

04/02/2019

לאשר את התוכנית

02/04/2019



תאריך



**תכנית מספר 502-0384776**

**תכנית בי/684 "מגרשי העירייה"**



**נספח ניקוז וניהול נאכר עילי**

**צף פי תמ"א 34 ק' 3/4**



**אפריל 2018 - מהדורה II**

המתכנן: י.לבבל מהנדסים יועצים בע"מ

רחוב נחלת יצחק 32 א' תל אביב, 67448

טלפון: , 03-6952418, פקס: 03-6916647

**Email: lebel@lebel.co.il**

בהשתתפות: ירון גלר הנדסה וניהול משאבי מים בע"מ, **Gellerm@017.net.il**



## תוכן העניינים :



3

5

6

8

9

9

9



10

11

13

13

13

18

20

1. כללי, עיקרי דברים ומסקנות

2. המצב הקיים – מתחם "מגרשי העירייה"

2.1 שימושי הקרקע

2.2 תחשיב מקדם התכסית למצב הקיים והמתוכנן

3. בסיס נתוני התכנון

3.1 הוראות תמ"א 34

3.2 זמני החזרה ועוצמות הגשם לתכנון

3.3 אופן חישוב נפח המים להחדרה

4. עובי הנגר למצב המתוכנן

5. תכנית למיתון וויסות נגר על קרקעי

5.1 עקרונות לתחשיב מיתון וחלחול מים

5.2 בחינת אפשרויות החלחול באתר

6. סיכום והמלצות

7. הוראות לניהול ושימור נגר עילי

### רשימת הטבלאות

7	טבלה 1 שימושי הקרקע בתכנית קיים ומוצע (על פי מסמכי התכנית)
7	טבלה 2 השטחים החלקיים בתכנית על פי התגובה ההידרולוגית
7	טבלה 3 מקדמי הנגר לשימושי הקרקע השונים
8	טבלה 4 מקדם הנגר הכללי המשוקלל לפי גודל השטחים
10	טבלה 5 הוראות תמ"א 34 ב 4 - זמני חזרה לתכנון
16	טבלה 6 ריכוז התחשיבים ביחס לנגר הגגות, כושר חדור הקרקע, והנגר נטו
16	טבלה 7 דעיכת כושר החלחול בבור החדרה בקוטר 60 ס"מ (תחשיב עזר)

### רשימת האיוורים

3	אזור 1 מתחם "מגרשי העירייה – מפת איתור כללית וגבול התכנית
5	אזור 2 גבול הקו הכחול של התכנית על רקע מיפוי עירוני
6	אזור 3 קווי גובה בסביבת מתחם מגרשי העירייה
10	אזור 4 הנחיות לחישוב של עובי הנגר הכללי להחדרה
11	אזור 5 הידרוגרף נגר משולש עם זמן בסיס וזמן לשיא
12	אזור 6 הידרוגרמת הנגר העל קרקעי – מתחם מגרשי העירייה, ללא מיתון
13	אזור 7 סכימה עקרונית של מיתון מי נגר - באמצעות חלחול והשהייה
17	אזור 8 הידרוגרמת הנגר העל קרקעי – מתחם מגרשי העירייה כולל חידור ומיתון

### רשימת הנספחים

	נספח א' – דוגמא לבור חלחול למי נגר בתצורה ארובת החדרה
	נספח ב' – מקדמים לחישוב כושר החידור לתת הקרקע על פי דרסי Darcy
	נספח ג' – תסריט ייעודי הקרקע על פי התכנית
	נספח ד' – תסריט מערכות ניקוז



## 1. כללי, עיקרי דברים ומסקנות



תכנית "מגרשי העירייה" בבת-ים ממוקמת בחלק הדרומי של העיר בת ים בסמיכות לצומת הרחובות ניסנבויים ורחוב מנחם בגין. מדרום לרחוב מנחם בגין מצוי גבול העיר בת ים וחלקה הצפוני של העיר ראשון לציון. התכנית הנוכחית מתפרסת בפועל על פני 3 מגרשים:

- גוש חלקה 7142/107 – חלקה הממוקמת במרכז העיר בת ים ממנה "שואבים" זכויות בניה.
- גוש חלקה 7152/94 - חלקה הממוקמת במרכז העיר בת ים ממנה "שואבים" זכויות בניה.
- גוש 5027 חלקות 10,24,31, המהווה את מוקד התכנית ובה תכנית הבינוי.

על פי התכנית המוצעת בעריכת אדריכל דודי גלור ייבנה במסגרת המתחם המוצע בחלק הדרומי של העיר מגדל משולב למגורים ומבני ציבור בן 26 קומות מעל מרתף תת קרקעית בעל 5 קומות. 00 של המבנה צפוי להיות +13.40 ואילו תחתית המרתף נושקת לאפס האבסולוטי. מפת איתור כללית של שטח התכנון מוצגת באיור מספר 1.



### איור 1 מתחם "מגרשי העירייה" – מפת איתור כללית וגבול התכנית



על פי דרישות הועדה המחוזית לתכנון ובניה מחוז מרכז, נדרש היזם להכין נספח תשתיות ניקוז וניהול נגר עילי אותו יש לאשר מול הרשות המקומית (עיריית בת ים).

**מטרתו של נספח ניקוז זה, היא להציג את רמת התכנית במצב הקיים והמוצע, תנודת המים מאירוע גשם, תשתית הניקוז, תרומות נגר למצב המתוכנן, והתווית מנגנונים למיתון של ספיקות השיא מהמתחם, על מנת להפחית את העומס על מערכות הניקוז.**

מנקודת ראות ניהול מי הנגר מהווה התכנית המוצעת שינוי ביחס למצב הקיים: במצב הקיים את השטח המיועד לתכנון כולל קרקע פתוחה אקסטנסיבית וללא הסדרי ניקוז הולמים. עודפי נגר עילי זורמים מחוץ למגרש לכיוון החלק הנמוך במגרש בצד דרום מערב. הפיתוח המוצע כולל



פתרונות ניקוז של הרחקת מי הנגר בדגש על חלחול לקרקעות החול האופייניות לחלק הדרומי של העיר בתים. התכנית המוצעת, מדגישה את ניהול הנגר העילי, במטרה לביא לצמצום של הנגר העודף המזרם ממשבצת התכנון למערכת התיעול הציבורית.

תוכנית מתאר ארצית תמ"א 34 ב' 4 חידור ושימור נגר על קרקעי, מחייבת להתיר שטח מינימאלי של כ 20% לצורך חלחול למי התהום. להנחיות התמ"א שתי מטרות: **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.



### **עיקר ההמלצות לנספח ניקוז זה, כחלק מהוראות התב"ע הן:**

- א. היקף הנגר הכללי מהמגרש חושב להיות כ 65 מ"ק/שעה עבור גשם בעוצמה של 65 מ"מ/שעה. גשם זה מתאים לזמן חזרה של 1:20 שנה על תחנת שדה דב בתל אביב.
- ב. התכנית כוללת שצ"פ מרכזי בשטח של 1,223 מ"ר. תודות לשטח זה המכיל קרקע "סופגת" מקדם הנגר הכללי למגרש, על פי השיטה הרציונאלית, חושב להיות  $C=0.706$ . מקדם נגר זה זהה למקדם נגר אופייני לשטחים עירוניים המאופיין בד"כ סביב ערך של 0.7-0.75.
- ג. מאחר והתכנית המוצעת נושאת עמה שינוי משמעותי של תרומות הנגר העילי יחסית למצב הקיים, מוצע במסגרת תכנית זו על הקמת קידוחי החדרה למי תהום אשר יתעלו את נגר הגגות ישירות לתת הקרקע. קידוחים אלו יהיו בעלי יעילות החדרה טובה עקב הקרקע החולית.
- ד. הבנה ראשונית לגבי אופי תת הקרקע מבוסס על לימוד של אופי תת הקרקע ממספר סקרי קרקע סמוכים בעיר בתים. מהם עולה כי מעומק של בד"כ של 10 מטר עיקר שכבות הקרקע הן חוליות ומתאימות לחדור מים כל עוד זה מתקיים מתחת למפלס החניון.
- ה. באמצעות 2 קידוחי החדרה בקוטר 50 ס"מ כ"א ועומק 14 מטר (ממנו 10 מטר צינור עיוור ועוד 4 מטר צינור מחורץ ליציאת המים) ניתן להעביר 28.34 מ"ק בכל קידוח ו 56.68 מ"ק סה"כ באירוע של שעה אחת של גשם עודף. ערך זה כולל את דעיכת כושר החידור בקידוחים על פני הזמן.
- ו. בחישוב כוללני של יעילות ההחדרה (כולל הפניה של נפח המים הנספג בקרקע גננית 21.36 מ"ק) לקידוחי ההחדרה, מתקבל כי החדרת המים לתת הקרקע מהווה כ 51.7% מכלל עובי הנגר העודף מהמגרש (78.2/151).
- ז. תכנון של קידוחי ההחדרה חייב יהיה לקיים 2 תנאים:
  - אך ורק מי גגות יופנו למערכת ההחדרה.
  - בטרם כל בור החדרה יש לתכנן בור שיקוע בנפח 12 מ"ק לשיקוע מוצקים.
- ח. תכנית שימור הנגר לרבות תכנון מלא של קידוחי ההחדרה יש לאשר ברשות המים.
- ט. ראה הוראות בנושא ניהול נגר עילי שיש לצרף למסמכי התכנית בפרק 8.





