



כביש 293

תכנית מס' 651-0170689



נספח ניהול מי נגר עילי וניקוז

מאי 2021



בעריכת :

יונתן כץ B.Sc

תוכן עניינים

4	1. מבוא	4
4	2. נתוני רקע	4
4	2.1 תיאור הסביבה	4
5	2.2 טופוגרפיה ואגני היקוות	5
6	2.3 מערכת הניקוז הקיימת	6
8	2.4 שימושי וייעודי קרקע	8
8	2.5 הקרקע באזור	8
9	2.6 ניקוז ונחלים לפי תמ"א 1	9
9	2.7 מי תהום	9
10	3. הידרולוגיה	10
10	3.1 נתוני גשם	10
10	4. חישוב ספיקות תכן	10
10	4.1 חישוב ספיקות בנוסחה רציונאלית אגנים קטנים	10
10	4.2 חישוב זמני ריכוז	10
12	4.3 מקדם ספיקה	12
15	4.4 חישוב ספיקה לאגנים גדולים במודל הידרולוגי סטטיסטי	15
15	4.5 קביעת ספיקות תכן לתכנון	15
20	5. מערכת הניקוז המוצעת:	20
20	5.1 מערכת הניקוז המוצעת לאורך כביש 293	20
21	5.2 מערכת הניקוז המוצעת במחלף 25/293	21
21	5.3 נחל שרשרת	21
22	5.4 מעביר מים מוצעים בתחום הכביש	22
23	6. השפעות צפויות על הסביבה	23
23	6.1 פירוט ההשפעות של פתרונות הניקוז המוצעים על שטחים גובלים	23
23	6.2 פירוט ההשפעות על תחום התכנית בשל נגר המגיע אליה ממעלה אגן ההיקוות	23
24	6.3 אמצעים למניעת נזקים	24
26	7. נספח א' חישובים הידראולים	26
26	7.1 חישוב ספיקות תכן לפי השיטה הסטטיסטית הידרולוגית	26



רשימת טבלאות

5	טבלה 1 מאפייני אגנים
7	טבלה 2 מעבירי מים קיימים
10	טבלה 3 עוצמות הגשם
11	טבלה 4 זמני ריכוז מחושבים
13	טבלה 5 חישוב ספיקות שיא נוסחה רציונאלית
15	טבלה 6 תוצאות חישוב ספיקות שיא מודל הידרולוגי סטטיסטי
16	טבלה 7 השוואת ספיקות התכן
18	טבלה 8 ספיקות שיא בהתאם לשיטת החישוב הנבחרת וקביעת ספיקות תכן
22	טבלה 9 פירוט מעביר המים המוצעים

רשימת איורים

4	איור 1 תרשים סביבה
9	איור 2 תמ"א 34/ב/3 באזור התוכנית
25	איור 3 מתקן שבירת אנרגיה והשהית נגר במוצא מעביר מים
25	איור 4 פרט שטח הצפה בתוך שטחים כלואים

1. מבוא

חברת נתיבי ישראל' בע"מ מתכננת הרחבת כביש 293 לכביש דו מסלולי דו נתיבי, וכן הסדרת צומת 293/25 כמחלף יהלום.

הרחבת הכביש הינה בהתאם לתוואי הכביש הקיים תוך שיפור העקומות האופקיות ואנכיות של הכביש.

בנוסף בסמוך לשוב מבועים מתוכננת הסתת הכביש דרומה ע"מ לאפשר הרחבת הישוב המתוכננת.

כמו כן במסגרת הרחבת הכביש מתוכנן ביצוע של 2 מפרידנים.

דו"ח ניקוז זה מובא ע"מ להציג את פתרון הניקוז וניהול מי הנגר להרחבה מוצעת לכביש הנ"ל.

2. נתוני רקע

2.1 תיאור הסביבה

כביש 293 מתחיל במזרח בצומת בית קמה (כביש 6) ועבר מערבה עד צומת בית הגדי (כביש 25).
אורך הכביש הינו כ 17 ק"מ. לאורך הכביש קימים 13 צמתים, כאשר 2 צמתים אינם צמתים
מוסדרים.

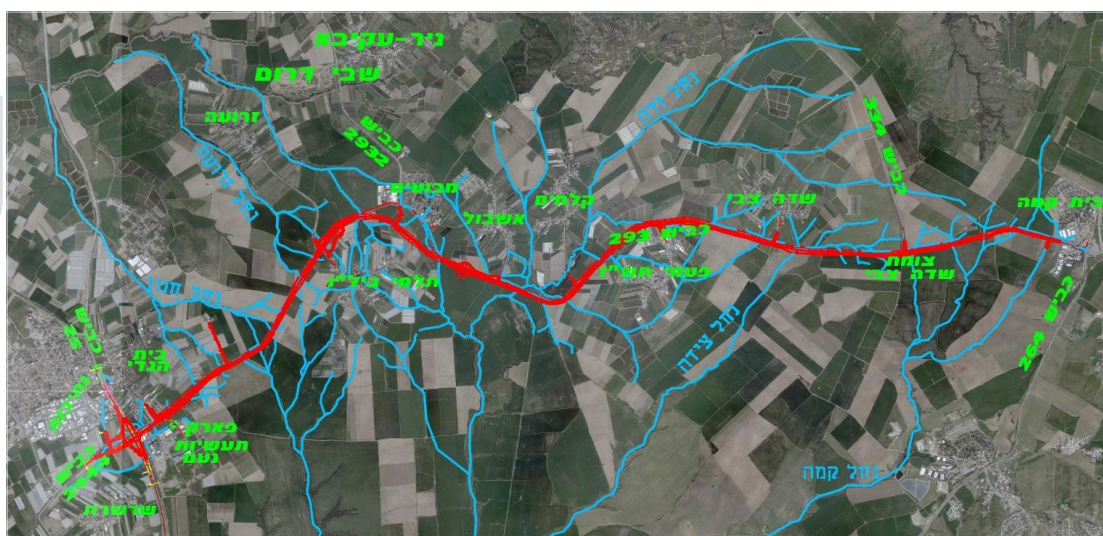
כביש 293 עובר בחלקו המזרחי (בית קמה –מבועים) במעלה אגן ההיקוות של נחל גרר. ובחלקו המערבי (מבועים- בית הגדי) על קו פרשת המים בין אגן הניקוז של נחל שקמה ואגן הניקוז של נחל גרר (בשור).

הכביש חוצה את נחל זדה (יובל של נחל זיו/זיז- יובל של נחל גרר) בין צומת אשכול וצומת קלחים (ק"מ 8) כאשר הנחל מוגדר בתמ"א 34/ב/3 כעורק משני.

במורד המחלף המתוכנן במפגש הכבישים 293 ו-251 מתחיל תוואי נחל שרשרת, (יובל של נחל גרר) המוגדר כעורק ניקוז מישני בתמ"א 34 ב/3.

הכביש נמצא בתחום רשות ניקוז שקמה בשור

באיור מס' 1' קטע הכביש המתוכנן (באדום) על רקע תרשים סביבה.



איור 1 תרשים סביבה

2.2 טופוגרפיה ואגני היקוות

רוב אגני ההיקוות בפרויקט הינם אגנים מקומיים קטנים חלקם במעלה אגני נחלים (לדוגמה נחל חנון, נחל צידה וכו').

הכביש הקיים עובר סמוך לקו הרכס ולכן אגנים חוצים מכיוון צפון ומדרום כאחד. ערוץ מרכזי החוצה את כביש 293 הינו נחל זדה.

טבלה 1 מאפייני אגנים

מספר אגן	שטח האגן קמ"ר	אורך הערוץ ק"מ	רום מעלה מ'	רום מורד מ'	שיפוע ממוצע מ'/מ'
1	0.03	0.34	238	234	0.016
2	0.02	0.17	236	235	0.003
3	0.30	0.53	228	221	0.013
4	0.15	0.51	231	222	0.018
5	0.22	0.46	228	216	0.026
6	0.04	0.30	223	220	0.010
7+8	0.14	0.38	224	214	0.026
7	0.08	0.38	224	214	0.026
8	0.06	0.19	220	210	0.053
9	0.94	1.44	217	196	0.015
10	0.05	0.27	217	208	0.033
7+8+10	0.19	0.91	221	210	0.016
7+8+10+11	0.26	1.33	217	198	0.014
11	0.07	0.50	206	194	0.024
12	0.05	0.92	199	188	0.012
13	4.54	3.40	186	160	0.008
14	0.21	0.52	206	194	0.023
12+14	0.26	0.52	206	194	0.023
15	0.43	0.98	199	187	0.012
12+14+15+13	5.23	4.34	194	161	0.008
16	0.17	0.58	187	176	0.025
17	0.14	0.59	185	174	0.019
16+17	0.30	0.84	185	174	0.013
18	0.60	1.19	181	164	0.014
19	13.55	8.28	215	160	0.007
20	3.28	3.10	177	154	0.007
21	1.33	1.95	176	154	0.011
12+13+14+15+16+17+18+19+20+21	24.29	9.22	210	156	0.006
22	0.22	0.99	165	154	0.011
23	0.25	0.60	178	166	0.020
24	0.14	0.44	180	169	0.033
25	0.05	0.60	174	165	0.020
26	0.76	1.13	182	152	0.027
24+25	0.19	0.80	180	164	0.020
27	0.16	0.58	179	165	0.024
28	0.03	0.21	162	158	0.020
29	0.02	0.32	172	166	0.019
29+30	0.05	0.27	171	167	0.015
30	0.03	0.17	172	167	0.029
27+29+30	0.21	0.58	179.00	165.00	0.024
31	0.50	1.02	177	161	0.016

