



תכנית אב לניקוז מפרץ חיפה

הקריות ועמק זבולון

יוני 2009



אינג' דני שרבן – יודפת מהנדסים
אינג' אלעד רוזין, יודפת מהנדסים



יועץ הידרולוגי: אינג' רפי הלוי - נהרא



4.....	תקציר מנהלים	
	1. מבוא	9
9	1.1. כללי	
10	1.2. תחום התוכנית	
11	1.3. תאור הבעיה	
12	1.4. הידרולוגיה כללית	
12	א. אגן הקישון:	
14	ב. אגן שפרעם:	
16	ג. ספיקות השיא הצפויות:	
17	ד. ספיקות שיא משוקללות בקישון וביובליו במורד צומת יגור	
22	ה. מוצא הקישון לים – תנאי גבול במורד:	
23	1.5. תאור המערכת האגנית הקיימת	
23	א. צירי ניקוז ראשיים:	
24	ב. יכולות הולכה קיימות	
25	1.6. פיתוח מתוכנן בשטח התוכנית	
27	1.7. שחזור הצפות 69,92,95	
31	1.8. בעיית ההערמות לאחור:	
38	1.9. שיפורים מוצעים – כללי:	
38	א. מכלול השיפורים המוצעים עבור אגן הקישון בשטח התוכנית:	
	ב. מאגרי ויסות ופתרונות דינאמיים לשליטה בהם, ובבעיית ההצפה לאחור של הגדורה:	39
46.....	2. קישון	
46	2.1. מערכת קיימת	
46	א. תתי אגנים:	
46	ב. תכנית ושימושי קרקע:	
47	ג. אפיון נחל הקישון במורד מאגר כפר ברוך:	
48	ד. ספיקות התכן בג'למה - מחצבה (צומת העמקים):	
49	ה. גשרים ומתקנים הידראוליים:	
53	2.2. הידראוליקה ושיפורים מוצעים	
58	2.3. מאגר ויסות – יגור / הפארק המטרופוליני	
58	א. עקרונות ביצוע:	
61	ב. חלופה א' – שני מאגרים, סוללות ברום +6.5 ו-+9.0	
64	ג. חלופה ב' – מאגר יחיד, סוללה ברום +9.0	

66	חלופה ב' 2 – מאגר אחד גדול עם סכר בגובה 8 מ'	ד.
69	השוואת חלופות:	ה.
70	בקרה	ו.
71	ניקוי סדימנט במוצא הקישון – בסיס הניקוז האגני	2.4.
85	Dredging	2.5.
93	פתרון לאזור נשר ותעלת קייזר אילין	2.6.
	3. גדורה והגנה 94	
94	מערכת קיימת – אגן שפרעם	3.1.
98	הידראוליקה ושיפורים מוצעים	3.2.
100	תעלת/מובל גדורה-עוקף קריות המתוכננת	3.3.
100	קטעי התעלה:	א.
103	נקודות רגישות לאורך תעלת גדורה-עוקף קריות:	ב.
104	תאור גיאומטריית תעלת גדורה-עוקף קריות:	ג.
106	פיתולים + גדר בז"ן בתעלת/מובל גדורה-עוקף קריות	3.4.
110	מנהרת ההסתדרות	3.5.
112	תעלת ההגנה – מתוכננת על בסיס תוואי קיים	3.6.
113	קטעי התעלה:	א.
116	עיקרי הסדרת ההגנה:	ב.
116	נקודות רגישות לאורך תעלת ההגנה:	ג.
117	תאור גיאומטריית תעלת ההגנה:	ד.
119	מאגרי ויסות לגדורה ולהגנה (הצפה מבוקרת במעלה)	3.7.
120	מאגר גלעם/ הצפה מבוקרת במעלה עבור אגן שפרעם צפוני:	א.
122	מאגר/ הצפה מבוקרת במעלה סומך עבור אגן שפרעם דרומי (נחל סומך):	ב.
126	תעלות אזוריות	3.8.
126	כללי	א.
127	השפעת המפלס בגדורה-עוקף קריות על התעלות האזוריות	ב.
129	הסדרת כניסות התעלות האזוריות לתעלת גדורה-עוקף-קריות:	ג.
130	פרופילי זרימה בתרחישים שונים עבור התעלות האזוריות:	ד.
132	נספח: בנייה משמרת נגר – עיכוב והקטנת זרימות.	

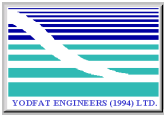
תקציר מנהלים

אופיו הביצתי לשעבר של מפרץ חיפה גרם לכך שבעיית הניקוז ("השלולית") נמצאת במרחק משמעותי מהמוצא הימי שלה וגרם לחשיבות קריטית באחזקה של התוואי עד למוצא כתוואי פתוח בכל עת.

הסיכון הכרוך בכך שהתוואי עד למוצא לא יהיה פתוח בכל עת הוא המרכיב החשוב ביותר בתוכנית. זהו צוואר הבקבוק של מערכת הניקוז של מפרץ חיפה, וללא הסדרתו גם הסדרת כל מרכיבי התוכנית במעלהו תסייע רק באופן חלקי לפתרון בעיית הבסיס.

מניתוח אירועי ההצפה של '69, '92 ו'95 עולה בבירור:

1. במצב הקיים במפרץ חיפה, אירועי הצפה המוגדרים כיום כ"חריגים" ועלולים לגרום לנזקים משמעותיים, תדירותם כ: ארוע לכל כ- 10 שנים. מוכנות וכשירות מערכת הניקוז להתמודד עם אירועים אלו, קריטית ואין להקל בה ראש בטוענה כי מדובר בתרחיש דמיוני ונדיר.
2. ב'95 מערכת הניקוז הייתה מוכנה יותר בשיעור משמעותי ביחס לארועי '69 ו'92, והדבר ניכר בבירור מהשוואת שיחזורי ההצפה (מודל LIDAR). יש חשיבות בהמשך המגמה הזאת, והאילוץ שהוטל על רשות הניקוז במהלך העשור האחרון (הפסקת ה Dredging) יכול להיות הרה אסון, מוקדם ממה שניתן לחשוב. הבדל של עשרות סמ' במפלס המים, מהווה את ההבדל הקריטי בין נזק שטפונות לאסון (כולל סיכון של אבדן חיי אדם).



שיחזור ממוחשב

של ארועי ההצפה

במפרץ חיפה הקריות ועמק זבולון
באמצעות מודל גבהים LIDAR ושיחזור
תצפיות ומיפוי ישנים



8 ינואר 1969

קישון (מדידות בג'למי) **160** מק'/שניה
קישון בגשר הרכבת: **2.00+**



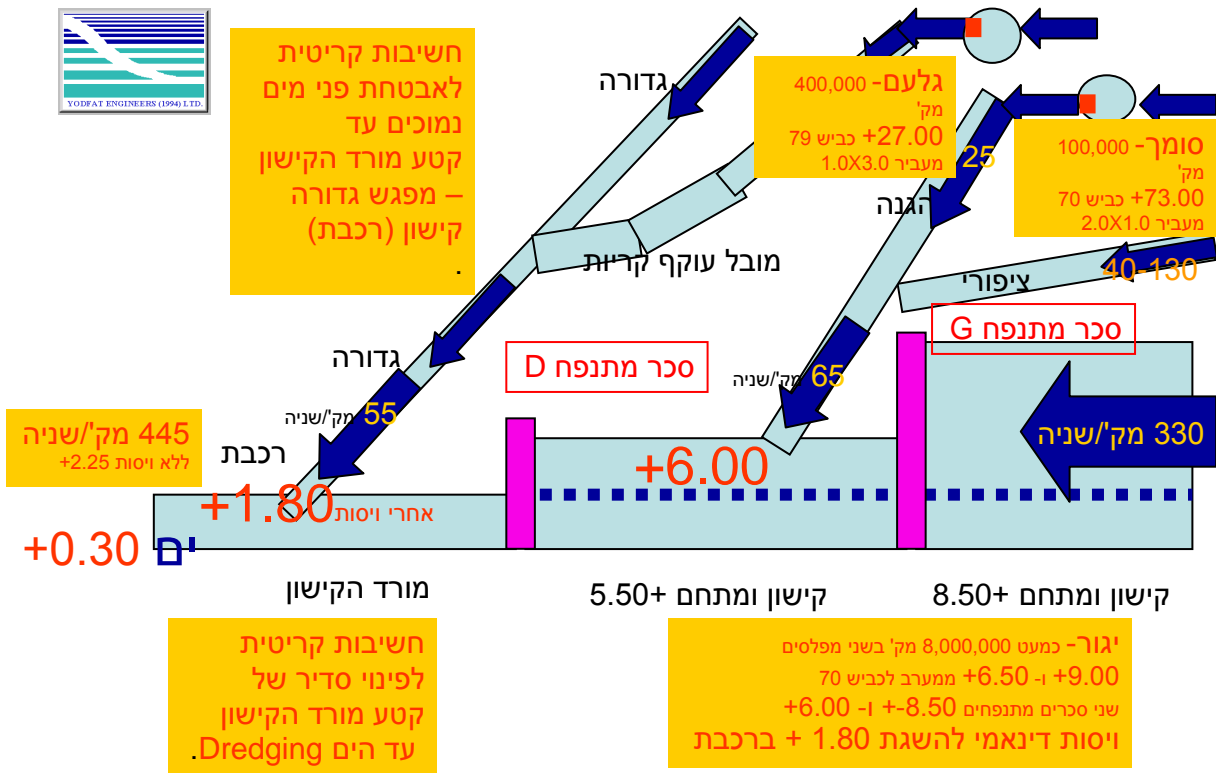
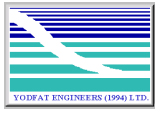
26 פברואר 1992

קישון (מדידות בג'למי) **220** מק'/שניה
קישון בגשר הרכבת: **2.50+**



8 פברואר 1995

קישון (מדידות בג'למי) **200** מק'/שניה
קישון בגשר הרכבת: **1.15+**



עיקרי תכנית הניקוז למפרץ חיפה – תכנית האב 2009

מכלול השיפורים המוצעים עבור אגן הקישון בשטח התוכנית:

מס'	הפעולה	תאור הפעולה	מיקום / תת אגן
1	הוצאת הסדימנט מקרקעית הקישון	ביצוע Dredging	קישון מורדי: מפגש קישון ציפורי – מוצא הקישון לים
2	טיפול ופינוי הסדימנט	טיפול בסדימנט המזהם	קישון מורדי: מפגש קישון ציפורי – מוצא הקישון לים
3	הסדרת תוואי הקישון	העמקת הקישון להורדת מפלס הרום/אנרגיה	קישון מורדי: מפגש קישון-ציפורי – מוצא הקישון לים
4	ביטול מדרגה בתחתית גשר הרכבת על הקישון. והפרדה דינמית גדורה-קישון	ייבוש תחתית אזור הגשר, הטייה קייצית ודחיקת אלמנטי בטון לביטול המדרגה. סכר מתנפח במפגש קישון-גדורה	מפגש קישון-גדורה, גשר הרכבת על הקישון
5	מאגרי ויסות למי הקישון בזרימות חריגות	בניית סוללות וקירות, בניית מתקנים וסכרים מתנפחים	פארק מטרופוליני מתוכנן ואדמות קיבוץ יגור
6	מאגר ויסות לאגן שפרעם צפוני	בניית סוללה, בניית מתקנים וסגרים הידראוליים	מאגר גלעם, ליד מחלף גלעם
7	ויסות אגן שפרעם דרומי (נחל סומך)	בניית סוללה / קיר, בניית מתקנים וסגרים הידראוליים	מאגר סומך, ליד צומת סומך
8	חיבור אגן שפרעם צפוני אל תעלת גדורה-עוקף קריות. ניתוק הגדורה הקיימת בקריית ביאליק מהאגן האזורי	אגן שפרעם צפוני לאחר ויסות	אזור השדות בין ק. ביאליק וק. אתא.
9	הזרמת אגן שפרעם דרומי אל תעלת ההגנה (משודרגת).	אגן שפרעם דרומי לאחר ויסות	אזור השדות בין ק. ביאליק וק. אתא.
10	בניית תעלת גדורה-עוקף קריות.	בניית תעלת בטון מלבנית	תוואי תעלת גדורה-עוקף קריות עד מפגש קישון-גדורה
11	הסדרת גדורה (מורד צומת קריית אתא, עד גשר פטרוכימיים)	חתך משולב הידראולי ונופי. לא כתעלה מלבנית	תוואי התעלה הקיים
12	הסדרת גדורה (מורד פטרוכימיים, עד המנהרה)	חתך משולב הידראולי ונופי. לא כתעלה מלבנית. תוך הזזת גדר בז"ן	תוואי התעלה הקיים
12	הסדרת כניסות תעלות אזוריות. ושותומי Redvalve לנקזים עירוניים	מתקנים הידראוליים ושותומים, הגבהת גדות	חיבורים קיימים
13	הסדרת תעלת ההגנה.	בניית תעלת בטון מלבנית / תעלה טרפזית מדופנת	תוואי תעלת ההגנה דרך מפגש ציפורי-הגנה ועד מפגש קישון-ציפורי
14	הטיית עלת קייזר אילין למורד הקישון	מובל סגור כולל חציית שד' ההסתדרות על יד לב המפרץ ועד גשר יוליוס סימון במורד	
15	תוכנית שליטה ומערכת בקרה למפרץ חיפה- לפעולות הנדרשות במקרי חירום	הכנת תוכנית פעולה מסודרת למצבי חירום, כולל כוננות והתראות	
16	תחזוקה שוטפת של נחל הקישון – Dredging הידראולי וסביבתי	הוצאת סדימנט מקרקעית הקישון על בסיס שנתי	קישון מורדי: מפגש קישון ציפורי – מוצא הקישון לים
17	הערכות לתפיסת סחף נקי במעלה אזורי הזיהום	מלכודות סחף. יתקבל אפיק נקי יותר, ייחסך חלק מה Dredging במורד	

כל מרכיבי התוכנית מוצגים להלן כמקשה אחת ולמרות שביצועם יהיה ככל הנראה בשלבים, יש להתייחס אל המכלול כהכרחי לביצוע, על כל מרכיביו.

חישוב ספיקות התכן ושאר מרכיבי התוכנית (מובלי ניקוז ומאגרי ויסות) נעשה תוך כדי התייחסות לכל היקף הבנייה והפיתוח הצפוי במפרץ, והידוע כיום (קריית ביאליק, קריית אתא, חיפה, מ.א. זבולון).

הערכות התקציב מציגות את עלות פתרון הניקוז כמכלול שלם, ולפיכך התוכנית מעמידה בפני העיריות והמדינה את האפשרות שלא יהיה צורך להתנות אישור תוכניות פיתוח בתקצוב בסיס של מערכות תשתית על לניקוז מצד יזמי פיתוח. אין זה אומר שלא יידרש תקצוב מוגבל יותר של התחברות תוכניות פיתוח מרוחקות יותר או פחות אל מערכות העל הנ"ל.

החוק מחייב התייחסות לשימור נגר ברמה המקומית וכפי שהתוכנית המוגשת בזאת מיישמת את העיקרון של עיכוב זרימות ברמה האזורית, כך היא גם תותיר מקום לבחינת האפשרות לניצול שמר נגר ברמה המקומית ככל שיתאפשר מבחינת התנאים הגאו הידרולוגיים המקומיים. עם זאת דואגת התוכנית לביסוסם של מובלי ניקוז גדולים ככל האפשר (למרות הויסות) כך שהמערכת האזורית לא תהיה תלוייה בהכרח בהצלחה או בכישלון של שימור הנגר.

1. מבוא**1.1. כללי**

אזור הקריות והמפרץ מתפתח בקצב מואץ בעשורים האחרונים. ההתפתחות מתבטאת בגידול אוכלוסייה מהיר, בתוכניות בינוי עירוני נרחבות ובהרחבת ופיתוח התשתיות. פועל יוצא של הפיתוח העירוני המהיר הינו צמצום וקיטוע שטחים פתוחים מנקזי מים, ובמקביל, הפיכתם לשטחים התורמים נגר מוגדל ומרוכז במהירות גדולה יותר. המבנים והתשתיות הנבנים בשטחים אלו (בינוי, כבישים, מתקנים הנדסיים ועוד) בעלי רגישות גבוהה לניקוז ודורשים פתרונות הנדסיים מסובכים יותר ויותר ויקרים יותר ויותר. בעתיד הקרוב צפוי פיתוח אינטנסיבי של מערכת הכבישים והתשתיות וכן הפשרת שטחים חקלאיים לטובת בנייה עירונית. בין פרויקטי הפיתוח הצפויים ניתן למנות את סלילת כביש עוקף קריות ופרויקטי בנייה גדולים בקריית ביאליק וקריית אתא בשיעור עשרות אלפי יחידות דיור.

בעבר התנקז נחל שפרעם לביצה גדולה שהשתרעה באזור והתאחדה עם ביצות הנעמן. גם מוצא נחל הקישון היה בעבר- ביצה. בסוף שנות ה-20 הוחל בסלילת תעלות הטייה והסדרה לביצות הגדורה, ונקבע התוואי הראשי של נחל הגדורה שבהמשך הוסט מעט עם סלילת כביש ההסתדרות. בשנת 1960 נחפרה תעלת ההגנה והוקם מתקן חלוקה הידראולי – "המחלק", שתפקידו הטיית חלק מהזרימה לתעלת ההגנה והקטנת העומס על הגדורה. מאז לא בוצעו פעולות ניקוז בעלות משמעות אזורית עד שנות ה-90.

בחורף 1992 אירעו מספר אירועי גשם חריגים בנפחי נגר גדולים במיוחד, אשר גרמו להצפות ללא תקדים בשטחים נרחבים בעמק זבולון ומפרץ חיפה, כולל אזורים בנויים בקריות, אזורי תעשייה וכמובן גם אזורים חקלאיים. אירועים אלו גרמו להפניית תשומת לב ותקציבים לפתרון בעיות הניקוז באזור. פעולות ניקוז אינטנסיביות בוצעו במהלך השנים 1993-2002 לרבות ניקוי והסדרה של מורד הקישון מהים עד לשדרות ההסתדרות, עבודות Dredging סדירות בין 1994 – 1999, סוללות שונות כגון סוללת ההגנה על קרית ביאליק לאורך הגדורה, סוללה לאורך מורד תעלת ההגנה, תגבור מוצאי ניקוז לקרית אתא תעלה C והרחבה של ז'2, התקנתם של מספר גדול של שסתומים אלחוזרים בקרית ביאליק וקרית אתא, גשרים מחודשים, ניקוי תחתית הקישון בגשר הרכבת, שינויים בגשר ההסתדרות ומינהרת הטייה של הגדורה מתחת לשדרות ההסתדרות.

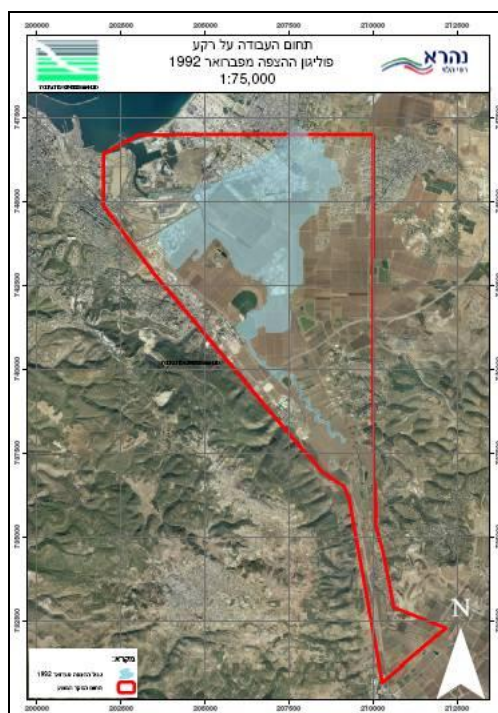
יחד עם זאת – נותרה עבודת תכנון רבה ועבודת ביצוע של מרכיבים רבים במערך הניקוז האזורי כאשר המאבק העיקרי הוא על חידוש עבודות ה- Dredging הסדירות במורד הקישון וניקוי הסדימנט המזוהם בקטע המורדי של הקישון, תוך מגמה לפתוח את בסיס הניקוז של האגן כולו, בכל שנה, פעולה שמתחייבת מאופיו הביצתי של מוצא הקישון והגדורה.

המערכת עוברת שדרוגים זה למעלה מעשור, השדרוגים הוכחו כמועילים ומבורכים. באמצע שנות ה-90 החלו להירקם קווים כלליים לתכנון מערכת הניקוז האזורית באגן. עיקר הדברים:

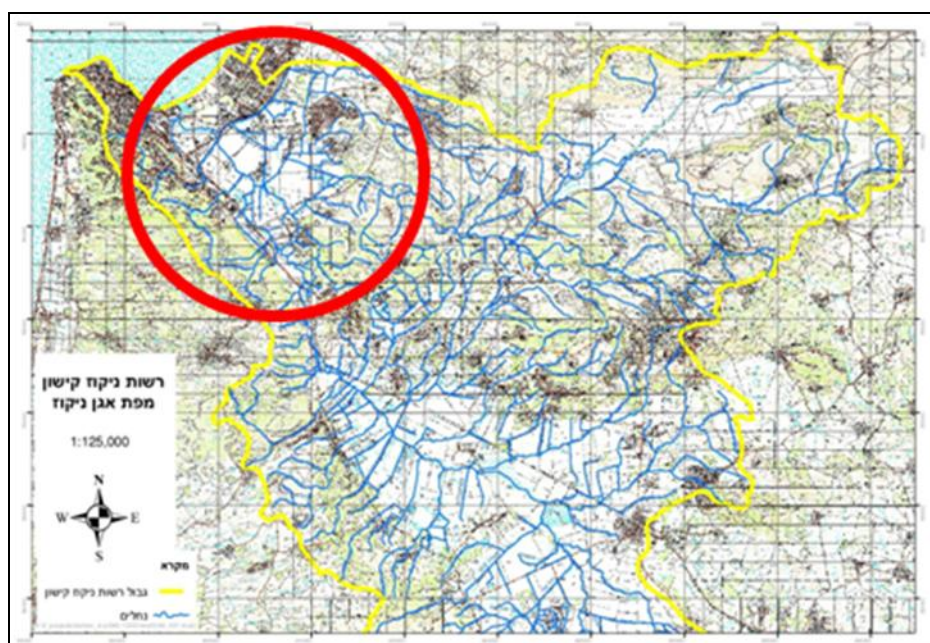
- מעלה תעלת הגדורה הקיימת ישמש כפתרון ניקוז פנים עירוני עבור ק. ביאליק.
 - תעלת ההגנה תוסדר לקליטת חלק מספיקת הנגר של אגן שפרעם הדרומי, במקביל לקליטת ספיקת הניקוז הפנים עירוני של ק. אתא, כולל שטחי פיתוח עירוני עתידיים.
 - תעלת/ מובל עוקף קריות תבנה כתעלה אזורית מרכזית, החל בצומת ק. אתא (סולל בונה) ועד המוצא לקישון. במעלה צומת ק. אתא תבנה התעלה בתחום רצועת כביש "עוקף קריות", שיצא בימים אלו למכרז ביצוע ובמורד תבנה על תוואי תעלת הגדורה הקיימת (קטע גדורה פיתולים וקטע גדורה בז"ן).
- רגישות האזור לסכנת שיטפונות והצפות בנוסף לאירועי הגשם החריגים (כשלושה במהלך 40 השנים האחרונות), חייבה בחינה הידרולוגית מחודשת של ספיקות השיא ונפחי גלי הגאות בהסתברויות נמוכות. התחנה לחקר הסחף, של האגף לשימור קרקע וניקוז במשרד החקלאות היא הגוף המוסמך להכריע לגבי ספיקות אלו. מידע רב ההולך ומצטבר עם השנים, איסוף נתונים מאסיבי בשנים האחרונות ושימוש בשיטות ניתוח סטטיסטיות חדשות הביא את התחנה לחקר הסחף להערכת ספיקות תכן גדולות בהרבה מאלו שהיו מקובלות עד לפני עשור.
- מכלול התהליכים והשיקולים שתוארו בקצרה עד כאן, מחייבים ומנחים אותנו למתן פתרון הולם לניקוז אגן שפרעם ומוצא אגן הניקוז של הקישון.
- הפתרון מחויב להתקיים במסגרת מגבלות תקציביות חמורות, ועם זאת עליו לתת מענה לספיקות נגר גבוהות, בהסתברויות נמוכות, לשטח פנוי לתשתיות ניקוז, שהולך ונסגר, לאופי הביצתי הבסיסי של מפרץ חיפה ולחסרון הכרוני בשיפועי ניקוז ולצרכי Dredging סדירים, על רקע בעיות זיהום היסטורי חמור של סדימנט, בבסיס הניקוז האגני כולו.
- כלל העלויות של פתרון מסוג זה גבוהות, ומאמץ התכנון המתמשך, בחן במשך השנים וימשיך לבחון, מספר רב של חלופות על מנת לתת את המענה היעיל והכלכלי ביותר.

1.2. תחום התוכנית

תחום התוכנית כולל את אגן הקישון בתחום מפרץ חיפה והקריות. מצפון גובל באגן הניקוז נעמן, מדרום מזרח גובל תחום התוכנית במורדות הכרמל וממערב גובל במרבית אורכו בכביש מס' 70 לאורך רצועת הקישון, מעלה התוכנית הוא באזור ג'למה ומורד התוכנית הוא במוצא לים.



שטח התוכנית



אזור התוכנית מתוך כלל שטח אגן ניקוז קישון (הקו הצהוב)

1.3 תאור הבעיה

אזור הקריות ומפרץ חיפה בתחום אגן הקישון, הינו שטח מישורי הגבוה רק במעט מפני הים. האזור בנוי בצפיפות וכולל אזורי מגורים, תעשייה ומערכות תשתית מסועפות.

מדי חורף, האזור נמצא בסכנת הצפה המורכבת ממספר גורמים: הצפה ע"י מי הקישון במידה ותוואי נחל הקישון לא מעביר את ספיקת השיא הנדרשת. הצפה ע"י מי אגן שפרעם לפני ניקוזם לקישון בתעלות ההגנה והגדורה. והצפות ע"י מי נגר מקומי באזור הקריות ומפרץ חיפה.

ספיקות הנגר החזיות באירועי שיא, עלולות להביא לכשל של מערכת הניקוז הקיימת, אשר לא תוכננה לפני 1991-1992, ברובה, להתמודד עמן, במתכונתן העדכנית.

כשלים במערכת הניקוז האזורית באזור צפוף ומאוכלס זה, הביאו ועלולים להביא להצפות חמורות שמשמעותן נזקים כבדים ברכוש, וחלילה אף בחיי אדם- למרות שלמזלנו, אירוע שכזה, עדיין לא התרחש באזור בהקשר ישיר לניקוז. אירועי ההצפה ב- 1944, 1962, 1969, 1992 ו 1995 והנזקים הכספיים הגדולים מ- 92 שהפיצו בעבורם משולם עד היום, מהווים תמרור אזהרה ברור לכך.

הפיתוח המואץ של האזור בשנים האחרונות, כמו גם המשך הפיתוח המתוכנן בשנים הקרובות, מהווה אתגר עבור מערכת הניקוז האזורית. הפיתוח מוסיף תורמי ניקוז למערכת מחד, בעוד שמגדיל את הלחצים והמגבלות על קרקעות זמינות למערכת תשתית הניקוז מאידך.

כל האמור לעיל, מדגיש את הצורך הדחוף של רשות ניקוז קישון (ר.נ.ק) בתוכנית פעולה עדכנית ומפורטת שתאפשר התמודדות בזמן אמת (תכנית אב מתגלגלת) עם אתגרי השנים הקרובות. מתוכנית זו ניתן יהיה לגזור משימות עתידיות, עפ"י מצב תכנוני עדכני ומתעדכן של כלל תשתיות מפרץ חיפה (בינוי, רכבות, כבישים, תעשייה ופארקים), לו"ז תקציבי וביצועי עדכני ומתעדכן בצורה שוטפת וסדירה ו ניתן יהיה לבצע הכרזות סטטוטוריות ותיאומים מול רשויות וגורמים אחרים.

1.4. הידרולוגיה כללית

א. אגן הקישון:

נתוני גשם: עובי הגשם השנתי על פני האגן בממוצע : 550 עד 600 מ"מ בשנה.

נקודות מדידה בקטע הקישון התחתון במפרץ חיפה מורות על הכמויות גבוהות מהמוצע, כגון:

- יגור 685 מ"מ מבסיס מידע של מדידות מ- 1937/1938 (גשם מכסימלי 1,424 מ"מ 1991/1992).

- יקנעם 687 מ"מ ע"ב מידע מ- 1960/1961.

- שפרעם 590 מ"מ כנ"ל ע"ב מידע מ- 1960/1961.

- חיפה נמל 540 מ"מ בממוצע.

אירוע זיכרון יעקב 4-6/02/2001 לאחר שעודכן במודלים שונים של התחנה לחקר הסחף וגורמים נוספים, הגדיל את ספיקות התכן החזויות מ 2001 ועד היום. אירוע זה הוא הגדול ביותר שעליו דווח בארץ עד היום 285 מ"מ גשם במהלך 6 שעות.

נעשו חישובי יחסים של עוצמת גשם ושטח אגני ניקוז, על מאפייניהם הייחודיים והתקבלו, כמויות ועוצמות גשם סגוליות כמו גם ספיקות נגר סגוליות, עם ההסתברות הרלבנטית.

צוות המחקר והפיתוח של האגף לשימור קרקע וניקוז, הוציא חוזר לכל רשויות הניקוז בארץ, ב- 6 דצמבר 2001 ובו תאור האירוע. ההנחיות הכלליות לתכנון תעלות אזוריות, מתייחסות מאז גם לאירוע הזה.

עם זאת – יש להבין שהניתוח ההסתברותי לעוצמות גשם בסופות נדירות, דלילות תחנות המדידה, תקלות מכאניות בתחנות ושינויים שחלו במהלך תקופת הצבירה הקצרה של המידע (50 שנה), בעצם שיטות רישום הנתונים (לא תמיד נרשמו עוצמות גשם חריגות למשל) כמו גם בעצם שיטות הניתוח – מחייבות זהירות לגבי המסקנות, ברמה של החלטות מנהל.

ספיקות: אירועי הצפה כבדי משקל אירעו, במהלך 50 – 60 שנה בהן יש מדידות, החל מ- 1944/1945 בשנים: 1944, 1962, 1969, 1992, 1995 וצריכות להעלות במלוא חומרתה את שאלת התקצוב לפעולות ניקוז, מתאימות לרמת הפיתוח האורבני המסיבי שמתוכנן במפרץ חיפה כמו גם את קריטריוני התכן המתייחסים לאירועי של 1:100 שנה.

מאגר כפר ברוך, במרכז עמק יזרעאל, הוקם בשנת 1953/1954. ליכולת הניהול של האגם, התווספה בשנת 2003 האופציה לרוקן אותו עד תחתיתו, ע"י שינויים בסגרים שאופן תפעולם עודכן מחדש.

אופן ניהול האגירה שנבנתה למטרות אספקת מים, השפיע גם על מערכת הניקוז בעמק יזרעאל והשפיע גם מבחינת היבטי ויסות, על מורד הקישון וספיקות הגלישה, ממנו למורד האגן. כיום, לאחר שינויים שנערכו במאגר ב 2003, אין מאגר זה מבצע יותר ויסות לאגן הקישון. תמרור האזהרה כתוצאה ממצב חדש זה, חייב להיות מודגש בהרבה.

ספיקות שיא עפ"י נתוני רשות הניקוז (מקש"נ):

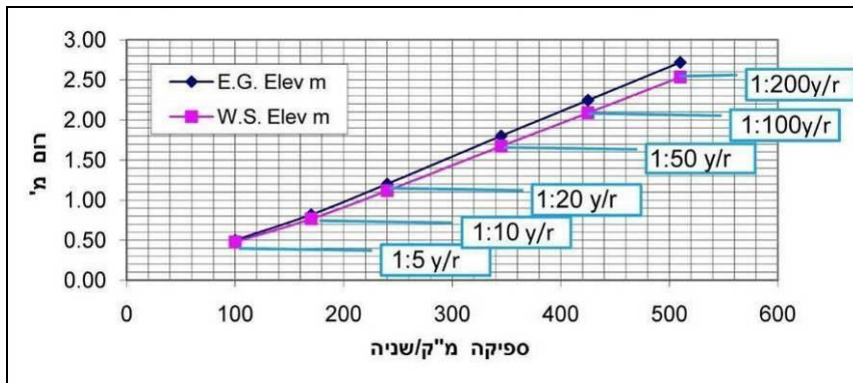
תאריך	ספיקת שיא בג'למה	משך זרימה	גלישה ממאגר כפר ברוך	ספיקת כניסה לכפר ברוך	הערות
1944			200		
29.07.1962	200		100	193	
01.1969	165	12 שעות		59	
22-29.02.1992	218	36 שעות	- 245	383	אזור התחנה הוצף ועברו מים רבים שלא נמדדו.
6-11.02.1995	199	18 שעות	80-100	124	

נתוני צילומים לגבי גובה מים ומדידות הגבהים הללו, הוכנסו למודלים של חישובי זרימה ונמצאו מיתאמים גבוהים, לפיהם ניתן היה לשחזר ספיקות, שבלתי אפשרי היה למדוד אותן בפועל במדויק, בתחנת ג'למה.

עפ"י הערכות מע"צ עבור הגשר מעל הקישון בצומת יגור (כביש 70) ספיקת השיא בקישון לאירוע 1:100 שנה היא 330 מקש"נ, ולאירוע 1:50 שנה 270 מקש"נ.



מאגר כפר ברוך לפני ואחרי השינוי



עקום רום/ספיקה במעלה מפגש קישון-גדורה

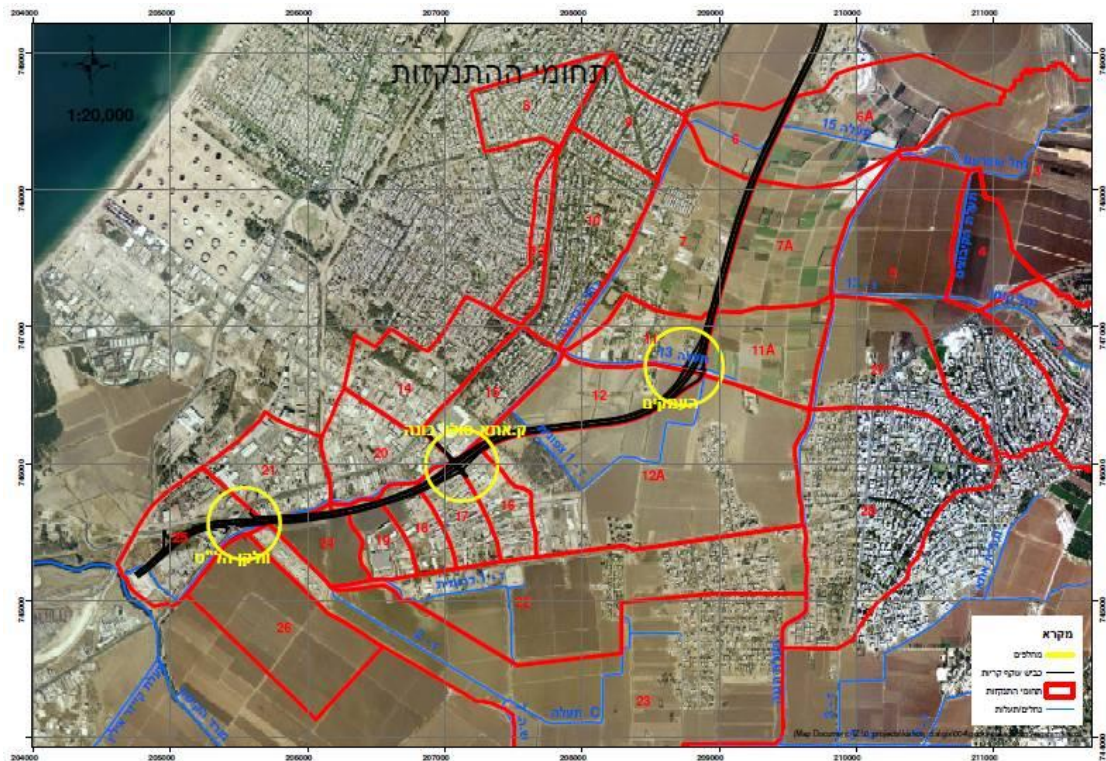
ב. אגן שפרעם:

בוצעה ההערכה של ספיקות השיא באגן שפרעם לתקופות חזרה של 1:100 (1%) ו 1:50 שנה (2%). חושבו הידרוגרפים של התפלגות הספיקה בזמן, ספציפיים עבור כל אגן משנה ועבור כל ספיקת תכן.

נקבעו מספר אגני משנה עיקריים:

1. אגן שפרעם צפוני (24.4 קמ"ר) – מתנקז לחציית כביש 781 גלעם-אפק, במעביר מים.
2. אגן שפרעם דרומי (11.4 קמ"ר) – נחל סומך, חוצה את כביש 70 באזור צומת סומך.

3. אגן מורדי (4.9 קמ"ר) – אזור ה"מחלק" ומאגר כפר ביאליק, בשדות שבין קריית ביאליק וקריית אתא, נמשך עד לשטחים העירוניים.
4. אגנים עירוניים: אזורים מאוכלסים בקריית אתא, אזורים מאוכלסים בקריית ביאליק, אזורי תעשייה בקריית אתא ומפרץ חיפה.



פירוט אגני המשנה העירוניים ואגן שפרעם המורדי ("המחלק")

עבור אגני המשנה העירוניים חושבה ספיקת תכן לתקופת חזרה של 1:20 (5%). זאת מאחר ומוערך כי האגנים העירוניים מוגבלים בכושר ההולכה הקיים של מערכות הניקוז הסגורות המתקזות לגדורה ובאירועי קיצון, הרחובות הופכים לאלמנטים של אגירת מים למספר שעות. תפיסת תכנון ותקצוב שכזאת, איננה מקובלת באזורי פיתוח אורבני מפותחים בעולם, אך זאת תפיסת התכנון והתקצוב שבמגבלותיה, צריך לפעול בארץ. האירועים השונים הוערכו כזרימות בו זמניות באגני שפרעם ובאגנים העירוניים. המשמעות היא שספיקת השיא של אגני שפרעם תפגוש בספיקות השיא של האגנים העירוניים. יש בכך הנחה מחמירה מאחר וספיקות שיא של אגנים שונים מגיעות בדרך כלל בזמנים שונים כתלות בתזמון אירוע הגשם מעל כל אגן ובטופוגרפיה השונה ביניהם.

ג. ספיקות השיא הצפויות:

ספיקת השיא באגן שפרעם צפוני ולאורך תעלת גדורה-עוקף קריות:

ספיקה בנקודה	תאור	כניסות ניקוז	ספיקה מצטברת מקש"נ
גלעם לפני ויסות		שפרעם צפוני	25
גלעם אחרי ויסות			14
מחלק			30
מורד מחלף העמקים	רח' העמקים ק. ביאליק	תעלה 13 + ניקוז עירוני ושדות במעלה	32
מורד מחלף צ. קריית אתא	רח' סולל בונה	תעלת הגדורה הישנה + ניקוז עירוני ושדות במעלה	38
מורד מחלף הל"ט	ליד גשרי הפטרוכימים	תעלה ז' 13 + ניקוז עירוני ושדות במעלה	55
מפגש קישון-גדורה		ניקוז עירוני במעלה	55

ספיקת השיא באגן שפרעם דרומי ולאורך תעלת ההגנה:

ספיקה בנקודה	תאור	כניסות ניקוז	ספיקה מצטברת מקש"נ
סומך לפני ויסות		שפרעם דרומי	22
סומך אחרי ויסות			14
מפגש תעלה 13		ניקוז עירוני במעלה	17
גשר ביאליק		ניקוז שדות במעלה	18
גשר כינרת		ניקוז עירוני במעלה	20
מפגש הגנה-תעלה ז' 5		ניקוז עירוני ושדות במעלה	22
מפגש ציפורי-הגנה		ניקוז עירוני ושדות במעלה	25

ספיקת השיא בתעלת ציפורי עד מפגש קישון-ציפורי:

ספיקה בנקודה	תאור	כניסות ניקוז	ספיקה מצטברת מקש"נ
מעלה מפגש ציפורי- הגנה		ניקוז עירוני ושדות במעלה	130
מעלה מפגש קישון- ציפורי		תעלת ההגנה + ניקוז שדות במעלה	

ד. ספיקות שיא משוקללות בקישון וביובליו במורד צומת יגור

ספיקת התכן של הקישון מחושבת כספיקת 1:100 שנה. ספיקות התכן של ציפורי-הגנה ושל הגדורה גם הן ספיקות 1:100 שנה.

חיבור ספיקות השיא בין הקישון ליובליו היא בעיה מורכבת.

ספיקת שיא של אגן נמשכת בדר"כ כ 1-2 שעות מתוך אירוע גשם שיכול להימשך כ 12-24 שעות. מכאן הבעייתיות לחבר ספיקות שיא של 2 אגנים באופן אריתמטי פשוט- הסיכוי ששני האגנים יובילו את ספיקות השיא בו זמנית לנקודת המפגש בניהם, אינו גבוה ומכאן ניתן לגזור הנחות עבודה מקלות יותר.

למרות האמור לעיל יש לקחת בחשבון הנחה מחמירה במקרה שלנו, ולחבר את ספיקות השיא באופן כמעט אריתמטי. זאת בשל שני גורמים:

1. בתכנית זו מתכוונים ליישם עיקרון של הצפה מבוקרת במעלה ובעקבות זאת, ויסות במעלה אגני שפרעם (ויסות בסומך וויסות בגלעם). ויסות במעלה האגנים מקטין את ספיקות השיא שלהם, אך גורם להן להימשך יותר זמן.

2. ייתכן שבשל זמני סופות שונים בכל אגן, עדיין יש סיכוי לכך תיפגשנה ספיקות השיא.

ככלל, ניתן להשתית פיתרון ניקוז מערכתי, על גישת תכנון מחמירה ומייקרת, לפיה כל ספיקות השיא תופענה בבת אחת ויש לאפשר את זרימתן החופשית לים, ללא ויסות.

הפתרון הוא פשוט אך יקר ולמעשה מיושם במקרים לא רבים בעולם האורבני המודרני.

יש גם את האפשרות לפתרון ניקוז מושתת על ויסות ספיקות וזהו פתרון מחייב הרבה יותר, דורש בקרה ברמה גבוהה יותר אך יתרונו בכך שעלותו, קטנה יותר (עדיין גדולה, אך מוקטנת ביחס לאפשרות הראשונה). הגישה נפוצה יותר, בעולם האורבני המודרני, אך המאפיין הבולט שלה הוא בכך, שבקרת מערכת הניקוז, אינה יכולה להשאר פסיבית אלא דינאמית ברמת תחזוקה סדירה שנתית בשוטף וכ"ו.

