



ד"ר יאיר פולקמן
שמואל בדולח M.Sc

ח.ג.מ מהנדסים יועצים ומתכננים (1980) בע"מ
הנדסה אזרחית, מים וסביבה



נספח ניקוז

לתכנית מס' 507-0621870

מרחב אמות-תא/מק/3967

מאושרת
סמכות מקומית

ינואר 2019

מנהל אגף הנדסה
אלי לוי

בעריכת:
שמואל בדולח
חגית ברב
מרואה מנסור

הועדה המקומית לתכנון ולבניה תל-אביב - יפו			
שם התכנית תא/מק/3967 מרחב בית אמות			
אושרה למתן תוקף (לאחר דיון בהתנגדויות):			
תאריך	פרוטוקול	החלטה	
06/04/2022	222-0012	החלטה 7	
15/03/2023	223-0005	החלטה 1	
07/06/2023	223-0009	החלטה 13	
מנהל האגף	מועמד העיר	דורון ספיר, עיראון	מנהל אגף הנדסה
אח"ל אראל	אח"ל כחלי, אדרי	יו"ר ועדת המעקב	יו"ר ועדת המעקב
ארתור סלוצקי		תאריך	29-09-2023



ד"ר יאיר פולקמן
שמואל בדולח M.Sc

ח.ג.מ. מהנדסים יועצים ומתכננים (1980) בע"מ
הנדסה אזרחית, מים וסביבה

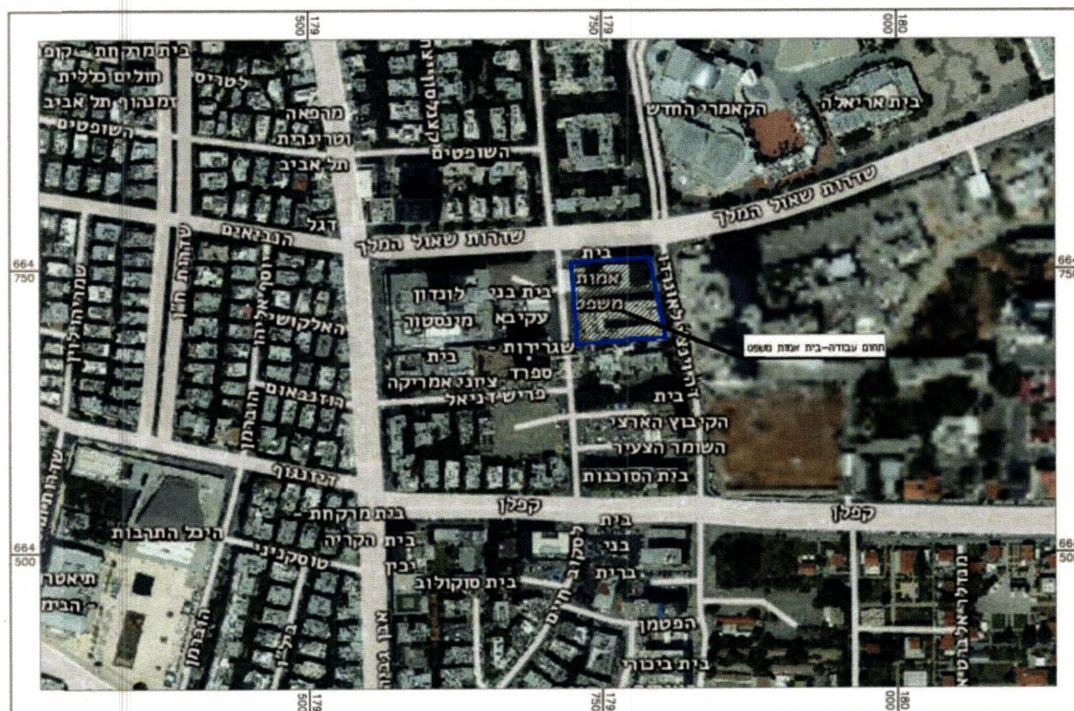


תוכן

1	כללי	1
1	תיאור מצב קיים	2
1	תיאור הסביבה	2.1
1	טופוגרפיה	2.2
2	קרקעות	2.3
בהתאם למפת חבורות קרקע סיווג הקרקע באזור התכנית הינו קרקע E מסוג חמרה. קרקע זו מאופיינת בחדירות גבוהה ועבודה נהוג לקחת מקדם נגר של 0.3.		
2	נחלים וניקוז לפי תמ"א 34 ב"3	2.4
3	מי תהום לפי תמ"א 34 ב"4	2.5
4	מערכת ניקוז קיימת בשטח התוכנית וסביבה	2.7
5	אגני ניקוז	2.8
6	נתוני משקעים	3
8	חישוב ספיקת התכן	4
8	הנוסחה הרציונלית	4.1
8	זמן הריכוז	4.1.1
9	מקדם הנגר העילי	4.1.2
9	ספיקה בנגר	4.1.3
10	ספיקת התכן הנבחרת	4.1.4
10	מערכת הניקוז המוצעת	5
נספחים		6
שגיאה! הסימניה אינה מוגדרת.		
חישובים הידראוליים		6.1
שגיאה! הסימניה אינה מוגדרת.		

