע הממשלתי. מידע מתחנות של התחנה לחקר הסחף התקבל מאלון רונן מהתחל"ס. צוות התכנון מודה לשניהם על העזרה הרבה.

תחנות הידרומטריות באגן מפורטות בטבלה 4 ובמפה 5 להלן.

*טבלה 3 – תחנות הידרומטריות באגן חדרה*

| מס תחנה | שם התחנה | שטח (קמ"ר) | שנות נתונים | פעילות | ספיקת שיא מדודה (מ"ק/שניה) | תאריך אירוע השיא |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **14105** | חדרה - כביש טולכרם-ואדי ערה | 189 | מעט מאוד נתונים שנתיים | לא פעילה | 70.9 | 23/11/1955 |
| **14107** | חדרה | 159 | | לא פעילה | | |
| **14109** | חדרה-ע"י כביש 6 | 200.9 | 2016-2018 | לא פעילה | 51.82 | 26/01/2018 |
| **14111** | חביבה - בגשר הכביש | 113 | | לא פעילה | | |
| **14113** | חביבה - בגשר הכביש(2) | 181 | | לא פעילה | | |
| **14114** | חביבה- ע"י כביש 6 | 183.6 | 2016-2018 | לא פעילה | 26.16 | 26/01/2018 |
| **14115** | עירון - שער מנשה | 59 | 1966-2018 | לא פעילה | 67 | 5/12/1944 |
| **14116** | נרבתה | 62 | 2013-2018 | לא פעילה | 34.69 | 26/01/2018 |
| **14120** | חדרה - גן שמואל | 579 | 1960-62, 1986-2022 | פעילה | 278.77 | 8/01/2013 |
| **14122** | חדרה – ע"י כביש חדרה - מגידו | 536 | נתונים חודשיים | לא פעילה | | |
| **14125** | חדרה - בכביש ת"א-חיפה | 544 | | לא פעילה | 159 | 21/12/1951 |

*מפה 5 – תחנות הידרומטריות באגן חדרה*



## 3.2 שיטות לחישוב ספיקות באגן חדרה

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

### 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 חדרה נעשה שימוש בשתי תחנות הידרומטריות אשר שימשו כבסיס סטטיסטי לעבודה זו.

**<u>תחנת חדרה – גן שמואל</u>**

שטח התחנה הוא כ-520 קמ"ר. הנתונים בתחנה זו חושבו על בסיס 30 השנים האחרונות. על נתונים אלו הופעלו פונקציות הסתברותיות לוג-פירסון 3 ולוג-נורמל והתקבלו תוצאות די דומות (כמפורט בטבלה 5). לאחר דיונים עם משרד החקלאות ורשות המים הוחלט לעבוד לפי הערך שחושב בתת"ל 122 ובתחנה זו נוספו 10% לתוצאות הניתוח על מנת לתת ביטוי ותוספת למצב בינוי עתידי (שצפוי להיות משמעותי באגן לפי סעיף 2.2 לעיל), שינויי אקלים וכד'. תחנה זו שימשה כאגן אנלוגי עבור נחל חדרה בחלקו המורדי.

*טבלה 5 – ניתוח סטטיסטי בתחנת חדרה – גן שמואל*

| P% | LOG-NORMAL | PEARSON III | תוספת 30% | תוספת10% |
|---|---|---|---|---|
| **1** | 470.46 | 488.34 | 634.84 | **530** |
| **2** | 354.47 | 364.23 | 473.49 | **400** |
| **5** | 231.83 | 235.17 | 305.72 | **260** |
| **10** | 158.97 | 159.82 | 207.76 | **176** |
| **20** | 100.67 | 100.41 | 130.54 | **110** |

**<u>תחנת עירון – שער מנשה</u>**

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 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 ושתחילתם בהרי השומרון.

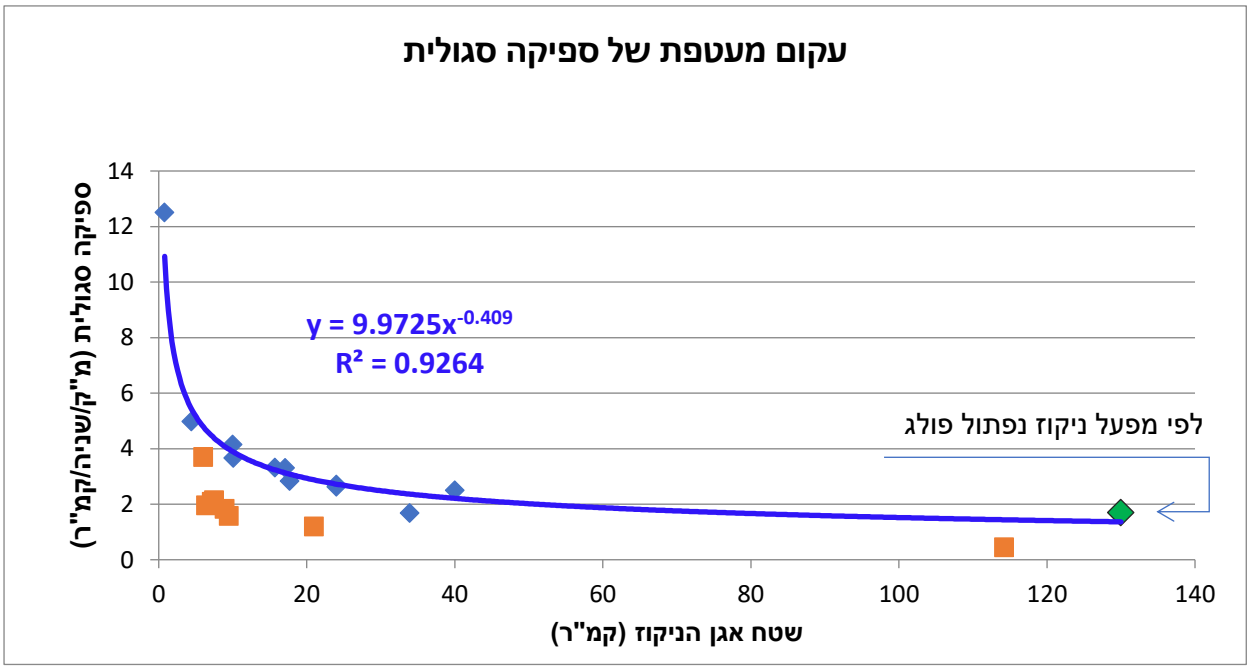
*טבלה 6 – ניתוח סטטיסטי בתחנת עירון – שער מנשה*

| 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 |

### 3.2.2 ספיקה סגולית

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.

### 3.2.3 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), 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.

### 3.2.4 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.

דרך העבודה שתוארה לעיל אושרה מול משרד החקלאות ורשות המים בישיבה מתאריך 28.3.23 בהשתתפות: בני יעקבי, ריקי קטנר – אגף שימור קרקע וניקוז במשרד החקלאות

יניב סויבלמן - אגף מים עיליים והידרומטאורולוגיה, השירות ההידרולוגי, רשות המים

רן פרחי, דרור אפשטיין – רשות ניקוז ונחלים שרון,

אברי לבנה, עמית קולטין – פלגי מים,

חגית וינר – אפיק הנדסת סביבה והידרולוגיה

## 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 בשלוש צורות הידרוגרפים:

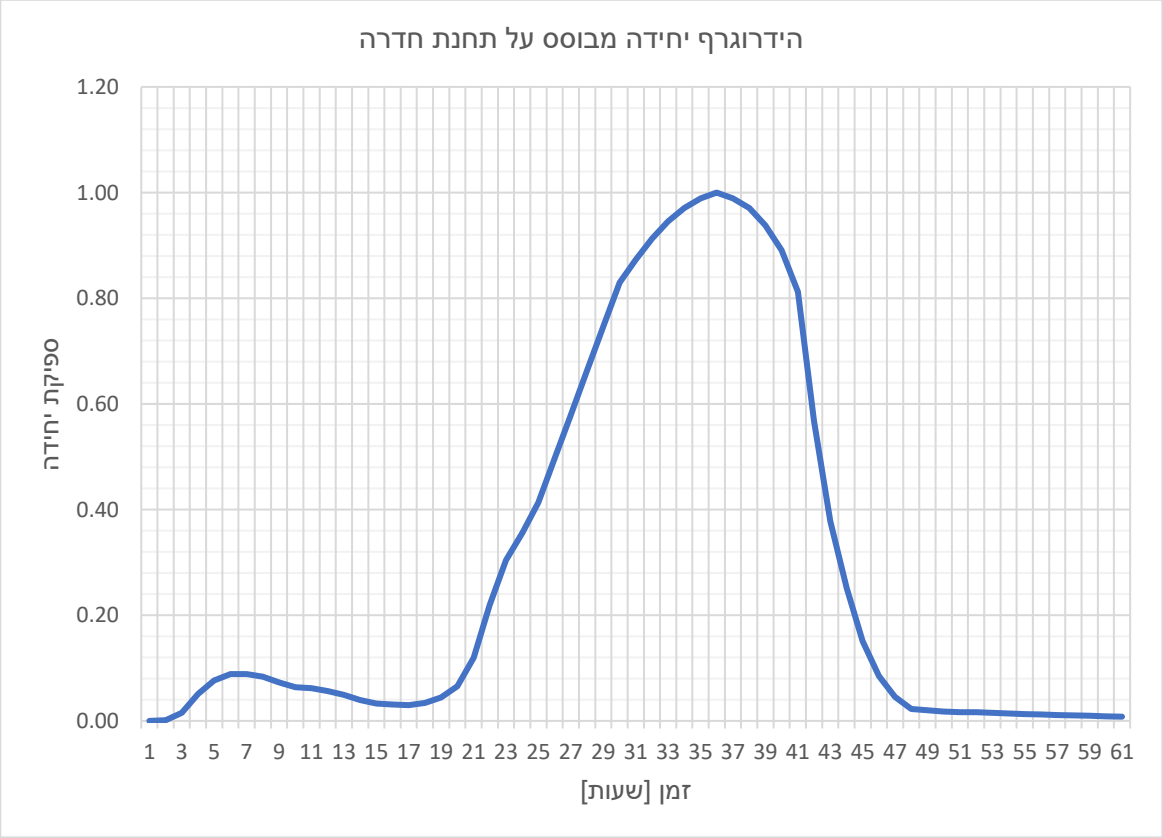
1. הידרוגרף תחנת חדרה – עבור אגנים שגודלם עולה על 200 קמ"ר וחושבו על בסיס תחנת חדרה-גן שמואל. אורך ההידרוגרף הוא 60 שעות.
2. הידרוגרף תחנת עירון – עבור אגנים בגודל 10-200 קמ"ר וחושבו על בסיס תחנת עירון. אורך ההידרוגרף הוא 40 שעות.
3. הידרוגרף אגן פולג – עבור אגנים קטנים שחושבו באמצעות השיטה הרציונלית או על פי קו מעטפת של ספיקות סגוליות. אורך ההידרוגרף הוא 24 שעות.

### 3.3.1 הידרוגרף לאגנים גדולים (מעל 200 קמ"ר)

ההידרוגרף באירוע סופתי באגן נחל חדרה נבנה בהתבסס על אירוע גשם מתאריך 26/01/2018.

נפח ההידרוגרף שהתקבל להסתברות 1% הינו כ – 33.7 מלמ"ק ומתאים לאירוע סופתי של 1% באגן נחל חדרה.

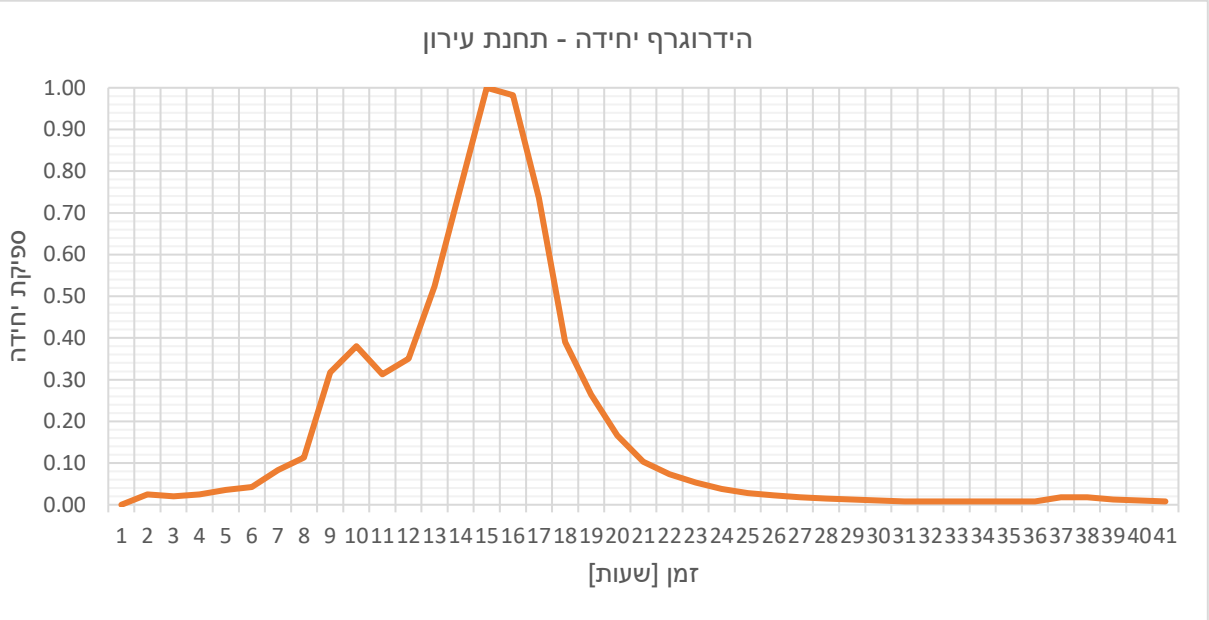
*גרף 2 – הידרוגרף תחנת חדרה*



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

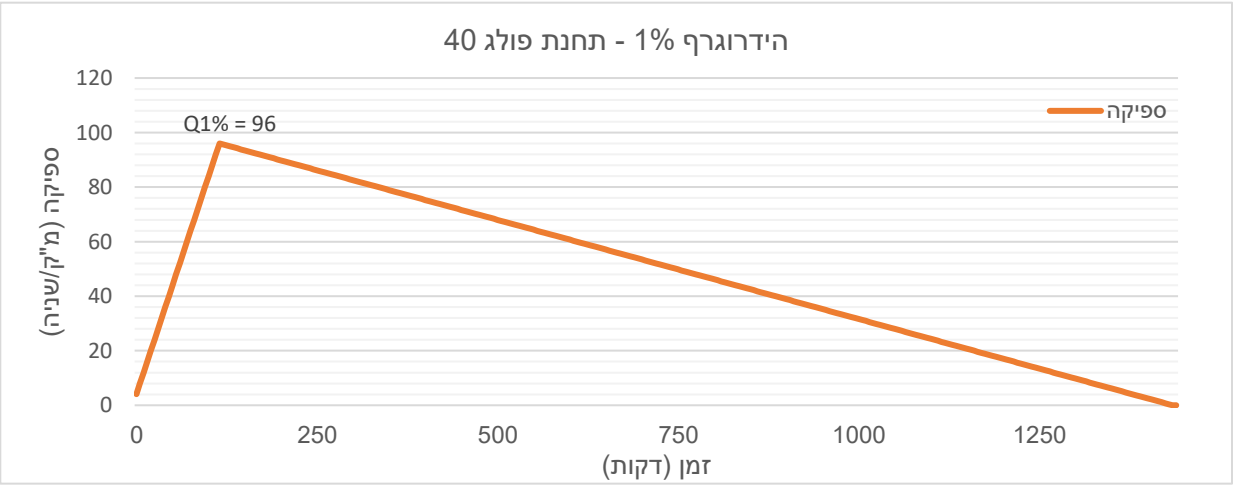
עבור אגנים בעלי מאפיינים דומים לאגן תחנת עירון, נבנה הידרוגרף על בסיס אירוע גשם מתאריך 26/01/2018.