ברמה הטקטית, חובה להתייחס לצירופים שונים של שתי הגישות הנ"ל, בהתייחס לכך שהמרחב הנגיש לפיתוח תשתיות על אזוריות, הולך ונסגר, ככל שהפיתוח האורבני מתקדם בקצב מואץ יותר.

Error! Objects cannot be created from editing field codes.

ספיקות תכן ללא מאגרי ויסות לקישון

רום אנרגיה	ספיקת תכן (מקש"ן)	ספיקה באגן עירוני	ספיקה באגן פתוח	מיקום	יובל
	130	1:20	1:100	מעלה ציפורי-הגנה	ציפורי
	25	1:20	1:100	מעלה ציפורי-הגנה	הגנה
+ 5.50	330	1:20	1:100	מעלה ציפורי-הגנה	קישון
	395	1:20	1:100	מעלה גדורה-קישון	קישון
	55	1:20	1:100	מעלה גדורה-קישון	גדורה
+2.25	445	1:20	1:100	מורד גדורה-קישון	קישון

• כולל מאגרי ויסות לאגני שפרעם

ספיקות עם מאגרי ויסות לקישון

רום אנרגיה	ספיקת תכן (מקש"ן)	ספיקה באגן עירוני	ספיקה באגן פתוח	מיקום	יובל
	130	1:20	1:100	מעלה ציפורי-הגנה	ציפורי
	25	1:20	1:100	מעלה ציפורי-הגנה	הגנה
+ 5.50	330	1:20	1:100	מעלה ציפורי-הגנה	קישון
	330	1:20	1:100	מעלה גדורה-קישון	קישון
	55	1:20	1:100	מעלה גדורה-קישון	גדורה
+1.80	380	1:20	1:100	מורד גדורה-קישון	קישון

• כולל מאגרי ויסות לאגני שפרעם

אין מנוס מלהתחשב תכנונית (בתכנון בסיס רב שנתי כמו גם בתכנון מהלכי תחזוקה סדירים בשוטף ומהלכי בקרה דינאמיים) בכך כי בספיקות תכן גבוהות בקישון, חוזרים המים לאחור דרך הגדורה וההגנה ועלולים להציף את האזורים הסמוכים להן. לכן יש לקחת בחשבון תכנון של הגדורה וההגנה בהתאם למפלסי אנרגיה גבוהים במוצאים לקישון.







ה. מוצא הקישון לים – תנאי גבול במורד:

מפלס פני הים הממוצע הוא +0.0, בהתאם לגאות ושפל בים משתנה המפלס בין -0.3 עד +0.3. במקרים סופתיים כולל גאות בים, יכול מפלס המים להגיע עד +0.7. עבור מודל הקישון בזרימה תמידית, תנאי זה מהווה את תנאי הגבול במורד, כך שזו נקודת ההתחלה ממנה מתחילים חישובי המודל. עבור מודל הקישון שבצענו הוחלט על מפלס פני ים בגובה +0.3. במסגרת תמרורי האזהרה שתכנית זו מעלה, יש לקחת ברצינות את העובדה שפני המים הגלובליים בים, הינם במגמת עליה מובהקת. אין באמירה זו משום המלצה להתחיל את התכנון על פי הנתונים המדאיגים של ההתחממות הגלובלית, אך יש בה, משום אזהרה בדבר הצורך המוגבר לפעולות ניקוי מוצא הקישון, ב-Dredging שנתי ובצורך לשימור יכולתה של מערכת הניקוז העירונית, להגיב למצבים דינאמיים בזמן אמת.

1.5. תאור המערכת האגנית הקיימתא. צירי ניקוז ראשיים:

נחל הקישון במורד מאגר כפר ברוך, זורם כתעלת עפר טרפזית מוסדרת חלקית במרבית אורכו. לאחר חציית כביש 70 (צומת יגור) חתך הנחל מוסדר כתעלה טרפזית, מחיבור תעלת ההגנה והציפורי אל הקישון ועד למוצאו לים. בין חיבור תעלת ההגנה והציפורי, לכביש יגור סומך, הנחל אינו מוסדר במיוחד והדבר שימש וימשיך לשמש גם על פי תכנית זו, חלק ממערך ההגנה על אזורי המורד. את הנחל חוצים מספר גשרים מרכזיים – גשר צומת יגור, גשרי ההסתדרות (3 גשרים צמודים), גשר כביש ידן החדש, גשרי הרכבת ודרך האצטדיון וגשר יוליוס.

בחלקו המורדי (מורד מפגש קישון-ציפורי) סובל הנחל משיקוע סדימנט עקב שיפועים אפסיים ומהירות זרימה אפסית במרבית השנה. זרימה חזקה, מתרחשת רק במהלך ארועים שיטפוניים ולמרות עוצמתה, במהלך ארועים כאלו, אין לזרימה כוח גריפה משמעותי נמשך על פני תקופה ארוכה (רק קצרה). למעשה ברוב הזמן – אין זרימה, למעט הזרימה היומית, הלך ושוב, בגין הגאות והשפל.

לאורך זמן, סדימנט זה מקטין את חתך הזרימה בנחל ולפיכך את המוליכות ההידראולית. סדימנט זה מזוהם בחלקו בחומרים רעילים שנפלטו על פני השנים משפכי תעשייה כימית וזיקוק נפט במפרץ חיפה לאורך עשרות שנים. הסדימנט המזוהם מהווה סכנה סביבתית חמורה ומחייב טיפול.

מבחינה הידראולית, הסדימנט חוסם את מורד האפיק בצורה חמורה ובמיוחד, כאשר צמיגותו והתקשותו גדלים, בגין אי הוצאה שנתית סדירה של החומר החוצה, דבר שלמעשה קרה רק במהלך תקופה של 5-6 שנים אחרי הצפות 1991 – 1992.

במורד חציית כביש 70, מצטרפים אל הנחל מס' יובלים עיקריים: נחל ציפורי, תעלת קייזר אילין, תעלת הגדורה.

נחל ציפורי מנקז אגן בשטח 270 קמ"ר, הנחל חובר לתעלת ההגנה, כחצי ק"מ לפני התחברותם המשותפת לקישון.

תעלת ההגנה מנקזת את הנגר העירוני של קריית אתא ושל השדות סביבה. תעלת ההגנה נחצית ע"י מספר גשרים בתוך קריית אתא ובתוואי החצייה של רחוב זבולון זורמת במובל מלבני סגור באורך 260 מ'.

תעלת הגדורה מנקזת כיום את אגן שפרעם (צפוני ודרומי) ואת הנגר העירוני של קריית ביאליק, השדות סביבה ואזורי התעשייה באזור צ. קריית אתא ומפרץ חיפה שמצפון לקישון. התעלה נחצית ע"י מספר גשרים בקרית ביאליק, בניהם גשר רח' העמקים, גשר רח' סולל בונה, גשרי הפטרוכימיים. בהמשך עוברת הגדורה במנהרת ההסתדרות מתחת לשדרות ההסתדרות, נחצית ע"י כביש/גשר ידן החדש ומגיעה לבסוף למפגש קישון-גדורה, ממש במעלה ובסמוך לגשר הרכבת.

תעלת קייזר אילין מובילה נגר מצידו הצפוני של רכס הכרמל. זרימתה מצפון לדרום, בדרכה אל הקישון חוצה התעלה את כביש יגור-לב המפרץ.

ב. יכולות הולכה קיימות

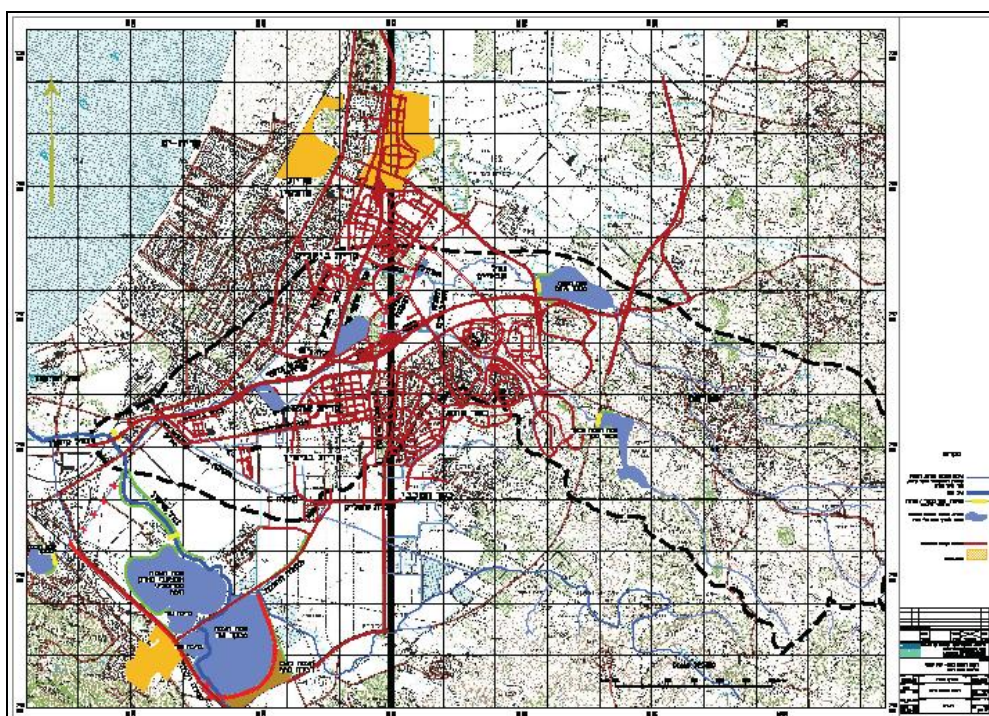
ערות	חתך מגביל לאורך הערוץ	אירוע שיא מתאים 1:XXX	יכולת הולכה קיימת מקש"ן	ערוץ
קטעים אלו אינם מוסדרים	קטעי מעלה מפגש קישון-ציפורי	1:5-1:10	70-150	קישון
הצפות לכל אורך השטחים החקלאיים		1:5-1:10	20-30	ציפורי
דורש הסדרות מקומיות פשוטות	מורד גשר ביאליק, שטח בנוי	1:15	15	הגנה
תלוי בהיערמות לאחור בקישון	מורד מחלף צ. קריית אתא עד הים	1:5	5-10	גדורה
מוצף מדי חורף	חציית כביש 75	1:1.3	2-4	קייזר אילין

1.6. פיתוח מתוכנן בשטח התוכנית

מספר פרויקטי פיתוח מתוכננים באזור בשנים הקרובות: תשתיות כביש ורכבת, פרויקטי מגורים ותעשייה ופיתוח נופי עירוני ומטרופוליני.

פיתוח - להלן סקירת פרויקטים עיקריים:

פרויקט	תיאור	אזור	לוח"ז ביצוע	אחריות
כביש עוקף קריות	רצועת כביש אגרה מתוכננת, כולל מחלפים ונתיב רכבת קלה	אגן שפרעם. צ. הל"ט במורד (צ. וולקן) עד תעלה 15 במעלה	2,010	מע"צ, משרד האוצר
כביש ידן - נתיבי המפרץ	רצועת כביש מהיר, כולל מחלפים	מפרץ חיפה	2,010	חיפה, משרד האוצר
מחלף סומך	מחלף על כביש קיים	כביש 70	2,010	מע"צ, משרד האוצר
רכבת מטרונית	נתיב לרכבת עירונית קלה	תקביל לתעלה 13, רצועת עוקף קריות	בהכנה לביצוע	חיפה והקריות ומשרד האוצר
רכבת לדשנים דרך צ. יגור	מסילת רכבת	צומת לב המפרץ עד דשנים דרך צ. יגור	בתכנון	רכבת ישראל ומשרד האוצר
נסיכת הקריות	פרויקט מגורים	שדות כפר ביאליק, צפונית לכביש העמקים	בסוף תכנון- לביצוע הכנות	קריית ביאליק, מינהל מקרקעי ישראל וחברת אהוד תייר
שכונות חדשות בצפון קריית אתא	פרויקט מגורים	סמוך לכביש 781	בתכנון לביצוע	קריית אתא מינהל מקרקעי ישראל וחברת שיכון ובינוי
הגדלת אזור תעשייה קריית אתא	הגדלת אזור תעשייה קיים	אזר צ. קריית אתא	בתכנון	מינהל מקרקעי ישראל וקרית אתא
הגדלת אזור תעשייה במפרץ חיפה	הגדלת אזור תעשייה קיים	מפרץ חיפה	בתכנון	מינהל מקרקעי ישראל וחיפה
פארק מטרופוליני חיפה	פארק אזורי לקיט ונופש, ולויסות ספיקות ניקוז	שדות קיבוץ יגור, אזור בריכות נשר	בתכנון	מינהל מקרקעי ישראל, עריית חיפה
רצועה נופית ירוקה בגדורה	רצועה נופית ירוקה לקיט ונופש ולתוואי תעלת הגדורה	תוואי הגדורה. מקרית ביאליק למורד עד גשר צ. קריית אתא ובהמשך דרך גדורה פיתולים, דגורה בז", קישון	בתכנון	רשות נחל קישון רשות ניקוז ונחלים קישון



מפת פיתוח אזורי, כולל מאגרי ויסות מתוכננים

1.7. שחזור הצפות 69,92,95

עד היום, מתועדים 3 אירועי הצפות חריגים באזור. בחינת אירועי ההצפות בשנים 69, 92 ו 95 מאפשרת הפקת לקחים בראייה לעתיד, לגבי יכולת ההתמודדות של האגן עם ספיקות שטפוניות. באמצעות מודל הגבהים (DTM) באמצעות LIDAR בוצע שחזור ממוחשב של אירועי ההצפה, על סמך מפלסי הצפה שנמדדו בפועל בנקודות שונות בשטח.

שלבים נוספים של ניתוח אירועי ההצפה:

- כפי שצויין לעיל, הקמת מודל גבהים (DTM) באמצעות LIDAR (כיסוי השטח מהאוויר. לייזר ונתונים ברזולוציה 2X2 מ').
- השלמת מדידה קרקעית בתעלות ובמתקנים הידרוליים עפ"י הצורך.
- העמדת מודל הידראולי בתוכנת HECRAS (US Army Corp of Engineers) כולל מערכת התעלות והמתקנים בסימולציה של זרימה תמידית – ספיקות שיא קבועות בהתאם לספיקות התכן ובאופן סימולטני לכל המובלים במרחב יחדיו.
- קביעת כושר ההולכה ומפלסי ההצפה במערכות הקיימות, כולל נתונים הידראוליים של כל המתקנים.
- כיול המודל עפ"י שחזור אירועי ההצפות בפברואר 1992 וגם 1969 וגם 1995.
- עיבוד נתונים של הפרופילים ההידראוליים והפקת מפות פשטי הצפה בכלים של ArcGIS.

אירוע הצפה 8/01/1969:

בתחנת המדידה ג'למי, על הקישון במעלה צומת יגור נמדדו 160 מקש"נ.
מפלס המים בגשר הרכבת מעל הקישון נמדד כ +2.0.



אירוע הצפה 26/02/1992:

בתחנת המדידה ג'למי, על הקישון במעלה צומת יגור נמדדו 220 מקש"נ.

מפלס המים בגשר הרכבת מעל הקישון נמדד כ +2.5.





הצפת כביש ההסתדרות בצמוד לגדר בז"ן, 1992. רום הצפה +3.0

אירוע הצפה 8/02/1995:

בתחנת המדידה ג'למי, על הקישון במעלה צומת יגור נמדדו 200 מקש"נ.

מפלס המים בגשר הרכבת מעל הקישון נמדד כ +1.15.





הצפת כביש ההסתדרות בצמוד לגדר בז"ן, 1995. רום הצפה +2.5

להלן טבלת סיכום של מפלסי מים (הצפה) לעומת מפלסי קרקע בכ"א מהאירועים:

הערות	רום קרקע	מפלס מים (הצפה)	
רח' זבולון	+2.30	3.00+	סולל בונה 1969
כביש ההסתדרות	+2.50	2.80+	צומת וולקן (הל"ט) 1969
כביש ההסתדרות	+2.20	2.50+	גשר ההסתדרות 1969
			חיבור ישן גדורה קישון
		+2.00	גשר הרכבת 1969
רח' זבולון	+2.30	+3.50	סולל בונה 1992
כביש ההסתדרות	+2.50	+3.30	צומת וולקן (הל"ט) 1992
כביש ההסתדרות	+2.20	+3.00	גשר ההסתדרות 1992
			חיבור ישן גדורה קישון
		+2.50	גשר הרכבת 1992
רח' זבולון	+2.30	2.50+	סולל בונה 1995
כביש ההסתדרות	+2.50	2.40+	צומת וולקן (הל"ט) 1995
כביש ההסתדרות	+2.20	2.15+	גשר ההסתדרות 1995
			חיבור ישן גדורה קישון
		+1.15	גשר הרכבת 1995

1.8. בעיית ההערמות לאחור:

הסדרת ניקוז אגן שפרעם מתוכננת ע"י חלוקת ספיקת האגן בין שתי תעלות: תעלת גדורה-עוקף קריות המתוכננת ותעלת ההגנה. ההסדרה כוללת הגדלת יכולת ההולכה של תעלות הגדורה וההגנה. במקביל וכמרכיב בסיסי ועיקרי בתכנית, מתוכננת הקטנת ספיקת אגני שפרעם באמצעות מאגרי ויסות במעלה.

פני שטח האגן המורדי של תעלת גדורה-עוקף קריות המתוכננת (החל במורד רחוב העמקים ועד למוצא אל הקישון) מישוריים ונמוכים. חלק מהשטח נמוך אפילו מפני המים הצפויים בקישון באירוע הצפה חמור (1:100 שנה).

ע"י ביצוע הנ"ל ובמקביל, ע"י ביצוע מאגרי ויסות מבוקרים של הקישון עצמו, בשטחי יגור ניתן למנוע הצפת האגן המורדי של תעלת גדורה-עוקף קריות המתוכננת, ע"י נגר אגן שפרעם, אשר תהיה לו הזדמנות משופרת לעין ערוך, להתחבר לקישון ולא להיערם לאחור ולגרום להצפות מורד הגדורה. חזרת מי הקישון לאחור והצפתם חלק משטחי האגן המורדי, גם היא בעיה קשה, אך כזו הניתנת לפיתרון או לפחות לשיפור מהותי של המצב הקיים.

הפתרון הוא בניית קירות גבוהים לתעלת גדורה-עוקף קריות המתוכננת, והסדרת הניקוזים השונים לאורכה באמצעות שסתומים אל-חוזרים (דוגמת שסתומים מסוג "red valve" הפועלים כבר היום בחלקים מתעלת הגדורה בקריית ביאליק והוכיחו את עצמם היטב מאז חורף 1991 – 1992 לרבות חורף 1995). כמו כן נדרשת הסדרת כניסות התעלות האזוריות לאורך התעלה למניעת חזרת מים לאחור דרכן, בזמן גאות המים בתעלת עוקף קריות.

בעיה אובייקטיבית אשר לא ניתן לפתור באופן מלא אלא רק לצמצם את היקפיה, היא חוסר היכולת של חלקים מהאגן המורדי להתנקז אל תעלת גדורה-עוקף קריות כאשר מפלס המים/אנרגיה בתעלה גבוה מפני השטח הסמוכים לחלקים אלו של התעלה. מאחר ולא ניתן להבטיח ניקוז תקין של חלק משטחים אלו במהלך ספיקת השיא בגדורה, קיימת סכנה של הצפה, אותה כינינו "הצפה עצמית".

במהלך ספיקת השיא בתעלה למשך מספר שעות, לא יוכלו אזורים נמוכים במורד להתנקז אל התעלה. המשמעות היא שהמים היורדים באזורים אלו ילכו ויצטברו עד אשר מפלסם יהיה גבוה ממפלס השיא בתעלה, או עד שמפלס השיא בתעלה ירד. רק אז יוכלו מים אלו להתנקז.

בעיית ניקוז זו אינה חמורה כמו בעיית הצפה לאחור, מאחר וכאן מי התעלה (כמויות המים האזוריות הגדולות) יזרמו לים ללא הצפת השטחים הסמוכים, ורק המים היורדים מקומית באגן עצמו, יצטברו בו ולא יתנקזו (וגם זה רק באופן חלקי וזמני). אזורים רבים מוסדרים באופן דומה (למשל סוללת ההגנה לאורך ק. ביאליק מגנה בהצלחה כבר יותר מעשור על אזורים מבונים שבעבר סבלו מהצפות לאחור ע"י הגדורה (הצפות מים חיצוניים)).

הצפות מקומיות עצמיות- בשל חוסר מוצא שאיננו מטובע זמנית או בשל קיבולת מוגבלת של מערכת ניקוז עירונית ושיפועים אפסיים, איננה נעימה וגורמת אף היא להצפות מקומיות, אך אין להשוות את מידת הנזק, ביחס להצפות ממים חיצוניים (אזוריים).

בכל מקרה יש להעריך את שיעור ההצפה במורד: איפה יש סכנת ההצפה לאורך התעלה ומה עומק הטיבוע (ההפרש בין מפלס האנרגיה בתעלה בזמן ספיקת השיא, ובין רום גדות התעלה בחתך הספציפי).

ע"י הורדת מפלס הרום/אנרגיה בתעלת הגדורה-עוקף קריות, ניתן כמובן לשפר את המצב ולהקטין את חומרת הנזק העלול להיגרם בהצפה עצמית. פרמטר קריטי להורדת המפלס בגדורה הוא תנאי הגבול במפגש קישון-גדורה ומכאן החשיבות הקריטית להשגת מפלס מים נמוך בקישון, באמצעות שמירה קפדנית סדירה (ע"י Dredging שנתי סדיר במורד הקישון וע"י אגירת הויסות המבוקרת במעלה הקישון – שטחי יגור).

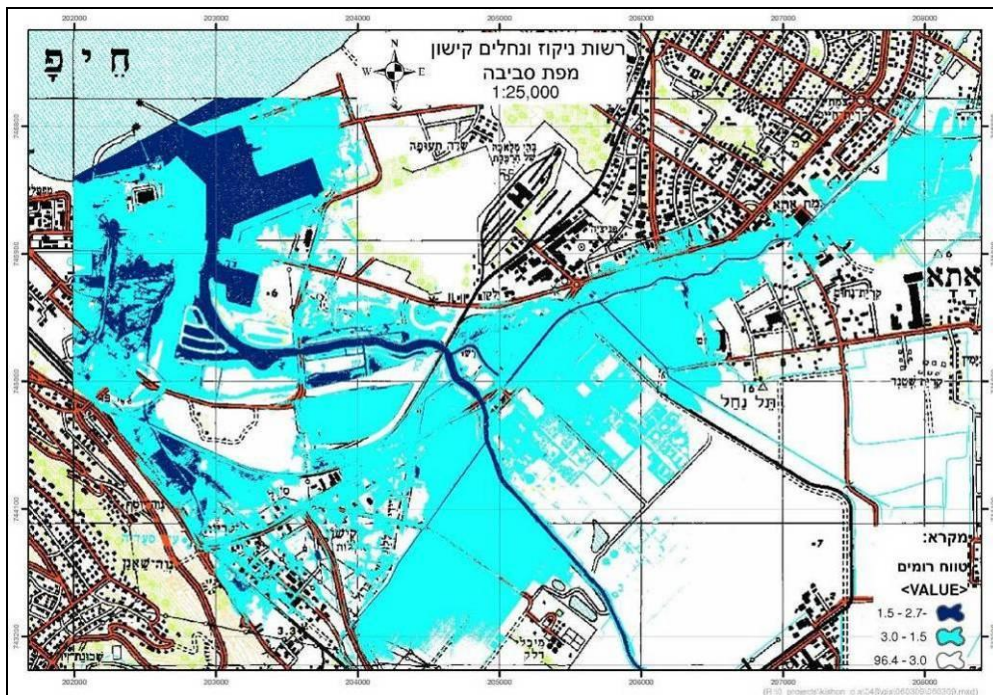
הורדת מפלס הרום/אנרגיה בתעלת הגדורה-עוקף קריות תושג באמצעות:

1. מקסימום שטח חתך פנוי לזרימה בקישון, במורד מפגש קישון-גדורה (ע"י ניקוי תקופתי סדיר של הסדימנט המצטבר בקרקעית - Dredging).
2. מקסימום שטח חתך לזרימה בגדורה (מתוכנן במסגרת תכנון תעלת גדורה-עוקף קריות).
3. טיפול במתקנים הידראוליים בעייתיים לאורך הקישון והגדורה, הגורמים להפסדי עומד – גשרי הפטרוכימיים בגדורה (מתוכנן גשר חדש), גשר הרכבת בקישון (למרות ניקוי התחתית הקריטי ב: 2002 - תוך הטיית הקישון בקטע של כ- 200 מ' וייבוש הקרקעית וניקוייה, עדיין נותרה בליטה של כ- 1 מ' בקרקעית מתחת לגשרי הרכבת שאותה ניתן ורצוי להסיר) הרחבה של מנהרת ההסתדרות בגדורה ע"י דחיקת מינהרה מקבילה נוספת.
4. הגדלת שיפוע קרקעית הקישון (לעינין זה – שוב, ציון קרקעית בגשר הרכבת, שמירה זהירה על מניעת חסמים עתידיים בתחתית הקישון- מעבר קווי גז, נפט וכ"ו רק באמצעות HDD – Horizontal Directional Drilling לעומקים מספקים ובלתי מגבילים).
5. הגדלת שיפוע הקרקעית בגדורה (הועמק למקסימום האפשרי).
6. ויסות ספיקות השיא המגיעות לגדורה ולהגנה (מתוכנן במסגרת מאגרי ויסות בסומך וגלעם).
7. ויסות ספיקת השיא בקישון (מתוכנן במסגרת מאגרי ויסות באזור שטחי יגור או שטחי הפארק המטרופוליני המתוכנן).

נבחנו 2 חלופות:

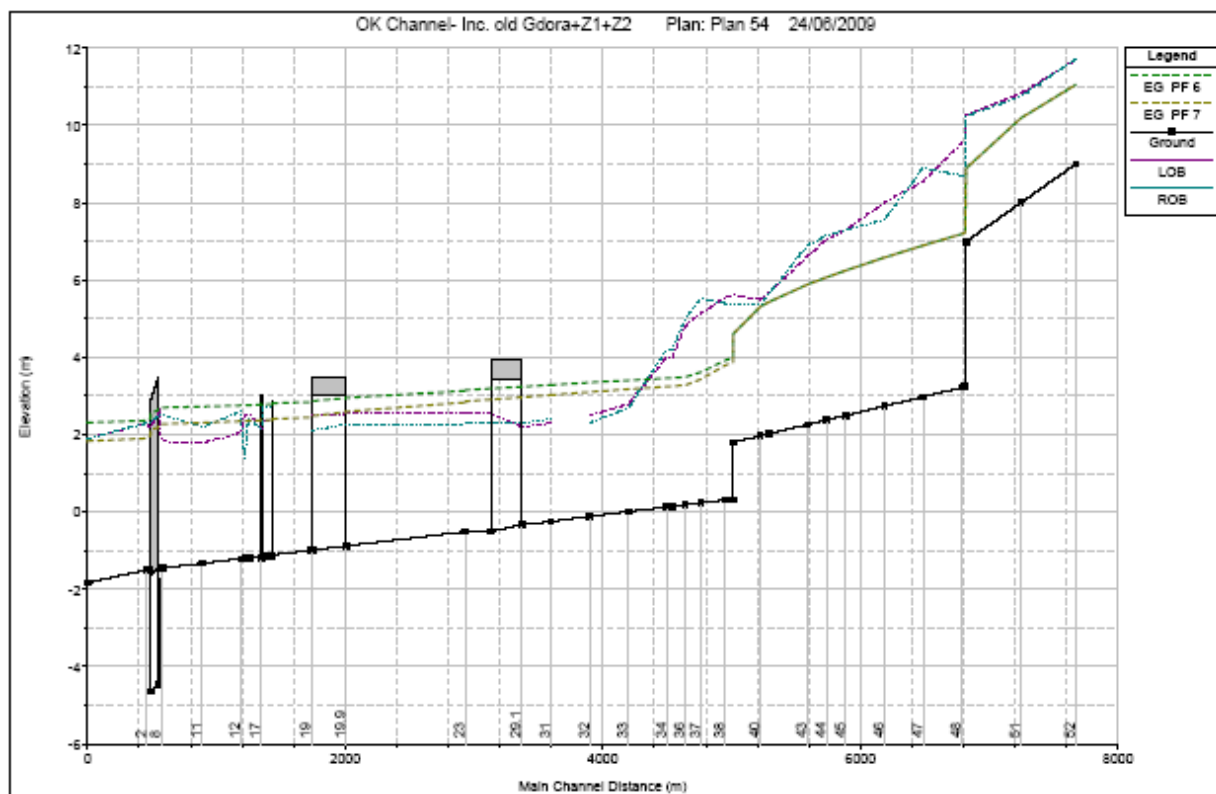
- א. תנאי גבול במוצא לקישון +2.25 (גשר הרכבת- לתזכורת: רום הצפה 1992 היה +2.50):
במצב מתוכנן, ספיקה 1:100 בקישון, ללא מאגרי ויסות לקישון.
- ב. תנאי גבול במוצא לקישון +1.75 : במצב מתוכנן, ספיקה 1:50 בקישון, ללא מאגרי ויסות לקישון או לחילופין, בספיקה 1:100 בקישון וכולל מאגרי ויסות לקישון.

בחינת החלופות נעשתה באמצעות בניית עקומי ספיקה- רום מים/אנרגיה. העקומים הוכנו עבור כל חלופה, עבור מצבי פיתוח קיים ועתידי, במספר חתכים עיקריים לאורך חתך התעלה. לצורך הכנת העקומות בוצעה הרצה הידראולית (באמצעות מודל שנבנה בתוכנת HecRas 3.1.3) של התעלה המתוכננת בספיקות תכן שונות. במצב הקיים היום לא ניתן יהיה להזרים את הספיקות הרצויות בתעלה מבלי לגרום לסכנת הצפות באגן המורדי. מניתוח העקומים בחלופות השונות עולה כי גם בעתיד עלולות להיווצר בעיות הצפה.

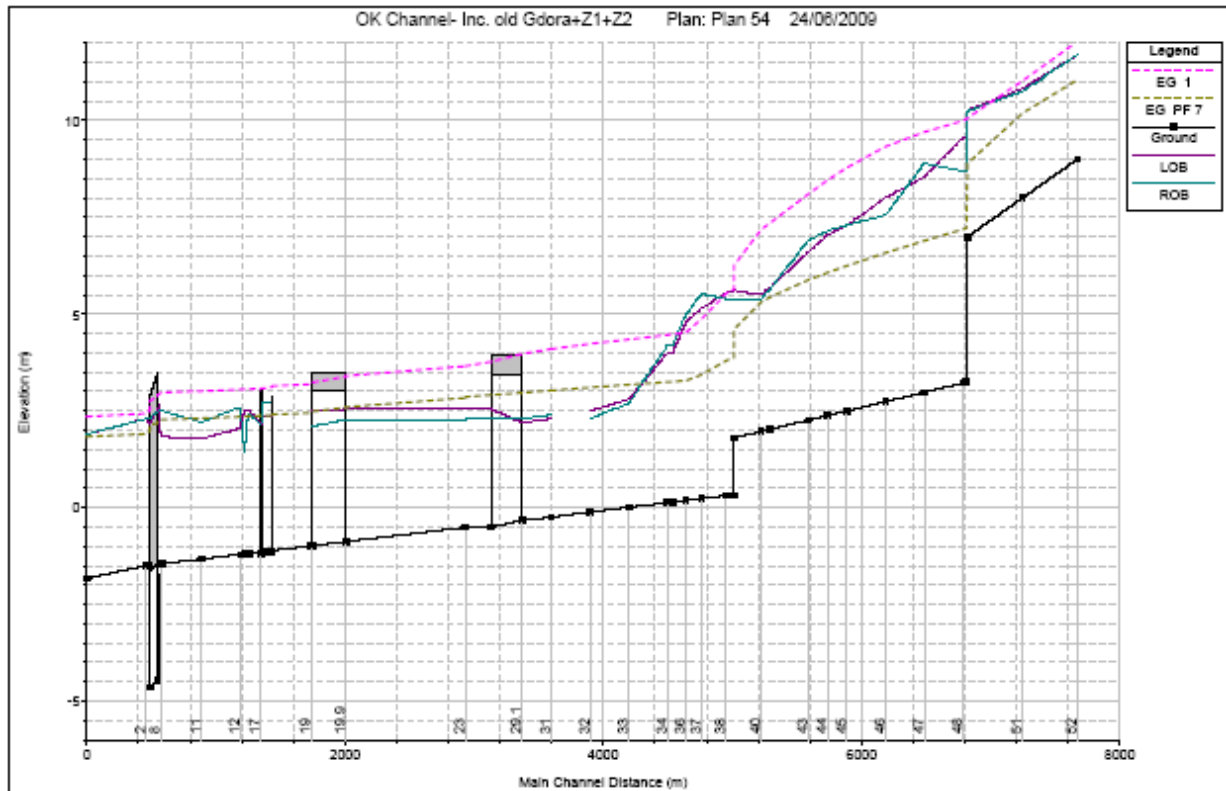


מודל LIDAR לאזור מפרץ חיפה – בתכלת, פני הקרקע בגובה הנמוך מ +3.0

סקירת רמת הטיבוע והספיקה הניתנת להולכה בחלופות השונות:



מוצגים 2 פרופילי זרימה עבור תעלת גדורה-עוקף קריות המתוכננת בספיקת 1:100. בקו הירוק הרצה עבור תנאי גבול במורד +2.25, בקו ירקרק הרצה עבור תנאי גבול במורד +1.8. הקווים הסגול והתכלת מתארים את רום פני הקרקע הטבעית בגדות התעלה.



מוצגים 2 פרופילי זרימה עבור תעלת גדורה-עוקף קריות המתוכננת בספיקת 1:100. בקו הורוד הרצה עבור תנאי גבול במורד +2.25, בספיקה המתוכננת המקורית (ללא ויסותים והטייה לתעלת ההגנה). מאז נשקל הנושא ע"י רשות ניקוז קישון, וחלופה זו לא נבחרה. בקו הירקרק הרצה עבור תנאי גבול במורד +1.8. הקווים הסגול והתכלת מתארים את רום פני הקרקע הטבעית בגדות התעלה.

רמת הטיבוע בתנאי גבול +2.25 בגשר הרכבת: הטיבוע החזוי של מוצאי הניקוז העירוניים, נע בין 0.1-1.0 מ'. החל ב 500 במורד רחוב העמקים ועד מפגש קישון-גדורה. הכל למשך מספר שעות באירועי השיא בלבד.

חשוב לציין שבעיית חוסר היכולת של אזורים נמוכים להתנקז לתעלה ("הצפה עצמית") מצטמצמת משמעותית בחלופה זו, לעומת התוכנית המקורית (ספיקה 60 מקש"ן במעלה עד 70 מקש"ן במורד, וללא ויסות במעלה).

עם זאת הבעיה עדיין קיימת, ונמתחת לאורך כ 4,000 מ' של תוואי גדורה-עוקף קריות.

רמת הטיבוע בתנאי הגבול הוא +1.8 בגשר הרכבת: הטיבוע החזוי של מוצאי הניקוז העירוניים, נע בין 0.1-0.8 מ'. החל ב 500 במורד רחוב העמקים ועד מפגש קישון-גדורה.

בעיית ההצפה העצמית מצטמצמת משמעותית בחלופה זו, לעומת החלופה עם תנאי גבול +2.25 במורד. השיפור מתבטא בירידת עומק הטיבוע ב 0.3 מ'.

הבעיה עדיין קיימת אך פחות משמעותית.

ככלל, האזורים הבעייתיים במיוחד הם אזור גדר בז"ן ואזור כניסת תעלה ז'1 צפון.

השוואה בין 2 החלופות לתנאי הגבול במורד:

חתך	מיקום	מרחק מצטבר	ספיקה	רום גדות ממוצע	תנאי גבול במורד +2.25		תנאי גבול במורד +1.8	
					מפלס אנרגיה	הפרש ממוצע (עומק טיבוע)	מפלס אנרגיה	הפרש ממוצע (עומק טיבוע)
39	מחלף העמקים	5,012	31	5.5	4.6	0.9-	4.6	-0.9
35	m500 במורד העמקים	4,538	31	4.1	3.5	-0.6	3.2	-0.9
31	כניסת ז'1 צפון	3,598	32	2.4	3.3	0.9	3.0	0.7
23	כניסת הגדורה הקיימת	2,930	39	2.4	3.1	0.7	2.8	0.4
18	כניסת תעלה ז'1	1,436	55	2.5	2.8	0.3	2.4	-0.1
13	מורד גשרי הפטרו'	1,220	55	2.0	2.8	0.8	2.4	0.4
10	כניסה למנהרת ההסתדרות	588	55	2.2	2.7	0.5	2.3	0.1
1	שפך לקישון	-	55	1.9	2.3	0.4	1.8	-0.1

מול כל ההכנות הללו, צריך לציין כאן את ההכנות הדרושות לכך שאכן פני המים בקישון (גוף המים המקבל), יהיו הנמוכים ביותר שאליהם אפשרי להגיע.

מכיוון שלא ניתן להבטיח זאת בכל עת ובכל מצב, התכנית הזו, מציעה דרכים להבטיח זאת במקסימום האפשרי, ע"י:

1. בניית סוללות שטח יגור – שטח הצפה מערבי, סוללות ברום +6.50 ושטח הצפה מזרחי יותר, סוללות ברום +9.00 (גובה הסוללות : בערך 3 מ')
2. התקנת סכרים מתנפחים / משטתחים במאגרים הנ"ל: ביציאה משטח ההצפה המערבי ברום מגלש +6.00 וביציאה משטח ההצפה המזרחי, ברום מגלש +8.50.

סקירת בעיית ההצפה העצמית עבור חלקו המעלי של אגן הגדורה: הכוונה היא לאזורים בקריית ביאליק במעלה גשר צ. קריית אתא (סולל בונה). ועד גשר אושה. פני הקרקע לפני קרקעית התעלה מהמוצא לקישון ועד גשר אושה במעלה, מישוריים כמעט לחלוטין. הגדורה הקיימת תנוקז לתעלת גדורה-עוקף קריות המתוכננת באזור גשר צ. קריית אתא (סולל בונה).

מפּלס אנרגיה גבוה בתעלת גדורה-עוקף קריות ימנע את ניקוז הגדורה הקיימת אליה ולכן ימנע את ניקוזם של אזורי מגורים בק. ביאליק. באזור זה מתפקדת יפה סוללת "פס הירק" שהוקמה לאחר אירועי ההצפה ב-1992 בתכנון יודפת מהנדסים. הסוללה ברום 4.5-4+ מגנה על שטחי המגורים (רום 3.0-2.0+) בהצלחה רבה שהוכחה באירועי ההצפה ב-1995, בהם לא נגרמו נזקים באזורים אלו. גם כאן ישנה בעיית ההצפה העצמית, באזור צ. קריית אתא ומתחם BIG, הטיבוע האפשרי הוא 0.3-0.7 מ' (עבור החלופה בתנאי גבול במפגש קישון-גדורה 2.25+). הבעיה הולכת וקטנה ככל שמצפינים עד שנעלמת באזור גשר העמקים.

(שוב – מדובר בטיבוע מוצאי ניקוז עירוניים למשקמס' שעות באירועי השיא בלבד).

כניסת תעלות אזוריות: תעלות 13, ז' 1' צפון, גדורה קיימת ו-2' מתנקזות אל תעלת עוקף קריות בנקודות בהן רום המים/אנרגיה בתעלת עוקף קריות גבוה מרום הקרקע הטבעית. עפ"י חישובינו יש להגביה חלק מגדות תעלות אלו במעלה המפגשים עם תעלת עוקף קריות, כך שמי התעלה החוזרים לאחור דרך תעלות אלו, לא יציפו את פני הקרקע הטבעית (שכאמור נמוכה יותר). פתחי נקזים עירוניים נוכחיים ועתידיים, חייבים להיות מצוידים בשסתומי red valve. השפעה על גשרים בתעלות האזוריות: הבעיה העיקרית היא בתעלת הגדורה הקיימת: גשר צ. קריית אתא (סולל בונה), גשר BIG וגשר העמקים. החל מגשר אושה ומעלה לא נראה כי קיימת סכנה להצפת הגשרים ע"י מי תעלת עוקף קריות (בארועי השיא בלבד ורק כתוצאה מהיערמות לאחור, מצ.קרית אתא כלפי מעלה, שכן השפעת מים חיצוניים, לא תהיה יותר, משום שבכוונת תכנית זו, לנתק את הגדורה הישנה מתעלה 15 ולהטות את הזרימות החיצוניות למובל עוקף קריות בלבד, ממזרח לכביש עוקף קריות ובצמוד לו.

א. מכלול השיפורים המוצעים עבור אגן הקישון בשטח התוכנית:

מס'	הפעולה	תאור הפעולה	מיקום / תת אגן
1	הוצאת הסדימנט מקרקעית הקישון	ביצוע Dredging	קישון מורדי: מפגש קישון ציפורי – מוצא הקישון לים
2	טיפול ופינוי הסדימנט	טיפול בסדימנט המזוהם	קישון מורדי: מפגש קישון ציפורי – מוצא הקישון לים
3	הסדרת תוואי הקישון	העמקת הקישון להורדת מפלס הרום/אנרגיה	קישון מורדי: מפגש קישון-ציפורי – מוצא הקישון לים
4	ביטול מדרגה בתחתית גשר הרכבת על הקישון. והפרדה דינמית גדורה-קישון	ייבוש תחתית אזור הגשר, הטייה קייצית ודחיקת אלמנטי בטון לביטול המדרגה. סכר מתנפח במפגש קישון-גדורה	מפגש קישון-גדורה, גשר הרכבת על הקישון
5	מאגרי ויסות למי הקישון בזרימות חריגות	בניית סוללות וקירות, בניית מתקנים וסכרים מתנפחים	פארק מטרופוליני מתוכנן ואדמות קיבוץ יגור
6	מאגר ויסות לאגן שפרעם צפוני	בניית סוללה, בניית מתקנים וסגרים הידראוליים	מאגר גלעם, ליד מחלף גלעם
7	ויסות אגן שפרעם דרומי (נחל סומך)	בניית סוללה / קיר, בניית מתקנים וסגרים הידראוליים	מאגר סומך, ליד צומת סומך
8	חיבור אגן שפרעם צפוני אל תעלת גדורה-עוקף קריות. ניתוק הגדורה הקיימת בקריית ביאליק מהאגן האזורי	אגן שפרעם צפוני לאחר ויסות	אזור השדות בין ק. ביאליק וק. אתא.
9	הזרמת אגן שפרעם דרומי אל תעלת ההגנה (משודרגת).	אגן שפרעם דרומי לאחר ויסות	אזור השדות בין ק. ביאליק וק. אתא.
10	בניית תעלת גדורה-עוקף קריות.	בניית תעלת בטון מלבנית	תוואי תעלת גדורה-עוקף קריות עד מפגש קישון-גדורה
11	הסדרת גדורה (מורד צומת קריית אתא, עד גשר פטרוכימיים)	חתך משולב הידראולי ונופי. לא כתעלה מלבנית	תוואי התעלה הקיים
12	הסדרת גדורה (מורד פטרוכימיים, עד המנהרה)	חתך משולב הידראולי ונופי. לא כתעלה מלבנית. תוך הזזת גדר בז"ן	תוואי התעלה הקיים
12	הסדרת כניסות תעלות אזוריות. ושטומי Redvalve לנקזים עירוניים	מתקנים הידראוליים ושטומים, הגבהת גדות	חיבורים קיימים
13	הסדרת תעלת ההגנה.	בניית תעלת בטון מלבנית / תעלה טרפזית מדופנת	תוואי תעלת ההגנה דרך מפגש ציפורי-הגנה ועד מפגש קישון-ציפורי
14	הטיית עלת קייזר אילין למורד הקישון	מובל סגור כולל חציית שד' ההסתדרות על יד לב המפרץ ועד גשר יוליוס סימון במורד	
15	תוכנית שליטה ומערכת בקרה למפרץ חיפה- לפעולות הנדרשות במקרי חירום	הכנת תוכנית פעולה מסודרת למצבי חירום, כולל כוננות והתראות	
16	תחזוקה שוטפת של נחל הקישון – Dredging הידראולי וסביבתי	הוצאת סדימנט מקרקעית הקישון על בסיס שנתי	קישון מורדי: מפגש קישון ציפורי – מוצא הקישון לים
17	הערכות לתפיסת סחף נקי במעלה אזורי הזיהום	מלכודות סחף. יתקבל אפיק נקי יותר, ייחסך חלק מה Dredging במורד	

ב. מאגרי ויסות ופתרונות דינאמיים לשליטה בהם, ובבעיית ההצפה לאחור של הגדורה:

Error! Objects cannot be created from editing field codes.

