

תכנית מס' 651-0770248

מסמך לניהול הטיפול במי נגר עילי וניקוז

הרחבת מתקן פוטו וולטאי עין השלושה



דצמבר, 2019

עורכי המסמך:

הידרולוגיה- אורי סגל, יעקב פרויס

מיפוי- אדר רוזנפלד

גיאוטבע ייעוץ סביבתי בע"מ



תוכן עניינים

3.....	מבוא	1
4.....	רקע	2
4.....	תיאור מתקן פוטו וולטאי	2.1
5.....	תיאור סביבה (טופוגרפיה, שיפועים, קרקעות)	2.2
6.....	שימושי ויעודי קרקע	2.3
6.....	שימושי קרקע	2.3.1
6.....	יעודי הקרקע	2.3.2
7.....	מערכת הנחלים	2.4
7.....	נחלים לפי תמ"א 34 ב' 3	2.4.1
7.....	תחנות הידרומטרית בסמוך לשטח התכנית	2.4.2
7.....	הידרולוגיה	3
7.....	גשם	3.1
8.....	שיטות לחישוב ספיקות באגנים קטנים	3.2
9.....	מערכת ניקוז בקרבת התכנית	3.3
12.....	חישוב ספיקת התכן	3.4
12.....	חישוב נפח הנגר	3.5
13.....	תכנית ניקוז למתקן פוטו וולטאי	4
13.....	מערכת ניקוז מוצעת בתחום המתקן	4.1
15.....	השפעת התכנית על ספיקה ונפח הנגר	4.2
15.....	ספיקת שיא	4.2.1
15.....	נפח נגר	4.2.2
15.....	אמצעים להשהיית נגר	4.3
16.....	פרטים עקרוניים למתקני שימור וניקוז	4.4
18.....	השפעת כיסוי קרקע צמחי על נגר וסחף קרקע	4.5





19.....	אמצעים למניעת נזקים	5
19.....	תיאור האמצעים להגברת חלחול	5.1
19.....	פירוט השינויים	5.2
20.....	סיכום	6
20.....	הוראות התכנית	7
21.....	מקורות מידע	8
22.....	נספחים	9



1 מבוא

מתקן פוטו וולטאי עין השלושה מתוכנן לשטח של כ-170 דונם, והינו חלק משטחי המשבצת החקלאית של קיבוץ עין השלושה. התכנית ממקומת בתחום אגן הניקוז של נחל בשור. מסמך זה מהווה נספח ניקוז לתכנית זו וכולל התייחסות לנושאים הבאים:

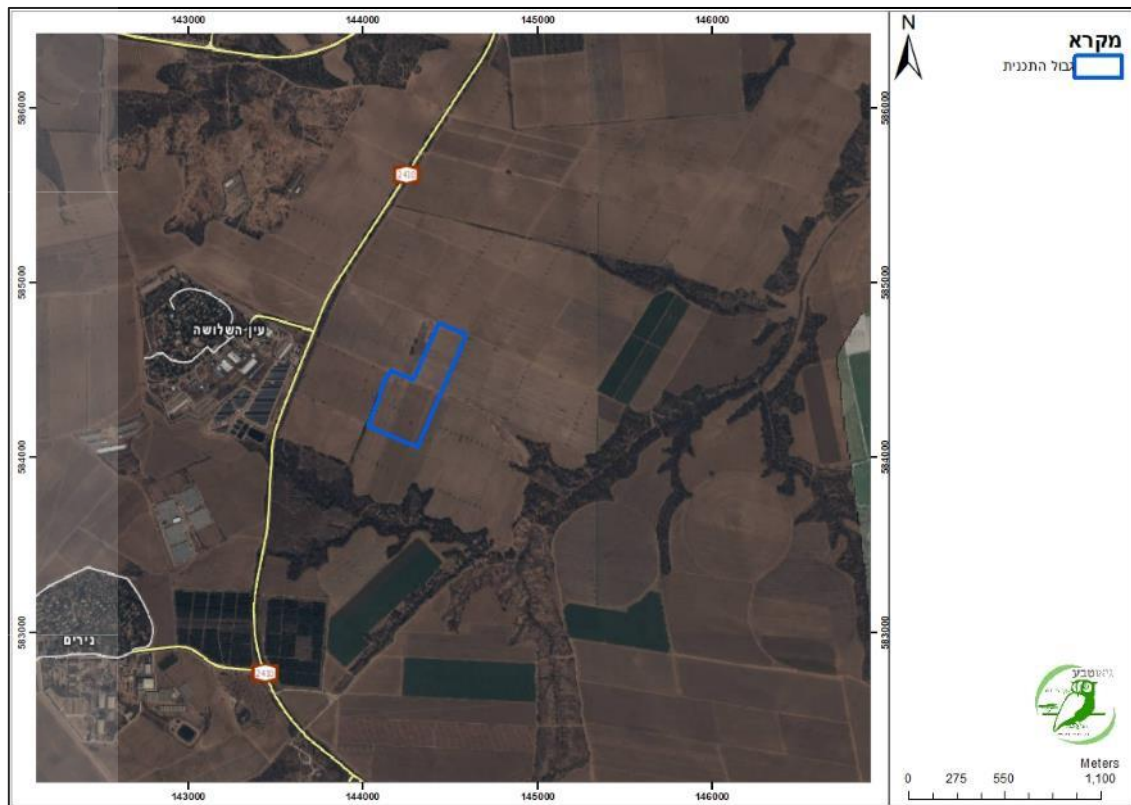


- מיקום התכנית ביחס לעורקי ניקוז כפי שמוגדרים בתמ"א 34 ב'3 וניתוח תפקוד מערך הניקוז הקיים.
- טיפול במי נגר, שמקורו בתחום התכנית, וכולל פתרונות השהייה, ריסון וחלחול נגר.
- התייחסות לנושאים של שימור נגר.
- ניתוח השפעה אפשרית של התכנית על המערכת ההידרולוגית הקרובה ולהיפך- השפעת הסביבה על אזור התוכנית.

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



איור 1: מפת התמצאות



2 רקע

2.1 תיאור מתקן פוטו וולטאי

חברת "אנרג'יקס" יוזמת פרויקט להפקת אנרגיה פוטו וולטאית. השטח המוצע הוא 170 דונם והוא יורכב מפאנלים פוטו וולטאים קרקעיים מקובעים (Fixed) או ממערכת טראקרים (Tracker) חד-צירית העוקבת אחרי השמש במהלך שעות היום. כל פאנל פוטו וולטאי מורכב ממודולים בגודל של כ-2 מ"ר ובהספק של כ-360W כל אחד. הפאנלים הפוטו וולטאים יורכבו על קונסטרוקציית מתכת מגולוונת בזווית של כ-12° ובאזימוט של 180 מעלות לכיוון דרום. הפאנלים יונחו בשורות בכיוון מזרח-מערב. קונסטרוקציית המתכת תעוגן בקרקע באמצעות נעיצת יתדות לעומק של כ-2 מ', בהתאם למסקנות סקר הקרקע. נעיצת מוטות פלדה בקרקע תאפשר התאמה לטופוגרפיה המקומית, ככל שניתן במינימום עבודות חישוף קרקע. בין השורות ישמר מרווח למניעת הצללה הדדית בין הפאנלים.

