



צמצום חדירת מי נגר למט"ש דינור

במסגרת קול קורא מס' קק/ 2004/22 למימון מיזמים סביבתיים מוכווני אקלים עבור מרכז האקלים

של קרן קיימת לישראל לשנת 2023

שם המיזם: מתווה להפסקת זיהום נחלים וים בעת אירועי גשם



מקור הצילום - קולחי גולן

יוני 2025

Version 4

3.....	1. מונחים ורקע מקצועי
5.....	2. מבוא
6.....	3. נתונים מטאורולוגיים
7.....	4. מקורות המים באגן
8.....	5. אקולוגיה
10.....	5.1 נוף וצומח
10.....	5.2 יונקים וציפורים
11.....	6. רגישות הידרולוגית ומי תהום
12.....	7. תורמי שפכים
12.....	7.1 מערכות הולכת השפכים ביישובים התורמים
12.....	7.1.1 אלוני הבשן
13.....	7.1.2 קשת
14.....	7.1.3 אניעם
15.....	7.1.4 יונתן
16.....	8. מט"ש דינור
16.....	8.1 כללי
16.....	8.2 פרטי המט"ש
17.....	8.3 תכן המט"ש
18.....	8.4 איכות שפכים וקולחים
20.....	8.5 תרומת שפכי הרפתות למט"ש דינור
21.....	8.5.1 ניתוח תוצאות הזרמות שפכי הרפתות
21.....	8.6 שימושי קולחים
22.....	9. מערכות הולכת השפכים האזורית למט"ש
22.....	9.1 אגן מזרחי
22.....	9.2 אגן מערבי
25.....	9.3 פילוג קיים ומתוכנן בין החלק המערבי והמזרחי
25	9.3.1 השוואת ספיקות אגן מערבי-ספיקה מדודה במט"ש -ספיקת תכן
28	9.3.2 מערך המאגרים האזורי
30.....	10. פתרונות לבחינה
33.....	11. מסקנות

- א. SBR – ריאקטור מנתיב רציף לטיפול בשפכים (Sequencing Batch Reactor) הנו תהליך ביולוגי מתקדם לטיפול בשפכים שפועל במתכונת מחזורית באגן אחד או בכמה אגנים הפועלים לסירוגין. בניגוד למערכות זרימה רציפה (כגון שיטת הבוצה המשופעלת הקובבנציונלית), מערכת SBR מבצעת את כל שלבי הטיפול (אוורור, שקיעה, סילוק) באותו תא ובסדר מחזורי מוגדר.
- ב. דיקנטציה (decantation) בתהליך SBR היא שלב קריטי בתפעול של מערכות לטיפול בשפכים. בתהליך זה, משתמשים בדקנטר כדי להפריד את הנוזל המטופל מהבוצה, בצורה המייעלת את ההפרדה בין המוצקים לנוזלים.
- ג. מקדמי יום שיא לתכנון -

מקדם יום שיא הוא פרמטר חשוב בתכנון של מתקני טיפול בשפכים (מט"ש), המשמש להערכת הספיקה המקסימלית הצפויה במערכת ביום עם העומס הגבוה ביותר במהלך השנה. מקדם זה מבטא את היחס בין ספיקה ביום השיא לבין הספיקה הממוצעת היומית בשנה, והוא קריטי לתכנון נכון של מערכות הטיפול כך שיוכלו להתמודד עם עומסים משתנים.

$$\frac{Q_{\max, \text{day}}}{Q_{\text{avg}}} = P_{\text{day}}$$

הגדרה:

מקדם יום שיא (Peak Day Factor) מוגדר כ:

- $Q_{\max, \text{day}}$ הספיקה הגבוהה ביותר הנמדדת ביום אחד (יום השיא).
- Q_{avg} הספיקה היומית הממוצעת לאורך השנה.

שימושים במקדם יום שיא בתכנון מט"ש:

1. תכנון יחידות תהליכיות במט"ש: מקדם זה מאפשר לתכנן את הקיבולת של יחידות המט"ש כך שיוכלו לטפל בעומסים מוגברים, כמו מתקני סינון, משקעים ראשוניים, בריכות אוורור ומשקעים משניים.
2. הערכת תשתיות הובלה: הוא משמש לתכנון קווים, משאבות ותעלות כך שיוכלו להעביר את ספיקת השיא ללא עומס יתר או סיכון להצפה.
3. מניעת כשלים תפעוליים: תכנון המבוסס על מקדם יום שיא מונע כשלים בימים עם עומס חריג, כמו חדירת מי גשמים או אירועים תפעוליים מיוחדים.

ערכים טיפוסיים של מקדם יום שיא¹:

מקדם יום השיא תלוי בסוג האוכלוסייה המשרתת את המט"ש ובמאפיינים המקומיים:

¹ Metcalf & Eddy ותקנים לאומיים ובינלאומיים של EPA-

- אזורים עירוניים גדולים 1.5–2.0
 - קהילות קטנות או כפריות : יכול להיות גבוה יותר, כ-2.5–3.0, בגלל תנודות גדולות יותר באוכלוסייה ובעומסים.
 - מתקנים עם חדירת מי גשמים או הסנקה משתנה : הערכים עשויים להגיע ל-3.5 ואף יותר.
- גורמים המשפיעים על מקדם יום שיא:
- תנודות יומיות ושבועיות בעומס: למשל, עומסים גבוהים יותר בסופי שבוע באזורים תיירותיים.
 - חדירת מי גשמים: עלייה חדה בספיקה בעקבות חדירת מי נגר עילי לקווי הביוב.
 - שינויים עונתיים: באזורים עם שונות עונתית חדה, כמו כפרי נופש.
 - הרכב השפכים: שפכים תעשייתיים יכולים להגדיל את השונות בספיקות, בהתאם לאופי ותזמון הפעילות.

אחד הביטויים המסתמנים למשבר האקלים הנו מופע של אירועי גשם עוצמתיים היורדים במשכי זמן קצרים ובתדירות שאינה צפויה. אירועי גשם אלו, עקב משכם הקצר ועוצמתם הגבוהה, מביאים להתגברות הנגר העילי מול יכולת הקליטה של מערכות הניקוז והתיעול הקיימות וכישר החלחול הקיים שגם הוא הולך ופוחת ככל שגדלים האזורים המבוטנים על חשבון השטחים הפתוחים. לאור כך שאירועי הגשם יהפכו קיצוניים יותר במופעם, תופעה זו עלולה להגביר את תופעת החדירה של מי נגר למערכות הביוב העירוניות והאזוריות, לרבות מכוני הטיפול בשפכים, משלל סיבות כשהעיקריות ביניהן:

- חיבורים צולבים בין מערכות הניקוז והביוב העירוניות
 - חדירה לא מבוקרת למערכות הביוב עקב בלאי ומצב תחזוקתי ירוד
 - חיבור שטחים מאושרים במגזר התעשייה והחקלאות למערכות הביוב לרבות רפתות, תחנות דלק וכו'
 - חיבור שטחים מאושרים כגון מרפסות וכו' (עד 40 מ"ר לנכס) למערכות הביוב
- הנזקים מתופעה זו ניכרים בכלל מערכות הביוב על מרכיביהם (צנרת ההולכה, תחנות השאיבה, מכוני הטיפול בשפכים) ובסוף דבר מביאות לגלישת שפכים לסביבה לנחלים ולים. עבודה זו תבחן את האפשרויות לצמצום התופעה בדגש על חדירה של שפכים מהולים בנגר רב בעת אירועי גשם קיצוניים למכוני הטיפול בשפכים. מעבר לגלישת שפכים ובוצה בעת אירוע הגשם עצמו, אירוע קיצוני עלול להביא לפגיעה בתהליך הביולוגי במט"ש ואף לקריסתו. פגיעה כזו תהווה פגיעה קשה בפעילות המט"ש ותדרוש זמן התאוששות ארוך, ולכך השפעה שלילית על איכות הקולחים המופקים במט"ש במשך תקופה ארוכה.
- העבודה תסקור את האמצעים השונים לניהול ספיקות קיצון בארץ ובעולם, מבחינה פיזית וכלכלית, תגדיר שיטות לתיעוד מדדים באירועי ספיקות הקיצון, תזהה את נקודות הכשל ותציע פתרונות טכנולוגיים ותפעוליים לתפעול מיטבי של המט"ש בעת האירוע, לטובת צמצום או מניעה ככל האפשר של הזרמת שפכים לסביבה. במסגרת העבודה תבוצע הערכה כלכלית של הפתרונות המוצעים ותוצע חלופה מיטבית מתאימה על בסיס מקרה בוחן שנבחר לשם כך - מט"ש דינור הממוקם באגן הכנרת.

מט"ש דינור מתופעל על ידי תאגיד קולחי גולן מהמועצה האזורית גולן. אל מט"ש דינור מוזרמים שפכים ממספר ישובים והוא קולט בין היתר גם את שפכי הרפתות של הישובים הסמוכים. המט"ש פועל בטכנולוגיית טיפול ביולוגי מבוססת SBR שהינה שיטת טיפול בוצה משופעלת מנתית. מיקום המט"ש הנו באזור הידרולוגי רגיש ותקלות במערכות ההולכה ו/או בפעילות המט"ש עלולות להביא לנזקים סביבתיים ואקולוגיים. מסקנות המיזם יוכלו תוך התאמה, לשרת מט"שים בעלי מאפיינים דומים בישראל.

3. נתונים מטאורולוגיים

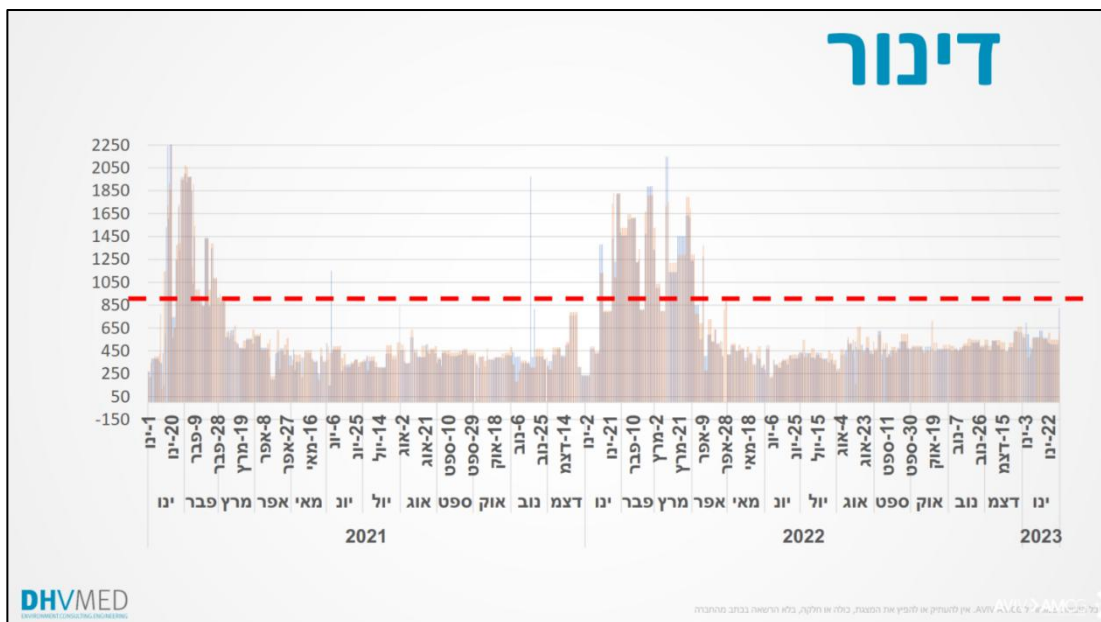
האקלים בדרום רמת הגולן הינו אקלים ים תיכוני. הבדלי הגובה הדרמטיים שבין צפון הגולן, מרכזה ודרומה עד השלוחות המשתפלות דרומה אל הכנרת והירמוך גורמים לפער ניכר בכמות המשקעים הממוצעת ברמה. ממוצע המשקעים השנתי בתחנת השירות המטאורולוגי בתחנת יונתן הסמוכה למט"ש דינור עומדת על 634 מ"מ, כאשר עונת הגשמים נפרסת בעיקרה בין החודשים נוב' ואפריל. שיא עונת הגשמים היא בין החודשים דצמבר ופברואר כאשר מספר הימים בממוצע שבהם עובי הגשם עולה על 25 מ"מ הינו 7.4 ימים ומעל 50 מ"מ הינו 1.8 ימים.