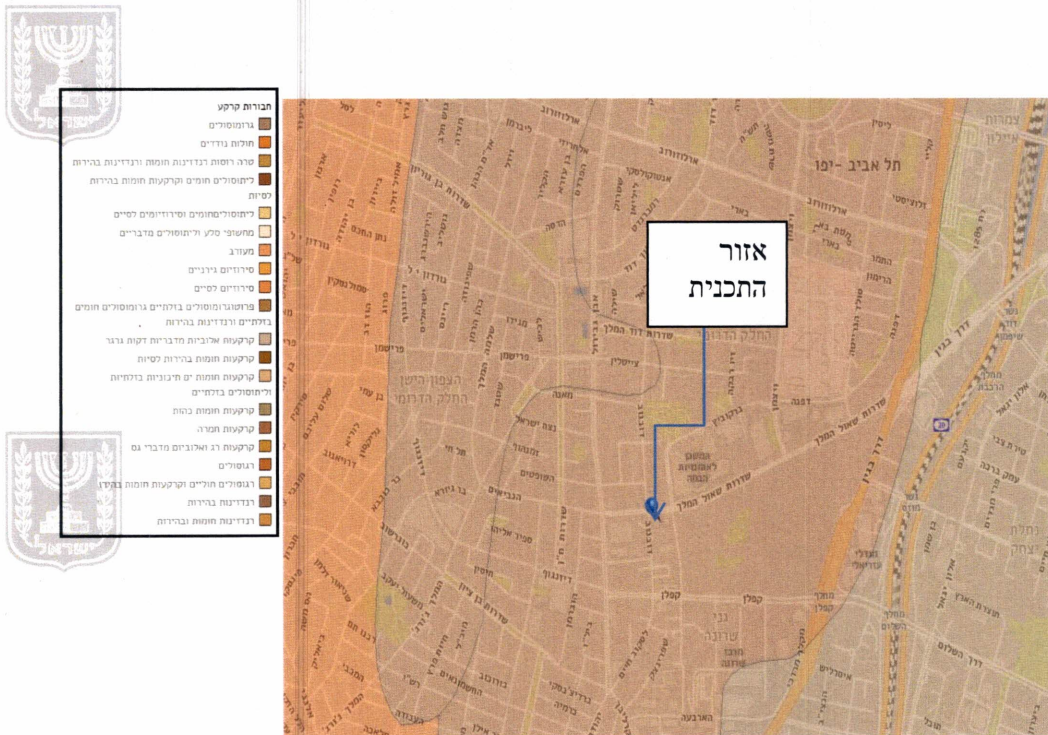


בית אמות משפט הוא מגדל משרדים ומסחר, הניצב בשדרות שאול המלך בתל אביב, בין רחוב לאונרדו דה וינצ'י ממזרח ורחוב דובנוב ממערב. מדרום לו שוכן בית תנועת המושבים.



רום השטח הינו אחיד באופן יחסי בגובה של 15 מ'. שיפוע הקרקע הינו כ- 1.0% לכיוון שדרות שאול המלך.

