חוות דעת הידרולוגית לפרוייקט גני שפירא ת"א

עורך חוות הדעת

שמעון צוק, הידרוגיאולוג .M.Sc

10/4/13

תוכן עינייניים

		עמוד
1	כללי	2
2	עובי גשם	2
3	חתך הקרקע וכושר החידור	2
4	מי תהום	3
5	חישוב ספיקת מי הנגר והספיקה\נפח הנדרש\ת להחדרה	3
6	ספיקות מי הנגר הנדרשות להחדרה	4
7	פתרונות לניהול מי הנגר	5
8	תנאים ופרטים נוספים	5
9	סיכום	5
נספח 1 –	תיאור קידוחי ניסיון	6
נספח 2 –	הסתברות עוצמות גשם	9
נספח 3	טבלת כושר חידור	10
נספח 4	מודל לתכנון קידוח החדרה	11
נספח 5 –	פרט בור חלחול – צינור פוליאתילן מחוזק בפלדה "פלג"	13
נספח 6 –	פרט בור חלחול – צינור פוליאתילן מחוזק בפלדה "פלג"	14
נספח 7 –	תמונות של בור חלחול והתקנה – צינור "פלג"	15

משרד: הלפיד 16, פ"ת דואר: יצחק שדה 8, ק. אונו. נייד. 052-4753537, פקס. 153-363-538-79
mail: shimontsuk@gmail.com | web: svivab.co.il

1 כללי

הייזם: עזרה וביצרון – משכית פאר

האדריכלות: אורית מילבואר

האתר: נמצא בגני שפירא ת"א ברח' דה-מודינה 19-21 ורח' טורי הזהב 17 בגוש: 6973 , חלקה: 66,

מגרש: 2038

טופוגרפיית מישורית הקרקע מישורית ונמצאת בין הרומים 25+ ל 28.5+.

התכנון: מתוכנן 3 מבני מגורים עם 3 כניסות בכל מבנה בני 4 קומות מעל מרתף תת קרקעי שישמש כחניון. סה"כ יבנו 69 יח"ד.

התוכנית נכתבה על בסיס מיטב המידע והניסיון ועל פי מידע שנאסף מהשטח, מידע שהועבר מיזם התוכנית ומידע שנאסף ממקורות המצוינים במסמך.

דרישות תכנוניות:

ניקוז מי הנגר של החצרות הפרטיות ועמידה בתמ"א 4/ב/34, קרי החדרת מי הנגר לקרקע מבלי להשאיר 20% קרקע מחלחלת בשטח הפרוייקט.

2 עובי גשם

כמות הגשם המקסימלית השעתית הצפויה באתר בהתבסס על התחנה המטרולוגית של שדה דב, לפי חישוב תקופת חזרה של 1:5 שנים היא 29 מ"מ\שעה במשך 60 דק' (נספח 2).

3 חתך הקרקע וכושר החידור

במטרה לחקור את הקרקע במגרש המיועד להקמת המבנים, בחודש **ינואר 2012** בוצעו **6 קידוחי ניסיון** תקניים לעומק **15.5-20.5 מ'** ע"י **מ. בר קידוחים**. בתוך הקידוחים בוצעו ניסויי החדרה תקנית לקבלת מידע על צפיפות השכבות 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.

משרד: הלפיד 16, פ"ת דואר: יצחק שדה 8, ק. אונו. נייד. 052-4753537, פקס. 153-363-538-79
mail: shimontsuk@gmail.com | web: svivab.co.il

א. בקידוחים מס' 1,2,3 ו-6, מפני הקרקע נמצא **מילוי חול טיני כורכרי/ חול חרסיתי כורכרי** עד לעומק 0.4-0.7 מ'.

ב. בק- 4, מפני הקרקע עד לעומק 2.9 מ', ישנם **צרורות עם חול חרסיתי – טיני**.

ג. בק-5, מפני הקרקע עד לעומק 0.6 מ', ישנו **מילוי חול טיני עם אבנים**, כאשר מתחת למילוי, ישנם **צרורות עם חול חרסיתי טיני** עד לעומק 2.7 מ'.

ד. בניסויי החדרה בחול הדק נקי עד כורכרי נתקבלו 50 חבטות לחדירת 3-12 ס"מ המעידות על צפיפות גבוהה.

ה. **מים** – לא נמצאו מי תהום עד לעומק הנבדק.

החתך המפורט של קידוחי הניסיון מופיע בנספח 1.

כושר החלחול של הקרקע בשטח המגרש - מתוך טבלה מפורטת בנספח 3.

- כושר החלחול של שכבות חול חרסיתי 50-100 מ"מ\שעה (שכבות אלו נמצאות בחלק העליון של הפרוייקט ואין החדרה לשכבות אלו).
- כושר החלחול של שכבות החול הן 100-200 מ"מ\שעה.

קידוחי הנסיון מהווים בדיקה של אחוז מזערי מנפח הקרקע הכללי. אי לכך יתכנו שינויים בין חתך הקרקע בפועל לבין המתואר להלן. בכל מקרה של אי התאמה משמעותי על המפקח לדווח להידרולוג ויתכנו שינויים בהמלצות ההידרולוגיות.

4 מי תהום

עד לעומק של 20מ' לא נמצאו מי תהום בזמן קדיחת קידוחי הניסיון. מפלס מי התהום באזור צפוי להיות ברום 0.5+ מ' ז"א בעומק של כ- 25-28 מ' והוא יכול להשתנות באזור ב 1-2 מ' תלוי במשטר השאיבה ובעונות השנה.

5 חישוב ספיקת מי הנגר והספיקה\נפח הנדרש\ת להחדרה

הסתברות תכן היא הבסיס לתכנוני הניקוז השונים, בישראל ובעולם מקובלת השיטה הרציונאלית (CIA) לחישוב ספיקות תכן מאגנים קטנים ובפרט מאגנים שמורכבים ממשטחי בטון ואספלט.

אני מביא בסעיף זה את תמצית הנוסחאות הבסיסיות לשימוש בנוסחה הרציונאלית לצורך חישוב ספיקות התכן של המגרש.

משרד: הלפיד 16, פ"ת דואר: יצחק שדה 8, ק. אונו. נייד. 052-4753537, פקס. 153-363-538-79
mail: shimontsuk@gmail.com | web: svivab.co.il

הנוסחה לחישוב ספיקות תכן היא : $Q=\frac{CIA}{3.6}$

כאשר:

Q- ספיקת תכן (מ"ק/שנ')
C – מקדם נגר עילי
I – עצמת גשם (מ"מ/שעה)
A – שטח אגן היקוות (קמ"ר)

החישוב לשטחים קטנים של דונמים בודדים הוא: $\mathbf{Q = CIA}$

Q- ספיקת תכן (מ"ק/שעה)
C – מקדם נגר עילי
I – עצמת גשם (מטר/שעה)
A – שטח אגן היקוות (מ"ר)

<u>מקדם הנגר</u>
של מקדמי הנגר: לחישוב שטחים מבונים :

סוג המשטח	מקדם נגר C
אספלט	0.9
בטון	0.9
שטחי ציפוי אבן	0.8
גינון מעל גג או חניון	0.3

6 <u>ספיקות מי הנגר הנדרשות להחדרה</u>

על פי שיטת החישוב המפורטת בסעיף הקודם ספיקת הנגר השעתית בארוע שיא בהסתברות של 1:5 שנים היא: $Q = CIA = 0.8 * 0.029 * 30 = 0.696$ ז"א שיש צורך להחדיר לתת הקרקע לכל חצר פרטית כ 0.7 מ"ק.

בכדי לעמוד בדרישות תמ"א 34 ב' 4 ובדרישות עיריית ת"א למניעת הזרמת מי נגר משטח המגרש ישירות אל מחוץ למגרש יש להחדיר את מי הנגר באמצעות בור חלחול.

כמות מי הנגר שיש להחדיר בבור החלחול (כל גגות ההמבנים מתנקזים לבור אחד) היא:

$Q = CIA = 0.9 * 0.029 * 1800 =$ 47מ"ק

משרד: הלפיד 16, פ"ת דואר: יצחק שדה 8, ק. אונו. נייד. 052-4753537, פקס. 153-363-538-79
mail: shimontsuk@gmail.com | web: svivab.co.il

7 פתרונות לניהול מי הנגר

הפתרון לפרוייקט זה הוא באמצעות ניקוז מי הנגר לבורות חלחול. לפרוייקט זה יש צורך ב 19 בורות חלחול לפי הפרוט הבא:

18 בורות חלחול (המהוות גם שוחת ניקוז) לחצרות הפרטיים (בור 1 בכל חצר).

קוטר הבורות 40 ס"מ (קוטר חיצוני 50 ס"מ) עומק כל בור חלחול 3 מ' כאשר מינימום 2 מ' תחתונים של הבור משמשים לחלחול ישיר לתת הקרקע, ר' נספח 5.

הבורות יהיו משורשרים לצורכי גלישה בהתאם לתוכנית האינסטלציה הקיימת.

בור חלחול 1 המחדיר את כל מי הנגר מהצמ"גים והעודפים של בורות החלחול המקומיים. קוטר בור 40 ס"מ (קוטר חיצוני 50 ס"מ) עומק הבור 24 מ' כאשר ההחדרה מתחילה מעומק 7 מ' ועד תחתית הבור (17 מ' של חתך מחדיר) ר' נספח 6.

נספח 7 מציג תמונה של צינור ההחדרה עם חיבור צינורות הכניסה\גלישה.

חישוב עומק וקוטר קידוח ההחדרה הנדרש בוצע באמצעות הרצת מודל הידרולוגי המשקלל את נתוני הגשם נגר באתר, כושר החידור של שכבות הקרקע השונות ועומק התווך המחלחל (נספח 4). כושר החלחול של שכבות החול הטיני חושב לפי 50 מ"מ\שעה ושכבות החול הכורכר חושב לפי 100 מ"מ\שעה

עודפי מים

עודף מים מבורות החלחול ינוקזו למערכת הניקוז של הפרוייקט אל בור חלחול מרכזי וממנו יגלשו לשצ"פ.

8 תנאים ופרטים נוספים

בכדי לשמר את כושר החלחול לאורך שנים יש לתחזק את שוחות הבורות כדי למנוע סתימות. את השוחות יש לנקות אחת לשנה לפני עונת הגשמים ולבדוק את תקינותם.

9 סיכום

ישום הפתרון ההידרולוגי בתוכנית זו נותנת מענה לניקוז יעיל וסביבתי של החצרות הפרטיות ולדרישות תמ"א 34 ב' 4 ועיריית ת"א.

בברכה,
צוק שמעון
הידרוגיאולוג M.Sc.

משרד: הלפיד 16, פ"ת דואר: יצחק שדה 8, ק. אונו. נייד. 052-4753537, פקס. 153-363-538-79
mail: shimontsuk@gmail.com | web: svivab.co.il

נספח 1 – תיאור קידוחי ניסיון

תאריך : 15-01-2012
קודח :מ.בר קידוחים
תיק: .

תל אביב - גני שפירא

קידוחי נסיון

קידוח	עומק (מ')	מיון	תאור הקרקע - צבע	פלסטיות	אחוז
1	0.0 - 0.4	SM-SK	חול טיני כורכרי - אפור/צהוב		
	0.4 - 15.5	SP-SK	חול דק נקי עד כורכרי - צהוב		
	15.5		סוף הקידוח		

רום ראש ק': + 28.5

עומק (מ')	S.P.T. 45	30	15
2	28	25	17
4	50 / 10	34	26
6	37	30	22
8		50 / 8	41
10	43	28	13
12	39	32	16
15	34	26	19

קידוח	עומק (מ')	מיון	תאור הקרקע - צבע	פלסטיות	אחוז
2	0.0 - 0.4	SM-SK	חול טיני כורכרי - אפור/צהוב		
	0.4 - 15.5	SP-SK	חול דק נקי עד כורכרי - צהוב		
	15.5		סוף הקידוח		

רום ראש ק': + 26.5

עומק (מ')	S.P.T. 45	30	15
2	22	17	8
4	19	16	28
6	18	21	13
8	29	23	15
10	33	27	19
12	26	17	9
15	28	30	23

קידוח	עומק (מ')	מיון	תאור הקרקע - צבע	פלסטיות	אחוז
3	0.0 - 0.7	SC-SK	חול חרסיתי כורכרי - חום/כתום	לא	25
	0.7 - 15.5	SP-SK	חול דק נקי עד כורכרי - צהוב		
	15.5		סוף הקידוח		

רום ראש ק': + 25

עומק (מ')	S.P.T. 45	30	15
2		50 / 3	40
4			50 / 12
6		50 / 8	29
8	34	31	17
10	37	28	22
12	41	27	20
15	40	32	26

משרד: הלפיד 16, פ"ת דואר: יצחק שדה 8, ק. אונו. נייד. 052-4753537, פקס. 153-363-538-79
mail: shimontsuk@gmail.com | web: svivab.co.il

קידוח 4

רום ראש ק': + 25

עומק (מ')	מיון	תאור הקרקע - צבע	פלסטיות	אחוז
0.0 - 2.9	GC-GM	צרורות עם חול חרסיתי טיני - חום		
2.9 - 20.5	SP-SK	חול דק נקי עד כורכרי - צהוב		
20.5		סוף הקידוח		

עומק (מ')	S.P.T. 45	30	15
2	9	5	7
4	28	17	11
6	50 / 2	43	21
8	39	28	16
10	27	24	12
12	36	30	17
14	38	31	19
16	50 / 11	29	23
18	43	35	20
20	42	34	27

קידוח 5

רום ראש ק': + 27

עומק (מ')	מיון	תאור הקרקע - צבע	פלסטיות	אחוז
0.0 - 0.6	.SMG	מילוי חול טיני עם אבנים - צהוב/חום		
0.6 - 2.7	GC-GM	צרורות עם חול חרסיתי טיני - חום		
2.7 - 20.5	SP-SK	חול דק נקי עד כורכרי - צהוב		
20.5		סוף הקידוח		

עומק (מ')	S.P.T. 45	30	15
2	7	6	4
4	19	13	11
6	25	16	9
8	22	21	14
10	24	18	12
12	34	30	17
14	37	21	28
16	30	41	13
18	41	29	23
20	46	36	28

קידוח 6

רום ראש ק': + 27.5

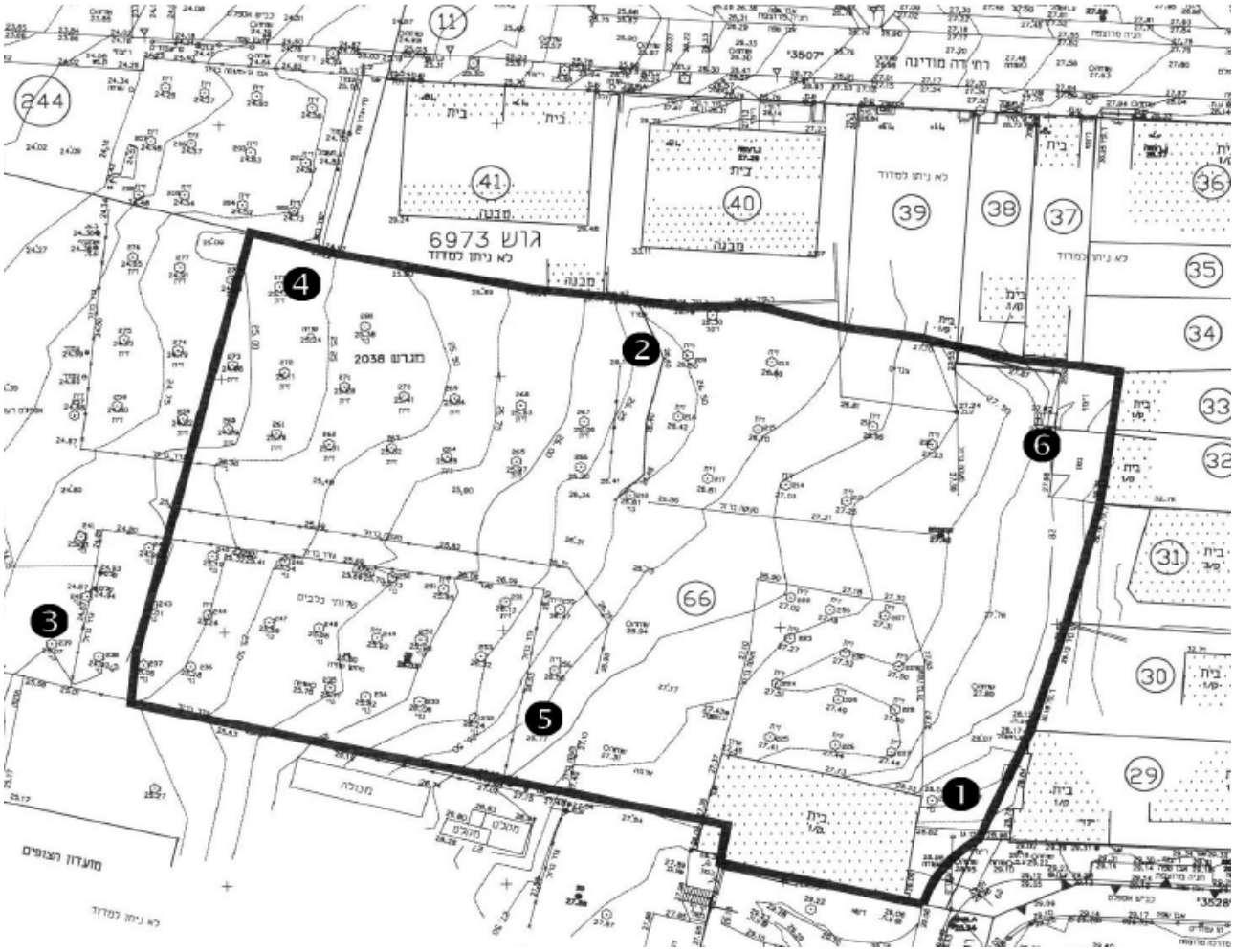
עומק (מ')	מיון	תאור הקרקע - צבע	פלסטיות	אחוז
0.0 - 0.4	SC-SK	חול חרסיתי כורכרי - חום/כתום	לא	25
0.4 - 20.5	SP-SK	חול דק נקי עד כורכרי - צהוב		
20.5		סוף הקידוח		

עומק (מ')	S.P.T. 45	30	15
2	10	9	17
4	29	13	7
6	23	34	15
8	35	43	12
10		50 / 11	29
12	50 / 11	39	17
14	27	12	19

משרד: הלפיד 16, פ"ת דואר: יצחק שדה 8, ק. אונו. נייד. 052-4753537, פקס. 153-363-538-79
mail: shimontsuk@gmail.com | web: svivab.co.il

תל אביב - גני שפירא

מיקום קידוחי נסיון



משרד: הלפיד 16, פ"ת דואר: יצחק שדה 8, ק. אונו. נייד. 052-4753537, פקס. 153-363-538-79
mail: shimontsuk@gmail.com | web: svivab.co.il

נספח 2 – הסתברות עוצמות גשם

הסתברות של עוצמת גשם מקסימלית (מ"מ/שעה) למשכי זמן נתונים

60 MIN. DURATION						משך 60 דקות
Station \ Probability	50%	25%	15%	5%	1%	הסתברות \ תחנה
Haifa, sea shore	21	27	31	39	51	חיפה, חוף
Tel Aviv, Sede Dov	19	26	31	41	55	ת"א, שדה דב
Bet Dagan, Met. Serv.	21	25	28	33	41	בית דגן, ש. מטאר
Negba	18	23	26	33	42	נגבה
Be'er Sheva	9	12	15	20	29	באר שבע
Kefar Giladi	13	17	19	24	30	כפר גלעדי
Har Kena'an	14	17	19	21	25	הר כנען
Afula	13	19	22	31	43	עפולה
Jerusalem, centnal	13	16	18	21	24	ירושלים, מרכז
Rekhes Ramon	6	13	17	27	45	רכס רמון
Deganya Alef	11	15	17	22	29	דגניה א'
Sedom	5	8	11	17	28	סדום

משרד: הלפיד 16, פ"ת דואר: יצחק שדה 8, ק. אונו. נייד. 052-4753537, פקס. 153-363-538-79
mail: shimontsuk@gmail.com | web: svivab.co.il

נספח 3 טבלת כושר חידור

מתוך המדריך לתכנון ולבניה משמרת נגר עילי" בהוצאת משרד הבינוי והשיכון 2004

נספח 1.1: טבלת כושר חידור . **(מ"מ לשעה)**

מתוך: הנדסת ניקוז - דלינסקי וכינורי

מקרא:

I - לפי JOHNSON (1963) - מבוסס על ניסויים בטבעת חלחול, לאחר 3 שעות הרטבה.

II - לפי הניסיון בארץ מבוסס על דוחות תה"ל וניסויי חלחול.

סוג הקרקע או המסלע	כושר החידור		הערות
	I	II	
חרסית כבדה	0.5	<0.1	
חרסית	-	<2	
חמרה חרסיתית		4 - 6	
חמרה	13	10 - 20	רגיש לגודל הפרקציה הדקה (החרסיתית)
חמרה חולית	36	20 - 50	רגיש לגודל הפרקציה הדקה (החרסיתית)
חול חמרה	50	50 - 100	רגיש לגודל הפרקציה הדקה (החרסיתית)
צרורות עם טין	126	-	משתנה מאוד בהתאם לריכוז הטין – ראה בהמשך הטבלה
חול דיונות	-	>200	
ליס חרסיתי	-	5 - 10	במצב יבש ערכים גדולים פי 5, בקירוב
ליס טיני	-	20 - 40	במצב יבש ערכים גדולים פי 2.5, בקירוב
ליס חולי	-	40 - 80	במצב יבש ערכים גדולים פי 1.5, בקירוב
חלוקי נחל עם 5% עד 10% חומר מקשר טיני וחרסיתי	-	>100	בד"כ גדול מ- 200 מ"מ לשעה
חלוקי נחל עם 15% עד 20% חומר מקשר טיני וחרסיתי		20 - 80	סדר גודל
חרסית רזה עם 20% עד 25% חלוקי נחל		3 - 15	מקבל ערכים קיצוניים כלפי מעלה ומטה
קרקעות אלוביאליות חוליות	-	8 - 12	סדר גודל
קרקעות אלוביאליות חרסיתיות	-	3 - 5	סדר גודל
אבן גיר ודולומיט	-	25	
קרטון וחוור	-	6	

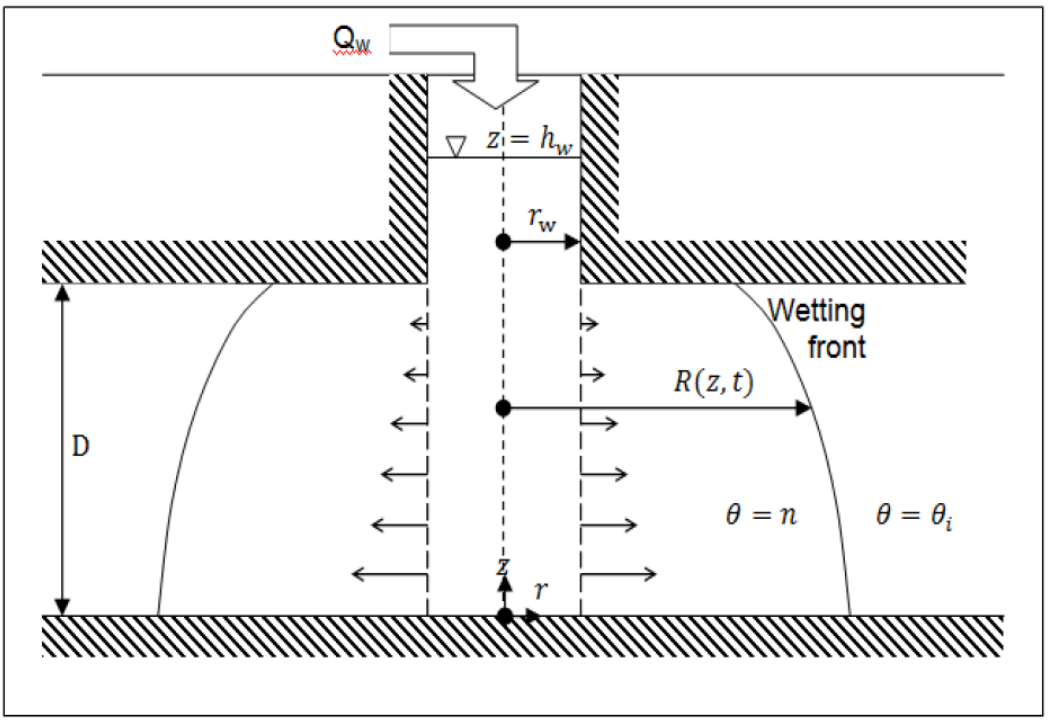
משרד: הלפיד 16, פ"ת דואר: יצחק שדה 8, ק. אונו. נייד. 052-4753537, פקס. 153-363-538-79
mail: shimontsuk@gmail.com | web: svivab.co.il

נספח 4 מודל לתכנון קידוח החדרה

חישוב של קצב החלחול מהבאר מבוצע עפ"י ההנחות הבאות:

(1) הזרימה רדיאלית בלבד (בפועל הזרימה היא גם אנכית ולכן הנחה זו הינה הנחה שמרנית).
(2) העומד בבאר הינו קבוע בזמן.
(3) פני המים בבאר נמצאים ברום המקסימלי האפשרי (פני צינור גלישת עודפים).
(4) העומד בחזית ההרטבה שווה בקירוב לאפס. (הנחה זו הינה שמרנית, בפועל קיים עומד יניקה של הקרקע הבלתי רוויה).
(5) לפני תחילת ההחדרה, בקרקע קיימת תכולת רטיבות התחלתית (בקירוב, קיבול שדה).
(6) חזית ההרטבה הולכת ומתרחקת רדיאלית מהבור עם הזמן. בין דופן הבור לחזית ההרטבה קיימת רוויה (ואין כליאה של בועות אוויר) ומעבר לחזית ההרטבה קיימת תכולת רטיבות התחלתית.
(7) הפסד העומד הקיים על הבד הגיאוטכני הנמצא בין מעטפת החצץ לקרקע ניתן להזנחה (בפועל קיים הפסד קטן יחסית, ההולך וגדל עם הזמן, ונובע מהצטברות ביופילם וחלקיקי קרקע על הבד).
(8) שטף ההחדרה q נתון ע"י משוואת דארסי $q=-K\ dh/dr$, כאשר K היא המוליכות האופקית של הקרקע ברוויה, dh/dr הינו גרדיאנט העומד הרדיאלי.
(9) התווך הוא הומוגני ובעל מוליכות הידראולית קבועה.

תרשים סכמטי של הזרימה הרדיאלית סביב באר החדרה בתווך הלא רווי.



משרד: הלפיד 16, פ"ת דואר: יצחק שדה 8, ק. אונו. נייד. 052-4753537, פקס. 153-363-538-79
mail: shimontsuk@gmail.com | web: svivab.co.il

המשוואה המתארות את הזרימה הינה משוואת רציפות עבור זרימה רדיאלית:

$$Q(z,t) = \frac{2\pi K(h_w - z)}{\ln\left(\frac{R}{r_w}\right)} = 2\pi R \frac{dR}{dt}(n - \theta_i)$$

הספיקה המוחדרת לבאר מבוטאת ע"י:

$$Q_w(t) = \int_0^D Q(z,t)dz$$

והנפח הכולל של מים שהוחדרו לבאר נתון ע"י:

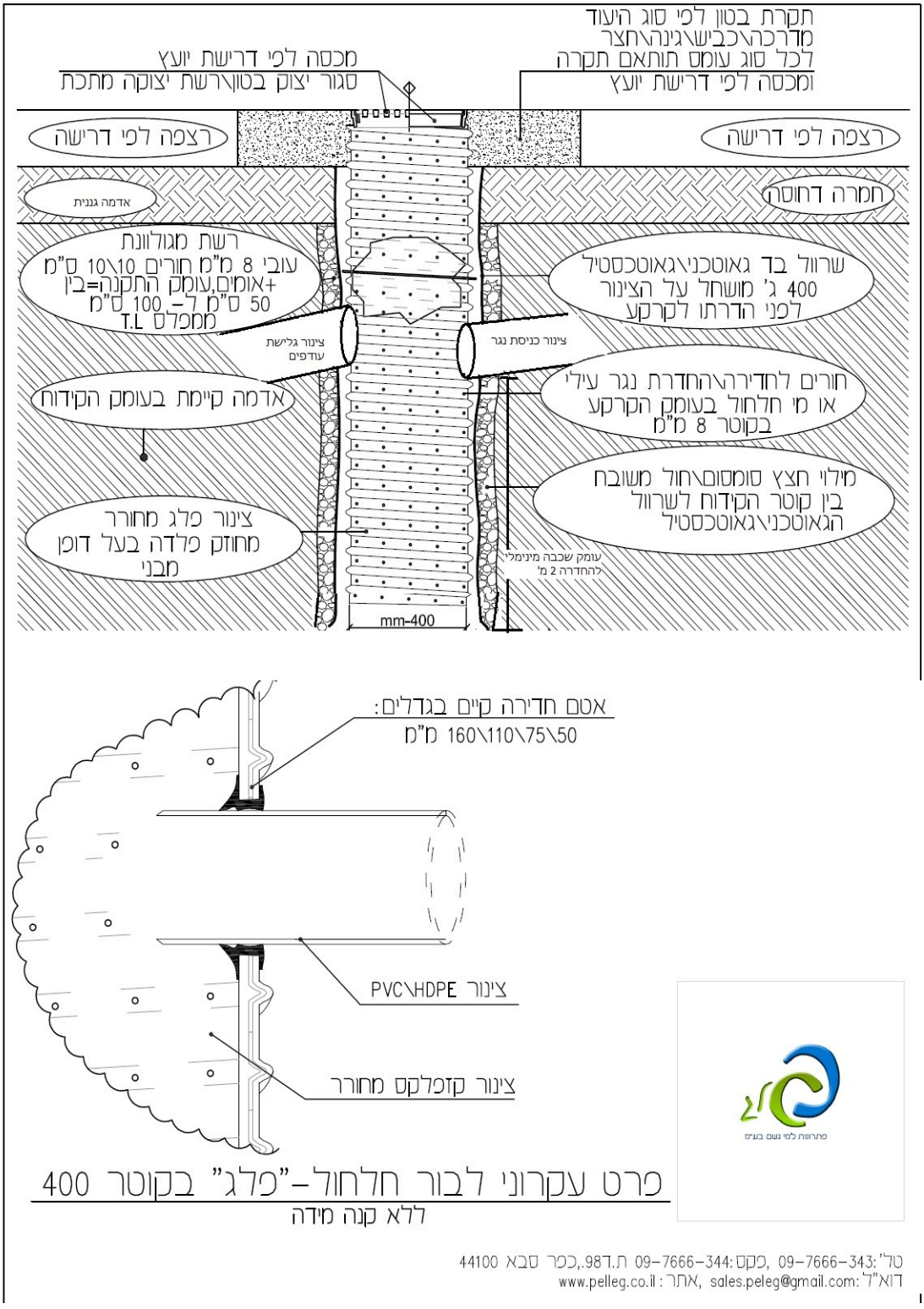
$$V(t) = \pi(n - \theta_i)\int_0^D R^2 dz$$

המשתנים המתארים את הבעיה מוצגים בטבלה להלן:

variable		units
D	aquifer height (assumed equal to the screen height)	L
h_w	Head in the well (elevation of water level) relative to well bottom	L
K	Saturated hydraulic conductivity	L/T
n	Porosity	-
$Q(z,t)$	Discharge to the aquifer per unit height of well	L^2/T
$Q_w(t)$	Total discharge of the well	L^3/T
$R(z,t)$	Radius of wetting front	L
$V(t)$	Total volume discharged by the well until time t	L^3
z	Elevation relative to well bottom	L
θ	Volumetric water content	-
θ_i	Initial water content, $\theta(t=0)$	-

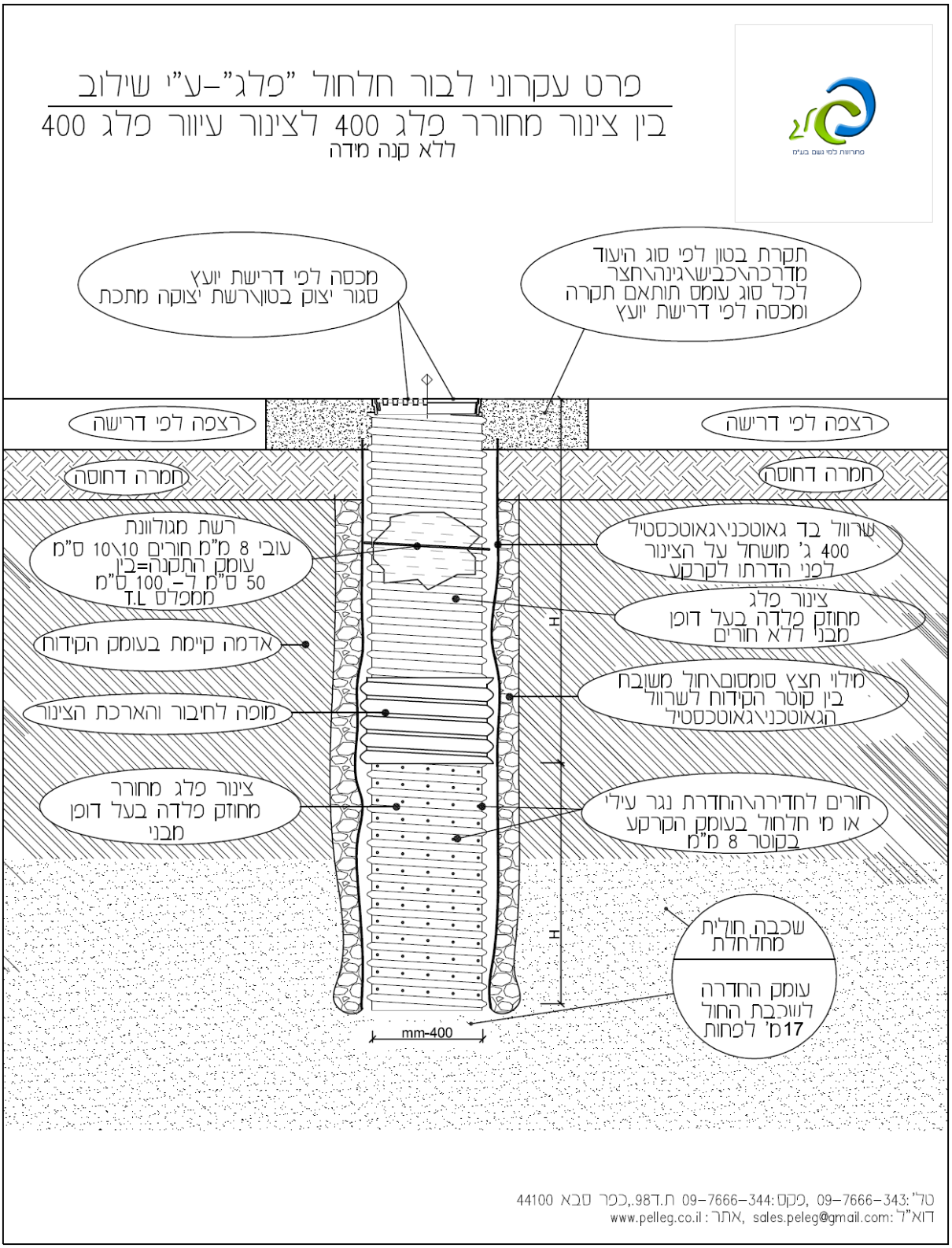
משרד: הלפיד 16, פ"ת דואר: יצחק שדה 8, ק. אונו. נייד. 052-4753537, פקס. 153-363-538-79
mail: shimontsuk@gmail.com | web: svivab.co.il

נספח 5 – פרט בור חלחול – צינור פוליאתילן מחוזק בפלדה "פלג"



משרד: הלפיד 16, פ"ת דואר: יצחק שדה 8, ק. אונו. נייד. 052-4753537, פקס. 153-363-538-79
mail: shimontsuk@gmail.com | web: svivab.co.il

נספח 6 – פרט בור חלחול – צינור פוליאתילן מחוזק בפלדה "פלג"



משרד: הלפיד 16, פ"ת דואר: יצחק שדה 8, ק. אונו. נייד. 052-4753537, פקס. 153-363-538-79
mail: shimontsuk@gmail.com | web: svivab.co.il

נספח 7 – תמונות של בור חלחול והתקנה – צינור "פלג"

משרד: הלפיד 16, פ"ת דואר: יצחק שדה 8, ק. אונו. נייד. 052-4753537, פקס. 153-363-538-79
mail: shimontsuk@gmail.com | web: svivab.co.il