מספר אגן	שטח האגן קמ"ר	אורך הערוץ ק"מ	רום מעלה מ'	רום מורד מ'	שיפוע ממוצע מ'/מ'
32	0.01	0.14	173	171	0.014
31+32	0.51	0.70	172	162	0.014
33	0.05	0.28	171	165	0.021
34	0.08	0.21	166	161	0.032
35	0.25	0.48	166	154	0.025
36	0.10	0.40	165	157	0.020
37	0.14	0.57	159	149	0.018
38	0.32	1.00	163	150	0.013
38.1	0.05	0.24	164	154	0.043
38+38.1	0.37	0.80	161	154	0.009
39	0.19	1.01	161	151	0.010
36+37+39	0.43	1.10	161	148	0.012
40	0.02	0.13	148	147	0.008
42	0.02	0.27	154	153	0.004
43	0.06	0.23	147	143	0.017
44	0.02	0.66	155	145	0.020
45	0.18	0.78	157	141	0.021
46	0.05	0.27	150	146	0.015
47	0.03	0.40	153	145	0.020
36+37	0.24	0.71	164	149	0.021
38+38.1+42	0.39	0.90	161	150	0.012
36+37+39+40	0.44	1.15	161	147	0.012
44+45	0.20	0.78	157	141	0.027
36+37+38+38.1+39+40+42+43	0.88	1.10	162	144	0.016
36+37+38+38.1+39+40+42+43+45+46	1.11	1.50	162	144	0.012

תיאור אגני הניקוז בפרויקט:

אגנים לאורך כביש 293 בעיקרם אגנים קטנים מקומיים, המתנקזים למעבירי מים צינוריים קטנים לאורך הכביש. שימושי הקרקע באגנים חקלאיים, ולא בכל האגנים מתפתח ערוץ זרימה. ככול ששיפוע האגן תלול יותר, כך באגנים קטנים יותר ניתן לראות ערוץ זרימה. בערוצי אגנים גדולים מ-0.1 קמ"ר ניתן לראות ערוץ זרימה ברור.

אגן מרכזי המשפיע על פרויקט זה הינו נחל זדה, המסומן בתמ"א 34 ב'3 כערוק ניקוז משני באזור מדברי. נחל זה מאופיין בערוץ זרימה ברור, ומפותל. בתוך ערוץ צמחייה רבה ועצים. שיפוע האפיק מתון ביותר.

2.3 מערכת הניקוז הקיימת

לאורך כביש 293 קיימות תעלות עפר רדודות במרבית התוואי בעלי חתך משולש. בעומק אופייני של 50 ס"מ מקצה אספלט. מכוסות בחלקן, בצומח מקומי. בסמוך לצמחים קיים ייצוב חלקי ומקומי של תעלות הכביש. לאורך הכביש קיימים מס רב של מעבירי מים, ברובם קטנים בקוטר 80 ס"מ. במעביר המים נצפו סימני זרימה מועטים. ובמורד מעביר המים בהם נצפו סימני זרימה נראים סימני ארוזיה במורד. בנוסף במורד ובמעלה מעביר המים נצפו סימני שיקוע סחף.

בצומת 293/25 קיימים מס מעבירי מים מלבניים, ברובם ישנה כמות סחף גדולה (עשרות ס"מ). גודל מתקני הניקוז הקיימים אינו בעל כושר הולכה מספק לספיקות התכן הנדרשות למערכת הניקוז. בנוסף מצב מערכת הניקוז הקיימת- הן מעבירי המים והן תעלות, הינה ירודה. לכך יש להוסיף כי הרחבת הכביש כוללת שינוי נרחב במפלס הכביש לכל אורכו (שינוי בקו האדום). לפיכך אין אפשרות להשתמש בתשתיות הניקוז הקיימות לאורך הכביש בעת הרחבת הכביש המתוכננת.

בתחום המחלף המתוכנן קיימים שני מעבירי מים מלבניים גדולים, על כביש 25 ועל כביש 293. תוואי כביש 293 במקום בו קיים מעביר המים מוסט צפונה ועל כן אין אפשרות לניצול מעביר המים לטובת הכביש העתידי.

מעביר המים הקיים על כביש 25 ישאר במסגרת ביצוע המחלף. השטחים הכלואים בתחום המחלף המתוכנן יישמשו כשטחי וויסות והצפה, על מנת לצמצם את ספיקת התכן עבור המעביר כך שיתאימו לכושר ההולכה של המעביר וכן על מנת להקטין את הספיקות במורד מעביר המים אל נחל שרשרת.

להלן טבלת מעבירי מים קיימים בתחום המחלף:

טבלה 2 מעבירי מים קיימים

מס' מעביר	מס' אגן	מיקום לפי כביש ק"מ	נ.צ		צורה	מידות (מטר)	כושר הולכה (מ"ק/שניה)	מצב מעביר	סימני זרימה (מ')	הערות
			X	Y						
1.	1	1166	594861	176596	צינור	0.8	0.85	טוב	אין	
2.	2	1162+16	594906	176360	צינור	0.8	0.85	טוב	אין	סתום חלקי עקב ניקוי תעלות
3	3	1158+13	594811	175946	צינור	0.8	0.85	טוב	אין	
4	4	1154	594685	175441	צינור	0.8	0.85	טוב	אין	
5	5	1148+45	594588	174860	צינור	0.8	0.85	טוב	0.33	
6	6	1200+40	594588	174860	צינור	0.8	0.85	מים עומדים ביציאה	צומת עם כביש 334	
7			595587	174484	BOX	2.5X1.5	6.5	נקי	0.04 בכניסה	
8	7	1142	594541	174231	צינור	0.8	0.85			לא צולם
9	10	1136+65	594561	173705	צינור	0.8	0.85			לא צולם
10	9	1130	594590	173066	צינור	1.0	1.25	נקי	0.45	ארוזיה ביציאה
11	12	1100+34	594706	172687	צינור	0.8	0.85	סחף בתחתית		כניסה לשדה צבי
12	14	1124	594746	172459	צינור	0.65	0.51		0.15	
13	15	1116	594963	171691	צינור	0.65	0.51			
14	16	1000+14	594987	170894	צינור	0.8	0.85	חצי סתום		כניסה לפעמי תש"ז
15	17	1104+12	594954	170634	צינור	0.8	0.85	טוב	אין	
16	18	1096+50	594392	169982	צינור	0.65	0.51			
17	19	902+50	594222	169451	BOX	3X3.0X2.0	36.50	טוב	9.0 בכניסה	כניסה לקלחים
18	13	1088	593787	169398	צינור	1.5	3.5	חצי סתום ביציאה		
19	20	1080+13	593955	168756	כניסה: 3 צינורות אמצעי 1.0 מ'. בצדדים 2 צינורות 6.1 פלדה. BOX 2X2.8X1.1 יציאה כושר הולכה לא ברור סמני ארוזיה בכניסה וביציאה.					
20	21	800+38	594113	168387	צינור	0.8	0.85	חצי סתום		כניסה לאשכול
21	23	1068	594456	167496	צינור	0.8	0.85	חצי סתום	0.4	

22	25	604	595539	166866	צינור	0.6	0.41	0.5	כניסה לא טובה גורמת להערמות מים בכניסה
23	26	1050+10 3	595107	166253	?				לא ניתן להתקרב מלא צמחיה, מעביר סתום בכניסה וביציאה
24	27	1042+10 1	594685	165680	צינור	0.8	0.85	טוב	אין
25	29	500	594604	165632	צינור	1.0	1.25	2.0 סחף ביציאה	BOX 1X0.8 כניסה
26	28	402+48	594813	165530	צינור	2x0.8	1.6	סתום סחף וענפים בכניסה	
27	31	1036+10 1	594135	165314	צינור	0.8	0.85	סתום ענפים בכניסה - ללא סמני זרימה	
28	33	1028	593320	164872	צינור	0.8	0.85	סתום ענפים בכניסה - ללא סמני זרימה	
29	34	1016+15 0	592720	164070	צינור	0.8	0.85	סתום ענפים בכניסה - ללא סמני זרימה	
30	35	1012+10 1	592430	163726	צינור	0.8	0.85	סתום ענפים בכניסה - ללא סמני זרימה	
31		300	591972	163266	צינור	0.8	0.85	נקי	אין
32	36	200	591916	163098	צינור	0.8	0.85	סתום	אין
33	40	כביש 25	591702	162661	BOC	1.45X 0.85	1.8	סתום, אי אפשר למדוד תחתית עקב סחף	

2.4 שימושי וייעודי קרקע

שימושי הקרקע באגנים בעיקר שטחים חקלאיים גידולי שדה. חלקם מטעים צעירים, חלקם שטחי פלחה ורצועת חלקת מושבים בשורות. העיבוד החקלאי ברובו עם כיוון המדרון. בשטחי אגנים פזורים ישובים חקלאיים ללא מערכות ניקוז או בעלי מערכות הניקוז חלקיות. בשולי הישובים מבני משק וחממות, שטחים אלו פזורים בתוך שטחי האגנים. הישוב הקהילתי מבועים מאופיין בנייה צמודת קרקע עם מערכת ניקוז בכבישים (בתחום אגן מס' 25).

בתחום אגני מחלף הגדי – אזור תעשייה חדש נ.ע.ם ובו מבני תעשייה גדולים רחובות רחבים, שדרות בעלות מערכת ניקוז תת קרקעית יעילה. הכבישים בנויים ומרבית מגרשי התעשייה נמצאים בשלבי בנייה ופיתוח.