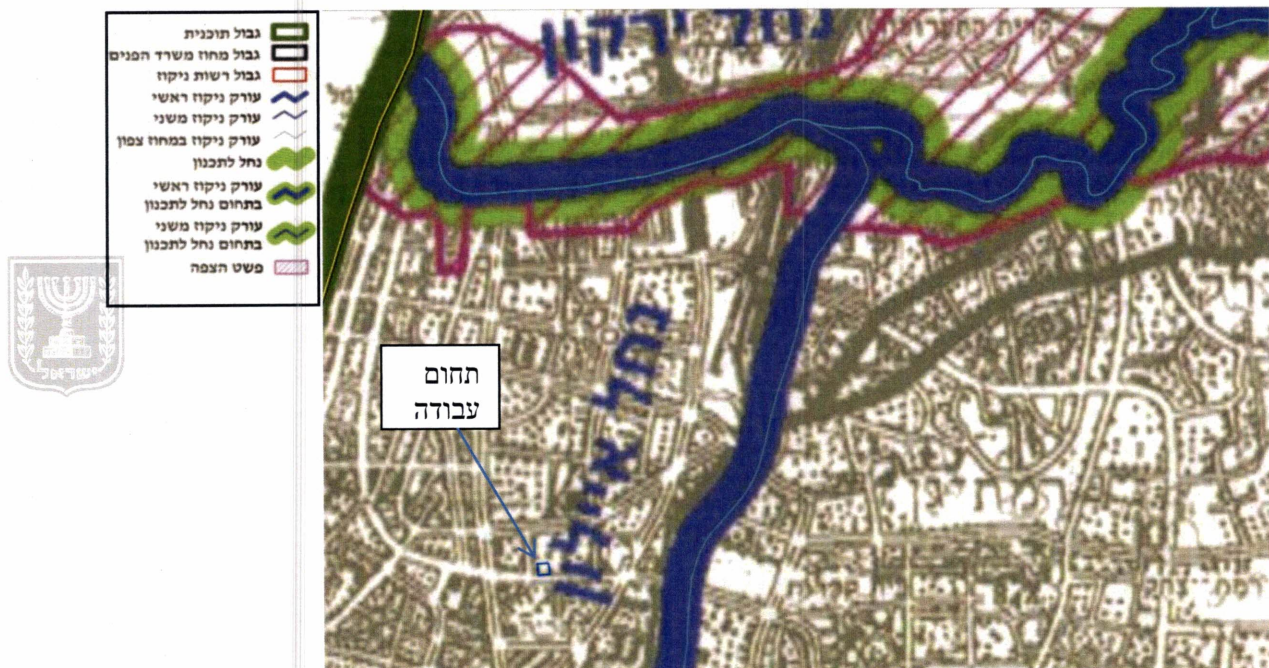
• קרקעות



איור 1- מפת חבורות קרקע באזור התכנית

בהתאם למפת חבורות קרקע סיווג הקרקע באזור התכנית הינו קרקע E מסוג חמרה. קרקע זו מאופיינת בחדירות גבוהה ועבודה נהוג לקחת מקדם נגר של 0.3.

• נחלים וניקוז לפי תמ"א 34 ב'3



איור 2- תמ"א 34 ב'3 באזור התכנית

בשטח התכנית אין עורקי ניקוז ראשיים.

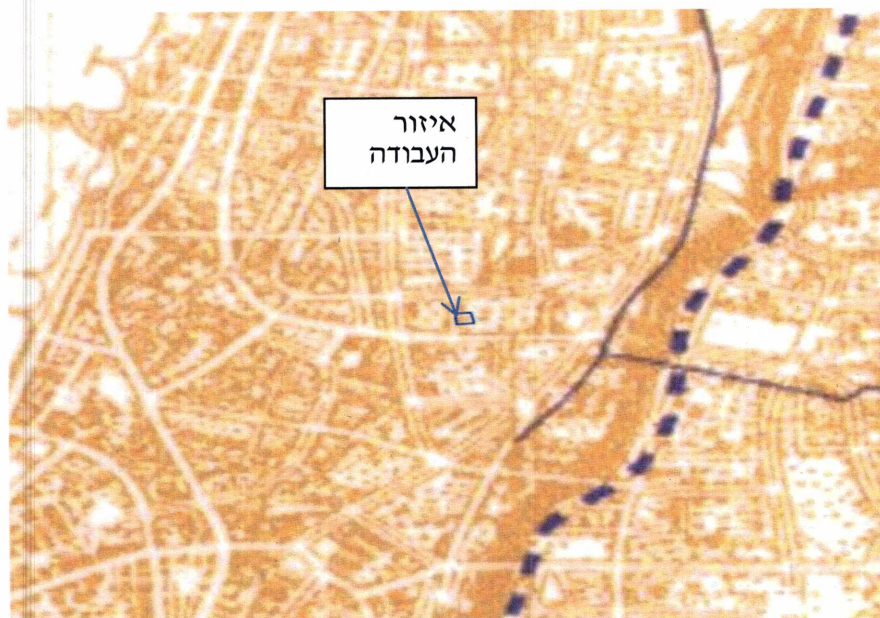
• מי תהום לפי תמ"א 34 ב'4/



איור 3- תמ"א 34 ב'4/ באזור התכנית

שטח התכנית מצוי באזור א' לפי תמ"א 34 ב'4- אזור בעל פגיעות מי תהום גבוהה. לפי הגדרות התמ"א בתכניות הממוקמות באזור א' יש להחיל הוראות של שימור הנגר, השחייתו והחדרתו למי תהום לצורך העשרת האקוויפר.