עומק הטמנת תשתית חשמל הוא לפחות 80 ס"מ, על פי חוק החשמל. בעת התכנון המפורט תיבחן אפשרות לניקוי הפאנלים באמצעות טכנולוגיה יבשה באמצעות רובוטים המותקנים על גבי

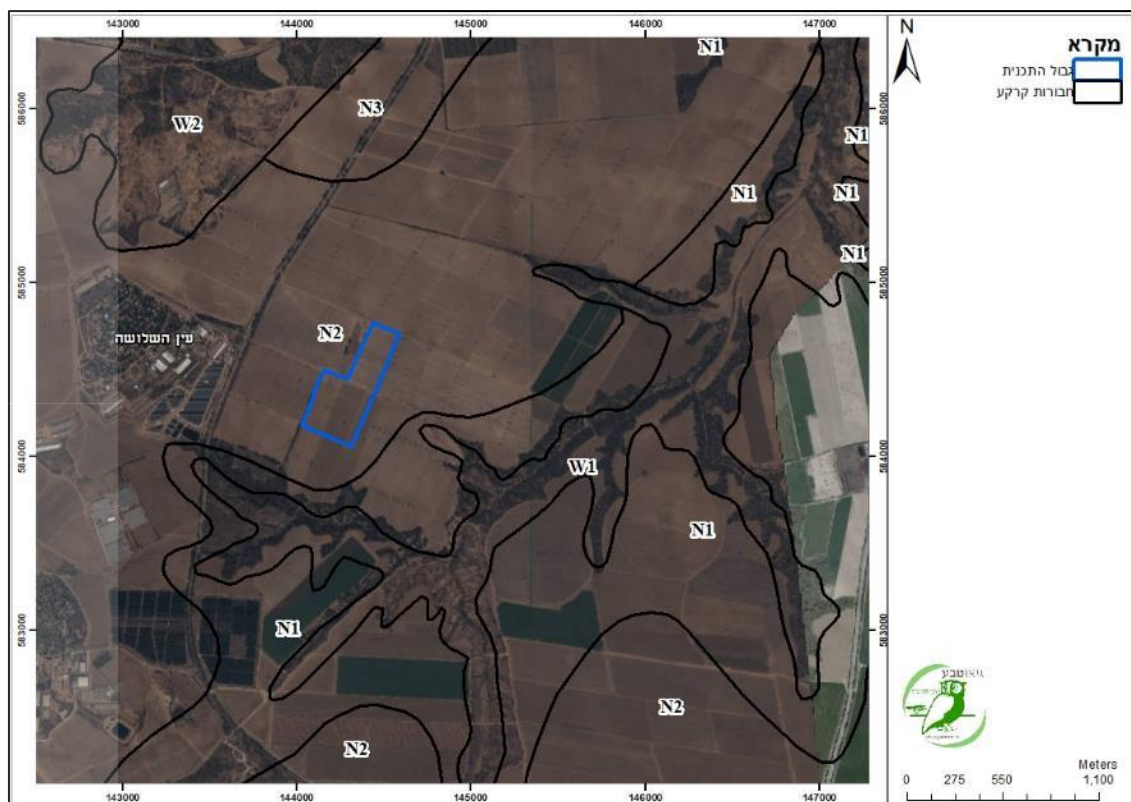


הקונסטרוקציה של הפאנלים. במידה ולבסוף תיבחר שיטה של שטיפה, זו תבוצע ע"פ הצורך, 4- 5 פעמים בשנה. כל עבודות תחזוקה תבוצענה ע"י רכבים קלים.

2.2 תיאור סביבה (טופוגרפיה, שיפועים, קרקעות)

שטח התכנית נמצא במישור החוף הדרומי, בתחום המשבצת החקלאית של קיבוץ עין השלושה, ממזרח לכביש 2410 וממערב לערוצו של נחל אסף. גובהו כ-90 מ' מפ"ה, ומעובדים בו גידולי שדה. הקרקע המצויה היא קרקע חומה בהירה לסית האופיינית לאזור זה שסימולה N2 לפי אטלס הקרקעות של יואל דן (טבלה 1). מורכבת מקרקעות חומות ומכילה לס ממקור אולי דרומי, המופיע בעיקר באופקים העליונים. לס מגביר את אטימות השכבה העליונה ומעלה משמעותית את מקדם הנגר. השטח קולט נגר משטחי פרדסים ממערב לו ומתנקז אל יובל של נחל אסף בזרימה משטחית על גבי מדרונות בשיפועים של 1-2.5%.

איור 2: חבורות קרקע. סביבת התכנית מוגדרת כ-N2, ניתן לראות נוכחות של N1, קרקע לסית יותר, בקרבת ערוצי הנחלים, ורגוסול לסי, W1, בתוואי הנחלים.



טבלה 1: חבורות קרקע בשטח התכנית ומקדמי נגר לספיקת שיא

סימול	תיאור	מקדם נגר	אחוז מהשטח
N2	קרקעות חומות בהירות לסיות וקרקעות לס	0.9	100%



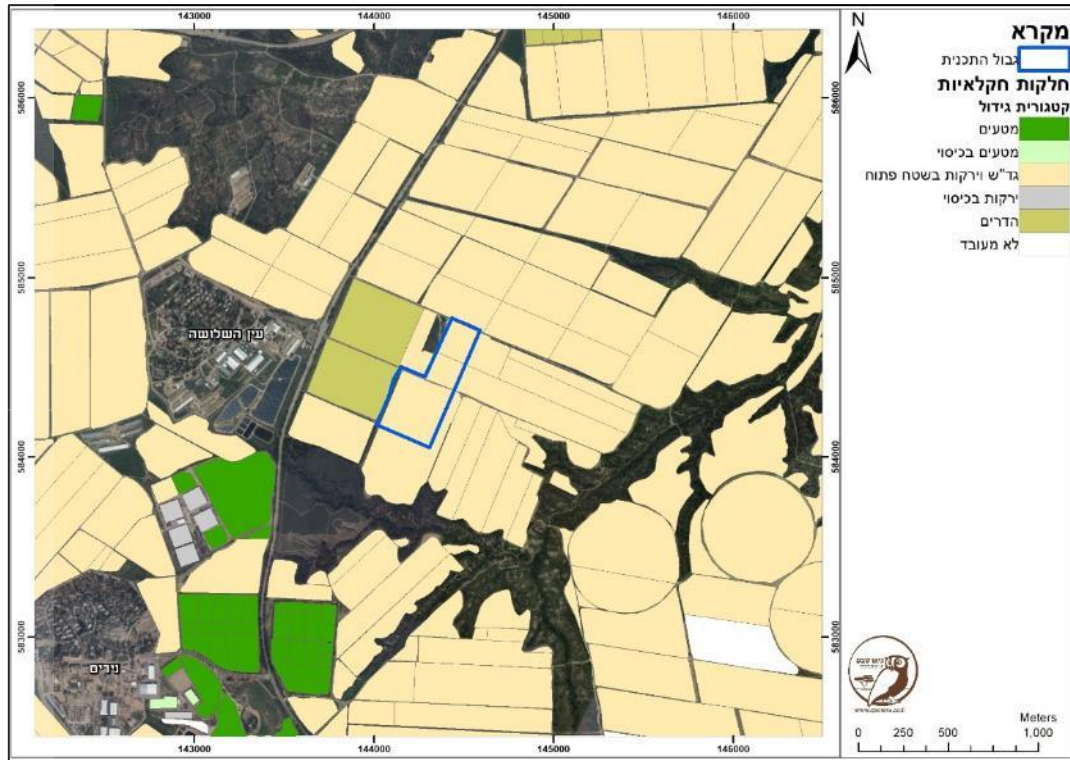


2.3 שימושי וייעודי קרקע

2.3.1 שימושי קרקע

שימוש הקרקע באזור התכנית הוא לגידולי שדה (איור 3). ממערב לתכנית ישנם פרדסי הדירים.

איור 3: גבול התכנית על רקע מפת שימושי קרקע



2.3.2 ייעודי הקרקע

2.3.2.1 תכניות מתאר ארציות

תמ"א 3 – דרכים: השטח נמצא במרחק 3 ק"מ מדרך ראשית: כביש 232.

תמ"א 8 – שמורות טבע וגנים: שטח התכנית אינו נמצא בתחום או בקרבת גנים לאומיים ושמורות טבע.

תמ"א 14 – כרייה וחציבה: התכנית אינה סמוכה לשטחי כרייה וחציבה.

תמ"א 22 – יער וייעור: יער נטוע על תוואי נחל אסף נמצא 250 מ' דרומית לשטח.

תמ"א 3/ב/34 – נחלים וניקוז: נחל אסף, עורק ניקוז משני, זורם צפונה כ-750 מ' דרום מזרחית לשטח התכנית.

תמ"א 5/ב/34 – קווי מים: אין קווי מים בשטח או בסביבת התכנית.





תמ"א 37- גז טבעי: אין צינורות גז בשטח או בקרבת התכנית.

תמ"א 35/1:

- מרקמים: התוכנית ממוקמת בתחום מרקם כפרי.
- סביבה: התוכנית לא חופפת לתחום המוגדר כרגישות נופית סביבתית גבוהה.
- שטחי אש: התכנית אינה מצויה בשטח אש.
- מסדרונות אקולוגיים: התוכנית אינה סמוכה למסדרון אקולוגי על פי תמ"א 35/1.
- מכלולי נוף: אין חפיפה בין שטח התכנית לבין תחומי מכלול נופי.



2.3.2.2 תכנית מתאר מחוזית 14/4 מחוז דרום - יעודי קרקע

התכנית ממוקמת בתחום "קרקע חקלאית", ע"פ תמ"מ 14/4.

2.3.2.3 תכנית מתאר מקומית 651-0179409

תכנית לאתר קומפוסטציה מערבית ובצמידות למתקן פוטו-וולטאי המתוכנן. תכנית הניקוז לאתר הקמפוסט מגדירה שכל הנגר שעתיד להיווצר בתוך תחום התכנית ינוקז פנימית לתוך בריכת תשטיפים ועל כן לא יזרום אל החוצה אל המתקן הפוטו-וולטאי הסמוך. למעשה שטח זה נגרע מתוך האגן התורם נגר.



2.4 מערכת הנחלים

2.4.1 נחלים לפי תמ"א 34 ב' 3

נחל אסף מוגדר כעורק ניקוז משני, אורכו 8.5 ק"מ והוא זורם צפונה ונשפך לנחל הבשור. מזינים אותו שני יובלים: אחד מכיוון מערב וקיבוץ עין השלושה, והשני מכיוון דרום. היובלים והנחל מיוצבים בעצי אקליפטוס ואורן. תחום ההשפעה של עורק ניקוז משני במחוז דרום הוא 50 מ', וכך אין חפיפה בין שטח התכנית לנחל זה, שהמרחק ביניהם 800 מ'.



2.4.2 תחנות הידרומטרית בסמוך לשטח התכנית

שטח התכנית אינו סמוך לערוצי נחלים בהן ישנה מדידה של ספיקות המים בתחנות הידרומטריות. התחנות הקרובות הן בנחל הבשור אך הן מייצגות אגני-ניקוז בסדר גודל אחר. קרקעות הלס בשטח התכנית ידועות כתורמות נגר באחוזים גבוהים.

3 הידרולוגיה

3.1 גשם

עובי הגשם בתחנות המטאורולוגיות ברדיוס של 10 ק"מ מתחום התכנית מוצג בטבלה 2 להלן.





טבלה 2: ממוצע חודשי וממוצע רב שנתי של עובי הגשם, השירות המטאורולוגי (-1980) (2010).

ממוצע חודשי של כמות גשם (מ"מ)										
שם תחנה	מרחק מהתכנית (ק"מ)	9	10	11	12	1	2	3	4	5
נירים	1.5	0.2	14	42	67	79	62	37	9	0.5
מפלסים	11	0.4	20	55	77	91	69	38	9	0.9



כ-66% מכמות הגשם השנתית מתקבלים בחודשי החורף והיתר בסתיו ובאביב.

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 ושמואל ארבל עבור חברת נתיבי ישראל במרץ 2016. ספיקות שיא (Q) באגנים קטנים (עד 2.0 קמ"ר) חושבו בעזרת הנוסחה הרציונלית:

$$Q = CIA/3.6$$



A – שטח אגן הניקוז, קמ"ר

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

C – מקדם ספיקה.

עוצמת הגשם המוצבות בנוסחה היא לספיקת תכן בהסתברות של 1%, על מנת לחשב ספיקת שיא בהסתברויות אחרות, נעשה שימוש במקדמי מעבר מספיקה בהסתברות 1% להסתברויות אחרות (נספח 2). מקדם הספיקה חושב ע"פ מאפייני הקרקע (סוג קרקע ושיפועים) מקדמי המעבר מתאימים לקרקעות חקלאיות בשיפועים גבוהים.



עוצמת הגשם חושבה בהתאם למפת אזורי עוצמות הגשם של נתיבי ישראל המחלקת את הארץ לאזורים אקלימיים. על פי מפה זו, אזור התכנית נמצא באזור 9, הנגב המערבי. באזור זה עוצמת גשם בהסתברות 1% ניתן לחשב לפי הנוסחה הבאה:

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

כאשר – I – עוצמת הגשם בהסתברות 1% ו-T – משך זמן ריכוז (דקות).

זמן ריכוז ניתן לחשב לפי נוסחה הבא:

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





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

זמן הריכוז המינימלי לחישוב של עוצמת הגשם הוא 10 דקות.

עוצמת הגשם המוצבות בנוסחה היא לספיקת תכן בהסתברות של 1%, על מנת לחשב ספיקת שיא בהסתברויות אחרות, נעשה שימוש במקדמי מעבר מספיקה בהסתברות 1% להסתברויות אחרות (נספח 2). מקדם הספיקה חושב ע"פ מאפייני הקרקע (סוג קרקע ושיפועים) מקדמי המעבר מתאימים לקרקעות חקלאיות בשיפועים הגבוהים מ-1%.



3.3 מערכת ניקוז בקרבת התכנית

שטח התכנית ממוקם על גבי מדרון הנוטה מזרחה לעבר נחל אסף. הזרימה בעיקרה משטחית מלבד ערוץ אחד שזוהה בשטח, שראשיתו ממעביר המים מתחת לכביש 2410 והוא מגיע לחלקו הצפוני של שטח התכנית. אין שטחים תורמים זולת מעלה המדרון ממערב, ובו ישנו פרדס הדרים בעל תעלות להשהיית מים אשר מקטינות את כמות הנגר המגיע לתכנית, ומפחיתות את עצמתו. במורד התכנית ישנה חלקת גידולי שדה כאשר האפיק הקרוב ביותר של נחל אסף נמצא במרחק 450 מ' מגבול התכנית.





איור 4: מערכת הניקוז באזור התכנית. א-ב: תעלת הניקוז לאורך הכביש המובילה נגר אל התכנית. ג: תעלה חפורה במוצא מעביר המים הסמוך לכביש, מובילה נגר מהכביש ועין השלושה אל השטחים החקלאיים הסמוכים.



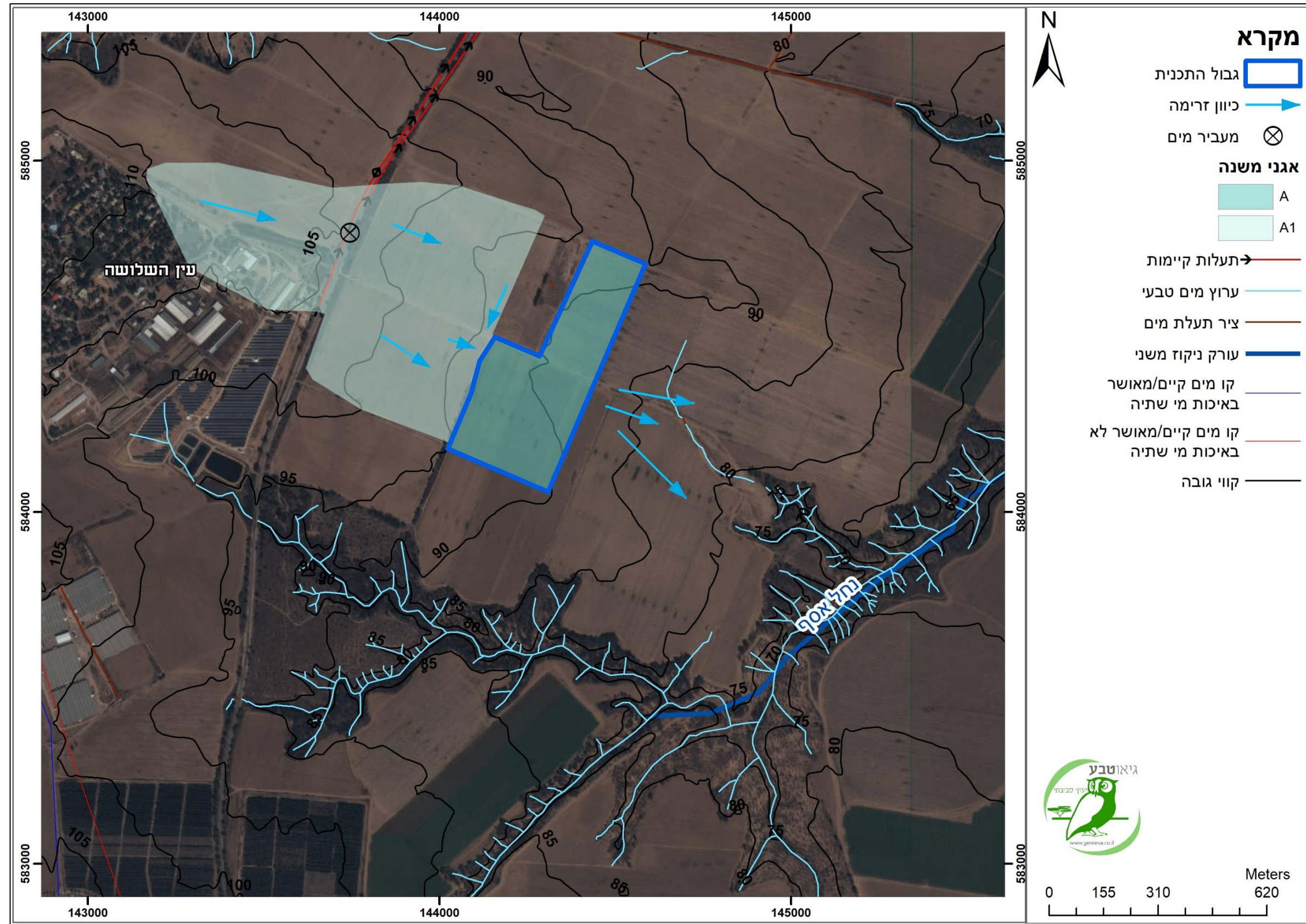
טבלה 3: אגני ניקוז בקרבת התכנית ובתחום התכנית.

אגן	שטח (דונם)	אורך אפיק הניקוז (מטר)	זמן ריכוז (דק')	תיאור האגן
A	170	300	10	מדרון מתון של שטח חקלאי המתנקז לכיוון מערב.
A1	554	1400	14.9	מדרון מתון של חלקת פרדסים המתנקז לכיוון צפון, שטח כפרי של עין השלושה ושטח המיועד להקמת מתקן קומפוסטציה





איור 5: חלוקה לתתי אגנים המשפיעים על שטח התכנית





3.4 חישוב ספיקת התכן

במצב המתוכנן שטח הפאנלים יכסה כ-50% מהשטח, לשטח זה מחושב מקדם נגר של 1 ולשאר השטח בהתאם לסוג הקרקע הקיימת. 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 נקודת היציאה חושבה ספיקת התכן בהסתברויות שונות במצב הקיים ובמצב המתוכנן. מתקני הניקוז בשטח המתקן, יתוכננו לספיקה בהסתברות 5% וזאת מכיוון שמדובר במתקן הנדסי ללא נוכחות קבועה של אנשים. ספיקות השיא עבור תתי האגנים בשטח התכנית מוצגים בטבלה 4:

טבלה 4: ספיקות שיא בתחום התכנית

מס' אגן	שטח אגן הניקוז	זמן ריכוז דקות	עוצמות גשם	מקדם ספיקה משקולל	ספיקת שיא מ"ק/שניה		
	דונם		1%		1%	2%	5%
מצב קיים							
A	170	10	152	0.9	6.46	4.85	2.91
A1	554	14.9	120	0.4	7.41	5.56	3.33
מצב מתוכנן							
A	170	10	152	0.95	6.82	5.12	3.07
A1	502	14.9	120	0.4	6.71	5.03	3.02



3.5 חישוב נפח הנגר

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

שיטה מקובלת להערכת נפח הספיקה של שיטפון היא הערכה של היחס של נפח הנגר ביחס לספיקת השיא באירוע על פי הנוסחה הבאה:

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





בבסיס נוסחה זו הנחה כי האגף העולה של הידרוגרף הספיקה שווה לזמן הריכוז וזמן הדעיכה כפול מזמן הריכוז (סה"כ 3 פעמים זמן הריכוז).

הצורה של ההידרוגרף דומה בקירוב למשולש ועל כן לחישוב השטח שלו (נפח הזרימה), יש לחלק ב-2 ולהכפיל ב-60 (המרת יחידות).

טבלה 5: חישוב תוספת הנגר שתתקבל כתוצאה מהצבת פאנלים סולאריים

אגן	זמן ריכוז (דק')	ספיקת שיא	נפח הנגר (מ"ק)
מצב קיים			
A	10.0	2.91	2617
A1	14.9	3.33	4461
סה"כ נפח הנגר במצב הקיים			
מצב מתוכנן			
A	10.0	3.07	2763
A1	14.9	3.02	4042
סה"כ נפח הנגר במצב המתוכנן			
סך כל תוספת הנגר עקב יישום התכנית			
			-273



תוספת הנגר הצפויה להתקבל עקב יישום התכנית היא כ-146 קוב בהסתברות של 5%. אולם מעלה אגן הניקוז התורם נגר לשטח התכנית צפוי להצטמצם במידה ויבנה מתקן הקומפוסט במקרה זה נגרע מתוך שטח האגן שטח של 52 דונם. נפח הנגר הכולל הנגרע במידה ויישמו שתי התכניות הוא כ-273 מ"ק.



4 תכנית ניקוז למתקן פוטו וולטאי

תכנית ניקוז למתקן פוטו וולטאי עין השלושה מורכבת מהחלקים הבאים:

- בחינת השפעה של התכנית המוצעת לספיקה היוצאת ונפח הנגר היוצא מהתכנית.
- הצעה למערכת ניהול נגר בתחום התכנית.
- הצעה לניהול הנגר הנכנס לתכנית אל מערכת הניקוז.



4.1 מערכת ניקוז מוצעת בתחום המתקן

על אף שנפח הנגר הכולל צפוי להיות קטן יותר לאחר מימוש התכנית, מי הנגר של אגן הניקוז צפויים להתרכז לערוץ ניקוז מצומצם במקום הזרימה המשטחית הקיימת כיום. זרימה מרוכזת עשויה להוביל לנזקים כגון סחף קרקע ופגיעה בתשתיות.





תכנון מערכת הניקוז מתחשב ברסון כניסת נפחי המים היוצאים משטח התכנית ומניעת נזקי סחף קרקע כתוצאה מיישום התכנית. הסדרת מערכת הניקוז המבוססת על תוואי הניקוז הקיים בשטח התכנית ועידוד כיסוי צמחי.

בתכנית המוצעת מוצגים אלמנטים שמטרתם למנוע נזקי מים בדרכים בשטח התכנית, הסדרת הניקוז באגן A, וצמצום סחף הקרקע בשטח התכנית על ידי כיסוי צמחי.



צמחייה מגדילה את חספוס פני הקרקע ומעודדת חלחול ועל כן מקטינה את ספיקות המים ונפח הנגר. בנוסף, הכיסוי הצמחי מגן על פני הקרקע מפני האנרגיה של טיפות הגשם ובכך מקטין את הסיכון לסחיפת קרקע.

עיקרי התכנית המוצעת:

1. תעלת ניקוז מיוצבת בצמחייה בתוואי הערוץ הטבעי במרכז אגן A.
2. זריעה/עידוד של צמחייה בכל שטח המתקן ובתעלה. 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 (איור 6). ניתן ליישם תוכנית ניהול צמחייה כך שלא תגרום להצללה על הפאנלים.
3. התקנת גשרים איריים בדרך ההיקפית בנקודת המוצא המרכזית ובנקודת ריכוז הנגר במעלה התכנית (איור 7).
4. הסדרת אמצעי לפיזור נגר במוצאי התכנית. אמצעים אלו ימנעו אפשרות של התחתרות ערוצונים לאחר מתוך תוואי הערוצים ויבלמו את הנגר לאחר שחוזה האצה במעבר בגשר האירי.





איור 6: 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.



4.2 השפעת התכנית על ספיקה ונפח הנגר

4.2.1 ספיקת שיא

מכיוון שהפאנלים הסולאריים הינם אטומים לגשם, הצבתם מקטינה את השטח הפנוי לחלחול מי נגר, ועל כן מקדם הנגר והספיקה של השטח גדלים. עם זאת, הקרקעות בתכנית זו בעלות מקדם נגר גבוה מלכתחילה, כך שהשפעת הצבת הפאנלים קטנה יחסית. בטבלה 4 ניתן לראות את השפעת התכנית על ספיקות התכן במצב המתוכנן. ספיקת השיא בתכנית המתקבלת במוצא התכנית למעשה **יורדת** במעט מ-6.24 מ"ק/שניה ל-6.09 מ"ק/שניה (בהסתברות של 5%).

4.2.2 נפח נגר

מקדם הנגר של שטח התכנית אינו גדל משמעותית בעקבות מימוש התכנית: (0.95—0.9), ולכן תוספת נפח הנגר היא 146 מ"ק בלבד. עם זאת, לפי תכנית הניקוז למתקן הקומפוסטציה הצמוד כל שטחו ינותק מאגן הניקוז על ידי סוללות עפר וקורות בטון, וכך נגרע נגר משטח התכנית. בסיכום שני שינויים אלה **לא צפויה להתקבל תוספת נגר במצב מאושר** על פי תכנית הניקוז הנוכחית בעקבות ניתוק שטח בהיקף 52 דונם מאגן הניקוז וטיפול עצמאי בתחום מתקן



הקומפוסטציה במי הנגר. אולם, בכל מקרה תכנית הניקוז של המתקן הפוטו וולטאי עומדת בפני עצמה ויכולה להעביר את הנגר גם במידה ולא יבנה מתקן הקומפוסט וכן מטפלת בעודפי הנגר הנוצרים בשטח.

4.3 אמצעים להשהיית נגר

קרקעות לסיות הן קרקעות שבהן חלחול המים הוא נמוך ומהירות התפתחות הנגר היא גבוהה. זרימת הנגר על פני השטח יכולה לגרום להתפתחות של חריצים ולסחיפת קרקע בתוואי השטח ולחשיפה של תשתיות קבורות. בתכנית זו נגר המתקבל ממעלה המדרון מווסת על ידי תעלות השהייה בפרדס. עם זאת, ריכוז הנגר בתחום התכנית עשוי להעלות את עצמתו ולכן מתוכננת השהיית נגר במספר שיטות:

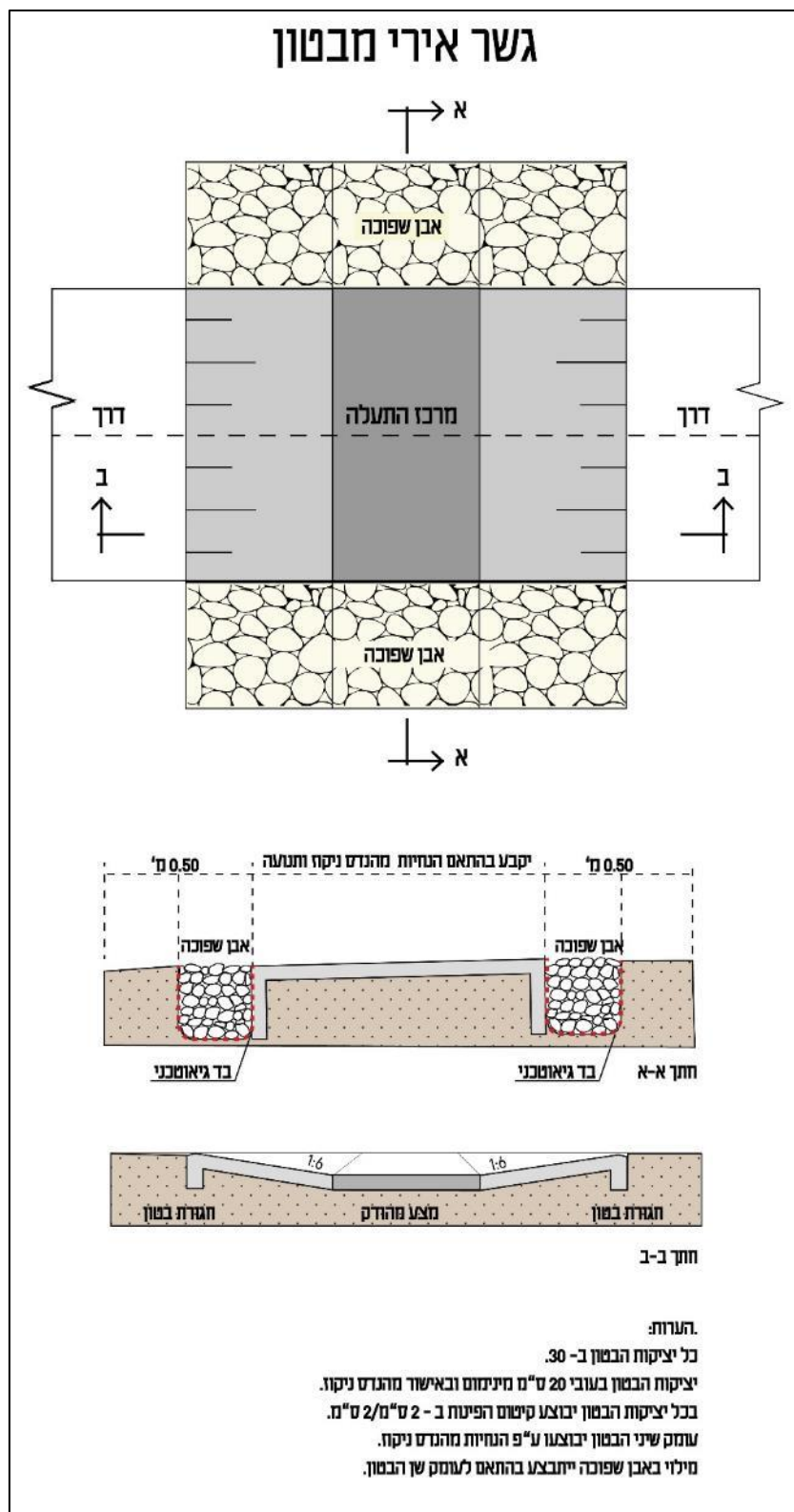
כיסוי צמחי וייצוב תעלת הניקוז בצמחייה (ראו הרחבה בסעיף 4.5)

מתקן פיזור נגר במוצאי התכנית המעלה את חספוס הקרקע, בולם את עצמת הנגר ומגן על הקרקע מסחף.



4.4 פרטים עקרוניים למתקני שימור וניקוז

איור 7: פרט עקרוני למעביר אייר





4.5 השפעת כיסוי קרקע 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 תליד הקרקע ומסיעות אותו בכיוון השיפוע. בצורה זו, נערכות החרסיות בקרקע בשכבת הקרקע העליונה ומייצרות קרום קרקע בעל מוליכות הידראולית נמוכה (Assouline, 2004). תהליך איטום

טיפות המים מפרות את תלידי הקרקע

ויוצרות קרום קרקע



הקרקע מורכב מגורמים שונים התלויים בעצמת הגשם ומשכו, פיסיקה של הקרקע, הכימיה 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 תלידי הקרקע והיווצרות הקרום הבלתי חדיר למים. במחקר שנערך בשדה תפוחי אדמה באזור השרון, נעשה שימוש בכיסוי צמחי ונמדדו כמויות הסחף והנגר (איור 8). 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 של הפחתה של עד 82% בכמות הסחף ו (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.

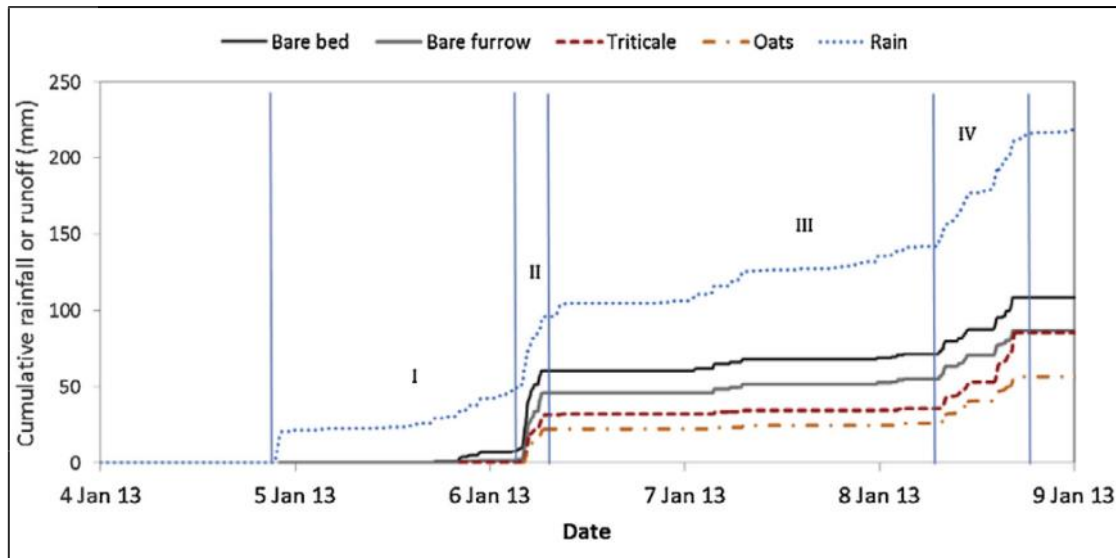
להתפתחות של נגר וסחף השפעות נרחבות על הסביבה. משטחים תורמי נגר וסחף גורמים לסתימות של מערכות ניקוז, הצפות ופחיתה בהעשרה של מי התהום. מיתון אפקט הנגר והסחף אפשרי באמצעות כיסוי קרקע צמחי והינו אינטרס כלכלי וסביבתי מובהק המעוגן גם במדיניות





התכנון בישראל (מדריך לתכנון ובנייה משמרת נגר עילי, משרד השיכון, המשרד להגנת הסביבה, משרד החקלאות ופיתוח הכפר 2004).

איור 8: עובי הנגר והגשם (בכחול מקווקו) בטיפול כיסוי צומח שונים במהלך סופת גשם בינואר 2013 (Eshel et al, 2015)



על פי האמור לעיל, לכיסוי הצמחי יכולת גבוהה בהפחתת הנגר והסחף ולכן במקרה שפתרון זה מיושם יש לו השפעה גבוהה על תוספת הנגר וכן בהיבט של שימור קרקע.

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, מגבירה את החלחול ובכך מעשירה את מי התהום, מגדילה את חספוס הקרקע וכתוצאה מכך מגדילה את זמן הריכוז של הנגר ומורידה את ספיקות המים. אמצעי לפיזור נגר יותקן במוצא התכנית. האבן השפוכה מעלה את חספוס בסיס הזרימה ומאטה את קצב הזרימה, וכך מקטינה את הסיכוי להתחתרות לאחר בתחום התכנית.

5.2 פירוט השינויים

1. תעלת ניקוז פנימי במרכז אגן A מצפון לדרך פנימית.
2. מעבירים אירים במפגשי ערוץ הניקוז המרכזי עם הדרך ההיקפית.
3. מתקן פיזור נגר במוצא התכנית.



6 סיכום



מתקן פוטו וולטאי מזרחי עין השלושה, מתוכנן בשטח של 170 דונם, בשטחי במשבצת החקלאית של קיבוץ עין השלושה. המתקן נמצא בתחום אגן הניקוז של נחל אסף, עורק ניקוז משני לפי תמ"א 34 ב' 3, המתנקז אל נחל הבשור. עקב שינוי בשימוש הקרקע מקרקע חקלאית למתקן הנדסי מקדם הנגר המשוכלל צפוי לעלות מ-0.9 ל-0.95. עם זאת, יישום התכנית לא עשוי להגדיל את ספיקות התכן או את נפח הנגר המתקבל במוצא התכנית, אך צפוי לרכז אותו. תכנית הניקוז מציעה מספר שיטות להקטנת עצמת הנגר על ידי כיסוי צמחי, ואמצעי לפיזור נגר. בנוסף, תעלת ניקוז פנימית תסייע להובלת הנגר ביעילות אל מוצא התכנית.



7 הוראות התכנית

1. העקרונות המופיעים בנספח לניהול הטיפול במי נגר עילי וניקוז יהיו מחייבים.
2. 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.
3. שימור קרקע בתחום התכנית ע"י זריעה/עידוד צמחייה מתאימה, בין הפאנלים להגדלת חספוס הקרקע וחדור המים.
4. ייצוב התעלה כנגד ארוזיה באמצעות צמחייה וחיבורן לעורק ניקוז קיים.
5. 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.
6. במידה וימצא כי האמצעים אינם עומדים בדרישות יוסיף היזם אמצעים נוספים.
7. 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>

ספיקות תכן בהסתברויות שונות, רשות המים.

<http://www.water.gov.il/Hebrew/ProfessionalInfoAndData/Data-Hidrologeime/DocLib6/sfikot-tehen.pdf>

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.

https://www.iroads.co.il/sites/default/files/vtsmvt_gshm - dvkh_mskm.pdf

9 נספחים

נספח 1: 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 דן)	מקדם הכפלה לזמן ריכוז לפי קירפין	מקדם ספיקה בהסתברות 1%
1	גידולי שדה, כרמים, מטעים ופרדסים צעירים, קרקעות חשופות ללא אמצעי שימור קרקע	מפותחת	גדול מ-1%	H _{9,11} , D, 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 _{1,5} , 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 חקלאיים במישורים	לא מפותחת	קטן מ-0.5% גדול מ-0.5%	H _{1,5}	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 ₃ , M, N, S	0.4	0.9
11	קרקעות מדבריות חשופות	לא מפותחת	קטן מ-3%	Y ₁₋₇	0.8	0.4
12	קרקעות חוליות	לא מפותחת	קטן מ-1%	E ₄ , V ₂	1	0.2

נספח 2: מקדמי מעבר לחישוב ספיקות שיא 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 חקלאים 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 3: נספח מנחה להכנת נספח ניקוז

דצמבר 2006 / כסלו תשס"ז

נספח מנחה א' :

הנחיות להכנת נספח ניהול הטיפול במי נגר עילי וניקוז לתכנית

1. כללי

נספח ניהול הטיפול במי נגר עילי וניקוז לתכנית יערך בהתאם להנחיות הבאות :

- 1.1. המסמך יוגש באחריות עורך התכנית.
- 1.2. המסמך יכלול את שם האחראי לעריכתו, וכן את שמות נותני השירותים המקצועיים שהשתתפו בהכנתו.
- 1.3. המסמך יוכן בהתאם לתכניות אב לניקוז או תכניות אב אגניות, במידה שהוכנו.
- 1.4. המסמך יתייחס לכל המרכיבים בתכנית שיש להם השפעה על הניקוז
- 1.5. המסמך יכלול רשימת מקורות המידע ונתונים ששימשו את מכיני המסמך.
- 1.6. המסמך יכלול התייחסות מלאה לכל סעיף בהנחיות. באם לסעיף מסוים לא תוגש התייחסות או שיוגש בצורה שונה מהמבוקש, יש לפרט ולנמק את השינוי לעומת ההנחיות.
- 1.7. המסמך יכלול בראשיתו תקציר ובו עיקר הממצאים.
- 1.8. הנחיות אלה להכנת המסמך יהוו חלק מהמסמך ויופיעו כנספח בסופו.
- 1.9. יש להגיש את המסמך למוסד התכנון בארבעה עותקים.

2. נתוני הרקע

נספח ניהול הטיפול במי נגר עילי וניקוז יכלול את המידע הממופה ותיאור מידע רלבנטי כדלקמן :

- 2.1. מפה טופוגרפית מעודכנת מאת המרכז למיפוי ישראל, בקנה מידה המתאים לרמת פירוט התכנית, המציגה את תחום התכנית על רקע אגני ההיקוות בהם היא ממוקמת, עם הדגשת העורקים ופשטי ההצפה הקיימים, מערכת הניקוז הקיימת ומיפוי קווי תשתיות קיימים, מסילות ברזל ודרכים.
- 2.2. מפת שימושי קרקע, מפת ייעודי קרקע לפי תכניות קיימות ומפת שיפועים בתחום התכנית וסביבתה בקנה המידה המתאים לרמת פירוט התכנית ובטווח הרלבנטי לנושא הניקוז.
- 2.3. תיאור הסביבה וציון נושאים אופייניים לאזור התכנית כגון שמירה על ערכי טבע ונוף, סחף קרקע, הצפות, ניקוז לקוי וכדומה.
- 2.4. סיווג הקרקע לפי מפות מדריך "חבורות הקרקע" בקני"מ 1: 50,000 (1975) או לפי מפות הסקר הארצי בקני"מ 1: 20,000 (1955).



