

דו"ח תכנ מבנה מסעות לשלב התכנון המפורט



כביש מס' 200 - עוקף רמלה

מרץ 2017

הוכן ע"י :



עבור : חברת נתיבי איילון בע"מ.

תאריך : 14.12.2015
סימוכין: 226.010.025

לכבוד
אינג' אייל רביב
אור-הד בע"מ
מנהל הפרויקט
אדון נכבד

הנדון : כביש מס' 200- עוקף רמלה
דו"ח תכן מבנה לשלב התכנון המפורט

מוגש לך בזאת דו"ח תכן מבנה לשלב התכנון המפורט עבור כביש מס' 200- עוקף רמלה.
הדו"ח כולל גם את חיבור כביש 200 לכביש 431 ומאמץ את מבנה הרמפות לכביש 431 אשר תוכנן בעבר ע"י הזכ"ן ואושר ע"י נתיבי ישראל.
בדו"ח מיושמות הערות הזכ"ן וחברת הבקרה.

בכבוד רב,



אבי שגן

כביש מס' 200: עוקף רמלה

דו"ח תכן מבנה מסעות לשלב התכנון המפורט

תוכן עניינים

3.....	מבוא ורקע1
4.....	מאפייני התוואי המתוכנן.....	.2
4	נתוני התכנון הגיאומטרי.....	2.1
12.....	ניתוח נתוני התנועה.....	.3
14.....	חקירת השתית וממצאיה4
14	תוכנית הבדיקות.....	4.1
17	ממצאי חקירת השתית.....	4.2
19	צפיפות טבעית	4.2.1
19	מערכת מת"ק מעבדתית.....	4.2.2
20	תכונות הנדסיות של השתית לצורך תכינת מבנה	4.3
20	הצגת ערכי המת"ק מהבדיקות השונות.....	4.3.1
21	קביעת המת"ק לתכנון	4.3.2
21	קריטריון הדיפורמביליות (עומק עיבוד השתית).....	4.4
23.....	תכינת המבנה.....	5.
23	עקרונות תכינת המבנה.....	5.1
23	קריטריון ההתעייפות	5.2
23	חתכי מבנה- המלצות	5.3
27.....	בעיות גיאוטכניות ומבניות	6.
27	מי תהום ובעיות ניקוז תת קרקעי'	6.1
27	שיפועי מדרונות.....	6.2
27	סוללות מילוי	6.2.1
29	מדרונות בחפירה	6.2.2
29	תסבולת שתית הסוללות	6.3
30	אגני ויסות	6.4

30	נתוני האגנים.....	6.4.1
32	סיכום המלצות לביצוע אגני הויסות.....	6.4.2
34.....	הנחיות, הערות וסעיפים למפרט המיוחד.....	.7
34	עיבוד השתית.....	7.1
34	חישוף וסילוק פסולת.....	7.1.1
34	דרגות הידוק.....	7.1.2
36	עומק עיבוד השתית.....	7.1.3
36	החלפת קרקע.....	7.1.4
37	פתיחת בורות לאפיון הקרקע הטבעית.....	7.1.5
37	חומרי מילוי מאושרים.....	7.2
40	שברי אבן ("בקלש").....	7.3
40	יריעות לשריון סוללות מילוי.....	7.4
40	חיבור למסעה קיימת.....	7.5
40	תעלות ניקוז ואירוזיה.....	7.6
41	ארוזיה.....	7.6.1
41	מסמכי התכנון.....	7.7
42.....	רשימת מראה מקום.....	.8

נספחים

- נספח א' –סקר קרקע שבוצע ע"י המבדקה לבניין ותשתיות בחודשים פברואר-דצמבר 2011.
- נספח ב' –תנועה
- נספח ג' - תמונות.
- נספח ד' -תרשימים.
- נספח ה' -תרשימים של אנליזות יציבות המדרונות.
- נספח ו' -דו"ח אגני וויסות, מחלף 431-כביש 200, ישראל קלר- יעוץ לביסוס ושירותים הנדסיים בע"מ, ספטמבר 2014.

כביש מס' 200: עוקף רמלה

דו"ח תכן מבנה מסעות לשלב התכנון המפורט

1. מבוא ורקע

חברת נתיבי איילון- מתכננת לסלול כביש חדש (כביש 200) שיעקוף את העיר רמלה. הכביש יחבר בין כביש 44 (בין ניר צבי לרמלה) לכביש 431 (מערבית לישראל) ויעבור בין רמלה לבאר יעקב. במסגרת הפרויקט תבוצענה העבודות הבאות:

א. סלילת כביש 200 ככביש דו- מסלולי דו- נתיבי באורך של כ- 3.2 ק"מ, חתכים: 92-252.

ב. הקמת 4 רמפות בהתחברות לכביש 431 באורך כולל של כ- 3.3 ק"מ:

- רמפה 213 ירידה מכביש 200 ל-431 מזרח, חתכים: 1301-1353.
- רמפה 218 עלייה לכביש 200 מ-431 מזרח, חתכים: 1803-1834.
- רמפה 210 עלייה לכביש 200 מ-431 מערב, חתכים: 1001-1054.
- רמפה 220 ירידה מכביש 200 ל-431 מערב, חתכים: 2008-2037.

ג. סלילת כביש מחבר בין כביש 200 לרח' הזית באורך של כ- 1.0 ק"מ.

ד. בניית קירות תומכים/אקוסטיים לאורך הכביש.

ה. בניית גשר שיחצה עילית את מסילת הרכבת מרמלה דרומה.

צוות המתכננים והיועצים כולל :

א. ניהול הפרויקט – חברת אור-הד בע"מ.

ב. תכנון הגיאומטרי – חברת ד.א.ל הנדסה בע"מ.

ג. תכנון ביסוס הגשרים וקירות התמך – בלנק-לרר מהנדסים בע"מ.

ד. תכנון ניקוז – מ. מלין ושות' בע"מ

ה. תכן מבנה המיסעה – מ.ג.מ. מהנדסים בע"מ.

דו"ח זה, מסכם עבודה הנדסית שעיקרה תכן מבנה למסעות בפרויקט לשלב התכנון המפורט. ההמלצות המפורטות בדו"ח זה מתבססות על סיורים שנערכו לאורך התוואי המטופל וחקירת שתית שבוצעה ע"י המבדקת לבניין ותשתיות בחודשים פברואר-דצמבר 2011 (ראה **נספח א'**).

במסגרת הדו"ח מפורטים שלבי התכנון הכוללים את תיאור התוואי כיום, ניתוח נתוני התנועה, קביעת הפרמטרים התכנוניים ומתן פתרונות מומלצים לעובי מבנה של המסעה. בנוסף, בסוף הדו"ח מפורטות הנחיות לחומרי מילוי ועיבוד הקרקע.

תרשים מס' 1.1 מראה את מיקומו של הקטע המתוכנן במערכת הכבישים האזורית/ארצית.



2. מאפייני התוואי המתוכנן

2.1 נתוני התכנון הגיאומטרי

- א. תוואי הפרויקט מאופיין בטופוגרפיה מישורית- גבעית.
- ב. כביש 200 יסלל במתכונת של כביש דו- מסלולי דו- נתיבי. רוחב כל מסלול 10.8 מ', הפרדה ברוחב של 8.0 מטר ומדרכות ברוחב 3.0 מ' מכל צד.
- ג. ארבעת הרמפות לכביש 431 יסללו במתכונת של כביש חד נתיבי. רוחב כל מסלול ברמפות כ- 5.5 מטר.
- ד. בהתאם לתכנון הגיאומטרי, **בטבלה מס' 2.1** להלן מוצגים מאפייני עבודות העפר לאורך כביש 200 והרמפות השונות.

טבלה מס' 2.1 – מאפייני עבודות העפר לאורך צירי הכבישים המתוכננים

כביש 200

הערות	מקס' מילוי (מ')	מקס' חפירה (מ')	אורך קטע (מ')	חתכים
המבנה בחפירה תעלות ניקוז טרפזיות		2.3	20	92-93
R-במילוי רדוד L-מפלס פני השתית, תעלת ניקוז טרפזית	0.8	0.6	60	93-96
R-במילוי רדוד L-מפלס פני השתית תעלות ניקוז טרפזיות	1.6	-	60	96-99
מבנה כולו במילוי רדוד	1.0		60	99-102
מבנה כולו במילוי רדוד L-תעלת ניקוז טרפזית	1.4		20	102-103
מבנה כולו במילוי רדוד	1.2		80	103-107
מבנה כולו במילוי רדוד R-תעלת ניקוז טרפזית	1.5	-	20	107-108
R-חפירה ומילוי רדוד, תעלת ניקוז מלבנית L-מילוי רדוד	1.2	0.5	20	108-109
R-חפירה ומילוי רדוד L-מילוי רדוד	1.2	0.5	20	109-110
מבנה כולו בחפירה R-תעלת ניקוז מלבנית		2.9	80	110-114
מבנה בחפירה	0.9	4.2	120	114-120
תחתית מבנה במפלס פני שתית	0.7	-	140	120-127
תחתית מבנה במפלס פני שתית R-תעלת ניקוז מלבנית		0.7	120	127-133

הערות	מקס' מילוי (מ')	מקס' חפירה (מ')	אורך קטע (מ')	חתיכים
מבנה בחפירה R-תעלת ניקוז מלבנית	-	2.6	140	133-140
R-חפירה, תעלת ניקוז מלבנית L-מילוי	1.1	1.3	100	140-145
R-חפירה, תעלת ניקוז מלבנית L-מילוי, תעלת ניקוז מלבנית	1.7	2.4	60	145-148
מבנה במילוי רדוד	1.7		20	148-149
מילוי נתמך ע"י קירות תמך	4.7		100	149-155
R-חפירה, תעלת ניקוז מלבנית L-מילוי, קיר תומך	1.8	0.9	20	155-156
מבנה בחפירה R-תעלת ניקוז מלבנית L-תעלת ניקוז מלבנית	-	2.5	60	156-159
מבנה במילוי רדוד L-תעלת ניקוז מלבנית	1.4		20	159-160
מבנה במילוי R-תעלת ניקוז מלבנית L-תעלת ניקוז מלבנית	2.6		20	160-161
L-מילוי, תעלת ניקוז מלבנית R-חפירה, תעלת ניקוז מלבנית	1.2	1.5	20	161-162
מבנה בחפירה R-תעלת ניקוז מלבנית	-	2.0	100	162-167
מבנה בחפירה R-תעלת ניקוז מלבנית L-תעלת ניקוז טרפזית		2.9		167-168

הערות	מקס' מילוי (מ')	מקס' חפירה (מ')	אורך קטע (מ')	חתיכים
מבנה בחפירה R-תעלת ניקוז מלבנית L-תעלת ניקוז מלבנית		2.9	20	168-169
מבנה בחפירה R-קיר תמך, תעלת ניקוז מלבנית L-תעלת ניקוז מלבנית		7.1	140	169-176
מבנה בחפירה R-קיר תמך, תעלת ניקוז מלבנית		4.8	80	176-180
מבנה בחפירה R-קיר תמך, תעלת ניקוז מלבנית L-תעלת ניקוז מלבנית		4.1	40	180-182
תחתית מבנה במפלס פני השתית	-	-	20	182-183
מבנה בחפירה L-תעלת ניקוז מלבנית		1.5	20	183-184
מבנה בחפירה R-תעלת ניקוז מלבנית		2.8	20	184-185
מבנה בחפירה R-קיר תמך	-	2.1	60	185-188
מבנה בחפירה R-קיר תמך, תעלת ניקוז מלבנית L-תעלת ניקוז מלבנית		2.0	40	188-190
מבנה בחפירה R-קיר תמך L-תעלת ניקוז מלבנית		0.6	20	190-191

