



23/04/2018

דווח 1024-9861-02

הסדרת נחל שורק

קטע יבנה

תכנית כללית

פרטי רשות ניקוז

רשות ניקוז שורק לכיש

כתובת: מרכז כפר נהורה ד.נ. לכיש דרום מיקוד 79340

טלפון: 072-3367815

פרטי מתכנן

משרד: הידרומודול פולק שמואל בע"מ

כתובת: ירושלים 39 קרית אונו

טלפון: 036356858

מתכנן: ד"ר אלעזר במברגר

כתובת מייל: elazar@hydromodul.co.il

עורכי המסמך: נעמי כהנא, ד"ר אלעזר במברגר – הידרומודול

לביא קורן, אורי מורן - מורן ייעוץ ופיתוח

נועה גרוסמן, נמרוד אמדו – אמדו אדריכלות נוף

דו"ח מספר 1024.02.02

אפריל 2018

לאישור

www.hydromodul.co.il office@hydromodul.co.il 03-6356858 ת.ד. 895, קרית אונו

טופס בקרה

הלקוח: רשות ניקוז שורק-לכיש
 שם הפרויקט: הסדרת נחל שורק קטע יבנה
 סוג המסמך: תכנית כללית
 מקום הקובץ: נחלים-1024
 מהדורה: 02
 מס' עמודים: 38
 עורך: נעמי כהנא
 מאשר: ד"ר אלעזר במברגר

תיעוד מהדורות

מהדורה מס'	תאריך	תיאור	מספר קובץ	ערך	אישר
02	23/4/18	עדכון סעיפי המסמך עפ"י נוהל הגשת תוכנית לשיפוט	1024-9861-02	נעמי כהנא	אלעזר במברגר

תכולת המסמך המאושר (אם מצורפים מסמכי משנה)

מס' סידורי	תיאור	מהדורה	תאריך	מס' קובץ

תיעוד האישור

העורך: נעמי כהנא
 תאריך:
 המאשר: ד"ר אלעזר במברגר
 תאריך:

תוכן עניינים

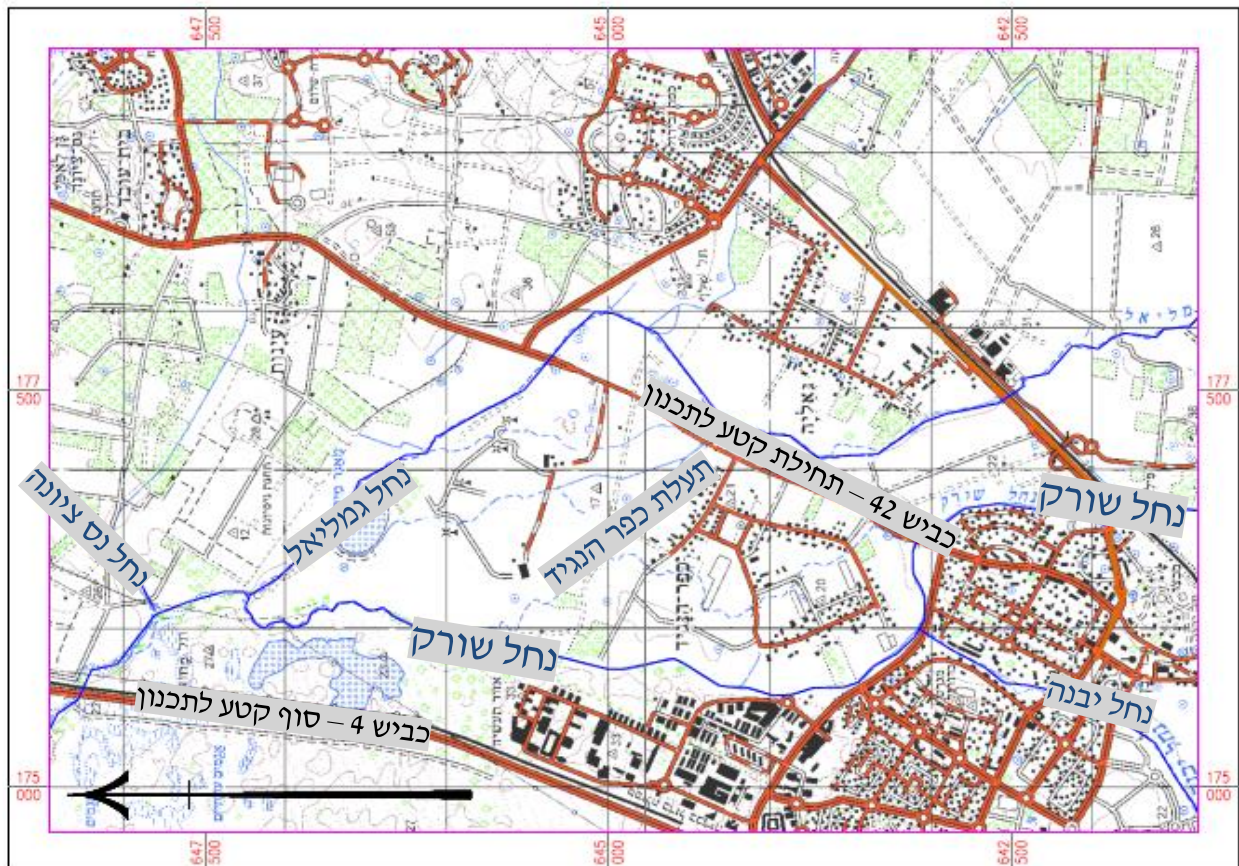
5	1. נתונים כלליים :
6	2. תיאור הנחל
6	2.1 הידראוליקה
7	2.2 אקולוגיה
8	2.3 היבטים נופיים
10	2.4 תשתיות קיימות לאורך הנחל
11	3. הידרולוגיה
11	3.1 ניתוח אגני
11	3.1.1 אגן נחל שורק
11	3.1.2 תיאור המקטע הנדון
13	3.2 משטר הגשמים
13	3.3 חישוב ספיקות שיא עבור המצב הקיים
14	3.3.1 נק' חישוב 1- נחל שורק- כביש 42
14	3.3.2 נק' חישוב 2- נחל שורק לאחר השתלבות נחל יבנה
15	3.3.3 נק' חישוב 3 ו-4
16	3.4 ספיקות תכן
17	4. תיאור התוכנית המוצעת
17	4.1 עקרונות התוכנית
18	4.2 אילוצים לתכנון
19	4.3 תאור חלופות התכנון
19	4.3.1 חתך אורכי :
21	4.3.2 חתך רוחב חלופת מינימום :
30	5. פירוט העבודות הנדרשות
31	6. קביעת רצועת הנחל
32	7. אומדן השקעות

רשימת שרטוטים

מס' גליונות	קנ"מ	
1	1: 2500	תוכנית כללית
1	1: 200	חתכים טיפוסיים

1. נתונים כלליים:

נחל שורק הוא אחד הנחלים הארוכים בישראל, הוא זורם לאורך 70 ק"מ מהרי ירושלים עד לים התיכון צפונית לקיבוץ פלמחים. הנחל ממוקם בשטח רשות ניקוז שורק-לכיש. קטע נחל שורק המתוכנן לטיפול במסגרת פרויקט זה הוא הקטע שבין כביש 42 (נ.צ. 176545,643174) ובין כביש 4 (נ.צ. 175627,648270), באורך של כ-6.5 ק"מ. לאורך המקטע יש כניסות של שלושה נחלים משמעותיים: נחל יבנה, נחל גמליאל ונחל נס ציונה. נחל נס ציונה וכניסות קטנות יותר מכיוון יבנה ותעלת כפר הנגיד. שטח התוכנית הוא כ-600 דונמים, מרחב תכנון שורקות, מחוז מנהל התכנון מרכז.



תרשים 1.1 – תרשים סביבה נחל שורק קטע יבנה

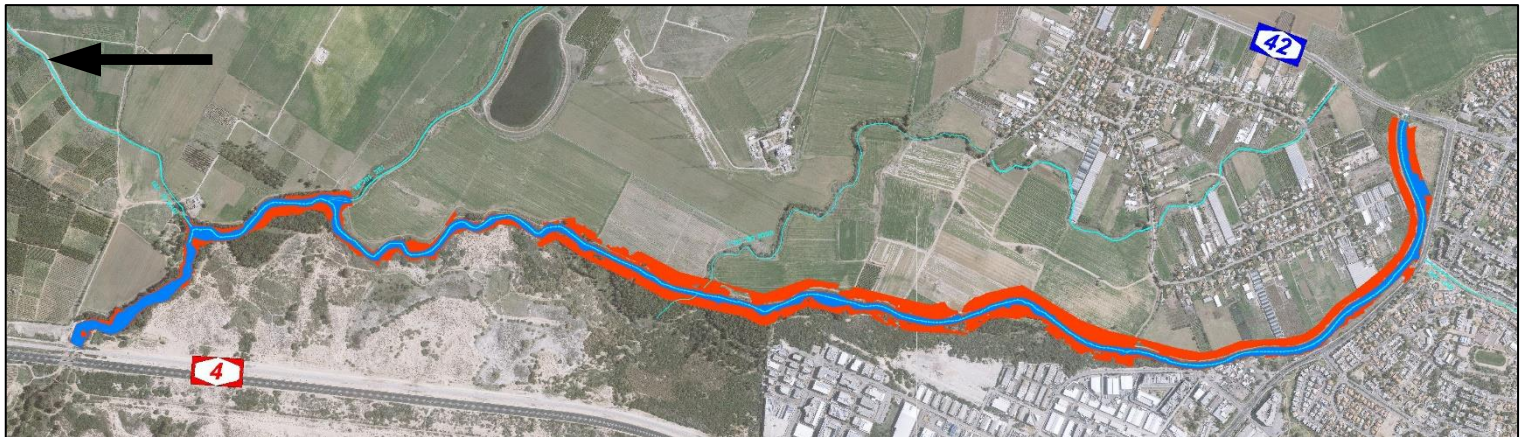
2. תיאור הנחל

נחל שורק הוא ערוץ ניקוז ראשי העובר סמוך לשטחים מיושבים ועל כן יש חשיבות לזרימה תקינה בנחל ומניעת הצפות בהיבט ההידראולי. בנוסף, ערוץ הנחל הוא בעל משמעות נופית ואקולוגית לסביבתו. שלושת זוויות המבט מוצגות בפרק להלן.

2.1 הידראוליקה

ערוץ הנחל במצבו הנוכחי לא מסוגל להעביר את הספיקה המתקבלת בהסתברות של 1% (הסתברות תכן לנחל הסמוך למגורים ותעשייה) בקטע הנחל העליון המקביל ליבנה כך שיש הצפות בעיר יבנה ובשטחים החקלאיים של כפר הנגיד. במורד הנחל, בקטע הסמוך לשטחים הפתוחים והשדות החקלאיים החתך הקיים מסוגל להעביר את הספיקה בהסתברות 10% שהיא הסתברות התכן לקטע זה.

בהיבט ההידראולי קטע הנחל להסדרה יהיה 3.5 הק"מ העליונים של הנחל (עד קצה אזור התעשייה של גן רווה), במורד הנחל ההסדרה תהיה בהתאם לתכנון האקולוגי והנופי ולא מסיבות הידראוליות.

