Fűtési és hűtési igények épületekben

Module 2.4
Hidraulikai rendszerek építése

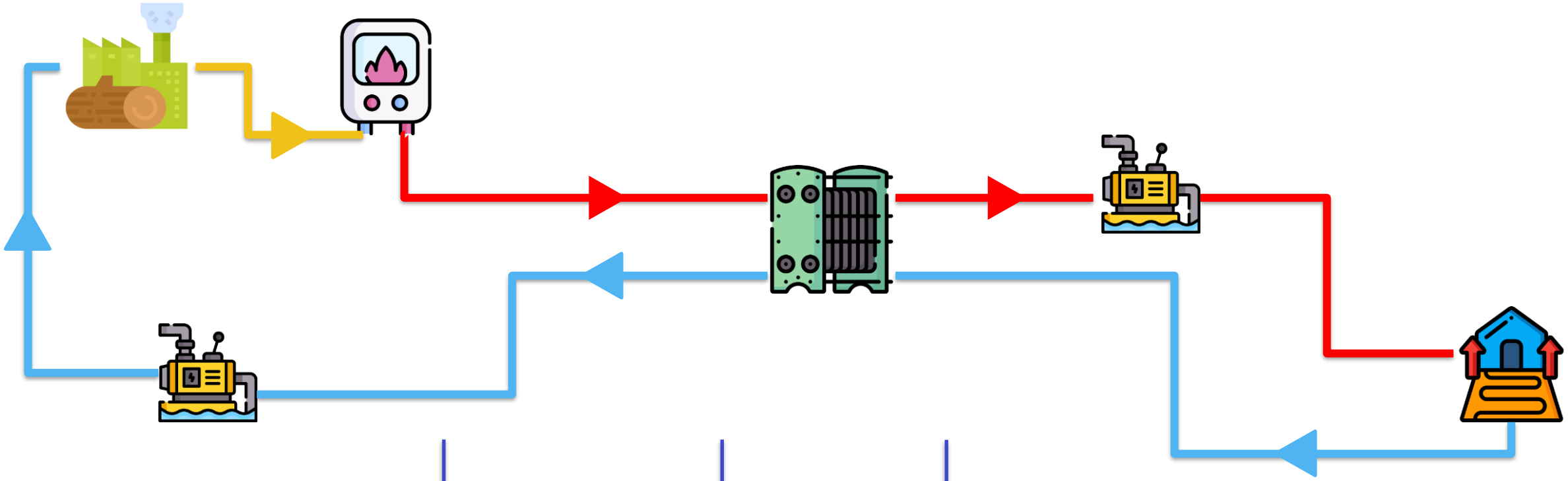
SHaKE – Sharing Heat and Knowledge on Energy Communities
Erasmus+ KA220-HED Cooperation Partnerships in HE
Developing institution: Mines Paris – PSL
Author: Dr. Antoine Fabre
Date: March 2026
Version 1.0

SHaKE
Sharing Knowledge on Energy Communities



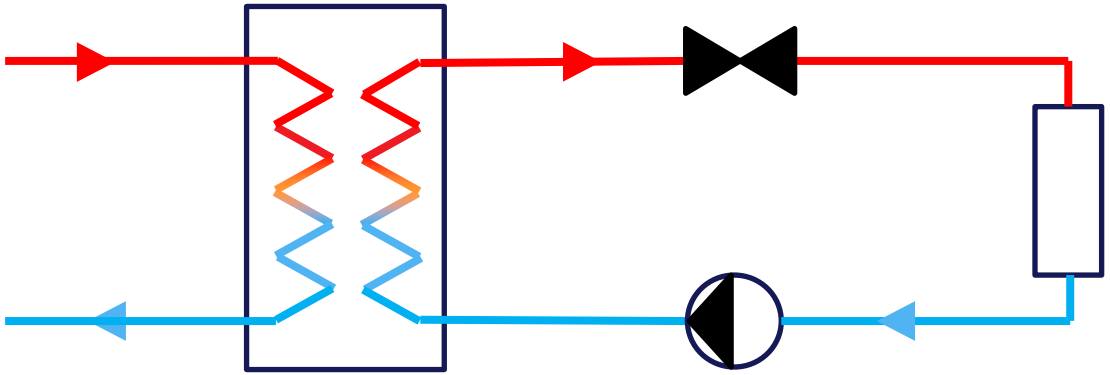
1. Bevezetés

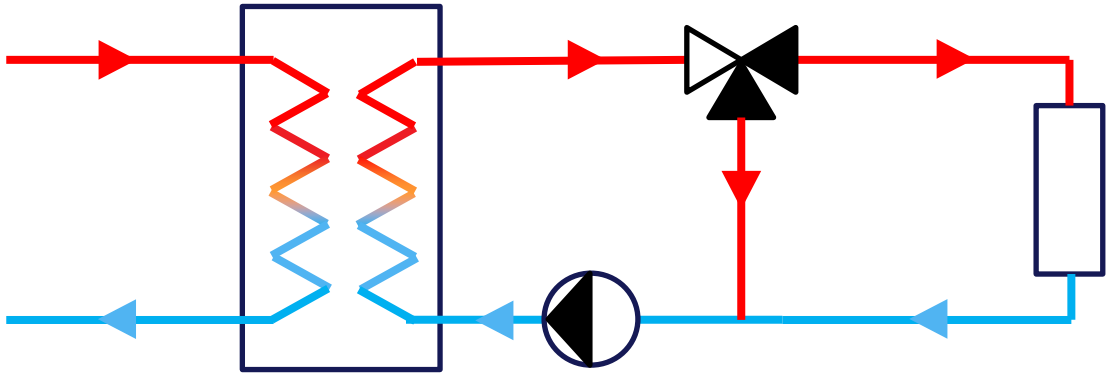
Miután az épületek fogyasztását megállapították, szükséges kiválasztani és méretezni az elosztórendszert



1. Bevezetés

Miután az épületek fogyasztását megállapították, szükséges kiválasztani és méretezni az elosztórendszert





Milyen hőleadókat alkalmazzunk?

Milyen szivattyút válasszunk?



Hogyan méretezzük a csőhálózatot?

Milyen szerelvényeket/ szelepeket használjunk?”

1. Bevezetés

Miután az épületek fogyasztását meghatározták, szükséges kiválasztani és méretezni az elosztórendszert

A fűtési igények számítása

A hőleadók kiválasztása és méretezése

A hidraulikai rendszer méretezése

2. Helyiséghűtő berendezések

Milyen elosztóhálózatokat és hőleadókat alkalmaznak általában távhőrendszereknél?

Radiátor



- \+ Ár
- \+ Könnyen telepíthető
- − Tér
- − Egyirányú

Felülethűtés



- \+ Tér
- \+ Kényelem
- − Ár
- − Tehetetlenség

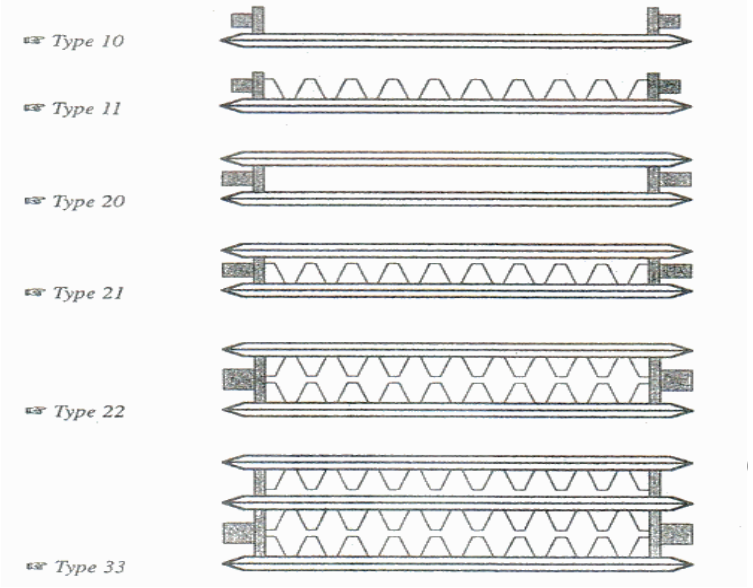
Fan-Coil

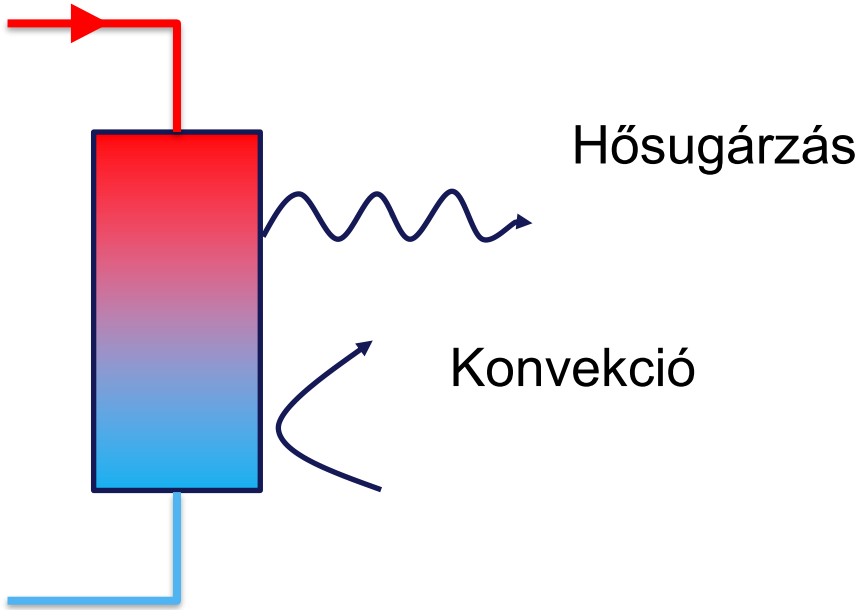


- \+ Tér
- \+ Visszafordítható
- − Kényelem
- − Teljesítmény

2.1 Radiátorok





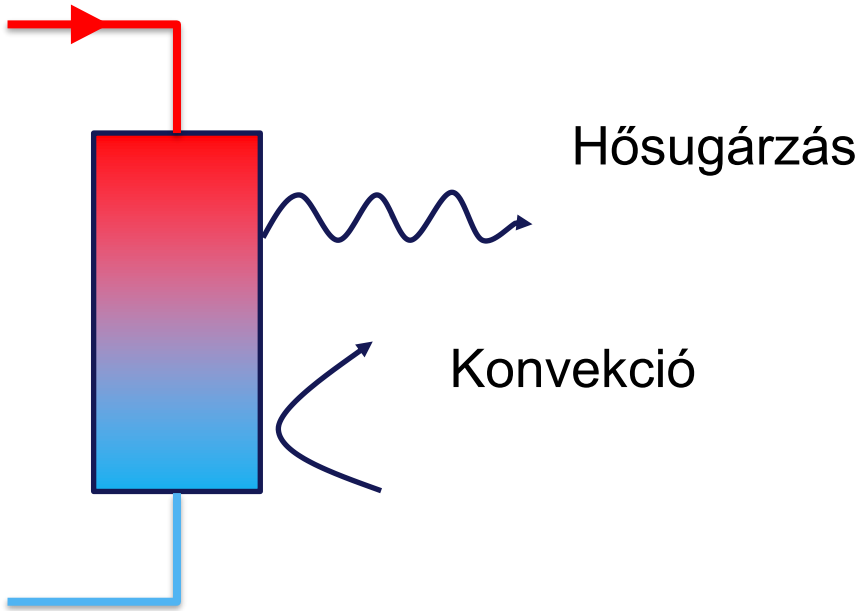


$$\dot{Q}_{con} = h_{conv}\, A \left(\frac{T_{be} + T_{ki}}{2} - T_{levegő} \right)$$

A természetes konvekció (hőáramlás) függ a radiátor geometriájától és az áramlási viszonyoktól.

2.1 Radiátorok





$$\dot{Q}_{con} = h_{conv}\, A \left(\frac{T_{be}+T_{ki}}{2} - T_{levegő}\right)$$

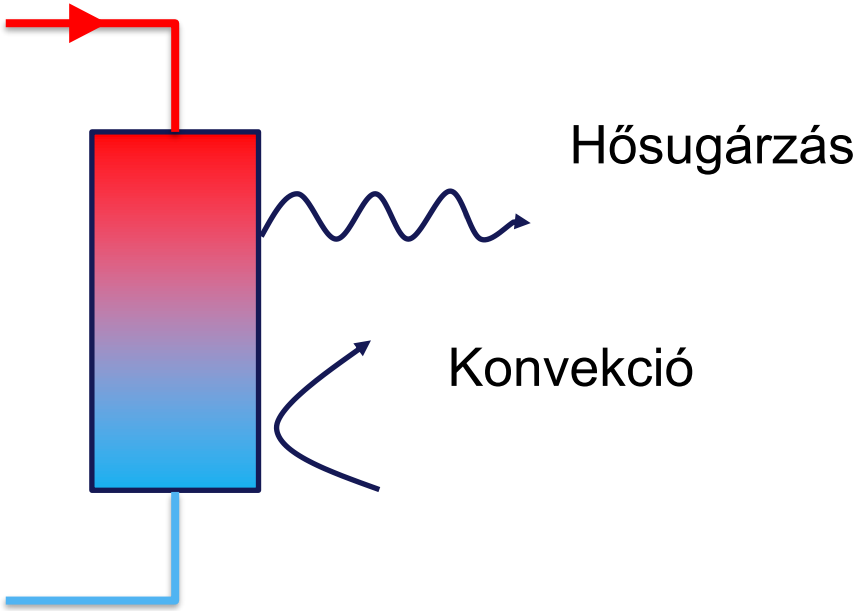
$$\dot{Q}_{rad} = 4\sigma\varepsilon \left(\frac{T_{átl,rad}+T_{op}}{2}\right)^3 A \left(\frac{T_{be}+T_{ki}}{2} - T_{op}\right)$$

$$\dot{Q}_{rad} = h_{rad}\, A \left(\frac{T_{be}+T_{ki}}{2} - T_{levegő}\right)$$

$$\dot{Q}_{radiator} = \dot{Q}_{con} + \dot{Q}_{rad}$$

$\dot{Q}_{con}$: $\approx 70\%$ — $\dot{Q}_{rad}$: $\approx 30\%$

2.1 Radiátorok



Az EN-442 európai szabvány szerint:

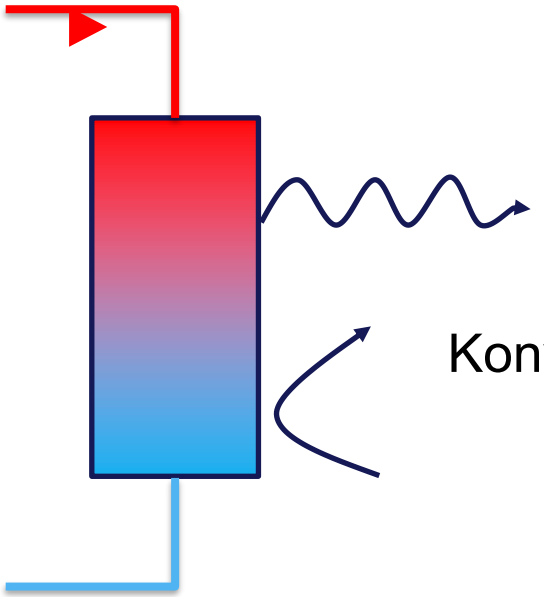
$$\dot{Q}_{radiator} = UA\,\Delta T^{n} = UA\left(T_{átl,rad} - T_{levegő}\right)^{n}$$

Szabványosított vizsgálatok alapján határozzák meg. $1{,}3 < n < 1{,}5$

Különböző hőlépcsők is alkalmazhatók. A névleges hőlépcsőt a radiátor előremenő és visszatérő vízhőmérséklete adja meg a méretezési állapotban (pl. $t_k = -7°C$).

$T_{be,rad}$	$T_{ki,rad}$	$T_{átl,rad}$
80	60	70
75	55	65
60	40	50
55	45	50

2.1 Radiátorok

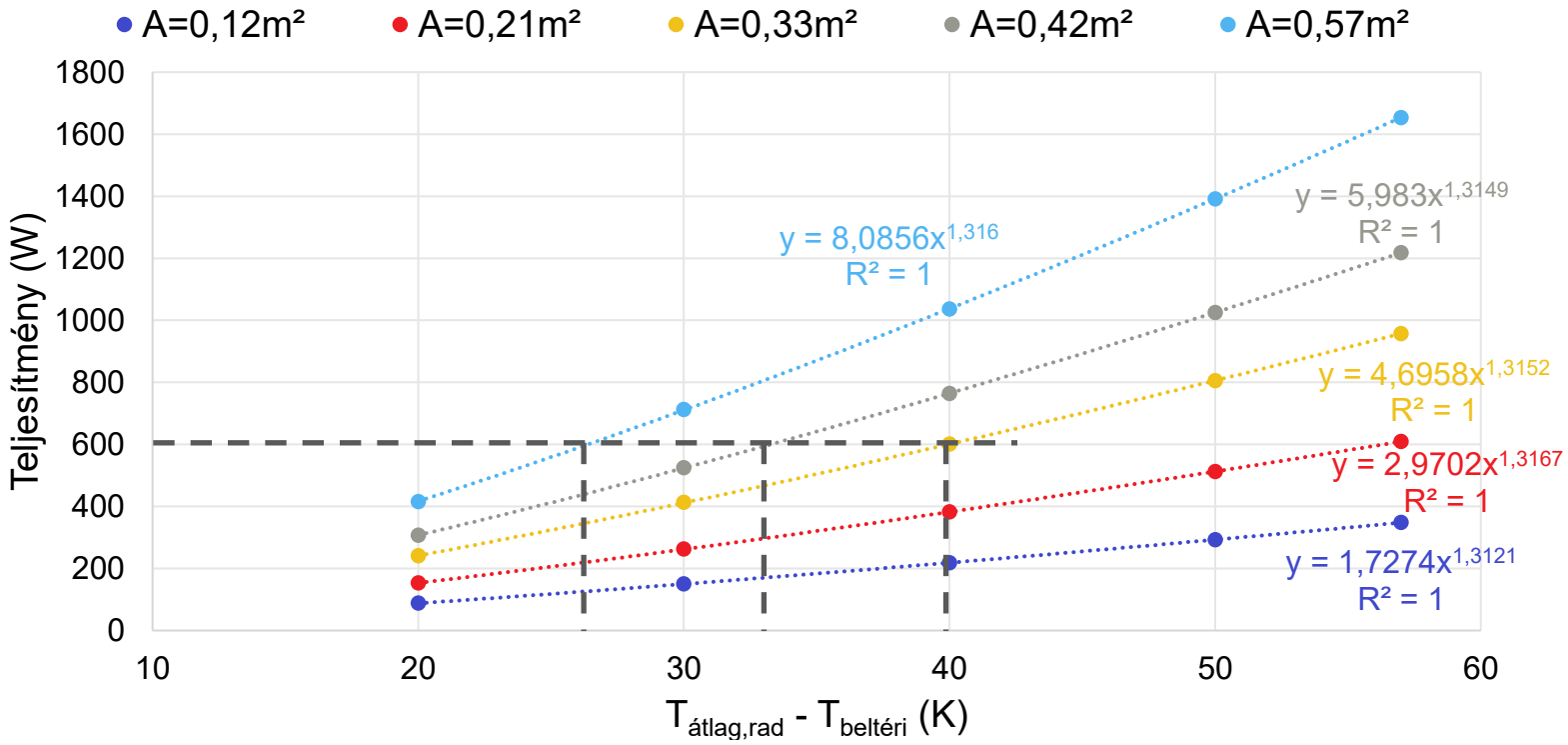


Hősugárzás

Konvekció

Az EN-442 európai szabvány szerint:

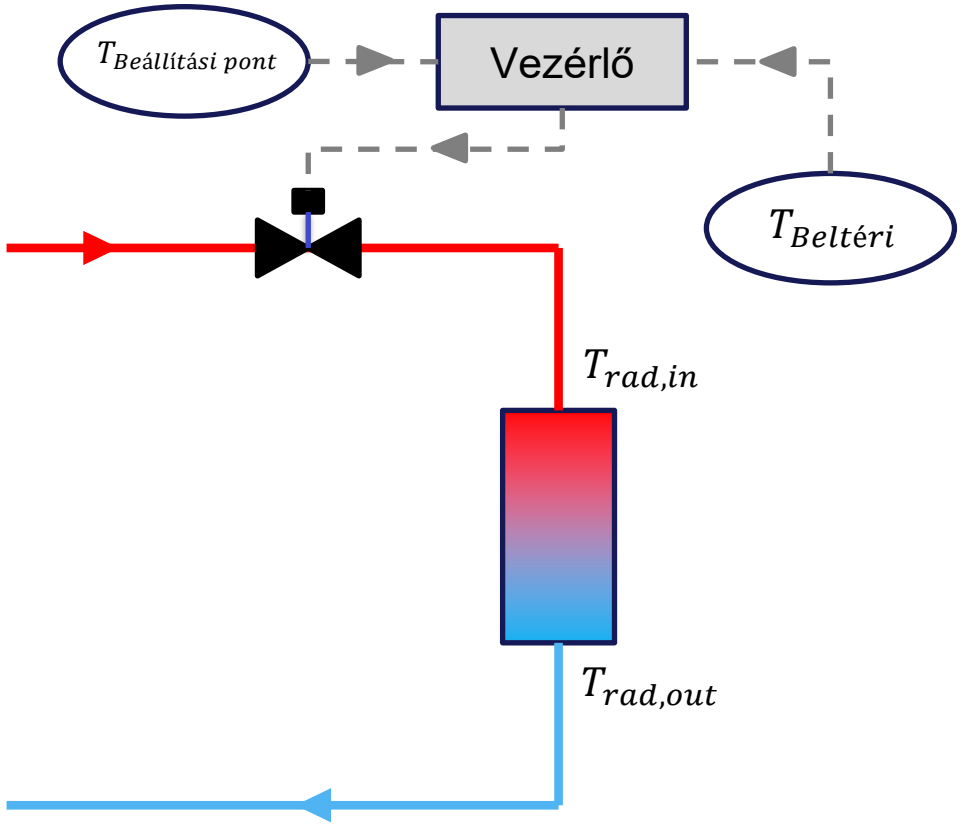
$$\dot{Q}_{radiátor} = UA\,\Delta T^{n} = UA\left(T_{átl,rad} - T_{beltéri}\right)^{n}$$

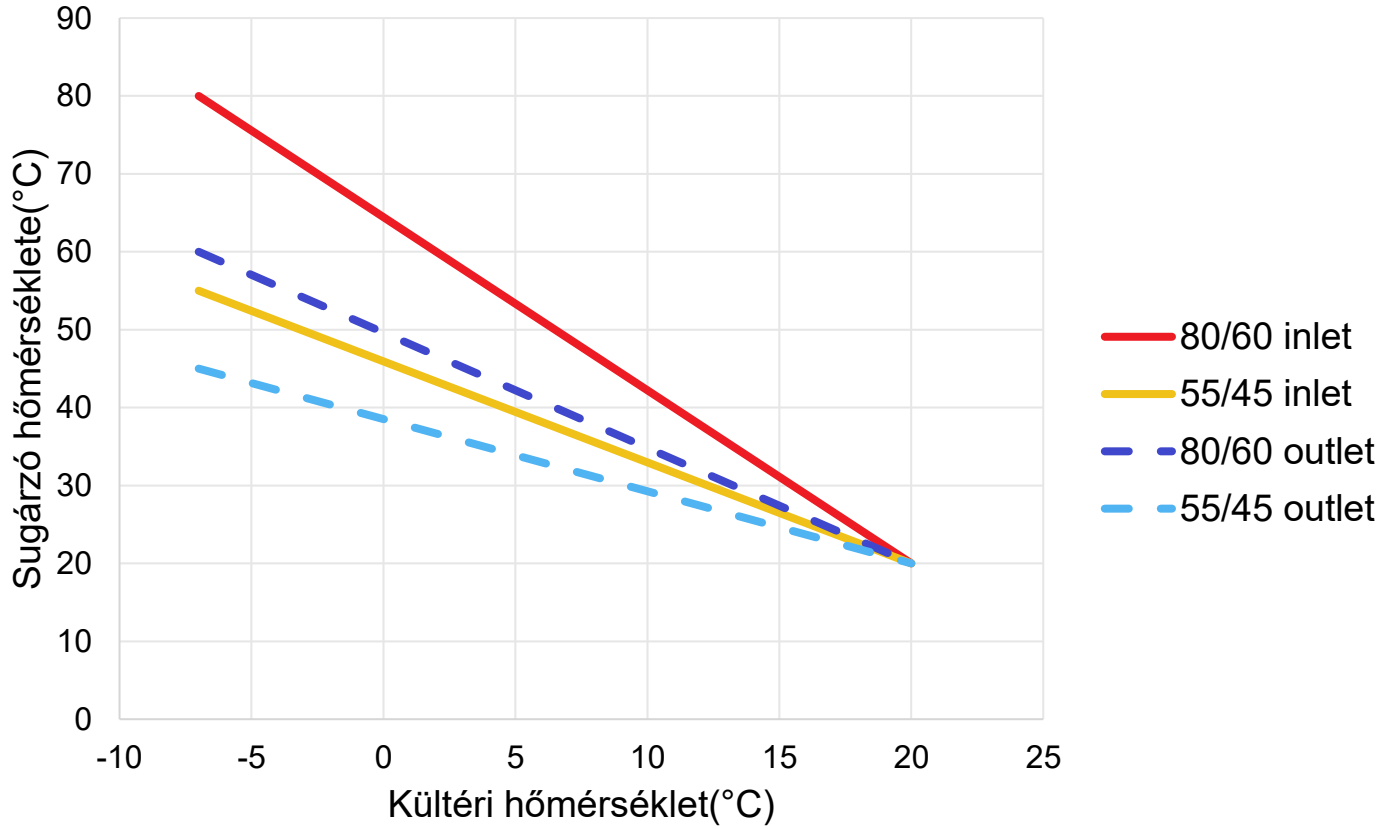


Azonos hőteljesítmény eléréséhez egy alacsonyabb átlaghőmérsékletű radiátor esetén nagyobb hőleadó felületre (nagyobb radiátorra) van szükség.

