

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

# **HMV cirkuláció**

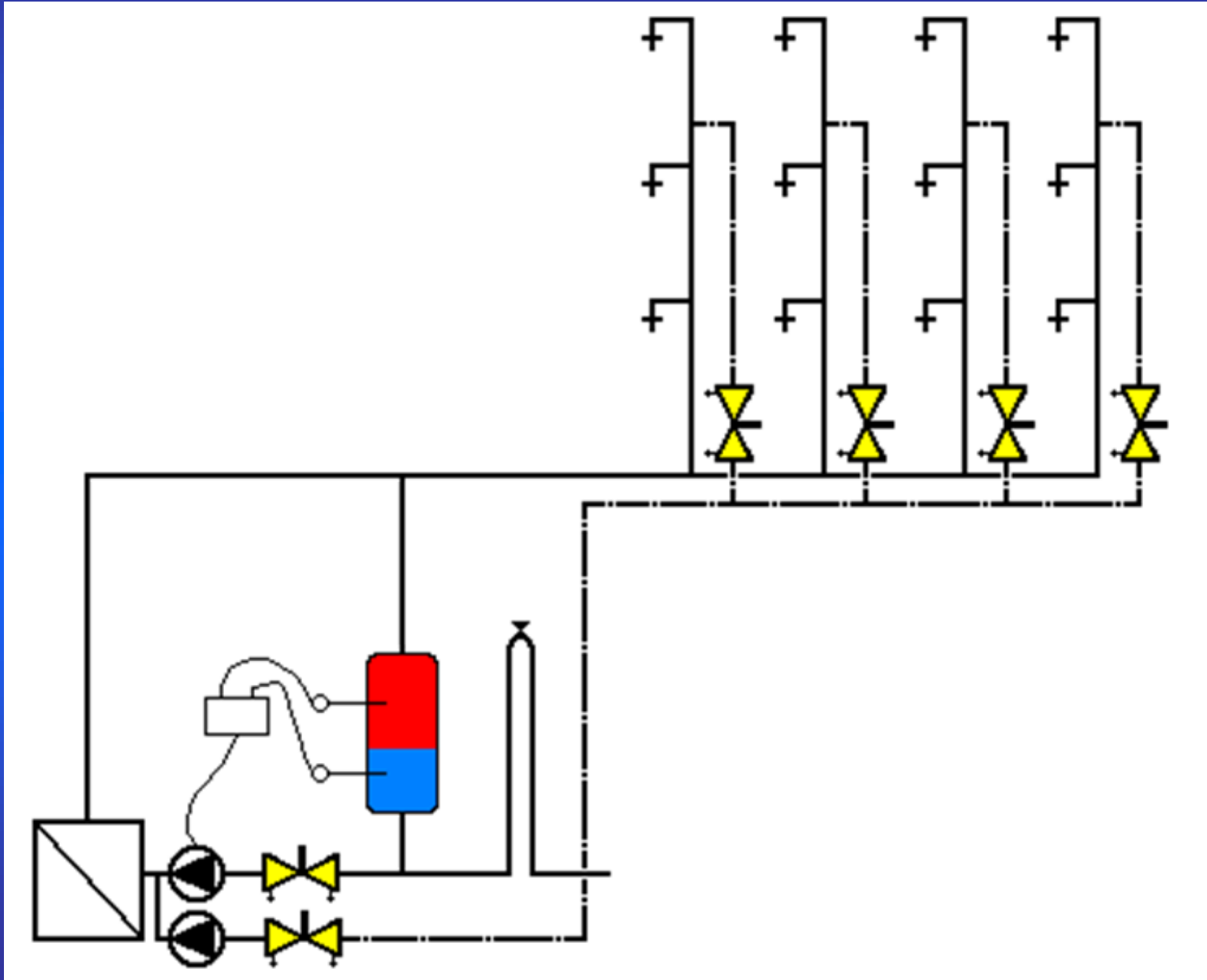
## **Gyakori kialakítási, méretezési és üzemeltetési hibák**

### **Legionella baktériumok a HMV rendszerekben**

**Magyar Mérnöki Kamara Energetika Tagozat**  
**Szakmai Továbbképzés**  
**2022. február 10. Budapest**

# HMV cirkuláció

# 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 cirkulációs rendszer működése jelentős többlet-hővesztést okoz

Példa:

45 lakásos 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 költségé 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

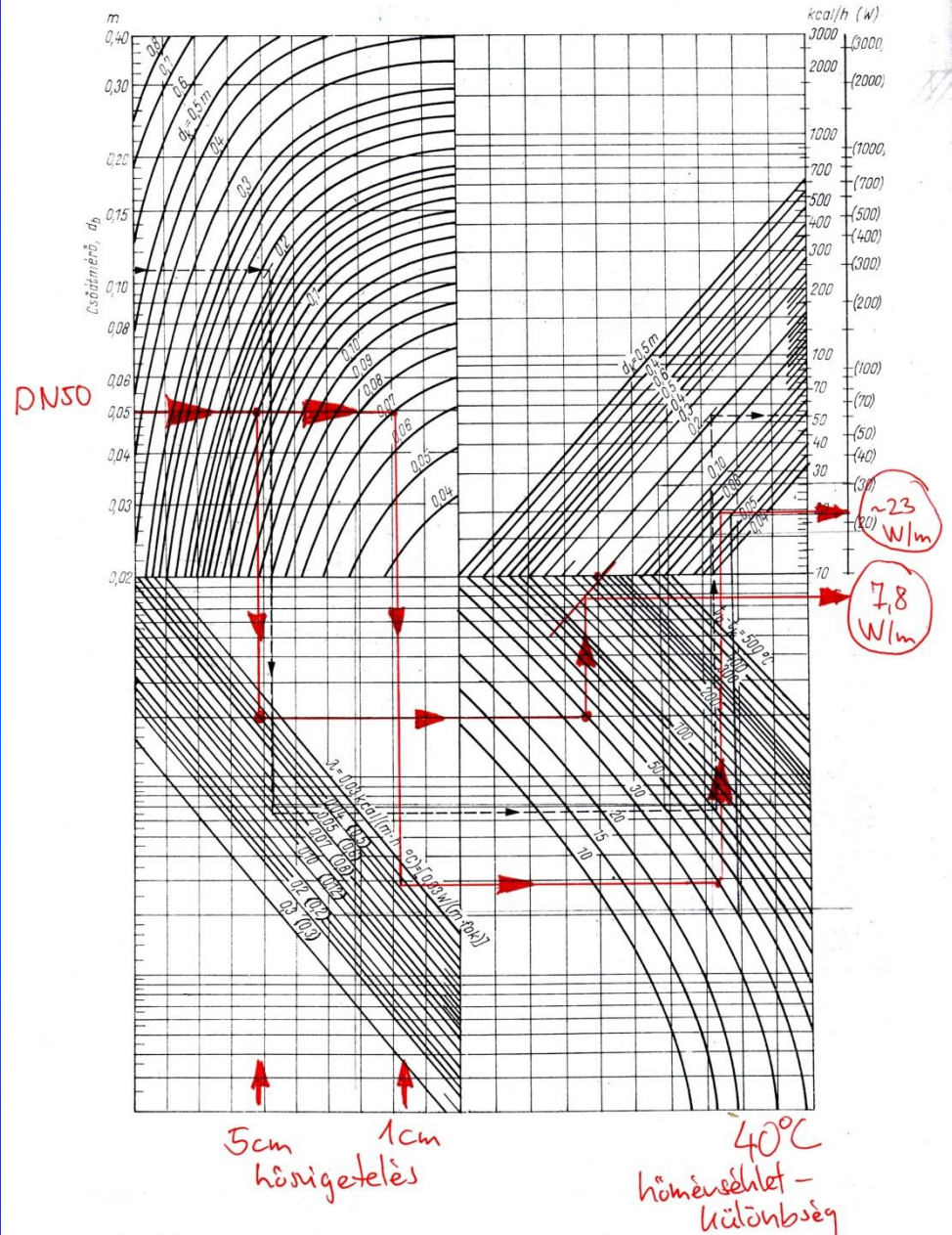
DN50 hga  
1 cm → 5 cm szigetelés

2,3 kW → 0,78 kW  
hővesztés

198,7 → 67,4 MJ/nap  
hővesztés

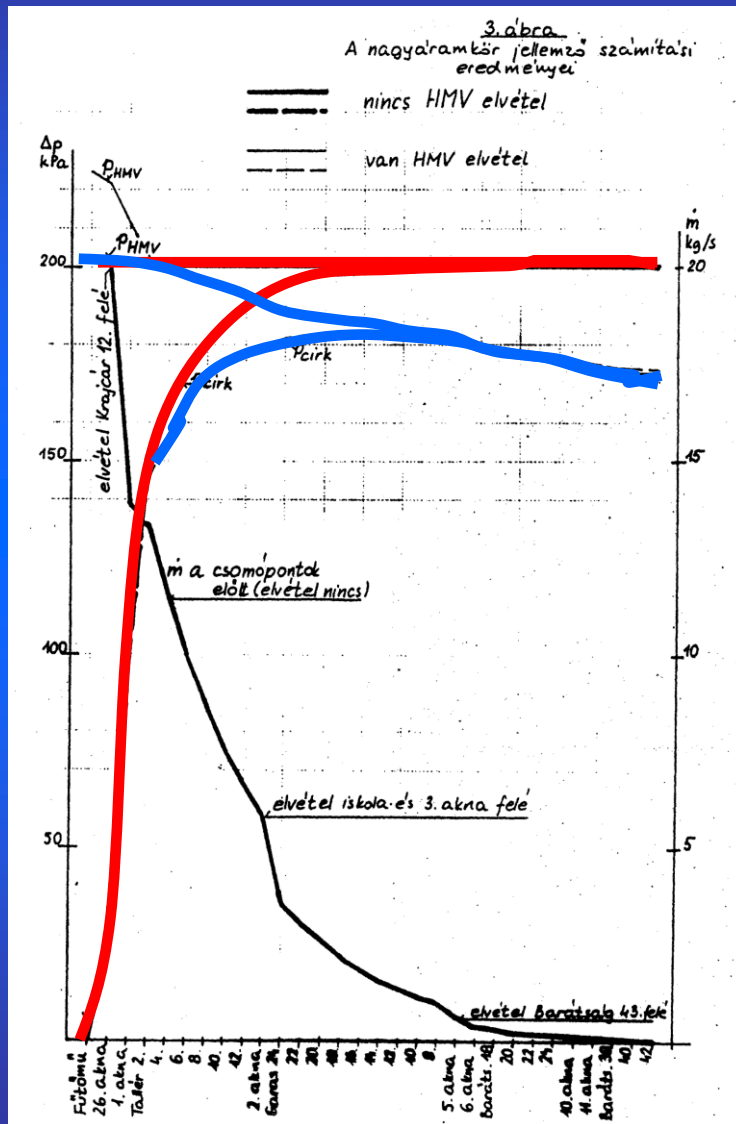
kb. 3 hónap megtérülés

2.1.9. Szigetelt csövezeték hővesztése nyugvó környezeti levegőben





# A szabályozás szükségessége – a hidraulikai szabályozás 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**

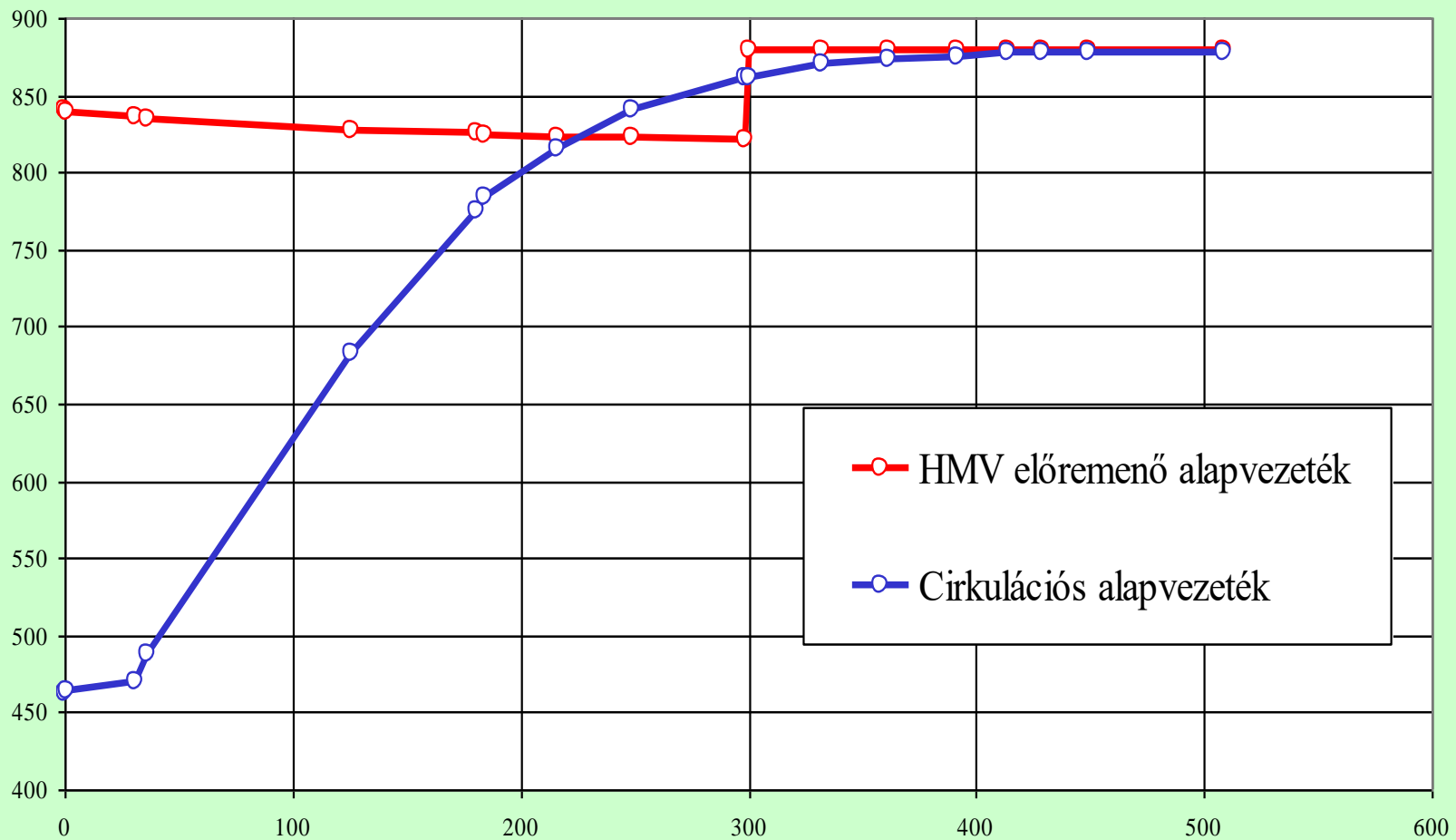
- vízkövesedés kockázata
- hőveszteségek növekedése