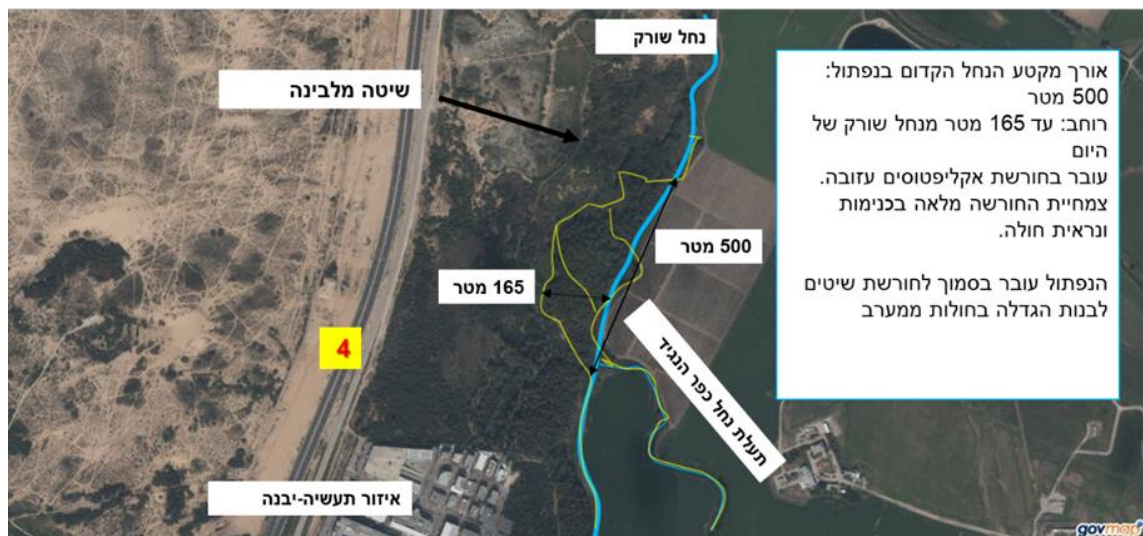


תרשים 2.1 רצועת הצפה נחל שורק בהסתברות 1% (אדום) ו-10% (כחול) על פי תוצאות הרצה בתוכנת hec-ras. תצוגת שטח ההצפה מוגבלת לשטח המדידה שהתקבלה, ייתכן וההצפה מגיעה לשטחים גדולים יותר, על פי מפלסי המים כנראה שזה לא משמעותי.

העיר יבנה מתנקזת אל נחל שורק דרך נחל יבנה המתנקז לשורק או באמצעות צינורות ניקוז המזרימים את המים ישירות לשורק. נחל יבנה נכנס לנחל שורק כ-500 מ' מערבית לכביש 42 באמצעות מובל. רום קרקעית מובל יבנה (+15.60) הוא כמעט ברום קרקעית נחל שורק בנקודת החיבור (+15.20) וכושר ההולכה של המובל יורד בעת אירועי זרימה גבוהה בשורק. אחת ממטרות התוכנית היא הנמכת מפלסי הזרימה בשורק וכתוצאה מכך הגדלת כושר ההולכה של נחל יבנה.

2.2 אקולוגיה

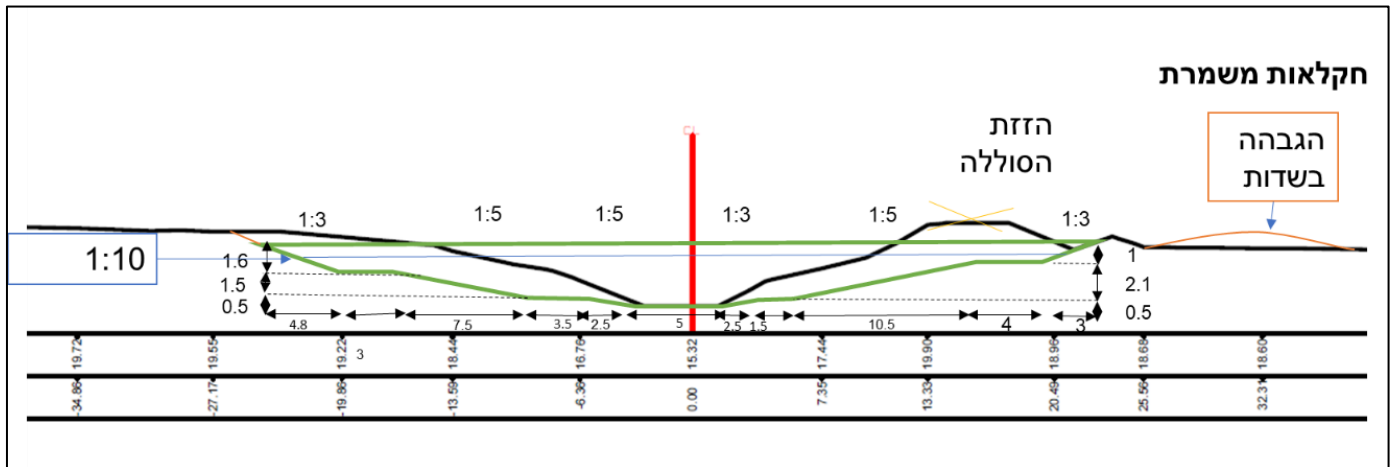
חלקו העליון של הנחל, במקביל ליבנה, מאופיין בגדות מופרות מאוד מלאות באשפה, פסולת בניין וצמחייה פולשת ורודרלית. לאורך המקטע גדות חתורות ומתקני מים מפורקים. קיים אתר פסולת צמוד לגדת הנחל. הערכיות האקולוגית של קטע זה נמוכה. במורד הנחל הערכיות האקולוגית עולה, ישנן נביעות מי תהום ועודפי מים מטוהרים מהמט"שים היוצרים זרימות ובריכות לאורך הנחל. על פי בדיקה במפות ישנות של האזור ניתן ללמוד שתוואי נחל שורק השתנה משנת 1941 ועד היום. בעבר נחל שורק עבר בתוואי תעלת כפר הנגיד, תעלה שכיום מנקזת בעיקר את שטחי החקלאות של כפר הנגיד. נחל שורק של ימינו זורם בנתיב הקדום של נחל יבנה. בחיבור בין נחל שורק הקדום ונחל יבנה נוצר נפתול שבו היתה בעבר פשט הצפה. מיקום ומימדי הנפתול מוצגים בתרשים 2.2.



תרשים 2.2: מיקום ומימדי הנפתול – תוואי הנחל הקדום

במסגרת הפרויקט מתוכנן שיקום הנפתול ושימוש בו כערוץ לזרימת מים מקומיים ופשט הצפה באירועים גדולים בנחל שורק. גישת התכנון האקוהדרולוגית רואה באופן התפשטות זרם המים לאורך, לרוחב, לגובה ולעומק הזדמנות לפיתוח בתי גידול במבנה הנחל. עקרון זה מושג באמצעות יצירת מורכבות מבנית בגדות הנחל (לדוגמא יצירת ברמות, שקעים, ושיפועים שונים על הגדות) קיומם של בתי גידול שונים על פני הגדות הינו תוצאה של מבנה ומרקם הקרקע ורמת הלחות.

חתך הנחל המומלץ על פי האקולוג מאפשר ייצוב צמחי של הדפנות יחד עם ברמות נמוכות היוצרות מורכבות מבנית ומנצלות את הזרימות הנמוכות ושכבת הנזז הקיימת בשטח ליצירת אזור לח המאפשר קיום צמחיה.

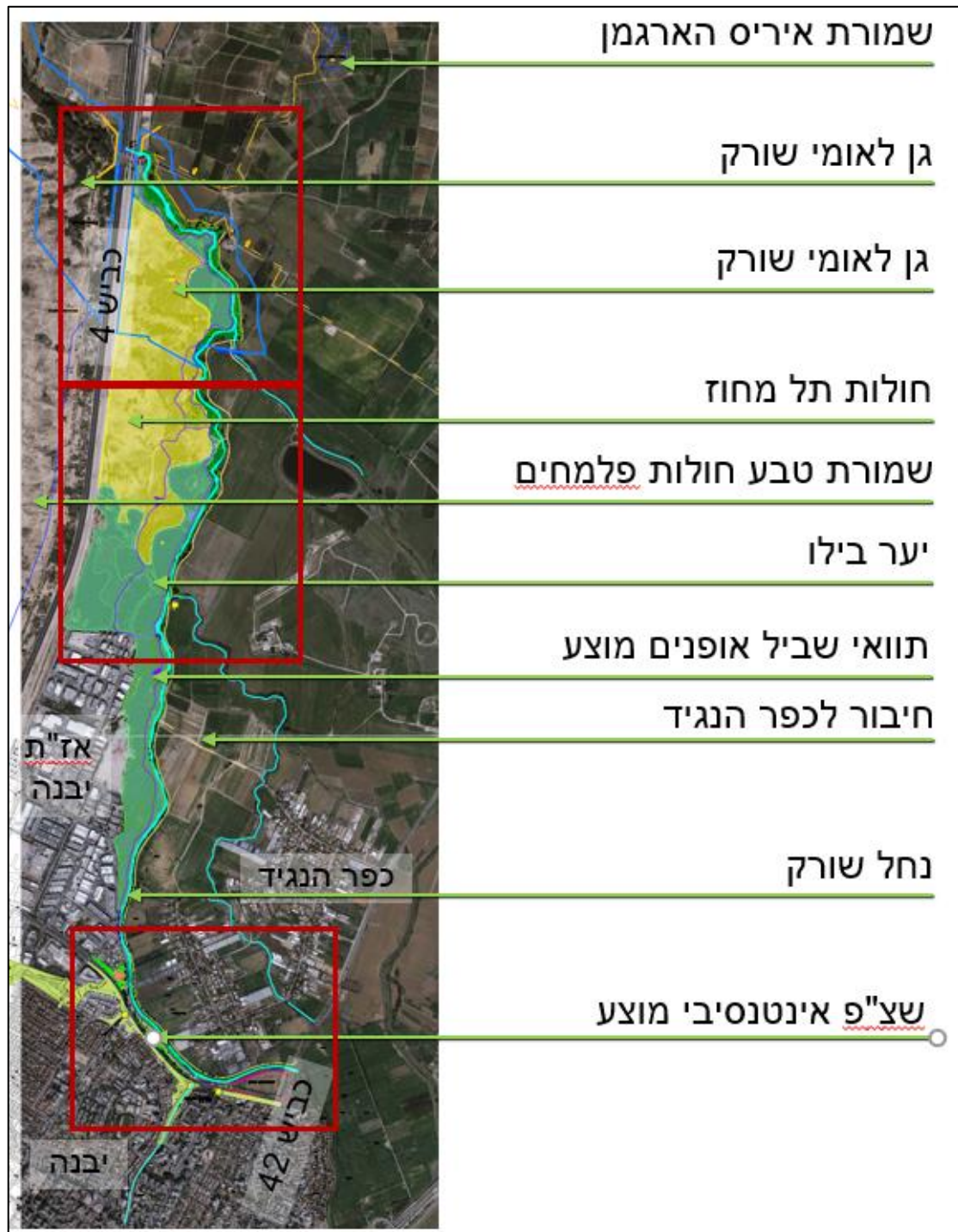


תרשים 2.3: חתך רוחב מומלץ על פי התכנון האקולוגי – קרקע קיימת (שחור) ומתוכננת (ירוק)

2.3 היבטים נופיים

מקטע נחל שורק במסגרת פרויקט זה עובר לאורך יחידות נוף מגוונות. מטרת הפרויקט היא יצירת רצף הליכה ורכיבה לאורך הגדה הדרומית ודרך תחזוקה לאורך הגדה הצפונית כולל חיבור לכפר הנגיד על בסיס דרכים קיימות.

