



רובע שדה דב

נספח ניקוז

פברואר 2019

בעריכת:

שמואל בדולח M.Sc
זיו גורן B.Sc
הילה דלינס B.Sc

תוכן עניינים

3	1. מבוא
3	2. נתוני רקע
3	2.1. טופוגרפיה
3	2.2. מערכת הניקוז הקיימת
5	2.3. הקרקע בשטח התכנית
6	3. תכנית מתאר ארציות
6	3.1. תמ"א 34 ב' / 3
7	3.2. תמ"מ 10/3
8	3.3. תמ"א 34 ב' / 4
9	4. נתוני משקעים
10	5. תכנית הניקוז המוצעת
11	6. חישוב ספיקות תכן
13	6.1. הנוסחה הרציונאלית
14	6.2. זמן הריכוז
14	6.3. מקדם הנגר העילי
15	6.4. ספיקות התכן
15	7. איגום והשהיית הנגר בשצ"פים
16	8. תחנות שאיבה למי קיץ

1. מבוא

בכוונת עיריית תל אביב בשיתוף עם רמ"י להקים רובע מגורים בשטחו של שדה התעופה "דב הוז" אשר מיועד לפינוי. שטח המתחם הוא כ- 2,500 דונם. בתחום התכנית מתוכננות להבנות כ-16,000 יח"ד וכן מתוכננים שטחים למבני ציבור, מסחר ותעסוקה וכ-2,000 חדרי מלון. תכנון הרובע ונספח זה בפרט מתאפיין ביישום עקרונות פיתוח ברי קיימא ורגישות סביבתית. מטרת נספח זה, אשר הוכן בתאום נספח ניהול הנגר שהוכן עבור תכנית האב לניקוז של תל אביב על ידי אדרי' אלון לוינגר מסטודיו אורבנוף, היא להציג תכנית מוקדמת למתן פתרונות להידרולוגיה עילית ומתן הוראות לתקנון התכנית. הוראות אלה, יכוונו בעת התכנון המפורט את המתכננים להתחשב בשימור מי נגר עילי וניהולו המיטבי, תוך שילוב עקרונות התכנון הנופי בעיר.

2. נתוני רקע

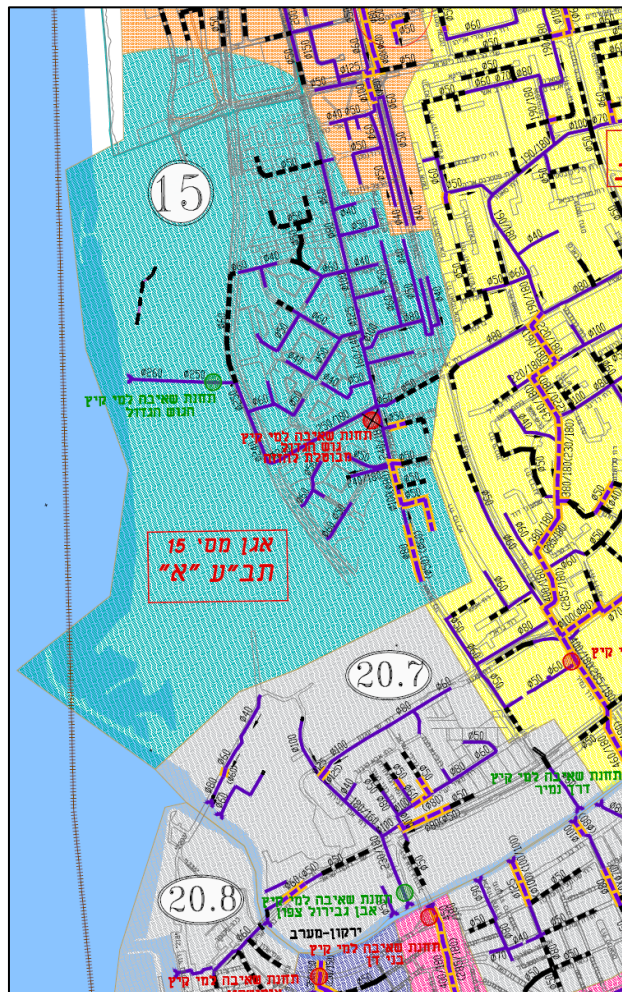
2.1. טופוגרפיה

טופוגרפית השטח בעלת שיפועים מתונים לכיוון חוף הים, כאשר החלק המזרחי של התכנית מתאפיין בגבהים של 10-15 מ' אבסולוטי, מסלול התעופה המשתרע מצפון לדרום, לאורך התכנית, גבוה מסביבתו ובמערב התכנית הגבהים נעים בין 1 ל-5 מ' אבסולוטי.

2.2. מערכת הניקוז הקיימת

בתוכנית האב לניקוז לעיר תל אביב משנת 2013 לא קיימת התייחסות לתכנון פיתוח שכונת שדה דב שכן זו מוגדרת כבסיס צבאי/ שדה תעופה ולכן אין כל התייחסות אליה. להלן קטע מתכנית האב שנעשתה על ידי משרד ה.מ.ד.י הנדסה :

