

# מתחם הקרולינות

## סקר הידרולוגי



הלקוח:  
החברה הכלכלית לאילת



מנהל הפרויקט:  
גדי רויטמן  
פרו-ש.י.א – הנדסה בניה ותשתיות  
הרצל 63, ראשלי"צ  
טלפון: 050-7786089  
דוא"ל: [gadiroitman@gmail.com](mailto:gadiroitman@gmail.com)



יועץ הידרולוגיה:  
מקסים אוציטל  
לביא נטיף מהנדסים בע"מ  
השקמה 3, אזור  
טלפון: 03-5584505  
דוא"ל: [maxim@lavi-natif.co.il](mailto:maxim@lavi-natif.co.il)

אפריל 2018  
סימננו: T-5211-01

מהדורה מספר 0

עמוד 1 מתוך 28

## מתחם הקרולינות

### סקר הידרולוגי

#### תוכן עניינים:

3.....	מבוא.....	1.
3.....	תיאור הקטע המתוכנן.....	2.
14.....	שינויים בסכנת הניקוז.....	3.
15.....	נתונים הידרולוגיים.....	4.
18.....	חישוב ספיקות שיא וקביעת ספיקות התכן.....	5.
25.....	סיכום והמלצות.....	6.

#### רשימת תכניות

5211-01 – סכמת ניקוז (קנ"מ 1,000:1)

## 1. מבוא

החברה הכלכלית לאילת מקדמת פיתוח מתחם הקרולינות כמתחם נופש ואירוח. מטרת עבודה זו הינה הערכת ספיקות השיא הצפויות בגבולות אגני היקוות של התכנית וזאת ככלי לתכנון מערכות ניקוז ותיעול בפרויקט.

## 2. תיאור הקטע המתוכנן

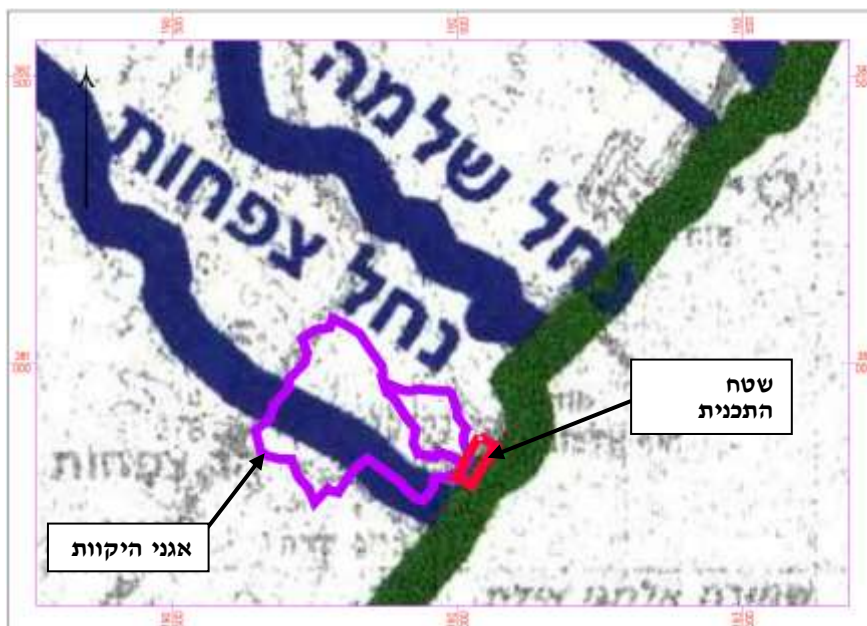
### 2.1. מיקום הקטע המתוכנן

המתחם המתוכנן נמצא כ-10 ק"מ דרומית לעיר אילת ממערב ובצמוד לכביש 90. השטח גובל מדרום עם ב"ס שדה קיים, מלון ישרוטל מצפון, כביש 90 ממזרח מדרונות הררים ממערב כולל שני ערוצי נחלים. שטח התכנית היום מהווה מתחם נופש היסטורי ולא מסודר שבחלקו הצפוני מבני נופש רעועים ובדרום מתחם זמני לקראונים. המתחם בחלקו תחום ע"י קיר אבן וסוללות עפר וכולל מספר מפלסים לרבות טרסות. הגישה אל המתחם מדרום דרך שער קיים. שטח המתחם מנוקז עילית מזרחה לכיוון כביש 90 בהתאם לקווי טופוגרפיה קיימים. שטח המתחם נמצא במוצא שני ערוצי וואדי מקומיים אשר אחד מהם, הדרומי מבין שניהם, הינו שפך נחל גרעינית שמקורו בשיפולים הצפוניים של הר צפחות.

נחל גרעינית מופיע בתמ"א 34ב/34 כנראה בשם נחל צפחות בהתאם בעל רצועת השפעה ברוחב 100 מ' מכל גדה. התכנית המקודמת נמצאת במוצאו של הנחל אל שטחים מישוריים ממערב לכביש 90 ולכן מהווה חסם חלקי להתנקזות הערוץ מזרחה. בהתאם שטח התכנית עלול להיות מוצף ולהינזק עקב זרימה שיטפונית הן מנחל גרעינית והן מערוץ הצמוד אליו מצפון.

באיור מס' 2.1.1 ניתן לראות את מפת אגני היקוות על רקע תמ"א 34ב/3:

איור 2.1.1. מפת אגני היקוות על רקע תכנית תמ"א 34ב/3



## 2.2. תיאור אגני היקוות

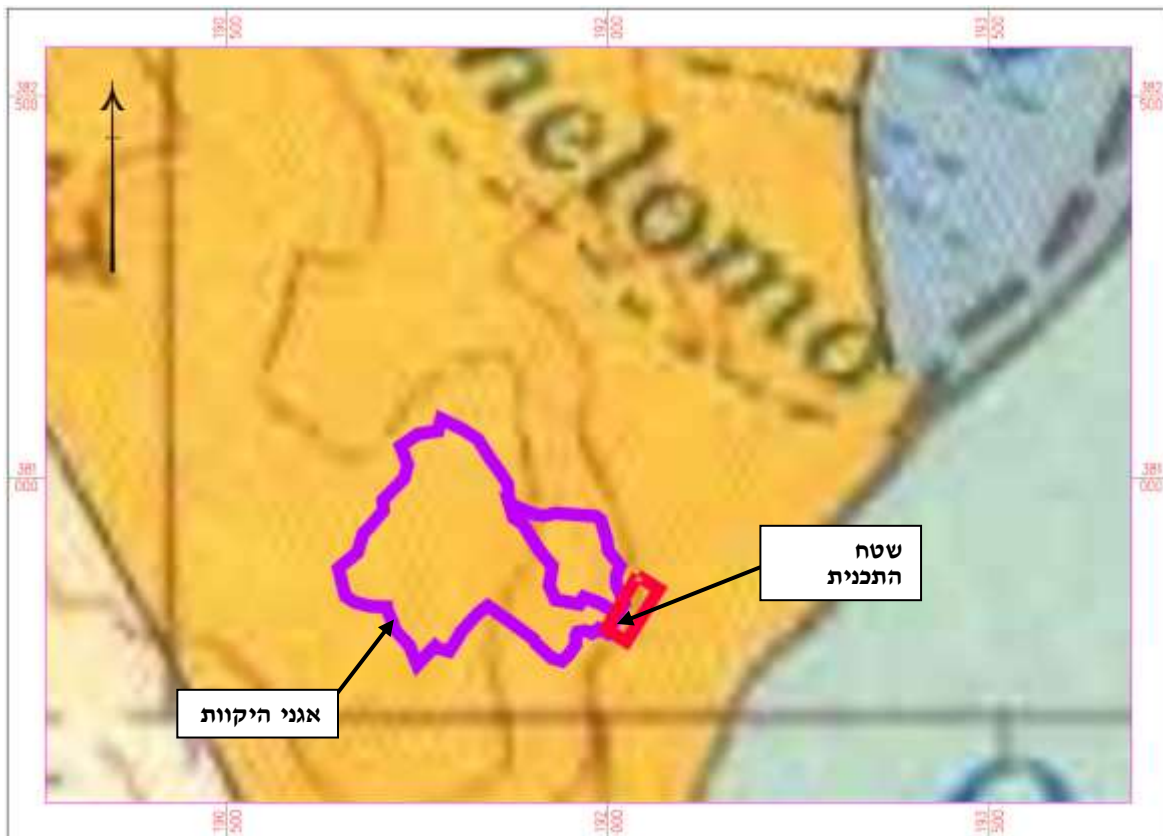
אל שטח התכנית מתנקזים 3 אגני היקוות מכיוון מערב. שטח האגן הגדול מבניהם הוא כ- 0.5 קמ"ר (נחל גרעינית) שטחם של שאר האגנים נע בין 0.1-0.01 קמ"ר. שטח המתחם מהווה אגן היקוות נפרד התחום בגבולות התכנית.

הקרקעות השולטות בתחום התכנית הינן קרקעות "סלעים חשופים ואלוביום מדברי גס" (X-1). קרקעות אלו הינן אופייניות לאזור ונפוצות מאוד במורדות הדרומיים והמזרחיים של הר הנגב. טופוגרפיה מקומית מאופיינת בשטחים הררים עם מורדות תלולים, גיאיות צרים עם כיסוי אלוביום מדברי גס. הסלעים הינם בעיקר מסוג גיר, דלומיט וצור עם הופעה מקומית של סלעים מגמטיים שונים.

לקרקע מקדם נגר גבוה במיוחד וזאת גם לאור הימצאות סלעים בעומק רדוד שאינו מאפשר חלחול הולם של מי הגשם.

ראה מפת קרקעות באיור 2.2.1 :

### איור 2.2.1. מפת קרקעות בתחום אגני היקוות שבפרויקט.



במצב קיים, האגנים מנוקזים מזרחה לכיוון ים סוף ודרך כביש 90 בזרימה עילית. בקטע הנדון אין מתקני חציה קיימים למעט מעביר מים אחד (צינור 80 ס"מ) בסמוך למלון ישרוטל.

עקב כושר הולכה מוגבל של מעביר זה, מי נגר מציפים את שטחי הכביש והשטחים הסמוכים אליו. עבור כל אגן היקוות מובאת מפה בה מופיעים גבולות האגן על רקע תצ"א ונתיבי זרימה ראשיים עד למוצאם בנקודות ריכוז.

פירוט נתוני אגני ההיקוות מופיעה בטבלה 2.2.2 בסוף תת פרק זה.

### 2.2.1. אגן מס' 1

שטח האגן כ- 0.5 קמ"ר והינו הגדול מבין שאר האגנים (נחל גרעינית). תכסית האגן הינה טבעית לחלוטין ובעלת שיפועים תלולים מאוד.

האגן נמצא בחלקו הדרומי של המתחם המתוכנן וגובל עם שטחים של ב"ס שדה אילת, כאשר ערוץ זרימה מסתעף ומוטה כלפי דרום בפינה הדרום - מערבית של המתחם וזאת באמצעות סוללות עפר לא מוסדרות, כנראה לצורך הגנה על המתחם ההיסטורי.

בדופן הדרומית של המתחם הזרימה מתועלת בתעלה פתוחה אשר חסומה ע"י דרך כניסה קיימת למתחם מדרום.

התעלה מסתיימת בשקע ללא מוצא בפינה הדרום - מזרחית של המתחם. (ראה תמונות בפרק 2.3).

בקטע הנדון אין מתקני חציה קיימים דרך הכביש כגון מעבירי מים או מובלים סגורים למעט צינור ניקוז מצפון למתחם.

במסגרת תכנית אב לניקוז עיר אילת (תהל, 2009) באזור המתחם מוצע להתקין מעביר מים מסיבי בעל 3 פתחים לריכוז וניקוז מי שיטפונות מאגנים סמוכים.

#### איור 2.2.1.1. מראה כללי של אגן מס' 1



## 2.2.2. אגן מס' 2

שטח האגן הינו כ-0.1 קמ"ר. האגן שוכן בחלקו המרכזי של המתחם המתוכנן. תכסית האגן הינה טבעית לחלוטין ובעלת שיפועים תלולים מאוד. האגן מתנקז לכיוון מזרח עד מוצאו בשטח המתחם המתוכנן. הזרימה בשטחים אלו אינה מתועלת ומתפזרת בהתאם לטופוגרפיה כולל גרופת וסחף. (ראה תמונות בפרק 2.3).