• התייחסות לתמ"א 34 ב'5/



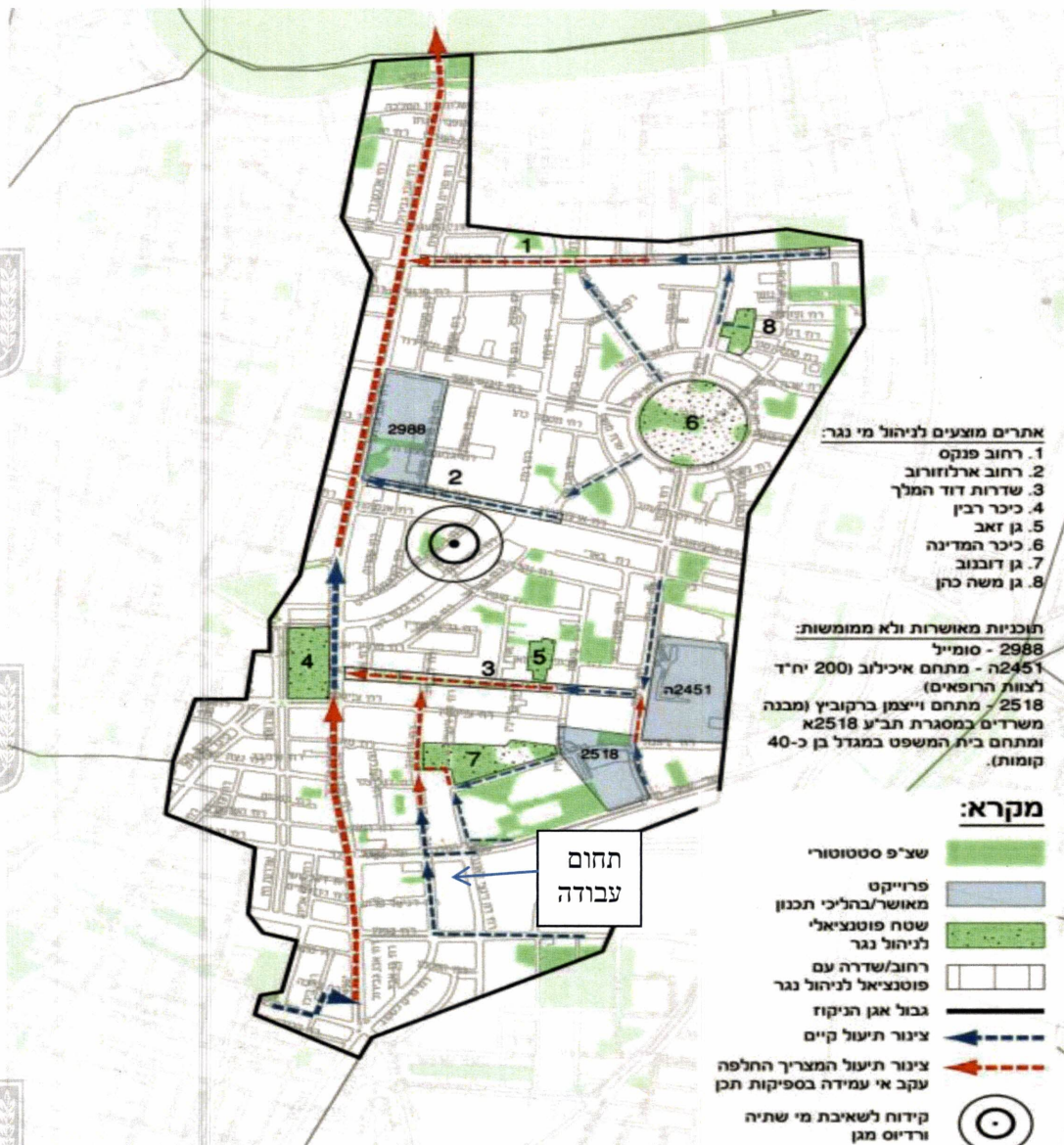
איור 4 - תמ"א 34 ב'5/ באזור התכנית

סמוך לשטח התכנית מתוכנן קווי מים בקוטר 80 מ"מ

• מערכת ניקוז קיימת בשטח התוכנית וסביבה- מתוך תכנית האב לניקוז של ת"א (סטודיו אורבנוף)

הזרוע הדרומי של התוכנית מנוקזת כיום על ידי קו ניקוז שקוטרו 1.0 מ', מכיוון דרום מערב לכיוון צפון מערב ומשם מערבה וצפונה אל קו הניקוז הראשי של כביש אבן גבירול עד ניקוזו לנחל ירקון.