- **nagyobb teljesítményű cirkulációs szivattyú beépítése**

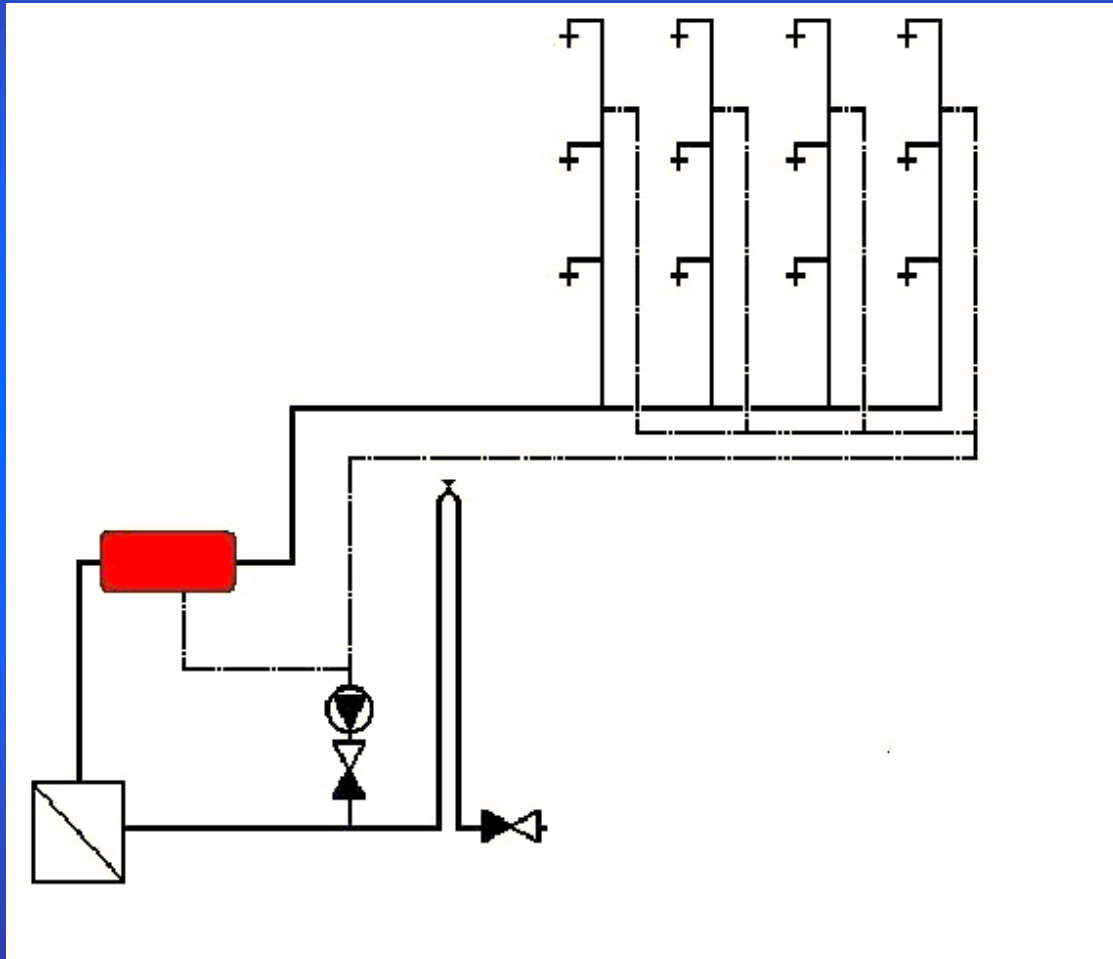
- eredmény csak „puha” rendszerekben
- a megnövekedett térfogatáram jelentős része lekering a közeli felszállókon (a térfogatáram az emelőmagasság négyzetgyökével arányosan, a keringetési munka a térfogatáram köbével arányosan növekszik)
- nagyobb szivattyúzási költség – a kritikus fogyasztó helyzete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

# 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
  - **hőveszteség csökkentése**
    - (kisebb tömegáram – kisebb szivattyúzási munka!)
- **Pontos méretezés** → megfelelő méretezési eljárás (DVGW W553 egyszerűsített eljárás)  
DIN 1988 „hosszákeverési eljárás”
  - **csak a szükséges térfogatáramot keringetjük**
  - **a hosszákéverési 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.

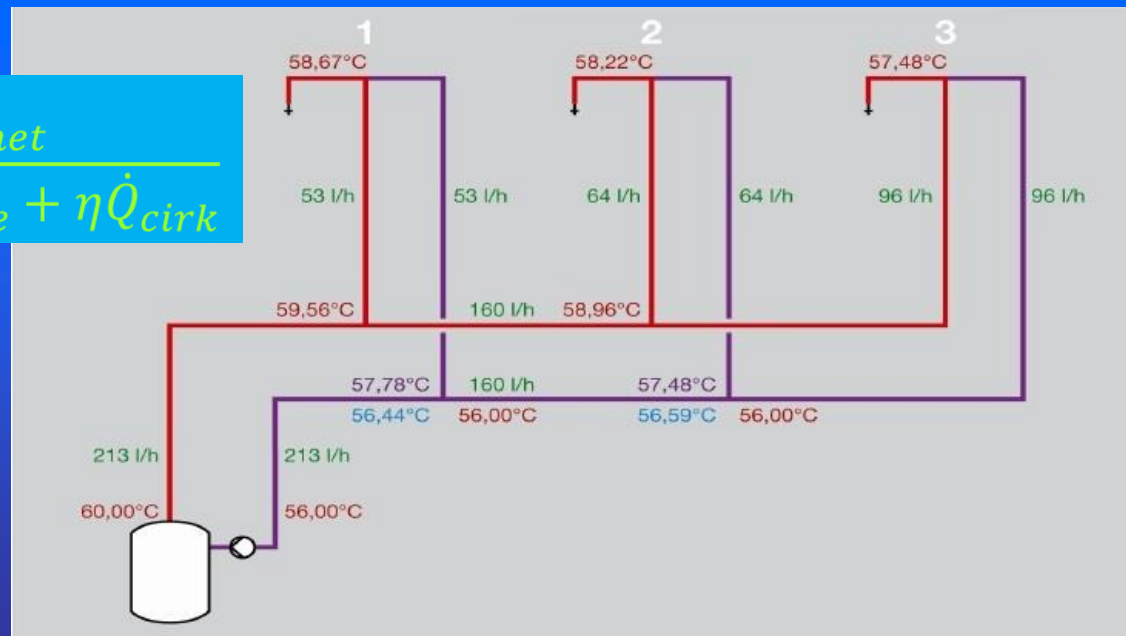
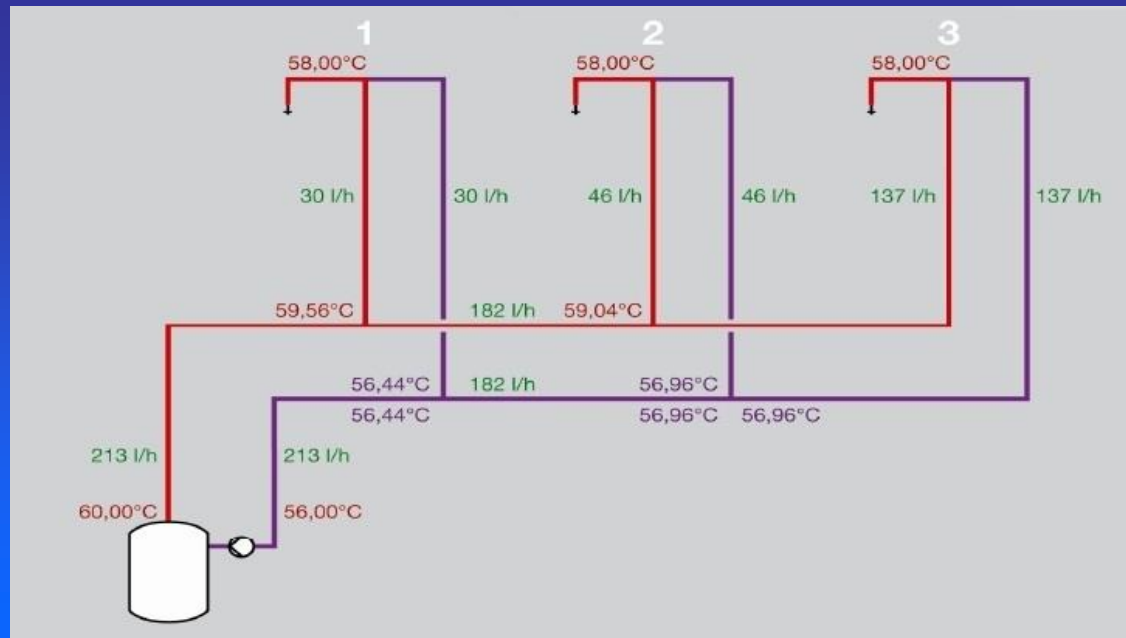
- a cirkulációs rendszer méretezését 2012 óta ismét a DIN 1988 szabályozza
- a gyors és egyszerűsített eljárásokat a DIN 1988-300 már nem tartalmazza (túlméretezés elkerülése)
- lehetőség egy új „hosszákeverési” számítási eljárás alkalmazására → még kisebb berendezésméret, kisebb cirkulációs igény változatlan 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

$$\dot{m}_{\text{átmenet}} = \dot{m}_{be} \frac{\dot{Q}_{\text{átmenet}}}{\dot{Q}_{\text{átmenet}} + \dot{Q}_{le} + \eta \dot{Q}_{cirk}}$$