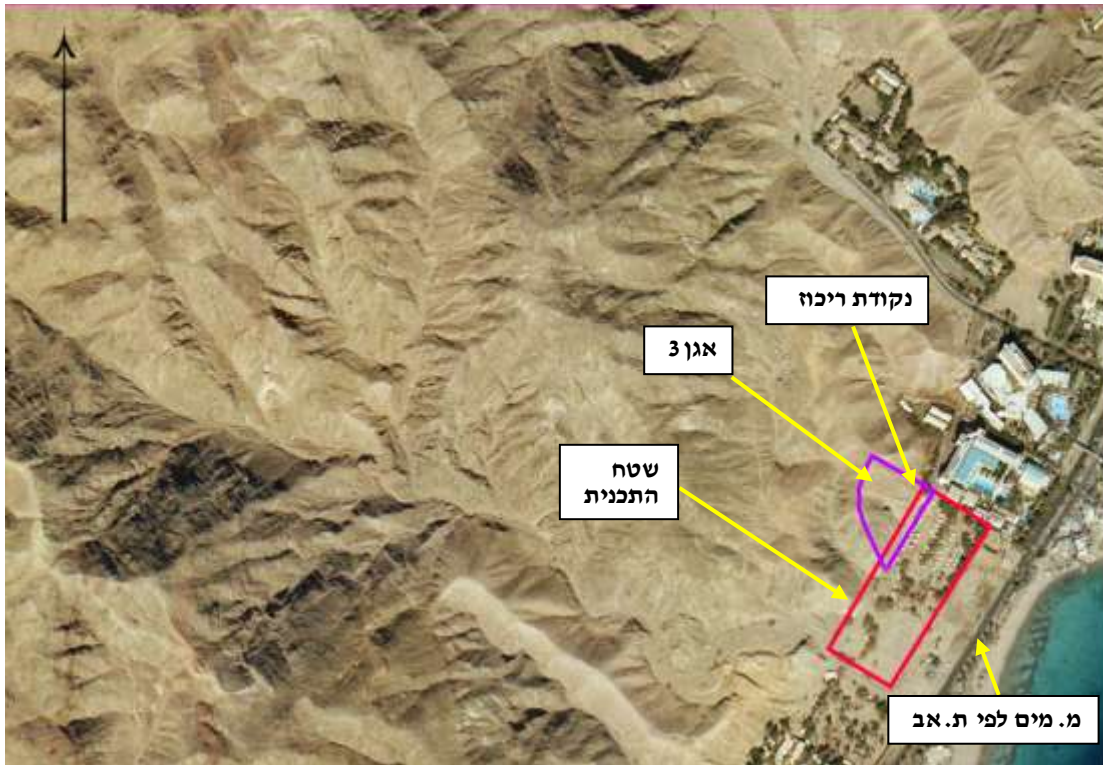
### איור 2.2.1.2. מראה כללי של אגן מס' 2



## 2.2.3. אגן מס' 3

שטח האגן כ-0.008 קמ"ר (8 דונם) והנו הקטן מבין שלושת האגנים. האגן נמצא בחלקו הצפוני של המתחם וגובל מצפון עם מלון ישרוטל. האגן מתנקז לכיוון צפון-מזרח בשטח המתחם ומשם מזרחה בזרימה עילית. שיפולי ההר הפונים כלפי המתחם תלולים וארוזיביים מאוד אשר נחרצו ע"י זרימת נגר הכוללת סחף וגרופת (ראה תמונות בפרק 2.3).

### איור 2.2.1.3. מראה כללי של אגן מס 3



### 2.2.4. אגן מס' 4

שטח האגן כ-0.023 קמ"ר (23 דונם) ומהווה את אגן בגבולות המתחם המתוכנן. תכנית האגן מהווה שטח לאחר פיתוח על שלל מתקניו ותשתיות. בחלקו הצפוני שוכנים מבני נופש היסטוריים אשר לא בשימוש. שיפועי השטח מתונים ומוסדרים כלפי מזרח לרבות באמצעות טרסות וחלוקה לשני מפלסים. האגן מתנקז עילית לכיוון מזרח ללא ערוצים בולטים אל שטחי חניון עפר ומשם לעבר כביש 90.

### איור 2.2.1.4. מראה כללי של אגן מס 4



טבלה 2.2.2. ריכוז נתונים עבור אגני ההיקוות בתחום הפרויקט - מצב קיים ומתוכנן

קבוצות תכסית ב- % משטח אגן	שיפוע אפיק ראשי	Hmin	Hmax	אורך אפיק	שטח אגן כולל	מס' אגן
מדברי הררי	[מ'מ']	[מטר]	[מטר]	[מטר]	[קמ"ר]	
100%	7%	17	50	600	0.50	1
100%	12%	15	50	400	0.10	2
100%	40%	15	45	75	0.01	3
100%	5%	5	10	100	0.02	4

הערה : באגן 4 הבדלי תכסית במצב קיים ומתוכנן זניחים

## 2.3. תמונות אגני היקוות

### 2.3.1. אגן מס' 1

איור 2.3.1.1. אגן מס' 1 - מבט אל מעלה נחל גרעינית



איור 2.3.1.2. אגן מס' 1 - מבט על שטח התכנית מכיוון הנחל



איור 2.3.1.3. אגן מס' 1 - מבט על תוואי הנחל בצמוד לתכנית



## 2.3.2. אגן מסי' 2

איור 2.3.2.1. אגן מסי' 2 - מבט אל מעלה הערוץ



איור 2.3.2.2. אגן מסי' 2 - מבט אל שפך הערוץ בשטח התכנית



### 2.3.3. אגן מס' 3

איור 2.3.3.1. אגן מס' 3 - מבט לכיוון דרום-מערב



איור 2.3.3.2. אגן מס' 3 - מבט לכיוון צפון-מערב



## 2.3.4. אגן מס' 4

איור 2.3.4.1. אגן מס' 4 - שטח התכנית – חלק דרומי



איור 2.3.4.2. אגן מס' 4 - שטח התכנית – חלק צפוני



## 2.4. תיאור מצב קיים של מתקני ניקוז

כאמור בשטח התכנית אין מתקני ניקוז קיימים למעט מעביר מים בחלק הצפון-מערבי של התכנית בתחום תעלת כביש 90. המעביר הינו בקוטר כ-80 ס"מ (משוער) כאשר מצב תפקודו אינו ידוע היות ואין גישה אליו ואל פתח יציאה בצד הים.

בטבלה 2.4.1 מובא פירוט של מעביר המים. ראה תמונות של מעביר המים בפרק 2.6.

טבלה 2.4.1 פירוט נתוני מעבירי המים הקיימים

מס' אגן	מס' מעביר	מס' חתך כביש	מיקום		חתך מעביר	מידות מעביר (כניסה)	גובה כביש מעל מעביר	כושר הולכה (מק"ש)	מצב תפקודי	סימני זרימה
			Y	X						
1-4	PC-1	90	380523	192231	צינור	~Ø80	~1.50	0	לא ידוע	-

## 2.5. בעיות מיוחדות

### 2.5.1. מעביר PC-1

כפי שצוין לעיל, כושר הולכה ותפקוד המעביר אינו ידוע. בכל מקרה מידות המעביר אינן מתאימות לספיקות תכן מאגנים סמוכים ולכן בעת שטפון יגלשו מי הנגר אל כביש 90.

