

# יעוץ הידרולוגי להנחת קו תשן ממסוף האשל למישור רותם – מזכר הנדסי הידרולוגי

אוגוסט 2020



פרויקט: 20019

## תוכן עניינים

<u>עמוד</u>	<u>תוכן</u>
2.....	1. רקע
6.....	2. הנחיות לתכנון חציות נחלים והגנה מארוזיה
12.....	3. מיפוי בעיות הארוזיה וסיווג דרכי ההתמודדות

### רשימת טבלאות

3.....	טבלה 1 : מאפייני נחלים בתוואי מקטע 1
4.....	טבלה 2 : מאפייני נחלים בתוואי מקטע 2
5.....	טבלה 3 : מאפייני נחלים בתוואי מקטע 3
13.....	טבלה 4 : פירוט נקודות האירוזיה ואופן הטיפול

### רשימת איורים

2.....	איור 1 : תרשים סביבה
4.....	איור 2 : תוואי מקטע 1 על רקע תצ"א וסיווג נחלים ע"פ תמ"א 1
5.....	איור 3 : תוואי מקטע 2 על רקע תצ"א וסיווג נחלים ע"פ תמ"א 1
6.....	איור 4 : תוואי מקטע 3 על רקע תצ"א וסיווג נחלים ע"פ תמ"א 1
7.....	איור 5 : חתך טיפוסי לחציית נחל
9.....	איור 6 : פרט טיפוסי לחציית ערוץ ארוזיה מקומית קיימת
10.....	איור 7 : הנחת קו במדרון תלול עם חציצי בטון
11.....	איור 8 : הנחת קו לאורך תוואי נחל
12.....	איור 9 : הנחת קו לאורך תוואי נחל
13.....	איור 10 : נקודות אירוזיה מקומית לאורך תוואי קו הדלק המתוכנן

## 1. רקע

במסגרת תכנון הנחת קו הדלק ממסוף האשל לתחנת הכח OPC במישור רותם נדרשת התייחסות הידרולוגית לחציית נחלים בתוואי הקו ולהיבטים של ארוזיה בתוואי. הקו המתוכנן הינו בקוטר 12", באורך של 84 ק"מ וחוצה בדרכו 25 נחלים אשר מוגדרים בתמ"א 1 כעורקים ראשיים ומשניים ובנוסף ערוצים קטנים יותר.

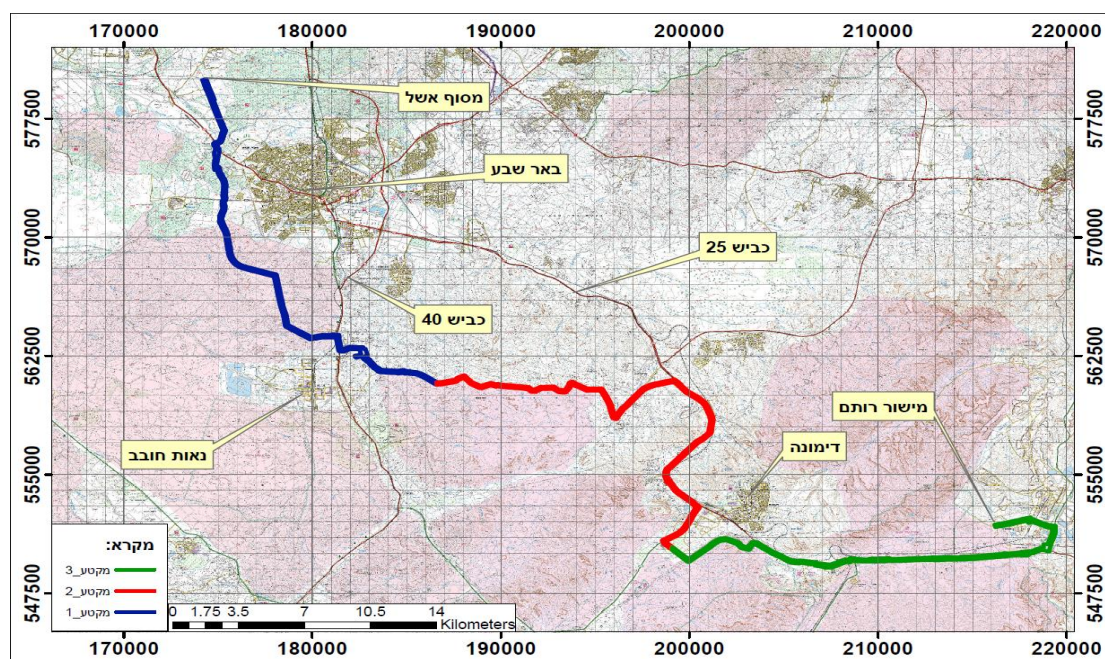
מסמך זה מפרט עקרונות תכנון לחציית הנחלים הנ"ל בהתאם להוראות תמ"א 1, תמ"א 34\ב'3 והנחיות רשויות הניקוז הרלוונטיות, כמו כן הנחיות להתמודדות עם ארוזיה בתוואי הקו. הקו עובר בקרקעות לס, לעיתים ע"ג סלע רדוד ולעיתים מעורבות באבני צור. קרקע מסוג זה הינה רגישה במיוחד לאירוזיה של זרימה, זאת בשל גודל הגרגרים הקטן והיעדר הקשירות (קוהזיה) בין הגרגרים עצמם.

### 1.1 תוואי הקו

תוואי הקו שנתחם התקבל ממתכנני הקו כקובץ אוטוקאד. חילקנו את הקו ל-3 מקטעים להלן (ראה איור 1):

- מקטע 1: ממסוף האשל ויורד דרומה לכיוון רמת חובב. המקטע נמצא בתחום רשות ניקוז שקמה-בשור ובתוך אגן היקוות בשור.
- מקטע 2: מסתיים דרומית לדימונה סמוך ליער המכתש הגדול ונמצא גם הוא בתחום רשות ניקוז שקמה-בשור ואגן היקוות בשור.
- מקטע 3: מקטע אחרון בתוואי המסתיים במישור רותם. המקטע בתחום רשות ניקוז ים המלח. התוואי חוצה את אגני היקוות צין וחימר.

איור 1: תרשים סביבה



## 1.2 נחלים

איפיון הנחלים נערך ע"פ הנחיות התמ"א. להלן מושגים רלוונטיים כפי שמופיעים בתמ"א 1 :

- **רצועת השפעה** – רצועת קרקע שהפעילות בה משפיעה על תפקוד הנחל ומשופעת ממנו, בהתאם לאופי השימושים. רוחב רצועת ההשפעה נקבע בהתאם לדירוג הנחל כפי שמופיע בתמ"א 1. כל תכנון תשתית בתחום רצועת השפעה של נחל המדורג בתמ"א מחויב בתיאום מול רשות הניקוז הרלוונטית.
- **עורק ניקוז ראשי** – עורק אליו מתנקזים עורקים משניים ובו ספיקת התכן גדולה ומסומן בתשריט בקו כחול עבה. בעל רצועת השפעה של 100 מ' מנקודות המדידה משני צידי האפיק.
- **עורק משני** – עורק בו ספיקת התכן בינונית או נמוכה ומסומן בתשריט בקו כחול דק. בעל רצועת השפעה של 50 מ' מנקודות המדידה משני צידי האפיק.
- **נקודת מדידה** – נקודת המפגש של מדרון טבעי או מוסדר של נחל עם גובה פני הקרקע שבצד הנחל.
- **פשט הצפה** – שטח לאורך הנחל בו זורמים או עומדים מים, תדיר או לפרקים, כתוצאה מזרימות שהנחל אינו מסוגל להעביר.
- **רצועת מגן** – 5 מטרים מנקודות המדידה משני צידי האפיק.
- **נחלי הדרום הרחבים** – נחלים המוגדרים כעורקים ראשיים ולהם רצועת השפעה של 500 מ' מנקודת המדידה (בתחום קו הגז רק נחל באר שבע מוגדר כנחל רחב ע"פ התמ"א).