לאגן אבן גבירול שלד ניקוז פשוט יחסית: המובל הראשי עובר לאורך רחוב אבן גבירול ומנקז את האגן מדרום לצפון, לכיוון נחל ירקון. במרחב האגן יש מספר שטחים פתוחים גדולים (כיכרות ושצ"פים) וצירי תנועה מרכזיים המהווים פוטנציאל לפתרונות מגוונים למדי לניהול נגר אפקטיבי. יש לציין כי תכניות בינוי משמעותיות המקודמות באגן זה, כגון כיכר המדינה, מתחם סומייל, ומגדל בית המשפט, יכולות להוות מוקדים נקודתיים משמעותיים לתרומה לניהול הנגר האגני.

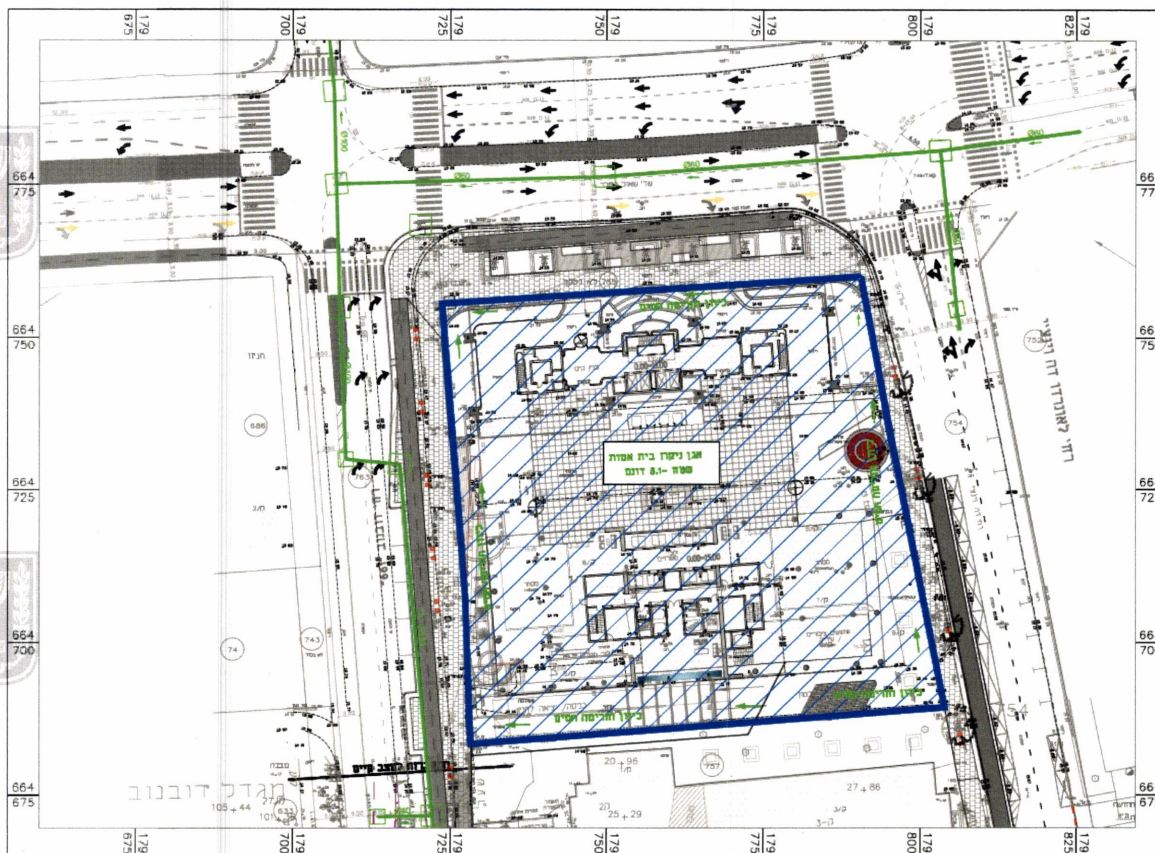


איור 5 – מצב קיים

תכנית האב לניקוז תל אביב – יפו נספח ניהול נגר / נספח מנחה לתכנון פיתוח 2013 - סטודיו אורבנוף

• אגני ניקוז

שטח התכנית של בית אמות מהווה תת אגן ניקוז משני התורם למערכת הניקוז של אגן אבן גבירול. שטח התכנית מתנקז אל קו קיים סקוטר 100 ס"מ אשר אינו מיועד להחלפה על פי תכנית האב.