## 2.6. תמונות מעבירי המים הקיימים

### 2.6.1. מעביר PC-1

2.6.1.1. איור מעביר מים PC-1 – מתקן כניסה – שוחת שטח





איור 2.6.1.2. מעביר מים PC-1 – מתקן יציאה ללא מוצא

### 3. שינויים בסכמת הניקוז

היות שטח התכנית נמצא במוצא נחל גרעינית וערוץ נוסף, נדרשות פעולות למניעת הצפות ונזקי ארוזיה במתחם המתוכנן ובסביבתו מבלי לגרוע מתפקוד תקין עורקי ניקוז.

לצורך זה נדרשות עבודות הסטה, התוויה והסדרה של מוצאי ניקוז אלו ובפרט באגנים 1 ו-2.

מוצע שאגן מס' 2 יחובר לאגן מס' 3 באמצעות תעלת בטון פתוחה שיכולה לשמש גם בתור קיר ניקיון לניקוי מפולות קרקע וסחף לעת הצורך. לא מומלץ לחבר אגן מס' 2 לאגן מס' 1 עקב אילוצי גובה ושיפועים באתר.

שני האגנים, 2 ו-3, ינוקזו צפונה לעבר גבול עם מלון ישרוטל ומשם מזרחה לעבר צינור ניקוז קיים PC-1.

היות ולנחל גרעינית אין מוצע מוסדר לים יש חשש להחמרת מצב הצפות והיקוות מים בסמוך לתכנית בעת אירוע גשם.

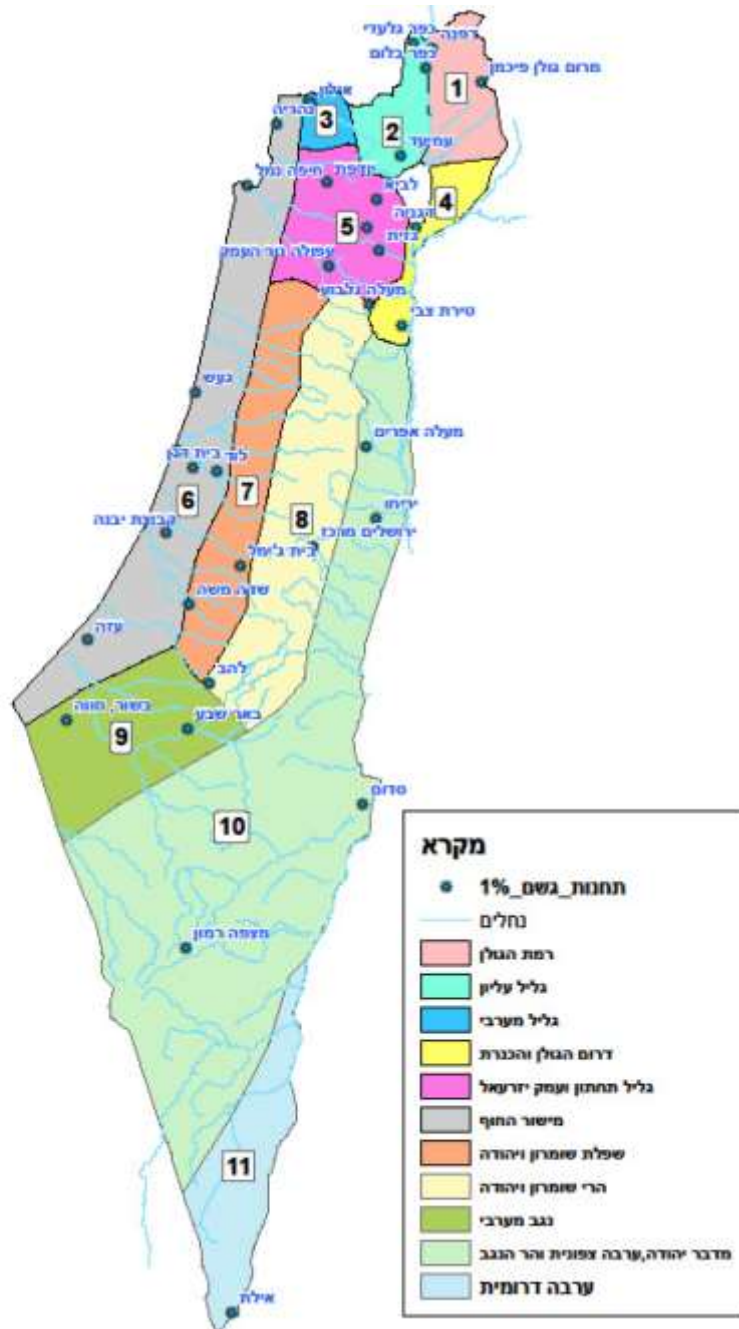
## 4. נתונים הידרולוגיים

### 4.1. נתוני גשם

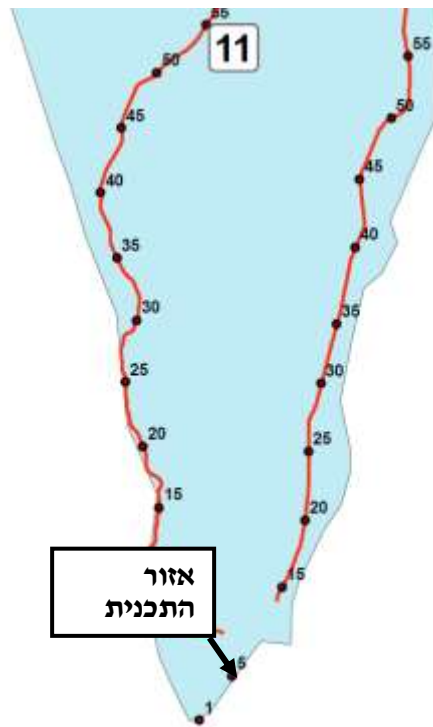
עוצמות הגשם בתחום הסקר חושבו בהתאם להמלצות מסמך "עדכון בסיס נתוני עוצמות הגשם בישראל וקביעת עוצמות גשם תכן כפרמטר בסיסי לתכנון ניקוז מערכות תחבורה" (רפי הלוי/שמואל ארבל מרץ 2016).

