



רכבת ישראל בע"מ



הפרדה מפלסית 55א'



נספח ניקוז-

סקר הידרולוגי והמלצות ראשוניות
לתכנון ניקוז

תכנית מס' 201-0652917

הפרדה מפלסית 55 א' חצרות יסף ג/24551



דצמבר 2018



ינון - תכנון יעוץ ומחקר בע"מ

הנדסה אזרחית, דרכים, מסילות ברזל, תנועה, הדמיות,
אדריכלות נוף, קונסטרוקציות, מדידות וניהול פרויקטים





נספח ניקוז – הפרדה מפלסית 55 א

תוכן

1.	מבוא	2
2.	חומר רקע	2
3.	ניתוח מצב קיים	2
3.1	כללי	2
3.2	חבורות הקרקע	3
3.3	אגני ניקוז	3
3.4	סכמת ניקוז מצב קיים	4
4.	נתונים הידרולוגיים	5
4.1	נתוני גשם	5
5.	חישוב ספיקות שיא לאגני ניקוז בתחום שטח הפרויקט	5
6.	עקרונות לבחירת תקופת חזרה לתכנון	6
7.	סכמת ניקוז מתוכננת	7
7.1	השפעות על מערכת הניקוז של מסילת הרכבת	7
8.	סיכום והמלצות	8

רשימת טבלאות

3	איור 1 - תרשים סביבה
3	טבלה 1 - נתוני אגנים
4	טבלה 2 - מעברי מים קיימים
5	טבלה 3 - תעלות ניקוז
5	טבלה 4 - עוצמות גשם לזמני ריכוז שונים בתחנת עכו
6	טבלה 5 - מקדמי נגר משוקללים
6	טבלה 6 - מקדמי אי הודאות
6	טבלה 7 - ספיקות שיא בהסתברויות שונות
7	טבלה 8 - תעלות ניקוז מתוכננות
8	טבלה 9 - מעבירי מים מתוכננים
9	איור 2 פשט ההצפה של נחל יסף

רשימת איורים

3	איור 1 - תרשים סביבה
9	איור 2 פשט ההצפה של נחל יסף

רשימת נספחים

סכמת ניקוז מצב קיים
סכמת ניקוז מתוכננת





דוח הידרולוגי והמלצות ניקוז ראשוניות

1. מבוא

רכבת ישראל יוזמת הקמה של הפרדה מפלסית מעל מסילת החוף באזור חצרות יסף לביצוע הסדרת כביש הגישה לשטח זה וליישוב בוסתן הגליל. מתכנן הפרויקט: משרד ינון.

מטרת דוח זה הינה חישוב ספיקות תכן לאגנים המשפיעים על השטח בו תוקם ההפרדה, סכמת ניקוז, מידות מתקני ניקוז הנדרשים להגנה מפני הצפות על עורקי התחבורה עפ"י תמ"א 34 ב"3/ ולאפשר רצף ניקוזי עד למוצאי ניקוז קיימים. הפרויקט ממוקם בסמוך לנחל יסף שהינו עורק ראשי באזור ואליו מתנקזים כל האגנים שנכללים בפרויקט. כחלק מתוכנית תמ"א 34 ב"3/ הוגדרו פשטי ההצפה של הנחלים הגדולים, חלק נרחב מהפרויקט נמצא בתוך פשט ההצפה של נחל יסף (ראה נספחים).

2. חומר רקע

- תכנון הפרדה מפלסית 55 א -ינון תכנון יעוץ ומחקר בע"מ .
- מדידה פוטוגרמטרית.
- תכנית מתאר ארצית 34 ב"3/.
- סיור שטח - דצמבר 2016.