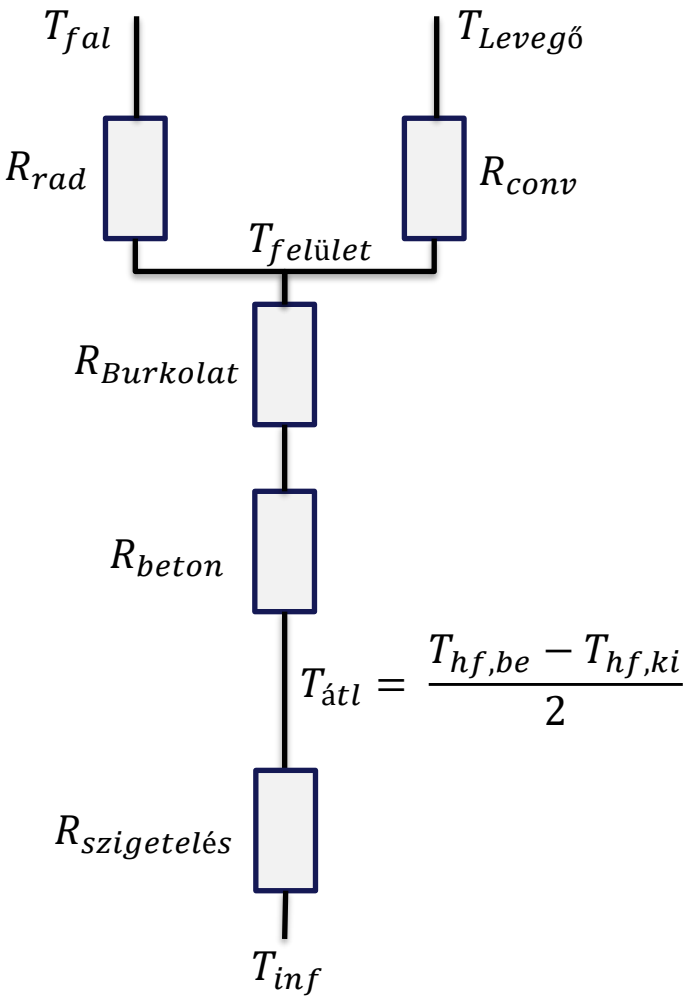
2.1 Radiátorok

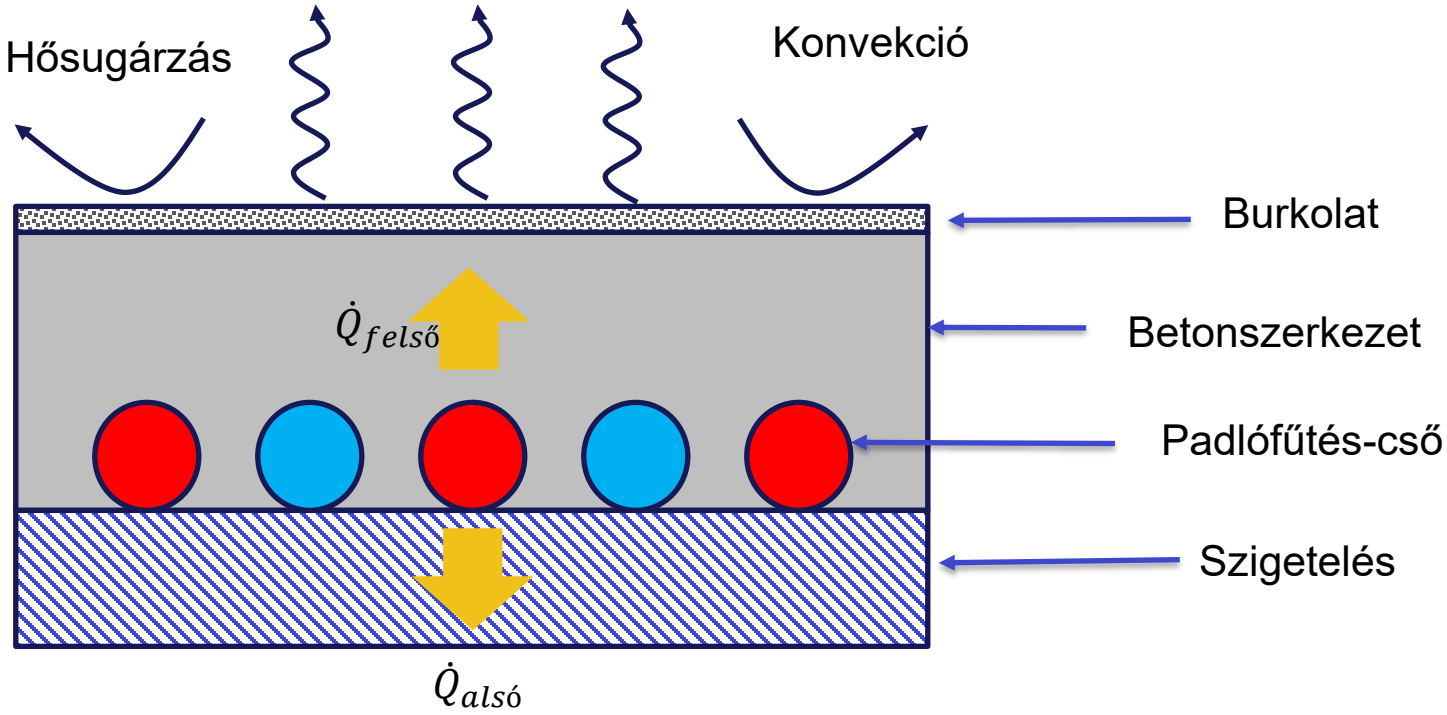
$$\dot{Q}_{radiátor} = UA\,\Delta T^{n} = UA\left(T_{átlag,rad} - T_{beltéri}\right)^{n} = \dot{m}_{rad}\,Cp\left(T_{átlag,be} - T_{rad,ki}\right)$$





2.2 Padlófűtés





$$\dot{Q}_{víz} = \dot{m}_{víz}\, Cp\, \left(T_{hf,be} - T_{hf,ki}\right) = \dot{Q}_{felső} + \dot{Q}_{alsó}$$

$$\dot{Q}_{víz} = \frac{T_{átl} - T_{felület}}{R_{burkolat} + R_{esztich}} + \frac{T_{átlag} - T_{alsó}}{R_{Szigetelés}}$$

2.2 Padlófűtés

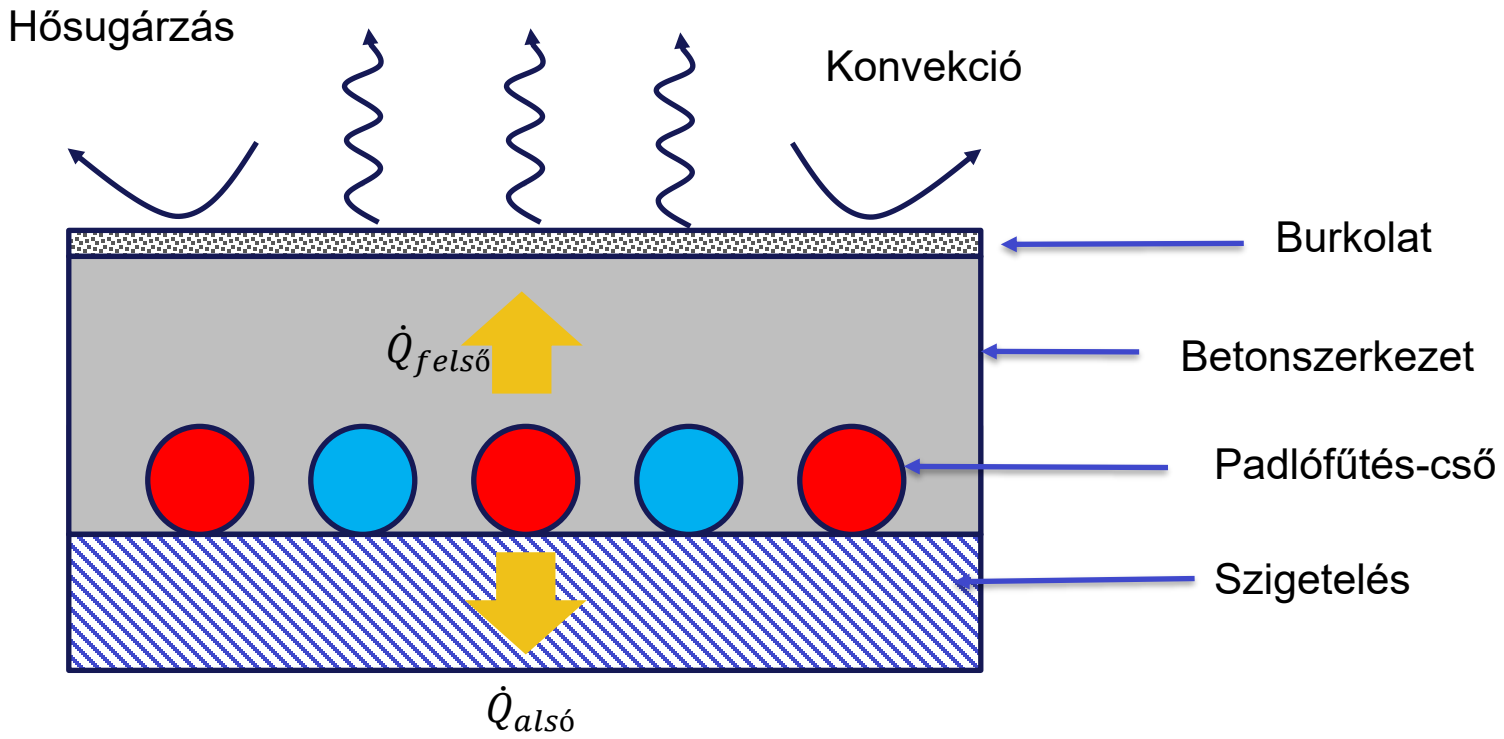
$\approx 70\%$ $\approx 30\%$

$$\dot{Q}_{sup} = \dot{Q}_{hf} = \dot{Q}_{rad} + \dot{Q}_{conv}$$

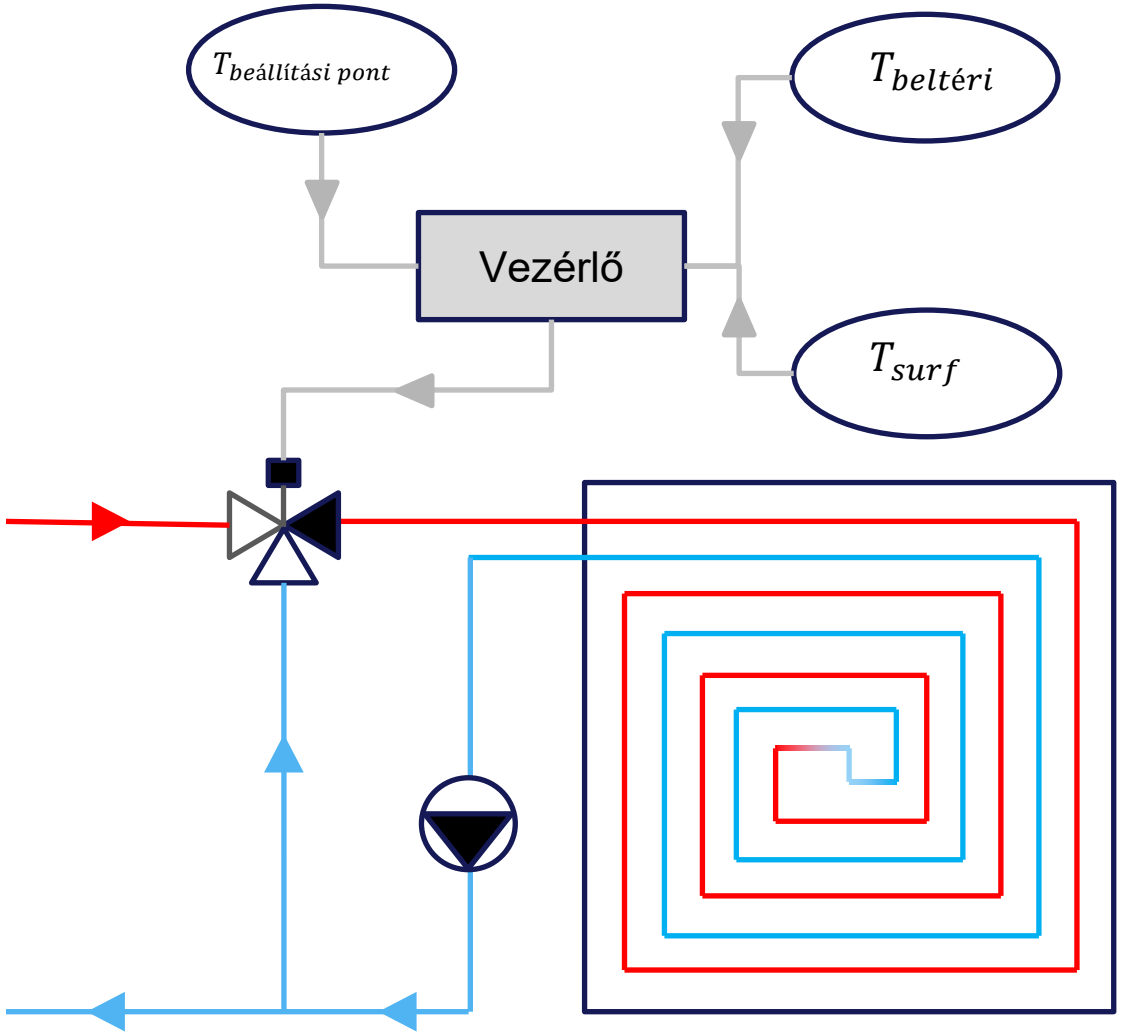
$$\dot{Q}_{rad} = h_{rad}\, A\, (T_{felület} - T_{op})$$

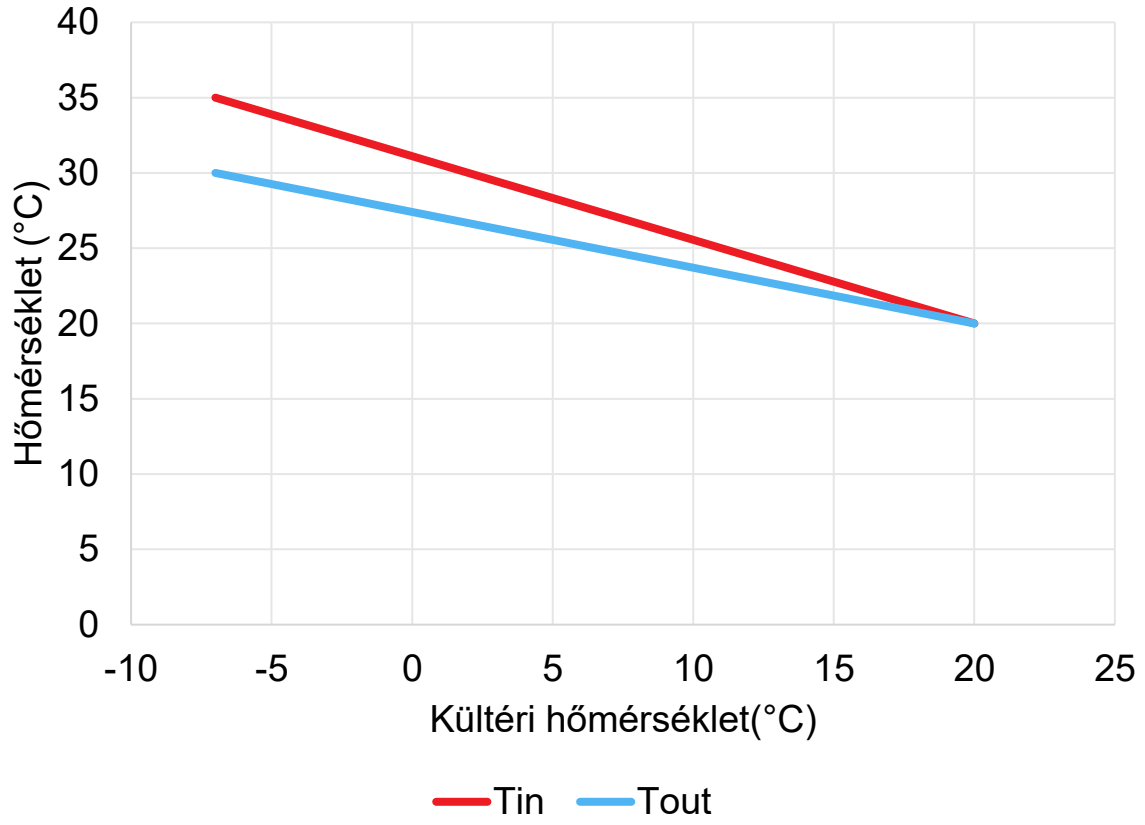
$$\dot{Q}_{conv} = h_{conv}\, A\, (T_{felület} - T_{air})$$

Egészségügyi okokból 28°C-ra korlátozva



2.2 Padlófűtés

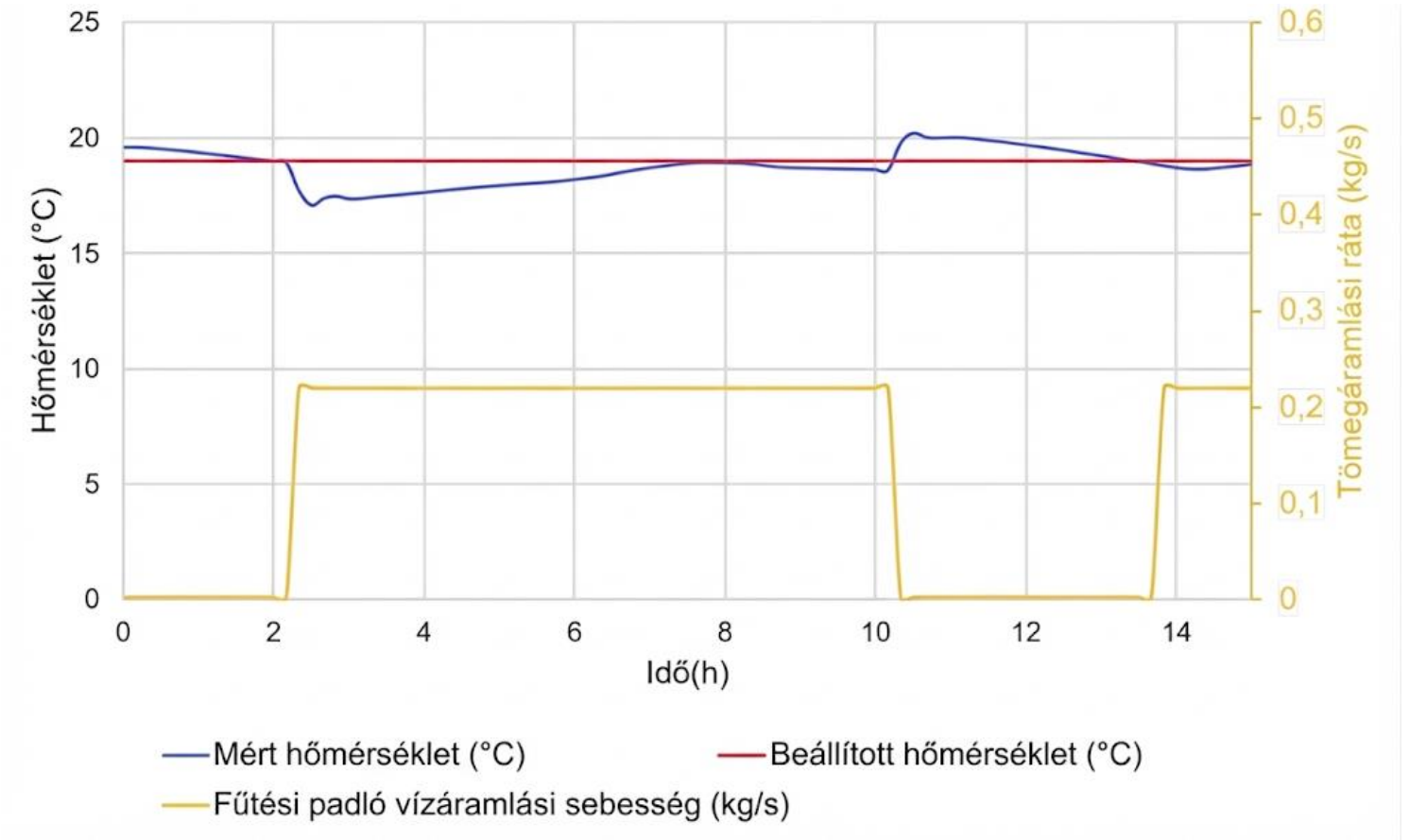




2.2 Padlófűtés

A radiátorokkal ellentétben a padlófűtés bizonyos tehetetlenséggel rendelkezik a padló tömege (beton stb.) és a hő eloszlása miatt

Amikor elérik a beállított hőmérsékletet, a víz áramlása a csövekben megáll, de a beltéri hőmérséklet tovább emelkedik

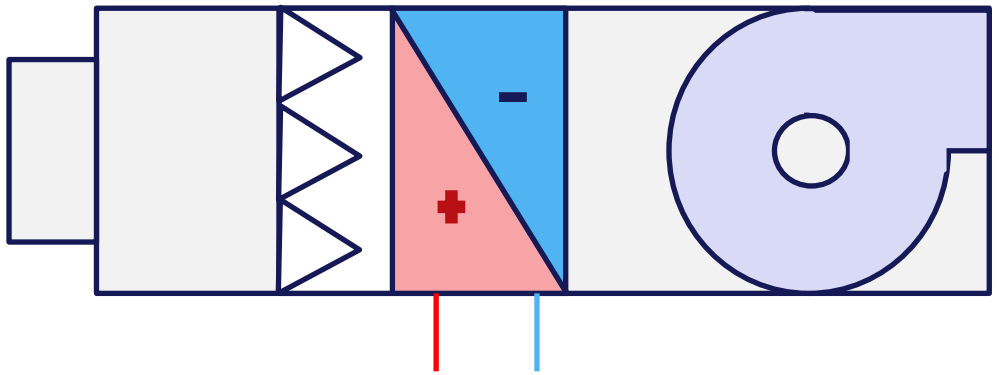


2.3 Fan-Coil

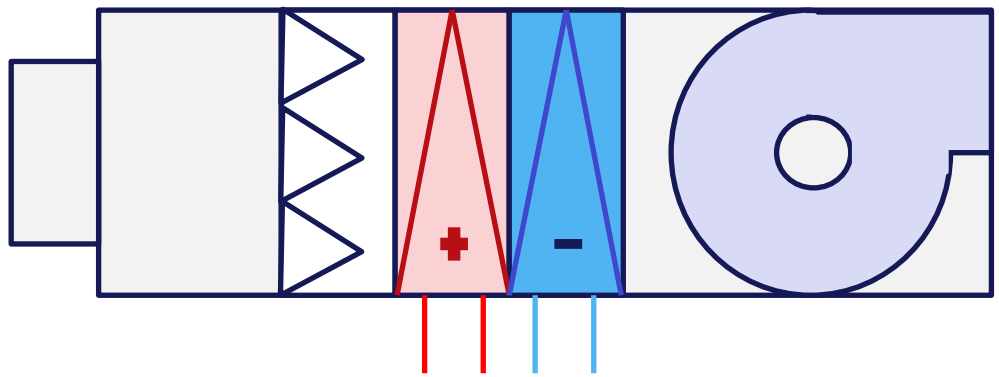




- A Fan-Coil a következőkből állhat:
- Egy szűrő
- Egy ventilátor
- Egy vagy két hőcserélő
- Kondenzvíz-tálca (vagy csepptálca)