איור 1 – נתוני משקעים בתחנת יונתן מתוך אתר השירות המטאורולוגי

יונתן: נתוני משקעים חודשיים, שנתיים ועונתיים (מ"מ) לתקופה 1990/91-2019/20

אביב	ספטמבר	אוקטובר	נובמבר	דצמבר	ינואר	פברואר	מרץ	אפריל	מאי	יוני	שנתי	סתיו	חורף	אביב
כמות גשם ממוצעת	3.6	16	61	135	163	131	81	32	9.6	1.6	634	80	429	124
כמות גשם מינימלית	0	0	0	23	33	11	4	0	0	0	343	6	214	16
כמות גשם מקסימלית	67.4	105	223	340	380	378	217	85	56.4	35.7	1113	239	897	265
האחוזון ה-25 של כמות הגשם	0	2	20	63	99	74	29	7	0	0	544	36	339	81
החציון של כמות הגשם	0	8	40	125	140	121	76	30	5.1	0	600	71	375	100
האחוזון ה-75 של כמות הגשם	0	22	82	182	197	173	108	47	11.1	0	673	239	897	265

איור 2 – הצגה גרפית של ספיקות השפכים בכניסה למט"ש דינור

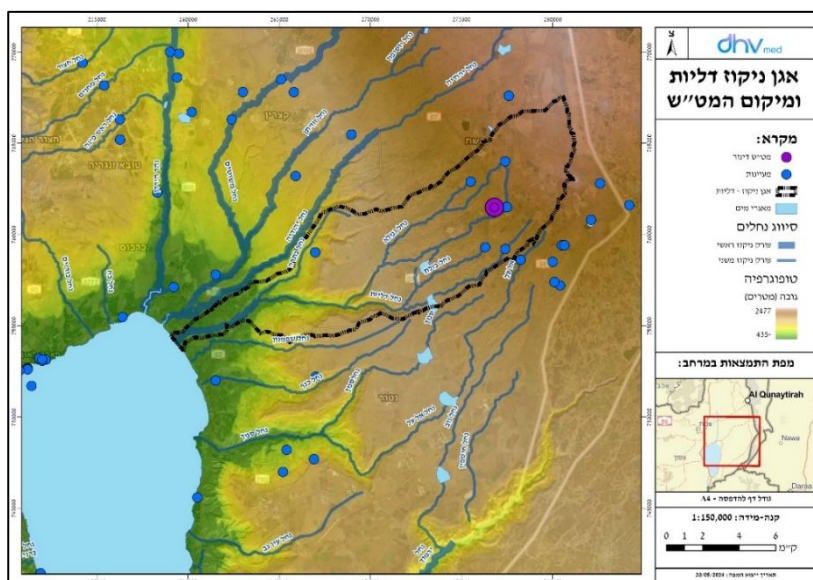


על פי טבלת עוצמות הגשם שהתפרסמה במסמך מדיניות ניהול הנגר העירוני המלווה את תיקון 8 לתמ"א 1, להלן עוצמות הגשם בהסתברויות שונות ומשכי סופה שונים באזור גשם רמת הגולן (מספר 1):

טבלה 1 – טבלת עוצמות הגשם באזור רמת הגולן

תקופת חזרה	10 דק' - מ"מ	15 דק' - מ"מ	20 דק' - מ"מ	30 דק' - מ"מ	45 דק' - מ"מ	60 דק' - מ"מ	90 דק' - מ"מ	120 דק' - מ"מ	180 דק' - מ"מ	240 דק' - מ"מ	מ"מ ליום
100	100	83	70	53	38	29	20	18	16	14	195.4
50	88	71	61	46	33	26	19	17	15	13	174.9
25	77	61	52	40	29	24	17	15	14	12	155.1
20	73	58	50	38	28	23	17	15	13	12	148.9
10	63	50	42	32	25	20	16	14	12	11	129.7
5	53	41	35	27	21	18	14	13	11	10	110.4
2	40	31	26	21	16	14	12	11	9	8	82.6
1.01	23	19	16	13	10	9	8	7	6	5	41.8

איור 3: אגן הניקוז בו נמצא המט"ש ביחס לכנרת



4. מקורות המים באגן

מט"ש דינור הסמוך ליישוב יונתן נמצא בתחום אגן נחל חיואי שהוא חלק מאגן נחל דליות. אולם, נדמה כי הערוץ שאליו מוזרמים שפכי המט"ש זורם בתחילה אל "מאגר בזלת" אשר עודפיו זורמים אל נחל בזלת, ולכן באופן מעשי המט"ש מצוי באגן נחל בזלת. גודל אגן נחל דליות הינו כ-110 קמ"ר והוא מהווה את אחד מהיובלים המשמעותיים הזורמים לכנרת. כמו כן, כפי שניתן לראות באיור שלהלן

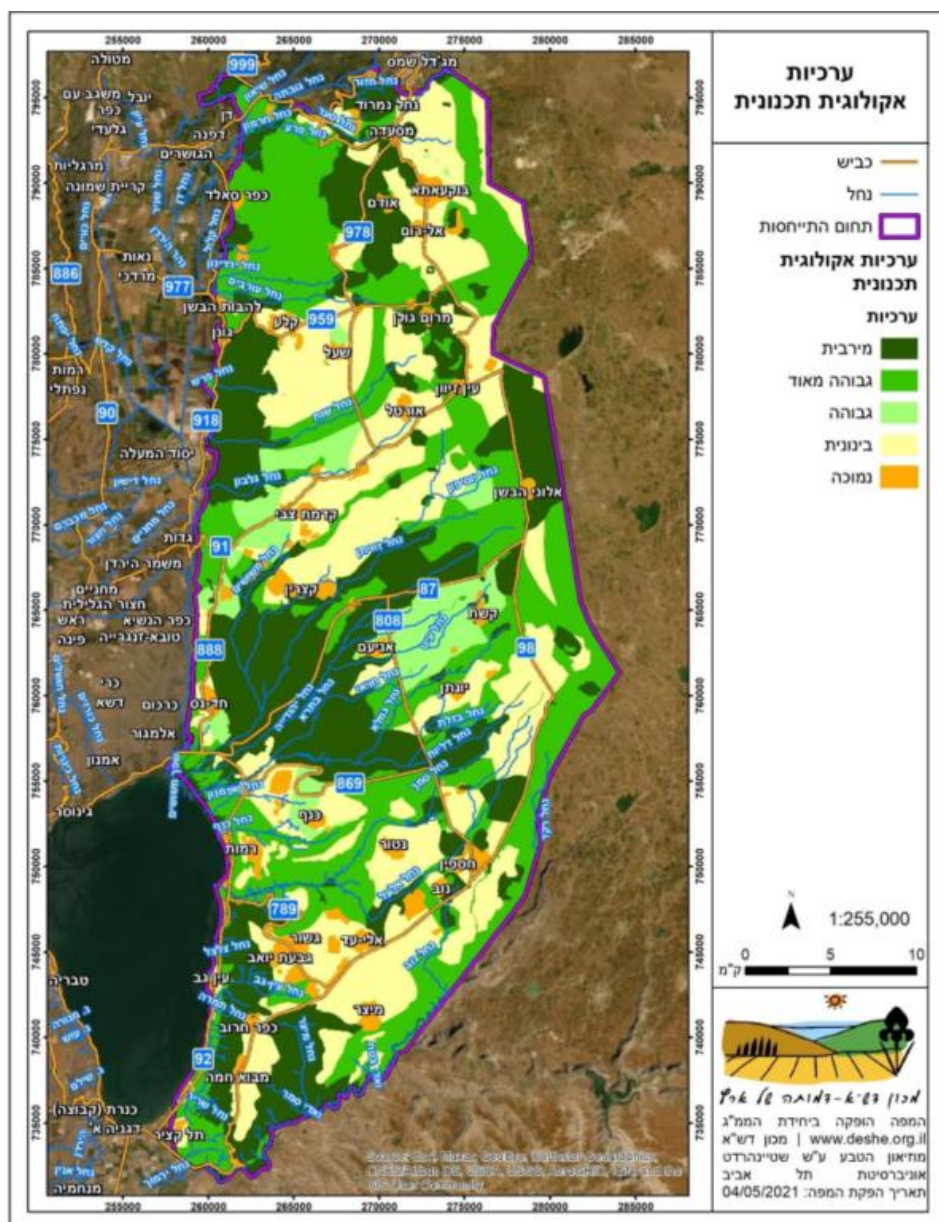
, אזור מט"ש דינור (600+) כולל שטח של כ-140 קמ"ר בתחומי 4 יישובים (יונתן, קשת, אלוני הבשן ואניעם). חלק מהשטח נמוך מרום 600+ ומוזרם למט"ש בסניקה. נחל דליות והיובלים הזורמים אליו ניזונים ממעינות רבים באגן הניקוז. הנחל כולל בחלקו התחתון מצוקים מרשימים ומפלי מים גבוהים, באזור שמורת גמלא מתחבר נחל דליות נחל

גמלא. בחלקו התחתון של הנחל נמצאת שמורת המג'רסה, שמורה בתשלום עם מסלולי מים וטבע. כאמור, היובל היוצא מן המט"ש זורם בתחילה אל מאגר נחל בזלת הקרוי גם מאגר דבש.

5. אקולוגיה

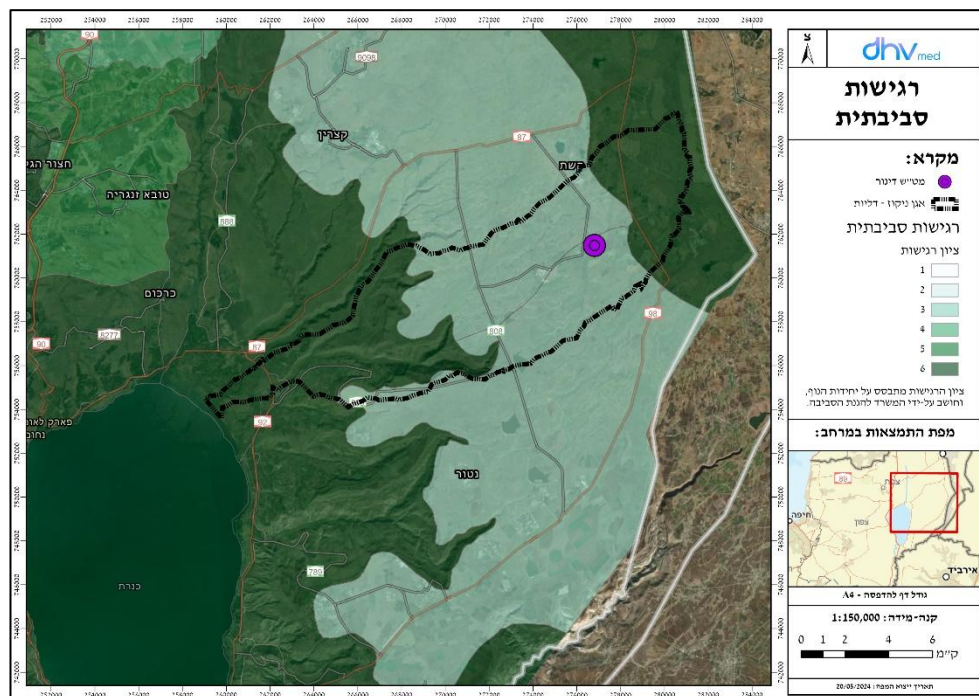
על פי הסקרים האקולוגיים של מכון דשא (סקר אקולוגי לתכנית אסטרטגית ברמת הגולן, 2021) מאגרי המים הטבעיים במרכז רמה"ג בכלל ומאגר נחל בזלת בפרט, הינם בעלי ערכיות אקולוגית מירבית בשל בתי הגידול הלחים המתקיימים בהם, מיני צומח נדירים ואשר מהווים מוקד משיכה עיקרי לציפורים ובעלי חיים.

איור 4: ערכיות אקולוגית תכנונית



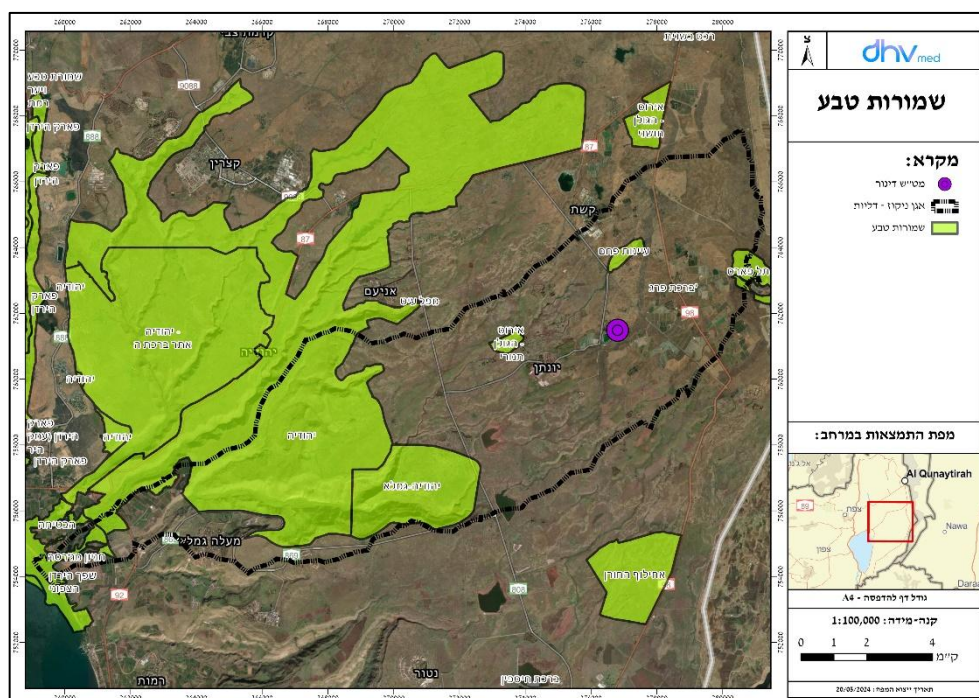
רגישותו הסביבתית של האגן, במורדו ממט"ש דינור ולכיוון הכינרת, גדלה מרגישות בינונית במעלה האגן ועד לרגישות גבוהה מאד במורדו בסמוך לכינרת.