סגרים הידראוליים / סכרים מתנפחים עבור מוצא מאגרי הויסות:

בניית מתקנים הידראוליים המסוגלים להצר את חתך זרימת האגן לטובת המרה לאוגר במאגר הויסות.

דרישות ממתקן המוצא:

- מסוגל לפעול ללא תקלה במקרי החירום, שיכולים להגיע אחת לכמה שנים.

- נוח לשליטה ובקרה בזמן אמת.

- בשגרה אינו מפריע לזרימה התקינה של האגן.



דוגמא לסגרים הידראוליים סטנדרטיים

סכר מתנפח מפגש קישון-גדורה (Inflating / Deflating Rubber Dams - IDRDR's)

תכנית זו מציעה להבטיח שמירה מפני הערמות לאחור של מי הקישון בזמן ספיקת שיא

ע"י שליטה דינאמית בזמן אירועי ספיקות שיא, באמצעות התקנת סכר מתנפח / משתטח במוצא הגדורה לקישון (inflating / deflating dam). ניתן יהיה לפתוח ולסגור את הסכר בתזמון המתאים – למנוע ממי קישון גבוהים לזרום חזרה לתוך הגדורה (נניח בשל הצטברות סדימנט שלא פונה ממורד הקישון) ולהגיב מיידית, לכשמתאפשר - לירידת מים בקישון ע"י פתיחה של הסכר.

יש להדגיש שבשל ההטייה (מינהרת הטיית הגדורה מתחת לשד' ההסתדרות) מצבי הסיכון, מולם מציעה תכנית זו להיערך, קטנים באופן דרמטי ביחס למצב שלפני ביצוע המינהרה ומפלס המים האזורי בארועי שיא, הורד בכ 75 - 80 סמ'.

עם זאת, עדיין יש מקום לשפר עוד יותר את מערך ההגנה והתגובה הדינאמית בזמן אמת לתנאי ההצפה המתפתחים בשטח.

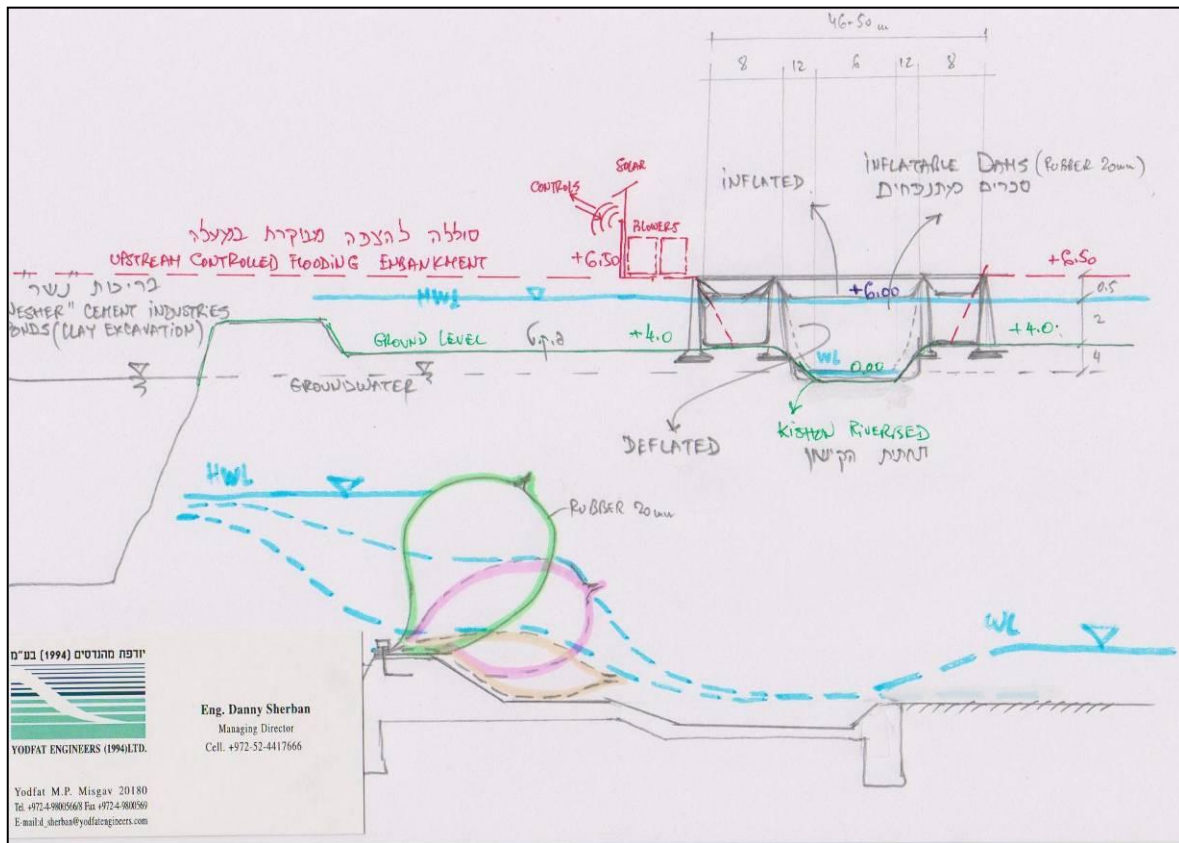


דוגמא לסכרים מתנפחים / משתתחים IDR D

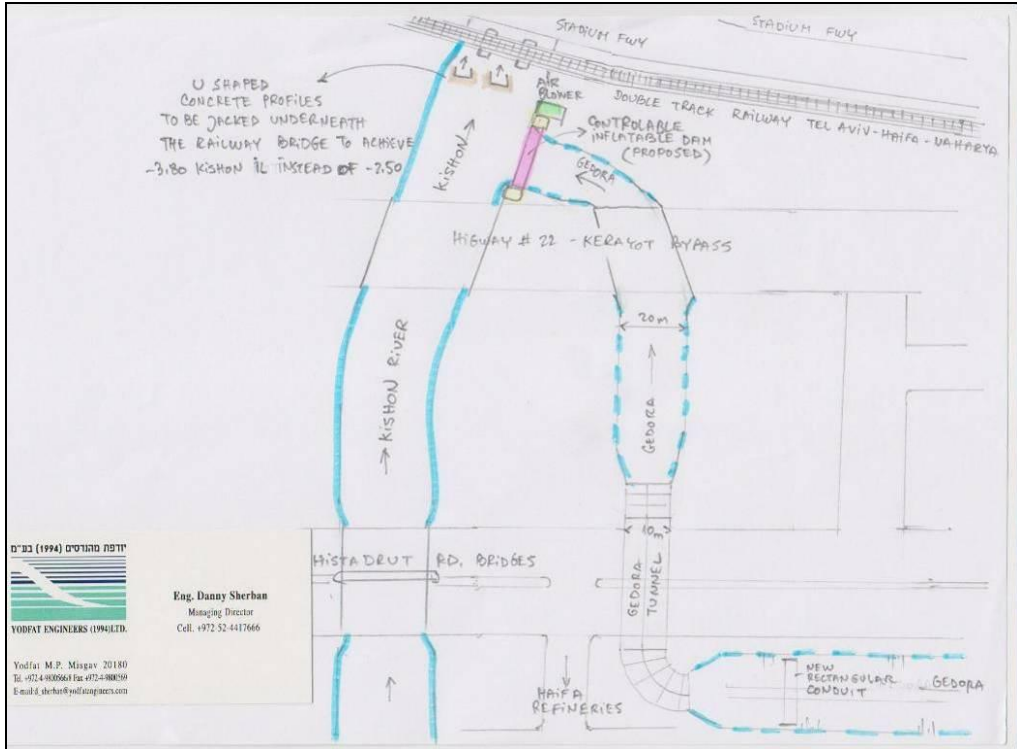
סכרים מתנפחים / משתתחים (Inflatng / Deflating Rubber Dams - IDR D's) ניתנים לניפוח ע"י מפוח מבוקר אוטומטית. הבקרה, מקבלת נתונים של מפלסי מים רלבנטיים, מקומיים ואזוריים ומפעילה את המפוחים בהתאם, תוך התאמה של לחץ האוויר לגובה אליו מבקשים לנפח את הסכר ולגובה המים במעלה, אליו מעונינים להגיע.

מאז 1978 בוצעו בעולם כ- 700 סכרים מסוג זה, בארה"ב, נורבגיה, יפן, פיליפינים, אנגליה וגרמניה. מפתחי הסכרים בכל אורך אפשרי עד 200 מ' וגובהם – עד כ- 7 מ'. סכרים כאלו נבנו והופעלו בהצלחה, בתנאים טרופיים, בתנאים קרים מאד, תחת לחצים של מים רבים מאד בערוצים הרריים תלולים מאד ומטבע הדברים, יחסית צרים וגם תחת לחצים של מים רבים מאד, בעלי מאפייני נהר, כמו במיסיסיפי בארה"ב.

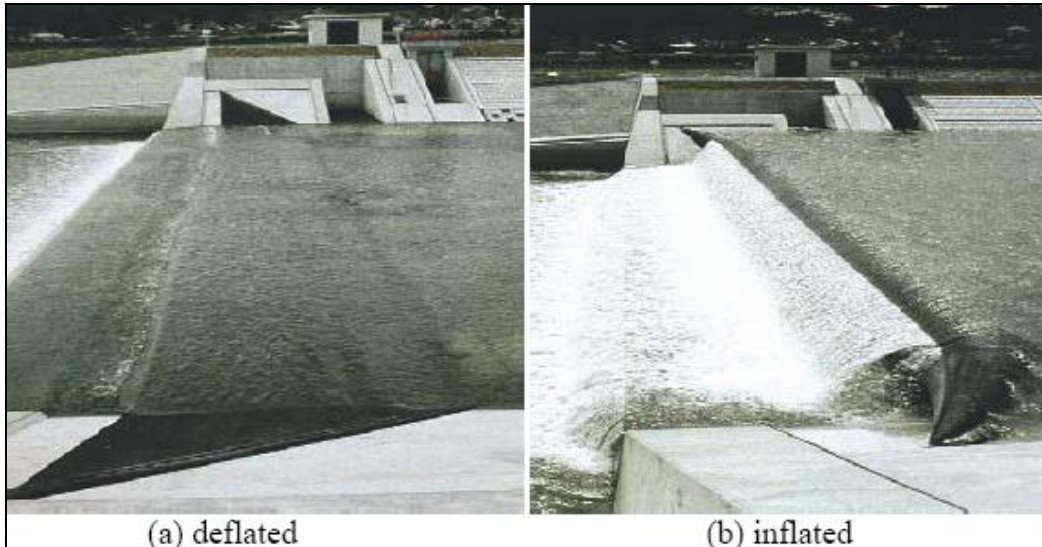
השימושים: פרויקטים הידר אלקטריים סביבתיים, פרויקטים של עיכוב והצפת שטח נרחב לשם החדרה למי תהום, לשם בקרת שיטפונות, לשם יצירת אגמים נופיים, לשימוש בתעלות שיט עם מפלסי מים משתנים, להפרדה של מי ים ממים מתוקים בנחלים ונהרות, בתעלות למגדלי נקרור – כל זאת תוך גמישות תפעולית מרשימה וגם אמינות / עמידות (חומרים באיכות גבוהה מאד- חומר רב שכבתי עשוי גומי, Ethylene Propylene Diene Monomer – EPDM) וסיבי ניילון לשריון ועם עמידות במיוחד גבוהה לקרינת שמש, לחום ולאוזון. הניילון מספק את החוזק הדרוש לעמידות מול הניפוח ומול הלחצים של המים. עובי החומר 10.6 – 22.5 מ'.



הצעה לסכר מתנפח / משתטח בקישון – אגני הויסות וההצפה המבוקרת במעלה (שטחי יגור)



תוכנית עקרונית לביצוע סכר מתנפח / משתטח במפגש קישון-גדורה

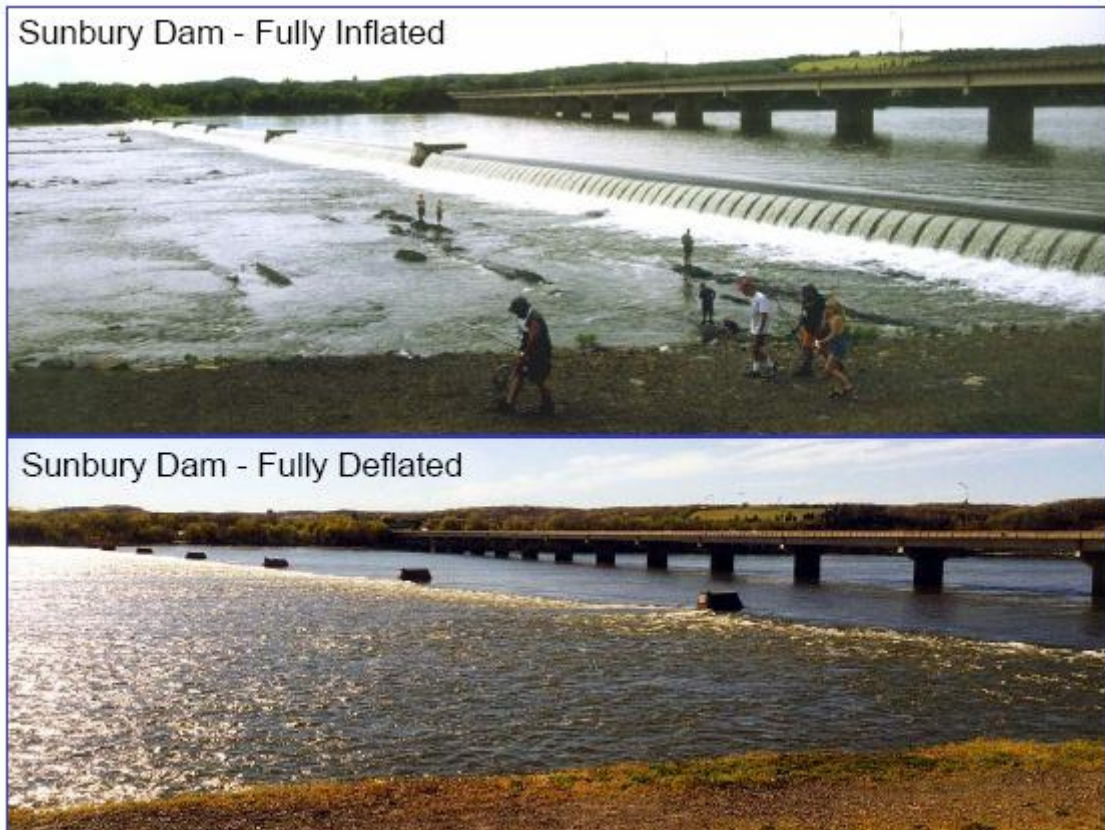


(a) deflated

(b) inflated

משוטח ללא אוויר

מנופח



סיכום:

תפיסת התכנית המוגשת בזאת, היא שמערכת הניקוז של מפרץ חיפה, היא מערכת שאינה יכולה להסתפק בפתרונות פסיביים.

אין בה שיפועים, אין בה מוצא פתוח שלא נמצא בסכנה תמידית של הסתמות, היא נמצאת בבסיס הניקוז של אגן גדול אשר מזרים אליה כמויות סחף שנתיות, יש בה עדיין בעיות זיהום המקשה מאד על מהלכי ניקוי רגילים וסטנדרטיים ובקיצור – או שמחליטים להתנהל ע"י גישה של לא לעשות דבר ולחכות עד שארוע אחד חריג או סדרה של ארועים חריגים, יכתיבו את הצורך בביצוע מהלכי חירום, תשלומי פיצויים וחוזר חלילה, או שמחליטים להתמודד עם ביצוע פתרונות ותחזוקתם השוטפת, לרבות בקרה דינאמית שוטפת.

סכרים מתנפחים / משטתחים שכאלו ושערים רגילים, מופעלים מנוע, הם נדבך מרכזי בתכנית הבוחרת לנקוט באפשרות ההחלטה הניהולית השניה – האקטיבית.

כל אלו ומערכת מדידת מפלסי מים בזמן אמיתי, הינם חלק של מערכת בקרה, לפחות למוצא אגן הקישון, אשר צריכה להיות מתופעלת ומאוישת באופן קבוע, אף כי – באופן צנוע ובאופן פרופורציונלי לעובדה, שהסבירות לארועים חריגים הינה רק במהלך 3-4 חודשים בשנה ובסה"כ, לא מדובר בסופות טיפון וצונאמי, עם כמויות גשם כמו השנתיות שלנו, שיורדות במהלך יממה.

דוגמאות ליישומים בעולם:

מקום	מדינה	גובה סכר גומי מתנפח (מ')	אורך סכר (מ')	כמה חלקים או מפתחים spans	סוג הפרוייקט
Schwertberg	אוסטריה	1.60	33.80	1	הידרו אלקטרי
Bahnitz	גרמניה	2.44	30.30	2	בקרת שטפונות
Marklendorf	גרמניה	2.35	21.40	2	בקרת שטפונות
Kiebingen	גרמניה	3.40	23.00	2	הידרו אלקטרי
Erlauf	גרמניה	2.10	20.40	2	הידרו אלקטרי
Ackermann	גרמניה	2.53	35.00	1	הידרו אלקטרי
Waverly Dam	ארה"ב Iowa	2.10	48.00	2	בקרת שטפונות
Sunbary Dam	ארה"ב				בקרת שטפונות
ועוד					

2. קישון**2.1. מערכת קיימת****א. תתי אגנים:**

אגן הקישון העליון, בעל שטח של כ 370 קמ"ר, כולל את כל שטח האגן שממעלה למאגר כפר ברוך. האגן העליון מתנקז דרך מאגר כפר ברוך. במקור היה מבוצע ויסות ספיקות מעלה הקישון במאגר, שהיה בנוי כמאגר היושב על האפיק עצמו וגודלו היה משמעותית גדול יותר - ע"י מיגלש עודפים בסוללה, דרכו זרמו מים באירועים שונים. כיום, נפח הויסות ירד עקב בניית מאגר צד על חלק מהשטח המקורי. לפיכך, יכולת הויסות של מאגר כפר ברוך פחתה..

הסיבה לשינויים, הייתה, העובדה שחסימת בסיס הניקוז הקבועה, במהלך עשרות שנים ובאופן קבוע, בלב עמק יזרעאל על החקלאות והדישון האינטנסיביים שבו, גרמה לעליה חמורה של מלחים שלא הייתה להם אפשרות להתנקז ובעצם החל להתברר תהליך הולך ומחמיר של המלחת ומוות של קרקעות.

אגן הקישון התחתון נמשך ממאגר כפר ברוך במעלה ועד לצומת העמקים - ג'למי במורד. שטחו כ 230 קמ"ר.

אגן הציפורי מתנקז אל תחילת קטע הקישון של מפרץ חיפה על יד מפעל דשנים. שטחו כ 270 קמ"ר. אגן שפרעם (ההגנה והגדורה) מתנקז בחלקו לנחל ציפורי ובחלקו דרך תעלת הגדורה, אל הקישון באזור גשר הרכבת. שטחו כ 60 קמ"ר.

אגן הקישון במפרץ חיפה שטחו כ 20 קמ"ר.

שטח (קמ"ר)	תת אגן
370	אגן הקישון העליון
230	אגן הקישון התחתון
270	אגן הציפורי
60	אגן שפרעם
20	אגן הקישון במפרץ חיפה
950	סה"כ

ב. תכנית ושימושי קרקע:

אין נתוני מעקב מדויקים לגבי חלקי האגן שהם שטחים פתוחים ועוברים תהליך אורבניזציה, ציפוף ושינוי מאפייני חדירות.

כללית - אין שינויים דרמטיים שהתרחשו בשנים האחרונות או שאמורים להתרחש בשנים הקרובות, של מעבר המוני מקרקע שטחים פתוחים, חקלאית או טבעית, למשטחים עירוניים נרחבים, אבל המגמה ברורה וחזקה מאד.

שינויים שכאלו, אכן צפויים יותר באזור ממזרח לקריות, עד כדי הכפלת השטח העירוני הנוכחי, אך גם הכפלתו של השטח העירוני הנוכחי לא יהווה יותר מ- 3.8% או 4% משטח האגן.

סיבה נוספת לכך, שמהכיוון הזה, אין לצפות לשינויים דרמטיים בגורמים המשפיעים על ספיקת תכן היא העובדה, שרוב השטח הפתוח, הינו קרקעות גרומוסוליות (חרסיתיות) עם אטימות גבוהה.

מידת הנגר העילי, בשל אטימותה של הקרקע החרסיתית, נשארת לפיכך ללא שינויים גדולים. השינויים בחדירות בין שטח פתוח חרסיתי ושטחים אורבאניים – לא מוערך שיהיה גדול לכשעצמו.

ג. אפיון נחל הקישון במורד מאגר כפר ברוך:

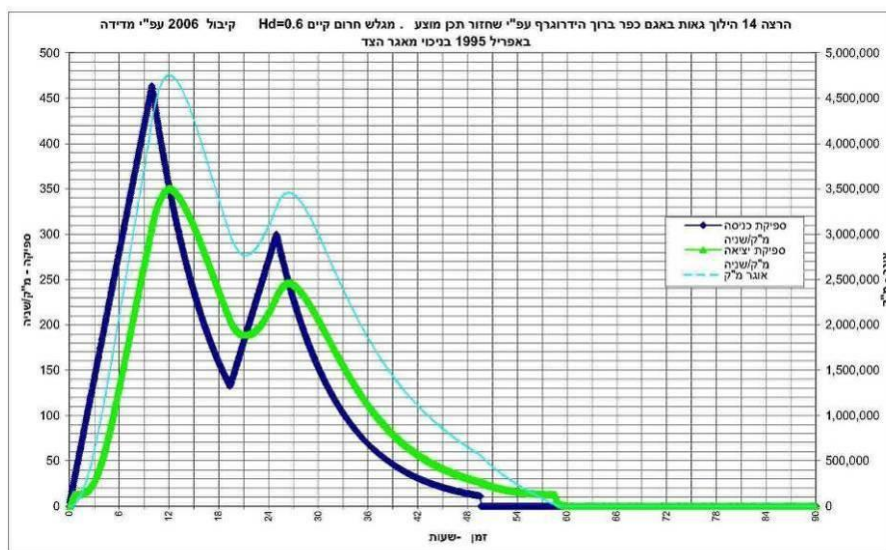
מעלה	מורד	אורך ק"מ	שיפוע ממוצע %
1	מאגר כפר ברוך	10	0.16%
2	כביש 722	6	0.23%
3	ג'למה (צומת העמקים)	7	0.08%
4	יגור (כביש 70)	3	0.08%
5	ציפורי-קישון (ע"י דשנים)	3.2	0.06%
6	גשרי ההסתדרות	0.5	
7	גשרי הרכבת ודרך האיצטדיון	1	
8	גשר יוליוס סימון	0.3	0.05%
9	מורד הלהונה	0.7	
10	מעגן הדייג	0.3	
	סה"כ	32	

לאורך הקטעים 1-5 (מאגר כפר ברוך החדש) וכניסת הציפורי וההגנה אל הקישון – סה"כ 29.2 ק"מ מתוך סה"כ 32 ק"מ. לאורך הקטעים הללו, הקישון לא מוסדר ליותר מאשר לספיקה המתאימה לתקופת חזרה של 1:10 ומבחינת היבטי מניעת ההצפות במפרץ חיפה – טוב שכך. זוהי פונקציה ויסות נוספת, שהייתה קיימת בעבר ושבניגוד לפונקציה הויסות של מאגר כפר ברוך, עדיין לא אבדה.

פשט ההצפה המשמעותי הזה, כ- 2,000 דונם, אינו מתוכנן לשינוי, אך מאידך גם הגדלה מסיבית שלו מוגבלת בהיקפה. הגדלת פשט הצפה זה, עשויה הייתה למנוע את הצורך באזורי ההצפה המבוקרת במורד (שטחי יגור), במסגרת ההגנה על אזורי הפיתוח האורבני המסיביים של חיפה והקריות.

ד. ספיקות התכן בג'למה - מחצבה (צומת העמקים):

ספיקות התכן לפי תכנונים של מע"צ מוערכות בנפרד מספיקות התכן של רשות הניקוז. הערכות מע"צ נעשות בשל הנגיעה בנושא הגשרים התעלות והמבנים שנמצאים באחריותם. מהשוואה של ספיקות התכן הללו, לניתוח של תה"ל לגבי השינוי במאגר כפר ברוך ניתן להסיק היבט נוסף של זהירות ומקדמי ביטחון בהחלטות המנהל של רשות הניקוז. אימוץ ספיקת תכן של 330 מקש"נ בג'למה, מביא לספיקות תכן של 395 מקש"נ בגשרי ההסתדרות (מורד מפגש קישון-ציפורי), ו 445 מקש"נ במורד מפגש קישון-גדורה. זוהי ספיקת התכן שאושרה כבר בשנת 1993-1994 במסגרת הדיונים המקצועיים והשיפוט של תכניות ההסדרה לקישון התחתון.



הידרוגרף הקישון בבכניסת ויציאת מאגר כפר ברוך 2006

ה. גשרים ומתקנים הידראוליים:

Error! Objects cannot be created from editing field codes.
Error! Objects cannot be created from editing field codes.
editing field codes.

הגשר הטורקי בצומת העמקים (ג'למה- המחצבה), גשר ההסתדרות בפניה הדרום מערבית של בתי זיקוק (עד 2002 – גם נק' החיבור של הגדורה לקישון), גשר הרכבת לפני הניקוי ביבש של תחתית הקישון בסמוך לו ב- 1997.

עבודות בגשרי ההסתדרות:

בימים אלו הסתיים פרוייקט החלפת גשר ההסתדרות האמצעי. גשר זה נבנה ב 1940, כלל 2 עמודי תמיכה בתוך רצועת הנחל שהיוו הפרעה הידראולית חמורה. עמודים אלו גם ניזוקו מרמת החומציות הנמוכה בקישון לאורך שנים והיוו סכנה בטיחותית, העמודים חוזקו בתמיכות נוספות במהלך שנות ה-90.

לאחר דיונים רבים בנושא, הוחלט על בניית הגשר החדש ללא עמודי התמיכה וברום קורת גשר תחתונה שיתאים למפלס הצפוי בנחל במקרים של ספיקות שיא + בלט. במסגרת הביצוע תוכנן גם ניקוי של הקרקעית על מנת שניתן יהיה להסדיר אותה ולייצב אותה לעומק של 3.5-.

Error! Objects cannot be created from editing field codes.

תמונת הגשר הישן, לפני הריסתו ובניית הגשר החדש. ניתן להבחין בסימני הנפט השחורים בתחתית קורות הגשרים – סימן מפלס המים ב: 1991 – 1992
הזרימות החזקות, חשפו את כלונסאות התמיכה של עמודי הגשר המרכזי ולמעשה סיכנו מאד את עצם שלמותו. ההיצרות באפיק, גרמה להתעמקות מקומית של כ- 8 מ' עומק.

גשר יגור:

ממוקם על כביש 70 בסמוך לצומת יגור. הגשר הוקם בסוף שנות השמונים, המוליכות ההידראולית כיום מתאימה לספיקות שיא אך תלויה בהסדרת האפיק במעלה ובמורד.
במסגרת תכנון עתידי של מתחם צומת יגור (מחלף, רכבת, חציית הקישון) מתוכנן הגשר להיהרס ולהבנות מחדש.

Error! Objects cannot be created from editing field codes.

גשר כפר חסידים

Error! Objects cannot be created from editing field codes.

גשר יגור, במהלך הצפות '92

גשר הרכבת וגשר האצטדיון:

ב 1998 ביצעה ר.נ.ק עבודת הסדרה בתחתי גשר הרכבת. נדרש ניקוי החתך מאלמנטים של בטון שהושארו בזמן ביצוע הגשרים, והסדרת החתך למוליכות הידראולית מרבית. העבודות כללו ייבוש אתר העבודה ע"י חסימת הקישון במעלה ובמורד. ניקוי קרקעית הנחל ברצועת הגשרים ודיפון קרקעית ודפנות בארגזי "גביונים".



חתך הקישון ברצועת גשר הרכבת, במהלך ביצוע ההסדרה



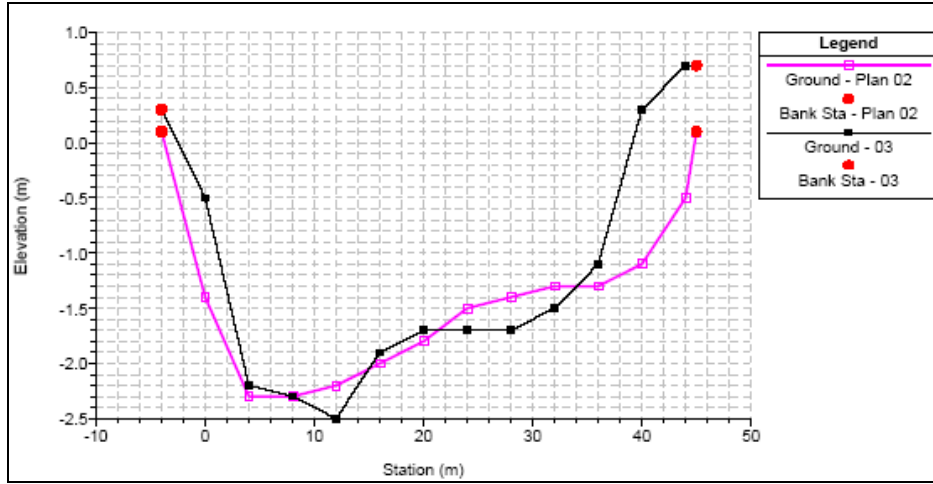
גשר מחלף יגאל ידין על הקישון. הגשר הקרוב - גשר הרכבת החדש. התמונה משנת 2000, טרם השלמתה של הטיית הגדורה, כיום מפגש קישון-גדורה ממוקם במעלה גשר הרכבת ממזרח לו. הגשר הרחוק - גשר כביש האיצטדיון. קרקעית הגשרים כ-3.7, מדרגת בטון בעומק 2.5- בקרקעית הגשרים מצמצמת את חתך הזרימה דרך הגשרים.

גשר יוליוס:

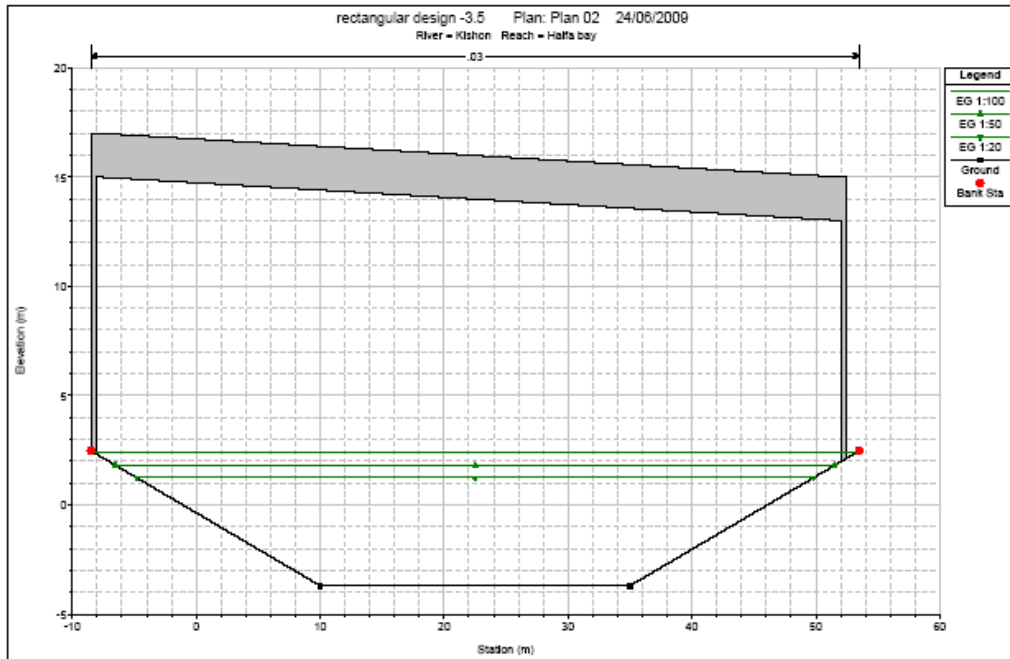
זוג גשרים שאינם בשימוש כיום ומיועדים להחלפה. עומק קרקעית מתוכנן 4.0-.

גשר כביש ידין:

מושלים בימים אלה במסגרת בניית קטע הכביש. קורת הגשר ברוחב 60 מ', מרחק בין עמודים 50-55 מ', אינו מהווה הפרעה לזרימה או לתוכניות הסדרה עתידיות.



חתך אזור הגשר לבאזור ביצוע העבודות



חתך הגשר – גשר עפ"י תוכנית, חתך קישון מתוכנן

2.2. הידראוליקה ושיפורים מוצעים**עקרונות להסדרת הקישון באזור מפרץ חיפה:**

1. חתכי הזרימה צריכים להיות חופשיים בתחילת כל חורף, כך שכושר ההולכה של הנחל לא יפגע ולא תיגרמנה שוב הצפות מחדש.
2. ניקוי הסדימנט המצטבר בקישון, הינו בעל ההשפעה המכרעת ביותר על כושר ההולכה של הקטע הרגיש של הקישון: מחיבור קישון-ציפורי ועד מעבר גשר הרכבת. לתוך הקטעים הללו, מצטרפים מובלי ניקוז חשובים של אזורים בעלי רגישות גבוהה ביותר (שטחי מגורים-קריות, שטחי תעשייה – בז"ן, פטרוכימים ודשנים)
3. אם אין ברירה אלא לבחור בין שתי האפשרויות של ניקוי כל הרוחב או לחילופין, ניקוי מרכז האפיק – ובמיוחד לאור מגבלות תקציביות תמידיות, מומלץ ניקוי של המרכז לאורך גדול יותר של הנחל (אחזקת חירום חיונית והכרחית)
4. אין לחשוב על מורד הקישון במפרץ חיפה, במושגים המקובלים להסדרת תעלות רגילות – ניקוי מסיבי והסדרה של פעם בעשור ובין הסדרות הייסוד הללו, תחזוקה שנתית של כיסוח ומניעת תנאים לדגירת יתושים. מהלכי הניקוי היסודיים בקישון – חייבים להתרחש בכל שנה באופן קבוע ומסודר עם Dredging ועם סדימנט שצריך לשאוף לכך שיתפס וילכד לפני הגעתו, לאזור הזיהום ולפיכך יהיה קטן יותר בהיקפו וקל יותר לניקוי ולוגיסטיקה משום שיהיה נקי.
5. הוצאת וטיפול דחופים !!! בסדימנט המזוהם שכבר קיים והצטבר בנחל ובבריכות אליהן הוא הוצא בין 1993 – 1999.
6. הספיקה בתעלות רחבות, פרופורציונאלית לעומק הזרימה בחזקת $(5/3)$ ופרופורציונאלית רק לחזקה ראשונה של רוחב האפיק: $Q \propto B^5 h^3$ (כאשר: Q - ספיקה, h – גובה המים בתעלה, B – רוחב התעלה). מכאן העדפה ברורה לנחל עמוק ככל האפשר, על פני נחל רחב ורדוד. כושר הגריפה של סדימנט וכושר ההתנקות העצמית של האפיק – צריך להיות מובטח ע"י כך שלא יאומצו פתרונות הסדרה עם האפיק הרחב ביותר, אלא הצר ביותר והרחב מספיק על מנת למלא את התפקיד ההידראולי בארועי שיא.
7. ייסות ספיקות שיא ותפיסת סחף באזור הפארק המטרופוליני המתוכנן באזור בריכות נשר – במקום שאפקטיבי ביותר לעשות זאת תוך הגנה על אזורי הפיתוח האורבני הסמוכים. יש אזורי הצפה גם במעלה גשר יגור, לאורך כ: 2000 ד' נוספים עד מאגר ברוך, אך ההגנה ההידראולית האפקטיבית ביותר מפני הצפות באזור הרגיש של מורד הקישון, במפרץ חיפה, חייבת להתקיים בסמוך לנשוא ההגנה ולאחר שכבר הצטרפו מירב הזרימות האגניות לקישון. הגנה במעלה לפני שמצטרפות מירב הספיקות הללו – איננה כמובן אפקטיבית מספיק כנדרש. הפארק יהווה גם אזור לפשט הצפה וייסות, ממש לפני הקטע הקריטי של הנחל (מבחינת פוטנציאל הצפה

שגורם נזקים). הרחקת סחף נקי מהנחל, לפני הגעתו אזור הזיהום התעשייתי, תקטין את הסיכון הסביבתי.

8. הסדרת הקישון עד כה – בוצעה לספיקות של 1:100 רק בקטע הנחל מגשרי ההסתדרות למעגן הדייג ובמונחי רוחב בלבד. במונחי עומק – בוצעה ההסדרה במהלך השנים 1993 עד 1998, אך הופסקה ב 1999 והאפיק התמלא מחדש, כפי שאכן צפוי, באזור ביצתי נמוך וחסר שיפועים ומוצאים פתוחים תדיר.

תכנית הידראולית כללית: נעשתה הרצת המודל ההידראולי של הקישון החל במפגש קישון-ציפורי במעלה ועד למוצא הקישון לים. לרבות פרטי הגשרים השונים הקיימים והמתוכננים לאורך הנחל. ספיקת התכן נקבעה כ 395 מקש"נ מכניסת ממפגש קישון-ציפורי עד מפגש קישון-גדורה, ו 445 מקש"נ ממפגש קישון-גדורה ועד המוצא לים.

תנועת המים בנחל מתחלקת לשניים:

- תנועה משמעותית באירועי הזרימה בחורף – מונעת ע"י כמויות מים גדולות שמתרכזות מאגן הניקוז.

- תנועה שולית בכל שאר תקופות השנה – מונעת ע"י השינויים בשפל ובגאות, בים. בזמן הגאות, זורמים המים בקישון, כולל מי ים, הפוך, כמעט עד לכניסת הציפורי. שינויי המפלס בגאות מגיעים ל +0.60 אך נלקחו בחשבון בחישוב הפרופיל ההידראולי כ +0.30.

המודל מחושב לפי HecRas 3.1.4 - River Analysis System בתוכנה של צבא ארה"ב US Army Corp of Engineers.

Error! Objects cannot be created from editing field codes.

פרמטרים הידראוליים בקישון:

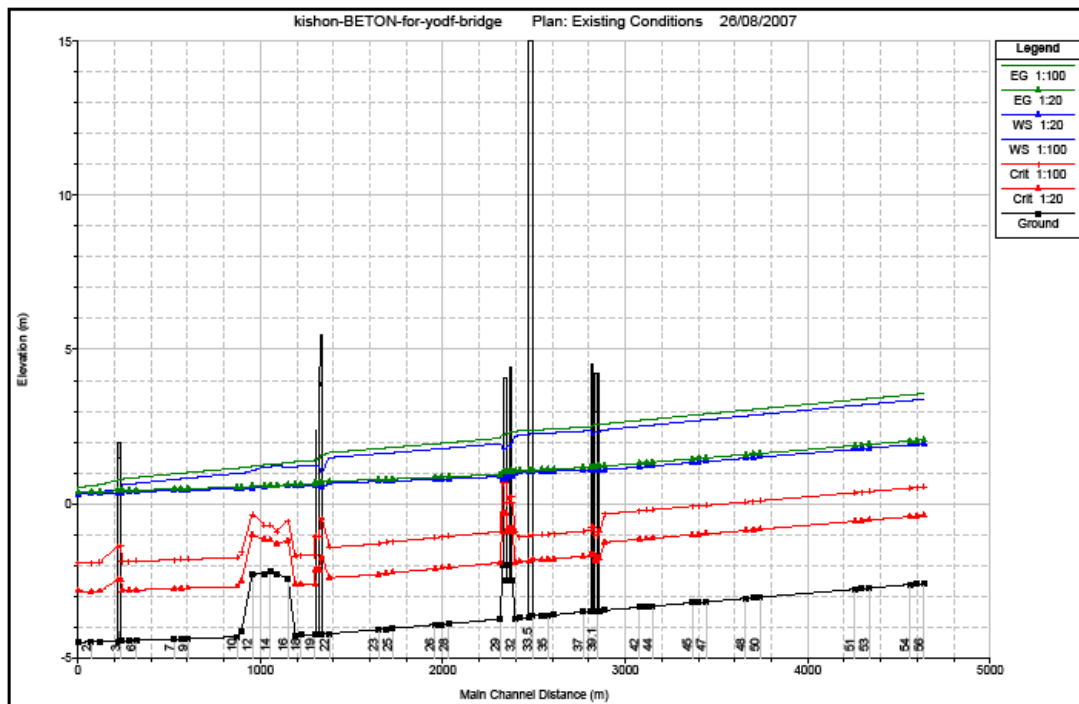
הנחל מוסדר כיום (ללא ניקוי סדימנט מהקרקעית) החל בגשרי ההסתדרות ועד הים. מתוכנן חתך עפר טרפזי, שיפועי דופן 1:3, שיפוע קרקעית 0.0%-0.5%. רוחב עליון בין כתפיים כ 60מ' במורד גשרי ההסתדרות (מלבד בחתכי הגשרים השונים), כ 50מ' במעלה גשרי ההסתדרות (מתוכנן, אך לא מוסדר כיום).

