

לשכת התכנון המחוזית
משרד הפנים-מחוז דרום
05.05.2015

נספח לניהול הטיפול במי נגר עילי וניקוז
לתכנית מס' 1011/מפ/32
מתקן פוטו-וולטאי – מושב נחלה

חוק התכנון והבניה, התשכ"ה-1965
משרד הפנים - מחוז הדרום
הוועדה המחוזית החליטה ביום:
9/11/15
לאשר את התכנית
התכנית לא נקבעה טעונה אישור השר
התכנית נקבעה טעונה אישור השר
תאריך 19/7/15
יו"ר הוועדה המחוזית

הוכן עבור:

אורמת מערכות

הנדסת סביבה והידרולוגיה
אפיק הנדסה
תל אביב
08-6460914

דצמבר 2012

מהדורה 2

תוכן עניינים

4	מבוא	.1
4	נתוני רקע	.2
4	מתקן פוטו-וולטאי - רקע כללי	2.1
4	תיאור המודולים	2.1.1
4	תחזוקה ושטיפה	2.1.2
7	טופוגרפיה	2.2
9	אגני ניקוז וערוצי זרימה בקרבת התכנית	2.3
11	קרקעות	2.4
11	עוצמות גשם	2.5
12	חישוב ספיקות התכן	.3
12	תקופת החזרה לחישוב ספיקות התכן	3.1
12	מודל לחישוב ספיקות תכן	3.2
12	חישוב ספיקות עבור אגנים קטנים	3.2.1
14	חישוב ספיקות עבור אגנים גדולים	3.2.2
15	חישוב של פשט הצפה	3.3
16	תכנית הניקוז	.4
16	חישוב פשט הצפה	4.1
16	פשט הצפה של נחל גוברין	4.1.1
18	פשט הצפה של נחל דכרין	4.1.2
19	מערכת הניקוז המוצעת	4.2
19	ניהול נגר מחוץ לשטח התכנית	4.2.1
19	ניהול נגר הנוצר בשטח התכנית	4.2.2
21	אי-הגדלה של נפח הנגר	4.2.3
21	אי-הגדלה של ספיקת השיא	4.2.4
22	פתרונות מוצעים לשימור קרקע בשטח התוכנית	4.3
23	סיכום והמלצות	.5
25	מקורות	.6

נספחים

רשימת תרשימים ותמונות

- 5 תרשים מספר 1 - מפת מיקום
- 6 תמונה מספר 1 – ביסוס קונסטרוקציית הפאנלים
- 7 תמונה מספר 2 – מבט פנורמי על שטח התכנית
- 7 תמונה מספר 3 – מבט פנורמי על שטח התכנית
- 8 תרשים מספר 2 – אגני ניקוז מקומיים
- 10 תמונה מספר 4 – ערוץ נחל גוברין באזור התכנית
- 10 תמונה מספר 5 – ערוץ נחל דכרין באזור התכנית
- 10 תמונה מספר 6 – ערוץ פנימי המתנקז אל נ.ר. 2, מבט למעלה הערוץ
- 11 תמונה מספר 7 – תופעת סחיפת קרקע בשטח התכנית
- 13 תמונה מספר 8 - נומוגרמת Seeley
- 15 תרשים מספר 3 – תכנית ניקוז
- 16 תרשים מספר 4 – חתכים לדוגמא
- 18 תרשים מספר 5 – דוגמא למתקן יציאה לנגר

רשימת טבלאות

- 9 טבלה מספר 1 – אגני ניקוז בקרבת התכנית
- 11 טבלה מספר 2 – עוצמות גשם בהסתברויות שונות, בתחנת נגבה
- 14 טבלה מספר 3 – חישוב ספיקות לאגנים קטנים
- 14 טבלה מספר 4 – ספיקות תכן ($P = 4\%$) לפי נקודות ריכוז
- 17 טבלה מספר 5 – נתון זרימה משוערים בתוואי הניקוז של תת-אגנים בשטח התכנית
- 18 טבלה מספר 6 – חישוב ספיקות עבור תעלות היקפיות
- 19 טבלה מספר 7 – חתך מוצע לתעלות היקפיות בשטח התכנית

1. מבוא

מושב נחלה בשיתוף עם חברת אורמת מערכות וסאמיט אחזקות נדל"ן מתכננים להקמת אתר ליצור חשמל באמצעות לוחות פוטו-וולטאיים בשטחי המשבצת החקלאית של המושב, כחלק ובהתאמה למדיניות שאושרה בתמ"א 10/ד/10. האתר מתוכנן על שטח של כ- 507 דונם (ראה תרשים מספר 1-1 מפת מיקום) ותפוקת החשמל המתוכננת במתקן זה מוערכת בכ- 30 מגהוואט.

מטרות נספח הניקוז המובא להלן הינן:

- א. בדיקת מיקום התכנית ביחס לעורקי ניקוז, בהתאם לתמ"א 34 ב' 3;
- ב. הצעת פתרונות ניקוז לצורך הגנה על שטח התוכנית והמתקנים;
- ג. הצעה להסדרת הניקוז הפנימי בתחום התוכנית;
- ד. הצעת פתרונות לשימור קרקע בשטח התכנית.

2. נתוני רקע

2.1 מתקן פוטו-וולטאי - רקע כללי

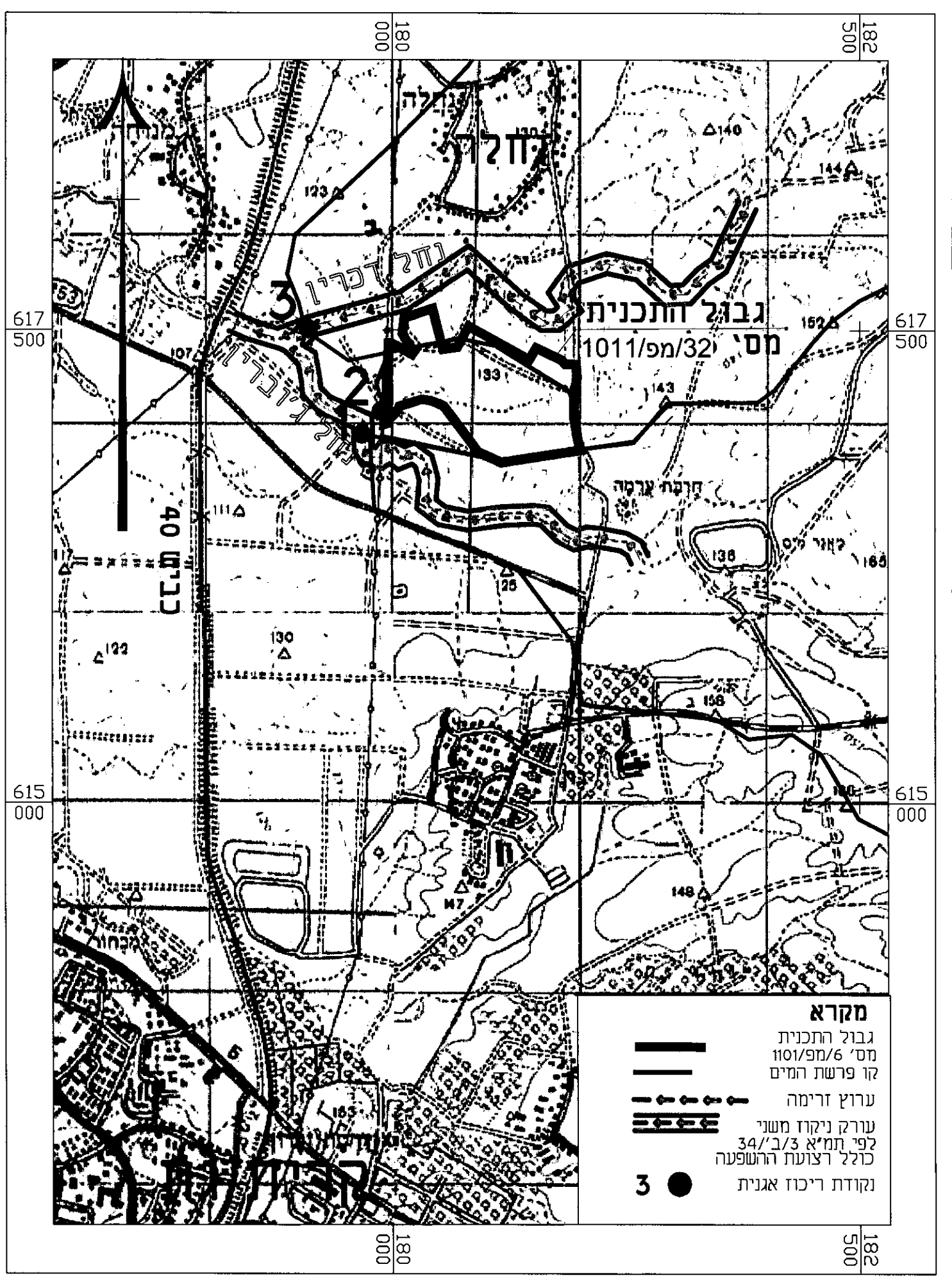
המתקן המוצע מתוכנן על שטח של כ- 507 דונם ובהספק של עד 30 מגה-וואט. מלבד המודולים (הלוחות הסולאריים), כולל המתקן גם ציוד נלווה לצורך חיבור למערכת החשמל כגון – ממירים, שנאי מתח גבוה, לוחות חשמל, מבנים לציוד החשמל וכו'. שטח המתקן יוקף בגדר ובאמצעי תאורה ואבטחה.