הערות	מקס' מילוי (מ')	מקס' חפירה (מ')	אורך קטע (מ')	חתיכים
מבנה במילוי R-קיר תמך L-תעלת ניקוז מלבנית	1.6	-	60	191-194
מבנה במילוי R-1:4 L-1:4	4.2		60	194-197
מילוי נתמך ע"י קירות תומכים משני הצדדים	11.6		280	197-211
מבנה במילוי R-קירות תמך L-1:4	12.0	-	20	211-212
גשר			100	212-217
מילוי נתמך ע"י קירות תומכים משני הצדדים	9.0		220	217-228
מבנה במילוי R-1:4 L-1:4	4.3		480	228-252

רמפה 210

הערות	מקס' מילוי (מ')	מקס' חפירה (מ')	אורך קטע (מ')	חתיכים
R-תעלת ניקוז טרפזית מבנה בחפירה			20	1000-1001
מבנה בחפירה			100	1001-1006
R-מילוי L-מבנה בחפירה	1.9		160	1006-1014
מבנה בחפירה			20	1014-1015

הערות	מקס' מילוי (מ')	מקס' חפירה (מ')	אורך קטע (מ')	חתכים
R-תעלת ניקוז טרפזית מבנה בחפירה			100	1015-1020
מבנה בגובה פני שתית			20	1020-1021
גשר			80	1021-1024
1:3 מבנה במילוי	9.6		20	1024-1025
R-מבנה במילוי L-מבנה במילוי	1.5		20	1025-1026
מבנה במילוי L-תעלה טרפזית	2.9		20	1026-1027
מבנה במילוי 1:3	9.6		340	1027-1039
R-מבנה בחפירה L-מבנה בגובה פני שתית			80	1039-1043
R-תעלת ניקוז טרפזית L-תעלת ניקוז טרפזית			80	1043-1047
R-תעלת ניקוז טרפזית מבנה בחפירה		5.9	160	1047-1055
L-תעלת ניקוז טרפזית מבנה בגובה פני שתית			40	1055-1057

רמפה 220

הערות	מקס' מילוי (מ')	מקס' חפירה (מ')	אורך קטע (מ')	חתכים
R-תעלת ניקוז טרפזית מבנה בחפירה		5.0	120	2008-2014
R-תעלת ניקוז טרפזית L-תעלת ניקוז טרפזית מבנה בחפירה		4.5	60	2014-2017
R-תעלה טרפזית מבנה בחפירה		3.7	40	2017-2019
R-תעלת ניקוז טרפזית L-תעלת ניקוז טרפזית מבנה בחפירה		2.0	40	2019-2021
R-תעלה טרפזית מבנה בחפירה			380	2021-2040

רמפה 213

הערות	מקס' מילוי (מ')	מקס' חפירה (מ')	אורך קטע (מ')	חתכים
מבנה בחפירה		5.2	120	1300-1306
R-תעלת ניקוז טרפזית מבנה בחפירה		6.5	40	1306-1308
R-תעלת ניקוז טרפזית L-תעלת ניקוז טרפזית מבנה בחפירה		3.4	20	1308-1309
R-תעלת ניקוז טרפזית L-תעלת ניקוז טרפזית			80	1309-1313
R-תעלה טרפזית			120	1313-1319
R-תעלת ניקוז מלבנית מבנה במילוי	8.5		340	1319-1336

הערות	מקס' מילוי (מ')	מקס' חפירה (מ')	אורך קטע (מ')	חתכים
1:3				
R-תעלה ניקוז מלבנית L-תעלת ניקוז טרפזית מבנה במילוי 1:3	8.9		20	1336-1337
R-תעלת ניקוז טרפזית L-תעלת ניקוז טרפזית 1:3	9.8		160	1337-1345
מבנה בחפירה			480	1345-1369

רמפה 218

הערות	מקס' מילוי (מ')	מקס' חפירה (מ')	אורך קטע (מ')	חתכים
מבנה בחפירה			280	1800-1814
מבנה בגובה פני השתית			140	1814-1821
R-מבנה במילוי L- תעלת ניקוז טרפזית	3.3		20	1821-1822
מבנה במילוי 1:3	7.4		240	1822-1834

3. ניתוח נתוני התנועה

סעיף זה מסכם את נתוני התנועה שנלקחו בחשבון לצורך תכן מבנה מסעות. נתוני התנועה מתבססים על מקורות המידע הבאים:

- א. דו"ח מסכם של תחזיות תנועה לתכנון עבור כביש 200 ברמלה (מהדורה 3.5.10) שהוכן ע"י מכון לתכנון ומחקר בהזמנת חברת נתיבי איילון. התחזיות מתייחסות לשתי חלופות תכנוניות בשעת שיא בוקר ושעת שיא אחר הצהריים בשנת 2030 (ראה נספח ב').
- ב. נתוני תנועה משלימים שהועברו במייל על ידי אינג' ג'יי קפלן בתאריך 17/10/2010.

נפחי התנועה המוערכים מתבססים על ההנחות הבאות:

- א. מקדם לתרגום נפחי תנועה משעת שיא בוקר ליומי שווה 12.0. יש לציין כי במסגרת רמת הדיוק של המקדם הנ"ל לשנת 2030 ההבדל בין כ"ר ליר"מ זניח.
- ב. אחוז משאיות: 7.0%.
- ג. אחוז אוטובוסים: 2.0%.
- ד. שיעור גידול שנתי: 3.0% (הנחה).
- ה. מועד פתיחת צירי הפרויקט לתנועה הינו שנת 2015.

טבלה 3.1 להלן מציגה את ריכוז נפחים התנועה המוערכים לתכן מבנה:

טבלה מס' 3.1 – נתוני התנועה החזויים לאורך צירי הכבישים המתוכננים

מספר התנועות של סרן סטנדרטי	אחוז אוטובוסים	אחוז משאיות	נפח תנועה יומי לשני הכיוונים בשנת 2015	נפח תנועה יומי לשני הכיוונים בשנת 2030	נפח תנועה בשעת שיא בוקר לשני הכיוונים בשנת 2030	שם הציר
W ₁₈	[%]	[%]	[כ"ר/יממה]	[כ"ר/יממה]	[יר"מ]	
3.8*10 ⁷	2.0%	7.0%	30,900	48,000 (=12×4,000)	4,000	כביש 200
*2.1*10 ⁷	2.0%	7.0%	*7,800	*12,000 (=12×1,000)	*1,000	רמפה 213
*2.1*10 ⁷	2.0%	7.0%	*7,800	*12,000 (=12×1,000)	*1,000	רמפה 210

מספר התנועות של סרן סטנדרטי	אחוז אוטובוסים	אחוז משאיות	נפח תנועה יומי לשני הכיוונים בשנת 2015	נפח תנועה יומי לשני הכיוונים בשנת 2030	נפח תנועה בשעת שיא בוקר לשני הכיוונים בשנת 2030	שם הציר
W_{18}	[%]	[%]	[כ"ר/יממה]	[כ"ר/יממה]	[יר"מ]	
$2.1 \cdot 10^7$	2.0%	7.0%	*7,800	*12,000 (=12×1,000)	*1,000	רמפה 218
$2.1 \cdot 10^7$	2.0%	7.0%	*7,800	*12,000 (=12×1,000)	*1,000	רמפה 220
$1.2 \cdot 10^7$	2.0%	7.0%	12,400	19,200 (=12×1,600)	1,600	רחוב הזית

*הערה: ברמפות, נפח התנועה המוצג הוא נפח תנועה לכיוון אחד.

נפח התנועה לתכנון מבוטא כמספר התנועות האקוויולנטיות של הסרן הסטנדרטי במשקל 18 kip או 8.2 טון במשך תקופת התכנון. ניתוח התנועה עבור כביש 200 וארבעת הרמפות נעשה בעזרת הפילוג הסטנדרטי של מעצ. עבור רח' הזית בוצע ניתוח התנועה בעזרת הפילוג הסטנדרטי של משרד השיכון לכבישים עורקיים.

4. חקירת השתית וממצאיה

4.1 תוכנית הבדיקות

נתוני הקרקע לאורך התוואי המתוכנן התקבלו מתוצאות חקירת שתית משותפת לביסוס, ניקוז ותכן מבנה. החקירה בוצעה ע"י המבדקה לבנין ותשתית בחודשים פברואר- דצמבר שנת 2011 וכללה 28 קידוחי נסיון ו-13 שוחות מבחן (ראה **נספח א'**).

תרשים מיקום הקידוחים והבורות מוצג ב**נספח ד'**.

הקידוחים בוצעו באמצעות מקדח מסוג "אוגר" בעל קוטר 4 אינטש לעומקים שונים בליווי בדיקות השדה הבאות:

- נטילת מדגמים מופרים לצורך ביצוע בדיקות מעבדה אינדיקטיביות (רטיבות טבעית, דירוג, גבולות סומך, תפיחה חופשית במשורה).

- בדיקות החדרה תיקנית (SPT) במספר מפלסים.

הבורות נחפרו באמצעות מחפרון לעומק 4.0 מ' בליווי בדיקות השדה הבאות:

- נטילת מדגמים מופרים לצורך ביצוע בדיקות מעבדה אינדיקטיביות.

- נטילת חומר בכמות מספקת לצורך ביצוע בדיקות מת"ק מלאות.

- בדיקות מכנף גזירה (VT) במספר מפלסים.

- בדיקות צפיפות שדה בשיטת גליל מוחדר.

- בדיקות דקר דרום אפריקאי (DCP) לעומק 2.0 מ'.

בנוסף, בוצעו בדיקות מעבדה על מדגמים מופרים ובלתי מופרים בהתאם לדרישות צוות היועצים.

טבלה מס' 4.1 להלן, מציגות את נתוני הקידוחים והבורות.

