

18/11/2020

להפקיד את התכנית

19/05/2021

יו"ר הוועדה המחוזית

תאריך

נספח ניקוז והידרולוגיה

תכנית מס' 651-0812917

מתקן פוטולטאי מושב רנן



יוני 2020

עריכה: רונית טורק – איכות הסביבה ותכנון סביבתי, ניהול פרויקטים וייעוץ

הוכן עבור:



רונית טורק – איכות הסביבה ותכנון סביבתי, ניהול פרויקטים וייעוץ

הדגנים 3, גבעת עדה 37808 • טלפקס: 077-5288085, סלולרי 1: 052-4440650, סלולרי 2: 052-5522636

דוא"ל: turkronit@gmail.com אתר: www.turkronit.com



רונית טורק - איכות הסביבה ותכנון סביבתי, ניהול פרויקטים וייעוץ



צוות התכנון:

תפקיד	שמות היועצים	חברה
עורכת המסמך הסביבתי ובקרה	רונית טורק	איכות הסביבה ותכנון סביבתי ייעוץ סביבתי
מנהל תחום תכנון וסטטוטריקה	מוטי עמנואל	חברת EDF RENEWABLES
עורך התכנית	יואב אבראל	י.א. תכנון ערים בע"מ
מודד	לאוניד צ'רניאק	מ.ג.ה. מדידות

עריכת נספח הניקוז:

מיטרא הנדסה - יעוץ מים וסביבה בע"מ

Mitra Engineering – Water & Environmental Consulting LTD.

ההגנה 5, הוד השרון, טל': 054-6650273, פקס: 074-7031188





תוכן עניינים

1.	מבוא	4
2.	מידע רקע	4
3.	הידרולוגיה	7
4.	פתרון ניקוז מוצע – חלופה א'	9
5.	פתרון ניקוז מוצע – חלופה ב'	12
6.	סיכום בחינת החלופות והמלצה	15
7.	אמצעים נוספים למיתון השפעת הנגר	16
8.	סיכום	16
9.	מקורות מידע	17





1. מבוא

חברת EDF מתכננת הקמת מתקן פוטוולטאי בשטחי מושב רנן. הספק המתקן המתוכנן הינו כ-16 מגה וואט והוא יוקם על שטח של כ-133 דונם. המתקן הפוטוולטאי המוצע יורכב באחת משתי השיטות:

א. פאנלים פוטוולטאיים קרקעיים מקובעים (Fixed).

בטכנולוגיה זו הפאנלים הפוטוולטאיים מורכבים על קונסטרוקציית מתכת מגולוונת בזווית של כ-25 מעלות שהינה המיטבית לקליטת אור השמש. קונסטרוקציית המתכת מעוגנת בקרקע באמצעות נעיצת יתדות בעומקים שונים בקרקע כך שמתאפשרת התאמה לטופוגרפיה המקומית עם מינימום פילוס ויישור הקרקע. הפאנלים הסולריים מוצבים בשורות בכיוון מזרח – מערב, כאשר הפאנל מכוון לדרום. בין השורות נשמר מרווח תפעולי למניעת הצללה הדדית בין הפאנלים. מרווח זה מאפשר גם מעבר רכב תפעול ותחזוקה.

ב. פאנלים במערכת טראקרים העוקבת אחרי מסלול השמש במהלך שעות היום.

בטכנולוגיה זו הפאנלים מונחים על קונסטרוקציה חד צירית. הטראקרים נעים בזווית של כ-60 מעלות ברוטציה מכיוון מזרח בבוקר לכיוון מערב בשעות הערב, באזימוט של 0 מעלות לכיוון דרום. הפאנלים הסולריים מונחים בשורות בכיוון צפון דרום. במערכת זו יש לשמור מרווח גדול יותר בין השורות לעומת מערכת הפאנלים המקובעים כדי לאפשר נצילות מיטבית לתנודות הטראקרים, לפיכך השטח הנדרש להקמה של מערכת בהספק דומה לזה של מערכות קבועות גדול יותר.

בשתי המערכות הפאנל הפוטוולטאי מורכב ממודולים בגודל של כ-2 מ"ר ובהספק הנע בין 310 ל-450 וואט כל אחד.

מסמך זה מהווה נספח הידרולוגי לניהול הניקוז והנגר העילי למתקן הפוטוולטאי שמטרתו למנוע את הנזקים הבאים

- פגיעות בשדות חקלאיים סמוכים
- פגיעה במערכות הניקוז הטבעיות הקיימות
- פגיעה ביציבות הפאנלים הסולאריים כתוצאה מתוספת נגר עילי הצפויה מהקמת המתקן.