איור 5: רגישות סביבתית באגן נחל דליות



חלק ניכר מאגן ההיקוות מהווה שמורות טבע ומסדרון אקולוגי. שמורות הטבע העיקריות באגן הן שמורת מעלה גמלא ושמורת הבטיחה (בית ציידא).

איור 6: שמורות טבע באגן דליות ובסביבתו



האגן גובל בצפונה בנחל עיט ובנחל יהודיה (שניהם למעשה בתחום אגן ההיקוות משושים, ושניהם חשודים בדיהום).

5.1 נוף וצומח

נחל דליות הוא הצפוני מבין הנחלים שזורמים ממזרח אל הכנרת ומנקזים אליה את החלק הדרומי של רמת הגולן. הנחל הוא תופעה נופית ייחודית בזכות נופי הצומח, הקניון, והעיר ההיסטורית שבמרכזו. לנחל דליות שני יובלים גדולים – נחל דליות ונחל גמלא, שכל אחד מהם נשפך לקניון במפל (דליות – מפלים בגובה 10 ו-25 מ', וגמלא – מפל המים הגבוה בארץ, 51 מ'). בין שני היובלים שרידי העיר גמלא שהתקיימה בימי בית שני. במצוקי נחל גמלא קינן נשרים. בנחל צומח ייחודי הכולל חורש ים תיכוני טבעי מגוון, סבך וצמחיית מים, ומגוון גדול של בע"ח. חלקו התחתון של הנחל הוא שמורה סגורה. בחלקו התחתון של הנחל יש מחצבה. הנחל מוערך כבעל ערכיות נוף גבוהה ביותר והמפלים מוגדרים כבעלי ערכיות טבע ונוף מירבית. ככלל, בחלקו הצפון מזרחי של הנחל הצומח בשטחים הגבוהים הוא מטיפוס יער פארק ובתוך אפיקי הנחלים הקניוניים יש בעיקר צומח-גדות עשבוני-שיחי. באזור הדרומי-מערבי של הנחל הנוף מתון יותר ועם יותר הפרות של הנוף הפתוח, והצומח כולל גם נטיעות וצומח-גדות עצי. הנחל נשפך לכנרת דרך בקעת הבטיחה (בקעת בית ציידא), צורת נוף שאין דומה לה במקום אחר בארץ אשר כוללת שילוב של שטחים חקלאיים ופלגי מים ולגונות עם צומח מים נדיר. חופי בקעת בית ציידא מוגדרים כבעלי ערכיות נופית גבוהה ביותר ויש בה חשיבות רבה לפעילות הרבייה של דגי הכנרת. ככלל, ערכיות הצומח באגן הנחל היא גבוהה ביותר והשטחים החקלאיים שבמורד האגן מוגדרים כבעלי ערכיות אקולוגית גבוהה.

5.2 יונקים וציפורים

רוב חלקו המזרחי של אגן דליות מוגדר כבית גידול בעל חשיבות מיוחדת לציפורים. בחלקו המזרחי והנמוך של האגן, השטחים המעובדים מוגדרים כבתי גידול בעלי חשיבות בינונית לבעלי חיים וציפורים, והשטחים הטבעיים בבקעת בית ציידא מוגדרים כבתי גידול בעלי חשיבות גבוהה ביותר לבעלי חיים וציפורים. ככלל, שטח האגן מוגדר כבעל ערכיות משאבי טבע (צומח, יונקים וציפורים) גבוה מאד עד גבוה ביותר.

7. תורמי שפכים

7.1 מערכות הולכת השפכים ביישובים התורמים

7.1.1 אלוני הבשן

טבלה 2 – מרכיבי השפכים ושפיעות הביוב באלוני הבשן

מצב מתוכנן (2040)			מצב קיים			מרכיב
צריכת שעת שיא (מק"ש)	צריכת יומית (מק"י)	צריכת שנתית (מ"ק/שנה)	צריכת שעת שיא (מק"ש)	צריכת יום שיא (מק"י)	צריכת שנתית (מ"ק/שנה)	
1	12	3,022	1	12	3,014	בית הארחה
1	11	2,628				בית הארחה - מתוכנן
2	20	5,037	2	19	4,650	ישיבה
3	26	6,570	2	22	5,508	מבני ציבור
7	73	18,330	4	44	10,971	שכונה וותיקה
15	148	36,956				שכונת הרחבה
14	140	35,040	12	123	30,803	רפת
3	30					צבא
46	460	107,583	21	220	54,946	סה"כ

א. מערכת הביוב ביישוב זורמת מצפון לדרום, מאסף הביוב הראשי, אוסף את שכונות ההרחבה בצפונית היישוב, אוסף בדרכו את השכונות הוותיקות ואת בבית ההארחה ומשם ממשיך דרך השדות בקו לחץ גרביטציוני בקוטר 225 מ"מ למערכת הביוב האזורית.

ב. מערכת הביוב בתוך היישוב הינה גרביטציונית.

ג. קווי הביוב ביישוביים הינם בקטרים 160-200 מ"מ.

ד. קווי הביוב בשכונה הוותיקה (מסוף שנות השמונים) עשויים אסבסט ובשכונות החדשות הקווים עשויים PVC.

ה. קווי ביוב הקיימים כיום ביישוב עומדים בספיקות התכן של השפכים.

ו. תקלות/בעיות במערכת הביוב: בהתאם למידע שהועבר מקולחי גולן, מערכת הביוב סובלת משברים רבים בשוחות הבקרה ובקווים, דבר הגורם לכניסה מאסיבית של מי נגר אל תוך מערכת הביוב. ישנה תכנית להחלפת/שדרוג תשתיות קיימות.

ז. מערכת הביוב המוצעת תחולק ל 3 : 1

- מאסף מערבי – קולט את שכונות ההרחבה הצפונית, והבתים הסמוכים מהשכונה הוותיקה.
- מאסף מזרחי – קולט את שכונות ההרחבה המזרחית, הישיבה, מרכז היישוב וקו הביוב המתחבר מכיוון הבסיס הצבאי.
- מאסף מרכזי – קולט את שפכי השכונות הוותיקות בלבד היישוב. המאספים המזרחי והמערבי יתחברו למאסף המרכזי בדרום היישוב. העתקת קווי הביוב הקיימים מחוץ למגרשים הפרטים אל הרחובות.
- ח. המערכת המוצעת תהיה מצינור מסוג PVC ברובה בקוטר 200 מ"מ.
- ט. סיכום נתונים ואומדן ראשוני: 2.5 ק"מ של קווים לביצוע, 150 מ' של קווי אסבסט לפינוי. אומדן ראשוני 2 מלש"ח.

מצב מתוכנן (2040)			מצב קיים			
צריכת שעת שיא (מק"ש)	צריכת יומית (מק"י)	צריכת שנתית (מ"ק/שנה)	צריכת שעת שיא (מק"ש)	צריכת יום שיא (מק"י)	צריכת שנתית (מ"ק/שנה)	מרכיב
1.4	14	3,504	0.2	2	488	בית ספר יסודי לבנות
3	34	8,395	3	30	7,500	מכונה קדם צבאית
2	18	4,380	4	40	9,945	מבני ציבור
8	77	19,217	7	70	17,750	שכונה וותיקה
13	127	31,634				שכונת הרחבה
8	80	20,104	7	70	17,750	שכונת צפונית
16	158	39,375	14	137	34,077	רפת
5	54	13,500	4.5	43	10,665	לול
56	562	140,109	40	392	98,175	סה"כ

- א. מערכת הביוב ביישוב הינה גרביטציונית וזורמת מצפון לדרום, מאסף הביוב הראשי אוסף את שכונות ההרחבה בצפונית היישוב, אוסף בדרכו את השכונות הוותיקות ואת בבית ספר "קשת-יונתן", וזורם לכיוון מערב לבור רקב ומשם ממשיך דרך השדות בקו גרביטציוני בקוטר 225 מ"מ למט"ש דינור.
- ב. קווי הביוב ביישוביים הינם בקטרים 160-200 מ"מ. בשכונה הוותיקה (מסוף שנות השמונים) עשויים אסבסט ובשכונת החדשות הקווים עשויים PVC.
- ג. קווי ביוב הקיימים כיום ביישוב עומדים בספיקות התכן של השפכים.
- ד. תקלות/בעיות במערכת הביוב : **מערכת הביוב סובלת משברים רבים בשוחות הבקרה ובקווים, ישנה חדירה של מי גשמים למערכת הביוב בעקבות השברים במערכת. גלישות שפכים ממאגר קשת באירועי גשם מתמשכים.**
- ה. תכנית להחלפת/שדרוג תשתיות קיימות : מערכת הביוב המוצעת תשמור על אותם העקרונות של המערכת הקיימת - העתקת קווי הביוב הקיימים מחוץ למגרשים הפרטים אל הרחובות, צינור מסוג PVC ברובה בקוטר 200 מ"מ.
- ו. סיכום נתונים ואומדן ראשוני: 2.05 ק"מ של קווים לביצוע. אומדן ראשוני 2.4 מלש"ח.

טבלה 4 – מרכיבי השפכים ושפיעות הביוב באניעים

מצב מתוכנן (2040)			מצב קיים			
צריכת שעת שיא (מק"ש)	צריכת יומית (מק"י)	צריכת שנתית (מ"ק/שנה)	צריכת שעת שיא (מק"ש)	צריכת יומית (מק"י)	צריכת שנתית (מ"ק/שנה)	מרכיב
26	152	55,757	16	94	34,360	מגורים/תיירות/רפת
26	152	55,757	16	94	34,360	סה"כ

- א. מערכת הביוב ביישוב הינה גרביטציונית וזורמת לכיוון צפון מערב, דרך 2 מאספים הקולטים את האזורים הדרום מזרחי והצפוני בהתאמה המאספים מתחברים למערכת הביוב הקיימת בשכונה המערבית (הוותיקה), השפכים מתנקזים לתחנת שאיבה קיימת בצפון מערב היישוב, סילוק השפכים למערכת האזורית מתבצע דרך קו סניקה בקוטר 160 מ"מ לכיוון היישוב יונתן .
- ב. קווי הביוב ביישוביים הינם בקטרים 160-200 מ"מ. בשכונה הוותיקה-מערבית (מסוף שנות השבעים) עשויים אסבסט ובשכונת החדשות הקווים עשויים PVC .
- ג. תקלות/בעיות במערכת הביוב : **מערכת הביוב סובלת משברים רבים בשוחות הבקרה ובקווים, ישנה חדירה של מי גשמים למערכת הביוב בעקבות השברים במערכת, גלישות שפכים מתחנת השאיבה אניעים באירועי גשם מתמשכות.**
- ד. תכנית להחלפת/שדרוג תשתיות קיימות : מערכת הביוב המוצעת תשמור על אותו עקרון של המערכת הקיימת, מתוכננות הרחבות בעיקר בשכונה הצפונית והדרום מערבית. העתקת קווי הביוב הקיימים מחוץ למגרשים הפרטים אל הרחובות, המערכת המוצעת תהיה מצינור מסוג PVC ברובה בקוטר 200 מ"מ.
- ה. סיכום נתונים ואומדן ראשוני: 3.5 ק"מ של קווים לביצוע, 0.5 ק"מ קווי אסבסט לפינוי. אומדן ראשוני 4 מלש"ח.

טבלה 5 – מרכיבי השפכים ושפיעות הביוב ביונתן

מצב מתוכנן (2040)			מצב קיים			
צריכת שעת שיא (מק"ש)	צריכת יומית (מק"י)	צריכת שנתית (מ"ק/שנה)	צריכת שעת שיא (מק"ש)	צריכת יומית (מק"י)	צריכת שנתית (מ"ק/שנה)	מרכיב
30	112	50,000	16	90	30,000	מגורים/תיירות/רפת
30	112	50,000	16	90	30,000	סה"כ

- א. מערכת הביוב ביישוב הינה גרביטציונית וזורמת מצפון לדרום, דרך 2 קווים הקולטים את האזורים המזרחיים והמערבי (הוותיק), הקווים מתחברים למאסף ביוב קיים, השפכים מתנקזים לתחנת שאיבה קיימת בדרום מערב היישוב, סילוק השפכים למערכת האזורית מתבצע דרך קו סניקה למט"ש דינור.
- ב. קווי הביוב ביישוביים הינם בקטרים 160-200 מ"מ. בשכונה הוותיקה-מערבית (מסוף שנות השבעים) עשויים אסבסט ובשכונת החדשות הקווים עשויים PVC.
- ג. מערכת הביוב ברפתות : ברפת יש 1000 פרות חולבות, שפכי הרפת זורמים לבריכות חמצון ומשם לתחנת שאיבה מקומית הסונקת את שפכי הרפת לתחנת השאיבה הראשית ביישוב.
- ד. תקלות/בעיות במערכת הביוב: מערכת הביוב סובלת משברים רבים בשוחות הבקרה ובקווים, ישנה חדירה של מי גשמים למערכת הביוב בעקבות השברים במערכת, גלישות שפכים מתחנת השאיבה יונתן באירועי גשם מתמשכות.
- ה. תכנית להחלפת/שדרוג תשתיות קיימות : מערכת הביוב המוצעת תשמור על אותו עקרון של המערכת הקיימת, מתוכננות הרחבות בעיקר בשכונה המזרחית. העתקת קווי הביוב הקיימים מחוץ למגרשים הפרטים אל הרחובות, המערכת המוצעת תהיה מצינור מסוג PVC בקוטר 200 מ"מ ואטימה מפני חדירת מי תהום.
- ו. סיכום נתונים ואומדן ראשוני: 5.3 ק"מ של קווים לביצוע, 1.3 ק"מ קווי אסבסט לפינוי. אומדן ראשוני 4.45 מלש"ח.