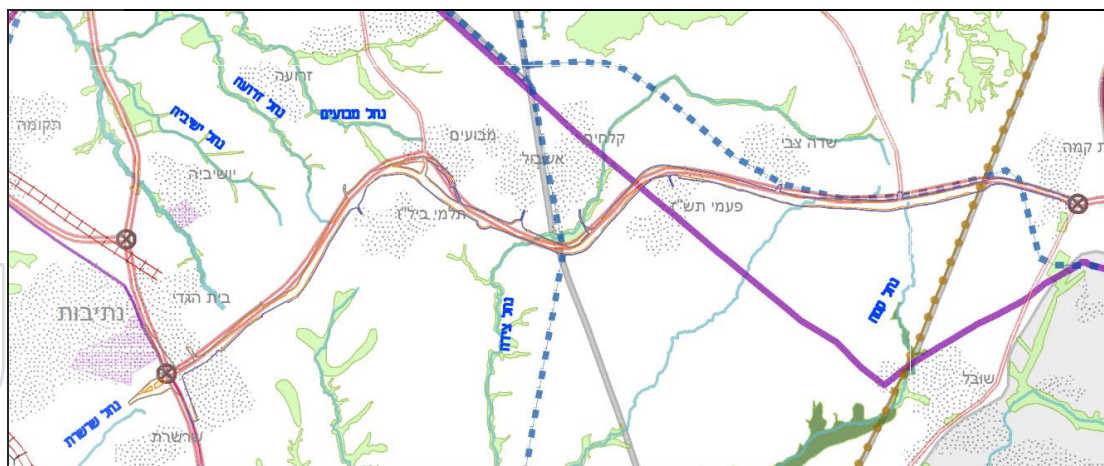
אזור תעשייה נתיבות – אזור תעשייה קיים בעל מערכת ניקוז חלקית זרימה לאורך הכבישים. מתנקז לתחום מחלף הגדי לכביש 2444.

בתחום אגני נחל זדה 19-21 ערוץ הנחל המרכזי עובר בשטחים פתוחים, שטחי יער וחורש טבעי.

2.5 הקרקע באזור

חבורת הקרקע בתחום הפרויקט הינה קרקע לס N. לס חום בהיר, של צפון הנגב מאופיין בתאי שטח גבעים. חומר לס או סיין חרסיתי. בעמקים ובערוצי הנחלים ניתן לראות שכבות אלוביום בפני הקרקע.

2.6 ניקוז ונחלים לפי תמ"א 1



איור 2 תמ"א 1 באזור התוכנית

2.7 מי תהום

התוכנית אינה מצויה באזור המוגדר כרגיש להחדרת נגר עילי למי תהום ולכן קיימת אפשרות להחדרת נגר עילי באזור זה, ראה איור 2 לעיל המציג שטח התוכנית על גבי רקע תמ"א 1. השטחים הצבועים בסגול מגדירים את אותם האזורים הרגישים להחדרת נגר עילי למי תהום.

עם זאת, התוכנית חופפת בחלקה המערבי, בקטע העיר נתיבות, בשטח המוגדר כאזור רגיש להחדרת נגר עילי למי תהום. מדובר באזור תעשייה כלומר, סכנה של חדירת חומרים מזהמים למי תהום, לפיכך אין לבצע החדרה באזור הרגיש ואין להסיט נגר מתחום התוכנית לאזור הרגיש.

3. הידרולוגיה

3.1 נתוני גשם

נתוני גשם נקבעו עפ"י מפת עוצמות גשם מעודכנת של נת"י בהתאם לאזור הנגב המערבי אזור מספר 9.

בטבלה 3 עוצמות הגשם חושבו עפ"י מקדמי גשם לפרקי זמן משתנים עפ"י דוח עדכון עוצמות הגשם בישראל וקביעת עוצמת גשם תכן, מרץ 2016.

טבלה 3 עוצמות הגשם

פרק זמן דקות	עוצמות גשם להסתברויות שונות מ"מ/שעה				
	20%	10%	5%	2%	1%
10	71	87	105	131	152
15	51	63	78	101	120
20	41	50	63	84	101
30	29	36	47	64	80
45	21	26	35	50	63
60	17	20	28	41	53
90	12	15	21	32	42

אזור הנגב המערבי ידוע כאזור אשר בו התרחשו מספר אירועי קיצון של עוצמות גשם גבוהות אשר גרמו לשיטפונות ונזקים לרכוש.

4. חישוב ספיקות תכן

חישוב ספיקות תכן נערך במספר שיטות. לאגנים קטנים עד 1 קמ"ר בוצע חישוב בנוסחה הרציונאלית לפי הנחיות במודל אגנים קטנים עוצמות הגשם לתכנון נקבעו בהתאם לדוח עדכון עוצמות גשם לכביש נת"י משנת 2016.

לאגנים עד 5 קמ"ר נערך חישוב בנוסחה הרציונאלית תוך התאמת מקדמים בהתאם להנחיות לעדכון עוצמת גשם. בנוסף לאגנים הגדולים מ-1 קמ"ר נערך חישוב ספיקה נוסף במודל הידרולוגי סטטיסטי.

4.1 חישוב ספיקות בנוסחה רציונאלית אגנים קטנים

נוסחה זו הינה נוסחה לחישוב ספיקות תכן באגנים קטנים בהם ערוץ זרימה ברור ושטח אגן קטן. לצורך תכנון בכבישי נת"י נעשו מספר עבודות מחקר ובהם בדיקה והמלצות של מקדמי הספיקה וזמני הריכוז לתכנון. בסקר זה נעשה שימוש במקדמי נגר וזמני ריכוז בהתאם להמלצות מחקר: "פתרון הנחיות לחישוב ספיקות תכן מאגנים קטנים לצורך קביעת מימדי מערכת ניקוז בכבישי החברה" הידורמודל 2012.

4.2 חישוב זמני ריכוז

זמני הריכוז חושבו בנוסחת קירפיד, לצורך התאמה לתנאי הזרימה בשטח כפי שנמצאו במהלך סיור בשטח הוכפל זמן הריכוז המחושב במקדם 7.0. ממצאים בשטח מראים כי הזרימה בערוצים קטנים אינה רציפה. הממצאים מראים כי תעלות שדה מעטות בשטחים חקלאיים, ואינם מתחברות לתעלות הכביש ולמעברי המים בכביש. באגנים בהם יש ערוץ זרימה או מערכת ניקוז נקבע כי זמן הריכוז המחושב יוכפל ב- 5.0. זמן ריכוז מינימאלי לתכנון נקבע כ- 10 דקות.

בטבלה 4 להלן זמני ריכוז חושבים

טבלה 4 זמני ריכוז מחושבים

מספר סידורי אגן	שטח האגן קמ"ר	אורך הערוץ ק"מ	שיפוע ממוצע מ"/מ'	זמן ריכוז מחושב דקות	מקדם הכפלה	זמן ריכוז לתכנון דקות
1	0.03	0.34	0.016	11	0.7	10
2	0.02	0.17	0.003	13	0.7	10
3	0.30	0.53	0.013	17	0.7	12
4	0.15	0.51	0.018	15	0.7	11
5	0.22	0.46	0.026	12	0.7	10
6	0.04	0.30	0.010	12	0.7	10
7+8	0.14	0.38	0.026	10	0.7	10
7	0.08	0.38	0.026	10	0.7	10
8	0.06	0.19	0.053	5	0.7	10
9	0.94	1.44	0.015	35	0.7	25
10	0.05	0.27	0.033	7	0.7	10
7+8+10	0.19	0.91	0.016	24	0.7	17
7+8+10+11	0.26	1.33	0.014	33	0.7	23
11	0.07	0.50	0.024	13	0.7	10
12	0.05	0.92	0.012	27	0.7	19
13	4.54	3.40	0.008	84	0.7	59
14	0.21	0.52	0.023	14	0.7	10
12+14	0.26	0.52	0.023	14	0.7	10
15	0.43	0.98	0.012	28	0.5	14
12+14+15+13	5.23	4.34	0.008	101	0.5	51
16	0.17	0.58	0.025	14	0.5	10
17	0.14	0.59	0.019	16	0.5	10
16+17	0.30	0.84	0.013	24	0.5	12
18	0.60	1.19	0.014	30	0.5	15
19	13.55	8.28	0.007	173	0.5	87
20	3.28	3.10	0.007	79	0.5	40
21	1.33	1.95	0.011	48	0.5	24
12+13+14+15+16+17+18+19+20+21	24.29	9.22	0.006	196	0.5	98
22	0.22	0.99	0.011	29	0.5	15
23	0.25	0.60	0.020	16	0.5	10
24	0.14	0.44	0.033	10	0.7	10
25	0.05	0.60	0.020	16	0.5	10
26	0.76	1.13	0.027	23	0.5	12
24+25	0.19	0.80	0.020	20	0.5	10
27	0.16	0.58	0.024	15	0.7	11
28	0.03	0.21	0.020	7	0.5	10
29	0.02	0.32	0.019	10	0.7	10
29+30	0.05	0.27	0.015	10	0.5	10
30	0.03	0.17	0.029	5	0.7	10
27+29+30	0.21	0.58	0.024	15	0.7	11
31	0.50	1.02	0.016	26	0.7	18
32	0.01	0.14	0.014	6	0.7	10
31+32	0.51	0.70	0.014	20	0.7	14
33	0.05	0.28	0.021	9	0.7	10
34	0.08	0.21	0.032	6	0.7	10
35	0.25	0.48	0.025	12	0.7	10
36	0.10	0.40	0.020	12	0.5	10

מספר סידורי אגן	שטח האגן קמ"ר	אורך הערוץ ק"מ	שיפוע ממוצע מ'/מ'	זמן ריכוז מחושב דקות	מקדם הכפלה	זמן ריכוז לתכנון דקות
37	0.14	0.57	0.018	16	0.5	10
38	0.32	1.00	0.013	27	0.5	14
38.1	0.05	0.24	0.043	6	0.5	10
38+38.1	0.37	0.80	0.009	27	0.5	14
39	0.19	1.01	0.010	31	0.5	16
36+37+39	0.43	1.10	0.012	31	0.5	16
40	0.02	0.13	0.008	7	0.5	10
42	0.02	0.27	0.004	17	0.5	10
43	0.06	0.23	0.017	8	0.5	10
44	0.02	0.66	0.020	17	0.5	10
45	0.18	0.78	0.021	19	0.5	10
46	0.05	0.27	0.015	10	0.5	10
47	0.03	0.40	0.020	12	0.5	10
36+37	0.24	0.71	0.021	18	0.5	10
38+38.1+42	0.39	0.90	0.012	26	0.5	13
36+37+39+40	0.44	1.15	0.012	31	0.5	16
44+45	0.20	0.78	0.027	17	0.5	10
36+37+38+38.1+39+40+42+43	0.88	1.10	0.016	27	0.5	14
36+37+38+38.1+39+40+42+43+45+46	1.11	1.50	0.012	39	0.5	20

4.3 מקדם ספיקה

מקדם ספיקה נקבע בהתאם לתנאי השטח, האגנים לאורך התוואי חקלאיים ברובם לכן מקדם הספיקה נקבע כמייצג את שימושי הקרקע.