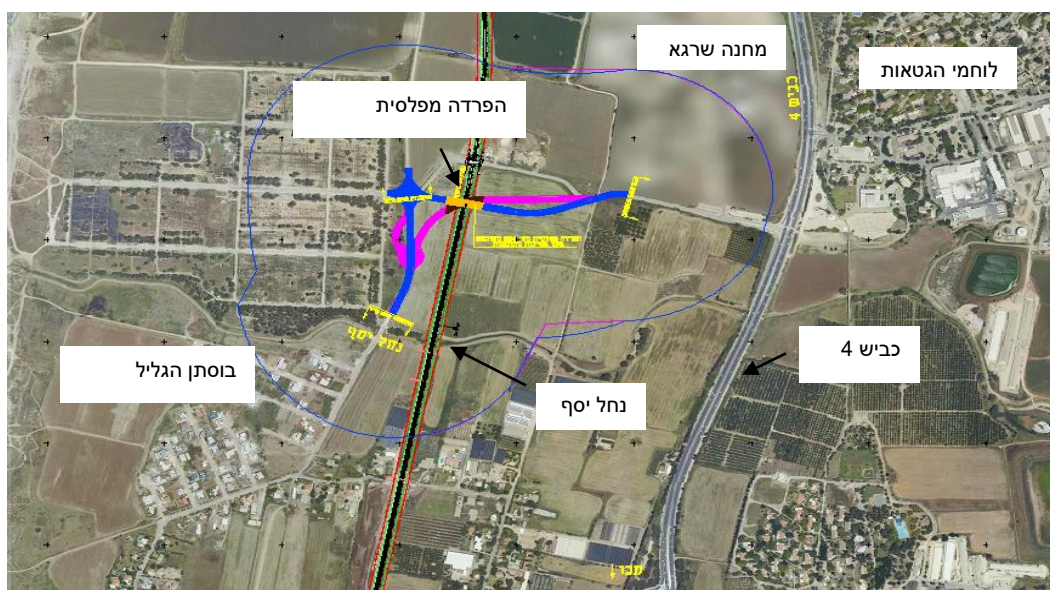
3. ניתוח מצב קיים

3.1 כללי

שטח הפרויקט תחום בשטח חקלאי שנמצא דרומית לדרך היוצאת מכביש 4 ומובילה למתחם חצרות יסף (אתר קרוונים נטוש). האזור מאופיין בשטחים חקלאיים מעובדים בעלי שיפועים נמוכים המנוקזים לתעלות בשולי השדות שמתעלות את הנגר העילי לנחל יסף. בשטח הפרויקט נמצא המחנה הצבאי "שרגא" שבנוי ברובו על גבעת יסף. בהצטלבות בין כביש הגישה למסילת החוף קיים מפגש רכבת שעתיד להיות מבוטל בעקבות ההפרדה המפלסית המתוכננת.



איור 1 - תרשים סביבה



3.2 חבורות הקרקע

שטח הפרויקט מצוי על קרקע גרומוסולית, מאדמות סחף נחלית, הקרקע הינה בעלת שיפועים מתונים.

3.3 אגני ניקוז

ניתן לחלק את אזור הפרויקט ל-4 אגני ניקוז מרכזיים. שימושי הקרקע בשטח האגנים ברובו שטחים חקלאיים ובמעלה האגנים מחנה צבאי. פירוט נוסף ראה טבלה 1 ומפת חלוקת אגנים.

טבלה 1 - נתוני אגנים

מספר סידורי	שטח האגן	אורך הערוץ	רום מעלה	רום מורד	שיפוע ממוצע	זמן ריכוז
אגן	קמ"ר	ק"מ	מ'	מ'	מ"מ	דקות
1	0.28	1.24	20.00	5.70	0.015	30
2	0.11	0.41	20.00	7.91	0.039	10
3	0.02	0.21	8.42	7.49	0.006	10
4	0.008	0.12	9.37	7.62	0.019	10



3.4 סכמת ניקוז מצב קיים

מתקני ניקוז קיימים - מערכת מקומית

מערכת הניקוז הקיימת מסתמכת על שתי תעלות ניקוז מרכזיות. התעלה הראשונה מתחילה מאזור המנחת של הבסיס הצבאי, התעלה מנקזת את החלק הצפוני של הבסיס ואת השטח החקלאי שנמצא מזרחית למסילת רכבת. תעלה נוספת המגיעה מאזור החניה של הבסיס וזורמת במקביל לכביש הקיים. תעלה זו נמצאת ברמת תחזוקה ירודה ומלאה בסבך, סחף ושאריות זבל שנתקעו במעברי המים.

במורד של מעביר מים 1 ישנו חיבור פתוח מבטון שאליו מתנקז מעביר מים נוסף (ראה תמונה 2), החיבור גורם להערמות מים וכתוצאה מכך להצטברות גדולה של לכלוך וסחף שנתקעים וגורמים להיצרות בחדך הזרימה.