טבלה מס' 4.1 - נתוני הקידוחים והבורות שבוצעו לשלב התכנון המפורט

קאורדינטה ה y	קאורדינטה x	קו אדום מתוכנן (מ')	רום אבסולוטי קיים (מ')	עומק סופי (מ')	חתך	קידוח/ בור מס'
184742.7	647615.6	66.43	65.79	15	1039	MK-1
184893.8	647742.2	69.40	73.25	15	1049	MK-2
187161.2	649930.9	69.79	68.59	15	252	MK-4

קאורדינט ה γ	קאורדינטה Υ	קו אדום מתוכנן (מ')	רום אבסולוטי קיים (מ')	עומק סופי (מ')	חתך	קידוח/ בור מס'
186487.9	649757.0	81.33	72.32	40	217	K-1
186415.7	649768.3	82.03	70.99	34.5	214	K-2
186425.0	649695.0	82.48	70.50	40	212	K-3
186376.0	649678.9	82.94	71.78	40	210	K-4
186406.3	649618.9	83.39	73.47	15	208	K-5
186277.0	649474.0	85.29	81.03	15	199	K-7
186277.1	649474.0	85.29	81.03	10	199	K-7A
186154.3	649370.2	86.68	85.45	15	193	K-8
186116.0	649213.0	86.00	87.54	20	183	K-9A
186009.0	649086.0	84.59	86.85	15	176	K-10A
649011.5	185882.2	82.97	86.44	15	168	K-11
648860.5	185696.9	83.11	85.03	15	156	K-12
648580.2	185534.6	86.87	88.74	15	136	K-13
648046.5	185168.0	75.78	74.62	10	107	K-15
648149.0	185196.1	77.26	77.63	15	112	K-17
648252.9	185293.6	80.20	80.29	15	119	K-19
648393.6	185350.5	85.00	85.11	15	128	K-20

קאורדינט ה γ	קאורדינטה Υ	קו אדום מתוכנן (מ')	רום אבסולוטי קיים (מ')	עומק סופי (מ')	חתך	קידוח/ בור מס'
648599.1	185462.0	86.41	86.74	15	140	K-21
649892.0	186686.1	80.05	73.12	15	221	K-22
649823.9	186538.1	77.19	73.83	15	229	K-23
647688.0	184735.0	76.65	67.02	15	1022	KN-1
647562.9	184965.0	77.55	68.30	14	1338	KN-2
647514.0	184751.0	69.04	64.67	8	1327	KN-3
647779.0	184763.1	72.88	75.64	10	2017	KN-4
647697.6	184963.0	75.13	68.57	8	1824	KN-5
647670.9	185102.3	79.06	78.22	20	1817	KN-6
647604.0	184654.0	66.22	65.28	4	1319	B-1
647933.0	185019.0	72.83	71.74	4	98	B-2
648246.0	185325.0	80.70	80.25	4	120	B-3
648698.0	185588.9	85.99	85.59	4	142	B-4
648934.0	185778.9	82.30	82.75	4	162	B-5

קאורדינט ה γ	קאורדינטה Y	קו אדום מתוכנן (מ')	רום אבסולוטי קיים (מ')	עומק סופי (מ')	חתך	קידוח/ בור מס'
649086.0	185963.0	84.19	88.01	4	174	B-6
649294.8	186156.3	86.81	88.45	4	188	B-7
649677.1	186403.0	82.71	71.76	4	211	B-8
649909.8	186766.6	75.96	73.60	4	233	B-9
649952.0	187084.0	70.51	69.24	4	249	B-10
649202.3	186306.3	69.40	73.25	4	ר/1049 חקרייתי באמצע כיכר	B-11
648319.3	185850.8	89.52	89.08	4	/1120 רח' הזית	B-12
648298.0	186054.0	91.71	92.82	4	/1131 רח' הזית	B-13

4.2 ממצאי חקירת השתית

מנתוני חקירת השתית ניתן לראות כי תוואי כביש 200 בין חתכים מס' 194-98 וחתכים מס' 228-252, מאופיין בשתית המורכבת מחילופי שכבות בין חרסית חולית, חול חרסיתי וחול דק. בין החתכים 194-228 השתית מאופיינת בשכבות מתחלפות של חרסית שמנה, חרסית חולית, חול חרסיתי, טין חולי, חול טיני וחול דק. חרסית שמנה נתקבלה עד לעומק 12 מ'.

תוואי רמפה 213 מאופיין בחילופי שכבות של חול דק, חול חרסיתי וחרסית שמנה.

תוואי רמפה 218 מאופיין בשכבות של חול דק וחול חרסיתי.

תוואי רמפה 210 מאופיין בשכבה עליונה של חוואר עם צרורות קרטון ושכבות תחתונות של חול חרסיתי וחול דק.

תוואי רמפה 220 מאופיין בחילופי שכבות של חול חרסיתי וחול דק.

ניתוח תוצאות הבדיקות מצביע על 2 יחידות גיאוטכניות כדלקמן:

- "יחידה חרסיתית" המורכבת משכבות חרסית חולית עד חרסית שמנה.
 - "יחידה חולית" המורכבת מחילופי שכבות של חול חרסיתי, חול טיני וחול דק.
- תרשים מס' 4.1** מציג אפיון חתך הקרקע לאורך התוואי המתוכנן.
- טבלה מס' 4.4** להלן מציגה את ריכוז תוצאות בדיקות השדה והמעבדה האינדיקטיביות.

טבלה מס' 4.4 - ריכוז תוצאות בדיקות השדה והמעבדה האינדיקטיביות

הערות	יחידה חרסיתית	יחידה חולית	שם הבדיקה
	חרסית חולית עד חרסית שמנה	חול דק חול חרסיתי עד חרסית חולית חול טיני עד טין חולי	
	SC/CL-CH	SW-SC/CL ML-CH/SP	מיון לפי השיטה האחידה
ראה תרשים מס' 4.2	A-4, A-6, A-7-6	A-3, A-2-4, A-2-6	מיון לפי AASHTO
	0-34	0-1	מדד קבוצתי (G.I.)
ראה תרשים מס' 4.3	3.5-31.0	1.0-20.0	רטיבות טבעית
	36.3-90.8	2.1-38.5	אחוז עובר נפה #200
	18-59	N.P-36	גבול נזילות (L.L.) [%]
	6-39	N.P-20	אינדקס פלסטיות (P.I.) [%]
	12-20	N.P-18	גבול פלסטיות (P.L.) [%]
ראה תרשים מס' 4.4	0.4-1.8	0.4-1.2	היחס (ω/PL)
ראה תרשים מס' 4.5, 4.5ב	60.0-90.0	15.0-65.0	תפיחה חופשית במשורה [%]
ראה תרשים מס' 4.6	14-71	4-100	SPT (מס' הקשות)
	33-89 (נתקבל מ-3 בדיקות ברח' הזית) ב-3 בדיקות לא נגזרה הקרקע	---	VT (חוזק לגזירה) חוזק בלתי מופר [קפ"ס] חוזק מופר [קפ"ס]
	0-22	---	
ראה תרשים מס' 4.7	1598-1881	1505-1948	צפיפות טבעית [ק"ג/מ"ק]

הערות למפורט בטבלה מס' 4.4:

- א. היחס ω/PL ביחידה החרסיתית גדל עם העומק. עד לעומק 3.0 מ' מתקבלים ערכים נמוכים המצביעים על קרקע יבשה ואילו מתחת ל-3.0 מ' היחס בדר"כ גדול מ-0.8, ערך המצביע על התחום התחתון של רטיבות שווי המשקל.

- ב. תחום ערכי התפיחה החופשית מצביע על פוטנציאל תפיחה נמוך עד בינוני ביחידה החולית. פוטנציאל התפיחה של היחידה החרסיתית בינוני עד גבוה מאוד.
- ג. ניתן לומר באופן כללי כי ערך ה- SPT גדל עם הגידול בעומק (תרשים מס' 4.6).

4.2.1 צפיפות טבעית

מדגמים לצורך ביצוע בדיקות צפיפות נלקחו מעומק של 0.5, 1.0 ו- 2.0 מ' מפני קרקע טבעית. ניתן לראות כי יחידה החולית הצפיפות הטבעית בעומקים הנ"ל נעה בין 1505-1948 ק"ג/מ"ק ומתאימה לדרגת הידוק שבין 80-99% ממודיפייד פרוקטור. ביחידה החרסיתית הצפיפות הטבעית בעומקים הנ"ל נעה בין 1598-1881 ק"ג/מ"ק ומתאימה לדרגת הידוק שבין 83-97% ממודיפייד פרוקטור.

4.2.2 מערכת מת"ק מעבדתית

במסגרת שלב התכנון המוקדם בוצעו שתי מערכות מת"ק מלאות ובמסגרת התכנון המפורט נוספה מת"ק מלאה אחת כמפורט להלן:

- א. מת"ק מלאה מחומר שניטל מבור 12 בחתך 1120 מעומק 1.5 מ' (ראה תרשים מס' 4.8.1)
- ב. מת"ק מלאה מחומר שניטל מבור 8 בחתך 211 מעומק 1.5 מ' (ראה תרשים מס' 4.8.2)
- ג. מת"ק מלאה מחומר שניטל מבור 9 בחתך 233 מעומק 1.5 מ' (ראה תרשים מס' 4.8.3)
- מדגמי המעבדה בכל אחת מהמערכות הושרו במים למשך 96 שעות (4 ימים) תחת עומס נגדי של 40 ליבראות.

טבלה מס' 4.5 מציגה את ערכי המת"ק לתכנון מתוך ניתוח המערכות הנ"ל.

טבלה מס' 4.5 - ערכי מת"ק מעבדתיים

בור/קידוח מס'	עומק המדגם [מ']	מיון לפי AASHTO	גבול פלסטיות	רטיבות אופטימלית (OMC)	תחום רטיבויות לעיבוד	תחום צפיפויות לעיבוד	מת"ק תכנוני מעבדתי בתנאי עיבוד מתאימים
			[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
12	1.5	A-6/חול חרסיתי	14	12	14-17	מינימום 93%	4.8
8	1.5	A-7-6(7)/חול חרסיתי	42	12	11-15 *	89-92	3.3
9	1.5	A-6/חול חרסיתי	15	11	12-16	מינימום 93%	5.3

(*) תחום רטיבויות לעיבוד עבור חומר תופח הינו: $PL \pm 2\%$

4.3 תכונות הנדסיות של השתית לצורך תכנית מבנה

4.3.1 הצגת ערכי המת"ק מהבדיקות השונות

מת"ק השתית יכול להקבע בבדיקות ישירות כגון: מערכת צפיפות – רטיבות – מת"ק, או מתוך בדיקות עקיפות כגון: מכנף גזירה, SPT וכד', להן קיימות קורלציות אמפיריות עם מת"ק השתית. בדיקות השדה מאפשרות להעריך את המת"ק הטבעי של השתית ואילו בדיקות המת"ק המעבדתי מייצגות את השתית המעובדת.

סעיף זה, מציג את ערכי מת"ק השתית שהתקבלו מהבדיקות השונות עבור שתי יחידות הקרקע.

טבלה מס' 4.9 להלן מציגה תחומי הערכים שהתקבלו עבור שתי יחידות הקרקע :

טבלה מס' 4.9 - ריכוז ערכי מת"ק מהבדיקות השונות

הערות	יחידה חרסיתית		יחידה חולית		שם הבדיקה	סוג הקרקע
	אחוזו 15 [%]	תחום ערכי המת"ק [%]	אחוזו 15 [%]	תחום ערכי המת"ק [%]		
בהתאם לקשר: $\text{Log CBR} = -5.13 + 6.55 \times (\text{Log SPT})^{0.26}$ (נלקחו ערכים עד לעומק של 5 מ')	11.3	8.9-34.6	6.1	2.7-34.6	מת"ק לפי החדרה תיקנית SPT	קרקע טבעית
בהתאם לקשר: $\text{CBR} = 4.21 \times C^{0.653}$	4.7	3.0-11.7			מת"ק לפי מכנף גזירה (קרקע טבעית) לפי חוזק בלתי מופר	
ראה סעיף 4.2.2	3.3-5.3				מת"ק מעבדתי	קרקע מעובדת
[מ.מ. 1]	3-6		6-8		מתוך שיטת המיון של AASHTO עבור קרקעות מקומיות.	

הערות	יחידה חרסיתית		יחידה חולית		שם הבדיקה	סוג הקרקע
	אחוזו 15 [%]	תחום ערכי המת"ק [%]	אחוזו 15 [%]	תחום ערכי המת"ק [%]		
[מ.מ. 1]	3-6		4-8		מתוך שיטת המיון האחד עבור קרקעות מקומיות	

4.3.2 קביעת המת"ק לתכנון

לתכן המבנה נקבעו הפרמטרים הבאים כמייצגים את 2 יחידות התכנון:

"יחידה חולית" – מת"ק בשיעור של 6%.

