

דיפו מלחה - מתחם דפו רכבת קלה מלחה

נספח ניקוז

מחוז ירושלים

מועדה המחוזית החליטה ביום:

16/11/2021

להפקיד את התכנית

15/03/2022

יו"ר מועדה המחוזית

תאריך



SYSTRA

מתחם דפו רכבת קלה מלחה

תכנית מס' 101-0520163

נספח ניקוז

EYAL SHALEV Civil & Environmental
Engineering
Consulting, Management, Supervision & Design
Moshav Bet-Hananya 83, Israel 3780700
Tel: 972-4-6264133, E-Mail :
eyal1963@bezeqint.net

איל שלו הנדסה אזרחית וסביבתית

ייעוץ, ניהול, פקוח ותכנון
מושב בית חנניה 83, 3780700.
טל': 04 - 6264133, נייד : 050 - 5365200

ינואר-19

גרסה - 03

מס' עמודים - 31

F:\MyDocuments\איל שלו\פרוייקטים\דפו לרכבת הקלה בירושלים\נספח
ניקוז - דיפו רכבת קלה ירושלים גרסה 03.docx

תוכן עניינים

3	1 - תקציר
3	2 – נתוני רקע
3	2.1 - חומר רקע להכנת התכנית
3	2.2 - ייעודי קרקע
4	2.3 - תיאור הסביבה
9	2.4 - קרקע
9	2.5 - הידרולוגיה
9	2.5.1 - משטר גשמים
10	2.5.2 – כושר חדור קרקע
11	2.5.4 – מודל הידרולוגי לחישוב ספיקות תכן
12	2.5.5 – ספיקות תכן מצב קיים
13	2.5.6 – ספיקות תכן מצב מתוכנן
15	3 – תיאור התכנית המוצעת
15	3.1 – הסתברויות תכן לתכנון הניקוז
16	3.2 – תיאור מערכת הניקוז
26	4 – השפעות צפויות על הסביבה
27	5 – אמצעים למניעת נזקים
29	נספחים
29	נספח א' – תחנת גשם מייצגות – תחנת ירושלים
30	נספח ב' – חלוקה גיאוגרפית של ארץ ישראל
31	נספח ג' – תיאור חברות קרקע

1 - תקציר

נספח הניקוז דן בפתרון הניקוז לדיפו של הרכבת הקלה במלחה, ירושלים. הנספח סוקר את מצב הניקוז הקיים של האזור שבו מתוכנן לקום הדיפו במלחה, מפרט את הפתרונות לניקוז מתחם הדיפו ומניעה של מפגעי ניקוז כלפי המעלה ומורד עורק הניקוז הראשי. הדיפו ממוקם בתחום אגן ההיקוות של נחל רפאים. נחל רפאים מקביל למתחם הדיפון. מסילת הרכבת לירושלים חוצצת בין הנחל לבין מתחם הדיפו. פתרון הניקוז שמתואר בהמשך הדו"ח סוקר חלופות שונות לפתרון הניקוז מהנגר של מתחם היפו והסדרת נחל רפאים במקביל למתחם המתוכנן.

2 – נתוני רקע

2.1 - חומר רקע להכנת התכנית

- תכנית מדידה מצב קיים
- מפת חבורות קרקע של מדינת ישאל – יואל זיו
- תכניות בינוי וכבישים של דיפו מלחה
- מדידה פוטוגרמטרית של האזור
- סיור ותמונות מהשטח
- הסדרת נחל רפאים – "לביא נטיף" מהנדסים יועצים בע"מ

2.2 - ייעודי קרקע

ייעודי הקרקע של התכנית בהתאם לתקנון התכנית הם כדלקמן

--

2.3 - תיאור הסביבה

מתחם הדיפו נמצא לרכבת הקלה מתוכנן על שטח של חניון אוטובוסים ותחנת דלק שנמצאים במשולש בין בין דרך בנבנישתי דוד בצלע הצפונית. רכבת ישראל בצלע הדרומית ודרך מנחם בגין בצלע המערבית. נחל רפאים מתחיל ליד קודקוד המשולש בחיבור בין שני מובלי תיעול (נקודות A ו B).

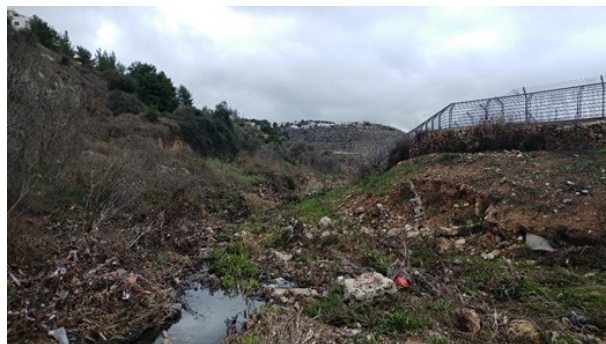
נקודה B	נקודה A
	

מסילת הרכבת שמתחילה במעלה רחוב דוד בנבנישתי מופרדת מנחל רפאים ע"י שתי תעלות ניקוז במקביל למסילה. בהמשך נחל רפאים זורם בתעלה פתוחה מדרום למסילת הרכבת רצ"ב תמונה :



נחל רפאים

נחל רפאים נמצא בגבול הדרומי לאורך תוואי הדיפו. בין הנחל לבין הדיפון מפרידה מסילת הרכבת הקיימת לירושלים. הנחל הקיים נמצא בקטע שמקביל לתכנית לא זורם בתוואי המקורי. בתוואי המקורי נמצאת מסילת הרכבת. נחל רפאים מתחיל משני מובלים (ראה תמונות A ו B לעיל). שיוצאים במפגש בין מרחוב בנבנישתי ומסילת הרכבת. במורד הקטע נצפו בנחל זרימת ביוב ראה תמונות לעיל בקטע המעלה בסמוך למוצאי מובלי התיעול העירוניים:



ברוב הקטע שנקביל לפרויקט בגדה הצפונית (מסילת הרכבת) יש שביל הליכה ורכיבה. השביל בנוי כאמור בין הרכבת לבין הנחל, השביל מוגבה מתחתית הנחל קיר גביונים. רצ"ב תמונות לאורך השביר במכביל לפרויקט.



נחל רפאים מתחיל משני מובלי תיעול (מסומנים נקודות A ו B) בהתאמה בממדי הבאים (גובה ארוחב)

נקודה B

3.05 × 3.15 מ'



נקודה A

2.05 × 3.90 מ'



בהתאם לנתונים אלו חושב כושר ההולכה המקסימאלי שלהם בהנחה של שיפוע אורכי 1%

ספיקה מ"ק/שנ'	מובל תיעול
54.3	A
44.4	B
98.7	סה"כ

בהתאם לחישוב ספיקות תכן בסעיף 1 לעיל המובל מעביר ספיקה שמתאימה להסתברות של 5% (ו ל 20 שנה).

שיפוע אורכי – השיפוע האורכי של הנחל בקטע מחיבור המובלים ועד מעביר מים קיים במורד הגשר של דרך בגין הוא 0.75%.

חתך הנחל הקיים שהוא מוסדר ומוזז מהאפיק במקורי שלעליו נבנתה מסילת הרכבת. ולפי המדידה והמצב בשטח נמצא בתוך מסלע גירי הוא כדלקמן :

רוחב תחתית ממוצע – כ 4.0 מ'

שיפוע דופן ממוצע 1:1.5

גובה עד לשביל האופניים – 2.50 – 3.00 מ'.

בהצבה של הנתונים ומקדם מאנינג של 0.03 החתך הנוכחי מוליך ספיקות של 73-106 מ"ק/שנ' בהתאמה.