חשוב לציין :

ל"ז לביצוע עבודות החלפת ושדרוג התשתיות יהיה בכפוף לאילוצים השונים של קולחי גולן בהתבסס על הדוח של סקר התשתיות ברמת הגולן. תחנות השאיבה ישודרגו ויתאמו לספיקות התכן העתידיות בהתאם לתכניות לשדרוג המתקנים.

8. מט"ש דינור

8.1 כללי

מט"ש דינור ממקום במרכז רמת הגולן והוקם על ידי תאגיד קולחי גולן השייך למועצה האזורית מרום גולן. המט"ש תוכנן בשנת 2007 על מנת לטפל בשפכי הישובים הבאים: יונתן, אניעם, קשת, אלוני הבשן ומחנות צה"ל באזור. מט"ש דינור מטפל בשפכים של כ- 2,500 תושבים וכ- 2,000 חולבות משלוש רפתות.

ספיקת השפכים השנתית שנמדדה בשנת 2023 הינה כ-235 אלמ"ק מהם בהערכה כ-20% מקורם בשפכי רפתות. טיפול בשפכי רפתות מהווה בעיה בכל העולם עקב אחוז התאית הגבוה היוצר תרחיף יציב וקשה להפרדה ופירוק בתהליכים קונבנציונליים של בוצה משופעלת, בישראל בעקבות הרפורמה בענף החלב 1999-2008 שכללה הסדרה סביבתית, נעשה טיפול קדם בשפכי הרפתות (תהליך שיקוע בזמן שהייה של 5 ימים) והזרמה למערכת הביוב ומשם למכוני טיהור שפכים. בעולם ישנה הפרדה ברורה בין שפכי רפתות לשפכי אדם, בשל הבדלים בהרכב הכימי, במזהמים ובתהליכי הטיפול הנדרשים לכל סוג של שפכים -

- רגולציה נפרדת: ישנם חוקים ותקנים נפרדים לטיפול בשפכים חקלאיים (כמו שפכי רפתות) ולשפכים עירוניים (כמו שפכי אדם). לכל סוג שפכים יש תקנות נפרדות של טיפול, ניטור והזרמה, מה שמכתיב מערכות איסוף שונות.
- איסוף ושינוע נפרדים: שפכי רפתות נאספים, מטופלים ומשונועים במערכות נפרדות ממערכות השפכים העירוניות, לרוב במתקנים ייעודיים הממוקמים בסמוך לחוות או אתרים חקלאיים.
- תהליך מותאם: מאחר ושפכי רפתות מכילים כמות גדולה של חומר אורגני, פתוגניים ובדרך כלל ריכוז גבוה של חנקן וזרחן, הם מטופלים בתהליכים כמו אגנים חקלאיים, עיכול אנאירובי וקומפוסטציה. לעומת שפכים מוניציפליים שמטופלים במתקנים עירוניים, הכוללים תהליכים כגון שיקוע, סינון, וטיפול ביולוגי מתקדם יותר.
- ניצול משאבים: במערכות לטיפול בשפכי רפתות, המטרה היא לרוב לנצל מחדש מזינים חקלאיים (כמו חנקן וזרחן) לצורכי דישון, בעוד שבטיפול בשפכי אדם מתמקדים בהסרת מזהמים כדי לאפשר הזרמה בטוחה לסביבה.
- מניעת עומס יתר ושחיקה: שפכי רפתות מכילים ריכוזים גבוהים של חומרים מוצקים, שומנים ומזהמים אורגניים. במערכות עירוניות, שפכים כאלה עלולים לגרום לסתימות, להאיץ קורוזיה וליצור עומס על מתקני הטיפול העירוניים.

8.2 פרטי המט"ש

שפכים גולמיים מוזרמים אל המט"ש בסניקה ובגרביטציה, כאשר שלב הטיפול הראשון הינו טיפול קדם במערכת קומפקטית משולבת הכוללת מגוב עדין עם מרווח של 6 מ"מ ומפריד גרוסת ושומנים מלבני. לאחר טיפול הקדם, השפכים זורמים לטיפול ביולוגי במערכת חצי מנתית של sequencing batch reactor CSBR הכוללת שני ריאקטורים מקבילים הקולטים שפכים באופן רצוף, המתקן מבוסס בוצה משופעלת המרחיק ביולוגית חומר אורגני, חנקן וזרחן. תהליך הריאקציה הביולוגי כולל שלבים אנאירוביים, אנוקסים ואירוביים. לאחר השלב הביולוגי מתבצע שיקוע בתוך

הריאקטור ופינוי של קולחים שניוניים בתהליך דיקטנטציה באמצעות דיקנטרים² מתכווננים לאגן ויסות קולחים שניוניים. מאגן זה נשאבים הקולחים השניוניים למערכת סינון לחץ גרנולרי ולחיתוי באמצעות היפוכלורית לרמות כלור כללי נותר הנדרשות להשקיה. קולחים שלישוניים מוזרמים למאגר השקיה. בוצה שניונית מורחקת מהריאקטורים הביולוגיים בסיום שלב פינוי הקולחים ומוזרמת למכל אגירה יומי לפני הסמכה בנפח, שמאפשר אגירה של יום שלם. בוצה עודפת בריכוז של עד אחוז מוזרמת למסמך מכאני מסוג מסמך תופי בתוספת פולימר לתהליך הסמכה לריכוז של כ-5% מוצקים. לאחר ההסמכה, הבוצה נשאבת למכל אגירה בחוש ומאוזרר בעל נפח של 3 ימי אגירה, משם בוצה זו נשאבת לביוביות ומועברת להמשך טיפול במתקן עיכול אנאירובי.

הספיקה הממוצעת היומית ע"פ מיצוע של שנה שנמדדה בשנת 2023 בכניסה למט"ש הינה כ-³ כ- 642 מ"ק/יום, כנגד קיבולת טיפול מתוכננת של כ- 800 מ"ק/י עבור יום יבש. המט"ש צפוי להיות משודרג בהגעה לקיבולת תכן של 1,000 מ"ק/י.

8.3 תכן המט"ש

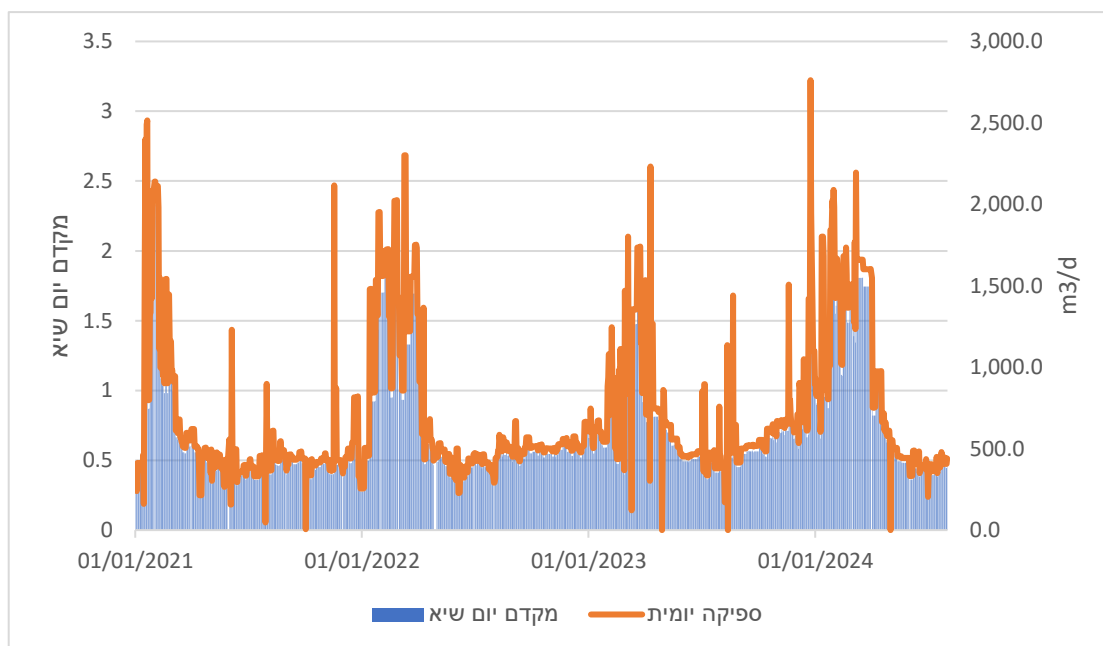
טווח התכנון למט"ש דינור יהיה עד לשנת 2025 על בסיס אורך חיי פרויקט מתוכנן ל-18 שנה להקמה בשני שלבים – שלב א' לטווח תכנון של 2015 (ספיקה יומית ממוצעת של 800 מ"ק/יום) שלב ב' לטווח תכנון של שנת 2025 (ספיקה יומית ממוצעת של כ-1,000 מ"ק/יום) מערכות טיפול הקדם והטיפול בבוצה הוקמו לקיבולת שלב ב' – ספיקת יום יבש של 1,000 מ"ק/י. עבור המערכות לטיפול ביולוגי ומערכת הטיפול השלישוני הוקמו שני מודולים מתוך שלושה המתוכננים לשלב ב'. המקדמים שנקבעו לספיקות קיצון – יום ושעת שיא, גבוהות יותר מפי 2 מהממוצע הארצי לתכנון מתוך הנחה כי קיימת זרימה של גר עילי בעונות הגשומות לתוך מערכת הביו. מקדם יום שיא לתכנון 3.125 (ראה הסבר בפרק מונחים מקצועיים) מקדם שעת שיא לתכנון 5 – באיור מטה, ניתן לראות את המקדמים המתקבלים כלפי ספיקת יום יבש של 800 מ"ק/י במשך שלוש השנים האחרונות. ע"פ המקדמים המתקבלים בגרף, ניתן לראות כי המקדם היומי מקסימלי המטופל במסגרת המט"ש הינו כ-3.2, בהתאם לתכן. להלן טבלה המפרטת את ספיקות התכן של המט"ש לרבות בימי ספיקת שיא:

טבלה 6 – ספיקות תכן מט"ש דינור

פרמטר ספיקה	יחידות	שלב א' (2015)	שלב ב' (2025)
ספיקת יום ממוצע מזג אויר יבש		800	1,000
ספיקת יום שיא מזג אויר יבש	מק"י	1,150	1,400
ספיקת יום שיא מזג אויר רטוב	מק"י	2,500	3,200
ספיקה ממוצעת מזג אויר יבש	מק"ש	70	85
ספיקת שיא מזג אויר יבש	מק"ש	115	145
ספיקת שיא מזג אויר רטוב	מק"ש	170	210

² דיקטנטציה (decantation) בתהליך SBR (Sequencing Batch Reactor) היא שלב קריטי בתפעול של המט"ש. בתהליך זה, משתמשים בדיקנטר (צנרת ייעודית) כדי להפריד את הנוזל המטופל מהבוצה, באופן המייעל את ההפרדה בין המוצקים לנוזלים.

איור 9 – ספיקות יומיות בכניסה למט"ש והמקדמים היומיים הרלוונטיים (נתוני 2021-2024)



8.4 איכות שפכים וקולחים

בטבלה מטה מוצג פירוט הרכב השפכים בכניסה למט"ש דינור כפי שתועד בנתוני מעבדת מילודע בשנת 2023 לעומת נתוני התכן בהקמת המט"ש. ניתן לראות כי בעוד נתוני החנקן והזרחן מייצגים נאמנה את נתוני התכן, הרכב החומר האורגני הינו בחסר ונמוך יותר מהנתונים ששימשו לתכן התהליכי. עובדה זו משפיעה על יעילות הטיפול הביולוגי במט"ש.

טבלה 7 – נתוני שפכים בשנת 2023 מט"ש דינור לעומת נתוני התכן

TSS	TP	TKN	CODt	BODt	NH4	
מוצקים מרחפים	זרחן כללי	חנקן קילדל	צח"ב	צח"ב	אמוניה	
mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	
400	18	81	1,340	429	38	
						2023
249.4	13.6	86.5	700.0	251.6	42.2	ינו
109.0	7.6	49.3	409.7	99.7	25.1	פבר
59.5	10.7	36.3	287.0	53.3	20.6	מרץ
87.6	7.0	47.5	224.3	192.0	22.0	אפר
84.4	11.2	41.3	267.1	81.0	31.8	מאי
97.3	10.3	50.5	293.8	81.8	34.1	יוני
130.9	12.0	73.8	444.7	139.0	51.2	יולי
130.0	8.3	60.8	354.0	112.3	47.6	אוג
216.3	12.6	100.5	613.5	135.8	69.7	ספט
391.2	10.2	102.2	861.6	269.4	56.5	אוק
375.5	47.0	73.5	1,509.8	311.5	33.1	נוב
160.8	20.6	48.8	456.3	122.3	41.4	דצמ
167.9	12.4	65.1	510.3	152.2	39.5	

הטבלה הבאה מפרטת את איכות הקולחים השלישוניים בממוצע חודשי במהלך שנת 2023 כפי שנמדדה ע"י מעבדת מילודע. ניתן לראות כי קיימים שינויים באיכות הקולחים לאורך עונות השנה כאשר האיכות לעיתים נפגעת במהלך חודשי החורף.