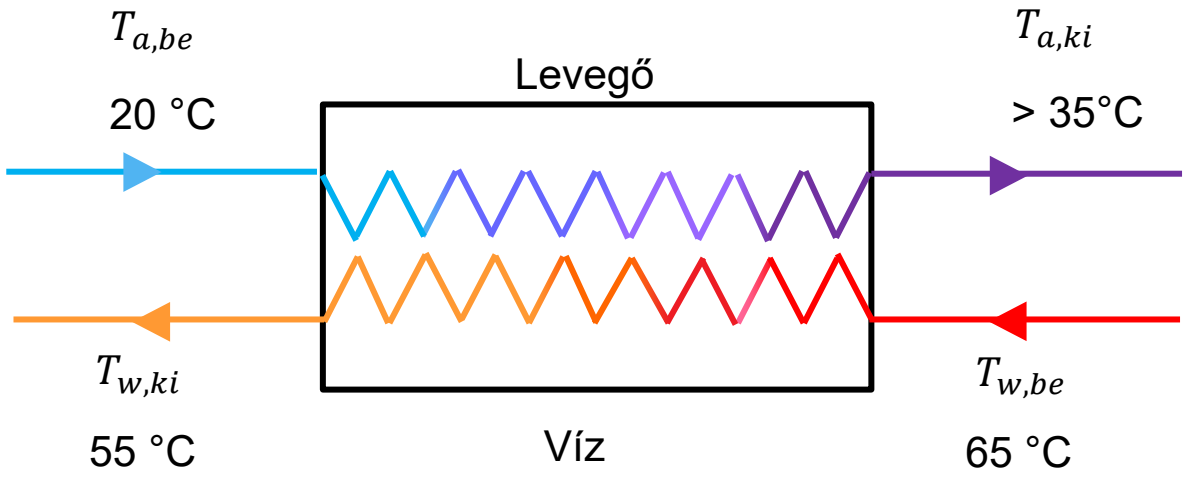


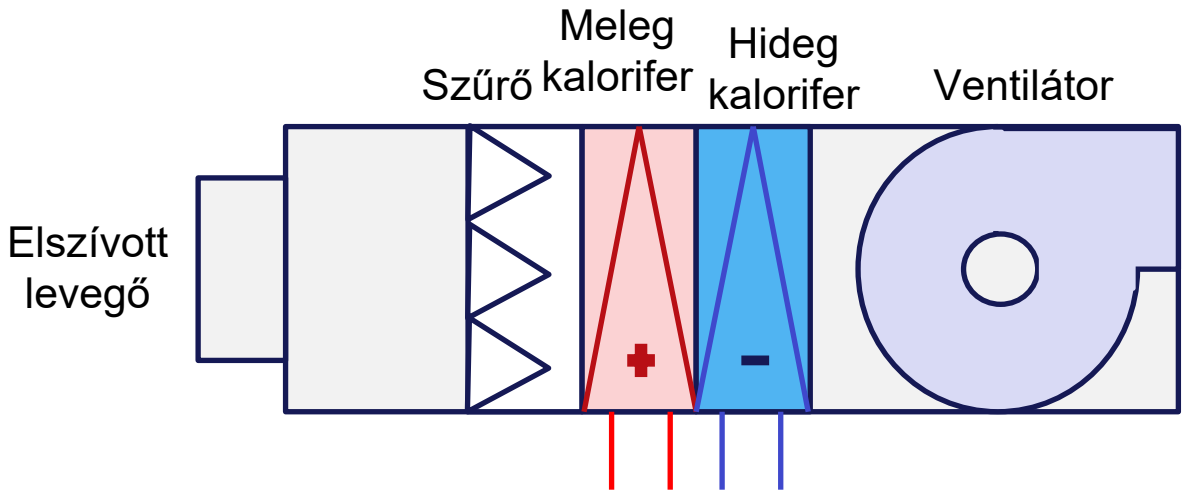
2 csöves Fan-Coil egység



4 csöves Fan-Coil egység

2.3 Fan-Coil





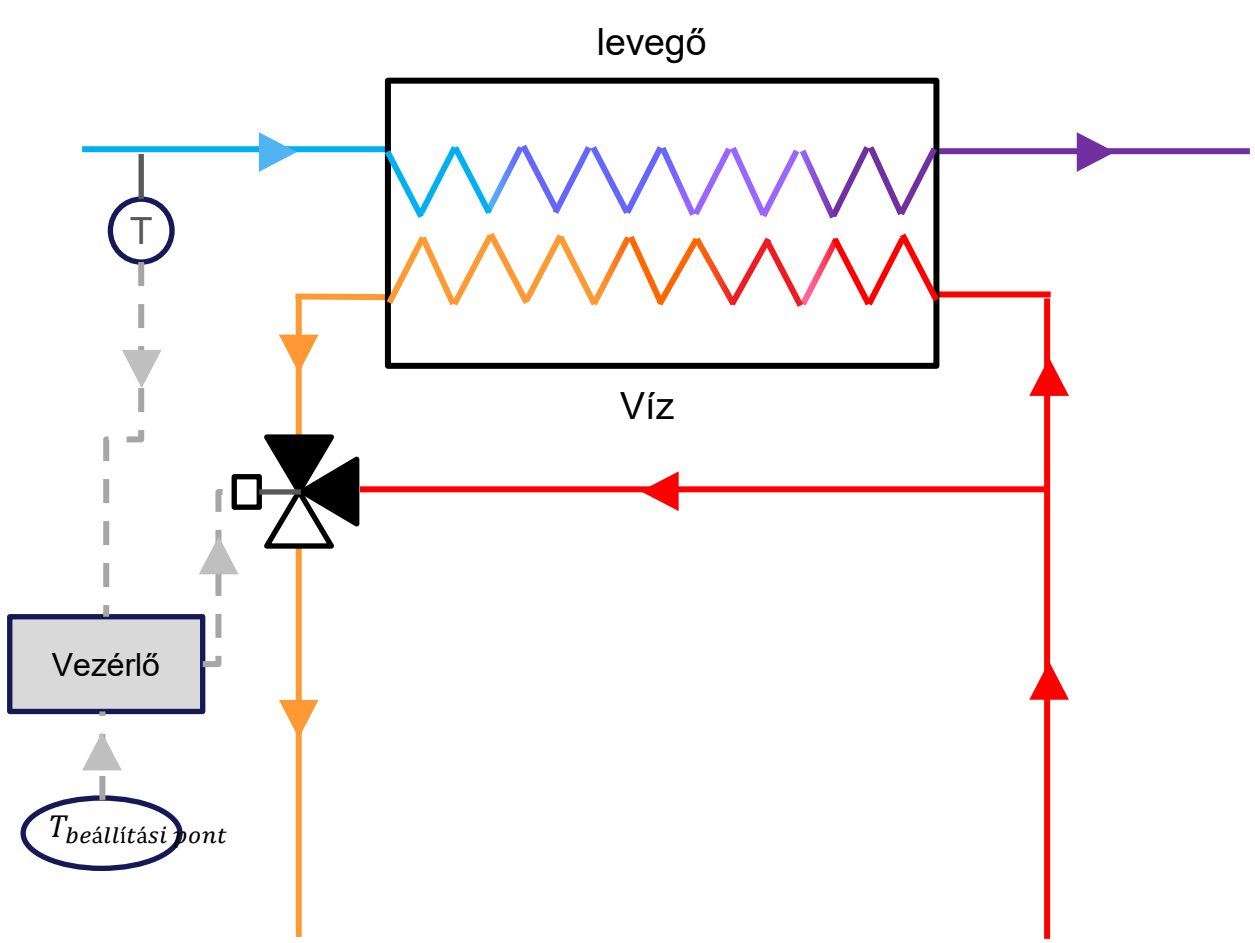
A fan-coilokban a hőátadás intenzívebb, mint a radiátoroknál. A beépített ventilátor által keltett mesterséges (kényszer) áramlás jóval magasabb hőátadási tényezőt (h vagy α) eredményez a természetes konvekcióhoz képest.

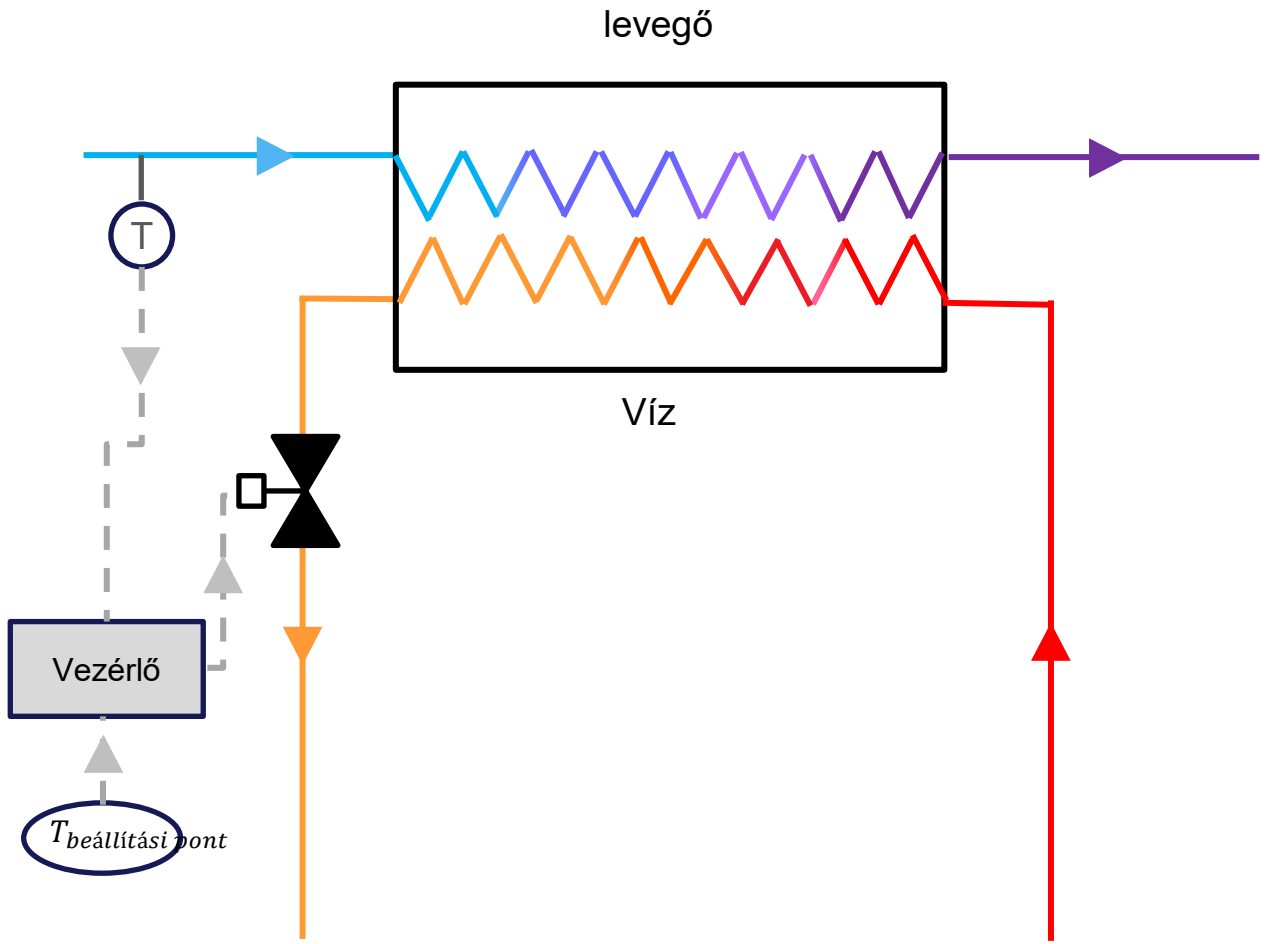
$$\dot{Q} = \dot{m}_a Cp_a \left(T_{a,\text{külső}} - T_{a,\text{belső}}\right)$$

$$\dot{Q} = \dot{m}_w Cp_w \left(T_{w,\text{belső}} - T_{w,\text{külső}}\right)$$

$$E = \frac{\dot{Q}}{\min\left(\dot{m}_a Cp_a;\ \dot{m}_w Cp_w\right)\left(T_{w,\text{belső}} - T_{a,\text{külső}}\right)}$$

2.3 Fan-Coil


levegő
T
Víz
Vezérlő
$T_{beállítási\ pont}$


levegő
T
Víz
Vezérlő
$T_{beállítási\ pont}$

3. Helyiséghűtő berendezések

Melyik elosztórendszereket és kibocsátókat használják általában távhűtés hálózattal?

Mennyezethűtés



- \+ Kényelem
- \+ Visszafordítható
- – Ár
- – Korlátozott teljesítmény

felülethűtés



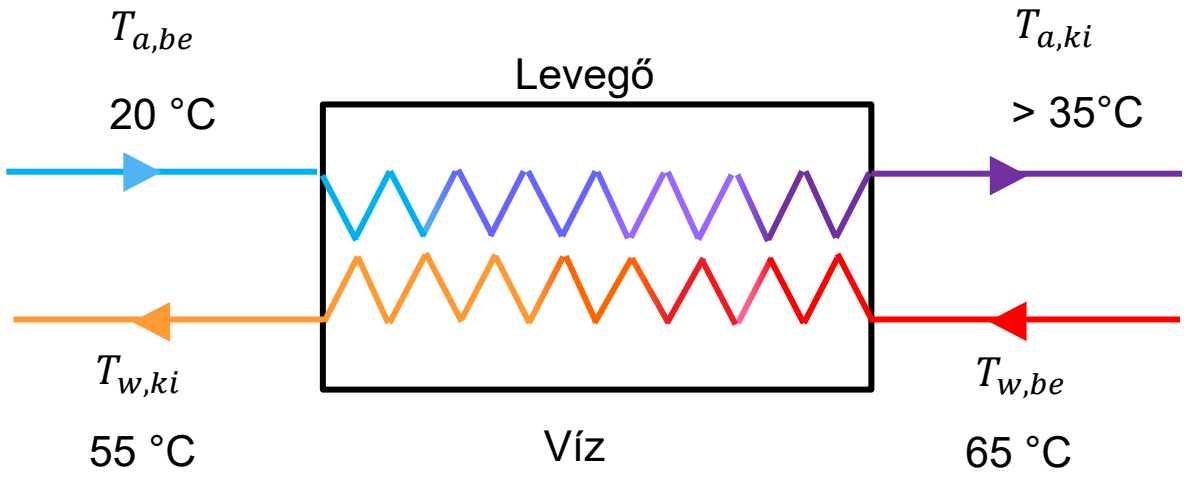
- \+ Kényelem
- \+ Visszafordítható
- – Ár
- – Korlátozott teljesítmény

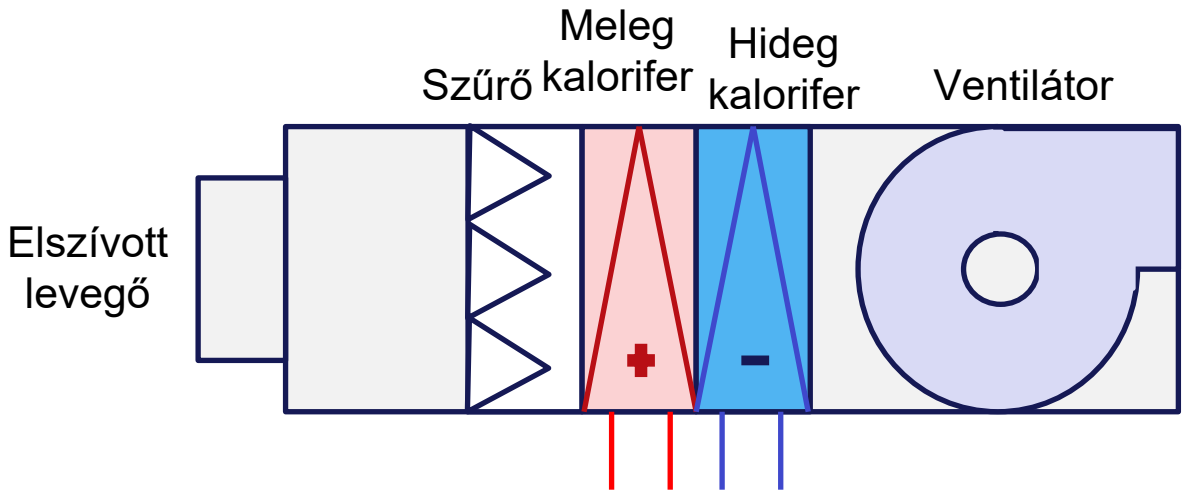
Fan-Coil



- \+ Tér
- \+ Visszafordítható
- – Kényelem
- – Zaj

2.3 Fan-Coil





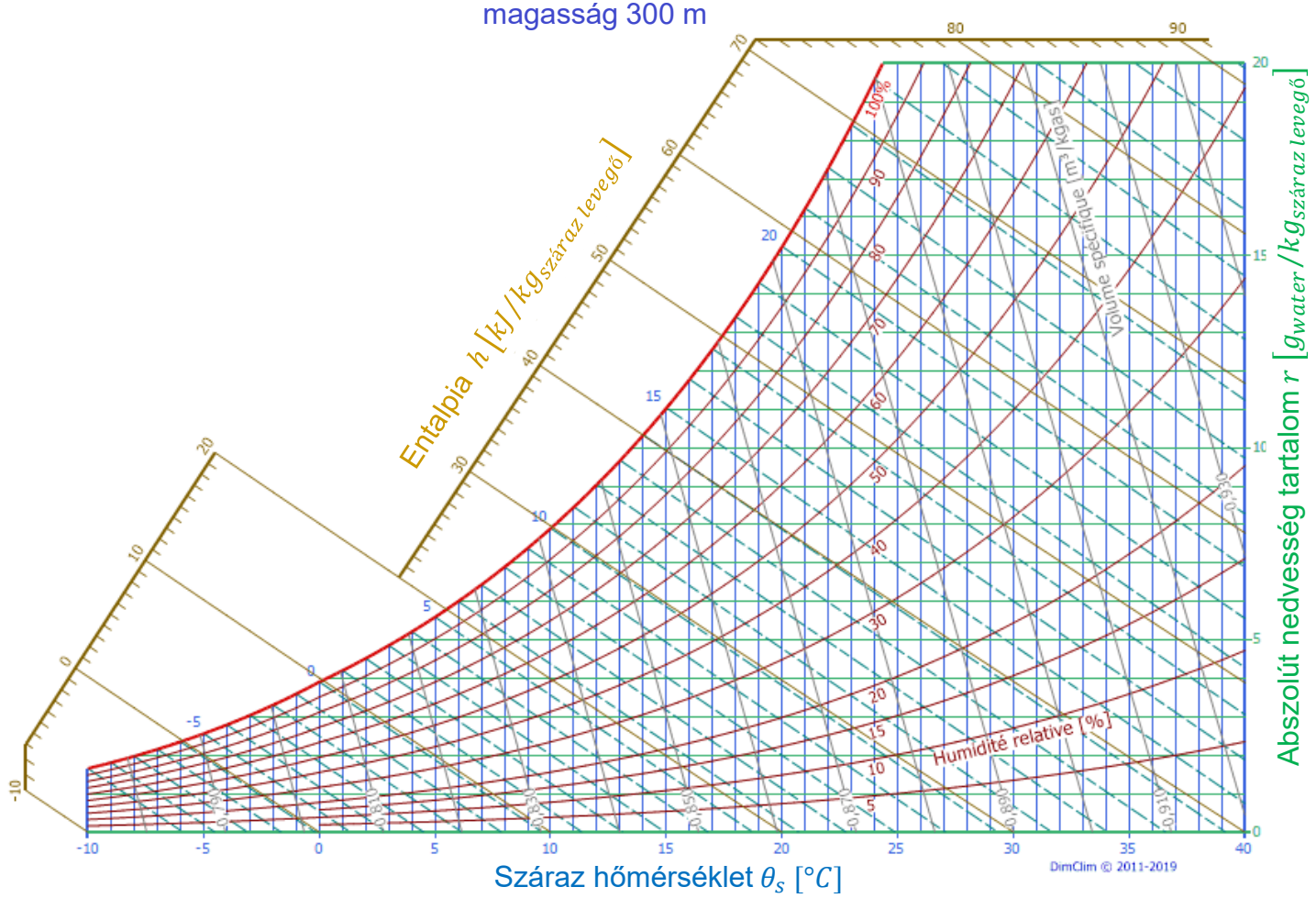
A fan-coilokban a hőátadás intenzívebb, mint a radiátoroknál A beépített ventilátor által keltett mesterséges (kényszer) áramlás jóval magasabb hőátadási tényezőt (h vagy α) eredményez a természetes konvekcióhoz képest.

$$\dot{Q} = \dot{m}_a Cp_a \left(T_{a,\text{külső}} - T_{a,\text{belső}}\right)$$

$$\dot{Q} = \dot{m}_w Cp_w \left(T_{w,\text{belső}} - T_{w,\text{külső}}\right)$$

$$E = \frac{\dot{Q}}{\min\left(\dot{m}_a Cp_a;\ \dot{m}_w Cp_w\right)\left(T_{w,\text{belső}} - T_{a,\text{külső}}\right)}$$

