

רשות ניקוז ונחלים ירקון



מפעל ניקוז

פשט הצפה נחל שפירים

במרחב אחיעזר כפר חב"ד בתחום מועצה אזורית שדות דן

פרשה טכנית

אוגוסט 2023

שם הקובץ : מפעל ניקוז נחל שפירים פרשה טכנית
V3.docx 20240213

גרסה : 3

תאריך : 20.02.2024

תוכן העניינים

1	רקע	6
1.1	כללי	6
1.2	אגן נחל שפירים	7
1.3	קרקע וטופוגרפיה	8
1.4	אקלים ומשקעים	10
1.5	תשתיות באזור התכנון	11
1.6	מתקני ניקוז קיימים לאורך הנחל	12
2	סטטוריקה	13
2.1	תמ"א 1	13
2.2	תוכניות מאושרות נוספות שתחום התוכנית נכלל בתחומן	15
2.3	תתל/ 33 : מסילה רביעית באיילון, קטע ת"א מרכז – לוד	16
2.4	תמא/ 4 / 2 / א/ 2 : מחלף כניסה מערבי לנמל התעופה בן גוריון	16
2.5	הידרולוגיה והידראוליקה	20
2.6	רקע	20
2.7	הידרוגרפים	21
3	מודל HEC-RAS דו ממדי	24
3.1	מדידות	24
3.2	מקדמי מאנינג	25
3.3	מעבירי מים	25
3.4	מסילת הרכבת בסמוך לתעלת השבעה	25
3.5	מפות סיכונים	26
4	אימות תוצאות המודל	27
4.1	אחיעזר	27
4.2	כפר חב"ד	28
4.3	כביש 4402 בין כפר חב"ד לצפריה	29

5	פשטי הצפה במצב הקיים	30
5.1	כושר ההולכה במעברי המים בצד אפיק הנחל	30
5.2	הצפות במקטעי הנחל	30
5.2.1	אחיעזר	31
5.2.2	סוללת הרכבת וההצפות בגדה הימנית של נחל שפירים	31
5.2.3	כפר חב"ד	32
5.2.4	השדות בין כביש 1 למושב צפריה	32
5.2.5	נחל שפירים מקטע מורדי - מעבר הולכי רגל כפר חבד עד מעביר 412	33
5.2.6	נחל השבעה בסמוך למקטע המשוקע של הרכבת	33
6	פשט הצפה מצב עתידי	34
6.1	מאגר צפריה	34
6.2	הפרדה מפלסית 4402	36
6.3	פשט הצפה מצב עתידי	37
7	חלופות תכנון להגנה על מושב אחיעזר ולהרחבת תעלת נחל שפירים	39
7.1	תרחיש הגנה על מושב אחיעזר	39
7.2	תרחיש הרחבת נחל שפירים	42
7.3	מסקנות מבחינת חלופות התכנון	44
7.3.1	אפיק הנחל	44
7.3.2	מאגר צפריה	44
7.3.3	הגנה מפני הצפות במושב אחיעזר, כפר חב"ד ושטחי מושב צפריה מצפון לכביש 1	45
8	פתרון להגנה על שכונת ההרחבה באחיעזר	46
8.1	תאור פתרונות ההגנה על שכונת ההרחבה באחיעזר	46
8.2	השוואה בין חלופות ההגנה מפני הצפות	49
8.3	מסקנות – הגנה על שכונת ההרחבה באחיעזר	50
9	הגנה על מגרשי מגורים בכפר חב"ד	50
10	אומדן עלויות	52

11 נספחים 53

11.1 53 מפות פשטי הצפה

11.2 תיעוד התכתבות עם איל זיגל, מנהל תחום מים עיליים, רשות המים לאשרור מחדש של ספיקות התכן

57 שהוכנסו למודל נחל שפירים

12 אודות המסמך 62

רשימת תכניות

מס' תכנית	שם התכנית	קנ"מ	תאריך
1600-009-55-01-001	תשריט מצב מאושר	1: 20,000	20.02.2024
1600-009-55-01-001	תשריט מצב מוצע	1: 1,000 / 1: 5,000	21.02.2024

רשות ניקוז ונחלים ירקון

מפעל ניקוז

נחל שפירים- פרשה טכנית

הפרשה הטכנית של התכנית המוצעת, כוללת להלן :

- סקירת רקע וסקירה סטטוטורית של נחל שפירים.
- ניתוח הידרולוגי של אגן ההיקוות וחישוב הידרוגרפי התכן הנחל בנחל.
- ניתוח תוצאות מידול הידראולי במצב קיים והמתוכנן.
- תכנון הנדסי כללי של חלופות להגנה מפני הצפות.
- אומדני עלויות ראשוניים לפרויקט.

1 רקע

1.1 כללי

מפעל ניקוז זה הוא המשך של עבודת המידול ההידראולי למקטע נחל שפירים בין מושב אחיעזר (במורד מעבר נחל שפירים מתחת למסילת הרכבת) לבין מפגש נחל שפירים ודרך 412, שבוצעה על ידי DHVMED, עבור רשות הניקוז ונחלים ירקון.

בקטע נחל זה, מתרחשות הצפות באירוע ספיקת תכן בנחל שפירים בתדירות של 10%, בדרום שכונת ההרחבה של אחיעזר ובמידה פחותה, גם בפינה הצפון מזרחית של כפר חב"ד. באירועי הצפה בתדירות 1%- סכנת ההצפה גוברת בשני מתחמים אלה ועלולה להגיע במספר בתים לרמה שמסכנת חיי אדם ורכוש. כמו כן ב-1% הצפה רדודה של כ-10 ס"מ עלולה להגיע לבתים ספורים בצפריה. בנוסף לכך ישנן הצפות נרחבות בשדות החקלאיים שסביב הנחל.

מטרות מפעל הניקוז :

- עיגון סטטוטורי של פשט ההצפה של נחל שפירים ממושב אחיעזר ל- מפגש נחל שפירים ודרך 412 : הכרזה לצורך שימור והגנה על פשטי הצפה הקיימים בשטחים חקלאיים – כולל הטלת מגבלות בינוי והגבלה על שינויים בתוואי השטח בתחום פשטי ההצפה.
- הגנה על שכונת ההרחבה באחיעזר מהצפות.

הפתרונות המוצעים במסמך זה להגנה מפני שיטפונות בשכונת ההרחבה :

ההגנה על שכונת ההרחבה של אחיעזר : ניתוק האגן האזורי שמתנקז למעלה תעלת אחיעזר, וחפירת תעלת מעקף אל נחל שפירים, חסימת מעבירי המים הקיימים למניעת זרימה לאחור ומתן פתרון ניקוז מקומי לשכונה – על ידי התקנת שסתום אל חוזר בחיבור עם נחל שפירים והקמת תחנת שאיבה מקומית לשכונה. בנוסף, נדרשת הגבהה של הסוללה לאורך הגדה המערבית של תעלת אחיעזר, בתחום שכונת ההרחבה, או לחילופין הקמה של סוללה בשדה שנמצא בגדה המזרחית של התעלה.

חסימת המעבר בין כפר חב"ד לצפריה נחוצה למניעת הצפת המעבר עצמו ולמניעת הצפת שטחים מצפון לכביש 1, מעבר זה ייסגר כחלק מהעבודות להקמת המחלף החדש לכיוון נתב"ג.

1.2 אגן נחל שפירים

אגן נחל שפירים נמצא בתחום אגן איילון, שהינו חלק מאגן הירקון.

כלל שטח אגן נחל שפירים הינו 49.3 קמ"ר עד החיבור לנחל איילון. אפיק הנחל באורך כולל של כ- 10,900 מ'.

השיפוע הממוצע מ- 0.5% במעלה ועד 0.2% במורד. הפרש הגבהים לאורך הנחל הינו כ- 30 מ'.

מפעל הניקוז נמצא בשטח ניקוז של כ 10 קמ"ר, אך מנקז אליו שטח של כ 35 קמ"ר.

מספר יובלים מתנקזים אל הנחל לאורך הקטע שכלול בתחום מפעל הניקוז, בנקודות הבאות: נחל שפירים מעלה, ניר-צבי, מהדרין, כפר חב"ד, אחיעזר ותעלת השבעה.

שטח האגן מאופיין בריכוזי שטחים בנויים שמוקפים בשטחים חקלאיים, בתי צמיחה ושדות פתוחים.

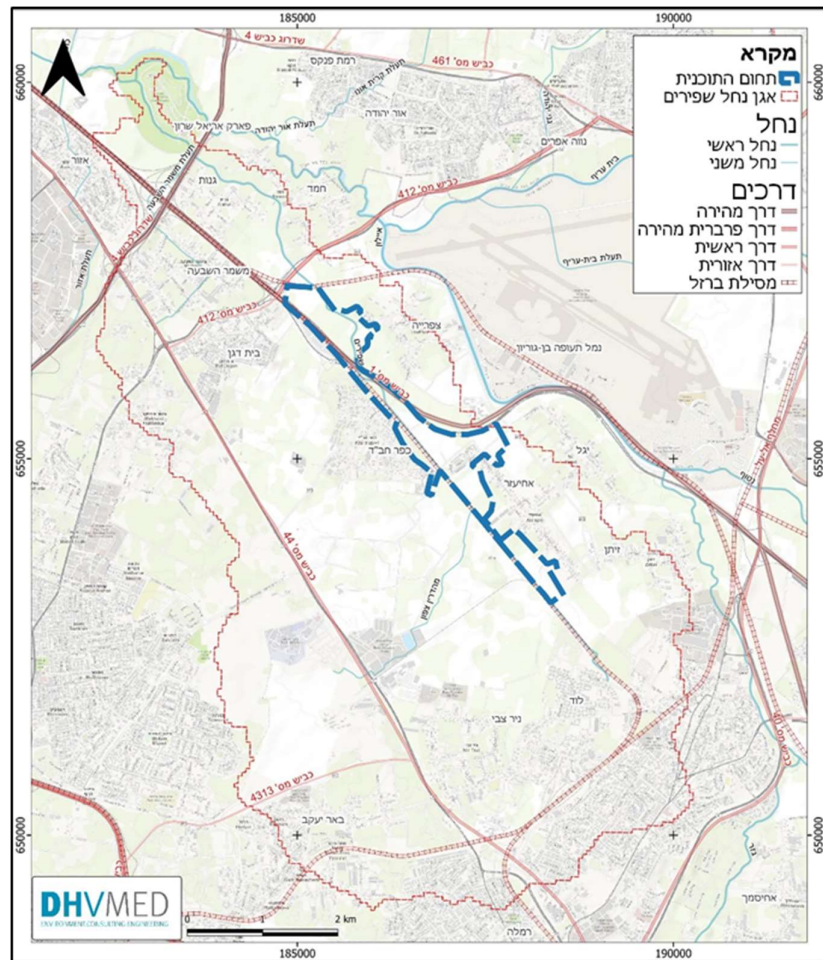
מעלה האגן הוא ברובו בנוי, וכולל חלקים מהערים לוד, באר יעקב ורמלה. בנוסף, שטח מבונה גדול במעלה נמצא בתחום מחנה צריפין – שגם הוא מיועד לפיתוח לבינוי בשנים הקרובות.

במורד האגן אופי השטח הוא חקלאי ברובו, אך ישנם מספר ריכוזי של הישובים כפר חב"ד, אחיעזר, וצפריה (חלק ממועצה אזורית שדות דן).

בנוסף, בתחום האגן נמצאות תשתיות תחבורה ראשיות – מסילת הרכבת תל אביב-ירושלים, מסילת הרכבת לנתב"ג, כביש 1, כביש 44 וכביש 412.

מורד האגן במפגש עם נחל אילון, בסמוך לכביש 4.

שיעור השטח הבנוי והסלול באגן הוא כ 45%, שיעור השטח החקלאי והשטחים הפתוחים הוא כ 55%.



איור 1: אגן נחל שפירים.

1.3 קרקע וטופוגרפיה

שטח אגן נחל שפירים נמצא באזור שפלת החוף ומאופיין בשטח מישורי ברובו. כאמור, השיפוע הממוצע בנחל מ-0.5% במעלה ועד 0.2% במורד.

שיפוע שטח האגן בגדה השמאלית של הנחל (עם כיוון הזרימה שלו) הוא מדרום לצפון, בשיעור של כ 1.5%.

שיפוע השטח בגדה הימנית הוא מתון יותר ועומד על כ 0.5%.

הקרקע ברוב האגן הינה קרקע מסוג חמרה. בחלק הצפוני של האגן קיימת רצועה של קרקעות מסוג גרומוסול..

שיעור קרקעות החמרה מכלל שטח האגן הינו כ 75%. קרקעות החמרה באגן מתחלקות לסיווגי משנה של E1 (קרקעות אלוביות חמריות וגלי) ו E3 (חמרה).

קרקעות הגרומוסול באגן מתחלקות לסיווגי משנה של H1 (גרומוסול חום אלובי) ו H3 (גרומוסול חום אקומולטיבי על גבעות- מכיל גיר וקרקעות חומות כחות רזידואליות).

גודל הגרגר האופייני של סוג קרקע מכתוב את תכונותיה הפיזיות והידראוליות. בטבלה 1, מובאים תכונות קרקע של סוגי הקרקעות באגן נחל שפירים. ניתן לראות בטבלה זו כי לקרקע המוגדרת כחמרה (קרקעות חוליות) מוליכות הידראולית ברוויה גבוהה וקצב החלחול דרכה משמעותי.

כושר היניקה המופיע בעמודה האמצעית של הטבלה, מבטא כושר תאחיזת המים בקרקע. ככל שלקרקע כושר יניקה חזק יותר, כך כושר החידור של המים אל הקרקע פוחת וכמות המים הניגרת מפני הקרקע עולה.

לקרקע חמרה, בעלת כושר יניקה נמוך ומוליכות הידראולית גבוהה, יש יכולת חידור מים גבוהה ומועד הופעת נגר עילי בקרקע זו מאוחר יותר מאשר בקרקעות האחרות.

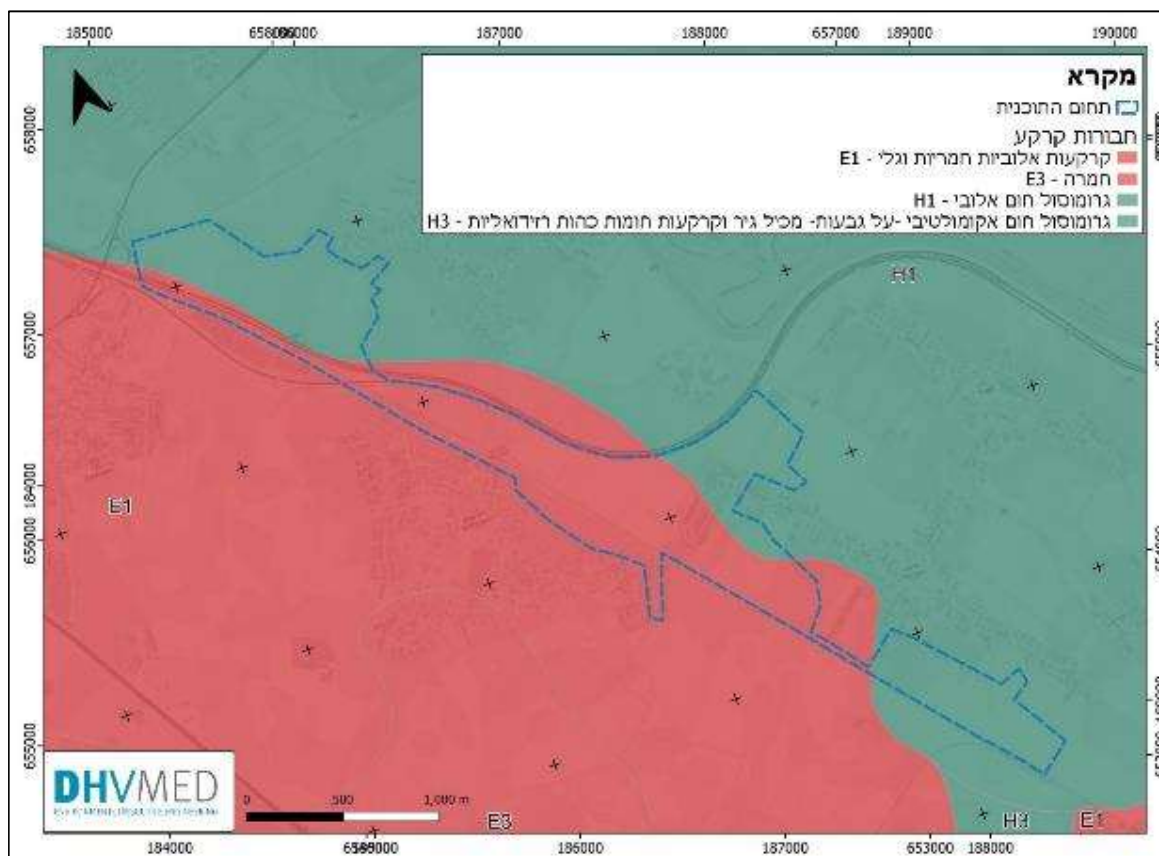
לעומת זאת, קרקעות גרומוסול, קרקעות חרסיות, הינן בעלות כושר יניקה גבוה בהרבה (הגבוה ביותר בסיווג הקרקעות), והמוליכות ההידראולית שלהן נמוכה מאוד לעומת כל הקרקעות האחרות. מועד הופעת נגר עילי בקרקע זו מוקדם הרבה יותר מאשר בקרקעות האחרות.

קרקעות הגרומוסול מורכבות בעיקרן מחומר דק גרגר, והן עשירות בחרסית מסוג מונטמורילוניט.

קרקע החמרה מורכבת ברובה מגרגרי קוורץ מצופים בתחמוצות ברזל.

טבלה 1: תכונות הידראוליות של חבורות הקרקע העיקריות בנחל שפירים

סוג קרקע	מוליכות הידראולית ברוויה (מ"מ לשעה)	יניקה (מ"מ)	נקבוביות Porosity	סוג קרקע באנגלית
חמרה	29.97	60.96	44%	Loamy Sand
גרומוסולים	0.25	320	47.5%	Clay



איור 2 : חבורות קרקע באגן נחל שפירים

1.4 אקלים ומשקעים

אזור התוכנית נמצא בתחום אזור גשם השפלה (מס' 11). ממוצע המשקעים השנתי נאמד ב-540 מ"מ. נתוני הגשם בהם נעשה שימוש בדו"ח זה מבוססים על נתונים מתחת הגשם לוד - שדה תעופה. כפי שניתן לראות בטבלה 2 עוצמת הגשם בהסתברות 1% הינה 209 מ"מ ליום ועוצמת הגשם היממתי בהסתברות 2% הינה 179 מ"מ ליום. סדרת הגשם היממתי (מ"מ ליום) הופקה מנתונים יממתיים שנרשמו באותן תחנות גשם והינם חלק ממסד נתוני המשקעים המלווים את תיקון 8 לתמ"א 1.

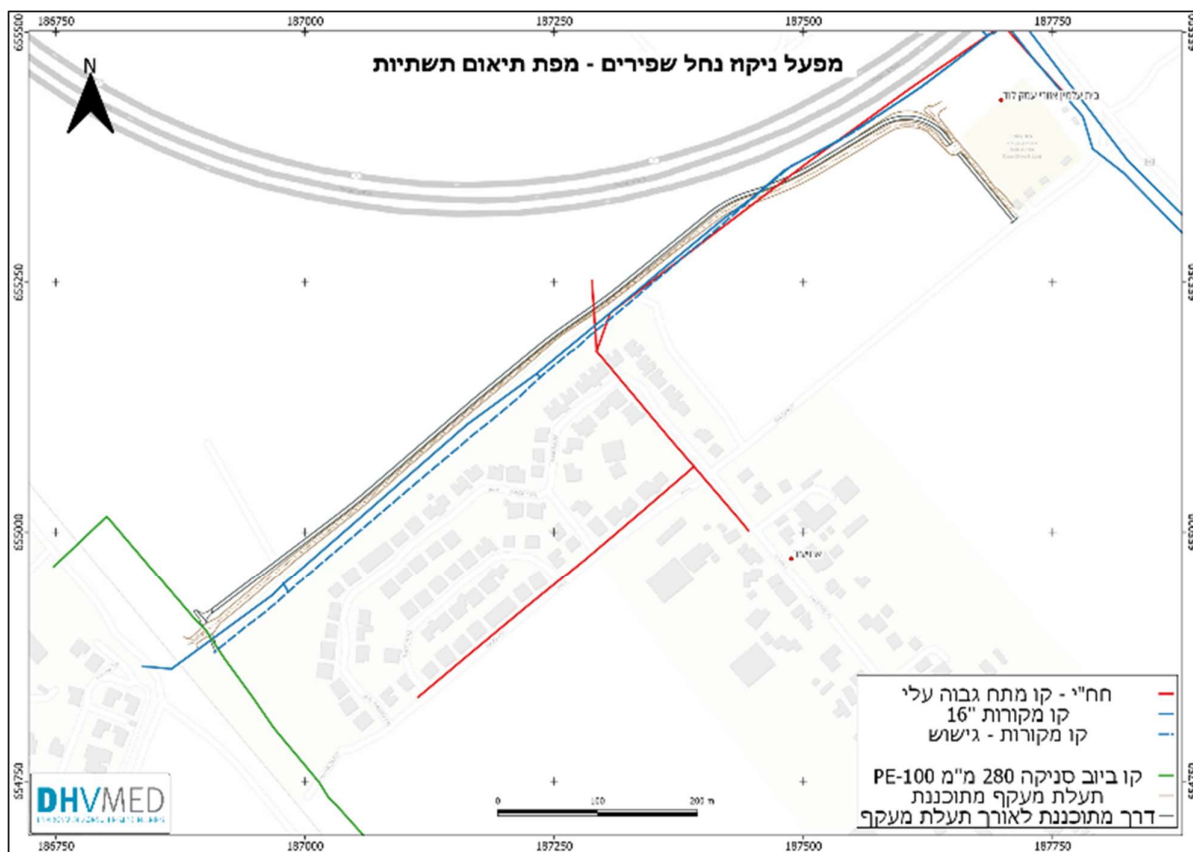
טבלה 2 : עוצמות ומשכי גשם לתכנון באגן שפירים בהסתברויות שונות.

שם תחנה	תקופת חזרה	הסתברות %	10 דק' - מ"מ לשעה	30 דק' - מ"מ לשעה	60 דק' - מ"מ לשעה	90 דק' - מ"מ לשעה	120 דק' - מ"מ לשעה	180 דק' - מ"מ לשעה	240 דק' - מ"מ לשעה	מ"מ ליום
לוד נמל תעופה	100	1	121.4	74	54.2	33.2	32.2	26.8	23.2	209
	50	2	109	65	46.7	29.6	27.9	22.9	19.7	179
	25	4	96.9	56.4	39.7	26.1	24	19.4	16.6	153
	20	5	93.1	53.8	37.6	25	22.8	18.4	15.6	145
	10	10	81.1	45.7	31.2	21.6	19.2	15.2	12.9	121
	5	20	68.8	37.9	25	18.2	15.8	12.4	10.4	99

1.5 תשתיות באזור התכנון

התשתיות העיקריות באזור התוכנית מוצגות באיור 3. מידע על תשתיות התקבל לאחר ביצוע תאום מול הגופים השונים במערכת תיאום תשתיות לאומית ועל בסיס התשתיות המופיעות בתמ"א 1. התשתית המרכזית שעוברת בתחום התוכנית הינה מסילת הרכבת תל-אביב ירושלים. תוואי נחל שפירים עובר בתחום התוכנית עובר ברובו לאורך סוללת הרכבת הצפונית. ישנן חציות מצפון לדרום של תשתיות את תוואי הנחל ליד מושב אחיעזר – קו מקורות – אספקת מי שתיה לכפר חב"ד (6") וקו קולחים להשקיה לכפר חב"ד (280 מ"מ).