*גרף 4 – הידרוגרף תחנת עירון*




### 3.3.3 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.




*גרף 5 – הידרוגרף בעל גל אחד לאגנים קטנים*

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

*טבלה 4 - ספיקות שיא ונפח הידרוגרפים מחושבים לאגן חדרה*

| נחל | פלג רז | שטח אגן (קמ"ר) | נתוני הידרוגרפים | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | ספיקת שיא (מ"ק/שנייה) | | | | | נפח הידרוגרף (מלמ"ק) | | | | |
| | | | Q1% | Q2% | Q5% | Q10% | Q20% | Q1% | Q2% | Q5% | Q10% | Q20% |
| חדרה | 01 | 617.4 | 530.0 | 413.1 | 268.5 | 181.7 | 113.6 | 33.73 | 26.29 | 17.10 | 11.50 | 7.20 |
| חדרה | 02 | 573.1 | 527.3 | 398.0 | 258.7 | 175.1 | 109.4 | 33.55 | 25.32 | 16.46 | 11.14 | 6.96 |
| חדרה | 03 | 424.7 | 453.9 | 342.6 | 222.7 | 150.7 | 94.2 | 28.88 | 21.80 | 14.17 | 9.59 | 5.99 |
| חדרה | 04 | 411.7 | 446.9 | 337.3 | 219.2 | 148.4 | 92.8 | 28.44 | 21.46 | 13.95 | 9.44 | 5.90 |
| חדרה | 05 | 400.0 | 440.5 | 332.5 | 216.1 | 146.3 | 91.4 | 28.03 | 21.16 | 13.75 | 9.31 | 5.81 |
| חדרה | 06 | 212.1 | 221.8 | 170.6 | 113.8 | 81.5 | 56.9 | 5.60 | 4.30 | 2.87 | 2.05 | 1.43 |
| רושרשי | 0201 | 12.2 | 56.8 | 44.9 | 30.7 | 21.3 | 13.2 | 2.50 | 1.96 | 1.30 | 0.93 | 0.57 |
| עירון | 0301 | 148.4 | 185.5 | 142.7 | 95.1 | 68.2 | 47.6 | 4.68 | 3.60 | 2.40 | 1.72 | 1.22 |
| עירון | 0302 | 143.6 | 182.6 | 140.4 | 93.6 | 67.1 | 46.8 | 4.61 | 3.54 | 2.36 | 1.69 | 1.18 |
| עירון | 0303 | 138.6 | 179.3 | 137.9 | 91.9 | 65.9 | 46.0 | 4.52 | 3.48 | 2.32 | 1.66 | 1.16 |
| עירון | 0304 | 62.9 | 120.8 | 92.9 | 61.9 | 44.4 | 31.0 | 3.05 | 2.34 | 1.56 | 1.12 | 0.78 |
| עירון | 0305 | 56.3 | 114.3 | 87.9 | 58.6 | 42.0 | 29.3 | 2.21 | 1.88 | 1.47 | 1.06 | 0.73 |
| עירון | 0307 | 49.8 | 107.5 | 82.7 | 55.1 | 39.5 | 27.6 | 2.71 | 2.08 | 1.39 | 0.99 | 0.69 |
| עירון | 0308 | 22.0 | 104.6 | 80.5 | 53.7 | 38.5 | 26.8 | 2.64 | 2.03 | 1.35 | 0.97 | 0.67 |
| עירון | 0309 | 12.6 | 54.1 | 41.6 | 27.7 | 19.9 | 13.9 | 1.36 | 1.05 | 0.69 | 0.50 | 0.35 |
| תלמי אלעזר | 03021 | 4.7 | 32.4 | 25.9 | 17.9 | 12.6 | 8.0 | 1.41 | 1.13 | 0.78 | 0.55 | 0.35 |
| גן שומרון | 03031 | 4.2 | 30.3 | 24.2 | 16.8 | 11.8 | 7.6 | 1.32 | 1.05 | 0.73 | 0.51 | 0.33 |
| נרבתה | 03041 | 70.0 | 127.5 | 98.1 | 65.4 | 46.9 | 32.7 | 3.21 | 2.47 | 1.65 | 1.18 | 0.82 |
| נרבתה | 03042 | 33.0 | 88.3 | 67.9 | 45.3 | 32.5 | 22.6 | 2.22 | 1.74 | 1.14 | 0.82 | 0.57 |
| נרבתה | 03043 | 15.9 | 60.7 | 46.7 | 31.1 | 22.3 | 15.6 | 1.53 | 1.17 | 0.78 | 0.56 | 0.39 |
| יבש | 03051 | 3.1 | 30.2 | 25.9 | 20.6 | 17.1 | 14.0 | 1.32 | 1.13 | 0.90 | 0.74 | 0.61 |
| יבש | 03052 | 0.9 | 15.5 | 13.5 | 10.9 | 9.2 | 7.5 | 0.67 | 0.59 | 0.47 | 0.40 | 0.32 |
| ברקאי | 03061 | 4.0 | 38.7 | 33.2 | 25.7 | 21.9 | 17.9 | 1.69 | 1.45 | 1.12 | 0.95 | 0.78 |
| תעלת הלולים | 03071 | 1.5 | 17.7 | 15.1 | 12.0 | 9.8 | 8.1 | 0.77 | 0.66 | 0.52 | 0.42 | 0.35 |
| תעלת עין ארובות | 03081 | 2.6 | 26.9 | 23.2 | 18.1 | 15.6 | 12.8 | 1.17 | 1.01 | 0.79 | 0.68 | 0.55 |
| שריה | 03091 | 5.3 | 48.3 | 41.8 | 32.7 | 28.1 | 23.0 | 1.17 | 0.90 | 0.60 | 0.43 | 0.30 |
| שריה | 03092 | 1.4 | 23.4 | 20.6 | 16.4 | 14.4 | 11.8 | 1.02 | 0.90 | 0.71 | 0.62 | 0.51 |
| ח'לת סליח | 030411 | 26.9 | 79.0 | 60.8 | 40.5 | 29.0 | 20.3 | 1.99 | 1.53 | 1.02 | 0.73 | 0.51 |
| פודייל | 030421 | 17.1 | 63.0 | 48.5 | 32.3 | 23.2 | 16.2 | 1.59 | 1.22 | 0.81 | 0.58 | 0.40 |
| שנטל | 030511 | 1.6 | 21.6 | 18.6 | 14.8 | 12.2 | 10.0 | 0.94 | 0.81 | 0.64 | 0.53 | 0.43 |
| אל מועלקה | 030911 | 3.9 | 35.4 | 30.7 | 24.0 | 20.6 | 16.9 | 1.58 | 1.34 | 1.04 | 0.90 | 0.73 |
| יצחק | 0401 | 13.0 | 59.0 | 49.4 | 36.8 | 27.8 | 19.2 | 2.58 | 2.16 | 1.60 | 1.22 | 0.85 |
| יצחק | 0402 | 4.8 | 32.7 | 26.1 | 18.0 | 12.7 | 8.0 | 1.43 | 1.14 | 0.78 | 0.55 | 0.34 |
| אחיטוב | 04011 | 5.3 | 34.7 | 27.2 | 18.7 | 13.1 | 8.1 | 1.51 | 1.18 | 0.81 | 0.57 | 0.35 |
| מאור | 0501 | 9.1 | 45.8 | 35.3 | 23.5 | 16.8 | 11.8 | 1.15 | 0.89 | 0.59 | 0.42 | 0.30 |
| חביבה | 0601 | 187.2 | 208.4 | 160.3 | 106.9 | 76.6 | 53.4 | 5.26 | 4.04 | 2.69 | 1.93 | 1.34 |

## 3.4 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).

### 3.4.1 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

### 3.4.2 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.

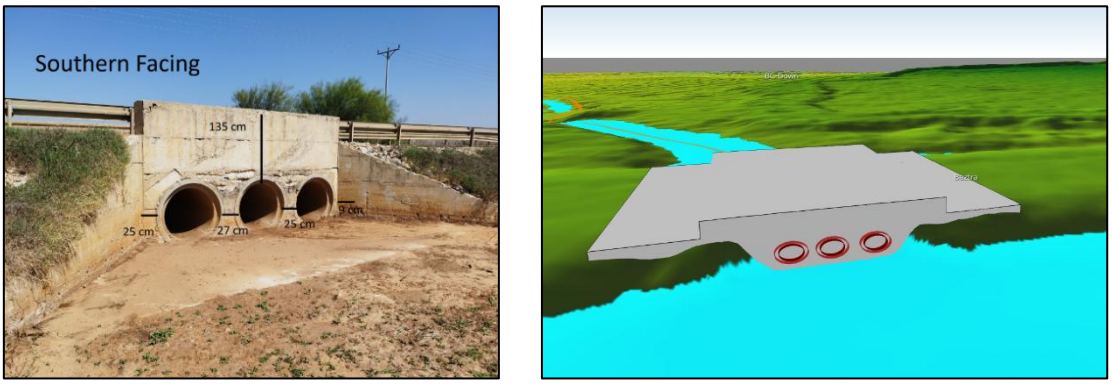
לכל אזור זרימה דו-ממדי קובעים סף הכניסה (הידרוגרף) ואת מיקום התחלת נקודת הזרימה ואת תנאי הסף לגבול היציאה של המודל.

באגן חדרה הגיאומטריה הוגדרה כדלהלן:

- **הנתונים הטופוגרפיים** נלקחו ממדידת Lidar של רשות הניקוז משנת 2019 ברזולוציית 0.5X0.5 מ', מדידות השלמה למקומות בהם היה שינוי בשטח, ומדידה בטימטרית.
- **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 (דוגמת גשרים) 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 ככל האפשר, כפי שניתן לראות בתמונה 2.

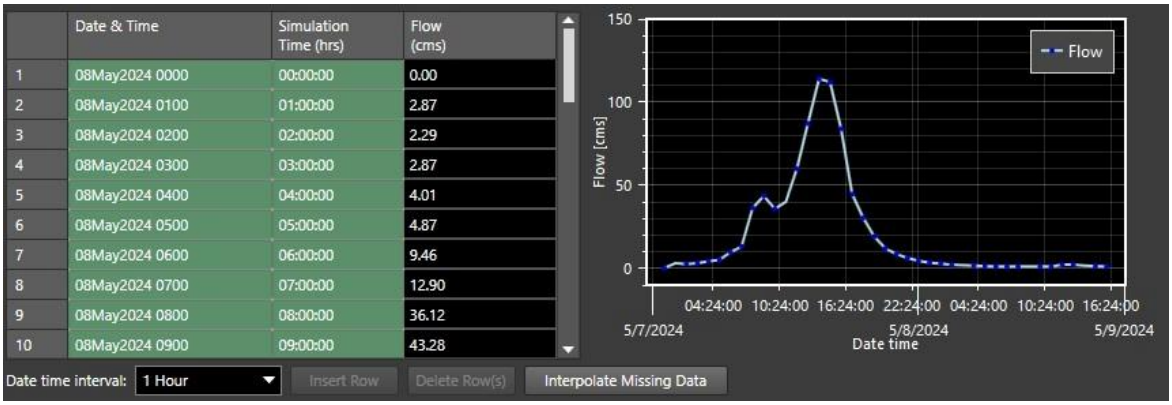
*תמונה 1 – מעביר מים במודל ובמציאות*




מעביר מים עם שלושה פתחים עגולים מודל בתוכנה בהתאם לפרמטרים שהועברו 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, כאשר הספיקה מחושבת לפי שטח האגן המתנקז עד מורד כל מקטע.

*איור 1 – דוגמה להידרוגרף כתנאי כניסה (upper boundary condition)*




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 (דוגמת מפגש הנחלים עירון-חדרה-יצחק).

במודל השפך לים, תנאי היציאה בים היה ערך קבוע של 0.82+ מטר כך שיילקח בחשבון גובה פני הים הצפוי במצב עתידי, בהתאם להנחיות במתודולוגיה של משרד החקלאות.

בשלב הבא, מוגדרים ערכי מנינג (מקדמי חספוס), 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 5 – 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 חדרה משך זמן ההרצה משתנה בהתאם לסוג ההידרוגרף. הזמנים הם 60 שעות, 40 שעות ו24 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").

### 3.4.3 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 (מפה 6).

*מפה 6 – דוגמה למקטעי נחל*




מיספור הנחלים הוא מהשפך לכיוון המעלה. מקטע 01 של נחל חדרה נמצא בשפך הנחל בחדרה; למקטע 04 חובר נחל מאור והמקטע של נחל חדרה במעלה מהחיבור מקבל את המספר 05 ונחל מאור 0501.

**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 מורד נחל חדרה כלל המודל את כניסות הנחלים יצחק, עירון ותלמי אלעזר המתחברים אל נחל חדרה ומשפיעים 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 חדרה-עירון-יצחק-אחיטוב מוצגת בטבלה

*טבלה 6 – התאמת ספיקות לפי נפחים בצמתי נחלים*

צומת חדרה-עירון-יצחק – חישוב הסתברויות עבור Hadera_03

| Q20% | Q10% | Q5% | Q2% | Q1% | |
|---|---|---|---|---|---|
| 6 מלמ"ק | 9.6 מלמ"ק | 14.2 מלמ"ק | 21.8 מלמ"ק | 28.8 מלמ"ק | **נפח מחושב** |
| הסתברות: 20%<br>נפח: 5.8 | הסתברות: 10%<br>נפח: 9.3 | הסתברות: 5%<br>נפח: 13.7 | הסתברות: 2%<br>נפח: 21.1 | הסתברות: 1%<br>נפח: 28 | **חדרה – צומת 14** |
| הסתברות: 20%<br>נפח: 0.35 | הסתברות: 20%<br>נפח: 0.35 | הסתברות: 20%<br>נפח: 0.35 | הסתברות: 20%<br>נפח: 0.35 | הסתברות: 20%<br>נפח: 0.35 | **אחיטוב – צומת 32** |
| הסתברות: 20%<br>נפח: 0.84 | הסתברות: 20%<br>נפח: 0.84 | הסתברות: 20%<br>נפח: 0.84 | הסתברות: 20%<br>נפח: 0.84 | הסתברות: 20%<br>נפח: 0.84 | **יצחק – צומת 10** |
| הסתברות: 20%<br>נפח: 0.3 | הסתברות: 20%<br>נפח: 0.3 | הסתברות: 20%<br>נפח: 0.3 | הסתברות: 20%<br>נפח: 0.3 | הסתברות: 20%<br>נפח: 0.3 | **מאור – צומת 13** |
| 7.3 | 10.8 | 15.2 | 22.6 | 29.5 | **סה"כ** |

**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 אפשטין, מהנדס רשות הניקוז, שתרם מניסיונו הרב והיכרות עם השטח.

### 3.5 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) חלוקה לקבוצות שוות ערך (בהתאם לדרישות ה TOR):
   - עומק הצפה: 0-0.5 מטר; מעל 0.5 מטר
   - מהירות זרימה: 0-1.5 מטר; מעל 1.5 מטר

ב) "החלקת" פוליגונים:
   - איחוד פוליגונים הקטנים מ-500 מ"ר עם הפוליגון הגדול שסמוך אליהן.
   - עיגול פינות לקבלת פוליגונים עם פחות "רעש" ב-Tolerance של 20 מטר.

ג) איחוד כל מקטעי הנחל שהומרו לווקטורים לכדי שכבה אחת (שכבה אחת לכל הסתברות - 1%, 2%, 5%, 10%, 20%) ללא overlaps, כאשר הכלל המנחה במידה ויש חפיפה בין פוליגונים: העומק/מהירות הזרימה הגבוהים נלקחים.

עם השלמת המעבר מרסטר לווקטור ניתן להשלים את יצירת שאר השכבות של 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.

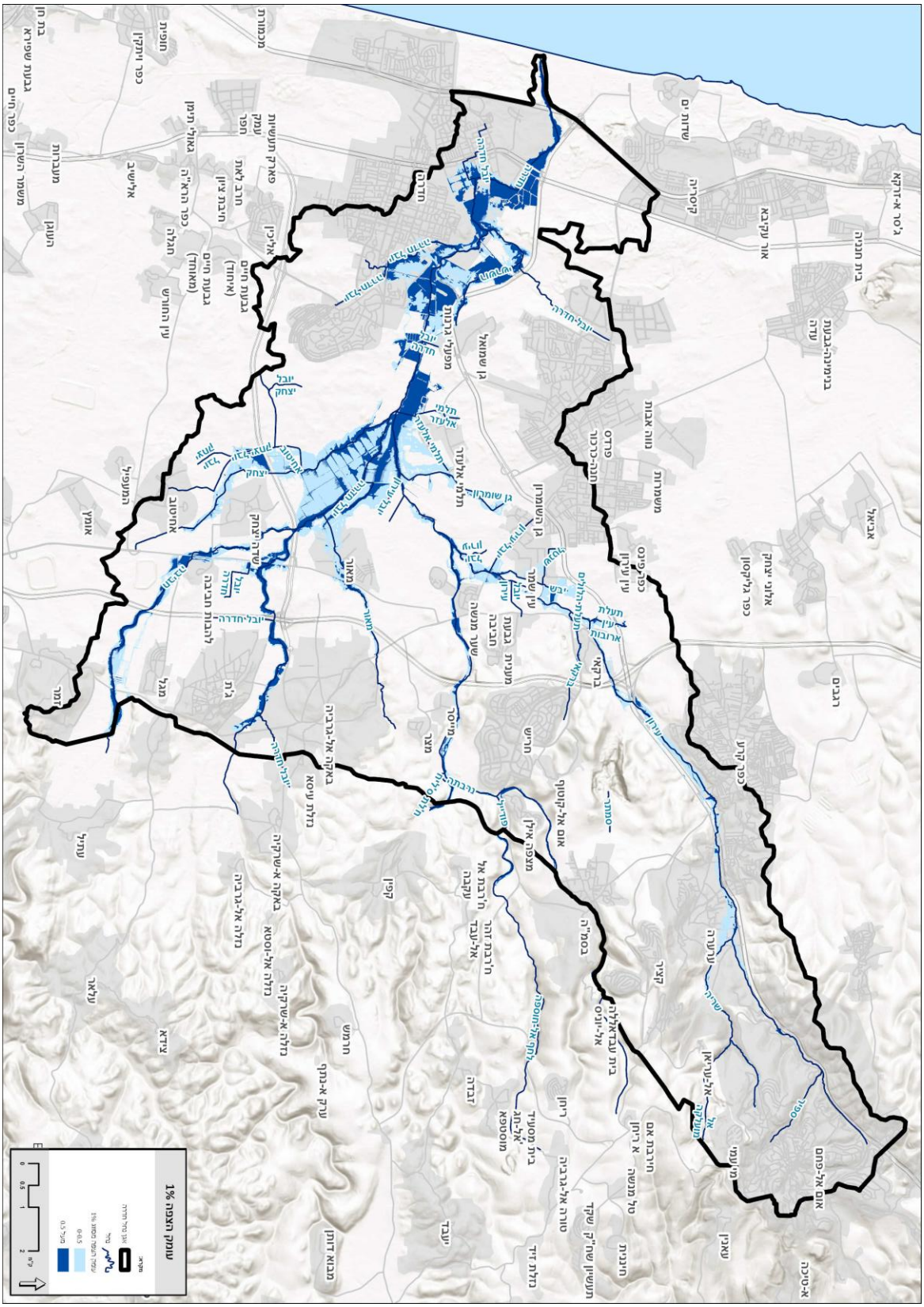
סה"כ תוצרים לשלב 3 מוצגים בטבלה 6.

