



תוכנית אב לניהול מי

נגר באזור

פרק התכנון



מרץ, 2025

מועצה מקומית אזור

ליגה

פרוייקטים סביבתיים בע"מ

רן מולכו | הנדסת ניקוז, תכנון נטף, חקלאות וסביבה | קידום, תכנון, ניהול ופיקוח פרוייקטים סביבתיים

תוכן עניינים

12	.....	1. כללי	12
12	1.1	פרטי עורכי התוכנית	12
12	1.2	תוכניות מנחות	12
12	1.3	מקורות מידע	12
13	.....	2. תקציר	13
16	.....	3. רקע	16
16	3.1	הקדמה	16
17	3.2	חלוקה למתחמים- תוכנית מתאר כוללנית	17
17	3.3	התאמת הקרקע לחלחול	17
18	3.4	אזורים רגישים להחדרה	18
19	3.5	הזדמנויות לשילוב אמצעי ניהול נגר במסלולי תכנון שונים	19
20	3.5.1	תב"ע- התחדשות עירונית	20
21	3.5.2	היתרי בנייה- מיזמים פרטיים למגורים ותעסוקה	21
22	3.5.3	תכנון פארקים וגינות ציבוריות של המועצה	22
23	3.5.4	תכנון/שדרוג רחובות קיימים	23
24	.....	4. מידול הידראולי	24
24	4.1	תעלת אזור – פשטי הצפה	24
24	4.1.1	רקע	24
24	4.1.2	תוצאות המידול	24
25	4.1.3	מסקנות לתוכנית האב	25
26	4.1.4	פתרונות מוצעים	26
27	4.2	מערכת ניקוז קיימת	27
27	4.2.1	רקע	27
27	4.2.2	תוצאות	27
30	4.3	מפת סיכוני הצפה	30
32	.....	5. עקרונות התכנון	32

32	תעלת אזור	5.1
32.....	רקע	5.1.1
33.....	חלופות תכנוניות עקרוניות	5.1.2
37.....	דרישות והנחיות לתכנון	5.1.3
37	מערכת ניקוז מוצעת	5.2
37.....	תקופת חזרה	5.2.1
38.....	חישוב ספיקות תכן	5.2.2
38.....	עצמות גשם לתכנון	5.2.3
38.....	קביעת קטרים מערכת ניקוז תת קרקעית	5.2.4
39.....	בחינת עלויות מערכת הניקוז המוצעת	5.2.5
39	ניהול נגר	5.3
40.....	עקרונות לחישובים ולתכנון	5.3.1
40.....	סדר עדיפויות למימוש	5.3.2
41.....	עלויות ניהול נגר	5.3.3
42	עקרונות מערך מדידת נתוני אקלים	5.4
42.....	מטאורולוגיה	5.4.1
42.....	הידרומטריה	5.4.2
43.....	סל/בנק פתרונות לניהול נגר	6
43	עיצוב טופוגרפי מעודד השהייה וחלחול	6.1
45	גן גשם / גן בקאלש	6.2
47	אדניות בחתך הרחוב	6.3
49	אי תנועה	6.4
50	מעגל תנועה מחלחל	6.5
52	ככרות מים	6.6
54	ריצוף מנקז ומחלחל	6.7
55	גג כחול	6.8
57	גג ירוק	6.9
58	קידוחי החדרה	6.10
59	סיכום	6.11
61.....	תכנון לפי מתחמי תוכנית מתאר כוללנית	7

61	מתחם 1	.7.1
61.....	מידע כללי.....	7.1.1
61.....	מערכת ניקוז קיימת.....	7.1.2
63.....	תוכנית מוצעת.....	7.1.3
65.....	עלות כללית.....	7.1.4
65.....	המחשה גרפית.....	7.1.5
67	מתחם 2.1	.7.2
67.....	מידע כללי.....	7.2.1
67.....	מערכת ניקוז קיימת.....	7.2.2
69.....	תוכנית מוצעת.....	7.2.3
70.....	עלות כללית.....	7.2.4
71.....	המחשה גרפית.....	7.2.5
72	מתחם 2.2	.7.3
72.....	מידע כללי.....	7.3.1
72.....	מערכת ניקוז קיימת.....	7.3.2
73.....	תוכנית מוצעת.....	7.3.3
75.....	עלות כללית.....	7.3.4
76.....	המחשה גרפית.....	7.3.5
77	מתחם 3	.7.4
77.....	מידע כללי.....	7.4.1
77.....	מערכת ניקוז קיימת.....	7.4.2
78.....	תוכנית מוצעת.....	7.4.3
81.....	עלות כללית.....	7.4.4
82.....	המחשה גרפית.....	7.4.5
83	מתחם 4	.7.5
83.....	מידע כללי.....	7.5.1
83.....	מערכת ניקוז קיימת.....	7.5.2
84.....	תוכנית מוצעת.....	7.5.3
86.....	עלות כללית.....	7.5.4
87.....	המחשה גרפית.....	7.5.5
88	מתחם 5	.7.6

88.....	מידע כללי.....	7.6.1
88.....	מערכת ניקוז קיימת.....	7.6.2
89.....	תוכנית מוצעת.....	7.6.3
91.....	עלות כללית	7.6.4
91.....	המחשה גרפית.....	7.6.5
93	מתחם 6.1	7.7
93.....	מידע כללי.....	7.7.1
93.....	מערכת ניקוז קיימת.....	7.7.2
94.....	תוכנית מוצעת.....	7.7.3
97.....	עלות כללית	7.7.4
98.....	המחשה גרפית.....	7.7.5
99	מתחם 6.2	7.8
99.....	מידע כללי.....	7.8.1
99.....	מערכת ניקוז קיימת.....	7.8.2
100.....	תוכנית מוצעת.....	7.8.3
102.....	עלות כללית	7.8.4
103.....	המחשה גרפית.....	7.8.5
104	מתחם 7	7.9
104.....	מידע כללי.....	7.9.1
104.....	מערכת ניקוז קיימת.....	7.9.2
105.....	תוכנית מוצעת.....	7.9.3
107.....	עלות כללית	7.9.4
107.....	המחשה גרפית.....	7.9.5
108	מתחם 8:	7.10
108.....	ידע כללי	7.10.1
108.....	מערכת ניקוז קיימת.....	7.10.2
109.....	תוכנית מוצעת.....	7.10.3
111.....	עלות כללית	7.10.4
111.....	המחשה גרפית.....	7.10.5
112	מתחם 9	7.11
112.....	מידע כללי.....	7.11.1

113.....	תוכנית מוצעת.....	7.11.2
115.....	עלות כללית.....	7.11.3
116.....	המחשה גרפית.....	7.11.4
117	מתחם 10	7.12
117.....	מידע כללי.....	7.12.1
117.....	מערכת ניקוז קיימת.....	7.12.2
118.....	תוכנית מוצעת.....	7.12.3
121.....	עלות כללית.....	7.12.4
122.....	המחשה גרפית.....	7.12.5
123	מתחם 11	7.13
123.....	מידע כללי.....	7.13.1
123.....	מערכת ניקוז קיימת.....	7.13.2
124.....	תוכנית מוצעת.....	7.13.3
126.....	עלות כללית.....	7.13.4
126.....	המחשה גרפית.....	7.13.5
127	מתחם 12	7.14
127.....	מידע כללי.....	7.14.1
127.....	מערכת ניקוז קיימת.....	7.14.2
128.....	תוכנית מוצעת.....	7.14.3
131.....	עלות כללית.....	7.14.4
131.....	המחשה גרפית.....	7.14.5
133	מתחם 13	7.15
133.....	מידע כללי.....	7.15.1
133.....	מערכת ניקוז קיימת.....	7.15.2
134.....	תוכנית מוצעת.....	7.15.3
136.....	עלות כללית.....	7.15.4
136.....	המחשה גרפית.....	7.15.5
138	מתחם 14	7.16
138.....	מידע כללי.....	7.16.1
138.....	מערכת ניקוז קיימת.....	7.16.2
139.....	תוכנית מוצעת.....	7.16.3

141.....	עלות כללית	7.16.4
141.....	המחשה גרפית	7.16.5
143	סיכום	7.17
145.....	תכנית תפעול ותחזוקה	8.
145	עקרונות	8.1
145	פעולות נדרשות	8.2
145.....	שוטף	8.2.1
145.....	הכנה לחורף	8.2.2
146.....	במהלך אירוע גשם משמעותי	8.2.3
147.....	אמצעים משלימים לתכנון	9.
147	תוכניות אגניות	9.1
147	תמריצים/היטלים כלכליים	9.2
148.....	מיסוי על פעולות ניקוז	9.2.1
149.....	תמריצים לניהול נגר	9.2.2
150	תקנות רישוי	9.3
152.....	סקר סיכונים ותוכנית עבודה	10.
152	סיווג סיכונים	10.1
154	תכנית עבודה רב שנתית	10.2
154.....	דחיפות/קדימות לטיפול	10.2.1
159.....	תקציב שנתי ותוכנית עבודה	10.2.2
162.....	נספחים	11.
162	נספח מס' 1: מודל הידראולי תעלת אזור	11.1
163	נספח מס' 2: מודל PCSWAMM הנחות עבודה ורקע כללי	11.2
163.....	רקע	11.2.1
163.....	מרכיבי המודל:	11.2.2
164.....	מידול מערכת ניקוז קיימת	11.2.3
164.....	מאפיינים נומריים למודל דו ממדי	11.2.4
165.....	תנאי שפה	11.2.5

11.2.6. אפיין תתי אגנים: 167

11.2.7. שלבי פעולה להכנת מודל דו ממדי 168

11.3. נספח מס' 3: חישוב עלויות כלכליות 169

11.4. נספח מס' 4: בחינת השפעת פארק אריאל שרון על הצפות באזור 174

רשימת טבלאות

טבלה 1: קווי ניקוז עמוסים וגבוליים בהסתברויות 2%-ו-20% 29

טבלה 2: סיכום מאפיינים עיקריים 59

טבלה 3: השוואה בין אמצעי ניהול הנגר בהתאם לתועלות ועלויות 60

טבלה 4: מתחם 1 - נתונים ומידע על מתחם התכנון 62

טבלה 5: מתחם 1 - קווי ניקוז מוצעים בתקופת חזרה 1:5 שנה 64

טבלה 6: מתחם 1 - קווי ניקוז מוצעים בתקופת חזרה 1:20 שנה 65

טבלה 7: מתחם 1 - השוואת עלות כלכלית של תכנית מוצעת בחלופות השונות, ללא מע"מ 65

טבלה 8: מתחם 2 - נתונים ומידע על מתחם התכנון 68

טבלה 9: מתחם 2.1 - קווי ניקוז מוצעים בתקופת חזרה 1:5 שנה 70

טבלה 10: מתחם 2.1 - השוואת עלות כלכלית של תכנית מוצעת בחלופות השונות, ללא מע"מ 70

טבלה 11: מתחם 2.2 - נתונים ומידע על מתחם התכנון 73

טבלה 12: מתחם 2.2 - קווי ניקוז מוצעים בתקופת חזרה 1:5 שנה 75

טבלה 13: מתחם 2.2 - קווי ניקוז מוצעים בתקופת חזרה 1:20 שנה 75

טבלה 14: מתחם 2.2 - השוואת עלות כלכלית של תכנית מוצעת בחלופות השונות, ללא מע"מ 76

טבלה 15: מתחם 3 - נתונים ומידע על מתחם התכנון 78

טבלה 16: מתחם 3 - קווי ניקוז מוצעים בתקופת חזרה 1:5 שנה 80

טבלה 17: מתחם 3 - קווי ניקוז מוצעים בתקופת חזרה 1:20 שנה 81

טבלה 18: מתחם 3 - השוואת עלות כלכלית של תכנית מוצעת בחלופות השונות, ללא מע"מ 81

טבלה 19: מתחם 4 - נתונים ומידע על מתחם התכנון 84

טבלה 20: מתחם 4 - קווי ניקוז מוצעים בתקופת חזרה 1:5 שנה 86

טבלה 21: מתחם 4 - קווי ניקוז מתוכננים בתקופת חזרה 1:20 שנה 86

טבלה 22: מתחם 4 - השוואת עלות כלכלית של תכנית מוצעת בחלופות השונות, ללא מע"מ 86

טבלה 23: מתחם 5 - נתונים ומידע על מתחם התכנון 89

טבלה 24: מתחם 5 - קווי ניקוז מוצעים - תקופת חזרה 1:5 שנה 91

טבלה 25: מתחם 5 - קווי ניקוז מוצעים - תקופת חזרה 1:20 שנה 91

טבלה 26: מתחם 5 - השוואת עלות כלכלית של תכנית מוצעת בחלופות השונות, ללא מע"מ 91

טבלה 27: מתחם 6.1 - נתונים ומידע על מתחם התכנון 94

טבלה 28: מתחם 6.1 - קווי ניקוז מוצעים - תקופת חזרה 1:5 שנה 96

טבלה 29: מתחם 6.1 - קווי ניקוז מוצעים - תקופת חזרה 1:20 שנה 97

טבלה 30: מתחם 6.1 - השוואת עלות כלכלית של תכנית מוצעת בחלופות השונות, ללא מע"מ 97

טבלה 31: מתחם 6.2 - נתונים ומידע על מתחם התכנון 100

טבלה 32: מתחם 6.2 - השוואת עלות כלכלית של תכנית מוצעת בחלופות השונות, ללא מע"מ 103

טבלה 33: מתחם 7 - נתונים ומידע על מתחם התכנון 105

טבלה 34: מתחם 7 – השוואת עלות כלכלית של תכנית מוצעת בחלופות השונות, ללא מע"מ 107

טבלה 35: מתחם 8 – נתונים ומידע על מתחם התכנון..... 109

טבלה 36: מתחם 8 – השוואת עלות כלכלית של תכנית מוצעת בחלופות השונות, ללא מע"מ 111

טבלה 37: מתחם 9 - נתונים ומידע על מתחם התכנון 113

טבלה 38: מתחם 9 - קווי ניקוז מוצעים - תקופת חזרה 1:5 שנה 115

טבלה 39: מתחם 9 - קווי ניקוז מוצעים - תקופת חזרה 1:20 שנה 115

טבלה 40: מתחם 9 – השוואת עלות כלכלית של תכנית מוצעת בחלופות השונות, ללא מע"מ 115

טבלה 41: מתחם 10 - נתונים ומידע על מתחם התכנון..... 118

טבלה 42: מתחם 10 - קווי ניקוז מוצעים - תקופת חזרה 1:5 שנה 120

טבלה 43: מתחם 10 - קווי ניקוז מוצעים - תקופת חזרה 1:20 שנה 121

טבלה 44: מתחם 10 – השוואת עלות כלכלית של תכנית מוצעת בחלופות השונות, ללא מע"מ 121

טבלה 45: מתחם 11 - נתונים ומידע על מתחם התכנון..... 124

טבלה 46: מתחם 12 - נתונים ומידע על מתחם התכנון..... 128

טבלה 47: מתחם 12 - קווי ניקוז מוצעים - תקופת חזרה 1:5 שנה 130

טבלה 48: מתחם 12 - קווי ניקוז מוצעים - תקופת חזרה 1:20 שנה 131

טבלה 49: מתחם 12 – השוואת עלות כלכלית של תכנית מוצעת בחלופות השונות, ללא מע"מ 131

טבלה 50: מתחם 13 - נתונים ומידע על מתחם התכנון..... 134

טבלה 51: מתחם 13 – השוואת עלות כלכלית של תכנית מוצעת בחלופות השונות, ללא מע"מ 136

טבלה 52: מתחם 14 - נתונים ומידע על מתחם התכנון..... 139

טבלה 53: מתחם 14 - קווי ניקוז מוצעים - תקופת חזרה 1:5 שנה 141

טבלה 54: מתחם 14 - קווי ניקוז מוצעים - תקופת חזרה 1:20 שנה 141

טבלה 55: מתחם 14 – השוואת עלות כלכלית של תכנית מוצעת בחלופות השונות, ללא מע"מ 141

טבלה 56: טבלת מתחמים מסכמת 143

טבלה 57: סווג סיכונים לפי מתחמים 152

טבלה 58: קריטריונים ומשקלות לקביעת רמת הדחיפות/קדימות לטיפול במערכת הניקוז..... 154

טבלה 59: תוצאות שקלול הפרמטרים לקביעת רמת הדחיפות/קדימות לטיפול במערכת הניקוז 155

טבלה 60: תוכנית עבודה רב שנתית..... 159

טבלה 61: מצאי אמצעי מערכת הטיעול ועלותם, בהתאם למחירון דקל (ינואר 2025) 169

טבלה 62: מצאי אמצעי ניהול נגר ועלותם, בהתאם לניתוח כלכלי במסמך מדיניות ניהול נגר 171

טבלה 63: סיכום עלות כל חלופה בחלוקה לפני מתחמים, ללא מע"מ 173

רשימת איורים

איור 1: חלוקת שטח המועצה לאגני ניקוז 16

איור 2: חלוקת שטח המועצה למתחמי בינוי (מתוך: תכנית מתאר כוללת 2019) 17

איור 3: קצב חלחול הקרקע בשטח המועצה 18

איור 4: מפת סימון אזורים רגישים להחדרה 18

איור 5: מיקום תוכנית האב לניהול נגר ביחס לתוכניות אחרות..... 19

איור 6: דוגמאות מתוך אזור- פוטנציאל של תוכניות התחדשות עירונית לשילוב אמצעים לניהול נגר 21

איור 7: דוגמא מתוך אזור לגינות ציבוריות שבתכנון משלב ניהול נגר יכולות לאפשר קליטה של נגר עירוני 22

איור 8: דוגמא מתוך אזור לגינות ציבוריות שבתכנון משלב ניהול נגר יכולות להיות מקום קולט ומווסת נגר עירוני..... 23

איור 9: תעלת אזור- פשט הצפה בהסתברות 1% ו-2% (נהרא ופשטיה, 2023) 25

איור 10: מצב מערכת ניקוז קיימת - הסתברות 20% 28

איור 11: מצב מערכת ניקוז קיימת - הסתברות 2% 28

איור 12: מפת סיכוני הצפות (הסתברות 2%) 31

איור 13: פרויקט שיקום ושדרוג "נחל" אזור (מתוך פרויקט ישראל 100) 32

איור 14: פתיחת הנחל באזור פארק ליכט- 33

איור 15: תעלת אזור כתעלת בטון - חלופות תכנוניות עקרוניות 34

איור 16: קירוי תעלת אזור - חלופות תכנוניות עקרוניות 34

איור 17: פתיחת תעלת אזור - חלופות תכנוניות עקרוניות 35

איור 18: SAW MILL - דוגמא לתעלת נחל עירוני בשילוב אלמנטים ואזורים טבעיים 36

איור 19: דוגמא לתעלת נחל עירוני המאפשרת שימושים נוספים כאשר מפלס המים נמוך 36

איור 20: דוגמא לעיצוב טופוגרפי מעודד השהיה וחלחול (נוצר באמצעות AI) 44

איור 21: דוגמא לגן בקלש (נוצר באמצעות AI) 46

איור 22: דוגמא לאדניות בחתך הרחוב (נוצר באמצעות AI) 48

איור 23: דוגמא לניהול נגר בעי תנועה או חניה 49

איור 24: דוגמא למעגל תנועה מחלחל (נוצר באמצעות AI) 51

איור 25: דוגמא לכיכר מים מנהלת נגר (נוצר באמצעות AI) 53

איור 26: דוגמא לריצוף באמצעות אריח מחלחל 54

איור 27: דוגמא לגג כחול על גבי מבנה (נוצר באמצעות AI) 56

איור 28: דוגמא לגג ירוק 57

איור 29: דוגמא לקידוח החדרה (נוצר באמצעות AI) 58

איור 30: מתחם 1 - גבול ע"ג תצ"א 62

איור 31: תכנון ניהול נגר במתחם מס' 1 63

איור 32: אמצעי ניהול נגר מתוך תוכנית שכונת הפארק תמל/1112 64

איור 33: וויסות נגר בפארק באמצעות בריכות וויסות/גן גשם/עיצוב טופוגרפי (הדמיה AI) 66

איור 34: מתחם 2 - גבול המתחם ע"ג תצ"א 68

איור 35: תכנון ניהול נגר במתחם 2.1 69

איור 36: דוגמא לגג כחול - גג בית הספר אילנות, תל אביב, צילום אדר' זוטובסקי 71

איור 37: גג כחול - הדמיה AI, פרט מאתר אגמא 71

איור 38: מתחם 2.2 - גבול המתחם ע"ג תצ"א 72

איור 39: תכנון ניהול נגר במתחם 2.2 74

איור 40: המחשה גרפית- אמצעי ניהול נגר מתחם 2.2 76

איור 41: מתחם 3 - גבול המתחם ע"ג תצ"א 77

איור 42: תכנון ניהול נגר במתחם 3 79

איור 43: המחשה גרפית- גינות גשם- מופע קיץ וחורף (הדמיה AI) 82

איור 44: מתחם 4 - גבול המתחם ע"ג תצ"א 83

איור 45: תכנון ניהול נגר במתחם 4 85

איור 46: המחשה גרפית- אמצעי ניהול נגר מתחם 4 87

איור 47: מתחם 5 - גבול המתחם ע"ג תצ"א 88

איור 48: תכנון ניהול נגר במתחם 5 90

איור 49: עיצוב טופוגרפי מונמך לאיגום נגר ושימושי פנאי (הדמיה AI) 92

איור 50: מתחם 6.1 - גבול המתחם ע"ג תצ"א 94

איור 51: תכנון ניהול נגר במתחם 6.1 95

איור 52: מתחם 6.1 – וויסות נגר בשצ"פ ההיקפי, מתוך תכנית מתחם 'בן גוריון' ומתחם 'בן צבי' 554-0969592..... 96

איור 53: שטח ציבורי פתוח המשלב בריכת בקלש - הדמיה AI 98

איור 54: מתחם 6.2 - גבול המתחם ע"ג תצ"א 99

איור 55: תכנון ניהול נגר במתחם 6.2 101

איור 56: שימור אמצעי ניהול נגר קיימים - גינות בניינים מוקפות חומה (מתוך GOOGLE MAPS) 102

איור 57: חתך מוצע בין בנייני מגורים - שילוב גן גשם בשטחי הגינון 103

איור 58: שילוב חניות מחלחלות והפניית נגר עילי מהחניות לשטחי חלחול (הדמיה AI) 103

איור 59: מתחם 7 - גבול המתחם ע"ג תצ"א 104

איור 60: תכנון ניהול נגר במתחם 7 106

איור 61: המחשה גרפית- אמצעי ניהול נגר בחניה מתחם 7 107

איור 62: מתחם 8 - גבול המתחם ע"ג תצ"א 108

איור 63: תכנון ניהול נגר במתחם 8 110

איור 64: מתקן איגום תת קרקעי - המחשה גרפית - אמצעי ניהול נגר מתחם 8 111

איור 65: מתחם 9 - גבול המתחם ע"ג תצ"א 112

איור 66: תכנון ניהול נגר במתחם 9 114

איור 67: עיצוב נופי של רצועת גינון מונמכת [HTTPS://700MILLIONGALLONS.ORG/SOLUTIO](https://700milliongallons.org/solutio) 116

איור 68: עיצוב נופי של רצועת גינון מונמכת (הדמיה ב-AI) 116

איור 69: מתחם 10 - גבול המתחם ע"ג תצ"א 118

איור 70: תכנון ניהול נגר במתחם 10 119

איור 71: ניהול נגר בגינות ציבוריות - בריכת בקלש/שבילים מחלחלים (הדמיה AI) 122

איור 72: מתחם 11 - גבול המתחם ע"ג תצ"א 123

איור 73: חזית מתחם 9 לכוון רח' חנה סנש (GOOGLE MAPS) 124

איור 74: תכנון ניהול נגר במתחם 11 125

איור 75: הפניית מרזבים לשטחי גינון 126

איור 76: מתחם 12 - גבול המתחם ע"ג תצ"א 127

איור 77: תכנון ניהול נגר במתחם 12 129

איור 78: כיכר מחלחלת מנהלת נגר (הדמיה AI) 132

איור 79: מתחם 13 - גבול המתחם ע"ג תצ"א 133

איור 80: תכנון ניהול נגר במתחם 13 135

איור 81: המחשה של ניהול נגר בתחומי בית ספר 136

איור 82: גן ציבורי בשילוב ניהול נגר (הדמיה AI) 137

איור 83: מתחם 14 - גבול המתחם ע"ג תצ"א 138

איור 84: תכנון ניהול נגר במתחם 14 140

איור 85: מתחם 14 - רחוב בשילוב אמצעי ניהול נגר (הדמיה AI) 142

איור 86: פתיחת קולטנים בעת אירועי גשם חריג (מקור: עיריית ראשון לציון) 146

איור 87: קדימות/דחיפות לטיפול 161

1. כללי

מיקום התוכנית: מועצה מקומית אזור.

גבולות התוכנית ושטחה (קמ"ר): העיר אזור ממוקמת במחוז תל אביב מצפון-מזרח לחולון, ממערב למשמר השבעה וממזרח למקווה ישראל, ומשתרעת על שטח של כ-2.2 קמ"ר.

1.1 פרטי עורכי התוכנית

עריכה: ליגמ פרויקטים סביבתיים בע"מ, בית לחם הגלילית, דוא"ל: office@lygm.co.il

כתיבה, מפות, תוכניות, הדמיות ועריכה: אינג' טל מאיר אברג'יל, אינג' אנג'ל זוסמן, ד"ר הדס רייזר, אדר' נוף טל מזרחי.

1.2 תוכניות מנחות

תמ"א 1 – נספח ב'4 – הנחיות להכנת מסמך ניהול נגר.

1.3 מקורות מידע

- בלק, ב. כלים פיננסיים למימון תשתיות כחולות ברשויות מקומיות. האגודה הישראלית לאקולוגיה ומדעי הסביבה. 2022.
- בחינת השפעת הקמת פארק אריאל שרון על הצפות באזור, מהדורה 1, נתיבי ישראל, אובל הנדסה, 2021.
- הנחיות משרד השיכון למערכת ניקוז עירוני.
- ישראל 100 תעלת אזור, ז"ק - רייכר, 2022.
- מודל הידראולי תעלת אזור, פברואר 2023, נהרא ופשטיה בע"מ
- מסמך מדיניות ניהול נגר עירוני, מנהל התכנון, 2024
- מרכז הידע, אגמא, 2022 [/https://knowledge.agma.org.il](https://knowledge.agma.org.il)
- נתוני תחנה הידרומטרית תעלת אזור, רשות המים 2022.
- נתוני תחנה מטאורולוגית, בית דגן, השרות המטאורולוגי, 2022.
- סיורים בשטח.
- תוכנית 554-0905372 התחדשות עירונית במתחם אופיס
- תוכנית 554-0921791 פינוי בינוי מתחם שפינוזה (טרם אושרה)
- תוכנית 554-0969592 מתחם בן גוריון ומתחם בן צבי (טרם אושרה)
- תוכנית אב לתיעול באזור, מלין מהנדסים בע"מ, 2016
- תוכנית תמל/1112 שכונת הפארק
- תוכנית תמל/2042 התחדשות עירונית מתחם יצחק שדה
- תכנית אב לניקוז ותיעול בחולון, תה"ל מהנדסים יועצים בע"מ, 2019.
- תכנית האב לניקוז תל אביב-יפו, נספח ניהול נגר/ נספח מנחה לתכנון ופיתוח, סטודיו אורבנוף, 2013.
- תכנית מתאר כוללת לאזור 555-0720433.

2. תקציר

מטרת התוכנית הינה שיפור החוסן העירוני במועצה המקומית אזור בתחום הנגר העילי, באמצעות כלים לניהול נגר בשילוב מערכת הניקוז הקיימת ובהתאם לתוכניות פיתוח עתידיות. שילוב אמצעי ניהול הנגר במתחמי הבינוי העירוניים, והתווית מדיניות לניהול הנגר במועצה.

מסמך זה מוקדש לתכנון עירוני של מערכת ניהול הנגר והניקוז במועצה כמערכת הוליסטית משולבת שעתידה לתת מענה לסוגיות הניקוז שהוצגו בסקר המצב הקיים. תוכנית האב מתבססת על חלוקת שטח המועצה ל - 13 מתחמי בינוי, כפי שהוגדרו בתוכנית המתאר הכוללת לאזור - 555-0720433.

היררכיה תכנונית וזיהוי הזדמנויות

לרשות המועצה הזדמנויות תכנון שונות בהן היא יכולה להיות מעורבת בתכנון, בדרישה ובאישור של שילוב אמצעי ניהול נגר בתחומה במטרה לשפר את המצב הקיים ומניעת הצפות בעתיד עם התפתחותה של המועצה. בתהליכים אלה מוצע לשלב את היבטי ניהול הנגר בשלבי תכנון מוקדמים ככל הניתן, ליצירת חשיבה תכנונית שלמה בנושא הניקוז וניהול הנגר.

תוכנית המתאר להתחדשות עירונית: תוכנית המתאר הכוללת של אזור מהווה הזדמנות טובה וייחודית לשיפור משמעותי של המצב הקיים באמצעות תכנון נכון ושילוב אמצעים לניהול נגר חדשים.

הזדמנויות: ברחבי אזור רוב המרחבים הפוטנציאליים באופן טבעי לקליטת נגר וחלחול כמו שטחי הגינון, הגינות הציבוריות, איי הפרדה וכיכרות התנועה מוגבהים מסביבתם. התחדשות עירונית מהווה הזדמנות לשינוי בגישה ובחשיבה התכנונית כך שהשטחים המחלחלים יתוכננו נמוך מסביבתם וישמשו לקליטת נגר מהשטח הבנוי והאטום.

התאמת קרקעות לניהול נגר: שטח המועצה מחולק לשני סוגי חבורות קרקע: חלקה הצפוני והדרום מזרחי בנויה על קרקעות גרומוסוליות, שחדירותם למים נמוכה מאוד. חלקה הדרום מערבי בנוי על קרקעות חמרה, בעלת חדירות גבוהה למים. בהתאם, זהו אזור אידיאלי למיקום פתרונות החדרה וחלחול אל תת הקרקע ויש לתעדף אזור זה לפתרונות חלחול.

מידול הידראולי

תעלת אזור: חברת "נהרא ופשטיה" ערכה עבור רשות ניקוז ירקון מידול הידראולי לאורך תעלת אזור. תוצאות המודל מציגות כי התעלה זורמת בגדות מלאות בספיקה של 35 מ"ק/שניה התואמת עפ"י המסמך להסתברות של 7% (1:14 ~ שנה), זאת לאור ההיצרות המקומית במעביר כביש 1. בהסתברות 2%, (1:50 שנה) עיקר ההצפה צפויה להתרחש באזור מתחם 9, המיועד להתחדשות

עירונית. בהסתברות 1% (1:100 שנה) היקף ההצפות נרחב יותר וכולל גם אזורים במעלה חציית רח' יצחק שדה, ברח' משה שרת, ורח' דוד ז'ק.

מידול מערכת הניקוז הקיימת: מצב תקינות מערכת הניקוז הקיימת בשילוב עם זרימות בתעלת אזור נבדקה באמצעות מידול חד-ממדי בתוכנת PCSWMM המשמשת למידול מערכות ניקוז מורכבות. המידול בוצע לשני תרחישים ספיקות בהסתברות 2% והסתברות 20%. בהסתברות של 2%, נמצאו 9 קווי ניקוז במצב מלא ו-20 במצב "גבולי". בהסתברות של 20% נמצאו 4 קווי ניקוז במצב מלא ו-15 במצב "גבולי".

קיימים מספר מוקדים בעייתיים בהם קיימת סכנת הצפה:

- רח' כצנלסון
- אזור מפגש הרחובות וייצמן-ארלוזורוב-נורדאו
- רח' ז'בוטינסקי
- רח' אחד העם
- מפגש הרח' משה שרת ורח' האיכרים עם רחוב האקליפטוס
- מפגש הרחובות הרצוג וצדוק
- רח' יצחק שדה
- הרחובות הסמוכים לפארק בן גוריון
- מפגש הרח' משה שרת והרצל
- אזורים סמוכים לתעלת אזור במקטע שבין חציית יצחק שדה לכביש 1

חלק מהמוקדים נמצאים בתחום של התחדשות עירונית המהווה הזדמנות לשיפור המצב הקיים במסגרת תוכנית מפורטת למתחם.

עקרונות התכנון

תעלת אזור: כיום התעלה המבוטנת גבוה ועמוקה, מוקפת גדר ואינה זמינה לשימושים שונים של התושבים. התוכנית מציעה מספר חלופות לתעלת נחל אזור שבמסגרתן מרחב הנחל יתרום לציבור גם מבחינה נופית, קהילתית ואקולוגית במקביל להיותו עורק הולכת נגר בעת זרימות שיטפוניות. החלופות המוצגות הן עקרוניות ונדרש לבחון כל אחת בצורה מעמיקה בתהליך תכנון מפורט, תוך התאמה למקטעי הנחל השונים בתחומי המועצה.

מערכת הניקוז: בהתאם להנחיות תיקון 8 לפרק המים בתמ"א 1 הזרמה למערכת העירונית תיעשה עבור ספיקה שעתית מווסתת המבוססת על עוצמת הגשם בהסתברות של 20% (1:5 שנים) ספיקות גבוהות מהסתברות זו נדרשות להיות מווסתות בתחומי התוכנית באמצעות ניהול נגר בתחום התוכנית.

בהתאם לכך התוכנית מציעה 2 חלופות תכנון מערכת הניקוז לבקשת המועצה:

1. שילוב של אמצעים לניהול נגר עם תכנון מערכת הניקוז להסתברות 20% (1:5 שנים).
2. תכנון של מערכת הניקוז להסתברות של 5% (1:20 שנה) ללא ניהול נגר.

ניהול נגר: העיקרון הבסיסי המנחה בניהול נגר הוא שימוש במי הנגר כמשאב שיש בו תועלת והצורך לטפל בו קרוב ככל הניתן למקום היווצרו (on site) על ידי עידוד חילול לתת-הקרקע. מערכת ניהול נגר תווסת את ספיקות התכן מהסתברות של 2% להסתברות של 20% בהתאם למדיניות של תמ"א 8/1, כאשר נפח הנגר הנדרש לניהול מחושב בעזרת מחשבון מנהל התכנון.

סל אמצעי ניהול נגר

האמצעים מחולקים על פי תפקידם העיקרי: הולכה, השהייה, איגום וחלחול. האפשרויות לבחירת אמצעי ניהול הנגר הן מגוונות ומשתנות בהתאם לשטח התכנית, ההקשר המרחבי והתנאים המקומיים. בחירת האמצעי תעשה לאור מאפייני השטח והסביבה, בסיסי הנתונים והמידע הקיימים ויעד ניהול הנגר של התוכנית. מומלץ שבחירת האמצעי תעשה בשיתוף מלא של ההידרולוג עם אדריכל הנוף וצוות התכנון.

סיווג סיכונים ותוכניות

במהלך תכנית העבודה זוהו ארבעה סיכונים עיקריים להצפות בתחומי המועצה:

1. הצפה כתוצאה מגלישת מים מתעלת אזור
2. הצפה כתוצאה מזרימת מים הפוכה מתעלת אזור דרך מערכת הניקוז העירונית בשל מפלס המים הגבוה בתעלה
3. הצפות כתוצאה מאירוע גשם מקומי וחוסר תפקוד של מערכת הניקוז בשל מוצאי ניקוז מטובעים
4. הצפות מקומיות משילוב של שקע טופוגרפי ו/או היעדר/אי תקינות של מערכת הניקוז

דחיפות/קדימות לטיפול במערכת הניקוז

רמת הדחיפות או מתן הקדימות לטיפול במערכת הניקוז הקיימת והמוצעת נקבעה ע"י שקלול של מס' קריטריונים ומשקל שניתן לכל קריטריון. הקריטריונים כללו – תקינות מערכת הניקוז בהסתברות 20%, חסם להתחדשות עירונית, סיכון להצפה (מבוסס על מפת סיכוני הצפה בהסתברות 2%), ציר תנועה ראשי/משני ואפשרות יישום ניהול נגר להפחתת הצפות בהסתברות 2%. לכל קו בכל מתחם נקבע ציון משוקלל לדחיפות הטיפול.

תקציב שנתי ותוכנית עבודה

עלות התחזוקה השנתית של מערכת הניקוז הקיימת מוערכת ב- 200,000 ש.

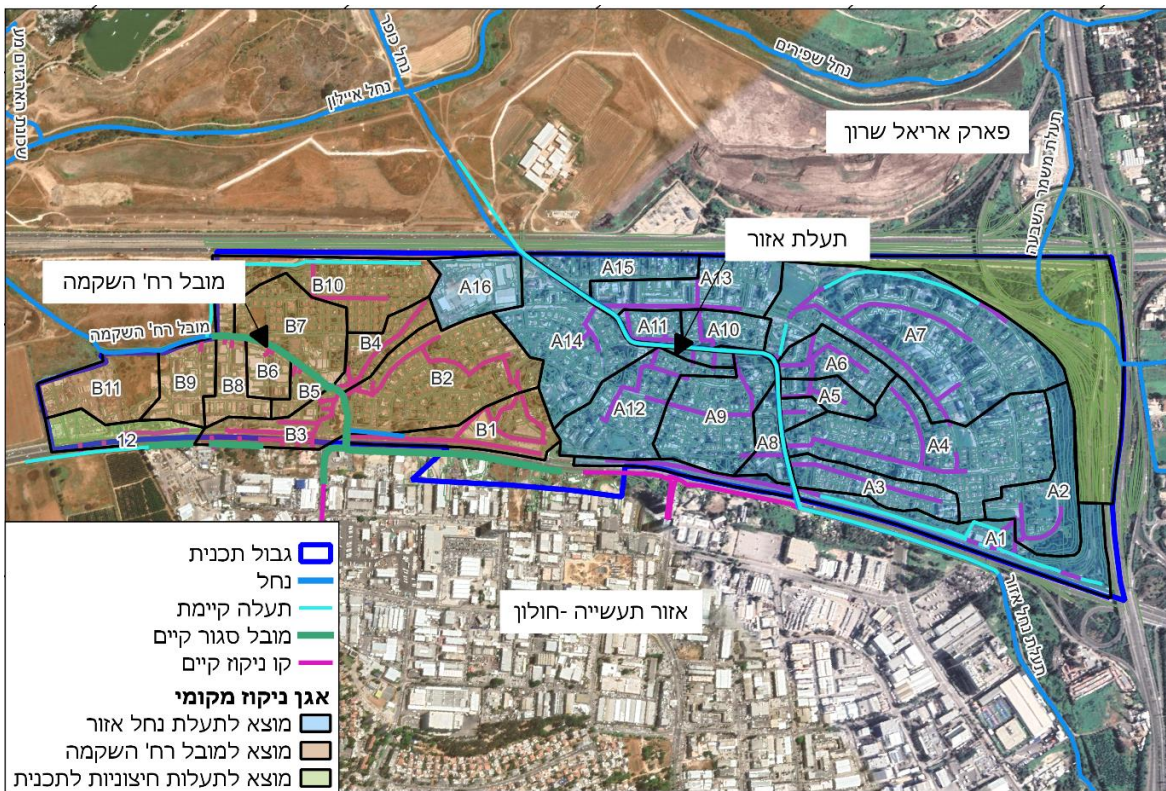
במסגרת העבודה הנוכחית הוכנה תוכנית עבודה רב שנתית, ל – 15 השנים הבאות, שחולקה בהתאם לעלות שנתית עד 2 מיליון ש' ובהתאם לסדר הדחיפות/קדימות לטיפול. בפרק תכנית העבודה מוצגת טבלה המסכמת את עבודות הניקוז המומלצות בכל שנה.

3. רקע

3.1. הקדמה

מטרת התוכנית הינה שיפור החוסן העירוני במועצה המקומית אזור בתחום הנגר העילי, באמצעות כלים לניהול נגר בשילוב מערכת הניקוז הקיימת ובהתאם לתוכניות פיתוח עתידיות. שילוב אמצעי ניהול הנגר במתחמי הבינוני העירוניים, והתווית מדיניות לניהול הנגר במועצה.

במסגרת הכנת תכנית האב הוגש פרק סקר מצב קיים (ינואר 2023). בסקר נבחנו המאפיינים הפיזיים, אקלימיים, הידרולוגיים וסטטוטוריים של מרחב המועצה. שטח המועצה חולק לשני אגני ניקוז ראשיים; נחל אזור (A) והמובל התת קרקעי ברחוב השקמה (B), ולאגני ניקוז מקומיים בהתאם למוצא הניקוז שלהם. לכל אגן חושבה ספיקת התכן בהסתברויות שונות ונקבעה תקופת החזרה לתכנון.



איור 1: חלוקת שטח המועצה לאגני ניקוז

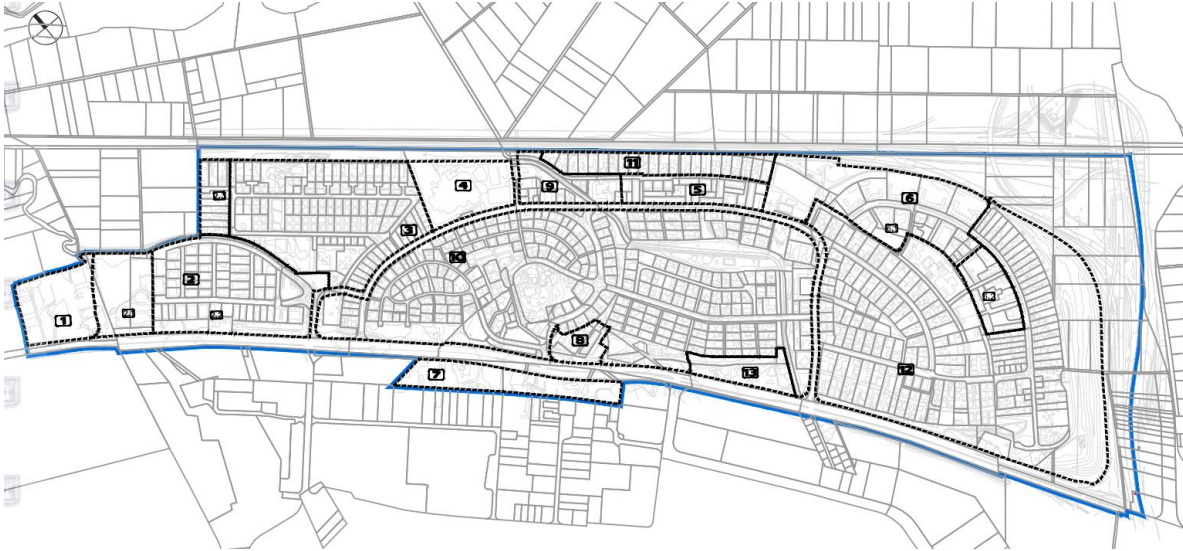
סקר מצב קיים כלל גם איסוף נתונים על מערכת הניקוז ובחינת כושר ההולכה של התעלה והניקוז התת קרקעי הקיים, והשלמת פערים קיימים במדידה קרקעית ככל הניתן.

בנושא ניהול הנגר הגדיר הסקר יעדים לניהול נגר בכל אגן ניקוז וסקר את הפתרונות הקיימים ואת הפוטנציאל ליישום במרחבי המועצה. בסקר ניתנו מקרי בוחן בארץ ובעולם של יישום אמצעים אלו.

חלק זה של התוכנית מוקדש לתכנון עקרוני של מערכת ניהול הנגר והניקוז במועצה כמערכת הוליסטית משולבת שעתידה לתת מענה לסוגיות הניקוז שהוצגו בסקר המצב הקיים.

3.2 חלוקה למתחמים - תוכנית מתאר כוללת

במטרה לספק למועצה כלים מעשיים לתכנון, חלק זה של תוכנית האב מתבסס על חלוקת שטח המועצה ל- 13 מתחמי בינוי, כפי שהוגדרו בתוכנית המתאר הכוללת לאזור - 555-0720433.

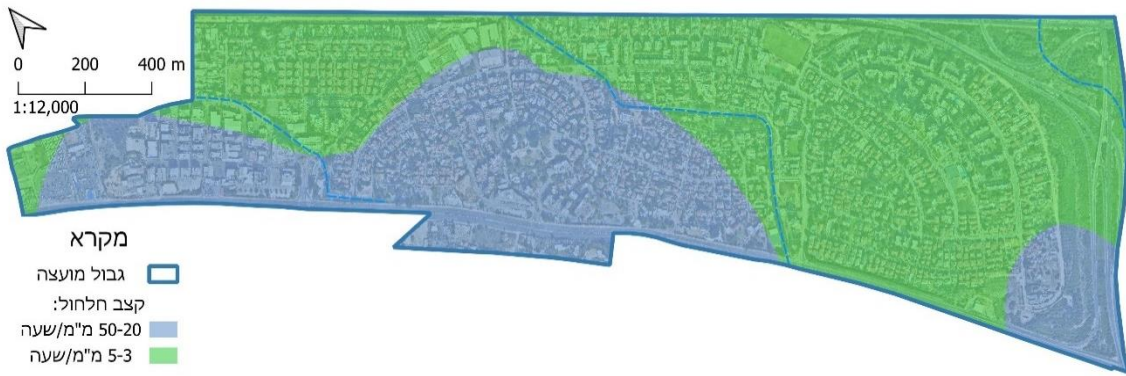


איור 2: חלוקת שטח המועצה למתחמי בינוי (מתוך: תוכנית מתאר כוללת 2019)

3.3 התאמת הקרקע לחלחול

שטח המועצה מחולק לשני סוגי חבורות קרקע: חלקה הצפוני והדרום מזרחי בנויה על קרקעות גרומוסוליות, שאופייניות לאזור נחלים מפני שהן מורכבות מאדמת סחף. קרקעות אלו הן בעלות כמות גדולה מאוד של דקים (חרסיות) ובכך חדירותם למים נמוכה מאוד. חלקה הדרום מערבי בנוי על קרקעות חמרה, תהליך היווצרותן הוא התפרקות של אזורים כורכריים. חמרה הינה קרקע מאווררת ומנקזת בעלת חדירות גבוהה למים. בהתאם, זהו אזור אידיאלי למיקום פתרונות החדרה וחלחול אל תת הקרקע.

כושר חידור הקרקעות בתחום התכנית מוערך ל- 20-50 מ"מ/שעה עבור חמרה ו- 3-5 מ"מ/שעה עבור גרומוסול בהתאם לערכים המצוינים בספרות. בפועל, יתכן כי מקדם המוליכות שונה מזה שמוצג בספרות וזאת בעקבות ערבוב הקרקע המקומית עם קרקע מובאת לצרכי גינון או בינוי לדוגמא. נדרש לבצע סקר קרקע בשטח על מנת לקבוע את כושר החידור ומאפייניה המדויקים של הקרקע בשלבי תכנון מפורט.

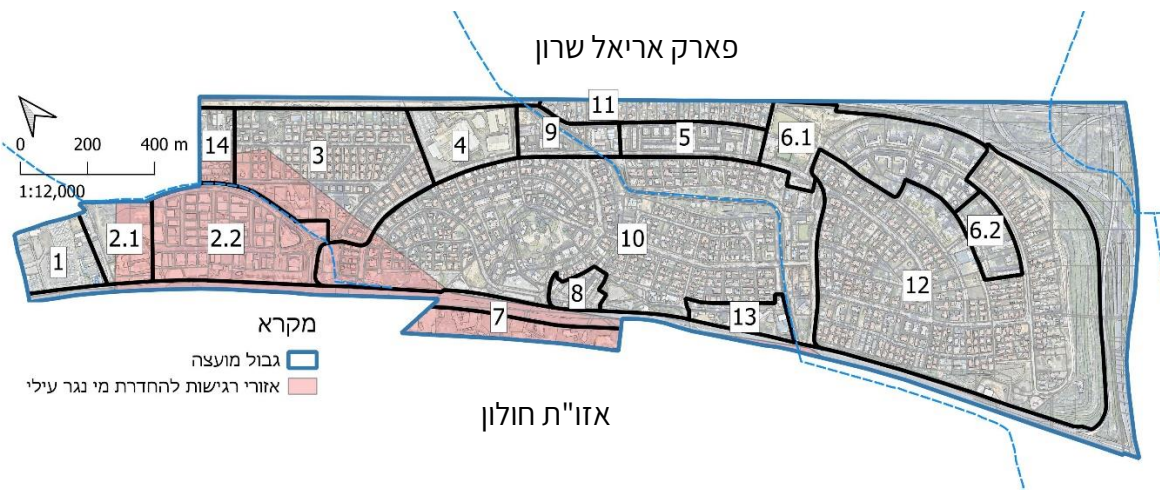


איור 3: קצב חלחול הקרקע בשטח המועצה

3.4. אזורים רגישים להחדרה

תחום המועצה מוגדר ע"י תמ"א 1 כאזור בעל רגישות א' (גבוהה) לזיהום מי תהום. באזור מישור החוף בכלל ובאזור העבודה בפרט יש משמעות גבוהה לאפשר למי הגשם והנגר לחלחל לתת הקרקע. המוליכות ההידראולית הגבוהה של מרכיבי חתך הקרקע מאפשרים חלחול מהיר של מים אל עומק הקרקע, שם הם פוגשים את מי התהום במפלסים גבוהים יחסית. פתרונות ניהול נגר המבוססים על חלחול והחדרה אקטיבית ישימים בהינתן בדיקת חתך קרקע מפורט.

בתוך שטח אזור לא קיימים קידוחים כלל ולא קידוחי ניטור, כך שלא קיים מידע על איכות הקרקע או מי התהום. אזור התעשייה וסביבתו, מוסכים ותחנות הדלק הם שטחים החשודים בזיהום קרקע. בתכנית מפורטת יש לבצע בדיקות קרקע ייעודיות לאיתור זיהום ולאשר את התכנית מול רשות המים.



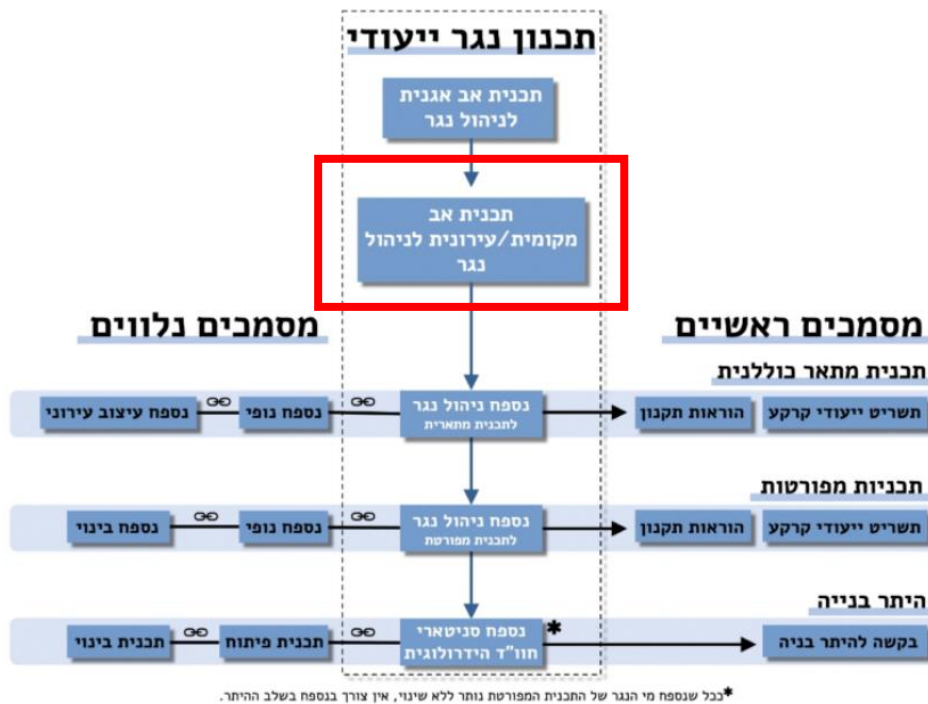
איור 4: מפת סימון אזורים רגישים להחדרה

3.5. הזדמנויות לשילוב אמצעי ניהול נגר במסלולי תכנון שונים

תוכנית האב המקומית נמצאת בהיררכיה בין תוכנית האב האגנית הבוחנת ברמה הרחבה את רשות הניקוז (תכנית אב רשות ניקוז) לבין תוכניות הבינוי ברמות השונות המושפעות ומסתמכות בין היתר על הנחיות תוכנית האב המקומית. תוכנית האב מתווה את התפישה והמדיניות הכוללת לניהול הנגר והניקוז ברשות המקומית והיא נגזרת, ואף משלימה את התכנון האגני.

לרשות המועצה הזדמנויות במסלולי תכנון שונים בהן היא יכולה להיות מעורבת בתכנון, בדרישה ובאישור של שילוב אמצעי ניהול נגר בתחומה במטרה לשפר את המצב הקיים ומניעת הצפות בעתיד עם התפתחותה של המועצה. בכל ההזדמנויות התכנוניות השונות המדיניות המוצעת היא לשלב את היבטי ניהול הנגר בשלבי תכנון מוקדמים ככל הניתן. שילוב בין הבסיס התכנוני והטמעת האמצעים לניהול נגר יוצרים יחד חשיבה תכנונית שלמה בנושא ניהול נגר.

בסעיפים להלן יפורט מספר הזדמנויות לשילוב אמצעי ניהול נגר.



איור 5: מיקום תוכנית האב לניהול נגר ביחס לתוכניות אחרות

מתוך אתר אגמא בשיתוף מנהל התכנון ומשרד החקלאות runoff.agma.org.il

3.5.1 תב"ע- התחדשות עירונית

תוכנית המתאר הכוללת של אזור כוללת מספר מתחמים בהם מתוכננת התחדשות עירונית. באופן עקרוני מדיניות ניהול נגר המוצעת צריכה להיעשות מתוך ניתוח מושכל של הטופוגרפיה והשטח הקיים כך שניהול הנגר יתבסס קודם כל על אמצעי ניהול "רכים"/מבוססי טבע הזולים והקלים יותר למימוש ותחזוקה, ובעת הצורך לשלב גם אמצעים הנדסיים יותר כמו שימוש באיגומים תת קרקעיים, קידוחי החדרה וכדו'.

בהתחדשות עירונית התכנון מורכב יותר מאשר בתכנונו של שטח פתוח חדש מאחר וצריך להתחשב ולהשתלב עם המרחב הבנוי הקיים מסביב ולכן בהתאם מרחב האפשרויות מצומצם יותר. עם זאת תוכנית להתחדשות עירונית מהווה הזדמנות טובה וייחודית לשיפור משמעותי של המצב הקיים באמצעות תכנון נכון ושילוב אמצעים לניהול נגר חדשים, כמו שילוב שטחים פתוחים פרטיים וציבוריים מונמכים, יישום של גגות כחולים/ירוקים, חתכי רחוב עם הפניית הנגר לאי תנועה מנקז/אדניות/ רצועת גינון, תכנון פתחי ניקוז מהרחוב אל שטחי גינון, שימוש בחומות וטרסות לעצירת הנגר וכדו'. היתרון בהתחדשות עירונית הוא האפשרות לבחון את המצב הקיים ולזהות את המקומות בהם קיימת בעיית הצפה/ניקוז ולתכנן בהתאם על מנת לתת מענה.

בסיוורים שנערכו ברחבי אזור בלט כי באופן גורף רוב המרחבים הפוטנציאליים באופן טבעי לקליטת נגר וחלחול כמו שטחי הגינון, הגינות הציבוריות, איי הפרדה וכיכרות התנועה מוגבהים מסביבתם, כך שבמקום לקלוט נגר הם מייצרים ותורמים נגר נוסף המעמיס על מערכת הניקוז העירונית. התחדשות עירונית מהווה הזדמנות לשינוי בגישה ובחשיבה התכנונית כך שהשטחים המחלחלים יתוכננו נמוך מסביבתם וישמשו לקליטת נגר מהשטח הבנוי והאטום.

איור 6 מציג שתי דוגמאות של מקומות באזור בעלי פוטנציאל לזיוסות נגר בתכנון חדש:

- דוגמא ראשונה היא של מעגל תנועה בין רחובות האקליפטוס והאיכרים המוגבה מסביבתו במצב הקיים, אך בתכנון מחדש יכול לקלוט ולזווסת נגר לפני קליטתו במערכת הניקוז העירונית, המתנקזת באזור זה למובל הראשי ברח' השקמה.
- דוגמה נוספת הוא רח' הפרדס באזור התעשייה במערב אזור, אשר ממוקם במתחם המיועד להתחדשות עירונית בו מתוכנן תמהיל תעסוקה, מסחר ומגורים. חידושו של אזור התעשייה והפיכתו לאזור מסחר ומגורים מהווה הזדמנות לתכנן את הרחוב מתוך ראייה מנצלת נגר ולשלב אמצעים שונים דוגמת רצועות גינון מונמכות, הפניה של מרזבים לאזורי גינון, שילוב גגות ירוקים/כחולים ועוד'.

מעגל תנועה-רח' האקליפטוס



רח' הפרדס באזור התעשייה



איור 6: דוגמאות מתוך אזור- פוטנציאל של תוכניות התחדשות עירונית לשילוב אמצעים לניהול נגר ושיפור המצב הקיים (ההדמיות נוצרו ב-AI)

דגשים להוראות התוכנית

☀️ על מנת שיהיה ניתן לדרוש את יישומם של אמצעי ניהול נגר בתוכנית בשלבים הבאים של אישור תוכנית פיתוח/היתרי בניה יש לדרוש את הטמעת המלצות ודרישות נספח הניקוז וניהול נגר בהוראות התוכנית. מקובל לציין בהוראות התוכנית את נפח הנגר הנדרש לנהל ולווסת בתחום התוכנית בהתאם לדרישת תמ"א 1 תיקון 8 לפרק המים.

3.5.2. היתרי בנייה- מיזמים פרטיים למגורים ותעסוקה

היתר הבניה, הנגזר ממסמכי התוכנית המפורטת, נדרש לניהול יעד וויסות הנגר באמצעות יישומם בפועל של האמצעים לניהול נגר. מאחר והיתר הבניה כפוף לאישור מהנדס הוועדה המקומית, הוא משמש כלי חשוב של המועצה לאכוף ולוודא שאכן ההנחיות לניהול נגר שניתנו במסגרת התוכנית המפורטת מיושמות וכי התוכנית עומדת ביעדי ניהול הנגר הנדרשים.

נציין, כי בשונה מהשטחים הציבוריים, יכולת האכיפה והמעקב של המועצה על התחזוקה ותפקוד האמצעים לניהול נגר במגרש הפרטי קשה יותר. אמצעי ניהול נגר שמרכזים מספר מבנים או מתחם שלם משפרים את האפשרות לתחזק באופן שוטף ולעקוב אחר תפקודו של אמצעי ניהול הנגר.

3.5.3. תכנון פארקים וגינות ציבוריות של המועצה

באופן טבעי השטחים הפתוחים והגינות הציבוריות מהווים מקום אידיאלי לקליטה, איגום ו-וויסות של נגר מאזורי הבינוי והכבישים הסמוכים. אמצעים אלו לרוב זולים יותר ליישום ופשוטים יותר לתחזוקה שוטפת של המועצה, ביחס לאכיפה והתחזוקה הנדרשת עבור אמצעים בשטח הפרטי.

האמצעים המיושמים בשטחים אלו כוללים לרוב גינות גשם, עיצוב טופוגרפי, תעלה מחלחלת, טרסות מקומיות, משטחים מחלחלים ואף קידוחי החדרה ובורות חלחול.

איור 7 מציג דוגמאות לגינות ציבוריות באזור, אשר כיום אינן קולטות נגר מהסביבה ואף מייצרות נגר בשל נוכחות משטחים אטומים, אך יכולות בתכנון חדש ו/שדרוג ובאופן יחסית פשוט וזול לאפשר ניהול מיטבי של הנגר.

גינה ציבורית בכניסה לאזור מרח' קפלן



גינה ציבורית גבוהה בין הרחובות הרצוג וירושלים



איור 7: דוגמא מתוך אזור לגינות ציבוריות שבתכנון משלב ניהול נגר יכולות לאפשר קליטה, איגום וחלחול של נגר עירוני

3.5.4. תכנון/שדרוג רחובות קיימים

לעיתים עבודות לשדרוג של רחוב או כביש קיים מהווים הזדמנות לשילוב חדש של אמצעים לניהול נגר. תכנון זה חשוב במיוחד ברחובות בהם ידוע על בעיות הצפה וניקוז, בשקעים מקומיים וכן ברחובות בהם יש מגבלות על גודל מערכת הניקוז אותה ניתן ליישם.

שדרוג הרחוב יכול לאפשר שינוי של חתך הרחוב ושילוב של אי תנועה מנקז, כיכר מחלחלת, הפנית נגר לרצועות גינון ו/או אדניות מחלחלות וכדו'.

אדנית לצד הכביש באזור



אדנית מנקזת נגר מהכביש, בעיר ליון, צרפת



איור 8: דוגמא מתוך אזור לגינות ציבוריות שבתכנון משלב ניהול נגר יכולות להיות מקום קולט ומווסת נגר עירוני

4. מידול הידראולי

4.1. תעלת אזור – פשטי הצפה

4.1.1. רקע

חברת "נהרא ופשטיה" ערכה עבור רשות ניקוז ירקון עבודה לקביעת פשטי ההצפה בתעלת אזור באמצעות מידול הידראולי של תעלת אזור לכל אורכה, החל ממעלה כביש 4 באזור ראשון לציון ועד למוצאה בפארק אריאל שרון, לאחר חציית מ.מ. אזור.

במסגרת העבודה התבצע מידול חד-ממדי ודו-ממדי לקבלת פשטי ההצפה וקביעת מפלסי הצפה בתעלה בהסתברויות שונות. המודל נעשה בתוכנת HEC-RAS המשמשת לחישוב זרימה בנחלים, בתעלות ובמתקנים הידראוליים.

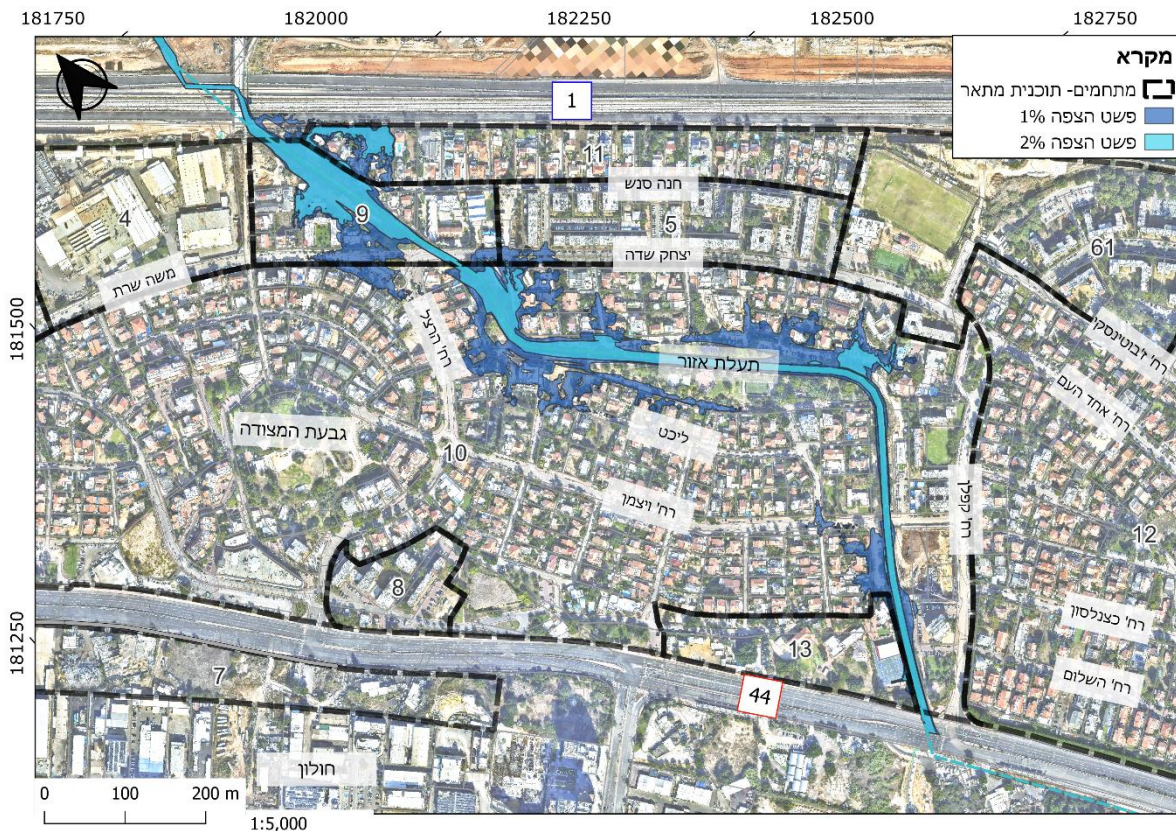
בנוסף לספיקות תכן בהסתברויות שונות המודל בחן תרחיש של תוספת איגום במעלה של 350 אלמ"ק בנחלת עילית לפי תוכניות חג"מ.

← המסמך המלא מצורף בפרק נספחים - נספח מס' 1.

4.1.2. תוצאות המידול

עפ"י תוצאות המידול התקבל כי ההיצרות המקומית במעביר כביש 1, שם חתך התעלה קטן באופן משמעותי – מרוחב של 9 מ' לרוחב של 6 מ' במובל הסגור, גורמת להיערמות משמעותית לאחור. לפיכך מתקבל כי תעלת אזור זורמת בגדות מלאות בספיקה של 35 מ"ק/שניה התואמת עפ"י המסמך להסתברות של 7% (1:14 ~ שנה).

