



תת"ל 175

מסמך לניהול הטיפול במי נגר עילי וניקוז

עורך המסמך

הידרולוגיה: דרור פז

תאריך: 29.10.2024

עדכון: ספטמבר 2025

גיאוטבע ייעוץ סביבתי בע"מ

תוכן עניינים

3	תקציר המסמך	1
4	הוראות התכנית	2
5	רקע (טופוגרפיה, שיפועים, קרקעות)	3
5	נחלים	4
5	נחלים לפי תמ"א 1	4.1
5	סקירת הצפות קודמות	4.2
6	הידרולוגיה	5
6	גשם	5.1
6	חישוב ספיקות באגנים קטנים	5.2
7	מערכת הניקוז בשטח התוכנית ובקרבתה	5.3
9	חישוב ספיקות התכן בשטח התוכנית	5.4
10	חישוב נפח הנגר	6
12	תכנית ניקוז וניהול מי נגר למתקן	7
12	עיקרי התוכנית המוצעת	7.1
13	פרטים עקרוניים למתקני שימור וניקוז	7.2
13	ממדים למערכת השחיית הנגר	7.3
13	שיחים	7.3.1
13	סכרונים שטחי השחייה	7.3.2
14	תעלות ניקוז	7.3.3
15	סיכום מימדים	7.3.4
16	סיכום	8
16	מקורות מידע	9



1. תקציר המסמך

נתוני תכנ ויעד נגר	
1	ברמת בקע מקודמת תכנית פוטו-וולטאית על שטח של 4.5 קמ"ר על ידי חברת OPC, במסגרת תת"ל 175. התכנית כוללת פאנלים פוטו-וולטאיים, תחמ"ג ודרך גישה והיא ממוקמת מדרום למתקן בטחוני.
2	במסגרת מסמך זה אין ניהול נגר בכ – 400 דונם, המיועדים לדרך וחיבורי מתח גבוהה, ושטחים אלו אינם נכללים בחישוב יעדי ניהול הנגר.
3	התכנית מתפרסת בשטח של כ-4.5 קמ"ר, מתוכם ניהול נגר ב 4.12 קמ"ר.
4	שטח התכנית האטומה בשטח המתקן מהווה כ 50% משטח התכנית.
5	התכנית נמצאת באזור גשם 17 – באר שבע על פי מנהל התכנון.
6	סוג הקרקע המאפיין את המרחב מסווג לס.
7	בגבולה המערבי של התכנית עובר נחל צאן (משני) ובמרכזה נחל נוקדים (ראשי)
8	שטח התכנית ממוקם בשטח בעל חשיבות נמוכה להחדרה והעשרה של מי תהום.
9	מקדם הנגר הכללי במצב קיים נאמד בשיעור של 0.9 ובמצב המוצע כ- 0.95
9	יעד נפח נגר יממתי לניהול על פי מחשבון מנהל התכנון הינו 205,288 מ"ק.

טבלה 2: הערכת פוטנציאל ניהול הנגר באמצעי ניהול נגר בתכנית

נפח הנגר מנוהל במ"ק במתקן				תיאור מתקן
נפח יציאה מנוהל	איגום פיזי	נפח היציאה המווסתת	העשרת מי תהום	
	21,000 מ"ק			שטחי השהייה





2. הוראות התכנית

1. הסדרת הניקוז בתחום התכנית בהסתברות תכן של 2%.
2. פיתוח שטח התכנית ותכנון הניקוז יערכו בהתאם להנחיות נספח הניקוז.
3. כל שיח' יבנה עם נקז כל 30 מ' לכל הפחות, על מנת לאפשר זרימה על גבי המדרון.
4. יש להגן על מבנים ומתקנים רגישים על-ידי הגבהתם ברום של כ-30 ס"מ מעל גובה תשתית הניקוז/דרך סמוכה או על-ידי אמצעים אחרים כגון מערכת תעלות והגבהת דרכים.
5. בשלב התנאים להקמה בשטח המיועד למתקן פוטוולטאי יש לשמור, ככל הניתן, על הטופוגרפיה הקיימת ועל פני השטח במצבם הטבעי, לרבות האבניות והצומח.
6. יש לבצע תחזוקה של מערכת הניקוז במתקן באופן שנתי ואחרי אירועי זרימה.
7. יש לבצע הקמת סכרונים ושיחים על פי תשריט הניקוז.
8. יש להקים תעלות הגנה כמפורט בנספח ובתשריט ניהול הנגר.
9. באזורי השחייה וכן בערוצים מרכזיים תותר הצבה של פאנלים סולאריים בלבד, בגובה מינימלי שלא יפחת מ-0.5 מ'.
10. בתחום דרך הגישה והדרך ההיקפית יוסדרו מעבירי מים ומעבירים איריים באישור רשות הניקוז בשלב התכנון המפורט.
11. חצי שנה לפני פירוק המתקן יוכן דוח שיבחן את האספקטים האקולוגיים, הידרולוגיים ונופיים ויתן המלצות פירוק המתקן ושיקומו, תוך מתן שימת לב לשימוש העתידי שיאושר לאתר. בין היתר יש לתת את הדעת בדוח זה לצורך בשיקום פתרונות הניקוז שהוטמעו במתקן הסולארי, טשטוש וביטול דרכים, ותכנית ניטור ובקרה למניעת התבססות מינים פולשים וליציבות המערכת הניקוזית.