חתכים נבחרים:

חותר	מיקום	ספיקת תכן (m3/s)	מפלס קרקעית (m)	מפלס פני מים (m)	מפלס אנרגיה (m)	מהירות זרימה (m/s)	רוחב מים עליון (m)	אורך מצטבר (m)
57	מפגש קישון-ציפורי	395	-1.1	4.6	4.9	2.1	48.7	6,012
56	מט"ש חיפה	395	-2.3	3.5	3.7	2.0	50.3	4,347
50		395	-2.9	3.0	3.2	2.0	49.9	3,449
45		395	-3.2	2.7	2.9	2.0	49.7	3,077
41	מעלה גשרי ההסתדרות	395	-3.5	2.3	2.6	2.5	49.1	2,597

2,566	29.0	2.4	2.5	2.2	-3.5	395	גשרי ההסתדרות	39
2,514	60.5	1.6	2.5	2.3	-3.5	395	מורד גשרי ההסתדרות	37
2,288	60.4	1.6	2.4	2.3	-3.6	395	מעלה מפגש קישון-גדורה	34
2,195	43.3	2.7	2.2	1.9	-2.5	445	גשר הרכבת	30
2,179	58.8	2.0	2.1	1.9	-3.8	445	מורד גשרי האצטדיון	29
1,590	58.9	1.9	1.8	1.6	-4.1	445		25
1,199	54.1	2.2	1.4	1.2	-4.2	445	גשר יוליוס	20
976	147.9	1.0	1.2	1.2	-2.3	445	לגונה	15
757	60.9	1.9	1.1	0.9	-4.3	445		10
0	58.5	2.1	0.5	0.3	-4.5	445	מוצא לנמל הקישון	1

הנחל הוסדר לספיקה של 425 מקש"נ בחלקו המעלי, מבחינת רוחב ועומק. ניקוי הסדימנט הופסק ב 1999 וככל הנראה קיים צורך להעמיק שוב את האפיק. באזור הגשרים בשד' ההסתדרות, נבנה מחדש הגשר המרכזי כקורה אחת לכל רוחב האפיק. טרם נתקבלו תוכניות AS-MADE, אך הדרישה המקורית היא כי הקרקעית תנוקה עד עומק -3.5. באזור גשר הרכבת וגשר האיצטדיון בוצעה עבודה של ייבוש, הטיה, והסדרת תחתית האפיק, כולל דיפון הקרקעית והדפנות בגביונים. (יודפת מהנדסים תוך כדי בניית גשר ידון)



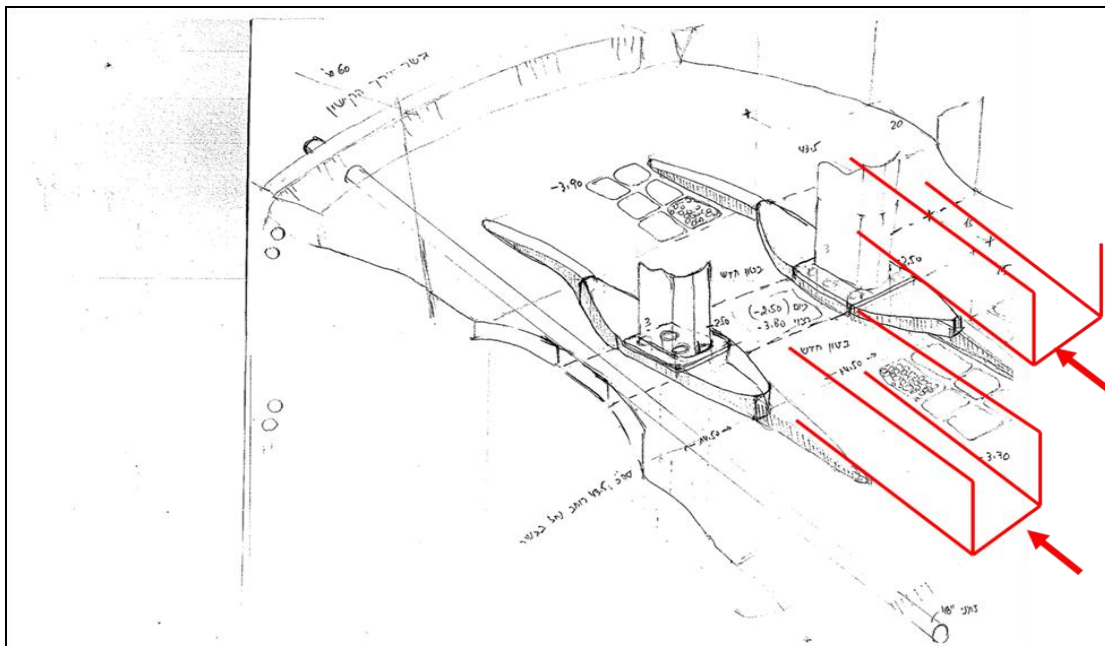
פרופיל הקישון המתוכנן – במעלה מט"ש חיפה ובמורד המוצא לים. ללא ויסות הקישון

עבודות בגשר הרכבת

תחתית הקישון בגשר הרכבת כוללת מדרגת בטון ברום 2.5- אשר איננה קשורה קונסטרוקטיבית עם עמודי הגשר. קורה זו מהווה מכשול בנתיב הזרימה מאחר והקרקעית המתוכננת באזור הגשר ושאליה כבר היגיע ה- dredging בעבר, מספר פעמים בין השנים 1993- 1999 היא בגובה 3.80-.

משמעות הידראולית: ביטול חסימה פיזית זו, שריד לתקופה שלפני ההצפות ב: 1991 – 1992, שבה התפיסה השלטת הייתה משום מה, שיש להשאיר את האפיק שהיה אז, ללא שינוי (ראה התיחסות לעיל לאופציה של החלטה לא לעשות כלום) – יפתח מחדש את האפשרות החשובה של העמקת הקישון, נניח בכ: 1 מ' נוסף והכנתו לקליטת זרימות תכן גדולות אף יותר בארועי קיצון בעתיד.

כיום המדרגה מהווה מכשול כי מאפשרת הצטברות סחף בקרקעית עד לגובה המדרגה. הקטנת החתך (בשל רום הצטברות בקרקעית עד 2.5-) משמותית מבחינה הידראולית מאחר ועלולה להמשיך במעלה גשר הרכבת ועד גשרי ההסתדרות ואף יותר.



תוכנית אפשרית לטיפול בבעיית תחתית הקישון בגשר הרכבת

המהלך המוצע הוא כלהלן:

1. בדיקה הנדסית מול רכבת ישראל בנושא הגשר מעל הקישון. (לוודא שהקרקעית חופשית מקשר קונסטרוקטיבי לגשר).
2. ייבוש מחודש של אזור הגשר כפי שהתבצע בזמן ניקוי שאריות הבניה והטיית זרימת הגאות והשפל של הקיץ, דרך צנרת זמנית – כפי שכבר בוצע בעבר.

3. התארגנות לבניית אלמנטים תעלה, עשויים בטון, בתחתית המיובשת, ממזרח לגשר ובנייתם.
4. שבירה וניקוי התחתית לשני אלמנטים, הכנה לדחיקתם המהירה למקום וביצוע דחקתם.
5. החזרת המצב בקישון לקדמותו – הכל במסגרת מספר חודשי קיץ בלבד.
6. ניצול ההזדמנות לשם הכנת השטח, בחיבור הגדורה לקישון והתקנת הסכר המתנפח, כפי שכבר הוצע לעיל.

2.3. מאגר ויסות – יגור / הפארק המטרופוליני

להלן תאור של הסדרת שטח הצפה מבוקר במעלה כניסת ניקוז מט"ש חיפה לקישון - כולל שטחים שמתוכננים במקביל לפארק המטרופוליני חיפה (3,500 דונם). השטח אותר ונמדד באמצעות מודל ה LIDAR לגבהים, סומנו תשתיות נוספות ובוצעו חישובים הידראוליים וחישובי עבודות עפר.

א. עקרונות ביצוע:

- תוך המשך השימוש בשטח, למטרותיו הנוכחיות או לחילופין, גם תוך שימוש בשטח למטרות פארק
- סוללות נופיות ככל האפשר (כלומר ככל האפשר נמוכות מעל פני השטח, עם שיפועים שמתחשבים בשימוש הנוכחי ובהמשך בשימוש העתידי) לרום ההצפה הנדרש + בלט.
- סכר מתנפח / משטח מבוקר אחד בקישון. במורד מפגש קישון-ציפורי, בערך ממול למט"ש חיפה. עם ניפוחו, השטח שבמעלה הסכר ובין הסוללות המתוכננות לרום של +9.00 (פני שטח בערך 6,00 + : +4.00), יוצפו במים עד למפלס הגלישה מעל הסכר המתנפח (+6.00). במידה ויהיה עדיין רצון להמשיך ולאגור עוד מים – ראה להלן.
- סכר מתנפח / משטח מבוקר שני בקישון, במעלה בריכות "נשר. עם ניפוחו, השטח שתחום בין הסוללות המתוכננות לרום של +6.50 (פני שטח בערך +6.00 : +7.00), יוצפו במים עד למפלס הגלישה מעל הסכר המתנפח (+8.50).
- סכר מתנפח מבוקר שלישי בקישון בסמוך לצומת יגור (במורד גשר צומת יגור). דווקא סכר זה, יהיה זה אשר ינופח ראשון וזאת, שלא בכדי לאגום מים בין הסוללות שממערב לכביש יגור- סומך והכביש עצמו, אלא בכדי לאלץ את הזרימה בקישון, להפתח כמניפה צפונה ולשקע בשטח שממערב לכביש סדימנט נקי.
- כדי להבטיח את התפסות הסחף הנקי, ביחידת השטח הזו, צריך לגרום למים לזרום מתוכה לאט, מעל מגלש שגודלו למעשה טרם חושב. יש אפשרות שלא ניתן ליישם את המהלך של תפיסת השחף בתא שטח זה וצריך להמשיך ולתכנן כיצד לעשות זאת. אחת הדרכים היעילות ביותר שהוצעו בעבר לשם השגת מטרה זו, היו הכעברת זרימות הקישון דרך בריכות נשר.

המטרה המרכזית של המהלך המתוכנן הנ"ל:

פוטנציאל האגירה הוא עד 8 מלמ"ק. מאפשר הורדת מפלס המים במפגש קישון-גדורה מ +2.25 ל +1.80, מול ספיקת תכן 1:100. מאפשר גם לכידת סחף נקי במעלה הקישון המורדי, והרחקתו מהמערכת.

Error! Objects cannot be created from editing field codes.

כביש צומת יגור-לב המפרץ, במהלך ארועי ההצפה ב '92

צריך לציין את רומי הכביש ליגור : 9.00 + : 10.00 + ואת רומי הכביש מיגור ללב המפרץ:
9.00+: +8.00 ממזרח למערב.
האם בעצם בנית הסוללות, תיווצר הפרעה לשימושים הנוכחיים? – כנראה שכן, וזאת במערכת
אספקת המים לשטחים וכמו כן במערכת הניקוז העילי והתת קרקעי. האם בכ"ז נראה שהדבר
אפשרי ליישום? – לדעתנו כן.
בכמה חומר מילוי יהיה צורך? 180,000 מק' מהודקים בסוללות המתחם הנמוך יותר המערבי ו-
370,000 מק' מהודקים בסוללות המתחם הגבוה יותר הממרחי.
כמה שטח יוצף בארועי קיצון כפי שהוסבר לעיל? 2,400 דונם במתחם המערבי ו- 1,900 דונם
במתחם המזרחי. כאמור למעט שטח הסוללות עצמן, בכל השטח יעשה אותו שימוש שבו נעשה כיום
או השימוש העתידי כפארק.
האם אפשרי ומקובל להשתמש בשטחי חקלאות ופארקים כשטחי הצפה מבוקרים בעולם הרחב?
בהחלט כן.
החלופות הן עבור הקמת מאגר / מאגרי ויסות באזור יגור, שיאפשרו שליטה על הספיקה במורד
הנחל, ע"י אגירת מי הנגר ושחרור הדרגתי ומבוקר לנחל. נפח המים הדרוש לאגירה הינו קרוב ל 8
מיליון מ"ק, כאשר ספיקת הקישון בכניסה למאגר היא בספיקת 1:100 שנה.
גבול המאגרים יתחם ע"י סוללות עפר לאורך כל היקף, בשיפוע מדרון של 1:3 או יותר, גובה סוללה
תלוי במיקום הסוללה ובחלופה. באזורים מסוימים יהיה צורך בקיר אנכי באם לא ניתן יהיה לבנות
סוללות מחוסר מקום.
הסוללות המתוכננות יהיו ברוחב עליון של 5 מ', שימש כביש לרכבי שרות. השטח שבין הסוללות
יישאר בינתיים שטח חקלאי לכל דבר, והמערכת תתוכנן כך שיתאפשר מעבר רכבים כבדים, כלים
לתחזוקה וכו'.

Error! Objects cannot be created from editing field codes.

סקיצה לתוכנית עקרונית

תשתיות קיימות ומתוכננות בשטח:

כבישים, רכבת מתוכננת, מפעל דשנים, מכון טיהור חיפה, מתקן חברת חשמל, ערוצי ניקוז, בעלות על
השטחים, מאגרים חקלאיים בגבולות שטח ההצפה, בריכות נשר, קווי מתח גבוה חוצים, דרכים
חקלאיות חוצות.

מתוכננת העברת המיכלים של בז"ן לאזור בעתיד הקרוב. כל אלה מתחמים רגישים, עם פוטנציאל זיהום גבוה במקרה של הצפה.

סוגי שערים וסכרים

מתוכננים בכניסה וביציאה למאגרים ומיועדים להבטיח את המטרות הבאות:

- ויסות כניסה ויציאה של המים וע"י כך בקרה על מפלס המים והספיקה בנחל קישון במורד
- מניעת הצפת האזור שבמעלה.
- לכידת סחף לא מזוהם לפני הגעת המים לאזור המפעלים שצוינו לעיל.

סכרים מתנפחים

נבדקת אפשרות לביצוע סכרים מתנפחים, שיטה הזוכה להצלחה הולכת וגוברת בעולם, במקרים מתאימים להשהייה לפני החדרה, השהייה במסגרת בקרת זרימה שטפונית, פרווייקטים סביבתיים המאפשרים נדידת דגה ועוד.

הסכרים עשויים מ 3 מרכיבים:

- גלילים של חומר גמיש, עם ציפוי גומי עבה, עמיד, מעוגנים על משטח בטון. מכלול הרכב החומר, ממנו הסכר עשוי - עמיד מאד לקריעה, גם במצב של זרימה מהירה מאד של נגר שסוחף עמו עצמים שחלקם גדולים ואף חדים, עמידות לקרינה ולתנאי קרח.
 - מערכת בקרה השולטת על ניפוח והתרוקנות הגליל מהירים.
 - מתקן fail-safe המבטיח התרוקנות מהירה של הגלילים במקרה של תקלה.
- מאפשרים גמישות גבוהה בשימוש כי ניתן לנפח או לרוקן אותם תוך 30 דקות.
- קוטר אפשרי 3.0-3.5 ופחות עד 6.0 מ'. באורך עד 200 מ' ובעצם ללא הגבלה (מבוצע ממילא בחלקים בעלי מפתח של כ- 30 מ').

ב. חלופה א' – שני מאגרים, סוללות ברום +6.5 ו-+9.0

תוכנית עקרונית מצורפת בנספח.

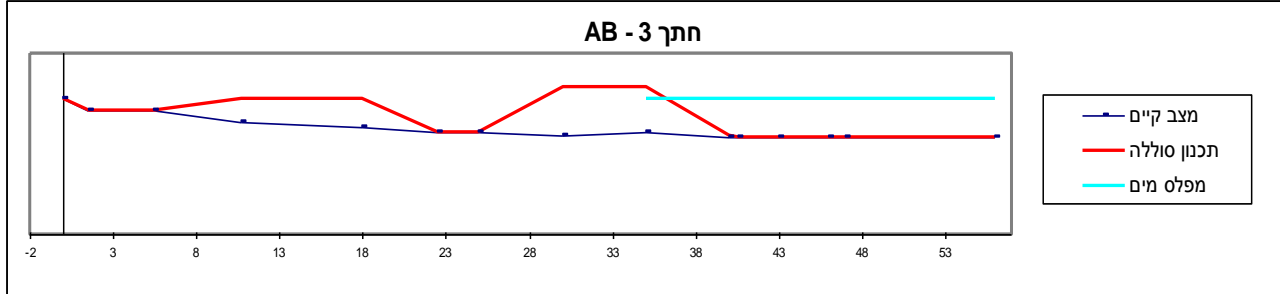
חלופה זו מציעה שני מאגרי ויסות באזור יגור, אחד עם סוללה ברום של 6.5 מ' (באזור בו נמצאות שתי הבריכות הקיימות כעת) והשני עם סוללה ברום 9 מ', באזור בו רום הקרקע הטבעית יותר גבוה.

מרכיבים:

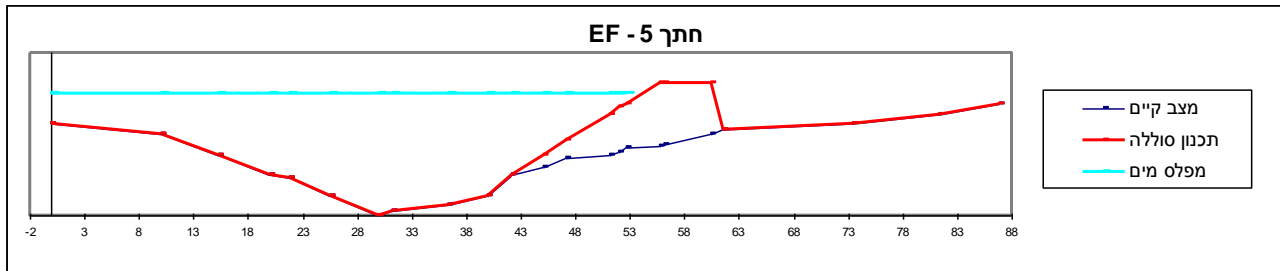
1. שלושה סכרים מתנפחים. סכר H לעצירת סחף במעלה המאגרים, סכר F לסגירת המאגר שבמעלה ברום מים +6.0, סכר לסגירת המאגר שבמורד ברום מים +8.5.
2. סוללות וקירות הגנה בגבולות המאגרים.
3. סוללות הגנה לאורך תעלת ההגנה במעלה מפגש קישון-ציפורי.
4. מערכת מדידה והתרעה אוטומטית.
5. דרכי גישה על סוללות המאגרים.

חתכים לדוגמא:

קטע סוללה לאורך כביש לב המפרץ-צומת יגור, ולאורך פסי הרכבת - רום סוללה +6.5 מפלס מים מתוכנן מרבי +6.



חתך זה הינו של קטע בסוללה לאורך מתחם מפעל דשנים - רום סוללה +6.5 מפלס מים מתוכנן מרבי +6.



סוללות:

שערים מבוקרים ללכידה \ שחרור מבוקר של מי הנגר נמצאים בנקודות D, G, H.

קטע סוללה	חתך	אורך קטע מ'	שטח חתך מ"ר	רום סוללה מ'	נפח מילוי מ"מ
A-B לאורך כביש ומסילת הרכבת	3	610	20	6.5	12,200
B-C	2	710	25.1	6.5	17,800
C-D לאורך מתחם מט"ש חיפה	1	690	38.3	6.5	26,393
D-E לאורך נחל קישון	4	1,250	44.9	6.5	56,094
E-F לאורך הקישון, מול מתחם מפעל דשנים	5	700	35.8	6.5	25,039
F-K (סכר 9 מ')	6	530	85.6	9	45,357
F-K (סכר 6.5 מ') במקביל לסכר 6.5 מ', מעבר לערוץ תעלת ההגנה	6	530	0.0	6.5	0
K-K2 לאורך ערוץ נחל ציפורי	8	420	49.5	9	20,790
K2-J	9	820	49.3	9	40,410
F-G לאורך נחל קישון	13	1,800	68.8	9	123,804
G-H לאורך כביש ומסילת הרכבת	12	950	42.1	9	39,981

קטע סוללה	חתך	אורך קטע מ'	שטח חתך מ"ר	רום סוללה מ'	נפח מילוי מ"מ
H-I	11	870	6.9	9	5,990
I-J	10	490	15.0	9	7,330
K-L	7	0	5.7	6.5	0
סה"כ		10,370			421,187
תוספת 30% להידוק					126,356
סה"כ					547,543

נפחי החפירה זניחים, בפועל מתבצע אך ורק מילוי.

קיר אנכי: לאורך חלק מהקטעים יהיה צורך בקיר אנכי בדופן החיצונית, עקב נוכחות מבנים המגבילים את הסוללה (בהנחה שאין להקטין את נפח המאגר הכולל לצורכי הסוללות). להלן טבלה המסכמת את הקטעים בהם יהיה קיר אנכי, מה אורכו ומה שטחו הכולל.

קטע סוללה	אורך קטע מ'	גובה סוללה מ'	גובה קיר אנכי מ'	שטח קיר בקטע מ"ר
E-F	700	6.5	3.3	2,310

נפח אגירה:

להלן חישוב נפח המים שניתן לאגור בכ"א משני מאגרים אלה:

שתי בריכות החקלאיות ברום קרקע של +0 ו- +2 מ' במאגר עם מפלס מים מרבי מתוכנן +6.5 נלקחו בחשבון רק מעל גובה הסכרים שלהן (+6.5 ו-+5.5) ועל שאר השטחים נעשתה הערכה של רום ממוצע לפי אזורים, בניכוי השטחים בהם הרום שווה או גדול ממפלס המים המרבי המתוכנן.

מפלס מים מתוכנן	רום קרקע מ'	שטח מ"ר	נפח מים מ"מ	סה"כ נפח במאגר
6.0	6.5	385,343	0	
	5.5	165,192	82,596	
	4.5	1,810,558	2,715,837	
	6	27,480	0	
	8	11,427	0	2,715,837
8.5	6	1,900,000	4,750,000	4,750,000
סה"כ		4,300,000		7,465,837

תרחיש תפעול המאגרים בחלופה זו, בארוע הצפה:

שלב	פעולה	מיקום	תאור
1	מדידת ספיקות	תחנת גלמה	מדידה אוטומאטית
2	התראה עבור ספיקת שיא (בדרגות שונות)		התראה אוטומאטית
3	הפעלת סכר H	קישון, מורד גשר יגור	פתיחת הסכר לטובת עצירת סחף
4	מדידת מפלס מים במעלה סכר H	סכר H	
5	התראה עבור מפלס גלישה	סכר H	התראה אוטומאטית. מפלס גלישה +8.5

שלב	פעולה	מיקום	תאור
6	הפעלת סכר F	קישון, מעלה מפגש קישון-ציפורי	
7	מדידת מפלס מים במעלה סכר F	סכר F	
8	התראה עבור מפלס גלישה	סכר F	התראה אוטומאטית. מפלס גלישה +8.5
9	הפעלת סכר D	קישון, מעלה מפגש קישון-ציפורי	
10	מדידת מפלס מים במעלה סכר D	סכר D	
11	התראה עבור מפלס גלישה	סכר D	מפלס גלישה +6.0
12	מדידת ספיקה	סכר D	מדידה אוטומאטית
13	שחרור מבוקר של סכר D	סכר D	
14	שחרור מבוקר של סכר F	סכר F	
15	שחרור מבוקר של סכר H	סכר H	
16	נקי סחף		
17	נקי מאגרים		

ג. חלופה ב' – מאגר יחיד, סוללה ברום +9.0

תוכנית עקרונית מצורפת בנספח.

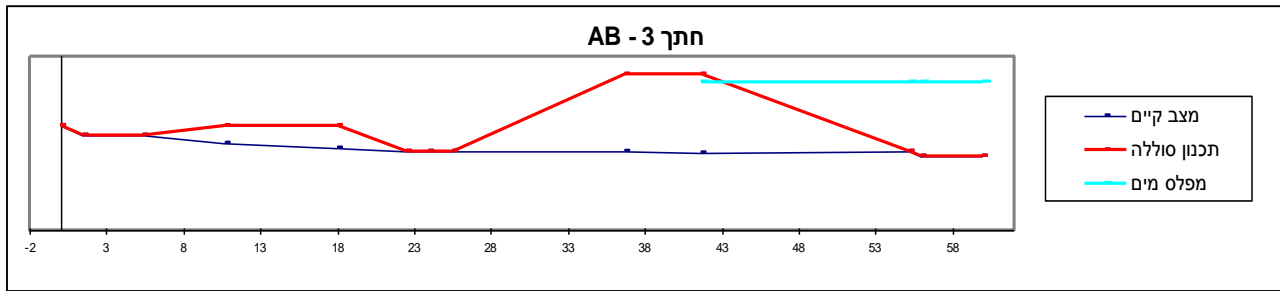
חלופה זו מציעה מאגר ויסות אחד באזור יגור, פרוס על תחומי שני המאגרים המתוארים בחלופה א'. סוללות/קירות ברום של +9.0. נחל הציפורי מוטה בסמוך לתוואי הקישון וחובר לקישון באזור מט"ש חיפה, במורד מאגרי הויסות.

מרכיבים:

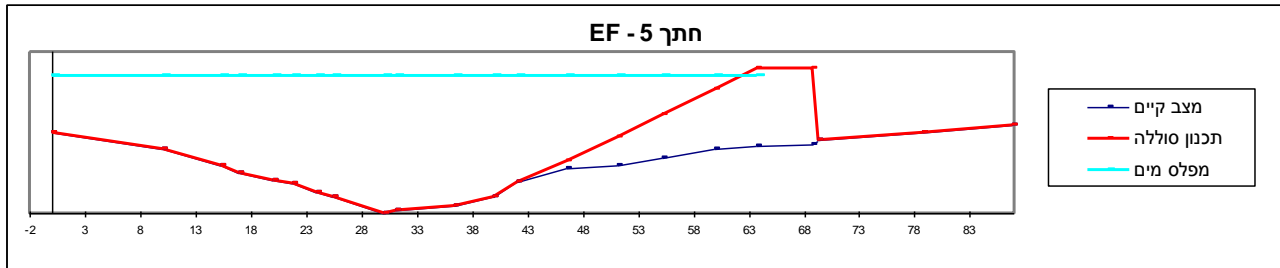
1. שני סכרים מתנפחים. סכר H לעצירת סחף במעלה המאגרים, סכר D לסגירת המאגר במורד ברום מים +8.5.
2. סוללות וקירות הגנה בגבולות המאגרים.
3. מערכת מדידה והתרעה אוטומאטית.
4. דרכי גישה על סוללות המאגרים.

חתכים לדוגמא:

קטע סוללה לאורך כביש לב המפרץ-צומת יגור, ולאורך פסי הרכבת - רום סוללה +9.0, מפלס מים מתוכנן מרבי +8.5.



קטע סוללה לאורך מתחם מפעל דשנים - רום סוללה +9.0, מפלס מים מתוכנן מרבי +8.5.



סוללה:

שערים מבוקרים ללכידה \ שחרור מבוקר של מי הנגר נמצאים בנקודות D, H.

קטע סוללה	חתך	אורך קטע מ'	שטח חתך מ"ר	רום סוללה מ'	נפח מילוי מ"מ
A-B לאורך כביש ומסילת הרכבת	3	610	126.0	9	76,884
B-C	2	710	86.6	9	61,514
C-D לאורך מתחם מט"ש חיפה	1	690	99.8	9	68,879
D-E לאורך נחל קישון	4	1,250	99.2	9	123,938
E-F לאורך הקישון, מול מתחם מפעל דשנים	5	700	105.4	9	73,752
F-K לאורך הקישון, מול מתחם מפעל דשנים (סכר 9 מ')	6	530	77.3	9	40,976
K-K2 לאורך ערוץ נחל ציפורי	8	420	47.9	9	20,097
K2-J	9	820	49.3	9	40,410
M-A לאורך כביש ומסילת הרכבת	14	1,490	77.4	9	115,341
M-H לאורך כביש ומסילת הרכבת	12	820	132.9	9	108,937
H-I	11	870	6.8	9	5,951
I-J לאורך מתחם חח"י	10	490	15.0	9	7,330
K-L סוללה לאורך תעלת ההגנה	7	2,250	71.0	9	159,694
סה"כ		11,650			903,703
תוספת 30% להידוק					271,111
סה"כ					1,174,813

נפחי החפירה זניחים, בפועל מתבצע אך ורק מילוי.

קיר אנכי:

שטח קיר בקטע מ"ר	גובה קיר אנכי מ'	גובה סוללה מ'	אורך קטע מ'	קטע סוללה
6,875	5.5	9	1250	D-E
4,060	5.8	9	700	E-F

נפח אגירה:

נפח מים מ"מ	שטח מ"ר	רום קרקע מ'	מפלס מים מתוכנן
770,686	385,343	6.5	8.5
495,576	165,192	5.5	
7,242,232	1,810,558	4.5	
4,818,700	1,927,480	6	
5,714	11,427	8	
13,250,312			סה"כ

תרחיש תפעול המאגרים בחלופה זו, בארוע הצפה:

תאור	מיקום	פעולה	שלב
מדידה אוטומאטית	תחנת ג'למה	מדידת ספיקות	1
התראה אוטומאטית		התראה עבור ספיקת שיא (בדרגות שונות)	2
פתיחת הסכר לטובת עצירת סחף	קישון, מורד גשר יגור	הפעלת סכר H	3
	סכר H	מדידת מפלס מים במעלה סכר H	4
התראה אוטומאטית. מפלס גלישה +8.5	סכר H	התראה עבור מפלס גלישה	5
	קישון, מעלה מפגש קישון-ציפורי	הפעלת סכר D	6
	סכר D	מדידת מפלס מים במעלה סכר D	7
מפלס גלישה +8.5	סכר D	התראה עבור מפלס גלישה	8
מדידה אוטומאטית	סכר D	מדידת ספיקה	9
	סכר D	שחרור מבוקר של סכר D	10
	סכר H	שחרור מבוקר של סכר H	11
		ניקוי סחף	12
		ניקוי מאגרים	13

ד. חלופה ב' 2 – מאגר אחד גדול עם סכר בגובה 8 מ'

תוכנית עקרונית מצורפת בנספח.

חלופה זו מציעה מאגר ויסות אחד באזור יגור, פרוס על תחומי שני המאגרים המתוארים בחלופה א'. סוללות/קירות ברום של +8.0. נחל הציפורי מוטה בסמוך לתוואי הקישון וחובר לקישון באזור מט"ש חיפה, במורד מאגרי הויסות.

מרכיבים:

1. שני סכרים מתנפחים. סכר H לעצירת סחף במעלה המאגרים, סכר D לסגירת המאגר במורד ברום מים +7.5.
2. סוללות וקירות הגנה בגבולות המאגרים.
3. מערכת מדידה והתרעה אוטומאטית.
4. דרכי גישה על סוללות המאגרים.

סוללה:

שערים מבוקרים ללכידה \ שחרור מבוקר של מי הנגר נמצאים בנקודות H, D.

קטע סוללה	חתך	אורך קטע מ'	שטח חתך מ"ר	רום סוללה מ'	נפח מילוי מ"מ
A-B לאורך כביש ומסילת הרכבת	3	610	81	9	49,206
B-C	2	710	55	9	39,369
C-D לאורך מתחם מט"ש חיפה	1	690	64	9	44,083
D-E לאורך נחל קישון	4	1,250	63	9	79,320
E-F לאורך הקישון, מול מתחם מפעל דשנים	5	700	67	9	47,201
F-K (סכר 9 מ') לאורך הקישון, מול מתחם מפעל דשנים	6	530	49	9	26,224
K-K2 לאורך ערוץ נחל ציפורי	8	420	31	9	12,862
K2-J	9	820	32	9	25,862
M-A לאורך כביש ומסילת הרכבת	14	1,490	50	9	73,818
M-H לאורך כביש ומסילת הרכבת	12	820	85	9	69,720
H-I	11	870	4	9	3,809
I-J לאורך מתחם חח"י	10	490	10	9	4,691
K-L סוללה לאורך תעלת ההגנה	7	2,250	45	9	102,204
סה"כ		11,650			578,370
תוספת 30% להידוק					173,511
סה"כ					751,881

נפחי החפירה זניחים, בפועל מתבצע אך ורק מילוי.

קיר אנכי:

שטח קיר בקטע מ"ר	גובה קיר אנכי מ'	גובה סוללה מ'	אורך קטע מ'	קטע סוללה
5,625	4.5	8	1250	D-E
3,360	4.8	8	700	E-F

נפח אגירה:

נפח מים מ"מ	שטח מ"ר	רום קרקע מ'	מפלים מים מתוכנן
385,343	385,343	6.5	7.5
247,788	165,192	5.5	
5,431,674	1,810,558	4.5	
2,891,220	27,480	6	
0	11,427	8	
8,956,025			סה"כ

תרחיש תפעול המאגרים בחלופה זו, בארוע הצפה:

תאור	מיקום	פעולה	שלב
מדידה אוטומאטית	תחנת ג'למה	מדידת ספיקות	1
התראה אוטומאטית		התראה עבור ספיקת שיא (בדרגות שונות)	2
פתיחת הסכר לטובת עצירת סחף	קישון, מורד גשר יגור	הפעלת סכר H	3
	סכר H	מדידת מפלס מים במעלה סכר H	4
התראה אוטומאטית. מפלס גלישה +7.5	סכר H	התראה עבור מפלס גלישה	5
	קישון, מעלה מפגש קישון- ציפורי	הפעלת סכר D	6
	סכר D	מדידת מפלס מים במעלה סכר D	7
מפלס גלישה +7.5	סכר D	התראה עבור מפלס גלישה	8
מדידה אוטומאטית	סכר D	מדידת ספיקה	9
	סכר D	שחרור מבוקר של סכר D	10
	סכר H	שחרור מבוקר של סכר H	11
		ניקוי סחף	12
		ניקוי מאגרים	13

ה. השוואת חלופות:**ההשוואה היא עפ"י הנק' הבאות:**

פרמטר	שיקול	יחידות	חלופה א	חלופה ב1	חלופה ב2	המלצה
עבודות עפר – מילוי	מינ'	מלמ"ק	0.5	1.1	0.8	א
עבודות בטון	מינ'	מ"א	700	1,950	1,950	א
שערים ובקרים	מינ'	#	X3	X2	X2	ב1, ב2
אוגר	מקס'	מ"ק	7.5	13.2	9.0	ב1, ב2
עומק מים	מינ'	מ'	1.7	3.1	2.1	ב1, א, ב2
רום סוללה	מינ'	מ'	6.5+ -9.0	9.0+	+8.0	א, ב2

המלצות

1. לא לחפור בשטח (סוללות לא גבוהות במילוי בלבד): גם כדי לשמור על מירב השימוש הנוכחי כמעט ללא שינוי וגם משום שחפירה לא תעמיד לרשותנו מספיק נפח (מי תהום ממילא גבוהים) שבגיננו "כדאי" יהיה להשקיע את ההפסקה המוחלטת שך הפעילות הנוכחית או העתידית.
2. לבחור בחלופה א' – שני מאגרים נפרדים כאשר ההגנה והציפורי, נכנסים אל המאגר התחתון והמערבי שביניהם. רום מים +6.00 הוא גם רום המים עליו בצענו את הרצות ה- Hecras להגנה ולציפורי, מול ספיקות התכן, גם בלי לקחת בחשבון את המאגר המוצע. אם זהו מצב התכנון, כל מה שחסר סעצם, זה את האפשרות לשלוט על ההצפה ואת זה יספק הסכר המתנפח המוצע ע"י מט"ש חיפה.
3. יש להדגיש שהסכרים הם מתנפחים ומשתטחים במהלכים קצרים של 30 דקות בלבד ורק לפי הצורך, כאשר יהיה צורך,
4. נלקחו בחשבון אזורי הצפה נוספים לאחור באזור מאגרי כפר חסידים ושער העמקים, ממזרח לצומת יגור באזור מאגר הפיתולים יגור. תתכן האפשרות שההצפה אכן תורשה לאחור גם לשם (מתחם חברת חשמל- לא יוצף). נבדקה השאלה- האם יוצפו הכבישים, התשובה היא- לא.

1. בקרה

על מנת לקבל תמונת מצב בזמן אמת, בקשר למפלסי המים בנקודות הקריטיות במערכת ובהתאם לכך, להספיק ולהיערך ככל שניתן היה עד היום, הופעלה לפני יותר מעשור (לאחר ההצפות ב: 1991 – 1992) מערכת קריאת מפלסי מים, בנקודות קריטיות שונות.

הקריאות מעברות לטלפון נייד וגם אתראות כלליות של מכ"מ העננים, המופעל ע"י השרות המטאורולוגי והתחנה לחקר הסחף אך תכנית זו, מציעה לשדרג את תפיסת ניהול המערכת בצורה משמעותית.

את אותן הקריאות שכבר קוראים כיום, ניתן להעביר למחשב במקום לטלפון נייד, לערוך עיבוד ומעקב רציפים על הנתונים ובאמצעות תוספת למערכת – לבצע פקודות ניפוח והוצאת אוויר לסכרים המוצעים להתקנה וסגירה או פתיחה, לשערים ההידראוליים שצריך יהיה באמצעותם לשלוט על מאגרי הויסות בסומך ובגלעם.

אותה מערכת תקלוט ותשמור גם את האתראות שתתקבלנה ממכ"מ העננים ותקלוט ותשמור נתונים שונים, לגבי גשמים ותאריכים, זרימות, מדמדת כמויות סחף, ניטור איכויות מים וסדימנט סחף, תרשום ארועי הצפה ונזקים ועוד.

Error! Objects cannot be created from editing field codes.

סכימת בקרה למערכת האזורית

2.4. ניקוי סדימנט במוצא הקישון – בסיס הניקוז האגני

הקשיים הכרוכים בייחוס הזיהום בסדימנט הנחל וניכוס האחריות לכך, לאחור – הם הגורם לכך שמאז 1978 !!! ולמרות צו תיקון מעוות, לא הצליחו מהלכים משמעותיים להגיע לידי מימוש מלא. חמור יותר, זוהי גם הסיבה שמאז 1999 (לאחר ההצפות של 1991-1992) הופסקו פעולות הניקוי התקופתיות של הנחל מסדימנט (כולל ה-dredging), ואיתן גם פעולות השלמת ההסדרה בקישון המורדי - במפרץ חיפה.

ככל שתקופת הזמן עד לקבלת החלטות ישימות בנושא סדימנט הקישון – תלך ותתארך, ימיגות הסדימנט תגבר, ילכו הסדימנטים ויתקשו והחתך החופשי של הנחל, למעבר הבטוח של ספיקות התכן – ילך ויקטן. זה קרה בעבר (ראה תמונות להלן) ויקרה לבטח שנית. המטרה היא ללכוד את הסדימנט ממעלה הקישון, נקי מזיהום שפכי תעשייה, לפני שמגיע לאזור הזיהום (אם אפשר), למנוע את הזיהום באופן אמיתי (המצב השתפר הרבה אך לא מספיק לקיומה האמין של מערכת תפקודית נורמלית, ואם כבר הגיע והזדהם – אזי להוציא אותו לפני שהופך צמיגי וקשה יותר בקרקעית הנחל, תוך הקטנה מסיבית של החתך החופשי לזרימה.



עבודות Dredging להוצאת הסדימנט המזוהם מקרקעית הקישון

נחל הקישון הינו בעל אגן ההיקוות הגדול ביותר בארץ, כאשר המורד שלו ובסיס הניקוז שלו הוא המזוהם ביותר.

חשיבות הקישון כריאה ירוקה מרכזית באזור, היא גדולה וזאת בנוסף להיות הנחל מוצא הניקוז לשטח פיתוח אורבני גדול הכולל תעשיות מורכבות ביותר. כיום, מצב ההזרמה של מרבית המפעלים המזרימים קולחים לנחל – משופר מאד ביחס לעבר ולרוב ההזרמות הן ברמת המותרת .

האינטרסים לגדותיו של הנחל – היו וישארו גדולים מאד ואין זה מפשט את היווצרותו של פתרון מושכל ובר קיימא.

ישימות כלכלית וטכנולוגית לטיפול בסדימנט הנחל (אפיק ובבריכות אליהן הוצא לייבוש זמני בעבר):

בתחילה, נדגיש שמרכיב הפרוייקט לגביו יובאו הפרטים שלהלן, היה ונשאר, המרכיב בעל החשיבות הגדולה ביותר במכלול המערכת של פתרון בעית הניקוז במפרץ חיפה – ניקוי מורד הקישון (בסיס הניקוז) ושמירתו הסדירה כציר זרימה פתוח וחופשי.

לאחר שבמהלך השנים שלאחר הצפות 1991 – 1992 הוחל בביצוע מסודר של עבודות dredging שנמשכו ברציפות עד 1999, על בסיס הפניית הסדימנט הרטוב אל בריכות בצידי הקישון, העבודות הללו הופסקו ב-1999.

בתחילה הוצאת הסדימנט נעשתה באמצעות dragline – מתוך הנחל הצידה, לבריכות אטומות יריעות פלסטיק ובנויות בצורה מוארכת לאורך הגדה הדרומית בעיקר. העבודה בשיטה זו נעשתה במהלך מספר חודשים בלבד ב-1993 ורוב העבודה בהמשך נעשתה עם dredging הידראולי מבוקר.

בהמשך כאמור, הוצאת הסדימנט נעשתה באמצעות dredging הידראולי מבוקר הרבה יותר, לעבר בריכות על שתי הגדות, מערבה מגשר יוליוס, לבריכות גדולות יותר, אטומות ברמה טובה בהרבה ובנויות עם מסלול זרימה ארוך ככל האפשר, כך שיתאפשר זמן שהיה גדול ככל האפשר (בשל המסלול המפותל) ושיקוע רב ככל האפשר, לפני חזרת המים לנחל.

הפסקת ה-dredging נעשתה בשל כמה סיבות שחברו יחד:

1. צפה ועלתה דרישה לטפל ולסלק את הסדימנט מגדות הנחל ומתוך הנחל, תוך שימוש בטכנולוגיות יקרות בהרבה ותוך השגת פתרון "מושלם ודפיניטיבי" – טיפול מלא, סילוק מלא וכו'. שיטת ה-dredging לא הותקפה מעולם כשיטה לא "מושלמת" אך שיטת הייבוש הפסיבי, האגירה הזמנית של צורך היבוש וכו' – נטען כנגדן, בעקר ע"י המשרד לאיכה"ס, שיש להפסיקן ולעבור לתהליכים משוכללים יותר ו"מושלמים" יותר.

2. גברו לחצים לשימוש בשטח הבריכות, לצורך הכשרה של משטחי מכולות, לעורף מורחב מאד של נמל הקישון. הלחצים באו מצד רשות הנמלים והרכבות, בתקופה שלפני השינויים המבניים השונים שהיו ברשות.