*טבלה 7 – סיכום שכבות למאגר המידע בסיום שלב 3*

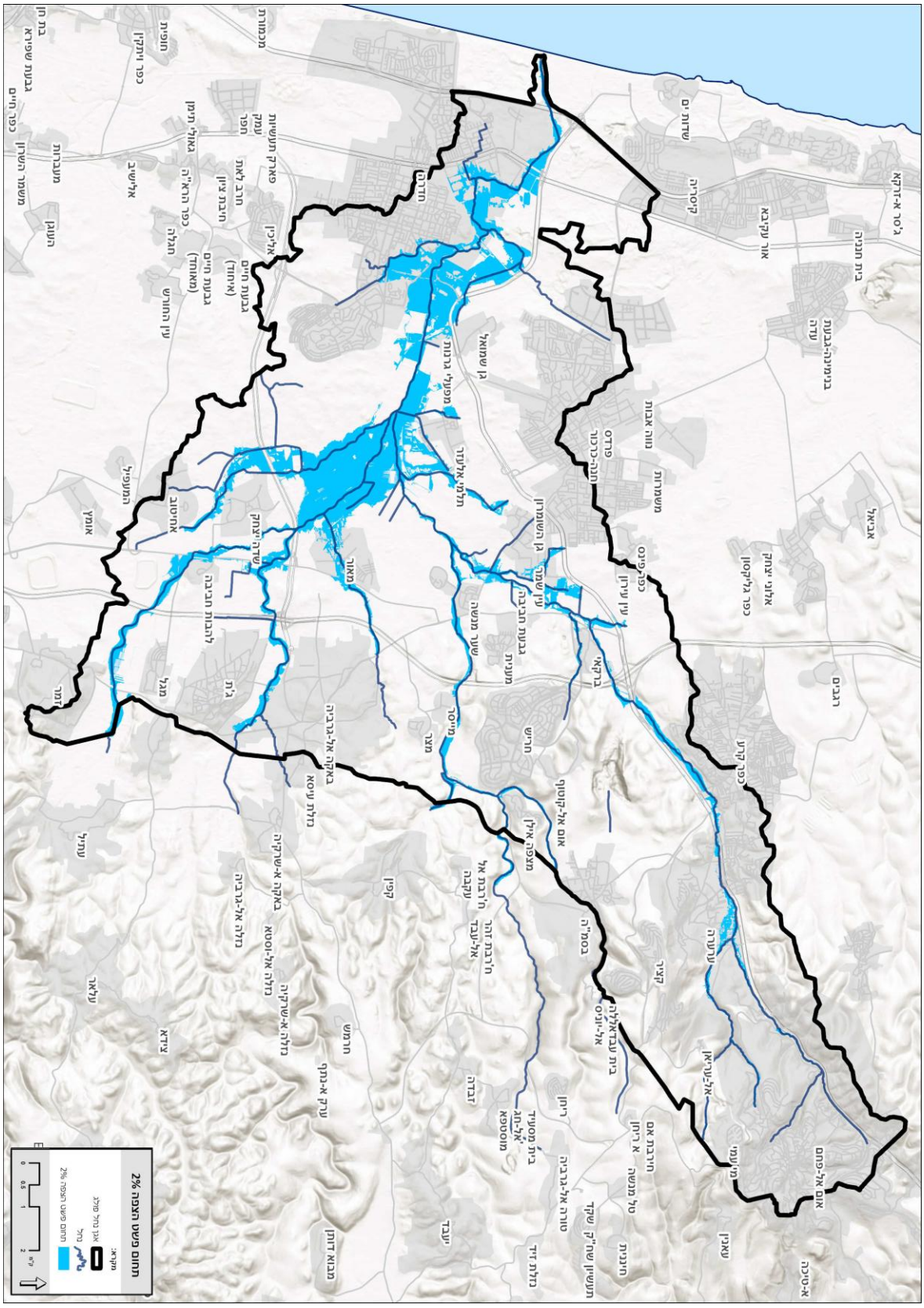
| שם השכבה | תיאור |
|---|---|
| **Floodplain1**<br>**Floodplain2**<br>**Floodplain5**<br>**Floodplain10**<br>**Floodplain20** | 5 שכבות "תחום פשט הצפה" "Floodplain" (לפי הסתברויות שונות - 1%, 2%, 5%, 10%, 20%) |
| **FlowVelocityClassified1**<br>**FlowVelocityClassified2**<br>**FlowVelocityClassified5**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

מפות ההצפה מוצגות להלן.

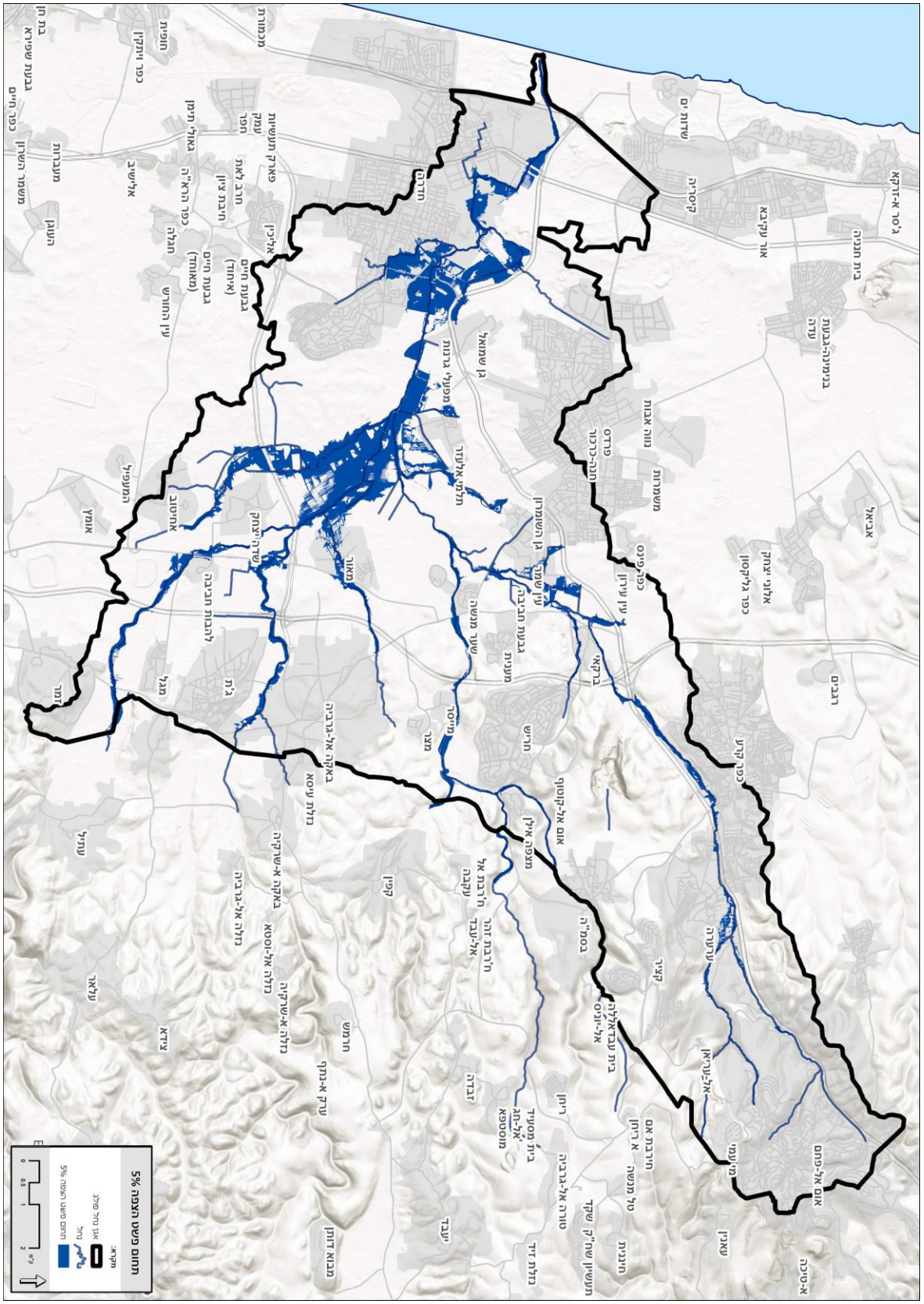
*מפה 7 – עומק הצפה בהסתברות 1%*



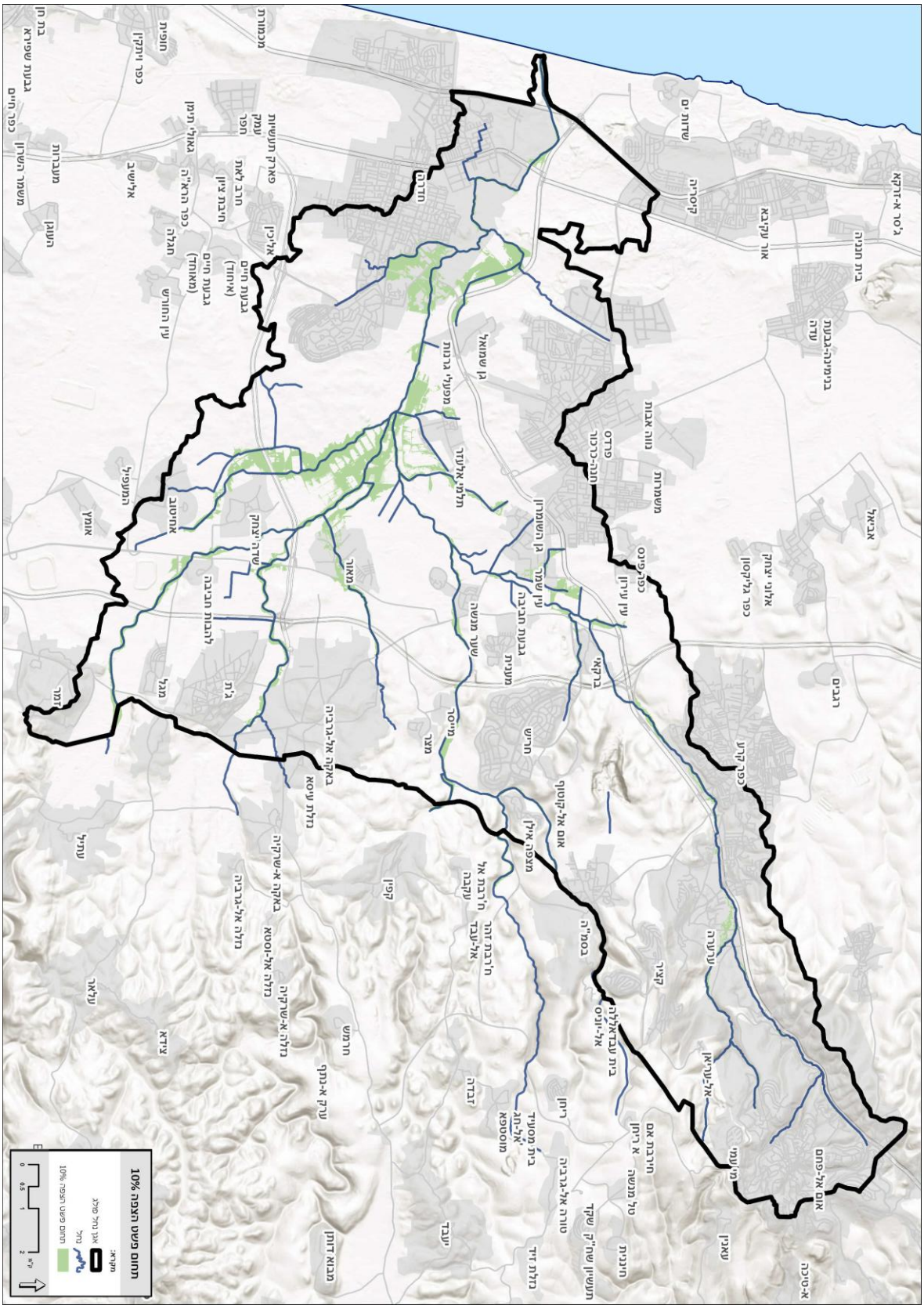
*מפה 8 – פשט הצפה בהסתברות 2%*



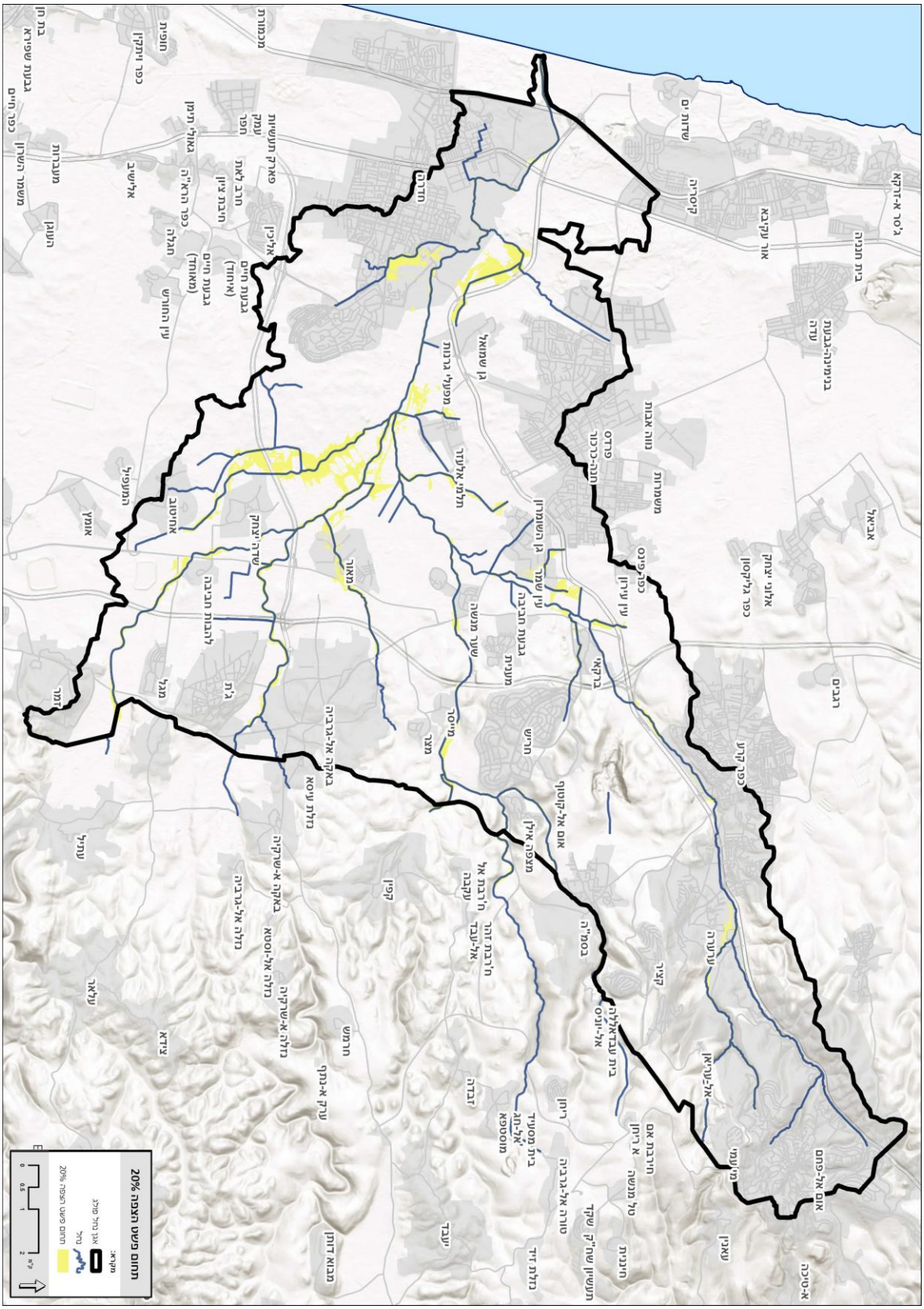
*מפה 9 - פשט הצפה בהסתברות 5%*



*מפה 10 – פשט הצפה בהסתברות 10%*



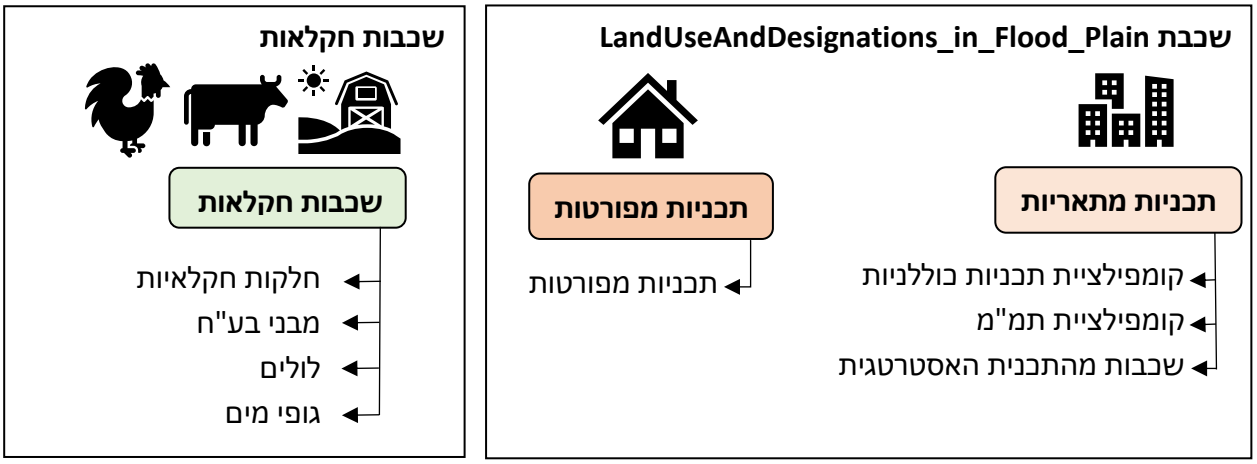
*מפה 11 – פשט הצפה בהסתברות 20%*



# 4 תכניות מפורטות בפשט ההצפה

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

*תרשים 6 – מרכיבי התוצרים של שכבות יעודי ושימושי קרקע בפשט הצפה*




## 4.1 שלבי העבודה

1. חיתוך שכבת הקומפילציה "פתוח פיתוח" משלב 2 לפי פשט הצפה 1%.
2. בניית שכבת קומפילציה נכונה טופולוגית של תכניות מפורטות שמורכבת מקומפילציות שהתקבלו מרשויות מקומיות, רשות מקרקעי ישראל ומנהל התכנון בתחום פשט ההצפה 1%. בהתאם למתודולוגיה, יעוד קרקע "חקלאות" הורד מהתכניות המפורטות.
3. הוספת 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 הx-plan שקיבלנו ממנהל התכנון - דצמבר 2024.

4. חיתוך שכבות שטחים חקלאיים (בריכות, לולים, חלקות חקלאיות ומבני בע"ח (ללא לולים) עם פשט הצפה 1% הכולל עומק הצפה.

שלבים 1-4 חזרו על עצמם גם עבור שאר ההסתברויות – 2%, 5%, 10%, 20%.

התוצרים של שלב זה הם שתי שכבות החתוכות לפי פשט ההצפה הרחב ביותר (פשט של הסתברות 1%):

(1) שכבה וקטורית הכוללת תכניות בכל רמות התכנון – ממפורטת ועד אסטרטגית.

