



מ. רוזנטל מהנדסים

תכנון וייעוץ הנדסי

תשתיות מים, ביוב, ניקוז והידרולוגיה



קבוצת כנרת - תכנית בסמכות מקומית

תכנית מס' 214-0552422



נספח ניקוז



פ.מ 17519

יולי 2019

עדכון דצמבר 2020





מ. רוזנטל מהנדסים

תכנון וייעוץ הנדסי

תשתיות מים, ביוב, ניקוז והידרולוגיה

תוכן:

1. מבוא 3
2. חומר רקע 3
3. מצב קיים 4
- 3.1 התייחסות לתמ"א 34 ב' 3 4
4. ניתוח הידרולוגי 7
- 4.1 חישוב ספיקת שיא על פי השיטה הרציונאלית 8
- 4.2 סיכום ספיקות שיא וקביעת ספיקות תכן 10
5. המלצות לתכנון 11
6. המלצות לשימור נגר על קרקעי 12
7. סיכום והמלצות 12

רשימת טבלאות

- טבלה 1 אגני ניקוז וזמני ריכוז 7
- טבלה 2 עוצמות גשם בזמני ריכוז עבור הסתברויות שונות 8
- טבלה 3 שטח היחסי של שימושי הקרקע השונים 8
- טבלה 4 מקדמי נגר עבור שימושי קרקע ומקדמי נגר משוכלל 9
- טבלה 5 פקטור תיקון למקדמי הנגר המשוקללים בהתאם לתקופת חזרה 9
- טבלה 6 ספיקות שיא בהסתברויות שונות על פי השיטה הרציונאלית 9
- טבלה 7 סיכום ספיקות תכן על פי השיטות 10
- טבלה 8 מתקני ניקוז מתוכננים 11

רשימת איורים

- איור 1 – תרשים סביבה 3
- איור 2 – תרשים סביבה 4
- איור 3 – מצב מוצע 5
- איור 4 – מצב מוצע + אגני ניקוז 6



רשימת תוכניות

תוכנית מספר 01.01- תנוחה.





מ. רוזנטל מהנדסים

תכנון וייעוץ הנדסי

תשתיות מים, ביוב, ניקוז והידרולוגיה

1. מבוא

נספח זה בא לתאר את מערכת ערוצי הניקוז בתחום ובאזור קיבוץ כנרת ולתת פתרונות למערכת הניקוז בתחומו.

2. חומר רקע

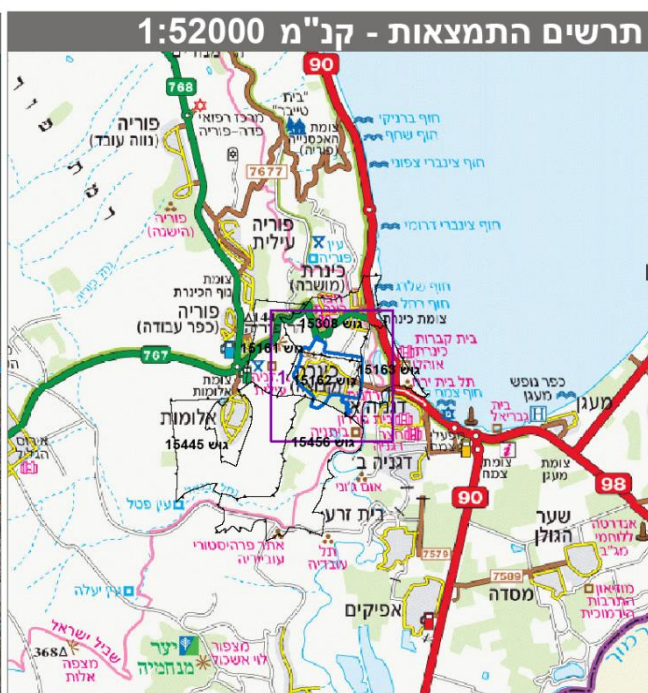
2.1. מפות טופוגרפיות בקנ"מ 50,000: 1.

2.2. ניתוח עוצמות גשם.

2.4. תוכניות האדריכל.



שנת צילום אוויר: 2015



איור 1 – תרשים סביבה





מ. רוזנטל מהנדסים
תכנון וייעוץ הנדסי
תשתיות מים, ביוב, ניקוז והידרולוגיה

3. מצב קיים

קיבוץ כנרת שוכן לחופה הדרום מערבי של הכנרת, בשטח שיפוט של המועצה האזורית עמק-הירדן. (ראה איור 1-תרשים סביבה).

טופוגרפית השטח מאופיינת בשיפוע של כ-10%-6% לכיוון דרום מזרח.

שטח אגני הניקוז, הכוללים את שטח הקיבוץ ושטחים חקלאיים מצפון, מתנקז באופן טבעי על פני הקרקע.

3.1 התייחסות לתמ"א 34 ב' 3

תמ"א 34 ב' 3 קובעת רצועת השפעה של 100 מ' משני צידי ציר העורק, שטח הקיבוץ נמצא מחוץ לרצועת ההשפעה של הירדן ולכן תמ"א 34 ב' 3 אינה חלה עליו.





מ. רוזנטל מהנדסים

תכנון וייעוץ הנדסי

תשתיות מים, ביוב, ניקוז והידרולוגיה



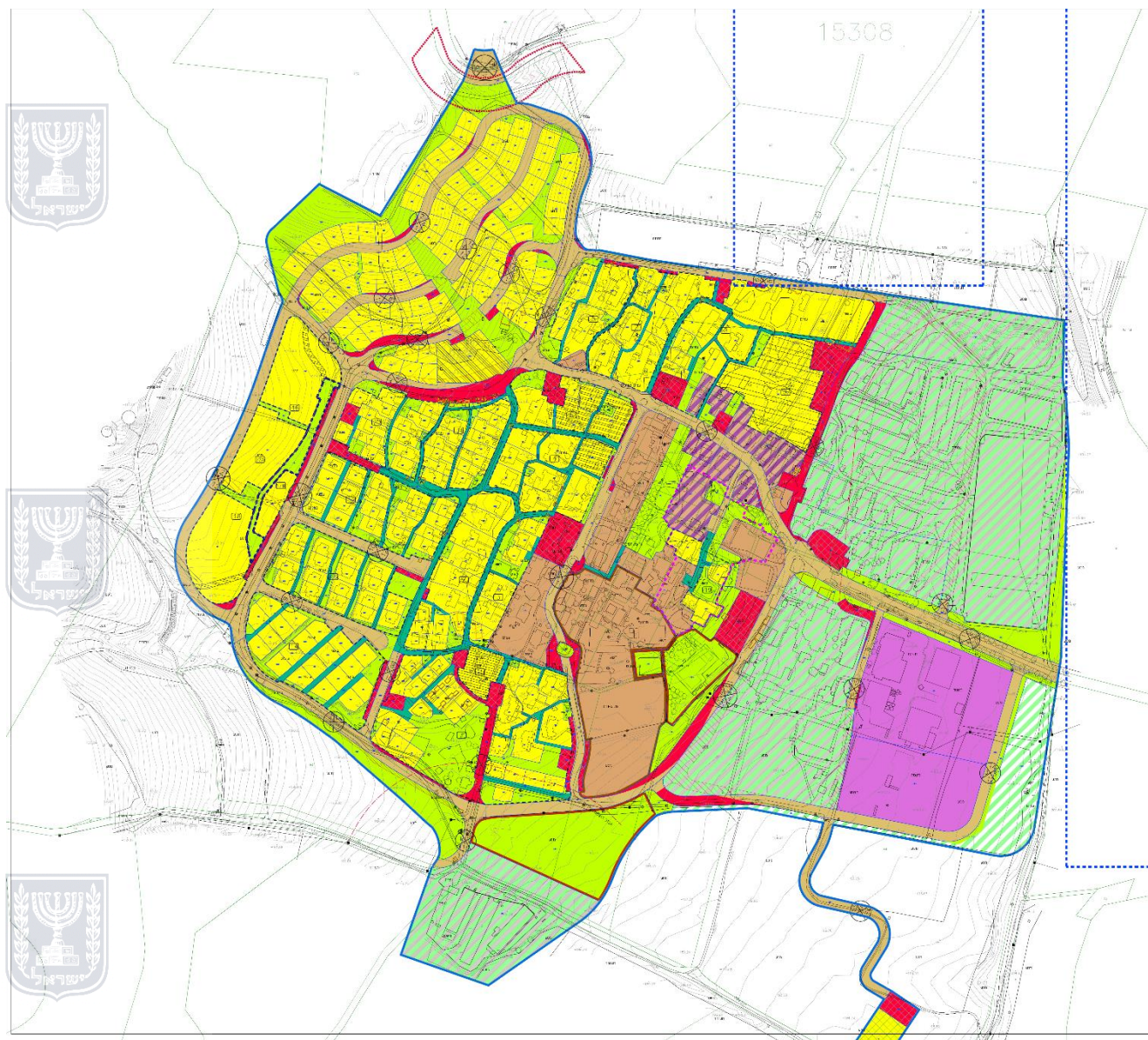
איור 2 תרשים סביבה





מ. רוזנטל מהנדסים
תכנון וייעוץ הנדסי
תשתיות מים, ביוב, ניקוז והידרולוגיה

איור 3 – מצב מוצע



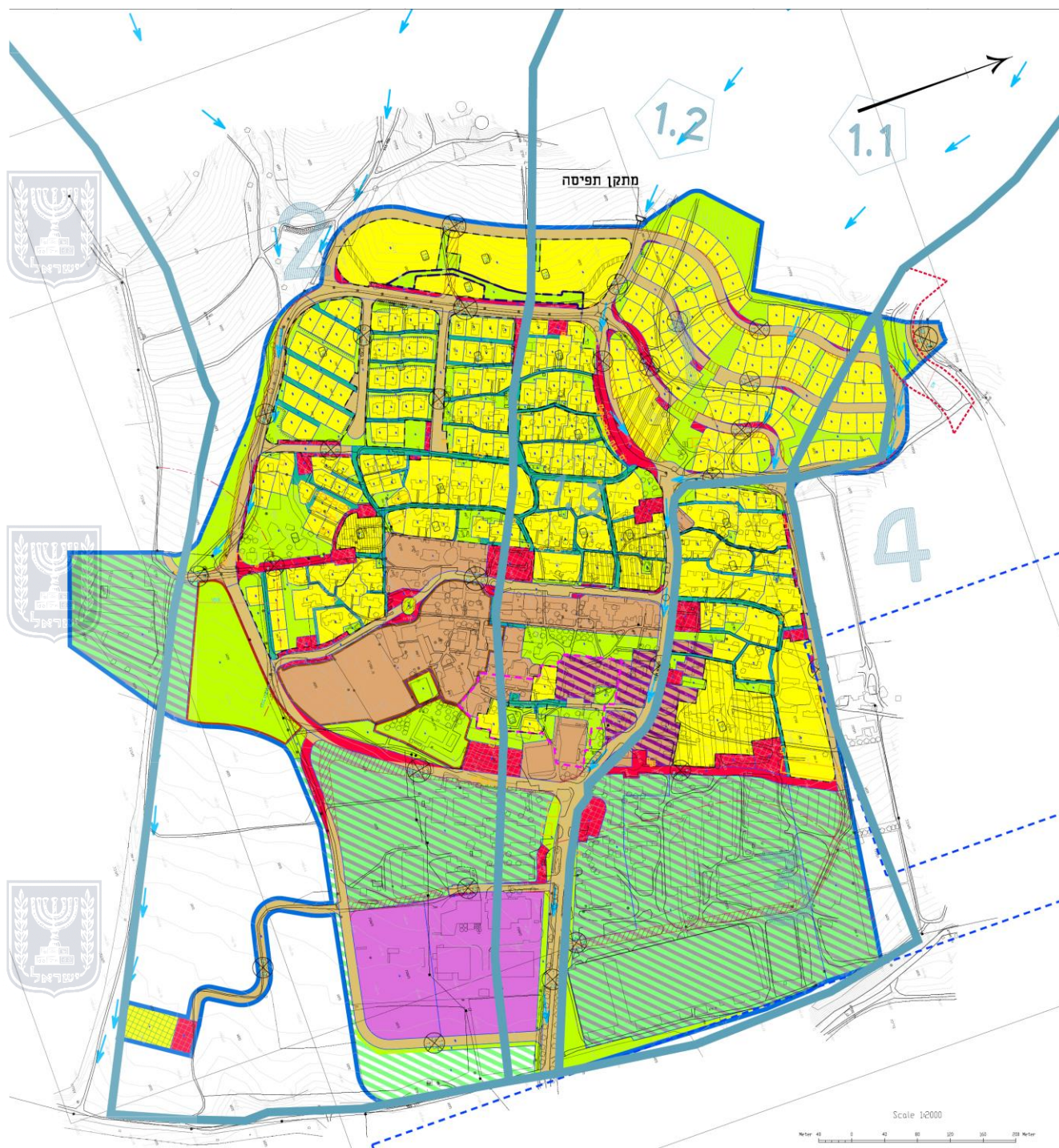


מ. רוזנטל מהנדסים

תכנון וייעוץ הנדסי

תשתיות מים, ביוב, ניקוז והידרולוגיה

איור 4 – מצב מוצע + אגני ניקוז





מ. רוזנטל מהנדסים

תכנון וייעוץ הנדסי

תשתיות מים, ביוב, ניקוז והידרולוגיה

4. ניתוח הידרולוגי

אזור הקיבוץ חולק ל ארבעה אגני ניקוז ראשיים, (ראה איור 2 –אגני ניקוז).

תאור אגני הניקוז :



אגן 1- אגן בשטח של 0.76 קמ"ר הכולל את שטחו הצפוני-מזרחי של הקיבוץ ושטחים חקלאיים ממערב לקיבוץ, אגן זה חולק ל-3- תתי אגנים, תתי אגנים 1.1-1.3, תתי אגנים :

תת אגן 1.1- שטח אגן זה הינו 0.16 קמ"ר מאופיין בשטחים חקלאיים ושטחים המתוכננים לבניה (חלקה המרכזי של ההרחבה המתוכננת) .

תת אגן 1.2- שטח אגן זה הינו 0.48 קמ"ר מאופיין בשטח המיועד להיות בנוי (חלקה הצפוני של ההרחבה המתוכננת), שטח בנוי (צפון מערב הקיבוץ הקיים) וכן שטחים חקלאיים.



תת אגן 1.3- שטח אגן זה הינו 0.10 קמ"ר מאופיין בשטח בנוי, שטח המשק הקיים.

אגן 2- אגן בשטח של 1.40 קמ"ר הכולל את שטחו הדרומי מערבי של הקיבוץ ושטחים חקלאיים ממערב לקיבוץ.

אגן 3- אגן בשטח 0.18 קמ"ר הכולל את שטחו הצפוני מזרחי של המשק הקיים.

אגן 4- אגן בשטח 0.011 קמ"ר כולל את שטח המיועד להיות שטח בנוי, שטח זה מתנקז באופן טבעי לעבר ערוץ זרימה טבעי התוחם אגן זה ממערב ומצפון.

הניתוח ההידרולוגי יתבסס על :

א. עוצמות הגשם בתחנת גשם מאפיינת (תחנה דגניה א').

ב. השיטה הרציונאלית לחישוב ספיקות תכן בהסתברויות שונות בהתאם לזמני ריכוז.

זמני הריכוז חושבו בהתאם לנוסחת "קירפיד" :

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

T_c - זמן ריכוז [דק'] .

L - אורך הקטע [ק"מ].

S - שיפוע ממוצע.

להלן פרטי ומאפייני אגני הניקוז.





מ. רוזנטל מהנדסים

תכנון וייעוץ הנדסי

תשתיות מים, ביוב, ניקוז והידרולוגיה

טבלה 1 אגני ניקוז וזמני ריכוז

מס' אגן	שטח אגן הניקוז (קמ"ר)	אורך האפיק הראשי (ק"מ)	רום עליון (מ')	רום תחתון (מ')	שיפוע אורכי ממוצע	זמן ריכוז מחושב (דקות)	זמן ריכוז לתכנון (דקות)
1	0.76	1.8	-50	-194	0.11	19.4	20
2	1.40	1.56	-30	-194.8	0.14	15.7	15
3	0.18	0.6	-158.22	-194.38	0.06	10.6	10
4	0.01	0.16	-125.23	-150	1.06	1.3	10
1.1	0.16	0.43	-50	-117.73	0.21	5.1	10
1.2	0.48	0.28	-124.8	-153	0.13	4.4	10
1.3	0.10	0.6	-30	-160	0.29	5.9	10
1.1+1.2	0.64	0.8	-124.8	-158	0.06	13.5	15

להלן עוצמות הגשם עבור משכי זמן שונים, בהסתברויות שונות, על פי תחנת המדידה בדגניה א', תחנה מייצגת לאזור זה:

טבלה 2 עוצמות גשם בזמני ריכוז עבור הסתברויות שונות

זמן - ריכוז (דקות)	הסתברות			
	10%	5%	2%	1%
10	96.2	83.4	67.7	57.0
15	73.0	64.6	53.8	46.2
20	65.1	57.3	47.2	40.1
30	58.1	49.0	38.3	31.2
45	38.2	32.4	25.7	21.2
60	30.3	26.2	21.2	17.7
90	26.2	22.5	18.0	14.9
120	22.1	18.6	14.5	11.8



מ. רוזנטל מהנדסים

תכנון וייעוץ הנדסי

תשתיות מים, ביוב, ניקוז והידרולוגיה

ספיקות השיא באגנים השונים חושבו על פי השיטה הרציונאלית.

להלן החישובים:

4.1. חישוב ספיקת שיא על פי השיטה הרציונאלית.

חישוב על פי שיטה זו מתאים לאגנים קטנים בשטח של עד 1.5 קמ"ר. על פי הקשר:

$$Q = CkIA/3.6$$

כאשר:

Q - הספיקה [מ"ק/שניה].

C - מקדם הנגר.

k - פקטור תיקון לתקופת חזרה (ראה טבלה מס' 5).

I - עוצמת הגשם [מ"מ/שעה].

A - שטח האגן [קמ"ר].



מקדם הנגר, C, חושב עבור כל אגן על ידי הכפלת המקדמים עבור שימושי הקרקע בחלק היחסי של שטח האגן הרלוונטי.

מקדמי הנגר המשוקללים עבור האגנים נתונים בטבלה מס' 4.

טבלה 3 שטחם היחסי של שימושי הקרקע השונים

מס' אגן	שטח יחסי		
	שטח חקלאי	בניה כפרית	פתוח/בור
1	0.50	0.50	0.00
2	0.60	0.30	0.10
3	0.00	1.00	0.00
4	0.00	1.00	0.00
1.1	0.75	0.25	0.00
1.2	0.85	0.15	0.00
1.3	0.00	1.00	0.00
1.1+1.2	0.89	0.11	0.00



מ. רוזנטל מהנדסים

תכנון וייעוץ הנדסי

תשתיות מים, ביוב, ניקוז והידרולוגיה

טבלה 4 מקדמי נגר עבור שימושי קרקע ומקדם נגר משוכלל

מס' אגן	מקדם נגר			
	פתוח/בור	בניה כפרית	שטח חקלאי	מקדם נגר משוקלל
1	0.3	0.4	0.35	0.38
2	0.3	0.4	0.35	0.36
3	0.3	0.4	0.35	0.40
4	0.3	0.4	0.35	0.40
1.1	0.3	0.4	0.35	0.36
1.2	0.3	0.4	0.35	0.36
1.3	0.3	0.4	0.35	0.40
1.1+1.2	0.3	0.4	0.35	0.36

מקדם הנגר המחושב מתאים לזמני חזרה 2-10 שנים, לתקופות חזרה ארוכות יותר יש להכפיל את המקדם נגר המשוקלל בפקטור תיקון כמובא בטבלה לעיל:

טבלה 5 פקטור תיקון למקדמי הנגר המשוקללים בהתאם לתקופת חזרה

זמן חזרה (שנים)	פקטור תיקון
2-10	1
20	1.1
50	1.2
10	1.25

בטבלה הבאה נתונות ספיקות השיא שהתקבלו ע"י שימוש בשיטה הרציונאלית.

טבלה 6 ספיקות שיא בהסתברויות שונות על פי השיטה הרציונאלית

מס' תת אגן	שטח (קמ"ר)	מקדם נגר	זמן ריכוז	עוצמת גשם לזמן התכנון				ספיקה על פי השיטה הרציונאלית (מ"ק/שניה)			
				1%	2%	5%	10%	Q100	Q50	Q20	Q10
1	0.76	0.38	20	65.1	57.3	47.2	40.1	6.4	4.5	3.5	3.2
2	1.4	0.36	15	73.0	64.6	53.8	46.2	13	11	8.3	6.5
3	0.18	0.4	10	96.2	83.4	67.7	57.0	2.4	2.0	1.5	1.1
4	0.01	0.4	10	96.2	83.4	67.7	57.0	0.13	0.11	0.08	0.06
1.1	0.16	0.36	10	96.2	83.4	67.7	57.0	1.9	1.6	1.20	0.92
1.2	0.48	0.36	10	96.2	83.4	67.7	57.0	5.73	4.77	3.55	2.72
1.3	0.1	0.40	10	96.2	83.4	67.7	57.0	1.3	1.1	0.8	0.6
1.1+1.2	0.64	0.36	15	73.0	64.6	53.8	46.2	5.8	4.9	3.7	2.9





מ. רוזנטל מהנדסים

תכנון וייעוץ הנדסי

תשתיות מים, ביוב, ניקוז והידרולוגיה

4.2. סיכום ספיקות שיא וקביעת ספיקות תכן.

בטבלה הבאה מובא סיכום הספיקות על-פי השיטה הרצינאלית לזמן חזרה של 10 שנים (הסתברות 10%).

טבלה 7 סיכום ספיקות תכן על פי השיטות

אגן מס'	שטח האגן (קמ"ר)	ספיקת תכן
1	0.76	3.17
2	1.4	6.47
3	0.18	1.14
4	0.01	0.06
1.1	0.16	0.92
1.2	0.48	2.72
1.3	0.1	0.63
1.1+1.2	0.64	2.92

5 המלצות לתכנון

מוצעות שתי חלופות עבור ניתוב הנגר העל קרקעי:

אגן 1:

חלופה 1:

עיקרון מנחה בחלופה זו הינו ניתוק הנגר המגיע מאגנים 1.1 ו-1.2 והזרמתו לכיוון שטחים חקלאיים מחוץ לשטח המיושב.

1. תכנון מערכת ניקוז לאורך כבישים 4 ו-6 (כבישים פנימיים בתוך הישוב). מערכת זו תוביל את הנגר הנוצר באגנים 1.1-1.2. נגר הנוצר בשטחים החקלאיים של אגן 1.2 ייתפס ע"י מתקן קליטה שטח שימוקם צפונית-מערבית למגרש מס' 16 ויובל ע"י מערכת הניקוז הנ"ל לאורך כביש פנימי מס' 4 עד לכיכר המחובר את הכבישים 4, 6 ו-15, מהכיכר הנגר יובל לכיוון השטחים החקלאיים מצפון לקיבוץ, יש לבדוק אפשרות להעברת צינור זה בסמוך או מתחת לחממה קיימת.

2. מערכת ניקוז לאורך כביש מס' 15 מהכיכר לכיוון דרום מזרח.

חלופה 2:

1. במידה ולא יתאפשר לבצע את המערכת המתוארת בחלופה 1, מוצעת מערכת ניקוז לאורך כבישים 4 ו-15, מערכת זו תוביל את כל הנגר הנוצר באגן 1, אל מחוץ לשטח הקיבוץ דרך כביש הכניסה.



מ. רוזנטל מהנדסים

תכנון וייעוץ הנדסי

תשתיות מים, ביוב, ניקוז והידרולוגיה

טבלה 8 מתקני ניקוז מתוכננים

אגן מס'	שטח האגן (קמ"ר)	ספיקת תכן (מ"ק/שניה)	מערכת ניקוז מתוכננת
1	0.76	3.2	מערכת ניקוז לאורך כבישים 4 ו-15
2	1.4	6.47	זרימה חופשית לערוץ טבעי
3	0.18	1.1	ניקוז על פני השטח
4	0.01	0.06	ניקוז על פני השטח לערוץ טבעי קיים
1.1	0.16	0.92	מערכת ניקוז בכביש 6
1.2	0.48	2.72	מערכת ניקוז בכביש מס' 4
1.3	0.10	0.30	מערכת ניקוז בכביש 4
1.2+1.1	0.64	2.9	מערכת ניקוז מוצא מכיכר במחבר בין כבישים 4, 6, 15 לכיוון שטחים חקלאיים

הערה:

החלטה לגבי מערכת תת קרקעית או מערכת תיעול פתוחה יקבע ע"י המזמין בעת התכנון המפורט.



6 המלצות לשימור נגר על קרקעי

שימור הנגר העילי עשוי להפחית כ-20% מספיקת המים המגיעה למערכת הניקוז באזורים בנויים.

מערכות שימור נגר מוצעות בתחום המשק:

6.1 הקצאת שטחים פתוחים בהם ישתלו עצים ושיחים ובינם חיפוי קרקע מתאים. שטחים אלו יהיו באזורים נמוכים יחסית והנגר יגיע אליהם בצורה גרביטציונית.

6.2 שימוש באבנים משתלבות בשבילים ובמדרכות כאמצעי למשטחים המאפשרים חדירת נגר לקרקע.

6.3 באזורי בינוי, חניות וכבישים ימוקמו מתקני החדרה כמו בורות סופגים, אשר יאפשרו אצירה והשהייה של הנגר העילי.

6.4 מרזבי הבניינים יופנו לעבר נקודה נמוכה במדשאות ובשטחים הפתוחים שביניהם.

6.5 בכדי למנוע איטום קרקע כתוצאה מגשם, אין להותיר קרקע ללא כיסוי צמחי או חיפוי.

בשימוש באמצעים המוצעים לעיל ניתן, כאמור, להפחית את כמויות הנגר אשר מגיעות למערכת הניקוז בכ-20%





מ. רוזנטל מהנדסים

תכנון וייעוץ הנדסי

תשתיות מים, ביוב, ניקוז והידרולוגיה

7 סיכום והמלצות

1. שטח הקיבוץ נמצא מחוץ לרצועת ההשפעה של הירדן.
2. שטח בקיבוץ חולק לארבעה אגני ניקוז, אגן 1 חולק לשלושה תתי אגנים.
3. ספיקות שיא חושבו על פי השיטה הרציונאלית, ספיקת התכן נקבעה על פי הספיקה המתקבלת אחת לעשר שנים (הסתברות 10%).
4. מוצעת מערכת ניקוז בכבישים מס' 4, 6 והוצאת הנגר ע"י צינור תת"ק לשטחים חקלאיים בצפון מזרח הקיבוץ.
5. במידה ולא יתאפשר ליישם את המערכת הניקוז המוצעת בחלופה 1 (ראה המלצות לתכנון - חלופה 1) מוצע להתקין מובל לאורך כבישים מס' 4 ו 15, מובל זה יוביל את הנגר הנוצר באגן מס' 1.
6. אגן 2 מתנקז באופן טבעי לערוץ זרימה לאורך גבולו הדרומי של האגן.
7. אגן 3 מתנקז על פני השטח באופן טבעי על פני השטח.
8. אגן 4 תחום ע"י ערוץ ניקוז טבעי ממערב ו מצפון, שטח האגן מתנקז באופן טבעי לערוץ הנ"ל.
9. פתרונות לשימור נגר על קרקעי ישולבו בתוכנית, אביזרים אלו עשויים להפחית את כמות הנגר בכ- 20%.