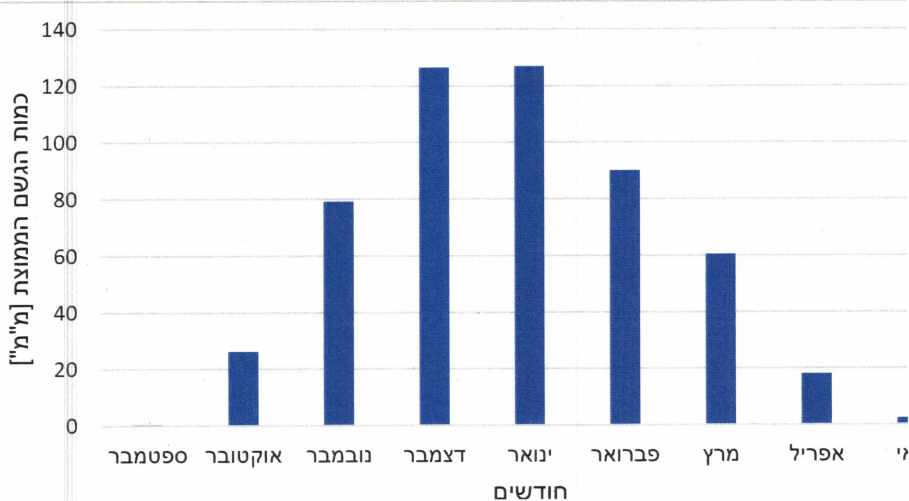
איור 7 – אגן ניקוז בית אמות ומערכת ניקוז עירונית קיימת

3. נתוני משקעים

תחנת הגשם, המייצגת לעיר תל אביב-יפו, היא תחנת שדה דב.

טבלה 1- כמויות גשם ממוצעות בתחנת תל אביב

חודש	ממוצע חודשי [מ"מ]
ספטמבר	0.4
אוקטובר	26.3
נובמבר	79.3
דצמבר	126.4
ינואר	126.9
פברואר	90.1
מרץ	60.6
אפריל	18
מאי	2.3
סה"כ	530.3



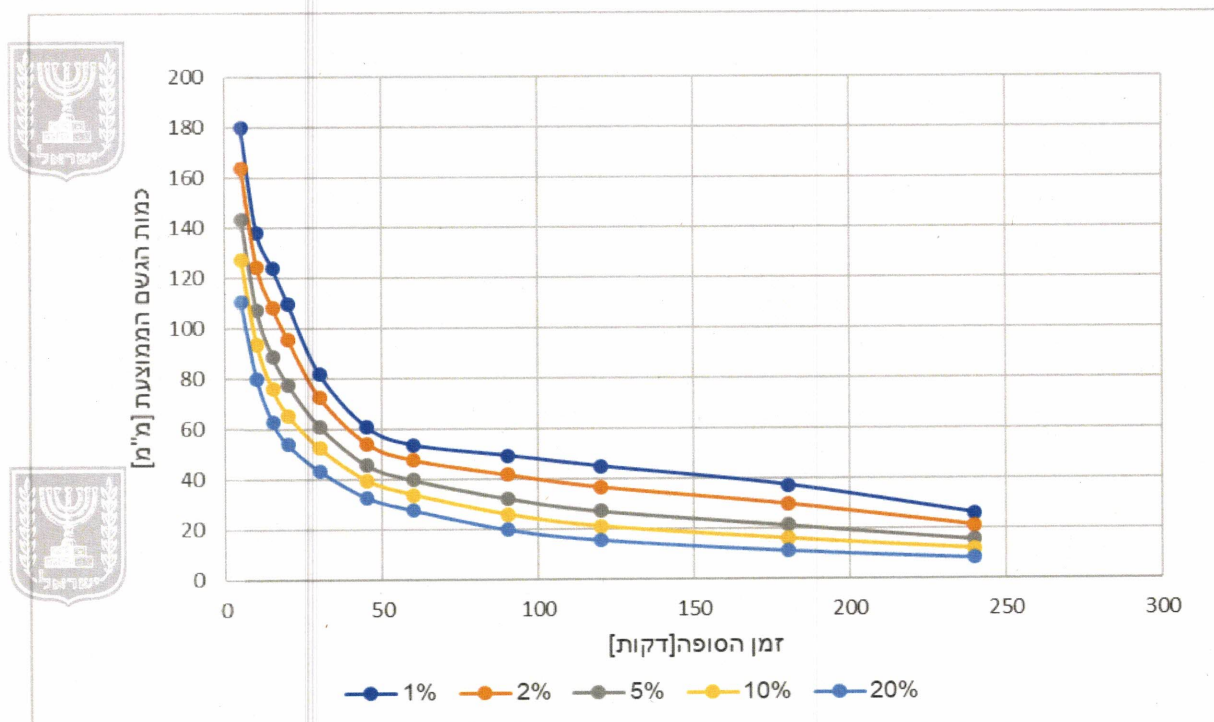
איור 7 – עקומה כמות הגשם הממוצעת החודשית



על פי נתוני השירות המטאורולוגי, מובאים בטבלה 2 נתונים לגבי עוצמות גשם אופייניות לאזור. העוצמות מתבססות על נתונים שנאספו בתחנת שדה דב.

טבלה 2- עוצמות גשם- משך זמן סופה

שם התחנה	פרק זמן	1%	2%	5%	10%	20%
שדה דב	5	179.8	164	143.5	127.4	110.5
	10	138.1	124.5	107.1	93.8	80.1
	15	123.8	108.3	88.9	75.8	62.9
	20	109.8	95.5	77.7	65.5	53.9
	30	81.8	72.6	61.1	52.4	43.5
	45	60.8	54.3	45.8	39.5	32.8
	60	53.6	47.6	39.7	33.8	27.7
	90	49.3	41.7	32.3	25.9	19.9
	120	44.9	36.6	27.1	21	15.6
	180	37.2	29.7	21.3	15.9	11.2
	240	25.8	21.1	15.5	11.7	8.1



איור 8- עקומת עוצמת גשם כתלות בזמן הסופה בתחנת שדה דב





4. חישוב ספיקת התכן

ספיקות הנגר העילי המתקבלות בשטח התכנית חושבו באמצעות השימוש בשיטה הרציונלית. בשיטה זו מבוססת על הקשר בין הנגר העילי, מאגן היקוות כלשהו, לשטחו, לתכונותיו הפיסיות ולעוצמת הגשם.

• הנוסחה הרציונלית

הנוסחה הרציונלית קושרת בין הגורמים המשפיעים בנוסחה:

$$Q_T = CIA$$

כאשר:

- I [מ"מ/שנייה] - עוצמת הגשם הממוצעת המתאימה לזמן t_c , ולתקופת חזרה T
- A [דונם] - גודל שטח אגן ההיקוות המתנקז אל נקודת הריכוז, בדונמים.
- C [--] - מקדם הנגר העילי הוא מוגדר כיחס בין הנגר העילי לבין עובי הגשם היורד על פני אגן ההיקוות.
- Q [מ"ק/שנייה] - הספיקה המקסימאלית של הנגר העילי
- T [דקות] - זמן הריכוז

"הנוסחה הרציונלית" מבוססת על ההנחות הבאות:

- עוצמת הגשם הינה אחידה על פני כל אגן ההיקוות במשך "זמן הריכוז" (ראה להלן). הנחה זו היא כמובן פישוט של תופעה מורכבת. הניסיון מוכיח שהנוסחה הרציונלית אמינה עבור שטחים עירוניים בגודל של עד 12 קמ"ר.
- משך הסופה שווה או גדול מזמן הריכוז.
- מקדם הנגר העילי C , ערך קבוע למשך הסופה התלוי בסוג הקרקע, התכסית ויעודי הקרקע.

1.4.1. זמן הריכוז

זמן הריכוז מוגדר כזמן הדרוש להתנקזות המים מכל שטח אגן ההיקוות לנקודת הריכוז. נקודת הריכוז היא הנקודה הנמוכה ביותר בכל שטח ההיקוות שאליה מתרכזים המים. לפי השיטה הרציונלית, מניחים כי שיא זרימת הנגר מתרחש בזמן הריכוז. כלומר – סופת התכנון היא הסופה הנמשכת בזמן השווה לזמן הריכוז – t_c . זמן הריכוז משולב מזרימה ב – 3 מצבים:

משך זרימת המים לאורך הדרך הארוכה ביותר בשטח הטבעי של אגן ההיקוות עד לתוואי הנקז המתוכנן. זרימה על פני שטח האגן עד לכניסה לקולטנים.

המשך הזרימה בתוך מערכת התיעול עד לנקודת הבקרה (בנוסחאות הידראוליות מקובלות).

זמן הריכוז חושב על פי נוסחת קירפיד:

$$T_c = 5.4 \cdot L^{0.75} \cdot S^{-0.375}$$

Tc	=	זמן ריכוז בדקות
L	=	אורך המסלול הארוך ביותר בק"מ
S	=	שיפוע ממוצע של האגן (מ"מ/')





על פי הנוסחה הרציונלית, הספיקה נמצאת ביחס ישר לעצמת הגשם שמתאימה לזמן ריכוז מסוים. ככל שזמן הריכוז יהיה ממושך יותר העצמה של הסופה בתקופת חזרה נתונה – תקטן. בטבלה להלן מוצגת זמן הריכוז המחושב באגן בית אמות.

