

תכנית מס' 651-0902148

נספח ניהול מי נגר

מתקן פוטו וולטאי – ברור חיל 2



מאי 2021

עדכון 1 – יולי 2022

עדכון 2 – פברואר 2023

**עורך המסמך:**

הידרולוגיה ומיפוי – יעקב פרויס

גיאוטבע ייעוץ סביבתי בע"מ

## תוכן עניינים

|         |                                                |       |
|---------|------------------------------------------------|-------|
| 3.....  | מבוא                                           | 1     |
| 4.....  | רקע                                            | 2     |
| 4.....  | תיאור הסביבה (טופוגרפיה, שיפועים, קרקעות)      | 2.1   |
| 4.....  | שימושי וייעודי קרקע                            | 2.2   |
| 4.....  | שימושי קרקע                                    | 2.2.1 |
| 5.....  | ייעודי הקרקע                                   | 2.2.2 |
| 6.....  | מערכת הנחלים                                   | 2.3   |
| 6.....  | נחלים לפי תמ"א 1                               | 2.3.1 |
| 7.....  | ספיקות מים                                     | 2.3.2 |
| 7.....  | סקירת הצפות קודמות                             | 2.3.3 |
| 7.....  | הידרולוגיה                                     | 3     |
| 7.....  | עובי גשם                                       | 3.1   |
| 7.....  | עוצמות גשם                                     | 3.2   |
| 8.....  | שיטות לחישוב ספיקות באגנים קטנים               | 3.3   |
| 9.....  | מערכת ניקוז בקרבת התכנית                       | 3.4   |
| 12..... | חישוב ספיקות התכן                              | 3.5   |
| 13..... | חישוב נפח הנגר                                 | 3.6   |
| 14..... | תכנית ניקוז למתקן פוטו וולטאי                  | 4     |
| 14..... | מערכת ניקוז מוצעת בתחום המתקן                  | 4.1   |
| 16..... | השפעת התכנית על ספיקה ונפח הנגר                | 4.2   |
| 16..... | ממדים אופייניים לתכנון תוואי הערוץ בשטח התכנית | 4.3   |
| 18..... | פרטים עקרוניים למתקני שימור וניקוז             | 4.4   |
| 20..... | אמצעים למניעת נזקים                            | 5     |
| 20..... | תיאור האמצעים להגברת חלחול                     | 5.1   |
| 20..... | השפעת כיסוי צמחי על נגר וסחף קרקע              | 5.2   |
| 21..... | פירוט השינויים                                 | 5.3   |
| 22..... | סיכום                                          | 6     |
| 22..... | הוראות התכנית                                  | 7     |
| 23..... | מקורות מידע                                    | 8     |
| 24..... | נספחים                                         | 9     |

## 1 מבוא

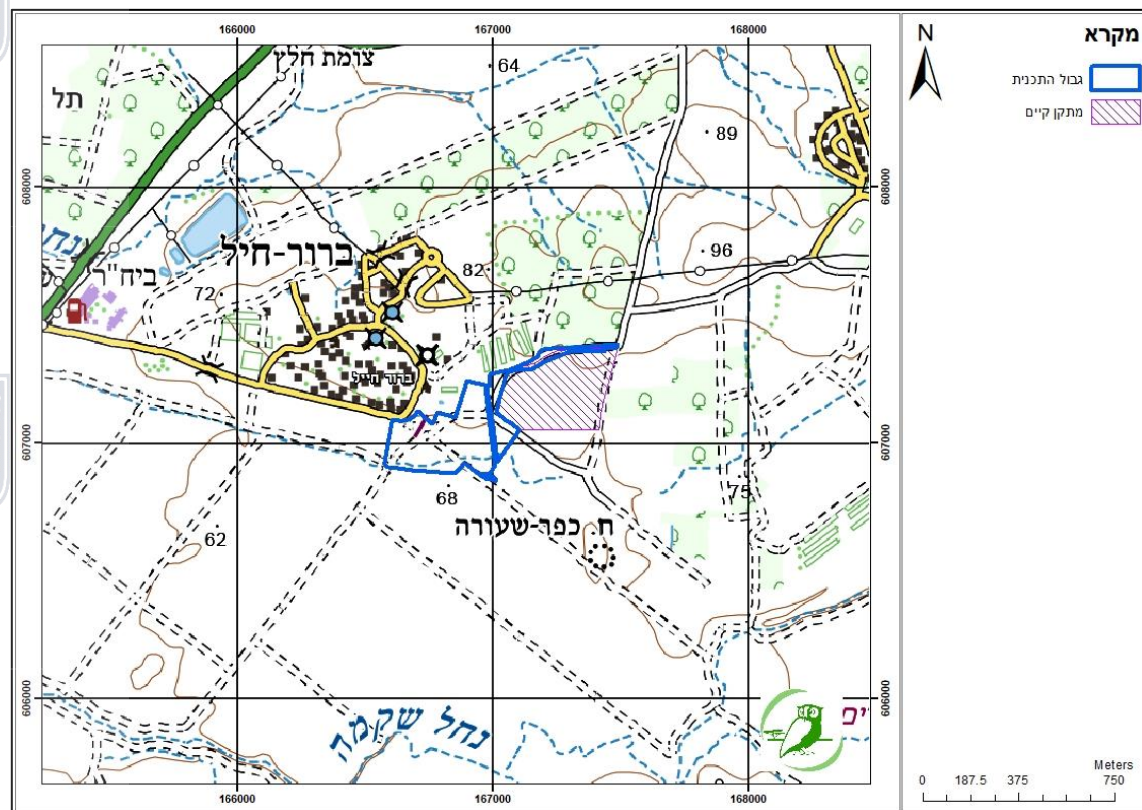
מתקן פוטו וולטאי – ברור חיל 2 מתוכנן על שטח של כ-128 דונם בסמיכות לשטח מתקן הפוטו וולטאי הקיים ברור חיל. התכנית ממוקמת בשטח חקלאי מדרום לקיבוץ ברור חיל, ממערב למתקן הקיים ומצפון לנחל שקמה ומזרחית לכביש 232 (איור 1). התכנית ממוקמת באגן הניקוז של נחל ברור בשטח רשות הניקוז שקמה-בשור.

מסמך זה נכתב ע"י הנחיות להכנת נספח מי נגר (נספח 2) ומהווה נספח ניהול מי נגר וניקוז לתכנית זו הכוללת התייחסות לנושאים הבאים:

- מיקום התכנית ביחס לעורקי ניקוז כפי שמוגדרים בתמ"א 1 וניתוח תפקוד מערך הניקוז הקיים.
- טיפול במי נגר, שמקורו בתחום התכנית, וכולל פתרונות ריסון וחלחול נגר.
- התייחסות לנושאים של שימור נגר.
- ניתוח השפעה אפשרית של התכנית על המערכת ההידרולוגית הקרובה ולהיפך - השפעת הסביבה על אזור התוכנית.

מטרת תכנית הניקוז הינה לצמצם נזקים, מטרדים והצפות לא מבוקרות בשטח התכנית ובשטחים הסמוכים לה. כמו כן, השהיית הנגר על מנת לעודד חלחול ובכך למנוע נזקים של סחיפת קרקעות.

איור 1 - מפת התמצאות



## 2 רקע

### 2.1 תיאור הסביבה (טופוגרפיה, שיפועים, קרקעות)

שטח התכנית נמצא על גבי שטח מדרוני המשתפל מכיוון הקיבוץ אל עבר ערוצון החוצה את שטח התכנית. הרום הטופוגרפי של פני השטח נע בין 64-84 מטר מעל פני הים. שיפוע פני השטח נע בין 3-5%. חבורות הקרקע אליה משתייכת הקרקע בשטח המתקן הינן K1 ו-K2 (טבלה 1) ע"פ מפת חבורות הקרקע של יואל דן. ישנו שטח קטן מאוד (פחות מ-1% משטח התכנית) המשויך לחבורת קרקע K3 שלה מקדם נגר דומה ל-K2. מרקם הקרקע בינוני. עומק הקרקע גדול מ-1 מטר. הקרקעות מוגדרות כבעלות סיכון קל עד בינוני לסחיפת קרקע.

טבלה 1: חבורות הקרקע בשטח התכנית ומקדמי נגר אופייניים.

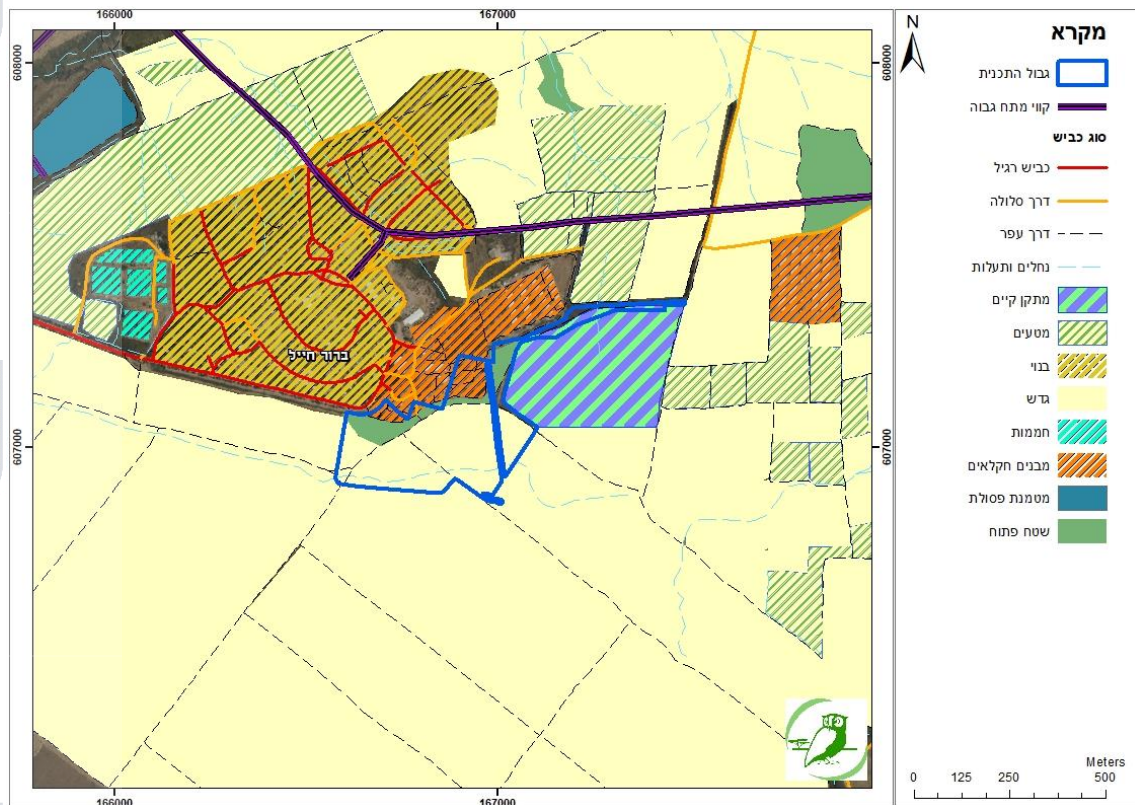
| סימול | תיאור                                                                    | מקדם נגר אופייני | אחוז משטח התכנית |
|-------|--------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------|
| K1    | קרקעות חומות כהות גרומוסוליות אלוביות וקרקעות אלוביות חומות-כהות סילטיות | 0.29             | 84%              |
| K2    | קרקעות חומות - כהות גרומוסוליות                                          | 0.50             | 16%              |

## 2.2 שימושי ויעודי קרקע

### 2.2.1 שימושי קרקע

הקרקע בשטח התכנית משמשת לחקלאות. התכנית סמוכה לשטח מתקן פוטו וולטאי קיים, וסמוכה למבני המשק של הקיבוץ (איור 2).

