

כינוס תוכנית
סמכות קוסמית

הועדה המקומית לתכנון ולבניה תל אביב - יפו		
שם התכנית 507-1028927 תא/מק/4573 התחדשות דרך השלום 105-117		
אושרה למתן תוקף (לאחר דיון בהתנגדויות):		
תאריך 09/02/2022	פרוטוקול 222-0004	החלטה 5
תאריך 12/07/2023	פרוטוקול 223-0012	החלטה 13
תאריך 05/03/2025	פרוטוקול 225-0005	החלטה 7
מנהל האגף	מהנדס העיר	ליאור שפירא, עו"ד
אורלי אראל	אהוד כרמלי, אדרי	יו"ר הועדה/יו"ר ועדת המשקעים
		תאריך

תוכנית מספר 507-1028927

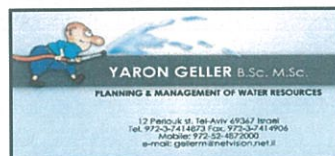
מתחם "עמישב על דרך השלום"

דרך השלום 105-117

נ.צ.מ N663100-E181800

נספח ניקוז וניהול נגר על פי תמ"א 1

תל אביב, ספטמבר 2022



המתכנן: ירון גלר הנדסה וניהול משאבי מים בע"מ

רחוב פרלוק 12 תל אביב, 6936714,

טלפון: 03-7414873 פקס: 03-7414906,

דוא"ל: gellerm@netvision.net.il

רח' פרלוק 12, תל אביב, 69367, טלפון: 03-7414873, פלאקס: 052-4872000

פקס: 03-7414906 E-mail: gellerm@netvision.net.il שם הקובץ: נספח ניקוז וניהול מי נגר עילי עמישב השלום תל אביב 01



מהטמה גאנדי 1869-1948

"למקומות שאליהם ראוי להגיע, אין קיצורי דרך"

תוכן העניינים :

1. עיקרי דברים, ריכוז נתוני התכנון ומסקנות.....4
2. מחשבון ניהול הנגר העילי (תמ"א 1).....8
3. המצב המתוכנן – מתחם עמישב על דרך השלום.....10
 - 3.1. תכונות תכסית השטח.....10
 - 3.2. תחשיב מקדם התכסית למצב הקיים והמתוכנן.....11
 - 3.3. הוראות תמ"א 1.....11
 - 3.4. זמני החזרה ועוצמות הגשם לתכנון.....12
 - 3.5. הנחיות להכנת חישובים הידרולוגיים.....13
 - 3.6. אופן חישוב נפח המים להחדרה (ע"פ רשות המים).....14
4. עובי הנגר למצב המתוכנן.....16
5. תכנית למיתון וויסות נגר על קרקעי.....18
 - 5.1. עקרונות לתחשיב מיתון וחלחול מים.....18
 - 5.2. סקר הקרקע באתר.....19
 - 5.3. בחינת אפשרויות החלחול באתר.....20
6. הנגר העודף.....24
7. המלצות להוראות התוכנית.....25
8. נספחים.....26



רשימת הטבלאות

טבלה 1	ריכוז החישוב ביחס לנפח ניהול הנגר לעמידה ביעד התכנון	6
טבלה 2	סיכום נתוני השטחים – מצב מוצע לפי טבלת שטחים בתוכנית	10
טבלה 3	מקדמי הנגר לשימושי הקרקע השונים	11
טבלה 4	מקדם הנגר הכללי המשוקלל לפי גודל השטחים	11
טבלה 5	הוראות תמ"א 1 - זמני חזרה לתכנון	12
טבלה 6	עוצמות הגשם לתחנת המדידה שדה דב על פי זמן חזרה וזמן ריכוז	13
טבלה 7	ריכוז התחשיב ביחס לנפח הנגר השתי המוצע ונפח ניהול הנגר הנדרש	21
טבלה 8	ריכוז התחשיב ביחס לנפח הנגר המנוהל – תחשיב לפי שטחי המגורים	22

רשימת האיוורים

איוור 1	מתחם "עמישב" על דרך השלום, תל אביב	4
איוור 2	הידרוגרף הנגר העודף הגולמי והמווסת במימוש מלא של אמצעי ניהול הנגר	6
איוור 3	נפח הנגר הנדרש לניהול על פי מחשבון מינהל התכנון	8
איוור 4	מפת אזורי עדיפות להדרה של רשות המים (מתוך תמ"א 1)	9
איוור 5	קווי הגובה במתחם דרך השלום עמישב	10
איוור 6	הנחיות עת"א יפו לתכנון בר קיימא לשלב תכנית עיצוב	14
איוור 7	הנחיות רשות המים לחישוב של עובי הנגר הכללי להחדרה (06.19)	15
איוור 8	הידרוגרף נגר משולש עם זמן בסיס וזמן לשיא	16
איוור 9	סכימה עקרונית של מיתון מי נגר - באמצעות חלחול והשהייה	18
איוור 10	תיאור שכבות תת הקרקע על פי סוקר הקרקע אינג' דני מכתה	19
איוור 11	סכימת חיבור צמג"ים למיכלי איגום מים ושחרור נגר עילי	22
איוור 12	מנעד אמצעי ניהול הנגר העילי בתחשיב עבור כל המתחם (16.89 דונם)	23
איוור 13	מנעד אמצעי ניהול הנגר העילי בתחשיב עבור שטח יעוד מגורים (11.51 דונם)	23
איוור 14	הידרוגרף הנגר העודף לאחר תפקוד מערכת חידור והחדרת מי נגר עילי	24

רשימת הנספחים

נספח א' + ב' – מקדמים לחישוב כושר החידור לתת הקרקע על פי דרסי Darcy
 נספח ג' – הנחיות היחידה לקיימות בעיריית תל אביב בנוגע לניהול מי נגר עילי.

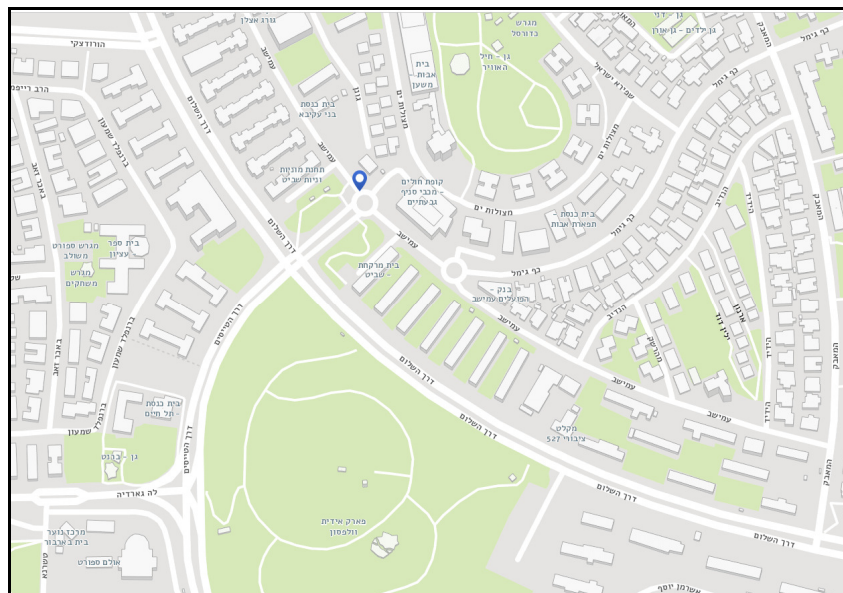
1. עיקרי דברים, ריכוז נתוני התכנון ומסקנות

רחוב עמישב מצוי בתחום שיפוט עיריית תל אביב בגבול תחום השיפוט עם עיריית גבעתיים. חברת "אחים דוניץ" יוזמת כיום את תוכנית להתחדשות עירונית במתחם "עמישב על דרך השלום". תכנית ההתחדשות בשטח של כ 16.9 דונם ממוקמת ממזרח לדרך השלום, מערבית לרחוב עמישב, דרומית לרחוב מרטון ארנסט וצפונית לבית ספר שושנה דמארי (ת"א). בשטח התוכנית קיימות היום 150 יח"ד בחלוקה ל 6 מבני רכבת בני 22 דירות ובניין אחד בן 18 דירות, הכולל גם מספר יחידות מסחר בקומת הקרקע. על פי התוכנית המוצעת בעריכת דני קיזר אדריכלים יפנו יח"ד הקיימות ותחתם יבנו 486 יח"ד ב 8 מבנים חדשים בני 14-16 קומות. התוכנית המוצעת כוללת עירוב שימושים באופן הנותן מענה לצרכי האוכלוסייה המקומית למטרות מגורים, מסחר ומוסדות ציבור ושטחים פתוחים, תוך שילוב עקרונות פיתוח בר קיימא ושימור הזהות המקומית של המרחב וניצול נכון יותר של שטח הקרקע.

עיקרי הדרישות מנספח הניקוז וניהול הנגר העילי לשלב התוכנית המפורטת:

- א. חישוב נפח ניהול הנגר היממתי על פי הנחיות תמ"א 1 החדשה (שימוש במחשבון).
- ב. ע"פ הנחיות עת"א ניהול מי נגר בהיקף שאינו פחות מ 30 מ"ק איגום לכל דונם שטח תכנית.
- ג. שמירה על לפחות 15% משטח המגרש לחלחול והעשרת מים טבעית.
- ד. עמידה בהוראות ת"י לבניה ירוקה 5281, בהקשר הידרולוגיה סעיפי פרק 3.3 איור מספר 1 מציג את מתחם התכנון. נ.צ של האתר N663100-E181800.

איור 1 מתחם "עמישב" על דרך השלום, תל אביב



מטרתו של נספח ניהול ושימור נגר זה לבחון את היקף הנגר מהמצב הקיים והמצב המוצע. בהתאם את השימושים למימוש מנגנונים לניהול וצמצום נפח הנגר כך שניהול הנגר העילי יענה להוראות תמ"א 1 החדשה והנחיות עת"א יפנו. חישוב ניהול הנגר נעשה לכל התוכנית ואילו האמצעים נקבעו ביחס לשטח המגורים נטו (ללא מוסדות ציבור). לבסוף מובא הידרוגרף הנגר העודף המציג את הנגר הצפוי יחסית לזה של המצב הקיים.

בחישוב אמצעי ניהול הנגר המטרה העיקרית היא להוכיח את הייתכנות לניהול נגר. לשלב הבא של תכנית העיצוב נדרש להציג את המנגנונים לניהול מי הנגר העילי, חלוקתם בין המרחב הפרטי והמרחב הציבורי ושימושתם בתוכנית בכפוף לתנאים הסביבתיים. אזור הפרויקט נמצא בתחום מפת עדיפות להחדרה של רשות המים (המפה נכללת בתמ"א 1, ראה איור 04). ניהול הנגר בתוכנית זו נבחן תוך שילוב של כלל האמצעים: קידוחי החדרה לתת הקרקע עבור מי הגגות יחד עם וויסות מקדים לנגר הגגות, הפניית מי נגר הפיתוח לקרקע גננית.

עיקר ההמלצות למימוש במסגרת תכנית הפיתוח:

- א. התכנית הנוכחית חלה על שטח של 16.9 דונם. משטח זה מוקצה שטח של 2.144 דונם למבני ציבור. חישובי ניהול הנגר נעשו על בסיס השטח המיועד למגורים 11.22 דונם.
- ב. מודגש כי ניהול הנגר הנכלל במסמך הנוכחי מתייחס אך ורק **לשטחים ביעוד מגורים ולא** כולל את המטלות שיידרשו לניהול הנגר מהשטחים ביעוד מבני ציבור.
- ג. מתודולוגיה: על פי הנחיות היחידה לקיימות בעת"א יפו חושב עובי הנגר היממתי למצב הקיים והמתוכנן. נפח ניהול הנגר נקבע כך שסך מנגנוני ניהול הנגר יהיה בחישוב יממתי גדולים ממכפלת 30 מ"ק במספר הדונמים הנכללים בתוכנית. עובי הנגר היממתי בהתאם לשטח המגורים חושב להיות 507 מ"ק.
- ד. בחישוב על פי הנחיות תמ"א 1 החדשה (חישוב נפח הניהול היממתי על פי מחשבון מינהל התכנון) יש להתאים את אמצעי ניהול הנגר לכמות יממתי של 1470 מק"י. ראה איור 3.
- ה. מקדם הנגר – הינו מקדם אמפירי המתאר את תגובת השטח לגשם. מקדם הנגר למצב הקיים הכולל מירקם משולב של מבני רכבת ושטחים אקסטנסיביים – חושב להיות 0.633. עבור המצב המוצע חושב מקדם נגר עילי ממוצע של 0.725, כלומר הבינוי המוצע מגדיל את תגובת השטח לגשם ב 14.5%. יחד עם זאת, מימושם של אמצעי ניהול הנגר יגרום לכך שתביעת הרגל של המצב המתוכנן על מערכת הניקוז יהיה קטן מזה הקיים.
- ו. מומלץ כי ניהול מי נגר במסגרת מתחם "עמישב על דרך השלום" יכלול שילוב איגום של מי גגות והחדרת מים לתת הקרקע יחד עם ניהול נגר הפיתוח באמצעים של הפניית מים לקרקע גננית לצרכי ספיגה וחלחול (ב 15% משטח הקרקע המיועד למגורים). סקר קרקע באתר סמוך מבסס את ההנחה כי שכבות תת הקרקע כוללות שכבות חול עד חול כורכרי. שכבות אלו מותאמות להחדרת מים. מסקר הקרקע באתר סמוך עולה כי בשכבות מעל עומק 12 מטר עיקר שכבות הקרקע כוללות חול דק עד חול כורכרי. שכבות אלו מתאימות להחדרת מים לתת הקרקע. בסקר הקרקע לא נמצאו מי תהום לעומקים בהם צפויה חפירה (18-20 מטר).

ז. ניהול הנגר חושב על בסיס יישום 4 מנגנונים שונים לניהול מי נגר:

- ספיגה של מים בקרקע גננית מעל תקרת מרתף – ספיגה בלבד לעומק 1.2 מטר.
- ספיגה וחלחול של מים בקרקע גננית **שלא** מעל תקרת מרתף – ספיגה וחלחול טבעי.
- החדרה במסגרת קידוחי החדרה לעומק של כ 20 מטר – סה"כ 8 קידוחי החדרה במתחם.
- ניהול נגר בשטחי ציבור כולל מצע מעכב בגג מבני ציבור וארגזי מבנה לבתי גידול עצים.



ח. בתחשיב וויסות וחלחול עבור מלא המתחם התוכנית מציעה ניהול של 1,820 מ"ק יחסית לנפח נדרש של 1,467 מ"ק. נעשה חישוב נפרד לניהול הנגר עבור שטח הקרקע ואמצעי הניהול של מתחמי המגורים. הנפח הנדרש לניהול 1,000 מ"ק והנפח המוצע 1,214 מ"ק.

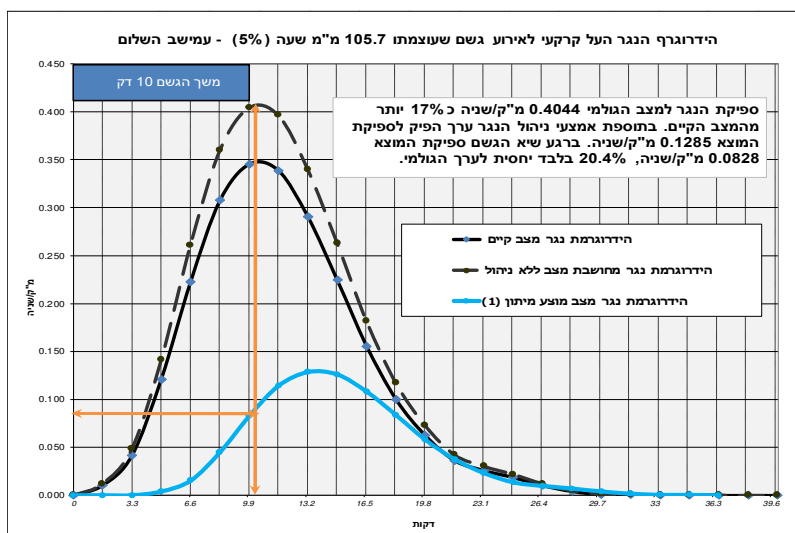
ט. מנגנוני החלחול חושבו בהתאם לאופיים (חלחול, החדרה, וויסות על בסיס שעות. עבור תחשיב יממתי יש להתייחס למשך גשם מצטבר יומי של 6 שעות. בשני המקרים (גם בחישוב עבור כל התוכנית וגם בחישוב עבור הקרקע ביעוד מגורים) נפח ניהול הנגר המוצע גדול מנפח הניהול הנדרש. טבלה מספר 1 מסכמת את מאזן הנגר העילי עבור נפח יממתי (מ"ק/יממה) בעוצמה המתאימה לזמן החזרה של 1:50 שנה

טבלה 1 ריכוז החישוב ביחס לנפח ניהול הנגר לעמידה ביעד התכנון (לכל המתחם)

בדיקת נפח ניהול הנגר העילי	ערך	יחידה	הערות
ספיגה בקרקע גננית	מ"ק/יממה	276.4	28%
חלחול בקרקע גננית (15%)	מ"ק/יממה	248.8	25%
קידוחי החדרה	מ"ק/יממה	689.3	69%
וויסות בגגות מבני ציבור	מ"ק/יממה	125.2	וויסות בגגות מבני ציבור
ארגזי מבנה לעצים	מ"ק/יממה	480.0	לא לסיוע (שפכים)
סה"כ מוצע	מ"ק/יממה	1,820.4	121%
סה"כ נדרש לפי מחשבון		1,467.0	מחשבון תמ"א 1
סה"כ נדרש לניהול מגורים בלבד	מ"ק/יממה	999.8	עבור חלק המגורים
סה"כ מוצע לניהול במגורים בלבד	מ"ק/יממה	1,214	עבור חלק המגורים

י. לבסוף: ניהול הנגר אינה מטרה בפני עצמה. מטרת הניהול האמיתי היא צמצום נפחי הנגר וספיקות הנגר העילי על מנת להקטין את העומס במערכות התיעול העירוניות וצמצם את הסיכוי להצפות בנקודות פגיעות של מערכות התיעול. לכן, הצגת ניהול הנגר העילי אינה שלמה ללא הצגת ספיקת/נפח הנגר העודף הצפוי להיות מועבר למערכת התיעול. איור מספר 12 מציג את הידרוגמת הנגר העילי המחושבת עבור השטח המפותח ללא ניהול מי הנגר והידרוגמת הנגר עבור המצב שלאחר יישום מנגנוני ניהול הנגר:

איור 2 הידרוגרף הנגר העודף הגולמי והמוסת במימוש מלא של אמצעי ניהול הנגר





יא. מההידרוגרף ניתן לראות כי תחילת הנגר העודף יהיה לערך לאחר כ 5.0 דקות או כאשר במשך זמן זה יתמלאו אמצעי ניהול הנגר בנפח של כ 220 מ"ק מים בכל האמצעים המוצעים (מתוך נפח מים באירוע של 10 דקות 323 מ"ק). במילים אחרות אלמנטי ניהול הנגר יוצרים שיהוי ברגע תחילת הנגר העודף למשך של 5.0 דקות מתוך משך גשם של 10 דקות.

יב. הנגר הגולמי חושב להיות 0.404 מ"ק/שניה ללא כל איגום או ניהול כלשהוא בעוד הנגר לאחר וויסות חושב להיות 0.0828 מ"ק/שניה, ספיקה המהווה רק 20.4% מהספיקה הגולמית. היקף צמצום הנגר העילי במשך קצר של כ 10 דקות הוא 80% ביחס למצב לא מנוהל.

יג. **תוכנית היישום:** תוכנית היישום תכלול :



- הפניה של מי הגגות לקידוחי החדרה לתת הקרקע. קידוחי החדרה יחושבו על פי טופס סטנדרטי של רשות המים ויכללו וויסות מקדים של 8 מ"ק לכל קידוח.
- הפניה של מי נגר פיתוח לקרקע גננית במסגרת הסדרה ותכנון של שיפועי הפיתוח. בקרקע גננית חושב מנגנון של ספיגת מים ומנגנון של חלחול בגין חלק הקרקע הגננית שלא מעל תקרת מרתף. חלחול חושב רק עבור חקל הקרקע שלא מעל תקרת מרתף.
- על מנת לעמוד היעד ניהול הנגר של כל המתחם – נקבע כי ינוהל נגר גם במבני ציבור ובשטח השצפ"ים. יחד עם מימוש אמצעי ניהול בשטחי הציבור ניתן יהיה לעמוד ביעד ניהול הנגר.



- פריסה של אמצעי ניהול הנגר העילי תוצג בשלב תכנית עיצוב
- יד. פרק 7 בדו"ח הנוכחי כולל את ההמלצה לגבי הוראות התוכנית



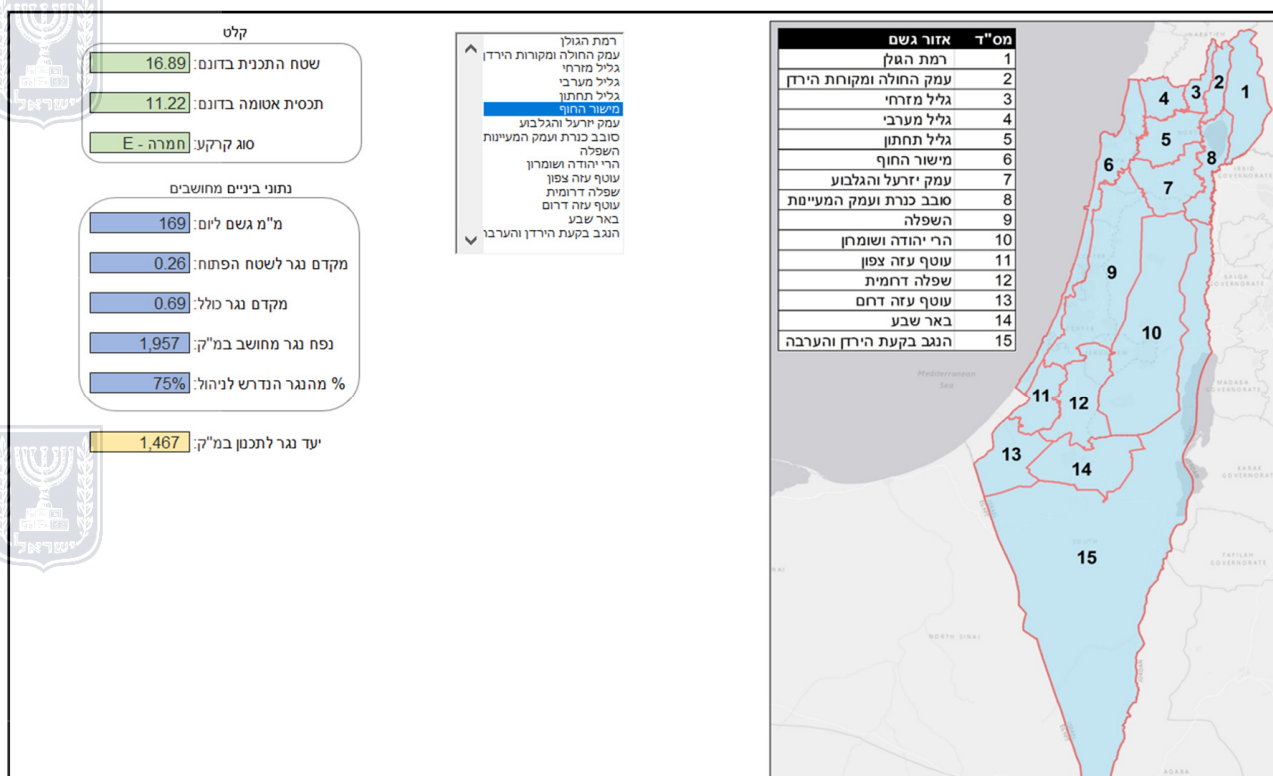
2. מחשבון ניהול הנגר העילי (תמ"א 1)

החל מ 01.2021 תמ"א 34 שעסקה בתחום שימור משאבי המים אינה רלוונטית עוד ובמקומה נכנסו לתוקף ההנחיות החדשות של תכנית תמ"א. תמ"א 1 כוללת הנחיות בתחומים רבים ובהם פרק 8 העוסק בתחום המים, שימור משאבי המים וניהול ראוי של מי הנגר העילי.

את פרק 8 בתמ"א 1 מגבה מסמך המדיניות של מינהל התכנון, המדגיש את הצורך בניהול ראוי של הנגר העילי העירוני, זאת לאור תנופת הפיתוח והעירור והן לאור השינויים בהידרולוגיה שמקורם בשינויי האקלים. תמ"א 1 החדשה כוללת הנחיות לעריכת נספחי ניקוז וניהול נגר. לצורך זאת מפנה התמ"א את עורכי הנספחים ל"מחשבון ניהול הנגר", כלי אקסלי פשוט המנחה את נפח הנגר הנדרש לוויסות/שיהוי/עיכוב/ חלחול.

איור מספר 3 מציג את התחשיב לנפח הנגר לניהול הנדרש על פי מחשבון מינהל התכנון. השטח הכללי בתוכנית 16.89 דונם ואילו השטח האטום (גגות מבנים מתוכננים, שטח הכבישים) ועוד חלק מסוים של השבילים והמעברים בתוכנית חשוב להיות 11.22 דונם. שטח הגגות מהווה יחד עם שטחי הכבישים כ 66% משטח הקרקע בתוכנית. נפח הנגר לניהול על פי המחשבון 1,467 מ"ק. זהו נפח יממתי. עבור שטח הקרקע של מתחמים המגורים (68% מכלל השטח) ועל כן הנפח לניהול יהיה 998 מ"ק (1,000).

איור 3 נפח הנגר הנדרש לניהול על פי מחשבון מינהל התכנון



איור מספר 4 מציג את מפת העדיפויות להחדרה על פי רשות המים. ניתן לראות כי מרחב העיר תל אביב מצוי במרחב המחייב העדפה של החדרת מים. החדרת המים אינה תלויה בשכבות העליונות של הקרקע אלא תלויה באופי האקוויפר המקומי. כלומר גם בקיום שכבות חרסית



עבודת בחלקים העליונים של הקרקע, ככל שמדובר באזור עם העדפה להעשרה יש לכלול מנגנוני העשרה במסגרת תוכנית ניהול הנגר.

איור 4 מפת אזורי עדיפות להדרה של רשות המים (מתוך תמ"א 1)





3. המצב המתוכנן – מתחם עמישב על דרך השלום

3.1. תכונות תכנית השטח

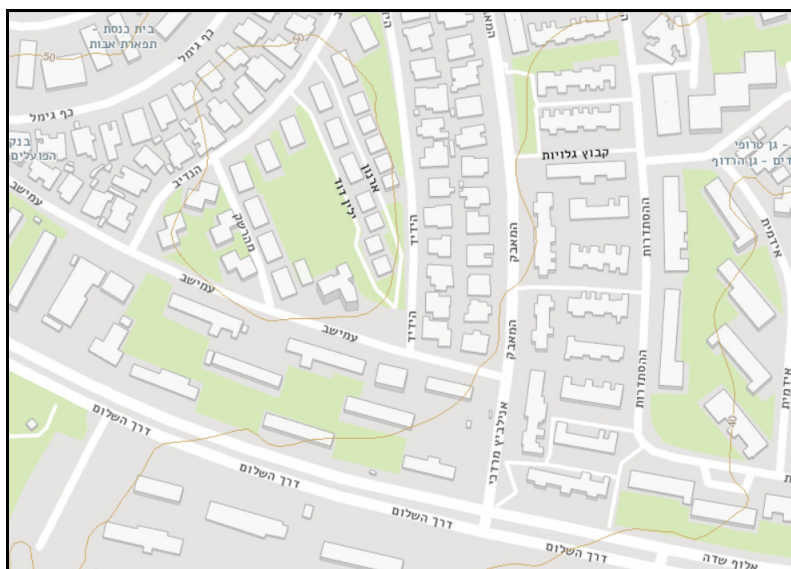
מתחם עמישב על דרך השלום נמצא בחלק המזרחי של העיר תל אביב
גבולות המתחם הם :

- בדרום – רחוב דרך השלום
- בצפון – רחוב עמישב
- במזרח – רחוב עמישב (תחום שיפוט גבעתיים)
- במערב – בית ספר שושנה דמרי



מבחינת הטופוגרפיה – הגבהים במתחם נחלקים מצפון מערב – החלק הגבוה לדרום מזרח
פינת רחוב השלום ורחוב עמישב. בחלק הצפוני גבהי הקרקע סביב 48 מטר מעפה"י ואילו
בחלק הדרומי מזרחי גבי הקרקע נוגעים בקו גובה 40. השיפועים העיקריים הם בעיקר
בכיוון צפון מזרח לדרום מערב בשיעור של 2%.

איור 5 קווי הגובה במתחם דרך השלום עמישב



טבלה מספר 2 מציגה את השטחים החלקיים שבתחום הקו הכחול של התכנית. הטבלה
מציגה את פילוג תאי השטח במסגרת התכנית המוצעת.

טבלה 2 סיכום נתוני השטחים – מצב מוצע לפי טבלת שטחים בתוכנית

נתוני השטח של התוכנית	יחידה	שטח	שטח אטום	לא אטום
שטח כללי של חלקה	מ"ר	16,899.0		
דרך מוצעת	מ"ר	796.0	796.0	
דרך משולבת	מ"ר	579.0	579.0	
מבנים ומוסדות ציבור	מ"ר	2,144.0	1,072.0	1,072.0
מגורים ד'	מ"ר	11,517.0	6,910.2	4,606.8
שצ"פ	מ"ר	1,863.0	1,863.0	1,863.0
אחר	מ"ר	0.0		
סה"כ בדיקה		0.00	11,220	



למים
מצום
של כ

טבלה 4 מקדם הנגר הכללי המשוקלל לפי גודל השטחים

מקדם תרומות הנגר של המגרש למצב הקיים ולמצב המוצע			
7183.98	7,982	0.9	שטחים בנויים
1306.25	1,375	0.95	שטח כבישים
3123.34	5,679	0.55	שטח פיתוח כללי
652.05	1,863.0	0.35	שצ"פים גיבון
0	0	0.5	שטח אחר
12265.62	16,899	סה"כ	
0.72582	C equivalent		

11

על פי תוכנית מתאר ארצית תמ"א 34 ב' 4 חידור ושימור נגר על קרקעי, יש להתיר בכל מגרש לבינוי שטח מינימאלי של כ 15% בעל קשר הידרולוגי למי התהום, קרי שטח ירוק אשר בינו ובין מפלס מי התהום קיים קשר רצוף, נטול שכבות בטון או אחרות, המאפשר למים המחלחלים לקרקע להגיע עד מי התהום. להנחיות שתי מטרות עיקריות: **הראשונה** – צמצום של הפגיעה בהעשרת מי תהום כתוצאה מבינוי והבטחת שטח מחלחל בהיקף מינימאלי של כ



- 15% בכל מגרש ומגרש. **השנייה** – צמצום של כמויות הנגר העל קרקעי המועברות מהמגרש ומהמבנה אל המערכת התיעול הציבורית והורדת עומס הזרימה במערכות אלו. .
- על פי הוראות התמ"א לעריכת נספחי ניקוז וחידור נגר על קרקעי, כל נספח יכול:
- חישוב הנגר המירבי מהמגרש אחת לעשרים שנה (1:20) לפחות
 - חישוב יכולת הקליטה של המגרש במצב טבעי (לפני הבניה)
 - חישוב יכולת הקליטה של מתקן החלחול המתוכנן על סמך חתך גיאולוגי חתום על ידי גורם מקצועי רלוונטי.
 - התייחסות להנחיות עדכניות של רשות המים ביחס להוראות תמ"א 1.



3.4. זמני החזרה ועוצמות הגשם לתכנון

לצורך קביעת זמן החזרה לתכנון, על פי הוראות תמ"א 1 תיקון 8 יש להביא בחשבון עוצמות גשם הנקבעות בהתאם לתנאי השטח, גודל השטח ואופי שימוש הקרקע. על פי קובץ ההוראות יש להביא בחשבון סופת תכן בעלת נדירות של 5%, קרי סופה שזמן חזרתה עומד על 1:20 שנה לא פחות. לצורך ניהול הנגר יש להתייחס לגשם שנדירותו היא 2% כלומר בעל זמן חזרה 1:50 שנה. לצורך תכנון מערכות ניקוז 1:20 שנה.

טבלה 5 הוראות תמ"א 1 - זמני חזרה לתכנון

השימוש בשטח	תקופת חזרה מינימלית בשנים
רחובות וכבישים עירוניים	מערכת תיעול ¹ 5
	מערכת משולבת של מערכת תיעול ואמצעי ניהול נגר ² 20
חקלאות: גידולי שדה ומטעים	10
חקלאות: מבני צמיחה	25
כבישים ארציים ומסילות ברזל ³	50
פארקים ושטחים ציבוריים פתוחים	10
סוללות, מאגרים וסכרים	100
בנייה בתת הקרקע	100
מגורים, מבני ציבור, מסחר, תעסוקה ותעשייה, לפי גובה '00	100
מתחמים אסטרטגיים ⁴	100

¹ על מערכת התיעול למנוע הצפות בתקופת חזרה מינימלית של 5:1 שנים, ללא התחשבות באמצעי ניהול הנגר. לעניין זה בלבד, הצפה תחשב לכל היערמות מים החורגת ממערכת התיעול

² לעניין זה הצפה תחשב כהיערמות מים מעבר לגובה אבני השפה של הכביש

³ הצפת מיסעות וגשרים לפי תקני נתיבי ישראל ורכבת ישראל המתעדכנים מעת לעת

⁴ מתקני תשתית בעלי חשיבות ברמה הלאומית, החיוניים לביטחון המדינה או שלום הציבור ונדרש להבטיח את רציפותם התפקודית בשגרה ובחירום.





ניתוח אירועי הגשם נעשה על פי עקומי משך זמן חזרה של תחנת הקרובה ביותר – תחנת רידינג, בעיר תל אביב. זמן הריכוז נקבע בהתאם לאופי השטח גודלו והשפוע המצוי בשטח מהחלק הצפוני לחלק הדרומי.

טבלה מספר 5 מציגה את ערכי עוצמות הגשם בתחנת שדה דב, על פי זמן החזרה (נדירות) ועל פי משך זמן הריכוז. זמן הריכוז נקבע לזמן של 20 דקות והנדירות 5%. עוצמת הגשם לתכנון הנגר העילי **עבור משך של 10 דקות 105.7 מ"מ/שעה**.
נפח הנגר היממתי הנדרש לצורך חישוב של ניהול הנגר נקבע להיות על פי טבלת מינהל התכנון לעובי הגשת היממתי בישראל 169.0 מ"מ/יממה.



טבלה 6 עוצמות הגשם לתחנת המדידה שדה דב על פי זמן חזרה וזמן ריכוז

תקופת חזרה	הסתברות %	מ"מ לשעה - דק' 5	מ"מ לשעה - דק' 10	מ"מ לשעה - דק' 15	מ"מ לשעה - דק' 20	מ"מ לשעה - דק' 30	מ"מ לשעה - דק' 45	מ"מ לשעה - דק' 60	מ"מ לשעה - דק' 90	מ"מ לשעה - דק' 120	מ"מ לשעה - דק' 180	מ"מ לשעה - דק' 240	מ"מ ליום
1000	0.1%	230.3	182.8	158.2	134.6	109.2	92.4	85.1	73	65.9	52.4	41.2	226.2
500	0.2%	214.8	167.9	143.1	121.9	98.9	82.7	75.2	63.2	56.7	44.8	35.7	206.3
200	0.5%	194.7	149.1	124.7	106.3	86.3	71	63.4	52	46.2	36.1	29.2	181.3
100	1.0%	179.7	135.5	111.8	95.4	77.3	62.8	55.3	44.5	39.2	30.4	24.9	163.2
50	2.0%	164.8	122.4	99.6	85	68.7	55.2	48	37.9	33.1	25.5	21.1	145.8
25	4.0%	149.8	109.7	88.1	75.2	60.5	48.1	41.2	32	27.6	21.1	17.7	128.9
20	5.0%	145	105.7	84.5	72.1	58	45.9	39.1	30.2	26	19.8	16.7	123.5
10	10.0%	129.7	93.3	73.7	62.7	50.1	39.2	33	25	21.3	16.2	13.7	106.9
5	20.0%	113.5	80.7	63.1	53.5	42.4	32.7	27.2	20.2	17	12.8	10.9	90.1
2	50.0%	88.7	62.4	48.4	40.7	31.4	23.9	19.5	14.2	11.7	8.8	7.4	65.8
1.01	99.0%	47.2	34.7	28.3	22.7	15.8	12.1	9.8	7.3	5.7	4.4	3.4	29.9

(מקור נתונים עיבוד נתוני גשם של מינהל התכנון 2019)

3.5 הנחיות להכנת חישובים הידרולוגיים

- בהכנת נספח ניקוז וניהול נגר עילי יש להתייחס להנחיות התכנון מהמקורות הבאים:
- חישוב נפח ניהול הנגר היממתי על פי הנחיות תמ"א 1 החדשה (שימוש במחשבון).
 - ניהול מי נגר בהיקף שאינו פחות מ 30 מ"ק איגום יממתי לכל דונם שטח תכנית.
 - שמירה על לפחות 15% משטח המגרש לחלחול והעשרת מים טבעית.
 - עמידה בהוראות ת"י לבניה ירוקה 5281, בהקשר הידרולוגיה סעיפי פרק 3.3



איור 6 הנחיות עת"א יפו לתכנון בר קיימא לשלב תכנית עיצוב

הנחיות לתכנון בר קיימא לתכנית בניין עיר

א. הנחיות למסמכי רקע של התוכנית

1. ניהול נגר: יש לערוך נספח ניקוז כחלק ממסמכי התכנית. יש לוודא שנספח הניקוז (תשריט ומלל) כולל פרק ניהול נגר העומד ביעדים כמותיים שתגדיר התב"ע. יש לבדוק עם יחידת התיעול העירונית במנהל בת"ש האם הנספח בהתכנית זאת נדרש לכלול בחינת פוטנציאל השהיית מי נגר ומתן פתרונות בנושא ברמות תת אגן הניקוז. עקרונות ניהול הנגר המופיעים בתשריט נספח הניקוז יופיעו גם בנספח הבינוי והפיתוח וגם בחתכי הדרכים בנספח התנועה. שטחים פנויים מתכנית תת קרקעית בהיקף של 15% משטח המגרש יסומנו בנספח הבינוי והפיתוח בממשק בין הבניין למרחב הציבורי.

ב. הנחיות להוראות התכנית

את הנושאים הבאים יש לשלב בפרקים המתאימים על פי הנחיות מבא"ת ולא בנספח קיימות או בפרק קיימות נפרד.

1. מים

1.1. חסכון במים

1.1.1. יותקנו מערכות לקליטת כל מי עיבוי המזגנים ונקז השקיה של מצע מנותק, והעברתם להשקיית שטחי הגינון ו/או להדחת אסלות (במבנים שאינם למגורים). במידה ויועברו המים להשקיית גינות, יוסף מתקן מינרליזציה/דישון כנדרש.

1.2. ניהול נגר

1.2.1. השהייה וחלחול: יש להתקין אמצעים לחלחול ו/או השהייה למשך 24 שעות של 30 מ"ק לכל דונם בתחום המגרש. על פי העקרונות לחישוב הנפחים, הגדרת סבימת הניקוז ואמצעי חלחול והשהייה הכלולים בנספח הניקוז המנחה של התכנית.

1.2.2. תכסית: יושארו 15% משטח המגרש נקי מכל תכסית תת קרקעית ופנוי מכל חיפוי אטום (לרבות ריצוף ו/או ריצוף "מחלחלי"). שטח זה ישמש לחלחול מי נגר לגינון ולנטיעת עצים וימוקם ככל הניתן בממשק בין המגרש לשטח הציבורי או שטח פנוי מתכנית תת קרקעית במגרשים הגובלים.

1.2.3. חזית חמישית: יתוכנן גג מגונן ("ירוק") ו/או מעכב נגר ("כחולי") בשטח שלא ייפחת מ-80% מסך שטח הגגות (כולל שטחים טכניים המיועדים למערכות מיזוג אוויר, פוטר וולטאיות וכו'). המפרטים יהיו בעלי יכולת אחיזת מים של 25 מ"מ למ"ר לכל הפחות, ויעמדו בתקני FLL או תקנים מקבילים לגגות מעכבי נגר. המפרטים יאושרו על ידי אדריכל העיר.



3.6 אופן חישוב נפח המים להחדרה (ע"פ רשות המים)

ככל שמדובר במערכות ניהול מי נגר הכוללות החדרה של מים לתת הקרקע - מצ"ב הנחיות של רשות המים לגבי אופן חישוב נפח נגר המים המיועד להחדרה.

איור 7 הנחיות רשות המים לחישוב של עובי הנגר הכללי להחדרה (06.19)

הנחיות

1. נכון לתאריך עדכון מסמך זה, המתכנן יציג פתרון להחדרת מי הנגר המצרים במגרש בהתאם לתמ"א 34 ב'4.
2. צנרת מי המרפסות תופרד מצנרת מי הגגות כך שהיא לא תחובר למערכת ההחדרה.
3. יש להחדיר את כל מי הגגות ולתכנן את מערכת ההחדרה כך שהיא:
 - 3.1. **תקלוט**¹ את נפח המים המתקבל משטח הגגות באיחע גשם של 10 דק' בהסתבחת של 1:10 שנים.
 - 3.2. תהיה בעלת יכולת **החדרה** שעתית של נפח המים המתקבל משטח הגגות באיחע גשם שעותי בהסתבחת של 1:50 שנים.
4. באזורים רגישים להחדרת מי נגר אל מי תהום יש לקבל את אישור רשות המים לפתרון ההחדרה המוצע במסגרת בניה משמרת מים. במידה ויש חשש למשיכת זיהום מהקרקע אל מי התהום, רשות המים תדחש ביצוע קידוח החודר ישירות למי התהום.
5. בכפוף לאישור רשות המים יינתן פטור מהחדרה במספר מקרים:
 - 5.1. באזורים הנמצאים בסמוך לקו החוף מעל לתחום חדירת הפן- הביני.
 - 5.2. באזורים שבהם ימצא כי החדרת מי הנגר פוגעת באיכות מי התהום.
 - 5.3. באזורים שבהם לא ניתן להחדיר מים מסיבות גיאואידחלוגיות.
6. מערכת ההחדרה תתבצע בהתאם למפרט הטכני (נספח א') ותכלול:
 - 6.1. צנרת המעבירה את מי הגשם בגרביטציה מהמרחבים אל שוחת סינון גס.
 - 6.2. שוחת סינון ושיקוע, בה מתבצעת הפרדה ראשונית של חלקיקים גסים ודקים מגוף המים והקטנת מהיכת הזרימה.
 - 6.3. צנרת המעבירה את המים בגרביטציה משוחת הסינון והשיקוע, אל שוחת הקידוח.
 - 6.4. שוחת קידוח הסלילת אלמנטים של סינון (גאוטקסטיל) ושיקוע של חומר דק גרגר.
 - 6.5. קידוח החדרה לתוך החוץ/לא חוץ.
7. פעולת קידוח החדרה תבצע בפיקוח צמוד של מהנדס עם ניסיון מוכח בביצוע קידוחי מים.
8. יש לבצע מבחן החדרה בפיקוח הידחלוג בכל קידוח לפני הפעלת המתחם (מגרש).
9. יש לבצע את הוראות התחזוקה הרלוונטיות לכל מרכיבי מערכת ההחדרה, כפי שמופיע בנספח.



4. עובי הנגר למצב המתוכנן

לצורך חישוב כמות הנגר השעתית נעשה שימוש בנוסחה הרציונלית :

$$Q = C * I * A$$

כאשר:

C - מקדם תכסית השטח, ללא יחידות

I - עוצמת גשם התכן המחושבת על פי זמן הריכוז של האגן

A - גודל השטח המנוקז, דונמים.

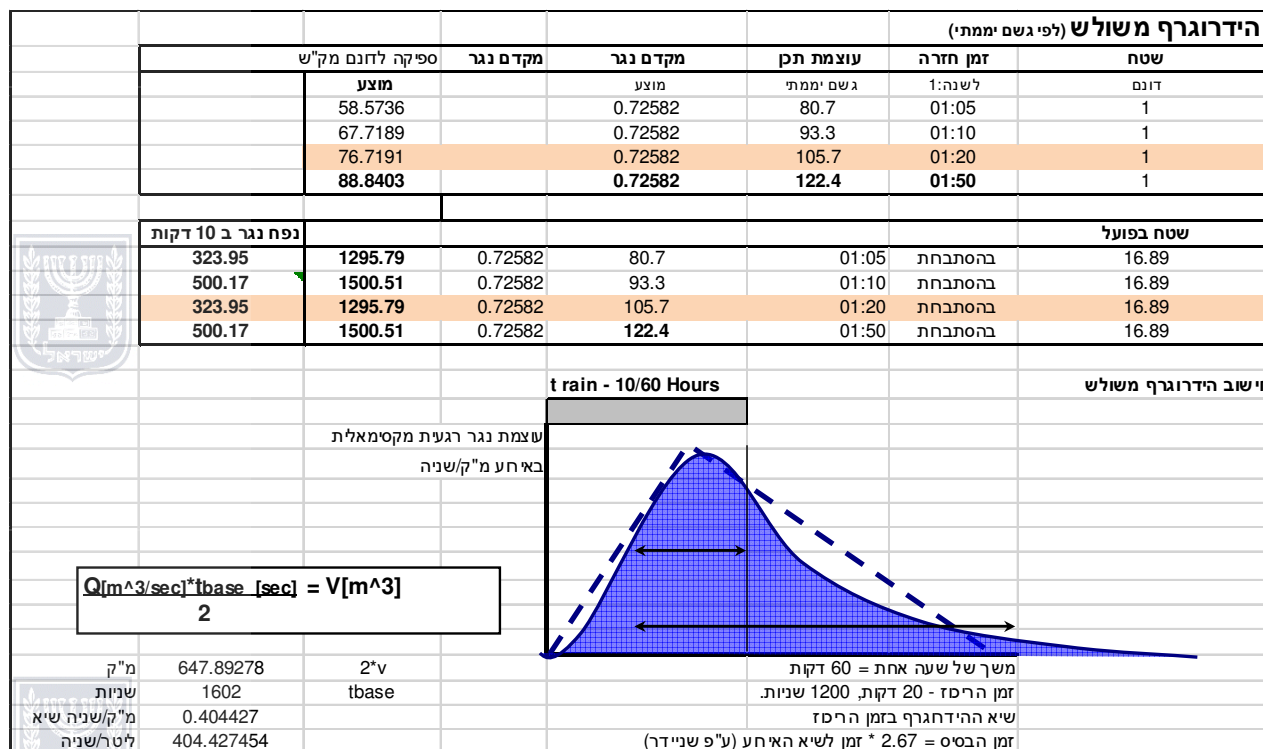


הנוסחה הרציונלית אינה מתאימה לחישוב ספיקת השיא באגנים קטנים מאוד אלא נותנת את עובי הנגר הכללי באירוע של שעה, כ"תגובת האגן".

על כן, לצורך חישוב ספיקת השיא, יש להניח כי כלל תרומת הנגר מהמגרש מתקבלת באופיין של הידרוגרף, לו זמן עליה קצר וזמן דעיכה ארוך יותר (ביחס לעליה). זמן העלייה לשיא הזרימה מחושב בקירוב ראשון לפי זמן הריכוז, במקרה שלנו מרגע תחילת הגשם ועד להגעת הטיפה הראשונה מהנקודה המרוחקת ביותר מהמוצא אל חיבור הניקוז למערכת העירונית. לצורך חישוב של ספיקת השיא הרגעית - מאירוע גשם שעוצמתו 105.7 מ"מ/שעה ומשכו 10 דקות - נעשה שימוש בהידרוגרף משולש. הנחה זו אפשרית מאחר והזמנים הטיפוסיים של מערכת שכזו הנם קצרים מאוד. השימוש בשיטה הרציונלית מקובל ונהוג באגנים עד סד"ג של כ 1.0 קמ"ר מודל הידרוגרף משולש בסיסי שכזה מובא להלן.



איור 8 הידרוגרף נגר משולש עם בסיס זמן לשיא





בהתאם לנתוני השטח, עוצמת הגשם ותכונות השטח (מקדם הנגר) חושב נפח הנגר הכללי באירוע הגשם. נפח זה מורכב מתרומה של מי הגגות באמצעות המרזבים ועוד המים עודפים הניגרים משטחי הגיטון והפיתוח המשולב. אלו חושבו כקולטי נגר עודף מהמעברים והמשטחים על מנת להגביר את אפקט הספיגה. נפח הנגר מתואר בשני חתכי זמן:

נפח נגר יממתי – על פי שימוש במחשבון מינהל תכנון נפח הנגר היממתי הוא 1,470 מ"ק עבור גשם יממתי של 169 מ"מ ביממה, עובי המתאים להסתברות של 2%.

נפח הנגר העל קרקעי מתוכנית הבינוי, עבור גשם שמשכו 10 דקות ועוצמתו 105.7 מ"מ/שעה חושב נפח הנגר העילי (כמשך הגשם) להיות 323.95 במשך של 10 דקות.



5. תכנית למיתון וויסות נגר על קרקעי

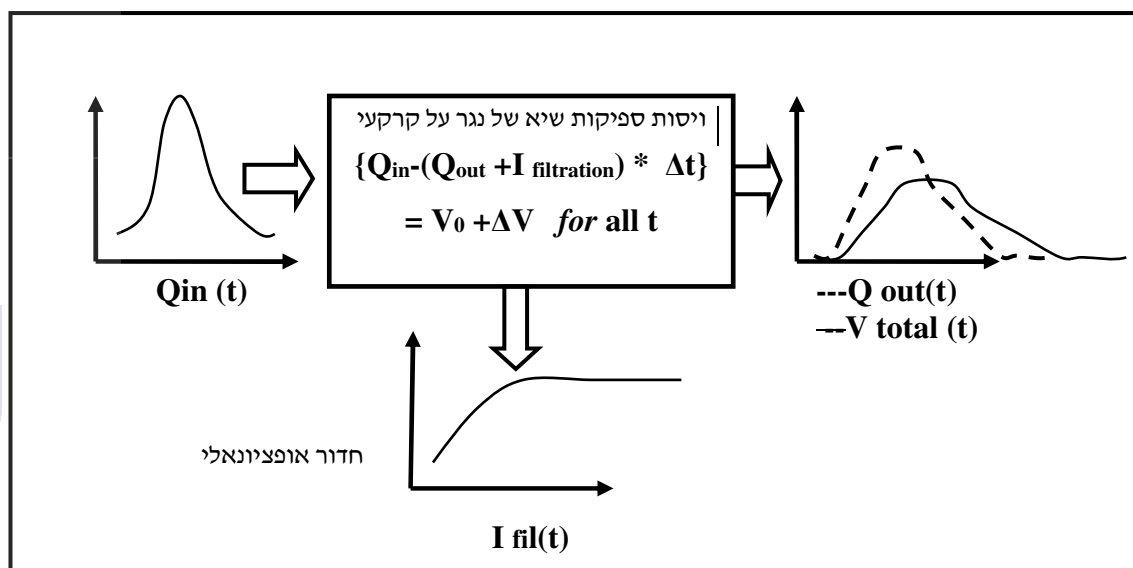
5.1. עקרונות לתחשיב מיתון וחלחול מים.

מיתון נגר על קרקעי מוכר כמנגנון לניהול נאות של מי הנגר וויסות ספיקות שיא. בעד מיתון ספיקות מי נגר באמצעות בורות חלחול, מביא לצמצום נפח הנגר וספיקות השיא, ידוע כי כושר החלחול של הבורות יורד עם השנים ועילות המערכת בצמצום נפחי מי הנגר קטנה. ויסות זרימות השיא – באמצעות איגום ושיהוי זרימת המים, או באמצעות ספיגה בקרקע ושחרור עודפי מי כובד לאחר זמן – מוכח כאמצעי יעיל יותר למיתון של ספיקות ללא צמצום משמעותי בנפחן. על מנת ליישם עקרונות מיתון נגר על קרקעי נדרש לנצל שטחים כך שיהיו בעלי יכולת "להחזיק" מים או לאתר קרקעות בהם חלחול הינו מנגנון אפשרי. פיתוח שכזה גורם לזרימת מי הנגר לזרום אל מערכות התיעול הציבוריות בספיקות מתונות יותר ובעלות ערך שיא מוזן בזמן יחסית לספיקת הנגר הלא מופרעת.

הזזה זו בזמן משמעותיות מבחינת מערכות הניקוז במורד: ללא ויסות נגר מתרכזות במורד כל תרומות המים בשעת שיא, ומערכות הניקוז נדרשות לקטרים וקיבולות גדולות יותר. הזזה מועד ספיקת השיא (באמצעות השהייה) אל מעבר לאירוע שיא הגשם, מאפשרת למערכת התיעול להוליך את ספיקות המים על פני זמן רחב יותר, והתנאים ההידראליים משתפרים.

הדיאגרמה הבאה מתארת באופן סכמתי את ההשפעה של ויסות הנגר העל קרקעי ואת עוצמת הנגר בחיבור אל המערכת הניקוז הציבורית.

איור 9 סכימה עקרונית של מיתון מי נגר - באמצעות חלחול והשהייה





5.2. סקר הקרקע באתר

סקר הקרקע באתר סמוך על ידי היועץ אינג' דני מכטה ב 08.2020. במסגרת דוח הקרקע נקדחו 6 קידוחי תצפית לתת הקרקע לעומקים של 30-45 מטר. יש לציין כי סקר הקרקע הנדרש אינו סקר קרקע ייעודי לנושאי חלחול אלא סקר קרקע ליעוץ לביסוס. קרקעות ה top-soil אינן מהוות מדד לכושר החדרת המים כיוון שקידוחי החדרה מחדירים את המים לעומקים של כ 20-25 מטר. מעבר לשכבות העליונות בהן אותרו שכבות חרסית מעט טינית אותרו שכבות חול דק נקי עד חול כורכרי. הכורכר יכול להופיע גם בצורה של פלטות כורכר קשיחות. שכבות אלו מתאימות לחלחול מים לתת הקרקע. קידוח אנכי שובר את רצף אבן הכורכר ומאפשר "פתיחה" של ערוצי זרימה למים המוחדרים.



איור 10 תיאור שכבות תת הקרקע על פי סוקר הקרקע אינג' דני מכטה

2. חתך הקרקע (ראה מצ"ב לוגים+מפת סימון הקידוחים)

במטרה לחקור את הקרקע באתר עבור המבנה המתוכנן בחודש **אוגוסט 2020** בוצעו 6 קידוחי ניסיון תקינים לעומקים **30-45 מ'** ע"י מ.בר קידוחים באמצעות מכונת בדיקות תקינית עם מתקן SPT, לפי תקן ASTM D 1456/1586.

קידוחי הניסיון מהווים מדגם סטטיסטי מזערי מנפח הקרקע במגרש, לכן יתכנו שינויים בסוג הקרקע שתמצא בחפירות ועל כל שינוי יש לדווח למהנדס הקרקע.

דו"ח זה מיועד למטרות ביסוס המבנים הנדונים ולא לכרייה ושיווק החומר הנחפר, ואל לקבלן למסחר את הקרקע מתוך דו"ח זה, ועל חשבונו לחקור את הפוטנציאל השיווקי של החומר שנחפר.

להלן חתך הקרקע שנתקבל מהקידוחים:

א. מפני הקרקע ישנה שכבת **חול דק עם חול טיני או חול חרסיתי לעיתים עם פלטות כורכר** עד לעומק של 3.5 מ'. **בקידוח מס' 1** יש בפני השטח שכבה קטנה של **מילוי חול טיני עם אבנים** של כ- 0.2 מ'.



מכטה גאوتכניקה בע"מ
ייעוץ לביסוס מבנים וגאوتכניקה

היצירה 10, ת.ד. 2387, רעננה 4366356 | 09-7424175 | 09-7604644 | 09-7420625 | machta@machta.co.il



2

תל אביב – דרך השלום פינת המאבק – גוש 6163 – תיק: 1040-15
מגדלי מגורים
דו"ח ראשוני

ב. לאחר החול החרסיתי/דק נקי עם טיני ישנו **חול דק נקי עד כורכרי + פלטות כורכר קשה** עד לסוף הקידוחים בעומק 30 - 45 מ'.

ג. בדיקות SPT: בשכבת החול הכורכרי התקבלו בין 84-8 חבטות לחדירת 30 ס"מ, צפיפות החול הכורכרי + פלטות כורכר נמוכה – גבוהה, כאשר הצפיפות גדלה ככל שמעמיקים (מצורפת טבלת תוצאות SPT).

ד. מים – לא נמצאו מים בקידוחים.



5.3. בחינת אפשרויות החלחול באתר

על פי סקר אופי הקרקעות הטיפוסי לאתר נמצא כי בשכבות מעל עומק של 15 מטר עיקר שכבות הקרקע כוללות חול עד חול כורכרי. יתכנו אבני כורכר שהן קשות יותר ופחות חדירות למים. בהתאם לצרכי חישוב חלחול לתת הקרקע נבחרו מקדמי מוליכות לתת הקרקע שמרניים יותר מאלו האופייניים לשכבות כורכר.

מומלץ כי עקרונות חלחול ייושמו בפרויקט זה. אלו יבואו יחד עם שימוש מאסיבי בקרקע הגנתית שבתחום השטחים הפתוחים לצרכי ספיגה, באמצעות הפנייה של מי נגר שבילים מעברים ומשטחי ספורט, ככל שניתן אל הגינות. מנגנון החלחול בפרויקט חושב עבור שני מרכיבים –

❖ חלחול מים בהחדרה לתת הקרקע כולל ומילוי נפח חלל קידוחי ההחדרה.

❖ ספיגה בקרקעות גנניות עם דעיכת כושר החלחול על פי הורטון.

על מנת לחשב את השינוי בנגר העילי נעשה שימוש בהנחיות לבניה בת קיימא בעירית תל אביב. ניהול נגר עילי שאינו פחות ממפתח של 30 מ"ק/דונם. על מנת לחשב את נפח המים הנדרש לוויסות/ניהול נגר בוצע התהליך הבא:

1. חישוב של קריטריון התכנון.

2. עבור המצב המוצע – חושבו השטחים החלקיים בהתאם לתכסיות הקרקע לא כולל חולק צא השטח המיועד למבנה הציבור. חושב מקדם הנגר העילי החדש.

3. על פי אירוע התכן המחייב חושב הגשם והנגר העילי לאירוע יממתי בהתאם לנחיות.

4. נפח הניהול הנדרש – הוא ההפרש בין (נפח הנגר של המצב המוצע) (-) (נפח הנגר המירבי המותר המחושב על בסיס 25% הפחתת נפח נגר מצב קיים).

עבור מתחם עמישב על דרך השלום מרוכזים נתוני החישוב בטבלה מספר 7 להלן. הטבלה מחולקת ל 5 חלקים:

- חישוב ספיגה בקרקע גננית מעל תקרת מרתף
- חישוב של חלחול בקרקע גננית שלא מעל תקרת מרתף
- קידוחי החדרה עמוקים לתת הקרקע (עומק 20 מטר)
- ויסות מי נגר בחישוב לפי גגות מבני ציבור
- יישום ארגזי מבנה לעצים בשטחי פיתוח



טבלה 7 ריכוז התחשיב ביחס לנפח הנגר השתי המוצע ונפח ניהול הנגר הנדרש

חישוב אוגר המים לניהול במסגרת התכנית				
תא שטח	יחידה	כמות	הערת	
שטח הפיתוח - חישוב ספיגת מים בגיבון שמעל תקרת מרתף				
שטח גיבון כללי במגרשי סחירים	מ"ר	2,879	מעל תקרת מרתף	מחושב לפי ש
שטח סופג (מכלל חלק הגיבון)	%	60		
אגירות לעומק	מטר	0.8		
פורוזיטי פני לאוגר	ללא	0.2		
סה"כ ספיגה בשצפים	מ"ק	276.41		
בחישוב יממתי	מ"ק/יממה	276.41		
שטח הפיתוח - חישוב חלחול בגיבון שלא מעל תקרת מרתף				
שטח גיבון כללי במגרשי סחירים	מ"ר	1,728	שלא מעל תקרת מרתף	מחושב לפי %
חלק קרקע לחלחול	%	100.00		
שטח קרקע מחלחל	מ"ר	1728		
מקדם חלחול קרקע גבנית	ס"מ/שניה	0.001	דרסי 10^{-3}	
מוליסת לשעה	מ"ק/דב/שע	36		
מוליסת מ"ק/שעה	מ"ק/שעה	62.19	לכל השטח	
בחישוב יממתי	מ"ק/יממה	248.77		
קידוחי החדרה				
מקדם מוליכות	ס"מ/שניה	0.003	3×10^{-3}	
עומק כללי	מ"א	20		
קוטר צינור החדרה	מטר	0.4		
קוטר קדח החדרה	מטר	0.6		
אורך צינור עיוור	מ"א	12		
אורך מיסננת	מימוש	8		
כושר חידור מלא	מק"ש	13.03		
כושר חידור תמידי	מק"ש	13.03		
נפח מילוי חלל	מ"ק	2.513		
מספר מבנים	#	8.000		
מספר קידוחים	מספר	8		
איגום וויסות כל קידוח	מ"ק	6	בהתאם להראות ר"מ	נפח גג :
סה"כ למערכת החדרה	מק"ש	172.3		
אפקט ההחדרה בתחשיב יומי	מ"ק/יממה	689.3	בחישוב יממתי	
וויסות בגגות מבני ציבור				
שטח גגות	מ"ר	1,863.0	עבר מבני ציבור בלבד	
מקדם מירבי ליישום	%	40%	בשטח הגג	
שטח לחישוב	מ"ר	745.2		
עובי מצע מעכב	מטר	0.15		
פורוזיות מצע מעכב	נפח חללים	35%	אגירות של מצע מעכב	
אפקטיביות מצע מעכב	%	80%		
אגירות של מצע מעכב	מ"ק/מ"ר	0.042	שמש גנאמי 42 ק"ג/מ"ר	
נפח וויסות מחושב	מ"ק	31.298		
אפקט הוויסות בתחשיב יומי	מ"ק	125.2	מ"ק/יממה	
ארגזי מבנה לעצים				
מספר ארגזי מבנה	מספר	20.0	לכל חזם מגרש	
עומק של בית שורשים	מטר	1.2		
נפח של ארגז בית שורשים	מ"ק	24	סה"כ שטח עזחות	
נפח חללים בארגזי מבנה	יחס	0.25	מחושב לקרקע משרבת	
פוטנציאל אגירות לבית שורשים	מ"ק	6		
נפח אגירות	מ"ק	120	אוגר מחושב לפי נפח חללים	
אפקט הוויסות בתחשיב יומי	מ"ק	480.0	מ"ק/יממה	

החישוב לפי נגר הפיתוח ונגר הגגות עונה עלה עיקרון של הפרדת ניהול הנגר בין מי הגגות – מים המיועדים להחדרה – ובין נגר הפיתוח לגביו עיקר מנגנון הניהול הוא וויסות.

רח' פרלוק 12, תל אביב, 69367, טלפון: 03-7414873, פלאפון: 052-4872000

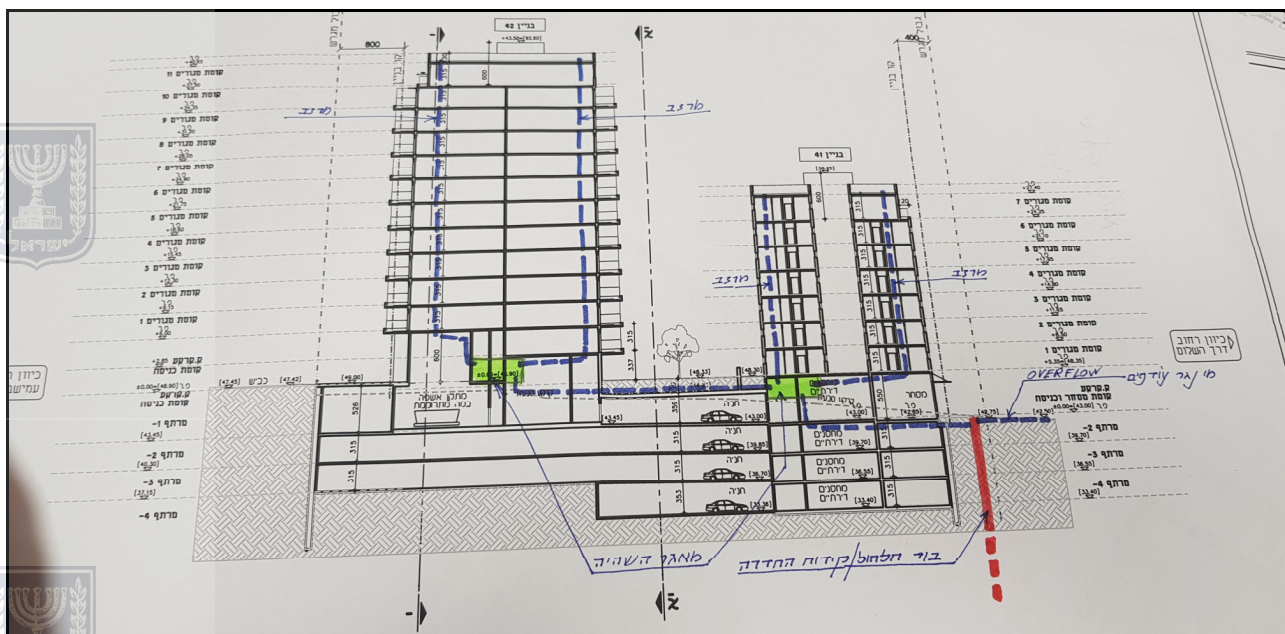


איור מספר 8 מציג את סיכום התחשיב של ניהול הנגר בתכנית

טבלה 8 ריכוז התחשיב ביחס לנפח הנגר המנוהל – תחשיב לפי שטחי המגורים

סיכום נפח האיגום וויסות המוצע בתכנית			
סיכום			אחוז (ביחס לנפח הנדרש לניהול)
ספיגה בקרקע גנית	מ"ק/יממה	276.4	28%
חלחול בקרקע גנית (15%)	מ"ק/יממה	248.8	25%
קידוחי החדרה	מ"ק/יממה	689.3	69%
ויסות בגגות מבני ציבור	מ"ק/יממה	125.2	לא לסיכום (מבני ציבור)
ארגז מבנה לעצים	מ"ק/יממה	480.0	לא לסיכום (שצפים)
סה"כ מוצע	מ"ק/יממה	1,819.6	182%
סה"כ נדרש לפי מחשבון		1,467.0	מחשבון תמ"א 1
סה"כ נדרש לניהול במגורים	מ"ק/יממה	999.8	עבור חלק המגורים

איור 11 סכימת חיבור צמג"ים למיכלי איגום מים ושחרור נגר עילי



איור מספר 12 ואיור מספר 13 מציגים את תמהיל האמצעים לניהול הנגר העילי בחישוב יממתי עבור שני המצבים:

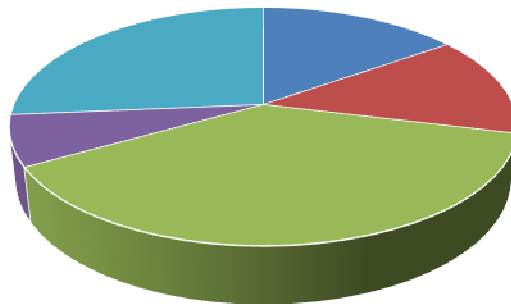
- תחשיב בגין ניהול הנגר מכל שטח המתחם, והצגת מנעד המנגנונים בכל ייעודי הקרקע.
- תחשיב בגין ניהול הנגר בשטח המיועד למגורים, והצגת מנעד המנגנונים ביעוד קרקע זה.





איור 12 מנעד אמצעי ניהול הנגר העילי בתחשיב עבור כל המתחם (16.89 דונם)

אמצעי ניהול הנגר (מ"ק/יממה) עבור כל התוכנית
נדרש 1,470 מק"י, מוצע 1,819 מק"י (124%)

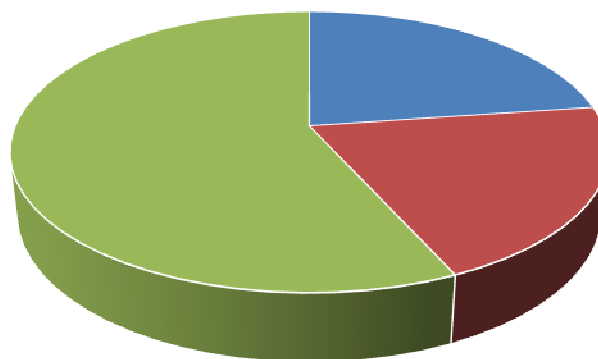


■ קידוחי החדרה ■ חלחול בקרקע גננית (15%) ■ ספיגה בקרקע גננית
■ ארגזי מבנה לעצים ■ ויסות בגגות מבני ציבור



איור 13 מנעד אמצעי ניהול הנגר העילי בתחשיב עבור שטח יעוד מגורים (11.51 דונם)

אמצעי ניהול הנגר (מ"ק/יממה) עבור מגרשי הבינוי
נדרש 1,000 מק"י, מוצע 1,214 מק"י (121%)



■ קידוחי החדרה ■ חלחול בקרקע גננית (15%) ■ ספיגה בקרקע גננית



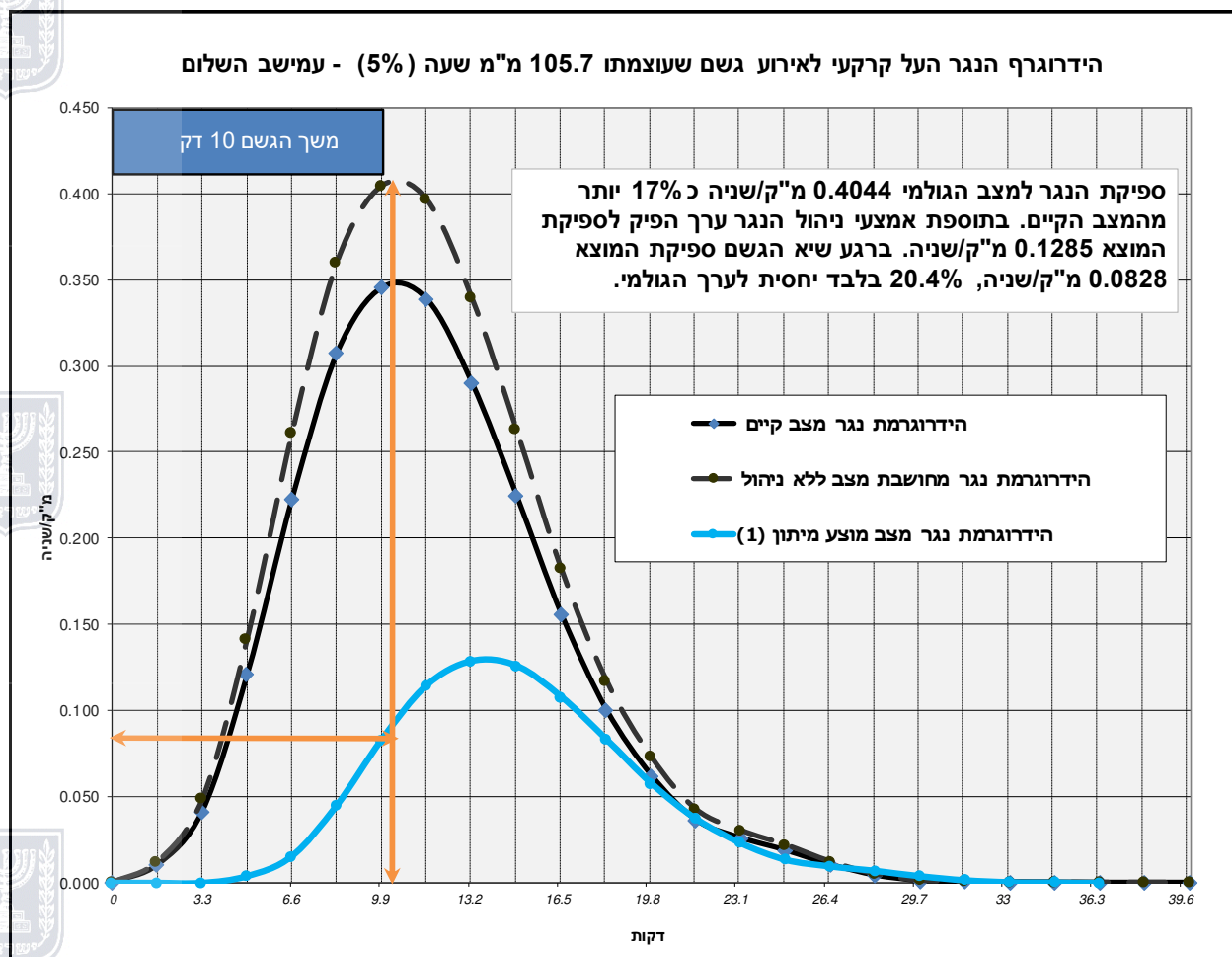
6. הנגר העודף

ניהול הנגר אינה מטרה בפני עצמה. ניהול הנגר הינו מטרה לצורך עמידה ביעד האמיתי של צמצום נפחי הנגר וספיקות הנגר העילי על מנת להקטין את העומס במערכות התיעול העירוניות וצמצם את הסיכוי להצפות בנקודות נחותות של מערכות התיעול. לכן, הצגת ניהול הנגר העילי אינה שלמה ללא הצגת הנגר העודף הצפוי להיות מועבר למערכת התיעול. איור מספר 14 מציג את ההידרוגרמת הנגר העילי המחושבת עבור השטח המפותח ללא ניהול מי הנגר וההידרוגרמת הנגר עבור המצב שלאחר יישום מנגנוני ניהול הנגר:

מההידרוגרף ניתן לראות כי תחילת הנגר העודף יהיה לערך לאחר כ 5.0 דקות או כאשר במשך זמן זה יתמלאו אמצעי ניהול הנגר בנפח של 220 מ"ק מים בכל האמצעים המוצעים. במילים אחרות אלמנטי ניהול הנגר יוצרים ברגע תחילת הנגר העודף למשך של 5.0 דקות מתוך משך גשם של 10 דקות.

הנגר הגולמי חושב להיות 0.404 מ"ק/שניה ללא כל איגום או ניהול כלשהוא בעוד הנגר לאחר וויסות חושב להיות 0.0842 מ"ק/שניה, ספיקה המהווה רק 20.9% מהספיקה הגולמית.

איור 14 הידרוגרף הנגר העודף לאחר תפקוד מערכת חידור והחדרת מי נגר עילי.



7. המלצות להוראות התוכנית

להלן המלצות להוראות התוכנית:

- א. ניהול הנגר יעשה על פי הנחיות תמ"א 1 החדשה. נפח הנגר היממתי לניהול יחושב באמצעות שימוש במחשבון מינהל התכנון. היקף שטח הפיתוח מעל קרקע טבעית ייקבע משיקולים של נטיעות וגינון ולא משיקולי הידרולוגיה והעשרת מי תהום (אין ישימות להחדרת מים).
- ב. בהתאם למפת עדיפויות להדרת מים והעשרת מי תהום של רשות המים יש להציג במסגרת תכנית העיצוב/שלב הרישוי אמצעים להדגרת מים לתת הקרקע.
- ג. עקרונות ניהול הנגר יהיו אחידים למבני המגורים ומוסדות הציבור על מנת לעמוד ביעד ניהול הנגר הכללי שייקבע.
- ד. ניהול נגר יכול שיתקיים גם בשצפי"ם ובלבד שצמצום הנגר שמקורו במבני מגורים יעשה גם במגרשים הסחירים וגם בשטחים ציבוריים פתוחים.
- ה. החדרת מים לתת הקרקע תבחן בהתאם לתאי הקרקע ומפת אזורי עדיפות החדרה של רשות המים.
- ו. במסגרת תוכנית העיצוב יוצגו התחשיבים והאלמנטים ואמצעים לניהול הנגר. ניתן לעשות שימוש במדריך מינהל התכנון ביחס לסל אמצעים למימוש בתוכניות מנהלות נגר.
- ז. ניתן יהיה לממש אמצעים מלאכותיים וטבעיים כאחד לעניין ויסות מי גגות ו/או שימוש במצע מעכב.
- ח. מילוי קרקע גננית מעל תקרת מרתף יהיה בעובי מינימאלי של 1.2 מטר ויכיל לפחות עובי 40 ס"מ של קרקע דוגמת טוף או פרלייט עם מקדם אגירות של לפחות 30%

נספח א' – מקדמי מוליכות לחידור מים לתת הקרקע (על פי דרסי Darcy)

68 HYDRAULICS OF GROUNDWATER

Table 4-1 Typical values of hydraulic conductivity and permeability†

$-\log_{10} \cdot K(\text{cm/sec})$	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Permeability	Pervious					Semipervious					Impervious				
Aquifer	Good					Poor					None				
Soils	Clean gravel	Clean sand or sand and gravel				Very fine sand, silt, loess, loam, solonetz									
					Peat	Stratified clay			Unweathered clay						
Rocks						Oil rocks			Sandstone		Good limestone, dolomite		Breccia, granite		
$-\log_{10} \cdot k(\text{cm}^2)$	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
$\log_{10} k(\text{md})$	8	7	6	5	4	3	2	1	0	-1	-2	-3	-4	-5	

† From Bear, Zaslavsky, and Irmay, 1968.

which tends to clog the matrix, thus reducing k with time. Clogging may also be caused by fines carried by the water (e.g., in artificial recharge).

Various units are used in the practice for the hydraulic conductivity K (dimensions L/T). Hydrologists prefer the unit m/day (meters per day). Soil scientists often use cm/sec. In the USA, as in many countries using the English system of units, two other units are commonly employed by hydrologists. One is a laboratory, or standard, hydraulic conductivity defined as the total discharge (Q) of water at 60°F, expressed in gallons per day, through a porous medium cross-sectional area (A) expressed in ft^2 under a hydraulic gradient $\{(\phi_1 - \phi_2)/L\}$ of 1 ft/ft. With this definition, the units of K are gal/day ft^2 . In a similar way, a field, or aquifer, hydraulic conductivity is defined as the discharge of water at field temperature, through a cross-sectional area of an aquifer one foot thick and one mile wide under a hydraulic gradient of 1 ft/mile. The unit is the same as for the laboratory K . Following are some conversions among these units.

$$1 \text{ US gal/day ft}^2 = 4.72 \times 10^{-5} \text{ cm/sec} = 4.08 \times 10^{-2} \text{ m/d}$$

Permeability k (dims. L^2) is measured in the metric system in cm^2 or in m^2 . In the English system, the unit is ft^2 . For water at 20°C, we have the conversion

$$1 \text{ cm/sec} = 1.02 \times 10^{-5} \text{ cm}^2$$

Reservoir engineers use the unit darcy defined by

$$1 \text{ darcy} = \frac{1 \text{ cm}^3/\text{sec}/\text{cm}^2 \times 1 \text{ centipoise}}{1 \text{ atmosphere}/\text{cm}}$$

4-3 AQUIFER TRANSMISSIVITY

with

$$\begin{aligned} 1 \text{ darcy} &= 9.8697 \times 10^{-9} \text{ cm}^2 = 1.062 \times 10^{-11} \text{ ft}^2 \\ &= 9.613 \times 10^{-4} \text{ cm/sec (for water at } 20^\circ\text{C)} \\ &= 1.4156 \times 10^{-2} \text{ US gal/min ft}^2 \text{ (for water at } 20^\circ\text{C)} \end{aligned}$$

Table 4.1 gives a summary of some values of hydraulic conductivity and permeability (Irmay in Bear, Zaslavsky and Irmay, 1968). In this table, follow the US Bureau of Reclamation, K is expressed in units of hydraulic conductivity class: $K_p = -\log_{10} K (\text{cm/sec})$.

4.3 AQUIFER TRANSMISSIVITY

Consider the flow through the confined aquifer of thickness B shown in Fig. 4-1. If the aquifer is homogeneous and isotropic, with hydraulic conductivity K , the total discharge in the $+x$ direction, Q_x , through the area WB normal to flow is given by Darcy's law

$$Q_x = -KBW \partial \phi / \partial x = KBW J_x; \quad J_x = -\partial \phi / \partial x \quad (4-1)$$

The discharge per unit width of aquifer, Q'_x , normal to the direction of the flow, is

$$Q'_x = Q_x / W = KB J_x = T J_x; \quad T = Q'_x / J_x \quad (4-2)$$

A similar expression can be written for flow in the y direction. In vector form we may write

$$Q' = -T \nabla \phi; \quad \nabla(\phi) = \frac{\partial(\phi)}{\partial x} \mathbf{i}_x + \frac{\partial(\phi)}{\partial y} \mathbf{i}_y \equiv \text{grad } \phi \quad (4-3)$$

where the prime symbol indicates that the operation is in the xy plane only.

The product KB , denoted by T , which appears whenever the flow through the entire thickness of the aquifer is being considered, is called *transmissivity*. It is an aquifer characteristic which is defined by the rate of flow per unit width through the entire thickness of an aquifer per unit hydraulic gradient. The concept is valid only in two-dimensional, or aquifer-type flow. In three-dimensional flow through porous media, the concept of transmissivity is meaningless.

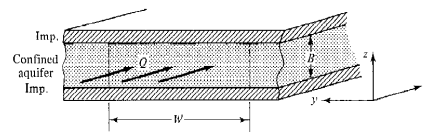


Figure 4-4 Flow through a confined aquifer.

Hydraulic Conductivity

- K represents a measure of the ability for flow through porous media:
- Gravels - 0.1 to 1 cm/sec
- Sands - 10^{-2} to 10^{-3} cm/sec
- Silts - 10^{-4} to 10^{-5} cm/sec
- Clays - 10^{-7} to 10^{-9} cm/sec

נספח ב' – זיהוי מקדם מוליכות הקרקע עבור חול כורכרי (על פי דרסי Darcy)

68 HYDRAULICS OF GROUNDWATER

Table 4-1 Typical values of hydraulic conductivity and permeability†

$-\log_{10} \cdot K \text{ (cm/sec)}$	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Permeability	Pervious				Semipervious				Impervious					
Aquifer	Good				Poor				None					
Soils	Clean gravel	Clean sand or sand and gravel			Very fine sand, silt, loess, loam, solonetz				Unweathered clay					
					Peat	Stratified clay								
Rocks					Oil rocks				Sandstone		Good limestone, dolomite		Breccia, granite	
$-\log_{10} \cdot k \text{ (cm}^2\text{)}$	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
$\log_{10} k \text{ (md)}$	8	7	6	5	4	3	2	1	0	-1	-2	-3	-4	-5

† From Bear, Zaslavsky, and Irmay, 1968.

נספח ג' – הנחיות היחידה לקיימות עבור ניהול נגר (מודגש במסגרת)

הנחיות לתכנון בר קיימא לתכנית בניין עיר

א. הנחיות למסמכי רקע של התוכנית

1. **ניהול נגר**: יש לערוך נספח ניקוז כחלק ממסמכי התכנית. יש לוודא שנספח הניקוז (תשריט ומלל) כולל פרק ניהול נגר העומד ביעדים כמוותיים שתגדיר התכנית. יש לבדוק עם יחידת התיעול העירונית במנהל בת"ש האם הנספח בתכנית זאת נדרש לכלול בחינת פוטנציאל השהיית מי נגר ומתן פתרונות בנושא ברמת תת אגן הניקוז. עקרונות ניהול הנגר המופיעים בתשריט נספח הניקוז יופיעו גם בנספח הבינוי והפיתוח וגם בחתכי הדרכים בנספח התנועה. שטחים פנויים מתכנסות תת קרקעית בהיקף של 15% משטח המגרש יסומנו בנספח הבינוי והפיתוח בממשק בין הבניין למרחב הציבורי.

ב. הנחיות להוראות התכנית

את הנושאים הבאים יש לשלב בפרקים המתאימים על פי הנחיות מב"ת ולא בנספח קיימות או בפרק קיימות נפרד.

1. מים

1.1 חסכון במים

1.1.1. יותקנו מערכות לקליטת כל מי עיבוי המזגנים ונקז השקיה של מצע מנותק, והועברתם להשקיית שטחי הגינון ו/או להדחת אסלות (במבנים שאינם למגורים). במידה ויועברו המים להשקיית גינות, יוסף מתקן מינרליזציה/דישון כנדרש.

1.2 ניהול נגר

1.2.1. **השהייה וחלחול**: יש להתקין אמצעים לחלחול ו/או השהייה למשך 24 שעות של 30 מ"ק לכל דונם בתחום המגרש. על פי העקרונות לחישוב הנפחים, הגדרת סבימת הניקוז ואמצעי חלחול והשהייה הכלולים בנספח הניקוז המנחה של התכנית.

1.2.2. **תכסית**: יושארו 15% משטח המגרש נקי מכל תכסית תת קרקעית ופנוי מכל חיפוי אטום (לרבות ריצוף ו/או ריצוף "מחלחלי"). שטח זה ישמש לחלחול מי נגר לגינון ולנטיעת עצים וימוקם ככל הניתן בממשק בין המגרש לשטח הציבורי או שטח פנוי מתכנסות תת קרקעית במגרשים הגובלים.

1.2.3. **חזית חמישית**: יתוכנן גג מגוון ("ירוק") ו/או מעבב נגר ("חלחול") בשטח שלא ייפתח מ-80% מסך שטח הגגות (כולל שטחים טכניים המיועדים למערכות מיזוג אוויר, פוטו וולטאיות וכו'). המפרטים יהיו בעלי יכולת אחיזת מים של 25 מ"מ למ"ר לכל הפחות, ויעמדו בתקני FLL או תקנים מקבילים לגגות מעבבי נגר. המפרטים יאושרו על ידי אדריכל העיר.