מתחם הדיפו

המתחם שמיועד עבור הדיפו מתחלק כדלקמן :

אגן EX-1 האגן הראשי הוא חניון אוטובוסים ומתחם תפעולי. החניון והמתחם מתוכנן בשיפוע כללי לכיוון דרום מערב לנקודה E. בנקודה זה יש קולטן + צינור ניקוז אשר מעביר את הנגר לתעלת המסילה



בתחום מסילה הרכבת קיים מעביר מים בקוטר של $\varnothing 80$ - $\varnothing 100$ ס"מ שחוצה את תוואי המסילה וממשיך במורד לכיוון תחנת הרכבת מלחה. רצ"ב תמונות של מעביר המים

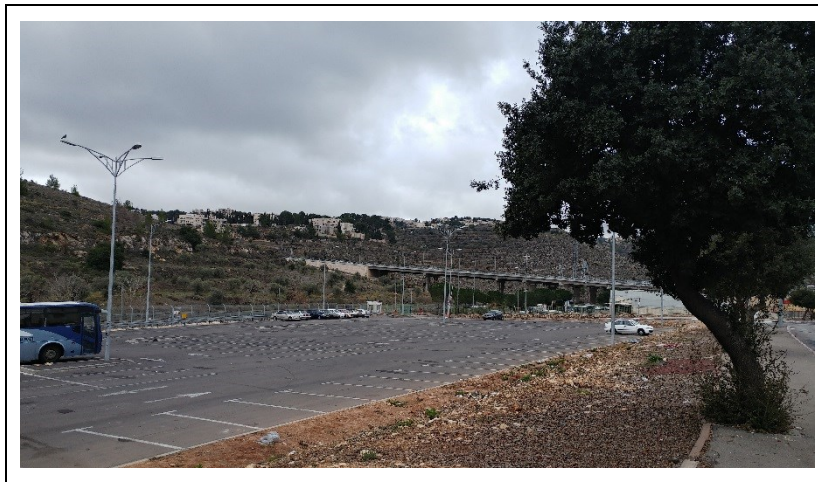
נקודה C2 - מורד מעביר המים	נקודה C1 - מעלה מעביר המים
	

אגן EX-2 (תחנת הדלק) מתנקז לכיוון רחוב דוד בבנישתי למערכת התיעול שקיימת ברחוב.

אגן EX-3 מתנקז לאורך דרך הגישה מהצומת בין דרך בגין לרחוב דוד בבנישתי לכיוון המסילה. בהמשך מתחת לגשר לכיוון חניון הרכבת (נקודה H).



אגן EX-4 – אגן זה הוא חניון אוטובוסים ורכבים פרטיים שממוקם במעלה מתחם התפעול של האוטובוסים (EX1) ראה תמונה למטה. נמצא בשיפוע כללי לכיוון דרום מערב. מתנקז במערכת תיעול מתוך המתחם לתעלת המסילה בנקודה F. עודפים ממשיכים לכיוון נקודה E.



2.4 - קרקע

בהתאם לסיווג הקרקעות לפי מפת "חבורות הקרקע השכונה הקרקעות שקיימות בשטח המפעל הם :

טבלה מס' 1

סוגי חבורות קרקע בתחום התכנית

סימול	שם הקרקע
A2	טרה-רוסה על מדרונות מתונים עד תלולים יחסית
A4	טרה-רוסה ורנדזינה על מדרונות מתונים עד תלולים יחסית

תיאור מפורט של סוגי הקרקעות ראה בנספח ב' בסוף הדו"ח.

2.5 - הידרולוגיה

2.5.1 - משטר גשמים

בתחום העיר ירושלים קיימת תחנת מדידה רשומת. ניתוח עוצמות הגשם עבור נתוני המדידה של התחנה הוכן עבור חברת נתיבי ישראל.

טבלת עוצמות הגשם בהתאם לזמן הריכוז והסתברות אשר הוכנו עבור התחנה נלקחו מתוך האתר של נתיבי ישראל.

טבלאות מפורטות של עוצמות הגשם כתלות בזמן הריכוז והסתברות תכן של התחנה ראה בנספח ב' בהמשך הדו"ח.

נתונים כללים של תחנות המדידה ראה טבלה להלן :

טבלה מס' 2

נתוני תחנת הגשם של ירושלים

שם התחנה	רום התחנה	שנות תצפית	מס' שנים
ירושלים	+815	50-01	46

רצ"ב טבלה של עוצמות גשם מקסימליות שנמדדו בתחנה בהתאם לפרקי הזמן השונים :

טבלה מס' 3

עוצמות גשם מדודות בתחנת ירושלים למשכי גשם שונים

תאריך	עוצמת גשם	תאריך	עוצמת גשם	פרק זמן
	מ"מ/שעה		מ"מ/שעה	דקות
12/10/1966	115	17/10/1984	127.7	5
17/10/1984	75	01/05/2001	83.4	10
22/01/1997	64.8	01/05/2001	74	15
22/01/1997	50.9	01/05/2001	69.3	20
22/01/1997	37.3	01/05/2001	58.6	30

2.5.2 – כושר חדור קרקע

בהתאם לנתוני התחנה לחקר הסחף מקדמי הנגר של הקרקעות הם :

טבלה מס' 4

מקדמי נגר קרקעות לפי התחנה לחקר הסחף

מקדם נגר	סוג הקרקע
0.14	A2
0.16	A4

הערה: מקדמי הנגר של מולד תחל"ס לא מתאימים למודל CIA. עבור מודל CIA נלקחו מקדמים לפי הספרות המקצועית המקובלת – 0.25.

2.5.4 – מודל הידרולוגי לחישוב ספיקות תכן

מודל החישוב של ספיקות תכן שמתאים לשטחי אגן היקוות קטנים שמשלבים בתוכם שטחים בנויים ושטחים פתוחים הוא מודל CIA (הנוסחה הרציונאלית) בהתאם למקדמים שפותחו בארה"ב מדינת קליפורניה אשר בחלק גדול ממנה מזג האוויר דומה למזג האוויר שקיים בארץ ישראל. הנוסחה הבסיסית לחישוב ספיקת התכן היא כדלקמן :

$$Q = \frac{CIA}{3.6}$$

כאשר:

Q – ספיקת תכן (מ"ק/שנ'),

I – עוצמת גשם (מ"מ/שעה).

A – שטח אגן היקוות (קמ"ר).

C – מקדם נגר.

עוצמת גשם

עוצמות הגשם לחישוב ספיקות התכן של האגנים נלקחו מתוך הניתוח העדכני שהוכן בחברה הלאומית לדרכים בישראל לתחנות גשם נבחרות בישראל. התחנה שמייצגת את אזור בפרויקט היא תחנת ירושלים ראה סעיף 2.5.1 לעיל. טבלת עוצמות גשם לפי זמני ריכוז והסתברויות תכן ראה בנספח א' בסוף הדו"ח.

זמן ריכוז (Tc)

זמן הריכוז לפי נוסחת KIRPICH

זמן ריכוז מינימאלי – 10 דקות.

מקדמי נגר

מקדמי נגר נלקחו בהתאם להמלצות מדריך התכנון של מדינת קליפורניה. המקדמים הבסיסיים הם כדלקמן:

טבלה מס' 5

מקדמי נגר מודל CIA

מקדם חידור	תיאור השטח
0.85	שטח בנוי קיים/מתוכנן
0.80	שטח כבישים/מדרכות - קיים/מתוכנן
0.25	שטח פתוח/מעובד

2.5.5 – ספיקות תכן מצב קיים

ספיקות התכן חושבו עבר נקודת החיבור המרכזית של המתחם הקיים למעביר המים ברכבת. לכן נלקח כאילו כל השטח של המתחם המתוכנן מתנקז לנקודה E* על מנת להשוות בהמשך את השינוי בספיקות ביחס למצב המתוכנן.