איור מספר 2.1- שטח התכנית בתוך תכנית האב לניקוז תל אביב 2013



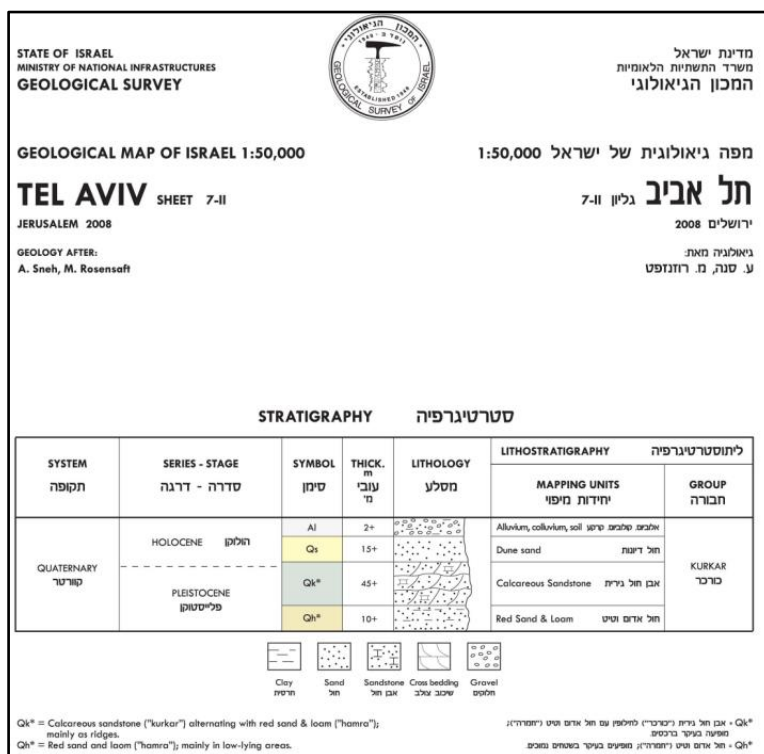
בהתאם לתכנית האב לניקוז של תל אביב משנת 2013 ולמערכת התיעול הקיימת כיום, שטח התכנית מתחלק בין שני אגני ניקוז, מרבית שטח התכנית משתייך לאגן מס' 15 ואילו דרום התכנית (כ- 300 דונם) משתייכים לאגן מס' 20.7 :

- אגן אחד שמתנקז לים התיכון הוא אגן מס' 15 לפי תכנית האב. קו הרכס המזרחי של אגן זה עובר בין דרך נמיר לרחוב לוי אשכול. שטח אגן הניקוז הינו כ-2,600 דונם והוא מכיל את שכונות המגורים הנמצאות ממזרח לתכנית וכיום הן מתנקזות באמצעות מערכת תת קרקעית דרך מוצא קיים של מובל המגיע למתחם התכנית דרך רחוב איינשטיין. קוטר המובל משתנה מ-240 ס"מ ועד 260 ס"מ.
- אגן שני שמתנקז לנחל הירקון הוא אגן מס' 20.7 לפי תכנית האב. אגן זה מאופיין בריבוי מוצאים אל נחל הירקון.

2.3. הקרקע בשטח התכנית

על פי מפה גיאולוגית של המכון הגיאולוגי שטח התכנית מוגדר בסימון **QS** אשר מסמל חול דיונות עד לעומק 15 מ'. השכבה העמוקה הבאה מסומנת ב-**QK** אשר מסמלת אבן חול גירית בעובי של 45 מטר ומתחתיה חול אדום וטיט בעובי 10 מטר.

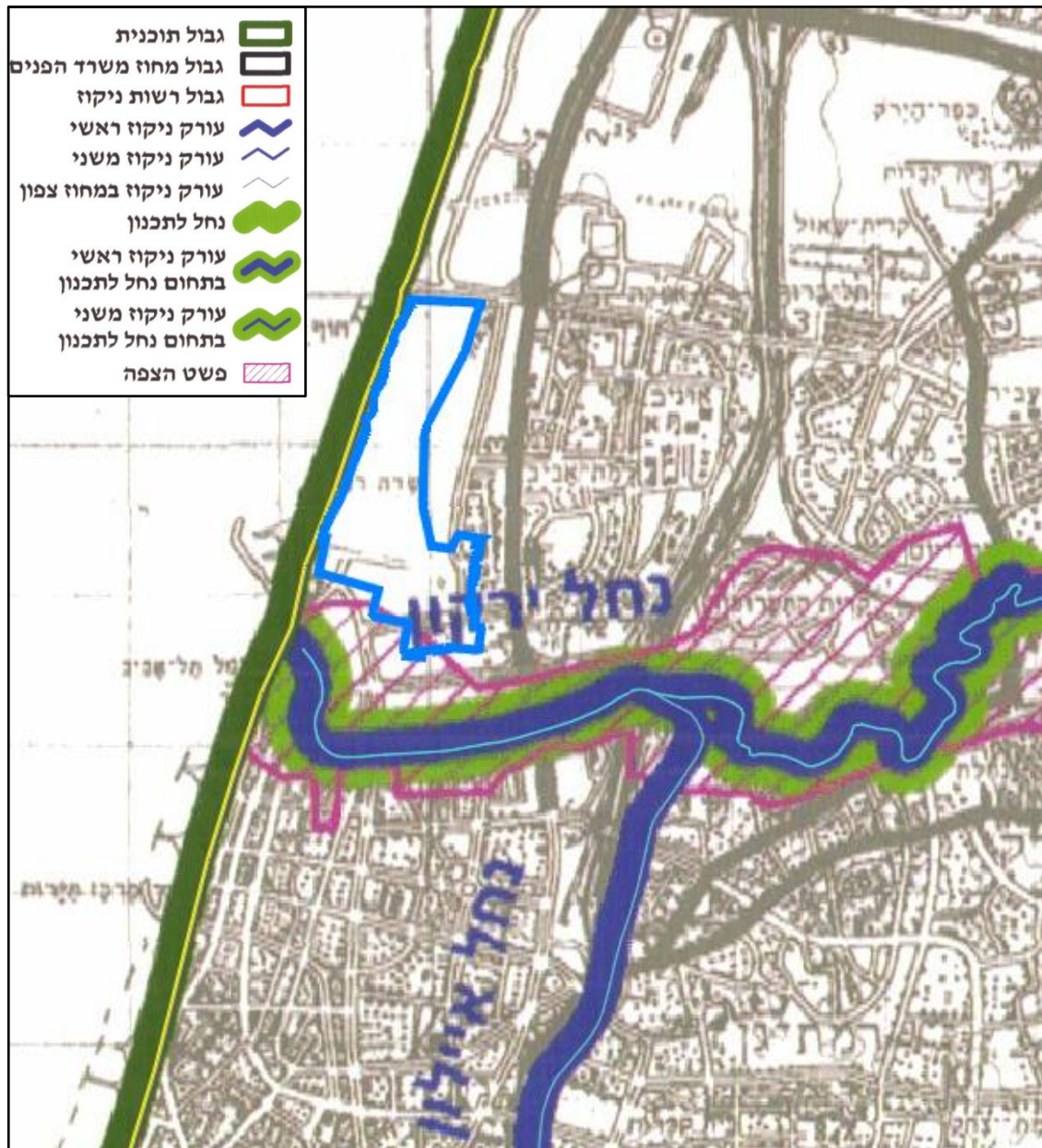
איור מספר 2.2- מפה גיאולוגית



3. תכניות מתאר ארציות

3.1. תמ"א 34 ב'3

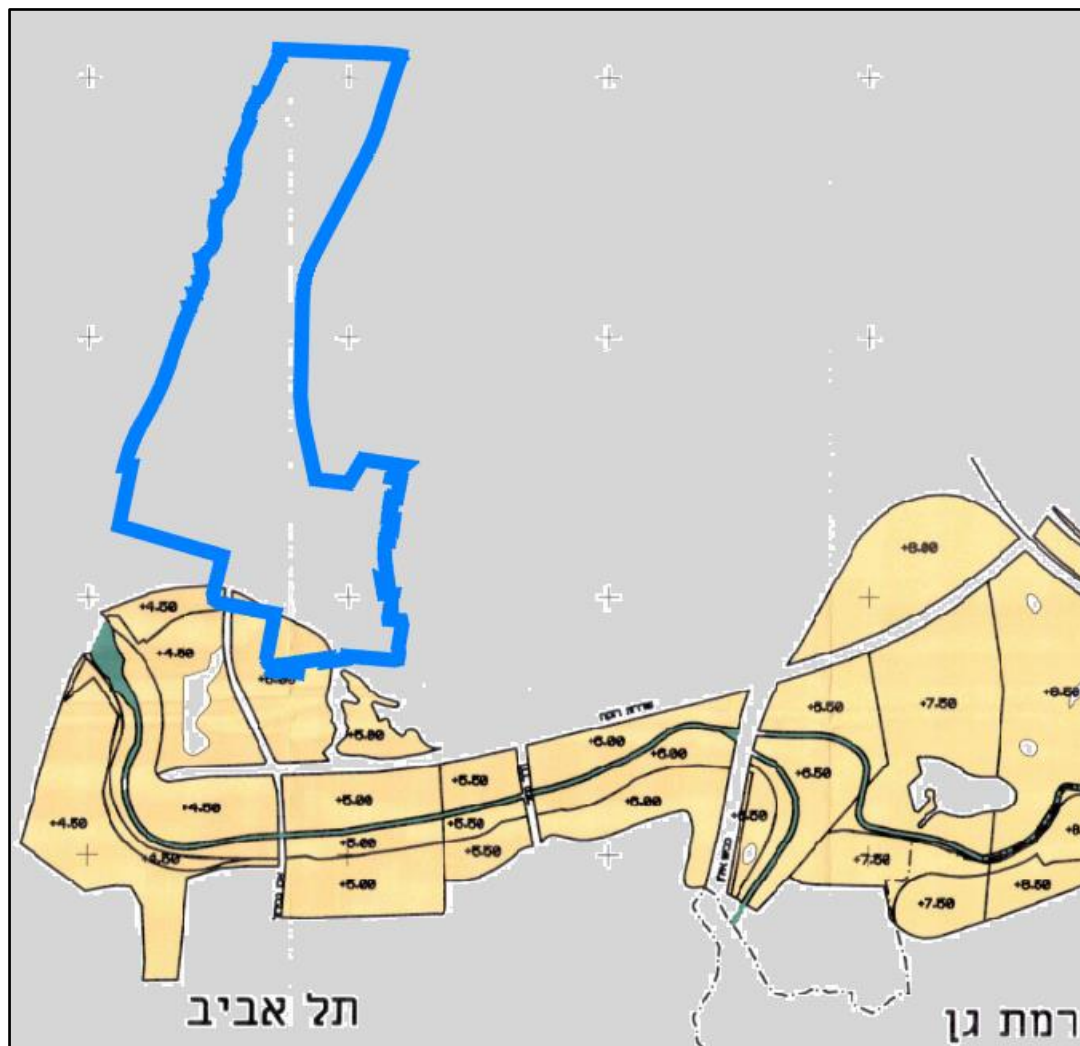
איור מס' 3.1 - תמ"א 34ב'3 באזור התכנית



נחל ירקון המוגדר בתמ"א כעורק ניקוז ראשי בתחום נחל לתכנון נמצא מדרום לשטח התכנית. התמ"א מגדירה לנחל רצועת השפעה של 100 מ' מכל צד של ציר העורק והתכנית אינה חופפת עם רצועה זו. יחד עם זאת ניתן לראות כי חלקה הדרומי של התכנית חופף עם תחום פשט ההצפה של נחל הירקון.

3.2. תמ"מ 10/3

איור מס' 3.2 - תמ"מ 10/3 באזור התכנית

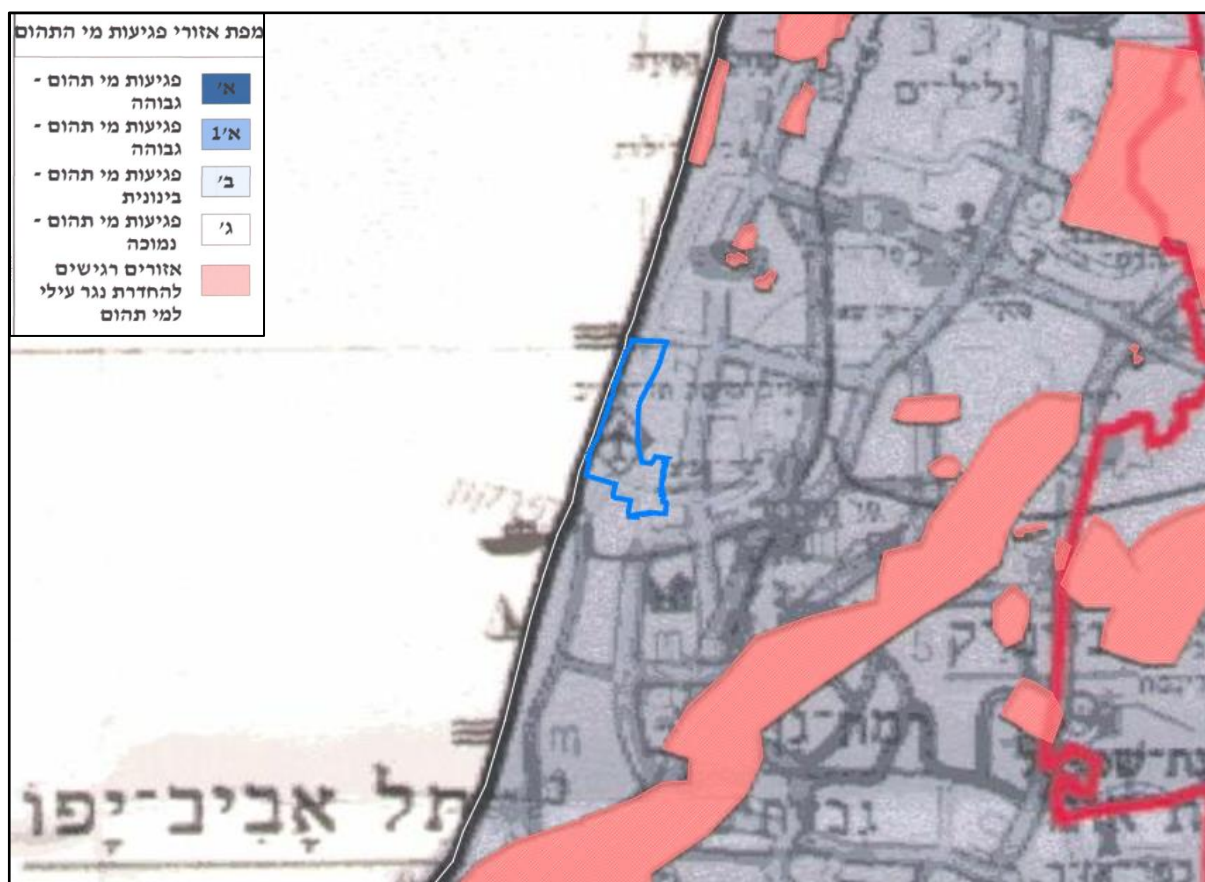


באזור פשט ההצפה של הירקון חלות מגבלות בניה על פי תמ"מ 10/3 ותמ"מ 2/5. על פי תמ"מ 10/3 מגבלות הבניה קובעות כי המפלס המינימאלי של רצפות המבנים יהיה +5.00 בחלק הדרומי של המתחם הנמצא בשולי פשט ההצפה של הירקון. גבהי פיתוח המגרשים בתחום הקו הכחול של התכנית הינם גבוהים מ-+5.50 ועומדים בדרישות תמ"מ 10/3.

על פי תמ"מ 2/5 סעיף 5.1.1 א מותר לקבוע בתכנית מקומית או מפורטת רום נמוך יותר או בנית מרתף (לרבות בניה תת קרקעית), בתנאי שינקטו כל האמצעים הדרושים כדי למנוע הצפת הבניה או המרתף.

3.3. תמ"א 34 ב'4

איור מס' 3.3 - תמ"א 4/ב'34 באזור התכנית



שטח התכנית מצוי באזור א' לפי תמ"א 4/ב'34 - זהו אזור בעל פגיעות מי תהום גבוהה ולכן יש להותיר שטחים חדירי מים בתחום המגרשים כמפורט בהוראות התכנית.

4. נתוני משקעים

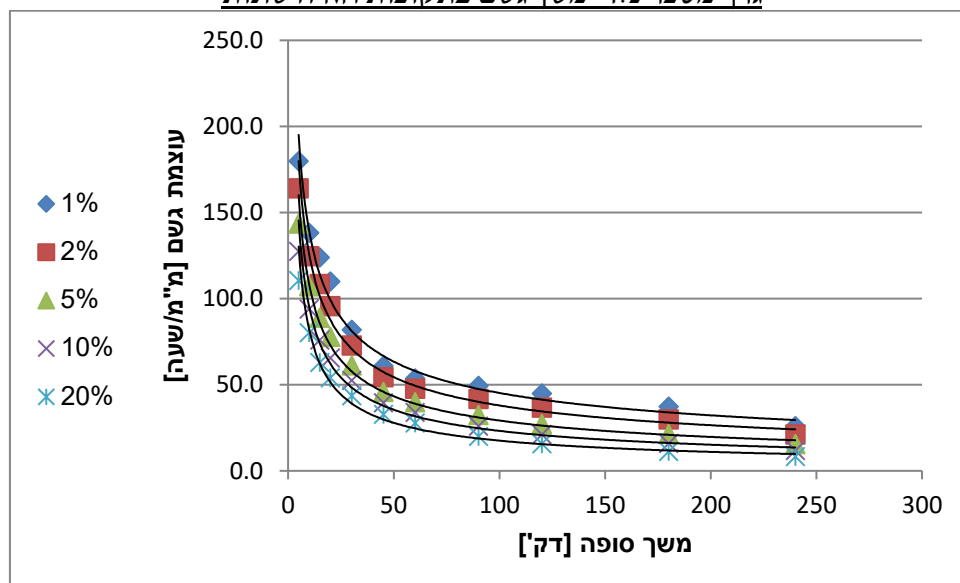
בטבלה מס' 4.1 להלן, מוצגים ממוצעי עובי גשם חודשי כפי שנמדדו בתחנת תל אביב- קריית שאול (ממוקמת בגובה 40 מ' מעל פני הים) בשנים 1980-2010.

בטבלה מספר 4.1 ובגרף מס' 4.1 להלן מופיעים נתוני הגשם כפי שנמדדו בתחנת רידינג-שדה דב

טבלה מספר 4.1- נתוני גשם – תחנת רידינג שדה דב, תל אביב

עוצמת גשם [מ"מ/שעה]					פרק זמן [דק']
20%	10%	5%	2%	1%	
110.5	127.4	143.5	164.0	179.8	5
80.1	93.8	107.1	124.5	138.1	10
62.9	75.8	88.9	108.3	123.8	15
53.9	65.5	77.7	95.5	109.8	20
43.5	52.4	61.1	72.6	81.8	30
32.8	39.5	45.8	54.3	60.8	45
27.7	33.8	39.7	47.6	53.6	60
19.9	25.9	32.3	41.7	49.3	90
15.6	21.0	27.1	36.6	44.9	120
11.2	15.9	21.3	29.7	37.2	180
8.1	11.7	15.5	21.1	25.8	240

גרף מספר 4.1- משך גשם בתקופות חזרה שונות



5. תכנית הניקוז המוצעת

על פי תכנון מערך הכבישים רחוב אבן גבירול שנמשך מדרום התכנית אל צפונה יוצר קו פרשת מים לאורכו עקב העובדה שהוא מתוכנן כרחוב הגבוה ביותר בתכנית.

אגני הניקוז אשר קיימים ממערב לאבן גבירול יתנקזו בגרביטציה לכיוון הפארק החופי ולכיוון הים. אגני הניקוז ממזרח לאבן גבירול יתנקזו חלקם למובל הניקוז ברחוב איינשטיין אשר מתוכנן להעתקה לצורך התאמה לתוואי הכבישים המתוכנן, בעוד שמוצא המובל יישאר במיקומו הקיים. כמו כן, האגנים הדרום מזרחיים לאבן גבירול יתנקזו באמצעות מערכות תיעול קיימות לכיוון אגן נחל הירקון.

התכנית תתבסס על עקרונות קיימות שיאפשרו למנף את נפחי הנגר בתחומי המגרשים לטובת תכנון נופי וגינון פרטי. הנ"ל יושג באמצעות גינון על גבי תקרות החניונים התת קרקעיים ובכל מקום שיתאפשר. מימוש התכנית יציג תכנון מקיים, שימור נגר בתחומי המגרשים, השהיית הנגר בתחומי המגרשים וביסוס כל הנ"ל על גינון פרטי בתחומי המגרש.

תכנית הניקוז מתבססת על עקרונות שימור הנגר באמצעות איגום והשהייה:

- בתחום המגרשים הפרטיים והציבוריים הנגר ייאסף ויושהה בגגות ירוקים אשר ייבנו מעל קומות המרתף שישמשו כחניונים תת קרקעיים.
- מהגגות הירוקים בתחומי המגרשים יגלוש הנגר אל עבר שצ"פ סמוך או גינון בתחום המדרכות והכבישים במקרה ואין שצ"פ סמוך.
- השצ"פים יקבלו נגר מהמגרשים הפרטיים (עודפים מהגגות הירוקים) ויתוכננו כך שיוכלו לקלוט את הנגר ולהשהות אותו באזורים מונמכים כך שיתאפשר חלחול ככל הניתן.
- בשצ"פים יובאו לידי ביטוי שימושים באלמנטים משמרי נגר בתת הקרקע וכן מערכות הולכה תת קרקעיות שיאפשרו אורור בית שורשים.
- בתת האגן המערבי הונהגה שיטה פיזורית של מתקני המוצא ממערכת התיעול. מתקני המוצא פוזרו כך שיווצרו מוקדים רבים בפארק החופי. גם בפארק זה, כמו בשאר השצ"פים, יתוכננו אזורים מונמכים לתפיסת הנגר והשהייתו וכן פיתוח שיאפשר הארכת נתיב הזרימה.
- לצידי הכבישים, בתחומי החניות ו/או המדרכות תהיינה רצועות אדמה קונסטרוקטיבית, המהווה מצד אחד מצע תשתית יציב למדרכות ומיסעות ומצד שני מצע מאוורר ומחלחל המאפשר חלחול נגר ופיתוח בתי גידול נוחים לעצים בחתך הרחוב.
- אמצעים למניעת נזקים- בכניסה לחניונים ולמרתפים ינקטו ויתוכננו הגבהות ואמצעים שונים למניעת הצפות, לרבות תעלות איסוף, מחסומים פיזיים למניעת גלישת נגר עילי.
- עודפי הנגר שיופנו אל הכבישים מהמגרשים ומהשצ"פים יוזרמו ברצועות אדמה קונסטרוקטיבית במדרכות. כשאלו יתמלאו, העודפים יופנו/יגלושו אל המיסעה ויכנסו אל מערכת התיעול התת קרקעית.
- קווי הניקוז בתת האגן המזרחי יתחברו למערכת הניקוז העירונית הקיימת. בשלב התכנון המפורט של התשתיות ייבחנו כלל הקטרים של התשתיות הקיימות ממזרח לתכנית ובתחומה והקווים הקיימים יוחלפו ככל הנדרש.
- מובל הניקוז הקיים בשטח התכנית, אשר התוואי שלו כיום הינו במגרשים המתוכננים, יועתק בהתאמה לתוואי הכבישים המתוכננים כאשר מוצא המובל הקיים ישמר.

שמירה על עקרון שימור נגר העילי, משמע, ויסות עונתי של מי הנגר והשהייתו יגרור הגדלת זמן הריכוז וכתוצאה מכך הקטנת ספיקות התכן.

6. חישוב ספיקות תכן

תכנון מערכת הניקוז בתכנית זו בוצע עבור סופה בתדירות של 1:20 שנה (הסתברות 5%) לפי הנחיית עיריית תל אביב.

יחד עם זאת, חישוב נפחי האגנים הנדרשים בשצ"פים תוכננו עבור סופה בתדירות 1:100 שנה (הסתברות 1%), וזאת כדי לוודא אי הצפה בתדירות זו.

שטח התכנית מתחלק ל-3 אגנים לפי התכנית המוצעת והשטח הבנוי הקיים שמסביבה ובהתאם לתכנית האב לניקוז של העיר:

אגן 1- חלק מאגן מס' 15 בתכנית האב. תכנית זו מציעה לשנות את קו גבול האגן הצפוני כך שרחוב צבי פרופס ימשש גבול האגן. שטח האגן הינו כ-2,200 דונם. כיום המוצא דרך מובל ניקוז בקוטר 260 ס"מ אל הים התיכון. על מנת להקטין ככל הניתן את השפעת הבינוי בתכנית זו על מערכת הניקוז הקיימת מוצע כי מרבית הנגר בתחום השכונה יופנה אל השצ"פים ואל הפארק החופי לשהייה ולחלחול, בזכות כך כמעט ולא תהיה העמסה על המובל הקיים.

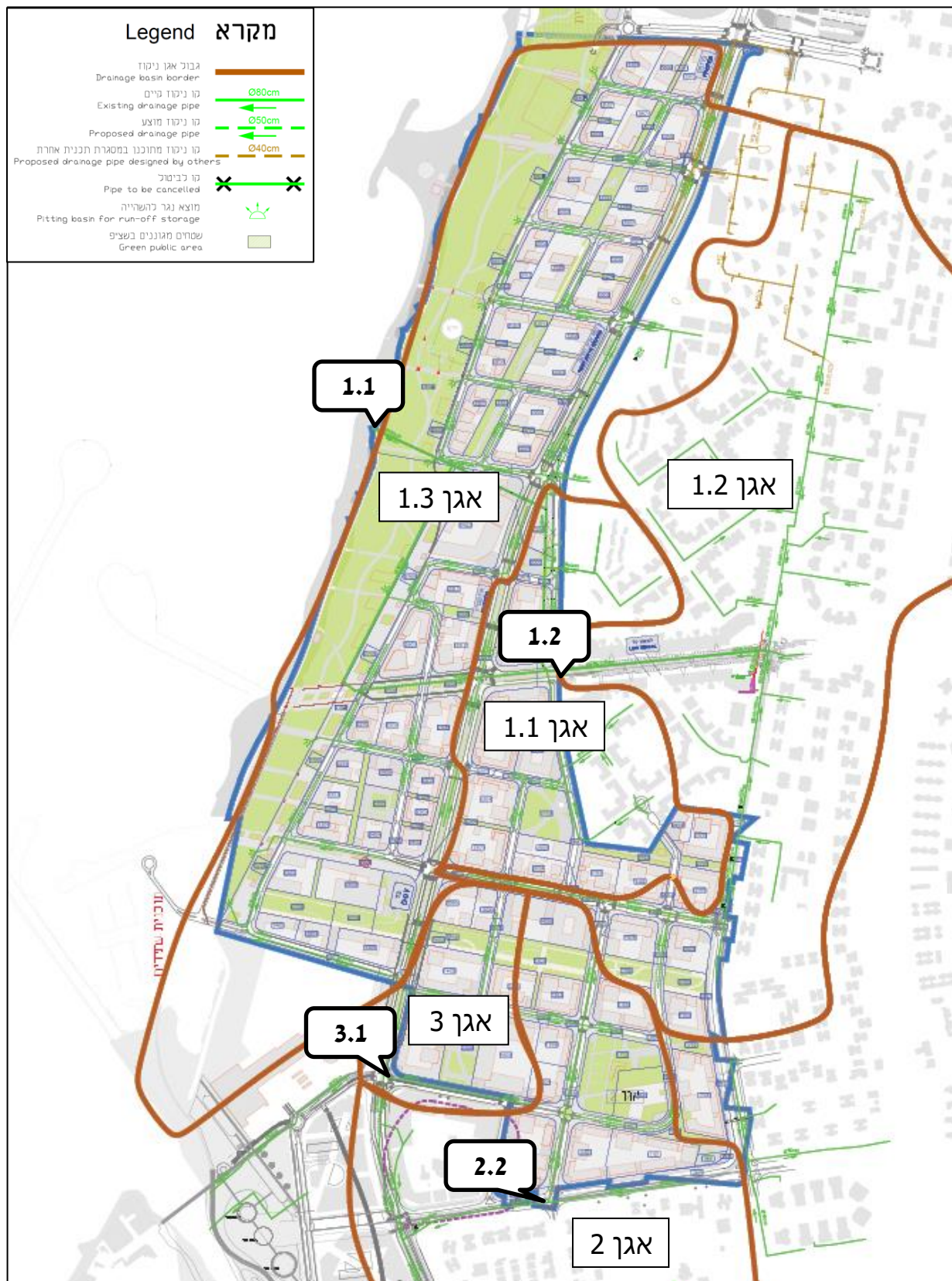
ניתן לחלק את אגן זה ל-3 תתי אגנים: אגנים 1.1 ו-1.2 מתנקזים למובל הניקוז, כאשר תת אגן 1.2 מתנקז אל מובל הניקוז הקיים ברח' איינשטיין, מחוץ לגבולות התכנית, ומכיל ברובו שטחים משכונות המגורים ממזרח לתכנית המוצעת, ותת אגן 1.1 מתנקז אל מובל הניקוז המוצע בתחום התכנית. אגן 1.3 מכיל את השטחים בהם הנגר מופנה אל הפארק החופי לשהייה ולחלחול.

אגן 2- תת אגן של אגן מס' 20.7 בתכנית האב. שטח האגן כ-600 דונם והוא מכיל שטחים בדרום התכנית ושטחים בנויים מדרום לתכנית. אגן 3 מנוקז לאגן זה באמצעות קו קוטר 100 ס"מ העובר ברח' אבן גבירול ומתחבר למובל הקיים בצומת רחובות אבן גבירול וש"י עגנון. מוצא האגן כיום במובל מלבני במידות 230X180 ס"מ לנחל הירקון.

אגן 3- תת אגן של אגן מס' 20.7 בתכנית האב, כאשר כיום המוצא הינו בקו קוטר 80 ס"מ לנחל הירקון באזור מוצא הנחל לים התיכון. שטח האגן כ-120 דונם והוא מכיל שטחים בדרום התכנית וחלקים ממתחם רידינג. אגן זה ינוקז לכיוון אגן 2, וזאת לפי תאום שבוצע עם י.לבל, מתכנני תב"ע רוקח-אבן גבירול, הגובלת לתכנית זו מדרום-מערב.

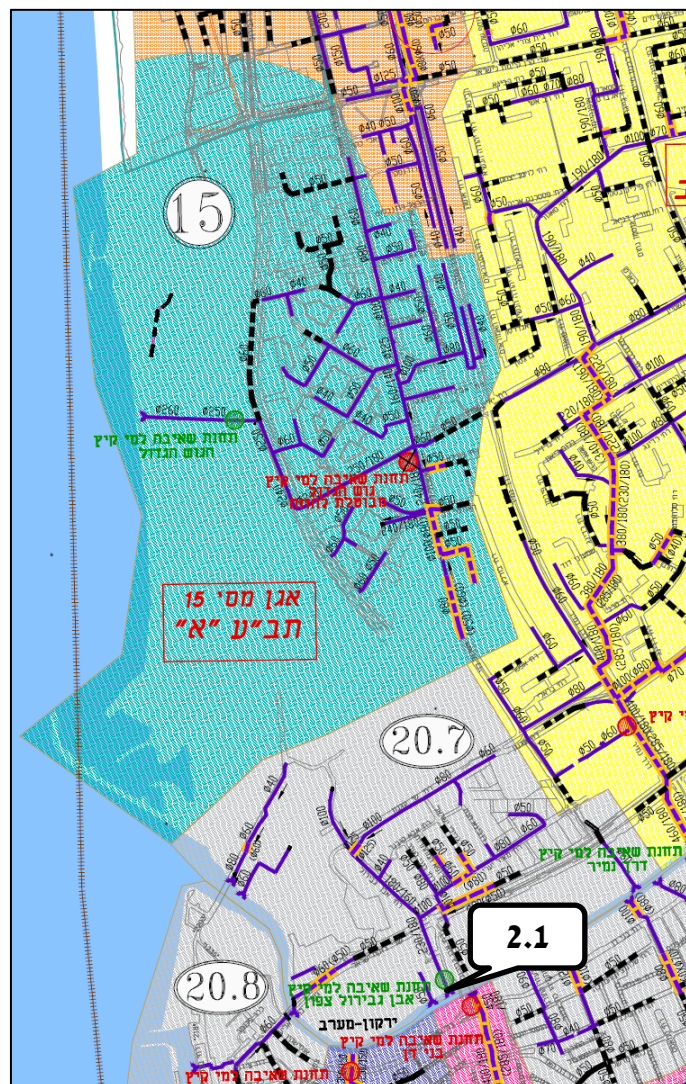
הספיקות חושבו עבור מוצאי האגנים ובמספר נקודות ריכוז בהן ישנו חיבור של השכונה למערכת הניקוז העירונית, כפי שמופיע באיור המוצג מטה.

איור מספר 6.1- אגני ניקוז וסימון נקודות ריכוז על רקע מערכת ניקוז קיימת ומתוכננת



נקודה נוספת עבורה חושבה ספיקת התכן נמצאת מחוץ לשטח התכנית והיא נקודה 2.1 במוצא אגן 2- מופיעה באיור הבא :

איור מספר 6.2- נקודת ריכוז על רקע תכנית האב לניקוז (הוכנה על ידי ה.מ.ד.י הנדסה)



6.1. הנוסחה הרצינאלית

חישוב הספיקות נעשה באמצעות הנוסחה הרצינאלית אשר מבוססת על הקשר בין הנגר העילי, אגן ההיקוות, שטח, תכונותיו הפיסיות ועצמת הגשם. הקשר בין הגורמים מבוטא בנוסחה להלן :

$$Q_T = CIA$$

כאשר :

- | | |
|---------------|--|
| I [מ"מ/שעה] | - 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"מ/ק/שעה] | - הספיקה המקסימאלית של הנגר העילי |
| T [דקות] | - זמן הריכוז |

6.2. 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 הרציונאלית, 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 :

זמן הריכוז חושב על פי נוסחת קירפיד :

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

T_c = 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.