(2) שכבת השטחים החקלאיים (שכבה של משרד החקלאות) חתוכה.

## 4.2 קופילציית התכניות

שלבים 5-8 הינם חישובי הנזק בתכניות מפורטות, כוללניות, תמ"מיות ואסטרטגיות, וחקלאות בהתאמה.

לפני תחילת חישובי הנזק יש ליצור קומפילציות של תכניות חתוכות לפי שכבת עומק ההצפה בכל אחת מהסתברויות התכן (תרשים 7).

*תרשים 7 – סדר הכנסת התכניות בקומפילציה*



**תכניות מפורטות**

יעודים מתכנית מפורטת בעדיפות עליונה.
במקומות בהם אין תכנית מפורטת או שבתכנית המפורטת היעוד הוא חקלאי, נשמרו יעודים מתוך תכנית כוללנית (למעט מקרים חריגים).



**תכניות מתאריות**

במקומות בהם אין תכנית מפורטת או כוללנית, נשמרו יעודים מתוך התמ"מ והתכנית האסטרטגית.



**שכבות חקלאות**

במקומות בהם לא חלה אף תכנית נלקחו שכבות השטחים החקלאים של משרד החקלאות (לולים, חלקות חקלאיות ומבני בע"ח (ללא לולים)).

## 4.3 שינויים מהמתודולוגיה – הנחות עבודה בחישוב הנזק

באופן כללי, חישוב פוטנציאל הנזק – בכל רמות התכנון, קרי בשלבים 5 עד 8 – מבוסס על טבלאות הנזק ושכבת הנזק שנבנו לצורך הפרויקט ע"י משרד החקלאות. עם זאת, המתודולוגיה קבעה כי בידי צוות התכנון האפשרות לשנות ערכי ברירת מחדל או להציע חישוב אחר.

השינויים שבוצעו קשורים לשלושה היבטים:

### 4.3.1 שיעור שטח בנוי לא מוגן – 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 מקדם של 0.8
- לתכניות הכוללניות האחרות ולתכניות מפורטות – נשאר ערך ברירת מחדל של 1.

תכנית מפורטת באזור התעשיה הצפוני בחדרה מציגה פתרון הגנה של הגבהת שטח המגרשים בכ – 3 מטרים. מאחר והתכנית לא אושרה, ולא נכנסה לקומפילציית התכניות, שיעור השטח הלא מוגן נותר 1 (ערך ברירת המחדל). בפרק המענה תינתן התייחסות לפתרון הנ"ל.

### 4.3.2 בקרה על שטחים חקלאיים

בחינה של יעודי קרקע לחקלאות בתכניות מפורטות וקביעה אם לשמור על היעוד או לקחת יעוד של פיתוח מתכנית ברמה גבוהה יותר, בהתאם לשיקול הדעת של מהנדס הרשות ושל צוות התכנון. השינויים שבוצעו:

- מאור ותלמי אלעזר – נקלטו יעודי החקלאות מהתכנית המפורטת.
- עין שמר – לא נקלטו שטחי החקלאות מהתכניות המפורטות.
- ברקאי – נקלט מהתכנית האסטרטגית "מתחם 15" המיועד לתעשיה במקום יעוד קרקע חקלאי מהתכנית המפורטת.
- ערערה ואום אל פחם – לא נקלטו שטחי חקלאות מהמפורטות. במקומם נלקחו יעודים מהתכנית הכוללנית ויעוד של אזור פיתוח עירוני מתמ"מ 6 שינויים 9 ו 11.

### 4.3.3 פוטנציאל הנזק במתקנים הנדסיים

עבור מתקנים הנדסיים הצענו דרך חישוב שונה מהמתודולוגיה של משרד החקלאות. שיטת העבודה המוצגת בנספח 3 אושרה ע"י דיאנה פאנוס ממשרד החקלאות (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 תדרש 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 חישוב פוטנציאל הנזק בתכניות מפורטות

"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)

עם השלמת הקומפילציות ואישור הנחות העבודה מול רשות הניקוז (סעיף 4.3 לעיל) חושב הנזק בתוך שכבת ה GDB (תרשים 8) ולאחר מכן בקובץ אקסל ייעודי שנבנה ע"י משרד החקלאות וביטחון המזון.

באופן כללי חישוב הנזק מתבסס על קריטריונים דומים עבור כל אחת מסוגי התכניות (תרשים 8) – קבוצת יעודי הקרקע; עומק ההצפה (מעל או מתחת לעומק של 0.5 מטר); השטח המוצף (במ"ר); תכסית; ושיעור שטח בנוי לא מוגן. ההבדל בין סוגי התכניות בא לידי ביטוי ברמת הפירוט של טבלת החישוב ובפוטנציאל הנזק בש"ח למ"ר ("תג המחיר"), לכן בטבלת חישוב הנזק עבור תכניות מפורטות ישנן 17 קבוצות יעודי קרקע (טבלה 8) בעוד שבטבלאות החישוב של כוללניות ושל תמ"מ ואסטרטגית ישנן רק 7 קבוצות של יעודי קרקע (טבלאות 9-10, בהתאמה).

*טבלה 8 – טבלת חישוב פוטנציאל הנזק בתכניות מפורטות, הסתברות 1%*

| | קבוצת שוות נזק | תכסית | פוטנציאל נזק - ₪ למ"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) | שיעור שטח בנוי לא מוגן | סה"כ נזק (₪) | שימוש הקרקע העיקרי | | סה"כ נזק (₪) | מס' קומות - אפשרויות | מס' קומות - החלטה לפי מאפיינים | נזק פר מ"ר קרקע בסכנת הצפה (₪) | סה"כ נזק - שימוש הקרקע העיקרי + חניה תת"ק (₪) | שטח קרקעי בסכנת הצפה (מ"ר) | סה"כ נזק (₪) |
| | | | | | | | | שטח (מ"ר) | סה"כ נזק (₪) | | חניה תת קרקעית | | | | | |
| 1 | מגורים שאינם צמודי קרקע - עירוני | 35% | 1,600 | 3,300 | 0 | 100% | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 / 1 / 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | מגורים שאינם צמודי קרקע - עירוני | 35% | 1,600 | 3,300 | 67,849 | 100% | 37,995,637 | 52,143 | 60,225,526 | 82,572,660 | 0 / 1 / 2 | 1 | 429 | 429 | 119,993 | 120,568,297 |
| | מגורים שאינם צמודי קרקע - עירוני | 35% | 1,600 | 3,300 | 0 | 100% | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 / 1 / 2 | 2 | 857 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | מגורים צמודי קרקע - עירוני | 35% | 1,600 | 3,300 | 880 | 100% | 493,036 | 115 | 132,937 | 132,937 | 0 | 0 | 0 | 0 | 996 | 625,973 |
| 3 | מגורים כפרי | 15% | 2,000 | 3,300 | 1,222,201 | 100% | 366,660,205 | 24,592 | 12,173,223 | 12,173,223 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,246,793 | 378,833,428 |
| 4 | עירוני שאינו מגורים | 27% | 1,600 | 3,300 | 0 | 100% | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 / 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | עירוני שאינו מגורים | 27% | 1,600 | 3,300 | 56,215 | 100% | 24,284,903 | 68,975 | 61,456,947 | 91,017,769 | 0 / 2 | 1 | 429 | 429 | 125,190 | 115,302,671 |
| 5 | מבני ציבור | 40% | 1,600 | 3,300 | 94,747 | 100% | 60,637,865 | 35,613 | 47,009,043 | 47,009,043 | 0 / 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 107,646,907 |
| | מבני ציבור | 40% | 1,600 | 3,300 | 0 | 100% | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 / 1 | 1 | 429 | 0 | 0 | 0 |
| | תעשייה קלה, אחסנה ומלאכה | 45% | 1,000 | 1,000 | 61,062 | 100% | 27,477,965 | 9,774 | 4,398,397 | 4,398,397 | 0 | 0 | 0 | 0 | 70,836 | 31,876,362 |
| | תעשייה כבדה | 40% | 2,000 | 2,000 | 74,279 | 100% | 59,422,834 | 92,530 | 74,024,183 | 74,024,183 | 0 | 0 | 0 | 0 | 166,809 | 133,447,018 |
| 6 | משרדים | 7% | 1,500 | 1,500 | 0 | 100% | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 857 | 0 | 0 | 0 |
| | תעשייה ותעסוקה - כללי | 31% | 1,500 | 1,500 | 0 | 100% | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 / 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | תעשייה ותעסוקה - כללי | 31% | 1,500 | 1,500 | 6,382 | 100% | 2,935,665 | 5,617 | 2,583,681 | 7,397,993 | 0 / 2 | 2 | 857 | 0 | 11,999 | 10,333,658 |
| 7 | מתקנים הנדסיים | | | | 0 | 100% | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 8 | דרכים | | 95 | 95 | 661,176 | 100% | 62,811,682 | 501,966 | 47,686,769 | 47,686,769 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,163,142 | 110,498,451 |
| 9 | שטח ציבורי פתוח | 100% | 58 | 58 | 336,017 | 100% | 19,488,966 | 366,981 | 21,284,870 | 21,284,870 | 0 | 0 | 0 | 0 | 702,997 | 40,773,837 |
| 10 | שטחים חקלאיים בתכנית מפורטת | | | | | | | | | | | | | | 14,838,126 | 150,293,659 |
| | סה"כ | | | | 2,580,807 | | 662,208,758 | 1,158,307 | 330,975,577 | 387,697,845 | | | | | 18,446,880 | 1,200,200,261 |

*טבלה 9 - טבלת חישוב פוטנציאל הנזק בתכניות כוללניות, הסתברות 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 | 118,842 | | | 139 | 50% | 0 | 16,518,974 |
| שצ"פ | 1,036,773 | | | 58 | 100% | 0 | 60,132,849 |
| מבני ציבור | 1,064 | 851 | מתחת ל-0.5 מ' | 1,600 | 40% | 0 | 544,641 |
| | | 213 | מעל 0.5 מ' | 3,300 | 40% | 0 | 280,523 |
| מסחר \ תיירות | 179,047 | 97,277 | מתחת ל-0.5 מ' | 1,600 | 19% | 0 | 29,844,731 |
| | | 81,770 | מעל 0.5 מ' | 3,300 | 17% | 1 | 80,309,730 |
| מגורים | 477,446 | 315,982 | מתחת ל-0.5 מ' | 241 | 100% | 0 | 76,038,015 |
| | | 161,463 | מעל 0.5 מ' | 375 | 100% | 0 | 60,538,046 |
| תעשיה ותעסוקה | 736,701 | 358,164 | מתחת ל-0.5 מ' | 365 | 100% | 0 | 130,708,541 |
| | | 378,537 | מעל 0.5 מ' | 375 | 100% | 2 | 141,926,279 |
| מתקן הנדסי | 127,340 | | | | | | 216,943,755 |

פוטנציאל הנזק למ"ר מגורים מחושב כממוצע משוקלל שלוקח בחשבון את אחוז שטח שימושי הקרקע והתכסית בדרכים, שצ"פ, מגורים, מבני ציבור ומסחר כמתואר בטבלה למטה.

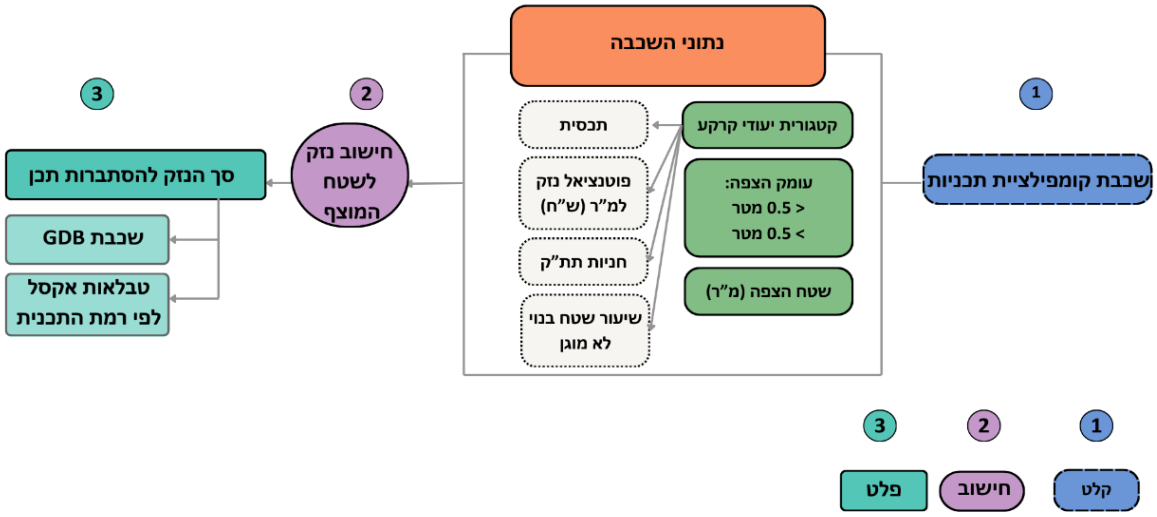
| סה"כ פוטנציאל נזק (₪) | 813,786,083 |
|---|---|

*טבלה 10 - טבלת חישוב פוטנציאל הנזק בתמ"מ ואסטרטגית, הסתברות 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) | פוטנציאל נזק משוקלל לדונם - להזנה בטבלת ה-GIS (₪) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| מגורים | 0 | 75,947 | מתחת ל-0.5 מ' | 239 | 100% | 0 | 18,151,354 | 239,000 |
| | | 27,002 | מעל 0.5 מ' | 534 | 100% | 0 | 14,419,126 | 534,000 |
| תעשיה ותעסוקה | 499,061 | 363,952 | מתחת ל-0.5 מ' | 299 | 100% | 0 | 108,821,594 | 299,000 |
| | | 135,109 | מעל 0.5 מ' | 312 | 100% | 0 | 42,153,955 | 312,000 |
| דרכים | 0 | 0 | לא רלוונטי | 128 | 100% | 0 | 0 | 0 |
| שצ"פ | 0 | 0 | לא רלוונטי | 58 | 100% | 0 | 0 | 0 |
| מבני ציבור | 0 | 0 | מתחת ל-0.5 מ' | 640 | 100% | 0 | 0 | 0 |
| | | 0 | מעל 0.5 מ' | 1,320 | 100% | 0 | 0 | 0 |
| עירוני שאינו מגורים | 0 | 0 | מתחת ל-0.5 מ' | 306 | 100% | 0 | 0 | 0 |
| | | 0 | מעל 0.5 מ' | 554 | 100% | 0 | 0 | 0 |
| מסחר | 0 | 0 | מתחת ל-0.5 מ' | 307 | 100% | 0 | 0 | 0 |
| | | 0 | מעל 0.5 מ' | 1,411 | 100% | 0 | 0 | 0 |

| סה"כ פוטנציאל נזק (₪) | 183,546,029 |
|---|---|

תרשים 8 – שלבי חישוב הנזק



כפי שניתן לראות בתרשים 8, ישנם ארבעה שדות "קבועים" – עומק ההצפה ושטח ההצפה הינם תוצאות שהתקבלו ממודל פשטי ההצפה והחיתוך עם קומפילציית התכניות, ופוטנציאל נזק למ"ר ואחוז תכסית הינם ערכים שנקבע ע"י משרד החקלאות עבור כל קבוצת יעודי קרקע. בנוסף ישנם עוד שני שדות שניתן לשנות מערכי ברירת המחדל – שיעור שטח בנוי לא מוגן כפי שפורט בסעיף 4.3 לעיל וחניות תת קרקעיות בקבוצות יעודי קרקע המפורטות בטבלה להלן ועומק הצפה מעל 0.5 מטר.

*טבלה 11 – 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 |

עבור "מגורים שאינם צמודי קרקע- עירוני" ו"עירוני שאינו מגורים" הוחלט להגדיר קומת חנייה 1 מתוך הנחה שלכמחצית מהם יש חניות תת קרקעיות.

בסיום העבודה על השכבות ב GDB הוכנסו השטחים הכוללים לפי הקטגוריה והעומק למקומות המתאימים בטבלת האקסל של חישוב הנזק בתכניות מפורטות והתקבל סך כל הנזק בכל אחת מחמש הסתברויות תכן (תמונה 5).

# 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 הנזק בתכניות מתאריות נערך ב GDB במקביל לחישוב של התכניות המפורטות ובאותו אופן. ההבדל הוא בערכים של פוטנציאל נזק למ"ר ובאחוז התכסית (טבלה 9 לעיל), שהינם ערכים שנקבעו ע"י משרד החקלאות, בהתאם להנחות היסוד לעיל.

# 7 חישוב פוטנציאל הנזק בתמ"מ ובאסטרטגית

חישוב פוטנציאל הנזק באזור שבו חלות תמ"מ או אסטרטגית נערך באופן דומה לחישובים באזורים של תכניות מפורטות או כוללניות. ההבדל העיקרי הינו ברמת חוסר הוודאות הגבוהה לגבי יעודי 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 12) לטבלת חישוב הנזק (טבלה 10 לעיל).

*טבלה 12 - 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 יעודי הקרקע האחרים, גם חישוב הנזק בשטחי החקלאות נערך בתוך ה- GDB.

שכבת החלקות החקלאיות שימשה כמקבילה לקבוצת יעודי הקרקע ובכך איפשרה להתאים לכל סוג גידול את עלות הנזק למ"ר, לפי הטבלה של משרד החקלאות (טבלה 12). בחישוב הנזק לחקלאות אין השפעה של עומק ההצפה (מעל או מתחת ל 0.5 מטר) על חישוב הנזק.

*טבלה 13 – 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** | 3,874 | 3,583,193 |
| 2 | מבני חקלאיים, למעט לולים | **30** | 1,453 | 43,589 |
| 3 | ירקות בכיסוי | **50** | 60,936 | 3,046,816 |
| 4 | בריכות דגים | **40** | 374 | 14,978 |
| 5 | פרחים | **15** | 12,644 | 189,653 |
| 6 | מטעים בכיסוי | **15** | 1,435 | 21,522 |
| 7 | מטעים | **12** | 387,537 | 4,650,443 |
| 8 | גד"ש וירקות בשטח פתוח | **10** | 906,065 | 9,060,646 |
| 9 | הדרים | **6** | 41,350 | 248,098 |
| 10 | שונות \ לא מעובד | 0 | 29,649 | 0 |
| | **סה"כ** | | **1,415,667** | **20,858,937** |

<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 22-6-2025- הסתברות P).