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

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



# Tervezési szempontok a cirkuláció energiaigényének minimalizálására II.

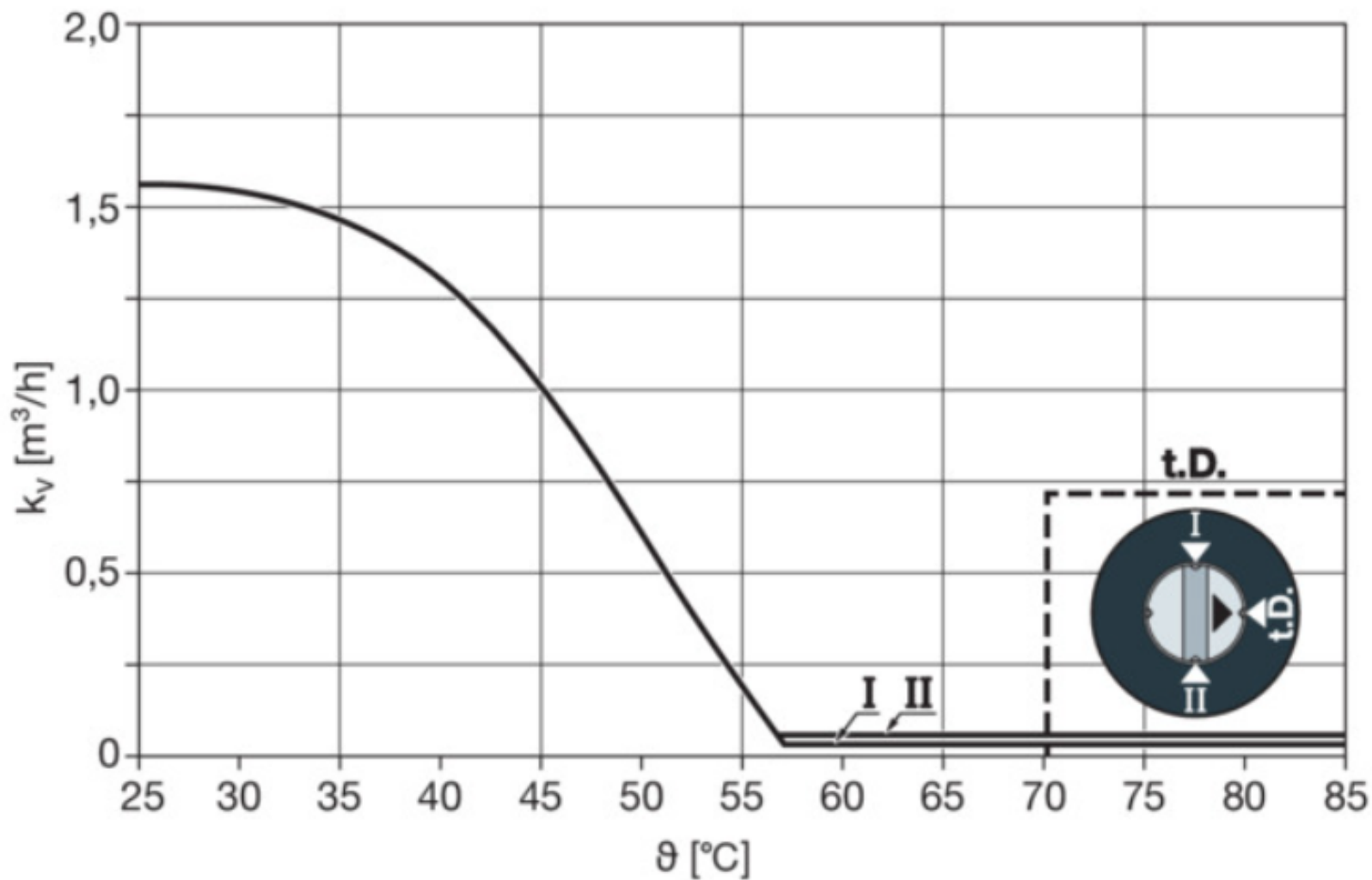
- **Hidraulikai beszabályozás**

legalább a statikus beszabályozás mindenképpen szükséges

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

→ **szivattyúzási energiafelhasználás csökkentése**

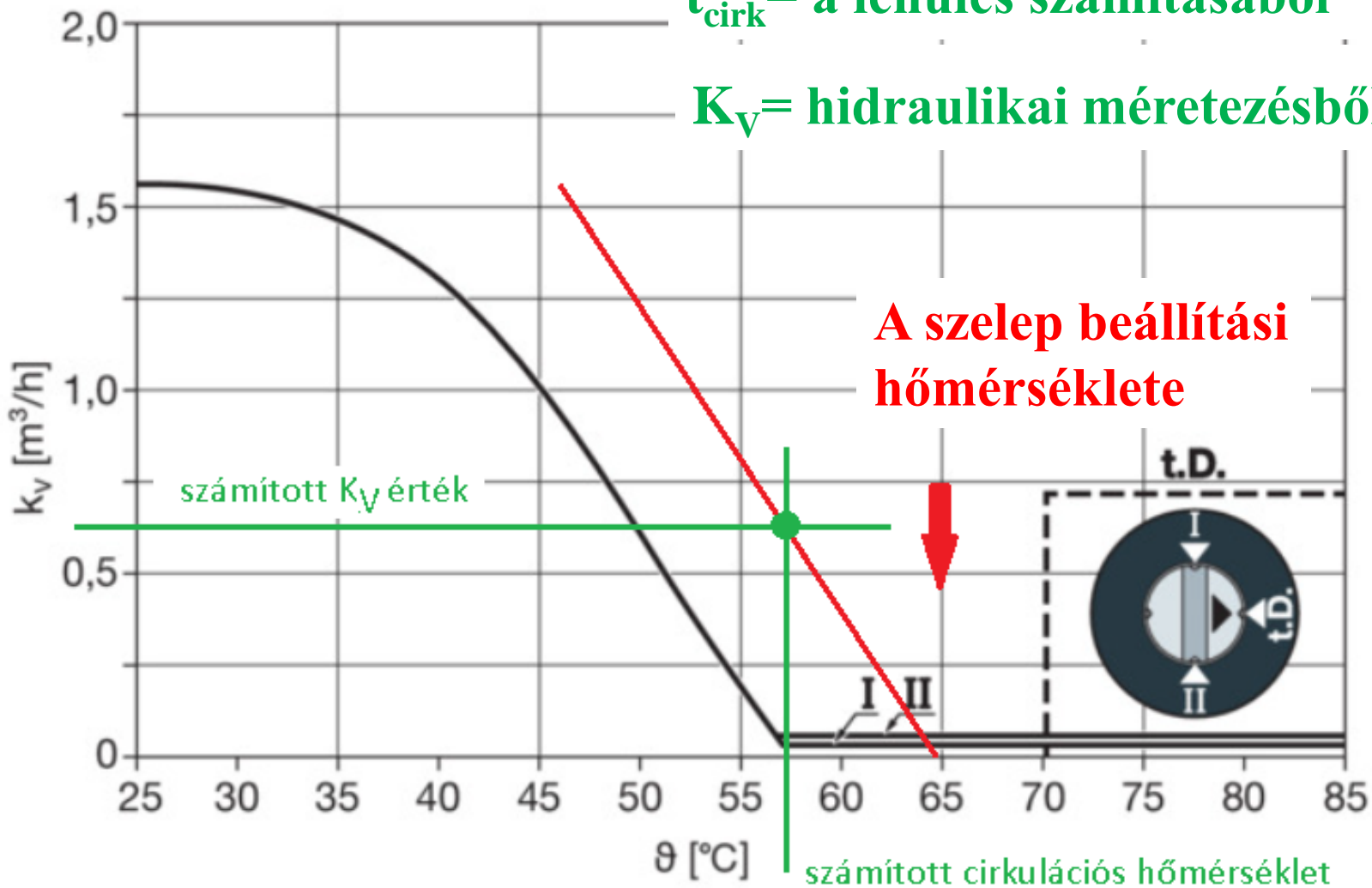
# Termosztátikus cirkulációs szelep jelleggörbéje



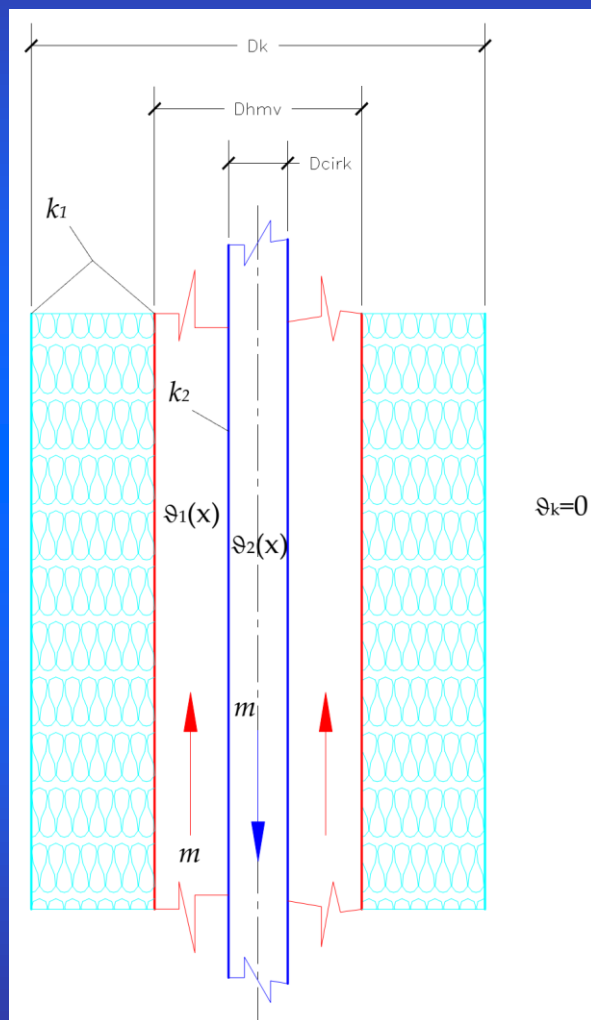
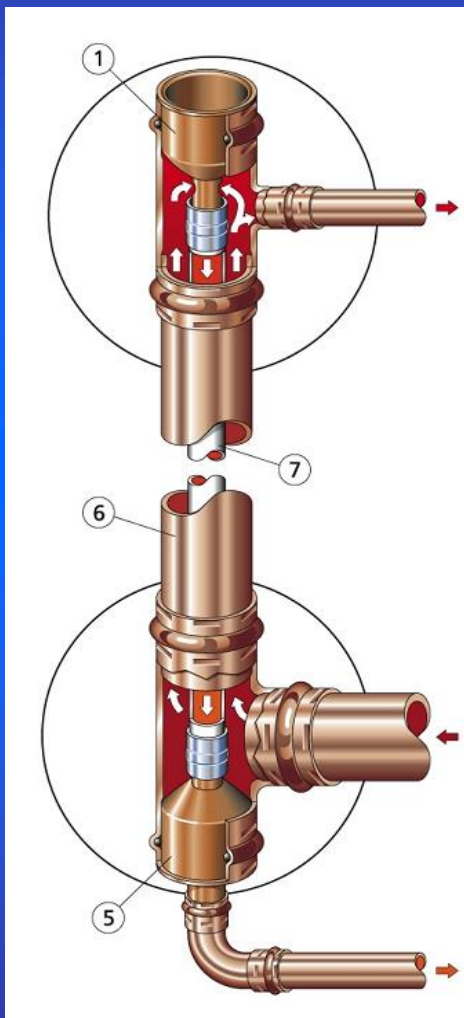
# Termosztatikus cirkulációs szelep méretezése

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

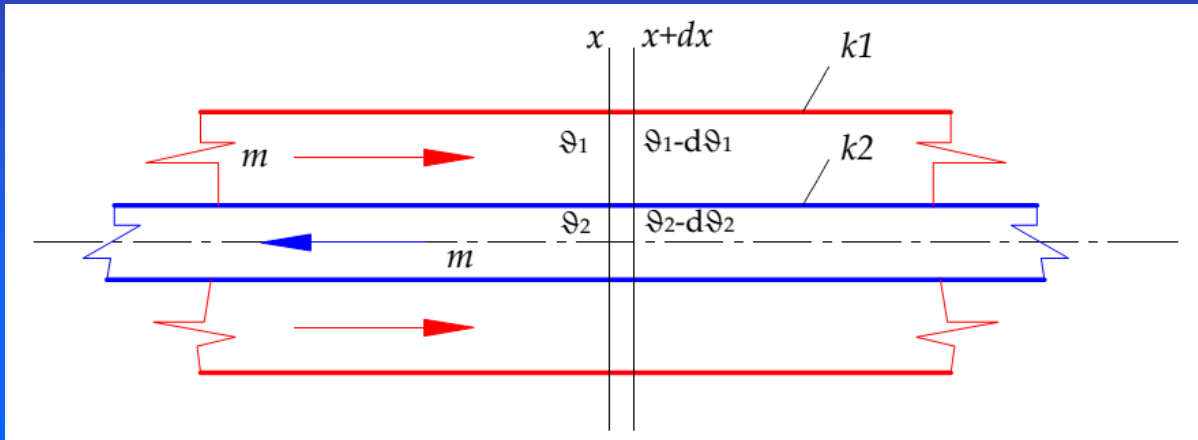
$K_V$  = hidraulikai méretezésből



# „Cső a csőben” cirkuláció



# Méretezés

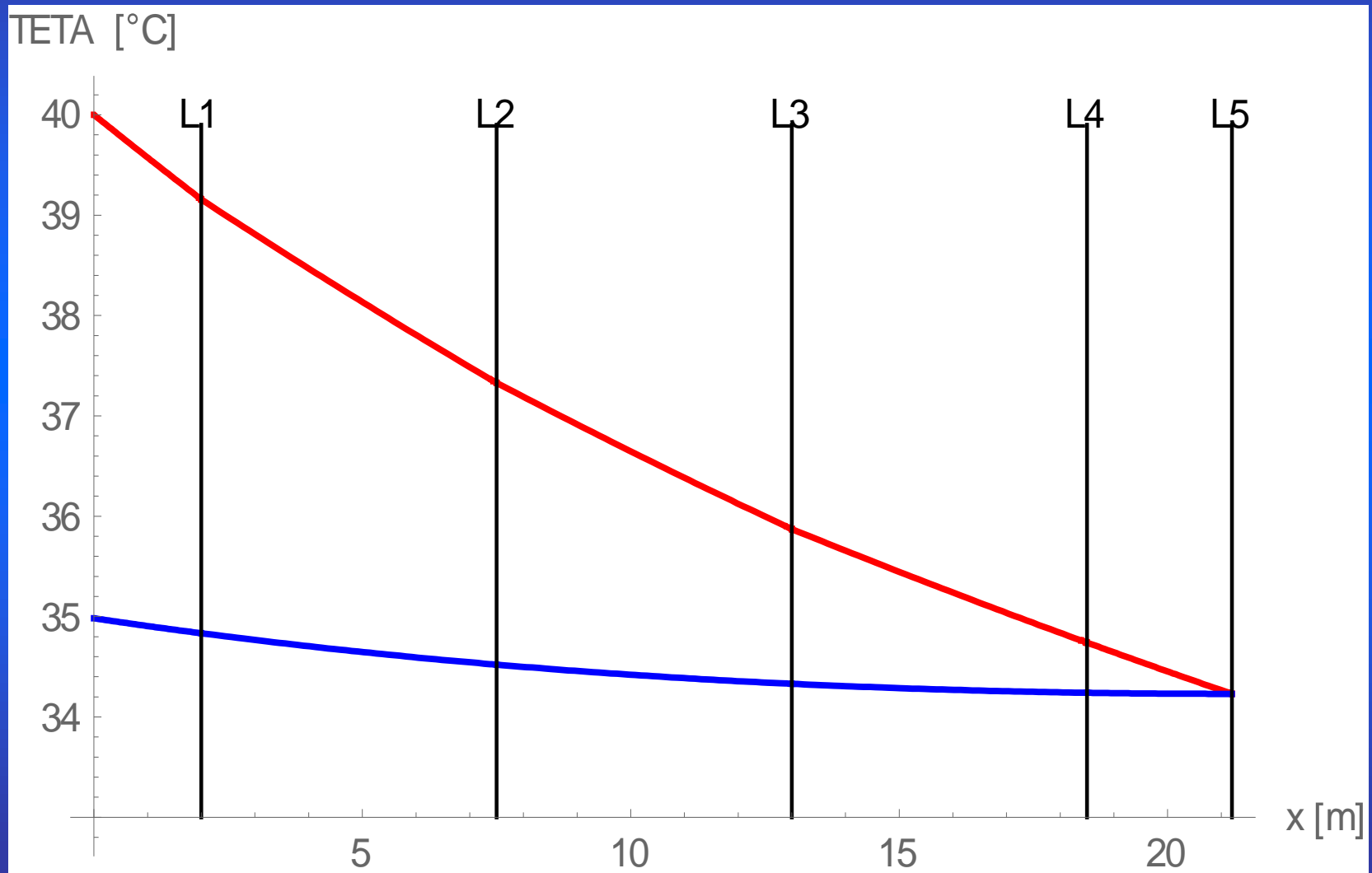


$$\begin{aligned} \dot{m} \cdot c \cdot d\vartheta_1 \\ = -k_1 \cdot \vartheta_1(x) \cdot dx - k_2 \cdot (\vartheta_1(x) - \vartheta_2(x)) \cdot dx \\ -\dot{m} \cdot c \cdot d\vartheta_2 = k_2 \cdot (\vartheta_1(x) - \vartheta_2(x)) \cdot dx \end{aligned}$$