איור 9 להלן מציג את מפת פשט ההצפה בהסתברויות 1% ו-2%. ניתן לראות במפה כי בהסתברות 2%, (1:50 שנה) עיקר ההצפה צפויה להתרחש באזור מתחם 9, המיועד עפ"י תוכנית המתאר להתחדשות עירונית. בהסתברות 1% (1:100 שנה) היקף ההצפות נרחב יותר וכולל גם אזורים במעלה חציית רח' יצחק שדה, ברח' משה שרת, ורח' דוד ז'ז'ק.



איור 9: תעלת אזור- פשט הצפה בהסתברות 1% ו-2% (נהרא ופשטיה, 2023)

4.1.3 מסקנות לתוכנית האב

- מפלסי המים הגבוהים בתעלת אזור, אליה מתנקזת כל מערכת הניקוז הקיימת במזרח אזור, מחזקים את החשיבות של ניהול נגר, על מנת להוריד את העומס על מערכת הניקוז ומוצאי הניקוז המטובעים בתעלת אזור במהלך ספיקות השיא.
- נדרש לתת הנחיות למפלסי פיתוח ותכנון של מרתפים וחניונים תת קרקעיים בסמיכות לתעלה ובתחום פשטי ההצפה של תעלת אזור. המלצתנו כי מפלסי מגרשים וכניסה לחניונים יהיו לפחות 0.5 מ' מעל מפלס פשט ההצפה.
- **דגש מיוחד על מתחם 9**, המיועד להתחדשות עירונית, וממוקם בתוך פשט ההצפה של תעלת אזור בהסתברות 1%-2%. מתחם נוסף, הממוקם בין רח' קפלן לתעלה, צפוי לעבור התחדשות ונדרש להתייחס למפלסי המים בתעלה בהסתברות של 1%.
- מתחמים ואזורים נוספים המתנקזים אל התעלה נדרשים להתייחס אל מפלס המים בתעלה. במידה ומוצאי הניקוז מטובעים נדרש לתכנן את מפלסי הפיתוח, כניסות למבנים ומרתפים בהתאם כדי למנוע הצפה עצמית במידה ומוצא הניקוז מטובע.
- יש להקים מערכת לניטור מפלסי המים בתעלה ותוכנית סדורה בהתאם למפלסים לתגובת אגפי המועצה הרלוונטיים, התרעה לגורמי ביטחון ושליחת התרעה לתושבים לפני גלישת התעלה.

4.1.4. פתרונות מוצעים

1. הרחבה/שדרוג של מעביר המים בכביש 1 על מנת למנוע הערמות לאחור בתחומי אזור. פתרון זה קשה מאוד ליישום, והסבירות כי ניתן יהיה לקדמו נמוכה מאוד- במיוחד לאור העובדה כי בשנתיים האחרונות האריכו את המובל באופן משמעותי לכוון פארק אריאל שרון כחלק מתוכנית המסילה הרביעית-מקטע כביש 1. בהתאם לכך קיימת עדיפות לקידום פתרונות אחרים.
2. קידום וייזום תוכניות לאיגום במעלה האגן. בראייה אגנית נכון לווסת את הנגר במעלה האגן לפני הגעתו אל תוך שטחה של אזור, שם הוויסות מורכב יותר וקיימת סכנה להצפה של אזורים בנויים. **מומלץ** בשיתוף עם רשות הניקוז, והרשויות הרלוונטיות במעלה האגן לקדם וליזום **תוכניות לוויסות נגר** במעלה אזור.
3. תכנון באפר מונמך בסמיכות לתעלה לקליטה וויסות גלישות מהתעלה. בשילוב עם תוכניות לוויסות במעלה האגן, מחוץ לשטח המועצה, ניתן לתכנן אזורים מונמכים צמודים לתעלה (במיוחד באזורי שצ"פ) אשר ישמשו לקליטה וויסות גלישות מים מהתעלה בהסתברויות הנדירות, כדי למנוע הצפה של רחובות ואזורים מבונים.
4. **הנחיות לבנייה במתחמים הסמוכים**
יש לתת הנחיות לבנייה בתחום פשט ההצפה למניעת הצפות של מבנים וכניסת מים למרתפים וחניונים תת קרקעיים.

4.2. מערכת ניקוז קיימת

4.2.1. רקע

מצב תקינות מערכת הניקוז הקיימת בשילוב עם זרימות בתעלת אזור נבדקה באמצעות מידול חד-ממדי בתוכנת PCSWMM המשמשת למידול מערכות ניקוז מורכבות.

תכנת PCSWMM מבוססת על מנוע SWMM (Storm Water Management Model) של ה EPA האמריקאי. זהו מודל הידרולוגי ממוחשב בו מאופיינים תתי האגנים תורמי הנגר כדי לקבל ספיקות ונפחי נגר בנקודת הריכוז שלהם. נתונים פיזיקליים כמו סוג הקרקע, התכסית, שיפוע, חספוס ושטח האגן, כמו גם זמן ריכוז מכתיבים את צורת גל הגאות במוצאו ובכניסה למערכת הניקוז העירונית. כך מאפשר המודל בחישובים הידראוליים לבחון את הזרימה בצינורות בהתאם לקוטר, שיפוע וחספוס הצנרת ולהפיק נתונים כמו ספיקות שיא, מהירויות זרימה, דרגת מילוי וכן לסווג את השוחות כמלאות או מוצפות.

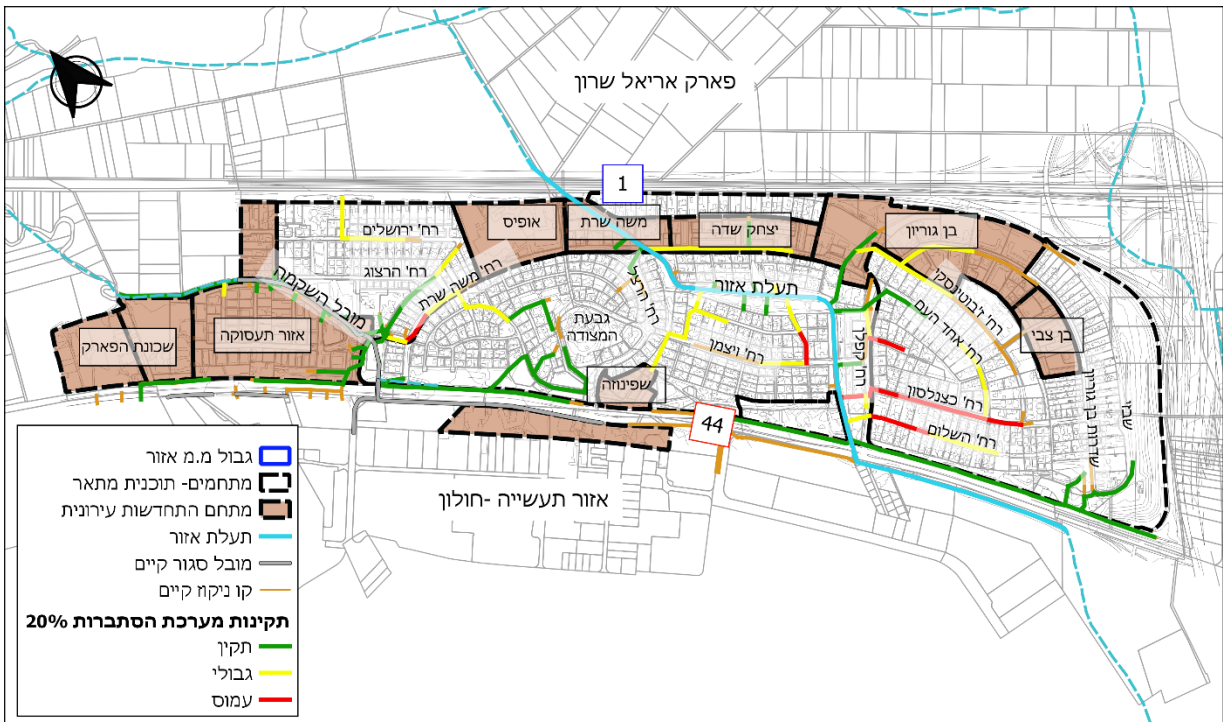
המידול החד-מימדי מתבסס על החלוקה לאגנים מקומיים וספיקות התכן שחושבו עבור כל אגן בפרק א' של התוכנית: סקר מצב קיים.

← פירוט הנחות העבודה, תנאי גבול ונתוני תכן שהוכנסו למודל ראה נספח מס' 2.

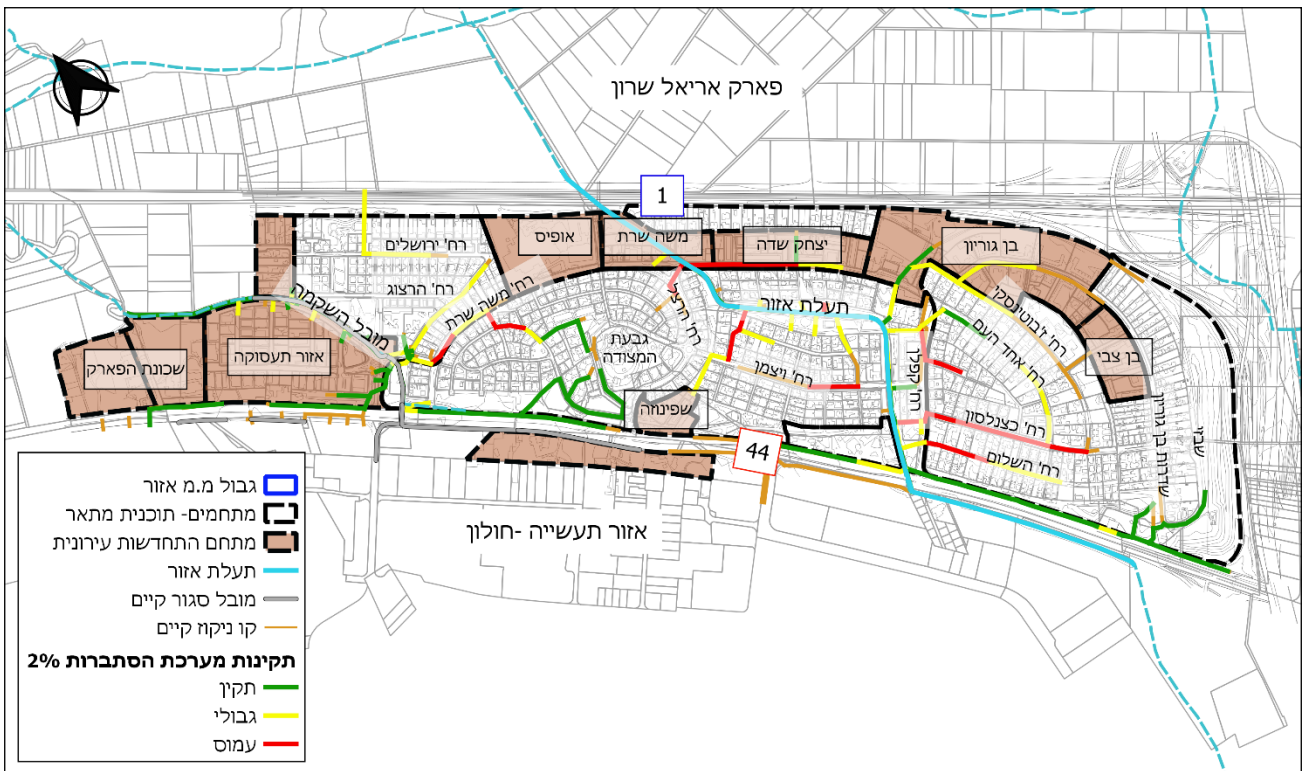
4.2.2. תוצאות

במסגרת ההרצות נבחנו שני תרחישים: ספיקות בהסתברות 2% והסתברות 20%. זאת בהתאם להנחיות מנהל התכנון הדורשת מתכנית חדשה לזוּסֵת את ספיקות התכן בהסתברות 2% ולשחרר למערכת הניקוז ספיקות בהסתברות 20% (פירוט בפרק 3 עקרונות התכנון). בהתאם לכך, על מנת להבין את המשמעות של ניהול נגר על מערכת הניקוז הקיימת נבדקה תקינות מערכת הניקוז בספיקות שיא בהסתברות 2% ובהסתברות 20% כפי שמוצג להלן באיור 10 ובאיור 11 בהתאמה.

טבלה 1 מציגה את רשימת הרחובות בהם נמצאו קווי ניקוז במצב גבולי ומלא בהסתברויות הנ"ל. ניתן לראות באיורים וכן בטבלה כי בתקופת חזרה של 1:50 שנה (2%) 9 קווי ניקוז נמצאו במצב מלא ו-20 במצב "גבולי" לעומת 4 ו-15 בהתאמה בתקופת חזרה של 1:5 שנים (20%).



איור 10: מצב מערכת ניקוז קיימת - הסתברות 20%



איור 11: מצב מערכת ניקוז קיימת - הסתברות 2%

טבלה 1: קווי ניקוז עמוסים וגבוליים בהסתברויות 2% ו-20%

קו ניקוז "מלא"		קו ניקוז במצב "גבולי"		מס.
הסתברות 2% (1:50 שנה)	הסתברות 20% (1:5 שנים)	הסתברות 2% (1:50 שנה)	הסתברות 20% (1:5 שנים)	
כצנלסון	כצנלסון	ז'בוטינסקי	ז'בוטינסקי	1
מורד השלום חיבור לקפלן	מורד השלום חיבור לקפלן	שדרות בן גוריון (חיבור לז'בוטינסקי)	בן גוריון (חיבור לז'בוטינסקי)	2
ארלוזורוב (בין ליכט לויצמן)	ארלוזורוב (בין ליכט לויצמן)	מעלה רח' השלום	מעלה רח' השלום	3
מורד משה שרת חיבור לרח' האקליפטוס	מורד משה שרת חיבור לרח' האקליפטוס	חיבור רח' השלום לתעלת אזור	חיבור רח' השלום לתעלת אזור	4
הרצל חיבור יצחק שדה ומוצא לתעלה		אחד העם	אחד העם	5
ויצמן		מוצאי ניקוז פארק ליכט	ויצמן	6
ליכט חיבור סוקולוב ומוצא לתעלה		ארלוזורוב מורד ליכט	ארלוזורוב מורד ליכט	7
מורד יצחק שדה חיבור לתעלת אזור		ליכט	ליכט	8
העלייה השנייה		מעלה יצחק שדה	יצחק שדה	9
		ירושלים	ירושלים	10
		ירושלים מעלה רח' האיכרים	ירושלים מעלה רח' האיכרים	11
		מעלה משה שרת	מעלה משה שרת	12
		האקליפטוס בין משה שרת לרח' האיכרים	האקליפטוס בין משה שרת לרח' האיכרים	13
		האקליפטוס בין האיכרים לרח' השקמה	העלייה השנייה	14
		מורד רח' החצב	מורד רח' החצב	15
		תעלה מאחורי בניין המועצה		16
		מוצא אחד העם לתעלה		17
		האיכרים		18
		מורד רח' הפרדס		19
		מורד רח' הצבר		20

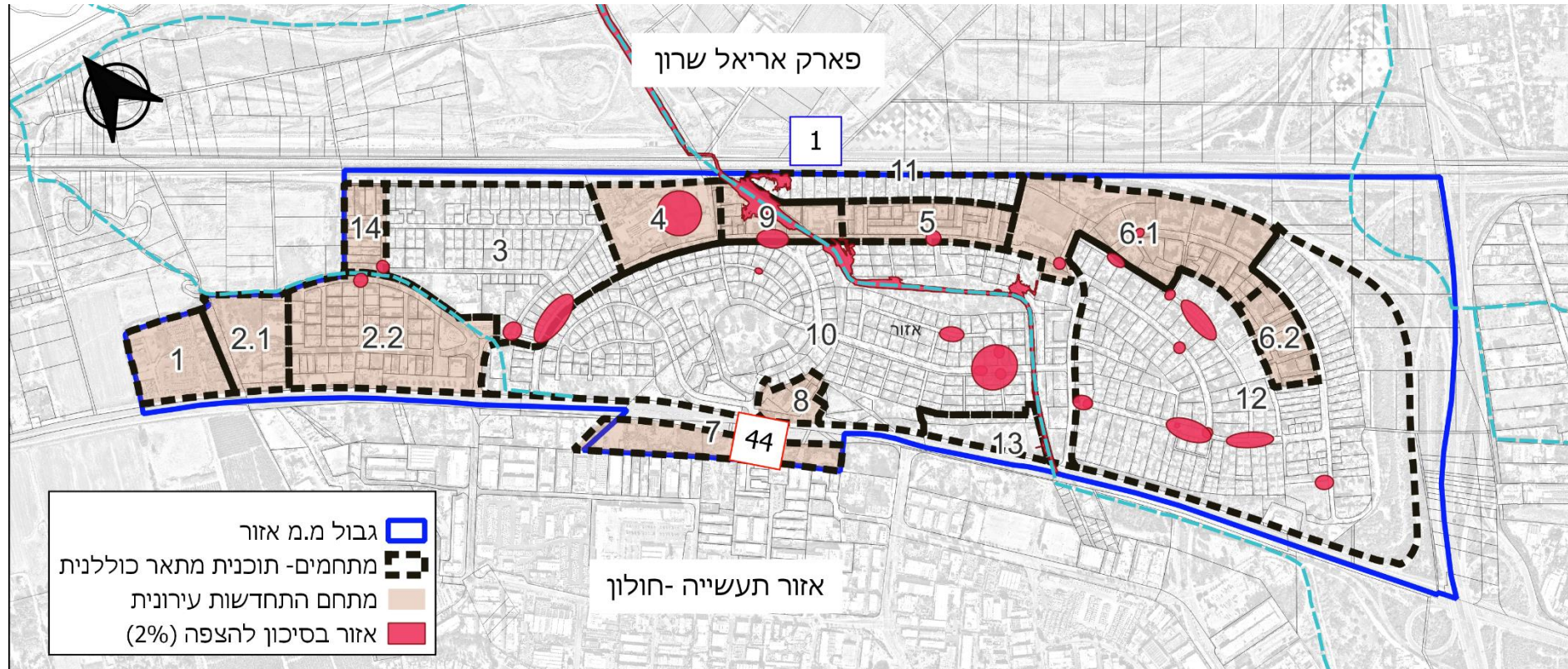
4.3. מפת סיכוני הצפה

סימון אזורים בסיכון להצפה נעשה על בסיס שקלול הפרמטרים הבאים:

1. מידול הידראולי דו-ממדי באמצעות תוכנת PCSWMM:
המודל מקבל כקלט נתונים מטאורולוגיים סטטיסטיים מתחנות גשם סמוכות המעובדים לכדי סופות תכן "היורדות" על השטח הנבדק. המודל מחקה את התגובה ההידרולוגית של האגנים לגשם היורד עליהם, כולל החלק שמחלחל וצורת גל הגאות בכניסה למערכת הניקוז ובהמשך עד למוצאי הנגר. במודל של אזור הוכנסו עוצמות גשם מדודות וסופות תכן בהסתברויות השונות מתחנת המדידה בבית דגן הסמוכה לאזור, שנבחרה לייצג את עוצמות הגשם באזור בסקר מצב קיים.
 2. "צמתים" במערכת הניקוז הקיימת שנמצאו מציפים בהסתברות 2% במידול החד-ממדי.
 3. זיהוי שקעים ואזורים מונמכים הבעייתיים לניקוז בכבישים.
 4. פשטי הצפה של תעלת אזור בהסתברויות 1-2%.
- איור 12 להלן מציג את סימון האזורים הנמצאים בסיכון להצפה. מאחר והמדידה הכוללת של אזור הינה פוטוגרמטרית ואינה מפורטת סומנו האזורים באופן כללי, כאשר דיוק גבולות ההצפה תיעשה באמצעות מדידה ובדיקה פרטנית. ניתן לראות כי במספר מוקדים קיימת סכנת הצפה:

- רח' כזנלסון
- אזור מפגש הרחובות וייצמן-ארלוזורוב-נורדאו
- רח' ז'בוטינסקי
- רח' אחד העם
- מפגש הרחובות משה שרת והאיכרים עם רחוב האקליפטוס
- מפגש הרחובות הרצוג וצדוק
- רח' יצחק שדה
- הרחובות הסמוכים לפארק בן גוריון
- מפגש הרחובות משה שרת והרצל
- אזורים סמוכים לתעלת אזור במקטע שבין חציית יצחק שדה לכביש 1

חלק מהמוקדים נמצאים בתחום של התחדשות עירונית המהווה הזדמנות לשיפור המצב הקיים במסגרת תוכנית מפורטת למתחם. 



איור 12: מפת סיכוני הצפות (הסתברות 2%)

5. עקרונות התכנון

5.1 תעלת אזור

5.1.1 רקע

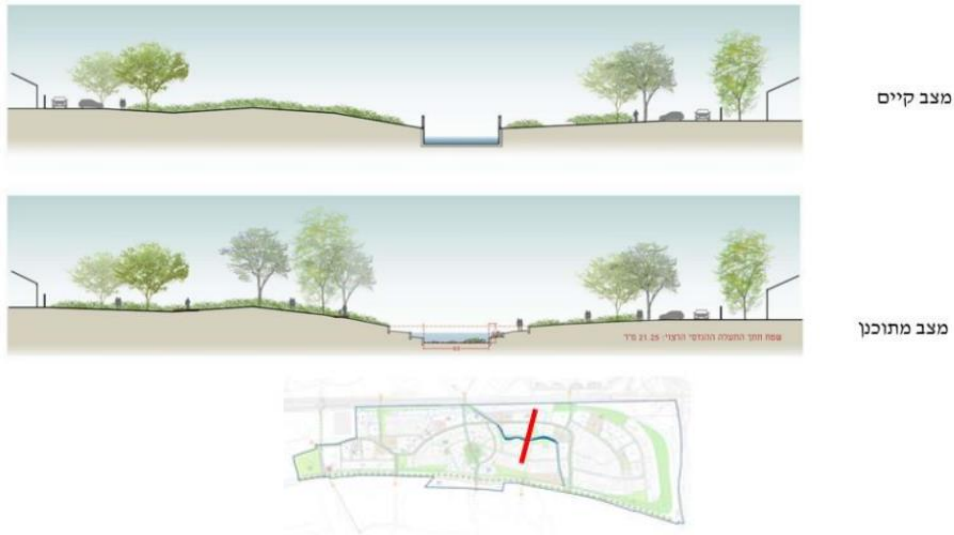
מה שבעבר היה וואדי טבעי, אותו זוכרים תושבי אזור הוותיקים, צומצם והפך עם השנים והתפתחותה של המועצה לתעלת בטון מסיבית החוצה את היישוב בממדים גדולים ברוחב של 8-9 מ' ובגובה 2.5 מ'. התעלה מהווה מפגע מבחינה נופית, קהילתית ואקולוגית. בשל עומקה הרב וסכנת הבטיחות התעלה כולה מוקפת גדר והכניסה אליה סגורה לציבור במשך כל השנה, גם בקיץ כשלא צפויות זרימות בתעלה. הפוטנציאל וההזדמנויות החברתיות שטומן בחובו נחל עירוני המאפשר ממשק עיר-נחל אינו בא לידי מימוש.

בעבר קמו מספר יוזמות ותהליכי חשיבה לשיקומו של הוואדי והחזרתו למראה "טבעי" יותר לשימוש הציבור בתמיכה של המועצה המקומית ותושבי אזור. כחלק מיזומה לתכנון מרחבי אסטרטגי לישראל לקראת 2048 ("ישראל 100") בנושא "בנייה של שילובים נופיים בני קיימא", פותח בשיתוף הפקולטה לארכיטקטורה ובינוי ערים של הטכניון חזון לתעלת נחל אזור הכוללת שיקום ושדרוג הנחל (איור 13).

גם תוכנית המתאר הכוללת מציעה את פתיחת הנחל באזורים מסוימים לצורך יצירת פארק ומסלולי הליכה בסביבת הנחל אשר יתפקדו כפשט הצפה של הנחל בהסתברויות הנדירות (איור 14).



איור 13: פרויקט שיקום ושדרוג "נחל" אזור (מתוך פרויקט ישראל 100)



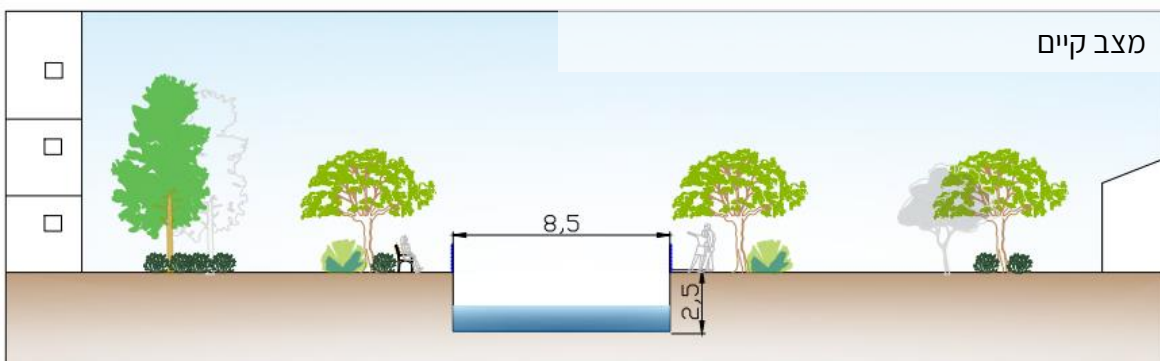
איור 14: פתיחת הנחל באזור פארק ליכט- מתוך תוכנית המתאר הכוללת של אזור (י. לבל מהנדסים)

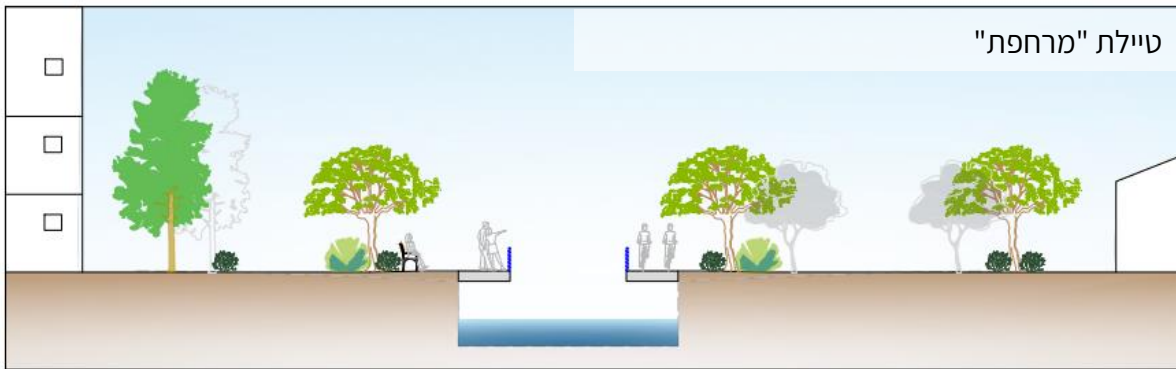
5.1.2. חלופות תכנוניות עקרוניות

להלן מוצעות מספר חלופות תכנוניות לתעלת אזור. החלופות הינן עקרוניות ונדרש לבחון כל אחת בצורה מעמיקה בתהליך תכנון מפורט, תוך התאמה למקטעי הנחל השונים בתחומי המועצה.

מצב קיים: תעלת בטון

תעלת הבטון מאפשרת להעביר ספיקות גבוהות בנחל אזור בשל מקדם החספוס הנמוך של הבטון. זהו עניין מהותי לאור כושר ההולכה של התעלה, כאמור בתקופת חזרה גבוהה מ 1:14 שנה (7%) התעלה צפויה לזרום בגדות מלאות ובהסתברויות נדירות עלולה להציף אזורים שונים הסמוכים לתעלה. בנוסף לכך, לאור אזורי בינוי צמודים לתעלה לא ניתן לייצר חתך שונה מהמצב הקיים. גם במקרים כאלה, ניתן לתכנן שימושים נוספים בתעלה כמו טיילת מרחפה (איור 15) או שילוב של טיילת בתוך התעלה עצמה, המאפשרים לנצל את שטח התעלה לרווחת הציבור.





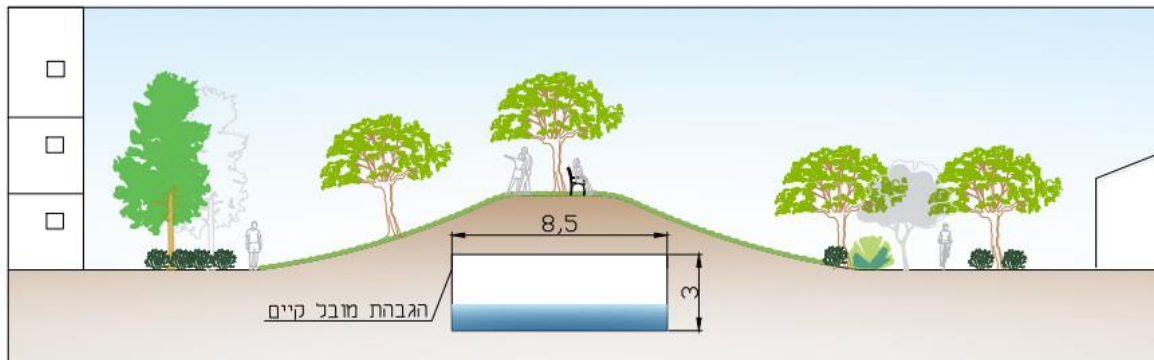
איור 15: תעלת אזור כתעלת בטון - חלופות תכנוניות עקרוניות

מובל סגור - קירוי התעלה

חלופה זו מציעה לתכנן שצ"פ רציף ומשמעותי על גבי התעלה ללא קיטוע ולנצל את השטח הנרחב של תעלת הבטון הקיימת לטובת הציבור לאורך השנה.

תפיסה זו היא בניגוד להנחיות תמ"א 1 בנושא נחלים עירוניים ולתפיסה המתפתחת בארץ ובעולם שמטרתה שמירה על נחלים עירוניים פתוחים. לרוב, סגירה של נחלים במובלים סגורים מחמירה את הבעיות הניקוזיות באזור. בנוסף לכך סגירה של נחל היא פעולה שקשה לבטלה, כך שנחל שנסגר יהיה קשה עד כמעט בלתי אפשרי לפתוח אותו ולהוציאו "לאור".

המחשה גרפית לחלופה של סגירת התעלה במובל סגור ויצירת שצ"פ עילי מוצגת באיור 16.



איור 16: קירוי תעלת אזור - חלופות תכנוניות עקרוניות

פתיחת התעלה

לפתיחת תעלת הנחל והשבתה לזואדי "טבעי" יתרונות רבים ומגוונים בהיבטים שונים של נוף, חברה ואקולוגיה. חלופה זו נתמכת ע"י המועצה ותושבי המועצה הרואים בנחל כהזדמנות לשיפור המרחב ויצירת מוקד משמעותי ואסתטי במקום המפגע שהוא מהווה במצבו הקיים.

גם בתוך החזון של "פתיחת התעלה" ישנם מספר אפשרויות הכוללות:

1. פתיחה מלאה והשבת הנחל למראה טבעי

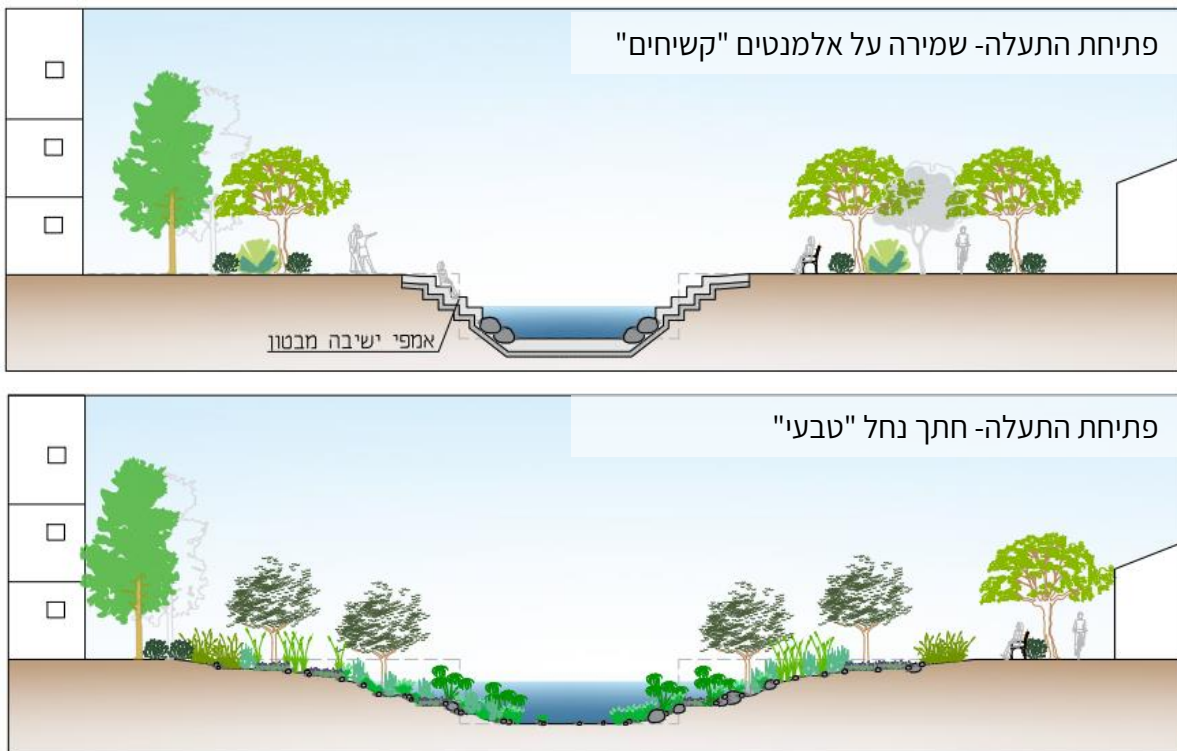
2. חתך נחל פתוח אך יותר "הנדסי" תוך שמירה על דפנות קשיחים – המשלב שימוש פנאי וניקוז
3. פתיחה חלקית של התעלה ושילוב אלמנטים טבעיים

דוגמא למקומות פוטנציאליים למימוש החלופה הם מקטע פארק מנחם בגין בו ניתן ליישם חתך נחל רחב, מתחם 9 אותו חוצה התעלה ועתיד לעבור התחדשות עירונית וכן המתחם בין רח' קפלן לתעלה המתוכנן גם הוא לעבור התחדשות.

חשוב לזכור כי מדובר בנחל אכזב כך שהתכנון צריך להיות מותאם למפלסי מים משתנים בנחל – יובש בקיץ וזרימות שיטפוניות בחורף.

חלופה זו משנה באופן משמעותי את הזרימה בתעלה ולכן דורשת בחינה קפדנית ומעמיקה בתוכנית מפורטת בהתאם להנחיות ודרישות התכנוניות המפורטות להלן בסעיף 4.1.3. בנוסף בתכנון מפורט ייבחנו נושא העמידה בתקני ודרישות הבטיחות השונים.

המחשה גרפית לפתיחת התעלה מוצגת להלן באיור 17.



איור 17: פתיחת תעלת אזור - חלופות תכנוניות עקרוניות

ניתן לקבל השראה ממקרי בוחן שונים בעולם ל"הוצאה לאור" ושיקום תעלות נחל עירוני:

נהר ה-Saw Mill

דוגמא לנחל שהיה טמון כמובל סגור ועבר תהליך של הוצאה לאור בעיר יונקס במדינת ניו-יורק. ניתן לראות באיור 18 כי הנהר תוכנן ובוצע בשילוב של תעלה מדופנת עם אלמנטים ומרחבים במראה טבעי.

נחל Cheonggyecheon

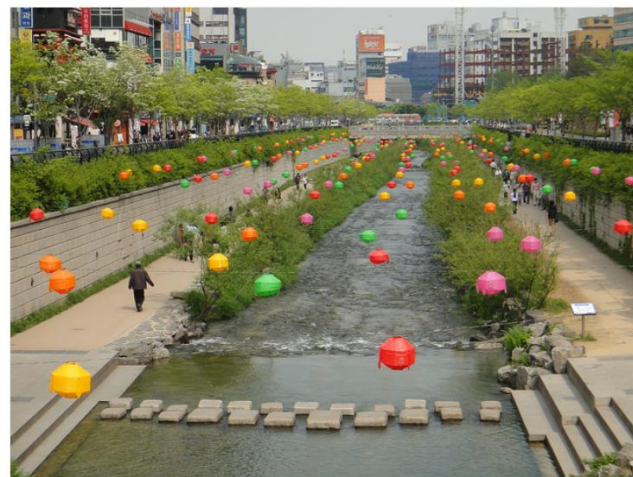
דוגמא נוספת ניתן לראות באיור 19 בעיר סיאול, דרום קוריאה, בה הנחל זורם בתעלה רחבה המונעת הצפות בספיקות גבוהות אך במקביל מאפשרת טיילת הליכה בתוך התעלה לצד זרימות בנחל. באופן דומה ניתן לשלב "אמפי" או מדרגות ישיבה בתוך התעלה. החיסרון של חלופה זו הוא דרישת התחזוקה הגבוהה והבלאי והנזק של התשתיות כאשר פני המים גבוהים.



Buried underground for nearly a century, the Saw Mill River in Yonkers, NY in the USA has been daylighted in a \$19 million programme, providing new habitat for a variety of life including the migratory American eel. Image: Wikipedia.

איור 18: Saw Mill - דוגמא לתעלת נחל עירוני בשילוב אלמנטים ואזורים טבעיים

of a city-wide project to uncover its urban rivers. Photograph: David Marsh



Cheonggyecheon Stream in Seoul, decorated for the Lotus Lantern Festival. Image: Emily Orpin

איור 19: דוגמא לתעלת נחל עירוני המאפשרת שימושים נוספים כאשר מפלס המים נמוך

5.1.3. דרישות והנחיות לתכנון

לשינוי חתך תעלת הנחל הקיים השלכות והשפעה על מפלסי ההצפה בספיקות בהסתברויות התכן השונות. מקדם החיכוך של תעלת הבטון נמוך ($n=0.012-0.017$) ומאפשר זרימה מהירה יותר ובהתאם הולכת ספיקה גבוהה יותר מאשר חתך נחל טבעי בו מקדם החיכוך גבוה יותר ($n=0.025-0.04$). לכן בהתאם כל הגדלה של מקדם החיכוך דורשת בהתאם הגדלה של חתך הנחל.

נקודת המעבר בין תעלת בטון, בה מהירות הזרימה גבוהה, לתעלת פתוחה "טבעית" היא נקודת כשל אפשרית, לפיכך ישנן מספר השפעות אותן נדרש לקחת בחשבון בתכנון:

- המעבר מחתך מבוטן לחתך טבעי וחזרה בעייתי ועלול להיות נקודת כשל, נדרש למנוע סחיפה של המצע הטבעי.
- בעייתיות במעבר ממהירות זרימה גבוהה (ע"ג הבטון) למהירות נמוכה יותר במקטע הטבעי - סכנת התחתרות, סחיפת אובייקטים ובנוסף הצטברות סחף בחתך הטבעי.
- מהירות נמוכה גורמת לעליית מפלס הזרימה, כך שנדרש בהתאם להגדיל את חתך הזרימה בתעלה באופן משמעותי.
- בספיקות קיצוניות החלחול צפוי להיות זניח מאוד.

בנוסף יש לקחת בחשבון את סיכוני ההצפה הקיימים כבר היום בתעלה (שנסקרו בפרק 3.1) ולוודא שניתן להם מענה במסגרת התכנון החדש.

בהתאם לכל האמור לעיל תוכניות הכוללות פתיחת תעלת נחל אזור, או כל שינוי אחר בחתך התעלה, **נדרשות לערוך מידול הידראולי מעמיק ולבחון את ההשפעות השונות על מפלסי המים ופשטי ההצפה לכל אורך התעלה בתחומי אזור ובנוסף על בחינת מהירויות הזרימה וחתך התעלה/נחל הדרוש וייצובו.**

5.2 מערכת ניקוז מוצעת**5.2.1 תקופת חזרה**

הנחיות תמ"א 1 מאפשרות טווח של תקופות חזרה לתכנון תיעול עירוני. הטווח נע בין תקופת חזרה של 1:5 שנים (הסתברות 20%) ועד תקופת חזרה של 1:50 שנה (2%).

בשנה האחרונה אושר תיקון 8 לפרק המים בתמ"א 1 העוסק בניהול נגר. במסגרתו הזרמה למערכת העירונית תיעשה עבור ספיקה שעתית מווסתת המבוססת על עוצמת הגשם בהסתברות של 20% (1:5 שנים) ספיקות גבוהות מהסתברות זו נדרשות להיות מווסתות בתחומי התוכנית באמצעות ניהול נגר בתחום התוכנית.

בהתאם לכך התוכנית מציעה 2 חלופות לבקשת המועצה:

3. שילוב של אמצעים לניהול נגר עם תכנון מערכת הניקוז להסתברות 20% (1:5 שנים).
4. תכנון של מערכת הניקוז להסתברות של 5% (1:20 שנה) ללא ניהול נגר.

5.2.2. חישוב ספיקות תכן

חישוב ספיקות התכן עבור מערכת הניקוז העירונית נעשה באמצעות השיטה הרציונאלית המתאימה לאגנים עירוניים ואגנים הקטנים מ-5 קמ"ר.

← להרחבה ראו מסמך סקר מצב קיים.

5.2.3. עצמות גשם לתכנון

עוצמות הגשם סטטיסטיות להסתברויות שונות בתחנת בית דגן, חושבו במסגרת עבודה עבור נתיבי ישראל, 2016. הנתונים אומצו גם במסגרת תכנית האב לניקוז נחל הירקון (2017) והן מקובלות לשימוש במסגרת עבודות שונות.

← להרחבה ראו מסמך סקר מצב קיים.

5.2.4. קביעת קטרים מערכת ניקוז תת קרקעית

מערכת הניקוז התת קרקעית תורכב מצינורות ניקוז תת-קרקעיים וקולטנים בתוואי הדרכים, אשר יובילו את המים אל מוצאי הניקוז. מהירות זרימה מינימלית למניעת שקיעת סחף בצינור - 0.8 מ"/שנייה. קוטר צינור מינימלי מוצע - 0.50 מ' (משיקולי תחזוקה), אלא אם נקבע אחרת בתכנית מפורטת. צינורות ניקוז מתוכננים יחושבו לרמת מילוי מקסימלית של 80%.

סוג הצינור יקבע בהתאם לתקן ישראלי 27, כאשר קטרי הצינורות נקבעו על פי ניתוח כושר ההולכה על מנת לאפשר זרימה אידיאלית של ספיקות התכן החזויות.

חישוב הידראולי למערכת הניקוז הסגורה בוצע לפי הנחיות משרד השיכון לתכנון ניקוז עירוני בעזרת נוסחת מאנינג לצינורות, המובאת להלן:

$$Q = \frac{A}{n} R_h^{\frac{2}{3}} J^{\frac{1}{2}}$$

$$R_h = \frac{A}{P}$$

כאשר:

Q - ספיקת המים במובל (מ"ק/שניה)

n - מקדם החספוס של דפנות המובל (חסר ממד)

R_h - הרדיוס ההידראולי (מטר)

P - היקף הרטוב (מ"ר)

A - שטח החתך של הזרימה במובל (מ"ר)

J - השיפוע של המובל (מטר\מטר)

מקדם החספוס (n) מוערך ל- 0.013 עבור צינורות בטון

📢 חשוב לציין - קוטר צינורות הניקוז המוצעים אינם מחושבים על בסיס מדידה מפורטת.

תוכניות מפורטות נדרשות להציג חישוב של ספיקות התכן וקוטר קווי הניקוז המתוכננים. במידה וקוטר הצינור בשילוב שיפוע פני הקרקע הקיימים/מתוכננים אינם מאפשרים עובי כיסוי מספק ניתן לתכנן 2 קווי ניקוז בקוטר קטן יותר במקביל.

5.2.5. בחינת עלויות מערכת הניקוז המוצעת

על מנת להשוות בין החלופות המוצעות התבצעה הערכה של עלות תשתית התיעול, לפי העקרונות הבאים:

- הערכת עלות תשתית התיעול התבססה על מחירון דקל (ינואר 2025), המתבסס על מרכיבי המערכת ועלות העבודה.
- חישוב העלות לקח בחשבון את האלמנטים הבאים – צינורות, קולטני ניקוז כפולים (הנחת קולטן כל 20 מ'), שוחות בקרה (בהתאם לשיפוע וקוטר הקו), הסדרי תנועה, ניסור אספלט ושיקום לאחר העבודות ובמידת הצורך חיבור המערכת החדשה לקווים קיימים.
- לתחשיב הכלכלי נוסף עלות בצ"מ של 12%.
- המחירים אינם כוללים מע"מ.

← התחשיב הכלכלי המלא מצורף בפרק נספחים- נספח מס' 3.

5.3. ניהול נגר

העיקרון הבסיסי המנחה בניהול נגר הוא שימוש במי הנגר כמשאב שיש בו תועלת והצורך לטפל בו קרוב ככל הניתן למקום היווצרו (on site) על ידי עידוד חילול לתת-הקרקע. בהגדלת החלחול לתת-הקרקע תרומה כפולה:

- העברת המים העיליים אל תת הקרקע לצורך סילוק ה"מפגע" ומניעת נזק אפשרי בפני השטח.
- החדרת מים באיכות מיטבית למי התהום כאוגר תפעולי של משק המים תוך שמירת תפקודה התקין של המערכת לפרק זמן ארוך.

בראיה מרחבית כלל עירונית ישנם חוקי ברזל תכנוניים שמקלים על ניהול הנגר:

1. פריסת ייעודי הקרקע קולטי נגר באזורים נמוכים ובעלי כושר החדרה.

2. שמירת תכסית פנויה לחלחול והחדרה - שטחים שמעצם ייעודם פתוחים, תכסית לא בנויה במגרשים מתחמים וחניות.
3. שילוב אמצעים ומתקנים לניהול נגר בכל רמות התיכנון.

התפיסה המקיימת ניהול נגר מעדיפה פתרונות נופיים המשתלבים באופן רגיש ומושכל בסביבה ובמערכות האקולוגיות ומקטינים את נפחי הנגר וספיקת השיא במורד הזרימה. סל הפתרונות (מפורט בהמשך) מחולק לאמצעים על פי תפקידם העיקרי: הולכה, השהייה, איגום וחלחול.

- **הולכת נגר** עוסקת באמצעים להובלת הנגר באופן המאפשר פיזורו המיטבי באתר עד להשתלבותו באמצעי נגר אחרים או פתרון הקצה.
- **השהייה** עוסקת בהיקוות נגר ושחרור מבוקר והדרגתי עד להשתלבות באמצעי ניהול אחרים או פתרון הקצה. השהייה מקטינה את ספיקת השיא, או מעכבת אותה ומפחיתה את מהירות הזרימה.
- **איגום** הוא אמצעי העוצר את זרימת הנגר באזור ייעודי. האיגום יכול להיות זמני או כפתרון קצה. אמצעי איגום יכולים להשתלב בשטחים פתוחים או בתת הקרקע באזור מבונה.
- **חלחול** הכוונה למנגנון חלחול טבעי של נגר לתת הקרקע. תהליך זה מאפשר סינון של הנגר. החלחול תלוי בסוג הקרקע, בשיפוע, במוליכות הקרקע, בעומק מפלס מי התהום. שימוש באמצעי זה מחייב בדיקות של מבנה הקרקע, סקר היסטורי לאיכות הקרקע וסיכון לזיהום. חלחול יכול להיעשות גם בהתקנת אמצעים הנדסיים כגון קידוחי חלחול הדורשים את אישור רשות המים.

5.3.1 עקרונות לחישובים ולתכנון

1. מערכת ניהול נגר תווסת את ספיקות התכן מהסתברות 2% להסתברות של 20% בהתאם למדיניות של תמ"א 8/1.
2. נפח הנגר הנדרש לניהול מחושב בעזרת מחשבון מנהל התכנון.
3. אחוז התכסית הפתוחה בשצ"פ לא תהיה קטנה מ- 40% משטח השצ"פ.
4. מערכת הניקוז תשמש כ-OVERFLOW של אמצעים לניהול נגר.

5.3.2 סדר עדיפויות למימוש

במסגרת העבודה התבצע ניתוח של אמצעי ניהול הנגר השונים על מנת להעריך את הכדאיות למימוש לפי קריטריונים שונים. תועלות האמצעים נבחנו ב-4 קטגוריות:

1. נפח הנגר הפוטנציאלי לניהול
2. העלות הנלווית להקמת המתקן
3. תועלות סביבתיות
4. תועלות חברתיות

ביחד עם המועצה נקבעה משקולת עבור כל קטגוריה, המאפשרת לתת ערך משוקלל לכל אמצעי. ערך זה יכול לשמש את המתכננים השונים בבואם לקבוע אמצעי ניהול נגר במתחמי המועצה. אמצעים לניהול נגר נדרשים בראש ובראשונה לתת מענה לנפחי הנגר ולפיכך הנפח אותו מסוגל האמצעי לנהל מהווה 50% מהציון. לאחר מכן, נושא העלות קיבל 30% מהשקלול, התועלת החברתית 15% מהשקלול והתועלת הסביבתית קבלה 5% מתוך הבנה שקטגוריה זו בסביבה עירונית משנית לעומת התועלות האחרות. בהתאם לכך דורגו האמצעים השונים, כאשר תוצאות ההשוואה מוצגות בטבלה 3 בפרק 5.

5.3.3. עלויות ניהול נגר

על מנת להשוות בין החלופות המוצעות התבצעה הערכה של העלות הכלכלית להטמעת אמצעי ניהול הנגר, לפי העקרונות הבאים:

- הערכה הכלכלית התבססה על ניתוח עלות ההשקעה הנדרש בכל אמצעי לפי מ"ק מים, שפורסם במסמך מדיניות ניהול נגר עירוני של מנהל התכנון (גרסא 2.0, אפריל 2024). כאשר ישנו טווח עלויות נבחר ערך ממוצע.
- בחירת אמצעי ניהול הנגר התבצעה לפי שיקול צוות התכנון, ומושפעת ממאפייני כל מתחם (לדוגמא - האם כולל שטחי שצ"פ, שטחי ציבור וכו') וניתוח תנאי השטח (לדוגמא - עדיפות לחלחול). תמהיל האמצעים נקבע ככזה המאפשר לנהל נגר ביחס עלות-תועלת מירבי, תוך שמירה על עקרונות נוספים של אקולוגיה, עירוניות, קהילה ועוד.
- לתחשיב הכלכלי נוסף עלות בצ"מ של 12%.
- המחירים אינם כוללים מע"מ.

← **התחשיב הכלכלי המלא מצורף בפרק נספחים - נספח מס' 3.**

5.4. עקרונות מערך מדידת נתוני אקלים

5.4.1. מטאורולוגיה

נתוני אקלים המתאימים לייצג את שטח המועצה נמדדים באופן סדיר בשרות המטאורולוגי. במרחק של 1.5 ק"מ ממרכז המועצה, מדרום למחלף השבעה קיימת תחנת המדידה המטאורולוגית "בית דגן". התחנה ממוקמת מצפון מערב למבנה השירות המטאורולוגי על שטח חולי פתוח וכמעט מישורי ברום 31 מטר מעל פני הים. זוהי תחנת הדגל של השמ"ט הממשיכה מדידות אקלימיות אנושיות עוד מזמן הקמת המבנה ב-1962. ככזו היא מכילה גם ציוד מדידה פחות קונבנציונלי כמו מכשור לזיהוי גובה בסיס ענן ובסיס אינברסיה (סילומטר), מכשיר אופטי לזיהוי סוגי משקעים וכן ציוד שמגיע לבחינה וניסוי.

בתחנה נמדדים המשתנים: טמפרטורה, לחות, רוח (בגובה 20 מטר), גשם ולחץ. מדי הקרינה מוצבים בנקודה אחרת צפונית ומרוחקת ממבנה השמ"ט כך שהבניין לא מצל עליהם. סביבת התחנה הקרובה לא השתנתה בהרבה מאז הקמת התחנה אך הסביבה הרחוקה יותר עברה שינוי רב. כביש 4 וכביש 44 הלכו והתרחבו לכיוון חצר התחנה, מחלף סואן וסוללת גישה אליו נבנו ברבות הזמן ממערב לשמ"ט וכל גוש דן הלך והתרחב לכיוון התחנה, כך שאם בעת הקמתה היא שיקפה תנאים פתוחים במישור החוף הפנימי, הרי שכיום היא הולכת ומשקפת יותר ויותר את האקלים האורבני של גוש דן. כדי להתגבר על גובה מבנה השמ"ט וכן על העצים הנטועים בסמוך לסוללת כביש 4, מד הרוח אינו בגובה סטנדרטי (10 מטר) אלא בגובה כפול והוא נמצא בנקודה דרומית ומרוחקת יותר מהבניין ביחס לשאר ציוד המדידה.

5.4.2. הידרומטריה

נתונים הידרומטרים מסתמכים על מדידות המתבצעות בתעלת אזור. התחנה ההידרומטרית הוקמה בשנת 2010. ככל שימשכו המדידות תחנה זו תוכל להוות בסיס סטטיסטי לספיקות בתוואי התעלה ובחינת ספיקות השיא.

6. סל/בנק פתרונות לניהול נגר

האפשרויות לבחירת אמצעי ניהול הנגר הן מגוונות ומשתנות בהתאם לשטח התכנית, ההקשר המרחבי והתנאים המקומיים. בחירת האמצעי תעשה לאור מאפייני השטח והסביבה, בסיסי הנתונים והמידע הקיימים ויעד ניהול הנגר של התוכנית.

מומלץ שבחירת האמצעי תעשה בשיתוף מלא של ההידרולוג עם אדריכל הנוף וצוות התכנון. האמצעים יכולים להיות מפורטים בהוראות התוכנית, בתשריט, בנספח ניהול הנגר, נספח הנוף ונספח הפיתוח והבינוי.

מטרת נספח זה להציג את מגוון האמצעים העומדים בפני המועצה ליישום במטרה לנהל את הנגר בצורה אופטימלית, כאשר פרק הסיכום מציג השוואה בין האמצעים השונים.



6.1. עיצוב טופוגרפי מעודד השהייה וחלחול

מאפייני האמצעי

מאפשר להתבסס על תנאי הטופוגרפיה הקיימים של הקרקע. תכנון נופי של טופוגרפיה עם דגש על מיקום השטחים הפתוחים ויצירת שיפועי ניקוז עילי שמטרתו הובלת הנגר למקומות נמוכים מהווה בסיס משלים להטמעת אמצעים נוספים.

יתרונות/חסרונות

יתרונות - עיצוב טופוגרפי הינו כלי תכנוני נופי שיכול להשתלב בכל תכנית, ושימוש מיטבי בו יאפשר ניהול נגר יעיל בתוכנית בעלויות נמוכות. תכנון טופוגרפי בתחילת הליך התכנון ובאופן שמתייחס לערוצי זרימה טבעיים, תורם לניהול יעיל של הנגר, מונע סחף קרקע ומצמצם עלויות עבודות עפר, מערכות הנדסיות ותחזוקה לאורך השנים.

חסרונות - לצד התועלת יש לבחון את ההשלכות הצפויות לסביבה לאורך זמן. שינוי נתיבי זרימה קיימים עלולים לצור התחרויות, מניעת מים מסביבות אקולוגיות קיימות ובתכנון לקוי הצטברות מים בשקעים אבסולוטיים ללא פתרון קצה. תכנון מושכל וחשיבה רחבה על הסיכונים יתרמו למזער תופעות שליליות אלו.

מקומות ליישום

ניתן ליישם בכל השטחים הפתוחים במתחמי הבינוי במרחב המועצה.

חישוב פוטנציאל וויסות הנגר

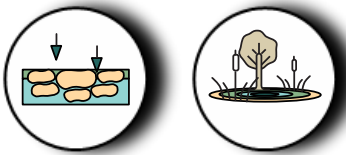
שטח פתוח שגודלו 1 דונם אשר 40% ממנו פנוי לניהול נגר ובו מתקיימת הנמכה של 0.2 מ' מפני השטח מאפשר אוגר פיזי של 80 מ"ק.



איור 20: דוגמא לעיצוב טופוגרפי מעודד השהיה וחלחול (נוצר באמצעות AI)

6.2. גן גשם / גן בקאלש

מאפייני האמצעי



אגן ניקוז לקליטת מי נגר והשהייתם תוך פיתוח נופי בשילוב צמחייה. האגן יכול להיות מלא שברי אבן, חצץ המאפשר השהיית נגר בין החללים ומעבר לחלחול בקרקע כתלות בכושר החידור שלה. האגן יכול להיות לינארי או כמתחם רחב. ניתן לשלב בו אמצעי ניהול נגר נוספים או להזרים עודפי נגר למערכת הניקוז העירונית. הגן מתוכנן באופן הדומה לשטח פתוח טבעי, בכך שהינו יבש בקיץ ואילו בעונות גשומות, מי הנגר משקים את הקרקע ותורמים להתפתחות הצמחייה.

יתרונות/חסרונות

יתרונות - יישום האמצעי בעלות הקמה נמוכה, החומרים טבעיים ויכולים להיות מקומיים. יכול לקבל נראות אסתטית בשטח, יוצר סביבה לחה לאורך זמן שתומכת במערכות אקולוגיות טבעיות. חסרונות - מתאים במידה ואיכות המים טובה ונקיה מסחף וזיהומים. הסרת הצמחייה והעשבייה לא רצויה ויש צורך בהשקיה בקיץ. נדרשת שטיפה בלחץ כהכנה לחורף וריענון אחת ל-5-10 שנים.

מקומות ליישום

שילוב בנקודות נמוכות בשטחים פתוחים, ציבוריים או פרטיים.

חישוב פוטנציאל וויסות הנגר

שטח שגודלו 1 דונם אשר 80% ממנו פנוי לניהול נגר בו מתבצעת הנמכה של 0.8 מ' מאפשר אוגר פיזי של 192 מ"ק.

חישוב עלויות ועקרונות יישום

עלות מוערכת לקוב פיזי במתקן – 200-800 ש"ח.



איור 21: דוגמא לגן בקלש (נוצר באמצעות AI)



6.3. אדניות בחתך הרחוב

מאפייני האמצעי

הפנית מי נגר לערוגות שתילה שממוקמות נמוך ביחס למפלס הרחוב. שיפועי המדרכות יופנו אל הערוגות.

יתרונות/חסרונות

יתרונות - העצמת השלד הירוק ברחובות ובאזורי החניה.

חסרונות - קיים קושי בתחזוקה שוטפת של רצועות צרות ולא רציפות במרחב הציבורי.

מקומות ליישום

ניתן לשילוב במגרשי חניה, רצועות גינון לאורך הדרכים ולצידי מדרכות

חישוב פוטנציאל וויסות הנגר

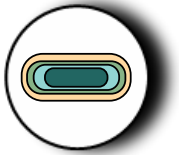
שטח שגודלו 1 דונם אשר 80% ממנו פנוי לניהול נגר והוא יונמך מפני השטח ב- 0.5 מ' הוא בעל אוגר פיזי של 400 מ"ק.

חישוב עלויות ועקרונות יישום

עלות מוערכת לקוב פיזי במתקן – 20-250 ש.



איור 22: דוגמא לאדניות בחתך הרחוב (נוצר באמצעות AI)



6.4. אי תנועה

מאפייני האמצעי

ברחובות רחבים בהם משולב או מתוכנן אי תנועה מרכזי ניתן להנמיך את אי התנועה כך שיהיה נמוך מרום המיסעה ולהפנות את שיפועי המיסעה למרכז הדרך - אל אי התנועה. באופן זה אי התנועה מהווה תעלת חלחול והשהייה ויוביל את עודפי מי הנגר לפתרון הקצה.

יתרונות/חסרונות

יתרונות - התעלה יכולה להשתלב בצד הדרך או במרכזה בהתאם לתכנון הכביש ולאילוצים. מדובר באמצעי נופי המשלב עיצוב גינון ונוי ומהווה חלק מהטיפול הנופי של הכביש וסביבתו. התעלה מווסתת את זרימת הנגר ומקטינה עומסים במורד הזרימה. הנגר מהווה השקייה טבעית לצמחיה ומעודד התפתחותה.

חסרונות - נדרש ניקוי עונתי או לאחר אירוע גשם משמעותי שמביא איתו סחף. יתכן חלחול אופקי בתעלה לכן נדרש לבחון את איטום תשתית הכביש לכל אורכה.

מקומות ליישום

ניתן ליישום בכבישים הראשיים ברחבי המועצה.

חישוב פוטנציאל וויסות הנגר

שטח שגודלו 1 דונם אשר 50% ממנו פנוי לניהול נגר והוא יונמך מפני השטח ב- 0.8 מ' הוא בעל אוגר פיזי של 400 מ"ק.

חישוב עלויות ועקרונות יישום

עלות מוערכת לקוב פיזי במתקן - 2,000 ש"ח (טוף לחלחול).



איור 23: דוגמא לניהול נגר בעי תנועה או חניה



6.5. מעגל תנועה מחלחל

מאפייני האמצעי

לרוב, שטח הכיכר הפנימי במעגלי תנועה אינו שימושי למעט כאלמנט נופי/חזותי. ניתן לנצל שטח זה כשטח השהייה וחלחול. מעגל התנועה ישולב כאשר הוא נמוך מסביבתו כך שיוכל לקלוט את מי הנגר הנקווים על הכביש המקיף אותו. המים יזרמו אל מעגל התנועה כזרימה עילית או תת"ק בקולטן ייעודי. במקרה והקרקע מחלחלת ביעילות הכיכר תהווה אזור השהייה וחלחול. במידה והקרקע אינה מחלחלת ניתן להתקין מתחת למעגל התנועה מאגר איגום תת קרקעי בשילוב אמצעי החדרה הנדסיים.

יתרונות/חסרונות

יתרונות - ניצול שטח זמין לטובת ניהול נגר להקטנת ספיקות השיא והעומס על מערכת הניקוז. חסרונות - גודל מתקן ניהול הנגר הוא מוגבל לגודל מעגל התנועה. במקרה של אירוע נדיר מהתכן או במקרה של תחזוקה לקויה עלולה להיווצר הצפה של הכביש וסביבתו. נדרש להסדיר פתרון קצה שיזרים את הנגר העודף אל מערכת ניקוז עירונית.

מקומות ליישום

ניתן לשילוב במעגלי תנועה משמעותיים ברחובות ראשיים ברחבי המועצה.

חישוב פוטנציאל וויסות הנגר

שטח שגודלו 1 דונם אשר 80% ממנו פנוי לניהול נגר המונמך ב- 0.8 מ' הינו בעל אוגר פיזי של 400 מ"ק.

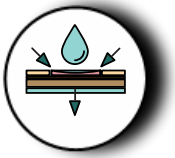
חישוב עלויות ועקרונות יישום

עלות מוערכת לקוב פיזי במתקן - 2,000 ש"ח (טוף לחלחול).

עלות מוערכת למערכת תאי אגירה (draininbox) קוב פיזי - 2,000 ש"ח.



איור 24: דוגמא למעגל תנועה מחלחל (נוצר באמצעות AI)



6.6. ככרות מים

מאפייני האמצעי

שטח עירוני פתוח שמתפקד כרחבה ציבורית לשימושים שונים (מגרש ספורט, אמפי, מרחב עירוני) ובמהלך אירוע גשם מוצף ומתמלא מי נגר. בהצפה השטח מאפשר איגום או השהייה של הנגר המסייעים למערכת הניקוז להתמודד עם נפחי מים בשיא הסופה.

יתרונות/חסרונות

יתרונות - פתרון המאפשר שימוש משולב בצורה מיטבית בימי יובש בהם הכיכר מתפקדת כמרחב ציבורי ונותנת מענה לצרכי התושבים ובימי גשם מהווה שטח ייעודי להצפה.

חסרונות - איגום מים בשטח פתוח מחייב טיפול במים ו/או הסדרה של אמצעי בטיחות במידה והאיגום ממושך.

מקומות ליישום

ניתן לשילוב במרחבים ציבוריים, מגרשי ספורט, שטחים פתוחים

חישוב פוטנציאל וויסות הנגר

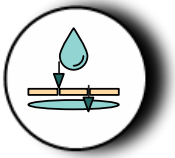
שטח שגודלו 1 דונם אשר 50% ממנו פנוי לניהול נגר המונמך ב- 0.8 מ' הינו בעל אוגר פיזי של 400 מ"ק.

חישוב עלויות ועקרונות יישום

עלות מוערכת לקוב פיזי הנמכת מגרש – 20-250 ש"ח.



איור 25: דוגמא לכיכר מים מנהלת נגר (נוצר באמצעות AI)



6.7. ריצוף מנקז ומחלחל

מאפייני האמצעי

מערכת להשהיית נגר הבנויה מתחת לריצוף חדיר. המנגנון הוא קולטן דו כיווני שראשית מעביר את הנגר אל מתחת למדרכה ואת עודף הנגר מוליך לפתרון קצה כמו מערכת התיעול. מדרכה צפה מסוגלת לאחוז מים בכל שטח עליו בנויה וניתן ליישום ברחובות, כיכרות, שטחי חניה וגגות.

יתרונות/חסרונות

יתרונות - אמצעי המנצל בצורה יעילה את הקרקע העירונית, השימוש רב שכבתי בשטחים מרוצפים ללא הפרעה לתפקוד השגרתי בימי יובש.

חסרונות - בעלות ההקמה הגבוהה יחסית ובצורך בתחזוקה לאורך שימוש ממושך.

מקומות ליישום

ניתן לשילוב ברחובות, כיכרות, שטחי חניה.

חישוב פוטנציאל וויסות הנגר

שטח שגודלו 1 דונם עם עובי מצע מחלחל של 0.2 מ' ונקבוביות של 0.3 הוא בעל אוגר פיזי של 60 מ"ק.