# 9 הצגה גרפית של פוטנציאל הנזק

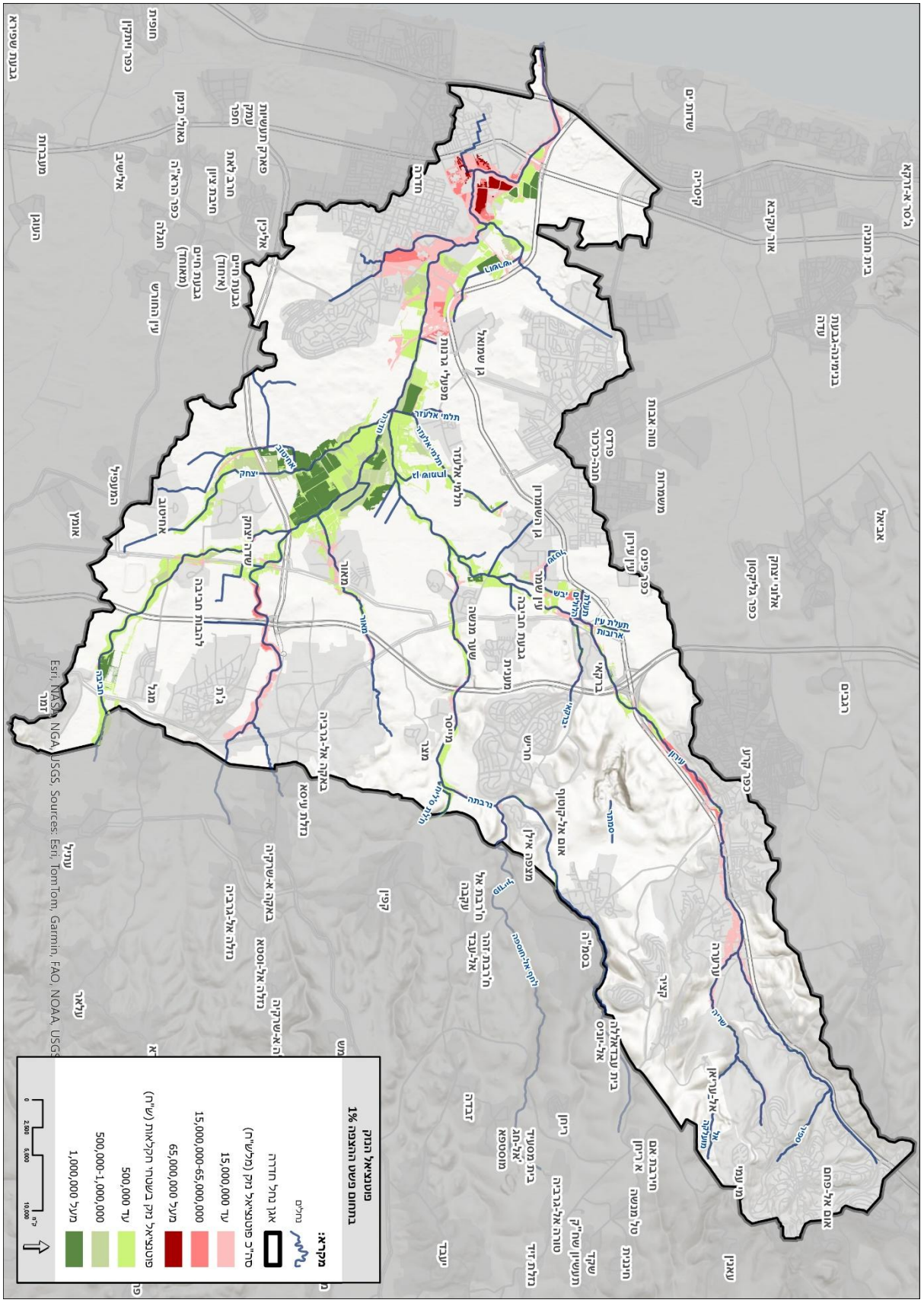
"בחינה ויזואלית של השטח מאפשרת להבין היכן נמצאים אותם הייעודים והשימושים הרגישים במיוחד לנזקי הצפה ומה ניתן לעשות כדי לצמצם את הסיכון. מפת סך פוטנציאל הנזק באגן היא למעשה תוצר של שילוב כל השכבות של שימושי הקרקע עפ"י התכניות השונות (מפורטות, כוללניות, ותמ"מ/אסטרטגית, מתחת ומעל עומק הצפה של 0.5 מטר) ושכבת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

(מתוך אתר המתודולוגיה)

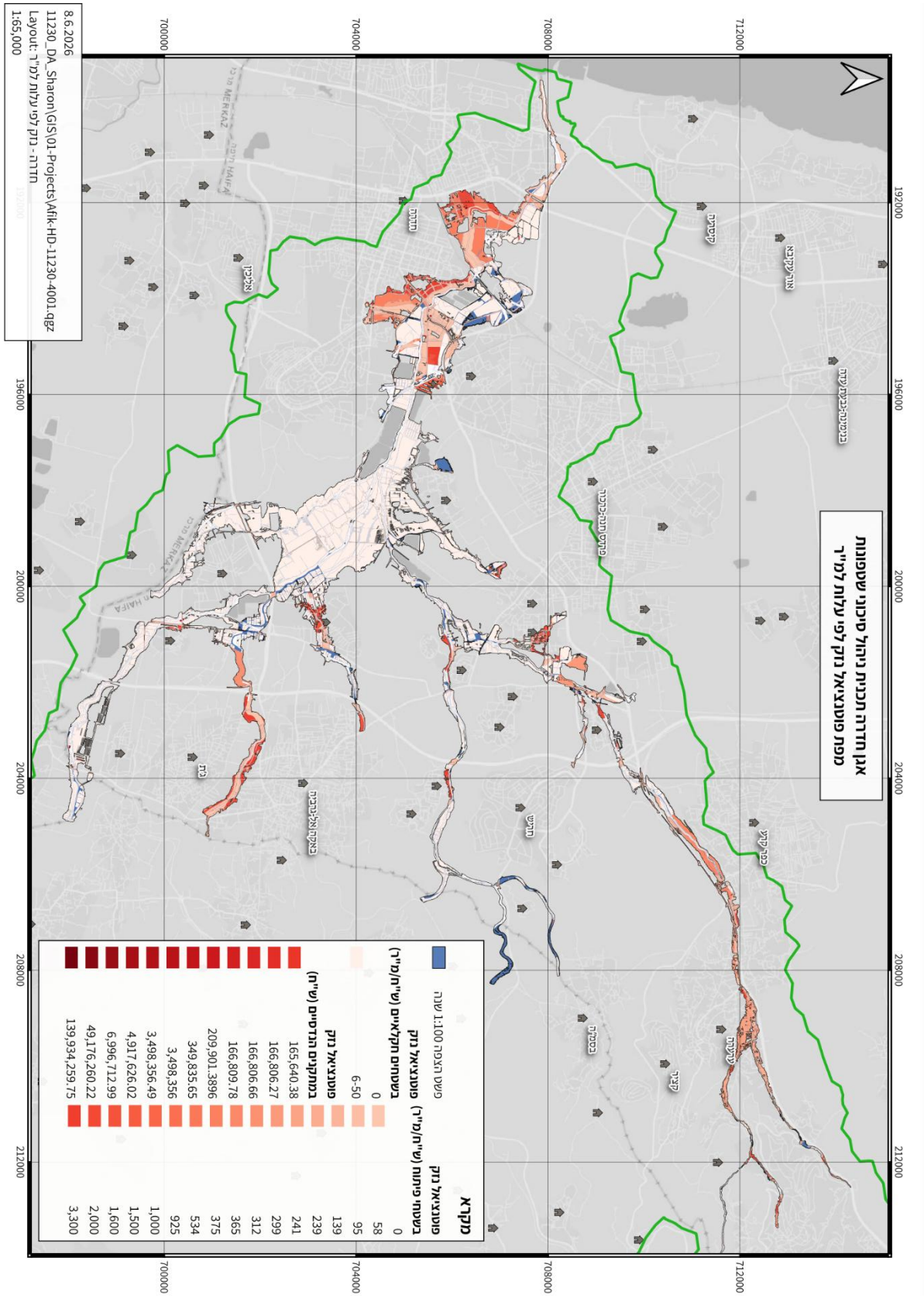
פוטנציאל הנזק המוצג במפה 12 חולק – מטעמי נוחות גרפית – לנזק בשטחים מבונים (נזק במליוני ש"ח) ונזק בשטחי חקלאות (נזק בעשרות אלפי ש"ח).

בנוסף, מוצגת גם מפת הנזק לפי פוטנציאל נזק (בש"ח) למ"ר (מפה 13). במפה זו ניתן לראות את האזורים בעלי פוטנציאל הנזק הגבוה (אדום) לעומת האזורים עם הפוטנציאל הנמוך (ורוד בהיר) ללא התחשבות בגודל השטח המוצף בחישוב הנזק.

*מפה 12 – מפת פוטנציאל הנזק*



*מפה 13 – מפת פוטנציאל נזק למ"ר בהסתברות של 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:

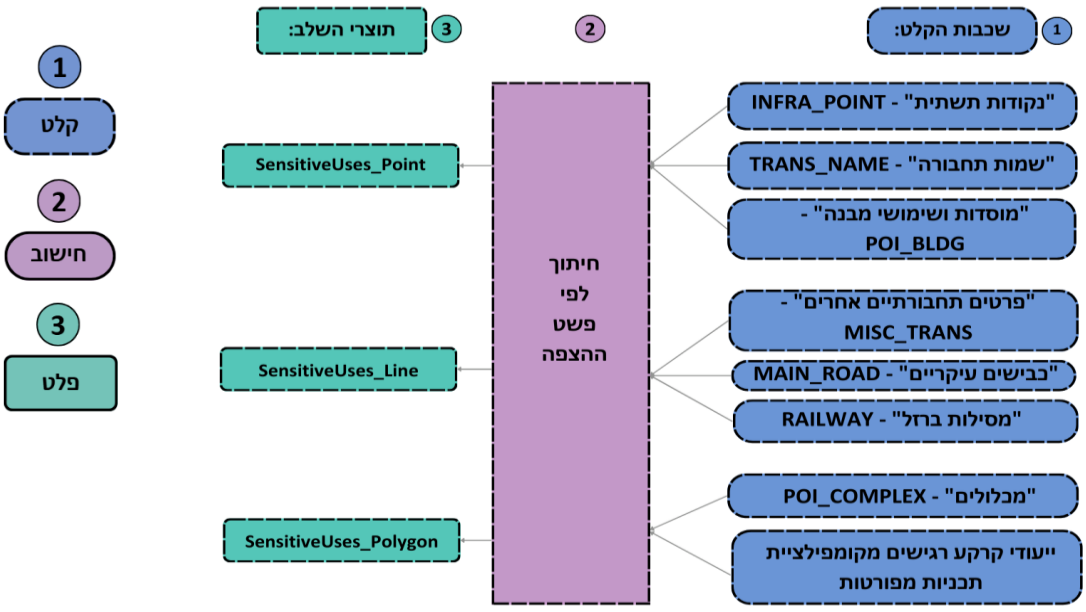
1. התייחסות לתכניות המקודמות לתשתיות תחבורה במסגרת תכנית ניהול סיכוני שטפונות, וביצוע תאומים במהלך הכנתה במידת הצורך, כדי להשפיע ולטייב את התכנון של תשתיות אלו בהיבט של ניהול נגר.
2. היכרות של רשויות הניקוז עם תשתיות אורכיות מתוכננות שניתן יהיה להשתמש בהקמתן לצורך יצירת אתרי ויסות בעתיד."

(מתוך אתר המתודולוגיה)

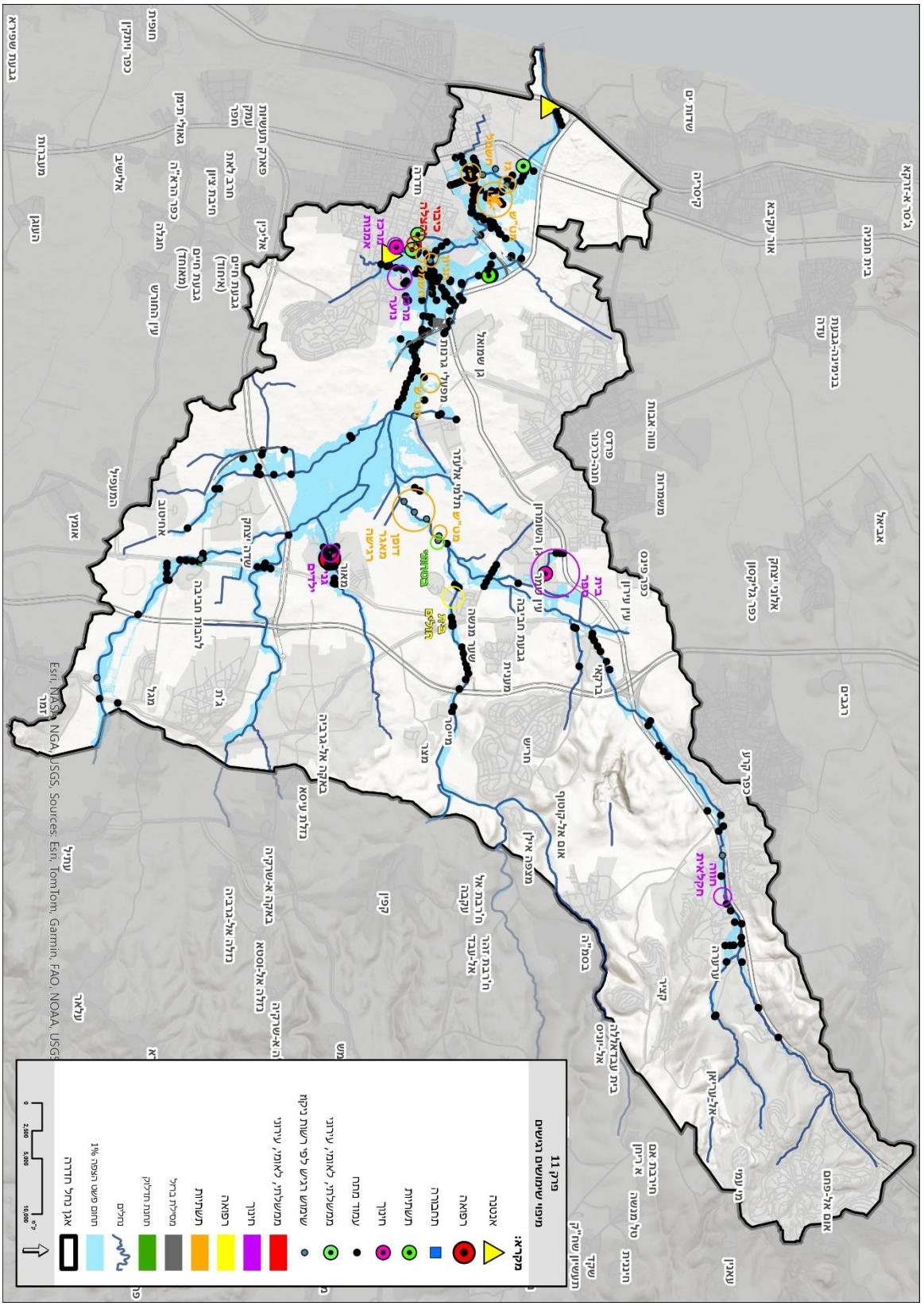
מיפוי שימושים רגישים הינו חיתוך של שכבת פשט הצפה בהסתברות 1% עם שכבות שימושים רגישים משלושה מקורות מידע (תרשים 9):

1. שכבות רגישות מהבנט"ל
2. יעודי קרקע רגישים מקומפילציית תכניות מפורטות, אשר סומנו כיעודים רגישים בהתאם לשורה האחרונה של לשונית 1 בטבלת העזר "קבוצות שוות נזק".
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.

*תרשים 9 – שלבי הכנת מיפוי שימושים רגישים בפשט הצפה*



*מפה 14 – שימושי קרקע רגישים בפשט ההצפה*



# 11 מיפוי תשתיות תחבורה

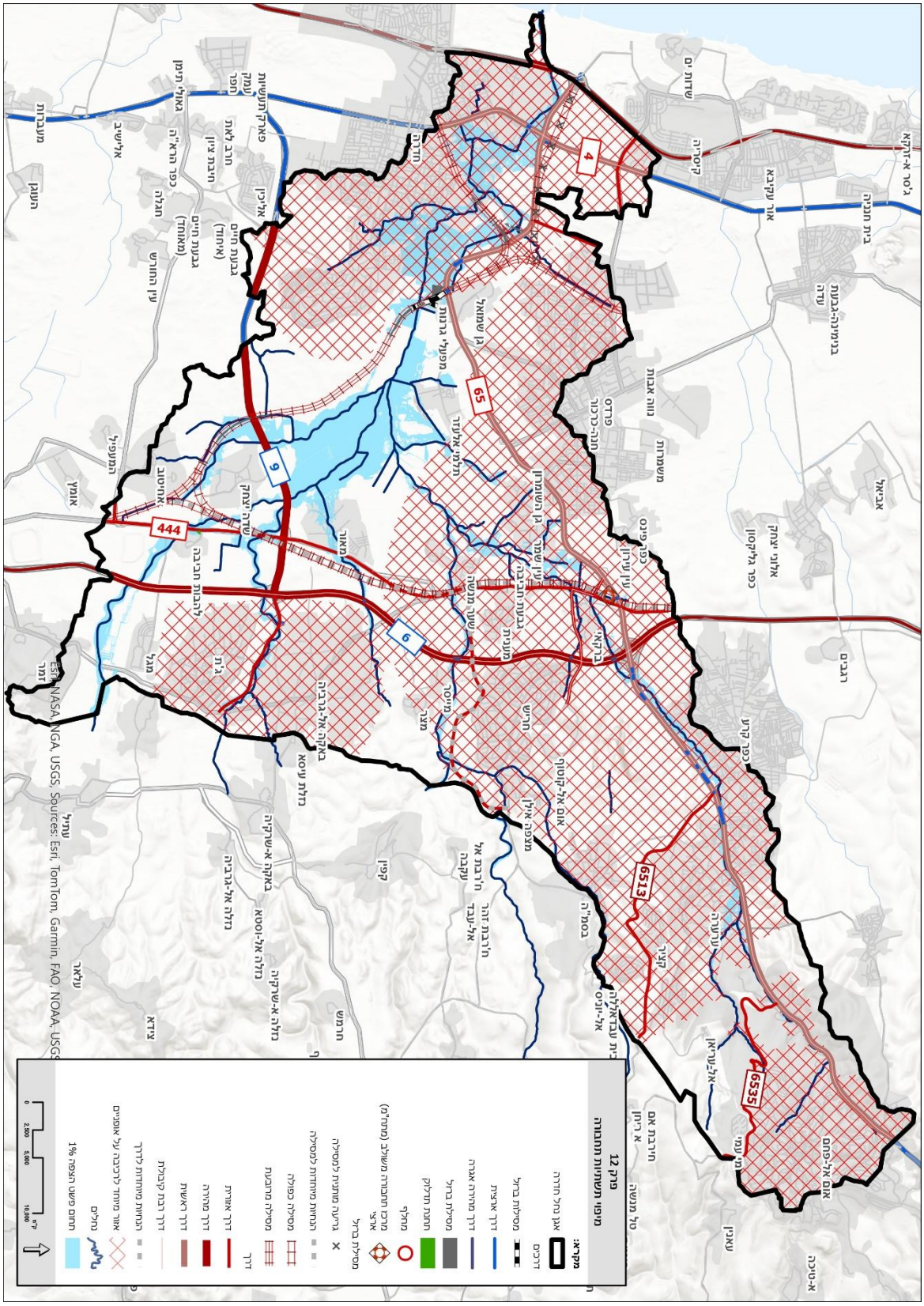
השלב האחרון בסקר הסיכונים הינו מיפוי תשתיות תחבורה. למפה זו (מפה 15) נלקחו שכבות מתמ"א 1 תיקון 1, בהתאם להנחיות ה TOR.