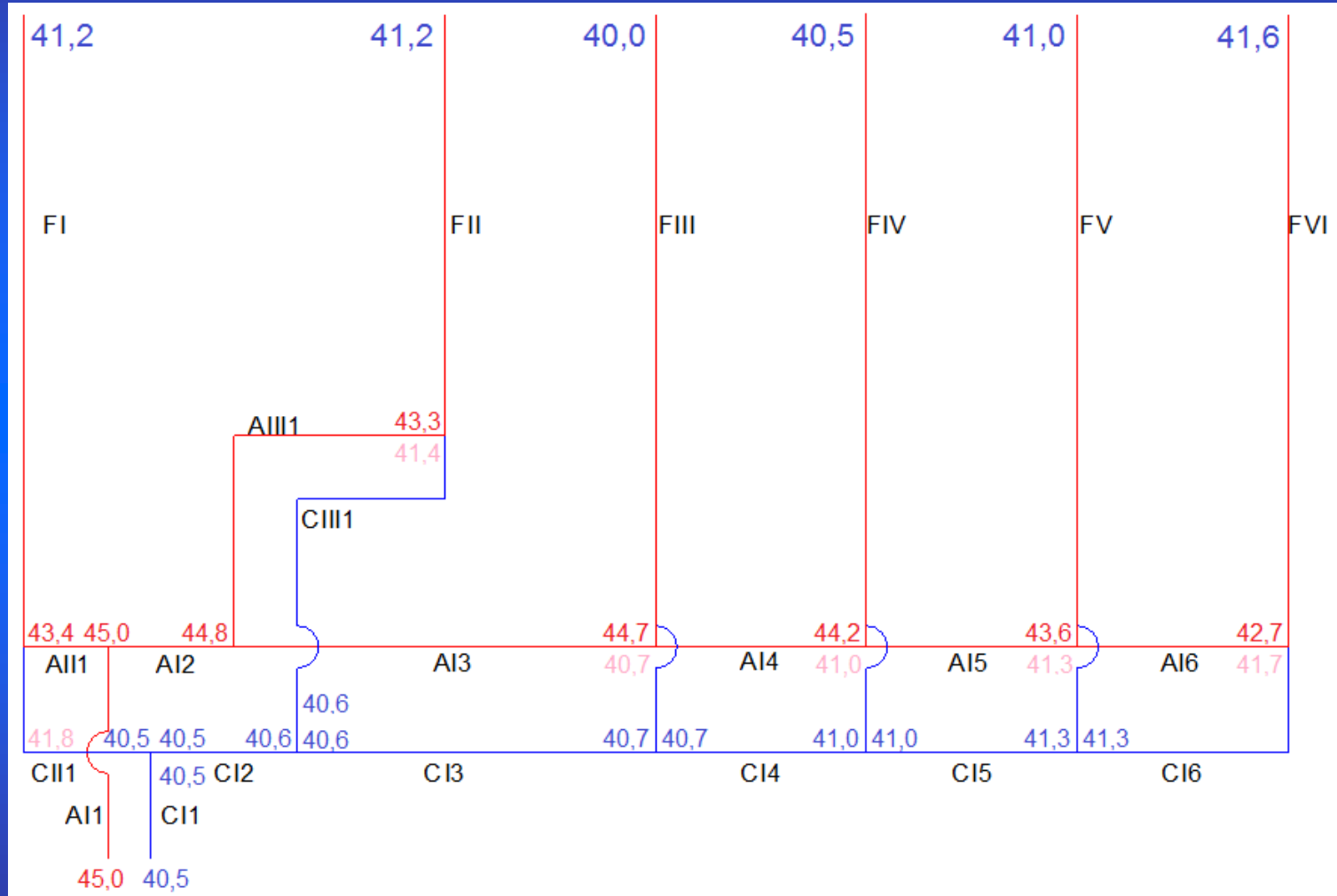
**Peremfeltételek!**



# Hőmérséklet-eloszlás egy mintarendszer mértékadó ágában

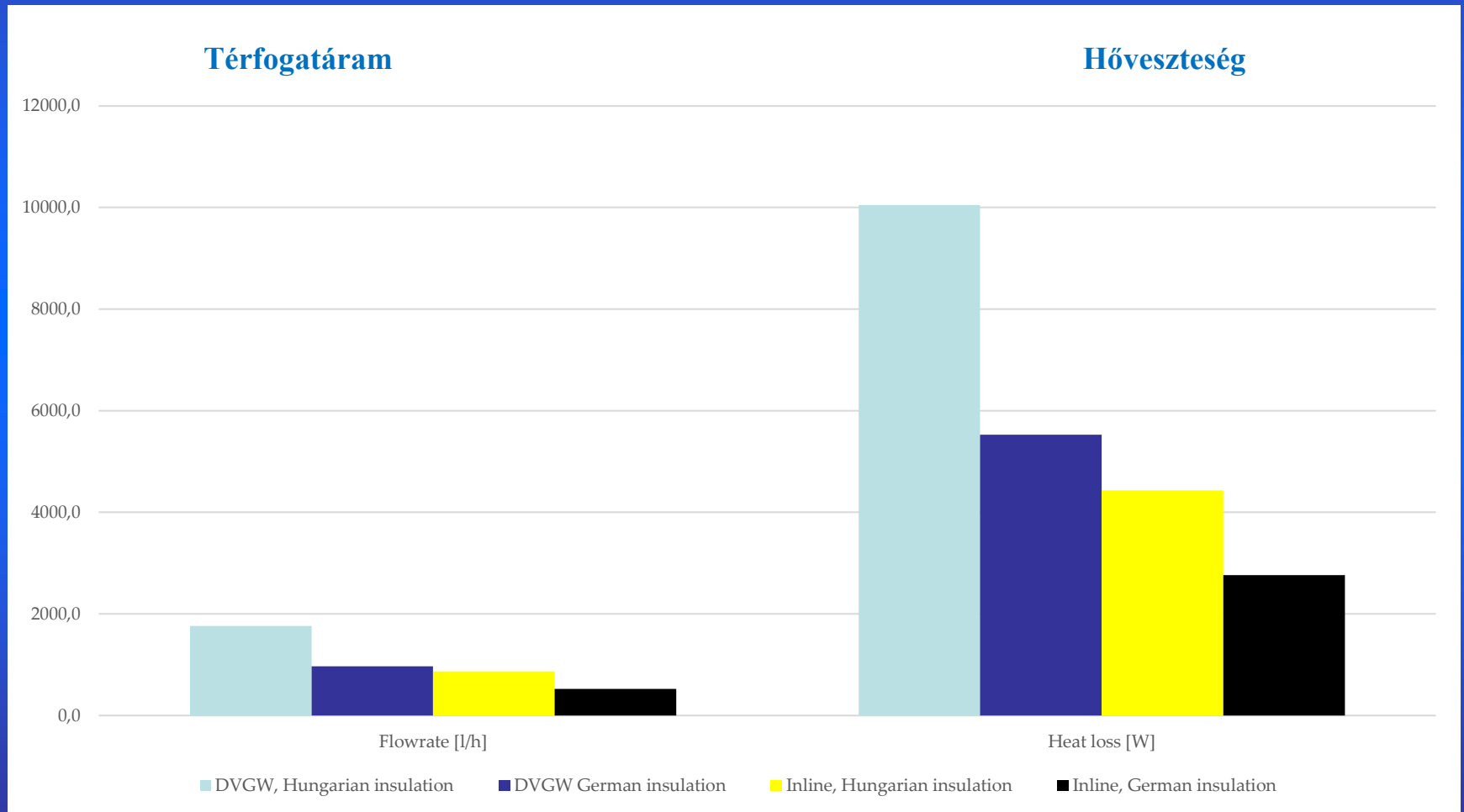


# Esettanulmány



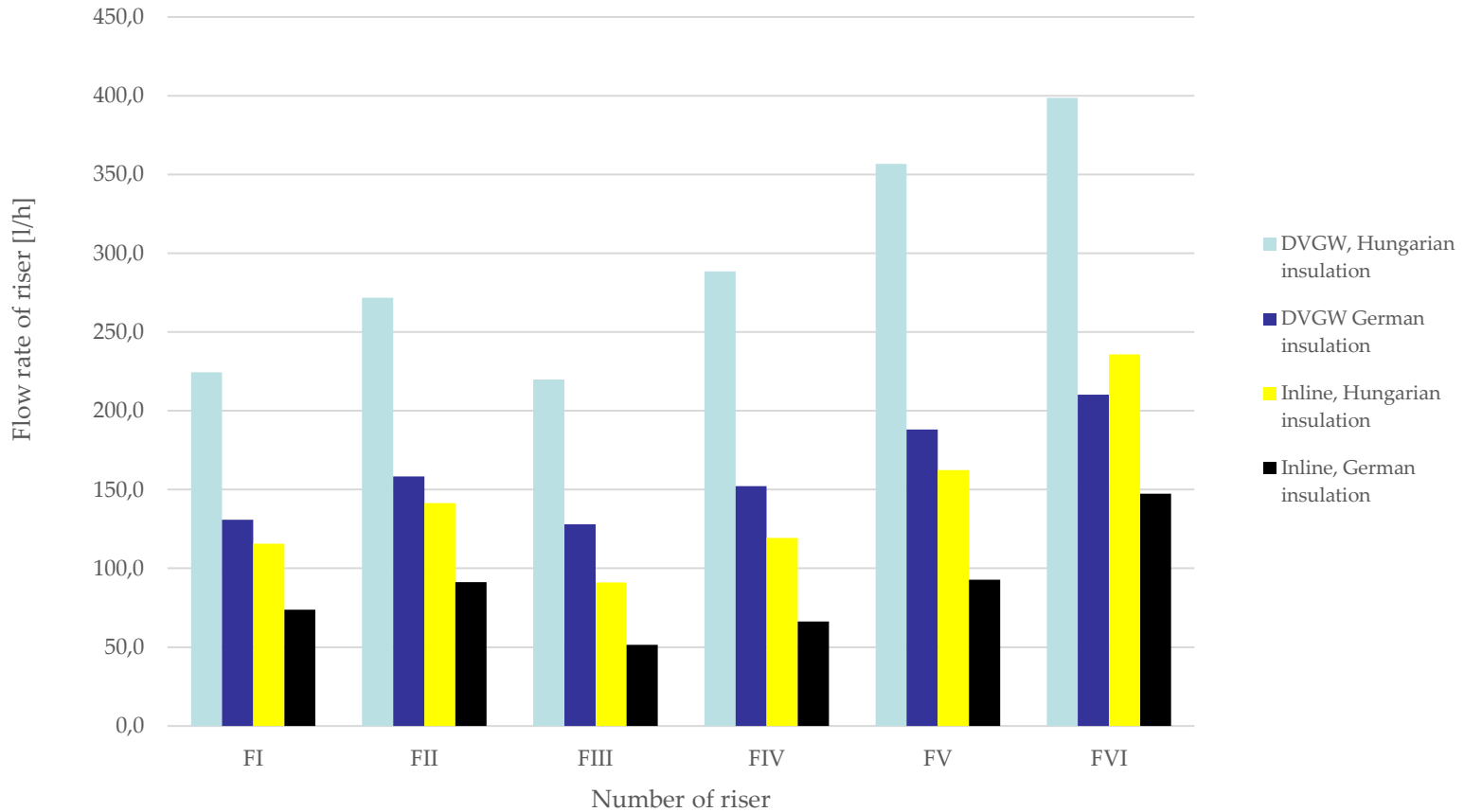
# Esettanulmány II.

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



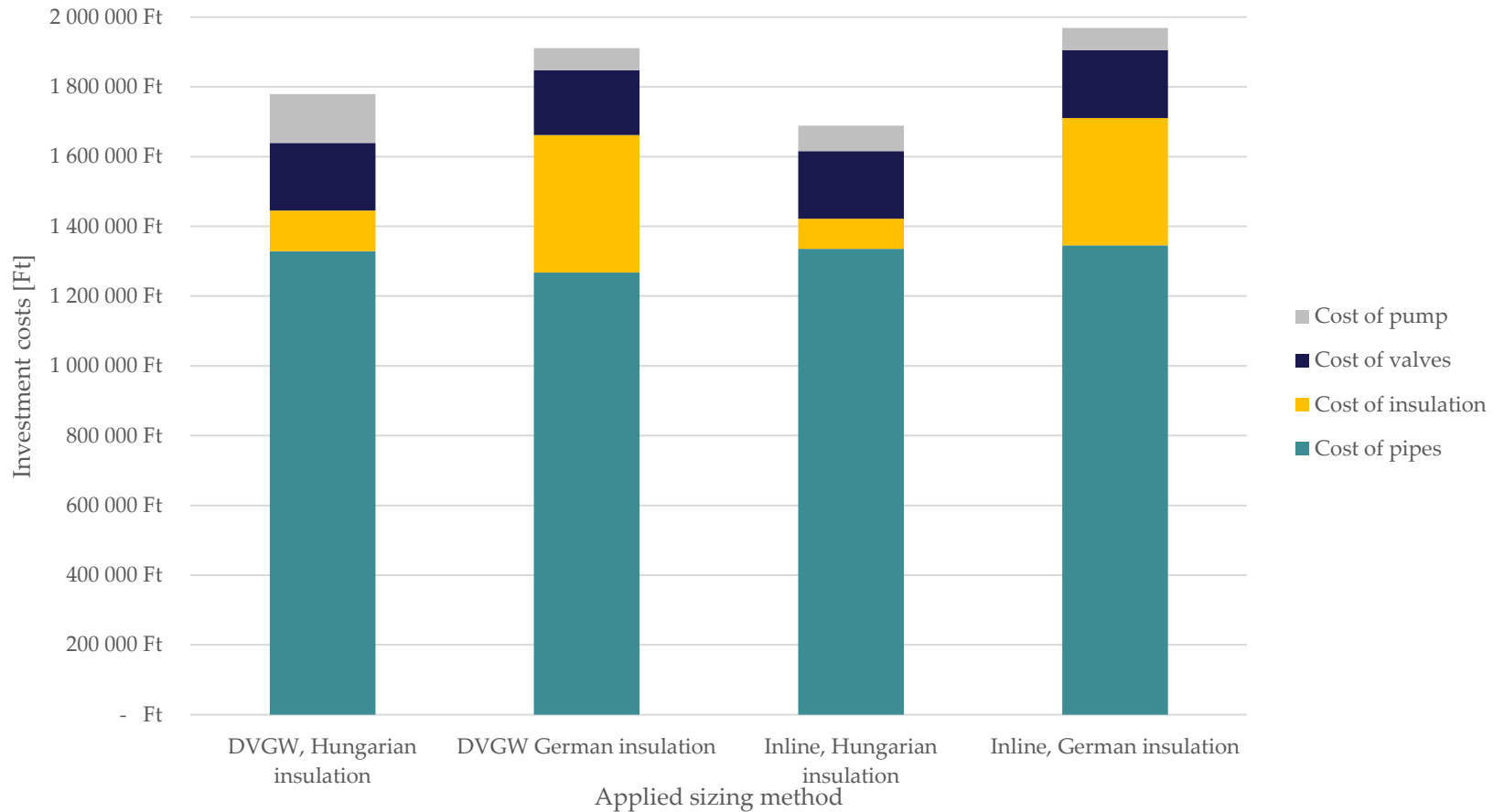
# Esettanulmány III.