חישוב עלויות ועקרונות יישום

עלות מוערכת לקוב פיזי – 800-1500 ש"ח.



<https://www.ayeleturban.com>

איור 26: דוגמא לריצוף באמצעות אריח מחלחל



6.8. גג כחול

מאפייני האמצעי

גגות המבנים הם יצרני נגר משמעותיים במגרש בשל היותם אטומים לגמרי. גג כחול קולט ומשהה נגר לטובת הפחתת העומס בשיא אירוע הגשם. הגג יתנקז רק בשלב בו מערכת הניקוז פנויה להוליך את המים. מערכת הגג מסייעת באיגום ו-וויסות מי הגשם. המערכת מורכבת משכבות שונות של מצעים סופגים, פתחים וסכרים שתופסים את הנגר הנקלט בגג ומערכת ויסות שמשחררת את הנגר הנאסף.

יתרונות/חסרונות

יתרונות - פתרון יעיל תוך ניצול שטחים זמינים במקרים בהם הבינוי צפוף וקיימת מגבלת שטח. הגגות דורשים תחזוקה מינימלית שעיקרה סתימות ואיטום פתחי ניקוז. גגות כחולים משפרים את ויסות הטמפרטורה של המבנה בקיץ ובחורף.

חסרונות – תפקוד הגג תלוי באיכות ההתקנה ואיטום הגג. בבניה קלה לא ניתן להקים מתקן זה בשל משקלו.

מקומות ליישום

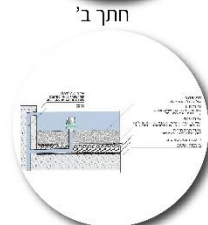
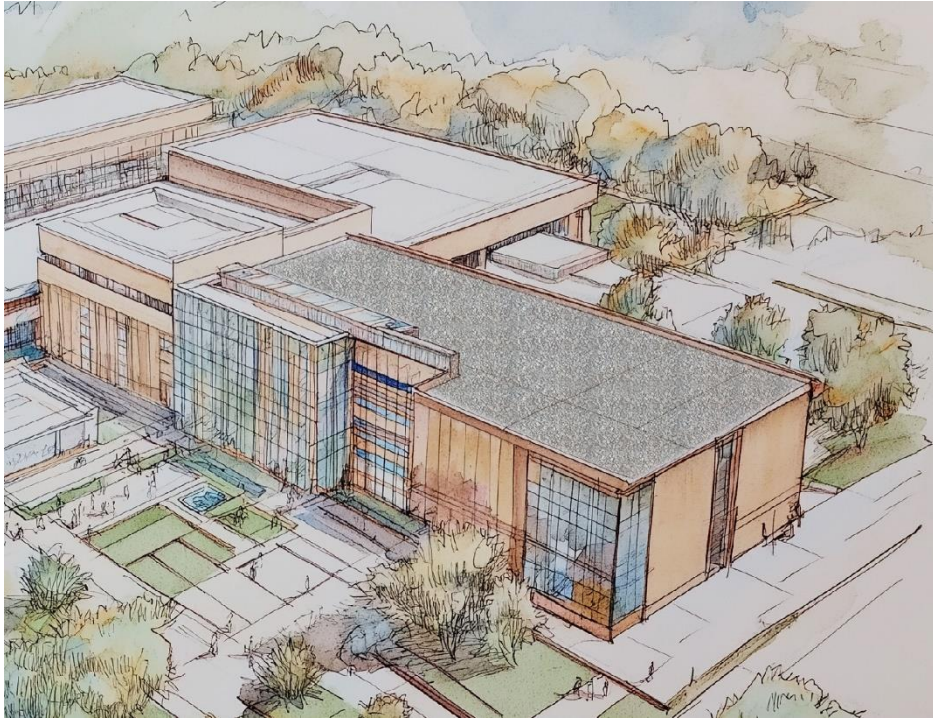
ניתן לשילוב על גגות מבנים וחניונים. ניתן לשלב את הגג הכחול עם שימושים נוספים בגג כגון קולטי שמש ופאנלים סולאריים.

חישוב פוטנציאל וויסות הנגר

שטח שגודלו 1 דונם אשר 50% ממנו פנוי לניהול נגר עם עובי מצע מחלחל של 0.8 מ' ונקבוביות של 0.3 הוא בעל אוגר פיזי של 400 מ"ק.

חישוב עלויות ועקרונות יישום

עלות מוערכת לקוב פיזי – 1,100-2,500 ש"ח.



איור 27: דוגמא לגג כחול על גבי מבנה (נוצר באמצעות AI)



6.9. גג ירוק

מאפייני האמצעי

גג ירוק מתפקד בדומה לגג כחול, אך בניגוד אליו מכוסה בחלקו או במלואו בצמחייה, הממוקמת מעל שכבות הניקוז. הגג הירוק מהווה ביוספירה המזמינה ציפורים, פרפרים חרקים המסייעים בתחושת הטבע בעיר ובהעשרת המגוון הביולוגי. הצמחייה מסננת רעלים, אבק ומייצרת חמצן.

יתרונות/חסרונות

יתרונות - הגגות הירוקים תורמים בוויסות הטמפרטורה של המבנה ומקטינים את צריכת האנרגיה הנדרשת בחורף לחימום ובקיץ לקירור.

חסרונות - דרישת התחזוקה, טיפול בצמחייה והצורך בהשקייה לאורך השנה או בתקופות שחונות.

מקומות ליישום

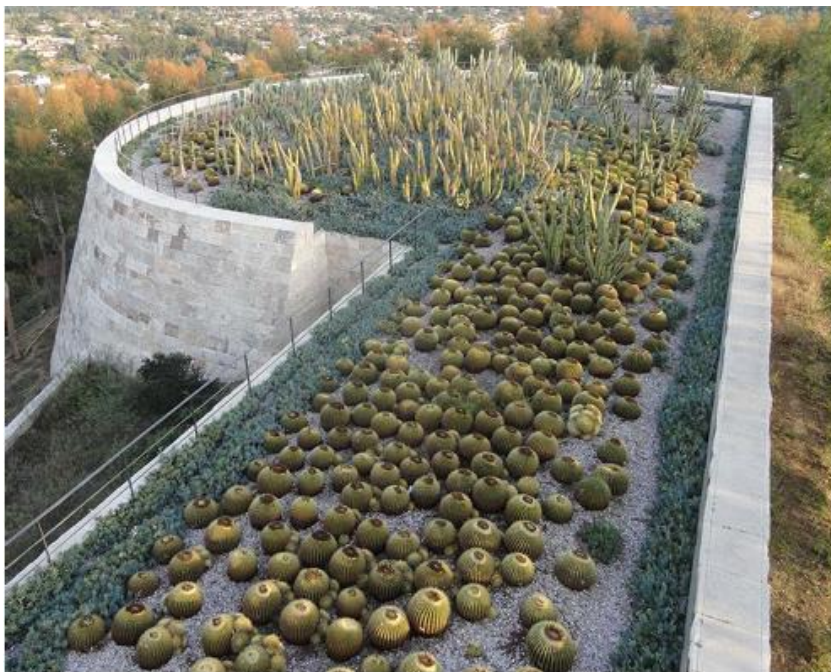
ניתן לשילוב על גגות מבנים וחניונים. ניתן לשלב את הגג הירוק עם שימושים נוספים בגג כגון קולטי שמש ופאנלים סולאריים. ניתן להשתמש בגגות ירוקים גם בחצרות מגוננות מעל מרתפים.

חישוב פוטנציאל וויסות הנגר

שטח שגודלו 1 דונם אשר 50% ממנו פנוי לניהול נגר עם עובי מצע מחלחל של 0.8 מ' ונקבוביות של 0.3 הוא בעל אוגר פיזי של 400 מ"ק.

חישוב עלויות ועקרונות יישום

עלות מוערכת לקוב פיזי – 1,250-4,000 ש"ח תלוי במאפייני הגג (חי, אקסטנסיבי, אינטנסיבי).



Module-3.2_Intermediate-Design_Bioretenion_EWA_100914_1-slide.pdf

איור 28: דוגמא לגג ירוק



6.10. קידוחי החדרה

מאפייני האמצעי

הזרמה מלאכותית של נגר מפני הקרקע לתת הקרקע. מבחינים בין שני סוגי קידוחים: (1) קידוח לתווך הרווי- החדרה אל אזור בתת קרקע הרווי מי תהום. (2) קידוח לתווך הלא-רווי – מאפשר החדרת מים לקרקע לא רוויה על פי המוליכות ההידראולית של התווך אליו מוחדרים המים. קידוחים אלו נותנים מענה במקומות עירוניים צפופים בהם חסר שטח פתוח. ביצוע קידוחים אלו יעשה בתאום עם רשות המים ובאישורם.

יתרונות/חסרונות

יתרונות - קידוח החדרה יכול לטפל בכמויות מים גדולות בשטח קטן ונותן מענה באזורים עירוניים אינטנסיביים. תורם להעשרת מי התהום.

חסרונות - לקידוחים לתווך הרווי אפשר להפנות מים באיכות גבוהה בלבד, מי מרפסות וגגות, כיוון שיש סכנה בזיהום מי התהום. ישנה עדיפות לקידוח לתווך הלא-רווי במידה ומתאפשר. לצד הקידוח נדרשת שוחת שיקוע לסחף ולכלוך וכן נדרשת תחזוקה שוטפת כיוון שזהו אמצעי רגיש לסתימות.

מקומות ליישום

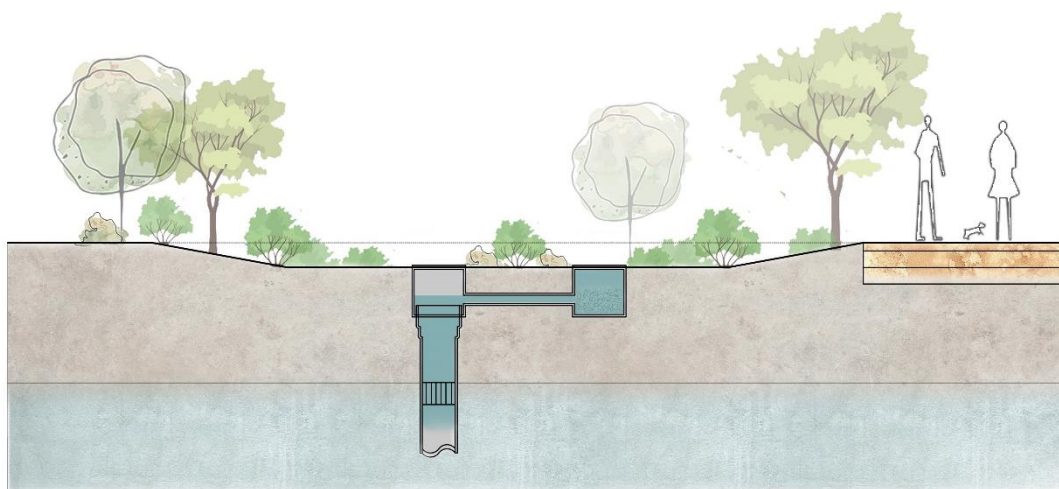
ניתן לשילוב בשטחים פתוחים, כחלק מגינות גשם, באזורים מצומצמים בשטחים פתוחים.

חישוב פוטנציאל וויסות הנגר

קידוח לעומק של 25 מטר עם צינור משחרר מים באורך של 20 מטר מייצר נפח איגום פיזי של 5 מ"ק והחדרה פוטנציאלית של 105 מ"ק/יום. סה"כ ניהול נגר בהיקף של 110 מ"ק/יום.

חישוב עלויות ועקרונות יישום

עלות מוערכת לקוב פיזי – 350-500 ש"ח.



איור 29: דוגמא לקידוח החדרה (נוצר באמצעות AI)

6.11. סיכום






בטבלה 2 מוצג סיכום של אמצעי ניהול הנגר השונים על פי מאפיינים עיקריים – מיקום פיזי, נפחים פוטנציאליים ועלויות.

בטבלה 3 מוצג מדרג הערכה (בסולם של 1-5) שחושב בהתאם לעקרונות התכנון בסעיף 5.3.2.

טבלה 2: סיכום מאפיינים עיקריים

עלויות (ש"ק)	נפח נגר (מ"ק/דונם)	מקום פיזי פוטנציאלי	אמצעי	סימול
20-250	80	שטחים פתוחים	עיצוב טופוגרפי מעודד השהייה וחלחול	
800-200	192	שטחים פתוחים	גן גשם / גן בקאלש	
20-250	400	מגרשי חניה, צידי דרכים ומדרכות	אדניות בחתך הרחוב	
2,000	400	כבישים ראשיים	אי תנועה	
2,000	400	מעגלי תנועה משמעותיים בכבישים ראשיים	מעגל תנועה מחלחל	
250-20	400	מרחבים ציבוריים, מגרשי ספורט, שטחים פתוחים	ככרות מים	
1,500-800	60	רחובות, ככרות, חניות	ריצוף מנקז ומחלחל	
2,500-1,100	400	גגות מבני ציבור וחניונים	גג כחול	
1,250-4,000	400	גגות מבני ציבור וחניונים	גג ירוק	
1,000-2,000	800	שטחי בינוי צפופים	מתקן איגום	
500-350	110 (ליום)	שטחים פתוחים, גינות גשם, אזורים צפופים בבינוי	קידוחי החדרה	

טבלה 3: השוואת ערך משקולל של אמצעי ניהול הנגר בהתאם לעקרונות התכנון

סימול	אמצעי	נפח (50%)	עלויות (30%)	סביבתיות (5%)	חברתיות (15%)	ערך משוקלל
	עיצוב טופוגרפי מעודד השהייה וחלחול	2	5	5	5	3.5
	גן גשם / גן בקאלש	3	5	5	1	3.4
	אדניות בחתך הרחוב	4	1	4	3	4.2
	אי תנועה	4	3	4	2	3.4
	מעגל תנועה מחלחל	4	3	4	2	3.4
	ככרות מים	4	5	2	3	3.5
	ריצוף מנקז ומחלחל	1	4	2	1	1.7
	גג כחול	4	2	1	1	3.1
	גג ירוק	4	1	5	4	3.5
	מתקן איגום	5	3	1	1	3.3
	קידוחי החדרה	5	5	2	1	3.4

7. תכנון לפי מתחמי תוכנית מתאר כוללנית

7.1 מתחם 1

7.1.1 מידע כללי

המתחם כיום הינו חלק מאזור התעשייה ומהווה אזור אחסנה פתוח. שטח המתחם כ- 44 דונם, כאשר כמעט כולו שטח אטום לחלחול. תוכנית המתאר הכוללנית מייעדת את השטח להיות שצ"פ כחלק מרצף הפארק המטרופוליני כמוגדר במסמכי תמ"מ 5, שינוי מס' 3. התוכנית הכוללנית של אזור מציעה לפתח את המתחם לפנאי, ספורט ונופש, כחלק מהרצף של הפארק המטרופוליני פארק אריאל שרון. פיתוח המתחם יכלול מגרש כדורגל, בריכת שחיה ותשתית לפעילויות פנאי נוספות. במתחם זה מתוכנן ניהול הנגר בשני מתקני איגום.

למתחם קיימת תוכנית מפורטת "שכונת הפארק" תמ"ל/1112 שאושרה לאחרונה באוגוסט 2024 וכוללת גם את מתחם 2.1 של תוכנית המתאר הכוללנית.

7.1.2 מערכת ניקוז קיימת

במתחם אין מערכת ניקוז תת"ק והנגר מתנקז על פני השטח בהתאם לטופוגרפיה. עפ"י המדידה של שטח המועצה עובר בתוך המתחם קו פרשת המים המפריד בין שני תתי אגנים: אגן B11 המתנקז צפונה אל תעלת מובל רח' השקמה ביציאה מהמובל, ואגן B12 המתנקז דרומה למערכת הניקוז הקיימת לאורך כביש 44 (דרך השבעה).

לא ידוע על בעיות הצפה במתחם.

איור 30 מציג את גבול המתחם על גבי תצ"א.

טבלה 4 מציגה את סיכום הנתונים עבור מתחם התכנון.



איור 30: מתחם 1 - גבול ע"ג תצ"א

טבלה 4: מתחם 1 - נתונים ומידע על מתחם התכנון

הערות	מצב מוצע*	מצב קיים	שטח [דונם]	מתחם
במסגרת תוכנית שכונת הפארק מוצאים מתקני ויסות נגר. בחלקו המזרחי הקרקע הטבעית הינה חמרה בעלת כושר חלחול טוב.	ייעוד שצ"פ. מתחם פנאי, ספורט ונופש כחלק מהרצף המטרופוליני פארק אריאל שרון.	אזור תעשייה, מגרשי אספלט, 95% מהשטח אטום	44	1

* קיימת תוכנית מפורטת מאושרת תמל/1112 - שכונת הפארק

7.1.3 תוכנית מוצעת

איור 31 להלן מציג את תכנון ניהול הנגר ונתוני התכן במתחם מס' 1. התכנון מוצע על בסיס תוכנית הניקוז המאושרת של התוכנית המפורטת במתחם תמל/1112 "שכונת הפארק". המתחם מתוכנן לנהל גם נגר הנוצר במתחם הסמוך - **מתחם 2.1**.

פתרונות ניהול נגר מוצעים במתחם 1

- גן גשם / בקאלש
- מתקן/בריכות איגום נגר



נתונים:	
44	שטח מתחם (דונם)
(B11,B12) 2	מספר אגנים מקומיים
90 (בתכנון)	שטח פתוח (%)
תעלה - מוצא מובל השקמה	פתרון קצה לניקוז
1,553	נפח נגר נדרש לניהול (מ"ק)
256	ספיקת יציאה שעתית מווסתת (מ"ק/שעה)
154	נפח פיזי נדרש לניהול (מ"ק)
1,655	נפח פוטנציאלי במתחם (מ"ק)

איור 31: תכנון ניהול נגר במתחם מס' 1

יעד נגר לניהול ופוטנציאל אוגר פיזי

על מנת לנהל 1,553 מ"ק עם ספיקת יציאה מווסתת של 256 מ"ק ש נדרש אוגר פיזי של 154 מ"ק. פוטנציאל אוגר פיזי לניהול במתחם נאמד ב: 1,655 מ"ק, כלומר הרבה יותר מהיעד הנדרש.

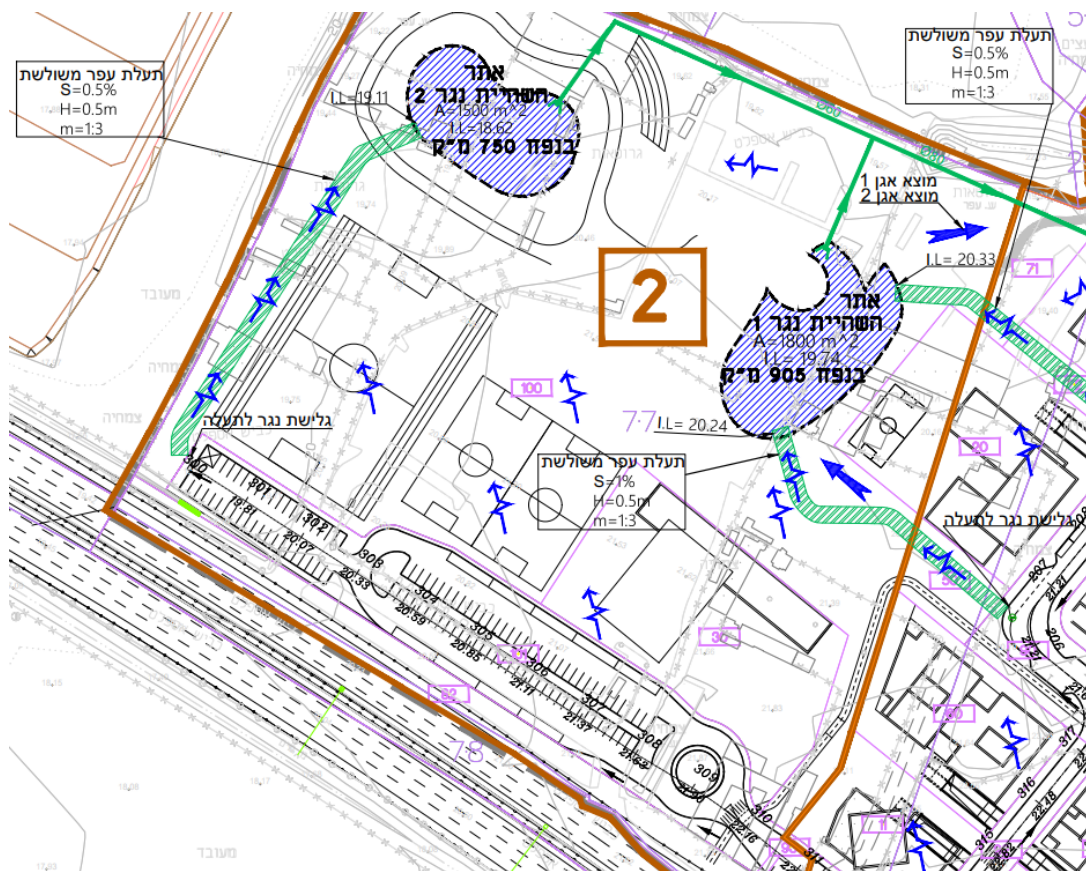
במתחם זה ינוהל גם הנגר של מתחם 2.1 שעומד על: 431 מ"ק.

חלופה 1 - תכנון מערכת ניקוז בהתאם לניהול נגר (תקופת חזרה 1:5 שנה)

עפ"י התוכנית המפורטת מתוכנן קו מאסף בקוטר 60 ו- 80 ס"מ, אשר יקלוט את ספיקת היציאה המווסתת מאמצעי ניהול הנגר המתוכננים באגן (איגומי וויסות בשצ"פ).

טבלה 5: מתחם 1 - קווי ניקוז מוצעים בתקופת חזרה 1:5 שנה

מהירות זרימה [מ'/שניה]	דרגת מילוי	קוטר מוצע [מ']	שיפוע [%]	ספיקת תכן הסתברות 20% [מ"ק/שניה]	רח'
2.0	0.6	0.8	0.5 (משוער)	0.66	קו מאסף



איור 32: אמצעי ניהול נגר מתוך תוכנית שכונת הפארק תמל/1112

חלופה II – מערכת ניקוז ללא ניהול נגר (תקופת חזרה 1:20 שנה)

ללא ניהול נגר, ובהנחה שחלק ממתחם 2.1 מתנקז אל מתחם 1- נדרש קו מאספ של 1.0 מ'.

טבלה 6: מתחם 1 - קווי ניקוז מוצעים בתקופת חזרה 1:20 שנה

מהירות זרימה [מ'/שניה]	דרגת מילוי	קוטר מוצע [מ']	שיפוע [%]	ספיקת תכן הסתברות 5% [מ"ק/שניה]	רח'
2.2	0.5	1.0	0.5 (משוער)	0.89	קו מאספ

7.1.4. עלות כללית

טבלה 7 מציגה את העלות הכלכלית של התכנית המוצעת בחלופות השונות. חישוב עלות אמצעי ניהול הנגר נעשה בהתאם ליעד הנפח הנדרש לפי המחשוב, תוך העדפת אמצעים בעלי עלות נמוכה יותר.

טבלה 7: מתחם 1 – השוואת עלות כלכלית של תכנית מוצעת בחלופות השונות, ללא מע"מ

חלופה II תכנון ניקוז ל-1:20 שנה	חלופה I ניהול נגר ותכנון ניקוז ל-1:5 שנה	
761 אלש"ח	496 אלש"ח	ניקוז
-	77 אלש"ח**	ניהול נגר
761 אלש"ח	574 אלש"ח	סה"כ

**העלות מתייחסת לנפח אוגר הפיזי הנדרש בלבד, במסגרת תכנית שכונת הפארק מתוכנן ניהול נגר בהיקף נרחב יותר והעלות בהתאם.

7.1.5. המחשה גרפית

איור 33 מציג המחשה גרפית לאמצעים לניהול נגר בהם ניתן לעשות שימוש במתחם. במסגרת תכנית שכונת הפארק מתוכננים אזורי השהיית נגר נרחבים המאפשרים השהייה ואיגום. ניתן באמצעים פשוטים להפוך את אזורי ההשהיה לאזורי טבע ירוקים, המספקים ריאה ירוקה ואתר פנאי לתושבי השכונה.



איור 33: וויסות נגר בפארק באמצעות בריכות וויסות/גן גשם/עיצוב טופוגרפי (הדמיה AI)

7.2 מתחם 2.1**7.2.1 מידע כללי**

שטח המתחם 42 דונם, מתוכם 12% שטח פתוח. מתחם זה הינו חלק משכונת הפארק הכוללת הסבת אזור התעשייה לשכונת מגורים חדשה באינטנסיביות בינוי גבוהה. כ- 90% מזכויות הבניה במתחם מיועדות למגורים והיתר לשימושי תעסוקה ומסחר. בנוסף, קומות הקרקע של מבני המגורים מיועדות למסחר ושימושים פעילים אחרים.

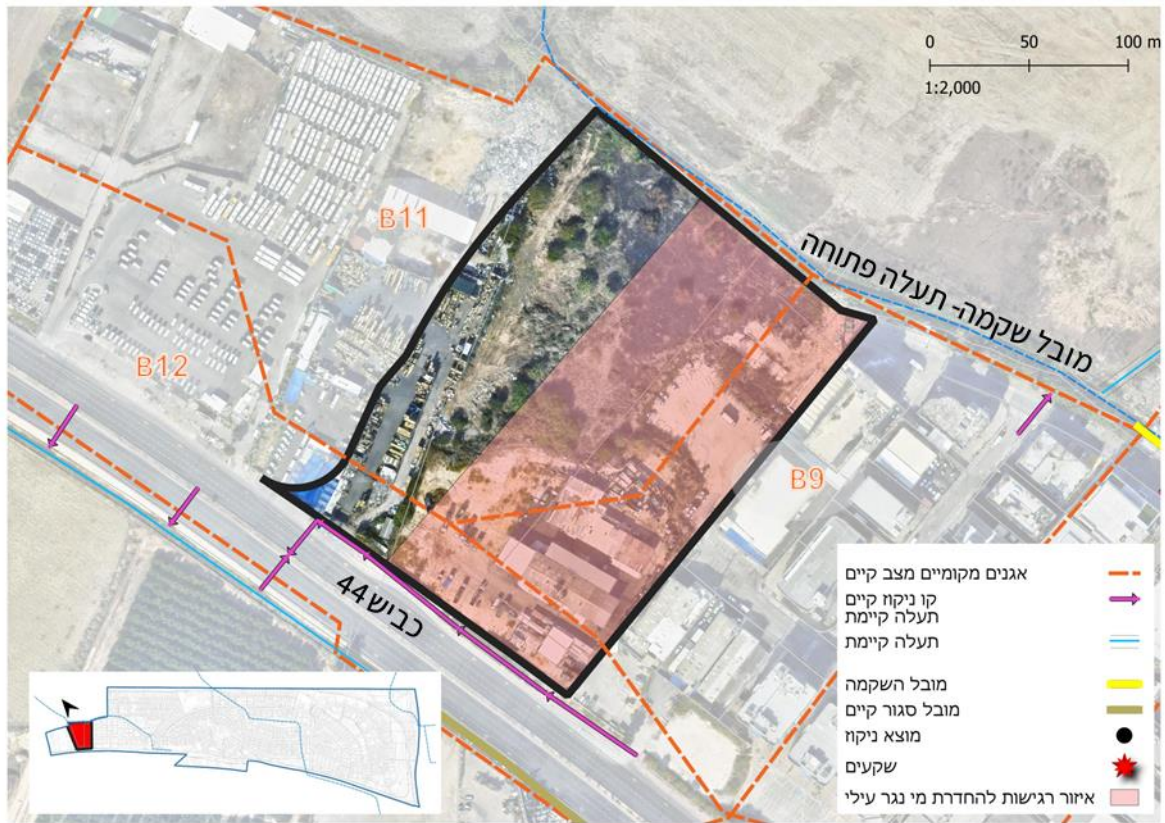
חלק מהמתחם מסומן בתמ"א 1 כאזור רגיש להחדרת מי נגר בשל הפעילות התעשייתית במקום.

7.2.2 מערכת ניקוז קיימת

במתחם אין מערכת ניקוז תת"ק והנגר מתנקז על פני השטח בהתאם לטופוגרפיה. עפ"י המדידה של שטח המועצה עובר בתוך המתחם קו פרשת המים המפריד בין שלושה תתי אגנים: אגנים B9 ו-B11 המתנקזים צפונה אל תעלת מובל רח' השקמה ביציאה מהמובל, ואגן B12 המתנקז דרומה למערכת הניקוז הקיימת לאורך כביש 44 (דרך השבעה). לא ידוע על בעיות הצפה במתחם.

איור 34 מציג את גבול המתחם על גבי תצ"א.

טבלה 8 מציגה את סיכום הנתונים עבור מתחם התכנון.



איור 34: מתחם 2 - גבול המתחם ע"ג תצ"א

טבלה 8: מתחם 2 - נתונים ומידע על מתחם התכנון

הערות	מצב מוצע	מצב קיים	שטח [דונם]	מתחם
שכונה בתכנון ללא שטחים פתוחים, נסמכת על פתרונות ניהול נגר במתחם 1. הקרקע הטבעית הינה חמרה בעלת כושר חלחול טוב, אך חלק מהמתחם מסומן כאזור רגיש להחדרת מי נגר בשל הפעילות התעשייתית במקום.	שכונת מגורים (חלק משכונת הפארק)	אזור תעשייה, מגרשי אספלט ובניה בהיקף של 31% מהשטח	42	2.1

* קיימת תוכנית מפורטת מאושרת תמל/112 - שכונת הפארק

7.2.3 תוכנית מוצעת

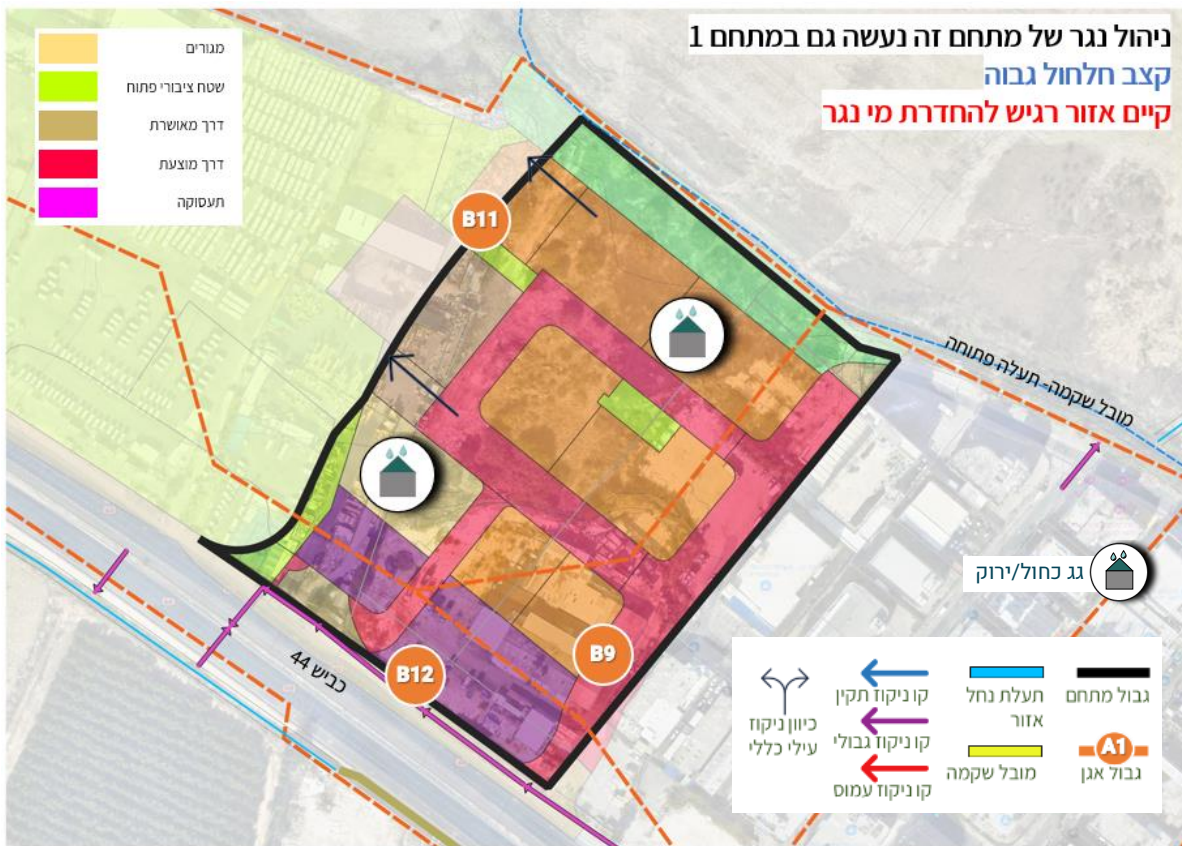
איור 35 מציג את תכנון ניהול הנגר ונתוני התכן במתחם 2.1. התכנון מוצע על בסיס תוכנית הניקוז המאושרת של התוכנית המפורטת במתחם תמל/1112 "שכונת הפארק".

פתרונות לניהול נגר במתחם 2.1

- גג כחול / ירוק

עפ"י תוכנית מפורטת שכונת הפארק תמל/1112, הנגר במתחם 2.1 ינוהל במתחם 1 הסמוך.

⚠ פתרונות ניהול הנגר במתחם זה מוגבלים לאור הימצאות המתחם באזור רגיש להחדרה בשל הפעילות התעשייתית במקום.



נתונים:	
42	שטח מתחם (דונם)
3 (B9,B11,B12)	מספר אגנים מקומיים
12 (בתכנון)	שטח פתוח (%)
תעלה - מוצא מובל השקמה	פתרון קצה לניקוז
4,881	נפח נגר נדרש לניהול (מ"ק)
908	ספיקת יציאה שעתית מווסתת (מ"ק/שעה)
431	נפח פיזי נדרש לניהול (מ"ק)
72	נפח פוטנציאלי במתחם (מ"ק)

איור 35: תכנון ניהול נגר במתחם 2.1

יעד נגר לניהול ופוטנציאל אוגר פיזי

על מנת לנהל 4,881 מ"ק עם ספיקת יציאה מווסתת של 908 מק"ש נדרש אוגר פיזי של 431 מ"ק. נגר ממתחם זה ינוהל במתחם 1 בהתאם לתוכנית ניהול הנגר של שכונת הפארק:

- פוטנציאל אוגר פיזי במתחם 2.1 עומד על: 72 מ"ק
- פוטנציאל אוגר פיזי במתחם 1 עומד על: 1,655 מ"ק

חלופה I - תכנון מערכת ניקוז בהתאם לניהול נגר (תקופת חזרה 1:5 שנה)

עפ"י תוכנית מפורטת מאושרת תמל /1112 (שכונת הפארק) בכביש המתוכנן בגבולו המזרחי של המתחם מתוכנן קו ניקוז בקוטר 60 ס"מ שמוצאו בתעלת הנחל הפתוחה של מובל השקמה.

טבלה 9: מתחם 2.1 - קווי ניקוז מוצעים בתקופת חזרה 1:5 שנה

מ"ק/שניה	דרגת מילוי	קוטר מוצע [מ']	שיפוע [%]	ספיקת תכן הסתברות 20% [מ"ק/שניה]	רח'
2.2	0.5	0.6	1.0	0.3	כביש מזרחי

חלופה II - מערכת ניקוז ללא ניהול נגר (תקופת חזרה 1:20 שנה)

לפי הניתוח ההידראולי קוטר הצינורות המוצע בחלופה I מתאים גם לספיקות של חלופה II.

7.2.4 עלות כללית

טבלה 10 מציגה את העלות הכלכלית של התכנית המוצעת בחלופות השונות. חישוב עלות אמצעי ניהול הנגר נעשה בהתאם ליעד הנפח הנדרש לפי המחשבון, תוך העדפת אמצעים בעלי עלות נמוכה יותר.

טבלה 10: מתחם 2.1 - השוואת עלות כלכלית של תכנית מוצעת בחלופות השונות, ללא מע"מ

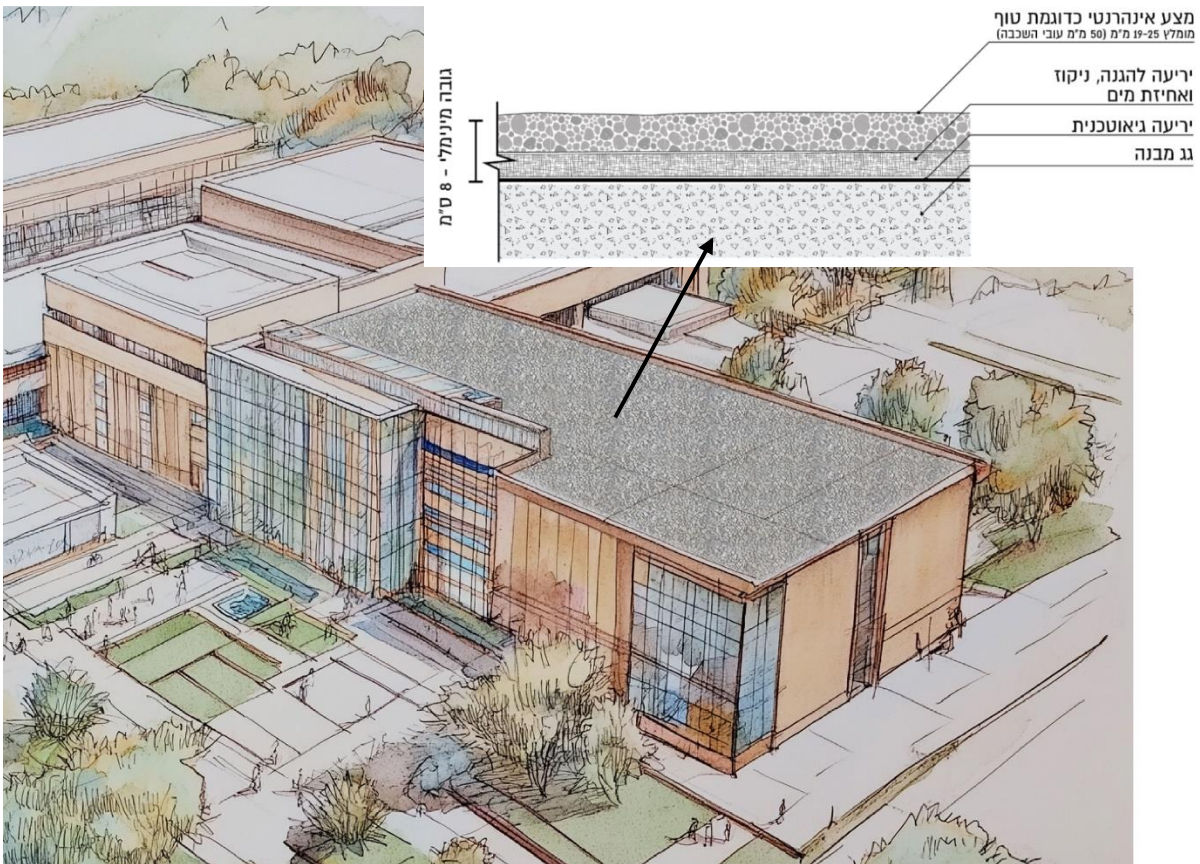
חלופה II תכנון ניקוז ל-1:20 שנה	חלופה I ניהול נגר ותכנון ניקוז ל-1:5 שנה	
417 אלש"ח	417 אלש"ח	ניקוז
-	7 אלש"ח	ניהול נגר
417 אלש"ח	424 אלש"ח	סה"כ

7.2.5 המחשה גרפית

איור 36 ואיור 37 מציגים המחשה גרפית לאמצעים לניהול נגר בהם ניתן לעשות שימוש במתחם. לאור החשש מזיהום קרקע מומלץ לעשות שימוש בגגות כחולים במתחם, בעיקר בתחום התעסוקה המוצע בדרום המתחם.



איור 36: דוגמא לגג כחול - גג בית הספר אילנות, תל אביב, צילום אדל' זוטרובסקי



איור 37: גג כחול - הדמיה AI, פרט מאתר אנמא

7.3 מתחם 2.2

7.3.1 מידע כללי

המתחם כולל את אזור התעסוקה, המסחר והתעשייה העיקר במ.מ. אזור ושטחו 128 דונם. במתחם תוקם שכונה חדשה שתשלב מגורים, מסחר ותעסוקה. כ- 85% מזכויות הבניה במתחם מיועדות לשימושי תעסוקה ומסחר ו- 15% למגורים. קומת הקרקע בכל רחובות המתחם תהיה מסחרית ופעילה. תנאי למימוש תוספת הזכויות במתחם (למגורים או לתעסוקה) יהיה הוצאת השימושים המזהמים מהמתחם, חידוש ושדרוג אזור התעשייה הקיים.

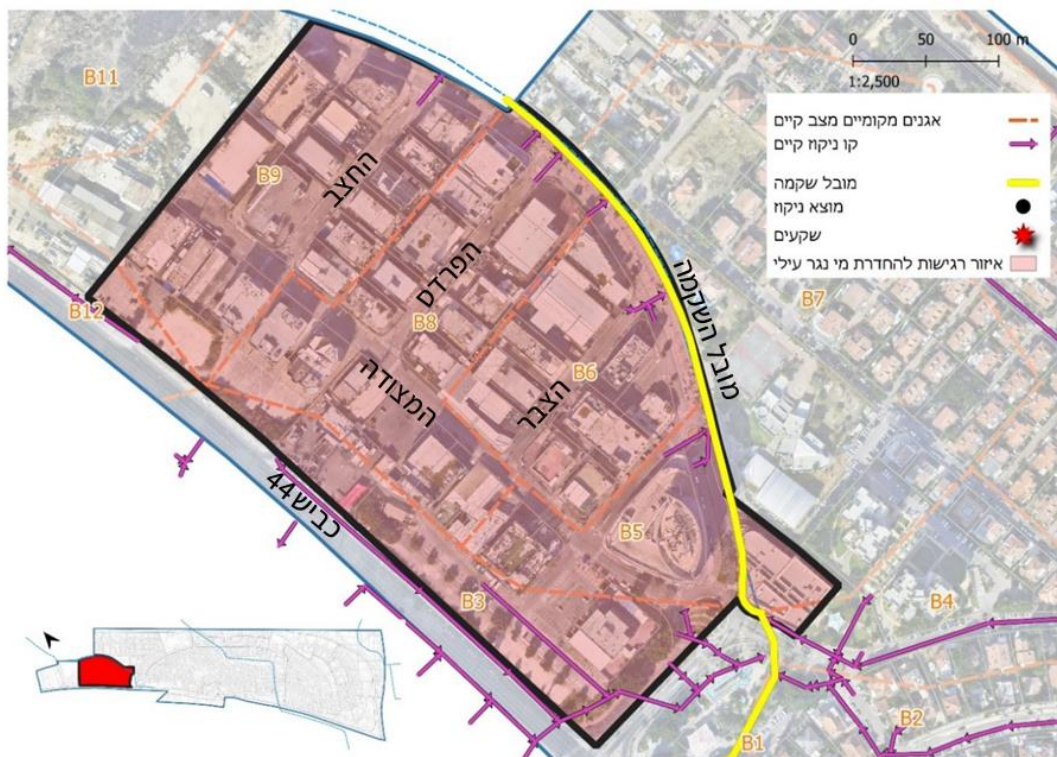
המתחם מסומן בתמ"א 1 כאזור רגיש להחדרת מי נגר בשל הפעילות התעשייתית במקום.

7.3.2 מערכת ניקוז קיימת

המתחם מחולק ל- 5 אגני ניקוז מקומיים המתנקזים למובל השקמה. ברוב שטח המתחם (אגנים מקומיים B5, B6, B8, B9) אין מערכת ניקוז תת"ק לאורך הרחובות, רק בקצה כל רחוב ממוקמים קולטנים המתנקזים אל מובל רח' השקמה. בחלקו הדרום מזרחי של המתחם, אגן B3, קיימים מס' צינורות ניקוז הנאספים אל צינור קוטר 100 ס"מ אשר מוצאו במובל רח' השקמה.

לא ידוע על בעיות הצפה במתחם.

איור 38 מציג את גבול המתחם על גבי תצ"א. טבלה 11 מציגה את סיכום מתחם התכנון.



איור 38: מתחם 2.2 - גבול המתחם ע"ג תצ"א

טבלה 11: מתחם 2.2 - נתונים ומידע על מתחם התכנון

הערות	מצב מוצע	מצב קיים	שטח [דונם]	מתחם
מיעוט שטחים פתוחים גם לאחר מימוש התוכנית. הקרקע הטבעית הינה חמרה בעלת כושר חלחול טוב אך האזור רגיש להחדרת מי נגר מחשש לזיהום.	ייעוד עירוני מעורב: שכונה שתשלב מגורים, מסחר ותעסוקה.	אזור תעסוקה: רוב השטח משמש למבנים או מגרשי חניה.	128	2.2

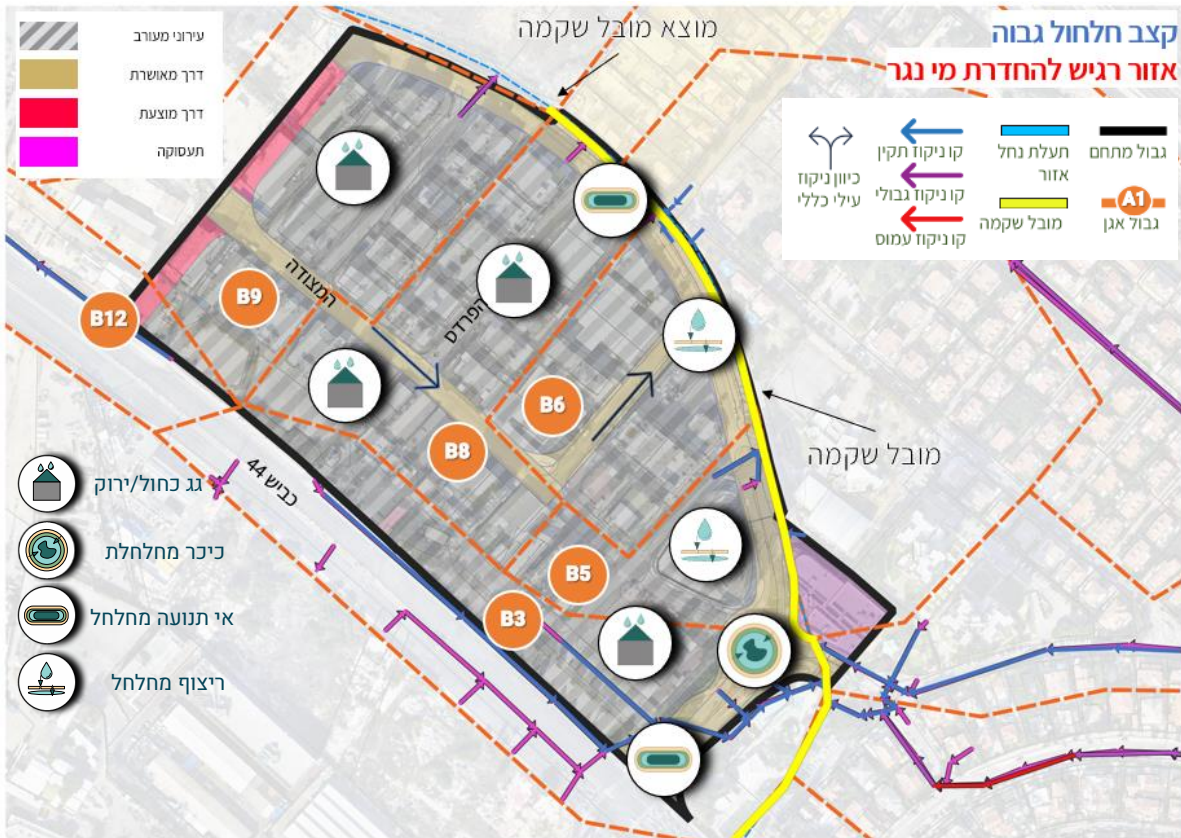
7.3.3 תוכנית מוצעת

איור 39 להלן מציג את תכנון ניהול הנגר ונתוני התכן במתחם 2.2. מאחר ובמתחם מוצעת התחדשות עירונית קיימת הזדמנות לשילוב אמצעי ניהול נגר כבר בשלבי תכנון מוקדמים. למתחם טרם הוגשה תוכנית מפורטת למערכת מנהל התכנון.

פתרונות ניהול נגר מוצעים במתחם 2.2

- אי תנועה מחלחל
- גג כחול / ירוק
- כיכר מחלחלת
- ריצוף מחלחל

⚠ פתרונות ניהול הנגר במתחם זה מוגבלים לאור הימצאות המתחם באזור רגיש להחדרה בשל הפעילות התעשייתית במקום.



נתונים:	
128	שטח מתחם (דונם)
5 (B3,B5,B6,B8,B9)	מספר אגנים מקומיים
15	שטח פתוח (%)
מובל השקמה	פתרון קצה לניקוז
13,721	נפח נגר נדרש לניהול (מ"ק)
2,551	ספיקת יציאה שעתית מווסתת (מ"ק/שעה)
1,212	נפח פיזי נדרש לניהול (מ"ק)
1,800	נפח פוטנציאלי במתחם (מ"ק)

איור 39: תכנון ניהול נגר במתחם 2.2

יעד נגר לניהול ופוטנציאל אוגר פיזי

על מנת לנהל 13,721 מ"ק עם ספיקת יציאה מווסתת של 2,551 מ"ק ש נדרש אוגר פיזי של 1,212 מ"ק. פוטנציאל אוגר פיזי עומד על כ-1,810 מ"ק, ניתן לעמוד ביעד לניהול נגר הנדרש.

חלופה I - תכנון מערכת ניקוז בהתאם לניהול נגר (תקופת חזרה 1:5 שנה)

מוצעת מערכת תת"ק ברחובות הראשיים שתנקז את הזרימה העודפת מאמצעי ניהול הנגר ואת הנגר מהשטח הלא מנוהל. טבלה 12 להלן מפרטת את מאפייני מערכת הניקוז המוצעת.

טבלה 12: מתחם 2.2 - קווי ניקוז מוצעים בתקופת חזרה 1:5 שנה

רח'	ספיקת תכן הסתברות 20% [מ"ק/שניה]	שיפוע [%]	קוטר מוצע [מ']	דרגת מילוי	מהירות זרימה [מ'/שניה]
הצבר	0.31	0.9	0.5	0.7	2.1
הפרדס	0.28	1.0	0.5	0.65	2.1
החצב	0.40	1.0	0.6	0.7	2.4

חלופה II – מערכת ניקוז ללא ניהול נגר (תקופת חזרה 1:20 שנה)

ללא ניהול נגר מוצע להגדיל את קווי הניקוז המתוכננים לקוטר 0.6 מ'.

ברח' השקמה באגן B5 מוצע להגדיל את הקווים לקוטר 0.5 מ'.

טבלה 13: מתחם 2.2 - קווי ניקוז מוצעים בתקופת חזרה 1:20 שנה

רח'	ספיקת תכן הסתברות 5% [מ"ק/שניה]	שיפוע [%]	קוטר מוצע [מ']	דרגת מילוי	מהירות זרימה [מ'/שניה]
הצבר	0.43	0.9	0.6	0.7	2.1
הפרדס	0.38	1.0	0.6	0.65	2.3
החצב	0.53	1.0	0.6	0.7	2.5

7.3.4. עלות כללית

טבלה 14 מציגה את העלות הכלכלית של התכנית המוצעת בחלופות השונות. חישוב עלות אמצעי ניהול הנגר נעשה בהתאם ליעד הנפח הנדרש לפי המחשבון, תוך העדפת אמצעים בעלי עלות נמוכה יותר.

טבלה 14: מתחם 2.2 – השוואת עלות כלכלית של תכנית מוצעת בחלופות השונות, ללא מע"מ

חלופה II תכנון ניקוז ל-1:20 שנה	חלופה I ניהול נגר ותכנון ניקוז ל-1:5 שנה	
1,679 אלש"ח	1,453 אלש"ח	ניקוז
-	842 אלש"ח	ניהול נגר
1,679 אלש"ח	2,295 אלש"ח	סה"כ

7.3.5 המחשה גרפית

איור 40 מציג המחשות גרפיות לאמצעי ניהול הנגר המוצעים במתחם, הכוללים רצועות גינון מונמכות, גגות ירוקים, ריצוף מנקז בחניות וכיכר מחלחלת.



גג ירוק, הדמיה AI



קליטת נגר ברצועות גינון מונמכות, הדמיה AI



כיכר מחלחלת, הדמיה AI



ריצוף מנקז בחניות, אקרשטיין

איור 40: המחשה גרפית- אמצעי ניהול נגר מתחם 2.2

7.4 מתחם 3

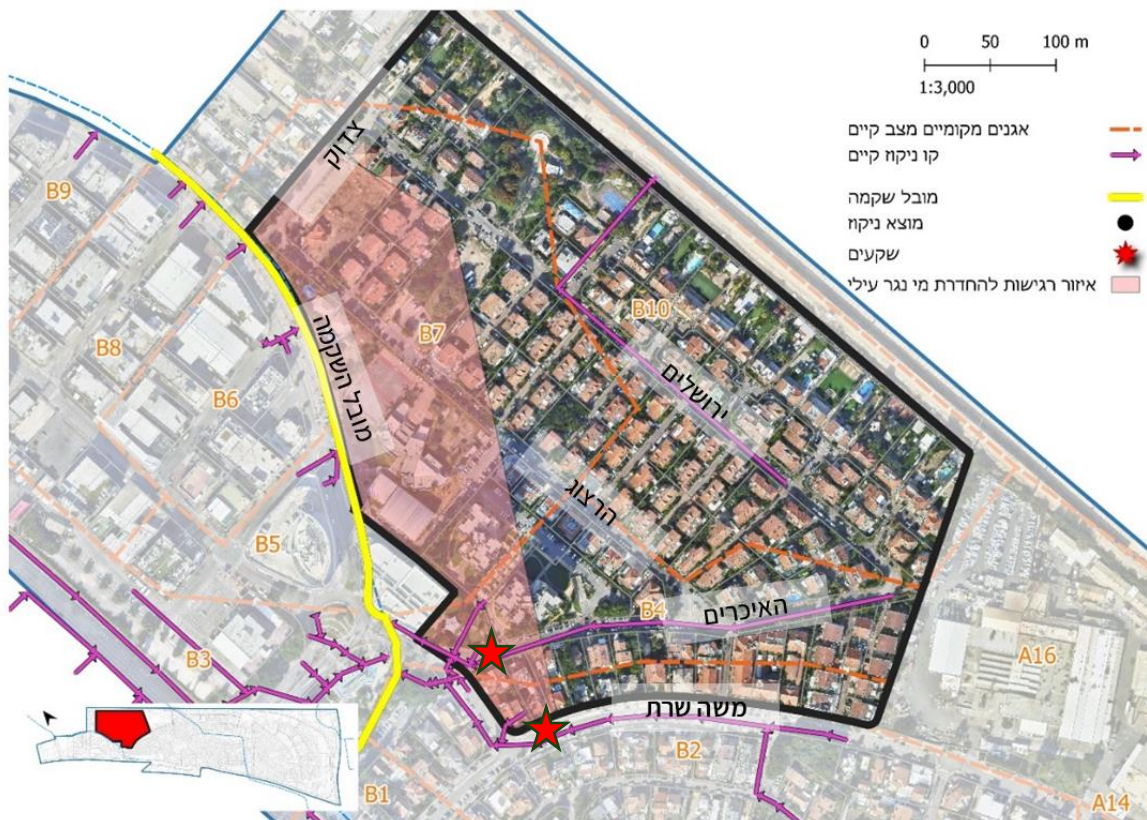
7.4.1 מידע כללי

מתחם ששטחו 178 דונם, 21% מהשטח פתוח. המתחם כולל מגורים צמודי קרקע המהווים חלק מהאזור הוותיק. התוכנית הכוללת מציעה לפתח את רחוב יצחק שדה כחלק מהשדרה הראשית של אזור, ומאפשרת הוספת חזית מסחרית במבני המגורים לאורך הרחוב. התוכנית מחזקת את השלד הציבורי הפתוח במתחם באמצעות התוית שבילים וזיקות מעבר דרך מבני ציבור קיימים.

7.4.2 מערכת ניקוז קיימת

המתחם מחולק ל-3 אגני ניקוז B4, B7, B10. אגן B10 מתנקז באמצעות קו 60 ס"מ לאורך רח' ירושלים אל תעלה פתוחה לאורך גבולה הצפוני של המועצה המתחברת בסופה אל תעלת הנחל הפתוחה במוצא מובל השקמה. אגנים B7, B4 מתנקזים אל מובל השקמה כאשר באגן B4 קיימים קווי ניקוז ברחובות האיכרים, משה שרת והאקליפטוס ובאגן B7 קווים במורד הרח' הרצוג וצדוק. עפ"י מידע שהתקבל מהמועצה בעבר אירעו הצפות מקומיות ברח' ירושלים ובחיבורי הרחובות משה שרת והאיכרים לרח' האקליפטוס.

איור 41 מציג את גבול המתחם על גבי תצ"א. טבלה 15 מציגה את סיכום מתחם התכנון.



איור 41: מתחם 3 - גבול המתחם ע"ג תצ"א

טבלה 15: מתחם 3 - נתונים ומידע על מתחם התכנון

מתחם	שטח [דונם]	מצב קיים	מצב מוצע	הערות
3	178	מגורים ומוסדות ציבור	ללא שינוי	באזור מוסדות הציבור קיים פוטנציאל משמעותי לניהול נגר

7.4.3. תוכנית מוצעת

איור 42 להלן מציג את תכנון ניהול הנגר ונתוני התכן במתחם 3. עפ"י תוכנית המתאר הכוללת קיימת רצועת שצ"פ משמעותית החוצה את המתחם ומהווה פוטנציאל למימוש ניהול נגר במרחב, בנוסף אזור מוסדות הציבור מהווה פוטנציאל למיקום אמצעים לניהול נגר.

פתרונות ניהול נגר במתחם 3

- גג כחול / ירוק
- גן גשם / בקלש
- מתקן איגום נגר
- עיצוב טופוגרפי מעודד השהייה וחלחול
- ריצוף מחלחל

⚠ פתרונות ניהול הנגר בחלקו הדרומי של המתחם מוגבלים לאור הימצאותו באזור רגיש להחדרה בשל הפעילות התעשייתית במקום.



נתונים:	
178	שטח מתחם (דונם)
3 (B4,B7,B10)	מספר אגנים מקומיים
21	שטח פתוח (%)
מובל השקמה	פתרון קצה לניקוז
18,480	נפח נגר נדרש לניהול (מ"ק)
3,391	ספיקת יציאה שעתית מווסתת (מ"ק/שעה)
1,654	נפח פיזי נדרש לניהול (מ"ק)
1,900	נפח פוטנציאלי במתחם (מ"ק)

איור 42: תכנון ניהול נגר במתחם 3

יעד נגר לניהול ופוטנציאל אוגר פיזי

על מנת לנהל 18,480 מ"ק עם ספיקת יציאה מווסתת של 3,391 מ"ק ש נדרש אוגר פיזי של 1,654 מ"ק. פוטנציאל נגר לניהול עומד על כ- 1,900 מ"ק. ניתן לעמוד ביעד ניהול הנגר הנדרש.

חלופה I - תכנון מערכת ניקוז בהתאם לניהול נגר (תקופת חזרה 1:5 שנה)

במידול הידראולי נמצא כי קו הניקוז ברח' משה שרת במקטע המתחבר לרח' האקליפטוס אינו מתאים לספיקת התכן. במקטע זה גם קיים שקע מקומי הגורם להצפות. בנוסף ברח' האיכרים ידוע על הצפות חוזרות – ככל הנראה משקע מקומי. במידול ההידאולי אמנם קו הניקוז נמצא תקין

אך בהערכה ובחישוב "ידני" בקוטר 0.6 מ' הקו כמעט מלא (דרגת מילוי 0.9). בהתאם לכך התוכנית מציעה את הפעולות הבאות:

- שדרוג מקטע של קו הניקוז במורד רח' האיכרים לקו בקוטר 0.8 מ'.
 - החלפה של קו הניקוז ברח' משה שרת במקטע המתחבר לרח' האקליפטוס וברח' האקליפטוס עצמו לקוטר 0.8 מ'.
 - הוספת קווי ניקוז ברח' הרצוג, ירושלים (חיבור לצדוק) וצדוק לקליטת עודפי הנגר.
- טבלה 16 להלן מפרטת את מאפייני מערכת הניקוז המוצעת בשילוב ניהול נגר.

טבלה 16: מתחם 3 - קווי ניקוז מוצעים בתקופת חזרה 1:5 שנה

רח'	ספיקת תכן הסתברות 20% [מ"ק/שניה]	שיפוע [%]	קוטר מוצע [מ']	דרגת מילוי	מהירות זרימה [מ'/שניה]
מורד משה שרת והאקליפטוס- (שדרוג)	0.86	1.0	0.8	0.6	2.8
מורד רח' האיכרים	0.35	0.3	0.8	0.5	1.4
הרצוג - חיבור לצדוק	0.22	0.7	0.5	0.5	1.7
ירושלים-צדוק	0.31	0.5	0.6	0.6	1.7

חלופה II – מערכת ניקוז ללא ניהול נגר (תקופת חזרה 1:20 שנה)

במידול הידראולי נמצא כי בספיקות בהסתברות 5% נדרש:

- החלפה של קו הניקוז ברח' משה שרת במקטע המתחבר לרח' האקליפטוס וברח' האקליפטוס עצמו לקוטר 1.0 מ'.
- קו הניקוז לאורך רח' האיכרים נמצא במידול במצב גבולי מבחינת התאמתו לספיקת התכן. בשל ההצפות במורד הרחוב בחיבור עם רח' האקליפטוס מוצע לשדרג את הקו לקו בקוטר 0.8 מ'.
- קו הניקוז הקיים ברח' ירושלים נמצא במצב גבולי מבחינת התאמתו לספיקת התכן. מוצע לבחון את הצורך בשדרוג הקו בתוכנית מפורטת.
- מוצעים קווי ניקוז ברחובות הרצוג, ירושלים וצדוק.

טבלה 17 להלן מפרטת את מאפייני מערכת הניקוז המוצעת בחלופה, ללא ניהול נגר.

טבלה 17: מתחם 3 - קווי ניקוז מוצעים בתקופת חזרה 1:20 שנה

מהירות זרימה [מ'/שניה]	דרגת מילוי	קוטר מוצע [מ']	שיפוע [%]	ספיקת תכן הסתברות 5% [מ"ק/שניה]	רח'
3.1	0.5	1.0	1.0	1.2	מורד משה שרת והאקליפטוס (שדרוג)
1.5	0.6	0.8	0.3	0.48	רח' האיכרים (שדרוג)
1.9	0.6	0.6	0.7	0.31	הרצוג - חיבור לצדוק
1.8	0.5	0.8	0.5	0.42	ירושלים-צדוק

7.4.4. עלות כללית

טבלה 18 מציגה את העלות הכלכלית של התכנית המוצעת בחלופות השונות. חישוב עלות אמצעי ניהול הנגר נעשה בהתאם ליעד הנפח הנדרש לפי המחשבון, תוך העדפת אמצעים בעלי עלות נמוכה יותר, ככל הניתן. במתחם זה קיימות מספר חלופות לאמצעי ניהול נגר, המאפשרות להקטין את עלות ניהול הנגר בהתאם לתמהיל הנבחר.

טבלה 18: מתחם 3 – השוואת עלות כלכלית של תכנית מוצעת בחלופות השונות, ללא מע"מ

חלופה II תכנון ניקוז ל-1:20 שנה	חלופה I ניהול נגר ותכנון ניקוז ל-1:5 שנה	
4,514 אלש"ח	1,778 אלש"ח	ניקוז
-	1,713 אלש"ח	ניהול נגר
4,514 אלש"ח	3,492 אלש"ח	סה"כ

7.4.5. המחשה גרפית

איור 43 מציג המחשה גרפית לאמצעים לניהול נגר בהם ניתן לעשות שימוש במתחם, מוצע לנצל את רצועת השצ"פ המשמעותית החוצה את המתחם למימוש גינות גשם קולטות נגר.