2.1.1 תיאור המודולים

עיקר שטח המתקן מכיל שורות קולטי אור שמש המותקנים על הקרקע. הקולטים הם בגובה של עד 2.5 מטר ומידותיהם - 1x2 מטר. שטח הקולטים יכסה – בהיטל אופקי - כ- 40% מסך שטח התכנית (ראה גם תמונה מספר 1). מאידך, כיסוי הקרקע בפועל (במגע ישיר עם הקרקע) יהיה קטן משמעותית, נוכח כך שהפאנלים מוצבים על קונסטרוקציה מתכתית (בגובה של בין 0.5 ועד כ- 3.2 מטר מעל לפני הקרקע) הממוקמת על בסיס בטון טרומי (דמוי אבן שפה). הידוק קרקע יתבצע רק בשטח עליו יונחו פסי הבטון, המהווים את הבסיס להצבת הפאנלים.

2.1.2 תחזוקה ושטיפה

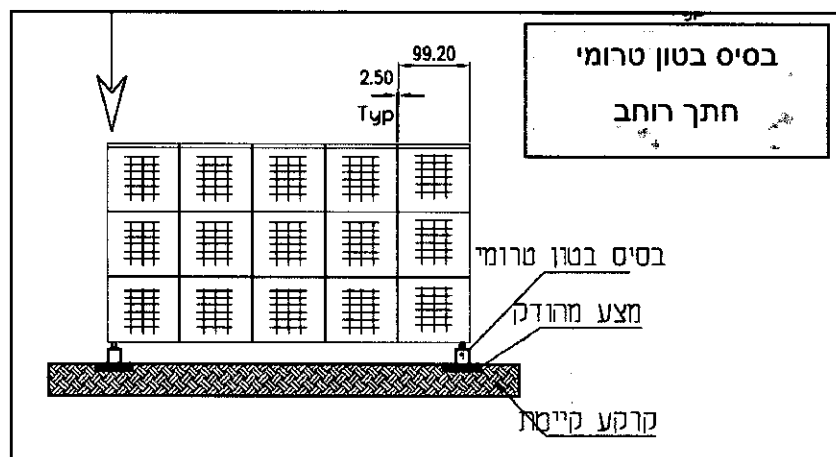
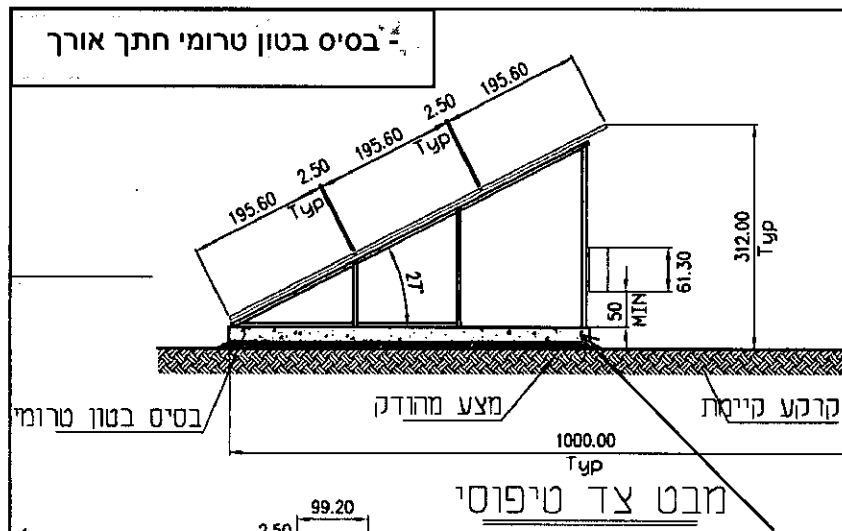
ניקוי הפאנלים יתבצע בהתאם לתנאי מזג האוויר. הניקוי יבוצע על ידי מים מטופלים באמצעות רכב עם מיכל מים, לאורך שורות הפאנלים. צריכת המים השנתית לשטיפת הקולטים מוערכת בכ- 2,700 מ"ק/שנה, קרי כמות זניחה בהשוואה לכמות המשקעים באזור (כ- 300 מ"מ בשנה או כ- 220,000 מ"ק/שנה).



דוצמבר 2012
 תרשים מס' 1
 קנ"מ 1:25000
 \\Stor6\6191\dwg\6191-01.dwg

שדה פטרו וולטאי - מושב נחלה
 נספח לניהול הטיפול במי נגר עיליים וניקוז
מפת מיקום וערוצים ראשיים

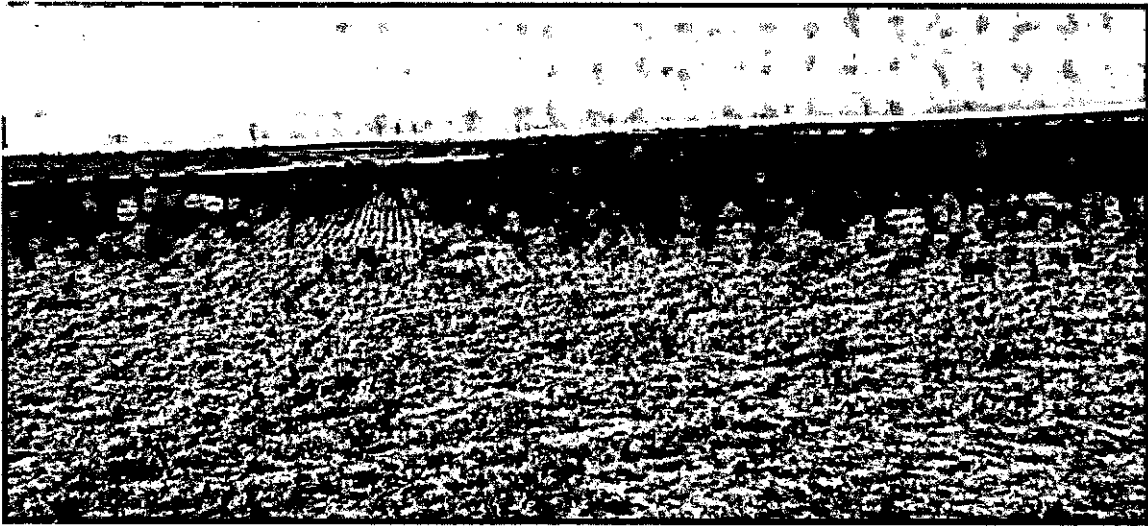
אפיק
 הנדסת סביבה והידרולוגיה



תמונה מספר 1 – ביסוס קונסטרוקציית הפאנלים.

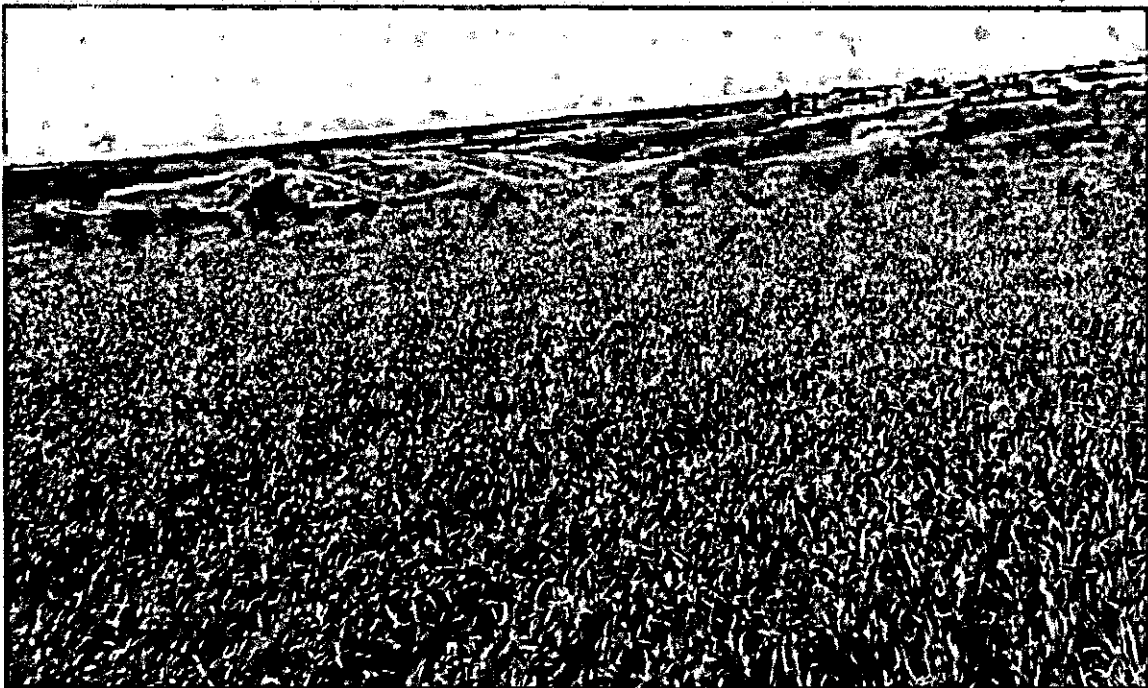
2.2 טופוגרפיה

המתקן מתוכנן בשטח גד"ש צפונית לקרית גת ומזרחית לכביש 40 באזור דרום השפלה (ראה תרשים מספר 1). הרום הטופוגרפי הממוצע בשטח התוכנית הינו כ- +120 מטר מעל לפני הים. האתר ממוקם בין שני עורקי ניקוז – נחל גוברין בדרום ונחל דכרין, יובל של נחל גוברין, בצפון. באופן כללי השיפועים בשטח התכנית הם מתונים - כ - 3%.



