



עקרונות בתכנון מערכת השקיה

מושגי יסוד בסיסיים בתכנון השקייה



- שיעור השקייה
- החזר יומי
- הפעלות

שיעור השקייה

נפח המים המסופק לשטח בשעה (ספיקה לשטח)

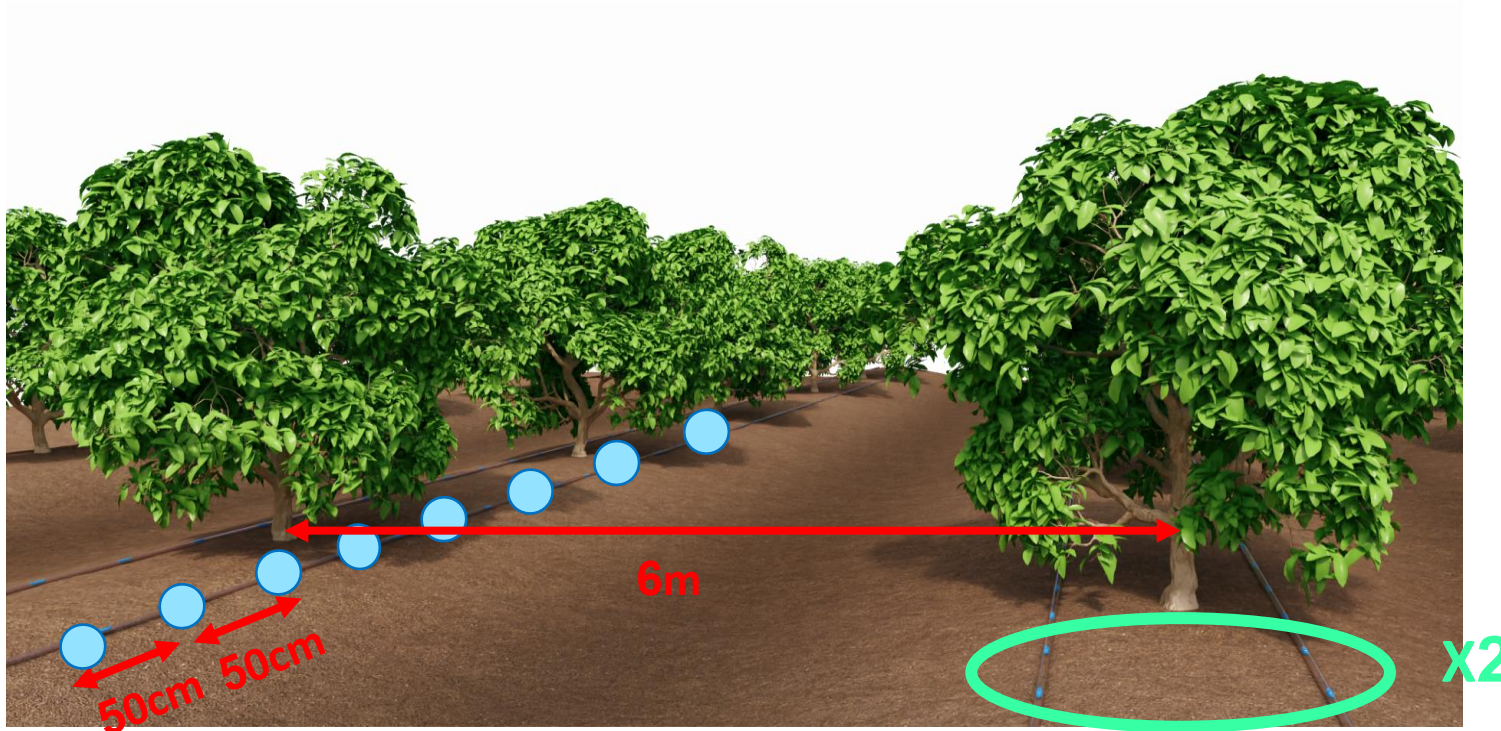
בטפטוף שיעור ההשקיה נקבע ע"י:

1. ספיקה הטפטפת.

2. מספר שלוחות לשורה.

3. מרווחים בין טפטפות.

4. מרווח בין שורות.



שיעור השקייה

איך מחשבים שיעור השקייה?

$$\frac{\text{מספר שלוחות לשורה}}{\text{מרווח שורות (מטר)}} \times \frac{\text{ספיקת הטפטת (ליטר/שעה)}}{\text{מרווח בין טפטות (מטר)}} = \boxed{} \left[\frac{\text{מק"ש}}{\text{דונם}} \right] = \boxed{} \left[\frac{\text{מ"מ}}{\text{שעה}} \right]$$

$$\frac{1\text{ מ}^3}{1000\text{ מ}^2} = \frac{1\text{ מ}}{1000} = \text{מ"מ}$$

הערה: מ"מ (מילימטר) שווה למטר קוב לדונם

שיעור השקייה

איך מחשבים שיעור השקייה?

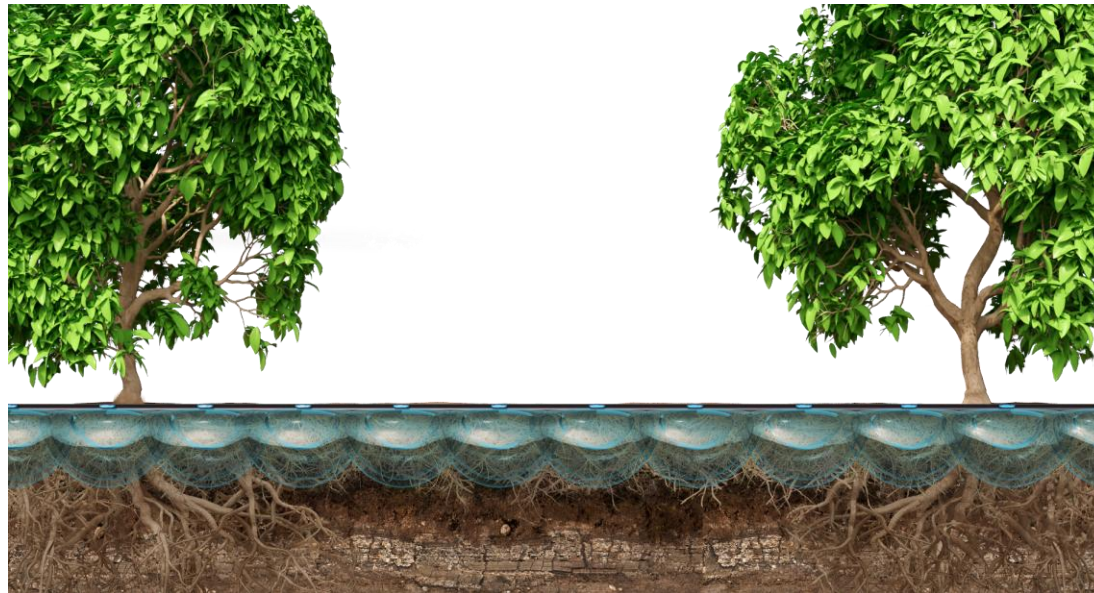
דוגמה:

מטע אבוקדו

מרווחי נטיעה: 6 מ' X 3 מ'

צידוד השקייה: ורד 20/2.1/0.4

מספר שלוחות לשורה: 2



$$\begin{array}{c}
 \begin{array}{l} \text{מספר שלוחות} \\ \text{לשורה (ליטר/שעה)} \end{array} \quad \begin{array}{l} 2 \\ \times \end{array} \quad \begin{array}{l} \text{ספיקת הטפט} \\ \text{(ליטר/שעה)} \end{array} \quad \begin{array}{l} 2.1 \\ \times \end{array} \\
 \hline
 \begin{array}{l} \text{מרווח שורות} \\ \text{(מטר)} \end{array} \quad \begin{array}{l} 6 \\ \times \end{array} \quad \begin{array}{l} \text{מרווח בין טפטות} \\ \text{(מטר)} \end{array} \quad \begin{array}{l} 0.4 \end{array} \\
 \hline
 = \frac{4.2}{2.4} = 1.75 \left[\frac{\text{מק"ש}}{\text{דונם}} \right] = \left[\frac{\text{מ"מ}}{\text{שעה}} \right]
 \end{array}$$

החזר יומי

- החזר יומי הינו נתון אג הגידול. נקבע לפי היום
- מחושב לרוב ע"י התא

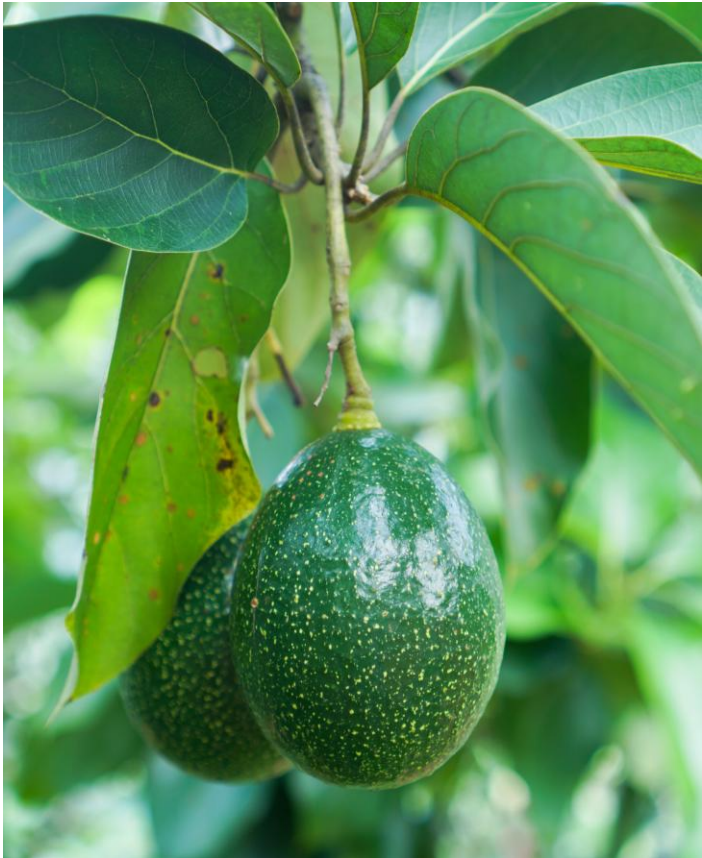


ס"ח מים מ"ק/לעונה:	בחר תחנה מטאורולוגית	אבוקדו עמק חפר יבול מעל 1.5 מ"ק/ד'	לבחירת סוג אבוקדו
1018	↓	עכו-חוף כרמל	לבחירת תת אזור לחץ על עכו - ראה רשימה בגליון תת אזור
לוח מים ממוצע רב שנתי מ"ק/יום/ד'	חדרה	מקדם השקיה מהתאדות מחושבת (פנמן)	חודש
לוח מים לתיבנון השקיה על פי ממוצע יומי רב שנתי			
1.9	4.27	0.45	1
1.9	4.27	0.45	2
1.9	4.27	0.45	3
1.9	4.27	0.45	4
5.5	5.63	0.97	1
5.5	5.63	0.97	2
5.5	5.63	0.97	3
5.5	5.63	0.97	4
6.0	5.33	1.12	1
6.0	5.33	1.12	2
6.0	5.33	1.12	3
6.0	5.33	1.12	4
5.6	4.87	1.16	1
5.6	4.87	1.16	2
5.6	4.87	1.16	3
5.6	4.87	1.16	4
4.4	3.80	1.15	1
4.4	3.80	1.15	2
4.4	3.80	1.15	3
4.4	3.80	1.15	4

- הערה:
- החזר היומי הוא כמה מ קובע בכמה זמן ניתן ל

החזר יומי

משך זמן ההשקיה יקבע ע"י שיעור ההשקייה וההחזר היומי המבוקש.



לדוגמה:

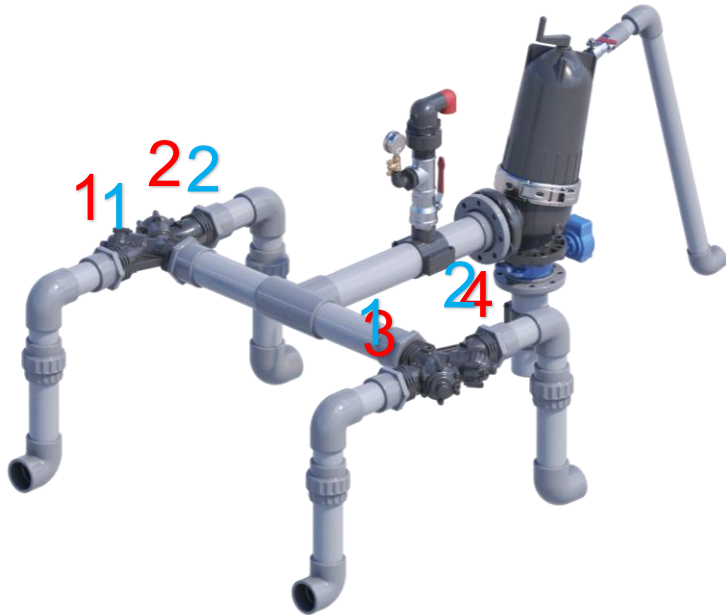
החזר יומי: 8 מ"מ/יום

שיעור השקייה 1.75 מ"מ/שעה

זמן ההחזר: $8/1.75 = 4.57$ [Hr]

הפעלות

- כאשר אין אפשרות לפתוח את כל השטח במכה אחת, עקב הגבלת ספיקה/לחץ נחלק את השטחים למספר בלוקים ובכל פעם נשקה רק חלק מהשטח.
- הפעלה היא פתיחת מגוף או מספר מגופים בו זמנית להשקיה.
- משך זמן כל ההפעלות יחדיו לא יעלה על 24 שעות! (כמובן שמומלץ פחות)
- נשאף תמיד לאיזון בספיקת ההפעלות השונות.



דוגמה:

אם זמן ההחזר הוא 6.89 שעות ניתן לתכנן מקסימום 3 הפעלות
 $6.89 \times 3 = 20.68 \text{Hr}$

הפעלות

- ברגע שהחלטנו את מספר ההפעלות וידוע לנו שיעור ההשקיה נוכל לדעת את ספיקת השטח.



לדוגמה:

גודל השטח: 60 דונם

מספר הפעלות: 3 (כל הפעלה כ-20 דונם)

שיעור השקייה: 1.53 מ"מ/שעה

- סה"כ ספיקת הפעלה: $20 \times 1.53 = 30.6 \text{ m}^3/\text{hr}$

הגנת קרה/חמסין



(1) כל השטח נפתח במכה אחת.

(2) שיעור השקיה גבוהה (בעיקר בהגנת קרה).

(3) חייבים לוודא שיש מספיק לחץ בראש מערכת.

(4) לוודא שהראש יודע להעביר את הספיקה.

דוגמא:

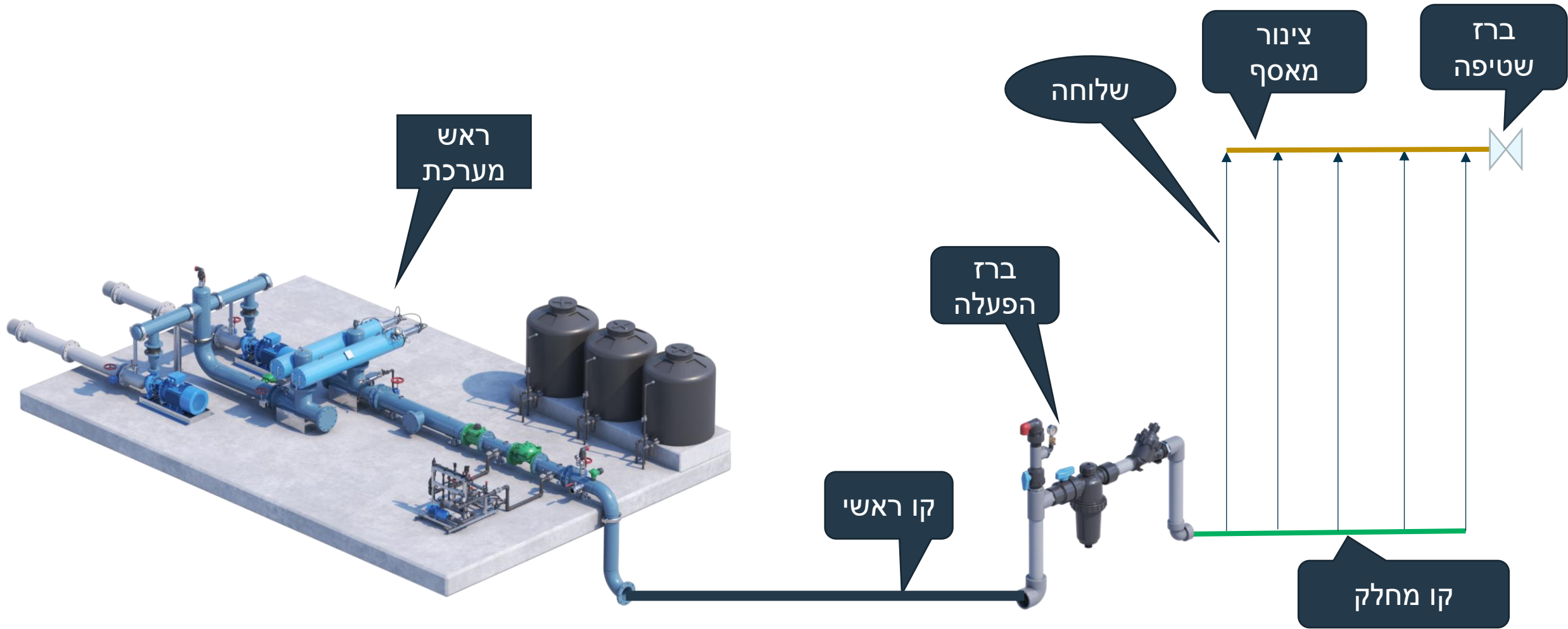
שטח של 120 דונם.

שיעור השקייה 1.75.

4 הפעלות השקייה--> $30 \times 1.75 = 53$ [m³/hr]

בהגנת קרה הספיקה תהיה: $120 \times 3.5 = 420$ [m³/hr]

מרכיבים עיקריים במערכת השקיה בטפטוף



משוואת היזן ויליאמס – צינור ראשי

$$\Delta H_w = 1.131 \times 10^9 \times \left(\frac{Q}{C} \right)^{1.852} \times D^{-4.87} \times L$$

ספיקה
[מק"ש]

קוטר פנים
הצינור
[מ"]

אורך
הצינור
[מ']

מקדם
חלקות

מקדמי חלקות C:

פלדה חדש: 125

צינור פלדה ישן: 75-90

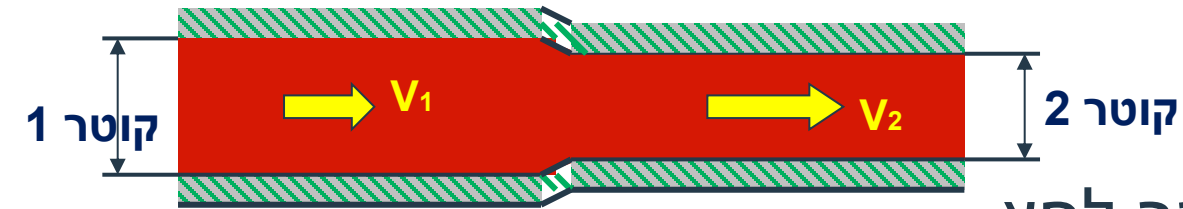
PE: 140

PVC: 145



כללי תכנון בסיסיים

- בצינור מוביל כמות המים הנכנסת והיוצאת שווה, שינוי הקוטר ישפיע על מהירות הזרימה.



- ככל שמהירות הזרימה גבוהה יותר נפסיד יותר לחץ.

כללי אצבע:

מהירות זרימה בצינור ראשי עד כ-2 מטר/שנייה

מהירות צרימה בצינור מחלק עד כ-2.5 מטר/שנייה

מהירות זרימה בראש מערכת עד כ-3 מטר/שנייה

כללי תכנון בסיסיים – בחירת קוטר הצינור

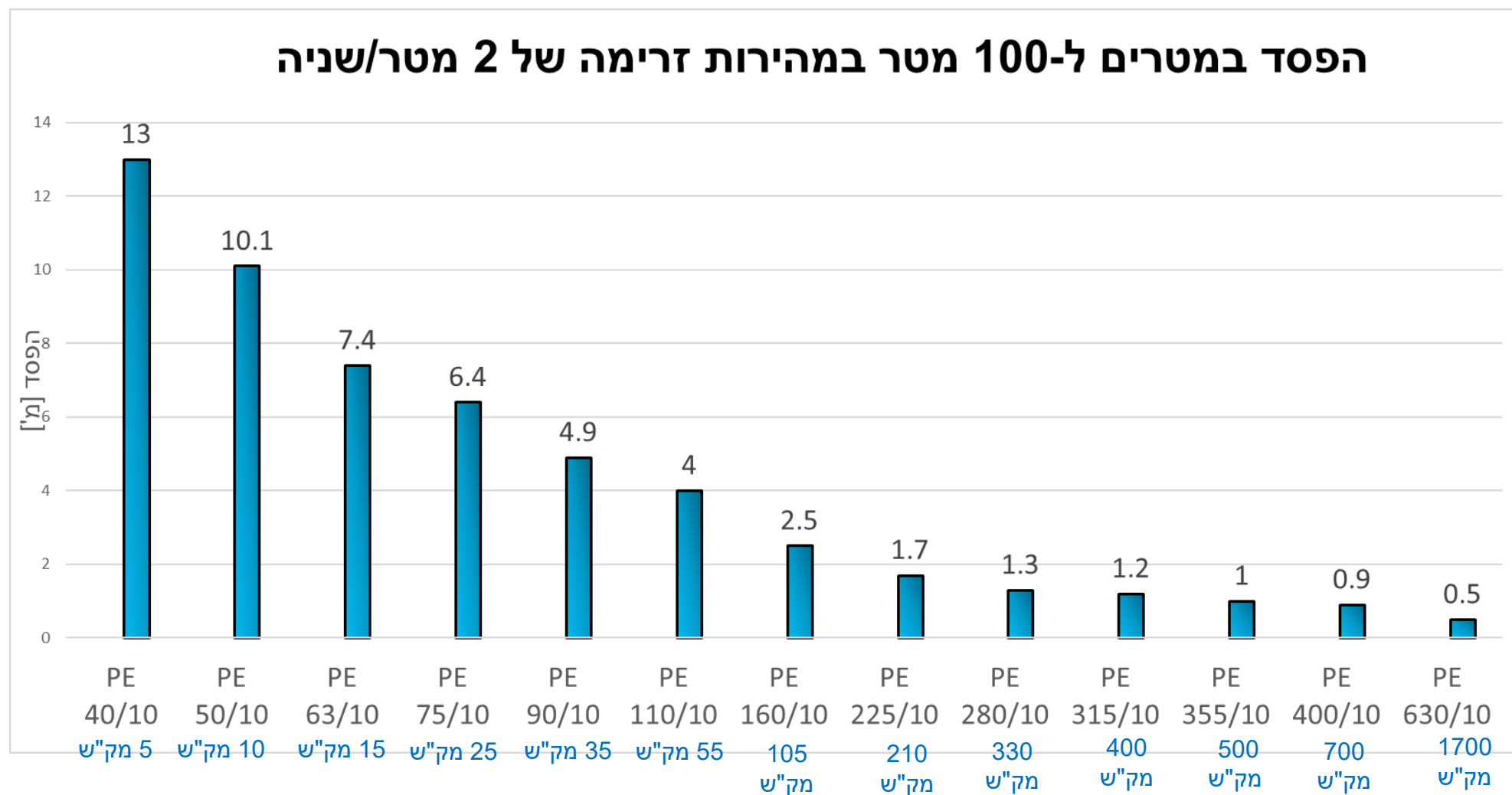
שינוי הלחץ (רווח או הפסד) מושפע מהפסד הלחץ כתוצאה מחיכוך

עם הצינור ומהשינוי בטופוגרפיה (10 מטר = 1 אטמוספירה).

דברים המשפיעים על בחירת קוטר צינור:

- ספיקה
- לחץ בכניסה
- לחץ דרוש בסוף הקו
- אורך הקו
- טופוגרפיה
- דרג הצינור

הפסד אורכי – צינור מוביל



ראש מערכת

קביעת גודל ראש המערכת (כללי אצבע):



קוטר הצינור	ספיקה מקסימלית (מק"ש)
2"	25
3"	50
4"	100
6"	150
8"	250

משוואת היזן ויליאמס – צינור מחלק

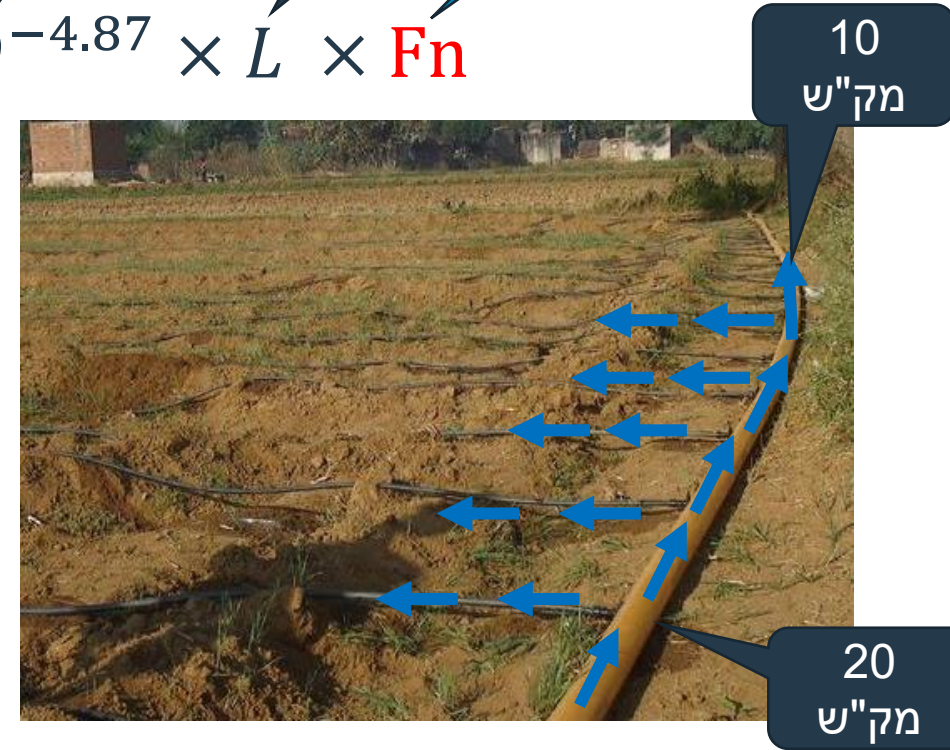
מרחק שלם N = n Q = n * q	ממסר ראשון: יציאות וקטעים: ספיקת כניסה:
	n
1.000	1
0.639	2
0.534	3
0.485	4
0.457	5
0.438	6
0.425	7
0.416	8
0.408	9
0.402	10
0.393	12
0.387	14
0.382	16
0.379	18
0.376	20
0.371	25
0.367	30
0.363	40
0.361	50
0.356	100
0.353	200
0.351	1000 = ∞

$$\Delta H_w = 1.131 \times 10^9 \times \left(\frac{Q}{C} \right)^{1.852} \times D^{-4.87} \times L \times F_n$$

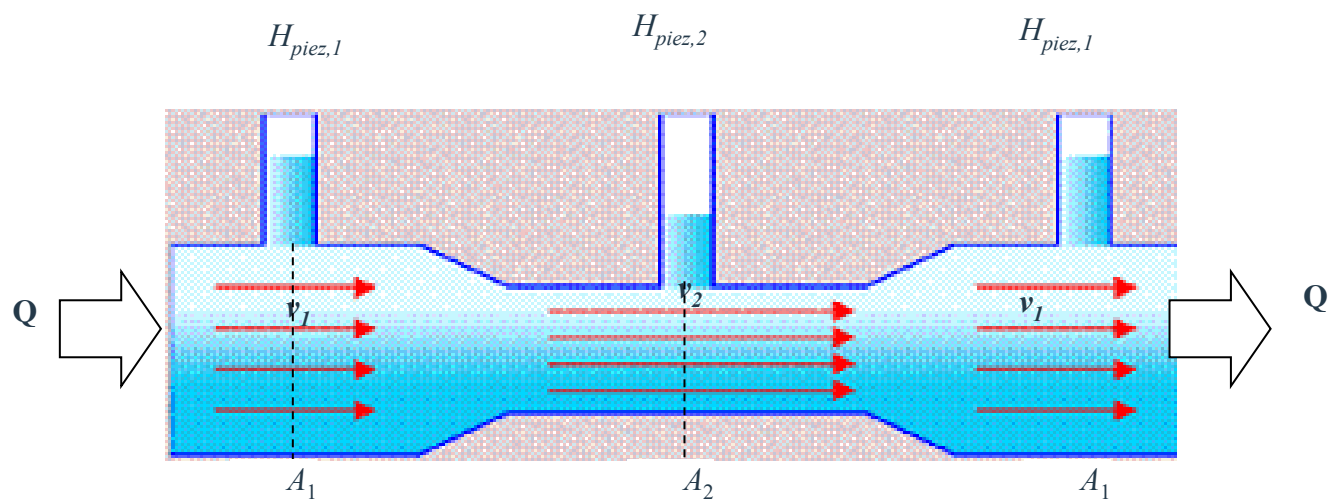
ספיקה [מק"ש]
קוטר פנים הצינור [מ"מ]
אורך הצינור [מ']
מקדם F_n
מקדם חלקות

מקדם f_n

הפסד עומד בצינור מחלק הוא בערך 0.4 מהפסד של צינור ראשי באותו קוטר. תלוי במספר היציאות.



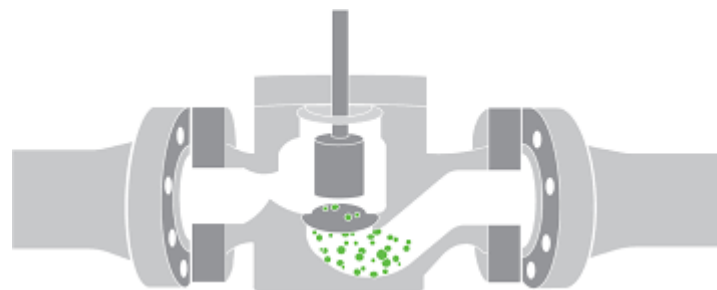
עקרון ברנולי



$$z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} = H = \text{const}$$



H=160[m]
T=90[m]
P=70[m]



לחץ דינמי ולחץ סטטי - בספיקה מקסימלית

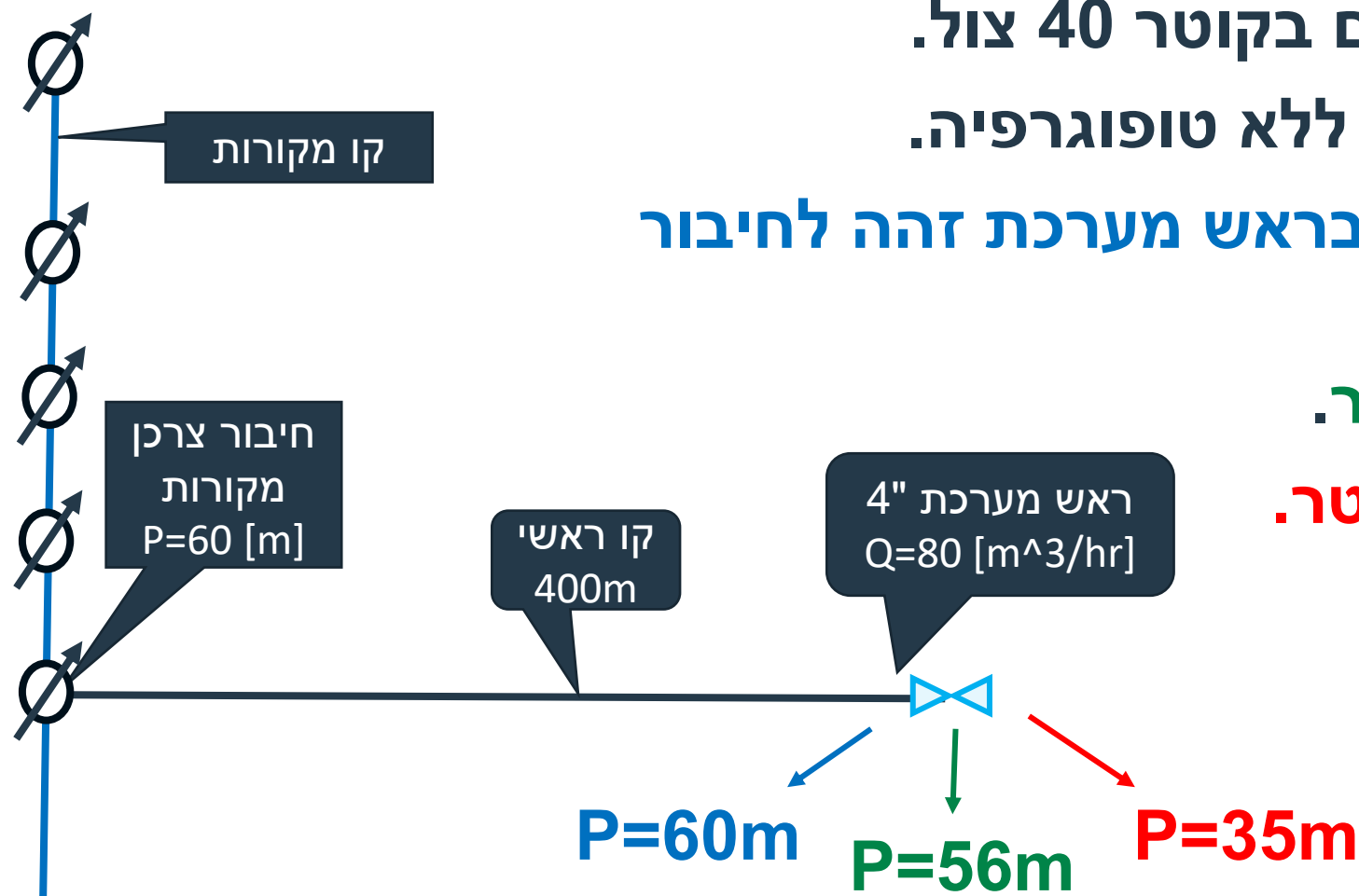
התחברות לקו מקורות קיים בקוטר 40 צול.

לאורך הקו יש חיבור צר. ללא טופוגרפיה.

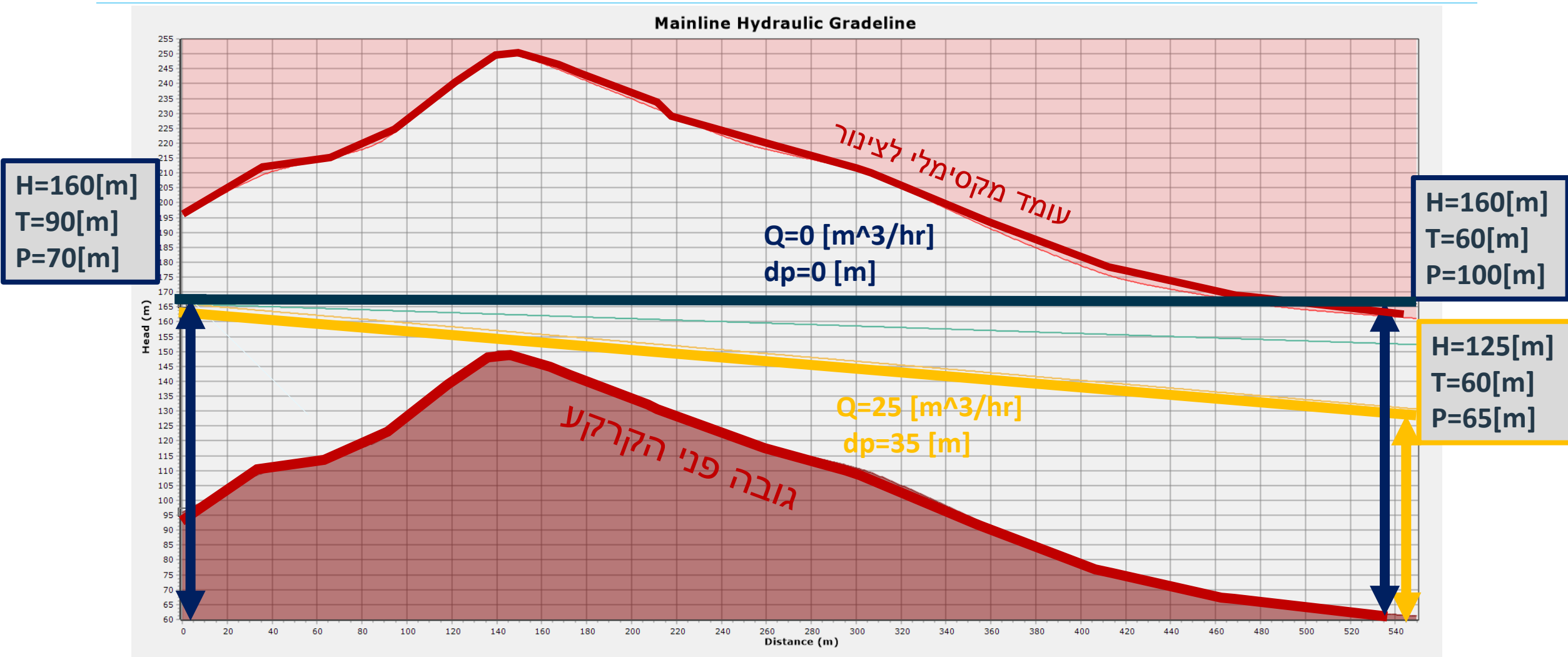
כאשר אין ספיקה – הלחץ בראש מערכת זהה לחיבור צר.

קו 6" – הפסד של 4 מטר.

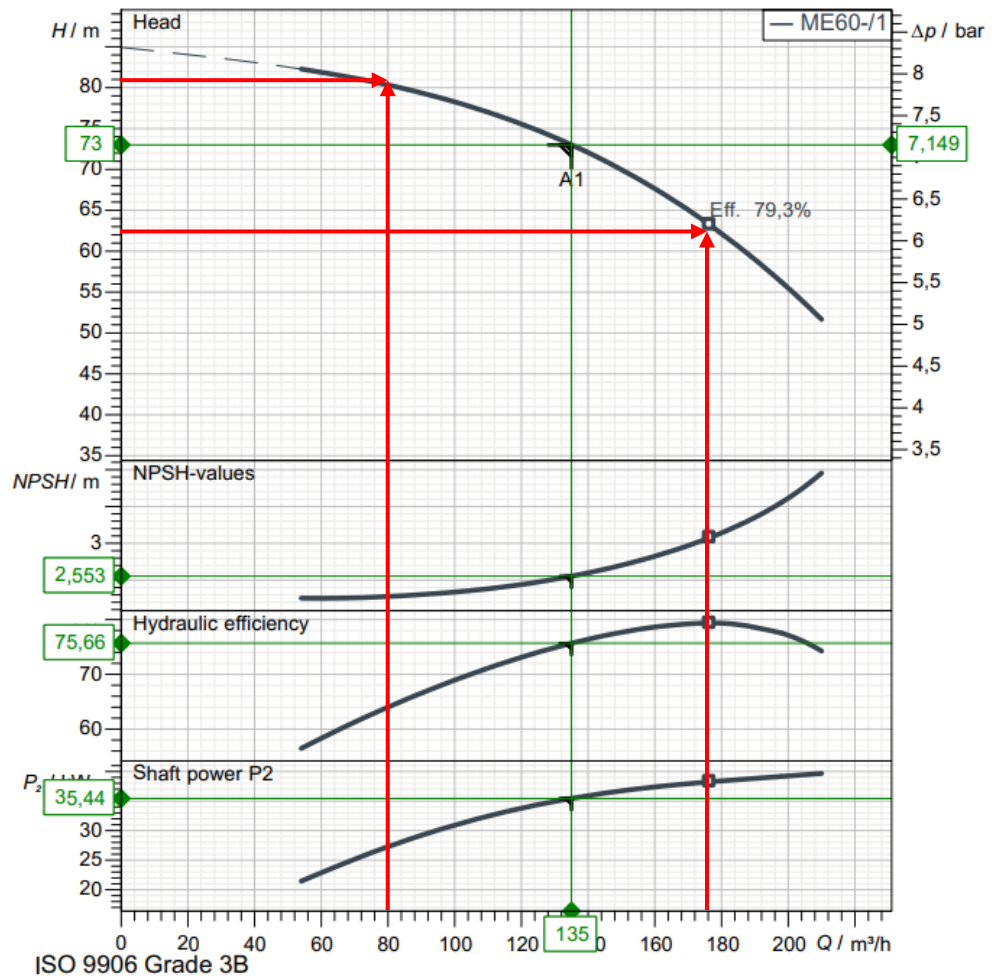
קו 4" – הפסד של 25 מטר.



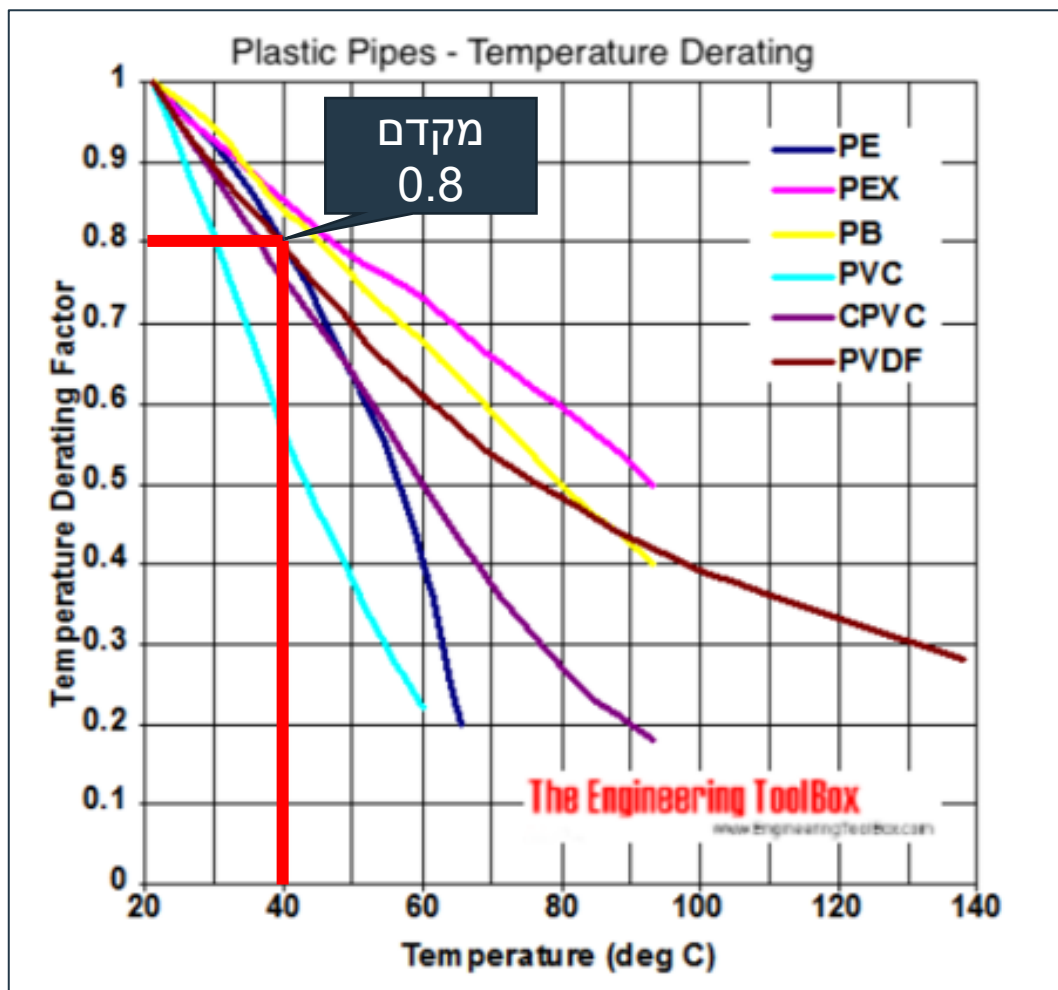
לחץ דינמי ולחץ סטטי – מגוף סגור



התייחסות למקור מים ממשאבה



השפעת הטמפ' על דרג הצינור



לדוגמה:
צינור PE25/10
טמפ' המים הצפויה 40 מעלות
מקדם 0.8
לחץ מקסימלי: $0.8 * 10 = 8 \text{ bar}$



הפסד מקומי

Fitting	K	Fitting	K
Entrance		Forged or cast fittings	
Bellmouth	0.05	Return bend, $r = 1.4 D$	0.40
Rounded	0.25	Tee, line flow	0.30
Sharp-edged	0.5	Tee, branch flow	0.75
Projecting	0.8	Cross, line flow	0.50
Exits		Cross, branch flow	0.75
All of the above	1.0	Wye, 45°	0.50
Bends, mitered		Increases	
$\theta = 15^\circ$	0.05	Conical	$h = K \left[1 - \left(\frac{D_1}{D_2} \right)^2 \right] \frac{v_2^2}{2g}$
$\theta = 22.5^\circ$	0.075		$3.5 (\tan \theta)^{1.22}$
$\theta = 30^\circ$	0.10	Conical (approximate)	$h = 0.25 (v_1^2 - v_2^2) / 2g$
$\theta = 45^\circ$	0.20	Sudden	$h = K \frac{v_1^2}{2g}, K = \left(1 - \frac{A_1}{A_2} \right)^2$
$\theta = 60^\circ$	0.35	Reducers	
$\theta = 90^\circ$	0.80	Conical	$h = K \frac{v_2^2}{2g}, K = 0.03 \pm 0.01$
90° bend	0.30	Sudden	$h = \frac{1}{2} \left[1 - \left(\frac{D_2}{D_1} \right)^2 \right] \frac{v_2^2}{2g}$
3 × 30° = 90°			
4 × 22.5° = 90°			
Forged or cast fittings			
90° elbow, standard	0.25		
90° elbow long radius	0.18		
45° elbow	0.18		

* $h = K v^2 / 2g$, where v is the maximum velocity in nonprismatic fittings. Increase K by 5% for each 25-mm (1-in.) decrement in pipe smaller than 300 mm (12 in.). Expect K values to vary from -20 to +30% or more.

מקדמי הפסדים מקומיים

$$h_i = K_i \left(\frac{V^2}{2g} \right)$$

נוסחה כללית להפסד עומד מקומי:

כאשר:

K מקדם הפסד העומד המקומי.

V מהירות המים.

לדוגמה:

זווית 90 מעלות,

מהירות זרימה 2 מטר לשניה

$$dp = 0.8 \left(\frac{2^2}{20} \right) = 0.16m$$

הפסד בשלוחת טפטוף + KD



תוצאות | VERED 16/1.6/50 (1.15)

200.00	אורך מקסימלי (m)
18.72	הפסד עומד כולל (m)
6.28	לחץ בסוף שלוחה (m)
640.00	ספיקה התחלתית (l/h)



תוצאות | VERED 20/1.6/50 (1.25)

200.00	אורך מקסימלי (m)
3.98	הפסד עומד כולל (m)
21.02	לחץ בסוף שלוחה (m)
640.00	ספיקה התחלתית (l/h)

נתוני שלוחת הטפטוף

16	קוטר נומינלי (mm)
1.15	עובי דופן (mm)
50	מרווח (cm) ?
13.8	קוטר פנים (mm)
0.95	Kd

נתוני שלוחת הטפטוף

20	קוטר נומינלי (mm)
1.25	עובי דופן (mm)
50	מרווח (cm) ?
17.4	קוטר פנים (mm)
0.21	Kd

דוגמא

הפסדים קו ראשי

160/10: 1.7 מ'.

110/10: 2.1 מ'.

הפסדים קו מחלק

צינור 90/6: 2.5 מ'.

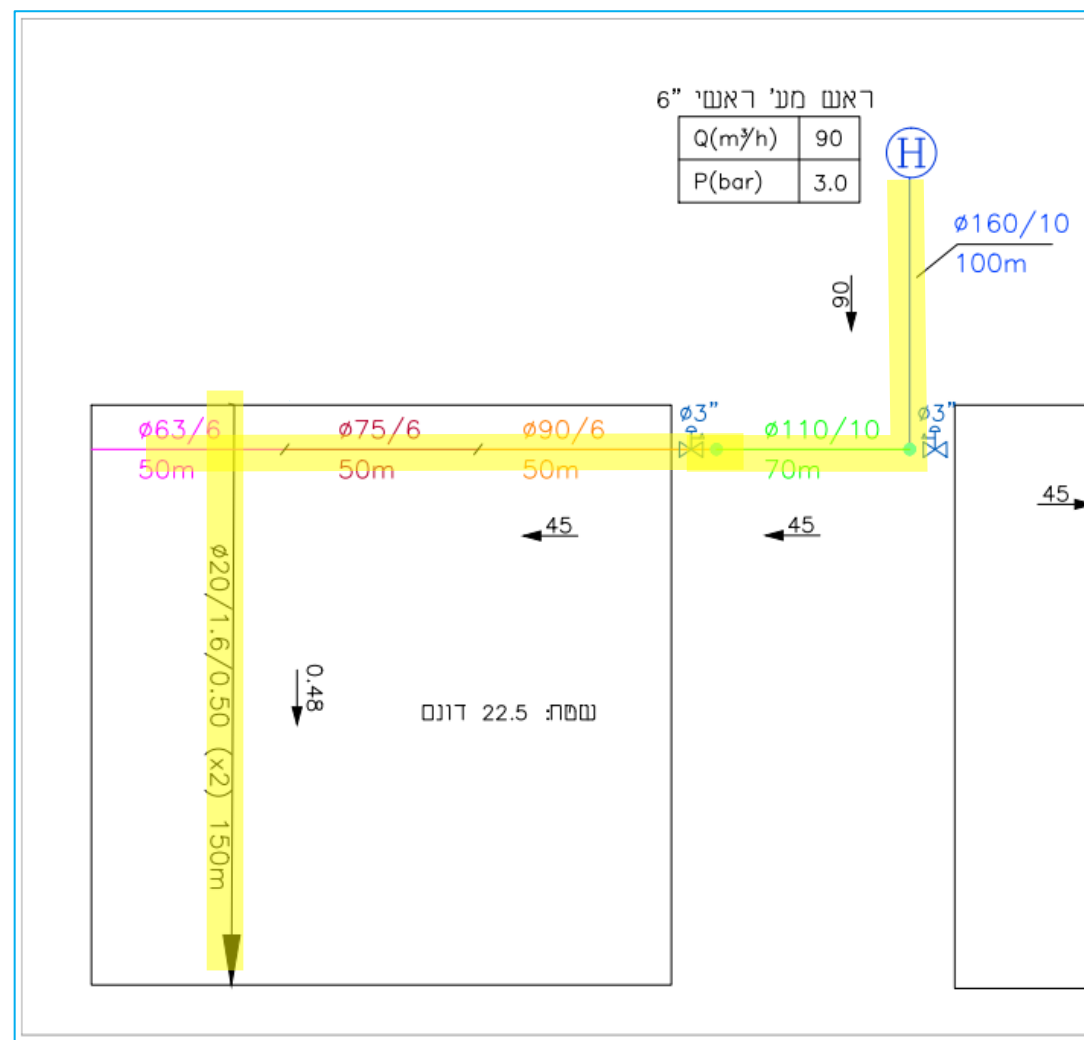
צינור 75/6: 2.4 מ'.

צינור 63/6: 0.9 מ'.

הפסדים על השלוחה

שלוחה 20/1.6/50: 1.78 מ'.

סה"כ: כ-11.5 מ' הפסד.



טופו: ירדה של 6.5 מטר

לחץ בקצה שלוחה: 5 מטר

מגוף שטח: 5 מטר

ראש מערכת: 10 מטר

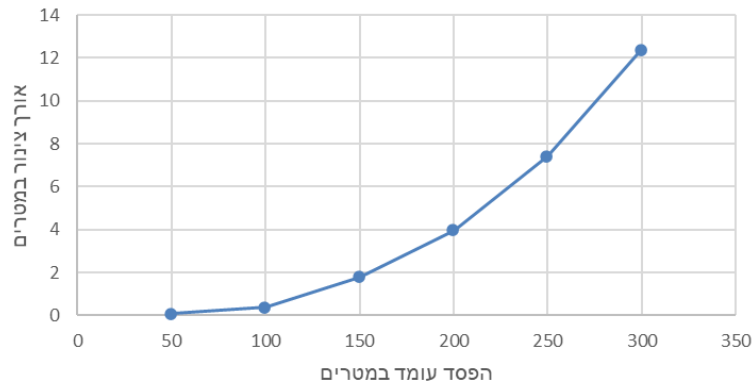
לחץ דרוש בראש מערכת:

$$25m = 11.5 - 6.5 + 5 + 5 + 10$$

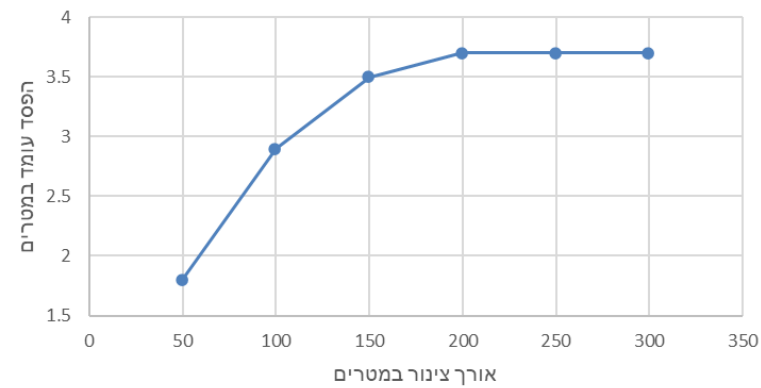
נדרוש 30m מטר בראש מערכת

סיכום הפסדי עומד

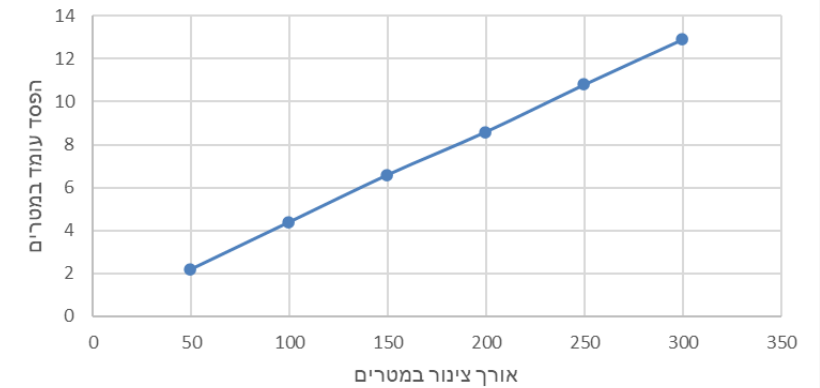
הפסד עומד שלוחה ורד 20/1.6/50



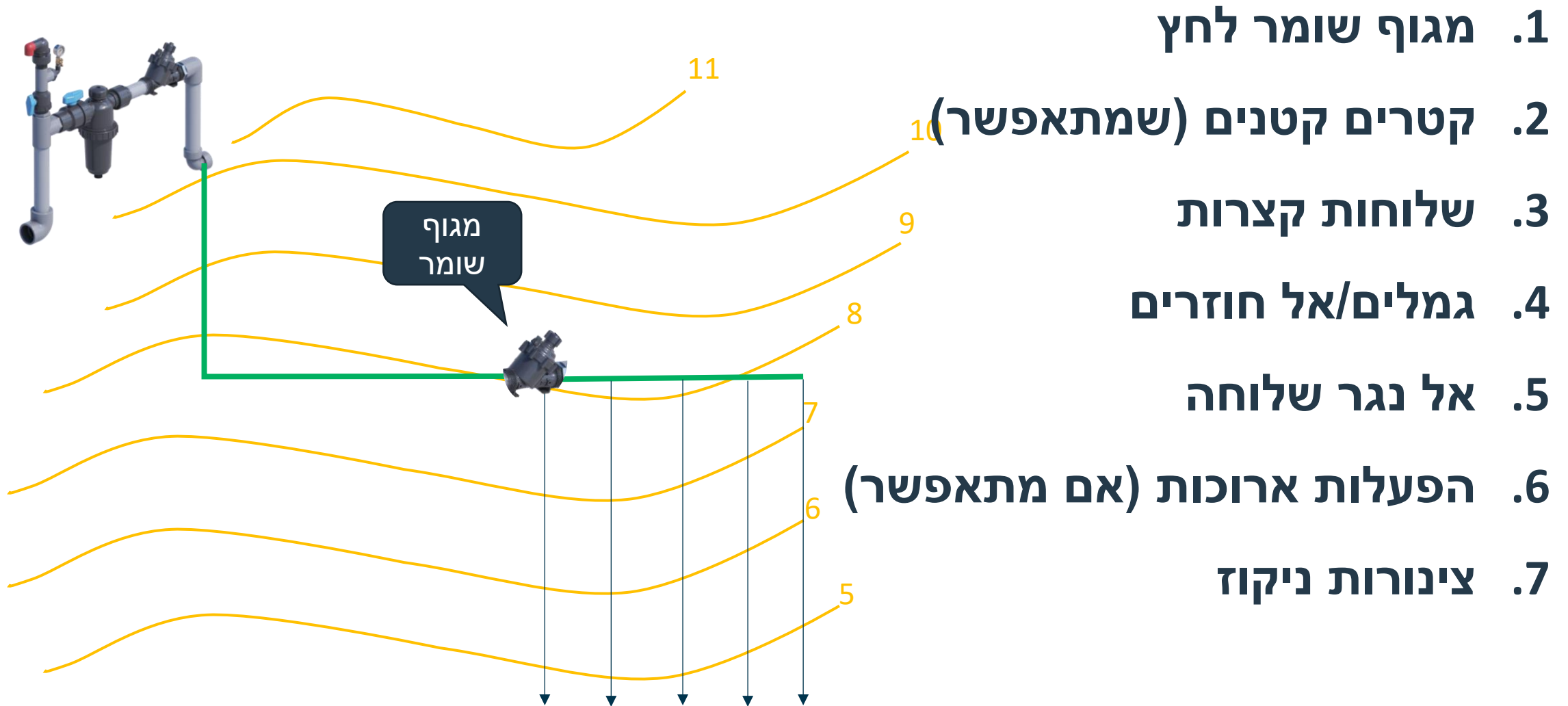
הפסד עומד - מחלק PE90/6



הפסד עומד - צינור ראשי PE90/6



התמודדות עם עודפי מים



השקייה בירידה או בעלייה?

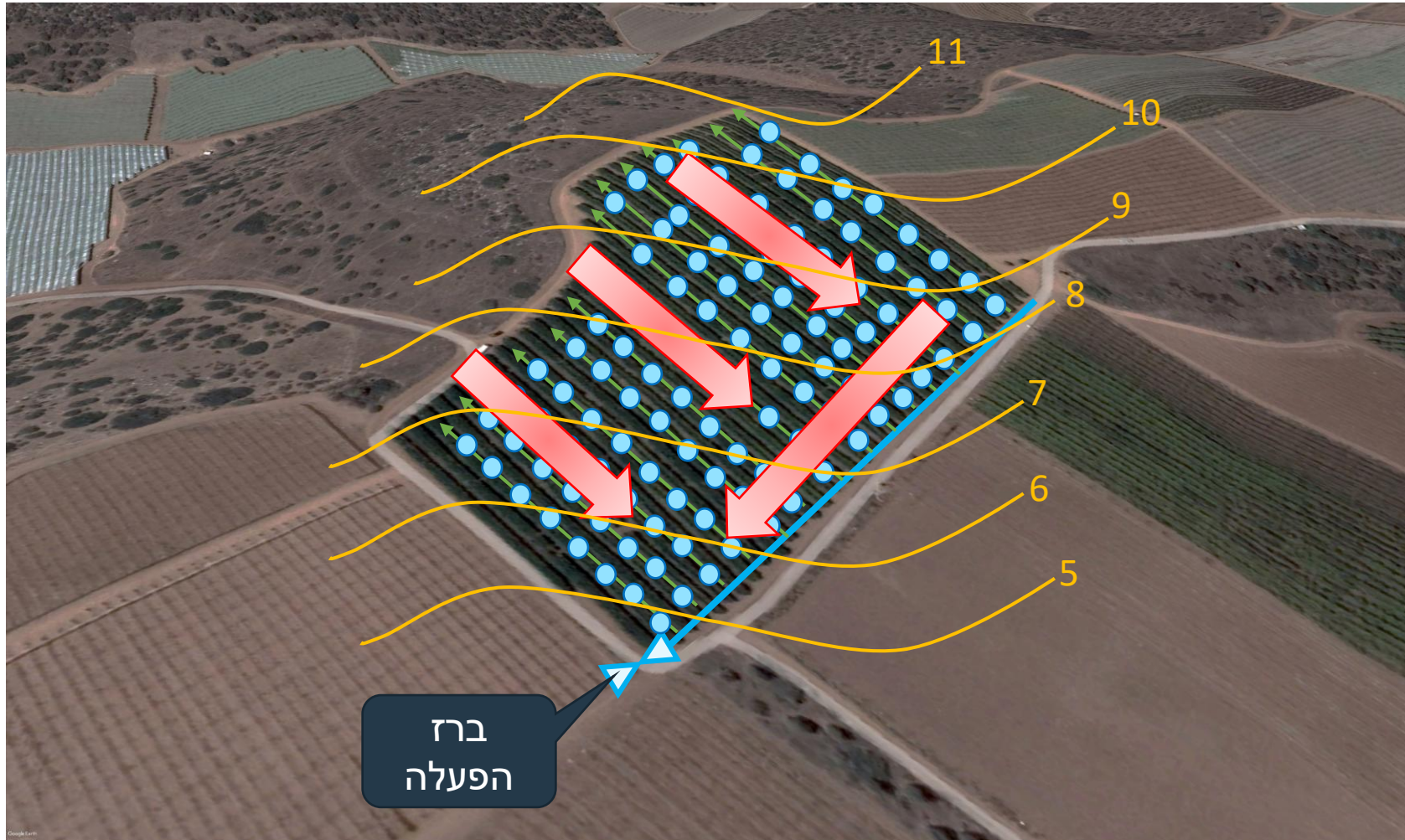
יתרונות ההשקיה בירידה:

- (1) הלחצים בבלוק ההשקיה מאוזנים יותר
- (2) הלכלוך לא "מטייל" במערכת + שטיפה טובה יותר.
- (3) בסוף ההשקיה, כל שלוחה מתנקזת לקצה, ולא חוזרת למחלק ומשם לחלק התחתון.

מתי בכל זאת נשקול להשקות בעלייה?

- (1) לאחד ברזים
- (2) לחסוך צינורות מובילים
- (3) קרבה לראש מערכת

השקיה בירידה או בעלייה?



מה משפיע על העלות הכספית של הפרויקט?

(1) החזר יומי נדרש

(2) מספר שעות השקיה מקסימלי

(3) לחץ במקור המים

(4) טופוגרפית השטח





**Simultaneous Head Loss Calc.
in Multiple Pipes**
Ideal Planning Tool
for Main and Submain Pipes

The smartphone screen shows the 'MAIN PIPE CALCULATOR' with two entries:

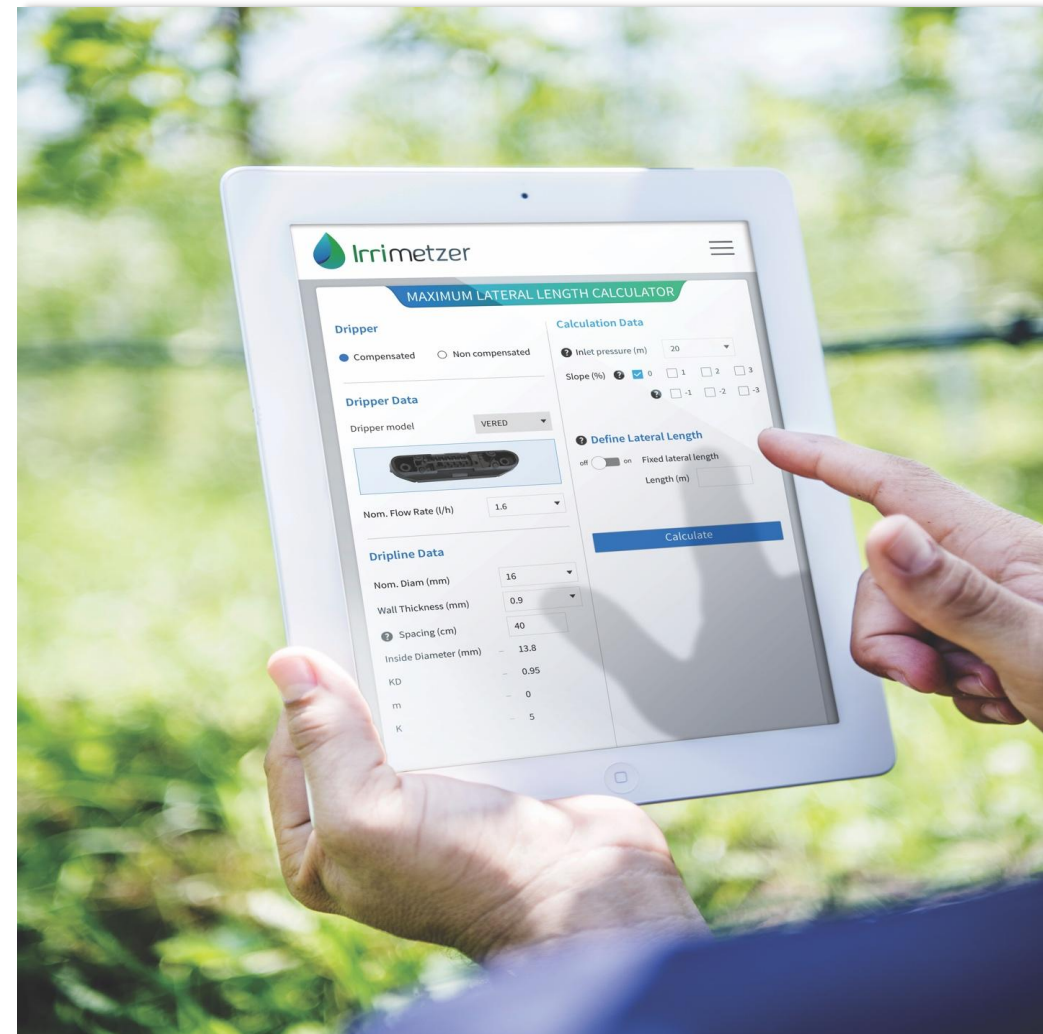
01	PE-HD 75/6	
ΔZ 2m	ΔP 5m	ΔH 7m
Q 25 m ³ /h	Vmax 1.9 m/s	L 100 m

02	PE-HD 63/6	
ΔZ 1m	ΔP 2.5m	ΔH 3.5m
Q 15 m ³ /h	Vmax 1.6 m/s	L 50 m

Below the entries is a 'Pipe Selection' section and a 'Total' summary table:

Total			
ΔZ 3 m	ΔP 7.5 m	ΔH 10.5 m	L 150 m

At the bottom are buttons for 'Clear All' and 'Calculate All'.



תודה רבה