איור 43: המחשה גרפית- גינות גשם- מופע קיץ וחורף (הדמיה AI)

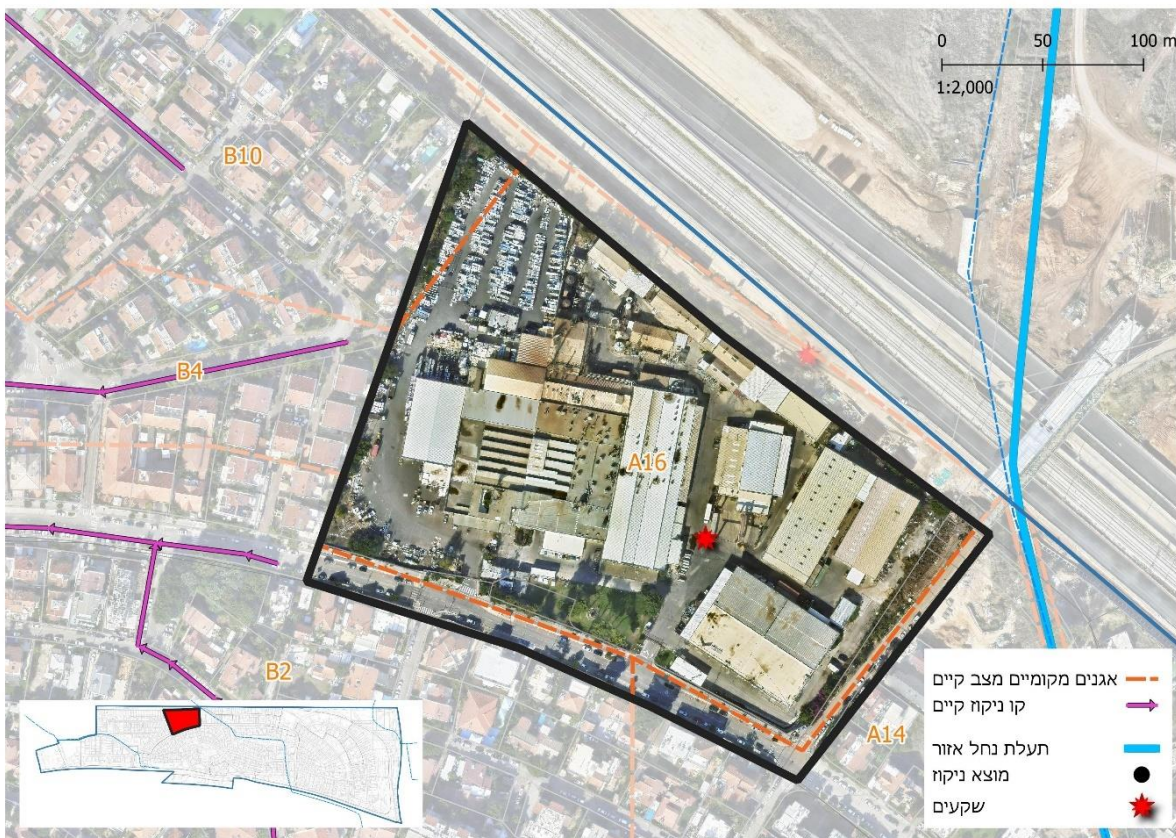
7.5 מתחם 4

7.5.1 מידע כללי

שטחו של המתחם 55 דונם והוא משמש כיום אזור תעשייה בו ממוקם מפעל 'אופיס טקסטיל'. התוכנית הכוללת מציעה לפתח את המתחם כשכונת מגורים חדשה הכוללת גם מסחר, תעסוקה, מבנים ומוסדות ציבור. למתחם קיימת תוכנית מפורטת מאושרת 554-0905372, "התחדשות עירונית במתחם אופיס".

7.5.2 מערכת ניקוז קיימת

המתחם ממוקם על קו פרשת המים שבין האגן המזרחי המתנקז אל תעלת אזור לבין האגן המערבי המתנקז אל מובל רח' השקמה. כיום אין במתחם מערכת ניקוז ידועה. ממערב למתחם קווי ניקוז קיימים לאורך הרחובות משה שרת והאיכרים הזורמים מערבה. בתוך המתחם קיים שקע טופוגרפי מקומי. לא ידוע על בעיות הצפה במתחם. איור 44 מציג את גבול המתחם על גבי תצ"א. טבלה 19 מציגה את סיכום מתחם התכנון.



איור 44: מתחם 4 - גבול המתחם ע"ג תצ"א

טבלה 19: מתחם 4 - נתונים ומידע על מתחם התכנון

מתחם	שטח [דונם]	מצב קיים	מצב מוצע	הערות
4	55	שטח תעשייה אטום כמעט במלאו	שינוי יעוד המתחם לשכונת מגורים	

* קיימת תוכנית מפורטת מאושרת 554-0905372 מתחם אופיס

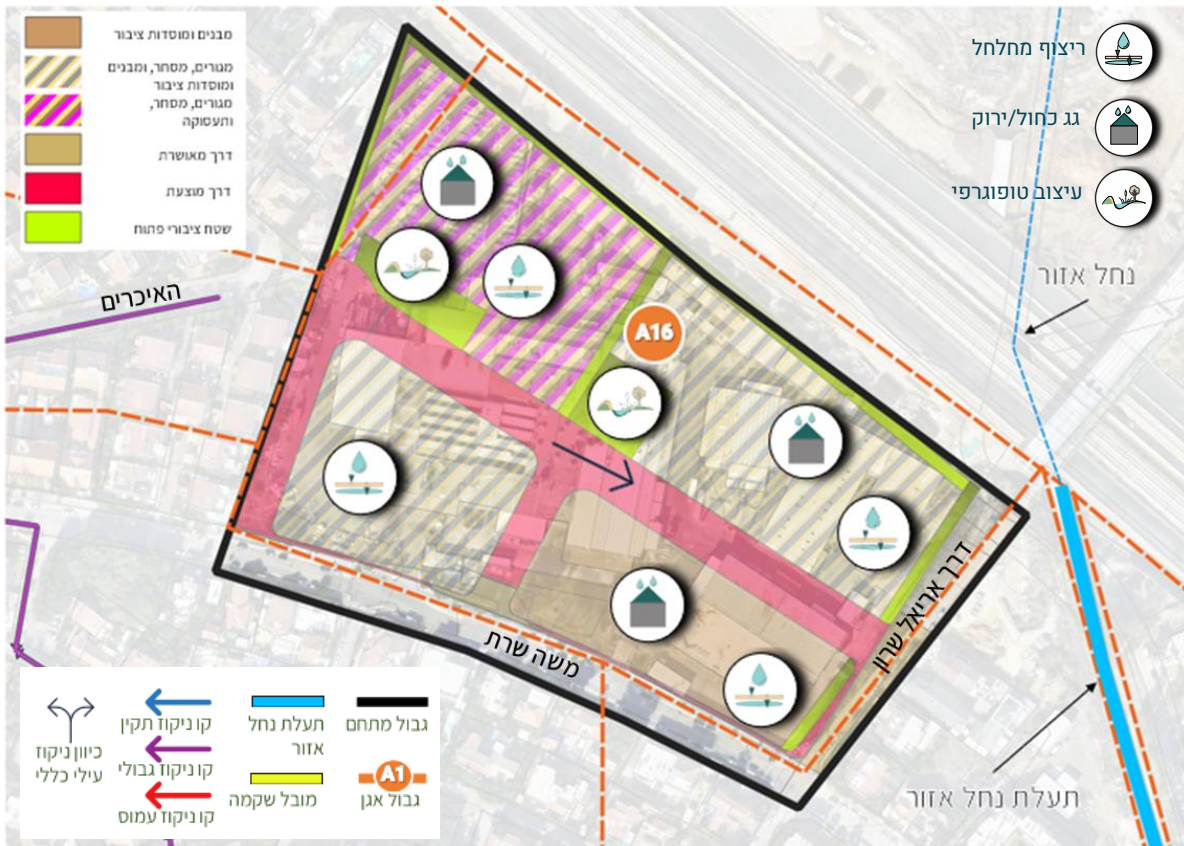
7.5.3. תוכנית מוצעת

איור 45 להלן מציג את תכנון ניהול הנגר ונתוני התכן במתחם 4. עפ"י התוכנית המפורטת המאושרת במתחם שני שצ"פים מתוכננים וכן רצועת שצ"פ צרה בהיקף המתחם. התב"ע מציעה ניהול נגר באמצעות 3 בורות החדרה אך בפועל המתחם ממוקם באזור קרקע חרסיתית שאינה מתאימה לקידוחי החדרה ובנוסף קיים חשש במתחם לזיהום מי תהום ונדרש סקר קרקע לעניין זה.

פתרונות ניהול נגר במתחם 4

- עיצוב טופוגרפי
- גג כחול/ירוק
- ריצוף מחלחל

⚠ פתרונות ניהול הנגר במתחם זה הכוללים החדרה דורשים סקר קרקע לבחינת זיהום מי התהום לאור שימושי תעשייה קיימים במתחם .



נתונים:	
55	שטח מתחם (דונם)
1 (A16)	מספר אגנים מקומיים
23	שטח פתוח (%)
תעלת אזור	פתרון קצה לניקוז
5,563	נפח נגר נדרש לניהול (מ"ק)
1,034	ספיקת יציאה שעתית מווסתת (מ"ק/שעה)
491	נפח פיזי נדרש לניהול (מ"ק)
572	נפח פוטנציאלי במתחם (מ"ק)

איור 45: תכנון ניהול נגר במתחם 4

יעד נגר לניהול ופוטנציאל אוגר פיזי

על מנת לנהל 5,563 מ"ק עם ספיקת יציאה מווסתת של 1,034 מ"ק ש נדרש אוגר פיזי של 491 מ"ק. פוטנציאל אוגר פיזי עומד על כ-570 מ"ק, ניתן לעמוד ביעד לניהול נגר הנדרש.

חלופה I - תכנון מערכת ניקוז בהתאם לניהול נגר (תקופת חזרה 1:5 שנה)

מוצעת מערכת תת"ק ברחובות הראשיים שתנקז את הנגר העודף מאמצעי ניהול הנגר ואת הנגר מהשטח הלא מנוהל. המתחם כיום אינו מחובר למערכת הניקוז העירונית ונדרש לתכנן ולבצע חיבור

של המתחם עד תעלת אזור. טבלה 20 להלן מפרטת את מאפייני מערכת הניקוז המוצעת בכביש המרכזי.

מאחר והמתחם ממוקם על קו פרשת המים בין האגן המזרחי למערבי ניתן בתכנון מפורט לנקז חלקים מהמתחם מערבה, בהתאם לבדיקה של מערכת הניקוז הקיימת עד התחברות למובל רח' השקמה.

טבלה 20: מתחם 4 - קווי ניקוז מוצעים בתקופת חזרה 1:5 שנה

רח'	ספיקת תכן הסתברות 20% [מ"ק/שניה]	שיפוע [%]	קוטר מוצע [מ']	דרגת מילוי	מהירות זרימה [מ'/שניה]
מרכזי	0.56	0.5	0.8	0.6	1.9

חלופה II – מערכת ניקוז ללא ניהול נגר (תקופת חזרה 1:20 שנה)

ללא ניהול נגר נדרש קו ניקוז מאספ בקוטר 0.8 מ'.

טבלה 21: מתחם 4 - קווי ניקוז מתוכננים בתקופת חזרה 1:20 שנה

רח'	ספיקת תכן הסתברות 5% [מ"ק/שניה]	שיפוע [%]	קוטר מוצע [מ']	דרגת מילוי	מהירות זרימה [מ'/שניה]
מרכזי	0.73	0.5	0.8	0.7	2.1

7.5.4. עלות כללית

טבלה 22 מציגה את העלות הכלכלית של התכנית המוצעת בחלופות השונות. חישוב ניהול הנגר נעשה בהתאם ליעד הנדרש לפי המחשבון, תוך העדפת אמצעים בעלי עלות נמוכה יותר.

טבלה 22: מתחם 4 – השוואת עלות כלכלית של תכנית מוצעת בחלופות השונות, ללא מע"מ

חלופה I ניהול נגר ותכנון ניקוז ל-1:5 שנה	חלופה II תכנון ניקוז ל-1:20 שנה	
623 אלש"ח	825 אלש"ח	ניקוז
1,004 אלש"ח	-	ניהול נגר
1,627 אלש"ח	825 אלש"ח	סה"כ

7.5.5. המחשה גרפית

איור 46 מציג המחשות גרפיות לאמצעים לניהול נגר בהם ניתן לעשות שימוש במתחם, הכוללים רצועות גינון מונמכות, ריצוף מנקז בחניות, ניהול נגר לצד חניות ואיי תנועה מחלחלים.



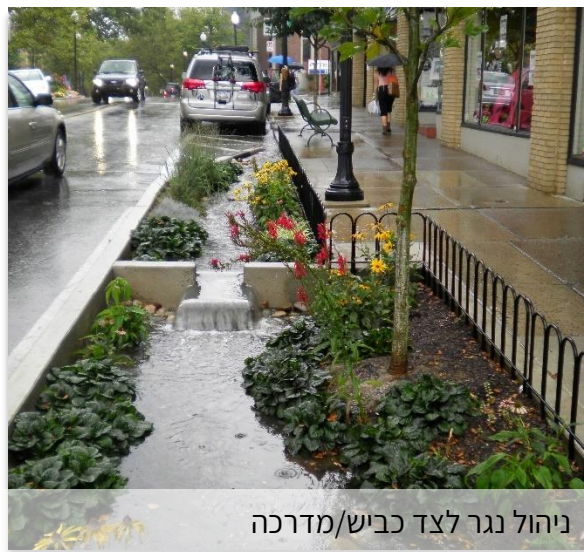
ניהול נגר לצד מדרכות, ליון צרפת



ריצוף מנקז בחניות, אקרשטיין



ניהול נגר לצד חניות, הדמיה AI



ניהול נגר לצד כביש/מדרכה

איור 46: המחשה גרפית- אמצעי ניהול נגר מתחם 4

7.6 מתחם 5

7.6.1 מידע כללי

שטחו של המתחם 45 דונם והוא כולל סדרת מבני שיכון אשר הוקמו בשנות ה-60 וה-70 של המאה הקודמת. תוכנית המתאר הכוללת מציעה במתחם תהליך בינוי-פינוי והתחדשות עירונית. למתחם תוכנית מפורטת מאושרת תמל/2042 התחדשות עירונית "מתחם יצחק שדה", עם ייעודים של מגורים, שצ"פ דרך קיימת ודרך מוצעת.

7.6.2 מערכת ניקוז קיימת

המתחם שייך לאגן ניקוז אחד (A13) המתנקז לתעלת אזור באמצעות קו ניקוז מאסף ברח' יצחק שדה בקוטר 0.5 מ'. לא ידוע על בעיות הצפה במתחם.

עפ"י מידול בהסתברות 1% תעלת אזור מציפה שטח קטן ברח' יצחק שדה סמוך לחציית התעלה את הרחוב.

איור 47 מציג את גבול המתחם על גבי תצ"א.

טבלה 23 מציגה את סיכום נתוני מתחם התכנון.



איור 47: מתחם 5 - גבול המתחם ע"ג תצ"א

טבלה 23: מתחם 5 - נתונים ומידע על מתחם התכנון

מתחם	שטח [דונם]	מצב קיים	מצב מוצע	הערות
5	45	מתחם מבני שיכון למגורים במרווחים גדולים שבהם שצ"פים	מתחם לפינוי בינוי שכונת יצחק שדה	

* קיימת תוכנית מפורטת מאושרת תמל/2042 מתחם יצחק שדה

7.6.3. תוכנית מוצעת

איור 48 להלן מציג את תכנון ניהול הנגר ונתוני התכן במתחם 5. עפ"י התוכנית המפורטת המאושרת מציעה ניהול נגר באמצעות איגום בשלושה שצ"פים באמצעות עיצוב טופוגרפי/גן גשם וכן הנמכה של שטחי גינון.

פתרונות ניהול נגר מוצעים במתחם 5

- גן גשם / בקאלש
- גג כחול / ירוק
- עיצוב טופוגרפי מעודד השהייה וחלחול



נתונים:	
45	שטח מתחם (דונם)
1 (A13)	מספר אגנים מקומיים
22	שטח פתוח (%)
תעלת אזור	פתרון קצה לניקוז
4,569	נפח נגר נדרש לניהול (מ"ק)
838	ספיקת יציאה שעתית מווסתת (מ"ק/שעה)
409	נפח פיזי נדרש לניהול (מ"ק)
458	נפח פוטנציאלי במתחם (מ"ק)

איור 48: תכנון ניהול נגר במתחם 5

יעד נגר לניהול ופוטנציאל אוגר פיזי

על מנת לנהל 4,569 מ"ק עם ספיקת יציאה מווסתת של 838 מ"ק ש נדרש אוגר פיזי של 409 מ"ק. פוטנציאל אוגר פיזי עומד על כ-460 מ"ק, ניתן לעמוד ביעד לניהול נגר הנדרש.

חלופה I - תכנון מערכת ניקוז בהתאם לניהול נגר (תקופת חזרה 1:5 שנה)

התוכנית המפורטת מציעה להחליף את קו הניקוז המאסף ברח' יצחק שדה לקו בקוטר 0.8 מ' אשר יקלוט את עודפי הנגר מאמצעי ניהול הנגר ומהשטח הלא מנוהל אל המוצא בתעלת אזור.

טבלה 24: מתחם 5 - קווי ניקוז מוצעים - תקופת חזרה 1:5 שנה

מהירות זרימה [מ'/שניה]	דרגת מילוי	קוטר מוצע [מ']	שיפוע [%]	ספיקת תכן הסתברות 20% [מ"ק/שניה]	רח'
1.5	0.5	0.8	0.3	0.38	יצחק שדה (החלפה)

חלופה II – מערכת ניקוז ללא ניהול נגר (תקופת חזרה 1:20 שנה)

קו הניקוז המוצע בקוטר 0.8 מ' בהסתברות 20% (1:5 שנים) מתאים גם לספיקות בהסתברות של 5% (1:20 שנה), אך ללא ניהול נגר מוצע שהקו בקוטר 0.8 מ' יהיה ארוך יותר (ראה תשריט מצב מוצע הסתברות 5%).

טבלה 25: מתחם 5 - קווי ניקוז מוצעים – תקופת חזרה 1:20 שנה

מהירות זרימה [מ'/שניה]	דרגת מילוי	קוטר מוצע [מ']	שיפוע [%]	ספיקת תכן הסתברות 5% [מ"ק/שניה]	רח'
1.6	0.5	0.8	0.3	0.53	יצחק שדה (שדרוג)

7.6.4. עלות כללית

טבלה 26 מציגה את העלות הכלכלית של התכנית המוצעת בחלופות השונות. חישוב ניהול הנגר נעשה בהתאם ליעד הנדרש לפי המחשבון, תוך העדפת אמצעים בעלי עלות נמוכה יותר.

טבלה 26: מתחם 5 – השוואת עלות כלכלית של תכנית מוצעת בחלופות השונות, ללא מע"מ

חלופה II תכנון ניקוז ל-1:20 שנה	חלופה I ניהול נגר ותכנון ניקוז ל-1:5 שנה	
1,044 אלש"ח	994 אלש"ח	ניקוז
-	445 אלש"ח	ניהול נגר
1,044 אלש"ח	1,438 אלש"ח	סה"כ

7.6.5. המחשה גרפית

איור 49 מציג המחשה גרפית לאמצעים לניהול נגר בהם ניתן לעשות שימוש במתחם, לדוגמא שימוש בעיצוב טופוגרפי ליצירת אזורים מונמכים המשמשים לקליטת נגר בחורף ומאפשרים בתקופות יבשות שימוש על ידי הציבור.



איור 49: עיצוב טופוגרפי מונמך לאיגום נגר ושימושי פנאי (הדמיה AI)

7.7 מתחם 6.1**7.7.1 מידע כללי**

שטחו של המתחם 127 דונם והוא מכיל מבני שיכון למגורים הממוקמים בצמידות לתשתיות התנועה הארציות וכן מגרש כדורגל במערב המתחם. תוכנית המתאר הכוללת מציעה לקדם התחדשות עירונית של המתחם באמצעות פינוי-בינוי תוך שדרוג המרחב הציבורי. בתת-המתחם מתוכנן מבנה ציבורי עירוני.

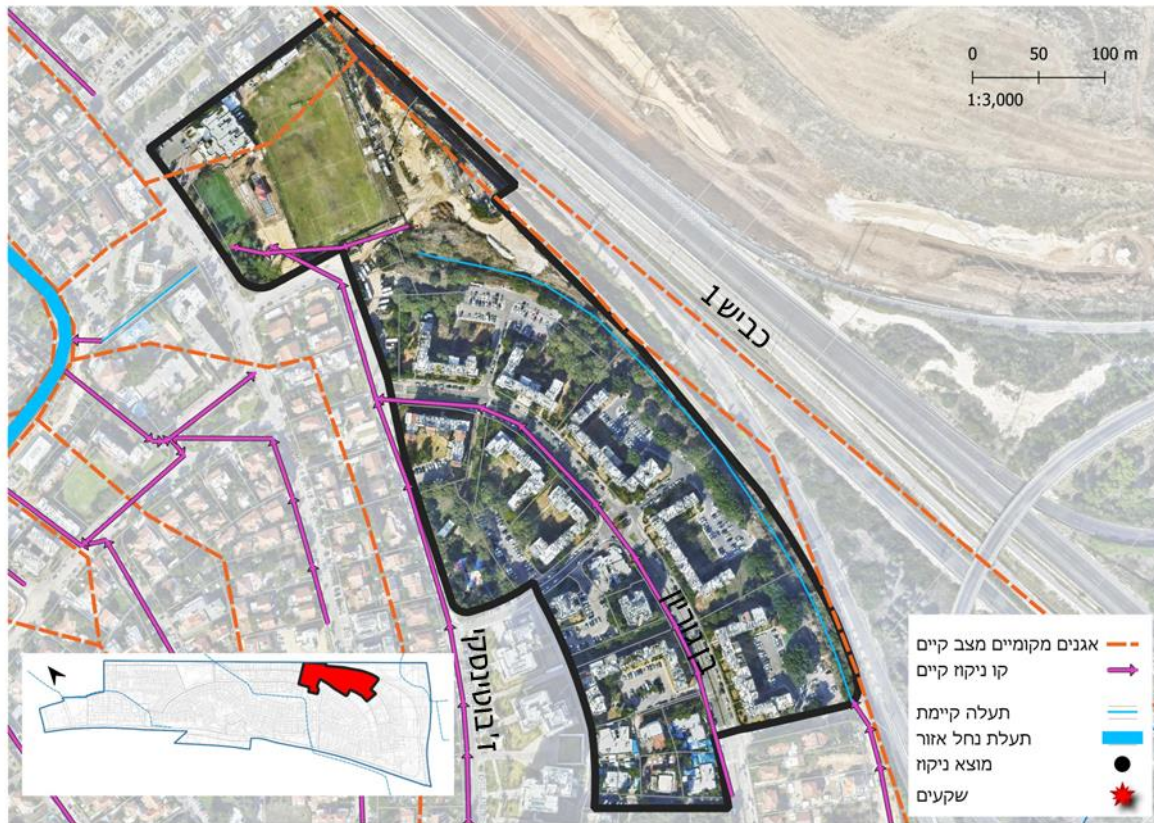
למתחם תוכנית מפורטת שטרם אושרה (שלב דיון בהפקדה), 554-0969592 "מתחם בן גוריון" ו-"מתחם בן צבי" הכולל גם את מתחם 6.2. התוכנית הנ"ל מחלקת את השטח למגרשי מגורים, שצ"פ, דרכים ומבנים ומוסדות ציבור.

7.7.2 מערכת ניקוז קיימת

רוב המתחם נמצא בתחום אגן הניקוז המקומי A7 המתנקז בסופו אל תעלת אזור. המתחם כולל קווי ניקוז קיימים ברחובות שדרות בן גוריון וז'בוטינסקי. לאורך גבולו הצפוני של המתחם קיימת תעלת ניקוז פתוחה בקרקע טבעית הזורמת מערבה ומתחברת אל קו ניקוז בקוטר 0.8 מ' אליו מתחברים גם קווי הניקוז הנ"ל. לא ידוע על בעיות הצפה במתחם.

איור 50 מציג את גבול המתחם על גבי תצ"א.

טבלה 27 מציגה את סיכום נתוני מתחם התכנון.



איור 50: מתחם 6.1 - גבול המתחם ע"ג תצ"א

טבלה 27: מתחם 6.1 - נתונים ומידע על מתחם התכנון

הערות	מצב מוצע	מצב קיים	שטח [דונם]	מתחם
ניצול מירבי של השטח הפתוח הרציף לניהול הנגר	מתחם לפיניו בינוי ריכוז מגורים ויצירת חגורה חיצונית של שטח פתוח	מתחמי בינוי מרווחים שביניהם שטחים ירוקים רבים	127	6.1

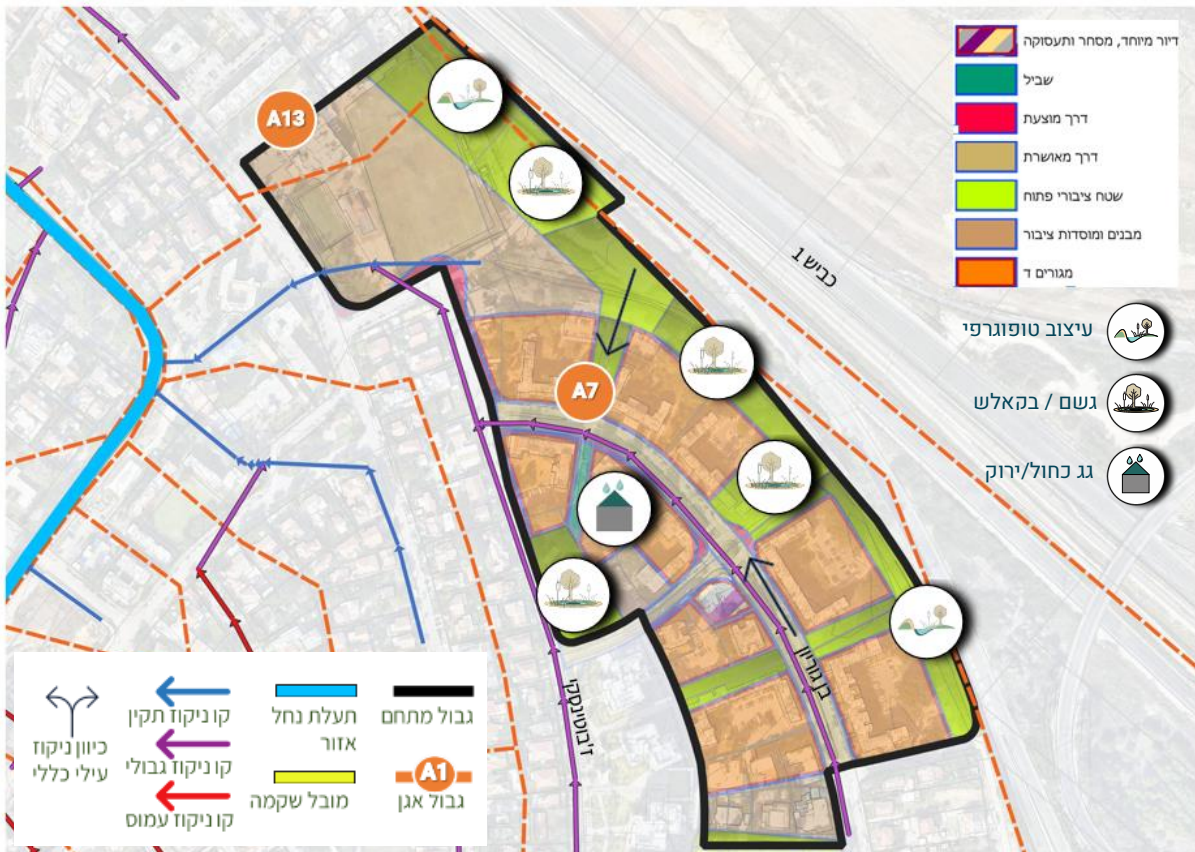
* קיימת תוכנית מפורטת 554-0969592 מתחם בן גוריון ומתחם בן צבי

7.7.3. תוכנית מוצעת

איור 51 להלן מציג את תכנון ניהול הנגר המוצע בהתאם לתוכנית המפורטת ונתוני התכן במתחם 6.1. ניהול הנגר מבוסס על שימוש במגרשי השצ"פ במתחם.

פתרונות ניהול נגר במתחם 6.1

- גג כחול/ירוק
- גן גשם/בקאלש
- עיצוב טופוגרפי מעודד השהייה וחלחול



נתונים:	
127	שטח מתחם (דונם)
2 (A13, A7)	מספר אגנים מקומיים
38	שטח פתוח (%)
תעלת אזור	פתרון קצה לניקוז
11,125	נפח נגר נדרש לניהול (מ"ק)
2,037	ספיקת יציאה שעתית מווסתת (מ"ק/שעה)
998	נפח פיזי נדרש לניהול (מ"ק)
1,037	נפח פוטנציאלי במתחם (מ"ק)

איור 51: תכנון ניהול נגר במתחם 6.1

יעד נגר לניהול ופוטנציאל אוגר פיזי לניהול:

🔵 **על מנת לנהל 11,125 מ"ק עם ספיקת יציאה מווסתת של 2,037 מ"ק ש נדרש אוגר פיזי של 998 מ"ק.** פוטנציאל אוגר פיזי עומד על 1,037 מ"ק, ניתן לעמוד ביעד לניהול נגר הנדרש.

חלופה I - תכנון מערכת ניקוז בהתאם לניהול נגר (תקופת חזרה 1:5 שנה)

תוכנית התב"ע המפורטת מציעה מספר שינויים במערכת הניקוז הקיימת. לפי התוכנית תעלת הניקוז הפתוחה בגבול הצפוני של המתחם תנוקז אל איגומי וויסות בשצ"פ ההיקפי ומשם עודפי הנגר ינוקזו באמצעות קו קוטר 0.8 מ' אל תעלת הניקוז הקיימת מאחורי מבנה המועצה, במוצא

האגן המקומי. התוכנית מבטלת את קווי הניקוז הקיימים העוברים במגרש המיועד למבני מוסדות ציבור (איור 52 להלן).

תוכנית האב מציעה לשדרג את קו הניקוז ברח' ז'בוטינסקי לקווי ניקוז בקוטר 1.0 מ' ו-0.8 מ'. בנוסף התוכנית מציעה מספר קווים חדשים להשלמת מקטעי רחובות בהם אין ניקוז קיים.

טבלה 28: מתחם 6.1 - קווי ניקוז מוצעים - תקופת חזרה 1:5 שנה

רח'	ספיקת תכן הסתברות 20% [מ"ק/שניה]	שיפוע [%]	קוטר מוצע [מ']	דרגת מילוי	מהירות זרימה [מ'/שניה]
ז'בוטינסקי עד חיבור בן גוריון (שדרוג)	0.52	0.3	0.8	0.65	1.6
ז'בוטינסקי מורד בן גוריון (שדרוג)	0.9	0.3	1.0	0.6	1.8



איור 52: מתחם 6.1 – וויסות נגר בשצ"פ ההיקפי, מתוך תכנית מתחם 'בן גוריון' ומתחם 'בן צבי' 554-0969592 (טרם אושרה)

חלופה II – מערכת ניקוז ללא ניהול נגר (תקופת חזרה 1:20 שנה)

ללא ניהול נגר נדרש להחליף את קו הניקוז ברח' ז'בוטינסקי במורד בן גוריון לקו בקוטר 1.0 מ'.

טבלה 29: מתחם 6.1 - קווי ניקוז מוצעים - תקופת חזרה 1:20 שנה

מהירות זרימה [מ'/שניה]	דרגת מילוי	קוטר מוצע [מ']	שיפוע [%]	ספיקת תכן הסתברות 5% [מ"ק/שניה]	רח'
1.7	0.5	1.0	0.3	0.72	ז'בוטינסקי עד חיבור בן גוריון (שדרוג)
2.0	0.6	1.2	0.3	1.24	ז'בוטינסקי מורד בן גוריון (שדרוג)

7.7.4. עלות כללית

טבלה 30 מציגה את העלות הכלכלית של התוכנית המוצעת בחלופות השונות. חישוב ניהול הנגר נעשה בהתאם ליעד הנדרש לפי המחשבון, תוך העדפת אמצעים בעלי עלות נמוכה יותר.

טבלה 30: מתחם 6.1 – השוואת עלות כלכלית של תכנית מוצעת בחלופות השונות, ללא מע"מ

חלופה II תכנון ניקוז ל-1:20 שנה	חלופה I ניהול נגר ותכנון ניקוז ל-1:5 שנה	
3,211 אלש"ח	1,954 אלש"ח	ניקוז
-	334 אלש"ח	ניהול נגר
3,211 אלש"ח	2,289 אלש"ח	סה"כ

7.7.5. המחשה גרפית

איור 53 מציג המחשה גרפית לאמצעים לניהול נגר בהם ניתן לעשות שימוש במתחם – שצ"פ מנהל נגר הכולל הנמכה טופוגרפית ושימוש בבריכות בקלש או יצירת גן גשם.



איור 53: שטח ציבורי פתוח המשלב בריכת בקלש - הדמיה AI

7.8 מתחם 6.2

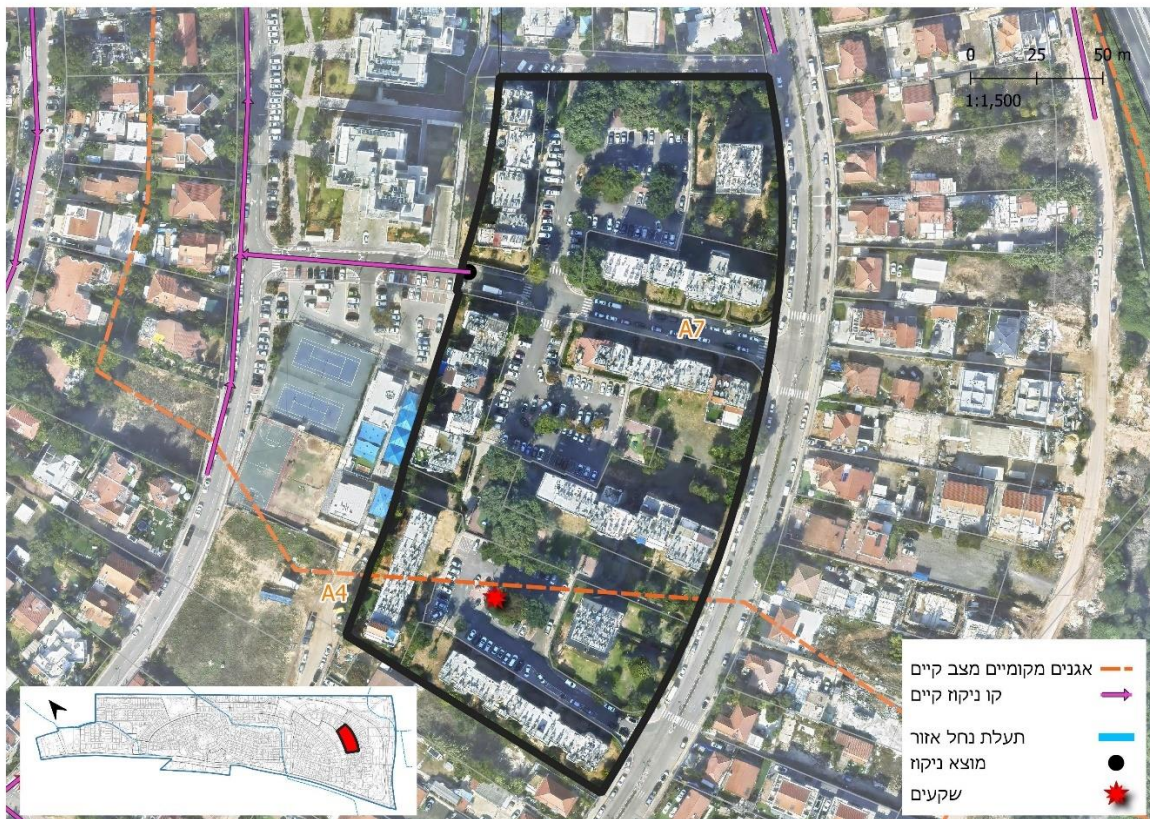
7.8.1 מידע כללי

שטחו של המתחם כ-30 דונם. התוכנית הכוללת מציעה לקדם התחדשות עירונית של המתחם באמצעות עיבוי וחיזוק הבינוי תוך שדרוג המרחב הציבורי. למתחם תוכנית מפורטת ביחד עם מתחם 6.1 - 554-0969592 מתחם 'בן גוריון' ומתחם 'בן צבי' הנמצאת בתהליכי אישור במנהל התכנון.

7.8.2 מערכת ניקוז קיימת

רוב שטחו של המתחם נמצא באגן A7, אשר מתנקז אל קו ניקוז קוטר 0.6 מ' מאספך ברח' ז'בוטינסקי החובר לקו המגיע משדרות בן גוריון. מוצאו הסופי של האגן בתעלת אזור ליד בניין המועצה. חלקו הדרומי של המתחם נמצא באגן A4, המתנקז לתעלת אזור באמצעות קו מאספך ראשי ברח' כצנלסון. מוצא הניקוז של המתחם אינו ברור ונראה כי קיים שקע אבסולוטי באזור החנייה. במתחם אין מערכת ניקוז קיימת למעט מקטע קטן של קו ניקוז ברח' יצחק בן צבי המתחבר למאספך הקיים ברח' ז'בוטינסקי. לא ידוע, ולא התקבל מידע על בעיות ניקוז ו/או הצפות בשטח המתחם. איור 54 מציג את גבול המתחם על גבי תצ"א.

טבלה 31 מציגה את סיכום נתוני מתחם התכנון.



איור 54: מתחם 6.2 - גבול המתחם ע"ג תצ"א

טבלה 31: מתחם 6.2 - נתונים ומידע על מתחם התכנון

הערות	מצב מוצע	מצב קיים	שטח [דונם]	מתחם
מתחם להתחדשות עירונית- עיבוי וחיזוק תוך שדרוג המרחב הציבורי.	מגורים ב' דרך מאושרת	מבני שיכון למגורים עם שטחי גינות יחסית גדולים, מתחמי חניות גדולים ודרך מרכזית חוצה.	30	6.2

7.8.3 תוכנית מוצעת

מדובר במתחם קטן יחסית הממוקם במעלה אגני הניקוז כך שאינו מקבל נגר מחוץ למתחם. על מנת לעמוד ביעדי ניהול הנגר מוצע לשלב במתחם "גינות גשם" בשטחי הגינות בין הבניינים וכן להחליף את האספלט ברחבות החנייה הגדולות לריצוף מחלחל.

תוכנית המתאר מציעה במרחב זה, בין היתר, לשדרג את המרחב הציבורי, כך שתוכנית ההתחדשות העירונית במתחם מהווה הזדמנות ליישם אמצעי ניהול נגר אלו.

איור 55 להלן מציג את תכנון ניהול הנגר המוצע בהתאם לתוכנית המפורטת ונתוני התכן במתחם מס' 6.2.

במתחם מומלץ על שימור אמצעי ניהול נגר קיימים - ברוב החצרות וגינות הבניינים במתחם קיימת חומה המקיפה את הגינה ומפרידה בינה לבין הרחוב. כאשר מרזבי הבניינים מופנים אל שטחי הגינה, הנגר נחסם ונאצר ע"י החומה ובכך מושהה ומחלחל בשטחי הגינות. הנגר העודף יזרום לבסוף אל מפלס הרחוב והכביש.

באיור 56 ניתן לראות דוגמא מרח' יצחק בן צבי לחומות המפרידות בין גינות המבנים למפלס הרחוב, התורמות להשהיה וחלחול הנגר במתחם 6.2.

פתרונות ניהול נגר במתחם 6.2

- גן גשם/בקאלש
- עיצוב טופוגרפי מעודד השהייה וחלחול
- ריצוף מחלחל



נתונים:	
30	שטח מתחם (דונם)
(A4, A7) 2	מספר אגנים מקומיים
34	שטח פתוח (%)
תעלת אזור	פתרון קצה לניקוז
2,712	נפח נגר נדרש לניהול (מ"ק)
497	ספיקת יציאה שעתית מווסתת (מ"ק/שעה)
243	נפח פיזי נדרש לניהול (מ"ק)
346	נפח פוטנציאלי במתחם (מ"ק)

איור 55: תכנון ניהול נגר במתחם 6.2



איור 56: שימור אמצעי ניהול נגר קיימים - גינות בניינים מוקפות חומה (מתוך google maps)

יעד נגר לניהול ופוטנציאל אוגר פיזי לניהול:

💧 **על מנת לנהל 2,712 מ"ק עם ספיקת יציאה מווסתת של 497 מ"ק ש נדרש אוגר פיזי של 243 מ"ק.** פוטנציאל אוגר פיזי עומד על כ-350 מ"ק, ניתן לעמוד ביעד לניהול נגר הנדרש.

חלופה I - תכנון מערכת ניקוז בהתאם לניהול נגר (תקופת חזרה 1:5 שנה)

התוכנית המפורטת מציעה 3 מוצאי ניקוז למתחם אשר יקלטו את עודפי הנגר: חלקו הצפוני ביותר של המתחם, הממוקם באגן A7, יחובר באמצעות קו מוצע אל שדרות בן גוריון, חלקו המרכזי של המתחם ינוקז אל קו הניקוז הקיים ברח' בן צבי ומשם אל רח' ז'בוטינסקי, וחלקו הדרומי של המתחם, הנמצא באגן A4, ינוקז אל קו מוצע בשדרות בן גוריון המתחבר לרח' כצנלסון.

חלופה II - מערכת ניקוז ללא ניהול נגר (תקופת חזרה 1:20 שנה)

לפי הניתוח ההידראולי קוטר הצינורות המוצע בחלופה I מתאים גם לספיקות של חלופה II.

7.8.4. עלות כללית

טבלה 32 מציגה את העלות הכלכלית של התכנית המוצעת בחלופות השונות. חישוב ניהול הנגר נעשה בהתאם ליעד הנדרש לפי המחשבון, תוך העדפת אמצעים בעלי עלות נמוכה יותר.

טבלה 32: מתחם 6.2 – השוואת עלות כלכלית של תכנית מוצעת בחלופות השונות, ללא מע"מ

חלופה II תכנון ניקוז ל-1:20 שנה	חלופה I ניהול נגר ותכנון ניקוז ל-1:5 שנה	
157 אלש"ח	157 אלש"ח	ניקוז
-	32 אלש"ח	ניהול נגר
157 אלש"ח	189 אלש"ח	סה"כ

7.8.5. המחשה גרפית

איור 57 ואיור 58 מציגים המחשה גרפית לאמצעים לניהול נגר בהם ניתן לעשות שימוש במתחם. ניתן לנצל את הגינות בין הבתים ליצירת גני גשם הקולטים את מי המרזבים, בנוסף לשדרוג שטחי החניות באמצעות שימוש בריצוף מחלחל והפיכת השטח האטום למנהל נגר.



איור 57: חתך מוצע בין בנייני מגורים - שילוב גן גשם בשטחי הגינות



איור 58: שילוב חניות מחלחלות והפניית נגר עילי מהחניות לשטחי חלחול (הדמיה AI)

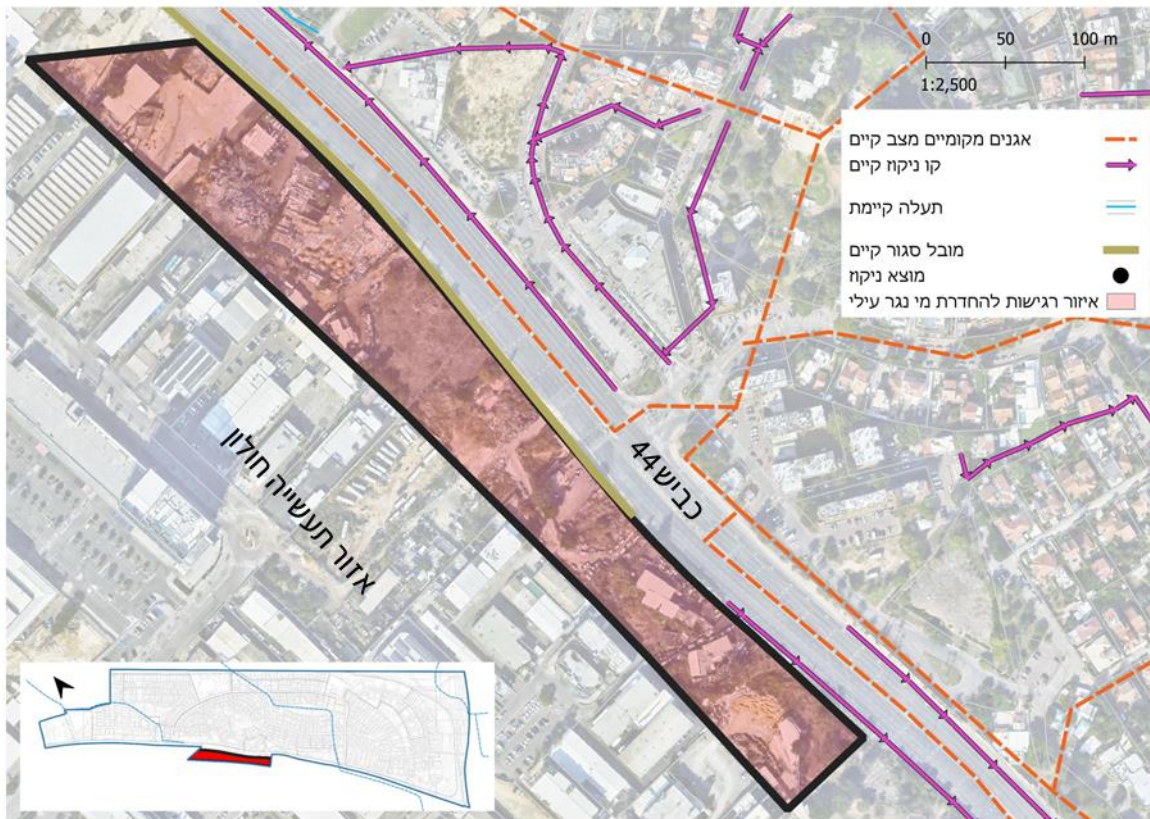
7.9 מתחם 7**7.9.1 מידע כללי**

מתחם ששטחו 35 דונם המהווה רצועה בין אזור התעשייה של חולון לכביש מספר 44. במתחם כיום בינוי לאחסנה ומלאכה. התכנית הכוללת מציעה לנצל את נגישות המתחם לציר המתע"ן ("מערכת תחבורה עתירת נוסעים") שלאורך כביש מספר 44 לטובת פיתוח תעסוקה נקייה. השטח מוגדר לתכנון עתידי, פתרונות ניהול הנגר בו צריכים להתייחס לפוטנציאל זיהום קרקע ומי תהום בשל קרבתו לאזור התעשייה.

7.9.2 מערכת ניקוז קיימת

בתוך המתחם עצמו לא ידוע על מערכת ניקוז קיימת. בהתאם לטופוגרפיה המתחם מתנקז צפונה אל מערכת ניקוז הקיימת לאורך כביש 44. במתחם עובר קו פרשת מים כאשר חלקו מתנקז כחלק מהאגן המזרחי אל תעלת נחל אזור וחלקו מתנקז כחלק מהאגן המערבי אל מובל רח' השקמה. לא ידוע על בעיות הצפה במתחם.

איור 59 מציג את גבול המתחם על גבי תצ"א. טבלה 33 מציגה את סיכום נתוני מתחם התכנון.



איור 59: מתחם 7 - גבול המתחם ע"ג תצ"א

טבלה 33: מתחם 7 - נתונים ומידע על מתחם התכנון

מתחם	שטח [דונם]	מצב קיים	מצב מוצע	הערות
7	35	מתחם מוזנח, מגרשי גרוטאות, פסולת בנין	מתחם עם ייעוד של אזור תעשייה	כל השטח מסומן בייעוד תעשייה. הקרקע הטבעית הינה חמרה בעלת כושר חלחול טוב, אך המתחם מסומן כאזור רגיש להחדרת מי נגר בשל הפעילות התעשייתית במקום.

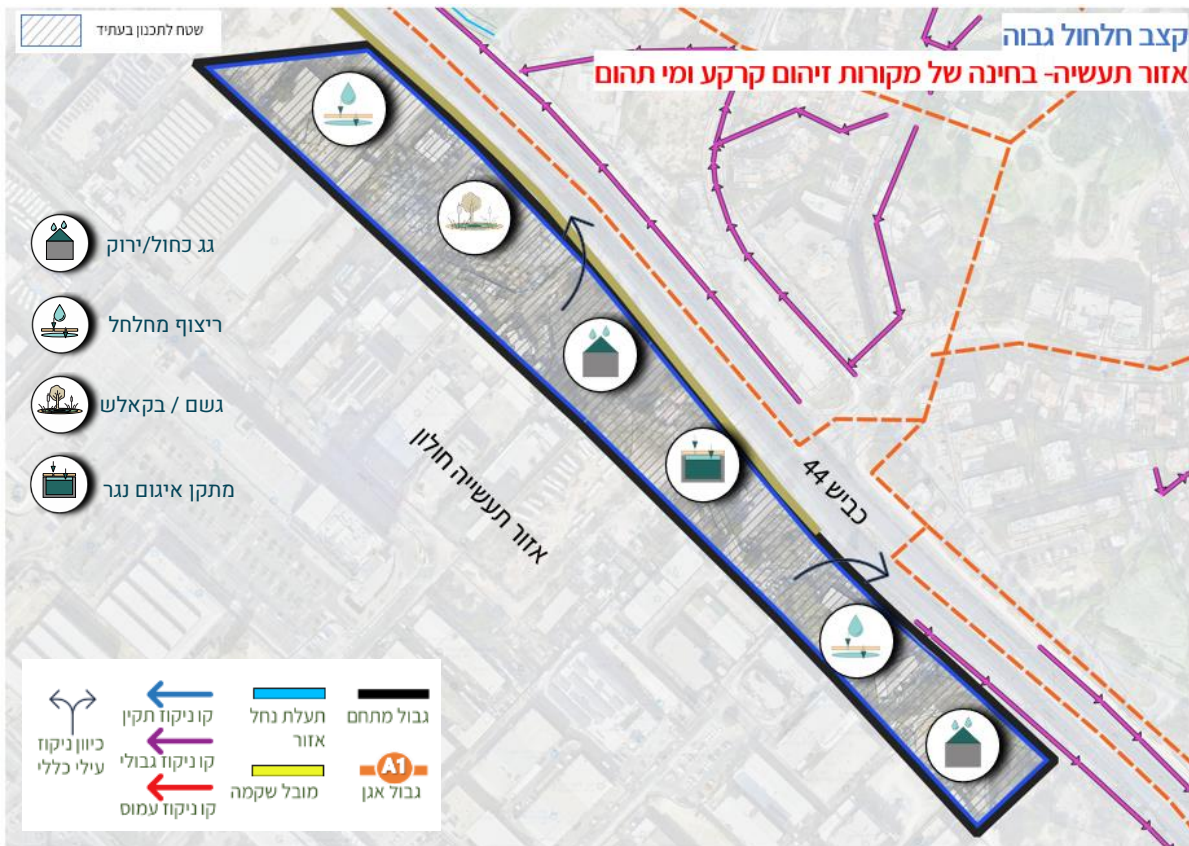
7.9.3. תוכנית מוצעת

איור 60 להלן מציג את תכנון ניהול הנגר ונתוני התכן במתחם 7. מאחר ובמתחם אין מגרש המיועד לשצ"פ, לפיכך אמצעי ניהול הנגר יתבססו על ניהול נגר בחניות, בגגות המבנים ובצידי הדרכים בשטחים מגוננים.

פתרונות ניהול נגר במתחם 7

- גג כחול / ירוק
- גן גשם /בקאלש
- ריצוף מחלחל
- מתקן איגום נגר

⚠ פתרונות ניהול הנגר במתחם זה מוגבלים לאור הימצאות המתחם באזור רגיש להחדרה בשל הפעילות התעשייתית במקום.



נתונים:	
35	שטח מתחם (דונם)
2	מספר אגנים מקומיים
15 (משוער)	שטח פתוח (%)
תעלת אזור ומובל רח' השקמה	פתרון קצה לניקוז
3,765	נפח נגר נדרש לניהול (מ"ק)
700	ספיקת יציאה שעתית מווסתת (מ"ק/שעה)
333	נפח פיזי נדרש לניהול (מ"ק)
358	נפח פוטנציאלי במתחם (מ"ק)

איור 60: תכנון ניהול נגר במתחם 7

יעד נגר לניהול ופוטנציאל אוגר פיזי

על מנת לנהל 3,765 מ"ק עם ספיקת יציאה מווסתת של 700 מ"ק ש נדרש אוגר פיזי של 333 מ"ק. פוטנציאל אוגר פיזי עומד על כ-360 מ"ק, , ניתן לעמוד ביעד לניהול נגר הנדרש.

חלופה I - תכנון מערכת ניקוז בהתאם לניהול נגר (תקופת חזרה 1:5 שנה)

מערכת ניקוז מקומית אשר תתחבר למערכת הקיימת לאורך כביש 44 בהתאם לתוכנית מפורטת.

חלופה II - מערכת ניקוז ללא ניהול נגר (תקופת חזרה 1:20 שנה)

לפי הניתוח ההידראולי קוטר הצינורות המוצע בחלופה I מתאים גם לספיקות של חלופה II.

7.9.4. עלות כללית

טבלה 34 מציגה את העלות הכלכלית של התכנית המוצעת בחלופות השונות. חישוב ניהול הנגר נעשה בהתאם ליעד הנדרש לפי המחשבון, תוך העדפת אמצעים בעלי עלות נמוכה יותר.

טבלה 34: מתחם 7 – השוואת עלות כלכלית של תכנית מוצעת בחלופות השונות, ללא מע"מ

חלופה II תכנון ניקוז ל-1:20 שנה	חלופה I ניהול נגר ותכנון ניקוז ל-1:5 שנה	
תלוי תכנון מפורט למתחם	תלוי תכנון מפורט למתחם	ניקוז
-	464 אלש"ח	ניהול נגר
-	464 אלש"ח	סה"כ

7.9.5. המחשה גרפית

איור 61 מציג המחשה גרפית לאמצעים לניהול נגר בהם ניתן לעשות שימוש במתחם, המציעים הפניית הנגר אל איי תנועה או גינות גשם לצד הכביש.



https://wiki.sustainabletechnologies.ca/wiki/Bio_retention:_Parking_lots



איור 61: המחשה גרפית- אמצעי ניהול נגר בחניה מתחם 7

7.10. מתחם 8:

7.10.1. ידע כללי

מתחם ששטחו 15 דונם. התוכנית הכוללת מציעה התחדשות עירונית במתחם באמצעות פינוי-בינוי ביעוד עירוני משולב.

7.10.2. מערכת ניקוז קיימת

המתחם ממוקם באגן ניקוז A12 המתנקז לתעלת אזור. המתחם ממוקם במעלה אגן הניקוז ואינו מקבל נגר חיצוני, כך שכל הנגר העילי מקורו בשטח המתחם. במתחם עצמו 2 מערכות קולטנים בחניות שכל הנראה מחוברים לקו ניקוז העובר ברח' וייצמן הממשיך אל המוצא בתעלת אזור. קו הניקוז הנ"ל נמצא במידול ההידראולי גבולי מבחינת התאמתו לספיקת התכן בהסתברות 20% (1:5 שנים)

לא ידוע ולא התקבל מידע על בעיות ניקוז ו/או הצפות בשטח המתחם.

איור 62 מציג את גבול המתחם על גבי תצ"א. טבלה 35 מציגה את סיכום נתוני מתחם התכנון.



איור 62: מתחם 8 - גבול המתחם ע"ג תצ"א

טבלה 35: מתחם 8 – נתונים ומידע על מתחם התכנון

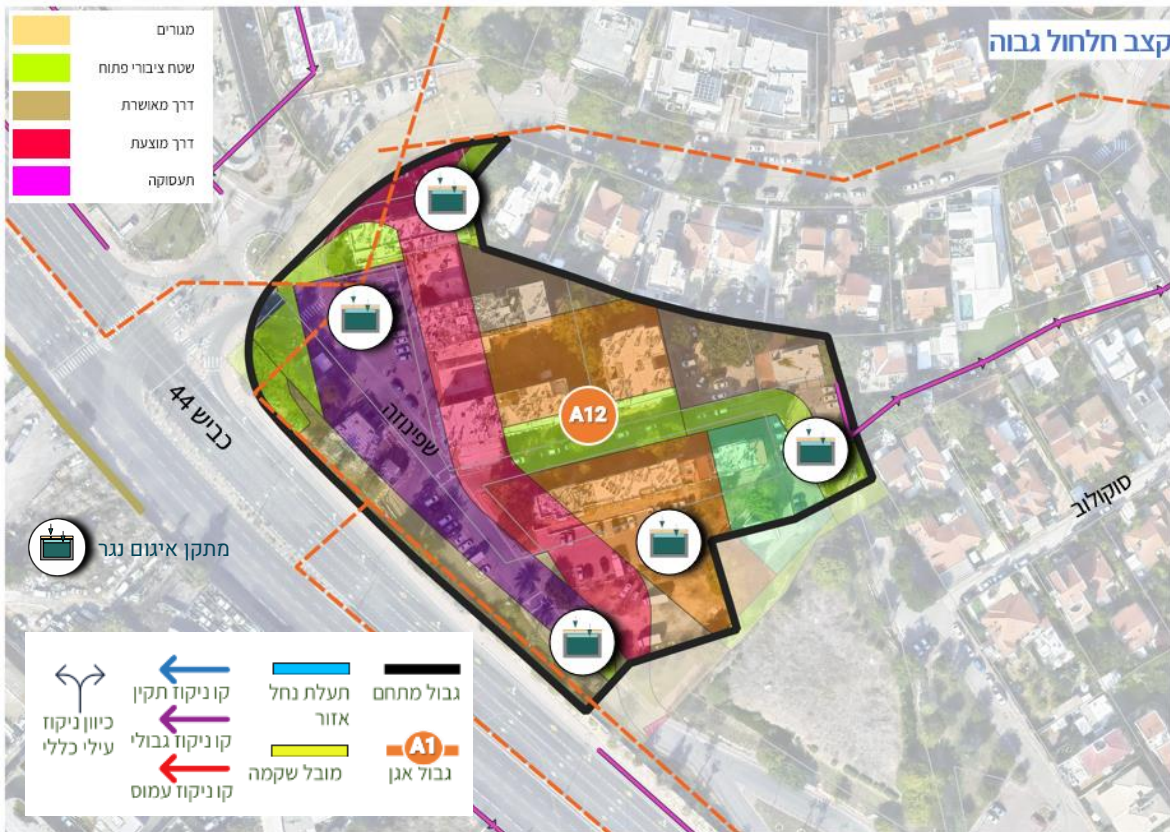
מתחם	שטח [דונם]	מצב קיים	מצב מוצע	הערות
8	15	מבני מגורים פזורים בדלילות ושטחים מגוננים סביבם	מתחם לפינוי בינוי מתחם שפינוזה הכולל תכנון ניקוז וניהול נגר במאגרים	הקרקע הטבעית הינה חמרה בעלת כושר חלחול טוב. מומלץ שימוש באמצעי ניהול נגר מחלחלים.

7.10.3. תוכנית מוצעת

איור 63 להלן מציג את תכנון ניהול הנגר המוצע בהתאם לתוכנית המפורטת ונתוני התכנון עבור מתחם 8. למתחם קיימת תוכנית מפורטת 554-0921791, "פינוי בינוי מתחם שפינוזה". התוכנית מציעה ניהול נגר במספר מתקני איגום תת קרקעיים.

פתרונות ניהול נגר במתחם 8

- מתקני איגום נגר



נתונים:	
15	שטח מתחם (דונם)
(A12) 1	מספר אגנים מקומיים
15 (משוער)	שטח פתוח (%)
תעלת אזור	פתרון קצה לניקוז
1,773	נפח נגר נדרש לניהול (מ"ק)
330	ספיקת יציאה שעתית מווסתת (מ"ק/שעה)
157	נפח פיזי נדרש לניהול (מ"ק)
1,505	נפח פוטנציאלי במתחם (מ"ק)

איור 63: תכנון ניהול נגר במתחם 8

יעד נגר לניהול ופוטנציאל אוגר פיזי

על מנת לנהל 1,773 מ"ק עם ספיקת יציאה מווסתת של 330 מ"ק ש נדרש אוגר פיזי של 157 מ"ק. פוטנציאל אוגר פיזי עומד על כ-1,500 מ"ק, ניתן לעמוד ביעד לניהול נגר הנדרש.

חלופה I - תכנון מערכת ניקוז בהתאם לניהול נגר (תקופת חזרה 1:5 שנה)

התוכנית המפורטת "פינוי בינוי מתחם שפינוזה" מציעה:

- בתוך המתחם שני קווי ניקוז בקוטר 0.4 מ' אשר ינקזו את הנגר אל אמצעי ניהול הנגר.
- מאחר ואין מוצא ניקוז, התוכנית מציעה שני קווי ניקוז 0.6 מ' מחוץ לשטח התוכנית במורד מתקני ניהול הנגר, דרך הרח' סוקולוב והפלמ"ח עד הקו הקיים ברח' וייצמן (ראה מתחם 10).

התוכנית מתחברת למערכת הניקוז הקיימת במתחם 10 הנמצאת במצב תקינות גבולי וחלקה אף נדרש להחלפה.

חלופה II – מערכת ניקוז ללא ניהול נגר (תקופת חזרה 1:20 שנה)

ללא ניהול נגר מוצע כי קווי הניקוז במתחם יהיו בקוטר 0.6 מ'. התוכנית מתחברת למערכת הניקוז הקיימת במתחם 10 הנמצאת במצב תקינות גבולי וחלקה אף נדרש להחלפה. נדרש לבדיקה בתוכנית המפורטת ולהראות חיבור תקין עד מוצא הניקוז בתעלת נחל אזור.

7.10.4. עלות כללית

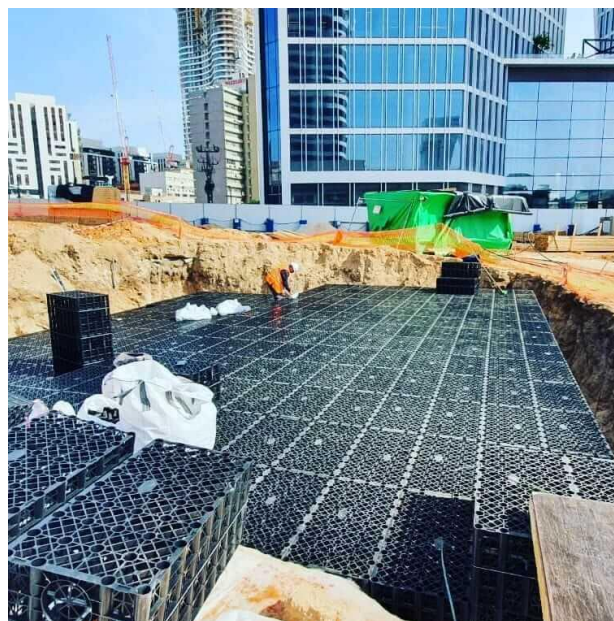
טבלה 36 מציגה את העלות הכלכלית של התכנית המוצעת בחלופות השונות. חישוב ניהול הנגר נעשה בהתאם ליעד הנדרש לפי המחשבון, תוך העדפת אמצעים בעלי עלות נמוכה יותר.

טבלה 36: מתחם 8 – השוואת עלות כלכלית של תכנית מוצעת בחלופות השונות, ללא מע"מ

חלופה II תכנון ניקוז ל-1:20 שנה	חלופה I ניהול נגר ותכנון ניקוז ל-1:5 שנה	
620 אלש"ח	353 אלש"ח	ניקוז
-	157 אלש"ח	ניהול נגר
620 אלש"ח	510 אלש"ח	סה"כ

7.10.5. המחשה גרפית

איור 64 מציגים המחשה גרפית לאמצעים לניהול נגר בהם ניתן לעשות שימוש במתחם, מוצגת דוגמא של מתקן איגום תת קרקעי המאפשר למקסם את איגום הנגר בתשומות שטח קטנות.



איור 64: מתקן איגום תת קרקעי - המחשה גרפית - אמצעי ניהול נגר מתחם 8

7.11 מתחם 9

7.11.1 מידע כללי

שטחו של המתחם 33 דונם והוא מורכב מבתיים צמודי קרקע ומבנים בבנייה רוויה. תוכנית המתאר הכוללת מציעה התחדשות עירונית במתחם באמצעות פינוי-בינוי ומחלקת את המתחם לייעודי מגורים, מבנים ומוסדות ציבור, דרך מאושרת ושצ"פ.

מערכת ניקוז קיימת :

את המתחם חוצה תעלת נחל אזור המהווה את מוצא הניקוז של המתחם. המתחם מחולק באופן עקרוני ל- 3 אגני ניקוז: A13, A14 ו- A15 אך ייתכן וקיימים מוצאי ניקוז נוספים מקומיים אל התעלה.

ברח' יצחק שדה קיים קו בקוטר 0.5 מ' הנמצא גבולי מבחינת התאמתו לספיקת התכן בהסתברות 20%. בתוכנית מפורטת של מתחם 5, מתחם יצחק שדה, מוצע להחליף את הקו לקוטר 0.8 מ'. במידול פשט ההצפה של תעלת אזור נמצא כי התעלה מציפה שטחים במתחם בהסתברויות של 1%-2%.



איור 65: מתחם 9 - גבול המתחם ע"ג תצ"א

טבלה 37: מתחם 9 - נתונים ומידע על מתחם התכנון

מתחם	שטח [דונם]	מצב קיים	מצב מוצע	הערות
9	33	מתחם בנוי בדלילות עם מוסדות ציבור רבים קרוב לתעלת אזור	מתוכנן פינוי בינוי	פוטנציאל ניהול נגר במבנים למוסדות ציבור

7.11.2. תוכנית מוצעת

איור 66 להלן מציג את תכנון ניהול הנגר המוצע במתחם 9. התוכנית מציעה לנצל את השצ"פים לניהול נגר באמצעות עיצוב טופוגרפי, גן גשם ומתקן איגום נגר. באזורי המגורים ומבני הציבור מוצע לנהל נגר באמצעות גגות ירוקים/כחולים, ריצוף מחלחל ומתקני איגום נגר.

פתרונות ניהול נגר במתחם 9

- גג כחול / ירוק
- גן גשם / בקאלש
- מתקן איגום נגר
- עיצוב טופוגרפי מעודד השהייה וחלחול
- ריצוף מחלחל



נתונים:	
33	שטח מתחם (דונם)
3 (A15, A14, A13)	מספר אגנים מקומיים
35	שטח פתוח (%)
תעלת אזור	פתרון קצה לניקוז
2,975	נפח נגר נדרש לניהול (מ"ק)
545	ספיקת יציאה שעתית מווסתת (מ"ק/שעה)
267	נפח פיזי נדרש לניהול (מ"ק)
298	נפח פוטנציאלי במתחם (מ"ק)

איור 66: תכנון ניהול נגר במתחם 9

יעד נגר לניהול ופוטנציאל אוגר פיזי

על מנת לנהל 2,975 מ"ק עם ספיקת יציאה מווסתת של 545 מ"ק ש נדרש אוגר פיזי של 267 מ"ק. פוטנציאל אוגר פיזי עומד על כ-300 מ"ק, ניתן לעמוד ביעד לניהול נגר הנדרש.