לצורך בחינת מקדמי הספיקה נערכה השווה עם נתוני ספיקות מדודות ב-2 נחלים נחל הגדי ונחל זדה. לאירוע שיא זרימה יחיד מדוד על ידי התחל"ס בנחל הגדי, נמדדה ספיקה נדירה של 68 מ"ק/שניה מתוך שטח אגן של 7.11 קמ"ר ספיקה סגולית של 8.5 מ"ק/שניה. האירוע נמדד בתאריך 5/11/94. מקדם הנגר לפי אירוע שיא זה הינו $C=0.26$.

באירוע זרימה נחל זדה נמדדה על ידי תחל"ס ספיקה של 44 מ"ק/שניה משטח אגן של 8.4 קמ"ר (תאריך אינו ידוע), ספיקה סגולית של 2.9 מ"ק/שניה. מקדם נגר עילי לפי אירוע זה $41C=0$. (נתונים עפ"י אינג' קונסטנטין גטקר מנהל תחום הידרולוגיה נתיי).

בנוסף לנתונים אלו חולצו מקדמי הספיקה לפי תצפית סמני שיא זרימה במעבירי המים לאורך התוואי לפי ממצאי רום פני מים שנמצאו בסיוור לאורך התוואי. במעביר המים בכביש הכניסה לקלחים BOX 3X3.0X2.0 בעת סיוור נמצאו סמני שיא זרימה בכניסה למעביר בגובה 90 ס"מ מתאים לספיקה 5.11 מ"ק/שניה. שטח האגן 55.13 (אגן 19) ספיקה סגולית 85.0 מ"ק/שניה.

מעביר מים מעלה האגן נחל זדה, בחציית בכביש 334 במידות BOX 2.5X1.5. סימני שיא זרימה 40 ס"מ בכניסה למעביר מתאים לספיקה של כ-0.3 מ"ק/שניה, שטח האגן 05.1 (חלק מאגן 19) ספיקה סגולית 85.2. ספיקה זו מתאימה למקדם ספיקה $C=0.25$, בהתאם לעוצמת גשם בהסתברות 20% לזמן ריכוז 20 דקות.

במעביר מים מספר 10 אגן 9 צינור בקוטר 0.1 מ' סמני שיא זרימה 45.0 מ' בכניסה מתאים לספיקה של 35.0 מ"ק/שניה, שטח האגן 94.0 קמ"ר, ספיקה סגולית 37.0 מ"ק/שניה. בהתאם לעוצמת גשם בהסתברות 20% מקדם הנגר $C=0.033$.

מכיוון שהאזור דל בנתוני ספיקות מדודות. לאחר הסיור וניתוח מעבירי המים בפרויקט לא ניתן לקבוע ספיקות שיא רבות. סימני זרימה נצפו היכן שיש ערוצים בהם נצפו גם סימני ארוזיה, עדות להתפתחות מהירות זרימה גבוהה. לכן מקדמי הספיקה להסתברות 0.1% נקבעו כדלקמן:

באגנים שהם **שטחים פתוחים ושטחים חקלאיים ללא ערוץ ניקוז מקדם ספיקה $C=0.25$**
באגנים חקלאיים בהם יש ערוץ זרימה ברור וחיבור בין תעלות שדה לתעלות הכביש ובהם מערכת התעלות לאורך הכבישים תשמש כערוץ ניקוז ראשי מקדם ספיקה נקבע $C=0.50$.

לאגנים עירוניים ואגני מחלף הגדי בהם מערכת תיעול ברורה ותכנית קיימת ומתכוננת של שימושי קרקע אורבניים מקדם ספיקה נקבע בהתאמה לספיקה המחושבת לשטח מיושב עם מקדם $C=0.30$.

מקדמי המעבר להסתברויות שונות נקבעו כמקדם אחד לכל האגנים בממוצע בין מקדמי המעבר לשימושי הקרקע השונים, להלן מקדמי מעבר להסתברויות שונות:

ספיקה	2%	5%	10%
מקדם מכפלה	0.7	0.5	0.3

לאגנים הגדולים מ 1 קמ"ר נקבעו מקדמי מעבר לצורך חישוב ספיקות תכן בטבלה להלן מקדם המעבר לאגנים גדולים

עד שטח אגן בקמ"ר	1	2	3	4	5
מקדם מעבר לאגנים גדולים	1.0	0.9	0.84	0.8	0.78

חישוב ספיקות תכן בנוסחה רציונאלית ניתן לראות בטבלה 5 להלן:

טבלה 5 חישוב ספיקות שיא נוסחה רציונאלית

מספר סידורי	שטח אגן קמ"ר	זמן ריכוז דקות	עוצמת גשם 1%	מקדם נגר	ספיקה מחושבת מ"ק/שניה			
					1%	2%	5%	10%
1	0.03	10	152	0.25	0.36	0.25	0.18	0.11
2	0.02	10	152	0.25	0.21	0.15	0.11	0.06
3	0.30	12	137	0.25	2.9	2.0	1.43	0.86
4	0.15	11	148	0.25	1.5	1.1	0.77	0.46
5	0.22	10	152	0.25	2.3	1.6	1.2	0.70
6	0.04	10	152	0.50	0.91	0.64	0.45	0.27
7+8	0.14	10	152	0.27	1.60	1.12	0.80	0.48
7	0.08	10	152	0.25	0.84	0.59	0.42	0.25
8	0.06	10	152	0.25	0.63	0.44	0.32	0.19
9	0.94	25	90	0.25	5.9	4.1	2.9	1.8
10	0.05	10	152	0.25	0.53	0.37	0.26	0.16
7+8+10	0.19	17	112	0.25	1.5	1.0	0.74	0.44
7+8+10+11	0.26	23	93	0.25	1.7	1.2	0.84	0.50
11	0.07	10	152	0.25	0.74	0.52	0.37	0.22
12	0.05	19	104	0.50	0.73	0.51	0.36	0.22
13	4.54	59	53	0.50	27	19	13	8.0
14	0.21	10	152	0.50	4.4	3.1	2.2	1.3

ספיקה מחושבת מ"ק/שניה				מקדם נגר	עוצמת גשם 1%	זמן ריכוז דקות	שטח אגן קמ"ר	מספר סידורי
10%	5%	2%	1%					
1.6	2.7	3.8	5.5	0.50	152	10	0.26	12+14
2.2	3.7	5.2	7.4	0.50	125	14	0.43	15
9.8	16	23	33	0.50	58	51	5.23	12+14+15+13
1.0	1.7	2.4	3.5	0.50	152	10	0.17	16
0.87	1.5	2.0	2.9	0.50	152	10	0.14	17
1.7	2.9	4.0	5.7	0.50	137	12	0.30	16+17
.15	2.5	3.5	5.0	0.25	120	15	0.60	18
7.7	13	18	26	0.50	68	40	3.28	20
4.7	7.8	11	16	0.50	91	24	1.33	21
1.1	1.9	2.6	3.7	0.50	122	15	0.22	22
1.6	2.6	3.7	5.3	0.50	152	10	0.25	23
0.44	0.74	1.0	1.5	0.25	152	10	0.14	24
0.15	0.25	0.35	0.51	0.25	152	10	0.05	25
.44	7.4	10	15	0.50	140	12	0.76	26
1.2	2.0	2.8	4.0	0.50	152	10	0.19	24+25
0.49	0.82	1.1	1.6	0.25	148	11	0.16	27
0.16	0.26	0.37	0.53	0.50	152	10	0.03	28
0.13	0.21	0.29	0.42	0.50	152	10	0.02	29
0.19	0.32	0.45	0.64	0.33	152	10	0.05	29+30
0.08	0.14	0.19	0.27	0.25	152	10	0.03	30
0.68	1.1	1.6	2.3	0.27	148	11	0.21	27+29+30
1.1	1.9	2.6	3.7	0.25	107	18	0.50	31
0.09	0.15	0.21	0.30	0.50	152	10	0.01	32
1.4	2.3	3.2	4.6	0.26	125	14	0.51	31+32
0.32	0.53	0.74	1.1	0.50	152	10	0.05	33
0.50	0.83	1.2	1.7	0.50	152	10	0.08	34
0.79	1.3	1.8	2.6	0.25	152	10	0.25	35
0.36	0.61	0.85	1.2	0.30	152	10	0.10	36
0.53	0.89	1.2	1.8	0.30	152	10	0.14	37
1.0	1.7	2.4	3.4	0.30	127	14	0.32	38
0.19	0.32	0.44	0.63	0.30	152	10	0.05	38.1
1.2	2.0	2.7	3.9	0.30	127	14	0.37	38+38.1
0.56	0.93	1.30	1.9	0.30	117	16	0.19	39
1.3	2.1	2.9	4.2	0.30	117	16	0.43	36+37+39
0.06	0.10	0.14	0.20	0.30	152	10	0.02	40
0.06	0.11	0.15	0.22	0.30	152	10	0.02	42
0.21	0.35	0.49	0.70	0.30	152	10	0.06	43
0.09	0.15	0.20	0.29	0.30	152	10	0.02	44
0.68	1.1	1.6	2.3	0.30	152	10	0.18	45
0.18	0.30	0.42	0.60	0.30	152	10	0.05	46
0.11	0.18	0.25	0.35	0.30	152	10	0.03	47
0.90	1.5	2.1	3.0	0.30	152	10	0.24	36+37
1.3	2.1	2.9	4.2	0.30	130	13	0.39	38+38.1+42
1.3	2.2	3.0	4.3	0.30	117	16	0.44	36+37+39+40
0.76	1.3	1.8	2.5	0.30	152	10	0.20	44+45
2.8	4.7	6.6	9.4	0.30	127	14	0.88	36+37+38+38.1+39+40+42+43
2.8	4.7	6.6	9.4	0.30	103	20	1.11	36+37+38+38.1+39+40+42+43+45+46