## 2. המצב הקיים – מתחם "מגרשי העירייה"

גבולות המתחם הם:

בצפון – שטח קרקע פתוח חלק מתכנית בי/364/3

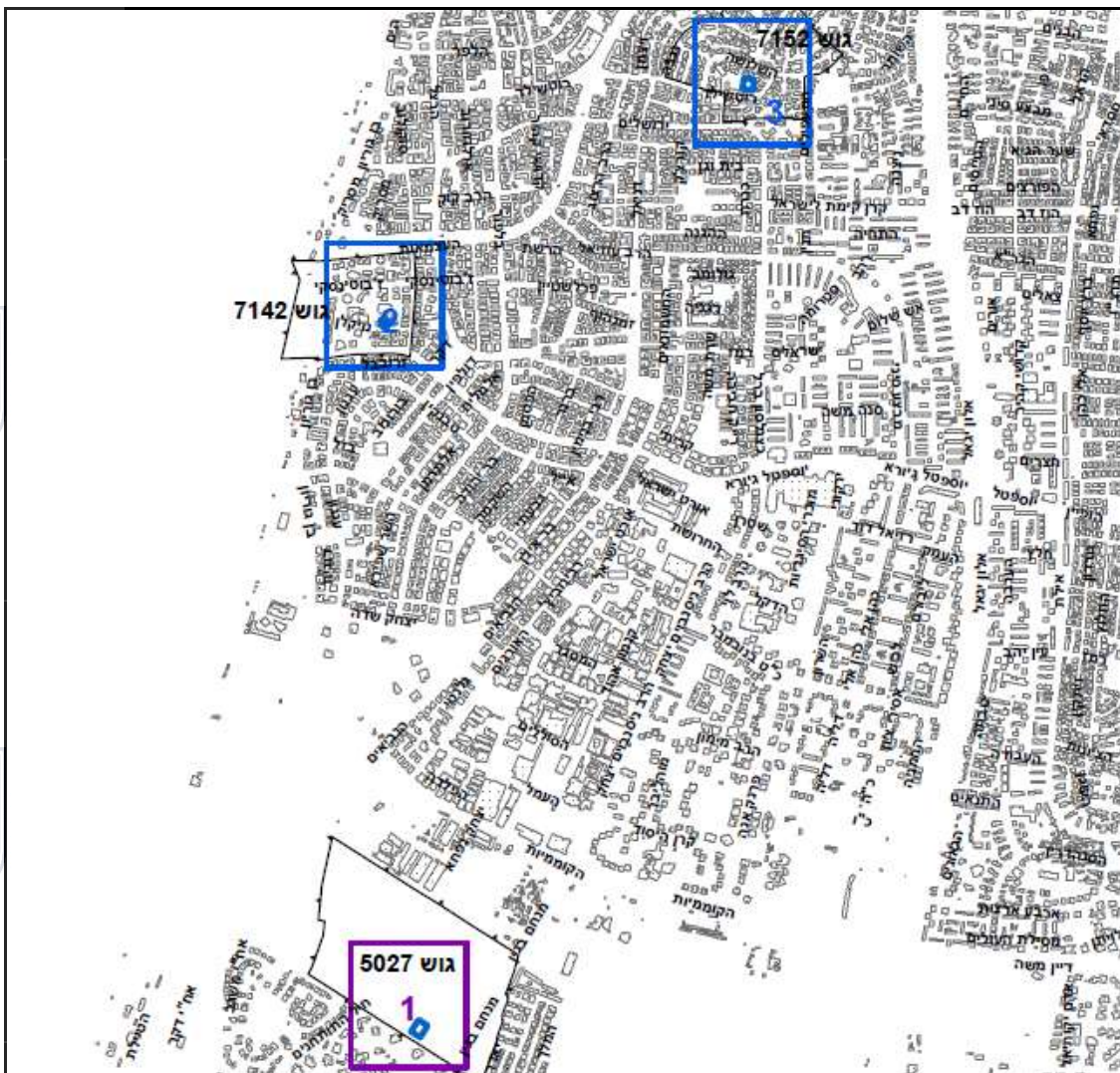
בדרום - רחוב מנחם בגין של העיר בת ים

במערב – שטח קרקע פתוח חלק מתכנית בי/329

במזרח – שטח קרקע פתוח חלק מתכנית בי/410/1

גודל השטח כ 1.6 דונם. המגרש שעון על רחוב מנחם בגין בחזיתו הדרומית בלבד. בעתיד עם פיתוח של השכונות הכלולות במסגרת תכנית מתאר בי.410/1 יהיה המבנה עטוף בתכניות בינוי נוספות הצפויות לאורך דרך מנחם בגין ושצ"פ מרכזי של השכונה בחזית הצפונית שלו.

### איור 2 גבול הקו הכחול של התכנית על רקע מיפוי עירוני



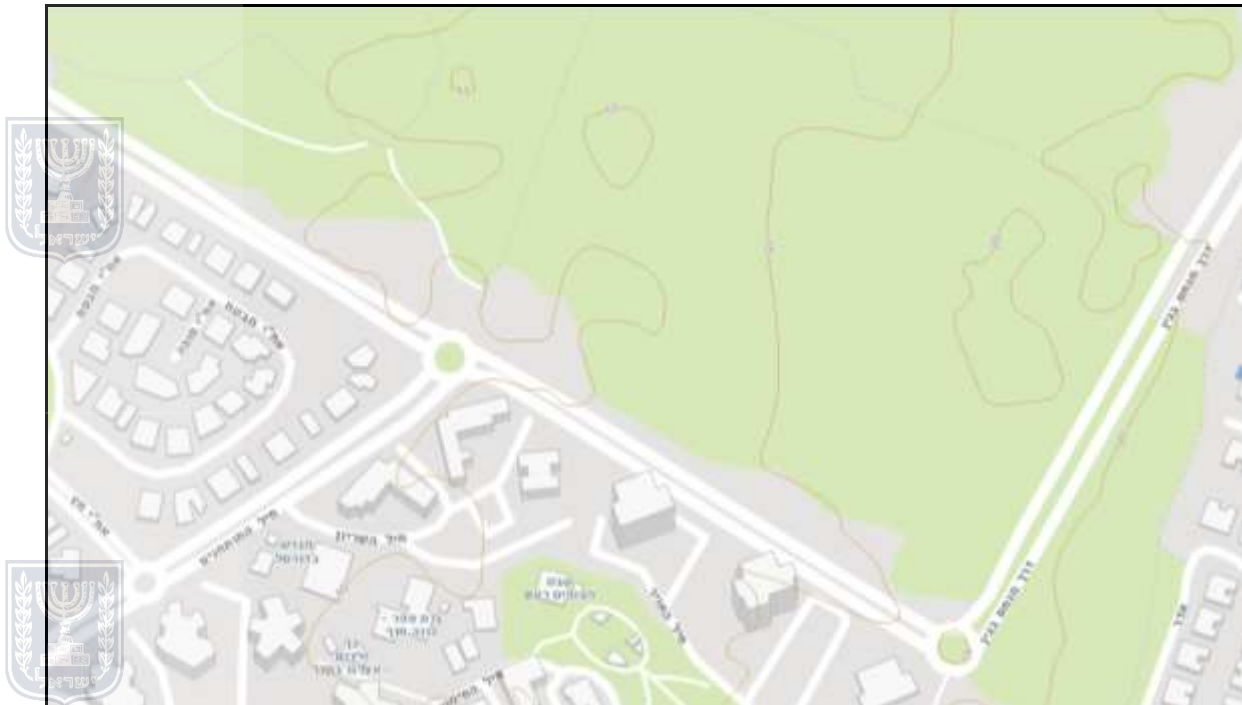
טופוגרפיה:

למשבצת הקרקע שפועים מתונים מהחלק הגבוה המצוי בצד הצפוני מזרחי ברום פני קרקע של +15.0 מטר לכיוון דרום מערב אל עבר החלקים המערביים של שדרות מנחם בגין. בסמוך



לצומת עם רחוב חיל התותחנה של ראשון לציון גובה פני הקרקע +10.0. שפועי הקרקע מתונים בד"כ ונעים סביב 0.8-1.2 אחוזים עם נטיה ברורה למערב. הבנום מצוי סביב גובה +12.05 מעל פני הים ומתוכנן להיות בעל 00 של +13.00 מעפה"י. איור מספר 3 מציג את קווי הגובה הטבעיים במתחם.

### איור 3 קווי גובה בסביבת מתחם מגרשי העירייה



### 2.1. שימושי הקרקע

שימושי הקרקע בתכנית לקוחים ישירות מטבלת שימושי הקרקע בתקנון התכנית. על מנת להבין את תגובת השטח לגשם (מקדם הנגר העילי) שוּיך מקדם נגר לכל אחד משימושי הקרקע.



טבלה מספר 1 מציגה את שימושי הקרקע במצב הקיים המאושר ועל פי המצב המוצע. טבלה מספר 2 מציגה את השטחים החלקיים בתכנית על פי חלוקה לאופי התגובה של השטחים למי גשם (חלוקה בהתאם למקדם הנגר)





**טבלה 1 שימושי הקרקע בתכנית קיים ומוצע (על פי מסמכי התכנית)**

3.1 טבלת יעודי קרקע ותאי שטח בתכנית		
יעוד	תאי שטח	
מבנים ומתקנים ציבוריים	502	
מגורים	501	
שטח ציבורי פתוח	503	
קיימת בתעריף		
בלוק קיימתיים לשימוש	מבנים ומתקנים ציבוריים	תאי שטח כפופים
		502
בלוק קיימתיים לשימוש	שטח ציבורי פתוח	503
תחומה לזכירה	מגורים	501
3.2 טבלת שטחים		
מצב מאושר		
יעוד	מ"ר	אחוזים
מבנים ומתקנים ציבוריים	1,639	50
מגורים	1,639	50
סה"כ	3,278	100
מצב מוצע		
יעוד	מ"ר ממוצע	אחוזים ממוצע
מבנים ומתקנים ציבוריים	429.28	12.76
מגורים	1,642.64	50
שטח ציבורי פתוח	1,223.65	37.24
סה"כ	3,295.57	100



**טבלה 2 השטחים החלקיים בתכנית על פי התגובה ההידרולוגית**

נתוני השטח של הבניין	יחידה	כללי
שטח כללי	מ"ר	3,285.0
מגורים	מ"ר	1,642.0
מבנים ומוסדות ציבור	מ"ר	420.0
שטח ציבורי פתוח	מ"ר	1,223.0
סה"כ בדיקה		0.0



שטח שלושת המגרשים הכלולים בתכנית כ 3.285 דונם. יחד עם זה השטח המיועד לייעודי מגורים (תא שטח 1) , הוא כ 1.6 דונם. מתוך שטח זה חלקו של השטח ירוק ובעל מירקם סוג. היקף השטח הפתוח במגרש מסביר את מקדם הנגר המתון אשר התקבל בחישוב של מקדם הנגר המשוקלל של הקרקע. ראה טבלאות מספר 3 ו 4.



מקדמי הנגר העילי צורך חישוב עובי הנגר העילי הכללי על פי השיטה הרציונאלית מוצגים להלן. ככלל, העמודה הכוללת את הצגת המקדמים "עם מיתון" מבוססת על יישום של מנגנונים למיון מי נגר בסביבת השטחים הבנויים (חצרות, מעברים, שטחי שירות).

**טבלה 3 מקדמי הנגר לשימושי הקרקע השונים**

ניתוח מקדמי הנגר של השטח ע"פ שיטת CIA גולמי ועם מיתון		
מרכיב בינוי	מקדם נגר	עם מיתון
שטח בנוי היטל מבנים	0.9	0.85
מיסעות רמפות ומעברים	0.95	0.95
שטח מגוון אינטנסיבי	0.3	0.25
שטח פיתוח כללי	0.5	0.4





## 2.2 תחשיב מקדם התכסית למצב הקיים והמתוכנן

נפחי הנגר חושבו תוך שימוש במודל הנוסחה הרציונאלית. מקדם הנגר הסגולי "C" לכל סוג תכסית שטח מובא להלן: חישוב מקדם הנגר הכללי של השטח, במצב המוצע מובא בטבלה המסכמת שלהלן.

### טבלה 4 מקדם הנגר הכללי המשוקלל לפי גודל השטחים

מקדם תרומות הנגר של המגרש על פי תכנית הפיתוח			
Ci*Ai	מ"ר מוצע	מקדם נגר	מרכיב בינוי
1,855.8	2,062	0.9	שטח בנוי במגרש
244.6	489	0.5	שטחי פיתוח וריצוף
220.14	734	0.3	שטחים מפותחים לגינון
2,320.54	3,285	סה"כ .....	
<b>0.70640</b>	<b>C equivalent</b>		



מקדם הנגר המשוקלל למצב המתוכנן חושב ל  $C=0.706$  ביחס למקדם עירוני מקובל לשכונות בצפיפות דומה בהן מקובל מקדם נגר על קרקעי  $C=0.70-0.75$ . מקדם הנגר המחושב זהה לערך הנמוך של הממוצע לאזורים בנויים במרחב העירוני.

על אף שהתכנית עומדת בהוראות תמ"א 34 ב' 3/4 בה השטח המגוון המאפשר חלחול שלא מעל תקרת מרתף מאפשר חלחול, התכנית מציעה תוספת של מנגנונים לניהול וויסות מי נגר על מנת להפחית את השפעות העיור על הנגר העירוני ועל משאבי המים.





### 3. בסיס נתוני התכנון

#### 3.1. הוראות תמ"א 34.



על פי תוכנית מתאר ארצית תמ"א 34 ב' 4 חידור ושימור נגר על קרקעי, יש להתיר בכל מגרש לבינוי שטח מינימאלי של כ 20% בעל קשר הידרולוגי רצוף 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 20% בכל מגרש ומגרש.



**השנייה** – צמצום של כמויות הנגר העל קרקעי המועברות מהמגרש ומהמבנה אל המערכת התיעול הציבורית והורדת עומס הזרימה במערכות אלו.

בהתאם להנחיות של המשרד לאיכות הסביבה להבטחת צרכי משק המים, בשכונות חדשות בכל מגרש יוקצו לפחות 20% מהשטח לחלחול מי גשם. כל הנגר מהמגרש ינוקז לשטח החלחול. שטח החלחול יאפשר החדרת מי גשם למי תהום לפחות בכמות שהייתה חודרת לפני הבניה. עודף מים מהמתקן יגלוש לשטח ציבורי מנוקז או למערכת הניקוז.

על פי הוראות התמ"א לעריכת נספחי ניקוז וחידור נגר על קרקעי, כל נספח יכלול:



- חישוב הנגר המירבי מהמגרש אחת לעשרים שנה (1:20)
- 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 34.

כמו כן קובעת התמ"א (ציטוט סעיף 22.3.1): "באלו א כמסומן באמה מספר 3 יוותרו לפחות 15% שטחי חדירי אמיא מתוק שטח המארג הכולל באמה אאפאר קאיטת כמות אדואה ככל הניתן א מי נאר אילי וחלואט אמת הקרקע בתחומי המארג. השטחי חדירי המיא אפאר שיהיו מאלוניא או מצופי אחואר חדיר". "ניתן יהיה אהתיך פחות מ 15% שטחי חדירי מיא אט יותקנו בתחומי המארג מתקני החדרה כאון: אורות חלואל, תאלות חלואל קידוחי החדרה, אער יאפארו קאיטת מי הנאר אילי בתחומי המארג".

#### 3.2. זמני החזרה ועוצמות הגשם לתכנון

לצורך קביעת זמן החזרה לתכנון, על פי הוראות תמ"א 34 ב' תיקון 4 יש להביא בחשבון עוצמות גשם הנקבעות בהתאם לתנאי השטח, גודל השטח ואופי שימוש הקרקע. טבלה של הוראות תוכנית תמ"א 34 מצורפת להלן. על פי קובץ ההוראות יש להביא בחשבון סופת תכן בעלת נדירות של 5%, קרי סופה שזמן חזרתה עומד על 1:20 שנה.



**טבלה 5 הוראות תמ"א 34 ב 4 - זמני חזרה לתכנון**

טבלת שטחים מבונים המועדכנת מיום 14.11.07:

מס'	מאפייני השטח העירוני	גודל אגן ההתנקזות, דונם	גודל שקע מוחלט, 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 (נרחב) בשכונות מגורים וכבישים משניים	מעל 2,000	מעל 10	20
6	ניקוז עירוני ראשי ומעברי כבישים בין עירוניים וארציים	מעל 5,000		50

מניתוח אירועי הגשם, על פי עקומי משך זמן חזרה של תחנת הקרובה ביותר – תחנת רידינג, בעיר תל אביב, עולה כי עבור זמני חזרה קצרים של עד 15 דקות עוצמת התכן המתאימה לזמן חזרה זו היא כ 58 מ"מ/שעה. עוצמת תכן גשם זו תשמש בסיס נתוני התחשיב.

**3.3 אופן חישוב נפח המים להחדרה**

מצ"ב הנחיות של רשות המים לגבי אופן חישוב נפח נגר המים המיועד להחדרה.

**איור 4 הנחיות לחישוב של עובי הנגר הכללי להחדרה**





#### 4. עובי הנגר למצב המתוכנן

לצורך חישוב כמויות הנגר נעשה שימוש בנוסחה הרציונאלית :

$$Q = C * I * A$$

כאשר:

**C** - מקדם תכסית השטח, ללא יחידות

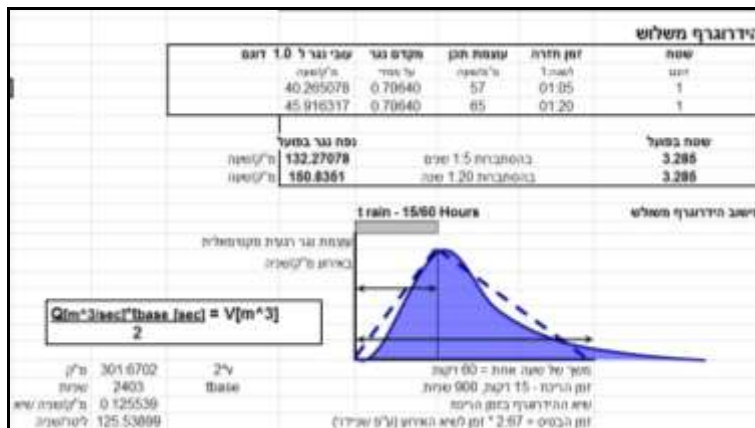
**I** - עוצמת גשם התכן המחושבת על פי זמן הריכוז של האגן

**A** - גודל השטח המנוקז, דונמים.

הנוסחה הרציונאלית 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 65 מ"מ/שעה ומשכו 1 שעה - נעשה שימוש בהידרוגרף משולש. הנחה זו אפשרית מאחר והזמנים הטיפוסיים של מערכת שכזו הנם קצרים מאוד. מודל הידרוגרף משולש שכזה מובא להלן.

איור 5 הידרוגרף נגר משולש עם זמן 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 המרחבים ועוד המים עודפים הניגרים ממשטחי הכבישים והמעברים וכן מהשפ"ים. אלו חושבו כקולטי נגר עודף מהמעברים והמשטחים על מנת להגביר את אפקט הספיגה.

נפח הנגר העל קרקעי מתוכנית הבינוי, עבור גשם שמשכו שעה אחת ועוצמתו 65 מ"מ/שעה חושב לכ 150.83 מ"ק/שעה, **ללא מיתון**, עם ספיקה רגעית מרבית על פי הידרודגרף משולש של 125.53 ליטר/שניה. ערכים מחושבים אלו לא כוללים את אפקט המיתון המאפשר "עצירה" של חלק מהזרימות תוך שימוש במנגנון ספיגת הקרקע.

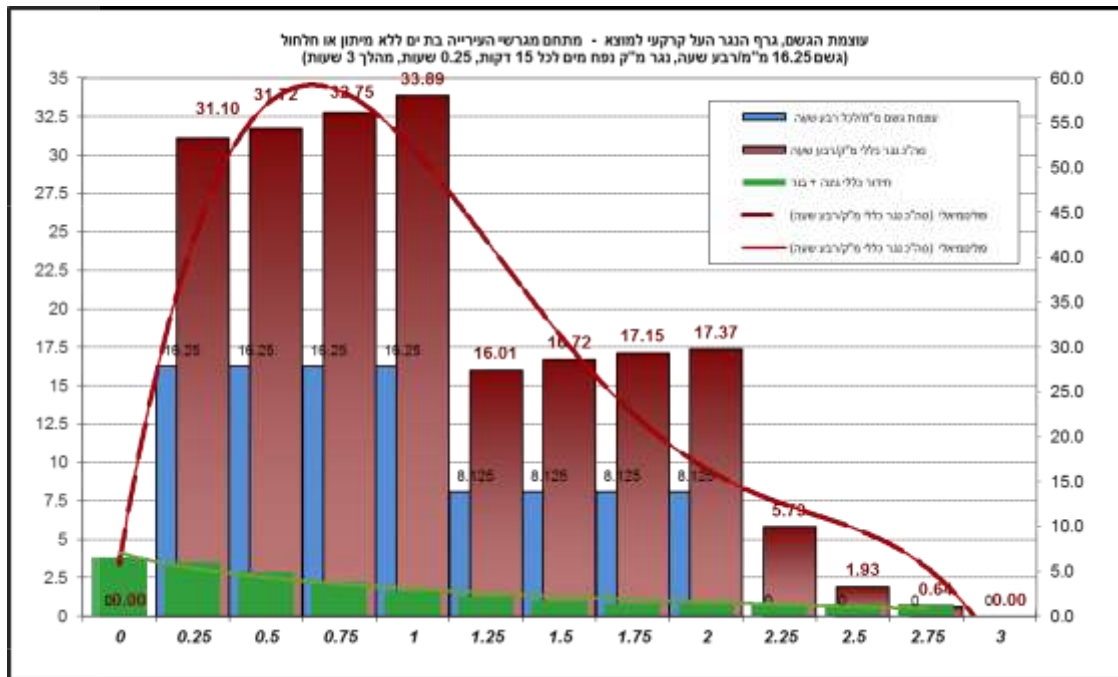




על מנת לתאר נכונה את ספיקות הנגר העל קרקעי ועוצמת השיא של הזרימה במהלך שעת האירוע, חושב הידרוגרף הנגר. עיקרון התחשיב בהידרוגרף הנגר הוא: לכל פרק זמן חלקי (רבע שעה) חושב הנגר העודף הכללי המורכב מהנגר העודף מכל אחד משימושי הקרקע (כבישים, מבנים, מעברים וכדומה). נגר זה חולק לשני זרמים המווסתים דרך מנגנון הספיגה של הקרקע והחדרת המים בבורות חלחול. ההפרש, בין נפח הנגר בכל פרק זמן ונפח אובדני המים כתוצאה מספיגה/חלחול – הוא הנגר העודף למערכת הציבורית. הסימולציה נערכה בפרק זמן חלקיים. הערכים המצוינים בגרף הם עבור צעדי זמן של רבע שעה. עוצמת גשם של 16.25 מ"מ/רבע שעה, משמע עוצמת גשם שעתית של 65 מ"מ.



**איור 6 הידרוגרמת הנגר העל קרקעי – מתחם מגרשי העירייה, ללא מיתון**



**מקרא:**

ציר Y שמאל – עוצמת גשם התכן (מ"מ/רבע שעה)

ציר Y ימין – עובי הנגר העל קרקעי (מ"ק/רבע שעה),



הנגר העודף בנוי מסכום נפחי המים בארבעת פרקי הזמן הראשונים, סה"כ 150.23 מ"ק. נפח המים הנספג בקרקע, ללא החדרה מאולצת בשעה אחת של גשם עודף 21.36 מ"ק. נגר המים בפועל קטן מאשר החישוב "הגס" ללא המיתון כיוון שמביאים בחשבון את ספיגת הקרקע. נפח המים הכללי שמקורו בגינות אינו מצטרף למוצא הניקוז. עם התקדמות הזמן הספיגה קטנה ועודפי מים מתחילים לזרום אל המוצא. (זאת הסיבה שהעמודות האדומות – "הזרימה למוצא" גדלות בהדרגה). על פי הסימולציה לאחר שעה אחת של אירוע גשם העוצמה בשעה השניה פוחתת והנגר העודף דועך אף הוא.



**5. תכנית למיתון וויסות נגר על קרקעי**

**5.1. עקרונות לתחשיב מיתון וחלחול מים.**



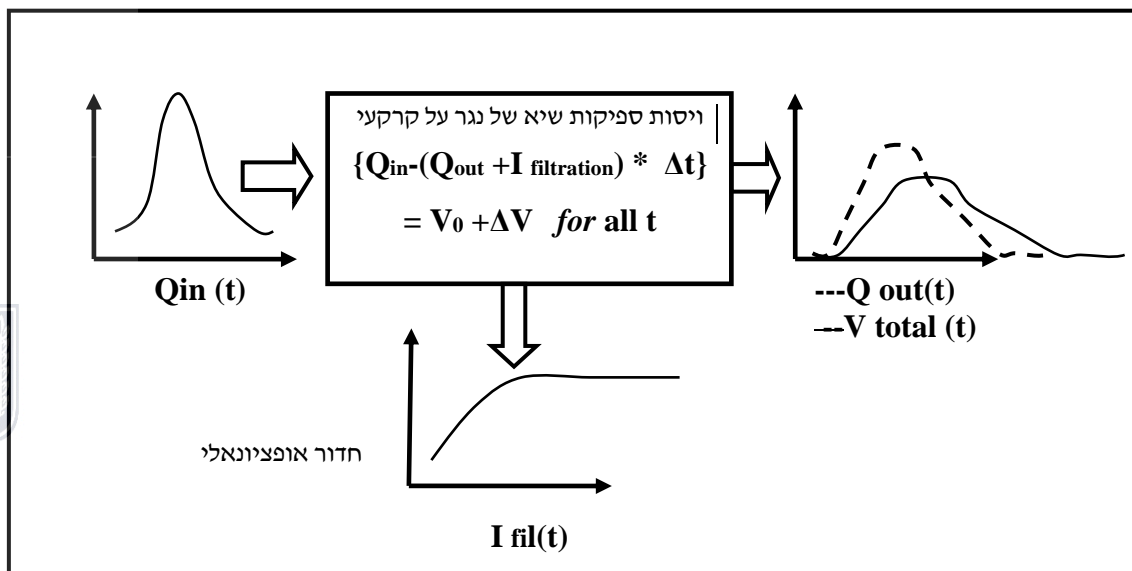
מיתון נגר על קרקעי מוכר כמנגנון לניהול נאות של מי הנגר וויסות ספיקות שיא. בעד מיתון ספיקות מי נגר באמצעות בורות חלחול, מביא לצמצום נפח הנגר וספיקות השיא, ידוע כי כושר החלחול של הבורות יורד עם השנים ויעילות המערכת בצמצום נפחי מי הנגר קטנה. ויסות זרימות השיא – באמצעות איגום ושיהוי זרימת המים, או באמצעות 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. 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 משמעותית 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 ההידראוליים משתפרים.

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

**איור 7 סכימה עקרונית של מיתון מי נגר - באמצעות חלחול והשהייה**



**5.2. בחינת אפשרויות החלחול באתר**

קרקעות החול האופייניות לחלקו המערבי של מישור החוף בישראל (אם כי בעומקים ובמרחבים שונים) מצדיקים את אימוץ מנגנוני החלחול ככלי למיתון נגר על קרקעי. קצבי החלחול בשכבות







העליונות של הקרקע (בד"כ אדמה גננית חרסיתית) גורמות לכך כי נפחי המים המיוחדים בפועל קטנים מכושר החידור של שכבות החול.

בכתיבת דברים אלו עדיין **לא קיים דו"ח סקר קרקע** מלא המתאר את שכבות תת הקרקע והיקף החרסיות בשכבות החוליות. יש להניח על פי סיור והתבוננות במספר שצפ"ים סמוכים למתחם, כי עיקר הקרקע כוללת שכבות חול חרסית, עם אחוז דקים לא ידוע של חרסית (בשלב זה). על בסיס מידע מסקרי קרקע במספר אתרים סמוכים לאתר זה **ניתן להעריך בצורה ראשונית** את שכבות הקרקע הבאות:

- עד עומק 2 מטר – בד"כ מילוי עליון מעורב של שכבות, חרסית חול וטיין. לעיתים שכבה זו כוללת גם פסולת בניין מאתרי בניה והיא הטרוגנית מאוד: שכבה זו לא רלוונטית לנושאי החידור והחלחול כיוון שבעת חפירת המרתף מפונה מרבית שכבה זו המאתר.
- מעומק 2 מטר ועד עומק של כ 5-7 מטר – שכבות חול מעורב בטיין, עד 30% דקים בד"כ. לשכבות אלו פלסטיות נמוכה ופוטנציאל החלחול שלהן בינוני. גם שכבות אלו לא רלוונטיות להחדרה מאחר ועומק מרתף החניה צפוי לרדת עד כ 13 מטר מתחת למפלס ה 00 של המבנה, כלומר חלחול יתכן מעומק של 13-14 מטר לפחות.
- מעומק 10 מר ועד עומק 20 מטר – בד"כ שכבות חול מעורב בכורכר, בעלת צפיפות משתנה. יש לציין כי בשכבות עמוקות אלו עלולות להופיע שתי שכבות המהוות חסם לחלחול:



- שכבה אקראית של חרסית שמנה צפופה ואטומה ("נזז") המופיעה לעיתים מספר מטרים מעל השכבה הפריאטית של פני המים.
- שכבות של כורכר צפוף עד אבן כורכר המהוות גם הן פוטנציאל נמוך מאוד לחלחול מים. מי תהום ידועים בסביבה זו סביב מפלס אבסולוטי של 0.5--0.5+ מטר, כלומר קיים מרווח ורטיקלי מינימאלי של 1 מטר בין תחתית המרתף ובין מפלס פריאטי של מי תהום מאחר ונתוני הקרקע ומפלס מי תהום מובאים להלן בהערכה על בסיס סקרי קרקע סמוכים, מומלץ כי לקראת היתר הבניה יבחנו תכונות הקרקע ומפלס המים ויקבע בהתאם פוטנציאל החלחול לצורך תכנון סופי של קידוחי ההחדרה.



**מומלץ כי עקרונות חלחול ייושמו בפרוייקט זה.** אלו יבואו יחד עם שימוש בקרקע הגננית שבתחום השצ"פ, באמצעות הפנייה של מי נגר שבילים מעברים ורחובות, ככל שניתן אל הגינות. בכל מקרה מוצע להפנות כמה שיותר מים אל האזורים הסופגים. בנוסף, נערך תחשיב לגבי כושר הספיגה של הקרקעות הגנניות במגרש. התחשיב מבוסס על מודל חלחול הורטון :

על פי הורטון כל עוד כושר החלחול של הקרקע גבוה מזה של גשם התכן – לא יוצר נגר כלל. (למעש הנגר התחילי קטן ומקורו בשולי הגינות) . עם התקדמות הזמן כושר ספיגה קטן ונפח עודפי המים מהגינות עולה.





מצ"ב משוואת הורטון וסיכום החישובים לפיה.

$$R(t) = \begin{cases} \text{For } I < f(t); I = f(t) & R = 0 \\ \text{For } I > f(t); R = I - (fc + (fo - fc) * e^{(-k*t)}) \end{cases}$$

כאשר:

סימן	יחידות	הסבר
R(t)	מ"מ/ק/שעה	נפח הנגר הכללי ממשבצת השטח
I(t)	מ"מ/שעה	עוצמת הגשם בפרק הזמן
f(t)	מ"מ/שעה	מקדם החדור האמיתי, התלוי בזמן, לכל רגע t
fc	מ"מ/שעה	ערך סופי של מקדם החדור לקרקע עבור t=אין סוף
fo	מ"מ/שעה	ערך תחילי מקסימאלי של החדור לקרקע ברגע t=0
k	שעה/1	מקדם קצב הדעיכה של החלחול
t	שעה	



על פי מודל הורטון כל עוד עוצמת הגשם I קטנה מכושר החדור של הקרקע, אזי כל המים יחדרו לקרקע והנגר בפועל R יהיה שווה אפס. מאחר וכושר החלחול של הקרקע דועך עם הזמן, הערך המחושב עבור הביטוי I-F מקבל ערך חיובי ו R ערך הנגר מקבל ביטוי חיובי.

מנגנון החלחול חושב עבור שני מרכיבים –

❖ חלחול מים בתחום שטחי הגינון במגרש

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

סיכום של התחשיב הטבלאי מובא להלן.

עבור כל פרק זמן חושבה תרומת מרזבי הבניין ותרומת נגר הגינות בנפרד. הנגר הכללי חושב כסכום התרומות. כיוון שכושר הספיגה של קרקעות הגינון קטנה – הנגר הגולמי עולה מפרק זמן אחד למשנהו. הסימולציה לפרקי זמן של רבע שעה.

הערך המתקבל – R – מתאר את עובי הנגר העירוני מהמבנה ביחידות מ"מ/ק/רבע שעה.



**טבלה 6 ריכוז התחשיבים ביחס לנגר הגאות, כושר חדור הקרקע, והנגר נטו**

FACTOR 1		POWER -3		CM/SEC		חישוב כושר החידור של בור לפי הורטון					
<b>מקדם החדור של הקרקע במתחם 180/4</b>											
זמן שעות	עומת גשם מ"מ/לכל רבע שעה	חידור סופי מ"מ/לכל רבע שעה	חידור תחילי מ"מ/לכל רבע שעה	מקדם דעיכה 1/זמן	חידור אמיתי מ"מ/לכל רבע שעה	האם יש נגר 0/1	חידור בפועל מ"מ/לכל רבע שעה	עודפי נגר מ"מ/לכל רבע שעה			
t	I	fc	fo	k	f(t)	I(t)					
0	0	0	9	9	9	0	9	9			
0.25	16.25	1.8	9	0.5	8.156401699	1	8.156401699	8.093598301	65		
0.5	16.25	1.8	9	0.5	6.754148409	1	6.754148409	9.495851591			
0.75	16.25	1.8	9	0.5	5.208831452	1	5.208831452	11.04116855			
1	16.25	1.8	9	0.5	3.870717638	1	3.870717638	12.37928236			
1.25	8.125	1.8	9	0.5	2.910491084	1	2.910491084	5.214058916	32.5		
1.5	8.125	1.8	9	0.5	2.325760685	1	2.325760685	5.799239315			
1.75	8.125	1.8	9	0.5	2.019755614	1	2.019755614	6.105244386			
2	8.125	1.8	9	0.5	1.881090632	1	1.881090632	6.24390368			
2.25	0	1.8	9	0.5	1.826416802	0	1.826416802	0	0		
2.5	0	1.8	9	0.5	1.807597463	0	1.807597463	0			
2.75	0	1.8	9	0.5	1.801929016	0	1.801929016	0			
3	0	1.8	9	0.5	1.800432396	0	1.800432396	0			
GRAD H (from step2)= 10.0											
<b>הצטברות עובי הנגר העל קרקעי, מ"מ/ק/רבע שעה, בסימולציה למשך 3 שעות</b>											
זמן חלקי שעות	עומת גשם מ"מ/שעה	נגר חצרות מ"מ/ק/רבע שעה	נגר משטחי שירות מ"מ/ק/רבע שעה	נגר גג בלבד מ"מ/ק/רבע שעה	ספיגה בקרקע מ"מ/ק/רבע שעה	חידור בארובה מ"מ/ק/רבע שעה	נגר נטו אחרי בור מ"מ/ק/רבע שעה	סה"כ נגר כללי מ"מ/ק/רבע שעה	ידור כללי יניה + ב		
0	0	R	R**	Total - R	f(t)(-)	R.NETO					
0.25	30.15675	0	3.975	37.708775	-17.66813	12.48863	13.4364500	24.27233	65		
0.5	30.15675	0	3.975	37.708775	-5.98517	13.30479	14.8716467	22.83713			
0.75	30.15675	0	3.975	37.708775	-4.95619	16.82753	19.4233614	18.28541			
1	30.15675	0	3.975	37.708775	-3.82224	21.32664	25.0564231	12.65235			
1.25	15.078375	0	1.987	18.8543875	-2.84033	10.03819	14.9738684	7.88052	32.5		
1.5	15.078375	0	1.987	18.8543875	-2.13572	15.0784	14.0539789	4.80041			
1.75	15.078375	0	1.987	18.8543875	-1.70664	13.56963	15.6389992	3.21539			
2	15.078375	0	1.987	18.8543875	-1.48210	14.01512	16.3090373	2.54535			
2.25	0	0	0	1	-1.38034	-0.92578	5.4363458	2.30612	0		
2.5	0	0	0	0	-0.89159	-0.89159	1.8121153	2.23181			
2.75	0	0	0	0	-1.32642	-0.88470	0.6040384	2.21111			
3	0	0	0	0	-1.32226	0.00000	0.00000	1.32226			
נגר מטופל לנגר כללי											
51.74%		72.788	נגר נטו	-56.679	-21.368	150.8351	72.7878811	72.7878811	בשעה I		
			נגר נטו	-10.277	-8.165	75.41755			בשעה II		

**טבלה 7 דעיכת כושר החלחול בבור החדרה בקוטר 60 ס"מ (תחשיב עזר)**

FACTOR 1		POWER -1		CM/SEC		מקדם החדור של ארובת החלחול					
1 מ"מ/שניה 900 מ"מ/15 דקות											
זמן שעות	עומת גשם מ"מ/לכל רבע שעה	חידור סופי מ"מ/לכל רבע שעה	חידור תחילי מ"מ/לכל רבע שעה	מקדם דעיכה 1/זמן	חידור אמיתי מ"מ/לכל רבע שעה	האם יש נגר 0/1	חידור בפועל מ"מ/לכל רבע שעה	עודפי נגר מ"מ/שעה			
t	I	fc	fo	k	f(t)	I(t)					
0	0	0	900	900	900	0	900	900			
0.25	16.25	45	900	0.2	858.42525	0	858.42525	0	65		
1.25	16.25	45	900	0.2	678.97966	0	678.97966	0			
2.25	16.25	45	900	0.2	449.79873	0	449.79873	0			
3.25	16.25	45	900	0.2	256.74302	0	256.74302	0			
4.25	8.125	45	900	0.2	135.73717	0	135.73717	0			
5.25	8.125	45	900	0.2	76.85426	0	76.85426	0			
6.25	8.125	45	900	0.2	54.16127	0	54.16127	0			
7.25	8.125	45	900	0.2	47.15849	0	47.15849	0			
8.25	0	45	900	0.2	45.41663	0	45.41663	0			
9.25	0	45	900	0.2	45.06588	0	45.06588	0			

מסיכום תחשיב הנגר העילי נטו עולות המסקנות הבאות:

הנגר העילי הכללי חושב להיות 150.83 מ"ק, בשעה אחת של גשם עודף בעצמה של 65 מ"מ/שעה. לקידוח החדרה בודד בקוטר 60 ס"מ בעומק כללי של 14 מטר, מהם 10 מטר צינור החדרה עיוור ועוד 4 מטר של מסננת לציאת המים, כושר החדרה כללי של 45.15 מ"ק בשעה אחת של גשם עודף. נפח חלחול זה מבוסס על מקדם דרסי Darcy המתאים לשכבות חול בשיעור של  $1 \cdot 10^{-1}$  ס"מ/שניה. יחד עם התחשבות בדעיכה של כושר החידור עם השנים החידור בפועל חושב להיות 63%, כלומר החידור בפועל יהיה סביב 28.34 מ"ק. עבור 2 קידוחי החדרה יהיה החלחול היציב לאורך זמן 56.68 מ"ק/שעה.

יעילות מערכת החדרה תהיה לפיכך:



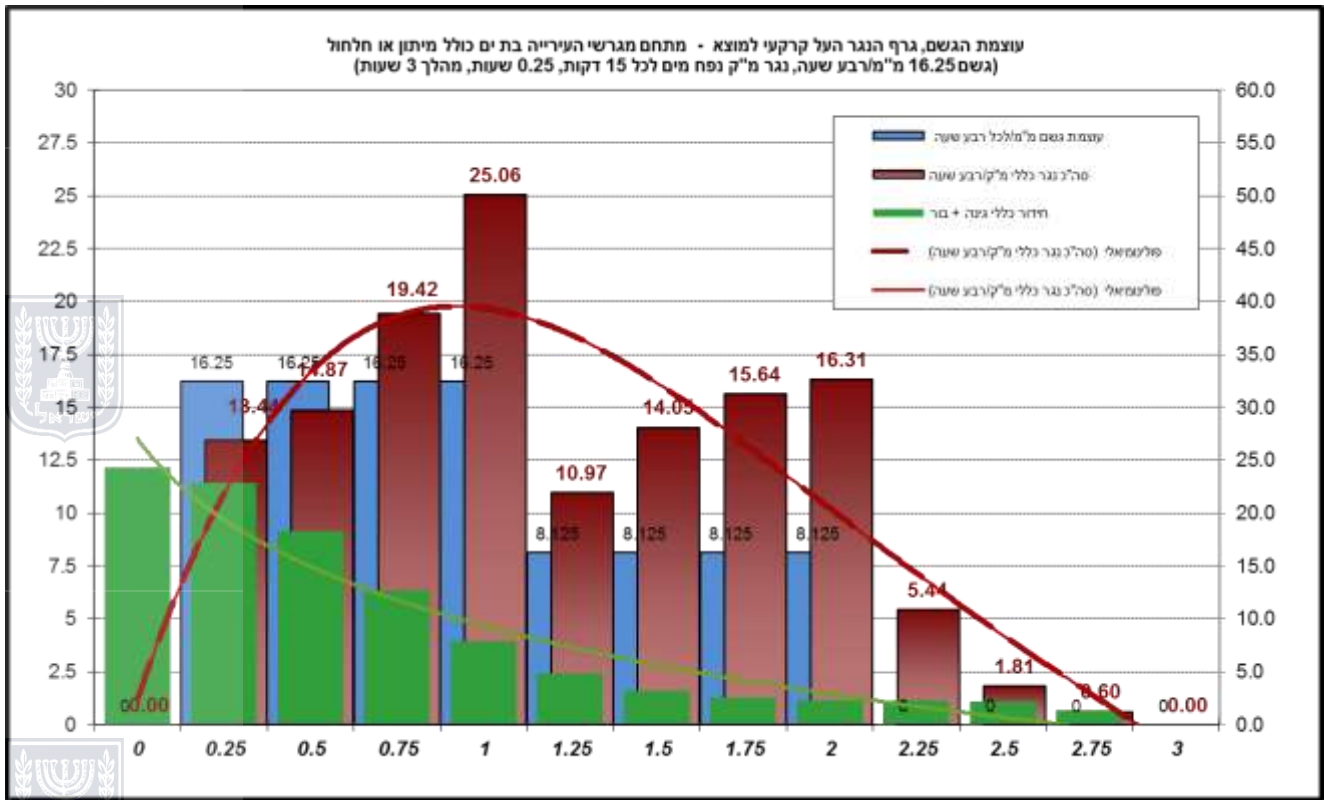


החדרת מים – 56.68 מ"ק ב 2 קידוחים בקוטר 50 ס"מ ובעומק 14 מטר סה"כ יעילות החדרה של ועוד ספיגה בקרקע גננית בתחום המגרש (על פי הנחת מחצית משטח השצ"פ יהיה בעל מאפיינים של קרקע סופגת), סה"כ 21.38 מ"ק, סה"כ נפח מים מטופל  $78.06 = 56.68 + 21.38$  מ"ק. נפח זה מהווה 51.7% מנפח הנגר הכללי 78.06/151. תכנית החלחול עונה על הוראות רשות המים לנושא החדרת המים.

הידרוגרף הנגר העל קרקעי המשוקלל - נגר גולמי פחות הפסדי החלחול והספיגה בקרקע מובא באיור מספר 9. כלל נפח הנגר המטופל כולל את חלק נפח המים הנספג בקרקע הגננית ואת חלק נפח המים המוחדר בפועל באמצעות 3 קידוחי ההחדרה.



### איור 8 הידרוגרמת הנגר העל קרקעי – מתחם מגרשי העירייה כולל חידור ומיתון



### מקרא:

ציר Y שמאל – עוצמת גשם התכן (מ"מ/רבע שעה)  
 ציר Y ימין – עובי הנגר העל קרקעי (מ"ק/רבע שעה), ונפח המים לספיגה (מ"ק/רבע שעה)



**6. סיכום והמלצות**

- נספח ניקוז ושימור נגר עילי זה עוסק במיתון הנגר הצפוי מתוכנית הבינוי הצפויה במתחם תב"ע 684/בי/684 במתחם מגרשי העירייה ברחוב מנחם בגין בחלק הדרומי של העיר בתי 8
- א. תכנית בי/684 כוללת בעיקר ניווד זכויות בניה משני מגרשים הנמצאים במרחב הבנוי והצפוף של העיר בת ים, אל גוש מספר 5027 חלקות 10,24,31. חלקות אלו נמצאות בתחום תכנית המתאר המקומית בי/410/1 בחלק הדרומי של בת ים.
- ב. על פי ייעודי הקרקע יהיו שימושי הקרקע למגורים מוסדות ציבור ומסחר.
- ג. המצב הקיים כולל שטח קרקע של 1,642 מ"ר המכוסה במצב הקיים שטח חולי אקסטנסיבי לא מטופל עם שקעים מקומיים לניקוז. היקף הנגר במצב הקיים מייצג שטח פתוח סופג ולא מטופל. על פי התכנית המוצעת יוקם מגדל משולב למגורים ותעסוקה ובו 26 קומות מעל מרתף חניה בן חמש קומות בעומק של כ 13.5 מטר.
- ד. רום ה 00 של המבנה מתוכנן ל +13.40 מטר. עומק החפירה למרתף 13.5 מטר עד ממש בסמוך למפלס פריאטי של מי תהום. מפלס מי תהום על בסיס סקרי קרקע סמוכים לאתר הנוכחי מצביעים על כך כי פני מי תהום הוא סביב (-0.5) מטר.
- ה. כיווני הניקוז הטבעיים של השטח הם מצפון מזרח לדרום מערב. גובה פני הקרקע בחלק המזרחי כ +15.0 מטר ואילו בחלק מערבי לאורך רחוב מנחם בגין גובה פני הקרקע + 10.0 מטר. לפני לקרקע שיפוע טבעי של 1.0-2.0 אחוז. לשטח הקיים מוצא ניקוז כללי לצד מערב.
- ו. כיום בשלב הכנת התכנית המפורטת טרם קיים סקר קרקע מפורט באתר. איפיון שכבות הקרקע לצורך קביעת מקדמי המוליכות לחישוב החלחול נעשה על בסיס הערכה מדוחות קרקע בתארים סמוכים אולם ללא קבלת דו"ח קרקע באתר זה בפועל.
- ז. על פי נתוני השירות ההידרולוגי ביחס למפלסי מי תהום באזור זה, חפירה של מרתף המבנה לעומק של 13 מטר, עד סביב מפלס אבסולוטי של +0.0 מטר, **לא תחייב ככל שאיבת השפלה למי תהום**. פני מי תהום בסביבה זו מוכרים סביב מפלס אבסולוטי של -0.5 מטר.
- ח. מתחשיב של מקדם הנגר העל קרקעי למצב המוצע עולה שהמקדם הנגר שווה ל  $C=0.706$ , ביחס לממוצע עירוני מקובל של 0.75-0.7, כלומר פרויקט הבינוי לא מתיר קרקע פנויה לחלחול בהיקף דומה לממוצע המקובל.
- ט. כיוון שהיקף הבינוי בתת הקרקע לצרכי מרתפים עולה על הוראות הועדה המחוזית, על מנת להתאים את התוכנית המוצעת להוראות תמ"א 34 ב' 4, נערכה חו"ד הידרולוגית לנושא של ניהול מי נגר, ויסות והחדרת מי נגר לתת הקרקע. מוצע כי תוספת החדרת מים לתת הקרקע תעשה על ידי קידוחי החדרה ייעודיים. הפניית המים לקידוחים אלו אף תקטין את נפח הנגר העילי המועבר למערכת הציבורית.
- י. עוצמת החידור למי הנגר העילי חושבה כך שתהיה כפולה מהנגר שהיה חודר ב 15% משטח המגרש, על פי הוראות תמ"א 34 ב' 3/4.







יא. עוצמות הנגר ואפקט מנגנון החלחול חושבו על בסיס סופרפוזיציה של התרומות מכל שימוש קרקע ובקיזוז של אובדני המים כתוצאה מתהליכי ספיגה וחלחול. התחשיב נעשה בסימולציה למשך של 2 שעות גשם.

יב. לצורך הערכת נפח הנגר באירוע שמשכו שעה אחת, הונחה עוצמת גשם המתאימה לנדירות של 1:20, או 5%. עוצמת הגשם לתכן נקבעה על פי עקומי IDF ל 65 מ"מ/שעה. הסימולציה נערכה בצעדי זמן של רבע שעה. (סה"כ 8 צעדי זמן).

יג. חושבו בנפרד ספיקות התכן משטחי המעברים, המבנים (לפי שטח היטל המבנה) ושאר השטחים הפתוחים. מסכום תרומות הנגר קוזזו נפחי המים של מנגנוני הויסות. לצורך חישוב דעיכת כושר החלחול/ספיגה נעשה שימוש בנוסחת דרסי Darcy במודל הורטון.



יד. נפח הנגר העילי חושב להיות 150.83 מ"ק בשעה אחת של גשם עודף. על פי התחשיב מנגנוני החלחול הכוללים 2 קידוחי החדרת מים בקוטר 50 ס"מ ובעומק של 14 מטר (כולל התחשבות במחצית מהעומק כעומד מניע) יאפשרו החדרת מים לתת הקרקע בשיעור של 56.68 מ"ק (קצב החדרה תמידי של 28.34 מ"ק/שעה חושב לכל אחד מקידוחי ההחדרה). נפח מים של כ 21.36 מ"ק ייספג בקרקע הגננית מעל תקרת המרתף. הפניית מים אלו אל מערכת ההחדרה באמצעות צנרת תיעול מתאימה, יאפשר לחלחל את מירב המים לחלחול ולהשיג יעילות גבוהה של החדרת מים.

טו. יעילות החדרת המים לתת הקרקע תהיה לפיכך:



- ❖ החדרת מים ב 2 קידוחי החדרה בקוטר 50 ס"מ, עומק 14 מטר, 56.68 מ"ק כל אחד,
- ❖ ספיגה בקרקע גננית והפניית המים הנספגים אל מערכת ההחדרה, 21.36 מ"ק,
- ❖ סה"כ נגר מטופל 78.04 מ"ק המהווים 51.68% מנפח הנגר הכללי.

טז. עם התקדמות היתר הבניה והפקת גבהים סופיים לרבות בחצרות של כל מבנה ומבנה ניתן יהיה לתכן את ארובות ההחדרה למי גשם כולל גבהים סופיים. אלו יכללו את גובה הפיתוח, את גובה מערכות האינסטלציה של מערכות הניקוז ובעיקר את גובה השכבה בתת הקרקע אליה יוחדרו המים.

ז. על מנת להבטיח כי מנגנוני מיתון אלו אכן ימומשו במסגרת התב"ע, עם אישור נספח הניקוז



יתווסף פרק של הוראות ניקוז לתב"ע. הוראות אלו מטרתן עמידה על חומרי מבנה ושיטות יישום, כך שמי הנגר משטחים ורחבות יופנו לקרקעות גנניות ומיתון הנגר יתקיים.