טבלה 8 – נתוני קולחים בשנת 2023 מט"ש דינור לעומת דרישות תקנות בריאות העם

Turbidity	TSS	TN	TP	O2	F/coli	COD	Chlorine	BOD	NH4	
NTU	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	cfu/100mL	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	
עבירות	מוצקים	חנקן	זרחן	חמצן	קולי צואתי	צח"כ	כלור נותר	צח"ב	אמוניה	
NA	10	60	10	NA	10	100	1	10	50	
										2023
10.0	33.2	56.0	9.8	8.1	29.7	166.9	1.4	12.0	9.4	ינו
	31.0	37.0	6.2	7.4	300.0	127.2		10.2	2.7	פבר
3.7	9.0	22.3	4.7	8.7	112.0	44.0	1.0	0.0	1.7	מרץ
2.1	0.0	15.0	0.9	8.7	0.0	28.8	0.9	0.0	1.0	אפר
2.0	10.1	35.3	10.4	8.1	0.0	61.7	1.0	1.3	1.3	מאי
1.7	5.6	30.0	7.4	7.9	0.0	53.6	17.7	2.4	1.8	יוני
2.7	32.0	33.0	12.2	6.9	24.0	98.0	1.1	9.0	2.9	יולי
2.3	3.0	24.6	8.1	8.2	34.0	40.0	0.9	0.0	1.0	אוג
4.4	13.8	19.0	10.7	7.1	40.0	84.5	0.9	11.5	1.9	ספט
10.0	44.5	20.0	11.9	7.3	0.0	134.0	1.1	7.0	6.9	אוק
	22.5	28.0	17.8	10.5	104.5	97.0		11.5	1.3	נוב
5.1	30.0	22.3	13.6	9.4	2.7	113.3	1.1	15.3	1.3	דצמ
4.1	17.2	31.2	9.2	8.2	55.8	81.9	3.7	5.5	2.7	

קולחי המט"ש משמשים להשקיה חקלאית מוגבלת. שטחים אלו נמצאים בשטחי החקלאות מסביב למט"ש מצורפת מפה עם סימון רלבנטי. ראה סעיף מס' 8.6

8.5 תרומת שפכי הרפתות למט"ש דינור

שפכי הרפתות מהווים תרומה משמעותית להרכב השפכים הנכנסים למט"ש דינור. הפרמטרים הנמדדים בדיגומי שגרה כוללים כלורידים, צח"כ כללי, חנקן קילדל, נתרן, זרחן כללי, ספיקות שפכים ומוצקים מרחפים. הדיגום מתבצע ארבע פעמים בשבוע, ובכך מספק תמונה מקיפה על השפעת השפכים על תהליכי הטיפול במט"ש ועל יעילותם תוך בדיקה על אופן העמידה בתקן השפכים הנדרש –

טבלה 9 – תרומת שפכי רפתות

ריכוז							
רפת אלוני בשן							
TSS at 105°C	Qd	Phosphorus-P	Na	Kjeldahl Nitrogen	CODt	Chloride	
mg/l	m3/d	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	
מוצקים מרחפים	ספיקת שפכים	זרחן כללי	נתרן	חנקן קילדל	צח"כ כללי	כלורידים	
400	NA	15	230	50	800	430	
7,082.5	21.9	140.6	311.5	746.8	15,077.5	349.5	2018
1,237.8	33.4	60.7	309.5	508.0	3,486.3	288.3	2019
1,010.3	8.8	72.4	310.3	464.3	3,695.0	234.3	2020
1,065.3	21.7	75.5	300.3	475.7	3,994.3	254.3	2021
1,630.5	14.9	76.7	327.5	514.3	4,482.5	283.8	2022
1,245.5	19.2	75.4	288.0	479.3	3,433.5	247.3	2023
825.5		69.5	214.5	417.0	2,920.0	216.0	2024
2,194.3	20.4	83.2	300.3	527.0	5,617.8	273.9	
רפת יונתן							
TSS at 105°C	Qd	Phosphorus-P	Na	Kjeldahl Nitrogen	CODt	Chloride	
mg/l	m3/d	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	
מוצקים מרחפים	ספיקת שפכים	זרחן כללי	נתרן	חנקן קילדל	צח"כ כללי	כלורידים	
400	NA	15	230	50	800	430	
1,250.0	45.3	85.9	294.0	390.5	4,229.5	308.5	2018
1,336.0	46.2	78.4	302.0	425.8	3,771.3	291.8	2019
600.0	15.4	43.6	405.5	399.5	2,647.5	331.0	2020
860.0	18.9	42.7	487.0	391.0	2,815.0	407.0	2021
1,029.0	13.0	43.2	498.0	285.0	3,102.5	423.0	2022
976.0	24.2	47.1	505.3	264.7	3,010.3	455.3	2023
700.0		43.5	318.5	278.0	2,415.0	309.5	2024
1,043.9	32.1	61.2	379.5	354.2	3,343.3	350.1	Grand
רפת קשת							
TSS at 105°C	Qd	Phosphorus-P	Na	Kjeldahl Nitrogen	CODt	Chloride	
mg/l	m3/d	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	
מוצקים מרחפים	ספיקת שפכים	זרחן כללי	נתרן	חנקן קילדל	צח"כ כללי	כלורידים	
400	NA	15	230	50	800	430	
1,630.3	56.0	109.0	275.3	642.8	6,495.0	298.8	2018
584.3	54.5	48.3	197.3	302.8	2,231.5	174.3	2019
727.3	13.3	59.4	264.3	348.3	2,764.7	183.0	2020
468.0	13.3	48.2	328.5	153.5	1,492.0	304.5	2021
695.5	13.3	49.0	273.5	145.5	1,868.0	242.0	2022
753.5	13.3	49.5	258.5	164.3	1,858.8	212.8	2023
1,370.3	70.0	60.2	160.9	337.7	4,076.7	163.0	2024
877.7	32.7	60.6	254.1	295.9	2,934.8	229.5	Grand

8.5.1 ניתוח תוצאות הזרמות שפכי הרפתות

טבלה 10 – סיכום ניתוח נתוני הזרמה ממוצעים מהרפתות

רפת	מוצקים	ספיקת	ממוצע	ממוצע	חנקן	צח"כ	ממוצע
	400	15	230	50	800	430	
אלוני בשן	2,194.3	20.4	83.2	300.3	527.0	5,617.8	273.9
יונתן	1,043.9	32.1	61.2	379.5	354.2	3,343.3	350.1
קשת	877.7	32.7	60.6	254.1	295.9	2,934.8	229.5

א. ממצאים עיקריים לפי רפת:

אלוני בשן: צח"כ (CODt) וחנקן קילדל גבוהים במיוחד יחסית לשאר הרפתות ואינה עומדת בתקן ההזרמה. רמת הכלורידים הממוצעת היא מתונה, ספיקת השפכים היא הנמוכה ביותר מבין שלוש הרפתות.

יונתן: רמת הכלורידים היא הגבוהה ביותר אך עדיין עומדת בתקן ההזרמה. ממוצע הנתרן הוא הגבוה ביותר ולא עומד בתקן להזרמה ספיקת השפכים קרובה לרפת קשת אך כמות המוצקים מרחפים גבוהים מאלו בקשת.

קשת: רמות הכלורידים, צח"כ, וחנקן קילדל הן הנמוכות ביותר אך אין עמידה בתקנים ספיקת השפכים היא הגבוהה ביותר. רמת מוצקים מרחפים נמוכה יחסית לשאר הרפתות.

ב. סיכום

- שלוש הרפתות אינן עומדות בתקני הזרמה למערכות ביוב סניטרי. נראה הבדל ברור ברמות הצח"כ וחנקן קילדל בין אלוני בשן לבין שתי הרפתות האחרות, מה שמרמז על פוטנציאל זיהום גבוה יותר. יונתן מציגה רמות גבוהות יחסית של כלורידים ונתרן, מה שעשוי להוות אתגר לטיפול בשפכים.
- שפכי רפתות יוצרים עומס משמעותי על מערכות הטיפול במטש"ים בשל ריכוזים גבוהים של חומרים אורגניים, נוטריינטים כמו חנקן וזרחן, מוצקים מרחפים ומלחים. עומס זה עלול להוביל לפגיעה בתהליכים הביולוגיים במט"ש, לגרום לעלייה במליחות הקולחים ולהגביל את השימוש בהם להשקיה. בנוסף, שפכים מהרפתות עשויים להכיל מזהמים ביולוגיים, חיידקים, ושאריות תרופות וטרינריות, מה שמחייב טיפול מתקדם וחיטוי כדי למנוע פגיעה סביבתית ובריאותית. עלויות הטיפול הגבוהות מדגישות את החשיבות של טיפול מוקדם בשפכים ברפתות עצמן, הכולל תהליכים להורדת ריכוז המזהמים לפני הזרמתם למערכת הביוב המוניציפלית.

8.6 שימושי קולחים

חברת מי גולן המאגדת 27 ישובים חקלאיים, מזרימה את הקולחים המתקבלים במאגר הקולחים ומשתמשת בהם להשקיה לכלל השטחים החקלאיים והמטעים שמסביב למט"ש.

9. מערכות הולכת השפכים האזורית למט"ש

9.1 אגן מזרחי

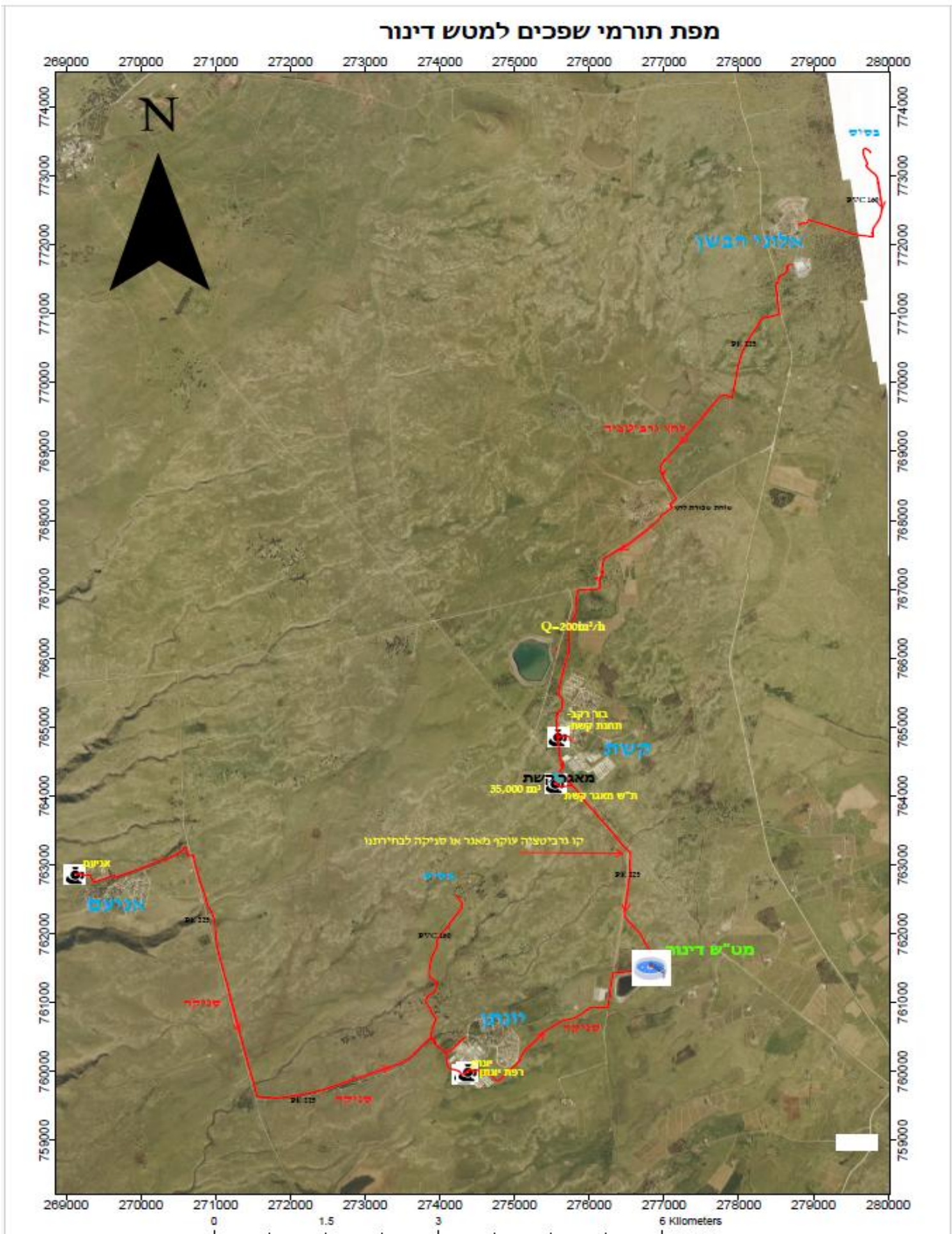
מערכת הולכת השפכים המזרחית מנקזת את הבסיס הצבאי תל חזקה באמצעות קו ביוב גרביטציוני בקוטר 160 מ"מ הזורם למערכת הביוב של אלוני הבשן ומשם דרך מאסף ביוב בלחץ גרביטציוני בקוטר 225 מ"מ העובר בין השדות ומתחבר למאסף גרביטציוני בקוטר 225 מ"מ (באמצעות שוחת שבירת אנרגיה) המתחבר למערכת הביוב של המושב קשת. הולכת השפכים מחוץ למושב קשת מתבצעת באמצעות קו ביוב גרביטציוני בקוטר 200 מ"מ אל מתקן קדם טיפול ביציאה מהמושב קשת. השפכים מועברים אל מט"ש דינור ממתקן קדם הטיפול בשתי אפשרויות, האחת מתבצעת כל השנה מלבד עונת החורף - באמצעות קו ביוב גרביטציוני בקוטר 225 מ"מ והשנייה בעונת בחורף בלבד - אל מאגר קשת ומשם בסניקה למט"ש דינור באמצעות תחנת שאיבה.