- ביחידת הנוף הראשונה הנחל עובר במקטע עירוני וישמש ככניסה לעיר יבנה מכון כביש 42. יחידה זו מיועדת לפארק עירוני אינטנסיבי המלווה את שדרות הסהנדרין. מנקודה זו צפונה הפיתוח יהיה ברמה אקסטנסיבית.
- ביחידת הנוף השנייה גדת הנחל הדרומית עוברת בגבול אזור התעשייה של יבנה והגדה הצפונית ממשיכה ללוות את שטחי החקלאות של כפר הנגיד. יחידה זו תהווה שביל טיול אקסטנסיבי המחברת בין האזור העירוני ליחידות הנוף הטבעי מצפון.
- יחידת הנוף השלישית עוברת ביער ביל"ו - חורשת אקליפטוס ותיקה עם עצים בוגרים ומפותחים. במקום קיימת מערכת שבילים. שביל האופניים ימוקם על שביל קיים בקרבת הנחל.
- יחידת הנוף הרביעית היא חולות תל מחוז. ביחידה זו נופים טבעיים. משביל האופניים יהיה חיבור לכיוון תצפית תל מחוז.
- יחידת נוף חמישית ואחרונה עוברת בגן לאומי מוכרז נחל שורק במקום חורשת אקליפטוסים. באזור זה נחל שורק מתלכד עם נחל גמליאל. בגדה הצפונית שביל הולכי רגל מסומן לכיוון שמורת טבע מוכרזת אירוס הארגמן. מומלץ לאפשר מעבר בנחל לגדה הצפונית. הגן הלאומי ממשיך גם ממערב לכביש 4. במקום קיים מעבר תת"ק.



תרשים 2.4: חלוקת שטח התוכנית ליחידות נוף וסימון אזורי עניין

2.4 תשתיות קיימות לאורך הנחל

לאורך הנחל קיימות תשתיות ארציות ומקומיות בחלקן חוצות את הנחל וחלקן מקבילות. קו מים ארצי 70" של מקורות חוצה את הנחל תת קרקעית סמוך לאזור התעשייה של יבנה. כמו כן ישנם קווי מים של רשת משק המים שעוברים במקביל לנחל וחוצים אותו עילית בסמוך לא.ת יבנה. על פי תמ"א 1 עובר קו קולחים ארצי בתוואי של קו מים ארצי. מכון שאיבה לביוב של אזור ערים שפלת יהודה (תאגיד הבאר השלישית) ממקם בקצה נחל נס ציונה וממנו יוצא צינור עודפים המפנה אל נחל נס ציונה המתחבר בהמשך לנחל שורק. קווי חשמל במקביל לנחל באזור רחוב הסנהדרין כניסת מערכות ניקוז אל נחל שורק : מנקודת כניסת נחל יבנה עד לקצה א.ת יבנה ישנם שלושה מוצאי ניקוז עירוניים ישירות אל הנחל. לאורך הנחל ישנם מגלשי בטון לכניסת נגר צידי המגיע מהשטחים החקלאיים ממזרח לנחל.

3. הידרולוגיה

פרק זה מציג ניתוח אגני והידרולוגי של אגן נחל שורק ואת הספיקות הצפויות באזור הפרויקט.

3.1 ניתוח אגני

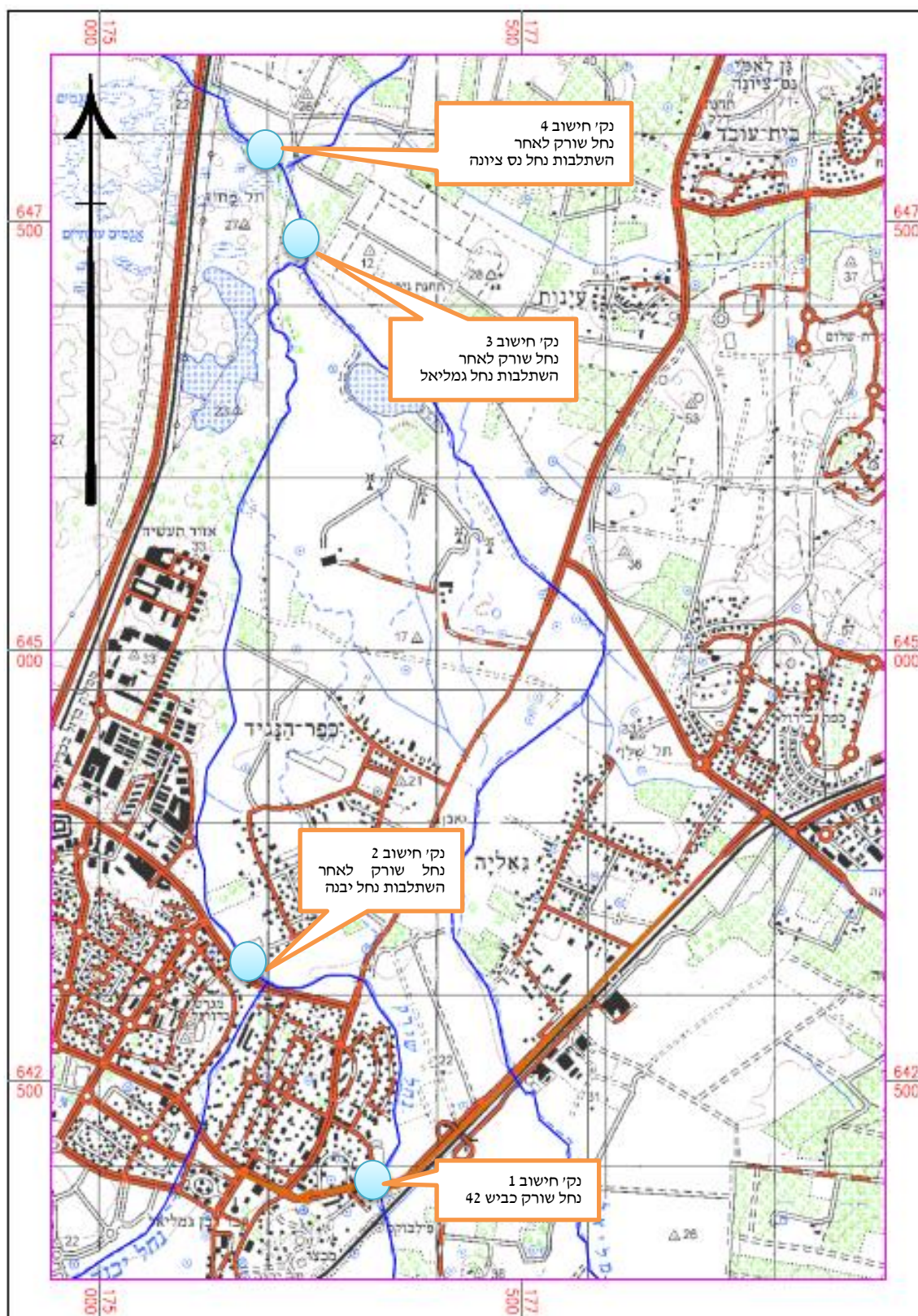
3.1.1 אגן נחל שורק

אגן ההיקוות של נחל שורק הוא אחד הגדולים מבין נחלי החוף. אגן ההיקוות משתרע מקו פרשת המים במזרח במקטע שבין ירושלים בצפון מזרח ובית לחם בדרום מזרח ונשפך אל הים התיכון סמוך לקיבוץ פלמחים. שטח אגן ההיקוות כולו הוא 690 קמ"ר (נחלי ישראל ואגני היקוותם, פלג ורז).

3.1.2 תיאור המקטע הנדון

המקטע הנדון בתוכנית זו הוא קטע נחל שורק שבין כביש 42 וכביש 4. נחל שורק חוצה את כביש 42 בסמוך לעיר יבנה. תוואי הנחל עוטף את העיר יבנה מצפון ומשם זורם צפון מערבה, לכיוון הים כמוצג בתרשים 3.1.

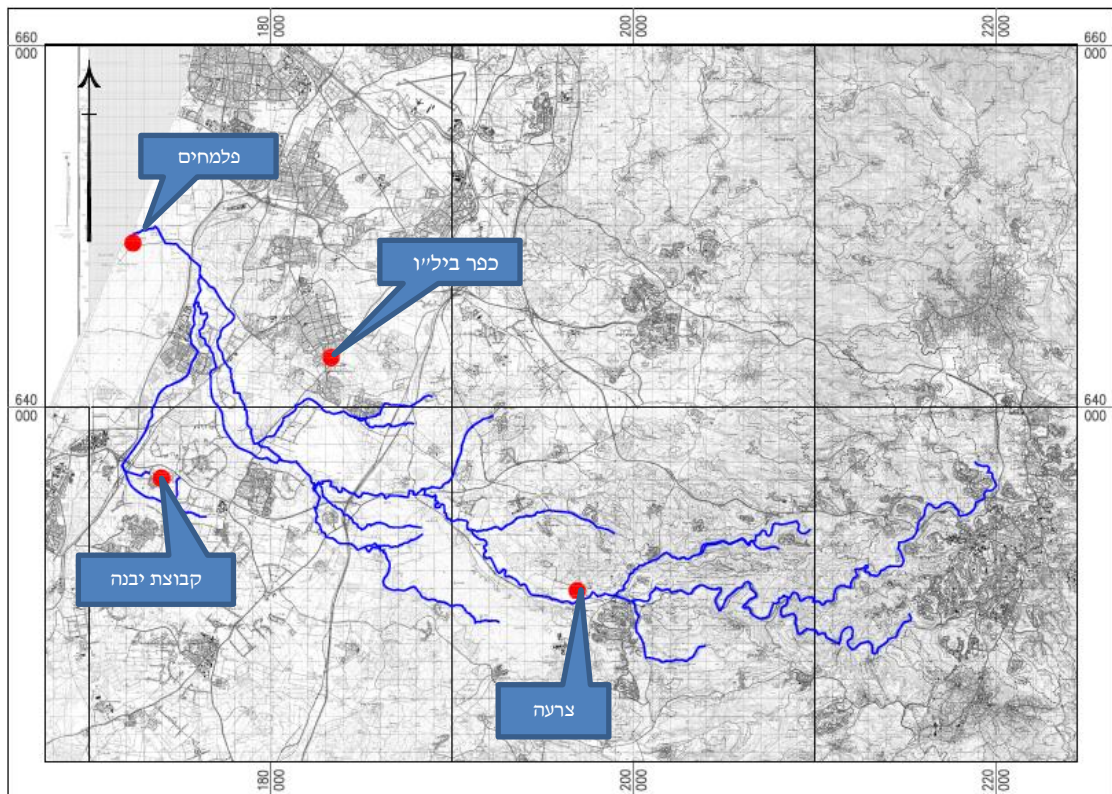
בקטע זה משתלבים אל האפיק הראשי מספר אפיקים תורמים ולכן הוגדרו ארבע נקודות חישוב ספיקה לאורך נחל שורק: (1) נחל שורק בחציית כביש 42 (מנקז אגן של 442 קמ"ר), (2) נחל שורק במורד השתלבות נחל יבנה (מנקז אגן כולל של 470 קמ"ר), (3) נחל שורק במורד השתלבות נחל גמליאל (אגן של 640 קמ"ר), ו- (4) נחל שורק במורד השתלבות נחל נס ציונה (אגן של 690 קמ"ר), כמוצג בתרשים 3.1.



תרשים 3.1: סימון נקודות חישוב ספיקות לאורך נחל שורק

3.2 משטר הגשמים

נקבעו ארבע תחנות מטאורולוגיות המייצגות את מרחב התכנון, המופיעות בתרשים 3.2.



