

רשות ניקוז ונחלים קישון

מחלף סומך
כביש 70

חציית נחל סומך

איגום לריסון ספיקות השיא

עדכון 18/05/2009

תכנון הידרולוגי

מחלף סומך כביש 70
חציית נחל סומך – איגוס לריסון ספיקות השיא
תכנון הידרולוגי

| <u>עמוד</u> | <u>תוכן עניינים</u> |
|-------------|-----------------------------------|
| 4 | 1. מבוא. |
| 4 | 2. חומר רקע. |
| 5 | 3. המצב הקיים. |
| 5 | 4. תכנית מע"צ. |
| 5 | 5. הידרולוגיה. |
| 5 | 5.1 תאור האגן. |
| 6 | 5.2 נתונים הידרומטריים. |
| 6 | 5.3 נתוני גשם. |
| 6 | 5.4 ספיקות שיא וספיקות תכן. |
| 7 | 6. חישוב הילוכי הגאות. |
| 7 | 6.1 הידרוגרפים לתכנון. |
| 7 | 6.2 עקום רום-נפח-שטח. |
| 8 | 6.3 עקום רום- ספיקה במתקן היציאה. |
| 8 | 6.4 חישוב הילוך הגאות. |
| 10 | 7. סיכום והמלצות. |

רשימת טבלאות

| | |
|---|---|
| 6 | 1. ספיקות שיא צפויות בסקרים קודמים ובשיטות הערכה שונות. |
| 9 | 2. נתוני חישוב הילוכי גאויות בנחל סומך. |

רשימת נספחים

| | |
|----|--|
| 11 | 1. נתוני גשם. |
| 14 | 2. חישוב ספיקות שיא בשיטות שונות. |
| 16 | 3. הידרוגרפים לתכנון על-פי מודל TR20. |
| 18 | 4. עקום רום נפח שטח. |
| 19 | 5. פרופילים הידרוליים מחושבים. |
| 25 | 6. הילוכי גאויות מחושבים. |
| 34 | 7. מודל TR-20. |
| 39 | 8. פרט עקרוני למגלש חצי מעגלי בכניסה למעביר המים בכביש 70. |

רשימת תכניות

1. תנוחה קני"מ 5,000:1.
2. מפת סביבה על רקע תחומי ההתנקזות קני"מ 25,000:1.
3. פרט עקרוני, מגלש חצי מעגל קני"מ 100:1.

מחלף סומך כביש 70
חציית נחל סומך- איגום לריסון ספיקות השיא
תכנון הידרולוגי

1. מבוא

בכוונת רשות ניקוז ונחלים קישון לרסן את ספיקות השיא המגיעות למורד נחל סומך, לכיוון קרית אתא ותעלת ההגנה בהמשך הזרימה, על-מנת להקטין נזקי הצפה צפויים, באירועים נדירים בעיקר בקריית אתא.

מע"צ- החברה הלאומית לדרכים מתכננת להקים את מחלף סומך, ובין היתר קיימת תכנית להאריך מעביר מים קיים על נחל סומך במידות 1.50 X 2.0 מ', לכיוון המעלה.

ההארכה המתוכננת במידות 2.0 X 3.0 מ' בכניסה ובמידות 1.50 X 2.35 מ' בקטע האמצעי.

מטרת התכנון ההידרולוגי להציע מימדים במעביר המים על דרך השרות הצמודה ממזרח לכביש 70, וכן בקטע הארכה מתוכנן במעביר המים בכביש 70, על מנת ליצור ריסון משמעותי של ספיקות השיא המגיעות למורד נחל סומך.

2. רקע

חומר הרקע לדו"ח הנוכחי

- תכניות הכביש / משרד קרני מהנדסים, קנ"מ 250: 1.
- תכניות ניקוז הכביש / משרד אריק וינשטיין מהנדסים.
- שכבות מיפוי ותצלום אויר ונתוני מ"ג / הממ"ג הלאומי, 2004.
- מיפוי LIDAR / אופק צילומי אויר, 2005.
- תוכנה לחישוב פרופילים הידרוליים HEC-RAS / USCE Hydrologic Engineering Center, March, 2008.
- תוכנה לחישוב הידרוגרפים National Resources Conservation Service, Jan 2004-NRCS / TR20.
- הידרוגרפי תכן באגני שפרעם והילוכי גאויות במאגרים מוצעים/ רפי הלוי- נהרא, נובמבר 2005.
- סקר הידרולוגי דרך מספר 22, סקר מספר 015 / סטניסלב טאליסמן, אפריל 2007.
- הידרוגרפים לתכנון בנחל שפרעם ובנחל סומך / התחנה לחקר הסחף, אוקטובר 2005.

214000

215000

216000

217000

218000

219000

220000

746000

745000

744000

743000

742000

746000

745000

744000

743000

742000



רשות ניקוז ונחלים קישון מפת סביבה



1:25,000

תחום התנקזות סומך

R:\0_projects\kishon_d.a\114\gis\mxd_110409\giot_somikh_003.mxd

מקומי
קמ"ר 2.72

חנתון
קמ"ר 2.99

שפרעם
קמ"ר 2.29

אגן צומת סומך
קמ"ר 7.23

עפרות
קמ"ר 9.1

מקרא:

נחל

תחום התנקזות

מחלף מתוכנן

קוי רום

214000

215000

216000

217000

218000

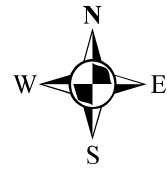
219000

220000

רשות ניקוז קישון



מפת גושים וחלקות
בשטח המיועד להצפה



1:5,000

R:\0_projects\kishon_d.a\114\gis\mxd\somech_inun_and_parcel.mxd

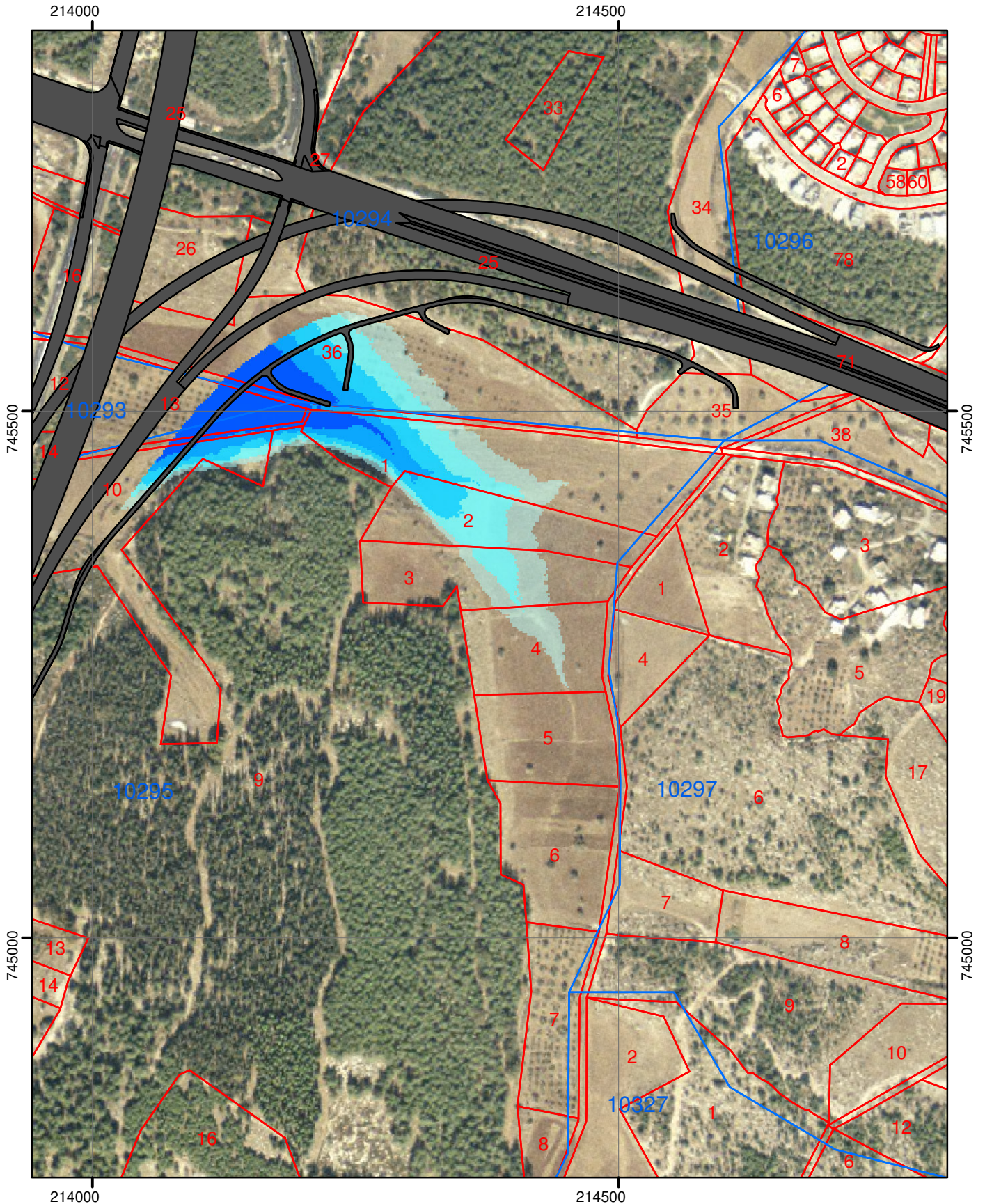
מקרא:

מחלף סומך המתוכנן

גושים

חלקות

מפלים הצפה ברום 70 מטר



3. תאור המצב הקיים

כביש 70 חוצה את אפיק נחל סומך בסוללה בגובה 20 מ'.
סוללה קיים מעביר מים במידות 2.0 X 1.5 מ'.
במורד כביש 70, נחל סומך זורם בוואדי רחב בהמשך הזרימה הערוץ נעשה עמוק יותר וברור לאורך כ-
3.5 ק"מ.
נחל סומך חוצה שלוש פעמים את רח' בגין בקריית אתא במעביר מים במידות כ- 3 X 2.0 X 1.8 מ'
ומגיע למעביר המים בכביש 781.
מעביר המים בכביש 781 בהמשך הזרימה במורד בנוי במידות 3 X 2.4 X 1.8 מ'.

4. תכנית מע"צ

מעביר המים הקיים באורך 90 מ', במידות 2.0 X 1.5 מ' יישאר על כנו ויוארך לכיוון המעלה. הקטע
המעלי באורך 70 מ', מתוכנן במידות 3.0 X 2.0 מ' (קטע הכניסה).
הקטע האמצעי מתוכנן במידות 2.35 X 1.50 מ' באורך 50 מ' (הקטע האמצעי מתחבר למעביר המים
הקיים במעלה).
מפלסי המים הצפויים בספיקות נתונות במעביר המים, במצב המתוכנן, מפורטים בפרופילים
ההידרוליים המחושבים בנספח 5.
מפלס כביש 70 המתוכנן המינימאלי בחתך 73.50 + .
מפלס הרמפה הדרום מזרחית המינימאלי בחתך 77.00 + .
מפלס הדרך החקלאית המינימאלי במעלה הכניסה למעביר המים 63.60 + (מעביר אירי).

5. הידרולוגיה

5.1 תאור האגן

נחל סומך הוא נחל הררי גבעי בשטח פתוח. כיסוי השטח הבנוי באגן זניח.
גודל האגן עד לצומת סומך כ- 7 קמ"ר.

חברות הקרקע :

- B2 26% - רנדזינה חומה על מדרונות מתונים עד תלולים יחסית (עד 20% שיפוע).
- B3 51% - רנדזינה חומה ורנדזינה בהירה על מדרונות תלולים (מעל 20% שיפוע).
- B6 23% - גרמוסול חום ורנדזינה חומה.

צומח טבעי, בעיקר בתה של סירה קוצנית מכסה את עיקר השטחים הפתוחים המהווים כ- 49%
משטח האגן. חורש נטוע (יער), בעיקר אורנים- מכסה כ- 24% משטח האגן.
שטחים מעובדים מכסים כ- 16% משטח האגן.
כ- 7% משטח האגן מכוסה על ידי מטעים.
דרכים מכסות כ- 4% משטח האגן, ומבנים כ- 1%.

5.2 נתונים הידרומטרים

אין נתונים הידרומטרים רלוונטיים בעלי תקופת תצפית משמעותית, פרט למספר אגנים בגליל המערבי.
 ספיקות שיא ידועות במרחב 2-3 מ"ק/שניה/קמ"ר באגנים בגודל דומה, במספר אגנים, נמדדו באירוע נדיר בינואר 2004 בגליל המערבי.

5.3 נתוני גשם

גשם יומי נמדד בתחנות שפרעם, הסוללים, תמרה, יודפת.
 עוצמות הגשם הצפויות בעונות המעבר, באירועים נדירים, גדולות בד"כ מעוצמות הגשם בחורף.
 נתוני גשם בתחנות שפרעם והסוללים מפורטים בנספח 1.
 ניתוח סטטיסטי והצגה גרפית של עוצמות הגשם בזמנים קצרים בתחנת הסוללים בנספח 1.

5.4 ספיקות שיא וספיקות תכן

בעבר נעשו מספר סקרים הידרולוגיים שנערכו עבור רשות ניקוז ונחלים קישון, וסקרים הידרולוגיים שנערכו עבור מע"צ.
 ספיקות השיא הצפויות באגן הנדון- נחל סומך, בשיטות הערכה שונות, מרוכזות בטבלה 1 להלן.
 פרוט נוסף בנספחים 2,3.

טבלה 1- ספיקות שיא צפויות על-פי סקרים קודמים ובשיטות הערכה שונות

| הערות | ספיקות שיא (מ"ק/שניה) | | | | | תאריך הנתון | מקור הנתון |
|---|-----------------------|------|------|------|------|--------------|---------------------|
| | 20% | 10% | 5% | 2% | 1% | | |
| אגן שפרעם דרומי כולל 11.7 קמ"ר. | | | | | 34.0 | נובמבר 2005 | רפי הלוי נהרא |
| קביעת הידרוגרף תכן בעל 3 גלים בהסתברות 1%. | | 8.0 | 12.0 | | 22.0 | אוקטובר 2005 | תחלי"ס |
| | | 6.0 | | 15.0 | | פברואר 2009 | אינג' אריק וינשטיין |
| | 4.4 | 7.9 | 12.0 | 17.6 | 22.4 | אפריל 2007 | מודל הידרומודול |
| מוצע להוסיף לספיקות מרווח בטחון בשיעור כ- 20%-30% | 2.7 | 4.6 | 6.9 | 10.1 | 12.8 | אפריל 2007 | מודל תחלי"ס II |
| העבודה הנוכחית TR-20 מצב רטיבות II | 0.3 | 1.0 | 3.2 | 8.7 | 17.5 | מאי 2009 | רפי הלוי נהרא |
| העבודה הנוכחית TR-20 מצב רטיבות III | 9.2 | 12.9 | 18.8 | 29.7 | 44.0 | מאי 2009 | רפי הלוי נהרא |

6. חישוב הילוכי הגאות

6.1 הידרוגרפים לתכנון

נבחנו שני סוגים של הידרוגרפים.

הראשון, הידרוגרף שנקבע בעבר על-ידי התחנה לחקר הסחף, המורכב משלושה גלי גאות. הסוג השני הידרוגרף שנקבע על-פי מודל TR-20 בהתאם לנתוני הטופוגרפיה, התכסית והגשם בשפרעם.

הידרוגרף התחנה לחקר הסחף

ההידרוגרף מתאים לתקופת חזרה 100:1 שנה, מורכב משלושה גלי גאות ושלושה שיאים

1. זמן לשיא 1 : 3.0 שעות – 8 מ"ק/שניה.

2. זמן לשיא 2 : 4.7 שעות – 22 מ"ק/שניה.

3. זמן לשיא 3 : 9.0 שעות – 12 מ"ק/שניה.

עובי הנגר הממוצע של האגן 74 מ"מ.

נפח גל גאות 0.52 מלמ"ק.

הידרוגרף על-פי מודל TR-20

נקבע על-פי הרצה של נתוני האגן במודל TR-20, כולל נתוני הטופוגרפיה והתכסית מתוך שכבות מידע של הממ"ג.

עובי סופת הגשם נקבע כ- 150 מ"מ בהסתברות 1%, וכ- 120 מ"מ בהסתברות 2%.

דגם הסופה נקבע בדומה לעבודות קודמות, על-פי דגם סופת זכרון יעקב משנת 2001, שנימשך כתשע שעות.

פרוט נוסף על מודל TR-20 ראה נספח 7.

בהתאם לנתוני התכסית מוערך כי נפח הנגר באגני שפרעם קטן יחסית.

נפחי ההידרוגרפים המחושבים בהסתברויות קטנות, במצב רטיבות II המקובל בדרך-כלל לתכנון,

קטנות מהערכות קודמות, לכן נבדקו גם הידרוגרפים על-פי מצב רטיבות III, שמתאים לאירוע גשם

נדיר מאוד שמתרחש לאחר גשם מצטבר חמישה ימים לפני האירוע, בשיעור גדול מ- 280 מ"מ.

נתוני ההידרוגרפים המחושבים מפורטים בטבלה 2 להלן.

6.2 עקום רום- נפח- שטח

הרמפה הדרום מזרחית המתוכננת תופסת חלק משמעותי משטח ההצפה עפ"י הטופוגרפיה הקיימת.

נפח ההצפה עד לסף הגלישה המתוכנן לאחר הקמת המחלף יהווה רק כמחצית מנפח ההצפה הקיים כיום.

העקום רום-נפח-שטח המחושב התבסס על המצב המתוכנן לאחר הקמת הרמפה הדרום מזרחית. עקום רום-נפח-שטח מפורט בנספח 4.

העקום רום-נפח-שטח חושב על-פי מודל גבהים שנמדד על-ידי "אופק צילומי אוויר" (LIDAR).

מפלס תחתית מעביר המים בכניסה 63.60 + מ' = I.L

במפלס המינימום בכביש 70 – 73.50 + מ'. האוגר הצפוי 360,000 מ"ק.

במפלס המינימום המתוכנן ברמפה הדרום-מזרחית – 77.00 + מ' האוגר הצפוי 650,000 מ"ק.

במפלס המוצע לגלישה מעל הדרך החקלאית 70.50 + מ' האוגר יהיה 125,000 מ"ק.

6.3 עקום רום – ספיקה במתקן היציאה

נקבעו חמש חלופות למתקן היציאה :

- מתקן היציאה (מעביר המים) המתוכנן במחלף סומך, מידות אפקטיביות 2.0 X 1.5 מ' בקטע המורדי, 2.35 X 1.50 מ' בקטע האמצעי, ו- 3.00 X 2.00 מ' בקטע המעגלי.
- תוספת מתקן כניסה במידות 2.0 X 1.0 מ'. בכניסה למעבר החקלאי המתוכנן ומגלש חרום חצי מעגל ממזרח לרמפה הדרום-מזרחית ברום גלישה 70.50 + מ'. ראה פרט עקרוני בנספח 8 (הגלישה מעל הדרך החקלאית).
- תוספת מתקן כניסה במידות 1.5 X 1.0 מ'. בכניסה למעבר החקלאי המתוכנן ומגלש חרום חצי מעגל ממזרח לרמפה הדרום-מזרחית ברום גלישה 70.50 + מ'.
- תוספת מתקן כניסה במידות 2.0 X 1.5 מ' בכניסה למעבר החקלאי המתוכנן, ומגלש חרום חצי מעגל ברום גלישה 70.50 + מ'.
- מתקן חצייה אחיד בכביש 70 במידות 2.0 X 1.5 מ', הארכת מעביר המים הקיים במידות הקיימות.

עקום רום ספיקה במתקן היציאה נקבע על-פי פרופיל הידרולי מפורט בהתאם למצב הקיים והמתוכנן. בחלופות השונות פרוט הפרופילים ההידרוליים ונתוני החישוב בנספח 5.

6.4 חישוב הילוך הגאות

חישוב הילוך הגאות באירוע החלופות ובהידרוגרפים שפורטו בסעיף 6.1 לעיל, בוצע בגיליון אלקטרוני ייעודי.

החישוב מתבסס על הידרוגרף הכניסה שפורט ב 6.1 לעיל, על עקום רום-נפח-שטח בשטח ההצפה שפורט ב- 6.2 לעיל, על עקום רום ספיקה במתקן היציאה מהמאגר (מעלה מעביר המים בכביש 70) שפורט בסעיף 6.3 לעיל.

חישוב הילוך הגאות היא למעשה חישוב השתנות מפלס המים בשטח ההצפה, בכל צעד זמן כתוצאה של מאזן בין ספיקת הכניסה, ספיקת היציאה והשתנות נפח המים בשטח ההצפה, בכל צעד זמן. פרוט נתוני החישוב ותוצאות החישוב בטבלה 2 להלן.

טבלה 2 – הילוך גאויות במעלה צומת סומד.

| רום | נפח איגום | ספיקת שיא | ספיקת שיא בכניסה | נפח הידרוגרף | תאור | מספר הרצה | הידרוגרף |
|---------------|------------|-----------------|------------------|--------------|---|-----------|------------------|
| מרבי מ' 67.78 | מ"ק 30,000 | מ"ק/שנייה 18.72 | מ"ק/שנייה 22.00 | מ"ק 525,000 | תכנית מע"צ מקורית. | Plan 03 | התחל"ס 1:100 |
| 68.48 | 46,000 | 17.29 | 22.00 | 525,000 | מובל אחיד פתח 2.0*1.5. | Plan 04 | התחל"ס |
| 68.82 | 57,000 | 15.88 | 22.00 | 525,000 | תכנית מע"צ מקורית בתוספת מעביר בודול 2.0*1.5. | Plan 10 | התחל"ס |
| 69.74 | 88,000 | 13.72 | 22.00 | 525,000 | תכנית מע"צ מקורית בתוספת מעביר בודול 2.0*1.0. | Plan 07 | התחל"ס |
| 67.80 | 31,000 | 10.78 | 17.50 | 165,000 | תכנית מע"צ מקורית בתוספת מעביר בודול 2.0*1.0. | Plan 07 | TR-20 רטיבות II |
| 71.19 | 163,000 | 19.82 | 44.00 | 455,000 | תכנית מע"צ מקורית בתוספת מעביר בודול 2.0*1.0. | Plan 07 | TR-20 רטיבות III |
| 70.53 | 126,000 | 11.13 | 22.00 | 525,000 | תכנית מע"צ מקורית בתוספת מעביר בודול 1.5*1.0. | Plan 11 | התחל"ס |
| 68.35 | 43,000 | 8.76 | 17.50 | 165,000 | תכנית מע"צ מקורית בתוספת מעביר בודול 1.5*1.0. | Plan 11 | TR-20 רטיבות II |
| 71.42 | 179,000 | 20.81 | 44.00 | 455,000 | תכנית מע"צ מקורית בתוספת מעביר בודול 1.5*1.0. | Plan 11 | TR-20 רטיבות III |

7. סיכום והמלצות

- א. נבחנו מספר הידרוגרפים בנחל סומך ומספר חלופות לחציית כביש 70. מוצע להתבסס על הידרוגרף התכן שנקבע על-ידי התחנה לחקר הסחף. מוצע להיצמד לתכנית מע"צ המקורית אך לשנות הדרך החקלאית כך שיתאפשר איגום משמעותי יותר לריסון ספיקות השיא במורד.
- ב. שינוי התכנון של הדרך החקלאית והוספת פתח במידות 2.0×1.0 מ' או פתח במידות 1.5×1.0 מ', יאפשרו שיפור משמעותי של ריסון ספיקות השיא במורד.
- ג. עבור תוספת מעביר בגודל 2.0×1.0 מ' בדרך החקלאית (הרצה 07) ספיקות השיא המירביות בתקופת חזרה 1:100 שנה במורד כביש 70 יהיו כ- 14 מ"ק/שניה, לעומת 22.0 מ"ק/שניה ובתקופת חזרה 1:50 שנה 12 מ"ק/שניה לעומת 17 מ"ק/שניה ללא וויסות.
- ד. עבור תוספת מעביר בגודל 1.5×1.0 מ' בדרך החקלאית (הרצה 11) ספיקות השיא המירביות בתקופת חזרה 1:100 שנה במורד כביש 70 יהיו כ- 11 מ"ק/שניה, לעומת 22.0 מ"ק/שניה ובתקופת חזרה 1:50 שנה 10 מ"ק/שניה לעומת 17 מ"ק/שניה ללא וויסות.
- ה. עפ"י התכנית, מתקן הכניסה המוצע משפר להערכתנו את הבטיחות ואת תפקוד סוללת הכביש באירועים קיצוניים.
- הרמת הדרך החקלאית ויצירת צידה (ברמה) במדרון של סוללת הכביש ישפר את יציבות הסוללה וכן ישפר את עבירות הדרך החקלאית בזרימות כלשהן בנחל סומך.

רפי הלוי

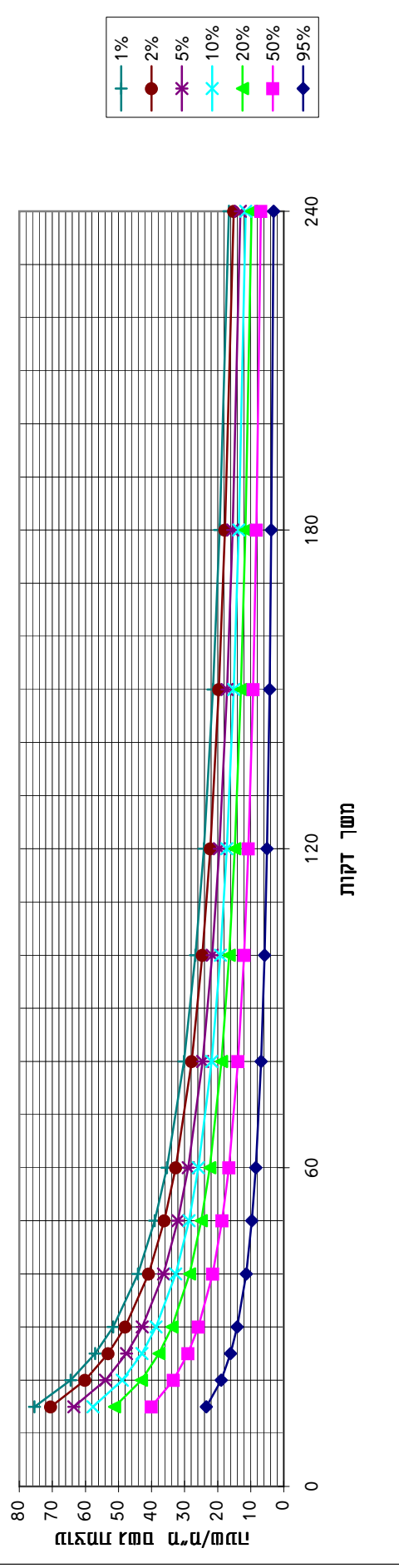
מאי 2009

נספח 1:

נתוני עוצמות גשם בתחנת הסוללים (מ"מ/שעה) 21 שנות תצפית

| | 240 | 180 | 150 | 120 | 100 | 80 | 60 | 50 | 40 | 30 | 25 | 20 | 15 | משך דקות |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----------|
| Max | 16 | 18 | 20 | 23 | 27 | 28 | 28 | 33 | 40 | 51 | 56 | 60 | 77 | |
| Average | 7.0 | 9.0 | 10.0 | 11.0 | 13.0 | 15.0 | 17.0 | 19.0 | 23.0 | 27.0 | 30.0 | 35.0 | 40.0 | |
| Cv | 0.43 | 0.42 | 0.43 | 0.40 | 0.41 | 0.37 | 0.33 | 0.32 | 0.32 | 0.33 | 0.33 | 0.32 | 0.33 | |
| 95% | 3.0 | 3.8 | 4.3 | 5.1 | 5.8 | 6.8 | 8.4 | 9.6 | 11.4 | 14.0 | 16.1 | 18.9 | 23.4 | |
| 50% | 6.9 | 8.3 | 9.3 | 10.7 | 12.0 | 13.8 | 16.6 | 18.7 | 21.5 | 25.8 | 29.0 | 33.4 | 40.1 | |
| 20% | 9.8 | 11.6 | 12.9 | 14.8 | 16.5 | 18.8 | 22.4 | 24.9 | 28.5 | 33.8 | 37.7 | 43.1 | 51.2 | |
| 10% | 11.5 | 13.6 | 15.2 | 17.3 | 19.2 | 21.8 | 25.8 | 28.7 | 32.7 | 38.6 | 42.9 | 48.8 | 57.7 | |
| 5% | 13.2 | 15.5 | 17.2 | 19.5 | 21.6 | 24.5 | 28.9 | 32.1 | 36.4 | 42.9 | 47.5 | 54.0 | 63.5 | |
| 2% | 15.1 | 17.7 | 19.6 | 22.2 | 24.6 | 27.8 | 32.7 | 36.1 | 40.9 | 48.0 | 53.1 | 60.1 | 70.5 | |
| 1% | 16.5 | 19.4 | 21.4 | 24.2 | 26.7 | 30.2 | 35.3 | 39.0 | 44.1 | 51.6 | 57.0 | 64.4 | 75.4 | |

נתוני עוצמות גשם הסוללים (מ"מ/שעה) 21 שנות תצפית



רפי הלוי - נהרא
הידרולוגיה, מפות הצפה, מתקנים הידרוליים וניקוז

נספח 1.1

שפרעם 213401

עובי גשם עונתי [מ"מ]

| שנה | חודשי | | | | | | | | | עונתי | | | |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|--------|-------|-------|-------|
| | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 9 | סה"כ | 10-11 | 12-2 | 3-4 |
| 1940/1941 | 15.2 | 66.0 | 83.5 | 67.8 | 95.7 | 76.5 | 7.4 | - | - | 412.1 | 81.2 | 247.0 | 83.9 |
| 1941/1942 | 8.7 | 4.6 | 203.7 | 89.9 | 52.2 | 41.6 | - | - | - | 400.7 | 13.3 | 345.8 | 41.6 |
| 1942/1943 | 101.0 | 108.8 | 19.9 | 253.2 | 76.5 | 120.1 | 32.3 | - | - | 711.8 | 209.8 | 349.6 | 152.4 |
| 1943/1944 | 1.8 | 4.7 | 103.5 | 255.3 | 66.1 | 54.8 | 8.8 | - | - | 495.0 | 6.5 | 424.9 | 63.6 |
| 1944/1945 | 10.0 | 132.1 | 149.1 | 124.0 | 158.8 | 60.0 | 20.6 | - | - | 654.6 | 142.1 | 431.9 | 80.6 |
| 1945/1946 | 4.0 | 117.0 | 143.3 | 33.8 | 153.3 | 59.0 | - | - | - | 510.4 | 121.0 | 330.4 | 59.0 |
| 1946/1947 | 3.9 | - | 81.4 | 182.7 | 14.7 | 24.7 | 26.5 | - | - | 333.9 | 3.9 | 278.8 | 51.2 |
| 1947/1948 | - | 53.1 | 43.3 | 74.1 | 192.0 | 150.4 | - | - | - | 512.9 | 53.1 | 309.4 | 150.4 |
| 1948/1949 | - | 91.0 | 135.0 | - | - | - | - | - | - | - | 91.0 | - | - |
| 1949/1950 | - | 13.6 | 262.8 | 137.6 | 108.4 | 45.2 | 6.3 | - | - | 573.9 | 13.6 | 508.8 | 51.5 |
| 1950/1951 | 44.4 | 51.7 | 29.8 | 85.8 | 82.2 | 29.9 | 28.4 | - | - | 352.2 | 96.1 | 197.8 | 58.3 |
| 1951/1952 | 67.2 | 53.2 | 281.0 | 85.7 | 105.7 | 65.4 | - | - | - | 658.2 | 120.4 | 472.4 | 65.4 |
| 1952/1953 | 8.5 | 34.6 | 100.8 | 161.2 | 152.0 | 120.9 | 11.2 | - | - | 589.2 | 43.1 | 414.0 | 132.1 |
| 1953/1954 | - | 159.7 | 134.3 | 139.9 | 156.1 | 32.0 | 39.3 | - | - | 661.3 | 159.7 | 430.3 | 71.3 |
| 1954/1955 | 1.8 | 71.1 | 134.1 | 2.9 | 61.0 | 55.0 | 17.0 | - | - | 342.9 | 72.9 | 198.0 | 72.0 |
| 1955/1956 | 7.5 | 159.2 | 206.4 | 168.2 | 52.6 | 71.1 | 14.1 | - | - | 679.1 | 166.7 | 427.2 | 85.2 |
| 1956/1957 | - | 15.7 | 91.2 | 99.9 | 88.6 | 117.6 | 17.0 | - | - | 430.0 | 15.7 | 279.7 | 134.6 |
| 1957/1958 | 3.2 | 86.6 | 141.8 | 191.9 | 9.9 | 8.3 | 5.5 | - | - | 447.2 | 89.8 | 343.6 | 13.8 |
| 1958/1959 | 7.7 | 22.1 | 75.1 | 100.3 | 105.9 | 36.0 | 15.9 | - | - | 363.0 | 29.8 | 281.3 | 51.9 |
| 1959/1960 | 13.4 | 45.3 | 9.4 | 118.2 | 32.7 | 79.3 | 11.1 | - | - | 309.4 | 58.7 | 160.3 | 90.4 |
| 1960/1961 | - | 60.7 | 23.1 | 82.7 | 172.2 | 6.7 | 35.4 | - | - | 380.8 | 60.7 | 278.0 | 42.1 |
| 1961/1962 | - | 43.4 | 190.4 | 154.6 | 48.6 | - | 12.0 | - | - | 449.0 | 43.4 | 393.6 | 12.0 |
| 1962/1963 | 15.6 | 2.4 | 139.5 | 107.3 | 71.3 | 61.3 | 49.6 | - | - | 447.0 | 18.0 | 318.1 | 110.9 |
| 1963/1964 | 38.3 | 54.4 | 140.8 | 76.5 | 160.1 | 85.8 | 18.5 | - | - | 574.4 | 92.7 | 377.4 | 104.3 |
| 1964/1965 | - | 230.2 | 95.2 | 154.2 | 57.7 | 33.5 | 41.1 | - | - | 611.9 | 230.2 | 307.1 | 74.6 |
| 1965/1966 | 38.7 | 7.8 | 70.1 | 160.3 | 85.0 | 54.9 | 2.5 | - | - | 419.3 | 46.5 | 315.4 | 57.4 |
| 1966/1967 | 52.5 | 14.1 | 195.1 | 131.4 | 99.4 | 134.5 | 8.8 | - | - | 635.8 | 66.6 | 425.9 | 143.3 |
| 1967/1968 | 8.3 | 81.6 | 88.5 | 156.7 | 27.1 | 16.5 | 14.2 | - | - | 392.9 | 89.9 | 272.3 | 30.7 |
| 1968/1969 | 26.5 | 106.5 | 262.3 | 404.2 | 19.2 | 81.2 | 16.0 | - | - | 915.9 | 133.0 | 685.7 | 97.2 |
| 1969/1970 | 52.1 | 60.7 | 64.5 | 155.3 | 54.1 | 105.1 | 16.4 | - | - | 508.2 | 112.8 | 273.9 | 121.5 |
| 1970/1971 | 19.3 | 38.7 | 101.8 | 123.4 | 205.1 | 26.3 | 117.6 | - | - | 632.2 | 58.0 | 430.3 | 143.9 |
| 1971/1972 | 14.4 | 46.3 | 178.2 | 109.0 | 99.5 | 133.3 | 32.8 | - | - | 613.5 | 60.7 | 386.7 | 166.1 |
| 1972/1973 | 3.4 | 33.0 | 60.3 | 127.4 | 16.8 | 87.1 | 30.8 | - | - | 358.8 | 36.4 | 204.5 | 117.9 |
| 1973/1974 | 20.3 | 118.0 | 34.8 | 284.2 | 61.4 | 37.8 | 36.6 | - | - | 593.1 | 138.3 | 380.4 | 74.4 |
| 1974/1975 | - | 46.8 | 213.3 | 89.5 | 181.5 | 33.0 | 6.0 | - | - | 570.1 | 46.8 | 484.3 | 39.0 |
| 1975/1976 | 25.0 | 50.0 | 190.5 | 83.0 | 128.5 | 82.0 | 34.0 | - | - | 593.0 | 75.0 | 402.0 | 116.0 |
| 1976/1977 | 49.0 | 197.5 | 98.5 | 181.5 | 59.0 | 127.5 | 101.5 | - | - | 814.5 | 246.5 | 339.0 | 229.0 |
| 1977/1978 | 81.0 | 11.0 | 297.0 | 127.5 | 54.0 | 69.0 | 14.0 | - | - | 653.5 | 92.0 | 478.5 | 83.0 |
| 1978/1979 | 49.0 | 12.5 | 171.0 | 81.5 | 46.0 | 76.0 | 8.0 | - | - | 444.0 | 61.5 | 298.5 | 84.0 |
| 1979/1980 | 47.5 | 86.0 | 235.5 | 188.0 | 197.0 | 75.0 | 39.0 | - | - | 868.0 | 133.5 | 620.5 | 114.0 |
| 1980/1981 | 48.0 | 2.0 | 177.0 | 270.5 | 98.5 | 81.0 | 33.0 | - | - | 710.0 | 50.0 | 546.0 | 114.0 |
| 1981/1982 | 12.5 | 101.0 | 24.0 | 75.0 | 174.0 | 91.0 | 2.0 | - | - | 479.5 | 113.5 | 273.0 | 93.0 |
| 1982/1983 | 1.0 | 132.0 | 180.0 | 159.5 | 148.0 | 91.0 | 20.0 | - | - | 731.5 | 133.0 | 487.5 | 111.0 |
| 1983/1984 | 3.0 | 129.0 | 40.0 | 127.0 | 73.0 | 138.0 | 84.0 | - | - | 594.0 | 132.0 | 240.0 | 222.0 |
| 1984/1985 | 27.0 | 54.0 | 142.0 | 85.0 | 196.0 | 8.0 | 92.0 | - | - | 604.0 | 81.0 | 423.0 | 100.0 |
| 1985/1986 | 31.0 | 22.0 | 124.0 | 88.0 | 105.0 | 25.0 | 1.0 | 29.0 | - | 425.0 | 53.0 | 317.0 | 26.0 |
| 1986/1987 | 36.0 | 290.0 | 165.0 | 123.0 | 34.0 | 104.0 | 15.0 | - | - | 767.0 | 326.0 | 322.0 | 119.0 |
| 1987/1988 | 17.0 | 22.0 | 204.0 | 158.0 | 197.0 | 73.0 | 14.0 | - | - | 685.0 | 39.0 | 559.0 | 87.0 |
| 1988/1989 | 13.0 | 71.0 | 135.0 | 77.0 | 73.0 | 115.0 | - | - | - | 484.0 | 84.0 | 285.0 | 115.0 |
| 1989/1990 | 48.0 | 104.0 | 109.0 | 94.0 | 160.0 | 90.0 | 31.6 | - | - | 636.6 | 152.0 | 363.0 | 121.6 |
| 1990/1991 | 14.0 | 23.0 | 21.0 | 175.0 | 77.0 | 142.0 | 40.0 | - | - | 492.0 | 37.0 | 273.0 | 182.0 |
| 1991/1992 | 6.0 | 212.0 | 347.0 | 189.0 | 305.0 | 35.0 | - | - | - | 1094.0 | 218.0 | 841.0 | 35.0 |
| 1992/1993 | - | 77.0 | 204.4 | 130.2 | 88.7 | 39.8 | - | - | - | 540.1 | 77.0 | 423.3 | 39.8 |
| 1993/1994 | - | 26.0 | 9.9 | 141.5 | 97.3 | 83.0 | 2.8 | - | - | 360.5 | 26.0 | 248.7 | 85.8 |
| 1994/1995 | 31.2 | 193.7 | 198.4 | 33.5 | 134.1 | 20.0 | 29.4 | - | - | 640.3 | 224.9 | 366.0 | 49.4 |
| 1995/1996 | - | 82.8 | 27.5 | 263.7 | 33.6 | 117.8 | 31.3 | - | - | 556.7 | 82.8 | 324.8 | 149.1 |
| 1996/1997 | 76.9 | 17.7 | 113.4 | 110.4 | 151.5 | 92.4 | 19.5 | - | 7.0 | 588.8 | 94.6 | 375.4 | 111.9 |
| 1997/1998 | - | 76.0 | 117.5 | 154.9 | 62.6 | 104.5 | 47.7 | 5.7 | 1.5 | 570.4 | 76.0 | 335.0 | 152.2 |
| 1998/1999 | - | 8.4 | 102.9 | 111.9 | 25.9 | 41.3 | 31.5 | - | 2.0 | 323.9 | 8.4 | 240.7 | 72.8 |
| 1999/2000 | - | - | - | 320.0 | 98.3 | - | - | - | 1.4 | - | - | - | - |
| 2000/2001 | 61.1 | 73.3 | 114.2 | 133.5 | 108.0 | 36.2 | 3.5 | 27.6 | - | 557.4 | 134.3 | 355.7 | 39.7 |
| 2001/2002 | 39.8 | 106.3 | 247.0 | 182.2 | 82.8 | 94.7 | 49.4 | 4.8 | - | 807.0 | 146.1 | 511.9 | 144.1 |
| ממוצע | 27.8 | 73.6 | 132.5 | 140.2 | 100.5 | 71.1 | 27.2 | 16.8 | 3.0 | 559.4 | 93.8 | 370.2 | 94.0 |
| סטיות תקן | 24.1 | 62.1 | 78.0 | 70.7 | 59.7 | 38.1 | 24.7 | 13.3 | 2.7 | 158.1 | 66.0 | 121.6 | 47.3 |
| מקדם שונות | 0.87 | 0.84 | 0.59 | 0.50 | 0.59 | 0.54 | 0.91 | 0.79 | 0.90 | 0.28 | 0.70 | 0.33 | 0.50 |
| מקדם אסימטריה | 1.05 | 1.34 | 0.45 | 1.30 | 0.84 | 0.21 | 1.95 | 0.01 | 1.95 | 0.78 | 1.20 | 1.32 | 0.63 |
| אחוזון 95% | 2.2 | 4.7 | 21.0 | 67.8 | 19.2 | 15.7 | 2.7 | 5.0 | 1.4 | 342.5 | 13.3 | 204.2 | 30.5 |
| חציון | 19.3 | 57.6 | 134.1 | 127.5 | 88.7 | 73.0 | 19.5 | 16.7 | 1.8 | 570.3 | 81.2 | 347.7 | 86.4 |
| אחוזון 5% | 75.0 | 199.7 | 264.6 | 271.9 | 197.0 | 135.2 | 87.6 | 28.8 | 6.3 | 822.5 | 225.4 | 568.2 | 168.5 |

רפי הלוי - נהרא
הידרולוגיה, מפות הצפה, מתקנים הידרוליים וניקוז

נספח 1.1

| הסוללים 213901 | | עובי גשם עונתי [מ"מ] | | | | | | | | | עונתי | | | |
|----------------|---------------|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|--------|-------|-------|-------|
| גשם מ"מ | שנה | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 9 | סה"כ | 10-11 | 12-2 | 3-4 |
| - | 1949/1950 | - | 4.3 | 203.9 | 190.7 | 116.2 | 62.0 | 13.4 | - | - | 590.6 | 4.3 | 510.8 | 75.5 |
| - | 1950/1951 | - | - | 16.5 | 65.4 | 80.0 | 30.8 | 21.6 | - | 1.1 | 215.4 | - | 161.9 | 52.4 |
| 34.3 | 1951/1952 | 34.3 | 53.5 | 223.5 | 82.8 | 105.3 | 62.8 | 1.9 | - | - | 564.1 | 87.8 | 411.6 | 64.7 |
| 12.1 | 1952/1953 | 12.1 | 30.7 | 89.4 | 146.0 | 101.7 | 121.5 | 16.4 | - | - | 517.8 | 42.8 | 337.1 | 137.9 |
| - | 1953/1954 | - | 141.0 | 68.8 | 142.9 | 181.4 | 17.7 | - | - | - | 551.8 | 141.0 | 393.1 | 17.7 |
| - | 1954/1955 | - | 52.7 | 162.7 | 2.0 | 35.3 | 68.4 | 7.9 | 7.0 | - | 336.0 | 52.7 | 200.0 | 76.3 |
| 8.2 | 1955/1956 | 8.2 | 107.0 | 240.2 | 124.9 | 29.1 | 47.1 | 2.0 | 12.4 | - | 570.9 | 115.2 | 394.2 | 49.1 |
| - | 1956/1957 | - | 21.5 | 130.4 | 136.3 | 81.4 | 120.8 | 29.4 | 6.0 | - | 525.8 | 21.5 | 348.1 | 150.2 |
| 17.5 | 1957/1958 | 17.5 | 69.8 | 202.8 | 217.2 | 10.8 | 16.1 | - | - | 1.2 | 535.4 | 87.3 | 430.8 | 16.1 |
| 1.7 | 1958/1959 | 1.7 | 13.1 | 97.8 | 138.7 | 127.8 | 37.7 | 9.6 | 13.5 | 39.4 | 479.3 | 14.8 | 364.3 | 47.3 |
| 7.3 | 1959/1960 | 7.3 | 27.6 | 17.5 | 180.8 | 40.7 | 105.9 | 22.4 | - | - | 402.3 | 34.9 | 239.0 | 128.3 |
| - | 1960/1961 | - | 90.3 | 46.3 | 107.1 | 234.2 | 9.1 | 42.6 | 21.8 | 11.3 | 562.8 | 90.3 | 387.6 | 51.7 |
| 3.3 | 1961/1962 | 3.3 | 65.6 | 235.5 | 151.6 | 103.5 | 1.0 | 8.5 | 26.3 | - | 595.3 | 68.9 | 490.6 | 9.5 |
| 12.7 | 1962/1963 | 12.7 | 8.0 | 196.0 | 102.5 | 87.5 | 75.0 | 62.7 | - | - | 544.4 | 20.7 | 386.0 | 137.7 |
| 40.6 | 1963/1964 | 40.6 | 43.0 | 131.8 | 70.8 | 207.8 | 107.4 | - | - | - | 601.4 | 83.6 | 410.4 | 107.4 |
| - | 1964/1965 | - | 271.9 | 98.3 | 164.7 | 72.2 | 51.4 | 46.0 | - | - | 704.5 | 271.9 | 335.2 | 97.4 |
| 47.2 | 1965/1966 | 47.2 | 8.5 | 95.6 | 202.0 | 66.2 | 62.0 | - | - | - | 481.5 | 55.7 | 363.8 | 62.0 |
| 66.4 | 1966/1967 | 66.4 | 17.2 | 198.3 | 159.0 | 93.9 | 115.6 | 6.0 | 8.7 | - | 665.1 | 83.6 | 451.2 | 121.6 |
| 25.3 | 1967/1968 | 25.3 | 75.9 | 88.6 | 162.5 | 33.5 | 22.1 | 7.8 | - | - | 415.7 | 101.2 | 284.6 | 29.9 |
| 19.4 | 1968/1969 | 19.4 | 92.8 | 228.3 | 329.8 | 14.1 | 89.7 | 25.4 | - | 3.1 | 802.6 | 112.2 | 572.2 | 115.1 |
| 71.5 | 1969/1970 | 71.5 | 52.9 | 99.6 | 172.0 | 46.9 | 135.1 | 24.8 | 5.7 | - | 608.5 | 124.4 | 318.5 | 159.9 |
| 10.8 | 1970/1971 | 10.8 | 51.7 | 93.6 | 120.7 | 198.0 | 60.7 | 132.7 | - | - | 668.2 | 62.5 | 412.3 | 193.4 |
| 15.7 | 1971/1972 | 15.7 | 36.5 | 189.9 | 108.8 | 95.8 | 95.1 | 55.1 | - | - | 596.9 | 52.2 | 394.5 | 150.2 |
| 9.8 | 1972/1973 | 9.8 | 24.2 | 58.2 | 127.4 | 13.8 | 87.6 | 20.7 | - | - | 341.7 | 34.0 | 199.4 | 108.3 |
| 10.0 | 1973/1974 | 10.0 | 142.8 | 31.1 | 253.6 | 51.0 | 91.9 | 58.6 | - | - | 639.0 | 152.8 | 335.7 | 150.5 |
| - | 1974/1975 | - | 73.9 | 208.0 | 88.1 | 153.9 | 37.6 | 3.4 | - | - | 564.9 | 73.9 | 450.0 | 41.0 |
| 8.6 | 1975/1976 | 8.6 | 38.8 | 180.3 | 82.6 | 109.4 | 86.0 | 43.5 | - | - | 549.2 | 47.4 | 372.3 | 129.5 |
| 19.1 | 1976/1977 | 19.1 | 200.7 | 69.0 | 116.3 | 62.1 | 102.4 | 95.6 | 4.0 | 2.4 | 671.6 | 219.8 | 247.4 | 198.0 |
| 75.8 | 1977/1978 | 75.8 | 6.8 | 269.7 | 126.3 | 57.7 | 85.7 | 10.0 | - | - | 632.0 | 82.6 | 453.7 | 95.7 |
| 50.4 | 1978/1979 | 50.4 | 14.4 | 128.3 | 53.5 | 51.8 | 99.2 | 8.7 | 4.1 | - | 410.4 | 64.8 | 233.6 | 107.9 |
| 39.5 | 1979/1980 | 39.5 | 96.7 | 214.4 | 164.4 | 126.8 | 97.5 | 52.6 | - | - | 791.9 | 136.2 | 505.6 | 150.1 |
| 47.3 | 1980/1981 | 47.3 | 3.0 | 144.8 | 238.7 | 109.4 | 72.7 | 13.8 | - | - | 629.7 | 50.3 | 492.9 | 86.5 |
| 1.4 | 1981/1982 | 1.4 | 80.1 | 29.8 | 53.0 | 113.0 | 98.1 | 7.2 | 4.4 | - | 387.0 | 81.5 | 195.8 | 105.3 |
| - | 1982/1983 | - | 104.5 | 164.6 | 155.4 | 158.3 | 83.4 | 10.1 | 19.6 | - | 695.9 | 104.5 | 478.3 | 93.5 |
| 1.2 | 1983/1984 | 1.2 | 195.3 | 29.0 | 110.0 | 38.9 | 91.4 | 70.4 | - | - | 536.2 | 196.5 | 177.9 | 161.8 |
| 35.6 | 1984/1985 | 35.6 | 40.6 | 106.8 | 86.3 | 215.4 | 6.6 | 93.5 | - | - | 584.8 | 76.2 | 408.5 | 100.1 |
| - | 1985/1986 | - | 21.2 | 99.5 | 95.5 | 97.6 | 16.9 | 25.3 | 24.7 | - | 380.7 | 21.2 | 292.6 | 42.2 |
| 61.2 | 1986/1987 | 61.2 | 235.3 | 129.4 | 96.4 | 38.7 | 109.2 | 2.6 | - | - | 672.8 | 296.5 | 264.5 | 111.8 |
| 12.9 | 1987/1988 | 12.9 | 46.8 | 257.2 | 135.7 | 188.5 | 89.5 | 7.7 | - | - | 738.3 | 59.7 | 581.4 | 97.2 |
| 8.6 | 1988/1989 | 8.6 | 48.1 | 159.7 | 56.6 | 46.2 | 77.3 | - | 3.0 | - | 399.5 | 56.7 | 262.5 | 77.3 |
| 53.0 | 1989/1990 | 53.0 | 93.8 | 83.6 | 137.6 | 107.3 | 64.5 | 45.5 | - | - | 585.3 | 146.8 | 328.5 | 110.0 |
| 17.3 | 1990/1991 | 17.3 | 15.8 | 21.1 | 158.1 | 57.3 | 124.9 | 28.3 | 1.4 | - | 424.2 | 33.1 | 236.5 | 153.2 |
| 3.6 | 1991/1992 | 3.6 | 184.6 | 327.5 | 217.6 | 291.3 | 41.8 | 6.4 | 2.2 | - | 1075.0 | 188.2 | 836.4 | 48.2 |
| - | 1992/1993 | - | 92.6 | 237.5 | 127.8 | 70.6 | 37.4 | - | 32.7 | - | 598.6 | 92.6 | 435.9 | 37.4 |
| 16.0 | 1993/1994 | 16.0 | 12.3 | 10.4 | 140.0 | 100.7 | 73.6 | 2.4 | - | - | 355.4 | 28.3 | 251.1 | 76.0 |
| 19.0 | 1994/1995 | 19.0 | 236.7 | 186.8 | 43.5 | 148.3 | 20.5 | 25.3 | 3.5 | - | 683.6 | 255.7 | 378.6 | 45.8 |
| - | 1995/1996 | - | 92.2 | 34.7 | 213.1 | 36.3 | 122.6 | 21.9 | - | 1.3 | 522.1 | 92.2 | 284.1 | 144.5 |
| 54.0 | 1996/1997 | 54.0 | 33.0 | - | - | - | 71.2 | - | - | 6.5 | - | 87.0 | - | 71.2 |
| 23.5 | 1997/1998 | 23.5 | 66.0 | 150.8 | 153.8 | 86.8 | 99.9 | - | - | 10.5 | 591.3 | 89.5 | 391.4 | 99.9 |
| 1.3 | 1998/1999 | 1.3 | 8.1 | 131.5 | 97.2 | 27.1 | 45.6 | 29.0 | - | - | 339.8 | 9.4 | 255.8 | 74.6 |
| 2.0 | 1999/2000 | 2.0 | 21.7 | 64.6 | 323.8 | 105.6 | 60.1 | 4.0 | - | - | 581.8 | 23.7 | 494.0 | 64.1 |
| 69.2 | 2000/2001 | 69.2 | 41.0 | 112.1 | 87.4 | 96.0 | 23.5 | - | 57.0 | - | 486.2 | 110.2 | 295.5 | 23.5 |
| 8.1 | 2001/2002 | 8.1 | 88.2 | 171.2 | 199.4 | 49.3 | 76.8 | 45.0 | 1.7 | - | 639.7 | 96.3 | 419.9 | 121.8 |
| 25.4 | מוצע | 25.4 | 71.1 | 134.0 | 138.8 | 95.6 | 70.0 | 28.8 | 13.0 | 8.5 | 558.6 | 91.1 | 368.4 | 93.9 |
| 22.5 | סטיית תקן | 22.5 | 65.5 | 77.0 | 64.6 | 61.4 | 35.2 | 28.7 | 14.0 | 12.2 | 143.6 | 65.9 | 122.0 | 46.4 |
| 0.88 | מקדם שונות | 0.88 | 0.92 | 0.57 | 0.47 | 0.64 | 0.50 | 1.00 | 1.08 | 1.43 | 0.26 | 0.72 | 0.33 | 0.49 |
| 0.87 | מקדם אסימטריה | 0.87 | 1.46 | 0.25 | 0.82 | 1.08 | -0.23 | 1.72 | 1.89 | 2.45 | 0.53 | 1.40 | 1.00 | 0.17 |
| 1.4 | אחוזון 95% | 1.4 | 7.5 | 19.5 | 53.3 | 21.3 | 13.3 | 2.4 | 1.7 | 1.1 | 340.8 | 18.0 | 197.8 | 21.2 |
| 17.3 | תציון | 17.3 | 52.2 | 129.9 | 136.0 | 90.7 | 73.6 | 21.7 | 6.5 | 3.1 | 567.9 | 83.1 | 375.5 | 97.2 |
| 69.2 | אחוזון 5% | 69.2 | 218.0 | 249.6 | 246.9 | 212.0 | 122.1 | 92.3 | 33.9 | 29.6 | 767.8 | 237.8 | 542.2 | 160.9 |

נספח 2.1 - חישוב ספיקות שיא עפ"י מודל הידרומודול .

| | | |
|---------------------------|--|----------------|
| אגן נחל קישון והר כרמל 2. | | אזור הידרולוגי |
| נחל סומך - מחלף סומך | | שם הנחל |
| | | נ.צ. |
| | | שטח אגן (קמ"ר) |
| | | 7.2 |

| קוונטילים (מ"ק/שניה) | | | שטח קבוצת הקרקות (קמ"ר) | קבוצת הקרקות |
|----------------------|-----|------|----------------------------|-----------------|
| 95% | 50% | 5% | | |
| | | | | כרמל-A,B,C |
| 0.16 | 0.9 | 11.9 | 7.2 | קישון-A,B,C |
| | | | | H |

| פרמטרים סטטיסטיים של ספיקות השיא בקבוצת הקרקעות | | | | | קבוצת הקרקות |
|---|------|-----|------|-------|-----------------|
| Cs | Cv | Avg | STD | S | |
| | | | | | כרמל-A,B,C |
| 3.30 | 1.65 | 2.9 | 4.71 | 0.871 | קישון-A,B,C |
| | | | | | H |

| ספיקת השיא מ"ק/שניה | הסתברות |
|------------------------|---------|
| 22.4 | 1% |
| 17.6 | 2% |
| 15.4 | 3% |
| 12.0 | 5% |
| 7.9 | 10% |
| 4.4 | 20% |
| 2.7 | 30% |
| 1.6 | 40% |
| 0.9 | 50% |
| 0.5 | 60% |
| 0.22 | 70% |
| 0.1 | 80% |
| 0.0 | 90% |
| 0.0 | 95% |
| 0.0 | 99% |

מודל תחל"ס 2

פוחת ותוכנת ע"י רמי גרתי

התאמה ל-Windows ע"י גטקר קונסטנטין (מ.ע.צ.)

| שם הנחל | | סומך_70 | |
|-----------------------------|--|-------------------|------|
| קואורדינטות של נקודת החישוב | | מזרך | צפון |
| אזור הידרולוגי | | 6. אגני נחל קישון | |
| שטח האגן היקוות (קמ"ר) | | 6.9 | |
| אורך האפיק הראשי (ק"מ) | | 6.4 | |
| שיפוע אפיק הראשי | | 0.023 | |
| זמן ריכוז (דקות) | | 89 | |
| מס' חבורות הקרקע | | | |

| | | | |
|-----|----|--|--|
| 187 | H2 | | |
| 75 | H1 | | |

שטח חבורות הקרקע ב-% משטח אגן

| סימול ח"ק | שטח % |
|-----------|-------|
| B2 | 25.9 |
| B3 | 50.6 |
| B6 | 23.5 |
| | |
| | |
| ס"ה % | 100 |

| | |
|--------|-------------|
| 0.1906 | Cmax |
| 0.09 | C(20%) |
| 16.5 | גשם ממ'/שעה |

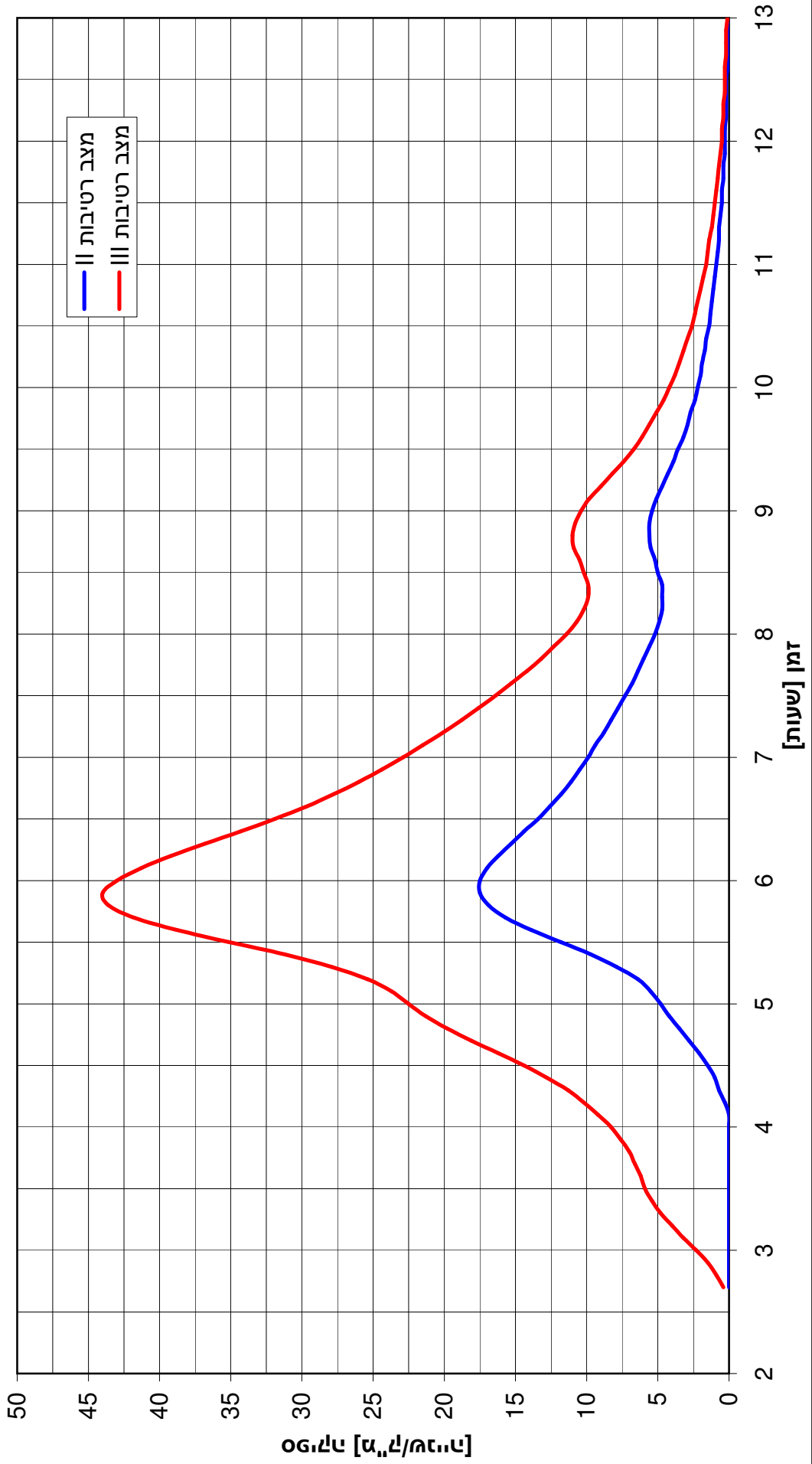
| הסתברות (%) | מרווח הוודאות | ספיקת השיא מ"ק/שניה |
|-------------|---------------|---------------------|
| 20 | ± 0.5 | 2.7 |
| 10 | ± 0.9 | 4.6 |
| 5 | ± 1.4 | 6.9 |
| 3 | ± 2 | 8.9 |
| 2 | ± 2.5 | 10.1 |
| 1 | ± 3.5 | 12.8 |

ספיקות השיא הסתברותיות הותאמו לפילוג פירסון דגם 3

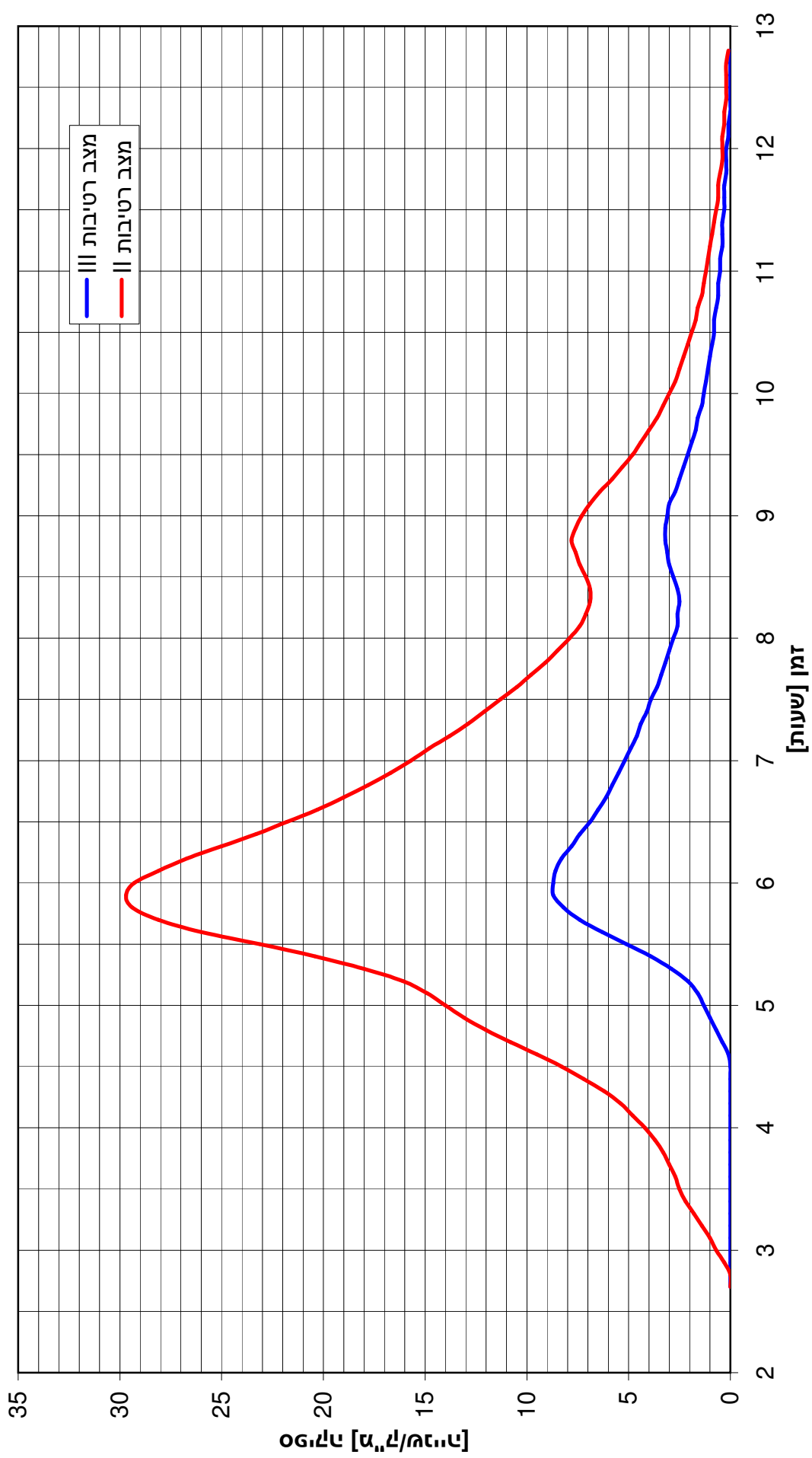
תאריך נתוח אגן היקוות וחישוב ספיקות השיא: 27/02/2007

חתימת המבצע חישוב:

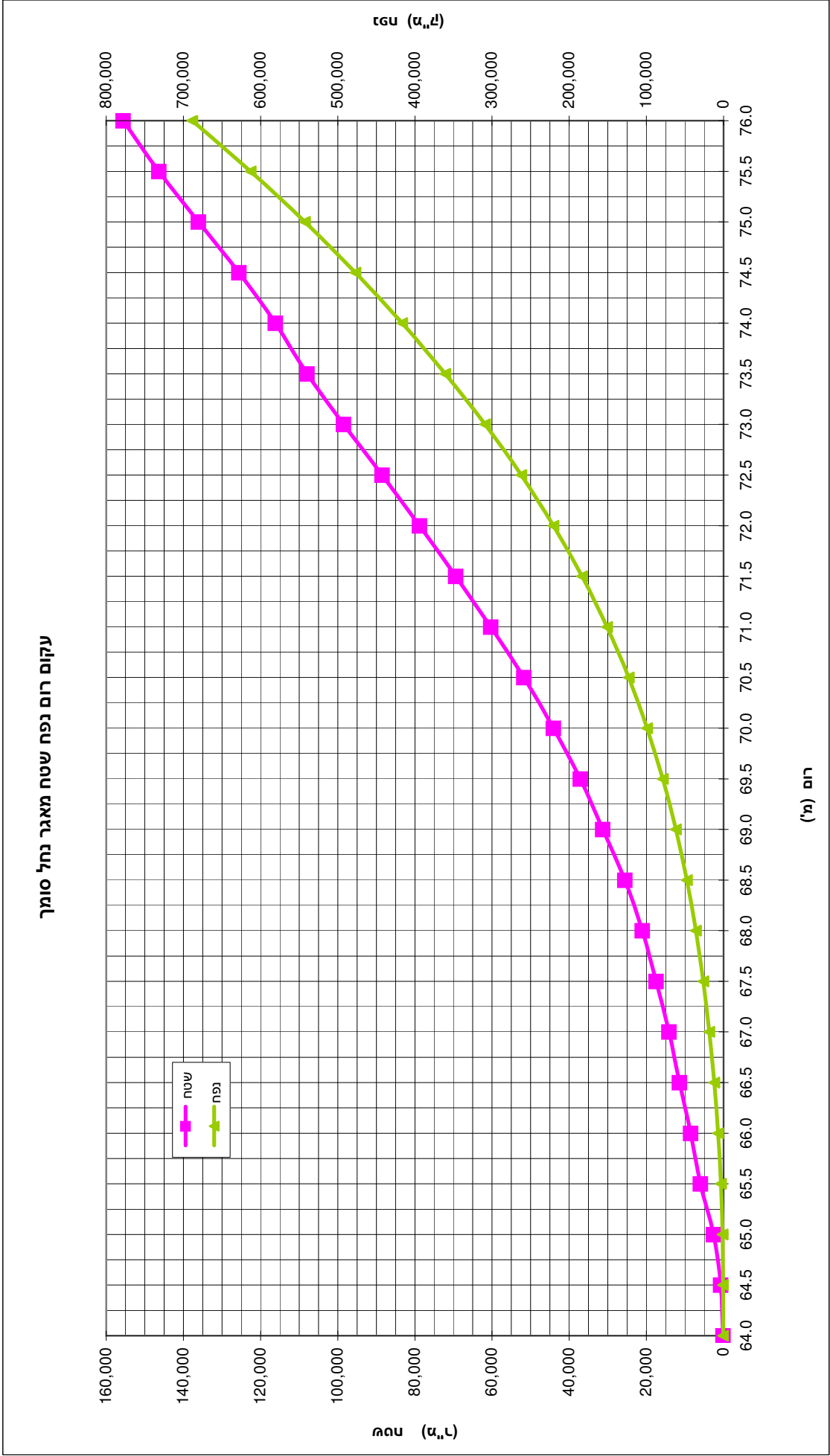
צומת סומר / הידרוגרף תכן / 1:100 שנה



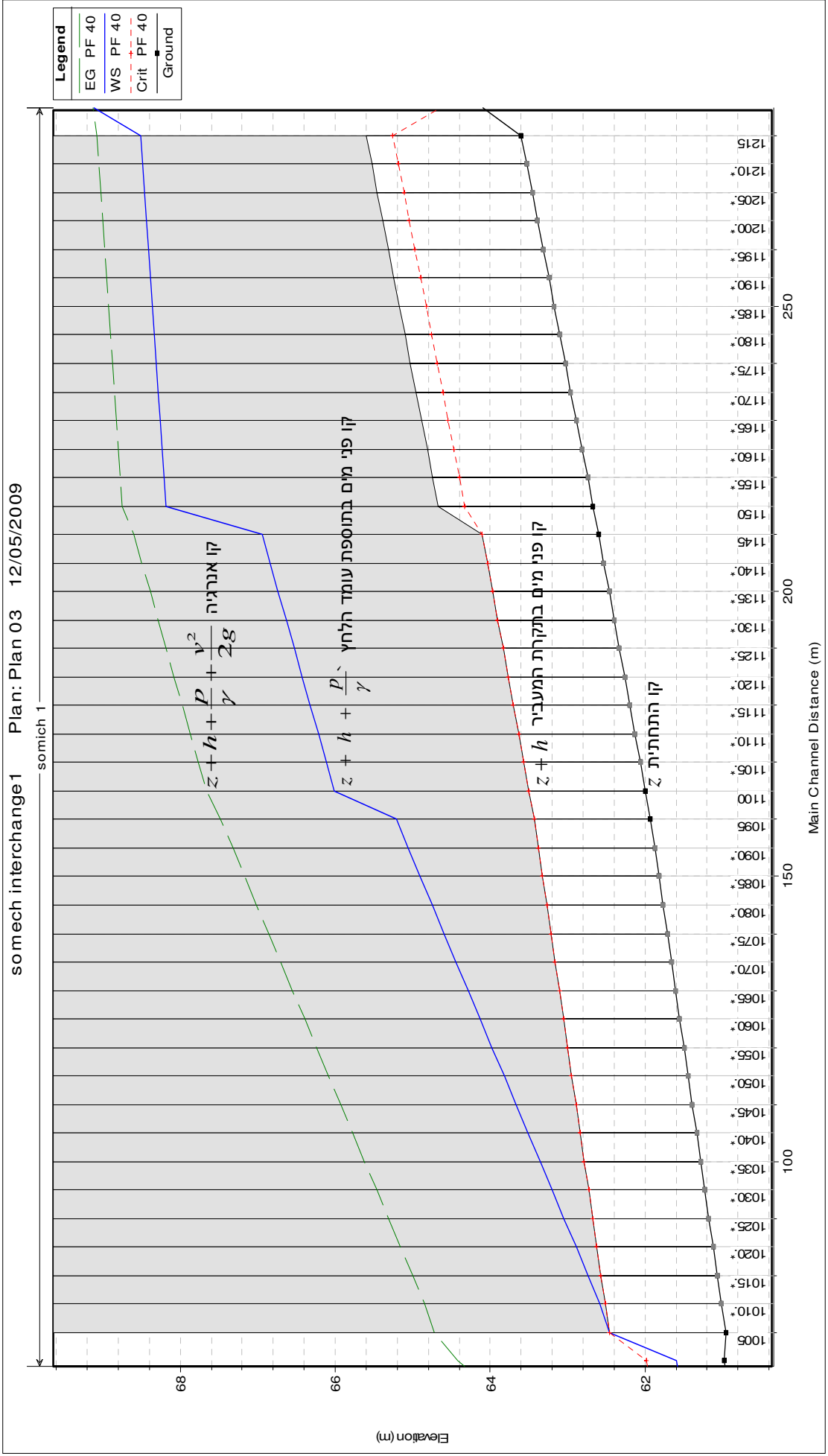
צומת סומר / הידרוגרף תכנ / 1:50 שנה



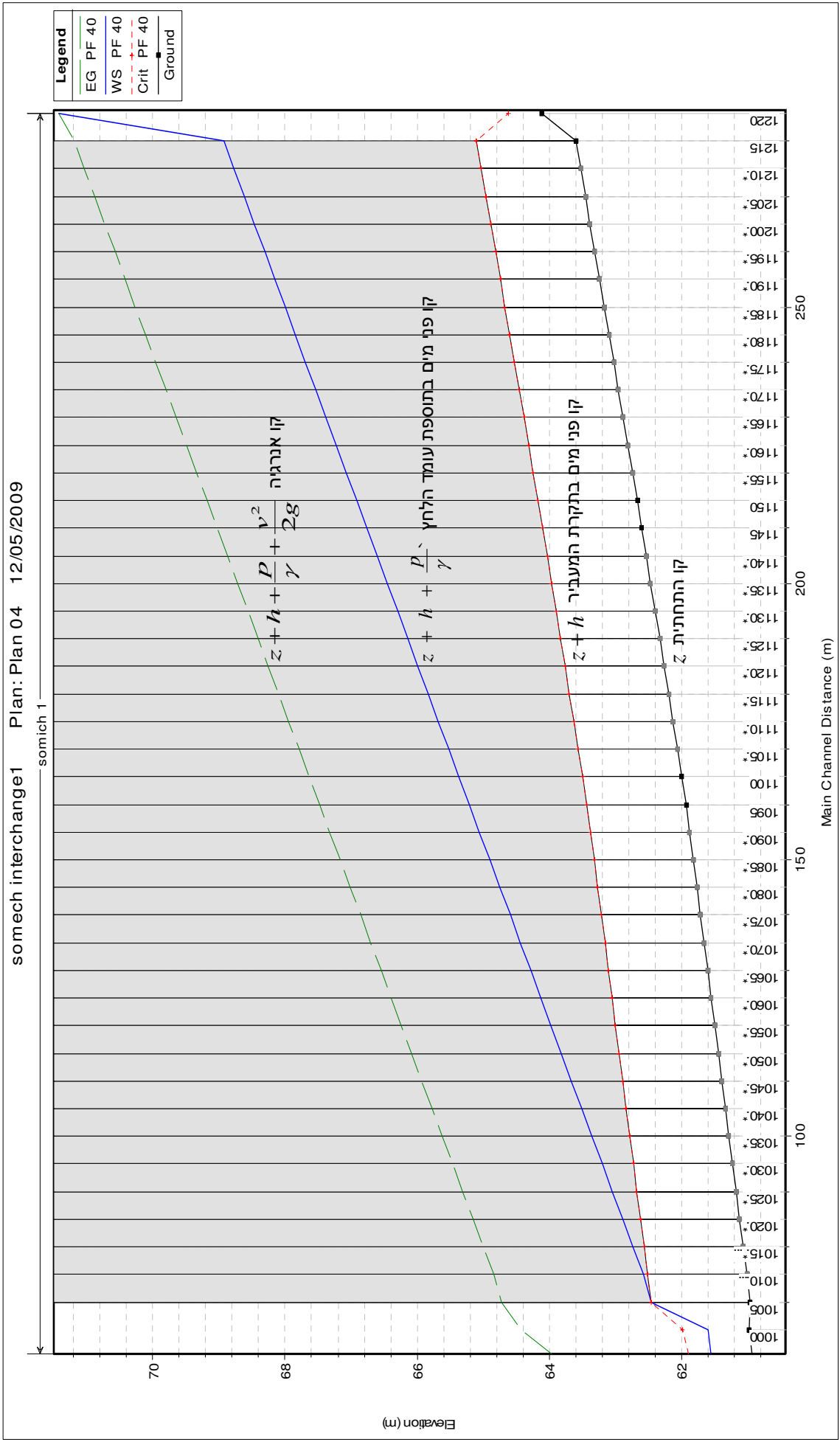
נספח 4 - עקום רום נפח שטח מאגר נחל סומך מצב מתוכנן.



נספח 5.1 - plan 3, תכנית מע"צ מקורית.

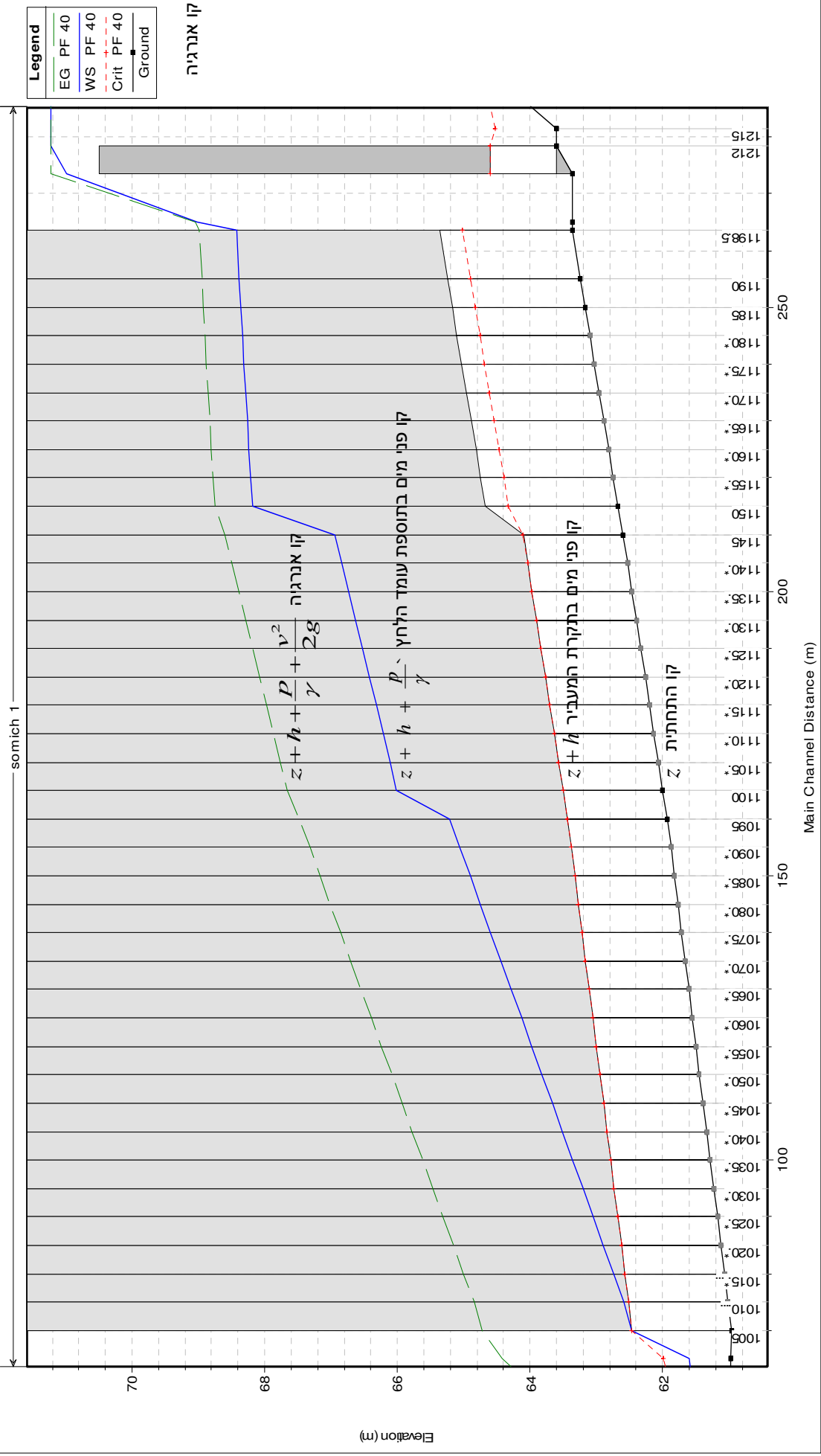


נספח 5.2 - מובל אחיד, פתח 1.5*2.0, plan 4

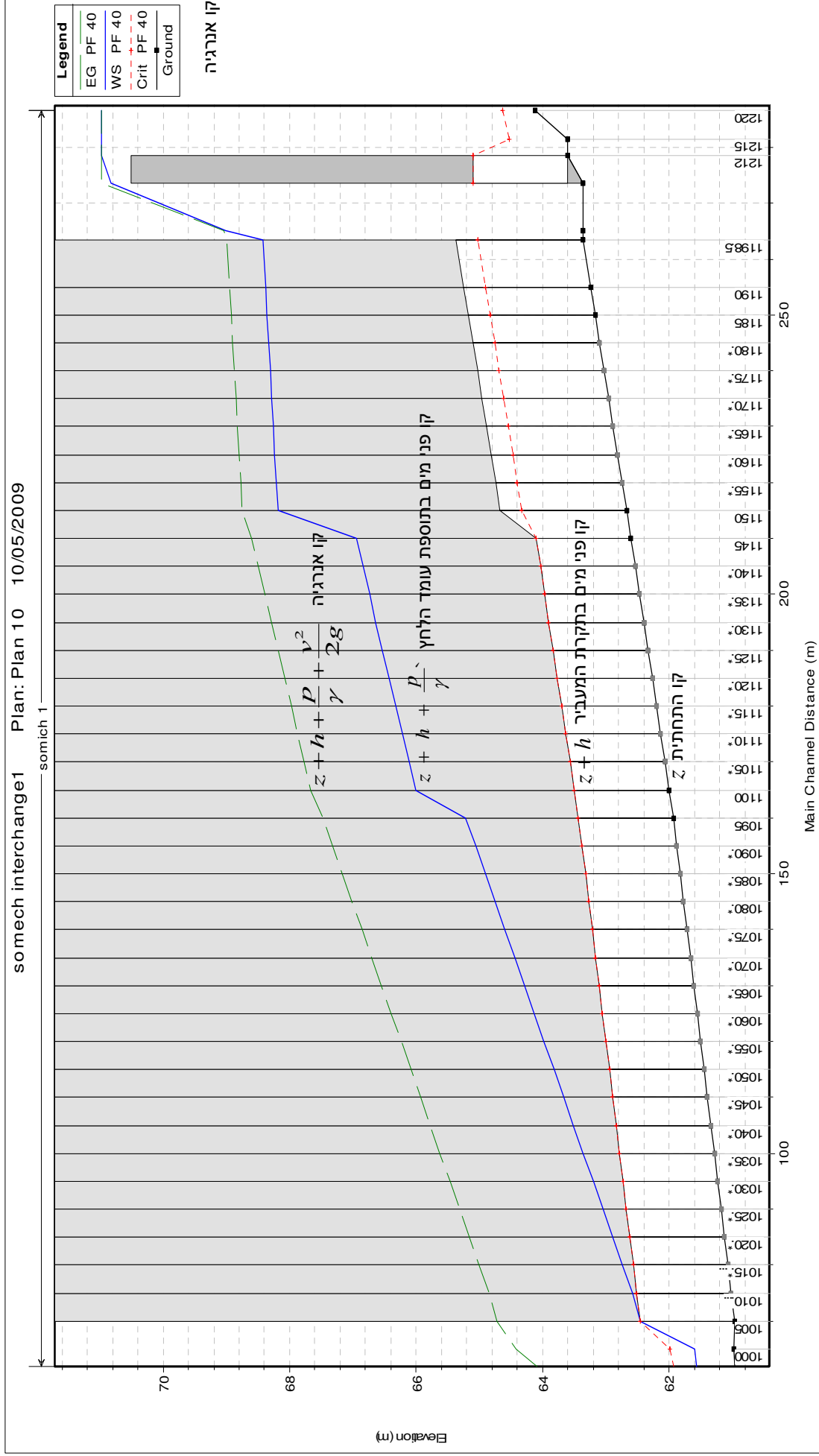


נספח 5.3 - plan 7, תכנית מע"צ מקורית בתוספת מעבר בגודל 2.0*1.0 בדרך החקלאית.

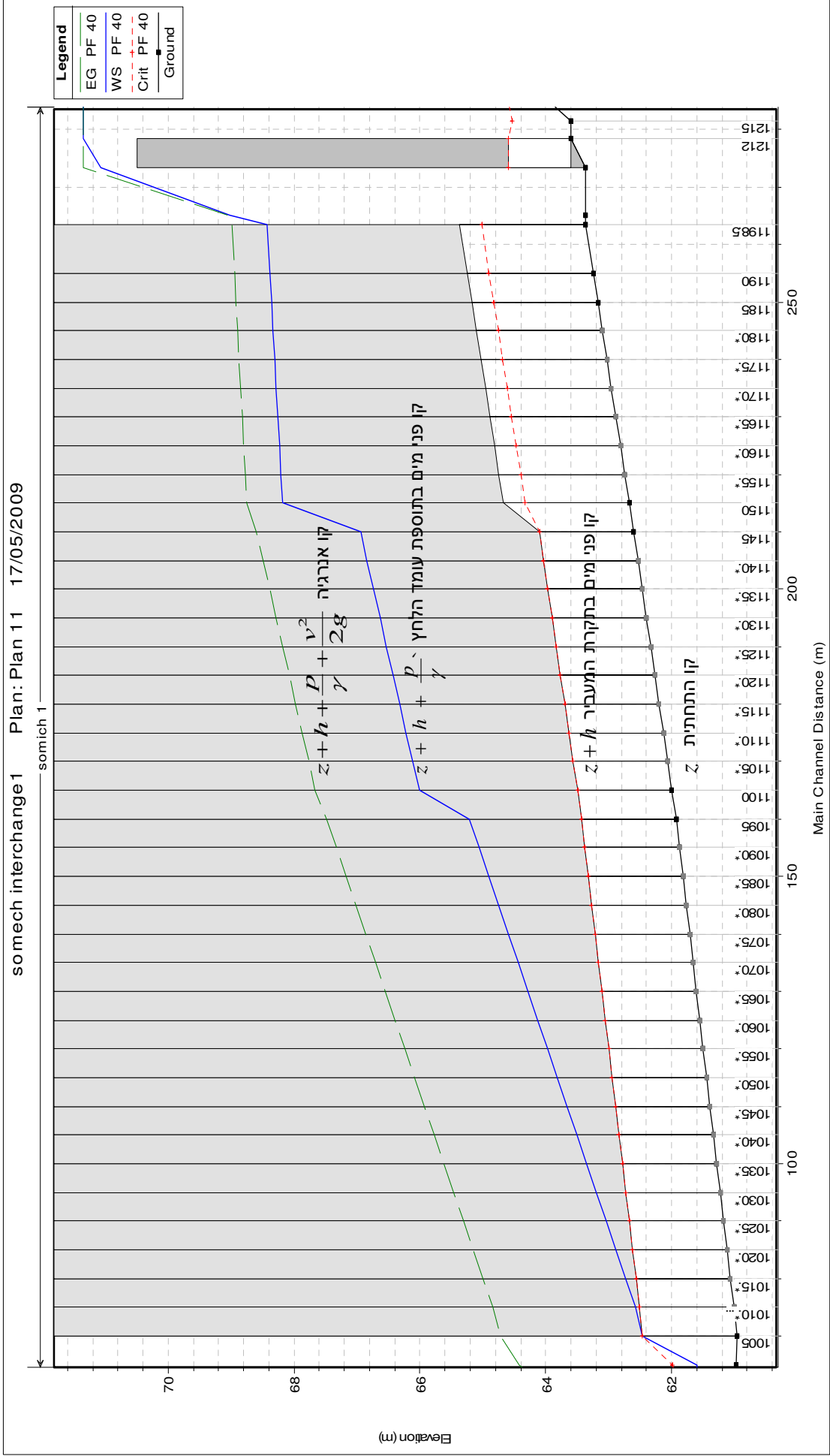
somech interchange1 Plan: Plan 07 12/05/2009



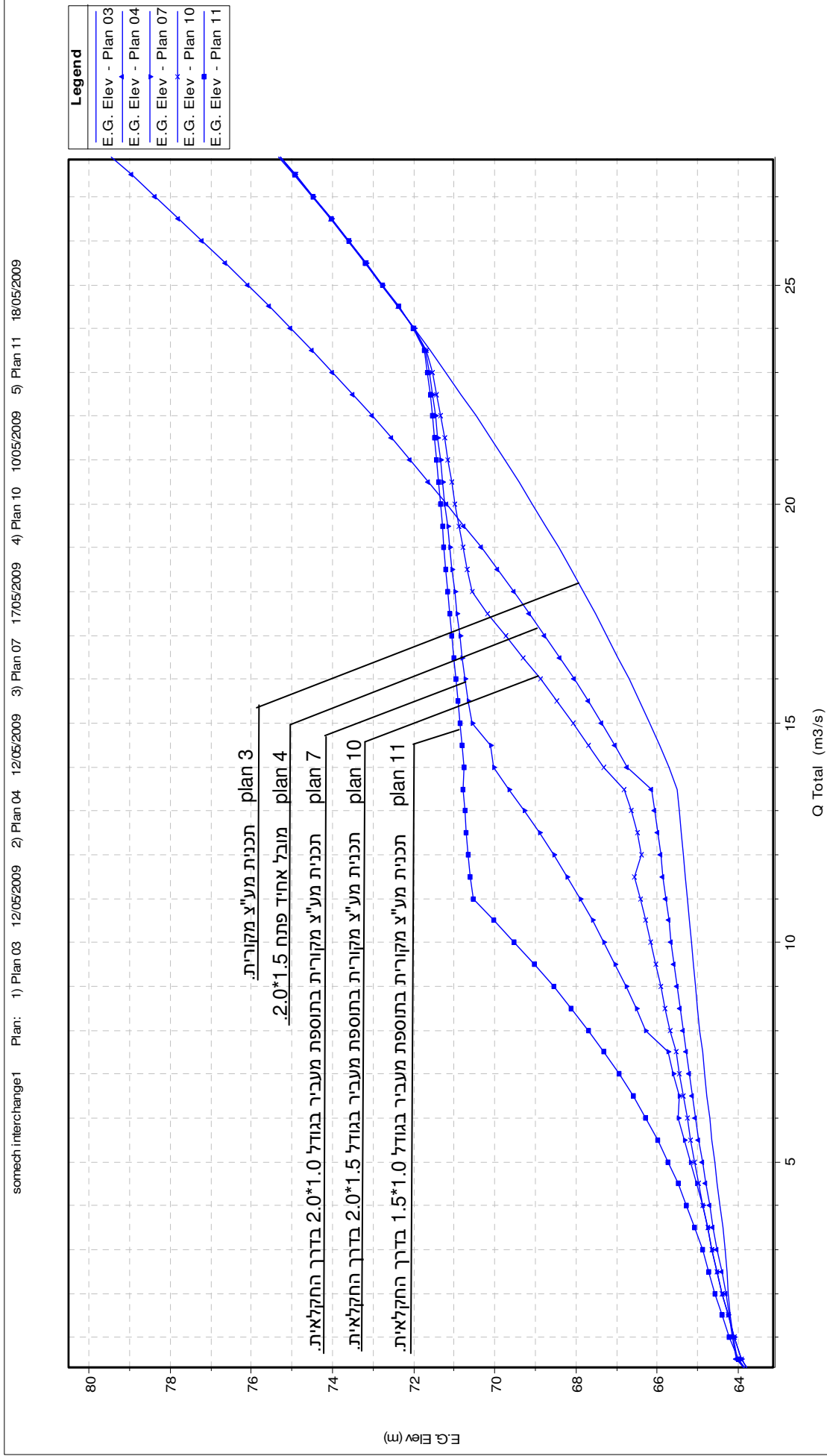
נספח 5.4 - plan 10, תכנית מע"צ מקורית בתוספת מעבר בגודל 2.0*1.5 בדרך החקלאית.



נספח 5.5 - plan 11, תכנית מע"צ מקורית בתוספת מעבר בגודל 2.0*1.0 בדרך החקלאית.

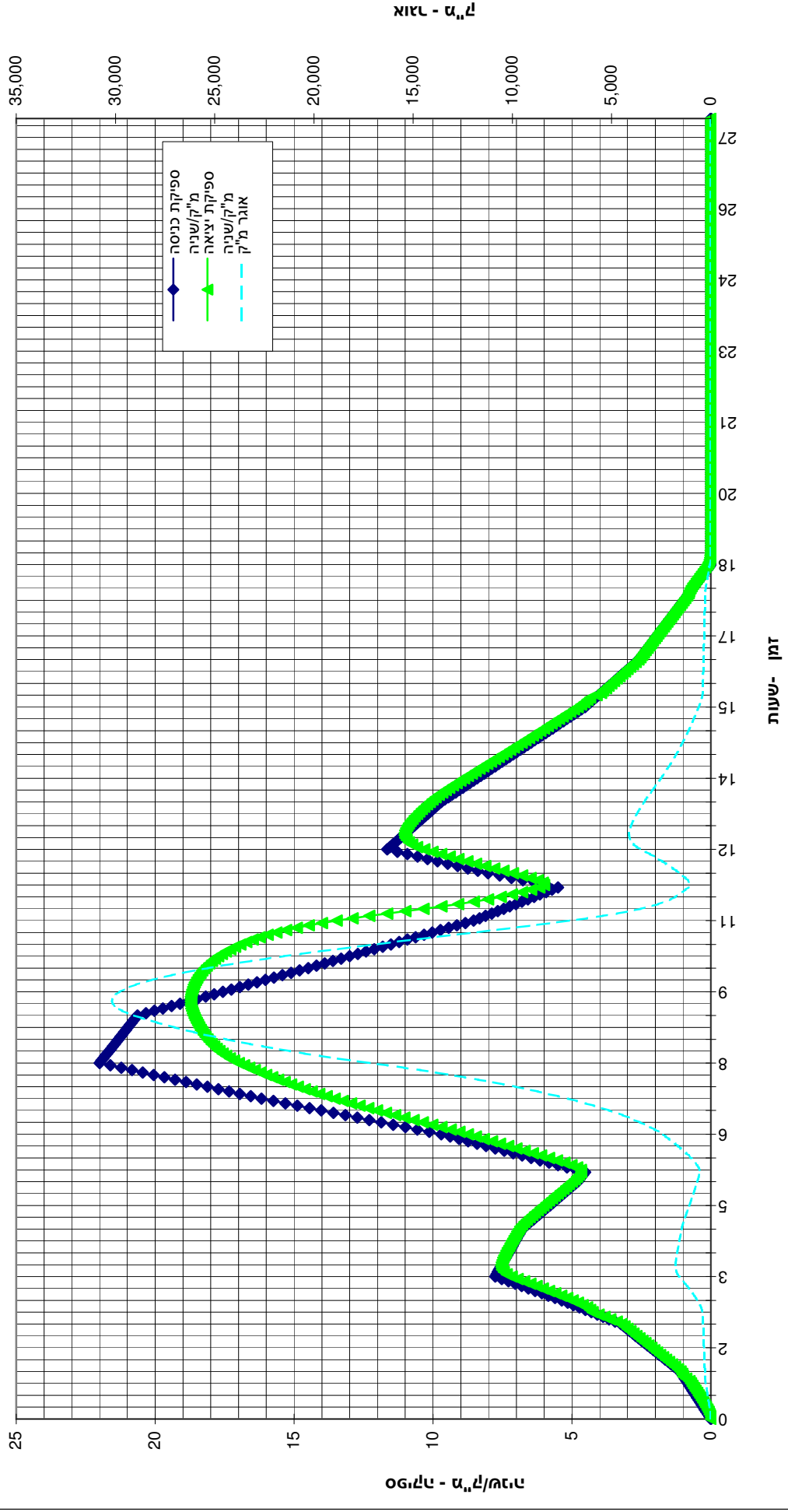


נספח 5.6 - עקום רום ספיקה במתקן הוציאה.



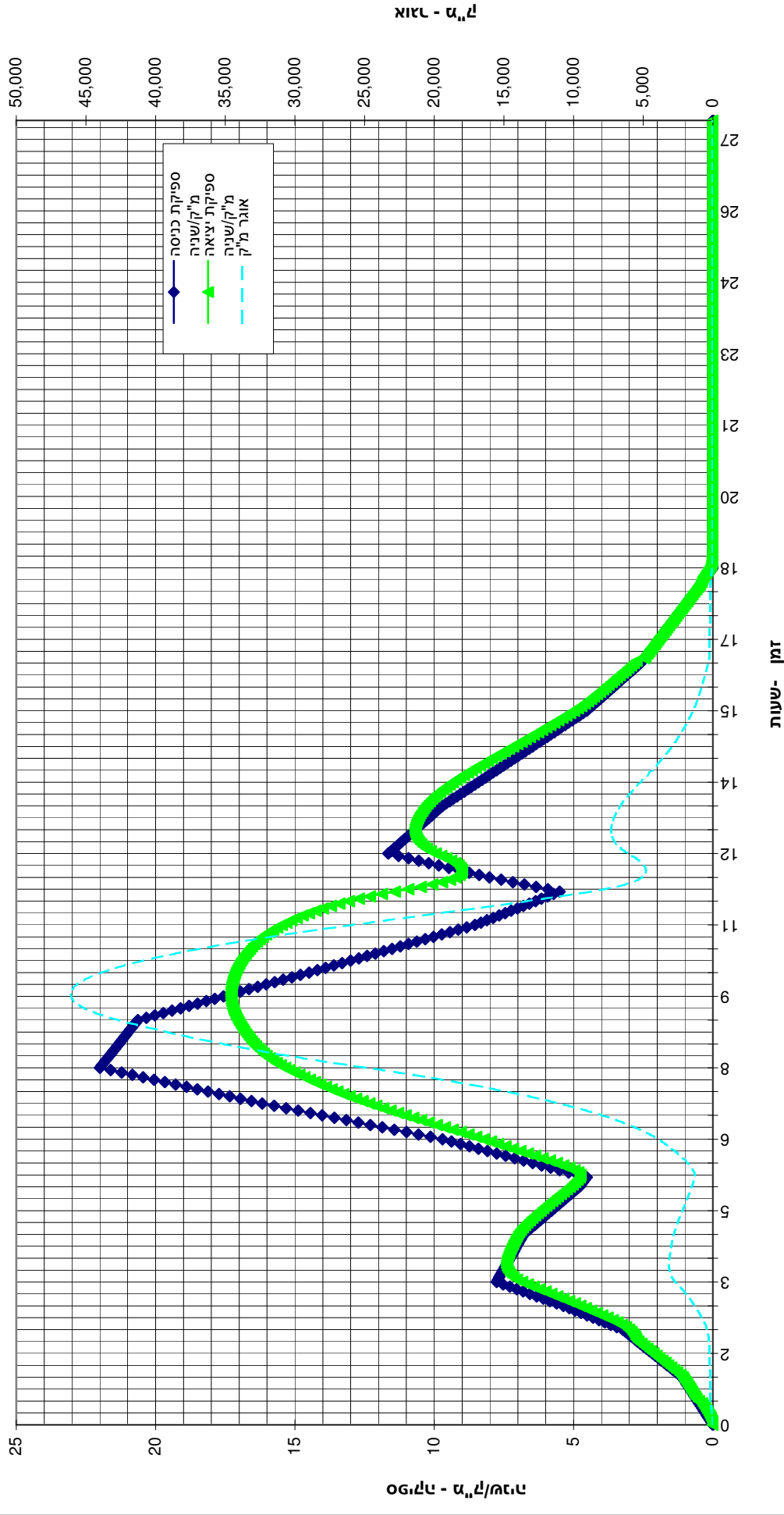
נספח 6.1

איגום במעלה צומת סומך/הידרוגרף תכן שפרעם סומך-נתוני התחל"ס/3 plan, תכנית מע"צ מקורית



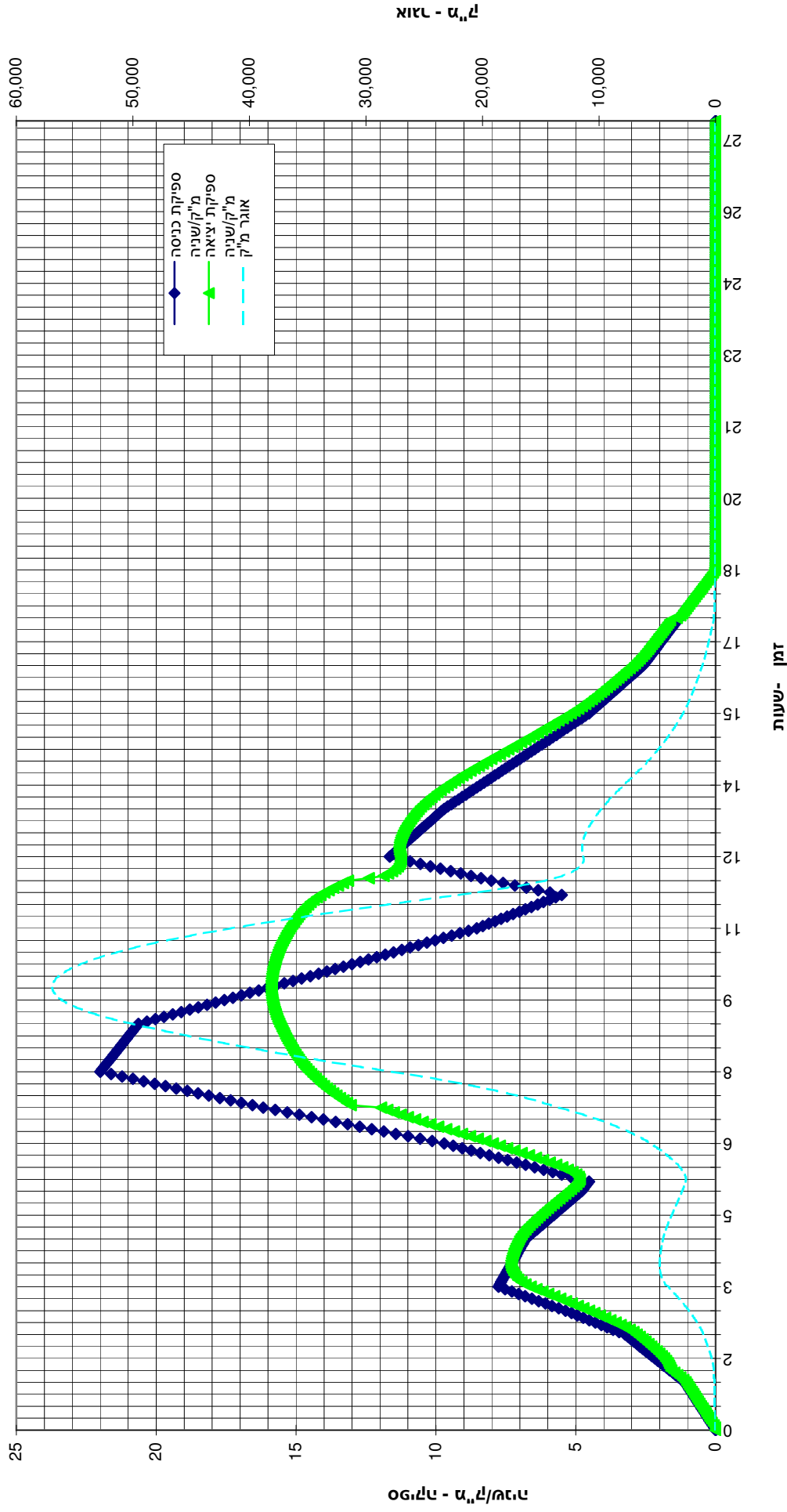
נספח 6.2

איגום במעלה צומת סומך/הידרוגרף תכן שפרעם סומך-נתוני התחל"ס/4 plan, מובל אחיד פתח 1.5*2.0



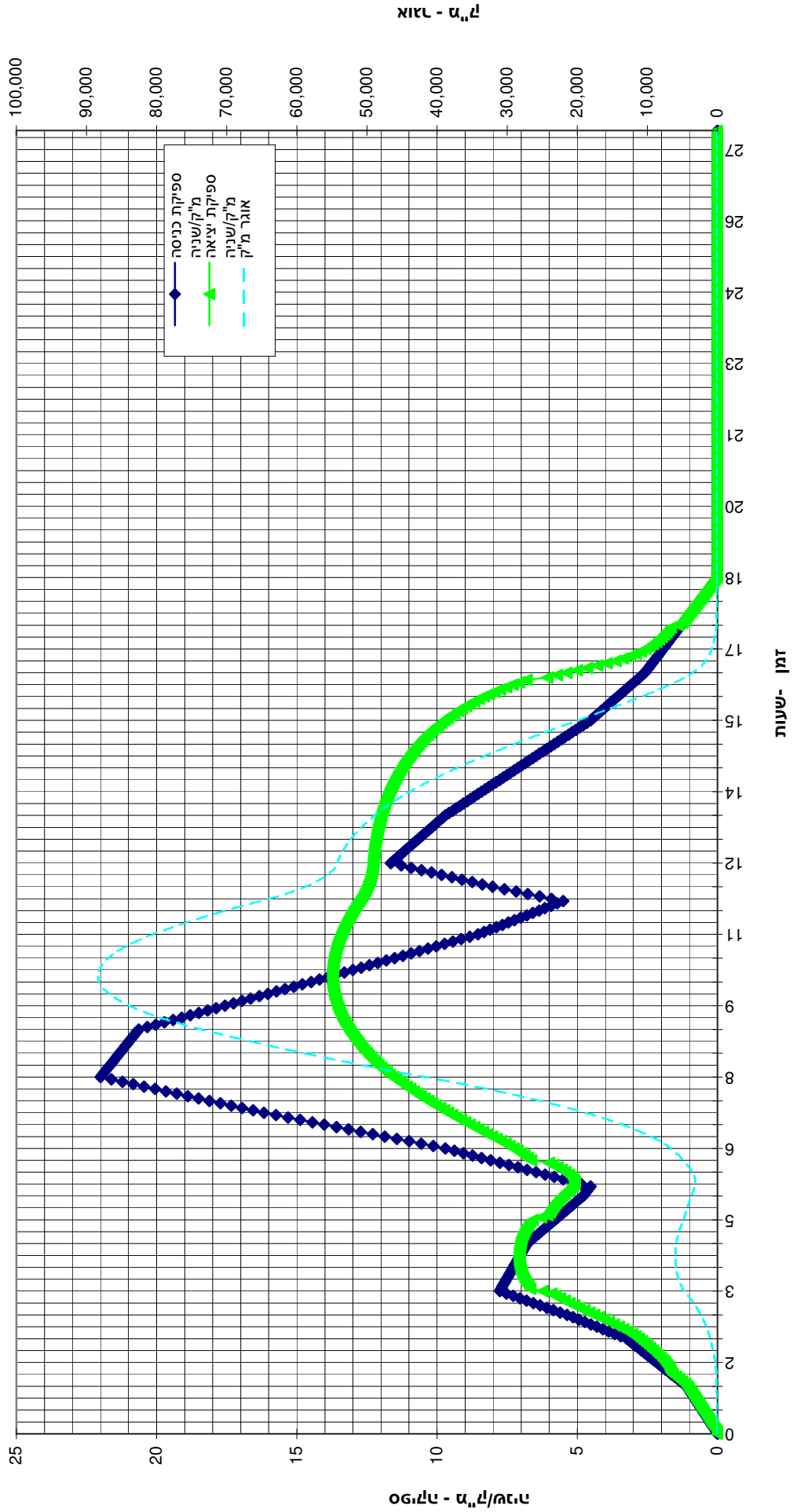
נספח 6.3

אגום במעלה צומת סומר/הידרוגרף תכן שפרעם סומר-נתוני התח"ס" 10/ס"ק, תכנית מע"צ מקורית בתוספת מעבר בגודל 2.0*1.5

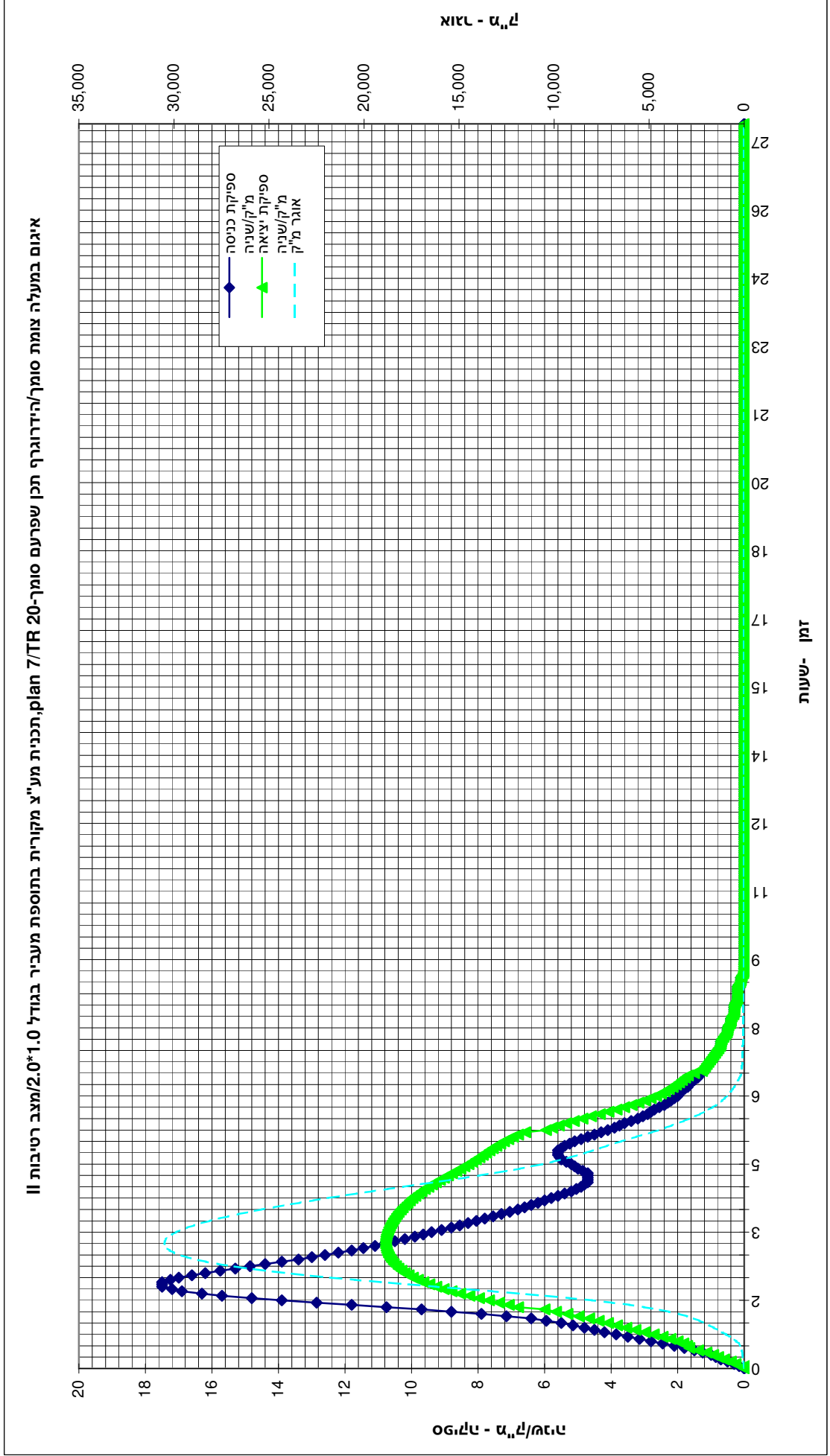


נספח 6.4

איוגום במעלה צומת סומך/הידרוגרף תכן שפרעם סומך-נתוני התחל"ס 7/0, תכנית מע"צ מקורית בתוספת מעביר בודל 2.0*1.0

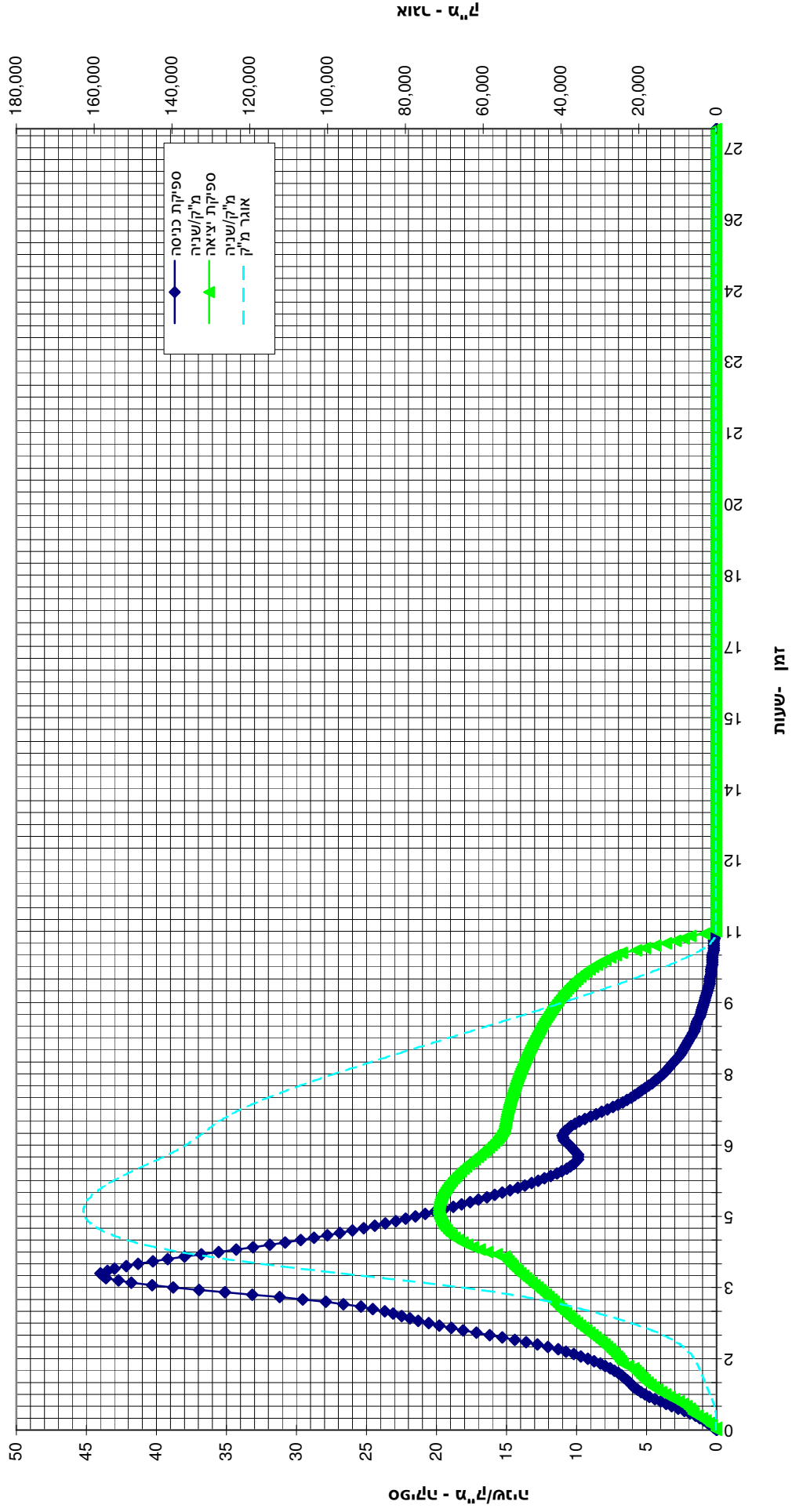


נספח 6.5



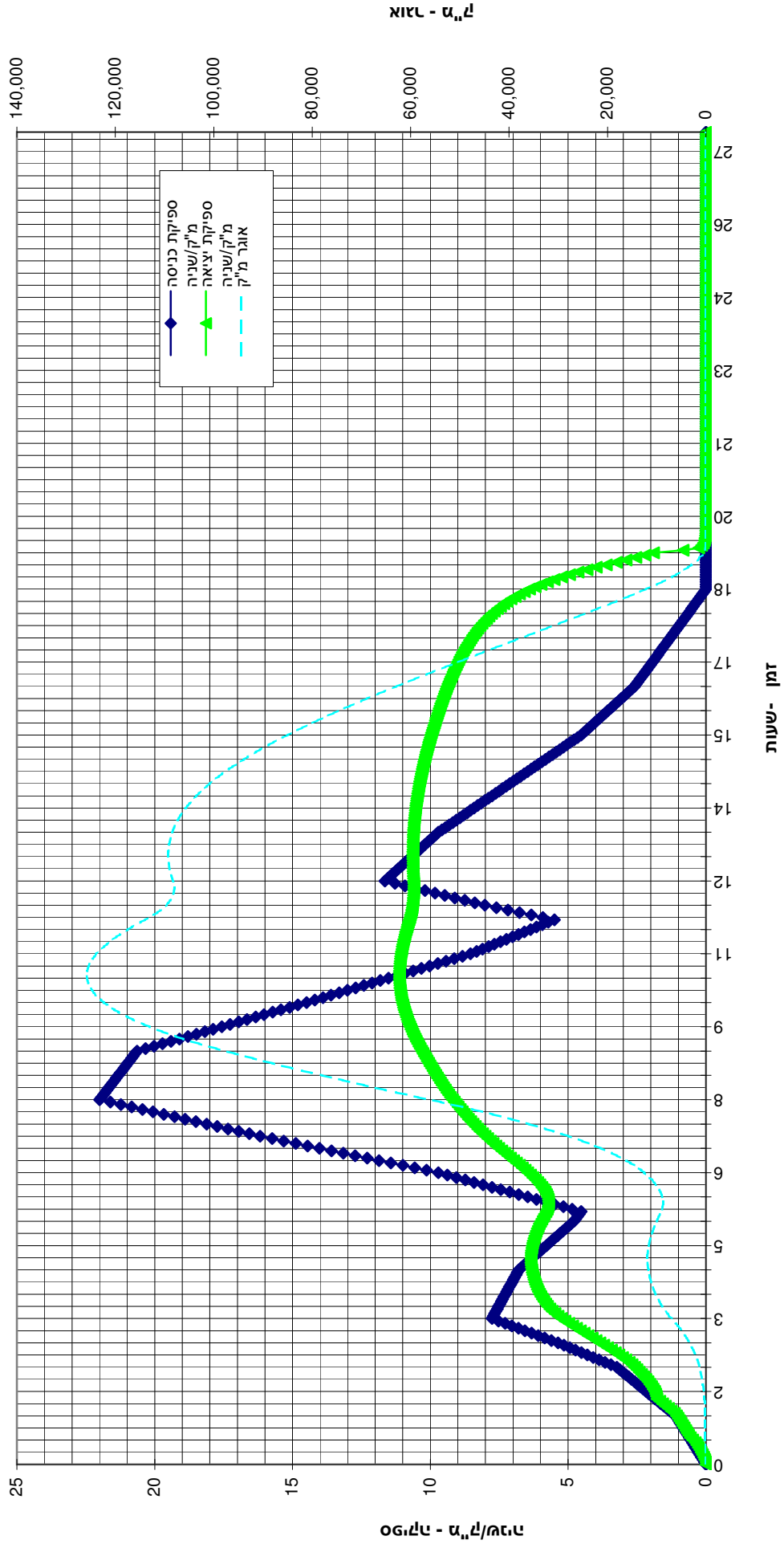
נספח 6.6

איגום במעלה צומת סומך/הידרוגרף תכן שפרעם סומך-20/7/plan, תכנית מע"צ מקורית בתוספת מעביר גודל 1.0*2.0/מצב רטיבות III



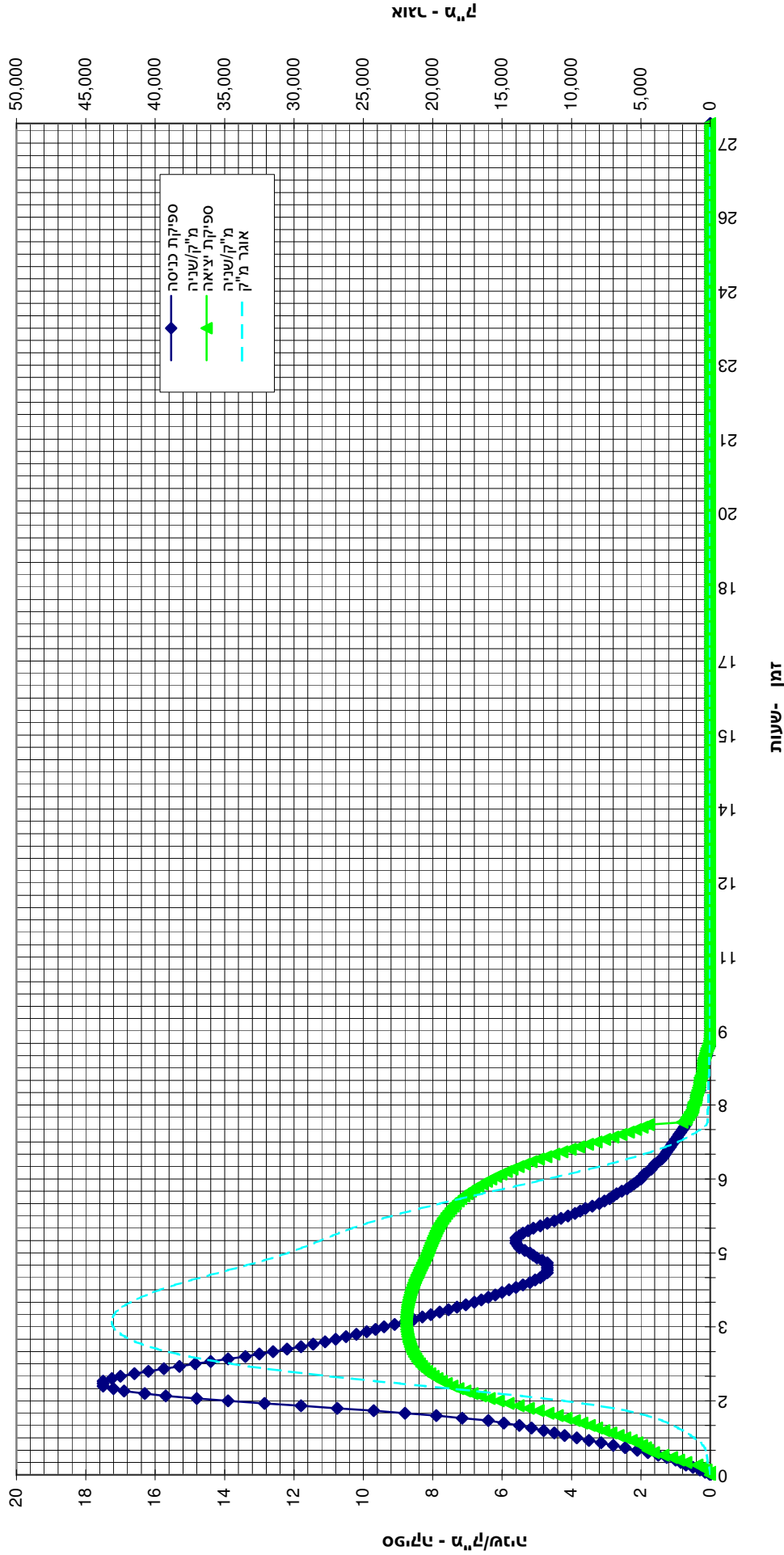
נספח 6.7

איגום במעלה צומת סומך/הידרוגרף תכן שפרעם סומך-נתוני התחל"ס/plan11, תכנית מע"צ מקורית בתוספת מעביר בגודל 1.5*1.0



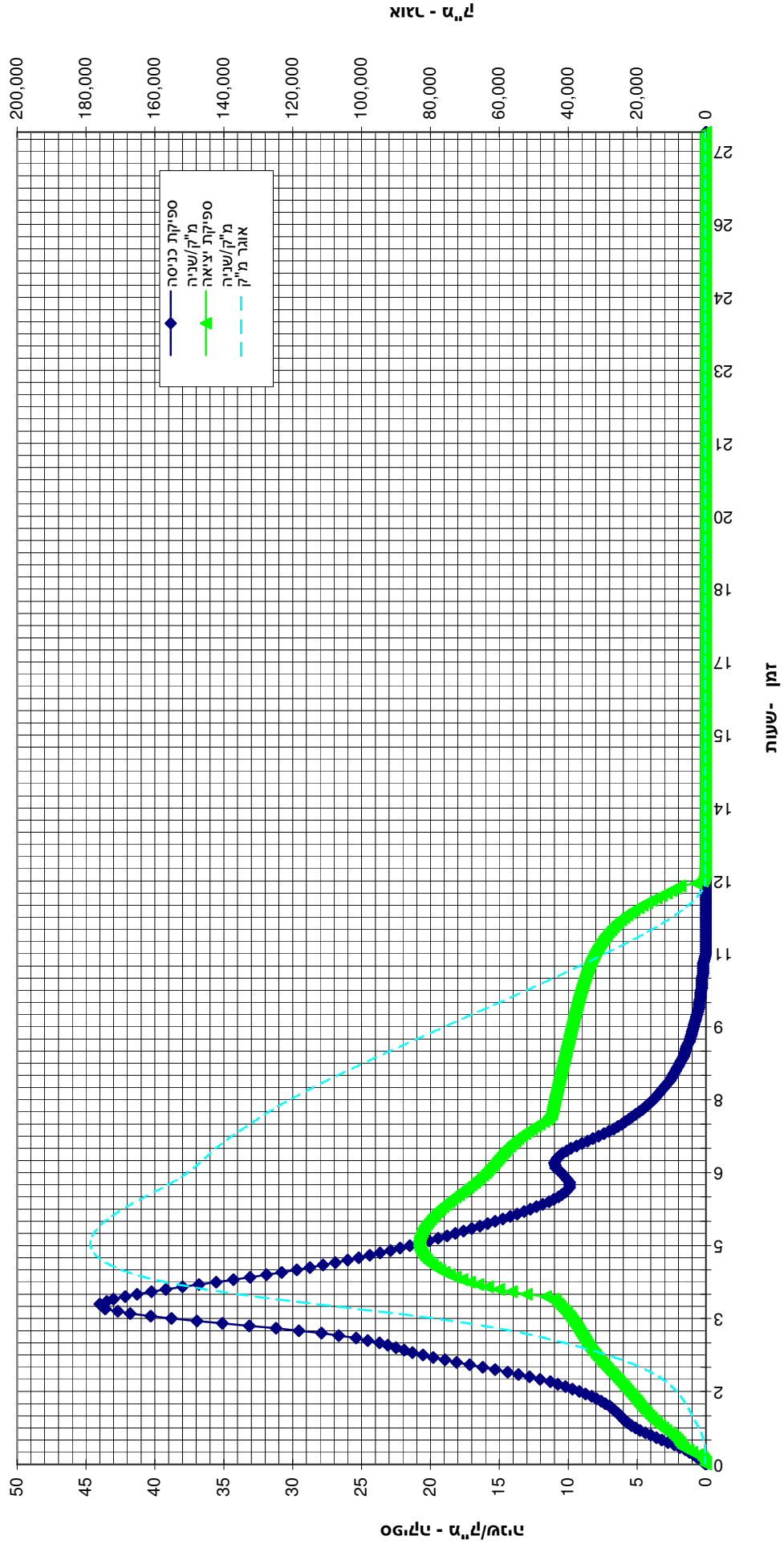
נספח 6.8

איוגום במעלה צומת סומך/הידרוגרף תכן שפרעם סומך-20/TR-11/plan תכנית מע"צ מקורית בתוספת מעביר בגודל 1.5*1.0/מצב רטיבות II



נספח 6.9

איוגום במעלה צומת סומך/הידרוגרף תכן שפרעם סומך-20/TR-11/plan, תכנית מע"צ מקורית בתוספת מעביר בגודל 1.5*1.0/מצב רטיבות III



בעבודה נעשה שימוש במודל TR 20 של השירות האמריקני לשימור משאבי הטבע National Resources Conservation Service (לשעבר Soil Conservation Service). המודל מחשב את נפח הנגר מסופת גשם. החישוב נעשה על פי כמות הגשם הכוללת (עובי הגשם), שירד במהלך הסופה ועל פי דגם הסופה, תוך שימוש במקדמים המאפיינים את התגובה ההידרולוגית של תכסיות הקרקע והטופוגרפיה באגן, והשטח היחסי שכל תכסית תופסת. נפחי הנגר והגשם בשיטה זו מבוטאות במונחים של עובי (מ"מ) על פני שטח האגן (כאילו הכמות כולה פרוסה שווה על פני השטח). השיטה פותחה בארצות הברית, על סמך נתונים אמפיריים. נראה כי, מודל זה יתאים לשימוש בקביעת הקריטריונים לתכנון הניקוז באגנים העירוניים בגדורה. במחקר שנערך בטכניון, הומלץ כי שיטת החישוב במודל תאומץ ככלי תכנוני (ראה מקור 6 בסעיף 2).

מודל TR 20 מחשב את הנגר עבור כל סופה על פי הנוסחה האמפירית הבאה:

$$Q = (P - 0.2S)^2 / (P + 0.8S) \quad \text{עבור } P > 0.2S \quad (\text{מ"מ})$$

$$Q = 0 \quad \text{במקרים אחרים} \quad (\text{מ"מ})$$

כאשר:

$$S = (25400 / CN) - 254 \quad (\text{מ"מ})$$

$$P = \text{עובי (מ"מ) של הגשם באירוע הסופה (או עובי גשם יממה)}$$

$$Q = \text{נפח הנגר, מבוטא ביחידות של עובי (מ"מ)}$$

$$CN = \text{מקדם, שערכו נקבע על פי חדירות הקרקע וסוגי התכסית (ראה טבלה 2 להלן)}$$

עקרון החישוב: בכל צעד זמן מחושב הידרוגרף נגר עפ"י הידרוגרף יחידה שנוצר בתגובה לעובי הגשם בהתאם למהלך הסופה. עובי הנגר בהידרוגרף היחידה (וכן עובי הנגר בסופה הכוללת) מחושב עפ"י עובי הגשם (P) בהפחתה של כמות (0.2S), המבטאת את כלל ה"איבודים" במעבר מהגשם לנגר. ה"איבודים" כוללים התאדות, דיות וחלחול. "איבודים" אלה לנגר תלויים באקלים (רגיל, שחון), בתכסית הקרקע, בסוג הקרקע, באוגר הנקלט בצומח ובשקעים מקומיים ובמצב הרטיבות ההתחלתי. ניתן לבטא את ה"איבודים" גם באמצעות המקדם CN, ככל ש-CN גדול יותר כך המשתנה S קטן יותר, וכמות הנגר גדולה יותר. בסופות קטנות לא נוצר נגר כלל, שכן עובי הגשם אינו מספק למילוי ה"איבודים". הנגר נוצר בסופות גשם בעובי שמספיק למלא את ה"איבודים" ולהותיר נגר מעבר לכך.

עפ"י המודל, נראה כי עיקר הנגר באגן נוצר בסופות הגדולות. מאידך, חלק משמעותי מהחלחול מתקבל בסופות הקטנות, ותורם להעשרת מי התהום.

נתוני הקלט של מודל TR 20 כוללים את גודל האגן, אפיון התכסיות באגן, מאפיינים הידרולוגיים של האגן והאפיקים ואת נתוני סופות הגשם. להלן פרוט נתוני הקלט למודל:

א. חלוקת שטח האגן על פי חדירות הקרקע והתכסית למספר סוגים. חדירות הקרקע מסווגת לארבע, על פי טבלה 1.

טבלה 1: סיווג קרקעות על פי חדירותן, להתאמת מקדמי נגר בשיטת NRCS

| סימון סוג הקרקע | חדירות פוטנציאלית של הקרקע במצב רווי (מ"מ/שעה) |
|-----------------|--|
| A | מעל 7.6 |
| B | 7.6-3.8 |
| C | 3.8-1.3 |
| D | פחות מ-1.3 |

בקביעת ערך החדירות יש להתחשב בתהליכים שעברה הקרקע העליונה בעת הפיתוח העירוני ואחריו. למשל: הידוק וכיסוי בקרקע למילוי.

ב. תכסית הקרקע מסווגת על פי פוטנציאל יצירת הנגר, למשל: שטח אטום (גגות, כבישים) המחובר ישירות למערכת הניקוז, שטח אטום המחובר לשטח חדיר (גגות דרך מרזבים לגינה), שטח חדיר בשקע סגור (רוב הגשם מחלחל בו, פרט לנגר מסוים בסופות קיצוניות) וכדומה.

ראוי לשים לב, שסיווג התכסיות תלוי בחדירות התכסית והקרקע וגם בקשר שלה למערכת הניקוז.

ג. לכל סוג תכסית וחדירות קרקע מיוחס מקדם CN, מתוך טבלה שהוכנה על ידי NRCS. בטבלה 2 מופיע ריכוז הערכים האופייניים. הערכים בטבלה פותחו בארצות הברית, בעבודה נעשה שימוש רק בערכי CN עבור תכסיות אחידות (הומוגניות), שאינן כוללות מספר תכסיות במארג משולב ראה הערה להלן), שניתן לזהותן כמתאימות לתנאי הארץ. להלן בטבלה 2 ערכים מתוך טבלת CN של NRCS הרלבנטיים ליישום בארץ.

טבלה 2 - מקדמי CN למודל TR 20 לשטחים הומוגניים (נתוני NRCS)

| D | C | B | A | סוג הקרקע |
|-----------------------|----|----|----|--|
| שטחים אטומים | | | | |
| 98 | 98 | 98 | 98 | גגות, חניות, כבישים מחוברים ישירות לניקוז |
| שטחים פתוחים | | | | |
| 84 | 79 | 69 | 49 | שטחים פתוחים במצב בינוני: עשב/דשא על 50%-75% |
| 80 | 74 | 61 | 39 | שטחים פתוחים במצב טוב: עשב/דשא על יותר מ-75% |
| | | | 30 | שטחים פתוחים חדירים |
| שטחים מסחריים ותעשייה | | | | |
| 95 | 94 | 92 | 89 | שטחי מסחר ועסקים (85% אטום) |
| 93 | 91 | 88 | 81 | תעשייה (72% אטום) |
| 85 | 81 | 72 | 57 | שטחי מגורים-בתים צמודי קרקע (30% אטום) |
| 87 | 83 | 75 | 61 | שטחי מגורים-שכונה עירונית (38% אטום) |
| 92 | 90 | 85 | 77 | שטחי מגורים-שכונה עירונית צפופה (65% אטום) |

ד. גודל השטח של כל סוג תכסית באגן.

ה. נתוני סופות הגשם – נתוני עובי גשם הסופתי (או עובי גשם יומי) וכן דגם הסופה (מהלך הסופה בזמן).

דגם הסופה המחמיר (Tipe II) המקובל במקור האמריקאי, מחמיר יותר בתוצאותיו (בספיקות השיא המחושבות), לעומת דגמי סופה מקסימליים ידועים בארץ כגון, סופת כפר קאסס בנובמבר 1955, מחושב לפי משך של 6 שעות, וסופת זכרון יעקב בדצמבר 2001 מחושב לפי משך של 9 שעות.

ביתר הדגמים שנבחנו למהלך הסופה ספיקות השיא שהתקבלו קטנים יותר. בדגם סטנדרטי נוסף מקובל במקור האמריקאי (Florida Tipe II), מתקבלות עוצמות גשם הדומות לעוצמות הגשם המקובלות לפרקי זמן קצרים באזור מישור החוף בארץ בהסתברויות נמוכות.

ו. צורת הידרוגרף היחידה – דגם סטנדרטי או דגם אחר שנקבע עפ"י נסיון המשתמש.

ז. נתונים הידרולוגיים הכוללים מרכיבי טופוגרפיה (שיפועים), תכסית (מידת החספוס וההתנגדות לזרימה), גיאומטריה של מובלי הניקוז, לקביעת משך הזרימה בכל תת אגן וה"תזמוין" של יצירת הנגר בכ"א מאגני המשנה.

ח. נתונים הידרולוגיים לחישוב הילוך הגאות לאורך הזרימה כלומר ריסון של ספיקות השיא בשטחי הצפה לאורך האפיקים או במאגרים (קיימים או מתוכננים).

במודל קיימים 2 סוגים של הילוכי גאות:

- הילוך גאות לאורך האפיקים המחושב עפ"י הגיאומטריה של האפיקים. מודגש כי בהכנסת נתוני הגיאומטריה של האפיקים, צריך לשים לב להגדיר את האפיקים באופן שיתאים לאירוע הזרימה הנדון, בעיקר באירועים נדירים בהם חלק משמעותי של הזרימה הוא בפשטי הצפה מחוץ לתחום הגדות.
- הילוך גאות במאגרים כולל נתוני גיאומטריה מתקני היציאה מהמאגרים (פתחים מטובעים ומגלשים) ועקומי הקיבול במאגרים.

ט. השונות של נפח הנגר במקדמי CN נתונים גדולה, כתוצאה מגורמים שונים כגון מצב רטיבות הקרקע לפני אירוע הזרימה, שיפועים, סוגי עיבוד, כיסוי הצומח וכדומה.

ההשפעה של הגורמים השונים ובעיקר מצב רטיבות הקרקע מתבטא בשונות גדולה של הערכים של CN, כלומר בחוסר אחידות של יחסי הגשם-נגר. במודל שלושה מצבים של רטיבות התחלתית (ARC):

I. מצב יבש- מתאים בגרסה הישנה המקורית לתחום משקעים קטן מ- 127 מ"מ מצטבר בחמישה ימים לפני האירוע, ומתאים מבחינה מעשית ל- 10% של התצפיות בעלות הנגר הקטן ביותר ב CN נתון.

II. מצב רטיבות ממוצע- מוצע בדרך כלל לתכנון, מתאים בגרסה הישנה המקורית לתחום משקעים 127-279 מ"מ, מצטבר בחמישה ימים לפני האירוע, ומתאים לממוצע של תצפיות עובי הנגר בהתאם לעובי הגשם עבור CN נתון.

III. מצב רטיבות גבוהה מאוד- מתאים עפ"י הגרסה הישנה המקורית לתחום משקעים מעל 279 מ"מ מצטבר בחמישה ימים לפני האירוע בגרסה הישנה המקורית ומתאים מבחינה מעשית ל- 90% של התצפיות בעלות הנגר הגדול שנגרם מעובי גשם ב CN נתון.

מקדמי CN שנדונו לעיל מתאימים למצב רטיבות II .

עבור מצב רטיבות I- קיימת נוסחת קשר: $CN(I) = 4.2 * CN / (10 - 0.058 * CN)$

עבור מצב רטיבות III – קיימת נוסחת קשר $CN(III) = 23 * CN / (10 + 0.13 * CN)$

הערה:

שקלול מקדמי CN

במדריכים להפעלת המודל של NRCS מוצעת אפשרות לחשב מקדם CN משוקלל: כל אגן, כל תת-שטח הומוגני מבחינת תגובתו ההידרולוגית מוכפל בערך מקדם CN המתאים לו, סוכמים את כל המכפלות ומחלקים בשטח הכולל. המקדם המשוקלל משמש במודל לאפיון האגן כולו. בעבודה הנוכחית השתדלנו כי כל תת שטח הומוגני יוגדר כאגן נפרד, בגלל בעייתיות לוגית מסוימת בשקלול מקדמי ה-CN.

לדוגמא: נניח כי בשטח האגן מחצית היא עם מקדם 98 (שטח אטום המחובר ישירות למערכת הניקוז) ומחצית עם מקדם 30 (קרקע A, שטח חדיר). המקדם המשוקלל המחושב הוא 64. על פי מקדם משוקלל זה תהיינה סופות רבות (הקטנות יותר), בהן לא יתקבל נגר כלל בחישוב עפ"י המודל.

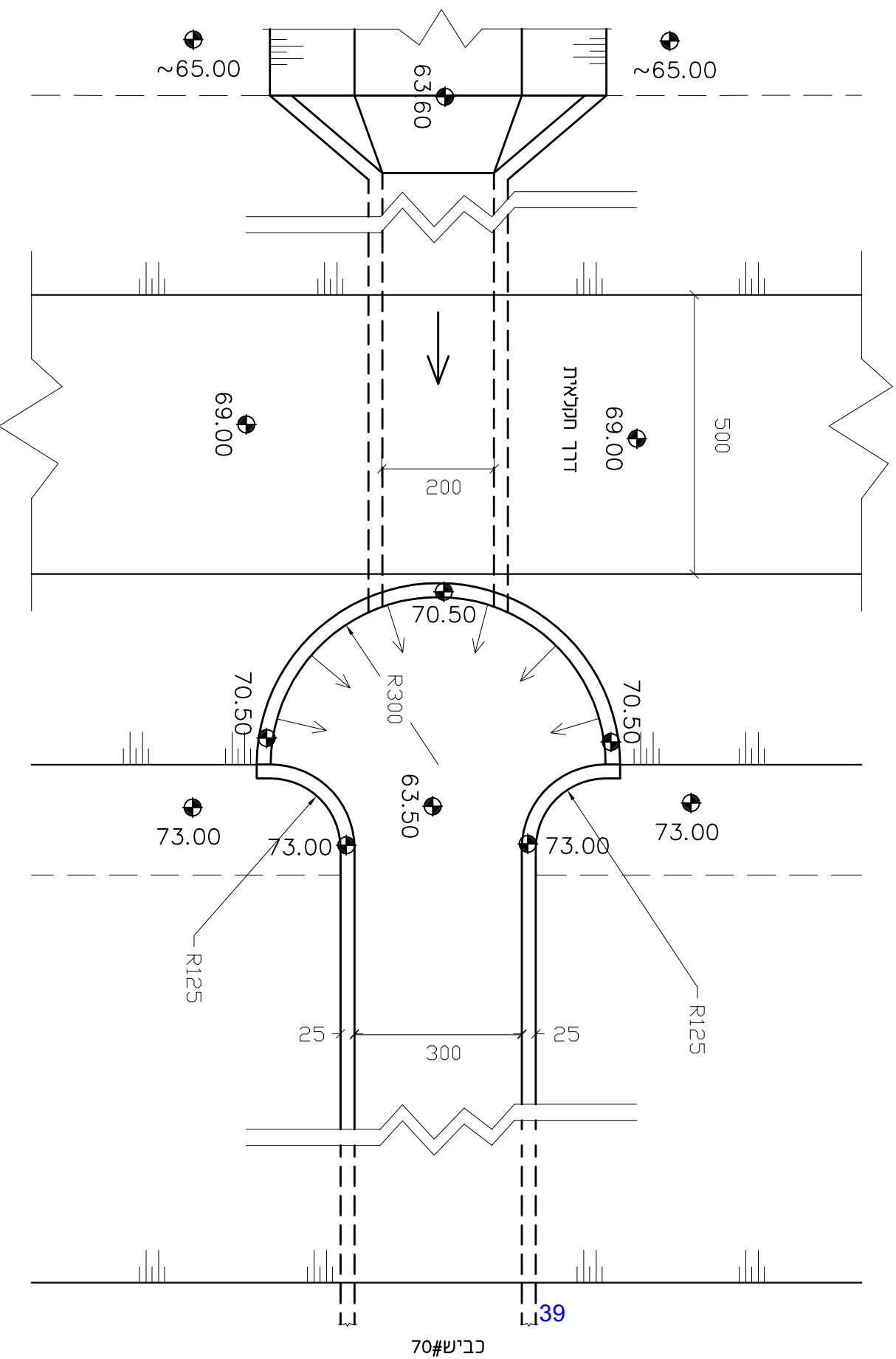
בפועל, יתכן כי מחצית השטח האטומה, מחוברת ישירות למערכת הניקוז, אפילו ממוקמת במורד האגן ובהתאם מייצרת נגר משמעותי גם בסופות קטנות. לפיכך, השתדלנו בעבודה הנוכחית, במידת האפשר לחשב את הנגר הנוצר מכל חלק הומוגני של השטח, כתת אגן נפרד, ולחבר את ההידרוגרפים בכל תת אגן הומוגני.

נתל סומך - מאלש חצי עגול - מתקן

כניסה למעביר מים בכביש#70

קו"מ 1:100

נספח 8.1



אין לקבוע גודלים כ"י מדידה נורמטיבית

על המבנה לבקר את המידות במסמך המרות הנורמטיבית

מס' : _____

מסמ' : _____

לערוך : ליאשור למכרה לביצוע

הוכן עבור : _____

רשות ניקוז קיסרון

מי יועם הפריקטיב

מוכריות סטנדרדיות

מוגלש חצי עגול

מתקן כניסה למעביר מים

שם : _____

מחזוריות : _____

ראון : _____

תוכן : _____

בקני : _____

תאריך : _____

קניט 10000

מספר : _____

רשומות : _____

114-4-1

נר"א - רפי הלרי

מ" - 04-9909008

מ"א : halevi@gmail.com