A felszállók térfogatárama



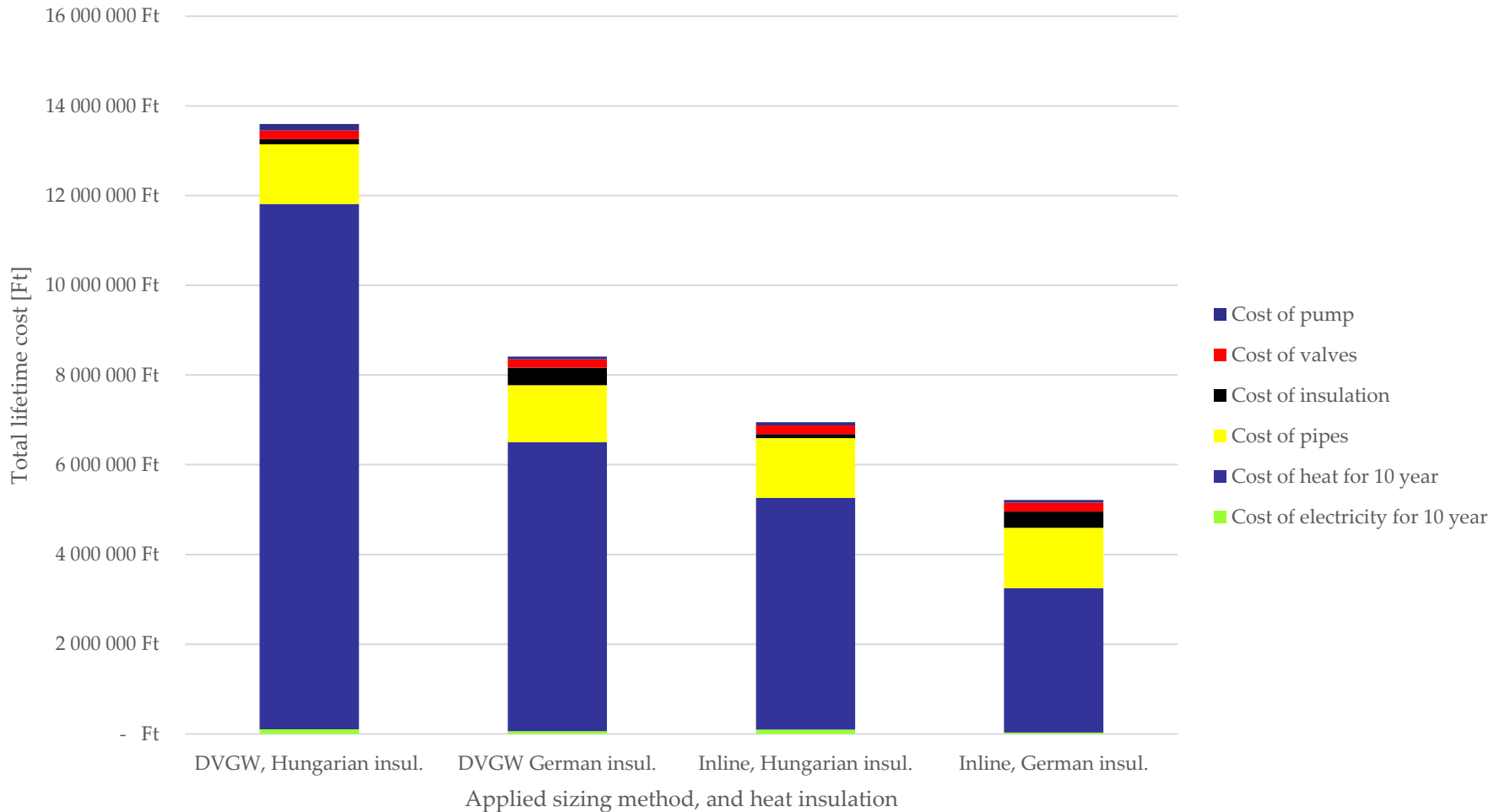
# Esettanulmány IV.

## Beruházási költségek



# Esettanulmány V.

## 10 év élettartamra vonatkozó költségek



# Összefoglalás: milyen elvek szerint célszerű a cirkulációs rendszert kialakítani?

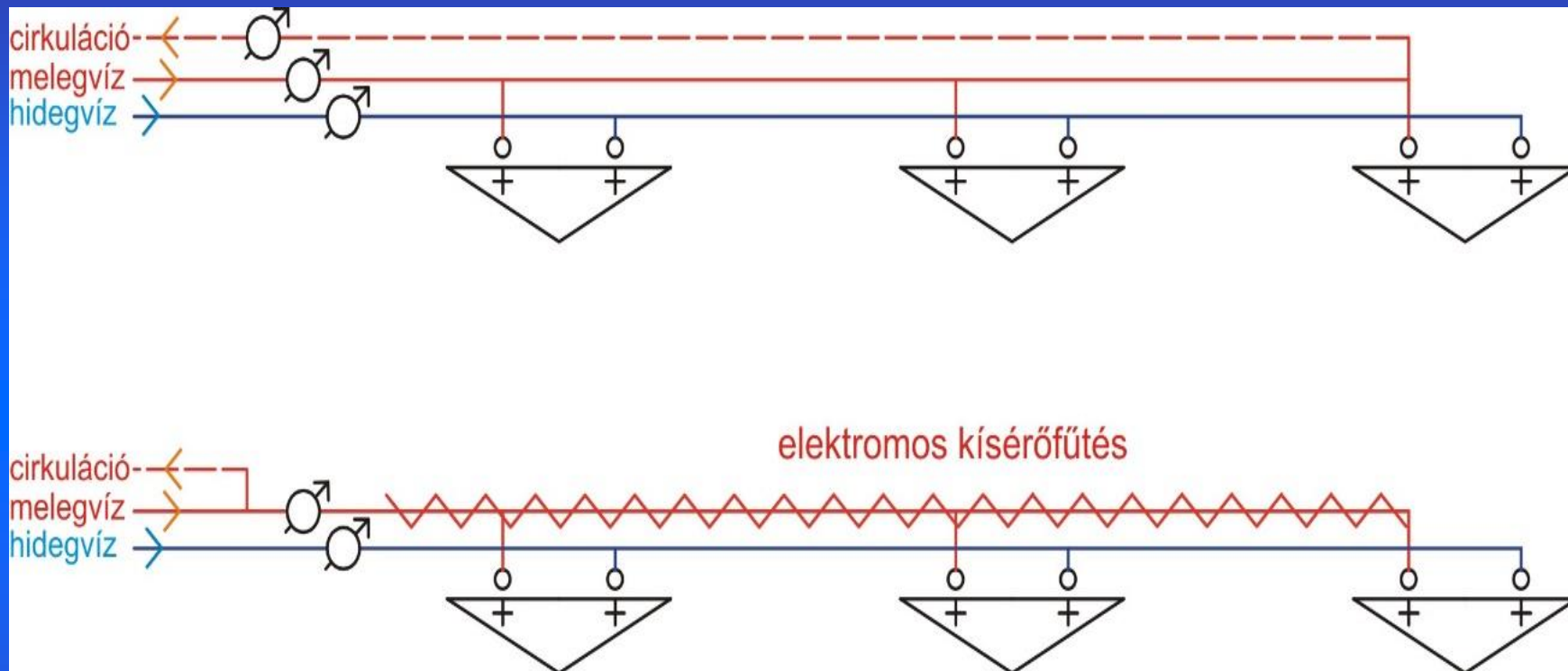
- Célszerű igényes, a német előírásoknak megfelelő hőszigetelést alkalmazni
- A HMV cirkulációs rendszerek precíz méretezést igényelnek
- A DIN 1988 szerinti hozzákeverési eljárás kisebb méreteket és energiaigényt eredményez
- A tervezett térfogatáramokat pontosan be kell szabályozni – a beszabályozás elengedhetetlen
- A termosztatikus cirkulációs szelep alkalmazásával kisebb a keringetés energiaigénye
- A „” megoldás életciklus költsége a legalacsonyabb

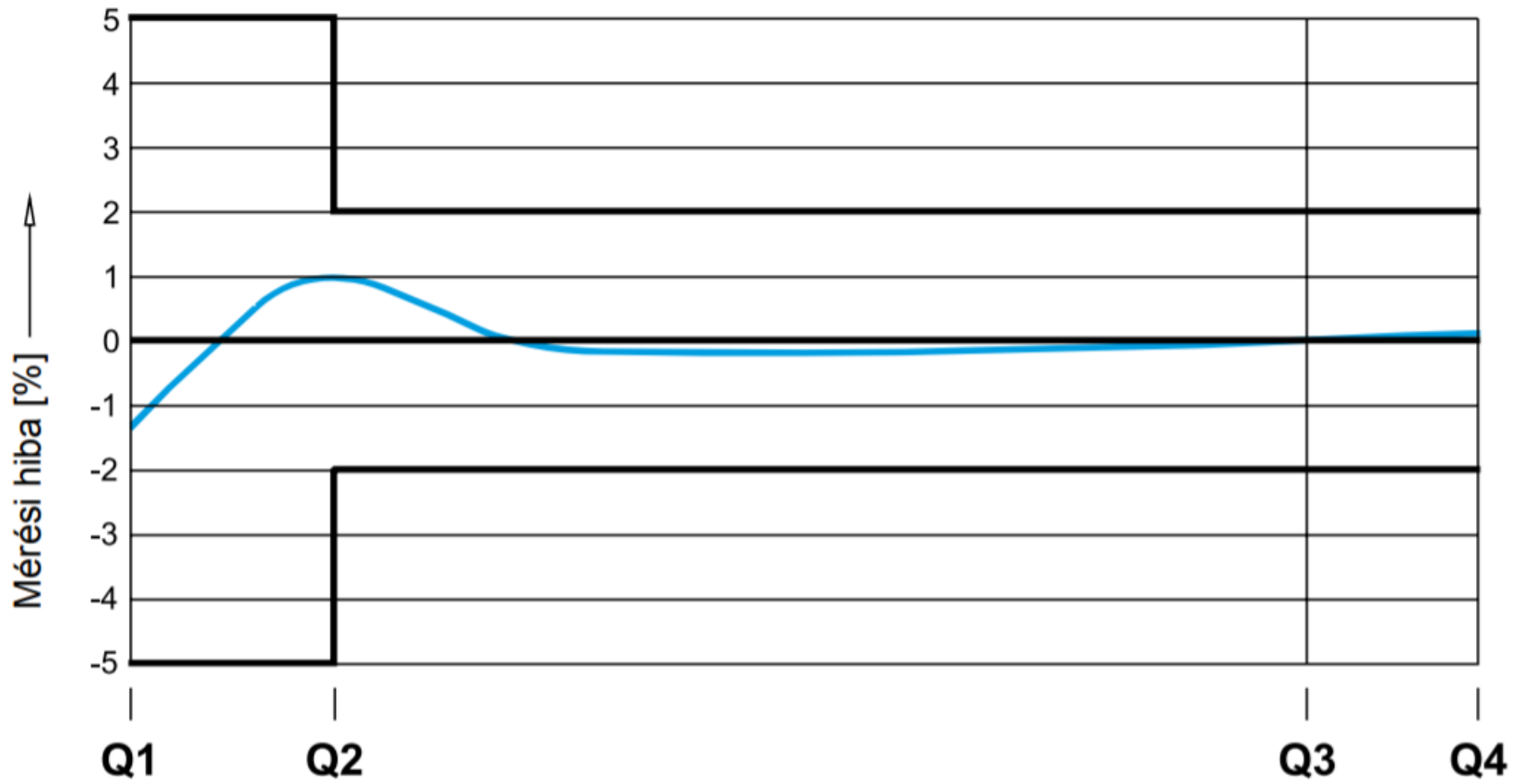
# **A HMV rendszerekben előforduló leggyakoribb hibák**

**Néhány példa a HMV rendszerekben gyakran  
elkövetett kialakítási, üzemeltetési és  
szabályozási hibákra**

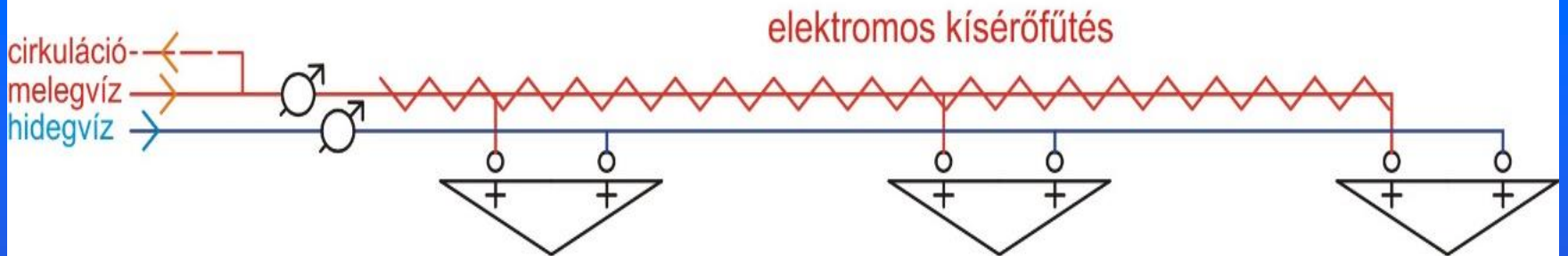


# „Hibasokszorozó mérés”

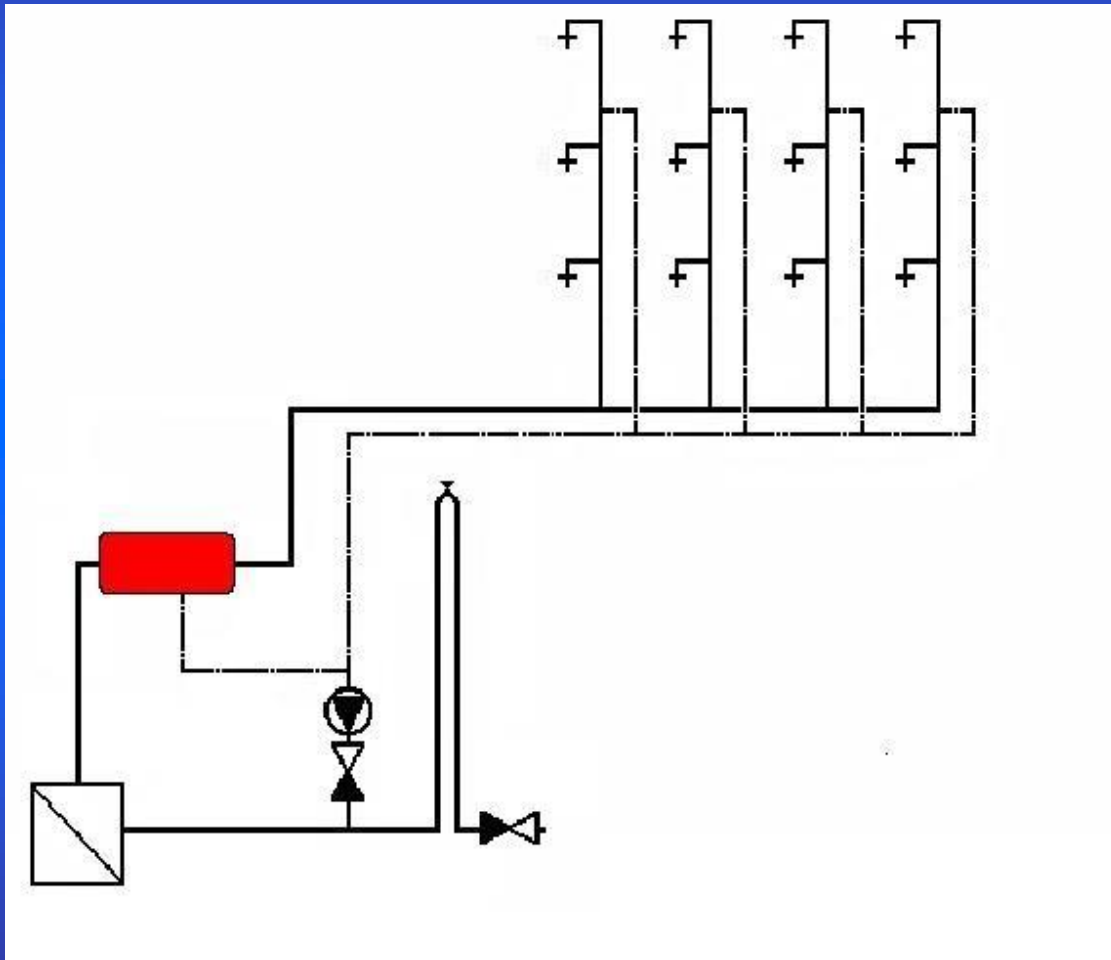




- Q1 = minimális térfogatáram
- Q2 = átmeneti térfogatáram
- Q3 = névleges térfogatáram
- Q4 = maximális térfogatáram

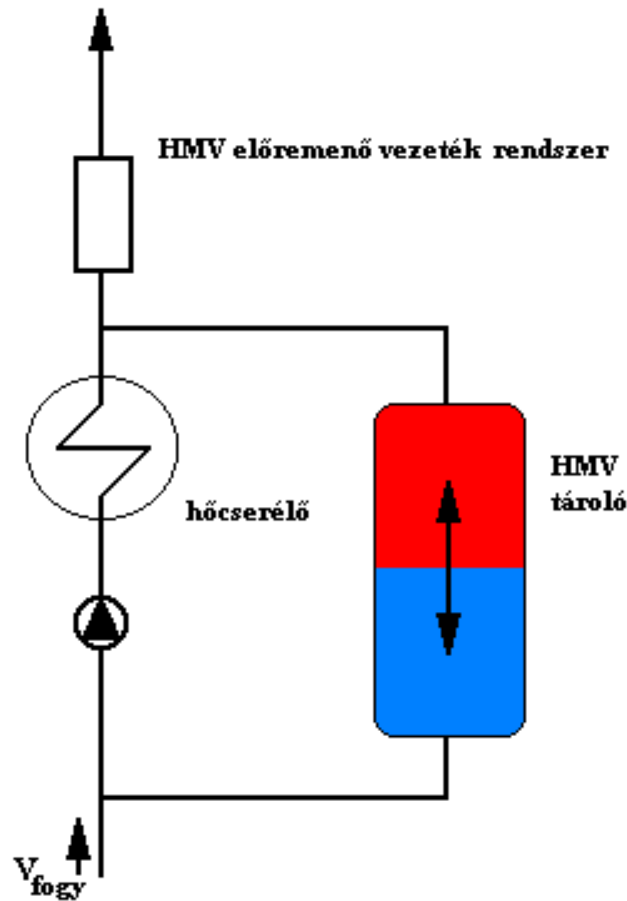


# Elmarad a hidraulikai beszabályozás a cirkulációs hálózatban



- a cirkulációs tömegáram megoszlása nem megfelelő
- ellátási panaszok a távolabbi fogyasztóknál
- esélytelen kísérletezgetés különböző műszaki megoldásokkal a beszabályozás megkerülésére
- a HMV kifolyatása, a hőmérséklet és az összes cirkulációs tömegáram növelése – jelentős víz- és energiapazarlás árán – elfedhetik a panaszokat

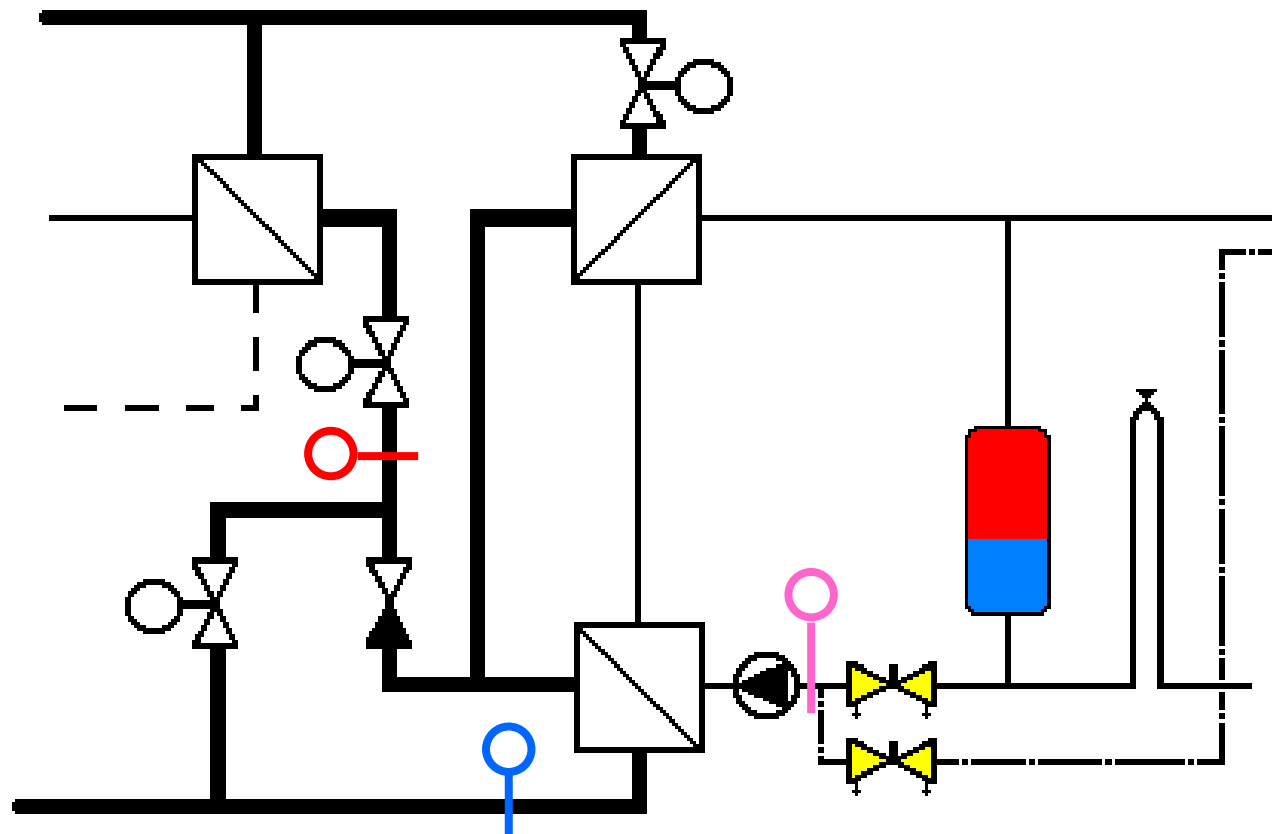
# Hiányzó beszabályozó szelep a párhuzamos kapcsolás hőcserélőjének ágában



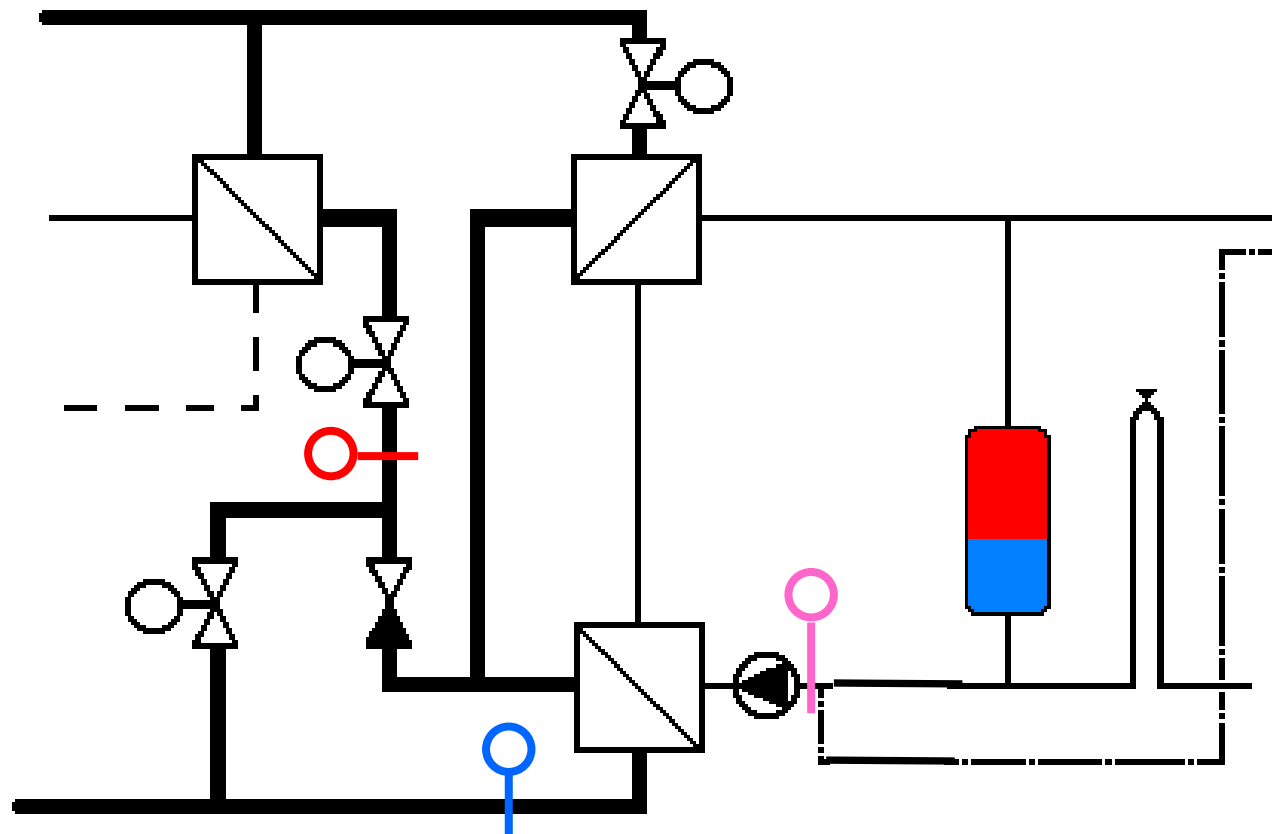
- a hőcserélő ágában a tervezettnél nagyobb a térfogatáram
- ha a hőcserélő térfogatárama nagyobb a tervezettnél, és nem méretezték túl, a tervezett HMV hőmérséklet akár nem is érhető el
- a hőcserélő ágának térfogatárama esetleg a csúcsfogyasztásnál is nagyobb – a szivattyú folyamatosan tölti a tárolót
- a hőcserélőbe a hidegvíznél melegebb közeg lép be – nő a primer-tömegáram igény, nő a HMV termelés energiaigénye
- kondenzációs üzem: –

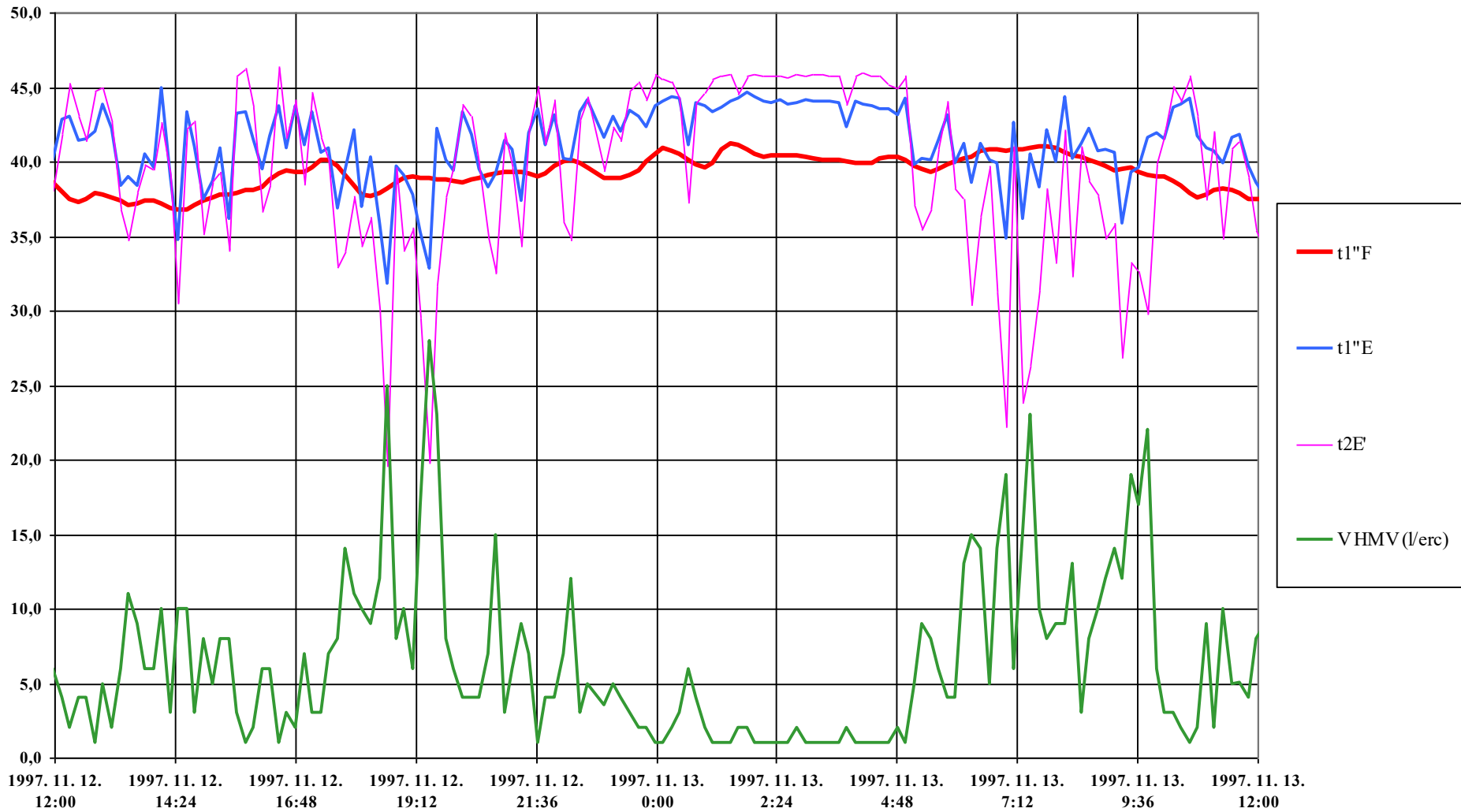
# A HMV oldal beszabályozatlanságának hatása

## - Egy lehetséges következmény



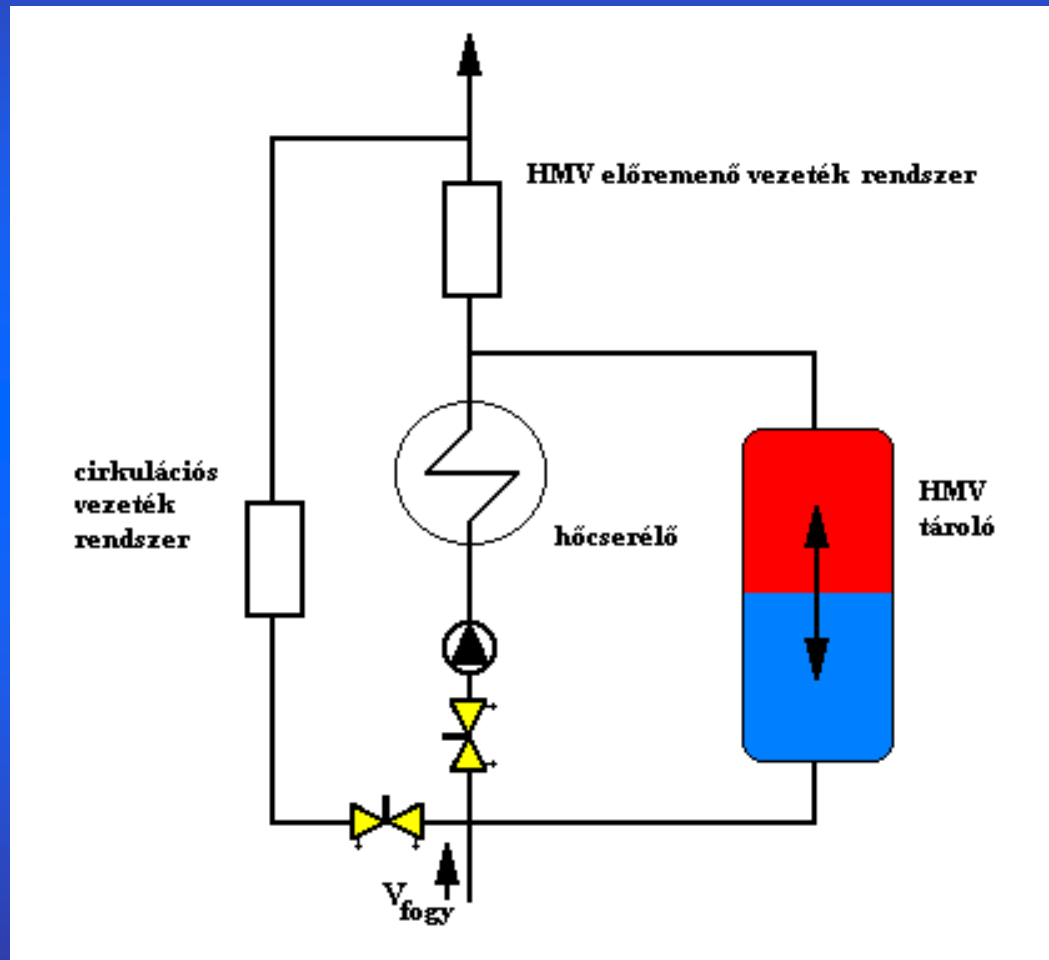
# A HMV oldal beszabályozatlanságának hatása „Energievernichtungsanlage”





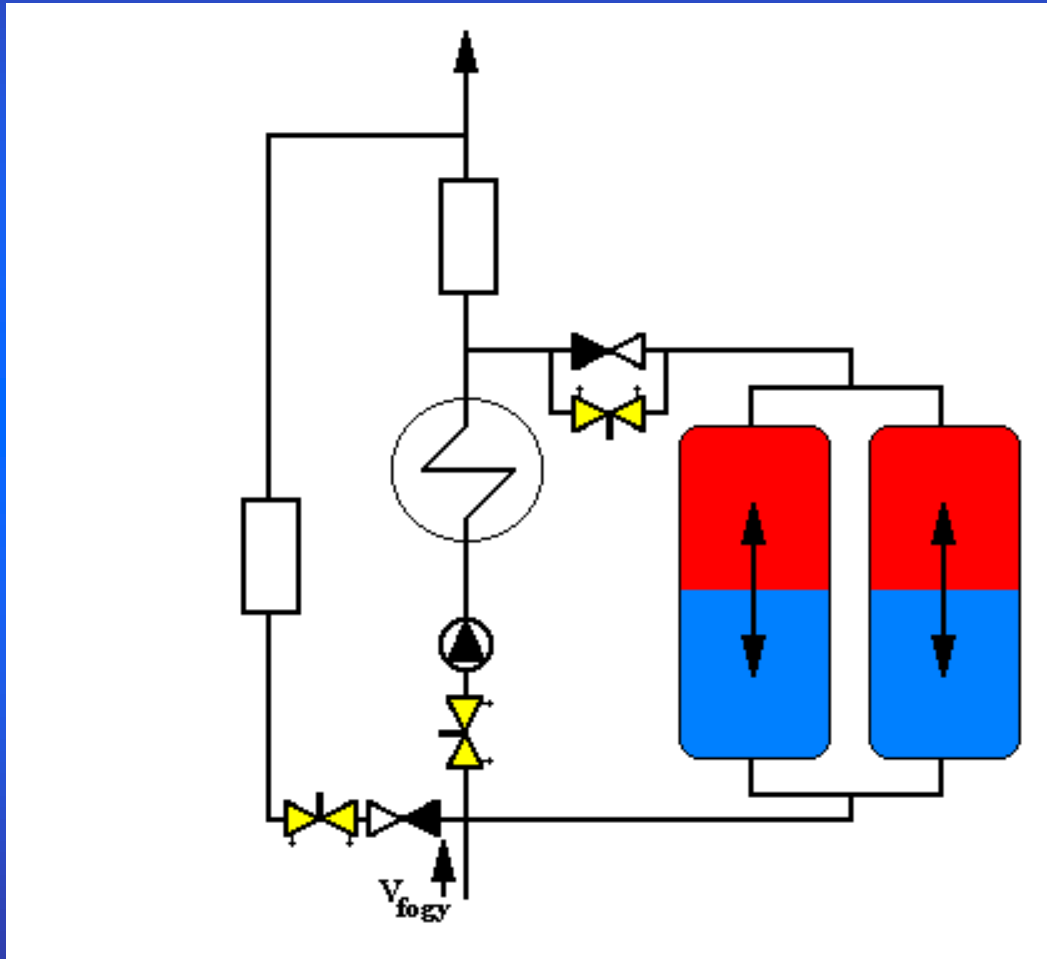


# A cirkulációt a tároló hideg oldalára kötik; a tároló ágában nincsen beszabályozó szelep



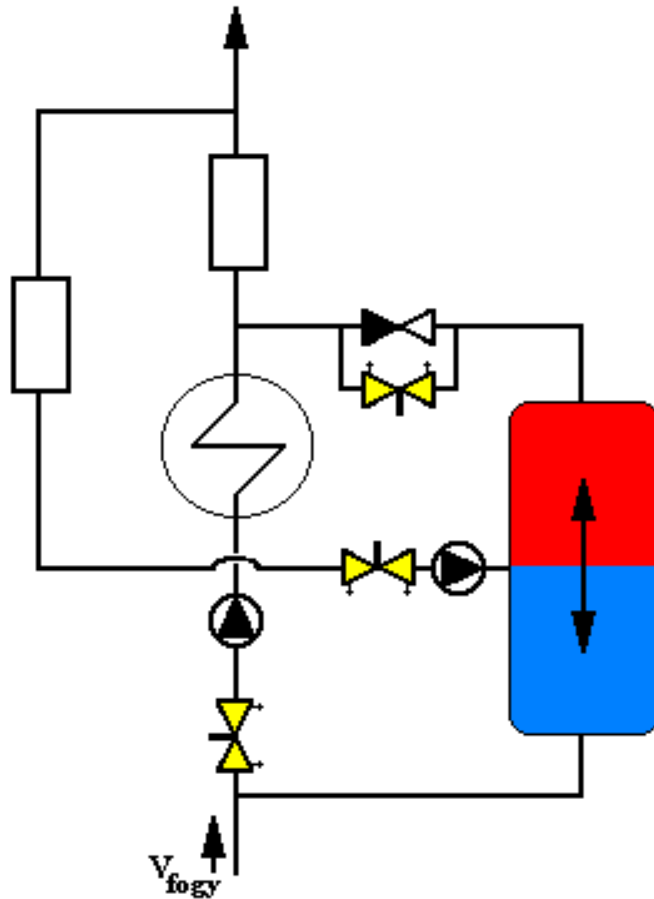
- a tároló töltése és kisütése beszabályozható a hőcserélő ágában lévő szeleppel, de a tároló ágának kis nyomáskülönbsége miatt a cirkulációs hálózatra nem jut térfogatáram
- **a cirkuláció nem működik**
- Ha a tároló töltését és a cirkuláció keringetését közös szivattyú végzi, a tároló ágát is be kell szabályozni (fojtani).

# A párhuzamos tároló nem réteges tároló



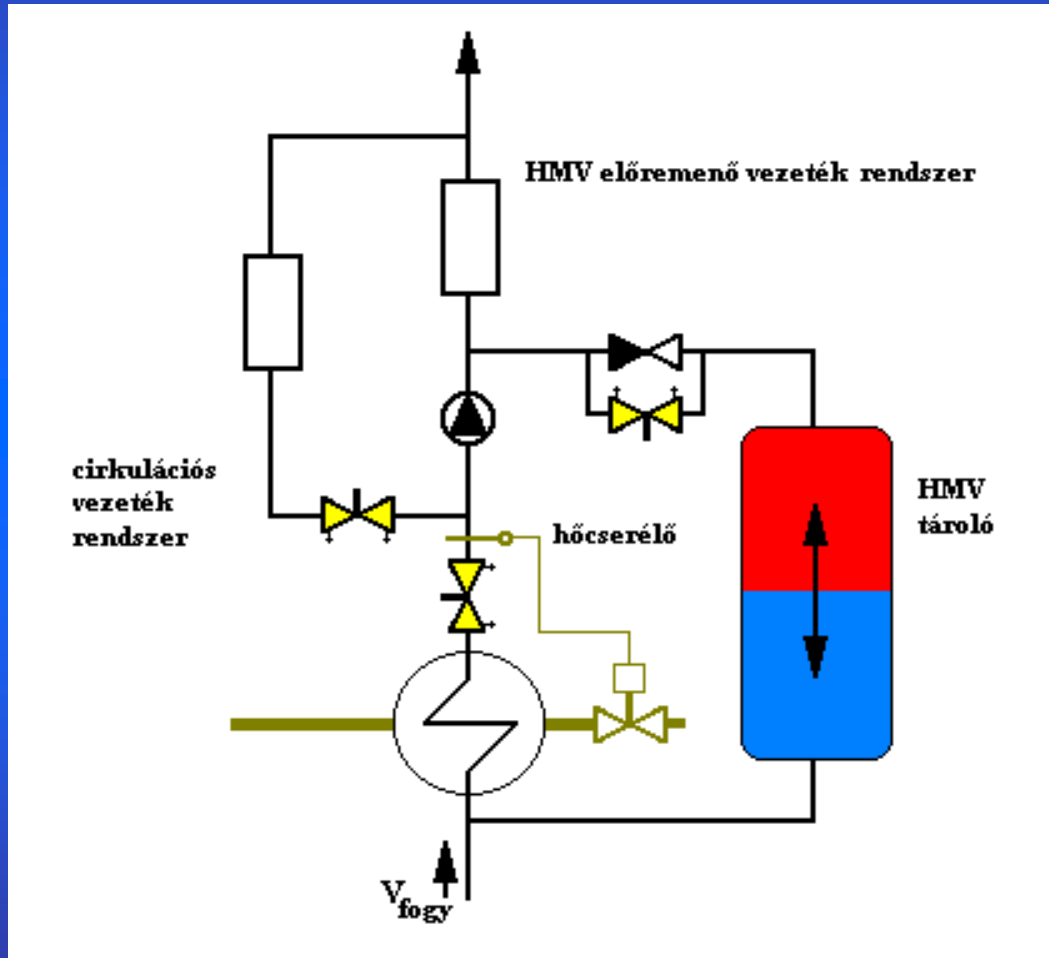
- a tároló „réteges” vagy „kiszorításos” volta nem a rendszer kapcsolásától, hanem a tároló belső kialakításától függ
- hibás bekötéssel tovább lehet rontani a dolgon
- a kiszorításos („réteges”) tároló dugattyúszerű áramlást igényel, a hideg és melegvíz közötti minél kisebb térfogatú keveredési zónával
- a kevert víz hőmérséklete alacsonyabb a fogyasztó által igényeltnél; a keveredés veszteségként jelentkezik
- a keveredés rontja a HMV ellátás biztonságát

# A cirkulációt a réteges tárolóba vezetik



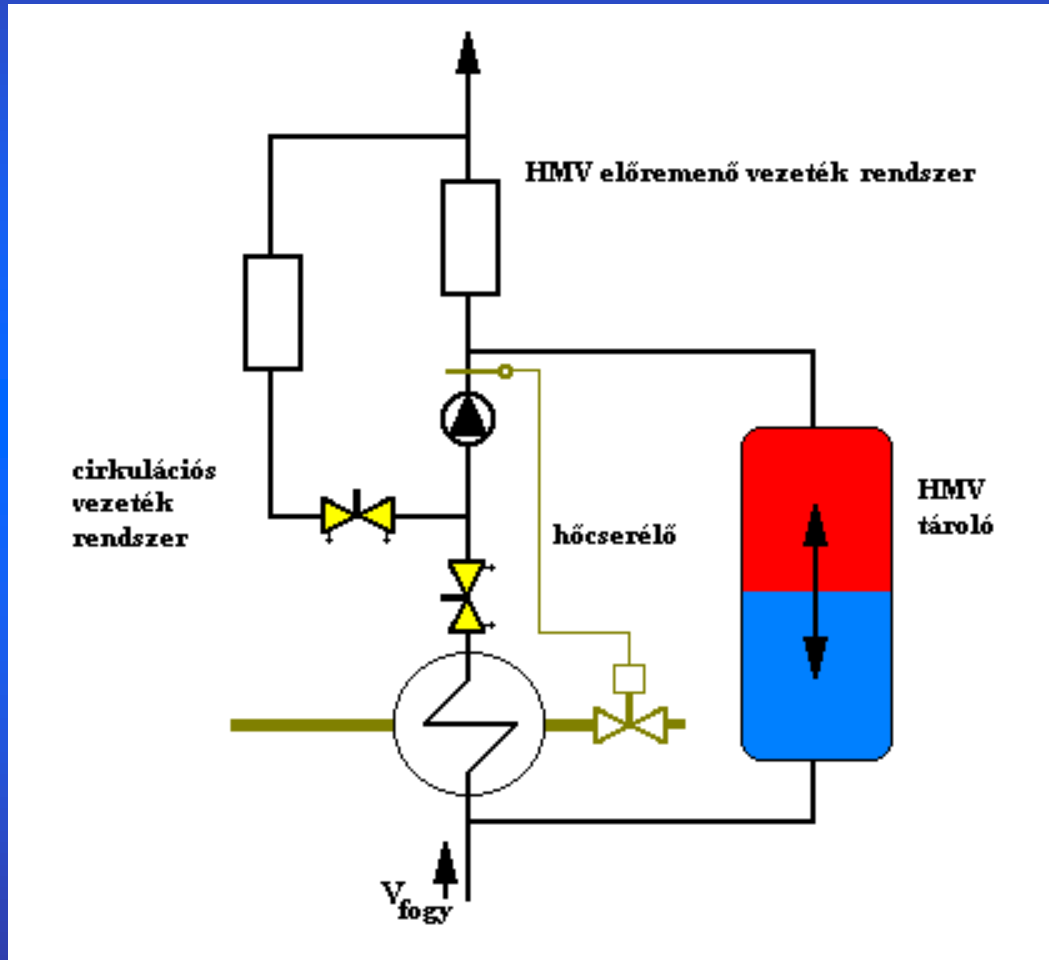
- a párhuzamos kapcsolás kiszorításos tárolót igényel
- a tárolóba vezetett cirkuláció elrontja a rétegződést
- ellátási panaszok nem feltétlenül jelentkeznek, de biztosan egyenetlen lesz a szolgáltatott melegvíz hőfoka, nő a melegvíz termelés energiafelhasználása
- (az esetek jelentős részében ellátási panaszok is jelentkeznek)

# A cirkulációt a hőcserélő után kötik; a hőmérő a hőcserélő kilépő vizében, a keveredési pont előtt



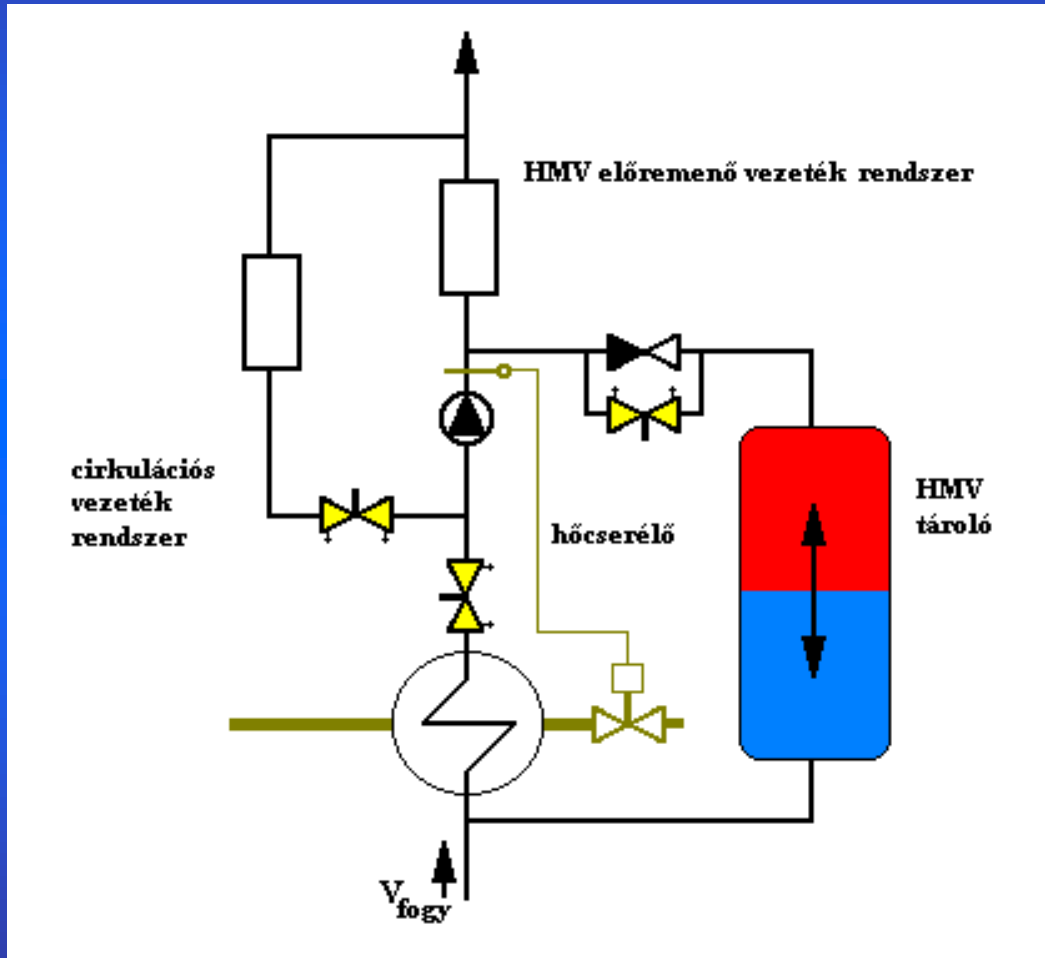
- éjszakai fogyasztási szünetben a tároló töltés kis térfogatárama a cirkulációhoz keveredve nem képes az előremenő hőmérséklet fenntartására
- a HMV előremenő hőmérséklet fokozatosan csökken
- a tároló a fokozatosan csökkenő hőmérsékletű vízzel kerül feltöltésre
- a tároló hőmérséklete csak több órai nappali üzem után áll helyre

# A cirkulációt a hőcserélő után kötik; a hőmérő a kevert vízben



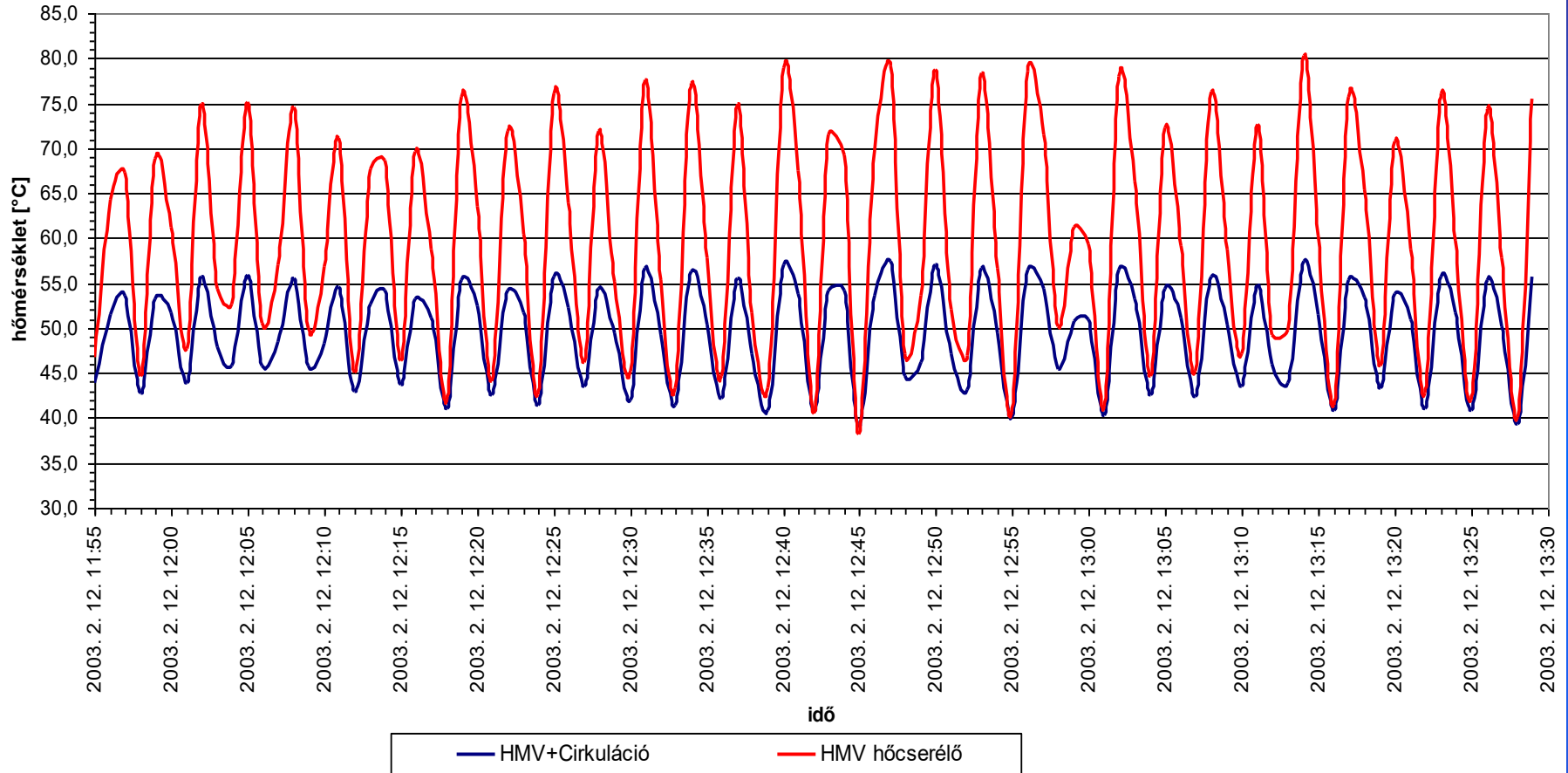
- az „utánkött” cirkuláció energetikailag kedvezőbb (magasabb a hőcserélő hőfokkülönbsége; kisebb primer tömegáram szükséges, amit jobban ki lehet hűteni)
- a szivattyú előtti keveredés a pillanatnyi üzemviszonyok függvénye
- nagyobb holtidő: nagyobb a szabályozás nehézségi foka; a szabályozó nem megfelelő behangolása esetén nagy a hőmérsékletlengések kockázata
- hőmérsékletlengés → vízkő
- a tároló ágában nincs fojtás – túltöltés

# A cirkuláció a hőcserélő után; a hőmérő a cirkulációval közös ágban, befojtott tárolóág



- fogyasztás nélküli esetben kicsi a tároló töltés, így a hőcserélő térfogatárama is;
- Fogyasztás nélküli esetben maximális, a tároló töltésénél lényegesen nagyobb a cirkulációs térfogatáram
- a megfelelő előremenő hőmérséklet csak a hőcserélőn túlmelegített vízzel érhető el → súlyos vízkövesedés!

## Havanna u. 37 HMV



- a hosszú futásidejű, behangolatlan szabályozó szelep a HMV hőmérséklet folyamatos lengését eredményezte
- a hőcserélő kb. 14°nk mellett is kevesebb, mint 3 hónap alatt teljesen elvízkövesedett

**Köszönöm  
a figyelmet!**