במסגרת מחקר זה, נותחו עוצמות הגשם בישראל לפרקי זמן קצרים בתחנות הגשם הרושמות כולל עדכון נתונים עד שנת 2014. בנוסף על ניתוח נתוני עוצמות, ההכללה המרחבית התבססה על סקירת אירועי גשם קיצוניים של השרות המטאורולוגי, על נתונים של פריסת הגשם ממכ"ם העננים בסופות גשם שונות ועל עוצמות גשם שחושבו מתוך נתוני זרימה באירועי סופות קיצון. באיור 4.1.1 ניתן לראות את החלוקה לאזורי גשם לפי מחקר זה, ובאיור 4.1.2 ניתן לראות את קטע הכביש הנבדק ביחס לאזורי הגשם.

איור 4.1.1. חלוקה לאזורי גשם לפי "עדכון בסיס נתוני עוצמות הגשם בישראל וקביעת עוצמות גשם תכן כפרמטר בסיסי לתכנון ניקוז מערכות תחבורה" (רפי הלוי/שמואל ארבל מרץ 2016).



איור 4.1.2. אזור הפרויקט ביחס לאזורי הגשם

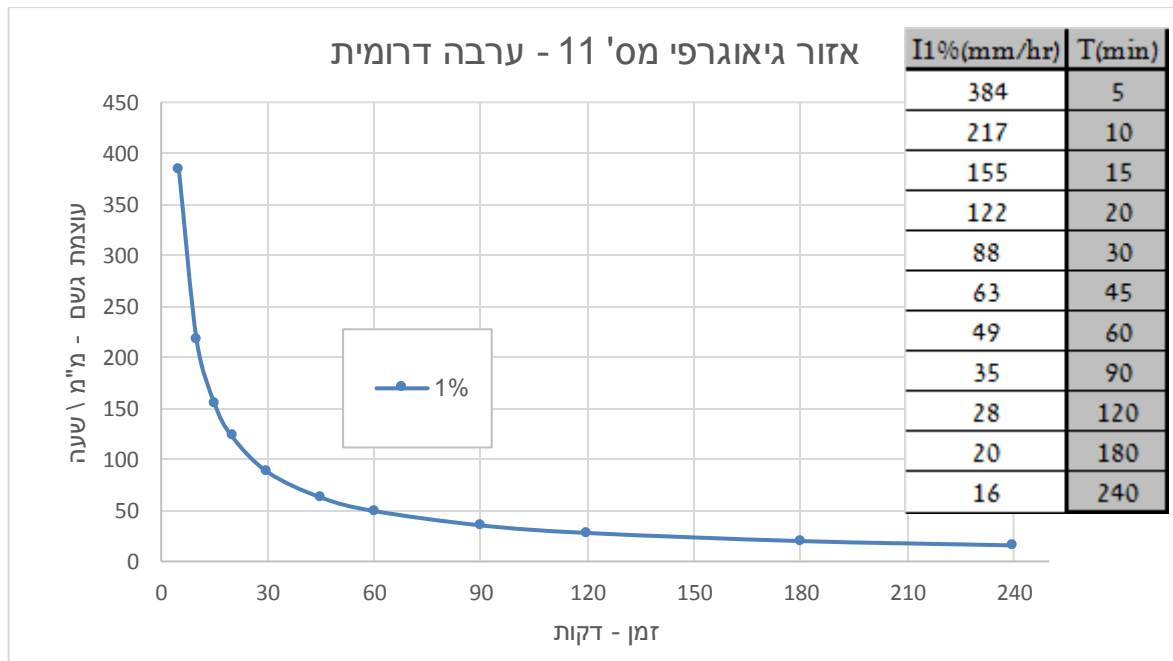


לפי מסמך זה, עוצמות הגשם באזור הגיאוגרפי בו נמצאים אגני ההיקוות בפרויקט זה (אזור מס' 11) מחושבים לפי הנוסחה הבאה – ראה תוצאות באיור מס' 4.1.3.  
 נוסחה מס' 1:

$$I_{1\%} = 1447.8 * T^{-0.825}$$

$I_{1\%}$  - עוצמת הגשם בהסתברות 1%

T - משך זמן (דקות)



איור 4.1.3. עוצמות הגשם בהסתברות 1% עבור אזור הפרויקט

## 5. חישוב ספיקות שיא וקביעת ספיקות התכן

ספיקות התכן חושבו בשיטות והאמצעים הבאים:

- השיטה הרציונלית
- מודל ערבה

ספיקות התכן נקבעו לאחר בחינת התוצאות שהתקבלו בשיטות ובאמצעים הנ"ל עבור כל אגן בנפרד.

### 5.1 שיטות החישוב

#### 5.1.1 השיטה הרציונלית

שיטת חישוב זו נותנת תוצאות טובות עבור אגני היקוות קטנים בשטח של עד 1 קמ"ר, אך ניתן לעשות בה שימוש גם עבור אגנים גדולים יותר בשטח של עד 4-5 קמ"ר. בשיטה זו נלקחים בחשבון שלושה פרמטרים עיקריים: מקדם נגר, עוצמת גשם ושטח האגן. ראה נוסחה מס' 2.

נוסחה מס' 2:

$$Q = \frac{C * I * A}{3.6}$$

Q - ספיקת התכן בהסתברות 1% (מק"ש)

C - מקדם ספיקת שיא - היחס בין עובי הגשם לנפח הנגר

I - עוצמת גשם בהסתברות תכן לזמן ריכוז (מ"מ/שעה)

A - שטח אגן ההיקוות (קמ"ר)

#### מקדמי ספיקת השיא

מקדמי ספיקת השיא חושבו בהתאם למסמך "פתרון הנחיות לחישוב ספיקות תכן מאגנים קטנים לצורך קביעת ממדי מערכת ניקוז בכבישי החברה" (פולק/ארבל עבור מע"צ 2012). ראה את מקדמי הספיקה בהסתברות 1% אשר פורסמו במסמך הנ"ל בטבלה 5.1.1.1. בטבלה 5.1.1.2 מפורטים מקדמי הספיקה כפי שנעשה בהם שימוש בסקר זה, ובטבלה 5.1.1.3 מובא ריכוז הנתונים עבור אגני ההיקוות במסגרת הסקר.

טבלה 5.1.1.1. מאפייני אגני היקוות, מקדמי ספיקה ומקדמי תיקון לזמן ריכוז כפי שפורסמו ב"פתרון הנחיות לחישוב ספיקות תכן מאגנים קטנים לצורך קביעת ממדי מערכת ניקוז בכבישי החברה" (פולק/ארבל עבור מע"צ 2012).