## איור 2 - גבול התכנית על רקע מפת שימושי קרקע



## 2.2.2 ייעודי הקרקע

### 2.2.2.1 תכניות מתאר ארציות

#### תמ"א 1 - היבטים סביבתיים.

- **נחלים** – שטח התכנית נמצא במרחק של כ-900 מטר מנחל שקמה, אחד מנחלי הדרום הרחבים וכ-1,200 מטר דרומית לנחל "משני" ברור.
- **קו מים** – קו גיבוי לברור חיל חוצה את שטח התכנית ממזרח למערב
- **קו קולחין** – קו שפד"ן לשטחי זיקים, כרמיה, חצרים וברור חיל עובר בגבול הדרומי של התכנית.
- **יערות** – שטח התכנית נמצא כ-900 מטר צפונית ליער טבעי תלמים על תוואי נחל שקמה.
- **מי תהום** – התכנית ממוקמת בשטח בעל חשיבות בינונית להחדרה והעשרה של מי תהום.

#### תמ"א 35 סביבה ותמ"א 1/35:

- **מרקמים** – התכנית נמצאת במרקם כפרי.
- **סביבה** – התכנית אינה חופפת לרגישות נופית סביבתית גבוהה.
- **משאבי מים** – התכנית אינה חופפת לתחום לשימור משאבי מים.



- שטחי אש – התכנית אינה חופפת או סמוכה לשטחי אש.
- מסדרונות אקולוגיים – שטח התכנית נמצא במרחק של כ-900 מטר ממסדרון אקולוגי בכיוון מזרח-מערב על בסיס תוואי נחל שקמה
- מכלולי נופ – התכנית אינה נמצאת בתחום מכלולי נופ.

#### 2.2.2.2 תכנית מתאר מחוזיות

התכנית להקמת מתקן פוטו-וולטאי בשטחי המשבצת של קיבוץ ברור חיל בתחום המועצה האזורית שער הנגב, במחוז דרום ובהתאם בשטחי תמ"מ 14/4 ותמ"מ 43/14/4 לפארק שקמה.



תמ"מ 14/4: התכנית נמצאת ביעוד קרקע חקלאית. התכנית נשואה מסמך זה מתאפשרת במסגרת תמ"מ א 1 אשר אינה אוסרת יעוד קרקע חקלאית בסעיף 3.6.4 של תמ"מ א 1.

תמ"מ 43/14/4: החלק הצפון-מערבי של התכנית נמצא באזור רגישות כפרי-חקלאי משולב. החלק הדרום-מזרחי של התכנית נמצא ברגישות נופ פארק פתוח (רמה 2). על פי סעיף 3.10 בתמ"מ 43/14/4, הקמת מתקנים סולאריים תותר רק בתנאי ומיקומם הינו ככל הניתן צמוד דופן לשטח המיועד לבינוי או לאזור שולי הפארק. עיקר התכנית נמצא בצמוד דופן לשטח המיועד לבינוי, חלק קטן משטח התכנית חופף לאזור כפרי-חקלאי משולב המיועד לפיתוח הקיבוץ. כמו כן, התכנית מתכנסת פנימה לכיוון שטח הקיבוץ ומנצלת את השטח הכלוא בין המתקן הקיים לשטח הקיבוץ. לפיכך המתקן אינו פוגע ברציפות השטחים הפתוחים, בנוף הפתוח, בנצפות מדרכים ומאתרי ביקור.



#### 2.2.2.3 תכנית מתאר מקומיות ומפורטות

תכנית 1006/מפ/7- מתקן פוטו וולטאי ברור חיל- התכנית חופפת בחלקה במזרח התכנית.  
תכנית 5/231/03/7 ו-4/231/03/7- התכנית צמודת דופן לתכנית אלו, המייעדות שטח למגורים.  
תכנית 1/231/03/7- שטח התכנית נמצא ביעוד קרקע חקלאית ע"פ תכנית ונמצא בחפיפה קלה לשטח ביעוד נחל.



### 2.3 מערכת הנחלים

#### 2.3.1 נחלים לפי תמ"מ א 1

שטח התכנית ממוקם באגן הניקוז של נחל שקמה, אחד מנחלי הדרום הרחבים להם תחום השפעה של 500 מטר. התכנית נמצאת במרחק של כ-900 מטר מהנחל. בנוסף התכנית נמצאת במרחק של כ-1,200 מטר מנחל ברור, נחל משני ע"פ התמ"מ א. על כן התכנית אינה נמצאת בתחום השפעה של נחלים המוגדרים בתמ"מ א.





### 2.3.2 ספיקות מים

שטח התכנית ממוקם הרחק מתוואי של ערוצי נחלים בהם קיימת מדידה הידרומטרית או ערוצים ראשיים והמדידות בנחלים הקרובים לתכנית אינן רלוונטיות לתחום התכנית.

### 2.3.3 סקירת הצפות קודמות

שטח התכנית נמצא במדרון של שטח גבעי ועל כן אינו צפוי לסבול מהצפות.



## 3 הידרולוגיה

### 3.1 גשם (עובי ועוצמות)

#### 3.1.1 עובי גשם

עובי הגשם נדרש על מנת להגדיר את נפח המים המתקבל בשטח התכנית במצב הקיים ולאחר בניית המתקן. נתוני עובי גשם עבור התחנות המטאורולוגיות ברדיוס של 10 ק"מ מתחום התכנית מוצגים בטבלה 2. כ-69% מהגשמים באזור זה יורדים בחודשי החורף, השאר בחודשי הסתיו והאביב עם 18% ו-13% בכל עונה, בהתאמה.

טבלה 2 - עובי גשם חודשי ממוצע לתקופה 1980-2010 (נתוני השירות המטאורולוגי)

| ממוצע חודשי של כמות גשם (מ"מ) |     |   |    |    |     |    |    |    |     |                | מרחק<br>(ק"מ) | תחנה     |
|-------------------------------|-----|---|----|----|-----|----|----|----|-----|----------------|---------------|----------|
| שנתי                          | 5   | 4 | 3  | 2  | 1   | 12 | 11 | 10 | 9   | חודש           |               |          |
| 443                           | 2.7 | 9 | 47 | 97 | 117 | 93 | 55 | 22 | 0.9 |                | 0.0           | ברור חיל |
| 377                           | 1.6 | 9 | 42 | 83 | 102 | 75 | 48 | 16 | 0.4 |                | 5.0           | דורות    |
| 409                           | 2.4 | 9 | 44 | 89 | 110 | 84 | 54 | 18 | 0.4 | עובי גשם (מ"מ) | 7.0           | גבים     |
| 359                           | 2.1 | 9 | 48 | 80 | 96  | 70 | 45 | 14 | 0.1 |                | 8.0           | רוחמה    |
| 415                           | 2   | 8 | 42 | 89 | 112 | 85 | 55 | 21 | 0.7 |                | 10.0          | מפלסים   |



- בתחנות אלו יש בממוצע יום אחד בשנה בו יורדים יותר מ-50 מ"מ גשם ביום אחד.

#### 3.1.2 עוצמות גשם

סופות הגשם בישראל מתחלקות לשני סוגים עיקריים. הסוג האחראי ליותר מ-90 אחוז מהמשקעים בארץ ומקורו בשקע הקפריסאי, נוצר בעיקר בחודשי החורף ומאופיין בסופות גשם בעלות משך ארוך יחסית ועוצמות גשם נמוכות. המקור השני בחשיבותו לגשמים בישראל הוא אפיק ים-סוף, שפעיל בעיקר בעונות המעבר. האפיק מאופיין בסופות גשם בעלות עוצמות גשם גבוהות בפרק זמן קצר. הגשמים השייכים לעונות המעבר עשויים לגרום לספיקות גבוהות בנחלים אף שלעיתים, סך הגשם שירד באירוע נמוך בהשוואה לאירועים שנוצרו בעקבות שקע קפריסאי. עוצמות הגשם בהסתברויות שונות לתחנת דורות נתונות בטבלה 3 להלן.





טבלה 3: עוצמות גשם לפרקי זמן שונים בהסתברויות שונות, תחנת דורות, נתוני נתיבי ישראל (2016).

| פרק זמן | 1%    | 2%   | 5%   | 10%  | 20%  | 50%  |
|---------|-------|------|------|------|------|------|
| 10      | 101.6 | 91.0 | 77.5 | 67.0 | 56.3 | 40.3 |
| 15      | 76.8  | 70.0 | 60.7 | 53.4 | 45.5 | 32.8 |
| 20      | 74.5  | 66.0 | 55.3 | 47.1 | 38.8 | 26.8 |
| 30      | 66.0  | 57.3 | 46.2 | 38.4 | 30.7 | 20.6 |
| 45      | 50.4  | 43.7 | 35.3 | 29.3 | 23.5 | 15.8 |
| 60      | 41.0  | 35.1 | 27.8 | 22.9 | 18.2 | 12.1 |
| 90      | 36.9  | 29.8 | 22.0 | 17.0 | 12.8 | 8.0  |
| 120     | 27.7  | 23.0 | 17.6 | 13.9 | 10.7 | 6.7  |
| 180     | 18.7  | 15.9 | 12.5 | 10.0 | 7.7  | 4.6  |
| 240     | 13.0  | 11.3 | 9.1  | 7.4  | 5.7  | 2.5  |



### 3.2 שיטות לחישוב ספיקות באגנים קטנים

ספיקות השיא חושבו באמצעות שימוש בנוסחה הרציונלית לפי השיטה המוצגת בדו"ח המסכם של פרויקט "עדכון בסיס נתוני עוצמות הגשם בישראל וקביעת עוצמת גשם תכן כפרמטר בסיסי לתכנון ניקוז מערכות תחבורה" שהוכן על ידי רפי הלוי ושמאל ארבל עבור חברת נתיבי ישראל במרץ 2016. ספיקות שיא (Q) באגנים קטנים (עד 2.0 קמ"ר) חושבו בעזרת הנוסחה הרציונלית:

$$Q = C * I * A$$

A – שטח אגן הניקוז, קמ"ר

I – עוצמת גשם, מ"מ/שעה, מחושב לפי זמן ריכוז

C – מקדם ספיקה



שטח התכנית נמצא על פי השיטה של החברה לנתיבי ישראל (רפי הלוי, שמאל ארבל, עדכון בסיס נתוני עוצמות הגשם בישראל, דו"ח מסכם, 2016). בגבול בין שפלת שומרון ויהודה, מישור החוף והכרמל והנגב המערבי. ע"פ השוואה לנתוני עוצמות גשם בתחנת דורות האזור המייצג באופן המתאים ביותר הוא אזור מס' 9 הנגב המערבי את עוצמת הגשם בהסתברות 1% באזור זה ניתן לחשב לפי הנוסחה הבאה:

$$I_{1\%} = 591.6 * T^{-0.59}$$

$I_{1\%}$  - עוצמת הגשם בהסתברות 1%

T - משך זמן ריכוז (דקות)

זמן ריכוז ניתן לחשב לפי הנוסחה הבאה:





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

L - אורך האפיק (ק"מ), S - שיפוע ממוצע של האפיק המחושב בין שתי נקודות (0.1 ו-0.85) בחתך האורך של האפיק.