חלופה 1 - תכנון מערכת ניקוז בהתאם לניהול נגר (תקופת חזרה 1:5 שנה)

- שדרוג קו הניקוז הקיים ברח' יצחק שדה לקו בקוטר 0.8 מ' (ראה תוכנית מתחם 5)
- הוספה של קו ניקוז לאורך רח' משה שרת בקוטר 0.6 מ'
- הוספה של קו ניקוז ברח' חנה סנש בקוטר 0.6 מ'.

מאחר והתעלה חוצה את המתחם ניתן לתכנן ניקוז פנימי בתוכנית מפורטת בהתאם למפלסי המגרשים.

עפ"י המידול של תעלת אזור מפלס המים המרבי בהסתברות 1% במתחם נע בין 21.07 מ' במעלה מעביר כביש 1 ועד 21.45 מ' במעלה מעביר רח' יצחק שדה. יש להנחות כי מפלסי הבינוי במתחם יהיו לפחות 0.5 מ' מעל פשט ההצפה של התעלה.

טבלה 38: מתחם 9 - קווי ניקוז מוצעים - תקופת חזרה 1:5 שנה

מהירות זרימה [מ'/שניה]	דרגת מילוי	קוטר מוצע [מ']	שיפוע [%]	ספיקת תכן הסתברות 20% [מ"ק/שניה]	רח'
1.4	0.7	0.6	0.4	0.39	חנה סנש
1.5	0.4	0.6	0.5	0.18	משה שרת-הרצל

חלופה II – מערכת ניקוז ללא ניהול נגר (תקופת חזרה 1:20 שנה)

ללא ניהול נגר נדרש להחליף את קו הניקוז ברח' חנה סנש לקוטר 0.8 מ'.

טבלה 39: מתחם 9 - קווי ניקוז מוצעים - תקופת חזרה 1:20 שנה

מהירות זרימה [מ'/שניה]	דרגת מילוי	קוטר מוצע [מ']	שיפוע [%]	ספיקת תכן הסתברות 5% [מ"ק/שניה]	רח'
1.6	0.5	0.8	0.4	0.44	חנה סנש

7.11.3. עלות כללית

טבלה 40 מציגה את העלות הכלכלית של התכנית המוצעת בחלופות השונות. חישוב ניהול הנגר נעשה בהתאם ליעד הנדרש לפי המחשבון, תוך העדפת אמצעים בעלי עלות נמוכה יותר.

טבלה 40: מתחם 9 – השוואת עלות כלכלית של תכנית מוצעת בחלופות השונות, ללא מע"מ

חלופה I ניהול נגר ותכנון ניקוז ל-1:5 שנה	חלופה II תכנון ניקוז ל-1:20 שנה	
1,010 אלש"ח	1,216 אלש"ח	ניקוז
140 אלש"ח	-	ניהול נגר
1,150 אלש"ח	1,216 אלש"ח	סה"כ

7.11.4. המחשה גרפית

איור 67 ואיור 68 מציגים המחשה גרפית לאמצעים לניהול נגר בהם ניתן לעשות שימוש במתחם. האיורים מציגים אפשרויות למימוש רצועות גינון מונמכות המשולבות בשטחים הפותחים ומאפשרים איגום, השהייה וחלחול של נגר.



איור 67: עיצוב נופי של רצועת גינון מונמכת <https://700milliongallons.org/solutio>



איור 68: עיצוב נופי של רצועת גינון מונמכת (הדמיה ב-AI)

7.12. מתחם 10**7.12.1. מידע כללי**

מתחם ששטחו 535 דונם, כאשר 34% מהשטח פתוח. זהו המתחם הגדול ביותר בתוכנית המתאר והוא כולל את המרקם הקיים, הוותיק ואת מרכזה של המועצה המקומית. המתחם מכיל את השטח הפתוח המרכזי באזור (פארק מנחם בגין), את תעלת נחל אזור וכן מספר אתרי מורשת לשימור. תוכנית המתאר הכוללת לא מציעה התערבות במתחם זה, מלבד תוספת למסחר בקרבת הכניסה לעיר.

7.12.2. מערכת ניקוז קיימת

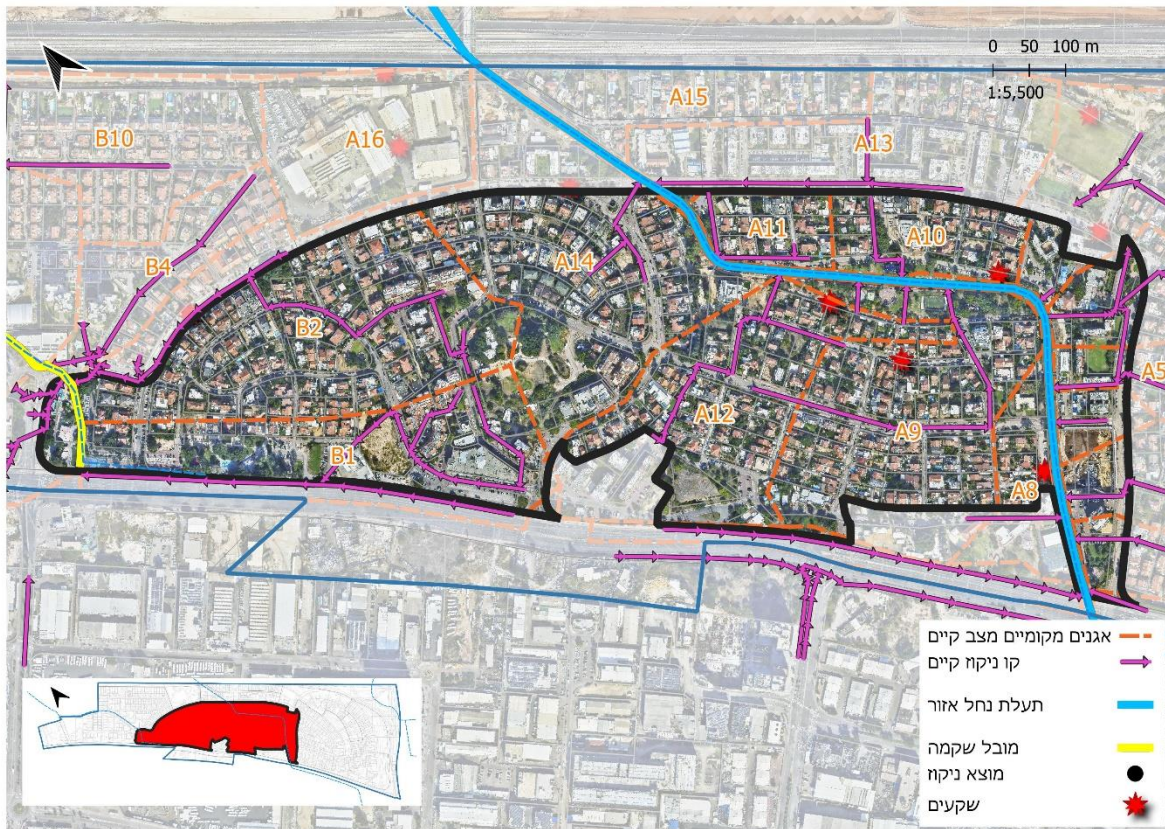
המתחם מחולק ל- 8 אגני ניקוז מקומיים, בהתאם למערכת הניקוז הקיימת, כאשר אגנים 12-A8 ו-14-A1 מתנקזים לתעלת אזור ואגנים 1-B1 ו-2-B2 מתנקזים אל מובל רח' השקמה. באזור גבעת המצודה עובר קו פרשת המים המפריד בין האגן המזרחי לאגן המערבי. חלקו המזרחי של המתחם באזור רח' קפלן מכיל גם את מוצאי הניקוז של אגנים 7-A1.

במתחם קיימים קווי ניקוז ברחובות וייצמן, ליכט, ארלוזורוב, הרצל, ההסתדרות, העלייה השנייה ולאורך כביש 44.

ממידע שהתקבל מהמועצה בסופת כרמל הייתה בעיית ניקוז בצומת שבין רח' וייצמן לארלוזורוב ובצמתים שבין הרחובות משה שרת והאיכרים עם רח' האקליפטוס.

אזור 69 מציג את גבול המתחם על גבי תצ"א.

טבלה 41 מציגה את סיכום נתוני מתחם התכנון.



איור 69: מתחם 10 - גבול המתחם ע"ג תצ"א

טבלה 41: מתחם 10 - נתונים ומידע על מתחם התכנון

מתחם	שטח [דונם]	מצב קיים	מצב מוצע	הערות
10	535	המתחם כולל שטח פתוח מרכזי ואת נחל אזור	ללא שינוי	הקרקע הטבעית הינה חמרה בעלת כושר חלחול טוב. מומלץ שימוש באמצעי ניהול נגר מחלחלים.

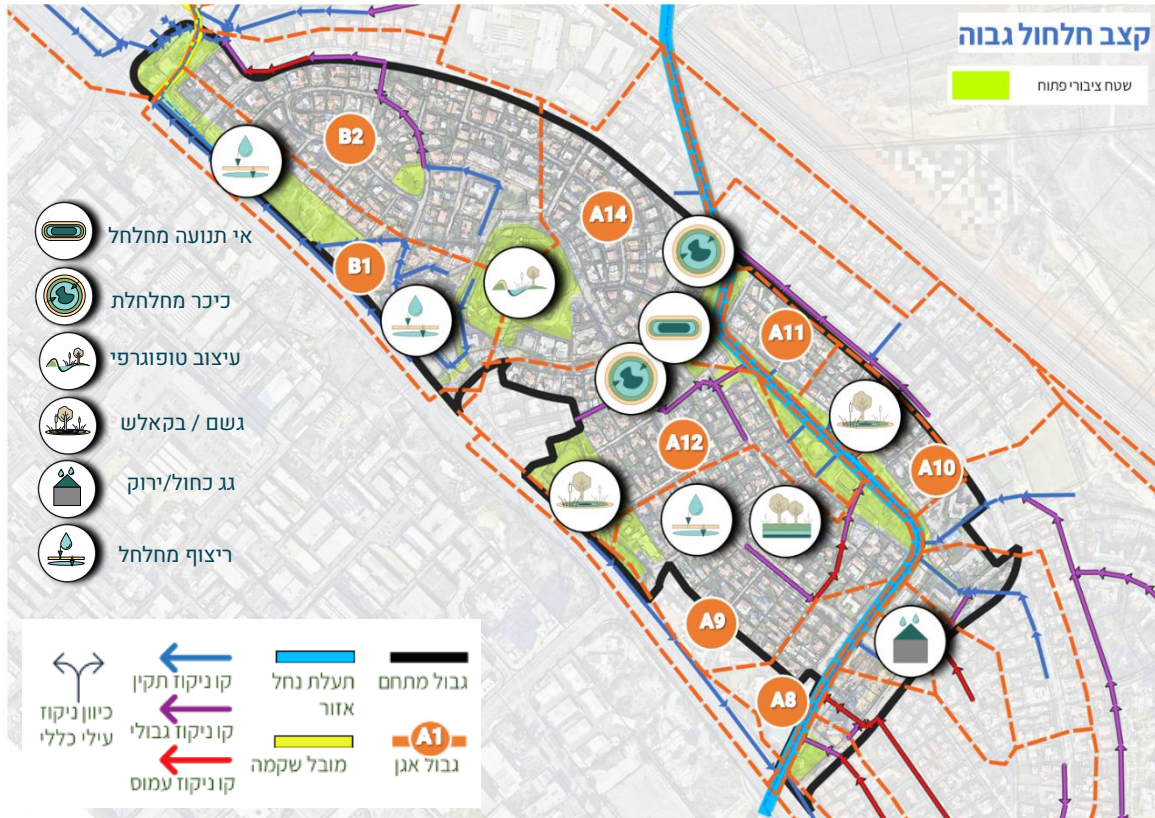
7.12.3. תוכנית מוצעת

איור 70 להלן מציג את תכנון ניהול הנגר המוצע במתחם 10. מאחר והמתחם אינו מיועד להתחדשות עירונית וכולל ברובו בתים צמודי קרקע פרטיים, ניהול הנגר מוצע באזורי השצ"פ והגינות הציבוריות הקיימות ברחבי המתחם וכן בשדרוג של רחובות קיימים באמצעות ניהול נגר בכיכרות/איי תנועה, רצועות גינות ואדניות מונמכות וכדו'.

במזרח התוכנית, בשטח שבין רח' קפלן לתעלת נחל אזור, 'מתחם קפלן' צפוי לעבור התחדשות עירונית במסגרת תוכנית 554-1158708. תוכנית זו מהווה הזדמנות לשילוב אמצעי ניהול נגר בגגות המבנים, באזורי הגינות והשצ"פ.

פתרונות ניהול נגר מוצעים במתחם 10

- אדניות בחתך רחוב
- גג כחול / ירוק
- כיכר מחלחלת
- עיצוב טופוגרפי מעודד השהייה וחלחול
- ריצוף מחלחל
- תעלה מחלחלת / אי תנועה מחלחל



נתונים:	
535	שטח מתחם (דונם)
8 (A8-A12,A14)(B1,B2)	מספר אגנים מקומיים
34	שטח פתוח (%)
תעלת אזור / מובל רח' השקמה	פתרון קצה לניקוז
48,894	נפח נגר נדרש לניהול (מ"ק)
8,957	ספיקת יציאה שעתית מווסתת (מ"ק/שעה)
4,385	נפח פיזי נדרש לניהול (מ"ק)
4,540	נפח פוטנציאלי במתחם (מ"ק)

איור 70: תכנון ניהול נגר במתחם 10

יעד נגר לניהול ופוטנציאל אוגר פיזי

על מנת לנהל 48,894 מ"ק עם ספיקת יציאה מווסתת של 8,957 מק"ש נדרש אוגר פיזי של 4,385 מ"ק. פוטנציאל אוגר פיזי עומד על כ-4,540 מ"ק, ניתן לעמוד ביעד לניהול נגר הנדרש.

חלופה I - תכנון מערכת ניקוז בהתאם לניהול נגר (תקופת חזרה 1:5 שנה)

במידול הידראולי נמצא כי בהסתברות 20% (1:5 שנה) חלק מקווי הניקוז הקיימים אינם מתאימים לספיקת התכן וחלקם במצב גבולי מבחינת התאמתם לספיקת התכן.

התוכנית מציעה את הפעולות הבאות:

- החלפת קו הניקוז ברח' ויצמן לקו בקוטר 0.6 מ' וחיבורו לתעלת אזור במקום חיבורו לרח' ארלוזורוב. במידול ההידראולי קו הניקוז ברח' ויצמן נמצא במצב גבולי ולכן יש לבדוק את החלפת הקו במסגרת תכנון מפורט.
- החלפת קו הניקוז הקיים ברח' ארלוזורוב במורד רח' ליכט לקו בקוטר 0.6 מ'.
- החלפה של קו הניקוז המאסף המנקז את הרח' ויצמן, ליכט, סוקולוב ועתיד לנקז גם את מתחם התחדשות עירונית "שפינוזה" לקו בקוטר 0.8 מ'.
- קו הניקוז הקיים בין צומת הרח' ויצמן וסוקולוב לרח' ליכט נמצא במצב תקינות גבולי מבחינת כושר ההולכה - יש לבדוק בתוכנית מפורטת.
- הוספה של קווי ניקוז ברחובות בהם אין מערכת ניקוז לשיפור כללי של הניקוז העירוני (בהתאם לתשריט מצב מוצע - הסתברות 20%)

טבלה 42: מתחם 10 - קווי ניקוז מוצעים - תקופת חזרה 1:5 שנה

מהירות זרימה [מ'/שניה]	דרגת מילוי	קוטר מוצע [מ']	שיפוע [%]	ספיקת תכן הסתברות 20% [מ"ק/שניה]	רח'
1.7	0.75	0.6	0.5	0.39	ויצמן (אגן A9) (שדרוג ומוצע)
1.7	0.8	0.6	0.5	0.4	ארלוזורוב (אגן A9) (שדרוג)
2.3	0.53	0.8	0.7	0.62	חיבור ליכט/סוקולוב לתעלת אזור (שדרוג)

חלופה II - מערכת ניקוז ללא ניהול נגר (תקופת חזרה 1:20 שנה)

במידול הידראולי נמצא כי בספיקות בהסתברות 5% (1:20 שנה) נדרש:

- החלפה של הקו הקיים ברח' ויצמן לקוטר 0.8 מ' וחיבורו במוצא חדש לתעלת אזור.
- החלפה של קו הניקוז הקיים ברח' ארלוזורוב לקוטר 0.8 מ' עד המוצא לתעלה.

- החלפה של קו הניקוז הקיים ברח' וייצמן- סוקולוב עד מוצאו לתעלת אזור במוצא אגן A12.
- קווי הניקוז המקומיים המנקזים את פארק מנחם בגין במצב תקינות גבולי מבחינת כושר ההולכה. נדרש לבדיקה בתוכנית מפורטת.
- החלפה של קו הניקוז הקיים ברח' הרצל לקוטר 0.8 מ' עד המוצא לתעלת נחל אזור.
- קו הניקוז הקיים ברח' העלייה השנייה נמצא במצב תקינות גבולי - נדרש לבדיקה במסגרת תוכנית מפורטת יותר.
- הוספה של קווי ניקוז ברחובות בהם אין מערכת ניקוז לשיפור כללי של הניקוז העירוני (בהתאם לתשריט מצב מוצע - הסתברות 5%)

טבלה 43: מתחם 10 - קווי ניקוז מוצעים - תקופת חזרה 1:20 שנה

מהירות זרימה [מ'/שניה]	דרגת מילוי	קוטר מוצע [מ']	שיפוע [%]	ספיקת תכן הסתברות 5% [מ"ק/שניה]	רח'
1.9	0.6	0.8	0.5	0.54	ויצמן (שדרוג ומוצע)
1.9	0.6	0.8	0.5	0.55	ארלוזורוב (שדרוג)
3.1	0.5	0.8	0.7	0.84	ויצמן-ליכט (שדרוג)
3.0	0.6	0.8	1.0	0.98	הרצל (שדרוג)

7.12.4. עלות כללית

טבלה 44 מציגה את העלות הכלכלית של התכנית המוצעת בחלופות השונות. חישוב ניהול הנגר נעשה בהתאם ליעד הנדרש לפי המחשבון, תוך העדפת אמצעים בעלי עלות נמוכה יותר.

טבלה 44: מתחם 10 - השוואת עלות כלכלית של תכנית מוצעת בחלופות השונות, ללא מע"מ

חלופה II תכנון ניקוז ל-1:20 שנה	חלופה I ניהול נגר ותכנון ניקוז ל-1:5 שנה	
6,330 אלש"ח	4,867 אלש"ח	ניקוז
-	1,372 אלש"ח	ניהול נגר
6,330 אלש"ח	6,239 אלש"ח	סה"כ

7.12.5. המחשה גרפית

איור 71 מציג המחשה גרפית לאמצעים לניהול נגר בהם ניתן לעשות שימוש במתחם - ניהול נגר בשטחי שצ"פ וגינות ציבוריות באמצעות בריכת בקלש ושבילים מחלחים.



איור 71: ניהול נגר בגינות ציבוריות - בריכת בקלש/שבילים מחלחים (הדמיה AI)

7.13. מתחם 11

7.13.1. מידע כללי

שטחו של המתחם 44 דונם והוא כולל מגרשים ביעוד מגורים א' – וילות ושטחים פרטיים. המתחם ממוקם בגבולה הצפונית של המועצה ונמצא בסמיכות לכביש מס' 1 העובר מצפון למתחם.

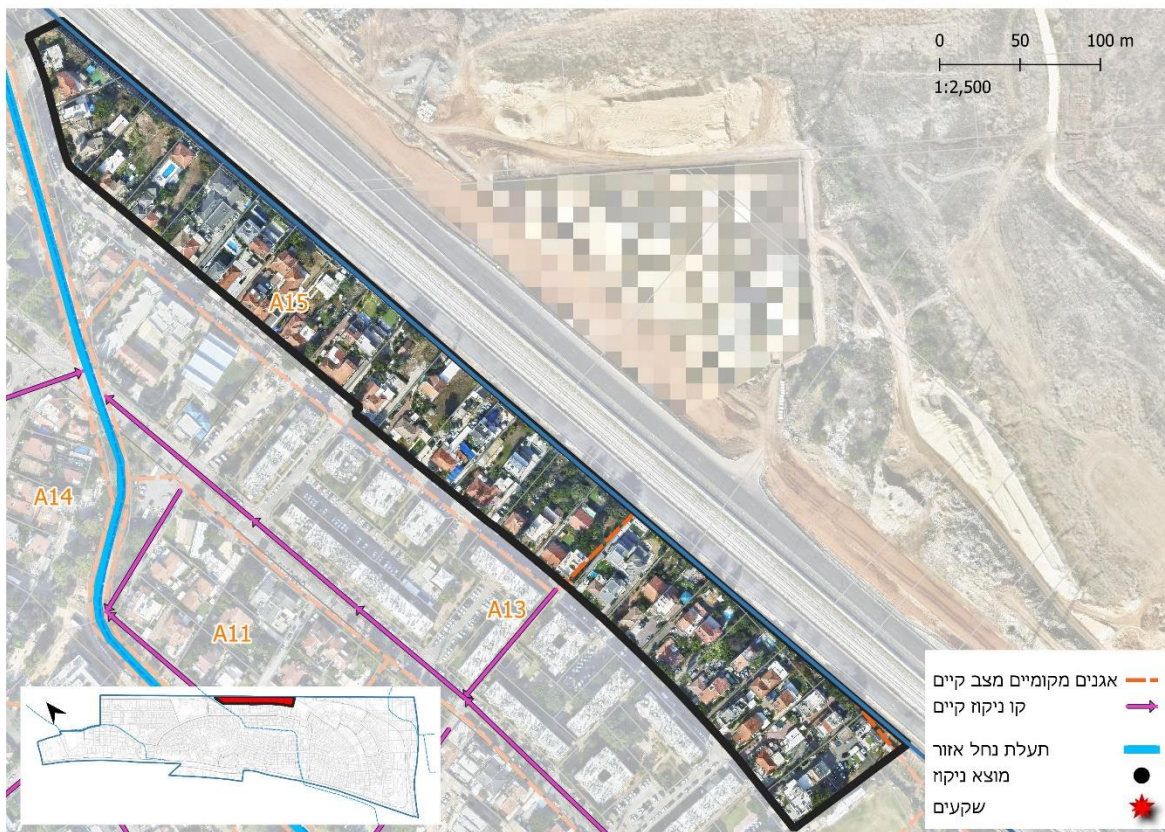
7.13.2. מערכת ניקוז קיימת

השטח מחולק לשני אגני ניקוז: A13 ו-A15 ומתנקז לתעלת אזור. בתחום המתחם אין מערכת ניקוז קיימת. קיים קו היורד מרח' חנה סנש ומתחבר אל קו ניקוז ברח' יצחק שדה. ממידע שהתקבל מהמועצה, חלק מהמגרשים הפרטיים נמוכים ממפלס רח' חנה סנש.

חלקו המערבי של המתחם הקרוב לתעלת נחל אזור נמצא בתחום פשט ההצפה של התעלה בהסתברויות של 1% ו-2%.

איור 72 מציג את גבול המתחם על גבי תצ"א.

טבלה 45 מציגה את סיכום נתוני מתחם התכנון.



איור 72: מתחם 11 - גבול המתחם ע"ג תצ"א

טבלה 45: מתחם 11 - נתונים ומידע על מתחם התכנון

מתחם	שטח [דונם]	מצב קיים	מצב מוצע	הערות
11	44	מתחם וילות ובתים פרטיים. שטחים פתוחים בגבולות המגרש	ללא שינוי	מתחם מבנים פרטיים קושי במימוש ניהול נגר

7.13.3. תוכנית מוצעת

מאחר וכל שטח המתחם מורכב ממגרשים פרטיים עם בתים צמודי קרקע ללא תוכנית התחדשות עירונית יכולת המועצה לדרוש ולאכוף ניהול נגר במתחם זה נמוכה מאוד. נציין כי במצב הקיים מגרשים רבים מוקפים חומות המעכבות ומוסתות את הנגר המגיע מהמגרש הפרטי אל הרחוב, כפי שניתן לראות באיור 73.

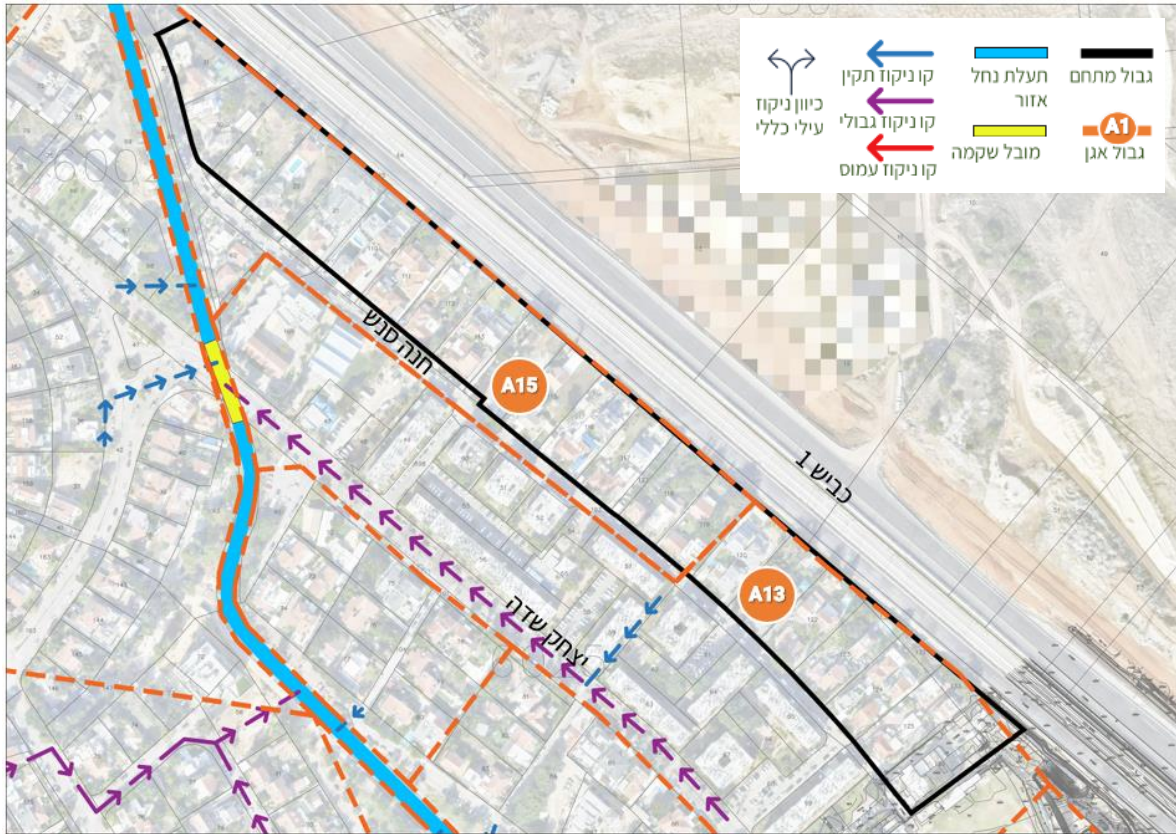


איור 73: חזית מתחם 9 לכיוון רח' חנה סנש (google maps)

פתרונות ניהול נגר מוצעים במתחם 11

- ללא אמצעי ניהול נגר בהעדר שטחי ציבור ניתן לחלופין להשית את נפחי ניהול הנגר על המגרשים הפרטיים, אך כיוון שהם קיימים יש קושי במימוש ובאכיפה, אלא במקרים בהם מתוכננת בניה חדשה.

במתחם מומלץ על שימור אמצעי ניהול נגר קיימים - ברוב החצרות וגינות הבניינים במתחם קיימת חומה המקיפה את הגינה ומפרידה בינה לבין הרחוב. כאשר מרזבי הבניינים מופנים אל שטחי הגינה, הנגר נחסם ונאצר ע"י החומה ובכך מושהה ומחלחל בשטחי הגינון. הנגר העודף יזרום לבסוף אל מפלס הרחוב והכביש.



נתונים:	
44	שטח מתחם (דונם)
(A13,A15) 2	מספר אגנים מקומיים
15	שטח פתוח (%)
תעלת אזור	פתרון קצה לניקוז
4,775	נפח נגר נדרש לניהול (מ"ק)
888	ספיקת יציאה שעתית מווסתת (מ"ק/שעה)
422	נפח פיזי נדרש לניהול (מ"ק)
0	נפח פוטנציאלי במתחם (מ"ק)

איור 74: תכנון ניהול נגר במתחם 11

יעד נגר לניהול ופוטנציאל אוגר פיזי

על מנת לנהל 4,775 מ"ק עם ספיקת יציאה מווסתת של 888 מ"ק ש נדרש אוגר פיזי של 422 מ"ק. פוטנציאל אוגר פיזי עומד על 0 מ"ק (במסגרת שטחי ציבור). לחלופין ניתן להציע כי בכל בינוי חדש ינוהל הנגר במגרש הפרטי **במפתח של 10 מ"ק/דונם.**

תכנון מערכת ניקוז

לא נדרשת במתחם זה.

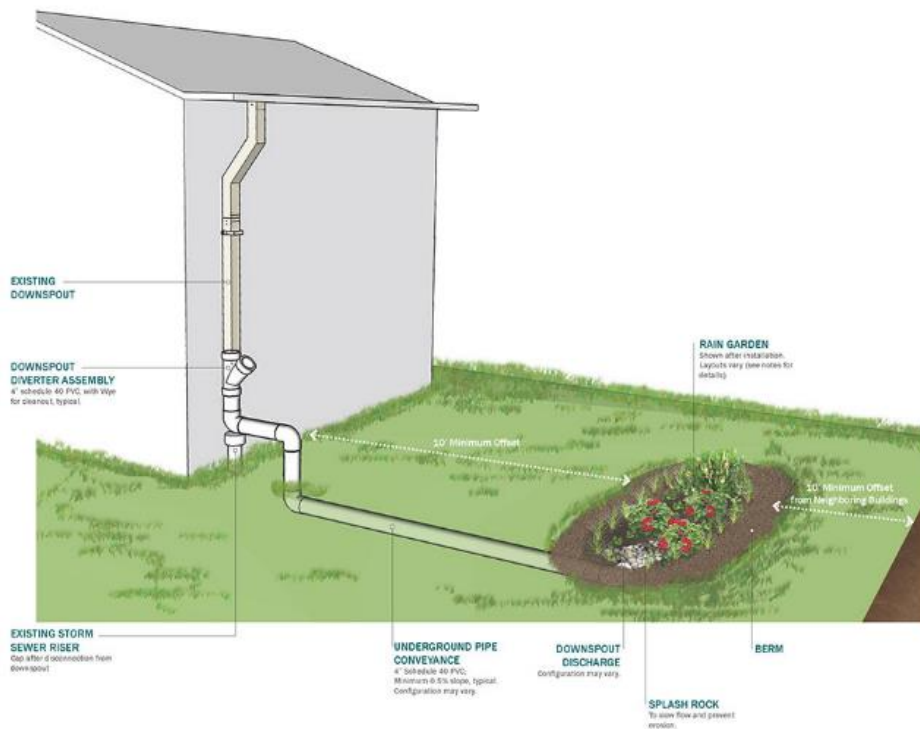
המגרשים הפרטיים מנוקזים לפי הטופוגרפיה אל רח' חנה סנש ו/או לכיוון צפונה את השטח המפריד בין המועצה לכביש 1. מדרום למתחם קיימת תוכנית התחדשות עירונית של מתחם יצחק שדה הכוללת חלק מרח' חנה סנש ועתידה להסדיר את הניקוז באזור זה של הרח'. מוצע להסדיר קו ניקוז ברח' חנה סנש שיתנקז אל תעלת נחל אזור (ראה מתחם 9).

7.13.4. עלות כללית

לא רלוונטי.

7.13.5. המחשה גרפית

איור 75 מציג המחשה גרפית לאמצעים לניהול נגר בהם ניתן לעשות שימוש במתחם. כיוון שאין שטחי ציבור פנויים לניהול נגר מומלץ לנצל את הגינות בשטחי המגרשים הפרטיים, לדוגמא באמצעות ניתוב המרזבים אל שטחי גינות מונמכים.



Rain Garden Diagram

איור 75: הפניית מרזבים לשטחי גינות <https://www.pwdraincheck.org/en/stormwater-tools/rain-gardens>

7.14 מתחם 12

7.14.1 מידע כללי

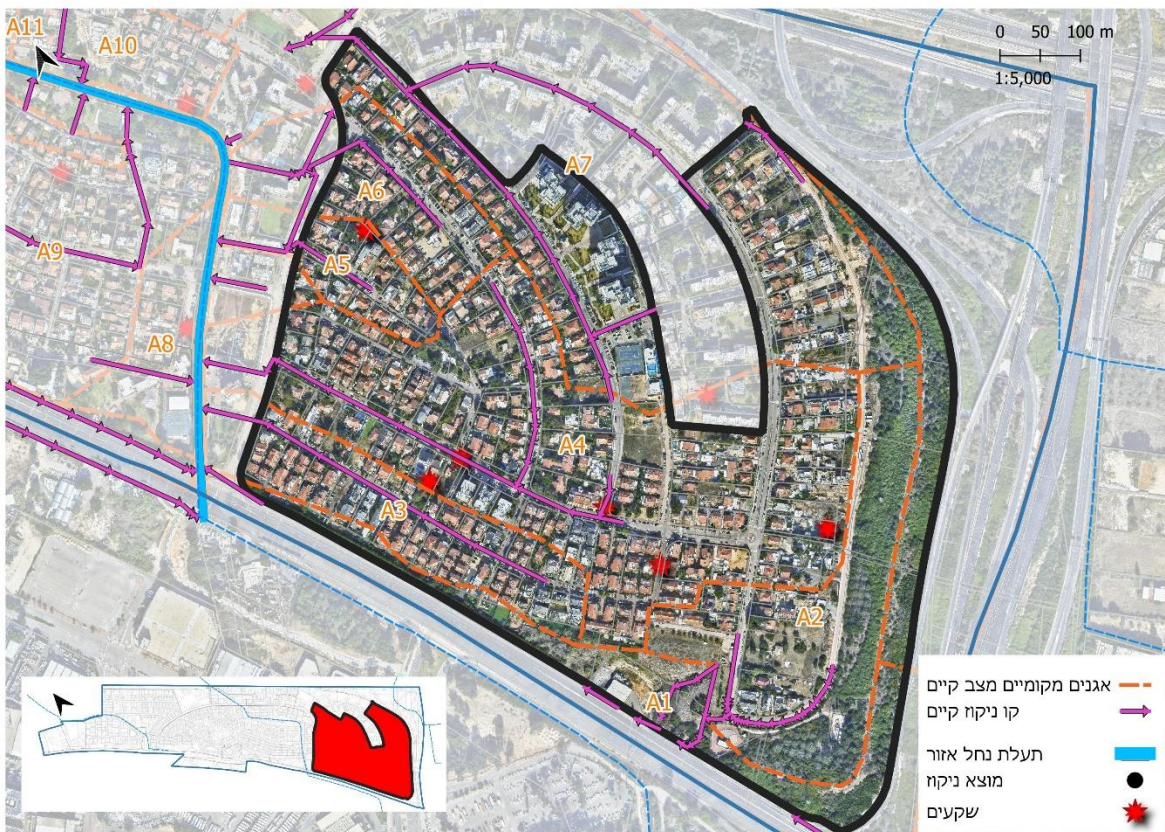
שטחו של המתחם 495 דונם, ובדומה למתחם 10 הוא כולל את המרקם הבינוני הקיים ללא התערבות מוצעת. אופיו של הבינוני במתחם הוא ברובו של בתי קרקע פרטיים אך ישנם גם בניינים רבי קומות. חלקו המזרחי של המתחם כולל גבעה בשטח פתוח המפרידה את המועצה ממערכת הכבישים הבין עירונית.

7.14.2 מערכת ניקוז קיימת

המתחם מחולק ל-6 אגנים מקומיים: A7-A2 ומתנקז לתעלת אזור. קיימים קווי ניקוז ברחובות השלום, כצנלסון, אחד העם, כצנלסון, ז'בוטינסקי, מקטעים ברח' שדרות בן גוריון ורח' שבזי ולאורך כביש 44. חלק מקווי הניקוז נדרשים להחלפה.

ממידע שהתקבל מהמועצה בסופת כרמל רחובות אחד העם, היסמין וחלק בכצנלסון היו מוצפים. איור 76 מציג את גבול המתחם על גבי תצ"א.

טבלה 46 מציגה את סיכום נתוני מתחם התכנון.



איור 76: מתחם 12 - גבול המתחם ע"ג תצ"א

טבלה 46: מתחם 12 - נתונים ומידע על מתחם התכנון

הערות	מצב מוצע	מצב קיים	שטח [דונם]	מתחם
ניהול הנגר הפוטנציאלי בשטחי מוסדות ציבור ודרכים. מומלץ לעשות שימוש ברצועה הירוקה ממזרח למתחם לצורך ניהול נגר. בחלקו הדרום-מזרחי של המתחם הקרקע הטבעית הינה חמרה בעלת כושר חלחול גבוה.	ללא שינוי	שטחי מגורים ושטחים פתוחים לא רציפים. בצד המזרחי טבעת ייעור כלפי כביש 1 ו-4.	495	12

7.14.3. תוכנית מוצעת

איור 77 להלן מציג את תכנון ניהול הנגר המוצע במתחם 12. מאחר והמתחם אינו מיועד להתחדשות עירונית וכולל ברובו בתים צמודי קרקע פרטיים, ניהול הנגר מוצע באזורי השצ"פ והגינות הציבוריות הקיימות ברחבי המתחם וכן בשדרוג של רחובות קיימים באמצעות ניהול נגר בכיכרות/איי תנועה, רצועות גינות ואדניות מונמכות וכדו'. במבנים של מוסדות ציבור מומלץ לנהל נגר בגג המבנה.

פתרונות ניהול נגר מוצעים במתחם 12

- אדניות בחתך רחוב
- גג כחול / ירוק
- גן גשם / בקלש
- תעלה / כיכר מחלחלת
- עיצוב טופוגרפי מעודד השהייה וחלחול
- ריצוף מחלחל



נתונים:	
495	שטח מתחם (דונם)
6 (A2-A7)	מספר אגנים מקומיים
35	שטח פתוח (%)
תעלת אזור	פתרון קצה לניקוז
45,248	נפח נגר נדרש לניהול (מ"ק)
8,289	ספיקת יציאה שעתית מווסתת (מ"ק/שעה)
4,058	נפח פיזי נדרש לניהול (מ"ק)
4,836	נפח פוטנציאלי במתחם (מ"ק)

איור 77: תכנון ניהול נגר במתחם 12

יעד נגר לניהול ופוטנציאל אוגר פיזי

על מנת לנהל 45,248 מ"ק עם ספיקת יציאה מווסתת של 8,289 מ"ק ש נדרש אוגר פיזי של 4,058 מ"ק. פוטנציאל אוגר פיזי עומד על כ-4,850 מ"ק, ניתן לעמוד ביעד לניהול נגר הנדרש.

חלופה 1 - תכנון מערכת ניקוז בהתאם לניהול נגר (תקופת חזרה 1:5 שנה)

במידול הידראולי נמצא כי בהסתברות 20% (1:5 שנים) חלק מקווי הניקוז הקיימים אינם מתאימים לספיקת התכן וחלקם במצב גבולי מבחינת התאמתם לספיקת התכן.

התוכנית מציעה את הפעולות הבאות:

- החלפה של קו הניקוז הקיים ברח' השלום לקו בקוטר 0.6 מ'.
- החלפה של קו הניקוז הקיים ברח' כצנלסון לקו בקוטר 1.0 מ'.
- החלפה של קו הניקוז הקיים ברח' ז'בוטינסקי לקו בקוטר 0.8 מ' (במסגרת תוכנית מתחם בן גוריון).
- החלפה של מוצא ניקוז A6 (אחד העם/קפלן עד מוצא לתעלה) לקוטר 0.6 מ'.
- הוספה של קווי ניקוז ברחובות בהם אין מערכת ניקוז קיימת.

טבלה 47: מתחם 12 - קווי ניקוז מוצעים - תקופת חזרה 1:5 שנה

רח'	ספיקת תכן הסתברות 20% [מ"ק/שניה]	שיפוע [%]	קוטר מוצע [מ']	דרגת מילוי	מהירות זרימה [מ'/שניה]
השלום (שדרוג)	0.34	0.5	0.6	0.7	1.7
כצנלסון (שדרוג)	0.93	0.3	1.0	0.6	1.8
ז'בוטינסקי (שדרוג)	0.58	0.5	0.8	0.6	2.0
מוצא אגן A6 (שדרוג)	0.40	0.5	0.6	0.8	1.7

חלופה II – מערכת ניקוז ללא ניהול נגר (תקופת חזרה 1:20 שנה)

במידול הידראולי נמצא כי בספיקות בהסתברות 5% נדרש:

- החלפה של קו הניקוז הקיים ברח' השלום לקו בקוטר 0.8 מ'.
- החלפה של קו הניקוז הקיים ברח' כצנלסון לקו בקוטר 1.25 מ'.
- החלפה של קו הניקוז הקיים ברח' ז'בוטינסקי לקו בקוטר 0.8 מ' (במסגרת תוכנית מתחם בן גוריון).
- החלפה של מוצא ניקוז A6 (אחד העם/קפלן עד מוצא לתעלה) לקוטר 0.8 מ'.
- הוספה של קווי ניקוז ברחובות בהם אין מערכת ניקוז קיימת.
- קו הניקוז ברח' אחד העם נמצא במצב תקינות גבולי - יש לבדוק בתוכנית מפורטת.

טבלה 48: מתחם 12 - קווי ניקוז מוצעים - תקופת חזרה 1:20 שנה

מהירות זרימה [מ'/שניה]	דרגת מילוי	קוטר מוצע [מ']	שיפוע [%]	ספיקת תכן הסתברות 5% [מ"ק/שניה]	רח'
1.9	0.5	0.8	0.5	0.48	השלום (שדרוג)
1.6	0.6	1.25	0.3	1.3	כצנלסון (שדרוג)
2.1	0.7	0.8	0.5	0.81	ז'בוטינסקי (שדרוג)
1.9	0.6	0.8	0.5	0.55	מוצא אגן A6 (שדרוג)

7.14.4. עלות כללית

טבלה 49 מציגה את העלות הכלכלית של התכנית המוצעת בחלופות השונות. חישוב ניהול הנגר נעשה בהתאם ליעד הנדרש לפי המחשבון, תוך העדפת אמצעים בעלי עלות נמוכה יותר.

טבלה 49: מתחם 12 – השוואת עלות כלכלית של תכנית מוצעת בחלופות השונות, ללא מע"מ

חלופה II תכנון ניקוז ל-1:20 שנה	חלופה I ניהול נגר ותכנון ניקוז ל-1:5 שנה	
6,235 אלש"ח	4,858 אלש"ח	ניקוז
-	1,061 אלש"ח	ניהול נגר
6,235 אלש"ח	5,920 אלש"ח	סה"כ

7.14.5. המחשה גרפית

איור 78 מציג המחשה גרפית לאמצעים לניהול נגר בהם ניתן לעשות שימוש במתחם, כדוגמת כיכר מנהלת נגר המאפשרת לאסוף נגר מהכביש ולחלחל אותו אל תת הקרקע.



איור 78: כיכר מחלחלת מנהלת נגר (הדמיה AI)

7.15. מתחם 13**7.15.1. מידע כללי**

שטחו של המתחם 25 דונם והוא כולל את בית ספר 'השבעה' אשר עתיד בתוכנית המתאר הכוללת לשנות את מיקומו. במקומו של בית הספר מוצע עיבוי של אזור תעסוקה ומסחר.

7.15.2. מערכת ניקוז קיימת

המתחם מחולק לשני אגני ניקוז: A8 ו-A9 ומתנקז לתעלת אזור. בקצה רחוב חיים חסין קיימים קולטנים המנקזים את הנגר מהרחוב דרך שטח בית הספר אל תעלת נחל אזור.

איור 79 מציג את גבול המתחם על גבי תצ"א.

טבלה 50 מציגה את סיכום נתוני מתחם התכנון.



איור 79: מתחם 13 - גבול המתחם ע"ג תצ"א

טבלה 50: מתחם 13 - נתונים ומידע על מתחם התכנון

מתחם	שטח [דונם]	מצב קיים	מצב מוצע	הערות
13	25	מתחם בנוי בדלילות ושטחים פתוחים רבים ורציפים	מתחם ביעוד של מסחר תעסוקה, מבנים ומוסדות ציבור	פוטנציאל ניהול נגר במוסדות הציבור. הקרקע הטבעית הינה חמרה בעלת כושר חלחול גבוה.

7.15.3. תוכנית מוצעת

איור 80 להלן מציג את תכנון ניהול הנגר המוצע במתחם 13. באזור בית הספר בו מוצע עיבוי תעסוקה ומסחר מוצעים מספר אמצעי ניהול נגר המתאימים גם לתרחיש בו בית הספר נותר במקומו.

פתרונות ניהול נגר מוצעים במתחם 12

- אדניות בחתך רחוב
- גג כחול / ירוק
- עיצוב טופוגרפי מעודד השהייה וחלחול
- ריצוף מחלחל



נתונים:	
25	שטח מתחם (דונם)
6 (A8-A9)	מספר אגנים מקומיים
31	שטח פתוח (%)
תעלת אזור	פתרון קצה לניקוז
2,395	נפח נגר נדרש לניהול (מ"ק)
439	ספיקת יציאה שעתית מווסתת (מ"ק/שעה)
215	נפח פיזי נדרש לניהול (מ"ק)
480	נפח פוטנציאלי במתחם (מ"ק)

איור 80: תכנון ניהול נגר במתחם 13

יעד נגר לניהול ופוטנציאל אוגר פיזי

על מנת לנהל 2,395 מ"ק עם ספיקת יציאה מווסתת של 439 מ"ק ש נדרש אוגר פיזי של 215 מ"ק. פוטנציאל אוגר פיזי עומד על כ-480 מ"ק, ניתן לעמוד ביעד לניהול נגר הנדרש.

חלופה I - תכנון מערכת ניקוז בהתאם לניהול נגר (תקופת חזרה 1:5 שנה)

מאחר ומדובר בניקוז של שטח קטן מוצע להאריך את קו הניקוז בקוטר 0.4 מ' לאורך רח' חיים חסין לשיפור מערכת הניקוז הכללית.

חלופה II – מערכת ניקוז ללא ניהול נגר (תקופת חזרה 1:20 שנה)

ללא ניהול נגר נדרש לשדרג את הקו לקוטר 0.6 מ'.

7.15.4. עלות כללית

טבלה 51 מציגה את העלות הכלכלית של התכנית המוצעת בחלופות השונות. חישוב ניהול הנגר נעשה בהתאם ליעד הנדרש לפי המחשבון, תוך העדפת אמצעים בעלי עלות נמוכה יותר.

טבלה 51: מתחם 13 – השוואת עלות כלכלית של תכנית מוצעת בחלופות השונות, ללא מע"מ

חלופה II תכנון ניקוז ל-1:20 שנה	חלופה I ניהול נגר ותכנון ניקוז ל-1:5 שנה	
449 אלש"ח	386 אלש"ח	ניקוז
-	26 אלש"ח	ניהול נגר
449 אלש"ח	412 אלש"ח	סה"כ

7.15.5. המחשה גרפית

איור 81 ואיור 82 מציגים המחשה גרפית לאמצעים לניהול נגר בהם ניתן לעשות שימוש במתחם. בשטח בית הספר ניתן לממש מגוון אמצעי ניהול נגר כחלק מגינת המשחקים, בנוסף ניתן לשלב אמצעי ניהול נגר רבים בגנים הציבוריים ושטחי השצ"פים.



<https://sfpu.org/about-us/news/sfpuc-invests-725-million-local-greening-and-stormwater-management-projects-across>

איור 81: המחשה של ניהול נגר בתחומי בית ספר



איור 82: גן ציבורי בשילוב ניהול נגר (הדמיה AI)

7.16. מתחם 14

7.16.1. מידע כללי

מתחם בגבול הצפון מערבי של אזור ששטחו 24 דונם. המתחם מיועד להתחדשות עירונית לפי תוכנית המתאר הכוללת. כיום המתחם כולל מגורים במבנים ישנים אשר יוסבו למבני מגורים, תעסוקה ומסחר בבינוי מרקמי בשילוב מגדלים.

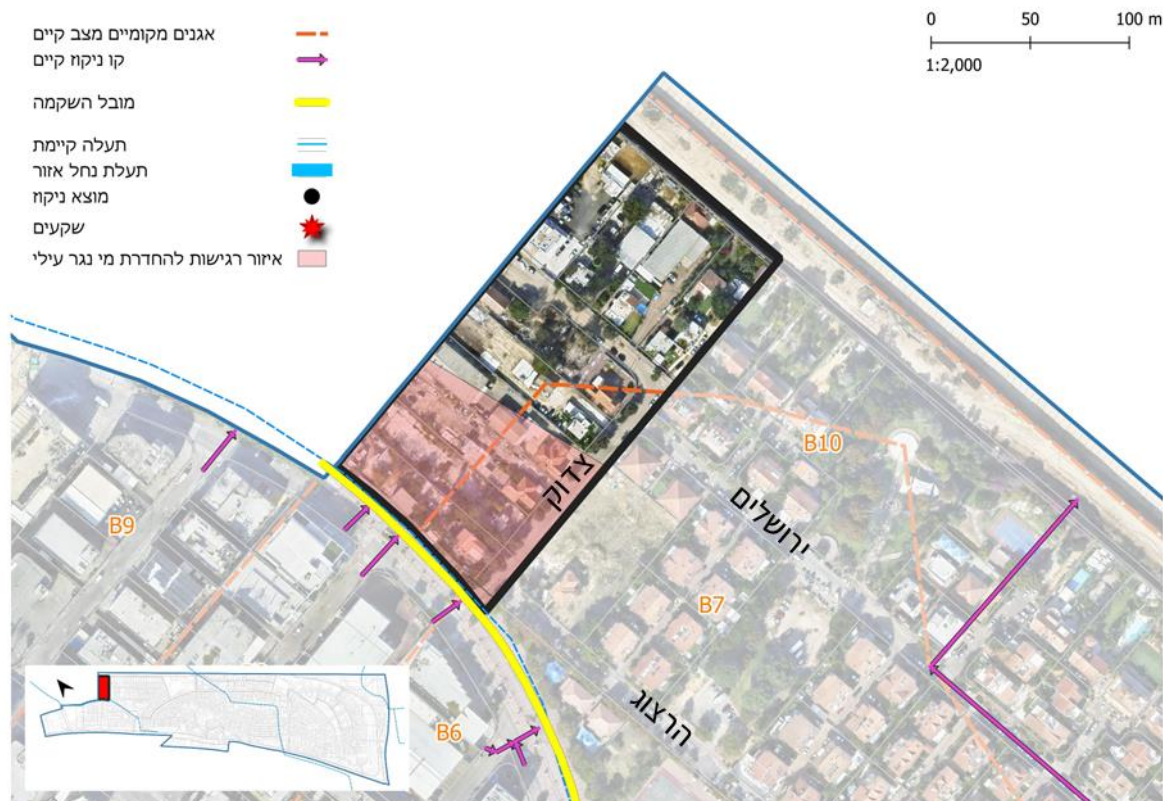
חלק מהמתחם מסומן בתמ"א 1 כאזור רגיש להחדרת מי נגר בשל הפעילות התעשייתית הסמוכה.

7.16.2. מערכת ניקוז קיימת

המתחם נמצא סמוך למובל רח' השקמה ומתנקז אליו. לפי המדידה נראה כי חלק מהמתחם מתנקז אל רח' צדוק אשר במורדו מספר קולטנים המנקזים את הנגר למובל רח' השקמה, וחלקו של המתחם מנוקז מערבה לכיוון השטח הפתוח ומשם אל התעלה הפתוחה במוצא מובל רח' השקמה.

איור 83 מציג את גבול המתחם על גבי תצ"א.

טבלה 52 מציגה את סיכום נתוני מתחם התכנון.



איור 83: מתחם 14 - גבול המתחם על גבי תצ"א

טבלה 52: מתחם 14 - נתונים ומידע על מתחם התכנון

מתחם	שטח [דונם]	מצב קיים	מצב מוצע	הערות
14	23	שטח מגורים מסחר ותעסוקה. בכל רחבי המתחם קיימים כתמים של עצים.	מתוכנן לעבור פינוי בינוי	התוכנית לא כוללת שטחים פוטנציאליים לניהול נגר.

7.16.3. תוכנית מוצעת

איור 84 להלן מציג את תכנון ניהול הנגר המוצע במתחם 14. למתחם, המיועד להתחדשות עירונית, אין עדיין תוכנית מפורטת ולכן התוכנית מציעה מגוון אמצעי ניהול הניתנים ליישום במרחב בינוי חדש המשלב מגורים ותעסוקה.

פתרונות ניהול נגר מוצעים במתחם 11

- אדניות בחתך רחוב
- גג כחול / ירוק
- מתקן איגום נגר
- ריצוף מחלחל

⚠ פתרונות ניהול הנגר בדרום המתחם מוגבלים לאור הימצאות המתחם באזור רגיש להחדרה בשל הפעילות התעשייתית הסמוכה.



נתונים:	
24	שטח מתחם (דונם)
(B10) 1	מספר אגנים מקומיים
15	שטח פתוח (%)
מובל שקמה	פתרון קצה לניקוז
2,567	נפח נגר נדרש לניהול (מ"ק)
477	ספיקת יציאה שעתית מווסתת (מ"ק/שעה)
227	נפח פיזי נדרש לניהול (מ"ק)
260	נפח פוטנציאלי במתחם (מ"ק)

איור 84: תכנון ניהול נגר במתחם 14

יעד נגר לניהול ופוטנציאל אוגר פיזי

על מנת לנהל 2,567 מ"ק עם ספיקת יציאה מווסתת של 477 מ"ק ש נדרש אוגר פיזי של 227 מ"ק. פוטנציאל אוגר פיזי עומד על כ-260 מ"ק, ניתן לעמוד ביעד לניהול נגר הנדרש.

חלופה I - תכנון מערכת ניקוז בהתאם לניהול נגר (תקופת חזרה 1:5 שנה)

מוצע להוסיף קו ניקוז לאורך רח' צדוק בקוטר 0.6 מ' אליו יתחברו קווי הניקוז המוצעים ברחובות ירושלים והרצוג (ראה מתחם 3).

טבלה 53: מתחם 14 - קווי ניקוז מוצעים - תקופת חזרה 1:5 שנה

מהירות זרימה [מ'/שניה]	דרגת מילוי	קוטר מוצע [מ']	שיפוע [%]	ספיקת תכן הסתברות 20% [מ"ק/שניה]	רח'
1.7	0.6	0.6	0.5	0.31	צדוק

חלופה II – מערכת ניקוז ללא ניהול נגר (תקופת חזרה 1:20 שנה)

ללא ניהול נגר נדרש ברחוב צדוק לשדרג את הקו לקוטר 0.8 מ'.

טבלה 54: מתחם 14 - קווי ניקוז מוצעים - תקופת חזרה 1:20 שנה

מהירות זרימה [מ'/שניה]	דרגת מילוי	קוטר מוצע [מ']	שיפוע [%]	ספיקת תכן הסתברות 5% [מ"ק/שניה]	רח'
1.8	0.5	0.8	0.5	0.42	צדוק

7.16.4. עלות כללית

טבלה 55 מציגה את העלות הכלכלית של התכנית המוצעת בחלופות השונות. חישוב ניהול הנגר נעשה בהתאם ליעד הנדרש לפי המחשבון, תוך העדפת אמצעים בעלי עלות נמוכה יותר.

טבלה 55: מתחם 14 – השוואת עלות כלכלית של תכנית מוצעת בחלופות השונות, ללא מע"מ

חלופה II תכנון ניקוז ל-1:20 שנה	חלופה I ניהול נגר ותכנון ניקוז ל-1:5 שנה	
420 אלש"ח	290 אלש"ח	ניקוז
-	243 אלש"ח	ניהול נגר
420 אלש"ח	533 אלש"ח	סה"כ

7.16.5. המחשה גרפית

איור 85 מציג המחשה גרפית לאמצעים לניהול נגר בהם ניתן לעשות שימוש במתחם, לאור עירוב השימושים המוצע במתחם של מגורים, מסחר ותעסוקה ניתן לממש חתך רחוב הכולל שטחים מגוננים ומנהלי נגר.



איור 85: מתחם 14 - רחוב בשילוב אמצעי ניהול נגר (הדמיה AI)

7.17. סיכום

טבלה 56: טבלת מתחמים מסכמת

הערות	עלויות (אלש"ח) - ללא מע"מ		אמצעים לניהול נגר	נפח נגר אפשרי (מ"ק)	נפח פיזי נדרש (מ"ק)	נפח נגר נדרש (מ"ק)	אגנים מוצא ניקוז	שטח (דונם)	מתחם
	חלופה I	חלופה II							
מנהל נגר ממתחם 2.1. ניהול נגר בהתאם לתוכנית מפורטת	761	574	גן גשם, גן בקלש, מתקן איגום	1,655	154	1,553	B11 - 12 מובל שקמה	44	1
מנוהל במתחם 1	417	424	גג כחול, גג ירוק	72	431	4,881	B9, B11-12 מובל שקמה	42	2.1
אזור רגיש להחדרת מי נגר	1,679	2,295	אי תנועה מחלחל, גג כחול, גג ירוק, כיכר מחלחלת, ריצוף מחלחל	1,800	1,212	13,721	B3, B5-6, B8-9 מובל שקמה	128	2.2
נדרש להוסיף קווי ניקוז	4,514	3,492	עיצוב טופוגרפי, גן גשם, גן בקלש, גג כחול, גג ירוק, מתקן איגום, ריצוף מחלחל	1,900	1,654	18,480	B10, B7, B4 מובל שקמה	178	3
פתרונות הכוללים החדרה דורשים סקר קרקע	825	1,627	עיצוב טופוגרפי, גג כחול, גג ירוק, ריצוף מחלחל	572	491	5,563	A16 תעלת אזור	55	4
תעלת אזור גורמת להצפה ב- 1%	1,044	1,439	עיצוב טופוגרפי, גן גשם, גן בקלש, גג כחול, גג ירוק,	458	409	4,569	A13 תעלת אזור	45	5
נדרשים קווי ניקוז חדשים וקו לשדרוג	3,211	2,289	עיצוב טופוגרפי, גן גשם, גן בקלש, גג כחול, גג ירוק	1,037	998	11,125	A13, A7 תעלת אזור	127	6.1
מומלץ על שימור אמצעי ניהול נגר קיימים	157	188	עיצוב טופוגרפי, גן גשם, גן בקלש, ריצוף מחלחל	346	243	2,712	A4, A7 תעלת אזור	30	6.2

הערות	עלויות (אלש"ח) - ללא מע"מ		אמצעים לניהול נגר	נפח נגר אפשרי (מ"ק)	נפח פיזי נדרש (מ"ק)	נפח נגר נדרש (מ"ק)	אגנים מוצא ניקוז	שטח (דונם)	מתחם
	חלופה I	חלופה II							
אזור רגיש להחדרה בשל הפעילות התעשייתית במקום מפורט	תלוי בתכנון מפורט	464 (ללא ניקוז)	גג כחול, גג ירוק, גן גשם, גן בקלש, ריצוף מחלחל, מתקן איגום	358	333	3,765	תעלת אזור ומובל שקמה	35	7
ניהול נגר בהתאם לתוכנית מפורטת	621	510	מתקן איגום	1,505	154	1,773	A12 תעלת אזור	15	8
נדרשים קווי ניקוז חדשים וקו לשדרוג	1,216	1,150	עיצוב טופוגרפי, גג כחול, גג ירוק, גן גשם, גן בקלש, מתקן איגום, ריצוף מחלחל	298	267	2,975	A13-15 תעלת אזור	33	9
נדרשים קווי ניקוז חדשים וקו לשדרוג	6,330	6,239	עיצוב טופוגרפי, אדניות רחוב, גג כחול, גג ירוק, כיכר מחלחלת, תעלה מחלחלת, אי תנועה מחלחל, ריצוף מחלחל	4,540	4,385	48,894	A14, A8-12 תעלת אזור B1-2 מובל שקמה	535	10
מומלץ על שימור אמצעי ניהול נגר קיימים	-	-	וילות פרטיות ללא שטחי ציבור	0	422	4,775	A15, A13 תעלת אזור	44	11
	6,235	5,920	עיצוב טופוגרפי, אדניות בחתך רחוב, גג כחול, גג ירוק, גן גשם, גן בקלש, כיכר מחלחלת, ריצוף מחלחל	4,836	4,085	45,248	A2-7 תעלת אזור	495	12
	450	412	עיצוב טופוגרפי, אדניות רחוב, גג כחול, גג ירוק, ריצוף מחלחל	480	215	2,395	A8-9 תעלת אזור	25	13
בדרום המתחם אזור רגיש להחדרה בשל הפעילות התעשייתית הסמוכה	420	533	אדניות רחוב, גג כחול, גג ירוק, מתקן איגום, ריצוף מחלחל	260	227	2,567	B10 מובל שקמה	24	14

8. תכנית תפעול ותחזוקה

8.1. עקרונות

תפעול ואחזקה נאותה של מערכת הניקוז העירונית, נדרשת בתחזוקה שוטפת ובקרה לאורך כל חודשי השנה. לקראת עונת החורף ובמהלכה, נדרשת היערכות מיוחדת בעצימות גבוהה, כתלות בעוצמות הגשם החזיות ונקודות התורפה הידועות במערכת.

8.2. פעולות נדרשות

8.2.1. שוטף

- עריכת סקר ומיפוי קולטנים.
- זיהוי נקודות תורפה במערכת וסימונם (שקעים אבסולוטיים, צירים ראשיים, תקלות חוזרות).
- הקפדה על איכות תקנית של הקולטנים (עמידות הרשתות, צירים לפתיחה קלה וכדו').
- בדיקות תקופתיות לתקינות קווי הניקוז וניקיונם מחול, משקעים ולכלוך.
- בדיקות תקופתיות לתקינות שוחות בקרה, החלפת מכסים פגומים ובקרת נזקים.
- צילום קווי הניקוז הראשיים אחת ל-5 שנים או בהתאם לצורך.
- שדרוג והתאמת המערכת לתוכניות פיתוח אזורי.
- הכשרת צוותי עבודה והתקשרות מול קבלני משנה לביצוע פעולות שבשגרה ובחירום.
- יצירת תוכניות עבודה סדורות לשוטף, לקראת עונת החורף ולמהלך אירועי הצפות.

8.2.2. הכנה לחורף

ביצוע תוכנית עבודה סדורה בין החודשים אוגוסט עד אוקטובר, הכוללת:

- ניקיון קולטנים וקווי ניקוז בצירים הראשיים ובנקודות תורפה.
- הסדרת תעלות ניקוז פתוחות ומוצאים באמצעות כלי צמ"ה.
- בדיקת ניקיון ופינוי סחף ממעביר המים בכביש 1 המהווה נקודת תורפה המשפיעה על מפלס המים בתעלת נחל אזור.
- ניקיון ובדיקה של מתקני ניהול נגר.
- שדרוג מתקנים והכשרתם לחורף.
- קבלת עדכונים והתראות מגוף מוסמך על בסיסם ניתן לקבוע את רמת הכוננות לקראת אירועי הגשם ולהתכונן מבחינת כוח אדם, כלים וניטור מוקדים בעייתיים.
- התקנת מד מפלס בתעלת אזור המאפשר לתת התרעות במפלסי זרימה גבוהים.

8.2.3. במהלך אירוע גשם משמעותי

- ניקיון קולטנים בעייתיים במהלך אירוע גשם, בעיקר בנקודות תורפה בעייתיות.
- במידת הצורך פתיחת קולטנים בנקודות בעייתיות לשיפור כושר הקליטה, כמובא באיור 86.
- כוננות צוותי חירום לקראת מערכת גשם חזויה ובמהלכה.
- הצבת כלים וכוח אדם בסמוך לנקודות תורפה ידועות לתפעול מהיר של אירועי הצפה.
- מערכת התרעות המאפשרת להתריע בפני התושבים על אירועי הצפה ולתת הנחיות.
- לאחר אירוע הגשם - חזרה על סדר פעולות תפעולי לחורף.



איור 86: פתיחת קולטנים בעת אירועי גשם חריג (מקור: עיריית ראשון לציון)

9. אמצעים משלימים לתכנון

9.1 תוכניות אגניות

תעלת אזור:

לאור ההצפות הצפויות בתעלת אזור בהסתברויות נדירות, נדרשת תוכנית אגנית לתעלה על מנת לבחון את אפשרויות הוויסות במעלה האגן, למניעת הצפות בתחומי המועצה. התכנית האגנית תיקח בחשבון את הבינוי והפיתוח העתידי הצפוי באגן.