עפ"י תמ"א 34 ב 3 שטח הפרויקט נמצא בתוך פשט ההצפה של נחל יסף, משמעות הדבר שבאירוע זרימה מפלס הנחל עולה ומציף חלק מאזור הפרויקט. כתוצאה מעליית המפלס בנחל קיימת השפעה לאחר לכל מערכת הניקוז האזורית.

לאורך מסילת החוף קיימות תעלות ניקוז, מצפון להצטלבות כביש קיימות תעלות שסופן אינו מוסדר. מדרום, מתחבר מעביר המים במורד הצינור לתעלת בטון ברוחב מטר שמתנקזת לתעלה חפורה.

טבלה 2 - מעברי מים קיימים

טבלת מעברי מים קיימים								
מס' מ"מ	מס' אגן	תיאור מיקום	נ.צ.		צורה	מידות מ'	גובה כניסה מ'	כוסר הולכה משוער מ"ק/שנייה
			Y	X				
1	2	חציית כביש קיים במקטע 600+	762854	208679	עגול	0.8	6.62	1.25
2	1	דרומית למנחת הבסיס	763150	208610	עגול	0.8	8.85	0.62
3	1	חציית מסילת רכבת	763190	208420	עגול	2X1.00	7.54	2.27
4	1	חציית דרך חקלאית	763234	208286	עגול	0.8	6.73	0.62
5	4	חציית כביש בהצטלבות מסילת רכבת	762941	208412	עגול	0.8	7.62	0.62

הערה: - חישוב הספיקות במעברי המים נעשה לפי חישוב שיפוע ממוצע של 3 פרומיל.



**טבלה 3 - תעלות ניקוז**

תעלות ניקוז							
מס תעלה	מס' אגן	תיאור מיקום	צורה	רום מעלה	רום מורד	חומר מבנה	מצב תחזוקה
			מ'	מ'	מ'		
2	1	מערבית למסילת הרכבת	טרפזית	8.14	7.8	עפר	טוב
3	1	מזרחית למסילת רכבת	טרפזית	7.4	7.36	עפר	טוב

4. נתונים הידרולוגיים**4.1 נתוני גשם**

נתוני גשם הרלוונטיים נלקחו מתחנה מטרולוגית רושמת עכו. תחנה זו היא הקרובה ביותר לאזור הפרויקט, בתחנה נמדדו נתוני גשם במהלך 33 שנה בין השנים 1952-2003. התחנה מייצגת את אזור עכו. לצורך השווה נבדקה גם תחנה מטרולוגית נהריה. הוחלט להשתמש בנתונים מתחנת עכו משתי סיבות עיקריות: מיקומה הגיאוגרפי של התחנה בעכו קרוב יותר ולכן ניתן להסיק כי משטר הגשמים באזור הפרויקט יתנהג בדומה לגשמים שנמדדו בתחנה זו, סיבה שנייה היא שהתחנה פעילה ומבצעת מדידות לאורך זמן רב יותר מאשר תחנת נהריה ולכן הקירוב מבחינה סטטיסטית יהיה מדויק יותר.

טבלה 4 - עוצמות גשם לזמני ריכוז שונים בתחנת עכו

פרק זמן דקות	עוצמות גשם להסתברויות שונות מ"מ/שעה			
	10%	5%	2%	1%
5	142.6	181.9	246.6	306.9
10	109.8	136.5	176.4	210.6
15	87	107	137	162.2
20	73	87.8	109.7	127.3
30	50.8	60	73.1	83.3
45	42.9	53	68	80.6
60	35.6	43.6	55.2	64.7
90	25.6	32	41.7	49.8

5. חישוב ספיקות שיא לאגני ניקוז בתחום שטח הפרויקט

האגנים הרלוונטים לפרויקט הינה אגנים קטנים שבהם פירוס עוצמת הגשם אחיד ולכן ספיקות השיא חושבו על פי הנוסחה הרציונאלית.



מקדם נגר- מייצג את החלק היחסי של כמות הגשם ההופכת לנגר עילי. מקדם הנגר העילי

לפרויקט זה נקבע על פי שימושי הקרקע לפי הפירוט הבא שטח כפרי מיושב $C=0.4$, שטח חקלאי

$C=0.35$.

טבלה 5 - מקדמי נגר משוקללים

מספר אגן	שטח אגן	מקדם נגר כולל
אגן	קמ"ר	
1	0.280	0.40
2	0.109	0.37
3	0.019	0.35
4	0.008	0.36

זמני ריכוז – זמן הריכוז חושב עפ"י נוסחת קירפיד.