ממפת התשתיות ניתן לראות כי עיקר השינויים הצפויים בשנים הקרובות באגן – בהיבט התחבורתי - הינם סביב כביש 444 והמסילה המזרחית. שתי התכניות נמצאות בביצוע בימים אלה אך השפעתן נבדקה רק באופן חלקי, כתלות בעדכון המדידה שהייתה בידינו.

כביש 611 ומסילת מנשה נמצאים עדיין בשלבי תכנון וניתן יהיה לשקול בהם שילוב של מתקני ויסות, ובפרט מתקן ברקאי ומתקני הויסות באזור חריש המתוכננים במסגרת תת"ל 122 המאושרת.

מבחינת שימוש בסוללות הכביש או הרכבת לוויסות עבור הפרויקטים שכבר מבוצעים, לא סביר שניתן יהיה לעשות שימוש בסוללות לצורכי ויסות (הרכבת הזו – כפי שאומרים – כבר יצאה מתחנת חדרה מזרח).

*מפה 15 – תשתיות תחבורה קיימות ומתוכננות באגן חדרה*



# 12 אזורים בסיכון באגן חדרה

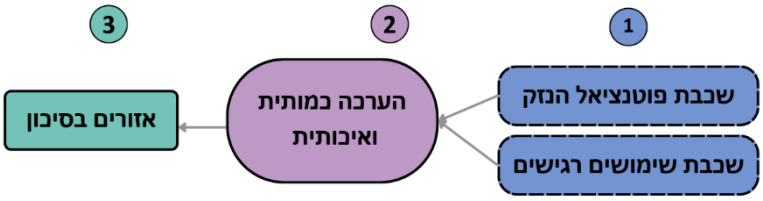
הסיכון להצפה הוא שילוב של שני גורמים (1) הסיכוי (הסתברות, סבירות) שהמקום יוצף ו-(2) ההשפעה (התוצאה) שתהיה להצפה של המקום. כלומר, לא כל אירוע הצפה הוא בהכרח אירוע בעל סיכון. הצפה של יעודי קרקע ברגישות נמוכה או של שטחים פתוחים לדוגמה תגרום לסיכון נמוך או כלל לא תיחשב כסיכון.

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

בשלב 4 של העבודה מתווסף המידע אודות יעודי הקרקע שלפיהם ניתן לקבוע את ההשפעה ובכך מתאפשר ליצור מפות סיכון (שלב 9).

בהוספת מיפוי השימושים הרגישים ניתן לקבל את מפת האזורים בסיכון באגן חדרה במצב קיים וצופה פני עתיד.

*תרשים 10 – הגדרת אזורים בסיכון*



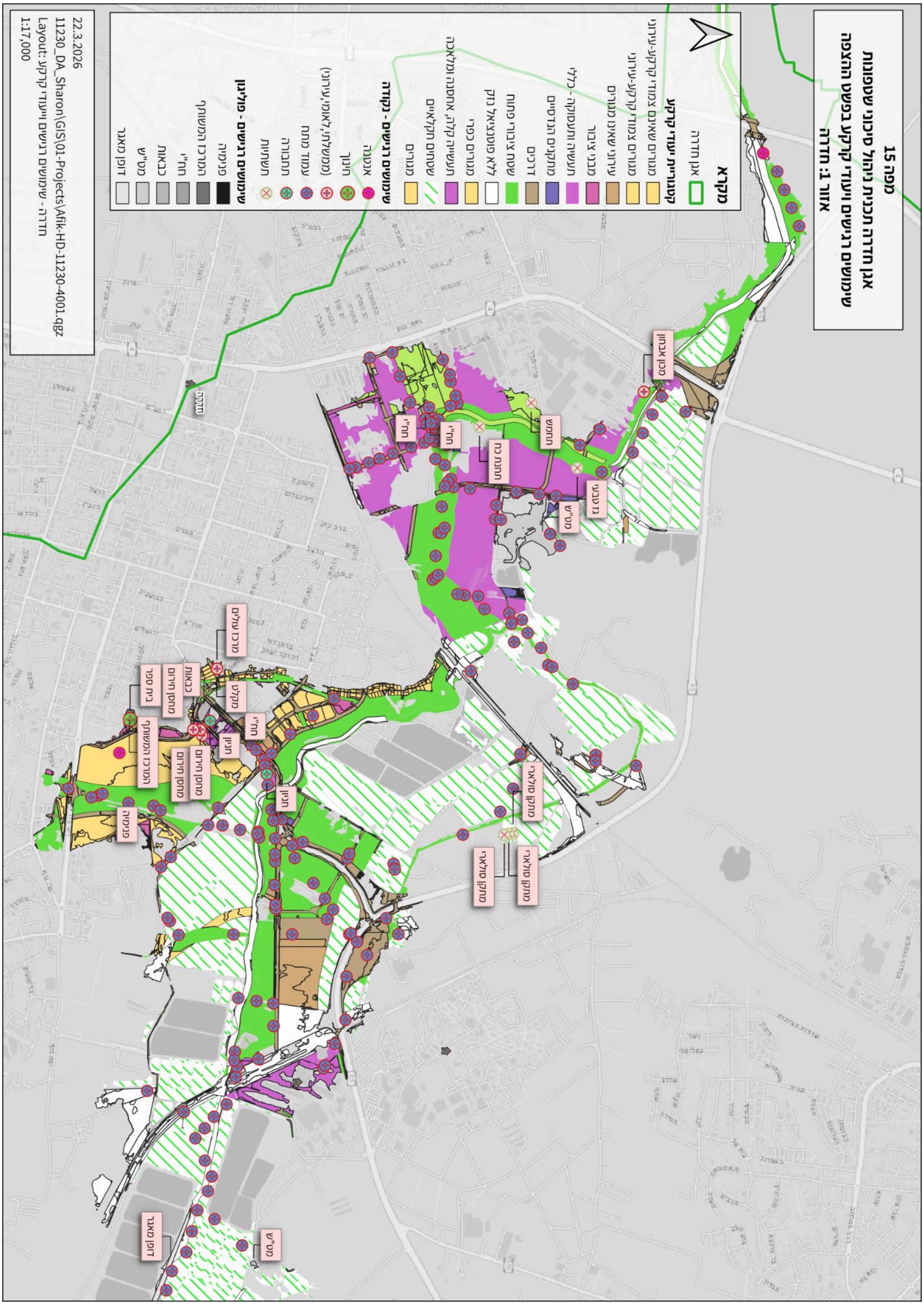

ניתן לחלק את האזורים בסיכון באגן חדרה לחמישה אזורים (מפות 16-21) כאשר עיקר הנזק והשימושים הרגישים הוא באזור 1 לאורך מורד נחל חדרה ובאזור 2 לאורך נחל עירון:

1. אזור חדרה: נחל חדרה צפוי להציף שטחים נרחבים בחלקה הצפוני של העיר חדרה, כולל באזור התעשייה. שימושים רגישים באזור כוללים מוסדות חינוך בעיר, מט"שים, מתקן סולארי, תחנת גז טבעי ועוד (מפה 16).
2. אזור עירון: נחל עירון ויובליו – תעלת שנטל ונחל יבש – צפויים לגרום להצפות בעין שמר, כולל שימושים רגישים במרכז האזורי הכולל בית ספר. נחל נרבתה המגיע ממזרח צפוי לגרום להצפות בצפון הכפר מיסר ובהמשך יש חשש להצפת כביש הכניסה לבית החולים "שער מנשה" (מפה 17). נחל ברקאי במורד חריש עובר סמוך למבני המשק של הקיבוץ ומהווה סכנה להצפה בשטחים חקלאיים מבונים.
3. אזור ואדי ערה: מעלה נחל עירון ונחל שריה צפויים לגרום להצפות בתחומי ערערה ובצמוד לכביש 65. השימושים הרגישים כוללים תחנת דלק וחווה חקלאית.
4. מעלה נחל חדרה בין באקה אלגרביה וג'ת צפוי לגרום להצפה בשטח שכעת חקלאי אך כלול בתכנית תמל 1093 המאושרת לבינוי.

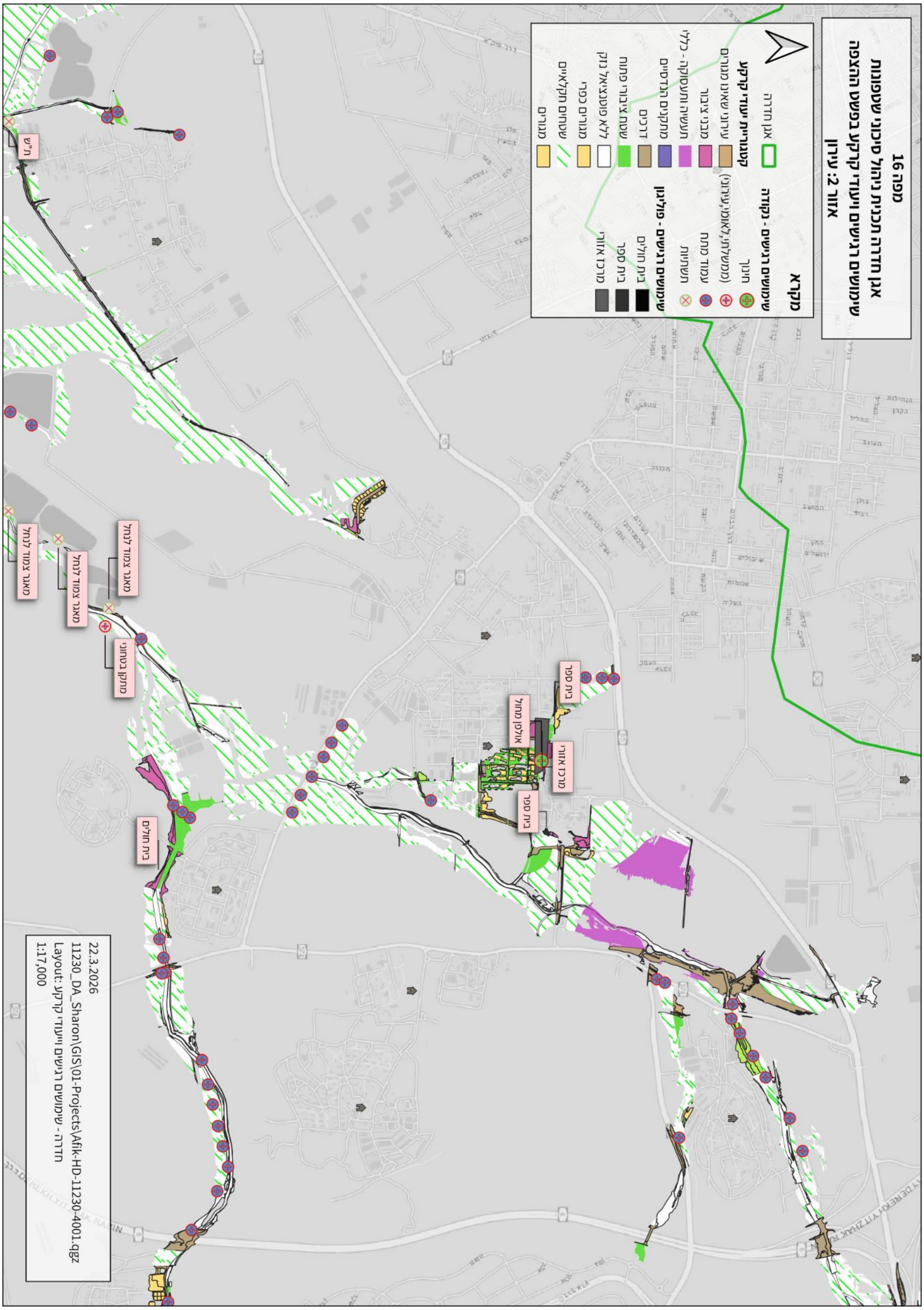
5. אזור להבות חביבה ושדה יצחק: נחל חדרה, נחל חביבה, נחל יצחק ונחל מאור צפויים להציף יעודי קרקע ברגישות נמוכה יחסית – בעיקר שטחי חקלאות ושצ"פ. במושב מאור יש חשש להצפות של שימושים רגישים כגון גני ילדים ומרפאה.

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.