"יחידה חרסיתית" – מת"ק בשיעור של 3.5%.

במקרה של "היחידה החולית" ערך המת"ק המייצג נקבע בהתבסס על המת"ק הטבעי ואילו במקרה של "היחידה החרסיתית" המת"ק הקריטי בהתבסס על הקרקע במצבה המעובד.

לאור השינויים התכופים בסוג הקרקע המאפיינת לאורך התוואי, על מנת ליצור אחידות בעובי המבנה ועקב כך גם בביצועי המסעה לאורך תקופת השרות, מומלץ על קביעת ערך תכנוני אחד לאורך התוואי. השגת ערך תכנוני אחד תתאפשר באמצעות יישום שכבת חיזוק (capping) מתחת למבנה המסעה. לתכינת המבנה נקבע ערך מת"ק משוקלל בשיעור של 8%. עובי שכבת החיזוק משתנה בהתאם לסוג הקרקע הטבעית, חומרי המילוי ופרמטרי החוזק המאפיינים אותם.

4.4 קריטריון הדיפורמביליות (עומק עיבוד השתית)

קריטריון הדיפורמביליות נבדק בהתאם לערכי הצפיפות הטבעית שנתקבלו בבורות. תרשימים מס' 4.9.1-4.9.8 מציגים את עומק העיבוד הנדרש בתלות בעבודות עפר המתוכננות. החישוב נערך עבור עובי מסעה של 70 ס"מ ונתוני התנועה החזויים. **טבלה מס' 4.10** מסכמת את תוצאות חישוב עומק העיבוד.

טבלה מס' 4.10 – עומק עיבוד נדרש-סיכום תוצאות

הערות	מפלט קו אדום (ס"מ)	עומק עיבוד לפני חישוף (ס"מ)	כביש	חתך	בור מס'
תרשים מס' 4.9.1	+30	20	רמפה 218	1319	B-1
תרשים מס' 4.9.2	+20	50	כביש 200	120	B-3
תרשים מס' 4.9.3	+50	60	כביש 200	162	B-5
תרשים מס' 4.9.4	+160	20	כביש 200	188	B-7
תרשים מס' 4.9.5	+210	20	כביש 200	233	B-9
תרשים מס' 4.9.6	+100	30	כביש 200	249	B-10
תרשים מס' 4.9.7	+40	20-30	רח' הזית	1120	B-12
תרשים מס' 4.9.8	-120	20	רח' הזית	1131	B-13

בהתייחס לעומק חישוף מינימלי בשיעור של 20 ס"מ מתקבל כי יש צורך בדר"כ בעיבוד לעומק של 20 ס"מ לאחר בצוע חישוף.

בקטעי מילוי רדוד בהם מפלט הקו האדום המתוכנן בגובה של עד 100 ס"מ מעל הקיים יבוצע עיבוד לעומק של 30 ס"מ לאחר חישוף.

5. תכנית המבנה

5.1 עקרונות תכנית המבנה

תכנון מבנה המסעה בוצע באמצעות שיטת מעצ המבוססת על שיטת המת"ק המורחבת [מ.מ. 2,3,4,5]. בשיטת המת"ק המורחבת יושם עקרון הנזק המצטבר (חוק מינר) הלוקח בחשבון את התרומה היחסית של כל עומסי הסרנים (ללא המרה לסרן אקוילנטי) בקביעת עובי המבנה. עובי שכבת האספלט נקבע בהסתמך על הגישה הרציונלית המבוססת על עמידות שכבת זו בפני קריטריון ההתעייפות [מ.מ. 6].

עקב נוכחותה של קרקע חרסיתית באיזורים מהתוואי, נלקח בחשבון בעת תכנון המסעה גם קריטריון של עמידות המסעה בפני פוטנציאל התפיחה של השתית.

5.2 קריטריון ההתעייפות

כדי להבטיח עמידות המבנה בפני הטרחות ומחזוריות התנועה, בוצע ניתוח וחיזוי עמידות שכבת האספלט שנתקבלה בשיטת מעצ עבור הכביש המתוכנן. עובי שכבת האספלט שנקבע מתאים למינר של 1.0 לתקופת תכנון של 20 שנה.

5.3 חתכי מבנה- המלצות

בהסתמך על עקרונות התכנון שפורטו לעיל, מאפייני התכנון הגיאומטרי, ניתוח נתוני התנועה ופרמטרי השתית מפורטים להלן חתכי המבנה המומלצים לקטעי הסלילה החדשים. מודגש בזאת כי חישובי המבנה שבוצעו למסעה ברמפות כביש 431 הצביעו על מסעה דומה בעובי הכולל, עובי השכבות וסוגיהן לזו שתוכננה ע"י הזכ"ן של כביש 431 (חב' "נתיבי היובל"). לפיכך אומץ המבנה שתוכנן ע"י הזכ"ן ואושר ע"י מעצ בעבר.

טבלה מס' 5.1 מפרטת את עובי המבנה המתוכננים באיזורים השונים.

טבלה מס' 5.1 – חתכי מבנה מומלצים

אלמנט	הרכב שכבות	עובי שכבה [ס"מ]	סה"כ עובי מבנה [ס"מ]
כביש 200 חתכים	שכבת תאמ"א 12.5 ש" (SMA) עם אגרגט בזלתי סוג א' וביטומן PG76-10.	4	70
	שכבת תאמ"מ 25 מ"מ (S) עם אגרגט גס גירי/דולומיטי סוג ב' וביטומן PG68-10.	6	

אלמנט	הרכב שכבות	עובי שכבה [ס"מ]	סה"כ עובי מבנה [ס"מ]
98-212	שכבת תא"מ 37.5 מ"מ (S) עם אגרגט גס גירי/דולומיטי סוג ב' וביטומן PG68-10.	10	
	תשתית אגו"מ סוג א' (37.5 מ"מ)	15	
	מצע סוג א'	15	
	חומר מילוי נברר – מצע סוג ג' (Capping) - מת"ק תכנוני לא יפחת מ 20%	20	
כביש 200 חתכים 212-252	שכבת תאמ"א 12.5 (SMA) עם אגרגט בזלתי סוג א' וביטומן PG70-10.	4	70
	שכבת תא"מ 25 מ"מ (S) עם אגרגט גס גירי/דולומיטי סוג ב' וביטומן PG68-10.	6	
	שכבת תא"מ 37.5 מ"מ (S) עם אגרגט גס גירי/דולומיטי סוג ב' וביטומן PG68-10.	10	
	תשתית אגו"מ סוג א' (37.5 מ"מ)	15	
	מצע סוג א'	15	
	חומר מילוי נברר – מצע סוג ג' (Capping) - מת"ק תכנוני לא יפחת מ 20%	20	
רמפות לכביש 431 חתכים 1025-1057 2008-2024 1300-1347 1814-1834	שכבת תא"מ 19 מ"מ עם אגרגט בזלתי סוג א' וביטומן PG70-10.	5	68
	שכבת תא"מ 25 מ"מ (S) עם אגרגט גס גירי/דולומיטי סוג ב' וביטומן PG70-10.	6	
	שכבת תא"מ 25 מ"מ עם אגרגט גס גירי/דולומיטי סוג ב' וביטומן PG68-10.	7	
	תשתית אגו"מ סוג א' (37.5 מ"מ)	15	
	מצע סוג א'	20	
	חומר מילוי נברר - מצע סוג ג' (Capping) - מת"ק תכנוני לא יפחת מ 30% (יקבע באמצעות מערכת מת"ק מלאה ב-3 רמות אנרגיה)	15	
חיבור רמפות לכביש 431	שכבת תאמ"א "SMA" 12.5 מ"מ אגרגט בזלתי סוג א' וביטומן PG 70-10.	4	71
	שכבת תא"מ 19 מ"מ (S) עם אגרגט דולומיטי סוג א' וביטומן PG 70-10.	5	

אלמנט	הרכב שכבות	עובי שכבה [ס"מ]	סה"כ עובי מבנה [ס"מ]
חתכים 1001-1025 2024-2040 1347-1367 1800-1814	שכבת תא"מ 25 מ"מ (S) עם אגרגט דולומיטי סוג א' ביטומן PG 70-10.	6	
	שכבת תא"מ צ 25 מ"מ עם אגרגט דולומיטי- סוג א' ביטומן PG 68-10.	6	
	תשתית אגו"מ סוג א' (37.5 מ"מ)	15	
	מצע סוג א'	20	
	חומר מילוי נברר- מצע סוג ג' (Capping) - מת"ק תכנוני לא יפחת מ 30% (יקבע באמצעות מערכת מת"ק מלאה ב-3 רמות אנרגיה).	15	
רח' הזית חלופה א' מבנה עם אגו"מ	שכבת תא"מ צ 19 מ"מ עם אגרגט בזלתי סוג א' וביטומן PG70-10.	4	65
	שכבת תא"מ צ 25 מ"מ עם אגרגט גס גירי/דולומיטי סוג ב' וביטומן PG68-10.	5	
	שכבת תא"מ צ 25 מ"מ עם אגרגט גס גירי/דולומיטי סוג ב' וביטומן PG68-10	6	
	תשתית אגו"מ סוג א' (37.5 מ"מ)	15	
	מצע סוג א'	15	
	חומר מילוי נברר- מצע סוג ג' (Capping) - מת"ק לא יפחת מ 20%	20	
רח' הזית חלופה ב' מבנה ללא אגו"מ	שכבת תא"מ צ 19 מ"מ עם אגרגט בזלתי סוג א' וביטומן PG70-10.	4	67
	שכבת תא"מ צ 25 מ"מ עם אגרגט גס גירי/דולומיטי סוג ב' וביטומן PG68-10.	6	
	שכבת תא"מ צ 25 מ"מ עם אגרגט גס גירי/דולומיטי סוג ב' וביטומן PG68-10	7	
	מצע סוג א' (2 שכבות בעובי 15 ס"מ כל אחת)	30	
	חומר מילוי נברר- מצע סוג ג' (Capping) - מת"ק לא יפחת מ 20%	20	
מדרכה מאבנים משתלבות	אבנים משתלבות	6	30
	שכבת חול	4	
	מצע סוג א'	20	

אלמנט	הרכב שכבות	עובי שכבה [ס"מ]	סה"כ עובי מבנה [ס"מ]
שביל אופניים	שכבת תא"צ 12.5 מ"מ עם אגרגט גס גירי/דולומיטי סוג ב' וביטומן PG68-10 (למדרכות שבילים ואיי תנועה)	4	34
	מצע סוג א' (2 שכבות בעובי 15 ס"מ כל אחת)	30	

הערות לטבלה מס' 5.1:

- א. שכבות האספלט יעמדו בדרישות פרק מס' 51 – של המפרט הכללי לעבודות סלילה, מהדורת יולי 2011.
- ב. ברחוב הזית בשל הריבוי בחניות בצידי מסלולי הנסיעה הומלץ על יישום תערובת אספלטית עליונה צפופת דרוג (תא"צ) ולא תערובת אספלטית מבנית (תא"מ).
- ג. משיקולי ביצוע, חלופה ב' (מבנה ללא אגו"מ) עבור רחוב הזית מומלצת יותר.
- ד. שוליים ומפרדה- מבנה מלא יסלל עד למרחק של 50 ס"מ מעבר לפס הצהוב/הפס לבן/אבן שפה.
- ה. מעבר למרחק בסעיף ג' בשולי כביש 200 ימשכו שתי שכבות האספלט העליונות בלבד לכל הרחוב. ברמפות ובשאר הכבישים בהם לא מיושמת שכבת תאמ"א, ניתן להסתפק בשכבת האספלט העליונה בלבד לכל רחוב השול. עובי המבנה בשוליים יהיה זהה לעובי המבנה בנתיבי הנסיעה כאשר תחת שכבות האספלט תהיה השלמה לעובי המבנה עם מצעים.
- ו. החלפות קרקע מקומיות- באזורי חפירה או מילוי עד לגובה 1.70 מ' (מפני המסעה) המאופיינים בקרקע חרסיתית מסוג A-7-6 תבוצע החלפת קרקע מקומית לעומק של 100 ס"מ מתחתית המבנה המילוי יהיה מחומר אינרטי אטים בעל מת"ק 6% במוגדר בהמשך.
- ז. באופן דומה בקטעי חפירה או מילוי עד לגובה 1.10 מ' (מפני המסעה) המאופיינים בקרקע מסוג A-6 תבוצע החלפת קרקע מקומית לעומק של 40 ס"מ מתחתית המבנה עם חומר מילוי אינרטי אטים כנ"ל.
- ח. הטיפול בקרקע היסוד בתחום הרמפות של כביש 431 יכלול בין היתר גם את הפעולות הבאות:
 - א. נטילת מדגמים לבדיקת מת"ק מלאה (תחת עומס של 40 ליבראות) על קרקע בעלת אחוז דקים העולה על 20% .
 - ב. במידה וערך המת"ק התכנוני יפחת מ-6% , בכל אזורי חפירה ומילוי רדוד (עד 75 ס"מ מתחת למבנה) יתוגבר המבנה המתוכנן בשכבות מילוי בעובי מינימלי של 75 ס"מ. חומר המילוי יהיה חומר אינרטי אטום בעל מת"ק תכנוני מינימלי בשיעור של 6% .
 - ח. בתחתית כל שכבת אספלט יש לצפות בריסוס יסוד/מאחה בהתאם להנחיות פרק 51 – של המפרט הכללי לעבודות סלילה, מהדורת יולי 2011.
 - ט. עובי שכבות האספלט על הגשר לא יפחת מ-10 ס"מ נטו מעל יריעת האיטום. יש לקחת זאת בחשבון בתכנון מפלסי הגשר. בנוסף יתכנו סטיות במפלסי מסעות הבטון של הגשר מהגבהים המתוכננים, במקרה זה ידרש להשתמש בשכבות מיישרות בעוביים משתנים. לצורך ביצוע שכבות מיישרות ניתן להשתמש בתערובת מסוג תא"צ 12.5. בכל מקרה בתחום הגשרים, שכבת האספלט התחתונה תהיה מתערובת צפופת דרוג (תא"צ).

6. בעיות גיאוטכניות ומבניות

6.1 מי תהום ובעיות ניקוז תת קרקעי

מחקירת השתית מתקבל כי בסמוך למסילת הרכבת (כביש 200, חתכים 220-205) קיימות שכבות של קרקע מסוג A-7-6. קטע זה הינו גם אגן ההיקוות של האיזור. בהעדר כבישים קיימים בקטע זה, לא ניתן להסיק מהתנהגותם לגבי השפעת החרסית על כביש 200 בקטע זה. הבעיות הצפויות עקב קיום שכבת החרסית הן כדלקמן:

- א. הצפות באזורי מילוי ואף היקוות מים ברגלי הסוללות ועקב כך החלשת בסיסן.
 - ב. שינויים עונתיים במפלסי מי תהום יוצרים מחזורי ייבוש והרטבה של השתית החרסיתית, הגורמים להיווצרות תפיחה וסדקי התכווצות במבנה המיסעה באזורי חפירה או בקטעים מישוריים. בעיות אלו ואחרות מדגישות את החשיבות בנקיטת אמצעי ניקוז מתאימים.
- עקב הבעיות המוזכרות לעיל, יש למצוא פתרונות למניעת היקוות המים וניקוזם באיזור זה.**

6.2 שיפועי מדרונות

6.2.1 סוללות מילוי

אנליזת יציבות מדרונות המילוי בוצעה בהסתמך על העקרונות וההנחות הבאות:

- א. בדיקות שדה ומעבדה לקביעת פרמטרי התכנון.
- ב. מקדם תאוצת קרקע אופקית חזויה Z הוגדר באזור הנבדק כ- $a_h=0.09$, על פי נספח ג' לתקן הישראלי 413.
- ג. ערכי סף למקדם ביטחון עבור תכנון ללא מקדמי רעידת אדמה הינו: $FS_{min} \geq 1.5$.
- ד. ערכי סף למקדם ביטחון עבור תכנון בהתחשב במקדמי רעידת אדמה הינו: $FS_{min} \geq 1.1$.
- ה. אנליזת יציבות המדרונות בוצעה בשיטת Bishop תוך שימוש בתוכנת GGU Stability.
- ו. מכיוון שרוב הקרקע חולית נעשה שימוש בקשר שבין מספר ההקשות מבדיקת ה-SPT ועומס הסוללה על השתית [מ.מ. 7]. פרמטרי הקרקע לתכנון נמצאים בטבלה מס' 6.1.
- ז. מכיוון שלא נמצאו מי תהום מפלס מי התהום נלקח בעומק 20 מ' ממפלס פני הקרקע הטבעית.

טבלה מס' 6.1 - פרמטרי הקרקע לתכנון

הערות	θ	c'	γ_T	חומר
	$^{\circ}$	[ק"נ/מ"ר]	[ק"נ/מ"ק]	
	30.0	0	19.0	שתית
המתאים למילוי תחתון	30.0	0	18.0	מילוי גרנולרי
המתאים למילוי עליון	30.0	0	22.0	מילוי גרנולרי

בהתאם לתכנון המילוי המקסימלי לאורך כביש מס' 200 הינו בשיעור של 12.0 מ' עם שיפוע מתוכנן של 1:4 ומילוי בשיעור של 10.0 מ' עם שיפוע מתוכנן של 1:3 (ראה טבלה מס' 2.1).

טבלה מס' 6.2 להלן מרכזת את אנליזת יציבות המדרונות.

טבלה מס' 6.2 - תוצאות אנליזת יציבות המדרונות

מקדם ביטחון עם שריון עם a_h (מינ' = 1.1)	מקדם ביטחון עם שריון וללא a_h (מינ' = 1.5)	מספר שכבות שריון	מקדם ביטחון ללא שריון עם a_h (מינ' = 1.1)	מקדם ביטחון ללא שריון וללא a_h (מינ' = 1.5)	שיפוע צידי	H גובה מילוי
			1.31	**1.75	1:3	12
			1.65	2.31	1:4	12
1.17	1.50	*1	1.12	1.46	1:2.5	10
			1.34	1.79	1:3	10
			1.16	1.50	1:2.5	8

* חוזק קריעה של היריעה בכיוון ראשי MD הינו 200 ק"נ/מ'.

**נעשה בנוסף גם חישוב עם זווית חיכוך $\theta = 25^{\circ}$ עבור שכבת השתית בו מקדם הביטחון הינו זהה בשל מעבר מעגל הכשל דרך סוללת המילוי.

נספח ד' מציג תרשימים של אנליזות יציבות המדרונות.

טבלה מס' 6.3 להלן מציגה את מספר שכבות של שריון בתלות בגובה המילוי.

טבלה מס' 6.3- מספר שכבות של שריון בתלות בגובה המילוי

גובה מילוי מתוכנן	שיפוע מתוכנן	מספר שכבות של שריון	חוזק קריעה בכיוון ראשי MD	חוזק קריעה בכיוון משני CMD	גובה היריעה מתחתית הסוללה
[מ']			[ק"נ/מטר]	[ק"נ/מטר]	[מ']
H<8.0	1:2.5	---	---	---	---
8.0<H<10.0	1:2.5	1	200	45	5
H<12.0	1:3.0-1:4.0	---	---	---	---

לסיכום, מתוצאות אנליזת יציבות המדרונות מתקבל כי עבור המילוי המקסימלי המתוכנן בשיעור של 12 מ' ושיפוע צידי של 1:3 לא קיימת בעיית יציבות. כמו כן אין צורך בשימוש ביריעות לשריון. מסקנה זהה מתקבלת גם במקרה של מילוי מתוכנן בשיעור של 10 מ' ושיפוע צידי של 1:3.

6.2.2 מדרונות בחפירה

יציבות מדרונות החפירה נבדקה באופן דומה. פרמטרי התכנון בהתאם לפרמטרי השתית בטבלה מס' 6.1. מתוך הניתוח הפרמטרי מתקבל כי שיפוע חפירה בשיעור של 1:2 אינו מתאים. על כן יידרש שיפוע מתון יותר בשיעור של 1:3 (אופקי: אנכי) או שיפוע של 1:2.5 בתוספת של אמצעים למניעת ארוזיה.

6.3 תסבולת שתית הסוללות

בתחתית סוללות המילוי מופעל לחץ על קרקע השתית. כאשר הלחץ הפועל מתחת לסוללה גדול מתסבולת קרקע היסוד יכולה להווצר בעיה של "כשל פלסטי" בקרקע. הקרקע מגייסת את תסבולתה מהקוהזיה (C), החיכוך הפנימי (ϕ) והצפיפות (γ) שלה. כשל שכזה הינו די נדיר.

הערכת תסבולת הקרקע מתחת לסוללה נעשה תוך שימוש בביטוי:

$$q_{ult} = C \times N_c + 0.4 \times \gamma \times B \times N_\gamma$$

q_{ult} - תסבולת סופית [טון/מ"ר]

C - קוהזיה [טון/מ"ר]

N_c, N_γ - מקדמי תסבולת [מ.מ. 14]

γ - צפיפות קרקע השתית [טון/מ"ק]

B - רוחב בסיס הסוללה [מטר]

N_q – זניח במקרה של סוללת כביש.

לצורך החישוב נלקחו הערכים הבאים עבור קרקע השתית החרסיתית וערכי חומרי סוללת המילוי:

$C = 0$ [ק"ג/סמ"ר] (הנחה לערך מינמלי).

$\phi = 25^\circ$ (הנחה לערך מינמלי).

$N_c = 20.7$

$N_\gamma = 6.8$

$\gamma = 1.9$ [טון/מ"ק],

$B = 90$ מטר.

תסבולת הקרקע תחת סוללה בגובה של 12.0 מטר מחושבת כדלהלן:

$$q_{ult} = 2 \times 20.7 + 0.4 \times 1.9 \times 90 \times 6.8 = 505 \text{ ton/m}^2$$

בהתחשב במקדם בטחון מומלץ של 3.0, מתקבלת תסבולת מותרת של הקרקע בערך של 170 ton/m^2 . המאמץ המקסימלי שמפעילה הסוללה בציר הסימטריה הנו 24 ton/m^2 . מכאן שניתן לבצע סוללה בגובה של עד 12.0 מ' ובשיפוע של 3:1 (אופקי : אנכי) ללא שימוש באמצעים לחיזוק השתית.

6.4 אגני ויסות

פתרונות לאגני הויסות מתבססים על דו"ח אגני הויסות של משרד ישראל קלר-יעוץ לביסוס ושירותים הנדסיים בע"מ- ראה נספח ו'.