מקדם אי ודאות – מקדם זה מתייחס בעיקר לתקופות חזרה נדירות. מכיוון שהנתונים ביחס

לעוצמות הגשם ותפרוסת הגשם במרחב אינם מדויקים (רצף שנות המדידה בתחנות נמוך). נלקח

בחישוב מקדם נוסף בהסתברויות נמוכות.

טבלה 6 - מקדמי אי הודאות

הסתברות	1%	2%	5%	10%	20%
תוספת באחוזים לספיקה המחושבת	20%	15%	10%	-	-

טבלה 7 - ספיקות שיא בהסתברויות שונות

מספר אגן	שטח אגן קמ"ר	מקדם C	עוצמת הגשם (מ"מ/שניה)				ספיקת התכן (מ"ק/שניה)			
			1%	2%	5%	10%	1%	2%	5%	10%
1	0.280	0.40	83.3	73.1	60	50.8	3.24	2.73	2.05	1.58
2	0.109	0.37	210.6	176.4	136.5	109.8	2.91	2.34	1.66	1.22
3	0.019	0.35	210.6	176.4	136.5	109.8	0.49	0.39	0.28	0.20
3.1	0.039	0.35	210.6	176.4	136.5	109.8	0.99	0.80	0.56	0.41
3.2	0.006	0.35	210.6	176.4	136.5	109.8	0.15	0.12	0.09	0.06
4	0.008	0.36	210.6	176.4	136.5	109.8	0.21	0.17	0.12	0.09
3+4	0.027		210.6	176.4	136.5	109.8	0.7	0.56	0.39	0.29

6. עקרונות לבחירת תקופת חזרה לתכנון

קביעת תקופת החזרה למתקני הניקוז בחציית הכביש תיקבע על פי הנחיות נתיבי ישראל, תקופת

חזרה לתכנון כביש מהיר בו ספיקת התכן בתקופת חזרה של 2% קטנה מ-5 מ"ק/שנייה תהיה





5% (אחת לעשרים שנים). במתקני הניקוז של מסילת הרכבת תקופת התכנון תהיה 1% (אחת למאה שנים).

7. סכמת ניקוז מתוכננת

בתכנון נבדקות שתי חלופות לביצוע ההפרדה המפלסית, מבחינת מערכת הניקוז התכנון הינו זהה בין החלופות למעט שינויים קלים. ראה איור 1 בו מוצגות שתי החלופות.



7.1 השפעות על מערכת הניקוז של מסילת הרכבת

אגנים 3 ו-4 מתנקזים לתעלת ניקוז המסומנת כתעלה 2 בסכמת ניקוז מצב קיים. תעלה זו זורמות לאורך הרמפה אל מעביר המים BC-1. תוספת הנגר שתתקבל מאגנים אלו הינה 0.39 מ"ש/שנייה (ראה טבלה 7).

הספיקה של תעלה 2 מורכבת מסכימה של הנגר המתקבל מהאגנים 3, ו-4. ולכן ספיקת התכן המחושבת לתעלה זו הינה: 0.95 מ"ק/שנייה. על מנת לשפר את עמידות התעלות לארוזיה ושחיקה כתוצאה מזרימות הנגר יש לבצע ייצוב קשיח של התעלות באזור ההפרדה המפלסית.

אגן 3.2 שכלוא בין אגן 3 לדרך הקיימת נשען על תעלת ניקוז 3, גודלו של שטח זה 0.006 קמ"ר וספיקת התכן הינה 0.08 מ"ק/שנייה, אגן זה ינוקז על בסיס השיפוע של השדה בזרימה עילית לכיוון דרום.



טבלה 8 - תעלות ניקוז מתוכננות

תעלות ניקוז מתוכננות						
חומר מבנה	רום מורד	רום מעלה	צורה	תיאור מיקום	מס' אגן	מס תעלה
מדופן	4.24	5.77	טרפזית	מהתחברות למצב קיים סמוך לחצרות יסף מקביל לכביש ממערב ועד נחל יסף	1	1
עפר	7.38	7.96	טרפזית	מקביל לרמפה מתוכננת מצפון.	4	4





טבלה 9 - מעבירי מים מתוכננים

טבלת מעבירי מים מתוכננים									
מס' מ"מ	מס' אגן	תיאור מיקום	נ.צ.		צורה	מידות מ'	ספיקה מ"ק/שנייה	גובה מים בכניסה מ'	מהירות מים ביציאה מ"/שנייה
			X	Y					
BC-1	2	החלפת מעביר מים 1	208679.3	762854.9	עגול	1.25	1.66	1.05	2.45
BC-2	1	סמוך לכיכר המתוכננת במקטע 050+	208218.9	762845.8	עגול	1.5	2.05	1.08	2.38

- מעביר מים BC-1 יוחלף במעביר בקוטר 1.25 Ø. כמו כן מומלץ לבטל את חיבור הצינורות במורד מעביר מים 1 ולבצע הארכה לתעלה ניקוז הקיימת למוצא ניקוז מסודר.
- תעלה 1 תתחבר למצב קיים ממערב לכביש המתוכנן (סמוך לחצרות יסף) ותתנקז בחלק הדרומי לנחל יסף, בחציית כביש הגישה לחצרות יסף יש לבנות מעביר מים 1.5 Ø.
- מיסעת הכביש המתוכנן צריכה להיות מנוקזת בעזרת מערכת קולטנים לתעלות ניקוז 4 ו-5 שתעבור במקביל לכביש מצפון. תעלה 4 תתחיל בחתך 500+ ותתחבר לתעלה הקיימת שנמצאת מזרחית למסילת החוף (החיבור יהיה מתחת להפרדה המפלסית) ותעלה 5 תתוכנן מהכיכר ועד חתך 200+ ותפקידה לנקז את הנגר שנאסף ממיסעת קטע כביש זה לתעלת הניקוז שסמוכה למסילת הרכבת.

