

לשכת התינון המחוזית
משרד הפנים - מחוז הדרום
04.11.2013
נתקבל

נספח לניהול הטיפול במי נגר עילי וניקוז
עבור תכנית מתאר מקומית מס' 1/152/02/12
פונדק הק"מ ה-101

חוק התכנון והבניה התשכ"ה - 1965
התוכנית אושרה ע"י שר הפנים ביום
בנית (שני) מילון
מנהלת מינהל התכנון

מהדורה 2

חוק התכנון והבניה התשכ"ה - 1965
משרד הפנים - מחוז הדרום
הוועדה המחוזית החליטה ביום:
4/12/09
לאשר את התכנית

הצמבר 2012

התכנית לא נקבעה טעונה אישור השר
 התכנית נקבעה טעונה אישור השר

4/12/13
תאריך
יו"ר הוועדה המחוזית

תוכן עניינים

3	1. מבוא.....
3	2. פיזיוגרפיה של אזור התכנית.....
3	2.1 מטאורולוגיה.....
5	2.2 הידרולוגיה ועורקי ניקוז.....
8	2.3 מתקני ניקוז בקרבת התכנית.....
10	3. שיטות עבודה.....
10	3.1 מודלים לחישוב ספיקות תכן.....
10	(1) מודל "פולגט".....
10	(2) עקום מעטפת.....
11	(3) קו קשר בין ספיקת שיא וגודל האגן.....
11	(4) הנוסחא הרציונלית.....
12	3.2 הסתברות תכנונית.....
13	4. תכנית הניקוז.....
13	4.1 ספיקות תכן.....
16	4.2 ניהול הנגר המגיע מחוץ לתכנית.....
17	4.3 ניהול הנגר בתחום התכנית.....
19	5. סיכום והמלצות.....
21	6. חומר רקע.....

רשימה טבלאות

5	טבלה מס' 1 – עוצמות גשם לפי תחנה מטאורולוגית אילת.....
6	טבלה מס' 2 – עורקי ניקוז בשטח התכנית.....
8	טבלה מס' 3 – נתונים של מעבירי מים קיימים.....
8	טבלה מס' 4 – נתונים של מעבירי מים מתוכננים*.....
11	טבלה מס' 5 – נוסחאות לחישוב ספיקות שיא ע"פ גודל אגן הניקוז בלבד.....
11	טבלה מס' 6 – חישוב ספיקות שיא לפי גודל האגן ועקום מעטפת.....
12	טבלה מס' 7 – חישוב ספיקות שיא לפי נוסחה רציונאלית.....
13	טבלה מס' 8 – הסתברות תכנונית לפי תמ"א 34 ב' 3.....
14	טבלה מס' 9 – אגני ניקוז באזור התכנית : ספיקות שיא בהסתברות 1%.....
14	טבלה מס' 10 – אגני ניקוז באזור התכנית : ספיקות שיא בהסתברות 2%.....
15	טבלה מס' 11 – אגני ניקוז באזור התכנית : ספיקות שיא בהסתברות 4-5%.....
18	טבלה מס' 12 – מימדים אפשריים של תעלות ניקוז מוצעות לאורך כביש 90.....

רשימת תרשימים

4	תרשים מס' 1 – תרשים סביבה וערוצי ניקוז ראשיים.....
7	תרשים מס' 2 – מערכת ניקוז מקומית סמוך לתכנית ומעבירי מים בכביש 90.....
22	תרשים מס' 3 – נספח ניקוז.....

רשימת תמונות

6	תמונה מס' 1. סוללת הטיה בשטח התכנית (סוללה צפונית).....
8	תמונה מס' 2. מעביר מ.מ. 3 בקוטר 1.40 מטר בכביש 90.....
9	תמונה מס' 3. מעביר מ.מ. 2 בכביש 90. מבט משטח התכנית דרומה.....
9	תמונה מס' 4. מעביר מ.מ. 1, נחל מנוחה, בכביש 90. מבט ממערב למזרח.....

1. מבוא

מיקום תכנית המתאר ברמה מפורטת מס' 1/152/02/12 לפונדק הק"מ ה-101 הינו לאורך כביש 90, צפונית לצומת מנוחה. התכנית כוללת אטרקציות תיירותיות, מתחם לינה ומנוחה, מרכז תחנת דלק ושירותי דרך ומגורי העובדים וכן מתקנים הנדסיים כולל מכון טיפול בביוב המקומי.

מטרות נספח הניקוז הינם:

- א. לבחון את מיקום התכנית ביחס למערכת ההידרולוגית האזורית;
- ב. חישוב ספיקות תכן ורומי הצפה בגבולות התכנית;
- ג. הצעה למערכת הגנה על שטח התכנית מנגר עילי חיצוני;
- ד. בחינה של הניקוז הפנימי של שטח התכנית;
- ה. שילוב מערכת הניקוז של התכנית מול מערכת הניקוז של כביש 90 וכביש מס' 13.

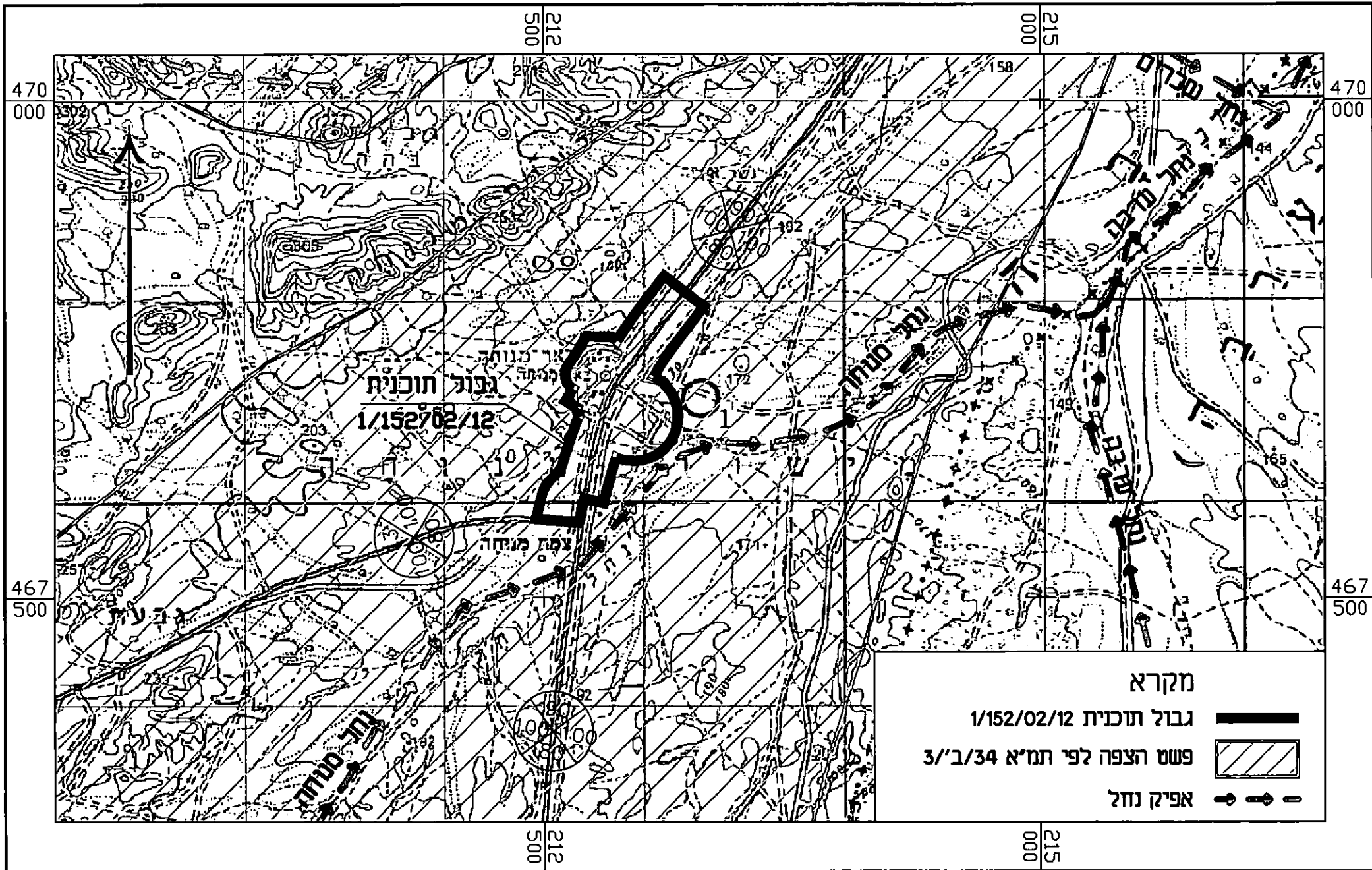
2. פיזיוגרפיה של אזור התכנית

פונדק 101 ממוקם לאורך כביש 90, צפונית לצומת מנוחה (תרשים מספר 1). אזור זה מוגדר כמישור מנוחה. הוא אזור שטוח יחסית ומהווה מעבר מהרי רבד וגבעות מנוחה אל בקעת הערבה. הגובה הטופוגרפי באזור התכנית הוא כ-170-180 מטר מעל פני הים. כביש 90 מהווה מחסום בין פונדק 101 ונחל ערבה מהצד המזרחי של התכנית; מהצד הדרומי שטח התכנית גובל לכביש 13 ומערכת סוללות לאורך כביש זה; מהצד המערבי והצפוני שטח התכנית מושפע ממערכת הניקוז המקומית המגיעה מכיוון גבעות מנוחה.

הקרקות באזור העבודה הן קרקעות מדבריות, רגוסלים לסיים ואליוביום מדברי גס.

2.1 מטאורולוגיה

כמות הגשם השנתית הממוצעת באזור הערבה התיכונה הינה כ-40-30 מ"מ, על סמך מדידות שבוצעו במושבי האזור (גשם בערבה, 1950-2008). משטר הגשם באזור אופייני לאקלים צחיח, כאשר הגשמים מتركזים בימים בודדים ולעיתים עשויה לרדת כל הכמות השנתית ב"שברי ענן" של שעות בודדות. עוצמות הגשם בהסתברויות השונות נקבעו על סמך 36 שנות מדידה בתחנה המטאורולוגית באילת, (ראה טבלה מס' 1).



דצמבר 2012

ק"מ 1:25,000

\\Stor6\6050\6050-1-01.dwg

תרשים מס' 1

נספח לניהול הטיפול במי נגר עילי וניקוז
 תכנית מס' 1/152/02/12 - פונדק ק"מ ה-101
 מיקום תוכנית וערוצי ניקוז ראשיים



חנדסת סביבה ומידרולוגיה

טבלה מס' 1 – עוצמות גשם לפי תחנה מטאורולוגית אילת

(לפי נתונים של החברה הלאומית לדרכים)

עוצמת גשם מקסימאלית במ"מ לשעה, בפרקי הזמן הבאים:							הסתברות
60 דקות	45 דקות	30 דקות	20 דקות	15 דקות	10 דקות	5 דקות	(%)
33.2	47.5	64.9	82.1	118.2	158.6	146.3	1%
24.6	36.7	49.5	65.3	91.9	124.5	123.9	2%
15.6	24.8	32.9	46.2	62.7	86.7	95.2	5%
5.8	10.8	15.0	23.2	29.8	41.8	55.4	10%
0.0	2.8	6.0	10.4	13.7	18.7	29.3	20%
33.2	47.5	64.9	82.1	118.2	158.6	146.3	50%

2.2 הידרולוגיה ועורקי ניקוז

אפיק מרכזי של נחל מנוחה, עורק ניקוז משני לפי תמ"א 34 ב' 3, עובר בגבול הדרומי של התכנית. מכיוון שכל האזור, כולל תוואי נחל מנוחה, הוגדר כפשט הצפה בתמ"א 34 ב' 3, אין משמעות לרצועת ההשפעה של נחל מנוחה (ראה תרשים מס' 1).

כלל שאזור הוגדרנו כפשט הצפה נובעת, ככל הנראה, מהעובדה שערוצים מקומיים (יובלים של נחל מנוחה) מתנקזים לשטח התכנית מהגבעות המערביות ("גבעות מנוחה"). אזור התכנית מהווה מן "שטח שהייה" לנגר עילי בין גבעות מנוחה לנחל ערבה. מוצאים של אגני ניקוז מוגדרים על ידי תכנון של כביש 90 (מעבירי המים בכביש) ועל ידי מערכת סוללות קיימות, המיועדות לנתב את המים לכיוון מעבירי מים אלה.

שתי סוללות מנתבות את הנגר לכיוון מעבירי מים בכביש 90:

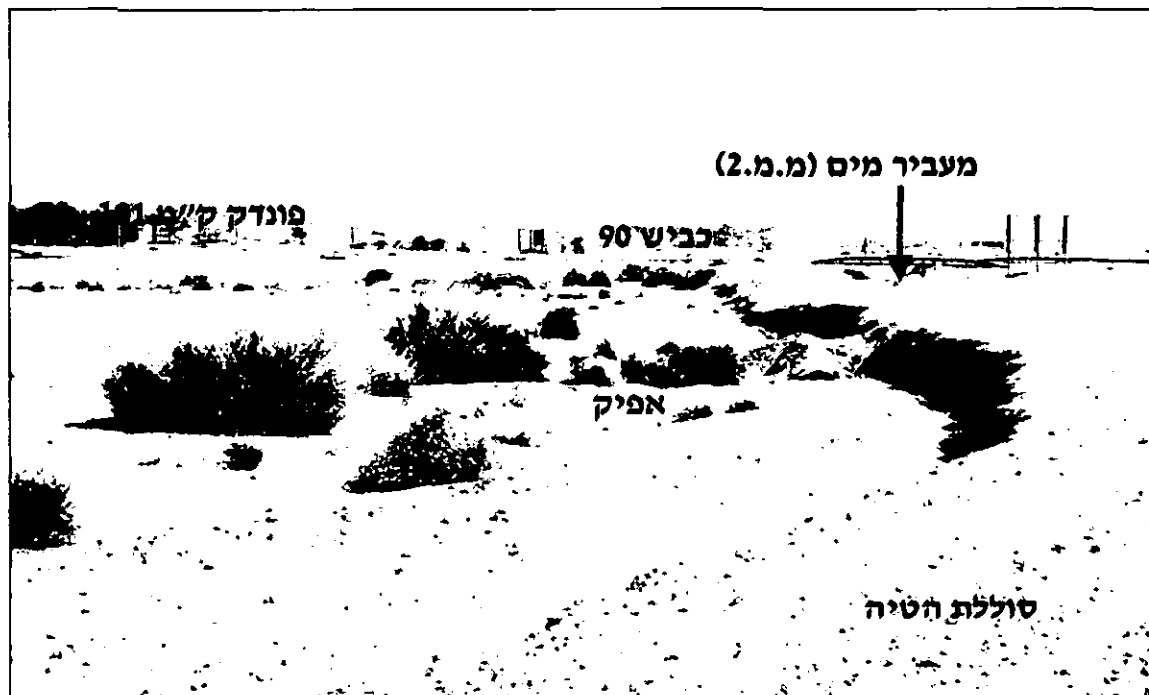
סוללה ראשונה, הינה סוללת עפר דרומית לכביש 13. כיום קיימת סוללת הטיה שמתפקדת באופן חלקי ומנתבת את הנגר מהאפיק המרכזי של נחל מנוחה אל מעביר מים 1 (ראה טבלה מס' 3 ותרשים מס' 2). במסגרת עבודות הרחבה של כביש 90 יוסדר גם צומת כביש 90 – כביש 13, עבודות ההסדרה של הצומת כוללות ביצוע של סוללה חדשה (את התנוחה ניתן לראות בתרשים מס' 3) ומעביר מים חדש (ראה טבלה מס' 3). במצבו הקיים, וכן אחרי ביצוע הסדרת הצומת, נראה שנחל מנוחה אינו משפיע על שטח התכנית.

סוללה שניה קיימת בשטח התכנית צפונית לכביש 13 (תמונות מס' 1, 3). תפקיד הסוללה הוא לנתב את הנגר המגיע מיובלים של נחל מנוחה אל מעביר מים (מעביר מס' 2, תרשים מס' 2) בכביש 90 ובכך להגן על כביש 13 ועל צומת מנוחה בכביש 90 מהצפות. קטע זה של הכביש, כולל מעביר מים (מ.מ. 2, טבלה מס' 3) הוא קטע בתכנון לצורך הרחבת כביש 90.

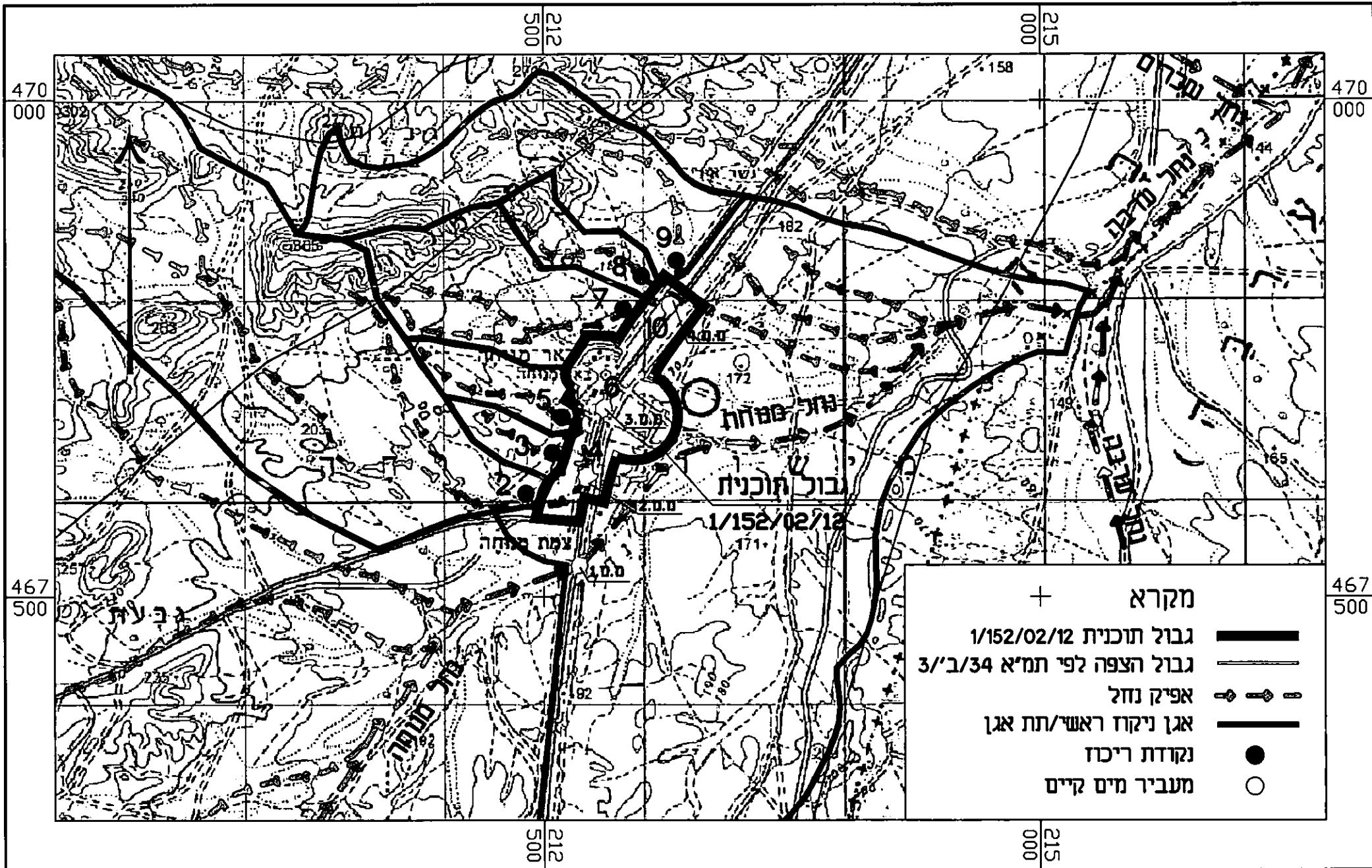
בטבלה מס' 2 מוצגים שטחי אגני הניקוז של השלוחות (יובלים של נחל מנוחה) בהתאם למצב הקיים בשטח.

טבלה מס' 2 – עורקי ניקוז בשטח התכנית

מס'	נקודת ריכוז	תיאור אגן הניקוז	שטח אגן הניקוז (קמ"ר)	שיפוע אורכי ממוצע (%)
1	נ.ר. 1	נחל מנוחה	28.8	1%
2	נ.ר. 2	יובל נחל מנוחה	3.56	2.5%
3	נ.ר. 3	יובל נחל מנוחה	0.12	3.6%
4	נ.ר. 4	אגנים 2+3 + שטח התכנית	3.72	2.5%
5	נ.ר. 5	יובל נחל מנוחה	0.20	2.0%
6	נ.ר. 6	ניקוז שטח התכנית	0.1	2.0%
7	נ.ר. 7	יובל נחל מנוחה	0.69	5.0%
8	נ.ר. 8	יובל נחל מנוחה	0.20	6.8%
9	נ.ר. 9	יובל נחל מנוחה	1.00	3.0%
10	נ.ר. 10	אגנים 7+8+9 + שטח התכנית	1.90	3.0%



תמונה מס' 1. סוללת הטיה בשטח התכנית (סוללה צפונית)



דצמבר 2012
ק"מ 1:25,000

תחשיב מס' 2

נספח לניהול הטיפול במי נגר עילי וניקוז
תכנית מס' 1/152/02/12 - פונדק ק"מ ה-101



\\Store6\6050\6050-1-02.dwg

אגני ניקוז מקומיים בסמוך לתוכנית ומעבירי מים בכביש 90

תנדסת סביבה וחידודולוגיה

2.3 מתקני ניקוז בקרבת התכנית

בקרבת התכנית נמצאים ארבעה מעבירי מים ומספר סוללות הטיה. סוללות ההטיה תוארו בסעיף 2.2. רשימת מעבירי המים הקיימים מוצגת בטבלה מס' 3. בתקופה בקרובה מתכננת החברה הלאומית לדרכים הרחבה של כביש 90. לפיכך, יתוכננו מעבירי מים חדשים לספיקות בהסתברות תכן של 5%. מיקום, ספיקות תכן וגודל מעבירי המים המתוכננים מוצגים בטבלה מס' 4.

טבלה מס' 3 – נתונים של מעבירי מים קיימים

הערות	מצב תפקודי	מידות (מ')	צורה	נ.צ.		מס' אגן	מס' מ"מ
				Y	X		
	בתכנון/ביצוע על ידי חברה לאומית לדרכים	3.0 x 3.0	קשת 3x	467670	212640	1	מ.מ.1
		1.55x3.0	תאג'1	468060	212700	4	מ.מ.2
	השקעת סחף במעביר	1.40	צינור	468410	212777	6	מ.מ.3
הוא מעביר אירי	בתכנון/ביצוע על ידי חברה לאומית לדרכים	לא רלוונטי	אירי	469010	213190	10	מ.מ.4

טבלה מס' 4 – נתונים של מעבירי מים מתוכננים*

* מידע מתוך סקר הידרולוגי שהוכן עבר החברה הלאומית לדרכים, בע"מ.

ספיקת תכן מ"ק/שנ'	גודל מעבירים מתוכננים	הסתברות תכן	נ.צ.		ק"מ	מס' מ"מ
			Y	X		
66	5x 3.5x2.5	5%	467669	212638	99+500	מ.מ.1
10.4	1.5x3.0	5%	468058	212703	99+950	מ.מ.2
0.1	1.0x1.0	5%	468408	212781	100+300	מ.מ.3
9.2	1.5x3.5	5%	469014	213177	101+020	מ.מ.4



תמונה מס' 2. מעביר מ.מ.3 בקוטר 1.40 מטר בכביש 90. מבט משטח התכנית לכיוון בקעת הערבה (ממערב למזרח).



תמונה מס' 3. מעביר מ.מ. 2 בכביש 90. מבט משטח התכנית דרומה.



תמונה מס' 4. מעביר מ.מ. 1, נחל מנוחה, בכביש 90. מבט ממערב למזרח.

3. שיטות עבודה

בפרק זה סוכמו השיטות ששימשו לחישוב ספיקות התכן ופשט ההצפה.

3.1 מודלים לחישוב ספיקות תכן

חישוב הספיקות נעשה בארבע שיטות:

- (1) מודל "פולגט";
 - (2) לפי עקום מעטפת, שהתקבל עבור נחלים של הערבה וים המלח;
 - (3) לפי קו קשר בין ספיקות שיא בהסתברויות שונות וגודל אגן הניקוז שפותח עבור נחלים בערבה;
 - (4) לפי נוסחא רציונאלית.
- ותוצאות חישוב הספיקות מוצגות בטבלה מספר 8, פרק 4.1 להלן.

(1) מודל "פולגט"

המודל המקובל כיום בארץ לחישוב ספיקות באגנים הגדולים מ – 1 קמ"ר הינו מודל הידרולוגי-סטטיסטי (פולגט). מודל זה, לחישוב ספיקות שיא של גאוויות, מבוסס על מדידות הידרומטריות הקיימות בארץ בשילוב עם סוגי קרקעות באגן הניקוז ונתוני גשם עבור אגנים מאזור צחיח קיצון. עבור אזור התכנית (נחל מנוחה) נתוני המודל הם: אזור הידרולוגי 5 (אגנים קטנים) וכמות גשם שנתית של 35 מ"מ.

(2) עקום מעטפת

שיטה נוספת להערכת ספיקות שיא, היא בניית עקום מעטפת המבטא את הקשר בין ספיקות שיא קיצוניות לבין גודל אגן ההיקוות. עקום מעטפת שכזה חושב עבור אזור הערבה ע"י התחנה לחקר הסחף (ארבל וחובי) בסקר שנערך בערבה בשנת 2001. ערכים שמתקבלים לפי עקום המעטפת הינם בעלי הסתברות שווה או נמוכה מ-1%, לפיכך, בדרך כלל הספיקות המחושבות בשיטה זו הינן גבוהות בהשוואה לשיטות האחרות.

עבור אגנים הקטנים מ – 10 קמ"ר נוסחת עקום המעטפת הינה:

$$Q=40.1xA^{0.66}$$

כאשר:

$$Q = \text{ספיקת השיא (מ"ק/שניה) בהסתברות 1\%}$$

$$A = \text{שטח אגן ההיקוות (קמ"ר)}$$

עבור אגנים הגדולים מ – 10 קמ"ר נוסחת עקום המעטפת הינה:

$$Q=93.2xA^{0.39}$$

כאשר:

$$Q = \text{ספיקת השיא (מ"ק/שניה) בהסתברות 1\%}$$

$$A = \text{שטח אגן ההיקוות (קמ"ר)}$$

על מנת לחשב ספיקות בהסתברויות נמוכות יותר, נעשה שימוש במקדי המעבר הבאים:

2%	5%	10%	הסתברות
0.58	0.25	0.11	מקדם מעבר

(3) קו קשר בין ספיקת שיא וגודל האגן

מודל של קוי קשר בין ספיקת שיא בהסתברות מסויימת וגודל אגן הניקוז פותח על ידי התחנה לחקר הסחף עבור תחום התנקזות ערבה (ארבל וחובי, 2001). מודל זה מבוסס על עיבוד סטטיסטי של הנתונים הנמדדים בתחנות הידרומטריות ונתונים שהתקבלו ממדידות של התחנה לתקר הסחף. סדרה של נוסחאות פותחה בנפרד עבור אגנים הגדולים מ- 30 קמ"ר, בתחום של 4 עד 30 קמ"ר ובאגנים הקטנים מ- 4 קמ"ר.

בנספח הנוכחי השתמשנו בנוסחאות הבאות (ראה טבלה מס' 5):

טבלה מס' 5 – נוסחאות לחישוב ספיקות שיא ע"פ גודל אגן הניקוז בלבד (מתוך ארבל וחובי, 2001).

אגן הניקוז קטן מ- 4 קמ"ר	אגן הניקוז מ- 4 עד 30 קמ"ר	
$Q = -2.3394A^2 + 25.865A + 8.3414$	$Q = 123 \ln(A) - 102 (+/- 20)$	הסתברות 1%
$Q = -1.4475A^2 + 16.009A + 5.1675$	$Q = 92 \ln(A) - 85 (+/- 20)$	הסתברות 2%
$Q = -0.4925A^2 + 5.4804A + 1.7735$	$Q = 38 \ln(A) - 41 (+/- 11)$	הסתברות 5%

A – שטח אגן הניקוז (קמ"ר); Q – ספיקת שיא (מ"ק/שניה)

טבלה מס' 6 – חישוב ספיקות שיא לפי גודל האגן ועקום מעטפת

מס' אגן	שטח אגן (קמ"ר)	ספיקות שיא בהסתברויות שונות (מ"ק/שניה) לפי גודל האגן				ספיקות שיא בהסתברויות שונות (מ"ק/שניה) לפי עקום מעטפת			
		10%	4-5%	2%	1%	10%	4-5%	2%	1%
1	28.8	36.4	97.7	244.2	331.3	38.0	86.4	200.5	345.6
2	3.56	7.8	15.0	43.8	70.8	10.2	23.2	53.8	92.7
3	0.12	1.3	2.4	7.1	11.4	1.1	2.5	5.7	9.9
4	3.72	7.9	15.3	44.7	72.2	10.5	23.9	55.4	95.4
5	0.20	1.5	2.8	8.3	13.4	1.5	3.5	8.0	13.9
6	0.10	1.2	2.3	6.8	10.9	1.0	2.2	5.1	8.8
7	0.69	2.8	5.3	15.5	25.1	3.5	7.8	18.2	31.4
8	0.20	1.5	2.8	8.3	13.4	1.5	3.5	8.0	13.9
9	1.00	3.5	6.8	19.7	31.9	4.4	10.0	23.3	40.1
10	1.90	5.4	10.4	30.4	49.0	6.7	15.3	35.5	61.3

(4) הנוסחה הרציונלית

חישוב ספיקות התכן לאגנים בעלי שטח הקטן מ- 1 קמ"ר בוצע באמצעות הנוסחה הרציונלית, המקובלת לחישוב ספיקות תכן עבור אגנים קטנים:

$$Q_p = C I_p A / 3.6$$

כאשר –

Qp - ספיקת התכן בהסתברות p (מ"ק/שניה);

C - מקדם הנגר (חסר יחידות), עבור קרקעות מדבריות מקדם הנגר מוערך בכ – 0.9 עבור אירועים בהסתברות 1%, בכ – 0.8 עבור אירועים בהסתברות 2% ובכ-0.7 עבור אירועים בהסתברות 4-5% ;

A - שטח האגן (קמ"ר);

Ip - עוצמת הגשם בהסתברות p (מ"מ/שעה).

לצורך בחירה של זמן הריכוז לחישוב עוצמת הגשם נעשה שימוש בנוסחת קירפיצי:

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

כאשר

T – זמן ריכוז (דקות);

L – אורך ערוץ ראשי (ק"מ);

S – שיפוע (מ"מ);

k – מקדם התאמה, לפי הערכה של התחנה לחקר הסחף ומשה צ'יברוצקי, בערבה מקדם זה הינו 0.4.

טבלה מס' 7 – חישוב ספיקות שיא לפי נוסחה רצינואלית

ספיקות שיא בהסתברויות שונות (מ"ק/שניה)				מקדם נגר	זמן ריכוז (דק')	שטח אגן (קמ"ר)	מס' אגן
10%	4-5%	2%	1%				
27.8	138.9	234.9	342.0	0.6/0.7/0.8/0.9	50	28.8	1
11.9	38.1	47.5	62.3	0.6/0.7/0.8/0.9	25	3.56	2
0.8	2.2	3.3	4.4	0.6/0.7/0.8/0.9	5	0.12	3
34.1	39.8	49.6	65.1	0.6/0.7/0.8/0.9	25	3.72	4
1.4	3.4	5.5	7.9	0.6/0.7/0.8/0.9	10	0.20	5
0.7	1.7	2.8	3.1	0.6/0.7/0.8/0.9	10	0.10	6
4.8	11.6	19.1	27.4	0.6/0.7/0.8/0.9	10	0.69	7
1.8	3.7	5.5	7.3	0.6/0.7/0.8/0.9	5	0.20	8
5.0	12.2	20.4	29.6	0.6/0.7/0.8/0.9	15	1.00	9
9.4	23.2	38.8	56.1	0.6/0.7/0.8/0.9	15	1.90	10

3.2 הסתברות תכנונית

תמ"א 34 ב' 3 מגדירה את הסתברות התכן למקרים בהם יש חשש לחיי אדם על 1% (ראה טבלה מס' 8). מעבירי המים של כביש 90 מתוכננים להסתברות תכן של 5%. עבור רוב תכנית מפורטת מס' 1/152/02/12 לפונדק הק"מ ה-101 מומלצת הסתברות תכן של 10% (שטח חקלאי ושטח פתוח); הסתברות תכן של 5% נקבעה עבור שטחים מבונים, מגרשי חניה, שירותי דרך; למט"ש ותחנת דלק מומלצת הסתברות תכן של 2% (אין חשש לחיי אדם, אבל קיימת סכנה של זיהום מי נגר עיליים) ולשטחי מגורים הסתברות התכן הינה יותר מחמירה ונקבעה על 1% (סכנה לחיי אדם).

טבלה מס' 8 – הסתברות תכנונית לפי תמ"א 34 ב' 3.

הסתברות מירבית לאירוע בשנה מסוימת	תקופת חזרה בשנים	השימוש בשטח
10%	10	חקלאות: גידולי שדה ומטעים, פארקים
4%	25	בתי צמיחה ומבנים בשטחים פתוחים
2% לכל היותר	לפחות 50	כבישים ומסילות ברזל *
1%	100	סוללות מאגרים וסכרים **
1%	100	שטחים מבונים מעורקי ניקוז ראשיים **
20% עד 2%	5 עד 50	שטחים מבונים (רחובות, מגרשי חניה חצרות בתים וכיו"ב)
1%	100	הצפה פנימית של בתים מכל מערכת ניקוז.

* הצפת מיסעות וגשרים לפי תקני מע"צ ורכבת ישראל

** בכל מקרה שיש סיכון של נמש לחיי אדם, הסתברות התכנון תהיה 1% ומטה בהתאם לדרגת הסיכון וחומרת הניק

4. תכנית הניקוז

תכנית הניקוז כוללת הסדרות הנגר המגיע לשטח התכנית מחוץ לתחום התכנית וטיפול בנגר הנוצר בתחום התכנית.

להלן עקרונות תכנית הניקוז:

א. הולכת הנגר המגיע מחוץ לשטח התכנית כך שיעבור את השטח התכנית במקומות מוסדרים בלבד.

ב. נגר הנוצר בשטח התכנית יופנה לכיוון מעבירי מים בכביש 90 ומשם לנחל מנוחה/נחל ערבה.

ג. לא תתאפשר זרימת נגר בעח פוטנציאל לזיהום אך מערכת הניקוז הטבעית.

ד. נגר הנוצר מחוץ לשטח המתקנים ההנדסיים לא יעבור דרך שטחם של מתקנים אלה (תחנות תדלוק, מטייש).

תשריט תכנית הניקוז מוצג בתרשים מספר 3.

4.1 ספיקות תכן

ספיקות התכן עבור אגני ניקוז הגובלים בשטח התכנית, מוצגות בטבלאות מספר 9, 10, 11.

טבלה מס' 9 – אגני ניקוז באזור התכנית: ספיקות שיא בהסתברות 1%

ספיקת התכן הנבחרת (מ"ק/ש')	ספיקת תכן מחושבת לפי שיטות שונות (מ"ק/שניה)				שטח אגן (קמ"ר)	מס' אגן
	עקום מעטפת	גודל אגן הניקוז	הידרולוגי-סטטיסטי	נוסחה רציונאלית		
345.6	345.6	331.3	224.6	מודל לא מתאים	28.8	1
92.7	92.7	70.8	60.2	מודל לא מתאים	3.56	2
11.4	9.9	11.4	מודל לא מתאים	4.4	0.12	3
95.4	95.4	72.2	62.0	מודל לא מתאים	3.72	4
13.9	13.9	13.4	מודל לא מתאים	7.9	0.20	5
7.0	7.0	6.7	מודל לא מתאים	3.1	0.10	6
31.4	31.4	25.1	מודל לא מתאים	27.4	0.69	7
13.9	13.9	13.4	מודל לא מתאים	7.3	0.20	8
40.1	40.1	31.9	מודל לא מתאים	29.6	1.00	9
61.3	61.3	49.0	מודל לא מתאים	56.1	1.90	10

ספיקת התכן הנבחרת עבור הסתברות 1% היא הספיקה המקסימאלית מבין הערכים שהתקבלו בארבע השיטות (ראה טבלה לעיל) מכיוון שהסתברות זו נקבעת במקרים בהם קיימת סכנה לחיי אדם.

טבלה מס' 10 – אגני ניקוז באזור התכנית: ספיקות שיא בהסתברות 2%

ספיקת התכן הנבחרת (מ"ק/ש')	ספיקת תכן מחושבת לפי שיטות שונות (מ"ק/שניה)				שטח אגן (קמ"ר)	מס' אגן
	עקום מעטפת	גודל אגן הניקוז	הידרולוגי-סטטיסטי	נוסחה רציונאלית		
244.2	200.5	244.2	142.2	מודל לא מתאים	28.8	1
53.8	53.8	43.2	35.9	מודל לא מתאים	3.56	2
7.1	5.7	7.1	מודל לא מתאים	3.3	0.12	3
55.4	55.4	44.1	36.9	מודל לא מתאים	3.72	4
8.3	8.0	8.3	מודל לא מתאים	5.5	0.20	5
6.8	5.1	6.8	מודל לא מתאים	2.8	0.10	6
18.2	18.2	15.5	מודל לא מתאים	19.1	0.69	7
8.3	8.0	8.3	מודל לא מתאים	5.5	0.20	8
23.3	23.3	19.7	מודל לא מתאים	20.4	1.00	9
38.8	35.5	30.2	מודל לא מתאים	38.8	1.90	10

ספיקת התכן הנבחרת עבור הסתברויות 2% ו-4-5% היא הספיקה המקסימאלית מבין הערכים שהתקבלו במספר שיטות (ראה טבלאות 10 ו-11) מכיוון שמדובר בפרויקט הכולל שטחים למגורים בשטח האתר.

טבלה מס' 11 – אגני ניקוז באזור התכנית: ספיקות שיא בהסתברות 4-5%

ספיקת התכן הנבחרת (מ"ק/ש')	ספיקת תכן מחושבת לפי שיטות שונות (מ"ק/שניה)				שטח אגן (קמ"ר)	מס' אגן
	עקום מעטפת	גודל אגן הניקוז	הידרולוגי-סטטיסטי	נוסחה רציונאלית		
97.7	86.4	97.7	95.0	מודל לא מתאים	28.8	1
23.2	23.2	15.0	23.0	מודל לא מתאים	3.56	2
2.2	2.5	2.4	מודל לא מתאים	2.2	0.12	3
23.9	23.9	15.3	23.5	מודל לא מתאים	3.72	4
3.4	3.5	2.8	מודל לא מתאים	3.4	0.20	5
1.7	1.8	1.4	מודל לא מתאים	1.7	0.10	6
11.6	7.8	5.3	מודל לא מתאים	11.6	0.69	7
3.7	3.5	2.8	מודל לא מתאים	3.7	0.20	8
12.2	10.0	6.8	מודל לא מתאים	12.2	1.00	9
23.2	15.3	10.4	מודל לא מתאים	23.2	1.90	10

טבלה מס' 12 – אגני ניקוז באזור התכנית: ספיקות שיא בהסתברות 10%

ספיקת התכן הנבחרת (מ"ק/ש')	ספיקת תכן מחושבת לפי שיטות שונות (מ"ק/שניה)				שטח אגן (קמ"ר)	מס' אגן
	עקום מעטפת	גודל אגן הניקוז	הידרולוגי-סטטיסטי	נוסחה רציונאלית		
38.0	38.0	36.4	36.5	מודל לא מתאים	28.8	1
10.2	10.2	7.8	7.8	מודל לא מתאים	3.56	2
1.1	1.1	1.3	מודל לא מתאים	0.8	0.12	3
10.5	10.5	7.9	8.0	מודל לא מתאים	3.72	4
1.5	1.5	1.5	מודל לא מתאים	1.4	0.20	5
1.0	1.0	1.2	מודל לא מתאים	0.7	0.10	6
3.5	3.5	2.8	מודל לא מתאים	4.8	0.69	7
1.5	1.5	1.5	מודל לא מתאים	1.8	0.20	8
4.4	4.4	3.5	מודל לא מתאים	5.0	1.00	9
6.7	6.7	5.4	מודל לא מתאים	9.4	1.90	10

עבור הסתברות תכן של 4-5% הספיקות המקסימאליות התקבלו לרוב בשיטה הרציונאלית. לפיכך, ספיקת התכן הנבחרת היא הספיקה שחושבה בעזרת הנוסחה הרציונאלית. עבור הסתברות תכן של 10% הספיקות המקסימאליות התקבלו לרוב בשימוש של עקום מעטפת. לפיכך, ספיקת התכן הנבחרת היא הספיקה שחושבה בעזרת העקום המעטפת.

4.2 ניהול הנגר המגיע מחוץ לתכנית

4.2.1 נחל מנוחה

אפיק ראשי של נחל מנוחה חוצה את כביש 90 דרומית לצומת מנוחה. במקום החצייה מתוכנן (החברה הלאומית לדרכים) מעביר מים חדש במקום של מעביר קיים, המיועד להעביר ספיקה בהסתברות 5%. יובלים של נחל מנוחה המגיעים מכיוון כביש 13 מוסטים על ידי סוללת עפר קיימת. סוללת העפר הקיימת תוחלף תוך כדי עבודות הרחבת הכביש לסוללת הטיה בגובה של כ- 2.5 מטר ואורך של כ- 450 מטר (ראה תרשים מס' 3). במצב של תפקוד הסוללה כמתוכנן, נחל מנוחה אינו משפיע על שטח התכנית ולכן לא נדרשות כל הסדרות נוספות בהקשר זה.

4.2.2 שלוחות מערביות של נחל מנוחה (אגנים מקומיים 2,3,5)

שלוחות (יובלים של נחל מנוחה) שמגיעות מהגבעות המערביות של נחל מנוחה הינן בעלות שטח אגן של פחות מ-4 קמ"ר, כך שמכל אחת מגיעה ספיקה נמוכה יחסית. עם זאת, לקראת מעבירי המים בכביש 90 (מ.מ.2) מצטברת ספיקה גבוהה יותר. כמו כן, מי הנגר עשויים לכלול ריכוזים גבוהים של סחף נחלי. הכוונה של הנגר המגיע ממערב ודרום-מערב מתבססת על סוללות הגנה הקיימות, על מנת לתת לנגר לזרום באפיקים קיימים, דרך השטח הפתוח, אל מעבירי מים קיימים ו/או מתוכננים (מ.מ.2) על כביש 90 ולכיוון האפיק הראשי של נחל מנוחה ונחל ערבה (ראה תרשימים מס' 2 ו-3). על מנת להגן על צומת מנוחה (בין כביש 90 וכביש 13) נגד הצפה מצפון נבנתה סוללת הכוונה המנתבת את הנגר לכיוון מעביר מים 2. הדרך המתוכננת מכיוון דרום-צפון בשטח התכנית (תא 015) חוצה מספר ערוצי זרימה כך, שהיא מונעת את זרימת המים לכיוון מעביר מים 2. על מנת לאפשר זרימה חופשית של מים אל המעביר מספר 2 וחצייתם את כביש 90, יש לתכנן מעבירי מים איריים בכביש הגישה לפונדק הק"מ ה-101 (ראה תרשים מס' 3).

יש לוודא כי הפיתוח של תא שטח 010 – שטח ציבורי פתוח – לא יחסום את האפיקים של יובלים אלה וכי תושאר למים אפשרות זרימה חופשית לכיוון כביש 90.

הנגר המגיע מהאגנים המשניים 2, 3 ו-5 חוצה את כביש 90 במעביר מים 2. הסתברות תכן עבור מעביר זה הינה 10%, מכיוון שהשטחים הקרובים למעביר הם שטחים פתוחים (שצ"פ) ודרכים מקומיות (למעט כביש 90). ספיקת תכן עבור מעביר מספר 2 (אגן 4) הינה 10.5 מ"ק/שנייה (מחושב בנספח זה). המעביר המתוכנן על ידי החכרה הלאומית לדרכים הוא בגודל 1.5x3.0 מטר ומעביר ספיקת התכן עם הערמות של כ- 0.2 מ', דבר שיתבטא בהצפה חלקית של השטחים הקרובים למעביר. את סימון של השטחים המוצפים לפי טופוגרפיה של מצב קיים ניתן לראות בתרשים מספר

3.

על מנת להתגבר על הכעיה של הצפה מוצע לנקוט באחד מהפעילויות הבאות:

א. להגדיל את התא הקיים עד הגודל 1.5*3.5 על מנת לאפשר זרימה חופשית ללא הערמות;

- ב. הגבהה של פני השטח מתוכננים/קיימים המושפעים מהצפה על מנת לצמצם את השטח ההצפה לפני המעביר;
- ג. הגדרה של מגבלות פיתוח בשטחים המוצפים – מומלץ להגדירם כשטח הצפה.

4.2.3. שלוחות צפוניות ומערביות (אגנים 7,8,9)

כיוון זרימת האפיקים המתנקזים אל שטח התכנית ממערב הוא לצפון וצפון-מזרח. האגן המתנקז אל הגבול המערבי של התכנית הוא אגן 7, ששטחו כ- 0.69 קמ"ר, והסתברות התכן לבדיקת תנאי ההצפה/אי-ההצפה היא 1%, מכיוון שחלק זה של התכנית מיועד למגורים ומלונאות. לפיכך, ספיקת התכן המחושבת בנספח זה באפיק הקרוב לגבול התכנית הינה 31.4 מ"ק/שניה. המרחק בין גבול התכנית והערוץ המרכזי של האגן הינו כ- 50 מטר (ראה תרשים מס' 2). בחישוב מקורב של גובה המים בספיקת תכן, כאשר רוחב זרימה מינימאלי הוא 50 מטר, נקבל עומק מים של מקסימום 0.6 מטר.

התכנית ממוקמת על גבעה, שגובהה כ- 2.0 מטר מעל השטח הסמוך לה. לכן, נראה כי לא קיימת סכנה של הצפת שטחי המגורים גם בספיקה בהסתברות 1% בתנאי, שפני השטח המתוכנן תישאר בגובה הקיים.

המוצא לנגר מהאגנים הצפוניים והמערביים (אגנים 7,8,9) הוא מעביר מים אירי קיים (מ.מ.4) שממוקם בגבול הצפוני של התכנית, במרחק של כ- 400 מטר משטח המגורים. סך הכל מתנקז למעביר המים שטח של כ-1.9 קמ"ר (אגן 10). הסתברות תכן לחישוב ספיקה היא 10% (שטח פתוח) וספיקת התכן המחושבת בנספח זה היא 6.7 מ"ק/שניה. במצב הקיים מים עוברים לצד שני של הכביש דרך מעביר אירי (מ.מ.4). כחלק מהרחבת הכביש, מתוכננת (החברה הלאומית לדרכים) החלפה של המעביר האירי למעביר תת-קרקעי (2.5x1.5 מטר). התא הקיים מעביר את ספיקת התכן המחושבת בנספח זה בזרימה חופשית, כך שלא קיימת סכנת הצפה של השטחים הפתוחים בקרבת המעביר בספיקת תכן (הסתברות 10%).

4.3 ניהול הנגר בתחום התכנית

השיפוע הטבעי של שטח התכנית הינו מזרחה אל כביש 90 ועמק הערבה. נגר הנוצר בשטח התכנית יופנה אל תעלת הכביש (ראה מימדים אפשריים של התעלה בטבלה מס' 13) ומשם דרומה אל מעביר מים קיים (מ.מ.3). מעביר מים 3 ממוקם בשטח שמוגדר כשטח ציבורי פתוח, בין דרך מאושרת בתחום של פונדק 101 ק"מ (תא שטח 013) לבין כביש 90 (תא שטח 012). הצפה של שטחים אלה אינה גורמת לסכנה לחיי אדם, ולא לזיהום או הרס תשתיות, לפיכך הסתברות התכן לחישוב של כושר ההולכה של מעביר המים הינה 5%. ספיקת התכן שמגיעה למעביר מאגן מס' 6 חושבה בנספח זה לכ- 1.7 מ"ק/שניה. גודל מעביר המים המתוכנן על ידי החברה הלאומית לדרכים הינו תא 1.0x1.0 מטר. גובהו של הכביש מעל לקצה העליון של המעביר הינו כ- 1.5 מטר. עם הערמות של כ- 0.2 מטר כושר הולכה של המעביר המתוכנן הינו כ- 1.8 מ"ק/שניה. דבר שיתבטא בהצפה של השטחים הקרובים למעביר עד לרום מים של 0.2.

על מנת להתגבר על הבעיה של הצפה מוצע לנקוט באחד מהפעילויות הבאות:

- א. להגדיל את המעבר לתא 1.0*1.25 מטר על מנת לאפשר זרימה חופשית ללא הערמות;

ב. הגבהה של פני השטח מתוכננים/קיימים המושפעים מהצפה על מנת לצמצם את השטח ההצפה לפני המעביר;

טבלה מס' 13 – מימדים אפשריים של תעלות ניקוז מוצעות לאורך כביש 90.

חלופה	שיפוע צד (m:m)	רוחב קרקעית (מטר)	שיפוע אורכי (מטר/מטר)	גובה זרימה מינימלי (מטר)	מקדם מנינג	מרחק מינימלי בין גדות (מטר)	מהירות זרימה (מטר/שניה)	ספיקת מים (מ"ק/שניה)
רחבה	1:3	1.0	0.017	0.5	0.33	4.0	1.8	2.2
צרה	1:1.5	1.2	0.017	0.5	0.33	2.7	1.9	1.8

4.3.1. ניקוז של מי נגר משטחים בעלי פוטנציאל זיהום

שטחים בעלי פוטנציאל לזיהום של מי נגר הם תחנת התדלוק והמט"ש (ראה תכנית ניקוז, תרשים מס' 3).

הנגר מהשטח של תחנת התדלוק יש לאסוף על ידי מערכת ניקוז נפרדת. נגר בעל פוטנציאל לזיהום יפונה למערכת הפרדה וסינון שמנים. בשום אופן לא תתאפשר הזרמה של נגר הנחשב כמזוהם למערכת הניקוז הטבעית.

המט"ש של פונדק 101 ק"מ מתוכנן בצד המערבי לכביש 90. נספח מים וסילוק שפכים הוכן עבור תכנית זו על ידי חברת אגת הנדסה. לפי נספח זה השיטה לטיפול בשפכים תהיה על ידי אגנים ירוקים ומי הקולחין מיועדים להשקיה של שטחי תמרים עתידיים בתא 010.

מי הגשם היורדים אל שטח המתקנים יטופלו יחד עם מי שפכים. הנגר שנוצר מחוץ לשטח המתקן לא יכנס אל המתקנים של המכון וזה יובטח, בין היתר, על ידי סוללות היקפיות מסביב למתקן (ראה תרשים מס' 3). את הסוללת ניתן לשלב עם הסוללות של הבריכות של המט"ש כך שגובהם מפני השטח מחוץ לתוכנית יהיה לא פחות מ-1 מטר.

5. סיכום והמלצות

1. תכנית מתארית ברמה מפורטת מס' 1/152/02/12 הינה תכנית לפונדק הק"מ ה-101, הממוקם לאורך כביש 90, צפונית לצומת מנוחה. התכנית כוללת אטרקציות תיירותיות, מתחם לינה ומנוחה, תחנת תדלוק, מרכז לשירותי דרך ומגורי עובדים וכן מתקנים הנדסיים, כולל מכון טיפול בביוב המקומי. שטח התכנית כולה הוא כ- 0.3 קמ"ר.
2. נחל מנוחה, עורק ניקוז משני לפי תמ"א 34 ב' 3 גובל בשטח התכנית מדרום. נחל שכרים, עורק ניקוז משני לפי תמ"א 34 ב' 3 עובר במרחק של כ- 2 ק"מ דרומה משטח התכנית. נחל ערבה, בסיס הניקוז האזורי, עובר במרחק של כ- 1 ק"מ ממזרח לשטח התכנית. המרחב בו ממוקמת התכנית מוגדר כפשט הצפה בתמ"א 34 ב' 3.
3. כביש 90 מהווה מחסום בין שטח התכנית ונחל ערבה מהצד המזרחי של התכנית. מהצד המערבי והדרומי תכנית מושפעת ממערכת ניקוז מקומית. מהצד הדרומי התכנית גובלת בכביש 13 ובשלוחות (יובלים) של נחל מנוחה.
4. בימים אלה החברה הלאומית לדרכים מתכננת הרחבה של כביש 90, שבמסגרתה יוחלפו כל מעבירי המים הקיימים והמעבירים האיריים יוחלפו למעבירים תת-קרקעיים. מעבירי המים בכביש 90 תוכננו (על ידי אחרים) להסתברות תכן של 5%.
5. הסתברויות התכן לבדיקה הידרולוגית/תכנון של מערכות ניקוז בשטח התכנית נקבעו כדלקמן: 1% עבור שטחי מגורים ומלונאות, 2% עבור תחנת תדלוק ומט"ש, 10% עבור שטחים פתוחים, שטחים חקלאיים.
6. נחל מנוחה, יובל של נחל ערבה, מוגדר כעורק ניקוז משני לפי תמ"א 34 ב' 3. שטח אגן הניקוז של נחל מנוחה בחציית כביש 90 הינו 28.8 קמ"ר. ספיקת התכן בהסתברות של 5% הינה כ- 98 מ"ק/שניה (חושב בנספח זה). נחל מנוחה חוצה את כביש 90 דרומית לשטח התכנית דרך מעביר מים תת-קרקעי קיים ומיועד להחלפה. על מנת להגן על הצומת בין כביש 90, כביש 13 ודרך הגישה המתוכננת לפונדק הק"מ ה-101 מהצפות מתוכננת החלפת הסוללה הקיימת בסוללת הכוונה חדשה בגובה של 2.5 מטר. נראה שעקב שילוב של מעביר המים וסוללת הכוונה/הגנה, נחל מנוחה אינו צפוי להשפיע על שטח התכנית.
7. מספר שלוחות מערביות (אגנים 2,3,5) של נחל מנוחה מתנקזות למעביר מים בכביש 90 הממוקם בחלק הדרומי של התכנית (מעביר מס' 2). סך הכל שטח האגנים הוא 3.72 קמ"ר, ספיקת התכן בהסתברות של 10% הינה כ-10.5 מ"ק/שניה (לפי נספח זה).
- 7.1. על מנת להגן על צומת מנוחה (בין כביש 90 וכביש 13) נגד הצפה מצפון, נבנתה סוללת הכוונה המנתבת את הנגר לכיוון מעביר מים 2 (קיים ומיועד להחלפה).
- 7.2. על מנת לאפשר זרימה חופשית של מים אל המעביר וחצייתם את דרך הגישה לפונדק יש לתכנן שני מעבירים אירים (ראה תרשים מס' 3).
- 7.3. יש לתכנן את הפיתוח של תא שטח 010 – שטח ציבורי פתוח – כך שלא יחסום את האפיקים של יובלים אלה וכך שתתאפשר למים זרימה חופשית לכיוון כביש 90.

- 7.4. מעביר המים בכביש 90 מתוכנן (חברה לאומית לדרכים) להיות בגודל 1.5×3.0 מטר. עם הערמות של כ – 0.2 מ' כושר ההולכה של מעביר זה הינו 10.5 מ"ק/שניה (ספיקת התכן לפי נספח זה). דבר שיתבטא בהצפה של השטחים הקרובים למעביר עד לרום מים של 0.2 מ' מעל TL של מעביר. שטח זה סומן לפי טופוגרפיה קיימת ומוגדר כשטח הצפה בנספח זה.
8. הניקוז הפנימי של שטח התכנית מבוסס על שיפוע טבעי של השטח לכיוון מזרח ומשם דרך תעלה לאורך כביש 90 אל מעביר מים 3 בכביש 90.
- 8.1. גודל שטח ההתנקזות הוא 0.1 קמ"ר ;
- 8.2. ספיקת התכן עבור מעביר המים הינה 1.7 מ"ק/שניה (לפי נספח זה) ;
- 8.3. גודל המעביר המתוכנן על ידי אחרים הוא תא 1.0×1.0 מטר. עם הערמות של כ – 0.20 מ' כושר ההולכה של מעביר זה הינו 1.8 מ"ק/שניה. דבר שיתבטא בהצפה של השטחים הקרובים למעביר עד לרום מים של 0.2 מ' מעל TL של המעביר. יש להגביה את רום השטחים מתוכננים/קיימים המושפעים מהצפה בקרבה של תחנת הדלק, על מנת למנוע כניסות לא מבוקרות של הנגר אל השטח התחנה המתוכננת.
9. הערוצים הצפוניים מתנקזים אל מעביר מים אירי קיים (מ.מ.4) הממוקם בגבול הצפוני של התכנית.
- 9.1. סך הכל שטח ההיקוות הוא 1.9 קמ"ר ;
- 9.2. ספיקת התכן בהסתברות 10% הינה כ- 6.7 מ"ק/שניה (לפי נספח זה) ;
- 9.3. מעביר המים מתוכנן (חברה לאומית לדרכים) להיות בגודל 1.5×2.5 מטר. כושר ההולכה של המעביר גבוה מספיקת התכן, לפי כך אין סכנת הצפה של השטחים הקרובים למעביר למעט אפיק הזרימה עצמו בהסתברות תכן (10%).
10. טיפול בשטחים בעלי פוטנציאל זיהום (תחנת תדלוק ומט"ש) :
- 10.1. הנגר שנוצר מחוץ לשטח המתקן לא יכנס אל שטחים בעלי פוטנציאל זיהום ;
- 10.2. הנגר מהשטח של תחנת התדלוק ייאסף על ידי מערכת ניקוז נפרדת ולא יזרום יחד עם הנגר שאינו מזוהם ;
- 10.3. מי גשם היורדים בשטח המט"ש יטופלו יחד עם מי שפכים ;
- 10.4. על מנת להגן על שטח המט"ש מכניסה של הנגר מבחוץ, מומלץ לבצע סוללות היקפיות בצד המזרחי והדרומי של המתקן. את הסוללת ניתן לשלב עם הסוללות של הבריכות של המט"ש כך שגובהם מפני השטח מחוץ לתוכנית יהיה לא פחות מ-1 מטר, בשלב זה יש להקצות שטח לטובת מתקני ניקוז (סוללה) בגבול המט"ש ;
- 10.5. תכנון מפורט של הניקוז עבור תחנת דלק ומט"ש יבוצע בשלב של היתר בניה.

6. חומר רקע

נתוני הרקע ששימשו לתכנון כוללים:

- תכנית מתארית ברמה מפורטת מס' 1/152/02/12 "פונדק הק"מ ה-101";
- מפה טופוגרפית בקני"מ של 1:50,000 (הוצאת המרכז למיפוי ישראל, 1995).
- תכנית מתאר ארצית משולבת למשק המים 34 ב' 3.
- מפת קרקעות ישראל (י. דן, 1975).
- מדידה פוטוגרמטרית בקני"מ 1:1250, א.פ.עודה, ר.ע.ף. מהנדסים בע"מ, 27.01.2012;
- תחומי ההתנקזות של הערבה, תכונותיהם, ספיקות התכן וכושר ההולכה של מערכת הניקוז בנקודות הנבחרות. ארבל ש', גסקר מ', פרחי ר', מולכו ר', וכו', תחנה לחקר הסחף, אוקטובר 2001.
- גשם בערבה, 1950-2008, דו"ח מוגש לרשות המים ורשות ניקוז ערבה על ידי מו"פ ים המלח וערבה, י' שלומי, ח' גינת, יוני 2009.
- נספח מים וסילוק שפכים לתכנית מס' 1/152/02/12 "פונדק הק"מ ה-101"; אגת הנדסה. פברואר 2009.

תרשים מס' 3 – תכנית ניקוז.