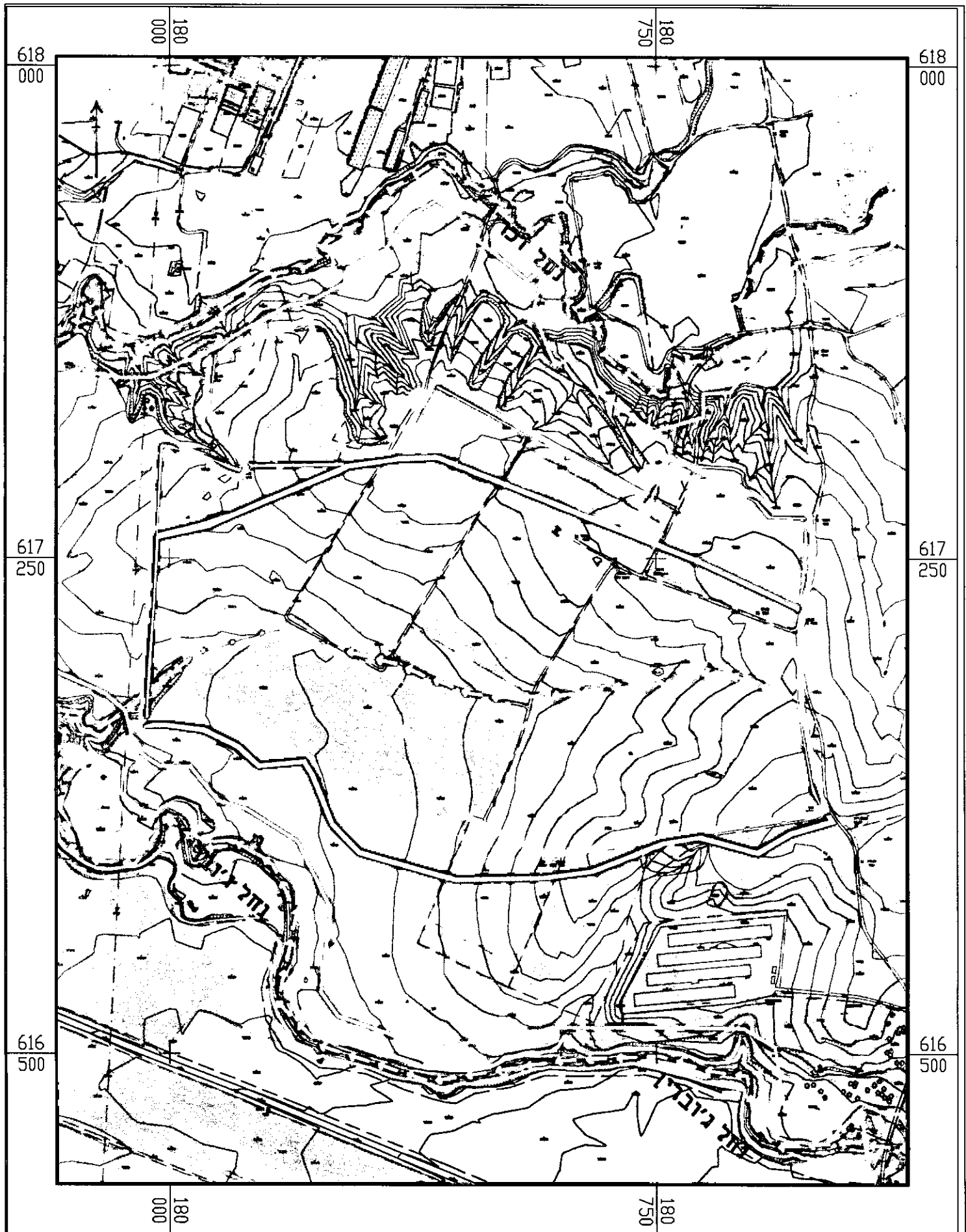
תמונה מספר 2 – מבט פנורמי על שטח התכנית

מבט לכיוון דרום



תמונה מספר 3 – מבט פנורמי על שטח התכנית

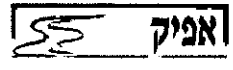
מבט לכיוון צפון (מושב נחלה)



<p>פשט הצפה בהסתברות תכן</p> <p>רצועת השפעה לפי תמ"א 3'ב'34'</p>	<p>01</p> <p>קו פרשת המים משני נקודת ריכוז ערוץ זרימה</p>	<p>מקרא</p> <p>גבול התכנית</p> <p>קו פרשת המים ראשי</p>
--	---	---

ספטמבר 2012
קנ"מ 1:5000
תרשים מס' 2

שדה פוטו וולטאי - מושב נחלה
נספח לניהול הטיפול במי נגר עיליים וניקוז



2.3 אגני ניקוז וערוצי זרימה בקרבת התכנית

התכנית נמצאת באגן הניקוז של נחל גוברין. רוב שטח התכנית כלול באגן ניקוז מקומי (נקודת ריכוז 2 בתרשים מספר 1 ו-2) ששטחו כ- 0.53 קמ"ר ומתנקז לנחל גוברין. רק החלק הקטן הצפוני של התכנית מתנקז לנחל דכרין.

נחל גוברין בחלק זה ונחל דכרין הם שני עורקי ניקוז משניים, לפי ההגדרה של תמ"א 34 ב' 3. נחל גוברין מוגדר (תמ"א 34 ב' 3) כעורק ניקוז משני בחלק זה ועורק ניקוז ראשי במורדיו. שטח אגן הניקוז של נחל גוברין במורד התכנית (נ.ר.1) הוא כ- 158 קמ"ר. אפיק הנחל הינו מובהק (ראה תמונה מספר 4). בתוואי הנחל (שתית וגדות) קיימות נטיעות של עצים, תופעה שגורמת לעליית החספוס (התנגדות לזרימה) והגדלה של רוחב פשט ההצפה של הנחל. לפי תמ"א 34 ב' 3, רוחב רצועת ההשפעה של עורק משני הוא 50 מטר לכל צד מציר הנחל. המרחק המינימאלי בין ציר הנחל וגבול התכנית הוא 70 מטר, לפיכך שטח התכנית ממוקם מחוץ לרצועת ההשפעה של נחל גוברין (ראה תרשים מס' 2). שטח התכנית, המתנקז לנחל, כולל כ- 380 דונם.

נחל דכרין מוגדר כעורק ניקוז משני באזור התכנית. נחל דכרין הוא יובל של נחל גוברין ונשפך אליו במרחק של כ- 500 מטר מהגבול המערבי של התכנית. שטח אגן הניקוז של נחל דכרין באזור התכנית הוא כ- 15.2 קמ"ר (נ.ר.3, תרשים מספר 1). לערוץ הנחל באזור התכנית יש אופי בתרוני (ראה תמונה מספר 5). לפי תמ"א 34 ב' 3, רוחב רצועת ההשפעה של עורק משני הוא 50 מטר לכל צד מציר הנחל. המרחק המינימאלי בין ציר הנחל וגבול התכנית הוא 60 מטר, לפיכך שטח התכנית ממוקם מחוץ לרצועת ההשפעה של נחל דכרין (ראה תרשים מס' 2). שטח התכנית, המתנקז לנחל, מהווה כ- 127 דונם.

ערוץ פנימי מנקז את רוב שטח התכנית (נ.ר.2). הערוץ מהווה למעשה תוואי זרימה ללא אפיק מובהק (ראה תמונה מספר 6). שטח אגן הניקוז של ערוץ זה הוא כ- 490 דונם, שמתוכם 380 הוא שטח התכנית.

סיכום אגני ניקוז לפי נקודות ריכוז, כלל אגנים משניים בשטח התכנית נמצא בטבלה מספר 1 להלן.