תעלת המעקף המתוכננת במסגרת מפעל הניקוז חוצה את קו מקורות לכפר חב"ד מצפון לאחיעזר. תוואי התעלה והרומים שלה שונו על מנת לאפשר חציה של התעלה מתחת לקו המים, ללא צורך בהסטנו.



איור 3: תשתיות בתחום הקו הכחול של הפרויקט

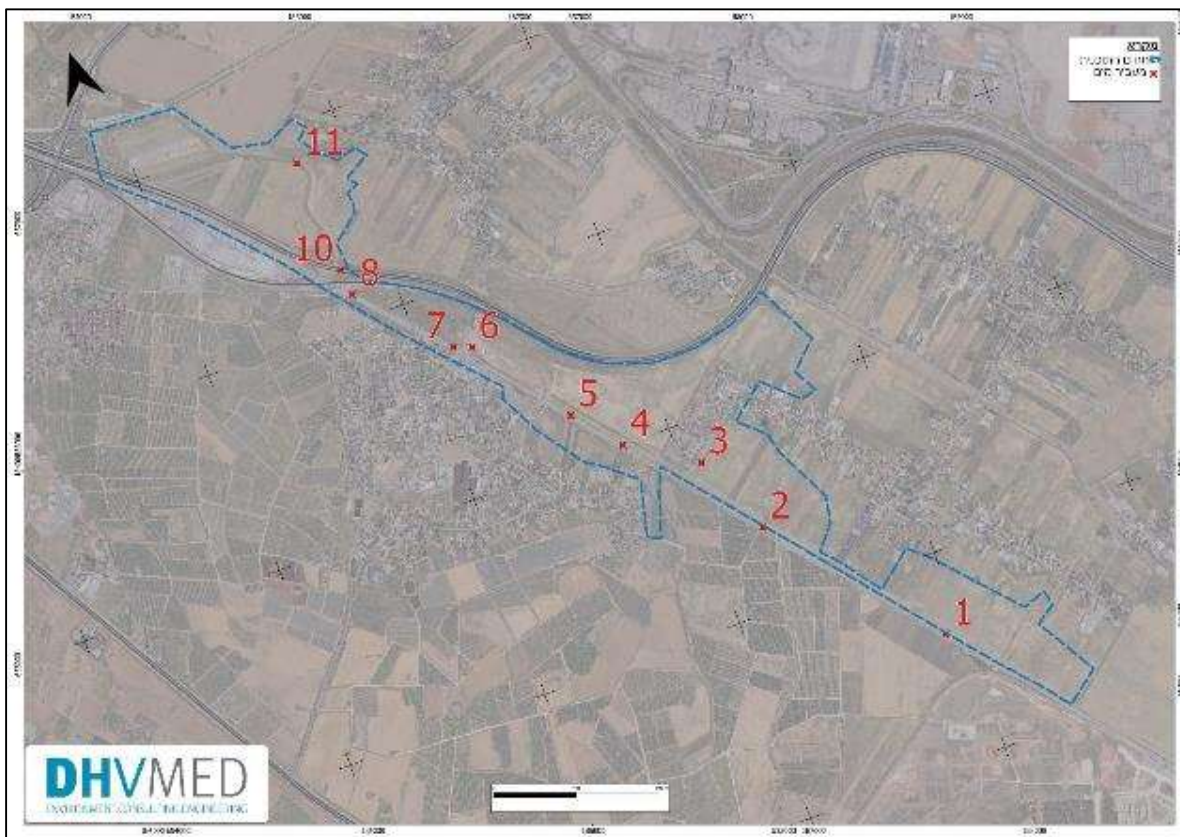
1.6 מתקני ניקוז קיימים לאורך הנחל

תאור מעבירי המים העיקריים בתחום התוכנית מובא ב

טבלה 3 להלן ובאיור 4. נתוני המעבירים נלקחו מתוך שכבות המדידה הקרקעית שבוצעה על ידי רשות הניקוז ירקון.

טבלה 3 : נתונים פיזיים של מעבירי המים

מספר מעביר	שם	שם במודל	IL כניסה	IL יציאה	מס' פתחים	גובה	רוחב	אורך
1	ניר צבי	Nir Zvi	37	36.8	2	1.2	2.65	14
2	מהדרין	Mehadrin	33.41	33.2	1	1.5	2.4	15
3	אחיעזר	Ahiezer	33.4	31.7	3	0.8		15
4	חב"ד רכבת	Habad Trakevet	32.4	32.1	1	1.5	3	13
5	חב"ד	Habad 1	32.4	32	1	1.5	4.6	13
6	צפריה	Tosfaria	30.4	30.7	1	0.8		15
7	חב"ד 2	Habad 2	32	31.7	1	1.5	3	15.6
8	רכבת כביש 1	Rakevet Road 1	30.4	30.2	1	1.5	4	12
9	כביש 1 ירושלים	Road 1 JLM	29.2	28.8	2	2.5	4	92
10	כביש 1 תל אביב	Road 1 TLV	28.8	28.5	2	2.5	4	61
11	צפריה אגן	sfaria agan	28	27	2	2.5	4	7



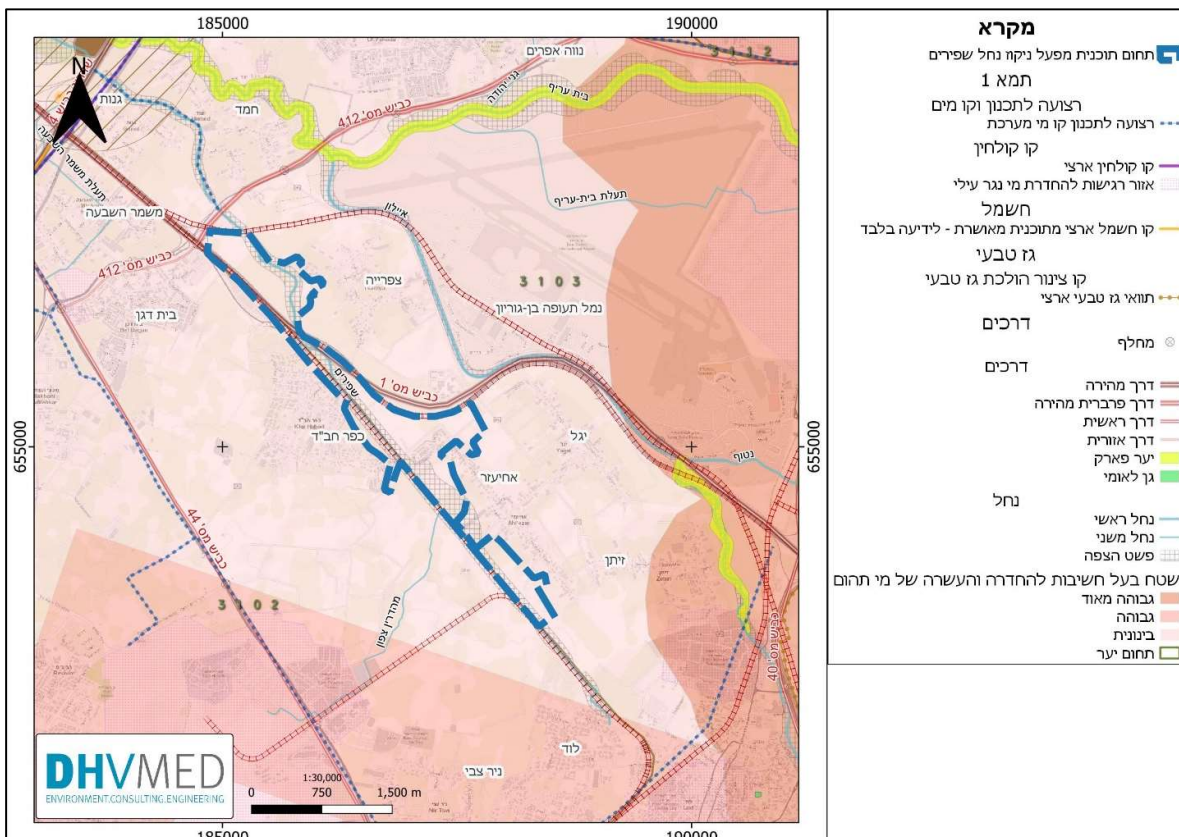
איור 4: מעברי מים בתחום התוכנית (מספרי המעברים תואמים למספור בטבלה 3).

2 סטטוטוריקה

2.1 תמ"א 1

תכנית מתאר ארצית אחת (תמ"א 1), נכנסה לתוקפה עם אישורה על ידי הממשלה. תמ"א 1 קיבלה תוקף של החלטת ממשלה ביום 30.1.2020. תמ"א 1, משמשת כלי עיקרי, פשוט ובהיר, לשמירת שטחים ורצועות לטובת שימושים ציבוריים עתידיים, כגון: שטחים פתוחים, דרכים ומסילות, מתקנים, קווי תשתיות ארציים ועוד. תמ"א אחת החליפה את תמ"א 34 ב'3 ומציגה הנחיות ועקרונות לתכנון נחלים ועורקי ניקוז.

מציג את גבול התכנית על רקע תמ"א 1. באיור ניתן לראות שנחל שפירים מוגדר כנחל ראשי. המסקנה העיקרית מהמפה היא שפשט ההצפה המוגדר בתמ"א 1 אינו תואם את המצב בשטח והינו קטן מידי. כל שטח התכנית נמצא באזור בעל חשיבות בנונית להחדרה והעשרת מי תהום. כאמור תחום התוכנית כולל את מסילת הרכבת תל אביב-ירושלים שחוצה את התוכנית ממזרח למערב, ואת כביש 1 שחוצה את התוכנית בחלקה המערבי.



איור 5 גבול התוכנית על רקע תמ"א 1

2.2 תוכניות מאושרות נוספות שתחום התוכנית נכלל בתחומן

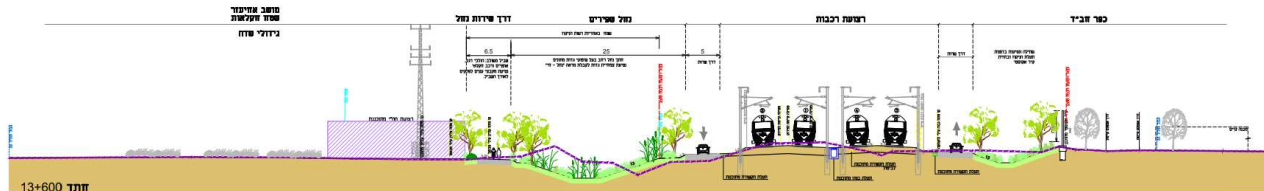
בטבלה 4 מופיעות התוכניות המאושרות שתחום תוכנית מפעל הניקוז נכלל בתחומן.

טבלה 4 : תוכניות מאושרות במרחב

שם התוכנית	מספר התוכנית	סטטוס	תאריך אישור/פרסום
תכנית מיתאר מקומית כפר חב"ד	גז/ 525 / 12	פרסום אישור	05/07/1987
מושב אחיעזר והסביבה	משמ/ 62 / גז	התכנית אושרה	18/04/1988
תוכנית מתאר מחוזית מחוז מרכז	תמ"מ 21/3	פרסום לתוקף ברשומות	12/11/2003
הפרדה מפלסית כפר חב"ד	תתל/ 26 / 202	התכנית אושרה	16/08/2007
כביש 200 - כביש עורקי עירוני מערב לוד ומערכת מים	תמא/ 47 / ד / 1	פרסום אישור	07/07/2016
מסילה רביעית באיילון, קטע ת"א מרכז - לוד	תתל/ 33	התכנית אושרה	29/07/2018
מחלף כניסה מערבי לנמל התעופה בן גוריון	תמא/ 4 / 2 / א / 2	פרסום אישור	23/08/2018
לוד - הרובע המערבי	תמל/ 1087	פרסום אישור	28/12/2018
מסדרון אקולוגי	תממ/ 3 / 21 / 50	קבלת תוכנית	09/06/2020
כביש 4 - גן רווה - מורשה	תוכנית תתל/ 110 / סעיף-77-78	התכנית אושרה	02/08/2021
תת"ל 103 - קו מטרו M3	תתל/ 103	התכנית אושרה	11/07/2022
קו מטרו M1S	תתל/ 101 / א	התכנית אושרה	11/07/2022
תכנית מתאר ארצית למרחב מערכת המטרו במטרופולין תל אביב	תמא/ 70	העברה להערות והשגות	02/08/2022
תכנית מתקנת לתכנית הראשית תמל/ 1087 - הרובע המערבי, לוד	תמל/ 1087 / 1	החלטה בדיון	23/02/2023

2.3 תתל/ 33: מסילה רביעית באיילון, קטע ת"א מרכז – לוד.

כאמור, נחל שפירים בתחום התוכנית, עובר ברובו לאורך מסילת ברזל תל אביב-ירושלים, וצפונית אליה. תתל 33 מתכננת להוסיף מסילות נוספות מצפון ומדרום למסילות הקיימות, משמע, "דריסת" תוואי נחל שפירים הנוכחי והסטתו צפונה. כחלק מהתוכנית הוגדרה רצועת נחל חדשה.

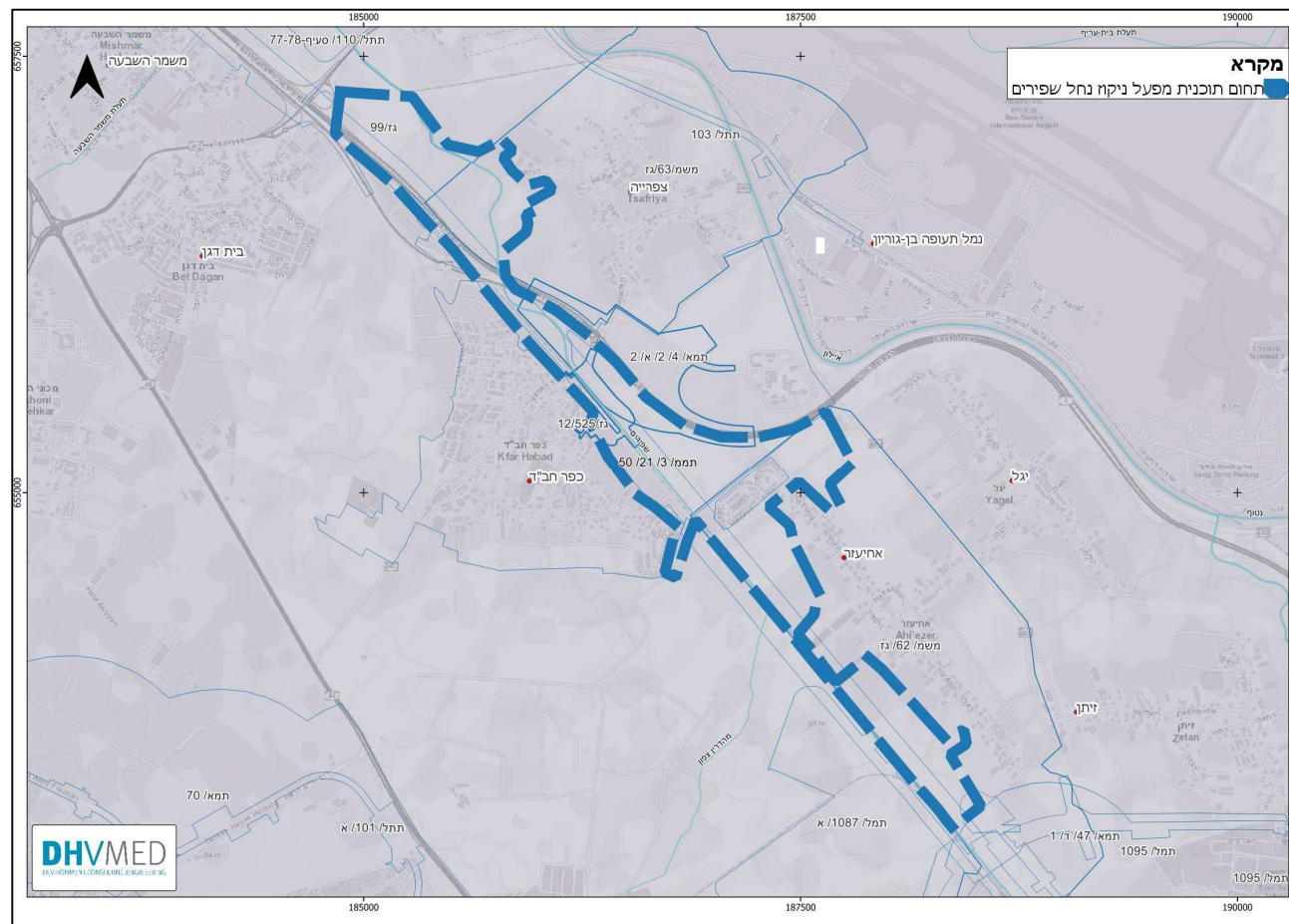


איור 6 חתך מתוכנן למסילת הברזל וסביבותיה מתוך תתל 33 (ינון הנדסה). ניתן לראות שבמסגרת התתל יוסט תוואי נחל שפירים צפונה, וחתך הנחל יוסדר לחתך טרפזי רחב (כ-25 מטר), מיוצב בבטון וצמחיית גדות.

2.4 תמא/ 4 / 2 / א/ 2: מחלף כניסה מערבי לנמל התעופה בן גוריון

תכנית המחלף המערבי של נתב"ג, כוללת הקמת מחלף כניסה חדש לשדה התעופה מכביש 1, באזור מושב צפריה. כחלק מהתכנית הנ"ל, מתוכננת רצועת נחל לנחל שפירים על בסיס התוואי הקיים שלו. תוכנית זו מתחברת בדרומה לתכנית ההפרדה המפלסית בכביש הכניסה לכפר חב"ד (תכנית תתל 26 / 202 - הפ"מ כפר חב"ד) תוכנית שמבוצעת בימים אלו. במסגרת שתי התוכניות הנ"ל, יבוטל מעבר כלי הרכב מתחת לכביש 1 ויבנה במקומו גשר מעל נחל שפירים. ביטול המעבר יאפשר למנוע הצפות נרחבות בשטחים שמצפון לכביש 1, בתחומי השטחים החקלאיים של מושב צפריה.

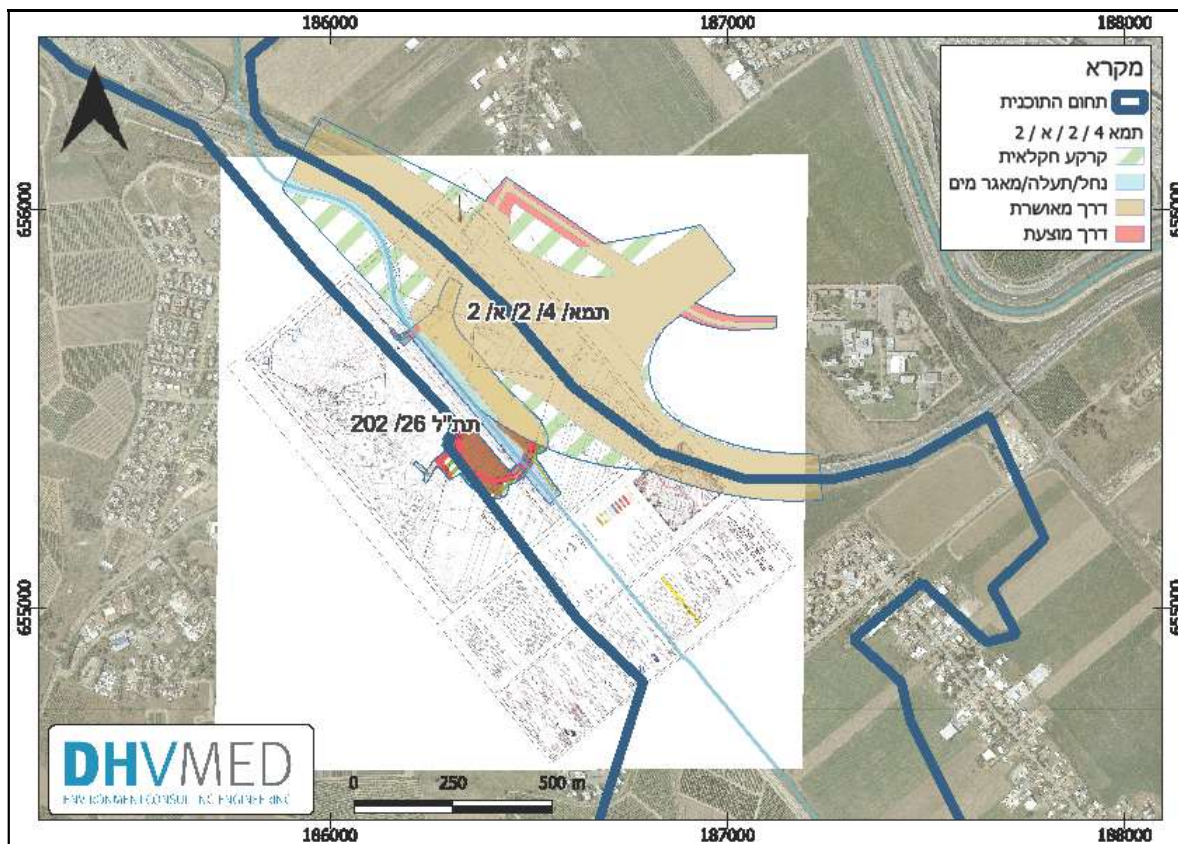
תכנון ההפרדה המפלסית ומעביר המים הזמני על נחל שפירים, מבוצעים בתאום מול רשות הניקוז ירקון.