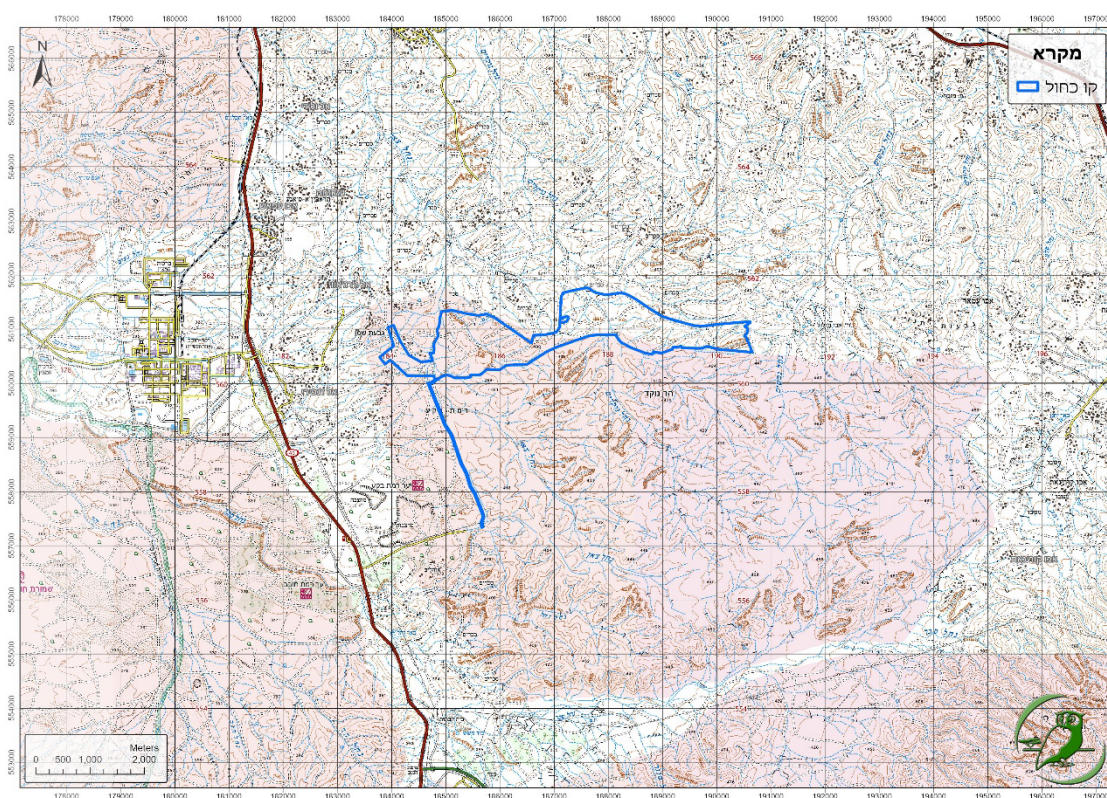




3. רקע (טופוגרפיה, שיפועים, קרקעות)

שטח התכנית נמצא באזור רמת בקע, והוא מאופיין גבעות לס. מדרום לשטח מתחם בטחוני מוקף גדר וסוללת עפר (עם מספר מעבירי מים). במרכז השטח עובר נחל נוקדים עם שטח הכרזה מאושר, ומערב נחל צאן – עם שטח הכרזה בהליכי אישור, הנפגשים סמוך לתל שבע ומתחברים לנחל באר שבע. השיפוע בשטח כ – 8-10%.

איור 1: מפת התמצאות



4. נחלים

1.1 נחלים לפי תמ"א 1

בגבולה המערבי של התכנית זורם נחל צאן (משני) ובמרכז זורם נחל נוקדים (ראשי). נחל נוקדים בעל תכנית הכרזה מאושרת ונחל צאן בעל תכנית הכרזה בהליכי אישור.

1.2 סקירת הצפות קודמות

אין מידע על הצפות קודמות.





5. הידרולוגיה

1.3 גשם

סופות הגשם בישראל מתחלקות לשני סוגים עיקריים. השקע הקפריסאי האחראי ליותר מ-90 אחוז מהמשקעים בארץ, נוצר בעיקר בחודשי החורף ומאופיין בסופות גשם בעלות משך ארוך יחסית ועוצמות גשם נמוכות. הסוג השני הוא אפיק ים-סוף, שפעיל בעיקר בעונות המעבר ומגיע מכיוון דרום. 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 לאיזור התכנית מפורטות בטבלה 3:

טבלה 3: עוצמות גשם לפרקי זמן שונים בהסתברויות שונות (אזור 17 באר שבע, נתוני מנהל התכנון)

הסתברות/משך	1%	2%	5%	10%	20%	50%
10	137	111	81	63	47	29
15	111	89	65	50	37	22
20	100	78	56	42	31	18
30	74	58	42	32	24	14
45	49	40	29	23	17	11
60	37	31	23	18	14	9
90	25	21	16	13	10	7
120	19	16	13	11	8	6
180	13	11	9	8	6	5
240	10	9	7	6	5	4

1.4 חישוב ספיקות באגנים קטנים

ספיקות השיא חושבו באמצעות שימוש בנוסחה הרציונלית המומלצת במסמך המדיניות של מנהל התכנון:

$$Q = C * I * A$$

A – שטח אגן הניקוז [קמ"ר]

I – עוצמת הגשם [מ"מ / שעה], המחושבת לפי זמן הריכוז.

C – מקדם ספיקה.



עוצמת הגשם המוצבת בנוסחה היא לספיקת תכן בהסתברות של 2% ו-20% מתוך טבלת עוצמות הגשם של מנהל התכנון. מקדם הספיקה חושב ע"פ מאפייני הקרקע ועל פי שימושי הקרקע במצב המתוכנן.

את זמן הריכוז ניתן לחשב לפי הנוסחה הבאה:

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

L - אורך האפיק [ק"מ]

T - משך זמן ריכוז (דקות)

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 על פי ההסתברות הרצויה, כאשר מקדם הספיקה מחושב עפ"י מאפייני הקרקע; סוג קרקע, שיפועים ושימושי קרקע.

1.5 מערכת הניקוז בשטח התוכנית ובקרבתה

שטח התכנית נמצא באגן ההיקוות בשור. מדרום לתכנית סוללת עפר מקיפה מתחם בטחוני. רוב שטח התכנית מתנקז לנחל נוקדים במרכז, ישירות או דרך ערוצי משנה. חלקה המערבי של התכנית מתנקז לנחל צאן.

טבלה 4: אגני ניקוז בתחום שטח התוכנית

אגן	שטח (דונם)	אורך אפיק (מ')	זמן ריכוז (דק')	תיאור האגן
A	818	263	14	אגן המתנקז לתעלה הגובלת במתקן בטחוני ומובילה לנחל נוקדים
B	741	65	11	אגן המתנקז מערבה לנחל נוקדים
C	691	225	13	אגן המתנקז מזרחה לנחל נוקדים
D	1163	45	17	אגן ערוץ המתנקז לכיוון צפון-מערב לנחל צאן
E	605	155	10	אגן המתנקז מערבה לנחל צאן
F	38	155	10	אגן קטן המתנקז צפונה
G	16	155	10	אגן המתנקז דרומה לתעלה המובילה לנחל נוקדים
H	7	155	10	אגן קטן המתנקז צפונה
I	44	155	10	אגן קטן המתנקז צפונה





1.6 חישוב ספיקות התכן בשטח התוכנית

במצב המתוכנן אחוז שטח הכיסוי של הפאנלים יכסה כ- 50% מהשטח, כאשר החלק השני של התכנית יישאר ללא כיסוי. לשטח כיסוי הפאנלים נלקח בחשבון מקדם ספיקה של 1 ולשטחים הפתוחים נלקח מקדם נגר 0.9. מטרת תכנית הניקוז היא לרסן את הספיקות המתקבלות מהשטח וכן לצמצם את כמות הנגר המתקבלת משטח זה. על כן, יש להניח שהספיקות שיתקבלו תהיינה נמוכות יותר במידה ויישמו האמצעים שמובאים במסמך הזה. עבור האגנים חושבה ספיקת התכן בהסתברויות שונות במצב המתוכנן.

טבלה 5: חישוב ספיקות שיא בתחום התוכנית במצב המתוכנן

מס' אגן	שטח ניקוז [דונם]	זמן ריכוז [דקות]	עוצמת גשם 1% [מ"מ/שעה]	מקדם ספיקה משוקלל	ספיקת שיא [מ"ק/שניה] בהסתברויות שונות				
					1%	2%	5%	10%	20%
A	818	14	111	0.95	24.03	19.24	14.01	10.75	7.99
B	741	11	137	0.95	26.88	21.65	15.92	12.32	9.21
C	691	13	111	0.95	20.29	16.24	11.83	9.08	6.75
D	1163	17	111	0.95	34.15	27.34	19.91	15.28	11.35
E	605	10	137	0.95	21.92	17.66	12.99	10.05	7.52
F	38	10	137	0.95	1.37	1.10	0.81	0.63	0.47
G	16	10	137	0.95	0.58	0.47	0.34	0.27	0.20
H	7	10	137	0.95	0.27	0.22	0.16	0.12	0.09
I	44	10	137	0.95	1.59	1.28	0.94	0.73	0.54

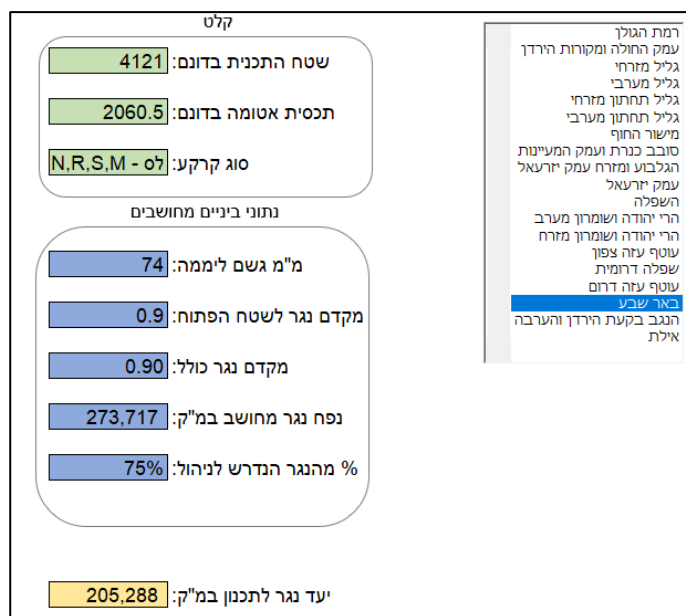


6. חישוב נפח הנגר

על פי מנהל התכנון ותמ"א 1/8, ניתן לחשב את נפח הנגר לניהול בתכנית ביממה ע"י המחשבון נפח לניהול נגר:

1. המחשבון מתחשב בשטח התכנית, אזור הגשם, שטח אטום, סוג הקרקע ומקדם הנגר. החישוב בוצע על בסיס אגן הניקוז המתוכנן.
2. ע"פ מחשבון תמ"א 1 יש לנהל כ-205,288 מ"ק של נגר ביממה בתחום התכנית (עבור אירוע יממתי המתרחש בהסתברות של 2%). כלומר, חישוב נפח הנגר לניהול הוא סכימה של שלושת המרכיבים הבאים: פיזי + הנפח המחלחל + נפח יציאה מווסת.
3. ספיקת היציאה המווסתת מוגדרת כהפחתת ספיקת שיא בהסתברות 2% (1:50 שנה) לספיקת שיא בהסתברות 20% (1:5 שנים).
4. ניתן להעריך את נפח ניהול הנגר לטיפול בתחום התכנית ואת האוגר הפיסי הנדרש על מנת לטפל בכמות הנגר הנדרשת תוך התחשבות בספיקת השיא המווסתת באמצעות שיטת מעטפת הנפחים המוצעת ע"י מנהל התכנון.
5. ניתן לראות כי ע"פ שיטת חישוב של מעטפת הנפחים, שיא האירוע הינו בזמן ריכוז של 20 דק' שבו יש לאגור סה"כ בכל האגנים כ- **58,492** מ"ק.
6. ניתן לראות גם כי תוספת נפח הנגר הצפויה מהתוכנית עומדת על כ- **12,835** מ"ק.

איור 5: מחשבון נפח נגר לניהול של מנהל התכנון עם נתוני התכנית





טבלה 6: חישוב נפח נגר שיש לאגור על פי שיטת מעטפת נפחים

זמן [דקות]	זמן [שעות]	עוצמת גשם [מ"מ/שעה]	עובי גשם [מ"מ]	נפח נגר נוצר [מ"ק]	נפח נגר לניהול [מ"ק]	נפח יציאות [מ"ק]	נפח אגירה [מ"ק]
10	0.17	111	18	72,261	54,195	9,073	45,122
15	0.25	89	22	87,241	65,431	13,610	51,821
20	0.33	78	26	102,222	76,667	18,147	58,520
30	0.50	58	29	114,168	85,626	27,220	58,406
45	0.75	40	30	117,203	87,902	40,830	47,072
60	1.00	31	31	119,847	89,885	54,440	35,445
90	1.50	21	31	122,784	92,088	81,660	10,428
120	2.00	16	32	123,763	92,823	108,880	-16,058
180	3.00	11	33	130,422	97,816	163,321	-65,505
240	4.00	9	34	133,163	99,872	217,761	-117,889
1440	24.00	3	74	289,042	216,782	1,306,566	-1,089,784

טבלה 7: חישוב נפח נגר בשיטת ההידרוגרף יחידה

אגן	זמן ריכוז [דקות]	ספיקת שיא [מק"ש/דק]	נפח הנגר [מ"ק]
מצב קיים			
A	14.1	18.22	23120
B	10.6	16.51	15816
C	13.4	15.39	18507
D	17.4	25.90	40661
E	10.2	13.47	12353
F	10.0	0.84	758
G	10.0	0.36	320
H	10.0	0.16	148
I	10.0	0.98	879
סה"כ נפח הנגר במצב הקיים			112,562
מצב מתוכנן			
A	14.1	19.24	24404
B	10.6	21.65	20742
C	13.4	16.24	19535
D	17.4	27.34	42920
E	10.2	17.66	16201
F	10.0	1.10	994
G	10.0	0.47	420
H	10.0	0.22	194
I	10.0	1.28	1152
סה"כ נפח הנגר במצב המתוכנן			125,410
סך כל תוספת הנגר עקב יישום התכנית			12,848



7. תכנית ניקוז וניהול מי נגר למתקן

תכנית הניקוז וניהול מי נגר מורכבת מהחלקים הבאים:

- הצעה למערכת ניהול נגר בתחום התוכנית.
- בחינת השפעת התוכנית המוצעת על הספיקה היוצאת ועל נפח הנגר היוצא מהתוכנית, והשפעתה על מערכת הניקוז שבמורד.
- הצעה לפעילות שימור ותיעול נגר על מנת למתן את השפעת התוכנית על מערכת הניקוז במורד.



תכנון מערכת הניקוז מתחשב בשימור נפחי המים הקיימים הנכנסים למערכת הניקוז ובמניעת נזק ע"י נגר וסחף קרקע בשטח התוכנית ובשטחים במורד, עידוד של השהיית מים וחלחול בשטח התכנית.

בשטחי הפאנלים, לא יתבצע שינוי בתוואי הקרקע ומערכת הניקוז הקיימת תישמר. השינוי בשימושי הקרקע צפוי להעלות את אחוז הנגר במוצא ועל כן מומלץ שימוש באמצעים של שיח'ים וסכרונים, חלקם על בסיס סכרונים הקיימים בשטח, שמטרתם לעודד חלחול ומניעת סחף קרקע.

שטח התחמ"ג וסוללות האגירה מחייב יישור קרקע. הסוללות תוכננו בדירוג עם מדרון מעליהן בכדי להפחית שינוי בתוואי הנוף הטבעי במידת הניתן. שתי תעלות ניקוז תוכננו מעל לשטח הסוללות ובין הסוללות לתחמ"ג בכדי להסיט את הנגר לערוצים הקיימים ולהגן על מתקנים רגישים.



1.7 עיקרי התוכנית המוצעת

התכנית המוצעת מתבססת על פני השטח הקיימים ללא שינוי משמעותי.

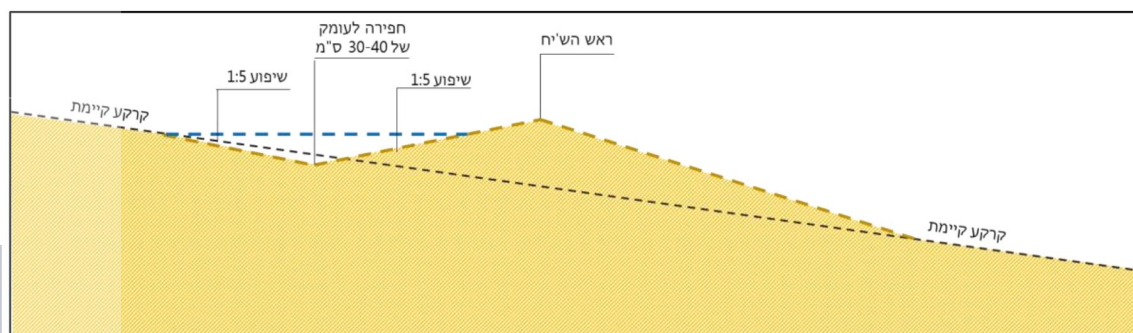
- שיחים: לאורך המדרונות ימוקמו שיח'ים להאטת מהירות הזרימה, מניעת סחף קרקע, ואגירת מים בשטח התכנית.
- סכרונים: סכרונים ימוקמו לאורך הערוצים להפחתת מהירויות זרימה. נתנה עדיפות לניצול סכרונים הקיימים בשטח על פני יצירת סכרונים חדשים במידת הניתן.
- שטחי השהייה: האזורים המתונים בערוצים הקיימים ינוצלו בעזרת סכרונים לאזורי השהיית נגר, לצורך הפחתת מהירויות זרימה במוצא, מיתון ספיקות והשהיית נגר.
- תעלות הגנה: תעלות ניקוז יוקמו מעל שטח האגירה ובין שטח האגירה לתחמ"ג.
- הגנה על מתקנים רגישים: שטח התחמ"ג וסוללות האגירה יוגבהו מעל סביבתם למניעת נזקים.





1.8 פרטים עקרוניים למתקני שימור וניקוז

איור 6: שיח' – פרט עקרוני



1.9 ממדים למערכת השהיית הנגר

1.9.1 שיחים

התכנית מציעה שיחים באורך של כ- 4500 מ', המסוגלים לתפוס נגר בנפח של כ- 2000 מ"ק ע"פ חישוב ממוצע לאגן.

טבלה 8: חישוב נפח נגר בשיחים לאגן

אגן	שיפוע ממוצע	אורך שיחים [מ']	נפח אגירה בשיחים [מ"ק]
A	11%	2139	863
B	9%	932	481
C	9%	1275	643
D	10%	145	66
E	8%	0	0
F	8%	0	0
G	8%	0	0
H	6%	0	0
I	12%	0	0
סה"כ		4491	2053



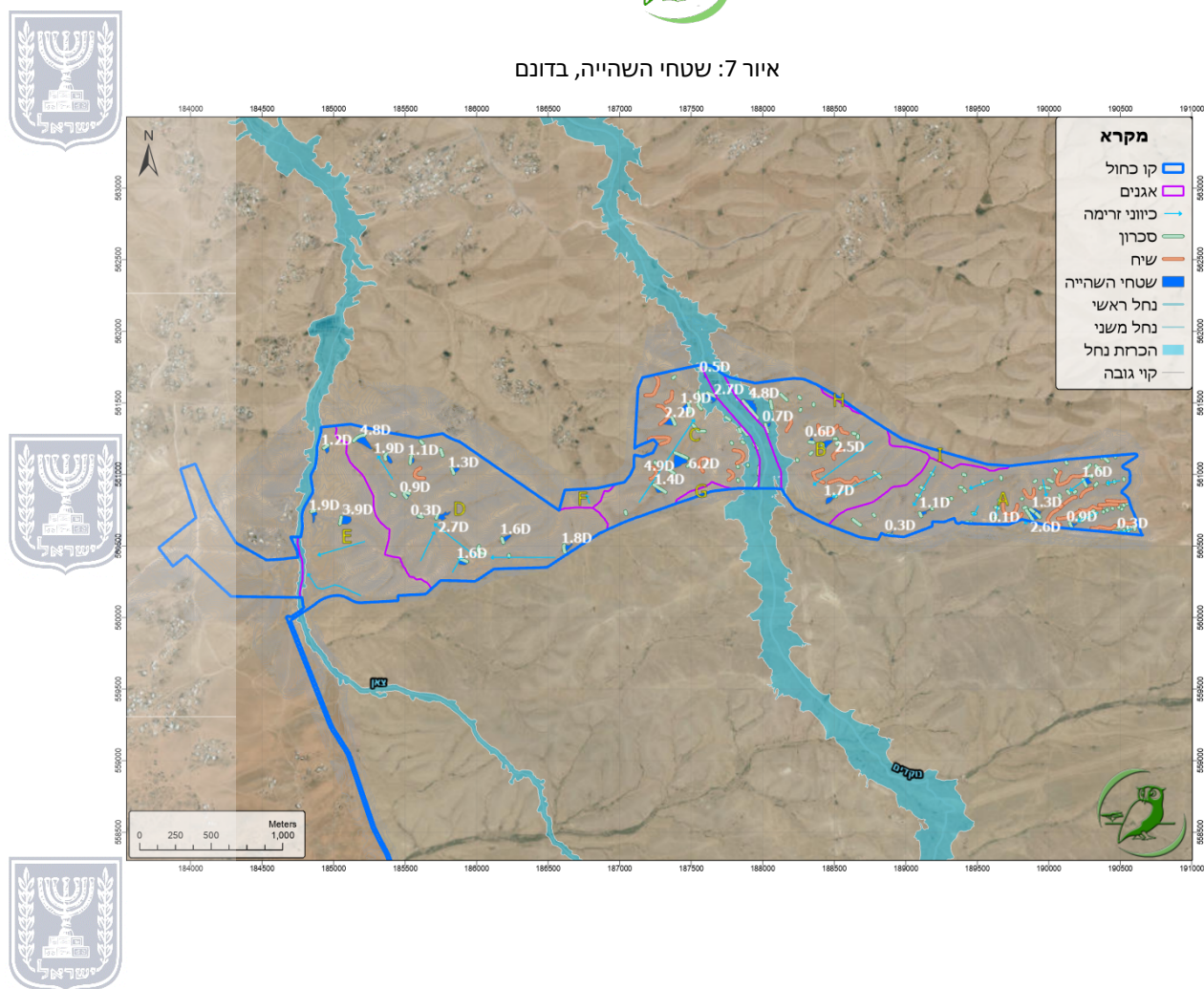
1.9.2 סכרונים שטחי השהייה

סכרונים מוקמו באפיקי הערוצים במקטעים מישוריים או במקומות בהם קיימים סכרונים בשטח. סכרונים יוקמו מעפר מהודק בגובה 60 ס"מ מעל סביבתם. שטחי האגירה מעל הסכרונים חושבו באמצעות דיגיטציה על שבת המדידות והנחה של 30 ס"מ עומק ממוצע.

סך אורכי הסכרונים כ- 6800 מ' והם סוכרים שטח מצטבר של 63,167 מ"ר המייצגים נפח השהייה של 18,950 מ"ק (איור 7).



איור 7: שטחי השהייה, בדונם



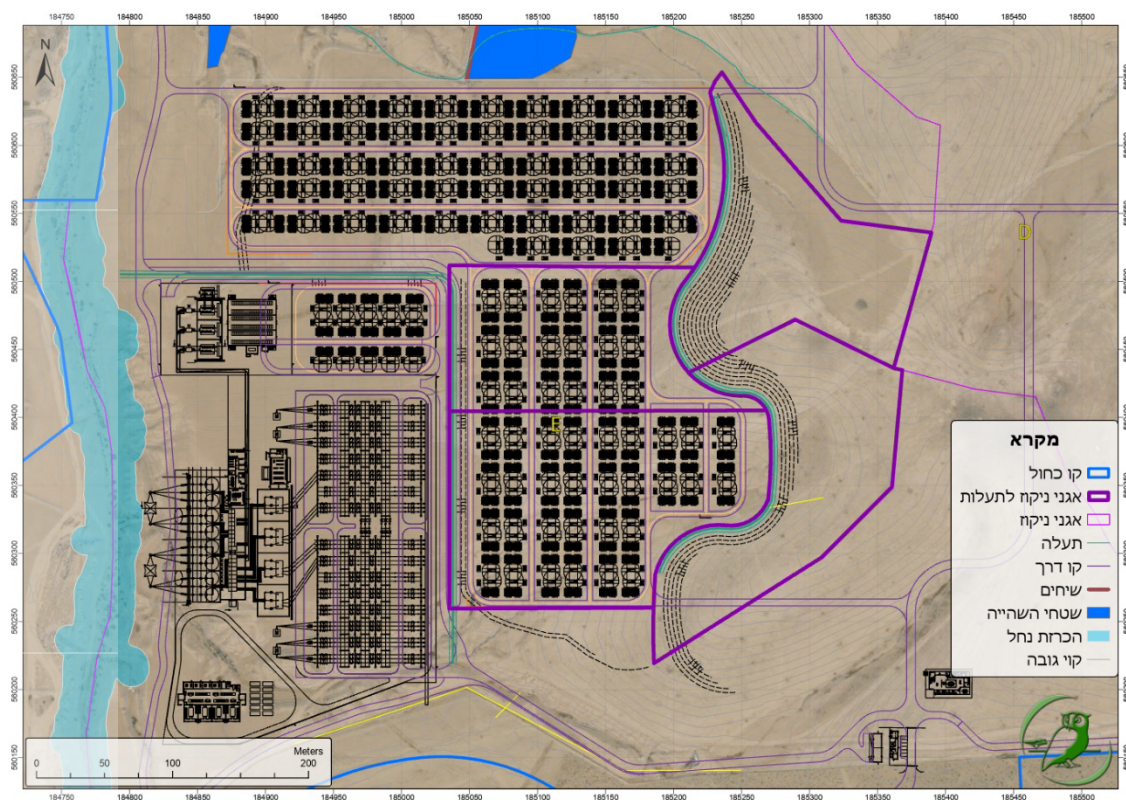
1.9.3 תעלות ניקוז

שתי תעלות ניקוז יוקמו מעל מכולות האגירה והתחמ"ג, כאשר כל תעלה תחולק למעשה לשתיים על פי שיפוע השטח המתוכנן – תעלה צפונית ודרומית. עבור כל מקטע תעלה חושב אגן הניקוז המקומי, וחושבו ספיקות תכן באמצעות הנוסחה לאגנים קטנים (טבלה 9, איור 8).

טבלה 9: חישוב נפח נגר ומימדי תעלות

ספיקת תכן [מ"ק לשניה]	שיפוע גדות [1:N]	עומק [מ']	רוחב עליון [מ']	רוחב בסיס [מ']	ספיקה [מ"ק לשעה]	ספיקה [מ"ק לשניה]	
0.60	3.625	0.4	3	0.1	2,115	0.59	תעלה מזרחית צפון
0.81	3	0.45	3	0.3	2,824	0.78	תעלה מזרחית דרום
0.87	2.9	0.5	3	0.1	3,093	0.86	תעלה מערבית צפון
0.61	3	0.4	2.7	0.3	1,981	0.55	תעלה מערבית דרום

איור 8: ניקוז באזור התחמ"ג



1.9.4 סיכום מימדים

בעולה מהחישובים, התכנית מציעה נפח השהייה של כ- 21,000 מ"ק. נפח זה אמנם נמוך מהנדרש על פי מעטפת הנפחים, אך גבוה משמעותית (בכ- 65%) מתוספת הנגר לשטח התכנית.

8. סיכום

מתקן פוטו וולטאי ותחמ"ג רמת בקע מתוכנן בגבעות הלס המתנקזות לנחלים נוקדים וצאן, דרומית לבאר שבע. סמוך לתכנית מתקן בטחוני, וכן מתוכננים אזור תעשייה ושטחים פוטו וולטאיים נוספים. הקרקע באזור לסית, בשפועים של 8-10%. מקצת התכנית נמצאת בתחומי ההכרזה של הנחלים הנ"ל, אך היות ומתוכננים בשטחי החפיפה לוחות סולאריים בלבד לטעמנו אין בכך טעם לפגם. תוכנית הניקוז הוכנה תוך התחשבות בתוואי הקרקע הקיים, ונועדה למניעת סחף, השחיית נגר והגנה על מתקנים רגישים.

מערכת הניהול מסוגלת להשהות כ 21,000 מ"ק, כאשר תוספת הנגר מהתכנית מחושבת כ 13,000 מ"ק.

9. מקורות מידע

- [מומצעי משקעים 1990-2020, השירות המטאורולוגי.](#)
- [מדריך לתכנון ובנייה משמרת נגר עילי, משרד הבינוי והשיכון, משרד החקלאות והמשרד לאיכות הסביבה, אוקטובר 2004.](#)
- עוצמות גשם ע"פ מנהל התכנון.
- מחשבון ניהול נגר של מנהל התכנון.
- חישוב ספיקות תכן מאגנים קטנים, פולק שמואל ושמואל ארבל, דו"ח עבור מע"צ, ספטמבר 2012.
- דן וחובריו, 2007, "קרקעות ארץ ישראל".