טבלה מס' 1 – אגני ניקוז בקרבת התכנית (למיקום נקודות ריכוז ראה תרשימים 2, 3)

מס' אגן	נקודת ריכוז	תיאור אגן הניקוז	שטח אגן הניקוז (קמ"ר)
1	נ.ר.1	אגן נחל גוברין	158
2	נ.ר.2	ערוץ פנימי של התכנית	0.487
3	נ.ר.3	אגן נחל דכרין	15.2
4	נ.ר.4	מדרון מתנקז לנחל דכרין	0.018
5	נ.ר.5	מדרון מתנקז לנחל דכרין	0.033
6	נ.ר.6	מדרון מתנקז לנחל דכרין	0.031
7	נ.ר.7	מתנקז לנחל דכרין	0.031



תמונה מספר 4 – ערוץ נחל גוברין באזור התכנית

מבט לכיוון בית הגדי



תמונה מספר 5 – ערוץ נחל דברין באזור התכנית



תמונה מספר 6 – ערוץ פנימי המתנקז אל נ.ר.2, מבט למעלה הערוץ

2.4 קרקעות

קרקעות האזור הן קרקעות חומות כחות (K) ורנדזינות (B). הקרקעות מאופיינות בהתפתחות ערוצים בעלי גדות אנכיות וקרקעית שטוחה (ניר, 1989). עירוץ ותופעות סחיפת קרקע אחרות נצפו באזור התכנית (ראה תמונה מספר 7).

2.5 עוצמות גשם

לפי נתונים של השירות המטאורולוגי, כמות הגשם הממוצעת השנתית באזור קרית גת היא 400 מ"מ ובנגבה, הנמצאת מערבית לקרית גת, כמות הגשם השנתית הממוצעת הינה 493 מ"מ. בקרבת אזור התכנית המוצעת קיימים נתונים על עוצמות גשם מתחנת נגבה. תקופת המדידה בתחנת נגבה היא 50 שנה. עוצמות הגשם של תחנת נגבה (לפי נתוני מע"צ) מוצגים בטבלה מספר 2.

טבלה מספר 2 – עוצמות גשם בהסתברויות שונות, בתחנת נגבה

(מתוך נתוני החברה הלאומית לדרכים בע"מ)

עוצמת גשם מקסימלית במ"מ לשעה, בפרקי הזמן הבאים:							הסתברות (%)
60 דקות	45 דקות	30 דקות	20 דקות	15 דקות	10 דקות	5 דקות	
42.6	53.0	61.8	77.5	92.4	121.2	195.2	1%
38.5	47.4	56.3	70.3	83.3	108.2	169.6	2%
36.2	44.3	53.1	66.3	78.3	101.0	155.0	3%
33.1	40.2	48.9	61.0	71.8	91.8	137.2	5%
28.9	34.9	43.1	53.8	63.0	79.7	114.8	10%
24.5	29.3	37.0	46.2	53.9	67.5	93.0	20%
17.7	21.2	27.4	34.6	40.4	50.1	64.6	50%



תמונה מספר 7 – תופעת סחיפת קרקע בשטח התכנית

3. חישוב ספיקות התכן

3.1 תקופת החזרה לחישוב ספיקות התכן

תמ"א 34 ב' 3 מגדירה הסתברות תכנונית של 10% עבור שטחים חקלאיים, 4% עבור מבנים בשטח פתוח ו- 2% עבור אזורי תעשייה. אין בתמ"א התייחסות למתקנים סולאריים. לפיכך, רשות ניקוז שקמה-בשור הגדירה - במיוחד עבור מתקנים סולאריים - הסתברות תכן של 4%. זוהי גם הסתברות התכן המקובלת בתכניות לאתרים סולאריים הנבחנים בוועדה ההנדסית המקצועית של האגף לשימור קרקע וניקוז במשרד החקלאות. אופי הפעילות בתחנה - קרי שדות פאנלים וצוות עובדים מצומצם - נראה מתאים לתקופת חזרה זו.

3.2 מודל לחישוב ספיקות תכן

השטח של אגני הניקוז בפרויקט זה משתנה מ- 158 קמ"ר עד עשרות דונם. לחישוב ספיקות עבור אגנים בגודל עד 4.0 קמ"ר משתמשים בנוסחא הרציונאלית, במידה ושימושי הקרקע באזור הם הומוגניים. עבור אגנים שגודלם מעל 4.0 קמ"ר נעשה שימוש במודל הידרולוגי-סטטיסטי.

3.2.1 חישוב ספיקות עבור אגנים קטנים

משוואת הנוסחה הרציונלית הינה:

$$Q=CIA/3.6$$

כאשר -

Q - ספיקת התכן בהסתברות 4% (מ"ק/שניה)

C - מקדם הנגר (חסר יחידות)

A - שטח האגן (קמ"ר)

I - עוצמת הגשם בהסתברות 4% (מ"מ/שעה, מתוך נתוני חברת מע"צ, ראה טבלה מספר 2).

זמן הריכוז של הערוץ הראשי (נ.ר. 2) חושב באמצעות נוסחת kirpich בעוד שזמן הריכוז של תעלות

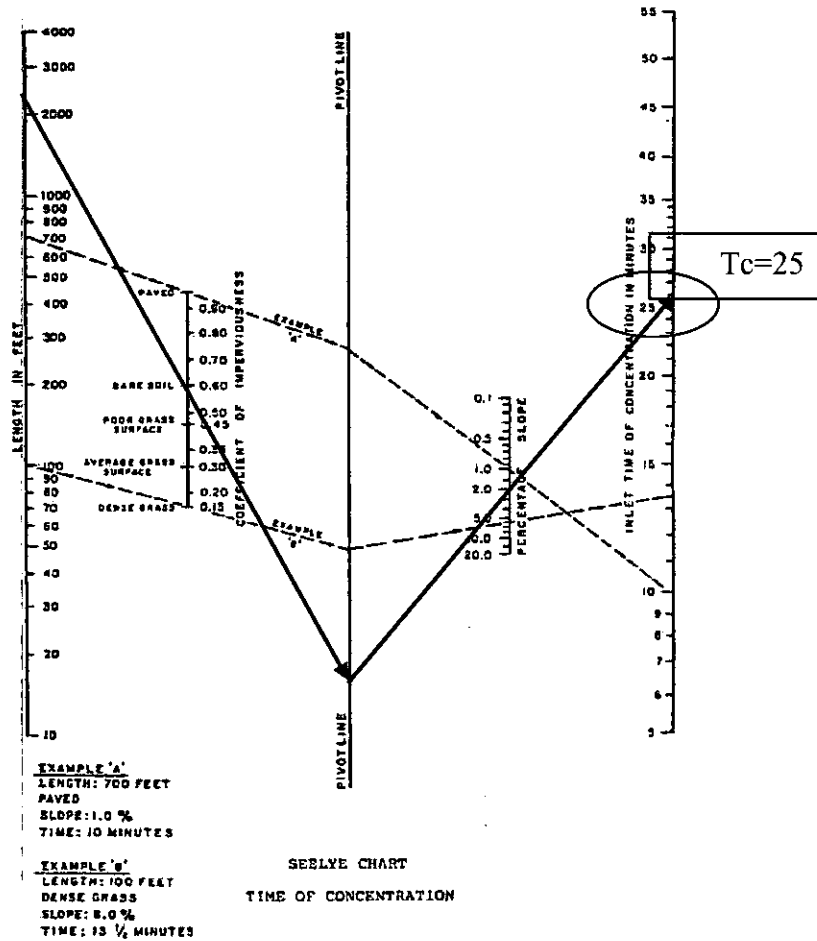
הניקוז המתוכננות בשטח המתקן הסולארי חושבו באמצעות נומוגרמת Seeley (תמונה מספר 8).

מקדם הנגר העילי (C) נקבע למצב קיים ל - 0.4 (מקדם הנגר של השטח הפתוח החקלאי).

הספיקות המחושבות מוצגות בטבלה מספר 3. הספיקות חושבו תוך שימוש בעוצמות גשם שהתקבלו

באינטרפולציה בין הסתברויות של 3% ושל - 5%.

תמונה מספר 8 - נומוגרמת Seeley



- א. העמודה השמאלית מייצגת את אורך הזרימה המירבי באגן ביחידות של feet (בין 700 מטר – 900 מטר בתני האגנים, קרי כ – 2,300 רגל).
- ב. העמודה השנייה משמאל הינה כיסוי הקרקע (נבחר ערך של 0.6 – קרקע חשופה).
- ג. העמודה השנייה מימין הינה שיפוע ערוץ הזרימה באחוזים (2%-4%).
- ד. העמודה הימנית היא זמן הריכוז בדקות.

טבלה מספר 3 – חישוב ספיקות לאגנים קטנים

(נקודות הריכוז מוצגות בתרשימים 2 ו-3)

ספיקת תכן (מ"ק/שניה)	מקדם נגר	עוצמת גשם (מ"מ/שעה)	זמן ריכוז (דקות)	שטח היקוות (קמ"ר)	נקודת ריכוז
4.06	0.4	75	15	0.487	2.ר.ר
0.30	0.4	150	5	0.018	4.ר.ר
0.55	0.4	150	5	0.033	5.ר.ר
0.52	0.4	150	5	0.031	6.ר.ר
0.52	0.4	150	5	0.031	7.ר.ר

3.2.2 חישוב ספיקות עבור אגנים גדולים

חישוב ספיקת התכן עבור נחלים גוברין ודכרין נעשה באמצעות מודל ההידרולוגי-סטטיסטי "פולגט" מעודכן (2009). האזור ההידרולוגי הינו אזור מספר 4 וקרקעות הם מסוג K ו-B.