יש להדגיש ולציין, שכל מהלכי הניקוי בין 1993 – 1999 לוו בהסכמות מפורטות של גורמים מקצועיים במשרד לאיכה"ס ובהסכמות של רשות הנמלים והרכבות. רשות הניקוז בצעה את העבודות הללו, בתאום מלא והקפידה, בין השאר, על dredging סביבתי – עם מינימום הרחפה למורד, בגיבוי הסכמים מפורטים לגבי מדידות בנמל הקישון ועוד.

הוקפד על האיטום ועל תהליך ההפרדה הפסיבי, היעיל ביותר שניתן היה לחשוב עליו, נערכו מדידות מעקב סדירות – הכל עד לרגע שהמשרד לאיכה"ס ורשות הנמלים, כ"א מסיבותיו שלו, לא הסתפקו יותר במה שסוכם ולחצו להפסקת העבודות במתכונת שבה הם נערכו עד אז.

בהמשך, ובמהלך העשור האחרון, לא הייתה הזדמנות אחת, בכינוסים בארץ או בחו"ל, שבה לא דאגה רשות הניקוז, להעלות את רמת תשומת הלב הציבורית, לעובדה שהנחל, מתמלא שוב בסדימנט, ההולך ומתקשה, תוך יצירת סיכון חמור של הצפות חוזרות במרחב מפרץ חיפה.

בחורף 1995 עם ארועי הגשם שלו, מורד הקישון כבר הספיק לעבור ניקוי משמעותי והתוצאות של מניעת נזקים דומים ל- 1992 ול- 1969 נכרו בשטח היטב.

רשות נחל קישון ורשות הניקוז קישון, חברו במשך רב הזמן על פני תקופת העשור האחרונה, במאמצים אינטנסיביים לקדם את הגדרתו המפורטת יותר של סדימנט הקישון, מבחינת איכות כימית, פרמטרים הידראוליים ופתרון טכני מוסכם.

קוימו דיונים רבים בארץ והתייעצויות עם גורמים בחו"ל ולבסוף הוקמה ב 2004 ועדת מומחים, אשר עדיין פועלת בהיבטים המקצועיים ומגבשת המלצות. בועדה משתתפות הן רשות הנחל בראשות מנכ"לית שרון נסים ומהנדסי הרשות (גיל גוטמן ומתי שולמוביץ') והן רשות הניקוז, בראשות מנכ"ל חיים חמי, המשרד להגנת הסביבה (מדען ראשי – דר' ישעיהו בר אור), דר' גיל כץ (יו"ר טכני של הועדה), פרופ' רפי סמיט מהטכניון ופרופ' קרלוס דוזורץ מהטכניון ויודפת מהנדסים (אינג' דני שרבן).

המלצות הועדה, מובאות להנהלת רשות הנחל, שבאחריותה הועדה.

מסקנותיה, בשלב זה, הוצגו ומוצגות, בפני כלל הציבור ובמיוחד מול בז"ן, כימיקלים לישראל ומפעלים נוספים, לגדות הקישון, מט"ש איגוד ערים חיפה, דשנים ועוד.

לאחר שנערכו דיונים רבים, בהם הוגדר הסדימנט מחדש, נבחנו חוות הדעת הקודמות של גופים אקדמיים שעסקו בנושא (אוניברסיטה עברית בירושלים) – הוגדר מהלך דגימות ובדיקות, שכמוהו לא נערך קודם בקישון.

לאחר קבלת הממצאים, נבחנו ונשמעו דעות מקצועיות שונות וגובש מסמך RFI אשר פורסם בעולם ובו פורסמו הממצאים והוזמנו חברות טכנולוגיה בינלאומיות להציע את הצעותיהן.

התהליך יצר סריקה עדכנית של טכנולוגיות זמינות, חברות ביצוע בינלאומיות ומחירים עדכניים.

הנ"ל גובש רק לאחרונה לכדי מסמכי סיכום, אך תנופת ביצוע לאחר התחייבות תקציבית ומכרז, עדיין לא בנמצא.

להלן תאור תמציתי של המהלך שתואר לעיל:

עיקר הזיהום בקרקעית הנחל, כפי שהוגדר ב- RFI הינו של פחמימנים כבדים (C-H), מוצרים אופייניים לתעשיות עיבוד נפט גולמי ותעשיות פטרוכימיות. בנוסף, קיים גם זיהום של מתכות כבדות.

תיאור קרקעית נחל הקישון וכמויות סדימנט מוערכות

קרקעית הנחל נדגמה במספר רב של נקודות ולעומק רב, תוך שמירה של המדגמים לניתוח ורפרנס עתידי. בוצעו אנליזות כימיות מפורטות והממצאים נותחו בניסיון לתאר את המצב העדכני של ריכוז

המזהמים השונים בקרקעית, לראות אם יש הבדלים בהרכב הזיהום בין קטעי הנחל השונים, לראות אם יש הבדלים ברורים בהרכב, לפי פרופיל עומק וכ"ו, כל זאת על מנת להגדיר את תהליכי ההכנה לטיפול ותהליכי הטיפול האופטימליים (לרבות היבטים איכותיים והיבטים של עלות, קצב עבודה אפשרי וכ"ו).

פרופיל הקרקע האנכי כולל:

1. שכבת חרסית עליונה מזוהמת בעובי 2-2.5 מטר.
2. שכבת חול בלתי מזוהמת (אינרטי) באופן יחסי בעובי של כ-5-9 מטר הכוללת בתוכה משקעים ימיים (צדפים וכד').
3. חרסית שמנה אטומה בלתי מזוהמת. כאמור השכבה המזוהמת הינה שכבת החרסית העליונה והיא השכבה הדורשת הוצאה וטיפול.

נפח סדימנט הקרקעית

נפח הסדימנט להוצאה מוערך בכ-400,000 מ"ק (כ-330,000 טון חומר יבש). החומר שכבר הוצא בעבר לבריכות, דורש גם הוא טיפול ובשל הזמן שבו עבר ייבוש פסיבי רב, מאפייני הטיפול הקשורים אליו- שונים.

נפח הסדימנטים בבריכות

הנתונים מבוססים על דיגום ואנליזות שנעשו בשנים 1999/2000 ו-2007. כמות הבוצה בבריכות A2+A1 שנותרו לאחר שחלק מהבריכות כבר פורק, ע"י רשות הנמלים, הוא כ-134,400 טון. (אלו חלק מהבריכות שממערב לגשר יוליוס סימון). כמות הבוצה בבריכה 3 (מדרום ליוליוס סימון) הוא כ-65,600 טון. סה"כ כ-200,000 טון בוצה מאוחסנת.

הרכב סדימנט הקרקעית המיועד להוצאה

להלן ריכוזים ממוצעים ומקסימאליים של TPH (Total Petroleum Hydro Carbons) ומתכות כבדות לאורך הנחל בנקודות הדיגום השונות (בהתאם למפת הקידוחים המצורפת):

הסבר: הריכוזים הממוצעים והמקסימאליים מתייחסים לעומק בכל קידוח בסדימנט הנדרש להוצאה ומבוסס על הדגימות שנלקחו בתחום זה ולא על כלל עומק הקידוח.

ממוצע הסלניום (מ"ג/ק"ג ח"ח")	ממוצע העופרת (מ"ג/ק"ג ח"ח")	ממוצע הארסן (מ"ג/ק"ג ח"ח")	ממוצע הכרום (מ"ג/ק"ג ח"ח")	ממוצע קדמיום (מ"ג/ק"ג ח"ח")	LOI % ממוצע	ממוצע TPH (ג"מ/ק"ג)	קידוח
0.50	6.73	3.20	31.03	3.29	3.5	594	K-1
0.60	20.88	3.25	91.25	15.08	9.2	3886	K-2
0.42	9.71	2.29	30.25	3.05	4.1	2162	K-3
1.25	71.00	10.28	298.20	8.33	15.5	5042	K-4
0.71	22.54	3.67	91.62	9.19	11.6	3298	K-5
0.40	6.31	2.25	24.01	1.45	4.8	1597	K-6
0.56	49.20	6.80	115.40	15.28	11.8	3008	K-7
0.58	22.93	5.50	100.70	18.48	11.5	4300	K-8
1.21	28.83	6.00	76.85	10.34	11.1	1984	K-9
1.35	28.63	9.60	112.58	22.55	16.2	9624	K-10
0.58	9.84	2.92	39.53	0.92	5.2	1283	K-11
0.33	4.60	4.17	20.47	0.78	2.6	62	K-12
0.50	6.53	2.00	28.30	0.83	3.8	51	K-13
0.50	13.04	3.88	51.15	2.08	9.3	958	K-14
0.50	17.75	3.19	84.43	1.50	7	1228	K-15
0.5	12.2	2.1	45.2	3.5	5.6	12	K-16
1	13.6	2.73	61.8	8.7	9.7	708	K-17
0.5	14.12	4.75	48.6	3.25	5.9	454	K-18

ריכוזים ממוצעים בקידוחי הנחל (בעומק הנדרש להוצאה)

קידוח	TPH (מ"ג/ק"ג)	LOI %	קדמיום (מ"ג/ק"ג חיי)	כרום (מ"ג/ק"ג חיי)	ארסן (מ"ג/ק"ג חיי)	עופרת (מ"ג/ק"ג חיי)	סלניום (מ"ג/ק"ג חיי)
K-1	1995	8.6	14.8	110	<9	24	<1
K-2	9583	16.9	43.8	229	<10	41	<2
K-3	9883	9	11	100	<10	36	<1
K-4	14800	22.8	21	540	18	155	<4
K-5	8968	24.1	40	226	<15	59	<5
K-6	6262	10.3	<7	59	<10	16.8	<1
K-7	7393	14.8	36.8	172	<20	126	<2
K-8	10396	16.6	37	159	<15	41	<2.5
K-9	3059	14.4	37	131	<20	51	<5
K-10	28055	25.2	45	183	17	63	<5
K-11	3092	12.8	<2.5	58.6	<7	13	<1.5
K-12	90	5.7	<3	41.6	<10	9	<1
K-13	57	5.7	<2	48	<8	6.35	<1.5
K-14	1772	13.7	5.8	75	<10	19	<1
K-15	2258	9.6	<4	162	<10	28	<1
K-16	147	5.9	13.4	60	<8	18	<1
K-17	2202	13.2	8.7	89	<10	22.5	<1
K-18	639	6.9	<4	57	<5	17	<1

ריכוזים מקסימאליים בקידוחי הנחל (בעומק הנדרש להוצאה)

הרכב הסדימנט שבבריכות

להלן ריכוזים ממוצעים (ממוצע חשבוני) על בסיס חומר יבש של המתכות שבבוצות:

As (mg/Kg dry)		Pb (mg/Kg dry)		Cr (mg/Kg dry)		Cd (mg/Kg dry)		בריכה
ממוצע	מקסימאלי	ממוצע	מקסימאלי	ממוצע	מקסימאלי	ממוצע	מקסימאלי	
5.3	9.3	39.3	73	179	277	17.2	30.8	A1
5.9	7	47.8	64	213	304	23.1	32	A2
4.3	6.3	19.3	39	77.6	149	13.1	35.5	3

As (mg/Kg dry)		Pb (mg/Kg dry)		בריכה
ממוצע	מקסימאלי	ממוצע	מקסימאלי	
<2.1	<5	<1	<1.5	A1
<1.6	<2	<1.1	<1.5	A2
<1.4	<2.5	<0.7	<1	3

ריכוזי מתכות ממוצעים ומקסימאליים בבוצות שבבריכות

להלן ממוצע (ממוצע חשבוני) וערך מקסימאלי של החומר האורגני (על בסיס יבש) - LOI ו-TPH:

TPH (mg/Kg Dry)		LOI %		בריכה
מקסימאלי	ממוצע	מקסימאלי	ממוצע	
4201	2477	56.3	15	A1
6961	3759	20.3	16.9	A2
1948	585	23.9	11.1	3

ריכוזי TPH ו-LOI ממוצעים ומקסימאליים בבוצות שבבריכות

ריכוזי סף של הסדימנט מנחל הקישון

נקבע שעל הסדימנט המוצא והמטופל לעמוד בריכוזי ערכי הסף כלהלן:

מזהם	ערכי סף (ppm)
TPH	500
Cd	2
As	20
Cr	100
Pb	100
Hg	10
Se	10
Cu	100
Ni	100
PAH	40

הערה: יש חשיבות לידיעה, היכן ממוקמת המטרה הנ"ל אשר נדונה בינתיים בועדת המומחים ואליה התייחס המשרד להגנת הסביבה כאל הרף אליו צריך להגיע, ביחס לרמות אחרות בעולם, כפי שמקובל במדינות מפותחות בעולם.

ריכוז 1000 TPH למשל היה מכוון לסדרה שלמה של פתרונות צנועים יותר. ה- RFI בקש את התובנות המיוחדות שיש לחברות טכנולוגיה, להציע בפרוייקט מסוג זה מבלי שהגביל את המציעים טכנולוגית, בשום צורה שהיא ומבלי שכוון את החברות לשום תקנים מחייבים, בין השאר משום שהחלטה שכזו - טרם התקבלה.

מבחינת רשות הניקוז, התמשכות הדיון בסוגייה זו, במהלך 10 השנים האחרונות – היא אסון.

בדיעבד – אין ספק בכך שגם העובדה שהוראות מדינה מחייבות שכאלו, לא היו בנמצא, לפני 1991 ושמעט מאד הושג לאחר צו תיקון מעוות שפורסם ב- 1978 !!, העמיד לבסוף את רשות הניקוז,

כאחראי למצב שנוצר, מבלי שניתנו בידה, לא רק הכלים התקציביים אלא גם הכלים החוקיים

(התקנות) שעל פיהם, ניתן היה בפועל, לשמור על הקישון, לחייב בזמן את מי שפעל בניגוד לתקנות שכאלו וכ"ו.

בעקבות הצגת התובנות הללו, ע"י המציעים השונים, כל אחד לפי דרכו, מתקבלת כאמור, סריקה מעודכנת ומעניינת של האפשרויות הטכנולוגיות. התקבלו הצעות טכנולוגיות שבחלקן, התמקדו על טכנולוגיה בודדת כזאת או אחרת ובחלקן, הראו יכולות טכנולוגיות מגוונות, יכולת ביצוע בהיקפים גדולים ונסיון בינלאומי רב בפרוייקטים דומים. להלן יובא סיכום ביניים שהושג בתום בחינת ההצעות, המצגות הפרונטליות שבוצעו ודיוני הועדה שהתקיימו לאחר כל אלו.

1. לקבוע לכל הטכנולוגיות שהוצאת הסדימנט עם dredging בהרחפה מינימאלית. קריטריונים עפ"י מסמך רשות הניקוז. המסמך יוגש לוועדה לאישורה.
2. בכל הטכנולוגיות יועדף ביצוע הפרדה בין חול/חרסית, כפוף לבחינה כלכלית.
3. פתרון קצה לטיהור הסדימנט יועדף לפי אופטימיזציה ושילוב בין הטכנולוגיות המתאימות. בנוסף, תעשה אלימינציה של טכנולוגיות שאינן מתאימות: ייצוב מיצוק באתר הקישון נמצא לא מתאים, טכנולוגיות יקרות של פלסמה וטמפ' מאוד גבוהות גם הן נמצאו לא מתאימות, גם טכנולוגיות טיפול ארוכות שנים באתר הקישון (לדוגמא, ביולוגי וביורמדיאציה) נמצאו לא מתאימות לטיהור מקומי. נמצא, על פי רוב חברי הוועדה, שטכנולוגית ה-Thermal Desorption הינה טכנולוגיה העדיפה לטיפול באורגנים.
4. בכל מקרה, חומרים לא יחזרו לנחל. מים יוחזרו לנחל רק לאחר טיפול ו/או לים, לפי קריטריונים נדרשים.
5. שיקום גדות הנחל יכלל במסגרת פרויקט טיהור הנחל.

טיפול בסדימנטים, הפרדה לפרקציות לשם אופטימיזציה של הטיפול היקר

מאחר והזיהום ספוח ברובו לחרסיות בקרקע ולחול הדק, ומאחר והחול מהווה כ-55% מהחומר בנחל כדאי לבצע הפרדה מכאנית בין הפרקציות שונות ולהגיע לאופטימיזציה של תהליכי טיפול וכמויות מופרדות מתאימות לתהליכים אלו. תהליך זה יצמצם את כמות החומר הדורש טיפול יקר, ואף ניתן יהיה למכור את החול, לאחר ניקוי ובדיקתו כחומר גלם לתשתיות. כל הנ"ל - במאמץ לצמצם עלויות מבלי לוותר על עקרונות הניקוי הבסיסיים שהוגדרו בתחילת עבודה זו.

בפרוייקטים דומים בעולם, עובדה ידועה היא שכאשר כמות החול עוברת את ה- 30% יש כדאיות כלכלית מובהקת להפרדת פרקציות.

בהנחה של 55% חול ובהתחשב בעלות הפרדה ובעלות טיפול טרמי תהיה ההפרדה כדאית. (מחיר ההפרדה על כלל הכמות + מחיר טיפול טרמי רק לחלק החרסית והדקים המופרד, יהיה תמיד קטן יותר ממחיר טיפול טרמי לכלל הכמות).

יחס חרסית / חול בתחתית הנחל הוא: 45% - 55%



טיפול במזהמים

1. שטיפת החול והפרדת דקים וחרסית
2. טיפול ב thermal desorption
3. טיפול כימי ביתרת המתכות בחול).

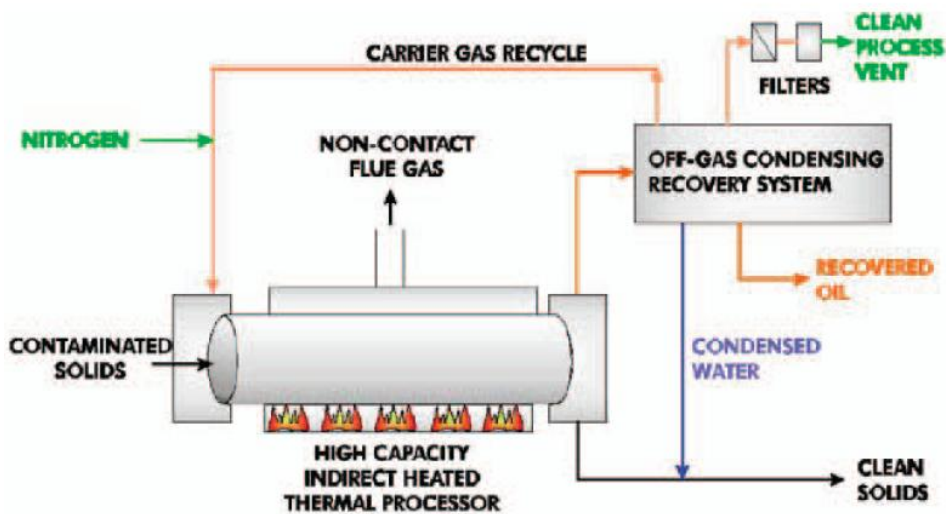
לאחר ההפרדה בין החול והמקטע החרסיתי - אופצית הטיפול היחידה אשר עונה על דרישת הטיפול הדפיניטיבי בכל מקטעי הזיהום הנה שיטת הדיסורפציה הטרמית (thermal desorption) לחרסית ולדקים ובנוסף טיפול כימי משלים במתכות (לחול שהופרד, אם אכן יתברר כדרוש).



הפרדת חול הידרוציקלון הפרדת חול ממים שטיפת חול והפרדת דקים הפרדת חול

שיטת ה-Thermal desorption הנה באמת היחידה, שבה כל המקטע האורגני בזיהום מטופל באופן דפיניטיבי, ואין צורך "ליצא" זיהום אל מחוץ לתחום פרוייקט הקישון. האפר שנשאר לאחר התהליך הנו אינרטי לחלוטין וניתן יהיה לעשות בו שימוש חוזר כמו בחול הנקי, לאחר שהופרד ונשטף.

Thermal Desorption



Applications	ישומים	VOC, CVOC, SVOC, Pesticides, PAH
--------------	--------	----------------------------------

Primary Technology	טכנולוגיה ראשונית	Direct Fired
Secondary Technology	טכנולוגיה שניונית	Thermal Oxidizer
Process Rate (Tons/Hour)	תפוקה (טון/שעה)	120
Foot Print	שטח	100' x 140' (30m X 40m)
Setup Time	זמן דרוש להתארגנות (ימים)	3-5 Days

היחידה הנ"ל יכולה לטפל ב- 120 טון/שעה והיא נחשבת ליחידה גדולה המאופיינת בעלות תועלת טובה. קיימות גם יחידות של 50 טון לשעה וגם של 5 טון לשעה.

לפני הטיפול ב- thermal desorption יש לבצע הוצאת מים וסחיטה של מקטע החרסית והדקים באמצעים אלקטרומכאניים (צנטריפוגות, פילטרפרס וכו') על מנת לצמצם את דרישת האנרגיה לאידוי המים.



פילטרפרס – 100 פלטות לחיצה ויותר

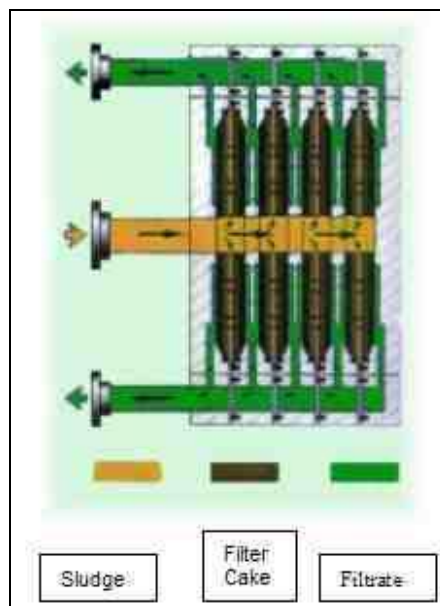


"עוגות" של חומר דחוס לאחר הלחיצה

פילטרפרס – 40 פלטות לחיצה



עיקרון הפעולה לפילטרפרס

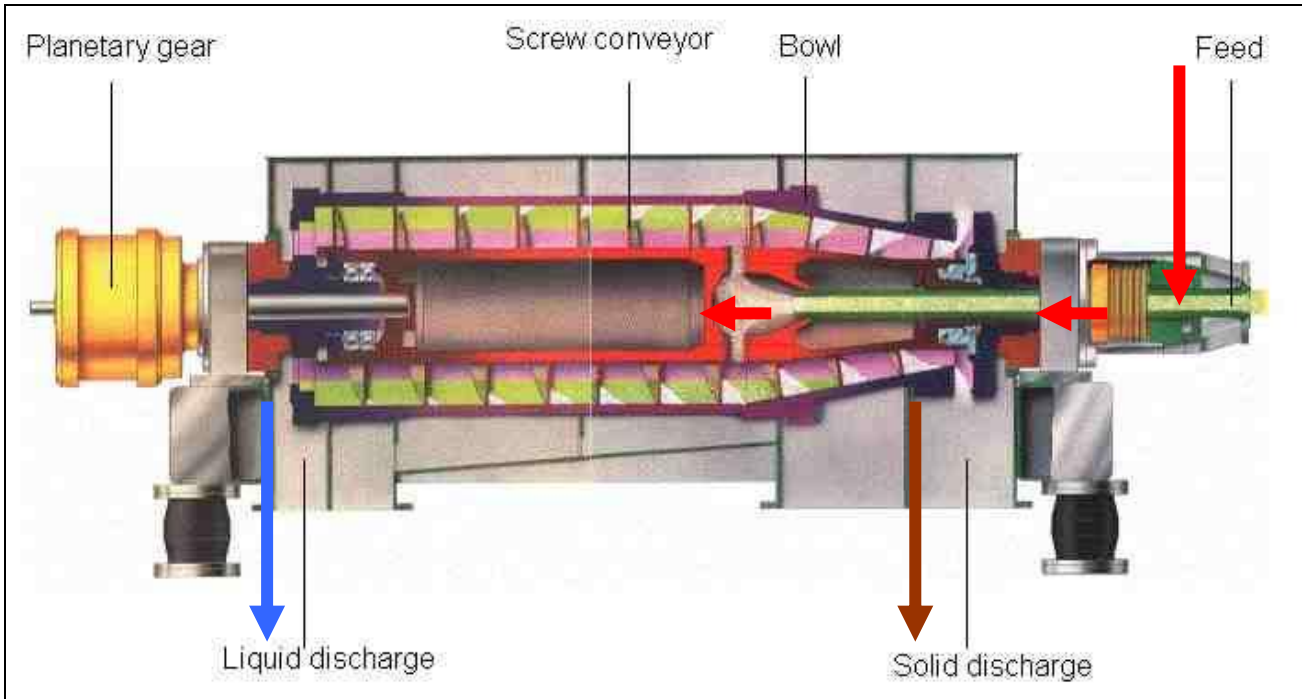


פילטרפרס נייד

במים הנסחטים בשלב ה- Dewatering יהיו קולואידים רבים בהם יש לטפל לפני השבתם לנחל.



צנטריפוגות בתוך מכולות ניידות



עקרונות פעולת צנטריפוגה להוצאת מים



סחיטה טובה בצנטריפוגה



סחיטה לא טובה בצנטריפוגה

שטיפת חול וקרקע

בכדי לתת מושג לגבי האפשרויות הטכניות הנוספות שקיימות לשם ניקוי סופי של חול שהופרד, מובאות גם התמונות של מערכי הניקוי – אשר הינם מחליפי הובלה והטמנה, לרבות מחליפי ייצוא של הזיהום עצמו או זיהום האוויר שעלול להיגרם בגינו – באזורים אחרים.



מתקן נייד לשטיפת קרקע במקום (במקום הובלה והטמנה)

ניקוי מים ממערכי ה- dewatering



מי הפילטרפרסים או הצנטריפוגות – מזהמים. לפני החזרתם לנחל – יש לנקותם.

Dredging .2.5

כל רצף התהליכים הנ"ל, מוזן בכל מקרה ע"י מערכי Dredging שמאפייניהם, בכלל ובפרט בהקשר לקישון יובאו להלן.

דרג'ינג עם דגש על ההיבט הסביבתי המבוקר environmental dredging (פחות על הספקים גדולים ושאיבה מהירה של כמויות סדימנט גדולות):

עקרונות מנחים:

1. ביצוע דרדג'ינג קרקעית הנחל תוך הרחפה מינימלית – לצורך הנ"ל יש לאפשר עבודת דרדג'ינג

רק עם ציוד ושיטת עבודה שתספק תשובות הולמות להיבטים הבאים:

עכירות רקע - התיחסות וקביעת עכירות רקע (background turbidity) – ריכוז חומר יבש במי הנחל, פרמטר שכמובן משתנה גם בזמן (גאות/שפל, חורף/קיץ)) – לפני תחילת העבודה. הרחפה תפעולית מינימלית מותרת - הגדרת מינימום תפעולי להרחפה כתוצאה מעבודות ה-dredging (resuspension) – עכירות מוגברת ביחס לעכירות הרקע.

הגדרה תפעולית של תחום העכירות המוגברת – התיחסות וקביעת שטח מסביב לנקודת העבודה (increased turbidity impact area)

הגדרה תפעולית של זמן השקטת ההרחפה (collapse time) – זמן עד ש"ענן" ההרחפה המינימלית שוקע חזרה למצב התפעולי שהוגדר ב- 1.1

shrouded cutter head ראש חיתוך - ראש החיתוך חייב להיות מסוג "shrouded cutter head"

– ראש חיתוך מוגן ואטום בזמן התיחוח והשאיבה.





2. שינוע נקי למרחקים - שינוע החומר למרחקים גדולים ככל האפשר (באמצעות משאבת ה-dredger) ומערכות בוסטרים לפי הצורך.



משאבת בוסטר . המשאבה על הדרדג' עצמו מספיקה ל: 600מ' - 700 מ'. יותר רחוק – תוך שימוש בבוסטר.

3. דרדג'ינג נקי בנחל ובסביבת העבודה בכלל- המנעות מוחלטת משפיכה של מים וסדימנט חזרה לנחל, תוך כדי דרדג'ינג. כמו כן – המנעות מלכלוך סביבת העבודה: כבישים, גדות הנחל.



פריקת דוברת – barge

4. שאיבת חומר עם מינימום מים אפשרי - שאיבה של חומר בעל ריכוז מוצקים מכסימלי (מינימום מים, למרות השימוש הדרוש בדרדג' הידראולי והצורך בסניקת סדימנט למרחקים גדולים, עד 600-700 מ' בלי בוסטרים, אשר ככלל אכן דורש יותר מים בהשוואה לשיטות דרדג' אחרות).



עבודות בקישון מפרץ חיפה 1993 – 1998, דרג'ינג הידראולי ממרחק של מאות מ' לבריכות אטומות. תכולת מוצקים כ- 10%

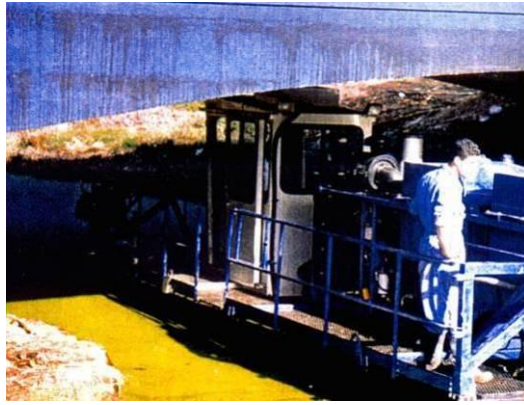
5. בקרת שכבות ועומק חפירה בזמן אמיתי - שימוש במערכת חיתוך ושאובה המסוגלת לבצע חפירה מדוייקת ומבוקרת בזמן אמיתי, לעומק הרצוי - ועקרונית לשאוב שכבות נפרדות של חומר (עקרונית שכבות של מינימום 30 סמ' בנפרד עם מאפיינים שונים של זיהום).



מערכת בקרת מתחחת ומשאבת הדרדג'ר, על תחתית נחל - בתא המפעיל

6. קבלת תחתית נחל אחידה לפי תכנית ההסדרה ההידראולית, אשר צריכה לקחת בחשבון ניקוי אחיד לעומק שיוחלט עליו, גם מהבחינה של ניקוי הזיהום אך גם מהבחינה של הסדרת ההחתך ההידראולי.

7. שוקע מינימלי (shallow draught) - הדרדג'ר חייב להיות מסוגל לצוף על פני מים בעומק של כ: 70-80 סמ' (שוקעֹ מינימלי של הדרג'ר - shallow draught) וזרוע התיחוח והשאובה שלו, צריכה שתהיה מסוגלת להיות גם ארוכה עד כ- 12 מ'.



קישון גדורה – ישראל. מתחת לגשר הכניסה לבתי זיקוק – בגדורה – על מים בעומק כ: 70 סמ' בלבד

8. הטיית ראש החיתוך לשם תיחוח ושאיבה בעומק – מגדות הנחל: לדרג'ר צריך שתיהיה גם היכולת לתחח ולשאוב מהעומק, גם בשיפוע צד אלכסוני.



דוגמאות: Newton Falls, New York ,Cape Coral, Florida Brady Lake, Wisconsin

סניקת הסדימנט דרך צנרת HDPE על מצופים – ללא לכלוך וריח. בהצעות החברות צוינה גם שיטת הדרדג'ינג ההידראולי (hydraulic dredging) וגם שיטת clamshell לחפירה והעמסה סדימנט מבודד (scooping) או עבודה עם בגרים מסיפון של דוברות, אל תוך דוברות משא נגררות (barges). צוין שיתרון שיטת ה clamshell הינו בהעמסת כמות נמוכה יותר של מים, אך צוין שבכך גם חסרונו (בשפיכה חזרה של מים מזהמים רבים יותר כולל מזהמים מרחפים). כמו כן צוין ששיטת ה"נגיסה" בקרקעית המתבצעת בשיטת ה clamshell או הבגרים תגרום להווצרות קרקעית לא אחידה.

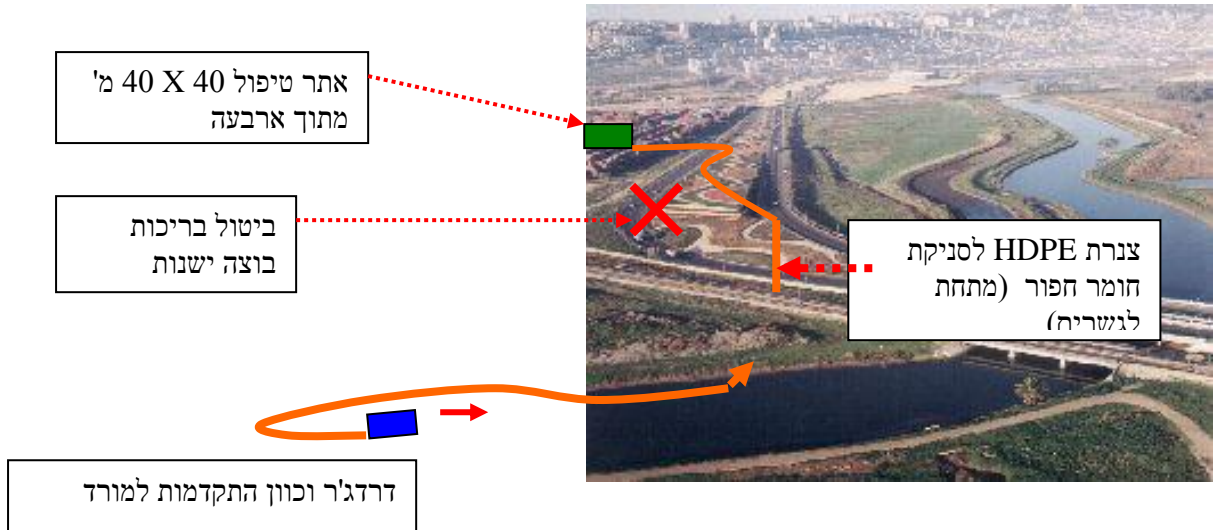
חשוב להדגיש שצורת הדרדג'ינג שצריך לאמץ, משפיעה מאד גם על תהליכי ההפרדה, הטיפול ואחסון החומר בהמשך. אם עובדים מול בריכה פתוחה כפי שנעשה בעבר – יש חשיבות רק להיבטי הסניקה למרחק, דרגת הנקיון ההשוואתי הכללי באזור העבודה. אם עובדים לפני שממשיכים בשיטת מיצוב – מיצוק (solidification / stabilization ראה להלן) הדורשת ייבוש מוקדם של החומר לתערובת לכדי 25% - 30%, כדאי דווקא לבצע דרדג'ינג ע"י clamshell.

אם חשוב לבצע הפרדת פרקציות, על מנת להגיע לאופטימום עם כמות קטנה ביותר שאפשר להפריד ולהעביר טיפול טרמי יקר, חשוב לבצע דרדג'ינג הידראולי. אחרת עלולים להזדקק לתוספת מים, לשם מיהול חומר שהוצא ב-clamshell כך שניתן יהיה לבצע הליכי הפרדה יעילים. תהליכי הפרוייקט, קשורים מאד האחד בשני.



עבודה עם Clamshell ע"ג pontoon משטח צף, העמסת אסדה barge ופריקה למשאיות. עבודה איטית, סרבול תפעולי, הרבה לכלוך וריח בסביבת הפרוייקט.

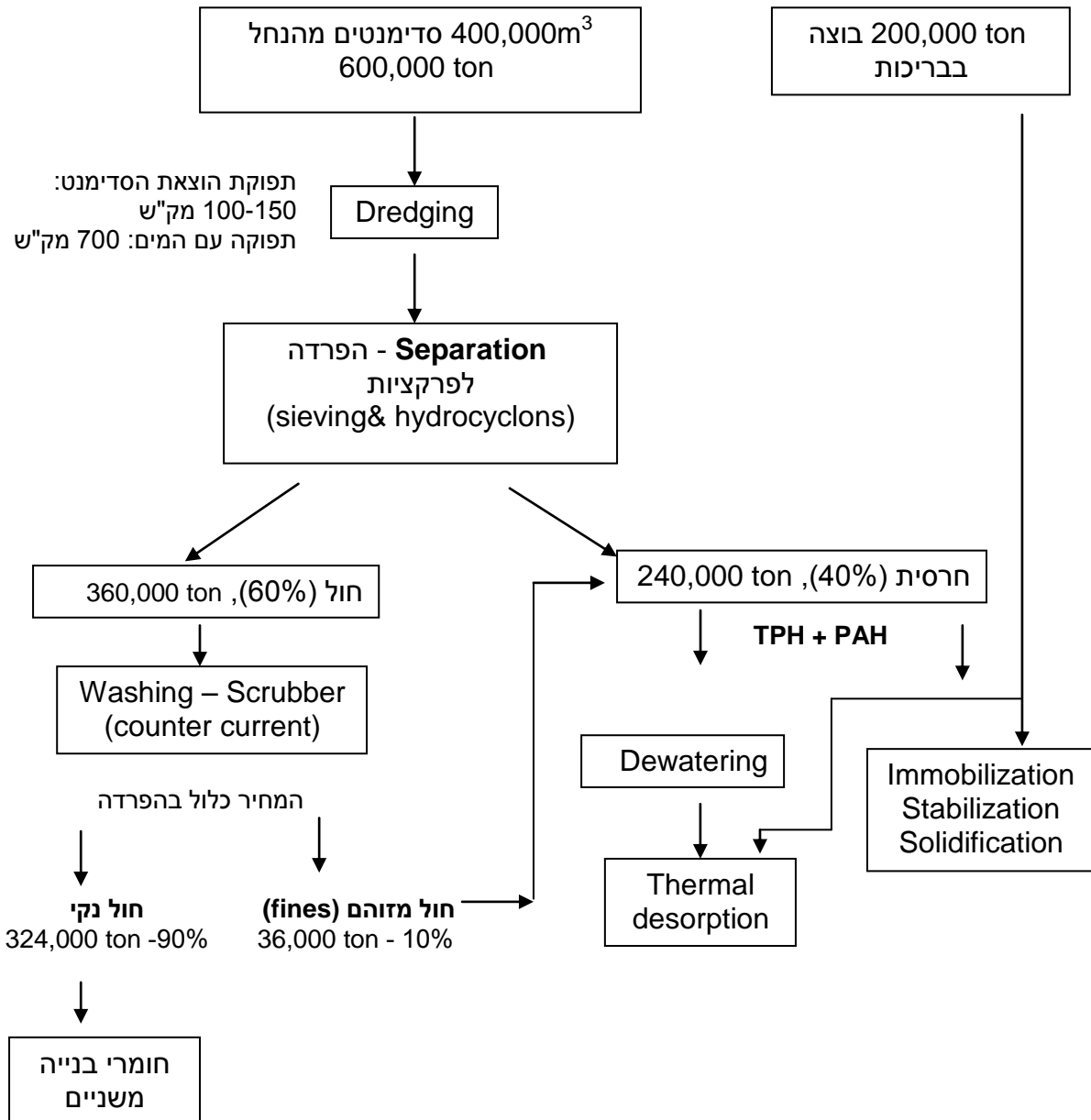
יתרון השאיבה תוך כדי תיחוח, במרחב מנותק מסביבתו המיידית, הוא בקלות תפעולית גדולה יותר (אין צורך לפרוק דוברת שהועמסה ע"י clamshell או בגר – תהליך איטי מסורבל ומלכלך). הולכת החומר דרך צנרת HDPE צפה, על פני הנחל עצמו, תאפשר עבודה נקיה, המנעות מוחלטת מריחות שמקורם בעבודת הדרדג'ינג עצמה והימנעות, מייצוא הזיהום, מתוך הנחל – למערך משאיות לא אטומות, אשר תרכנה דרך הכבישים העמוסים של מפרץ חיפה. לאחר הוצאת הסדימנט המזוהם, צריך שתבוצע פעולת דרדג'ינג שוטפת (כל שנה – שנתיים) לצורך תחזוקת הפרופיל ההידראולי של הנחל. זהו האמצעי היעיל ביותר לשמירה על מפלס הצפה אזורי נמוך, בכל אזור מפרץ חיפה, על כל המבנים שבו, התשתיות והפארקים המתוכננים בו. על הפרוייקט ליצור את התשתית לכך על ידי שמירתם של איזורים תפעוליים של כ- 40 מ' על 40 מ', (כ-4 במספר) שייעדו לקליטה של הסדימנט שיחפר גם לאחר תום הפרוייקט. הכוונה לאזורים תפעוליים ולא לבריכות איחסון רחבות היקף.



גשר הרכבת החדש וגשר מחלף ידן ב: "דרך הקישון" – צורת העבודה המוצעת
מבט כללי על הנחל:

Error! Objects cannot be created from editing field codes.

להלן סכמה תהליכית לטיפול בסדימנטים בנחל הקישון:



תהליך הטיפול בסדימנט הקישון (כולל ה- dredging) כרוך בהשקעה כספית גבוהה.

לאחר ביצוע המהלך שתואר לעיל, צריך יהיה להמשיך ולתחזק את הנחל על בסיס שנתי,

ו- dredging שנתי, אינו הליך רגיל של תחזוקת נחלים בארץ אך התקווה היא שהעלויות הגדולות שתהיינה כרוכות במהלך הטיפול המסיבי, רק תהינה יותר ויותר קטנות בהמשך, בהתאם להצלחה המקווה של:

1. תהליך הולך וגובר של הפסקת הזיהומים.

2. לכידת הסחף לפני אזור הזיהום.

ביצוע ה- dredging, הפרדת הפרקציות, הטיפול הטרמי רק בפרקציה הרלבנטית וכו' יקיים את הנדרש ע"י עקרונות הבסיס שהוגדרו כלהלן:

1. טיפול דפיניטיבי ובר קיימא בכל רכיבי הזיהום.
2. טיפול אופטימלי בכל פרקציה של חומר מתוך כלל הסדימנט – במטרה לאפשר טיפול ייעודי במינימום החומר הדרוש לטיפול כזה או אחר ולהימנע מטיפול יקר בחומר רב – ללא צורך.
3. יצירת חתך קרקעית מסודר ונכון הידראולית כהגנה בפני הצפות, בכל מפרץ חיפה, כאשר למורד הקישון, יש השפעה ישירה על כך.

השאלה אם יש תוחלת לצפיה לבצע את הטיפול המלא במתכון שתואר לעיל או שמא ניתן גם להסתפק בפתרונות אחרים – זו שאלה מורכבת שהתשובה אליה מעוכבת מזה זמן רב (מבחינתה של רשות הניקוז – 10 שנים !!) וגם לא נענתה עדיין באומץ הלב הדרוש ע"י מי שאחריותו לעשות את ההחלטה הזו – והכוונה היא למשרד להגנת הסביבה.

המערכת המתוארת לעיל, אכן תשיג טיפול דפיניטיבי לסדימנט המזוהם הנוכחי באפיק ובבריכות ולכשתתוספנה לכל אלו גם עלויות הסילוק, לאתרים מורשים בדרום הארץ, אין ספק בכך שכלל העלות, תהיה גבוהה עוד יותר (ולא משנה מי הגורמים המשתתפים בכיסוי העלות).