פארק אריאל שרון:

כחלק מתכנית מימוש מסילה רביעית באיילון קיים מפעל ניקוז מאושר לפארק אריאל שרון העוסק בוויסות הזרימות בנחל האיילון. תעלת אזור במורד המועצה נכללת בתחום התכנית. יצירת אזורי הצפה נרחבים צפויה להשפיע על מפלסי הזרימה בתעלת אזור ועל סיכוני ההצפה בתחומי המועצה. במסגרת בחינת ההשפעה של התכנית על מ.מ. אזור שהתבצעה בשנת 2001, התקבל כי בהסתברות של 1% צפויה עלייה במפלס המים והצפה קלה בסביבת התעלה. בנוסף צוין כי מפלסי הקרקע הנמוכים מרום של כ-20.5 מ' במועצה ומתנקזים לתעלה, עשויים להיות בסיכון מסוים להצפה בזמן ירידת גשם ישיר על האגן כתוצאה מירידת כושר ההולכה במערכת הניקוז.

הבחינה התבצעה עבור ספיקה נמוכה בכחצי ביחס לספיקה שנקבעה בתכנית האב (24 לעומת 65 מ"ק/שניה בהסתברות 1%), לפיכך אינה משקפת באופן מלא את המצב המתוכנן והשפעת הפארק ודורשת עדכון בהתאם.

← ראה נספח מס' 4 : בחינת השפעת הקמת פארק אריאל שרון על הצפות באזור.

9.2 תמריצים/היטלים כלכליים

בפני הרשויות המקומיות עומד קושי תקציבי ניכר בבואן לפתח תשתיות כחולות בשטח, והוא מונע מהן לפתח אותן. נתוני הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה מ-2020 מדגימים כי שביעות הרצון של תושבי ישראל מהפארקים ומהשטחים הירוקים בקרבם נאמדת בכ- 63% וב- 22% בלבד במגזר הערבי. רשויות מקומיות רבות מגלות חוסר נכונות לפתח תשתיות כחולות, ראשית בשל היעדרם של מקורות מימון, ושנית בשל ספק באשר לכדאיות הכלכלית של פיתוח תשתיות אלו. מצב עניינים זה הוא שמוביל להיעדר פיתוח תשתיות חיוניות שבכוחן למנוע אירועי הצפה הרסניים.

ניתן ללמוד על מגבלות המקורות התקציביים המוניציפליים מדו"ח של מרכז המידע והמחקר של הכנסת (2017), מהדו"ח עולה כי משקל תקציב השלטון המקומי מסך התוצר בישראל נמוך משמעותית מהמוצע בארגון OECD (בלק 2022).

9.2.1. מיסוי על פעולות ניקוז

היטל תיעול שנגבה מבעלי הנכסים נועד לממן את יישום מערכת התיעול הניקוז בכל רחבי הרשות המקומית. היטל זה שונה מאגרות הפיתוח העירוניות האחרות, וגבייתו נגזרת מתכנית האב העירונית לתיעול, כאשר תשלום ההיטל מוטל על כל בעלי הנכסים ברשות, ללא קשר לאזורים שבהם מבוצעות עבודות תיעול.

להלן דוגמאות ליישום היטל ניקוז במועצות מקומיות:

- מועצה אזורית מטה יהודה שולחת לתושבים חיוב על היטל ניקוז. עם חיוב הארנונה הרגיל נוסף חיוב שרשות הניקוז מעבירה למועצה והמועצה מעבירה לתושבים, בעבור תשתיות תת קרקעיות המטפלות בניקוז לצדי הדרכים. לדוגמא, הטיפול במי הגשמים בכדי למנוע שיטפונות או פגיעה בתשתיות הדרכים. התעריף השנתי נקבע לפי מ"ר בנוי ועומד על 0.04 ש"מ/מ"ר.

לדוגמא: 200 מ"ר בנוי * 0.04 ש"מ/מ"ר = 8 שקלים בעבור היטל הניקוז לשנה.

- עיריית יבנה ערכה ניתוח לעלויות הישירות והעקיפות הכרוכות בהנחת תשתיות תיעול וניקוז וחישוב לתעריפי היטל שבאמצעותו תוכל העירייה לכסות את ההוצאות לכך (בוכניק ושות' רואי חשבון, 2017).

שיטת החישוב של היטל התיעול והניקוז, הינה השיטה הממוצעת. שיטה זו לוקחת בחשבון את העלויות של השקעות נדרשות בהקמת התשתית הרלוונטית וחלוקתן בשטחים, הכוללים הן את שטחי הקרקע והן את השטחים הבנויים, בהתבסס על תב"עות מאושרות. לצורך מימון תשתית התיעול והניקוז, תגבה העירייה היטל תיעול וניקוז. ההיטל יחושב על פי המשוואות הבאות:

$$K * \text{עלות התשתיות} = \text{היטל על מ"ר שטח בנוי}$$

$$(1-K) * \text{עלות התשתיות} = \text{היטל על מ"ר שטח מגרש}$$

כאשר:

K – מקדם העמסה על השטח הבנוי

1-K – מקדם העמסה על שטח הקרקע.

סכום שני המקדמים חייב להיות 1. גודל K משתנה לגבי כל סוג של תשתית. מתקיימת התאמה ושיוך בין עלות התשתית במונה לסה"כ שטח משתתף במכנה תעריפים מוצעים על פי התעריף המתאים למדד הצרכן אפריל 2017:

○ היטל תיעול על הבנוי למ"ר 69.83 ש"מ

○ היטל תיעול על הקרקע למ"ר 20.04 ש"מ

9.2.2. תמריצים לניהול נגר

מספר רשויות מקומיות בעולם כבר החלו להעניק תמריצים לעידוד ניהול נגר בצורה מיטבית, מתוך מטרה להפחית את הצורך בהשקעה בתשתיות ניקוז יקרות ולשפר את איכות הסביבה העירונית. ברוב הדוגמאות המוצגות להלן העיר מטילה מיסים על פי שטח הגגות ובמקביל מסבסדת או מקלה במס לנכס שמסדיר פתרונות לניהול נגר.

- סיאטל, וושינגטון (Seattle, Washington): נחשבת לאחת הערים המובילות בארה"ב בניהול נגר. העיר הטילה מס נגר על נכסים עירוניים, ומחייבת את בעלי הנכסים לשלם לפי כמות המים שצפויה להתנקז אל מערכת הניקוז העירונית. זאת, כחלק ממדיניות העיר לשיפור המערכת ולצמצום הצפות בעיר. במקביל, סיאטל מציעה תמריצים ופעולות עידוד לבעלי בתים ועסקים כדי להשקיע במערכות לניהול נגר, כולל פתרונות כמו "Green Infrastructure" (תשתיות ירוקות). בעלי נכסים שמתקינים מערכות אגירה, גינון גשמים ושטחים ירוקים, יכולים לקבל סובסידיות או הנחות במס (https://www.seattle.gov/utilities/about/plans/drainage-and-sewer/stormwater-management-plan).
- בפניקס אריזונה (Phoenix, Arizona): הסדירו מס נגר (Stormwater Utility Fee) שמבוסס על שטח הגגות במבנים העירוניים, המתנקזים אל מערכת הניקוז העירונית. תשלום זה מיועד לכיסוי עלויות של תחזוקת מערכות ניקוז, צנרת ושאיבה. בנוסף, הרשות המקומית מציעה תמריצים לבעלי בתים ומסחר שמתקינים פתרונות גינון טבעיים, כמו גינות גשם, שיכולות להקל על ניהול המים. בעלי נכסים שעושים שימוש בטכנולוגיות אלו יכולים לקבל הנחות במס הנגר, מה שמעודד פתרונות ברי קיימא ושיפור המערכת העירונית.
- במדינת קליפורניה בערים סן פרנסיסקו ולוס אנג'לס, מעודדים חלחול של מי גשמים במטרה לשפר את איכות מי התהום.
- העיר מילנו, איטליה מציעה הטבות במס למי שמתקין פתרונות ירוקים כמו גינות גשם, או פרויקטים המפחיתים את כמות הנגר המגיע למערכת הניקוז העירונית.
- בארץ ישנן מספר עיריות שמציעות הנחות בארנונה עבור נכסים שמבצעים פעולות לשיפור ניהול מי הגשם: תל אביב, חיפה, ראשון לציון ואשדוד.

ההליך לקבלת התמריץ/ההקלה במס:

כדי לקבל הנחות בארנונה או סבסוד עבור ניהול מי נגר, להלן הליך מוצע של המוצעה מול בעל הנכס:

- **פרסום:** הרשות מפרסמת את ההקלות וההנחות בארנונה באתר האינטרנט שלה. המידע יכלול תנאים מיוחדים, הנחות או תמריצים עבור ביצוע פעולות לניהול נגר או פתרונות ירוקים (כגון גגות ירוקים, חניונים חדירים, מערכות אגירת מים, ועוד).

- **פניית בעל הנכס לרשות המקומית:** הגדרת הגוף אליו פונה בעל הנכס במועצה על מנת לקבל מידע על התהליך והדרישות. העירייה יכולה לספק רשימה של פתרונות טכנולוגיים שיכולים להוזיל את הארנונה או לתת תמריצים.
- **הקמת המתקן:** בעל הנכס מתכנן ומתקין את הפתרון, בליווי גורמים מקצועיים ומקבל אישור לתקינות ההקמה.
- **בדיקה והגשה לרשות המקומית:** לאחר ההתקנה, בעל הנכס מגיש את אישורי תקינות המתקן שקיבל מבעל המקצוע בצרוף בקשה רשמית לרשות המקומית לצורך קבלת הנחה בארנונה. ניתן לצרף לבקשה תמונות של העבודה שבוצעה (כגון גגות ירוקים שהותקנו, מערכת לניקוז מים או אגירת מים).
- **תיאום ביקורת:** במקרים מסוימים, בעיקר במתקנים הנדסיים או במיקום שעלול לסכן מבנים ותשתיות מומלץ שהרשות המקומית תשלח נציג מטעמה שיבדוק את המערכת המותקנת בשטח.
- **החלטת המועצה:** לאחר בחינת הבקשה, העירייה תאשר/תדחה את המענק או ההנחה בארנונה. החלטה זו תהיה מבוססת על השפעת המערכת שהותקנה על ניהול מי הנגר בעיר.
- **תחזוקה שוטפת כתנאי לחידוש קבלת ההנחה מידי שנה:** נדרש להתנות את המשך קבלת ההנחה בשמירה על תקינות המערכת ותחזוקתה השוטפת. הרשות תבצע על כך ביקורות שוטפות.

9.3 תקנות רישוי

תהליך היתר הבניה מאפשר לרשות הזדמנות לפקח ולבקר את תכנית הבינוי בהיבטים של ניהול נגר וניקוז. להלן סעיפים אותם מומלץ להטמיע בתכניות תב"ע בתחומי הרשות כתנאי למתן היתר בניה:

1. במתחמי הבינוי / במגרשים המוצגים בתכנית זו נדרשת תכנית ניהול נגר מפורטת, שתכלול פירוט של האמצעים למתן פתרונות והקצאת שטחים בהם יותקנו האמצעים לניהול הנגר הנדרש.
2. הנחיות לחישוב נפח נגר מנוהל בתחומי תכנית/ מגרש במסגרת בקשה להיתר בנייה מכ תכנית זו וכן כחלק מנספח ניהול נגר למתחמים הנדרשים לתכנית מפורטת תוגש תכנית לניהול נגר משולבת בבינוי ובפיתוח. תחשיב יעד נפחי ייקבע על פי ההנחיות שלהלן:
 - בשטח של עד 5 ד', יפורטו פתרונות ישימים לעמידה ביעד נפח הנגר היממתי מנוהל של לפחות 50% מנפח הנגר היממתי בשטחו, בתקופת חזרה של 1:50 שנה.
 - בשטח גדול מ-5 ד', יוצעו פתרונות לעמידה ביעד נפח הנגר היממתי מנוהל של לפחות 75% מנפח הנגר היממתי בשטחו בתקופת חזרה של 1:50 שנה.

בקשה להיתר תכלול פרוט הנדסי של הפתרונות המוצעים.

3. בקשה להיתר בניה תציג באופן מפורט את אמצעי ניהול הנגר במרחב הציבורי והפרטי, בהתאם ליעד ניהול הנגר וליעד הספיקה יוצאת מווסתת שנקבעו לתכנית.
4. התכנית תיקבע ששילוב האמצעים לניהול נגר בבקשה להיתר בניה, יהיה תנאי להיתר בניה בתחומה.
5. במסגרת היתר הבניה יש להבטיח כי הצמ"גים יופנו לאזורים שניתן לנהל בהם את מי הנגר.
6. במסגרת היתר הבניה ייערך פרוטוקול תפעול ותחזוקה לאמצעי ניהול הנגר הכלולים בהיתר, על מנת להבטיח את פעילות המיטבית ולשמור על משך מקסימלי של תפקודם. הפרוטוקול יפרט בין היתר:

- א. פעולות התחזוקה הנדרשות, תדירותן ומועדן ביחס לעונות השנה.
 - ב. הגדרת גורם אחראי לביצוע הפעולות (דוגמת הרשות מקומית, בעל הקרקע, בעל הנכס, חברת הניהול וכד').
 - ג. מפרט הגנה על אמצעי ניהול הנגר בעת ביצוע עבודות פיתוח השטח, להבטחת תפקודם התקין בעת סיום העבודות.
7. הבטחת ביצוע ניקוז השטח, בהתאם לתוכניות שיאושרו על ידי מהנדס הועדה המקומית, תהווה תנאי להוצאת היתרי בניה.
 8. היתר הבניה יתייחס להיבטים של שלביות הפיתוח, במטרה למנוע פגיעה באמצעי ניהול הנגר בעת ביצוע עבודות הפיתוח, להבטיח את תפקודם בסיום העבודות, וכן להבטיח את ניהול הנגר בשטח בשלבי הפיתוח השונים. בכלל זאת תהיה התייחסות ל:
 - א. פתרון ביניים לניהול הנגר בשלב הפיתוח, לפי חלוקה למתחמים
 - ב. מפרט הגנה על אמצעי ניהול הנגר בביצוע העבודות

10. סקר סיכונים ותוכנית עבודה

10.1. סיווג סיכונים

במהלך תכנית העבודה זוהו ארבעה סיכונים עיקריים להצפות בתחומי המועצה:

1. הצפה כתוצאה מגלישת מים מתעלת אזור.
2. הצפה כתוצאה מזרימת מים הפוכה מתעלת אזור דרך מערכת הניקוז העירונית, בשל מפלס המים הגבוה בתעלה.
3. הצפות כתוצאה מאירוע גשם מקומי וחוסר תפקוד של מערכת הניקוז, בשל מוצאי ניקוז מטובעים.
4. הצפות מקומיות משילוב של שקע טופוגרפי ו/או היעדר/אי תקינות של מערכת הניקוז.

טבלה 57 להלן מפרטת עבור כל מתחם בתוכנית המתאר:

- סיכוני ההצפה **במצב הקיים** (בהתאם למספור לעיל)
- רמת הסיכון המסווגת בהתאם למספר הסיכונים והיקפם
- הערות הנוגעות לסיכוני ההצפה ומענה נדרש

מתחמים של התחדשות עירונית מהווים הזדמנות לשיפור המצב הקיים, לפיכך נדרש במסגרת התכנית להתחדשות עירונית להתייחס לסיכונים במתחם ולבדוק את השפעתם על מורד התוכנית עד החיבור למוצא הניקוז הסופי בהתאם.

טבלה 57: סווג סיכונים לפי מתחמים

הערות	רמת סיכון	סיכונים במתחם	מתחם (תוכנית מתאר)
התחדשות עירונית	נמוכה	-	1
התחדשות עירונית	נמוכה	-	2.1
התחדשות עירונית נדרשת השלמה של מערכת הניקוז	נמוכה	4	2.2
<ul style="list-style-type: none"> • <u>מוקדים בעייתיים</u> - אזורים נמוכים באזור הכיכרות בחיבור של הרחובות משה שרת והאיכרים עם רחוב האקליפטוס. • השלמת מערכת הניקוז ברחובות חסרים. 	בינונית	4	3
התחדשות עירונית	גבוהה	4,3,2	4
<ul style="list-style-type: none"> • עפ"י תב"ע מאושרת מפלס 0.00 של מבנים יהיה מעל +22.0 מ'. • נדרשים קווי ניקוז חדשים כדי להתחבר למערכת הניקוז העירונית 			

הערות	רמת סיכון	סיכונים במתחם	מתחם (תוכנית מתאר)
<p>התחדשות עירונית</p> <ul style="list-style-type: none"> מפלס הצפה מתעלת אזור (1%): +21.5 מ'. נדרש שדרוג של קו ניקוז ראשי קיים והתייחסות לשקע מקומי. 	גבוהה	4,3,1	5
<p>התחדשות עירונית</p> <ul style="list-style-type: none"> נדרש שדרוג של קווי ניקוז ומענה לשקעים מקומיים. 	בינונית	4	6.1
<p>התחדשות עירונית</p> <ul style="list-style-type: none"> נדרשת השלמה של מערכת הניקוז 	נמוכה	-	6.2
<p>התחדשות עירונית</p> <ul style="list-style-type: none"> נדרשת השלמה של מערכת הניקוז 	נמוכה	-	7
<p>התחדשות עירונית</p> <ul style="list-style-type: none"> נדרשים קווי ניקוז חדשים כדי להתחבר למערכת הניקוז העירונית. נדרשת בחינה ושדרוג של קווי ניקוז מחוץ לתוכנית. 	נמוכה	-	8
<p>התחדשות עירונית</p> <ul style="list-style-type: none"> בתחום פשט ההצפה של תעלת אזור בהסתברות 2%. מפלס הצפה מתעלת אזור בהסתברות 1% +21.1 מ'. אזור נמוך במפגש הרחובות הרצל ומשה שרת. נדרשת השלמה של מערכת הניקוז. 	גבוהה	4,3,2,1	9
<p>מתחם גדול – האזור הוותיק של המועצה המתנקז גם לתעלת אזור וגם למובל רחוב השקמה.</p> <ul style="list-style-type: none"> בתחום פשט ההצפה של תעלת אזור בהסתברות 1%. מפלס הצפה מתעלת אזור (1%): נע בין +21.5 מ'. בחציית יצחק שדה ועד +21.9 מ' בחציית כביש 44, נדרש מענה לשקעים- רחובות וייצמן, ליכט, ההגנה, הרצל חיבור למשה שרת. נדרשת השלמה של מערכת ניקוז. נדרש שדרוג קווי ניקוז קיימים. 	גבוהה	4,3,2,1	10
<ul style="list-style-type: none"> בתחום פשט ההצפה של תעלת אזור בהסתברות 1%. מפלס הצפה מתעלת אזור (1%): +21.1 מ'. נדרשת השלמה של מערכת הניקוז 	בינונית-גבוהה	3,2,1	11
<p>מתחם גדול – האזור הוותיק של המועצה</p> <ul style="list-style-type: none"> נדרש מענה לשקעים ברחובות כצנלסון, אחד העם, ז'בוטינסקי. נדרש שדרוג של קווי ניקוז. נדרשת השלמה של מערכת הניקוז. 	בינונית	4,3	12
<p>נדרשת השלמה של מערכת הניקוז</p>	נמוכה	-	13
<p>התחדשות עירונית</p> <ul style="list-style-type: none"> נדרש שדרוג והשלמה של מערכת הניקוז 	נמוכה	3,4	14

10.2. תכנית עבודה רב שנתית**10.2.1. דחיפות/קדימות לטיפול**

קביעת רמת הדחיפות/קדימות לטיפול במערכת הניקוז הקיימת נקבעה ע"י שקלול של מס' קריטריונים ומשקל שניתן לכל קריטריון כפי שמפורט בטבלה 58 להלן. המשקל הכי גבוה ניתן לפרמטר של רמת הסיכון להצפה על מנת לתת קדימות לאזורים בהם יש צפי להצפות. הפרמטר של מצב תקינות בהסתברות 20% מתבסס על הדרישה הבסיסית כי מערכת הניקוז תתפקד בהסתברות המינימאלית של 20% (1:5 שנים) ונותן קדימות לטיפול בקווים שנמצאו עמוסים בהסתברות זו. הפרמטר של "חסם להתחדשות עירונית" נועד לתת קדימות לטיפול בקווי ניקוז אליהם יתחברו בעתיד מתחמים של התחדשות עירונית (מהווים הזדמנות תקציבית לטיפול במערכת הניקוז הקיימת). בנוסף, ניתנה קדימות מסוימת לטיפול במערכת הניקוז בצירי התנועה הראשיים במועצה.

טבלה 59 להלן מפרטת את תוצאות השקלול של הפרמטרים הנ"ל עבור קווי הניקוז הקיימים והמוצעים במועצה לפי שמות הרחובות. הטבלה מסודרת בסדר יורד מרמת הדחיפות/קדימות לטיפול הגבוהה ביותר (2.8) ועד לנמוכה ביותר (1.1). מטבלה זו נגזרת תוכנית העבודה הרב שנתית המפורטת להלן בסעיף 10.2.2.

טבלה 58: קריטריונים ומשקלות לקביעת רמת הדחיפות/קדימות לטיפול במערכת הניקוז

משקל	ערכים	קריטריון
35%	נמוך=1 בינוני=2 גבוה=3	סיכון להצפה
25%	גבולי=1 עמוס=3	מצב תקינות בהסתברות 20%
15%	לא=1 כן=3	חסם (הזדמנות) להתחדשות עירונית
15%	משני=1 ראשי=3	ציר תנועה ראשי/משני
10%	גבוהה=1 בינונית=2 נמוכה=3	אפשרות ליישום ניהול נגר להפחתת הצפות בהסתברות 2%
100%		סה"כ

טבלה 59: תוצאות שקלול הפרמטרים לקביעת רמת הדחיפות/קדימות לטיפול במערכת הניקוז

הערות	קדימות לטיפול	קריטריונים לקביעת קדימות לטיפול					קוטר קיים [ס"מ]	מתחם	רחוב	#
	ציון משוקלל	אפשרות ליישום ניהול נגר	ציר תנועה ראשי/משני	רמת סיכון להצפה	חסם להתחדשות עירונית	האם נדרש להחליף בהסתברות 20%				
	100%	10%	15%	35%	15%	25%				
התחדשות עירונית מתחם יצחק שדה	2.8	1	3	3	3	3	50	5	יצחק שדה	1
התחדשות עירונית	2.8	1	3	3	3	3	מוצע	14	צדוק	2
שדרוג רחוב	2.75	2	3	3	2	3	50	12	כצנלסון	3
	2.75	2	3	3	2	3	מוצע	12	כצנלסון	4
	2.75	2	3	3	2	3	60	10	האקליפטוס	5
	2.7	3	3	3	1	3	מוצע	10	ויצמן (אגן A9.1)	6
	2.7	3	3	3	1	3	60	3	משה שרת (אגן B2)	7
	2.7	3	3	3	1	3	40	10	ויצמן	8
	2.7	3	3	3	1	3	60	3	האיכרים	9
	2.6	2	1	3	3	3	50	10	ליכט ומוצא לתעלה (אגן A12)	10
התחדשות עירונית	2.6	2	3	3	1	3	מוצע	9	משה שרת	11
מנקז התחדשות עירונית מתחם בן גוריון	2.55	2	3	2	3	3	60	12 (6.1)	ז'בוטינסקי	12
	2.55	2	3	2	3	3	60	12	ז'בוטינסקי	13
התחדשות עירונית מתחם אופיס	2.5	1	1	3	3	3	מוצע	4	מתחם אופיס רח' ראשי	14

הערות	קדימות לטיפול	קריטריונים לקביעת קדימות לטיפול					קוטר קיים [ס"מ]	מתחם	רחוב	#
	ציון משוקלל	אפשרות ליישום ניהול נגר	ציר תנועה ראשי/משני	רמת סיכון להצפה	חסם להתחדשות עירונית	האם נדרש להחליף בהסתברות 20%				
	100%	10%	15%	35%	15%	25%				
	2.4	3	1	3	1	3	40	10	ארלוזורוב (A9.2)	15
	2.4	3	1	3	1	3	מוצע	9	חנה סנש	16
	2.4	3	1	3	1	3	מוצע	10	ליכט (אגן A9.2)	17
התחדשות עירונית שכונת הפארק	2.3	3	3	1	3	3	מוצע	2.1	שכונת הפארק רח' מרכזי	18
התחדשות עירונית	2.2	2	3	1	3	3	מוצע	2.2	השקמה (אגן B5)	19
	2.2	3	3	3	1	1	50	12	אחד העם	20
	2.2	1	1	3	1	3	מוצע	3	הרצוג (אגן B7.2)	21
התחדשות עירונית	2.15	1	1	2	3	3	מוצע	2.2	הפרדס	22
	2.1	1	3	1	3	3	מוצע	12	שדרות בן גוריון (אגן A4)	23
	2.1	2	3	3	1	1	60	10	משה שרת	24
התחדשות עירונית מתחם בן גוריון	1.95	1	3	2	3	1	60	6.1	שדרות בן גוריון (אגן A7)	25
התחדשות עירונית	1.9	2	1	1	3	3	מוצע	2.2	השקמה- חיבור למצודה (אגן B5)	26
	1.9	3	1	3	1	1	60	3	ירושלים	27
	1.9	3	1	3	1	1	50	10	ליכט (אגן A12)	28
	1.8	1	3	1	1	3	מוצע	10	הרצל + שפרינצק	29
התחדשות עירונית	1.8	1	1	1	3	3	מוצע	2.2	החצב	30

הערות	קדימות לטיפול	קריטריונים לקביעת קדימות לטיפול					קוטר קיים [ס"מ]	מתחם	רחוב	#
	ציון משוקלל	אפשרות ליישום ניהול נגר	ציר תנועה ראשי/משני	רמת סיכון להצפה	חסם להתחדשות עירונית	האם נדרש להחליף בהסתברות 20%				
		100%	10%	15%	35%	15%					25%
מנקז התחדשות עירונית מתחם שפינוזה	1.8	1	1	1	3	3	מוצע	10	הפלמ"ח וייצמן	31
התחדשות עירונית	1.8	1	1	1	3	3	מוצע	2.2	הצבר	32
מנקז התחדשות עירונית מתחם שפינוזה	1.8	1	1	1	3	3	מוצע	10	סוקולוב	33
התחדשות עירונית שכונת הפארק	1.8	1	1	1	3	3	מוצע	1	שצ"פ	34
	1.7	3	1	1	1	3	50	12	השלום	35
	1.7	3	1	1	1	3	מוצע	3	הרצוג (אגן B4)	36
	1.7	3	1	1	1	3	מוצע	10	נורדאן, אחד במאי, הצנחנים	37
	1.7	3	1	1	1	3	מוצע	10	ההגנה	38
	1.7	3	1	1	1	3	מוצע	10	ביאליק	39
	1.7	3	1	1	1	3	מוצע	10	העלייה השנייה- חיבור לביאליק	40
	1.7	1	1	3	1	1	40	10	פארק בגין	41
	1.65	3	3	1	2	1	40	3	האיכרים	42
	1.6	2	1	1	1	3	מוצע	3	ירושלים- חיבור לצדוק	43
	1.6	2	1	1	1	3	מוצע	12	שבזי (אגנים A7, A4)	44

הערות	קדימות לטיפול	קריטריונים לקביעת קדימות לטיפול					קוטר קיים [ס"מ]	מתחם	רחוב	#
	ציון משוקלל	אפשרות ליישום ניהול נגר	ציר תנועה ראשי/משני	רמת סיכון להצפה	חסם להתחדשות עירונית	האם נדרש להחליף בהסתברות 20%				
		100%	10%	15%	35%	15%					25%
	1.55	3	1	2	1	1	60	12	השלום- מורד	45
	1.35	1	1	2	1	1	60	10	העלייה השנייה-חיבור למשה שרת	46
	1.1	2	1	1	1	1	60	10	העלייה השנייה	47

10.2.2. תקציב שנתי ותוכנית עבודה

התקציב השנתי כולל:

- עלויות תחזוקה
- פרויקטים לשדרוג ו/או התקנה של קווי ניקוז חדשים.

עלות התחזוקה השנתית של מערכת הניקוז הקיימת מוערכת ב-200,000 ש. ההערכה מתבססת על ההנחות הבאות: בקווי הניקוז קיים קולטן כל 20 מ' ועלות תחזוקה של קולטן היא כ-500 ש בשנה, לרבות אלמנטים בלתי צפויים.

תוכנית העבודה הרב שנתית חולקה כך שהעלות השנתית עבור הניקוז תהיה ככל הניתן עד תקרה של 2 מיליון ש' ובהתאם לסדר הדחיפות/קדימות לטיפול המפורט לעיל בסעיף 10.2.1.

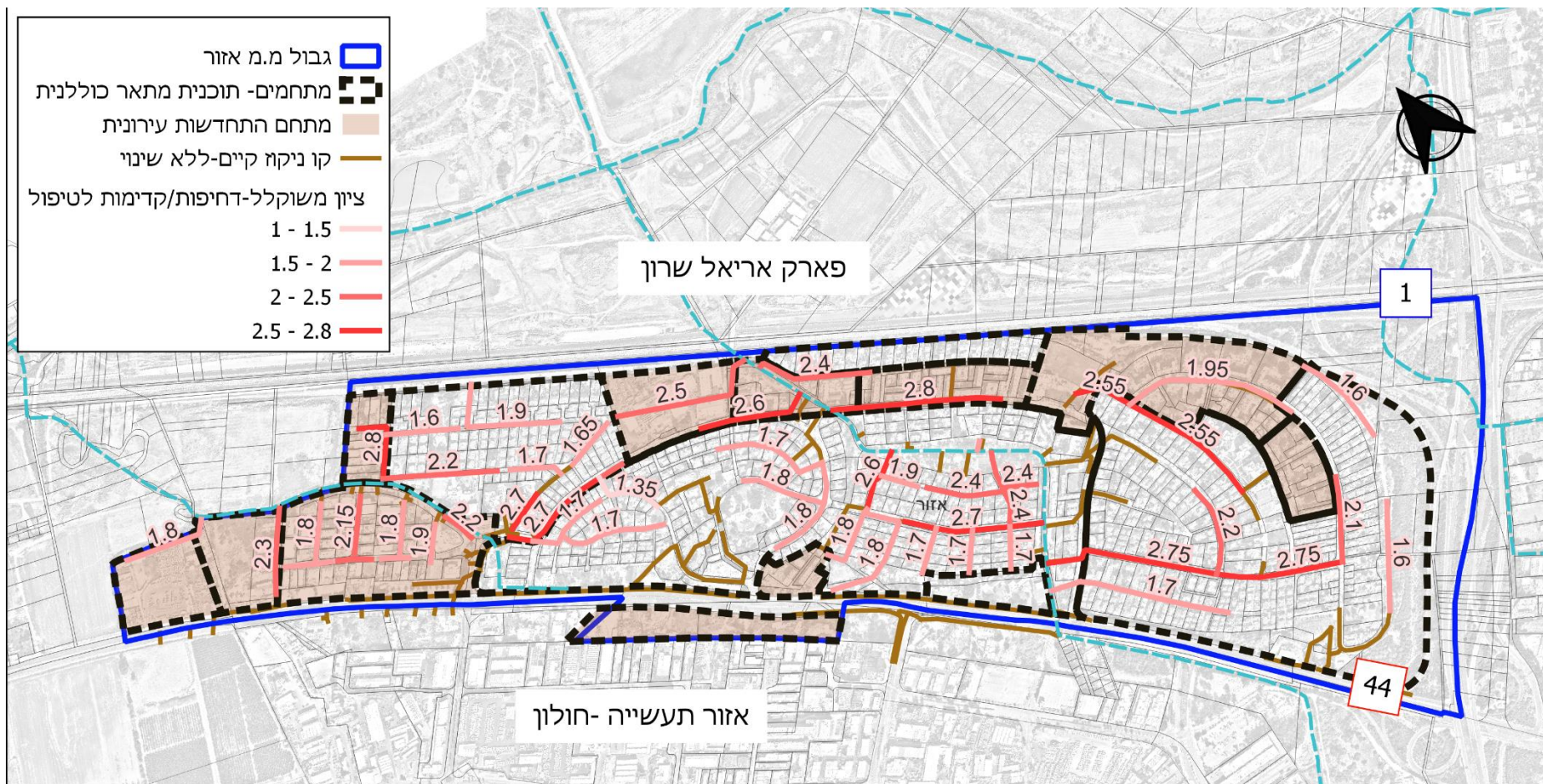
טבלה 60 להלן מפרטת את תוכנית העבודה הרב שנתית ואת עבודות הניקוז המומלצות בכל שנה. בעמודת ההערות בטבלה מצוין אם הקו יכול להתבצע כחלק מתוכנית להתחדשות עירונית. מומלץ לבחון את הטבלה במקביל לתשריט המצב המוצע בהסתברות 20%.

איור 87 להלן מציג מפת דחיפות לטיפול בהתאם לציון המשוקלל שחושב ומפורט לעיל עבור קווי הניקוז המוצעים וקווי הניקוז הנדרשים להחלפה.

טבלה 60: תוכנית עבודה רב שנתית

שנה	עבודה	אומדן עלויות שנתי	הערות
1	<ul style="list-style-type: none"> • כצנלסון- שדרוג קו קיים • כצנלסון- קו מוצע 	2.7 מיליון ש'	מתוכנן שדרוג של הרחוב
2	<ul style="list-style-type: none"> • יצחק שדה- שדרוג קו קיים • צדוק- קו מוצע 	1.5 מיליון ש'	הזדמנות - התחדשות עירונית
3	<ul style="list-style-type: none"> • האקליפטוס- שדרוג קו קיים • משה שרת - שדרוג קו קיים • האיכרים- שדרוג קו קיים • ויצמן- קו מוצע לחיבור הרח' לתעלת אזור 	2.0 מיליון ש'	
4	<ul style="list-style-type: none"> • ליכט עד מוצא לתעלה (אגן A12)- שדרוג קו קיים • משה שרת חיבור להרצל (אגן A14.3)- קו מוצע • מתחם אופיס רח' ראשי- קו מוצע 	2.0 מיליון ש'	משה שרת ומתחם אופיס- הזדמנות כחלק מהתחדשות עירונית
5	<ul style="list-style-type: none"> • ז'בוטינסקי- שדרוג קו קיים 	1.7 מיליון ש'	הזדמנות כחלק מהתחדשות עירונית במתחם בן גוריון

שנה	עבודה	אומדן עלויות שנתי	הערות
6	<ul style="list-style-type: none"> ארלזורוב מווייצמן ועד חיבור לתעלה- שדרוג קו קיים חנה סנש- קו מוצע ליכט- קווים מוצעים (אגן A9.2) 	1.8 מיליון ש"ח	חנה סנש- הזדמנות כחלק מהתחדשות עירונית מתחם 9
7	<ul style="list-style-type: none"> שכונת הפארק- קו מוצע השקמה - קו מוצע אחד העם- שדרוג קו גבולי הרצוג- קו מוצע (אגן A7.1) 	1.8 מיליון ש"ח	שכונת הפארק - הזדמנות כחלק מהתחדשות עירונית
8	<ul style="list-style-type: none"> הפרדס- קו מוצע שדרות בן גוריון- שדרוג קו גבולי (אגן A7) 	1.7 מיליון ש"ח	שדרוג בן גוריון- הזדמנות כחלק מהתחדשות עירונית
9	<ul style="list-style-type: none"> שדרות בן גוריון- קו מוצע (אגן A4) השקמה חיבור למצודה-קו מוצע ירושלים- שדרוג קו גבולי 	1.8 מיליון ש"ח	
10	<ul style="list-style-type: none"> ליכט-שדרוג קו גבולי (אגן A12) מעלה הרצל+ שפרינצק- קווים מוצעים הפלמ"ח ויצמן- קו מוצע 	1.9 מיליון ש"ח	הפלמ"ח ויצמן- הזדמנות בהתחדשות עירונית מתחם שפינוזה
11	<ul style="list-style-type: none"> החצב- קו מוצע הצבר- קו מוצע סוקולוב- קו מוצע שכונת הפארק- שצ"פ- קו מנקז בריכות ניהול נגר 	1.9 מיליון ש"ח	הזדמנות להתחדשות עירונית: החצב והצבר (אזורה"ת), סוקולוב (מתחם שפינוזה), שכונת הפארק
12	<ul style="list-style-type: none"> השלום- שדרוג קו קיים השלום מורד קפלן- שדרוג קו גבולי הרצוג- קו מוצע (אגן A4) נורדאן, אחד במאי, הצנחנים- קווים מוצעים 	1.9 מיליון ש"ח	
13	<ul style="list-style-type: none"> ההגנה- קו מוצע פארק בגין- שדרוג קווי ניקוז מקומיים (אגן A10) ביאליק- קו מוצע העלייה השנייה- קו מוצע 	1.5 מיליון ש"ח	
14	<ul style="list-style-type: none"> האיכרים- שדרוג קו גבולי במעלה הרחוב ירושלים- קו מוצע (אגן B7.2) שבזי- קווים מוצעים (אגנים A2 ו-A7) 	1.8 מיליון ש"ח	
15	<ul style="list-style-type: none"> העלייה השנייה- שדרוג קווים גבוליים 	711 אלף ש"ח	



איור 87: קדימות/דחיפות לטיפול

11. נספחים

11.1. נספח מס' 1: מודל הידראולי תעלת אזור



מודל הידראולי תעלת אזור

איילון (ק"מ 0.0) – כביש 44 (ק"מ 2.0)

פברואר 2023

פברואר 2023

גרסה 1

איגור צ'ופין, רפי הלוי
נהרא ופשטיה בע"מ

מודל הידראולי תעלת אזור
איילון (ק"מ 0.0) – כביש 44 (ק"מ 2.0)

תוכן עניינים

3	מבוא	1.
3	חומר רקע	2.
4	תאור תחום הניקוז	3.
7	שיטת החישוב ב-HEC-RAS	4.
7	מודל זרימה חד מימדי בתעלת אזור	4.1.
7	נתוני קלט עיקריים למודל החד מימדי	4.1.1.
8	תוצאות המודל החד מימדי	4.1.2.
13	מודל זרימה דו מימדי בתעלת אזור	4.2.
14	נתוני קלט עיקריים למודל הדו מימדי	4.2.1.
18	תוצאות המודל הדו מימדי	4.2.2.
22	סכום והמלצות	5.

רשימת טבלאות

11	טבלה 1 : תעלת אזור נתוני פרופילים הידרוליים בזרימה תמידית - מודל חד מימדי
16	טבלה 2 : הידרוגרפים כניסה למודל
17	טבלה 3 : ספיקות השיא בנקודות מפתח
18	טבלה 4 : רשימת הרצות
18	טבלה 5 : תוצאות ההרצות
21	טבלה 6 : מפלסי הזרימה לפי חתך לאורך

מודל הידראולי תעלת אזור
איילון (ק"מ 0.0) – כביש 44 (ק"מ 2.0)

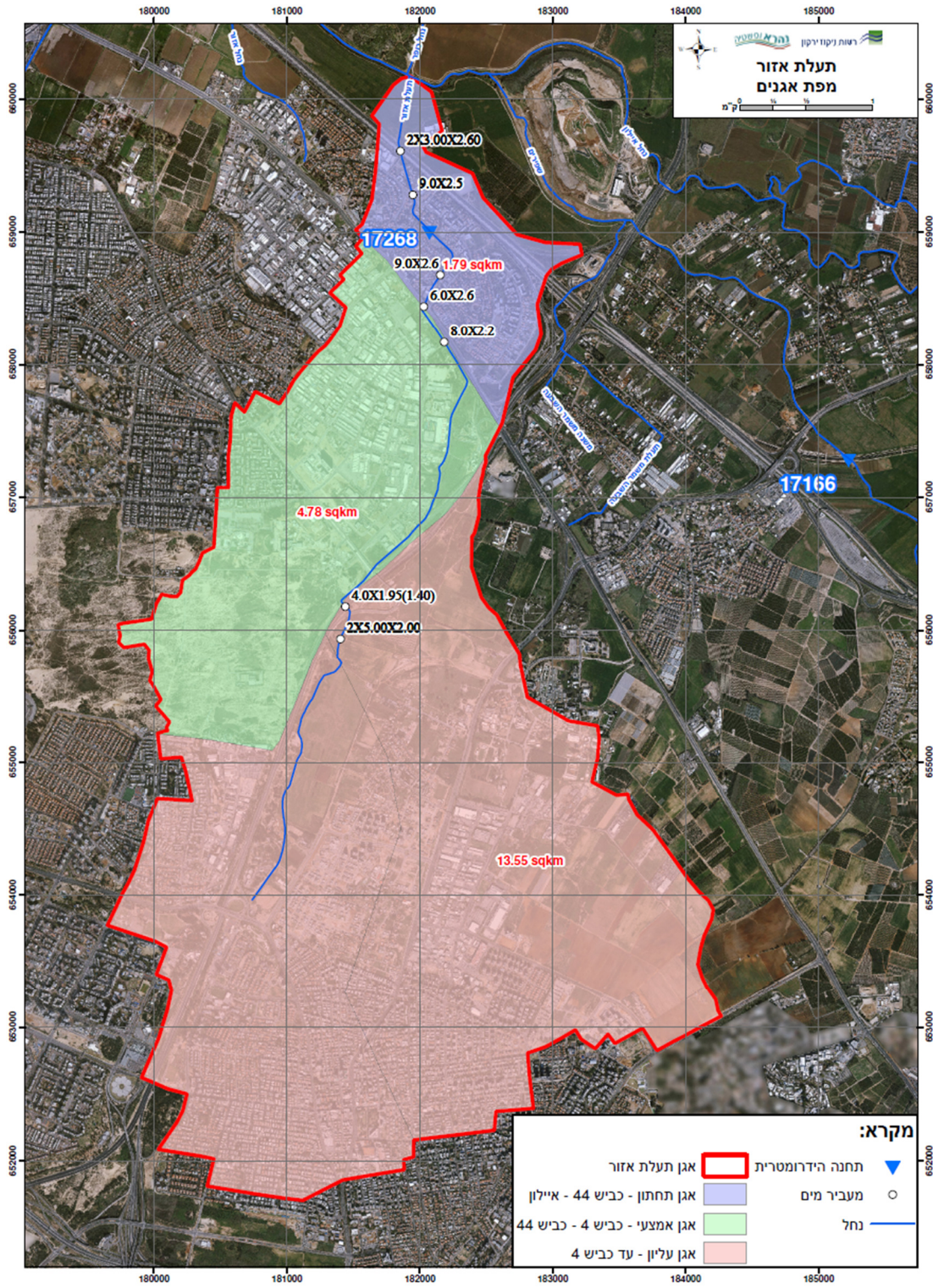
1. מבוא

מטרת העבודה קביעת פשטי הצפה בתעלת אזור בהסתברויות נתונות בקטע שבין המפגש עם נחל איילון (ק"מ 0.0) לחציית כביש 44 (ק"מ 2.0). לאור פרויקטים שונים לבינוי ולאור הרצון לקדם פרויקטים עתידיים בתחום תעלת אזור, נדרשו חישובים הידראוליים מעודכנים במודל זרימה חד מימדי ובמודל דו-מימדי לקבלת מפת פשטי הצפה וקביעת מפלטי ההצפה בהסתברויות שונות.

2. חומר רקע

1. נתוני זרימה בתחנות הידרומטריות, השירות ההידרולוגי.
2. נתוני זרימה בתחנות הידרומטריות, תחנה לחקר הסחף.
3. תוכנה לחישובי זרימה בנחלים, בתעלות ובמתקנים הידראוליים, שכוללת רכיב חד מימדי (פרופילים הידרוליים) ורכיב דו מימדי לחישוב מפות הצפה דינמיות
USCE Hydrologic Engineering Center / HEC-RAS 6.3, 2022.
4. מיפוי LIDAR בתחום רשות ניקוז ירקון, 2018.
5. מדידה טופוגרפית, TRIG, 2022.
6. תוכנית אב לניקוז – ירקון, כרך א' הידרולוגיה, מהדורה 3, פלגי מים, אוקטובר 2017.
7. נספח ניקוז, תכנית מתאר כוללנית אזור / י.לבב מהנדסים, 2018.
8. תכנית מתאר כוללנית חולון, נספח מים ביוב וניקוז/ קשת מ.כ ניהול פרויקטים בע"מ לציון, 2017.
9. תכנית מתאר מקומית כוללנית ראשון לציון 2030/ קשת מ.כ ניהול פרויקטים בע"מ, 2017.
10. נספח ניקוז מנחה "היציאה הצפונית"/ ח.ג.מ תכנון תשתיות בע"מ, 2016.
11. תכנית מס' 413-1026996, נחלת עילית – פרשה טכנית ניקוז, חג"מ, 2022.
12. מובל מים נחל אזור BC-11, תכנית כללית – חלק דרומי, נ.ת.ב. מהנדסים בע"מ, 2022.
13. סקר הידרולוגי מס' 1242 - כביש 44, נהרא ופשטיה, 2022.
14. חו"ד הנדסית - ניתוח שכיחויות נפחי שיא בתחנות הידרומטריות באגן איילון, 2023.
15. תכנית הסדרת נחל אזור, קטע מחציית כביש 1 עד שפך לנחל איילון, הידרומודול בע"מ, 1997.
16. תכנית נחל אזור, קטע בין כבישים מס' 1 ומס' 44, מ.מלין ושות' בע"מ, 1995.
17. סיור בשטח (17/08/2022).

3. תאור תחום הניקוז



R:\0_projects\Yarkon_D_A\452\gis\mxd\452_model.mxd

איור 1 – תחומי התנקזות משניים ומתקנים הידראוליים בתעלת אזור

תחנה הידרומטרית תעלת אזור מס' 17268 תוחמת אגן בגודל 15.0 קמ"ר, גודל אגן תעלת אזור עד למפגש נחל איילון – 19.9 קמ"ר.

ניתן לחלק את אגן תעלת אזור עד למפגש עם נחל איילון לשלושה תחומי התנקזות משניים:

1. אגן עליון - עד כביש 4
2. אגן אמצעי – בין כביש 4 לכביש 44
3. אגן תחתון – בין כביש 44 למפגש נחל איילון

תעלת אזור מנקזת כ- 20 קמ"ר לאיילון וממוקמת בין נחל שפירים ותעלת משמר השבעה לבין נחל אזור. עיקר האגן (68%) שטחים בנויים, בחלק המזרחי נותרו שטחים חקלאיים (25%).

אורך התעלה כ- 9.5 ק"מ מתוכה קטעי תעלת בטון מלבנית מק"מ 0.60 עד 2.75 באורך 2.15 ק"מ ומק"מ 3.72 עד 4.65 באורך 0.93 ק"מ וקטעי תעלת עפר מק"מ 0.0 עד 0.60 באורך 0.60 ק"מ ומק"מ 2.75 עד 3.72 באורך 0.97 ק"מ.

התעלה זורמת בתחום הערים ראשון לציון חולון ואזור.

אגן עליון – עד כביש 4

גודל האגן כ-13.55 קמ"ר, בעיקר שטחים עירוניים בנויים, שטחי תעשייה ומסחר בראשלי"צ ושטחים חקלאיים. הנגר מתנקז לכיוון מערב וחוצה את כביש 4 לתעלת ניקוז אזוריות (תעלת אזור) במורד.

אגן אמצעי – בין כביש 4 לכביש 44

גודל האגן כ-4.8 קמ"ר, בעיקר שטחי בנייני עירוניים ושטחי תעשייה ומסחר בדרום מזרח חולון. קיימת מערכת ניקוז עירונית בדרכים המתנקזים במספר מקומות לתעלת אזור.

הנגר מאגן העליון מתווסף לנגר מאגן האמצעי המתנקז גם לתעלת אזור. הגבול בין תחומי ההתנקזות הוא לאורך כביש 4 המפריד בין חולון לראשון לציון.

הפרדנו בין האגן האמצעי לבין האגן העליון לצורך החישובים ההידרולוגיים (הילוך גאות באגן העליון ובדיקת תפקוד שטחי ההצפה והאיגום המתוכנן במעלה כביש 4), כפי שיפורט בהמשך.

אגן תחתון - בין כביש 44 לאיילון

גודל האגן כ-1.8 קמ"ר, בעיקר שטח כפרי בנוי בתחום העיר אזור, שטחים חקלאיים ושטחים פתוחים אחרים כגון חוליות, שטחי בור ושטחי חורש טבעי. בעיר אזור קיימת מערכת תיעול עירוני תת קרקעית המתנקזת במספר מוצאים לתעלת אזור.

מתקנים הידראוליים

בתעלת אזור בתחום מודל הזרימה שהרצנו קיימים מספר מתקני הידראוליים (מיקומם מצוין באיור 1) :

- ק"מ 0.25 – חציית כביש עפר במעביר בוקס 2X3.00X3.00 מ'.
- ק"מ 0.60 – חציית כביש 1 במעביר בוקס בגודל 2X3.00X2.60 מ'.
- ק"מ 0.88 – גשר הולכי רגל מעל תעלת אזור.
- ק"מ 0.95 – חציית רחוב יצחק שדה במעביר בוקס בגודל 9.00X2.50 מ'.
- ק"מ 1.15 – גשר הולכי רגל מעל תעלת אזור.
- ק"מ 1.40 – גשר הולכי רגל מעל תעלת אזור.
- ק"מ 1.49 – גשר הולכי רגל מעל תעלת אזור.
- ק"מ 1.64 – חציית רחוב ויצמן במעביר מים בגודל 9.00X2.60 מ'.
- ק"מ 1.77 – גשר הולכי רגל מעל תעלת אזור.
- ק"מ 1.95 – חציית כביש 44 במעביר מים בגודל 9.00X2.60 מ' ובתוכו היצרות במידות 6.00X2.60 מ'.
- ק"מ 2.30-2.65 – מובל מים בגודל 8.00X2.20 מ'.
- ק"מ 4.65 – חציית כביש 4 במעביר מים בגודל 4.00X1.95 מ', כולל היצרות בכניסה במידות 4.00X1.95 מ'.
- ק"מ 4.66 – חציית רמפה הדרומית במחלף חולון מזרח במעביר מים בגודל 2X5.00X2.00 מ'.
- ק"מ 4.95 – חציית כביש עפר במעביר בוקס.

4. שיטת החישוב ב-HEC-RAS

HEC-RAS - תוכנה שמיועדת לחישובים הידרוליים בנחלים, בפשטי הצפה ובמתקנים כגון גשרים, סכרים ומעבירי מים. התוכנה כוללת בין היתר 2 רכיבים : מודל זרימה חד מימדי ומודל זרימה דו מימדי בהם השתמשנו בעבודה זו.

בפרק 4.1 להלן תיאור המודל החד מימדי ובפרק 4.2 תיאור המודל הדו מימדי.

קיימים הפרשים במפלסי המים המחושבים בשני המודלים.

במודל החד מימדי הספיקות קבועות בזמן וקבועות בקטעי תעלה ארוכים בהתאם לכניסות מהיובלים. במודל הדו מימדי ניכרת השפעה של הילוך הגאות שנגרם בפשטי ההצפה הספיקות משתנות במהלך הזרימה (ההידרוגרף). מפלסי ההצפה בדוחות נקבעים בהתאם למפלס המים המקסימלי שחושב במהלך כל ההידרוגרף (לא תמיד בספיקת השיא).

בבדיקה שערכנו, קיימת התאמה סבירה במפלסי המים בין 2 המודלים כאשר הספיקות דומות. ניכר הבדל בין 2 המודלים במורד בקטע 0.5-0.0 ק"מ, בגלל תנאי קצה שונה באיילון.

4.1. מודל זרימה חד מימדי בתעלת אזור

בהתאם לנתוני המדידה, הקמנו מודל זרימה חד מימדי של תעלת אזור ב HEC-RAS 6.3. על מנת להעריך את השפעת מעבירי המים השונים, הרצנו בשלב ראשון מודל שכולל את נתוני הגיאומטריה בתעלה ללא מעבירי מים.

שיטת החישוב היא מאזני אנרגיה ותנע בחתכים עוקבים מהמורד למעלה (Standard step method), כאשר תנאי הקצה במורד בחיבור לאיילון ידוע (מפלס פני המים באיילון), ומפלס פני המים בחתך העוקב הבא נקבע בחישוב איטרטיבי עפ"י נוסחת מנינג לזרימה בתעלה, בהתאם לפרמטרים ההידרוליים של החתכים, עד השגת מאזן, כך שרום פני המים בחתך הבא במעלה שווה לרום פני המים בחתך הקודם בתוספת האיבודים שחושבו בקטע התעלה שבין שני החתכים.

היתרון במודל חד מימדי בפשטות יחסית של החישוב (לעומת מודל דו מימדי), כך שניתן לבדוק את הפרמטרים השונים של הזרימה בכל חתך (שטח החתך הזורם, מהירות הזרימה, האיבודים המקומיים וכדומה).

4.1.1. נתוני קלט עיקריים למודל החד מימדי:

החישוב נערך בזרימה תמידית, כלומר בספיקות קבועות בזמן.

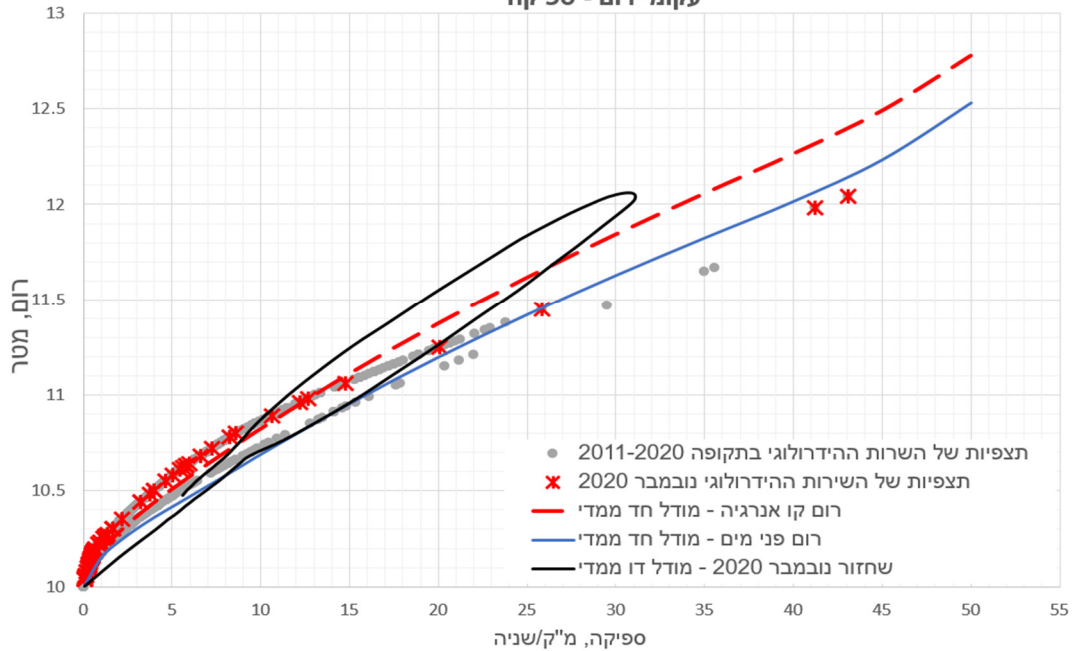
על מנת להבין את התנהגות הזרימה בכל המפלסים, הרצנו תחום רחב של ספיקות בין 0-100 מ"ק/שניה, וכך ניתן להבחין בדיוק באיזו ספיקה המים גולשים מעל שפת התעלה או הזרימה נעשית מטובעת.

נתוני החישוב כויילו בהתאם למפלסי המים המדודים בתחנה ההידרוטריית (בעומק 0.7 מ' נמדדה במד הזרם ספיקה 7 מ"ק/שניה).

מקדם מנינג שנקבע בחישוב בתחום התעלה האחידה $n=0.013$, ובתחום תעלת העפר $n=0.030$.

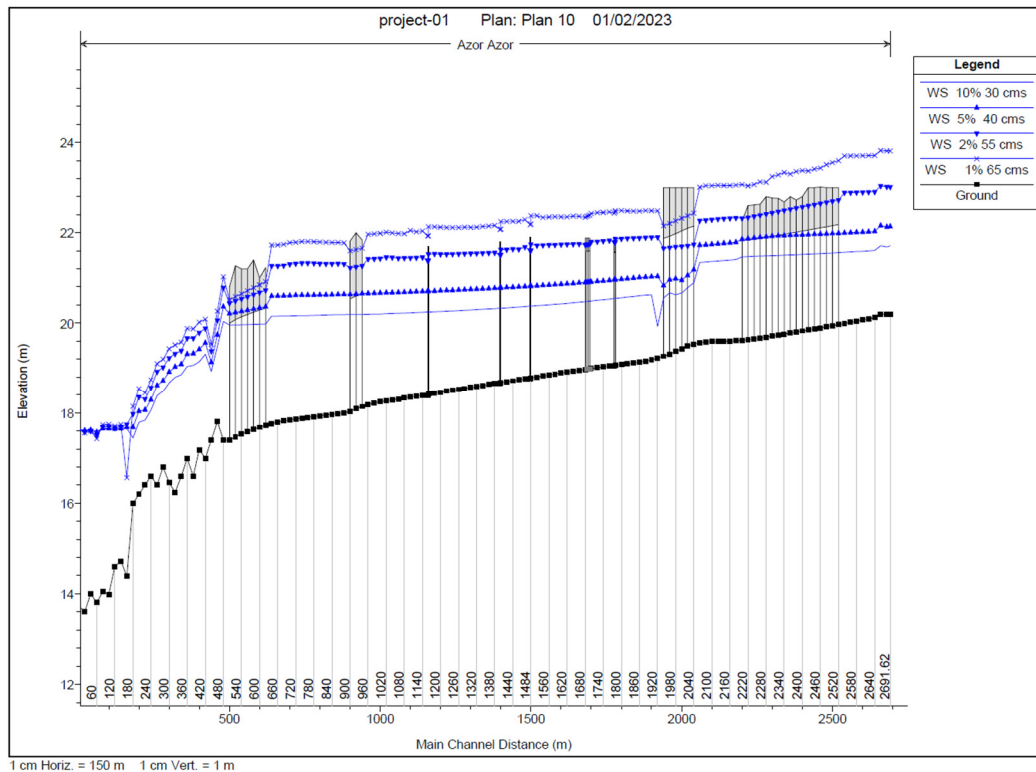
בתחום הספיקות הנמוכות עד 15 מ"ק/שניה עקום הכיול עפ"י השרות ההידרולוגי קרוב לעקום רום קו אנרגיה-ספיקה, עפ"י המודל החד מימדי (ראה איור 2).