טבלה מספר 4 - ספיקות תכן (P = 4%) לפי נקודות ריכוז

(נקודות הריכוז מוצגות בתרשימים 2 ו-3)

ספיקת שיא מחושבת (מ"ק/שניה)		הסתברות (אחוזים)
נחל דכרין	נחל גוברין	
43.8	154.7	1%
36.8	127.9	2%
34.5	118.4	3%
32.0	108.0	4%
27.7	94.5	5%
21.1	71.7	10%
14.8	50.5	20%

3.3 חישוב של פשט הצפה

פשט ההצפה של הנחלים גוברין ודכרין חושב ושורטט באמצעות תוכנת RiverCad שכוללת את

המודול ההידראולי HEC-RAS של U.S. ARMY CORPS OF ENGINEERS.

על מנת לחשב את פשט הצפה חולצו הפרמטרים הבאים:

- חתכי רוחב (על בסיס מדידה זמינה בקני"מ 1:2500);
- שיפוע אורכי של הקרקעית האפיק;
- מקדם מנינג.

בעבודה הנוכחית נעשתה בדיקה של רוחב פשט ההצפה עבור הנחלים גוברין ודכרין בקרבת התכנית.

אפיק שני הנחלים מלא בצמחיה (עצים, שיחים וחד-שנתיים, תמונות מס' 4, 5) לכן מקדם החספוס

של מנינג שנלקח הוא 0.06 עבור כל חתך הזרימה.

4. תכנית הניקוז

תכנית הניקוז כוללת התייחסות לנושאים הבאים:

1. אמצעים לטיפול בנגר הנוצר בשטח התכנית,
2. אמצעים לטיפול בנגר שמקורו מחוץ שטח התכנית;
3. בדיקה של פשט ההצפה של נחלים גוברין ודכרין;
4. אמצעים לשימור קרקע.

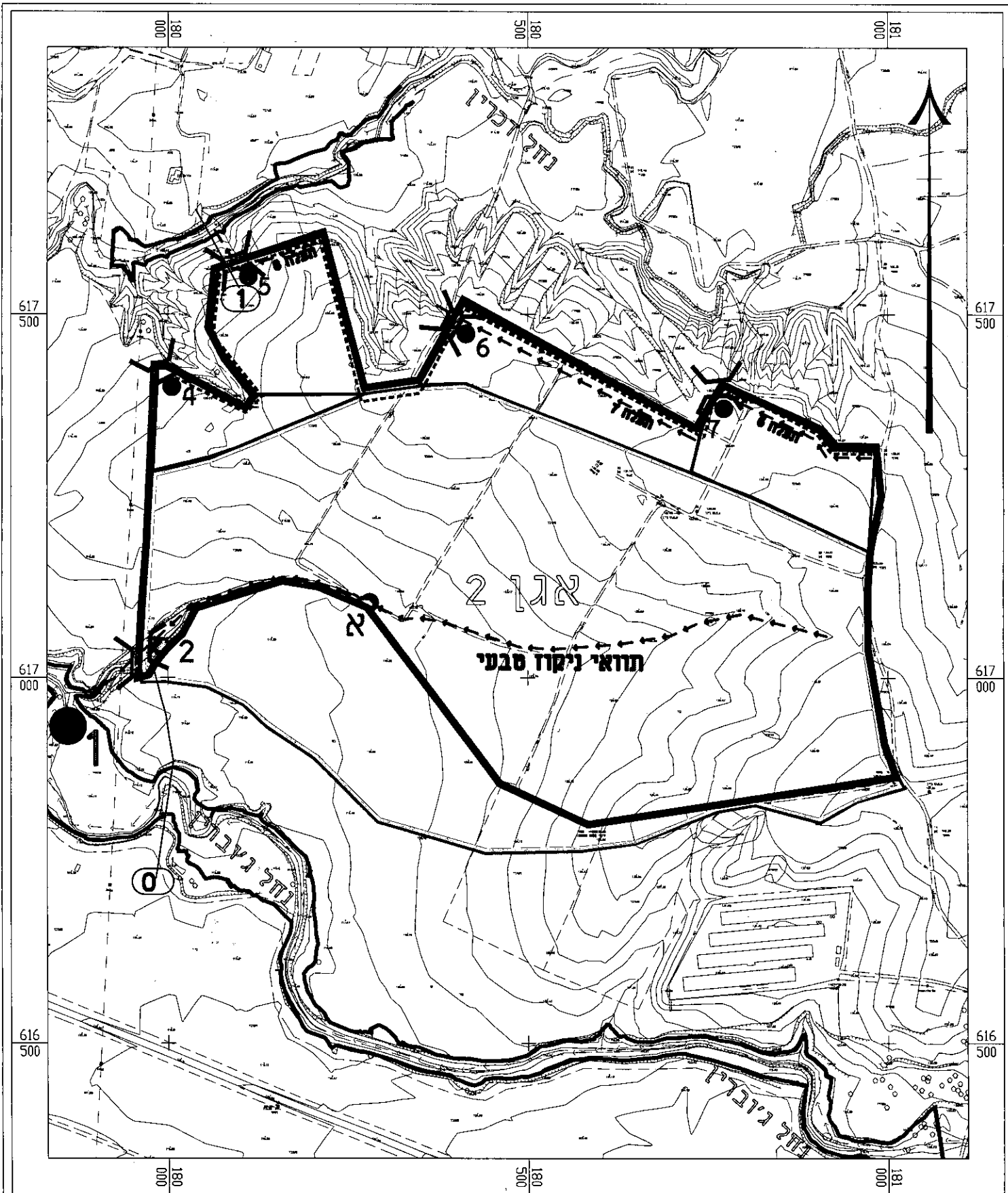
עקרונות הניקוז המוצעים (חלקם בהתאם לדרישות רשות הניקוז והאגף לשימור קרקע):

- א. ההסתברות התכנונית לתכנון כל מערכות הניקוז בשטח התכנית הינה 4%.
- ב. כמות הנגר העילי היוצאת משטח התכנית לא תגדל מעבר לזו הנוכחית בעקבות הקמת המתקנים הפוטו-וולטאיים.
- ג. בהתאם לתנאי השטח ושימושי הקרקע במתקן ובהתאם לצרכים וליכולת, על פי תנאי הקרקע במקום, ייעשה שימוש במי הנגר לצורך הרוויית הקרקע באזור התכנית.
- ד. נגר הנוצר בשטח התכנית לא יוזרם מיידית וישירות אל שטחים חקלאיים הסמוכים לתכנית וזאת על מנת למנוע נזקים לשטחים אלו.
- ה. בשטח התכנית יבוצע תכנון הניקוז תוך שמירה על תוואי הזרימה הטבעי הקיים, ככל שיאפשרו האילוצים ההנדסיים של הקמת הפאנלים.
- ו. בתכנון התעלות הפנימיות של המתקן, כולל תעלות דרך, יש להתבסס על הנתונים הבאים: חישוב ספיקות על פי נוסחא רציונאלית, מקדם נגר - 0.6, זמן ריכוז של 5 דקות ועוצמת גשם של 150 מ"מ/שעה.
- ז. מתוך מטרה להקטין ככל הניתן תופעות של עירוף, התחתרויות וסחיפת קרקע בשטח התכנית, תכלול מערכת הניקוז אמצעים לשימור קרקע, כך שלא ייווצרו תנאים לסחיפה. אמצעים אלה כוללים פתרונות הנדסיים שונים, שלא יאפשרו זרימה חופשית של הנגר למרחקים ארוכים, וכן פתרונות אגרו-טכניים מקובלים לצורך מניעת סחף-קרקע.

4.1 חישוב פשט הצפה

4.1.1 פשט הצפה של נחל גוברין

פשט הצפה של נחל גוברין באזור התכנית חושב בהתבסס על הנתונים הבאים: ספיקת תכן בהסתברות 4% לפי מודל הידרולוגי סטטיסטי - 108 מ"ק/שניה, מקדם חספוס של מנינג - 0.06. מכיוון שנחל גוברין באזור התכנית מאופיין בפיתולים רבים, רוחב פשט ההצפה משתנה מ- 25 מטר עד 100 מטר. המרחק המינימאלי בין פשט ההצפה וגבול התכנית נמצא בקצה הדרום-מערבי של התכנית, במקום בו נשפך אל נחל גוברין ערוץ שמנקז את שטח התכנית (נ.ר. 2, ראה תרשים מספר 3). במקום זה המרחק בין פשט ההצפה וגבול התכנית הינו כ- 70 מטר (ראה חתך 0 לדוגמא בתרשים מספר 4), מרחק זה גדול יותר מאשר רצועת ההשפעה שנקבעה בתמ"א 34 ב' 3, לפיכך התכנית המוצעת לא נמצאת בתחום הנחל.

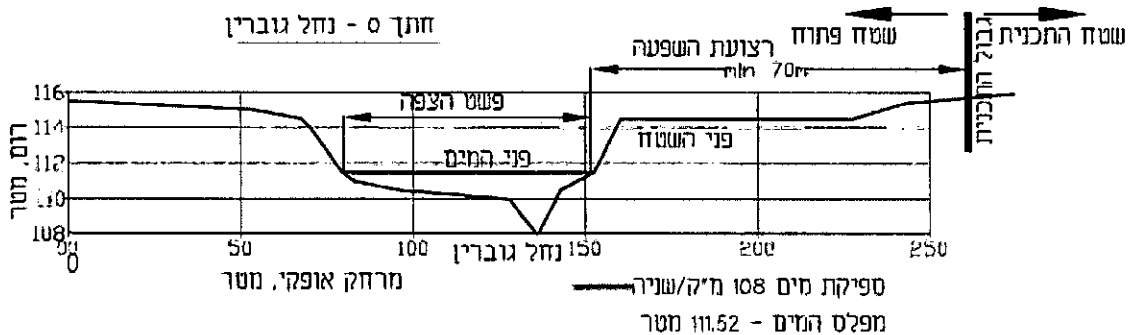
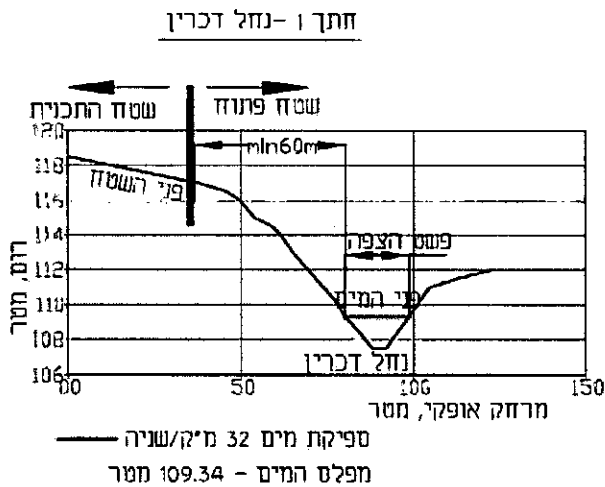


	מתקן יציאה		פגש הצפה בהסתברות הכן		גבול התכנית
	יצוב גבול התכנית		ערוץ זרימה		קו פרשת המים ראשי
	חתך רוחב		תעלה וזיקופים		קו פרשת המים משני
			חוזאי זרימה טבעי		נקודת ריכוז
			חוזאי טבעי מוסדר		ערוץ זרימה

4.1.2 פשט הצפה של נחל דכרין

פשט הצפה של נחל דכרין באזור התכנית חושב בהתבסס על הנתונים הבאים: ספיקת תכן בהסתברות 4% לפי מודל הידרולוגי סטטיסטי – 32 מ"ק/שניה, מקדם חספוס של מנינג – 0.06. פשט הצפה חושב רק עבור קטע נחל, בו המרחק בין גבול התכנית ותוואי הנחל נמוך מ- 100 מטר (בחלק הצפון-מערבי של התכנית). בקטע המזרחי יותר, בו המרחק גדול מ- 100 מטר, לא סביר כי זרימה בספיקה של 32 מ"ק/שניה תגיע אל גבול התכנית.

רוחב פשט ההצפה באזור הנבדק משתנה מ- 10 מטר עד 15 מטר. המרחק המינימאלי בין פשט ההצפה וגבול התכנית נמצא בקצה הצפון-מערבי של התכנית (ראה תנוחה של חתך 1 בתרשים מספר 3). במקום זה המרחק בין פשט הצפה וגבול התכנית הינו כ- 60 מטר (ראה חתך 1 לדוגמא בתרשים מספר 4), מרחק זה גדול יותר מאשר רצועת ההשפעה שנקבעה בתמ"א 34 ב' 3, לפיכך התכנית המוצעת לא נמצאת בתחום הנחל.



תרשים מספר 4 - חתכים לדוגמא

(למיקום החתכים ראה תרשים מספר 3)

4.2 מערכת הניקוז המוצעת

מערכת הניקוז הנדרשת כוללת טיפול בנגר שמקורו מחוץ לשטח התכנית וטיפול בנגר הנוצר בשטח התכנית.

מערכת הניקוז כוללת את תוואי הניקוז בשטח המתקן, על מנת לנקז את הנגר שנוצר באופן מקומי, את התעלות ההיקפיות בגבולות המתקן ואת מתקני היציאה לנגר משטח התכנית אל מערכת הניקוז האזורית.

המוצאים לנגר הנוצר בשטח התכנית הם נחל גוברין ונחל דכרין.

4.2.1 ניהול נגר מחוץ לשטח התכנית

התכנית ממוקמת על קו פרשת המים בין שני עורקי ניקוז – נחל גוברין ונחל דכרין. בהתאם למיקום זה של התכנית, אין נגר חיצוני שנכנס אל שטח התכנית שמקורו מחוץ לשטח התכנית.

4.2.2 ניהול נגר הנוצר בשטח התכנית

שטח התכנית נמצא בין שני נחלים, לפיכך, החלק הצפוני של המתקן מתנקז צפונה אל נחל דכרין והחלק הדרומי של המתקן מהווה אגן ניקוז פנימי שמתנקז לנ.ר. 2 ולנחל גוברין בהמשך. תכנית לניהול נגר כוללת את האלמנטים הניקוזיים הבאים: תעלות היקפיות ומתקני יציאה לנגר מחוץ לשטח התכנית. כמו כן, התכנית מציעה לשמור על תוואי הניקוז הקיים בשטח (אגן 2).

ניקוז של השטח הצפוני

תתי-אגנים שמספרם 4, 5, 6, ו-7 מתנקזים צפונה אל נחל דכרין. בנקודת הריכוז של כל תת-אגן מתוכנן מתקן יציאה לנגר עילי משטח התכנית (ראה לדוגמה תרשים מספר 5). לאורך הגבול הצפוני של המתקן מתפתחת התחתרות מואצת של הקרקע, כך, שראשי הערוצונים גדלים לכיוון שטח התכנית. על מנת להגן על התכנית מתופעות ארוזיה, יש לחזק את הגבול הצפוני של התכנית באמצעים מקובלים, כמו גביונים, קירות בטון וכו'. פעילות המונעת התחתרות בשטח התכנית מתוכננת בתוך שטח התכנית, על חשבון האתר הסולארי.

כל תתי האגנים בשטח האתר דומים בשטחם וספיקת התכן באגנים אלו משתנה מ- 0.5 עד 0.9 מ"ק/שניה. מכיוון שמדובר בספיקות נמוכות, מוצע לתכנן עבור התעלות ההיקפיות את אותו חתך אורך. מימדים אפשריים לתעלות היקפיות מוצגים בטבלה מספר 5.

טבלה מספר 5 – חתך מוצע לתעלות היקפיות בשטח התכנית

תעלה	שיפוע צד (m:m)	רוחב קרקעית (מטר)	שיפוע אורכי (%)	מקדם חספוס של מנינג	גובה זרימה מקסימאלי (מטר)	מהירות זרימה (מטר/שניה)	רוחב בין גדול התעלה בגובה של פני המים (מטר)	כושר ההולכה של התעלה (מ"ק/שניה)
צרה	1:2	1.5	1%	0.04	0.4	1.07	3.1	0.98
רחבה	1:4	1.0	1%	0.04	0.4	0.97	4.2	1.01
נ.ר. א'- נ.ר. 2	1:3	2.5	2.2%	0.04	0.55	1.95	5.8	4.28

* - ספיקת תכן 4.06 מ"ק/שניה

טבלה מספר 6 – נתוני זרימה משוערים בתוואי הניקוז של תת-אגנים בשטח התכנית

תוואי זרימה לפי תת-אגן	שיפוע צד משוער*	רוחב זרימה	שיפוע אורכי	מקדם חספוס של מנינג	גובה זרימה מקסימאלי	זרימת הנגר מהירות	רוחב תוואי ניקוז	ספיקת תכן של אגן
	(m:m)	(מטר)	(%)		(מטר)	(מטר/שניה)	(מטר)	(מ"ק/שניה)
אגן 2 עד לנ.ר.א'	1:8	23.0	2.2%	0.04	0.16	1.06	25.56	4.06

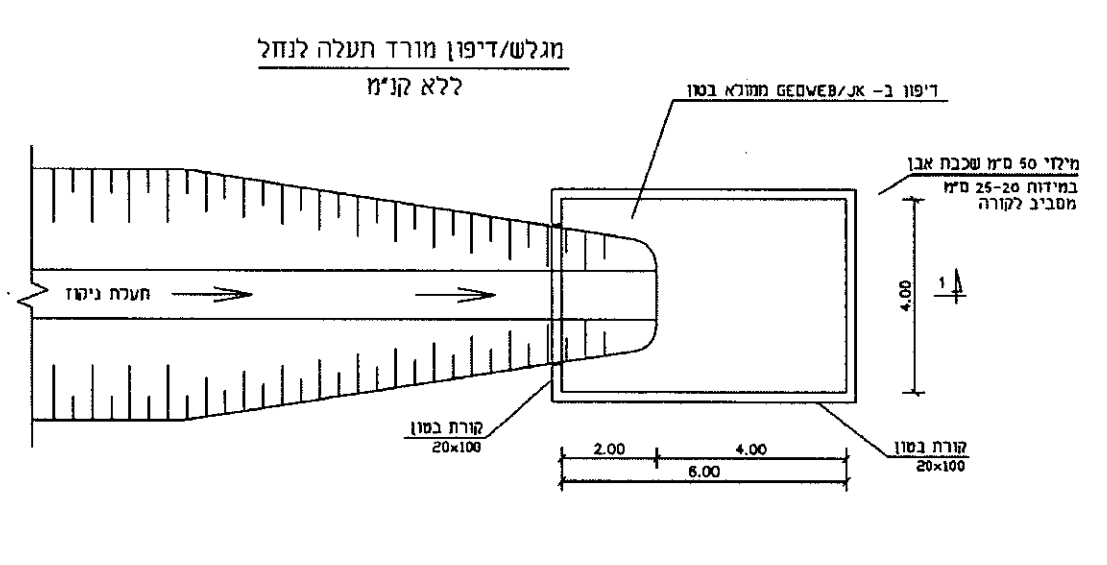
*לצורך חישוב רוחב חתך זרימה

ניקוז של השטח הצפוני

רוב שטח האגן מתנקז לנחל גוברין בנ.ר. 2 (ראה תרשים מס' 2). בתכנית הניקוז מוצע לשמור על תוואי הניקוז הטבעי של האגן עד לנ.ר.א – משם יש צורך בהסדרת תעלה היקפית לאורך גבול התכנית. מימדי התעלה מוצגים בטבלה מס' 5. חישוב גובה המים המשוער בתוואי הניקוז הטבעי מוצג בטבלה מס' 6.

מתקני כניסה – יציאה

מתקנים מסודרים ליציאת נגר משטח התכנית יותקנו בכל יציאה של התעלה מחוץ לשטח התכנית. דוגמא למתקן ראה בתרשים מספר 5, מיקום מוצע למתקנים ראה בתרשים מספר 3.



תרשים מספר 5 – דוגמא למתקן יציאה לנגר

עבודות מחוץ לשטח התכנית

הערוץ של אגן 2, שהוא האגן המנקז את רוב שטח התכנית, מתחתר לקראת היציאה משטח התכנית וממשיך כאפיק מובהק לכיוון נחל גוברין. יש צורך בהסדרה ותחזוקה של אפיק זה גם ביציאה משטח התכנית, כולל ביצוע פעולות נגד סחיפת קרקע והתחתרויות לאחור. טיפול בערוץ זה הוא באחריות מחזיקי הקרקע – מושב נחלה (מכתב מצורף).

4.2.3 אי-הגדלה של נפח הנגר

נפח הנגר היוצא מאגן הניקוז תלוי בכמות הגשם ובתכסית פני השטח (מקדם נגר). כמות הגשם הינו משתנה שאינו תלוי בהקמת המתקן הפוטו-וולטאי. באירוע גשם בהסתברות של 4-5% צפויה לרדת כמות של כ- 175 מ"מ (מתוך "אטלס מפות גשם" עבור קו קרית גת - בית גוברין). על שטח של כ- 507 דונם, כמות זו תגרום להיווצרות נגר בנפח של כ- 35 אלף מ"ק/אירוע במצב קיים (מקדם נגר 0.4).

עם ביצוע התכנית, התכסית של פני השטח משתנה מגידולי שדה לקרקע המכוסה חלקית בפאנלים סולאריים.

הפאנלים מכסים כ- 40% מהשטח האופקי מעל הקרקע, אבל אינם נוגעים בפני הקרקע (מלבד רגלי ביסוס - ראה תמונה מספר 1) לכן רוב השטח נשאר פנוי לזרימה וחיזור של מי נגר. אמנם קיים כיסוי החוצץ בין הגשם לבין פני הקרקע, אולם כיסוי זה אינו מונח על גבי פני הקרקע עצמה. לפיכך הצבת הפאנלים אמנם גורמת לריכוז של הגשם לפני פגיעתו בקרקע, אולם אינה יוצרת מגבלות לזרימה חופשית של מי נגר בזרימה משטחית על פני הקרקע.

על מנת להאט את מהירות הזרימה ולפזר את מי נגר מומלצים האמצעים הבאים (ייקבעו סופית בתכנון המפורט):

1. להימנע ככל הניתן מהידוק הקרקע מתחת לפאנלים ובמעברים בין הפאנלים, על מנת לשמור על כושר החיזור הקיים כיום באתר.
2. ליישם פעילויות אגרוטכניות דוגמת חיפוי קרקע בקש ו/או גזם מרוסק (עובי של 3 ס"מ עד 6 ס"מ) מתחת לחלקו הנמוך של הפאנל.

4.2.4 אי-הגדלה של ספיקת השיא

ספיקת השיא היוצאת משטח התכנית תלויה בעוצמת הגשם, שטח אגן הניקוז, זמן הריכוז ותכסית פני השטח. עוצמת הגשם ושטח אגן הניקוז הינם פרמטרים בלתי תלויים ולא מושפעים מהמתקן המתוכנן. הפרמטרים שעשויים להשתנות הם זמן הריכוז והתכסית. התכסית של פני השטח משתנה מתכסית של שדות חקלאיים ללא מבנים לתכסית המכוסה חלקית בפאנלים סולאריים. דיון בנושא זה ראה בתת-סעיף "אי-הגדלה של נפח הנגר". הספיקה היוצאת משטח התכנית עלולה להשפיע על הספיקה בנחל גוברין והספיקה בנחל דכרין, שנשפך אל נחל גוברין כ- 500 מטרים במורד התכנית. להלן נבדוק את רמת ההשפעה הפוטנציאלית עבור כל אפיק.

נחל גוברין

ספיקת שיא לאגנים 2 בהסתברות 4% במצב קיים חושבה לכ- 4.06 מ"ק/שניה. במצב מתוכנן, אם אף אמצעי לשימור נגר/סחף לא ייושם בתכנית, תגיע הספיקה לכ- 6.09 מ"ק/שניה (מקדם נגר עולה מ- 0.4 עד 0.6). סך הכל מדובר בעליה של כ- 2% בספיקה שמגיעה אל נחל גוברין באירוע תכן (108 מ"ק/שניה). ערך זה הוא מזערי ופחות מדיוק משיטת חישוב הספיקה עצמה (נוסחא רצינאלית ומודל הידרולוגי-סטטיסטי). בנוסף לכך, בתכנית נעשים מאמצים תכנוניים לשמור על כושר חיזור קרקע זהה למצב הקיים, ואז לא צפויה עליה כלשהי במקדם הנגר ובזמן הריכוז.

נחל זכרין

ספיקת שיא משותפת לאגנים 4, 5, 6, ו-7 בהסתברות 4% במצב קיים חושבה לכ – 1.89 מ"ק/שניה. במצב מתוכנן, אם אף אמצעי לשימור נגר/סחף לא ייושם בתכנית, תגיע הספיקה לכ – 2.84 מ"ק/שניה (מקדם נגר עולה מ-0.4 עד 0.6). סך הכל מדובר בעליה של כ – 3% בספיקה שמגיעה אל נחל זכרין באירוע תכן. ערך זה הוא מזערי ופחות מדיוק משיטת חישוב הספיקה עצמה (נוסחא רציונאלית ומודל הידרולוגי-סטטיסטי). בנוסף לכך, בתכנית נעשים מאמצים תכנוניים לשימור על כושר חידור קרקע זהה למצב הקיים, ואז לא צפויה עליה כלשהי במקדם הנגר ובזמן הריכוז.

כדי לעמוד בדרישת רשות הניקוז לאי-הגדלה של ספיקת שיא, נדרש לבצע פעילות שתקטין את מקדם הנגר ותגדיל את זמן הריכוז, לדוגמא:
הארכת זמן הריכוז יכולה להתבצע באמצעות שמירה על כיווני הזרימה הקיימים באזור, הימנעות מריכוז כל הנגר בנקודה אחת ושמירה על שיפועי פני השטח הקיימים.
הקטנת מקדם הנגר יכולה להתבצע באמצעות כיסוי השטח מתחת לחלק הנמוך של הפאנל בצמחייה עשבונית, גזם, קש או כל כיסוי אחר המאפשר חלחול של הנגר ושובר את האנרגיה של טיפות הגשם.