9.2 אגן מערבי

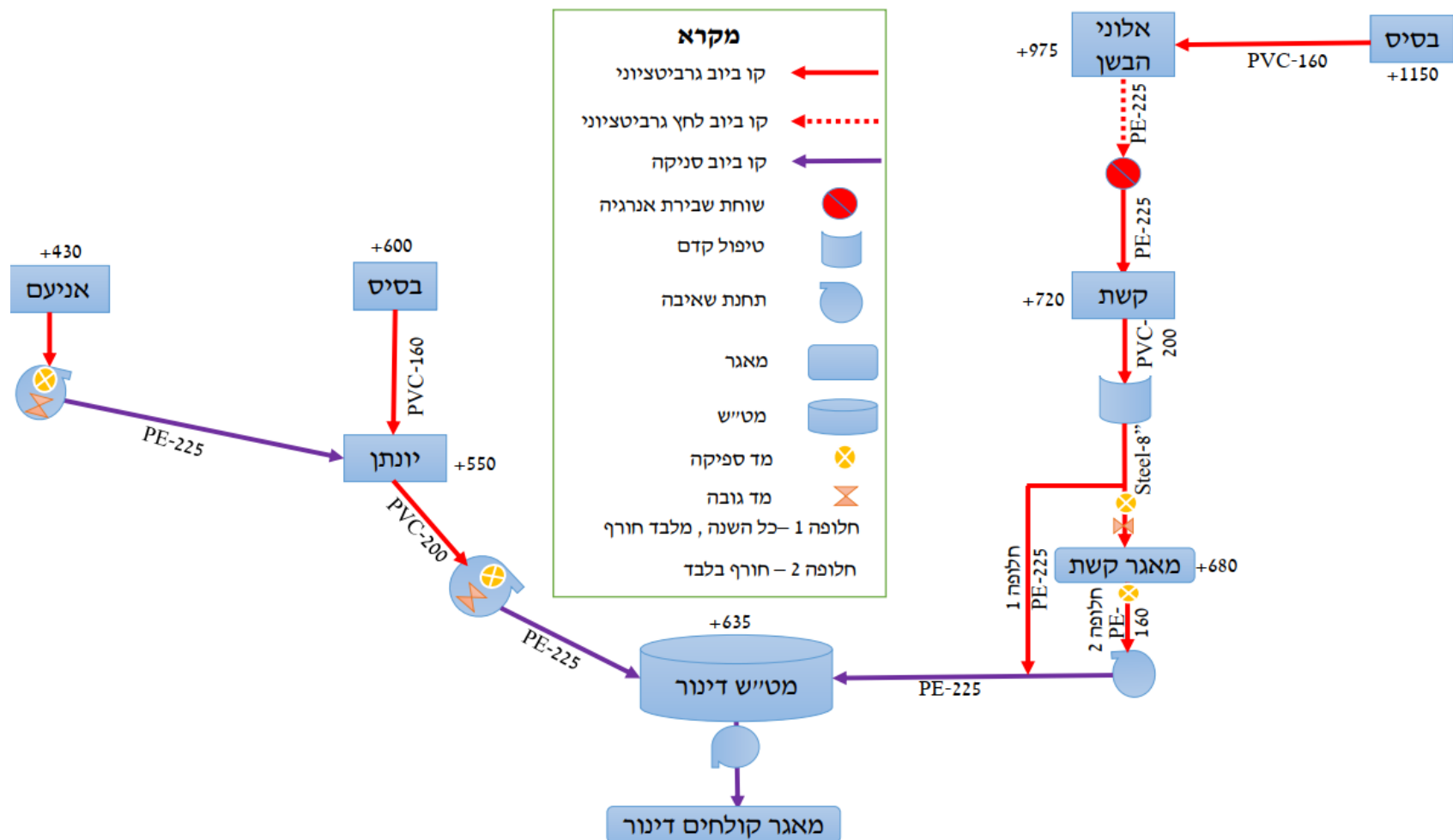
מערכת הולכת השפכים המערבית מנקזת את הבסיס הצבאי (לא בשימוש) באמצעות קו ביוב גרביטציוני בקוטר 160 מ"מ הזורם למערכת הביוב של המושב יונתן. במקביל גם שפכי המושב אניעם נסנקים למערכת הביוב של המושב יונתן באמצעות תחנת שאיבה ומשם מוזרמים יחדיו למאסף ביוב גרביטציוני בקוטר 200 מ"מ לכיוון תחנת שאיבה נוספת ודרכה אל מט"ש דינור באמצעות קו סניקה בקוטר 225 מ"מ. להלן טבלת אחוז תרומת השפכים המטופלים במט"ש דינור מכל אגן

טבלה 11 – פילוג ספיקות למט"ש בין אגן מזרחי למערבי

אגן מזרחי	אגן מערבי
65%-80%	20%-35%



איור 10 - מערכת הביוב האזורית - על גבי תצ"א



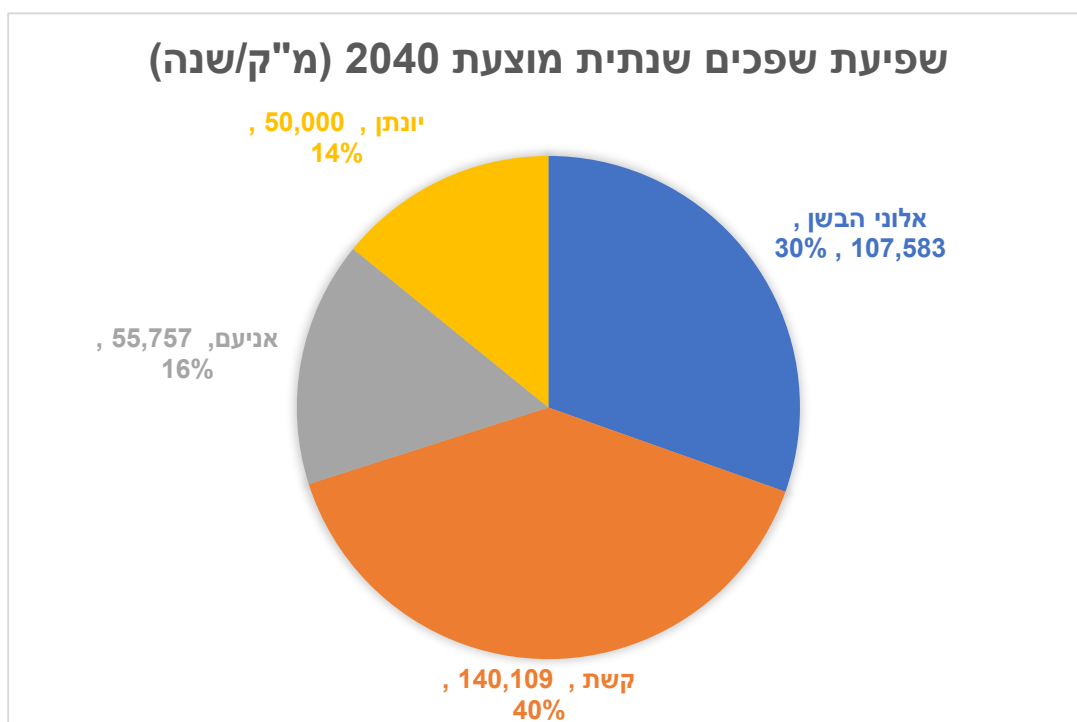
איור 11: סכימה הידראולית של מערכת הולכת השפכים למט"ש דינור

9.3 פילוג קיים ומתוכנן בין החלק המערבי והמזרחי

טבלה 12 – פילוג תורמי שפכים הקיים בשנת 2023

קשת	יונתן	אניעם	אלוני הבשן	
40%	27%	19%	14%	01/23
40%	27%	19%	14%	03/23
39%	28%	20%	13%	05/23
38%	28%	20%	14%	07/23
40%	25%	18%	16%	09/23
39%	26%	19%	16%	11/23
39%	27%	19%	15%	

איור 12 – פילוג תורמי שפכים מתוכנן

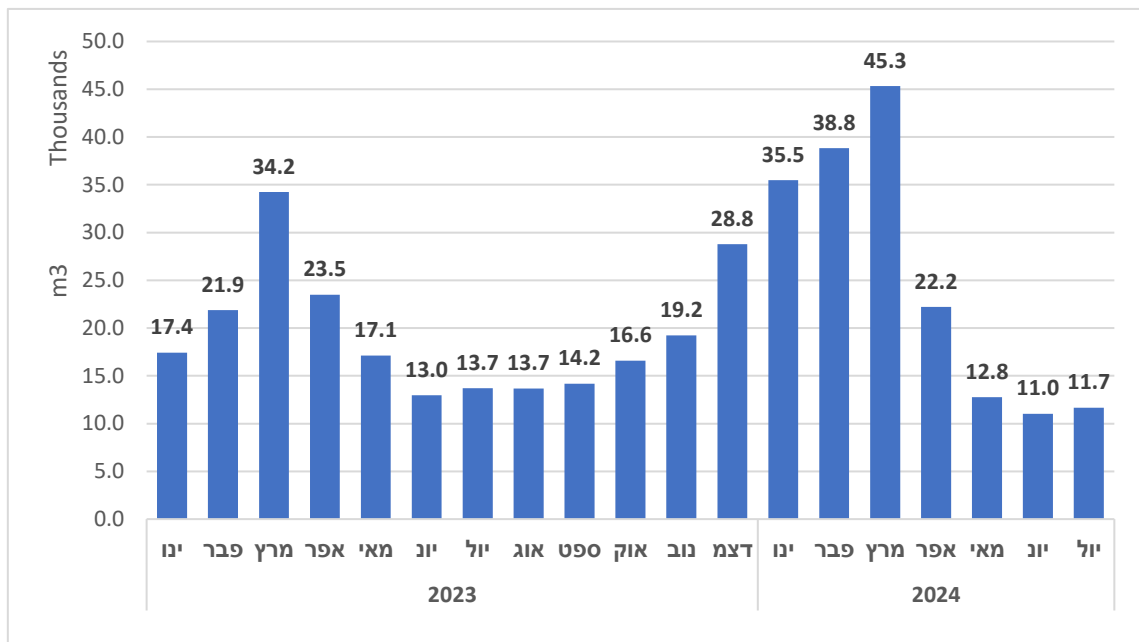


9.3.1 השוואת ספיקות אגן מערבי-ספיקה מדודה במט"ש -ספיקת תכן

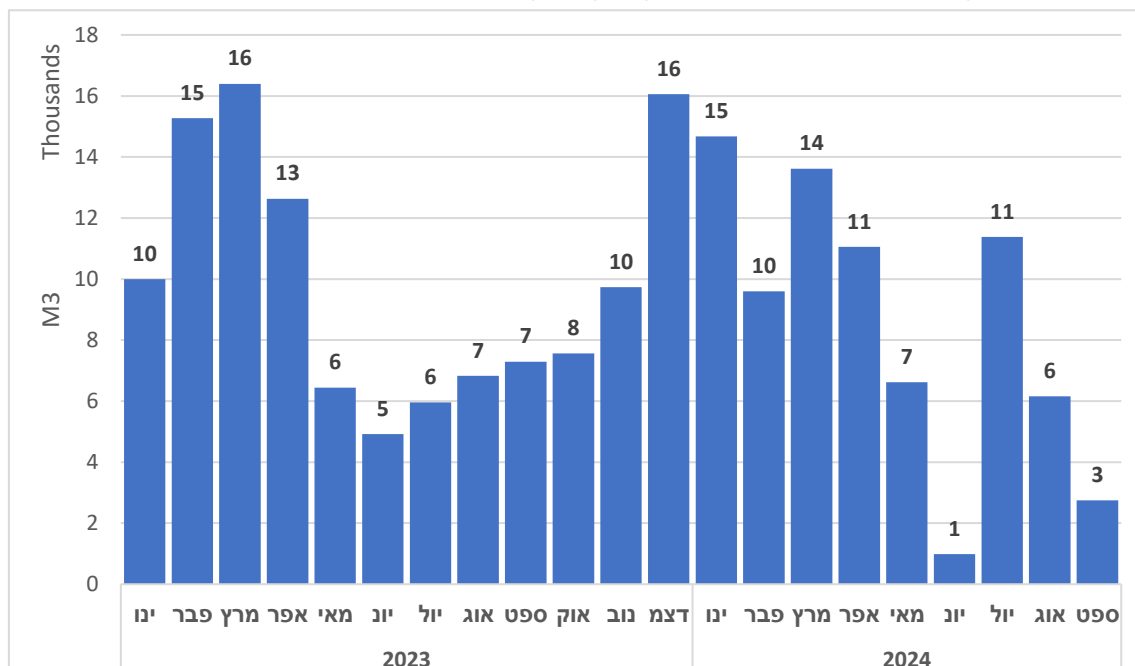
לצורך ניתוח פילוג הספיקות במערכת ההולכה אל מט"ש דינור, בוצעה בדיקה המשווה בין 3 פרמטרים :