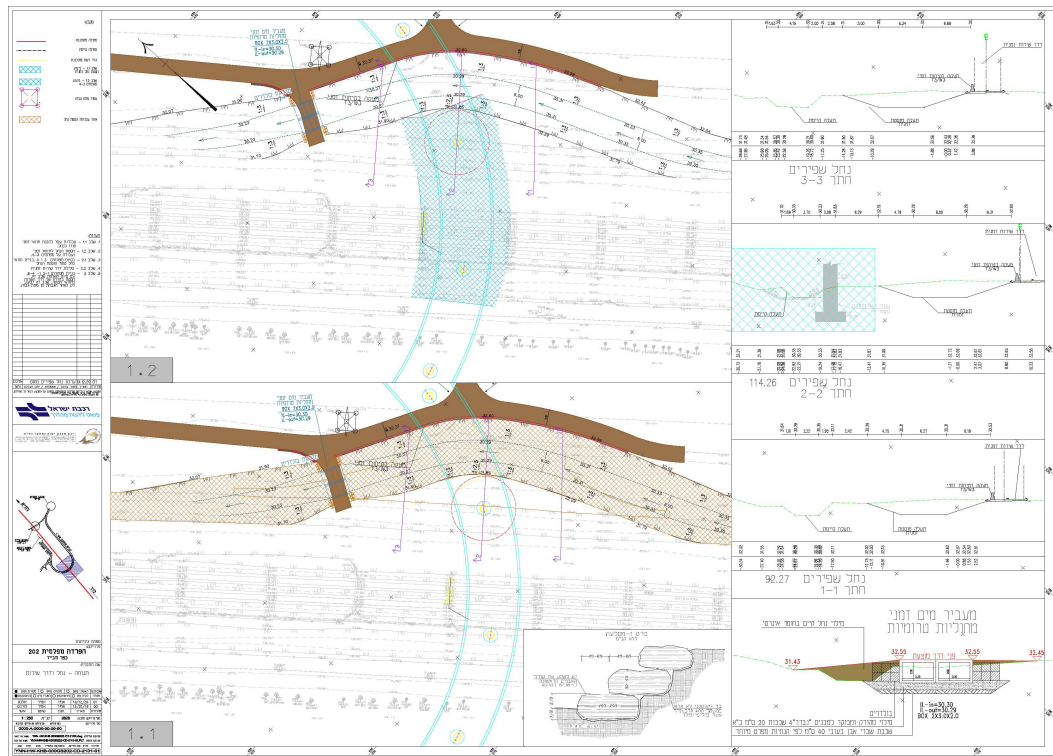
איור 7: גבולות תוכניות מאושרות-



איור 8 יעודי קרקע לפי תוכנית מאושרת



איור 9 תחום התוכנית על רקע תמ"א 2 / א / 2 / 4 ותת"ל 26/202.



איור 10 תכנית ההפרדה המפלסית בכביש הכניסה לכפר חב"ד, כולל גשר מעל נחל שפירים.

2.5 הידרולוגיה והידראוליקה

פרק זה מציג את הבסיס ההידרולוגי וההידראולי לתכנית, כהכנה להצגת המודל ותוצאותיו בפרקים הבאים.

2.6 רקע

רשות ניקוז ירקון פנתה לחברת DHV MED בבקשה להכנת מידול הידראולי למקטע נחל שפירים בין מושב אחיעזר לבין מפגש נחל שפירים ודרך 412. פרק זה מסכם את ניתוח המצב הקיים.

בפרקים הבאים יתואר תהליך בניית המודל, נתוני הבסיס ששימשו לבניית המודל, הצבת המודל ההידראולי בתכנת HEC-RAS, ואימות תוצאות המודל לעומת אירוע ההצפה של דצמבר 2018.

פשטי ההצפה במצב הקיים נדונים בהמשך לתיאור המודל. מהחשובים (וגם מהמציאות) עולה כי בהסתברות 10% דרום שכונת ההרחבה של אחיעזר נמצא בסכנת הצפה. במידה פחותה, גם הפינה הצפון מזרחית של כפר חב"ד. ב-1% סכנת ההצפה גוברת בשני מתחמים אלה ועלולה להגיע במספר בתים אף לרמה 4 לפי התקן האוסטרלי, שהיא רמה המסכנת חיי אדם ורכוש. כמו כן ב-1% הצפה רדודה של כ-10 ס"מ עלולה להגיע לבתים ספורים בצפריה. בנוסף לכך ישנן הצפות נרחבות בשדות החקלאיים שסביב הנחל. מפות פשטי ההצפה מרוכזות כולן בנספח 9.1. מפות סיכוני ההצפה מצורפות בגיליונות נפרדים.

בהמשך מוצגים שני תרחישים של מאגר צפריה – מאגר רגיל מאגר מוגדל. נמצא כי סך ההצפות צפוי לקטון, במיוחד מעבר לגדה השמאלית של נחל שפירים, אך תהיה החמרה מקומית בהצפות בשכונת ההרחבה באחיעזר. עיקר השיפור בהצפות נובע מהסטת תעלת מהדרין למאגר, שתימנע גלישות מכיוונה לעבר כפר חב"ד וכן ממעבר המים החדש שיזרים ספיקות גדולות יותר לנחל שפירים. מאידך, הגדלת הספיקות לנחל היא הסיבה להחמרה

באחיעזר. השפעת מאגר צפריה עצמו מורגשת בעיקר בגל הראשון, אך תועלתו פוחתת בגלים עוקבים, כתוצאה מקצב הריקון האיטי שלו.

ההשפעה של הרחבת מאגר צפריה על הספיקה בנחל שפירים ועל ההצפות במורד היא מועטה בתרחיש שנבחן, שהוא אירוע מתמשך במתאר של אירוע דצמבר 2018. ייתכן כי באירוע קצר יותר השפעת המאגר תגדל. שינוי מתקן היציאה שיאפשר קצב ריקון מהיר יותר עשוי לשפר את יעילות המאגר גם באירועים מתמשכים.

בנוסף, נבדקו שני תרחישים לשינויים במרחב. האחד להגנת שכונת ההרחבה באחיעזר בו השכונה תוקף בסוללה ותעלת אחיעזר תוסט לתוואי חדש ממערב לשכונה. נמצא כי ההגנות מונעות את הצפת השכונה מנגר חיצוני, אולם יש למצוא פתרון ניקוזי לשכונה בדמות תחנת שאיבה, מעבירים עם אל חוזר וכדו'.

כחלק מהעבודה נבדקה האפשרות להגדיל את כושר ההולכה של נחל שפירים בין אחיעזר לגשר הולכי הרגל של כפר חב"ד. מטרת הבדיקה היא למנוע את ההצפה בתוך כפר חב"ד. נמצא כי המגבלה היא כושר ההולכה של מעביר המים מתחת לכביש 1. הרחבת התעלה לבדה, ללא שיפור במעביר כביש 1, אינה משפיעה על ההצפה בכפר חב"ד. למרות זאת, פשט ההצפה יקטן לעומת המצב הקיים, הודות להטיית תעלת מהדרין למאגר צפריה וגם ב-1% לא צפוי לסכן חיי אדם בכפר חב"ד.

מסקנות העבודה מוצגות בסוף פרק ההידרולוגיה.

2.7 הידרוגרפים

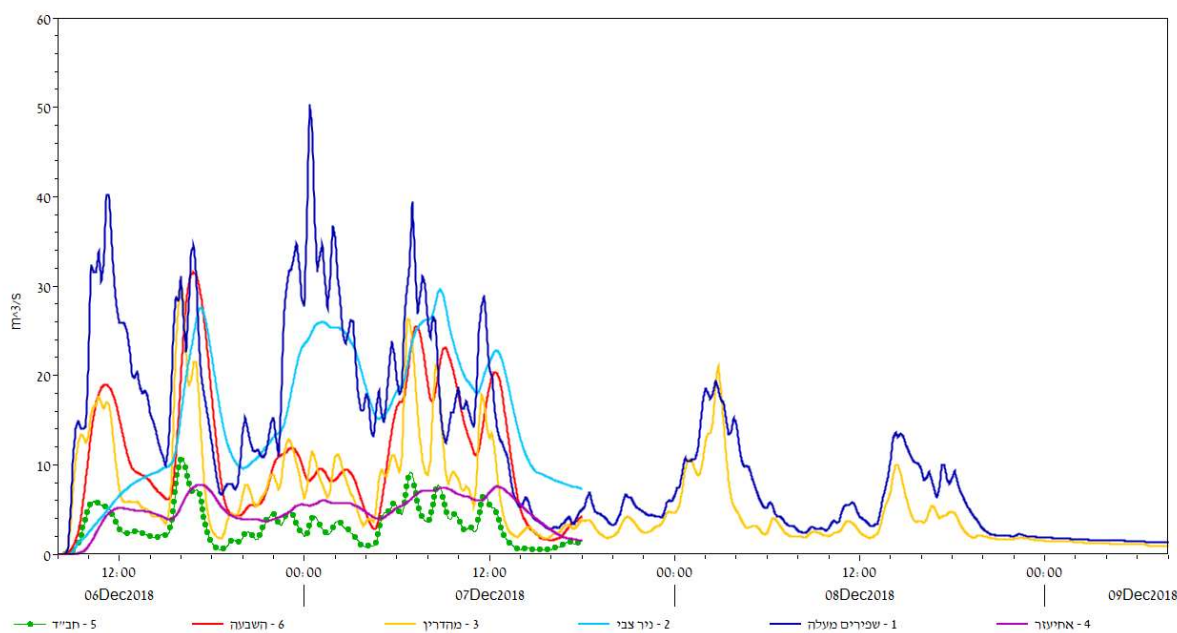
תנאי הקצה שהוגדרו במודל הם הידרוגרף כניסה בערוץ נחל שפירים ומספר יובלים המתנקזים אליו לאורך המודל בנקודות הבאות: נחל שפירים מעלה, ניר-צבי, מהדרין, כפר חב"ד, אחיעזר ותעלת השבעה. ספיקות השיא ונפחי הנגר בהסתברויות השונות מופיעות בטבלה 5 להלן.

ההידרוגרפים חושבו באמצעות תוכנת HEC-HMS לפי מתאר אירוע הגשם של 06-09.12.2018 (איור 11). מדובר באירוע גשם משמעותי שהתרחש באגן נחל שפירים וגרם גם להצפות במרחב. הבחירה באירוע זה תורמת גם לכיול המודל מול הצפות ידועות במרחב. בכדי לקבל את האירועים בהסתברויות השונות הוכפלו נתוני הגשם במקדם, על מנת לקבל ספיקת שיא שמתאימה לתקופת החזרה הרצויה בתחנה ההידרומטרית נחל שפירים.

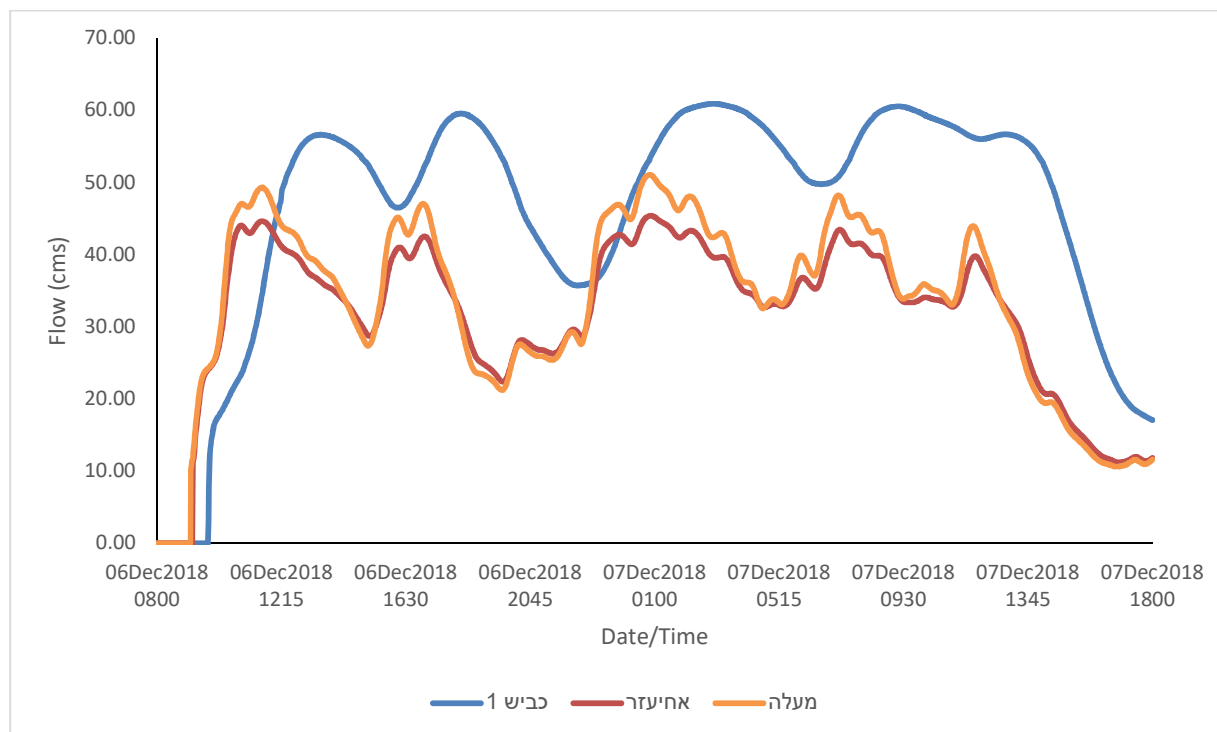
ההידרוגרפים, הנפחים והספיקות שהוכנסו למודל הוצגו ואושרו מחדש על ידי אייל זיגל, מנהל תחום מים עיליים ברשות המים בתאריך 06.08.2023. (ראה תיעוד התכתובת בסעיף 11.2 בנספחים).

טבלה 5: ספיקות שיא ונפחי נגר בהסתברויות תכן שונות בנקודות הכניסה למודל

נפח (אלמ"ק)					ספיקה (מ"ק\שניה)					נחל	מס'
1% X1.25	10%	5%	2%	1%	10%	5%	2%	1%	1% X1.25		
2823	990	1368	1673	2258	18	25	33	50	63	שפירים מעלה	1
1793	741	974	1133	1434	12	15	17	23	29	תעלת ניר צבי	2
1319	477	623	758	1055	11	13	20	30	38	תעלת מהדרין	3
736	325	427	484	589	4.4	5.7	6.4	7.7	9.6	אגן אחיעזר	4
485	41	57	122	388	0.8	1.7	5.6	11	13	אגן כפר חב"ד	5
1705	762	994	1125	1364	19	24	26	32	39	נחל + אגן השבעה	6



איור 11: ספיקות התכן בהסתברות של 1% בנחל שפירים וביוביליו- תנאי קצה.



איור 12 : ספיקות התכן בנחל שפירים אירוע 1:100.

טבלה 6 : ספיקות שיא בנחל שפירים באירוע 1:100.

ספיקה באירוע 1% (מ"ק/שניה)	נק' ספיקה בנחל
51.07	מעלה
45.40	אחיעזר
60.92	כביש 1

3 מודל HEC-RAS דו ממדי

מהלך הזרימה בנחל שפירים מודל באמצעות מודל הידראולי דו ממדי למצב זרימה לא תמידית (Unsteady flow). המודל הוצב בתוכנת HEC-RAS ונבדק עבור אירועי תכן בהסתברות 1% ו-10%. בנוסף נבדק אירוע של 1% בו הספיקות הוכפלו בערך של 1.25.

HEC-RAS הינה תוכנה מובילה למידול שיטפונות, חישוב הידראולי ומיפוי פשטי הצפה בנתיבי זרימה טבעיים ובתעלות אחרות מכל סוג. התוכנה פותחה ע"י חיל ההנדסה של צבא ארה"ב ונמצאת בשימוש נרחב ומקובל בפרויקטים רבים בארץ וברחבי העולם.

נתוני הרצה:

- סוג הרצה - דו ממדי 2D
- גודל שריג – 1 מ"ר בערוץ הנחל, בתעלות, ברחובות ובאזורי עניין; 10 מ"ר בשאר השטח
- סוג זרימה - Unsteady flow.
- ספיקות נכנסות – כמתואר בסעיף 2.7 לעיל
- תנאי קצה במורד – מוצא מעביר המים של כביש 412 בזרימה חופשית

3.1 מדידות

הבסיס למודל הידראולי דו-ממדי הוא שריג של פני השטח (Digital Terrain Model). ה-DTM הורכב משילוב של מהמקורות הבאים:

1. מדידה קרקעית מעבירי מים כפר חב"ד 21.7.2022
2. תכנית להסדרת גשר הולכי רגל הפרדה מפלסית 2021
3. מדידה קרקעית נחל שפירים מקטע מעבירי מים כביש 1 עד כביש 412 15.06.2021
4. מדידה קרקעית נחל שפירים קטע כפר חב"ד כביש 412 12.6.2019
5. מדידת LIDAR רשות הניקוז 2018

קבצי המדידה הומרו לשכבות משטחים (ראסטרים) בתוכנת ARCGIS. המשטחים נבדקו על מנת לוודא התאמה בין התוצרים למדידה. בכל מקטע נחל נעשה שימוש מושכל בקובץ המדידה העדכני ביותר ונבדקו ההתאמות בין המשטחים השונים לוודא שאין ביניהם הפרשי גבהים.

3.2 מקדמי מאנינג

מקדם החיכוך מייצג את ההתנגדות של פני השטח לזרימת המים. המודל עובד לפי מקדמים בנוסחת מאנינג (Manning) ומקדמי המאנינג שנבחרו כקלט למודל מוצגים ב-**Error! Reference source not found.** המודל קולט את הנתונים כשכבה פוליגונית וכל תא במודל מקבל את הערך בו התא נמצא ביחס לפוליגון.

טבלה 7: מקדמי נגר לפי שימושי קרקע שנכנסו לקלט המודל.

שימוש קרקע	מקדם נגר
שטחים פתוחים	0.06
ערוצים ותעלות	0.035
כבישים	0.02
שטחים בנויים	0.03

3.3 מעבירי מים

מיקום מעבירי המים במודל מוצג באיור 4 נתוני המעבירים נלקחו מתוך שכבות המדידה ומוצגים בטבלה 3 לעיל.

3.4 מסילת הרכבת בסמוך לתעלת השבעה

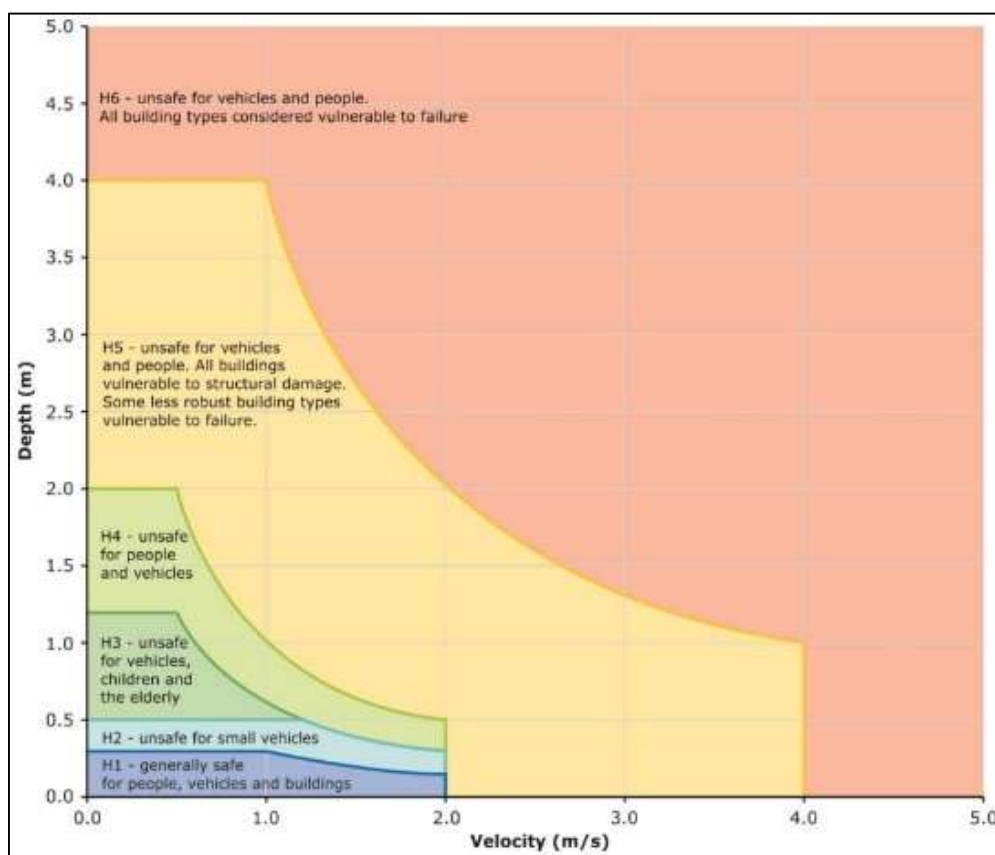
במעלה כביש 412, תעלת הרכבת חוצה את נחל שפירים בשיקוע, כאשר הנחל עובר מעליה. תעלת נחל שפירים במקטע זה הינה גדולה דיה ואינה מסכנת את הרכבת. בסמוך למקטע זה, עוברת גם תעלת השבעה הבנויה כתעלת באון מרובעת. בסימולציות השונות מסילת הרכבת המשוקעת הוצפה מכיוון תעלת השבעה. יש לציין כי נתוני הלידר אינם מדויקים על מנת למדל באופן מיטבי את הזרימה באזור זה. מניתוח תצ"א עולה כי ישנה חומה המקיפה את המסילה המשוקעת. בהנחה כי החומה מגינה עליה מהצפות, בוצע במודל מילוי מלאכותי של המסילה המשוקעת. בסיום באזור נתקלנו בשער סגור ולא הצלחנו להתקרב מספיק על מנת לוודא את העניין.

3.5 מפות סיכונים

לכל תוצאות התרחישים השונים חושבו מפות סיכונים מהצפות ע"פ התקן האוסטרלי המופיע באיור 13 להלן. רמת הסיכון היא פונקציה של מהירות הזרימה ועומק המים, בהתאם לטבלה 8.

טבלה 8: רמות סיכון כתלות במהירות ועומק הזרימה ע"פ התקן האוסטרלי (WRL Technical Report 2014/07 Flood Hazard)

רמת סיכון	מהירות (v) X עומק המים (d)	תיאור
6	$d > 4$ Or $v > 4$ Or $d \cdot v > 4$	לא בטוח לאנשים, רכבים ומבנים
5	$d > 2$ Or $v > 2$ Or $d \cdot v > 1$	סיכון לאנשים, רכבים וחלק מהמבנים
4	$d > 1.2$ Or $d \cdot v > 0.6$	סיכון לאנשים ורכבים
3	$d > 0.5$	סיכון לרכבים ולאנשים פגיעים (ילדים מבוגרים וכדו')
2	$d > 0.3$ Or $d \cdot v > 0.3$	סיכון לרכבים קטנים
1	$d > 0.3$ and $d \cdot v > 0.3$	סיכון נמוך לאנשים, רכבים ומבנים



איור 13: דיאגרמת רמות סיכון מהצפות ע"פ התקן האוסטרלי (WRL Technical Report 2014/07 Flood Hazard)

האירוע של 2018 ששימש כבסיס להרצות במודל, הוא אירוע בסדר גודל של 10%. לכן המודל כויל בהרצה של הסתברות זו אל מול מקומות ידועים שבהם היו הצפות והם:

- הרחובות באחיעזר שסמוכים לנחל שפירים
- הפינה הצפון מזרחית של כפר חב"ד
- מעבר כביש 4402 מתחת לכביש מס' 1

להלן פירוט:

4.1 אחיעזר

הגשם שירד באירוע זה גרם להצפות באזור ההרחבה של מושב אחיעזר. מרחב ההצפה המדווח הוא ברחובות הזית, התאנה והגפן (איור 14). המים הציפו את הרחובות האלו ואף נכנסו לתוך בתי תושבים. ב איור 37 ניתן לראות את פשט ההצפה ברחובות בהן דווח על הצפות ובעומק של כ-1 מטר. כפי שניתן לראות ב איור 37 הן מרחב ההצפות והן עומק המים במודל מתאימים לתמונות מאותו היום.