טבלה 3- זמן ריכוז באגן ניקוז

מס' אגן	שטח האגן (דונם)	רום (מ')		הפרש גבהים (מ')	אורך האפיק (ק"מ)	שיפוע %	זמן ריכוז מחושב (דקות)
		עליון	תחתון				
1	5.1	15.4	13.5	1.9	0.145	0.013	6.45



2.4. מקדם הנגר העילי

מקדם הנגר העילי $I_{2c} \geq 20$, מייצג את החלק היחסי של הנגר העילי מעובי גשם, המתנקז משטח נתון. גודל המקדם מושפע מסוג הקרקע, שיפוע הקרקע, חדירות הקרקע והתכסית (הכיסוי המלאכותי והצמחי על פני השטח) וכן גם מעוצמת ומשך הגשם ומתנאים אקלימיים כגון: טמפרטורה וההתאידות, אשר במקומות חשופים לשמש ולרוח היא גבוהה יותר מאשר במקומות מוסתרים ומוצלים. השפעת עוצמת ומשך הגשם והתנאים המקומיים על ערכו של המקדם, קטנה ככל שמתמשכת הסופה.



בהשוואה לשאר האיברים בנוסחה הרציונלית, דורשת קביעתו של מקדם הנגר העילי מידה רבה של שיקול דעת וניסיון. יש להביא בחשבון השתנות הערכים עם הזמן לאור פיתוח השטח. הערכים של המקדם יגדלו ככל שהבנייה, רשת הכבישים, המדרכות ומגרשי החניה יהיו צפופים יותר; לעומת זאת, יקטנו ערכי מקדם הנגר העילי ככל ששורחבו אזורי הגנים. בהתאם לכך נקבעו מקדמי הנגר העילי הבאים:

טבלה 4- מקדמי נגר

אגן	שטח אגן- דונם	שיפוע ממוצע	C משוקלל
בית אמות	5.1	0.013	0.75



3.4. ספיקה בנגר

בטבלה הבא מופיעה ספיקות הנגר במוצא האגן לפי הסתברויות שונות שחושבו בשיטה הרציונלית, על בסיס הנתונים בטבלאות הקודמיות. עוצמות הגשם שנבחרו מטבלה מס' 1 לתקופה חזרה של אחד ל-100, 20, 50, 10 ו-5 שנים בזמני הריכוז המחושבים בעזרת נוסחת קירפיד.

טבלה 5- חישוב ספיקות עתידיות במוצא אגן בית אמות

אגן מס'	זמן ריכוז מחושב (דקות)	עוצמת גשם מ"מ/שעה לפי כמות הגשם החודשית					C _{eq}	ספיקה עתידית במוצא האגן [מ"ק/שניה]				
		1%	2%	5%	10%	20%		1%	2%	5%	10%	20%
1	6.45	172	158	139	125	110	5.1	0.659	0.603	0.530	0.476	0.420





4.4. ספיקת התכן הנבחרת

ע"פ תמ"א 34 ב"ב/3 ספיקת התכן בשטחים עירוניים תחושב לפי הסתברות של 1:20 שנה.

טבלה 6- ספיקת התכן הנבחרת

ספיקה עתידית במוצא האגן [מ"ק/שניה]	אגן מסי
5%	
0.530	1

5. מערכת הניקוז המוצעת



מימוש התכנית לא צפוי לשנות את התכסית הקיימת בשטחה כיום ועל כן לא צפויה תוספת נגר אל מערכת התיעול של תל אביב. לאור זאת, אין צורך לשנות את מערך הניקוז העירוני בסביבתה. יחד עם זאת, יש לשמור על תחזוקה תקינה של המערכת בתוך שטח התכנית ולבצע ניקיון בתעלות, בצורת ובקולטנים לפני העונה הגשומה.

6. הנחיות להוראות התכנית

- החומר ממנו יהיו עשויים הצינורות יהיה בטון אטום (דרג הצינור יקבע לפי תנאי ההעמסה שיהיו עליו) המיוצרים על פי ת"י 27 החדש. קוטר מינימאלי של צינורות התיעול יהיה 50 ס"מ. זאת למעט אם נקבע אחרת בתכנית התנוחה.
- מרזבים יופנו לשטחים מגוננים סמוכים.
- יש לשלב ככל הניתן אמצעים להשהיית נגר בתחום התכנית: הפניית מרזבים לגינות, שימוש בגגות ירוקים, תעלות מגוננות לאורך צירי הזרימה בתחום התכנית עד לחיבור למערכת התיעול העירונית. אמצעים אלה יתוכננו על ידי אדריכל הנוף/פיתוח של התכנית