- ספיקה חודשית במט"ש 01/23 עד 07/24 .
- ספיקות חודשיות בתחנות השאיבה יונתן ואניעם (אגן מערבי) מ 01/23 עד 01/24 .
- ספיקה תכן חודשית של המט"ש. והשוואה לפילוג צפוי מקורי בין החלק המערבי למזרחי

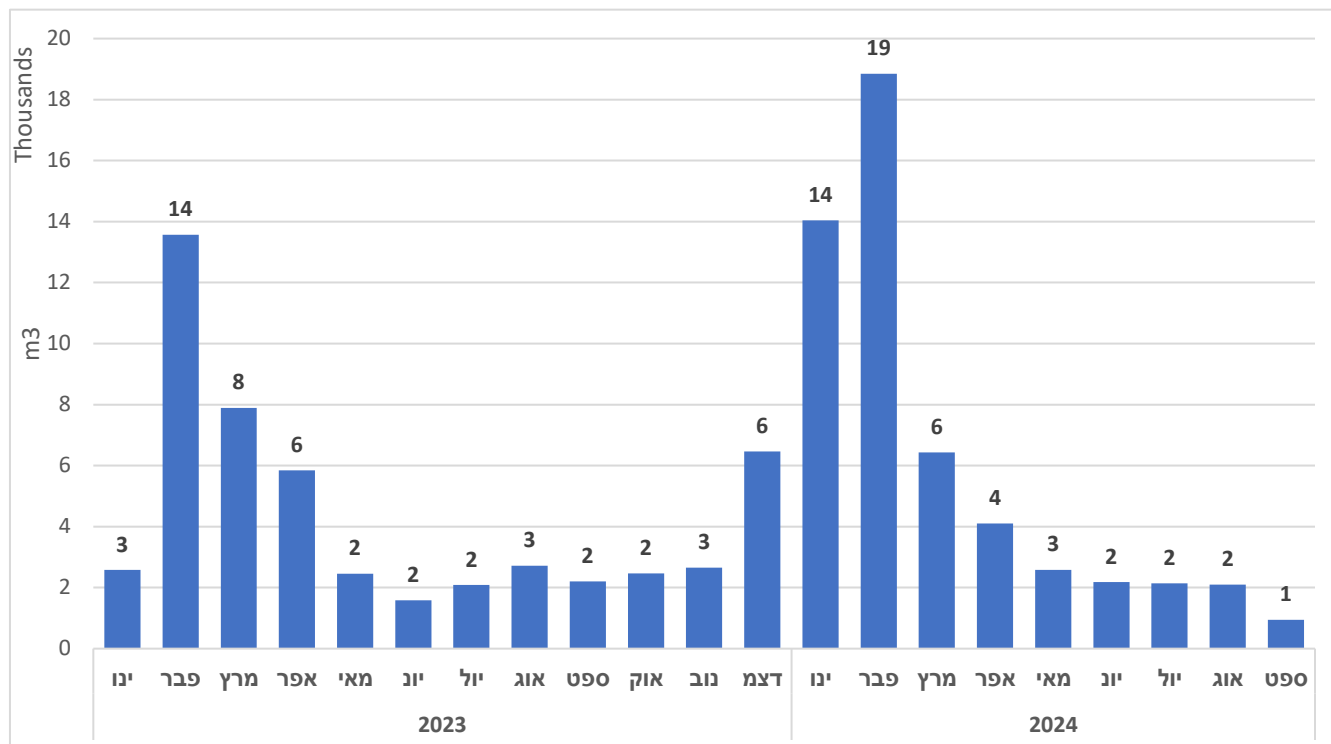
איור 13: ספיקה חודשית במט"ש בתקופה בין 01/23 עד 07/24 .



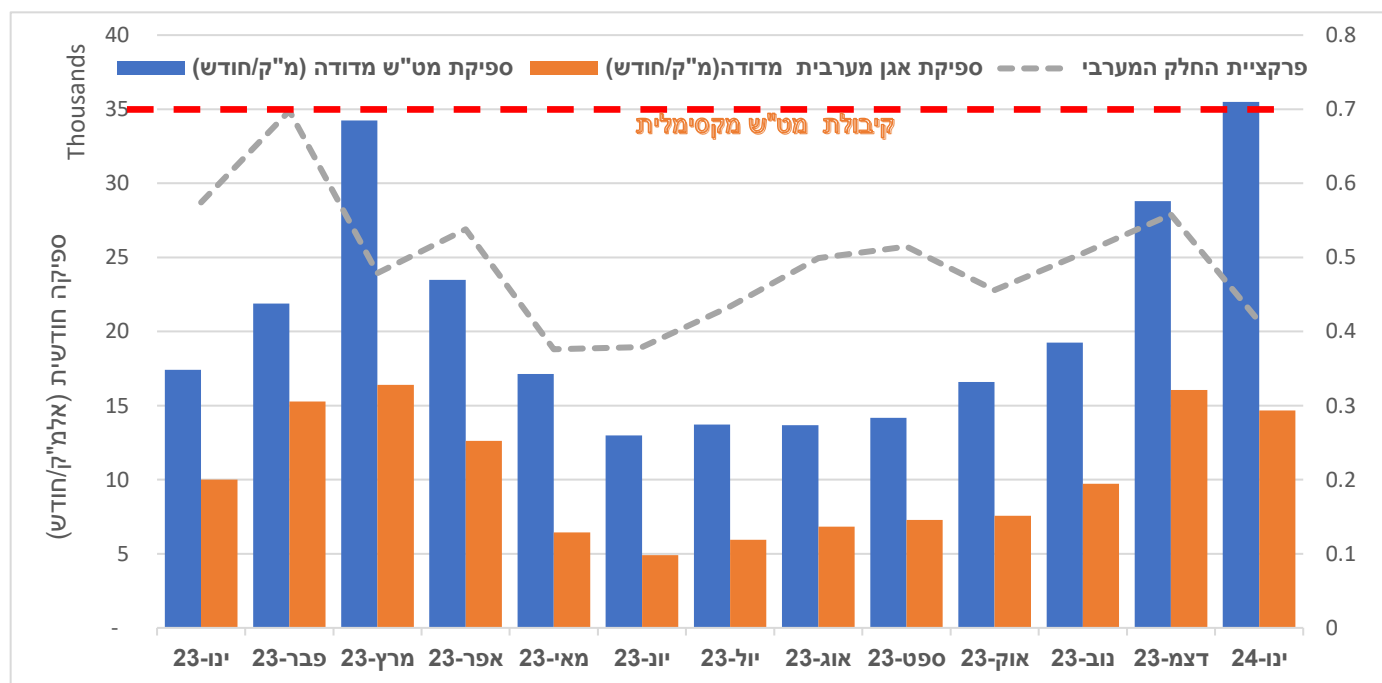
איור 14: ספיקה חודשית מתחנת השאיבה של יונתן בתקופה בין 01/23 עד 09/24 .



איור 15 - ספיקת חודשית בתחנת השאיבה של אניעם בתקופה בין 01/23 עד 09/24



איור 16 - ספיקת מט"ש מזודה כנגד הספיקה מהאגן המערבי

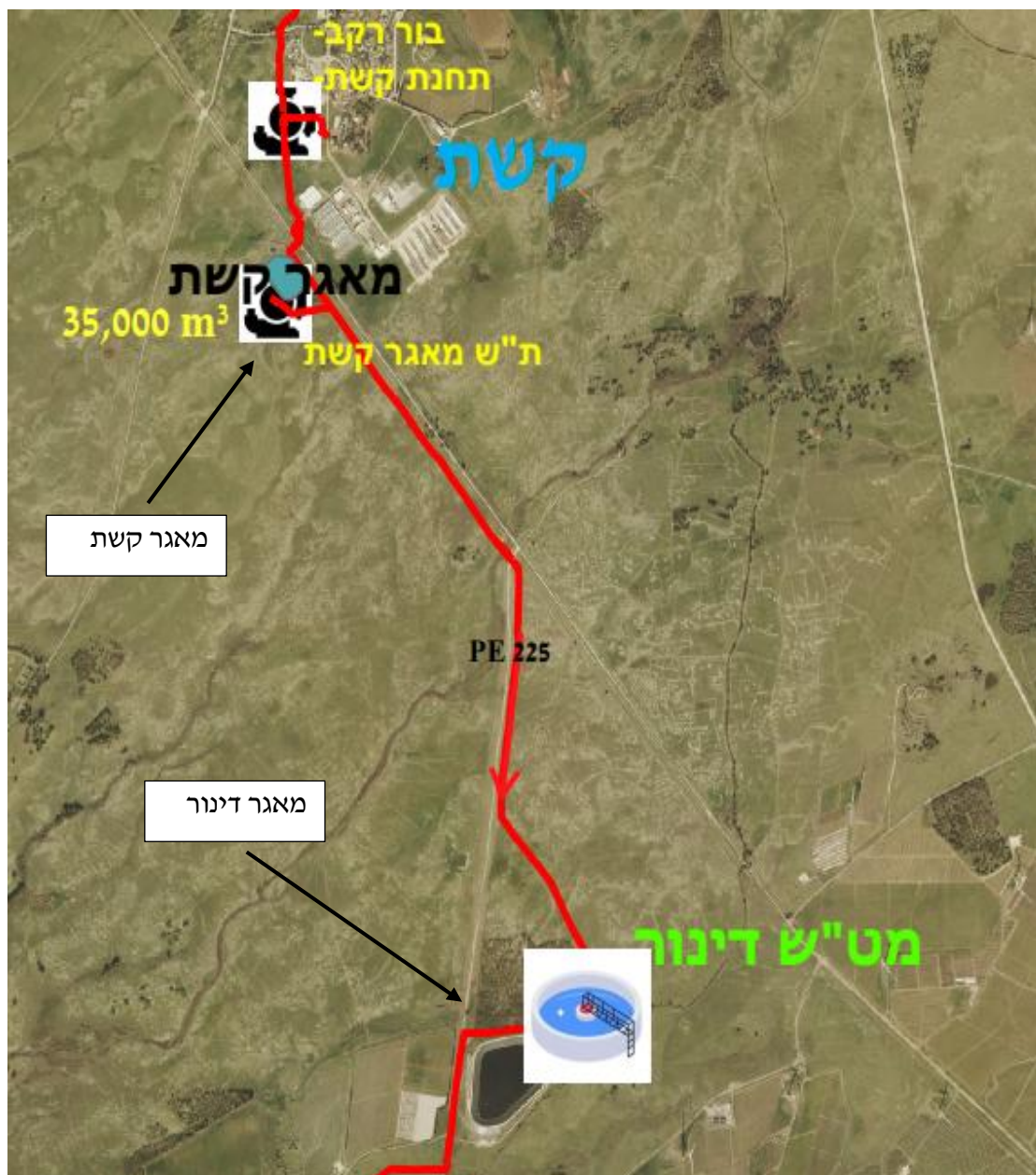


- ספיקת התכן המקסימלי החודשית של המט"ש חושבה 7 ימים גשם בחודש בספיקה יומית מקסימלית של 2,500 מ"ק"י ושאר הימים לפי מקדם יום יבש 800 מ"ק/יום .
- ספיקת אגן מערבי הינה ספיקת תחנת השאיבה של יונתן בין 01/23 עד 01/24 .
- בהתאם לאיור 4-5 מתקבל כי בהשוואה בין שפיעות הביוב החזויות לבין המדדות בכניסה לתחנות השאיבה של אניעם ויונתן , קיים פער גדול בעיקר בחודשי החורף בין הנתונים. בהתאם לאיור 6 החלק היחסי (הפרקציה) של החלק המערבי מסה"כ כמות השפכים המוזרמת למט"ש בחורף מגיעה עד ל-70% במקום 30%-40%.
- מהשוואה בין הספיקה הנמדדת בכניסה למט"ש לבין ספיקת התכן, המט"ש יכול מבחינה הידראולית להעביר את ספיקת התכן, אבל באיכות קולחים ירודה.
- **קיימת שונות גדולה בין הספיקות המוזרמות למט"ש בחודשי השנה השונים**, שמירה על ספיקה קבועה למט"ש חיונית ליציבות התהליך, שכן זרימות משתנות עלולות לגרום לעומסים הידראוליים קיצוניים, שטיפת חיידקים מהמערכת הביולוגית, פגיעה באיכות הקולחים המטוהרים והכבדה על יחידות הטיפול בבוצה. ספיקות לא אחידות גם פוגעות ביעילות האנרגטית של המשאבות והמפוחים

9.3.2 מערך המאגרים האזורי

במערכת איסוף השפכים והקולחים של אזור דינור קיימים שני מאגרים:

1. מאגר קשת - בנפח 35,000 מ"ק, מאגר זה משמש כחלופה לוויסות השפכים בחודשי החורף בלבד וקדם טיפול לרפת של קשת, באירועי גשם מתמשכות יש גלישה שפכים מהמאגר .
2. מאגר דינור -בנפח 650,000 מ"ק, משמש מאגר לקולחים המטופלים במט"ש דינור. זמן השהייה הארוך במאגר משמש לתהליך ליטוש הקולחים.



10. פתרונות לבחינה

להלן מספר חלופות להתמודדות עם גלישת השפכים במערכת הולכה למט"ש דינור :

א. שיקום תשתיות הביוב ביישובים התורמים – חלופת האפס

שיקום ושדרוג תשתיות הביוב, זיהוי וניתוק חיבורים צולבים הנם המטרה הראשונית במטרה למנוע נגר עילי מכניסה ישירה למערכת הטיפול בשפכים. שדרוג תשתיות הביוב משפר את היכולת של המערכת להתמודד עם כמויות מים גדולות ומונע הצפות או עומסים על המט"ש. תהליך זה קריטי במיוחד במערכות ישנות שבהן קיימות חדירות בין ניקוז לביוב. פתרון זה דורש עבודות תשתית מורכבות ולעיתים עלויות משמעותיות, אך הוא מספק מענה ארוך טווח לשיפור תפקוד המט"ש. פתרון זה הנו פתרון ארוך טווח והכרחי אך תלוי במשתנים רבים עד למיצוי, לפיכך במצב הנוכחי מוצעות חלופות ביניים למתן מענה.

ב. בריכות אגירה עונתיות

ברוכות אגירה עונתיות הן פתרון אפקטיבי להתמודדות עם עומסים זמניים של נגר עילי ושפכים במתקני טיהור. הברוכות ממקמות סמוך למט"ש, ומטרתן לאגור כמויות גדולות של מים בזמן אירועי גשם כבדים או ספיקות שיא. הברוכות מאפשרות הזרמת המים למתקן בקצב מבוקר, כך שהמט"ש עובד בספיקות קבועות לאורך השנה. יישום הפתרון דורש שטח פנוי משמעותי, עם עלויות גבוהות של הקמה ותחזוקה.

ג. ניהול ספיקות שיא במט"ש

ניהול ספיקות שיא כולל שימוש במגוון פתרונות, כמו בנייה של בריכת ויסות, מערכות מעקף, ומגופי ויסות, שמיועדים לשלוט בעומסים גדולים של מים ושפכים. למשל, בריכות ויסות מאפשרות אגירת שפכים ונגר עילי והזרמתם בקצב מבוקר למט"ש. מגופי ויסות מבטיחים שהמט"ש לא יעמוס מעבר ליכולתו. מערכות מעקף מנתבות עודפי מים לאזורים טיפוליים זמניים, כמו בריכות חמצון. פתרונות אלה יעילים במיוחד בזמני עומס, אך דורשים שטח פנוי והשקעה ראשונית גבוהה במערכות בקרה מתקדמות.

ד. מערכות ניטור ובקרה חכמות

מערכות ניטור ובקרה חכמות כוללות חיישנים מתקדמים לניטור קצב זרימת המים והרכבם הכימי בזמן אמת. חיישנים אלה מאפשרים זיהוי מוקדם של ספיקות שיא, הרכב המים (כמו ריכוז מוצקים ומזהמים), ומצב המערכות במט"ש. מידע זה משמש את צוותי התפעול להתאמת זרימת המים ולטיפול מהיר במקרי חירום. היתרון של המערכת הוא ביכולתה להתריע על בעיות לפני שהן גורמות לנזק.

ה. תחזוקה עונתית מוגברת

תחזוקה עונתית מוגברת כוללת פעולות הכנה לקראת עונת הגשמים, כמו ניקוי תעלות ניקוז, שדרוג מערכות ביוב, והסרת חסימות במערכת המט"ש. פעולות אלה מסייעות למנוע עומסים והצפות כתוצאה מכמויות גדולות של נגר עילי, ומשפרות את יעילות המתקן לאורך זמן. הפתרון יחסית פשוט וזול ליישום, אך דורש מאמץ

תחזוקתי מתמיד ותכנון שנתי קפדני. תחזוקה זו אינה מספקת פתרון למבנה המערכת עצמה, אלא משלימה את הפעילות השוטפת.

ו. תוספת יתרות במט"ש

ניתוח רגישות של קיבולת המאגרים והיחידות התהליכיות במט"ש והגדלה של צווארי בקבוק. יתרות במט"ש תייצר גמישות תפעולית ותמנע כשלים במצבי קיצון של ספיקה, גשמים עזים או עומסי שפכים חריגים מתעשייה. ללא יתירות מספקת, עודף ספיקה גורם לגלישות, שטיפת חיידקים מהמערכת הביולוגית, פגיעה באיכות הקולחים. תכנון נכון של יתירות יאפר ויסות עומסים, שמירה על יציבות הידראולית ותהליכית, והבטחת פעולה רציפה גם בתנאים לא צפויים.

פתרון	תיאור	יתרונות	חסרונות
בריכות אגירה עונתיות	בריכות לאגירת נגר עילי סמוך למט"ש	מניעת עומסים; שימוש במים להשקיה חקלאית	דורש שטח רב; עלות הקמה ותחזוקה גבוהה
שיקום תשתיות ניקוז ביישובים התורמים	הפרדה בין ניקוז נגר עילי לביוב	מפחית עומסים במט"ש; שיפור תשתיות קיימות	קשה ליישום במערכות ישנות; דורש עבודות תשתית
ניהול ספיקות שיא במט"ש	בריכות ויסות, מעקפים או מגופי ויסות לשליטה בעומס השפכים	מונע עומסים על המט"ש; פתרון גמיש; שומר על יציבות המערכת	דורש שטח (לבריכות ויסות); השקעה ראשונית גבוהה במערכות בקרה
מערכות ניטור ובקרה חכמות	חיישנים לניטור זרימה והרכב מים	שליטה בזמן אמת; התרעות מוקדמות	השקעה ראשונית גבוהה
תחזוקה עונתית מוגברת	ניקוי מערכות הביוב ותעלות הניקוז לפני עונת הגשמים	מונע חסימות והצפות; מפחית נזקי נגר עילי	אינו פותר בעיות מבניות; דורש מאמץ תחזוקתי ש
בניית יתרות במט"ש	הגדלת היחידות התהליכיות במט"ש דינור	יאפשר את הגדלת קיבולת השפכים למט"ש	יקר ומצריך הכנה של יתרות ביומאסה לתפעול התהליך הביולוגי מערכת ההולכה

פתרונות אלו גובשו לשלוש חלופות מרכזיות

חלופה 1: טיפול במקור – שיקום תשתיות ביוב ביישובים התורמים. כוללת: א. שיקום ושדרוג תשתיות הביוב ביישובים, תחזוקה עונתית מוגברת. מאפיינים עיקריים: מונעת חדירת נגר עילי מהיישובים למערכת ההולכה, כוללת חיזוק קווי ביוב, ניקוז והפרדה בין מערכות

מתבצעת בשיתוף פעולה עם הרשויות המקומיות.

יתרונות: פתרון יסודי וארוך טווח מפחית משמעותית את הספיקות העודפות עוד לפני הגעתן למט"ש משפר את כלל ביצועי מערכת ההולכה.

חסרונות: פריסה מרחבית רחבה – קשה לביצוע בשלב אחד תיאומים מרובים עם מספר גופים דורש תכנון, הקצאה תקציבית נרחבת ושנות ביצוע רבות

חלופה 2: פתרון קצה במט"ש – ויסות עומסים וניהול ספיקות שיא. כוללת: א. בריכות אגירה עונתיות, ב. ניהול ספיקות שיא (בריכות ויסות, מגופי ויסות, מעקפים), ג. מערכות ניטור ובקרה חכמות. מאפיינים עיקריים: ממוקדת בתוך תחום המט"ש וסביבתו מאפשרת התמודדות עם זרימות גבוהות רגעיות או עונתיות כוללת פתרונות תפעוליים וטכנולוגיים מתקדמים ניתן ליישם בשלבים (מודולריות).

יתרונות: תגובה ישירה ונקודתית לעומסי שיא ניטור בזמן אמת ושיפור קבלת החלטות גמישות תפעולית גבוהה

חסרונות: נדרש שטח משמעותי בקרבת המט"ש (לבריכות) עלויות השקעה ראשוניות גבוהות אינו מטפל בשורש הבעיה (חדירת נגר למערכת)

חלופה 3: תוספת יתירות תהליכית בתוך המט"ש. כוללת: תוספת קיבולת ויתרות תהליכיות בתוך המט"ש. מאפיינים עיקריים: הרחבת יחידות תהליכיות וציוד במט"ש, מיועד להבטיח פעולה יציבה גם במקרי קצה מהווה "שכבת הגנה פנימית" על תהליך הטיפול.

יתרונות: שיפור מובהק ביציבות התהליך גם בזמן אירועים קיצוניים, מאפשר תגובתיות גבוהה מבלי לפגוע באיכות הקולחים

חסרונות: ייתכן חוסר יעילות בשגרה (מערכות פועלות בתת-ניצול) דורש תכנון הנדסי מדויק ועתיר משאבים.

טבלה 14 – תמחור חלופות

חלופה	מרכיבי משנה – אומדן ראשוני	עלות משוערת ₪	כוללת
אסטרטגית			
בריכת אגירה	א. בריכת אגירה עונתית (2,050,000 ₪)	11,450,000	
	ב. בריכת ויסות וניהול ספיקות שיא (7,900,000 ₪)		
	ג. מערכת ניטור ובקרה חכמה (1,500,000 ₪)		
שיקום תשתיות ביוב ביישובים	א. סקר תשתיות מלא למערכות ביוב וניקוז ביישובים (200 אלש"ח)	16,000,000	
	ב. סקר תשתיות למערכת האזורית (300 אלש"ח)		
	ג. שיקום תשתיות ביוב וניקוז לרבות איתור וניתוק חיבורים צולבים לפי סקר תשתיות (15,500,000 ₪)		
תוספת יתרות במט"ש	בניית יתירות תהליכיות במט"ש (35,000,000 ₪)	35,000,000	

11. מסקנות

- **אין חלופה אחת שנותנת מענה כולל** - השילוב בין טיפול במקור (שיקום קווים), ניטור וניהול עומסים במט"ש עצמו, הוא הדרך האפקטיבית ביותר.
- **החלופה הכלכלית - אפקטיבית ביותר בטווח הקצר - בינוני היא חלופה 2 (אגירה וניהול ספיקות) – עלות סבירה עם תועלת תפעולית ברורה.**
- **חלופה 1 (שיקום תשתיות ביוב ביישובים) היא קריטית להשגת יציבות מבנית עתידית, אך נדרשת משך הביצוע הנו ארוך ותלוי במשתנים רבים.**
- **חלופה 3 יקרה ביותר** ויש לשקול אותה רק אם הוכח שחוסר היתירות במט"ש מסכן את רציפות התהליך התפעולי או את איכות הקולחים.

המלצות ליישום רב שלבי:

שלב 1 – יישום מיידי: (2025–2027)

- הקמת בריכת אגירה עונתית ומערכת ויסות ספיקות במט"ש.
- התקנת מערכת ניטור ובקרה חכמה לניהול עומסים בזמן אמת.
- אלה יספקו פתרון מהיר להגנה על המט"ש במצבי גשם או עומס פתאומי, בעלות סבירה (כ- 11.5 מיליון ₪), תוך שמירה על איכות הקולחים ומניעת גלישות.

שלב 2 – תכנון רב-שנתי: (2027–2030)

- מיפוי ושיקום תשתיות ביוב באזורים בעייתיים, בהתאם לתיעדוף לפי סקר סיכונים.
- תיאום בין היישובים והתאגיד לצורך שדרוג מערכות הביוב ומערכות הניקוז הבעייתיות.
- בניית תוכנית אב להרחבת היתירות במט"ש, שתכלול תכנון מודולרי של מתקנים נוספים (מאגרים, שלבים ביולוגיים, תחנות שאיבה) - שתבוצע רק אם באמת נדרש.

עמותת צלול	לקוח:
צמצום חדירת מי נגר למט"ש דינור	פרויקט:
29 יוני 2025	תאריך:
4	גרסא:
35	אורך המסמך:
זוהר שוורצמן, גיל גוטמן	כתיבה ועריכה:
נועם לוי, נתן קוטוביץ, פואד תאיה	תרומה:
אבירם מויאל, קולחי גולן בע"מ	תודה מיוחדת: