



תכנית מס' 651-0691253

נספח לניהול הטיפול במי נגר עילי וניקוז

מתקן פוטו וולטאי ניר עם



יולי 2019

עורכי המסמך:

הידרולוגיה- יעקב פרויס

מיפוי- אדר רוזנפלד

גיא טבע יעוץ סביבתי בע"מ





תוכן עניינים



1	מבוא	3
2	רקע	4
2.1	תיאור מתקן פוט וולטאי	4
2.2	תיאור סביבה (טופוגרפיה, שיפועים, קרקעות)	5
2.3	שימושי וייעודי קרקע	5
2.3.1	שימושי קרקע	5
2.3.2	ייעודי הקרקע	6
2.4	מערכת הנחלים	7
2.4.1	נחלים לפי תמ"א 34 ב' 3	7
2.4.2	ספיקות מים	7
2.4.3	סקירת הצפות קודמות	7
3	הידרולוגיה	7
3.1	עובי גשם	7
3.2	שיטות לחישוב ספיקות באגנים קטנים	8
3.3	מערכת ניקוז בקרבת התכנית	9
3.4	חישוב ספיקות התכן	13
3.5	חישוב נפח הנגר	14
4	תכנית ניקוז למתקן פוט וולטאי	15
4.1	מערכת ניקוז מוצעת בתחום המתקן	15
4.2	השפעת כיסוי צמחי על נגר וסחף קרקע	18
4.3	השפעת התכנית על ספיקה ונפח הנגר	20
5	אמצעים למניעת נזקים	20
5.1	תיאור האמצעים להגברת חלחול	20
5.2	פירוט השינויים	20





20.....	סיכום	6
21.....	הוראות התכנית	7
22.....	מקורות מידע	8
23.....	נספחים	9

1 מבוא



מתקן פוטו וולטאי – ניר עם מתוכנן בשטח של כ-184 דונם להספק של עד 16* מגה וואט AC. מיקום התכנית הוא בשטחי המשבצת החקלאית של קיבוץ ניר עם, מדרום לקיבוץ וממערב לכביש 34. התכנית ממוקמת בשטחו של אגן הניקוז של נחל מפלסים, במרחק של כ-800 מטר מהגדות של עורק ניקוז משני נחל מפלסים (איור 1).

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 מחוץ לשטח התכנית.
- 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.

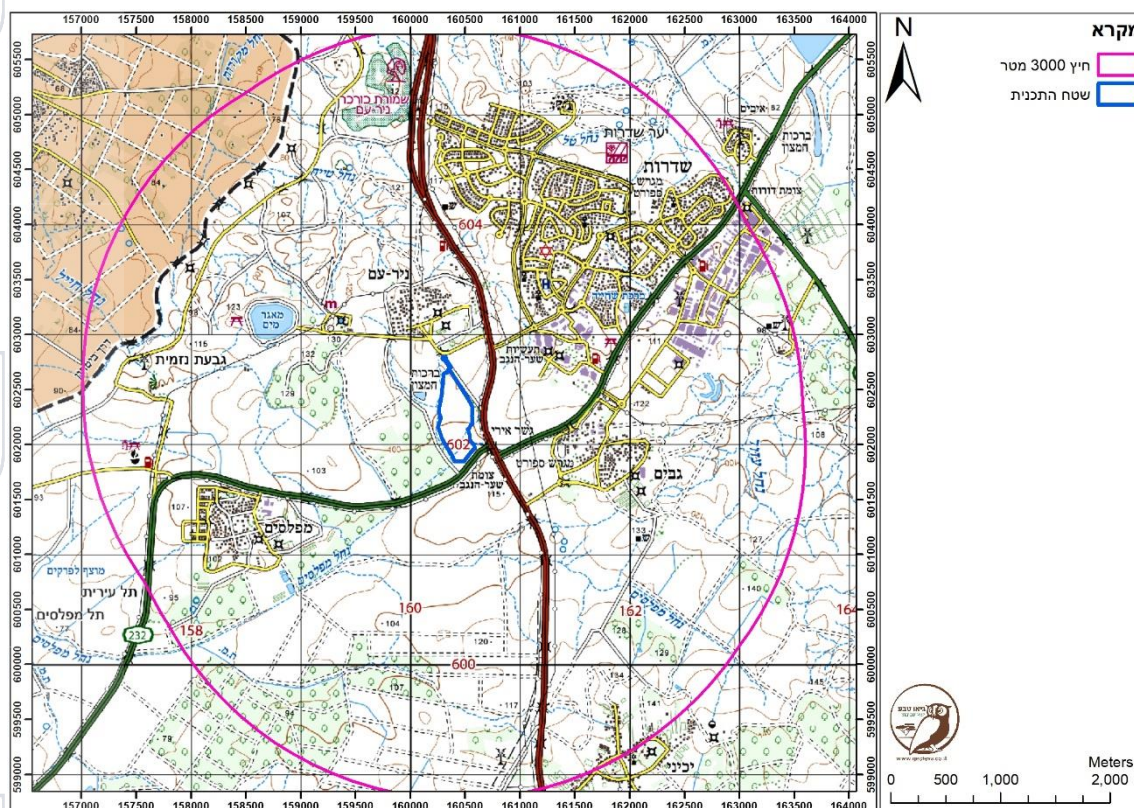
מטרת תכנית הניקוז הינה לצמצם נזקים, מטרדים והצפות לא מבוקרות בשטח התכנית. כמו כן, השהיית הנגר על מנת לעודד חלחול ובכך למנוע נזקים של סחיפת קרקעות. שטח התכנית נמצא בתחום רשות הניקוז שקמה-בשור.