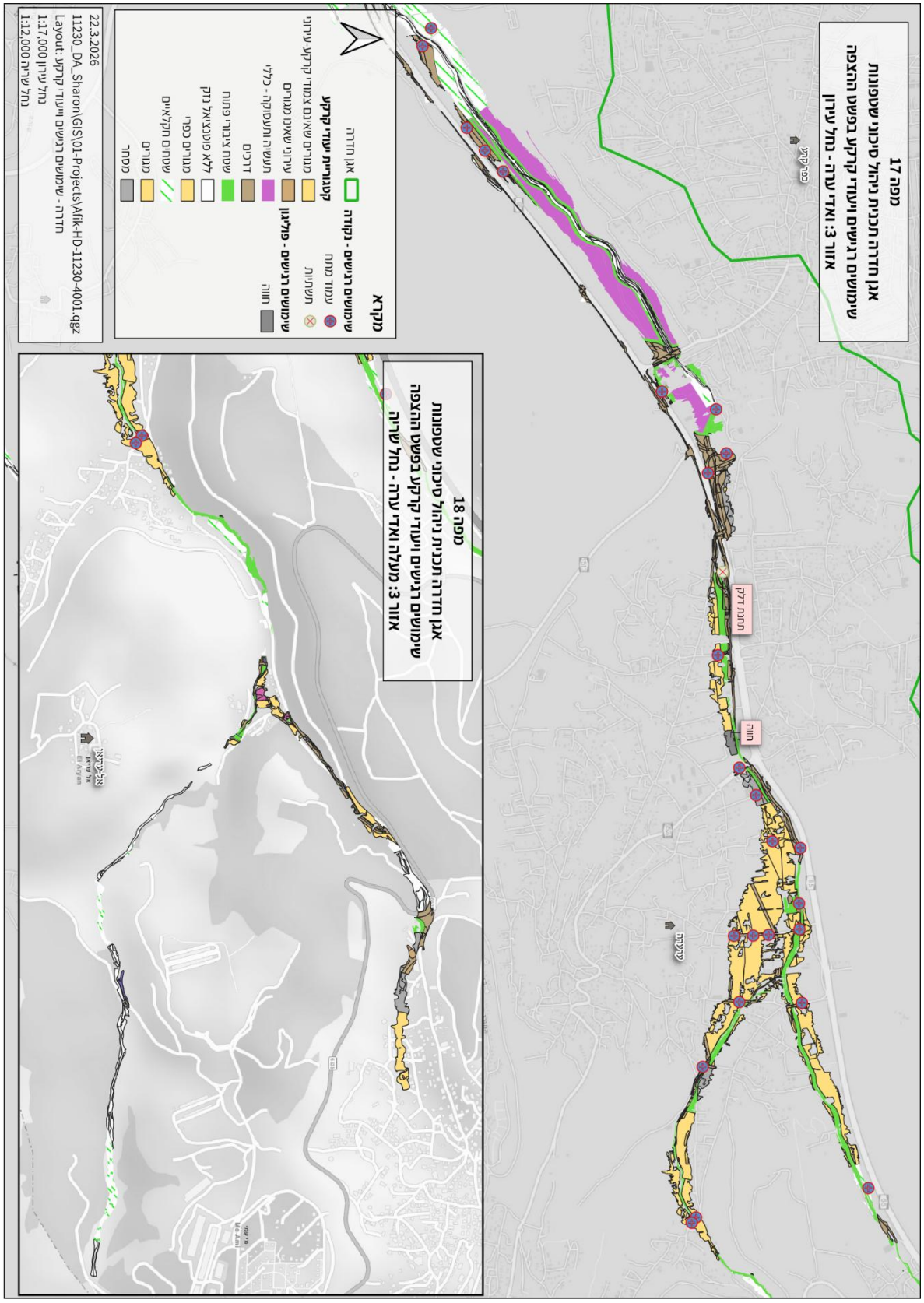
*מפה 16 – אזור סיכון 1: מורד נחל חדרה*



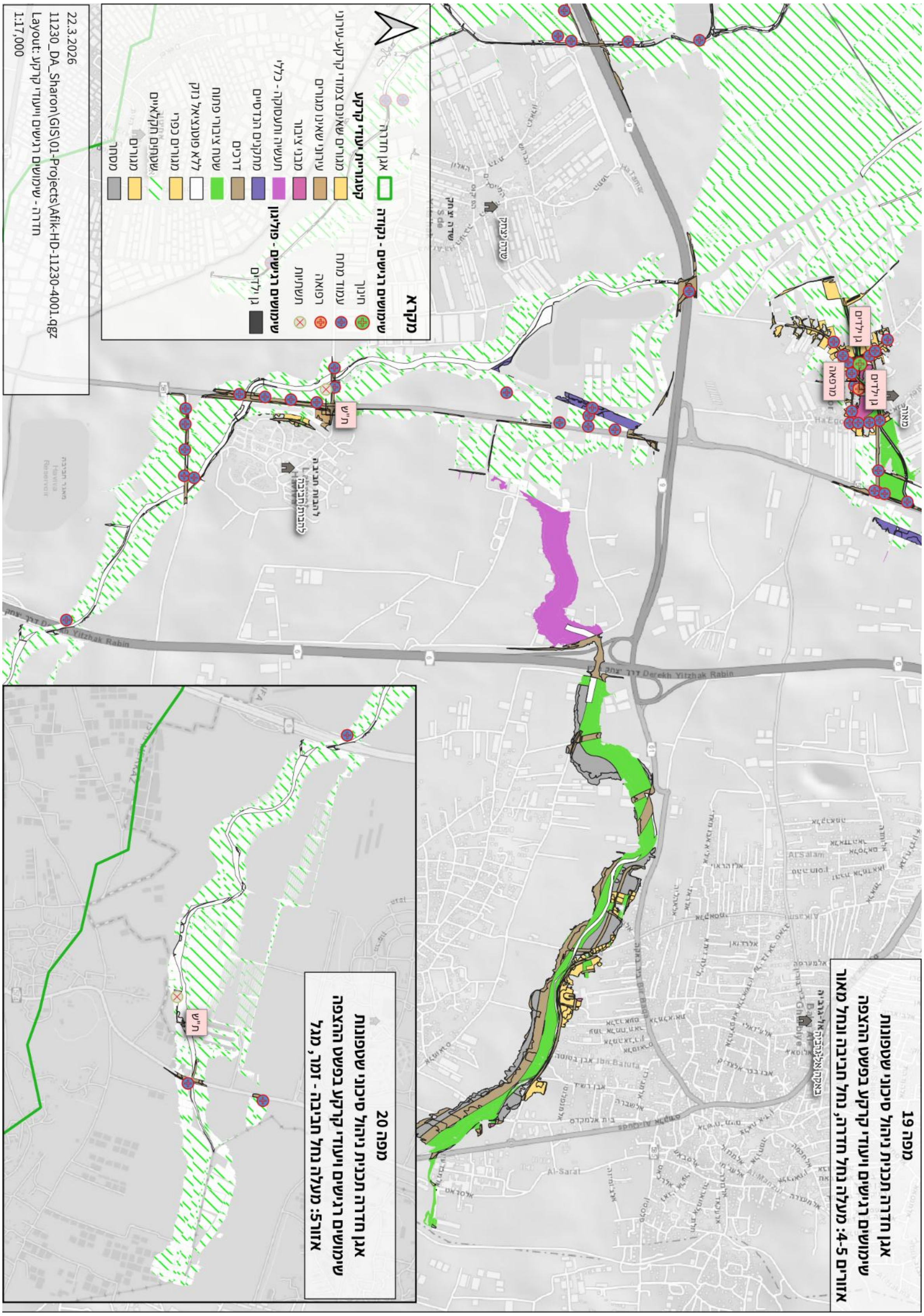
*מפה 17 – אזור סיכון 2: נחל עירון*



*מפה 18 – אזור סיכון 3: ואדי ערה (נחל עירון) מפה 19 – ואדי ערה (נחל שריה)*



*מפה 20 – אזורי סיכון 4-5: מעלה הנחלים חדרה, חביבה ומאור ומפה 21 – מעלה נחל חביבה*



# 13 נספחים

## נספח 1 – תוכניות באגן חדרה

| יישוב | שם התכנית | מספר התכנית | תאריך פרסום ברשומות |
|---|---|---|---|
| **קיסריה** | תכנית מתאר כוללנית למרחב קיסריה | 303-0368142 | 26.8.21 |
| **באקה אל גרבייה** | תוכנית מתאר מקומית כוללנית לבאקה אל-גרבייה | 354-0717298 | החלטה בדיון |
| **חריש** | תכנית מתאר מקומית - חריש/1 | חריש/1 | 26.3.10 |
| | השלמת תכנית מתאר מקומית - חריש/2 | חריש/2 | 20.11.14 |
| **ערערה** | תכנית מתאר כוללנית עארה - ערערה | 354-0207621 | בתהליך הפקדה |
| **כפר קרע** | תכנית מתאר כוללנית לכפר-קרע | 354-0431924 | בתהליך הפקדה |
| **ג'ת** | תוכנית מתאר מקומית כוללנית לג'ת | 354-0717280 | החלטה בדיון |
| **אור עקיבא** | מתאר אור עקיבא | 353-0135988 | 17.7.2017 |
| **אום אל-פחם** | תכנית מתאר כוללנית אום אל פחם | 354-0247221 | בתהליך הפקדה |
| **פרדס חנה - כרכור** | פרדס חנה כרכור - תכנית מתאר כוללנית | 353-0138586 | 15.8.2017 |
| **חדרה** | תכנית מתאר חדרה | חד/2020 | 11.5.2014 |

קומפילציית תכניות מחוזיות:

- תמ"מ 6 - מחוז חיפה
- שינוי 9 לתמ"מ 6 - אום אל פחם
- שינוי 11 לתמ"מ 6 - ערערה
- שינוי 12 לתמ"מ 6 - כפר קרע
- שינוי 13 לתמ"מ 6 - חריש
- שינוי 15 לתמ"מ 6 - באקה ג'ת
- תמ"מ 3 - קומפילציית מחוז מרכז

## נספח 2 – חישובי ספיקות מתכניות קודמות

### תכנית אב 2009

- מודל הידרולוגי סטטיסטי, שיטת אנלוגיה הידרולוגית.

| ID | שם הנחל | שטח אגן (קמ"ר) | ספיקות שיא מ"ק/שניה לפי מודל סטטיסטי | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 10% | 5% | 2% | 1% |
| 1 | נחל חדרה | 562.3 | | | | |
| 2 | נחל חדרה | 525.6 | | | | |
| 3 | נחל חדרה | 343.5 | 173 | 252 | 361 | 454 |
| 4 | נחל חדרה | 210.9 | 149 | 212 | 296 | 366 |
| 5 | נחל חדרה | 203.9 | 115 | 166 | 238 | 300 |
| 6 | נחל חדרה | 192.2 | 105 | 153 | 221 | 278 |
| 7 | נחל חביבה | 128.8 | 101 | 147 | 212 | 269 |
| 8 | נחל חביבה | 127.5 | 100 | 146 | 211 | 268 |
| 9 | נחל חביבה | 124.4 | 95 | 141 | 205 | 261 |
| 10 | נחל עירון | 133.4 | 73 | 111 | 167 | 217 |
| 11 | נחל מצר | 71.1 | 37 | 58 | 87 | 113 |
| 12 | נחל מצר | 67.1 | 33 | 52 | 80 | 106 |
| 13 | נחל עירון | 62.0 | 41 | 63 | 102 | 139 |
| 14 | נחל עירון | 44.3 | 28 | 46 | 79 | 113 |
| 15 | נחל עירון | 42.5 | 27 | 44 | 76 | 109 |
| 16 | נחל עירון | 32.0 | 22 | 37 | 65 | 94 |
| 17 | יובל נ.מצר | 26.7 | 14 | 22 | 35 | 46 |
| 18 | נחל עירון | 25.8 | 17 | 28 | 52 | 77 |
| 19 | ודי פזיל | 16.7 | 10 | 16 | 25 | 33 |
| 20 | נחל יצחק | 12.9 | 28 | 39 | 56 | 70 |
| 21 | נחל רושרשי | 11.5 | 21 | 31 | 45 | 59 |
| 22 | נחל מצר | 10.2 | 6.5 | 11 | 17 | 22 |
| 23 | תעלה מזרחית לחדרה | 9.7 | 18 | 26 | 40 | 53 |
| 24 | נחל עירון | 7.5 | 15 | 27 | 52 | 82 |
| 25 | נחל מאור | 7.2 | 5.1 | 8.3 | 13 | 17 |
| 26 | תעלה איטנונג | 6.5 | 6 | 9 | 14 | 19 |
| 27 | נחל ערערה | 5.9 | 13 | 25 | 49 | 78 |
| 28 | תעלה אחיטוב ראשית | 5.1 | 16 | 22 | 33 | 42 |
| 29 | נחל מאור | 4.8 | 4 | 6 | 10 | 13 |
| 30 | נחל עירון | 4.7 | 12 | 23 | 45 | 72 |
| 31 | תלמי אליעזר ראשית | 4.1 | 13 | 19 | 29 | 37 |
| 32 | תעלה עין שמר ראשית | 2.6 | 10 | 15 | 22 | 28 |
| 33 | תעלה אחיטוב משנית | 1.6 | 5.2 | 7.8 | 13 | 17 |
| 34 | תעלה עין שמר משנית | 1.4 | 4.7 | 7.2 | 12 | 16 |
| 35 | תעלה תלמי אליעזר | 1.3 | 4.5 | 6.9 | 11.2 | 15.5 |
| 36 | תעלת גלעם | 1.1 | 4.0 | 6.2 | 10 | 14 |

- מידע על האגנים המדודים האנלוגיים לקביעת ספיקות השיא באגנים לא מדודים.

| שם האגן | חבורות קרקע (קמ"ר) | | | | שטח הררי | שטח מישורי | ספיקות שיא (מקש"נ) בהסתברויות שונות | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | שטח | ABC | E | H | % ב | % ב | 10% | 5% | 2% | 1% |
| חדרה-גן שמואל | 520.7 | 381.3 | 18 | 121.5 | 73 | 27 | 111 | 155 | 219 | 272 |
| עירון-שער מנשה | 59.2 | 49.1 | 2 | 8.5 | 83 | 17 | 29 | 46 | 73 | 97 |
| אומץ-1 | 8.9 | | 6 | 2.6 | 0 | 100 | 19 | 28 | 41 | 53 |
| שכם+תאנים | 144.5 | 129.3 | | 15.2 | 92 | 8 | 40 | 64 | 106 | 144 |
| בית ליד | 9.5 | | 100 | | | | 10 | 12 | 15 | 18 |
| מסקע | 9.1 | 100 | | | 100 | | 17 | 32 | 64 | 99 |
| עוז | 6.3 | 100 | | | 100 | | 12 | 23 | 47 | 74 |

- ספיקות שיא בהסתברויות שונות לפי השיטה האנלוגית. הצבעים מצביעים על האנלוגים השונים לפי טבלת האגנים המדודים.

| ספיקות שיא (מקש"נ) | | | | ספיקות שיא (מקש"נ) | | | | ספיקות שיא (מקש"נ) | | | | שטח אגן | שם הנחל | ID |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1% | 2% | 5% | 10% | 1% | 2% | 5% | 10% | 1% | 2% | 5% | 10% | | | |
| | | | | 283 | 228 | 161 | 115 | | | | | 562.3 | נחל חדרה | 1 |
| | | | | 273 | 220 | 156 | 112 | | | | | 525.6 | נחל חדרה | 2 |
| | | | | 221 | 178 | 126 | 90 | 454 | 361 | 252 | 173 | 343.5 | נחל חדרה | 3 |
| | | | | 173 | 139 | 99 | 71 | 366 | 296 | 212 | 149 | 210.9 | נחל חדרה | 4 |
| | | | | 170 | 137 | 97 | 69 | 300 | 238 | 166 | 115 | 203.9 | נחל חדרה | 5 |
| | | | | 165 | 133 | 94 | 67 | 278 | 221 | 153 | 105 | 192.2 | נחל חדרה | 6 |
| 138 | 101 | 61 | 38 | 135 | 109 | 77 | 55 | 269 | 212 | 147 | 101 | 128.8 | נחל חביבה | 7 |
| 137 | 101 | 61 | 38 | 135 | 108 | 77 | 55 | 268 | 211 | 146 | 100 | 127.5 | נחל חביבה | 8 |
| 135 | 100 | 60 | 38 | 133 | 107 | 76 | 54 | 261 | 205 | 141 | 95 | 124.4 | נחל חביבה | 9 |
| 140 | 103 | 62 | 39 | 146 | 110 | 69 | 44 | 217 | 167 | 111 | 73 | 133.4 | נחל עירון | 10 |
| 102 | 75 | 45 | 28 | | | | | 113 | 87 | 58 | 37 | 71.1 | נחל מצר | 11 |
| 99 | 73 | 44 | 28 | | | | | 106 | 80 | 52 | 33 | 67.1 | נחל מצר | 12 |
| | | | | 99 | 75 | 47 | 30 | 139 | 102 | 63 | 41 | 62.0 | נחל עירון | 13 |
| 81 | 59 | 36 | 22 | 84 | 63 | 40 | 25 | 113 | 79 | 46 | 28 | 44.3 | נחל עירון | 14 |
| 79 | 58 | 35 | 22 | 82 | 62 | 39 | 25 | 109 | 76 | 44 | 27 | 42.5 | נחל עירון | 15 |
| 69 | 50 | 30 | 19 | 71 | 54 | 34 | 21 | 94 | 65 | 37 | 22 | 32.0 | נחל עירון | 16 |
| 63 | 46 | 28 | 17 | | | | | 46 | 35 | 22 | 14 | 26.7 | יובל נ.מצר | 17 |
| 62 | 45 | 27 | 17 | 64 | 48 | 30 | 19 | 77 | 52 | 28 | 17 | 25.8 | נחל עירון | 18 |
| | | | | | | | | 33 | 25 | 16 | 10 | 16.7 | ודי פזיל | 19 |
| 19 | 17 | 14 | 11 | 38 | 30 | 22 | 16 | 70 | 56 | 39 | 28 | 12.9 | נחל יצחק | 20 |
| 18 | 16 | 13 | 10 | 32 | 26 | 19 | 14 | 59 | 45 | 31 | 21 | 11.5 | נחל רושרשי | 21 |
| | | | | | | | | 22 | 17 | 11 | 6.5 | 10.2 | נחל אומץ | 22 |
| 17 | 15 | 12 | 9 | 31 | 25 | 18 | 13 | 53 | 40 | 26 | 18 | 9.7 | תעלה מזרחית לחדרה | 23 |
| 81 | 52 | 25 | 13 | 91 | 59 | 30 | 16 | 82 | 52 | 27 | 15 | 7.5 | נחל עירון | 24 |
| | | | | | | | | 17 | 13 | 8.3 | 5.1 | 7.2 | נחל מאור | 25 |
| 14 | 12 | 10 | 8 | 21 | 17 | 13 | 9 | 19 | 14 | 9 | 6 | 6.5 | תעלה איטנונג | 26 |
| 72 | 46 | 22 | 12 | 80 | 52 | 26 | 14 | 78 | 49 | 25 | 13 | 5.9 | נחל ערערה | 27 |
| 12 | 11 | 9 | 7 | 24 | 19 | 14 | 10 | 42 | 33 | 22 | 16 | 5.1 | תעלה אחיטוב ראשית | 28 |
| | | | | | | | | 13 | 10 | 6 | 4 | 4.8 | נחל מאור | 29 |
| 64 | 41 | 20 | 11 | 72 | 47 | 24 | 13 | 72 | 45 | 23 | 12 | 4.7 | נחל עירון | 30 |
| 11 | 9 | 8 | 6 | 21 | 17 | 12 | 9 | 37 | 29 | 19 | 13 | 4.1 | תלמי אליעזר ראשית | 31 |
| 9 | 8 | 6 | 5 | 17 | 14 | 10 | 7 | 28 | 22 | 15 | 10 | 2.6 | תעלה עין שמר ראשית | 32 |
| 7 | 6 | 5 | 4 | 13 | 11 | 8 | 6 | 17 | 13 | 7.8 | 5.2 | 1.6 | תעלה אחיטוב משנית | 33 |
| 6 | 6 | 5 | 4 | 13 | 10 | 7 | 5 | 16 | 12 | 7.2 | 4.7 | 1.4 | תעלה עין שמר משנית | 34 |
| 6 | 5 | 4 | 3 | 12 | 10 | 7 | 5 | 15.5 | 11.2 | 6.9 | 4.5 | 1.3 | ת. תלמי אליעזר ראשית | 35 |
| 6 | 5 | 4 | 3 | 9 | 7 | 5 | 4 | 14 | 10 | 6.2 | 4.0 | 1.1 | תעלת גלעם | 36 |

## תכנית מים לנחל חדרה 2015

- נפח הנגר החודשי הממוצע עבור כל אגן חושב לפי היחס של "מקדם נגר יחסי" כפול כלל הנגר המגיע מהמעלה.

נתונים מדודים

**טבלה 5. תוצאות מדידות זרימה בערוצי נחל חדרה**

| תחנת מדידה | מס"ד | ספיקת זרימות בסיס (מק"ש) | | | | | | הערה |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | מאי | יולי | ספט' | נוב' | ינואר' | מרץ' | |
| תעלת רושראשי | 1 | 47.74 | לחה | לחה | לחה | 38.69 | 48.05 | לפני השאיבה למאגר השייך לגן-שמואל |
| תעלת תלמי אלעזר ראשית | 2 | 11.11 | 6.45 | [3]1.3 | 31.3 | לח/בוצי | 0.97 | לפני המפגש עם נחל חדרה |
| נחל עירון מפגש נחלים | 3 | 111.07 | 42.72 | יבש | 93.36 | 3.60 | 6.91 | לפני המפגש עם נחל חדרה |
| נחל עירון מעלה | 11 | _ | 15.11 | יבש | יבש | [4]413.10 | 1.56 | בין עין ארובות לעין שמר |
| נחל יצחק | 4 | 55.53 | 18.57 | 1.81 | 1.81 | 73.0 | 51.295 | לפני המפגש עם נחל חדרה |
| נחל חדרה – גשר פינת אריה | 5 | 113.49 | 66.78 | 49.33 | 49.33 | 146.61 | [5]17.39 | בין מפגש הנחלים לנחל חביבה |
| תעלת חנה | 6 | יבשה | יבשה | יבשה | יבשה | יבשה | 0.6 | לפני השאיבה למאגר גן-שומרון |
| נחל חדרה – גן שמואל | 17 | _ | _ | _ | _ | 398.47 | 87.75 | במעלה התחנה ההידרומטרית |
| נחל חדרה – רכבת גרנות | 18 | _ | _ | _ | _ | _ | [6]3.61 | מעט במורד מן התחנה ההידרומטרית |
| תעלת ניקוז גן שמואל | 16 | _ | _ | _ | _ | 13.86 | 1.81 | ניקוז המדגה, במורד נקודה 17 |
| נחל חדרה – גשר כביש 9 | 7 | 86.69 | 32.47 | 187 | זרימה איטית | [7]180 | [8]6.30 | במעלה הנחל – עבודות כביש 9 |
| נחל חביבה[9] | 8 | 83.90 | 3.61 | 20.21 | 46.99 | 120 | 42.96 | לפני השאיבה למאגרים להבות חביבה ושדות |
| עינות חביבה ממזרח לכביש 581 | 9 | 5.27 | מים עומדים | מים עומדים | מים | 0.90 | 0.90 | |
| נחל חדרה – גשר צה"ל | 13 | _ | _ | _ | _ | 6.75 | 22.15 | |

- ספיקות במצב קיים (לפי מודל WEAP) ולאחר יישום התכנית.