לפי הנ"ל נראה כי אין ודאות שניתן להגיע ממש למצב של אי-הגדלה של ספיקת הנגר היוצאת משטח התכנית. אולם, באם ינקטו הפעולות שהומלצו בנספח הניקוז, נראה שניתן לצמצם למינימום את תוספת הנגר עקב הקמת המתקן. בכל מקרה - תוספת הנגר זניחה ולא תשפיע על מערכת הניקוז הקיימת בקרבת התכנית.

4.3 פתרונות מוצעים לשימור קרקע בשטח התוכנית

שטח התכנית ממוקם באזור אקלימי צחיח למחצה, בעל קרקעות רגישות לסחיפה. סביבה זו נחשבת כסביבה בעלת סחיפות קרקע גבוהה ביותר. מיחתור וסחיפה נצפים כבר כיום בשטח המוצע לתכנית (ראה תמונה מספר 7). לאורך בסיסי המודולים תופעות אלה עלולות לגרום הן לאיבוד קרקע והן לנזקים בתפקוד המתקן.

על מנת לצמצם למינימום את איבוד הקרקע ובעיות סחיפת הקרקע מוצעים להלן מספר פתרונות המשלבים שיטות הנדסיות ואגרוטכניות:

- חיפוי קרקע באזור המודולים: באזור המודולים יתוכננו אמצעים לשימור נגר (כגון חיפויי קרקע על ידי פיזור גזם, קש או אחר) על מנת למנוע השפעה של זרימה מרוכזת של מים מהלוחות הסולאריים, להקטין את אנרגיית טיפות הגשם ולהגן על הקרקע מפני סחיפה.
- הקטנת מהירויות הזרימה בתעלות/תוואי ניקוז: הקטנת המהירות תאט את קצב התפתחות הערוצונים. הקטנת המהירות תושג באמצעות הגדלת חספוס התעלה (לדוגמה באמצעות צמחייה נמוכה, חיפוי קרקע וכדומה) ואורך זרימה קצר יחסית.
- ייצוב ראשי ערוצונים שהתפתחו במצב הקיים לאורך הגבול הצפוני של התכנית באמצעים מקובלים, כמו גביונים, גאווה ושימוש בצמחיה.
- התקנת מגלשים – מתקני יציאה למי נגר מסודרים בכל נקודת ריכוז.

בנוסף לטיפול הנדרש לפני הקמת המתקן, יש לבצע מעקב לאורך שנות פעילותו:

על פי הנחיות רשות הניקוז, במשך 5 השנים הראשונות תתבצע בדיקה של יעילות האמצעים להקטנת כמות הנגר העילי והסחף ע"י איש מקצוע. דו"ח יוגש למשרד החקלאות במחוז דרום. בדו"ח יש לכלול התייחסות לנושאים הבאים:

1. מצב מתקני היציאה של תעלות משטח התכנית לכיוון הערוצים ראשיים.
2. מצב התפתחות ערוץ/תחזוקה אגן 2 והערוצונים בגבול הצפוני של התכנית.
3. מצב חומר הכיסוי בו נעשה שימוש במתקן הסולארי - עובי שכבת הכיסוי ויעילותה בהקטנת תופעות של התחזרות.

5. סיכום והמלצות

1. מושב נחלה יחד עם חברת אורמת מערכות מתכננים להקמת אתר ליצור חשמל באמצעות לוחות פוטו-וולטאיים (תכנית מס' 6/מפ/1101) בשטחי המשבצת החקלאית של הישוב, כחלק ובהתאמה למדיניות שאושרה בתמ"א 10/ד/10. האתר מתוכנן על שטח של כ- 507 דונם ותפוקת החשמל המתוכננת במתקן זה עומדת על 30 מגהוואט.
2. שטח התכנית נמצא במעלה אגן הניקוז של נחל גוברין. שטח האגן המקומי בו ממוקמת התכנית (נ.ר. 2), מהווה כ- 0.5 קמ"ר.
3. שני עורקי ניקוז משניים, על-פי ההגדרה של תמ"א 34 ב' 3, נמצאים בקרבת התכנית: נחל גוברין ונחל דכרין.
4. נחל גוברין מוגדר (תמ"א 34 ב' 3) כעורק ניקוז משני בקטע זה, ששטחו במורד התכנית הוא כ- 158 קמ"ר. רוחב רצועת ההשפעה של עורק משני הוגדר בתמ"א כ- 50 מטר לכל צד מציר הנחל. גבול התכנית נמצא במרחק מינימאלי של כ- 80 מטר מציר הנחל. בנוסף, נבדק בנספח זה פשט ההצפה של נחל גוברין. המרחק בין פשט ההצפה לבין גבול התכנית הינו לפחות 70 מטר. משתי בדיקות אלה נובע ששטח התכנית אינו ממוקם בתוך רצועת ההשפעה של נחל גוברין.
5. נחל דכרין מוגדר (תמ"א 34 ב' 3) כעורק ניקוז משני, ששטחו במורד התכנית הוא 15.2 קמ"ר. רוחב רצועת ההשפעה של עורק משני הינו כ- 50 מטר לכל צד מציר הנחל. גבול התכנית נמצא במרחק מינימאלי של כ- 70 מטר מציר הנחל. בנוסף, נבדק בנספח זה פשט ההצפה של נחל דכרין. המרחק בין פשט ההצפה לבין גבול התכנית הוא לפחות 60 מטר. משתי בדיקות אלה נובע ששטח התכנית אינו ממוקם בתוך רצועת ההשפעה של נחל דכרין.
6. הסתברות תכן עבור תכנון מערכת ניקוז למתקן פוטו וולטאי נקבעה ל-4%. הספיקה הצפויה בהסתברות זו באגן המקומי (אגן 2) הינה כ- 4.06 מ"ק/שניה (חושב עבור נקודת ריכוז 2, מצב קיים).
7. בתחום התכנית ישמר, ככל הניתן, תוואי זרימה טבעי למי נגר. המוצא למי הנגר הנוצרים בשטח התכנית הוא נחל גוברין ונחל דכרין.
8. מערכת הניקוז בתחום התכנית כוללת תעלות היקפיות לאורך גבול התכנית ומתקני יציאה לנגר אל נחלים גוברין ודכרין.
9. על מנת למנוע תופעות סחף-קרקע בשטח התכנית יש להטמיע את ההמלצות בנושא שימור קרקע, שכוללות מהירויות זרימה נמוכות, חיפוי ושמירה על כושר חידור קרקע.

10. בגבול הצפוני של התכנית מתפתחת מערכת ערוצונים, שעלולים לגדול לכיוון התכנית. יש לנקוט אמצעים נוספים מיוחדים ליצוב הגבול הצפוני של התכנית, לדוגמא ייצוב על ידי גיאוב, גביונים, שימוש בצמחיה ועוד.
11. ערוץ אגן 2 מתנקז לאפיק מקומי המתחת ויוצר ערוצון במורד הזרימה. באפיק נדרשת הסדרה, תחזוקה ומעקב לאור כל זמן פעילות המתקן. האחראיות לכך נוטלת על המחזיק בקרקע, מושב נחלה.
12. במשך 5 השנים הראשונות תתבצע בדיקה של יעילות האמצעים להקטנת כמות הנגר העילי והסחף ע"י איש מקצוע. דו"ח יוגש למשרד החקלאות במחוז דרום.
13. במידה וימצא כי האמצעים אינם עומדים בדרישות יוסיף היזם אמצעים נוספים.
14. לאחר 5 השנים הראשונות תתבצע בדיקה מסוג זה אחת ל- 3 שנים. דו"ח יוגש למשרד החקלאות במחוז דרום.

6. מקורות

נתוני הרקע ששימשו להכנת התכנית כוללים:

- מפה טופוגרפית בקני"מ של 1: 50,000 (הוצאת המרכז למיפוי ישראל, 1995)
- מפת קרקעות ישראל (י. דן, 1975)
- נספח נופי סביבתי למתקן פוטו וולטאי שובה, דני עמיר תכנון סביבתי בע"מ, אוקטובר 2011.
- גיאומורפולוגיה של ארץ ישראל (דב ניר, 1989).
- מדידה פוטוגרמטרית בקני"מ של 1: 1000

נספחים

נחלה

מושב עובדים להתיישבות חקלאית שיתופית בע"מ
מייל: moshavn@gmail.com

ד' תשרי תשע"ג
19 ספט' 2012

לכבוד

סלומון שמוקלר
אגף שימור קרקע וניקוז
משרד החקלאות - הקריה החקלאית
דרך המכבים
ת.ד. 30
בית דגן 50250

הנדון: תחזוקת תעלות הניקוז - אתר פוטו וולטאי מושב נחלה

שלום רב,

מושב נחלה מצהיר בזאת, כי הוא מתחייב לתחזק את תעלות הניקוז המוצגות בנספח הניקוז לתכנית האתר הפוטוולטאי ובתחום המשבצת החקלאית של המושב.

נחלה
מושב עובדים לחתישבות
חקלאית שיתופית בע"מ
ח.פ. 570013482

ברכה,
הראל יעקב
יו"ר ועד האגודה

"נחלה" - ד. נ לכיש צפון מיקוד 79540 טלפקס: 08-8587735