



**תכנית מספר 620-0188458**

**קיבוץ משאבי שדה**



**נספח ניקוז וניהול נגר**



**מהדורה V**

**ספטמבר 2018**



**ירון גלר הנדסה וניהול משאבי מים**

**רחוב פרלוק 12 תל אביב, 69367**

**טלפון: 03-7414873 פקס: 03-7414906**

**[gellerm@netvision.net.il](mailto:gellerm@netvision.net.il)**

**למקומות שראוי להגיע,**

**.....אין קיצורי דרך"**

**מהאטמה גנדי 1869-1948**





## תוכן:

1. תקציר מנהלים, עיקרי המסקנות..... 3
2. הידרולוגיה ואגני היקוות..... 7
- 2.1 טופוגרפיה וטופולוגיה..... 7
- 2.2 זמני החזרה לתכנון – הוראות תמ"א 34..... 9
- 2.3 זמני הריכוז ועוצמות המטר..... 10
3. ערוצי הניקוז בתחום הקו הכחול..... 12
4. פתרונות הניקוז..... 13
- 4.1 עקרונות התכנון..... 13
- 4.2 השיטה הרציונאלית..... 13
- 4.3 שיטת הידרוגרף היחידה של שניידר..... 15
- 4.4 ספיקות התכן..... 17
5. עקרונות התכנון..... 18
- 5.1 הסדרת ערוצי הניקוז הקיימים..... 18
- 5.2 מיתון נגר על קרקעי – בתחום שכונות ההרחבה..... 19



## רשימת הטבלאות

- טבלה 1 ריכוז שטח ההיקוות של הנחלים הסמוכים לתוכנית..... 8
- טבלה 2 ריכוז הוראות התמ"א ביחס לזמני החזרה לתכנון ועוצמות התכן..... 9
- טבלה 3 ריכוז זמני הריכוז לערוצי הניקוז..... 11
- טבלה 4 עוצמות הגשם לזמני ריכוז של 20 דקות, הסתברות 10% ו 25%..... 11
- טבלה 5 סיכום תכונות תכנית קרקע עבור אזור הניקוז הדרומי ("הלשון")..... 15
- טבלה 6 ריכוז חישובים הידראוליים עבור תעלת הניקוז שמדרום..... 18



## רשימת התמונות

- איור 1 צומת משאבי שדה, תחום תוכנית התב"ע וערוצי הניקוז העיקריים..... 3
- איור 2 סיכום הידרוגרף הנגר מכיוון דרום לתעלת הניקוז עם ובלי מתקן לימן במעלה..... 5
- איור 3 ערוצי הניקוז העיקריים בסביבת התוכנית – נחל משאבים, רביבים והיימן..... 8
- איור 4 תיחום אגן ההיקוות הכלוא ממנו ניגרים מים לתעלת הניקוז הדרומית..... 12
- איור 6 הידרוגרף הנגר העל קרקעי לאזור הלשון הדרומית, בחלופה עם וללא לימן..... 17
- איור 7 – ארובת חלחול להחדרת מים לשכבות מוליכות – סכימת התקנה..... 21

## נספחים

סימון נחלים וערוצי ניקוז, תב"ע משאבי שדה.

תכנית הסדרת מערכות ניקוז – תב"ע משאבי שדה





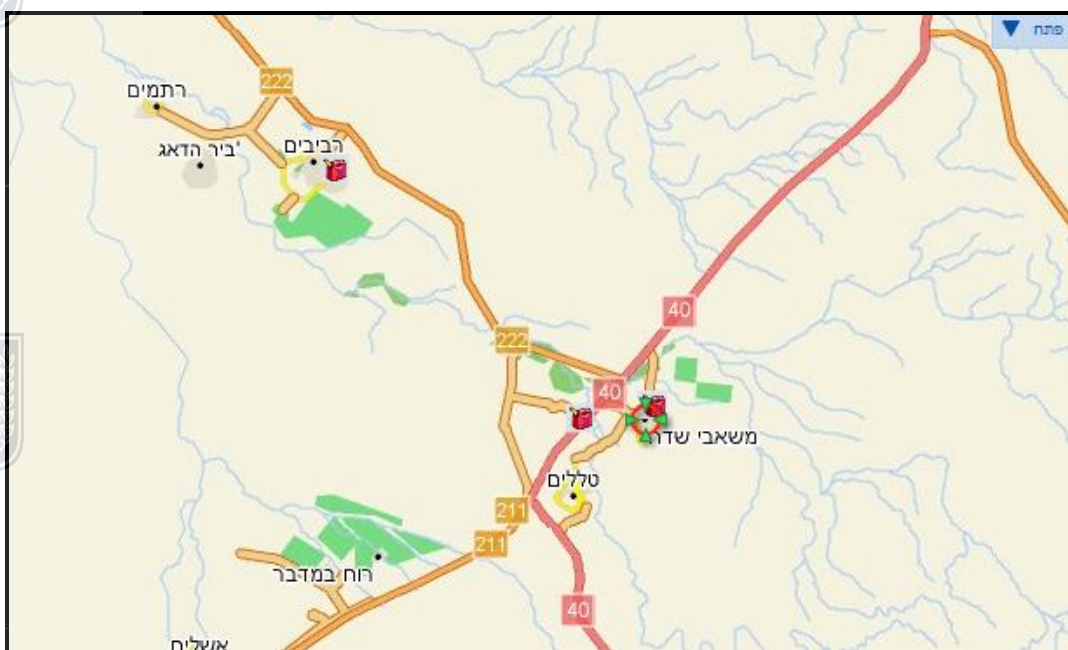
## 1. תקציר מנהלים, עיקרי המסקנות

המועצה האזורית רמת הנגב בשיתוף משרד הבינוי והשיכון/בניה כפרית מחוז דרום, יוזמים כיום את קידומה של תב"ע הרחבה למגורים לקיבוץ משאבי שדה. תב"ע זו נגזרת מתוכנית מתאר שנערכה לשוב בתחילת שנות ה-2000, בה נקבעו העקרונות לפיתוח הישוב מבחינת מוסדות הציבור, צפיפות ואופי הבינוי, והן מבחינת התשתיות הפיזיות.

תוכנית התב"ע נמצאת כיום בהכנה תחת שרביטו של אדריכל ערן מבל. קיבוץ משאבי שדה נמצא על כביש 40 בסמוך לצומת כביש 222 המוביל מכיוון צאלים. מדרום לצומת מצוי מתחם המועצה האזורית רמת הנגב וצומת טללים. ראה מפת איתור כללית להלן.



איור 1 צומת משאבי שדה, תחום תוכנית התב"ע וערוצי הניקוז העיקריים



במרחב צומת כביש 40 וכביש 222 מצויים מספר נחלים, המסומנים כערוצי ניקוז עיקריים ומשניים בתוכנית תמ"א 34 ב' 3 נחלים וניקוז (ראה כמו כן בנספח 1). הגדול מבניהם, נחל רביבים, עובר מצפון לקיבוץ משאבי שדה וחוצה את כביש הכניסה למשק. חציית הנחל עם כביש 40 מבוצעת כיום באמצעות גשרון מעבר במפתח של כ-4 מטר. לנחל רביבים רצועת הכרזה של 100 מטר על פי תמ"א 34. נחל משאבים, נמצא ממזרח לקיבוץ ומתחבר לנחל רביבים. נחל היימן נמצא מדרום למשק וחוצה את המרחב הפתוח שבין קיבוץ משאבי שדה וקיבוץ טללים. תוואי הנחל חוצה את כביש 40 ומצטרף לערוץ נחל רביבים ממערב לכביש. בנוסף, סמוכים לתכנית, הנחלים היימן ומסעד, שניהם נחלים משניים בתמ"א 34 עם רצועת הגדרה של 50 מטר משני צדי הגדה. פירוט טופולוגי וטופוגרפי של ערוצים אלו ראה בפרק 2

בהתאם להוראות התמ"א חויב יזם התוכנית בהגשת נספח ניקוז ושימור נגר על קרקעי העוסק הן בתחום הניקוז והגנה מפני הצפות, והן בתחום שימור ומיתון נגר על קרקעי באזורי בינוי חדשים. דו"ח תכנון זה של נספח הניקוז לתב"ע ההרחבה כולל ניתוח ראשוני של אגני ההיקוות החיצוניים





והפנימיים, מציג עקרונות התכנון כפי שסוכם עם רשות הניקוז וקווים מנחים לשימור נגר.

לצורך בחינת הממשק בין תחום תוכנית ההרחבה של הקיבוץ ותחום רצועות הנחלים, נבדקו רצועות ההגנה של הנחלים הסמוכים לתוכנית על פי הוראות התמ"א (50/100 מטר לנחל ראשי/משני, מגדות הנחל) וגבול הקו הכחול. רק בחלק הצפוני של התב"ע נמצאה חפיפה קלה בין רצועת נחל רביבים ותחום הקו הכחול. יחד עם זאת לנחל רביבים הוכנה על ידי רשות הניקוז תכנית הסדרה וצמצום רצועת הנחל, **עובדה המייתרת כליל את החפיפה**. בהעדר קונפליקט בין תחום הקו הכחול של התב"ע ורצועות הנחלים של על פי תמ"א 34, עיקר נספח הניקוז מתייחס לתוכנית הניקוז הפנימית + הסדרת מספר ערוצונים מקומיים מדרום.



### **נבדקו פרטנית שלושה אגני היקוות וערוצי זרימה:**

- א. אגן ההיקוות לנחל היימן ומשטר הזרימות בו – לצורך איפיון הצורך בסוללת הגנה בחלק המערבי של התב"ע (מרחק הקו הכחול מציר הנחל כ 600 מטר).
- ב. אגן ההיקוות של נחל משאבים ממערב, לצורך מטרה דומה.
- ג. אגן היקוות מקומי בשטח של כ 1.0 קמ"ר הכלוא בין תחום ניקוז נחל היימן ונחל משאבים, המנקז את המים למספר ערוצונים מקומיים המתחברים לתעלות ניקוז הקיימת מדרום ליישוב.

לצורך קביעת עוצמת האירועים ההידרולוגיים נעשה שימוש בנתוני תחנת גשם רשמת בקיבוץ משאבי שדה וכן בקובץ "אטלס מפות גשם לצורך תכנון שימור קרקע ונטיעות במחוז הדרום" קק"ל + התחנה לחקר הסחף 11/2003.



### **עקרונות התכנון כפי שהותוו והוצגו בישיבה מקדימה עם רשות הניקוז (08/2010)**

1. בין הנחלים העיקריים הסמוכים לתחום התכנון – היימן, משאבים ורביבים ורצועות התמ"א שלהם – ובין גבול תוכנית התב"ע, אין כל קונפליקט או חפיפה. על כן לא כולל הנספח ניתוח הידרולוגי לנחלים אלו ו/או המצות להסדרת הנחלים. נספח הניקוז מתרכז בהשפעות המקומיות של הפיתוח על מערכת הניקוז הפנימית ובתחום היקוות מקומי ממנו ניגרים מים לתוך שטח הפיתוח הדרומי.
2. תוספת של כבישים פנימיים בתוכנית התב"ע הגדולה יגרום דה פקטו לתוספת של שטח אטום ולהגדלת עובי הנגר העל קרקעי. על כן מוצע שלא לעשות עוד שימוש בדרכי הניקוז הטבעיות בתוך המשק, בין הבתים אלא לבסס את מערכת הניקוז על שילוב של ניקוז פתוח וניקוז סגור בצמתי הכבישים. בעיקר נוגעים הדברים לאזור כביש הכניסה למוסד החינוכי ורחבת החניה.
3. כבישים יפותחו במפלס גבוה מפני הקרקע הקיימת וינקזו את עצמם באמצעות הולכת המים לאורך אבני השפה. חובה השלמת אבן שפה לפחות בצד אחד של הכביש.
4. השטחים הפתוחים בין הבתים, השבילים והמעברים יתנקזו על פי המצב הקיים עד לתעלות ניקוז רדודות שילוו את הכבישים המתוכננים. לתעלות אלו ינוקזו גם המגרשים.
5. באזור הפיתוח הדרומי מצויים כיום מספר ערוצי ניקוז מקומיים המנקזים שטח של כ 1.0 קמ"ר מדרום. עמדת רשות הניקוז שאומצה על ידי צוות התכנון ביחס לערוצים אלו: תוכנית הפיתוח תסדיר ותבטיח רצועת לניקוז בתחום הבנוי, אשר תפותח כחלק ממערך שטחי השצ"פים. ראה





להלן תחשיב מימדי רוחב ועומק התעלה. רצועה לתעלה זו הוטמעה בתסריט התב"ע.

6. במטרה לצמצם את טביעת השטח של ערוץ ניקוז זה, יתוכנן "לימן" בחלק המזרחי מחוץ לגבול התב"ע. אגן זה יהווה גורם מרסן לספיקות המים החודרות מבחוץ אל שטח הבנוי.

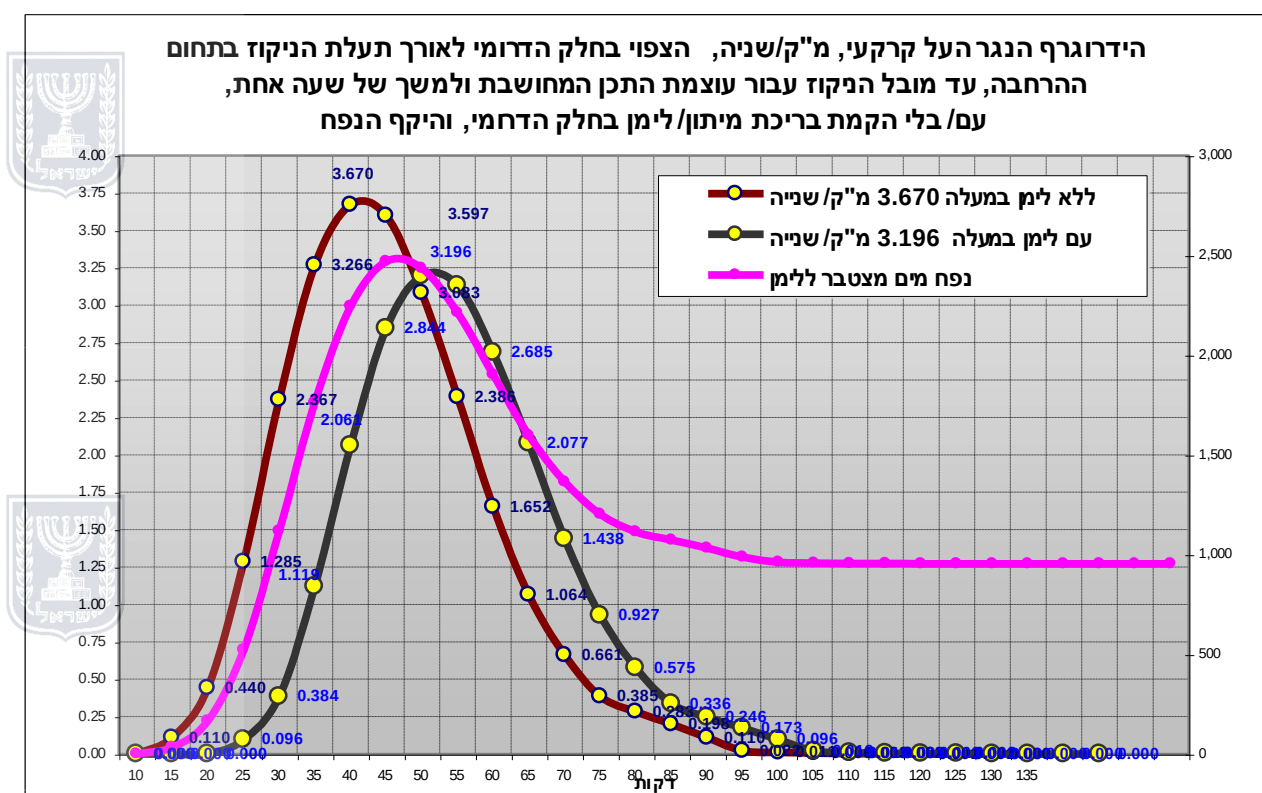
7. מסמכי התוכנית ביחס לשטחי הפיתוח כוללים עקרונות לשימור וניהול נגר על קרקעי תוך שאיפה ליישם אמצעים רבים ככל האפשר של חלחול, מיתון וקציר מי גשם ותפיסת הנגר שמקורו במגרשים הפרטיים במרחב פרטי. יאומץ עיקרון *ZERO-PRIVATE RUN-OFF*.

דגש ניתן לחלק ההרחבה הדרומי בה תידרש הסדרתה של תעלת ניקוז החוצה את שטח המיועד לפיתוח. תעלה זו מקיימת את העיקרון של שימור ערוצי הניקוז הטבעיים, (ראה סעיף 6 לעיל).

יחד עם זאת ספיקת הנגר שמקורה בחלק המעלי של אגן ההיקוות המקומי מדרום, נבחנה גם עבור מצב גולמי (ללא מיתון) וגם בתוספת בריכת מיתון/ויסות ו/או בתצורה של בריכת לימן. זו תוקם מחוץ לכביש הביטחון ו"תאסוף" אליה את מי הנגר ממעלה האגן המקומי. התחשיבים נעשו לחלופה של הסדרת תעלת הנחל ללא לימן ועימו.

סיכום התחשיבים בצורת הידרוגרף מובא באיור 1 להלן.

איור 2 סיכום הידרוגרף הנגר מכיוון דרום לתעלת הניקוז עם ובלי מתקן לימן במעלה.



ללא מיתון נגר על קרקעי באמצעות בריכת שיהוי, תידרש מערכת הולכה בתעלה פתוחה לספיקת תכן של 3.670 מ"ק/שניה. עם הקמת בריכת מיתון, בנפח של כ 2,500 מ"ק, תוכל ספיקת השיא לרדת כדי 3.196 מ"ק/שניה. תעלת הניקוז תידרש תהיה במפתח עליון של כ 6 מטר, עומק 1.5 מטר ושיפועי צד 1:2.





המשך זרימת המים (במורד התעלה) יעשה דרך מובל הבטון הסגור (תוכנן במסגרת הסדרת כביש הכניסה למרכז החינוך) במידות 1.5\*1.5 מטר, עד יציאת המים לתעלת הניקוז המערבית.

ביחס לשימושי הקרקע המוצעים בתכנית (ייעודי תעשייה, תעשייה ומלאכה, מבני משק ומגורים קובעת התכנית הנוכחית: תישמר הפרדה מלאה בין מערכות ביוב ומערכות ניקוז כך שעבור כל מבנה נושא היתר יוגש נספח סניטארי המציג באופן ברור הפרדה בין מערכות מי ניקוז ומערכות מי ביוב. לא יוזרמו שפכים און כל תשטיף אחר למערכת הניקוז. לא יוזרמו מי גשם למערכות הביוב. עבור מבני משק מהם צפויים תשטיפים של בעלי חיים ופעילויות אחרות, תשטיפים שמקורם בימי גשם, יאספו על התשטיפים לבור איסוף. פינוי תשטיפים יהיה למערכות הביוב כל עוד איכות השפכים עומדת בתקנות הזמרה של שפכים למערכות ציבוריות. עבור חריגה באיכות השפכים (לדוגמא מבני משק של רפת) יש להבטיח טיפול קדם לשפכים.





## 2.1 טופוגרפיה וטופולוגיה


 עם כיפה  
 ישראל  
 מרכז קו

רום רכס הר רחמה נא בסביבות +625 מטר מעפה"י וממנו משתפלים פני הקרקע בעיקר למערב ולמזרח. בין אגני ההיקוות של הנחלים העיקריים מצוי אגן "כלוא" מקומי בשטח של כ 1.0 קמ"ר המגיר את המים אל עבר תעלת הניקוז הקיימת כיום בחלק הדרומי של הישוב. שטח ניקוז זה ותעלת הניקוז שעמו יעברו טיפול למיתון וויסות שכן חלק מהפיתוח מתוכנן בשטח בו עוברים ערוצי הניקוז כיום.

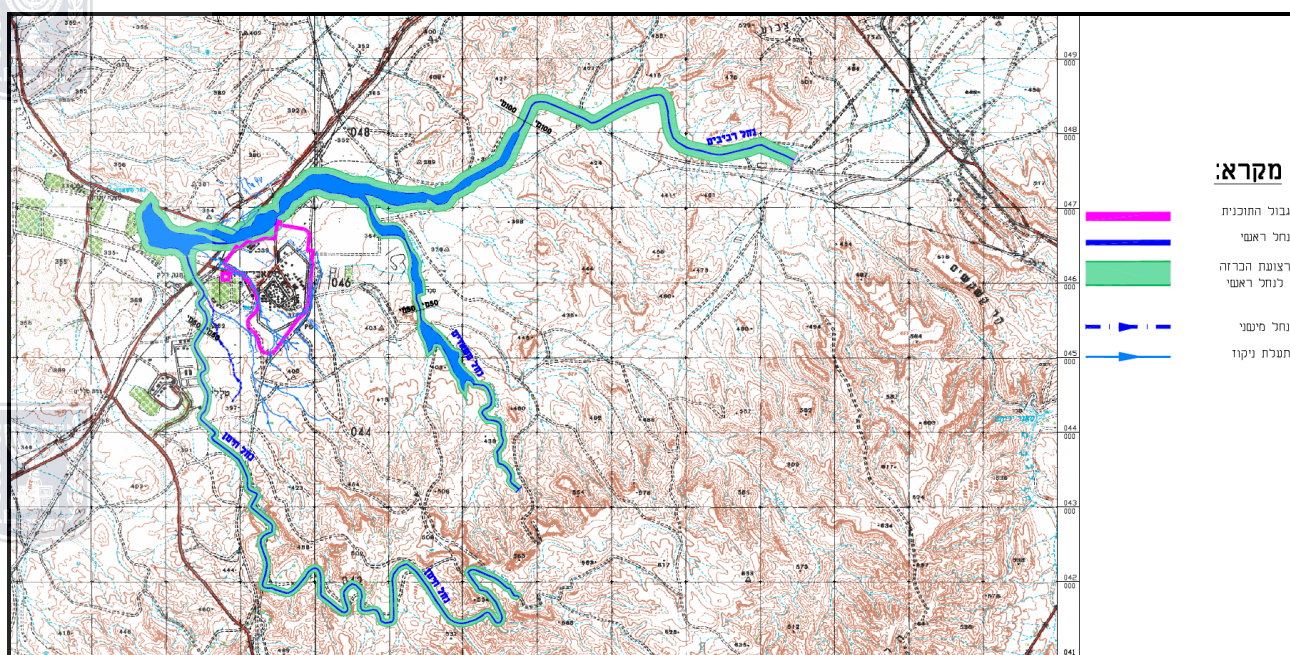
**נחל רביבים** – עוקף את תחום הקו הכחול של התוכנית מצפון וחוצה את כביש הגישה הקיים לקיבוץ. בחציית הכביש מצוי כיום מעביר מים. מעביר המים של נחל רביבים עם כביש 4 כולל מעבר מים גדול במפתח של 4-5 מטר. עבור נחל זה קיימת תוכנית הסדרה של חברת אפיק הנדסה. תוכנית זו מצירה את רצועת ההשפעה של הנחל ביחס לזו הקיימת כך שבין רצועת הנחל ובין גבול התוכנית לא מתקיים קונפליקט. לנחל רביבים רצועת הכרזה של 100 מטר על פי תמ"א 34. רצועת ההכרזה מדודה מגדות הנחל

**נחל משאבים** זורם לכיוון צפון בחלק שממזרח לישוב הקיים. הנחל מתנקז אל ערוץ נחל רביבים עדו

בטרם חציית כביש הכניסה לקיבוץ. בין הנחל ותחום ההיקוות שלו ובין גבול התוכנית אל מתקיימת כל חפיפה.

**נחל היימן** עובר במרחב הפתוח שבין קיבוץ טללים וקיבוץ משאבי שדה וחוצה את כביש מספר 40 כ 0.8 ק"מ מדרום לחצייה הראשית של נחל רביבים. בעיון ממוקד ניתן לראות כי בצמוד לגבול הדרומי מערבי של התוכנית מצויות שתי תעלות מים – טבעיות- המזינות את נחל היימן. תעלות אלו יטופלו במסגרת תוכנית ההסדרה אולם יש להדגיש כי אין מדובר בערוץ העיקרי של הנחל. מפה המציגה את שלושת ערוצי הניקוז העיקריים בסביבת התכנון עם רצועת התמ"א שלהם מופיעה באיור 2 להלן.

איור 3 ערוצי הניקוז העיקריים בסביבת התוכנית – נחל משאבים, רביבים והיימן



הערה: בחלק הצפוני קיימת חפיפה זעירה בין תחום רצועת הנחל וגבול התב"ע. חפיפה זו לא מתקיימת עוד, עם השלמת תכנית הסדרת הנחל וצמצום רצועת ההצפה שלו

טבלה 1 ריכוז שטח ההיקוות של הנחלים הסמוכים לתוכנית

| שם הנחל          | גודל תא השטח, קמ"ר | האם משפיע על תוכנית הניקוז המקומית?                           |
|------------------|--------------------|---------------------------------------------------------------|
| נחל משאבים/מסעד  | 21.094             | לא משפיע. הנחל זורם מצפון לישוב                               |
| נחל היימן        | 21.136             | לא משפיע. הנחל זורם מדרום לישוב עד חציית כביש 40              |
| אגן כלוא         | 0.875              | משפיע. כל היובלים מאזור ניקוז זה זורמים לכיוון ההרחבה הדרומית |
| אגן מזרחית לישוב | 2.57               | לא משפיע. מתחבר לנחל רביבים מצפון                             |

כיוון שלערוצי הנחלים העיקריים אין השפעה על התוכנית (למעט תא השטח הכלוא, ממנו ניגרים המים ל"לשון" הפיתוח בחלק הדרומי), לא עוסק עוד נספח ניקוז זה באגנים אלו אלא מתרכז בניתוח עוצמות הנגר בערוצים הזורמים לתחום הקו הכחול.



בניתוח גיאוגרפי של רצועות ההגדרה של הנחלים ותחום הקו הכחול עולה כי לא קיימת חפיפה בין תחום הגדרת הנחלים ותחום התכנית. בהתאם לסיכום רשות הניקוז מיום 17.10.2013 בנוגע לנספח הניקוז, אין המלצות לטיפול בנחלים מתוקף אינם נמצאים בסתירה עם תכנית זו.

## 2.2 זמני החזרה לתכנון – הוראות תמ"א 34

על מנת לקבוע את עוצמות הגשם על פי זמן החזרה ומהם לחשב את עוצמות הנגר העל קרקעי יש להידרש לנושא זמני החזרה וזמני הריכוז. זמני החזרה נקבעו על פי הוראות התמ"א. להלן:

טבלה 2 ריכוז הוראות התמ"א ביחס לזמני החזרה לתכנון ועוצמות התכן

2.6. חישוב ספיקת התכן בעורקים שבתחום התכנית יתבסס על הטבלה הבאה או על פי עדכונים כפי שיעודכנו מועת לעת על-ידי נציב המים:

| השימוש בשטח                                         | תקופת חזרה בשנים | הסתברות מירבית לאירוע בשנה מסוימת |
|-----------------------------------------------------|------------------|-----------------------------------|
| חקלאות: גידולי שדה ומוטעים, פארקים                  | 10               | 10%                               |
| בתי צמיחה ומבנים בשטחים פתוחים                      | 25               | 4%                                |
| כבישים ומוסילות ברזל *                              | לפחות 50         | 2% לכל היותר                      |
| סוללות מאגרים וסכרים **                             | 100              | 1%                                |
| שטחים מבונים - כמפורט בטבלת שטחים מבונים            | -                |                                   |
| שטחים מבונים (רחובות, מגרשי חניה חצרות בתים וכיו"ב) | 5 עד 50          | 20% עד 2%                         |
| הצפה פנימית של בתים מכל מערכת ניקוז.                | 100              | 1%                                |

טבלת שטחים מבונים המעודכנת 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 |

על פי טבלת השטחים עולה כי עבור נספח הניקוז יעשה שימוש בנתונים הבאים:

**שורה 1:** ניקוז מקומי בשכונות מגורים וכבישים משניים, עד 1,000 דונם, תקופת חזרה בשנים, 5 שנים, (לא פחות, ניתן לקבוע יותר בהוראת הרשות המקומית).  
**לצרכי תכנון נקבע:** השטח החקלאי יחושב לרמת שירות של 1:5 שנים. השטח הפיתוח הכולל בינוי לרמה של 1:10 שנים.

### 2.3 זמני הריכוז ועוצמות המטר

לצורך קביעת עוצמת הגשם חושבו זמני הריכוז, עבור חלק ערוצי המים המשפיע על תוכנית הניקוז. בשטחים גדולים, בעיקר באזורים מדבריים, קיימת בעייתיות בשימוש בשיטה זו: חישוב עוצמת המטר לתכנון על פי זמן החזרה מביאה בחשבון כי אירוע המטר יורד על פני כל האגן בזמן אחיד ובצורה אחידה. במציאות המדברית, יש להניח כי קבוצת עננים הנמצאת במצב של המטרה לא מכסה את כלל השטח. יחד עם זאת בשטחים קטנים (עד מספר מאות דונם) ניתן להניח כי עוצמת המטר מכסה אחיד את האגן. עבור תא השטח המשפיע על מערכת הניקוז בתחום ההרחבה – 875 דונם – נעשה שימוש בגישת חישוב זמן הריכוז כמקובל.

זמן הריכוז חושב על בסיס נוסחת קרבי ונתונים מורפולוגיים של שטחי הניקוז: שיפוע ציר הזרימה הראשי אורכו, מידת החלקות שלו לזרימה. חישוב זמני הריכוז לכל אזור היקוות מים לאזור הדרומי (875 דונם) נשעה באמצעות משוואת קרבי.

#### משוואת קרבי הצורה הבאה:

$$T_c = 1.44 * (L * n / (S^{0.5})) ^{0.5}$$

כאשר:

TC – זמן הריכוז הכללי, דקות

L – אורך אפיק הזרימה, מטר

n – מקדם חלקות הזרימה לאורך האפיק הראשי, לפי מאנינג

S – שיפוע ממוצע לאורך האפיק הראשי, ללא יחידות

זמן הריכוז חושב עבור אגן ההיקוות הכלוא בשטח של 875 דונם המהווה את ערוץ הניקוז העיקרי.

### טבלה 3 ריכוז זמני הריכוז לערוצי הניקוז

| נתונים על אגני היקוות על פי מוצאי המים ומעברי המים |                                    |                               |                                    |                           |                     |                                  |
|----------------------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|---------------------------|---------------------|----------------------------------|
| סימון השטח                                         | כיוון הניקוז והמירקם               | גודל השטח המתנקז (מצטבר) דונם | מקדם נגר גולמי לפי חלק השטח המתנקז | אורך אפיק זרימה ראשי, מטר | שפוע לאורך האפיק, % | זמן ריכוז מחושב, ע"פ דקות KERBEY |
| I                                                  | שטח הפיתוח בשכונה הדרומית          | 200.00                        | 0.450                              | 650.0                     | 3.077               | 14.668                           |
| II                                                 | חלק תא השטח מחוץ לקו הכחול - ניקוז | 555.00                        | 0.320                              | 600.0                     | 5.833               | 12.010                           |
| III                                                | חלק השטח בפינה הדרומית מערבית      | 120.00                        | 0.320                              | 220.0                     | 6.818               | 6.994                            |
|                                                    |                                    |                               |                                    |                           |                     | 11.224                           |
|                                                    |                                    |                               |                                    |                           |                     | maning filed = 0.25              |

זמני הריכוז של הערוצונים באגן הכלוא חושבו לפי ערך נורמטיבי של 15 דקות.

לצורך קביעת עוצמת המטר בהסתברויות השונות נעשה שימוש בקובץ "אטלס מפות גשם לצורך תכנון וביצוע פעולות ייעור ושימור קרקע במרחב דרום" משרד החקלאות/תחנה לחקר הסחף, בשיתוף קק"ל, 11/2003. קובץ זה כולל מידע רב מכ 23 תחנות מדידת מטר (חלקן תחנות רשמיות של אגף לשימור קרקע וחלקן תחנות זעירות מופעלות על ידי בודדים במרחב) עם ריכוז תחנות בקיבוץ רביבים, משאבי שדה ושדה בוקר.

קובץ הנתונים כולל עובי גשם יומי בהסתברויות השונות וכן עובי גשם סופתי מירבי שנקבע, ביחידות מ"מ/שעה עבור זמני החזרה השונים. במצ"ב מתוך טבלאות הגשם הסופתי המרבי.

טבלה 4 עוצמות הגשם לזמני ריכוז של 20 דקות, הסתברות 10% ו 25%.

| זמן החזרה לאירוע   | 1:4 | 1:10 |
|--------------------|-----|------|
| הסתברות לאירוע, %  | 25% | 10%  |
| משאבי שדה, מ"מ/שעה | 41  | 53   |
| רביבים, מ"מ/שעה    | 38  | 51   |

עוצמות הגשם לתכנון על פי זמני החזרה ואופי התכנון נקבעו:

אזור בנוי, זמן חזרה 1:10 שנים – 53 מ"מ/שעה

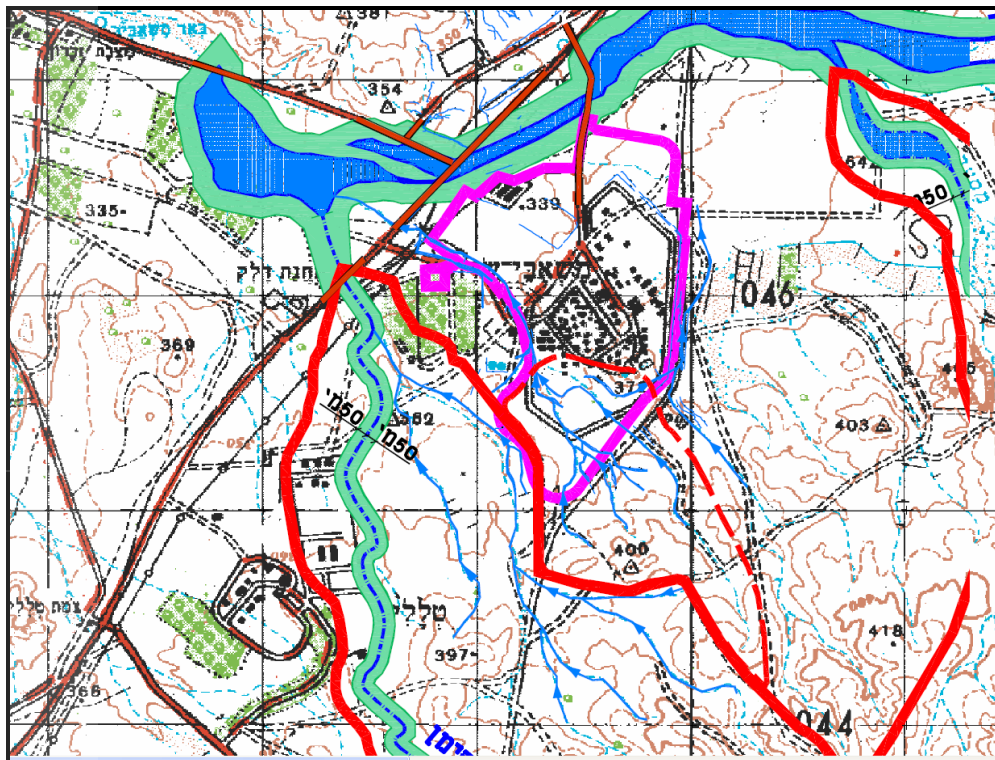
אזור פתוח, זמן חזרה 1:5 שנים – 39.5 מ"מ/שעה.



### 3. ערוצי הניקוז בתחום הקו הכחול

מפה המציגה את שלושת ערוצי הניקוז העיקריים בסביבת התכנון עם רצועת התמ"א שלהם מופיעה באיור 2 להלן. במפה זו מודגשים פלגי המים מדרום החודרים לחלק הדרומי של גבול התב"ע.

איור 4 תיחום אגן ההיקוות הכלוא ממנו ניגרים מים לתעלת הניקוז הדרומית



בנוסף, נבחנו ערוצי הניקוז ודרכי המים בחלק הצפוני של תוכנית ההרחבה ובחלק המערבי. בכל אחד מאזורים אלו ניתן דגש בהתאם לתנאי השטח ותנאי הפיתוח של הקרקע :

**בחלק הצפוני** – מתוכננת ההרחבה של המשק המיועדת למגורים על שטח חקלאי שבעבר שימש את הרפת. שטח זה מנוקז כיום לכביש בטחון ההיקפי. כמו כן שטח זה מוגן מחדירה של זרימות נגר עיליות מצד מזרח באמצעות תעלת ההגנה ההיקפית המגינה על כביש הביטחון. בתחום זה של ההרחבה לא מתוכנן הסדרת ערוצי ניקוז למעט הסדרות מעבירי מים בחציית כבישים וניקוז של הכבישים הפנימיים.

**בחלק המערבי** – מתוכנן במסגרת ההרחבה גוש בינוי נוסף הגובל בתעלת הניקוז הקיימת. בחלק זה של ההרחבה לא ישונו דרכי הניקוז הקיימות. הסדרת התעלה תעשה על פי הנדרש כנגזרת מהסדרת התעלה שבוצעה בשלב הסדרת והרחבת כביש הכניסה למרכז חינוך.

זמני הריכוז של קבוצת הערוצים מדרום חושבו על פי נוסחת קרבי וכלולים בפרק 2.3 זמני הריכוז ועוצמת המטר.





## **4. פתרונות הניקוז**

### **4.1 עקרונות התכנון**

פתרונות הניקוז המוצעים כיום במסגרת נספח הניקוז לתב"ע ההרחבה של קיבוץ משאבי שדה מיועדים לתת מענה ל"מרחב" הניקוז הפנימי, בין היתר באמצעים של ניקוז ערוני/כפרי עם מתן דגש לנושאי שימור נגר על קרקעי וקציר מי גשם והגנה מפני שטפונות חיצוניים.

פגישת תיאום עם רשות הניקוז להתוויית עקרונות התוכנית נערכה ב- 07/2010. להלן עיקריה:

1. הקמתם של הכבישים המוצעים בתוכנית התב"ע הגדולה יגרום דה פקטו לתוספת של שטח אטום ולהגדלת עובי הנגר העל קרקעי. על כן המשך התבססות על מערך הניקוז הקיים והולכת המים בשיפועים הקיימים דרך השטחים הפתוחים בין המבנים אינו מתאים עוד.

2. על מנת להימנע מקיבוע המצב הקיים של זרימת הנגר העל קרקעי בין חצרות הבתים וכתוצאה מפיתוח הכבישים העתידי הותווה העקרונות הבאים:

4. כבישים יפותחו במפלס גבוה מפני הקרקע הקיימת וינקזו את עצמם באמצעות הולכת המים לאורך אבני השפה. חובה השלמת אבן שפה לפחות בצד אחד של הכביש.

5. השטחים הפתוחים בין הבתים, השבילים והמעברים יתנקזו על פי המצב הקיים עד לתעלות ניקוז רדודות שילוו את הכבישים המתוכננים. לתעלות אלו ינוקזו גם המגרשים.

6. שני הזרמים יחדיו לא יועברו להמשך הזרמה פתוחה בין החצרות (ודרך מעברי מים חוצי כבישים) אלא יתועלו לקטע קו ניקוז תת קרקעי החל מצומת כבישים פנימיים 6/5 עד מוצא תעלת הניקוז הראשית ממערב. קטע זה יהווה את עיקר מוצא הניקוז המקומי.

8. באזור הפיתוח הדרומי מצויים כיום מספר ערוצי ניקוז מקומיים המנקזים שטח של כ- 1.0 קמ"ר מדרום. עמדת רשות הניקוז שאומצה על ידי צוות התכנון ביחס לערוצים אלו: תוכנית הפיתוח תסדיר ותבטיח רצועת לניקוז בתחום הבנוי, אשר תפותח כחלק ממערך שטחי השצ"פים.

9. במטרה לצמצם את תביעת השטח של ערוץ ניקוז זה, יתוכן "לימן" בחלק המזרחי מחוץ לגבול התב"ע. אגן זה יהווה גורם מרסן לספיקות המים החודרות מבחוץ אל שטח הבנוי.

7. יוסדר מוצא ניקוז מרכזי בצומת כבישים פנימיים מספר 5/1. מערך הצנרת המקומי יכלול איסוף של מי הכביש ואזור הניקוז המזרחי ותיעול באמצעות צינור ישירות אל התעלה המערבית.

8. מערכת הניקוז בחלק הדרומי של ההרחבה תוסדר על בסיס של תעלת ניקוז פתוחה המיועדת לשמר את ערוץ הניקוז הטבעי הקיים במקום. תעלת הניקוז תאסוף אליה את כלל הערוצונים בחלק הדרומי ותתעל את המים עד מובל הניקוז הסגור המוצע במסגרת תוכנית הסדרת כביש הכניסה.

### **4.2 השיטה הרציונאלית**

לצורך חישוב עוצמת הנגר העל קרקעי שמקורו בסופה בעלת עוצמה קבועה שמשכה כמשך זמן הריכוז באגן, נהוג השימוש בנוסחה הרציונאלית הקושרת בין עוצמת הגשם, מקדם הנגר העל קרקעי (פרמטר על ממדי המתאר את מידת תכסית הקרקע) וגודל השטח המתנקז. נוסחה זו



מקובלת לשימוש בשטחים קטנים עד 12-10 קמ"ר (10-12 אלף דונם). הרחבה של השימוש בנוסחה לשטחים העולים על ערך זה נעשה על ידי אנשי התחנה לחקר הסחף, באמצעות תוספת של מקדמים שונים. יחד עם זאת מקדמי ההמרה וההתאמה של הנוסחה לשימוש באמצעות מודל תכל"ס או תכלסון אינם מתאימים לשטחים בנויים, ולחלקם הותאמו המקדמים על פי חבורות הקרקע. לכן מצאנו לנכון בעבודה זו לעשות שימוש ישיר בנוסחה הרציונאלית.

לנוסחה הרציונאלית צורה של :

$$Q=C*I*A$$

כאשר:

**C** מקדם הנגר העל קרקעי,

**I** עוצמת גשם התכן, נקבעת על פי זמן הריכוז באגן,

**A** גודל השטח המתנקז,

לנוסחה הרציונאלית מספר חסרונות הבאים לביטוי בעיקר בשטחים בעלי מירקם בנוי:

א. שימוש בשיטה הרציונלית,  $Q=C*I*A$  קובע את ערכה של ספיקת השיא בלבד ולא נותן כל מדד למשך אירוע הנגר.

ב. השיטה קובעת כי קיים קשר לינארי בין עוצמת הגשם, גדול השטח ורמת התכסית שלו, בעוד שבפועל עוצמות גשם שונות גורמות לגובה שונה של הקרקע הסופגת.

ג. שימוש בשיטה הרציונלית אינו מאפשר למשתמש להעריך את נפח הנגר באירוע הגשם. כל שימוש באלמנטים לויסות הנגר העירוני ועידוד מערכות חלחול לתת הקרקע מחייב מנגנון חישוב הכולל את נפח הנגר באירוע.

ד. השיטה מתייחסת אך ורק לעוצמת גשם קבועה באגן ואינה יכולה לתת ביטוי לעוצמות גשם משתנות במשך הסופה.

ה. השיטה הרציונלית אינה מבחינה בין תרומות הנגר של האזורים השונים במרחב אגן הניקוז. כמו כן אינה מבחינה השיטה בפילוג השטח האטום באגן: האם זה מופיע כולו בריכוז סמוך למוצא או מפולג אחיד על פני השטח כולו.

ו. עבודות נעשו בעולם הראו כי הקשר הלינארי הכלול בנוסחה בין השטח, העוצמה ומקדם התכסית אינו מביא בחשבון מנגנונים קטנים של מיתון נגר כגון אוגר מקומי וזמן השהייה. לכן בד"כ, נמצא כי חישוב בשיטה זו מביא לערכים גבוהים מאלו הריאליים. לפיכך מוצע כי בעבודה זו יעשה שימוש במודל ההידרוגרף יחידה.

טבלה מספר 5 להלן מסכמת את תכונות תכסית הקרקע עבור שני שימושי הקרקע הרלוונטיים לחישוב עוצמות הנגר העל קרקעי – קרקע פתוחה לא מופרת בחלק הדרומי (חלק אגן היקוות החיצוני) ותכסית שכונת ההרחבה כולל מנגנוני מיתון נגר.



טבלה 5 סיכום תכונות תכסית קרקע עבור אזור הניקוז הדרומי ("הלשון").

חלקות תא השטח הכללי לאגני הניקוז ונאזור נגר על קרקעי

היקף השטח, תח אגני ההיקוות, ומיקום השטח

אגני ההיקוות הדרומי התורם לתעלת הניקוז הקיימת

| גודל השטח | מיקום ותיאור                                                                                                         | מתקנז למעביר מים..                                                          | סימון תא השטח        | גודל השטח, דונם | מיקום ותיאור                                                                                                                                                       | מתקנז למעביר מים..                    |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|----------------------|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| 875       | תחום ההתקנזות מדרום למשבצת הניקוז הקיימת. תחום זה מתקנז באמצעות מספר ערוצים מקומיים אל תעלת הניקוז שמדרום למרכז החפץ | מתקנז לתעלת הניקוז הקיימת. מיועדת בחלקה להסבה לתעלה סוגרה מתחת לסובת התמנעה | I                    | 200             | החלק הפנימי כלאו בדרך הבטחון ונאזור מובל הניקוז חלק אגני הניקוז העיקרי ממס יגרם מספר ערוצים לתחום ההרחבה תא שטח בגבול הדרומי ממס יגרם המים לתעלה לתעלה בודדת קיימת | למובל הניקוז הראשי באזור סובת התחבורה |
|           |                                                                                                                      |                                                                             | II                   | 555             |                                                                                                                                                                    |                                       |
|           |                                                                                                                      |                                                                             | III                  | 120             |                                                                                                                                                                    |                                       |
|           |                                                                                                                      |                                                                             | כביש בטחון היקפי     | 7.5             | הערה: לפי רחוב 3*2 מטר                                                                                                                                             |                                       |
|           |                                                                                                                      |                                                                             | סה"כ שטח כללי לחישוב | 875             |                                                                                                                                                                    |                                       |

ניתוח מקדמי הנגר של השטחים, על פי שיטת CIA

| מרכיב כימי                            | מקדם נגר | מקדם נגר + מיתון |
|---------------------------------------|----------|------------------|
| כבישים קיימים ומוצעים                 | 0.95     | 0.95             |
| דרכים משולבות ודרכים בטיסל מופי       | 0.72     | 0.72             |
| צפיפות קיימת בישוב עם שטחי דשא וגיומן | 0.45     | 0.45             |
| מוסדות ציבור, מרכזי החנוך המשותף      | 0.6      | 0.65             |
| קרקע פתוחה קיימת ללא עיבוד            | 0.32     | 0.3              |

מקדם הנגר המשוקלל של השטח - שטח תורם נגר מדרום

| סימון השטח       | גודל תא השטח, דונם | מקדם נגר גולמי | מקדם נגר משוקלל לשטח C*A |
|------------------|--------------------|----------------|--------------------------|
| I                | 200.00             | 0.450          | 90.000                   |
| II               | 555.00             | 0.450          | 249.750                  |
| III              | 120.00             | 0.320          | 38.400                   |
| כביש בטחון היקפי | 7.50               | 0.950          | 7.125                    |
| שטח חיצוני       | 875                | 0.370          |                          |

מקדם הנגר המשוקלל של השטח - בתחום משבצת התכנון

|  | אופי תא השטח                              | גודל תא השטח, דונם | מקדם נגר משוקלל לשטח C*A |
|--|-------------------------------------------|--------------------|--------------------------|
|  | אגני הריקוות הבנויים בתוך שטח הקו הכחול   | 200.0              | 0.450                    |
|  | אגני הריקוות החיצוני המיון את תעלת הניקוז | 675.0              | 0.320                    |

מקדם הנגר המשוקלל (של החלק הפתוח מדרום וחלק ההרחבה) לחישוב של ספיקת התכן לתכנון תעלת הניקוז הדרומית נקבע ל  $C=0.388$ , על פי השיטה הרציונאלית.

### 4.3 שיטת הידרוגרף היחידה של שניידר

שיטות הידרוגרף היחידה UNIT HYDROGRAPH - UH פותחו בארה"ב בתחילת המאה ה-20 והותאמו עם השנים לאזורים בעלי מירקם עירוני ומרקמים של שכונות פרברים. בבסיס השיטה עומדת ההנחה כי תגובת כל אגן היקוות לגשם עודף היא דומה. הבדלי התגובה נובעים בעיקרם מתכונות השטח - גודל, שיפוע אופי תכסית - ולא מהגשם העודף. עוצמת התגובה תלויה בנפח הגשם העודף. על כן לכל אגן היקוות בעלי מאפיינים פיזיים נתונים ניתן להגדיר הידרוגרף יחידה המתאר את תגובת האגן לגשם עודף בעובי  $D=1$  יחידה.

על מנת שניתן יהיה לאפיין את התגובה לכל עובי גשם נתון מכפילים את האורדינטה האנכית של ההידרוגרף בעובי הגשם בפועל. התוצאה היא תגובת האגן לגשם התכן. שימוש בהידרוגרף היחידה של שניידר מאפשר :

1. חישוב ערכו של הנגר העל קרקעי לכל עובי גשם, באמצעות הכפלת עקום התגובה בעובי הגשם (עקרון הלינאריות).



העודף 1  
בתכסית  
משוואת

משוואות העבודה של הידרוגרף שניידר מובאות להלן:

|                                                                                                                            |                                     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| באגנים קטנים עד 12 קמ"ר ניתן להניח<br>$T_p \approx T_c$                                                                    | $T_p = 0.7 T_c$<br>$T_b = 2.67 T_p$ |
| עבור אזורים עירוניים בעלי<br>מקדם תכסית אטומה הגבוה מ 0.5<br>$L, Lca$ – אורך ערוץ הזרימה, אורך הזרימה ממרכז<br>הכובד למוצא | $T_p = C_t * (L * Lca)^{0.3}$       |
| - ספיקת השיא לכל אירוע גשם שעוביו 1 מ"מ QP<br>- מקדם המתאר את התכסית האטומה 1.8-2.3 Ct                                     | $Q_p = C_p * A / T_p$               |
|                                                                                                                            | A גודל השטח בקמ"ר,                  |

#### 4.4 ספיקות התכן

בשלב זה – התכנון המוקדם – נעשה חישוב לספיקת התכן בתעלת הניקוז הדרומית כיוון שעל זו להיות משולבת בתוכנית האדריכלית.

מאחר ועיקר כמות הנגר הצפויה לתעלת הניקוז הדרומית מקורה בשטח אגן ההיקווולת שמחוץ לתחום הקו הכחול, נעשו התחשיבים עבור 2 מצבים:

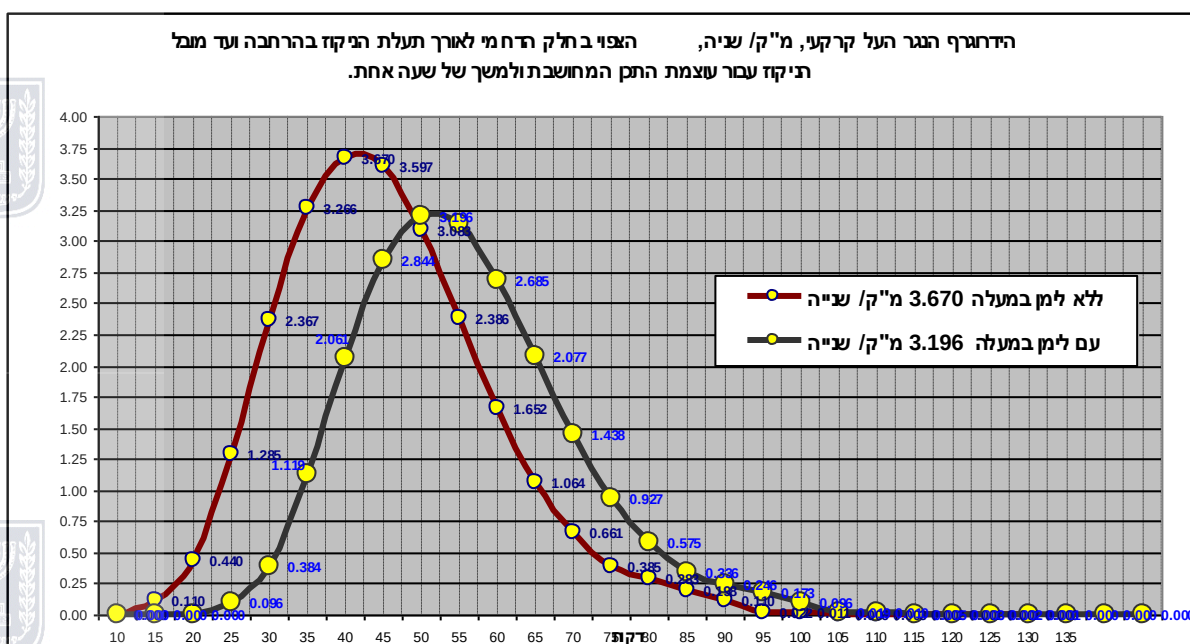
א. כאשר מלוא הנגר הגולמי מדרום מגיע אל כביש הביטחון, חוצה את מעביר המים בכביש חזרם

בתעלת הניקוז עד למובל הניקוז הסגור בחציית סובת התנועה של מרכז החינוך.

ב. כאשר הנגר הגולמי המגיע מדרום מוזרם תחילה לאגן "לימן" לצורכי איגום וויסות ורק עודפי המים מוזרמים את מעביר המים בכביש הביטחון ותעלת הניקוז החדשה.

הידרוגרף הנגר העל קרעי בחלק ה"לשון" הדרומית מופיע באיור המצ"ב

איור 6 הידרוגרף הנגר העל קרעי לאזור הלשון הדרומית, בחלופה עם וללא לימן ממזרח לדרך הביטחון



## 5. עקרונות התכנון

### 5.1 הסדרת ערוצי הניקוז הקיימים

ערוץ הניקוז העיקרי אותו נדרש להסדיר הוא אחוז של ערוצי הניקוז הקיימים בחלק הדרומי והפניית מלא המים לתעלת ניקוז אחת, מוסדרת, החוצה את שטח ההרחבה.

מצ"ב תחשיבים הידראוליים למימדי התעלה הנדרשת:

ספיקת תכן: 3.670 מ"ק/שניה גולמי ללא מיתון במעלה, 3.196 מ"ק/שניה עם מיתון במעלה.

שיפוע אורכי של התעלה 1.5%. שפוע השטח גבוה מזה (כ 2%) אולם לצורך תכנון התעלה חושב שיפוע מתון יותר על מנת להשאיר מרחב תכנון למפלוני מים לאורך התעלה.

טבלה 6 ריכוז חישובים הידראוליים עבור תעלת הניקוז שמדרום .

| חישוב מפתח תעלת ניקוז ורום פני מים בתעלות הניקוז החוצה את מתחם הלשון הדרומית |                    |        |          | חישוב מפתח תעלת ניקוז ורום פני מים בתעלות הניקוז החוצה את מתחם הלשון הדרומית |                    |        |          |
|------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------|----------|------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------|----------|
| E                                                                            | D                  | C      |          | E                                                                            | D                  | C      |          |
| חישוב תעלת ניקוז עם תכנון של מתקן לימן במעלה                                 |                    |        |          | חישוב תעלת ניקוז ללא תכנון של מתקן לימן במעלה                                |                    |        |          |
| תעלות הניקוז המרכזית                                                         |                    |        |          | תעלות הניקוז המרכזית                                                         |                    |        |          |
| 1                                                                            | סעיף               | ערך    | יחידה    | 1                                                                            | סעיף               | ערך    | יחידה    |
| 2                                                                            | מאנינג             | 0.035  |          | 2                                                                            | מאנינג             | 0.035  |          |
| 3                                                                            | שפוע               | 0.015  | ללא      | 3                                                                            | שפוע               | 0.015  | ללא      |
| 4                                                                            | ספיקת התכן לניקוז  | 3.196  | מ"ק/שניה | 4                                                                            | ספיקת התכן לניקוז  | 3.670  | מ"ק/שניה |
| נתוני תכן לתעלה                                                              |                    |        |          | נתוני תכן לתעלה                                                              |                    |        |          |
| 5                                                                            | רוחב קרקעית        | 1.0    | מטר      | 5                                                                            | רוחב קרקעית        | 1.00   | מטר      |
| 6                                                                            | שיפוע דופן 1.... ל | 2      | מטר      | 6                                                                            | שיפוע דופן 1.... ל | 2      | מטר      |
| 7                                                                            | עומק מים מירבי     | 1.000  | מטר      | 7                                                                            | עומק מים מירבי     | 1.000  | מטר      |
|                                                                              | שטח חתך מירבי A    | 3.000  |          | 8                                                                            | שטח חתך מירבי A    | 3.000  | מ"ר      |
|                                                                              | היקף מורטב מירבי P | 5.472  |          | 9                                                                            | היקף מורטב מירבי P | 5.472  | מטר      |
| 8                                                                            | רדיוס הידראולי מלא | 0.548  |          | 10                                                                           | רדיוס הידראולי מלא | 0.548  |          |
| 9                                                                            | ספיקה במילוי מלא   | 7.032  | מ"ק/שניה | 11                                                                           | ספיקה במילוי מלא   | 7.032  | מ"ק/שניה |
| נתוני הזרימה וגובה פני המים בפועל                                            |                    |        |          | נתוני הזרימה וגובה פני המים בפועל                                            |                    |        |          |
| 10                                                                           | עומק מילוי בפועל   | 0.68   | מטר      | 11                                                                           | עומק מילוי בפועל   | 0.75   | מטר      |
|                                                                              | עומק תעלה לתכנון   | 1.18   | מטר      | 11                                                                           | עומק תעלה לתכנון   | 1.25   | מטר      |
|                                                                              | רוחב רצועת התעלה   | 5.72   | מטר      | 11                                                                           | רוחב רצועת התעלה   | 6.00   | מטר      |
| 11                                                                           | ספיקה בפועל        | 3.1960 | מטר      | 11                                                                           | ספיקה בפועל        | 3.6700 | מטר      |
| 12                                                                           | חשב v תיאורטי      | 1.99   | מ/שניה   | 11                                                                           | חשב v תיאורטי      | 1.96   | מ/שניה   |

סיכום התוצאות ביחס לגודלה של התעלה הנדרשת :

|                          |               |      |
|--------------------------|---------------|------|
| ❖ רוחב תחתית,            | מטר           | 1.0  |
| ❖ רוחב עליון (מיפתח),    | מטר           | 6.0  |
| ❖ שיפוע דופן תעלה, 1:N   |               | 1:2  |
| ❖ עומק כללי,             | מטר           | 1.25 |
| ❖ אופי חומר הציפוי לתעלה | בטון קל, צבוע |      |
| ❖ עומק מים מירבי לזרימה, | מטר           | 1.0  |
| ❖ עומק מים בזרימה בפועל, | מטר           | 0.75 |





|       |          |                       |
|-------|----------|-----------------------|
| 0.5   | מטר      | ❖ בלט מינימאלי,       |
| 1.96  | מ/שניה   | ❖ מהירות זרימה מחושבת |
| 7.032 | מ"ק/שניה | ❖ ספיקה מירבית בתעלה, |

## 5.2 מיתון נגר על קרקעי – בתחום שכונות ההרחבה

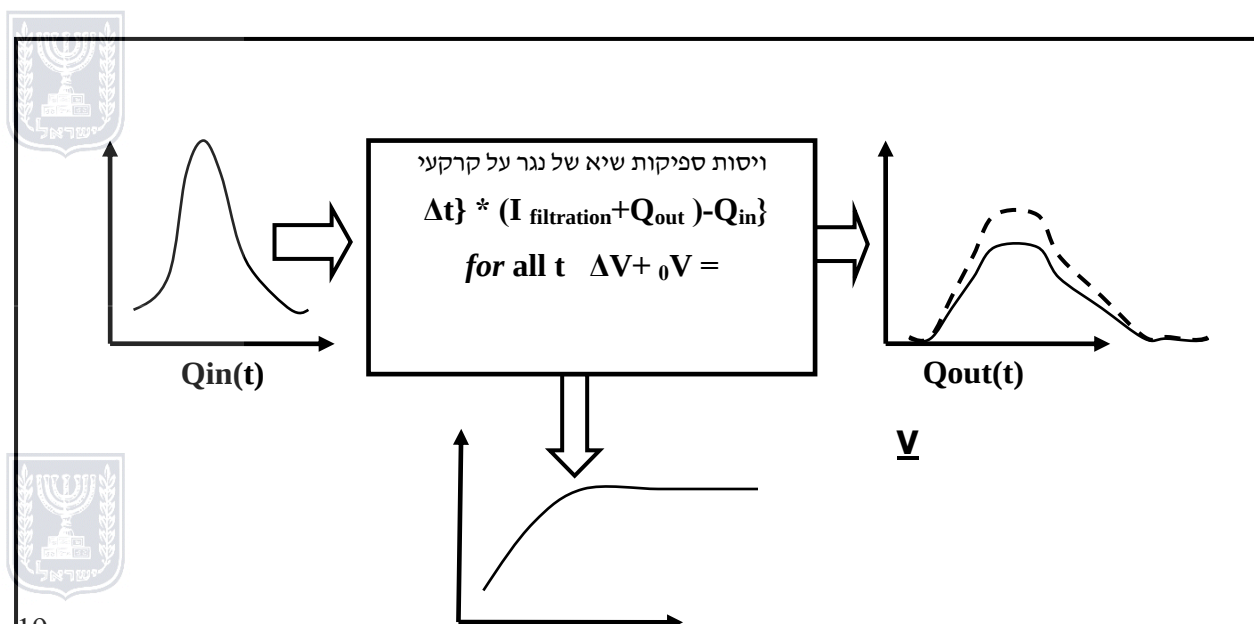
מיתון נגר על קרקעי מוכר כמנגנון לניהול נאות של מי הנגר וויסות ספיקות שיא. חלקם של האמצעים למיתון נגר קשור באופי פני השטח, חלקם במרקם פני השטח וחלקם בתכונות תת הקרקע.

על מנת ליישם עקרונות מיתון נגר על קרקעי נדרש:

1. השהיית הנגר העל קרקעי – ניצולם של שטחים פתוחים כך שיהיו בעלי יכולת "להחזיק" מים. פיתוח שכזה מאפשר לזרימות הנגר ליזרום אל מערכות התיעול הציבוריות בספיקות מתונות יותר ובעלות ערך שיא מוזן בזמן יחסית לספיקת הנגר הלא מופרעת. הזנה זו בזמן משמעותיות מבחינת מערכות הניקוז במורד: ללא ויסות נגר מתרכזות במורד כל תרומות המים בשעת שיא, ומערכות הניקוז נדרשות לקטרים וקיבולות גדולות יותר. הזנה מועד ספיקת השיא (באמצעות השהייה) אל מעבר לאירוע שיא הגשם, מאפשרת למערכת התיעול להוליך את ספיקות המים על פי זמן רחב יותר, והתנאים ההידראוליים משתפרים.

2. חידור מים לתת הקרקע – מנגנוני החידור מביאים לצמצום של נפח הנגר העל קרקעי. יחד עם זה ידוע כי כושר החלחול של בורות ההחדרה יורד עם הזמן כתוצאה מסתימת בורות החלחול בחומרים דקים. שטיפת בורות אלו בעייתית וממילא מחייבת שימוש במים יקרים. יחד עם זאת שילוב של מנגנוני חידור באמצעות ארובות החדרה וספיגת מים בקרקע – מנגנון יעיל ומתאים לקרקעות האופייניות באזור הר הנגב – יש בו כדי למנוע עודפי נגר מהמרחב הפרטי (בתים ומבנים) אל המרחב הציבורי (כבישים, שצפ"ים)

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





להלן מובאים העקרונות לשימור נגר על קרקעי בתוכנית תב"ע משאבי שדה.

### **מערכות ציבוריות:**

בתחום המערכות הציבוריות, בכפוף לתנאי השטח מוצע יישומם של המרכיבים הבאים:

1. חניות ומדרכות משולבות יבוצעו כך שאבנים משתלבות לא יהיו צמודות אחת לשניה אלא יכללו מרווח של כ-0.5-0.8 ס"מ. מטרתו של מרווח זה לא בחדור של מי הנגר אלא בעצירת הזרימה המהירה של המים אל המוצאים. יש להניח כי מנגנון זה יהיה דומיננטי בתחום השכונה החדשה עקב שיפועי הקרקע והכבישים הגבוהים. עצירה חלקית של זרימת המים והאטת הגעתם למוצאי הניקוז תביא "לגיהוץ" של ספיקות השיא ותמנע ממערכות הניקוז עומסים גבוהים בזמנים קצרים.
2. איי תנועה יפותחו כמשטחי קרקע מהם לא ניגרים מים אל מערכות הכבישים. יהיה צורך בפיתוח של איי תנועה כך שהגבהים באי מסתיים במפלס נמוך מזה של גב אבן השפה. אז, מי נגר, אם ייווצרו בתחום אי התנועה עקב סופה בעלת עוצמה גבוהה, לא יוכלו להגיע אל הכביש אלא יעצרו בגב אבן השפה. פתרון כזה, משולב באדריכלות נוף כולל הכשרת רצועה ברוחב של כ-0.5 מטר בשולי אי התנועה ובו שברי חרס אדומים. לשברי חרס אלו כושר קליטת מים גבוהה כך שבכל מקרה יספגו המים בשברים אלו ולא יזרמו אל הכביש.
3. פתרון דומה מוצע ליישם גם בתחום המדרכות – יש לשקול, כל עוד הדבר אפשרי מבחינת רוחב המדרכה, יישום של רצועה צרה 0.3-0.5 ובה שברי חרס על מנת למנוע ממדרכות השכונה להיות חלק ממערכת השטח האטום התורמת נגר אל מערכת הניקוז.
4. לבסוף – גינונים בתחום המדרכה, דוגמת ערוגות עצים וכדומה – יפותחו ללא אבן בליטה על מנת לאפשר למי נגר המדרכה זרימה אל הערוגה.

רק הכבישים יהיו תורמי נגר ישירות למערכת הניקוז. בכל יתר האלמנטים יותקנו מערכות מונעות זרימה של מי נגר. מחצרות הבתים יגיעו למערכת זרימות לאחר מיתון.

### **מערכות פנימיות, מגרשים פרטיים ומוסדות ציבור :**

1. מערכות מי הגשם המנקזות את מי הגגות והמרפסות (צמג"ים) יותבו למערכות תיעול נפרדות במגרשים. כל מערכת צנרת שכזו תסתיים בארובת חידור בשטח המגרש. על מנת למנוע הרטבה של שכבות הקרקע הקרובות ליסודות המבנה מוצע פרט עקרוני של "ארובות חלחול": מי הנגר ממערכת מרזבי המבנה יותבו לארובת החלחול. זו תכלול צינור עיוור באורך של כ-12 מטר כך שמי הנגר יחדרו ישירות לשכבות מוליכות מים בתת הקרקע ולא יגרמו לתפיחה או הרטבה של שכבות קרקע העלולות להשפיע על יציבות היסודות.
2. קביעה סופית של עומקי ההחדרה, על מנת למנוע נזק למבנים, יקבע בשלב התכנון המפורט כאשר יהיה בידי המתכנן דו"ח קרקע מלא, פירוט אופקי הקרקעות בחתך ומפלס מי תהום.
3. פרט עקרוני של ארובת חלחול המציג הולכת המים ישירות אל שכבות רוויות בתת הקרקע, ולא הרטבה בלתי מבוקרת של שכבות בייניים (בהן קיימת רטיבות נמוכה מרטיבות הרוויה, המשתנה על פי עונות השנה) מובאת במצ"ב.

4. הוראות הניקוז לתב"ע יהיו ברורות בכל הקשור למניעת נגר מהשטח המפותח במגרש ככל שהדבר ניתן, ולעידוד של מערכות החדרת מי גגות לתת הקרקע.
5. במגרשי בינוי פרטיים לא יבוצעו כלל מערכות ניקוז תת קרקעיות. ניהול הנגר המקומי יהיה באמצעים עיליים בלבד.

איור 7 – ארובת חלחול להחדרת מים לשכבות מוליכות – סכימת התקנה.