### 1.2.1 מקטע 1 – ממסוף אשל לנחל צאן

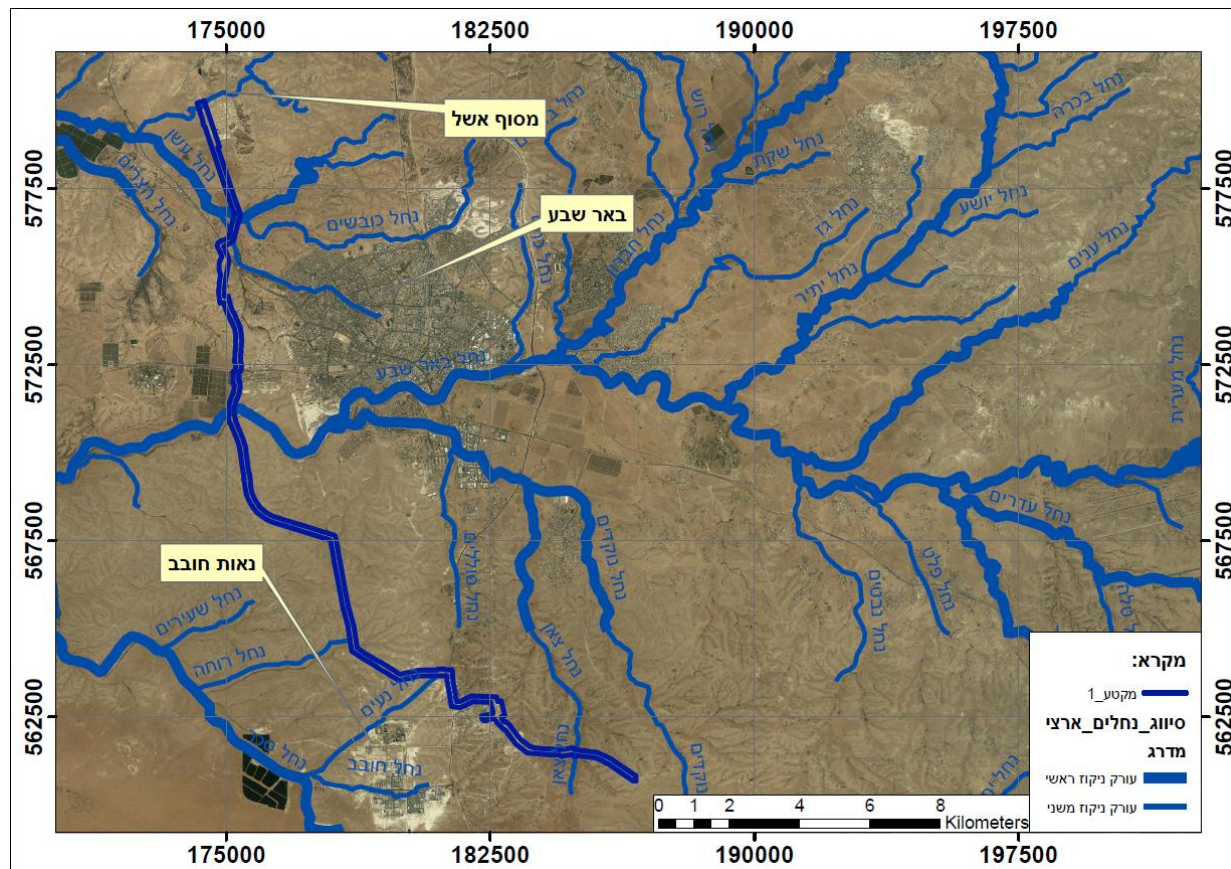
בתחום מקטע זה התוואי חוצה מספר נחלים המוגדרים כעורקים ראשיים ומשניים ע"פ התמ"א. כל הנחלים הנחצים במקטע זה שייכים לאגן ההיקוות של נחל הבשור. להלן טבלה המרכזת את העורקים הרלוונטיים.

טבלה 1: מאפייני נחלים בתוואי מקטע 1

שם הנחל	קואורדינטות חצייה	מדרג העורק ע"פ תמ"א 1	רצועת השפעה [מ']
נחל עשן	175310/576700	1	100
נחל עולים	175175/576170	2	50
נחל באר שבע	175215/570950	1	500
נחל רווחה	178600/564520	2	50
נחל נעים	181045/563715	2	50
נחל צאן	184860/561510	2	50

באיור מס' 2 ניתן לראות תוואי המקטע על רקע תצ"א. בנוסף מופיע סיווג נחלים כפי המפורט בתמ"א. מקטע זה כולל את חציית נחל באר שבע. הנחל מוגדר כנחל רחב עם רצועת השפעה של 500 מ' משתי נקודות המדידה. הנחל נחצה דרום מזרחית לקיבוץ חצרים בשטח פתוח.

איור 2: תוואי מקטע 1 על רקע תצ"א וסיווג נחלים ע"פ תמ"א 1



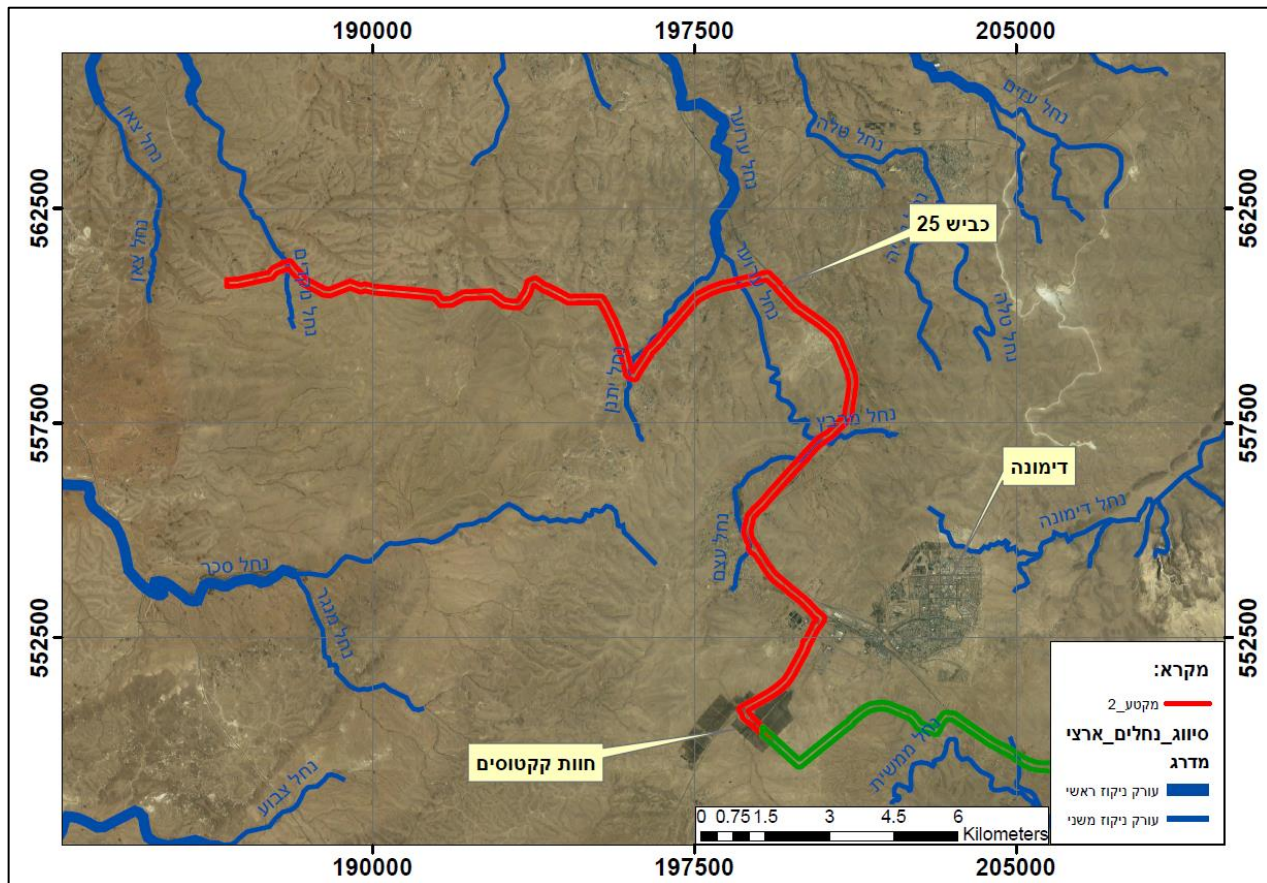
### 1.2.2 מקטע 2 – נחל צאן לחוות הקקטוסים

תוואי מקטע זה מתחיל מזרחית לחציית נחל צאן, נע מזרחה עד מפגש עם כביש 25 ולאחר מכן דרומה עם הכביש עד חוות הקקטוס (צברי אורלי). כל הנחלים בתוואי מקטע זה שייכים לאגן היקוות של נחל בשור.

