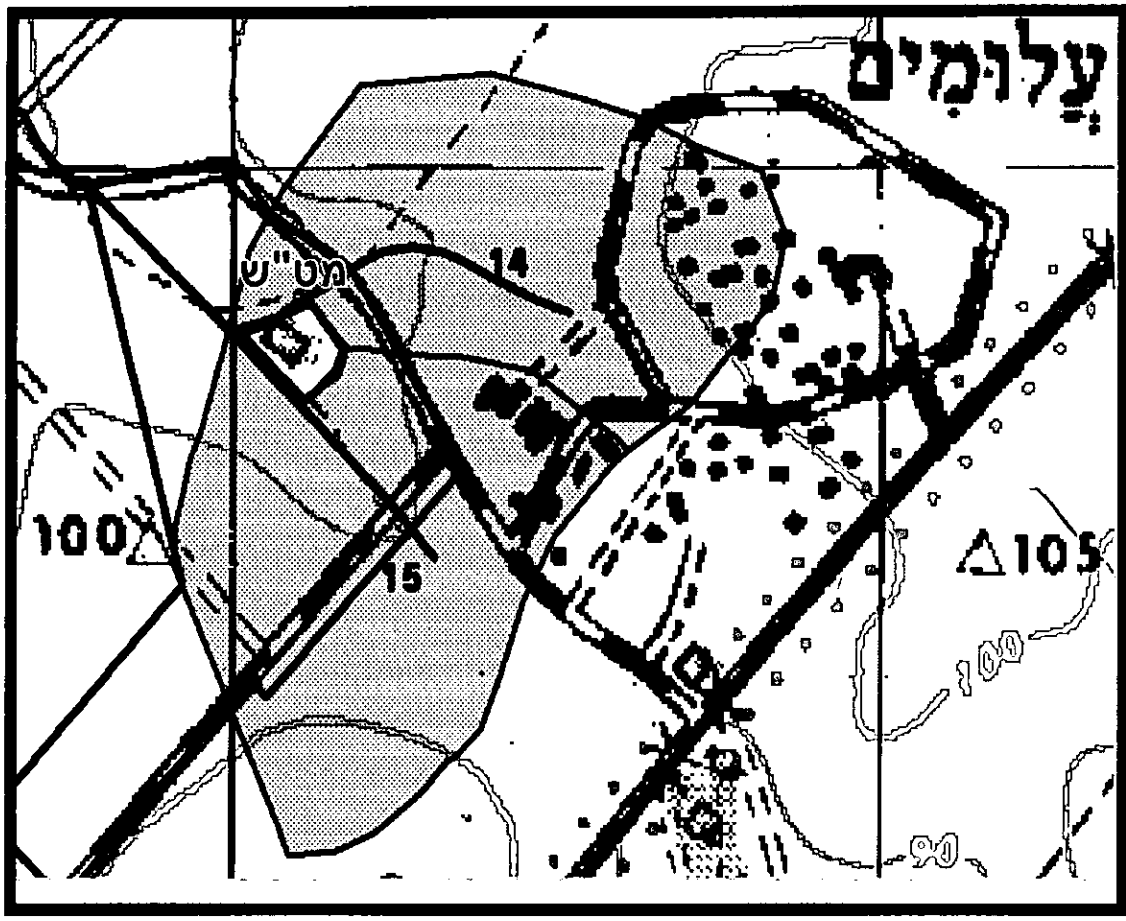


6006232 (100)

משרד המים והביטוח
מנהל מינוע המים
09.03.2010
מס' 100

קיבוץ עלומים

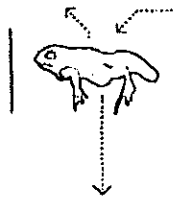
תכנית מס' 3/156/03/07 - מט"ש קיבוץ עלומים
הידרולוגיה של נגר עלי



מסמך הידרולוגי - סביבתי

משרד הסגירה ביהוד דרום
חוק המים
אישור
הועדה המינהלית
מס' 100/09
מנהל מינוע המים

הודעה על אישור תכנית מס' 3/156/03/07
כורסמה בילקוט הפרסומים מס' 609
מיום 11/6/10



אחפיו
איכות סביבה ומשאבי מים

אוקטובר 2008

תכנית מס' 3/156/03/07 - מט"ש קיבוץ עלומים
הידרולוגיה של נגר עלי

מסמך הידרולוגי – סביבתי

אמפִּיבִּיּוֹ – ייעוץ, תכנון וניהול פרויקטים בתחומי איכות הסביבה ומשאבי מים

בית זיוה, רח' היסמין 1 (סמינר אפעל), ת.ד. 9108, רמת אפעל 52190

טלפון: 03-7369972, פקס: 03-7252774, נייד: 050-5770577, e-mail: office@amphibio.co.il

תקציר

מטרה: הצגת מסמך הידרולוגי סביבתי ע"פ הנחיות תמ"א 3/ב/34, בעקבות תכנית הרחבת מט"ש עלומים. המסמך מתייחס בעיקר לשאלה מהי כמות הנגר העילי שתיווצר בשני אפיקי הנחל הקטנים המתנקזים ליד המט"ש. לצורך כך נבחנו עצמתו של הנגר העילי שיווצר בתנאים קיצוניים וגודל מובילי הניקוז הראויים על מנת למנוע הצפות ונוקים למט"ש.

ריכוז נתונים: תכנית ההרחבה שאליה מתייחס המסמך היא תכנית מפורטת מס. 3/156/03/07 העוסקת במט"ש קיבוץ עלומים. שטח התכנית הוא 301.04 דונם והיא הופקה בשנת 2006 ע"י קיבוץ עלומים. נתונים על התכנית נלקחו מתוך המסמך של יעקב קליין, שהוגש ע"י הקיבוץ למרחב התכנון המקומי "שמעונים". טופוגרפיה של האגנים נלקחה ממפות 1:50,000 סטנדרטיות של המרכז למיפוי ישראל (מפ"י). נתונים על מהות תכנית המט"ש, הם מתוך תכנית טיפול כוללת בשפכים, שבוצעה ע"י ש. ברזיק מהנדסים יועצים. טבלה סטנדרטית של משך-עצמה-הסתברות של אירועי גשם בתחנת עזה התקבלה מהשרות המטאורולוגי. מהשרות ההידרולוגי נתקבל מיון הספיקות המכסימליות שנמדדו בנחל חנון בין 1983 ל-2006.

מבנה: שטח תכנית מפורטת מס. 3/156/03/07 הוא 301.04 דונם. על פי התכנית שטח המט"ש הוא כ-11.5 דונם, והוא ממוקם ממערב לקיבוץ, מעל מפגש שני ערוצים קטנים (קואורדינאטה מזרח-מערב 153,000 וצפון-דרום 595,780) שיורדים מרום כ-105 מ' במזרח לרום כ-85 מטר באזור המט"ש. שטחו של האזור הנבדק, מבחינה הידרולוגית, הוא כ-0.589 קמ"ר בלבד, שכולל את שטחם של שני אגני ההיקוות הקטנים המתנקזים לסביבת המט"ש. גבולם המזרחי של האגנים הוא קו רכס מתון שעובר דרך קיבוץ עלומים, וכיוונו צפון-צפון-מזרח ל-דרום-דרום מערב. האגנים מתנקזים לצפון-מערב, לנחל מרכזי ותעלת מים שזורמים לכיוון רצועת עזה.

זמן ריכוז: זהו פרק הזמן העובר במהלך זרימת נגר עילי מחלקו הרחוק ביותר של אגן הניקוז ועד לנקודת המוצא הנמדדת. זמן הריכוז חושב ע"י שימוש בנתונים הפיזיים של האגנים שהוגדרו לעיל. תוצאות החישובים מצביעים על פרקי זמן של כ-15 עד 20 דקות כתלות באורך האפיק הראשי ובשיפוע האגן.

תכסית: הונח כי כל שטח האגנים הוא שטח פתוח עם מקדם נגר עלי 0.1. התוצאה של הנחה זו היא, חישוב השטח האקוויולנטי התורם ליצירת נגר עילי.

גיאולוגיה: שטחי קיבוץ עלומים מצויים, מבחינת הידרוגיאולוגית, בשולי האקוויפר הפליסטוקני של רצועת עזה. באזור זה החתך הגיאולוגי בנוי מסדרה של חולות וטיטים עם רבדים של אבני חול גיריות וקונגלומרט בסיסי. עוביו של החתך הולך וקטן ממערב למזרח ומגיע לעשרות מטרים בודדים בכביש סעד-בארי. בגבולו המזרחי של משק עלומים, עובי החתך במרכז שטחי המשק



אמפیبיו – ייעוץ, תכנון וניהול פרויקטים בתחומי איכות הסביבה ומשאבי מים

בית זיוה, רח' היסמין 1 (סמינר אפעל), ת.ד. 9108, רמת אפעל 52190

טלפון: 03-7369972, פקס: 03-7252774, נייד: 050-5770577, e-mail: office@amphibio.co.il
המיועדים להשקיה ע"י המט"ש מגיע ל-120-100 מ'. בסיס החתך מונח על שכבות חרסית וחואר של "חבורת הסקיה" המהוות את תשתית האקוויפר החולי.

יחסי משך-עצמה-הסתברות של אירועי גשם: בדיקת כמות הנגר העלי כתוצאה מאירועי גשם מוגדרים נעשתה בעזרת טבלאות יחסי עצמה-משך-הסתברות של גשם באזור עזה. קיימת הסתברות של 1% (אחת ל-100 שנים) לאירוע גשם שבו ירד תוך 10 דקות גשם בעצמה של 130 מ"מ לשעה (21.66 מ"מ באירוע), או לאירוע גשם שבו ירד תוך 60 דקות גשם בעצמה של 47.5 מ"מ (47.5 מ"מ באירוע).

הסתברות לספיקות שיא: לרשות הבדיקה עמדו 23 נתוני ספיקת שיא שנחל חנון (תחנת מדידה של התחנה לחקר הסחף ב.נ.צ. 157400/599000, המייצגת אגן שגדלו 48.5 קמ"ר משנת 1983). נתונים אלה שמשו לייחוס בלבד, מאחר והנחל המתנקז מעלומים אינו זורם לנחל חנון אלא דרומית לו. תוצאות האומדנים הסטטיסטיים בשיטת פילוג Pearson3, log Pearson3, גרפואנליטית, ושיטת פארטו מאפשרת להגיע למסקנה כי הספיקה הצפויה בהסתברות 1% בתחנת נחל חנון היא בין 60 ל-70 מ"קשנייה.

תרומת נגר עילי באזור המט"ש: במסמך הוערכה ספיקת מוצא אגני הניקוז כתוצאה מאירוע גשם המוגדר כ"סופת התכ"ן" בהסתברות 1% לזמנים שונים בעזרת השיטה הרציונלית שמשמשת בד"כ את מתכנני הניקוז בישראל. הספיקות הצפויות במצב המתוכנן חושבו. ההערכה היא שגם במצבים הקיצוניים ביותר בהסתברות של 1%, תרומת הנגר העילי באזור המט"ש עשויה להסתכם בכ-1 מ"קשנייה מכל אגן בנפרד.

מבנה תעלות ניקוז הנדרשות להגנה על המט"ש: במסמך הוערך בקירוב מבנה תעלות הניקוז שייבנו באפיקי הנחל על מנת להגן על המט"ש מאירועים שטפוניים. חושבו ספיקות אם למבנה אפיק הנחל צורת טרפז פשוטה, כאשר רוחב בסיס תחתון של אפיק הנחל הוא כ-0.5 מ'; רוחב החלק העליון 1.5 מ'; רום פני המים מעל הקרקעית 0.4 מטר; מקדם חספוס של מאנינג האופייני לאפיקים מוסדרים $n=0.13$, ושיפוע זרימה ממוצע בשיעור של $S=0.002$ ל- $S=0.003$ מזומן. תעלת ניקוז שבנויה על פי הנתונים שהונחו עשויה להוליך ספיקה בין 1.6 ל-2.0 מ"קשנייה כתלות בשיפוע, ומכאן שהיא תספיק כדי לנקז את כל אחד מאפיקי הנחל בנפרד.

על כן, על מנת לאפשר זרימה מוסדרת מאפיקי הנחל המתנקזים ליד המט"ש ובכך למנוע הצפות וזנקים, יש להבטיח תעלות ניקוז מסודרות, כפי שמוסבר בסעיף 6 במסמך, שיכלו לנקז ספיקת מים של 1.26 - 1.48 מ"קשנייה באפיקים הנפרדים, ו-2.04 - 2.39 מ"קשנייה בתעלה המשותפת המנקזת את האפיקים הנ"ל (ספיקות שיא בהסתברות של 1%).



תוכן המסמך:

עמוד

1	1. רקע.....
1	2. תאור אזור תכנית ההרחבה של נתיב העשרה וגבולות הניתוח ההידרולוגי.....
1	2.1 מיקום וגבולות.....
4	2.2 נתונים פיזיים כלליים.....
4	2.3 זמן ריכוז אופייני.....
5	2.4 תשתית אזור עלומים.....
5	2.5 הידרוגיאולוגיה ומי תהום.....
6	2.6 תכסית שטחי האגנים.....
7	3. עוצמה-משך-הסתברות של אירועי גשם.....
9	4. הסתברות לספיקות שיא.....
10	5. ספיקות שטפוניות באזור המט"ש.....
11	6. מבנה תעלות ניקוז מתאים להגנת המט"ש.....

רשימת תרשימים

3	תרשים מס' 1 – מיקום כללי על רקע מפת 1:50,000 סטנדרטית.....
3	תרשים מס' 2 – מפת מיקום מפורטת המציגה את אגני הניקוז על רקע קווי גובה המדויקים מתוך התכנית המפורטת 3/156/03/07.....
5	תרשים מס' 3 – מפת קרקעות של איזור עלומים.....
8	תרשים מס' 4 – עקומת עצמה-משך-הסתברות לגשם באזור עזה.....
9	תרשים מס' 5 – ניתוח נתוני ספיקות שיא בתחנה ההידרומטרית בנחל חנון בשלוש שיטות סטטיסטיות שונות.....
12	תרשים מס' 6 – מבנה התעלות המוצע באזור המט"ש כך שלא יפגע מזרימות שטפוניות.....
13	תרשים מס' 7 – ניתוח ספיקות אופייניות לערוץ נחל טבעי בעל צורה טרפזית עבור ארבעה שיפועים שונים.....

רשימת טבלאות

4	טבלה מס' 1 – נתונים פיזיים של שני האגנים המתנקזים לכיוון המט"ש.....
6	טבלה מס' 2 – ניתוח שטח אקוויוולנטי ומקדם נגר עילי ממוצע.....
7	טבלה מס' 3 – עצמה-משך-הסתברות לגשם באזור עזה.....
10	טבלה מס' 4 – כמות המים המתנקזת דרך שני האגנים במוצאם ליד המט"ש, עבור ארבע סופות גשם בהסתברות 1% ובמשכי זמן 15, 20, 30 ו-45 דקות.....

15

נספחים





1. רקע

מטרת מסמך זה הנה להוות מסמך הידרולוגי סביבתי ע"פ הנחיות תמ"א 3/ב/34, בעקבות תכנית להרחבת מט"ש קיבוץ עלומים. המט"ש ממוקם בסמוך לשני אפיקי נחל קטנים שמתנקזים בסמוך אליו לאפיק נחל גדול יותר. תכנית ההרחבה שאליה מתייחס המסמך היא תכנית מפורטת מס' 3/156/03/07 המהווה שינוי לתכניות מס' 1/156/03/7 ו-2/156/03/7. התכנית עוסקת במט"ש ומבני משק – קיבוץ עלומים- איחוד וחלוקת מגרשים בהסכמת הבעלים. שטח התכנית עומד על 301.04 דונם והיא הופקה בשנת 2006 ע"י הקיבוץ. חוות הדעת ההידרולוגית מתייחסת בעיקר לשאלת כמות הנגר העילי שתיווצר בשני אפיקי הנחל הקטנים המתנקזים ליד המט"ש. לצורך כך נבחנו עצמתו של הנגר העילי שייווצר בתנאים קיצוניים והגודל של מובילי הניקוז הראויים על מנת למנוע הצפות ונזקים למט"ש.

חוות הדעת מבוססת על המסמכים והעדויות הבאים:

- נתונים על התכנית נלקחו מתוך המסמך של יעקב קליין, רחובות, משנת 2006, שהוגש ע"י הקיבוץ למרחב התכנון המקומי "שמעונים".
- נתונים על הטופוגרפיה של האגנים נמצאים בחלקם בתכנית המפורטת לעיל, ובחלקם נלקחו ממפות 1:50,000 סטנדרטיות של המרכז למיפוי ישראל (מפ"י).
- נתונים על מהות תכנית המט"ש, וכן נתונים כלליים על הקרקעות והידרולוגיה של איזור המט"ש צוטטו מתוך תכנית טיפול כוללת בשפכים, עבודה שבוצעה ע"י ש. ברזייק מהנדסים יועצים במאי שנת 2005, והוגשה לוועדת המשנה לביוב.
- קבלת טבלה סטנדרטית של משך-עצמה-הסתברות של אירועי גשם בתחנת עזה, מהשרות המטאורולוגי.
- קבלת מיון הספיקות המקסימליות שנמדדו בנחל חנון בין 1983 ל-2006, מהשרות ההידרולוגי. נתונים אלה שימשו כנתון להשוואה כללית בלבד.
- כל המידע שנתקבל הועלה על תכנת מערכת מידע גיאוגרפי, ועובד על מנת לתת הערכות לספיקות הצפויות באזור המט"ש בתנאים קיצוניים.

2. תאור אזור תכנית ההרחבה של נתיב העשרה וגבולות הניתוח ההידרולוגי

2.1 מיקום וגבולות

קיבוץ עלומים נמצא בתחום מ.א. שדות נגב על כביש מס' 232, בין צומת סעד וצומת רעים. מרכז הקיבוץ נמצא בקואורדינטה מזרח-מערב 153,900 וצפון-דרום 595,800 (קואורדינטות ישראל חדשות). האזור גיאוגרפית שחון למחצה וכמות המשקעים השנתית הממוצעת כ- 350 מ"מ. הישוב הוקם לפני כ- 38 שנים, הוא מונה כ- 450 נפשות ומתעתד לגדול ע"י תוספת שכונה קהילתית עד ל- 1,400 נפש, בשנת 2020.

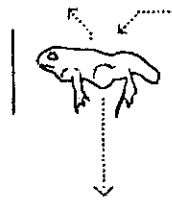
במשך השנים נוספו מבנים שונים ללא תוכנית כללית הדואגת לטיפול בשפכי התורמים. בחודש מאי שנת 2005 הוגשה לוועדת המשנה לביוב תכנית טיפול כוללת בשפכים, שבוצעה ע"י ש. ברזייק



מהנדסים יועצים. בתכנית הוצע מפעל טיהור שפכים (מט"ש) לעומסים הנדרשים לטיפול בשנת היעד 2020 עם אפשרות להגדלה בהתאמה לגידול רפת הקיבוץ. המט"ש המתוכנן כולל שלוש בריכות שיקוע, בריכת חמצון, מאגר קולחים בנפח איגום כ- 20,000 מ"ק, ומכון שאיבה שיפנה את המים לחקלאות.

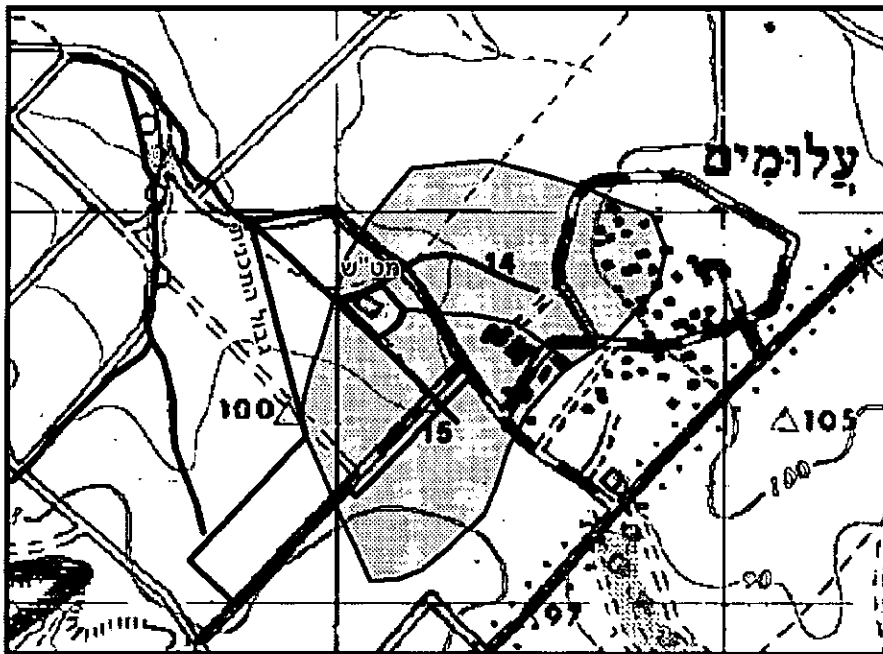
תכנית מפורטת מס' 3/156/03/07 עוסקת במט"ש קיבוץ עלומים. שטח התכנית הנו 301.04 דונם והיא הופקה בשנת 2006 ע"י הקיבוץ. על פי התכנית שטח המט"ש הוא כ- 11.5 דונם, והוא ממוקם ממערב לקיבוץ, מעל מפגש שני ערוצים קטנים (קואורדינאטה מזרח-מערב 153,000 וצפון-דרום 595,780) שיוורדים מרום כ- 105 מ' במזרח לרום כ- 85 מטר באזור המט"ש.

שטחו של האזור הנבדק מבחינה הידרולוגית הוא כ- 0.589 קמ"ר בלבד, שכולל את שטחם של שני אגני ההיקוות הקטנים המתנקזים לסביבת המט"ש. האגנים סומנו במספרים 14 (צפוני) ו- 15 (דרומי). גבולם המזרחי של האגנים הוא קו רכס מתון שעובר דרך קיבוץ עלומים, וכיוונו צפון-צפון-מזרח ל- דרום-דרום מערב. האגנים מתנקזים לצפון-מערב, לנחל מרכזי ותעלת מים שזורמים לכיוון רצועת עזה. תרשים מס' 1 מציג מפת מיקום כללית של האגנים והמט"ש. תכנית ההרחבה המפורטת מוצגת בתרשים מס' 2.



תרשים מס' 1

מיקום כללי על רקע מפת 1:50,000 סטנדרטית

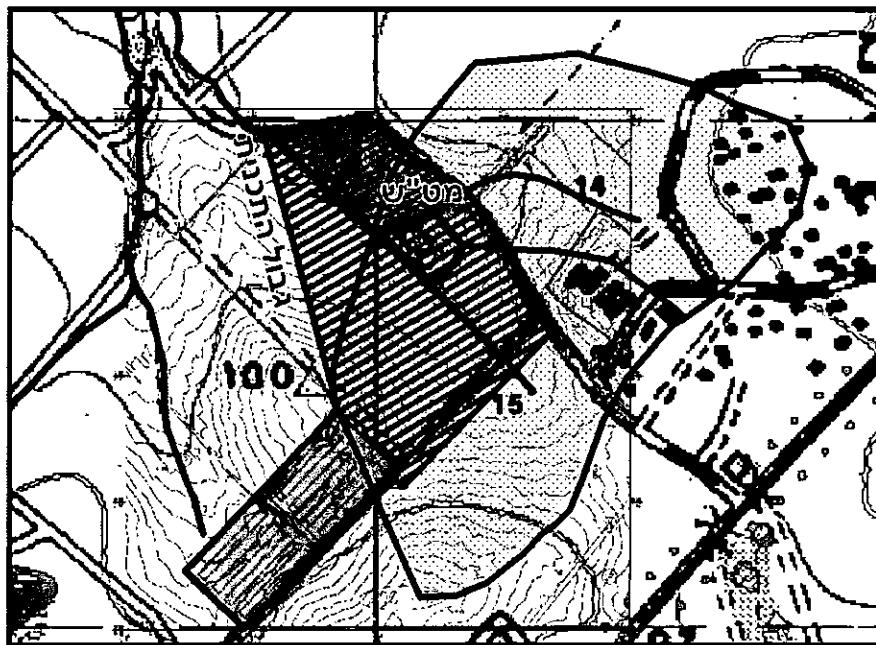


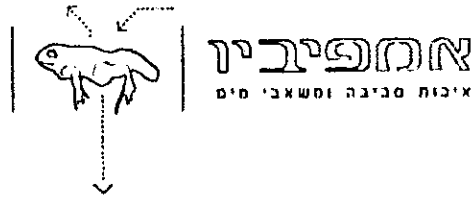
שני אגנים קטנים (14 ו-15) מנקזים את הרכס שעליו בנוי קיבוץ עלומים מערבה, לאפיקי מים הצמודים לאזור המט"ש המתוכנן.

תרשים מס' 2

מפת מיקום מפורטת המציגה את אגני הניקוז על רקע קווי גובה המדויקים

מתוך התכנית המפורטת 3/156/03/07





2.2 נתונים פיזיים כלליים

באמצעות מערכת מידע גיאוגרפי (ממ"ג) חושב שטחו של כל תת אגן. כמו כן חושב בקירוב את אורך האפיק המקסימלי (L) המהווה את ציר הניקוז הראשי, וכן הוערך הפרש הרום בין חלקו העליון של האגן וחלקו התחתון. כך לדוגמא שטחו של תת-אגן מס' 14 הוא כ- 278.6 דונם (ראה טבלה מס' 1), אורך הציר הראשי שלו כ- 860 מטר ממרכז קיבוץ עלומים ועד מפגש אפיק הנחלים ליד המט"ש, והוא משתפל מרום 105 מ' במרכז היישוב ועד כ- 85 מ' באפיק הנחל באזור המט"ש – סה"כ כ- 20 מ'. שיפוע האפיק הראשי הממוצע נתון אם כן ע"י:

$$S = \frac{(105 - 85)}{860} \quad (1)$$

בצורת דומה חושבו נתוני האגן השני (ראה טבלה מס' 1 להלן).

טבלה מס' 1

נתונים פיזיים של שני האגנים המתנקזים לכיוון המט"ש

זמן ריכוז (דקות) לפי התחנה	זמן ריכוז (דקות)	הפרש רום			שם אגן
		אורך (רגל)	שיפוע (-)	שטח (מ"ר)	
19.761425	16.6063978	2580	0.023256	14	
15.887684	14.4841814	2160	0.029167	15	
0.035 n=					588981.25

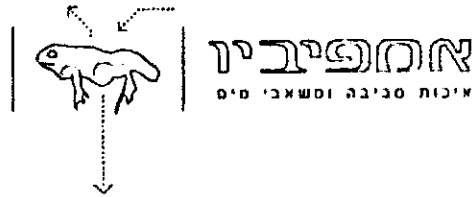
2.3 זמן ריכוז אופייני

פרמטר יסודי בניתוח התגובה האופיינית של כל אגן לאירועי גשם, והספיקות שהוא תורם לנחל הוא זמן הריכוז t_c . זהו פרק הזמן העובר במהלך זרימת נגר עילי מחלקו הרחוק ביותר של אגן הניקוז ועד לנקודת המוצא של האגן בחלקו התחתון. זמן זה אופייני לאגן ניקוז נתון, והוא תלוי בעיקר באורכו של ציר הזרימה הראשי, L, הנמדד מראש אגן ההיקוות לנקודת הריכוז, ובשיפוע הממוצע של ציר הזרימה, S שחושבו לעיל. זמן הריכוז חושב בשתי צורות שונות במקצת:

1. לפי נוסחת Hathaway:

$$t_c = \left(\frac{2 \times L \times n}{3 \times \sqrt{s}} \right)^{0.47} \quad (2)$$

בנוסחה זו t_c מחושב בדקות, L מציין את אורך התיב הארוך ביותר שצריכה טיפת מים לעבור מראש אגן הניקוז ועד כניסתה למערכת (מחושב ביחידות רגל, feet), n הוא קבוע החספוס של מנינג (נקבע כ- 0.035 לפי טבלה מס' 3 בנספח), ו-S מציין את השיפוע הממוצע של הזרימה.



2. נוסחה המשמשת את התחנה לחקר הסחף :

$$t_c = a \times L^b \times S^c \quad (3)$$

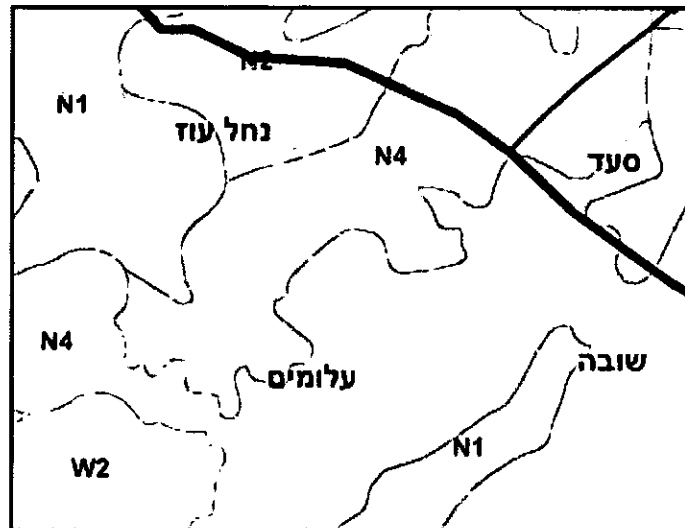
במשוואה זו a , b , c הם קבועים שערכם נקבע ע"פ ניסיון וכיול. בהצבת המשוואה עבור אגנים קטנים באזור עלומים נשתמש בערכי S ו- L שנמדדו ע"י ה-GIS, ובקבועים לפי המלצות התחנה לחקר הסחף: $a = 5.4$; $b = 0.75$; $c = -0.375$. מתוך הנתונים עבור האגנים לעיל חושב זמן הריכוז עבור שני האגנים לעיל, כאשר בשתי השיטות זמני הריכוז שהתקבלו דומים (ראה טבלה מס' 1).

2.4 תשתית אזור עלומים

אזור עלומים מהווה חלק של שפלת החוף המכוסה בשכבת קרקע לס עבה. במפת קרקעות שמופיעה באתר השטחים הפתוחים <http://www.ios.org.il> מוגדרים שטחים אלה ע"י האות N המציינת קרקע לס מדברית חומה. קרקע לס מורכבת מחלקיקים קטנים של אבק ושחק סלעים הנובע מבליה, והיא ידועה בתכונתה להיאטם בתנאי רטיבות גבוהה, ויצירת נגר עילי משמעותי.

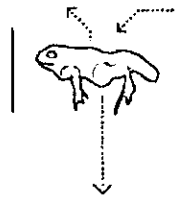
תרשים מס' 3

מפת קרקעות של איזור עלומים



2.5 הידרוגיאולוגיה ומי תהום

שטחי קיבוץ עלומים מצויים מבחינת הידרוגיאולוגית בשולי האקויפר הפליסטוקני של רצועת עזה. באזור זה החתך הגיאולוגי בנוי מסדרה של חולות וטיטים עם רבדים של אבני חול גיריות וקונגלומרט בסיסי. עובי של החתך הולך וקטן ממערב למזרח ומגיע לעשרות מטרים בודדים בכביש סעד-בארי. בגבולו המזרחי של משק עלומים, עובי החתך במרכז שטחי המשק המיועדים להשקיה ע"י המט"ש מגיע ל-100-120 מ'. בסיס החתך מונח על שכבות חרסית וחואר של "חבורת הסקיה" המהוות את תשתית האקויפר החולי.



2.6 תכסית שטחי האגנים

הגורם העיקרי הקובע את שיעור הנגר העילי שיזרום בנחל מאגן ניקוז נתון כתוצאה מסופת גשם הוא מקדם הנגר העילי C , שנקבע על סמך ניתוח תכסית שטח האגן. ערך C נע בין 0 ל-1 ומציין את שיעור הגשם שהופך לנגר עילי. המשמעות של $C=0$ היא שאין נגר עילי מאחר וכל מי הגשם נספגו בקרקע, וכאשר $C=1$ כל כמות הגשם על האגן תזרום כנגר עילי. הנחת עבודה זו לצורך חוות הדעת הנוכחית היא שמקדם הנגר העילי עבור אגני ההתנקזות באזור עלומים הוא 0.1 – מקדם אופייני לנגר עילי בשטח פתוח. השטח האקוויוולנטי של אגן ניקוז A_e (השטח התורם נגר עילי, נתון במ"ר) הוא לפיכך שטח האגן A , מוכפל במקדם הנגר העילי C :

$$A_e = CA \quad (4)$$

טבלה מס' 2 מציגה את שטח האגן האקוויוולנטי עבור שני האגנים, כאשר מניחים מקדם אופייני יחיד לכל השטח. מאחר והנחנו $C=0.1$ שטח זה הוא עשירית בלבד משטח האגן.

טבלה מס' 2

ניתוח שטח אקוויוולנטי ומקדם נגר עילי ממוצע

New C	שטח אקווילנטי (מ ²)	שטח (מ ²)	
		(2 ^א)	(2 ^ב)
0.1	27865.157	278651.57	
0.1	31032.969	310329.69	
0.1	58898.125	588981.25	



3. עוצמה-משך-הסתברות של אירועי גשם

בדיקת כמות הנגר העלי כתוצאה מאירועי גשם מוגדרים נעשית בעזרת טבלאות יחסי עצמה-משך-הסתברות, כפי שמוצג בטבלה מס' 3 להלן.

טבלה מס' 3

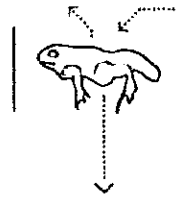
עוצמה-משך-הסתברות לגשם באזור עזה (ע"פ נתוני השרות המטאורולוגי)

עוצמת הגשם (מ"מ/שעה) במשך סופה (דקות)										שנים הסתברות%	
240	180	120	90	60	45	30	20	15	10		
18.3	22.8	30.7	35.8	47.5	56.1	71.0	92.2	109.3	130.0	1.00%	100
16.5	20.5	27.6	32.3	42.9	50.8	64.3	83.7	99.4	118.8	2.00%	50
15.9	19.8	26.6	31.2	41.4	49.1	62.2	81.0	96.2	115.2	2.50%	40
15.2	18.9	25.3	29.7	39.5	46.8	59.4	77.4	92.0	110.6	3.33%	30
14.7	18.3	24.5	28.8	38.3	45.4	57.7	75.1	89.4	107.6	4.00%	25
14.1	17.5	23.5	27.7	36.8	43.7	55.5	72.4	86.1	104.0	5.00%	20
13.4	16.6	22.2	26.2	34.9	41.4	52.7	68.8	81.9	99.2	6.67%	15
12.3	15.2	20.4	24.0	32.1	38.2	48.7	63.6	75.9	92.5	10.00%	10

עוצמת הגשם (מ"מ/שעה) במשך סופה (דקות)								שנים הסתברות%	
1440	1080	960	720	600	480	360	300		
5.5	6.2	6.8	8.0	9.1	10.8	13.3	15.6	1.00%	100
4.9	5.6	6.1	7.2	8.2	9.7	12.0	14.1	2.00%	50
4.7	5.4	5.9	7.0	8.0	9.4	11.6	13.6	2.50%	40
4.5	5.2	5.6	6.6	7.6	9.0	11.1	13.0	3.33%	30
4.4	5.0	5.5	6.4	7.4	8.7	10.7	12.6	4.00%	25
4.2	4.8	5.3	6.2	7.1	8.4	10.3	12.1	5.00%	20
4.0	4.6	5.0	5.9	6.7	7.9	9.8	11.4	6.67%	15
3.6	4.2	4.6	5.4	6.2	7.3	9.0	10.5	10.00%	10

לדוגמא, התא המסומן (130 מ"מ/שעה) מציין כי קיימת הסתברות של 1% (אחת ל-100 שנים) לאירוע גשם שבו ירד תוך 10 דקות גשם בעוצמה של 130 מ"מ לשעה (21.66 מ"מ באירוע).

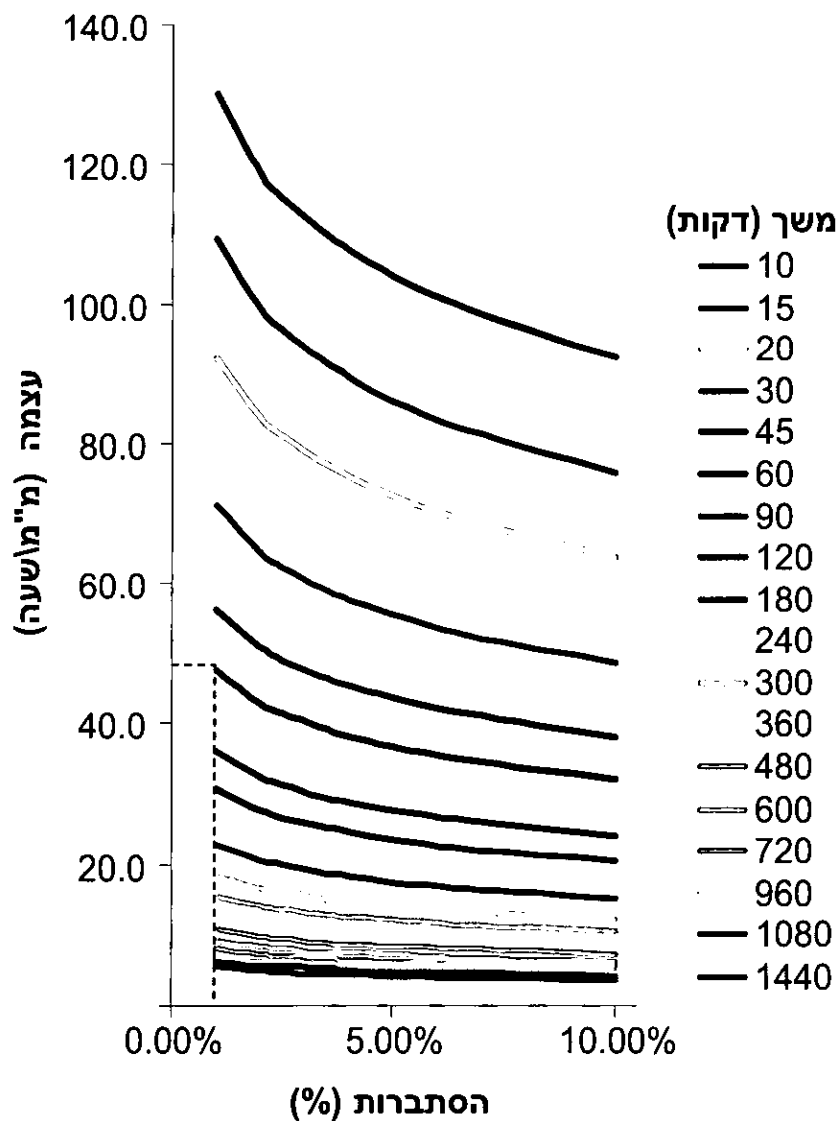
מקור טבלאות אלה בעיבוד נתוני גשם מפורט בתחנת מדידה נתונה, והן מופקות על ידי השרות המטאורולוגי. הטבלה מציינת את השכיחות השנתית של אירועים שבהם עצמת הגשם הממוצעת הייתה גדולה מערך סף נתון עבור משך סופה נתון. טבלה מס' 3 ותרשים מס' 4 מציגים את עקום



יחסי עצמה-משך-הסתברות של גשם באזור עזה. עמודת השנים מייצגת את תקופת החזרה של אירוע גשם. העמודה השנייה היא ההסתברות ב-% (1 לתקופת חזרה), ושאר העמודות את העצמה הממוצעת לאירועי גשם שמשכם 10 עד 1440 דקות (גשם יומי).

תרשים מס' 4

עקומת עצמה-משך-הסתברות לגשם באזור עזה (ע"פ נתוני השרות המטאורולוגי)



ציר האנכי - עצמת הגשם ביחידות של מ"מ/שעה; ציר אפקי - ההסתברות הרב-שנתית לקבלת עצמת גשם נתונה; מקרא - משך סופת הגשם בדקות. ע"פ התרשים: קיימת הסתברות של 1% (סופה אחת ל-100 שנים) לסופת גשם במשך 60 דקות, שבמהלכה ירדו 47.5 מ"מ (עצמה של 47.5 מ"מ/שעה).

4. הסתברות לספיקות שיא

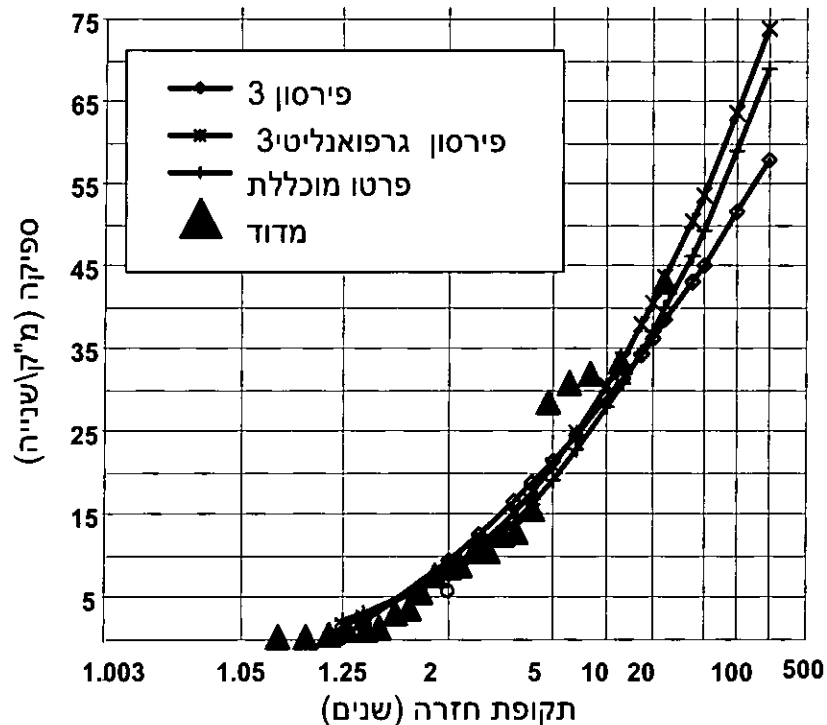
הקו המנחה העיקרי לתדירות הטיפול, ולהשקעות הכספיות בהסדרת תנאי ניקוז סבירים באפיק נחל הוא ההסתברות לספיקות גאות ולתנאי זרימה קיצוניים. לצורך הסקת מסקנות וביצוע חישובים הנדסיים מתאימים מפרסם השרות ההידרולוגי בכל שנה את ספיקת השיא שזרמה בנחל באותה שנה. היסטוריה של נתוני ספיקות שיא שנתיות מאפשרת למהנדסי הניקוז ליצור אמדן סטטיסטי של ההסתברות לספיקת שיא כלשהי בנחל. כמו כל "אוכלוסיה" סטטיסטית אחרת, כמות הנתונים שלפיהן בוצע האומדן קובעת במידה מכרעת את מהימנותו.

לצורך הכנת המסמך עמדו לרשות הכותבים 23 נתוני ספיקת שיא בנחל חנון (תחנת מדידה של התחנה לחקר הסחף ב.נ.צ. 157400/599000, המייצגת אגן שגדלו 48.5 קמ"ר משנת 1983). נתונים אלה משמשים לייחוס בלבד, מאחר והנחל המתנקז מעלומים אינו זורם לנחל חנון אלא דרומית לו. השימוש במספר שיטות אמדן סטטיסטיות (Pearson3, log Pearson3 גרפואנליטית, ושיטת פארטו – תרשים מס' 5) מאפשר להגיע למסקנה כי הספיקה הצפויה בהסתברות 1% בתחנת נחל חנון היא בין 60 ל-70 מ"ק/שנייה. אם תעשה השלכה ישירה של תוצאה זו על שטח שני 14 ו-15 ניתן להגיע לספיקת שיא של כ-0.86 מ"ק/שנייה. בהמשך ניתן לראות שתוצאה זו קרובה למדי לזו שנקבלה ב"שיטה הרציונלית" לחישוב הנגר העלי מאגנים קטנים (ראה טבלה מס' 4).

תרשים מס' 5

ניתוח נתוני ספיקות שיא בתחנה ההידרומטרית בנחל חנון בשלוש שיטות סטטיסטיות שונות

נחל חנון ספיקות שיא שנתיות (1983/84 עד 2005/06)





5. ספיקות שטפוניות באזור המט"ש

כמות המים המתנקזת לנחל דרך אגני הניקוז השונים מחושבת על פי עוצמתה ותדירותה של "סופת התכך". סופה זו נקבעת כפשרה בין שתי מטרות מנוגדות: (א) מזעור כמות הנוק בעקבות הסופה; (ב) מינימום השקעות בתכנון, ביצוע ותפעול מערכת ניקוז. להלן מוצגת רק השיטה שמשמשת בד"כ את מתכנני הניקוז בישראל – השיטה הרציונאלית. שיטה זו מניחה כי אגן הניקוז הוא מערכת בעלת התנהגות ליניארית. לפי השיטה, ספיקת השיא של אגן נתון (Q, מ"ק/שעה); ניתנת לחישוב ע"י:

$$Q = A_c I \quad (5)$$

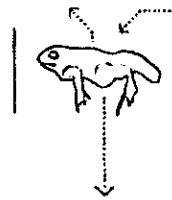
כאשר A_c הוא השטח המתנקז האקוילנטי (ראה משוואה 4) ו- I עצמת הגשם (מ"מ/שעה). החישוב בעזרת השיטה הרציונלית הוא נכון תיאורטית רק בתנאי שמשך הסופה גדול או שווה לזמן הריכוז, T_c (דקות, ראה משוואות 2 ו-3 לעיל ונספח).

בטבלה מס' 4 שלהלן מוצגות ספיקות השיא בשני האגנים 14 ו-15 כתוצאה מסופות תכן שהסתברותן 1%, ומשך הזמן שלהן גדול או שווה בקירוב ל-15 דקות (ראה טבלה מס' 3). זמן זה נבחר כערך סף מאחר זמן הריכוז של האגנים שחושבו לעיל הוא כ-15 דקות (ראה טבלה מס' 1). כל טבלה מתאפיינת בעצמת גשם ובמשך אופייניים להסתברות של אחת ל-100 שנה. עמודת הספיקה המכסימלית ב-מ"ק/שעה מחושבת ממשוואה 5 לעיל, כאשר השטח האקוילנטי חושב בטבלה מס' 2 לעיל בהנחה ששטח האגנים הוא כולו שטח פתוח. עמודת הכמות המתנקזת במ"ק מציינת את כלל כמות הנגר העלי שמייצרת הסופה הנבדקת בטבלה, ועמודת הספיקה המכסימלית ב-מ"ק/שנייה נועדה כדי שניתן יהיה לבחון מבנה אפשרי של תעלות שתהיינה מספיקות לניקוז בטוח של כל הנגר שיווצר. ההערכה העולה מטבלה מס' 4 היא שגם במצבים הקיצוניים ביותר בהסתברות של 1%, תרומת הנגר של כל אחד משני אפיקי הנחל אינה עולה על 1 מ"ק/שנייה.

טבלה מס' 4

כמות המים המתנקזת דרך שני האגנים במוצאם ליד המט"ש, עבור ארבע סופות גשם בהסתברות 1% ובמשכי זמן 15, 20, 30 ו-45 דקות

משך בדקות	משך בשעות	עצמת גשם במ"מ/שעה		
15	0.250	109.3		
ספיקה מקסימלית (מ"ק/שניה)	כמות מתנקזת (מ"ק)	ספיקה מקסימלית (מ"ק/שעה)	שם אגן	
0.8460	761.4	3045.7	14	
0.9422	848.0	3392.0	15	
1.7883	1609.4	6437.7		



משך בדקות	משך בשעות	עצמת גשם במ"מ/שעה		
20	0.333	92.2		
ספיקה מקסימלית (מ"ק/שניה)	כמות מתנקזת (מ"ק)	ספיקה מקסימלית (מ"ק/שעה)	שם אגן	
0.7138	856.5	2569.5	14	
0.7949	953.9	2861.6	15	
1.5087	1810.4	5431.2		

משך בדקות	משך בשעות	עצמת גשם במ"מ/שעה		
30	0.500	71.0		
ספיקה מקסימלית (מ"ק/שניה)	כמות מתנקזת (מ"ק)	ספיקה מקסימלית (מ"ק/שעה)	שם אגן	
0.5493	988.8	1977.6	14	
0.6118	1101.2	2202.4	15	
1.1611	2090.0	4180.0		

משך בדקות	משך בשעות	עצמת גשם במ"מ/שעה		
45	0.750	56.1		
ספיקה מקסימלית (מ"ק/שניה)	כמות מתנקזת (מ"ק)	ספיקה מקסימלית (מ"ק/שעה)	שם אגן	
0.4342	1172.3	1563.0	14	
0.4835	1305.5	1740.7	15	
0.9177	2477.8	3303.8		

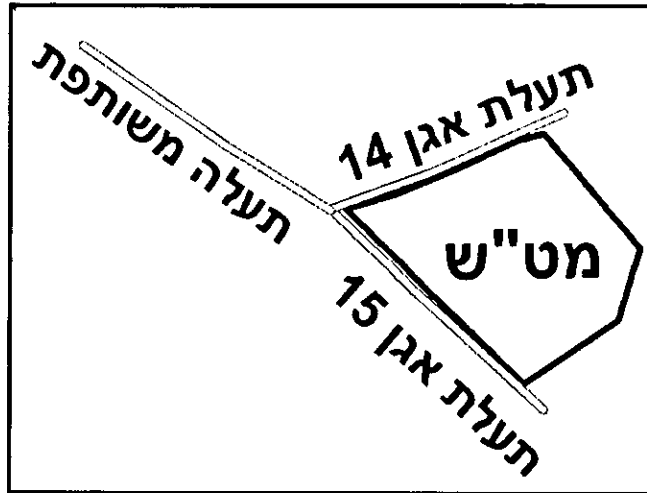
6. מבנה תעלות ניקוז מתאים להגנת המט"ש

במסמך זה נבחן בקירוב את מבנה קו האפיק שיוכל להעביר ספיקות קיצוניות הן בשני הנחלים המתנקזים לאזור המט"ש (תעלת אגן 14 ותעלת אגן 15) והן בתעלה המשותפת (ראה תרשים מס' 6) מבלי שתהיה סכנת הצפה. הונח מראש כי תעלות אלה תהיינה מוסדרות (לא טבעיות) ונערך חישוב מקורב של מאפייני הזרימה בחתך הנחל בשיפועים שונים המייצגים בקירוב את השיפועים בשטח.



תרשים מס' 6

מבנה התעלות המוצע באזור המט"ש כך שלא ייפגע מזרימות שטפוניות



בתור כלל אצבע לחישוב ספיקה Q (מ³שנייה) בחתך של מוביל מים משתמשים בדי"כ בנוסחת מאינג:

$$Q = \frac{1}{n} A_f R^{2/3} S^{1/2}$$

במשוואה זו n הוא מקדם; A_f הוא שטח חתך הזרימה; R הוא הרדיוס ההידראולי; ו-S הוא שיפוע המובל. מתוך נתוני מבנה השטח והספיקה החזויה באפיק בהסתברות נמוכה (1%), ניתן להעריך בקירוב את איזה חתך זרימה יתאים להזרמת הספיקות החזויות.

- הונח כי למבנה אפיק הנחל צורת טרפז פשוטה.
- הונח כי רוחב בסיס תחתון של אפיק הנחל הוא כ- 0.5 מ', רוחב החלק העליון 1.5 מ', ורום פני המים מעל הקרקעית 0.4 מטר.
- הונח מקדם חיספוס של מאינג האופייני לאפיקים מוסדרים $n=0.13$ (ראה נספח)
- על פי הנתונים הטופוגרפיים של האזור מתוך מפת 1:50,000 של מפ"י, ניתן להניח שיפוע זרימה ממוצע בשיעור של $S=0.002$ ל- $S=0.003$ מ"מ.

מבנה מומלץ לתעלות אגן 14 ואגן 15:

בהינתן רוחב הבסיס התחתון של תעלות אלה יהיה 0.4 מ', ושיפוע הקירות $\alpha=135^\circ$ תוכל התעלה להעביר כ-1.26 עד 1.48 מ"ק(שנייה) (כתלות בשיפוע המקומי) כאשר רום פני המים 0.4 מ', רוחב החלק העליון 1.2 מ' בלבד, ורום פני המים מעל קרקעית התעלה 0.4 מ' (תרשים מס' 7 - עליון).



מבנה מומלץ לתעלה משותפת:

בהינתן רוחב הבסיס התחתון של תעלה זו יהיה 0.6 מ', ושיפוע הקירות $\alpha = 146^\circ$ תוכל התעלה להעביר כ-2.04 עד 2.39 מ"ק/שנייה (כתלות בשיפוע המקומי) כאשר רום פני המים 0.4 מ', רוחב החלק העליון 1.8 מ' בלבד, ורום פני המים מעל קרקעית התעלה 0.4 מ' (תרשים מס' 7 - תחתון).

תרשים מס' 7

ניתוח ספיקות אופייניות לערוץ נחל טבעי בעל צורה טרפזית עבור ארבעה שיפועים שונים

$Q = \frac{1}{n} A_f R^{2/3} S^{1/2}$									
נוסחת מאנינג							בסיס 2		
							בסיס 1		
Q	n	R	Af	S					
ספיקה	מקדם מאנינג	רדיוס הידראולי	אורך צלע נטויה	שטח חתך הזרמה	שיפוע	גובה	בסיס 2	בסיס 1	מצב
(מ ³ /שניה)		(מ)	(מ)	(מ ²)	(מ/מ)	(מ)	(מ)	(מ)	
1.26	0.013	0.209	0.56569	0.32	0.021	0.4	1.2	0.4	א.
1.31	0.013	0.209	0.56569	0.32	0.023	0.4	1.2	0.4	ב.
1.37	0.013	0.209	0.56569	0.32	0.025	0.4	1.2	0.4	ג.
1.48	0.013	0.209	0.56569	0.32	0.029	0.4	1.2	0.4	ד.

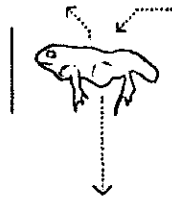
$Q = \frac{1}{n} A_f R^{2/3} S^{1/2}$									
נוסחת מאנינג							בסיס 2		
							בסיס 1		
Q	n	R	Af	S					
ספיקה	מקדם מאנינג	רדיוס הידראולי	אורך צלע נטויה	שטח חתך הזרמה	שיפוע	גובה	בסיס 2	בסיס 1	מצב
(מ ³ /שניה)		(מ)	(מ)	(מ ²)	(מ/מ)	(מ)	(מ)	(מ)	
2.04	0.013	0.235	0.72111	0.48	0.021	0.4	1.8	0.6	א.
2.13	0.013	0.235	0.72111	0.48	0.023	0.4	1.8	0.6	ב.
2.22	0.013	0.235	0.72111	0.48	0.025	0.4	1.8	0.6	ג.
2.39	0.013	0.235	0.72111	0.48	0.029	0.4	1.8	0.6	ד.

למעלה: תעלה שתספיק לשני הערוצים בנפרד בקרבת המטייש (תעלות אגן 14 ו-15); למטה: תעלה שתספיק לספיקה של שני הערוצים (תעלה משותפת).



7. מסקנות והמלצות

על מנת לאפשר זרימה מוסדרת מאפיקי הנחל המתנקזים ליד המט"ש ובכך למנוע הצפות ונזקים למתקן, יש להבטיח תעלות ניקוז מסודרות, כפי שמוסבר בסעיף 6 במסמך, שיכלו לנקז ספיקת מים של 1.26 - 1.48 מ"ק/שנייה באפיקים הנפרדים, ו- 2.04 - 2.39 מ"ק/שנייה בתעלה המשותפת המנקזת את האפיקים הנ"ל (ספיקות שיא בהסתברות של 1%). כמו כן, תרשימים מס' 6 ו-7 מסכמים את מבנה התעלות המוצע באזור המט"ש כך שלא ייפגע מזרימות שטפוניות כאלה.



מחפ"ב
איות מבינה ומשצבי סים

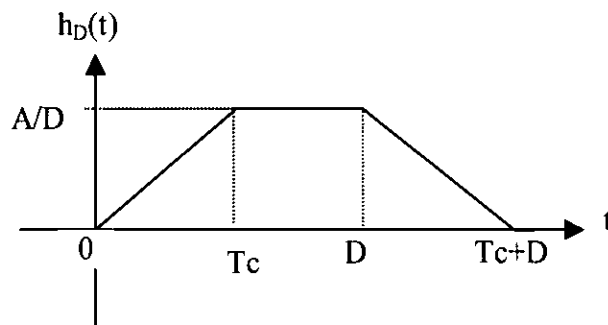
נספחים

1. השיטה הרציונלית - תיאוריה

מערכת ניקוז עירונית נבנית בד"כ כדי לפנות כמויות גדולות של מים תוך פרק זמן קצר. הכמות הנדרשת לפינוי מחושבת על פי עוצמתה ותדירותה של "סופת התכך". סופה זו נקבעת כפשרה בין שתי מטרות מנוגדות: א. מזעור כמות הנזק בעקבות הסופה. ב. מינימום השקעות בתכנון, ביצוע ותפעול מערכת ניקוז. קיימות שיטות רבות להערכת ספיקת מוצא אגן ניקוז כתוצאה מאירוע גשם המוגדר כ"סופת התכך". להלן נציג רק את השיטה שמשמשת את מתכנני הניקוז בישראל - השיטה הרציונלית. שיטה זו מניחה כי אגן הניקוז הוא מערכת בעלת התנהגות ליניארית. לפי השיטה הרציונלית ספיקת השיא של אגן נתון (Q , מ"ק/שעה); ניתנת לחישוב ע"י:

$$Q = CIA \quad (7.1)$$

כאשר C (בין 0 ל-1) הוא מקדם הנגר העילי המשוקלל (ללא מימד) המציין איזה חלק מהגשם היורד יזרום כנגר עילי; I עצמת הגשם (מ"מ/שעה); ו- A השטח המתנקז (דונם). החישוב בעזרת השיטה הרציונלית הוא נכון תיאורטית רק בתנאי שמשך הסופה גדול או שווה לפרק הזמן שעובר במהלך זרימת טיפת מי נגר עילי מחלקו הרחוק ביותר של מדרון מתנקז ועד לנקודת המוצא של האגן הנתון. פרק זמן זה נקרא זמן ריכוז, T_c (דקות). זמן הריכוז אופייני לשטח מתנקז נתון. אות הכניסה למערכת הליניארית הוא פולס מלבני של גשם בעוצמה I (מ"מ/שעה) ובעל משך זמן D (שעה). הספיקה המחושבת ביציאה מאגן הניקוז מתוארת ע"י הידרוגרמה (שרטוט ספיקה כנגד זמן) בעלת צורת משולש (אם $D = T_c$) או טרפז (אם $D > T_c$) ששיאו מקבל את ערך ספיקת השיא הצפויה (תרשים A).



תרשים A: הידרוגרמת יחידה של ספיקת נגר עילי במדרון בעל שטח A כתוצאה מכניסת אות גשם מלבני בעצמה $1/D$, על פני משך זמן D הגדול מזמן הריכוז של המדרון.

ניתן להשוות את הספיקה המקסימלית המתקבלת עבור אגן ניקוז באירוע גשם נתון ליכולת הספיקה המקסימלית של מערכת הניקוז באותו אגן, ובכך לקבוע האם מערכת הניקוז ערוכה לקלוט את כל כמויות המים. הספיקה תחושב עבור צינור מלא שלא תחת לחץ הידראולי, בזרימה אחידה. נשתמש לצורך זה במשוואת מאנינג.

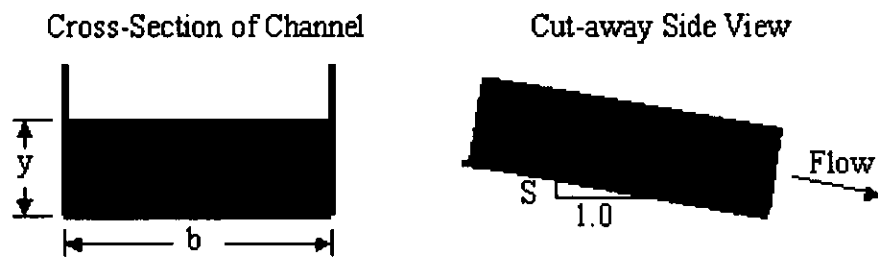
$$Q = \frac{1}{n} A_f R^{2/3} J^{1/2} \quad (7.2)$$



במשוואה זו n הוא מקדם החספוס של צינור הניקוז; A_f הוא שטח חתך הזרימה; R הוא הרדיוס ההידראולי; J הוא שיפוע הצינור. רדיוס ההידראולי R של צינור מלא נתון לפי היחס שטח חתך הצינור להיקפו:

$$R = \frac{A}{P} = \frac{\pi r^2}{2\pi r} = \frac{r}{2} \quad (7.3)$$

2. נוסחת מאנינג וקבוע מאנינג לזרימה בתעלות



$$Q=VA \quad V = \frac{k}{n} R^{2/3} S^{1/2} \quad R = \frac{A}{P} \quad A=yb \quad P = 2y + b \quad F = \frac{V}{\sqrt{gy \cos(\tan^{-1} S)}}$$

The equation

$$V = \frac{k}{n} \times R^{2/3} \times S^{1/2}$$

where:

R = Hydraulic radius of the flow cross-section [L].

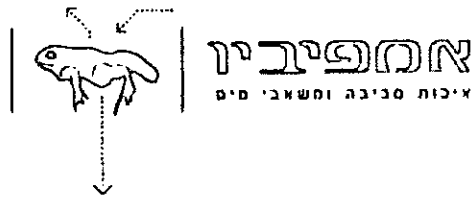
S = Slope of channel bottom or water surface [L/L].

V = Average velocity of the water [L].

n = the Manning Coefficient. [T/L^{1/3}].

K = conversion factor.

is called the Manning Equation. It is a semi-empirical equation and is the most commonly used equation for uniform steady state flow of water in open channels. Because it is empirical, the Manning equation has inconsistent units, which are handled through the conversion factor k . Uniform means that the water surface has the same slope as the channel bottom. Uniform flow is actually only achieved in channels that are long and have an unchanging cross-section. However, the Manning equation is used in other situations despite not strictly achieving these conditions.



Manning coefficient, n , is a function of the culvert material, such as plastic, concrete, brick, etc. Values for n can be found in the table below of Manning's n coefficients.

Manning's n Coefficients

The table shows the Manning n values for materials that might be used in open channels. These values were compiled from the references listed under Discussion and References and in the references at the bottom of this web page (note the footnotes which refer to specific references).

Material	Manning n	Material	Manning n
<i>Natural Streams</i>		<i>Excavated Earth Channels</i>	
Clean and Straight	0.030	Clean	0.022
Major Rivers	0.035	Gravelly	0.025
Sluggish with Deep Pools	0.040	Weedy	0.030
		Stony, Cobbles	0.035
<i>Metals</i>		<i>Floodplains</i>	
Brass	0.011	Pasture, Farmland	0.035
Cast Iron	0.013	Light Brush	0.050
Smooth Steel	0.012	Heavy Brush	0.075
Corrugated Metal	0.022	Trees	0.15
<i>Non-Metals</i>			
Glass	0.010	Finished Concrete	0.012
Clay Tile	0.014	Unfinished Concrete	0.014
Brickwork	0.015	Gravel	0.029
Asphalt	0.016	Earth	0.025
Masonry	0.025	Planed Wood	0.012
		Unplaned Wood	0.013
Corrugated Polyethylene (PE) with smooth inner walls ^{a,b}			0.009-0.015
Corrugated Polyethylene (PE) with corrugated inner walls ^c			0.018-0.025
Polyvinyl Chloride (PVC) with smooth inner walls ^{d,e}			0.009-0.011

All equations and other Manning n values were obtained from the references listed in our Discussion and References page.

^a Barfuss, Steven and J. Paul Tullis. Friction factor test on high density polyethylene pipe. Hydraulics Report No. 208. Utah Water Research Laboratory, Utah State University. Logan, Utah. 1988.



^c Barfuss, Steven and J. Paul Tullis. Friction factor test on high density polyethylene pipe. Hydraulics Report No. 208. Utah Water Research Laboratory, Utah State University. Logan, Utah. 1994.

^e Bishop, R.R. and R.W. Jeppson. Hydraulic characteristics of PVC sewer pipe in sanitary sewers. Utah State University. Logan, Utah. September 1975.

^d Neale, L.C. and R.E. Price. Flow characteristics of PVC sewer pipe. Journal of the Sanitary Engineering Division, Div. Proc 90SA3, ASCE. pp. 109-129. 1964.

^b Tullis, J. Paul, R.K. Watkins, and S. L. Barfuss. Innovative new drainage pipe. Proceedings of the International Conference on Pipeline Design and Installation, ASCE. March 25-27, 1990.

© 1998-2000 LMNO Engineering, Research, and Software, Ltd. (All Rights Reserved)

Revision 0 on 11/1998. Revision 1 on 7/14/2000 (additional units).

LMNO Engineering, Research, and Software, Ltd.

7860 Angel Ridge Rd. Athens, Ohio USA (740) 592-1890

Source of information: LMNO@LMNOeng.com <http://www.LMNOeng.com>

אמפיביו – ייעוץ, תכנון וניהול פרויקטים בתחומי איכות הסביבה ומשאבי מים

בית זיוה, רח' היסמין 1 (סמינר אפעל), ת.ד. 9108, רמת אפעל 52190

טלפון: 03-7369972, פקס: 03-7252774, נייד: 050-5770577, e-mail: office@amphibio.co.il

15.11.08

לכב'

מר עפר שאולקר – מפקח רשות הניקוז

רשות ניקוז שקמה-בשור

עומר

באמצעות דוא"ל

א.נ.,

הנדון: מענה להתייחסויות רשות הניקוז לנספח ניקוז לתוכנית מט"ש עלומים

מס' בקשה 217/05

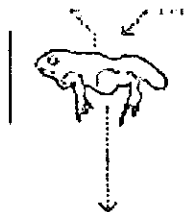
בהמשך לתשובתכם למסמך הניקוז, מתאריך 5.11.08, להלן התשובות, על פי סדר ההתייחסויות, שהועברו מד"ר אלון רימר, היועץ שלנו לנושא ההידרולוגיה:

1. השימוש במלים "הערכנו בקירוב" נעשה כדי להביא לידי ביטוי את דרגות החופש הרבות שיש למבנה תעלות הניקוז שייבנו באפיק הנחל על מנת להגן על המט"ש מאירועים שטפוניים. דרגות חופש אלה כוללות: (א) מבנה האפיק – חישבנו צורת טרפז פשוטה שהיא רק אפשרות אחת מבין צורות רבות; (ב) מקדם החספוס של מאנינג – חישבנו רק עבור אפיקים מוסדרים ומדופנים. (ג) שיפוע זרימה ממוצע – חישבנו רק עבור מספר שיפועים שבין $S=0.002$ ל- $S=0.003$ מ'מ', טווח שיפועים סביר לפי הטופוגרפיה של האזור. על פי הערכתנו בעבודת תכנון מפורטת של התעלות, אלה יהיו סדרי הגודל של מובלי הניקוז הנדרשים, אך אין לראות בעבודה שהוגשה תכנון מפורט שכזה.

2. תיאור מצב קיים של הערוצים לא הובא, מאחר ולא נעשו מדידות בשטח.

3. הכותרת אכן איננה נכונה. היא צריכה להיות: "תאור אזור תכנית מט"ש עלומים וגבולות הניתוח ההידרולוגי".

4. ראה סעיף 1 לעיל.



אמפיביו
איכות סביבה ומשאבי מים

אמפיביו – ייעוץ, תכנון וניהול פרויקטים בתחומי איכות הסביבה ומשאבי מים

בית זיוה, רח' היסמין 1 (סמינר אפעל), ת.ד. 9108, רמת אפעל 52190

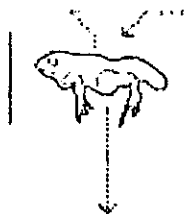
טלפון: 03-7369972, פקס: 03-7252774, נייד: 050-5770577, e-mail: office@amphibio.co.il

5. ישנן צורות שונות להערכת ספיקות תכן באפיקי נחלים שבהם ספיקות העבר מדודות, לעומת שיטות אחרות לגמרי עבור אפיקי נחלים שבהם אין מדידה כזו. כאשר ספיקות העבר מדודות ניתן לעשות חישוב סטטיסטי, שבו אכן משתמשים בכמה מודלים הסתברותיים (2 מודלים או יותר). דוגמא לחישוב כזה נעשתה בדו"ח עלומים עבור נחל חנון (עמוד 9), אך החישוב הובא לייחוס בלבד, ומתייחס לספיקה בנחל, בנקודת המדידה המסוימת שצוינה בדו"ח, ובוודאי שאיננה תופסת במדויק עבור אגני הנחל הקטנים שבאזור המט"ש. חישוב הספיקות בנחלים שבאזור המט"ש נעשה באמצעות עיבוד סטטיסטי של סופות הגשם, וע"י המודל ההידרולוגי של השיטה הרציונלית, ולא מתוך סטטיסטיקה של ספיקות מדודות, שכאמור איננה מתאימה במקרה כזה. בכל מקרה, הניתוח שביצענו מעיד שסדר הגודל של הספיקה המתקבלת באפיקי הנחל בשתי צורות החישוב הוא דומה.

6. הספיקה המצוינת חושבה על פי מיטב שיקול דעתנו, ועל פי מקדמים מקובלים לשטח פתוח באגנים קטנים. צריך לחזור ולהזכיר שבנחל חנון, המנקז שטח של כ-50 קמ"ר התקבלו ספיקות של כ-55 מ"קלשנייה בהסתברות של 1/100. שטחי שני האגנים שמתנקזים ליד המט"ש הם כ-0.3 קמ"ר כל אחד, ולכן בהחלט סביר שהספיקה בהם לא תעלה על 1 מ"קלשנייה באותה הסתברות.

7. ההנחה שהנחלים מוסדרים נעשתה משום שהנחנו שבסביבת מתקן הנדסי שבו הושקעו ויושקעו משאבים רבים, מן הדין להקצות משאבים נוספים להגנה עליו. זאת כדי למנוע הפתעות כגון התמוטטויות קרקע והיווצרות אפיקי משנה חדשים שאופייניים לאפיקי הנחלים בנגב המערבי.

8. להלן הערכתנו לגבי מבנה המובל (שינוי נדרש בגודל בסיס 1 ו-2) עבור ספיקות דומות לאלו שבדו"ח, בהנחה שהאפיק איננו מוסדר, ותוך שמירה על גובה מים של 40 ס"מ מהקרקעית. לצורך זה הגדלנו את מקדם מנינג מ-0.013 המתאים לבטון, ל-0.025 המתאים לקרקעית אבנית.

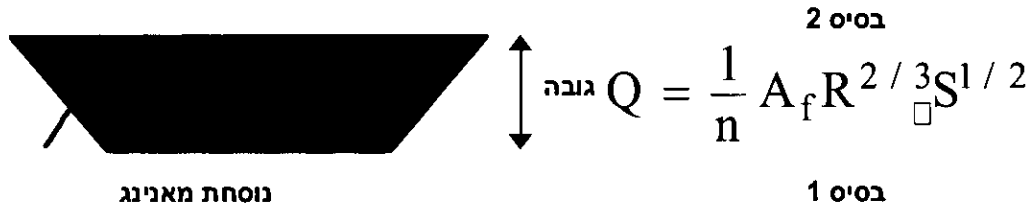


אמפיביו
איכות סביבה ומשאבי מים

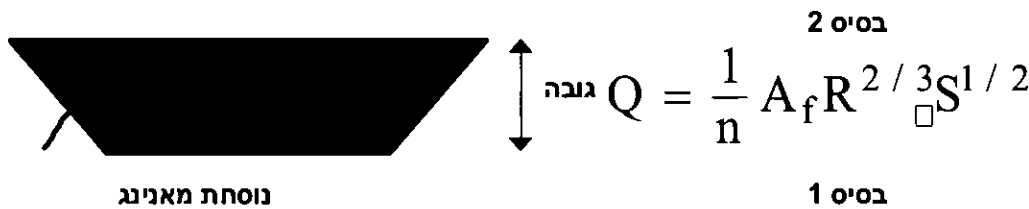
אמפִּיבִּיו – ייעוץ, תכנון וניהול פרויקטים בתחומי איכות הסביבה ומשאבי מים

בית זיוה, רח' היסמין 1 (סמינר אפעל), ת.ד. 9108, רמת אפעל 52190

טלפון: 03-7369972, פקס: 03-7252774, נייד: 050-5770577, e-mail: office@amphibio.co.il

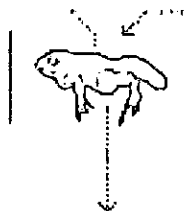


Q	n	R	Af	S	1.74347				
שטח חתך									
מצב	בסיס 1 (מ)	בסיס 2 (מ)	גובה (מ)	שיפוע (מ/מ)	הזרמה (מ ²)	אורך צלע נטויה (מ)	רדיוס הידראולי (מ)	מקדם מאנינג	ספיקה (מ ³ /שניה)
א.	0.697	2.0922	0.4	0.021	0.5579	0.803959	0.24201	0.025	1.26
ב.	0.697	2.0922	0.4	0.023	0.5579	0.803959	0.24201	0.025	1.31
ג.	0.697	2.0922	0.4	0.025	0.5579	0.803959	0.24201	0.025	1.37
ד.	0.697	2.0922	0.4	0.029	0.5579	0.803959	0.24201	0.025	1.48



Q	n	R	Af	S	1.81785				
שטח חתך									
מצב	בסיס 1 (מ)	בסיס 2 (מ)	גובה (מ)	שיפוע (מ/מ)	הזרמה (מ ²)	אורך צלע נטויה (מ)	רדיוס הידראולי (מ)	מקדם מאנינג	ספיקה (מ ³ /שניה)
א.	1.091	3.2721	0.4	0.021	0.8726	1.161744	0.25557	0.025	2.04
ב.	1.091	3.2721	0.4	0.023	0.8726	1.161744	0.25557	0.025	2.13
ג.	1.091	3.2721	0.4	0.025	0.8726	1.161744	0.25557	0.025	2.22
ד.	1.091	3.2721	0.4	0.029	0.8726	1.161744	0.25557	0.025	2.39

תרשים 7א. ניתוח ספיקות אופייניות לערוץ נחל בלתי מוסדר, עם קרקעית אבנית, בעל צורה טרפזית ממוצעת, עבור ארבעה שיפועים שונים. למעלה: תעלה שתספיק לשני הערוצים בנפרד בקרבת המט"ש (תעלות אגן 14 ו-15). למטה: תעלה שתספיק לספיקה של שני הערוצים (תעלה משותפת).



אמפִּיבִּיו
איכות סביבה ומשאבי מים

אמפיביו – ייעוץ, תכנון וניהול פרויקטים בתחומי איכות הסביבה ומשאבי מים

בית זיוה, רח' היסמין 1 (סמינר אפעל), ת.ד. 9108, רמת אפעל 52190

טלפון: 03-7369972, פקס: 03-7252774, נייד: 050-5770577, e-mail: office@amphibio.co.il

9. החישובים שנעשו בעמ' 12 ובהם מקדם מנינג מ – 0.013 אכן מתאימים לאפיקי נחל מדופנים בבטון. כאמור לעיל (סעיף 7) הנחנו שיש לדרוש הגנה על המתקן ההנדסי מפני תנאים טבעיים קיצוניים.

אני מקווה שהתשובות תספקנה ותאפשר את מתן התייחסותכם לתוכנית.

בברכה,

עמית טל
יועץ סביבתי

העתק:

די"ר אלון רימר

יעקב קליין

אינג' רן ברזיק