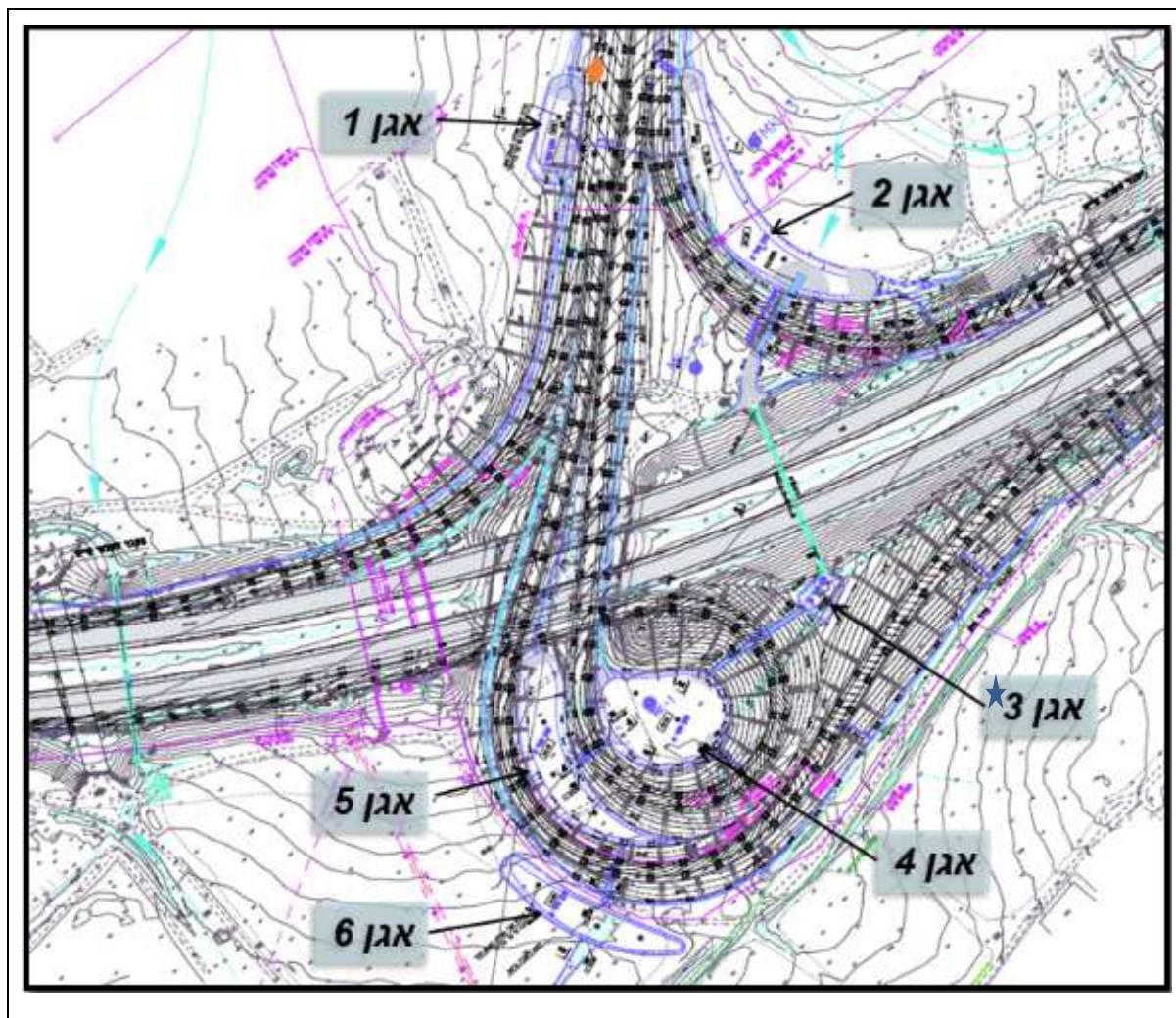
6.4.1 נתוני האגנים

כחלק מפתרון הניקוז הכולל לחלקו המערבי של הכביש ועקב מגבלות של ספיקות במעביר מים קיים הנמצא מערבית ומחוץ לתחומי הפרויקט, מתוכננים במחלף כביש 431/200 אגני ויסות הממוקמים בין רמפות המחלף, כמתואר **בתרשים 6.1**. נתוני האגנים הנם כדלקמן:

- מטרת האגנים הינה השהיית המים והחדרת מי נגר עילי לתווך הקרקע.
- סה"כ מתוכננים 5 אגני ויסות: 1,2,4,5,6 (אגן 3 המופיע בתרשים 6.1 בוטל תוך כדי תהליך התכנון אך מספור האגנים המקורי נשמר, אגנים 2 ו-4 מחוברים ביניהם במעביר מים).
- המערכת אינה מערכת סגורה. ישנה זרימה של מי הנגר בין האגנים, בסדר עולה מאגן 1, דרך אגן 2 וכך הלאה עד אגן 6 ומשם מופנים המים אל תעלה מחוץ לתחומי הפרויקט.
- קידוח החלחול הינו בקוטר 80 ס"מ, על-פי פרט שהוכן על-ידי יועץ הניקוז.
- הפרשי הגובה בין רצפת האגן ו-I.L. צינור המוצא נעים בין 30-50 ס"מ כמופיע בטבלה 6.4.

- על-פי יועץ הניקוז, משך הזמן הצפוי בין תחילת הערמות הנגר ועד גמר החלחול צפוי להיות קצר ביותר.

תרשים 6.1: מיקום אגני ויסות במחלף 431/200



* אגן 3, שהינו האגן הקטן ביותר, בוטל ובמקומו הוחלט להאריך את מעביר המים.

טבלה 6.4 שלהלן מרכזת את נתוני האגנים. בכל אגן נבחר חתך קריטי לבדיקת ההשפעה על סוללת הכביש.

טבלה 6.4 : ריכוז נתוני האגנים לבדיקת יציבות מדרונות

מס' החתך הקריטי (שנבדק)	גובה מים מקסימלי [מ']	מפלס הצפה מקסימלי [מ']	מפלס רצפת האגן [מ']	מס' אגן
2012	1.7	+69.7	+68.0	1
1824	2.0	+69.5	+67.5	2
1025	2.0	~+65.5	+63.5	4
1306	2.0	~+64.5	+62.5	5
1322	2.0	~+63.0	+61.0	6

6.4.2 סיכום המלצות לביצוע אגני הויסות

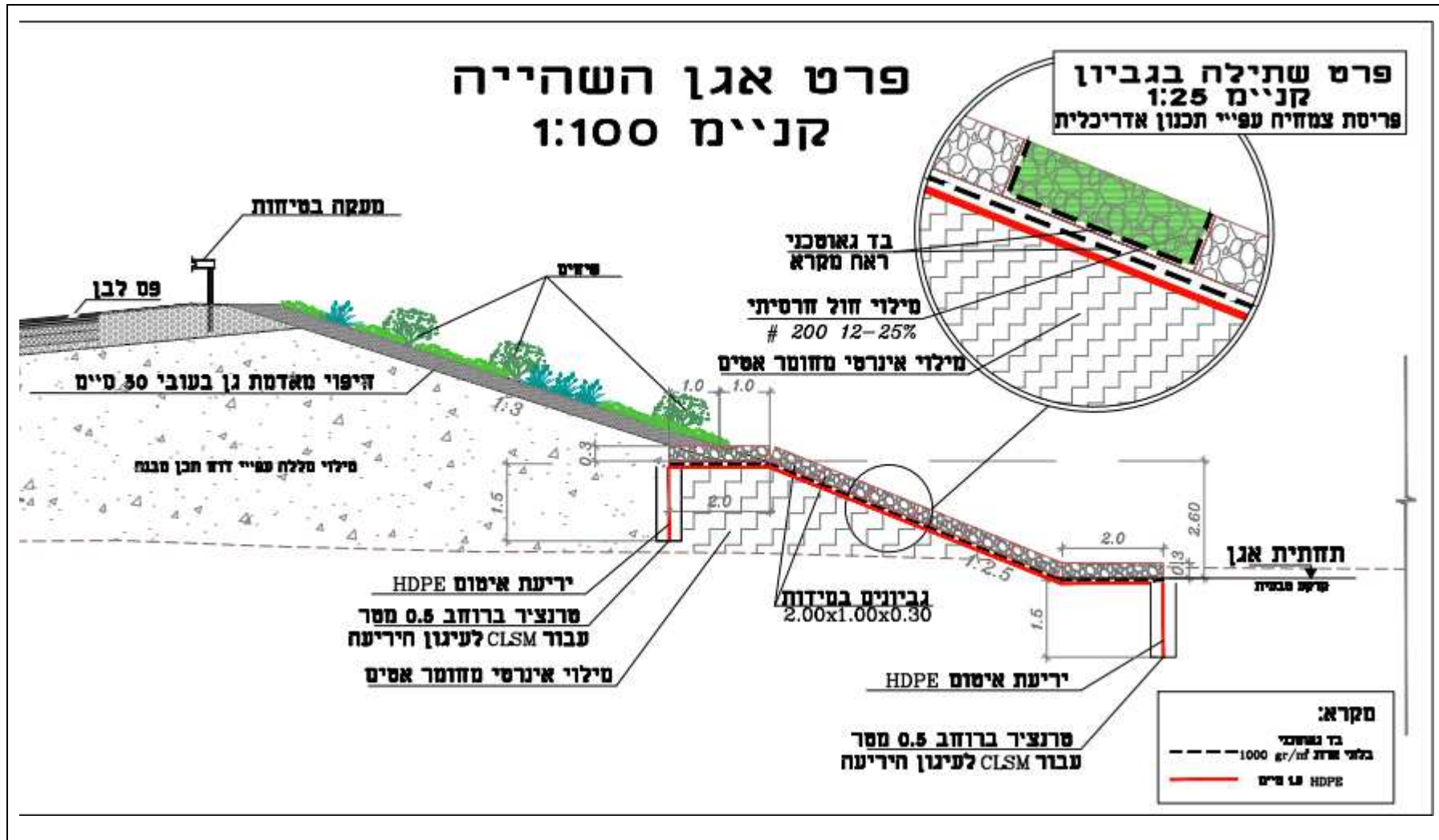
עקב האופי החולי של הקרקע ובעיות היציבות המקומיות הקשורות לשינויי מפלס באגם יש לפרוס מזרונים גביונים דקים, בעובי כ-30 ס"מ. מתחת למזרונים יש לפרוס יריעת איטום בעובי של לפחות 1.5 מ"מ שתמנע כניסת מים לסוללת הכביש ובצד השדות יש לפרוס בד גיאוטכני לא ארוג על מנת למנוע זרימה של חומר דק דרך הגביונים.

הגביונים יפרסו ממפלס 60 ס"מ מעל מפלס הצפה מקסימלי צפוי ועד לתחתית המדרון הפנימי וימשכו כ-2.0 מ' לתוך בסיס האגן.

שתילת עצים תבוצע במרחק העולה על 7 מ' מקצה השול.

תרשים 6.2 מצגי את פרט פתרון אגני השיקוע בהתאם להנחייתו של אינג' ישראל קלר.