טבלה 2: מאפייני נחלים בתוואי מקטע 2

שם הנחל	קואורדינטות חצייה	מדרג העורק ע"פ תמ"א 1	רצועת השפעה [מ']
נחל נוקדים	187990/561180	2	50
נחל יתנן	196000/558630	2	50
נחל ערוער	198570/560780	2	50
נחל מרבץ	200433/557140	2	50
נחל עצם	198820/554680	2	50

איור 3: תוואי מקטע 2 על רקע תצ"א וסיווג נחלים ע"פ תמ"א 1



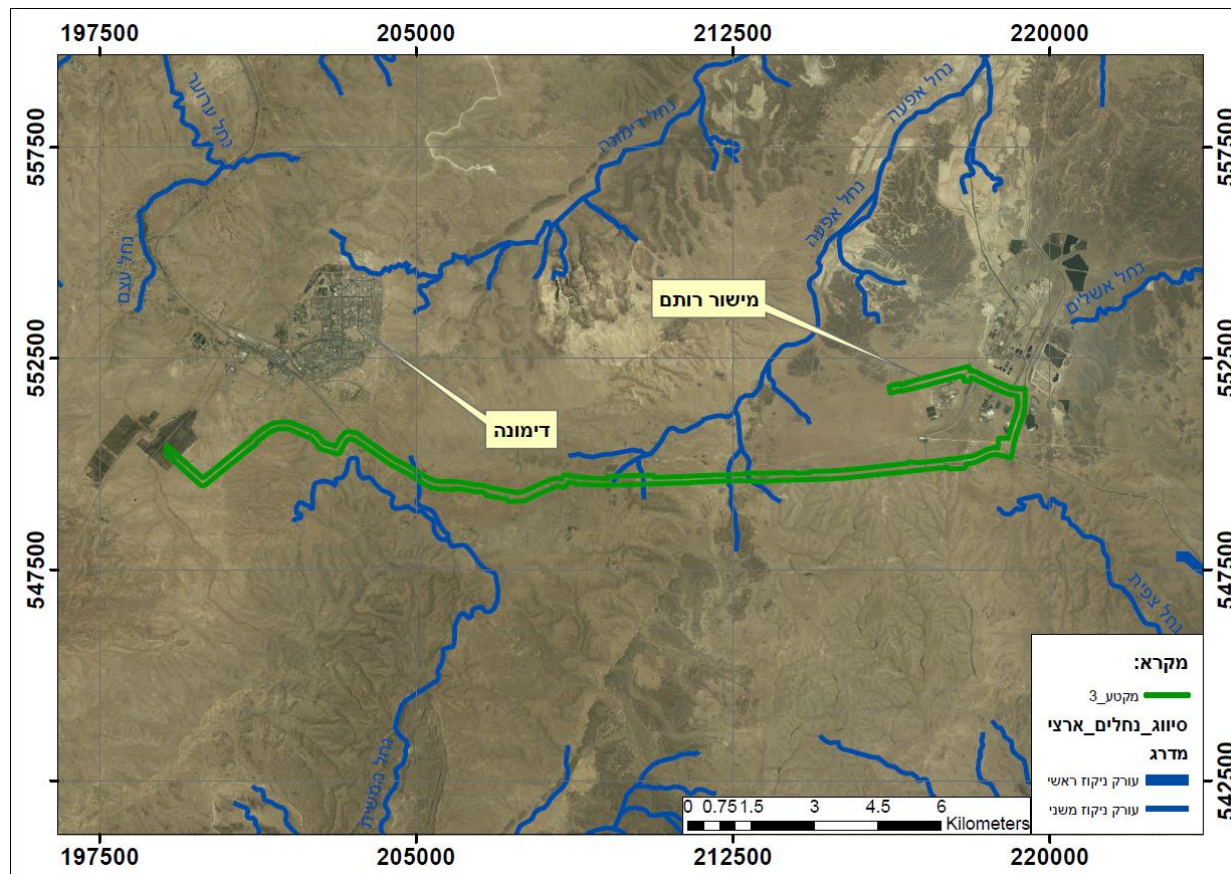
### 1.2.3 מקטע 3 – מחוות הקקטוסים למישור רותם

מקטע זה ברובו נע מזרחה לאורך כביש 25 עד למישור רותם. התוואי בקטע זה נמצא בשטח רשות ניקוז ים המלח. אגני ההיקוות בתחום זה הם צין וחימר. הנחלים הנחצים בתוואי זה הם נחל ממשית אשר מתנקז לנחל חתירה ושייך לאגן היקוות צין, ומספר יובלים של נחל אפעה אשר מתנקז צפונה לנחל חימר. שני הנחלים הנ"ל ממדרג שני ע"פ התמ"א ובעלי רצועת השפעה של 50 מ' מנקודות המדידה לכל צד האפיק.

טבלה 3: מאפייני נחלים בתוואי מקטע 3

שם הנחל	קואורדינטות חצייה	מדרג העורק ע"פ תמ"א 1	רצועת השפעה [מ']
נחל ממשית	205060/549660	2	50
נחל אפעה חצייה 1	209660/549580	2	50
נחלאפעה חצייה 2	210360/549600	2	50
נחל אפעה חצייה 3	212470/549680	2	50
נחל אפעה חצייה 4	212850/549720	2	50

איור 4 : תוואי מקטע 3 על רקע תצ"א וסיווג נחלים ע"פ תמ"א 1



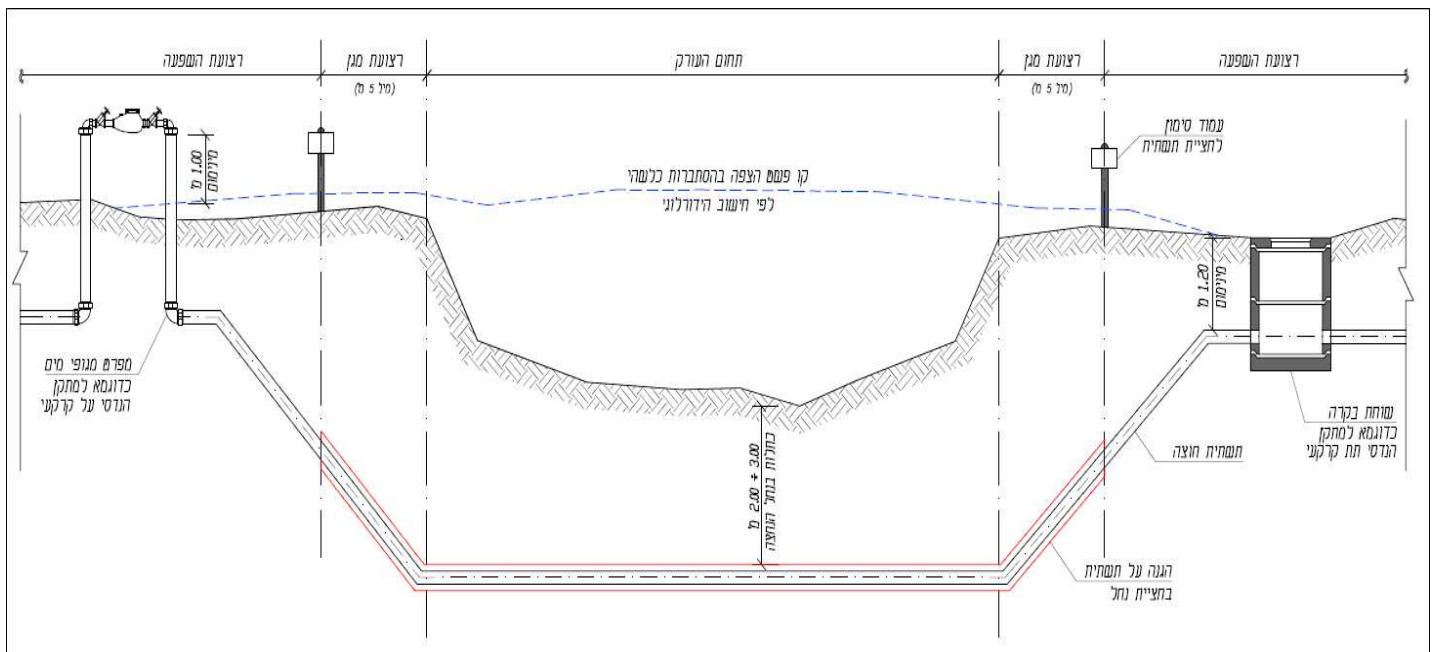
## 2. הנחיות לתכנון חציות נחלים והגנה מארוזיה

### 2.1 חציות נחלים

- כל תכנית לביצוע עבודות של תשתית תת קרקעית בתחום נחל נדרשת אישור רשות הניקוז הרלוונטית לשטח זה. יש להגיש חתך בתכנית מפורטת לכל חצייה בנפרד לאישור רשות הניקוז.
- נחל מוגדר כל אחד מהנחלים בטבלאות בסעיף 1.2 לעיל.
- כל ביצוע עבודות לחציית נחל תכלול את החזרת השטח לקדמותו באופן מלא ובכל איזור העבודות.
- כל חציית נחל המדורג בתמ"א 1 תידרוש מדידה לדופן הנחל ממנה יגזרו רצועות ההשפעה והמגן וכל החוקים המחייבים מתוכן.
- הנחלים הנחצים בתוואי אינם בעלי מנגנון התחתרות פעילה כפי שמופיע בנחלים שבאגן צפון ים המלח. לעומת זאת ישנם מנגנוני התחתרות ומילוי מקומיים היכולים להשפיע לעומק של עד כ-2 מ' בארועי שטפון.

- כל תשתית החוצה נחל, מפרה את השתית הטבעית לנחל ומחויבת החזרת שכבה העליונה (50 ס"מ) של תחתית הנחל למקומה במילוי תעלת הקו (בביצוע בחפירה פתוחה).
- בכל מצב תינתן עדיפות לביצוע חציות באמצעות קידוח אופקי אינטגרלי (HDD), דחיקה או אוגר כתלות בקרקע ובאורך הקידוח, כך שלא תופר הקרקע הטבעית של הנחל או הדפנות.
- בנחלים בתואי הקו לא תאושר חצייה על קרקעית (גשר צנרת).
- חציית נחל תבוצע בעומק של לפחות 3 מ' מהקצה העליון של הקו המתכוון. אם מתוכננות הגנות לקו המדידה תבוצע מהקצה העליון של ההגנות. העומק הנ"ל יהיה תקף לכל נקודה בחתך החצייה.
- העומק המזערי להנחת הקו בתחום רצועת המגן של הנחל ורצועת ההשפעה הינו 1.2 מ' מהקצה העליון של הקו ועד לפני הקרקע הקיימת.
- יש לבצע סימון בר קיימא בקצוות כל חצייה. הסימון יבוצע ע"י עמודי פלדה בגוון בולט בקוטר של 10 ס"מ וגובה של 1 מ' מפני הקרקע. על העמוד ייתלה שלט במידות 40x20 ס"מ ובו יצוין שם התשתית החוצה ועומק. העמוד ימוקם במרחק 5 מ' משתי קצוות החצייה – בגבול רצועת המגן של הנחל.
- ניתן לבצע את החציה קידוח אופקי אינטגרלי דחיקה. ניתן גם לבצע בחפירה פתוחה.
- יש לקחת בחשבון את נחל באר שבע, שבו זורמים מים כל השנה (קולחים ממטי"ש שוקת). מומלץ לחצות בקידוח אופקי מסוג שיסאר יציב במי תהום.

איור 5 : חתך טיפוסי לחציית נחל





## 2.2 הגנה מאירוזיה

### 2.2.1 כללי

הגנה מאירוזיה נדרשת עבור מספר תרחישים כדלהלן:

(1) **חציית ערוצי זרימה (שלאו דווקא מסומנים כנחלים)**

(2) **חציית חריצי ארוזיה מקומית קיימת**

(3) **הנחת הקו במדרון בעל שיפוע אורכי גדול**

(4) **נק' עם בעיות ארוזיה מיוחדות**

התיחסות ופרוט עבור התרחישים לעיל מופיע בהמשך פרק 2 כאן.

פרט לתרחישים לעיל, לא צפויה ארוזיה משמעותית כאשר הקו מונח בקרקע טבעית. ארוזיה בקרקע טבעית שנמצאת בשיווי משקל מתרחשת על פני מאות שנים ואין לה משמעות בזמן הקיים של הקו. לרב תהליכי ארוזיה יתרחשו כאשר יש שינוי מלאכותי בשטח, אשר גורם לשינוי במהירויות זרימת הנגר. הארוזיה תתרחש עד אשר יושג מצב של שיווי משקל מחדש. עומק ההטמנה המיזערי בקרקע שאינה חשופה לארוזיה, נקבע עבור מניעת פגיעה מכאנית בתשתיות. במקרה זה נהוג עומק כיסוי מיזערי של 1.2 מ' לקו דלק.

### 2.2.2 חציית ערוצי זרימה

התיחסות לחציית נחלים, תתאים לדרישות רשויות הניקוז והיא מפורטת בפרק 2.1 לעיל. ערוצי הזרימה המדוברים הינם לרב יובלים של הנחלים הראשיים, שלעיתים יש בהם זרימות נגר מרוכזות העשויות לגרום לארוזיה כלשהי בעיקר באזור של קרקע מופרת כמו כיסוי תעלת קו הדלק. ההתיחסות לחציית ערוצי זרימה שאינם מסומנים כנחלים תהיה כדלהלן:

- העמקה של הקו לעומק כיסוי מיזערי 2 מ' בחציית תוואי הזרימה, עד מחוץ לדפנות הערוץ.
- החזרת שכבת הקרקע העליונה שנחפרה בעובי 50 ס"מ.

### 2.2.3 חציית ערוצי ארוזיה מקומית קיימת

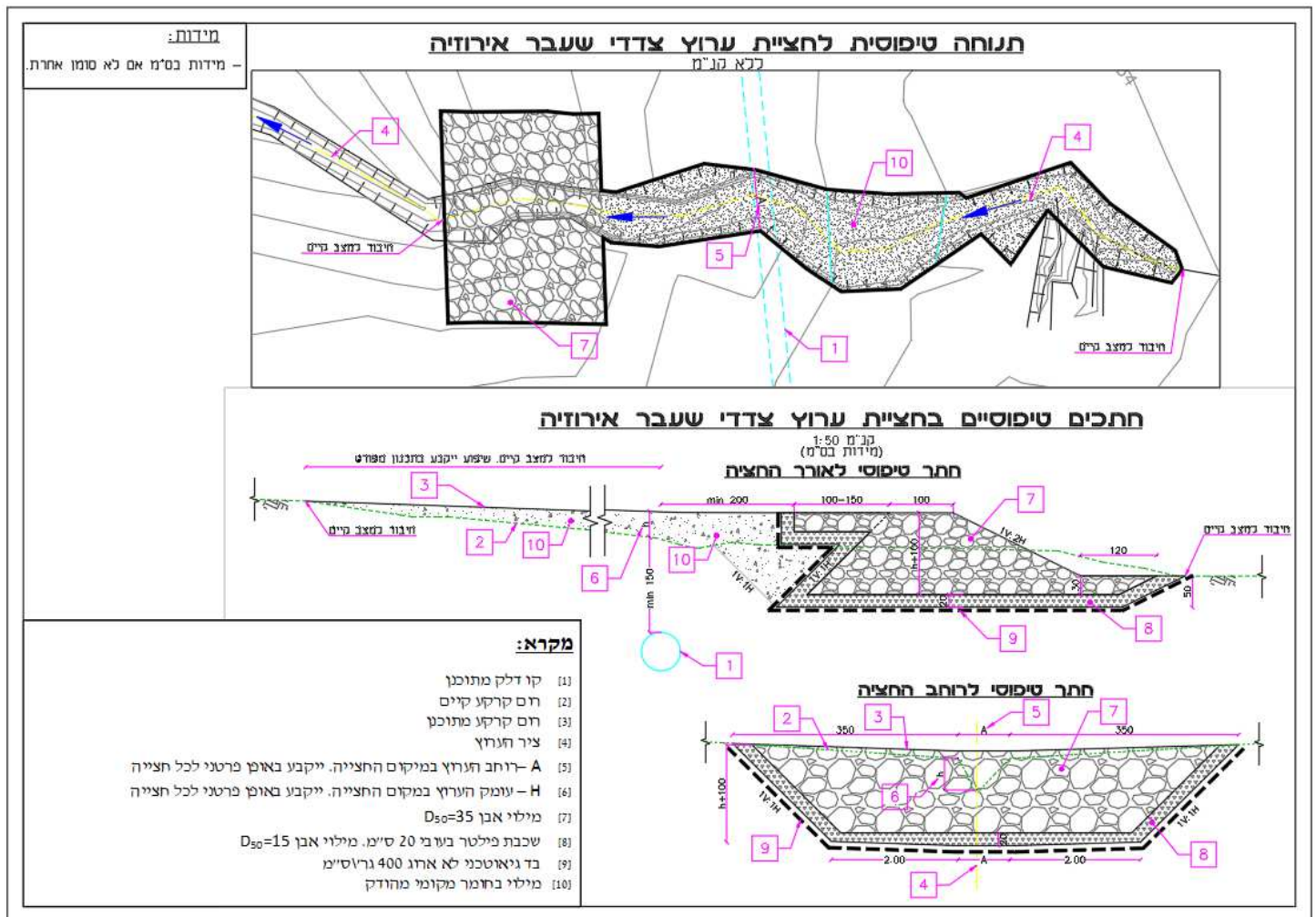
לאורך תוואי קו הדלק המתוכנן ישנם מקומות בהם נצפית אירוזיה והתחתרות, כתוצאה מזרימת נגר מקומית (לא נחל או ערוץ ניקוז ברור). כל מיקום בו מתרחשת אירוזיה פעילה ידרוש הסדרה מיוחדת, שתמנע המשך ההתחתרות מעל קו הדלק שיונח.

התיחסות להגנה בחציית תוואי ארוזיה מקומית קיימת תהיה בהתאם לאיור 6 וההנחיות להלן:

- העמקה של הקו לעומק כיסוי מיזערי 1.5 מ' מהקרקע הטבעית לפני ארוזיה (אם הארוזיה הקיימת היתה לעומק גדול מ-1.5 מ' בנק' החציה, יש להעמיק את הקו עד עומק מזערי של 2 מ' מקרקע טבעית).
- מילוי חריץ הארוזיה בקרקע טבעית מהודקת בשכבות של 20 ס"מ, עד ליצירת תלולית 30 ס"מ מעל קרקע טבעית.
- מילוי במעלה חריץ הארוזיה ע"י קרקע מקומית כנ"ל. מילוי הקרקע במעלה הערוץ ייבחו באופן פרטני עבור כל נקודה. בכל נקודה יש להגיע למצב בו השיפוע הסופי בערוץ (לאחר ההסדרה) יהיה מתון ואחיד עד למפל.

- יש להשתמש ב בד גיאוטכני לא ארוג במשקל 400 גר'מ"ר לפחות.
- יצירת מפל מאבן שיחבר בין גובה המילוי לתחתית הארוזיה במורד מנק' החציה. מיקום המפל יהיה לפחות 4 מ' במורד מציר קו הדלק. מילוי האבן בשכבת הפילטר ושכבת המפל ע"פ הדירוג המפורט באיור 6. יש להשתמש באבן קשה ממקור גירי-דולמיטי-בזלתי במשקל סגולי של לפחות 2.6 טון/מ"ק.
- מפל בודד יגשר על הפרשי גובה עד 1.5 מ', מעבר לכך יש לתכנן מס' מפלים במרווחים של 4 מ' בניהם.

איור 6: פרט טיפוסי לחציית ערוץ ארוזיה מקומית קיימת

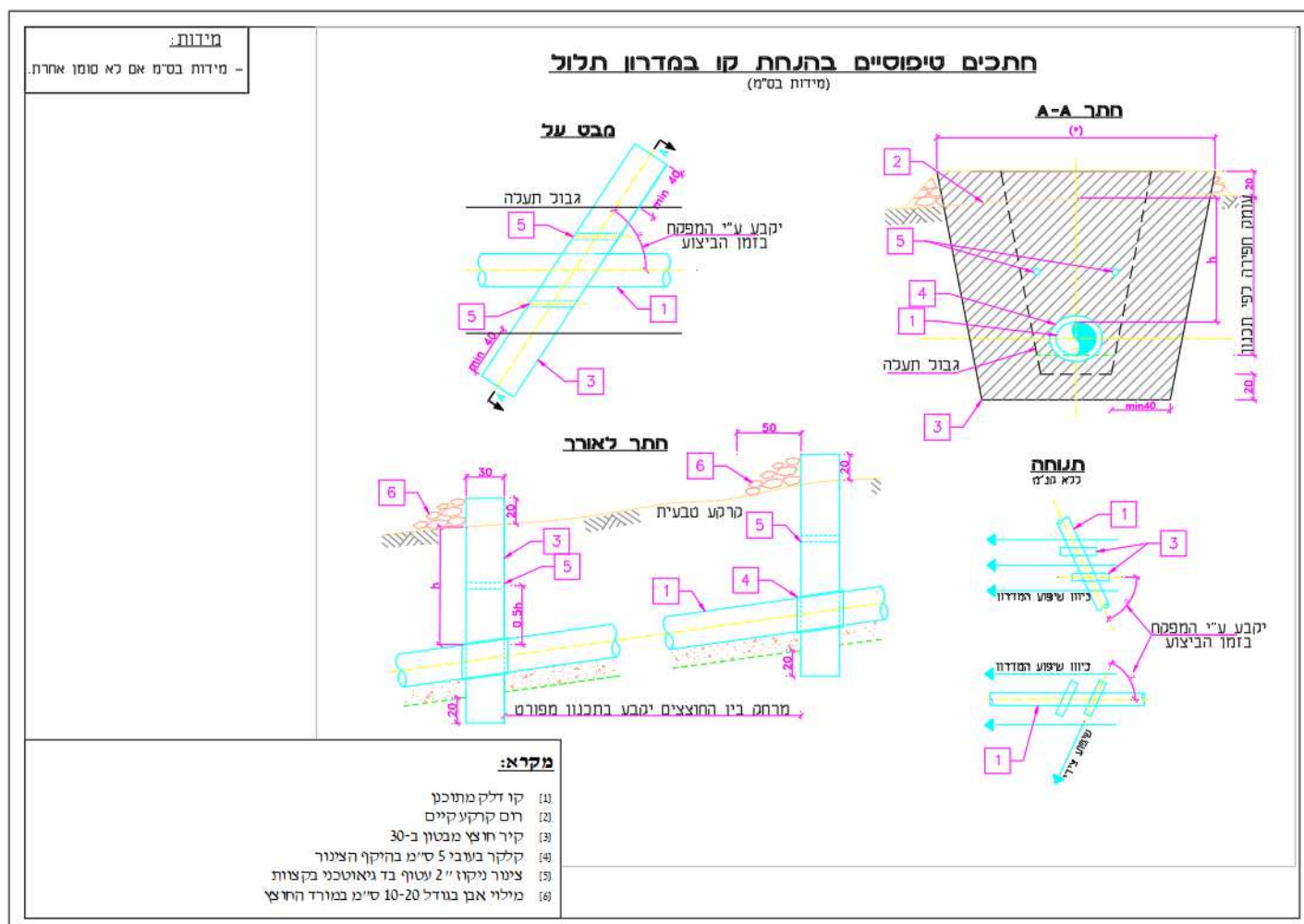


### 2.2.4 הנחת הקו במדרון בעל שיפוע אורכי גדול

לאורך התוואי קיימים קטעים בהם יונח הקו בשיפועים הגדולים מ-10%. בקטעים אלו יש לבצע חציצי בטון למניעת סחף של הקרקע ופגיעה בקו. אופן הביצוע מתואר באיור 7, להלן ההנחיות:

- רוחב החציץ ייקבע בהתאם לרוחב התעלה בחתך הטיפוסי להנחת הקו בשטח פתוח, כאשר רוחב החציץ יהיה ברוחב התעלה + 40 ס"מ בכל צד.
- מרחקים בין החציצים ייקבעו בתכנון המפורט בהתאם לשיפועים ומרחק אופקי בו הקו מונח בשיפוע תלול.
- בנוסף על ביצוע החציצים, אם תעלת הקו מבוצעת בחציבה (נכון להרבה מדרונות בתוואי הקו), אזי יש לשמור את הסלע החצוב ולרפד בו את החלק העליון של מילוי הקרקע בתעלה.

איור 7 : הנחת קו במדרון תלול עם חציצי בטון



**2.2.5 נק' עם בעיות ארוזיה מיוחדות**

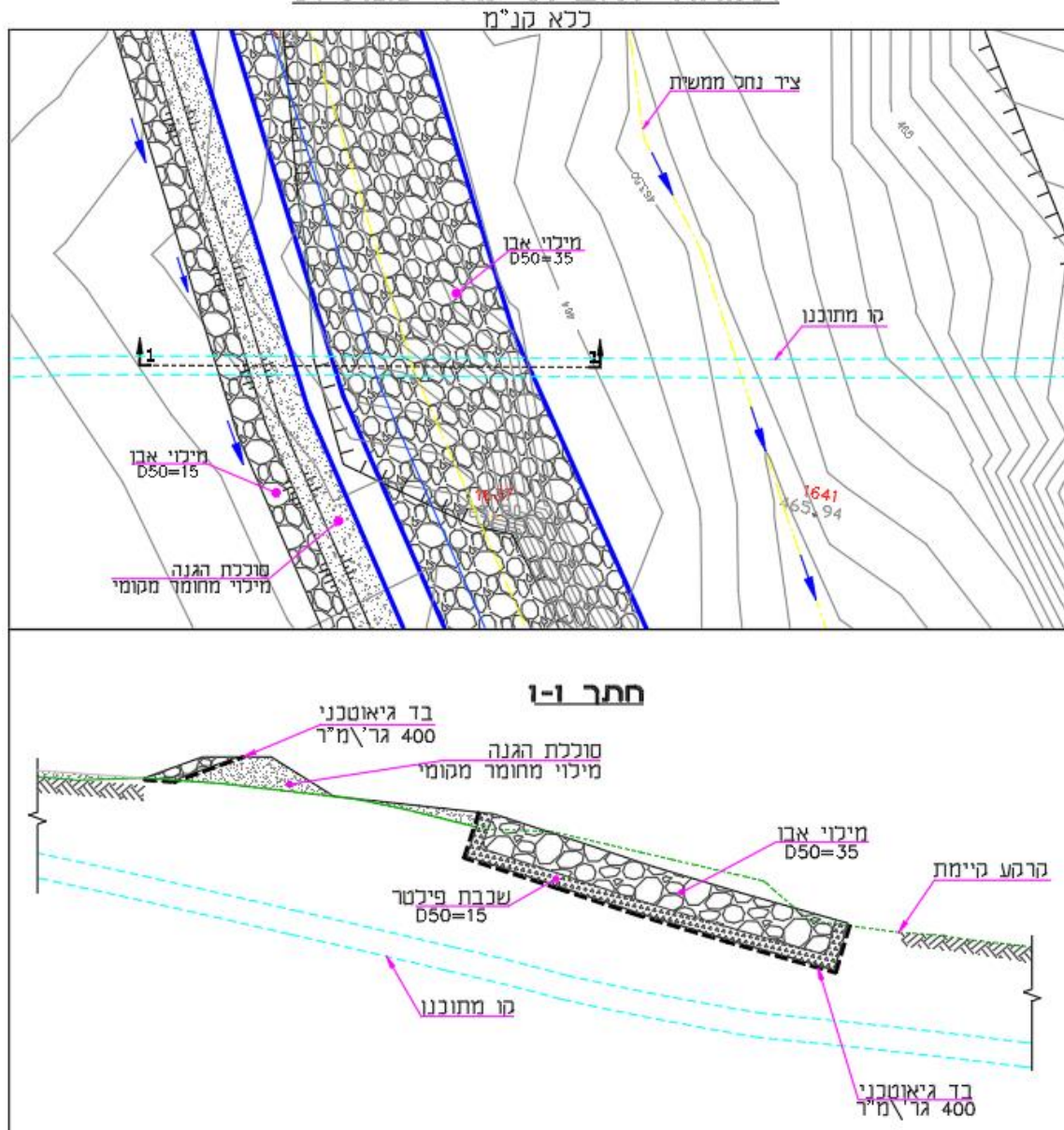
בתוואי אותרו 2 נק' בהן יש צורך בהתיחסות ספציפית לתופעות הארוזיה בהן :

- (1) דופן נחל – דופן מערבית של יובל ראשי של נחל ממשית, במורד של מעביר מים ושובר אנרגיה על כביש 25. ניתן לראות בשטח שלאחר הנחת קווים אחרים ברצועה זאת, היה צורך בדיפון

הדופן מכיוון שאופי הזרימות בערוץ גורם לארוזיה של הדופן המערבית. הנחת הקו ושיקום הדופן לאחר העבודות מפורט באיור 8.

איור 8: הנחת קו לאורך תוואי נחל

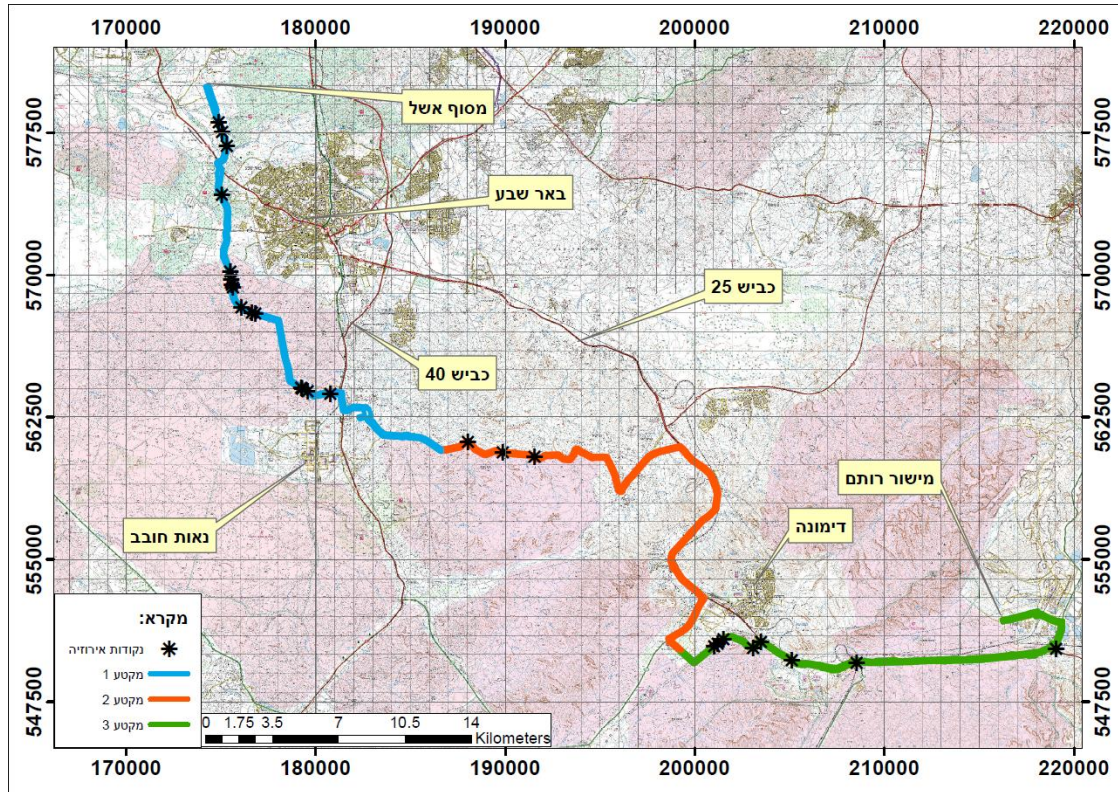
### תנוחה לחציית נחל ממשית



2) מעבר לאורך תוואי נחל – הקו עובר בתוך נחל ממשית בסמוך לתחנה על קו של נתג'ז, ליד צומת רותם על כביש 25. גם כאן נראה שהיה בעבר צורך בפתרונות הגנה מארוזיה סביב התחנה (התחנה ממש בתוך תוואי הנחל).



איור 10 : נקודות אירוזיה מקומית לאורך תוואי קו הדלק המתוכנן



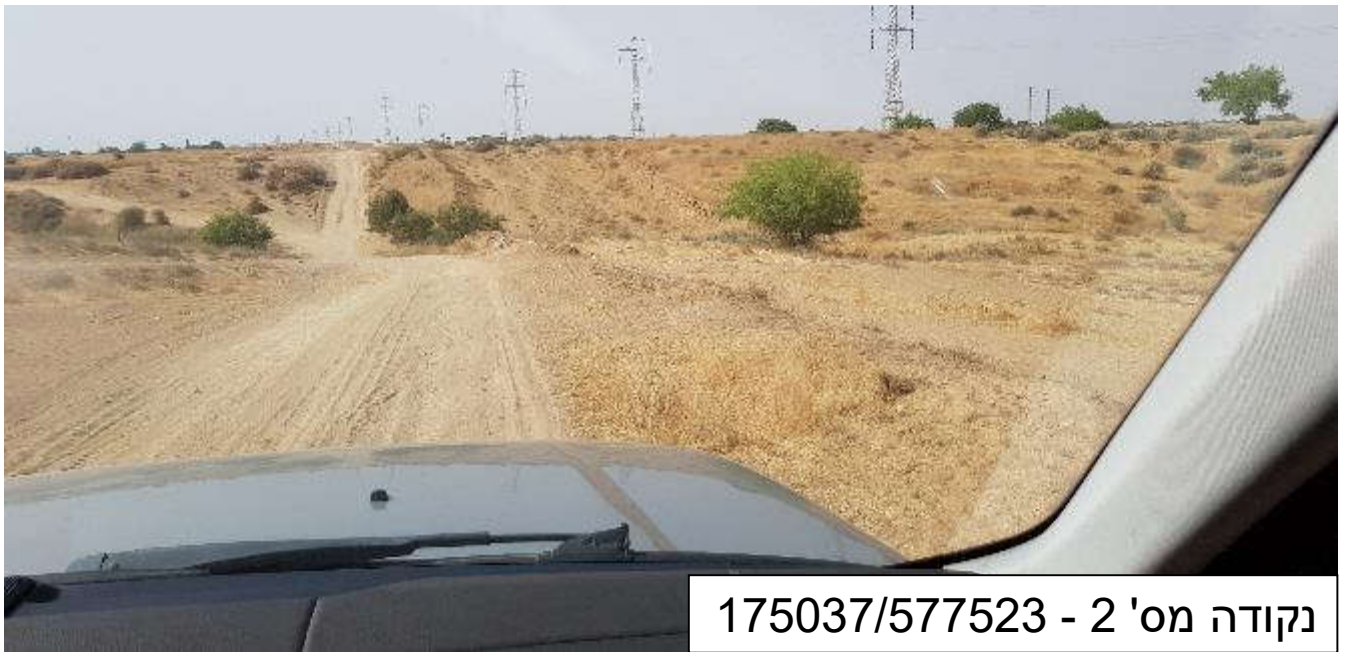
טבלה 4 : פירוט נקודות האירוזיה ואופן הטיפול

סוג התיחסות	קואורדינטות	מס' נקודה	סוג התיחסות	קואורדינטות	מס' נקודה
חריץ אירוזיה מקומי	179541/563859	14	חריץ אירוזיה מקומי	174859/578056	1
חריץ אירוזיה מקומי	180752/563750	15	חציית ערוץ זרימה	175037/577523	2
חריץ אירוזיה מקומי	188007/561193	16	חציית ערוץ זרימה	175258/576807	3
חריץ אירוזיה מקומי	189484/560665	17	חציית ערוץ זרימה	175021/574238	4
חציית ערוץ מקומי	191525/560416	18	חריץ אירוזיה מקומי	175465/570165	5
חריץ אירוזיה מקומי	200983/550418	19	חריץ אירוזיה מקומי	175516/569733	6
חריץ אירוזיה מקומי	201175/550576	20	חציית ערוץ זרימה	175547/569501	7
חריץ אירוזיה מקומי	201487/550815	21	חריץ אירוזיה מקומי	175595/569327	8
חציית ערוץ מקומי	203059/550344	22	חריץ אירוזיה מקומי	176064/568258	9
חציית ערוץ מקומי	203452/550676	23	חריץ אירוזיה מקומי	176605/568022	10
תחום נחל ממשית (בעיית אירוזיה מיוחדת – לפי סעיף 2.2.5)	205079/549705	24	חריץ אירוזיה מקומי	176787/567968	11
תחום נחל ממשית (בעיית אירוזיה מיוחדת – לפי סעיף 2.2.5)	208503/549550	25	חריץ אירוזיה מקומי	179203/564057	12
חריץ אירוזיה מקומי	219046/550314	26	חריץ אירוזיה מקומי	179264/564020	13

# נספח א' תמונות



נקודה מס' 1 - 174859/578056



נקודה מס' 2 - 175037/577523



נקודה מס' 3 - 175258/576807





נקודה מס' 4 - 175021/574238



נקודה מס' 5 - 175465/570165



נקודה מס' 6 - 175516/569733



נקודה מס' 7 - 175547/569501



נקודה מס' 8 - 175595/569327



נקודה מס' 9 - 176064/568258

נקודה מס' 10 - 176605/568022



נקודה מס' 12 - 179203/564057

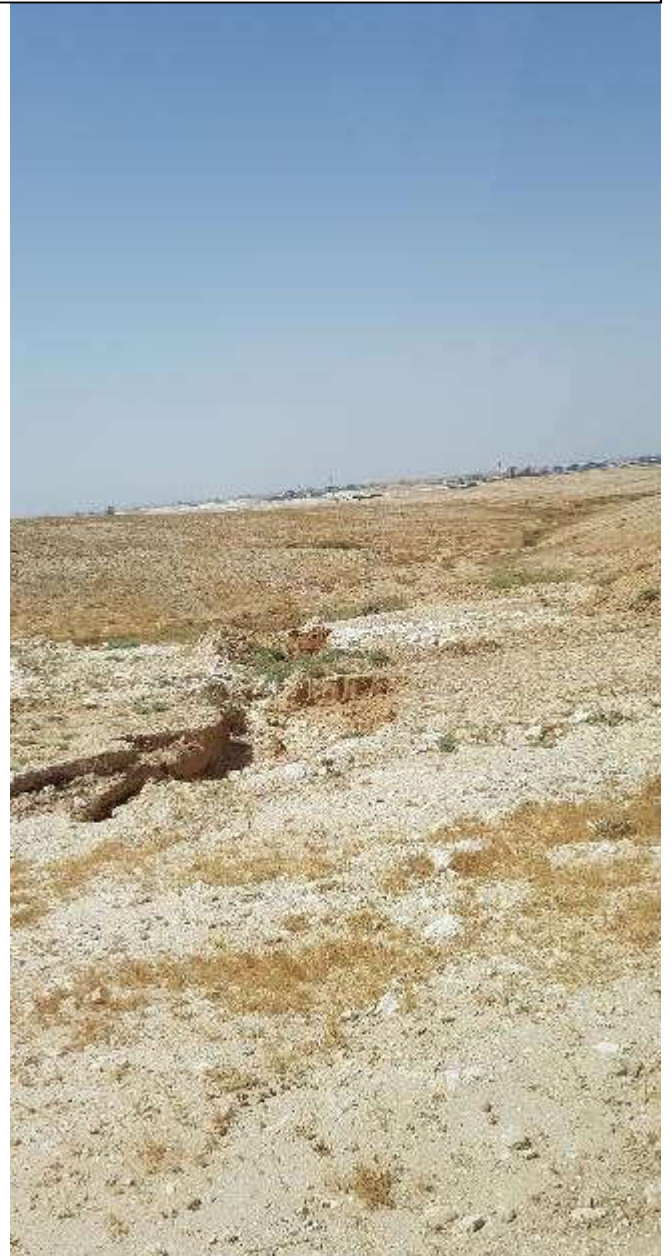


נקודה מס' 13 - 179264/564020

נקודה מס' 14 - 179541/563859



נקודה מס' 15 - 180752/563750



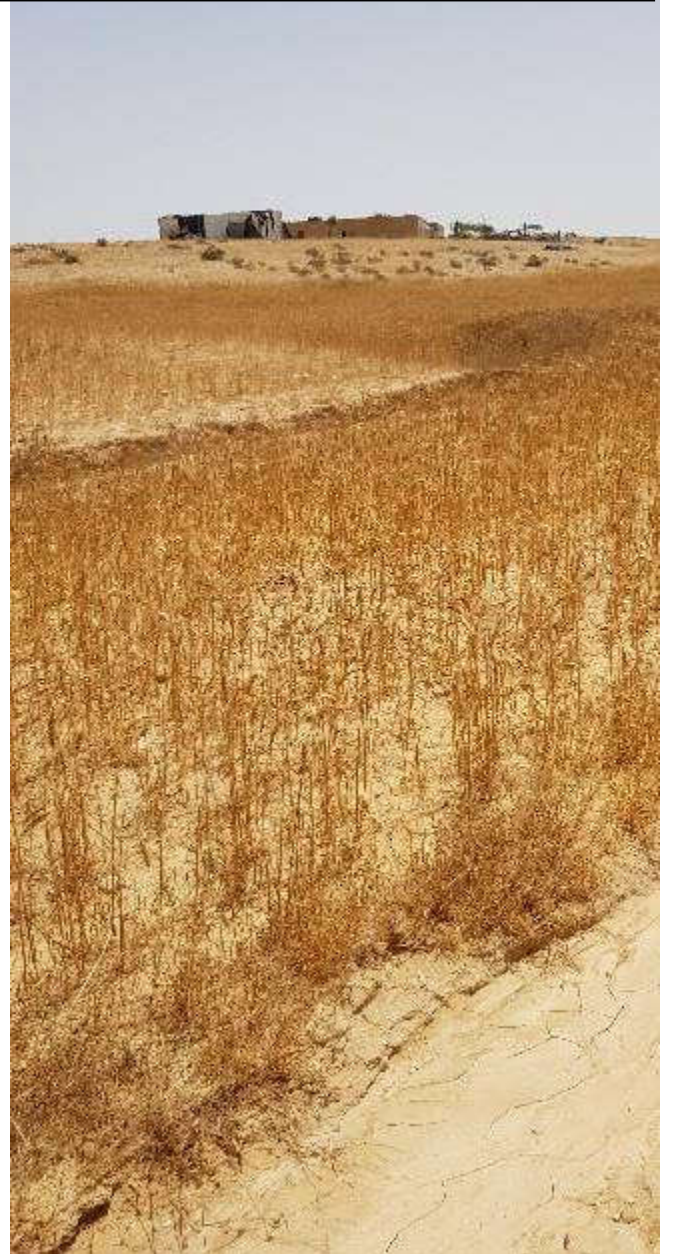
נקודה מס' 16 - 188007/561193



נקודה מס' 17 - 189484/560665



נקודה מס' 18 - 191525/560416

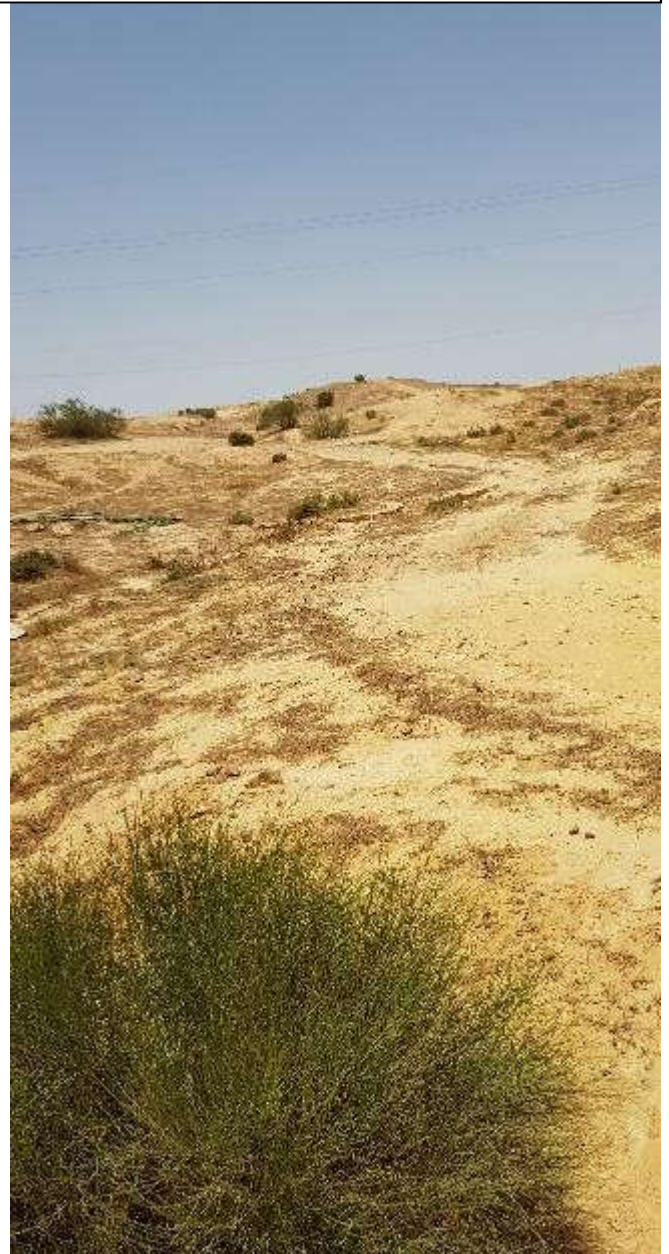


נקודה מס' 19 - 200983/550418

נקודה מס' 21 - 201487/550815



נקודה מס' 20 - 201175/550576



נקודה מס' 22 - 203059/550344





נקודה מס' 23 - 203452/550676



נקודה מס' 24 - 205079/549705



נקודה מס' 25 - 208503/549550



נקודה מס' 26 - 219046/550314