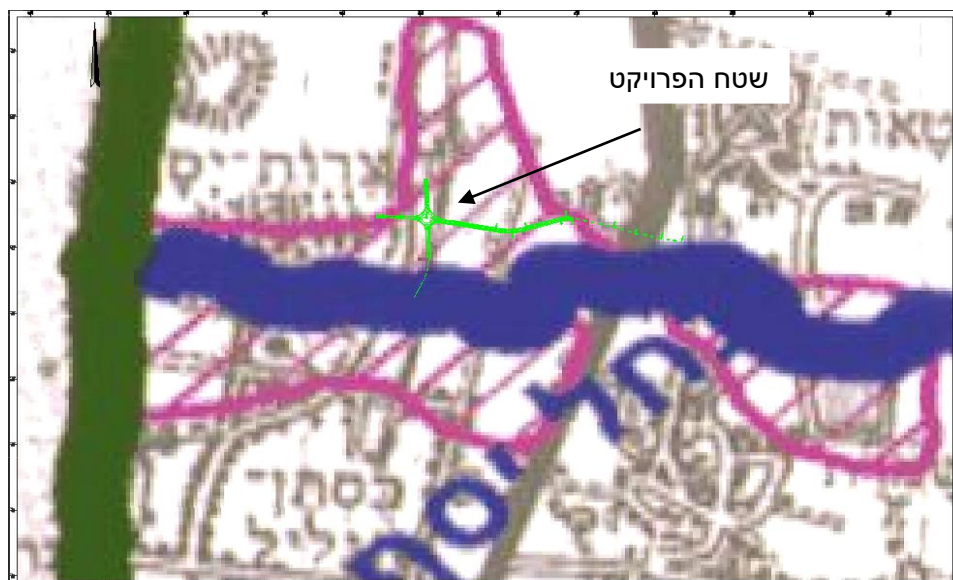
8. סיכום והמלצות

- נספח ניקוז זה הוכן עבור רכבת ישראל לתכנון בניית הפרדה מפלסית בשטח חצרות יסף.
- מערכת הניקוז באזור הפרויקט מורכבת ממספר תעלות שדה המתנקזות לנחל יסף.
- שטח ההתנקזות המשפיע על אזור הפרויקט המתוכנן חולק לארבעה אגני ניקוז, לאגנים אלו חושבו ספיקות שיא בהסתברויות שונות על פי השיטה הרצינאלית (ראה טבלה 5).
- תקופת החזרה לתכנון מערכת הניקוז נקבעה לאחת לעשרים שנה (5%) על פי הנחיות נתיבי ישראל וזאת בשל העובדה שאין חצייה של הרכבת במתקני הניקוז (תכנון של 1%).
- מערכת הניקוז תתוכנן כך שתיתן מענה להובלת ספיקות שכוחות עד מוצאי הניקוז הקיימים ומהם לתעלות אזוריות.
- מתוכנן להחליף את מעביר מים BC-1 בחתך 500+ בצינור 1.25 Ø באורך 20 מ' ולבצע הסדרה של הכניסה לתעלה הקיימת עד למוצא ניקוז מסודר.
- חפירה והסדרת תעלת ניקוז 1 המתחברת למצב קיים (סמוך לחצרות יסף) וזורמת מקביל לכביש ממערב ומתנקזת במורד לנחל יסף. בחציית כביש הגישה לחצרות יסף יתוכנן מעביר 1.5 Ø.
- על מנת לשמור על שיפוע תעלת הניקוז הקיימת רום הכניסה בתחתית המעביר דרוש להיות לכל היותר 5.30 מ'.



- על מנת למזער את תופעת עליית המפלסים והיפוך הזרימה בתעלות יש לתכנן את חיבור מורד תעלה 1 לנחל יסף גבוה ככל האפשר תוך שמירה על השיפועים הדרושים.
- על מנת למנוע ארוזיה וסחיפה של קרקע נדרש לבצע ייצוב קשיח לתעלות 1 ו-2.
- שיפוע אורכי מינימאלי לכל סוגי התעלות 3.0‰.
- רוחב מינימאלי של תחתית תעלת עפר טרפזית יהיה 1.3 מ', עפ"י הנחיות נתיבי ישראל, משיקולי תחזוקה.
- מבחינת תכנון מערכת הניקוז אין הבדל משמעותי בין שתי החלופות. חלופה א' הינה עדיפה כיוון שתעלות הניקוז שמנקזות את מיסעת הכביש ואת אגן 3 יאפשרו זרימה בתוואי פחות מפותל.
- עצם היותו של הפרויקט בתחום פשט ההצפה של נחל יסף, מומלץ הנדסית לתכנן את רום הכביש מעל גובה המסילה הקיימת.
- במסגרת התכנון המפורט של הפרויקט יותאמו תוואי ומידות התעלות באופן מדויק.

איור 2 פשט ההצפה של נחל יסף





תמונה 2 : מעביר מים 1 – הצטברות לכלוך כתוצאה מחיבור
פתוח בין מעבירי מים.



תמונה 1 : מבט מהצטלבות מסילה דרומה, תעלת הניקוז
המזרחית.



תמונה 4 : תעלת הניקוז ביציאה ממעביר מים 1 מלאה
בסבך.



תמונה 3 : מבט מהכביש לבוסתן הגליל, תעלת הניקוז סמוך
לחצרות יסף





נספחים



הפרדה מפלסית 55 אי

סכמת ניקוז מתוכננת

קנ"מ 1:2500

מקרא

תעלת ניקוז

גבול אגן

מספר אגן

מעביר מים

נחל יסף

The map displays a proposed drainage system overlaid on an aerial photograph. Four basins are identified by blue numbers: 1 (top center), 2 (middle right), 3 (center), and 4 (center left). A network of yellow dashed lines with arrowheads represents the drainage canals, leading from various points across the terrain to a central collection point. A blue dashed line with arrowheads indicates a water transfer line (מעביר מים) that runs from the central area towards the bottom right. A red dashed line with arrowheads shows a boundary or path (נחל יסף) along the left side. Elevation contours are marked with numerical values such as 5.16, 6.38, 7.24, 8.53, 9.02, 10.04, 13.18, 15.90, 17.08, 18.76, and 20.00. A north arrow is located in the upper right corner. Text labels in Hebrew identify various features: 'מעביר מים' (water transfer line), 'נחל יסף' (Nahal Yasef), 'תעלת ניקוז' (drainage canal), 'גבול אגן' (basin boundary), 'מספר אגן' (basin number), and 'הפרדה מפלסית 55 אי' (55m elevation separation). A red box in the center contains the text: 'הפרדה מפלסית 55 אי מתוכננת' (55m elevation separation planned) and 'שטח פס-גדות מתוכננת' (planned floodplain area).

שם: ח. חסמא ורחובות 1021-2171/2016 10:53:11 Chen S:\2438\SHEET\UR\מסמכים\ח. חסמא - חדש