זמן הריכוז המינימלי המקובל לחישוב עוצמת הגשם הוא 10 דקות.

עוצמת הגשם המוצבת בנוסחה הינה עבור ספיקת תכן בהסתברות של 1%, כאשר מקדם הספיקה מחושב עפ"י מאפייני הקרקע; סוג קרקע, שיפועים ושימושי קרקע (נספח 1). על מנת לחשב ספיקת שיא בהסתברויות אחרות, נעשה שימוש במקדמי מעבר מספיקה בהסתברות 1% להסתברויות אחרות. מקדמי המעבר מתאימים לקרקעות חקלאיות בשיפועים גדולים מ-1% (נספח 3).



### 3.3 מערכת ניקוז בקרבת התכנית

שטח התכנית נמצא מדרום לשטח קיבוץ ברור חיל ממערב למתקן פוטו-וולטאי קיים-ברור חיל. שטח זה נמצא באגן הניקוז של נחל ברור. בחלק המזרחי של שטח התכנית, בתחום צר שנמצא מצפון למתקן פוטו-וולטאי קיים, עובר ערוצון שמתנקז דרומה לעבר המתקן הקיים. כמו כן, בתוך התכנית עובר ערוצון שמעובד חקלאית ומתנקז מערבה לכיוון כביש 232. בכביש הנחל עובר מתחת למעביר מים ומתחבר לערוץ הראשי של נחל ברור. מעלה אגן הניקוז נמצא בגבעות אשר נמצאות ממזרח לקיבוץ ומהוות את קו פרשת המים המקומי בין השטח המתנקז צפונה לנחל ברור לבין השטח המתנקז לכיוון התכנית.



שימושי הקרקע העיקריים באגן המתנקז לתכנית הם שטחי גידולי שדה, מתקן פוטו וולטאי קיים, מעט שטחי לולים וכן חלק ממבני המשק של הקיבוץ. התכנית מחולקת ל-2 מקבצים האחד צמוד למתקן הקיים (אגן מס' 1) ומקבל נגר משטח זה בזרימה משטחית ומשטח חקלאי מצפון בזרימה משטחית ודרך ציר זרימה מקומי, ושטח שני (אגן מס' 2) המקבל נגר משטחית מכיוון צפון ודרום וכן נגר הזורם בתוואי ערוץ בעת אירועי גשם. הערוץ נכנס לשטח התכנית בנקודת ריכוז 2.1 ויוצא בנקודת ריכוז מס' 2. נקודה זו למעשה מרכזת את הזרימה מכל שטח המתקן וכל האגנים החיצוניים לשטח התכנית. הזרימה ממשיכה בשולי החלקות החקלאיות במורד ללא תוואי מוגדר עד לכביש 232.

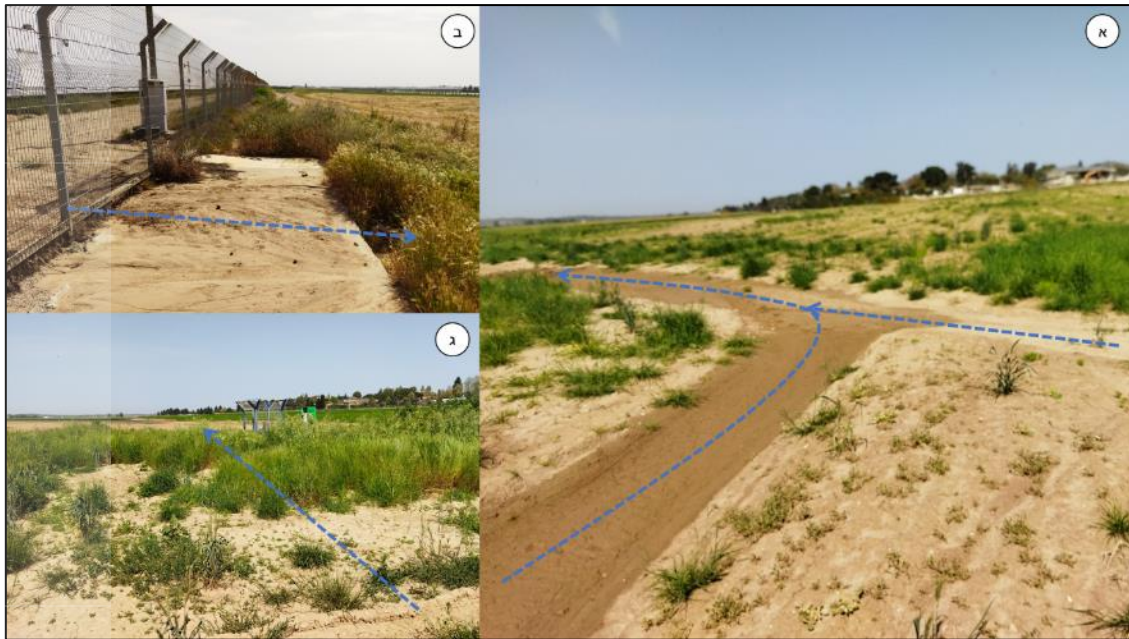


מיפוי וניתוח אגני המשנה ומערכת הניקוז במצב הקיים, ראה איור 3, איור 4 וטבלה 4 להלן.





איור 3: א- מפגש בין שני ערוצי זרימה בשטח התכנית. ב- נק' ריכוז של המתקן הקיים (1.1) אל עבר תכנית ז. ג- תוואי הזרימה במורד התכנית

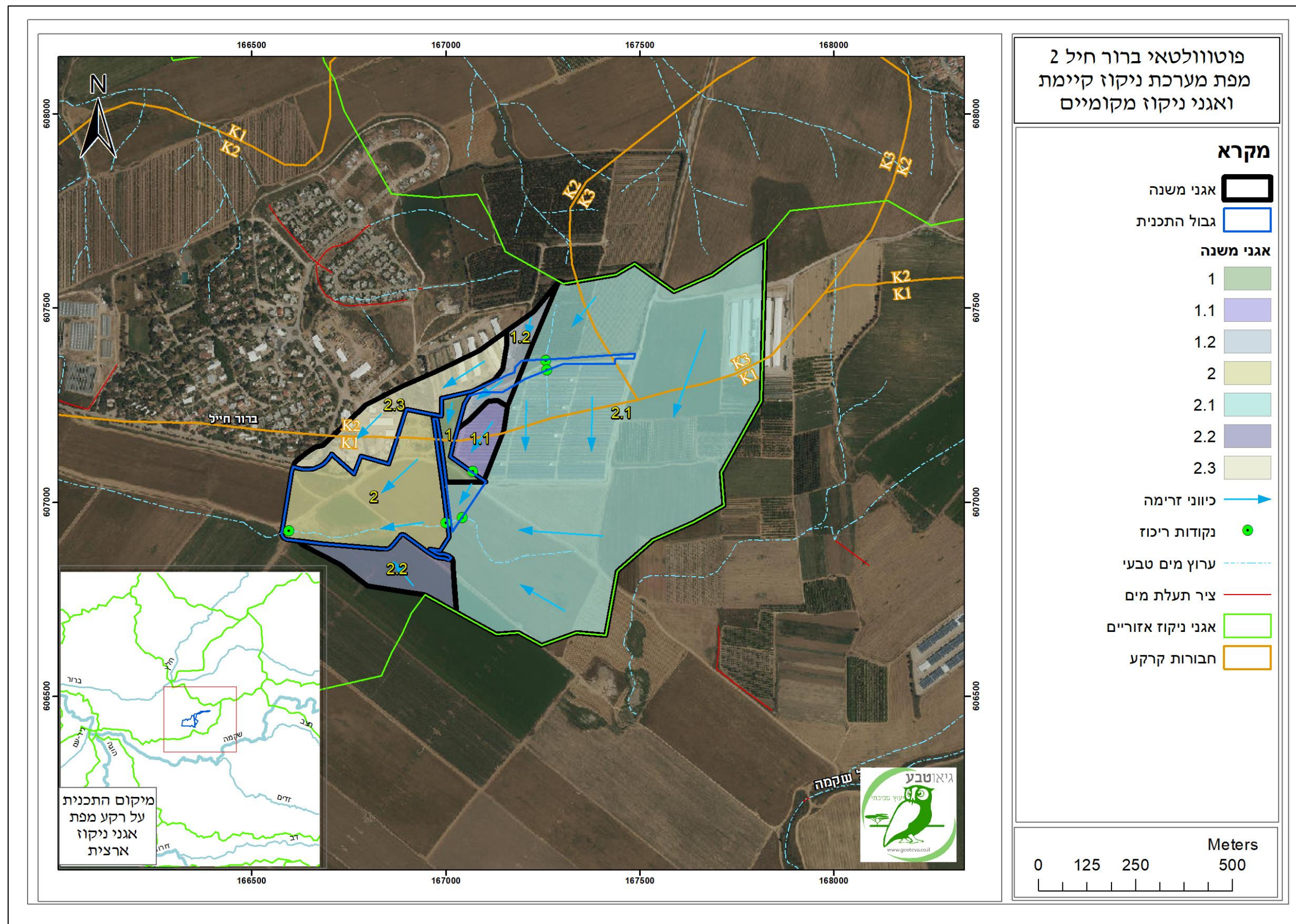


טבלה 4 - אגני ניקוז בקרבת ובתחום המתקן



| נקודת ריכוז | תיאור האגן                                                                                                                                                                   | זמן ריכוז (דק') | אורך אפיק הניקוז (ק"מ) | שטח (קמ"ר) | אגן   |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------------------------|------------|-------|
| 1           | שטח התכנית מתנקז משטחית לכיוון דרום                                                                                                                                          | 10              | 0.23                   | 0.019      | 1     |
| 1.1         | שטח מתקן פוטו וולטאי קיים, חיצוני לתכנית, מתנקז לאגן 1 בנקודה 1.1                                                                                                            | 10              | 0.20                   | 0.020      | 1.1   |
| 1.2         | שטח חקלאי ושטח מתקן פוטו וולטאי קיים מתנקז משטחית לכיוון אגן 1                                                                                                               | 10              | 0.32                   | 0.017      | 1.2   |
| 2           | שטח התכנית, מתנקז משטחית לערוץ העובר במרכז התכנית. הערוץ מתנקז לכיוון הגבול המערבי של התכנית לשדות חקלאיים במורד האגן. אל מוצא האגן מנקזים כל האגנים האחרים בתכנית לנקודה זו | 10              | 0.40                   | 0.102      | 2     |
| 2           | שטח חיצוני לתכנית, שטחים חקלאיים ושטח המתקן הפוטו וולטאי הקיים מתנקז אל אגן מס' 2                                                                                            | 21              | 0.93                   | 0.534      | 2.1   |
| 2.1         | שטח חקלאי חיצוני לתכנית מתנקז משטחית צפונה אל הערוץ העובר באגן 2                                                                                                             | 10              | 0.22                   | 0.046      | 2.2   |
| 2.3         | שטח מבני משק מתנקז משטחית לכיוון דרום אל עבר אגן 2                                                                                                                           | 10              | 0.56                   | 0.066      | 2.3   |
| 2           | נקודת הריכוז של שטח התכנית וכלל האגנים החיצוניים לגבולות התכנית.                                                                                                             | 29              | 1.30                   | 0.754      | Total |







### 3.4 חישוב ספיקות התכן

במצב המתוכנן שטח הפאנלים יכסה כ-50% מהשטח, לשטח זה מחושב מקדם ספיקה של 1 ולשאר השטח בהתאם לסוג הקרקע בו האגן נמצא. מטרת תכנית הניקוז היא לרסן את הספיקות המתקבלות מהשטח וכן לצמצם את כמות הנגר המתקבלת משטח זה ועל כן יש להניח שהספיקה שתתקבל תהיה נמוכה יותר, במידה וייושמו אמצעים אלו. עבור נקודות היציאה חושבה ספיקת התכן בהסתברויות שונות במצב הקיים ובמצב המתוכנן (טבלה 5). מתקני הניקוז בשטח המתקן, יתוכננו לספיקה בהסתברות 5% וזאת מכיוון שמדובר במתקן הנדסי ללא נוכחות קבועה של אנשים.