דצמבר 2006 / כסלו תשס"ז

2.5. סקירה הידרולוגית שתכלול:

- 2.5.1. משטר הגשמים;
- 2.5.2. כושר החידור של הקרקע;
- 2.5.3. מיקום תחנות הידרומטריות בתחום ההתנקזות הנדון ובסביבתו;
- 2.5.4. נתונים מדודים של ספיקות מים ונפחי זרימה בתחום ההתנקזות הנדון ובסביבתו;
- 2.5.5. סקירת הצפות קודמות בתחום התכנית ובשטחים גובלים.

2.6. חישוב ספיקת התכן בעורקים שבתחום התכנית יתבסס על הטבלה הבאה או על פי עדכונים כפי שיעודכנו מעת לעת על-ידי נציב המים:

השימוש בשטח	תקופת חזרה בשנים	הסתברות מיירבית לאירוע בשנה מסוימת
חקלאות: גידולי שדה ומטעים, פארקים	10	10%
בתי צמיחה ומבנים בשטחים פתוחים	25	4%
כבישים ומסילות ברזל *	לפחות 50	2% לכל היותר
סוללות מאגרים וסכרים **	100	1%
שטחים מבוזנים מעורקי ניקוז ראשיים **	100	1%
שטחים מבוזנים (רחובות, מגרשי חניה חצרות בתים וכיו"ב)	5 עד 50	20% עד 2%
הצפה מנימית של בתים מכל מערכת ניקוז.	100	1%

* הצפת מיסעות וגשרים לפי תקני מע"צ ורכבת ישראל

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

2.7. חישוב ספיקת התכן בעורקים שבתחום התכנית יבוצע לשני מצבים: למצב קיים בשטח לפני השינויים המתוכננים ולמצב מוצע, לאחר השינויים המוצעים.

2.8. לחישוב ספיקת התכן בעורקים שבתחום התכנית מומלץ להתבסס על מודלים הידרולוגיים מקובלים.



דצמבר 2006 / כסלו תשס"ז

2.9. תיאור מערכת הניקוז הקיימת בתחום התכנית יכלול את מידות העורקים, שיפועי אורך, חתכי רוחב, ציפוי קרקעית העורקים ומבנים בתוך העורקים (מפלים, ביצור דופן וכדומה), מוצא מערכת הניקוז הקיימת במורד, חישוב כושר ההולכה של העורקים הקיימים, ותיאור מנגנון תחזוקת הניקוז הקיים בתחום התכנית.

3. תיאור התכנית המוצעת

3.1. התכנית תוצג על גבי מפה טופוגרפית בקנה מידה המתאים לרמת פירוט התכנית ובטווח הרלבנטי לנושא הניקוז ותכלול:

3.1.1. גבולות אגני ניקוז ותת-אגני ניקוז בתחום התכנית, קווי ניקוז, תוואי תעלות ומובילי מים סגורים וחיבורם לעורקים.

3.1.2. חיבור מוצאי העורקים בתכנית לעורק המסוגל לקלוט את כל הנגר החוזי ע"פ ספיקות התכן המחושבות. התכנית תציין ותפרט את נתיבי זרימת הנגר בתחומה.

3.2. יוצגו חתכי אורך ורוחב של העורקים המתוכננים הכוללים את העורק ותחום של 20 מטר מכל צד של העורק.

3.3. יוצגו שרטוטים של מתקנים במידה ומוצעים, הקשורים בעורקים כגון מעברי מים, סוללות, תעלות, מתקני קליטת מים, מפלים ומבנים הידראוליים אחרים.

3.4. יצוינו המפרטים הטכניים המתייחסים לאמצעי ייצוב לעורקים והגנה על מתקנים במידה ומוצעים.

3.5. נתוני תכנון העורקים ירוכזו ויוצגו בשתי טבלאות:

3.5.1. טבלת סיכום שתכלול: מסי' תת-אגן ההיקוות, שטח האגן, שטח פתוח, שטח בנוי, ספיקת התכן בהסתברויות השונות, אורך קטע העורק ורוחב בין הגדות.

3.5.2. טבלה מפורטת לכל אגן וקטעי עורק (החלוקה לקטעים לפי שינויים בולטים בשיפוע האורכי או כניסת עורקים נוספים) שתכלול: זיהוי העורק והקטע, גודל אגן ההיקוות המתנקז לקטע, ספיקת התכן, הספיקה המרבית שיכולה לעבור בעורק (חתך זרימה שכולל את הבלט), שיפוע אורכי מתוכנן, צורת חתך העורק ושיפועי הדפנות, מהירות הזרימה המחושבת, גובה המים בספיקת התכן - בלט מינימלי, אמצעי ייצוב העורק בהתאם למהירות המותרת והערות.

3.6. התכנית תכלול חישובים הידראוליים של מערכת הניקוז המוצעת ותכנון מבנים כגון גשרים, מפלים וכדומה.

3.7. יצוינו דרישות לחישובי מרחקים בין הקולטנים, מרחק מקו הרכס עד הקולטן הראשון, בהתאם לקריטריונים המאושרים במסגרת תוכנית אב לניקוז.

3.8. יצוינו קריטריונים למקדמי נגר עילי וזמן ריכוז עד הקולטן הראשון ולחישוב ספיקות התכן, בהתאם לקריטריונים המאושרים במסגרת תוכנית אב לניקוז.



דצמבר 2006 / כסלו תשס"ז

4. השפעות צפויות על הסביבה

- 4.1 פירוט נפח האיוגום או ההצפה הצפוי, תדירות ההצפה ומשכה החוזי.
- 4.2 פירוט תוספת או הפחתת הנגר הצפוי כתוצאה מביצוע התכנית.
- 4.3 פירוט ההשפעות של פתרונות הניקוז המוצעים על שטחים גובלים ועל שטחים במורד אגן ההיקוות כתוצאה משינויים במשטר הנגר עקב ביצוע התכנית.
- 4.4 פירוט ההשפעות של פתרונות הניקוז המוצעים על ערוץ הנחל, גדויתו וסביבתו.
- 4.5 פירוט ההשפעות על תחום התכנית בשל נגר המגיע אליה ממעלה אגן ההיקוות.

5. אמצעים למניעת נזקים

- 5.1 תיאור האמצעים להגברת החלחול בשטח בנוי במטרה להקטין את כמויות המים המגיעות למערכות הניקוז האזוריות, להקטין עלויות פעולות הניקוז ולהעשיר את מי התהום.
- 5.2 פירוט השינויים הנדרשים במערכת הניקוז הקיימת כדי לקלוט את מי הנגר הנוספים, באם ישנם. השינויים יתואמו עם רשות הניקוז או הרשות המקומית הרלבנטית.
- 5.3 פירוט האמצעים לצמצום פגיעה בטבע ובנוף, באתרי עתיקות, בערוץ הנחל ובשטחים גובלים, לרבות שטחים חקלאיים ושטחים שאינם מבונים, כתוצאה מפתרונות הניקוז המוצעים בתכנית.
- 5.4 המלצות להוראות התכנית שיבטיחו צמצום נזקי הצפות, שיטפונות וסחף, וטיפול בנגר עילי שמקורו בתחום התכנית.
- 5.5 קביעת גובה מינימלי, מעל רום שיטפון החוזי בהסתברות מוגדרת, לרצפת מבנים, לדרכים ולמתקנים הנדסיים.