תרשים 3.2- מיקום תחנות מטאורולוגיות בקרבת נחל שורק

נתוני המיקום והנתונים המטאורולוגיים של התחנות הנ"ל מוצגות בטבלה 3.1 (מתוך נתוני השרות המטאורולוגי)

טבלה 3.1: נתוני תחנות מטאורולוגיות בקרבת נחל שורק

עובי גשם שנתי [מ"מ]			רום	נ.צ.	שם תחנה
מירבית	מינימאלית	שנתית ממוצעת			
1092	224	515	190	196.9/629.9	צרעה
1430	233	559	65	183.3/642.6	כפר ביל"ו
1157	226	528	50	174.0/636.1	קבוצת יבנה
989	218	471	20	172.3/649.1	פלמחים

3.3 חישוב ספיקות שיא עבור המצב הקיים

ניתוח הידרולוגי של ספיקות השיא בהסתברויות שונות, חושב עבור כל אחת מנקודות החישוב שפורטו לעיל. שיטת החישוב מעט שונה עבור כל אחת מנקודות החישוב, כפי המוצג להלן.

3.3.1 נק' חישוב 1- נחל שורק- כביש 42

קביעת עקום ספיקות הסתברותיות בנחל שורק בעייתית היות ומספר גורמים פיזיים שינו את ספיקות השיא הנמדדות ובכך הפריעו ליצירת סדרת ספיקות שיא רציפה ואחידה. גורמים אלה כוללים:

1. התקנת תעלת הקלה בין נחלי גמליאל ושורק לשם מיתון ספיקות השיא בעת שטפונות. התעלה גורמת לפלוג הזרימה העיקרית בין נחל גמליאל ונחל שורק.
2. הזזת תחנות ההידרומטריות במעלה ובמורד הערוץ.

3. התקנת סכר עין כרם ומאגר בית זית, המאפשרים יציאת זרימות גבוהות בלבד. פירוט היסטורי מלא על התחנות ההידרומטריות על נחל שורק והתקנת מתקנים משני ספיקה עליו, כמו גם סדרות נתונים ניתן למצוא בתכנית אב לניקוז שורק לכיש (הידרומודול, 2012) ניתוח ספיקות בהסתברויות שונות עבור נקודת החישוב בוצע במשרדינו עבור פרויקט קודם (5593-674, "כביש 42 קטע בזק יבנה"), הניתוח הוא עיבוד סטטיסטי לנתוני ספיקות השיא של תחנת השירות ההידרולוגי שורק-יבנה (18150). התחנה ממוקמת בגשר חציית נחל שורק את כביש 410, כ- 1 ק"מ אחד במעלה הזרימה מכביש 42. בוצע עדכון לחישוב סטטיסטי זה (טבלה 3.2) היות ומאז סיום פרויקט 5593-674 תועדו מספר ספיקות שיא נוספות באגן. עקב שינויים אפשריים במעלה האגן, הכוללים הסרת חסמי זרימה הוחלט להגדיל את ספיקות התכן בכ-30% כמקדם ביטחון.

טבלה 3.2- ספיקות לנקודת חישוב 1

ספיקה צפויה [מ"ק/שניה] בהסתברויות שונות [%]					שטח [קמ"ר]	
20	10	5	2	1		
49	69	88	112	131	442/520	פילוג לוג-פירסון
64	90	114	145	170	442/520	עם מקדם ביטחון

הערה: 442 קמ"ר- שטח ללא מאגר בית זית, 520 קמ"ר- שטח אגן כולל מעלה מאגר בית זית

החישובים והניתוח המוצגים בעבודה זו עושים שימוש בספיקות עם מקדם ביטחון.

3.3.2 נק' חישוב 2- נחל שורק לאחר השתלבות נחל יבנה

קיימת מורכבות בניתוח הספיקות בהסתברויות שונות עבור נקודת חישוב זו. המורכבות נובעת מהאיחוד בין שני נחלים שהגדול ביניהם בעל סדרת ספיקות בעייתית, ועבור הקטן ביניהם תחנת המדידה נמצאת במעלה הזרימה והפסיקה לפעול לפני מספר שנים. על כן הספיקות בהסתברויות חושבו לפי שלוש שיטות:

1. עקום הסתברותי לפי תכנית אב שורק-לכיש: בתכנית הוכנו עקומות ספיקות בהסתברויות שונות בהן גובה הספיקה נקבע לפי שטח האגן. הספיקות בהסתברויות שונות לפי תכנית האב מוצגות בטבלה 3.3.

טבלה 3.3- ספיקות לנקודת חישוב 2

ספיקה צפויה [מ"ק/שניה] בהסתברויות שונות [%]				שטח [קמ"ר]
10	5	2	1	
105	155	180	215	472

כפי שתואר לעיל המקטע הנמוך של נחל שורק מופר ואינו מתנהג באופן טבעי, לפיכך העקום המרחבי של האגן אינו מתאים.

2. אנלוגיה: שטח האגן לפני כניסת ערוץ נחל יבנה 442 קמ"ר, ולאחריו 472 קמ"ר. היות ומדובר בתוספת שטח של פחות מ-10% לשטח האגן הכולל ניתן בעקרון לבצע חישוב לפי אנלוגיה. חישוב בשיטה זו נותן ספיקה של 176 [מ"ק/שניה] בהסתברות 1%. עם זאת אנו שוללים אפשרות זו היות וקיימות כניסות צד בעלות מאפיינים שונים באופן מובהק למקטע.

3. סכום גאומטרי: לפי שיטה זו נעשה חישוב בו כל אחד מהאיברים מועלה בריבוע ומסכומם מופק שורש. בשיטה זו התקבלה ספיקה של 185 [מ"ק/שניה] בהסתברות 1%. בשל רגישות האזור וההצפות החוזרות בו קבעה רשות הניקוז ספיקה החמרה בקביעת ספיקת התכן בקטע זה. הספיקות המשולבות שקיבלו את אישור רשות הניקוז מוצגות בטבלה 3.6.

טבלה 3.4- ספיקות לנקודת חישוב 2

ספיקה צפויה [מ"ק/שניה] בהסתברויות שונות [%]				שטח [קמ"ר]
10	5	2	1	
104	132	170	200	472

שיטת הסכום הגאומטרי נבחרה כמתאימה ביותר לאפיון הספיקה המשולבת לאפיון נקודה 3.
שיטת סכום הגאומטרי, כפי שניתן לראות בהשוואת הספיקות בהסתברות 1%, ספיקות שיא גבוהות יותר מהשיטה האנלוגית המבטאת את השינוי המשמעותי של האגן המורדי.

3.3.3 נק' חישוב 3 ו-4

הספיקות עבור נק' חישוב 4 נלקחו מתכנית האב שורק-לכיש ע"פ מערכת ספיקות השיא במרחב. הספיקות לנקודת חישוב 3 חושבו בעזרת אנלוגיה לנק' חישוב 4, הדבר מתאפשר היות וההבדל בין שטחי האגנים קטן מ-10%, הספיקות מוצגות בטבלה 2.5.

טבלה 3.5- ספיקות לנקודות חישוב 4-5

ספיקה צפויה [מ"ק/שניה] בהסתברויות שונות [%]				שטח [קמ"ר]	נקודת חישוב
10	5	2	1		
128	175	202	216	558/636	3
132	180	208	228	602/680	4

3.4 ספיקות תכן

- תקופות החזרה לתכנון משתנות לאורך התוואי בהתאם לאופי הקטע, בהתאם לפרוט להלן :
- א. ב 3.5 ק"מ העליונים של הנחל, בקטע הסמוך לעיר יבנה תקופת החזרה לתכנון ראשוני תהיה אחת למאה שנים -1%. (מודגש בטבלה בצבע כחול)
- ב. הסתברות התכן עבור מתקנים כגון מעבירי מים או מבנים חקלאיים תקבע ל-1%.
- ג. התכנון האקולוגי והנופי בקטע במורד הנחל מסתמך על ספיקות המתקבלות עבור תקופת חזרה קטנה יותר, אחת לעשר שנים -10%. (מודגש בטבלה בצבע ירוק)

טבלה 3.6 - ספיקות תכן מקטעי נחל שורק

נקודת מדדה	תיאור קטע	ספיקה [מ"ק לשניה] בהסתברויות שונות			
		1%	2%	5%	10%
1	כביש 42 עד נחל יבנה	170	145	114	90
2	נחל יבנה עד נחל גמליאל	200	170	132	104
3	חיבור נחל גמליאל עד חיבור נס ציונה	216	202	175	128
4	חיבור נחל נס ציונה עד כביש 4	228	208	180	132

4. תיאור התוכנית המוצעת

התוכנית המוצעת כוללת:

טיפול הידראולי בחתך הנחל – הרחבת החתכים והגדלת שיפוע אורכי.
שיקום אקולוגי – שחזור ושיקום הנפתול הקדום במקביל לכניסת תעלת כפר הנגיד אל הנחל, שתילת צמחיה מקומית מתאימה לייצוב וקביעת חתך נחל המאפשר מורכבות מבנית וקיום בית גידול לח בסמוך לקרקעית.
שיקום נופי – שיקום נופי אורכי במקביל לנחל, סלילת שביל אופניים ושביל הליכה לאורך הנחל להגדלת הקישוריות אליו וחיבור לשבילים קיימים ומתוכננים באזור.

4.1 עקרונות התוכנית

העקרונות המנחים של התכנון הם:

- ספיקת התכן ל-3.5 הק"מ העליונים של הנחל היא הספיקה המתקבלת עבור תקופת חזרה של אחת ל-100 שנים. החתך הטיפוסי נדרש להתאים לספיקה זו בתוספת בלט של 0.5 מ' לביטחון.
- משני צידי הנחל תהיה דרך שתאפשר מעבר רכב תחזוקה. בנקודות בהן רוחב הרצועה צר וקיים כביש בצמוד לנחל תתאפשר לרכב התחזוקה גישה ישירות מהכביש אל הנחל.
- הרחבת החתך תשמר, במקומות בהם ניתן, רצועה מכביש הסנהדרין למטרת פיתוח פארק נופי/שצ"פים לאורך הנחל.
- הרחבת החתך תיעשה ככל האפשר בהתאם לתכנון האקוהידרולוגי הכולל יצירת מורכבות מבנית לאורך הנחל בעזרת ברמות.
- במסגרת התוכנית ייעשה שימוש קטן ככל האפשר בייצוב קשיח בשל אופי הקרקע הארוזיבית בנחל. שיפועי הצד של גדות התעלה יהיו ביחס מינימלי של 1:3 ויאפשרו שתילה של ייצוב צמחי. בקטעים בהם נדרש ייצוב קשיח (נקודות כניסת מים לתעלה) הייצוב יהיה אבנים 40X20 בלי חיבור בטון בין האבנים. בנוסף, קרקעית הנחל והדפנות עד לגובה 0.5 מ' ייוצבו באבנים כדי לשמור על חתך הזרימה ולהקל על התחזוקה.
- לאורך הנחל יהיו מפתני בטון במרחקים של 50 מ' זה מזה כדי לשמור על שיפוע קרקעית הנחל מפני ארוזיה.
- מהירות הזרימה המתוכננת קטנה מ-2.5 מ' לשניה.
- שבילי הליכה ודרכים חקלאיות לאורך הנחל יתוכננו כך שלא יוצפו בתקופת חזרה קטנה מעשר שנים (הסתברות 10%).
- שבילי ההליכה מתוכננים כך שלא יאפשרו מעבר כלי רכב.
- החיבור בין נחל יבנה ושורק יוטה צפונה כך שחיבור הנחלים יהיה בצורת "ראש ציפור" ולא בניצב.
- גשר נחל נס ציונה ישוקם במורדו.