3.1 Fan-Coil



Száraz hőmérséklet $\theta_s\ [°C]$: Egyszerű hőmérővel mért hőmérséklet

Abszolút nedvességtartalom

$$r\ [kg_{víz}/kg_{száraz\ levegő}]$$

$$r = \frac{m_{víz}}{m_{száraz\ levegő}} = 0{,}622\,\frac{p_v}{p - p_v}$$

Entalpia $h\ [kJ/kg_{száraz\ levegő}]$

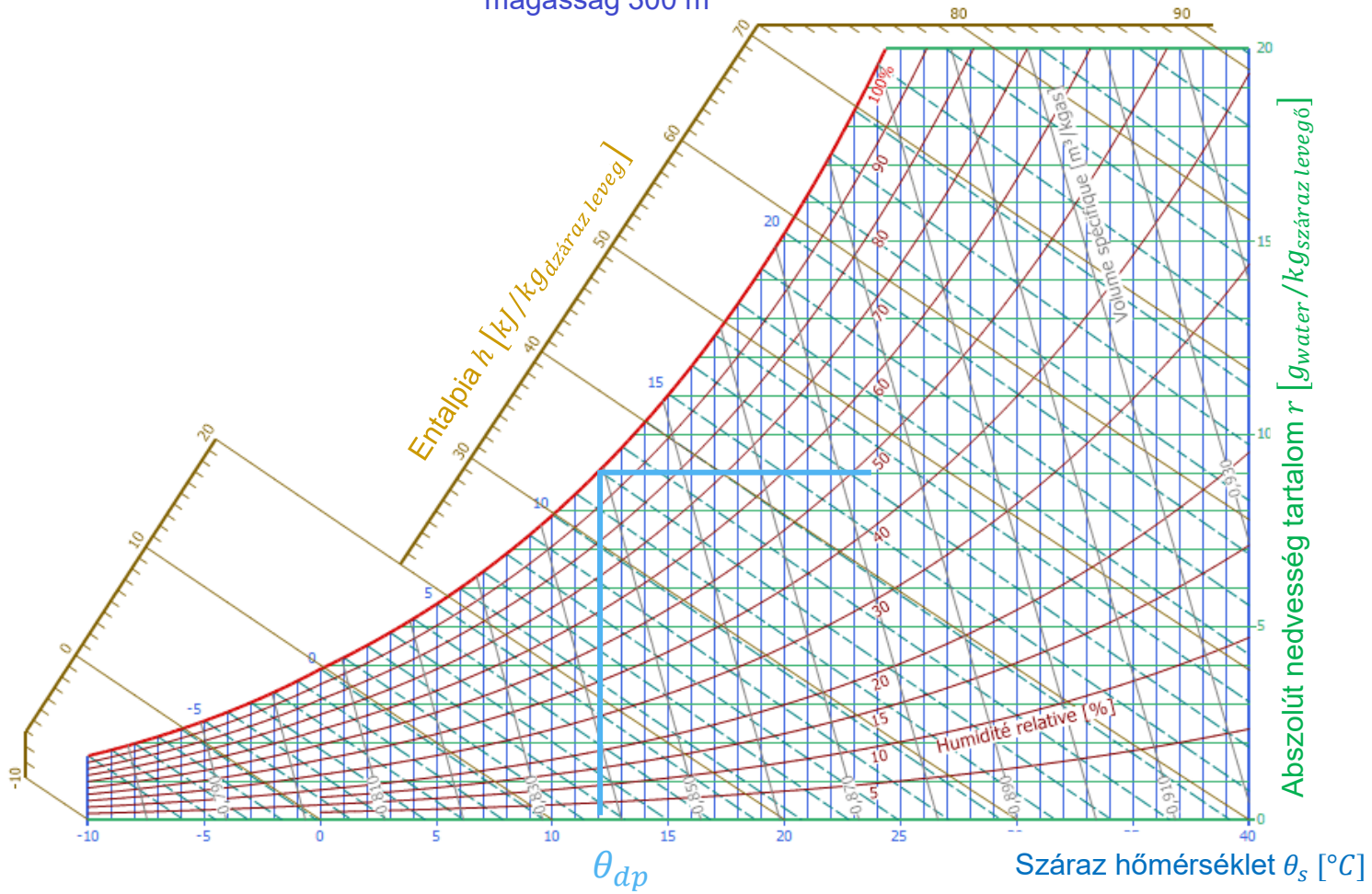
$$h = h_{száraz\ levegő} + r\ h_{vízpára}$$

$$h = Cp_{száraz\ levegő}\ \theta_s + r\ (L_v + Cp_{vízpára}\ \theta_s)$$

Relatív páratartalom φ [%] :

$$\varphi = p_{v,\theta}/p_{vs,\theta}$$

3.1 Fan-Coil

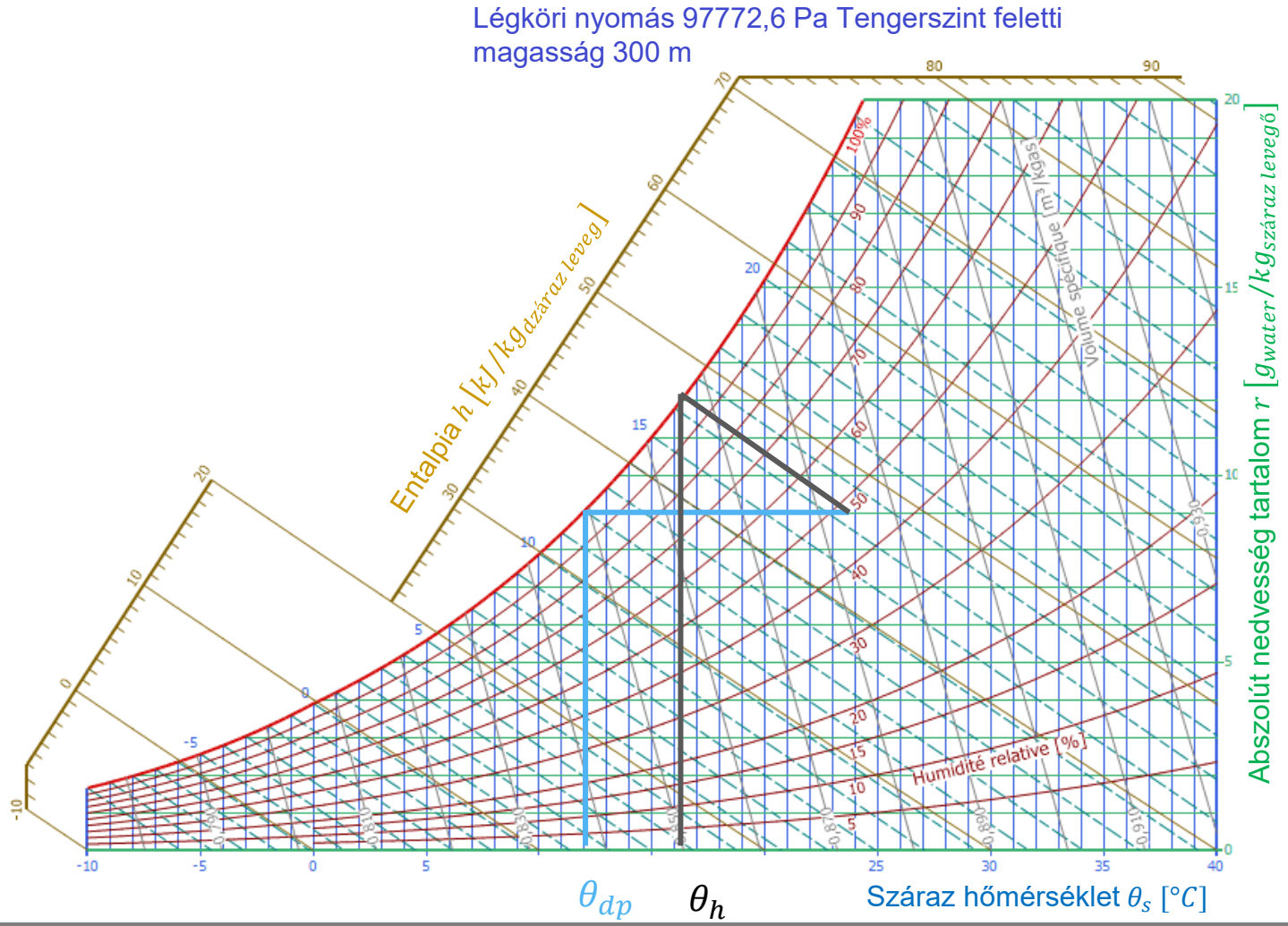


Fajtérfogat $v\ [m^3/kg_{száraz\ levegő}]$

Harmatpont hőmérséklet $\theta_{dp}\ [°C]$: Ez az a hőmérséklet, amelyen a párás levegőt le kell hűteni, hogy a vízgőz elkezdhessen kondenzálódni

Nedves hőmérséklet: Egy nedvesített pamuthuzattal bevont mérőfejű hőmérővel, megfelelő légsebesség (min. 2 m/s) mellett mért hőmérséklet (a párolgási hőelvonás miatti alacsonyabb egyensúlyi hőmérséklet).

3.1 Fan-Coil

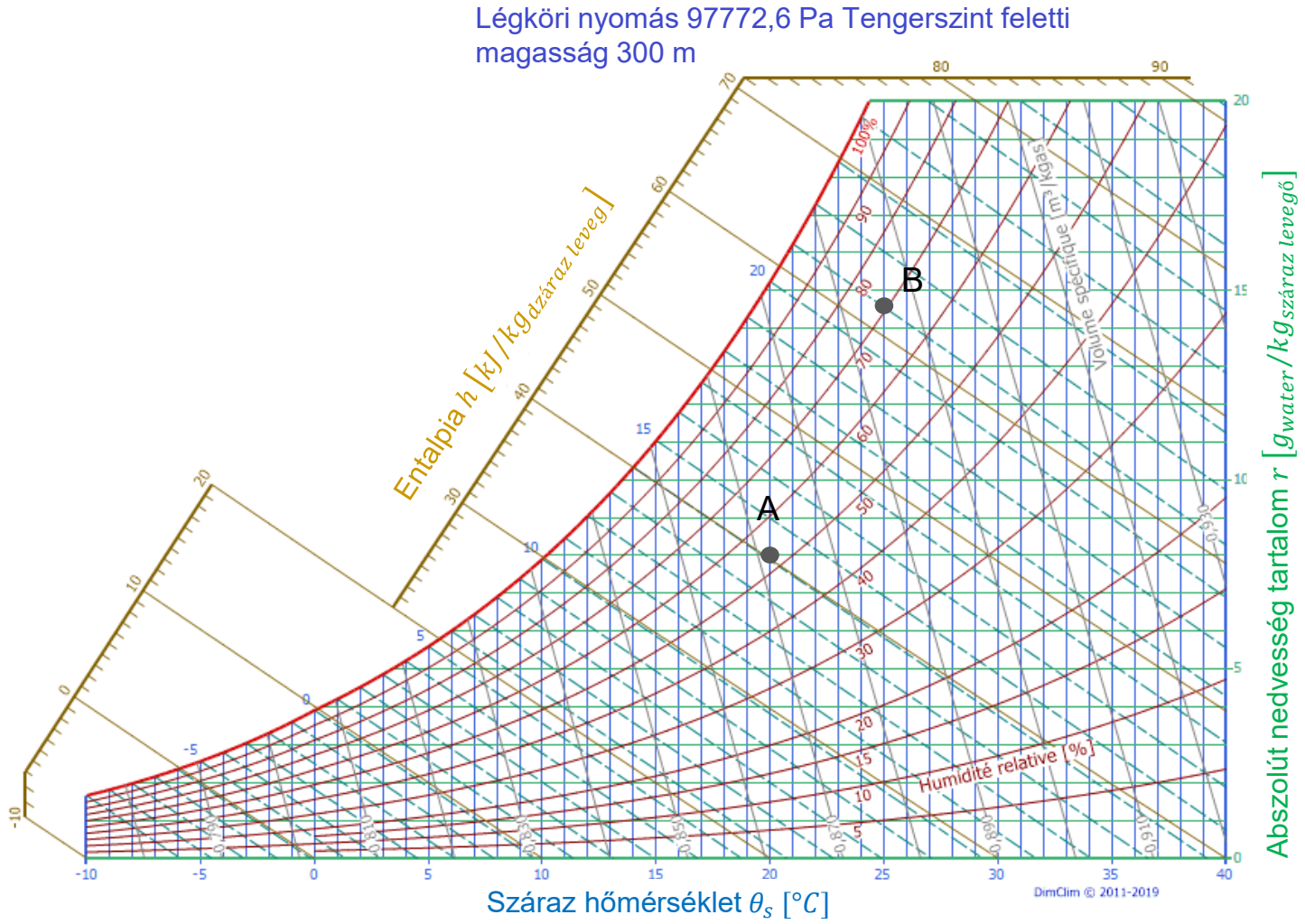


Fajtérfogat v $[m^3/kg_{száraz\ levegő}]$

Harmatpont hőmérséklet θ_{dp} $[°C]$: Ez az a hőmérséklet, amelyen a párás levegőt le kell hűteni, hogy a vízgőz elkezdhessen kondenzálódni

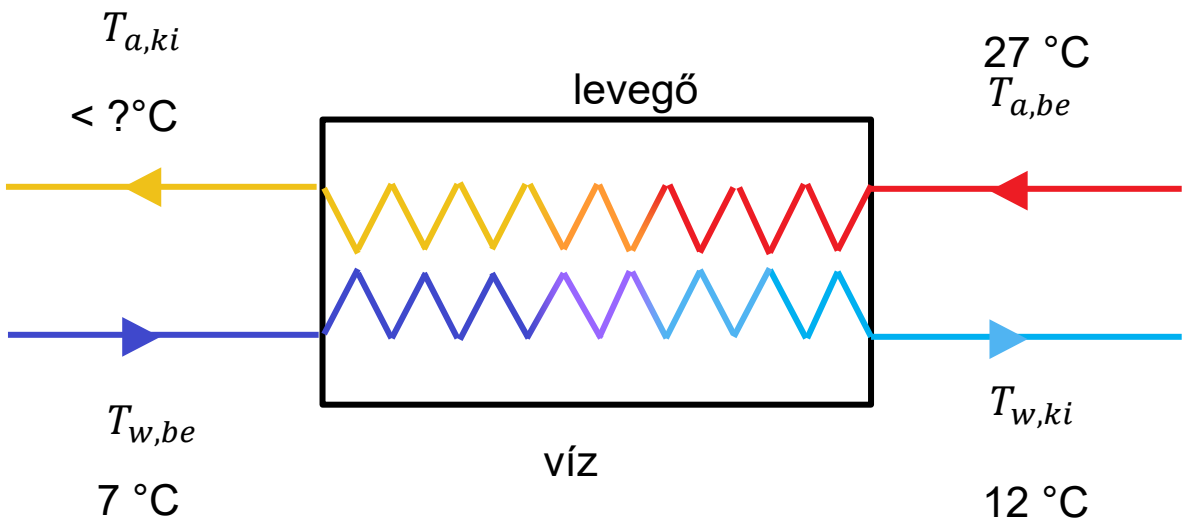
Nedves hőmérséklet: Egy nedvesített pamuthuzattal bevont mérőfejű hőmérővel, megfelelő légsebesség (min. 2 m/s) mellett mért hőmérséklet (a párolgási hőelvonás miatti alacsonyabb egyensúlyi hőmérséklet).

3.1 Fan-Coil



	A	B
$\theta_s\ [°C]$	20	24
$\theta_{dp}\ [°C]$	10	18,5
$\theta_h\ [°C]$	14	20
$r\ [kg_w/kg_{da}]$	0,008	0,0145
$h\ [kJ/kg_{da}]$	40	58
$\varphi\ [\%]$	52	70
$v\ [m^3/kg_{dry\ air}]$	0,871	0,891

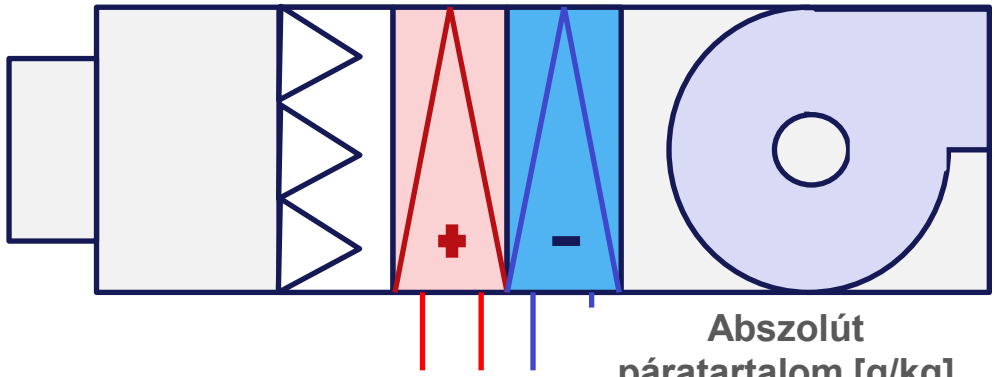
3.1 Fan-Coil

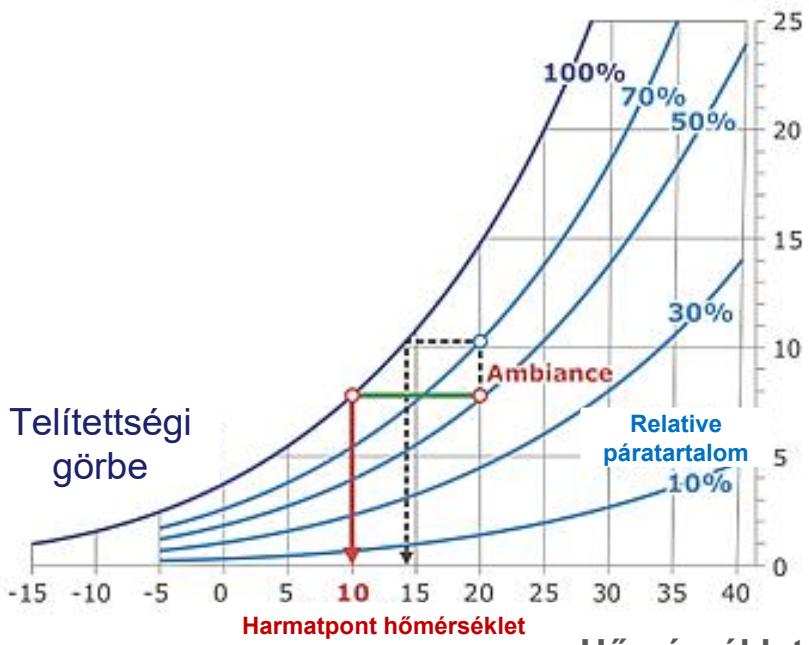


$$\dot{Q} = \dot{Q}_s + \dot{Q}_l$$

$$\dot{Q} = \dot{m}_{levegő}\, Cp_{levegő} \left(T_{a,be} - T_{a,ki}\right) + \dot{m}_{cond}\, L_v$$

$$\dot{m}_{cond} = \dot{m}_{levegő} \left(r_{a,be} - r_{a,ki}\right)$$





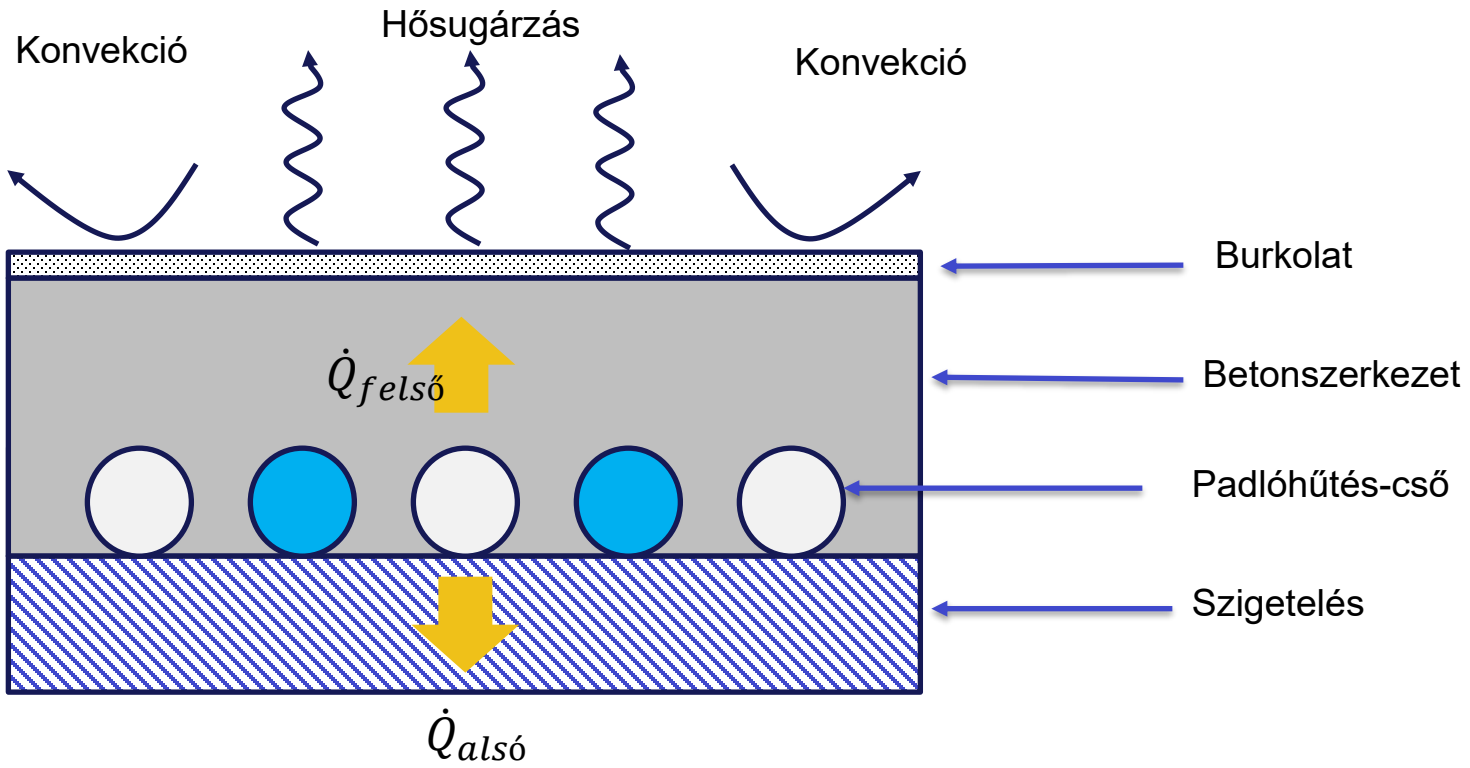
3.2 Hűtő padló

$\approx 70\%$ $\approx 30\%$

$$\dot{Q}_{sup} = P_{hf} = P_{rad} + P_{conv}$$

$$\dot{Q}_{rad} = h_{rad}\, A\, (T_{felület} - T_{op})$$

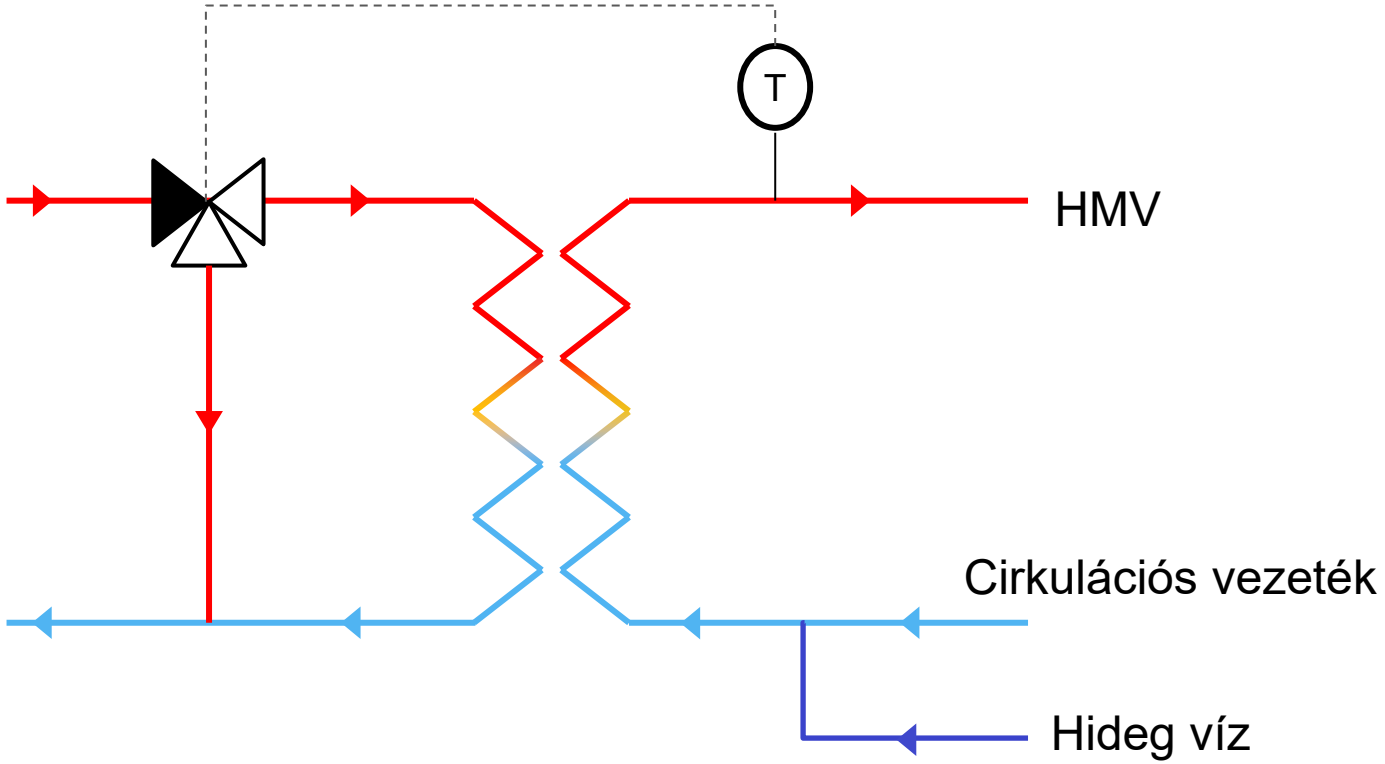
$$\dot{Q}_{conv} = h_{conv}\, A\, (T_{felület} - T_{levegő})$$



A felületi hőmérsékletet a páralecsapódás (kondenzáció) elkerülése érdekében az adott térbeli harmatponti hőmérséklet felett kell tartani (általában min. 18-20 °C, helyi klímától és páratartalomtól függően).

4. HMV

Hogyan biztosítható a használati melegvíz-(HMV) ellátás távhőhálózatról?

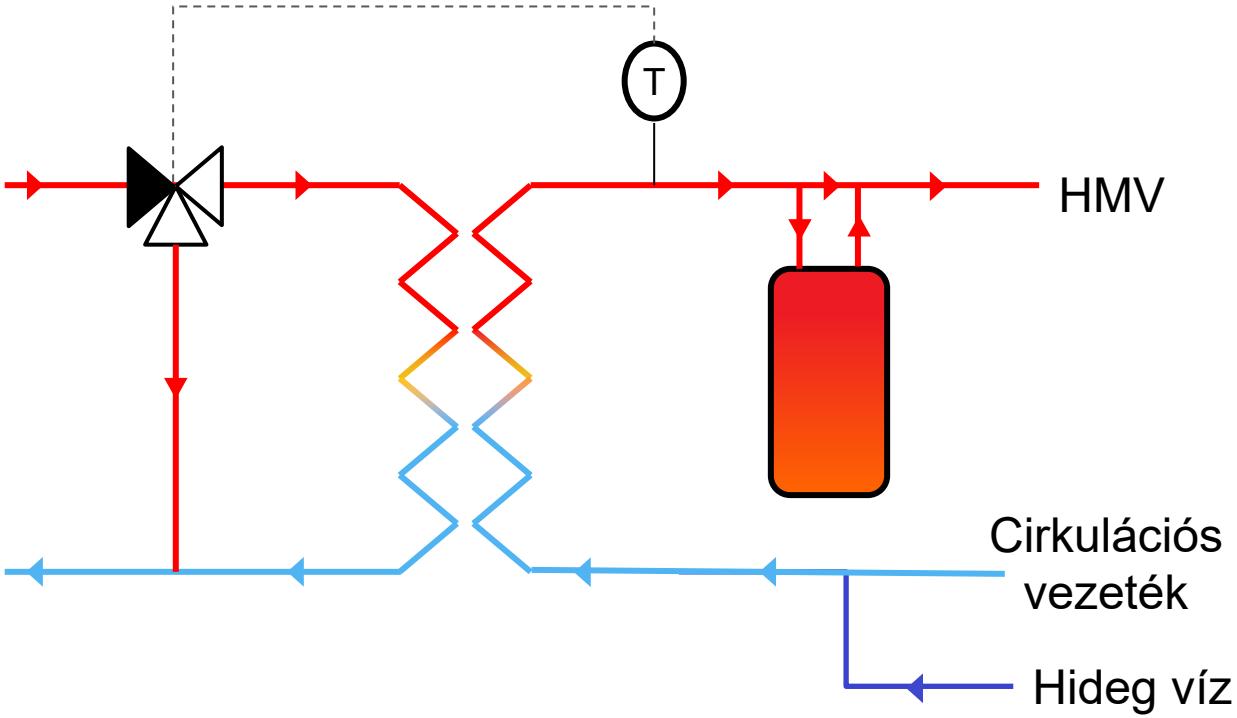


Átfolyós ellátás:

- Könnyen telepíthető
- Nincs tartály
- A hőcserélőt a csúcsidejű pillanatnyi fogyasztásra kell méretezni (nagy hőteljesítmény-igény).
- Túlméretezett
- Ellátási hőmérséklet akár 60°C-ig
- Mindkét oldalon állandó tömegáram a By-pass miatt (55°C)

4. HMV

Hogyan biztosítható a használati melegvíz-(HMV) ellátás távhőhálózatról?

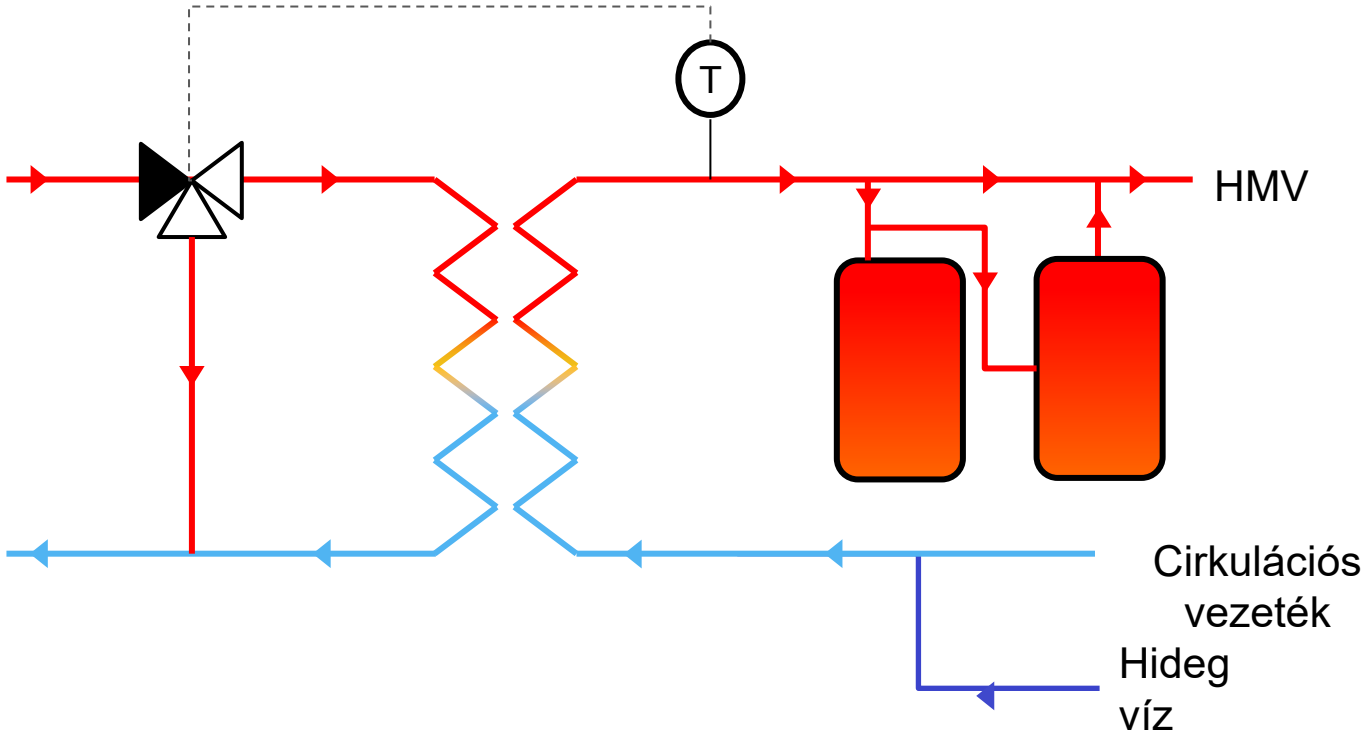


Félig átfolyós ellátás:

- Könnyen telepíthető
- Kisebb űrtartalmú tároló, amely a rövid idejű csúcsfogyasztásokat (pl. 10 perces csúcs) képes fedezni.
- Ellátási hőmérséklet akár 60°C-ig
- Hőveszteségek a tartály falán keresztül
- Mindkét oldalon állandó tömegáram a by-pass (55°C) miatt

4. HMV

Hogyan biztosítható a használati melegvíz-(HMV) ellátás távhőhálózatról?

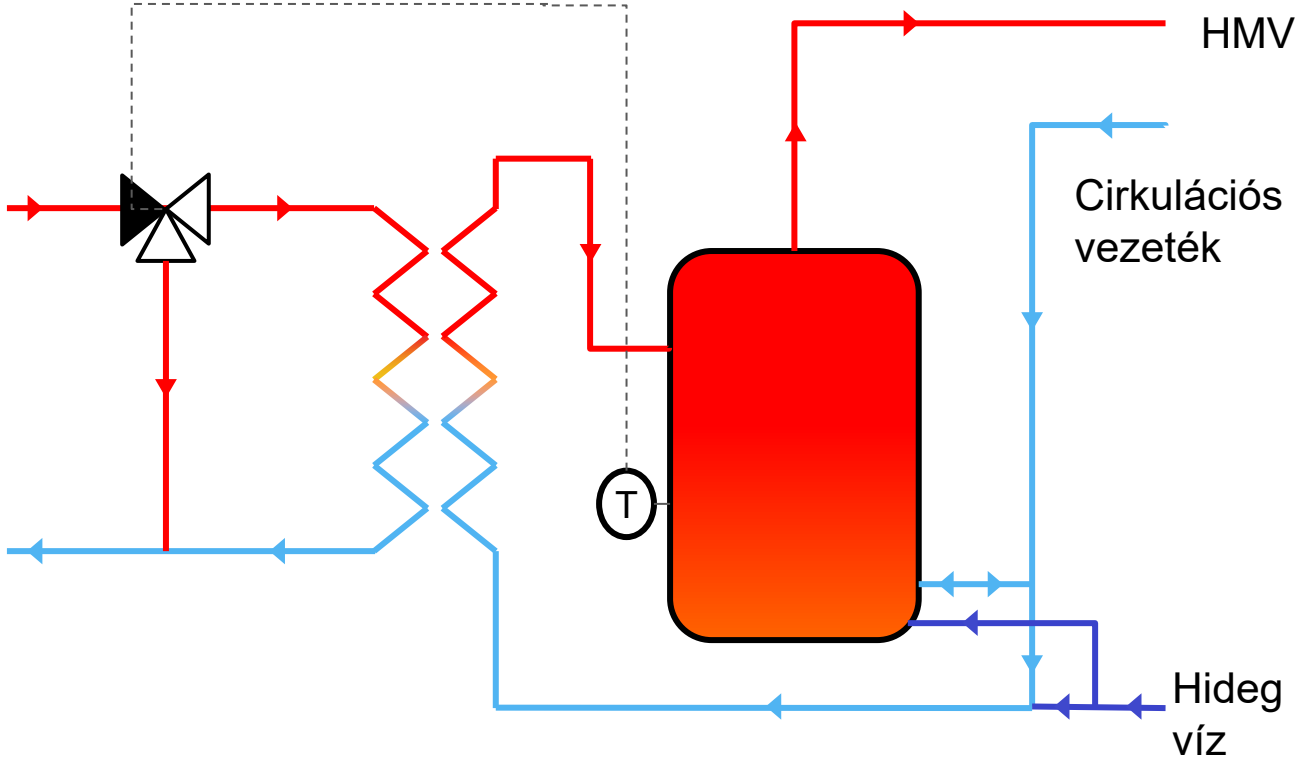


Részleges tárolás:

- Helyigény
- Nagyobb tárolókapacitás (néhány órás csúcsidőszak áthidalására).
- Megnövekedett korrózióveszély a tárolóban.
- Ellátási hőmérséklet akár 60°C-ig
- Hőveszteségek a tartály falán keresztül
- Mindkét oldalon állandó tömegáram a by-pass miatt (55°C)

4. HMV

Hogyan biztosítható a használati melegvíz- (HMV) ellátás távhőhálózatról?

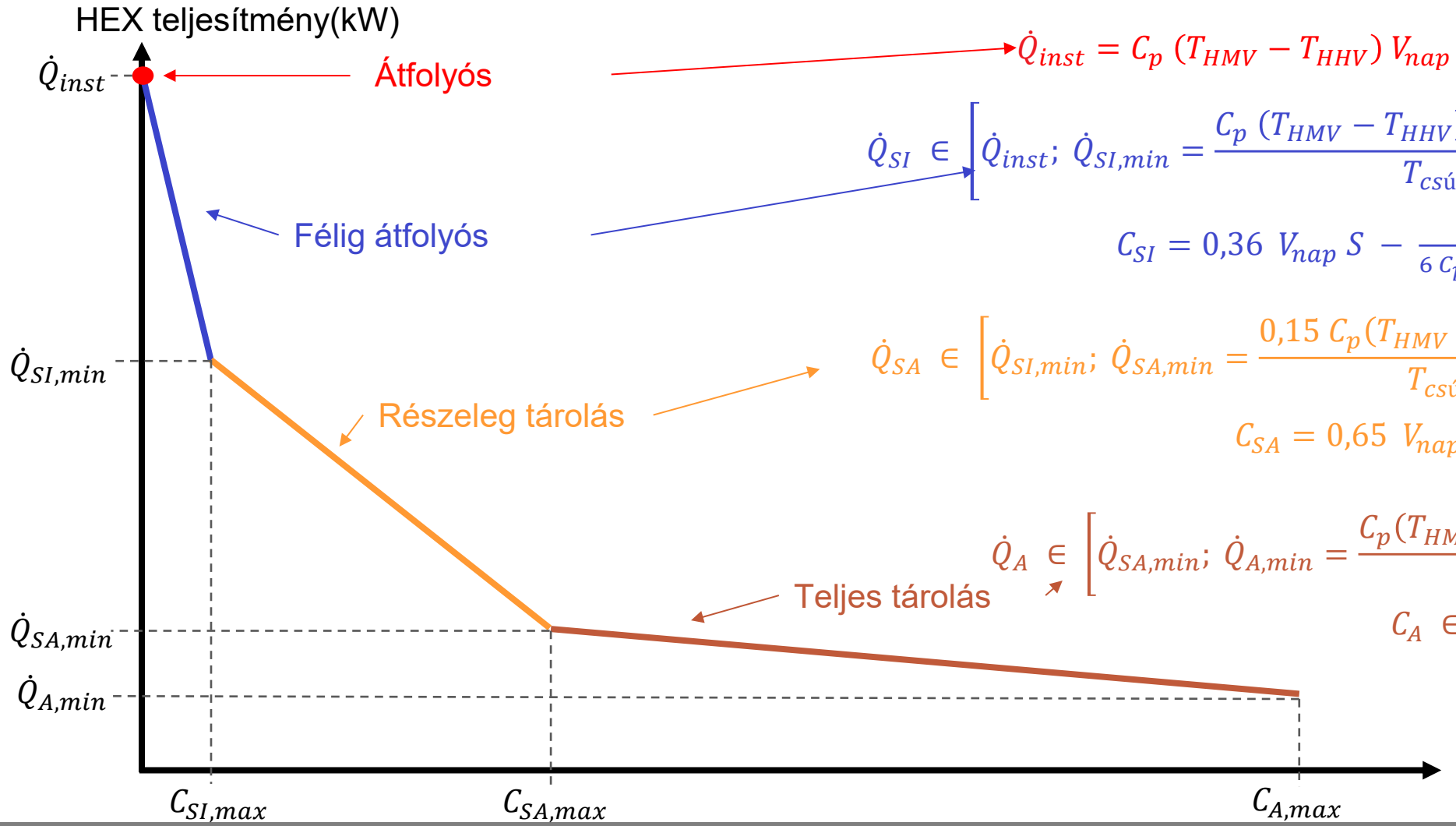


Teljes tárolás:

Nagy helyigény:
A tárolót a teljes napi HMV-igényre méretezik.

Megnövekedett korrózióveszély a tárolóban.
Ellátási hőmérséklet akár 60°C-ig
Hőveszteségek a tartály falán keresztül

4. HMV



$$\dot{Q}_{inst} = C_p\,(T_{HMV} - T_{HHV})\,V_{nap} \times 0{,}36 \times 6 \times S$$

$$\dot{Q}_{SI} \in \left[\dot{Q}_{inst};\ \dot{Q}_{SI,min} = \frac{C_p\,(T_{HMV} - T_{HHV})\,V_{nap}\,(0{,}65 - (0{,}36\,S))}{T_{csúcs} - 0{,}166}\right]$$

$$C_{SI} = 0{,}36\ V_{nap}\ S - \frac{\dot{Q}_{SI}}{6\,C_p\,(T_{HMV} - T_{HHV})}$$

$$\dot{Q}_{SA} \in \left[\dot{Q}_{SI,min};\ \dot{Q}_{SA,min} = \frac{0{,}15\,C_p(T_{HMV} - T_{HHV})V_{nap}}{T_{csúcs}} + visszaforg.\right]$$

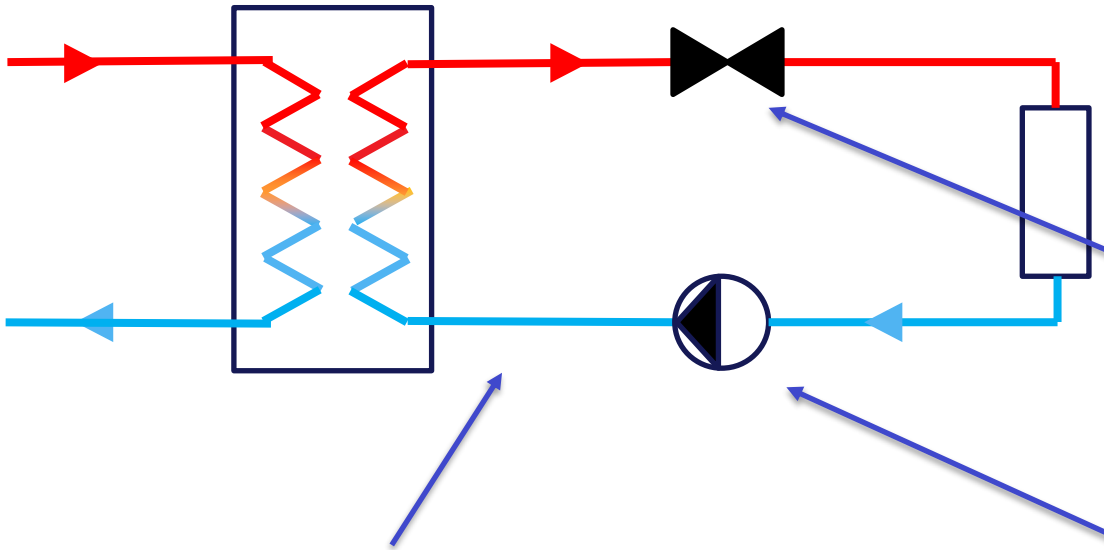
$$C_{SA} = 0{,}65\ V_{nap} - \frac{\dot{Q}_{SA}\ T_{csúcs}}{C_p\,(T_{HMV} - T_{HHV})}$$

$$\dot{Q}_A \in \left[\dot{Q}_{SA,min};\ \dot{Q}_{A,min} = \frac{C_p(T_{HMV} - T_{HHV})V_{nap}}{24} + visszaforg.\right]$$

$$C_A \in [0{,}5\,V_{nap}\,;\,V_{nap}]$$

[Baeckeroot & Cadorcet,2011]

5. Elosztórendszer



Hogyan méretezzük a szekunder (fogyasztói) hálózatot?

Csövek



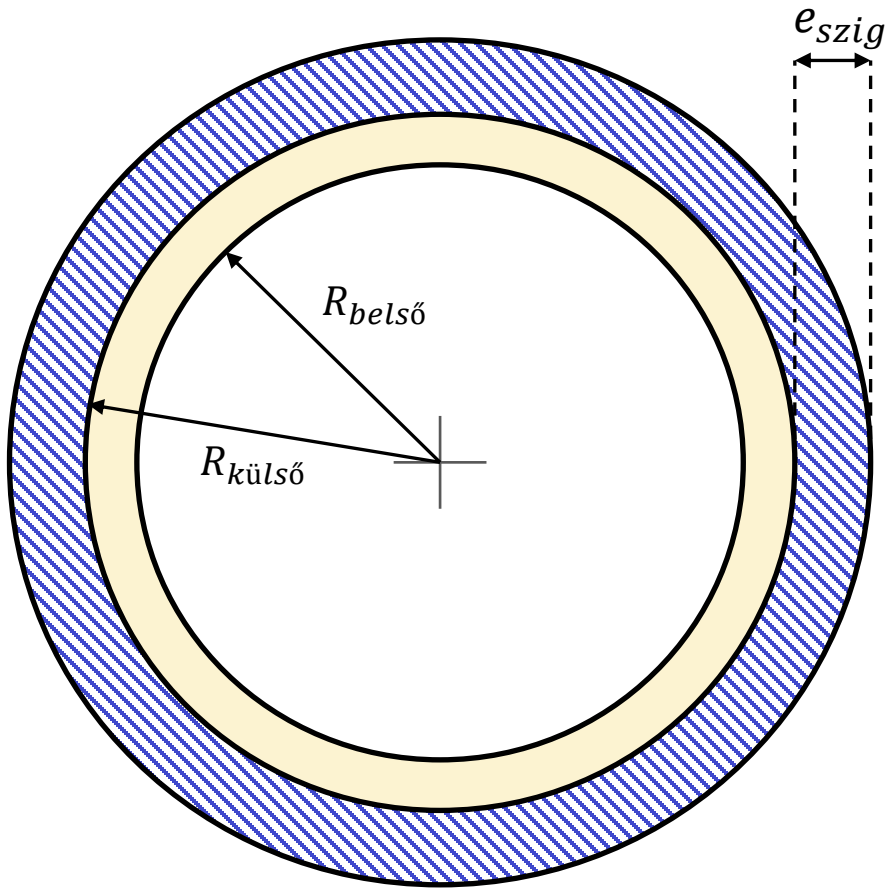
Szivattyú(k)



Szelepek



5.1 Csövek

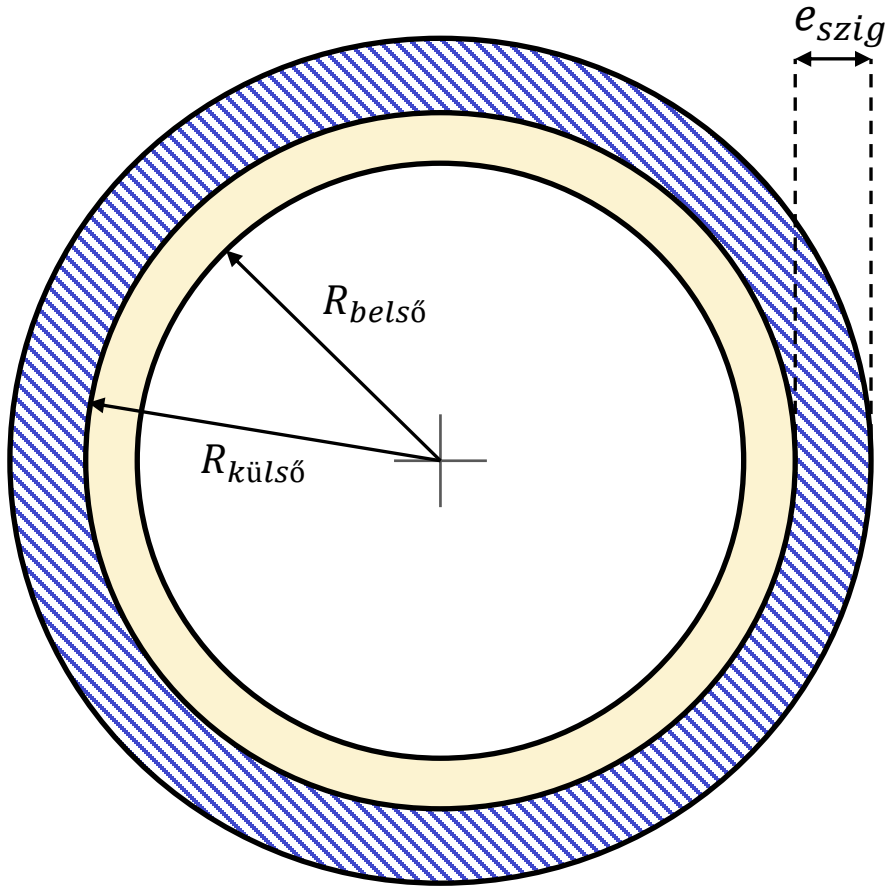


A csőhálózat méretezésének lépései:

- Csőátmérők meghatározása,
- Hőszigetelés méretezése,
- Nyomásveszteség számítása.



5.1 Csövek



Az elosztócső tervezése a következőkből áll:

- A csőátmérő kiszámítása

A zaj- és rezgésproblémák elkerülése érdekében az áramlási sebességet korlátozni kell

$$v = 1m/s$$

$$\dot{m}_w = \rho\, v\, S = \rho\, v\, \frac{\pi\, D^2}{4}$$

$$D = \sqrt{\frac{4\, \dot{m}_w}{\pi\, \rho\, v}}$$

Az fajlagos csősúrlódási nyomásveszteség javasolt értéke:

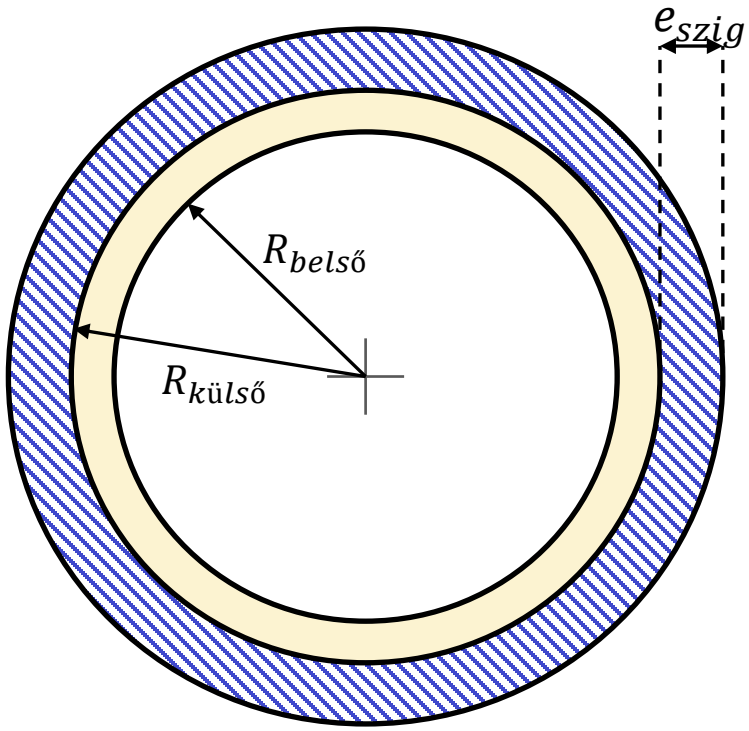
$$\Delta p = 100\, pa/m$$

$$\Delta p = \Lambda\, \rho\, \frac{v^2}{2} = \frac{8\, \Lambda}{\rho \pi^2}\, \frac{\dot{m}_w^2}{D^4}$$

$$\Lambda = \frac{64}{Re}\ \ if\ Re < 2300$$

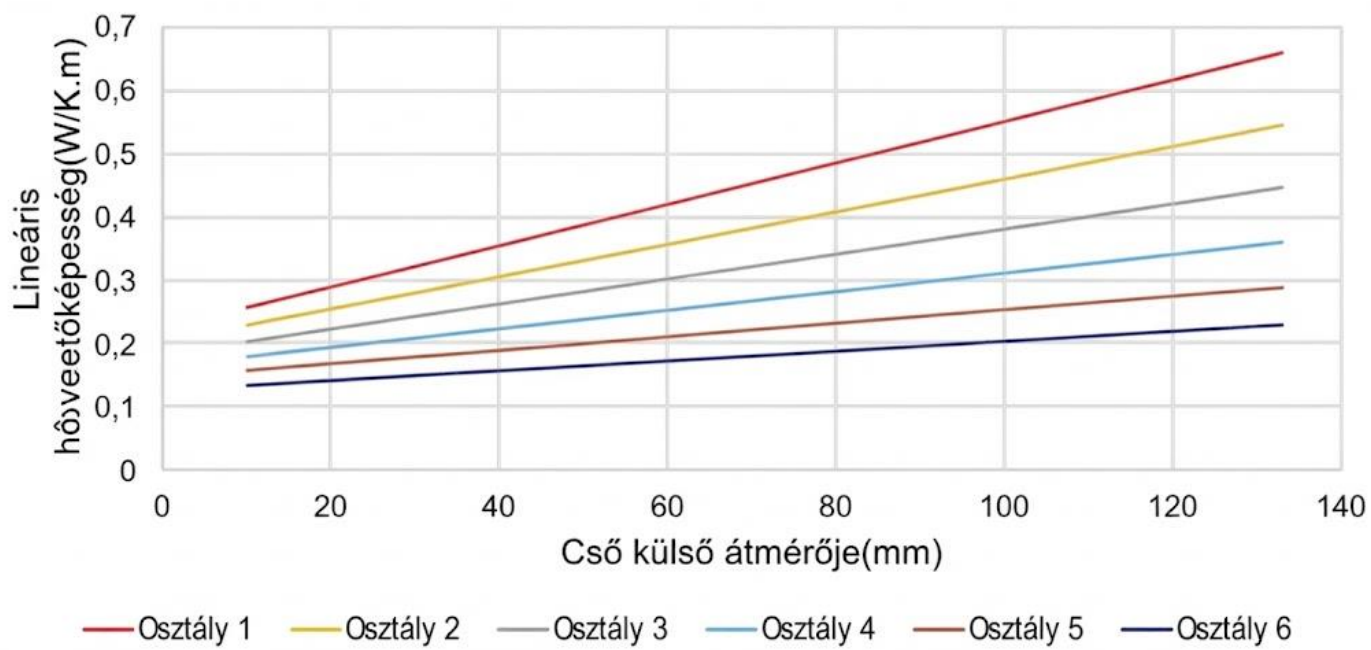
$$\Lambda = 0{,}3164\, Re^{-0{,}25}\ if\ Re > 4000$$

5.1 Csövek



Az elosztócső tervezése a következőkből áll:

- A csőátmérő kiszámítása
- Hőszigetelés vastagságának meghatározása

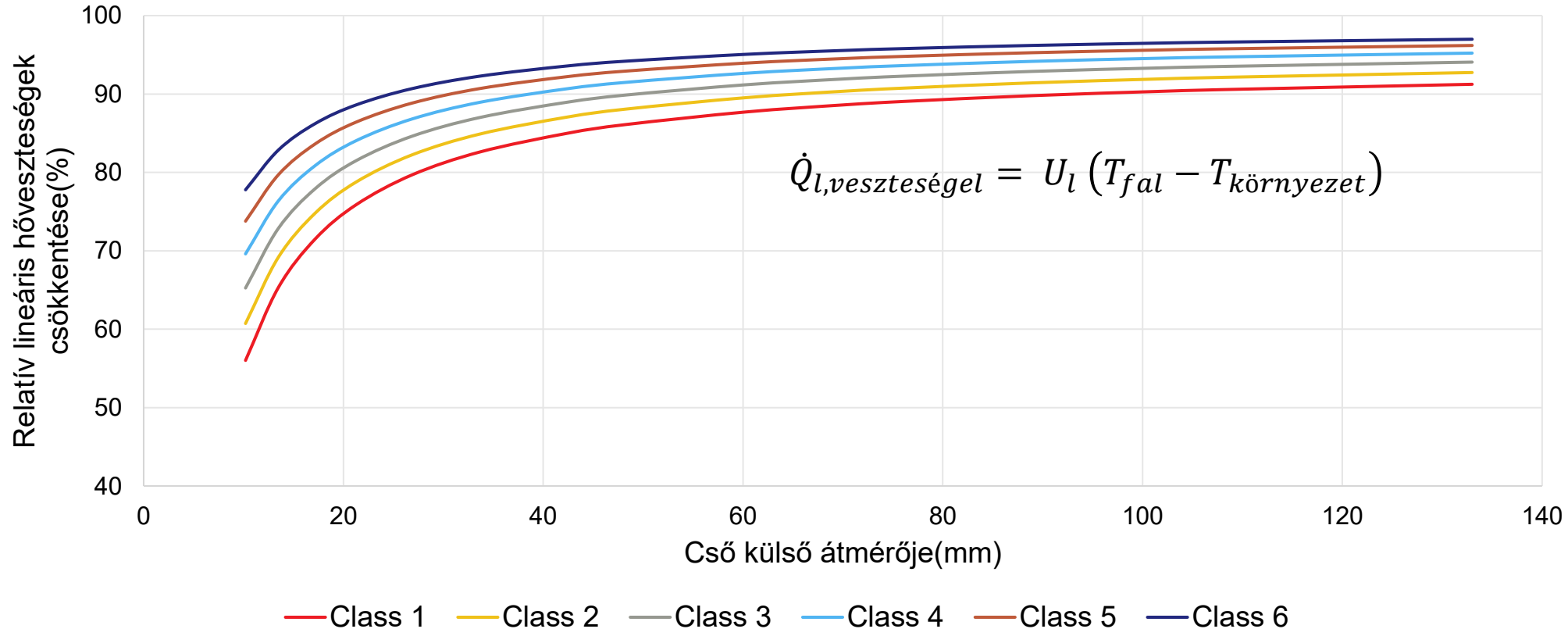


$$\frac{1}{U_l} = \frac{1}{h_{belső} 2\pi R_{belső}} \frac{\ln\left(\frac{e_{szig} + R_{külső}}{R_{külső}}\right)}{2\pi\,\lambda} + \frac{1}{h_{külső}\, 2\pi \left(e_{szig} + R_{külső}\right)}$$

5.1 Csövek

Vonalmenti hőveszteség csökkenése szigetelés alkalmazásával:

$$\lambda_{iso} = 0{,}03 \frac{W}{k}.m \quad T_{fal} = 60°C \; and \; T_{környezet} = 20°C$$

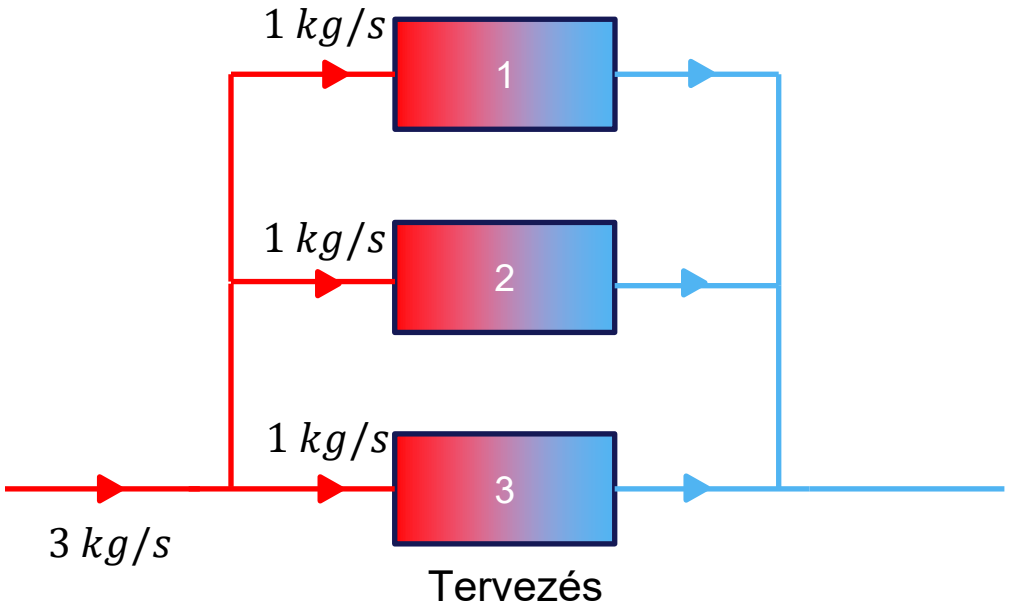


5.1 Csövek

$$\Delta p = \Lambda \rho \frac{v^2}{2} = \frac{8\,\Lambda}{\rho \pi^2} \frac{\dot{m}_w^2}{D^4} = Z\,\dot{m}_w^2$$

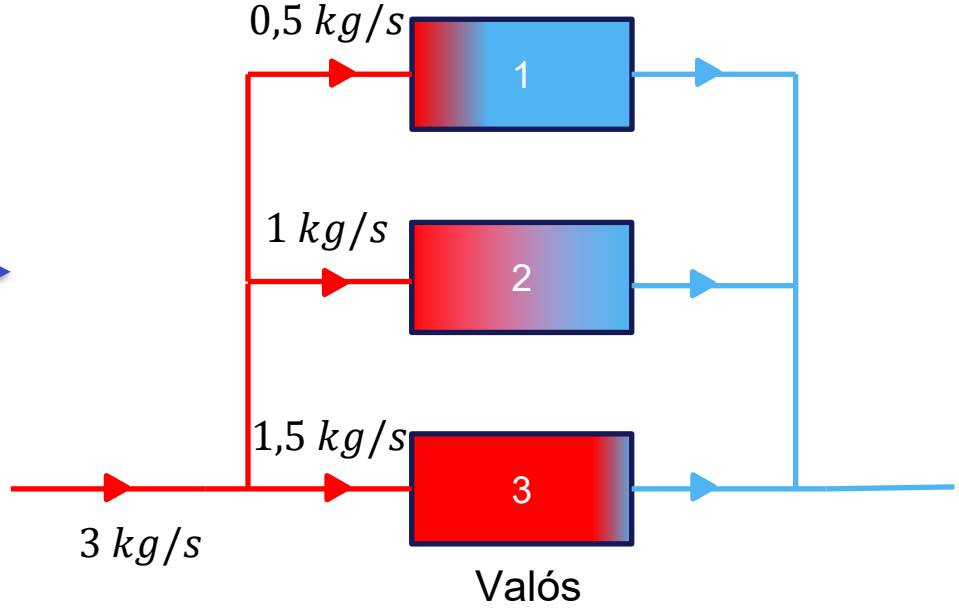
Az elosztócső tervezése a következőkből áll:

- A csőátmérő kiszámítása
- Szigetelés vastagság számítása
- Nyomásveszteség számítása



Tervezés

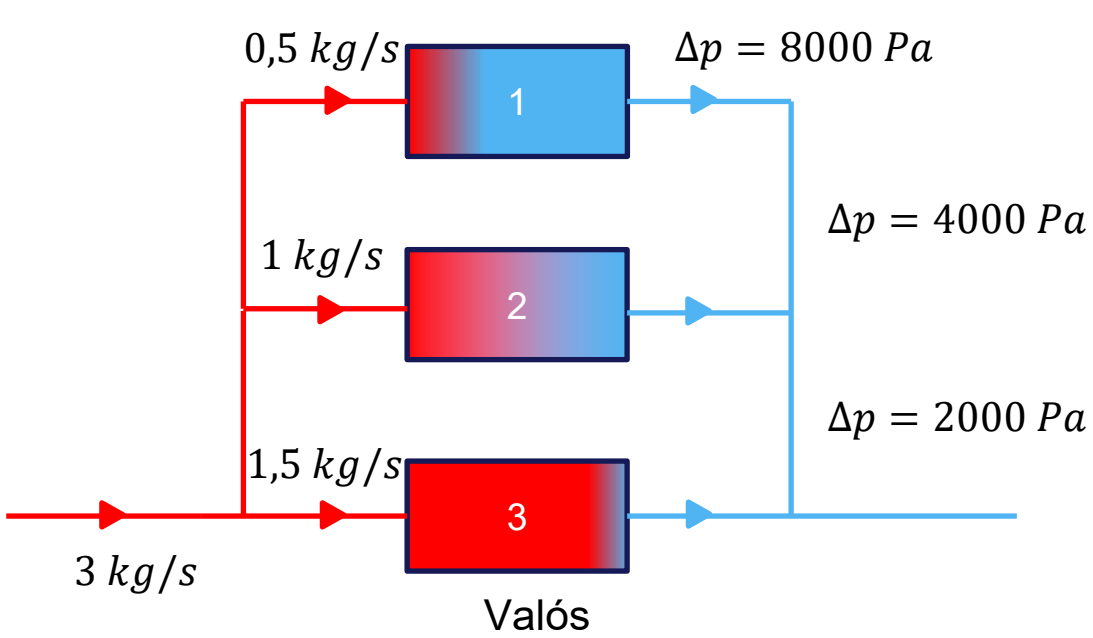
Hidraulikus egyensúly hiánya

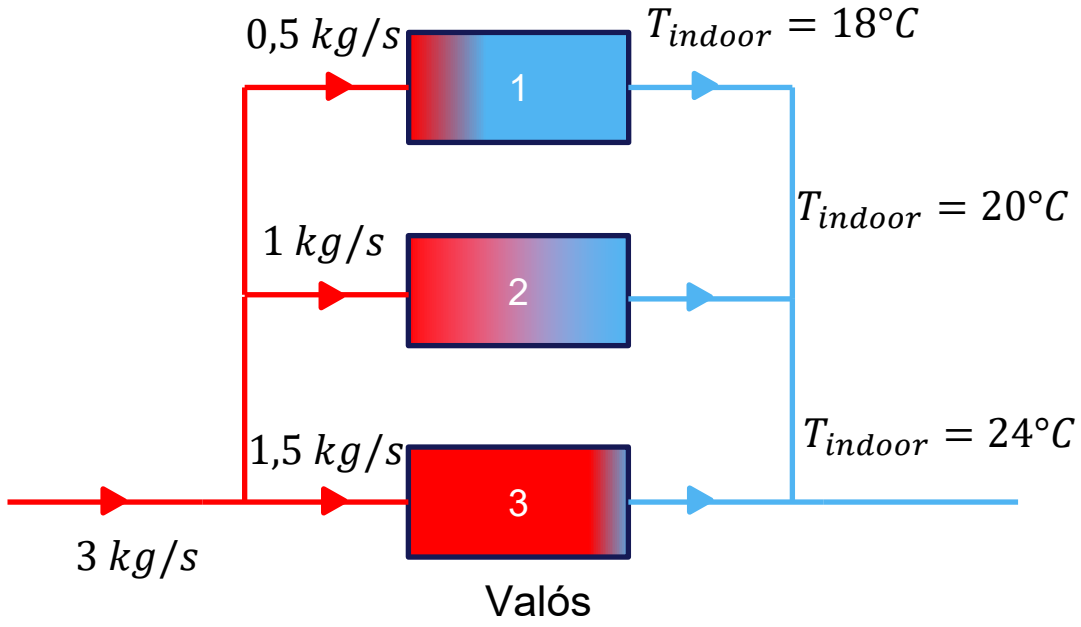


Valós

5.1 Csövek

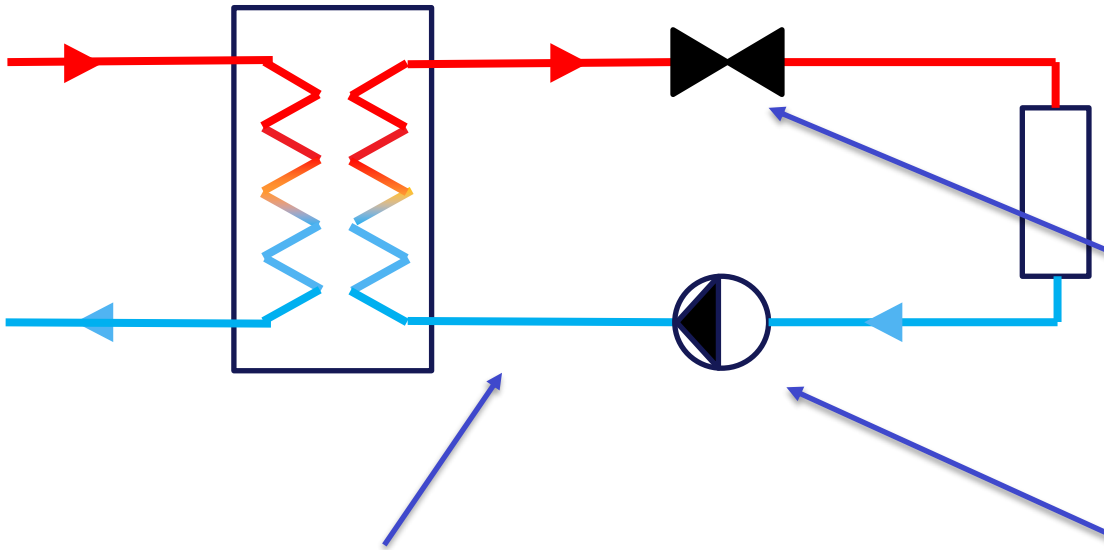
$$\Delta p = \Lambda \rho \frac{v^2}{2} = \frac{8 \Lambda}{\rho \pi^2} \frac{\dot{m}_w^2}{D^4} = Z \dot{m}_w^2$$





Hogyan szabályozzuk a hőleadók térfogatáramát, és hogyan biztosítsuk a hidraulikai beszabályozást?

5. Elosztórendszer



Hogyan tervezzük a szekunder rendszert?

Csövek



Szivattyú

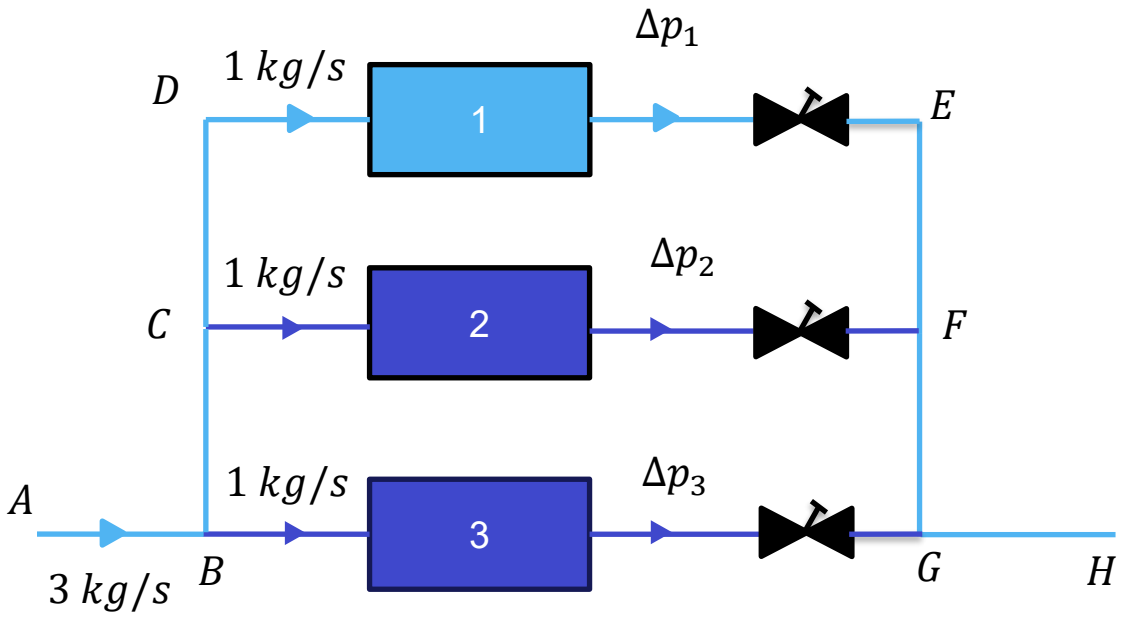


Szelepek



5.2 Szelepek

Hogyan szabályozzuk a hőleadók térfogatáramát, és hogyan biztosítsuk a hidraulikai beszabályozást?



$$\Delta p_{max} = \Delta p_1 = \Delta p_{AB} + \Delta p_{BC} + \Delta p_{CD} + \Delta p_{DE} + \Delta p_{valve} + \Delta p_{EF} + \Delta p_{FG} + \Delta p_{GH}$$

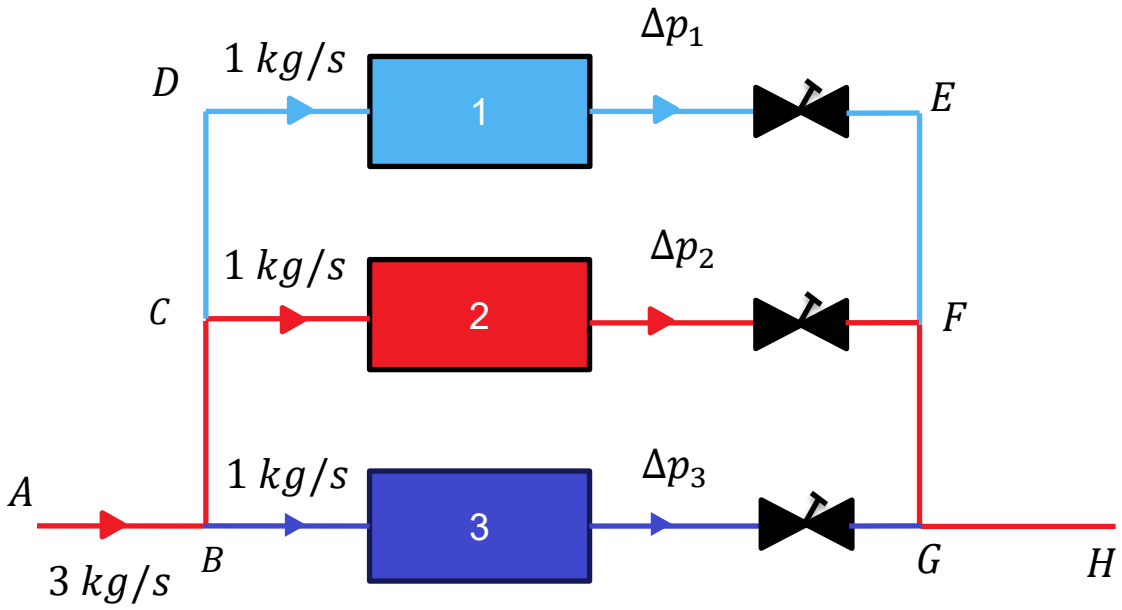
$$\Delta p_{max} = \Delta p_2 = \Delta p_{AB} + \Delta p_{BC} + \Delta p_{CF} + \Delta p_{valve}\ \Delta p_{FG} + \Delta p_{GH}$$

$$\Delta p_{max} = \Delta p_3 = \Delta p_{AB} + \Delta p_{valve}\ \Delta p_{BG} + \Delta p_{GH}$$

Statikus hidraulikai beszabályozás strangszabályozó szelepekkel (többlet fojtás/nyomásesés beépítésével). A csomópontok között minden párhuzamos ág nyomásveszteségének azonosnak kell lennie.

5.2 Szelepek

Hogyan szabályozzuk a hőleadók térfogatáramát, és hogyan biztosítsuk a hidraulikai beszabályozást?



$$\Delta p_{max} = \Delta p_1 = \Delta p_{AB} + \Delta p_{BC} + \Delta p_{CD} + \Delta p_{DE} + \Delta p_{valve} + \Delta p_{EF} + \Delta p_{FG} + \Delta p_{GH}$$

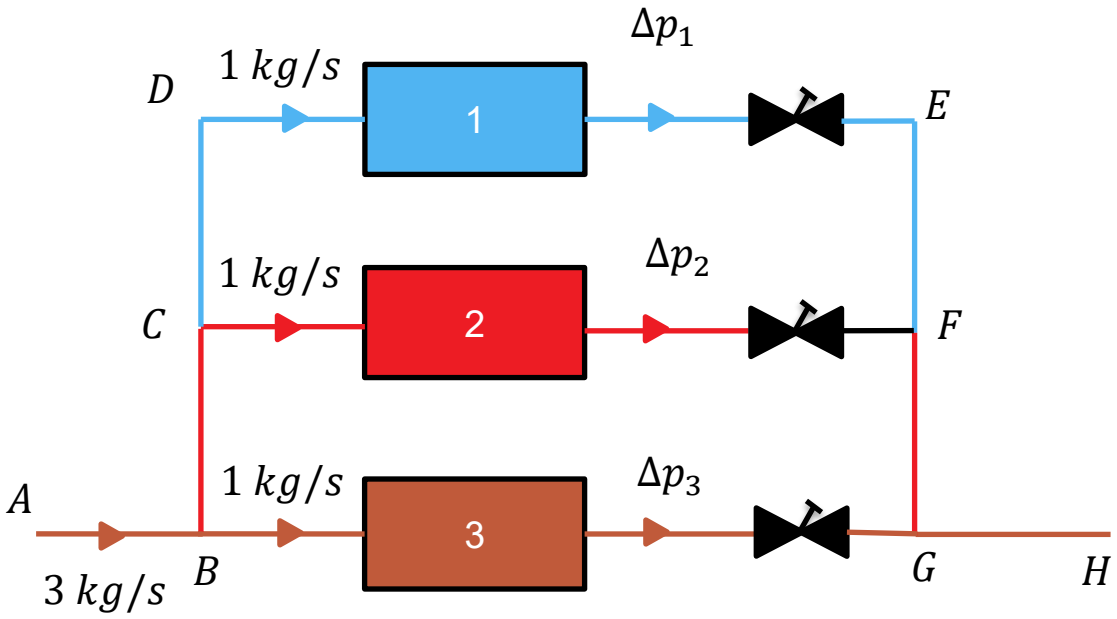
$$\Delta p_{max} = \Delta p_2 = \Delta p_{AB} + \Delta p_{BC} + \Delta p_{CF} + \Delta p_{valve}\ \Delta p_{FG} + \Delta p_{GH}$$

$$\Delta p_{max} = \Delta p_3 = \Delta p_{AB} + \Delta p_{valve}\ \Delta p_{BG} + \Delta p_{GH}$$

Statikus hidraulikai beszabályozás strangszabályozó szelepekkel (többlet fojtás/nyomásesés beépítésével). A csomópontok között minden párhuzamos ág nyomásveszteségének azonosnak kell lennie.

5.2 Szelepek

Hogyan szabályozzuk az tömegátamot az hőleadókon és hogyan lehet biztosítani a hidraulikai egyensúlyt?



$$\Delta p_{max} = \Delta p_1 = \Delta p_{AB} + \Delta p_{BC} + \Delta p_{CD} + \Delta p_{DE} + \Delta p_{valve} + \Delta p_{EF} + \Delta p_{FG} + \Delta p_{GH}$$

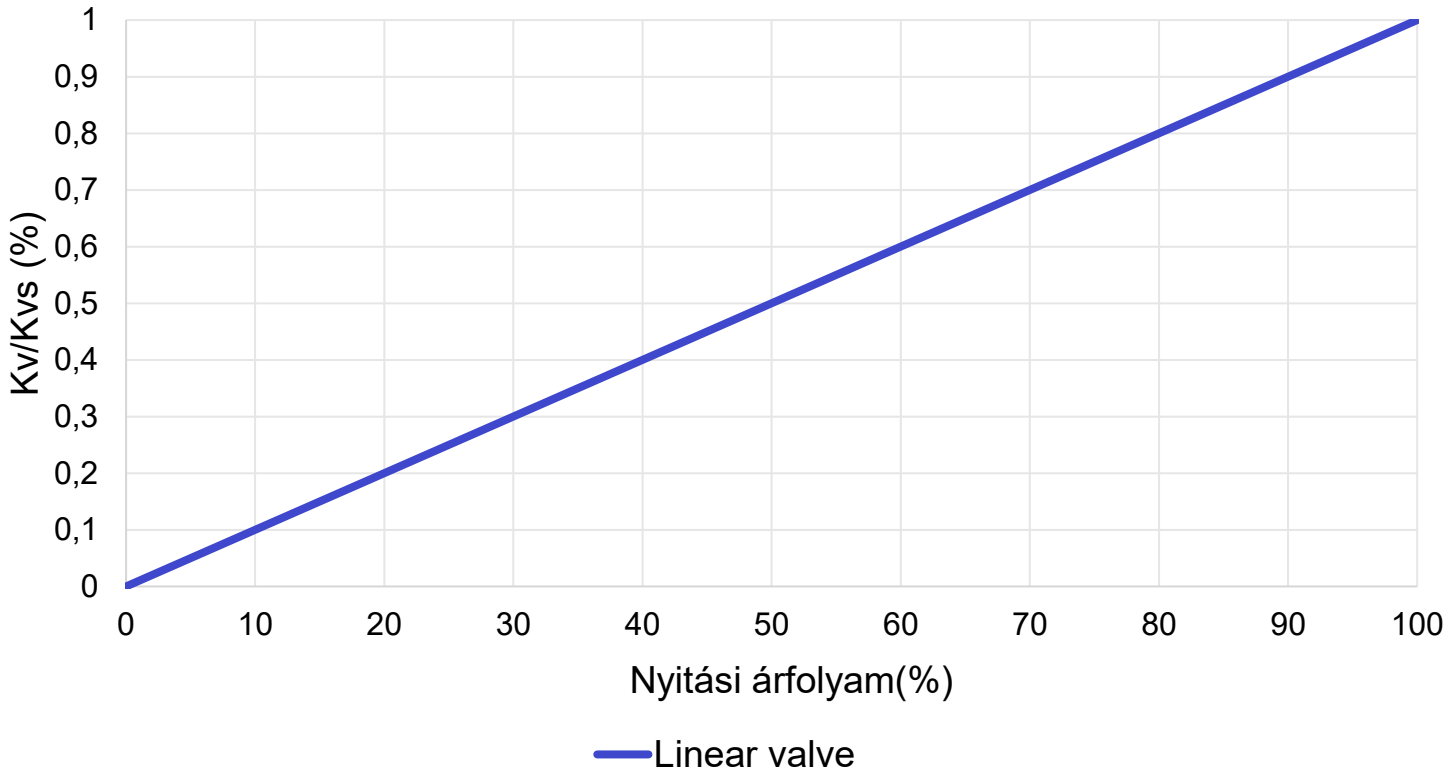
$$\Delta p_{max} = \Delta p_2 = \Delta p_{AB} + \Delta p_{BC} + \Delta p_{CF} + \Delta p_{valve}\ \Delta p_{FG} + \Delta p_{GH}$$

$$\Delta p_{max} = \Delta p_3 = \Delta p_{AB} + \Delta p_{valve}\ \Delta p_{BG} + \Delta p_{GH}$$

Statikus hidraulikai beszabályozás strangszabályozó szelepekkel (többlet fojtás/nyomásesés beépítésével). A csomópontok között minden párhuzamos ág nyomásveszteségének azonosnak kell lennie.

5.2 Szelepek

Hogyan szabályozzuk a hőleadók térfogatáramát, és hogyan biztosítsuk a hidraulikai beszabályozást?



$$\dot{m} = Kv_s \sqrt{\Delta p}\ \ nyitás$$

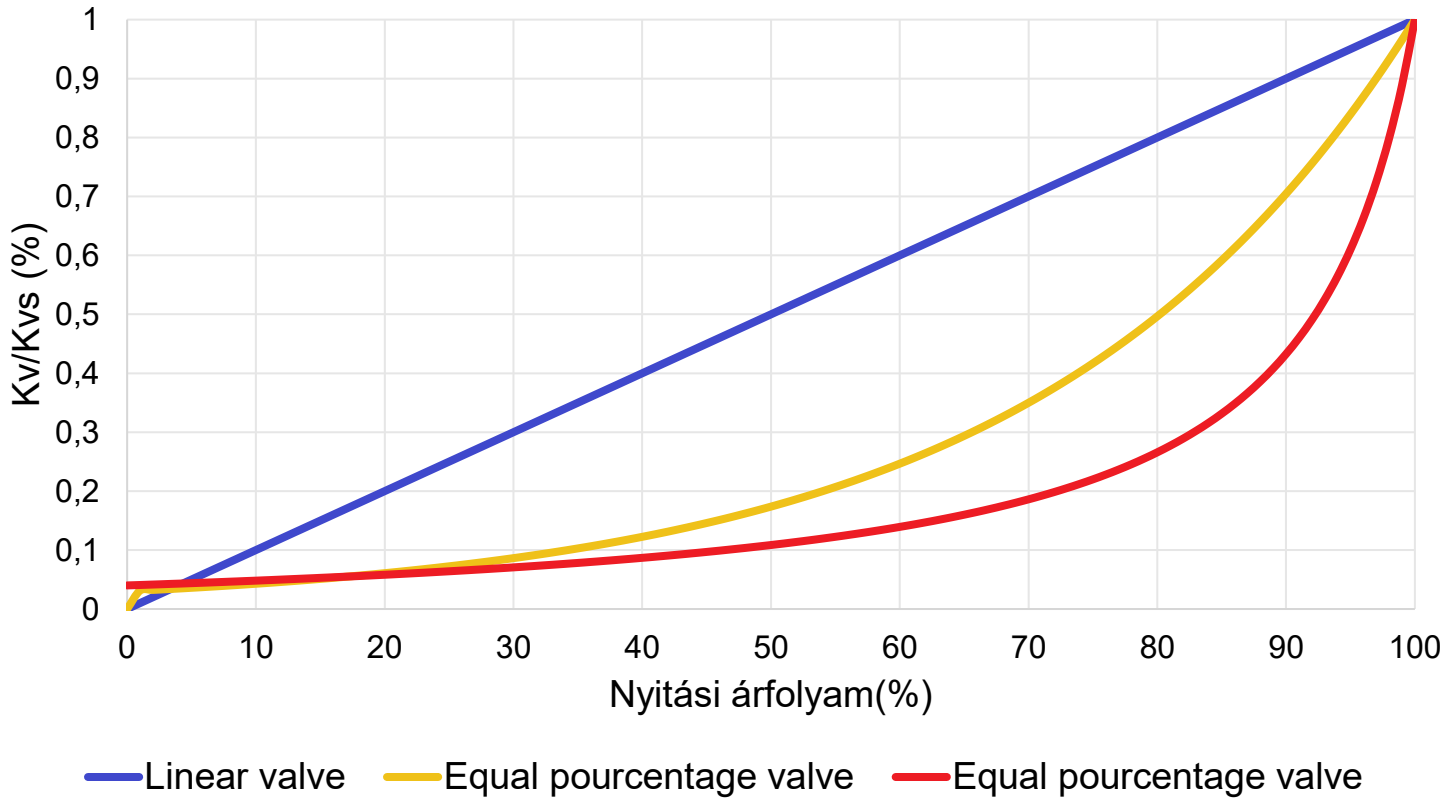
$$\Delta p = 1\ bar$$

$$\frac{\dot{m}}{\sqrt{\Delta p}} = \begin{cases} Kv_s & ha\ \ nyitás = 1 \\ Kv & ha\ nyitás \neq 1 \\ Kv_0 & ha\ \ nyitás = 0 \end{cases}$$

Lineáris szelep: $\frac{Kv}{Kv_s} = nyitás$

5.2 Szelepek

Hogyan szabályozzuk a hőleadók térfogatáramát, és hogyan biztosítsuk a hidraulikai beszabályozást?



$$\dot{m} = Kvs\sqrt{\Delta p}\ nyitás$$

$$Mert\ \Delta p = 1\ bar$$

$$\frac{\dot{m}}{\sqrt{\Delta p}} = \begin{cases} Kv_s & ha\ nyitás = 1 \\ Kv & ha\ nyitás \neq 1 \\ Kv_0 & ha\ nyitás = 0 \end{cases}$$

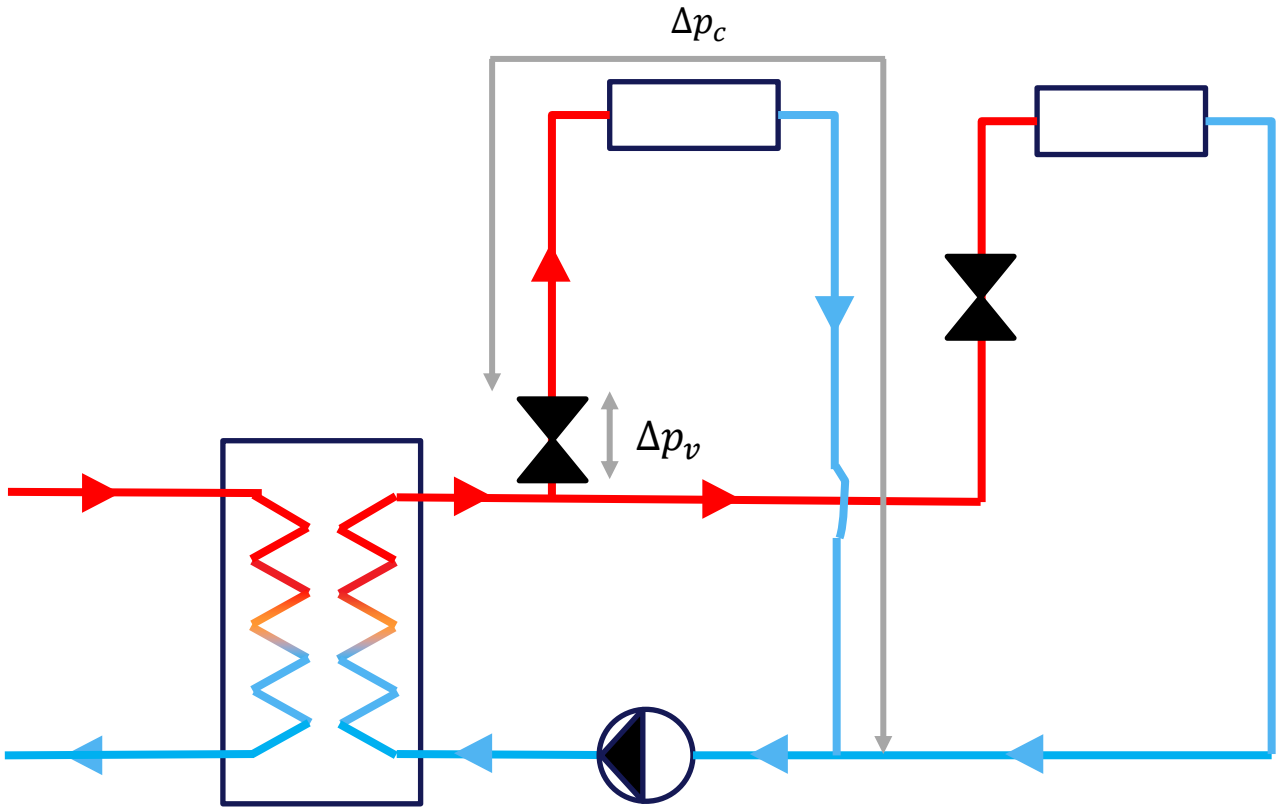
Lineáris szelep: $\frac{Kv}{Kv_s} = nyitás$

Egyenlő százalék:

$$\frac{(Kv - Kv_0)/(Kv + Kv_0)}{(Kv_s - Kv_0)/(Kv_s + Kv_0)} = nyitás$$

5.2 Szelepek

Szelepautoritás (a): A szelep azon képessége, hogy fenntartsa a kívánt (pl. lineáris vagy egyenszázalékos) szabályozási jelleggörbét a valós hidraulikai hálózatban. Kifejezi a teljesen nyitott szelep ellenállásának arányát a teljes szabályozott kör (szelep + csőhálózat + hőleadó) ellenállásához képest.



Szelepautoritás: $a = \frac{\Delta p_v}{\Delta p_v + \Delta p_c}$

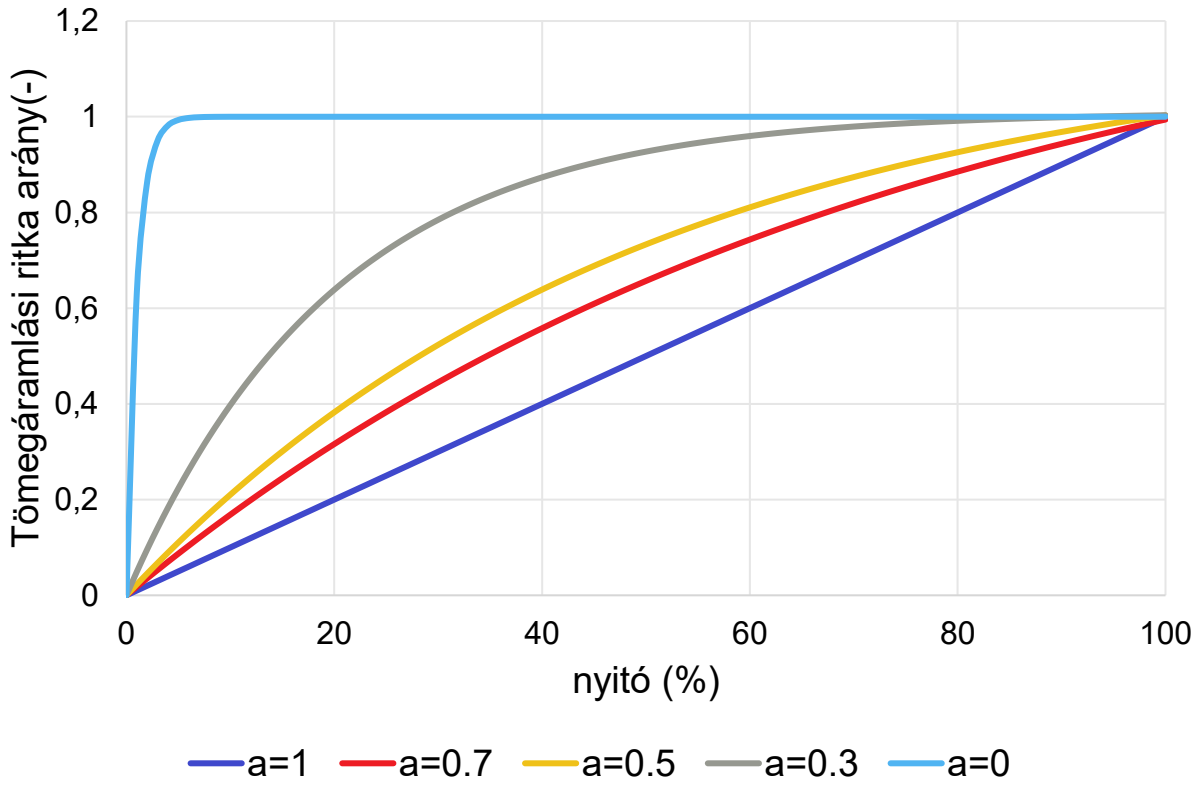
Δp_v : A szelep teljesen nyitott nyomásvesztése

Δp_c : A hurok nyomásvesztése szabályozásához

A stabil szabályozáshoz a szelepautoritás értékét általában $0{,}3$és $0{,}7$(optimálisan $a \approx 0{,}5$) között kell megválasztani.

5.2 Szelepek

Szelepautoritás (a): A szelep azon képessége, hogy fenntartsa a kívánt (pl. lineáris vagy egyenszázalékos) szabályozási jelleggörbét a valós hidraulikai hálózatban. Kifejezi a teljesen nyitott szelep ellenállásának arányát a teljes szabályozott kör (szelep + csőhálózat + hőleadó) ellenállásához képest.



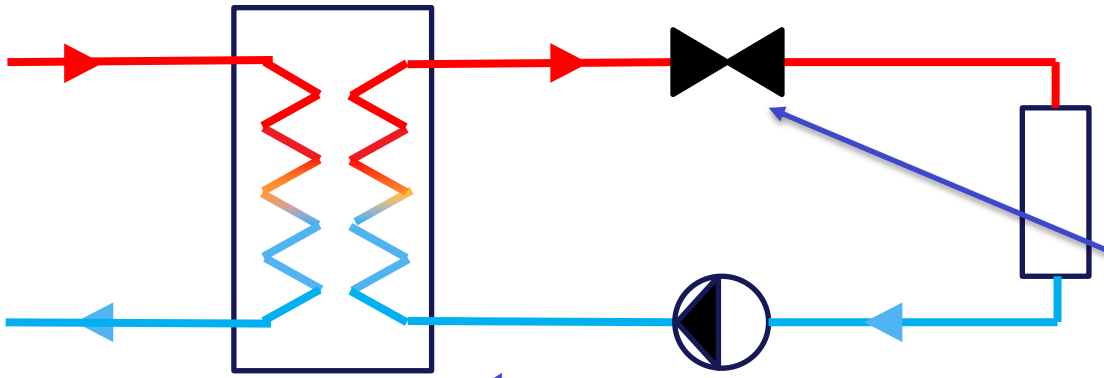
Szelepautoritás: $a = \frac{\Delta p_v}{\Delta p_v + \Delta p_c}$

Δp_v : A szelep teljesen nyitott nyomásvesztése

Δp_c : A hurok nyomásvesztése szabályozásához

A stabil szabályozáshoz a szelepautoritás értékét általában $0{,}3$és $0{,}7$(optimálisan $a \approx 0{,}5$) között kell megválasztani.

5. Elosztórendszer



Hogyan méretezzük a szekunder (fogyasztói) hálózatot?

Csövek



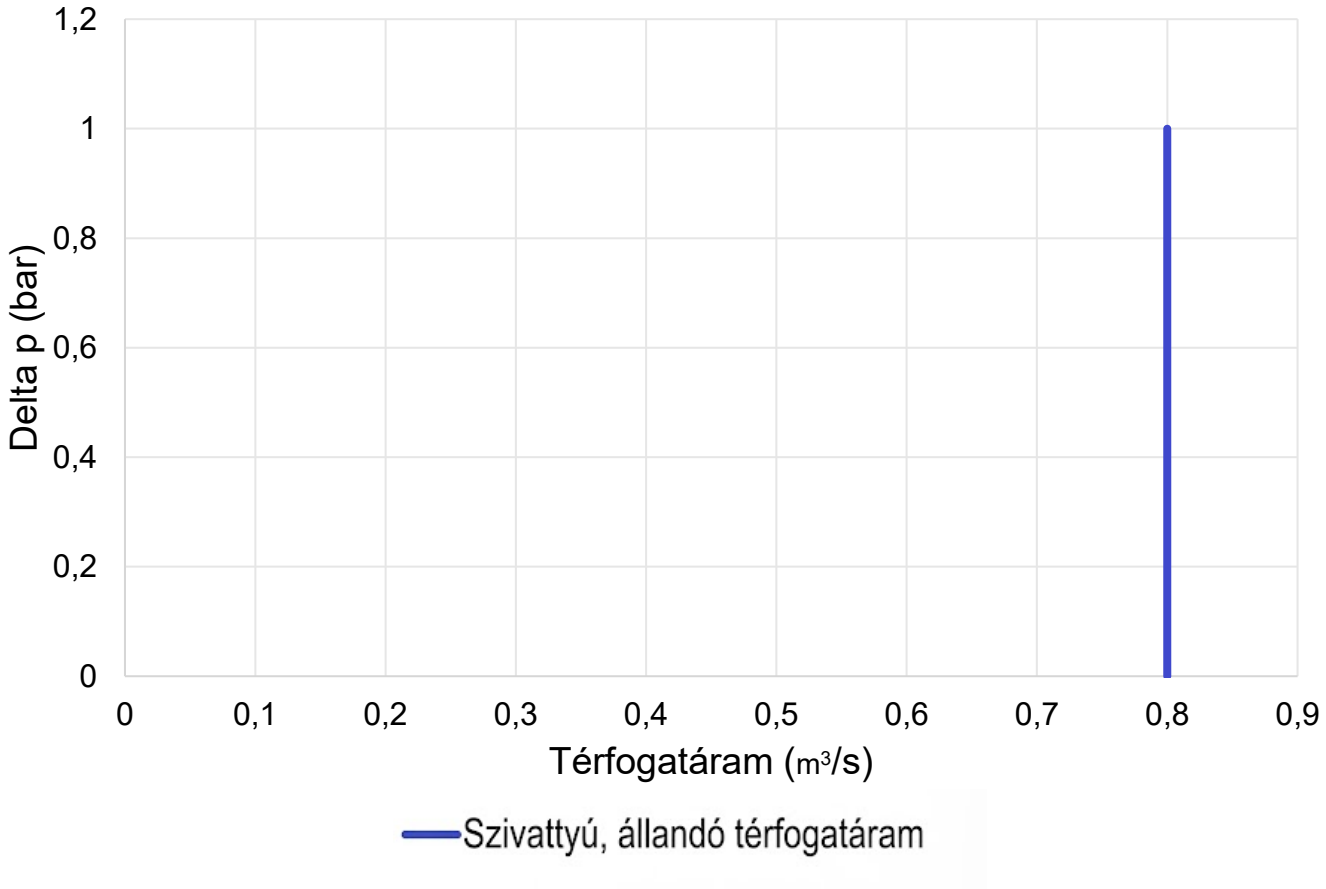
Szivattyú



Szelepek

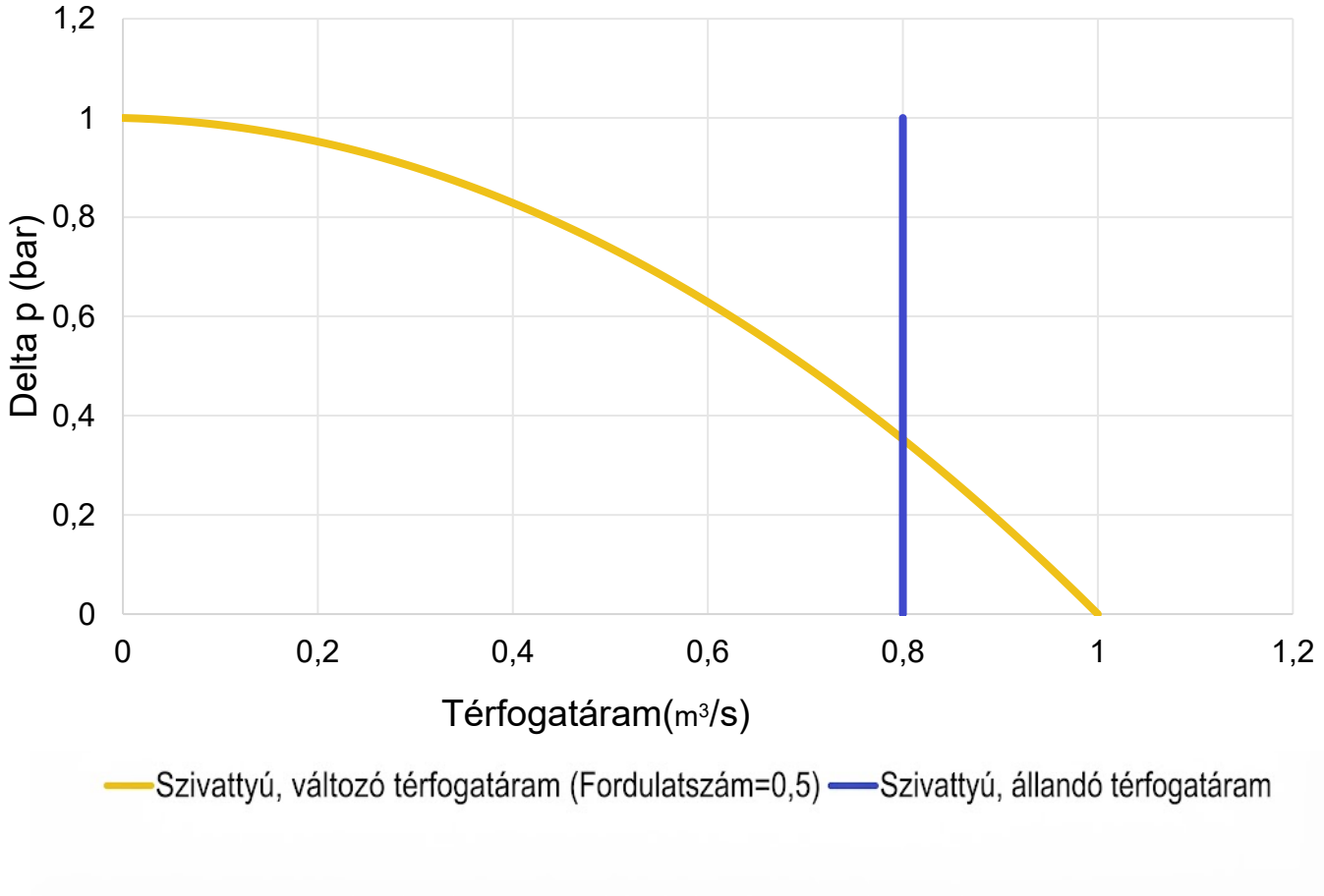


5.3 Szivattyúk



Állandó térfogatáramú szivattyú

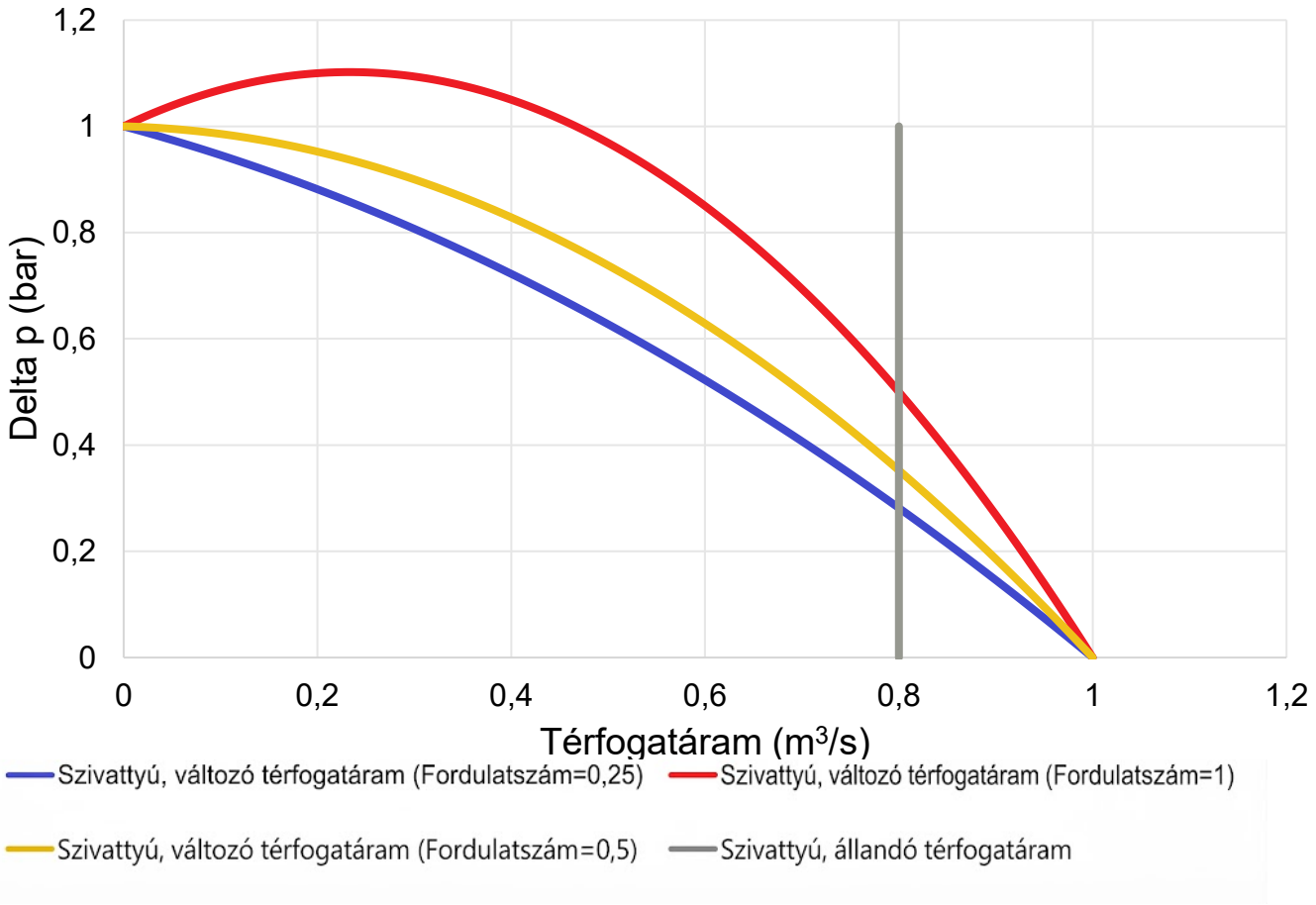
5.3 Szivattyúk



Állandó térfogatáramú szivattyú
Változó térfogatáramú szivattyú állandó sebességgel:

$$\Delta p = A\,\dot{V}^2 + B\dot{V} + C$$

5.3 Szivattyúk



Állandó áramlási térfogatáramú szivattyú
Változó térfogatáramú szivattyú állandó sebességgel:

$$\Delta p = A\,\dot{V}^2 + B\,\dot{V} + C$$

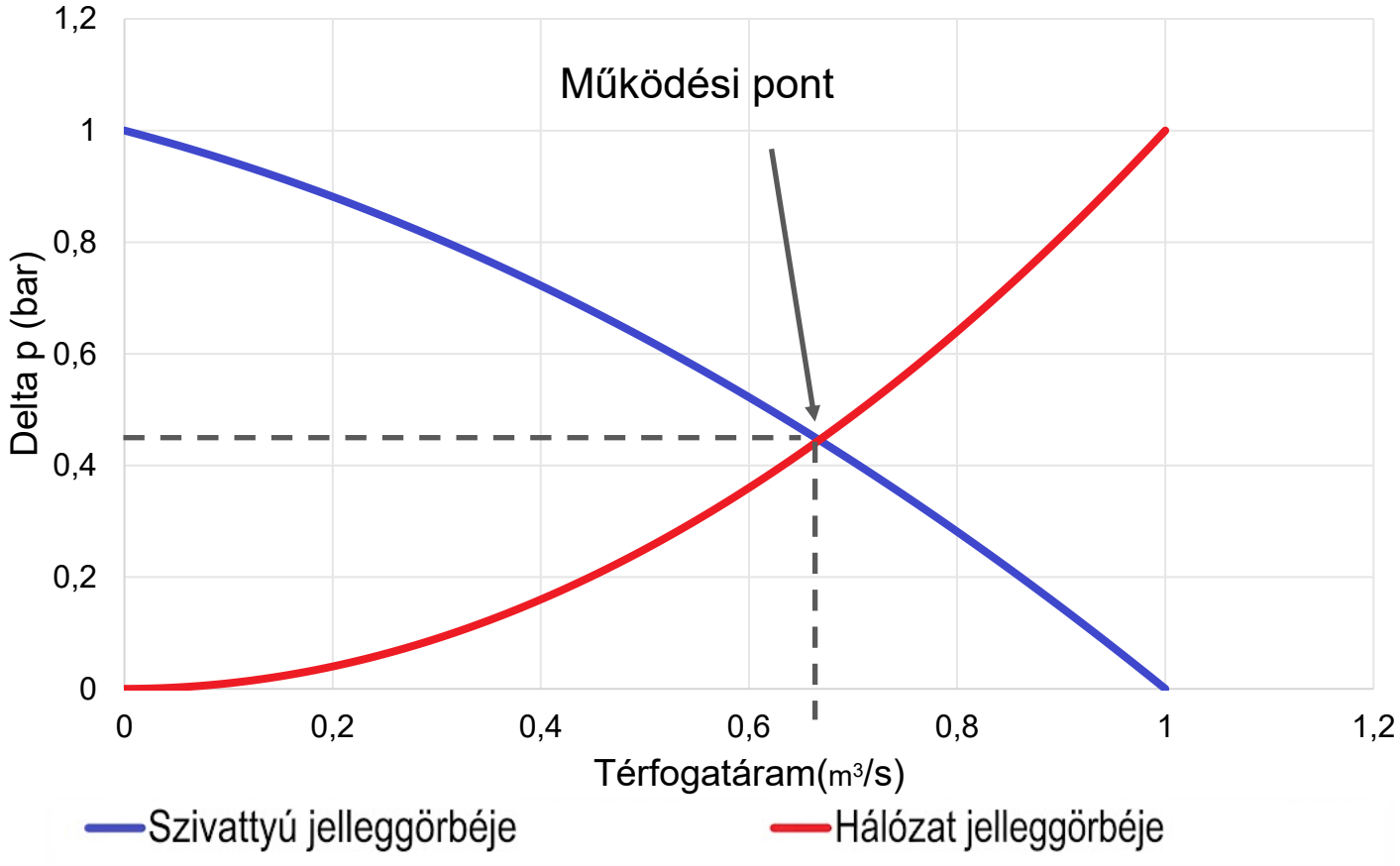
Változó térfogatáramú- és változó fordulatszámú szivattyú

$$\Delta p = A\,\dot{V}^2 + B\,\dot{V} + C$$

A következők A, B *és* C A sebességtől függően
Szivattyú elektromos teljesítménye:

$$P_{elec} = \frac{\Delta p\,\dot{V}}{\eta_{elec}\,\eta_{hydro}}$$

5.3 Szivattyúk

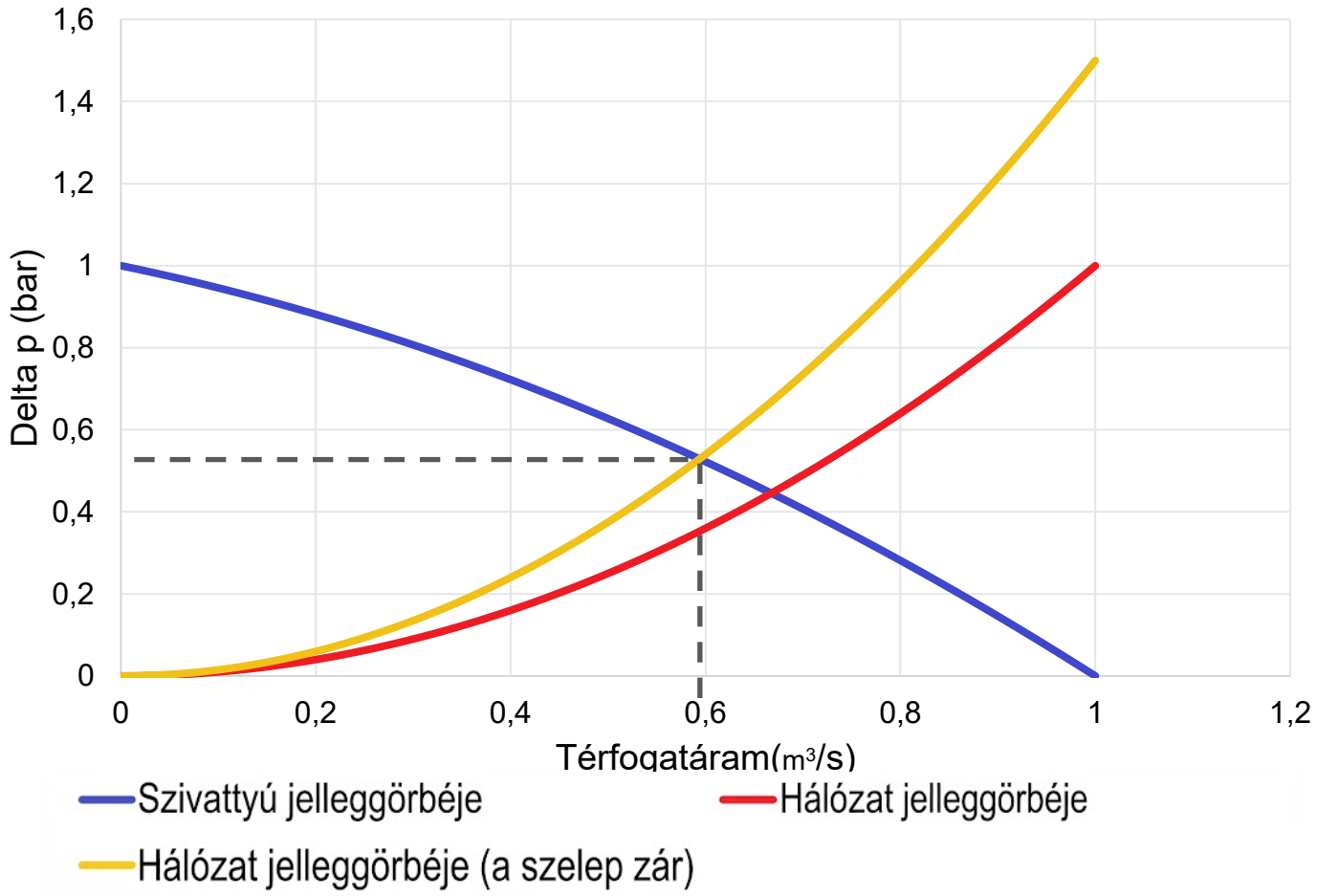


A hálózati karakterisztikai görbe a következőktől függ:

- A fajlagos nyomásveszteségtől
- A szelep kinyílása miatt keletkező nyomásveszteségektől

A hálózat térfogatáram szivattyú görbe és a hálózat görbéje által kimetszett metszéspont adja meg a munkapontot.

5.3 Szivattyúk



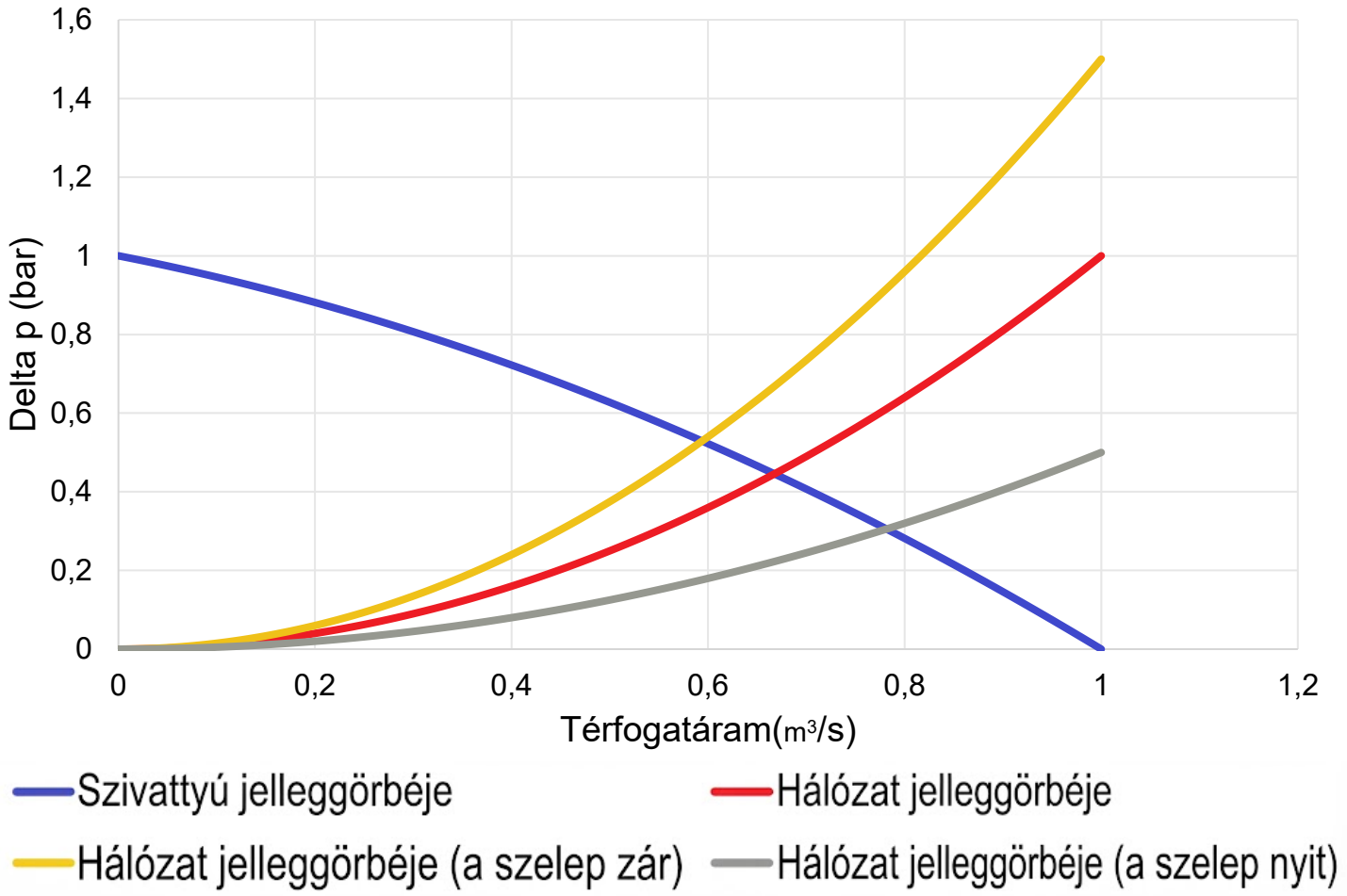
A hálózati karakterisztikai görbe a következőktől függ:

- A fajlagos nyomásveszteségtől
- A szelep kinyílása miatt keletkező nyomásveszteségektől

A hálózat térfogatáram szivattyú görbe és a hálózat görbéje által kimetszett metszéspont adja meg a munkapontot.

Amikor a szelep záródik, a hálózat nyomásveszteségei változnak, és a hálózat karakterisztikai görbéje változik

5.3 Szivattyúk



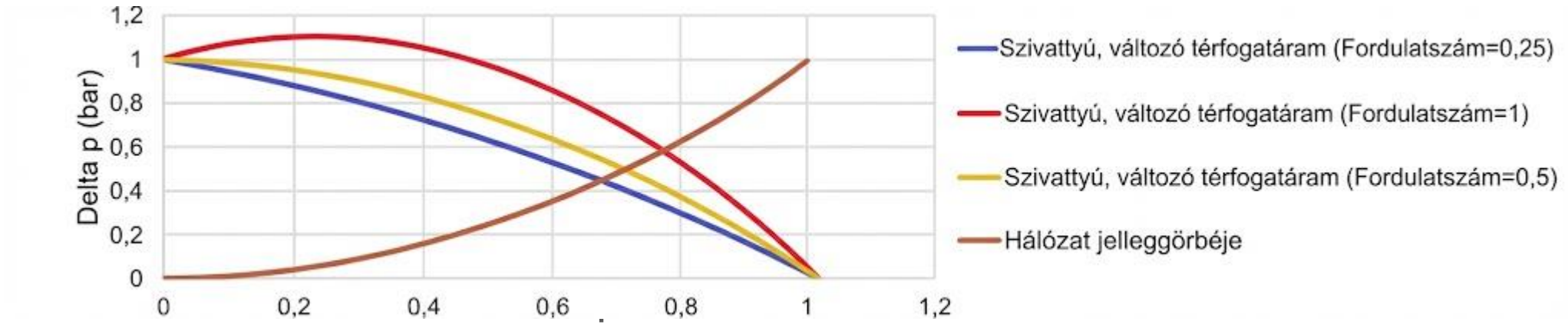
A hálózati karakterisztikai görbe a következőktől függ:

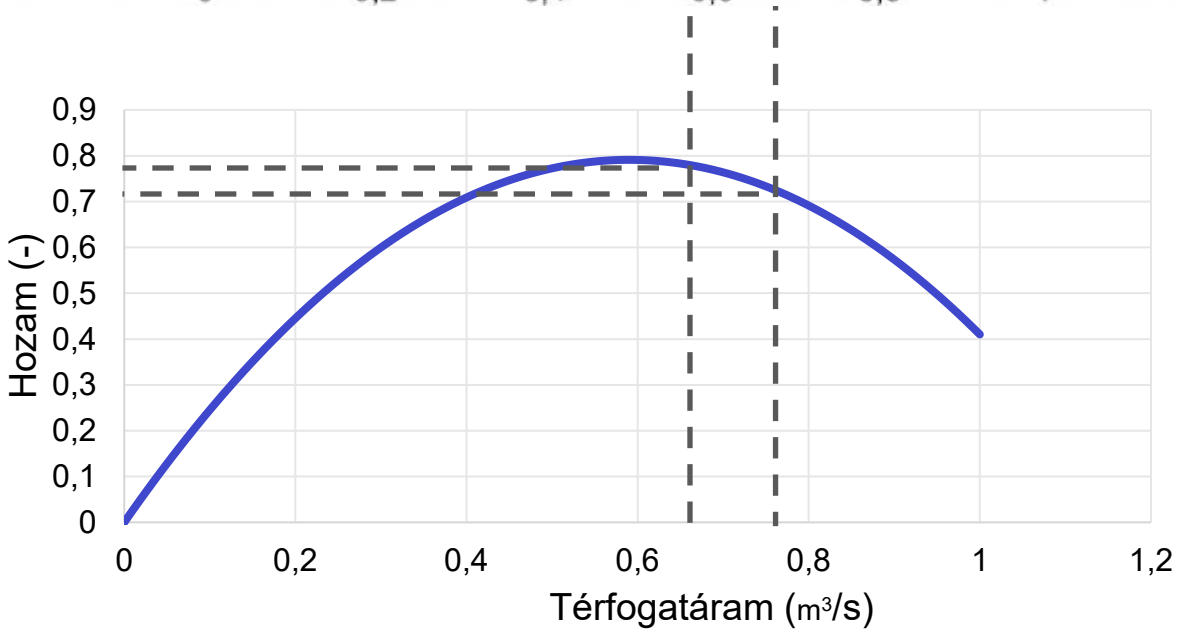
- A fajlagos nyomásveszteségtől
- A szelep kinyílása miatt keletkező nyomásveszteségektől

A hálózat térfogatáram szivattyú görbe és a hálózat görbéje által kimetszett metszéspont adja meg a munkapontot.

Amikor a szelep záródik, a hálózat nyomásveszteségei változnak, és a hálózati görbe változik
Ugyanez történik, amikor a szelep nyitódik csak ellentétes irányban.

5.3 Szivattyúk





A fordulatszám-szabályozott (változó térfogatáramú) szivattyúk alkalmazása lehetővé teszi a változó térfogatáram-igények energiatakarékos kiszolgálását a szivattyú üzemi hatásfokának optimalizálásával és a felesleges nyomásnövekedés elkerülésével.

SHaKE
Sharing Knowledge on Energy Communities

CC BY



Thank you!

Module 2.4 - Building side hydronic systems

SHaKE – Sharing Heat and Knowledge on Energy Communities

https://www.shakeproject-dhc.eu/

Developed by Mines Paris – PSL
Antoine Fabre | antoine.fabre@minesparis.psl.eu
Pascal Stabat | pascal.stabat@minesparis.psl.eu

MŰEGYETEM 1782

UNIVERSITAT JAUME I

MINES PARIS | PSL

Co-funded by
the European Union