4.4 חישוב ספיקה לאגנים גדולים במודל הידרולוגי סטטיסטי

מודל הידרולוגי סטטיסטי מבוסס על חישוב ספיקות עפ"י חבורות הקרקע לאזורים סטטיסטיים שונים. היתרון במודל הינו השימוש הנרחב במודל בשנים האחרונות. המודל מבוסס על נתוני ספיקות שיא מדודות באזורים נרחבים. עבור קרקעות מסוג N באזור ההידרולוגי הנבחר תנאי גבול לחישוב במודל הינו שטח אגן בגודל 2-40 קמ"ר.

בשטח הפרויקט חבורת הקרקע לס חישוב נעשה לחבורת קרקע זו.

לצורך חישוב נבחר אזור סטטיסטי 4 אגני לכיש שקמה ואבטח. על אף שאגנים בתחום הפרויקט מתנקזים לנחל גרר מיקומם בראש האגן והקרבה לאגן נחל שקמה אשר בו נתוני זרימה מאגנים קטנים בקרקעות לס, מאפשר שימושי באזור סטטיסטי זה.

בטבלה 6 להלן חישוב ספיקות תכן במודל הידרולוגי סטטיסטי

טבלה 6 תוצאות חישוב ספיקות שיא מודל הידרולוגי סטטיסטי

ספיקה מחושבת (מ"ק/שניה)					שטח האגן (קמ"ר)	מספר אגן
20%	10%	5%	2%	1%		
15	23	33	48	59	4.54	13
9	14	20	28	35	5.23	12-15
15	24	34	49	61	13.55	19
7	11	15	21	27	3.28	20
21	34	48	68	84	24.29	12-21

4.5 קביעת ספיקות תכן לתכנון

כביש 293 הינו כביש המקשר בין נתיבות מחלף הגדי לכביש 6 מחלף בית קמה.

לצורך הגנה נגד הצפות ספיקת התכן תהיה בהסתברות 2%,

ספיקת התכן למעבירי המים ותעלות כביש נקבעה בהתאם להנחות תכנון ניקוז של נת"י. כאשר

הספיקה בהסתברות 2% גדולה מ- 5 מ"ק/שניה, ספיקת התכן תהיה בהסתברות 2%. כאשר

ספיקת התכן קטנה מ- 5 מ"ק/שניה, ספיקת התכן תהיה בהסתברות 5%.

לתעלות כביש הגובלות בשטחים חקלאיים ספיקת התכן תהיה בהסתברות 10%, ויש לבדוק

מפלס הצפה להסתברות 5% או 2% בהתאם להסתברות התכן.

בהתאם להנחיות נת"י:

ספיקה בהסתברות של 2% בערוץ החוצה (מ"ק/שנ')*	כביש מהיר	כביש ראשי וכביש אזורי	כביש מקומי דרכי שירות מיוחדות*	דרכי שירות דרכים חקלאיות
גדול מ 250	1%	2%	2%	10%
50-250	1%	2%	5%	10%
5-50	2%	2%	5%	10%
קטן מ 5	5%	5%	5%	10%
הצפה	1%	2%	2%	10%

לצורך בחירת שיטת חישוב נערכה השוואה בין ספיקות התכן המחושבות בשיטות השונות. נבדק כי הספיקה הסגולית אינה יורדת מתחת ל 85.2 מ"ק/שניה. ספיקה סגולית זו מייצגת את האירוע המקסימאלי הנמדד באזור זה. לאחר בדיקה זו ניתן לומר כי לאגנים עד 3 קמ"ר ספיקת תכן חושבה בנוסחה רציונאלית ולאגנים מעל 3 קמ"ר חושבה ספיקה במודל הידרולוגי סטטיסטי. בטבלה 7 להלן טבלת השוואת ספיקות שיא בהסתברות 2% וקביעת שיטה לחישוב ספיקות השיא באגן.

בטבלה 8 להלן קביעת ספיקות השיא לתכנון הניקוז בהסתברויות שונות על פי שיטת חישוב המועדפת.

ספיקות התכן מסומנות בספרות מדגשות.

טבלה 7 השוואת ספיקות התכן

מספר אגן	שטח האגן (קמ"ר)	ספיקה על פי שיטה רציונלית (מ"ק/שנ')	ספיקה על פי שיטה הידרולוגית סטטיסטית (מ"ק/שנ')	ספיקה על פי שיטת חישוב נבחרת (מ"ק/שנ')
		2%	2%	2%
1	0.03	0.25	-	0.25
2	0.02	0.15	-	0.15
3	0.30	2.0	-	2.0
4	0.15	1.1	-	1.1
5	0.22	1.6	-	1.6
6	0.04	0.64	-	0.64
7+8	0.14	1.1	-	1.1
7	0.08	0.59	-	0.59
8	0.06	0.44	-	0.44
9	0.94	4.1	-	4.1
10	0.05	0.37	-	0.37
7+8+10	0.19	1.0	-	1.0
7+8+10+11	0.26	1.2	-	1.2
11	0.07	0.52	-	0.52
12	0.05	0.51	-	0.51
13	4.54	19	26	26
14	0.21	3.1	-	3.1

מספר אגן	שטח האגן (קמ"ר)	ספיקה על רציונלית (מ"ק/שנ') 2%	ספיקה על הידרולוגית סטטיסטית (מ"ק/שנ') 2%	ספיקה על פי שיטת חישוב נבחרת (מ"ק/שנ') 2%
12+14	0.26	3.8	-	3.8
15	0.43	5.2	-	5.2
12+14+15+13	5.23	23	28	28
16	0.17	2.4	-	2.4
17	0.14	2.0	-	2.0
16+17	0.30	4.0	-	4.0
18	0.60	3.5	-	3.5
19	13.55	-	49	49
20	3.28	18	21	21
21	1.33	11	-	11
12+13+14+15+16+17+18+19+20+21	24.29	-	68	68
22	0.22	2.6	-	2.6
23	0.25	3.7	-	3.7
24	0.14	1.0	-	1.0
25	0.05	0.35	-	0.35
26	0.76	10	-	10
24+25	0.19	2.8	-	2.8
27	0.16	1.1	-	1.1
28	0.03	0.37	-	0.37
29	0.02	0.29	-	0.29
29+30	0.05	0.45	-	0.45
30	0.03	0.19	-	0.19
27+29+30	0.21	1.6	-	1.6
31	0.50	2.6	-	2.6
32	0.01	0.21	-	0.21
31+32	0.51	3.2	-	3.2
33	0.05	0.74	-	0.74
34	0.08	1.2	-	1.2
35	0.25	1.8	-	1.8
36	0.10	0.85	-	0.85
37	0.14	1.2	-	1.2
38	0.32	2.4	-	2.4
38.1	0.05	0.44	-	0.44
38+38.1	0.37	2.7	-	2.7
39	0.19	1.3	-	1.3
36+37+39	0.43	2.9	-	2.9
40	0.02	0.14	-	0.14
42	0.02	0.15	-	0.15
43	0.06	0.49	-	0.49

מספר אגן	שטח האגן (קמ"ר)	ספיקה על פי שיטה רציונלית (מ"ק/שנ')	ספיקה על פי שיטה הידרולוגית סטטיסטית (מ"ק/שנ')	ספיקה על פי שיטת חישוב נבחרת (מ"ק/שנ')
44	0.02	0.20	-	0.20
45	0.18	1.6	-	1.6
46	0.05	0.42	-	0.42
47	0.03	0.25	-	0.25
36+37	0.24	2.1	-	2.1
38+38.1+42	0.39	2.9	-	2.9
36+37+39+40	0.44	3.0	-	3.0
44+45	0.20	1.8	-	1.8
36+37+38+38.1+39+40+42+43	0.88	6.6	-	6.6
36+37+38+38.1+39+40+42+43+45+46	1.11	6.6	-	6.6

