

608672-45-1

LAVI- NATIF ENGINEERS LTD
WATER, SEWAGE, DRAINAGE, HYDROLOGY

לביא-נטיף מהנדסים בע"מ
הנדסת מים - ביוב - ניקוז - הידרולוגיה

P.O.B. 48266, TEL-AVIV 61480, ISRAEL --- FAX: 972-3-5584524 --- 61480 תל-אביב 48266 .ת.ד.

1

לשכת התכנון המחוזית
משרד הפנים-מחוז דרום
18.05.2015
נתקבל

תוכנית מס' 251/03/10 מאגר עין גדי

נספח לניהול הטיפול במי נגר עילי וניקוז

חוק התכנון והבניה, התשכ"ה-1965
משרד הפנים - מחוז הדרום
הוועדה המחוזית החליטה ביום:
19/05/15
לאשר את התכנית
□ התכנית לא נקבעה טענה אישור השר
□ התכנית נקבעה טענה אישור השר
יו"ר הוועדה המחוזית
תאריך 20/5/15

חוק התכנון והבניה, התשכ"ה-1965
משרד הפנים - מחוז דרום
הוועדה המחוזית החליטה ביום:
18/05/15
לאשר את התכנית
□ התכנית לא נקבעה טענה אישור השר
□ התכנית נקבעה טענה אישור השר
יו"ר הוועדה המחוזית
תאריך 18/5/15

לביא-נטיף
מהנדסים בע"מ
פ.ג. 510838170

יוני 2013
סימנו 1044/1057

הוכן על ידי לביא נטיף מהנדסים
רח' השקמה 3, אזור תעשייה אזור
טל: 03-5584505/6/7

תוכן העניינים

1. נתוני רקע..... 3
2. משקעים..... 3
3. הידרולוגיה..... 5
4. תכנון מוקדם..... 7
5. הנחיות להוראות התוכנית..... 8

נספחים

- נספח 1: מעטפת ספיקות מדודות באזור ים המלח.
- נספח 2: עוצמות גשם הסתברותיות באזור יריחו.
- נספח 3: ספיקות מדודות בערוצי ים המלח מסופת 29/10/04.
- נספח 4: עוצמות גשם הסתברותיות באזור ים המלח לאחר סופת 29/10/2004

שרטוטים מצורפים

תשריט מסי' 157-1044 תנוחה כללית – תוכנית נגר עילי בקני"מ 1: 2,000

תוכנית מספר 251/03/10
מאגר עין גדי

נספח לניהול נגר עילי

1. נתוני הרקע

כחומר רקע לעבודה התבססנו על הנתונים הבאים:

- נתוני הספיקות המדודות באגני היקוות קטנים ובינוניים באזור ים המלח (תחנה לחקר הסחף).
- מפת חבורות הקרקע – יואל דן.
- מפות טופוגרפיות בקני"מ 1: 50,000.
- תצ"א בקני"מ 1: 2,500.
- סיורים בשטח ובדיקת הערוצים במקום.
- דו"ח גל גאות של התחנה לחקר הסחף (שבט תשס"ב, ינואר 02).
- חקירת סופת 29/10/04 באזור מפעלי ים המלח (שמואל ארבל \ משה גטקר \ עדית ארזי, התחנה לחקר הסחף).

2. משקעים

2.1 כללי

אקלים מדבר יהודה הוא צחיח קיצון 100 < מ"מ גשם בממוצע רב שנתי.
עובי הגשם השנתי הממוצע באזור מלוונת ים המלח הוא כ-50 מ"מ שלנה.

חלק ניכר מהגשמים הם מקומיים ומקורם בתאי קונבקציה בקוטר טיפוסי של כ-5 ק"מ, המגיעים בנפרד בזמן ובמרחב ומתפתחים לעננים הממטירים גשם בעוצמות גבוהות ובמשכי זמן קצרים.

חלק אחר של הגשמים שייך למערכת השקעים הרגינולית של אגן הים התיכון והם בעלי אופי ממושך בעוצמה אחידה או בעלי אופי של גשמים קלים לסירוגים בעוצמות נמוכות.
עובי הגשם לסופה בודדת בארועים חריגים עשוי להגיע ל-100 מ"מ (פי שניים מהממוצע הרב שנתי בסופה אחת!).
ניתוח עוצמות גשם קיים בתחנות סדום, ערד, דימונה ויריחו.

תחנת גשם מעניינת בה סדרת תצפיות ארוכה יחסית משנת 1923/24 קיימת ביריחו. בסדום קיימות תצפיות משנת 1938/39.
בטבלה מס' 1 להלן ריכוז ניתוח נתוני הגשם ב-3 תחנות מייצגות.

טבלה מס' 1 – ריכוז נתוני גשם בתחנות סדום ערד ויריחו (לפני סופת ה-29/10/2004).

תחנת יריחו הסתברות (%)				תחנת ערד הסתברות (%)				תחנת סדום הסתברות (%)				נושא
1	2	5	50	1	2	5	50	1	2	5	50	
350	300	260	150	280	260	230	125	135	125	110	40	עובי גשם שנתי (מ"מ)
60	58	56	35	53	50	47	33	39	35	29	15	מספר ימי גשם בעונה (ימים)
60	50	40	25	52	48	43	25	50	40	30	13	עובי גשם יומי מקסימלי (מ"מ)
55	44	29	2	17	15	12	4	19	16	13	3	עובי גשם למשך 15 דקי (מ"מ)
55	45	30	2	19	17	13	5	23	20	15	3	עובי גשם למשך 30 דקי (מ"מ)
55	45	31	3	20	18	15	5	28	23	18	4	עובי גשם למשך 60 דקי (מ"מ)
55	45	33	5	22	20	16	6	33	28	21	4	עובי גשם למשך 120 דקי (מ"מ)
55	45	34	6	23	20	17	7	37	31	23	5	עובי גשם למשך 180 דקי (מ"מ)
55	46	34	7	24	21	17	7	40	33	25	5	עובי גשם למשך 240 דקי (מ"מ)

עוצמת גשם מירבית ידועה ביריחו למשך 15 דק' 228 מ"מ/שעה. עובי גשם יומי מירבי ידוע באזור יריחו 71 מ"מ/יממה.

2.2 סופת 29/10/2004

הסופה החריגה שארעה ב- 29/10/2004 התמקדה באזור המורדי של נחל צין (בנחלים פרס, צפית, תמר וחצירה) וכן בנחלים המתנקזים לאזור מפעלי ים המלח (אשלים, אדמון).

בסופה קיצונית זו נמדדה בתחנת המדידה בסדום, כמות של 71 מ"מ (מתוכם ירדו 50 מ"מ תוך 60 דקות, שזהו עובי הגשם המירבי מאז 1938). הממוצע הרב שנתי (עבור שנה שלמה) בתחנת סדום הוא 47 מ"מ.

בנספח 4 ניתן לראות כי הסתברות לעובי גשם יומי, ב- 1% עלתה ל- 93 מ"מ, כלומר פי 2 מהממוצע השנתי הכולל, יכול לרדת באזור המדברי, ביום אחד. גשם זה הוא שגרם לשטפונות הגדולים במורד נחל צין ובנחלים אשלים, אדמון וכן בכל אגני ההיקוות המשניים המפורטים בסעיף 4.1.

בדו"ח זה אנו נתחשב בסופה זו כסופת מעטפת. מהשוואת נתוני הסופה לנתונים הסטטיסטיים של תחנת המדידה ביריחו, ניתן לראות כי נתוני גשם דומים לפרקי זמן קצרים, ירדו אף בתחנת יריחו. יחודה של סופה זו הוא במרחב הגדול יחסית, עליו התפרסה הסופה וכן במשך הארוך שלה.

2.3 סופת 1-2/4/2006

על מנת להראות כי סופת 10/2004 איננה מקרה בודד, נזכיר גם את סופת 4/2006 בה נמדדו בעין פשחה 94 מ"מ שירדו תוך מספר שעות.

3. הידרולוגיה

3.1 כללי

מבנה אגני היקוות המדברי-תלול, וסוג הקרקע, גורמים למקדם נגר גבוה ביותר ולזמן ריכוז קטן ביותר. ממחקר של ד"ר משה גטקר מהתחנה לחקר הסחף עולה כי זמן הריכוז באגני האזור יכול להגיע עד כדי 12.5%-25% מזמן הריכוז המחושב בנוסחת קירפיך, המקובלת לחישוב זמן ריכוז של אגני היקוות. מביקת אגני היקוות קטנים באזור עולה כי זמן הריכוז נע בין 10 דקות ל-20 דקות (מודל גל גאות של התחנה לחקר הסחף).

כן מעלים הממצאים כי מקדם הנגר לספיקת השיא לסופות בהסתברות נמוכה עומד על כ-80% ($C=0.8$), ומקדם הנגר לנפח הנגר הסופתי מגיע ל-75%.

המחקר מעלה שאגני היקוות מגיבים מיידית לסופות הגשם, ולכן תלויה ספיקת הערוצים ההסתברותית בהסתברות סופות הגשם בלבד.

3.2 נתונים הידרומטריים

במרחב מדבר יהודה, קיים מספר מדידות מצומצם, וסדרות מדידה קצרות יחסית. מסיבה זו, עם התקדמות המדידות באגנים קטנים במדבר יהודה, על ידי התחנה לחקר הסחף, מתגלים ממצאים חדשים אודות ספיקות השיא העלולות להיווצר. בנספח 1 מופיעה מעטפת הספיקות הידועות באזור הנגב, הערבה, מדבר יהודה וים המלח. שים לב לכך שהמעטפת נקבעת למעשה על ידי הספיקות בערוצי ים המלח.

בנספח 3 מופיעות ספיקות שיא מדודות מסופת 29/10/04

3.3 חישוב ספיקות השיא ההסתברותיות, וקביעת ספיקות התכן

3.3.1 השיטה הרציונאלית

השיטה הרציונאלית מנסה להעריך את ספיקות השיא על ידי הערכת מקדם הנגר, וזמן הריכוז (לפיו נקבעת עוצמת הגשם לפי הסתברות). השיטה מתאימה לאגנים קטנים בלבד (אשר בהם ניתן להניח תפרוסת גשם אחידה על כל האגן). במקרה שלנו מבוסס מקדם הנגר הגבוה, וזמן הריכוז הנמוך על מחקרים ומדידות אמיתיות באזור ים המלח.

זמן הריכוז שנלקח הוא 30% מזמן הריכוז המחושב על ידי נוסחת קירפיך (או מינימום 10 דקות). מקדם הנגר להסתברות 1-2% : $C=0.85$.

לחישוב הספיקה בשיטה זו השתמשנו בנתוני תחנת יריחו ובנתוני סופת 10/04.

3.3.2 המודל המרחבי (פולק - גטקור)

המודל המרחבי הוא מודל אמפירי המתבסס על ספיקות מדודות באגנים באזור התכנון (בתחנות מדידה של השירות ההידרולוגי, ומדידות של התחנה לחקר הסחף). המודל מנתח את הספיקות המדודות לפי פילוג פירסון 3 גרפואנליטי.
 יתרונו של המודל הוא בכך שהוא מסתמך על ספיקות מדודות בשטח באגנים באזור התכנון.
 חסרונו של המודל באזור ים המלח הוא במיעוט מדידות, ובמיעוט שנות מדידה באזור.
 עם זאת ידועות ספיקות שיא גדולות מאוד באזור ים המלח, והן מחושבות להסתברויות הנמוכות.

3.3.3 מודל התחליים לאגנים קטנים

מודל התחליים לאגנים קטנים הוא מודל אמפירי. חסרונו של המודל הקיים הוא בכך שכמו כל מודל אמפירי, יש לעדכנו עם הצטברות המדידות.

3.3.4 קביעת ספיקות התכן

ספיקות התכן נקבעו בהתחשב בנתוני הגשם מתחנת יריחו, כפי שהם מופיעים בשיטה הרציונאלית, ובהתחשב בספיקות המעטפת המופיעות בנספח 1.
 הגשמים המדודים בתחנת יריחו והשיטה הרציונאלית (בהתחשב במקדמי הנגר הסופתיים כפי שנבחנו על ידי התחליים), שימשו לאימות החישובים שנעשו על ידי המודל המרחבי, ומראים תוצאות גבוהות ממנו, אך דומות בסדר הגודל.

טבלה מספר 2: השוואת ספיקות לפי המודלים השונים וקביעת ספיקת התכן להסתברות 1%.

ספיקת תכן	גרפואנליטית (פולגט) [מ"ק/שניה]	תחלסון [מ"ק/שניה]	תחנת יריחו [מ"ק/שניה]	ספיקת מעטפת [מ"ק/שניה]	זמן ריכוז גל גאות דקות	תחום התנקזות [קמ"ר]	אגני הניקוז המתרכזים אל הנקודה
1%	1%	1%	1%	סופת 10.2004			
85.0	86.0	75.6	78.7	96.6	17	2.18	1
25.0		30.8	21.3	23.0	15	0.48	2
45.0		45.5	41.3	44.8	15	0.92	3

טבלה מספר 3: השוואת ספיקות לפי המודלים השונים וקביעת ספיקת התכן להסתברות 2%.

ספיקת תכן	גרפואנליטית (פולגט) [מ"ק/שניה]	תחלסון [מ"ק/שניה]	תחנת יריחו [מ"ק/שניה]	זמן ריכוז גל גאות דקות	תחום התנקזות [קמ"ר]	אגני הניקוז המתרכזים אל הנקודה
2%	2%	2%	2%			
51.0	51.0	57.7	56.6	17	2.18	1
20.0		23.5	15.4	15	0.48	2
30.0		34.7	29.8	15	0.92	3

טבלה מספר 4: השוואת ספיקות לפי המודלים השונים וקביעת ספיקת התכן להסתברות 5%.

ספיקת תכן	גרפואנליטית (פולגט) [מ"ק/שניה] 5%	תחלסון [מ"ק/שניה] 5%	תחנת יריחו [מ"ק/שניה] 5%	זמן ריכוז גל גאות דקות	תחום התנקזות [קמ"ר]	אגני הניקוז המתרכזים אל הנקודה
5%	23.3	29.5	30.8	17	2.18	1
12.0		12.0	8.4	15	0.48	2
17.0		17.8	16.3	15	0.92	3

טבלה מספר 5: השוואת ספיקות לפי המודלים השונים וקביעת ספיקת התכן להסתברות 10%.

ספיקת תכן	גרפואנליטית (פולגט) [מ"ק/שניה] 10%	תחלסון [מ"ק/שניה] 10%	תחנת יריחו [מ"ק/שניה] 10%	זמן ריכוז גל גאות דקות	תחום התנקזות [קמ"ר]	אגני הניקוז המתרכזים אל הנקודה
10%	11.6	12.9	18.2	17	2.18	1
5.0		5.3	5.0	15	0.48	2
9.0		7.8	9.7	15	0.92	3

3.3.5 סיכום

מוצע לתכנן את תעלת ההגנה מול המאגר לספיקה של 25 מ"ק/שניה המתאימה לספיקה של 1% + בלט נוסף.
 מוצע לתכנן את מפל ערוץ 3 שיורד לכיוון שטחי החקלאות לספיקה לתדירות 1%.

4. תכנון מוקדם

להלן הפיתרון המוצע:

4.1 מאגר עין גדי

ערוץ מס' 1, (עבור מאגר עין גדי):

יצירת סוללה משולבת בתעלת הגנה מזרחית לכביש מס' 90 שיגן על שטח המחצבה והמטע ויטה את הזרימות אל ערוץ 1 כלפי צפון לכיוון הטבעי שלו. הכוונה לזרימות מקומיות אם יהיו, בין כביש 90 למטע.

ערוץ מס' 2 (עבור מאגר עין גדי):

הכוונת הנגר והסדרת מפל ותללה ותעלה שיורידו את המים מאזור כביש 90 לשטח המטע. תבוצע מערכת סוללות ותעלות שיכוונו את המים למפל ולתללה שיגנו על המאגר. המים יזרמו בתעלת עפר או בטון לאורך המאגר ויצאו בצד המזרחי של המטע.

4.2 מטע תמרים

ערוץ מסי 3 (עבור מטע תמרים):

חלופה א': ביצוע מפל ותללה לתוך המטע והזרמה בתעלה עד לצד המזרחי ו/או חיבור לתעלה המתוכננת לערוץ 2.

חלופה ב': הטיית התעלה דרומה לכיוון פשט הצפה של נחל צאלים. מחייב חפירת תעלה לעומק של 3-4 מטר לאורך כמה מאות מטרים, משולב בסוללת הגנה. על החלופה המתאימה יוחלט עם התקדמות הפרויקט.

מצורפת מפת השטח עם תכנון מוקדם לתעלת ערוץ 2 ולסוללת הגנה לערוצים 1 ו-3. יש לשקול עם מתכנני המטע את הפתרון בתוך המטע לערוץ מסי 3.

5. הנחיות להוראות התוכנית

תנאי להוצאת היתר בניה למאגר יהיה בניית מפל, תללה ותעלה, וכן הסדרת סוללה משולבת בתעלה מזרחית לכביש מסי 90, (כמסומן בתשריט של נספח הניקוז).

לביא נטוף מהנדסים בע"מ

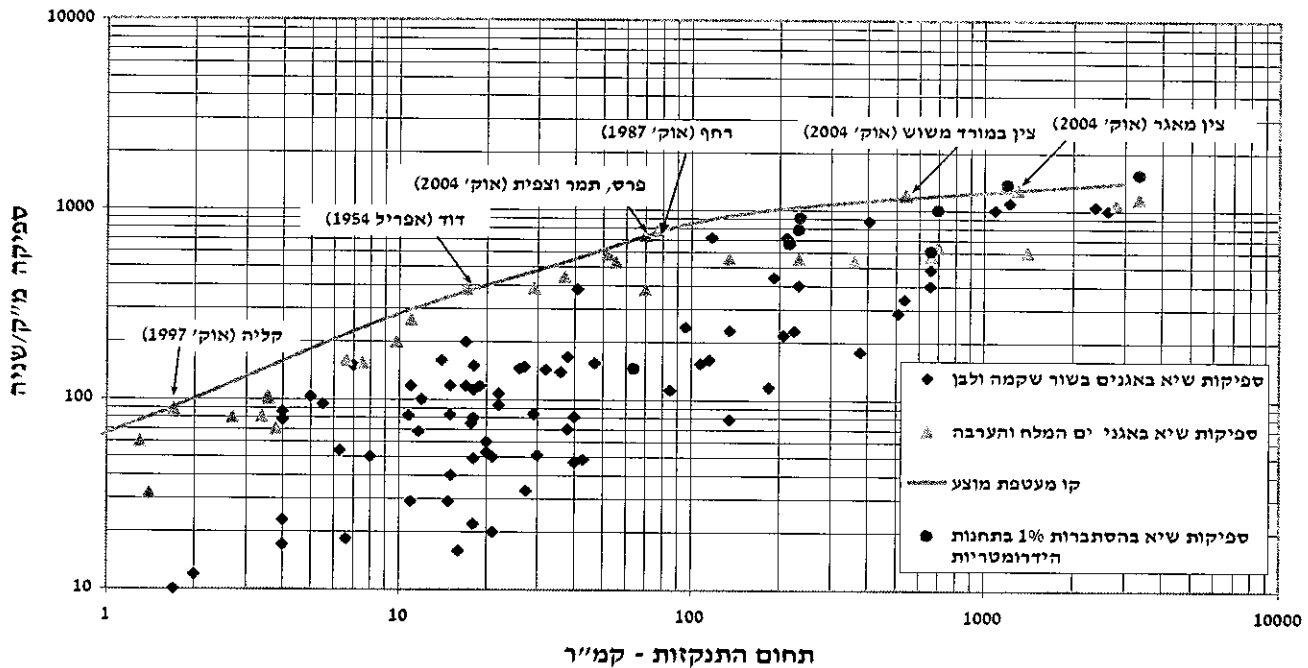
בעז כהן, חובב אלגביש

נספחים

נספח 1: מעטפת ספיקות שיא.

מקור: התחנה לחקר הסחף.

גרף מספר 1: מעטפת ספיקות שיא ידועות במדבר יהודה, בנגב, ובערבה.



שים לב לכך שהמעטפת בנויה על ספיקות השיא של אזור ים המלח והערבה.

נספח 2: עוצמות גשם צפויות ביריחו

טבלה 2.1: עוצמות גשם מדודות לפרקי זמן בתחנת יריחו

תאריך של MAX2	MAX2	תאריך של MAX1	MAX1	פרק זמן
15/11/1967	89.4	17/10/1987	261.4	5
15/11/1967	65	17/10/1987	231.8	10
15/11/1967	53.8	17/10/1987	214.9	15
15/11/1967	48.4	17/10/1987	178.3	20
02/11/1979	20.1	15/11/1967	35.2	30
10/10/1994	13	15/11/1967	24.7	45
25/04/1968	11.3	10/10/1994	13.9	60
13/03/1990	7.2	10/10/1994	10.1	90
10/10/1994	7.9	15/11/1967	11.8	120
25/02/1992	5	12/03/1990	6.1	180
12/03/1976	4.1	12/03/1990	5.6	240

טבלה 2.2: עוצמות גשם לפי משך ולפי הסתברות בתחנת יריחו

פרק זמן	0.5%	1%	2%	3%	5%	10%	20%
5	349.6	274.5	210.3	178.3	141.6	99.7	67.1
10	241.2	189.5	145.3	123.2	97.9	69.1	46.6
15	200.1	156.8	119.8	101.4	80.2	56.1	37.3
20	157.7	123.7	94.7	80.2	63.6	44.7	29.9
30	64.3	52.6	41.7	36.2	30.0	22.6	16.3
45	28.1	24.6	21.3	19.4	17.1	14.1	11.2
60	16.7	15.4	13.9	13.1	12.0	10.4	8.7
90	15.6	13.7	11.9	10.9	9.6	7.9	6.3
120	18.5	15.6	13.0	11.6	10.0	7.9	6.1
180	8.9	8.0	7.1	6.6	5.9	5.0	4.1
240	8.1	7.2	6.3	5.8	5.2	4.3	3.3

שים לב לשונות הגבוהה, בין עוצמות הגשם בהסתברות גבוהה לעוצמות הגשם בהסתברות נמוכה. משמעות השונות היא שבשנים רגילות לא צפויה זרימה ערוצים, אך בהסתברות נמוכה צפויה ספיקה גבוהה ביותר בערוצי האזור.

נספח 3: ספיקות שיא מדודות מסופת 29/10/2004 באזור ים המלח (מקור: שמואל ארבל התחל"ס)

אגני ים המלח							
מס'	שם האגן	X	Y	שטח האגן קמ"ר	ספיקת שיא מקש"נ	ספיקה סגולית מקש"נ / קמ"ר	הסתברות ב-%
1	אמציהו	234207	538272	125	170	1	15
2	אפעה	219368	560376	107	60	0.6	>20
3	צאלים	233443	583950	246	100	0.4	>20
4	נימיה	219116	507842	18.5	30	1	15
5	מור 1	234966	573895	9.8	200	20	1-2
6	יעלים 1	234275	571745	50	40	0.9	15
7	עמיעו 1	232279	553800	29	260	9	3
8	עמיעו 2	232513	553601	30	340	11	2
9	לוט	234390	559208	18	240	14	2
10	מעלה אדמון	228118	549952	6	80	13	5
11	אדמון	232670	547905	10	140	14	3
12	פרצים	235630	558850	29	60	2	17
13	עוגד	232121	552868	3.4	40	10	10
14	יובל מפעלי ים המלח 1	235534	550873	0.5	30	60**	1
15	יובל מפעלי ים המלח 2	234526	551156	0.7	40	53**	2
16	יובל מפעלי ים המלח 3	235677	550959	1.1	60	54**	1-2
17	יובל מפעלי ים המלח 4	234606	550790	1.3	60	46**	1-2
18	רחף תחנה הידרומטרית	235700	578270	77	90	1	20
19	חימר מעלה	221057	561652	270	300	1	15
20	חימר 1	233062	560050	340	200	0.6	20
21	חמרית	231216	549550	3.3	50	15	5
22	חמרית מורד	233078	549173	8	80	10	7
23	יובל אשלים 1	231548	550103	2.6	30	10	10
24	יובל אשלים 2	233380	550233	3.8	50	13	7
25	יובל אשלים 3	231962	552218	31	140	4	10
26	תעלת אשלים	233740	550250	68	350	5	5

** אגנים בהם יש כיסוי מלא של קרקע חווארית.

נספח 4: הסתברות לעובי גשם יומי באזור מפעלי ים המלח לאחר סופת 29/10/2004
 באדיבות שמואל ארבל מהתחנה לחקר הסחף.