טבלה 5 - חישוב ספיקת שיא בתחום התכנית

| מס' אגן    | שטח אגן הניקוז (קמ"ר) | זמן ריכוז (דק') | עוצמת גשם (מ"מ/שעה) | מקדם ספיקה משוקלל (מקדם נגר) | ספיקת שיא (מ"ק/שניה) |             |      |      |
|------------|-----------------------|-----------------|---------------------|------------------------------|----------------------|-------------|------|------|
|            |                       |                 |                     |                              | 10%                  | 5%          | 2%   | 1%   |
| מצב קיים   |                       |                 |                     |                              |                      |             |      |      |
| 1          | 0.02                  | 10              | 152                 | 0.44                         | 0.11                 | <b>0.16</b> | 0.27 | 0.36 |
| 1.1        | 0.02                  | 10              | 152                 | 0.70                         | 0.18                 | <b>0.27</b> | 0.44 | 0.59 |
| 1.2        | 0.02                  | 10              | 152                 | 0.63                         | 0.13                 | <b>0.20</b> | 0.33 | 0.44 |
| 2          | 0.10                  | 10              | 152                 | 0.30                         | 0.39                 | <b>0.58</b> | 0.97 | 1.30 |
| 2.1        | 0.53                  | 21              | 98                  | 0.42                         | 1.81                 | <b>2.72</b> | 4.53 | 6.04 |
| 2.2        | 0.05                  | 10              | 152                 | 0.42                         | 0.24                 | <b>0.36</b> | 0.61 | 0.81 |
| 2.3        | 0.07                  | 10              | 150                 | 0.80                         | 0.66                 | <b>0.99</b> | 1.65 | 2.19 |
| Total      | 0.75                  | 29              | 81                  | 0.42                         | 2.13                 | <b>3.19</b> | 5.32 | 7.09 |
| מצב מתוכנן |                       |                 |                     |                              |                      |             |      |      |
| 1          | 0.02                  | 10              | 152                 | 0.72                         | 0.18                 | <b>0.26</b> | 0.44 | 0.59 |
| 1.1        | 0.02                  | 10              | 152                 | 0.70                         | 0.18                 | <b>0.27</b> | 0.44 | 0.59 |
| 1.2        | 0.02                  | 10              | 152                 | 0.63                         | 0.13                 | <b>0.20</b> | 0.33 | 0.44 |
| 2          | 0.10                  | 10              | 152                 | 0.65                         | 0.84                 | <b>1.26</b> | 2.10 | 2.80 |
| 2.1        | 0.53                  | 21              | 98                  | 0.42                         | 1.81                 | <b>2.72</b> | 4.53 | 6.04 |
| 2.2        | 0.05                  | 10              | 152                 | 0.42                         | 0.24                 | <b>0.36</b> | 0.61 | 0.81 |
| 2.3        | 0.07                  | 10              | 150                 | 0.80                         | 0.66                 | <b>0.99</b> | 1.65 | 2.19 |
| Total      | 0.75                  | 29              | 81                  | 0.48                         | 2.43                 | <b>3.65</b> | 6.08 | 8.11 |

\* במידה וישנם אגנים שבשטחם הקרקעות בעלות שני מקדמי ספיקה או יותר, מקדם הספיקה המשוקלל מחושב עפ"י שטחו היחסי.





### 3.5 חישוב נפח הנגר

נפח הנגר חושב עבור השטחים המתנקזים אל נקודת היציאה משטח התכנית באירוע בהסתברות של 5% (טבלה 6).

שיטה מקובלת להערכת נפח הזרימה בשיטפון היא הערכה של נפח הנגר ביחס לספיקת השיא באירוע, על-פי הנוסחה הבאה:

$$V = \frac{3T * Q * 60}{2}$$



V- נפח הנגר (מ"ק)

T- זמן ריכוז (דק')

Q- ספיקת שיא (מ"ק/שניה)

בבסיס נוסחה זו הנחה כי הזמן שעובר מתחילת עליית מפלס הזרימה עד לספיקת השיא דומה לזמן הריכוז. והזמן עד שהזרימה נפסקת הוא כפול מזמן הריכוז (סה"כ 3 פעמים זמן הריכוז). על מנת לחשב את שטחו של ההידרוגרף שמתקבל מהספיקה נעשה לו קירוב לצורת משולש, מה שמאפשר חישוב נפח הזרימה ע"י חלוקה ב-2 והכפלה ב-60 (המרת יחידות).



טבלה 6 - חישוב נפח הנגר לשימור במצב הקיים ולאחר הקמת הפאנלים בשטח התכנית

| אגן                                     | זמן ריכוז (דק') | ספיקת שיא (מ"ק/שניה) | נפח הנגר (מ"ק) |
|-----------------------------------------|-----------------|----------------------|----------------|
| <b>מצב קיים</b>                         |                 |                      |                |
| Total                                   | 29              | 3.19                 | 8440           |
| <b>מצב מתוכנן</b>                       |                 |                      |                |
| Total                                   | 29              | 3.65                 | 9650           |
| <b>סה"כ תוספת הנגר עקב יישום התכנית</b> |                 |                      |                |
|                                         |                 |                      | 1210           |



מקדם הספיקה המשוקלל באגן הניקוז צפוי לעלות מ-0.41 ל-0.47 ובשטח התכנית עצמה מ-0.40-0.30 עד ל-0.70-0.65 בממוצע. תוספת הנגר הצפויה להתקבל כתוצאה מיישום התכנית היא כ-1200 מ"ק, באירוע בעל הסתברות חזרה של 5%.





#### 4 תכנית ניקוז למתקן פוטו וולטאי

תכנית הניקוז למתקן פוטו וולטאי ברור חיל 2 מורכבת מהחלקים הבאים:

- הצעה למערכת ניהול נגר בתחום התכנית.
- בחינת ההשפעה של התכנית המוצעת על הספיקה היוצאת ונפח הנגר היוצא מהתכנית.
- הצעה לפעילות שימור נגר על מנת למתן את השפעת התכנית על מערכת הניקוז במורד.

##### 4.1 מערכת ניקוז מוצעת בתחום המתקן



תכנון מערכת הניקוז מתחשב בשימור נפחי המים הקיימים הנכנסים למערכת הנחלית ומניעת נזק ע"י נגר וסחף קרקע בשטח התכנית ובשטחים במורד וכן עידוד של השהיית מים וחלחול בשטח המתקן.

השינוי בשימושי הקרקע צפוי להעלות את אחוז הגשם שיתבטא כנגר במוצא ועל כן מוצעים מספר פתרונות שמטרתן להפחית את ההשפעה של התכנית על הנגר. מומלץ ליישם מספר שיטות שמטרתן לעודד חלחול של גשם אל הקרקע ומניעה של סחיפת קרקע ובכך לרסן את השפעת המתקן על הספיקות ונפחי הנגר (איור 5).



##### עיקרי התכנית המוצעת

- **כיסוי צמחי- זריעת/עידוד צמחייה בכל שטח המתקן (איור 6 ואיור 7).** הצמחייה מעלה את חספוס הקרקע, מגדילה את זמן ריכוז הנגר ותורמת לשימור קרקע כך שלא תיסחף. לזריעת הצמחייה חשיבות רבה במניעת נזקי סחף הכוללים אובדן קרקע ונזק למתקני ניקוז והורדת ספיקות המים המתקבלות מהמתקנים. ניתן ליישם תכנית לניהול צמחייה כך שלא תגרום להצללה על הפאנלים. הרחבה על תרומת הכיסוי הצמחי בסעיף 5.2.
- **שיחים- תכנון של שיחים לרוחב המדרונות.** השיחים מקטעים את הזרימה לאורך המדרונות ומפנים את הנגר לערוצים החוצים את התכנית. השיחים תורמים להשהיית נגר וכן להארכת זמני הריכוז. (איור 8).
- **שימור ערוץ הזרימה- תכנון ערוץ הזרימה מנקודת ריכוז 2.1 לנקודת ריכוז 2.** ניתן לתכנן את תוואי הזרימה מתחת לפאנלים. יש לייצב את תוואי הזרימה באמצעות צמחייה ולתכנן את התוואי בחתך רחב ככל הניתן. יש לתכנן פרט ריסון אנרגיה במוצא של הערוץ משטח המתקן אל השטחים החקלאיים במורד (איור 9).
- יש לתכנן מעבירים אירים הכולל מתקן לריסון אנרגיה בחציית הדרכים והתעלה (איור 10).





איור 5 - (א) התחתרויות עמוקות במקביל לרווחים שבין הפאנלים, (ב) הערמות סחף במעברים אירים בגובה 30 ס"מ, (ג) התפתחות של ערוצונים עמוקים, (ד) דוגמה ליישום צמחייה בשטח מתקן פוטו-וולטאי



איור 6 - זריעת צמחי כיסוי במתקן פוטו וולטאי באמצעות מדשנת



## איור 7: התבססות הכיסוי הצמחי לאחר מספר חודשים



### 4.2 השפעת התכנית על ספיקה ונפח הנגר

מכיוון שהפאנלים הסולאריים הינם אטומים לגשם, הצבתם מורידה את השטח הפנוי לחלחול מי נגר, ועל כן מקדם הספיקה של השטח גדל מה שמביא לעלייה בספיקה. בטבלה 5 ניתן לראות את השפעת התכנית על ספיקות התכן במצב המתוכנן. בהתאם לתכנון, מקדם הספיקה המשוקלל נע בין 0.64-0.70.

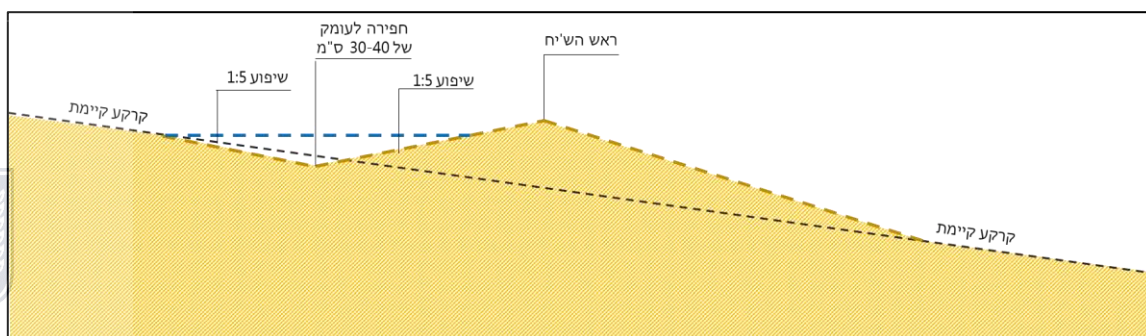
תוספת הנגר עקב שינוי שימושי הקרקע הוא כ-1200 מ"ק (עבור הסתברות של 5%) על-כן מערכת ויסות והשהיית הנגר המתוכננת במוצא התכנית צריכה להתאים לפחות לנפח זה על מנת לא להשפיע על מערכת הניקוז במורד התכנית.

### 4.3 ממדים אופייניים לתכנון תוואי הערוץ בשטח התכנית

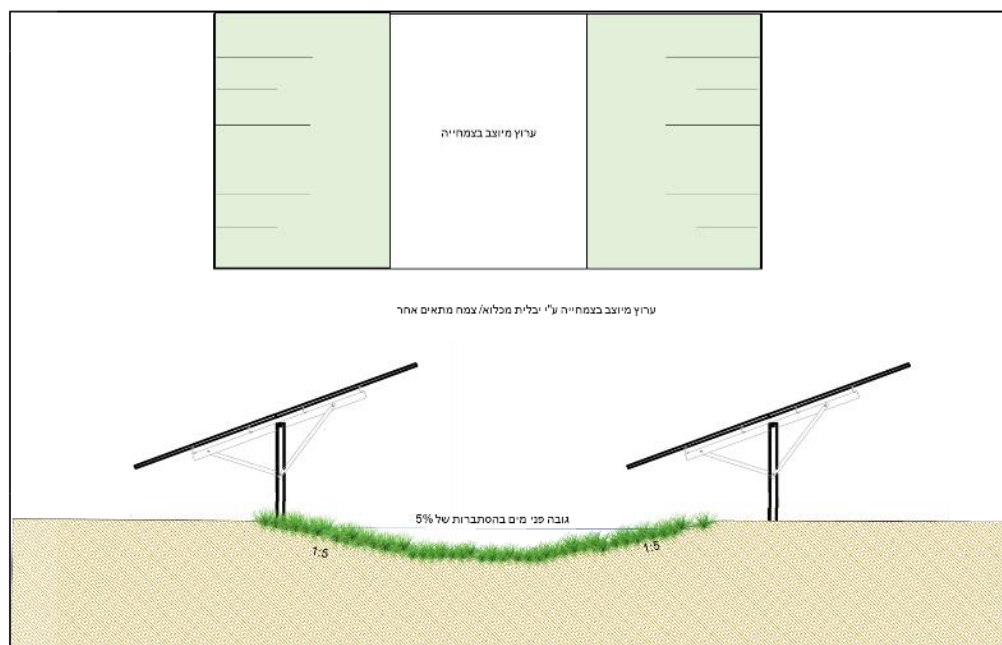
בשטח התכנית עובר ערוצון זרימה המנקז שטח של כ-750 דונם (במוצא התכנית). הערוץ עובר בלב השטח החקלאי ולאורכו יש מקטעים שבהם הוא מתחתר בקרקע ומקטעים בהם הקרקע שוקעת בהתאם לשינויים בשיפוע. בתכנית זו מומלץ לשמר את תוואי הערוץ בתכנית ללא הסטה או תעלת מגן. מומלץ להסדיר את הזרימה בתוואי רחב ככל הניתן ולייצב את חתך הזרימה בצמחייה. יש להימנע מפריסת פאנלים בתוואי הערוץ, מומלץ למקם פאנלים במרחק שעולה משני מטרים מגדות הנחל.



### איור 8: פרט עקרוני לשיח

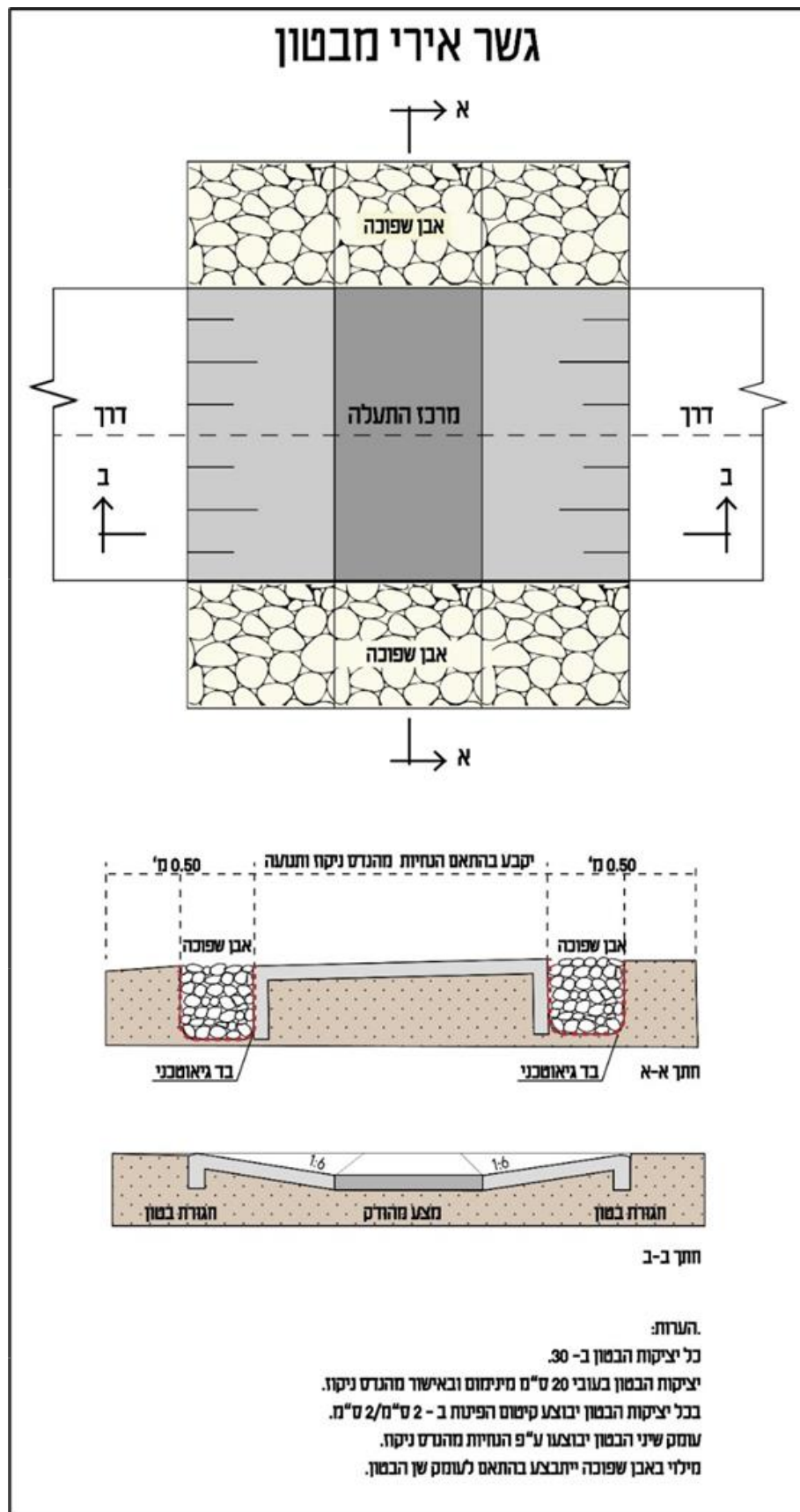


**איור 9: פרט עקרוני לתעלה מתחת לפאנלים.**





איור 10 - פרט מעביר אירי הכולל אבן שפוכה לריסון אנרגיה במורד





## 5 אמצעים למניעת נזקים

### 5.1 תיאור האמצעים להגברת חלחול

שימוש בצמחייה מקומית בשטח התכנית בין הפאנלים צפוי להוריד משמעותית את כמויות הנגר הצפויות להתקבל משטח זה. הצמחייה מונעת את איטום הקרקע ומגדילה את חספוס הקרקע, מה שמוביל להגדלת זמן הריכוז של הנגר והקטנה של ספיקות המים, ואלו מגבירים את החלחול של הנגר. ייצוב של ערוצי הזרימה בעזרת צמחייה יביא להורדה באנרגיית הנגר והגדלה של זמן הריכוז, מה שיתרום גם להגברת החלחול וגם להקטנת סחיפת הקרקע.

השיחים ושטחי ההשהייה מאפשרים מווסתים את הנגר למוצא הניקוז ומאריכים את זמני הריכוז. הם מאפשרים חלחול נוסף בשטחים וכן מורידים את ספיקות השיא במוצא.



### 5.2 השפעת כיסוי צמחי על נגר וסחף קרקע

תהליך של סחף קרקע מתרחש לעתים קרובות בקרקעות חשופות מצמחייה או חיפוי קרקע אחר (Lieskovský and Kenderessy, 2014). טיפות המים בזמן פגיעתן בקרקע מפרות את תלכיד הקרקע ומסיעות אותו בכיוון השיפוע. בצורה זו, נערכות החרסיות בקרקע בשכבת הקרקע העליונה ומייצרות קרום קרקע בעל מוליכות הידראולית נמוכה (Assouline, 2004). תהליך

טיפות המים מפרות את תלכיד הקרקע ויוצרות קרום קרקע



איטום הקרקע מורכב מגורמים שונים התלויים בעוצמת הגשם ומשכו, פיסיקה של הקרקע, כימיה של הקרקע, טופוגרפיה ועוד. היווצרות קרום קרקע והפחתת החידור של מי גשמים לתת הקרקע מגדילים משמעותית התפתחות של נגר עילי (Assouline, 2004). תופעה זו צפויה להתגבר במתקנים סולאריים בשל ריכוז טיפות הגשם בחלקו התחתון של הפאנל. כתוצאה מכך, עוצמת הגשם גדלה ויחס חלחול/נגר פוחת. תופעת סחף קרקע בולטת גם בגידולי שדה שבקרקעות חקלאיות החשופות בתחילת עונת הגשם. אשל ואגוזי (2013) מדדו איבוד קרקע בקצב של 4-7 מ"מ בשנה בגידולים חקלאיים קונבנציונאליים ובאקלים ים-תיכוני בישראל. נתונים

אלו נתמכים במחקרים עולמיים המראים כי קצב איבוד הקרקע בשטחים חקלאיים גדול בהרבה מקצב היווצרותה (Montgomery, 2007; Eshel and Egozi, 2013). אחד הפתרונות להתמודדות עם בעיות של סחף קרקע הינו חיפוי קרקע ו/או כיסוי צמחי לצורך הפחתת אפקט האנרגיה הקינטית של טיפות הגשם. בצורה כזו, פוחתת ההפרה של תלכיד הקרקע והיווצרות הקרום הבלתי חדיר למים. במחקר שנערך בשדה תפוחי אדמה באזור השרון, נעשה שימוש





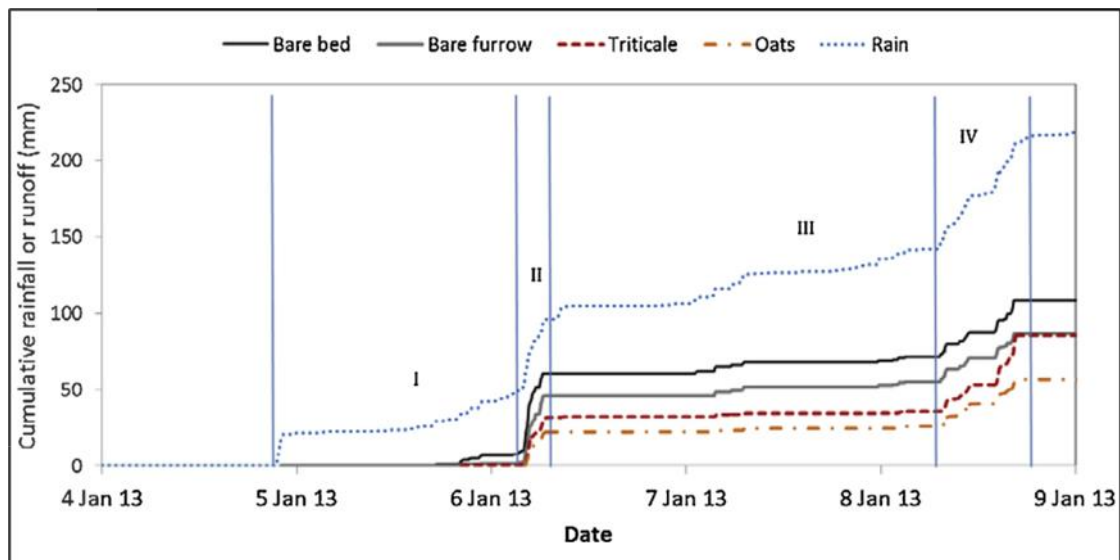
בכיסוי צמחי ונמדדו כמויות הסחף והנגר. מתוצאות המחקר עולה כי סחף הקרקע פחת ב- 95%  
**וסך הנגר העילי פחת ביותר מ- 60%** (Eshel et al., 2015).

מחקר באקלים ים תיכוני בספרד הראה תוצאות דומות עם הפחתה של עד 82% בכמות הסחף  
(Garcia et al., 2010) ובכ- 77% בכמות הנגר. כמו כן, זמן ההופעה של הנגר במוצא הניקוז  
לאחר שימוש בצמחייה היה ארוך פי 7 מאשר על קרקע חשופה (איור 11).

להתפתחות של נגר וסחף השפעות נרחבות על הסביבה. משטחים תורמי נגר וסחף גורמים  
לסתימות של מערכות ניקוז, הצפות ופחיתה בהעשרה של מי התהום. מיתון אפקט הנגר והסחף  
אפשרי באמצעות כיסוי קרקע צמחי והינו אינטרס כלכלי וסביבתי מובהק המעוגן גם במדיניות  
התכנון בישראל (מדריך לתכנון ובנייה משמרת נגר עילי, משרד השיכון, המשרד להגנת הסביבה,  
משרד החקלאות ופיתוח הכפר 2004).



**איור 11 - עובי הנגר והגשם (בכחול מקווקו) בטיפול כיסוי צומח שונים במהלך סופת גשם בינואר 2013**  
(Eshel et al., 2015)



### 5.3 פירוט השינויים

1. תכנון שיחים משהים על פני שטח התכנית.
2. מעבירים אירים במפגש בין ערוצי הזרימה לבין הדרכים ההיקפיות





## 6 סיכום

מתקן פוטו ברור חיל 2 מתוכנן על שטח של כ-128 דונם התכנית ממוקמת בסמיכות למתקן פוטו וולטאי קיים ברור-חיל, בשטחי המשבצת של הקיבוץ. אל שטח התכנית מתנקזים שטחים חקלאיים פתוחים ושטחי לולים מכיוון מעלה אגן הניקוז. בתוך התכנית עובר ערוצון נחל העובר בגבול המזרחי וחוצה לגבול המערבי. הזרימה ממשיכה בשולי השדות עד לכביש 232 ומשם לנחל ברור.

שטח התכנית אינו נמצא בתוך תחום השפעה של נחלים המוגדרים בתמ"א 1. עקב השינוי בשימושי הקרקע מקדם הנגר לספיקת שיא משטח התכנית צפוי להשתנות ולעלות מכ-0.30-0.40 עד ל-0.65-0.70. תוספת הנגר הצפויה להתקבל משטח זה עקב יישום התכנית באירוע גשם בעל הסתברות של 5% היא כ-1250 מ"ק. תכנית ניהול הנגר מציעה פתרונות להתמודדות עם הנגר הנוצר בתחום התכנית וכן עם הנגר המגיע מהשטחים במעלה אגן הניקוז באמצעות פתרונות מגוונים להשהיה וריסון מי הנגר בתחום התכנית. כל זאת ע"מ למנוע נזקים לתשתיות המתקן ולשטחים החקלאיים הסובבים את התכנית ובמורד אגן הניקוז.



## 7 הוראות התכנית

1. על היזם לנקוט בכל אמצעי על מנת שכמות הנגר והסחף היוצאים משטח התכנית לא תהיה גדולה יותר מכמות הנגר והסחף שתורם השטח לפני יישום התכנית
2. ניתן לבצע שימור נגר וקרקע בתכנית באמצעים שונים ומגוונים ובלבד שיוכחו כיעילים כגון: שימוש בכיסוי קרקע צמחי, גדודיות, ש"חים ועוד.
3. שימור קרקע בתחום התכנית ע"י זריעה/ עידוד צמחייה מתאימה, בין הפאנלים להגדלת חספוס הקרקע וחדור המים.
4. מניעת סחף קרקע והתחתרות בתעלות הניקוז ע"י זריעה/ עידוד צמחייה מתאימה נמוכה בשולי המתקן ובתוואי האפיק העובר בשטח המתקן.
5. אם בכוונת היזם לבנות תעלות מגן עליו לוודא שהתעלות יציבות או מיוצבות כנגד ארוזיה וכן קיים מוצא לעורק ניקוז קיים.
6. אחת לשנה, במשך 5 השנים הראשונות תתבצע בדיקה ע"י איש מקצוע לבדוק את יעילות האמצעים להקטנת כמות הנגר העילי והסחף. דו"ח יוגש לרשות הניקוז ומשרד החקלאות מחוז דרום.
7. במידה וימצא כי האמצעים אינם עומדים בדרישות יוסיף היזם אמצעים נוספים.
8. לאחר 5 השנים הראשונות תתבצע בדיקה מסוג זה אחת ל 3 שנים. דו"ח יוגש לרשות הניקוז ומשרד החקלאות מחוז דרום.





## 8 מקורות מידע

- ממוצעי משקעים 1981-2010, השירות המטאורולוגי.  
<http://www.ims.gov.il/IMS/CLIMATE/ClimaticAtlas/RainNormals.htm>
- מדריך לתכנון ובנייה משמרת נגר עילי, משרד הבינוי והשיכון, משרד החקלאות והמשרד לאיכות הסביבה, אוקטובר 2004.  
<http://www.sviva.gov.il/infoservices/reservoirinfo/doclib2/publications/p0701-p0800/p0790.pdf>
- עוצמות הגשם בישראל, הלוי, ר. ארבל, ש., דוח מסכם עבור נתיבי ישראל 2016.  
<http://online.fliphtml5.com/kfky/xep/>
- חישוב ספיקות תכן מאגנים קטנים, פולק שמואל ושמואל ארבל, דו"ע עבור מע"צ, ספטמבר 2012.



9 נספחים

נספח 1 : סוגי חבורות קרקע ומקדמי הנגר (מתוך "הנחיות לבנייה משמרת נגר בתחנות רכבת ומתחמי מסילה - מדריר תכנון")

| סימול | שם                                                                       | מקדם נגר | מידת התאמה לחלחול נגר |
|-------|--------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------------|
| A1    | טרה-רוסה על מדרונות תלולים                                               | 0.12     | מתאים חלקי            |
| A2    | טרה-רוסה על מדרונות מתונים עד תלולים יחסית                               | 0.14     | מתאים חלקי            |
| A3    | טרה-רוסה ורנדינה על מדרונות תלולים                                       | 0.16     | מתאים חלקי            |
| A4    | טרה-רוסה ורנדינה על מדרונות מתונים עד תלולים יחסית                       | 0.16     | מתאים חלקי            |
| A5    | טרה-רוסה אדומה על מדרונות תלולים                                         | 0.14     | מתאים חלקי            |
| A6    | טרה-רוסה אדומה על מדרונות מתונים עד תלולים יחסית                         | 0.16     | מתאים חלקי            |
| A7    | גרומוסול חום, קרקעות קולוביות – אלוביות אדומות וטרה-רוסה                 | 0.17     | מתאים חלקי            |
| A8    | קרטונזים וטרה-רוסה                                                       |          | מתאים חלקי            |
| B1    | רנדינה חומה על מדרונות תלולים                                            | 0.16     | מתאים חלקי            |
| B2    | רנדינה חומה על מדרונות מתונים עד תלולים יחסית                            | 0.25     | מתאים חלקי            |
| B3    | רנדינה חומה ורנדינה בהירה על מדרונות תלולים                              | 0.16     | מתאים חלקי            |
| B4    | רנדינה חומה ורנדינה בהירה על מדרונות מתונים עד תלולים יחסית              | 0.16     | מתאים חלקי            |
| B5    | קרקעות קולוביות-אלוביות ורנדינה                                          | 0.16     | מתאים חלקי            |
| B6    | גרומוסול חום ורנדינה חומה                                                | 0.20     | מתאים חלקי            |
| B7    | קרקעות חומות-כהות גרומוסוליות ורנדינה חומה                               | 0.16     | מתאים חלקי            |
| C1    | רנדינה בהירה על מדרונות תלולים                                           | 0.01     | מתאים חלקי            |
| C2    | רנדינה בהירה על מדרונות מתונים עד תלולים יחסית                           | 0.18     | מתאים חלקי            |
| D1    | פרוטוגרומוסול בזלתי                                                      | 0.75     | לא מתאים              |
| D2    | פרוטוגרומוסול ורנדינה אפורה                                              | 0.75     | לא מתאים              |
| D3    | גרומוסול חום-שחרחר בזלתי ופרוטוגרומוסול בזלתי                            | 0.15     | מתאים חלקי            |
| D4    | גרומוסול חום-אדום בזלתי ופרוטוגרומוסול בזלתי                             | 0.15     | מתאים חלקי            |
| E1    | קרקעות אלוביות חמריות וגלי                                               | 0.28     | מתאים                 |
| E2    | פרה-רנדינה                                                               | 0.24     | מתאים                 |
| E3    | חמרה                                                                     | 0.38     | מתאים                 |
| E4    | חמרה חולית                                                               | 0.08     | מתאים                 |
| H1    | גרומוסול חום אלובי                                                       | 0.44     | לא מתאים              |
| H2    | גרומוסול חום וחום-שחרחר אקומולאטיבי על גבעות                             | 0.90     | לא מתאים              |
| H3    | גרומוסול חום אקומולאטיבי מכיל גיר וקרקעות חומות כהות רזידואליות          | 0.90     | לא מתאים              |
| H4    | גרומוסול הידרומורפי וגלי גרומוסולי                                       | 0.80     | לא מתאים              |
| H5    | גרומוסול חום אלובי וגרומוסול הידרומורפי                                  | 0.80     | לא מתאים              |
| H6    | קרקע קולובית-אלובית בהירה, קרטוני                                        |          | לא מתאים              |
| H7    | קרקע קולובית-אלובית וגרומוסול                                            | 0.40     | לא מתאים              |
| H8    | קרקעות אורגניות                                                          |          | לא מתאים              |
| H9    | גרומוסול חום-שחרחר בזלתי וגרומוסול חום                                   | 0.75     | לא מתאים              |
| H10   | גרומוסול חום-שחרחר בזלתי                                                 |          | לא מתאים              |
| H11   | גרומוסול חום-אדום בזלתי                                                  | 0.90     | לא מתאים              |
| H12   | נזא צרורי חרסיתי וחמרה חומה צרורי חרסיתי                                 |          | לא מתאים              |
| K1    | קרקעות חומות-כהות גרומוסוליות אלוביות וקרקעות אלוביות חומות-כהות סילטיות | 0.29     | אין מידע              |
| K2    | קרקעות חומות-כהות גרומוסוליות                                            | 0.50     | אין מידע              |
| K3    | קרקעות חומות-כהות גרומוסוליות וקרקעות חומות-כהות רזידואליות              | 0.29     | אין מידע              |
| K4    | סין חרסיתי קולובי-אלובי רנדיני, מכיל גיר                                 |          | אין מידע              |
| L1    | סין חרסיתי אלובי חום גיר וסין אלובי חום סילטי גיר                        | 0.20     | אין מידע              |
| L2    | סירזים גירי                                                              | 0.20     | אין מידע              |
| L3    | סירזים גירי, גרומוסול הידרומורפי חורי וגרומוסול גירי                     | 0.20     | אין מידע              |
| L4    | גלי אגמי                                                                 | 0.20     | אין מידע              |



| סימול | שם                                                                          | מקדם נגר | מידת התאמה לחלחול נגר |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------------|
| M1    | ליתוסול חום וליתוסול קולובי אלובי                                           | 0.20     | אין מידע              |
| M2    | קרקעות חומות-בהירות ולסיות וליתוסול חום                                     | 0.20     | אין מידע              |
| N1    | לס של הנגב הצפוני (אזור הקרקע החומה)                                        | 0.90     | אין מידע              |
| N2    | קרקעות חומות-בהירות לסיות ולס                                               | 0.90     | אין מידע              |
| N3    | קרקעות חומות-בהירות לסיות קרקעות חומות-בהירות קוואציות-פסמיות רזדואליות ולס |          | אין מידע              |
| N4    | קרקעות חומות-בהירות לסיות וקרקעות חומות-כהות גרומסוליות                     | 0.90     | אין מידע              |
| N5    | רגוסול לסי ולס                                                              |          | אין מידע              |
| R1    | לס של שפלת הנגב והר הנגב (אזור הסירוזים)                                    | 080      | אין מידע              |
| R2    | סירוזים לסי ולס                                                             | 080      | אין מידע              |
| R3    | סירוזים לסי וקרקעות חומות-בהירות קוואציות-פסמיות רזדואליות                  | 080      | אין מידע              |
| R4    | לס ואלוביות מדברי גס                                                        | 080      | אין מידע              |
| R5    | סירוזים אבנוני ולס                                                          | 080      | אין מידע              |
| R6    | סירוזים אבנוני חול וחול אלובי איאולי                                        | 080      | אין מידע              |
| R7    | סירוזים אבנוני                                                              | 080      | אין מידע              |
| S1    | סלעים חשופים ולס                                                            | 0.20     | אין מידע              |
| S2    | סלעים חשופים ליתוסול חום ולס                                                | 0.20     | אין מידע              |
| S3    | ליתוסול מדברי רנדזיני                                                       | 0.20     | אין מידע              |
| S4    | סירוזים לסי וליתוסול חום                                                    | 0.20     | אין מידע              |
| T1    | לס וקרקעות חוליות                                                           |          | אין מידע              |
| T2    | חול "גבולות" וקרקעות חומות-בהירות קוואציות-פסמיות רזדואליות                 |          | אין מידע              |
| T3    | חול איאולי וליתוסול מדברי רנדזיני חולי                                      |          | אין מידע              |
| T4    | חול "גבולות" וסירוזים אבנוני                                                |          | אין מידע              |
| T5    | סלעים חשופים וחול איאולי                                                    |          | אין מידע              |
| V1    | חול נודד, שדות חול ופרה-רנדזיניה                                            | 0.00     | מתאים                 |
| V2    | חול נודד ושדות חול                                                          | 0.00     | מתאים                 |
| V3    | חול נודד ואלוביום לסי                                                       | 0.00     | מתאים                 |
| W1    | רגוסול לסי ורגוסול חרסיתי                                                   | 0.50     | אין מידע              |
| W2    | רגוסול חולי, רגוסול חמרי ורגוסול חרסיתי                                     | 0.50     | אין מידע              |
| W3    | ליתוסות מדברי רנדזיני אפור                                                  | 0.50     | אין מידע              |
| X1    | סלעים חשופים ואלוביום מדברי גס                                              | 0.40     | אין מידע              |
| X2    | רג וסלעים חשופים                                                            | 0.40     | אין מידע              |
| X3    | ליתוסול מדברי גירי                                                          | 0.40     | אין מידע              |
| X4    | ליתוסול מדברי גירי וגבעות קירטוניות וחוריות                                 | 0.40     | אין מידע              |
| X5    | רג ליתוסולי                                                                 | 0.40     | אין מידע              |
| X6    | רג ליתוסולי ולס                                                             | 0.40     | אין מידע              |
| Y1    | אלוביום מדברי גס                                                            |          | אין מידע              |
| Y2    | רג רגוסולי ואלוביום מדברי גס                                                |          | אין מידע              |
| Y3    | רג רגוסולי ורגוסול אבנוני                                                   |          | אין מידע              |
| Y4    | אלוביום מדברי גס ורגוסול אבנוני                                             |          | אין מידע              |
| Y5    | אלוביום חולי אבנוני                                                         |          | אין מידע              |
| Y6    | רג רגוסולי חולי, חול אלובי וחול איאולי                                      |          | אין מידע              |
| Y7    | סולונצ'ק חורי                                                               |          | לא מתאים              |
| Z1    | אלוביום לסי                                                                 |          | לא מתאים              |
| Z2    | סולונצ'ק                                                                    |          | לא מתאים              |



## נספח 2- קביעת מקדמים אמפיריים לשימוש בנוסחה הרציונלית

| טבלה מס' 14: מאפייני אגני ההיקוות, מקדמי ספיקה ומקדמי תיקון לזמן הריכוז המומלצים לשימוש בנוסחה הרציונלית |                                                                                 |                             |                      |                                    |                                  |                        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|----------------------|------------------------------------|----------------------------------|------------------------|
| מס' קבוצה                                                                                                | שימושי קרקע                                                                     | צפיפות רשת ניקוז ורמת הסדרה | שיפוע ממוצע של האפיק | חבורת קרקע שולטת (מיון לפי יואל ד) | מקדם הכפלה לזמן ריכוז לפי קירפיד | מקדם ספיקה בהסתברות 1% |
| 1                                                                                                        | גידולי שדה, כרמים, מטעים ופרדסים צעירים, קרקעות חשופות ללא אמצעי שימור קרקע     | מפותחת                      | גדול מ-1%            | H <sub>9,11,D</sub> , E,K,B        | 0.4                              | 0.75                   |
| 2                                                                                                        | גידולי שדה, כרמים, מטעים ופרדסים צעירים, קרקעות חשופות ללא אמצעי שימור קרקע     | לא מפותחת                   | קטן מ-1%             | H <sub>1,5</sub> , E, K            | (0.6)                            | 0.3                    |
| 3                                                                                                        | קרקעות מחופות היטב, מטעים מבוגרים עם חיפוי נוף נרחב, קרקעות עם אמצעי שימור קרקע | לא מפותחת כלל               | גדול מ-1%            | B,H,K,E                            | 1.0                              | 0.3                    |
| 4                                                                                                        | שדות בור וחורש ים תיכוני בקרקעות הרריות                                         | מפותחת                      | גדול מ-1%            | M,B,A,D                            | 1.2                              | 0.25                   |
| 4א                                                                                                       | שדות בור וחורש ים תיכוני בקרקעות הרריות                                         | לא מפותחת                   | גדול מ-1%            | M,B,A,D                            | (1.3)                            | (0.15)                 |
| 5                                                                                                        | יערות ותיקים וקצירי נגר                                                         | -                           | -                    | M,B,A                              | -                                | 0                      |
| 6                                                                                                        | שטחים חקלאים במישורים                                                           | לא מפותחת                   | קטן מ-0.5%           | H <sub>1,5</sub>                   | 1.1                              | 0.15                   |
| 7                                                                                                        | עירוני                                                                          | מע' ניקוז משופרת            | גדול מ-0.5%          | -                                  | 0.25                             | 0.6                    |
| 8                                                                                                        | כפרי ועירוני                                                                    | מע' ניקוז ישנה              | קטן מ-0.5%           | -                                  | (0.4)                            | 0.3                    |
| 9                                                                                                        | כפרי ועירוני                                                                    | מע' ניקוז ישנה              | גדול מ-0.5%          | -                                  | (0.5)                            | 0.5                    |
| 10                                                                                                       | קרקעות מדבריות חשופות                                                           | מפותח מאד טבעי              | גדול מ-3%            | R,X,Y <sub>3</sub> , M,N,S         | 0.4                              | 0.9                    |
| 11                                                                                                       | קרקעות מדבריות חשופות                                                           | לא מפותחת                   | קטן מ-3%             | Y <sub>1-7</sub>                   | 0.8                              | 0.4                    |
| 12                                                                                                       | קרקעות חוליות                                                                   | לא מפותחת                   | קטן מ-1%             | E <sub>4</sub> ,V <sub>2</sub>     | 1                                | 0.2                    |



נספח 3- מקדמי מעבר לחישוב ספיקות בהסתברויות השונות מ-1%.

**טבלה מס' 15 : מקדמי מעבר לחישוב ספיקות בהסתברויות שונות**

| מס' קבוצה | שימושי קרקע                                                                     | הסתברות 2% | הסתברות 5% | הסתברות 10% |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------|------------|------------|-------------|
| 1         | גידולי שדה, כרמים, מטעים ופרדסים צעירים, קרקעות חשופות ללא אמצעי שימור קרקע     | 0.75       | 0.45       | 0.3         |
| 2         | גידולי שדה, כרמים, מטעים ופרדסים צעירים, קרקעות חשופות ללא אמצעי שימור קרקע     | 0.7        | 0.4        | 0.25        |
| 3         | קרקעות מחופות היטב, מטעים מבוגרים עם חיפוי נוף נרחב, קרקעות עם אמצעי שימור קרקע | 0.8        | 0.6        | 0.45        |
| 4         | שדות בור וחורשים תיכוניים בקרקעות הרריות                                        | 0.75       | 0.5        | 0.3         |
| 5         | יערות ותיקים וקצירי נגר                                                         |            |            |             |
| 6         | שטחים חקלאיים במישורים                                                          | 0.9        | 0.7        | 0.5         |
| 7         | עירוני                                                                          | 0.9        | 0.8        | 0.7         |
| 8         | כפרי ועירוני                                                                    | 0.9        | 0.6        | 0.5         |
| 9         | כפרי ועירוני                                                                    | 0.9        | 0.7        | 0.6         |
| 10        | קרקעות מדבריות חשופות                                                           | 0.6        | 0.25       | 0.15        |



## נספח 2 - נספח מנחה להכנת נספח לניהול הטיפול במי נגר עילי וניקוז

### נספח ב'4 - הנחיות להכנת מסמך ניהול נגר

#### 1. כללי (כל התכניות)

מסמך לניהול הטיפול במי נגר עילי וניקוז לתכנית ייערך בהתאם להנחיות הבאות:

- המסמך יוגש באחריות עורך התכנית.
- המסמך יוכן בהתאם לתכנית אב לניקוז או תכנית אב אגנית.
- המסמך יתייחס לכל המרכיבים בתכנית שיש להם השפעה על ניהול נגר ועל מערכת הניקוז הקיימת.
- המסמך יכלול רשימת מקורות המידע ונתונים ששימשו את מכיני המסמך.

#### 2. נתוני הרקע (כל התכניות)

מסמך ניהול הטיפול במי נגר עילי ובמערכות ניקוז יכלול את המידע הממופה ותיאור מידע רלבנטי כדלקמן:

- מפה טופוגרפית מעודכנת מאת המרכז למיפוי ישראל, בקנה מידה המתאים לרמת פירוט התכנית, המציגה את תחום התכנית על רקע אגני ההיקוות, בהדגשת הנחלים ופשטי ההצפה, מערכת הניקוז וקווי תשתיות, מסילות ברזל ודרכים.
- מפת שימושי קרקע, מפת ייעודי קרקע לפי תכניות מאושרות ומפה טופוגרפית בתחום התכנית וסביבתה בקנה המידה המתאים לרמת פירוט התכנית ובטווח הרלבנטי לנושא פתרון הניקוז המוצע.
- תיאור הסביבה וציון נושאים אופייניים לאזור כגון שמירה על ערכי טבע ונוף, סחף קרקע, הצפות, ניקוז לקוי וכדומה.

#### 3. הנחיות (תכנית מתארית)

- 3.1 סיווג הקרקע לפי מפות מדריך "חבורות הקרקע" (1975) בקנ"מ 1: 50,000 או לפי מפות הסקר הארצי (1955) בקנ"מ 1: 20,000.
- 3.2 בהעדר הנתונים ההידרולוגיים הנדרשים, יוכן סקר הידרולוגי שיכלול:
  - א. משטר הגשמים
  - ב. כושר החידור של הקרקע
  - ג. מיקום תחנות הידרומטריות בתחום ההתנקזות הנדון ובסביבתו
  - ד. נתונים מדודים של ספיקות מים ונפחי זרימה בתחום ההתנקזות הנדון ובסביבתו
  - ה. סקירת הצפות קודמות בתחום התכנית ובשטחים גובלים

#### 4. הנחיות (תכנית מפורטת)

- 4.1 חישוב ספיקת התכן בנחלים שבתחום התכנית יתבסס על הטבלה הבאה או על פי עדכונים כפי שיעודכנו מעת לעת על-ידי אגף שימור קרקע במשרד החקלאות ופיתוח הכפר:

4.2

| השימוש בשטח                                          | תקופת חזרה בשנים | הסתברות מירבית לאירוע בשנה מסוימת |
|------------------------------------------------------|------------------|-----------------------------------|
| חקלאות: גידולי שדה ומטעים, פארקים                    | 10               | 10%                               |
| בתי צמיחה                                            | 25               | 4%                                |
| כבישים ומסילות ברזל*                                 | לפחות 50         | 2% לכל היותר                      |
| סוללות מאגרים וסכרים**                               | 100              | 1%                                |
| מערכת הגנה על שטחים מבוזגים**                        | 100              | 1%                                |
| תיעול עירוני (רחובות, מגרשי חניה, חצרות בתים וכדומה) | 5 עד 50          | 20% עד 2%                         |
| קביעת גובה 0.0 לבתים**                               | 100              | 1%                                |
| מתקן הנדסי בתוך הנחל                                 | לפחות 50         | 2% לכל היותר                      |
| הגנה על מתקנים אסטרטגיים**                           | 100              | 1%                                |

\*הצפת מיסעות וגשרים לפי תקני מע"צ ורכבת ישראל

150

נספחים – חטיבת תשתיות

תמ"א 1



\*\*בכל מקרה שיש סיכון של ממש לחיי אדם, הסתברות התכנון תהיה 1% ומטה בהתאם לדרגת הסיכון וחומרת הנזק.

- 4.3 חישוב ספיקת התכן בנחלים שבתחום התכנית יבוצע לשני מצבים: למצב קיים בשטח לפני השינויים המתוכננים ולמצב מוצע, לאחר השינויים המוצעים.
- 4.4 לחישוב ספיקת התכן בנחלים שבתחום התכנית מומלץ להתבסס על מספר מודלים הידרולוגיים מקובלים.
- 4.5 תיאור מערכת הניקוז הקיימת בתחום התכנית יכלול את מידות הנחלים, שיפועי אורך, חתכי רוחב, ציפוי קרקעית הנחלים ומבנים בתוך הנחלים (מפלים, ביצור דופן וכדומה), מוצא מערכת הניקוז הקיימת במורד, חישוב כושר ההולכה של הנחלים הקיימים, ותיאור מנגנון תחזוקת הניקוז הקיים בתחום התכנית.
- 4.6 תוכן תכנית של פשטי ושטחי הצפה בהתאמה לטבלה בסעיף 2.6.

## 5. תיאור התכנית המוצעת

- 5.1 התכנית תוצג על גבי מפה טופוגרפית בקנה מידה המתאים לרמת פירוט התכנית ובטווח הרלבנטי לנושא הניקוז ותכלול:
  - א. גבולות אגני ניקוז ותת-אגנים בתחום התכנית, קווי ניקוז, תוואי תעלות ומובילי מים סגורים וחיבורם לנחלים.
  - ב. חיבור מוצאי הנחלים בתכנית לנחל המסוגל לקלוט את כל הנגר החזוי ע"פ ספיקות התכן המחושבות. התכנית תציין ותפרט את נתיבי זרימת הנגר בתחומה.
  - 5.2 חתכי אורך ורוחב אופייניים של הנחלים המתוכננים הכוללים את הנחל ותחום 20 מטר מכל צד של הנחל.
  - 5.3 שרטוטים של מתקנים, במידה ומוצעים, הקשורים בנחלים כגון מעבירי מים, סוללות, תעלות, מתקני קליטת מים, מפלים ומבנים הידראוליים אחרים.
  - 5.4 המפרטים הטכניים המתייחסים לאמצעי ייצוב לנחלים והגנה על מתקנים.
  - 5.5 נתוני תכנון הנחלים ירוכזו ויוצגו בשתי טבלאות:
    - ג. טבלת סיכום שתכלול: מסי' תת-אגן ההיקוות, שטח האגן, שטח פתוח, שטח בנוי, ספיקת התכן בהסתברויות השונות, אורך קטע הנחל ורוחב בין הגדות.
    - ד. טבלה מפורטת לכל אגן וקטעי נחל (החלוקה לקטעים לפי שינויים בולטים בשיפוע האורכי או כניסת נחלים נוספים) שתכלול: זיהוי נחל והקטע, גודל אגן ההיקוות המתקן לקטע, ספיקת התכן, הספיקה המרבית שיכולה לעבור בנחל (חתך זרימה שכולל את הבלט), שיפוע אורכי מתוכנן, צורת חתך הנחל ושיפועי הדפנות, מהירות הזרימה המחושבת, גובה המים בספיקת התכן – בלט מיינימלי, אמצעי ייצוב הנחל בהתאם למהירות המותרת והערוות.
    - 5.6 התכנית תכלול חישובים הידראוליים של מערכת הניקוז המוצעת ותכנון מבנים כגון גשרים, מפלים וכדומה, לרבות קביעת גובה 0.0 לרצפת המבנים.
    - 5.7 יינתנו הנחיות להכנת תכנית הניקוז המפורטת. תכנית ניקוז מפורטת תוכן יחד עם תכנית פיתוח השטח המתוכנן. ביצוע התכנית בפועל יהיה תנאי למתן היתרי בניה.
    - 5.8 קביעת גובה מיינימלי, מעל רום שיטפון החזוי בהסתברות מוגדרת, לרצפת מבנים, לדרכים ולמתקנים הנדסיים.

## 6. הנחיות (תכנית מתארית) - השפעות צפויות על הסביבה

- 6.1 נפח האיגום או ההצפה הצפוי, תדירות ההצפה ומשכה החזוי.
- 6.2 תוספת או הפחתת הנגר הצפוי כתוצאה מביצוע התכנית.
- 6.3 ההשפעות של פתרונות הניקוז המוצעים על שטחים גובלים ועל שטחים במורד אגן ההיקוות כתוצאה משינויים במשטר הנגר עקב ביצוע התכנית.
- 6.4 ההשפעות של פתרונות הניקוז המוצעים על אפיק הנחל, גדותיו וסביבתו.
- 6.5 ההשפעות על תחום התכנית בשל נגר המגיע אליה ממעלה אגן ההיקוות.



## 7. הנחיות כלליות (כל התכניות)

### 7.1 אמצעים למניעת נזקים

תכנון אמצעים למזעור השפעת התכנית על הסביבה תוצג על גבי מפה טופוגרפית בקנה מידה המתאים לרמת פירוט התכנית ובטווח הרלבנטי לנושא הסביבה ויכלול:

- א. תיאור האמצעים להגברת החלחול בשטח בנוי במטרה להקטין את כמויות המים המגיעות למערכות הניקוז האזוריות, להקטין עלויות פעולות הניקוז ולהעשיר את מי התהום.
- ב. פירוט השינויים הנדרשים במערכת הניקוז הקיימת כדי לקלוט את מי הנגר הנוספים, באם ישנם. השינויים יתואמו עם רשות הניקוז או הרשות המקומית הרלבנטית.
- ג. פירוט האמצעים לצמצום פגיעה בטבע ובנוף, באתרי עתיקות, באפיק הנחל ובשטחים גובלים, לרבות שטחים חקלאיים ושטחים שאינם מבוזנים, כתוצאה מפתרונות הניקוז המוצעים בתכנית.
- ד. המלצות להוראות התכנית שיבטיחו צמצום נזקי הצפות, שיטפונות וסחף וטיפול בנגר שמקורו בתחום התכנית.

## 8. הנחיות כלליות (תכנית מתארית)

### 8.1 תוכן תכנית שצ"פים ושטחים פתוחים הפנויים בתכנית תת-קרקעית שתכלול:

- א. מפת מיקום והיקף השטח הנדרש להשגה ולאיוגוס הנגר על פי הנפח המתוכנן.
- ב. במפת התכנית יסומנו קידוחי החדרה ככל שיתוכננו בצירוף חתך גאולוגי ומפרט טכני של הקידוח, כל אלה באישור רשות המים.
- ג. תכנית שצ"פים ושטחים פתוחים הפנויים מתכנית תת-קרקעית תהווה חלק בלתי נפרד מתכנית הניקוז המפורטת ומרכיב מחייב בתוכנית הפיתוח.
- ד. שלבי ביצוע התכנית יתאמו עם שלבי ביצוע התכנית הסטטוטורית, יפורטו בהוראות התכנית כמרכיב מחייב.

### 8.2 פתרון קצה למערכת הניקוז המתוכננת ייכלל בקו הכחול של התכנית.