## 7. הוראות לניהול ושימור נגר עילי

מצ"ב ריכוז הוראות לניהול הנגר העילי במסגרת תכנית מפורטת בי/684:



א. מי מרזבים – במסגרת תכנית ההגשה הסניטארית תוגש תכנית המציגה הפרדה של מרזבי הגגות ממרזבי המרפסות על פי הנחיות ההל"ת על מנת לאפשר הסטה של מי הגגות ישירות אל מערכת החלחול.

ב. לא יחוברו למערכת החלחול מרזבי מרפסות או כל נגר אחר ממנו עלול להיות זרם מים הכול דטרגנטים או זיהום אחר.

ג. תנאי לאישור הנסח הסניטארי יהיה קבלת דו"ח קרקע פרטני של האתר ווידוי עומק הקידוח ושכבת ההחדרה של המים.



ד. קידוח ההחדרה יהיה לפחות בקוטר 50 ס"מ ובעומק 14 מטר, שלוש יחידות. הקידוח יכלול צינור עיוור להולכת המים באורך של 10 מטר ולאחריו מסננת ליציאת המים באורך 4 מטרים ובקוטר דומה. פרט מנחה מצורף לנספח זה.

ה. מסנן למי החדרה: בטרם שוחת ההחדרה יבוצע מסנן חצץ ראשוני למי הנגר: המסנן ימוקם בתחתית של ושחת בקרה מבטון ויכלול מצע מדורג בעובי של 30 ס"מ ממולא בסל נירוסטה.

ו. נגר משטחי שירות: יחויב כי לפחות 50% מהשטחים הבנויים במפלס ה 00 מעל תקרת מרתף יכוסו בחומרים רגישים למים SENSITIVE WATER אשר להם כושר ספיגה וקליטה של מים, במטרה למנוע את גל הנגר ולמתן את הנגר העילי המועבר למרחב הציבורי.



ז. עודפים: לכל קידוח החדרה למי תהום ימוקם צינור עודפי לכל מקרה שבו קצב כניסת המים לקידוח ההחדרה יהיה גבוה מכושר ההחדרה של הקידוח. צינור העודפים יהיה בקוטר מינימאלי של 250 מ"מ

ח. צינור העודפים ימוקם 5 ס"מ מעל מפלס כניסת המים לקידוח ההחדרה על מנת להבטיח עדיפות בזרימת המים לקידוח החלחול והסטת עודפים רק במקרי עודף.

ט. הנחיות למיקום של קידוחי החדרה למי תהום במסגרת תכנית העיצוב:

- קידוח החדרה לא ימוקמו בתחום חצר פרטית צמודת דירת קרקע

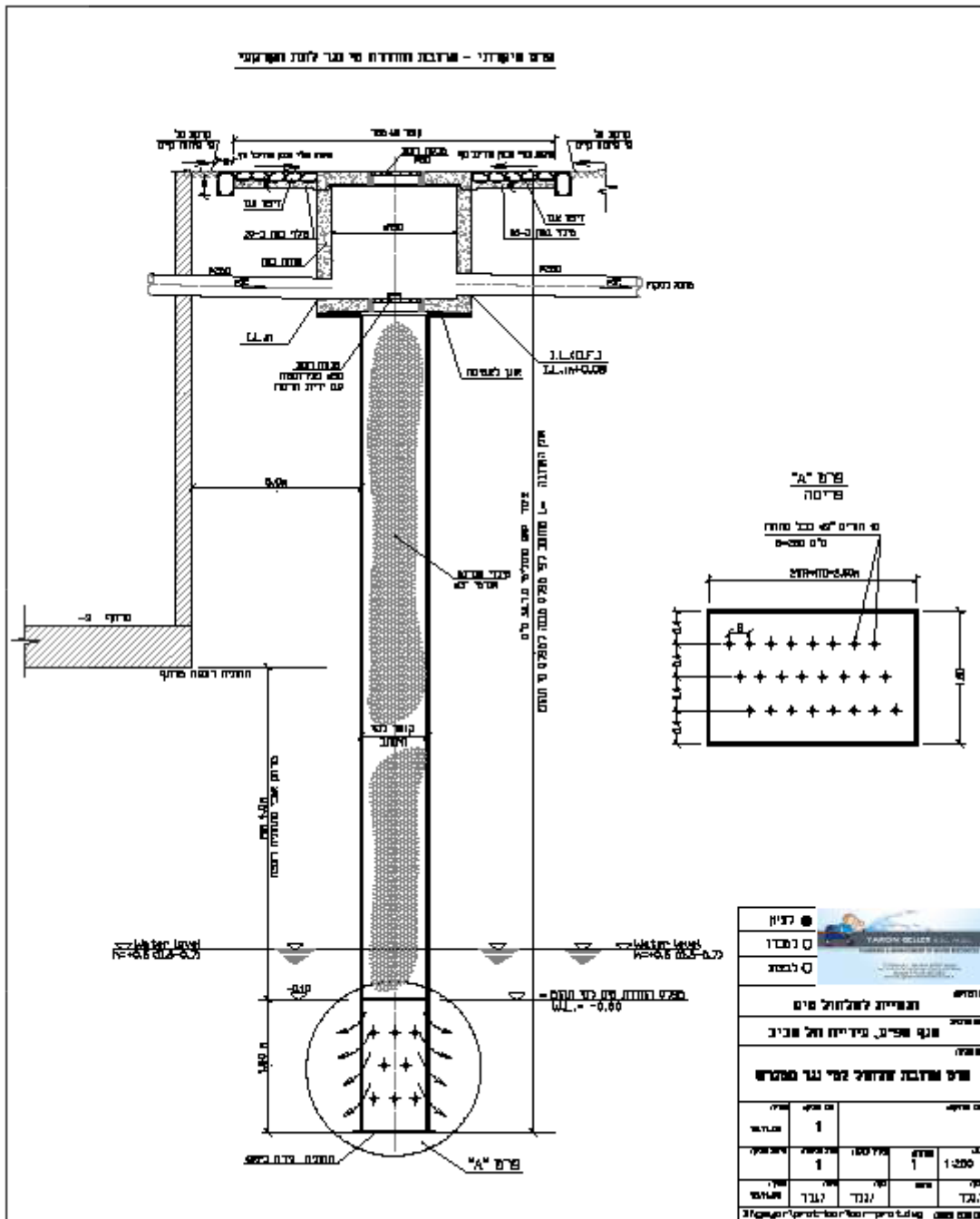


- יש למקם את הקידוח בחלק הנמוך של המגרש על מנת שניתן יהיה להוליך אל נקודת ההחדרה את מירב מי הגגות (על פי הנחיות רשות המים)

- יש לשאוף למיקום של קידוחי החדרה למי תהום בחזית המגרש על מנת להבטיח מוצא גלישה מוסדר.



נספח א' -בור חלחול למי נגר בתצורת ארובת החדרה - פרט עקרוני



**נספח ב' - מקדמי מוליכות לחידור מים לתת הקרקע (על פי דרסי Darcy)**

68 HYDRAULICS OF GROUNDWATER

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

$-\log_{10} K (\text{cm/sec})$	-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			
	$-\log_{10} k (\text{cm}^2)$	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
$\log_{10} k (\text{m/d})$	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  $\text{ft}^2$  under a hydraulic gradient  $\{(\phi_1 - \phi_2)/L\}$  of 1 ft/ft. With this definition, the units of  $K$  are gal/day  $\text{ft}^2$ . 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  $\text{cm}^2$  or in  $\text{m}^2$ . In the English system, the unit is  $\text{ft}^2$ . 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

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

4-3 AQUIFER TRANSMISSIVITY

with

$$1 \text{ darcy} = 9.8697 \times 10^{-9} \text{ cm}^2 = 1.062 \times 10^{-11} \text{ ft}^2$$

$$= 9.613 \times 10^{-4} \text{ cm/sec (for water at } 20^\circ\text{C)}$$

$$= 1.4156 \times 10^{-2} \text{ US gal/min ft}^2 \text{ (for water at } 20^\circ\text{C)}$$

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

**4.3 AQUIFER TRANSMISSIVITY**

Consider the flow through the confined aquifer of thickness  $B$  shown in Fig. 4-4. 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

$$Q_x = -KBW \partial \phi / \partial x = KBW J_x; \quad J = -\text{grad} \phi; \quad J_x = -\partial \phi / \partial x \quad (4-2)$$

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

$$Q' = -T \nabla \phi; \quad \nabla(\phi) = \frac{\partial(\phi)}{\partial x} \mathbf{i}_x + \frac{\partial(\phi)}{\partial y} \mathbf{i}_y \equiv \text{grad} \phi \quad (4-2)$$

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.

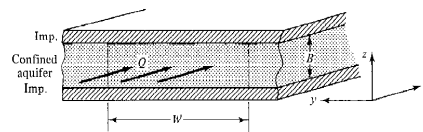


Figure 4-4 Flow through a confined aquifer.

**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 ג' – תשריט שימושי הקרקע על פי התכנית המוצעת