תעלת אזור - תחנה הידרומטרית מס' 17268
עקומי רום - ספיקה

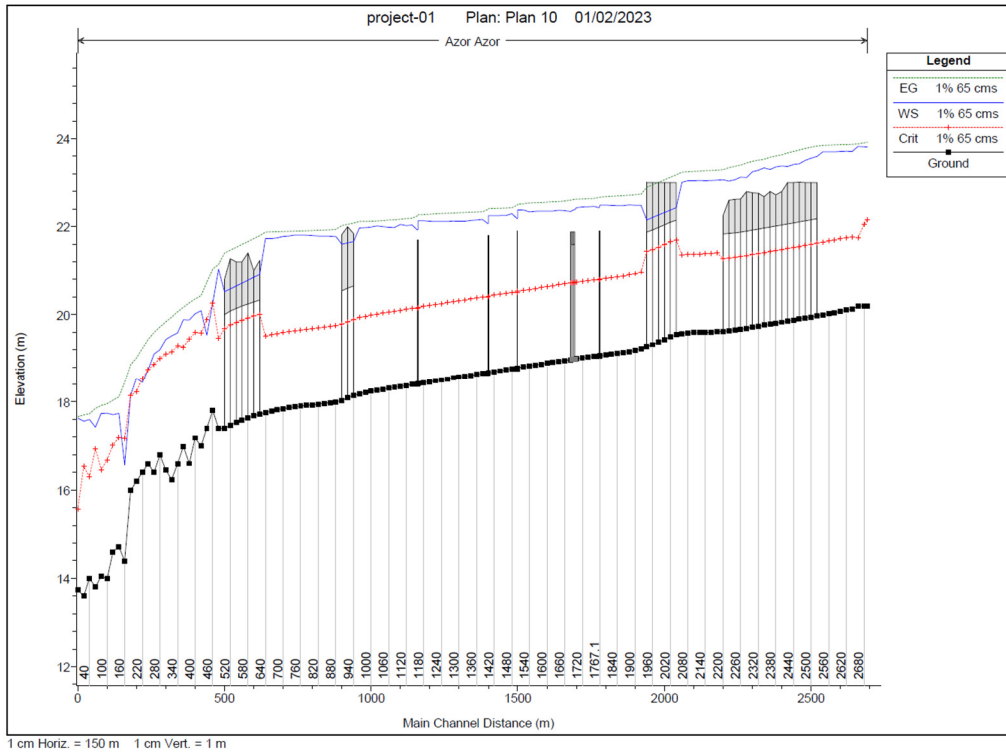


איור 2 – עקום רום – ספיקה בתחנה הידרומטרית תעלת אזור

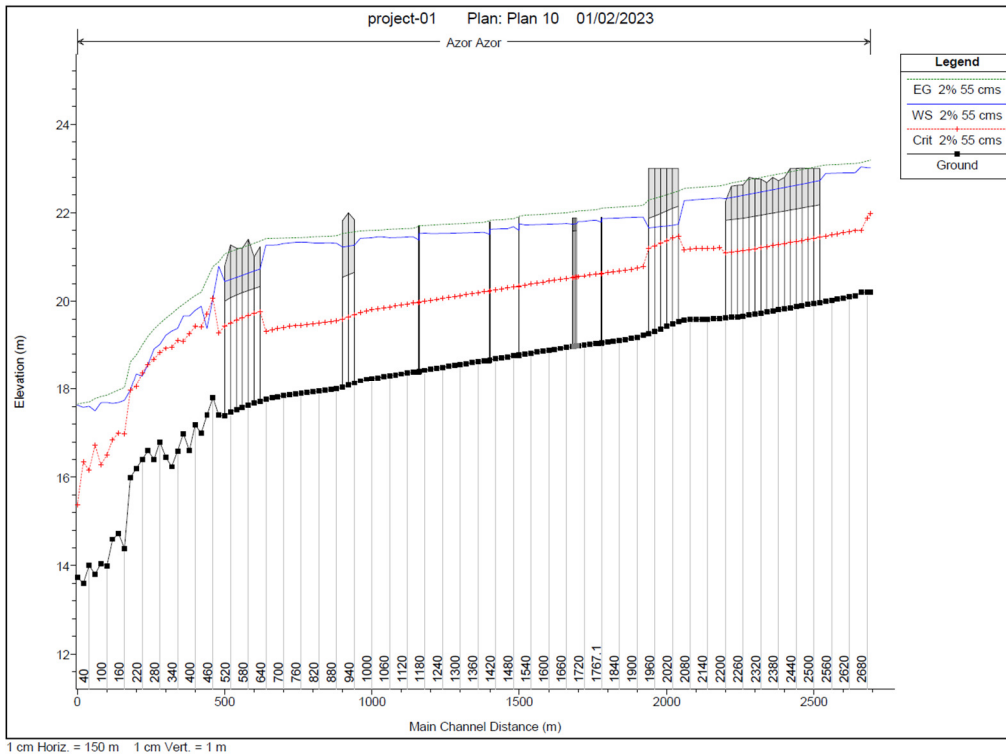
4.1.2. תוצאות המודל החד מימדי



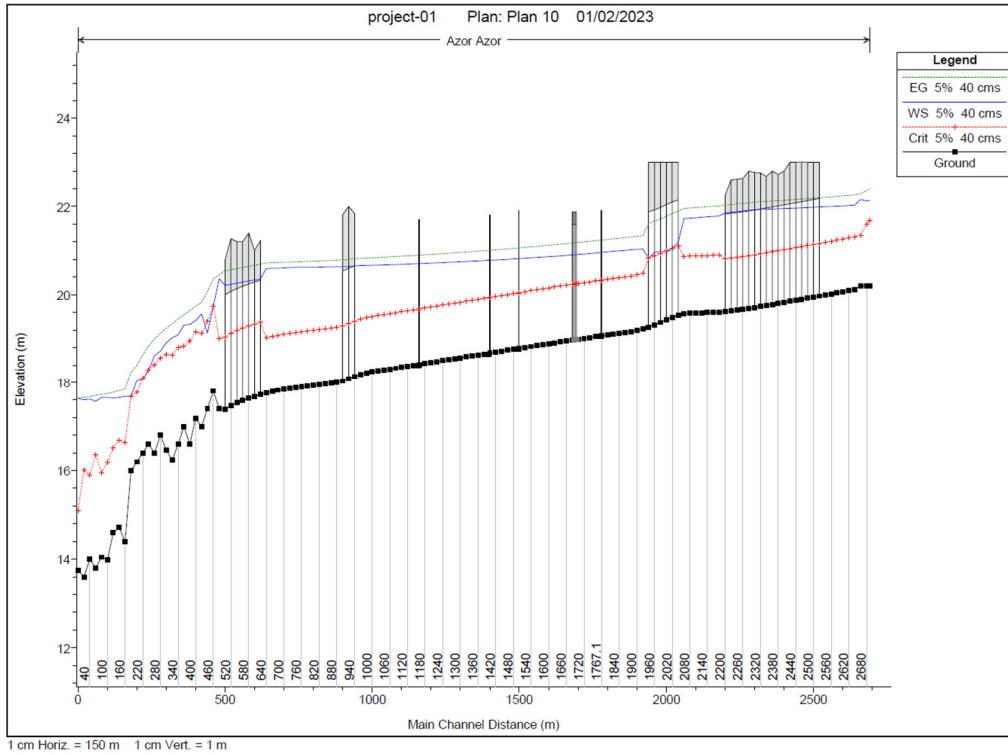
איור 3 – פרופיל הידראולי תעלת אזור



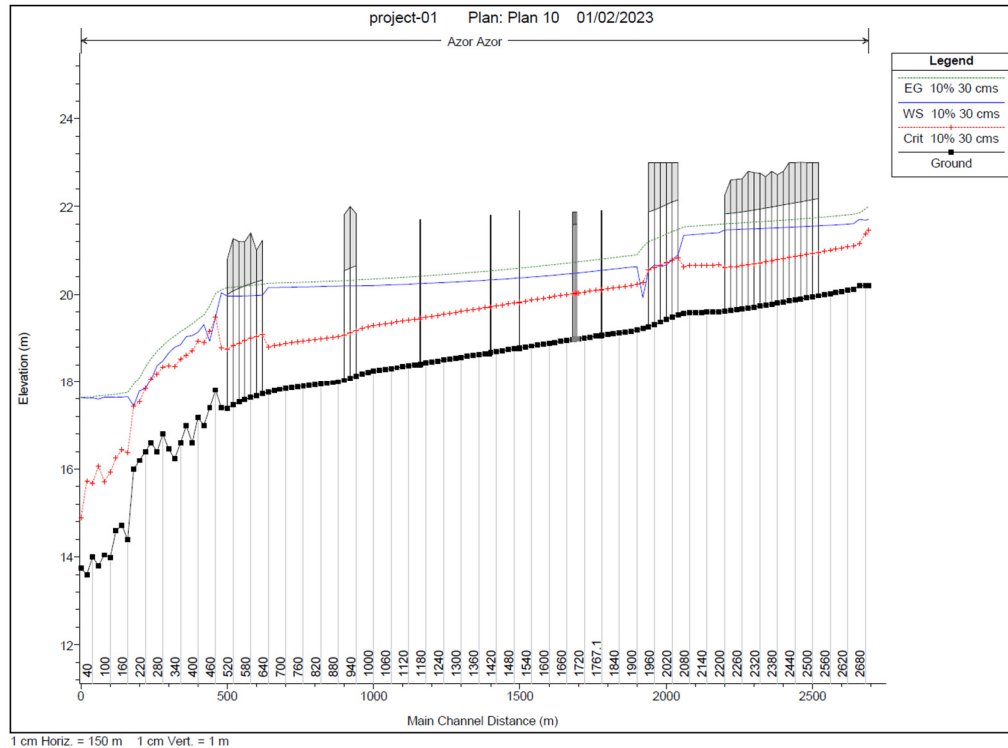
איור 4 – פרופיל הידראולי 1%, תעלת אזור



איור 5 – פרופיל הידראולי 2%, תעלת אזור



איור 6 – פרופיל הידראולי 5%, תעלת אזור



איור 7 – פרופיל הידראולי 10%, תעלת אזור

טבלה 1: תעלת אזור נתוני פרופילים הידרוליים בזרימה תמידית - מודל חד מימדי

River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Froude # Chl
מרחק	Name	ספיקה	רום תחתית	רום פני מים	רום קריטי	רום אנרגיה	שיפוע אנרגיה	מהירות	שטח זורם	פרוד
(km)		(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(-)
0.0	10%	30	13.74	17.63	14.89	17.64	0.0000	0.42	129.1	0.07
0.0	5%	40	13.74	17.63	15.09	17.64	0.0001	0.56	129.1	0.10
0.0	2%	55	13.74	17.63	15.38	17.65	0.0001	0.77	129.1	0.13
0.0	1%	65	13.74	17.63	15.56	17.66	0.0002	0.91	129.1	0.16
0.0	1.25x1%	80	13.74	17.63	15.75	17.67	0.0002	1.12	129.1	0.20
0.1	10%	30	13.99	17.64	15.93	17.69	0.0004	1	30.1	0.22
0.1	5%	40	13.99	17.65	16.19	17.74	0.0007	1.32	30.3	0.30
0.1	2%	55	13.99	17.69	16.5	17.85	0.0013	1.79	30.8	0.40
0.1	1%	65	13.99	17.74	16.68	17.96	0.0017	2.06	31.6	0.46
0.1	1.25x1%	80	13.99	17.93	16.93	18.21	0.0020	2.31	34.6	0.50
0.2	10%	30	16.20	17.79	17.54	18.09	0.0050	2.45	12.3	0.74
0.2	5%	40	16.20	18.03	17.77	18.39	0.0050	2.65	15.1	0.75
0.2	2%	55	16.20	18.35	18.06	18.78	0.0049	2.9	19.0	0.76
0.2	1%	65	16.20	18.54	18.23	19.01	0.0049	3.03	21.4	0.77
0.2	1.25x1%	80	16.20	18.8	18.47	19.32	0.0049	3.2	25.0	0.77
0.3	10%	30	16.45	18.67	18.37	18.96	0.0051	2.37	12.7	0.73
0.3	5%	40	16.45	18.91	18.64	19.25	0.0051	2.56	15.6	0.74
0.3	2%	55	16.45	19.23	18.93	19.62	0.0051	2.76	20.0	0.75
0.3	1%	65	16.45	19.43	19.1	19.84	0.0050	2.82	23.1	0.75
0.3	1.25x1%	80	16.45	19.71	19.34	20.13	0.0046	2.88	27.8	0.73
0.4	10%	30	17.18	19.14	18.94	19.44	0.0056	2.41	12.4	0.76
0.4	5%	40	17.18	19.42	19.16	19.73	0.0050	2.5	16.0	0.74
0.4	2%	55	17.18	19.79	19.43	20.13	0.0042	2.56	21.5	0.70
0.4	1%	65	17.18	20.02	19.59	20.36	0.0039	2.58	25.6	0.68
0.4	1.25x1%	80	17.18	20.34	19.81	20.65	0.0028	2.5	38.7	0.60
0.5	10%	30	17.39	19.96	18.76	20.15	0.0004	1.94	15.4	0.39
0.5	5%	40	17.39	20.21	19.04	20.54	0.0013	2.55	15.7	0.49
0.5	2%	55	17.39	20.44	19.43	21.07	0.0024	3.51	15.7	0.64
0.5	1%	65	17.39	20.52	19.68	21.4	0.0033	4.15	15.7	0.75
0.5	1.25x1%	80	17.39	19.15	20.96	22.07	0.0084	7.56	10.6	1.82
0.6	10%	30	17.68	19.98	19.04	20.22	0.0006	2.18	13.8	0.46
0.6	5%	40	17.68	20.33	19.33	20.67	0.0013	2.55	15.7	0.50
0.6	2%	55	17.68	20.68	19.72	21.31	0.0024	3.51	15.7	0.65
0.6	1%	65	17.68	20.85	19.96	21.73	0.0033	4.15	15.7	0.74
0.6	1.25x1%	80	17.68	22.42	21.37	22.63	0.0009	2.39	77.3	0.30
0.7	10%	30	17.84	20.16	18.89	20.27	0.0002	1.44	20.8	0.30
0.7	5%	40	17.84	20.61	19.11	20.73	0.0002	1.59	30.5	0.31
0.7	2%	55	17.84	21.31	19.4	21.43	0.0002	1.62	62.0	0.28
0.7	1%	65	17.84	21.78	19.59	21.89	0.0001	1.58	85.7	0.25
0.7	1.25x1%	80	17.84	22.58	19.85	22.67	0.0001	1.5	126.9	0.22

River Sta	Profile	Q Total	Min Ch EI	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Froude # Chl
מרחק	Name	ספיקה	רום תחתית	רום פני מים	רום קריטי	רום אנרגיה	שיפוע אנרגיה	מהירות	שטח זורם	פרוד
(km)		(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(-)
0.8	10%	30	17.93	20.18	18.97	20.29	0.0002	1.48	20.2	0.32
0.8	5%	40	17.93	20.62	19.19	20.76	0.0002	1.64	26.8	0.32
0.8	2%	55	17.93	21.32	19.49	21.45	0.0002	1.69	54.8	0.29
0.8	1%	65	17.93	21.8	19.68	21.91	0.0001	1.6	89.9	0.26
0.8	1.25x1%	80	17.93	22.6	19.94	22.69	0.0001	1.47	138.1	0.22
0.9	10%	30	18.03	20.19	19.07	20.31	0.0002	1.54	19.5	0.33
0.9	5%	40	18.03	20.63	19.29	20.79	0.0005	1.77	22.6	0.35
0.9	2%	55	18.03	21.22	19.59	21.53	0.0010	2.43	22.6	0.44
0.9	1%	65	18.03	21.6	19.77	22.02	0.0014	2.88	22.6	0.49
0.9	1.25x1%	80	18.03	22.49	20.03	22.75	0.0012	2.44	58.3	0.35
1.0	10%	30	18.24	20.2	19.29	20.35	0.0003	1.7	17.6	0.39
1.0	5%	40	18.24	20.67	19.51	20.84	0.0003	1.84	21.8	0.38
1.0	2%	55	18.24	21.43	19.81	21.6	0.0002	1.84	46.6	0.33
1.0	1%	65	18.24	21.99	19.99	22.12	0.0002	1.72	74.4	0.28
1.0	1.25x1%	80	18.24	22.78	20.25	22.88	0.0001	1.58	122.4	0.24
1.1	10%	30	18.35	20.23	19.39	20.39	0.0004	1.78	16.9	0.41
1.1	5%	40	18.35	20.69	19.62	20.87	0.0003	1.9	21.0	0.40
1.1	2%	55	18.35	21.44	19.91	21.64	0.0003	1.96	32.3	0.36
1.1	1%	65	18.35	22.05	20.1	22.17	0.0001	1.64	87.6	0.27
1.1	1.25x1%	80	18.35	22.82	20.36	22.91	0.0001	1.52	133.9	0.23
1.2	10%	30	18.46	20.26	19.5	20.43	0.0004	1.85	16.2	0.44
1.2	5%	40	18.46	20.72	19.72	20.91	0.0004	1.97	20.3	0.42
1.2	2%	55	18.46	21.53	20.02	21.72	0.0003	1.96	34.5	0.36
1.2	1%	65	18.46	22.12	20.21	22.28	0.0002	1.84	59.4	0.31
1.2	1.25x1%	80	18.46	22.82	20.47	22.96	0.0001	1.77	90.6	0.27
1.3	10%	30	18.57	20.29	19.61	20.48	0.0005	1.94	15.5	0.47
1.3	5%	40	18.57	20.75	19.83	20.96	0.0004	2.04	19.6	0.44
1.3	2%	55	18.57	21.54	20.13	21.75	0.0003	2.04	29.2	0.38
1.3	1%	65	18.57	22.12	20.32	22.32	0.0002	1.99	43.5	0.34
1.3	1.25x1%	80	18.57	22.83	20.57	22.98	0.0002	1.84	91.6	0.28
1.4	10%	30	18.68	20.33	19.72	20.54	0.0005	2.02	14.9	0.50
1.4	5%	40	18.68	20.78	19.94	21.01	0.0005	2.11	18.9	0.46
1.4	2%	55	18.68	21.63	20.24	21.83	0.0003	2.01	38.1	0.37
1.4	1%	65	18.68	22.25	20.42	22.41	0.0002	1.84	63.3	0.31
1.4	1.25x1%	80	18.68	22.89	20.68	23.03	0.0001	1.79	98.4	0.28
1.5	10%	30	18.78	20.38	19.83	20.6	0.0006	2.09	14.3	0.53
1.5	5%	40	18.78	20.82	20.05	21.06	0.0005	2.18	18.3	0.49
1.5	2%	55	18.78	21.75	20.35	21.92	0.0003	1.93	46.7	0.36
1.5	1%	65	18.78	22.38	20.53	22.51	0.0002	1.74	78.8	0.29
1.5	1.25x1%	80	18.78	22.96	20.79	23.07	0.0001	1.7	113.4	0.27

River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Froude # Chl
מרחק	Name	ספיקה	רום תחתית	רום פני מים	רום קריטי	רום אנרגיה	שיפוע אנרגיה	מהירות	שטח זורם	פרוד
(km)		(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(-)
1.6	10%	30	18.89	20.43	19.93	20.67	0.0007	2.17	13.8	0.56
1.6	5%	40	18.89	20.86	20.15	21.12	0.0006	2.26	17.7	0.51
1.6	2%	55	18.89	21.74	20.45	21.97	0.0003	2.14	27.5	0.40
1.6	1%	65	18.89	22.35	20.64	22.56	0.0002	2.03	41.4	0.35
1.6	1.25x1%	80	18.89	22.93	20.9	23.13	0.0002	2.06	65.8	0.33
1.7	10%	30	18.99	20.49	20.04	20.74	0.0007	2.23	13.5	0.58
1.7	5%	40	18.99	20.91	20.26	21.19	0.0006	2.32	17.3	0.53
1.7	2%	55	18.99	21.8	20.55	22.04	0.0004	2.17	26.5	0.41
1.7	1%	65	18.99	22.43	20.74	22.62	0.0002	2.01	50.6	0.35
1.7	1.25x1%	80	18.99	22.99	21	23.18	0.0002	2	79.4	0.32
1.8	10%	30	19.08	20.56	20.13	20.82	0.0007	2.25	13.3	0.59
1.8	5%	40	19.08	20.97	20.35	21.25	0.0006	2.35	17.0	0.55
1.8	2%	55	19.08	21.87	20.65	22.11	0.0004	2.18	28.3	0.42
1.8	1%	65	19.08	22.49	20.83	22.68	0.0002	1.98	58.6	0.34
1.8	1.25x1%	80	19.08	23.05	21.09	23.21	0.0002	1.92	92.3	0.31
1.9	10%	30	19.19	20.63	20.23	20.9	0.0008	2.31	13.0	0.61
1.9	5%	40	19.19	21.03	20.45	21.32	0.0007	2.42	16.6	0.57
1.9	2%	55	19.19	21.9	20.75	22.16	0.0004	2.25	24.7	0.44
1.9	1%	65	19.19	22.49	20.93	22.72	0.0003	2.17	33.2	0.38
1.9	1.25x1%	80	19.19	23.01	21.19	23.27	0.0003	2.28	43.4	0.37
2.0	10%	27.6	19.43	20.67	20.72	21.37	0.0028	3.72	7.4	1.07
2.0	5%	36.8	19.43	20.95	21	21.78	0.0027	4.04	9.1	1.05
2.0	2%	50.6	19.43	21.7	21.37	22.4	0.0017	3.72	13.6	0.79
2.0	1%	59.8	19.43	22.32	21.59	23.06	0.0028	3.82	15.7	0.72
2.0	1.25x1%	73.6	19.43	22.68	21.92	23.8	0.0042	4.7	15.7	0.83

לאחר בחינת אירוע הזרימה בנובמבר 2020 בתעלת אזור, ובחינת עקום הכיול של השירות ההידרולוגי בתחנה, על רקע פרופילים הידרוליים מפורטים מחושבים.

מוערך כי בספיקות גבוהות מ-15 מ"ק/שניה, השיפוע ההידרולי בסמוך לתחנה ההידרומטרית קטן באופן משמעותי מהשיפוע האורכי בתחתית תעלת הבטון האחידה (במידות 9.0x2.5 מ'), בגלל השפעה של הערמות המים לאחור במעביר המים הקטן הקיים בכביש 1 (במידות 6.0x2.5 מ'). בהתאם, בעומק פני המים המקסימלי שנמדד בנובמבר 2020, 2.04 מ', ספיקת השיא המתאימה מחושבת בתחום 30-35 מ"ק/שניה, ולא 43 מ"ק/שניה כפי שנקבע עפ"י עקום הכיול של השירות ההידרולוגי.

4.2. מודל זרימה דו מימדי בתעלת אזור

מפלסי הצפה בכל צעד זמן במהלך ההידרוגרף מחושבים בתאים, עפ"י מודל הרומים ועפ"י מקדמי ההתנגדות לזרימה. הזרימה בין תא לתא מחושבת במודל עפ"י נוסחאות זרימה שמקיימות שימור מסה, מאזן אנרגיה ומאזן תנע.

ב- Input - הידרוגרפים של 4 יובלים בכניסה, תנאי קצה במורד במפגש עם נחל איילון, מודל רומים של הטופוגרפיה, מקדמי התנגדות לזרימה עפ"י התכסית, וכן נתונים גיאומטריים של המתקנים ההידראוליים.

ב- Output - מפלסי הצפה במרחב בכל רגע במהלך הזרימה, הידרוגרפים ונפחי זרימה בנקודות מפתח.

שיטת העבודה

1. חילקנו את אגן תעלת אזור לאגני משנה.
2. בכל אגן משנה קבענו הידרוגרף כניסה.
3. הקמנו מספר מודלים ב- HEC-RAS 6.3 כדי ללמוד את המצב הקיים.
4. תקופות חזרה שבדקנו:

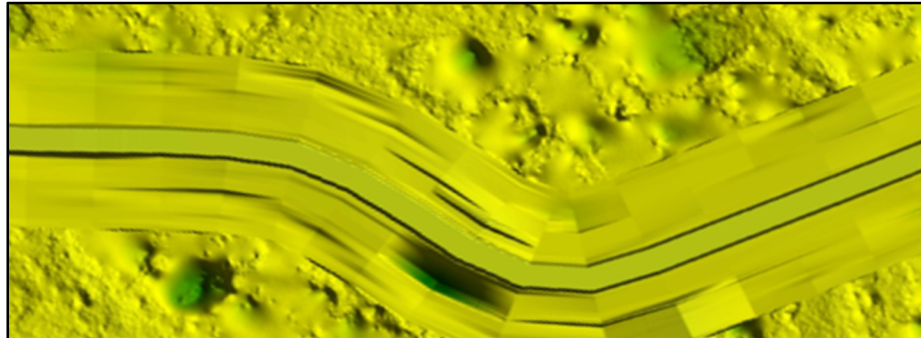
א. על רקע המצב הקיים

- 1: 10 שנה
 - 1: 20 שנה
 - 1: 50 שנה
 - 1: 100 שנה
 - 1: 100 שנה מוכפל במקדם 1.25
- ב. על רקע המצב המתוכנן בתוספת איגום (350 אלמ"ק), בנחלת עילית לפי תוכניות חג"מ.
- 1: 100 שנה
 - 1: 50 שנה

4.2.1. נתוני קלט עיקריים למודל הדו מימדי:

1. טופוגרפיה:
דיוק החישוב במודל הזרימה (ומפות הצפה המושבות), נגזר בין היתר מדידה הטופוגרפית. בהתאם למיפוי הזמין השתמשנו במודל הזרימה במספר מקורות:
 1. DSM ו-DTM, 2013, אופק צילומי אוויר.
 2. DSM ו-DTM, 2018, אופק צילומי אוויר.
 3. מדידה קרקעית (Asmade) 03/2022, טריג - פנקס ערית.
 4. כביש 1 - מעביר מים. תכניות לביצוע, 08/2022, תה"ן.
 תחום המדידה הקרקעית מוגבל לתחום התעלה ושוליים צרים לאורכה.

במקומות, אין התאמה בין המדידה הקרקעית בשטח לבין מודל הרומים LIDAR. בהתאם, קיים "תפר" שאינו מעובד במודל הרומים שנכנס לחישוב. ראה איור 8.



איור 8 – גזירה ממשטח המודל

2. מקדמי התנגדות לזרימה:

ערוץ ראשי ופשטי הצפה - $n=0.035$

מעבירי מים מבטון - $n=0.015$

תעלת בטון - $n=0.010$

3. תנאי קצה במורד:

קצה המודל באיילון במורד כניסת תעלת אזור במרחק כ-50 מ' ממפגש תעלת אזור עם האיילון.

תנאי הקצה במורד נחל איילון - Normal Depth $J=0.0014$

4. הידרוגרפים:

תחום ההתנקזות של תעלת אזור כ-19.9 קמ"ר עד האיילון.

התחנה ההידרומטרית של השירות ההידרולוגי תוחמת כ-15.0 קמ"ר שהם עיקר תחום האגן (75%).

ניתן לחלק את אגן תעלת אזור ל-3 אגני משנה ו-4 הידרוגרפים כניסה:

1. אגן עליון – 2 הידרוגרפים בכניסות של תעלת שבזי ותעלת ז'בוטינסקי, על מנת לחשב את הילוך

הגאות במצב הקיים ובמצב המתוכנן.

2. אגן אמצעי.

3. אגן תחתון.

ספיקות השיא בהידרוגרפים בכניסה למודל מבוססים על ספיקות התכן בסקר ההידרולוגי תעלת אזור (נהרא ופשטיה, 2023). ההידרוגרפים באגני המשנה חושבו עפ"י החלק היחסי מספיקת השיא שנקבעה בסקר הידרולוגי בהתאם לגודל האגנים.

הידרוגרף הכניסה בנחל אזור נבחר עפ"י דגם הידרוגרף 7-8 לינואר 2013. בהתאם לגודל תחומי ההתנקזות משניים והמאפיינים שלהם, נקבעו ההידרוגרפים בכניסה למודל. ראה טבלה 2.

הידרולוגיה, מפות הצפה, תכנון מתקנים הידרוליים ותכנון ניקוז

הידרוגרף הכניסה בנחל איילון נבחר עפ"י זרימה קבועה המתאימה להסתברות 10% - 240 מ"ק/שניה. ראה טבלה 3 ותוכנית האב לניקוז, כרך א' – ההידרולוגיה.

בחישוב עפ"י ההידרוגרף שמתאים להסתברות 1% שנה מוכפל במקדם 1.25, גם הספיקה בנחל איילון הוכפלה במקדם 1.25.

טבלה 2: הידרוגרפים כניסה למודל

נפח זרימה סגולי, מ"מ*	נפח הידרוגרף, מלמ"ק	ספיקת שיא, מ"ק/שניה	שטח אגן, קמ"ר	אגן
הידרוגרף 1.25X1%				
110	1.49	55.1	13.5	אגן עליון
	0.53	19.4	4.8	אגן אמצעי
	0.17	6.3	1.6	אגן תחתון
		300	560	אגן איילון
הידרוגרף 1%				
88	1.19	44.1	13.5	אגן עליון
	0.42	15.6	4.8	אגן אמצעי
	0.14	5.0	1.6	אגן תחתון
		240	560	אגן איילון
הידרוגרף 2%				
73	0.98	36.3	13.5	אגן עליון
	0.35	12.8	4.8	אגן אמצעי
	0.11	4.2	1.6	אגן תחתון
		240	560	אגן איילון
הידרוגרף 5%				
54	0.73	26.9	13.5	אגן עליון
	0.26	9.5	4.8	אגן אמצעי
	0.08	3.1	1.6	אגן תחתון
		240	560	אגן איילון
הידרוגרף 10%				
41	0.55	20.2	13.5	אגן עליון
	0.19	7.1	4.8	אגן אמצעי
	0.06	2.3	1.6	אגן תחתון
		240	560	אגן איילון

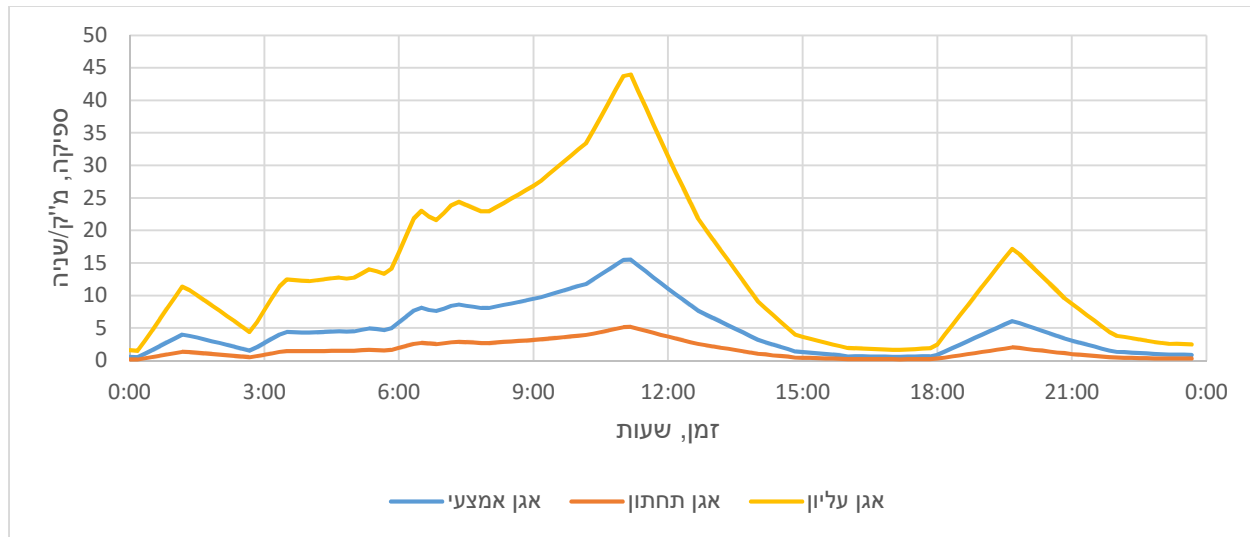
*נפח זרימה סגולי – נפח זרימה ליחידת שטח נמדד באלפי מ"ק/קמ"ר או במ"מ.

נפח זרימה הסגולי בתעלת אזור מתאים בקירוב לנפח הזרימה הסגולי שחושב עבור 24 שעות בתחנות הידרומטריות באיילון. ראה מקור מס' 14 בפרק 2.

טבלה 3: ספיקות השיא בנקודות מפתח

ספיקות שיא (מ"ק/שניה) בהסתברות נתונה (נתוני השרות ההידרולוגי ותחנה לחקר הסחף)				שטח אגן, קמ"ר	תחנה הידרומטרית
1%	2%	5%	10%		
65.1	54.5	40.9	30.7	19.9	תעלת אזור במפגש עם איילון*
575	470	335	240	560	נחל איילון במעלה המפגש עם תעלת אזור**

* סקר הידרולוגי תעלת אזור, נהרא ופסטיה, 2023.
 ** נתונים וניתוח שכיחויות פלגי מים - תוכנית אב לניקוז, כרך א' – הידרולוגיה, 2017.



איור 9 – הידרוגרפים בכניסה למודל בהסתברות 1%

4.2.2. תוצאות המודל הזו מימדי

תוצאות החישוב במודל מפורטות במפות הצפה (ועומקי הצפה), בקבצים שכוללים עומקי הצפה מקסימאליים ומפלסי הצפה מקסימאליים וכן סרטונים של מהלך הזרימה.

טבלה 4: רשימת הרצות

רסטר*		מפה	מצב	הידרוגרף כניסה		הרצה
מפלסי הצפה	עומקי הצפה			איילון	תעלת אזור	
WSE (Max)_1.25X1%	Depth (Max)_1.25X1%	452_1.25X1%	קיים	1.25*10%	1.25*1%	Plan 23 - 1.25*1%
WSE (Max)_1%	Depth (Max)_1%	452_1%	קיים	10%	1%	Plan 18 - 1%
WSE (Max)_2%	Depth (Max)_2%	452_2%	קיים	10%	2%	Plan 20 - 2%
WSE (Max)_5%	Depth (Max)_5%	452_5%	קיים	10%	5%	Plan 22 - 5%
WSE (Max)_10%	Depth (Max)_10%	452_10%	קיים	10%	10%	Plan 24 - 10%
WSE (Max)_1%_res	Depth (Max)_1%_res	452_1%_res	קיים בתוספת מאגר בנחלת עילית	10%	1%	Plan 19
WSE (Max)_2%_res	Depth (Max)_2%_res	452_2%_res	קיים בתוספת מאגר בנחלת עילית	10%	2%	Plan 21

* ניתן למצוא מפות ורסטרים בקבצים המצורפים לדו"ח זה.

טבלה 5: תוצאות ההרצות

חתך ברחוב סגש חנה		חתך ברחוב יצחק שדה		חתך ברחוב ארלוזורוב		חתך ברחוב ויצמן		תרחיש
מפלס מקסימאלי	מ"ק/שניה	מפלס מקסימאלי	מ"ק/שניה	מפלס מקסימאלי	מ"ק/שניה	מפלס מקסימאלי	מ"ק/שניה	
שיא	מ"ק/שניה	שיא	מ"ק/שניה	שיא	מ"ק/שניה	שיא	מ"ק/שניה	
57.0	21.47	52.7	21.91	52.6	21.93	54.9	22.27	1.25x1%
45.2	21.08	47.0	21.45	47.0	21.48	47.6	21.86	1%
39.1	20.80	39.1	21.08	39.1	21.12	39.3	21.48	2%
30.2	20.38	30.2	20.57	30.2	20.61	30.3	20.99	5%
23.2	20.13	23.2	20.27	23.2	20.32	23.2	20.65	10%
41.5	20.89	42.2	21.21	42.2	21.24	42.6	21.61	1%_res
26.5	20.19	26.5	20.36	26.6	20.41	26.6	20.79	2%_res



R:\0_projects\Yarkon_D_A\452\gis\mxd\452_model.mxd

איור 10 – מיקום חתכים בתעלת אזור

טבלה 6: מפלסי הזרימה (מ') לפי חתך לאורך

2%_res	1%_res	10%	5%	2%	1%	1.25*1%	ק"מ
18.85	18.98	19.32	18.88	18.96	19.01	19.50	0
18.86	18.98	19.33	18.89	18.97	19.02	19.51	0.05
18.86	18.99	19.33	18.90	18.97	19.03	19.51	0.1
18.87	19.00	19.33	18.90	18.98	19.04	19.52	0.15
18.87	19.01	19.34	18.91	18.99	19.06	19.53	0.2
19.10	19.48	19.48	19.20	19.43	19.11	20.07	0.25
19.14	19.53	19.50	19.24	19.48	19.22	20.10	0.3
19.20	19.61	19.52	19.31	19.55	19.36	20.14	0.35
19.28	19.69	19.56	19.39	19.64	19.52	20.19	0.4
19.40	19.81	19.61	19.51	19.76	19.71	20.25	0.45
19.57	19.99	19.70	19.69	19.93	19.95	20.36	0.5
19.61	20.03	19.72	19.72	19.97	20.00	20.39	0.55
-	-	-	-	-	-	21.43	0.6
20.18	20.89	20.12	20.37	20.79	21.07	21.46	0.65
20.18	20.89	20.12	20.37	20.79	21.07	21.46	0.7
20.18	20.89	20.13	20.37	20.80	21.08	21.47	0.75
20.19	20.89	20.13	20.38	20.80	21.08	21.47	0.8
20.19	20.90	20.13	20.38	20.80	21.08	21.47	0.85
20.19	20.90	20.13	20.38	20.81	21.08	21.47	0.9
20.36	21.20	20.27	20.57	21.08	21.45	21.91	0.95
20.37	21.21	20.27	20.57	21.09	21.45	21.91	1
20.37	21.21	20.28	20.57	21.09	21.45	21.91	1.05
20.38	21.21	20.28	20.58	21.09	21.46	21.91	1.1
20.38	21.22	20.29	20.58	21.10	21.46	21.91	1.15
20.39	21.22	20.29	20.59	21.10	21.46	21.91	1.2
20.39	21.23	20.30	20.60	21.11	21.47	21.92	1.25
20.40	21.23	20.30	20.60	21.11	21.47	21.92	1.3
20.41	21.24	20.31	20.61	21.12	21.48	21.92	1.35
20.41	21.24	20.32	20.61	21.12	21.48	21.93	1.4
20.42	21.25	20.32	20.62	21.13	21.49	21.93	1.45
20.43	21.25	20.33	20.63	21.13	21.49	21.93	1.5
20.44	21.26	20.34	20.64	21.14	21.50	21.94	1.55
20.45	21.27	20.35	20.65	21.15	21.50	21.94	1.6
20.46	21.28	20.37	20.66	21.16	21.51	21.94	1.65
20.79	21.61	20.65	20.99	21.48	21.86	22.27	1.7
20.80	21.62	20.66	21.00	21.49	21.87	22.27	1.75
20.81	21.62	20.67	21.01	21.49	21.87	22.28	1.8
20.82	21.63	20.68	21.02	21.50	21.88	22.28	1.85
20.83	21.64	20.69	21.03	21.51	21.89	22.29	1.9
21.51	22.44	21.42	21.79	22.27	22.65	22.95	1.95

5. סיכום והמלצות

- במעלה מעביר המים בכביש 4 נגרמות הצפות נרחבות, ונוצר הילוך גאות והקטנה של ספיקות השיא שמגיעות למורד. הקיבול המקסימלי המוערך בשטחי ההצפה במצב הקיים מוערך כ-0.20 מלמ"ק. שיפור מערכת הניקוז במעלה והגדלת הפתח הקיים ב"צוואר הבקבוק" בחציית כביש 4, עלולים להחמיר את בעיות ההצפה במורד.

יישום תכנית חג"מ לאיגום בקיבול 0.35 מלמ"ק, יקטין את ספיקות השיא במורד.

האיגום המתוכנן כולל ניהול הזרימות והטיית ספיקות קטנות מ-10 מ"ק/שניה למורד המאגר לכיוון כביש 4, עפ"י תכנית חג"מ, מתאימים להסתברות 2%, בהתאם להידרוגרף התכן שהצענו, רק בתנאי שהמאגר יהיה ריק בתחילת האירוע. באירועים נדירים יותר, נפח הזרימות גדול מקיבול המאגר. המאגר מלא וגולש, ואין השפעה משמעותית של המאגר על הקטנת ספיקות השיא ועל הורדת מפלסי ההצפה במורד.

מוצע להגדיל את קיבול המאגר על פי אירוע שמתאים להסתברות 1% כולל מקדמי ביטחון שיתייחסו לבלט חופשי מינימלי ולהצטברות סחף בתחתית המאגר.

לקראת התכנון המפורט, מוצע לבדוק את תפקוד המאגר, את הסגרים המתוכננים ואת אמצעי הבקרה והשליטה, בהתאם לאירוע התכן, כאשר תנאי ההתחלה לחישובים – מאגר מלא עד סף הגלישה.
- בכביש 44 קיימת היצרות מקומית. רוחב הפתח בהיצרות במעביר המים – 6.0 מ', לעומת 9.0 מ' במורד ובמעלה.

להפרעה בכביש 44 במצב הקיים אין השפעה משמעותית, בגלל ההפרעה הקיימת במעלה כביש 4 וההפרעות באפיק במעלה כביש 4.

לאחר שיפור ההפרעות במעלה, ההפרעה בכביש 44 עלולה להיות משמעותית.

מוצע לשקול הצורך בהגדלת ההיצרות במעביר המים בהתאם להתקדמות הביצוע של האיגום המתוכנן במעלה כביש 4.
- בכביש 1 קיימת היצרות מקומית. רוחב הפתח במעביר המים 6 מ', לעומת פתח ברוב 9 מ' במעלה. ההיצרות המקומית בכביש 1 יוצרת הערמות משמעותית לאחור.

ההשפעה של ההערמות לאחור בכביש 1 בהסתברות 10% - 30 מ"ק/שניה, מגיעה עד כ-900 מ' במעלה, ובהסתברות 2% - 54.5 מ"ק/שניה, מגיעה עד כ-1400 מ' במעלה (עד כביש 44).

מוצע לשקול הצורך בהגדלת הפתח בהתאם להתקדמות הביצוע של האיגום המתוכנן במעלה כביש 4.
- תעלת אזור זורמת בגדות מלאות בספיקות כ-35 מ"ק/שניה.

בספיקות גדולות יותר מפלס המים גבוה מעל קירות התעלה ונגרמות הצפות.

איגור צ'ופין, רפי הלוי

11.2. נספח מס' 2: מודל PCSWMM הנחות עבודה ורקע כללי

11.2.1. רקע

תוכנת PCSWMM מבוססת על מנוע SWMM (Storm Water Management Model) של ה-EPA האמריקאי. זהו מודל הידרולוגי ממוחשב בו מאופיינים תתי האגנים תורמי הנגר כדי לקבל ספיקות ונפחי נגר בנקודת הריכוז שלהם. נתונים פיזיקליים כמו סוג הקרקע, התכסית, שיפוע, חספוס ושטח האגן, כמו גם זמן ריכוז מכתבים את צורת גל הגאות במוצאו ובכניסה למערכת הניקוז העירונית. משם ממשיך המודל בחישובים הידראוליים לחשב את הזרימה בצינורות בהתאם לקוטר, שיפוע וחספוס הצנרת ולהפיק נתונים כמו ספיקות שיא, מהירויות זרימה, דרגת מילוי וכן שוחות מלאות או מוצפות.

המודל מקבל כקלט נתונים מטאורולוגיים סטטיסטיים מתחנות גשם סמוכות המעובדים לכדי סופות תכן "היורדות" על השטח הנבדק. המודל מחקה את התגובה ההידרולוגית של האגנים לגשם היורד עליהם, כולל החלק שמחלחל וצורת גל הגאות בכניסה למערכת הניקוז ובהמשך עד למוצאי הנגר.

יתרונות המודל הם מובהקים הן ברמת הדיוק, כמות הנתונים שהיא מפיקה, יכולת לשקלל שטחים רבים ומערכות מורכבות, וכן היכולת לתכנן וניהול הנגר כדוגמת אלמנטים של איגום, תיעול, השהיה והחדרה.

11.2.2. מרכיבי המודל:

1. **הסתברויות תכן שנבחנו** 1%, 2%, 5%, 10%, 20%.
2. **עוצמות גשם** בהתאם להחלטת תוכנית האב נלקחו נתוני עוצמות הגשם מתחנת גשם בית דגן הסמוכה לאזור.
3. **מידול טופוגרפיה**

מפת גבהים טופוגרפית DEM (Digital Elevation Map) הוזנה למודל לקביעת רום הקרקע, גבולות תתי האגנים ונקודות הריכוז ושיפוע שלהם.

מפת הגבהים נוצרה על בסיס המדידות הבאות שהתקבלו מהמועצה המקומית:

- מדיה פוטוגרמטרית של כל שטח המועצה
- מדידה מפורטת של תעלת אזור (מרשות הניקוז)
- מדידה של מפורטת של מתחם בן גוריון ובו צבי
- מדידה מפורטת של רח' כצנלסון (התקבלה מתכנן לשדרוג הרחוב)

4. קביעת אגני ניקוז מקומיים

נקבעו בהתאם לשכבת האגנים מקומיים שהוגדרה בסקר מצב הקיים של תוכנית האב.

5. ייעודי קרקע ותכנית הקרקע

שכבת ייעודי קרקע ומבנים שימשה כבסיס לקביעת מידת התכנית של הקרקע (מידת האטימות לחלחול), אשר בהמשך המודל משקלל לקביעת מקדמי הנגר של תתי האגנים השונים. עבור כל יעוד קרקע נקבע מקדם אטימות כפי שניתן לראות בטבלה הבאה.

טבלה 61: שטח אטום בהתאם לייעוד קרקע

ייעוד	קוד MVT	אטום %
חוף ים	700 - 780	0
שטח ציבורי פתוח	620	15
מבנים ומוסדות ציבור	400	50
מתקן הנדסי	280	50
מגורים ב', ג', ד'	60, 100, 140	60
מלונאות, מגרש ספורט	620	70
מגורים מסחר ותעסוקה	1001, 1050	70
כבישים ומגרשי חניה	820 - 870	85

11.2.3. מידול מערכת ניקוז קיימת

סימון מערכת הניקוז הקיימת נעשה על בסיס חומרי הרקע להלן:

- סימון מערכת הניקוז הקיימת בתוכנית האב הקודמת מ-2016 (מלין מהנדסים).
- תיקונים שנעשו על בסיס מדידה ואיתור תשתית ניקוז באזור תעלת אזור ומובל רח' השקמה.

11.2.4. מאפיינים נומריים למודל דו ממדי

- רזולוציית הגריד שנבנה:

Edge	Seepage Rate (mm/hr)	Roughness [-]	Resolution (m)	Style
NO	20	0.03	10	Hexagonal
YES	0	0.018	5	Rectangular
YES	0	0.014	3	Directional

- אורך צעד הזמן: צעד זמן 0.5 שניה, צעד זמן לדיווח 1 דקה.
- משוואת הזרימה: משוואת הגל הדינמי. להלן הסבר מאתר תוכנת המידול:

PCSWMM Theoretical background

The typical formulation of the 1D depth-averaged momentum and continuity equations (St-Venant equations) for homogeneous fluids is solved along each component of a computational cell, over a network of [junctions](#) and open [conduits](#) that represents the problem hydrography, bathymetry or topography. PCSWMM 2D does not consider Coriolis force (which is a factor for very large study areas), wind shear forces or turbulent eddy viscosity. The equations are:

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = 0 \quad \text{Continuity equation}$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial(Q^2/A)}{\partial x} + gA \frac{\partial H}{\partial x} + gAS_f + gAh_L = 0 \quad \text{Conservation of Momentum}$$

where x = distance along the conduit (m)

t = time (s)

A = cross sectional area (m²)

Q = flow rate (m³s⁻¹)

H = hydraulic head of water in the conduit (m)

S_f = friction slope (m/m)

h_L = local energy loss per unit length of conduit (m/m)

g = acceleration of gravity (ms⁻²)

Equations are solved using a finite difference approach with a method of successive approximations and under relaxation.

PCSWMM 2D discretizes the 2D domain with a hexagonal or rectangular mesh and represents each cell by 2D [nodes](#). Invert elevations of each node are assigned the average bottom elevation within each cell. All nodes are connected to adjacent nodes with rectangular open channels or 2D conduits. 2D nodes are provided with a small surface area (typically 0.1 m²) and the surface area in each cell is assigned to the 2D conduits connected to the node to preserve continuity. PCSWMM adjusts the lengths and widths of conduits according to a specific ratio dependent on the number of [links](#) connected to the node, and which was determined in a large number of tests to give expected wave speeds under a wide range of [scenarios](#).

PCSWMM calculates depth averaged water velocity for each 2D cell by considering the vector sum of the velocities of links that have flow leaving the cell.

11.2.5. תנאי שפה

- [תנאי גבול כניסה](#): הידרוגרפים וגשם על גרید (סופה נובמבר 2020)
- שכבת הפרעה לזרימה buildings נלקחה ממפות מדידה

- תנאי גבול יציאה: גבולות יציאה למים נקו DS boundry condition

Create a downstream layer

A **Downstream layer** is used to define non-point boundary conditions helpful when the flood water reaches the extent of the boundary. A downstream boundary layer is a line layer used by the **Create Boundary Outfalls** 2D modeling tools to create outfalls at the downstream boundary

The screenshot shows a dialog box titled '2D' with a question mark and a close button. The 'Enable 2D modeling' checkbox is checked. Below it, there are several rows of layer settings, each with a dropdown menu, a folder icon, a file icon, and a delete icon. The 'Downstream layer' is set to 'DS boundary condition'.

Layer Name	Value	Folder Icon	File Icon	Delete Icon
Bounding layer:	Sub_dissolved	Yes	Yes	No
2D nodes layer:	2D Nodes	Yes	Yes	No
Elevation layer:	Optional	Yes	Yes	Yes
Breakline layer:	Optional	Yes	Yes	Yes
Obstruction layer:	buildings_buf2	Yes	Yes	Yes
Edge layer:	Edge	Yes	Yes	Yes
Centerline layer:	teala_azur_diss	Yes	Yes	Yes
Downstream layer:	DS boundary condition	Yes	Yes	Yes
Hydrograph layer:	Optional	Yes	Yes	Yes
WSE layer:	Optional	Yes	Yes	Yes
DEM layer:	topo2rasterPP3	Yes	No	Yes

Buttons: OK, Cancel

11.2.6. אפיון תתי אגנים:

לאחר שאזור העבודה חולק לתתי אגן, אופיינו תכונותיהם של כל תתי האגנים:

- **שיפוע (Slope)** – השיפוע הממוצע של פני השטח באגני הניקוז. הופעלו כלים אוטומטיים לחישוב השיפוע מתוך שכבת DTM (Digital Terrain Model) שהתקבלה ממדידות בשטח.
- **אטימות (Impervious %)** אחוז השטח האטום באגני הניקוז. חושב לפי סכימה משוקללת של השטחים לאזורים בעלי מקדמי אטימות שונים (גגות, כבישים, שטחים פתוחים וכד') וחלוקה בשטח האגן. החלוקה והסיווג של השטחים נעשתה על סמך תצ"א ומקדמי אטימות שמובאים
-
- טבלה 62 בהמשך.
- **מקדמי חיכוך מאנינג** לשטחים אטימים ומחלחלים – את מקדמי החיכוך יש להעריך בנפרד עבור השטח האטום והשטח החדיר, ע"פ התכסית ובהתאם לטבלאות מקובלות בספרות לזרימה על פני השטח. מקדם החלחול לשטח אטום נקבע על 0.015. מקדם החלחול לשטח פתוח נקבע על 0.15 בהתאם לטבלאות מקובלות בספרות.
- **חלחול (Conductivity, Suction head)** – החלחול רלוונטי רק לאחוז השטח החדיר. מודל החלחול הינו לפי Green & Ampt. הערכים נקבעו לפי סוג הקרקע ונלקחו מטבלה 63.

טבלה 62: אחוז שטח אטום שנבחר בהתאם לתכסית הקרקע

תכסית/ייעוד קרקע	אחוז שטח אטום
כבישים	100
שטחים בנויים אזור תעסוקה	75- 100
שטחים בנויים שכונות מגורים	55- 65
שצ"פ	20
שטח טבעי	5

טבלה 63: מאפיינים הידראוליים של סוגי קרקע שונים

סוג קרקע באנגלית	נקבוביות Porosity	יניקה (מ"מ)	מוליכות הידראולית ברוויה (מ"מ לשעה)	סיווג קרקע
Sand	44%	49.02	120.34	חולות נודדים
Loamy Sand	44%	60.96	29.97	חמרה
Sandy Loam	45%	109.98	10.92	סיין חולי
Loam	46%	88.9	3.3	רנדזינה חומות ובהירות
Silt Loam	50%	169.93	6.6	קרקעות חומות בהירות לסיית
Sandy Clay Loam	40%	219.96	1.52	טרה רוסה
Clay Loam	46%	210.06	1.02	קרקעות חומות ים תיכונית, קרקעות אלוביות מדבריות דקות גרגר
Silty Clay Loam	47%	270	1.02	ליתוסולים חומים וסירוזימים לסיים
Sandy Clay	43%	240.03	0.51	קרקעות חומות כהות
Silty Clay	48%	290.07	0.51	ליתוסולים חומים וקרקעות חומות בהירות לסיית, סירוזיום גירניים
Clay	0.475	320.04	0.25	גרמוסולים, פרוטוגרמוסוליים בזלתיים, קרקעות חומות בהירות ולסיית

11.2.7. שלבי פעולה להכנת מודל דו ממדי

שלבי העבודה בהכנת המודל מפורטים להלן:

1. קבלת גבהים ומערכת תיעול לפי פוליוגון של תת אגן.
2. יצירת מפת גבהים DEM מתוך נקודות גובה (Layer=1502)
3. ייבוא שכבת בניינים כהפרעה לזרימה
4. מידול מערכת הניקוז העירונית בתת אגן ברמה מדויקת
5. בניית רשת דו ממדית לאגן ליצירת מפות ההצפה.
6. הכנסת סופות תכן לרשת וגלי גאות בכניסה בתעלות

מקרא מפת סיכונים:

עומק הצפה	סימון	רמת סיכון
0.1	H1	מטרד
0.3	H2	סכנה למכונות חונות וילדים
0.5	H3	סכנה למכונות, ילדים ורכוש
>1	H4	סכנה חמורה לאנשים ורכוש

	Name	Description
1	H1	מטרד
2	H2	סכנה למכונות חונות וילדים
3	H3	סכנה למכונות, ילדים ורכוש
4	H4	סכנה חמורה לאנשים ורכוש

11.3. נספח מס' 3: חישוב עלויות כלכליות

נספח זה מציג את בסיס הנתונים ששימש לתחשיב העלויות הכלכליות של מערכת התיעול ושל האמצעים לניהול נגר המובאים במסמך.

טבלה 64 מציגה את הסעיפים ששימשו לתמחור מערכת התיעול, בהתאם למחירון דקל, גירסא ינואר 2025. הערכת עלות הסדרתי התנועה התבצעה לפי מפתח של 50 שר/מטר אורך צינור, על בסיס ניסיון מפרויקטים דומים.

טבלה 64: מצאי אמצעי מערכת התיעול ועלותם, בהתאם למחירון דקל (ינואר 2025)

אלמנט ניקוז	סעיף	עלות	יחידה
צינור קוטר 40 ס"מ	צינורות מבטון מזוין לפי ת"י 27 סוג 1 עם אטם תיקני על ה"זכר" דרג 5 קוטר 40 ס"מ מונחים בקרקע בעומק מעל 1.25 מ' ועד 1.75 מ', לרבות עבודות חפירה, עטיפת חול ומילוי חוזר	600	מ"א
צינור קוטר 50 ס"מ	צינורות מבטון מזוין לפי ת"י 27 סוג 1 עם אטם תיקני על ה"זכר" דרג 5 קוטר 50 ס"מ מונחים בקרקע בעומק מעל 1.25 מ' ועד 1.75 מ', לרבות עבודות חפירה, עטיפת חול ומילוי חוזר	750	מ"א
צינור קוטר 60 ס"מ	צינורות מבטון מזוין לפי ת"י 27 סוג 1 עם אטם תיקני על ה"זכר" דרג 5 קוטר 60 ס"מ מונחים בקרקע בעומק מעל 1.25 מ' ועד 1.75 מ', לרבות עבודות חפירה, עטיפת חול ומילוי חוזר	940	מ"א
צינור קוטר 80 ס"מ	צינורות מבטון מזוין לפי ת"י 27 סוג 1 עם אטם תיקני על ה"זכר" דרג 5 קוטר 80 ס"מ מונחים בקרקע בעומק מעל 1.75 מ' ועד 2.25 מ', לרבות עבודות חפירה, עטיפת חול ומילוי חוזר	1480	מ"א
צינור קוטר 100 ס"מ	צינורות מבטון מזוין לפי ת"י 27 סוג 1 עם אטם תיקני על ה"זכר" דרג 5 קוטר 100 ס"מ מונחים בקרקע בעומק מעל 2.25 מ' ועד 2.75 מ', לרבות עבודות חפירה, עטיפת חול ומילוי חוזר	2200	מ"א
צינור קוטר 125 ס"מ	צינורות מבטון מזוין לפי ת"י 27 סוג 1 עם אטם תיקני על ה"זכר" דרג 5 קוטר 125 ס"מ מונחים בקרקע בעומק מעל 2.25 מ' ועד 2.75 מ', לרבות עבודות חפירה, עטיפת חול ומילוי חוזר	2940	מ"א
ניסור אספלט להנחת צינור ושיקום לאחר העבודות - קוטר 80 ס"מ ומטה	תוספת לעבודות צנרת עבור ניסור כביש אספלט ברצועה לצורך הנחת צנרת מים ו/או ביוב/ניקוז והחזרתו למצב שלפני הניסור, לרבות שחזור המבנה, המדידה לפי אורך קו צנרת, ברוחב מעל 80 ס"מ ועד 1.20 מ'	228	מ"א

אלמנט ניקוז	סעיף	עלות	יחידה
ניסור אספלט להנחת צינור ושיקום לאחר העבודות - קוטר 150 ס"מ ומטה	תוספת לעבודות צנרת עבור ניסור כביש אספלט ברצועה לצורך הנחת צנרת מים ו/או ביוב/ניקוז והחזרתו למצב שלפני הניסור, לרבות שחזור המבנה, המדידה לפי אורך קו צנרת, ברוחב מעל 1.20 מ' ועד 1.50 מ'	269	מ"א
קולטן ראשי	תא קליטה ראשי במידות 80/50 ס"מ ובעומק 1.25 מ' לרבות אבן שפה מיצקת, מס' רשתות 1 ומסגרת, לעומס 25 טון C250	2,960	יחידה
תא קליטה נוסף	תוספת לתא קליטה ראשי עבור תא קליטה אמצעי/סופי במידות 80/50 ס"מ ובעומק פנים 0.45 מ', לרבות אבן שפה מיצקת, מס' רשתות 1 ומסגרת, לעומס 25 טון C250	1,980	יחידה
חיבור צינור חדש לתא בקרה קיים	חיבור קו ניקוז קוטר לתא ניקוז קיים, לרבות כל עבודות החפירה, עבודות החיבור והחומרים הדרושים, מותקן מושלם	1,200	יחידה
שוחות בקרה 80/100 ס"מ	שוחות בקרה מלבניות מחוליות טרומיות במידות פנים 80/100 ס"מ, עם תא שיקוע, תקרה ומכסה ב.ב. בקוטר 60 ס"מ ממין D400 (40 טון), שלבי דריכה וכל האביזרים, בעומק מעל 1.25 מ' ועד 1.75 מ', לרבות עבודות חפירה ומילוי חוזר	5,650	יחידה
שוחות בקרה 100/100 ס"מ	שוחות בקרה מלבניות מחוליות טרומיות במידות פנים 100/100 ס"מ, עם תא שיקוע, תקרה ומכסה ב.ב. בקוטר 60 ס"מ ממין D400 (40 טון), שלבי דריכה וכל האביזרים, בעומק מעל 1.75 מ' ועד 2.25 מ', לרבות עבודות חפירה ומילוי חוזר	7,900	יחידה
שוחות בקרה 150/150 ס"מ	שוחות בקרה ריבועיות מחוליות טרומיות במידות פנים 150/150 ס"מ, עם תא שיקוע, תקרה ומכסה ב.ב. בקוטר 60 ס"מ ממין D400 (40 טון), שלבי דריכה וכל האביזרים, בעומק מעל 1.75 מ' ועד 2.25 מ', לרבות עבודות חפירה ומילוי חוזר	16,030	יחידה

טבלה 65 מציגה את הסעיפים ששימשו לתמחור אמצעי ניהול הנגר לפי מ"ק נגר מנוהל, בהתאם למסמך מדיניות ניהול נגר של מנהל התכנון, גירסא 2 (אפריל 2024). הערכים המובאים להלן הן ערך ממוצע של עלות האמצעי.

טבלה 65: מצאי אמצעי ניהול נגר ועלותם, בהתאם לניתוח כלכלי במסמך מדיניות ניהול נגר (מנהל התכנון, אפריל 2024, גרסא 2.0)

נפח נגר (מ"ק/דונם)	עלויות לקוב (ש)	אמצעי
80	98	עיצוב טופוגרפי מעודד השהייה וחלחול
192	500	גן גשם / גן בקאלש
400	135	אדניות בחתך הרחוב
400	2000	אי תנועה
400	2000	מעגל תנועה מחלחל
400	135	ככרות מים
60	1150	ריצוף מנקז ומחלחל
400	1800	גג כחול
400	2625	גג ירוק
800	1000	בריכת איגום פתוחה
110	425	קידוחי החדרה (מ"ק/דונם-ליום)
500	500	תעלה מחלחלת

טבלה 66 מציגה את אמצעי ניהול הנגר שנבחרו לצורך חישוב העלות הכלכלית בכל מתחם. במידה ומצוין אמצעי יחיד הוא מנהל את כל הנפח הפיזי הנדרש במתחם. כאשר ישנם מספר אמצעים הנפח המנוהל על ידי כל אמצעי מצוין בסוגריים.

טבלה 66: אמצעי ניהול נגר שנבחרו עבור כל מתחם בתחשיב הכלכלי

מתחם	נפח פיזי נדרש לניהול (מ"ק)	אמצעי ניהול נגר
1	154	גן גשם/בקלש
2.1	72	עיצוב טופוגרפי מעודד השהייה וחלחול

מתחם	נפח פיזי נדרש לניהול (מ"ק)	אמצעי ניהול נגר
2.2	1,212	אדניות בחתך הרחוב (800 מ"ק), ריצוף מנקז ומחלחל (12 מ"ק), גג כחול (400 מ"ק)
3	1,654	עיצוב טופוגרפי (400 מ"ק), גן גשם (77 מ"ק), אדניות בחתך הרחוב (125 מ"ק), גג כחול (400 מ"ק), גג ירוק (152 מ"ק), בריכת איגום פתוחה (500 מ"ק)
4	544	ריצוף מנקז (12 מ"ק), גג כחול (240 מ"ק), גג ירוק (164 מ"ק), בריכת איגום פתוחה (128 מ"ק)
5	409	עיצוב טופוגרפי (200 מ"ק), גן גשם (58 מ"ק), גג ירוק (151 מ"ק)
6.1	998	עיצוב טופוגרפי (800 מ"ק), גן גשם (77 מ"ק), גג כחול (121 מ"ק)
6.2	243	עיצוב טופוגרפי (235 מ"ק), ריצוף מנקז (8 מ"ק)
7	333	עיצוב טופוגרפי (15 מ"ק), גן גשם (20 מ"ק), ריצוף מנקז (4 מ"ק), גג כחול (80 מ"ק), גג ירוק (55 מ"ק), בריכת איגום פתוחה (160 מ"ק)
8	157	בריכת איגום פתוחה
9	267	עיצוב טופוגרפי (160 מ"ק), גן גשם (58 מ"ק), גג כחול (40 מ"ק), גג ירוק (9 מ"ק)
10	4,385	עיצוב טופוגרפי (3,200 מ"ק), אדניות בחתך הרחוב (400 מ"ק), אי תנועה (45 מ"ק), ריצוף מנקז (40 מ"ק), גג כחול (400 מ"ק), תעלה מחלחלת (300 מ"ק)
11	0	-
12	4,058	עיצוב טופוגרפי (2,400 מ"ק), גן גשם (58 מ"ק), אדניות בחתך הרחוב (1,250 מ"ק), אי תנועה (22 מ"ק), ריצוף מנקז (8 מ"ק), גג כחול (320 מ"ק)
13	215	עיצוב טופוגרפי (80 מ"ק), אדניות בחתך הרחוב (135 מ"ק)
14	227	גג כחול (20 מ"ק), בריכת איגום פתוחה (207 מ"ק)

טבלה 67 מסכמת את התחשיב עלויות התיעול וניהול הנגר עבור כל מתחם בחלופות השונות ומציגה את הפער בין חלופה I וחלופה II:

- **ירוק** – חלופה II היא הזולה יותר
- **אדום** – חלופה I היא הזולה יותר

טבלה 67: סיכום עלות כל חלופה בחלוקה לפני מתחמים, ללא מע"מ

הפרש (ש)	חלופה II - ניקוז 1:20 שנה	חלופה I -ניקוז 1:5 שנים וניהול נגר			מתחם
		סה"כ (ש)	עלות ניהול נגר (ש)	עלות ניקוז (ש)	
-187,421	761,275	573,854	77,000	496,854	1
7,032	416,886	423,918	7,032	416,886	2.1
616,109	1,678,723	2,294,832	841,800	1,453,032	2.2
-1,022,438	4,514,194	3,491,756	1,713,342	1,778,414	3
801,468	825,462	1,626,930	1,004,300	622,630	4
394,510	1,044,086	1,438,596	444,708	993,888	5
-922,307	3,211,443	2,289,137	334,333	1,954,803	6.1
32,152	156,800	188,952	32,152	156,800	6.2
464,040	0	464,040	464,040	0	7
-110,344	620,502	510,158	157,000	353,158	8
-65,580	1,215,782	1,150,202	140,052	1,010,150	9
-91,004	6,330,386	6,239,381	1,372,533	4,866,848	10
0	0	0	0	0	11
-315,184	6,235,118	5,919,934	1,061,150	4,858,784	12
-37,242	449,702	412,461	26,038	386,422	13
113,158	420,258	533,416	243,000	290,416	14

11.4. נספח מס' 4: בחינת השפעת פארק אריאל שרון על הצפות באזור



בחינת השפעת הקמת פארק אריאל שרון על הצפות באזור

מהדורה 1

ספטמבר 2021



פרויקט : 21012

תיעוד מהדורות

אישר	ערך	מספר קובץ	תיאור	תאריך	מס' מהדורה
איתמר הלפרין	מתן בידרמן	MB21012-21R07	דוח משלים	ספטמבר 2021	1

תוכן עניינים

<u>עמוד</u>	<u>תוכן</u>
3	1. רקע.....
4	2. תיאור כללי של סביבת העבודה ונתוני התכן
11	3. בחינת השפעת פארק אריאל שרון על הצפות באזור
21	4. סיכום ומסקנות.....

רשימת טבלאות

6	טבלה 1 : מובלי מים לאורך תעלת אזור.....
9	טבלה 2 : ספיקות תכן ונפחי גל בהסתברויות שונות בכניסה לפארק

רשימת איורים

5	איור 1 : אזור העבודה
5	איור 2 : סכימה כללית של פא"ש ומתקניו המתוכננים
7	איור 3 : טופוגרפיה של פא"ש ואזור
8	איור 4 : טופוגרפיה של אזור במצב הקיים
10	איור 5 : הידרוגרפי זרימה בתעלת אזור מזרח בכניסה לפא"ש
13	איור 6 : עומק מים מקסימלי במצב מתוכנן בתרחיש 1: 30
14	איור 7 : חתך עומק מים מקסימלי לאורך תעלת אזור בתרחיש 1: 30
16	איור 8 : עומק מים מקסימלי במצב מתוכנן בתרחיש 1: 100
17	איור 9 : חתך עומק מים מקסימלי לאורך תעלת אזור בתרחיש 1: 100
19	איור 10 : עומק מים מקסימלי במצב מתוכנן בתרחיש 1: 100 מתוח ב-1.25
20	איור 11 : חתך עומק מים מקסימלי לאורך תעלת אזור בתרחיש 1: 100 מתוח בפאקטור 1.25

1. רקע**1.1 רקע כללי העבודה**

- (1) חברת נתיבי ישראל מקדמת תכנית להקמת מאגר ריסון שיטפונות בפארק אריאל שרון, כחלק מתוכנית מפעל הניקוז ותת"ל 33 להקמת המסילה הרביעית בתוואי תעלת איילון.
- (2) מטרת המאגר המתוכנן היא לווסת את ספיקות השיא המגיעות לתעלת איילון בכניסה למטרפולין תל אביב, כאשר התעלה מתוכננת לעבור שינוי הנדסי וצמצום חתך הזרימה לצורך הקמת המסילה הרביעית.
- (3) תכנית מפעל הניקוז לפארק אריאל שרון מתוכננת להתבצע בשיטת Design-Built וכוללת בין היתר את הקמת מאגר הוויסות למי נגר עילי בנפח כולל של כ-6.2 מלמ"ק וסכר בעל שישה שערים דינאמיים כחלק ממכלול רכיבים רחב, אשר מטרתם היא מתן מענה למזעור זרימות והצפות במורד תעלת איילון, העלולות להתגבר כתוצאה מהקמת המסילה הרביעית וצמצום חתך תעלת איילון.
- (4) כחלק מהליך אישור תכנון הפארק ומתקניו, נדרשה בחינה של תפקוד המאגר והמתקנים במספר תרחישים הידרולוגיים ותפעוליים שונים, וביצוע בקרה הנדסית על התכנון המוצע.
- (5) בהתאם לדרישה הנ"ל, הוגש דוח בחינת תרחישים ובקרת תכנון לפא"ש ע"י נתיבי ישראל, שהוכן ע"י חברת אקולוג הנדסה (מהדורה 2, אפריל 2021).
- (6) לנפח האיגום המתוכנן בפא"ש מתנקזת גם תעלת אזור מזרח. התעלה הינה תעלת בטון וחלק ממערכת הניקוז העירונית של המועצה המקומית אזור מתחברת אליה להולכת המים לצפון אל מעבר לכביש 1.
- (7) ע"פ תכנון הפארק, מפלס המים בתרחישים חריגים עלול להגיע לכ-19.30+ מ' ואף מעט יותר.
- (8) מפלסי הטופוגרפיה במועצה המקומית אזור נמוכים יחסית (רום מינימלי סביב 19.5+ מ'), לאור כך עולה חשש כי בזמן אירוע הידרולוגי הגורם לעליית מפלס המים בפארק אריאל שרון, ובמקביל זרימת מים בתעלת אזור מזרח, יתרחשו בשטח המועצה גלישות מהתעלה. כמו כן, עולה חשש, שעלית מפלס המים בפארק, בתוספת זרימה בתעלת הניקוז של אזור (גם ללא גלישה ישירה מהתעלה), תגביל את מערכת הניקוז של המועצה המקומית מלהתנקז לתעלה עקב הפרשי גבהים נמוכים (גרדיאנט נמוך) כאשר מפלס המים בתעלה גבוה. כתוצאה מכך עלולות להגרם הצפות בתחום המועצה כתוצאה מניקוז מוגבל.
- (9) דוח זה מהווה מסמך משלים לדוח בחינת התרחישים ובקרת התכנון (אקולוג הנדסה, אפריל 2021).

1.2 מטרת העבודה

מטרת העבודה היא בחינת השפעת הקמת פארק אריאל שרון על הצפות באזור, באירועים הידרולוגיים שונים, בהתאם לתרחישים המוצגים במסמך בחינת התרחישים ובקרת התכנון.

1.3 חומר רקע לעבודה

עבודת זו מתבססת על כל חומר הרקע עליו התבססה עבודת ניתוח התרחישים ובקרת התכנון לפא"ש. להלן רשימת החומרים בהם בוצע שימוש בעבודה זו. פירוט מלא של חומרי הרקע מוצג בדוח בחינת התרחישים ובקרת התכנון לפארק אריאל שרון (אקולוג הנדסה, מהדורה 2):

- תיק תכניות למכרז פארק אריאל שרון (תה"ל, פלגי מי וסטאר מהנדסים, אוקטובר 2020).

- תכנית נופית (ברוידא מעוז אדריכלות נוף, נובמבר 2020).
- דוחות רקע ודוחות תכנון שונים (סקר גיאטכני, סקר תגובת אתר, פרשה טכנית למתקן יציאה, דוחות הידרולוגים וקריטריונים לתכנון, כרך תפעול ותחזוקה ועוד).
- משטחי פיתוח ועבודות עפר לפארק אריאל שרון (פלגי מים דצמבר 2020).