מס' קבוצה	שימושי קרקע	צפיפות רשת ניקוז ורמת הסדרה	שיפוע ממוצע של האפיק	חבורת קרקע שולטת (מיון לפי יואל דן)	מקדם הכפלה לזמן ריכוז לפי קירפיך	מקדם ספיקה בהסתברות 1%
1	גידולי שדה, כרמים, מטעים ופרדסים צעירים, קרקעות חשופות ללא אמצעי שימור קרקע	מפותחת	גדול מ-1%	H <sub>9,11,D</sub> , E,K,B	0.4	0.75
2	גידולי שדה, כרמים, מטעים ופרדסים צעירים, קרקעות חשופות ללא אמצעי שימור קרקע	לא מפותחת	קטן מ-1%	H <sub>1,5</sub> , E, K	(0.6)	0.3
3	קרקעות מחופות היטב, מטעים מבוגרים עם חיפוי נוף נרחב, קרקעות עם אמצעי שימור קרקע	לא מפותחת כלל	גדול מ-1%	B,H,K,E	1.0	0.3
4	שדות בור וחורשים תיכוני בקרקעות הרריות	מפותחת	גדול מ-1%	M,B,A,D	1.2	0.25
4א	שדות בור וחורשים תיכוני בקרקעות הרריות	לא מפותחת	גדול מ-1%	M,B,A,D	(1.3)	(0.15)
5	יערות ותיקים וקצירי נגר	-	-	M,B,A	-	0
6	שטחים חקלאים במישורים	לא מפותחת	קטן מ-0.5%	H <sub>1,5</sub>	1.1	0.15
7	עירוני	מע' ניקוז משופרת	גדול מ-0.5%	-	0.25	0.6
8	כפרי ועירוני	מע' ניקוז ישנה	קטן מ-0.5%	-	(0.4)	0.3
9	כפרי ועירוני	מע' ניקוז ישנה	גדול מ-0.5%	-	(0.5)	0.5
10	קרקעות מדבריות חשופות	מפותח מאד טבעי	גדול מ-3%	R,X,Y <sub>3</sub> , M,N,S	0.4	0.9
11	קרקעות מדבריות חשופות	לא מפותחת	קטן מ-3%	Y <sub>1-7</sub>	0.8	0.4
12	קרקעות חוליות	לא מפותחת	קטן מ-1%	E <sub>4</sub> ,V <sub>2</sub>	1	0.2

טבלה 5.1.1.2. מקדמי הספיקה בהסתברות 1% אשר נעשה בהם שימוש במסגרת סקר זה:

מס"ד	מס' קבוצה לפי הנחיות מסמך פולק/ארבל	תיאור	מקדם ספיקה בהסתברות 1%
1	10	מדברי הררי	0.9

הערות לקביעת מקדמי הספיקה:

- מאפייני השטח הפתוח ותעשייה בתחום הסקר הם בעלי התאמה גבוהה לאלו המופיעים במסמך פולק/ארבל. בהתחשב בכך, נעשה שימוש במקדמי ספיקת השיא אשר פורסמו במסמך.
- מקדם ספיקת השיא הנבחר עבור כל אגן הוא סכום מכפלת יחסי השטחים של כל קבוצת שימושי קרקע במקדם ספיקת השיא היחסי שלה.

טבלה 5.1.1.3 ריכוז נתונים עבור אגני ההיקוות בתחום הפרויקט ומקדמי הספיקה עבור שימושי הקרקע בהם

מקדם ספיקה משוקלל בהסתברות 1%	קבוצות תכסית ב- % משטח אגן	מס' אגן
	מדברי הררי	
-	0.9	-
0.9	100%	1
0.9	100%	2
0.9	100%	3
0.9	100%	4

### חישוב זמני הריכוז ועוצמות הגשם

עוצמת הגשם (I) תלויה בזמן הריכוז, אשר מחושב לפי נוסחת קירפיך – ראה נוסחה מס' 3. בטבלה 5.1.1.5 מוצגים זמני הריכוז שהתקבלו עבור כל אחד מהאגנים.

נוסחה מס' 3:

$$Tc = K * 5.4 * L^{0.75} * S^{-0.375}$$

Tc - זמן ריכוז (דקות)

K - מקדם תיקון לזמן ריכוז

L - אורך אפיק (ק"מ)

S - שיפוע ממוצע של האפיק, מחושב בהתאם לרומי האפיק ב-2 נקודות – 10% ו- 85% מנקודות ריכוז.

נוסחה זו לא פותחה בארץ, ובכדי להתאים אותה לתנאים ההידרולוגיים הקיימים בה נוסף מקדם התיקון K. בדומה למקדם ספיקת השיא, גם מקדמי התיקון לזמן הריכוז נקבעו בהתאם למסמך "פתרון הנחיות לחישוב ספיקות תכן מאגנים קטנים לצורך קביעת ממדי מערכת ניקוז בכבישי החברה" (פולק/ארבל עבור מע"צ 2012). ראה את מקדמי התיקון לזמן ריכוז אשר פורסמו במסמך פולק/ארבל בטבלה 5.1.1.1. בטבלה 5.1.1.4 מפורטים מקדמי התיקון כפי שנעשה בהם שימוש בסקר זה, ובטבלה 5.1.1.5 מובא ריכוז זמני הריכוז עבור אגני ההיקוות במסגרת הסקר.

טבלה 5.1.1.4. מקדמי התיקון לזמן הריכוז אשר נעשה בהם שימוש במסגרת סקר זה:

מס'ד	מס' קבוצה לפי הנחיות מסמך פולק/ארבל	תיאור	מקדם זמן ריכוז בהסתברות 1%
1	10	מדברי הררי	0.4

הערות לקביעת מקדמי הספיקה:

- זמן הריכוז המינימלי עבור אגנים עד 0.2 קמ"ר נקבע ל- 10 דקות.
- זמן הריכוז המינימלי עבור אגנים מעל 0.2 קמ"ר נקבע ל- 15 דקות.
- ההשפעות בשטח האגן של פיזור, אגירה או שהייה לא מאפשרים התפתחות של זרימה בזמן ריכוז קטן יותר.
- מאפייני השטח הפתוח בתחום הסקר הם בעלי התאמה גבוהה לאלו המופיעים במסמך פולק/ארבל. בהתחשב בכך, נעשה שימוש במקדמי תיקון לזמן ריכוז אשר פורסמו במסמך.
- מקדם התיקון הנבחר עבור כל אגן הוא סכום מכפלת יחסי השטחים של כל קבוצת שימושי קרקע במקדם התיקון היחסי שלה.
- עוצמות הגשם המתאימות עבור זמני הריכוז שהתקבלו חושבו בהתאם למפורט בסעיף 4.1.