פילוג השטחים בנקודות בדיקה במצב קיים:

טבלה מס' 6

פילוג שטחים בנקודות הבדיקה זמן ריכוז ומקדם נגר משקולל

מקדם נגר משוקלל	אחוז שטח			זמן ריכוז דקות	שטח האגן קמ"ר	נקודה
	שטח גיבון/פתוח/חקלאי	שטח כבישים/מדרכות	שטח מבנים			
0.77	10%	87%	3%	15	0.033	E+F
0.82	0%	52%	48%	10	0.002	G

ספיקות תכן מצב קיים

טבלה מס' 7

ספיקות תכן מצב קיים בהסתברויות של 5%, 10% ו 20%

5%			10%			20%			נקודה
ספיקה מ"ק/שנ'	עוצמת גשם מ"מ/שעה	מקדם נגר	ספיקה מ"ק/שנ'	עוצמת גשם מ"מ/שעה	מקדם נגר	ספיקה מ"ק/שנ'	עוצמת גשם מ"מ/שעה	מקדם נגר	
0.45	60.8	0.81	0.35	49.8	0.77	0.28	39.5	0.77	E+F
0.04	71.8	0.87	0.03	60.6	0.82	0.02	49.3	0.82	G

טבלה מס' 8

ספיקות תכן מצב קיים בהסתברויות של 1% ו 2%

1%			2%			נקודה
ספיקה מ"ק/שנ'	עוצמת גשם מ"מ/שעה	מקדם נגר	ספיקה מ"ק/שנ'	עוצמת גשם מ"מ/שעה	מקדם נגר	
0.77	90.3	0.92	0.63	77.1	0.88	E+F
0.06	100.0	0.99	0.05	87.7	0.95	G

נחל רפאים

ספיקות התכן להסדרת נחל רפאים חושבו בעבודה שהוכנה ע"י חברת "לביא-נטיף" עבור הרשות לפיתוח ירושלים עדכון ספטמבר 2013.

מתוך הדו"ח הספיקות בהסתברויות השונות בנחל רפאים בקטע שרלוונטי לתכנית של מתחם הדיפו הן בהתאם לטבלה הבאה :

טבלה מס' 9

נחל רפאים - ספיקות בהסתברויות

ספיקה מ"ק/שנ'	הסתברות %
140	1%
114	2%
92	5%
75	10%

2.5.6 – ספיקות תכן מצב מתוכנן

ספיקות תכן מצב מתוכנן נלקחו בהתאם לחלופה המומלצת לתכנון. תיאור החלופה וניתוח ראה בסעיף 3.2 בהמשך.

בטבלה הבאה מפורטים נתוני אגני ההיקוות בהתאם לתכנון של מתחם הדיפו.

טבלה מס' 10

פילוג שטחים בנקודות הבדיקה זמן ריכוז ומקדם נגר משקולל

מקדם נגר משקולל	אחוז שטח				זמן ריכוז	שטח האגן	נקודה
	שטח גיבון/פתוח/חקלאי	מסילות רק"ל	שטח כבישים/מדרכות	שטח מבנים	דקות	קמ"ר	
0.85	0%	100%	0%	0%	15	0.035	D1
0.85	0%	100%	0%	0%	15	0.035	D2
0.85	0%	96%	4%	0%	15	0.036	F
0.85	0%	40%	0%	60%	10	0.007	G
0.25	100%	0%	0%	0%	10	0.001	K

דיפו מלחה – מתחם דפו רכבת קלה מלחה

נספח ניקוז

ספיקות תכן מצב מתוכנן

ספיקות תכן חושבו בהתאם למודל CIA ראה פירוט בסעיף 2.5.4 לעיל.

בטבלאות מס' 10 ו 11 מפורטים מנתוני עוצמות הגשם, מקדמי הנגר וספיקות התכן בהסתברויות השונות.

טבלה מס' 11

ספיקות תכן מצב מתוכנן בהסתברויות של 1% ו 2%

5%			10%			20%			נקודה
ספיקה 'מ"ק/שנ'	עוצמת גשם 'מ"מ/שעה	מקדם נגר	ספיקה 'מ"ק/שנ'	עוצמת גשם 'מ"מ/שעה	מקדם נגר	ספיקה 'מ"ק/שנ'	עוצמת גשם 'מ"מ/שעה	מקדם נגר	
0.52	60.8	0.89	0.41	49.8	0.85	0.32	39.5	0.85	D1
0.52	60.8	0.89	0.41	49.8	0.85	0.32	39.5	0.85	D2
0.54	60.8	0.89	0.42	49.8	0.85	0.34	39.5	0.85	F
0.13	71.8	0.89	0.10	60.6	0.85	0.08	49.3	0.85	G
0.01	71.8	0.26	0.01	60.6	0.25	0.00	49.3	0.25	K

טבלה מס' 12

ספיקות תכן מצב קיים בהסתברויות של 1% ו 2%

1%			2%			נקודה
ספיקה 'מ"ק/שנ'	עוצמת גשם 'מ"מ/שעה	מקדם נגר	ספיקה 'מ"ק/שנ'	עוצמת גשם 'מ"מ/שעה	מקדם נגר	
0.87	90.3	1.00	0.73	77.1	0.98	D1
0.87	90.3	1.00	0.73	77.1	0.98	D2
0.91	90.3	1.00	0.76	77.1	0.98	F
0.20	100.0	1.00	0.17	87.7	0.98	G
0.01	100.0	0.30	0.01	87.7	0.29	K

3 – תיאור התכנית המוצעת

3.1 – הסתברויות תכן לתכנון הניקוז

הסתברויות התכן לתכנון מתקני הניקוז נלקחו מתוך נספח מנחה א' של תמ"א 34 ב/3 מהדורת אוקטובר 2008, בסעיף 2.6 בטבלת שטחים מבונים..

טבלה מס' 13

קריטריונים לחישוב מתקני ניקוז תמ"א 34 ב/3

מס'	מאפייני שטח עירוני	גודל אגן התנקזות	גודל שקע מוחלט	תקופת חזרה שנים
1	ניקוז מקומי בשכונות מגורים וכבישים משניים	עד 1,000	עד 5	1:5
2	ניקוז מקומי (בינוני) באזורי תעשייה ומסחר מרכזים עירוניים	עד 500	עד 5	1:5
3	ניקוז ראשי (בינוני) בשכונות מגורים וכבישים משניים	מעל 500 עד 2,000	מ 5 עד 10	1:10
4	ניקוז ראשי באזורי תעשייה ומסחר ומרכזים עירוניים	מעל 500	מעל 5	1:20
5	ניקוז ראשי (נרחב) בשכונות מגורים וכבישים משניים	מעל 2,000	מעל 10	1:20
6	ניקוז עירוני ראשי ומעברי כבישים בין עירוניים וארציים	מעל 5,000		1:50

מאפייני השטחי העירוני – מס' 5 בטבלה לשטחים מבונים מתאריך 14/11/207 – ניקוז שקע מוחלט מעל 10 דונם.

בגלל מורכבות המתקן שמחייבת את תפיסת הנגר במעלה והורדתו במערכת צינורות ניקוז בתוך המבנה לתחנת שאיבה. במבנה התחתון יש מתחם טיפול ייחודי עבור הרכבות הקלות שכולל ציוד יקר. בשל כך אנו ממליצים שהתכנון של מערכת הניקוז יהיה שמרני וייקח בחשבון את הפתרון של תכנון ממדי מערכות הניקוז להסתברות 1:100 שנה (1%).

3.2 – תיאור מערכת הניקוז

ניקוז של מתחם הדיפו

מגרש החנייה, השטח שנשמר למבנה של העירייה (אגן 2) ינוקז בגרביטציה לכיוון רחוב דוד בבנישתי שעובר בגבול הדיפו. כדי להקטין את הספיקה שיוצאת לכיוון הרחוב יתוכנן מגרש החנייה עם ריצוף מנקז ומערכת של צינורות שרשרתיים שקולטים את הנגר מהריצוף ומתעלים אותו לנקודת החיבור במערכת העירונית.

מתחם המסילות והחניון של הרק"ל (אגן 1) ינוקז לתחנת שאיבה נפרדת לניקוז. התחנה מתוכננת עם אוגר תפעולי שיוסות את הנגר שמצטבר בהסתברות של 1% כך שמתחום הדיפו ייצא נגר בהסתברות של 10% בלבד בהתאם להוראת תמ"א 34/ב3.

קו הסניקה יתוכנן כך שיעקוף את המסילות ויצא לכיוון נחל רפאים (ראה תכנית ניקוז)

חישוב ממדי תחנת השאיבה ואוגר הוויסות

חישוב תחנת השאיבה חושב לפח הילוך גאות עבור כמות גשם סופתי שירד במשך 4 שעות (240 דקות). כמויות הגשם נלקחו מתוך טבלת עוצמות גשם

סה"כ כמות הגשם שירה בהסתברות של 1% במשך 4 שעות בתחנת ירושלים היא – 64.8 מ"מ.

כמויות הנגר שצפיות בחלופות התכנון הם לפי הנוסחה הבאה :

$$V = C \times A \times \frac{d}{1000}$$

כאשר :

V – נפח הגשם (מ"ק)

C – מקדם נגר (במקרה של הסתברות 1% = 1.00)

A – שטח אגן ההיקוות (מ"ר)

d – כמות הגשם בסופת התכן (מ"מ)

פרק הזמן שבו הגשם יורד נלקח לפי הידרוגרף בצורת משולש. ספיקת השיא בהתאם לזמן הריכוז שבו מתפתחת ספיקת השיא (15 דקות).

$$V = \frac{Q_p \times T}{2}$$

כאשר :

V – נפח הגשם (מ"ק)

Qp – ספיקת השיא בהסתברות של 1% (מ"ק/דקה)

T – פרק הזמן שבו יש זרימה של נגר (דקות).

דיפו מלחה – מתחם דפו רכבת קלה מלחה**נספח ניקוז**

הצבה בנוסחאות לעיל מתקבלים זמני הזרימה של הנגר
ספיקות השיאה וכמויות הנגר שצפויות להגיע לתחנת השאיבה.

טבלה מס' 14

נתוני ספיקות שיא, נפחי נגר סופתי וזמן עד לסיום הנגר

שטח אגן היקוות	ספיקת שיא בהסתברות 1%	נפח נגר בסופה	זמן
קמ"ר	מ"ק/דקה	מ"ק	דקות
0.035	52.3	2,252	86

ספיקת המשאבה:

הספיקה של המשאבה שמיועדת לסילוק הנגר מתוך מתחם הדיפו למערכת הניקוז האזורית חושבה
להסתברות של אחד ל 10 שנים.

רצ"ב בטבלה פירוט הספיקה של המשאבות בהתאם לחלופות השונות:

טבלה מס' 15

נתוני ספיקות שיא, נפחי נגר סופתי וזמן עד לסיום הנגר

שטח אגן היקוות	מקדם נגר	ספיקת שיא בהסתברות 10%
קמ"ר	C	מ"ק/דקה
0.035	0.85	25

דיפו מלחה – מתחם דפו רכבת קלה מלחה

נספח ניקוז

טבלה מס' 16

הילוך גאות

זמן	ספיקה		נפח נגר מצטבר	ספיקת משאבה		נפח מצטבר מסולק ע"י המשאבה	נפח מאגר
דקות	מ"ק/דקה	מ"ק/5 דקות	מ"ק	מ"ק/דקה	מ"ק/5 דקות	מ"ק	מ"ק
0	0.0	0.0	0	0	0	0	0
5	17.4	43.6	44	12	30.6	31	13
10	34.9	130.7	174	25	91.9	123	52
15	52.3	217.9	392	25	122.6	245	147
20	48.6	252.3	644	25	122.6	368	277
25	44.9	233.9	878	25	122.6	490	388
30	41.3	215.5	1,094	25	122.6	613	481
35	37.6	197.1	1,291	25	122.6	735	556
40	33.9	178.7	1,470	25	122.6	858	612
45	30.2	160.4	1,630	25	122.6	981	650
50	26.6	142.0	1,772	25	122.6	1,103	669
55	22.9	123.6	1,896	25	122.6	1,226	670
60	19.2	105.2	2,001	25	122.6	1,348	653
65	15.5	86.8	2,088	25	122.6	1,471	617
70	11.8	68.4	2,156	25	122.6	1,593	563
75	8.2	50.1	2,206	25	122.6	1,716	490
80	4.5	31.7	2,238	25	122.6	1,839	399
86	0.0	13.5	2,252	25	149.9	1,988	263
90	0.0	0.0	2,252	25	95.3	2,084	168
95	0.0	0.0	2,252	25	122.6	2,206	45

בהתאם להילוך הגאות המפורט לעיל נפח השיא שנדרש לאגירה הוא בהילוך הסופה הוא 670 מ"ק.

ממדי האוגר:

אורך – 75 מ', גובה – 2.5-3.5 משיקולי תחזוקה, רוחב – 3.0.

ינואר-19

18 - 31

גירסה - 03

חישוב קו הסניקה :

חישוב קוטר קו הסניקה לפי נוסחת הייזן ווילאמס:

$$h_f = \frac{C_u \times V^{1.85} \times L}{C^{1.85} \times D^{1.165}}$$

כאשר:

h_f - הפסדי חיכוך (מ').

L - אורך קו הסניקה (מ').

C_u - מקדם המרת יחידות = 6.83 ביחידות מטריות.

V - מהירות הזרימה בקו (מ'/שנ').

C - מקדם חיכוך של הייזן- ווילאמס

D - קוטר הצינור (מ')

רצ"ב טבלה מסכמת של נתוני קטרים וסוגי צנרת :

טבלה מס' 17

נתוני חישוב חלופות לצנרת סניקה

שיפוע הידראולי	הפסד חיכוך	מהירות	אורך הקו	מקדם הייזן ווילאמס	חומר מבנה של הצינור	קוטר הצינור	ספיקה בקו
%	מ'	מ'/שנ'	מ'			מ"מ Ø	מ"ק/שנ'
14.23%	17.07	5.78	120	100	פלדה	Ø300	
6.72%	8.06	5.78		150	HDPE		

דיון והמלצות :

בקוטר Ø300 מ"מ המהירות נסבלת לנחל בדיפון אבן ולא תחייב מתקן שבירה.

חומר מבנה HDPE יותר חלק ומצריך משאבה עם פחות עומד כדי להתגבר על חיכוך הקו.

לאור זאת אנו ממליצים שקו הסניקה יתוכנן בקוטר Ø300 מ"מ מחומר מבנה HDPE.

חישוב מגלש החירום

מגלש החירום עבור תחנת השאיבה לפי נוסחת מגלש כדלקמן :

$$Q_{\text{מגלש}} = B \times C_w \times L \times h^{1.5}$$

$Q_{\text{מגלש}}$ - ספיקה דרך המגלש (מ"ק/שנ')

B – מקדם חסימה של הרשת (ערך ע"פ הספרות המקצועית מומלץ – 0.7).

C_w – מקדם מגלש (ערך ע"פ הספרות המקצועית מומלץ – 1.8).

L – אורך מגלש (היקף נטו של הסבכה או הפתח), (מ')

h – גובה המים מעל המגלש (מ')

ספיקת התכן לחישוב המגלש לפי הסתברות של 1% בנקודה D2 – 0.87 מ"ק/שנ'

המגלש יתוכנן כך שיהיה מעל גובה המים התפעולי האוגר. בגובה המים המקסימאלי לא יעבור את גובה של 50 ס"מ.

בהצבת נתוני הנוסחה במגלש שבנוי מצינור בקוטר 80 ס"מ גובה המים בהסתברות של 1% ספיקה הוא 0.42 מ'.

מוצא מגלש החירום לתעלת הרכבת לפני החיבור עם מעביר המים בנקודה C1.

הסדרת נחל רפאים נידרש כדי לאפשר את בניית תקרת הדיפו בקטע שבו הוא עובר מעל תוואי מסילת הרכבת הנבדה.

הסדרת הנחל נדרשת כדי לאפשר משטח עבודה ליציקה של הכלונסאות והקירות של החזית הדרומית של מתחם הדיפן.

נבחנו שתי חלופות להסדרת הנחל

- ❖ **חלופה א'** – חפירה של תעלה בשלוחה מדרום לתוואי הקיים.
- ❖ **חלופה ב'** – הסדרה של הנחל ושמירה על יציאה מינימאלית מהתוואי הקיים.

השיפוע האורכי של הנחל בקטע שמקביל לדיפו הוא – 0.75% שיפוע זה תחום ע"י מתקנים הידראוליים שקיימים בנחל. במעלה מובלי היתיעול (נקודות A ו B) אשר משמשים לנקודת ההתחלה של הנחל במעלה. במורד מעביר מים קיים מערבית לגשר של דרך בגין (כביש 50).

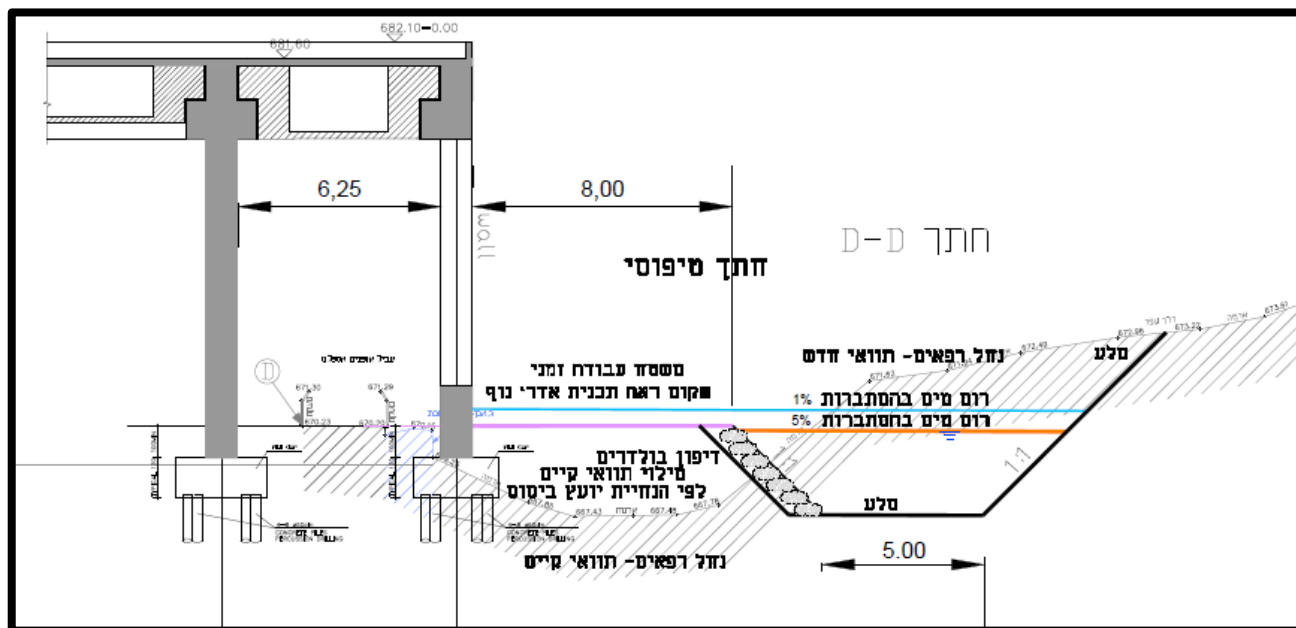
בשתי החלופות נשמר השיפוע האורכי הנ"ל.

תיאור החלופות

חלופה א'

הסדרת הנחל בחלופה א' כוללת חפירה של אפיק בתוואי חדש שנמצא בתוך השולחה הקיימת. התוואי מוסט לכל אורך מתחם דיפו כדי לאפשר בנייה של המתחם ללא תלות בנחל.

רצ"ב חתך של ההסדרה המוצעת :



הידראוליקה

חישוב גובה המים בקטע ההטיה לפי נוסחת מאנינג.

$$Q = \frac{A \cdot R^{2/3} \sqrt{i}}{n}$$

כאשר:

Q - ספיקת תכן.

A - שטח חתך (מ"ר).

R - רדיוס הידראולי (מ').

i – שיפוע אורכי.

n - מקדם מאנינג .

מקדמי המאנינג לחלופות השונות :

❖ חלופה א' – 0.023 שילוב של אבן ובטון מזויין

❖ חלופה ב' – 0.025

רצ"ב נתוני התכנון ההידרולי של החלופות השונות :

טבלה מס' 18

נתונים הידראוליים חלופות ההסדרה בנחל רפאים

חלופה	הסתברות	ספיקה	גובה מים	מהירות
	%	מ"ק/שנ'	מ'	מ'/שנ'
א	5%	92	2.58	4.72
	2%	114	2.89	5.00
	1%	140	3.23	5.27
ב	5%	92	2.57	5.27
	2%	114	2.93	5.59
	1%	140	3.31	5.90

דיון בחלופות (דיון שהתקיים יחד עם כל צוות התכנון)

הבט	הפרמטר	חלופה א' – הנחל מוסט	חלופה ב' – הנחל אינו מוסט	יתרון/חסרון
סביבה (תופ סביבה)	פגיעה בנחל בשלב ההקמה	הנחל יוסט כבר בשלב הראשון של העבודות וימשיך לתפקד כנחל כל שלב ההקמה. מעבר משאיות יהיה מצפון לנחל.	הנחל יסתם וישמש כדרך למעבר משאיות	יתרון לחלופה א'
	תפקוד הנחל בשלב הקבע	רצועת הנחל תעבור בין המדרון הטבעי לבין רצועה ירוקה תוך הרחקת הנחל מהדופן הבנויה של הדפו ואפשרות יצירת פיתוח נופי	דופן הנחל צמודה לקיר הדפו, תפקוד הנחל כציר למעבר מטיילים ובעלי חיים יפגע קשות	יתרון לחלופה א'*
	פגיעה במדרון הדרומי הטבעי ובצומח שבו	הפגיעה רחבה יותר – הסטה של כל הנחל	הפגיעה מינימלית – הקמת תעלת הבטון על חלק מחתך הנחל	יתרון לחלופה ב'
	שילוב הנחל עם תעלה מבוטנת	החלופה אינה חלופה משולבת והיא משאירה את האחריות למניעת הזרמת נגר/שפכים לנחל על עיריית ירושלים (כמו במצב הקיים)	הפתרון משלב טיפול בנחל ופתרון להזרמת נגר מזוהם/שפכים (גם בשלב הקבע) באמצעות הסדרת תעלת בטון בצמוד לנחל בצידו הדרומי. פתרון משולב זה אינו רצוי	<u>יתרון מותנה</u> לחלופה א' בהנחה כי העיריה תמנע בעתיד הזרמת שפכים לערוץ הנחל. יתרון מסויים לכאורה לחלופה ב' מאחר והיא כוללת פתרון להזרמת שפכים. עם זאת פתרון זה אינו הפתרון המועדף.
	חווית המשתמש בפארק נחל רפאים בשלב ההקמה ובשלב הקבע	הנחל סמוך יותר לשביל המטיילים המתוכנן ומעשיר את חווית המעבר בפארק הן בשלב ההקמה והן בשלב הקבע.	שביל המטיילים המתוכנן מרוחק מהנחל. הנחל סתום בשלב ההקמה. יש הפחתה בחווית המעבר בפארק.	יתרון לחלופה א'
הידרולוגיה (אייל שלו)	תחזוקה שותפת	החלופה מאפשרת לשלב דרך שירות לניקוי הנחל בדופן הקרובה לדפו	החלופה מאפשרת הכנסה של כלי קטן (דוגמת בובקט) לניקוי הערוץ משקיעת סחף כתוצאה מזרימות קטנות (אופייני ברוב החורף) או לכלוך גס (נילוניס, גזרי עץ, אבנים, סחף וכו') שמתועלים לחלק הנמוך של חתך הנחל שבנוי מבטון.	אין יתרון מובהק לאחת מן החלופות
טיפול נופי וחזות (אהרונסון)	טיפול נופי במדרון הדרומי ובנחל	המדרון הוא בעצם מופע חדש יחסית שנוצר בעקבות החציבה לטובת תחנת הרכבת ואנו מעריכים לכן שניתן לשחזר את המופע הנ"ל גם בחציבה חדשה ושיקום נופי.	פגיעה פחותה במדרון הדרומי אולם יש הפרה משמעותית של הנחל והפיכתו למופע הנדסי	יתרון לחלופה א'

הבט	הפרמטר	חלופה א' – הנחל מוסט	חלופה ב' – הנחל אינו מוסט	יתרון/חסרון
	שיקום רצועת הגישה		ערוץ הנחל יעבור בצמוד לקיר הדפו ללא כל אפשרות ליצור בינו לבין הקיר חיץ ירוק. ניתן בקלות יחסית לשקם את רצועת הגישה כולל יצירת מדרון לכיוון הנחל בשילוב מסלעה ושתילת חייץ משמעותי של עצים גדולים להסתרת הקיר של הדפו מעל המסילה.	יתרון לחלופה א'
	מאזן בין היכולת לשקם נופית את הנחל במצב הסופי בשני צידיו לבין הפגיעה במדרון ובנחל	שיקום נופי מוצלח יותר לסביבה כולה	פתרון הנדסי של תעלות בטון וקיר	יתרון לחלופה א'
קונסטרוקציה ומורכבות ביצוע (משרד שמיר פוזר בראון)	האם הנ"ל מצריך העמקת ו/או הגנת הביסוס?	לא	כן	יתרון לחלופה א'
	האם תהיה הפרעה לנ"ל בעת ירידת גשמים / זרימות בנחל?	לא	כן, בעת ירידת גשמים חזקים יתכן שיהיה צורך להפסיק את העבודות	יתרון לחלופה א'
	האם נדרש לתאם את הביצוע של הנ"ל יחד עם הביצוע של המבנה?	לא	כן	יתרון לחלופה א'

* לחלופה א' עלול להיות קונפליקט מסויים עם התכנית לדפו אוטובוסים

- מסקנת הצוות הינה כי לחלופה א' יתרונות מובהקים על פני חלופה ב'. להסתת הנחל שני יתרונות בולטים:
- המופע בשלב הקבע יאפשר לשדרג את ערוץ הנחל, לפתחו כחלק אינטגרלי של פארק נחל רפאים ולשקמו מבחינה נופית חזותית ואקולוגית. בין ערוץ הנחל המוסט לבין קיר הדפו תתוכנן רצועה ירוקה אשר תסייע בריכוך חזות הקיר וביצירת חיץ ירוק בין הדפו לבין הנחל.
- הסתת הנחל תאפשר לשמור על תפקודו כערוץ "ניקוז טבעי" גם בשלב ההקמה. בחלופה ב' המחייבת מילוי ערוץ הנחל הטבעי בשלב העבודות, יוצר מופע הנדסי של תעלה מבוטנת וספק אם ניתן יהיה לשקם את ערוץ הנחל ולהשיב לו את ערכיו הנופיים והאקולוגיים (ואף לשדרגם) לאחר גמר העבודות.

ליתרונות אלו יש להוסיף את היתרונות מהיבטים של קונסטרוקציה ושלבי הביצוע.

הסטת הנחל כמוצע בחלופה א' עלולה יצור קונפליקט עם התכנית להקמת דפו האוטובוסים. עם זאת הצוות התקשה להעריך את מימדי הקונפליקט הצפוי אם בכלל, בין היתר בשל העובדה כי הקמת דפו האוטובוסים (אם יוחלט לאשרו) תשנה לחלוטין את סביבת הנחל ואת פארק נחל רפאים הן בשלב ההקמה והן בשלב הקבע.

סוכם בישיבה שהתקיימה בתוכנית אב לתחבורה ירושלים בתאריך 12/09/18 על חלופה א' כחלופה הנבחרת לאחר דיון ביתרונות וחסרונות של החלופות

4 – השפעות צפויות על הסביבה

בטבלה הבאה יש השוואה בנקודות הבדיקה את השפעת הבינוי על הספיקה ההשפעה נבדקה לתקופת חזרה של 1:100 שנים (1%) במוצא מתקן הדיפו ו 1:10 שנים (10%) בהתברויות למערכת התיעול העירונית.

טבלה מס' 20

שינוי ספיקות בחיבור למערכות ניקוז אזוריות/עירוניות ממתחם הדיפו

נקודה	מצב קיים	מצב מתוכנן	שינוי
	ספיקה (מ"ק/שני')	ספיקה (מ"ק/שני')	ספיקה (מ"ק/שני')
E+F	0.77	0 (0.81)	0 (0.04)
G	0.03	0.10	0.07
K	-	0.01	0.01

משמעויות :

נקודה E+F -נקודה זו מהווה את חישוב ריכוז הנגר שמגיע המתחם הקיים/מתוכנן למעלה מעביר המים הקיים במסילת הרכבת (C1). לכאורה היה צריך לגדול הספיקה ממנו בגלל תוספת הקירוי מעל רכבת ישראל. בפועל בגלל פתרון הסילוק של הנגר ממתחם הדיפו במערכת שאיבה הספיקה קטנה לשיעור של אפס כתוצאה מהוויסות המתוכנן במתחם הדיפו שפורט לעיל. רק בגלישת נגר באירוע ירום תהיה תוספת שנובעת מתוספת הקירוי של הרכבת הכבדה כך שבפועל זו אינה תוספת.

נקודות K/G -נקודות אילו מנקזות שטחים מסחריים ושטח של גינה +עמוד חשמל למערכת הניקוז העירונית. כאמור יש הגדלה של הנגר לכיוון מערכת התיעול העירונית ברחוב דוד בנבנישתי. בסעיף 5 בהמשך יידונו פתרונות לוויסות הנגר שמגיע אל הרחוב.

נחל רפאים – בתכנון מערכת הניקוז אין השפעה על נחל רפאים.

מהאמור לעיל אנו לא צופים שינויים לרעה במערכות הניקוז האזוריות שאליהם מתחברים יציאות הניקוז ממתחם

הדיפו לרק"ל במלחה

5 – אמצעים למניעת נזקים

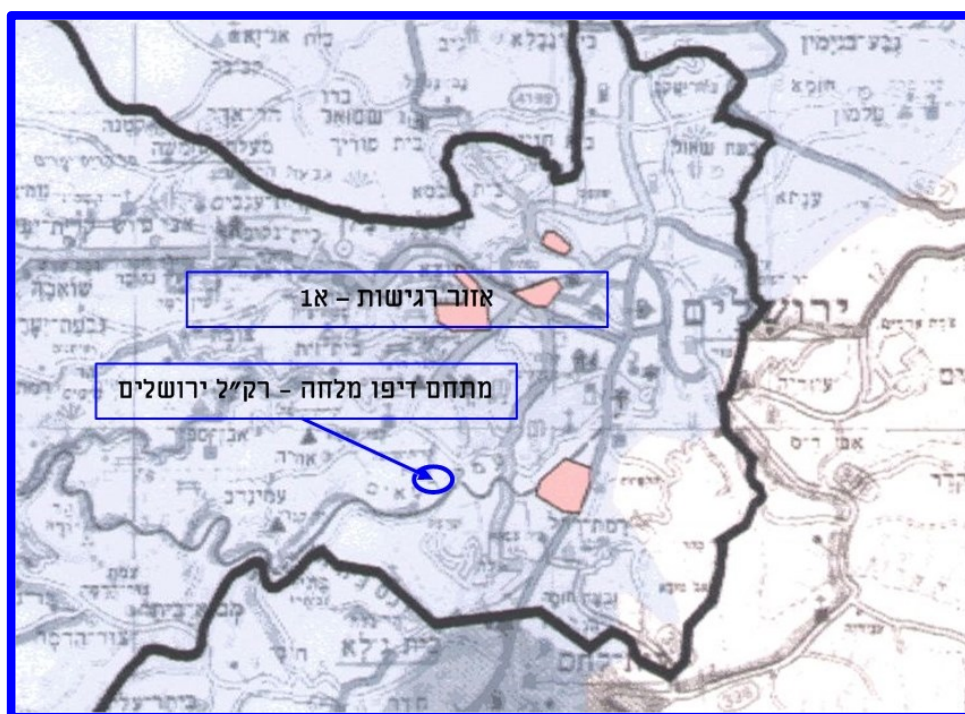
שימור וויסות נגר

הדיפו מתוכנן על השטח הקיים של חניון האוטובוסים ותחנת הדלק. שטח זה כפי שהתואר בסעיף 2.3 לעיל נמצא כבר היום עם כיסוי מקסימאלי של אספלט שיחולף במסגרת התכנון בציפוי מבטון.

הוראות תמ"א 34 ב/4

אזור הדיפו מתוכנן בתחום המסומן במסגרת תמ"א 34 ב/4 – תכנית מתאר ארצית משולבת למשק המים – איגום מים עיליים, החדרה, העשרה והגנה על מי תהום.

הפרויקט מתוחם באזור 1א ע"פ תכנית התמ"א ראה מתוך תכנית התמ"א :



בהתאם להוראות התמ"א בסעיף 23.1 באזורים של שינוי יעוד משטח פתוח לשטח בנוי נדרש בתכנית העשרת מים תהום רצ"ב הסעיף מתוך התמ"א :

23.1 תכנית מפורטת, שאינה תכנית להרחבה ניכרת כאמור בסעיף 22, בתחום אזורי א' ו-א'1 המסומנים במפה מס' 3, הכוללת שינוי ייעוד משטח פתוח לשטח בנוי ופיתוח, או תכנית מפורטת המשנה את מערך השטחים הפתוחים והתכסית הבנויה בתחומה, או תכנית שחלות בה הנסיבות של סעיף 22.3, תכלול הוראות בדבר שימור וניצול מי נגר עילי, השהייתם והחדרתם לתת הקרקע להעשרת מי תהום.

אזור הדיפו הוא שטח בנוי קיים מכוסה אספלט ולכן ע"פ התמ"א לא נדרש בפתרון של החדרה והעשרת מי תהום. רגישות המתחם לזיהום גם כן תורמת להקטנת הכדאיות של החדרת הנגר לקרקע.

קרבת המתחם לתשתיות אחרות חשובות וברשום מסילת הרכבת מחייב מניע של הצפה ובעיקר שמירה על יכולת המערכת הקיימת להוליך ולקלוט את הנגר לכיוון נחל רפאים ללא בעיות של אירוזיה בתעלות הקיימות של המסילה.

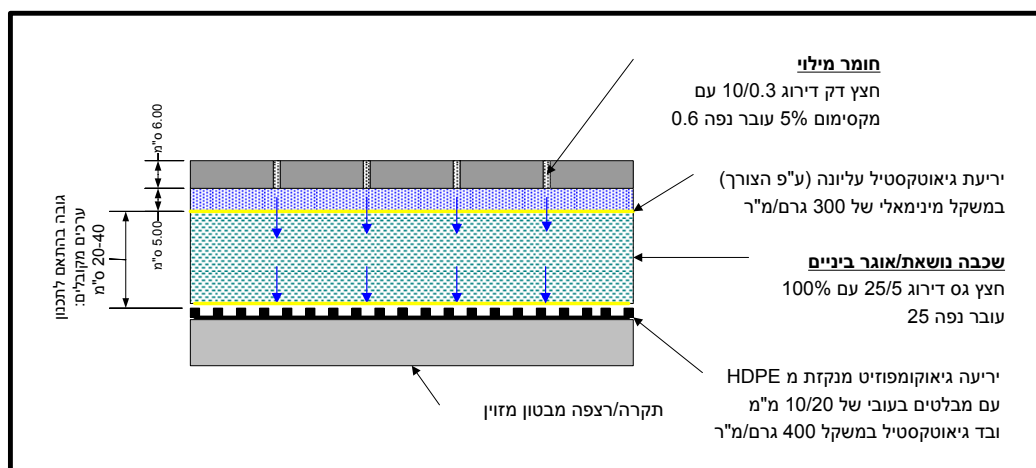
לאור אמור לעיל הפתרון למניעת נזקים שמיושם בפרויקט הוא וויסות נגר באמצעות מערכת השאיבה שאליה מגיע הנגר מכל המתחם. הוצאתו בצורה מבוקר ובספיקות קטנות מהספיקות שבו מגיע הנגר מהמתחם הקיים למעביר המים שקיים במסילה (נקודה C1).

וויסות נגר לכיוון רחוב דוד בנבנישתי

במסגרת תכנון החניון וגג מבנה מסחרי שנשמר לעיריית ירושלים (אגן מס' 6), אנו ממליצים על תכנון רגיש למים שיכלול וויסות נגר מהגג וממגרשי החניה שיחוברו למערכת התיעול של רחוב בנבנישתי.

הפתרון המומלץ לחניון הוא באמצעות מערכת ריצוף מנקז עם צנרת שרשורית לאיסוף הנגר והעברתו בנקודה G למערכת התיעול העירונית.

