

Dr. Szánthó Zoltán  
egyetemi docens  
BME Épületgépészeti és Gépészeti Eljárástechnika Tanszék  
szantho.zoltan@gpk.bme.hu

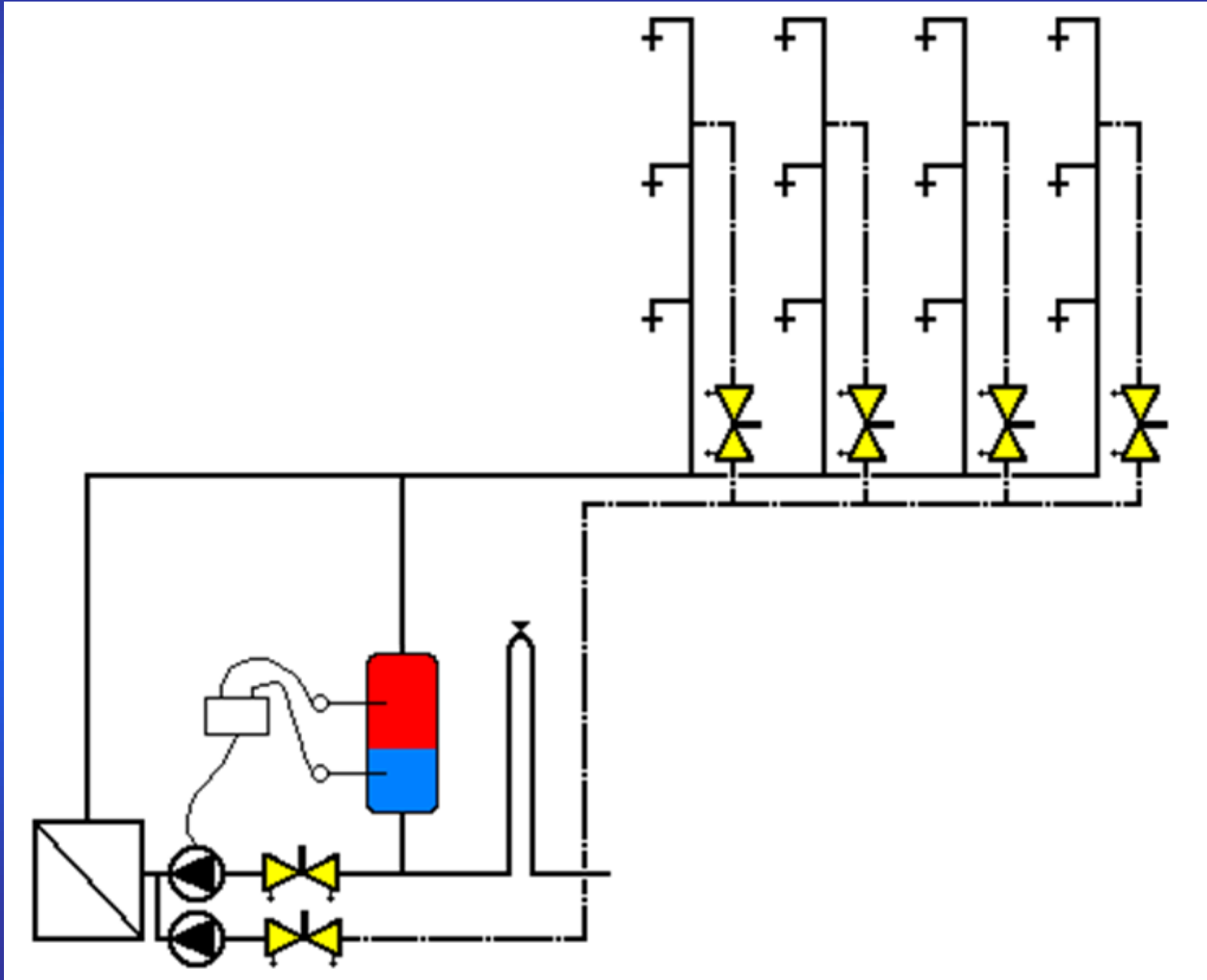
# Használati melegvíz rendszerek kialakítása és üzemeltetése

**Budapesti és Pest Megyei Mérnöki Kamara**  
**Energetikai szakmai továbbképzés**  
**a START 2022 Konferencián**  
**2022. március 18. Budapest**

# **Cirkulációs rendszerek kialakítása, méretezése és üzemeltetése**

10:50-12:00

# HMV rendszer kialakítása párhuzamos tárolóval



# A cirkulációs hálózat kiépítése

- az ellátási komfort érdekében
- higiéniai szempontok (Legionella)
- elengedhetetlen a mérés szerinti elszámoláshoz
- gazdasági megfontolásból

nagyobb beruházási költség  
szivattyúzási munka  
nagyobb hőveszteség

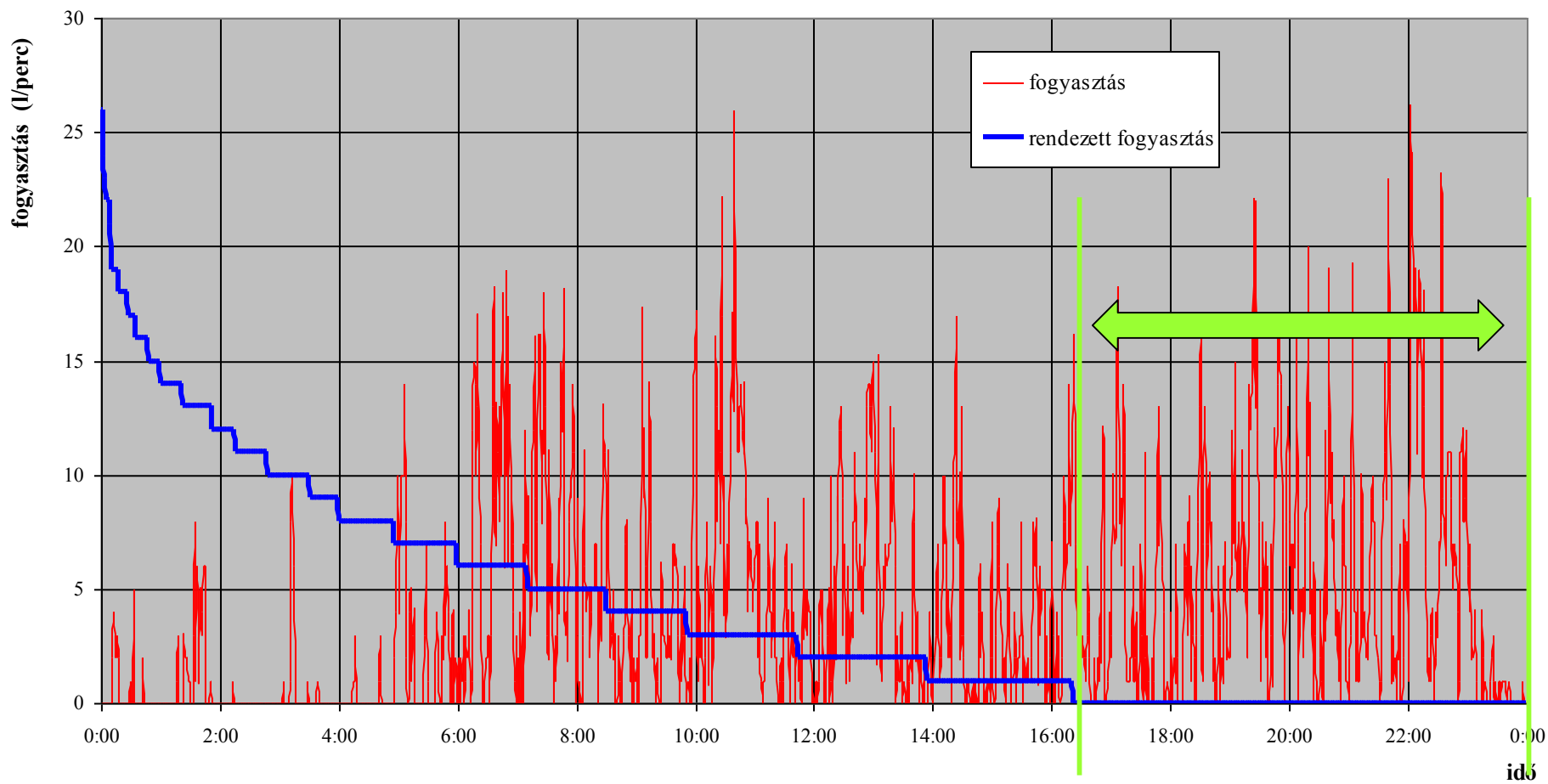


a kifolyatott víz és  
hőtartalmának költsége

A meglévő cirkulációs rendszerek helyes üzemeltetésével  
jelentős üzemeltetési költség takarítható meg!

# A cirkuláció méretezési állapota

A fogyasztás egy napi változása; a nap rendezett fogyasztási diagramja  
(53 lakásos társasház)



A cirkuláció méretezésekor  
feltételezett fogyasztás = 0

# A cirkulációs rendszer működése jelentős többlet-hővesztést okoz

Példa:

45 lakásos budapesti társasház

csak alapvezetéki cirkuláció

(el lehetett hagyni a beszabályozást)

napi 168 MJ HMV hőfelhasználás

napi 76 MJ cirkulációs hővesztés (45,2%)

A cirkulációs hővesztés a rendszer állapotától és üzemeltetésétől függően a teljes HMV hőfelhasználás 20-66%-a is lehet.

A cirkuláció hiánya miatti vízvesztés költsége lényegesen nagyobb lehet.

# A cirkulációs rendszer működése jelentős többlet-hővesztést okoz

- Két párhuzamos vezetékhalózat → nagyobb hőleadó felület
- A jól működő cirkuláció folyamatosan fenntartja a csővezetékben lévő közeg hőmérsékletét → nagyobb hővesztés, mint a rosszul működő rendszerben

A cirkuláció hiánya miatti vízvesztés költségére lényegesen nagyobb lehet

**A feladat a cirkuláció veszteségének minimalizálása a komfort és a higiéniai követelmények betartása mellett**

# A cirkulációs megbízható és energiatakarékos működésének feltételei

- Minimalizálni kell a rendszer hőveszteségét → igényes hőszigetelés szükséges
- A rendszer egyes szakaszaiban keringő térfogatáramokat pontosan méretezni kell
- A tervezett térfogatáramokat pontosan be kell szabályozni – a beszabályozás elengedhetetlen
- A cirkuláció felesleges keringetését lehetőség szerint korlátozni kell



# A hőszigetelés hatása

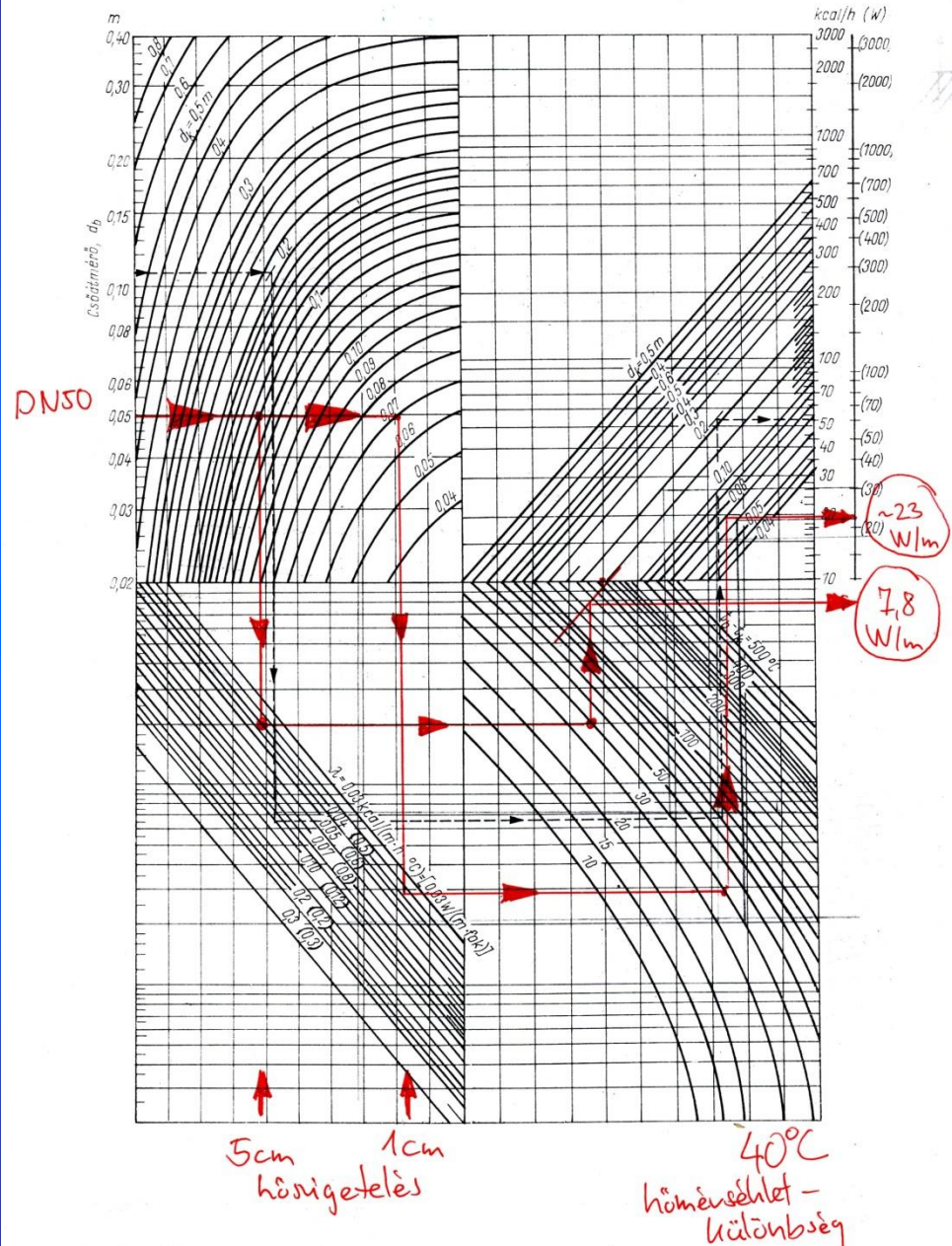
DN50 hga  
1 cm → 5 cm szigetelés

2,3 kW → 0,78 kW  
hővesztés

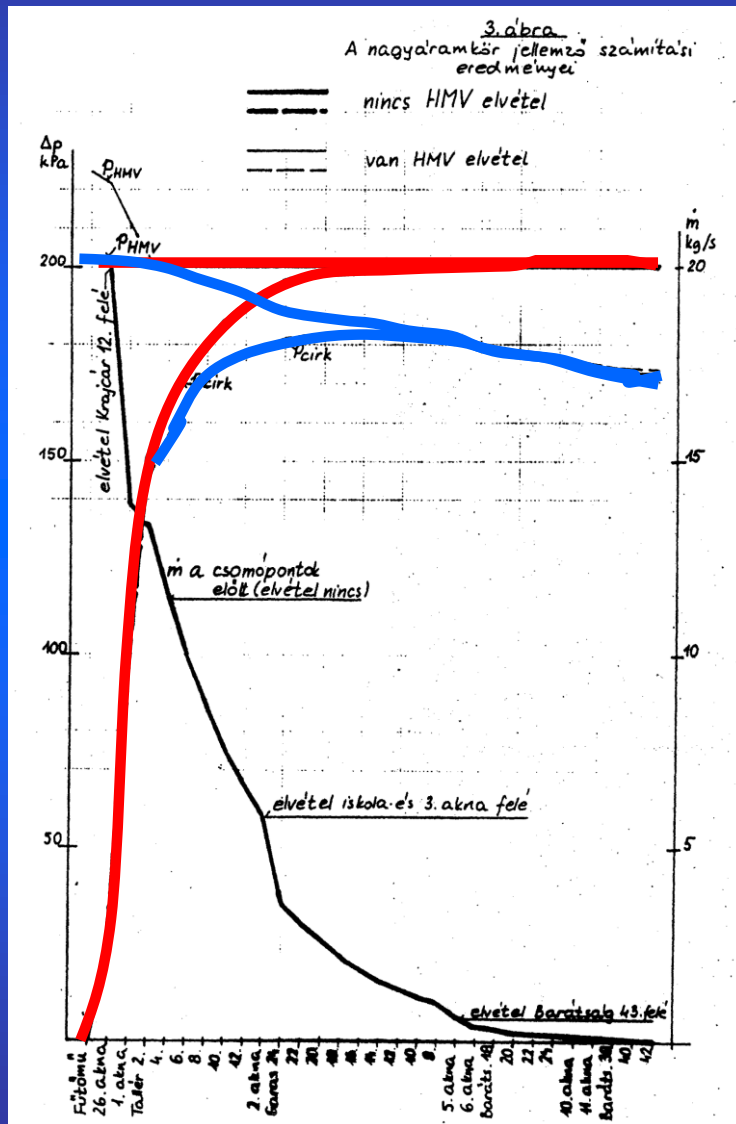
198,7 → 67,4 MJ/nap  
hővesztés

kb. 3 hónap megtérülés

2.1.9. Szigetelt csövezetek hővesztése nyugvó környezeti levegőben



# A besabályozás szükségessége – a hidraulikai besabályozás elmaradásának következményei



- cirkulációs tömegáram rövidre záródik a közeli ágakon
- elégtelen cirkulációs tömegáram, ezért súlyos hőmérsékletpanaszok a távolabbi felszállókon
- a szükséges HMV hőmérséklet esetleg még kifolyatással sem érhető el
- lehetetlen a mérés szerinti elszámolás
- energia- és ivóvíz pazarlás

# A cirkulációs panaszok orvoslásának lehetőségei

- **a HMV hőmérséklet emelése**

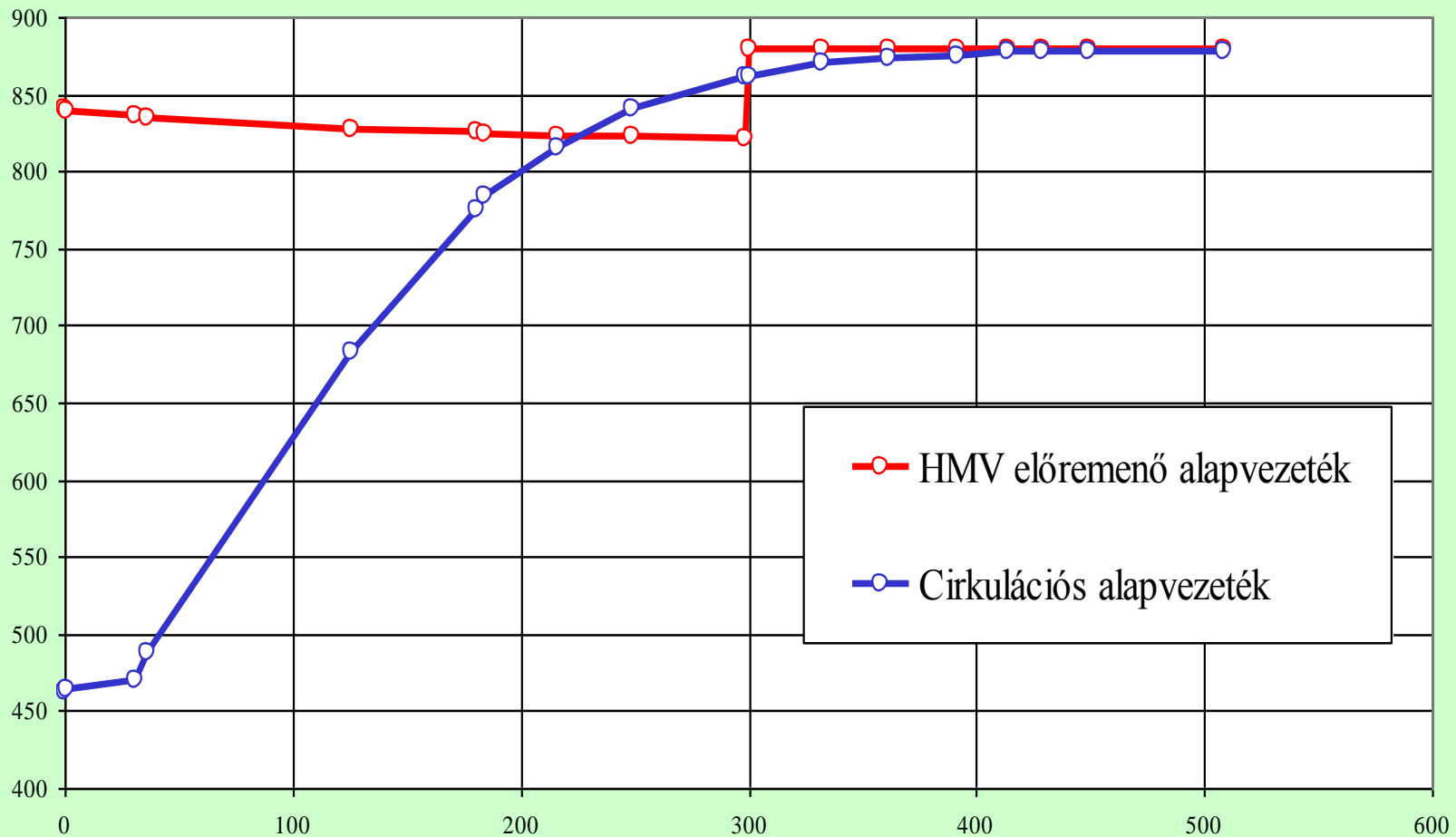
- vízkövesedés kockázata
- hőveszteségek növekedése

- **nagyobb teljesítményű cirkulációs szivattyú beépítése**

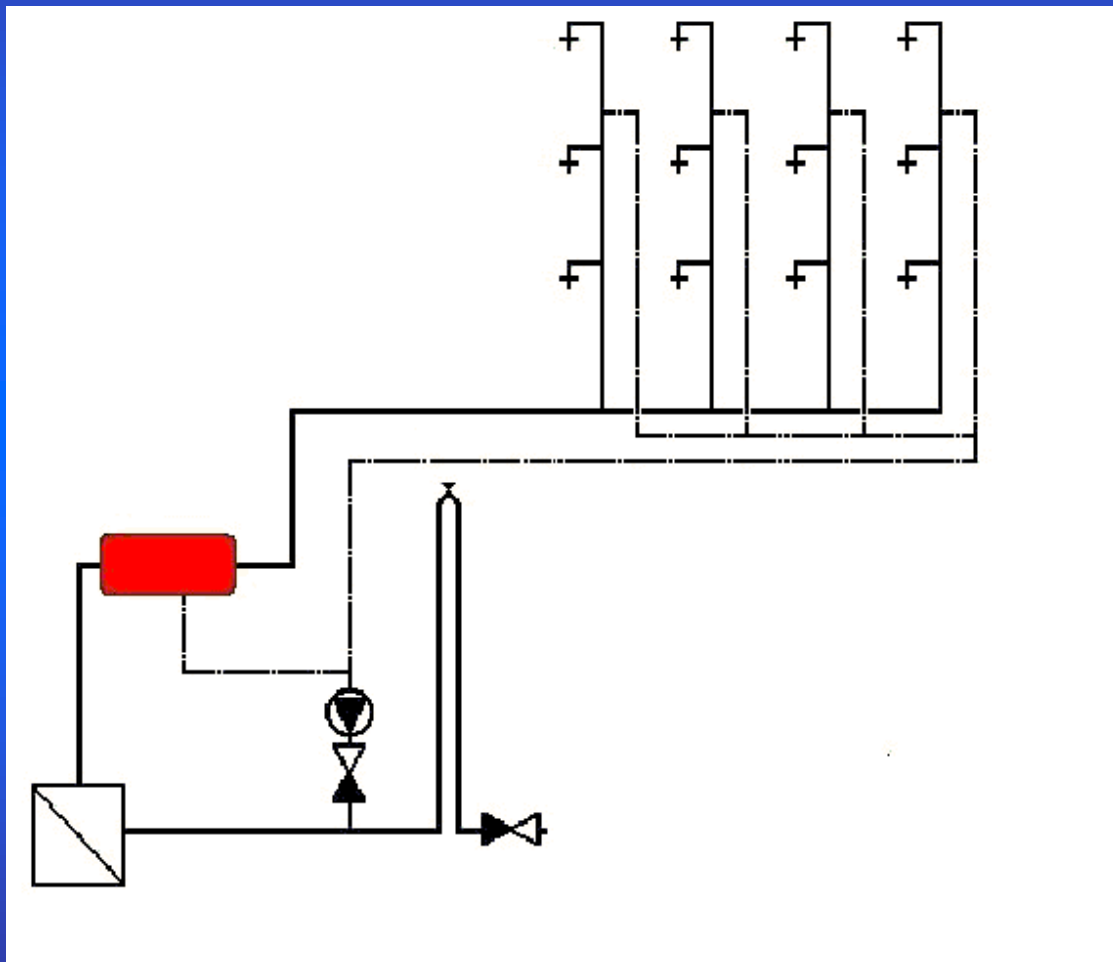
- eredmény csak „puha” rendszerekben
- a megnövekedett térfogatáram jelentős része lekering a közeli felszállókon (a térfogatáram az emelőmagasság négyzetgyökével arányosan, a keringetési munka a térfogatáram köbével arányosan növekszik)
- nagyobb szivattyúzási költség – a kritikus fogyasztó helyzete érdemben alig javítható

# • serkentőszivattyú beépítése

minimális eredmény; súlyos panaszok a szivattyú közelébe eső egyes felszállókon



## • Tichelmann-kapcsolás



- az előremenő és cirkulációs vezetékek eltérő mérete miatt az egyes felszállók áramköreinek ellenállásában jelentős különbség van
- a legkedvezőtlenebb helyzetbe a legközelebbi felszálló kerül
- nem ad megoldást az elmaradt beszabályozásból eredő problémákra

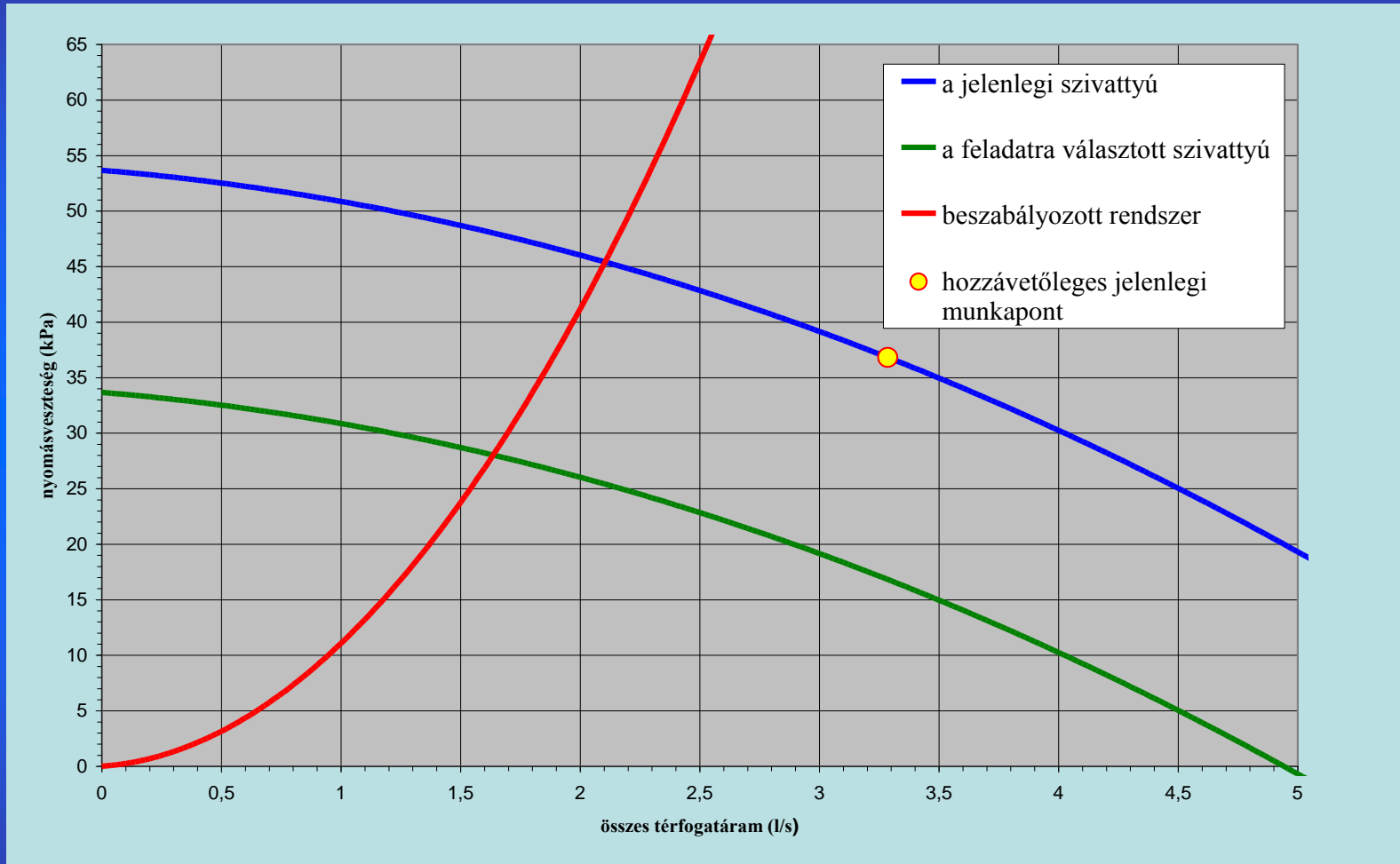
- **beszabályozás**

- fojtószakaszokkal
- fojtótárcsával
- beszabályozó szelepekkel
- termosztatikus cirkulációs szelepekkel

- **a cirkulációs alapvezeték méretének növelése, a cirkulációs felszállók méretének csökkentése**

- már a felszállók ellenállásának egységes növelésével jelentős javulás érhető el
- eleve kevésbé kritikusak a kisebb átmérőjű cirkulációs felszállóval szerelt épületek („a cirkulációs vezeték mérete egy, vagy két lépcsővel kisebb, mint a HMV előremenőé”)

# A pótlólagos beszabályozás gazdaságossága /2006



A beszabályozás és szivattyúcsere egyszerű megtérülési ideje kb. 10 év, ha csak a szivattyúzási munkában jelentkező megtakarítást tekintjük (2006). A felhasználók csökkenő felhasználását is figyelembe véve (elmarad a kifolyatás) a megtérülési idő lényegesen rövidebb. 2006 →2022: jobb hatásfokú szivattyúk, rövidebb megtérülés.

# Tervezési szempontok a cirkuláció energiaigényének minimalizálására I.

- **Igényes hőszigetelés alkalmazása**

hazai gyakorlat ↔ EnEV, GEG (német előírások) a korábban végzett alkalmi vizsgálatok hazai körülmények között is a német előírások szerinti hőszigetelés gazdaságosságát igazolták

→ **hővesztés csökkentése**

(kisebb tömegáram – kisebb szivattyúzási munka!)

- **Pontos méretezés** → megfelelő méretezési eljárás

(DVGW W553 egyszerűsített eljárás)

DIN 1988 „hozzákeverési eljárás”

→ **csak a szükséges térfogatáramot keringetjük**

→ **a hozzákeverési eljárással a keringetési energiafelhasználást lehet csökkenteni**



# Cirkulációs hálózat méretezése a DVGW W553 szerint

a DIN 1988 1988-as és korábbi változatai szerint méretezett cirkulációs rendszerekben (az előremenő vezeték térfogatának óránként háromszoros átkeringetése) ellátási problémák léptek fel

olyan méretezési eljárás volt szükséges, aminek nincsen irreálisan nagy számítási igénye



gyors - egyszerűsített - részletes  
méretezési eljárások

**Feltétel: a HMV és cirkulációs vezetéseken a  
„Heizungsanlagenverordnung” szerinti hőszigetelés**

# Gyors méretezési eljárás a DVGW W553 szerint

Egyszerű méretezés egy- és kétlakásos családi házak és számára

- Ha
- az összes HMV előremenő hossza rövidebb, mint 30 m;
  - a leghosszabb cirkulációs vezeték rövidebb, mint 20 m,
- akkor
- a cirkulációs vezetékek belső átmérője legyen legalább 10 mm
  - a cirkulációs szivattyú névleges mérete DN15
  - a szivattyú térfogatárama 200 l/h 10 kPa nyomáskülönbség mellett
  - hidraulikai beszabályozás nem szükséges

# Egyszerűsített és részletes méretezési eljárás

A kettő egymás alternatívájaként alkalmazható

Egyszerűsített eljárás:

elhanyagolások az egyszerűbb számítás érdekében



az eredmény túlméretezés

Részletes eljárás:

nagyobb számítási igény

pontos eredmény

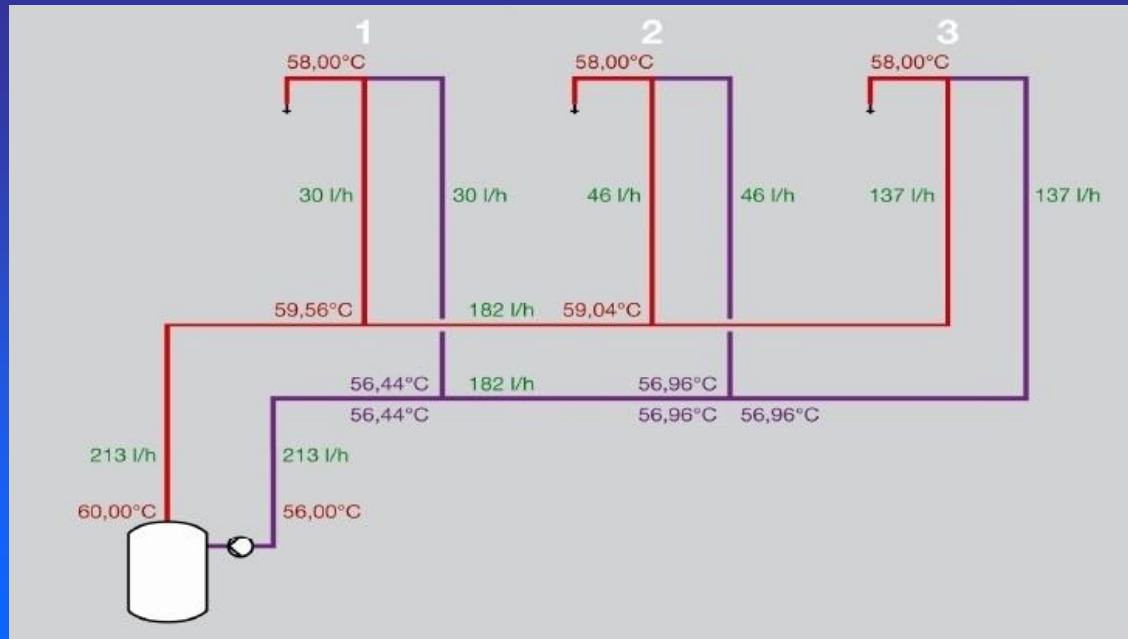
kisebb méretű berendezés

kisebb energiafelhasználás

# Számítás a DIN 1988-300 szerint I.

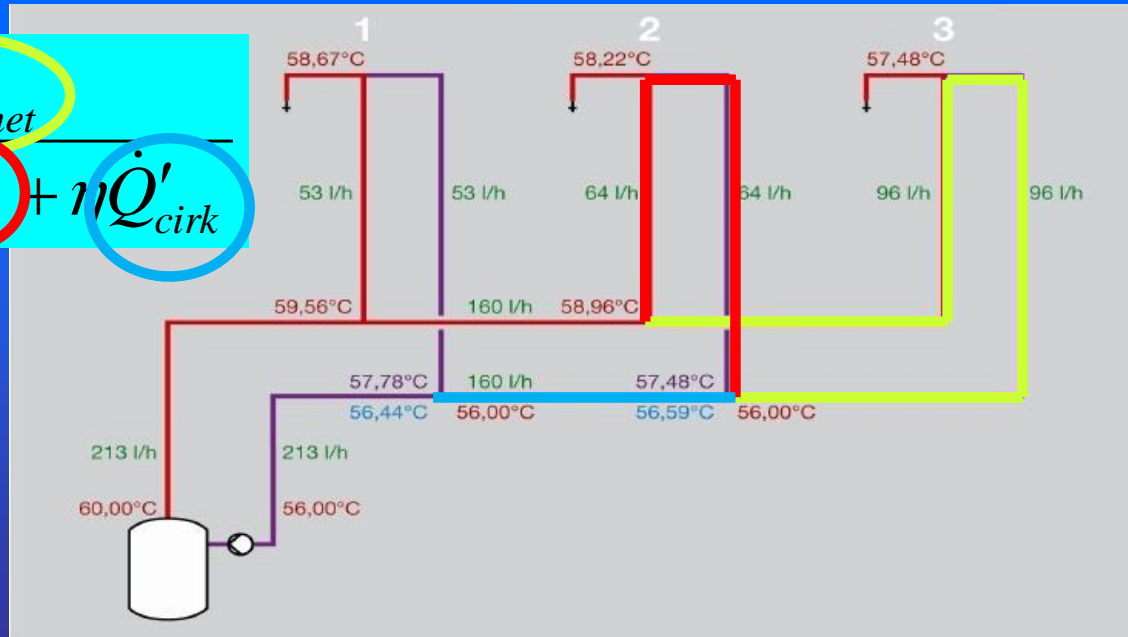
- a cirkulációs rendszer méretezését 2012 óta ismét a DIN 1988 szabályozza
- a gyors és egyszerűsített eljárásokat a DIN 1988-300 már nem tartalmazza (túlméretezés elkerülése)
- lehetőség egy új „hosszúkeverési” számítási eljárás alkalmazására → még kisebb berendezésméret, kisebb cirkulációs igény változatlan hőmérséklet határok és higiéniai körülmények között
- a számítás elve és menete lényegében nem változik (méretezés a HMV előremenő  $2^{\circ}\text{C}$  lehűlésére – mint a korábbi „egyszerűsített” eljárás során)

# Méretezés a „hosszákeverési” eljárás szerint



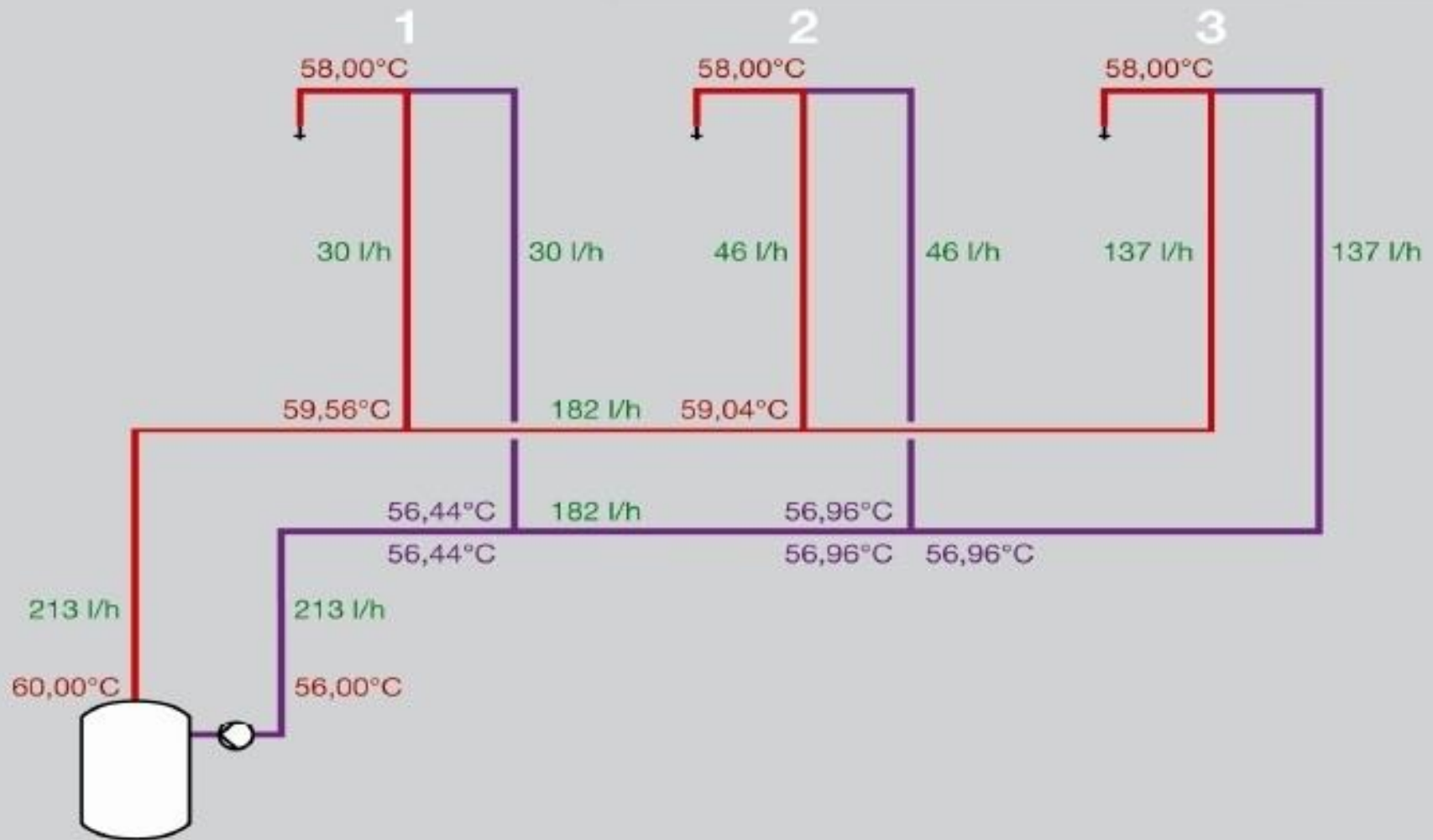
$$\dot{m}'_{átmenet} = \dot{m}'_{be} \frac{\dot{Q}'_{átmenet}}{\dot{Q}'_{átmenet} + \dot{Q}'_{le} + n\dot{Q}'_{cirk}}$$

$$\dot{m}'_{le} = \dot{m}'_{be} - \dot{m}'_{átmenet}$$



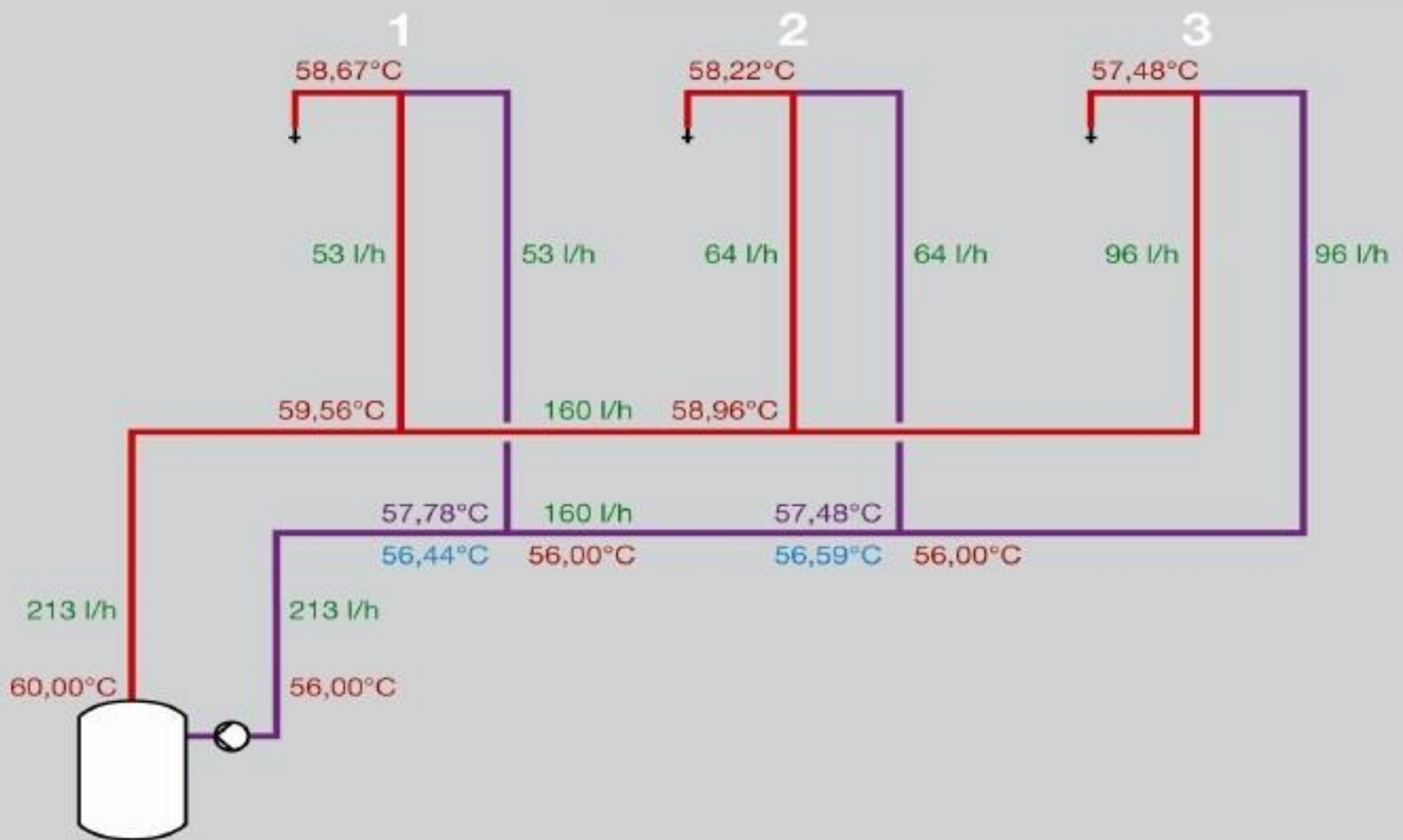
forrás: Prof. Klaus Rudat előadása  
2012. szeptember 26. Graz

# Hagyományos méretezés



forrás: Prof. Klaus Rudat előadása  
2012. szeptember 26. Graz

# Hozzákeverési eljárás



forrás: Prof. Klaus Rudat előadása  
2012. szeptember 26. Graz

# Tervezési szempontok a cirkuláció energiaigényének minimalizálására II.

- **Hidraulikai be szabályozás**

legalább a statikus be szabályozás mindenképpen szükséges

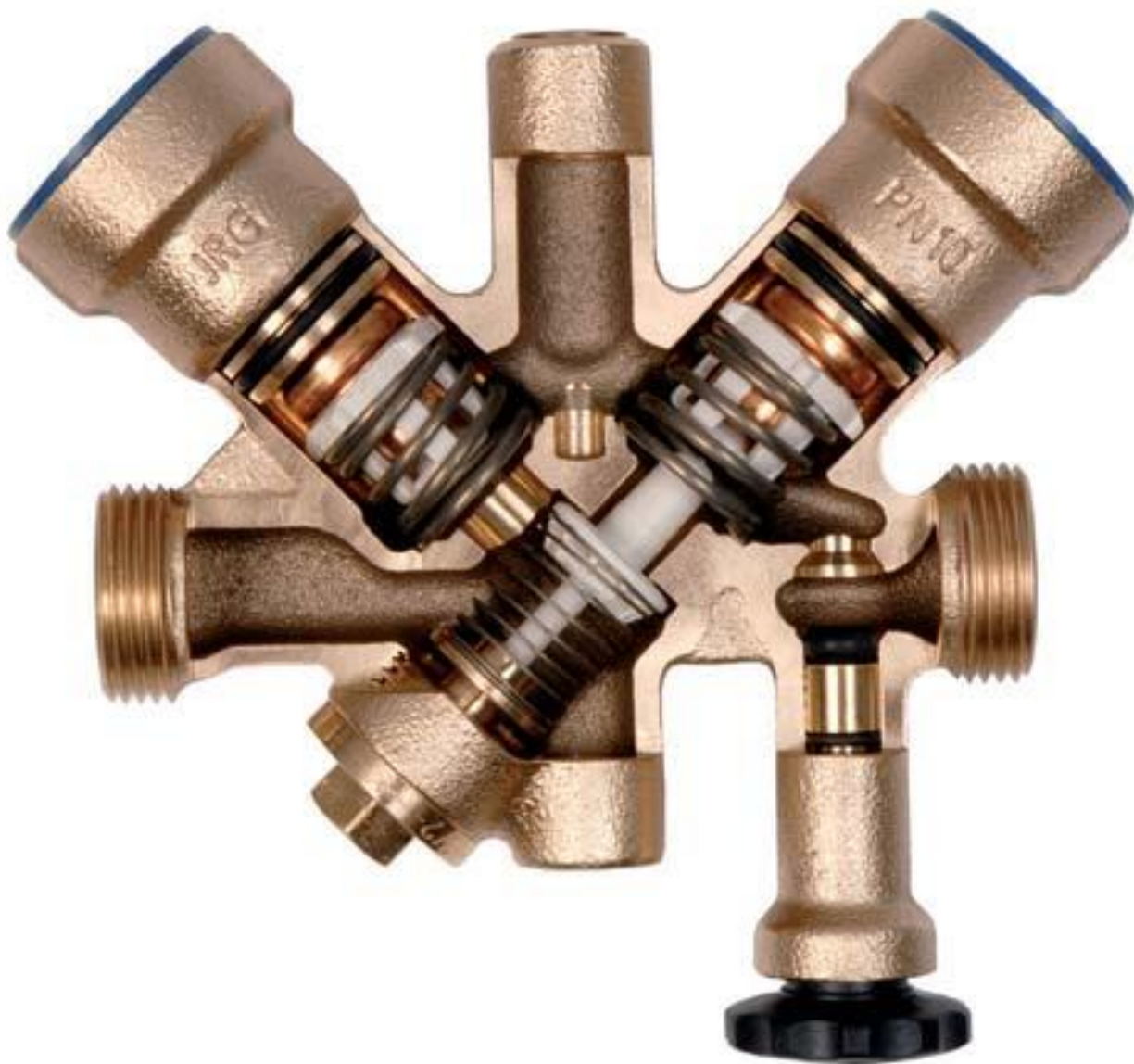
**dinamikus be szabályozás:** termosztatikus cirkulációs szelep lezár, ha az adott ágon fogyasztás van → a feleslegesen keringetett cirkulációs tömegáram minimalizálása

→ **szivattyúzási energiafelhasználás csökkentése**

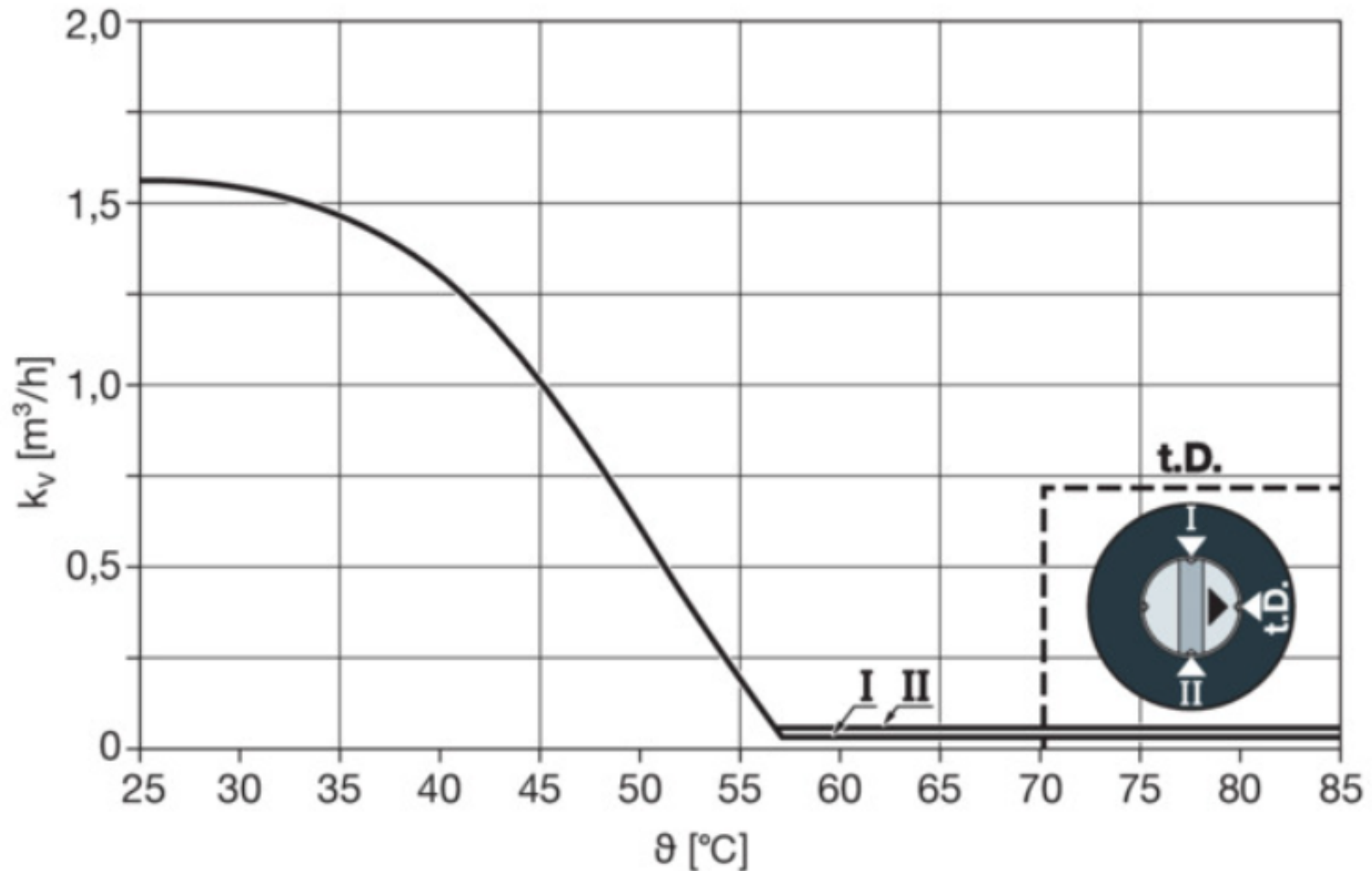


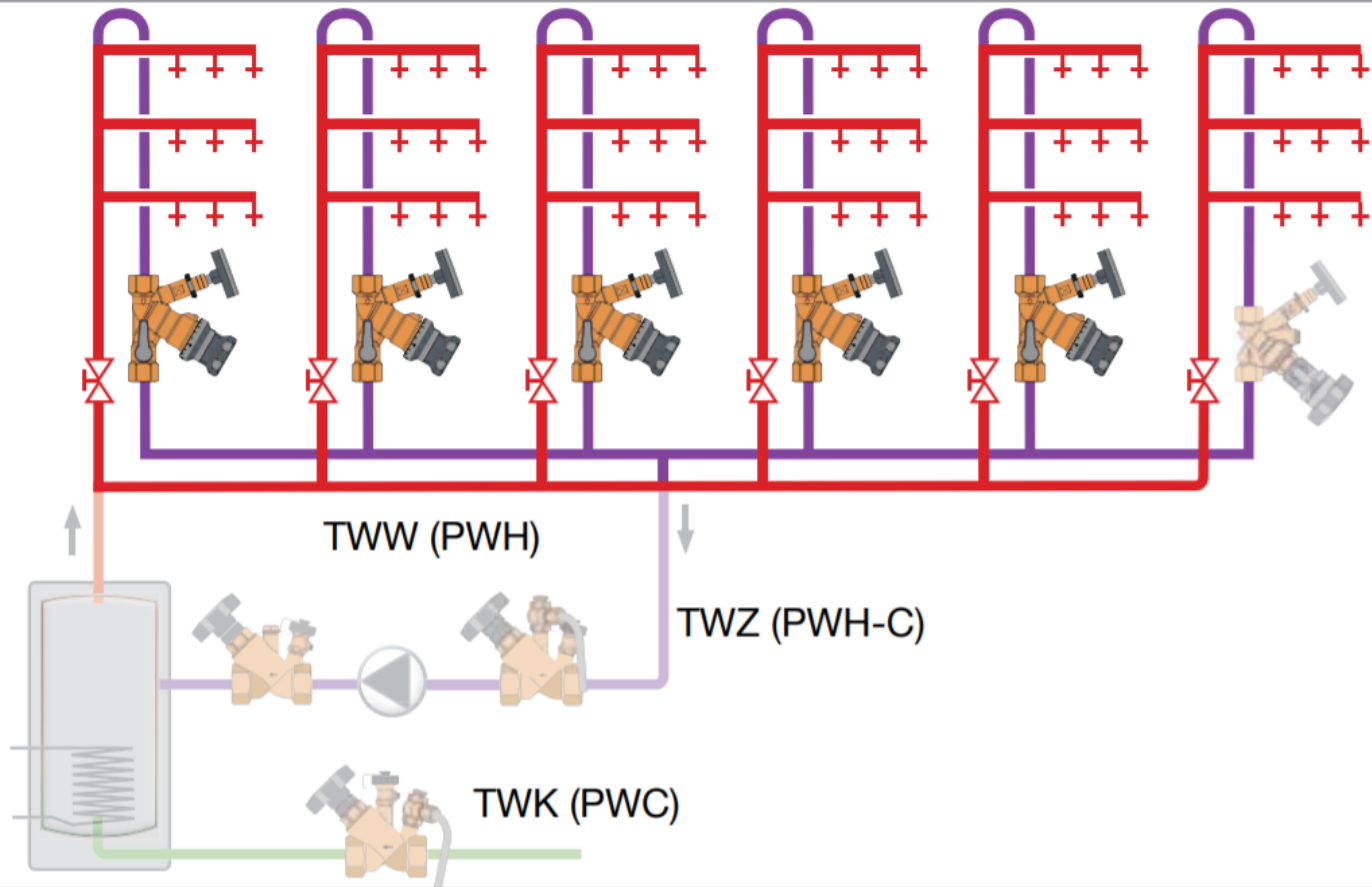
# Termosztatikus cirkulációs (be)szabályozószelep





# Termosztatikus cirkulációs szelep jelleggörbéje

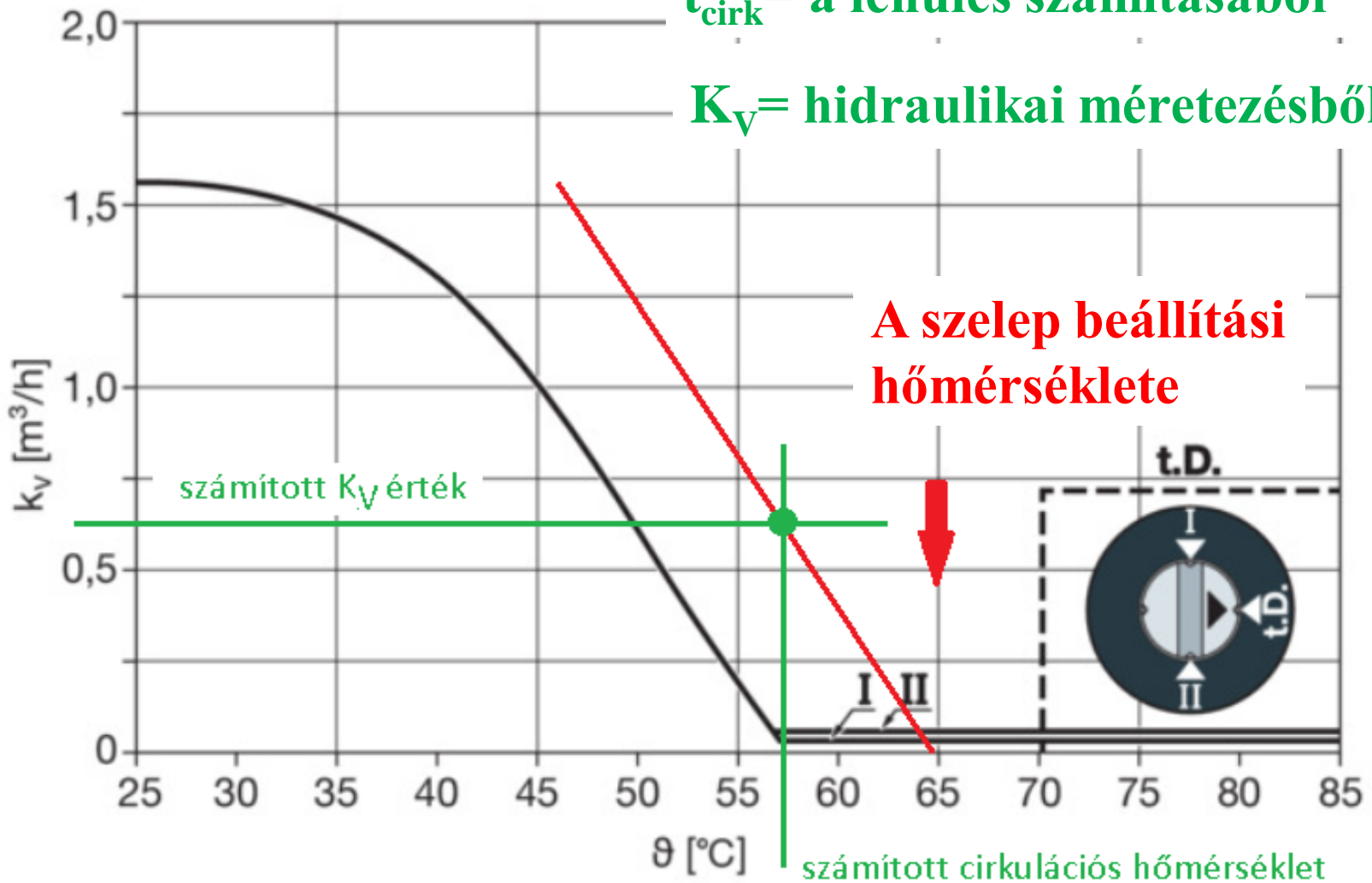




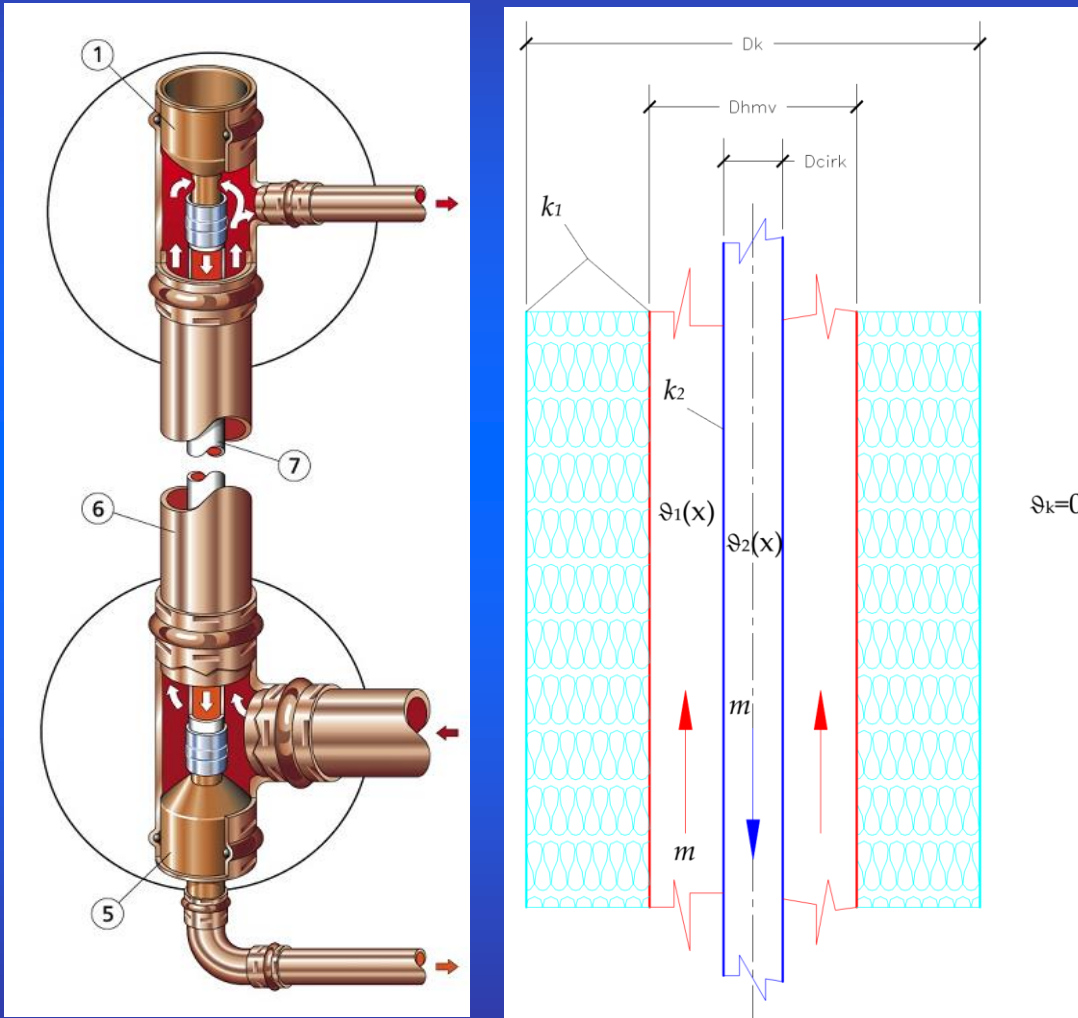
# Termosztatikus cirkulációs szelep méretezése

$t_{\text{cirk}}$  = a lehűlés számításából

$K_V$  = hidraulikai méretezésből

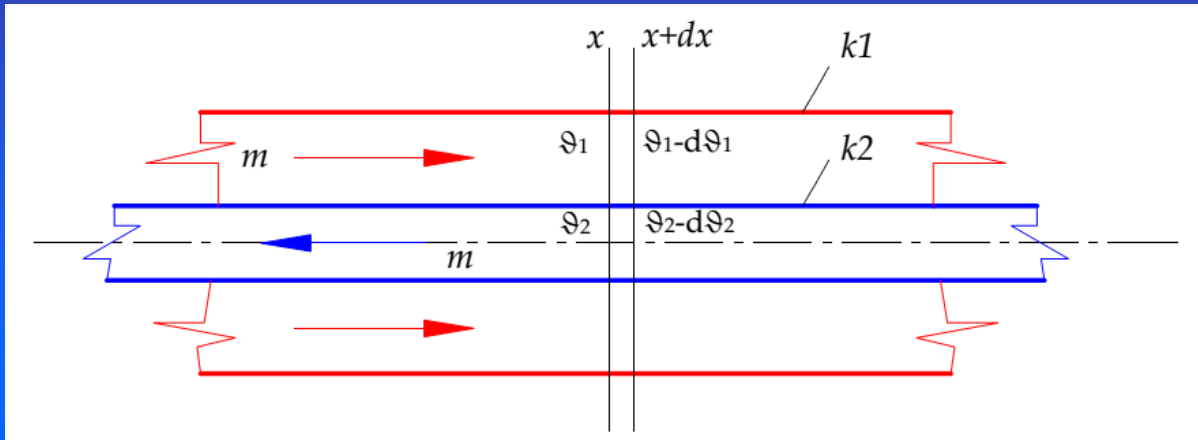


# „Cső a csőben” cirkuláció



ábra: Viega Hungary

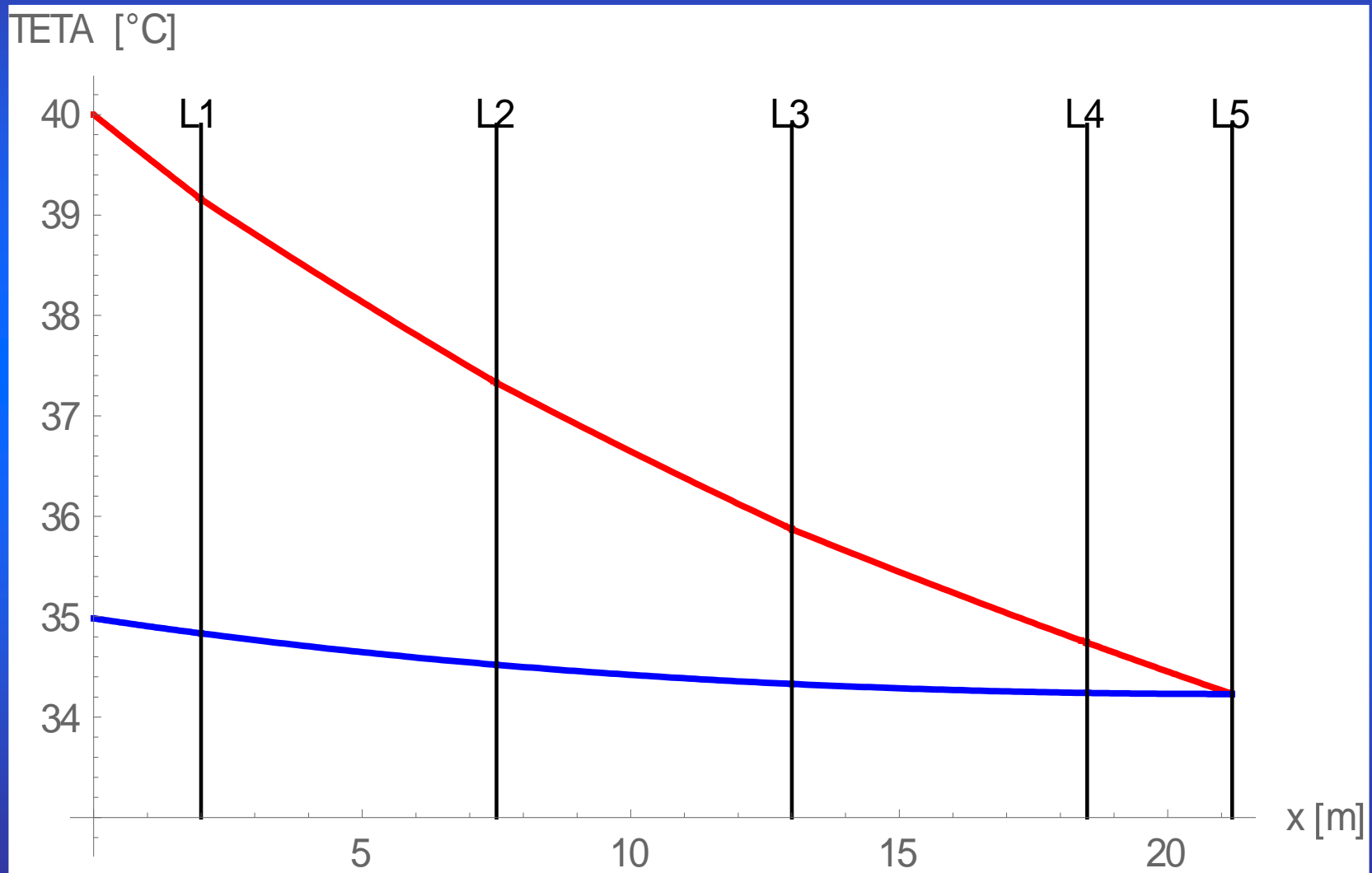
# Méretezés



$$\begin{aligned} \dot{m} \cdot c \cdot d\vartheta_1 &= -k_1 \cdot \vartheta_1(x) \cdot dx - k_2 \cdot (\vartheta_1(x) - \vartheta_2(x)) \cdot dx \\ -\dot{m} \cdot c \cdot d\vartheta_2 &= k_2 \cdot (\vartheta_1(x) - \vartheta_2(x)) \cdot dx \end{aligned}$$

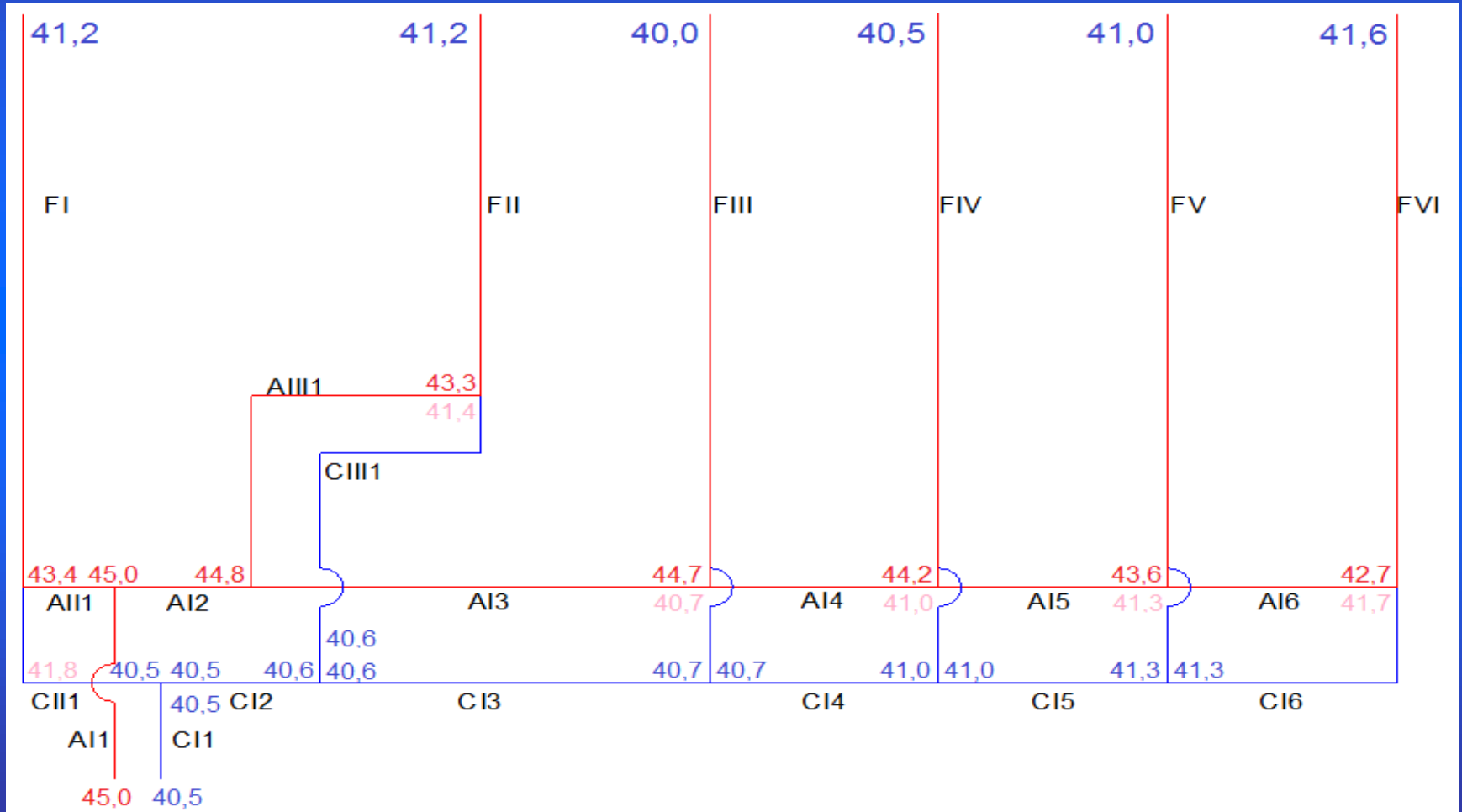
**Peremfeltételek!**

# Hőmérséklet-eloszlás egy mintarendszer mértékadó ágában



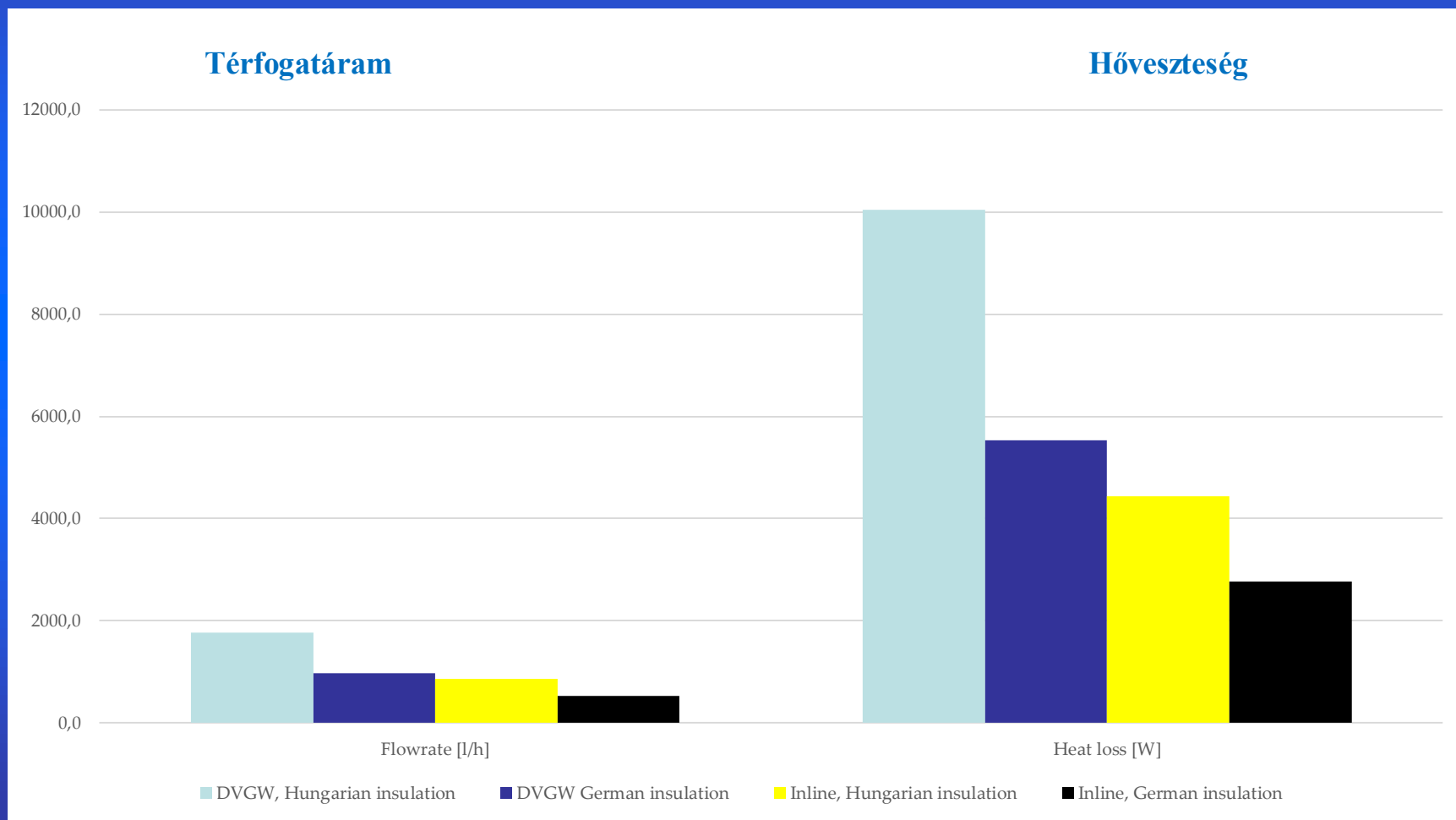


# Esettanulmány



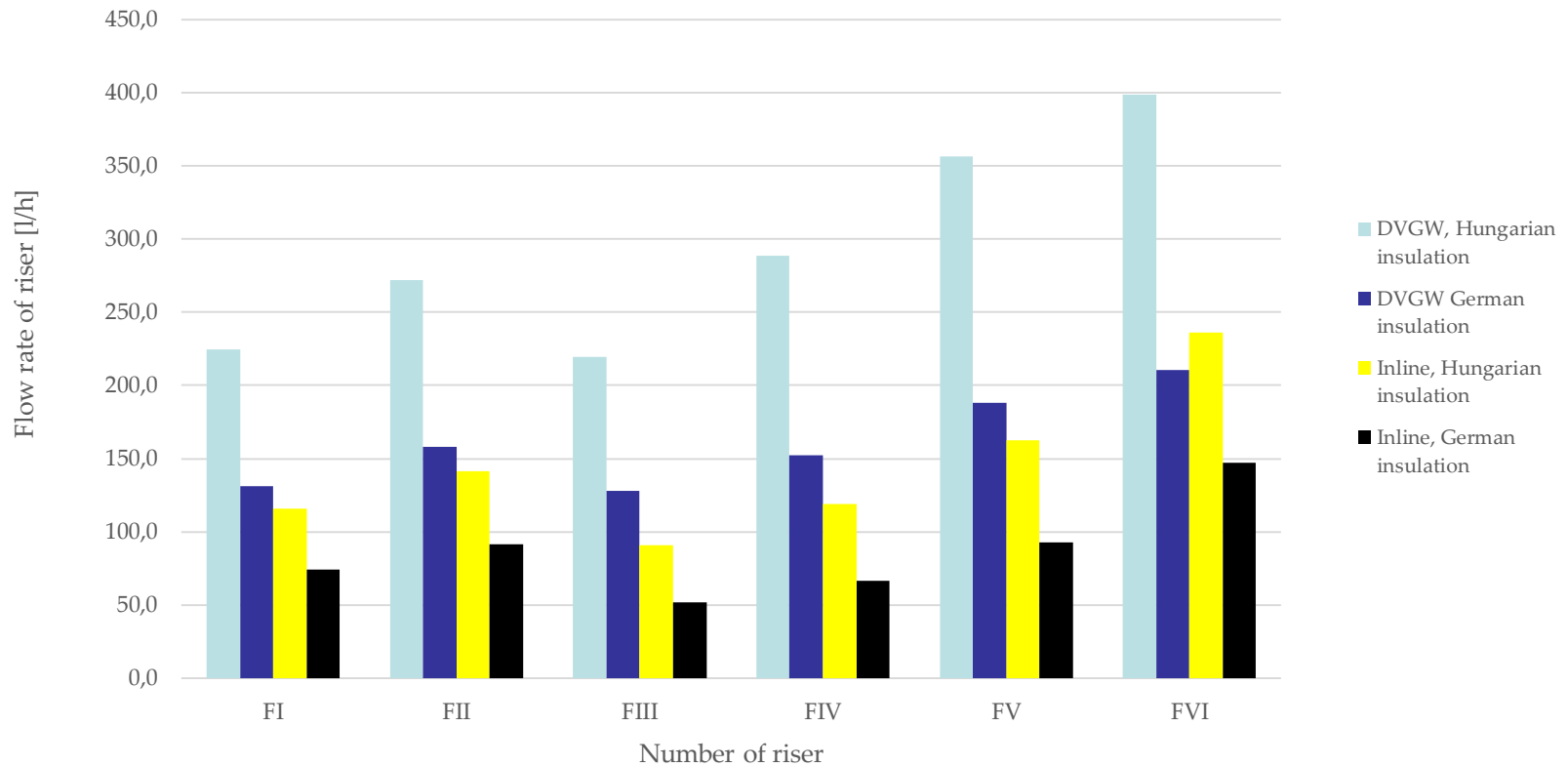
# Esettanulmány II.

ugyanazon rendszer hagyományos és „cső a csőben” cirkulációval,  
„magyar” és „német” hőszigeteléssel



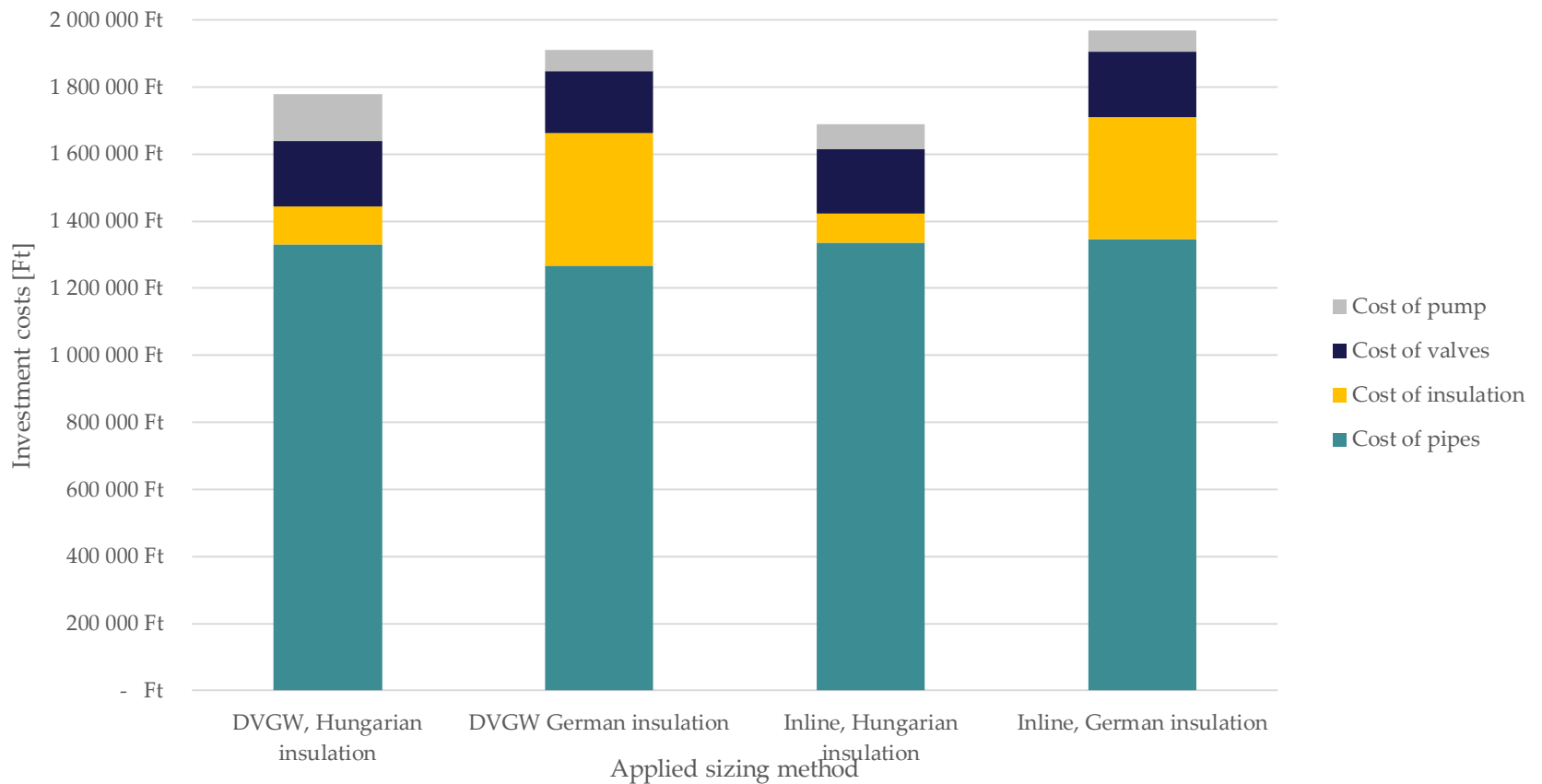
# Esettanulmány III.

A felszállók térfogatárama



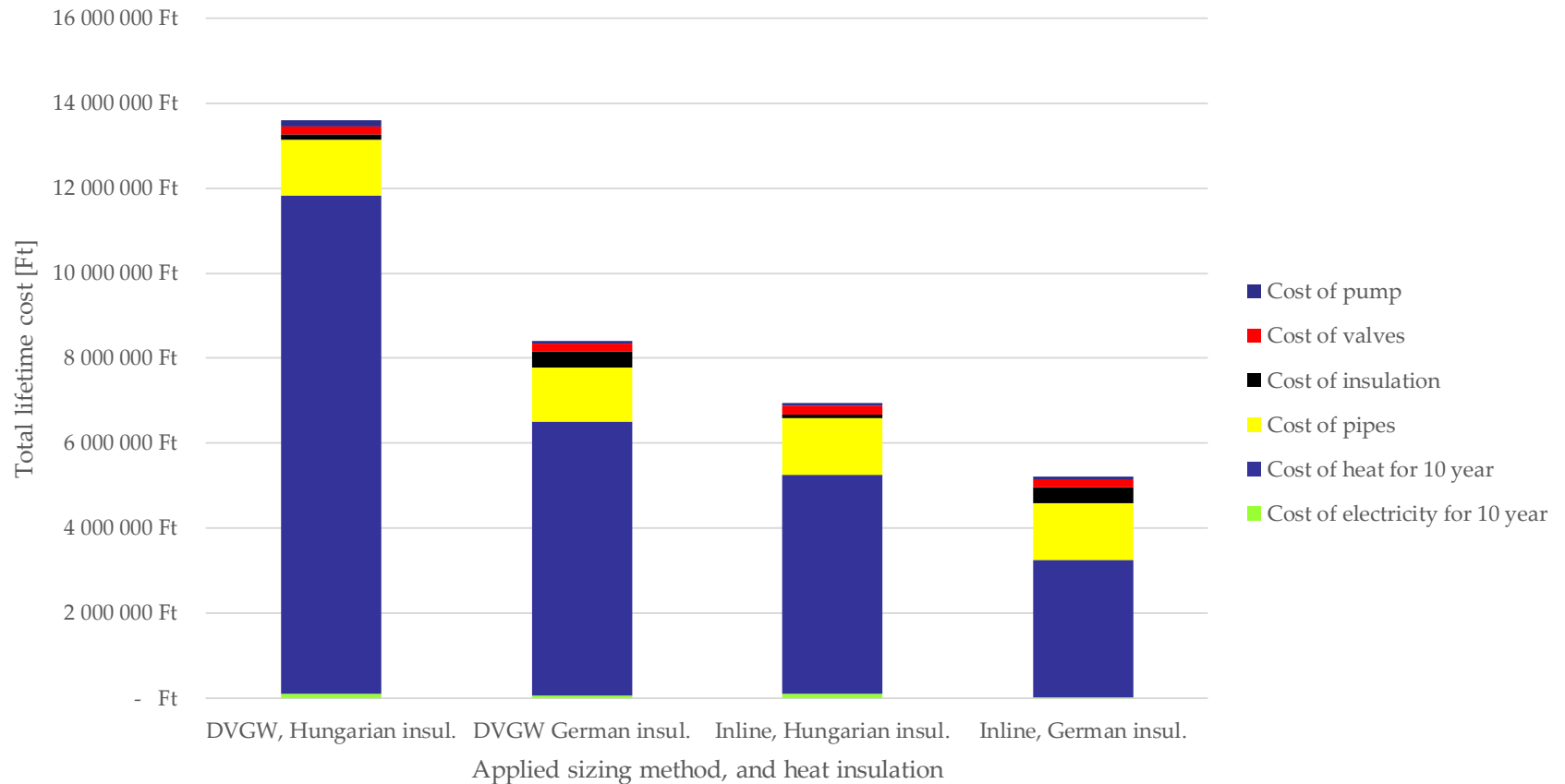
# Esettanulmány IV.

## Beruházási költségek



# Esettanulmány V.

## 10 év élettartamra vonatkozó költségek



# Milyen szempontok alapján tervezzük cirkulációs rendszert?

- Célszerű igényes, a német előírásoknak megfelelő hőszigetelést alkalmazni
- Precíz méretezés szükséges
  - kis rendszerek: DVGW W553, egyszerűsített eljárás
  - nagy rendszerek: DIN 1988, hozzákeverési eljárás
- A beszabályozás elengedhetetlen
- A termosztatikus cirkulációs szelep alkalmazásával kisebb a keringetés energiaigénye
- A „cső a csőben” megoldás életciklus költsége a legalacsonyabb

Ezeket a megoldásokat a magyar piac egyelőre nem ismeri el – saját érdekében meg kell győzni a beruházót!

(És meg kell győzni: a legjobb befektetés: jól megfizetni a mérnöki munkát! 😊)

**SZÜNET**

12:00-12:30