תרשים 6.4: פתרון אגני השיקוע



7. הנחיות, הערות וסעיפים למפרט המיוחד

7.1 עיבוד השתית

7.1.1 חישוב וסילוק פסולת

יש להסיר צמחיה ולחשוף את השתית בתוואי המיסעה המתוכננת לסלילה לעומק מינימלי של 20 ס"מ. בכל מקרה יסולקו שורשים וחומר אורגני עד הגעה לשתית נקיה. בקטעים לאורך התוואי פזורה פסולת בניין (לדוגמה באזור חתך 1049 ברח' הזית) יש לסלקה לכל עומקה עד להגעה לקרקע טבעית. בקטעים בהם ימצא מילוי בלתי מבוקר יש לסלקו לכל עומקו עד להגעה לקרקע טבעית. בהתאמה לנאמר לעיל יטופל גם המילוי הקיים הבלתי מבוקר ברמפה 210 באזור חתך 1039 וברמפה 213 באזור החתכים 1338, 1327. באזורים של סלילה חדשה מעל לתעלות ניקוז, יש לבצע חישוב לעומק של 30 ס"מ לפחות. יש למלא את התעלות במילוי מעודפי חפירה מקומית נקי משורשים ופסולת. במקרה שהקרקע הטבעית הינה חרסיתית מסוג A-6, A-7-6, חומר המילוי יהיה "מילוי אינרטי אטים". המילוי יפוזר בשכבות בעובי של 20 ס"מ בהידוק מבוקר.

7.1.2 דרגות הידוק

- א. עיבוד קרקע חרסיתית יבוצע לדרגת הידוק של 89-92% ממודפייד פרוקטור. כבישת החרסית תבוצע באמצעות מכבש "רגלי כבש" כנדרש במפרט הכללי.
- ב. קרקעות באפיון שונה יהודקו בהתאם לדרישות המפרט הכללי על פי מיון החומר (סווג AASHTO).
- ג. גבולות תכולת הרטיבות לעיבוד של הקרקעות וחומרי המילוי השונים כמפורט בטבלה הבאה. תחומים אלו ייבדקו בתחילת הביצוע ובמהלכו ויעודכנו ובמידת הצורך באישור מתכנן המבנה (תחומי הערכים הנקובים בטבלה מבוססים על המפרט הבין משרדי פרק 51 מהדורת מרץ 2014).

הערות	-W רטיבות לעיבוד	סוג קרקע
בהתאמה לדרישות המפרט הכללי	$W_{opt}-3\% < W < W_{opt}+1\%$	קרקע בלתי תופחת
יקבע באמצעות צפיפות מעבדתית ב-3 רמות אנרגיה	$W_{opt}-3\% < W < W_{opt}+1\%$	קרקע חרסיתית $LL \leq 40\%$
או W_{opt} הנקבע באמצעות צפיפות מעבדתית ב-3 רמות אנרגיה בתחום של +1% עד -3% מרטיבות זו, התחום הגבוה משניהם.	$PL - 5\% < W < PL-1\%$	קרקע חרסיתית $40\% < LL \leq 50\%$
או W_{opt} הנקבע באמצעות צפיפות מעבדתית ב-3 רמות אנרגיה בתחום של +2% עד -2% מרטיבות זו, התחום הגבוה משניהם.	$PL - 4\% < W < PL$	קרקע חרסיתית $50\% < LL \leq 65\%$
או W_{opt} הנקבע באמצעות צפיפות מעבדתית ב-3 רמות אנרגיה בתחום של +2% עד -2% מרטיבות זו, התחום הגבוה משניהם	$PL-2\% < W < PL+2\%$	קרקע חרסיתית $LL > 65\%$

Wopt- רטיבות אופטימלית המתאימה לצפיפות הנדרשת

רטיבות העיבוד של קרקע חרסיתית תיקבע על סמך גבול הפלסטיות ו/או מערכת צפיפות-רטיבות-100% ב-3 רמות אנרגיה (10, 25 ו-56 הקשות) כמפורט בטבלה שלעיל. במקרה של מערכת צפיפות רטיבות ב-3 רמות אנרגיה, הרטיבות האופטימלית (W_{opt}) המתאימה לדרגת הצפיפות הנדרשת תיקבע על פי חיתוך הקו המחבר את קודקודי שלוש עקומות הצפיפות-רטיבות עם קו המייצג את אמצע תחום דרגת הצפיפות הנדרשת. לדוגמא, בחרסית מסוג $A - 7 - 6 (>5)$ אמצע תחום דרגת הצפיפות הנדרשת הינו 90%.

7.1.3 עומק עיבוד השתית

עומק עיבוד השתית לאחר ביצוע חישוב יהיה כדלקמן:

עומק עיבוד לאחר חישוב	מפלט מתוכנן	סוג הקרקע
[ס"מ]	[ס"מ]	
30	$0 < H \leq 100$	קרקע חולית: A-4, A-2-6, A-2-4, A-3
20	$100 < H$	
20	בחפירה	
40	$H \leq 200$	קרקע חרסיתית: A-6, A-7-6, A-7-5
20	$200 < H$	
40	בחפירה	

H- גובה מילוי מתוכנן (כולל מבנה) מעל מפלט הקרקע הטבעית.

ההנחיות הנ"ל תקפות בכל קטעי התכנון לרבות חיבור הרמפות לכביש 431 בקטעים בהם בוצעו בעבר עבודות עפר ע"י אחרים.

7.1.4 החלפת קרקע

החלפות קרקע מקומיות- באזורי חפירה או מילוי עד לגובה 1.70 מ' (מפני המסעה) המאופיינים בקרקע חרסיתית מסוג A-7-6 תבוצע החלפת קרקע מקומית לעומק של 100 ס"מ מתחתית המבנה המילוי יהיה מחומר אינרטי אטים בעל מת"ק 6% במוגדר בהמשך.

באופן דומה בקטעי חפירה או מילוי עד לגובה 1.10 מ' (מפני המסעה) המאופיינים בקרקע מסוג A-6 תבוצע החלפת קרקע מקומית לעומק של 40 ס"מ מתחתית המבנה עם חומר מילוי אינרטי אטים כנ"ל.

ההנחיות הנ"ל תקפות בכל קטעי התכנון לרבות חיבור הרמפות לכביש 431 בקטעים בהם בוצעו בעבר עבודות עפר ע"י אחרים.

הטיפול בקרקע היסוד בתחום הרמפות של כביש 431 יכלול בין היתר גם את הפעולות הבאות:
א. נטילת מדגמים לבדיקת מת"ק מלאה (תחת עומס של 40 ליבראות) על קרקע בעלת אחוז דקים העולה על 20% .

ב. במידה וערך המת"ק התכנוני יפחת מ-6% , בכל אזורי חפירה ומילוי רדוד (עד 75 ס"מ מתחת למבנה) יתוגבר המבנה המתוכנן בשכבות מילוי בעובי מינימלי של 75 ס"מ. חומר המילוי יהיה חומר מילוי אינרטי אטים בעל מת"ק תכנוני מינימלי בשיעור של 6% .

7.1.5 פתיחת בורות לאפיון הקרקע הטבעית

בשלב ביצוע עבודות העפר יתפחו לאורך התוואי בורות לעומק של 1.5 מ'. המרחק בין 2 בורות לא יעלה על 100 מ"א. בקטעי המחלף עם כביש 431 ולאור הימצאות שכבות מילוי בלתי מבוקרות המרחק בין הבורות לאורך כל רמפה ורמפה לא יעלה על 50 מ'. בקטעי מילוי הבורות יפתחו מיד לאחר החישוף ואילו בקטעי חפירה הבורות יפתחו לאחר הגעה למפלס השתית המתוכנן (תחתית המבנה).

בכל בור יבוצעו בדיקות אפיון הכוללות דרוג וגבולות אטרברג לכל אחד מהחומרים המאפיינים את הבור. תוצאות הבדיקות ישמשו לקביעת דרישות העיבוד בקטעים השונים, התאמת חומרי החפירה למילוי וכד'. תוצאות הבדיקות ירוכזו ויועברו למתכנן המבנה. ביצוע הבורות כולל בדיקות המעבדה יהיה באחריות הקבלן ועל חשבונו.

7.2 חומרי מילוי מאושרים

חומרי המילוי לפרויקט יהיו מחפירה מקומית או חומר מילוי מובא. שימוש בחומרים מקומיים כחומר מילוי לסוגים השונים מחייב ביצוע פעולות מוקדמות להתאמת החומר לדרישות האיכות. הפעולות יכללו בין היתר ניפוי, גריסה, ערבוב וכל פעילות אחרת הנדרשת להתאמת החומר. התאמת חומרי המילוי לדרישות המפרט תעשה מחוץ לתחום סוללות הכביש ו/או מנות העיבוד המצויות בעבודה. לא יאושר שיפור חרסית מקומית מסוג A-7 לשימוש כחומר מילוי. החומר יפוזר אך ורק לאחר התאמתו לנדרש. חומרי המילוי על סוגיהם השונים יפוזרו בשכבות בעובי של 20 ס"מ (לאחר ההידוק) "בהידוק מבוקר" לכל גובה הסוללה.

חומרי המילוי המאושרים יענו לדרישות המפורטות בסעיפים הבאים. מודגש בזאת כי כל המונחים המפורטים בסעיפים הבאים כגון: קרקע חולית, קרקע חרסיתית וכד' נועדו לצורך הבהרה מטעמי נוחות בלבד ועל כן איכות החומרים תיקבע על פי התכונות ההנדסיות והפיסיקליות של כל אחד מחומרי המילוי כמפורט להלן:

1. שכבת חיזוק (Capping):

שכבת החיזוק (Capping) תהיה מחומר מילוי נברר (מצע סוג ג') בהתאם להגדרות המפרט הכללי, למעט חומר מסוג כורכר. בניגוד לדרישות המפרט הכללי, שיעור המת"ק הדרוש- לא פחות מ- 20% בכביש 200 וברחוב הזית ולא פחות מ-30% ברמפות כביש 431, יקבע באופן המקובל לקביעת מת"ק תכנוני באמצעות מערכת מת"ק מלאה תחת עומס של 40 ליבראות.

2. מילוי עליון:

- גודל גרגר מקסימלי - 8 ס"מ.
- הכמות (לפי משקל) המשתתרת על נפה "3/4 (19 מ"מ) תהיה בתחום 10%-60%.
- החומר יסווג לפי שיטת המיזן של AASHTO כ- A-2, A-1.
- מת"ק תכנוני מינימלי של 6% (יקבע במערכת מת"ק מלאה תחת עומס של 40 ליבראות לפחות).
- גבול נזילות מקסימלי 40%.
- מדד פלסטיות 10% מקסימום.
- שיעור התפיחה במערכת המת"ק בתחום רטיבות העיבוד לא יעלה על 0.5%.

3. מילוי תחתון:

- גודל גרגר מקסימלי - 8 ס"מ.
- החומר יסווג לפי שיטת המיזן של AASHTO כ- A-2, A-1 או A-6 (GI<4) בעל מדד קבוצתי קטן מ-4.
- מת"ק תכנוני מינימלי של 5% (יקבע במערכת מת"ק מלאה תחת עומס של 40 ליבראות לפחות).
- גבול נזילות מקסימלי 40%.
- מדד פלסטיות 10% מקסימום.
- שיעור התפיחה במערכת המת"ק בתחום רטיבות העיבוד לא יעלה על 1.0%.
- שימוש בחומר מקומי או מובא מסוג A-3, A-2-4 עם כמות דקים (עובר נפה #200) הנמוכה מ-18% ו-100% עובר נפה #10 יחייב ביצוע מעטפת ברוחב של 2.0 מ' לפחות משני צדי הסוללה. לחומרי המילוי למעטפת ישמשו החומרים המתאימים למילוי עליון. בניגוד למפורט עבור חומר מילוי עליון, כמות הדקים, עובר נפה 0.075 מ"מ (נפה מס' 200) לא תפחת מ-18%.

4. מילוי תחתון מחומרי בניה ממוחזרים:

השימוש בחומר מילוי מחומרי בניה ממוחזרים יותר אך ורק בסוללת המילוי באזורי מילוי גבוה מ-1.7 מ'.

חומר המילוי יענה לדרישות הבאות:

- החומרים יעמדו בדרישת המפרט הכללי מס' 51 מהדורת מרץ 2014 בסעיף 51.04.09.04 וכדלקמן: יותר שימוש בבטון ומוצרי בטון גרוסים, חול, אבן, וכד' כחומר מילוי בתנאי שיתאימו

לדרישות שבמסמכי החוזה ותכולת החומרים הלא מינרליים הקלים בהם לא תעלה על 0.7% במשקל (שיטת הבדיקה תהיה כמפורט בת"י 1886), ותכולת החומרים הלא מינרליים הכבדים (כגון: ברזל, אלומיניום, עופרת וכד') לא תעלה על 2% במשקל. כמו כן שיעור הצפיפות עבור חומר זה תהיה כאמור בטבלה מס' 51.04/04 במפרט הכללי מס' 51 לגבי סוג החומר ועומקו מפני השתית.

- ערך המת"ק התכנוני לא יפחת מ-8% (יקבע במערכת מת"ק מלאה – 15 גלילים תחת עומס נגדי של 40 ליבראות).
- זווית חיכוך פנימית לא תפחת מ-33 מעלות. יקבע בבדיקת גזירה מרחבית מסוג CU על חומר ממוחזר שיהודק במעבדה לדרגת הידוק של 95% לפחות ברטיבות העיבוד. בכל מקרה בטרם ביצוע בדיקה זו יש לקבל את הנחיות יועץ המבנה.
- מפלס עליון של חומר המילוי הממוחזר יהיה לפחות 1.0 מ' מתחתית המבנה.
- שימוש בחומר זה בסמיכות למבנים טעון אישור יועץ הביסוס.

5. מילוי מחומר אינרטי אטים:

חומר מילוי אינרטי אטים ייושם באזורים הבאים:

- בקטעי חפירה או בקטעי מילוי עד 170 ס"מ (כולל מבנה) המאופיינים בקרקע טבעית חרסיתית מסוג A-7-6. עובי שכבות המילוי האינרטי לא יפחתו מ-100 ס"מ.
- בקטעי חפירה או בקטעי מילוי עד 110 ס"מ (כולל מבנה) המאופיינים בקרקע טבעית חרסיתית מסוג A-6. עובי שכבות המילוי האינרטי לא יפחתו מ-40 ס"מ.

חומר המילוי האינרטי יענה לדרישות הבאות:

- גודל גרגר מקסימלי – 2.5 ס"מ ("1").
- החומר יסווג לפי שיטת המיון של AASHTO כ-A-4, A-2-4.
- מת"ק תכנוני מינימלי בשיעור של 6% (יקבע במערכת מת"ק מלאה תחת עומס של 40 ליבראות).
- שיעור התפיחה במערכת המת"ק בתחום רטיבות העיבוד לא יעלה על 0.5%.
- אחוז עובר נפה #200 - 20-40%.

הערות:

- בהרחבות כביש 431 כל המילוי יהיה בהתאם למילוי המוגדר כמילוי עליון.
- לאורך הרמפות יבוצע מילוי חולי מסוג A-3, A-2-4 או מילוי מחומר מסוג A-1, A-2 או A-6 (GI<4) בעל מדד קבוצתי קטן מ-4. לא יבוצעו מעברים סוגי המילויים הללו.

7.3 שברי אבן ("בקלש")

פיזור והחדרת שברי אבן ("בקלש") לפני ביצוע עבודות המילוי ו/או סלילת מבנה מסעה בקטעי חפירה או מילוי נועד לייצור משטח עבודה ובעיקר להקטין שקיעות דיפרינציאליות. משטח העבודה כנ"ל יבוצע אך ורק לאחר קבלת הנחייה מהמפקח ו/או המתכנן בהתאם לשיטה המפורטת בפרק 51.02 סעיף 51.02.02.01.07 של המפרט הכללי לעבודות סלילה וגישור.

מומלץ לשריין במסמכי הפרויקט כמות כלשהי של שברי אבן "בקלש".

7.4 יריעות לשריין סוללות מילוי

בקטעי מילוי בגובה שבין 8 מ' ועד ל-10 מ' בשיפוע של 1:2.5 - יש צורך יריעה מסוג סטבילנקה 200 או שו"ע. היריעה תונח במפלס של 5 מ' מעל תחתית הסוללה למרחק של 6 מ' מחזית הסוללה. חוזק הקריעה בכוון הראשי MD- לא יפחת מ-200 ק"נ/מ"ר ובכוון המשני – CMD לא יפחת מ-45 קנ"/מ"ר. מילוי בגובה של עד 12 מ', בשיפוע של 1:3 אינו מצריך יריעות שריון. יידרש להכין פרטים טיפוסיים מתאימים.

7.5 חיבור למסעה קיימת

בכל ההתחברויות למסעה קיימת יש להקפיד על ביצוע ההנחיות הבאות:

- ההתחברות למסעה קיימת תבוצע במדרגות החל מ-60 ס"מ מעבר לפס לבן/צהוב קיים לכוון המסעה (בתוך הנתיב הקיים). רוחב כל מדרגה לא יפחת מ-30 ס"מ. גובה של מדרגה בהתאם לעובי שכבות המבנה המתוכנן.
- באזורי התחברות למסעה קיימת, בטרם יבוצע הריבוד, יש לחספס את המסעה הקיימת באמצעות קרצוף.

7.6 תעלות ניקוז ואירוזיה

התוואי כאמור מאופיין בקרקעות חוליות וחרסיתיות. על מנת להרחיק מים מקרבת המיסעה ולשמור על משטר רטיבויות אחיד ככל הניתן, מומלץ כי תכנון התעלות לאורך התוואי אשר יבוצע ע"י יועץ הניקוז יתייחס להמלצות הבאות:

- א. איטום דפנות התעלה באמצעות טיפולים מקומיים באמצעים כגון כוורות מילוי בטון, JK וכד'.
- ב. הרחקת התעלות מהמיסעה באמצעות שיפועים מתונים ככל הניתן. שיפוע בשיעור של 1:4 – 1:3 (אופקי : אנכי) עדיף ליישום במקרה הנוכחי.
- ג. תחתית מבנה המיסעה תתוכנן במפלס של 30 ס"מ לפחות מעל מפלסי המים בתעלות ("מפלס ההצפה"). מודגש כי שכבת החיזוק מחומר מצע סוג ג' (Capping) הינה חלק מהמבנה.
- ד. תשומת לב תינתן לקטע שבין 220-205 בכביש 200 הסמוך למסילת הרכבת. בקטע זה המהווה אגן היקוות יתכנו הצפות אשר עלולות להשפיע על רגלי הסוללות המתוכננות באיזור זה. במידה ולא ניתן לנקז את התוואי ולמנוע הצטברות מים בסמוך לסוללות יידרש לנקוט בפעולות כגון שריון בסיס הסוללות ושינוי בחומרי המילוי המתוכננים באזור זה. יש ליידע את מתכנן המבנה בכל הקשור לסוגיה זו.

7.6.1 ארוזיה

החומרים המרכיבים את תוואי המיסעה החדשה במילוי ובחפירה הינם חומרים אירוזיביים. לפי הנחיות הועדה המחוזית, הטיפול בארוזיה בכל תחום מחלף 431/200 כולל רמפות יבוצע באמצעות גיבון מלא.

ע"פ הנחיות משרד התחבורה ונת"א לצמצום תקציב בשלב א' של כביש 200, הכביש יטופל למניעת ארוזיה בשלב ראשון באמצעות זריעה בהתזה. בשלב סופי יבוצע גיבון מלא.

יש לקבל את אישור יועץ המבנה של המחלף לפתרונות המוצעים.

7.7 מסמכי התכנון

בגמר התכנון מבקשים להעביר לבדיקתנו את המסמכים הבאים:

- א. תוכניות מפורטות הכוללות תנוחה וחתכים לרוחב.
- ב. פרטי מבנה ופרטים טיפוסיים
- ג. מפרט מיוחד
- ד. חתכים טיפוסיים לקטעים הרלוונטיים למילוי בחומרי בנייה ממוחזרים.
- ה. כל מסמך רלוונטי אחר הקשור לתכנון המבנה.

8. רשימת מראה מקום

מס' סידורי	תיאור מקור
[1]	ד"ר משה ליבנה וד"ר יוסף קראוס, "הנחיות תכנוניות לתכינת המבנה התחתון של מסילות ברזל, חלק א", עבור רכבת ישראל, חטיבת תשתיות, אגף תכנון, אוקטובר 2010.
[2]	מעצ - האגף לחומרים ומחקר נוהל מס' מפ - 3/93, "הנחיות זמניות לתכינת מבנה מיסעות הכבישים הבינעירוניים". דצמבר 1993.
[3]	מעצ - האגף לתכן מבנה, "הנחיות לתכינת המבנה של מיסעות אספלטיות בינעירוניות- טיוטא 6". יוני 2003.
[4]	Uzan J. " Extention of CBR Method to Highway Pavement ASCE, TE Journal, Vol No.111 1985, pp.561-569
[5]	ד"ר יעקב אוזן – Flex Design - תוכנה לחישוב מבנה מיסעות גמישות, עבור מעצ.
[6]	Finn F., Saraf C., Kularni R., Nair K., Smith W. and the abdollah A., "The Use of Distress Prediction Subsystems for Design of Pavement Structures", 4th Int. Conf. Structural Desing of Asphalt Pavements, Vol. I, Ann Arbor, 1977, pp. 3-38.
[7]	R.F Craig, "Soil Mechanics", 7 th edition, 2004.

נספח א'

סקר קרקע שבוצע ע"י המבדקת לבניין ותשתיות בחודשים פברואר-דצמבר 2011.

נספח ב'
נספח תנועה

נספח ג'
נספח תמונות



תמונה מס' 1: איזור ההתחברות לכביש 431



תמונה מס' 2: סוללות כביש 431



תמונה מס' 3: תוואי כביש 200 מתחת לכביש 431



תמונה מס' 4: אירוזיה במדרונות כביש 431



תמונה מס' 5: אירוזיה והתחתרות במדרונות כביש 431



תמונה מס' 6: מעבר תחתי מתחת לכביש 431



תמונה מס' 7: רמלה – תוואי כביש 200 בסמוך למסילת הרכבת



תמונה מס' 8: איזור מסילת הרכבת



תמונה מס' 9: איזור מסילת הרכבת



תמונה מס' 10: איזור מסילת הרכבת



תמונה מס' 11: איזור מסילת הרכבת



תמונה מס' 12: איזור מסילת הרכבת



תמונה מס' 13: איזור מסילת הרכבת



תמונה מס' 14: תוואי כביש החיבור לרח' הזית



תמונה מס' 15: תוואי כביש החיבור לרח' הזית



תמונה מס' 16: תוואי כביש 200 – בין מסילת הרכבת לכביש 44

נספח ד'

נספח תרשימים

נספח ה'

נספח תרשימי אנליזת יציבות מדרונות

נספח ו'

**דו"ח אגני וויסות, מחלף 431-כביש 200, ישראל קלר- יעוץ לביסוס ושירותים
הנדסיים בע"מ, ספטמבר 2014.**