ההתייחסות לבחינת מערכת הניקוז והפתרונות הדחופים, שצריך להמציא לה ובהייתייחס לעובדה שכאמור, מורד הקישון מהווה את המרכיב החשוב ביותר במטריצה של מרכיבי התכנית – הינה דחופה ביותר.

עלות הנזקים שבהם הוכר, כתוצאה מארועי ההצפה בחורף 1991 – 1992 : הייתה בסדרי גודל של מאות מיליוני ש"ח !!

בכל שנה מתוך העשור שחלף מאז הפסקת פעולות ה- Dredging נאלצה רשות הניקוז לקחת על עצמה את הסיכון שבאותו חורף, היא לא תצטרך להתמודד עם גשמים חריגים, ארועי זרימה חריגים, נזקים כספיים ופיצויים כנ"ל.

בכל שנה שבה הרשות לא בצעה Dredging – אופי הסדימנט בקישון הפך לצמיג יותר ויותר, נשטף פחות למורד ולפיכך, "חסימה אמיתית בתעלה", שמונעת זרימה חופשית אל הים.

לא מתפקידה של תכנית האב המוגשת בזאת, להעריך כמותית ותקציבית את הסיכונים שרשות הניקוז לקחה על עצמה, במהלך העשור האחרון, אבל בטוחני שהמצב המתואר, מעמיד את הצעות תכנית האב, באור שונה שללא ספק דורש התייחסות רצינית, גם אם הצעות התכנית, אינן סטנדרטיות.

הבעיה חמורה ובהחלט לא סטנדרטית.

לאור האמור לעיל ובמקביל להמשך השתתפותה של רשות הניקוז, במאמצי הועדה המקצועית שבראשות רשות הנחל, מחובתה של רשות הניקוז לקרוא גם לתחילתם המיידית של צעדים מעשיים, לפתיחת מורד אפיק הקישון בצורה הדחופה ביותר האפשרית.

2.6. פתרון לאזור נשר ותעלת קייזר אילין

תעלת קייזר אילין מנקזת אל הקישון את נגר אגן הכרמל הצפוני (שטח כ 4 קמ"ר). התעלה עלולה להוביל ספיקות גבוהות בזמן קצר, ולגרום להצפות מקומיות באזור נשר. האמצעים בהם ניתן לנקוט בכדי לטפל בבעייה: מאגר ויסות במחצבת נשר הנטושה (לא אפשרי). תוכנית שמר נגר למתחם שיבנה - כן אפשרית ותדרש. הטייה מעבר לשדרות ההסתדרות אל מורד הקישון דרך לב המפרץ במובל סגור – מורכב, יקר אבל אפשרי.



מחצבת נשר הנטושה: מיקום אפשרי למאגר ויסות לתעלת קייזר אילין

3. גדורה והגנה

3.1. מערכת קיימת – אגן שפרעם

אגן שפרעם משתרע על שטח כולל של כ- 39 קמ"ר. האגן מחולק באופן טבעי לאגן צפוני ואגן דרומי.

אגן שפרעם הצפוני: שטח כולל כ- 24 קמ"ר (ועוד 3 קמ"ר באזור המחלק). תחילתו, ממזרח בגבעות שפרעם ברום בין +300 (הר חנתון) ל- +230 (הר שיפרון), אורך האפיק הכולל הוא כ- 13.5 ק"מ, שיפועו הממוצע הוא כ- 14 פרומיל. ככל שהאגן מתקדם מערבה משפרעם השיפועים נעשים מתונים יותר ויותר. הקרקעות הנפוצות באגן הן קרקעות גרמוסוליות במורד ורנדזינות במעלה.

האגן הצפוני עובר בתוך השטח העירוני הצפוף של העיר שפרעם, אפיקו אינו מוסדר וקיימות הפרעות רבות לזרימה, כושר הולכת הניקוז בתוך שפרעם בעייתי, ובפועל מערכת הניקוז העירונית מכתובה, במקרה זה, את ספיקת מרבית האגן הצפוני. בקטע האחרון של הנחל, הוא עובר את כביש 79 (גלעם- אפק, נבנה ב-1991) באמצעות מעביר מים 3X2 BOX. לפני כביש 79 עובר הנחל בצומת אעבלין במעביר מים 5X1.5 BOX. במורד מעביר המים בגלעם-אפק התוואי אינו ברור ועובר בחלקות חקלאיות פרטיות וקטנות, ובסיום מגיע אל ה"מחלק".



אגן שפרעם צפוני – חציית צומת אעבלין

אגן שפרעם הדרומי: שטח כולל כ- 12 קמ"ר. תחילתו, מערבית לביר אל מכסור באזור גבעי ברום של +200, אורך האפיק הכולל הוא כ- 9 ק"מ, שיפועו הממוצע הוא כ- 17 פרומיל. הקרקעות הנפוצות הן רנדזינות.

האגן הדרומי קטן יותר מהצפוני, הנחל חוצה את צומת סומך דרך מעביר מים BOX 1.5X2. מוצאו עובר בסמוך לשכונות מגורים בקריית אתא: גבעת טל, גבעת רם, גבעת הרקפות, גבעת אדי – מתוכננת, גבעת המשטרה- בסיס אימונים, שכונת בן-גוריון, והציר המסחרי לאורך רחוב יוספטל. קיימת חצייה דרך 3 מעבירים צמודים במימדי BOX 1.5X2, לכיוון ה"מחלק" אליו הנחל מגיע דרך תעלה ז13. ניתן גם לנקז את אגן שפרעם הדרומי ישירות אל תעלת ההגנה.



אגן שפרעם דרומי- מורד חציית כביש 781, חציית צומת סומך

מוצא האגן: (מורד ה"מחלק", אזור הקריות) כולל, כאמור, אזורי מגורים ותעשייה עירוניים צפופים, הנמצאים בהתפתחות מתמדת וכוללים תוכניות להוספת תשתיות תחבורה ושכונות מגורים גדולות. אזורים אלו נמצאים בסכנת הצפות גדולה, במערכת הניקוז האזורית הקיימת כיום.

מבחינה טופוגרפית מוצא האגן מישורי למדי, הגבהים נעים בין 0 ל- 20 מ' כאשר השיפוע הכללי מתון למדי ויורד לכיוון דרום מערב, הקרקע הינה גרמוסולית חרסיתית.

ה"מחלק": מתקן הידראולי שנבנה ב- 1956, מטרתו היא חלוקת הזרימה המגיעה מנחל שפרעם (צפוני ודרומי), בין תעלת ההגנה לנחל הגדורה. בספיקות קטנות מופנית הזרימה אל תעלת ההגנה, בספיקות גדולות, יותר ויותר מים יופנו לכיוון הגדורה. ספיקת התכן של ה"מחלק" היא 43 מקש"נ (1:100), בספיקה זו הוא תוכנן להפנות 18 מקש"נ אל תעלת ההגנה ו- 25 מקש"נ אל תעלת הגדורה, בפועל הגדורה מקבלת ספיקה גדולה יותר.

פירוט חלוקת הספיקות במחלק:

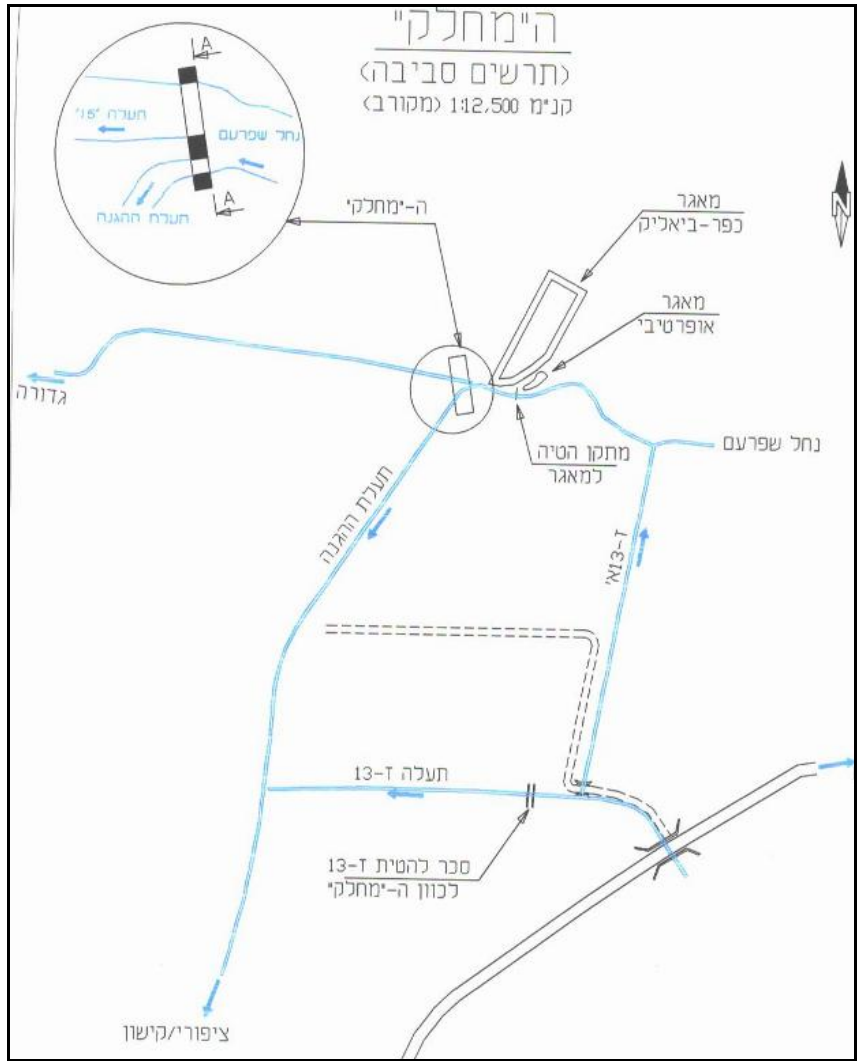
ספיקה אל ההגנה מקש"נ	ספיקה אל הגדורה מקש"נ	סה"כ ספיקה מקש"נ
6	0	6
9	6	14
11	13	24
13	22	35

תעלת הגדורה: ראשיתה ב"מחלק", תעלה טרפזית באורך כ- 6.5 ק"מ, שיפוע התעלה במעלה (קטע "מחלק" - גשר אושה) הוא כ- 2.7 פרומיל. השיפוע במורד (קטע גשר אושה - מנהרת ההסתדרות) הוא כ- 0.3 פרומיל. התעלה כוללת 8 גשרים עד להגעתה אל מנהרת חציית ההסתדרות. לאחר חציית ההסתדרות ממשיכה הגדורה כ- 460 מ' נוספים עד לשפך לקישון, במעלה גשר הרכבת מעל הקישון. לאורך כל קריית ביאליק (הגדה המערבית של הגדורה), ישנה כיום סוללת הגנה עם רום קודקוד של 4.0-4.5 +. קומפלקס גשר הרכבת וגשר פטרוכימיים צפוף מאוד ומלא הפרעות חמורות לזרימה, הגשרים אינם מתאימים למפלס פני המים, חציות צנרת רבות וסתימת המעבר יוצרים בעיה חמורה באזור זה. הקטע המעלי של הגדורה בעל חתך זרימה קטן יותר מחתך הקטע המורדי. כיום מוערך כושר ההולכה של הגדורה ב- 7 מקש"נ (10 מקש"נ במורד).



קומפלקס גשרי הפטרוכימיים, מצבור הפרעות חמורות לזרימה

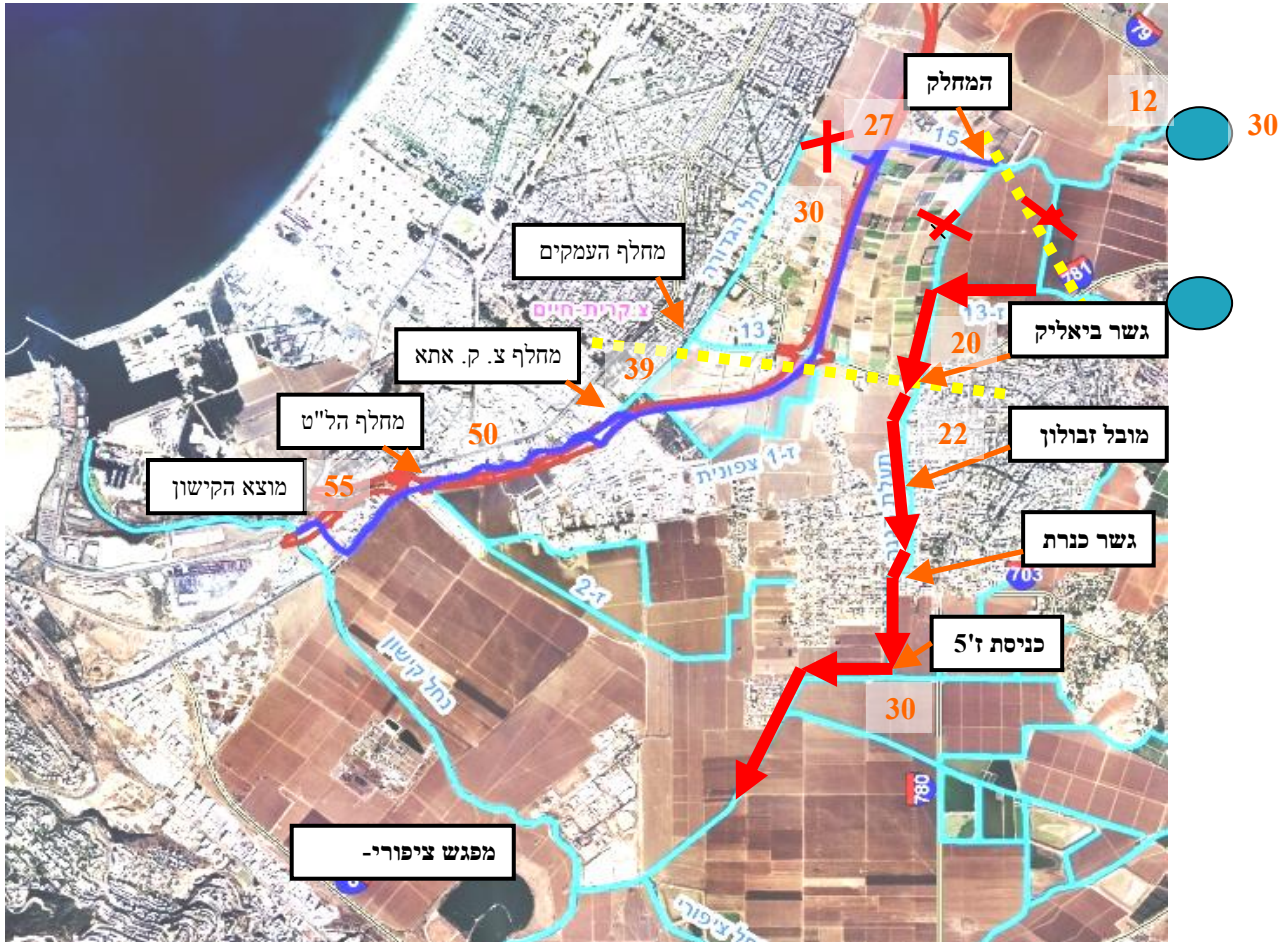
תעלת ההגנה: ראשיתה ב"מחלק", התעלה הינה טרפזית באורך כ- 8.5 ק"מ. חלק גדול מהתעלה עובר בתוך ק. אתא וכולל 3 גשרים ומובל סגור באורך 263 מ'. הקטע המעלי עובר בשדות חקלאיים מצפון לק. אתא, אורכו כ- 2 ק"מ ושיפועו 1 פרומיל. הקטע העובר לאורך ק. אתא אורכו כ- 3 ק"מ ושיפועו גם הוא כ- 1 פרומיל, קטע זה כולל מובל מלבני סגור BOX 2X4.5 באורך 262 מ' הממוקם בחציית התעלה ע"י רחוב זבולון. בהמשך ישנו קטע באורך כ- 1.5 ק"מ בשיפוע אפסי ולבסוף, קטע המורד באורך של כ- 2 ק"מ ושיפוע של כ- 1 פרומיל. כושר ההולכה של תעלת ההגנה נבדק לעומק בעבודה זו (יפורט בהמשך) ובין היתר נמצא כי כושר ההולכה הנוכחי של התעלה הוא כ- 10 מקש"נ (ניתן יהיה להעביר 15 מקש"נ, לאחר הסדרה מקומית פשוטה). סכימה כללית של לב המערכת הקיימת, הגעת אפיקי שפרעם הצפוני והדרומי אל ה"מחלק" וחלוקת הזרימה בין תעלות ההגנה והגדורה:



סכימה אזורית

3.2. הידראוליקה ושיפורים מוצעים

חלוקת ספיקת אגני שפרעם הצפוני והדרומי, לאחר ויסות לתעלות הגדורה וההגנה בהתאמה:



עיקרי התוכנית המוצעת עבור אגן שפרעם והקריות:

1. ויסות אגן שפרעם הצפוני במאגר גלעם.
2. ויסות אגן שפרעם הדרומי (נחל סומך) במאגר סומך.
3. הזרמת אגן שפרעם הצפוני לאחר ויסות, אל תעלת גדורה-עוקף קריות.
4. הזרמת אגן שפרעם דרומי לאחר ויסות, אל תעלת ההגנה.
5. ניקוז הנגר עירוני של ק. ביאליק, אזור תעשייה ק. אתא וחלקים מאזור תעשייה מפרץ חיפה והשדות שממערב לתעלת ההגנה, אל תעלת גדורה-עוקף קריות.
6. ניקוז הנגר עירוני של ק. אתא והשדות שממזרח לתעלת ההגנה, אל תעלת ההגנה.
7. ניקוז תעלת גדורה-עוקף קריות אל הקישון, בנקודת המפגש קישון-גדורה הקיימת.
8. ניקוז תעלת ההגנה אל מפגש הגנה-ציפורי ובהמשך אל מפגש קישון-ציפורי הקיים.

חלופה זו תפחית את הספיקות הצפויות בתעלת עוקף קריות. ולפיכך גם תפחית את מידת היערמות המים המקומית (מי גשם מקומי ללא אפשרות ניקוז לתעלת עוקף קריות) באגני המשנה במורד התעלה, אך לא תפתור את הבעיה לחלוטין.

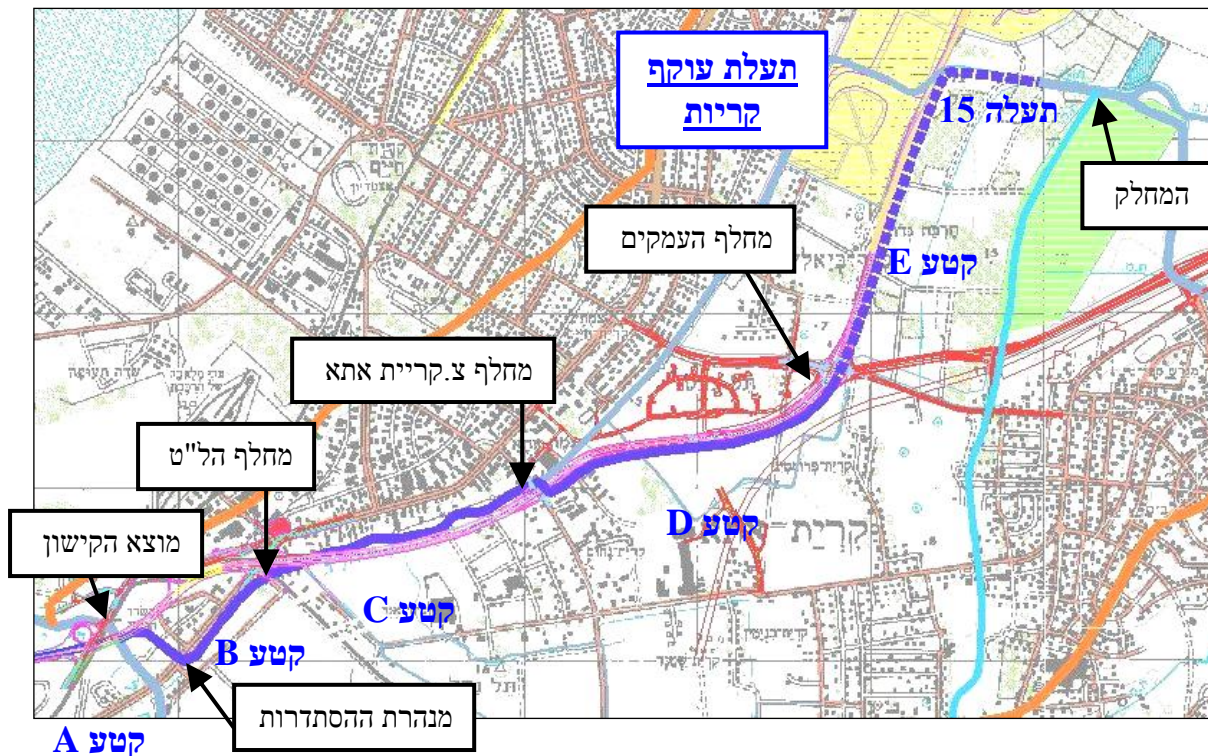
בתעלת ההגנה נדרשת הסדרה מחדש לכל אורכה. הסדרה כוללת ורחבה בחלקים ניכרים. בחלקים ארוכים של התעלה תידרש תעלת בטון מלבנית, באחרים תעלת עפר מדופנת.

חסרונות בהטייה לתעלת ההגנה:

- מגדילה את ספיקת השיא בקטע קישון-ציפורי עד לקישון-גדורה – מאחר ומצרפת את אגן שפרעם הדרומי כבר למפגש קישון-ציפורי במקום למפגש קישון-גדורה.
- מצרפת את ספיקת ההגנה (יחד עם הציפורי) לנקודה בקישון, אשר בארועי התכן, רום האנרגיה בה גבוה יותר מאשר במורד.
- נוצר עומס ספיקה נוסף על גשרי ההסתדרות שבקישון הבעייתיים ממילא.
- מצריכה עבודות הסדרת ההגנה בתוך שטח עירוני בקריית אתא.

יתרונות

- ניתוח כלל האגן, מורה בבירור על כך שאזור התורפה המרכזי הוא אזור מורד הגדורה. לאור גידול ספיקות התכן ביחס לעבר, ניתוק זרימות ההגנה מזרימות הגדורה – טוב יותר.
- עומס ספיקות תכן נוסף, באזור מוצא ההגנה, נעשה עדיין באזור פחות צפוף ועירוני.
- לאחר שיפור גשרי ההסתדרות (הוצאת עמודי התמיכה של הגשר המרכזי הישן מהאפיק והגבתו של הגשר המרכזי החדש) – גשרי ההסתדרות פחות קריטיים מבעבר, מבחינת צוואר בקבוק.
- שטח עירוני קרית אתא, עובר ויעבור בשנים הקרובות שינויים רבים בעיקר כתוצאה מעבודות המטרונות. עבודות בתעלת ההגנה – שמצורפות מבחינת התזמון לעבודות המטרונות, לא יגדילו את סה"כ ההפרעה שצפויה ממילא.
- מבחינת תפיסת שטח לעבודות שדרוג התעלה – לרוב, לא יהיה צורך בחריגה מתחום תעלת ההגנה ברוב התעלה הטרפזית הנוכחית.



א. קטעי התעלה:

קטע תעלה 15: החל ב"מחלק" ועד עיקול התעלה והצטרפות לרצועת כביש עוקף קריות – אחריות ביצוע ותחזוקה ר.ג.ק

קרקעית התעלה ברום +9.34 במעלה ורום +7.5 במורד.

אורך הקטע כ- 850 מ', החתך טרפזי, גובה תעלה ממוצע כ 2 מ'.

על מנת להעביר בתעלה את הספיקה הנדרשת יש לבצע הסדרה כולל דיפון דפנות.

השטח הינו חקלאי, אך מיועד לבנייה עירונית במסגרת "נסיכת העמקים", לכן הסדרת התעלה תתפוס שטח קטן ככל האפשר (רוחב בין גדות קטן ככל האפשר).

קטע E: החל בעיקול תעלה 15 ועד למחלף העמקים – אחריות ביצוע ותחזוקה מע"צ

השטח כמעט כולו ישר ועובר בתוואי רצועת כביש עוקף קריות.

האזור חקלאי ברובו, מתוכננת בנייה עירונית.

רום פני הקרקע במעלה כ- +9.2 ובמורד כ- +5.4.

אורך הקטע 1,590 מ', כיוון זרימה כללי מצפון-מזרח לדרום-מערב.

סוף הקטע במפגש עם כביש ביאליק-אתא (כביש מס' 781) באזור מחלף העמקים המתוכנן. מתוכנן חתך מלבני עם קירות וקרקעית בטון.

קטע D: החל במחלף העמקים ועד למחלף צ. קריית אתא – אחריות ביצוע ותחזוקה מע"צ השטח כמעט כולו ישר ועובר בתוואי רצועת כביש עוקף קריות.

האזור חקלאי ברובו, מתוכננת בנייה עירונית.

רום פני הקרקע במעלה כ- 5.3+ ובמורד כ- 2.5+.

אורך הקטע 2,140 מ', כיוון זרימה כללי צפון-דרום.

סוף הקטע במפגש עם כביש סולל בונה, באזור מחלף צ. קריית אתא המתוכנן.

מתוכנן חתך מלבני עם קירות וקרקעית בטון.

חיבור תעלת הגדורה הישנה יבוצע במורד מחלף צ. קריית אתא המתוכנן – אחריות ביצוע ותחזוקה ר.נ.ק.



גשר סולל בונה הקיים

קטע C: החל במחלף צ. קריית אתא ועד למחלף הל"ט – אחריות ביצוע ותחזוקה ר.נ.ק עובר בתוואי המקורי של תעלת הגדורה הקיימת. שיפוע הקרקע הטבעי קטן אף יותר לעומת הקטעים שבמעלה.

תוואי הנחל הקיים עובר בסמוך לרצועת עוקף קריות.

האזור חקלאי ברובו בצידו המזרחי, וגובל באזור מלאכה ותעשייה בצידו המערבי. תוואי קטע C כולו, כולל תשתיות רבות וצפופות (קווי תקשורת, ביוב, מים, עמודי חשמל, וכמובן תוואי הכביש). בקטע זה ישנן כ- 10 כניסות של צינורות ניקוז, בעיקר מאזור התעשייה שמצפון לתעלה.

רום פני הקרקע במעלה כ- +2.5 ובמורד כ- +1.9.

אורך הקטע 1,860 מ', כיוון זרימה כללי צפון-דרום.

סוף הקטע במפגש במחלף הל"ט המתוכנן.

מתוכנן חתך מלבני עם קירות וקרקעית בטון. נשקלת אפשרות להסדרה כרצועה נופית ירוקה בתעלת עפר טרפזית עם דיפון צמחי.

במורד מצטרפת תעלה ז' 1-2 המנקזת שטחים של ק. אתא ממזרח לתוואי עוקף קריות – אחריות ביצוע ותחזוקה ר.ג.ק.

מחלף הל"ט המתוכנן יחצה את תוואי תעלת גדורה-עוקף קריות. לאורך החצייה תעבור התעלה במובל בטון סגור מתחת לכביש.

קטע B: החל במחלף הל"ט ועד למנהרת ההסתדרות – אחריות ביצוע ותחזוקה ר.ג.ק

עובר בתוואי המקורי של תעלת הגדורה הקיימת. שיפוע הקרקע הטבעי קטן אף יותר לעומת הקטעים שבמעלה.

תוואי הנחל הקיים נפרד מרצועת עוקף קריות. עובר בסמוך לשדרות ההסתדרות.

התוואי הוא ברצועת תשתיות בין שדרות ההסתדרות לבין גדר בז"ן.

רום פני הקרקע נע בין +2.5 ל +1.9. כאשר הגדה הצפונית של התעלה (כביש ההסתדרות) גבוהה יותר, ברומים +2.3 - +2.5, והדרומית (גדר בז"ן) נמוכה יותר, רום +1.75 - +2.0.

אורך הקטע 650 מ', כיוון זרימה כללי צפון-דרום.

סוף הקטע במנהרת ההסתדרות. הכוללת 2 מובלים בצורת BOX בגודל 3X5 כל אחד.

מתוכנן חתך מלבני עם קירות וקרקעית בטון. נשקלת אפשרות להסדרה כרצועה נופית ירוקה בתעלת עפר טרפזית עם דיפון צמחי.

התוואי הקיים אינו מספיק ויש להרחיבו, ההרחבה הצפויה, מתנגשת עם דרישת בז"ן לשמירה על 3 מ' מרחק בין דופן התעלה לבין גדר בז"ן. יתכן ויהיה צורך לתאם עם בז"ן את העתקת הגדר פנימה לתוך שטח בז"ן, או הצבתה על גדת הגדורה השמאלית.

בקטע זה ישנן כ- 3 כניסות ניקוז, וכניסת תעלת ניקוז מתוך שטח בז"ן.

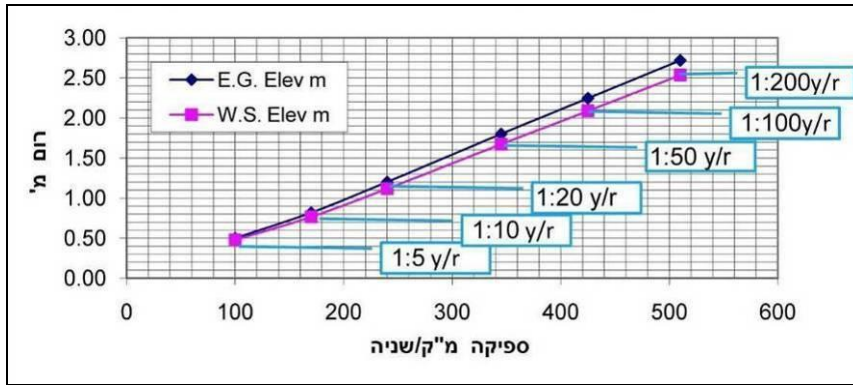
קטע A: החל ממנהרת ההסתדרות ועד מפגש קישון-גדורה – אחריות ביצוע ותחזוקה ר.ג.ק

קטע זה בוצע כתעלת עפר טרפזית במסגרת פרויקט מנהרת ההסתדרות ב 2001. בוצע ברוחב קרקעית 6 מ', רוחב בין גדות 20 מ', שיפוע דופן 1:2 ועומק ממוצע (כולל בלט) +4.0. אורך הקטע 460 מ', כיוון זרימה כללי מזרח-מערב. רום הקרקעית במעלה 1.5- ובמורד 1.83-. שיפוע הקטע הוא 0.7 פרומיל. הקטע נחצה ע"י כביש ידן. החצייה מוסדרת בקירות בטון אנכיים משני צידי התעלה.

ב. נקודות רגישות לאורך תעלת גדורה-עוקף קריות:

- **חיבור תעלה 15:** רוחב תעלת גדורה-עוקף קריות מתוכנן להיות צר ככל האפשר משיקולי זמינות קרקע ולכן התכנון הוא לתעלה עמוקה וצרה. קיימת אפשרות שהתעלה תנקז את שטח שכונת "גבעת הרקפות" הנמצאת מצפון לה על גבול אגן ניקוז הנעמן.
- **חיבור הגדורה הישנה:** מפלס המים/אנרגיה בנקודת החיבור צפוי להיות גבוה מפני הקרקע וליצור היערמות לאחור דרך הגדורה הישנה וכך הצפת הכביש ואזורים בק. ביאליק במעלה. רום הקרקע באזור הוא +2.5-2.8+ במתחם BIG ו-2.5 בגדה השמאלית. במעלה עד גשר העמקים, הגדה הימנית הוגבהה לרום +4.0-4.5+ בסוללת עפר והגדה השמאלית ברום +3.0+ בגשר העמקים עד +4.0+ בגשר אושה. גשר סולל בונה הקיים ברום קורה תחתונה של +1.98+ פני הכביש ברום +3.01+, גשר BIG ברום קורה תחתונה +2.3+.
- **חיבור תעלה ז1 צפון:** כ 440 מ' במעלה גשר סולל בונה הקיים. קיימת סכנה של הצפה לאחור דרך תעלה זו ולכן יש להגביה גדות בסוללות עפר. אורכה 2,100 מ', עוברת בשטח חקלאי, ברום קרקע +3.0+ עד +2.5+ ברובו.
- **חיבור תעלה ז2-1:** מפלס המים/אנרגיה בתעלת גדורה-עוקף קריות יהיה גבוה מפני הקרקע בסביבה. קיימת סכנה של חזרת מים לאחור דרך תעלה ז2-1 ולכן הצפה אפשרית של חוות הגז, ואזורי מגורים, מלאכה וחקלאות בק. אתא. למניעת תרחיש זה יש להגביה גדות בסוללות עפר.
- **גשרי הפטרוכימיים:** רצועת הגשרים עוברת הסדרה, במהלכה ינוקה ויוסדר חתך התעלה שמתחת לגשרים. גשר הרכבת הקיים יישאר ברום עליון +2.84+ וברום קורה תחתונה +1.87+. הגשר נמוך מאוד ומפריע לזרימה גם בספיקות נמוכות. בספיקת התכן המים מציפים את הגשר ומאחר וקירות התעלה נחצים בנקודה זו ע"י מעבר פסי הרכבת, עלולים המים לגלוש דרך המעבר ולהציף את הסביבה כולה. לפיכך יש לתכנן פתרון מקומי של סגר מופעל ידנית האוטם את התעלה מ-2 צידיה על גבי גשר הרכבת. פתרון זה יופעל במקרה הצורך ובאופן זמני עד לדעיכת ספיקת השיא בתעלה.

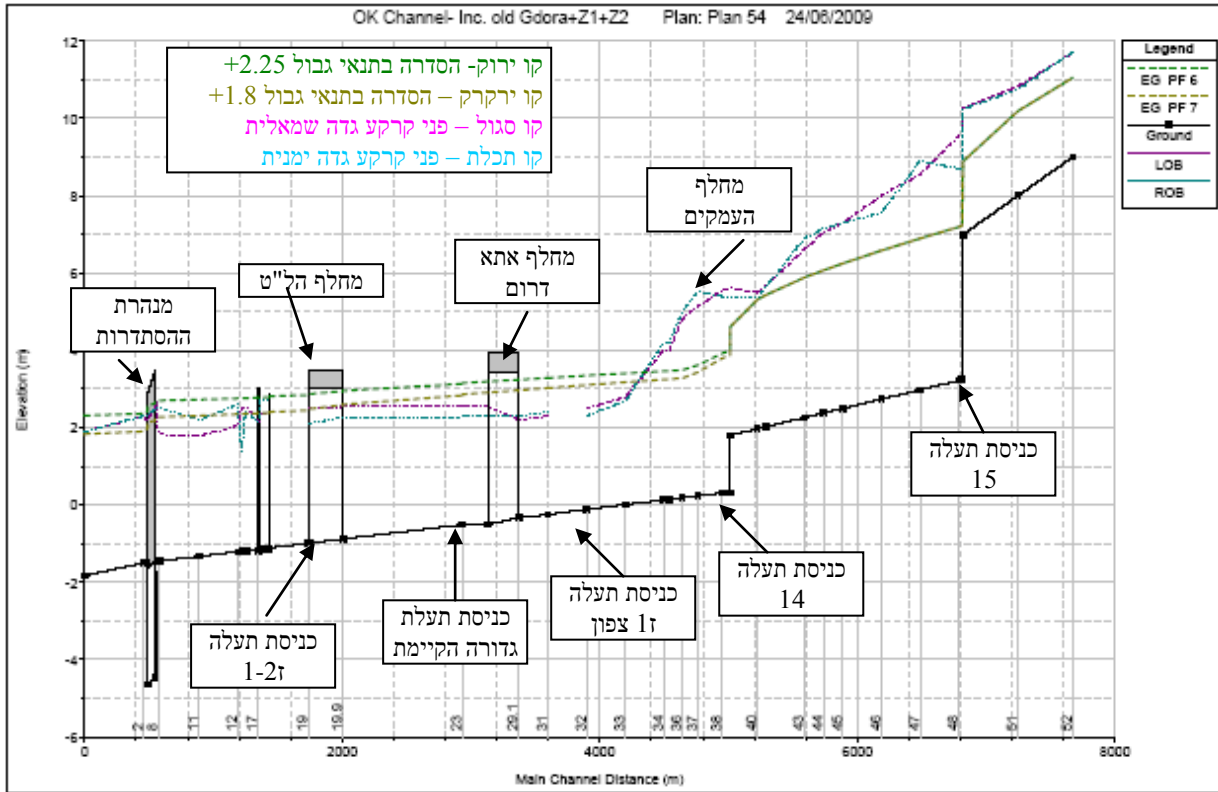
- **רום מים אנרגיה במפגש קישון גדורה:** הרום הצפוי בספיקת שיא הוא +2.25. מפלס זה חוזר לאחור לאורך מרבית התעלה, גם ללא זרימה בגדורה עצמה. גדות התעלה עד אזור צ. קריית אתא במעלה נמצאים בסכנת הצפה לאחור. כפי שצוין לעיל יהיה צורך בהסדרת כניסות ניקוז וכניסות תעלות אזוריות עם אמצעים מונעים זרימה חוזרת כדוגמת שסתומים אל-חוזרים והגבהת גדות במקרה הצורך.



עקום רום/ספיקה במעלה מפגש קישון-גדורה

ג. תאור גיאומטריית תעלת גדורה-עוקף קריות:

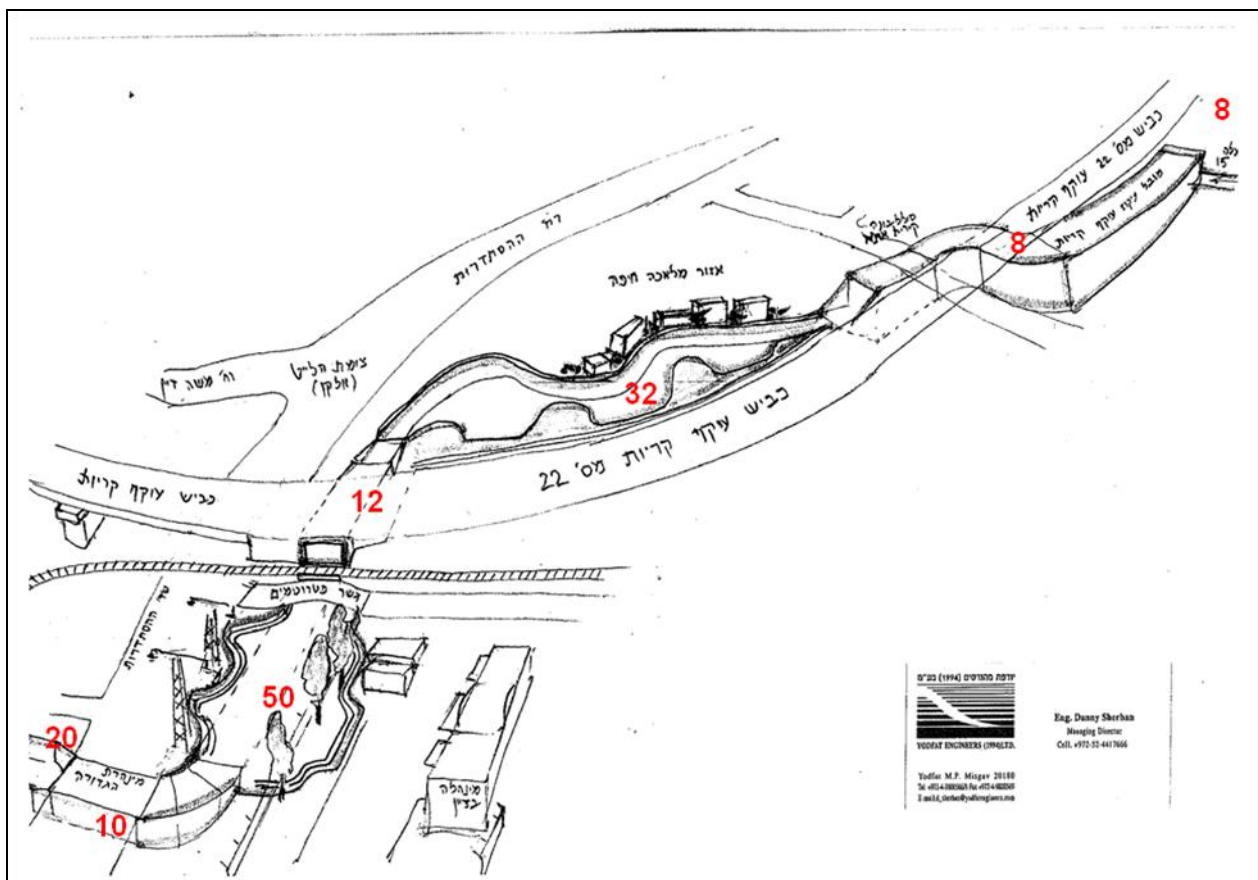
מפלס אנרגיה - קישון-גדורה +1.80	מפלס אנרגיה - קישון- גדורה +2.25	רום קרקעית	רום גדות ממוצע	ספיקה	מרחק מצטבר	מיקום	חתך
11.1	11.1	9.0	11.7	31	7,674	מחלק	52
7.2	7.2	3.2	9.1	31	6,814	כניסת תעלה 15	49
6.3	6.3	2.5	7.3	31	5,889		45
4.6	4.6	1.8	5.5	31	5,012	מחלק העמקים	39
3.2	3.5	0.2	4.1	31	4,538	m500 במורד העמקים	35
3.0	3.3	-0.3	2.4	32	3,598	כניסת ז'1 צפון	31
2.8	3.1	-0.5	2.4	39	2,930	כניסת הגדורה הקיימת	23
2.4	2.8	-1.1	2.5	55	1,436	כניסת תעלה 1ז	18
2.4	2.8	-1.2	2.0	55	1,220	מורד גשרי הפטרו'	13
2.3	2.7	-1.5	2.2	55	588	כניסה למנהרת ההסתדרות	10
1.8	2.3	1.8-	1.9	55	-	שפך לקישון	1



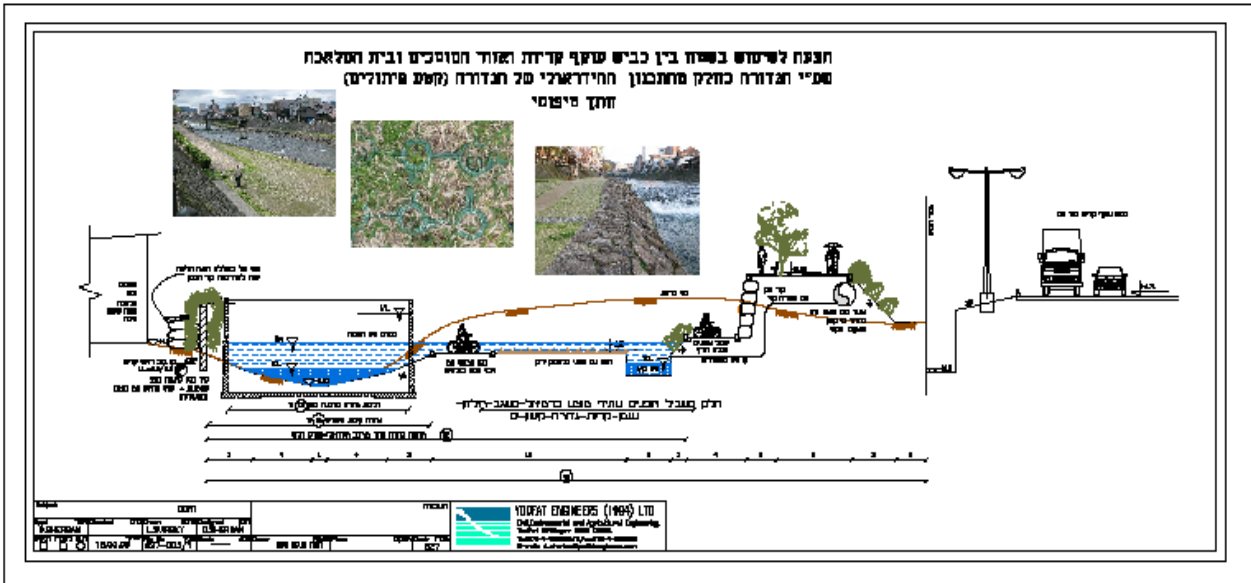
חתך תעלת גדורה-עוקף קריות, כולל רוחב חתך, כולל הצפה עצמית חזויה

3.4 פיתולים + גדר בז"ן בתעלת/מובל גדורה-עוקף קריות

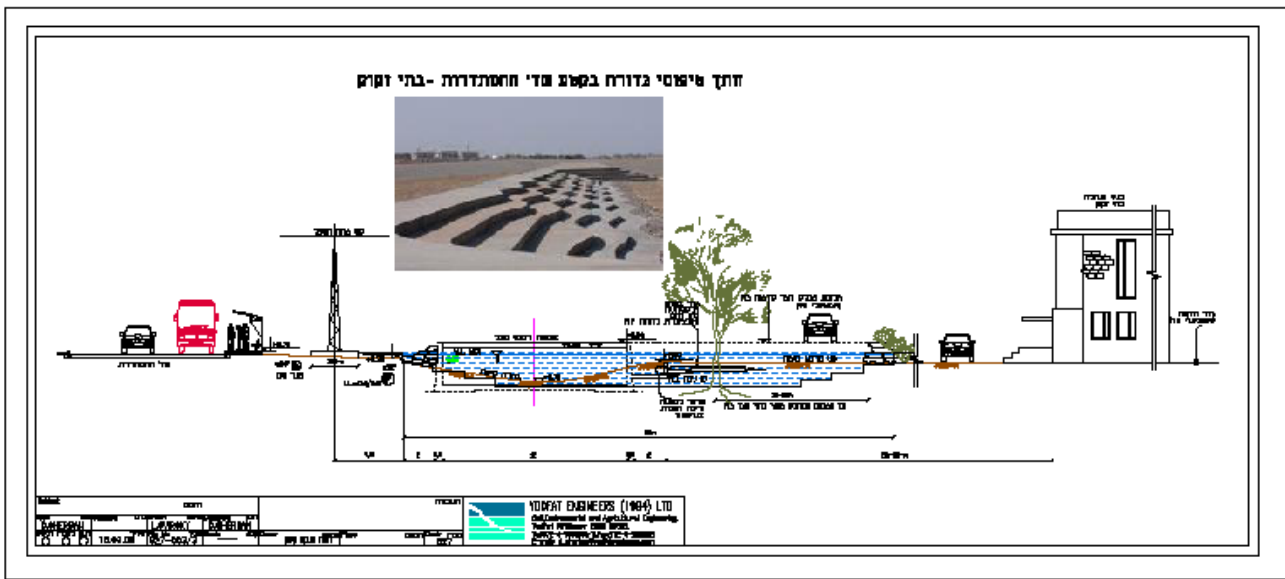
הסדרת תעלת גדורה-עוקף קריות המורדית (מחלף צ. קריית אתא - מנהרת ההסתדרות) מתוכננת כרצועה נופית ירוקה המשלבת את הדרישות הללו עם הדרישות ההידראוליות (חתך משולב, לספיקות רגילות ולספיקות חריגות) התואי מתוכנן כתעלת עפר מורכבת כולל אלמנטים של פארק. החתך רחב יותר לעומת חתך מלבני מבוטן, ולכן דרישת השטח של פרויקט זה גדולה יותר.



שבילי הליכה ואופניים ישולבו בחתך ההידראולי המורכב אשר מבחינת ספיקות, יצטרך לתת מענה למגוון מצבים רחב. החתך גם לא יהיה אחיד בצורתו והוא יהיה צר ורחב, ככל שיתאפשר מאילוצי שטח ותשתיות קיימות, שקשה מאד להזיזין ממקומן. כלל השטח לפרוייקט יעשה שימוש בשטח שנכלא בין פרויקט כביש עוקף קריות ממזרח ואזור התעשיות והמוסכים של חיפה ממערב. ראה סקיצה .



חתך אופייני של קטע התעלה המתוכננת כרצועה נופית ירוקה



חתך אופייני של קטע התעלה המתוכננת כרצועה נופית ירוקה

לקראת סוף קטע הפיתולים, מתוכנן מעבר של כביש עוקף קריות ורק בקטע זה, מתוכנן מובל מלבני שיחזור לתכנון הפתוח, מצדו הדרומי של מעבר הכביש עוקף, מכלול מורכב ביותר של צנרת בז"ן אשר תוכנן בעבר להתקנה על גבי גשר, מתוכנן כעת לעבור במינהרת תשתיות תת קרקעית. גשר הרכבת בכניסה למפעלים הפטרוכימיים – לא יוכל להשתנות וימשיך, מצד אחד להוות הפרעה ומצד שני, ארועי זרימה חריגים, ימשיכו להפריע לרכבת.

התכנון מחדש של גשר הפטרוכימים הסתיים לאחרונה ומתחיל הביצוע ובמורד הגש, בקטע גדורה בז"ן עד למינהרת חציית שד' ההסתדרות, מתוכנן המשך חתך נופי, אשר הבעייתיות הגדולה בקשר אליו היא הצורך בהזזת גדר בז"ן, מזרחה.

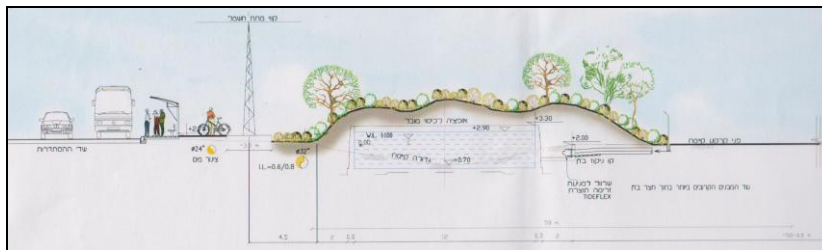
אם הזזה זו לא תוכל להתקיים, לא יהיה מנוס מבנייתו של מובל סגור עם תקרה ועם כיסוי אדמה ואלמנטי פארק- מעליו.

קווים מנחים בבחינת חלופות אלו:

- א. כל פתרון חייב לספק את הדרישות ההידרוליות, גם לאפשר למים לזרום במסגרת מפלס המים המותר, גם להגן על האזורים המאוכלסים ולאו הבנויים.
- ב. התעלה המלבנית מהווה פתרון יעיל הידראולית אך בהרבה פחות אסטטי.
- ג. שילוב האזור הירוק המוצע לתוכנית שביל אופניים באזור, מאזור הנעמן ועד לים- אפשרי.



גדורה פיתולים - תוכניות אדריכלות נוף, אדריכל אמיר בלום
אדריכלות נוף על בסיס תוכניות של יודפת מהנדסים



גדורה בז"ן - תוכניות אדריכלות נוף, אדריכל אמיר בלום
אדריכלות נוף על בסיס תוכניות של יודפת מהנדסים

3.5. מנהרת ההסתדרות

ב 2001 בוצעה מנהרת ההסתדרות – הטיית הגדורה מתחת לשדרות ההסתדרות, על מנת לחבור לקישון במורד גשרי ההסתדרות הבעייתיים מבחינת יכולת המוליכות ההידראולית דרכם.

תוכנן ע"י יודפת מהנדסים עם Jack Knight ממנהלי קבוצת המינהור של Charles & Partners Haswell, חברת ההנדסה של Severn Trent Water האנגלית, עם Jean Marie Bauthier מציא שיטות ה- Autoripage וה- Autofoncage מצרפת, עם חברת VSL השוויצרית וחברת הקפאת קרקע הבריטית British Drilling & Freezing.

מפגש קישון-גדורה, בארוע שיא, לפני ביצוע מנהרת ההסתדרות (מעלה גשרי ההסתדרות) היה במפלס מים +3.00. לאחר ביצוע המנהרה, ירד המפלס במפגש קישון-גדורה (מעלה גשר ידן) בארוע שיא ל +2.25 בלבד – הקלה משמעותית ביותר לקרית ביאליק, קרית אתא וחיפה (אזור צומת וולקן). החשיבות עצומה.

הסיכוי להצפת הגדורה ע"י חזרה לאחור של מי הקישון, קטן משמעותית. תנאי הגבול במורד הגדורה השתפר, ולכן המוליכות ההידראולית האפשרית להסדרה בגדורה, גדלה משמעותית.

המנהרה בוצעה ע"י דחיקת 2 אלמנטים מבוטנים 5X3 מ' כ"א, תוך שימוש בטכנולוגיית הקפאת הקרקע לקראת ובזמן הדחיקה ויצירת קורת תמיכה של קרח, לכל התחבורה שעברה ללא הפרעה, מעל הפרוייקט ולכל התשתיות לכל אורך תקופת ההכנות והביצוע.

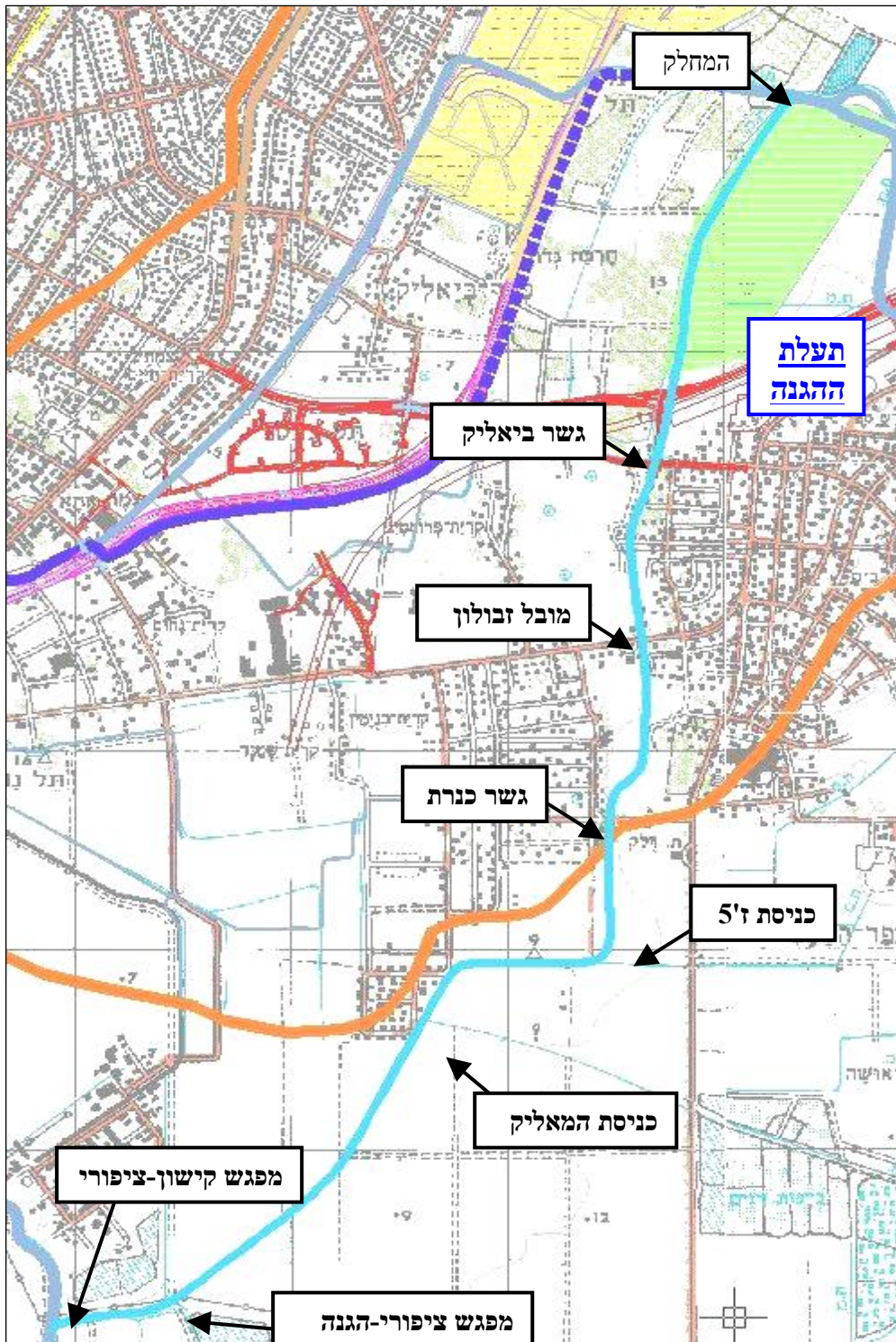
חלקו השני של הפרוייקט היה חפירת קטע תעלה (קטע A בתעלת הגדורה) המחבר את מנהרת ההסתדרות עם מפגש קישון-גדורה החדש, במעלה קומפלקס גשר הרכבת וגשר ידן.



עבודות מנהרת ההסתדרות

Error! Objects cannot be created from editing field codes.

פרופיל מנהרת ההסתדרות מתחת לשדרות ההסתדרות



א. קטעי התעלה:**תעלה ז13- גשר ביאליק:**

אורך הקטע כ 600 מ', תחילתו במפגש תעלה 13 עם תעלת ההגנה ברום קרקעית +9.93 וסופו כ-150 מ' במעלה גשר כביש ביאליק ברום קרקעית +7.71.

שיפוע הקטע הממוצע הוא 1.2 פרומיל.

חתך עפר טרפזי, שיפוע דפנות 1:2, רוחב הקרקעית 3 מ', רוחב בין גדות 12 מ' ועומק התעלה 2.0-2.5 מ'.

קטע זה עובר בין שדות חקלאיים בתחום קיבוץ אושה, וכפר ביאליק, ומסתיים בק. אתא. השטח הינו חקלאי, אך ייתכן ומיועד לבנייה עירונית של קריית אתא.

כיום יכולה התעלה בקטע זה להעביר ספיקה של כ- 15 מקש"נ. יש להסדירה על מנת שתעביר את הספיקה המתוכננת (ספיקת אגן שפרעם דרומי לאחר ויסות).



גשר ביאליק

גשר ביאליק – מובל זבולון:

אורך הקטע 900 מ', תחילתו במעלה גשר ביאליק ברום קרקעית +7.71 וסופו בכניסה למובל זבולון ברום קרקעית +6.92.

שיפוע ממוצע כ- 1 פרומיל.

חתך עפר טרפזי, שיפוע דפנות 1:2, רוחב קרקעית 1-4 מ', רוחב בין גדות 10-15 מ', ועומק תעלה 2-3 מ'.

הגדה המזרחית צמודה למגרשים בנויים והגדה המערבית לשדה חקלאי וכוללת דרך חקלאית צרה.

התעלה בקטע זה מסוגלת להעביר 10 מקש"נ כולל בלט, עבור ספיקה של 15 מקש"נ ישנן גלישות מקומיות בודדות.

בקטע זה מושלכת לעיתים פסולת עירונית ועלולה להיגרם הפרעה לזרימה.



גשר בן-יהודה

מובל זבולון:

מובל בטון מלבני סגור, BOX 4.5X2 נבנה בראשית שנות ה-90. אורכו 263 מ', רום הקרקעית בכניסה הוא +6.92 וביציאה +6.58, שיפוע כ-1.3 פרומיל. קטע המעבר בכניסה למובל נעשה באופן הדרגתי עם קירות בטון בזווית פתיחה של כ-15 מעלות (משוער). מבדיקות שערכנו גילינו כי יכולת ההעברה של המובל הקיים היא כ-15-20 מקש"נ.



מובל זבולון

זבולון-כניסת תעלה ז5:

אורך הקטע הכולל 1.6 ק"מ, רום קרקעית ביציאה ממובל זבולון הוא +6.58, רום קרקעית בכניסת תעלה ז5 הוא +4.7.

שיפוע ממוצע 1.1 פרומיל.

בחלקו הצפוני עובר בין אזורים מבונים בקריית אתא. ידוע על כוונה לבנות מובל מלבני פתוח או סגור על מנת לאפשר פיתוח עירוני בתוואי התעלה.

חתך עפר טרפזי, רוחב קרקעית התעלה 1-2 מ', רוחב בין גדות 10-18 מ', שיפועי דופן 1:2.

כיום מסוגלת התעלה להעביר 15 מקש"נ כולל בלט. העברת 20 מקש"נ תגרום לגלישות קלות בגדה הימנית במורד הקטע.



גשר כנרת

כניסת תעלה ז5- כניסת תעלת המאליק:

אורך הקטע 1.7 ק"מ, רום קרקעית במעלה +4.7, רום קרקעית במורד +4.6.

תעלת עפר טרפזית / משולשית, רוחב קרקעית התעלה 1-2 מ', רוחב בין גדות 13-18 מ', שיפועי דופן 1:2.5-1:2 ועומק התעלה 3 מ'.

הזרימה בקטע זה היא בשיפוע קטן מאוד ושטח חתך זרימה גדול, התעלה מסוגלת להעביר 15 מקש"נ כולל בלט. העברת 20 מקש"נ תגרום לגלישות.

כניסת תעלת המאליק- מפגש ציפורי-הגנה:

אורך הקטע הכולל 2.0 ק"מ, רום קרקעית במעלה +4.6 ובמורד +2.13. רום IL מעבירי מים במתקן כניסת ההגנה לציפורי הוא +2.14.

שיפוע ממוצע 1.2 פרומיל.

תחילת הקטע היא ליד שכונת התימנים בק. אתא (גדה מערבית) וסופו עובר ליד מפעל דשנים (גדה מערבית). הגדה המזרחית של התעלה גובלת באזור של שדות ומאגרי מים. הגדה הימנית גבוהה עד 1.5 מ' מהשמאלית עקב סוללת הגנה שהוקמה במקום לצורך הגנה על מפעל דשנים.

חתך עפר טרפזי במורד ומשולשי במעלה, רוחב קרקעית התעלה 3-5 מ', רוחב בין גדות 13-20 מ', שיפועי דופן 1:2.5-1:2, עומק גדול של לפחות 3 מ'.

קטע תעלה זה בעל יכולת מוליכות הידראולית גבוהה יחסית, ניתן להעביר 20 מקש"נ ללא קושי, ואף להעביר 25 מקש"נ, למעט מספר נקודות בהם תהינה גלישות מים מהגדה המזרחית.

ב. עיקרי הסדרת ההגנה:

1. **חתך:** קטעי התעלה בשטח קריית אתא (גשר ביאליק – כניסת 5), מומלץ שיבוצעו בחתך מלבני משיקולי קרקע ופיתוח עירוני. הקטעים האחרים עוברים בשטחים חקלאיים ומומלץ ביצוע חתך טרפזי (עפר או מדופן) בשטח הרצועה המוכרזת (15-21 מ').
2. **תנאי גבול במורד:** במפגש ציפורי-הגנה נמדד מפלס +5.5 באירועי ההצפה ב-1992. נתייחס לערך זה כרום האנרגיה במורד ההגנה עבור ספיקת תכן 1:100 באגן הקישון.
3. **דיפון:** למניעת גריפה ומיחתור יש לדפן קרקעית וגדות לאורך מרבית החתך.
4. **שיפועי דפנות:** 1:3 בתעלת עפר, 1:2 בתעלת עפר מדופנת.

ג. נקודות רגישות לאורך תעלת ההגנה:

- **מובל זבולון:** מסוגל להעביר 15-20 מקש"נ. העברת ספיקה של 20 מקש"נ ויותר, תחייב הסדרת מתקני כניסה ויציאה.
- **גשרי כינרת, ביאליק, ובן יהודה:** אינם יוצרים בעיות עבור זרימה של 20 מקש"נ. **גשר כינרת:** אורך קורה תחתונה 9.5 מ', רום קורה תחתונה +8.58. 2 עמודים אמצעיים, מרחק בין כל שני

עמודים 3.0 מ'. **גשר בן יהודה**: אורך קורה תחתונה 6.5 מ', רום קורה תחתונה +10.15. **גשר ביאליק**: אורך קורה תחתונה 10 מ', רום קורה תחתונה +10.0-10.37.

- **אזור מפגש ציפורי-הגנה**: במורד ההגנה מוגן אזור דשנים בסוללות עפר בגובה +6.0. לא קיימת סכנה לאזור זה בספיקות גבוהות יותר, במידה ויבוצע מאגר הויסות ביגור יש לקחת בחשבון שרום המים המקסימאלי מוכתב גם על ידי רום סוללות אלו. הגדה המזרחית בקטע זה נמצאת בסכנת הצפה גם בספיקות נמוכות, וגם בהצפה לאחור של מי הקישון או הציפורי. הרום הצפוי במפגש הגנה-ציפורי הוא כ +5.5 (עפ"י מדידות אירועי השיא ב 1992), עלול לחזור לאחור ולהציף יותר מ 500 מ' במעלה נקודת המפגש את הגדה המזרחית.

- **מעבר התעלה באזור בנוי**: חלק גדול מהתעלה עובר באזור עירוני מבונה, ההולך ומתפתח. יש לתכנן שטח תעלה קטן ככל האפשר משיקולי זמינות קרקע ופיתוח.

ד. תאור גיאומטריית תעלת ההגנה:

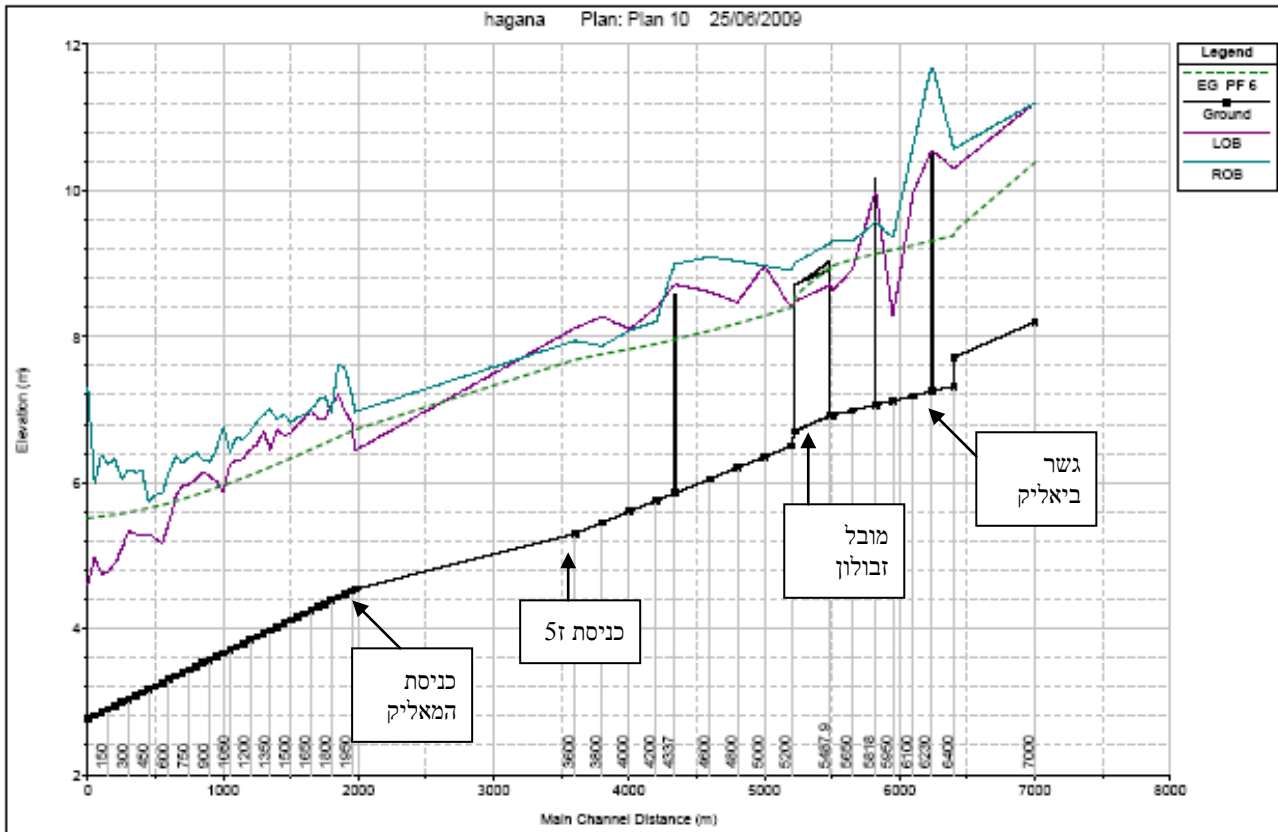
שיפוע חתך ממוצע 0.7%, סה"כ אורך כ 7 ק"מ, פני מים במורד (מפגש קישון-ציפורי) +5.5.

קטעי ההגנה במורד גשר ביאליק ועד לכניסת 5ז, תוכננו בחתך מלבני ברוחב 6 מ'. קטע מובל זבולון נשאר ברוחב 4.5 מ'. במורד כניסת 5ז לא מתוכננת הסדרה כוללת, מתוכנן להמשיך בחתך הטרפזי הקיים עם תיקוניים מקומיים נחוצים.

פרמטרים הידראוליים בחתכים נבחרים:

רוחב עליון (m)	מהירות (m/s)	רום אנרגיה (m)	רום קרקעית (m)	ספיקה (m ³ /s)	חתך	מיקום	מרחק מצטבר	חתך
12.0	1.34	10.4	8.2	17	טרפז	תעלה 13ז	6971	7000
6.0	1.55	9.4	7.3	18	מלבן		6371	6400
6.0	1.55	9.3	7.3	18	מלבן	גשר ביאליק	6219	6248
6.0	1.54	9.1	7.1	18	מלבן	גשר בן יהודה	5813	5824
4.5	1.55	9.0	6.9	18	מובל סגור	מובל זבולון מעלה	5483	5488
4.5	2.16	8.5	6.7	18	מובל סגור	מובל זבולון מורד	5220	5225
6.0	1.50	8.0	5.9	18	מלבן	גשר כינרת	4338	4343
5.0	1.63	7.7	5.3	22	מלבן	כניסת תעלה 5ז	3600	3600
15.0	1.16	6.7	4.6	25	לא מוסדר	כניסת תעלת המאליק	1975	1975
15.0	0.6	5.5	2.8	25	לא מוסדר	מפגש ציפורי-הגנה		0

פרופיל זרימה תעלת ההגנה: הסדרה ל 20-25 מקש"נ



הערה חשובה

לאחר ביצוע מאגר ויסות סומך- ספיקת התכן במורד המאגר תהיה 11 מק'/שניה בלבד, בהרבה פחות מספיקת התכן עד היום. הדבר יותיר מקום לקליטת פיתוח של קרית אתא.

3.7. מאגרי ויסות לגדורה ולהגנה (הצפה מבוקרת במעלה)

מאגרי ויסות במעלה אזורים אורבניים ואפילו בתוך אזורים אורבניים, הם פתרון מקובל ויעיל לשם הפחתת בעיית זרימות שטפוניות. ויסות ספיקות השיא, עוד במעלה הנחלים באגן שפרעם נבחנו כאמור גם בהשוואה לפרוייקטים הבנויים על תפיסה דומה גם בחו"ל. לטובת מאגרי הוויסות נבחרו אתרים מתאימים, באמצעותם ניתן להקטין חלקית את ספיקות השיא הצפויות בגדורה-עוקף קריות ובהגנה. במצב הקיים פתחי שטחי ההצפה במעלה נשלטים פסיבית ע"י מעברי מים. התכנית היא לשליטה אקטיבית ע"י שערים מבוקרים.

- שטחי המאגרים לא יופקעו.

- השימוש בשטחים הללו ימשיך להיות חקלאי, בדומה לשימוש בהם כיום.

- לא תבוצענה עבודות עפר בחפירה בשטחים אלו לטובת בניית סוללות עפר במילוי ובמידת הצורך בלבד, תוך בחירה בחלופה עם הסוללות הנמוכות ביותר ותוך בדיקה של רומי כבישים ורומי שטחים פתוחים והאפשרות (הלא רצויה – אותה צריך למנוע) שיוצפו.

- השטחים הפתוחים שיוסדרו כמאגרי ויסות, יסבלו מדי פעם הצפה, אך בין ההצפות ימשיכו לשמור על השימוש הנוכחי בהן וההצפה עצמה, תהיה רק לזמן המוגבל בו היא נדרשת, תוך שימוש בסכרים המתנפחים לשם שחרור מים מידי.

Error! Objects cannot be created from editing field codes.

תוכנית עקרונית לויסות עבור הגדורה וההגנה

א. מאגר גלעם/ הצפה מבוקרת במעלה עבור אגן שפרעם צפוני:

נחל שפרעם צפוני חוצה את כביש גלעם-אפק (כביש 79) דרך מעביר מים 2X3 בצורת BOX, באורך 22 מ'.

השטח לאגירה הוא ערוץ הנחל, הנחסם ע"י כביש 79. איגום בשטח זה עלול להציף שטחים מעובדים בבעלות פרטית. מינימום פני השטח +22.80, מינימום פני הכביש +26.0.

מתוכנן להפוך את השטח שממזרח לכביש למאגר ויסות. סוללת המאגר תבוסס על סוללת הכביש מדופנת ומוגבהת, ומתקן היציאה יבוסס על מעביר המים הקיים כאשר מומלצת היצרות בכניסה. מתוכננת בניית קיר מגן עבור הכביש בגובה +27.0.

במקרה שיישאר מעביר המים הקיים, ללא היצרות, תתאפשר הפחתת ספיקת השיא 1:100 מ 25 מקש"ן לפני ויסות, ל 20 מקש"ן אחרי ויסות.

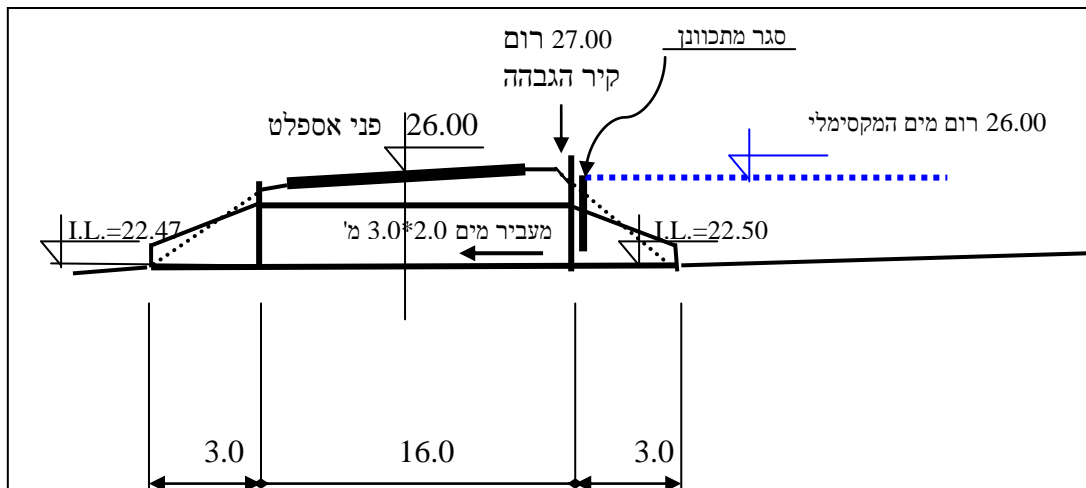
הצרת הפתח ל 3.0X1.5 או 3.0X1.0 תאפשר הקטנת ספיקת השיא ל 17 מקש"ן ו 14 מקש"ן בהתאמה.

עבור הקטנת הספיקה ל 14 מקש"ן דרוש נפח אגירה של 400,000 מ"ק, ושטח של 200 דונם. כיום מותקן על מעביר המים סגר זמני במידות 2X150X220cm, הסגר ניתן לכוונון ידני למצבי פתיחה שונים בהתאם למידת הוויסות הרצויה.

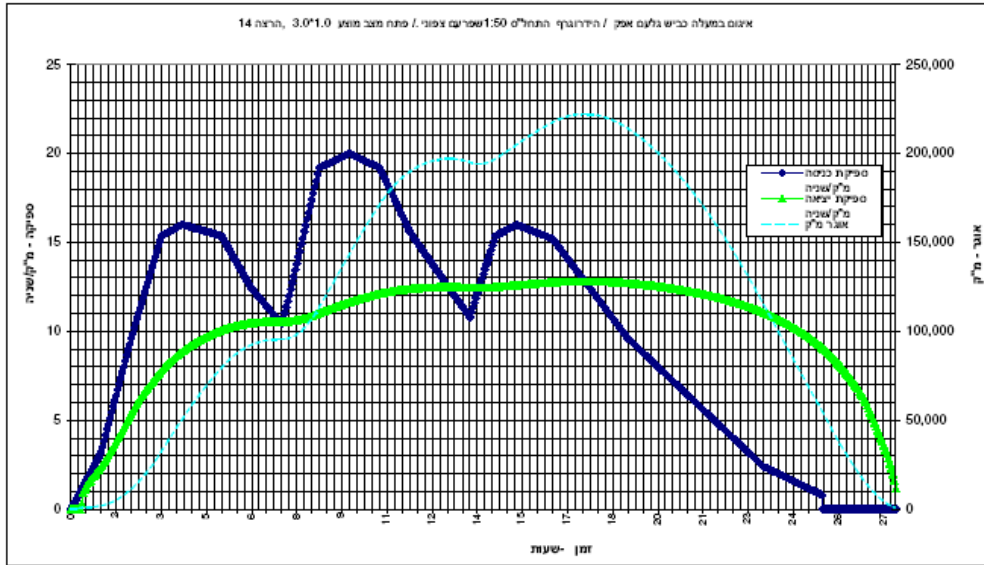


אזור המאגר, מעביר המים מתחת לכביש כולל סגר זמני.

מעביר המים מתחת לכביש 79: ספיקת השיא דרך מעביר המים כאשר עומד המים בכניסה מגיע ל 3.0 מ' היא 20 מקש"ן. יתרת ספיקת אגן שפרעם צפוני תתורגם לאוגר מים.



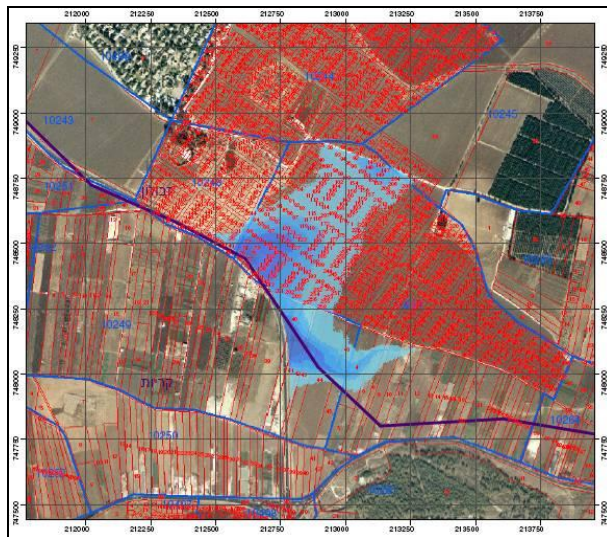
חתך סוללת המאגר וכביש 79 ומתקן היציאה ההידראולי מתחת לכביש



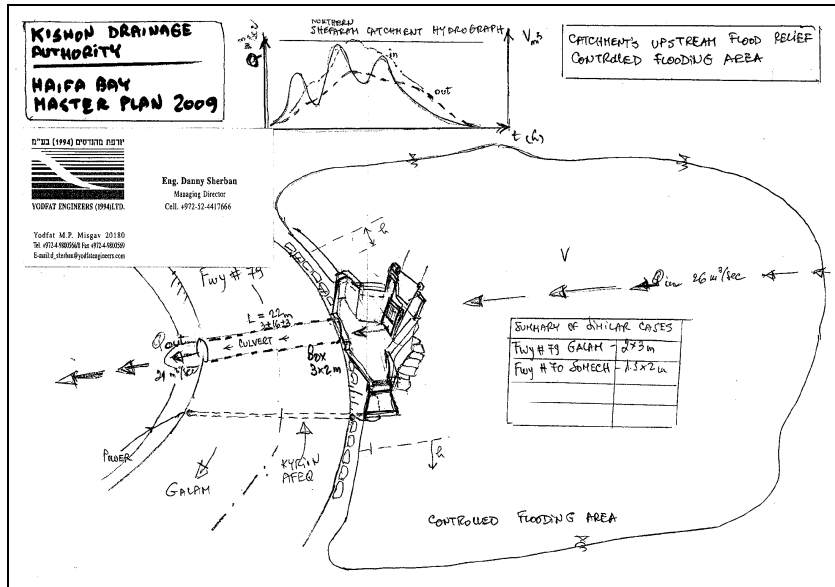
הילוך גאות חזוי במאגר גלעם

פעולות הנדרשות לביצוע מאגר גלעם:

- בניית קיר בטון להגנה על הכביש עד רום +27.0 (אפשרות).
- דיפון הדופן המורטבת של סוללת הכביש (אפשרות).
- בניית מתקן הידראולי לבקרה דינאמית על היציאה מהמאגר – חייב ביצוע מייד.



מפת הצפה, מאגר גלעם



סקיצה עקרונית לביצוע מאגר גלעם

ב. מאגר/ הצפה מבוקרת במעלה סומך עבור אגן שפרעם דרומי (נחל סומר):

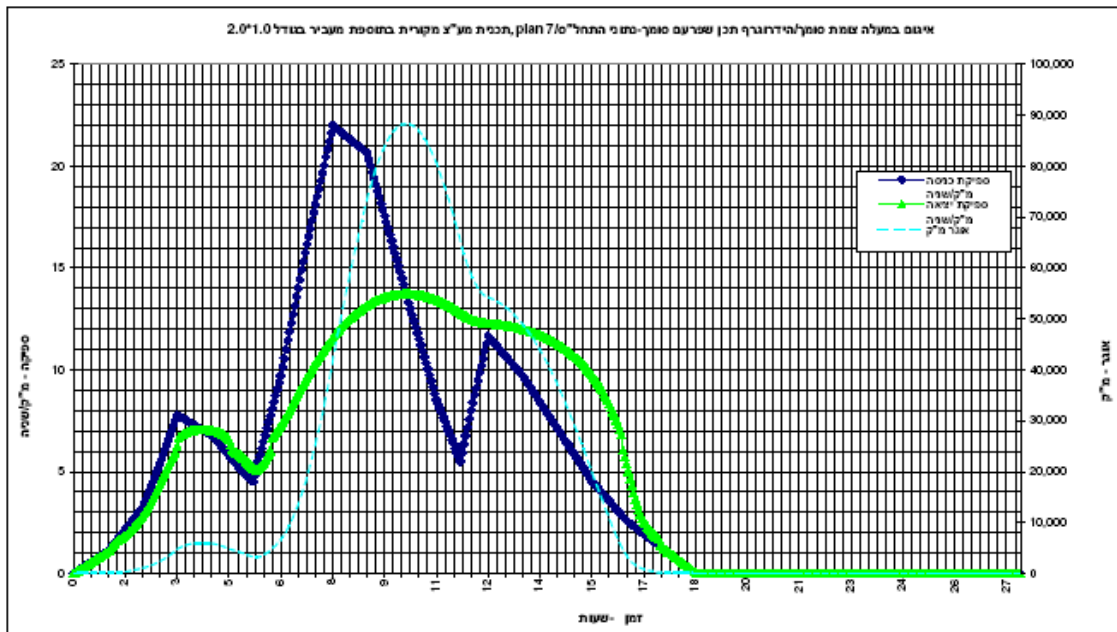
נחל שפרעם דרומי זורם לאורך כ- 9 ק"מ החל מאזור ביר אל מכסור, דרך מחלף סומך וגבעות ק. אתא עד כביש 781 ובהמשך עובר דרך תעלות 13 ותעלת "הקיבוצים". השטח לאגירה הוא ואדי הנחסם ע"י הכביש בסמוך לצומת סומך. השטח כולל כ 200 דונם שטחים חקלאיים פרטיים. מינימום פני השטח +63.60, מינימום פני הכביש +73.5. בשטח מבוצעת כיום בניית מחלף סומך, האמור לתפוס כמחצית השטח הפנוי כיום להצפה. בצומת סומך, עובר הנחל דרך מעביר מים BOX 2.0X1.5. בניית המחלף המתוכנן תכלול הארכה של מעביר זה, והוספת מעבירי מים נוספים לנתיבי כביש שיתווספו. מתוכנן להפוך את השטח שממזרח לכביש למאגר ויסות. סוללת המאגר תבוסס על סוללת כביש (או דרך חקלאית) מדופנת, מתקן כניסה, ומתקן יציאה (שיבוסס על הארכת מעביר המים הקיים). תתאפשר הפחתת ספיקת השיא 1:100 מ 22 מקש"ן לפני ויסות, ל 14 מקש"ן אחרי ויסות (הקטנת המעביר ל 2X1). נפח האיגום הדרוש 100,000 מ"ק, שטח דרוש 50 דונם, מפלס המים הנדרש +69.74.