רצ"ב פרט מומלץ לחניון



דיפו מלחה – מתחם דפו רכבת קלה מלחה

נספח ביקוד

נספחים

נספח א' – תחנת גשם מייצגות – תחנת ירושלים

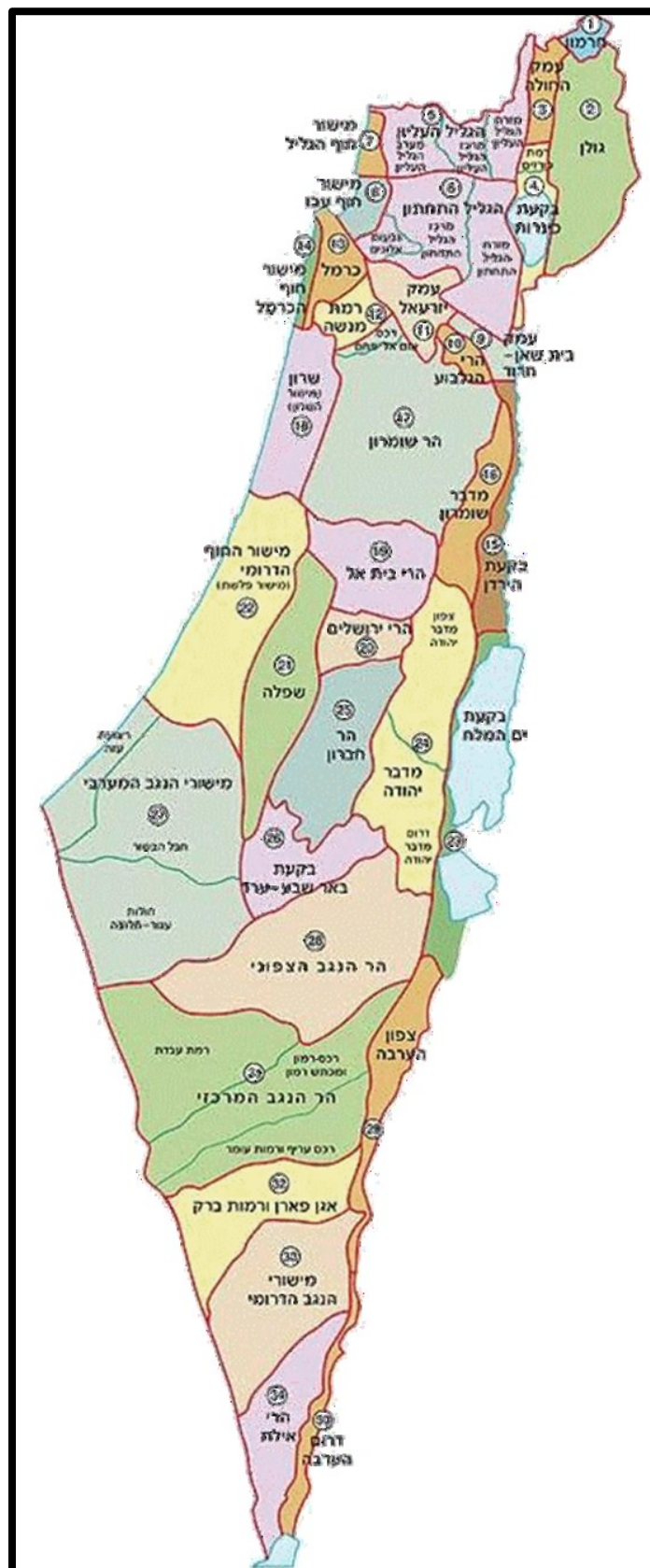
הסתברות (%)																פרק זמן דקות
99%	95%	90%	80%	70%	60%	50%	40%	30%	20%	10%	5%	3%	2%	1%	0.5%	
16.5	23.0	26.8	34.0	39.6	45.0	50.7	57.4	65.4	75.4	92.4	109.3	121.9	131.8	149.7	167.6	5
14.4	17.9	20.0	24.1	27.3	30.5	34.0	37.9	43.0	49.3	60.6	71.8	80.7	87.7	100.0	113.4	10
12.5	14.6	16.1	18.8	21.2	23.7	26.4	29.7	33.9	39.5	49.8	60.8	69.7	77.1	90.3	104.8	15
9.3	11.1	12.9	15.9	18.1	20.3	22.7	25.5	29.2	33.7	42.0	50.3	57.0	62.3	71.6	81.9	20
8.0	9.4	10.3	12.1	13.7	15.3	17.1	19.3	22.2	26.0	33.1	40.8	46.9	52.1	61.4	71.7	30
7.2	8.1	8.7	10.0	11.2	12.5	13.9	15.7	18.1	21.4	27.7	35.0	40.9	46.0	55.6	66.3	45
6.0	7.0	7.6	8.8	9.9	11.0	12.2	13.6	15.5	18.0	22.6	27.5	31.4	34.7	40.6	47.1	60
5.6	6.2	6.7	7.5	8.2	9.0	9.8	10.9	12.2	14.0	17.3	20.9	23.8	26.2	30.5	35.3	90
4.7	5.3	5.7	6.4	7.0	7.6	8.3	9.1	10.2	11.5	14.0	16.6	18.8	20.5	23.6	26.9	120
0.0	2.5	3.2	4.3	5.0	5.7	6.3	7.0	7.9	8.9	10.6	12.2	13.5	14.4	16.1	17.8	180
0.0	0.0	0.0	2.3	3.1	3.9	4.6	5.3	6.2	7.3	9.2	11.2	12.8	14.0	16.2	18.5	240
מס' שנים – 49					שנות תצפית – 50-01					רום – +815					נתוני תחנה	

ינואר-19

31 - 29

גירסה - 03

נספח ב' – חלוקה גיאוגרפית של ארץ ישראל



נספח ג' – תיאור חבורות קרקע

A_2 טרה-רוסה, על מדרונות מתונים עד תלולים יחסית (עד 20% שיפוע)

תפוצה

בהרי הגליל, הכרמל, סביבות מבוא-ביתר (בהרי יהודה).

פיסיוגראפיה

שטחים גבנתיים ולעיתים גלתיים; הקרקע אוסינית לרמות ולשטחים מדרוניים, סמוך לרכסי ההרים, בקרבת פרשת המים.

חומר-אב

גיר קשה, דולומיט.

אקלים

ים-תיכוני לח ולת למחצה.

קרקע

טרה-רוסה חומה-אדומה, חסרת-גיר, לרוב עמוקה-יחסית, אוסינית למרבית המדרונות. יש והיא מת-חלפת בטרה-רוסה חומה-אדומה, מכילת גיר, או בטרה-רוסה אדומה. סלעים רבים מזדקרים מעל פני השטח, אולם בין הסלעים עשוי עומק הקרקע להגיע ל-1 מ' ויותר. בשקעים ובעמקים מצויות קרקעות קלוד-בית-אלוביות אדומות.

A_4 טרה-רוסה ורנדזינה, על מדרונות מתונים עד תלולים יחסית (עד 20% שיפוע)

תפוצה

בהרי הגליל, הכרמל ויהודה.

פיסיוגראפיה

שטחים גבנתיים ולעיתים גלתיים. אוסינית לרמות ולשטחים מדרוניים על-גבי רכסי ההרים, סמוך לפרשת המים.

חומר-אב

גיר, דולומיט, וקירטון, ולעיתים גם נארי.

אקלים

ים-תיכוני לח ולת למחצה.

קרקע

על-גבי הסלע הקשה מצוייה, בדרך-כלל, טרה-רוסה חומה אדומה, עמוקה יחסית. ברבדים בהם מתגלה הקירטון הרך מתחלפת טרה-רוסה זו בהדרגה ברנדזינה מכילת-גיר או ברנדזינה חומה קירטונית; במקומות אלו, יש ופוגשים גם ברנדזינה חומה-אפורה גירית. במדרונות התלולים או התלולים יחסית, ובייחוד בשטחי הטרה-רוסה, הקרקעות הן רדודות. בשקעים מצוייה, בדרך-כלל, חרסית קלובית-אלובית רנדזינית מכילת גיר, או-קרקע קלובית-אלובית אדומה, בדרך-כלל מכילת-גיר.