6.3. מקדם הנגר העילי

מקדם הנגר העילי C , מייצג את החלק היחסי של הנגר העילי מעובי גשם, המתנקז משטח נתון. הערכים של המקדם יגדלו ככל שאחוז השטח הבנוי יגדל, ויקטנו ככל שאחוז השטחים החדירים למים יגדלו.

בטבלה להלן מופיעים מקדמי הנגר העילי לפי ייעודי הקרקע. לאחר חישוב מקדם נגר משוקלל, אשר תואם את החלק היחסי של כל ייעוד קרקע, בוצע חישוב ספיקות התכן המתבסס על המקדם המשוקלל.

טבלה מספר 6.1- מקדמי נגר מוצעים

מקדם נגר מוצע	ייעוד קרקע
*0.58	מגרש מגורים/ מסחר/ תעסוקה/ מוסדות ציבור/ מלונאות
0.4	שצ"פ
**0.8	דרך

*בקביעת מקדם הנגר נלקחו בחשבון שטחי החלחול ושטחים המיועדים לשמש כגגות ירוקים.

**בקביעת מקדם הנגר נלקחה בחשבון רצועת האדמה הקונסטרוקטיבית, המהווה מצד אחד מצע תשתית יציב למדרכות ומיסעות ומצד שני מצע מאוורר ומחלחל המאפשר חלחול נגר ופיתוח בתי גידול נוחים לעצים בחתך הרחוב. רצועות האדמה הקונסטרוקטיבית שולבו בחתך הכביש בתחומי החניות ו/או המדרכות.

6.4. ספיקות התכן

בטבלה 6.2 מוצגות ספיקות התכן בנקודות ריכוז בקווי צנרת ראשיים בתחום התכנית, נקודות הריכוז מוצגות באיורים 6.1 ו-6.2.

טבלה מספר 6.2- ספיקות תכן בהסתברויות שונות עבור נקודות ריכוז שונות בקווי צנרת ראשיים

ספיקה [מ"ק/שנייה]					מקדם נגר עילי משוקלל	זמן ריכוז [דק']	שיפוע	אורך ערוץ ניקוז [מ']	שטח [דונם]	נקודה	אגן
1:5	1:10	1:20	1:50	1:100							
4.8	5.8	6.8	8.2	9.2	0.65	58	0.40%	1500	950	1.2	1
5.3	6.7	8.2	10.3	11.9	0.65	81	0.5%	2600	1300	1.1	
3.5	4.3	5.0	6.0	6.8	0.63	61	0.30%	1400	720	2.1	2
1.4	1.7	2.1	2.5	2.9	0.60	21	0.70%	500	158	2.2	
1.1	1.3	1.6	1.9	2.2	0.60	18	1.25%	550	120	3.1	3

במסגרת התכנית מוצעים שצ"פים להשהיית וחלחול הנגר, כאשר הנגר יופנה מהגגות הירוקים במגרשים לשצ"פים הסמוכים ועודפים ימשיכו בגלישה למערכת הניקוז העירונית בכבישים. שטחי ההשהיה בשצ"פים יתוכננו לסופה בהסתברות של 1%, יתרמו להשהייה משמעותית של הנגר המצטבר, ויקטינו את הספיקות הנקלטות במערכת הניקוז העירונית. בשל כך, גם בעת סופה בהסתברות 1% הספיקות בפועל במערכת הניקוז לא יעלו על הספיקות בהסתברות 5%.

7. איגום והשהיית הנגר בשצ"פים

כפי שהוצג בפרק 5 של מסמך זה מוצע כי השצ"פים יקבלו נגר מהמגרשים הסמוכים. על אף פי שמערכת הניקוז תוכננה לסופת גשם בהסתברות 5%, עבור חישוב נפחי האיגום הנדרשים נלקחה בחשבון סופת גשם בהסתברות 1%, וזאת כדי לוודא אי הצפה בתדירות זו. להלן אזורים מוצעים להשהיית הנגר בשצ"פ וטבלה המפרטת את פוטנציאל הנפח הכולל לאיגום ולהשהיה בכל אזור כפי שמסומן בתכנית.

טבלה מספר 7.1 - פוטנציאל נפח לאיגום והשהייה בשצ"פים בהסתברות 1%

נפח נדרש לאיגום והשהייה בהסתברות 1% [מ"ק]	אזור
3,086	1
925	2
1,943	3
667	4
2,479	5
1,823	6
496	7
1,951	8
1,698	9
368	10
680	11
1,260	12
1,491	13
1,155	14
304	15
638	16
1,036	17
1,036	18
1,137	19
3,457	20
1,708	21
544	22
1,562	23
2,160	24
1,372	25
1,047	26
1,026	27
778	28
2,293	29
977	30
221	31
913	32
1,014	33
900	35

8. תחנות שאיבה למי קיץ

יתוכננו תחנות שאיבה למי קיץ בתחום הפארק החופי בתכנית, על מנת למנוע גלישת מי קיץ לחופים. כלל מי הקיץ ינותבו בגרביטציה, ככל הניתן, ממוצאי הניקוז בפארק החופי לעבר תחנות השאיבה למי קיץ, וזאת על מנת לצמצם למינימום את מס' התחנות.

מי הקיץ הזורמים במובל הניקוז הקיים לים יופנו אל ת"ש למי קיץ הסמוכה המתוכננת בסמוך למוצא הקיים.

תוואי קווי הסניקה יהיו אל מערכת הביוב העירונית הסמוכה.

תחנות מי קיץ יאושרו ע"י המשרד להגנת הסביבה, משרד הבריאות והרשויות הרלוונטיות. שטחי תחנות השאיבה למי קיץ יאוחדו ככל הניתן עם שטחי מתקנים הנדסיים אחרים, כדוגמת מתקן טיפול במים אפורים.