טבלה 8 ספיקות שיא בהתאם לשיטת החישוב הנבחרת וקביעת ספיקות תכן

מספר אגן	מספר מעביר	שטח אגן קמ"ר	ספיקת שיא בהסתברויות שונות מ"ק/שניה על-פי שיטה נבחרת			
			10%	5%	2%	1%
1		0.03	0.11	0.18	0.25	0.36
2		0.02	0.06	0.11	0.15	0.21
3	P.C-15	0.30	0.86	1.4	2.0	2.9
4	PC-14	0.15	0.46	0.77	1.08	1.54
5	PC-13	0.22	0.70	1.16	1.63	2.32
6		0.04	0.27	0.45	0.64	0.91
7+8		0.14	0.48	0.80	1.12	1.60
7		0.08	0.25	0.42	0.59	0.84
8		0.06	0.19	0.32	0.44	0.63
9	PC-12	0.94	1.76	2.93	4.10	5.85
10		0.05	0.16	0.26	0.37	0.53
7+8+10		0.19	0.44	0.74	1.03	1.48
7+8+10+11		0.26	0.50	0.84	1.17	1.68
11		0.07	0.22	0.37	0.52	0.74
12	PC-32	0.05	0.22	0.36	0.51	0.73
13		4.54	13	18	26	32
14		0.21	1.33	2.22	3.10	4.44
12+14	PC-11	0.26	1.65	2.75	3.84	5.49
15	PC-10.1	0.43	2.23	3.72	5.21	7.45
12+14+15+13	BC-5.4	5.23	14	20	28	35
16	PC-31	0.17	1.0	1.7	2.4	3.5
17		0.14	0.87	1.5	2.0	2.9
16+17	PC-10	0.30	1.7	2.9	4.0	5.7

ספיקת שיא בהסתברויות שונות מ"ק/שניה על-פי שיטה נבחרת				שטח אגן קמ"ר	מספר מעביר	מספר אגן
10%	5%	2%	1%			
1.5	2.5	3.5	5.0	0.60	PC9.1	18
24	34	49	61	13.55		19
11	15	21	27	3.28		20
5	8	11	16	1.33	BC-5.2	21
34	48	68	84	24.29	BC-5.3	12+13+14+15+16+17+18+19+20+21
1.1	1.9	2.6	3.7	0.22	PC-0.9	22
1.6	2.6	3.7	5.3	0.25	PC-07	23
0.44	0.74	1.0	1.5	0.14	PC-29	24
0.15	0.25	0.35	0.51	0.05		25
4.4	7.4	10	15	0.76	BC-5.1	26
1.2	2.0	2.8	4.0	0.19		24+25
0.49	0.82	1.1	1.6	0.16	PC-26	27
0.16	0.26	0.37	0.53	0.03	PC-27	28
0.13	0.21	0.29	0.42	0.02		29
0.19	0.32	0.45	0.64	0.05	PC-25	29+30
0.08	0.14	0.19	0.27	0.03		30
0.68	1.1	1.6	2.3	0.21		27+29+30
1.1	1.9	2.6	3.7	0.50		31
0.09	0.15	0.21	0.30	0.01		32
1.4	2.3	3.2	4.6	0.51	PC-05	31+32
0.32	0.53	0.74	1.1	0.05	PC-04	33
0.50	0.83	1.2	1.7	0.08	PC-03	34
0.79	1.3	1.8	2.6	0.25	PC-02	35
0.36	0.61	0.85	1.2	0.10	PC-21	36
10%	5%	2%	1%	קמ"ר		
0.53	0.89	1.2	1.8	0.14		37
1.0	1.7	2.4	3.4	0.32		38
0.19	0.32	0.44	0.63	0.05		38.1
1.2	2.0	2.7	3.9	0.37	I-1.1	38+38.1
0.56	0.93	1.3	1.9	0.19		39
1.3	2.1	2.9	4.2	0.43	I-1.2	36+37+39
0.06	0.10	0.14	0.20	0.02		40
0.06	0.11	0.15	0.22	0.02		42
0.21	0.35	0.49	0.70	0.06		43
0.09	0.15	0.20	0.29	0.02		44
0.68	1.1	1.6	2.3	0.18		45
0.18	0.30	0.42	0.60	0.05		46
0.11	0.18	0.25	0.35	0.03		47
0.90	1.5	2.1	3.0	0.24		36+37
1.3	2.1	2.9	4.2	0.39	I-1.4	38+38.1+42
1.3	2.2	3.0	4.3	0.44	I-1.3	36+37+39+40
0.76	1.3	1.8	2.5	0.20	I-1.5	44+45
2.8	4.7	6.6	9.4	0.88	I-1.6	36+37+38+38.1+39+40+42+43
2.8	4.7	6.6	9.4	1.11	I-1.8	36+37+38+38.1+39+40+42+43+45+46

5. מערכת הניקוז המוצעת:

5.1 מערכת הניקוז המוצעת לאורך כביש 293

כביש 293 עובר בחלקו המזרחי (בית קמה –פעמי תש"ז) במעלה אגני ההיקוות של הנחלים קמה וזדה וצידה. שהינם יובלים של נחל גרר. הכביש משיך מערבה וחוצה את נחל זדה (מול אשבול) עולה למעלה אגן ההיקוות של הנחל (מול מבועים), ועובר אל מעלה אגן ההיקוות של נחל חנון (יובל של נחל שקמה) ויובליו: נחל מבועים, נחל זרועה ונחל ישיבה.

הכביש מתוכנן רובו בחפירה, ויוצר אגני ניקוז קטנים (ברובם פחות מ-1 קמ"ר) לאורכו. למעט חציית נחל זדה ויובליו היוצרים אגני ניקוז גדולים יותר (יובל זדה- אגן 13 כ 5 קמ"ר, יובל זדה בכביש גישה לאשבול כ 18 קמ"ר וחציית נחל זדה בסמוך לאשבול כ 25 קמ"ר). הכביש מתוכנן כדו מסלולי דו נתיבי- בעל שיפוע רוחבי של 2% מציר הכביש אל שוליו ובשיפוע אורכי משתנה הנע בין 0.4%-2.0%.

לאורך הכביש יוסדרו תעלות עפר ברוחב של 1.0 מ' ובעומק של לפחות 1.4 מקצה אספלט (0.5 מתחת למבנה הכביש המתוכנן בעובי 0.9 ס"מ- אספלט + מצעים) כאשר תעלה בצידו האחד של הכביש תשמש לניקוז צידו האחד של הכביש (+ מדרון חפירה נגדי) והתעלה השניה תשמש גם כתעלת איסוף לאגני הניקוז הקטנים הנמצים על ידי הכביש. התעלות מתוכננות עבור ספיקות תכן בהסתברות של 5%.

התעלות יהיו תעלות עפר. תעלות בשיפוע של פחות מ 4 פרומיל יהיו בעלות דיפון קשיח מוחלק, באזורי מילוי כאשר התעלות מקבילות לפני השטח ובעלות שיפוע אורכי גדול ה תעלות בשיפוע של מעל 2% ועד ל 5% יהיו בעלות דיפון צמחי. ובשיפוע גדול יותר התעלות יחופו בדיפון קשיח. לאורך הכביש מתוכננים כ 15 מעביר מים אשר יתעלו את התעלות המאספות אל מוצאי הניקוז מתחום הכביש אל השטחים הפתוחים.

מוצאי הניקוז ממוקמים על חציות של עורקי ניקוז קיימים. כאשר במוצא לשטחים הפתוחים יוסדרו מתקני שבירת אנרגיה למניעת ארוזיה במורדם. גודל מעביר המים נקבע לפי ספיקת התכן, ולא פחות מקוטר 100 ס"מ. מספר מעביר מים הוגדלו משיקולי תחזוקה וכן בהתאם לדרישות אקולוג, על מנת לאפשר מעבר בעלי חיים בין 2 צידי הכביש.

ניקוז המיסעה יבוצע שירות לתעלות העפר. למעט באזורי המילוי בהם יוסדרו מגלשים צידיים (אבן שפה).

חציות עורקי ניקוז ראשיים:

כאמור, הכביש חוצה את נחל זדה (חתך 7087 –גודל אגן 24.3 קמ"ר- ספיקת תכן 5%- 68 מ"מ/שני). בחצית הכביש מתוכנן מעביר מים מלבני במידות 2.5*5.0 מ' X 2 מפתחים.

בחציית הכביש את יובל של נחל זדה (חתך 601 –גודל אגן 18 קמ"ר- ספיקת תכן 5%- 57 מ"מ/שני). בחצית הכביש מתוכנן מעביר מים מלבני במידות 2.0*3.5 מ'.

בחציית כביש הגישה לאשבול את יובל של נחל זדה (חתך 7094 –גודל אגן 5.21 קמ"ר- ספיקת תכן 5%- 28 מ"מ/שני). בחצית הכביש מתוכנן מעביר מים מלבני במידות 1.5*2.0 מ' X 2 מפתחים.

5.2 מערכת הניקוז המוצעת במחלף 25/293

קצהו המערבי של כביש 293, החל מכביש בגישה לא.ת. נועם, והמחלף המתוכנן במפגש עם כביש 25. נמצאים במעלה אגן ההיקוות של נחל שרשרת. כאשר כביש 293 הקיים עובר בקביל לעורק הניקוז הראשי של אגן ההיקוות. גודל האגן כ 1.2 קמ"ר. המחלף מתוכנן כמחלף יהלום צר. כאשר כביש 25 נשאר ברום וכביש 293 עובר מעליו ע"י גישור. בתחום הכלוא ברביע הצפון מערבי של המחלף קיים מתקן מקורות אר מדרומו מתחיל נחל שרשרת.