2. מידע רקע

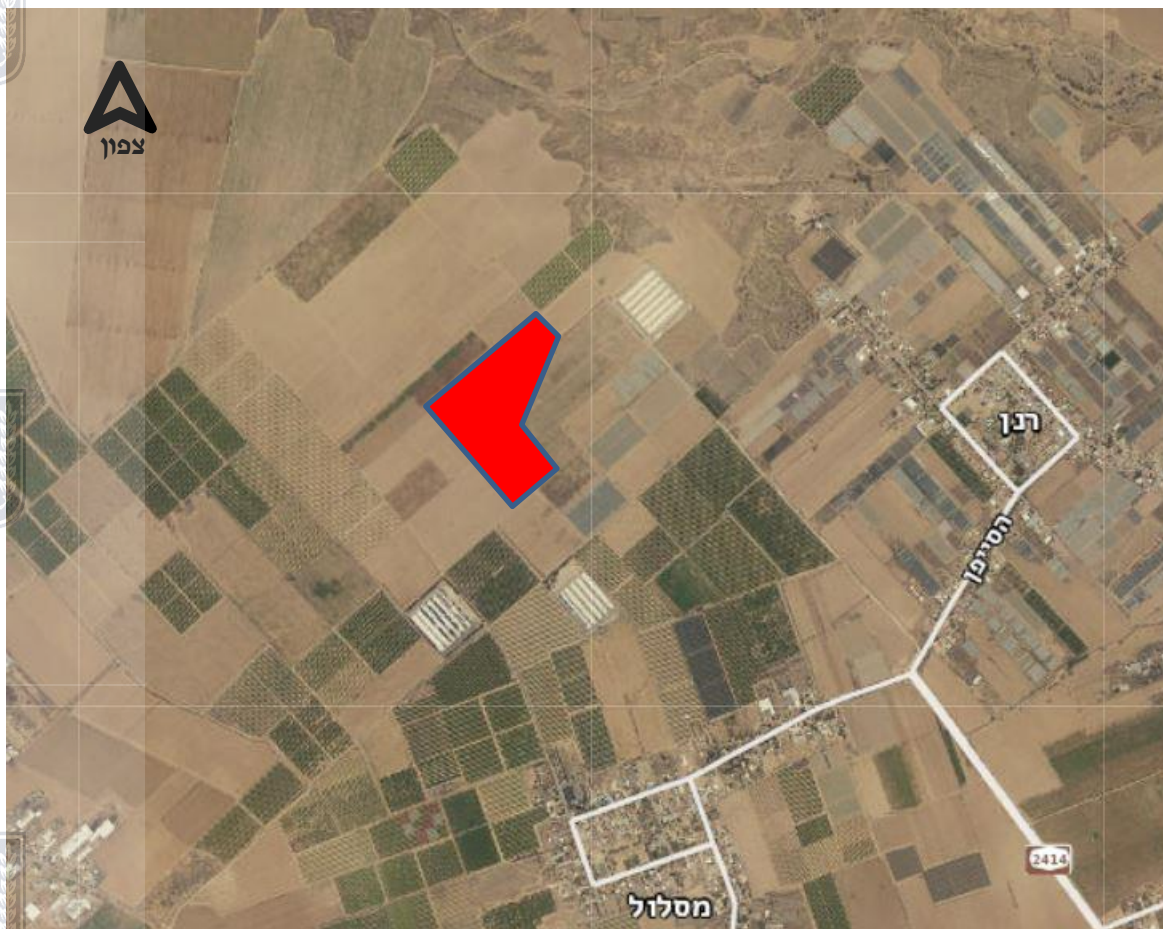
2.1 מיקום

שטח התכנית נמצא כקילומטר ממערב למושב רנן (ראה איור 1). האתר נמצא באגן הניקוז של נחל בשור, המשתיך לתחום רשות הניקוז שקמה-בשור. גבולו הצפוני של האתר

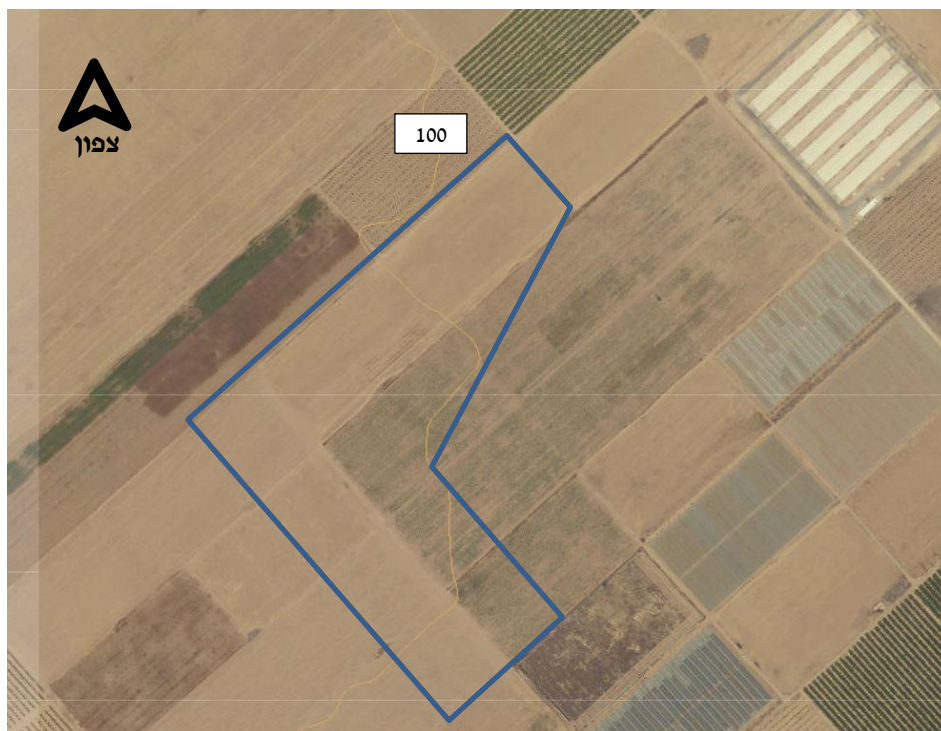
2.2 טופוגרפיה ותכסית

רום שטח התכנית נע בין 100-96+ מ' מעל פני הים. השיפוע הינו שיפוע מתון של כ-1% לכיוון מערב. התכסית הינה חקלאית - גד"ש ובחלקה הקטן מטע. הקרקע חומה בהירה לסית. באזורים 2+3 מוצגת התוכנית על רקע קוי גובה ותצ"א.





איור 1 – מפת מיקום שטח התכנית על רקע תצלום אוויר



איור 2 – גבול התכנית על רקע תצלום אוויר וקווי גובה (govmap)



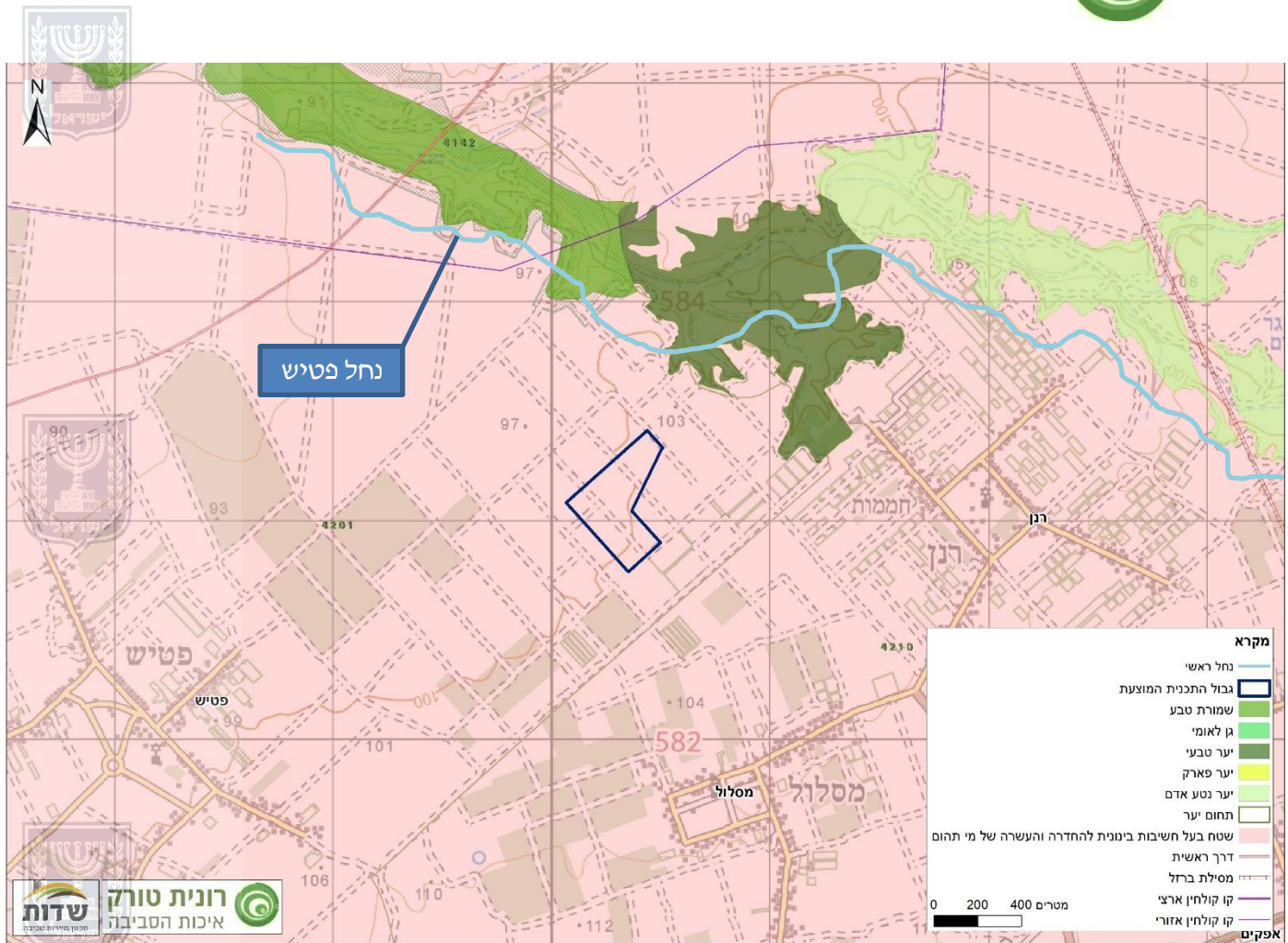


איור 3 – גבול התכנית ע"ג תצ"א מפורט

2.3 תמ"א 1

ע"פ המפה המצורפת בהמשך, גבול התכנית נמצא בשטח בעל חשיבות בינונית להחדרה והעשרה של מי תהום. שטח התכנית אינו נחצה ע"י קווי מים, קולחים או ביוב, ואינו חופף לפשטי הצפה או לרצועות השפעה של נחלים. גבולה הצפוני של התכנית נמצא במרחק של 700 מנחל פטיש, נחל ראשי שרצועת השפעתו הינה ברחוב 100 מ' מקצוות האפיק, וכ-2 ק"מ מנחל גרר, המוגדר בתמ"א כנחל רחב בדרום שרוחב רצועת השפעתו הינו 500 מ'.





איור 4 – החלופה הנבחרת ע"ג תמ"א 1

3. הידרולוגיה

פרק זה מפרט את נתוני הרקע ההידרולוגיים ואת אופני החישוב לתכנון הכללי של ניהול הניקוז באתר.

3.1 עובי גשם לסופה מקסימלית

עובי הגשם לחישוב נפח הנגר במהלך סופה מבוסס על נתוני הגשם של 4 התחנות המטאורולוגיות הרלוונטיות לאתר התכנית – בארי, שובל, מגן ובאר שבע. התחנות נבחרו בהתאם לקרבה גיאוגרפית ולפיזור מרחבי סביב אתר התכנית. להלן הנתונים הממוצעים לשנים 1980-2010 כפי שנמסרו ע"י השירות המטאורולוגי הישראלי:

טבלה 1 – מס' ימי גשם לפי עובי מינימלי לשנים 1980-2010 (השירות המטאורולוגי)

תחנה	מרחק תחנה מוערך [ק"מ]	מס' ממוצע של ימי גשם מעל 10 מ"מ	מס' ממוצע של ימי גשם מעל 25 מ"מ	מס' ממוצע של ימי גשם מעל 50 מ"מ
בארי	12.5	12	3	1
שובל	17.3	10	2	0
מגן	15.3	8	2	0
באר שבע	20	6	1	0

מתוך ארבעת התחנות, בתחנה אחת בלבד קיים יום בשנה בממוצע בו עובי הגשם היומי גדול מ-50 מ"מ (תחנת בארי). תחנה זו הינה הקרובה ביותר לאזור התכנית ולפיכך הונח לצרכי חישוב כי נפח הנגר העילי במהלך סופה



רונית טורק - איכות הסביבה ותכנון סביבתי, ניהול פרויקטים וייעוץ



מקסימלית יהיה 50 מ"מ וזאת מכיוון שבאירוע גשם קיים חילחול חלקי של הנגר העילי עקב תכונות הקרקע, וכן יתכן ואירוע זה יגיע כאשר האדמה רוויה.

3.2 אגנים וניקוז טבעי

שטח התכנית אינו נחצה ע"י ערוצי זרימה משמעותיים. כל שטח התכנית מתנקז לכיוון נחל פטיש העובר כאמור מצפון לתכנית וזורם בכיוון כללי מזרח-מערב. שיפועי האתר מתונים ועומדים על כ-1% לכיוון מערב. לא קיימת תרומת נגר חיצוני משמעותית לתחום התכנית.

הנחת פתרון הניקוז המוצע בנספח זה הינה שאזור התוכנית אוגם בתוכו את תוספת הנגר כך שכמויות הנגר הקיימות כיום אינן גדלות בשום מקרה.

3.3 נפח נגר עודף בשטח האתר

בניית הפאנלים הסולאריים משנה את תכנית פני השטח ומשפיעה בהתאם על "מקדם הנגר" (c). על מנת למנוע מנגר עודף זה להשפיע על יציבות מבנה הקרקע בשטח התכנית ובסביבתה, וכדי לעמוד בדרישות רשות הניקוז שעיקרן למנוע הגדלת ספיקה בערוצים הרלוונטיים, יש לאגום ו/או לנתב נגר זה באופן מבוקר.

"מקדם הנגר" לאתר התכנית, במצבו כיום ולפני הקמת הפאנלים הסולאריים, מוערך ב-0.35, וזאת בהתאם לקרקע החקלאית ולשיפוע השטח. לאחר התקנת הפאנלים הסולאריים צפוי כי תהא עליה בכמויות הנגר העילי משטח התוכנית כיוון שהפאנלים מכווינים את הגשם הפוגע בהם לשפתם התחתונה, כך שהגשם פוגע בקרקע באופן מרוכז יותר. המגע של כמויות גשם מרוכזות על שטחי קרקע קטנים עשוי לפגוע ביכולות הספיגה של הקרקע, ליצור מחתור ותיעול של הנגר, ובהתאם לגרום לעלייה בכמות הנגר במוצא התכנית. העלייה המוערכת תגדיל את מקדם הנגר לערך של 0.45.

לחישוב נפח הנגר: נשתמש בנוסחה הבאה

ההערכה נעשית בעזרת הנוסחה הבאה:

$$V = A * C * D$$

כאשר:

V – נפח הנגר באירוע [מ"ק]

A – שטח התכנית [מ"ר]: 133,000

C – מקדם נגר: 0.35 לפני, 0.45 אחרי

D – עובי גשם לאירוע [מ']: 0.050

בטבלה 2 להלן תוצאות נפח הנגר באתר התכנית, לפני ואחרי התקנת הפאנלים הסולאריים:

טבלה 2 – נפח הנגר המקסימלי לסופה לפני ואחרי בניית האתר

נפח נגר [מ"ק]		
לפני בניית האתר	לאחר בניית האתר	תוספת נגר
2,328	2,993	665

תוספת הנגר עקב התקנת הפאנלים הסולאריים מוערכת בכ-665 מ"ק שהינם כ-5 מ"ק לדונם, וזהו הנפח אשר יש לאגום בשטח התכנית.





רונית טורק - איכות הסביבה ותכנון סביבתי, ניהול פרויקטים וייעוץ



4. פתרון ניקוז מוצע – חלופה א'

בהתאם לחישובי הנגר העילי והנחיות רשות הניקוז תכנית הניקוז המוצעת לאתר הפוטוולטאי רגן תורכב מסכרורים שיאגמו את כלל הנגר הפנימי העודף הנוצר בשטח התכנית כתוצאה מהקמת המתקן הפוטוולטאי וימנעו נזקים לסביבה הקיימת ולאתר התוכנית ככל שיהיו.

מובהר בזאת כי פתרון הניקוז המוצע לשטח התוכנית הינו בגדר הנחיית התכנון הכללי אך **נפח האיגום שחושב בפרק 3 לעיל מחייב.**

4.1 איגום נפח נגר עודף

פתרון מוצע - סכרורים

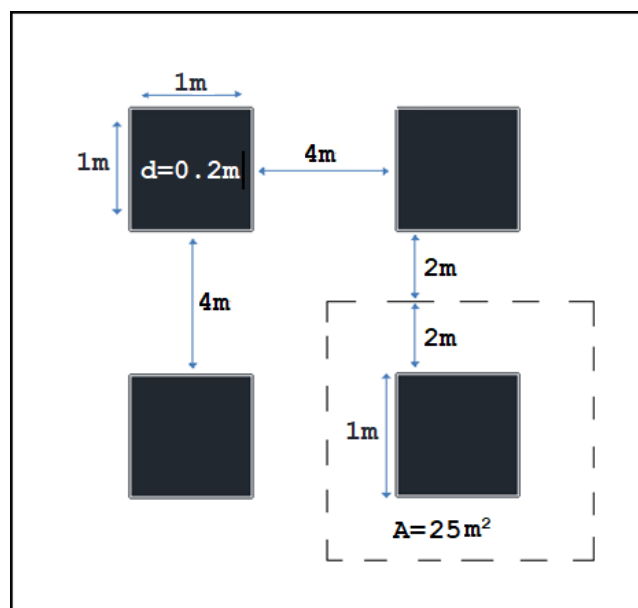


סכרורים, המכונים גם "גימס" הינם גומות קטנות בקרקע המהוות פתרון איגום נקודתי המפוזר באופן אחיד בשטח האתר. לסכרורים מספר יתרונות בולטים על פני טכניקות אגירה "מרכזיות" ופחות מבזרות כגון שיחים וסכרי אגירה:

- ✓ הנגר נלכד "במקום" ללא צורך בגלישתו או הובלתו אל איגום מרכזי - צמצום סחיפת קרקע ותחזוקה לניקוי משקעים.
- ✓ המים נאגרים על פני שטח רחב ורדוד תו"כ צמצום של אפשרויות מחתור תת-קרקעי.
- ✓ מבנה יציב ביחס לאיגומים בנפח גדול יותר.
- ✓ תורם להתפתחות צמחייה לייצוב הקרקע.
- ✓ נפח איגום קטן יותר מאיץ את קצב חלחול המים ביחס לפתרונות אחרים תו"כ קיצור זמן ה"איפוס" הדרוש עד לאירוע הגשם הבא ותורם בהתאם למניעת התפתחות מפגעי יתושים בקרבת יישובים.



מוצע לבצע סכרור בשטח 1 מ"ר והמרחק בין סכרור לסכרור 4 מ'. עומק הסכרור 20 ס"מ. כל סכרור מאגם 0.2 מ"ק נגר והשטח הדרוש עבורו הינו 25 מ"ר (שטח המשבצת המקווקות באיור 6). הסכרורים יבוצעו תחת שטחי הפאנלים הסולאריים, המיועדים לכסות כ-2/3 משטח התכנית (כ-89 דונם). מודגש כי סכרורים אלה דורשים תחזוקה שנתית למניעת שחיקה של הגומות ולכן מומלץ למקם את הסכרורים תחת הפאנלים באיזורים בהם תדרש תחזוקה מועטה על מנת שלא יפגעו בעת ביצוע עבודות שוטפות. הסכרורים מתוארים באיור מס' 5 שלהלן:



איור 5 – סכמת פרט סכרורים (לא לפי קנ"מ)





טבלה 3 להלן מתארת את נפח האיגום הכולל של הסכרורים:

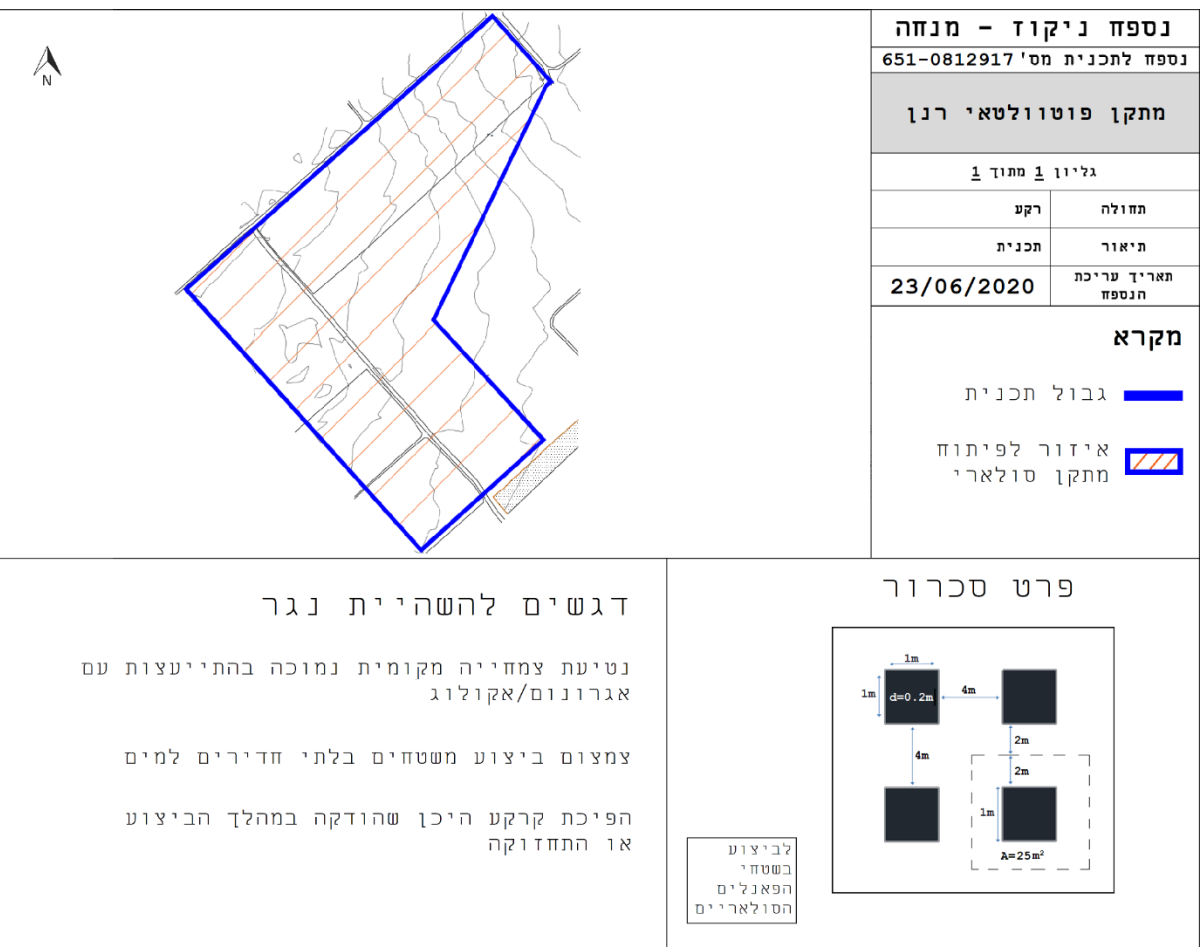
טבלה 3 - נפח האיגום של הסכרורים

נפח סכרור בודד [מ"ק]	שטח דרוש לסכרור בודד [מ"ר]	שטח סכרורים כולל [מ"ר]	נפח סכרורים כולל [מ"ק]	נפח איגום נדרש [מ"ק]
0.2	25	88,667	709	665

נפח האיגום הכולל של הסכרורים עומד בנדרש ואף גדול ממנו במעט, ויאגם כל תוספת נגר עילי הצפויה מאירוע גשם עקב בניית האתר הפוטנציאלי. במידה ותבוצע כמות הסכרורים הנדרשת, אין צורך בתוספת איגום נוספת דוגמת שיחים וכיו"ב.

במסגרת התכנון המפורט קיימת אפשרות לשנות את מידות הסכרורים ואת המרחקים ביניהם, בהתאם לשיקולי עלות ביצוע ותחזוקה, תוך שמירה על נפח האיגום המינימלי הדרוש ועל מרחקים סבירים בין הסכרורים למניעת זרימת נגר ביניהם. יתר על כן קיימת גמישות בבחירת פתרון הניקוז לאיגום הנגר – בהתאם לדרישות היזם והקבלן המבצע, ניתן לחלופין לבצע פתרון המבוסס על שיחים (ראו חלופה ב') או על שילוב של שיחים וסכרורים, או כל פתרון אחר לאיגום הנגר בשטח התכנית. הפתרון יבחר במסגרת התכנון המפורט, בהתאם לשיקולים טכנו-כלכליים של היזם, ובאישור מהנדס הניקוז, ובהנחת כי נפח הנגר העודף לאיגום יישמר.

4.2 תכנית ניקוז חלופה א'



איור 6 – תכנית הניקוז חלופה א'



רונת טורק - איכות הסביבה ותכנון סביבתי, ניהול פרויקטים וייעוץ



5. פתרון ניקוז מוצע – חלופה ב'

מוצעת חלופה נוספת שעיקרה איגום הנגר העודף בשיחים לעומת השימוש בסכרורים בחלופה א'.

מובהר בזאת כי פתרון הניקוז המוצע לשטח התוכנית הינו בגדר הנחיית התכנון הכללי אך **נפח האיגום שחושב בפרק 3 לעיל מחייב.**

5.1 איגום נפח נגר עודף

פתרון מוצע - שיחים



שיחים הינם תעלות אורכיות המהוות פתרון איגום קווי. יתרונותיה של חלופה זו לעומת חלופת הסכרורים הינם:

- ✓ נסיון קודם של היזם עם ביצוע שיחים.
- ✓ ביצוע ותחזוקה פשוטים יותר עקב היות הפתרון מרכזי ולא מבוזר בכל שטח האתר.

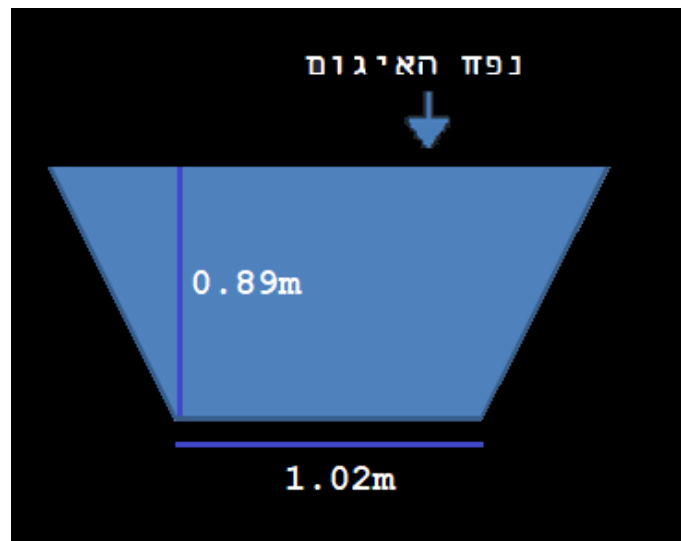
על מנת שהשיח יתפקד כאיגום ולא כמובל, יש לבצע את השיח ברום תחתית קבוע, תוך התחשבות בתנאי השטח. לצורך תכנון השיח אותר קטע מגבולות התכנית הנמצא במורד השיפוע (ראה באיור 8). קטע זה נדרש בביצוע שיח על מנת למנוע זרימה של נגר עילי עודף לשטחים החיצוניים לתכנית. שטח החתך של השיח המוצעים לביצוע בגבול זה חושב בהתאם לכמות הנגר העודף הצפויה להתנקז לגבול, כמפורט בטבלה הבאה:

אורך שיח [מ']	שטח מנוקז [מ"ר]	נפח נגר עילי עודף [מ"ק]	שטח חתך מינ' [מ"ר]	נפח שיח כולל [מ"ק]
500	133,000	665	1.33	665



נפח האיגום של השיחים מסתכם ב-665 מ"ק ועונה לדרישות איגום הנגר העודף.

פרט מוצע לביצוע השיח הינו בחתך חצי משושה, בשל השילוב של יצובותו והשטח הנמוך יחסית הדרוש לביצועו. השיח ימוקם במורד השיפוע, במקביל לגבולה הצפון-מערבי של התכנית. השיח יבוצע ברוחב בסיס של 1.02 מ' לפחות, המניב עומק של כ-0.9 מ' ושטח חתך של כ-1.35 מ"ר, כמפורט איור הבא:



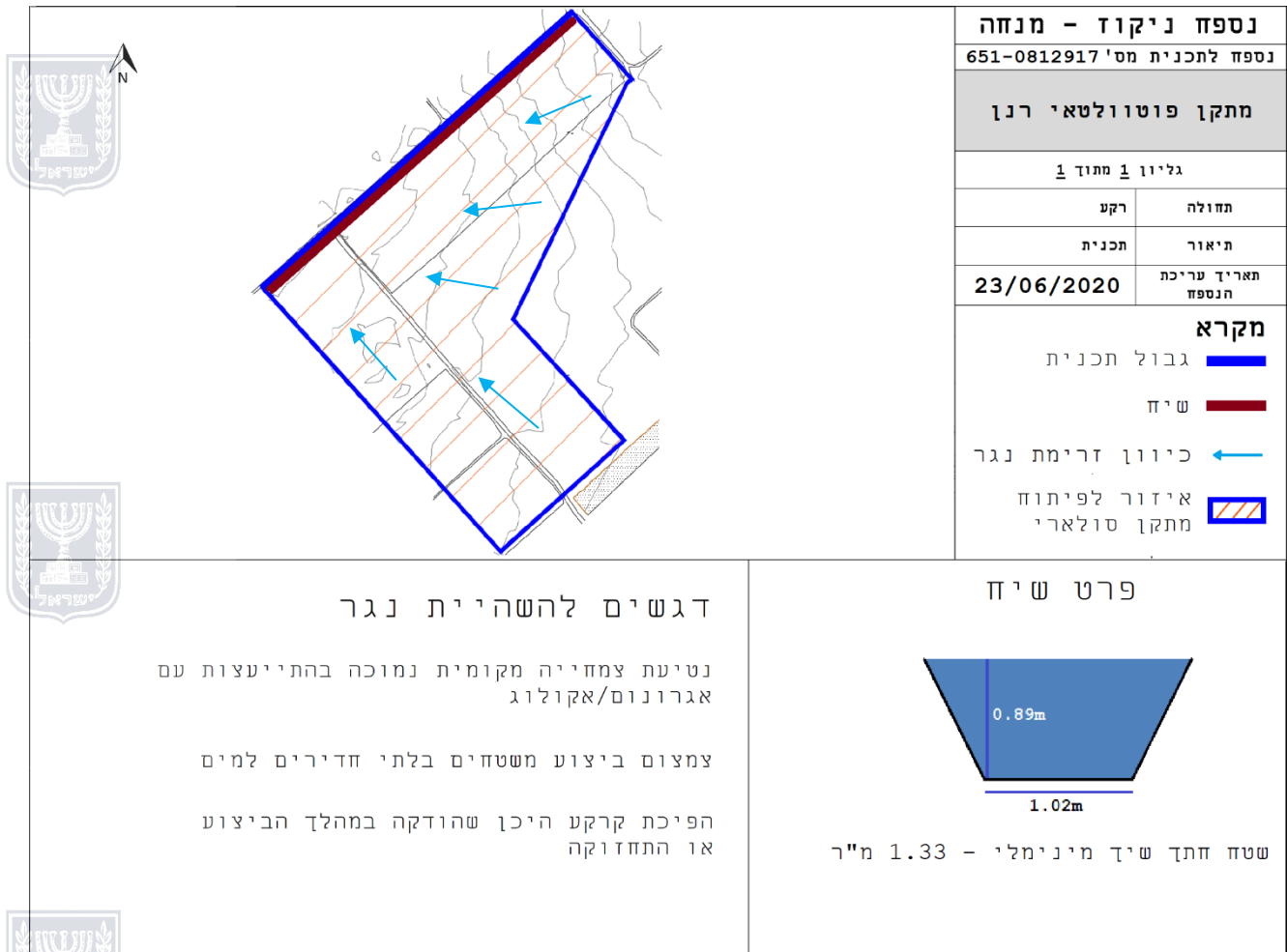
איור 7 – סכמת פרט מוצע לשיח עם מידות מינימליות





הערה: במסגרת התכנון המפורט היזם רשאי לבצע שיח/תעלה לפי פרט אחר בהתאם לשיקול דעתו, כל עוד נשמרת הדרישה לשמירה על שטח חתך מינימלי כפי שחושב בסעיף זה והתעלה מבוצעת באופן המקנה לה את היציבות הדרושה לעמידה בעומס המים. בנוסף קיימת אפשרות לחלק את הנפח לאיגום בין מספר גדול יותר של שיחים ע"י חלוקת שטח התכנית לתתי שטחים, ולהקים שיחים שיאגמו את תתי השטחים האלו במורד השיפוע, במטרה להקטין את שטח החתך הנדרש לכל שיח אך תוך התחשבות בתנאי השטח ובדרישות קונסטרוקציית הפאנלים. הפתרון יקבע במסגרת התכנון המפורט באישור מהנדס הניקוז.

5.2 תכנית ניקוז חלופה ב'



איור 8 – תכנית הניקוז חלופה ב'

6. פתרון ניקוז מוצע – חלופה ג'

רקע כללי

מוצעת חלופה נוספת המבוססת על שבירת האנרגייה הקינטית המוגברת של המים הניגרים משפתם התחתונה של הפאנלים. כפי שצוין במצב הרגיל, הגשם הנופל על הפאנלים גולש במורד הפאנל עד לשפתו התחתונה ("קו הטפטוף"), וריכוזו באיזור זה, בהשתלב עם גובה הנפילה (תמונה 2) גורם לעלייה באנרגייה הקינטית של הנגר בעת הפגיעה בקרקע. האנרגייה המוגבהת גורמת להידוק מכני הפוגע ביכולת הניקוז של הקרקע. בהמשך לכך הנגר יוצר מחתור ותיעול של הקרקע (תמונה 3 ו-4) המגבירים את ספיקת הנגר ואת כמויותיו במוצא התכנית.





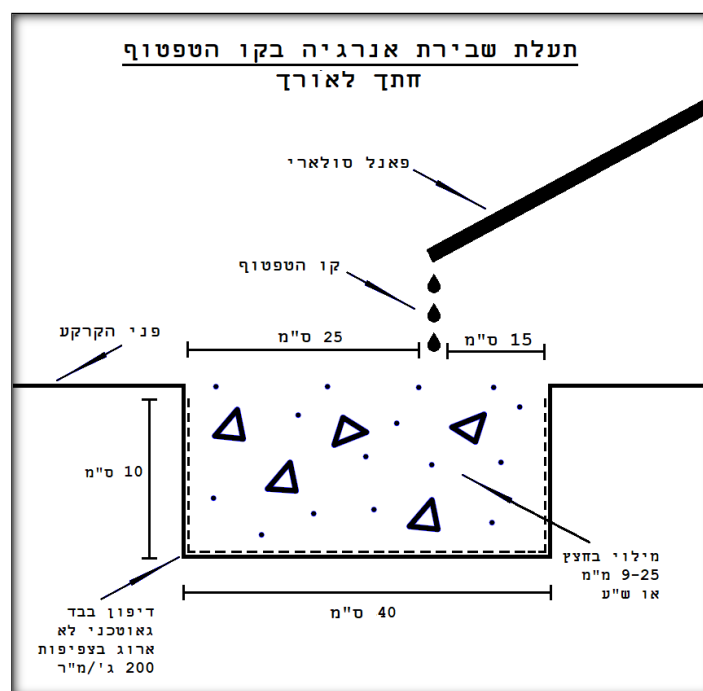
החלופה המוצעת נתמכת במידע שנאסף במדריך ניהול הנגר העילי של מרילנד^[7.10] ומינסוטה^[7.11], ארה"ב, שהינם ממקורות המידע המקיפים ביותר בנושא הידרולוגיית נגר אתרים פוטולטאים. בנוסף, מחקר של Cook, Lauren & H. McCuen, Richard (2013)^[7.9] תומך בחלופה זו גם כן, ומציין כי תוספת הנגר הצפויה לאחר בניית אתרי פאנלים סולאריים נובעת מארוזיה של הקרקע בקו הטפטוף ומפגיעה במבנה השטח בעת הקמת האתר, גורמים אשר יטופלו במסגרת הפתרון המוצע בחלופה זו.

הצגת החלופה

החלופה מבוססת על ביצוע "רצועת שבירת אנרגיה על קו הטפטוף". פתרון זה, בשילוב עם שיטות לשימור נכון של מבנה הקרקע באתר התכנית, לרבות צמחייה והפיכת הקרקע היכן שהודקה שלא לצורך, מהווה פתרון פשוט לביצוע ולתחזוקה, המונע את הפגיעה במבנה הקרקע וביציבות הפאנלים בעקבות הנגר. חלופה זו אפשרית רק במידה ויותקנו פאנלים סולאריים קבועים, בהם קו הטפטוף קבוע ואינו משתנה.

מפרט טכני

החלופה המוצעת מבוססת על הקמת "תעלת חצץ" לשבירת אנרגיה, שבסיסה מדופן בבד גאוטכני. התעלה תבוצע ברוחב 40 ס"מ תחת קו הטפטוף, כאשר 15 ס"מ תחת הפאנל ו-25 ס"מ תחת האוויר הפתוח (ראו פרט עקרוני באיור 10). עומקה 10 ס"מ. למילוי התעלה נבחר להשתמש בחצץ בגודל 9-25 מ"מ או שווה ערך. גודל הגרגר משלב יכולת התנגדות לפיתוח זרימה משמעותית ומנגד מצמצם הצטברות משקע בין הגרגירים. תחזוקה מפורטת בסעיף 8.1.4.



איור 9: חתך טיפוסי של פרט "תעלת שבירת אנרגיה"

יתרונות החלופה:

1. אין תוספת נגר עילי, מקדם הנגר נותר בעינו ולפיכך למעשה לא נידרש להקים כל מערך איגום עבור תוספת נגר עילי
2. תחזוקה מינימלית





תמונה 1 – נגר מרוכז בקו הטפטוף



תמונה 2 – הידוק הקרקע ותחילת מחתור



תמונה 3 – תקריב

7. סיכום בחינת החלופות והמלצה

7.1 הוצעו 3 חלופות לפתרון תוספת הנגר העילי :

- חלופת איגום נפח נגר עודף א' – בניית מערך סכרורים שיאגמו את כלל תוספת הנגר הצפויה מהקמת השדה הפוטוולטאי.
- חלופת נפח איגום נגר עודף ב' – בניית שיחים שיאגמו את כלל תוספת הנגר הצפויה מהקמת השדה הפוטוולטאי.
- הקמת "תעלות שבירת אנרגיה" למניעת היווצרות תוספת נגר.

7.2 החלופה המומלצת על ידינו הינה חלופת השיחים מהסיבות הבאות :

- חלופה זולה יותר
- ליזם יש ניסיון קודם עם בניית שיחים.

7.3 על אף שהחלופה המומלצת הינה חלופת השיחים, אנו ממליצים ליזם לשקול ולבחון באתר זה את חלופת תעלות שבירת האנרגיה ולצבור ניסיון בטכנולוגיה זו. הסיבות לכך

- באתר המוצע תוספת הנגר העילי שולית.
- חלופה זו מאפשרת בעתיד באתרים להם נידרש פתרון ניקוז מורכב ויקר למנוע את תוספת הנגר באמצעים פשוטים.





8. אמצעים נוספים למיתון השפעת הנגר

8.1.1 מומלץ להפיץ צמחייה מקומית נמוכה בכל שטח האתר, וזאת מכיוון שהצמחים מפריעים לזרימת המים ובהתאם תורמים להשהיית הנגר, הקטנת ספיקות הנגר וחלחול המים בקרקע. בנוסף, שורשי הצמחים האוחזים בקרקע תורמים למניעת סחף קרקע. יתר על כן, נוכחות של צמחייה מקומית באתר מהווה יתרון אקולוגי מובהק ומאפשרת לאתר לתרום לסביבתו הטבעית. בחירה של מינים מקומיים המושכים מאבקים תעצים את תרומתה האקולוגית של התכנית לסביבה. קיימות בשוק מספר חברות המוכרות תערובות זרעים המותאמות לבתי גידול ואזורים שונים בארץ. כמו כן יש להקפיד להשתמש בצמחייה נמוכה על מנת למזער את הדרישה לגיזום הצמחייה מתחת פאנלים הסולאריים, ולהמנע מהחדרת מינים פולשים לשטח. שילוב של צמחים אוהבי שמש וצל יאפשר להגדיל את כיסוי הצמחייה לאורך השנה. יש להתייעץ עם אגרונום או אקולוג לצורך התאמת המינים לשטח.

8.1.2 יש לצמצם ככל הניתן ביצוע של משטחים בלתי חדירים למים, כגון כבישי אספלט, משטחי בטון וכו'.

8.1.3 יש להימנע ככל הניתן מהידוק הקרקע באזורים בהם אין זה נדרש בעת עבודות העפר והתקנת הפאנלים. הידוק הקרקע תורם לאטימות הקרקע וליישור תכסיתה וכך גורם לעלייה בספיקות הנגר ובסחף הקרקע. מומלץ להפוך את הקרקע היכן שהודקה שלא לצורך.

8.1.4 תחזוקה: יש לבחון ובמידת הצורך לתחזק את הסכרורים/שיחים/תעלות שבירת אנרגיה לאחר החורף ע"ב שנתי לשמירה על מבניהם ויציבותם ולהרחקת סחף אשר הצטבר בהם ומקטין את נפח האיגום. יש לתכנן ולבצע כך שניתן יהיה לתחזקם ללא גרימת נזק לפאנלים.

9. סיכום

- 9.1 נספח ניקוז זה מנחה את ניהול הנגר העילי בשטח האתר הפוטוטלאי המתוכנן "רנן".
- 9.2 המטרה למנוע כל תוספת נגר עילי צפויה משטח האתר על מנת למנוע נזקי שיטפונות לסביבה הקרובה.
- 9.3 מטרתו העיקרית של הנספח הינה למנוע פגיעה ביציבות שטחים חקלאיים וגדות נחלים במורד, באופן מבוקר בעזרת אמצעים להשהיית נגר או לצמצום השפעת נגר עודף הנוצר עקב בניית הפאנלים הסולאריים.
- 9.4 הנחות התוכנית מבוססות על סטטיסטיקות גשם אזוריות היסטוריות, טופוגרפיית המקום ומקדמי נגר עילי, מידע מהספרות ומסיוור שהתבצע בשטח האתר.
- 9.5 בהתאם להנחות אלה כמות הנגר העילי המקסימלית באזור התוכנית באירוע גשם הינה כ-2,328 מ"ק ולאחר הקמת המתקן צפויה לגדול לכ-2,993 מ"ק. סה"כ תוספת הנגר הינה 665 מ"ק. על מנת למנוע השפעת תוספת נגר זו על מערכות ניקוז טבעיות ושדות חקלאיים בגבול התכנית, יש לאגום את הנגר בשטח התכנית.
- 9.6 הוצעו 3 חלופות לניהול עודפי הנגר העילי הצפויים כתוצאה מהקמת האתר:
 - 9.6.1 חלופה 1 - הקמת "שיחים" שנפחם הכולל הוא 665 מ"ק. השיחים הינם פשוטים וזולים יחסית לביצוע וליזם יש ניסיון עבר עם ביצוע פתרון זה ולפיכך זו החלופה המומלצת.





9.6.2 סכרורים - איגום נגר עודף יעשה באמצעות סכרורים. הסכרורים דומים במהותם לשיחים בהיותם פתרון לאיגום נפח הנגר העודף אך הם מבוזרים בכל שטח האתר ולמעשה מצמצמים זרימות נגר עילי פנימיות העלולות להתפתח למחתורים בשטח התכנית. חלופה זו אינה החלופה המומלצת שכן ליזם אין ניסיון איתה והוא צופה שלא יתאפשר לתחזקה בקלות.

9.6.3 תעלות שבירת אנרגיה – תעלות שיבנו במורד קו הטפטוף של הפאנלים ולכל אורכם. תעלות אלו מבטלות למעשה את תוספת הנגר העילי כיוון שביצוען ימנע את המחתור הצפוי כתוצאה מריכוז הגשמים בקו הטפטוף של הפאנל הסולארי. החלופה ישימה כאשר הפאנלים קבועים (לא מצוידים בטראקור). עקב תנאי השטח וכמויות הנגר העילי העודפות הנמוכות יחסית אנו ממליצים ליזם לבחון יישום פתרון זה על מנת לצבור ניסיון לעתיד באתרים בהם פתרון הנגר העילי מורכב, יקר ותופס שטח רב מאזור התכנית



9.7 אמצעים נוספים המומלצים לצורך ניהול הנגר הינם הפצת צמחייה מקומית נמוכה, המנעות מהידוק הקרקע והפיכתה היכן שהודקה שלא לצורך ותחזוקה שנתית לאמצעי ניהול הנגר.

10. מקורות מידע

- 10.1 השירות המטאורולוגי הישראלי. ממוצע ימי גשם בחלוקה לספים שונים, 1981-2010
- 10.2 המרכז למיפוי ישראל. אתר המפות הממשלתי – www.govmap.gov.il
- 10.3 רופא יואב. עמוד ענן – המדריך השיתופי לידיעת הארץ – www.amudanan.co.il
- 10.4 הלוי רפי, ארבל שמואל, עבור נתיבי ישראל – החברה הלאומית לתשתיות תחבורה בע"מ. עדכון בסיס נתוני עוצמות הגשם בישראל וקביעת עוצמת גשם תכן כפרמטר בסיסי לתכנון ניקוז מערכות תחבורה (2006)
- 10.5 The clean water team guidance compendium for watershed monitoring and assessment, state water resources control board, 5.1.3 FS-(RC), 2011
- 10.6 Chaudhry, M. Hanif, Open channel flow, 2nd edition, 2008
- 10.7 U.S Department of Transportation – Guide for selecting manning's roughness coefficient, 1984
- 10.8 Open channel hydraulics, Ven Te Chow, McGraw-Hill, 1959
- 10.9 Cook, Lauren & H. McCuen, Richard. (2013). Hydrologic Response of Solar Farms. Journal of Hydrologic Engineering. 18. 536-541. 10.1061/(ASCE)HE.1943-5584.0000530
- 10.10 2000 Maryland Stormwater Design Manual, Volumes I and II, MDE, October 2000, revised May 2009
- 10.11 Minnesota Stormwater Manual, Minnesota Pollution Control Agency, published 2005, Wiki based, continuously updated (2019)