טבלה 5.1.1.5. זמני הריכוז ועוצמות הגשם המתאימות שהתקבלו עבור אגני ההיקוות.

מס' אגן	שטח אגן כולל [קמ"ר]	אורך אפיק [מטר]	שיפוע אפיק ראשי [מ'מ']	קבוצות קרקע ב- % משטח אגן ומקדם התיקון לזמן ריכוז שלהן		מקדם תיקון	זמן ריכוז (Tc)		
				מדברי הררי	0.4		מחושב	מתוקן	נבחר
							[דקות]		
1	0.50	600	0.07	100%	0.4	0.4	10	4	15
2	0.10	400	0.12	100%	0.4	0.4	6	2	10
3	0.01	75	0.40	100%	0.4	0.4	1	1	10
4	0.02	100	0.05	100%	0.4	0.4	3	1	10

## חישוב ספיקת התכן

בטבלה 5.1.1.6 מובאות ספיקות התכן בהסתברות 1% כפי שחושבו באמצעות השיטה הרציונלית

טבלה 5.1.1.6. הספיקות המקסימלית בהסתברות 1% כפי שהתקבלו בשיטה הרציונלית

Q	C	I	A	מס' אגן
[m <sup>3</sup> /sec]	[-]	[mm/hr]	[קמ"ר]	
19.4	0.9	217	0.50	1
5.4	0.9	155	0.10	2
0.4	0.9	155	0.01	3
1.3	0.9	155	0.02	4

### התפלגות ספיקות בהסתברויות שונות

יחסי הספיקות להסתברות 1% עבור קבוצות שימושי הקרקע נקבעו בהסתמך על מקדמי המעבר המפורסמים במסמך פולק/ארבל - מע"צ 2012. ראה טבלה מס' 5.1.1.7, ובטבלה 5.1.1.8 מובאים מקדמי המעבר אשר נעשה בהם שימוש במסגרת הסקר.

טבלה 5.1.1.7. מקדמי מעבר לחישוב ספיקות בהסתברויות שונות כפי שפורסמו ב"פתרון הנחיות לחישוב ספיקות תכן מאגנים קטנים לצורך קביעת ממדי מערכת ניקוז בכבישי החברה" (פולק/ארבל עבור מע"צ 2012).

הסתברות 10%	הסתברות 5%	הסתברות 2%	שימושי קרקע	מס' קבוצה
0.3	0.45	0.75	גידולי שדה, כרמים, מטעים ופרדסים צעירים, קרקעות חשופות ללא אמצעי שימור קרקע	1
0.25	0.4	0.7	גידולי שדה, כרמים, מטעים ופרדסים צעירים, קרקעות חשופות ללא אמצעי שימור קרקע	2
0.45	0.6	0.8	קרקעות מחופות היטב, מטעים מבוגרים עם חיפוי נוף נרחב, קרקעות עם אמצעי שימור קרקע	3
0.3	0.5	0.75	שדות בור וחורשים תיכוניים בקרקעות הרריות	4
			יערות ותיקים וקצירי נגר	5
0.5	0.7	0.9	שטחים חקלאים במישורים	6
0.7	0.8	0.9	עירוני	7
0.5	0.6	0.9	כפרי ועירוני	8
0.6	0.7	0.9	כפרי ועירוני	9
0.15	0.25	0.6	קרקעות מדבריות חשופות	10

טבלה 5.1.1.8. פירוט מקדמי מעבר לחישוב ספיקות בהסתברויות שונות כפי שנעשה בהם שימוש במסגרת הסקר.

הסתברות 10%	הסתברות 5%	הסתברות 2%	הסתברות 1%	תיאור	מס' קבוצה לפי הנחיות מסמך פולק/ארבל	מס'ד
0.15	0.25	0.6	1	מדברי הררי	10	1

הערות לקביעת מקדמי המעבר:

- מאפייני השטח הפתוח ותעשייה בתחום הסקר הם בעלי התאמה גבוהה לאלו המופיעים במסמך פולק/ארבל. בהתחשב בכך, נעשה שימוש במקדמי המעבר אשר פורסמו במסמך.
- מקדם התיקון הנבחר עבור כל אגן הוא סכום מכפלת יחסי השטחים של כל קבוצת שימושי קרקע במקדמי המעבר היחסיים שלה.

בטבלה 5.1.1.9 מפורטים מקדמי המעבר המשוקללים האגנים והתפלגות הספיקות המתאימות לכל אגן.

טבלה 5.1.1.9. תוצאות עבור התפלגות הספיקות המקסימלית כפי שהתקבלו בשיטה הרציונלית

Q (m <sup>3</sup> /sec)				יחס ספיקות/הסתברויות				A	מס' אגן
10%	5%	2%	1%	10%	5%	2%	1%	[קמ"ר]	
2.9	4.8	11.6	19.4	0.15	0.25	0.60	1.00	0.50	1
0.8	1.4	3.2	5.4	0.15	0.25	0.60	1.00	0.10	2
0.1	0.1	0.3	0.4	0.15	0.25	0.60	1.00	0.01	3
0.2	0.3	0.8	1.3	0.15	0.25	0.60	1.00	0.02	4

### 5.1.2. מודל ערבה של התחנה לחקר הסחף (תחל"סון 2)

שיטת חישוב זו פותחה עבור רשות ניקוז ונחלים ערבה ע"י התחנה לחקר הסחף. השיטה מבוססת על ניתוח אמפירי של תצפיות זרימה באגנים קטנים (בין כ-0.1 עד 4 קמ"ר) באזורים הדרומיים של הערבה (אילות-אילת) והיא מכוילת לאירועי שיטפונות של חורף 2012-2013 באזור.

השיטה מבוססת על עקום שטח-ספיקה בהתאם להסתברות נבחרת. טבלה 5.1.2.1 מציגה ספיקות שיא מחושבות להסתברויות נבחרות בשיטה זו.

טבלה 5.1.2.1. תוצאות עבור הספיקות המקסימלית כפי שהתקבלו במודל ערבה

Q (m <sup>3</sup> /sec)				A	מס' אגן
10%	5%	2%	1%	[קמ"ר]	
1.8	4.4	12.8	20.7	0.50	1
0.9	2.3	6.8	10.9	0.10	2
0.7	1.8	5.3	8.5	0.01*	3
0.8	1.9	5.6	9.0	0.02*	4

\* ערכי ספיקה מחושבים אינם מתאימים עבור אגנים עם שטח פחות מ-0.1 קמ"ר

### 5.2. קביעת ספיקות התכן

קביעת ספיקות התכן בוצעה בהתאם להנחיות תמ"א 34 ב"3 (ראה נספח א') לרבות ספיקות תכן למצב אי-הצפה מפני שיטפונות כאשר קיימת סכנה לחיי אדם.