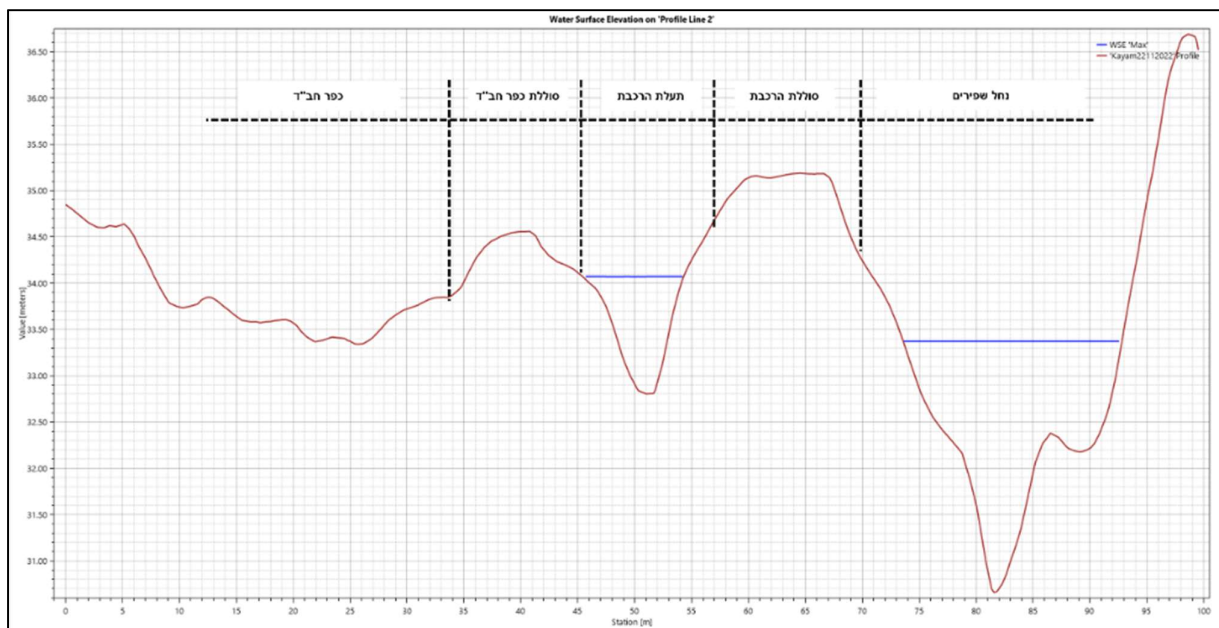


איור 14: הצפות במושב אחיעזר 07.12.2018 (קרדיט ראובן קסטרו אתר חמ"ל)

4.2 כפר חב"ד

ע"פ מידע שהגיע מרשות הניקוז, באירוע זה התרחשו הצפות גם בפינה הצפון-מזרחית של כפר חב"ד (רחוב האדמו"ר הצמח-צדק), אך ללא הצפה של הבתים. במודל ההצפה אינה נכנסת לתוך התחום הבנוי של כפר חב"ד. סיבה אחת לכך היא נקז מקומי שבמציאות יוצר קשר הידראולי בין כפר חב"ד לנחל שפירים. יש לציין כי מתאר הסוללות נסמך על **LIDAR** משנת 2012 ובהחלט ייתכן שמצב הסוללה בפועל שונה מאשר במודל וזו סיבה אפשרית נוספת להבדלים בין המודל למציאות בזרימת המים לתחום הכפר.

איור 15 מציג חתך (מיקום החתך מסומן בירוק ב איור 38) מנחל שפירים לכפר חב"ד בכיוון צפון דרום. בחתך מסומנת הטופוגרפיה באדום ומפלסי המים בתעלות בכחול. ניתן לראות כי מפלס המים בתעלת הרכבת הוא ברום של כ-34.1 מטר, שהוא גבוה מפינת הרחוב הנמוכה ביותר של כפר חב"ד, אך נמוך מהבתים. מפלס זה מתאים להצפה קטנה בפינת הרחוב ללא נזק לבתים ומבחינה זו החישוב במודל מתאים לתצפית. סביר להניח שבפועל המים אכן מצאו את דרכם לתוך כפר חב"ד, גם אם הדבר לא בא לידי ביטוי במודל.



איור 15: מפלס מים וטופוגרפיה בחתך החוצה את השכונה הצפון-מזרחית של כפר חב"ד ונחל שפירים

4.3 כביש 4402 בין כפר חב"ד לצפריה

במהלך האירוע התרחשה הצפה בכביש המחבר בין כפר חב"ד לצפריה והכביש נחסם לתנועה בחלק מהשעות. באירוע זה חולצו אב ושלוש ילדיו מהמנהרה העוברת מתחת לכביש 1 (איור 16). באיור 39 ניתן לראות שבמודל עומק המים במנהרה חושב ל-0.5 מטר, המתאים לתמונה באיור 16. מהירות הזרימה במעבר חושבה ל-1.90 מטר לשנייה. למעשה, מעבר הכביש הפך לתעלה שכיוון הזרימה בה היה מדרום לצפון, כלומר מנחל שפירים לעבר צפריה. תוצאות אלה מתאימות לסרטונים שצולמו במקום באותו האירוע.



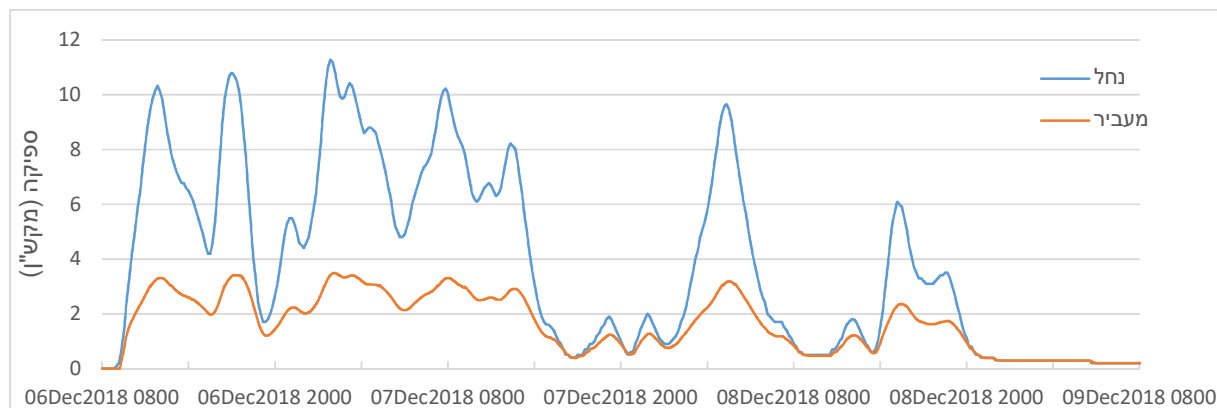
איור 16: הצפות במנהרה המחברת בין כפר חב"ד לצפריה, 07.12.2018 (מקור: דוברות כבאות והצלה)

פרק זה מציג את פשטי ההצפה המחושבים במצב הקיים בשלוש הסתברויות: 10%, 1% ו-1.25%. מפות סיכוני ההצפה המלאות מוצגות במסמך נלווה. הדיון בתוצאות פשטי ההצפה מתייחס להיבטים כללים לכל המודל ובאופן פרטני למקטעי הנחל מהמעלה אל המורד.

5.1 כושר ההולכה במעברי המים בצד אפיק הנחל

לאורך הערוץ הראשי של נחל שפירים ישנם מספר מעברי מים צדדיים המנקזים את תעלות המשנה אל הערוץ הראשי. בתוצאות המודל ניתן לשים לב ל-2 תופעות המתרחשות במעברים אלו. האחת זרימה מהערוץ הראשי של נחל שפירים אל תעלות המשנה (back flow). כאשר ישנה זרימה לאחור בתעלות אזי מתקבלת הצפה הן כתוצאה מהזרימה משפירים דרך מעברי המים וכן כיוון שתעלות המשנה לא מצליחות לנקז את הנגר המגיע אליהן מהמעלה.

הנקודה השנייה היא הפער בין כושר ההולכה המחושב של מעברי המים לבין כושר ההולכה של המעביר בפועל בעת אירוע. הפער הזה נבדק ונמצא במספר במעברי מים. לדוגמא, כושר ההולכה המקסימלי במעביר המים של ניר צבי הוא 7-8 מקש"נ, אולם ספיקת השיא העוברת במעביר במודל היא 3.40 מקש"נ בלבד. הסיבה היא שכושר ההולכה של המעביר פוחת בעת שהמפלס גבוה בנחל שפירים. בשלב זה מתחילה הערמות מים לאחור והשדות הסמוכים למעביר מוצפים. ניתן לראות באיור 17 את ההבדל בין ספיקת המים בערוץ בסמיכות למעביר לבין הספיקה במעביר עצמו. יש לציין שבמודל המים זורמים באופן ישיר אל המעביר. בפועל במצב הקיים התעלה אינה מוסדרת לכל אורכה וישנן הצפות המתרחשות במעלה עוד לפני שהמים מגיעים למעביר.



איור 17: ספיקת המים בתעלת ניר צבי בהשוואה לספיקה במעביר המים הסתברות 10%

5.2 הצפות במקטעי הנחל

סעיף זה מתאר את הזרימה וההצפות במקטעי הנחל מהמעלה למורד: אחיעזר, נחל שפירים מקטע לוד עד מעביר המים בכביש 1, כפר חב"ד, כביש 4402 והשדות שבין כביש 1 לבין מושב צפריה, נחל שפירים בין כביש 1 לבין כביש 412, תעלת השבעה בסמיכות למקטע הרכבת המשוקע.

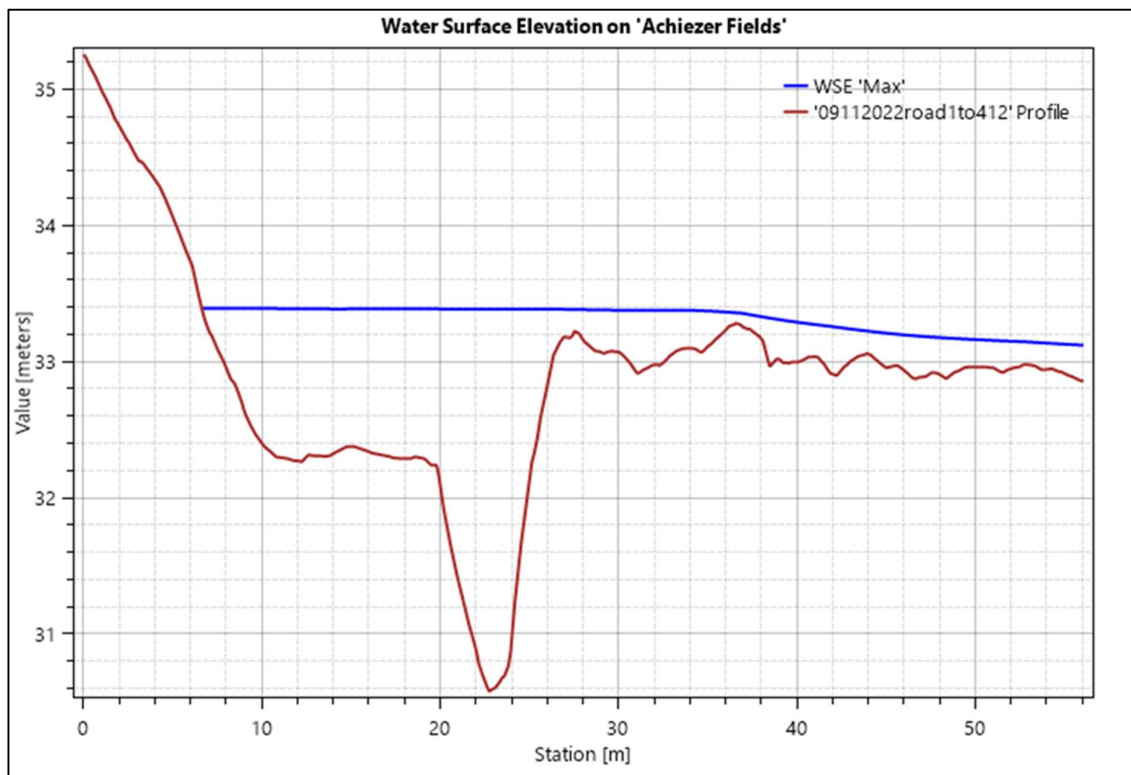
5.2.1 אחיעזר

תוצאות המודל מראות כי ישנן הצפות במושב אחיעזר בשכונת ההרחבה הסמוכה לנחל שפירים. ההצפה באזור זה מתחילה כאשר ישנה זרימה לאחר מתוך נחל שפירים אל התעלה של אחיעזר דרך מעביר המים. בנוסף, המים המתנקזים מכיוון המושב לא מצליחים לזרום לנחל ומתחילה הערמות לאחר והצפה אל תוך השכונה. ההצפה מתרחשת גם באירוע של 10% וכל שכן באירועים נדירים יותר. השטח אותו הנחל מציף אינו שונה באופן מהותי בתרחיש השונים. לעומת זאת מפלס המים ב-1% גבוה בכ-30-40 ס"מ ביחס לאירוע של 10%. בתרחיש השלישי בו הגשם מוכפל בפקטור של 1.25, מפלס המים גבוה במספר ס"מ בודדים ביחס ל-1%. במפות הסיכונים ניתן לראות שישנה עלייה ברמת הסיכון בתוך השכונה כתוצאה מהעלייה במפלס המים ומהירותם ורמת הסיכון עלולה להגיע ל-4 שהיא מסוכנת לאנשים ולרכבים.

5.2.2 סוללת הרכבת וההצפות בגדה הימנית של נחל שפירים

במקטע שמחצית הרכבת במורד לוד ועד מעביר המים בכביש 1, גדת הנחל השמאלית תחומה בסוללת הרכבת, שגובהה במעל 2 מטר מהגדה הימנית. ועל כן במקרה של גלישת מים מנחל שפירים היא מתרחשת לכיוון הגדה הימנית הנמוכה יותר. ההצפות בהסתברות של 10% מתחילות מהשדות הנמצאים בסמיכות לאחיעזר ממזרח וממערב לשכונת ההרחבה. ספיקת השיא העוברת בערוץ הראשי לפני גלישה היא כ-17 מ"ק/שניה.

השטח הנמצא מערבית לאחיעזר מוצף ע"י גלישת מים מהערוץ הראשי של נחל שפירים צפונה אל השטחים החקלאיים. הגלישה מתרחשת במפלס של 33.40 ס"מ (איור 18). במורד מקטע זה המים גולשים בעוד כמה נקודות בהן מפלס המים בנחל שפירים גבוה מהגדה הימנית.



איור 18: מפלס ההצפה בהסתברות של 10% בסמיכות לאחיעזר בחתך רוחב החוצה את נחל שפירים (מבט ממזרח)



איור 19: מיקום החתך המוצג ב איור 18

5.2.3 כפר חב"ד

באירוע בהסתברות של 10% אין כניסה של מים לכפר חבד, אם כי מפלס המים בתעלת הרכבת הסמוכה גבוה מרום הקרקע בפינה הצפונית מזרחית. בהסתברות של 1%, ניתן לראות שישנה הצפה בשכונה הצפון מזרחית במרחב של הרחובות האדמו"ר הצמח צדק ואדמו"ר מהר"ש וכן לשדות הגובלים בין כפר חב"ד לסוללת הרכבת. ההצפה נמשכת מערבה עד לאזור המפעלים בכפר חב"ד. ההצפות באזור הבתים מגיעות עד רמת סיכון 4 – סיכון לאנשים ורכבים. באירוע בו הספיקה מוכפלת פי 1.25, מרחב ההצפות גדל וסיכוני ההצפה גדלים.

המודל מראה כי כניסת המים לתוך כפר חבד מתרחשת דרך מספר מוקדים בסוללה ההיקפית, כאשר מפלס המים בתעלה גבוה מהסוללה.

5.2.4 השדות בין כביש 1 למושב צפריה

ההצפות באזור זה מתרחשות כתוצאה מזרימה בתוואי הכביש 4402 – הדרך בין כפר חב"ד לצפריה. הזרימה מתרחשת מכיוון נחל שפירים צפונה. מרחב ההצפה הוא בשטחים שנמצאים צפונית לכביש 1 ודרומית למושב צפריה. מפלס ההצפה ברוב השטח, בהסתברות של 10% נמוך מ-10 ס"מ, אם כי יש אזורים בהם המפלס מגיע עד 0.5 מטר. המים מגיעים במספר נקודות לשולי הבתים של צפריה, אך במפלס נמוך מ-10 ס"מ. המודל מראה שחלק מהמים זורמים בכיוון כללי מערבה וחוזרים אל הערוץ הראשי של נחל שפירים במקטע הנמצא לאחר מעברי המים של כביש 1.

בהסתברות של 1% ניתן לראות שהמים גולשים צפונה יותר עד לשולי הבתים ונכנסים במספר נקודות גם למרחב הבתים עצמם. הבתים הנמצאים דרומית לרחוב הגפן. ההצפות באזור זה מגיעות לרמת סיכון 1 בלבד - סיכון נמוך לאנשים, רכבים ומבנים.

5.2.5 נחל שפירים מקטע מורדי - מעבר הולכי רגל כפר חבד עד מעביר 412

תוצאות המודל בהסתברות של 10% מראות שכושר ההולכה של הנחל בהסתברות זו מספק וגם ואין גלישות מהערוץ אל השדות. יש לציין במקטע שבו נחל שפירים מתפתל לפני כביש 1 ובאזור גשר כפר חב"ד, רשות הניקוז ביצעה עבודות בהם שופר כושר ההולכה של הנחל ע"י הסרת הגשר בין כפר חבד לצפריה וכן ע"י הרחבת הערוץ במקטע המפותל.

בהסתברות של 1% ו-1.25%, ישנה גלישת מים לגדה השמאלית של הנחל במקטע המפותל לפני כביש 1 וכן ב-2 הגדות במורד כביש 1. ההצפות מגיעות עד הקו המערבי של משקי צפריה ובנקודה זו המים חוזרים אל הנחל.

5.2.6 נחל השבעה בסמוך למקטע המשוקע של הרכבת

תוצאות המודל מראות הצפה של השטחים הסמוכים למקטע הרכבת המשוקע בין נחל שפירים לבין תעלת השבעה. מקור המים הוא מהצפה מכיוון תעלת השבעה מזרחה אל השטח הפתוח. כאשר ספיקת המים גבוהה מכושר ההולכה של התעלה. שריג הגבהים אינו מראה בצורה מיטבית את ההגנות של הרכבת באזור זה. מפלס המים בהסתברות של 10% הוא כ-28.3 מטר מעל פני הים ובהסתברות של 1% - 28.7 מטר מעל פני הים. יש לתכנן את ההגנות של הרכבת מעל מפלסים אלו לכל הפחות.

6 פשט ההצפה מצב עתידי

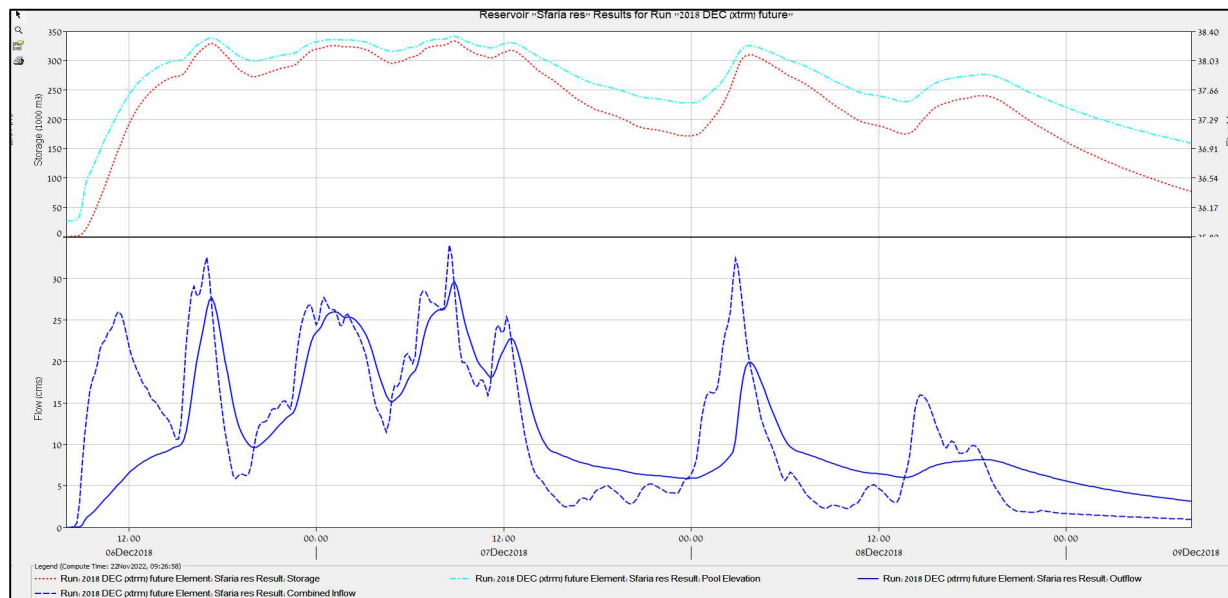
פרק זה מציג את פשט ההצפה הצפוי לאחר השלמת שני פרויקטים : מאגר צפריה והפרדה מפלסית של כביש 4402 (בין כפר חב"ד לצפריה).

6.1 מאגר צפריה

סעיף זה מציג את ההשפעה של מאגר צפריה המתוכנן על פשט ההצפה לעומת המצב הקיים. המתאר שנבחן הוא כדלקמן :

- מאגר בנפח של 268,000 מ"ק
- מתקן יציאה מהמאגר בהתאם לתכנון חברת הידרומודול, הכולל תעלת יציאה ברוחב 2 מטר ומעליה מגלש.
- הקמת מעביר מים חדש לתעלת ניר צבי בגודל של 2X(2X5) מטר
- הטיית תעלות ניר צבי ומהדרין לתוך המאגר
- ביטול מעביר המים הקיים בניר צבי (מעביר מהדרין ממשיך לפעול, אם כי ללא ספיקה מהמעלה)

המאגר לא הוכנס למודל כמות שהוא, אלא הידרוגרף היציאה שלו חושב במודל HEC-HMS (איור 20) והוכנס למודל ההידראולי לפני מעביר המים החדש. ניתן לראות שב-1% המאגר משפיע בעיקר על הגל הראשון באירוע ולאחר מכן ספיקת היציאה דומה לספיקת הכניסה. ריקון המאגר הינו איטי מידי בכדי להשפיע על גלים עוקבים באירוע אחד.



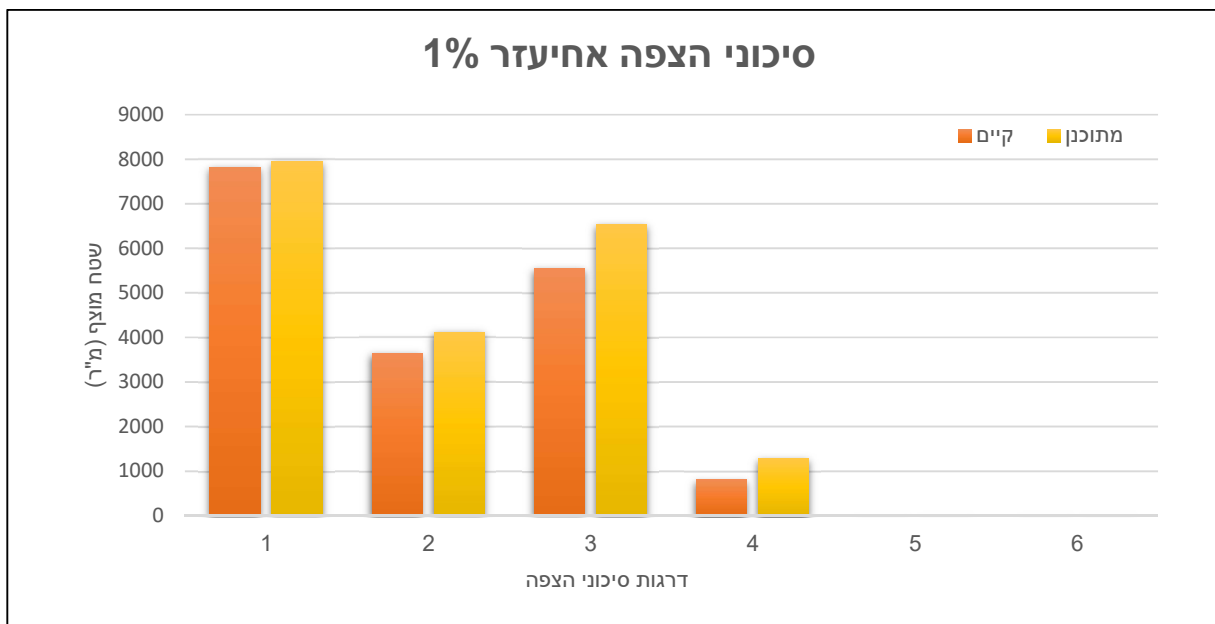
איור 20 : הידרוגרף כניסה ויציאה בהסתברות של 1%, מאגר צפריה, בחלק העליון של האיור ניתן לראות את השינוי בנפח ורום המים במאגר לאורך האירוע

ההבדל בפשט ההצפה מוצג ב. **Error! Reference source not found.** ניתן לראות שמוצפים שטחים נוספים בשדות הנמצאים מדרום למושב אחיעזר וכן מחמירה מעט ההצפה בתוך המושב. מצד שני, פוחתת מאוד ההצפה בתוך כפר חב"ד וכן בשטחים החקלאיים הנמצאים במורד תעלת מהדרין.

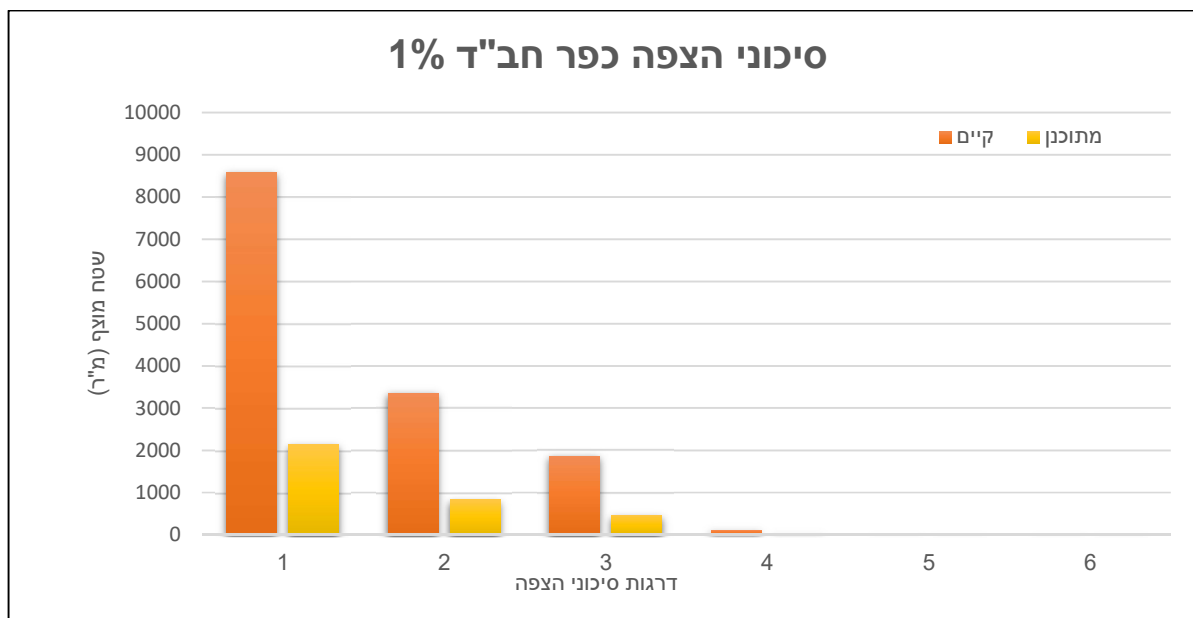
המרכיב שמשפיע יותר הוא הטיית תעלת מהדרין ומעביר המים החדש, המאגר משפיע פחות. חלק נכבד מההצפות בכפר חב"ד מקורן בגלישת מים מתעלת מהדרין, שזורמת על פני השדות לעבר תעלת כפר חב"ד. השיפור בכפר חב"ד נובע מכך שתעלת מהדרין מתוכננת להתנקז אל מאגר צפריה ולכן לא תגלוש יותר לעבר כפר חב"ד. בנוסף במצב הקיים כושר ההולכה של מעביר המים "מהדרין" אינו מתאים לספיקות של 1% ולכן מתחילה להתפתח הצפה במקביל לרכבת לכיוון מערב אל עבר כפר חב"ד. כלומר, המים שבמצב הקיים מגיעים ממהדרין לא יגיעו במצב המתוכנן לכפר חב"ד.

מצד שני, החמרת ההצפות באחיעזר, גם אם מועטה, נובעת מכך שמעביר המים החדש יכול להזרים את כל הספיקה לעבר נחל שפירים. זאת להבדיל מהמצב הקיים בו כושר ההולכה של מעבירי המים מוגבל. כך, למרות מאגר צפריה, הספיקות שיזרמו לנחל שפירים יגדלו.

על מנת לבדוק את השינוי בדרגות הסיכון ובמרחב ההצפה בתוך השטחים הבנויים של אחיעזר וכפר חב"ד חושבה התפלגות דרגות הסיכון לפי הפוליון של השטחים הבנויים. ניתן לראות את ההבדלים בהתפלגות סיכונים ההצפה באחיעזר (איור 21) ובכפר חב"ד (איור 22) במושב אחיעזר דרגות סיכונים ההצפה עולות מעט לאחר הקמת המאגר ולעומת זאת המצב משתנה משמעותית לטובה בהצפות של כפר חב"ד במקרה שבו מקימים את המאגר. מרחב ההצפה קטן וכן סיכונים ההצפה בתוך השטח הבנוי. **לסיכום, סך ההצפות צפוי לקטון, במיוחד מעבר לגדה השמאלית של נחל שפירים, אך תהיה החמרה מקומית בהצפות בשכונת ההרחבה באחיעזר.**



איור 21: דרגות סיכונים הצפה במושב אחיעזר במצב הקיים ובמצב המתוכנן



איור 22: דרגות סיכוני הצפה במושב כפר חב"ד במצב הקיים ובמצב המתוכנן

6.2 הפרדה מפלסית 4402

כפי שמתואר בסעיף 4.3 לעיל, בזמן אירועי הצפה, מעבר כלי הרכב מתחת לכביש 1, מתפקד כתעלה שמעבירה מים מדרום לכביש 1, אל השטחים שמצפון לו.

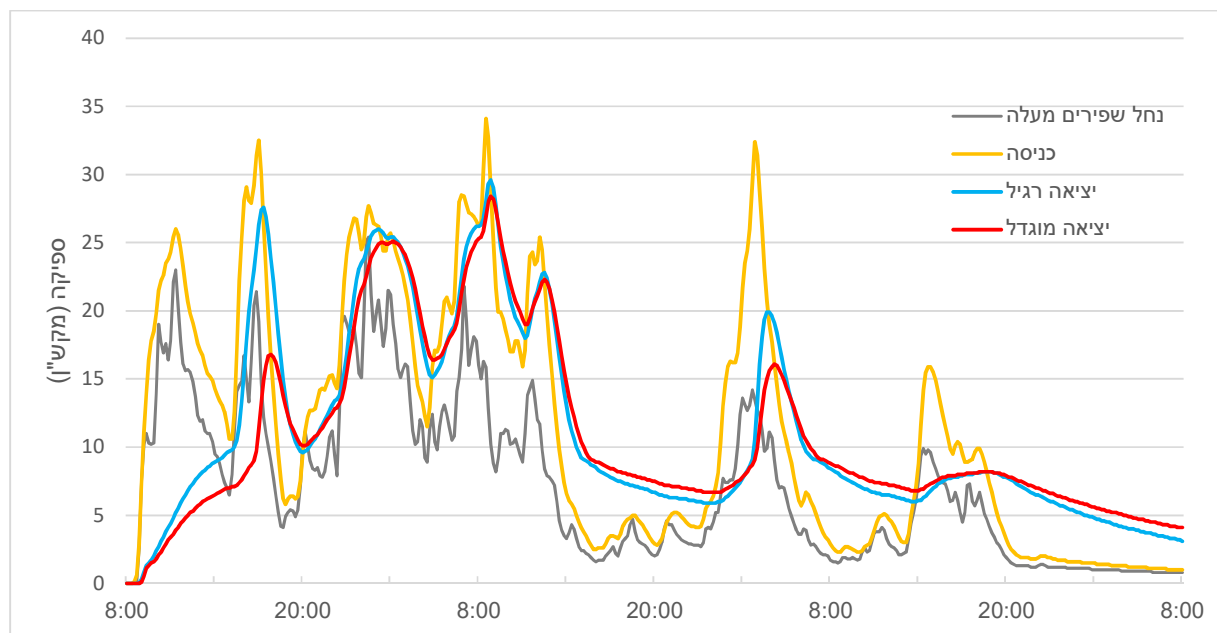
סגירת מעבר הכביש ובניית גשר חדש לכביש 4402 מעל נחל שפירים מתוכננת כחלק מתוכנית תתל 26 / 202. הנמצאת בשלב הביצוע.

על מנת לבדוק את השפעת סגירת המעבר על פשט ההצפה של נחל שפירים, בוצעה הרצה במודל שכללה סגירה של המעבר הנ"ל.

איור 24 מציג את ההבדל בין פשטי ההצפה כאשר מעבר הכביש פתוח וסגור.

סגירת מעבר הכביש צפויה להפחית משמעותית את ההצפות מצפון לכביש 1, ובגדה הימנית של נחל שפירים, לאחר שהוא חוצה את כביש 1, במיוחד בשטחי חלקות א' של מאגר צפריה. ההפחתה בשיעור של כ 300 דונם מערב לכביש 4402 (כביש מחבר בין כפר חב"ד לצפריה), בחלקות א' של המושב, ובשיעור של כ 120 דונם ממזרח לכביש.

עם סגירת המעבר, ההצפות באירוע 1% תהיינה מוגבלות בעיקר לשטח הכלוא בין הגדה השמאלית של נחל שפירים לכביש 1.



איור 23: הידרוגרף כניסה ויציאה בהסתברות של 5% בתרחיש מאגר רגיל ומאגר מוגדל ומהלך הספיקה ביחס לנחל שפירים

פשטי ההצפה בתרחיש מאגר רגיל ומאגר גדול דומים וכמעט ואין הבדל במרחב ההצפה בין 2 המקרים. בחינה של דרגות סיכון ההצפה ומפלסי ההצפה בתוך מושב אחיעזר מראים גם הם שלמאגר הגדול אין השפעה בהיבטים אלו.

ייתכן כי למאגר הגדול השפעה משמעותית יותר באירועים קצרים יותר כגון 24 שעות, אך באירוע מתמשך המאגר מאבד מיעילותו והספיקה הנכנסת דומה לספיקה היוצאת. שינוי בתכנון מתקן היציאה מהמאגר, כך שקצב הריקון יגבר, יכול לשפר את יעילות המאגר באירועים ארוכים. במיוחד אמורים הדברים לגבי תפעול אקטיבי, בו ניתן יהיה לרוקן אותו מהר יותר כאשר נחל שפירים בספיקה נמוכה, או בשלבים הראשונים של האירוע, או בין שני שיאים באירוע מתמשך.

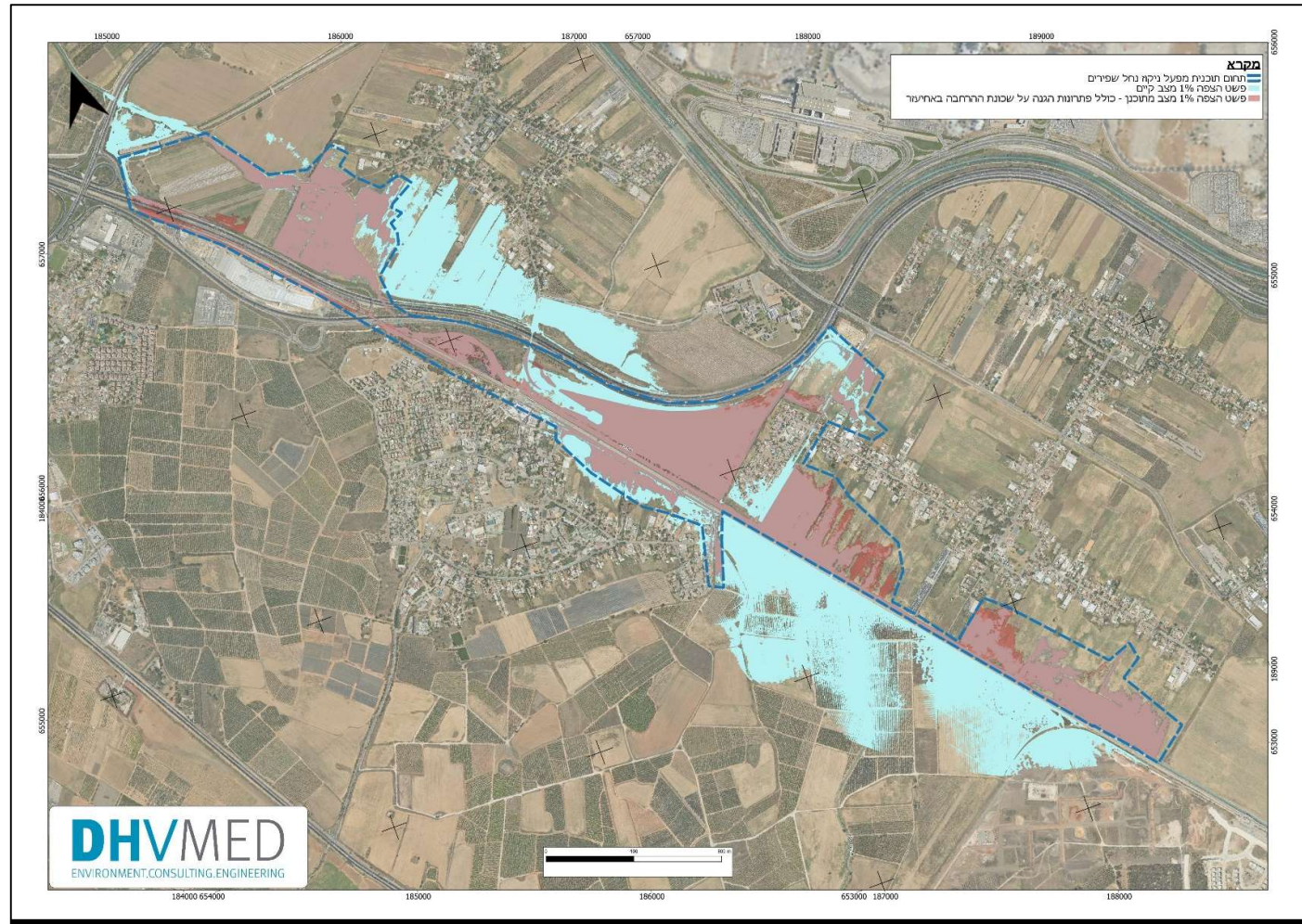
6.3 פשט ההצפה מצב עתידי

באיור 24 ניתן לראות את פשטי ההצפה במצב הקיים ובמצב המתוכנן. (מצב מתוכנן – הקמת מאגר צפריה וחסימת מעבר כפר חב"ד מתחת לכביש 1).

ההבדלים העיקריים בפשטי ההצפה מתבטאים בשני אזורים:

במעלה, לאורך הגדה השמאלית (דרומית) של נחל שפירים, דרומית למסילת הרכבת, פשט ההצפה במצב הקיים (תכלת) נרחב יותר. הקמת מאגר צפריה, והסגרת הזרימות של התעלות האזוריות אליו, תצמצם את פשט ההצפה באזור זה.

במורד התוכנית, בשטחי מושב צפריה, לפני סגירת המעבר התת קרקעי מתחת לכביש 1 בכפר חב"ד, ישנה הצפה נרחבת של שטחים חקלאיים מצפון לכביש 1. לאחר סגירת המעבר, ההצפות מצטמצמות משמעותית.



איור 24 : פשטי הצפה במצב קיים (תכלת) ומתוכנן (אדום).

7 חלופות תכנון להגנה על מושב אחיעזר ולהרחבת תעלת נחל שפירים

פרק זה מציג שני תרחישים לשינוי במרחב הנחל הנסמכים על תרחיש המאגר הרגיל.

בנוסף, בשני התרחישים בוצע שינוי במבנה הטופוגרפי של המודל בו המעבר בין כפר חב"ד לצפריה בוטל. בשל התכנון העתידי להקמת מחלף חדש בין כביש 1 לנמל בן גוריון. המבנה של הדרך במעבר בין כפר חב"ד לצפריה עתיד להשתנות. המעבר התחתני צפוי להיסגר ובמקומו ייבנה גשר חדש שיעבור מעל כביש 1.

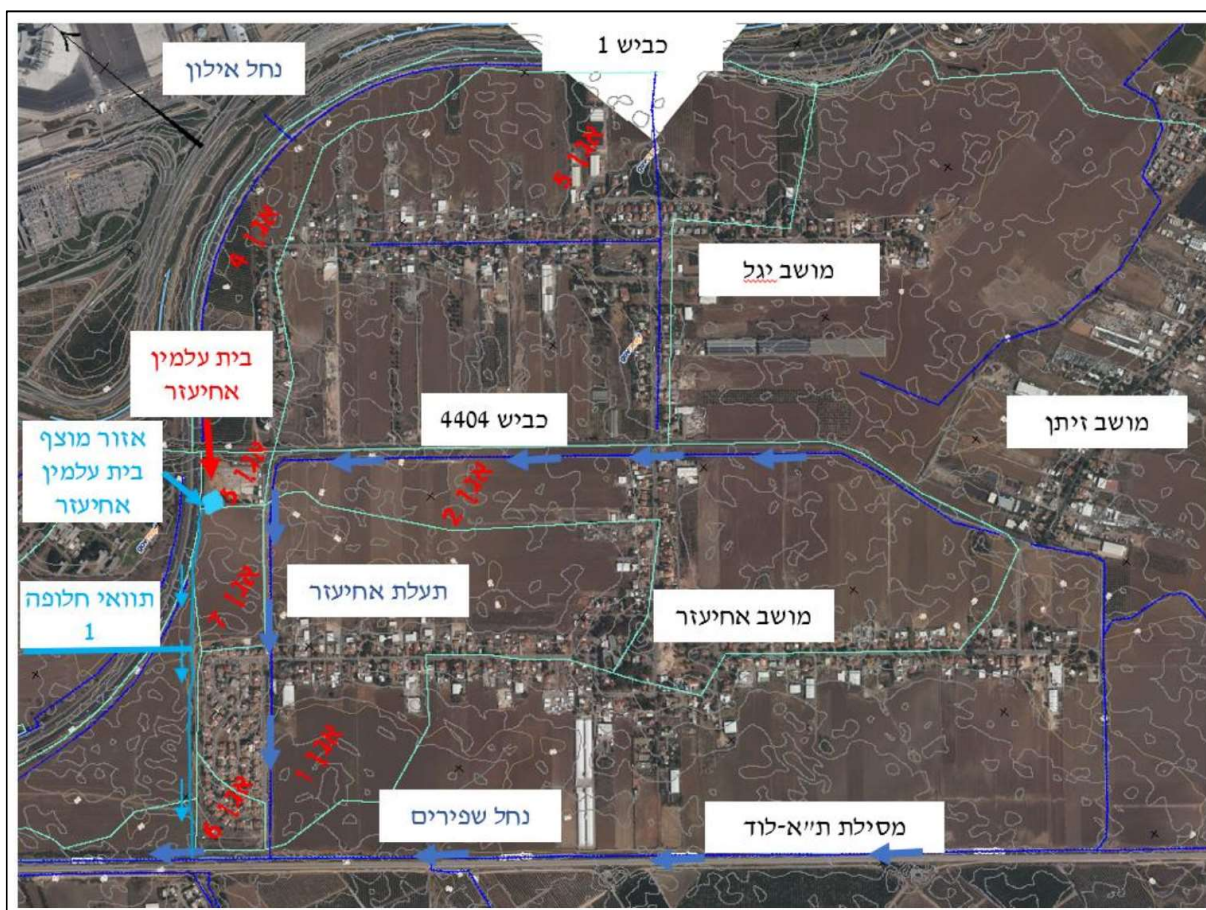
המים לא יוכלו לזרום יותר מכיוון נחל שפירים אל צפריה. שני צידי המעבר יהיו מנותקים מבחינה הידראולית. לפיכך, השטחים החקלאיים של מושב צפריה לא צפויים להיות מוצפים בעתיד ממקטע הנחל המקביל לכפר חב"ד. כן ייתכנו הצפות מנחל שפירים במורד מעבירי המים של כביש 1. השינוי צפוי להקטין את שטחי ההצפה של נחל שפירים בשדות מושב צפריה וגם לצמצם את הסיכון שנובע מהצפת המעבר המשמש לכלי רכב והולכי רגל. מצד שני, השינוי עלול להעלות את מפלס המים במקטע שעובר בסמוך לאחיעזר וכפר חב"ד ובכך להחמיר את ההצפות במעלה.

7.1 תרחיש הגנה על מושב אחיעזר

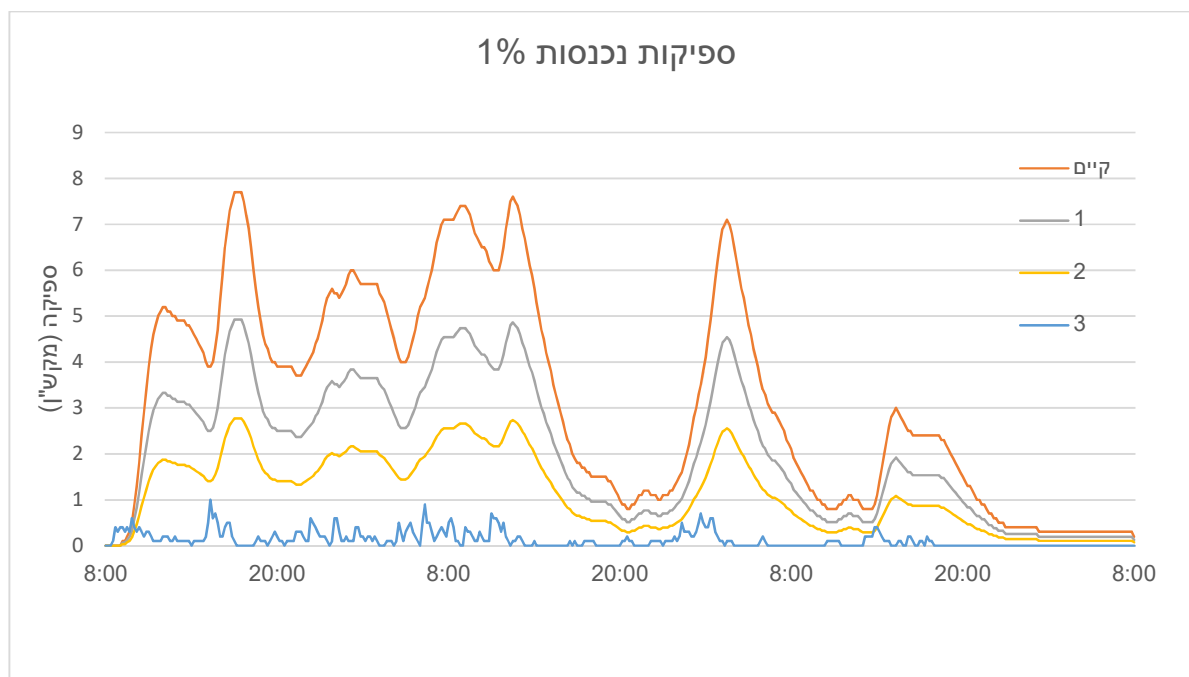
סעיף זה מציג את ההשפעה של מערך הגנות סביב מושב אחיעזר על הצפות בתוך השטח הבנוי של המושב. המתאר שנבדק הוא כדלהלן (הסכמה מוצגת באיור 27 להלן):

- הגבהת הסוללות המקיפות את שכונת ההרחבה, לרום של 35 מטר מעל פני הים, מעל מפלס ההצפה ב-1% בנחל שפירים ובשדות הסמוכים.
- הסטת תעלת אחיעזר מאזור בית הקברות ועד לנחל שפירים ממערב לשכונה, ע"פ התכנון שהועבר מחברת ינון הנדסה בתאריך 06/12/2022 (נק' כניסה 1 באיור 27).
- היפוך כיוון הזרימה במעביר המים שבין אחיעזר לשכונת ההרחבה, כך שכל המים הניגרים בין נקודה 1 ל-2, כולל משטח המושב עצמו, יזרמו לתוואי התעלה החדש.
- ספיקה נכנסת בתוך התוואי המקורי של תעלת אחיעזר במקביל לשכונת ההרחבה (נק' כניסה 3) על מנת לבדוק את נפח המים והשתרעותם במקרה בו פתרון של ניקוז שכונת ההרחבה אינו מתפקד.

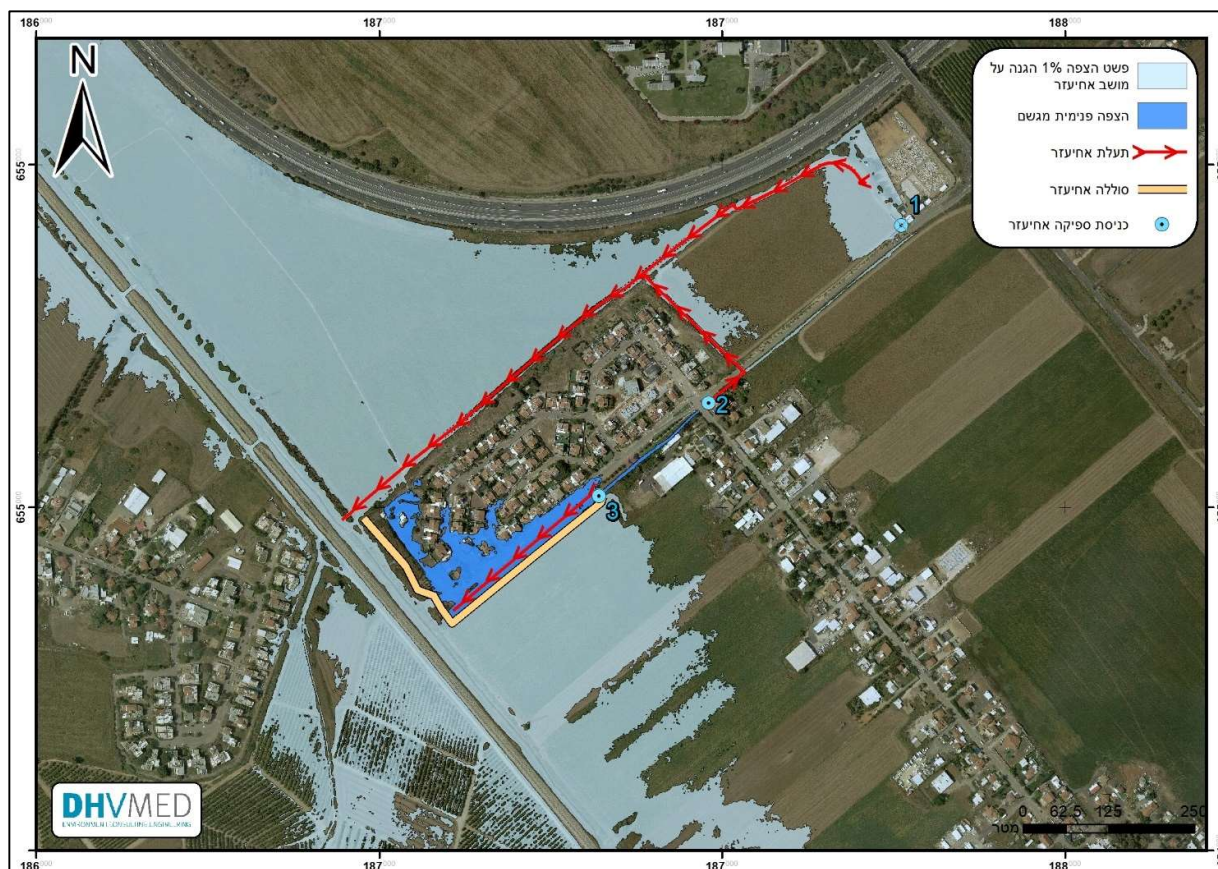
הסכמה המתוארת לעיל דרשה שינוי מקומי בהגדרת אגני הניקוז. בחירת גבולות האגן התורם נגר לכיוון שכונת ההרחבה נעשתה בהתאמה למיפוי המופיע בסיכום הסיור של רשות ניקוז ירקון וחברת ינון הנדסה למציאת פתרונות להצפות במושב אחיעזר שנערך ב-07.03.2022 (איור 25). חלוקת ספיקות התכן בין נקודה 1 לנקודה 2 נעשתה ע"פ יחסי השטחים התורמים לכל נקודת ריכוז. מהלך ההידרוגרף נשמר בדומה לתרחישים הקודמים. ספיקת התכן בנקודה 3 חושבה ע"י הידרוגרף יחידה לאגן הבנוי של שכונת ההרחבה. התרחיש מודל באמצעות תוכנת HEC-HMS והגשם שהוכנס למודל הינו הסופה של 2018, כך שמהלך הספיקה המתקבלת דומה מאפיין את התגובה של האגן לאותו אירוע. איור 26 מציג את ההידרוגרפים בתעלת אחיעזר של המצב הקיים (תרחיש הבסיס) והחלוקה לשלושת נקודות הריכוז.



איור 25: מיפוי אגני הניקוז התורמים גר לכיוון מושב אחיעזר (סיכום סיור רשות ניקוז ירקון וחברת ינון הנדסה)



איור 26: ספיקות נכנסות במושב אחיעזר ובהשוואה לתרחיש הבסיס



איור 27: סכמת תרחיש הגנה על אחיעזר כולל הגנות על המושב ופשט הצפה בהסתברות 1%

תוצאות התרחיש המופיעות באיור 27 מראות שהפתרון מספק את ההגנה הנדרשת להרחבה של מושב אחיעזר והשכונה אינה מוצפת כתוצאה מנגר שמקורו מחוץ לשכונה. הזרימה מכיוון צפון-מזרח מוסטת באמצעות התעלה החדשה להיקף הצפון-מערבי של השכונה. כאשר הספיקה מכיוון נקודה 2 מתחברת אל התעלה ולא מציפה את השטחים הבנויים. השטח החקלאי המוצף מצפון-מערב לאחיעזר מתרחב בשל גלישת מים מהתעלה המתוכננת אל השדות. התעלה אינה מתוכננת להסתברות של 1%.

מעביר המים בין נחל שפירים לאחיעזר לא בוטל, כדי לאפשר ניקוז יעיל יותר של השדות ממזרח לאחיעזר. כאשר מעלה התעלה מנותק ע"י הסוללה ההיקפית (מסומנת בצהוב באיור 27), להמצאות מעבירי המים אין השפעה שלילית על ההצפות באחיעזר.

פשט ההצפה בתוך שכונת ההרחבה כתוצאה מנגר פנימי מסומן בכחול כהה יותר. מכיוון שהשכונה תנותק מבחינה הידראולית מסביבותיה, נדרש יהיה לתכנן פתרון ייעודי שיכול להיעשות באמצעות משאבות, במעביר עם מערכת אל-חוזר, או כל פתרון אחר. לפיכך פשט הצפה המוצג בשכונה אינו אמור להתרחש, אלא במקרה של תקלה בפתרון המקומי. ניתן לראות שפשט ההצפה כתוצאה מנגר פנימי דומה בשטחו למצב הקיים וגבהים המגיעים עד ל-90-100 ס"מ העלולים לגרום לסיכון חיי אדם ונזק. תוצאות החישוב מראות שהספיקה המקסימלית בהסתברות של 1% מתוך שכונת ההרחבה מגיעה עד ל-1 מקש"נ ונפח הנגר הינו 9,200 מ"ק. ספיקת השיא בהסתברות של 5% הינה 0.7 מקש"נ ונפח הנגר הוא 8,600 מ"ק. הפתרון שיתוכנן לאזור זה צריך להתחשב במספרים אלה.

7.2 תרחיש הרחבת נחל שפירים

סעיף זה מציג תרחיש של הגדלת כושר ההולכה של נחל שפירים במקטע שבין הרחבת אחיעזר לבין גשר הולכי הרגל החדש בין כפר חב"ד לצפריה. הנחת העבודה היא שהרחבת ערוץ נחל שפירים אינה מעשית בשל התשתיות הסמוכות לנחל מ-2 גדותיו. לכן הגדלת כושר ההולכה נבדקה באמצעות תעלת בטון טרפזית עם שיפועי גדות תלולים. מטרת הבדיקה היא למנוע את ההצפה בתוך כפר חב"ד באירועים בהסתברות של 1% המתאר שנבדק הוא כדלהלן:

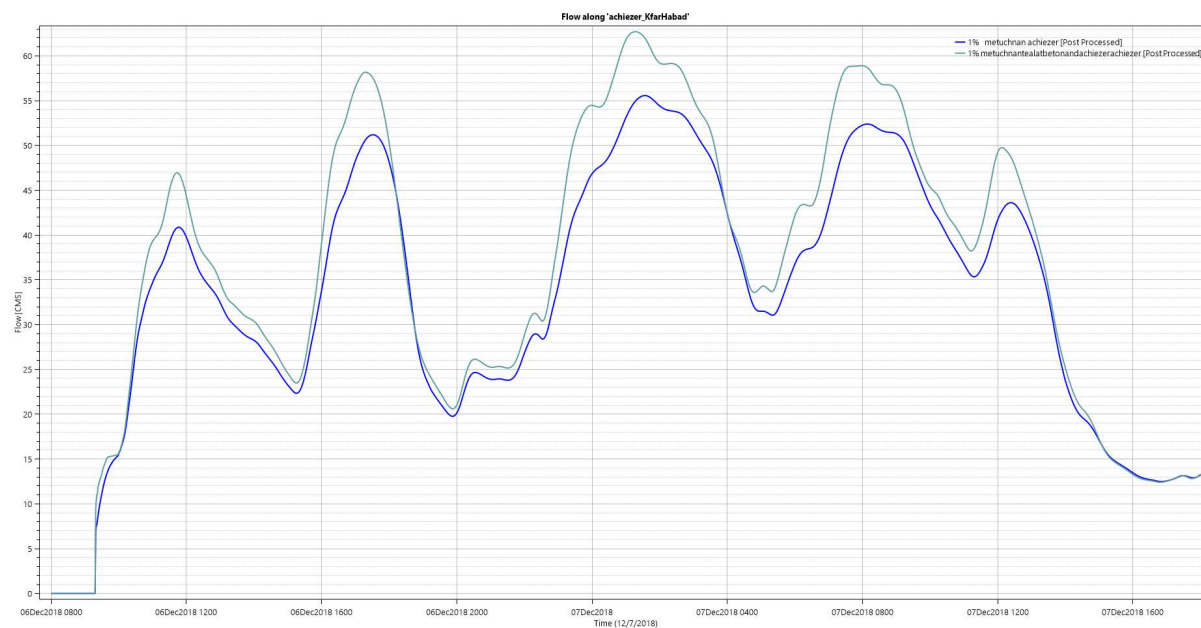
- מערך ההגנות למושב אחיעזר כמתואר בסעיף 7.1 לעיל.
- תעלת בטון במידות: רוחב תחתון 4 מטר, שיפוע גדות 1:1.5, רוחב עליון 10 מטר עומק 2 מטר

תוצאות המודל מראות שהגדלת כושר ההולכה של נחל שפירים במקטע הנ"ל אינו מונע את ההצפה של כפר חב"ד בהסתברות של 1%. ניתוח מפלס המים והספיקות בנחל שפירים מראות ירידה במפלס ועליה בספיקות השיא באזור שבין כפר חב"ד לאחיעזר (איור 28). אולם במורד המפלסים דומים לתרחישים האחרים וגם ספיקת השיא. באיור 29 ניתן לראות שהמים מגיעים במהירות גבוהה יותר בגל הראשון אבל לאחר מכן ההשפעה של הרחבת התעלה מתבטלת ואין הבדל במהלך הזרימה ובספיקות השיא.

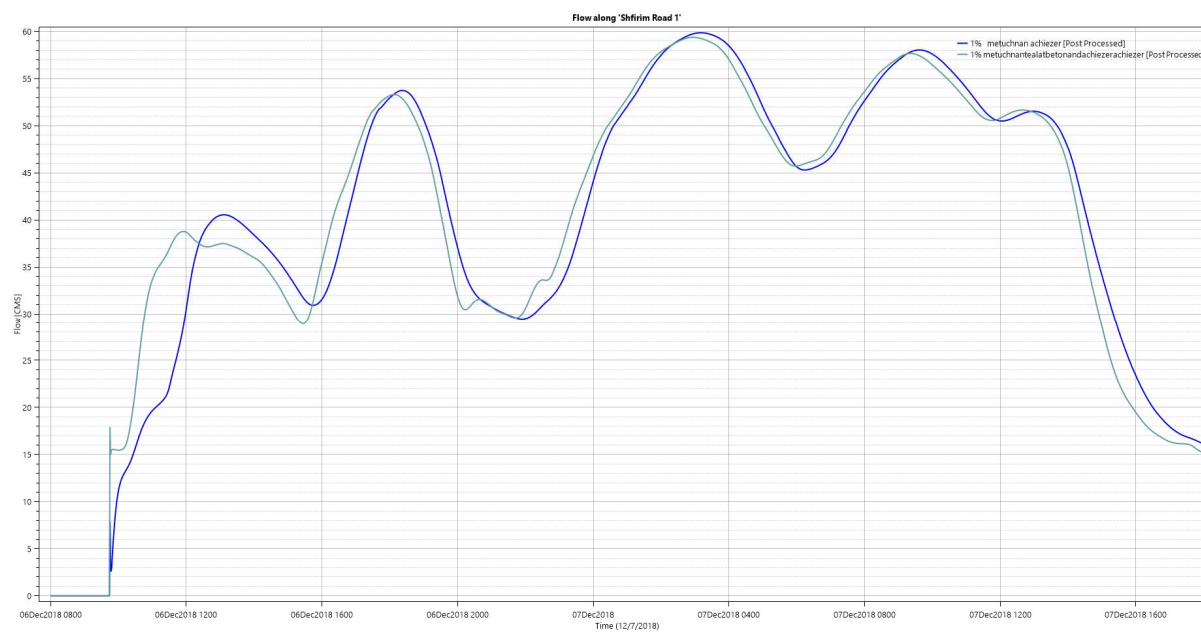
הסיבה ככל הנראה היא שמעביר המים בכביש מס' 1 הינו הגורם המגביל לספיקות בנחל שפירים בהסתברות של 1%. הרחבת התעלה במעלה לא משפיעה על כושר ההולכה של המעביר. כאשר מפלס המים במעביר הוא ברום של 31.7 מטר, תקרת המעביר, ספיקת השיא העוברת בו היא 48 מקש"נ. הספיקה המרבית הזורמת במעביר היא 60 מקש"נ, אבל בשלב זה המים בכניסה למעביר הם כ-0.50 מטר מעל הפתח העליון שלו ומתרחשת היעדרות לאחור.

בשדות של מושב אחיעזר במקביל לתעלה, ניתן לראות שבמצב הקיים מתחילה גלישה מנחל שפירים אל השדות כבר בספיקה של כ-9-10 מקש"נ, בקירוב ספיקת התכן בהסתברות של 50% (1 לשנתיים) ואילו במקרה בו משפרים את כושר ההולכה של התעלה הגלישה מתחילה רק סביב 30 מקש"נ, בקירוב ספיקת התכן בהסתברות של 10% (1 ל-10 שנים), לפיכך **היעילות בהרחבת התעלה הינה מוגבלת בהגנה על השדות אל לא על השטח הבנוי ללא הגדלת מעביר המים בכביש 1.**

מכל מקום, כפי שמוצג ב. **Error! Reference source not found.** פשט ההצפה בכפר חב"ד הינו קטן משמעותית מהמצב הקיים הודות לביטול מעביר המים במהדרין. בתים ספורים נמצאים בפשט ההצפה וכולם במפלס שנמוך מ-10 ס"מ ואינו מסכן חיי אדם. בקצה הצפוני של השכונה מספר מקומות בהן מפלס המים מגיע עד 30 ס"מ בחניות הסמוכות לתעלת הרכבת. ייתכן שחיזוק הסוללה ההיקפית יצמצם את בעיית ההצפה במרחב זה.



איור 28: הידרוגרף ספיקה של נחל שפירים במקטע בין כפר חב"ד לאחיעזר. הקו העליון בירוק הינו הספיקה בתרחיש הרחבת התעלה



איור 29 הידרוגרף ספיקה של נחל שפירים בסמיכות למעביר המים של כביש 1. הקו העליון בירוק הינו הספיקה בתרחיש הרחבת התעלה

7.3 מסקנות מבחינת חלופות התכנון

7.3.1 אפיק הנחל

- תעלת נחל שפירים אינה עומדת בספיקות התכן בהסתברות של 10% במספר מקטעים בסמיכות לאחיעזר וצפריה.
- חלק מההצפות יכולת להימנע ע"י הגבהות מקומיות של סוללות הגנה.
- כושר ההולכה בפועל של מעבירי המים המתחברים לערוץ הראשי של נחל שפירים נמוך משמעותית מאשר כושר ההולכה המחושב בשל מפלסי מים גבוהים בערוץ הראשי של הנחל.
- במצב הקיים חלק ניכר מהמים המגיעים מכיוון אגנים הדרומיים: ניר צבי, אסף הרופא, צריפין מווסתים בשדות החקלאיים ולא מגיעים לערוץ הראשי של נחל שפירים
- תוספת הבינוי הצפויה ותכנון הניקוז במעלה מעלים את מקדמי הנגר ובנוסף מגדילים את הקישוריות ההידראולית. כלומר התעלות ומערכת הניקוז המתוכננת תוביל את המים במהירות גבוהה יותר אל נחל שפירים.

7.3.2 מאגר צפריה

- מאגר צפריה משפיע בעיקר בגל הראשון של האירוע. בגלים עוקבים יעילותו פוחתת עקב קצב הריקון האיטי.
- הגדלת מאגר צפריה ללא שינוי במתקן היציאה של המאגר כמעט ואינה משפיעה על הספיקות ופשטי ההצפה במורד נחל שפירים באירועים מתמשכים.
- מומלץ לשנות את תכנון מתקן היציאה של מאגר צפריה כך שקצב הריקון יהיה מהיר יותר ויאפשר גם תפעול אקטיבי בעתיד. פירוט של שינוי אפשרי נמצא בדו"ח של בדיקת מאגר צפריה. עיקרו הוא 3 תעלות במקום אחת.
- גובה תחתית היציאה מהמאגר מתוכנן ל-36 מטר מעל פני הים. גובה קרקעית הנחל במקטע המקביל בנחל שפירים הוא סביב 34.25 מטר. מפלס השיא במצב הקיים בהסתברות של 10% הוא 36.6 מטר. על כן יש לוודא מה ההשפעה של ההערמות לאחר דרך מעבירי המים על ניקוז המאגר וכן על המבנה הפיזי שלו.
- המדידות הקיימות במקטע המשוקע של מסילת הרכבת ליד תעלת השבעה דורשות דיוקים נוספים על מנת לוודא כי לא תיתכן גלישה של מים אל תוך מסילת הרכבת. תוצאות המודל מראות שהאזורים הסמוכים מוצפים.

7.3.3 הגנה מפני הצפות במושב אחיעזר, כפר חב"ד ושטחי מושב צפריה מצפון לכביש 1

- נדרשת הגנה על שכונת ההרחבה של אחיעזר : ניתוק מעלה תעלת אחיעזר, מניעת זרימה לאחור דרך מעבירי המים ומתן פתרון ניקוז מקומי לשכונה. בדיקה ראשונית של תרחיש זה מעלה כי האמצעים המוזכרים נותנים פתרון להצפות במושב אחיעזר.
- נדרש להגביה את הגובה העליון של סוללת כפר חב"ד מעל פשט ההצפה בהסתברות של 1% (סביב 35.2 מטר מע"פ). הגדלת כושר ההולכה בנחל שפירים במקטע הסמוך אינה פותרת את ההצפות בתוך כפר חב"ד, אם כי מקטינה את ההצפה ההצפות בשדות ליד מושב אחיעזר. לחילופין הגדלת כושר ההולכה בשפירים תגדיל את העומס בתחום פארק אריאל שרון הנמצא כבר כיום בחוסר כך עשוי להשפיע על הגדלת סיכוי ההצפות במורד נחל איילון בסביבת דרום תל אביב.
- חסימת המעבר בין כפר חב"ד לצפריה מתחת לכביש 1 תקטין משמעותית את שטח ההצפה מצפון לכביש 1.

8 פתרון להגנה על שכונת ההרחבה באחיעזר

כאמור לעיל, נדרשת הגנה על שכונת ההרחבה באחיעזר, למניעת הצפות בתוך השכונה.

פתרון ההגנה מתוכנן להיות מורכב ממספר חלקים:

8.1 תיאור פתרונות ההגנה על שכונת ההרחבה באחיעזר

חלק 1: הסטה של נגר שמקורו מחוץ לשכונה.

ניתוק של שכונת ההרחבה מבחינה הידרולוגית והפחתה של כמות הנגר העלי במוצא התעלה הקיימת לנחל שפירים.

החלק של התעלה הקיימת לאורך שכונת ההרחבה – ישמש רק לניקוז השכונה.



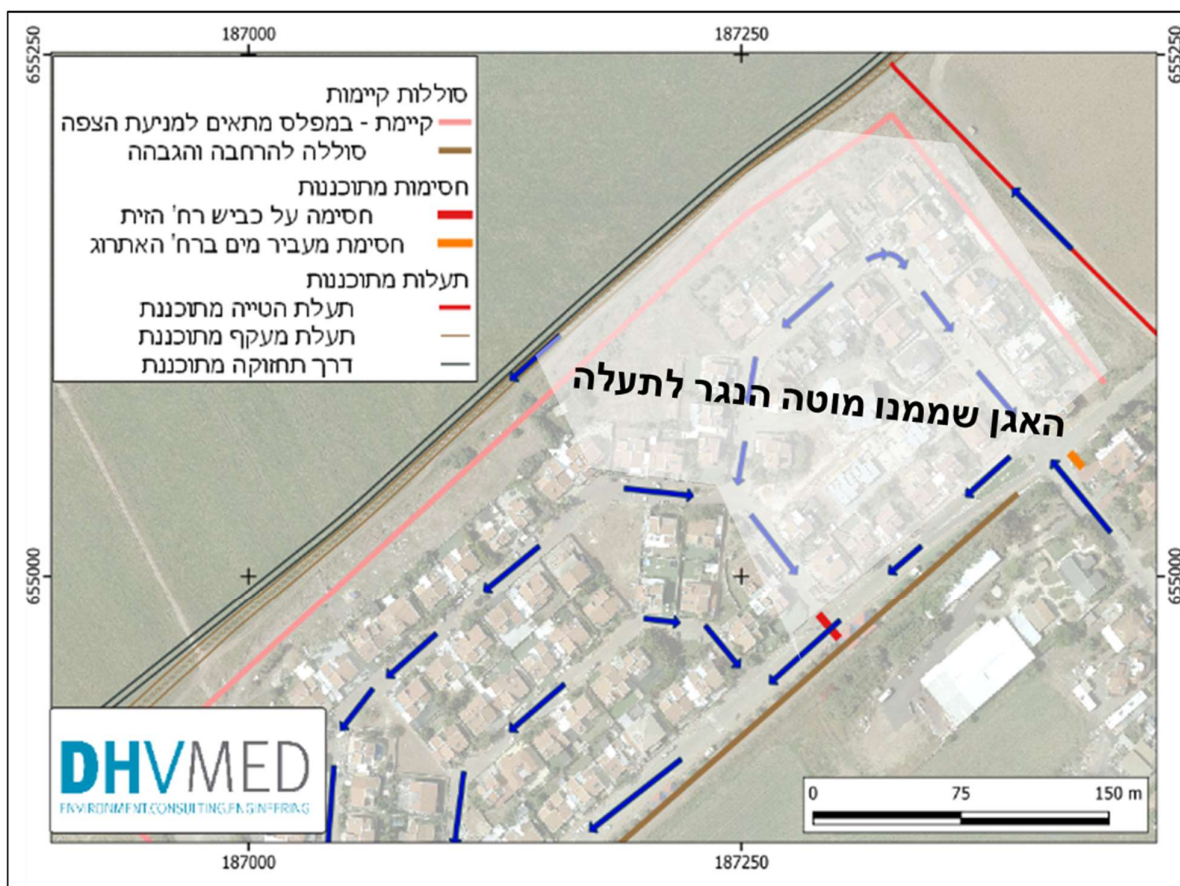
איור 30: הסטת נגר חיצוני משכונת ההרחבה באחיעזר באמצעות חסימות ותעלות מעקף.

הזרימה מכיוון צפון-מזרח באמצעות התעלה החדשה להיקף הצפון-מערבי של השכונה. כאשר הספיקה מכיוון מושב אחיעזר (רח' האתרוג) תוסט צפונה.

מעביר המים מתחת לרח' האתרוג/רח' הזית ייחסם, מה שיכריח את הנגר להתנקז לתעלות החדות המתוכננות.

חלק 2: הסטת נגר מהחלק הצפוני של השכונה

הוספה של חסימה הידראולית על רח' הזית-להפחתת נגר שיגיע למורד הרחוב, והפניה של הנגר אל תעלת הניקוז ממזרח.



איור 31: הטיה של נגר עלי מהאגן הצפוני של השכונה ישירות אל התעלה המאספת.



איור 32: נק' החסימה ברח' הזית ואופן ההסטה של הנגר העלי אל תעלת הניקוז.

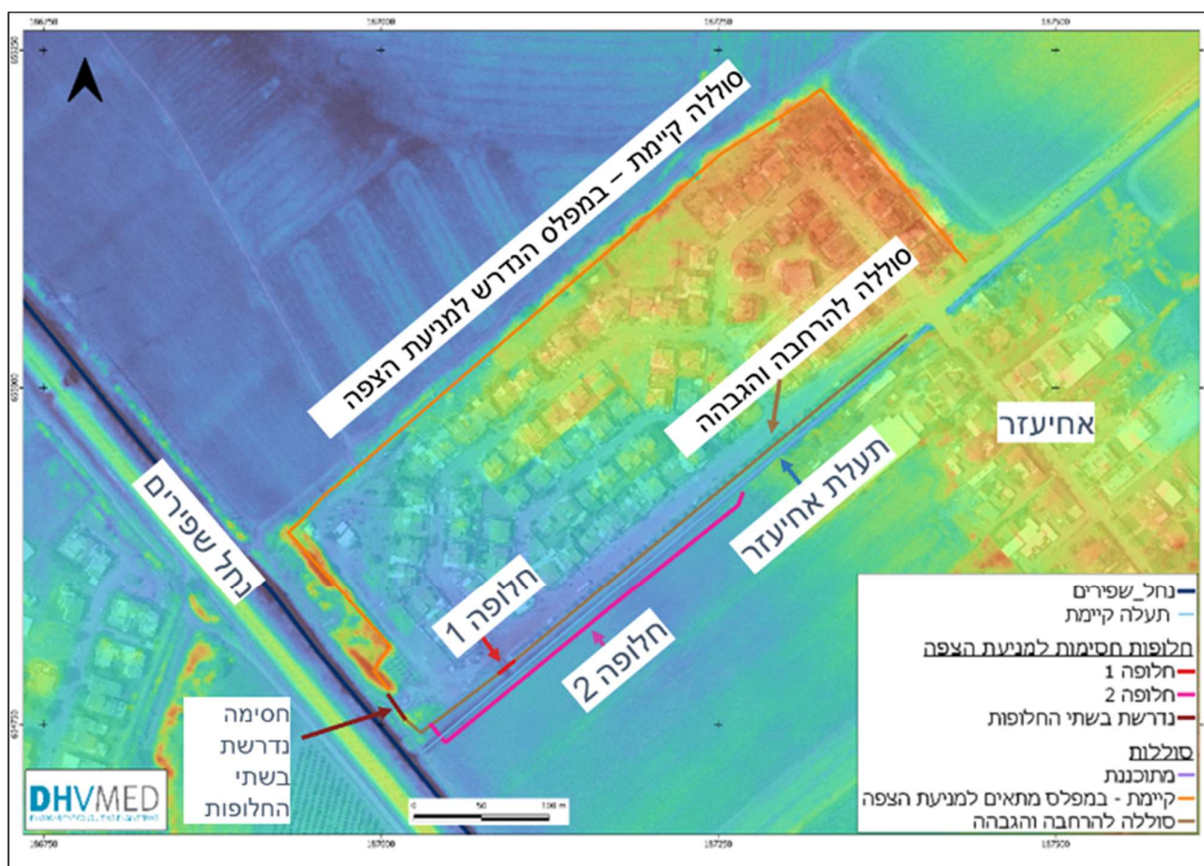
חלק 3 : חלופות להגנה מהצפות שכונת הרחבה מתעלת אחיעזר/נחל שפירים וניקוז נגר מהחלק הדרומי של השכונה.

נבחרו שתי חלופות עיקריות להגנה על החלק הדרומי של שכונת ההרחבה מפני הצפות (הצפות פנימיות והצפות מכיוון נחל שפירים).

חלופה 1 : הקמת סוללה /הגבהת רצועת השטח הפתוח שנמצאת בין כביש השכונה (רח' הזית) לתעלה האזורית, חסימת מוצא השכונה הקיים והתקנת מוצא עם אל – חוזר.

חלופה 2 : חסימה במורד תעלת אחיעזר, לפני הכניסה לנחל שפירים, התקנת מוצא עם אל – חוזר, והקמת סוללה בשדה ממזרח לתעלה.

בשתי החלופות יידרש שיקום של הסוללות ההיקפיות של השכונה, והוספה של סוללות באזורים בהם לא קיימות כיום.



איור 33 : חלופות ההגנה על החלק הדרומי של השכונה.



איור 34 : מוצאי הניקוז הקיימים של השכונה, לתעלת אחיעזר (תמונה בפינה הימנית) ומוצא תעלת אחיעזר לנחל שפירים (משמאל).

8.2 השוואה בין חלופות ההגנה מפני הצפות

טבלה 9 : השוואת חלופות הגנה מפני הצפות

חלופה 1 - חסימה מקומית של מוצא הניקוז של השכונה והתקנת אל חוזר	חלופה 2 - חסימה של תעלת אחיעזר הקיימת ובניית סוללה לאורך התעלה בצד של השדה (גדה מזרחית)
פרויקט מצומצם יחסית, בתחום השצ"פ של השכונה - אין צורך בסוללות בצד של השדה ממזרח לתעלת אחיעזר.	פרויקט עם תכולת עבודה גדולה יותר ועלות גבוהה יותר.
ייתכן צורך במשאבה ניידת לניקוז השכונה בזמן שהנחל גבוה.	מאפשר שימוש בתעלה (שהופכת לתעלה מקומית לאחר הניתוק במעלה) לאוגר של נגר מהשכונה.
	תידרש תפיסה של רצועה בשדה ברוחב כ 10 מ', אורך 300 מ' (סה"כ כ 3 דונם), או לחלופין הקמת הסוללה באמצעות שיפוע של 1:8 בשדה, שתאפשר המשך עיבוד.
בשתי החלופות נדרשת הגבהה של הסוללות בצד השכונה, לאורך תעלת אחיעזר – להגנה מעלייה של מים מהנחל/תעלה אל תוך השכונה.	

8.3 מסקנות – הגנה על שכונת ההרחבה באחיעזר

- חלופה 1 תאפשר ביצוע של הגנה מקומית, במינימום זמן ומשאבים, ללא צורך בהפקעת שטחים, אך ככל הנראה יידרש שימוש במשאבה לניקוז של נגר עלי מהשכונה לתעלת אחיעזר -כשפני המים בתעלה יהיו גבוהים מפני המים בשכונה.
- חלופה 2 תאפשר שימוש בתעלה כאוגר לנגר עלי מהשכונה, ללא צורך להתבסס על שאיבה, אבל דורשת הפקעה של שטח חקלאי ומשאבים גדולים יותר.

ההמלצה – לבצע את חלופה 1 ולכלול בעבודות נקודה להתקנת משאבת ניקוז ניידת.

את חלקים 1 ו 2 (הסטת נגר חיצוני והפניית נגר מהאגן הצפוני ישירות לתעלת הניקוז) – נדרש לבצע ללא קשר לחלופה שתיבחר.

9 הגנה על מגרשי מגורים בכפר חב"ד

הסוללה שנבנתה להגן על המגרשים בכפר חב"ד פרוצה במספר חלקים ונגר מהשטחים החקלאיים מציף את השכונה.

עומק ההצפה כ 5 ס"מ.

נדרש לבנות סוללה חדשה במקום זאת הקיימת. ייתכן ויהיה צורך להסיט את תעלת הניקוז שלאורך הסוללה הקיימת מזרחה.



איור 35 – הצפה במגרשים בכפר חב"ד – הסתברות 1%.



איור 36: חתך לאורך הסוללה הקיימת עם סימון מפלס הצפה 1%.

10 אומדן עלויות

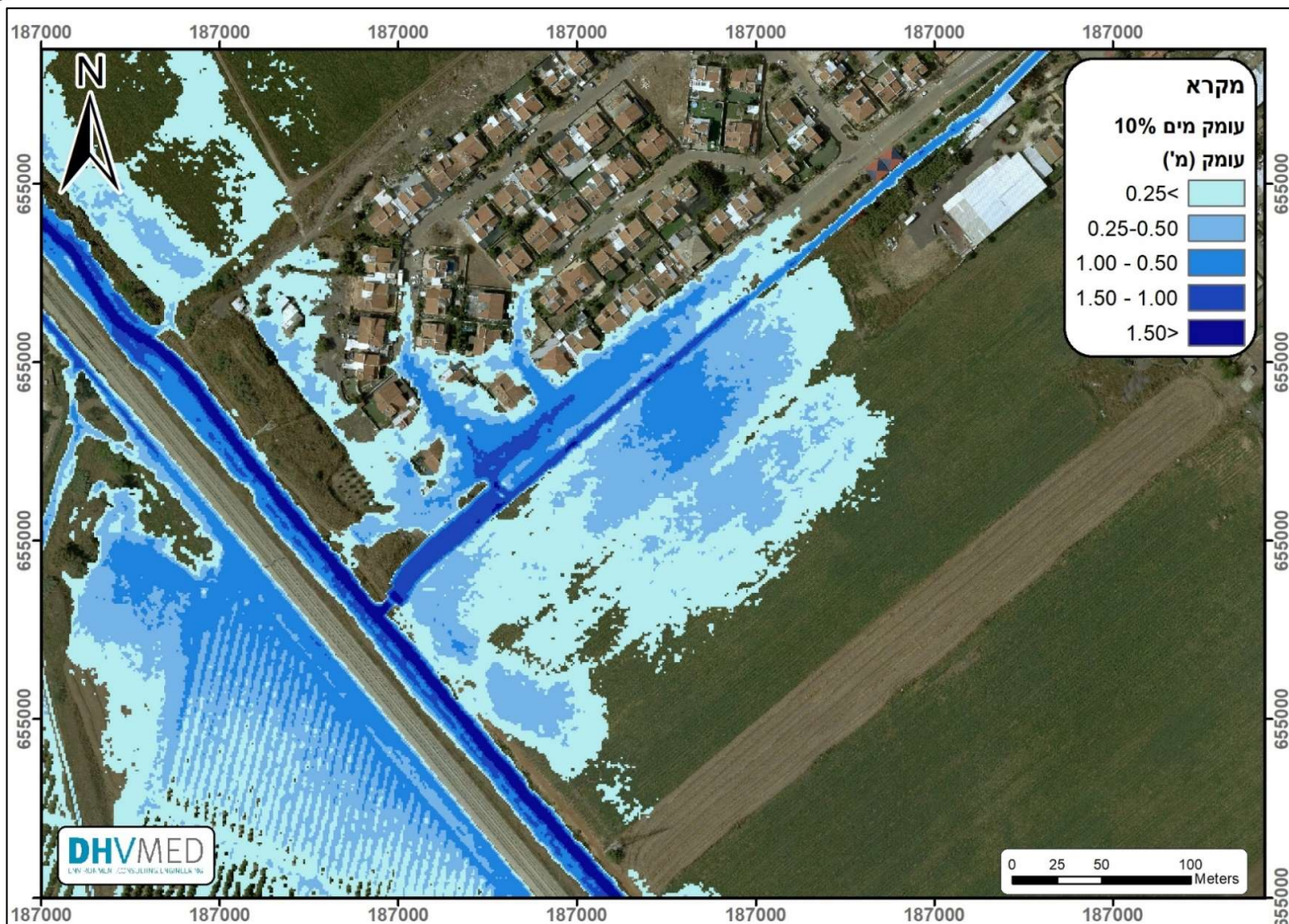
טבלה 10 : אומדן עלויות

סעיף	תיאור	סה"כ (₪)
חפירת תעלת מעקף	חפירת תעלת מעקף מסביב למושב אחיעזר, כולל הסדרת כניסת התעלה החדשה לנחל שפירים במורד שכונת ההרחבה באחיעזר, בניית מעביר אירי והכשרת שתית לדרך לאורך התעלה החדשה.	432,597
הגנה על שכונת ההרחבה באחיעזר מפני הצפות	הגנה על שכל ההרחבה באחיעזר, כולל חסימת מעביר מים קיים, הטיית נגר מצפון השכונה אל תעלת הניקוז הקיימת ע"י הגבהה מקומית של הכביש, הרחבה והגבהה של סוללה קיימת בתחום השצ"פ לאורך הכביש במזרחי של השכונה, הסדרת מוצא הניקוז של השכונה, לתעלת הניקוז הקיימת, כולל אל חוזר והכנה להתקנת משאבת ניקוז ניידת, שיקום של מקטעי סוללות שנשחקו בדרום השכונה.	181,659
הגנה על מגרשים במזרח כפר חב"ד מפני הצפות	הגנה על מגרשי מגורים במזרח כפר חב"ד, כולל בנייה מחדש של סוללה קיימת לאורך המגרשים.	226,080
טיפול נופי	טיפול נופי בסוללת המגן בשכונת ההרחבה באחיעזר, ותעלת המעקף המתוכננת, כולל: טיפול במינים פולשים, הכנה ויישור הקרקע לשתילה, קומפוסט, מערכות השקיה לרבות צנרת מובילה, טפטוף, ארונות השקיה וראש מערכת ממוחשב, שתילת עצים/שיחים, פלאגים וזריעה ידנית/בהתזה של מיני בר).	968,275
סה"כ		1,808,611
בצ"מ+ תקורות +ניהול	40%	723,444
מע"מ	17%	307,464
סה"כ כולל		2,839,520

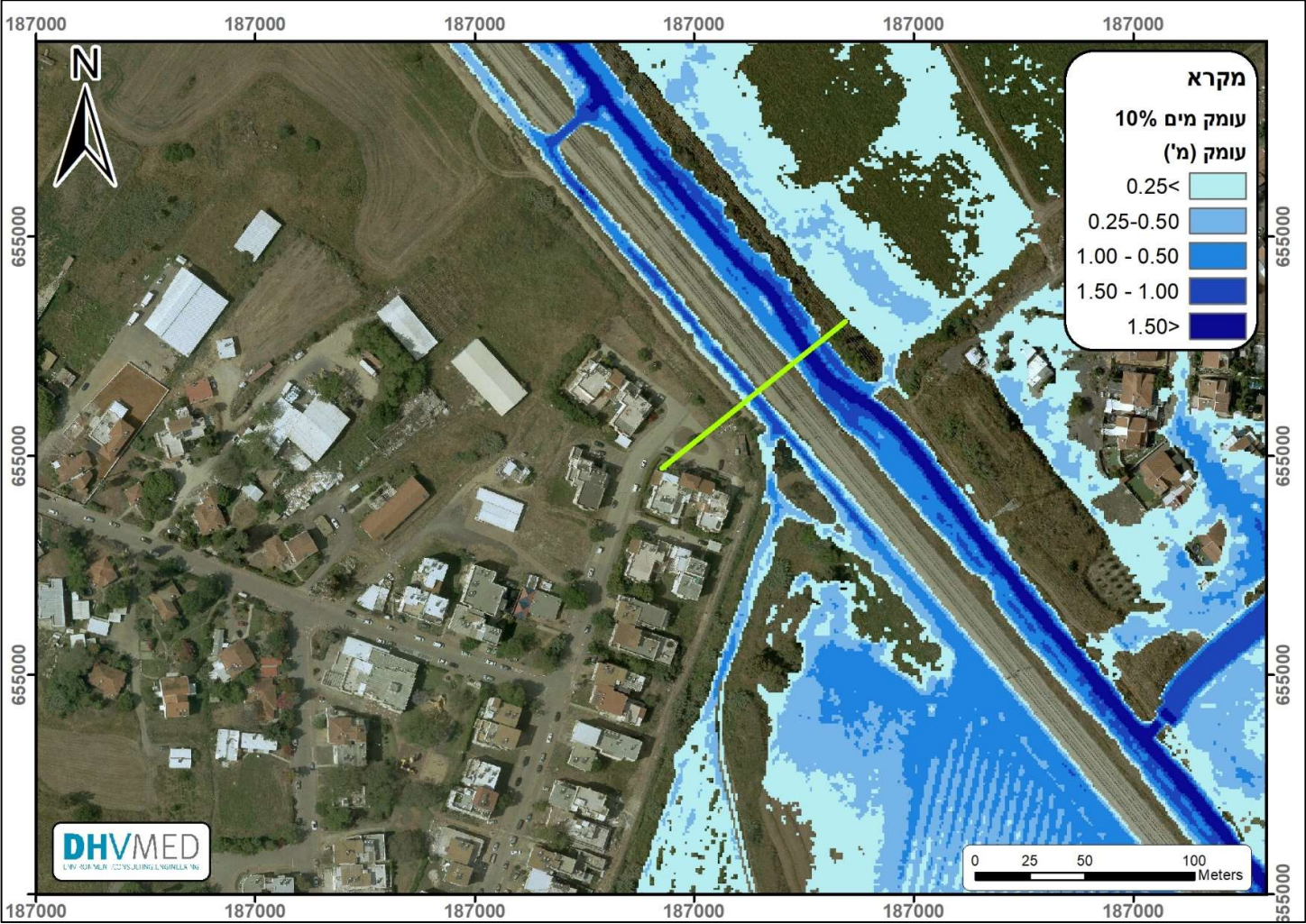
האומדן לא כולל את עלות השטח והפקעות.

11 נספחים

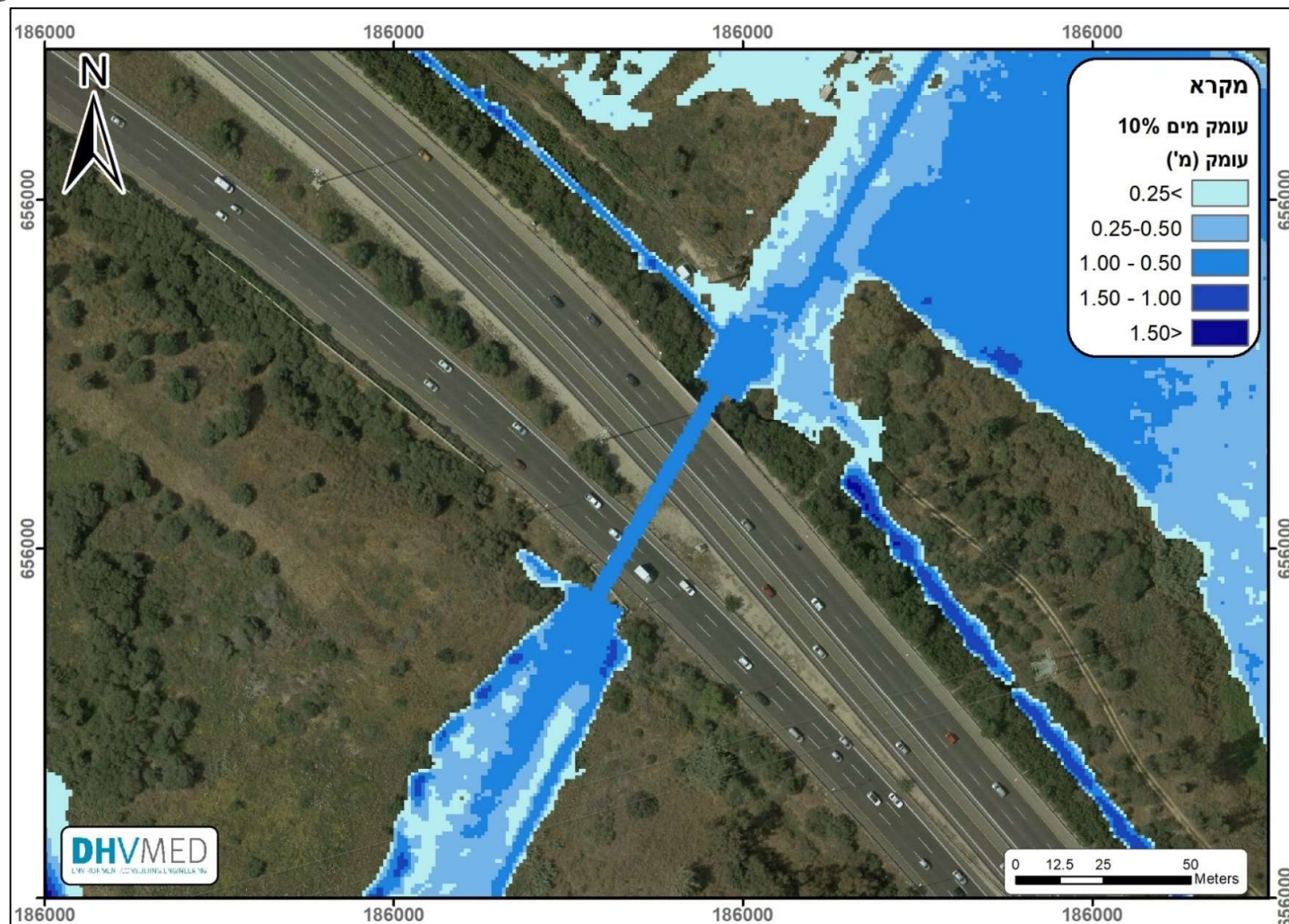
11.1 מפות פשטי הצפה



איור 37 : עומק ההצפה במושב אחיעזר, אירוע בהסתברות של 10% אשר שימש לאימות המודל. עומק המים ברחוב נע סביב ה-1 מטר



איור 38 : עומק המים בשטחים ובתעלות הסמוכות לשכונה הצפון-מזרחית של כפר חב"ד



איור 39: עומק ההצפה במעבר הכביש בין צפריה לכפר חב"ד (כביש 4402), אירוע בהסתברות של 10% אשר שימש לאימות המודל. עומק המים ברחוב נע סביב ה-0.5 מטר

11.2 תיעוד התכתבות עם איל זיגל, מנהל תחום מים עיליים, רשות המים לאשרור מחדש של ספיקות התכן שהוכנסו למודל נחל שפירים.

Itamar Sarue

From: Gilad Safier
Sent: יום שלישי 08 אוגוסט 2023 09:49
To: Ayal Siegel | איל זיגל
Cc: Yaniv | יניב סויבלמן; Yael Storz Peretz; שי לוי; יעל סטורץ-פרץ; Itamar Sarue; gilad tzur; יפתח בן עמי; Soibelman
Subject: מפעל ניקוז נחל שפירים - נתוני התכן של המודל ההידרולוגי RE:

איל שלום,

תודה על אישור הספיקות.
 לבקשתך, מצ"ב הדו"ח של חברת הידרומודול המתכננת את מאגר צפריה.

בברכה,

גלעד ספיר
 הידרולוג ראשי

טל: 09-8923201 | נייד: 054-9444118 | פקס: 09-8853901
WWW.DHVmed.com | E:gilad@dhvmed.com



From: Ayal Siegel <AyalS@water.gov.il> | איל זיגל
Sent: Sunday, August 6, 2023 6:14 PM
To: Gilad Safier <giladsa@dhvmed.com>
Cc: Itamar Sarue <itamarsa@dhvmed.com>; gilad tzur <gilad.habitat@gmail.com>; שי לוי <shay.habitat@gmail.com>; Yael Storz Peretz <YaelSP@water.gov.il>; יניב סויבלמן <YanivSo@water.gov.il>; יפתח בן עמי <yiftach@rny.org.il>
Subject: מפעל ניקוז נחל שפירים - נתוני התכן של המודל ההידרולוגי RE:

שלום גלעד

לפי הידרוגרף התכן שהוצג במייל של איתמר,

באירוע מתמשך הגדרת הספיקות ששלחת נראית תקינה.

לגבי אירוע קצר ועוצמתי, מבקש לבחון את נתוני מאגר צפריה, שלא נשלחו אלי, ומה מידת פוטנציאל הריסון שלו. בהתאם לכך יעודכנו ספיקות התכן בנקודות שציינת, זה לגבי מה שהועלה כאן. בנוסף אתייחס שוב לתהיות שעלו לגבי זה שמושב אחיעזר לא הוצף בנובמבר 2020 והבהרה לגבי נחל אזור:

ספיקת השיא שנמדדה בנחל שפירים ב-21/11/2020 היא הגבוהה ביותר שנמדדה, ואומתה הן ברישום והן בסימני שיא. בגלל אופיה העוצמתי (גשם ששל 50 מ"מ/שעה) משך השיא היה קצר יחסית לכן נפח ההצפה לא היה גדול. לעומת זה אירוע 2018 נבנה מ-200 מ"מ שהתפרשו על משך שעות גדול יותר. לכן נפח האירוע וההצפה היו גבוהים ומשפיעים יותר מאשר בנובמבר 2020/

לגבי נחל אזור, ראשית יש התאמה בין ספיקת השיא הגבוהה ביותר בין נחל אזור ושפירים בנובמבר 2020 כפי שמופיע בקובץ המצורף ובו גם המתאם בין הספיקות הגבוהות בשתי התחנות הנ"ל.

לגבי נחל אזור, עמדתו של רפי הלוי ביחס לכיוול התחנה באזור המבוססת על מודל נאמרה לי אך לא מקובלת לחלוטין. בשרות ההידרולוגי חתכי התחנות מכילים לפי חתך המדידה ומדידות המבוצעות בו, ולא על סמך מודל תיאורטי המניח הנחות כאלה ואחרות ומסתמך על חתך הממוקם ביותר מ-1000 מ' במורד התחנה.

מעביר לכם קובץ pdf של דף מתכנית ההסדרה בנחל אזור (מ. מלין, 1996) לפיה הספיקות המחושבות קרובות לערכים של השרות ההידרולוגי ואף גבוהות מהם בניגוד גמור לחישובים של המאחרים של רפי הלוי.

לדוגמא: ברום 12 הספיקה המתואמת לפי מלין היא 47 מ"ק/שנ' ובשרות ההידרולוגי 42 מ"ק/שנ'

רפי הלוי חישב הרבה פחות – 30 מ"ק/שנ'

יש לציין שכאשר ההעברה של התעלה היא 60 מ"ק/שנ' בקירוב לכן לא ברור מדוע הייתם מצפים שאזור תהיה מוצפת באירוע זה, מה שאכן לא קרה ויתרה מכך לא היה צפוי להתרחש תודות לביצוע התכנית של מלין,

בברכה,

איל זיגל |
מנהל תחום מים עיליים

From: Gilad Safier <giladsa@dhvmed.com>
Sent: Thursday, August 3, 2023 11:57 AM
To: Ayal Siegel <AyalS@water.gov.il>
Cc: Itamar Sarue <itamarsa@dhvmed.com>; gilad tzur <gilad.habitat@gmail.com>; שי לוי <shay.habitat@gmail.com>; Yael Storz Peretz <YaelSP@water.gov.il>; יניב סויבלמן <YanivSo@water.gov.il>; יפתח בן עמי <yiftach@rny.org.il>
Subject: RE: מפעל ניקוז נחל שפירים - נתוני התכן של המודל ההידרולוגי

איל,

השאלה הבסיסית היא האם ספיקת 1% באירוע מתמשך של 50 מקש"נ במורד לוד ו-60 מקש"נ בכביש 1 לאחר ריסון נגר במאגר צפריה מקובלת עליך?

בברכה,
גלעד

From: Ayal Siegel <AyalS@water.gov.il> | איל זיגל
Sent: Wednesday, August 2, 2023 6:05 PM
To: Gilad Safier <giladsa@dhvmed.com>
Cc: Itamar Sarue <itamarsa@dhvmed.com>; gilad tzur <gilad.habitat@gmail.com>; שי לוי <shay.habitat@gmail.com>; Yael Storz Peretz <YaelSP@water.gov.il>; יניב סויבלמן <YanivSo@water.gov.il>; יפתח בן עמי <yiftach@rny.org.il>
Subject: RE: מפעל ניקוז נחל שפירים - נתוני התכן של המודל ההידרולוגי

שלום גלעד,
היות ואני עוקב אחרי המדידות ולא על פשטי הצפה אני יכול לתת תשובה כך.
אירוע נובמבר 2020 מגובה הן ברישום והן באימות של גובה הזרימה לפי סימני שיא, שמתאימים לעוצמות הגשם בהסתברות של 2% שירדו באזור 50 מ"מ/שעה,
ולפיכך אני עומד ומגבה את ספיקת השיא שנמדדה בו.
(לדעתי התכוונת לאירוע של ינואר '22 בו נמדדה ספיקה של 32 מ"ק/שנ'. ולא לשנת 2022/23).
אינדיקציה נוספת לחומרת האירוע ב-2020 היא ספיקת השיא שנמדדה באזור הסמוך שנמדדה בו – 42 מ"ק/שנ' הגבוהה ביותר (בפער..). מאז הקמת התחנה לפני יותר מ-10 שנים
בברכה,
איל זיגל,
מנהל תחום מים עיליים

From: Gilad Safier <giladsa@dhvmed.com>
Sent: Wednesday, August 2, 2023 4:04 PM
To: Ayal Siegel <AyalS@water.gov.il> | איל זיגל
Cc: Itamar Sarue <itamarsa@dhvmed.com>; gilad tzur <gilad.habitat@gmail.com>; שי לוי <shay.habitat@gmail.com>; Yael Storz Peretz <YaelSP@water.gov.il>; יניב סויבלמן <YanivSo@water.gov.il>; יפתח בן עמי <yiftach@rny.org.il>
Subject: RE: מפעל ניקוז נחל שפירים - נתוני התכן של המודל ההידרולוגי

איל שלום,

תודה על התשובה המהירה, אבל משהו לא ברור לי.
בנובמבר 2020 לא היו הצפות באחיעזר (בדקתי גם עם רשות הניקוז).
איך יכול להיות שזרמו 67 מקש"נ, ספיקה שהיא כמעט פי 2 מהספיקות שנמדדו ב-2018 ו-2023 בהן כן היו הצפות?

בברכה,

גלעד ספיר

הידרולוג ראשי

טל: 09-8923201 | נייד: 054-9444118 | פקס: 09-8853901

WWW.DHVmed.com | E:gilad@dhvmed.com



From: איל זיגל | Ayal Siegel <AyalS@water.gov.il>

Sent: Wednesday, August 2, 2023 2:06 PM

To: Gilad Safier <giladsa@dhvmed.com>

Cc: Itamar Sarue <itamarsa@dhvmed.com>; gilad tzur <gilad.habitat@gmail.com>; שי לוי

<shay.habitat@gmail.com>; Yael Storz Peretz <YaelSP@water.gov.il>; יעל סטורץ-פרץ; Yaniv Soibelman

<YanivSo@water.gov.il>; יניב סויבלמן; <yiftach@rny.org.il>; יפתח בן עמי

Subject: RE: מפעל ניקוז נחל שפירים - נתוני התכן של המודל ההידרולוגי

שלום גלעד

לצערי טעיתי בתאריך האירוע, בו נמדדה ספיקה של 67 מ"ק/שנ'. התאריך הנכון: 21/11/2020. בניגוד לאירוע של דצמבר אותו בחרתם למודל 2018 שבו ירדו בסביבות 200 מ"מ באגן, באירוע זה של נובמבר 2020 הדגש היה על עצמות ולא על כמויות, והנגזרת מכך היא ספיקת השיא הגבוהה, לעומת הנפחים הגבוהים שהיו ב-2018. יש לציין כי הנפחים המחושבים באירוע של נובמבר 2020 עוד עשויים להצטמצם אחרי שעיינתי בעיבוד מול הגשם. כאשר זה יתקן אשלח הודעה. לגבי ספיקת השיא של אותו אירוע אין ספק, היות והיא חושבה לפי סימני שיא ברורים שהאירוע הותיר. נקודה שוב מבחינה בתופעה האופינית בעיקר לאזורים עירוניים לפיה ספיקת השיא הגבוהה ביותר תקבע לפי עוצמת גשם נתונה ואילו הנפח הסופתי הגבוה יתקבל באירוע "כמותי" כפי שהצגתם ב-2018, שולח את נתוני כלל הגאוינות בנחל שפירים להתרשמות

בברכה,

איל זיגל

מנהל תחום מים עיליים

From: Gilad Safier <giladsa@dhvmed.com>

Sent: Tuesday, August 1, 2023 5:46 PM

To: איל זיגל | Ayal Siegel <AyalS@water.gov.il>

Cc: Itamar Sarue <itamarsa@dhvmed.com>; gilad tzur <gilad.habitat@gmail.com>; שי לוי

<shay.habitat@gmail.com>; Yael Storz Peretz <YaelSP@water.gov.il>; יעל סטורץ-פרץ; Yaniv Soibelman

<YanivSo@water.gov.il>; יניב סויבלמן; <yiftach@rny.org.il>; יפתח בן עמי

Subject: RE: מפעל ניקוז נחל שפירים - נתוני התכן של המודל ההידרולוגי

איל שלום,

תודה על ההמלצות וההתייחסות.

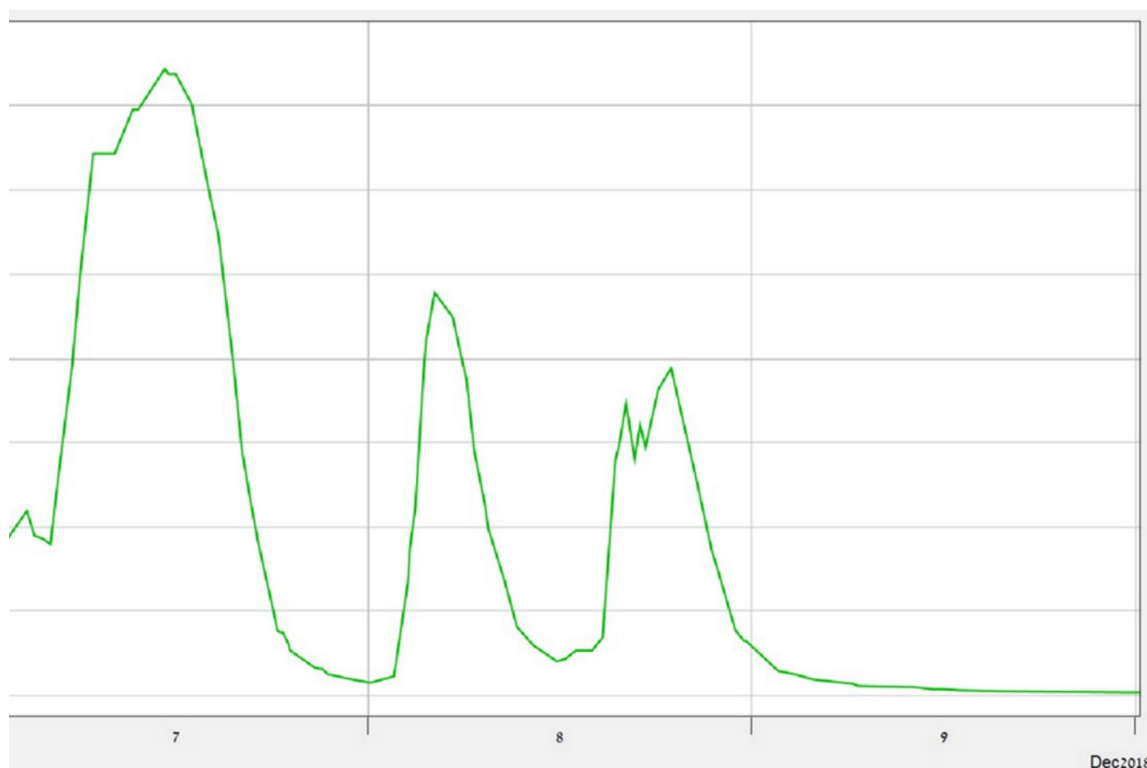
עם זאת, כמה מהדברים לא ברורים לי.

אולי הנתונים שבידי לא מעודכנים, אבל לפי מה שיש אצלי (וקיבלתי ממך בשנה שעברה) בנובמבר 2018 לא הייתה שום גאות בנחל שפירים.

האירוע הגדול היה ב-07 בדצמבר 2018, אז גם היו ההצפות באחיעזר, וספיקת השיא הייתה 37 מקש"נ, לא 67.

ראה למטה הידרוגרף האירוע, לפי הנתונים שמצויים בידי (שוב, מתנצל אם הם לא מעודכנים).

אירוע של 67 מקש"נ כלל לא מוכר לי בנחל שפירים.



לגבי ההידרוגרפים שהשתמשנו בהם במפעל הניקוז, אז אכן מדובר באירוע ממושב.
המכתב ששלחנו, לא מדבר על ספיקות בערוץ הראשי, אלא על ספיקות הקצה שהכנסנו למודל (אולי באמת לא הדגשנו זאת כמו שצריך).
הספיקות בערוץ הראשי הן כדלקמן:

- 50 מקש"נ במעלה הנחל (מעביר המים של הרכבת במורד לוד).
- 61 מקש"נ בחציית כביש 1, בתרחיש לאחר ריסון נגר במאגר צפריה העתידי שמנקז 12 קמ"ר של תעלות ניר צבי ומהדרין.
-

בברכה,

גלעד ספיר
הידרולוג ראשי

טל: 09-8923201 | נייד: 054-9444118 | פקס: 09-8853901
WWW.DHVmed.com | E:gilad@dhvmed.com

DHVMED
ENVIRONMENT CONSULTING ENGINEERING

From: איל זיגל | Ayal Siegel <AyalS@water.gov.il>
Sent: Wednesday, June 21, 2023 3:31 PM
To: Itamar Sarue <itamarsa@dhvmed.com>
Cc: Gilad Safier <giladsa@dhvmed.com>; gilad tzur <gilad.habitat@gmail.com>; שי לוי <shay.habitat@gmail.com>; Yaniv Soibelman <YanivSo@water.gov.il> | יניב סויבלמן <YaelSP@water.gov.il>; יעל סטורץ-פרץ
Subject: RE: מפעל ניקוז נחל שפירים - נתוני התכן של המודל ההידרולוגי

שלום איתמר

עברתי על התכנית להלן המלצותי:

נחל שפירים מתאפיין בשני סוגי אירועי ספיקת שיא:

1. אירועי שיא שנגרמים מעוצמות גשם גבוהות, בעיקר בתחילת העונה כפי שהיה ב-21/11/18 אז נמדדה ספיקת שיא של **67 מ"ק/שנ'** (הסתברות של 2%) בתגובה ל- 50 מ"מ/שעה שנמדדו בבית דגן, סמוך לשטח אגן שפירים. מקור הנגר באירועי מסוג זה מגיע בעיקר מהעיר לוד במעלה. באירועי מסוג זה הנפח פחות בולט מספיקת השיא.
2. אירועים ממושכים בהם הנפחים גבוהים אך ספיקות השיא פחות בולטות. אירוע מסוג זה בחרתם לנתח, כאשר ספיקת השיא הגיעה ל- **37 מ"ק/שנ' והנפח ל- 2.6 מלמ"ק** (נדרש לתקן את מה שהוצג אצלכם ושהיווה בסיס לחישוב הידרוגרף התכן). באירוע הזה עוצמת הגשם המירבית היתה נמוכה לעומת האירוע הקודם – 20 מ"מ/שעה, אך משך האירוע היה גבוה בהרבה כמו גם עובי הגשם הכולל: 180 מ"מ.

לאור זאת בניית ההידרוגרף שהצעתם לאירוע של 1% כולל קביעת מקדם של 1.25 סבירה אם המטרה להציג את הנפח בהסתברות של 1% (יש לתקן את נפח ההידרוגרף מ-2018 ל- 2.6 מלמ"ק).

על מנת להציג הידרוגרף שספיקת השיא שלו היא בהסתברות של 1% יש להתבסס על ההידרוגרף של נובמבר 2020 שספיקת השיא שלו הגיעה ל-67 מ"ק/שנ', ולהתאים לספיקת תכן ב- 1% של 96 מ"ק/שנ'. במקרה זה נפח ההידרוגרף אינו צפוי לעלות על 1.5-2 מלמ"ק בגלל הנפח הקצר שלו. בהמשך אעביר אליכם את ההידרוגרף של האירוע, אחרי שייבדק שוב בגלל אי התאמה המתקיימת בו היום.

מעבר לכך הדיון של החישוב בספיקות מתבסס על התחנה במורד (34 קמ"ר), בעוד שהחישובים שלכם מתייחסים למעלה. נדרש לבצע התאמת ספיקות לפי השיטה האנלוגית. לגבי האגנים הקטנים שבטבלה, יש להוסיף מידע על שטחם, חבורות קרקע, ואחוז כיסוי עירוני, לבדיקת הספיקות. להלן נתוני ספיקות התכן המעודכנים באגן שפירים:

1% : 96 מ"ק/שנ'
2% : 67 מ"ק/שנ'
5% : 44 מ"ק/שנ'
10% : 28 מ"ק/שנ'.

בברכה,

איל זיגל

מנהל תחום מים עיליים

From: Itamar Sarue <itamarsa@dhvmed.com>

Sent: Tuesday, June 6, 2023 11:56 AM

To: איל זיגל | Ayal Siegel <AyalS@water.gov.il>

Cc: Gilad Safier <giladsa@dhvmed.com>; gilad tzur <gilad.habitat@gmail.com>; שי לוי <shay.habitat@gmail.com>

Subject: מפעל ניקוז נחל שפירים - נתוני התכן של המודל ההידרולוגי

אייל שלום,

בהמשך לשיחה שלך עם גלעד ספיר,

מצ"ב מכתב סיכום בנושא ספיקות התכן שנלקחו בחשבון במידול נחל שפירים בקטע שבין מושב אחיעזר לכביש 412.

בנוסף מצורפת מפת התמצאות – הנקודות הכחולות במפה – ממוספרות לפי נק' הספיקה שנמצאות בטבלה במכתב המצורף, בברכה,

איתמר סרואה

הידרולוג

טל: 09-8852312 | נייד: 054-4020046 | פקס: 09-8853901

WWW.DHVmed.com | E: itamarsa@dhvmed.com

DHVMED
ENVIRONMENT CONSULTING ENGINEERING

לקוח	:	רשות ניקוז ונחלים ירקון
פרויקט	:	מפעל ניקוז נחל שפירים
שם המסמך	:	פרשה טכנית
תאריך	:	21 פברואר 2024
גרסה	:	3
אורך המסמך	:	62 דפים
כותב	:	גלעד ספיר, איתמר סרואה
בקרה	:	יונתן שביט
מנהל פרויקט	:	גלעד ספיר