4.2 אילוצים לתכנון

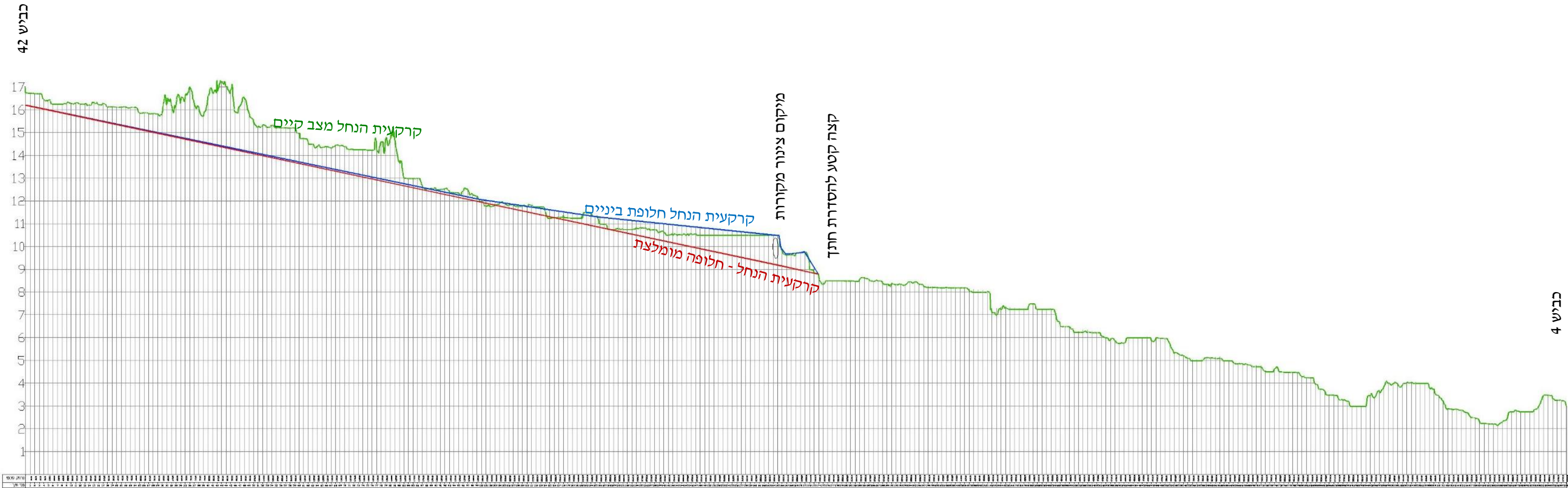
- תוואי הנחל עובר בסמוך לאזור מפותח ומיושב, התשתיות הקיימות בשטח יוצרות אילוצים לתכנון.
- כבישים – שדרות הסנהדרין ורחוב הירדן בכניסה לאזור התעשיה מגבילים את רוחב החתך בסביבתם.
 - בתי מגורים ומחסנים – בשטח הצמוד לנחל סמוך להצטלבות רחוב הירדן וכביש 4111 (מוגדר כתחנת מעבר פסולת עירונית) יש פלישת מבני מגורים. הבניה מאלצת חתך נחל צר ומייצרת זבל המקטין עוד את החתך.
 - עצים גדולים בסמוך לשטח הפלישה הממוקמים על הנחל בשטח הנדרש להרחבה.
 - חממות ושדות – בכיוון כפר הנגיד ישנן חממות ושטחים חקלאיים בצמוד לנחל. החממות ברום נמוך, יש סוללה המפרידה בין הנחל ובין החממות ועדיין ישנם אירועי הצפה בשטחים אלו.
 - מערכות ניקוז המפנות נגר מהעיר יבנה ומהשטחים החקלאיים אל נחל שורק. המערכת הראשונה היא נחל יבנה שנכנס באמצעות מובל תת קרקעי שמפלס הקרקעית שלו קרוב למפלס קרקעית נחל שורק ולכן כושר ההולכה שלו ירוד באירועי זרימה משמעותיים בנחל שורק. ישנם עוד מעבירי מים המפנים נגר לאורך הנחל כמפורט בתוכנית.
 - תשתיות קיימות כגון קווי חשמל, קווי מים וביוב החוצים את תוואי הנחל או עוברים בסמוך אליו.
 - סטטוטוריקה – בתוואי הנחל יש רצועה בייעוד קרקע "נחל" המפרידה בין העיר יבנה ובין השטחים החקלאיים של כפר הנגיד. הרצועה הסטטוטורית לא מספיקה לרוחב הרצועה הנדרש לכל אורך הנחל ולכן יהיה צורך בהפקעת שטחים לשם ביצוע התוכנית.

4.3 תאור חלופות התכנון

התוכנית המוצעת כוללת חלוקה של קטע הנחל לתכנון הידראולוגי למקטעי תכנון בהתאם לאילוצים הקיימים בסביבת הנחל. עבור כל מקטע מוגדר חתך טיפוסי המאפשר הולכה של ספיקת התכן. בנקודות בהן יש מתקנים הידראוליים או הפרעות ספציפיות יוצע פתרון מקומי. חלופות התכנון מתייחסות רק לחתכי רוחב אופייניים לנחל בהתאם לחלוקה למקטעים. תנוחת הנחל לא צפויה להשתנות משמעותית במסגרת תוכנית זו עקב התשתיות ושימושי הקרקע הצמודים לנחל ולא מאפשרים הרבה שינוי בתוואי האופקי של הנחל.

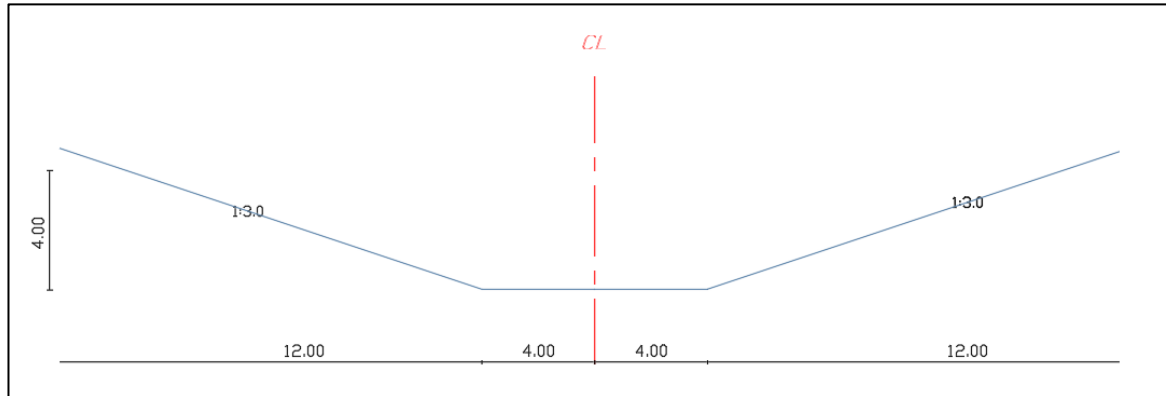
4.3.1 חתך אורכי:

החתך האורכי משתנה לעומת המצב הקיים, נדרש ליישר את החתך האורכי ב-3.5 ק"מ העליונים כדי להגדיל את השיפוע האורכי ככל האפשר. בהתאם לתוכנית הנמכת מפל קיים בגשר כביש 42 רום מפלס קרקעית הנחל מתחת לגשר כביש 42 הוא +16.20. רום מפלס קרקעית נחל שורק בנקודת כניסת נחל יבנה נדרש להיות נמוך מ-15.20 + בהתאם לתוכניות העיר יבנה. השיפוע האורכי המקסימלי של קרקעית הנחל בקטע לתכנון הוא 0.2%. במורד הנחל השיפוע האורכי משתנה ובנוסף יש בריכות כפי שניתן לראות בשינויי השיפוע בחתך האורכי. קו מקורות חוצה תת קרקעית את הנחל כ-3.3 ק"מ מכביש 42. החיזוק העליון של הקו מוגבה מעל הקרקעית המוצעת ועל כן מוצגת גם חלופת ביניים שבה נלקחת בחשבון המדרגה שיוצר צינור מקורות והכיסוי מעליו. מדרגת הצינור מקטינה את השיפוע האורכי בחלק מהקטע להסדרה ל-0.1%. החלופה המומלצת כוללת הנמכה של קו מקורות כך ששיפוע הנחל יהיה 0.2% לכל אורך קטע ההסדרה.



4.3.2 חתך רוחב חלופת מינימום:

חלופה זו היא החלופה המציגה את החתך המינימלי הנדרש להעברת הספיקה בהסתברות התכן. בחתך זה קרקעית הנחל הורחבה ל-8 מטרים, הרחבת הקרקעית מגדילה את כושר ההולכה של החתך אבל מקטינה את המורכבות המבנית ואפשרות התפתחות בתי גידול מגוונים לאורך הנחל.



תרשים 4.2 חתך רוחב חלופה 0

ע"מ להרחיב ככל האפשר את רצועת הנחל בהתחשב באילוצים הקיימים, הערוץ חולק למקטעים ולכל מקטע נקבע חתך טיפוסי שונה, שה"כ ארבעה חתכים טיפוסיים הממוספרים מהצר אל הרחב:

חתך 0 – חתך מינימלי לתכנון – החתך מבוצע בקטעים בהם רצועת הנחל האפשרית צרה.

חתך 1 – חתך א-סימטרי הכולל ברמה רק מכיוון יבנה. החתך מתאים לקטעים בהם אין מקום להרחבה בכיוון כפר הנגיד

חתך 2 – חתך סימטרי הכולל ברמות בשני הצדדים.

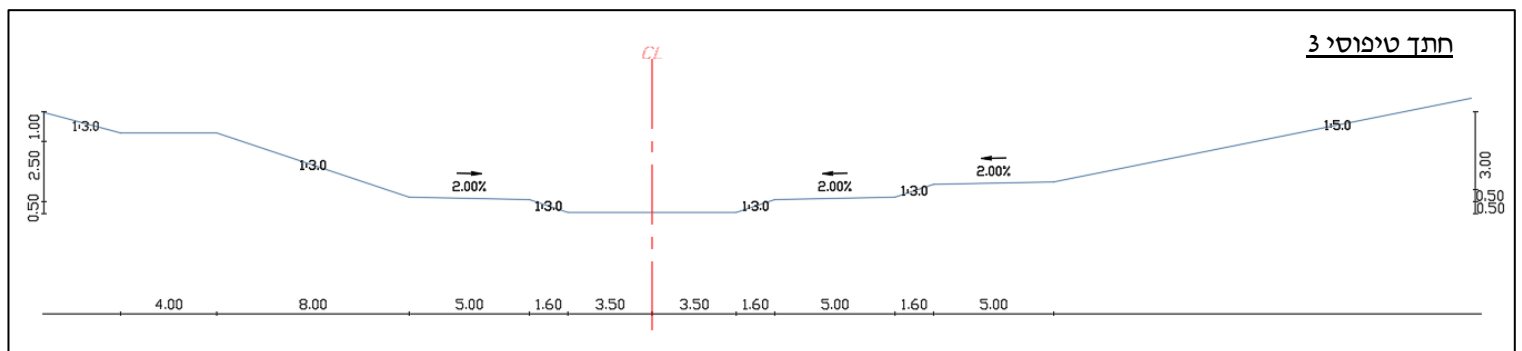
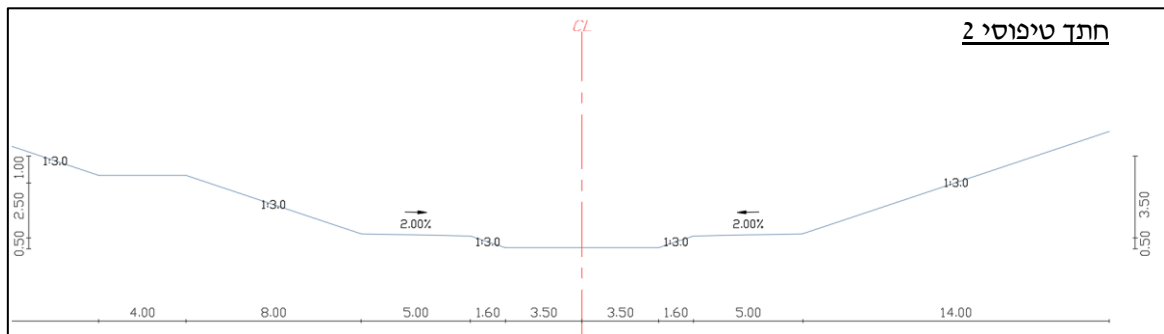
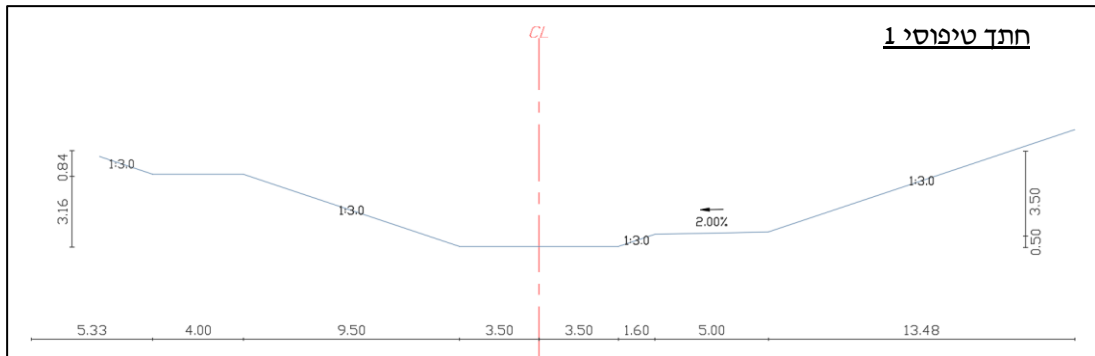
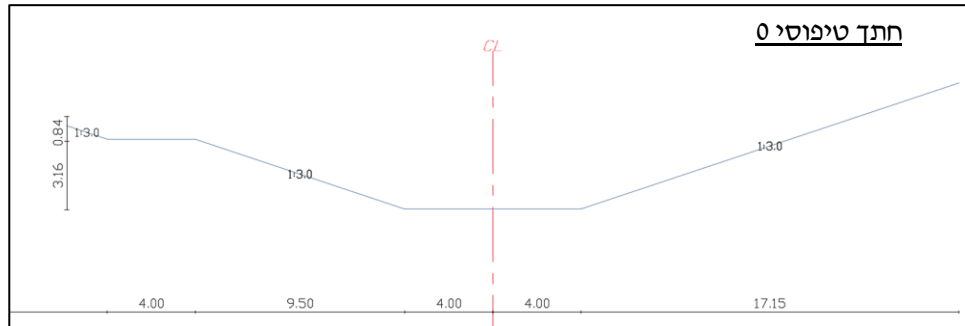
חתך 3 – חתך רחב הכולל שתי ברמות זו מעל זו מכיוון יבנה וברמה אחת מכיוון כפר הנגיד.



תרשים 4.3 חלוקת נחל לתכנון למקטעים לפי חתכי רוחב טיפוסיים

4.3.2.1 חתכי רוחב חלופה 1:

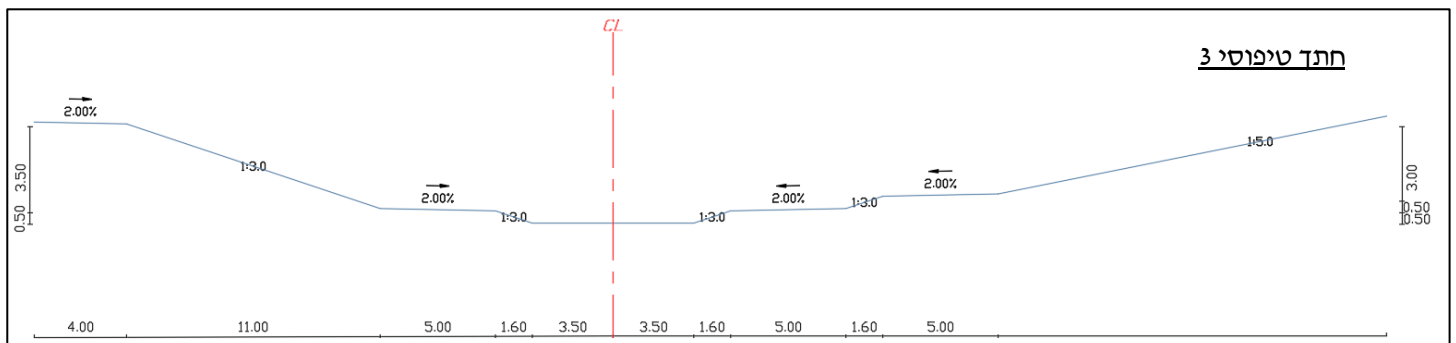
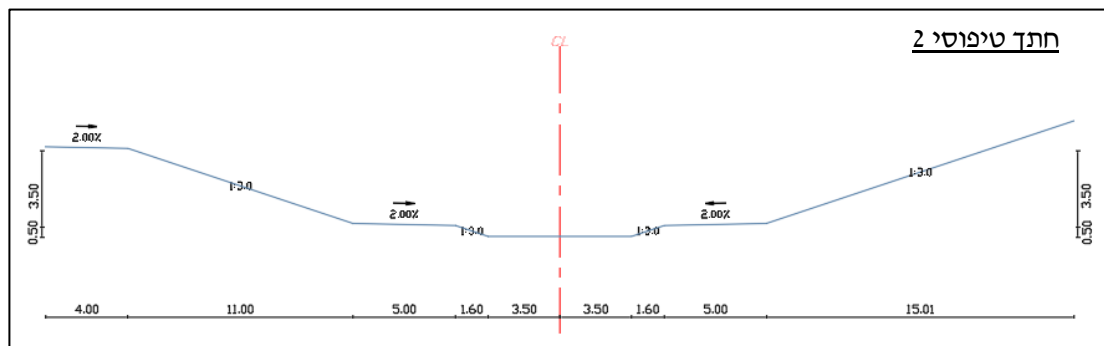
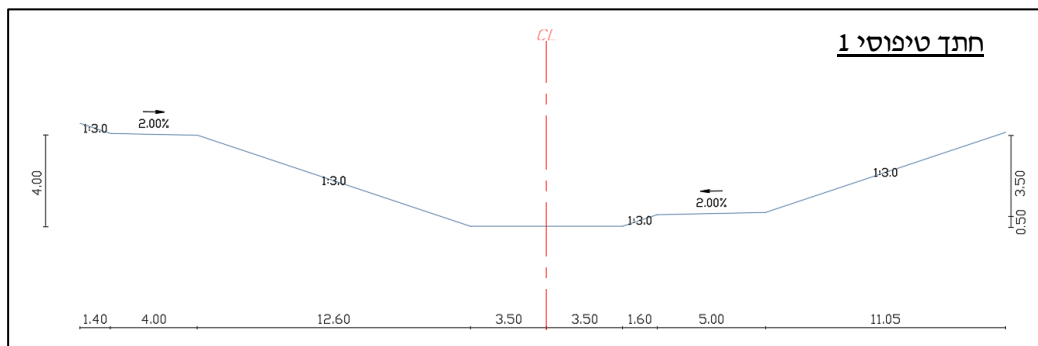
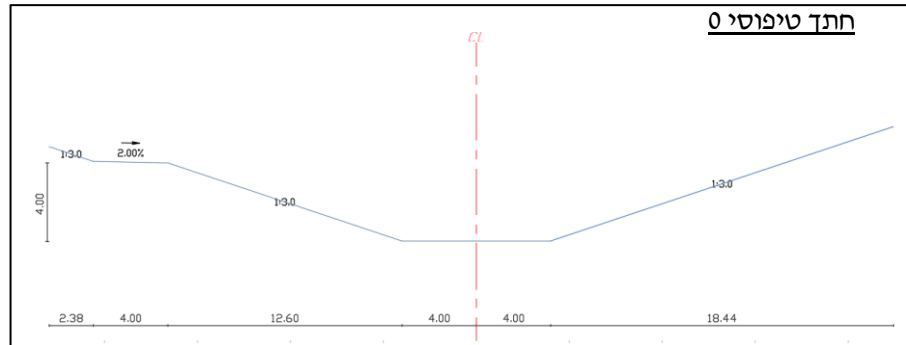
בחלופה זו הדרך החקלאית ממוקמת בתוך חתך הנחל. הכנסת הדרך לחתך הנחל מגדילה את שטח חתך הזרימה אבל הגישה אל הדרך החקלאית מכיוון החממות תהיה קשה יותר כיוון שהמשתמשים יידרשו לחצות מדרון בשיפוע 1:3 ממפלס החממות עד למפלס הדרך (הפרש גובה של 1-1.5 מ'). בנוסף, הגבול בין השטח החקלאי ורצועת הנחל יהיה פחות מובחן כיוון שהדרך, השייכת בד"כ לשטח החקלאי, תמוקם בתוך רצועת הנחל. חתכי הנחל הטיפוסיים מוצגים להלן:



תרשים 4.4 חתכי רוחב טיפוסיים חלופה 1

4.3.2.2 חתכי רוחב חלופה 2:

החתכים הטיפוסיים בחלופה 2 זהים לאלו של חלופה 1 מלבד השינוי במפלס הדרך החקלאית הצמודה לנחל מכיוון כפר הנגיד. בחלופה זו הדרך החקלאית ממוקמת בקצה חתך הזרימה - במפלס החממות. החתכים הטיפוסיים עבור חלופה זו מוצגים להלן:



תרשים 4.5 חתכי רוחב טיפוסיים חלופה 2

החלופה התכנונית הנבחרת היא חלופה 2.

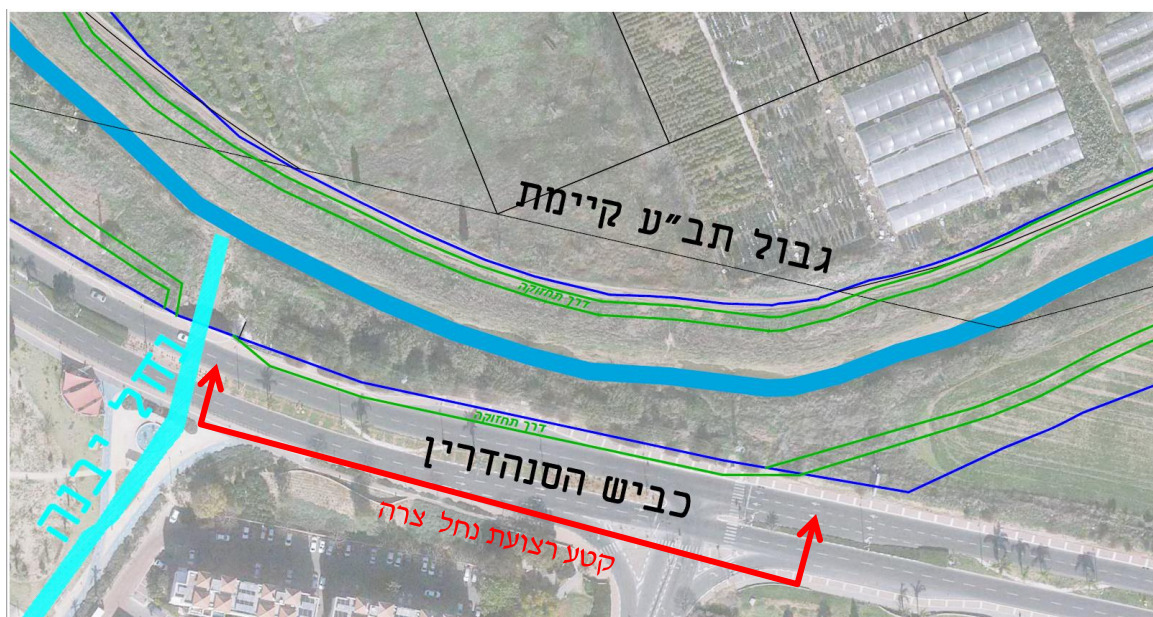
ההבדל בין חלופה 1 וחלופה 2 הוא במיקום הדרך החקלאית בתוך חתך הנחל. בחלופה 1 בה הדרך החקלאית היא חלק מחתך הזרימה שטח החתך גדול יותר. בוצעה בדיקה הידראולית בתוכנת Hec-Ras והתקבל שהחתך של חלופה 2 (בו הדרך החקלאית היא מחוץ לשטח החתך, כלומר החתך קטן יחסית לחלופה 1) מאפשר את העברת הספיקה הצפויה ב-1%. משיקולי שימור דופן הנחל לאורך זמן, הגדרה ברורה של גבול רצועת הנחל ושימוש נוח בדרך החקלאית, חלופת העלאת מפלס הדרך החקלאית כך שתעבור מחוץ לחתך הנחל עדיפה על פני זו שבה הדרך היא חלק מהחתך.

4.3.2.3 נקודות בעייתיות לאורך התוואי

א. קטע צר צמוד לכביש סנהדרין

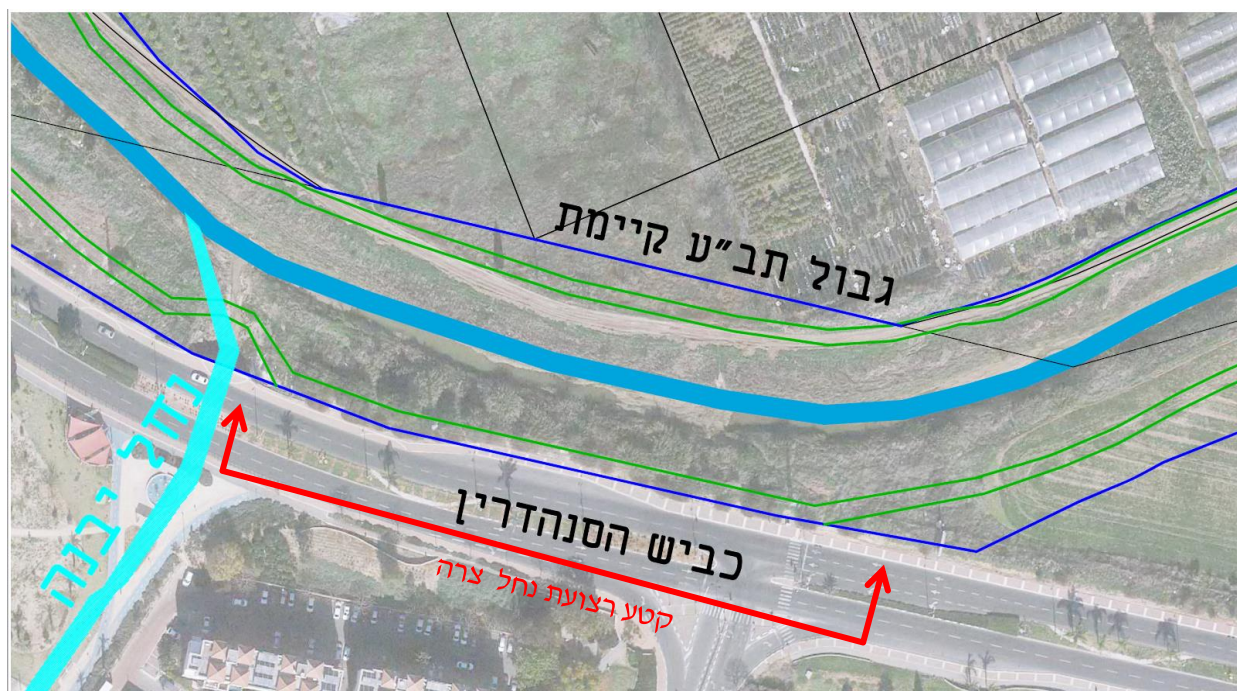
כביש הסנהדרין הוא כביש רחב - דו מסלולי דו נתיבי בכניסה לעיר יבנה, הכביש מקביל לנחל שורק. ישנו קטע שבו ציר הנחל קרוב לכביש כך שאין מרחב מספיק לדרך תחזוקה לנחל מכיוון יבנה.

חלופה 2.2.1 – שימוש בכביש הסנהדרין הקיים כדרך תחזוקה. חלופה זו פחות מומלצת כיוון שייתכן שתהיה גדר בטיחות המפרידה בין הכביש ובין הנחל, גדר כזו לא מאפשרת גישה לרכב התחזוקה. בנוסף, התחזוקה עלולה לגרום הפרעה למשתמשי הדרך.



תרשים 4.6: חלופה 2.1.1 – שימוש בכביש הסנהדרין כדרך תחזוקה לנחל

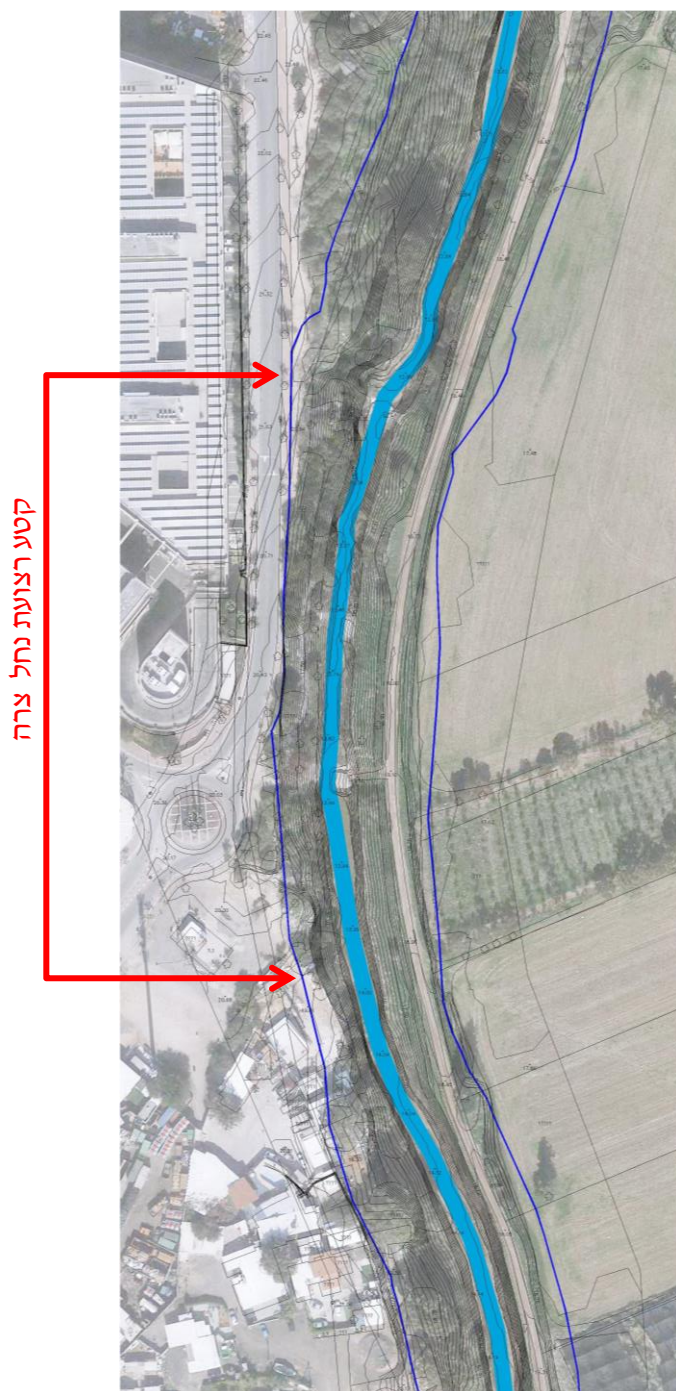
חלופה 2.2.2 – הרחבת רצועת הנחל לכיוון שטחי כפר הנגיד. בקטע זה יש אזור שאינו מוגדר בייעוד קרקע (עפ"י אתר govmap) ועל כן תפיסת שטח זה לרצועת הנחל תהיה פשוטה יותר. חלופה זו היא החלופה המועדפת.



תרשים 4.7: חלופה 2.1.2 – הסטת ציר הנחל לכיוון כפר הנגיד ע"ח שטחים שאינם מוגדרים בייעוד קרקע (על פי אתר govmap)

ב. קטע צר במקביל לכניסה לאזור תעשייה:

קטע הנחל במקביל לכביש הכניסה לאזור תעשייה יבנה (רחוב הירדן) בעייתי מבחינת רוחב החתך האפשרי. אורך הקטע הוא כ-150 מ' ובו הכביש הקיים קרוב לציר הנחל. חתכי הרוחב המינימליים לתכנון "עולים" על שטח הכביש ולכן נדרש פתרון מקומי שיאפשר זרימה סדירה בקטע. הקטע הצר מוצג בתרשים 4.8. הקו האדום הוא גבול התכנון, ניתן לראות במדידה את הכביש מתחת לקו התכנון.