לאורך כביש 293 יוסדרו תעלות בטון בעומק של 1.0 מ' וברוחב של 1.0 מ' משני עבריו אשר ישמשו לניקוז המיסעה וכן ישמשו כתעלות איסוף לאגנים המקומיים המנוקזים לכיוון הכביש. ממערב המחלף לאורך הרמפות המערביות יחפרו תעלות בטון בעומק של 1.0 מ' וברוחב של 1.0 מ', אשר ישמשו כתעלות מאספות לאגני ההיקוות הקטנים ממזרח למחלף ונוקזו לתעלות הצד של כביש 293.

תעלת הניקוז מצפון לכביש 293 תתועל אל השטח הכלוא בין רמפה EN לכביש 25 אשר ישמש כמאגר וויסות והשהיה, ע"י מעביר מים מתוכנן מתחת לרמפה. משם יתועלו המים אל נחל שרשרת, דרך מעביר המים הקיים מתחת לכביש 25.

תעלת הניקוז הדרומית תתועל השטח הכלוא בין רמפה WS ע"י מעבירי מים מתחת לרמפה SE ולכביש 25. השטח הכלוא בין אשר ישמש כמאגר וויסות והשהיה. משם יתועלו המים אל נחל שרשרת, דרך תעלת בטון במקביל לכביש 25 אשר תעבור מתחת לגשר 293 במחלף. נחל שרשרת יוסדר במקביל לכביש 2444 עד לחיבור הכביש המתוכנן וכביש הקיים. שימוש בשטחים הכלואים במחלף כשטחי וויסות והשהיה יאפשר הקטנת ספיקות התכן במורד נחל שרשרת וכך להקטין נזקי שטפונות במורד הנחל.

מיסעות המחלף יהיו בשיפוע רוחבי אחיד אל תוך המחלף, ניקוז מיסעות הרמפות יהיה ע"י אבן שפה ומגלשים מוסדרים אל השטחים הכלואים במחלף. כביש 25 ינוקז אל תעלות הניקוז הצד לאורכו תעלות הצד יוסדרו לכל אורכם בתחום המחלף.

5.3 נחל שרשרת

תעלת נחל שרשרת אשר מתחילה במורד מעביר המים על כביש 25, תנוקה ותוסדר.

5.4 מעביר מים מוצעים בתחום הכביש

להלן טבלה מס' 9 ובה פירוט מעביר המים המוצעים וגודלם:

טבלה 9 פירוט מעביר המים המוצעים

מס מעביר	חתך כביש	אגן	ספיקת תכן (מק/שני)	הסתברות	צורה	מידות (מ)	הערות
PC21	7013	36	0.84	5%	PIPE	80	
PC22	7015	38.1	0.44	5%	PIPE	80	
PC02	7021	35	1.8	5%	PIPE	125	
PC03	7026	34	1.1	5%	PIPE	100	
PC23	7027		0.1		PIPE	80	
PC04	7036	33	0.73	5%	PIPE	100	הגדלת גודל משיקולי תחזוקה
PC05	7045	31	2.3	5%	PIPE	150	
PC24	400		0.1		PIPE	80	
PC25	300	30	0.48	5%	PIPE	80	
PC26	3002	27	1.1	5%	PIPE	100	
PC27	4001	27+29	1.5	5%	PIPE	150	
PC28	400	27-29	1.9	5%	PIPE	150	
PC06	7052	27+29	1.4	5%	PIPE	150	הגדלת גודל לפי דרישת אקולוג
BC5.1	7059	26	16	2%	BOX	w=3.0* h=2.0	
PC29	500	24.2	2	5%	PIPE	125	
PC07	7073	23	1.2	5%	PIPE	150	הגדלת גודל לפי דרישת אקולוג
PC30	5000		0.1		PIPE	80	
PC08	7082		0.1			100	הגדלת גודל משיקולי תחזוקה
BC5.2	601	21	13	2%	BOX	w= 2.0* h= 1.5 / 2	
BC5.3	7087	12-21	68	2%	BOX	w= 5.0* h=2.5 / 2	הגדלת גודל לפי דרישת אקולוג
PC09	7091	22	2.1	5%	PIPE	150	הגדלת גודל לפי דרישת אקולוג
BC5.4	7094	12-15	28	2%	BOX	w=3.5 * h=2.0	
BC5.5	7102	18	3.2	2%	BOX	w=2.0 * h=2.0	הגדלת גודל לפי דרישת אקולוג
PC10	7111	16+17	3.9	5%	PIPE	150	
PC31	7113	16	2.4	5%	PIPE	125	הגדלת גודל לפי דרישת אקולוג
BC5.6	7122	15	6.3	2%	BOX	w=2.0 * h=1.5	
PC11	7130	12+14	3.5	5%	PIPE	150	
PC32	900	12	0.46	5%	PIPE	80	
PC12	7136	7-10	4	5%	PIPE	150	
PC13	7154	5	1.9	5%	PIPE	150	הגדלת גודל לפי דרישת אקולוג
PC14	7160	4	1	5%	PIPE	100	
PC15	7165	3	1.9	5%	PIPE	180	הגדלת גודל לפי דרישת אקולוג

6. השפעות צפויות על הסביבה

6.1 פירוט ההשפעות של פתרונות הניקוז המוצעים על שטחים גובלים

מערכת הניקוז הקיימת היום בכביש 293 מאופיינת בתעלות עפר ומעבירי מים קטנים, וכן בריבוי מוצאי ניקוז לשטחים הפתוחים, כאשר בחלק ממוצאי הניקוז ישנם סימני התחתרות וארוזיה במורד..

הסדרת מערכת ניקוז המוצעת לכביש תביא להקטנת מוצאי הניקוז ולריכוז מי הנגר במספר קטן יותר של נקודות מוצא.

בתכנון מערכת הניקוז של כביש 293 הושם דגש על הפניית הנגר אך ורק אל עורקי ניקוז קיימים ללא יצירת מוצאי ניקוז נוספים.

בנוסף בכל מוצא ניקוז משולב פרט לשיכוך אנרגיה ולהשהיה של הנגר, על מנת למנוע התחתרות במוצאי הניקוז

כמו כן, מתוכנן כי השטחים הכלואים במחלף ובמפרידנים ישמשו כמאגרי השהיה, ובכך יפחיתו את הספיקות במורד ויביאו לריסון נזקי ארוזיה במורד הכביש.

6.2 פירוט ההשפעות על תחום התכנית בשל נגר המגיע אליה ממעלה אגן

ההיקוות

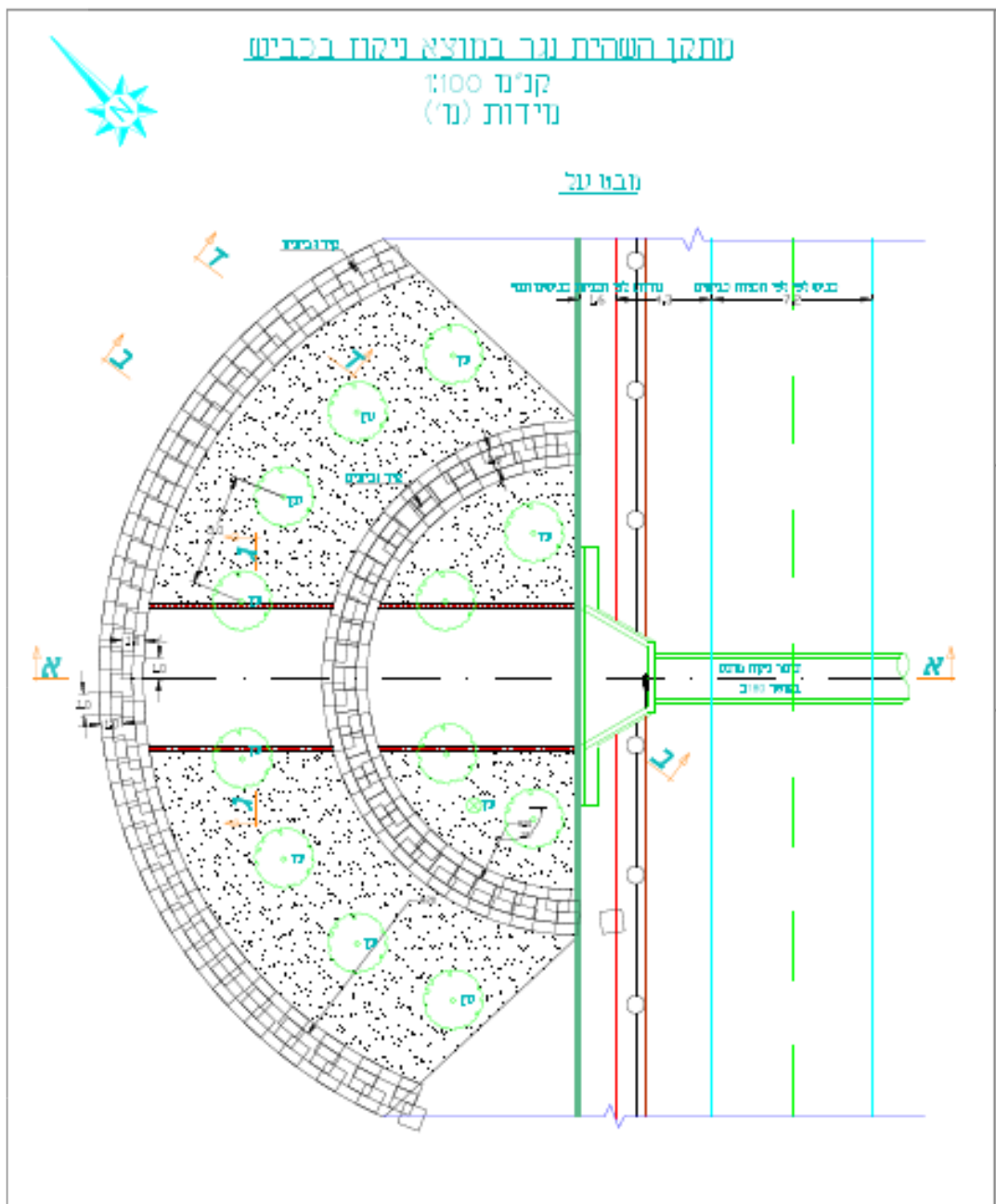
תוואי הכביש עובר ברובו במקביל לתוואי קווי פרשת המים, כך שרוב אגני ההיקוות לאורך תוואי כביש 293 הינם אגנים קטנים ומקומיים בגודל של פחות מ- 1.0 קמ"ר.