* ההספק הקובע הינו המופיע בהוראות התכנית





איור 1: מפת התמצאות



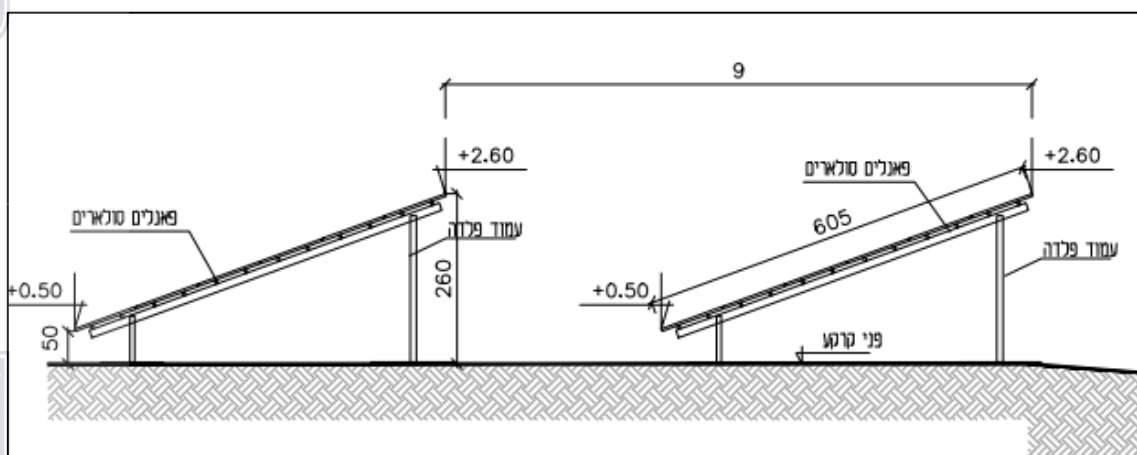
2 רקע

2.1 תיאור מתקן פוט וולטאי

חברת "שיכון ובינוי", יוזמת פרויקט להפקת אנרגיה פוטו וולטאית. המתקן מתוכנן להספק מרבי של עד 16 מגה וואט AC. שטח המתקן הוא כ-184 דונם והוא יורכב מפאנלים פוטו וולטאים קרקעיים מקובעים (Fixed). או ממערכת טראקרים (Tracker) חד-צירית העוקבת אחרי השמש במהלך שעות היום (איור 2). כל פאנל פוטו וולטאי מורכב ממודולים בגודל של כ-2 מ"ר ובהספק של כ-360W. הפאנלים הפוטו וולטאים יורכבו על קונסטרוקציית מתכת מגולוונת בזווית של כ-25° ובאזימוט של 180 מעלות לכיוון דרום. הפאנלים יונחו בשורות בכיוון מזרח-מערב. קונסטרוקציית המתכת תעוגן בקרקע באמצעות נעיצת יתדות לעומק של כ-2 מ"ר, בהתאם למסקנות סקר הקרקע. נעיצת מוטות פלדה בקרקע תאפשר התאמה לטופוגרפיה המקומית, במינימום עבודות חישוף קרקע ככל הניתן. בין השורות ישמר מרווח של כ-3 מטר למניעת הצללה הדדית בין הפאנלים.



איור 2: חתך פאנלים טיפוס לפרויקט זה (מתוך נספח הבינוי).



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 באזור הנגב המערבי בסמוך לקיבוץ ניר-עם. הרום הטופוגרפי של פני השטח נע בין 95-111 מטר מעל פני הים. התכנית נמצאת על שטח מדרוני. שיפוע הקרקע בחלקו הצפוני של שטח התכנית נע בין 2-6%. השיפוע בחלקו הדרומי של התכנית הוא מתון יותר ונע בין 0-2%. השטח מתנקז בכיוון כללי דרומה אל עבר ערוצים מדרוניים המתחברים לנחל מפלסים. הקרקעות בשטח שייכות לחבורת הקרקע K1 ו-K2, ע"פ מפת חבורות הקרקע של יואל דן. הקרקעות הן חומות-כהות גרומסליות, תוצר בלייה של חומר אב חרסיתי-סילטי. מרקם הקרקע הוא קל עד בינוני העומק גדול מ-1 מטר. הסיכון לסחיפת קרקע ע"י מים הוא בינוני. מקדם הנגר האופייני לקרקעות אלו הוא בין 0.29-0.50.

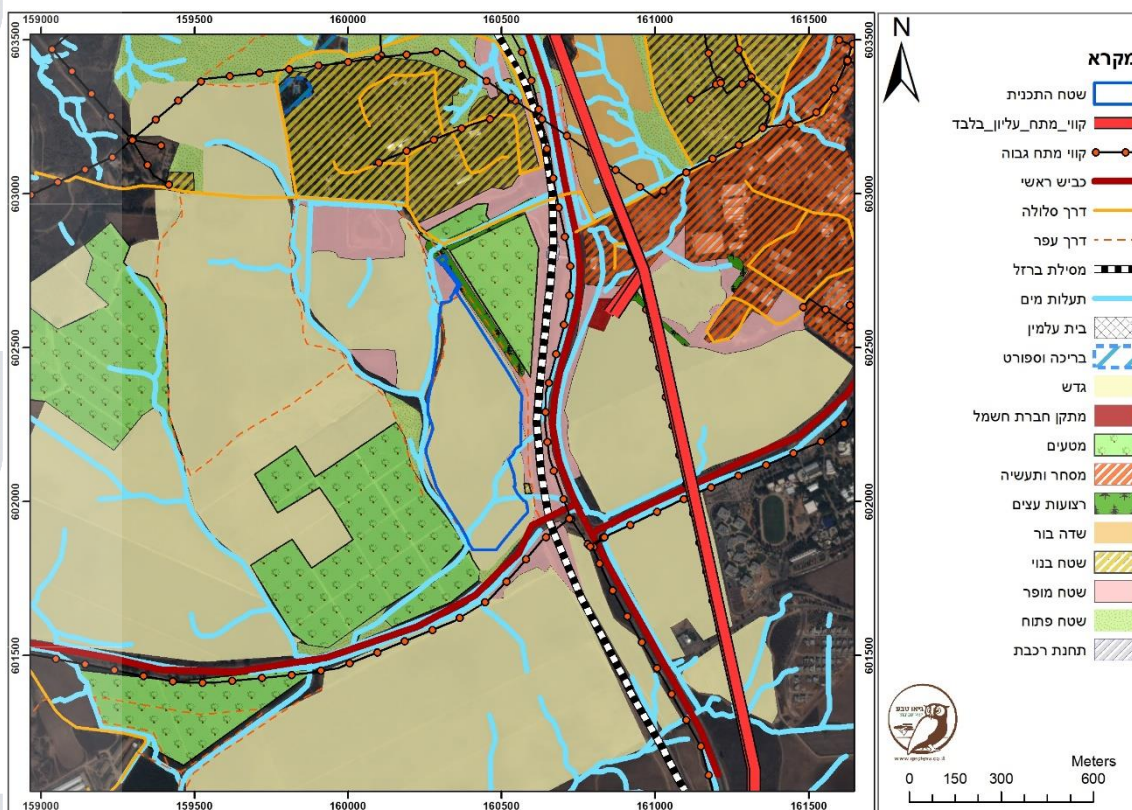
2.3 שימושי ויעודי קרקע

2.3.1 שימושי קרקע

שימוש הקרקע באזור התכנית הם לגידולי שדה (איור 3).



איור 3: גבול התכנית על רקע מפת שימושי קרקע ובתי גידול



2.3.2 ייעודי הקרקע

2.3.2.1 תכניות מתאר ארציות

תמ"א 3 – דרכים: דרך מהירה 34 עוברת כ-100 מטר מזרחית לתכנית.

תמ"א 8 – שמורות טבע וגנים לאומיים: שטח התכנית אינו סמוך לשמורות טבע וגנים מוכרזות.

תמ"א 22 – יער ויעור: שטח התכנית אינו סמוך לאזורי יער.

תמ"א 23- מסילות ברזל: מסילת ברזל עוברת כ-40 מטר מזרחית לתכנית

תמ"א 34/ב/3 – נחלים וניקוז: גבול התכנית במרחק של כ-800 מטר מגדות נחל מפלסים.

תמ"א 35/1:

מרקמים: התכנית ממוקמת בתחום מרקם כפרי.

- סביבה: התכנית אינה נמצאת בתחום רגישות נופית סביבתית גבוהה.
- משאבי מים: התכנית אינה ממוקמת בתחום שימור משאבי מים.
- שטחי אש: התכנית אינה מצויה בשטח אש.





- מסדרונות אקולוגיים: התכנית אינה חופפת למסדרון אקולוגי על פי תמ"א 1/35.
- מכלולי נוף: התכנית לא נמצאת בקרבת מכלול נופי.

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

התכנית נמצאת בתחום שטח חקלאי.

2.3.2.3 תכנית מתאר מקומית ומפורטות

ע"פ תכנית מספר 2/195/03/7- שטח התכנית נמצא בתחום קרקע חקלאית. בתחום התכנית ערוצים מדרוניים המוגדרים כנחלים על פי תכנית זו.



2.4 מערכת הנחלים

2.4.1 נחלים לפי תמ"א 34 ב' 3

שטח התכנית נמצא באגן הניקוז של נחל מפלסים. השטח מתנקז לכיוון ערוצים מדרוניים ללא שם המתחברים לערוץ אחד בסמוך לחלק התחתון של התכנית. ערוץ זה מתנקז לנחל מפלסים כ-1,300 מטר במורד הערוץ.

נחל מפלסים מוגדר כעורק ניקוז משני על פי תמ"א 34/ב/3. תחום ההשפעה של הנחל הוא 50 מטר מגדות הנחל. המרחק המינימלי (אווירי) בין גבול התכנית לגדות נחל מפלסים הוא כ-800 מטר ועל כן התכנית אינה נמצאת בתוך תחום ההשפעה של הנחל. גבול התכנית במרחק של 400 מטר מעורק ניקוז משני נחל ניר עם. שטח התכנית אינו נמצא באגן הניקוז של נחל זה.



2.4.2 ספיקות מים

שטח התכנית אינו נמצא בסמוך לערוצי נחלים בהם קיימות מדידות קיימות של ספיקות מים בתחנות הידרומטריות. חישוב הספיקה בשטח התכנית ובערוצים הסמוכים ייעשה במסגרת הפרק ההידרולוגי של נספח זה.

2.4.3 סקירת הצפות קודמות

לא קיימים נתונים לגבי הצפות בסמוך לשטח התכנית.



3 הידרולוגיה

3.1 עובי גשם

עובי הגשם נדרש כדי להגדיר את נפח המים הנוצר בשטח התכנית במצב הקיים ולאחר בניית המתקן. נתוני עובי גשם עבור התחנות המטאורולוגיות ברדיוס של 10 ק"מ מתחום התכנית





מוצגים בטבלה 1 להלן. כ-70% מהגשמים באזור זה יורדים בחודשי החורף והשאר בחודשי הסתיו והאביב.

טבלה 1: עובי גשם חודשי ממוצע לתקופה 1980-2010 (נתוני השירות המטאורולוגי).

ממוצע חודשי של כמות גשם (מ"מ)											תחנה	מרחק (ק"מ)
שנתי	5	4	3	2	1	12	11	10	9	חודש		
409	2.4	9	44	89	110	84	54	18	0.4		גבים	1.5
415	2	8	42	89	112	85	55	21	0.7		מפלסים	1.9
377	1.6	9	42	83	102	75	48	16	0.4	עובי גשם	דורות	6
401	1.6	9	41	81	110	82	57	19	1.3	(מ"מ)	סעד	6.2
443	2.7	9	47	97	117	93	55	22	0.9		ברור חיל	7.7
417	1.3	8	41	85	113	87	59	21	1.5		נחל עוז	8.8

- בתחנות אלו יש בממוצע יום אחד בשנה בו עובי הגשם המדוד הוא מעל 50 מ"מ.

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.

עוצמות הגשם חושבו לפי שיטה של חברה לנתיבי ישראל (רפי הלוי, שמואל ארבל, עדכון בסיס נתוני עוצמות הגשם בישראל, דו"ח מסכם, 2016). בהתאם למפה, המחלקת את ארץ לאזורים אקלימיים, אזור התכנית נמצא באזור 6, מישור החוף והכרמל. באזור זה עוצמת גשם בהסתברות 1% ניתן לחשב לפי הנוסחה הבא:

$$I_{1\%} = 765.6 * T^{-0.55}$$

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

זמן ריכוז ניתן לחשב לפי הנוסחה 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 האורך של האפיק.

זמן הריכוז המינימלי המקובל לחישוב עוצמת הגשם הוא 10 דקות.

עוצמת הגשם המוצבות בנוסחה היא לספיקת תכן בהסתברות של 1%, מקדם הספיקה חושב ע"פ 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 הגבוהים מ-1% (נספח 2).



3.3 מערכת ניקוז בקרבת התכנית

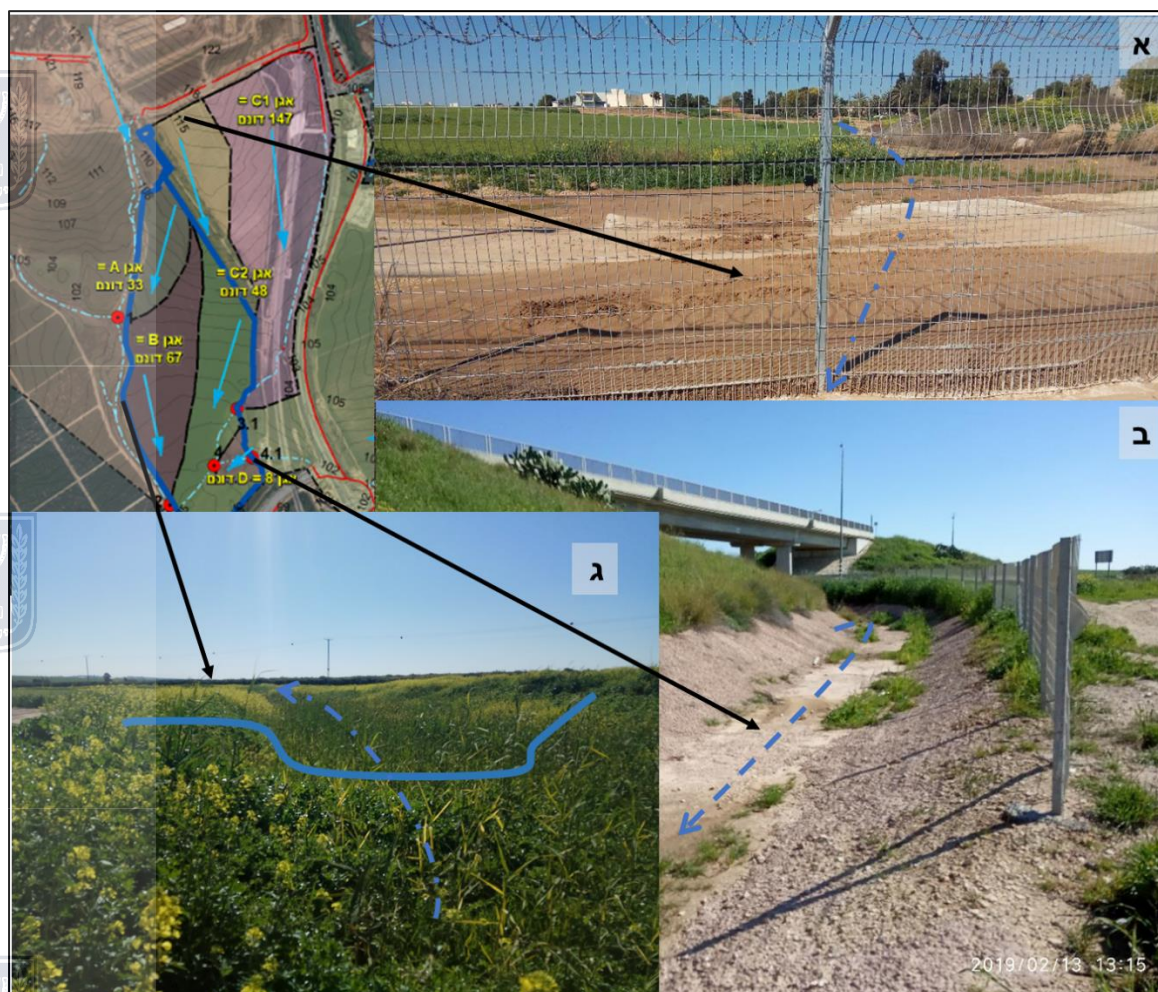
שטח התכנית נמצא על גבי שטח מדרוני המשתפל מכיוון מרכז קיבוץ ניר עם, לכיוון דרום. השיפועים בחלק הקרוב יותר לשטח הקיבוץ גבוהים יותר ביחס לאזור הדרומי של התכנית. את שטח התכנית חוצים מספר ערוצים מדרוניים וערוץ העובר במקביל לגבול המערבי של התכנית, "הערוץ המערבי" (איור 4). ערוצים אלו מתחברים בסמוך לכביש 232 ובהמשך מתנקזים לנחל מפלסים. אל שטח התכנית מתנקז שטח של כ-1.4 קמ"ר במעלה אגן הניקוז הכולל שטח כפרי





של מבני הקיבוץ, שטחים חקלאיים וכן מבנים באזור התעשייה. שטחים אלו מתנקזים בעיקרם אל הערוצים החוצים את שטח התכנית ומעט מהשטח מתנקז בצורה משטחית אל שטח התכנית. שטח התכנית אינו מתנקז לכיוון מסילת הרכבת. פירוט ותיאור אגני המשנה בתוך שטח התכנית והאגנים התורמים בטבלה 2 ובאיור 5.

איור 4: א. ערוץ הנחל מכיוון ניר-עם. ב. תעלת הניקוז מכיוון כביש 34 מנקזת את אגן (D1) וחוצה את שטח התכנית. ג. ערוץ הנחל הנמצא במקביל וממערב לגבול התכנית.





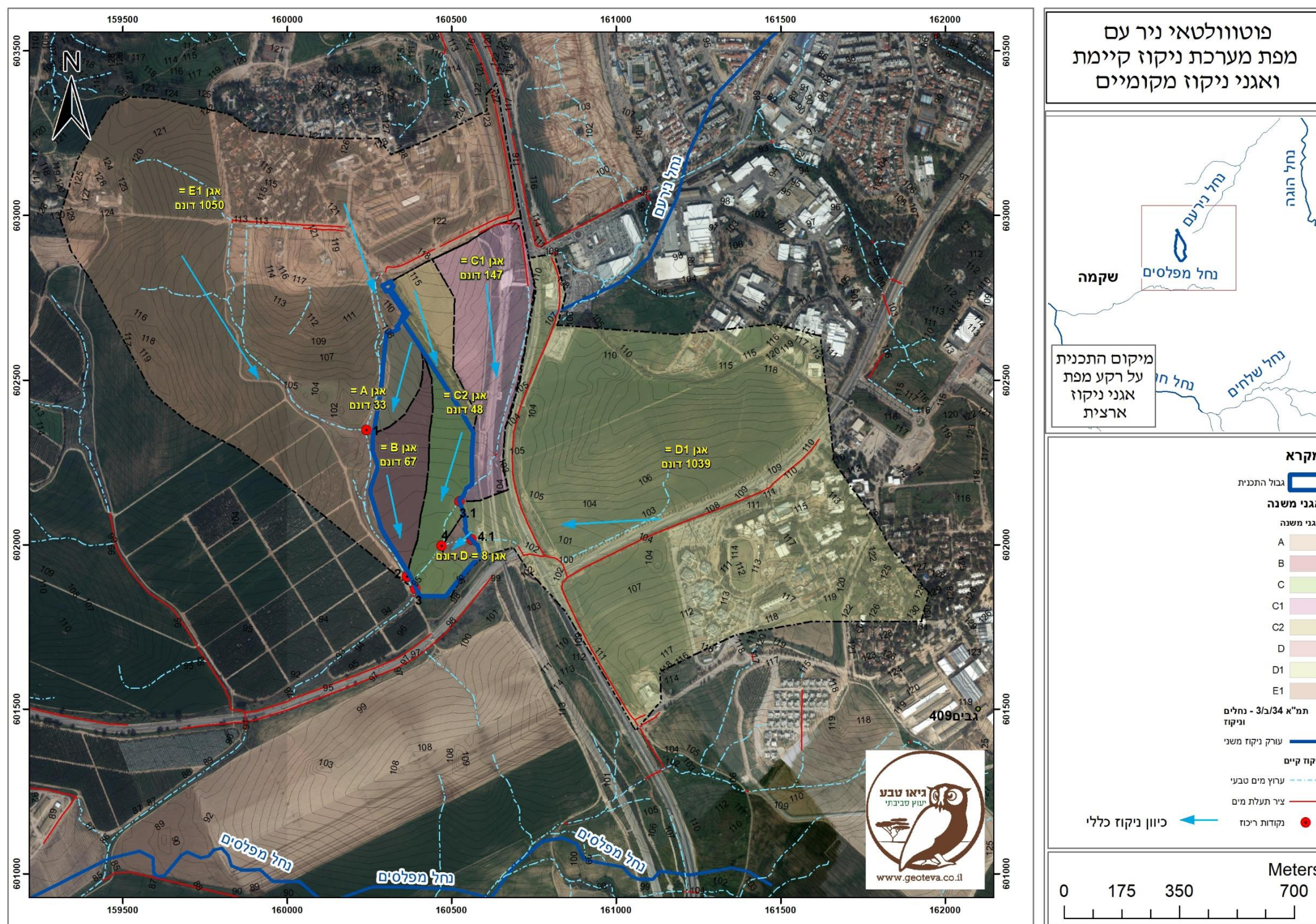
טבלה 2: אגני ניקוז בקרבת התכנית ובתחום התכנית

אגן	שטח קמ"ר	אורך אפיק הניקוז (ק"מ)	זמן ריכוז (דק')	תיאור האגן	אזור מוצא
A	0.033	0.31	10.0	האזור הצפוני של התכנית, נחצה ע"י ערוץ מדרוני, מתנקז לכיוון הערוץ המערבי המקביל לגבול התכנית	1
B	0.067	0.66	10.0	האזור המרכזי של התכנית, מתנקז לכיוון דרום-מערב אל עבר הערוץ המערבי המקביל לתכנית	2
C	0.077	0.70	10.0	האזור הדרום-מזרחי של התכנית, מתנקז לכיוון דרום אל עבר ערוץ מדרוני החוצה את שטח התכנית.	3
שטח חיצוני לתכנית, מנקז שטח חקלאי ושטחים של					
C1	0.147	0.92	10.0	מסילת הרכבת וכביש 34. נכנס לתכנית בערוץ מדרוני	3.1
גבול צפון מזרחי של אגן C					
C2	0.048	0.23	10.0	שטח חקלאי חיצוני לתכנית, מתנקז בצורה משטחית אל עבר אגן C	
D	0.008	0.12	10.0	תת אגן באזור הדרום-מזרחי של התכנית. נחצה ע"י ערוץ מדרוני ומתנקז לכיוון מערב	4
D1	1.039	1.20	11.0	אגן חיצוני לתכנית, מנקז שטחים של מכללת ספיר, אזור תעשייה שער הנגב ושטחים חקלאיים. מתנקז בערוץ המנקז את התעלות של אזורים אלו.	4.1
E1	1.050	1.80	13.7	שטח חיצוני לתכנית. שטח חקלאי ושטח כפרי של ניר-עם. מתנקז אל עבר הערוץ הזורם במקביל וממערב לגבול התכנית ועל כן משפיע עליה	





איור 5: מערכת הניקוז הקיימת בסמוך לתכנית.





3.4 חישוב ספיקות התכן

במצב המתוכנן שטח הפאנלים יכסה כ-50% מהשטח, לשטח זה מחושב מקדם נגר 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 ויושמו אמצעים אלו.

עבור נקודות היציאה חושבה ספיקת התכן בהסתברויות שונות במצב הקיים ובמצב המתוכנן (טבלה 3). מתקני הניקוז בשטח המתקן, יתוכננו לספיקה בהסתברות 5% וזאת מכיוון שמדובר במתקן הנדסי ללא נוכחות קבועה של אנשים.

טבלה 3: חישוב ספיקת שיא בתחום התכנית.

מס' אגן	שטח אגן הניקוז	זמן ריכוז	עוצמת גשם	מקדם ספיקה משקולל	ספיקת שיא			
קמ"ר		דקות	מ"ק\ שניה					
			1%	2%	5%	10%		
מצב קיים								
A	0.03	10	216	0.50	0.98	0.73	0.44	
B	0.07	10	216	0.30	1.20	0.90	0.54	
C	0.08	10	216	0.31	1.44	1.08	0.65	
C1	0.15	10	216	0.40	3.49	2.61	1.57	
C2	0.05	10	216	0.46	1.32	0.99	0.60	
D	0.01	10	216	0.29	0.15	0.11	0.07	
D1	1.04	11	205	0.45	26.49	19.87	11.92	
E1	1.05	14	182	0.49	25.94	19.46	11.67	
מצב מתוכנן								
A	0.03	10	216	0.75	1.46	1.10	0.66	
B	0.07	10	216	0.65	2.60	1.95	1.17	
C	0.08	10	216	0.66	3.04	2.28	1.37	
C1	0.15	10	216	0.40	3.49	2.61	1.57	
C2	0.05	10	216	0.46	1.32	0.99	0.60	
D	0.01	10	216	0.65	0.33	0.25	0.15	
D1	1.04	11	205	0.45	26.49	19.87	11.92	
E1	1.05	14	182	0.49	25.94	19.46	11.67	





3.5 חישוב נפח הנגר



נפח הנגר חושב עבור השטחים המתנקזים אל נקודת היציאה משטח התכנית באירוע בהסתברות של 5% (טבלה 4).

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

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



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

טבלה 4: חישוב נפח הנגר לשימור במצב הקיים ולאחר הקמת הפאנלים השטח התכנית

אגן	זמן ריכוז (דק')	ספיקת שיא	נפח הנגר
מצב קיים			
A	10	0.44	395
B	10	0.54	486
C	10	0.65	585
C1	10	1.57	1412
C2	10	0.60	537
D	10	0.07	60
D1	11	11.92	11773
E1	14	11.67	14350
סה"כ נפח הנגר במצב הקיים			
29596			
מצב מתוכנן			
A	10	0.66	592
B	10	1.17	1052
C	10	1.37	1232
C1	10	1.57	1412
C2	10	0.60	537
D	10	0.15	132
D1	11	11.92	11773
E1	14	11.67	14350
סה"כ נפח הנגר במצב הקיים			
31080			
סה"כ נפח הנגר במצב המתוכנן			
1484			
סך כל תוספת הנגר עקב יישום התכנית			





מקדם הנגר המשוקלל לתחום התכנית צפוי לעלות מ-0.41 ל-0.55 בממוצע תוספת הנגר הצפויה להתקבל באירוע בעל הסתברות חזרה של 5% כתוצאה מיישום התכנית היא כ-1485 קוב.

4 תכנית ניקוז למתקן פוטו וולטאי

תכנית ניקוז למתקן פוטו וולטאי ניר-עם מורכבת מהחלקים הבאים:

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



4.1 מערכת ניקוז מוצעת בתחום המתקן

תכנון מערכת הניקוז מתחשב בשימור נפחי המים הקיימים הנכנסים למערכת הנחלית ומניעת כניסת נגר לשטחים סמוכים ועידוד חלחול מים 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 והסחף.

הצעות כלליות

מומלץ לעודד **כיסוי צמחי** בכל השטחים הפתוחים של המתקן. הצמחייה משפרת את יכולת החדור של הקרקע ובכך תורמת להחדרה של מי נגר, מונעת סחף קרקע (איור 7) ובנוסף היא מעלה את החספוס של פני השטח ובכך מעלה את זמן הריכוז ותורמת למיתון ספיקות השיא. הרחבה על תרומת הכיסוי הצמחי בסעיף 4.2.



- הסדרה של **תעלות**. התעלות המוצעות בתכנית מטרתן לאפשר את המשך זרימת הנגר ממעלה האגן אל נקודת הריכוז של התכנית. תעלות אלו קיימות במצב הקיים בשטח. בתוואי תעלות אלו לא תהיה פריסת פאנלים כך שיכולת העברת הנגר לא תיפגע וכן שהזרימה לא תפגע בתשתיות המתקן.



- מערכת של **ש"יחים** המסומנת בתשריט הניקוז. הש"יח מקטע את המדרון ובכך מעלה את זמני הריכוז ומונע מהנגר לצבור אנרגיה לאורך המדרון. לש"יח השפעה של ספיקות השיא וכן מגביר את יכולת החלחול הכוללת של המתקן. הש"יחים מתוכננים באזור בו שיפועי הקרקע מעט גבוהים יותר ומגיעים לכ-5% שיפוע.





הצעות פרטניות



- **אגן A** - מתנקז במצב הקיים לכיוון כללי דרום-מערב אל עבר ערוץ הנחל העובר במקביל לגבול המערבי. באגן זה מתוכננים מערכת של ש'חים שתקטע את האגן לתתי אגנים קטנים יותר. שיפוע הש'חים יתוכנן אל עבר התעלה המרכזית החוצה את האגן.
- **אגן B** - מתנקז במצב הקיים לכיוון דרום. במצב המתוכנן האגן מקוטע ע"י מערכת הש'חים. על-כן חלק מהנגר מוסט לאגן A וחלקו זורם בצורה משטחית אל עבר הגבול המערבי של התכנית.

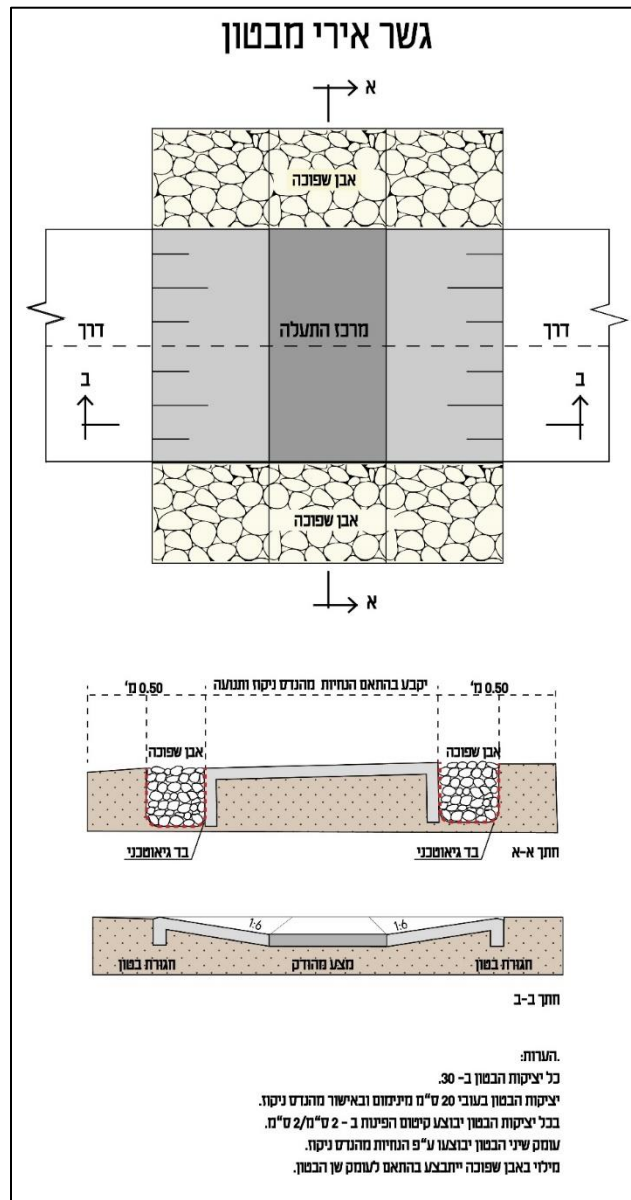


- **אגן C1** - מתנקז במצב הקיים והמצב המתוכנן דרך תעלת ניקוז החוצה את אגן C. יש לתכנן מעביר אירי בחציית התעלה והדרך.
- **אגן C2** - מתנקז משטחית אל אגן C, יש להשאיר את המצב כמות שהוא ולאפשר לנגר לזרום לתוך גבול התכנית.
- **אגן D1** - מתנקז במצב הקיים והמצב המתוכנן דרך תעלת ניקוז החוצה את אגן D ואגן C. יש לתכנן מעביר אירי בחציית התעלה והדרך (איור 6).
- תעלה זו נמשכת את לנקודת הריכוז של התכנית יש לתכנן מעביר מים ומתקן לפיזור נגר במוצא הכללי של התכנית אל התעלה המערבית.



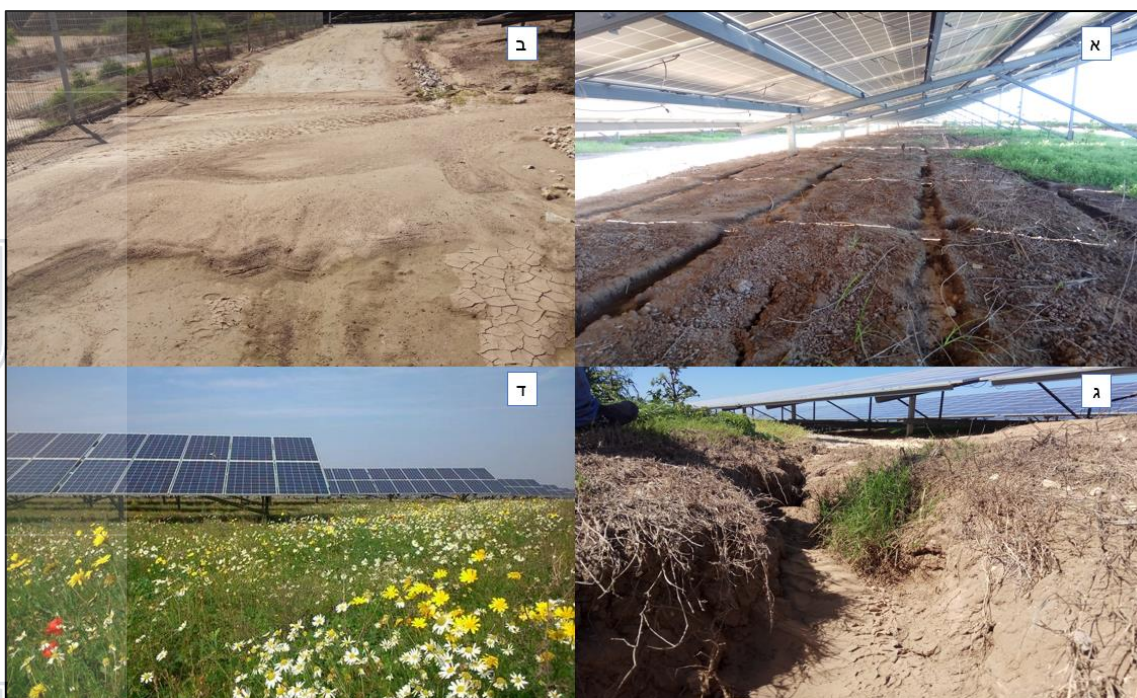


איור 6: פרט עקרוני למעביר אירי בחציית הדרכים והתעלות





איור 7: א- התחתריות 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 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 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 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

טיפות המים מפרות את תלידי הקרקע

ויוצרות קרום קרקע





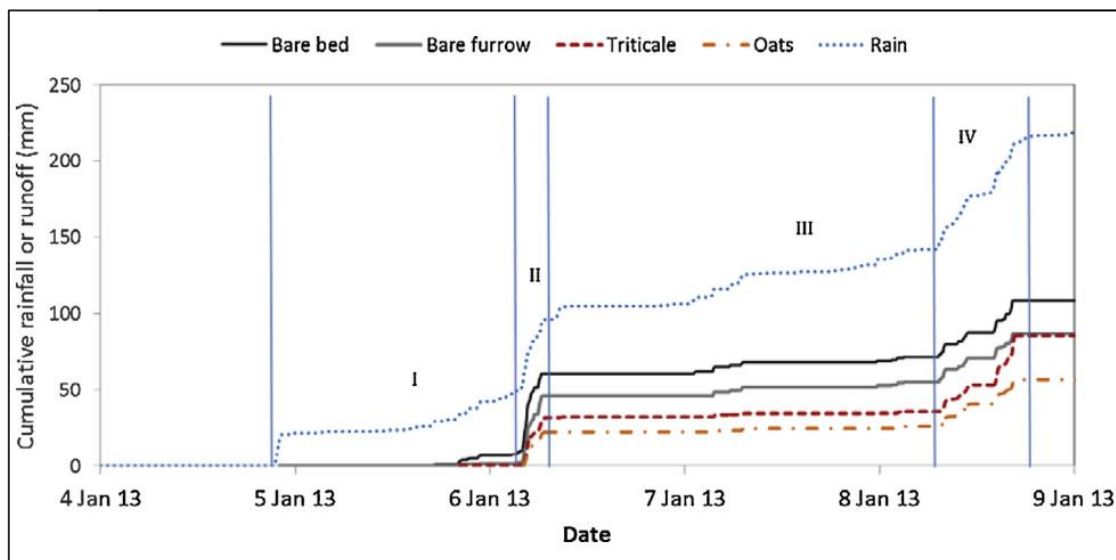
איבוד קרקע בקצב של 4-7 מ"מ בשנה בגידולים חקלאיים קונבנציונאליים ובאקלים ים-תיכוני בישראל. נתונים אלו נתמכים במחקרים עולמיים המראים כי קצב איבוד הקרקע בשטחים חקלאיים גדול בהרבה מקצב היווצרותה (Montgomery, 2007; Eshel and Egozi, 2013). אחד הפתרונות להתמודדות עם בעיות של סחף קרקע הינו חיפוי קרקע ו/או כיסוי 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 של הפחתתה 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 (איור 8). 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)





4.3 השפעת התכנית על ספיקה ונפח הנגר

מכיוון שהפאנלים הסולאריים הינם אטומים לגשם, הצבתם מורידה את השטח הפנוי לחלחול מי נגר, ועל כן מקדם הנגר והספיקה של השטח גדלים. טבלה 3, ניתן לראות את השפעת התכנית על ספיקות התכן במצב המתוכנן.

בהתאם לתכנון, מקדם הנגר המשוכלל הוא 0.55. ספיקת השיא הכוללת משטח זה עולה מ-27.46 מ"ק/שניה עד 29.11 מ"ק/שניה בסה"כ, כאשר מרב הנגר מגיע משטחים חיצוניים לשטח התכנית (85%) וצפוי לעבור בתעלות החוצות את המתקן. תוספת נפח הנגר המשווערת היא 1485 מטר קוב (הסתברות של 5%).

ועל-כן מערכת וויסות והשהיית הנגר המתוכננת בגבול התוכנית צריכה להתאים לנפח זה על מנת שלא להשפיע על מערכת הניקוז במורד התוכנית.



5 אמצעים למניעת נזקים

5.1 תיאור האמצעים להגברת חלחול

בתכנית הניקוז מוצע תכנון של מספר ש'חים לקיטוע המדרון וכן יישום של צמחייה מקומית בשטח התכנית בין הפאנלים. מטרת האמצעים הם להוריד משמעותית את כמויות הנגר הצפויות להתקבל משטח זה. הצמחייה מונעת את איטום הקרקע, מגבירה את החלחול ובכך תורמת להעשרת מי התהום, מגדילה את חספוס הקרקע וכתוצאה מכך מגדילה את זמן הריכוז של הנגר ומורידה את ספיקות המים.



5.2 פירוט השינויים

1. תכנון מערכת ש'חים להשהיית נגר
2. תכנון/שימור תעלות הניקוז החוצות את שטח התכנית
3. תכנון מעבירים אירים בחצייה של התעלות ומערך הדרכים.



6 סיכום

מתקן פוטו וולטאי ניר עם, מתוכנן בשטח של 184 דונם, בשטחי המשבצת החקלאית של הקיבוץ. שטח התכנית נמצא באזור הנגב המערבי. התכנית אינה נמצאת בתחום השפעה של עורקי ניקוז המוגדרים בתמ"א 34 ב' 3. שטח התכנית מתנקז לכיוון דרום-מערב. שטח התכנית נחצה ע"י מספר תעלות המנקזות שטחים גדולים במעלה אגן-הניקוז.





עקב שינוי בשימוש הקרקע מקרקע חקלאית למתקן פוטו- וולטאי, מקדם הנגר המשוקלל צפוי לעלות מ 0.37 ל 0.55 ועל- כן מוצעים בתוכנית השהיית נגר מערכת תעלות, ש"חים וכיסוי צמחי. פתרונות אלו מוצעים על מנת לווסת את זרימת המים משטח התכנית אל מערכת הניקוז המקומית וכן לעודד השהייה וחלחול נגר. מערכת השהיית הנגר מתוכננת לנפח כולל של 1,800 מ"ק לווסת אירוע גשם בהסתברות של 5%.

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 התעלות 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>
- 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>
- ספיקות תכן בהסתברויות שונות, רשות המים.
 - <http://www.water.gov.il/Hebrew/ProfessionalInfoAndData/Data-Hidrologeime/DocLib6/sfikot-tehen.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 חקלאים במישורים	לא מפותחת	קטן 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 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 3: נספח מנחה להכנת מסמך סביבתי

דצמבר 2006 / כסלו תשס"ז

נספח מנחה א' :

הנחיות להכנת נספח ניהול הטיפול במי נגר עילי וניקוז לתכנית

1. כללי

נספח לניהול 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" בקנ"מ 1: 50,000 (1975) או לפי מפות הסקר הארצי בקנ"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 מירבית 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, גדויו 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 מבוזנים, 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.