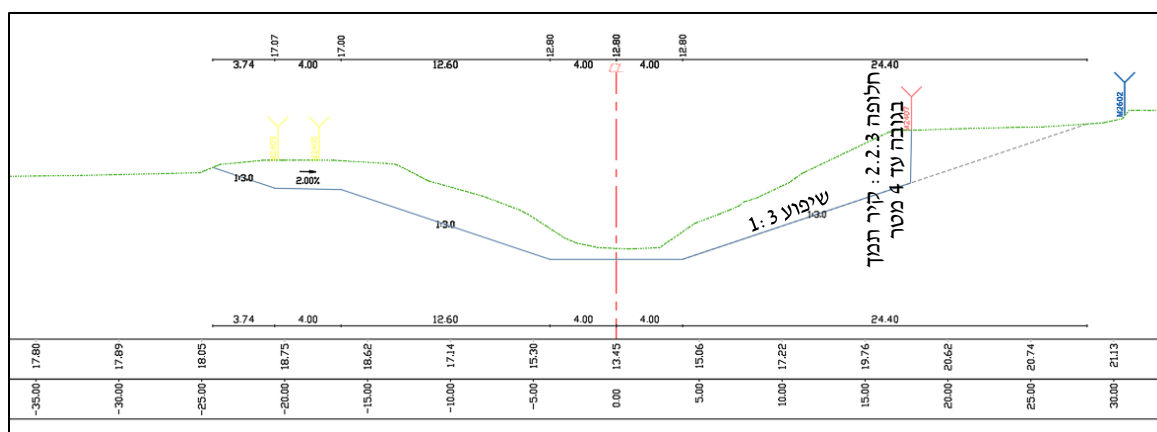
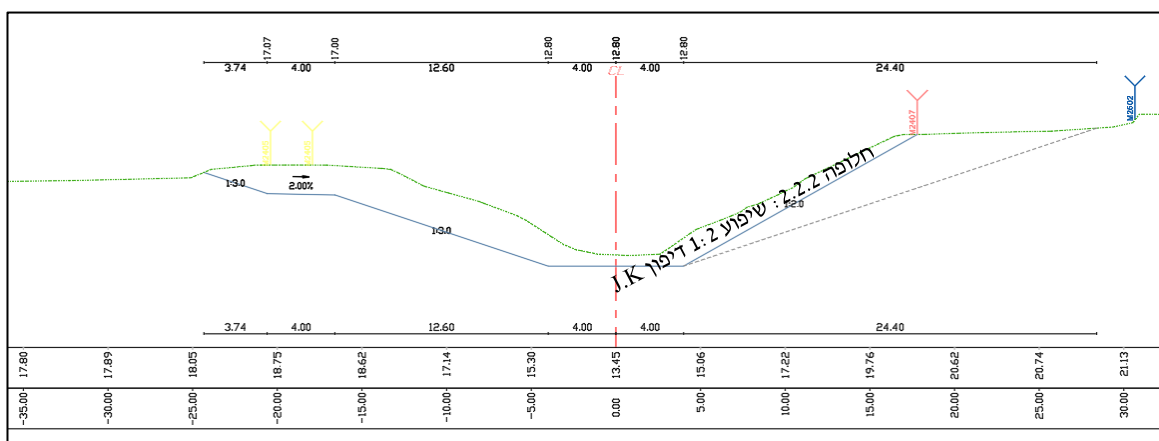
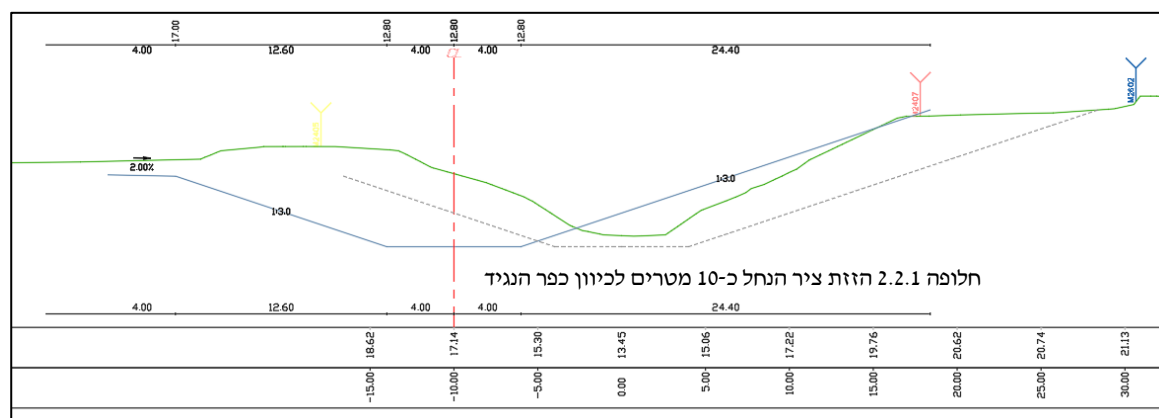


תרשים 4.8: מיקום קטע צר ליד כביש כניסה לאזור תעשייה יבנה

חלופה 2.2.1: הזזת ציר הנחל מזרחה ע"ח שטחי כפר הנגיד. החלקות ממזרח במקביל לקטע הצר הן חלקות א' של חקלאי כפר הנגיד, חלקות שיקר ומסובך יותר להפקיע ולכן חלופה זו לא מומלצת.

חלופה 2.2.2: הקטנת שיפוע הדופן ל-1:2 – שיפוע כזה דורש ייצוב דופן קשיח כמו זה הקיים בשטח. חלופה זו היא החלופה הנבחרת.

חלופה 2.2.3: שיפוע 1:3 בחלק התחתון של הנחל עד לקצה הכביש וממנו יצירת קיר תמך בגובה עד 4 מ' חלופה זו לא מומלצת מכיוון שקיר כזה פחות מתאים מבחינה נופית לקטע הנחל.



תרשים 4.9: חלופות לחתכי רוחב בקטע צר ליד כביש כניסה לאזור תעשייה

5. פירוט העבודות הנדרשות

עבודות לחישוב השטח וניקיו מפסולת וצמחייה, חפירות כלליות בשטח, חפירה למבנים, הידוק מבוקר/לא מבוקר, מילוי עפר מקומי, הנחת מצעים סוג א' והידוקם, ביצוע ארגזי/מזרני גביונים, הריסת מבנים ישנים, ביצוע תאי השקטה מבטון, פריסת יריעות מבד גאוטכני, ביצוע משטחי בטון עם רשת ברזל, כריתת עצים וסילוק צמחיה פולשת בגדות הערוץ המרכזי ובאזור הנפתול, איסוף וריבוי חומר צמחי, שתילה ונטיעת ייצוב צמחי ושיקום הצמחיה המקומית.

6. קביעת רצועת הנחל

רצועת הנחל נקבעה בהתאם לתוכנית הכוללת - הנדסית, אקולוגית ונופית. התכנון ההנדסי קובע רוחב רצועה מינימלי בהתאם לדיקור חתך הנחל המוצע ובתוספת רצועת מגן. באזור שאינו מתוכנן להרחבת חתכי הנחל (מתחילת הנפתול ועד לכביש 4) רוחב הרצועה נקבע על פי קו הצפה בהסתברות 1% ובתוספת רצועת מגן. התכנון הנופי מרחיב את גבול התוכנית כך שיכלול את הפארק הליניארי ברחוב הסנהדרין ושבילי אופניים לאורך הנחל. בנוסף התווסף לשטח התוכנית גם רצועת תעלת כפר הנגיד המיועדת לתכנון נופי. התכנון האקולוגי מרחיב את רצועת הנחל שתכלול אזורים של פשטי הצפה צמודים לנחל ואת אזור הנפתול המיועד לשיקום אקולוגי משמעותי.

7. אומדן השקעות

אומדן עלויות הסדרת הנחל עפ"י מחירון נת"י 25.09.2017					
סעיף	תיאור	יחידה	כמות	מחיר יחידה ₪	סך הכל ₪
51.01.1062	חישוף שטח כולל עקירת עצים מכל סוג שהם, גריסתם ופינוי פסולת לאתר מורשה כולל אגרה	מ"ר	175,000	4.7	822,500
51.05.3105	הסדרת אפיק הנחל כולל חפירה וסילוק החומר	מ"ק	300,000	23	6,900,000
51.02.0040	הידוק קרקע יסוד מקורית בקרקעית הנחל ולא בגדות	מ"ר	28,000	2.7	75,600
51.03.0010	שתי שכבות מצעים בעובי 15 ס"מ סוג "א" בדרך שירות בשני צידי הנחל	מ"ק	8,400	103	865,200
51.03.0010	שכבות מצעים בעובי 20 ס"מ סוג "א" בבסיס הדיפון בכניסת ויציאת גשרים קיימים	מ"ק	26	103	2,678
51.05.2807	תערובת אבנים בגודל 10-35 ס"מ, דרישות המינימום לגבי האבנים הן: אבן קשה, הומוגנית, ללא סדקים ובקיעים. על האבנים להיות נקיות מחומרים אורגניים או עפר	מ"ק	7,700	165	1,270,500
51.01.1196	הריסת מתקן ניקוז שוליים		7	875	6,125
51.05.2727	מרצפי בטון מזוין מסוג ב-30 בעובי 360 ס"מ	מ"ק	105	822	86,310
51.05.2743	תוספת מחיר ליציאת מרצפים מבטון עבור חיפוי באבן ריפ-רפ	מ"ר	350	125	43,750
02.01.0711	גשר אירי מבטון ב-30	מ"ק	135	970	130,950
02.01.0840	רשתות פלדה מרותכות לזיון בטון לפי ת"י 4464/חלק 4, בכל הקטרים והאורכים	טון	10.80	4,105	44,334
51.05.2762	מגלש לניקוז שוליים מבטון מזוין מסוג ב-30 יצוק באתר בעובי 30 ס"מ	מ"ק	87.5	1,000.00	87,500
10,335,447	סה"כ				

אומדן עלויות שיקום אקולוגי של רצועת הנחל והנפתול					
מס' אלמנט	פרטים	יח'	כמות	מחיר יחידה ₪	סה"כ ₪
01.01	חפירה וסילוק העפר	מ"ק	83,200	17	1,414,400
01.02	חישוף שטח כולל עקירת עצים מכל סוג שהם, גריסתם ופינוי פסולת לאתר מורשה כולל אגרה	מ"ר	102,860	5	514,300
01.03	פיזור קומפוסט	מ"ר	225,468	4	901,872
01.04	איסוף זרעים. האיסוף יבוצע ממישור פלשת	יח'	1	70,000	70,000
01.05	ייצור שתילים במשתלה מאושרת ע"י המתכנן, השתילים יהיו נקיים ממחלות וממנינים אחרים.	יח'	394,396	2	788,792
01.06	שתילה	יח'	394,396	4	1,577,584
01.07	נטיעת עצים בגודל מיכל 3 ליטר,	יח'	1,566	20	31,325
01.08	זריעה בהתזה	דונם	127	4,000	507,276
01.09	מערכת השקיה מלאה הכוללת צנרת, אביזרים, ראשי השקייה, חיבורי צרכן ומערכת בקרה	דונם	225	8,000	1,803,744
01.10	השקיית קליטה לשתילים וזרעים ברצועת השתילה, עפ"י לוח מים שיאושר ע"י המתכנן	מ"ק	169,101	8.0	1,352,808
01.11	השקיית קליטה לעצים למשך 5 שנים, עפ"י לוח מים שיאושר ע"י המתכנן	מ"ק	28,192	8	225,537
01.12	תחזוקה ל-3 שנים	דונם	225	1,800	405,842
01.13	אגן ירוק	מ"ר	1800	300	540,000
01.14	הטית נקז יבנה - צינור ניקוז קוטר 100	מ'	300	1600	480,000
	סה"כ :				10,613,480

09/04/2018
001 : 'om 7T

כתב כמויות

נחל שורק-יבנה

מבנה 01 אזור יבנה פארק אינטנסיבי

[illegible]

כתב כמויות (ריכוז)

נחל שורק-יבנה

09/04/2018

דף מס': 004

סך מבנה	סך פרק	סך תת פרק	
			מבנה 01 אזור יבנה פארק אינטנסיבי
			פרק 40 פיתוח האתר
		4,165,000.00	תת פרק 40.1 ריצוף שבילים, מדרכות, רחבות ומדרגות אבני שפה גן ותיחום
	4,165,000.00		סה"כ 40 פיתוח האתר
			פרק 41 עבודות גינון
		210,000.00	תת פרק 41.2 גינון ונטיעה
	210,000.00		סה"כ 41 עבודות גינון
4,375,000.00			סה"כ 01 אזור יבנה פארק אינטנסיבי
			מבנה 02 אזור תעסוקה, יער וגן לאומי
			פרק 40 עבודות פיתוח שבילים ורחבות
		3,770,000.00	תת פרק 40.1 פיתוח
	3,770,000.00		סה"כ 40 עבודות פיתוח שבילים ורחבות
3,770,000.00			סה"כ 02 אזור תעסוקה, יער וגן לאומי

סך הכל	
8,145,000.00	סה"כ כללי
1,466,100.00	18% מע"מ
9,611,100.00	סה"כ כולל מע"מ

תאריך

שם, חתימה וחותמת הקבלן

סיכום עלויות	
10,335,447	סה"כ עלויות הסדרת הנחל
10,613,480	סה"כ עלויות שיקום אקולוגי גדות הנחל והנפתול
9,611,100	סה"כ עלויות פיתוח נופי לאורך הנחל
30,560,027	סה"כ
9,168,008	בצ"מ 30%
39,728,035	סה"כ כולל בצ"מ