בחציית נחל זדה ויובליו אגני ההיקוות במעלה הכביש הינם בדר גודל של עשרות קמ"ר (נחל זדה 25 קמ"ר יובל של נחל זדה 13 קמ"ר)

הסדרת מעבירי המים לאורך הכביש נעשתה בהתאם להנחיות נתיבי ישראל כך שכושר ההולכה של מעבירי המים הינו לפי תקופ חזרה של 1-20 עד ל 1-50 שנה בהתאם לגודל האגן.

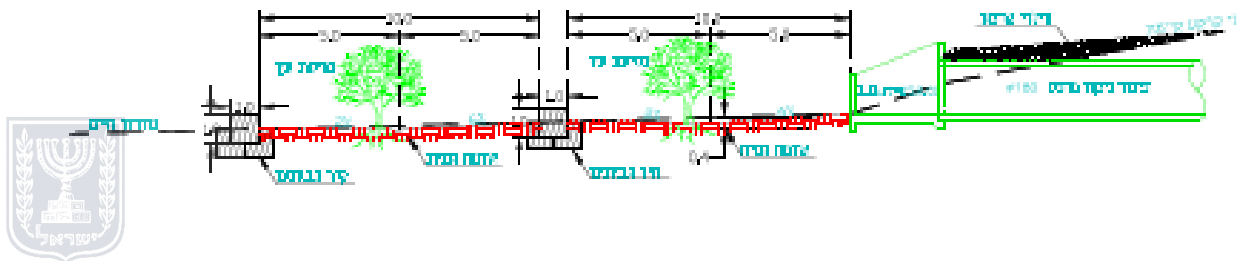
6.3 אמצעים למניעת נזקים

- מוצא תעלות הניקוז ומעביר המים החוצים את הכביש יהיה אל עבר ערוצים קיימים ככל הניתן.
- במוצא מערכת הניקוז (תעלות צד ומעבירי מים) ישולב מתקן שובר אנרגיה המורכב ממערכת של 2 קירות גביונים או ש"ע הנדסי אשר ימתנו את עוצמת המים וימנעו ארוזיה במורד בשטחים החקלאיים. בנוסף השטח בין הקירות יהיה מונמך מסביבתו ויאפשר שיקוע סחף ופסולת המגיעים מהכביש, וכן השהיה של מי הנגר ראה בפרט להלן :



1-1700

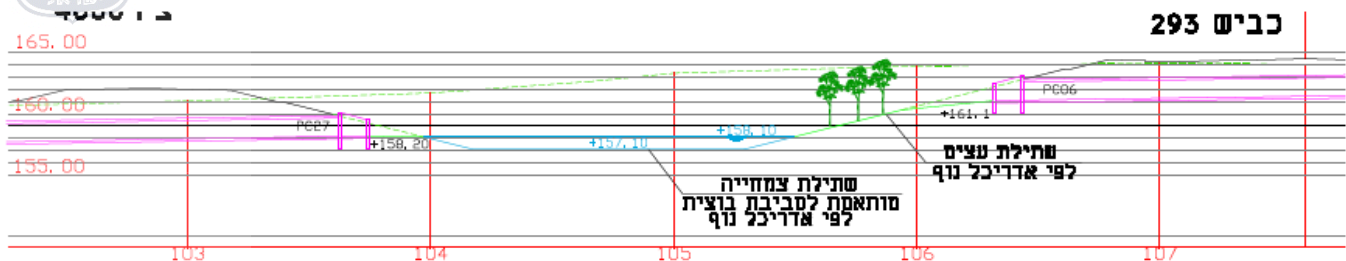
קני'ם 100:1
מידות (מ')



איור 3 מתקן שבירת אנרגיה והשהית נגר במוצא מעביר מים

- בשטחים הכלואים במחלף ובמפרידים ישמשו כשטחי הצפה. הפניית הנגר אל שטחים אלו תנצל את הקרקעות בתחום המחלף והמפרידנים כשטחי הצפה ותביא לצימצום ספיקות הנגר במורדם וכתוצאה מכך לצימצום נזקי ארוזיה במורד.

שטחי ההצפה ישמשו כמעין בריכות חורף מלאכותיות. ראה פרט להלן:



איור 4 פרט שטח הצפה בתוך שטחים כלואים

- תחום התוכנית חופף לאזור בעל רגישות להחדרת מי תהום, בקטע של אזה"ת נתיבות, ראה נספח ניקוז גיליון מס' 1. לפיכך, אין לבצע החדרה בשטח זה ואין להסיט נגר מתחום התוכנית לאזור הרגיש.

7. נספח א' חישובים הידראולים

7.1 חישוב ספיקות תכן לפי השיטה הסטטיסטית הידרולוגית

ספיקה משוערת באזור הידרולוגי

אזור הידרולוגי	4. לכיש אבטח שיקמה
שם הנחל	13
מיקום נקודת חישוב (רשת ישראל החדשה)	
X	Y
XXXXXX	YYYYYY
שטח אגן (קמ"ר)	4.5

K	H,E,M,N	האלה-A,B	A,B	קבוצת הקרקעות
0	4.5	0	0	שטח קבוצת הקרקעות (קמ"ר)
	19.7			פרמטרים סטטיסטיים אזוריים
	3.1			
	-0.53			
	100			
	0.55			פרמטרים סטטיסטיים מחושבים
	0.4			

הסתברות	ספיקת השיא
	מ"ק/שניה
1%	32.1
2%	25.7
3%	23.7
5%	17.9
10%	12.7
20%	8.1
30%	5.7
40%	4.2
50%	3.05

ספיקה משוערת באזור הידרולוגי

אזור הידרולוגי	4. לכיש אבטח שיקמה
שם הנחל	12-15
מיקום נקודת חישוב (רשת ישראל החדשה)	
X	Y
XXXXXXX	YYYYYYY
שטח אגן (קמ"ר)	5.2

K	H,E,M,N	A,B-האלה	A,B	קבוצת הקרקעות
0	5.2	0	0	שטח קבוצת הקרקעות (קמ"ר)
	21.5			Q-4%
	3.3			Q-50%
	-0.55			Cs
	100			Pq
	0.55			STD
	0.5			Avg

הסתברות	ספיקת השיא
	מ"ק/שניה
1%	35.1
2%	28
3%	25.8
5%	19.5
10%	13.8
20%	8.7
30%	6.1
40%	4.5
50%	3.28

ספיקה משוערת באזור הידרולוגי

אזור הידרולוגי	4. לכיש אבטח שיקמה
שם הנחל	19
מיקום נקודת חישוב (רשת ישראל החדשה)	
X	Y
XXXXXXX	YYYYYYY
שטח אגן (קמ"ר)	13.6

K	H,E,M,N	A,B-האלה	A,B	קבוצת הקרקעות	
0	13.6	0	0	שטח קבוצת הקרקעות (קמ"ר)	
	37.6			Q-4%	פרמטרים סטטיסטיים אזוריים
	5.3			Q-50%	
	-0.63			Cs	
	100			Pq	פרמטרים סטטיסטיים מחושבים
	0.59			STD	
	0.7			Avg	

הסתברות	ספיקת השיא
	מ"ק/שניה
1%	60.9
2%	48.9
3%	45.2
5%	34.2
10%	24
20%	15
30%	10.4
40%	7.4
50%	5.33

ספיקה משוערת באזור הידרולוגי

אזור הידרולוגי	4. לכיש אבטח שיקמה
שם הנחל	20
מיקום נקודת חישוב (רשת ישראל החדשה)	
X	Y
XXXXXXX	YYYYYYY
שטח אגן (קמ"ר)	3.3

K	H,E,M,N	A,B-האלה	A,B	קבוצת הקרקעות	
0	3.3	0	0	שטח קבוצת הקרקעות (קמ"ר)	
	16.5			Q-4%	פרמטרים סטטיסטיים אזוריים
	2.6			Q-50%	
	-0.51			Cs	
	100			Pq	
	0.54			STD	פרמטרים סטטיסטיים מחושבים
	0.4			Avg	

הסתברות	ספיקת השיא
	מ"ק/שניה
1%	26.6
2%	21.4
3%	19.8
5%	15
10%	10.7
20%	6.8
30%	4.8
40%	3.5
50%	2.61

ספיקה משוערת באזור הידרולוגי

אזור הידרולוגי	4. לכיש אבטח שיקמה
שם הנחל	12-21
מיקום נקודת חישוב (רשת ישראל החדשה)	
X	Y
XXXXXXX	YYYYYYY
שטח אגן (קמ"ר)	24.3

K	H,E,M,N	A,B-האלה	A,B	קבוצת הקרקעות
0	24.3	0	0	שטח קבוצת הקרקעות (קמ"ר)
	52.8			Q-4%
	7.1			Q-50%
	-0.68			Cs
	100			Pq
	0.63			STD
	0.8			Avg

הסתברות	ספיקת השיא
	מ"ק/שניה
1%	83.8
2%	68.1
3%	63.1
5%	48
10%	33.8
20%	21
30%	14.4
40%	10.1
50%	7.14