בנוסף, לצורך ביצוע עבודה זו, התקבלו מספר חומרי רקע משלימים:

- שריג גבהים DTM ו DSM ברזולוציה 0.5 מ'פיקסל של אזור מועצה מקומית אזור (אופק צילומי אוויר, 2020).
- מדידה חלקית של מובלי המים לאורך תעלת אזור (אופק צילומי אוויר, 15.08.2021).

הערות לחומרי הרקע:

- (1) לעבודה זו לא התקבל תצלום אוויר/אורטופוטו.
- (2) מדידת מעבירי המים הינה חלקית כתוצאה מתנאי שטח קשים למדידה. לצורך ביצוע העבודה נלקחו הנחות מסוימות למידות המעבירים החוצים את כביש 1.

2. תיאור כללי של סביבת העבודה ונתוני התכנ

2.1 תיאור כללי של פרויקט פארק אריאל שרון

להלן תיאור כללי לפרויקט הקמת מאגר הריסון בפארק אריאל שרון, אשר לקוח מתוך דוח בחינת התרחישים ובקרת התכנון (אקולוג הנדסה, אפריל 2021):

פרויקט האיגום המתוכנן בפארק אריאל שרון חולש על כל שטח הפארק הקיים ואזורים נוספים במקווה ישראל. האתר ממוקם צפונית לכביש 1, מערבית לכביש 4, דרומית לדרך בר-לב, כביש 461 והשכונות הדרומיות של תל אביב. שטח הפרויקט הינו כחמישה קמ"ר לערך.

לשטח הפרויקט זורמים מספר נחלים ואפיקי זרימה ממספר כיוונים שונים, כאשר במורד הפארק מתחברים כולם לנחל איילון הזורם צפונה באפיק מוסדר, מלאכותי לגמרי (תעלת איילון). באזור החלק הצפוני של תל אביב, מתחברת תעלת איילון לנחל הירקון ומשם זורם הנחל מערבה לים.

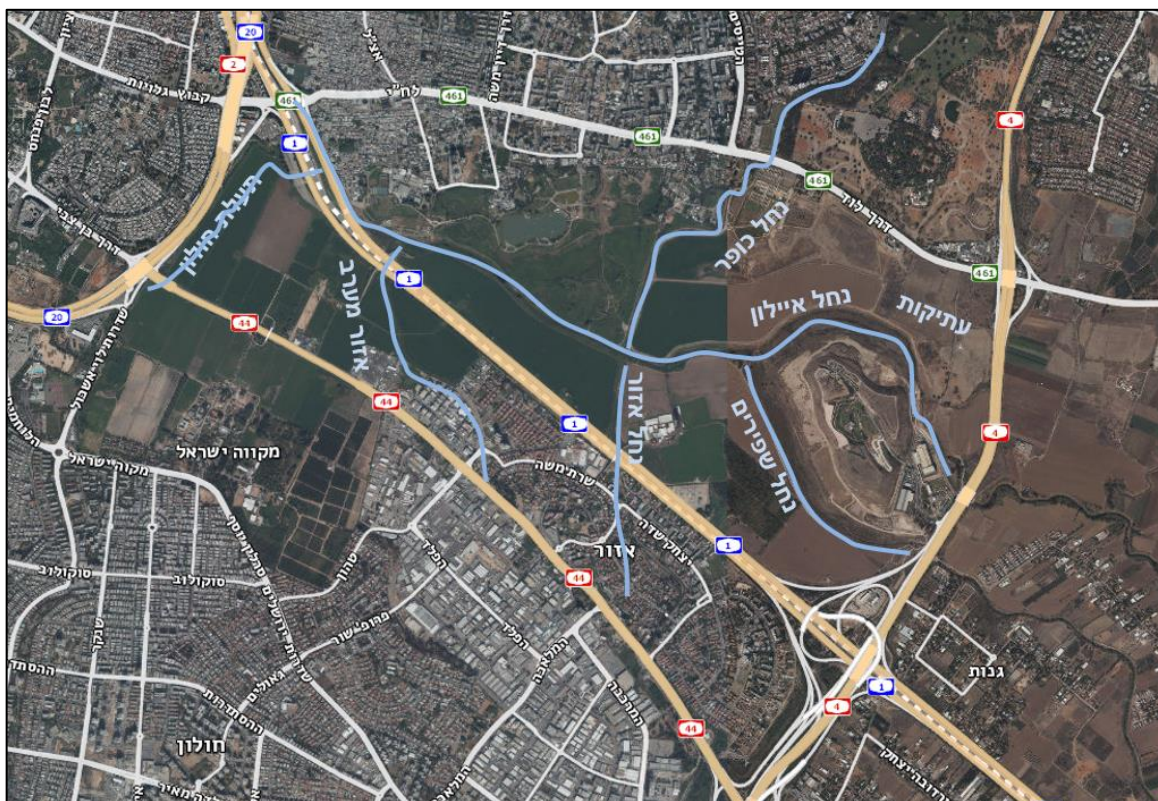
הנחלים הנכנסים לשטח הפארק הינם: נחל איילון (מצפון מזרח), נחל שפירים (מדרום מזרח), נחל כופר (מצפון) ותעלת אזור (מדרום). תעלת אזור מערב ותעלת חולון מתחברות לתעלת איילון במורד הפארק המתוכנן ואינן משפיעות על תפקוד הפארק.

ע"פ נתוני התכנ לפרויקט, לאחר הקמת המסילה הרביעית, תעלת איילון בחתך הקריטי שלה באזור תחנת רכבת ההגנה, תוכל להעביר עד כ-170 מ"ק/שנייה לכל היותר בטרם תתרחש גלישה מעל דפנות התעלה. מטרת הפרויקט הינה ריסון גלי הזרימה המגיעים מנחל איילון, נחל שפירים, נחל אזור ונחל כופר, בטרם כניסתם לאזור העירוני של תל אביב דרך תעלת איילון.

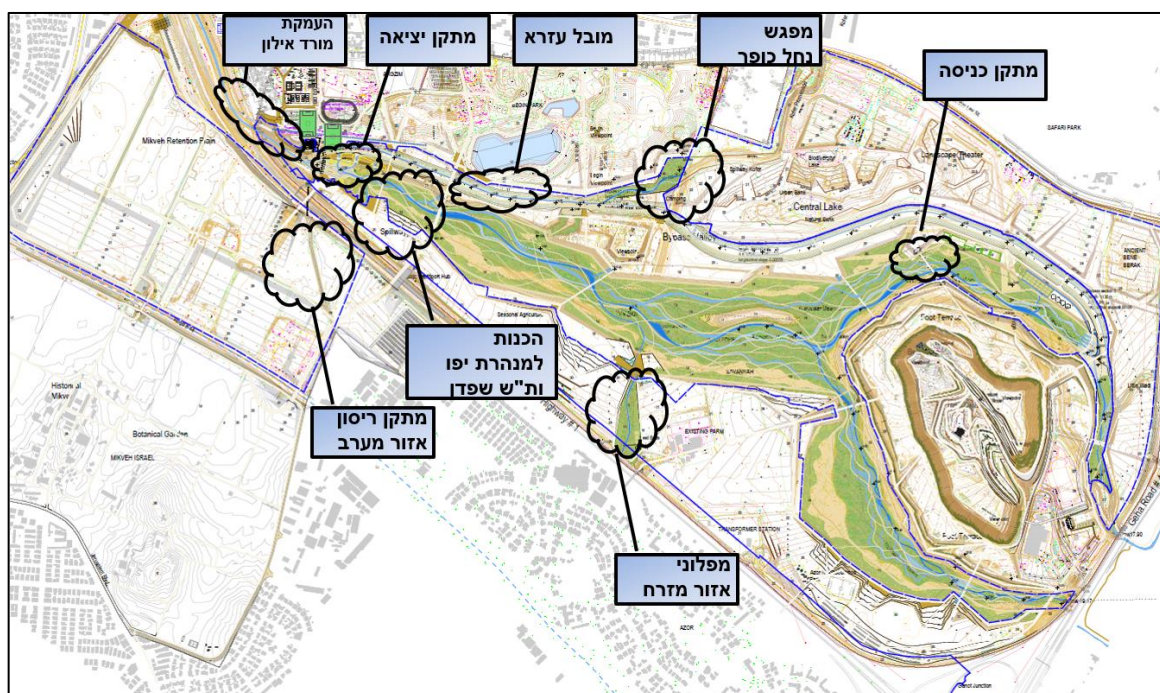
לצורך עמידה בדרישות התפקוד של המתקן, מתוכננות עבודות להקמת נפח איגום של כ-6.2 מלמ"ק, הכוללות בין היתר עבודות עפר נרחבות, מתקנים הידראוליים בכניסת הנחלים לפארק, מתקני יציאה נשלטים (סכר עם שערים הידראוליים), מגלשי חיבור בין אפיקי זרימה השונים, עבודות פיתוח נופיות וכ"י

פירוט מלא של העבודות בפרויקט מוצג במסגרת דוח בחינת התרחישים ובקרת התכנון (אקולוג הנדסה, אפריל 2021).

איור מס' 1 מציג את אזור העבודה במצב הקיים, איור מס' 2 מציג סכימה כללית של פארק אריאל שרון על מתקניו המתוכננים. האיורים נלקחו מתוך דוח בחינת התרחישים ובקרת התכנון לפא"ש, בו גם מוצג פירוט מלא של הפרויקט (מתקנים מתוכננים, נתוני תכן, תפעול וכו').



איור 1: אזור העבודה



איור 2: סכימה כללית של פא"ש ומתקניו המתוכננים

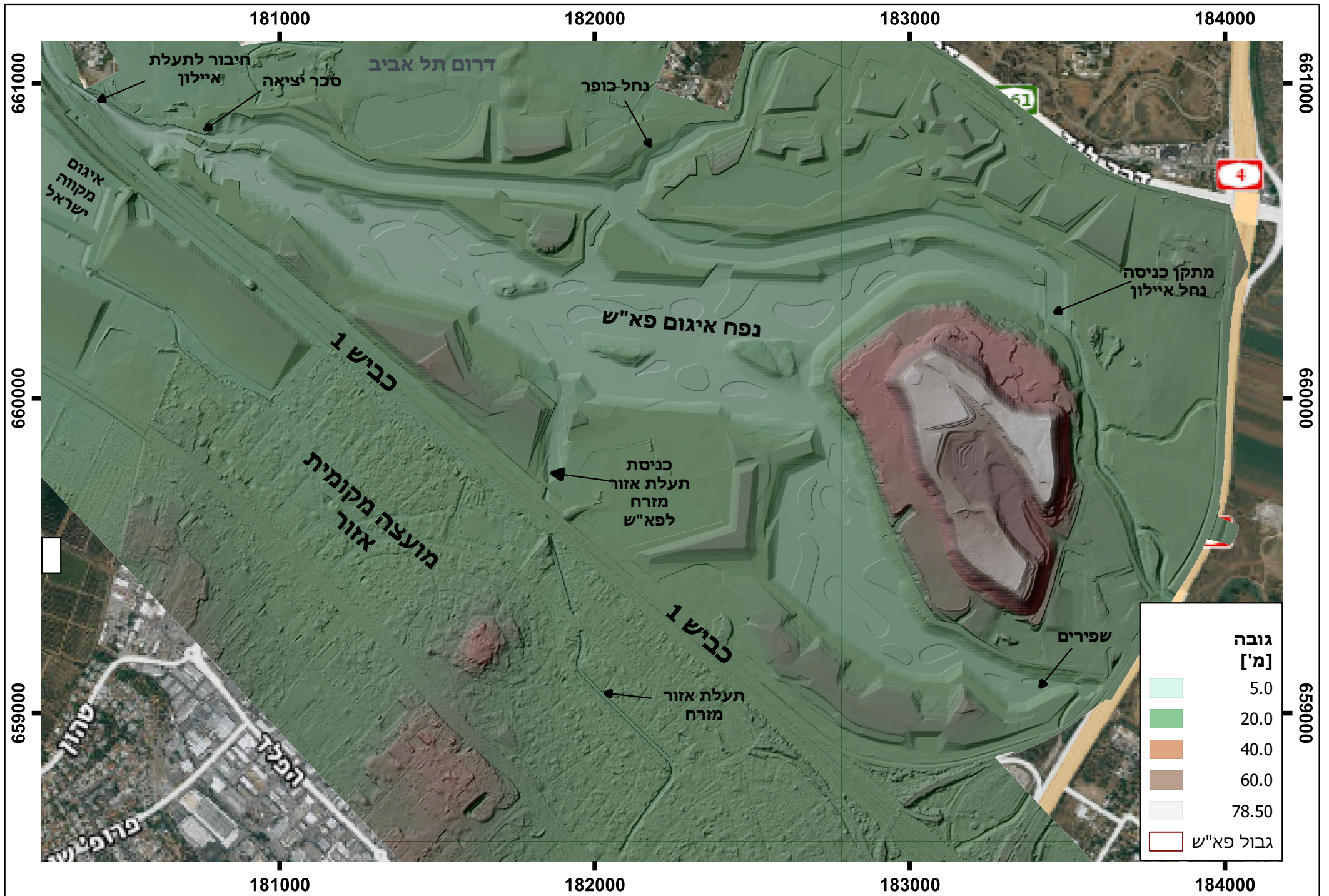
2.2 מועצה מקומית אזור וסביבת העבודה

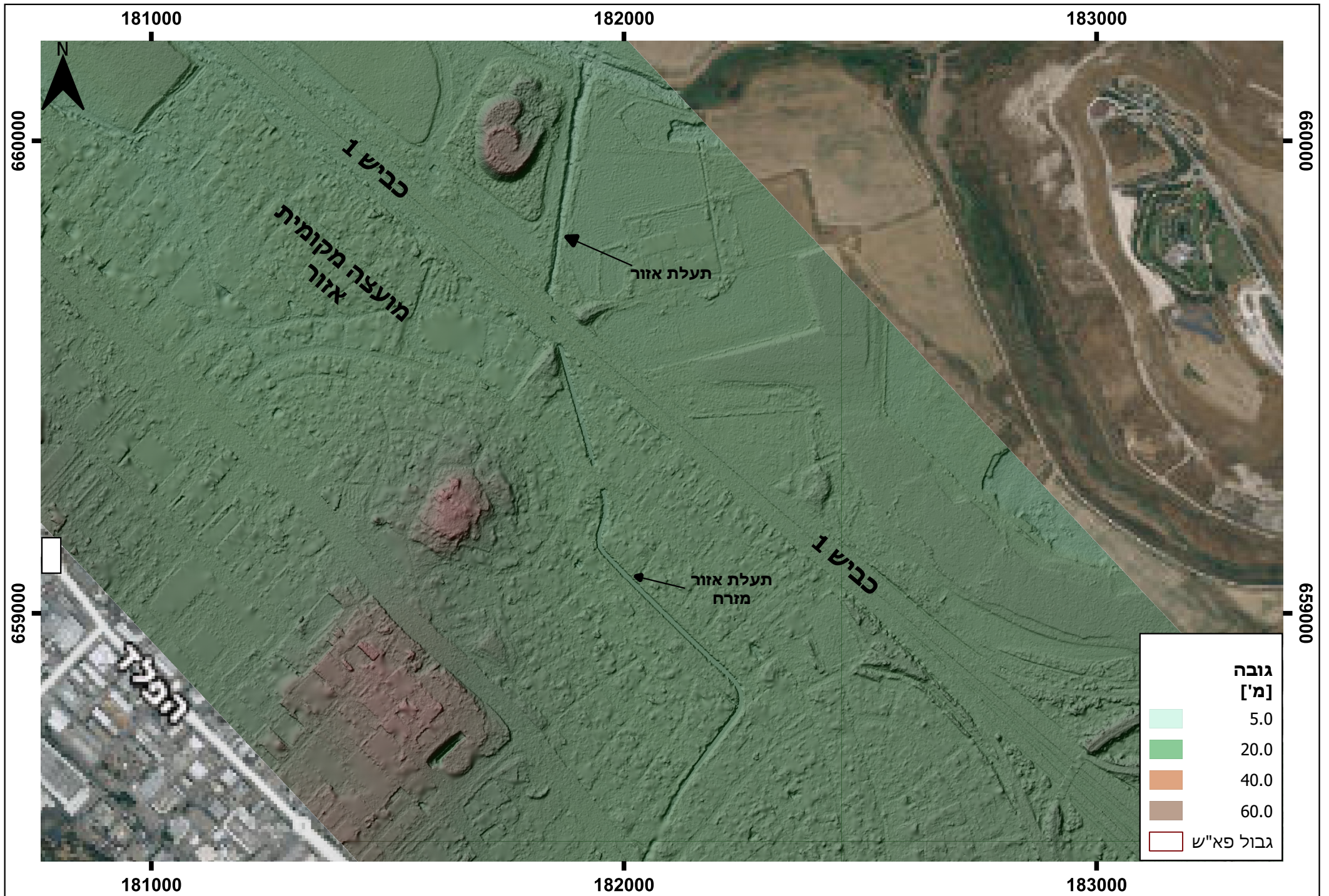
אזור הינה מועצה מקומית במחוז תל אביב הממוקמת בין הכבישים 1, 44, 4 וכביש 20. בתחום המועצה בעיקר בתים פרטיים ומבנים בעלי מספר קומות בודדות, מבני ציבור, תעשייה קלה ומסחר. גובהי הקרקע באזור המועצה נעים סביב כ-19.5+ מ' עד לכ-40 מ' בערך באזור הגבעה אשר במרכז המועצה. ערוץ הניקוז הראשי של המועצה הינו תעלת ניקוז מלבנית מוסדרת מבטון, ברוחב של כ-8-11 מ' ועומק של כ-2.5-3.5 מ'. התעלה מנקזת לתוכה את מרכז ומזרח שטח המועצה ומוליכה את מי הנגר לכיוון צפון-מערב, לכיוון נחל איילון העובר מזרחית לכביש באזור זה. במצב הקיים, מעבר לכביש 1, חתך התעלה המוסדר הופך לתעלת עפר חצי טבעית. בעתיד, מתוכננת התעלה להתחבר ישירות לנפח האיגום של פא"ש מיד לאחר חציית התעלה את כביש 1. לאורך התעלה חוצים מספר גשרים להולכי רגל שאינם משפיעים על זרימה בתעלה. כמו כן מספר מובלי מים סגורים המעברים את המים והמאפשרים שימושי קרקע שונים מעליהם. טבלה 1 מציגה את פרטי המובלים הרלוונטיים לתחום העבודה (מדרום לצפון). נתוני המובלים נלקחו מתוך מדידה קרקעית מתאריך 15.08.2021 בביצוע של אופק צילומי אוויר. איור מס' 3 מציג את מודל הגבהים של המועצה המקומית אזור והחיבור לפא"ש במצב המתוכנן. איור 4 מציג את המוצעה האזורית ותעלת אזור במצב הקיים (טרם הקמת פא"ש).

טבלה 1: מובלי מים לאורך תעלת אזור

מס' מובל	תיאור	סוג	קואורדינטת כניסה	אורך [מ']	מס' תאים	מידות [מ']
1	-	BOX	181955\659259	53 מ'	1	9.1×3.1
2	חוצה את איילון דרום	BOX	181863\659567	51 מ'	2	2×4.3×2.5 ¹
3	חוצה את איילון צפון	BOX	181850\659625	53 מ'	2	2×4.3×2.5

- מידות משוערות של המובל עקב מדידה חלקית, כתוצאה מתנאי שטח קשים למדידה ועבודות הנדסיות זמניות שבוצעו בשטח אשר לא אפשרו גישה למעביר בזמן המדידה.
- במסגרת העבודה לא התקבל מידע אודות מערכת הניקוז העירונית המנקזת שטח המועצה לכיוון התעלה.





2.3 תרחישי הבדיקה

תרחישי הבדיקה לעבודה זו נקבעו על בסיס התרחישים שנבדקו במסגרת עבודת בחינת התרחישים ובקרת התכנון לפא"ש. התרחישים לבדיקה הוגדרו ע"י משרד החקלאות ופיתוח הכפר, כחלק ממסמך ההנחיות לביצוע העבודה (TOR).

לצורך בחינת השפעת הקמת נפח האיגום בפארק על הצפות באזור, נבנו מודלים עבור המצב הקיים ועבור המצב המתוכנן הכולל את הקמת פא"ש על כל מתקניו. בהתאם לתוצאות, בוצעה השוואה בין התרחישים לצורך ניתוח השפעות הקמת הפארק על הצפות באזור.

להלן התרחישים שנבדקו במסגרת עבודה זו:

- 1) אירוע הידרולוגי חריג: תקופת חזרה של 1:30 שנים
- 2) אירוע הידרולוגי חריג מאוד: תקופת חזרה של 1:100 שנים.
- 3) אירוע הידרולוגי קיצוני: תקופת חזרה של 1:100 שנים אשר יוצג ע"י מתיחת ספיקת השיא בפקטור 1.25.

כאמור כל תרחישי הידרולוגי נבחן במצב הקיים היום טרם הקמת פא"ש, ובמצב עתידי הכולל את הקמת פא"ש (בתרחיש תפעול שערים תקין בסכר היציאה ובטרם הקמת המובל הימני).

2.4 הידרולוגיה ותפעול הפארק

הידרולוגיה ונתוני התכן לבחינת התרחישים השונים, כולל עקרונות תפעול סכר השערים ביציאה מהפארק מוצגים באופן מלא בדוח בחינת התרחישים ובקרת התכנון לפא"ש. טבלה מס' 2 להלן, הלקוחה מתוך העבודה הנ"ל, מציגה את סיכום הנתונים ההידרולוגיים בהם בוצע שימוש בעבודה זו.

איור מס' 5 מציג את ההידרוגרפים בכניסת תעלת אזור מזרח בכל אחד בהסתברויות התכן.

הערה לבחינת התרחישים:

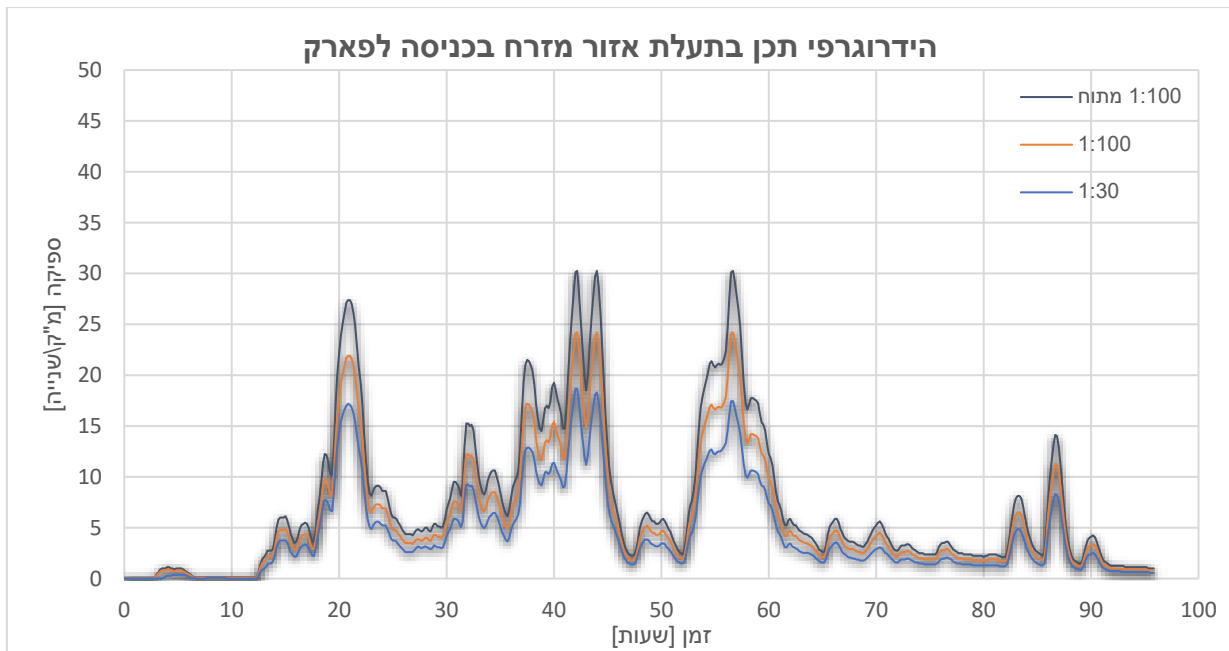
הידרוגרפי התכן עבור התרחישים ההידרולוגיים, כולל זמניות הגלים בנחלים השונים בכניסה לפארק, נותחו ע"י רשות המים על בסיס אירוע משנת 91\92 והועברו לעבודה זו ממתכנן הפארק. על פי הנחיית משרד החקלאות במסמך ההנחיות לעבודת בחינת התרחישים ובקרת התכנון, הניתוח ההידרולוגי אשר שימש כנתוני תכנון לפארק אינו נבחן מחדש במסגרת עבודת בחינת התרחישים ובקרת התכנון וגם לא במסגרת עבודה זו.

טבלה 2: ספיקות תכן ונפחי גל בהסתברויות שונות בכניסה לפארק

נפח גל [מלמ"ק]			ספיקת שיא [מ"ק\שנייה]			אגן
1:100 מתוח ²	1:100	1:30	1:100 מתוח ²	1:100	1:30	
47.4	37.9	25.3	548	439	¹ 245	איילון
7.2	5.8	4.8	109	88	67	שפירים
2.5	2.1	1.4	30	24	17	אזור
2.1	1.7	1.1	65	52	33	כופר
59.3	47.4	32.7	653	523	291	ספיקה מקס'נפח כולל

הערות לטבלה:

- 1) הידרוגרף נחל איילון ל 1:30 שנים כולל את מתקן הריסון א'2 על בסיס הידרוגרף שהתקבל מהמתכנן.
- 2) אירוע 1:100 מתוח – הידרוגרף בתקופת חזרה של 1:100 מוכפל בפאקטור של 1.25.



איור 5 : הידרוגרפי זרימה בתעלת אזור מזרח בכניסה לפארק

3. בחינת השפעת פארק אריאל שרון על הצפות באזור

3.1 שיטת בחינת התרחישים וההשפעות

בחינת התרחישים להשפעת הקמת נפח האיגום בפארק אריאל שרון על הצפות במועצה מקומית אזור בוצעה ע"י בנייה והרצה של מודלים הידראוליים דו-ממדיים באמצעות תכנת TUFLOW. תכנה זו הינה תכנה מתקדמת לפתרון מתמטי של משוואות הזרימה המלאות ומשוואות המומנטום בעזרת שיטות נומריות של אלמנטים סופיים. התכנה הינה תכנה מוכחת העומדת בכל הסטנדרטיים והתקנים הבינלאומיים לביצוע מודלים הידראוליים ומקובלת במגוון רחב של מדינות כתכנה המובילה והמתקדמת ביותר לניתוח זרימות מים עיליות. התכנה מפעילה מנוע יציב מאוד ביחס לתכנות אחרות (HPC), דבר שהופך אותה למדויקת ואמינה ולכן לבחירה טובה עבור מודלים בעלי מחזורי הרטבה/יבוש דחופים וזרימות שטפוניות חריגות. בנוסף, התכנה מאפשרת התאמות טופוגרפיות של השטח הנבדק והטמעת אלמנטים מתוכננים שונים כמו מובלי מים, מגלשים, סכרים וכו' לתוך המודלים עצמם. ע"י כך מתאפשרת בחינת השפעתם על הזרימות וניתן לנתח הידראולית את תפקודם. כמו כן, התכנה מאפשרת מגוון רחב של ניתוח תוצאות ופרמטרים שונים הנדרשים לתכנון ובקרה על התכנון.

3.2 תוצאות בחינת התרחישים

3.2.1 כללי

מבחינת השפעת שלושת התרחישים ההידרולוגיים השונים לאחר הקמת פארק אריאל שרון (1:30, 1:100, 1:100 מתוח בפאקטור 1.25), והשוואתם לאותם התרחישים ההידרולוגיים במצב הקיים טרם הקמת הפארק, נראה כי הקמת נפח האיגום בפארק אריאל שרון אינה מחמירה את סיכוני ההצפות בשטח המועצה המקומית אזור כתוצאה מעליית מפלסי המים בפארק ובתעלת אזור. בהינתן התרחישים ההידרולוגיים שנבחנו, הקמת הפארק דווקא מורידה במעט את מפלס המים בתעלה. ניתן לייחס את הורדת המפלס הקלה בתעלה לכך שלצורך הקמת נפח האיגום בפארק, מתוכננת הרחבה משמעותית של אפיק הזרימה לאחר חציית נחל אזור את כביש 1 לכיוון מזרח בכניסה לפארק. כיום, כושר ההולכה של ערוץ נחל אזור לאחר חציית כביש 1, מוגבל יחסית, זאת עקב חתך נחל מצומצם ולא מוסדר באופן איכותי מספיק, אשר גורר היערמות מים במעלה התעלה. במסגרת הקמת פא"ש מתוכננת הרחבה משמעותית של ערוץ הנחל בכניסה לפארק, מיד לאחר חציית כביש 1 לצפון מזרח. הרחבת הערוץ מגדילה במידה מסוימת את כושר ההולכה בנחל, מורידה את מפלס ההיערמות וכתוצאה מכך מורידה במעט את מפלסי המים במעלה התעלה. כאשר זרימות המגיעות מכיוון המועצה המקומית אזור, הן נפרשות בכל רוחב הערוץ החדש גם כאשר מפלס המים בפארק גובה גבוה יחסית (מצב זמני עד ריקון המאגר).

איורים 6-7 מציגים את זרימות המים בתעלת אזור מזרח באירוע 1:30 שנים במצב המתוכנן לאחר הקמת פא"ש ואת חתך מפלסי המים המקסימליים בתעלת אזור מזרח במצב המתוכנן ביחס למצב הקיים (טרם הקמת פא"ש). איורים 8-9 מציגים את אותם הנתונים באירוע הידרולוגי 1:100 שנים. איורים 10-11 מציגים את הנתונים באירוע 1:100 שנים מתוח בפאקטור 1.25. מתוצאות כל התרחישים ניתן לראות כי מפלס המים בתעלה במצב הקיים גבוה במידה מסוימת ממפלס המים במצב המתוכנן שלאחר הקמת הפארק. הפרש רומי המים המקסימליים מצטמצם ככל שהתרחיש ההידרולוגי מחריף (יותר חריג).

לצורך המחשה של השתנות רומי המים בתעלה והערכה של מפלס המים הגבולי בכל תרחיש, ממנו צפויה להיות בעיה מסוימת לניקוז העירוני לזרום לתעלה, נבחרה נקודה מייצגת בתעלה ונבחנו רומי המים במצבים השונים. התוצאות מוצגות באיורים להלן.

הערה: התרחישים נבחנו בהתאם לתרחישים ההידרולוגים שהוכתבו ע"י רשות המים בהם מניחים כי הזרימות לתוך הפארק מתרחשות בו זמנית. לעומת זאת, יתכן כי הספיקות בתעלת אזור יגיעו לפארק בזמן מסוים לאחר מילוי (מלא או חלקי). לדבר עלול להיות השפעה אחרת על מפלס המים בתעלה וכתוצאה מכך על ניקוז באזור. מבחינת הנושא נראה כי ספיקות השיא מאזור מגיעות גם אחרי מילוי הפארק ולכן לא צפויה השפעה מהותית על התוצאות. הדבר תלוי כמובן באופן תפעול הפארק וריקונו דרך שערי הסכר וכמובן באופי האירוע ההידרולוגי הכלל אגני.

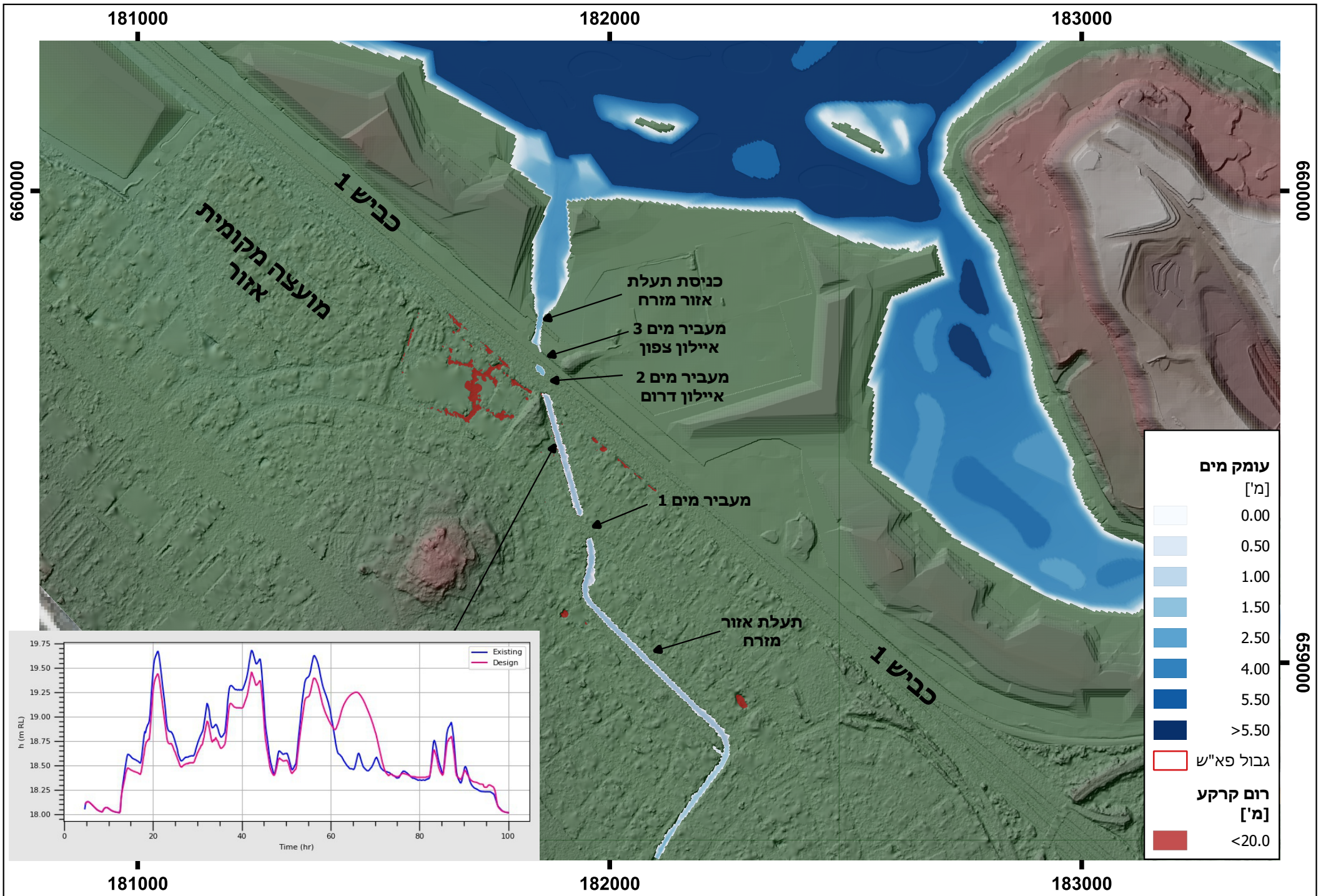
3.2.2 תוצאות אירוע הידרולוגי בהסתברות 1:30 שנים

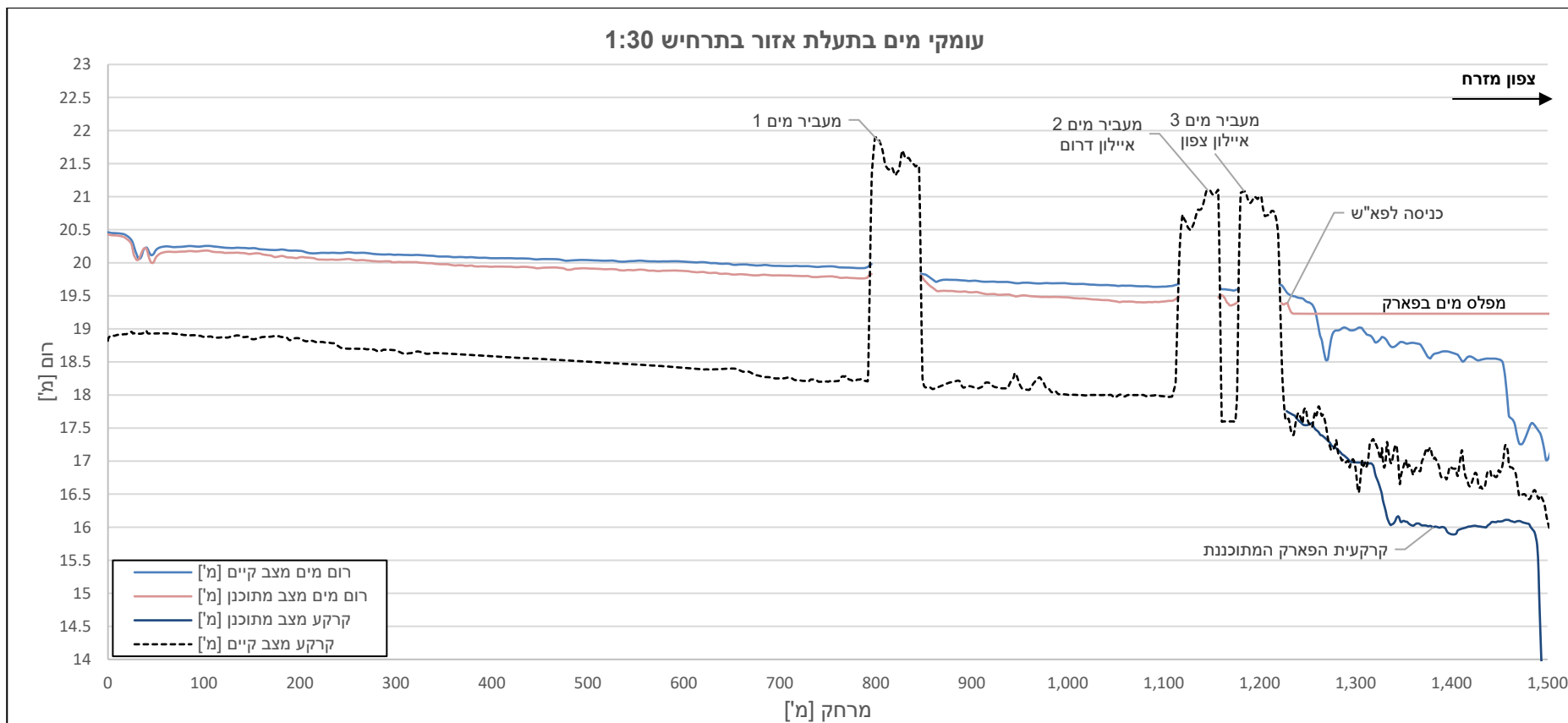
איורים 6-7 מציגים בהתאמה את זרימות המים המקסימליות בתעלת אזור מזרח באירוע 1:30 שנים במצב מתוכנן לאחר הקמת נפח האיגום בפא"ש. כמו כן חתך הזרימה בתעלה במצב המתוכנן ביחס למצב הקיים טרם הקמת פא"ש.

באירוע 1:30 שנים לא נצפתה עליית מפלס מים בתעלת אזור הגורמת להצפה בסביבת התעלה. ניתן לראות כי בנקודה המייצגת שנבחרה בתעלה במעלה הקרוב של כביש 1, מפלסי המים המקסימליים במצב הקיים גבוהים במעט ממפלסי המים בתעלה במצב מתוכנן לאחר הקמת פא"ש. בנוסף, ניתן לראות כי מפלסי המים במצב קיים, עולים בזמנים מסוימים במהלך האירוע מעל רום 19.50+ מ' בעוד במצב המתוכנן לאחר הקמת פא"ש המפלסים בתעלה נשמרים נמוכים מרום זה. כלומר, חל שיפור מסוים בכושר ההולכה של התעלה כתוצאה מהקמת הפארק והרחבת אפיק הזרימה בנחל אזור. לעומת זאת, במצב המתוכנן, מפלס המים נשאר גבוה לזמן ארוך יותר ביחס למצב הקיים טרם הקמת הפארק. מנקודת מבט הידרולית, נכון יהיה לומר כי מפלסי הקרקע בעיר המתנקזים לתעלה ונמוכים מרום של כ-20+ מ' יכולים להיות בסיכון מסוים להצפה בתרחיש זה, בזמן ירידת גשם ישיר על האגן (גם במצב קיים), זאת כתוצאה מירידת כושר ההולכה במערכת הניקוז עקב עליית מפלס המים הזמני בתעלה עצמה.

באזור מס' 6 ניתן לראות את האזורים בתוך המועצה, המשוערים כמתנקזים לתעלה דרך מערכת הניקוז העירונית, ונמוכים מרום קרקע של 20.0+ מ' מעל פני הים (כחצי מטר מעל מפלס המים המקסימלי בתעלה).

חשוב לומר כי אין זה אומר בהכרח כי תתרחש הצפה באזורים אילו. הדבר תלוי במבנה מערכת הניקוז העירונית ובתחזוקה השוטפת שלה ובזמניות עליית המפלסים בתעלה ביחס לזרימות במערכת הניקוז העירונית. עוד חשוב לציין כי אזורים אילו נמצאים בסיכון להצפה כבר היום באירוע הידרולוגי של 1:30 שנים, טרם הקמת הפארק. כמו כן, עליית מפלס המים בתעלה הינו זמני, לאחר מספר שעות צפוי הניקוז העירוני לחזור לתפקוד רגיל ברגע ירידת מפלס המים בתעלה.





איור 7: חתך עומק מים מקסימלי לאורך תעלת אזור בתרחיש 1:30

3.2.3 אירוע הידרולוגי בהסתברות 1:100 שנים

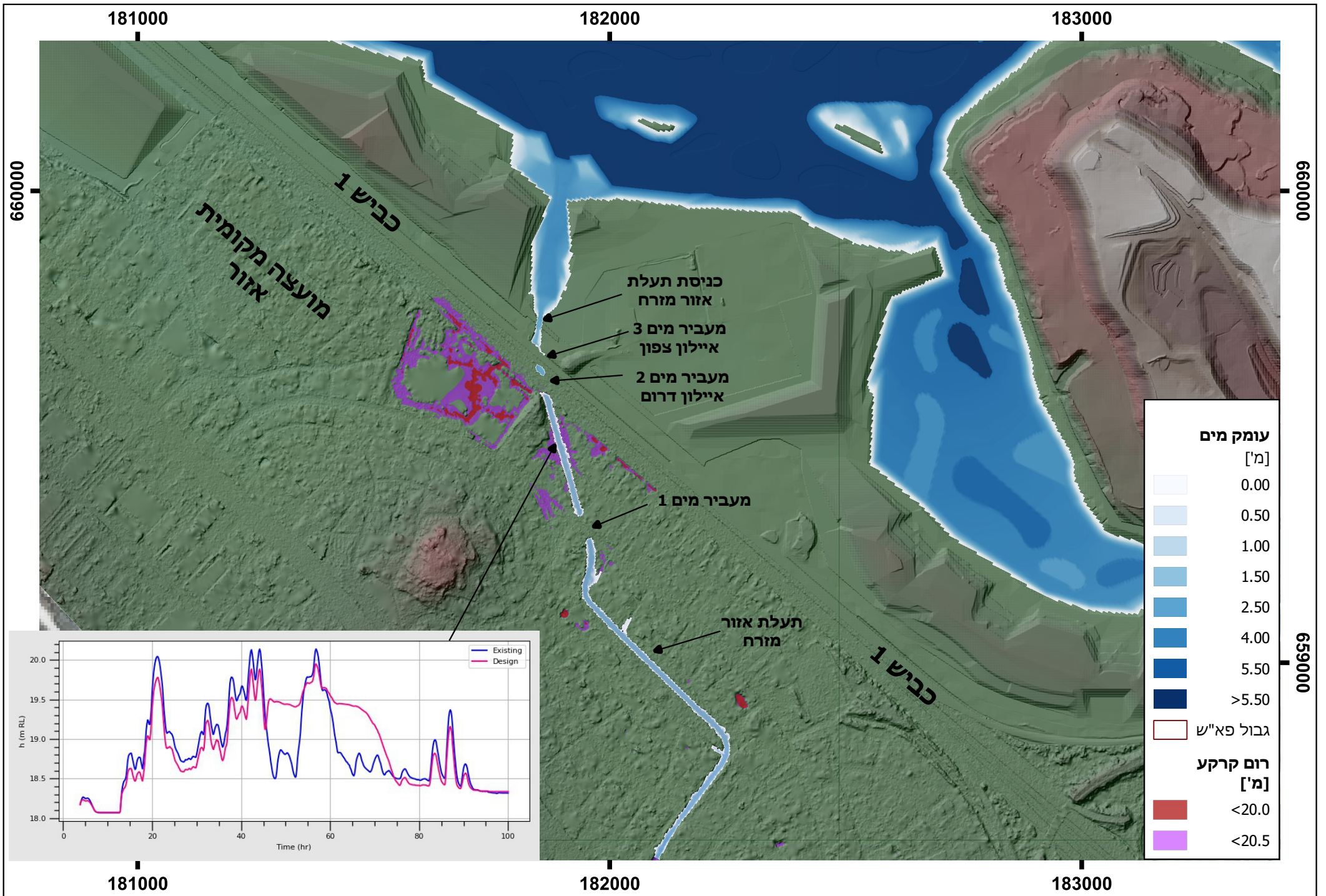
איורים 8-9 מציגים בהתאמה את זרימות המים המקסימליות בתעלת אזור מזרח באירוע הידרולוגי בהסתברות 1:100 שנים במצב מתוכנן, לאחר הקמת נפח האיגום בפא"ש, ואת חתך מפלסי המים המקסימליים בתעלה ביחס למצב הקיים טרם הקמת פא"ש.

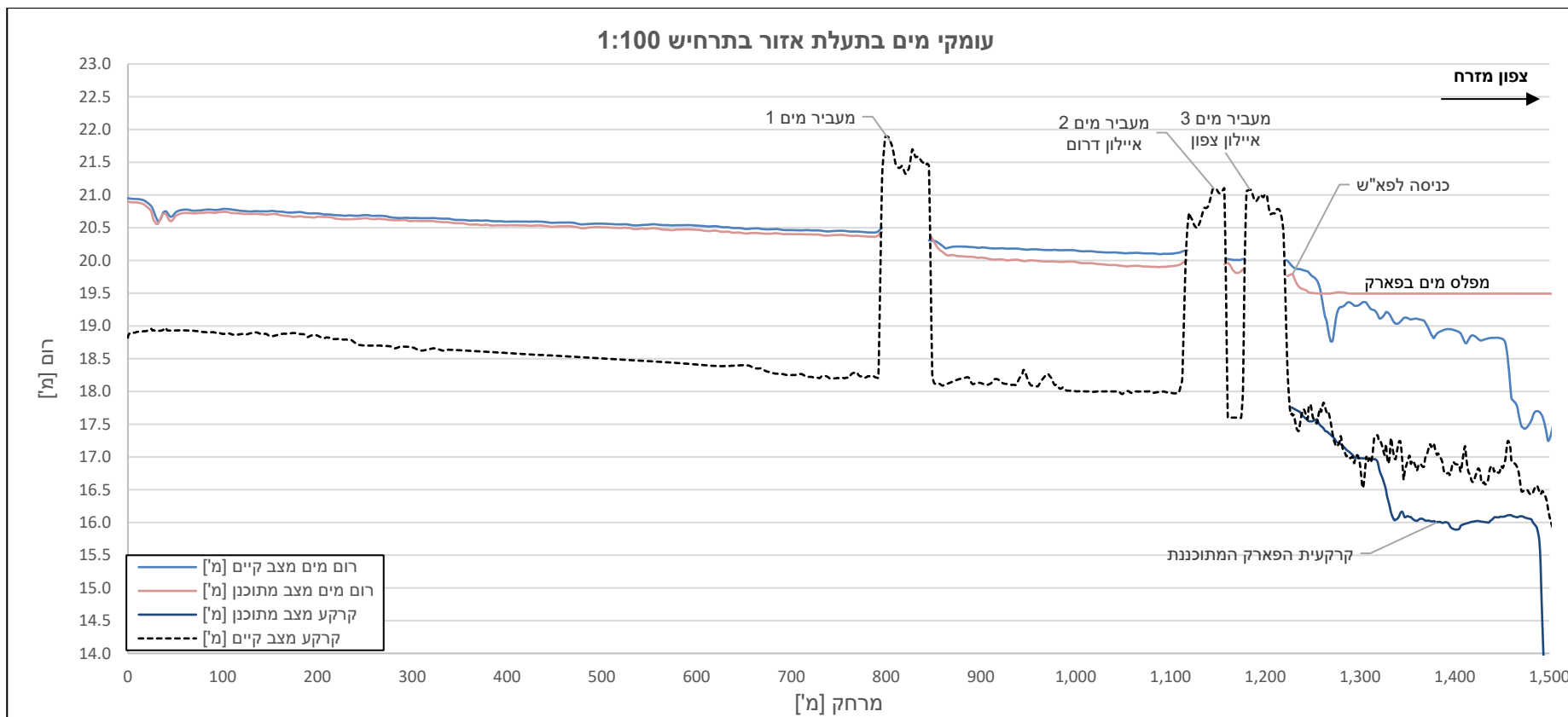
באירוע הידרולוגי 1:100 שנים נצפתה עליית מפלס מים בתעלה הגורמת להצפה קלה מאוד בסביבה הקרובה מאוד לתעלה. ההצפה מתרחשת גם במצב הקיים בהינתן התרחיש ההידרולוגי הנ"ל ולכן לא מדובר בהחמרה. היקף ההצפה הינו קטן מאוד ומפלסי המים מחוץ לתעלה צפויים לרדת מיד לאחר ירידת המים בתעלה עצמה. ניתן לראות כי בנקודה המייצגת שנבחרה במעלה הקרוב של כביש 1, מפלסי המים המקסימליים במצב הקיים עולים בזמנים מסוימים מעל רום +20.0 מ' בעוד במצב המתוכנן לאחר הקמת פא"ש, המפלסים נשארים נמוכים מרום זה במעט. כלומר חל שיפור מסוים בכושר ההולכה של התעלה, כנראה כתוצאה מהרחבת אפיק הזרימה בכניסה לפארק. לעומת זאת, מפלס המים בתעלה נשאר גבוה לאורך זמן ארוך יותר במצב המתוכנן ביחס למצב הקיים, זאת כתוצאה משמירת מפלס המים הגבוה בפא"ש לאחר מילוי.

מבחינה הידרולית, נכון יהיה לומר כי מפלסי הקרקע בעיר המתנקזים לתעלה ונמוכים מרום של כ-20.5 מ' יכולים להיות בסיכון מסוים להצפה בזמן ירידת גשם ישיר על האגן (גם במצב קיים), זאת כתוצאה מירידת כושר ההולכה במערכת הניקוז עקב עליית מפלס המים הזמני בתעלה.

באזור מס' 8 ניתן לראות את האזורים בתוך המועצה, המשוערים כמתנקזים לתעלה, ונמוכים מרום קרקע של כ-20.5 מ' מעל פני הים (חצי מטר מעל מפלס המים המקסימלי בתעלה), ואזורים הנמוכים מרום של +20.0 מ' הנמצאים בסיכון גבוה יותר להצפה בתרחיש זה.

חשוב לומר כי אין זה אומר בהכרח כי תתרחש הצפה באזורים אילו. הדבר תלוי במבנה מערכת הניקוז העירונית ובתחזוקה השוטפת שלה ובזמניות עליית המפלסים בתעלה ביחס לזרימות במערכת הניקוז העירונית. עוד חשוב לציין כי אזורים אילו נמצאים בסיכון להצפה כבר היום באירוע הידרולוגי של 1:100 שנים טרם הקמת הפארק. כמו כן, עליית מפלס המים בתעלה הינה זמנית, לאחר מספר שעות צפוי הניקוז העירוני לחזור לתפקוד רגיל ברגע ירידת מפלס המים בתעלה.





איור 9 : חתך עומק מים מקסימלי לאורך תעלת אזור בתרחיש 1:100

3.2.4 אירוע הידרולוגי בהסתברות 1:100 שנים מתוח ב-1.25

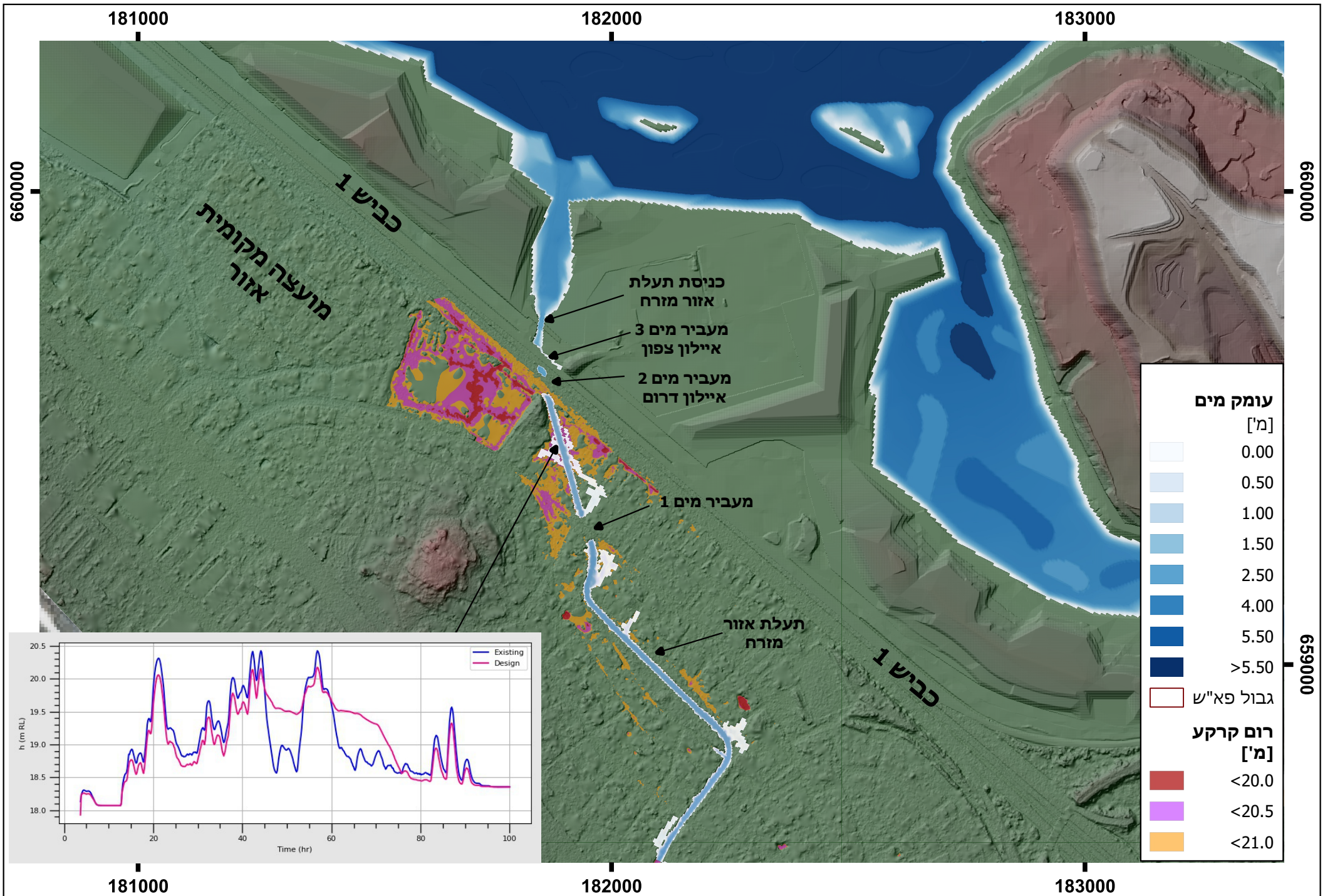
איורים 10-11 מציגים בהתאמה את זרימות המים המקסימליות בתעלת אזור מזרח, באירוע בהסתברות 1:100 שנים מתוח בפאקטור 1.25 במצב מתוכנן, ואת חתך הזרימה בתעלה ביחס למצב הקיים (טרם הקמת פא"ש).

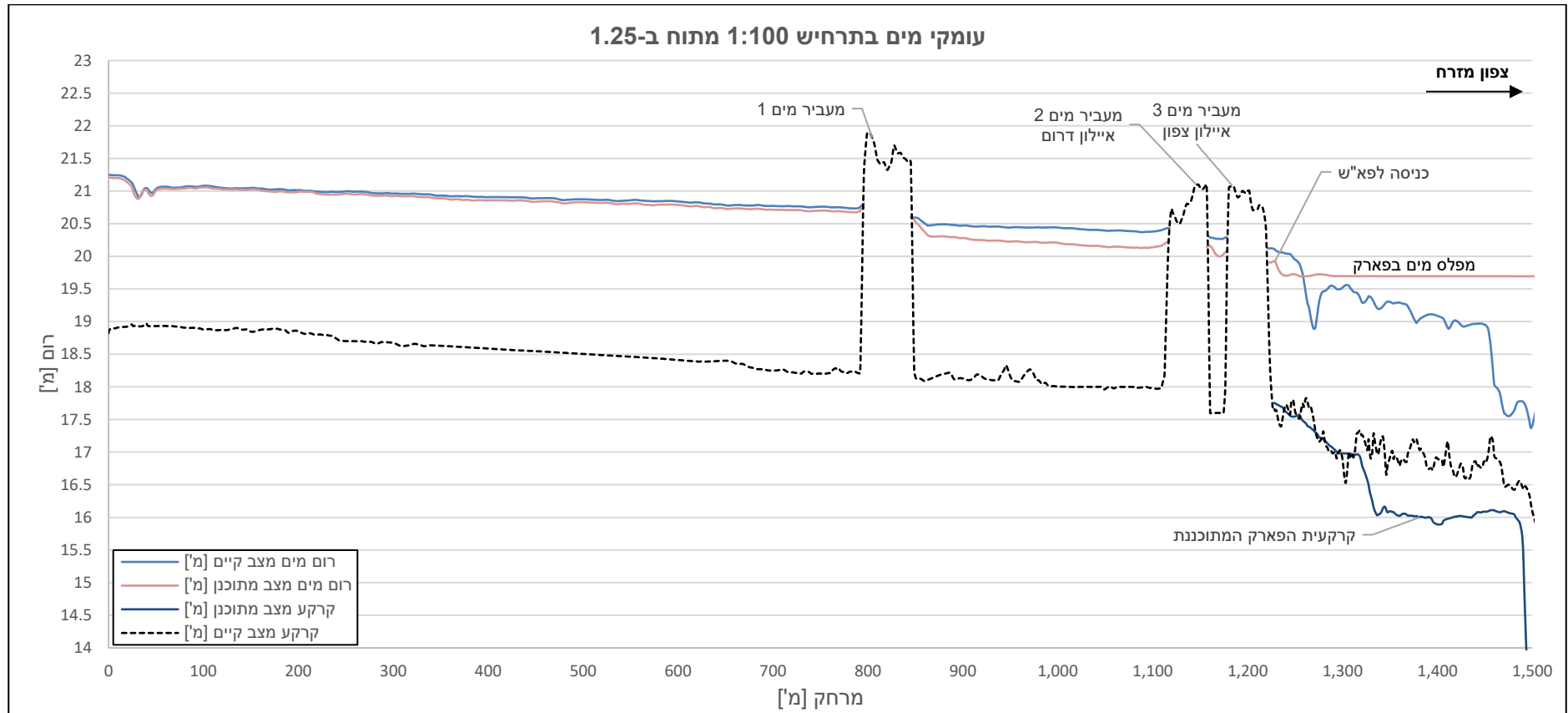
באירוע זה נצפתה עליית מפלס מים בתעלה הגורמת להצפה קלה בסביבה הקרובה לתעלה. ההצפה מתרחשת גם במצב הקיים בהינתן התרחיש ההידרולוגי הנ"ל. היקף ההצפה הינו קטן יחסית ומפלסי המים צפויים לרדת מיד לאחר ירידת מפלס המים בתעלה בסיום האירוע. ניתן לראות כי בנקודה המייצגת שנבחרה במעלה הקרוב של כביש 1, מפלסי המים המקסימליים במצב הקיים עולים בזמנים מסוימים עד מתחת לרום של 20.5 מ' בעוד במצב המתוכנן לאחר הקמת פא"ש, המפלסים נשמרים מעט נמוכים מרום זה. כלומר חל שיפור מסוים בכושר ההולכה של התעלה. לעומת זאת, מפלס המים במצב המתוכנן נשאר גבוה לאורך זמן ארוך יותר כתוצאה משמירת מפלס המים הגבוה בפא"ש.

מבחינה הידרולית, נכון יהיה לומר כי מפלסי הקרקע בעיר המתנקזים לתעלה ונמוכים מרום של כ-21.0 מ' יכולים להיות בסיכון מסוים להצפה בזמן ירידת גשם ישיר על האגן (גם במצב קיים), זאת כתוצאה מירידת כושר ההולכה של מערכת הניקוז העירונית עקב עליית מפלס המים הזמני בתעלה. באיור מס' 10 ניתן לראות את האזורים בתוך המועצה, המשוערים כמתנקזים לתעלה, ונמוכים מרום קרקע של 21.0 מ' מעל פני הים (יותר מחצי מ' מעל מפלס המים), כמו כן את האזורים הנמוכים מרום 20.5 מ' ו 20.0 מ' הנמצאים בסיכון גבוה יותר להצפה בתרחיש זה כתוצאה מזרימת מים אחורה במערכת הניקוז.

חשוב לומר כי אין זה אומר שתהיה בהכרח הצפה באזורים אילו, הדבר תלוי במערכת הניקוז ובזמניות עליית המפלסים בתעלה ביחס לזרימות בניקוז העירוני. סביר כי השטחים הנמוכים מרום קרקע של 20.5 מ' יהיו מוצפים כתוצאה מזרימת מים אחורה דרך המערכת הניקוז העירונית.

בנוסף, התרחשות ההצפות תלויה במבנה מערכת הניקוז העירונית ובתחזוקה השוטפת שלה ובזמניות עליית המפלסים בתעלה ביחס לזרימות במערכת הניקוז העירונית. עוד חשוב לציין כי אזורים אילו נמצאים בסיכון להצפה כבר היום באירוע הידרולוגי של 1:100 שנים מתוח ב 1.25 בטרם הקמת הפארק. כמו כן, עליית מפלס המים בתעלה הינה זמנית, לאחר מספר שעות צפוי הניקוז העירוני לחזור לתפקוד רגיל ברגע ירידת מפלס המים בתעלה.





איור 11 : חתך עומק מים מקסימלי לאורך תעלת אזור בתרחיש 1:100 מתוח בפאקטור 1.25

4. סיכום ומסקנות

4.1 כללי

- 1) מתוצאות המודלים בתרחישים השונים שנבדקו ניתן ללמוד כי לא צפויה עליה של מפלסי המים בתעלת אזור מזרח, במצב המתוכנן שלאחר הקמת פא"ש, ביחס למצב הקיים בטרם הקמת נפח האיגום בפארק.
- 2) מפלסי המים המקסימליים לאורך תעלת אזור נמוכים במעט במצב המתוכנן ביחס למצב הקיים. הפרש זה מצטמצם ככל שהאירוע ההידרולוגי מחרף (הסתברות נמוכה יותר).
- 3) הסיכונים המוצגים לעיל מתקיימים גם במצב הקיים היום, בתרחישים הנ"ל טרם הקמת נפח האיגום בפארק. כלומר, לא נצפתה תוספת סיכון כתוצאה מהקמת הפארק.
- 4) כל התרחישים המוצגים בדוח זה נבדקו על בסיס נתוני התכן, ההידרולוגיה ואופן תפעול הפארק כפי שנקבעהו לצורך התכנון. כל שינוי באחד או יותר מנתונים הללו עלול לגרום שינוי בתוצאות הבחינה לעיל.

4.2 גלישות מהתעלה

- 1) בתרחיש הידרולוגי 1:30 שנים לא נצפו כלל הצפות של אזורים בקרבת התעלה. בתרחיש 1:100 נצפתה הצפה קלה מאוד בנקודות מסוימות בסביבה הקרובה של התעלה (הצפות לא משמעותיות כלל), ובתרחיש 1:100 מתוח ב 1.25 נצפתה הצפה קלה בסביבה הקרובה של התעלה. כל נקודות ההצפה בתרחישים השונים צפויים להתנקז לתעלה לאחר ירידת המפלס.

4.3 הצפות מהניקוזים העירוניים

- 1) בתרחיש הידרולוגי של 1:30 ישנה סכנה מסוימת לצפת אזורים בתוך שטח המועצה הנמוכים מ-20.0+מ' בעיקר כתוצאה מירידת כושר ההולכה של מערכת הניקוז העירונית בזמן עליית המפלס בתעלה. לאחר ירידת מפלס המים בתעלה הסיכון להצפה יורד גם כן.
- 2) בתרחיש הידרולוגי של 1:100 שנים ישנה סכנה להצפה של אזורים נמוכים מ-20.0+מ' כתוצאה מזרימת מים הפוכה במערכת הניקוז (Back Flow) ובגבהים הנמוכים מ 20.5+מ' ישנה סכנה להצפה כתוצאה מגשם ישיר וירידת כושר ההולכה של מערכת הניקוז כתוצאה מעליית מפלס המים בתעלה. לאחר ירידת מפלס המים בתעלה הסיכון להצפה יורד משמעותית.
- 3) בתרחיש הידרולוגי 1:100 שנים מתוח בפאקטור 1.25 ישנה סכנה להצפה של אזורים נמוכים מ 20.5+מ' כתוצאה מזרימת מים הפוכה במערכת הניקוז (Back Flow) ובגבהים הנמוכים מ 21.0+מ' ישנה סכנה להצפה כתוצאה מגשם ישיר וירידת כושר ההולכה של מערכת הניקוז כתוצאה מעליית מפלס המים בתעלה. לאחר ירידת מפלס המים בתעלה הסיכון להצפה יורד משמעותית.