מודל WEAP המחשב נפח זרימה וריכוז כלורידים בקטעי הערוצים השונים עבור כל חודש.

**טבלה 20: ספיקות חודשיות בערוצים השונים לאחר יישום התכנית ובמצב הקיים**

| תרחיש | מקטע | ספיקה - אלמ"ק | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | אוקטובר | נובמבר | דצמבר | ינואר | פברואר | מרץ | אפריל | מאי | יוני | יולי | אוגוסט | ספטמבר |
| תכנית המים | חדרה - מעל מפגש עם חביבה | 26.4 | 26.4 | 26.4 | 58.0 | 58.0 | 58.0 | 42.2 | 42.2 | 42.2 | 21.1 | 21.1 | 21.1 |
| מצב קיים | | 15.8 | 15.8 | 15.8 | 47.4 | 47.4 | 47.4 | 31.6 | 31.6 | 31.6 | 10.5 | 10.5 | 10.5 |
| תכנית המים | חדרה- בין חביבה לעירון | 182.8 | 182.8 | 182.8 | 406.0 | 405.6 | 406.0 | 296.2 | 296.4 | 296.2 | 150.1 | 146.2 | 146.2 |
| מצב קיים | | 126.1 | 126.1 | 126.1 | 321.7 | 321.5 | 321.7 | 224.8 | 224.9 | 224.8 | 95.8 | 93.8 | 93.8 |
| תכנית המים | חדרה - מורד מפגש ערוצים חדרה-יצחק-עירון | 380.8 | 383.6 | 394.2 | 899.9 | 938.9 | 981.6 | 658.6 | 693.4 | 724.6 | 327.5 | 310.2 | 306.9 |
| מצב קיים | | 302.5 | 302.8 | 304.7 | 720.4 | 725.2 | 733.4 | 516.6 | 522.4 | 527.0 | 240.4 | 236.3 | 235.7 |
| תכנית המים | חדרה- מורד התפיסה לגן שמואל | 412.9 | 415.8 | 426.3 | 970.7 | 1009.6 | 1052.3 | 776.1 | 744.8 | 710.1 | 353.3 | 335.9 | 332.6 |
| מצב קיים | | 35.9 | 36.0 | 36.3 | 98.8 | 99.6 | 100.8 | 67.0 | 66.3 | 65.4 | 25.7 | 25.0 | 24.9 |
| תכנית המים | חדרה - שפך | 550.8 | 523.7 | 578.5 | 1118.4 | 1162.2 | 1215.0 | 947.6 | 914.5 | 837.2 | 486.0 | 451.1 | 456.6 |
| מצב קיים | | 159.9 | 130.0 | 167.5 | 224.8 | 230.3 | 241.7 | 216.6 | 214.2 | 170.7 | 144.5 | 126.3 | 134.9 |
| תכנית המים | חביבה - שפך | 69.9 | 69.9 | 69.9 | 157.8 | 157.4 | 157.8 | 115.7 | 115.8 | 115.7 | 59.9 | 55.9 | 55.9 |
| מצב קיים | | 23.8 | 23.8 | 23.8 | 84.0 | 83.8 | 84.0 | 54.8 | 54.9 | 54.8 | 16.1 | 14.1 | 14.1 |
| תכנית המים | עירון - מתחת לעין שמר | 56.7 | 59.6 | 70.1 | 184.4 | 224.2 | 266.1 | 197.0 | 165.5 | 131.0 | 62.1 | 48.7 | 45.5 |
| מצב קיים | | 42.4 | 42.9 | 44.6 | 103.1 | 108.5 | 116.1 | 84.7 | 79.9 | 74.3 | 36.6 | 34.5 | 34.0 |
| תכנית המים | עירון - שפך | 101.2 | 104.2 | 114.6 | 285.8 | 325.5 | 367.4 | 276.1 | 244.6 | 210.1 | 99.2 | 85.7 | 82.6 |
| מצב קיים | | 79.6 | 80.1 | 81.8 | 190.6 | 196.0 | 203.6 | 149.9 | 145.1 | 139.5 | 66.4 | 64.2 | 63.8 |
| תכנית המים | רושרשי -מעל התפיסה למאגר גן שמואל | 13.9 | 13.9 | 20.9 | 27.9 | 31.2 | 34.6 | 34.5 | 34.4 | 24.2 | 13.9 | 13.9 | 13.9 |
| מצב קיים | | 13.9 | 13.9 | 20.9 | 27.9 | 31.2 | 34.6 | 34.5 | 34.4 | 24.2 | 13.9 | 13.9 | 13.9 |
| תכנית המים | רושרשי - מורד גן התפיסה למאגר גן שמואל | 13.9 | 13.9 | 20.9 | 27.9 | 31.2 | 34.6 | 34.5 | 34.4 | 24.2 | 13.9 | 13.9 | 13.9 |
| מצב קיים | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 6.1 | 9.4 | 12.8 | 12.7 | 12.6 | 2.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| תכנית המים | תלמי אלעזר | 7.3 | 7.3 | 7.3 | 19.5 | 19.5 | 19.5 | 19.5 | 19.5 | 19.5 | 7.3 | 7.3 | 7.3 |
| מצב קיים | | 7.3 | 7.3 | 7.3 | 19.5 | 19.5 | 19.5 | 19.5 | 19.5 | 19.5 | 7.3 | 7.3 | 7.3 |
| תכנית המים - | נחל יצחק - שפך | 85.0 | 84.9 | 85.0 | 182.2 | 181.8 | 182.2 | 133.4 | 133.6 | 133.4 | 68.8 | 68.8 | 68.7 |
| מצב קיים - | | 85.0 | 84.9 | 85.0 | 182.2 | 181.8 | 182.2 | 133.4 | 133.6 | 133.4 | 68.8 | 68.8 | 68.7 |

* באתר רשות הניקוז ישנה טבלת ספיקות בהסתברויות שונות ל-54 נקודות באגן נחל חדרה. אין מידע איך חושבו הספיקות ועל ידי מי.

## אירוע אגן נחל חדרה ואלכסנדר 2018

- חישוב ספיקת שיא בתכנת Hydramasse המבוססת על שיטת Slope-Area.
- בתחנות ארעיות פותחה שיטה לשימוש במשוואת מאנינג, דו"ח M-62 (תחל"ס) מפרט את שיטת החישוב.
- חישוב ספיקות בנחלים מסויימים נעשה על פי סימני שיא.
- 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 - 2013 (מקש"נ) | ספיקה סגולית - 2013 (מקש"נ/ קמ"ר) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ואדי אל חוספה - כביש 611 | 1 | 208561/707051 | 6.4 | (10) | (1.6) | 14.5 | 2.3 |
| נרבתה- כביש 611 | 2 | 206108/707050 | 17.6 | (12) | (0.7) | - | - |
| נרבתה - מייסר | 3 | 204767/705767 | 32.5 | 35 | 1.1 | 44 | - |
| נרבתה | 4 | 202830/706221 | 68 | 49[1] | 0.7 | 76 | 1.1 |
| עירון - שער מנשה | 5 | 202324/708987 | 59 | 41* | 0.7 | 62* | 1 |
| עירון - תלמי אלעזר | 6 | 198358/704580 | 140 | 100 | 0.7 | 116 | 0.8 |
| יצחק | 7 | 199411/700529 | 2.6 | 8 | 3.1 | - | - |
| חדרה כביש 6 | 8 | 202271/701772 | 200.9 | 56* | 0.3 | - | - |
| חביבה ע"י כביש 6 | 9 | 202011/698774 | 183.6 | 24* | 0.1 | - | - |
| חדרה, גן-שמואל | 10 | 195900/705160 | 579 | 221* | 0.4 | 279* | - |

## סקר סיכונים 2015

- נעשה שימוש בספיקות מתכנית האב 2010.
- הוספו ספיקות נוספות בנחלים שלא הופיעו בתכנית האב. הבדיקה בוצעה על ידי השוואה לנתוני הספיקות המדודות בנחלים בשנת 2013.

| הסבר דרך החישוב | ספיקות [מ"ק\שניה] לפי הסתברות | | | | שטח אגן [קמ"ר] | | מיקום | שם נחל | מספר ערוץ | | מיקום | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1% | 2% | 5% | 10% | סקר סיכונים | תוכנית אב | | | סקר סיכונים | תוכנית האב | EAST | NORTH |
| לפי נחל | 195 | 133 | 94 | 67 | 193.05 | 192.2 | כביש מס' 574 | נחל חדרה | 13 | 14 | 205,284 | 700,854 |
| לפי נחל | 200 | 137 | 97 | 69 | 209 | 203.9 | כביש מס' 6 | נחל חדרה | 11 | 14 | 202,166 | 701,797 |
| לפי נחל | 200 | 139 | 99 | 71 | 212 | 210.9 | כביש מס' 581 | נחל חדרה | 10 | 14 | 200,915 | 701,747 |
| | 138 | 101 | 61 | 38 | | 128.8 | כביש מס' 581 | נחל חביבה | 1001 | 148 | 200,761 | 699,958 |
| | 137 | 101 | 61 | 38 | | 127.5 | כביש מס' 6 | נחל חביבה | 1001 | 148 | 202,015 | 698,772 |
| | 135 | 100 | 60 | 38 | | 124.4 | כביש מס' 574 | נחל חביבה | 1001 | 148 | 204,145 | 698,282 |
| לפי אל | 252 | 150 | 116 | 99 | 400 | 343.5 | במורד נחל חביבה | נחל חדרה | 9 | 14 | 200,002 | 702,471 |
| | 17 | 13 | 8.3 | 5.1 | 9.1 | 7.2 | כפר מאור | נחל מאור | 901 | 147 | 200,528 | 703,179 |
| | 13 | 10 | 6 | 4 | 9.1 | 4.8 | כביש מס' 6 | נחל מאור | 901 | 147 | 202,485 | 704,021 |
| | 28 | 24 | 18 | 14 | 13 | 12.9 | לפני כניסה לנ.חדרה | נחל יצחק | 701 | 145 | 197,746 | 704,044 |
| חצי מהע חממ לפי 2 | 27 | 25 | 22 | 19 | 5.33 | 5.1 | לפני כניסה לנחל יצחק | ת. אחיטוב ראשית | 7021 | 1451 | 198,757 | 702,414 |
| | 10 | 8 | 6 | 5 | 0 | 1.6 | לפני כניסה לאחיטוב ראשית | ת. אחיטוב משנית | | 0 | 198,183 | 701,821 |
| | 16 | 13 | 10 | 8 | 4.73 | 4.1 | לפני כניסה לנ.עירון | ת. תלמי אליעזר ראש' | 6021 | 143 | 197,454 | 704,759 |
| | 9 | 7 | 6 | 4 | 0 | 1.3 | ביציאה מתלמי אליעזר | ת. תלמי אליעזר ראש' | | 143 | 197,454 | 704,759 |
| | 146 | 110 | 69 | 44 | 132 | 133.4 | במורד נחל מצר | נחל עירון | 603 | 144 | 198,921 | 704,646 |
| | 102 | 75 | 45 | 28 | 70 | 71.1 | לפני כניסה לנ.עירון | נחל מצר | 6061 | 14404 | 200,618 | 705,856 |
| | 99 | 73 | 44 | 28 | 70 | 67.1 | כביש מס' 6 | נחל מצר-נרבתה | 6061 | 14404 | 203,661 | 706,050 |
| | 46 | 35 | 22 | 14 | 26.92 | 26.7 | לפני כניסה לנ.מצר | יובל נ.מצר | 60621 | 144041 | 206,351 | 705,763 |
| | 33 | 25 | 16 | 10 | 17.5 | 16.7 | לפני כניסה לנ.מצר | ודי פדיל | 60631 | 144042 | 206,938 | 707,072 |
| | 22 | 17 | 11 | 6.5 | 16 | 10.2 | מעלה | נחל מצר | 6063 | 14404 | 209,949 | 709,305 |
| | 99 | 75 | 47 | 30 | 57 | 62 | לפני כניסת נ.מצר | נחל עירון | 606 | 144 | 200,669 | 706,013 |
| | 13 | 11 | 8 | 6 | 3.14 | 2.6 | לפני כניסה לנ.עירון | נחל יבש | 6091 | 14407 | 201,163 | 706,982 |
| | 10 | 8 | 6 | 5 | 1.57 | 1.4 | עין שמר משנית | ת. שנטל | 60921 | 144071 | 201,331 | 707,931 |

| הסבר דרך החישוב | ספיקות [מ"ק\שניה] לפי הסתברות | | | | שטח אגן [קמ"ר] | | מיקום | שם נחל | מספר ערוץ | | מיקום | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 1.1 | 1.1 | לפני כניסה לנ.עירון | תעלת גלעם | 60101 | 14408 | 201,391 | 707,216 |
| | 84 | 63 | 40 | 25 | 39 | 44.3 | כביש מס' 574 | נחל עירון | 6013 | 144 | 202,406 | 709,014 |
| | 82 | 62 | 39 | 25 | 0 | 42.5 | כביש מס' 6 | נחל עירון | 6013 | 144 | 203,917 | 709,626 |
| | 71 | 54 | 34 | 21 | 0 | 32 | כביש כניסה לכפר קרע | נחל עירון | 6013 | 144 | 206,100 | 711,626 |
| | 64 | 48 | 30 | 19 | 25.3 | 25.8 | כביש כניסה לערערה | נחל עירון | 6014 | 144 | 208,346 | 712,063 |
| | 78 | 49 | 25 | 13 | 9.4 | 5.9 | מעלה | נחל ערערה | 60151 | 14413 | 210,828 | 711,792 |
| | 82 | 52 | 27 | 15 | 5 | 7.5 | באזור אום אל פחם 2 | נחל עירון | 6016 | 144 | 212,609 | 714,320 |
| | 72 | 45 | 23 | 12 | 5 | 4.7 | באזור אום אל פחם 1 | נחל עירון | 6016 | 144 | 212,921 | 714,369 |
| | 273 | 220 | 156 | 112 | 574 | 525.6 | כביש כניסה מזרחית לחדרה | נחל חדרה | 4 | 14 | 194,128 | 705,496 |
| | 24 | 20 | 15 | 11 | 11.41 | 9.7 | כביש כניסה מזרחית לחדרה | יובל נ.חדרה | 401 | 142 | 193,674 | 705,104 |
| | 25 | 21 | 16 | 12 | 12.2 | 11.5 | לפני כניסה לנ.חדרה | נחל רושרשי | 301 | 141 | 193,301 | 706,676 |
| | 18 | 15 | 11 | 9 | 5.6 | 6.5 | לפני כניסה לנ.רושרשי | תעלה איטונג | 3021 | 1411 | 194,044 | 707,474 |
| נשאר ג ויסו ב | 283 | 228 | 161 | 115 | 611 | 562.3 | שפך לים | נחל חדרה | 1 | 14 | 189,501 | 707,893 |
| | 11 | 20 | 41 | 66.3 | 3.97 | 3.97 | לפני כניסה לנ.עירון | ברקאי 060111 | 60111 | 0 | 202,167 | 708,571 |
| | 146 | 110 | 89 | 44 | 129 | 129 | | נחל עירון | 605 | 0 | 199,479 | 704,854 |
| | 0 | 0 | 0 | 0 | 5.6 | 0 | | נחל רושרשי | 302 | 0 | 194,164 | 707,246 |
| לפי 1: | 16 | 13 | 10 | 8 | 3.8 | 0 | | צומת חנה | 6031 | 0 | 198,943 | 704,762 |
| חממות-סטטי זמרו | 27 | 25 | 22 | 19 | 3.54 | 0 | | אחיטוב ראשית | 7022 | 0 | 198,308 | 701,657 |
| חממות-סטטי זמרו | 31 | 29 | 25 | 22 | 4.79 | 0 | | נחל יצחק | 702 | 0 | 198,857 | 702,297 |
| לפי אל | 260 | 152 | 118 | 100 | 412 | 0 | לפני כניסת נחל יצחק | נחל חדרה | 7 | 0 | 197,838 | 704,330 |
| לפי 21: | 35 | 27 | 17 | 11 | 15.87 | 0 | לפני כניסת ואדי פדיל | נחל נרבתה | 6063 | 0 | 206,118 | 707,032 |
| לפי דו"ח כביש | 40 | 29 | 17 | 10 | 3.46 | 0 | | | 60141 | 0 | 207,866 | 711,864 |

## 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 נסיון – 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 תדרש 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 הנסיון שלנו בהקמת מתקנים מסוג זה, כמפורט בטבלה להלן.
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 14 - 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; 200-400 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 (400-500 מלש"ח). | 12-40 מלש"ח |
| **קידוח מים** | 3 מלש"ח | |
| **תחנת שאיבה לביוב** | 5 מלש"ח | |
| **מתקן פוטוולטאי** | מחושב לפי יחס שטח:קילו-ואט:₪ של<br>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** | 30-40 מלש"ח | 2 מלש"ח |
| **רצועת תשתיות** | ללא פוטנציאל נזק | |