טבלה 5.2.3 : ריכוז ספיקות תכן

Q (m <sup>3</sup> /sec)				A	מס' אגן
10%	5%	2%	1%	[קמ"ר]	
2*	5*	12*	20*	0.50	1
1	1	3	5	0.10	2
0.1	0.1	0.3	0.4	0.01	3
0.2	0.3	0.8	1.3	0.02	4

הערות:

- ספיקות תכן למערך הניקוז הפנימי סומנו בירוק. ספיקות תכן למצב אי-הצפה סומנו באדום.
- \* ספיקות תכן חושבו לפי ממוצע בין שתי שיטות חישוב.
- ספיקות תכן באגנים קטנים הוגבלו לספיקה סגולית מקסימלית של 50 מ"קשנ"קמ"ר

## 6. סיכום והמלצות

המצאות התכנית בשפך עורקי ניקוז מהווה סיכון לנזקים ברכוש ולחיי אדם עקב שיטפונות העלולים לקרות בקרבת התכנית. כידוע ונצפה מהלך השנים, אירועי גשם לא קיצוניים במיוחד בערבה דרומית גורמים לשיטפונות בזק בעוצמות גבוהות ועל כך יש להתייחס בתכנון מערך ניקוז הגנתי.

בהתאם להנחיות תמ"א 34 ב3 בעת חשש לסכנת חיי אדם תכנון מערך הניקוז יבוצע להסתברות אירוע 1:100 שנה (1%) לכל הפחות.

### 6.1. המלצות

- אגן מס' 1 (נחל גרעינית) יישאר ללא שינוי למעט הסדרה תעלת הנחל בסמוך לגבול התכנית שתכלול עבודות עפר ודיפונים. בדופן הדרום מערבית תבנה סוללת הגנה מפני פריצת שטפון מצד הנחל.
- נדרש להסדיר מוצא לנחל גרעינית במורד לתכנית לרבות מתקן חציה בכביש 90 בתיאום עם העירייה ורשות ניקוז ערבה. כל עוד לנחל אין מוצא מוסדר, שטח ממזרח לתכנית יוצף.
- אגן מס' 2 יופנה צפונה לאורך הגבול המערבי באמצעות תעלת בטון פתוחה ויחובר עם אגן מס' 3.
- כחלופה ניתן לבצע תעלה פתוחה רחבה בשטח התכנית שתחצה את השטח ממערב למזרח.
- אגן מס' 3 ינוקז צפונה ומזרחה לאורך גבול עם מלון ישרוטל ויחובר עם צינור ניקוז קיים בכביש 90.
- רומי פיתוח במתחם יהיו 1 מ' לפחות מעל מפלס מים מתוכנן בהסתברות 1%.
- נגר הנוצר בגבולות התכנית ינותב לפי קווי גובה לכיוון מזרח.
- כל עבודות הניקוז יבוצעו בגבולות התכנית ובתיאום עם רשות ניקוז ואגפים רלוונטיים בעירייה.

# נספחים



**מדינת ישראל**  
**משרד הפנים**

הממונה על תאגידי מים וביוג ברשויות המקומיות	חמיטל למשק המים ברשויות המקומיות
--	-------------------------------------

סימנו : 676-016  
תאריך : כ"ח סיון תשס"ז  
11.6.2007

**ניקוז עירוני - תקופת חזרה לקביעת ספינת תכו**

טבלה סופית ומוסכמת לשילוב בתמ"א 34 ב' 3 בגססח מנח"א סעיף 2.6 במקום  
השורה "שטחים מבונים".

מספר	מאפייני השטח העירוני	גודל אגן החוזנקזות, דונם	גודל שקע מחולט, דונם	תקופת חזרה בשנים
1	ניקוז מקומי בשכונות מגורים וכבישים משניים	עד 1,000	עד 5	5
2	ניקוז מקומי (בינוני) באזורי תעשייה ומסחר ומרכזים עירוניים	עד 500	עד 5	10
3	ניקוז ראשי (בינוני) בשכונות מגורים וכבישים משניים	מעל 500 עד 2,000	מ 5 עד 10	10
4	ניקוז ראשי באזורי תעשייה ומסחר ומרכזים עירוניים	מעל 500	מעל 5	20
5	ניקוז ראשי (גבוה) בשכונות מגורים וכבישים משניים	מעל 2,000	מעל 10	20
6	ניקוז עירוני ראשי ומעברי כבישים בין עירוניים וארציים	מעל 5,000		50

החזרות המפורטות מהוות חלק בלתי נפרד מחטבלה.  
**הערות:**

- המתכנן ואו הרשות המקומית רשאים לחציע תקופת חזרה שונה מהקבוע לעיל ובלבד שינמקו את הצעתם בפני גוף מוסמך.
- בנייה חדשה של מגורים, מבני ציבור, מסחר ותעשייה תוגבל בכל מקרה לרום רצפה הגבוה ממפלס ההצפה הצפוי בתקופת חזרה של 1:100 שנה.
- בנייה חדשה בשטחים כגון: פארקים, גנים וכד' תוגבל לרום רצפה הגבוה ממפלס ההצפה הצפוי בתקופת חזרה של 1:50 שנה.
- בכל מקרה שיש סיכון לחיי אדם, תקופת חזרה תחיה 1:100 שנה ומעלה בהתאם לדרגת הסיכון וחומרת הנזק.
- במסגרת תוכנית אב לניקוז ייבדקו גם האזורים הבנויים. יש לחציג פתרונות בהתאם לתקופת חזרה המוצגות כאן, רק באזורי הבניה חקיימת שבהם יש בעיות ניקוז.
- באחריות הרשות המקומית לבטח את עצמה בפני אירועים ונזקים שיטפוניים גדולים מהמתוכננים על פי התוראות.

**למידע נוסף היכנסו לאתר האינטרנט [www.moin.gov.il](http://www.moin.gov.il)**

טלדוד ורטיילי 8, ת.ד. 57293 תל-אביב 61571 טל, 05-7954333 פקסי : 03-5164955  
Email : [moin@jama.gov.il](mailto:moin@jama.gov.il) משרד הפנים