

בעיות זרימה במערכות ביוב מורכבות

רפי אגמי B.sc

יועץ למערכות זורמים



סוגי מערכות ביוב

- מאסף גרביטציוני / אטמוספרי:

שוחות חיבור ובקרה
זרימה בחתך חלקי בהתאם לעומס
מתרוקן בשעות מתות
אווור דרך נשמים ביתיים

- קו לחץ גרביטציוני:

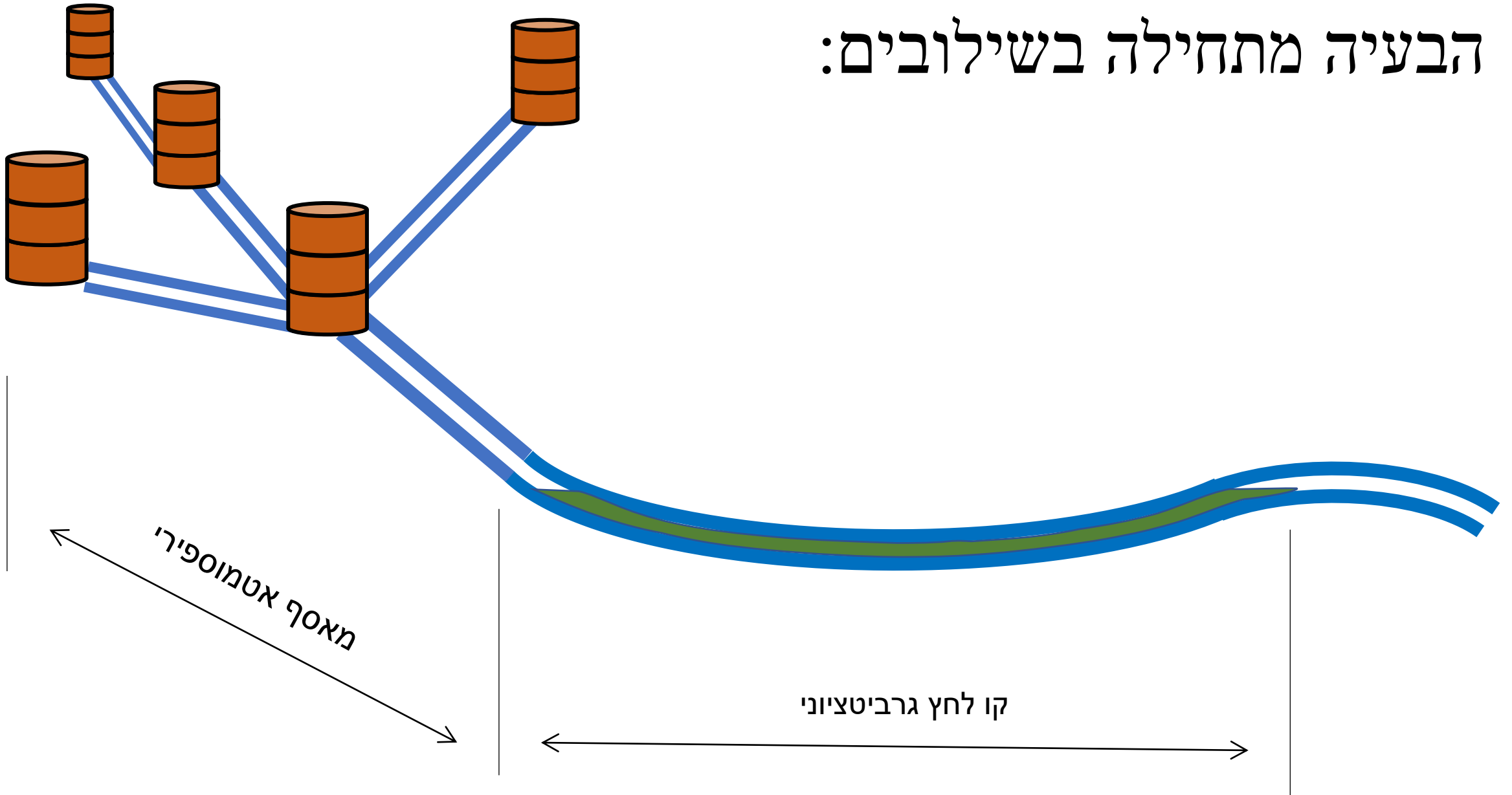
זרימה בחתך מלא
מים עומדים בשעות מתות
מאורר ע"י שסתומי אויר
שינויי מהירות לפי שינויי עומס

- קו סניקה

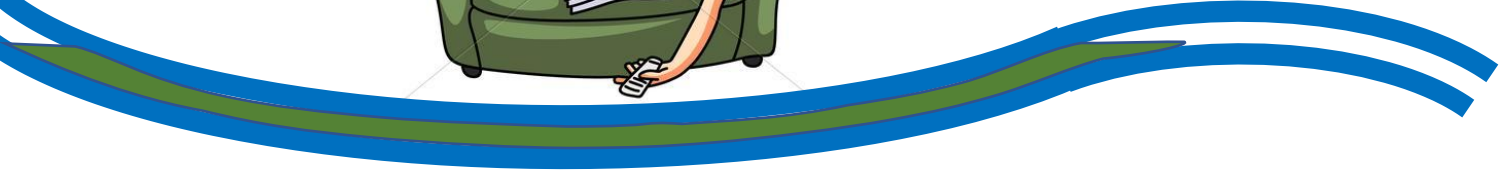
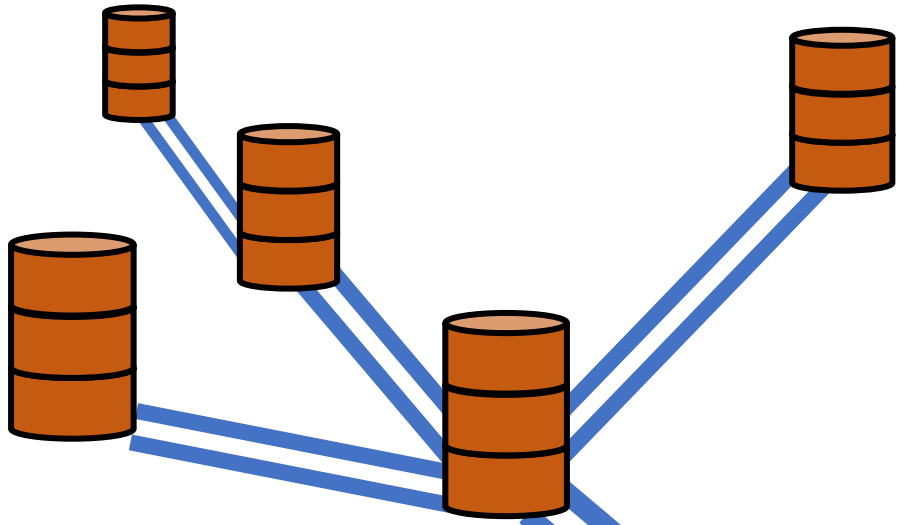
זרימה בחתך מלא
מים עומדים בשעות מתות
מאורר ע"י שסתומי אויר
שינויי מהירות לפי פעילות משאבות



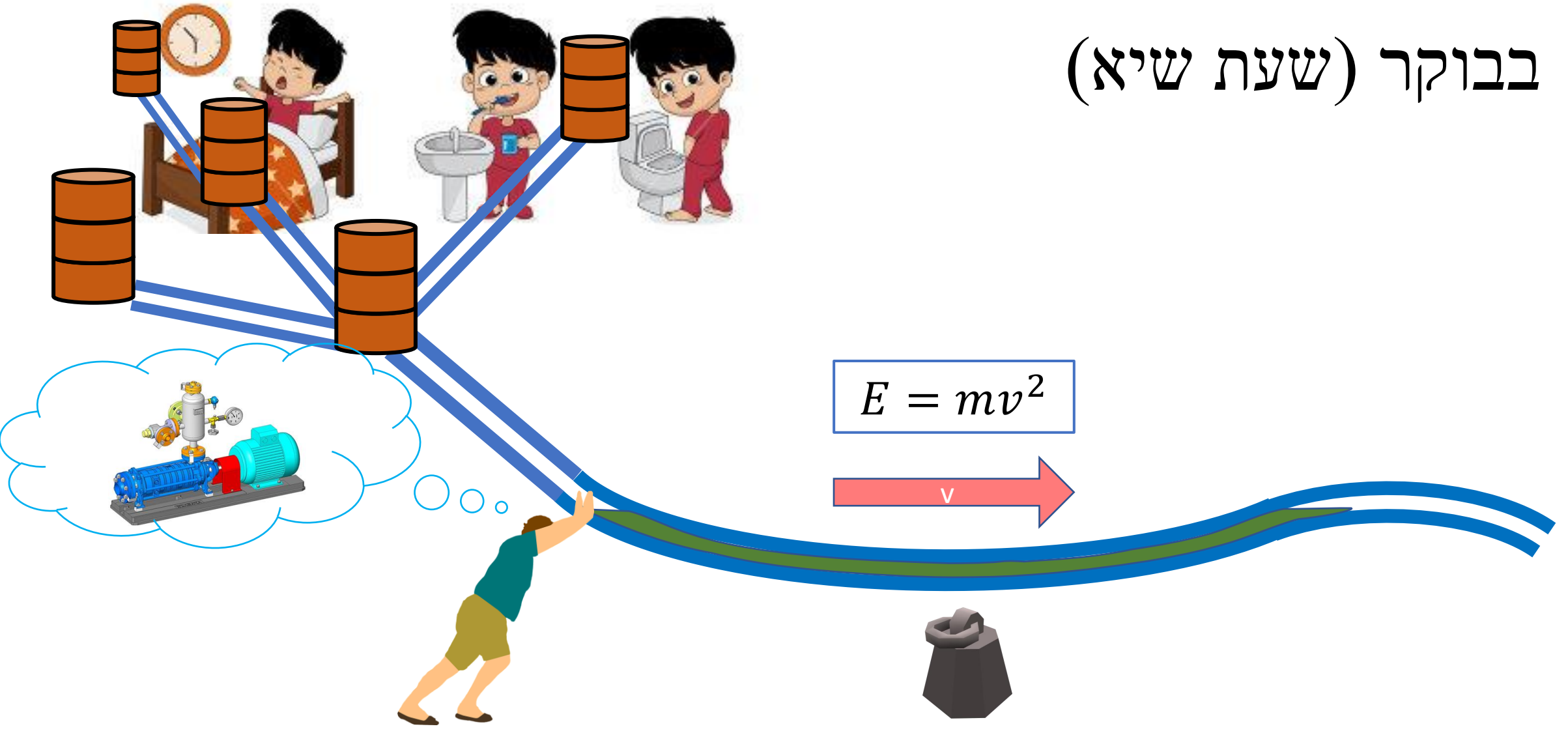
הבעיה מתחילה בשילובים:



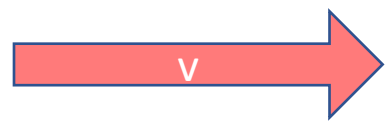
בלילה (שעות מתות) :



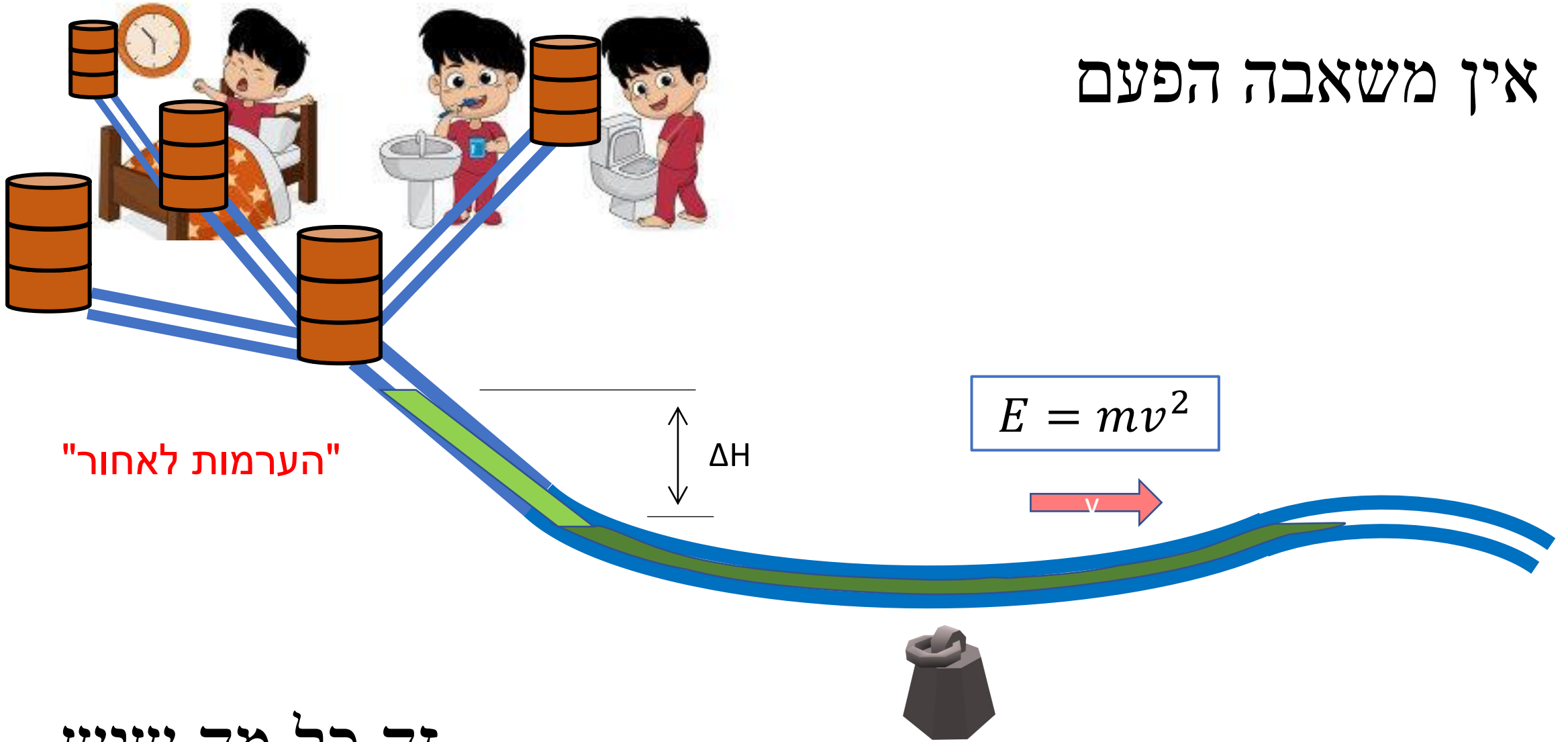
בבוקר (שעת שיא)



$$E = mv^2$$



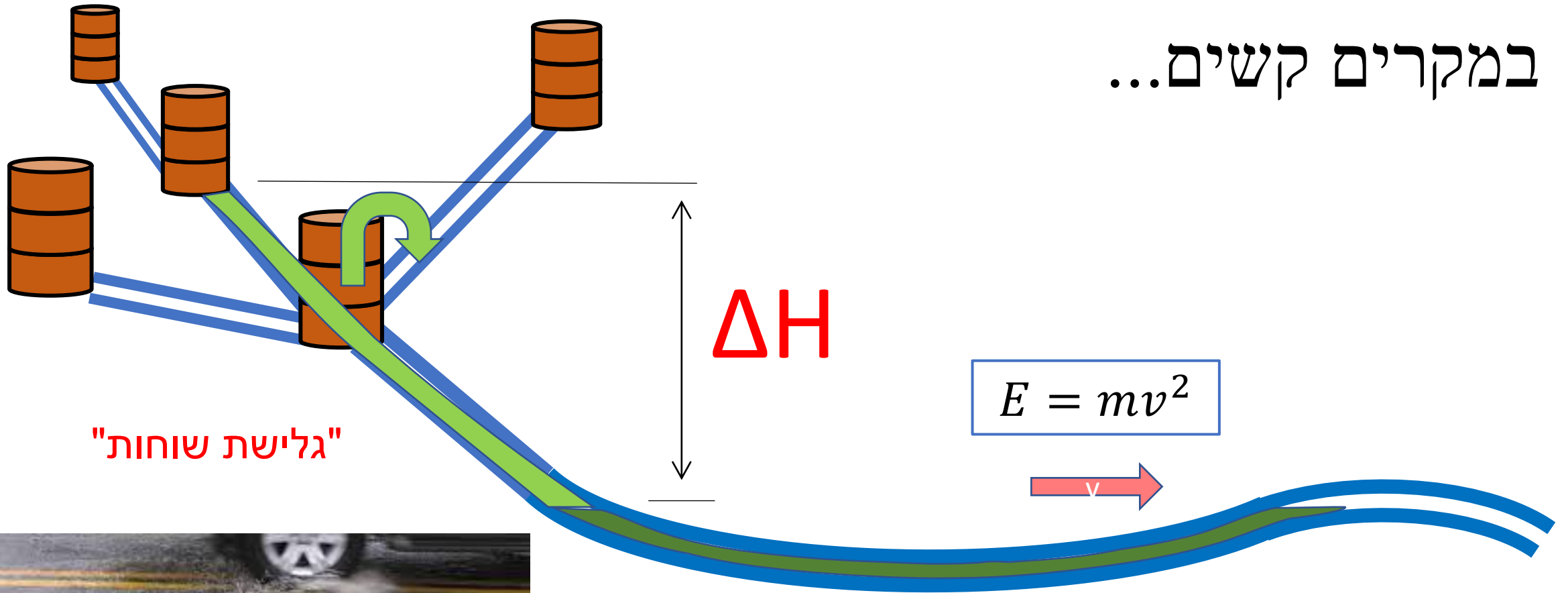
אין משאבה הפעם



"הערמות לאחור"

זה כל מה שיש

במקרים קשים...



אוויר צריך לצאת

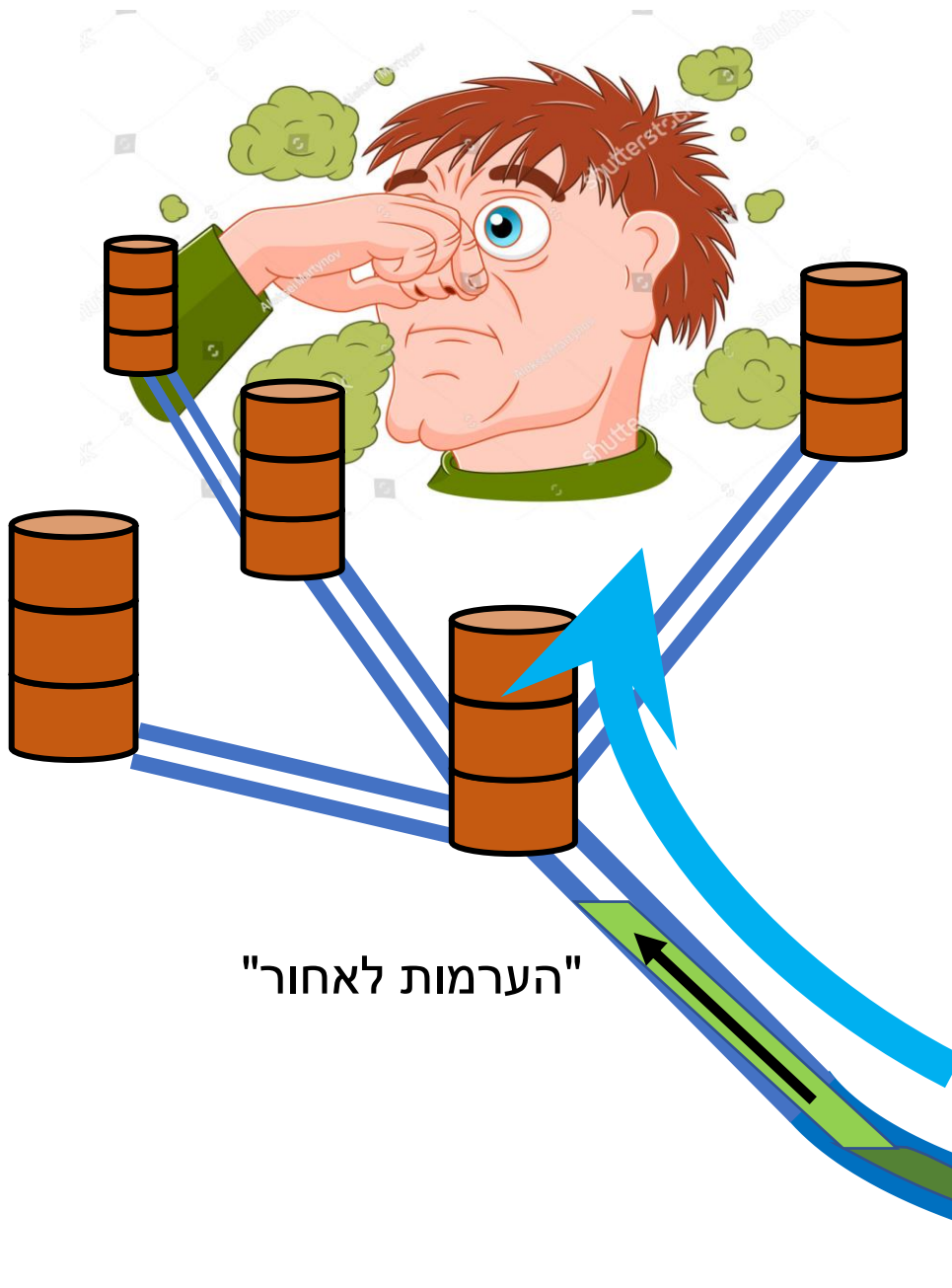
1. האוויר עולה כנגד השיפוע הטופוגרפי

2. מפגע ריח

3. התנגדות לזרימה

• גלישת שוחות (מכסה מתרומם בלחץ כ 0.5 מטר מים)

• עוד מפגעי ריח



"הערמות לאחור"

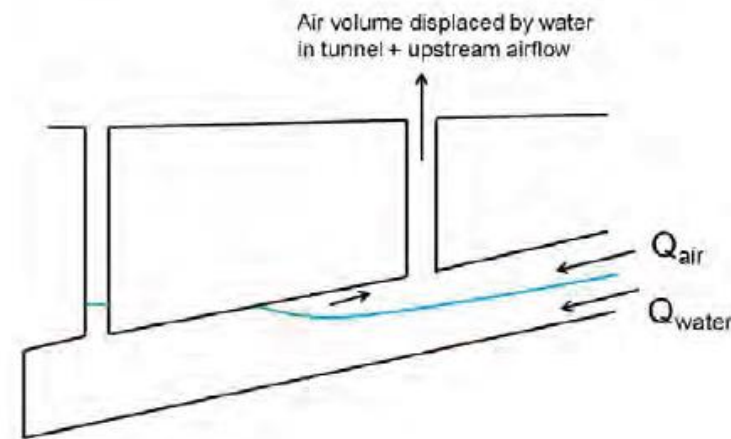
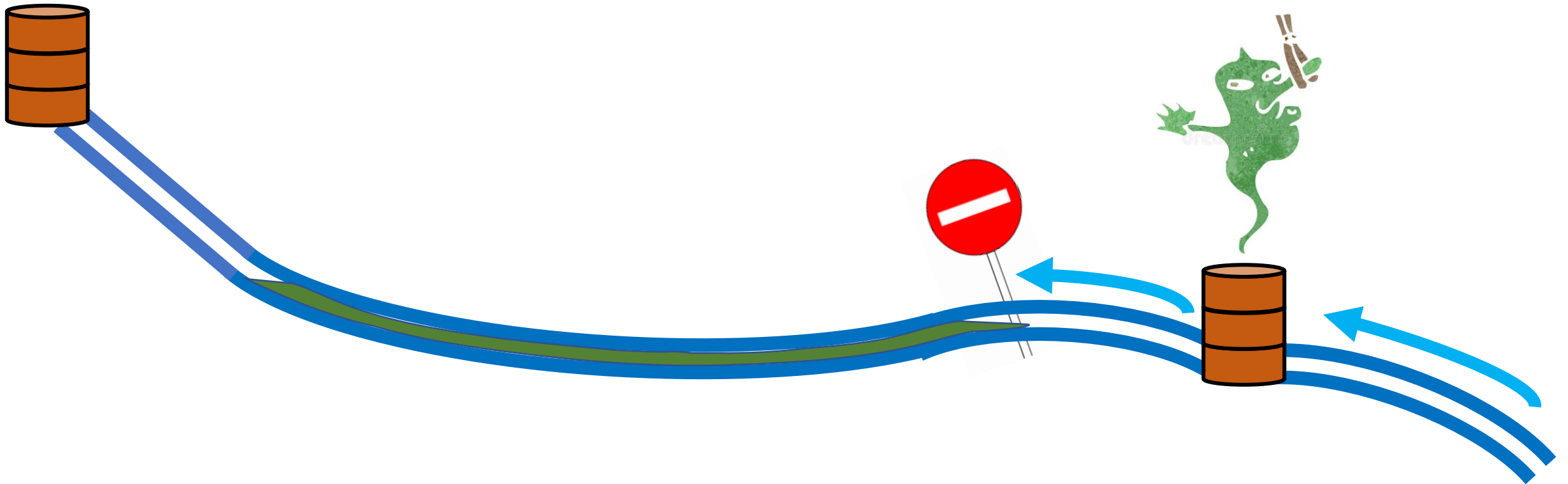


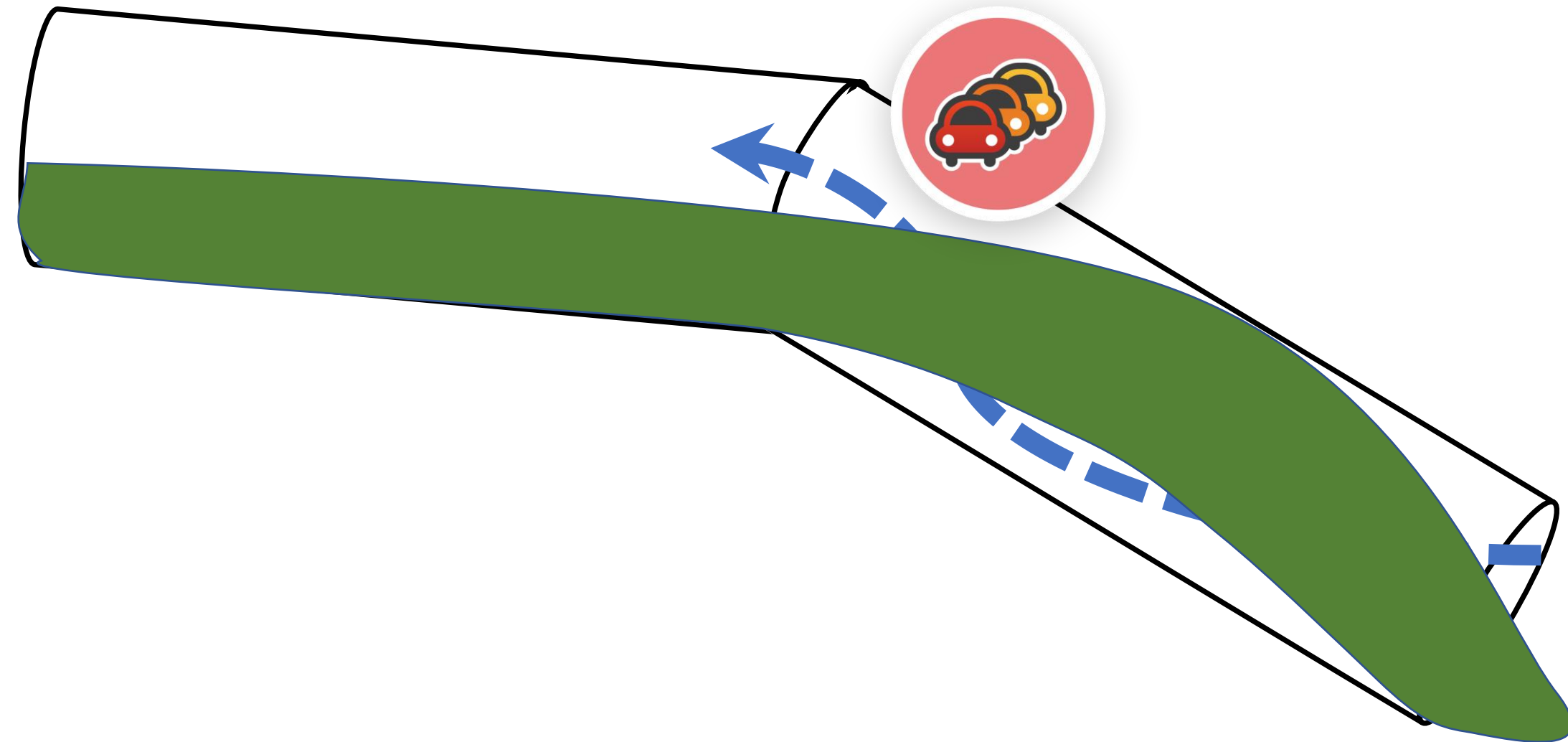
Figure 7 A filling CSO tunnel expels air.

לא תמיד האויר יכול לעלות ..

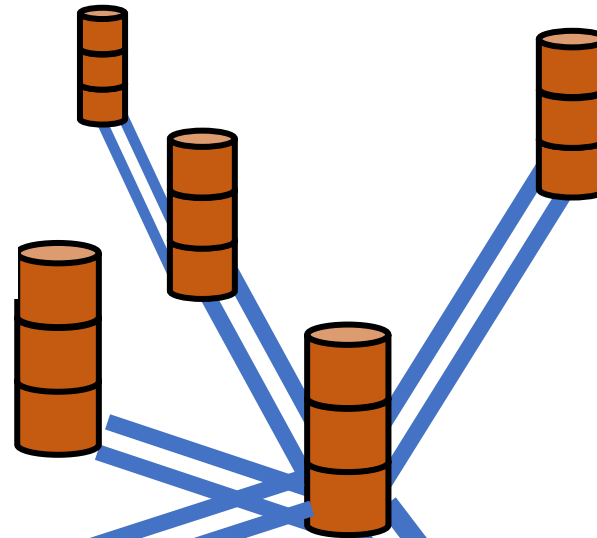
1. שיפוע לא רציף "שלולית", "אמבטיה"



גם זה סוג של מפל המקשה על מעבר אויר כנגד הזרימה

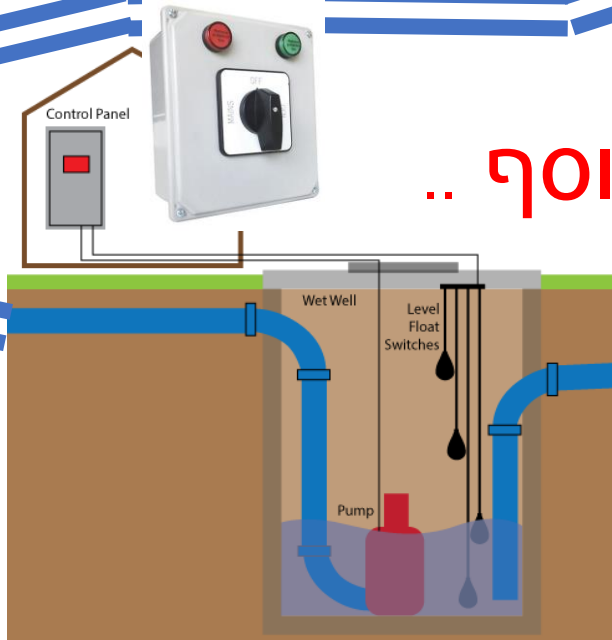


SUPER MORNING

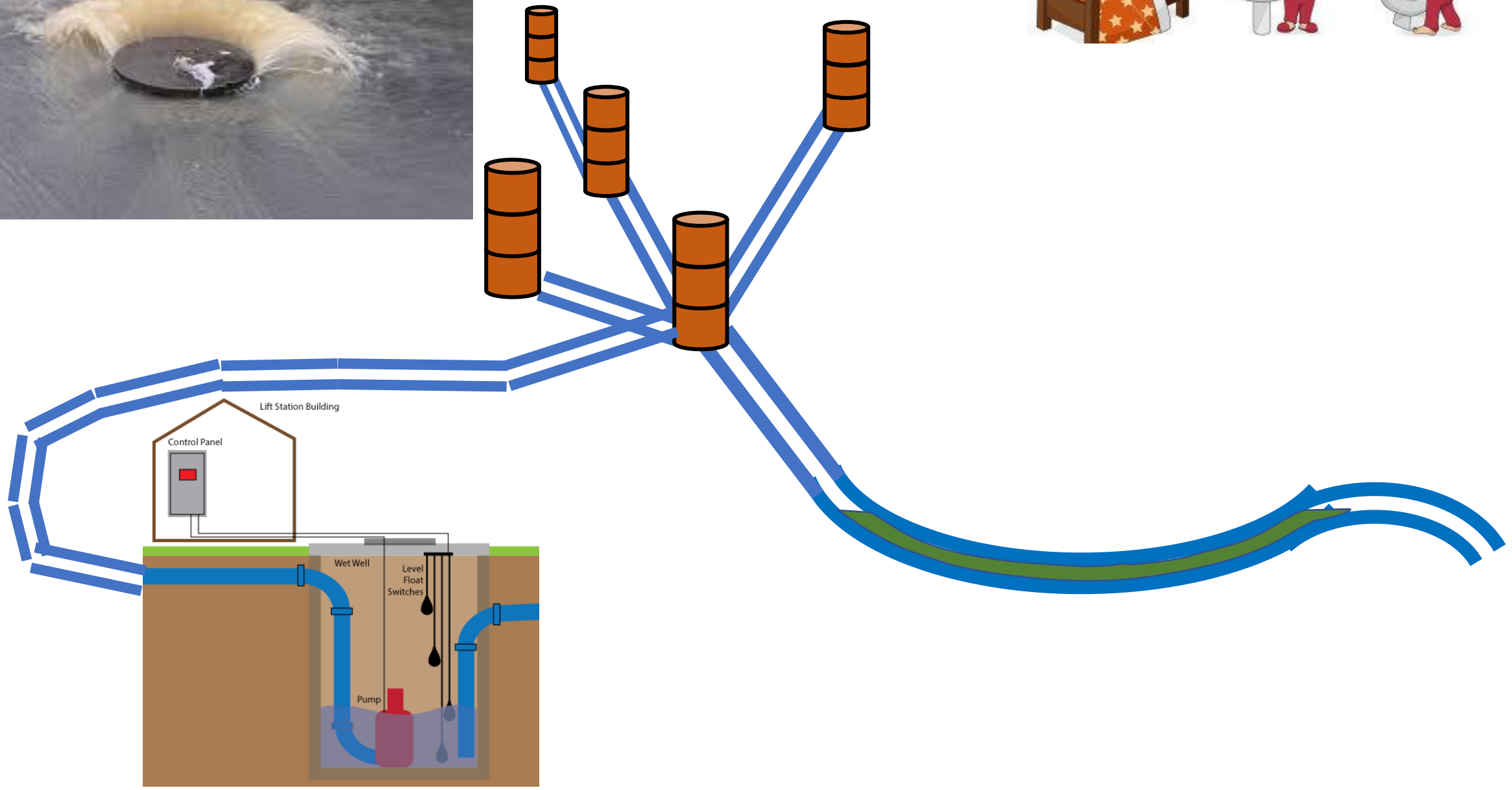


עוד אויר

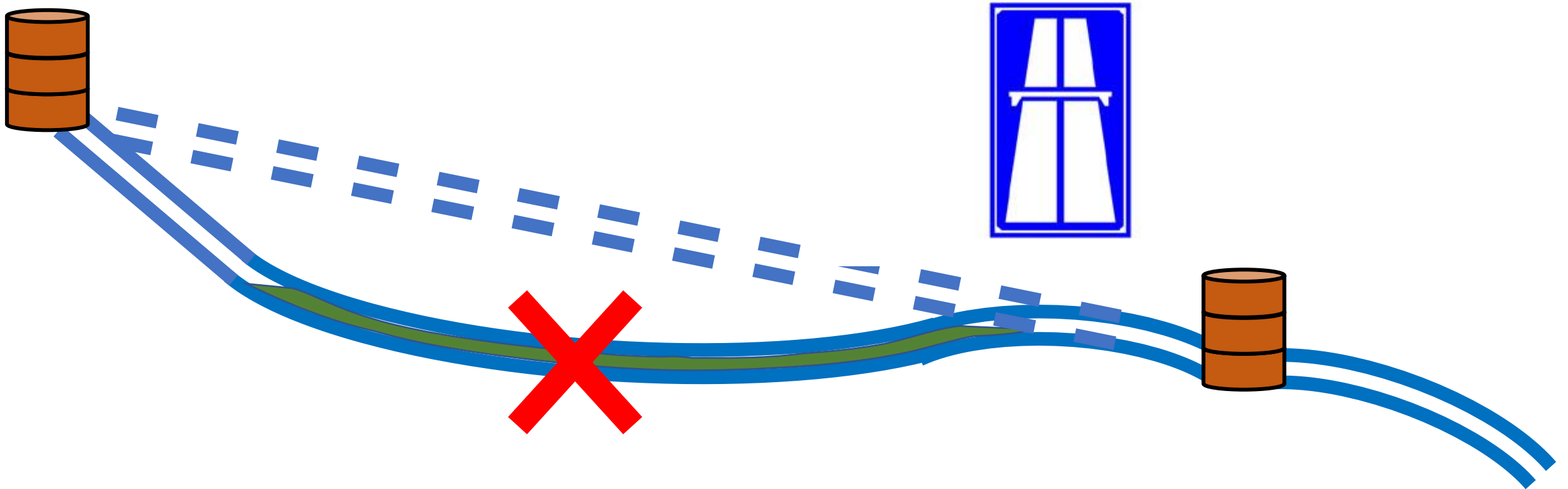
שילוב נוסף ..



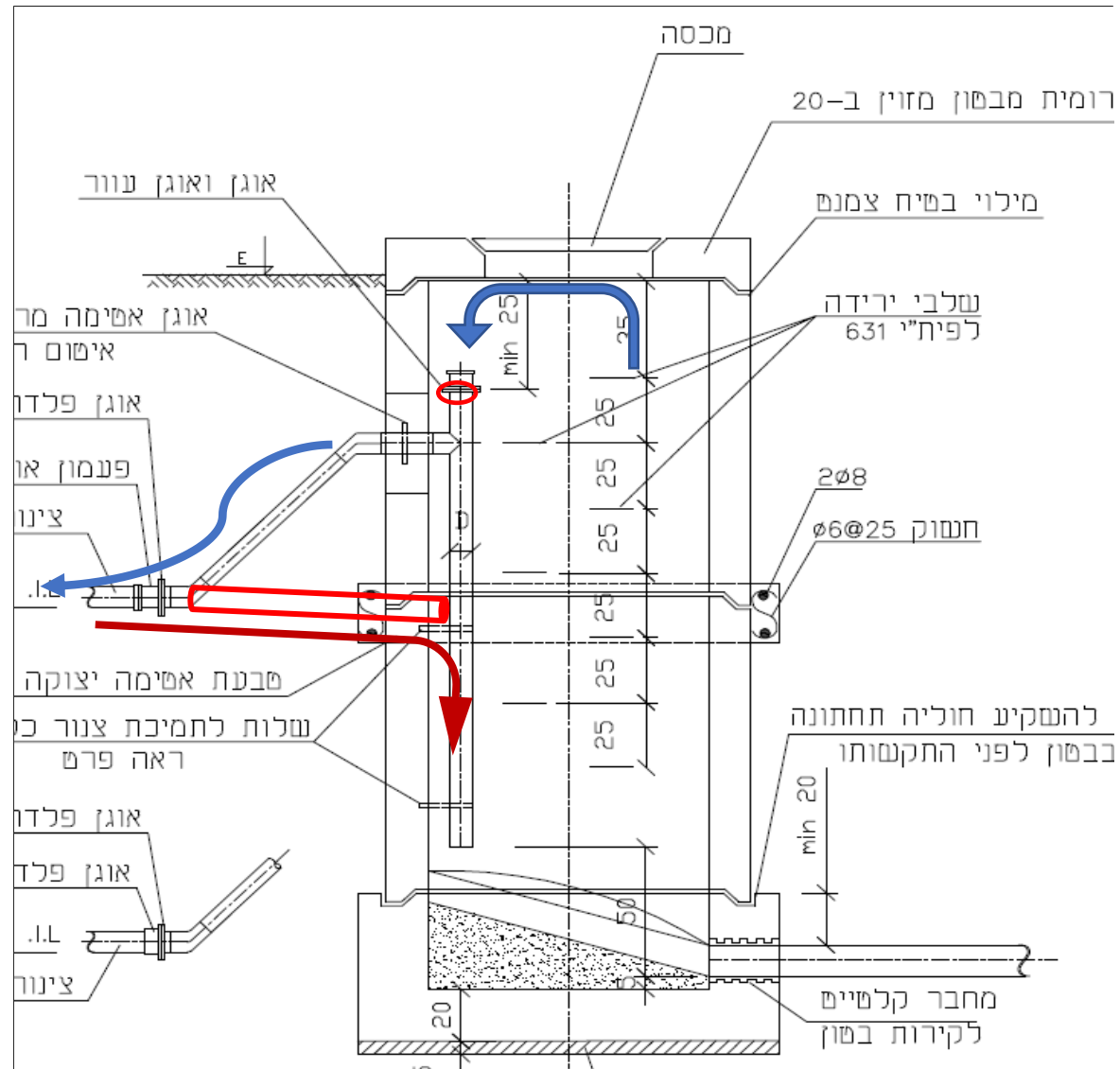
מה עושים ?



הקפדה על שיפועים אחידים:



תכנון מושכל של מפלים

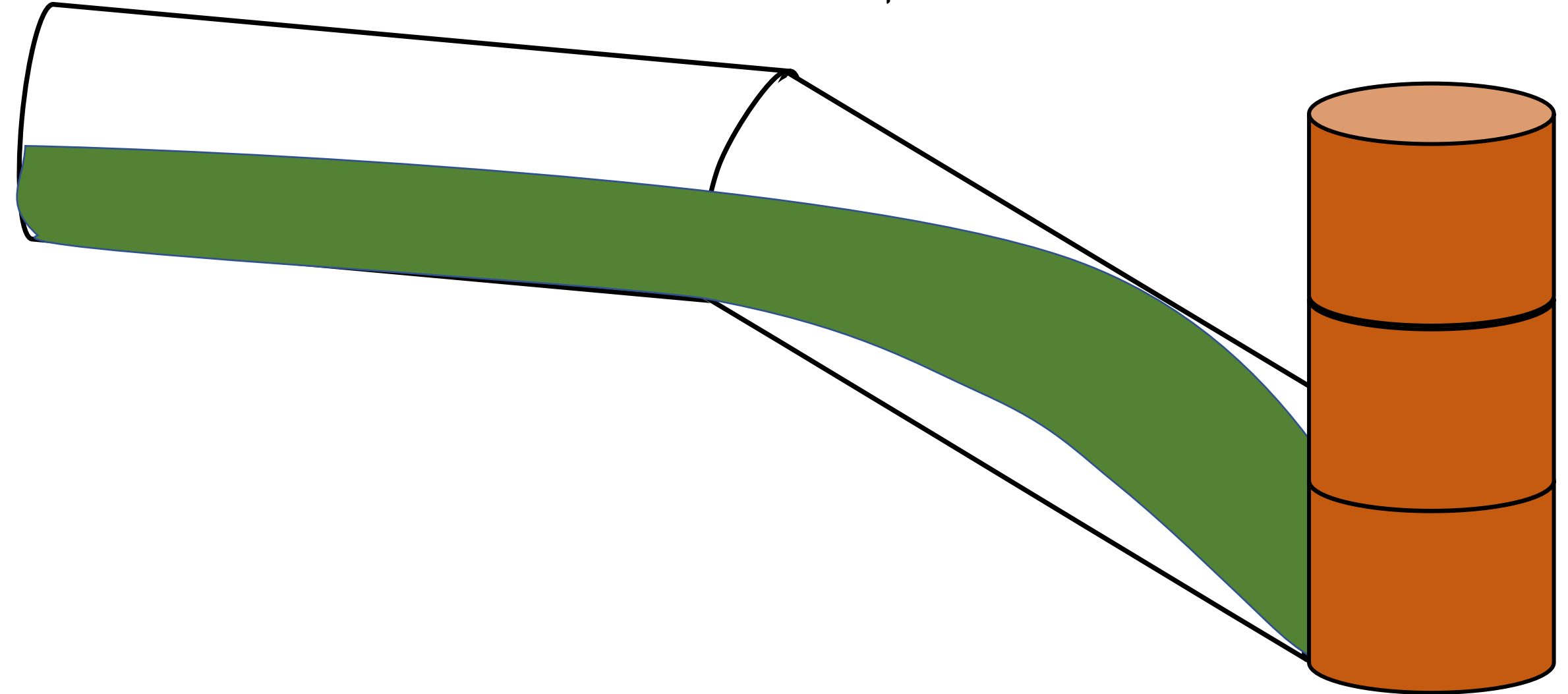


- א- לא יותר מידי שוחות (בצורת פלסטית אפשר להרים מהירות)
 - ב- לאפשר מעבר אויר כנגד הזרימה
 - ג- לאפשר יניקת אויר
 - ד- לאפשר יציאת אויר.....
- אבל לתכנן מקום שלא יצור מפגע ריח

Table 7.2 Limiting or non-scouring velocity for different sewer material

Sewer Material	Limiting velocity, m/sec
Vitrified tiles	4.5 – 5.5
Cast iron sewer	3.5 – 4.5
Cement concrete	2.5 – 3.0
Stone ware sewer	3.0 – 4.5
Brick lined sewer	1.5 – 2.5

הקפדה על רציפות שיפועים
אורור / שחרור אויר במקומות הנכונים



Frequency converter :

- Motor speed (RPM) control
- Controlled acceleration
- Controlled deceleration
- Optimal working point
- Motor protection
- Motor monitoring
- Failure diagnostic

97% GOOD



מיתון שינויים בספיקה :

בקר מהירות / ממיר תדר

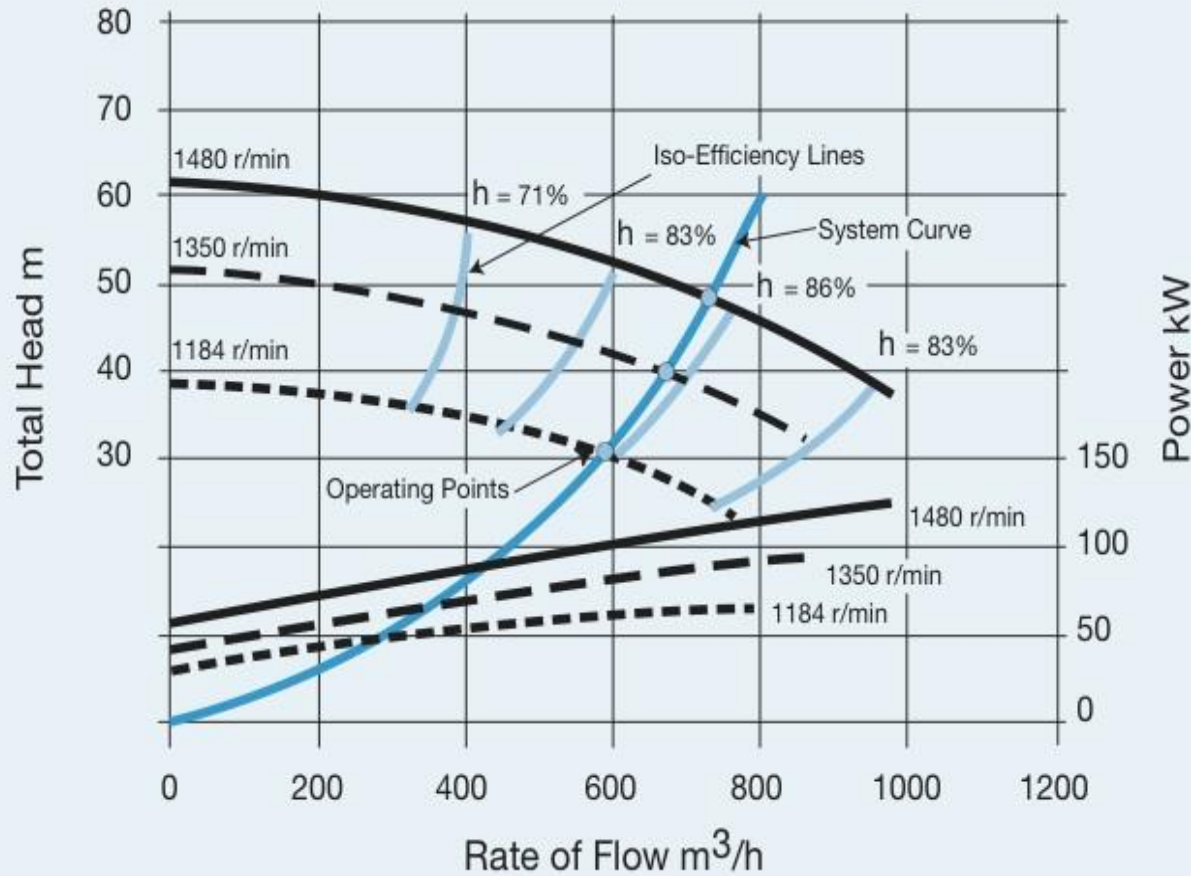


1. שליטה על קצב האצה
והאטה של המשאבה.

2. סניקה רציפה בעזרת מעגל
בקרת מפלס התא הרטוב

ניתן להגיע לתחום רחב של נקודות עבודה, ולשמור על יעילות סבירה.

Pumps Affinity Laws: השפעת המהירות



m: meter m³/h: cubic meters per hour
kW: kilowatt r/min: revolutions per minute

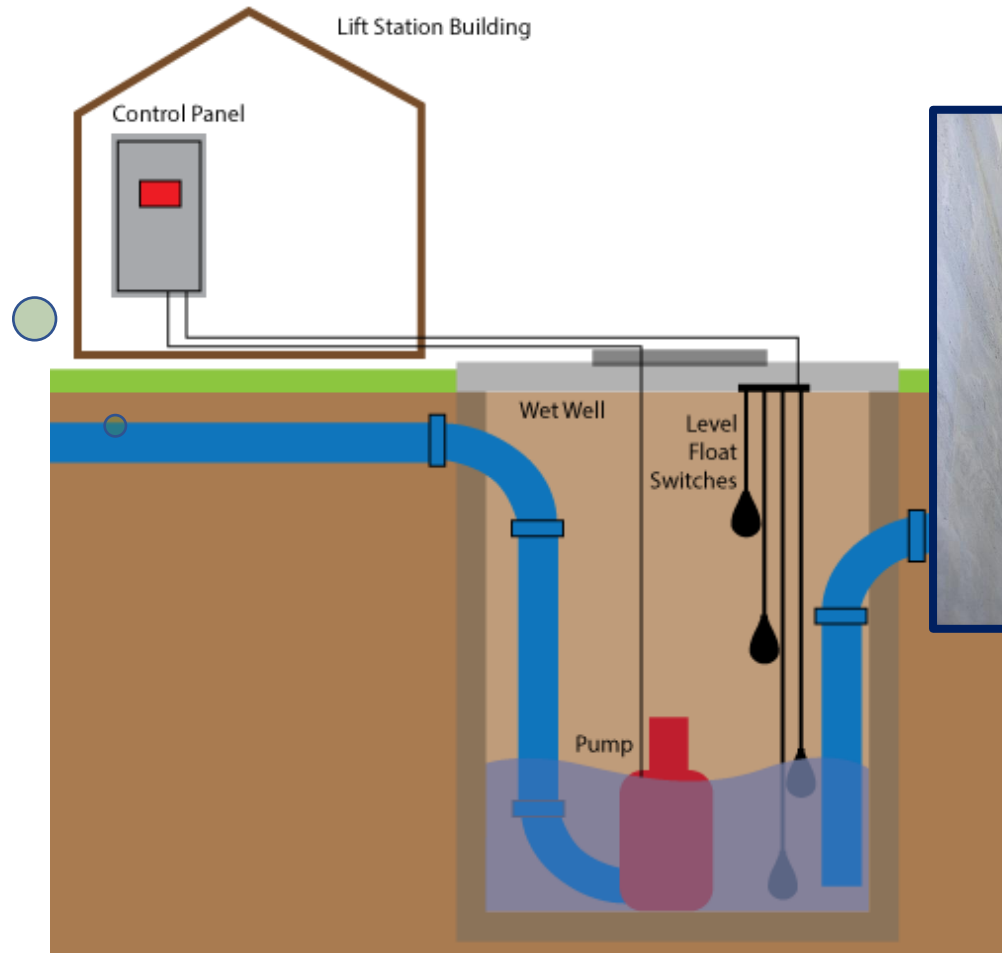
$$\frac{Q_1}{Q_2} = \left(\frac{N_1}{N_2} \right) \quad (1)$$

$$\frac{H_1}{H_2} = \left(\frac{N_1}{N_2} \right)^2 \quad (2)$$

$$\frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{N_1}{N_2} \right)^3 \quad (3)$$

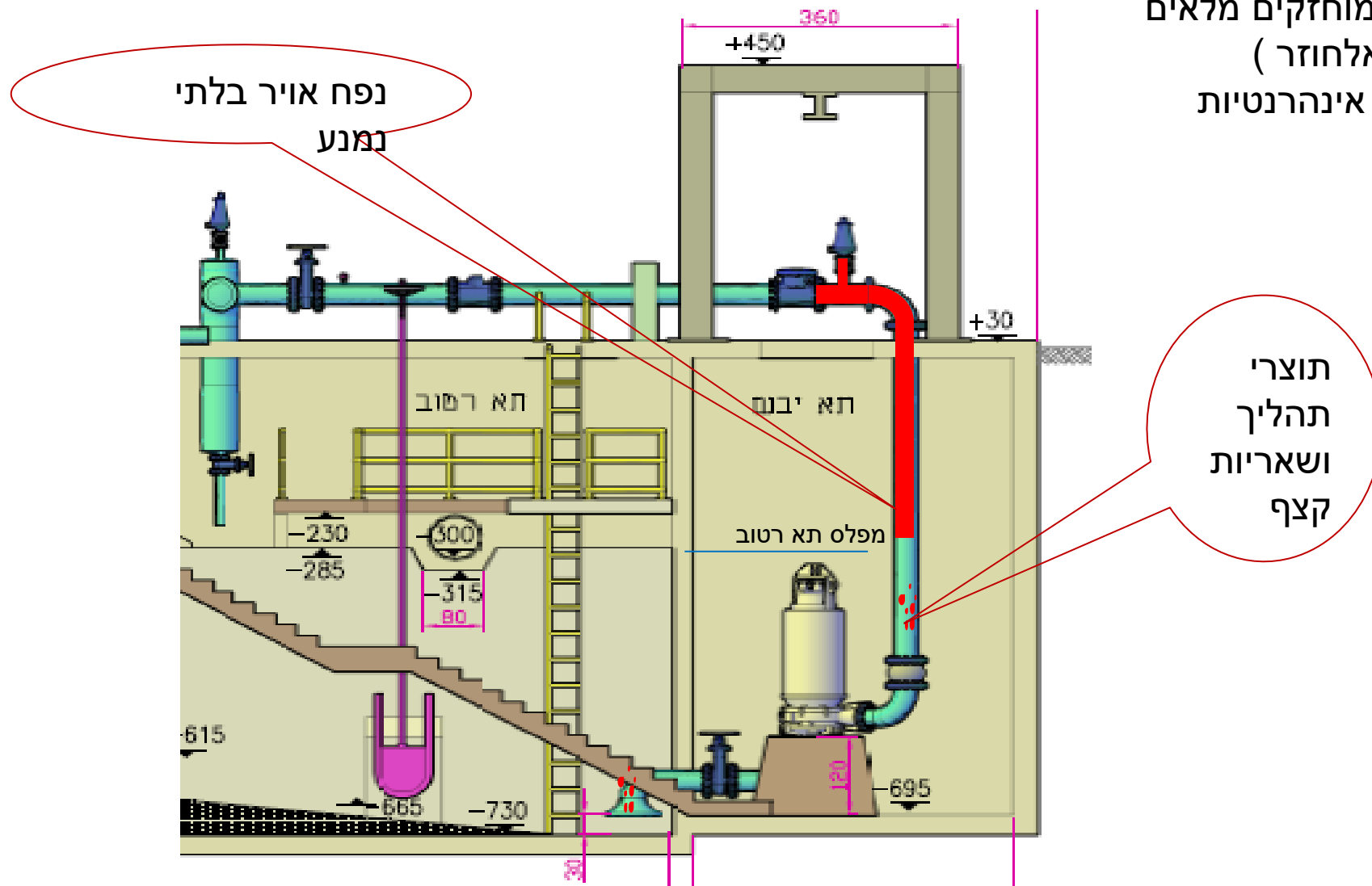
מניעת תוספות אויר מיותרות ...

עוד אוויר ???

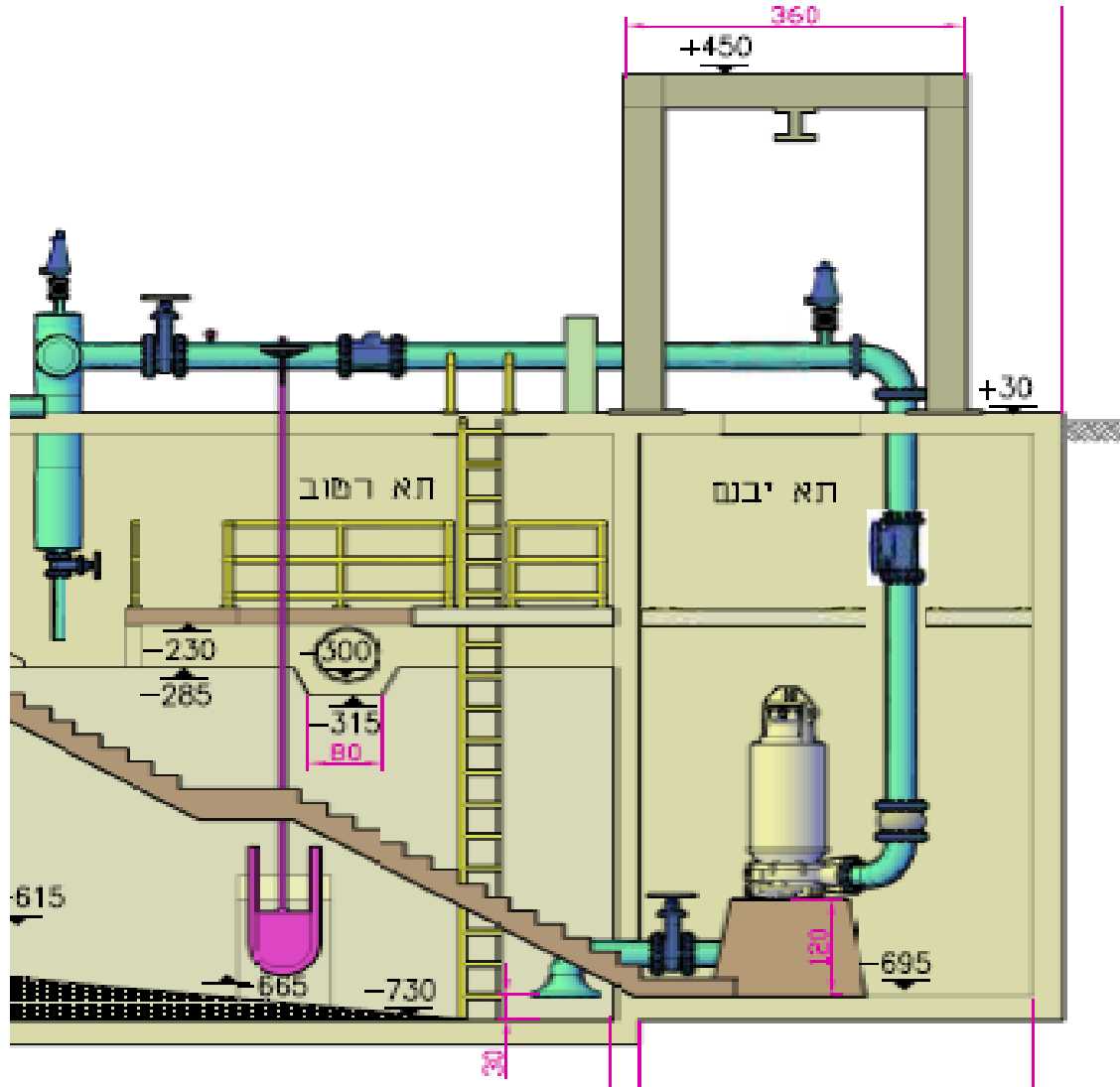


מאיפה אויר ?

1. התרוקנות קוי סניקה (בדרך כלל מוחזקים מלאים ע"י שסתום אלחוזר)
2. עמודות אויר אינהרנטיות בתחנה



אפשרי אבל פחות טוב.



1. רגיש יותר לפיגור סגירה.

2. שוקע לכלוך.

3. אין שטיפה הפוכה בהדממה.

4. נשפך מים בפתחה מכסה.

5. קשה יותר לטיפול.

יש פתרונות

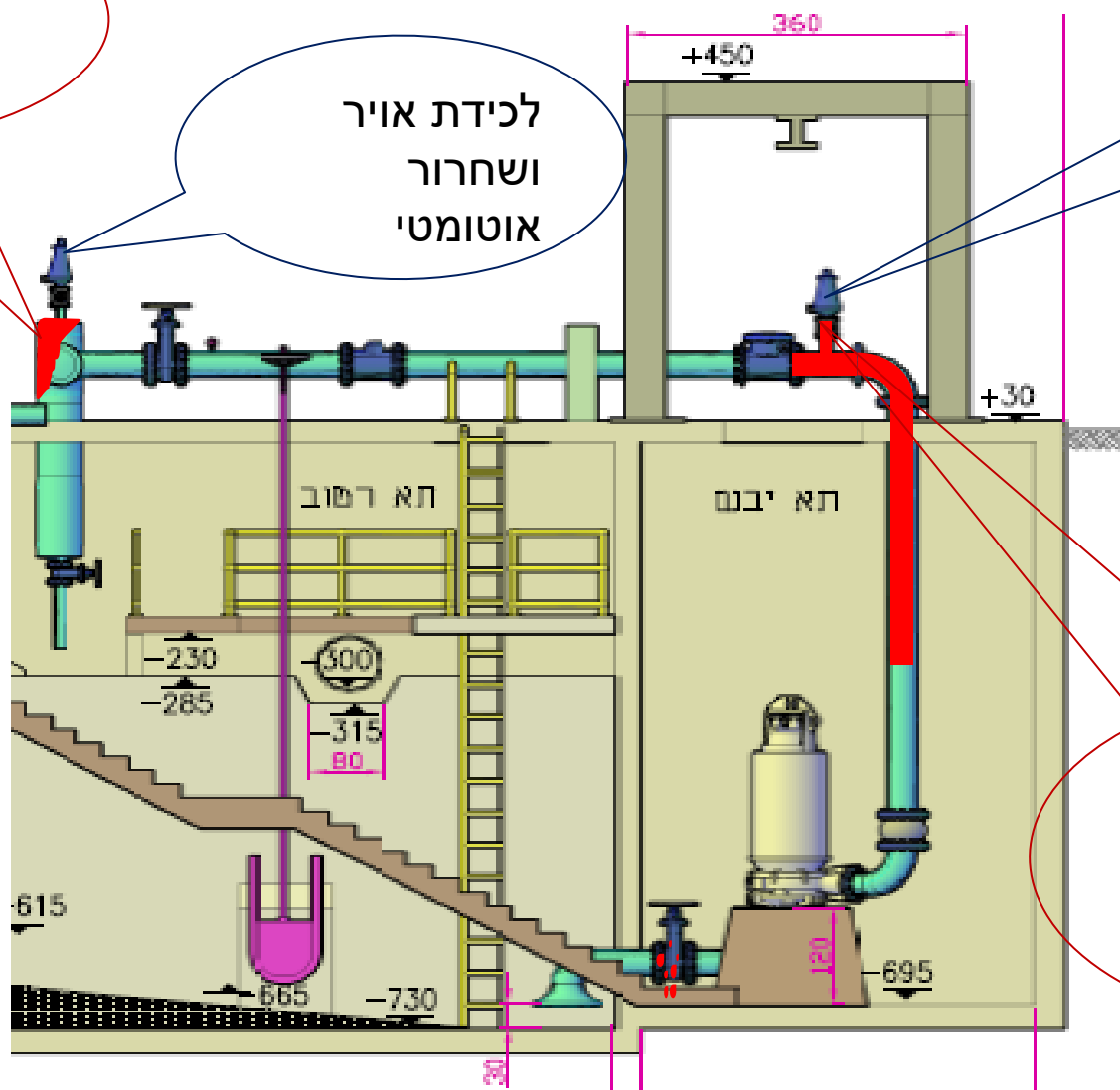
הגנת ואקום למצב
כיבוי משאבה
ספיקה גדולה

לכידת אויר
ושחרור
אוטומטי

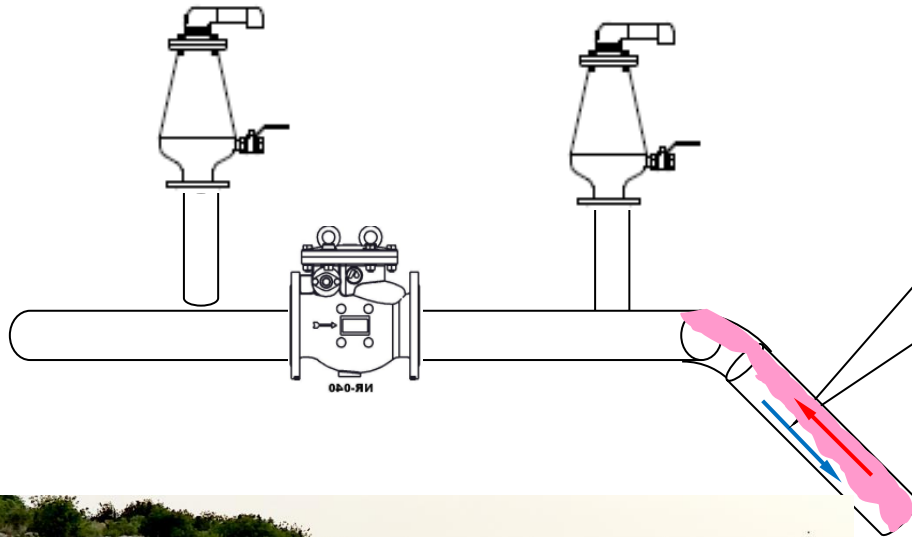
שחרור
איור קינטי
בהתנעה

סכנת טריקה וכשל!
ריסון (NS) בהוצאת אויר
התנעה רכה או בקר
מהירות
קצב האצה נמוך

הכנסת אויר
בהדממה תאפשר
נפילת עמוד המים
ושטיפת האימפלר



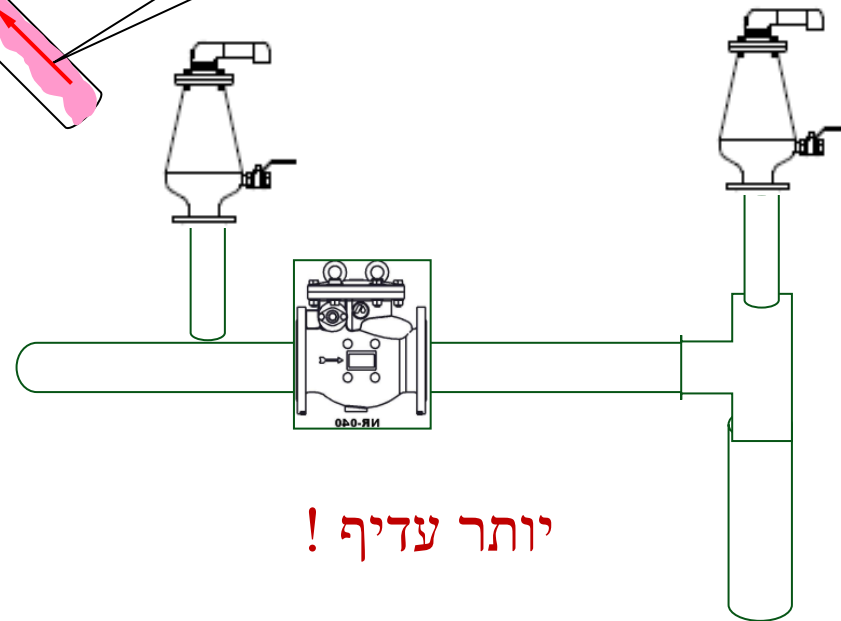
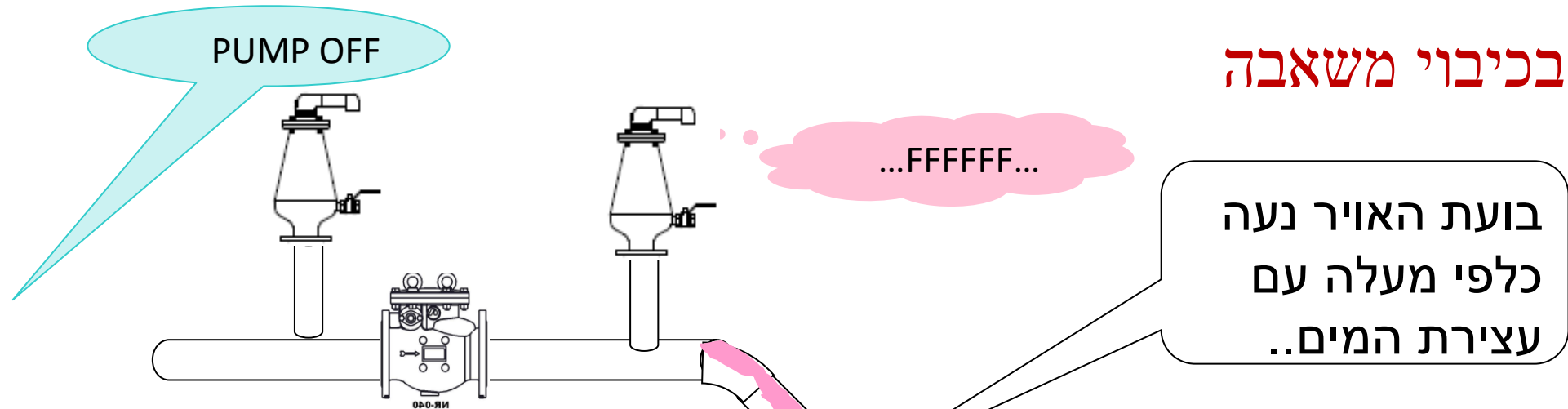
לכידת אויר :



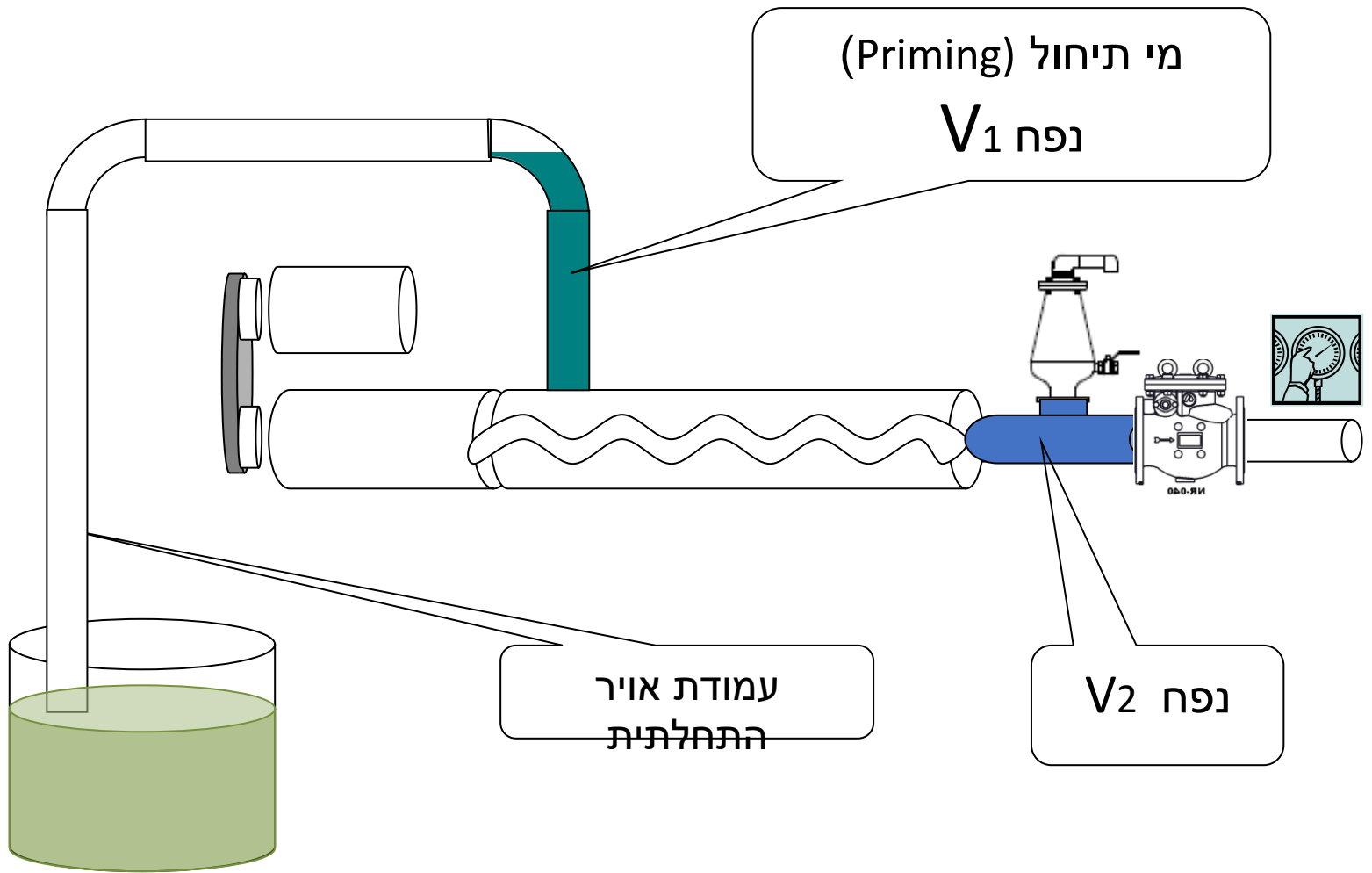
בועת אויר לכודה
בשיווי משקל בין
כח גרר של המים
כלפי מטה לבין כח
הציפה כלפי מעלה

אופיני למערכת
בספיקות קבועות !

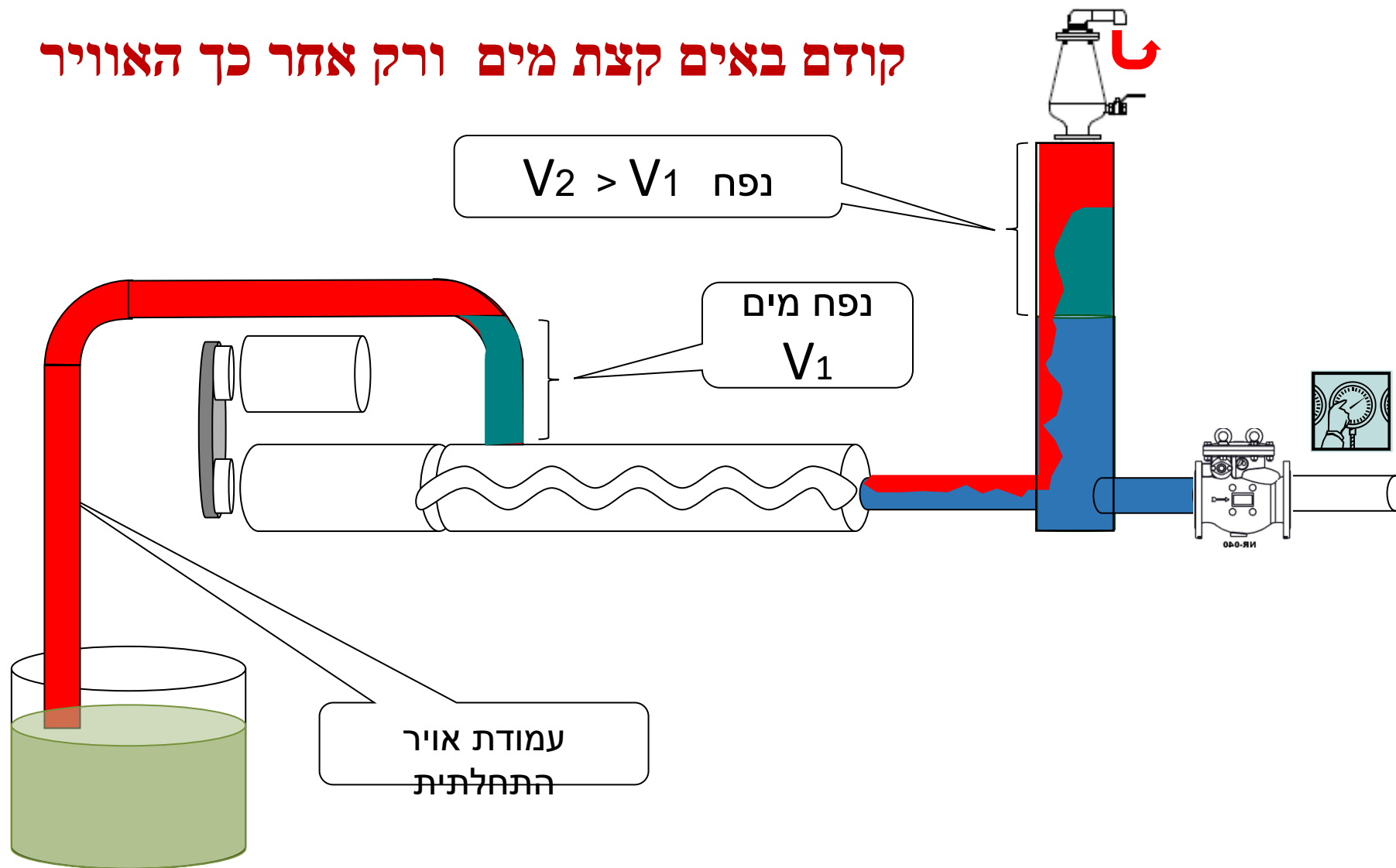


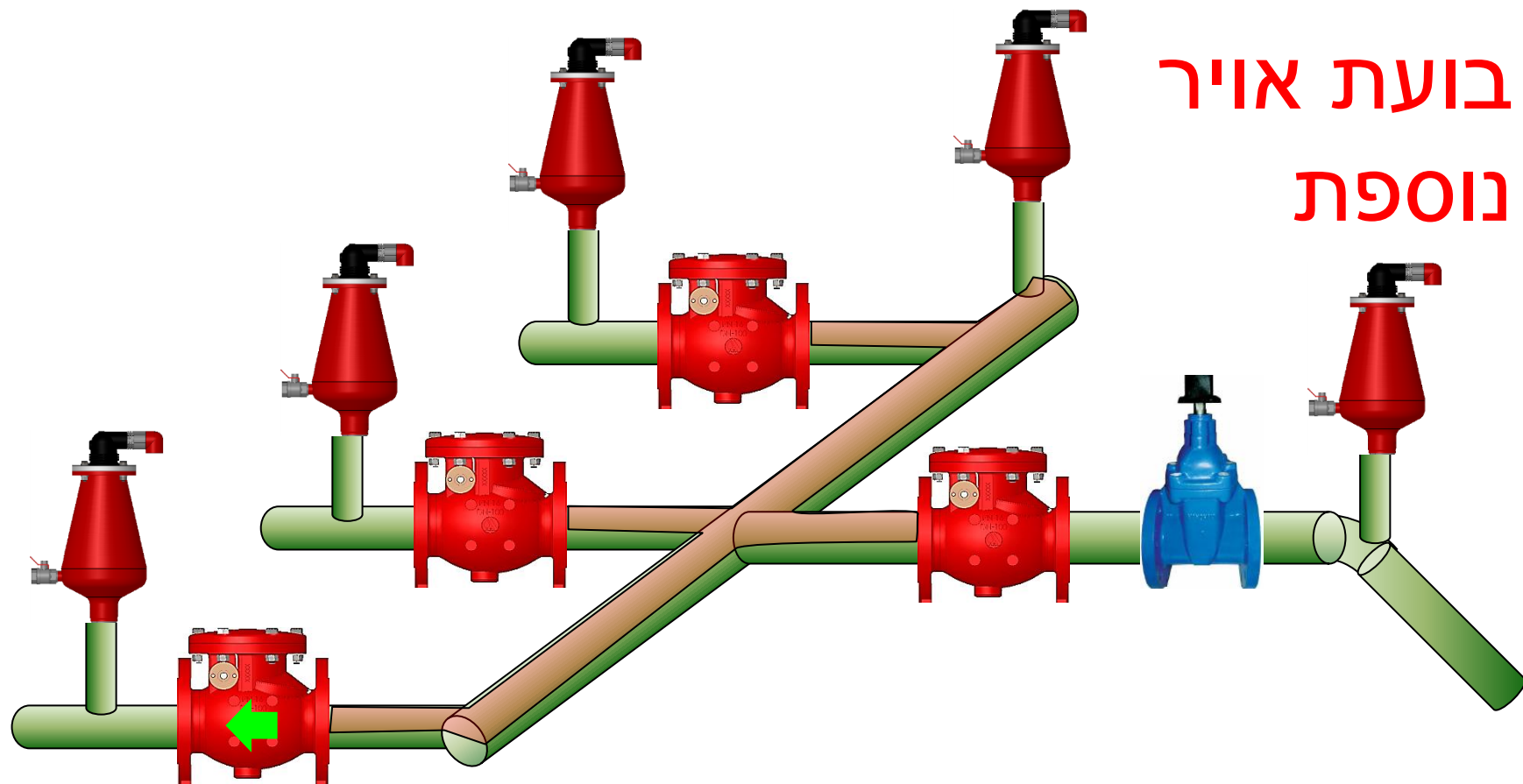


משאבת הדחק חיובי



קודם באים קצת מים ורק אחר כך האוויר





בועת אויר
נוספת

אלחוזר נוסף , לבטחון ?

אם למרות כל המאמץ עדיין נשאר מפגע ריח.. (או שהשכנים נשארו מאד רגישים...)

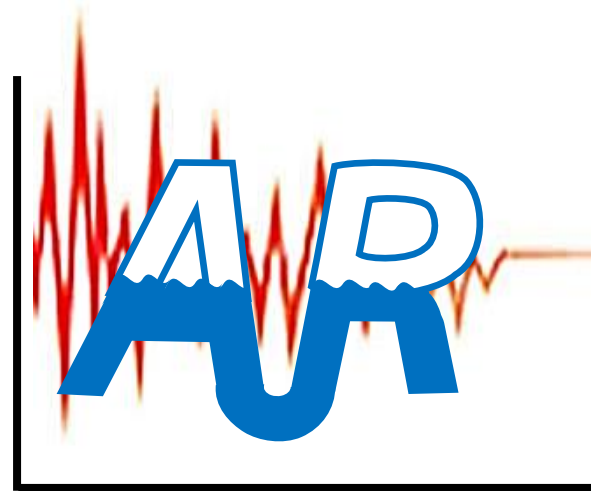


- יש פתרון מבוסס על סינון האויר דרך פחם פעיל.
- נפחים קטנים (אוטומטי) בדרך כלל לא יוצרים מטרד.
- תמיד עדיף לחפש סיבה לכמויות אויר גדולות ולמנוע

Filter Model	1214	1620	1630
Maximal Flow Capacity	200/350 m ³ /h	420/713 m ³ /h	600/1000 m ³ /h
Outlet	2"	2"	2"
Dimensions (hxd)	440X365 mm	590X455 mm	890X455 mm
Gross Weight	14 Kg.	27 Kg.	45 Kg.
Est. Carbon Weight	7 Kg.	18 Kg.	31 Kg.
Est. Carbon by Volume	12.5 Liter	32.5 Liter	50 Liter

תודה על ההקשבה!

רפי אגמי B.Sc
יעוץ הנדסי למערכות זורמים
rafiagami@gmail.com



054-2566742
קיבוץ כפר גלעדי