מאגר סומך (צילום מהכביש מכיוון מערב למזרח)



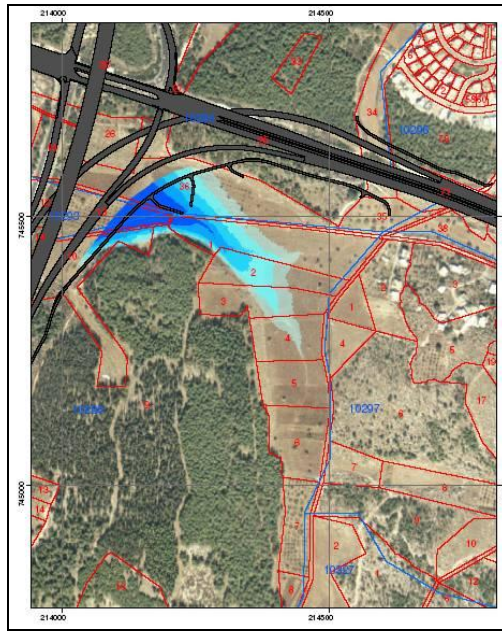
מורד מעביר המים הקיים מתחת לכביש 70



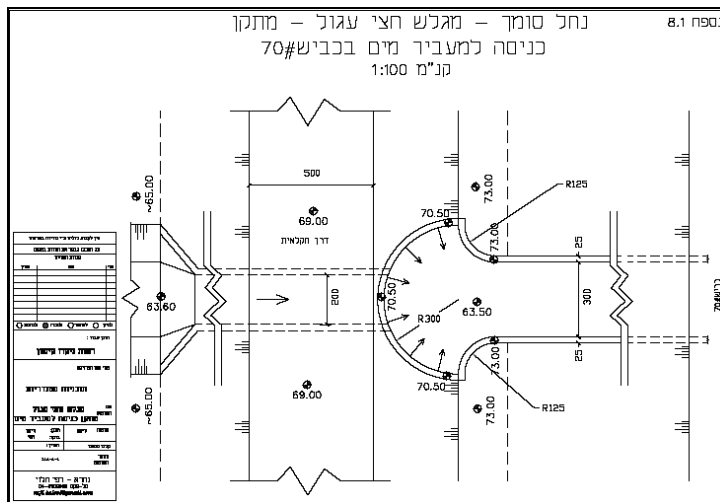
הילוך גאות חזוי במאגר סומך

פעולות נדרשות על מנת לבצע איגום באזור סומך:

- דיפון הדופן המורטבת של סוללת הכביש או הדרך החקלאית.
- בניית מתקן הידראולי ליציאה מהמאגר בנוסף למעביר המים הצר.
- העתקת מתקנים ותשתיות רגישות אל מחוץ לשטחי ההצפה (עמודי חשמל ואנטנה – במידה ובכלל צריך להעתיק).



מחלף סומך ומאגר סומך המתוכננים



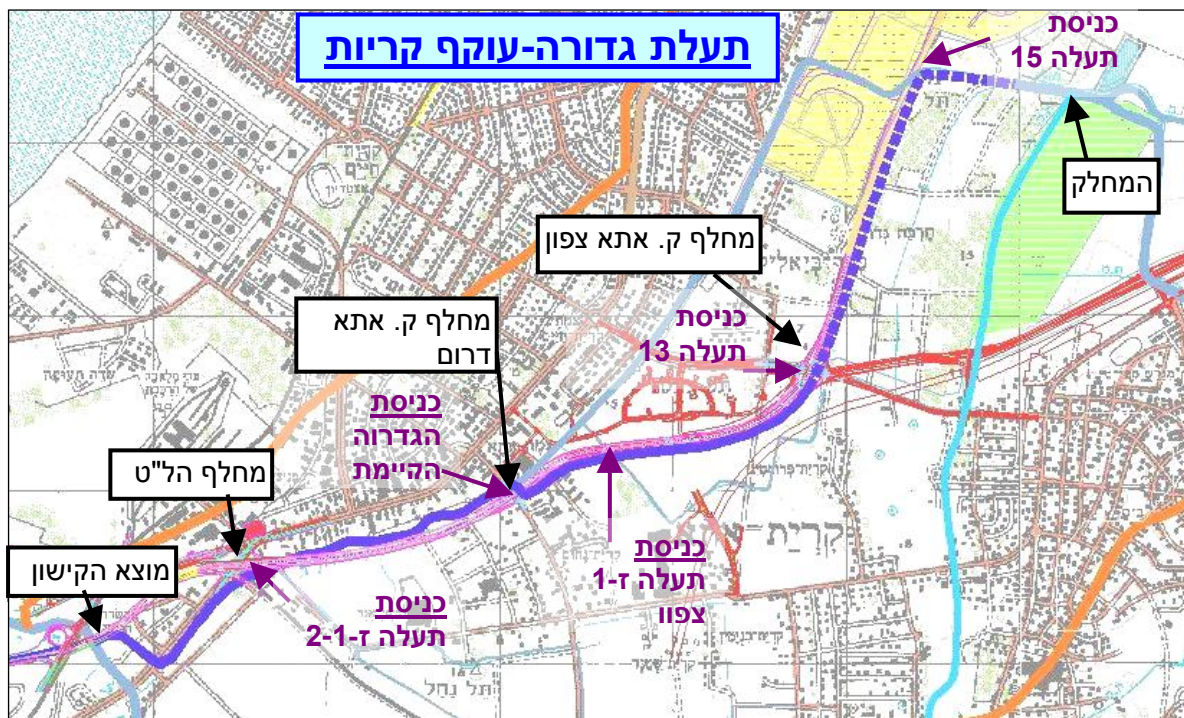
תוכנית למתקן יציאה מהמאגר

מצורף נספח הידרולוגי: "חציית נחל סומך, איגום לריסון ספיקות השיא" - רפי הלוי, נהרא.

תעלות אזוריות 3.8

א. כללי

התעלות הנידונות הן אלו המנוקזות לתעלת גדורה-עוקף קריות. באופן כללי, לכולן יש בעייה להתנקז לתעלת גדורה-עוקף קריות בשל רום המים/אנרגיה הגבוה הצפוי. הסכנות נידונו בפרק "בעיית ההערמות לאחור", יש לתת פתרונות על מנת להגן מפני הצפה לאחור של התעלות ומפני הצפה עצמית בשל חוסר יכולת להתנקז.

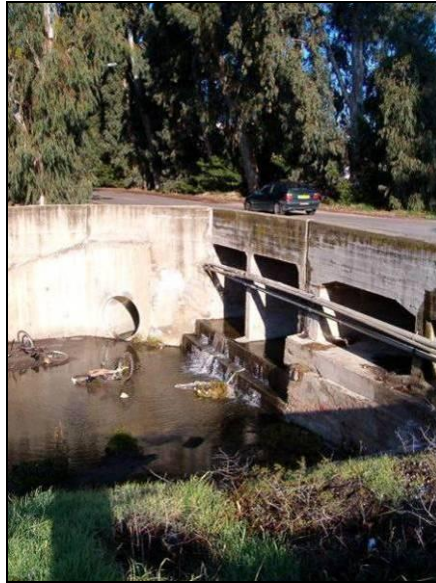


תעלה 13: הגדה הדרומית היא כביש 781, הכביש גבוה לכל האורך מרום הגדות הדרוש (+5.5). הגדה הצפונית (שדה חקלאי, בעתיד שכונות מגורים – "נסיכת העמקים").

תעלה ז 1 צפון: פני הקרקע מ 2 צידי התעלה נמוכים ומישוריים. לאורך הגדה הדרומית נמצא יער "ברנדס", רום השטח יחסית גבוה בחלקים מהגדה. בגדה הצפונית מצוי שדה חקלאי. כ 500 מ' במעלה המפגש מתעקלת התעלה, החל ממעלה עיקול זה מצויה שכונת מגורים של ק. אתא לא רחוק מהגדה הדרומית של התעלה. במעלה ז 1 צפון מתוכננת שכונת מגורים חדשה העלולה להגדיל את הספיקה בתעלה זו וכיוצא בזה, בתעלת גדורה-עוקף קריות.

תעלת הגדורה הקיימת: זהו קטע התעלה שיהפוך לתעלת ניקוז עירונית ותנוקז לתעלת גדורה-עוקף קריות במחלף צ. קריית אתא.

בגדה הצפונית-מערבית מצויים מתחם BIG ו"פס הירק". במתחם BIG אין מקום להקמת סוללת עפר, ולכן במידה ויש היערמות לאחור והצפה באזור זה, יש צורך לבצע קיר בטון להגנה מחזרת המים לאחור. בהמשך סוללת המגן "פס הירק" מגינה על ק. ביאליק מפני הצפה לכל אורך הגדה הצפונית-מערבית. בגדה הדרומית-מזרחית נמצא שדה חקלאי עם תוכניות בנייה למגורים עתידיות.



מורד גשר אושה

תעלה 2ז: לאורך הגדה הדרומית משתרעת חוות הגז, לאורך הגדה הצפונית נמצא שדה חקלאי פתוח. כ 650 מ' במעלה מפגש התעלות, חוברת תעלה 1ז לתעלה 2ז. אגן 1ז עד אזור האנדרטה נמוך מאוד ונמצא בסכנת הצפה. לאורך הגדה הצפונית של 1ז נמצא אזור תעשייה ובהמשך שכונת מגורים. ממזרח למפגש 1ז ו-2ז משתרע שטח פתוח, כ 2 ק"מ מהמפגש מתחילים אזורי מגורים של ק. אתא.

ב. השפעת המפס בגדורה-עוקף קריות על התעלות האזוריות

ספיקת תכן לחיבור עם גדורה-עוקף קריות (מקש"ן)	רום אנרגיה בכניסה לתעלת עוקף קריות +1.80 בקישון-גדורה	רום אנרגיה בכניסה לתעלת עוקף קריות +2.25 בקישון-גדורה	תעלה
4.5	3.86+	3.96+	13
2.0	2.99+	3.24+	1ז צפון
6.0	2.80+	3.09+	גדורה קיימת
6.0	2.45+	2.82+	1-2ז

הפרש רום אנרגיה מעל רום גדות ממוצע +2.25	מפלס אנרגיה +2.25 (m)	הפרש רום אנרגיה מעל רום גדות ממוצע +1.80	מרחק מצטבר	מפלס גדה ימין (m)	מפלס גדה שמאל (m)	מפלס אנרגיה +1.80 (m)	רום קרקעית (m)	תאור	ספיקה (m3/s)	חתך
										גדורה
-0.9	7.29	-0.9	3473	8	8.4	7.29	6.7		1	49
-1.8	4.44	-1.8	2403	6	6.5	4.44	3.92		1	44
-2.3	4.4	-2.3	2399	6.7	6.7	4.4	3.8	גשר אשל	1	43
-2.1	4.03	-2.1	2279	6.2	6	4.03	3.67		1	42
-1.7	3.14	-2.0	1878	4.78	4.9	2.89	2.15	גשר ירושליים	1	40
-1.0	3.13	-1.3	1658	4.5	3.8	2.87	1.7		1	39
-1.6	3.13	-1.9	1656	4.8	4.75	2.87	0.8	גשר אושה	3	38
-0.7	3.12	-1.0	1056	4.3	3.4	2.85	0.62		4	35
-0.4	3.11	-0.6	1055	3.62	3.3	2.84	0.6	גשר העמקים	4	34
0.3	3.1	0.0	155	3	2.6	2.81	0.47		6	29
0.3	3.09	0.1	145	2.9	2.6	2.81	0.25	גשר BIG	6	28
0.5	3.09	0.2	40	2.6	2.6	2.8	0.03		6	26
0.2	3.09	-0.1	10	3	2.8	2.8	-0.2	מוצא לגדורה- עוקף קריות	6	25
										1-2 ז
-0.5	2.83	-0.9	1355	3.5	3.19	2.48	0.76		2	6
-0.3	2.83	-0.7	1055	3.4	2.88	2.47	0.59		2	4
0.0	2.83	-0.3	855	2.93	2.64	2.47	0.56		2	3
0.0	2.83	-0.4	845	3	2.64	2.47	0.56		2	2
0.7	2.82	0.3	200	1.68	2.62	2.46	-0.23		5	2
0.2	2.82	-0.2	0	2.71	2.53	2.45	-0.27		6	1
										1 ז צפון
0.2	5.75	0.2	1845	5.83	5.25	5.75	5.01		2	25
0.5	4.49	0.5	1327	4.03	3.95	4.48	2.56		2	20
1.0	4.26	1.0	836	3.29	3.23	4.26	2.05		2	15
0.6	4.05	0.6	326	2.91	3.92	4.05	1.91		2	10
0.3	3.29	0.1	22	2.67	3.37	3.12	1.56		2	6
0.0	3.24	-0.3	2	3.36	3.17	2.99	1.46		2	5

הפרש רום אנרגיה מעל רום גדות ממוצע: פרמטר לעבודות הסדרה נדרשות לאורך גדות התעלות.

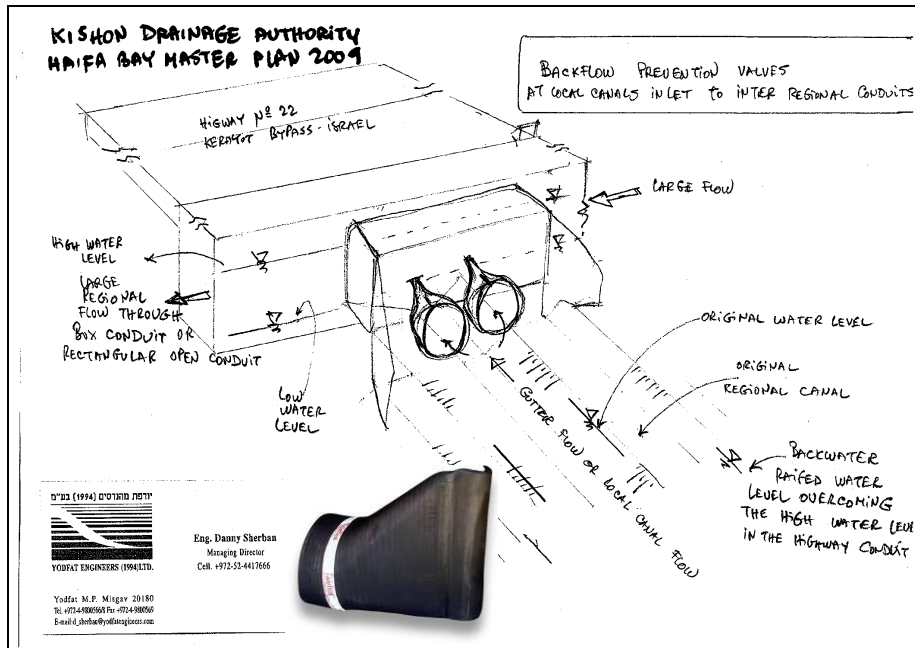
בצבע אדום – מקרים בהם רום האנרגיה גבוה מרום גדות ממוצע.

השפעה על גשרים בתעלות האזוריות:

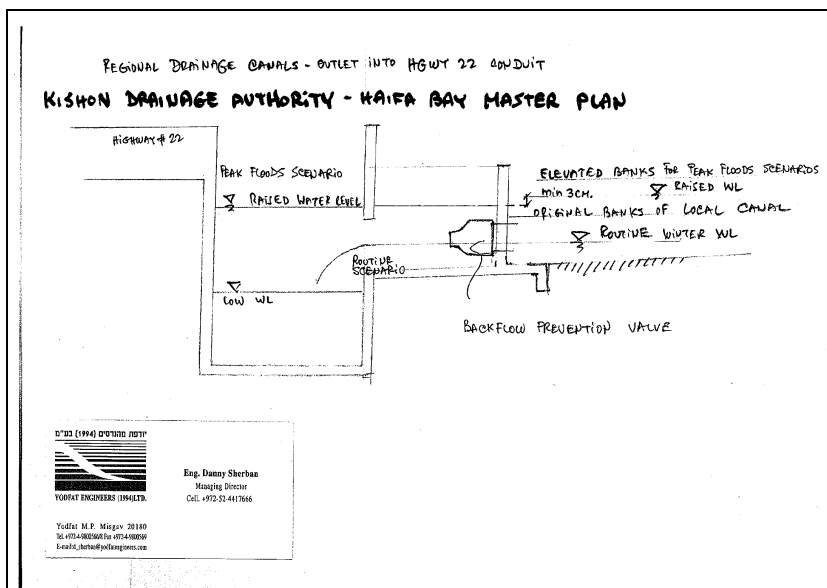
הפרש מים מעל קורה תחתונה	רום אנרגיה צפוי ב +2.25	רום קורה תחתונה	רום פני גשר	גשר
1.11	3.09+	1.98+	3.01+	סולל בונה קיים
0.79	3.09+	2.30+	3.2+	גשר BIG
0.51	3.11+	2.60+	3.5+	גשר העמקים
-0.97	3.13+	4.10+	5.1+	גשר אושה

ג. הסדרת כניסות התעלות האזוריות לתעלת גדורה-עוקף-קריות:

- בניית סוללות הגנה לאורך אזורים נמוכים בתעלות האזוריות.
- הסדרת כניסות התעלות לתעלת גדורה-עוקף קריות בשסתומים אל-חוזרים.
- הסדרת כניסות ניקוז אל התעלות האזוריות בשסתומים אל-חוזרים.



אופציית הסדרה לכניסת תעלה אזורית אל תעלת גדורה-עוקף קריות



אופציית הסדרה לכניסת תעלה אזורית אל תעלת גדורה-עוקף קריות



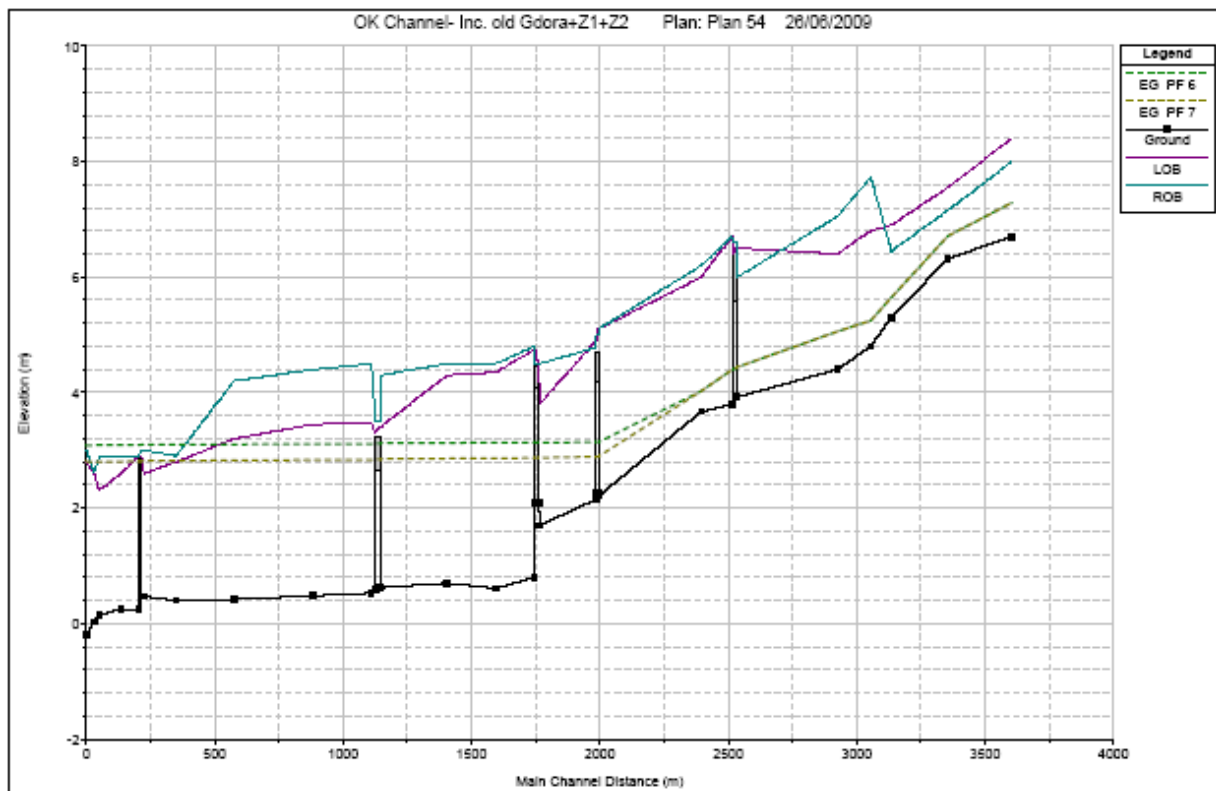
דוגמא לכניסת תעלה אזורית לתעלה מרכזית

ד. פרופילי זרימה בתרחישים שונים עבור התעלות האזוריות:

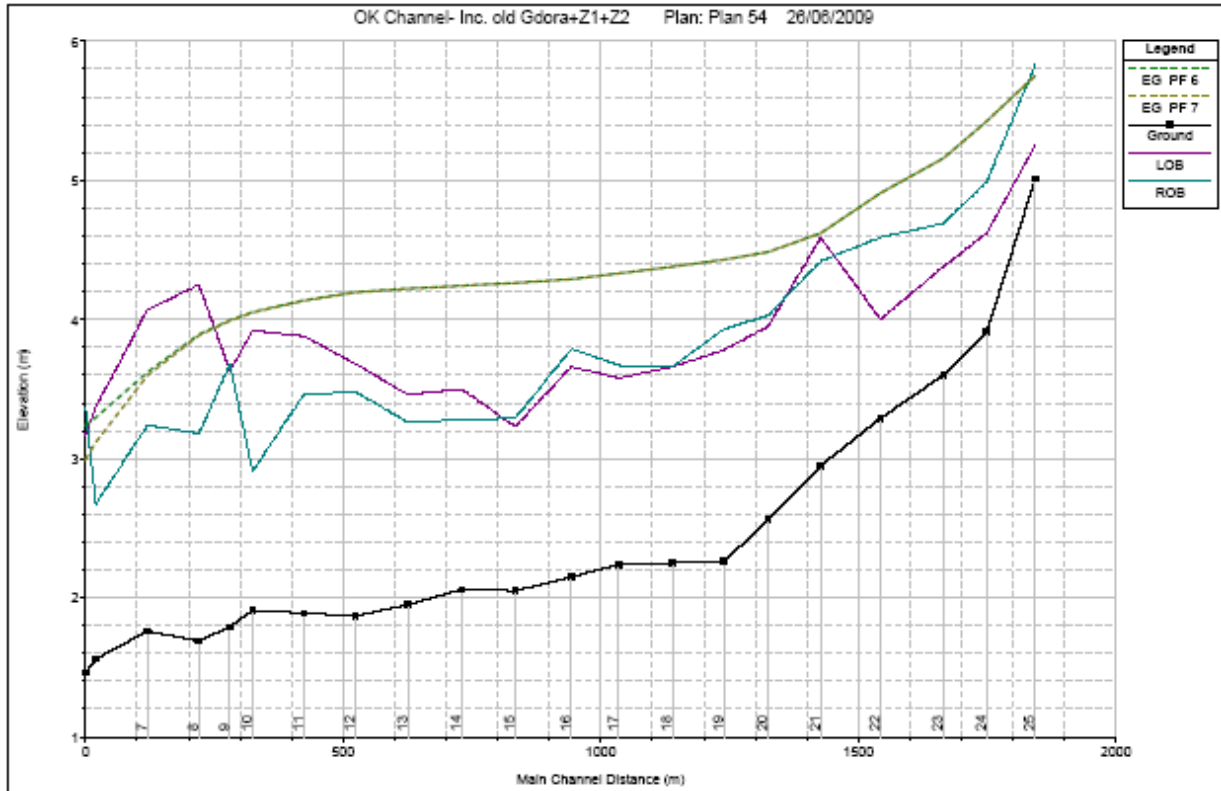
קו ירוק: מפלס מים/אנרגיה עבור רום +2.25 במפגש קישון-גדורה

קו ירקרק: מפלס מים/אנרגיה עבור רום +1.80 במפגש קישון-גדורה

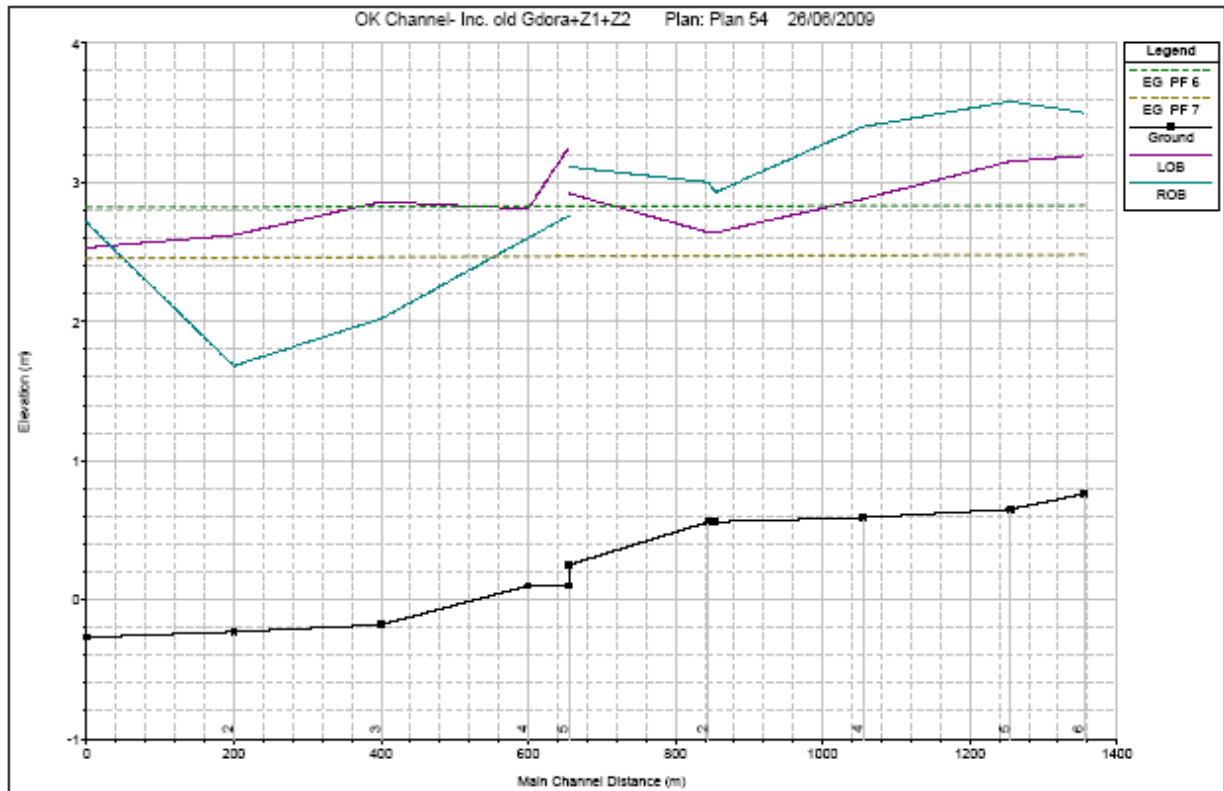
גדורה:



ז1 צפון:



ז1-2:



תעלה ז1-2. מפלס מים/אנרגיה צפוי +2.25 במפגש קישון-גדורה

נספח: בנייה משמרת נגר – עיכוב והקטנת זרימות.

יישום בנייה משמרת נגר הולך וגובר בשנים האחרונות, במטרה להגן על מקורות מי התהום מבחינת כמות ואיכות, להקטין הצפות ולמנוע נזקי שיטפונות בערים ונחלים.

מטרות:

- מניעת אובדן מי הנגר העילי הנוצרים כתוצאה של יצירת שטחים אטומים (גגות, מגרשי חניה, כבישים, מדרכות וכדומה). החדרת מי נגר תורמת למשק המים הן בתוספת הכמותית והן בשמירה על איכותם.
- הקטנת ספיקות מי הנגר העילי המגיעות למערכות הניקוז העירוניות ועל ידי כך יצירת אפשרות להקטנת מימדיהן ועלויות הקמתן ואחזקתן.
- תרומה לסביבה ולנוף.
- מניעת סחף.
- מניעת זיהום.
- השקיה באזורים מדבריים.

העיקרון המנחה הוא שקליטת מי הגשמים תהיה ככל האפשר בתחומי מגרשי הבנייה. תהיה מינימום הזרמת נגר למערכת הניקוז הסגורה בכבישים, וכתוצאה מכך מינימום נגר למערכת האזורית.

עקרון זה מושג במספר דרכים בשילובים שונים:

- הגדרת שטחים מחלחלים רבים ככל האפשר בתחום המגרש (שטחי גינון, שטחי ריצוף מחלחל).
- הפניית מרזבים מגגות המבנים אל שטחים מחלחלים אלו.
- תיחום אזורים מחלחלים באבן שפה אטומה, וכך יצירת נפחי ויסות ואגירה בתחום המגרש.
- הפניית עודפי ניקוז המגרש הגולשים מהאזורים המחלחלים, אל מערכת הניקוז האזורית.
- שימוש במגוון אמצעים: תעלות החדרה, רצועות סינון, תעלות מכוסות צמחייה, מאגרי ויסות ועוד על מנת לעכב את זרימת הנגר, להקטין את ספיקת השיא ולאפשר לנפח מים גדול יותר להיספג בקרקע.

עקרונות מומלצים לבנייה משמרת נגר לאזור מבונה:

הקרקע בחלק מהמגרשים תהיה מכוסה בשכבות עבות של מצעים דחוסים. מידת החלחול בקרקע כזו לא תהיה גבוהה. לפיכך יש להקפיד על יישום שטחים מחלחלים כנדרש ועל תחזוקה נאותה שלהם.

- הגדרת סה"כ שטח מחלחל בכל מגרש (מומלץ לפחות 30%).
- מומלץ כ 50% מהשטח הנ"ל שיועד כ "שטח מחלחל ירוק". גינה פתוחה כולל עצים וצמחי גן, כולל כיסוי בשכבות אדמה מחלחלת (טוף, חצץ).
- שטחים אלו ימוקמו בעיקר בחלקו המורדי של המגרש ויקלטו את מרבית הנגר שעל פני המגרש
- יתרת השטח המחלחל יורכב מריצופים חדירים חלקית - חצץ, ריצוף כדוגמת אקו-סטון תוצרת אקרשטיין או ש"ע בטיב או משטחי ריצוף ובניהם רווחים פתוחים. מצעים אלו ישמשו לתנועת אדם ורכב, ולחניה.
- מרזבי גגות וסככות יופנו לשטחים המחלחלים – בעדיפות לשטחים מחלחלים ירוקים (עדיפות) או לשטחי ריצוף חדיר חלקית. שטחים כאלו יתוחמו בחגורת אבני שפה אטומה, בגובה של לפחות 20 ס"מ. כך תהיה אגירה מסוימת למס' שעות בשטח התחום, עד שייספג כל הנגר.
- רצועת משטח מחלחל (עדיפות לשטח מחלחל ירוק) תמוקם במורדות מגרשים. במקום בו נמצא קולטן למערכת הניקוז של המתחם. נגר כל המגרש יעבור דרך הרצועה המחלחלת הנ"ל ורק אח"כ יופנה אל הקולטן. רצועה זו תוקף בחגורה אטומה כמתואר בסעיף הקודם, החגורה תאפשר קליטת נגר חופשית ממעלה המגרש (הגבוה יותר) אך לא תאפשר זרימה חופשית של הנגר אל קולטן הכביש (אלא רק במידה והנגר מצטבר וגולש מעליה).
- תעלת החדרה תמוקם בכל מגרש בצידו הנמוך, כך שציר התעלה לכיוון קולטן הניקוז שבמורד המגרש. התעלה תהיה חלק משטח הגינון, מידות חתך לפחות 1.0X1.5 מ', אורכה לפחות מחצית מאורך המגרש. התעלה תמולא באבנים וחצץ (30-50 מ"מ) ותקבל את מי הנגר דרך משטח דשא או עשב.
- בתחומי רצועות כבישים, יוגדרו כל שטחי הגינון והחנייה והמדרכות כשטחים מחלחלים.
- שטחי חנייה ומדרכות יבוצעו כמצעים חדירים חלקית.
- ניקוזי הכבישים, מדרכות ושטחי הגינון יופנו קודם כל אל חניות. קולטני מערכת הניקוז התת-קרקעית יקלטו נגר מהחניות בלבד.

- שטחי הגינון ושצ"פים אחרים ברצועות הכבישים יתוחמו בחגורת אבני שפה אטומה במידת הצורך (במידה ומנוקז אליהם שטח אטום גבוה).
- מומלץ כי מוצאי ניקוז של מתחמים יעברו דרך רצועת סינון ארוכה לפני היציאה מתחום הבנייה. רצועה כזו, רצוי שתכלול מחסומים בדמות סוללות עפר במרחקים קבועים.
- מומלץ כי אזורים גדולים מתוכננים, יכללו אוגרי ויסות מתאימים. אוגרים אלו יאפשרו שימוש במי הנגר לשימוש עצמי המותר במסגרת תקנות הבריאות.
- תחזוקת שטחים מחלחלים: יש לשמור על חיפוי שטחי גינון, בצמחיית גנים, חצץ או חלוקים. לדאוג לניקוי תקופתי מפסולת מצטברת ולתחזוקת הגינות. אחת למס' שנים במידת הצורך יש לבצע רענון לשכבות החצץ שמתחת לריצוף החדיר חלקית.

ככלל, מומלץ כי תרומת הנגר של אזור מפותח לא תגדל לעומת תרומת הנגר של אותו אזור לפני הפיתוח. באמצעות עקרונות בנייה משמרת נגר ניתן להוריד את תרומת הנגר לעומת המצב שלפני הפיתוח.

עקרונות בנייה משמרת נגר:

- ריצוף חדיר חלקית:

ריצוף חדיר חלקית הינו כלי אפקטיבי להקטנת אחוז השטח האטום בכל מגרש. החדרת המים בסמוך למקום נפילתם, מקטינה את סך הנגר במורד.

סוגים מקובלים:

1. שימוש בחומר חיפוי גרגירי (חצץ, טוף, חלוקי נחל, אספלט פורוזיבי).
 2. שימוש ביחידות ריצוף חלולות מחומר קשיח המשולבות במשטחי דשא או חצץ.
 3. שימוש ביח' ריצוף אטומות המונחות על הקרקע במרחק זו מזו.
- הריצוף החדיר חלקית ימוקם על גבי מצע גרנולארי סומסומי עבה (2 שכבות בעובי 20 ס"מ כ"א) ומעליה שכבת חצץ עדין כדוגמת סומסומית 3-5 מ"מ (עובי 5 ס"מ) לתמיכה ופילוס, שכבת חצץ עדין משמשת גם למילוי בין מרווחי האבנים. התווך הגרנולארי מאחסן ומעכב את מי הנגר, ומאפשר לאדמה לספוג יותר נגר (כ 20 ס"מ שכבת מצע מסוגלת לעכב כ 80 ליטר מים למ"ר).
- הריצוף החדיר חלקית יחליף ריצוף באספלט או אבנים משתלבות, המיועד עבור חניות, שבילי גישה, מדרגות ומשטחי דריכה נוספים.

אחת למס' שנים יש לשקול ניקוי המצע הגרנולארי או החלפתו, והחזרת המצב לקדמותו.

- תעלות החדרה:

זוהי תעלה חפורה אל תוך הקרקע מלאה אבנים או חצץ (30-50 מ"מ), המקבלת את מי הנגר (רצוי דרך משטח דשא או עשב), ניתנת ליישום במסגרת שטחים מחלחלים ירוקים במגרשים, רצועות גינון ושצפ"ים. הנגר מוחדר לקרקע דרך דפנות וקרקעית האבן.

שיפוע הקרקע שמעל התעלה יהיה לכיוון התעלה (אנכי לציר התעלה) ולכיוון ניקוז המגרש (מקביל לציר התעלה). התעלה מלבנית, בעומק ורוחב משתנים. בין התעלה למצע הדשא, מפרידה רשת או יריעה חדירה, דפנות וקרקעית התעלה מצופות חול לייצוב.

תחזוקה: אחת למס' שנים יש לשקול ניקוי המצע או החלפתו, והחזרת המצב לקדמותו. במהלך טיפולי תחזוקה יש לבצע תיחוח לקרקע על מנת להקטין הידוק הקרקע. כמו כן השקיה וגיזום הדשא ו/או העשב בהתאם לצורך. ניקוי מפסולת מצטברת.

- רצועות סינון:

משטחי צומח שטוחים (דשא/עשב) בשיפוע נמוך של 5%-1%, עודפי הנגר מוזרמים בזרימה משטחית. המטרה העיקרית היא האטת מהירות הזרימה והחדרת הנגר לקרקע תוך סינון ראשוני.

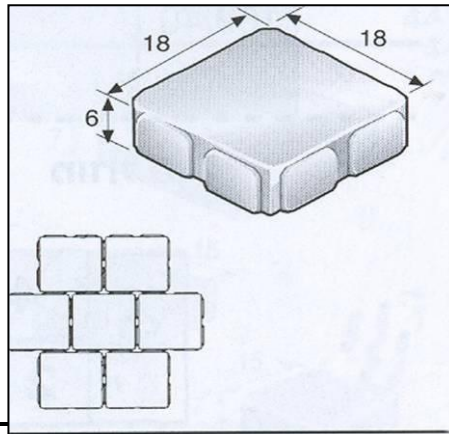
ציר רצועת הסינון כאמור בשיפוע נמוך לכיוון מוצא הניקוז, שיפועי רוחב הרצועה יהיו לכיוון הציר. ניתן להקים מחסומים לאורך רצועה כזו במרחקים משתנים ביניהם כתלות בשיפוע הרצועה. למשל, בשיפוע 1% יהיה המרחק בין כל שני מחסומים 40 מ', בשיפוע 5% כל 8-10 מ', לרוחב הרצועה, על מנת ליצור אוגרים מקומיים קטנים לויסות הנגר. המחסום ייבנה כסוללת עפר נמוכה, בגובה עד 0.5 מ' ובשיפועי דפנות בהתאם לנוחות עבודות הגינון (מומלץ לפחות 1:6 לצורכי גיזום). במידה והשטח לא ייועד לגינון ניתן לבצע בשיפועי דפנות של 1:3. את המחסום יחצה צינור ניקוז בקוטר קטן להובלת ספיקת נגר מווסתת.

רצועות אלו ניתנות ליישום במסגרת שטחים מחלחלים ירוקים במגרשים, רצועות גינון ושצפ"ים בצמוד למשטחים מרוצפים. ניתן למקם רצועות אלו גם בנקודות מוצא אגני הניקוז.

תחזוקה: במהלך טיפולי תחזוקה עבור רצועת סינון ללא צמחייה, יש לבצע תיחוח לקרקע על מנת להקטין הידוק הקרקע. כמו כן השקיה וגיזום הדשא ו/או העשב בהתאם לצורך. ניקוי מפסולת מצטברת.

דוגמאות ליישום בנייה משמרת נגר:

אבן "ECO STONE" לריצוף מנקז – "אקרשטיין"

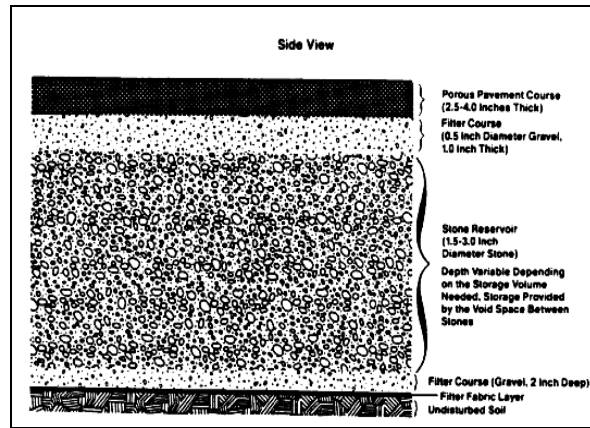
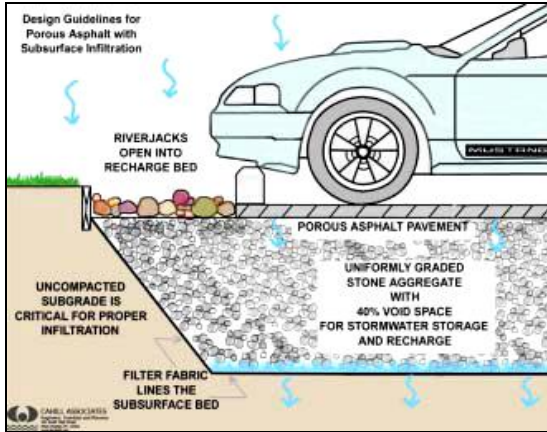


שלבי ביצוע – ריצוף מנקז – רעננה. "אקרשטיין"



אספלט פורוזיבי

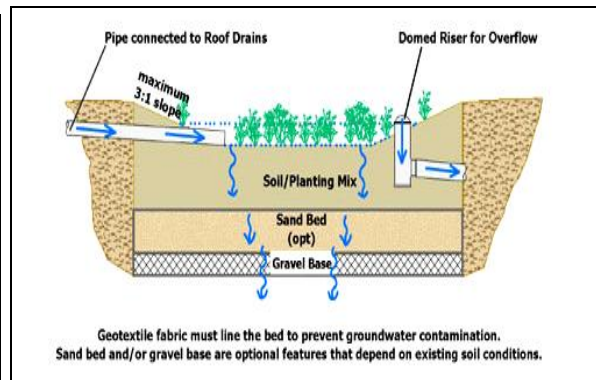
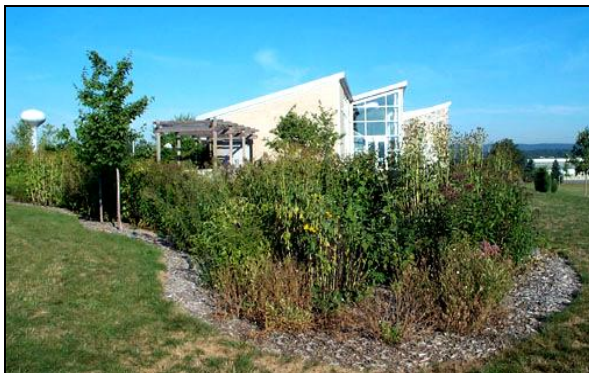
תערובת ביטומנית לסלילה, בעלת כל התכונות המבניות של אספלט רגיל, אך כוללת בעיקר חלקיקים בקוטר גדול ולכן חדירה לחלחול נגר. מתחת לשכבת האספלט יש לדאוג לשכבות מצעי חצץ וסומסום לטובת חוזק ואגירת מי נגר.



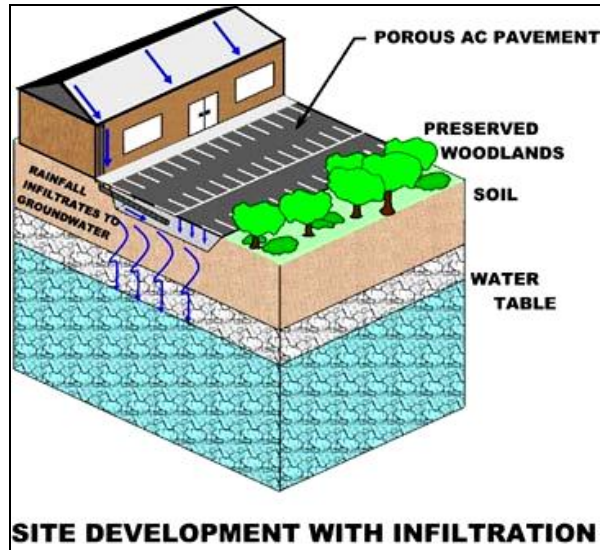
דוגמא לתעלת החדרה (לא מחופה) המקבלת נגר מכביש וחניות, מאפשרת ספיגה מוגברת בקרקע וגולשת במידת הצורך אל הניקוז האזורי.



דוגמא לעיצוב שטחי גינון למטרת חלחול מקסי':



דוגמא למגרש הכולל אמצעי שימור נגר:



מדרכה בנויה ממצע חדיר חלקית, מפרט לדוגמא:

