



Szakmai továbbképzés

Épületgépészeti tagozat

Áramlástan alapismeretek

Határolt térbeni, egyidejű kényszer- és szabadáramlás párhuzamos csőkötegekben

Fűtési-, hűtési hálózatok hidraulikája

Alternatív fűtési rendszerek, biomasszakazánok, pellet-, faapríték -, hasábfű kazánok

Magyar Mérnöki Kamara

2020

Doholuczki Tibor

SZAKMAI TOVÁBBKÉPZÉS 2020

MAGYAR MÉRNÖKI KAMARA

MMK.HU





Szakmai továbbképzés

Épületgépészeti tagozat

Áramlástan alapismeretek

Magyar Mérnöki Kamara

2020

SZAKMAI TOVÁBBKÉPZÉS 2020

MAGYAR MÉRNÖKI KAMARA

MMK.HU





A jövő: Előrejelzés 2050-ig

- Gazdaság: + 500%
- Népeség: + 50%
- Energiafelhasználás: + 300%
- Termelés: + 300%
- **Földgolyó: + 0%**





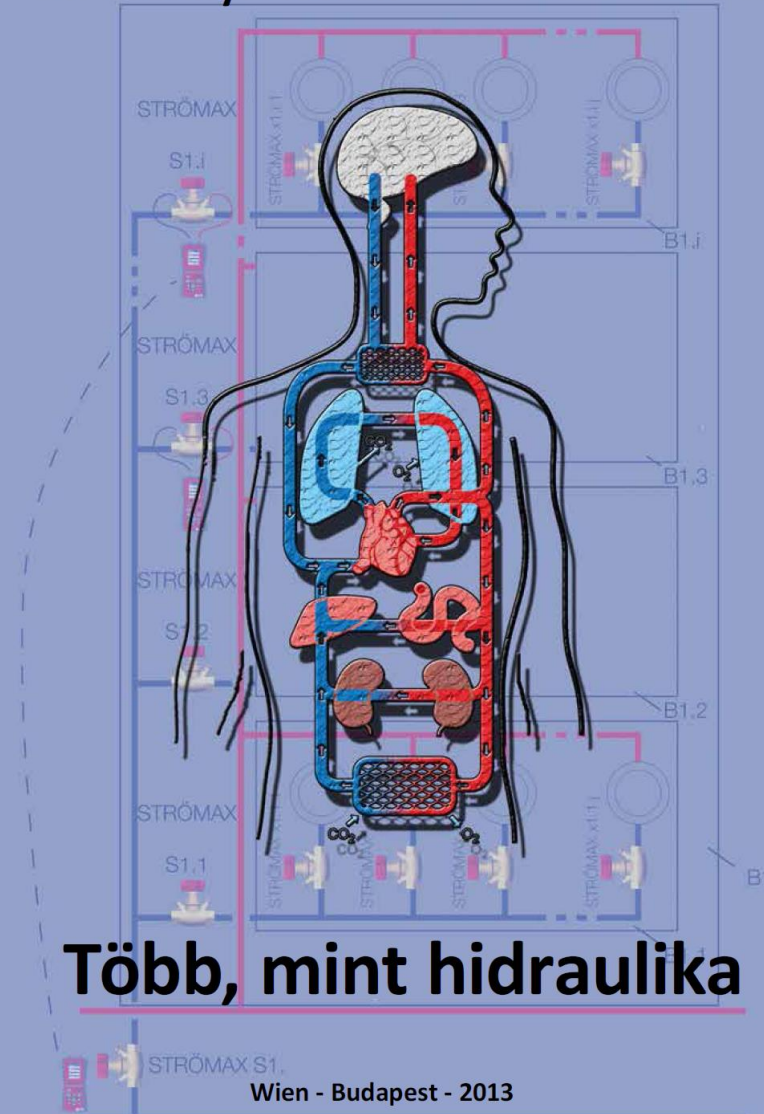
Az emberiség legnagyobb problémái a következő 50 évben

1. Energia
2. Víz
3. Élelmiszer
4. Környezet
5. Szegénység
6. Terrorizmus és háború
7. Betegségek
8. Oktatás
9. Demokrácia
10. Népeségrobbanás





Dr. Csoknyai István Doholuczki Tibor





•1. Áramlástan alapismeretek

- 1.1. Áramlástan alapfogalmak
- 1.2. Áramlástan alapösszefüggések
 - 1.2.1. Folytonossági tétel (kontinuitási tétel)
 - 1.2.2. Hidrosztatika alapegyenlete
 - 1.2.3. Euler-egyenlet
 - 1.2.4. Navier–Stokes-egyenlet
 - 1.2.5. Általános Bernoulli-egyenlet
 - 1.2.6. Veszteséges Bernoulli-egyenlet
 - 1.2.7. Általános impulzus-tétel
- 1.3. Lamináris és turbulens áramlás
- 1.4. Nyomásvesztés kör keresztmetszetű csőben
 - 1.4.1. Nyomásvesztés kör keresztmetszetű, egyenes csőben lamináris áramlásnál
 - 1.4.1.1. Hagen–Poiseuille-törvény
 - 1.4.2. Nyomásvesztés kör keresztmetszetű egyenes csőben, turbulens áramlásnál
 - 1.4.3. Alaki ellenállások miatti nyomáscsökkenés
- 1.5. Hirtelen zárás
- 1.6. Zaj, kavitáció
 - 1.6.1. A zaj
 - 1.6.2. Kavitáció, kavitációs zaj



Bogdánfy Ödön – Hidraulika, 1904

„A hidraulika nem egyéb, mint gyakorlati élet céljaira alkalmazott hidromekánika.

Archimedes (sz. 287 Kr. e., megh. 212 Kr. e.) volt az, aki a hidromekánika alapjait megvetette. Ő állapította meg azt a híres tételt, hogy a vízbe merült test sulya a kiszorított víz sulyával csökken.

Galilei (1564–1642) volt a hidromekánika megalapítója; az ő koráig csakis a víz nyomásával, sztatikai problémákkal foglalkoztak. Hogy mily nehézséggel küzdött ebben a dologban Galilei, mutatja híres mondása is, hogy könnyebb volt neki az égi testek mozgásának vizsgálata, mint a vízmozgásáé, bár ez utóbbi szemünk előtt történik.

Torricelli (1608–1647) magyarázta meg a levegőnyomását ma már közönségesen ismert kísérletével s megfejtette a vízszivattyú működését. Ő állította föl azt a tételt, hogy a nyomás alatt kifolyó vízszugár sebessége akkora, mintha a víz a nyomómagasságról szabadon esett volna le.

Jelentős haladás a hidromekánika terén *Pascal*-nak (1623–1662) *Traite de l' Equilibre des Liqueurs* című munkája, mely halála után 1663-ban jelent meg s a folydékok egyensúlyát tárgyalja. Ő állította föl azt a tételt, hogy a folyadékra gyakorolt nyomás minden irányban egyformán terjed el s egyenlő területü felszíneken egyenlő nagyságú.



Bogdánfy Ödön – Hidraulika, 1904

1687-ben *Newton* (1643–1727) kimutatja a nyílásokon kifolyó víz összehúzódását.

Bernoulli Dániel (1700–1783) bázeli tudós 1738-ban bocsátja közre hidrodinamikáját, melyben híres tételét állítja föl, hogy a csőben mozgó víz sebességének és nyomásának megfelelő nyomásmagasságok összege minden ponton egyenlő.

1774-ben *D'Alembert* (1717–1783) az inerczia-erő elvének alkalmazásával a mozgás problémáit egyensúlyi problémákra vezeti vissza s ezen az alapon a hidraulikai kérdések közül sokat megold. Ő állapította meg a víz mozgásának alapképleteit.

Leonhard *Euler* (1707–1783) tovább vitte *D'Alembert* fejtegetéseit s a hidrosztatika és hidrodinámika alapképleteit ma is használatos differenciális alakjukban állította föl.

Lagrange (1736–1813) és *Laplace* (1749–1827) *Euler* nyomán fejlesztették tovább a hidromekánikát.

A tiszta matematikai térről a XVIII. század végén a tudósok a kísérleti térre mentek át.



Bogdánfy Ödön – Hidraulika, 1904

Az elsők között kell itt említenünk *Du Buat*-t (1732–1787), ki 1779-ben megjelent *Principes d'Hydraulique* című művében a vízfolyás törvényeit tárgyalja s kimutatja a mederfal ellenállásának és a vízszálak egymáshoz való surlódásának hatását a víz mozgására. *Du Buat* kísérlete révén egész új alapokra fektette a hidraulikát s a tisztán teoretikus térről a praktikusra vitte át.

Nyomdokait követték *Borda, Bossut, D'Aubuisson, Prony, Eytelwein, Poncelet* és *Lesbros, Weisbach, Humphreys* és *Abbot, Darcy es Bazin, Ganguillet* és *Kutter* stb., kik kísérleteikkel és vizsgálódásaikkal sok fontos hidraulikai kérdést oldottak meg s a folyó víz mozgásainak törvényeit tapasztalati formulákba foglalták.”

Bánki Donát, Kármán Tódor, Gruber József, Blahó Miklós,



DANIELIS BERNOULLI JOH. FIL.

MED. PROF. BASIL.

ACAD. SCIENT. IMPER. PETROPOLITANÆ, PRIUS MATHESEOS
SUBLIMIORIS PROF. ORD. NUNC MEMBRI ET PROF. HONOR.

HYDRODYNAMICA,

SIVE

DE VIRIBUS ET MOTIBUS FLUIDORUM
COMMENTARIUS.

OPUS ACADEMICUM

AB AUCTORE, DUM PETROPOLI AGERET,
CONGESTUM.



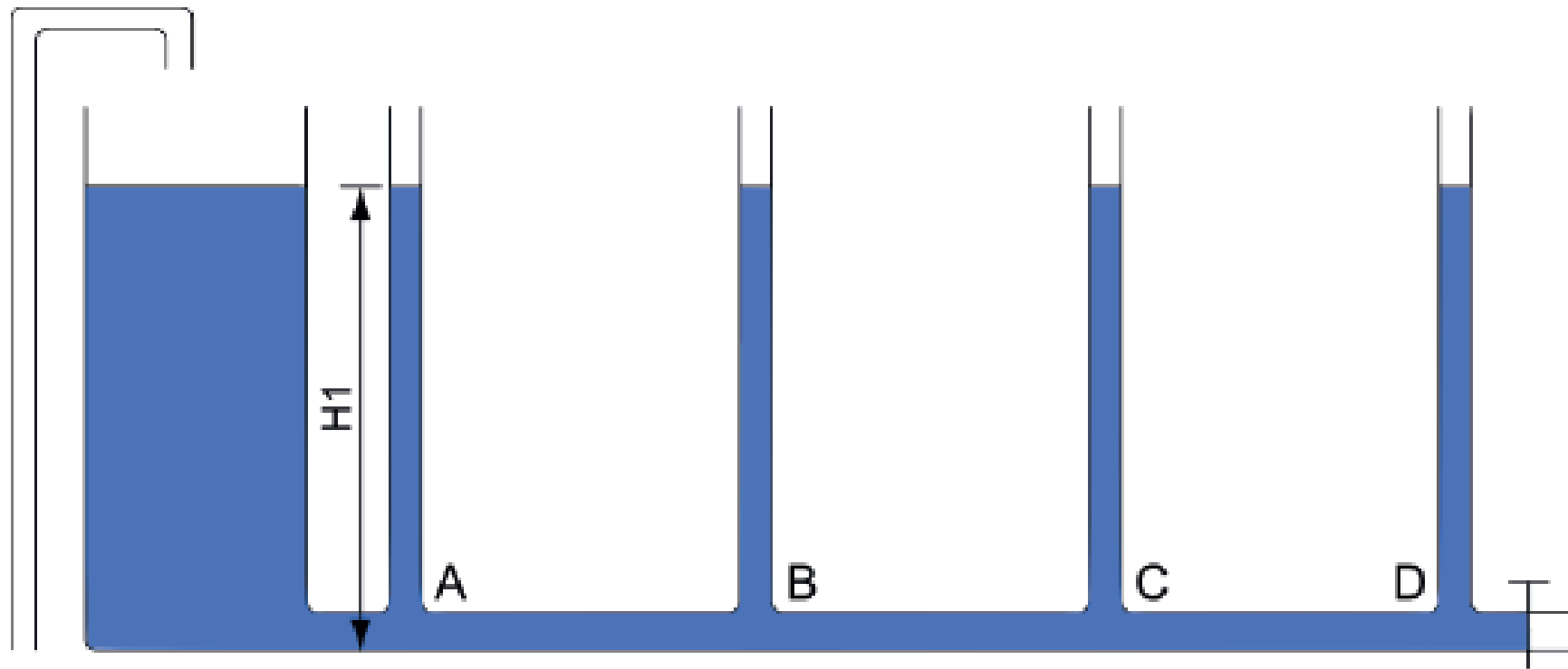
ARGENTORATI,

Sumptibus JOHANNIS REINHOLDI DULSECKERI,

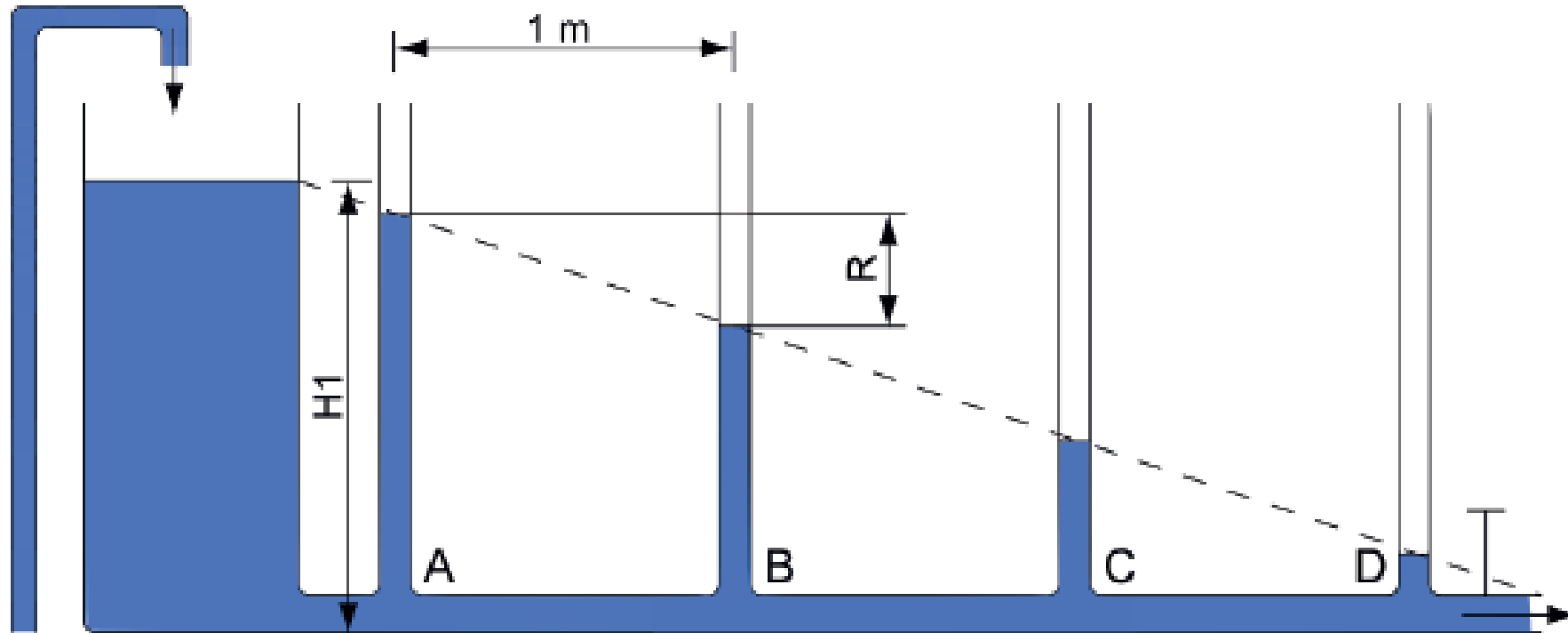
Anno M D CC XXXVIII.

Typis JOH. HENR. DECKERI, Typographi Basiliensis.

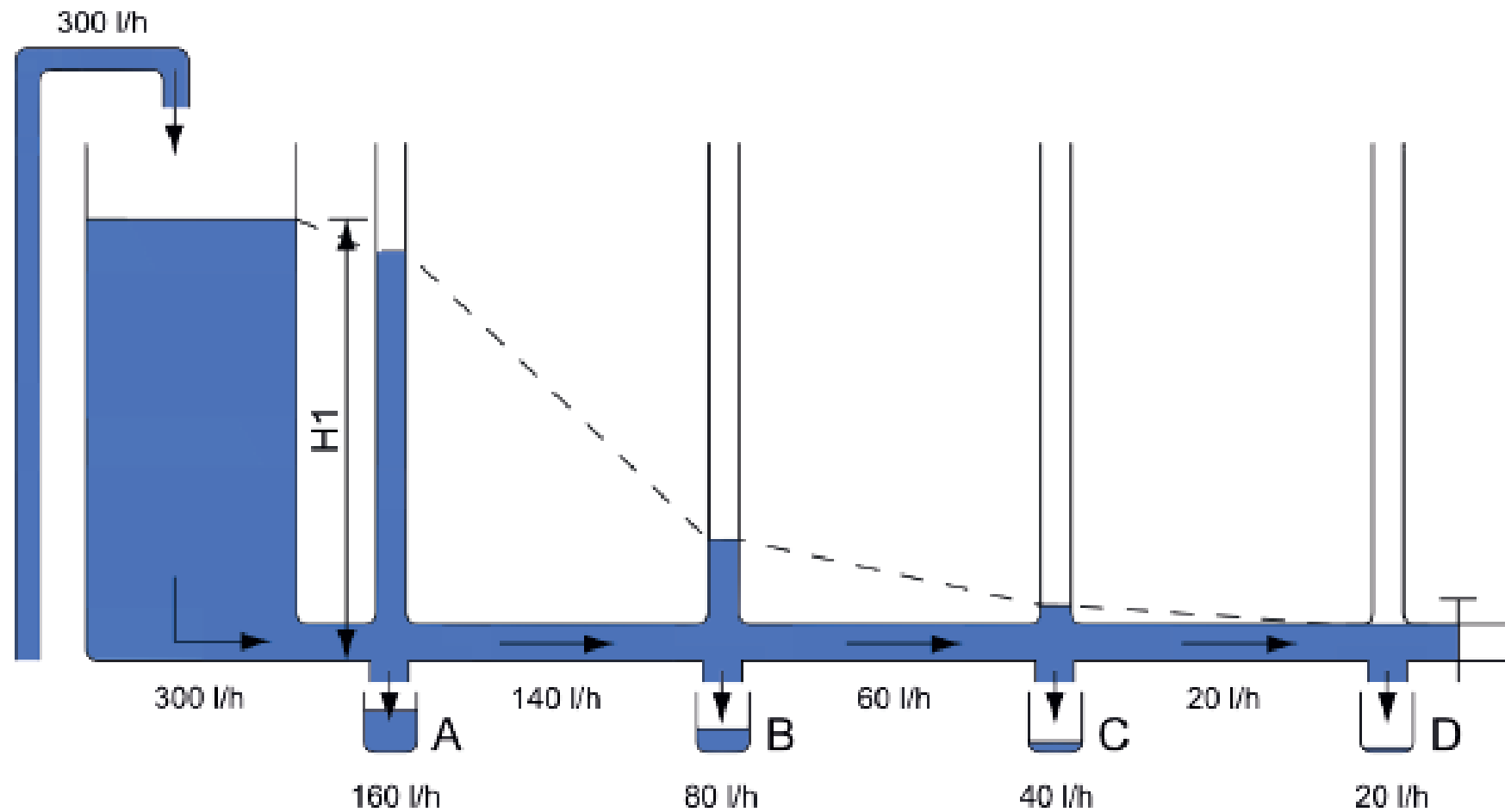
Danielis Bernoulli – HYDRODYNAMICA, 1738



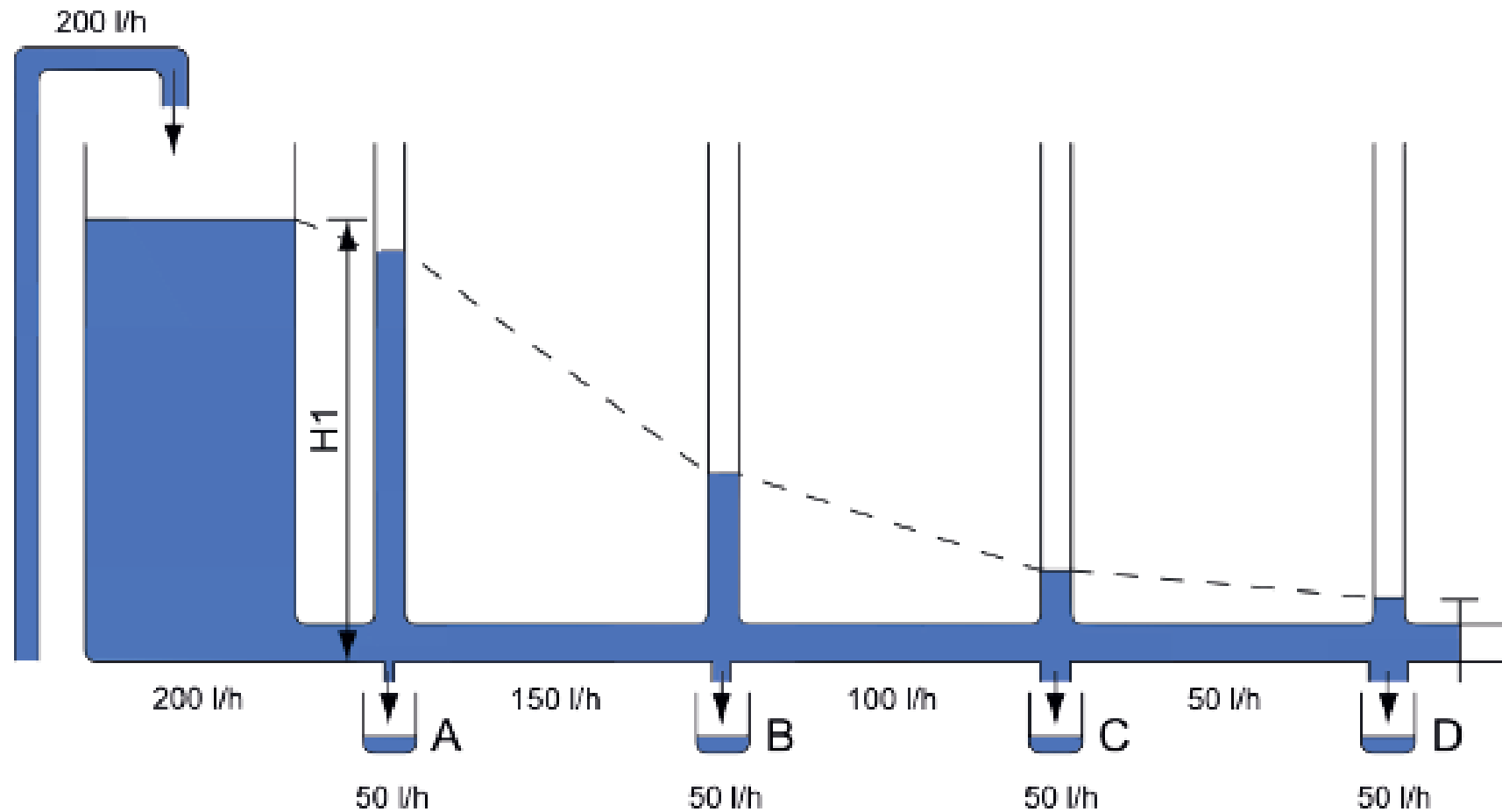
0./1. ábra: Nyomásviszonyok teljes nyugalomban



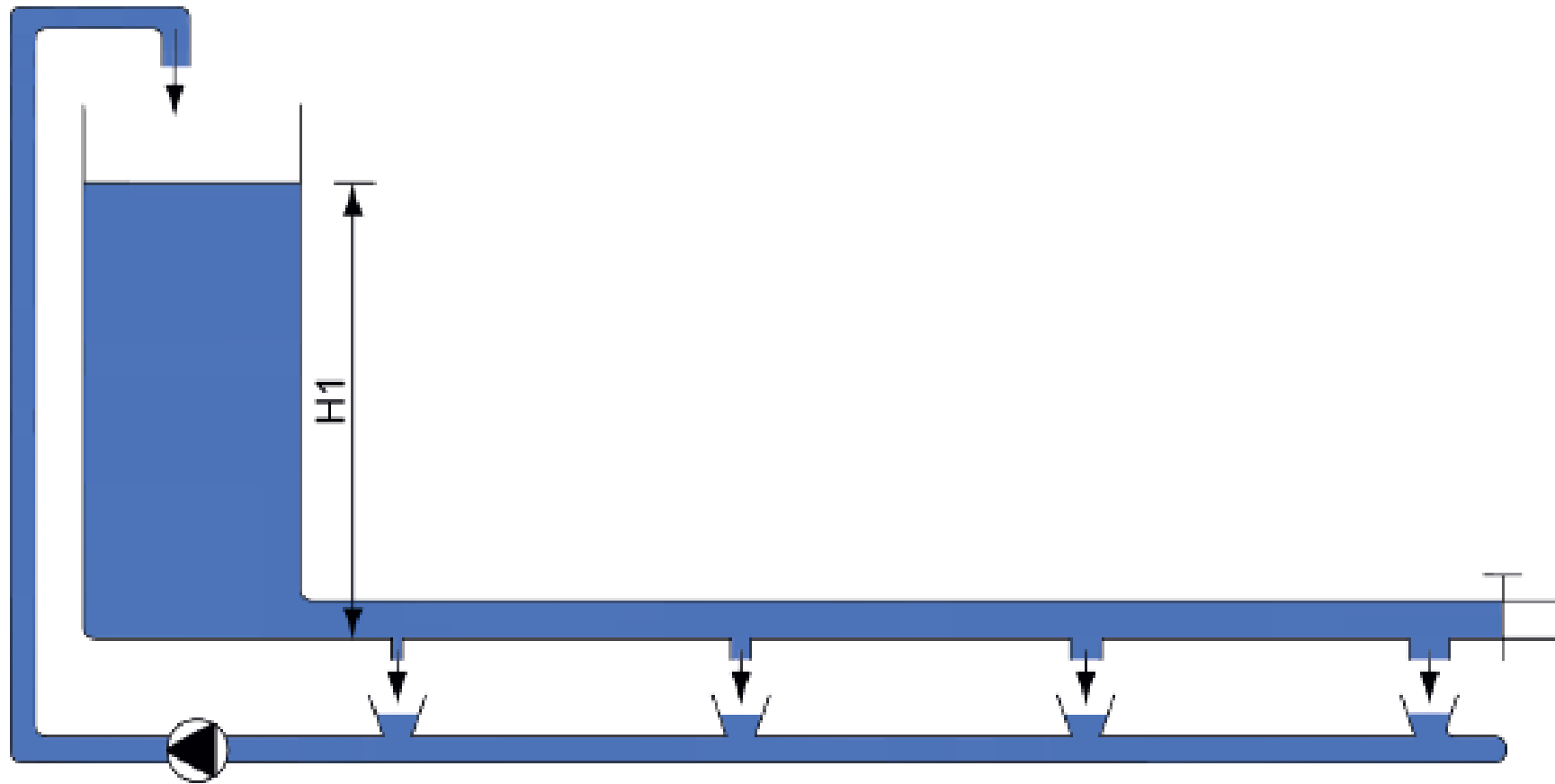
0./2. ábra: Nyomásviszonyok az elzáró nyitása után



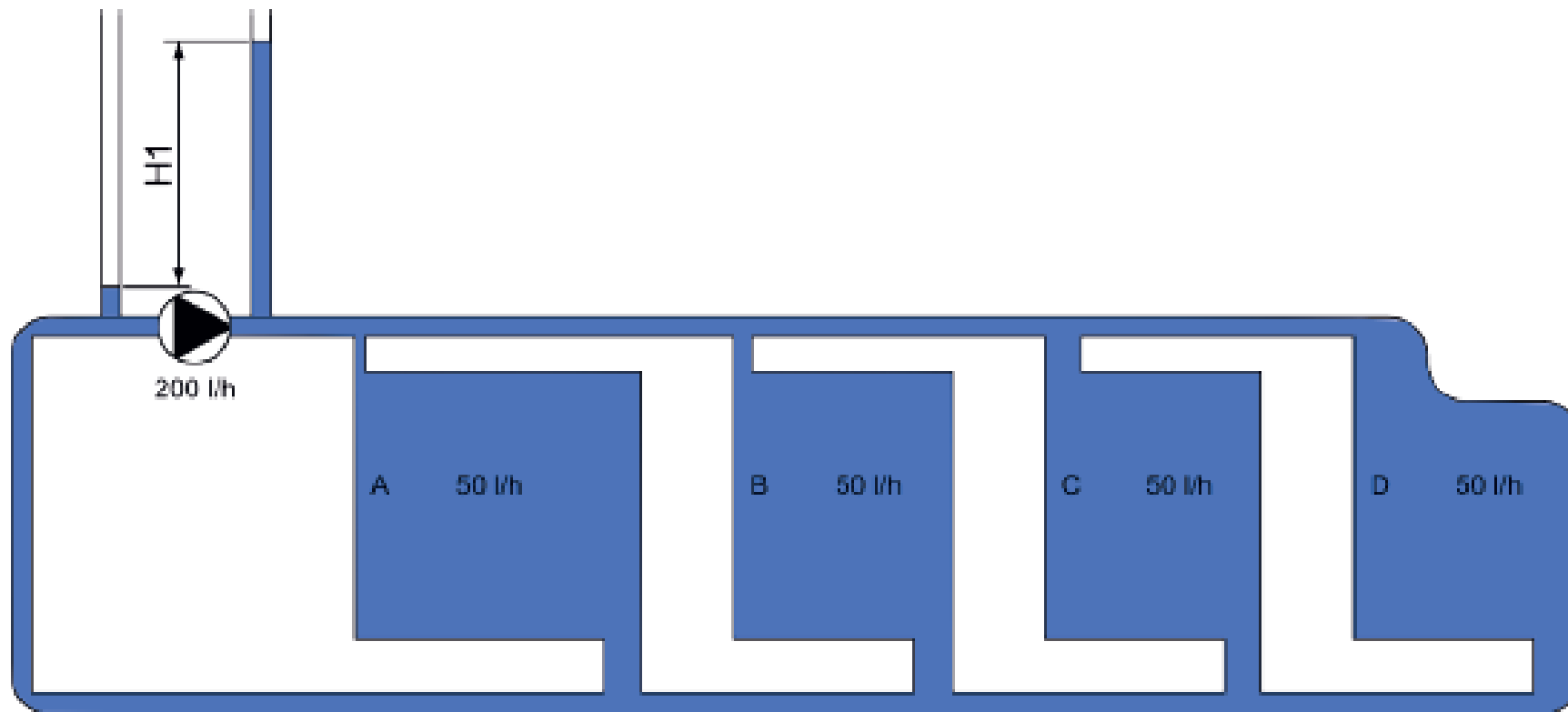
0/3. ábra: Nyomás- és térfogatáram viszonyok az A, B, C, D pontokban *örvénnyel* megnyitás után



0/4. ábra: Nyomás- és térfogatáram viszonyok „beszabályozás” után



0./5. ábra: Folyamatos működés



0./6. ábra: Ez már épületgépészet



Folytonossági tétel (kontinuitási tétel)

$$-\int_V \frac{\partial \rho}{\partial t} dV = \int_A \rho * \underline{v} d\underline{A}$$

A folytonossági tétel integrál alakja az anyagmegmaradási tételt fejezi ki. Adott térrészben tömeg nem keletkezhet, és nem tűnhet el. Baloldalán található, hogy a V térfogatban (melyet az A felület határol) elhelyezkedő tömeg másodpercenként mennyit változik. A jobboldalán pedig az A felületen (melyet a V térfogatot határolja) mennyivel több tömeg áramlik ki, mint be. Az áramlási térben kijelölt térfogatra vonatkozóan adja meg az anyagmegmaradást.

$$\rho_1 * \overline{v_1} * A_1 = \rho_2 * \overline{v_2} * A_2$$



Euler-egyenlet

$$\frac{d\underline{v}}{dt} = \underline{g} - \frac{1}{\rho} * \text{grad } p$$

Az egységnyi tömegre ható erők eredője egyenlő az egységnyi tömeg mozgásmennyiségének egységnyi időre jutó változásával (Newton II. axiómájából), azaz az egységnyi tömeg és gyorsulás szorzatával. Súrlódásmentes közegre érvényes, csúsztatófeszültség $\tau=0$.



Hidrosztatika alapegyenlete

$$\text{grad } p = \rho * \underline{g}$$

Az Euler egyenletből $\frac{\partial v}{\partial t} = \underline{g} - \frac{1}{\rho} * \text{grad } p$ vezetjük le. Hidrosztatikánál a folyadék nem gyorsul, így a sebességváltozást képviselő tag $\frac{dv}{dt} = 0$, valóságos folyadékok esetén is pontos eredményt kapunk, mivel csúsztatófeszültség nem lép fel (nyugalomban van a folyadék).

Az egységnyi tömegre ható erők eredője egyenlő az egységnyi tömeg mozgásmennyiségének egységnyi időre jutó változásával (Newton II. axiómájából).

Amennyiben az erőter potenciálos, teljesül a $\underline{g} = -\text{grad } U$ feltétel.

$$\text{Így } \text{grad } p = -\rho * \text{grad } U.$$

Amennyiben az erőter potenciálos és a közeg sűrűsége állandó, akkor a Bernoulli-egyenletet kapjuk a sebesség tag nélkül: $\frac{p_1}{\rho} + u_1 = \frac{p_2}{\rho} + u_2$.



Navier-Stokes-egyenlet

$$\frac{d\underline{v}}{dt} = \frac{d\underline{v}}{dt} + \text{grad} \frac{v^2}{2} - \underline{v} \times \text{rot} \underline{v} = \underline{g} - \frac{1}{\rho} * \text{grad} p + \nu * \Delta \underline{v}$$

Feltételezzük az áramló newtoni közeg dinamikai viszkozitásának és a sűrűségének állandóságát, súrlódásmentességet viszont nem. Ebben különbözik az Euler-egyenlettől, amit a $\nu * \Delta \underline{v}$ szorzat ír le.



Általános Bernoulli-egyenlet

Kapcsolatot teremt a folyadék gyorsulása és a folyadékra ható erők között.

$$\int_1^2 \frac{d\underline{v}}{dt} d\underline{s} + \int_1^2 \text{grad} \frac{v^2}{2} d\underline{s} - \int_1^2 \underline{v} \times \text{rot} \underline{v} d\underline{s} = \int_1^2 \underline{g} d\underline{s} - \int_1^2 \frac{1}{\rho} \text{grad} p d\underline{s}$$

Egyszerűsített Bernoulli-egyenlet

$$\frac{v_1^2}{2} + \frac{p_1}{\rho} + u_1 = \frac{v_2^2}{2} + \frac{p_2}{\rho} + u_2$$



Veszteséges Bernoulli-egyenlet

Valóságos folyadékban, valóságos áramlásban a súrlódás és örvénylés következményeit már nem hanyagolhatjuk el, így a veszteséges Bernoulli-egyenletet egy plusz taggal bővítjük.

$$\frac{\rho}{2} * v_1^2 + p_1 + \rho * U_1 = \frac{\rho}{2} * v_2^2 + p_2 + \rho * U_2 + \Delta p'$$



Általános impulzus-tétel

Az impulzus-tétel egy olyan mozgásegyenlet, mely a folyadékra ható erő és a folyadék mozgásállapota között teremt kapcsolatot.

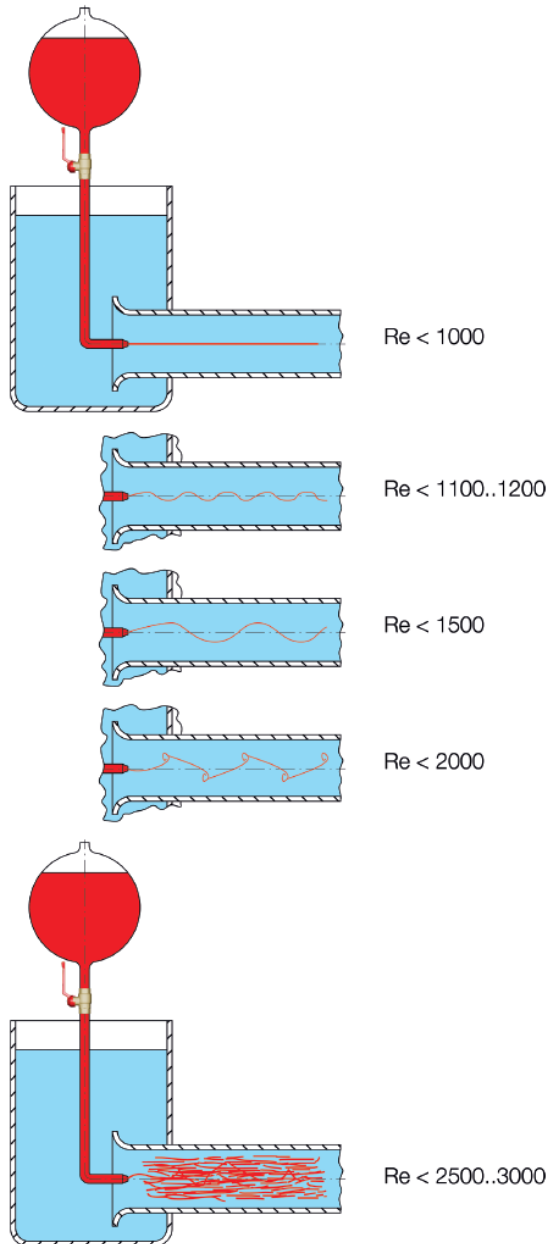
$$\frac{\partial}{\partial t} * \int_V (\rho * \underline{v}) dV + \int_A \underline{v} * \rho * (\underline{v} dA) = \int_V \rho * \underline{g} dV - \int_A p dA, \text{ ahol}$$

$\frac{\partial}{\partial t} * \int_V (\rho * \underline{v}) dV$, V térfogatban lévő mozgásmennyiség egységnyi időre jutó változása (csak instacionárius áramlásnál)

$\int_A \underline{v} * \rho * (\underline{v} dA)$, elemi felületen másodpercenként átlépő mozgásmennyiség (impulzusáram)

$\int_V \rho * \underline{g} dV$, az ellenőrző felületben lévő folyadékra ható térerőből származó erő

$\int_A p dA$, nyomásból származó erők változása.



1.3/1. ábra: Osborne Reynolds 1883-as kísérletének vázlatja

Lamináris és turbulens áramlás

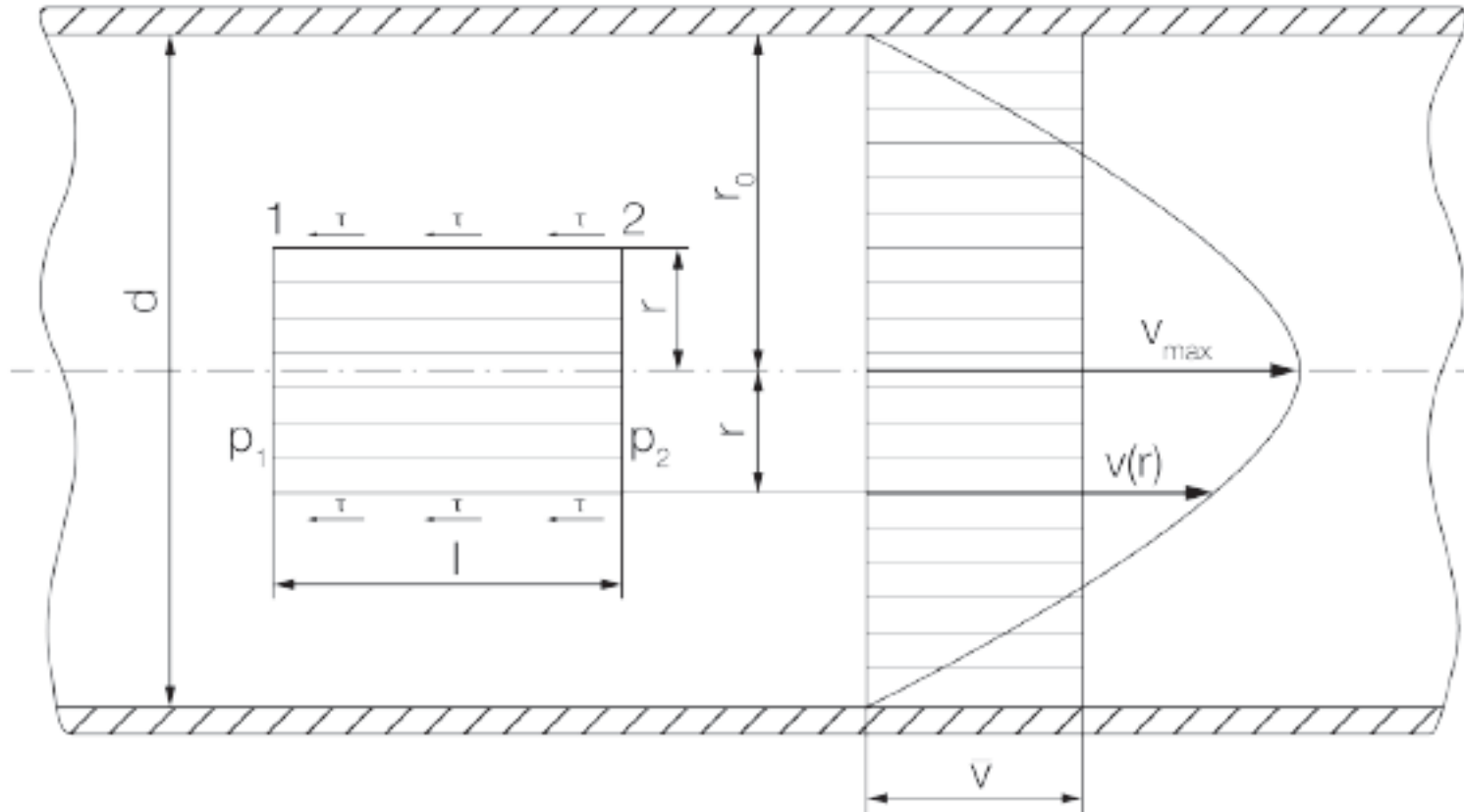
Csőben történő áramlásnál:

$$Re = \frac{v * d}{\nu} = \frac{v * d * \rho}{\mu}$$

Osborne Reynolds 1883-ban festéssel vizsgálta a víz áramlását.



Nyomásveszteség kör keresztmetzetű, egyenes csőben lamináris áramlásnál



1.4.1./1. ábra: Lamináris áramlás csőben



Hagen-Poiseuille-törvény

$$q_v = A * \bar{v} = r_0^2 * \pi * \frac{p_1 - p_2}{4 * l * \eta} * r_0^2 = \frac{\pi * r_0^4 * (p_1 - p_2)}{8 * l * \eta}$$

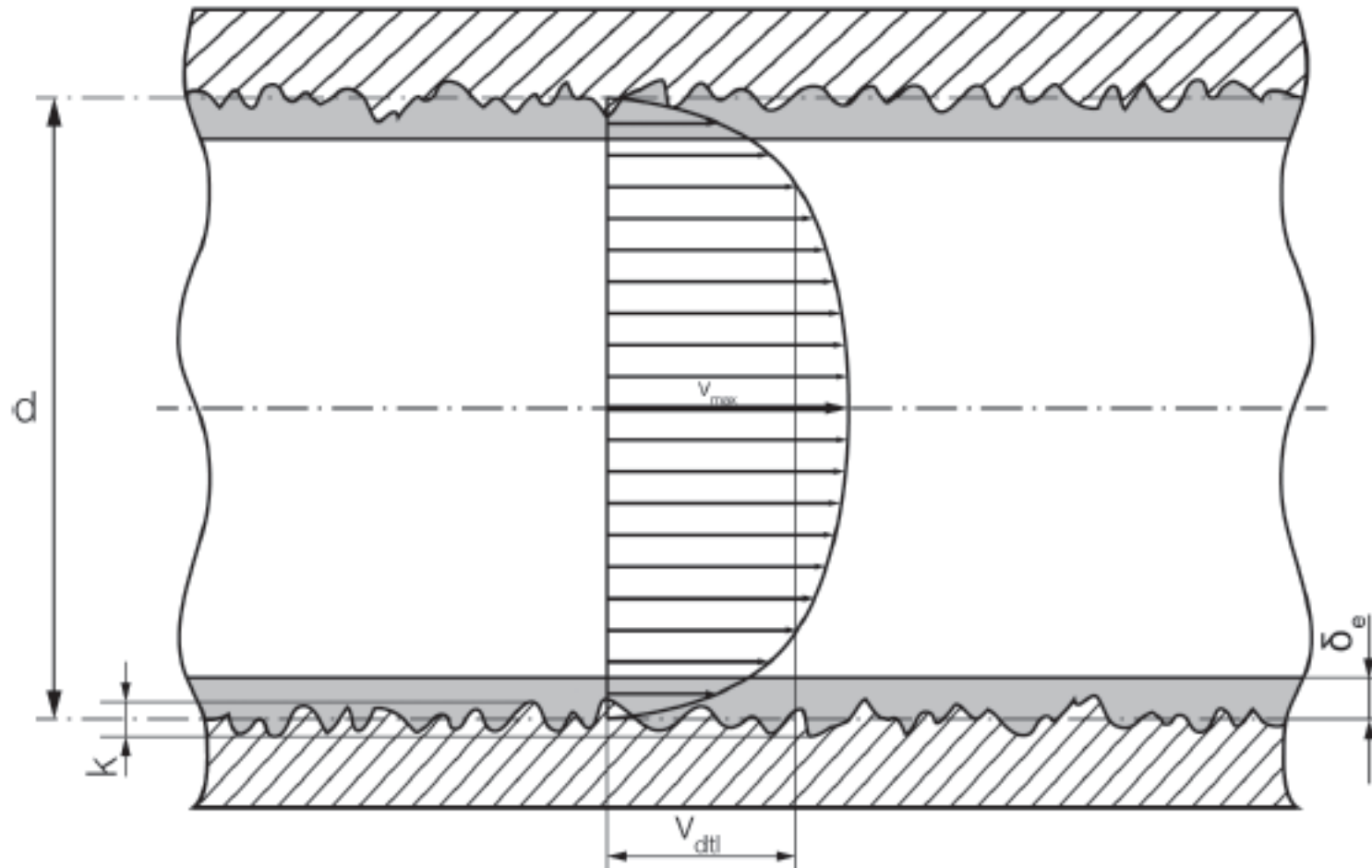
Kör keresztmetszetű csőben lamináris áramlás esetén a térfogatáram a csőszakasz elején és végén lévő nyomások különbségével és a sugár negyedik hatványával arányos, a cső hosszával és a közeg dinamikai viszkozitásával pedig fordítottan arányos.

$$\Delta p = \frac{64}{Re} * \frac{l}{d} * \frac{\rho}{2} * v^2$$

Lamináris áramlásnál a súrlódási veszteség a cső felületi érdességétől független!



Nyomásveszteség kör keresztmetzetű, egyenes csőben turbulens áramlásnál

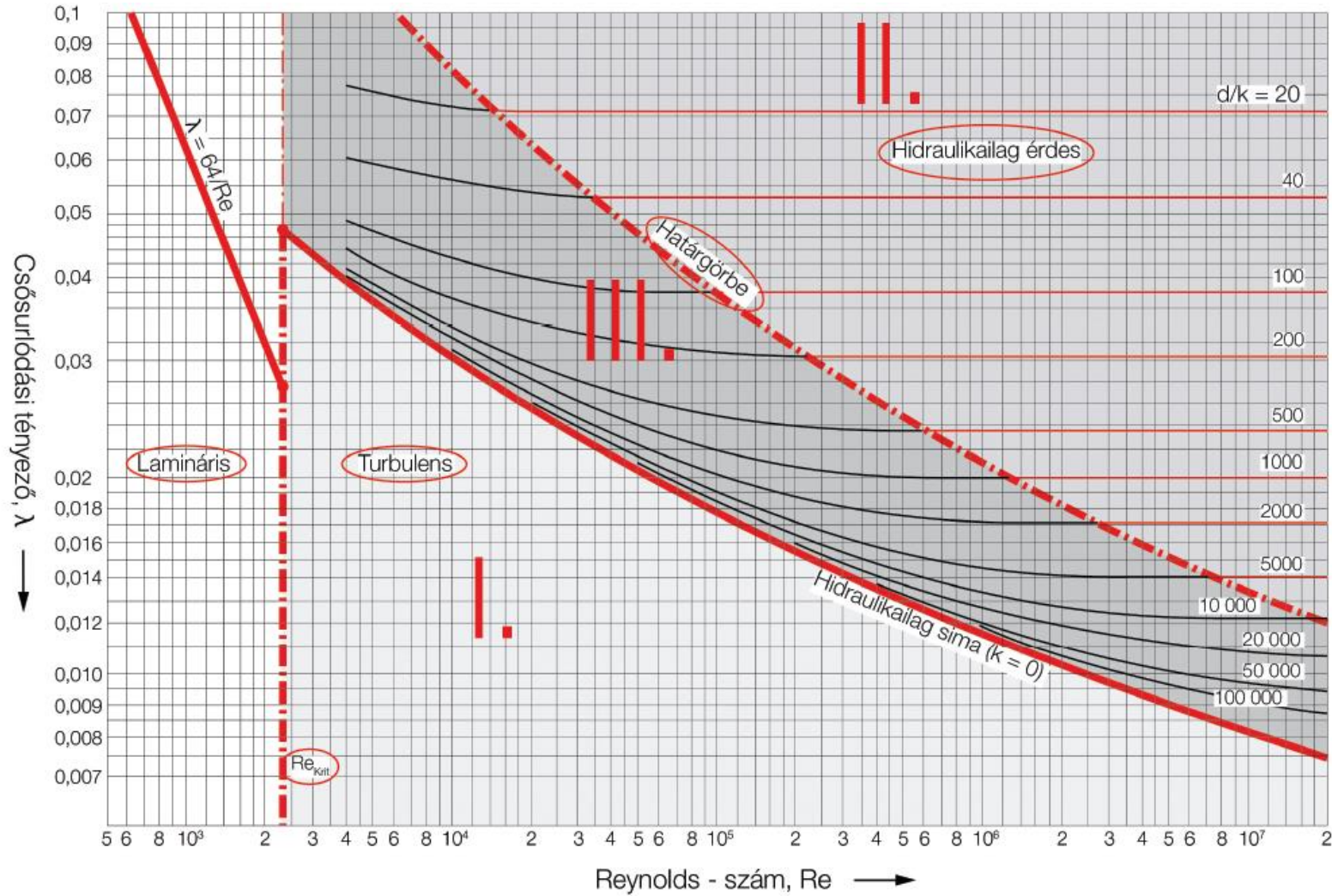


$$\Delta p = \lambda \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{\rho}{2} \cdot v^2$$

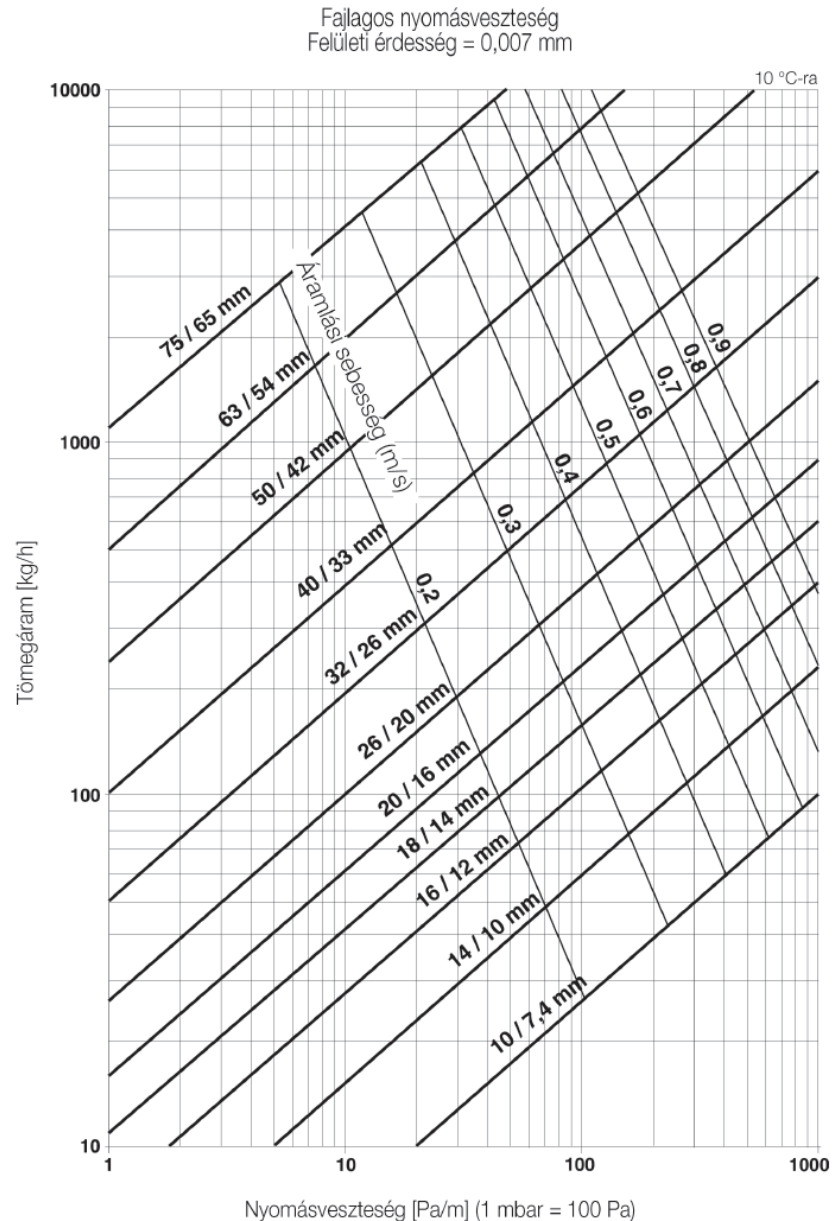
1.4.2/1. ábra: Turbulens áramlás csőben



Nyomásveszteség kör keresztmetzetű, egyenes csőben turbulens áramlásnál



1.4.2./3. ábra: Csőszűrlődési tényező a Reynolds-szám függvényében, különféle relatív érdességi paraméterek mellett



Nyomásvesztés kör keresztmetszetű, egyenes csőben turbulens áramlásnál



Hirtelen zárás

Nagyteljesítményű szivattyú leálláskor, indításkor, hosszú vezetékekben, vízvezetéki rendszerekben nyitásoknál, zárásoknál gyors és nagy nyomásváltozások fordulhatnak elő. Kedvezőtlen körülmények között akár a szerkezeti elemek épségét is veszélyeztetheti. A tanulmányok, gyakorlatok során sokszor előforduló fogalom a „vízütés”.

Az elméletet Lorenzo Allievi olasz tudós dolgozta ki az 1900-as évek elején. 1902-ben Terniben a vízierőműnél történt baleset vizsgálata után írt először a jelenségről, majd 1913-ban jelent meg további leírása a hirtelen fellépő nyomáslengésről.

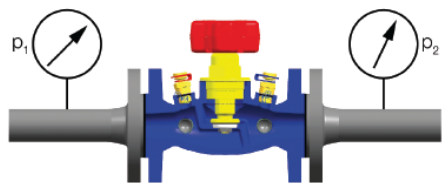


A zaj

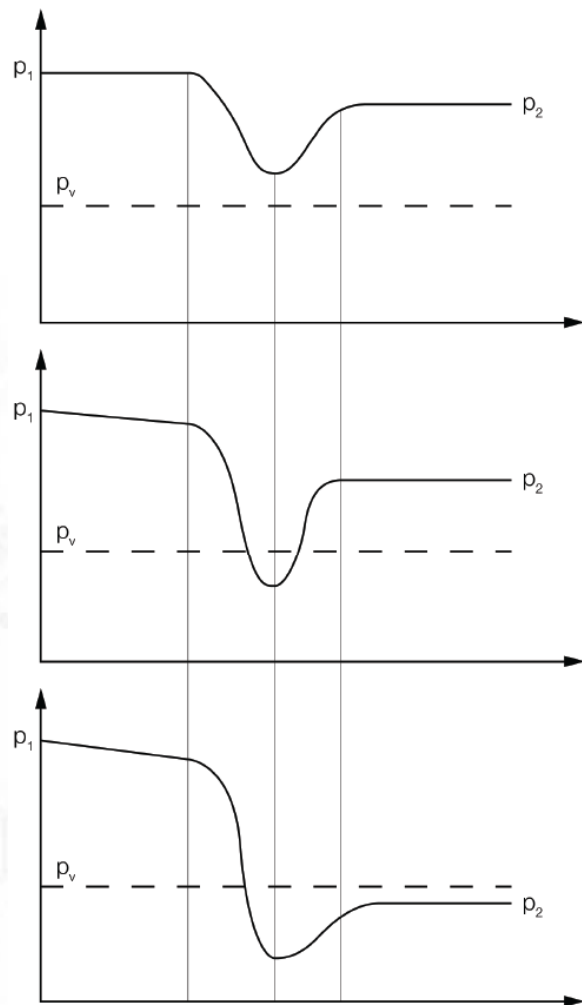
A zaj nem kívánatos, akaratunk ellenére a mindennapi élet velejárójaként keletkező hang. Zajnak tekintünk minden olyan hangot, amely nem kívánatos fiziológiai vagy pszichológiai hatással van az emberre.

A tartós zaj élettani hatásai egy átlagos emberre:

- 30 dB zajszint pszichés zavarok
- 65 dB zajszint vegetatív zavarok
- 90 dB zajszint hallószervi károsodás
- 120 dB zajszint fájdalomküszöb



Kavitáció



1.6.2/1. ábra: Nyomásváltozási lehetőségek szelepen

1894. Daring rombolóhajó üzembe helyezése.
Robert Edmund Freud - buborékképződés – kavitáció
(hajócsavarnál).

Mentes állapot (turbulencia, Kármán-féle örvénysorok,
surlódás) – fizikai kavitáció – gázos (657 Hz) –
technikai kavitáció – gőzös

Zaj intenzitása > roncsolás energiája



Szakmai továbbképzés

Épületgépészeti tagozat

Határolt térbeni, egyidejű kényszer- és szabadáramlás párhuzamos csőkötegekben

Magyar Mérnöki Kamara

2020

SZAKMAI TOVÁBBKÉPZÉS 2020

MAGYAR MÉRNÖKI KAMARA

MMK.HU





2. Határolt térbeni, egyidejű kényszer- és szabadáramlás párhuzamos csőkötegekben

2.1. Bevezetés

2.2. Áramlási formák minősítése

2.3. Áramlás és hőátadás az oszlopos radiátorokban

2.3.1. Acéllemez lapradiátorok vizsgálata

2.3.1.1. Felső-alsó kapcsolások

2.3.1.2. Alsó – felső kapcsolások

2.3.2. Tagos alumínium radiátorok

2.3.2.1. Felső-alsó kapcsolások

2.3.2.2. Alsó-felső kapcsolások

2.3.3. Tagos acéllemez radiátorok

2.3.3.1. Felső-alsó kapcsolások

2.3.3.2. Alsó-felső kapcsolások

2.3.4. Hibás radiátor-áramlások

2.3.5. Alsó-felső (A-F) kapcsolás méretezése

2.3.6. Alsó-felső kapcsolás átalakítása felső-alsó kapcsolásra

2.4.1. Egyidejű kényszer- és szabadáramlás hőcserélőkben, kazánokban

2.4.2. Egyidejű kényszer- és szabadáramlás hálózatokban

2.4.3. Az egyidejű kényszer- és szabadáramlás gyakorlati esetei, modellezése, matematikai modellek

2.4.3.1. Fűtőtestek, felszállók szifonkapcsolása

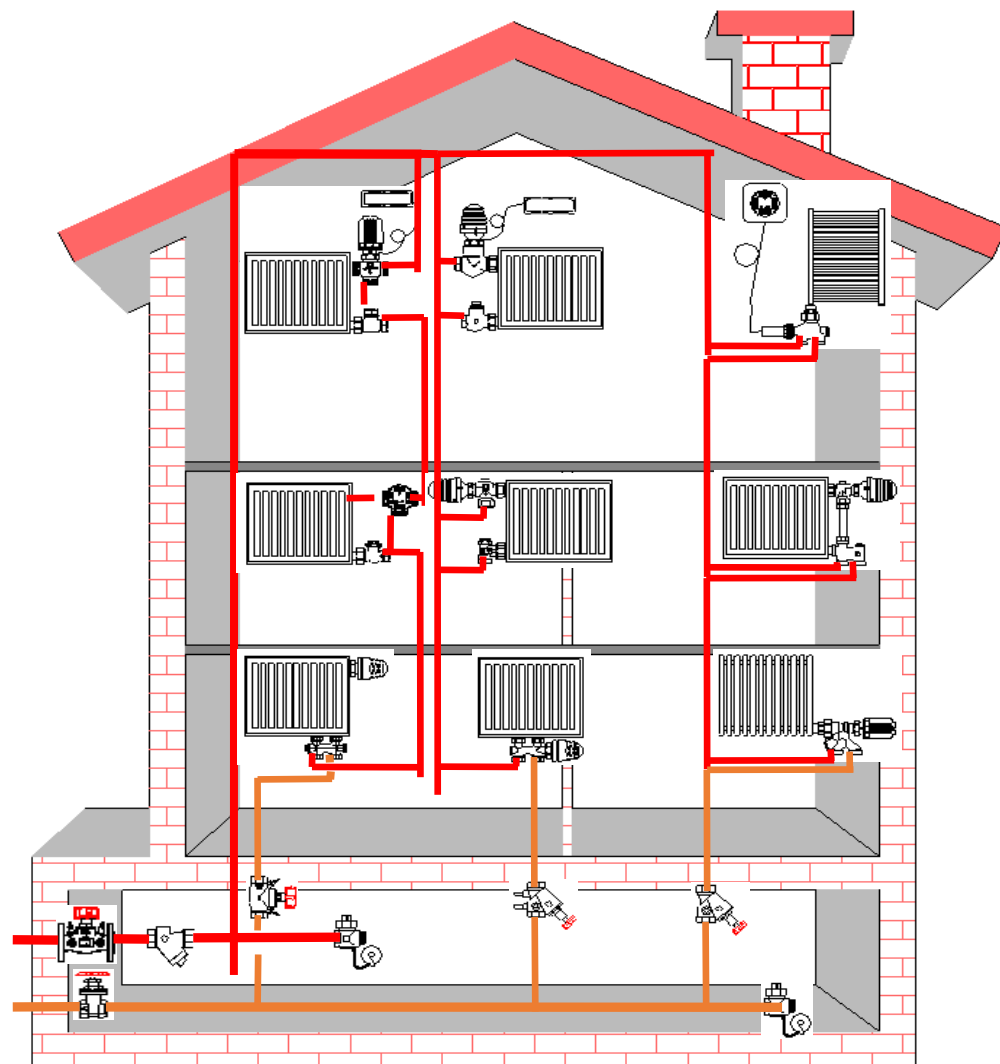
2.4.3.2. Oszlopos szerkezetű radiátorok alsó-felső kapcsolása

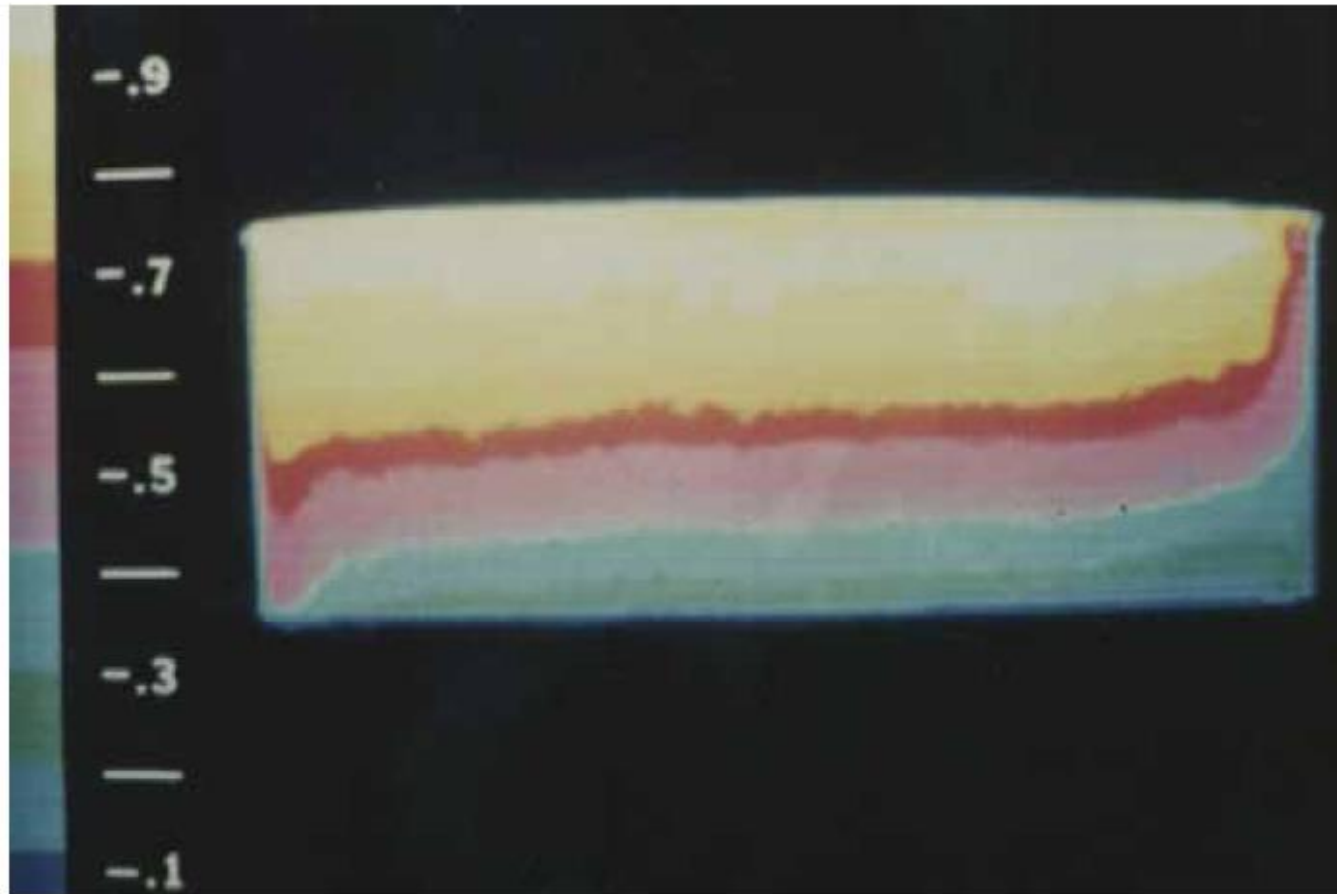
2.4.3.3. Tagos vagy füstcsöves kazánok víz-és füstgázoldali áramlása

2.4.3.4. Összefoglalás

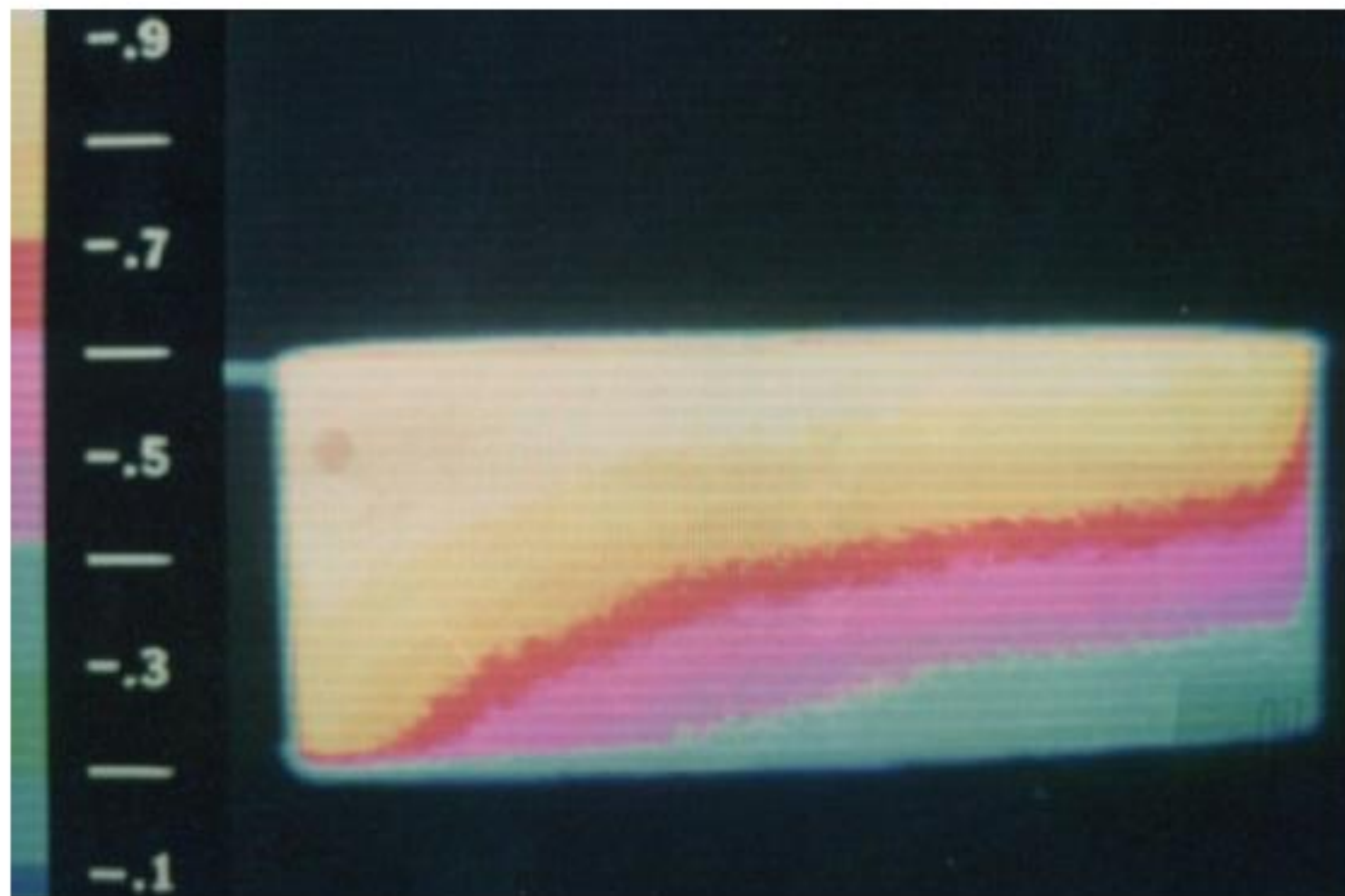


Egycsöves fűtési rendszer

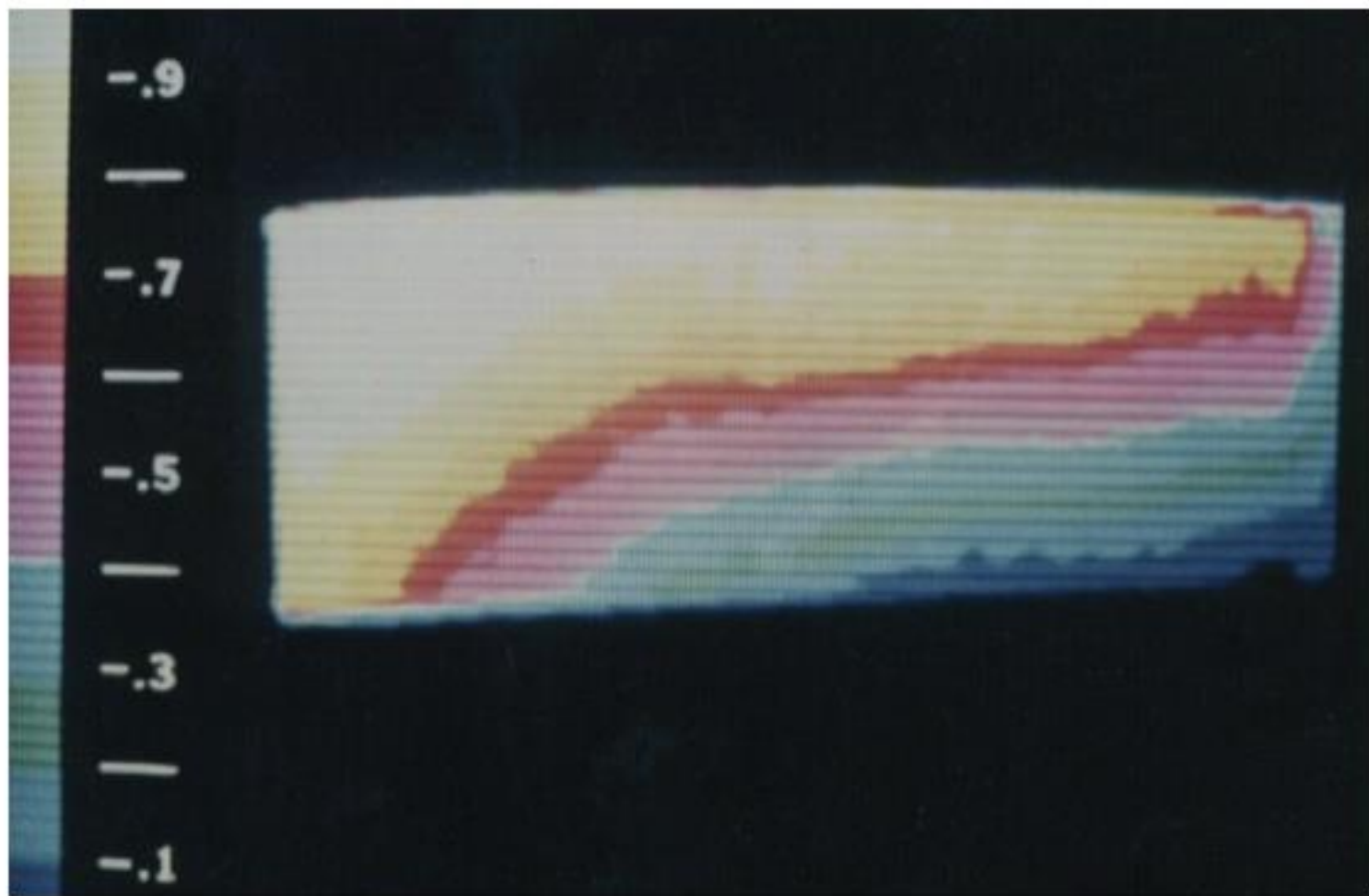




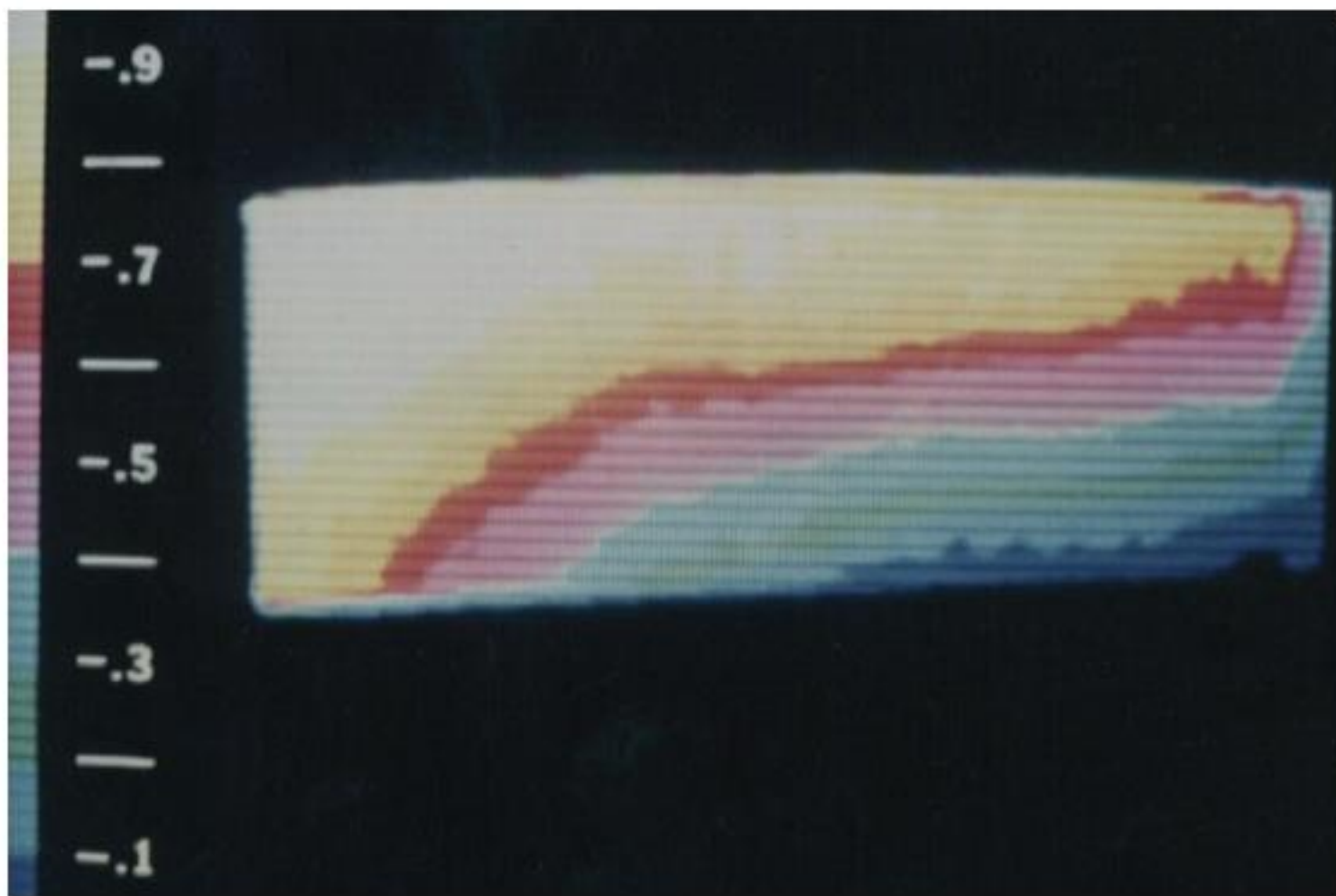
1.7.7.1.1./1. ábra: Lemezradiátor felső-alsó kapcsolással, 1. változat



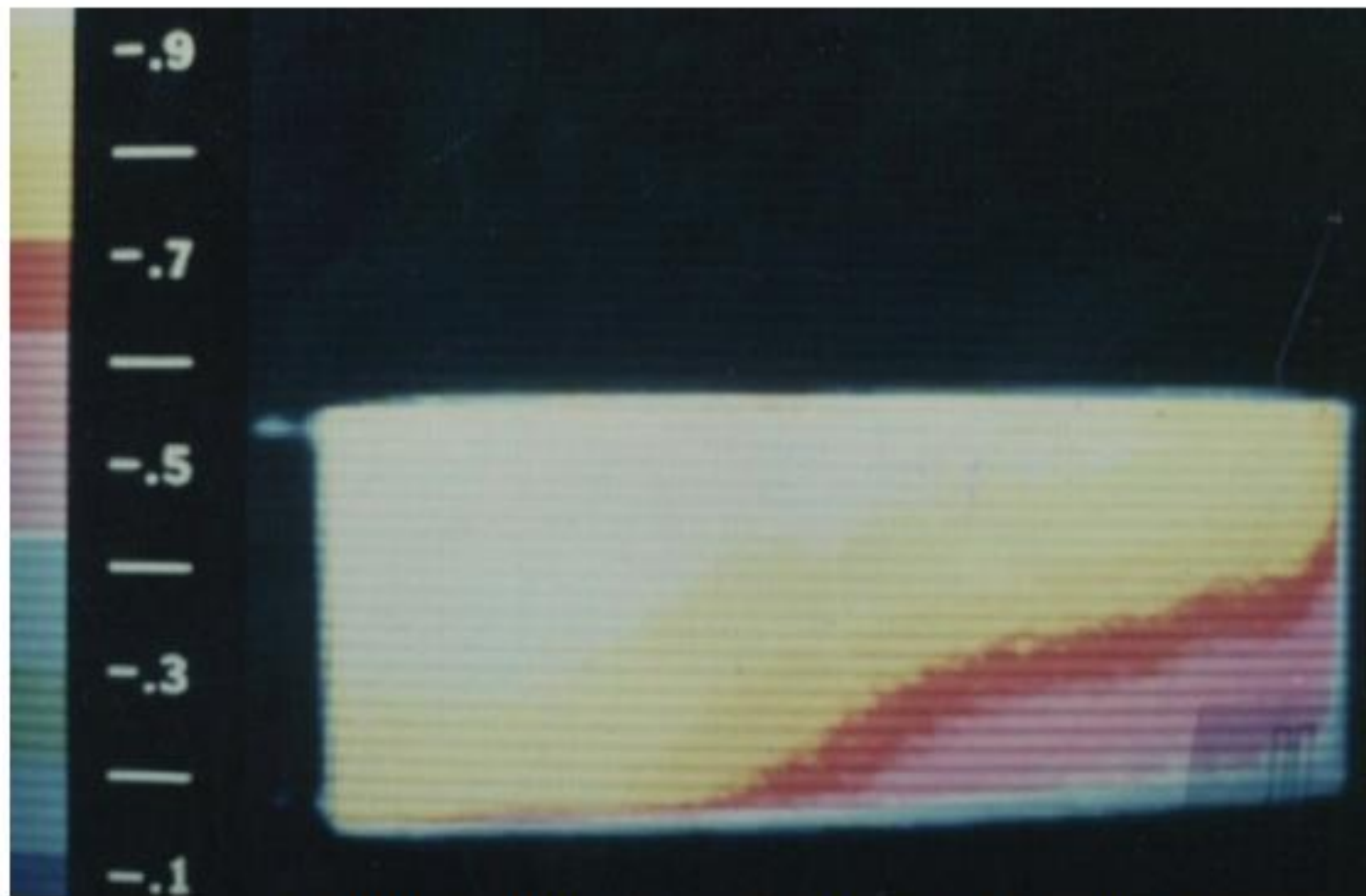
1.7.7.1.1./2. ábra: Lemezradiátor felső-alsó kapcsolással, 2. változat



1.7.7.1.1./3. ábra: Lemezradiátor (1,6 m); felső-alsó kapcsolással (F-A), 3. változat



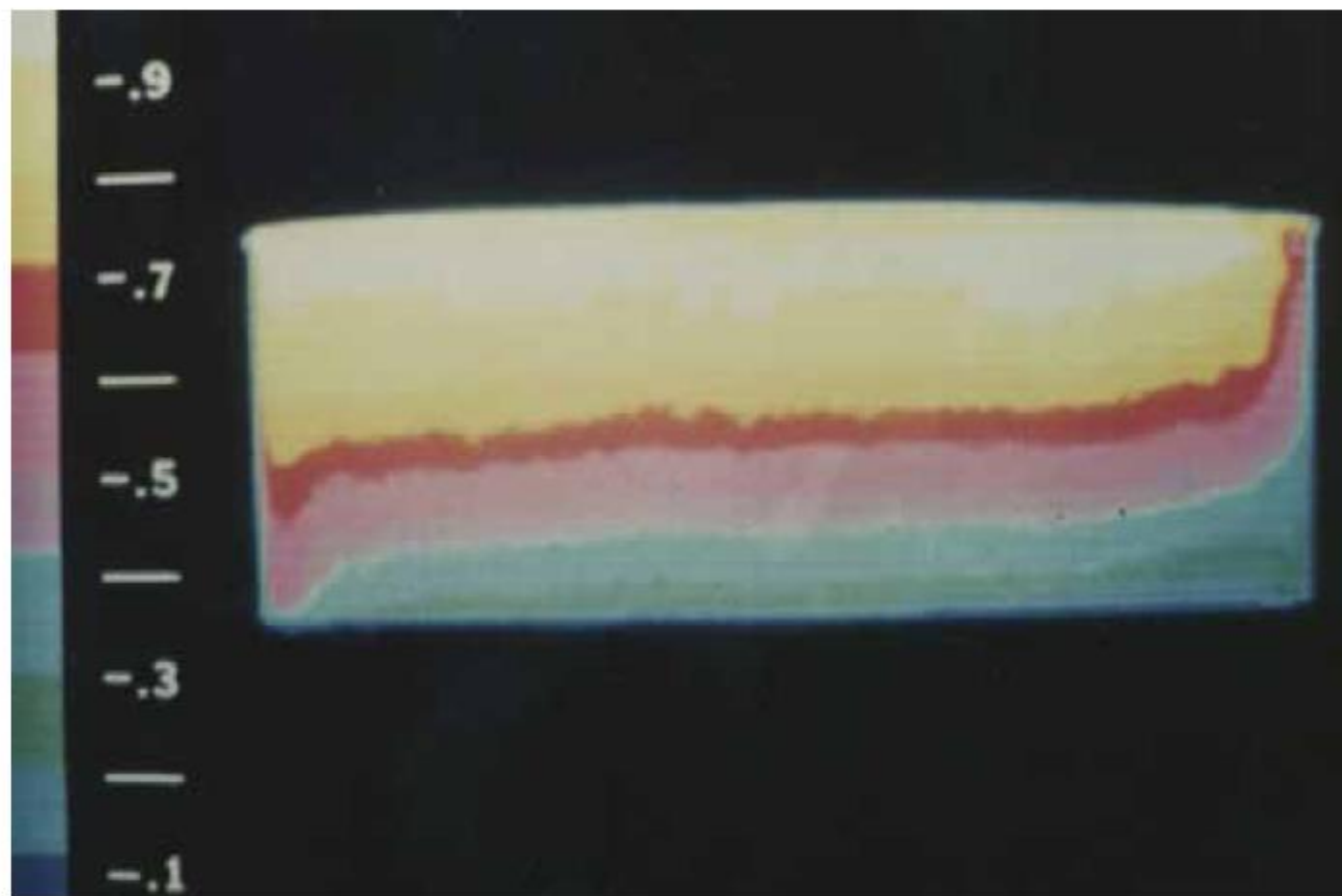
1.7.7.1.1/4. ábra: Lemezradiátor (1,6 m); felső-alsó kapcsolással (F-A), 4. változat



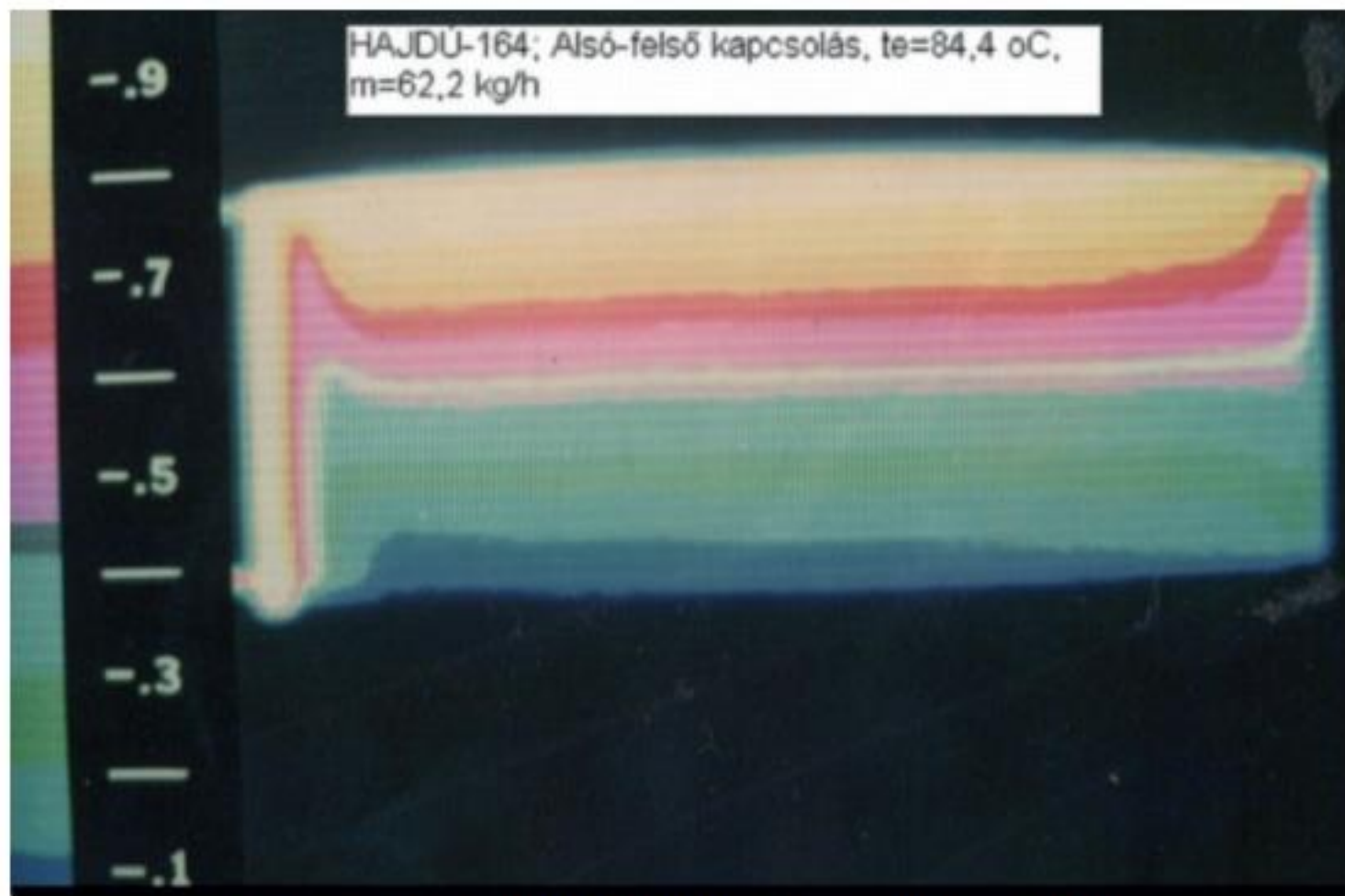
1.7.7.1.1./5. ábra: Lemezradiátor (1,6 m); felső-alsó kapcsolással (F-A) 5. változat



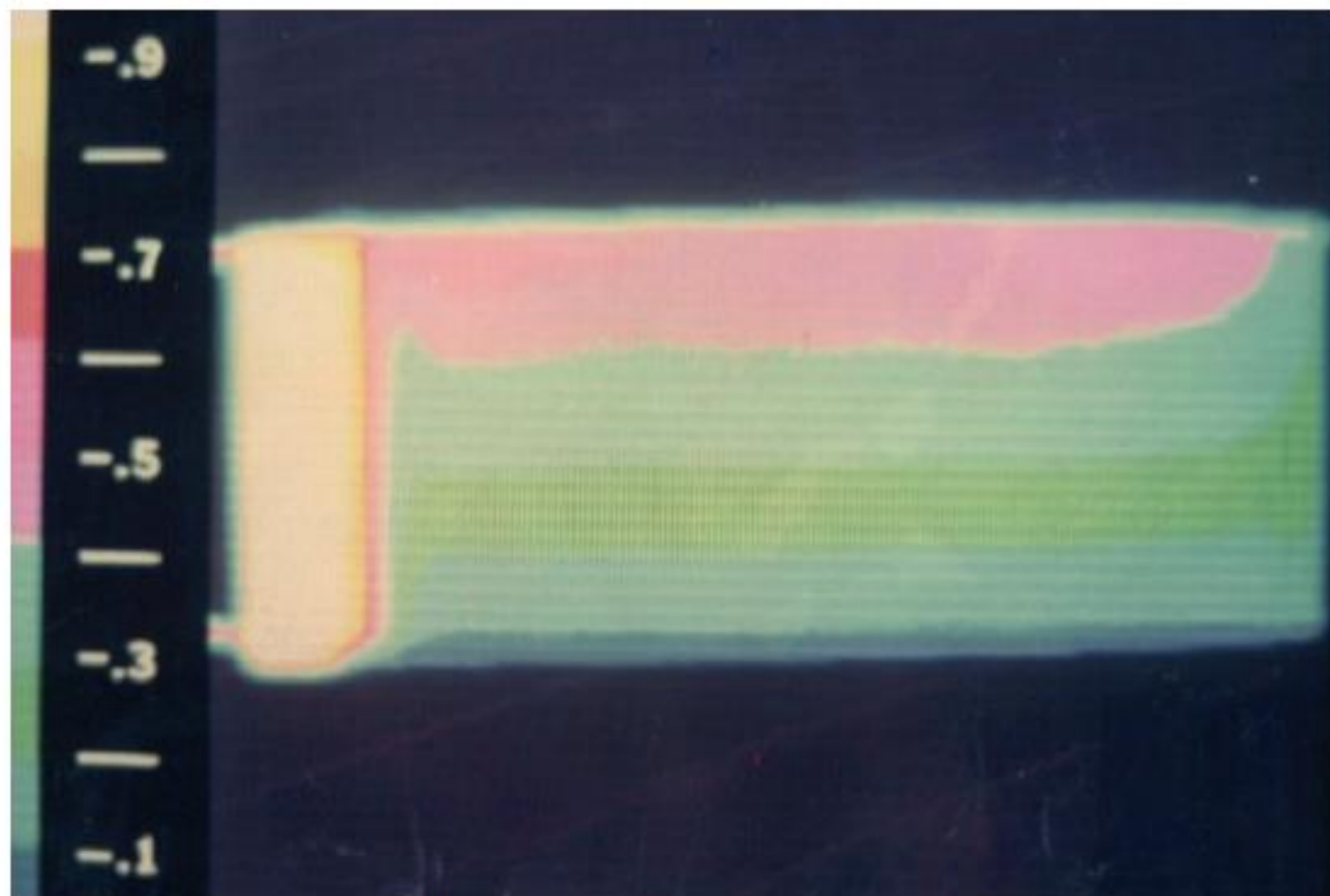
1.7.7.1.1/6. ábra: Lemezradiátor (1,6 m) felső-alsó kapcsolás, de ellentétes oldalon (F-A.E), közbenső pangó zónákkal



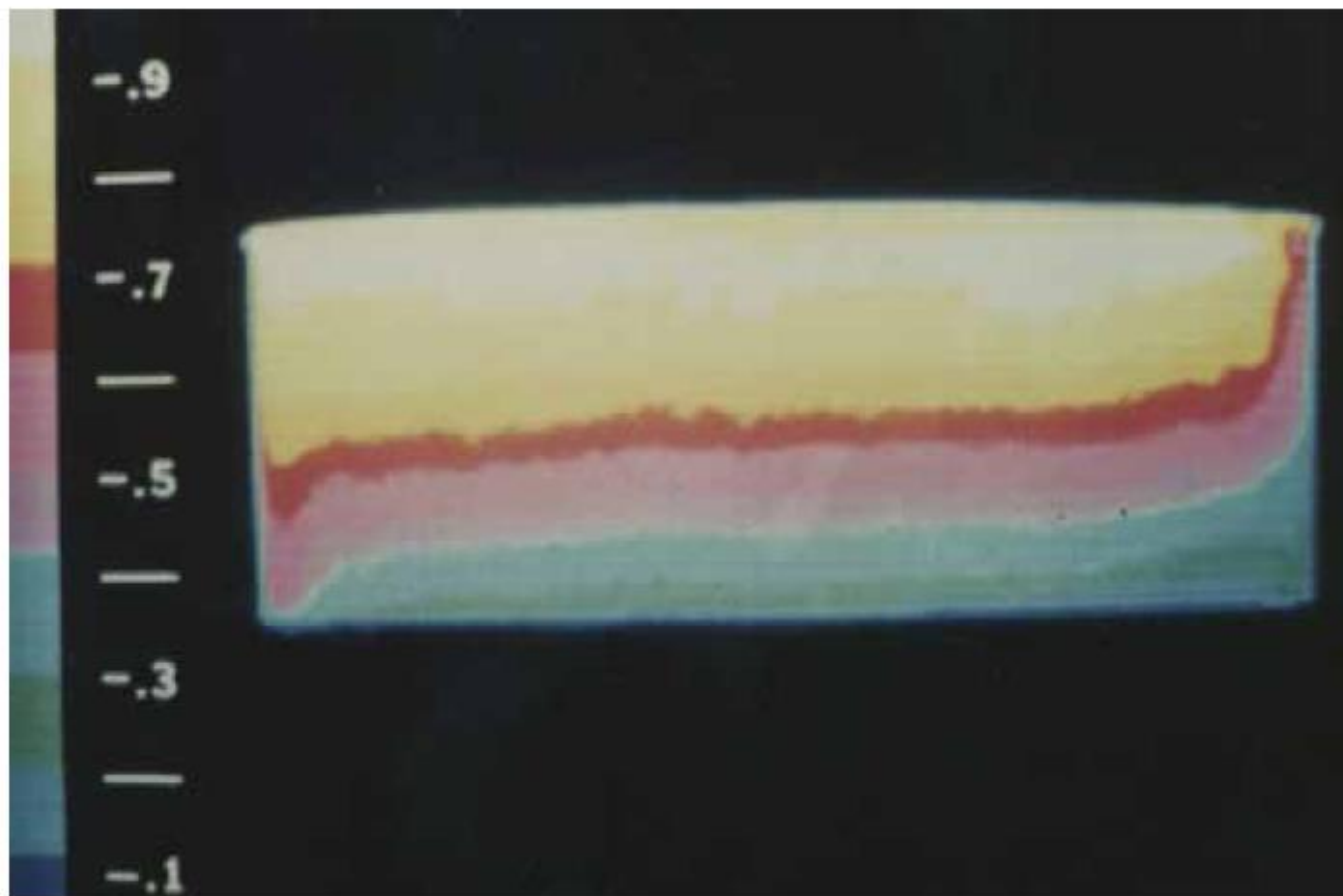
1.7.7.1.1./1. ábra: Lemezradiátor felső-alsó kapcsolással, 1. változat



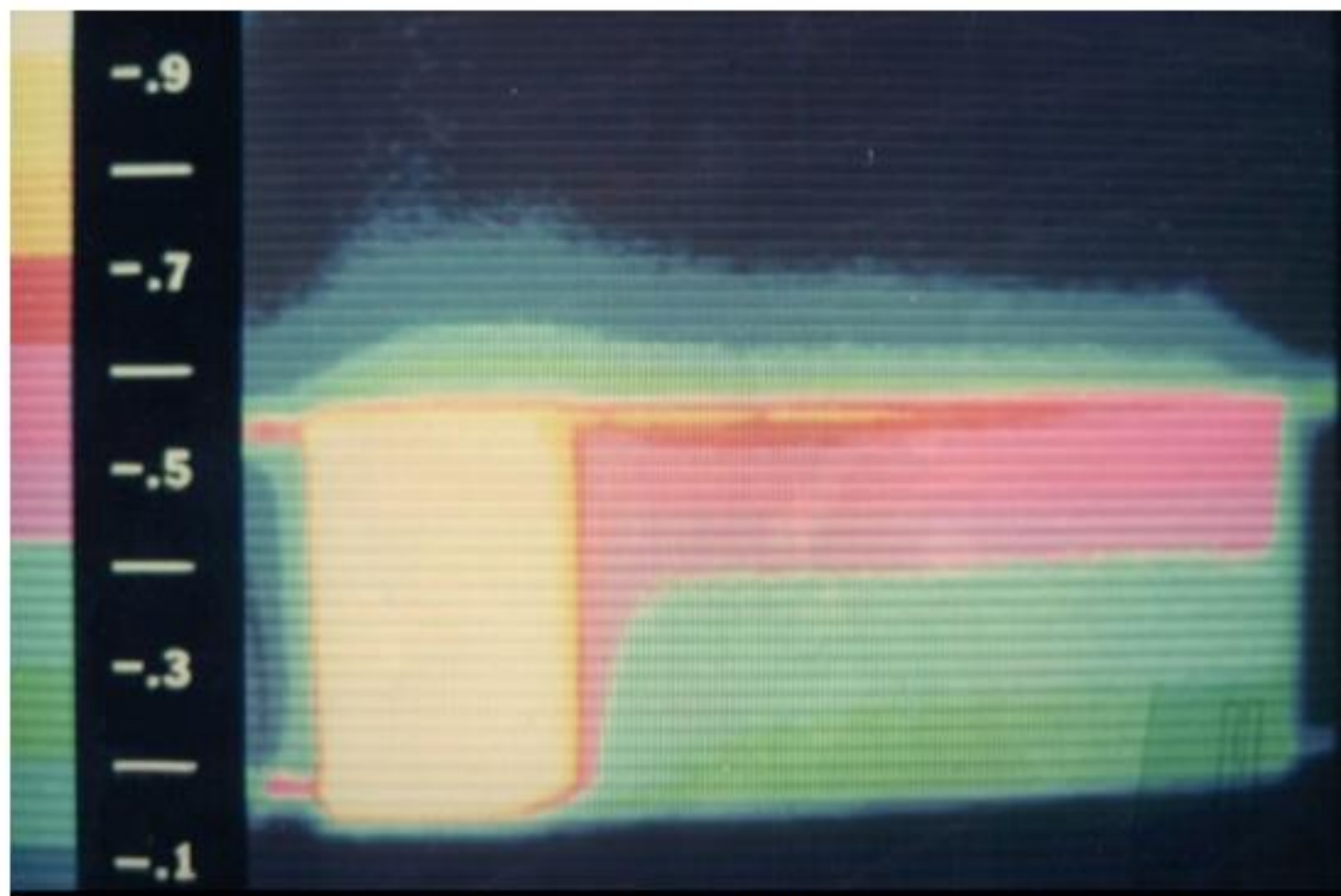
1.7.7.1.2./1. ábra: Lemezradiátor (1,6 m); alsó-felső kapcsolás, 1. változat



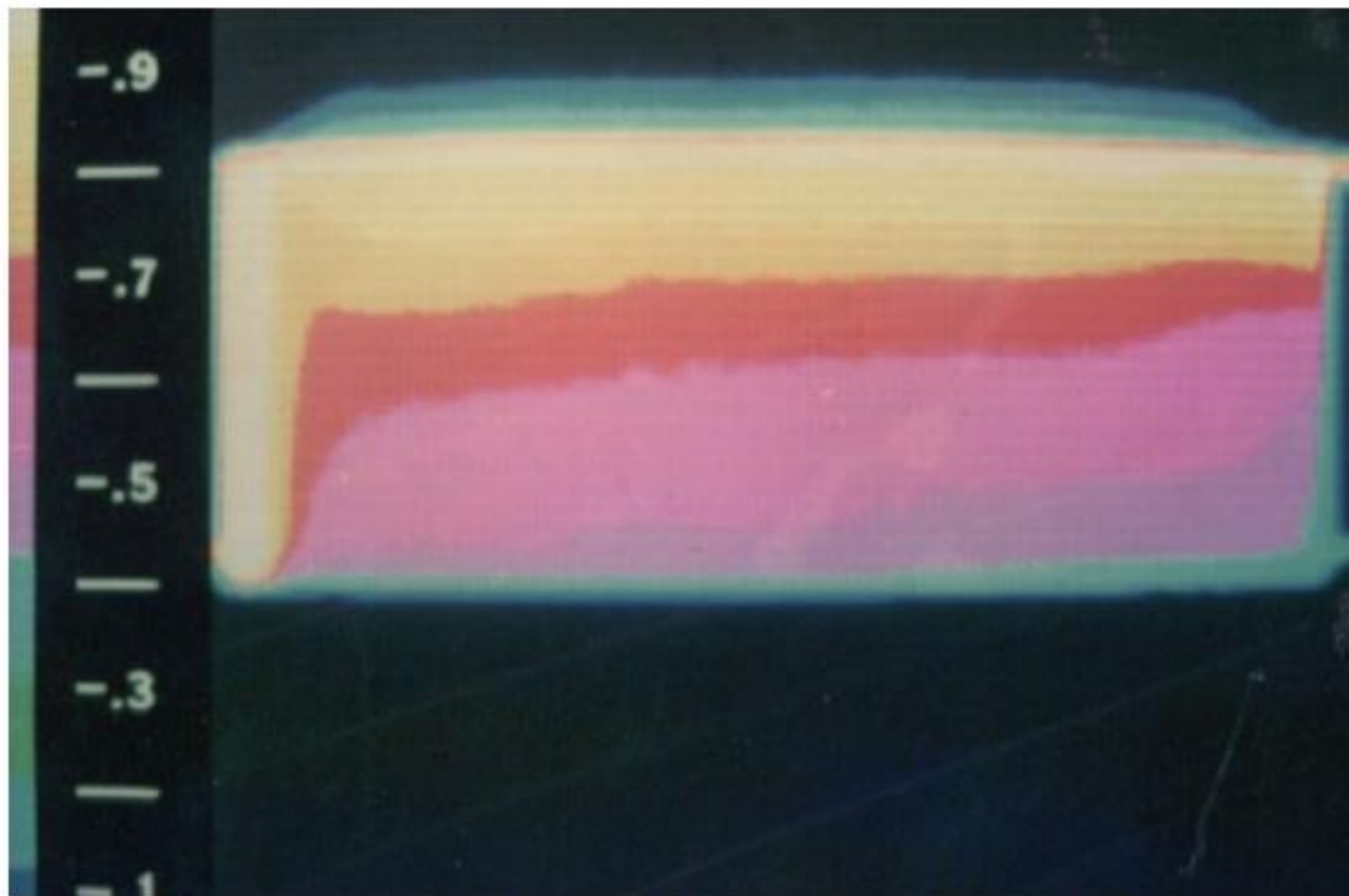
1.7.7.1.2./2. ábra: Lemezradiátor (1,6 m); alsó-felső kapcsolás, (A-F), 2. változat



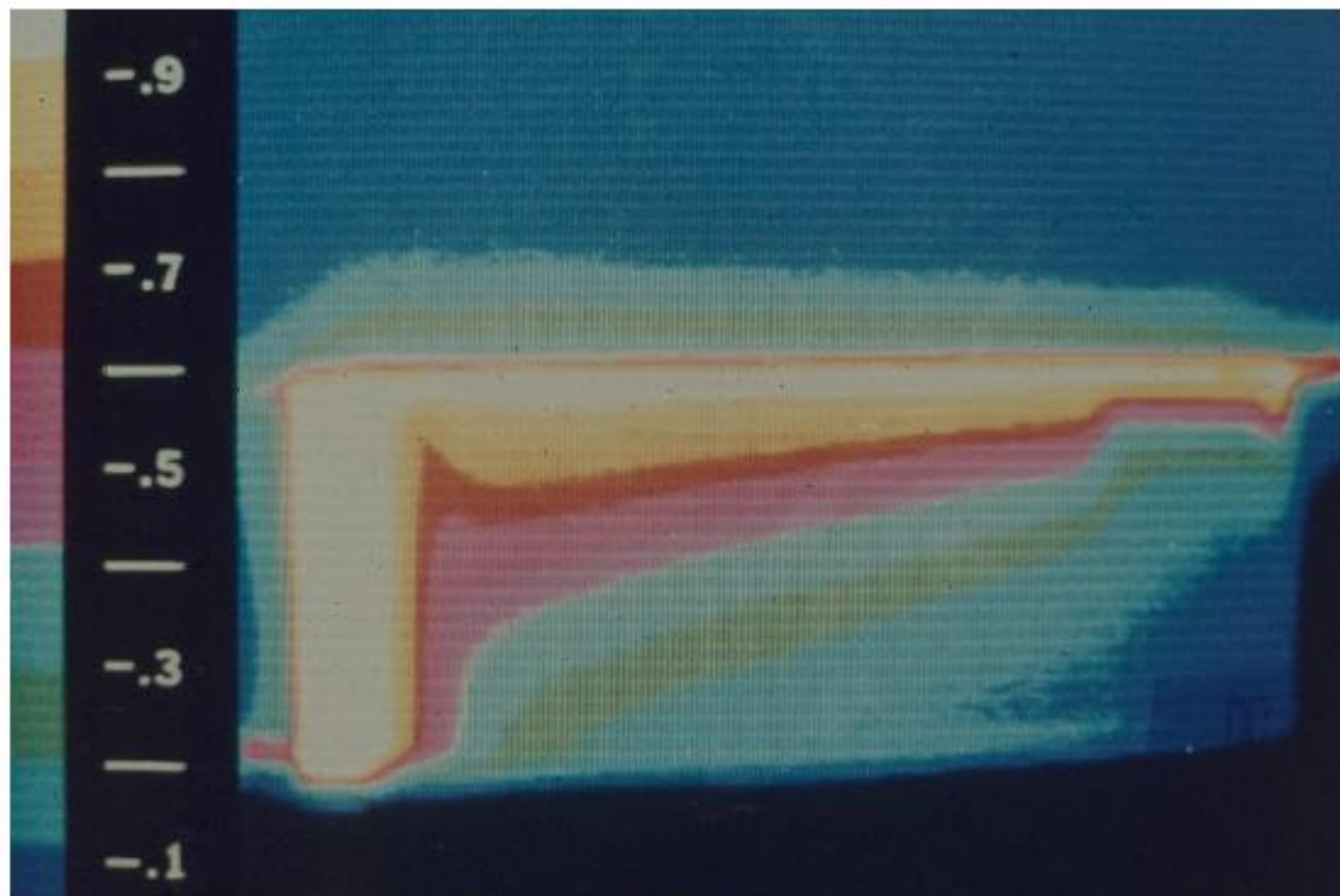
1.7.7.1.1./1. ábra: Lemezradiátor felső-alsó kapcsolással, 1. változat



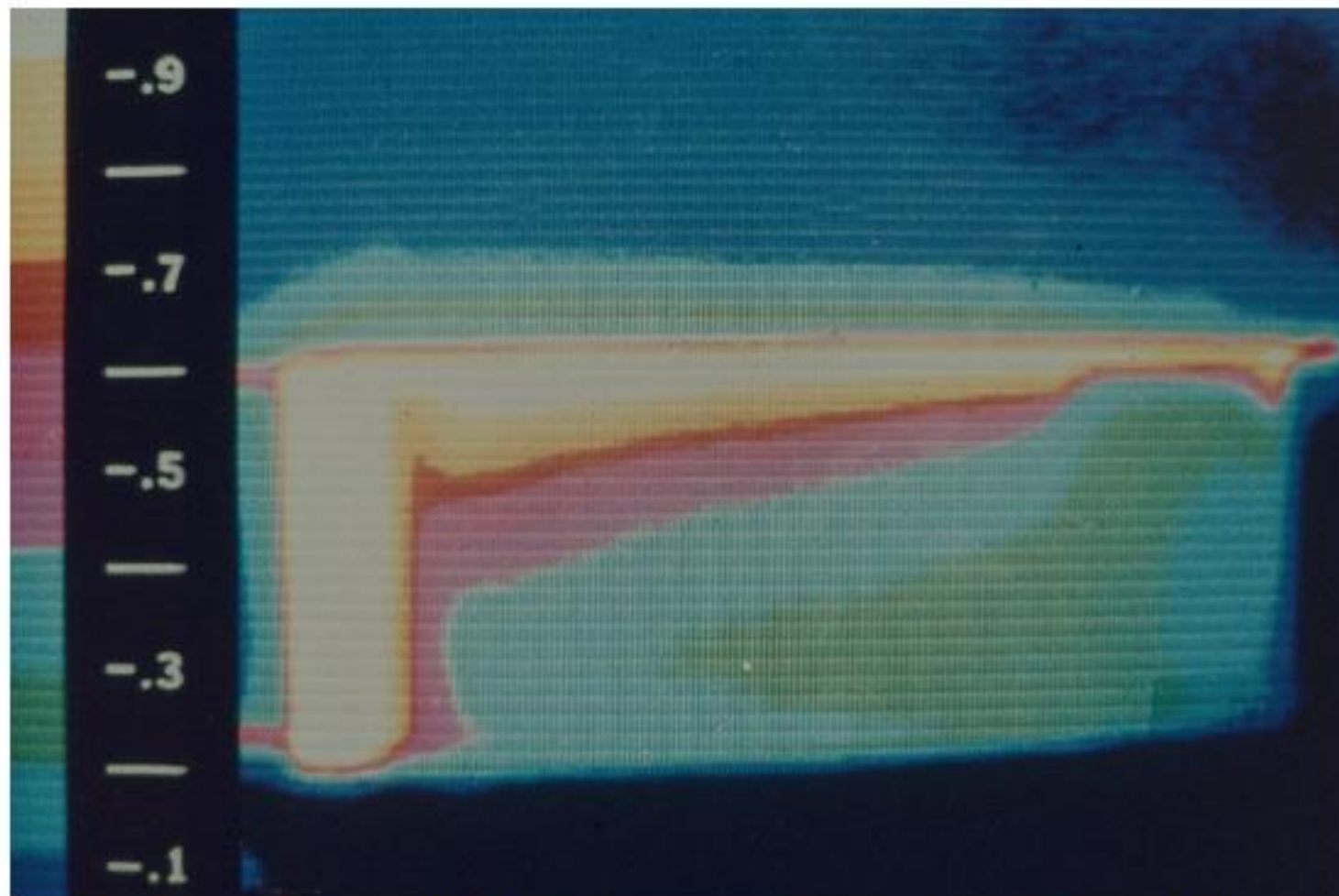
1.7.7.1.2./3. ábra: Lemezradiátor (1,6 m); alsó-felső kapcsolás, (A-F); 3. változat



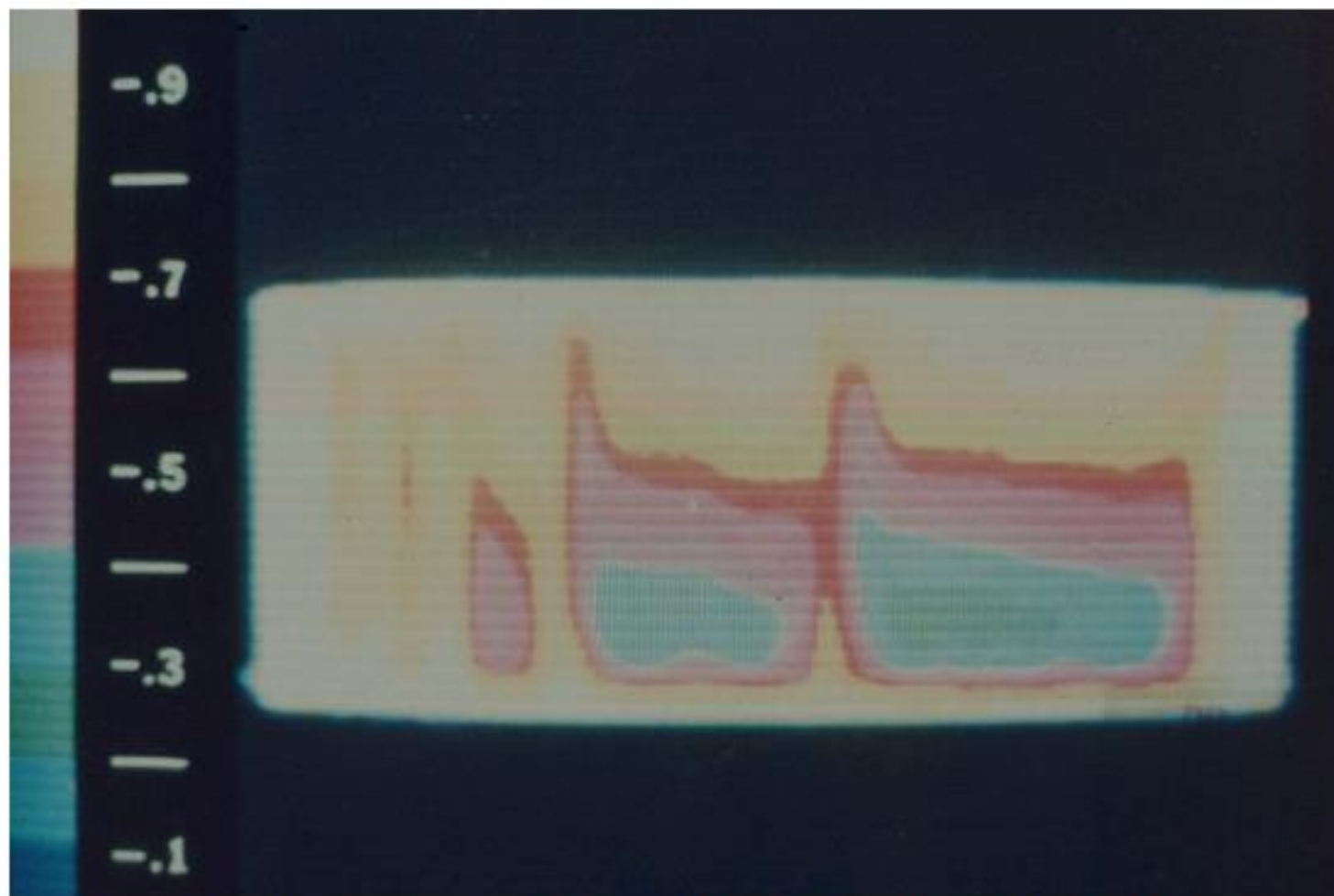
1.7.7.1.2/5. ábra: Lemezradiátor (1,6 m); alsó-felső kapcsolat, de ellentétes oldali (A-F.E), 1. változat



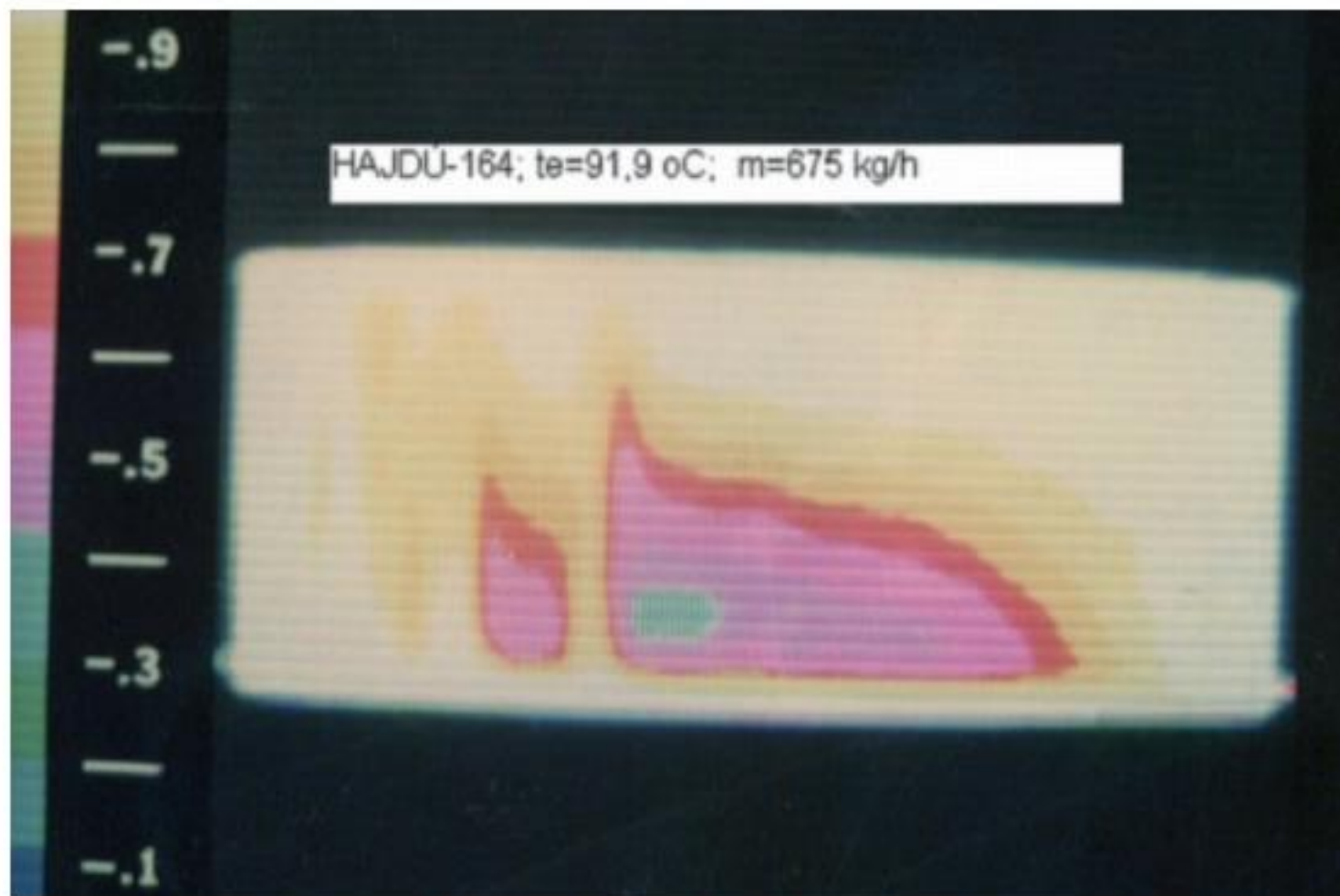
1.7.7.1.2./6. ábra: Lemezradiátor (1,6 m); alsó-felső kapcsolat, ellentétes oldall, (A-F.E), 2. változat



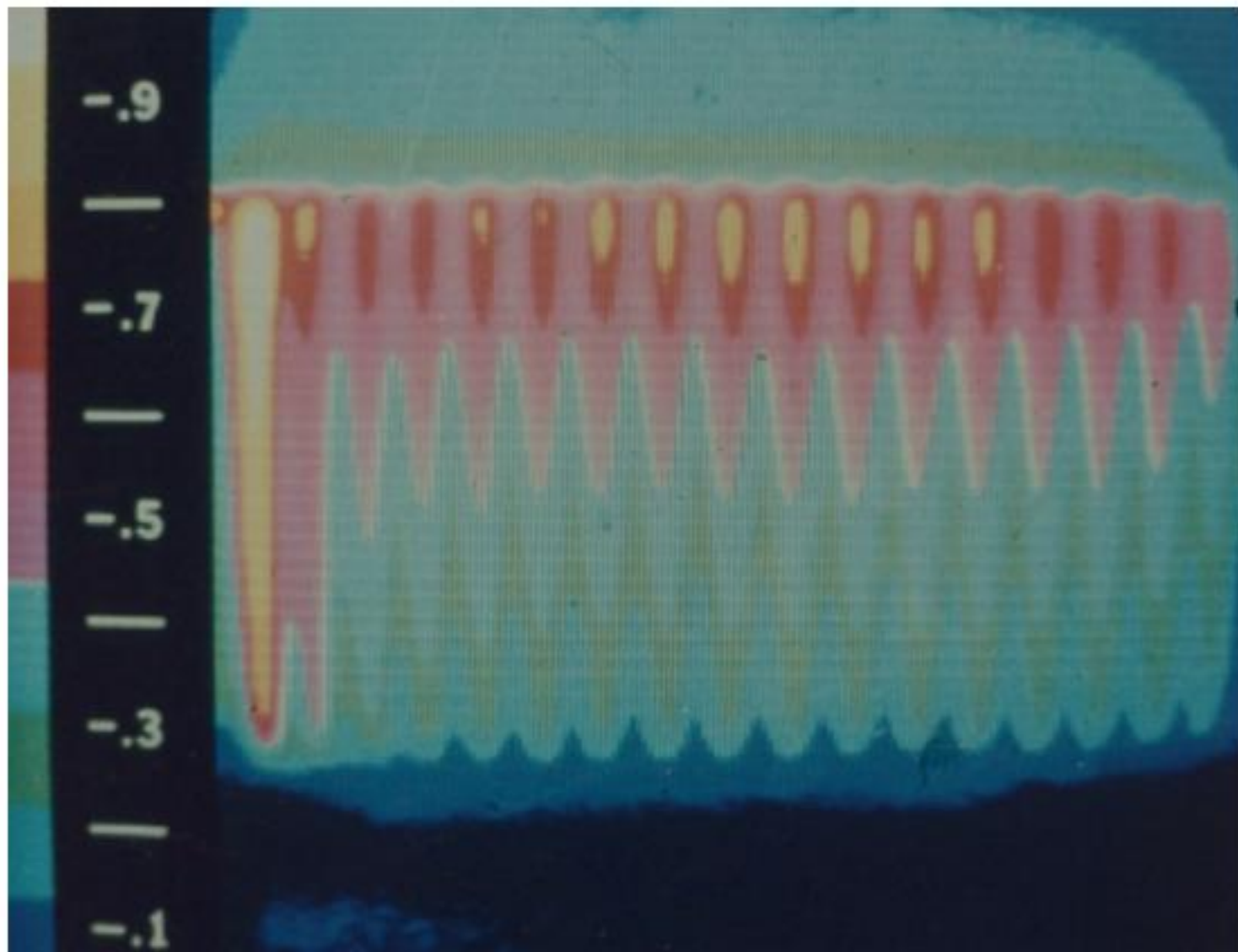
1.7.7.1.2/7. ábra: Lemezradiátor (1,6 m); alsó-felső kapcsolat, ellentétes oldali, (A-F.E), 3. változat



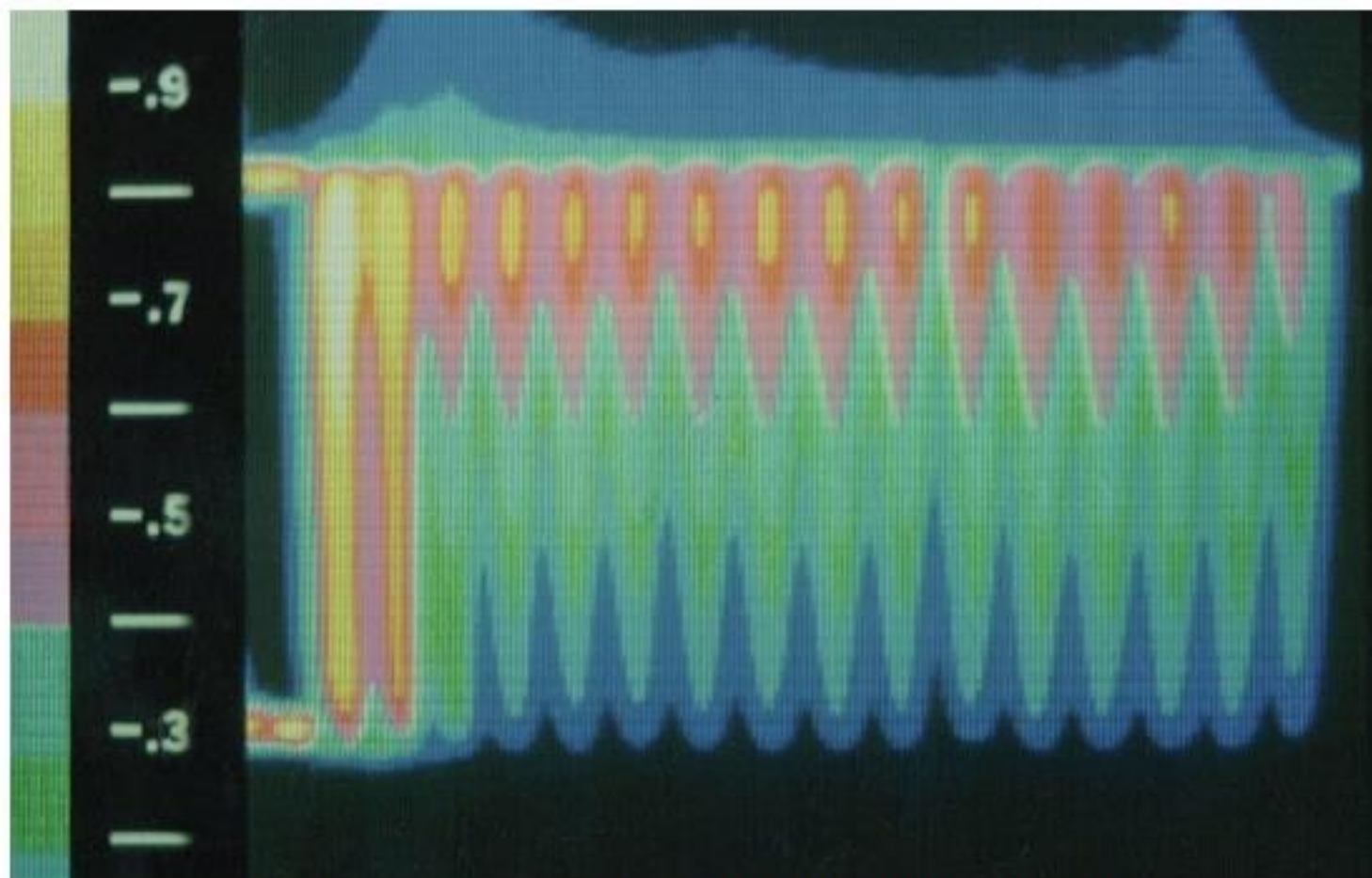
1.7.7.1.2./8. ábra: Lemezradiátor; felső-alsó kapcsolás, ellentétes oldali (F-A.E)



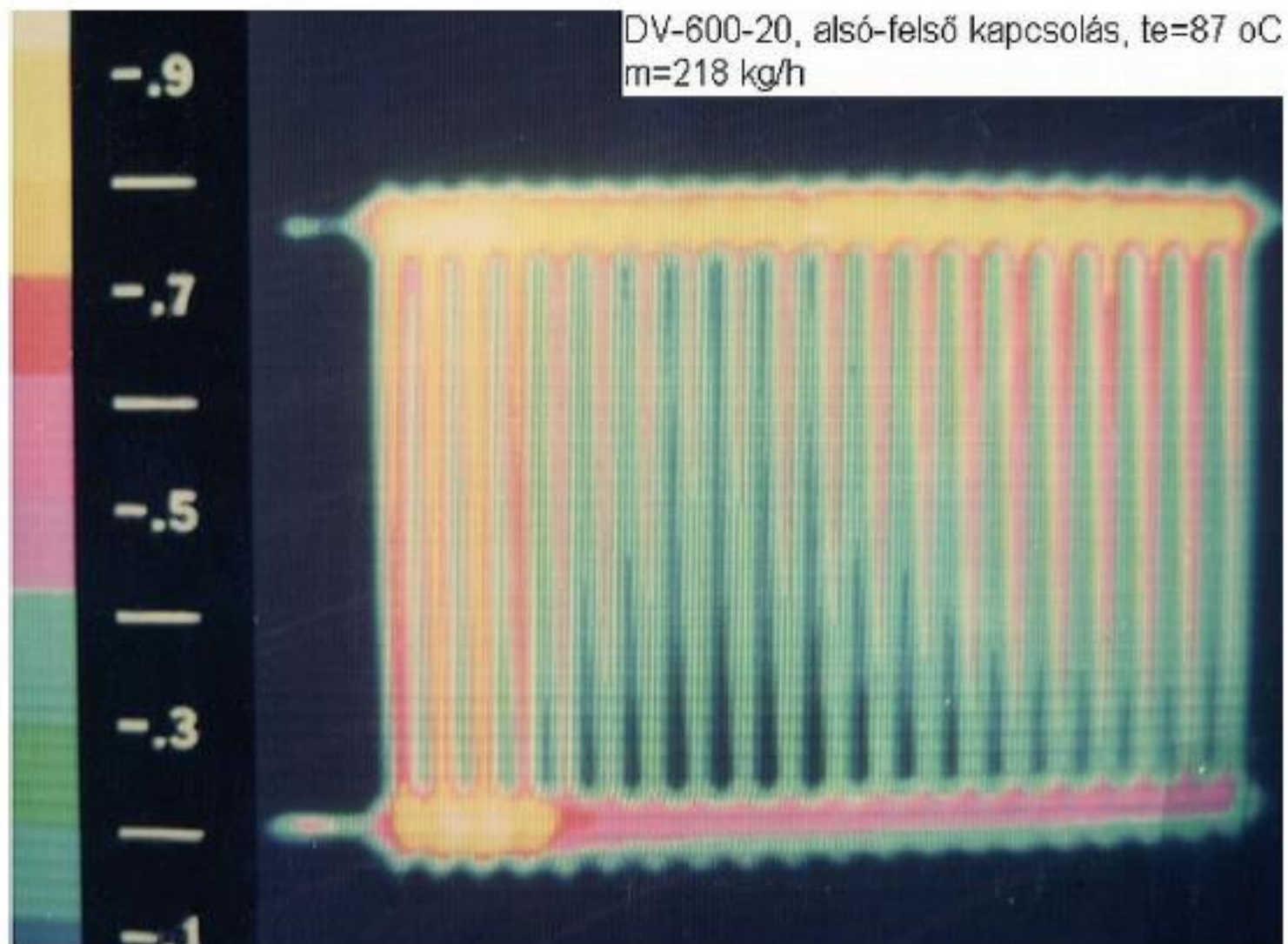
1.7.7.1.2./9. ábra: Lemezradiátor (1,6 m), alsó-alsó kapcsolás, ellentétes oldali, (A-A.E)



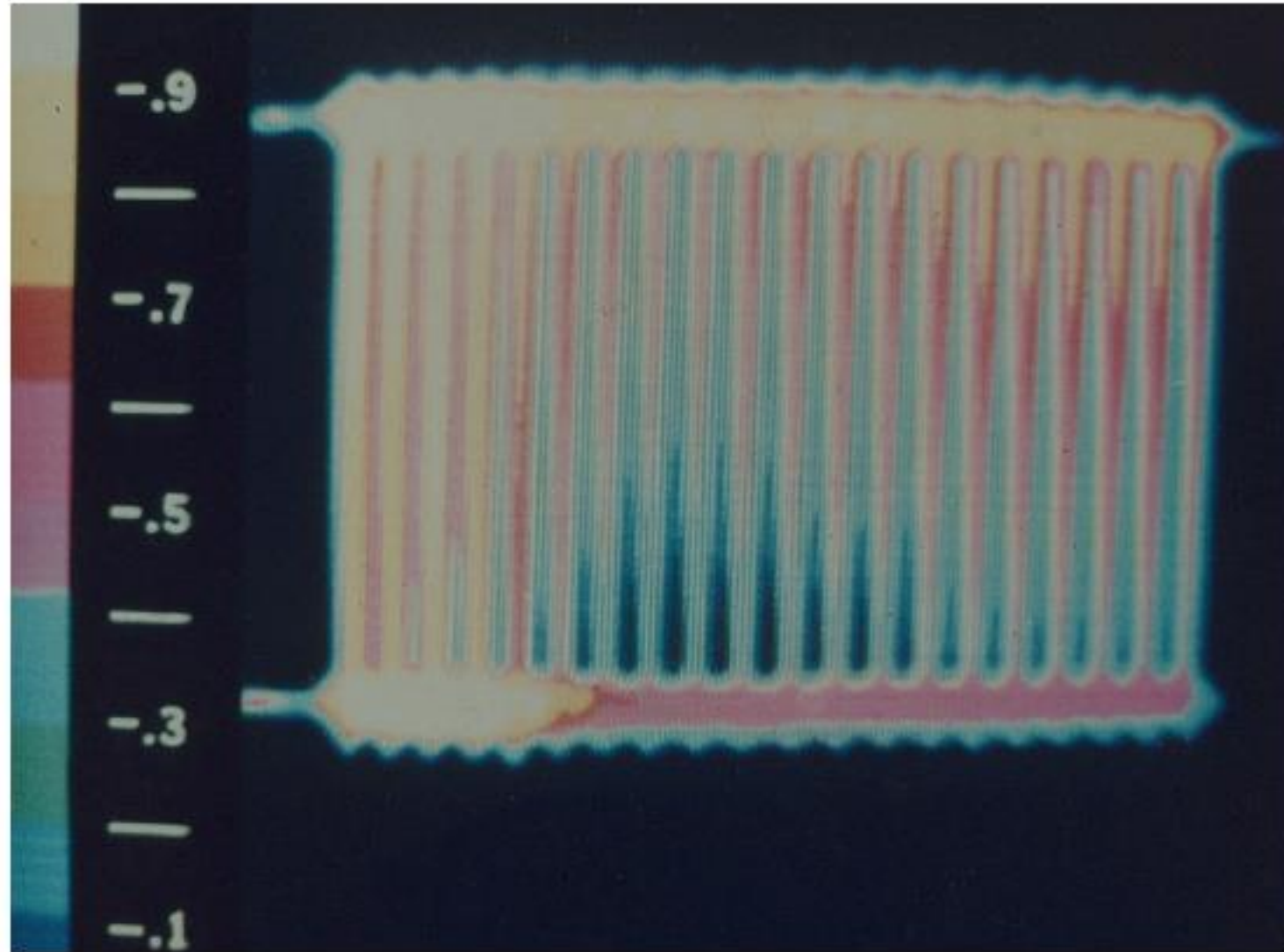
1.7.7.2.2./1. ábra: RADAL-17, alsó-felső kapcsolású (A-F), 1. változat, keverőjárat: N1.



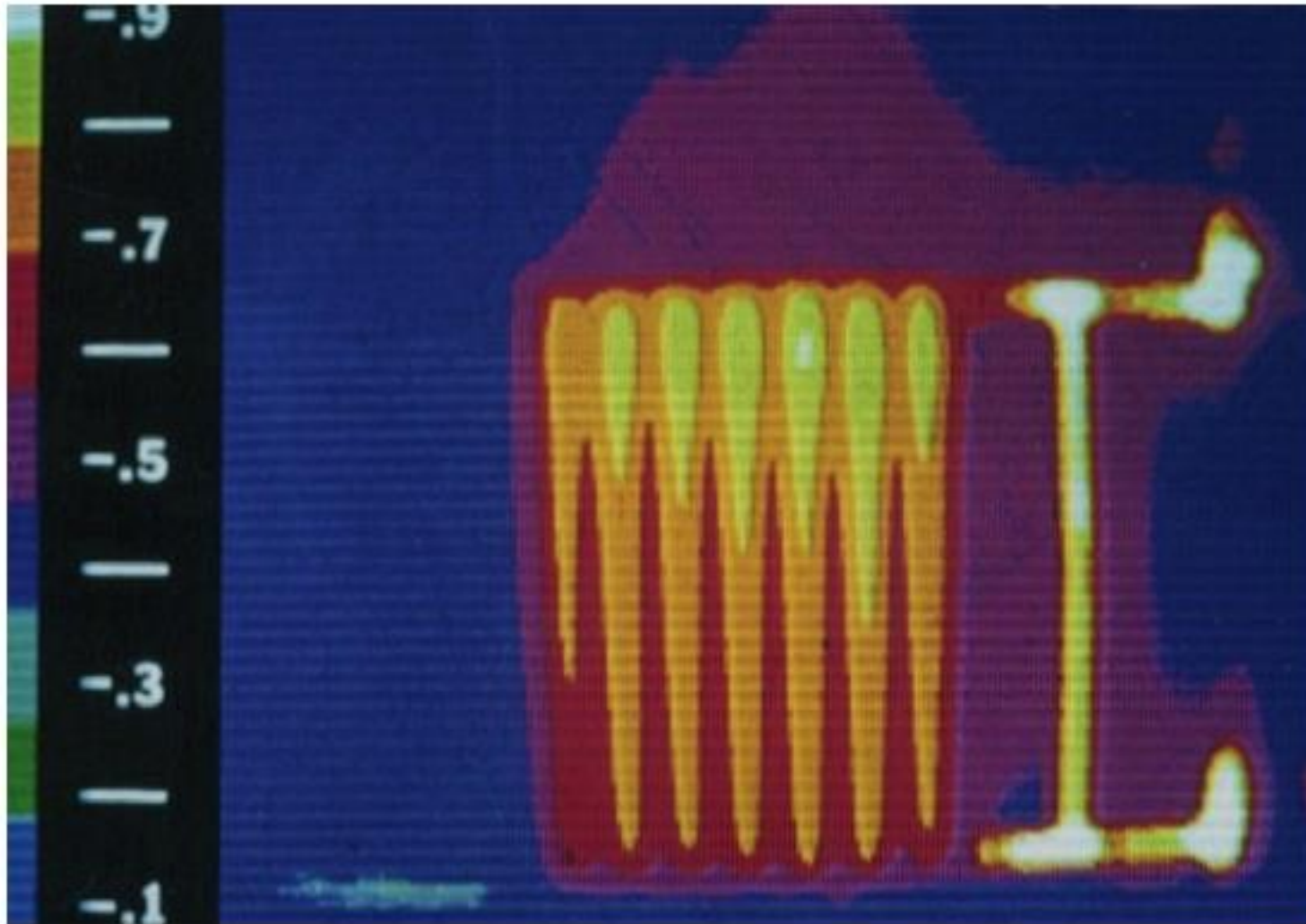
1.7.7.2.2/3. ábra: Alsó-felső kapcsolás (A-F), 3. változat, keverőjárat N2



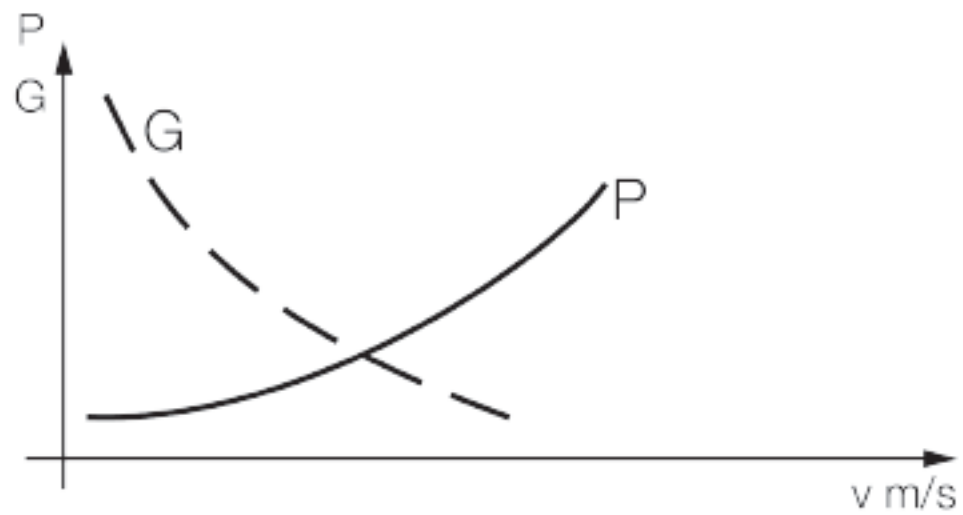
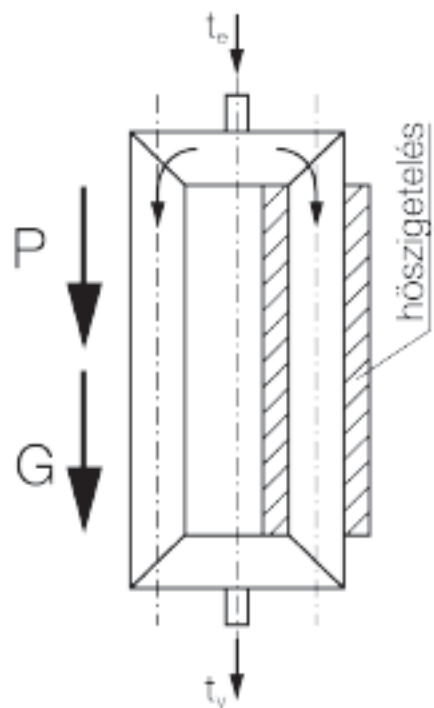
1.7.7.3.2./1. ábra: Tagos lemezi radiátor-20, alsó-felső kapcsolás (A-F), 1. változat, keverőtag: 4

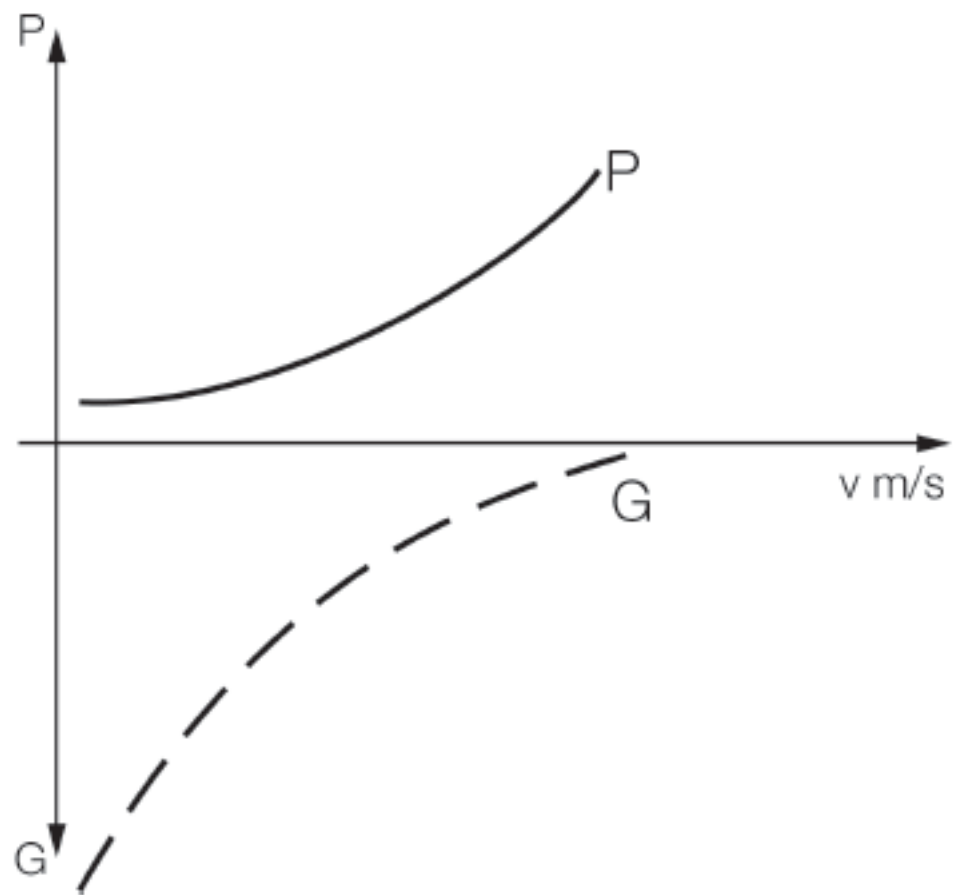
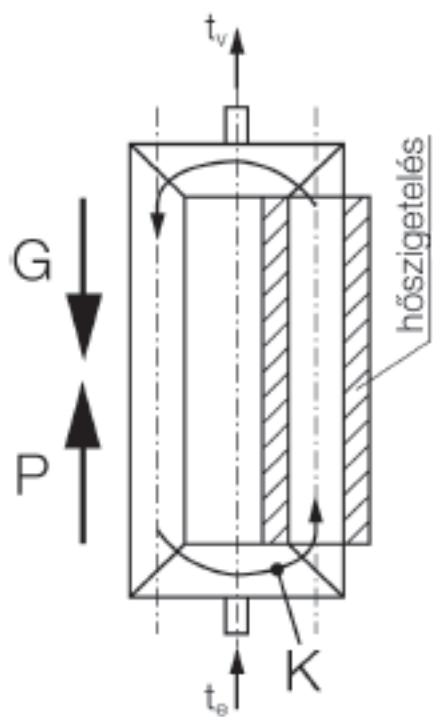


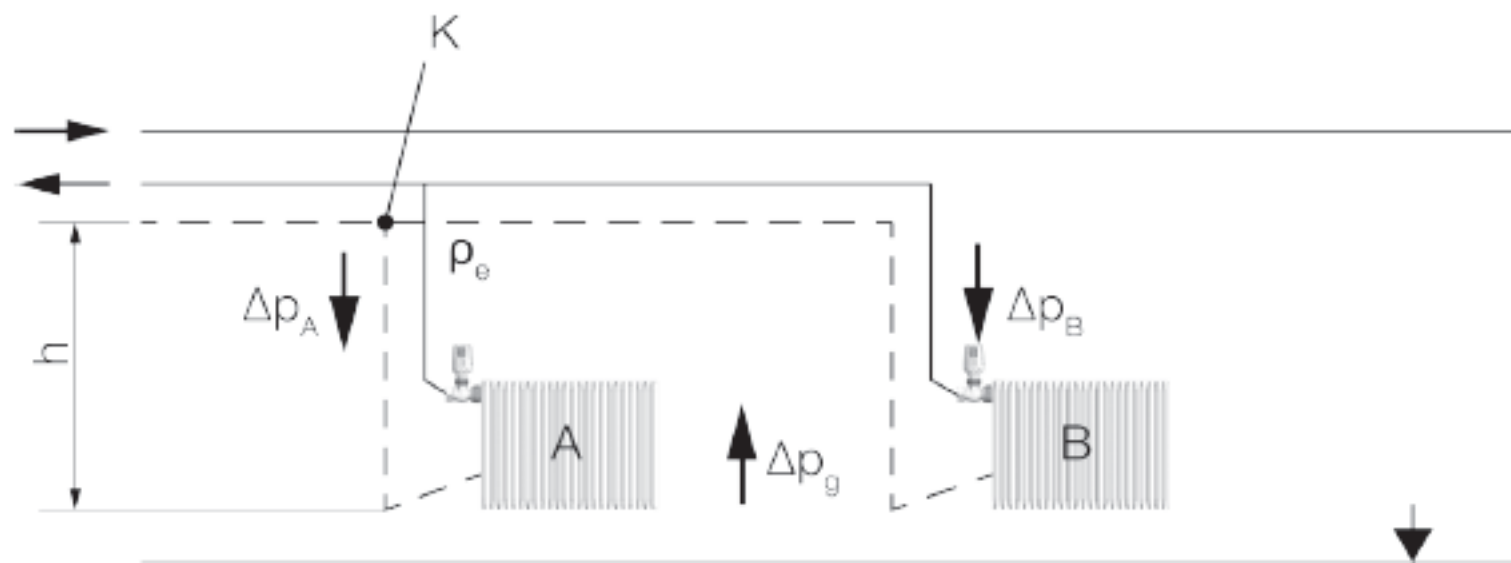
1.7.7.3.2./2. ábra: Tagos lemezzradiátor-20, alsó-felső kapcsolás (A-F), 2. változat, keverőtag 5



1.7.7.4./1. ábra: RADAL-7, átkötőszakaszos, nyitott szeleppel







1.7.10.2./2. ábra: Fűtőtest kapcsolása lehűlt víz felső keveredési pontjával (szifonkapcsolás)



Összefoglalás

- Szifonkapcsolás
- Oszlopos radiátorok alsó-felső kapcsolása
- Tagos vagy füstjáratos kazánok víz- és füstgázoldala
- Hőcserélők
- ...



Szakmai továbbképzés

Épületgépészeti tagozat

Fűtési-, hűtési hálózatok hidraulikája

Magyar Mérnöki Kamara

2020

SZAKMAI TOVÁBBKÉPZÉS 2020

MAGYAR MÉRNÖKI KAMARA

MMK.HU





4. Fűtési-, hűtési hálózatok hidraulikája

4.1. Hidraulika

4.1.2. Hidraulikai alapkapcsolások

4.1.2.1. Nyomáskülönbséggel rendelkező elosztóhálózatok

4.1.2.1.1. Változó primer és változó szekunder térfogatáram

4.1.2.1.2. Változó primer és állandó szekunder térfogatáram

4.1.2.1.3. Állandó primer és változó szekunder térfogatáram

4.1.2.1.4. Állandó primer és állandó szekunder térfogatáram

4.1.2.2. Nyomáskülönbséggel nem rendelkező elosztóhálózatok

4.1.2.2.1. Változó primer és változó szekunder térfogatáram

4.1.2.2.2. Változó primer és állandó szekunder térfogatáram

4.1.2.2.3. Állandó primer és változó szekunder térfogatáram

4.1.3. Beszabályozás a gyakorlatban

4.1.3.2. Arányossági törvény

4.1.3.4. Optimális és gazdaságos beszabályozás

4.1.4. Hidraulikai beszabályozás fajtái, eszközei, dokumentációja



4. Fűtési-, hűtési hálózatok hidraulikája

4.1.4.1. Statikus (kézi) beszabályozás, eszközei

4.1.4.1.1. Menetes beszabályozószelep, mérőcsonk a szelepszár két oldalán

4.1.4.1.2. Menetes beszabályozószelep beépített mérőperemmel

4.1.4.1.3. Karimás beszabályozószelep

4.1.4.1.4. Mérőperem

4.1.4.1.5. Kombinált szabályozó- és beszabályozószelep

4.1.4.1.6. Egyéb statikus beszabályozószelepek

4.1.4.2. Dinamikus (automatikus) beszabályozás és annak eszközei

4.1.4.2.1. Túláramszelep

4.1.4.2.2. Nyomáskülönbség-szabályozó

4.1.4.2.3. Térfogatáram-korlátozó

4.1.4.3. Mérőkészülék

4.1.5. Hibadiagnosztika

4.1.6. Beszabályozási tervdokumentáció

4.1.6.1. Tervezési dokumentáció

4.1.6.2. Mérési dokumentáció

4.1.7. Beszabályozási jegyzőkönyv

4.1.8. Hidraulikai egymásrahatás

4.1.9. Törvényi előírás a beszabályozásról



Nyomáskülönbséggel rendelkező elosztóhálózatok

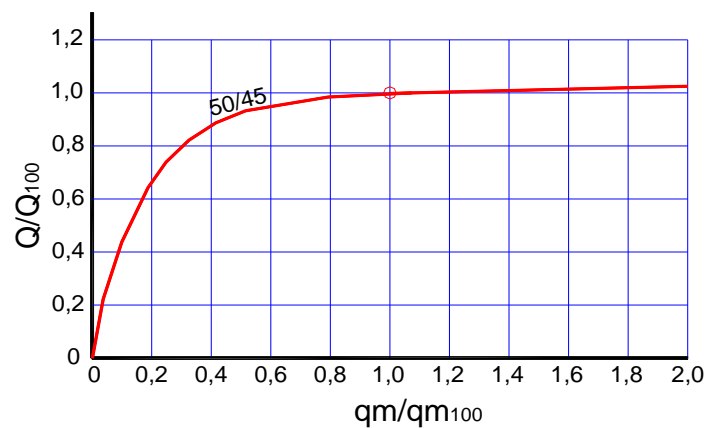
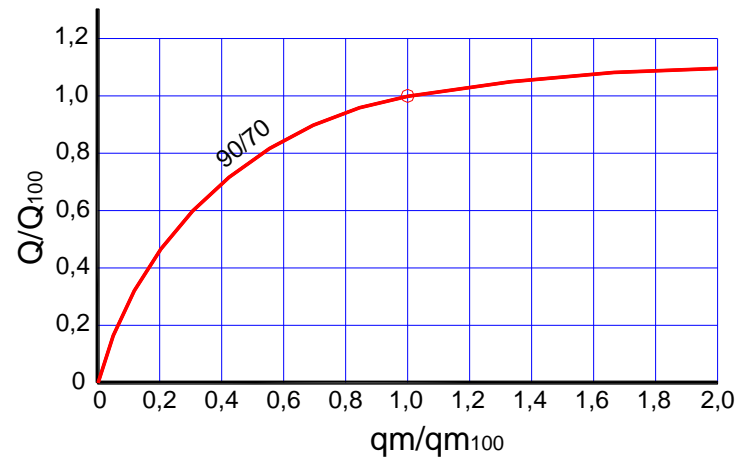
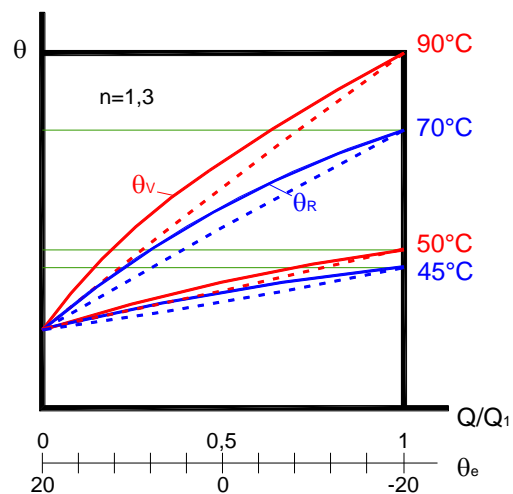
- Változó térfogatáramú kapcsolat együtű szabályozószeleppel
- Mennyiségi szabályozás háromjáratú szabályozószeleppel
- Befecskendező kapcsolat együtű szabályozószeleppel
- Befecskendező kapcsolat háromjáratú szabályozószeleppel

Nyomáskülönbséggel nem rendelkező elosztóhálózatok

- Keverőkapcsolás háromjáratú szabályozószeleppel
- Kettős keverőkapcsolás háromjáratú szabályozószeleppel

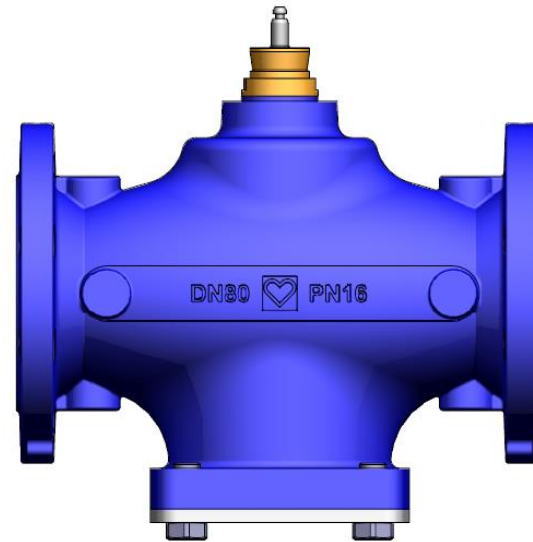
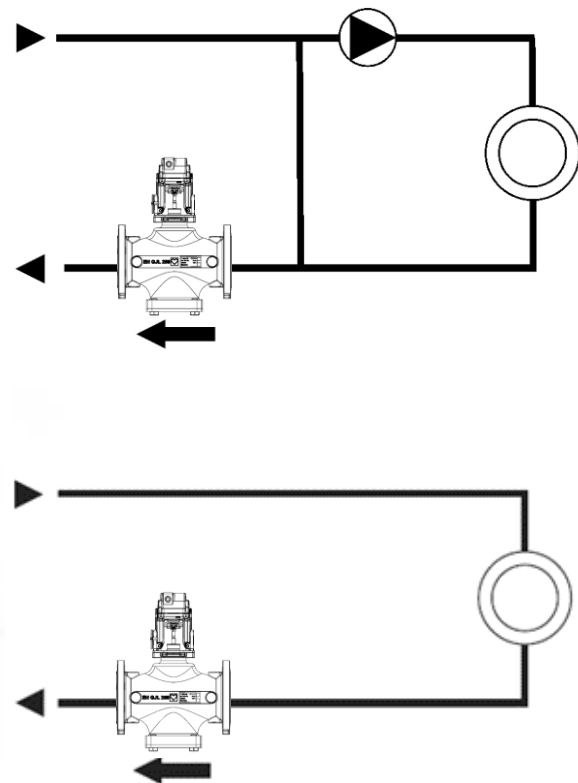


Központi fűtőberendezések hidraulikai beszabályozása (Fűtési jelleggörbe, fojtási jelleggörbe)



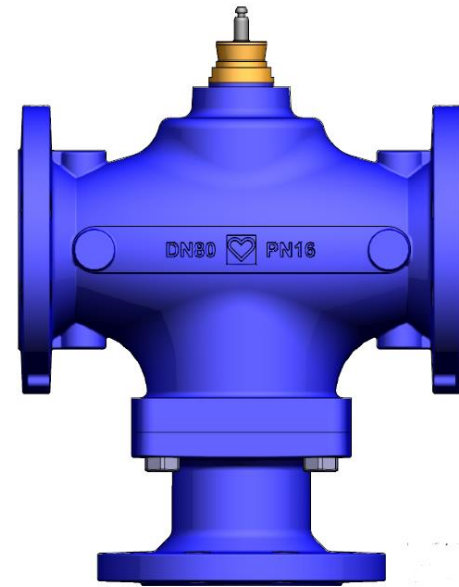
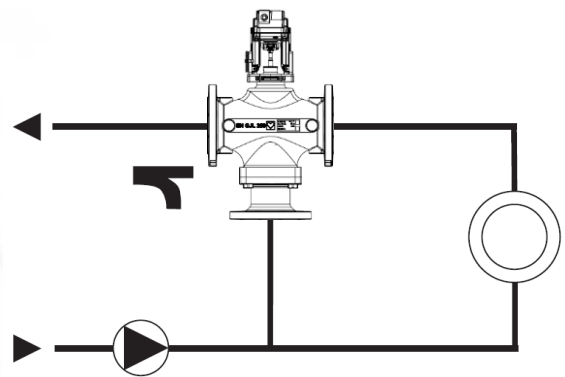
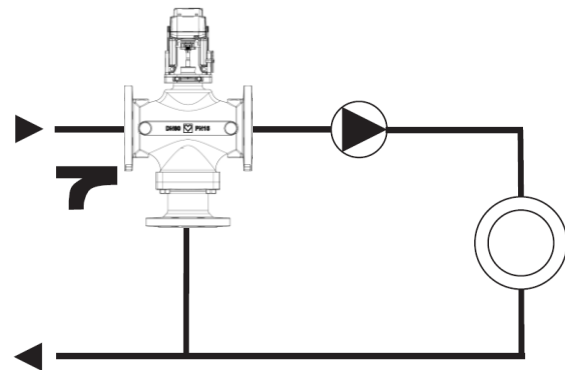


Egyutú szelep





Háromjáratú szelep





$$k_v = \frac{Q}{\sqrt{\Delta p}} \quad [m^3 / h]$$

$$\Delta p = \left(\frac{Q}{k_v} \right)^2 \quad [bar]$$

$$Q = k_v \cdot \sqrt{\Delta p} \quad [m^3 / h]$$



k_v -érték definíció

$$\Delta p = \frac{\rho}{2} \cdot v^2 \cdot \zeta = \frac{\rho}{2} \cdot \frac{V^2}{A^2} \cdot \zeta$$

$$\Delta p = \rho \cdot V^2 \cdot Const$$

$$1 \text{ bar} = \Delta p_0 = \rho_0 \cdot k_v^2 \cdot Const$$

$$\frac{\Delta p}{\Delta p_0} = \frac{\rho \cdot V^2}{\rho_0 \cdot k_v^2}$$

$$k_v = \dot{V} \cdot \sqrt{\frac{\rho \cdot \Delta p_0}{\rho_0 \cdot \Delta p}}$$

$$\Delta p_0 = 1 \text{ bar} = 100\,000 \text{ Pa}$$

$$\Delta p = \frac{\rho}{\rho_0} \left(\frac{\dot{V}}{k_v} \right)^2 \cdot \Delta p_0$$

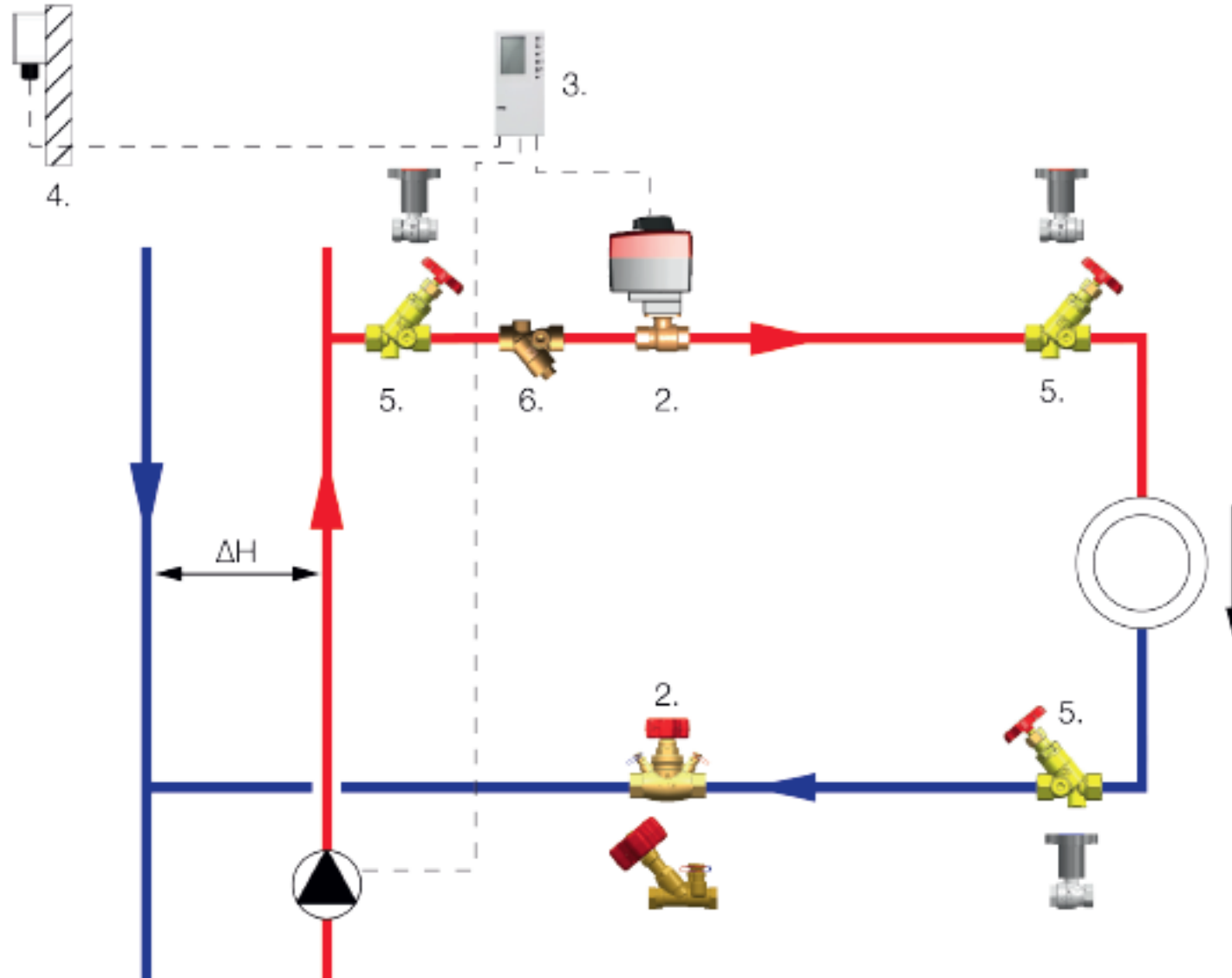
$$k_v [\text{m}^3/\text{h}]$$



Nyomáskülönbséggel rendelkező elosztóhálózatok



Változó térfogatáramú kapcsolás egyutú szabályozószeleppel



**Jellemzők:**

- Nyomáskülönbség megléte esetén használható
- A térfogatáram a primer- és a szekunder oldalon is változó
- A hőmérséklet a primer oldalon változó,
a szekunder oldalon állandó
- A teljesítményszabályozás térfogatáram változtatásával történik

Előnyök:

- A hőmérsékletkülönbség nagy, ezért ez a kapcsolat kondenzációs kazánok és távhőcsatlakozás esetén is használható

Hátrányok:

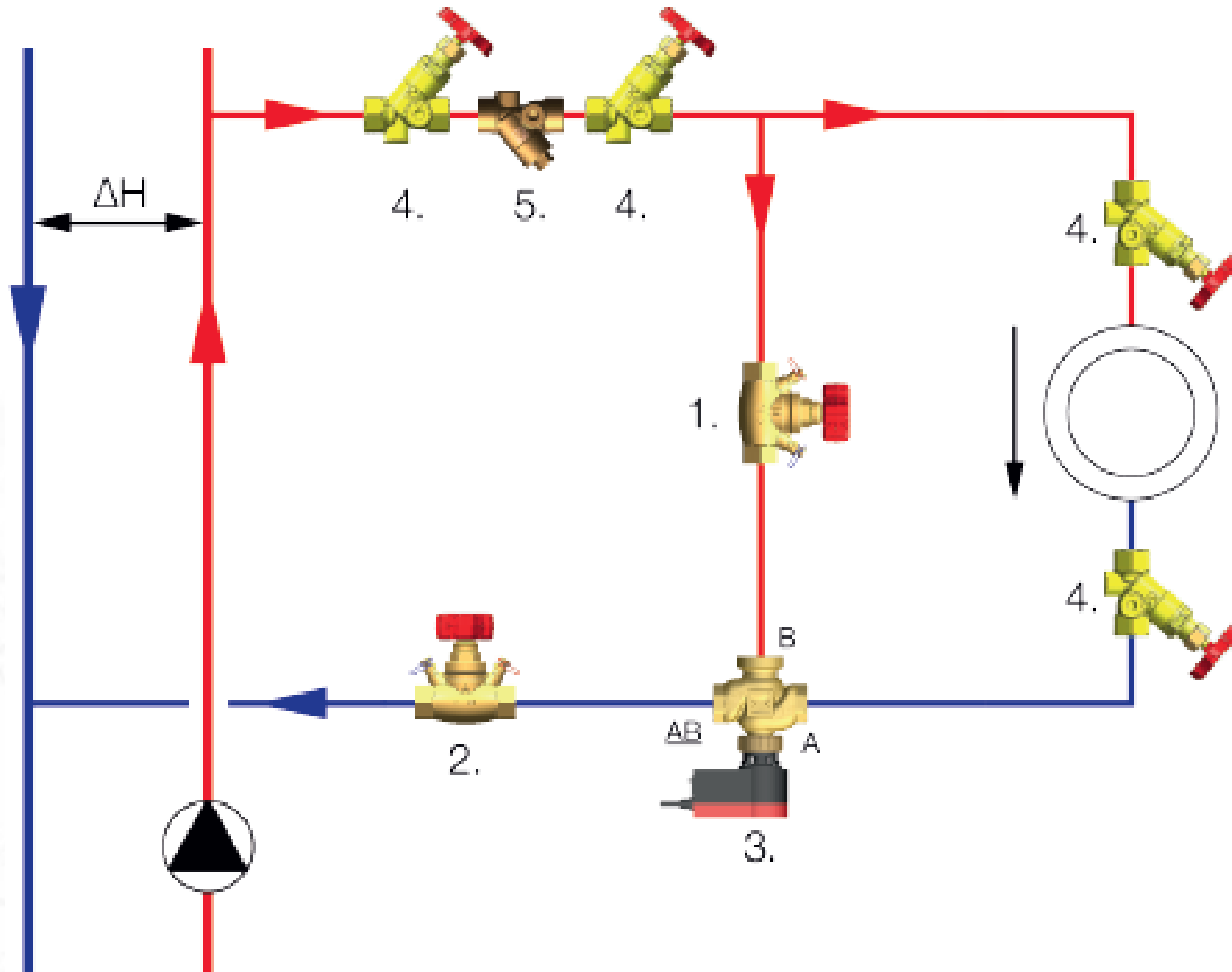
- Ha a hálózatban több fojtószelepes kapcsolat található, eltolódik a szivattyú munkapontja, az így megváltozó nyomáskülönbség kihat az egyes fogyasztókra.

Alkalmazás:

- Távhőrendszerek
- Puffertárolók csatlakozása
- A szekunder hálózat kondenzációs kazánhoz való csatlakoztatása
- Radiátoros és padlófűtés-rendszerek zónaszabályozása külsőhőmérséklet-vezérelt előremenő hőmérséklet esetén
- Kis utánfűtők és mindenfajta léghűtők



Mennyiségi szabályozás háromjáratú szabályozószeleppel



**Jellemzők:**

- Nyomáskülönbség megléte esetén alkalmazható
- A vízhozam a primer oldalon állandó, a szekunder oldalon változó
- A hőmérséklet a primer oldalon változó, a szekunder oldalon állandó
- A teljesítményszabályozás a térfogatáram változtatásával történik

Előnyök:

- Mivel a primer oldalon állandó a térfogatáram, nincs szükség teljesítményszabályozott szivattyúra
- A nyomáskülönbség nincs hatással a teljesítményre, azaz a szabályozószelep a nyomáskülönbségtől függetlenül méretezhető

Hátrányok:

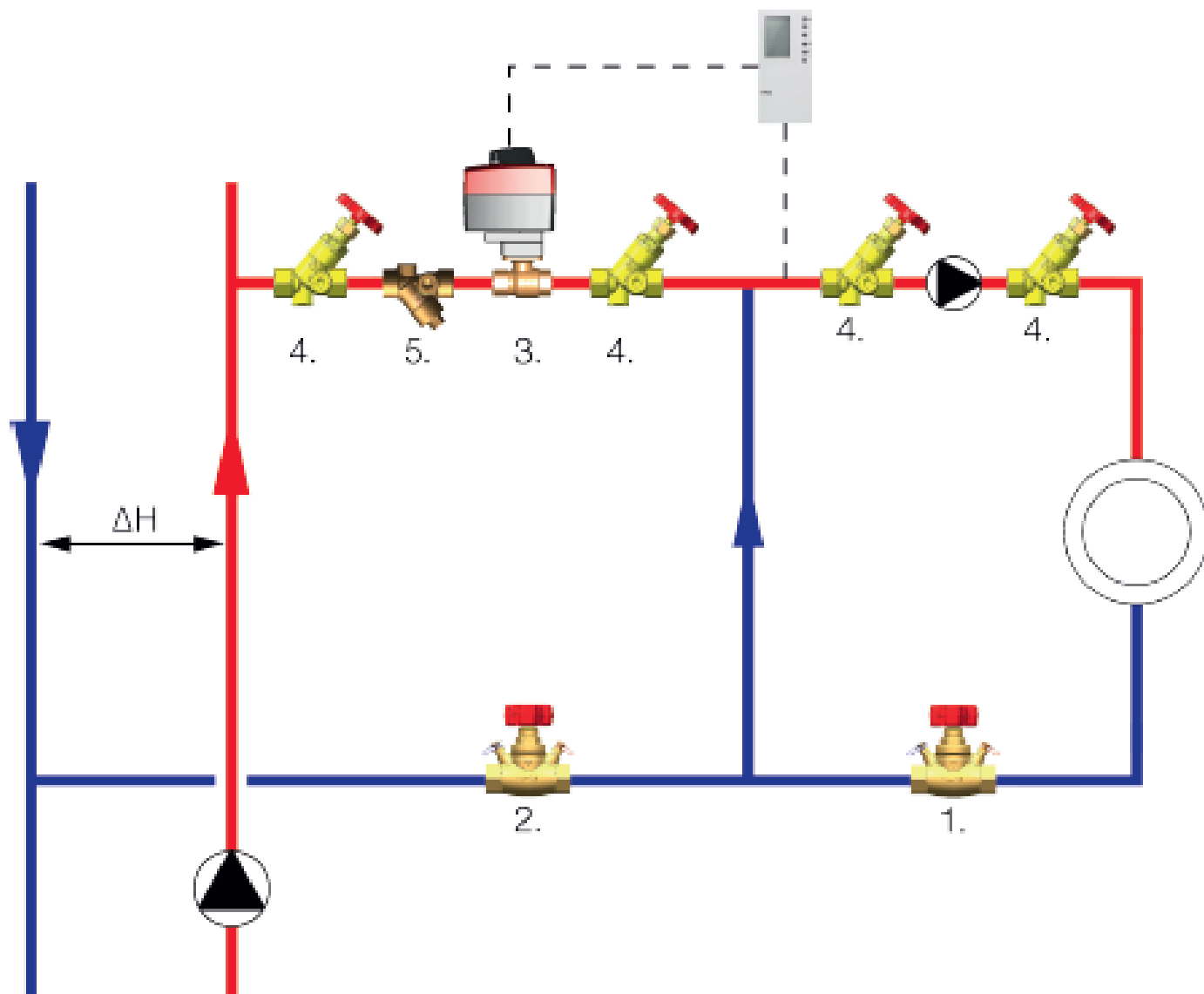
- A fogyasztónál mért hőmérséklet mindig megegyezik a primer oldal hőmérsékletével

Alkalmazás:

- Légfűtőregiszterek
- Hűtőregiszterek
- Zónaszabályozás



Befecskendező kapcsolás egytű szabályozószeleppel



**Jellemzők:**

- Nyomáskülönbség megléte esetén alkalmazható
- A térfogatáram a primer oldalon változó, a szekunder oldalon állandó
- A hőmérséklet a fogyasztónál változó

Előnyök:

- Alacsony visszatérő hőmérsékletű rendszereknél (távfűtés, kondenzációs kazánok) alkalmazható
- A primer- és a szekunder oldal hőmérsékletszintjei eltérők lehetnek (pl. 45 °C és 90 °C)

Hátrányok:

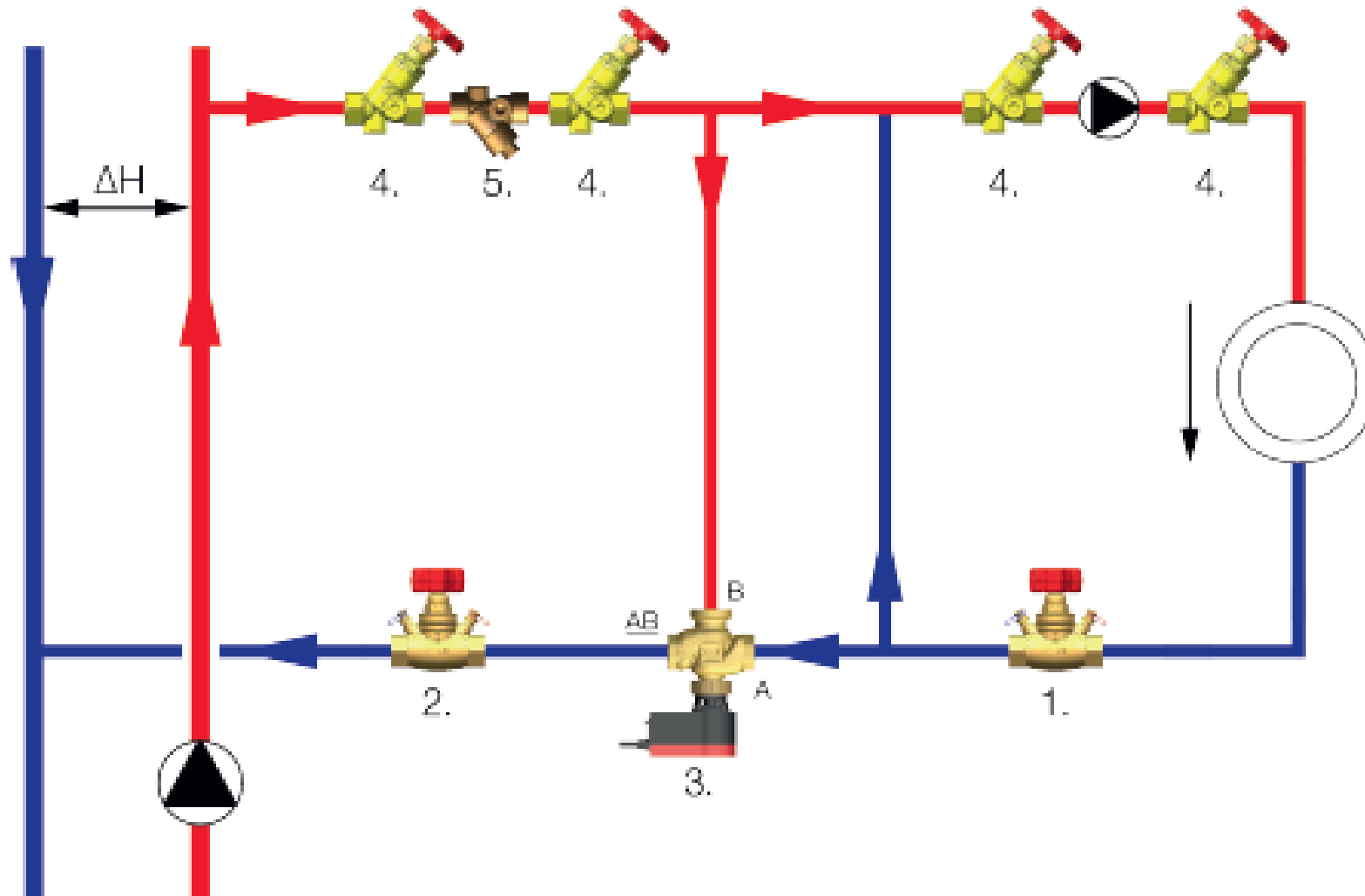
- A szabályozószelep méretezéséhez ismerni kell a nyomáskülönbséget
- az előfűtők hosszú csővezeték esetén befagyhatnak

Alkalmazás:

- Fűtőtestrendszerek
- Padlófűtés
- Légfűtőregiszterek
- Alacsony hőmérsékletű fűtés



Befecskenedő kapcsolás háromjáraú szabályozószeleppel



**Jellemzők:**

- Nyomáskülönbség megléte esetén alkalmazható
- A térfogatáram a primer- és szekunder oldalon is állandó
- A hőmérséklet a szekunder oldalon változó

Előnyök:

- A szekunder oldali állandó térfogatáram kiváló szabályozást tesz lehetővé. A szelepautoritás majdnem 1, mivel a mennyiség szabályozott szakaszon alig tapasztalható nyomáscsökkenés
- A holtidő igen rövid, mivel folyamatosan rendelkezésre áll forró víz, különböző hőmérsékletű szintek kapcsolhatók össze

Hátrányok:

- A visszatérő ág hőmérséklete állandóan magas, ezért ez a kapcsolás nem alkalmas távhőcsatlakozáshoz vagy kondenzációs kazánokhoz.

Alkalmazás:

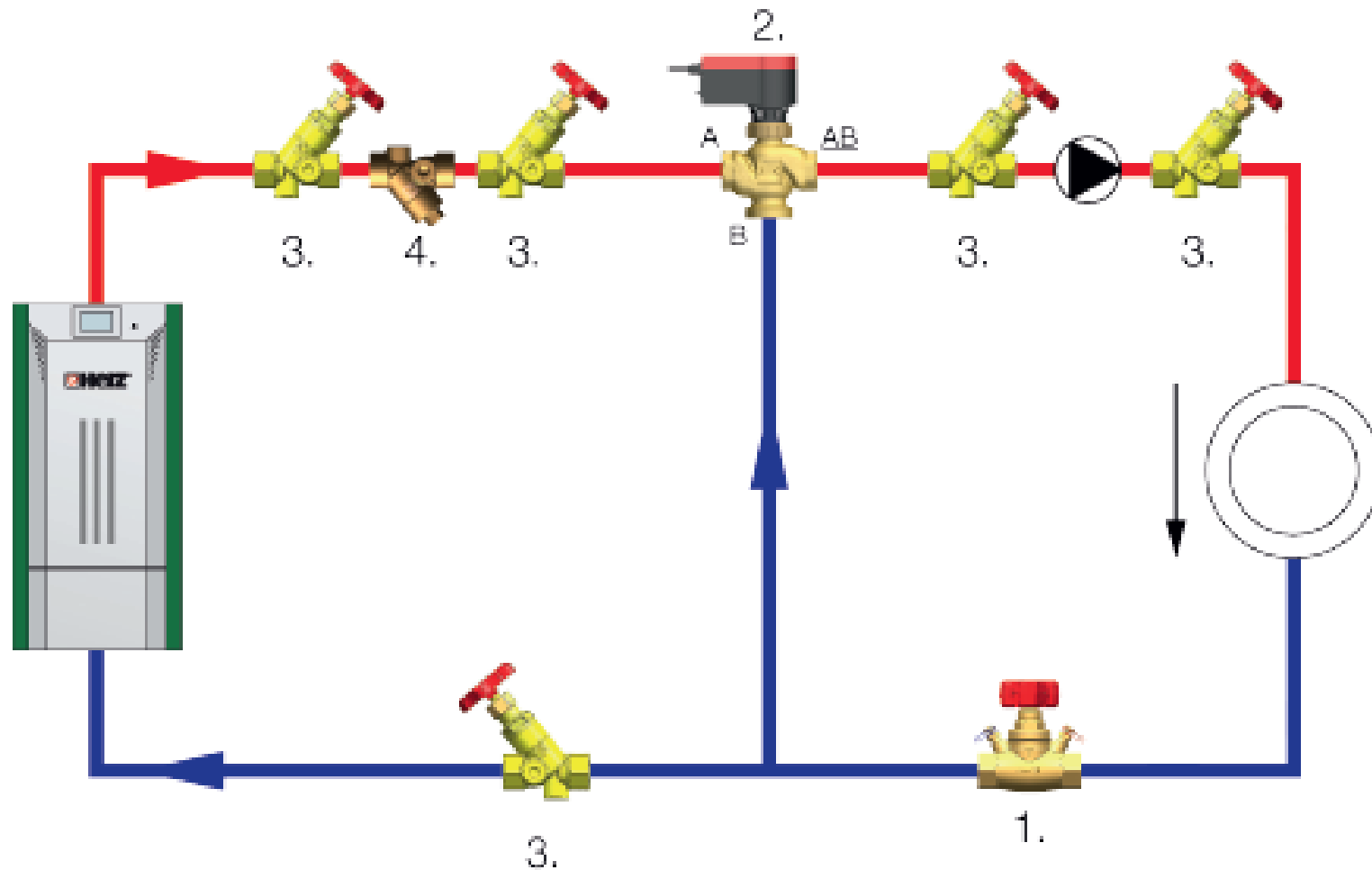
- Fűtőtestrendszerek
- Alacsony hőmérsékletű fűtés
- Légfűtőregiszterek
- Padlófűtés



Nyomáskülönbséggel nem rendelkező elosztóhálózatok



Keverőkapcsolás háromjáratú szabályozószeleppel



**Jellemzők:**

- Nyomáskülönbség nem áll rendelkezésre
- A térfogatáram a primer oldalon változó, a szekunder oldalon állandó
- A hőmérséklet a szekunder oldalon változó

Előnyök:

- A szekunder oldali állandó térfogatáram kiváló szabályozást tesz lehetővé
- A nyomásmentes osztó szelepautoritása majdnem 1

Hátrányok:

- A primer oldali és a szekunder oldali hőmérséklet nem térhet el túl nagy mértékben egymástól.

Emiatt egy alacsony hőmérsékletű rendszer ilyen módon nem kapcsolható össze egy magas hőmérsékletű rendszerrel.

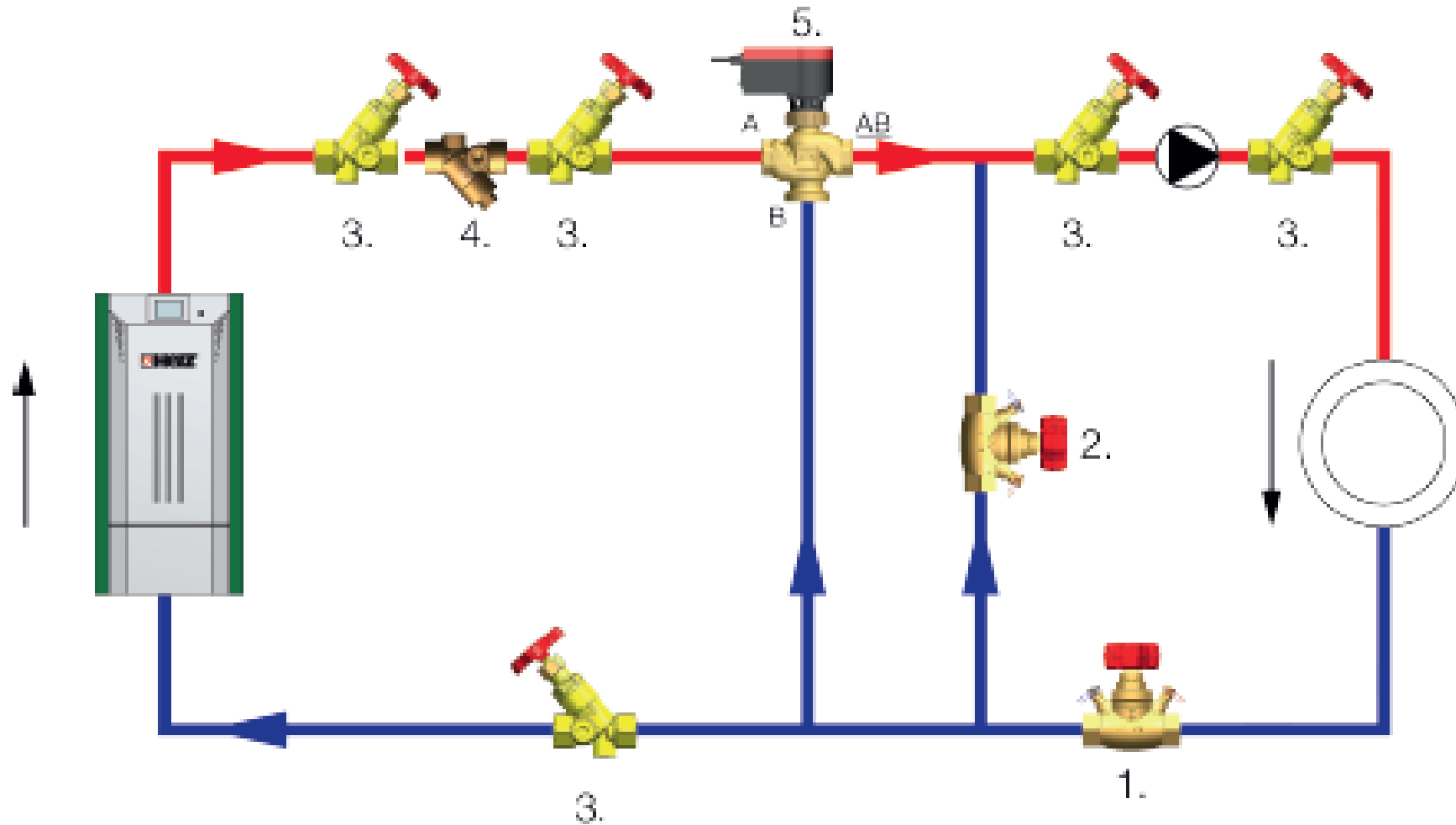
- Primer oldali nyomáskülönbség nem engedélyezett.

Alkalmazás:

- Fűtőtestrendszerek
- Légfűtőregiszterek



Kettős keverőkapcsolás háromjáratú szabályozószeleppel



**Jellemzők:**

- Nyomáskülönbség nem áll rendelkezésre
- A vízhozam a primer- és szekunderoldalon állandó
- A hőmérséklet a szekunderoldalon változó

Előnyök:

- Nyomásmentes vagy alacsony nyomású elosztók alkalmazása esetén a szabályozószelep autoritása majdnem 1
- Alkalmazható alacsony hőmérsékletű fűtés csatlakoztatására (pl. 45 °C és 90 °C)
- Alacsony holtidő

Hátrányok:

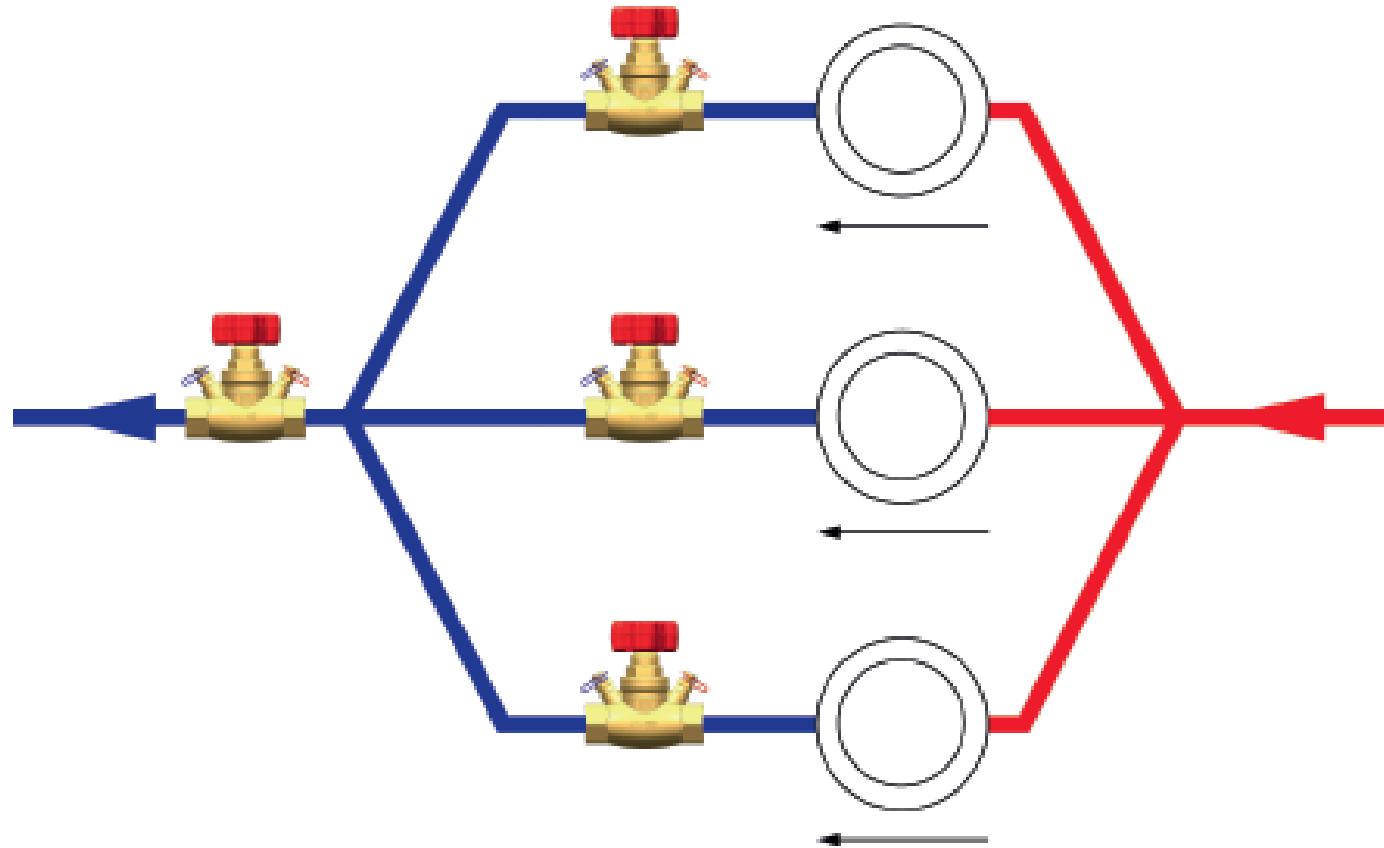
- Primeroldali nyomáskülönbség nem engedélyezett
- Nyomáskiegyenlítő osztók használata esetén feltétlenül "nyomás nélküli" keverő kapcsolást kell alkalmazni

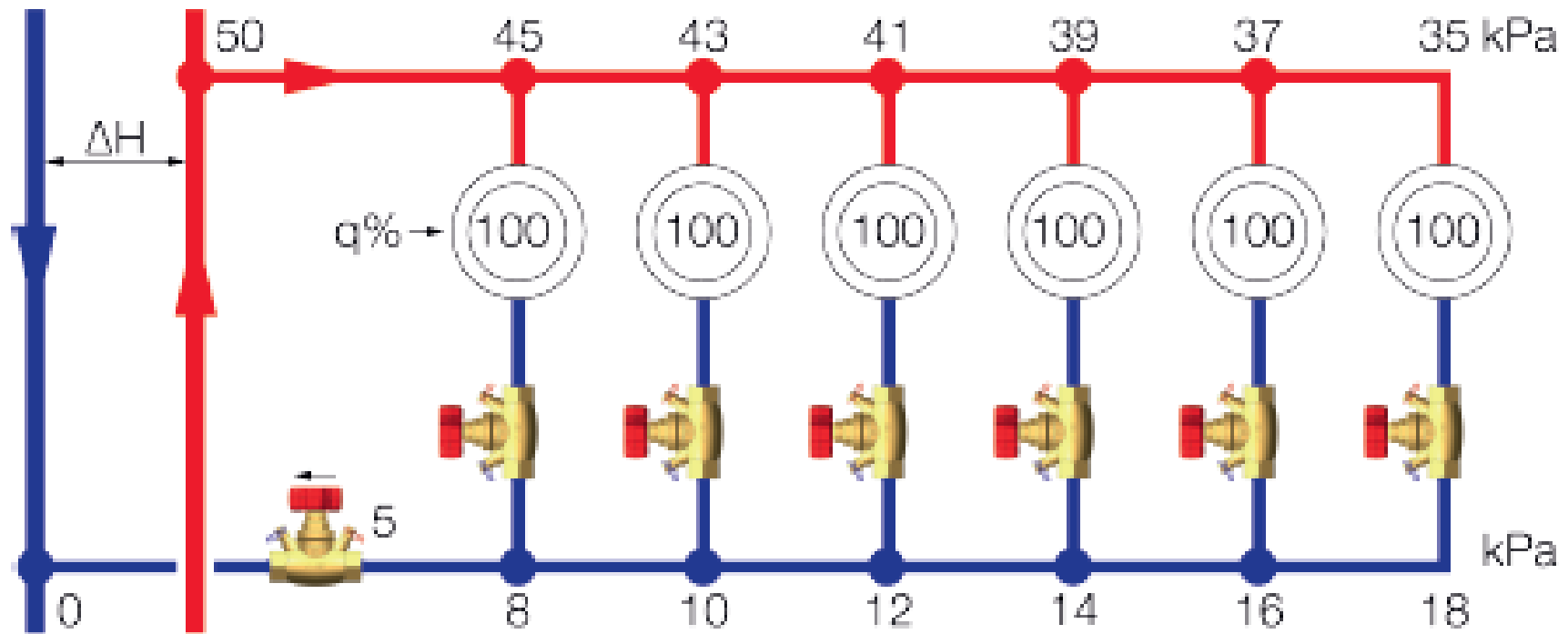
Alkalmazás:

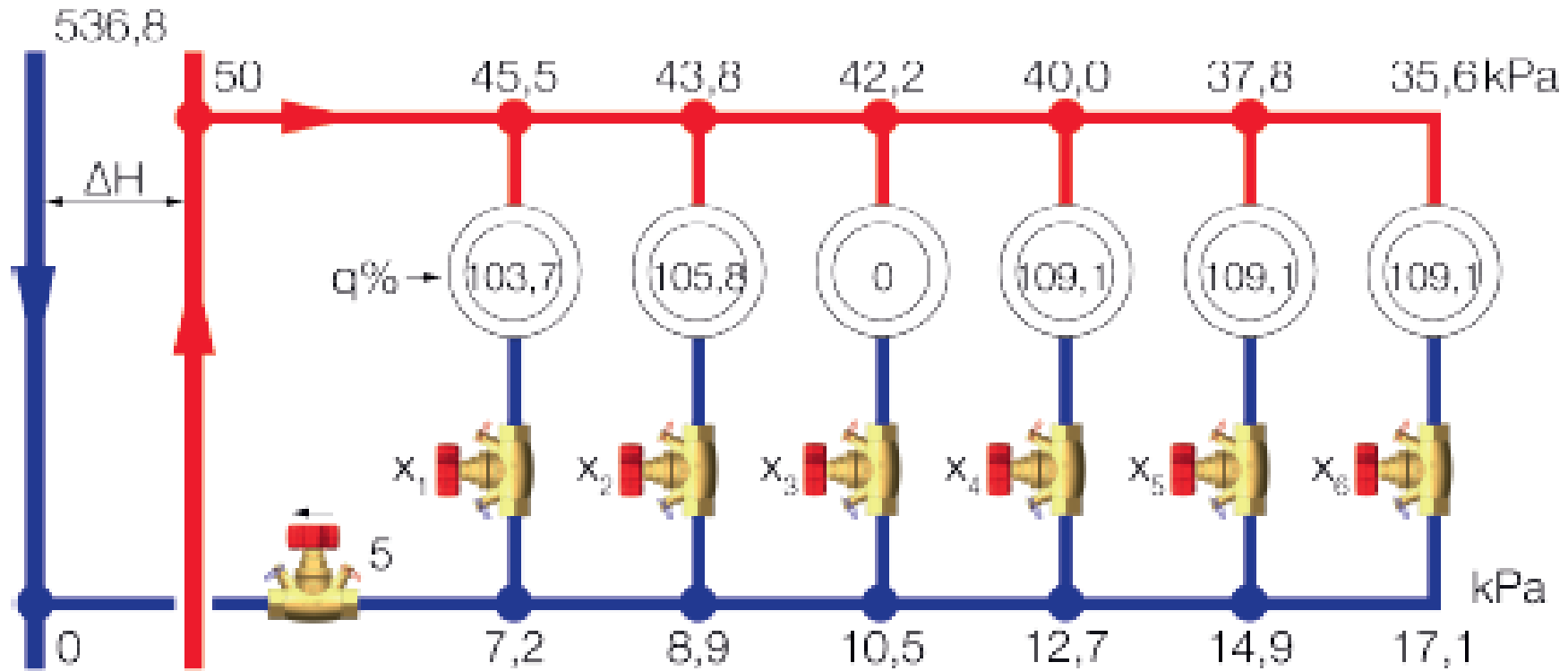
- Alacsony hőmérsékletű fűtés
- Padlófűtés



Arányossági törvény

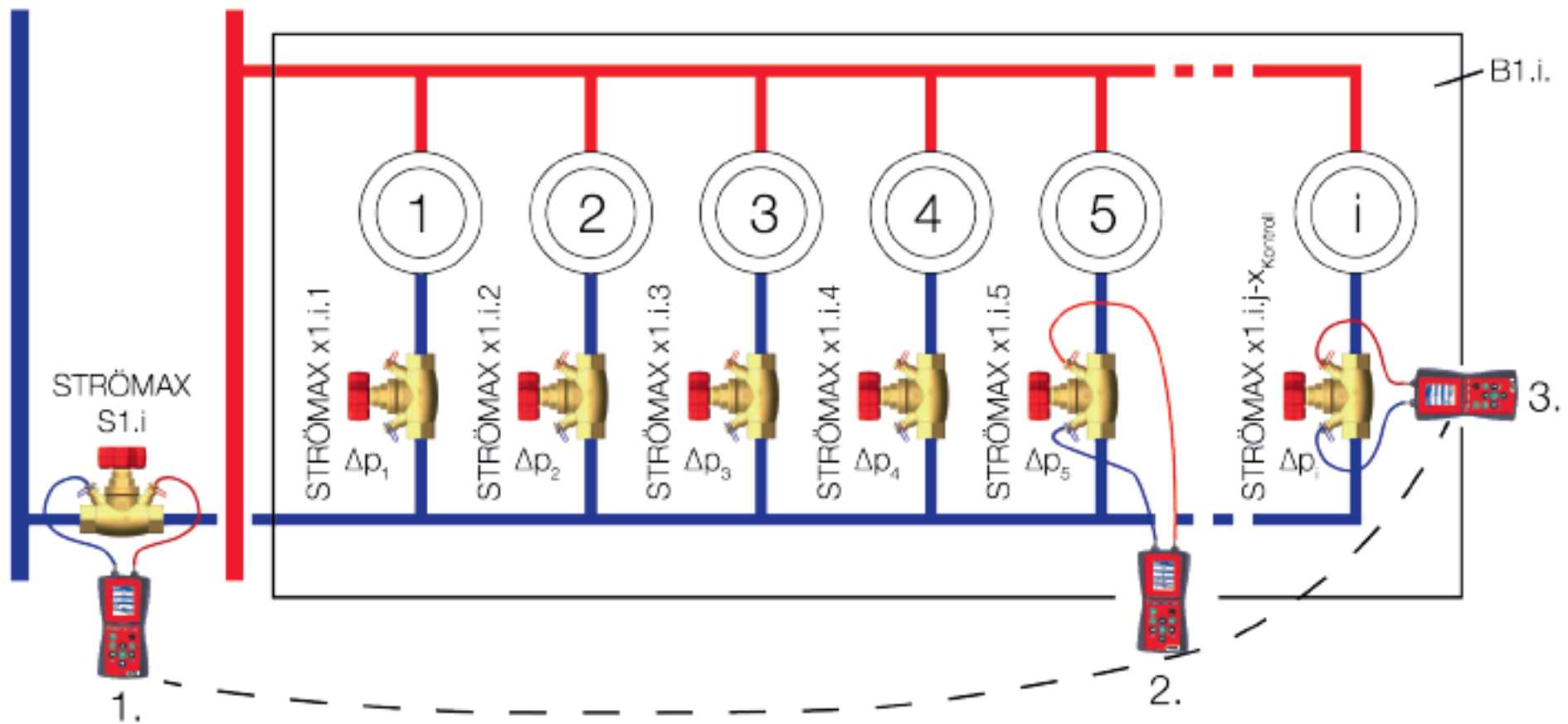


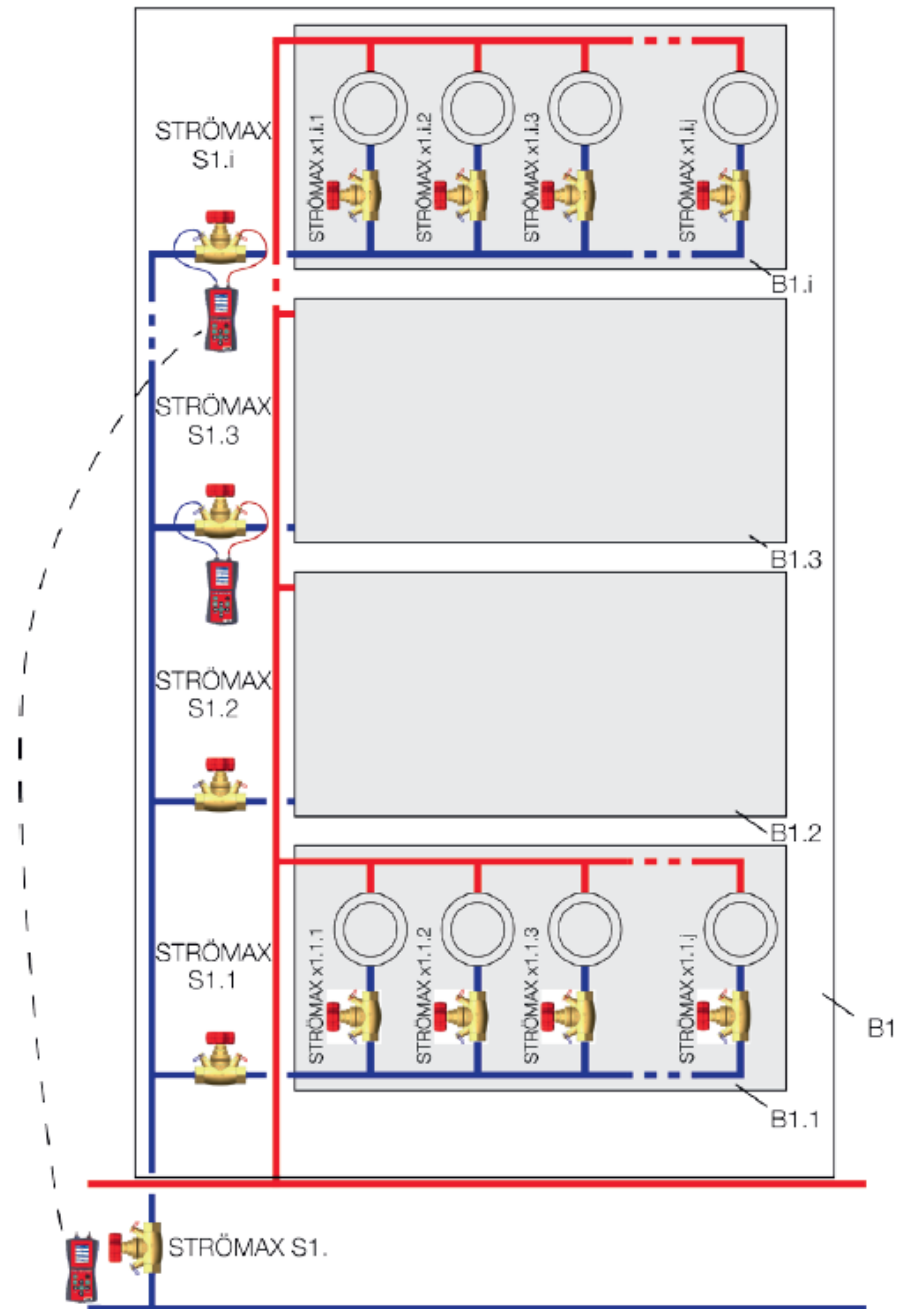


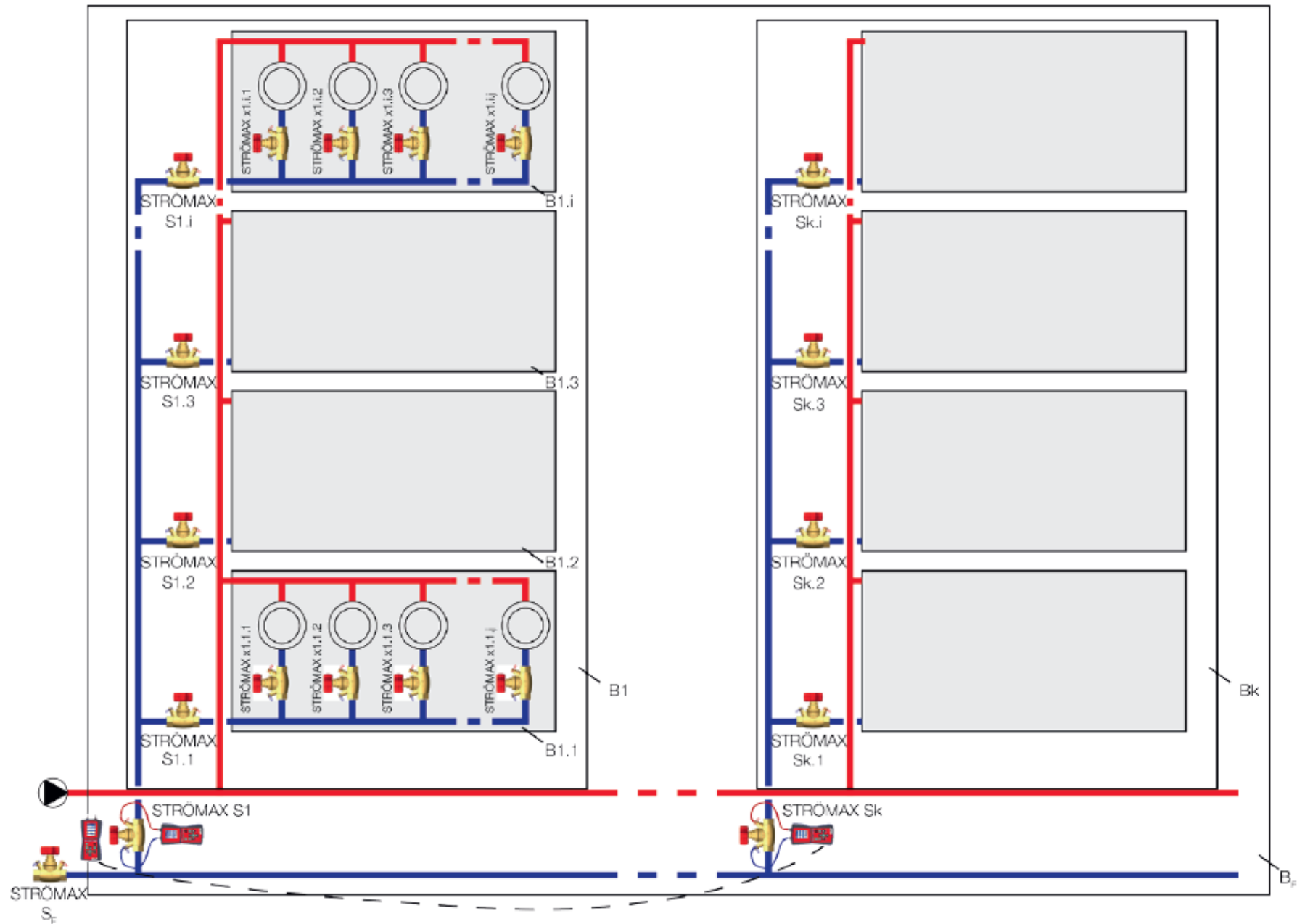




Beszabályozás

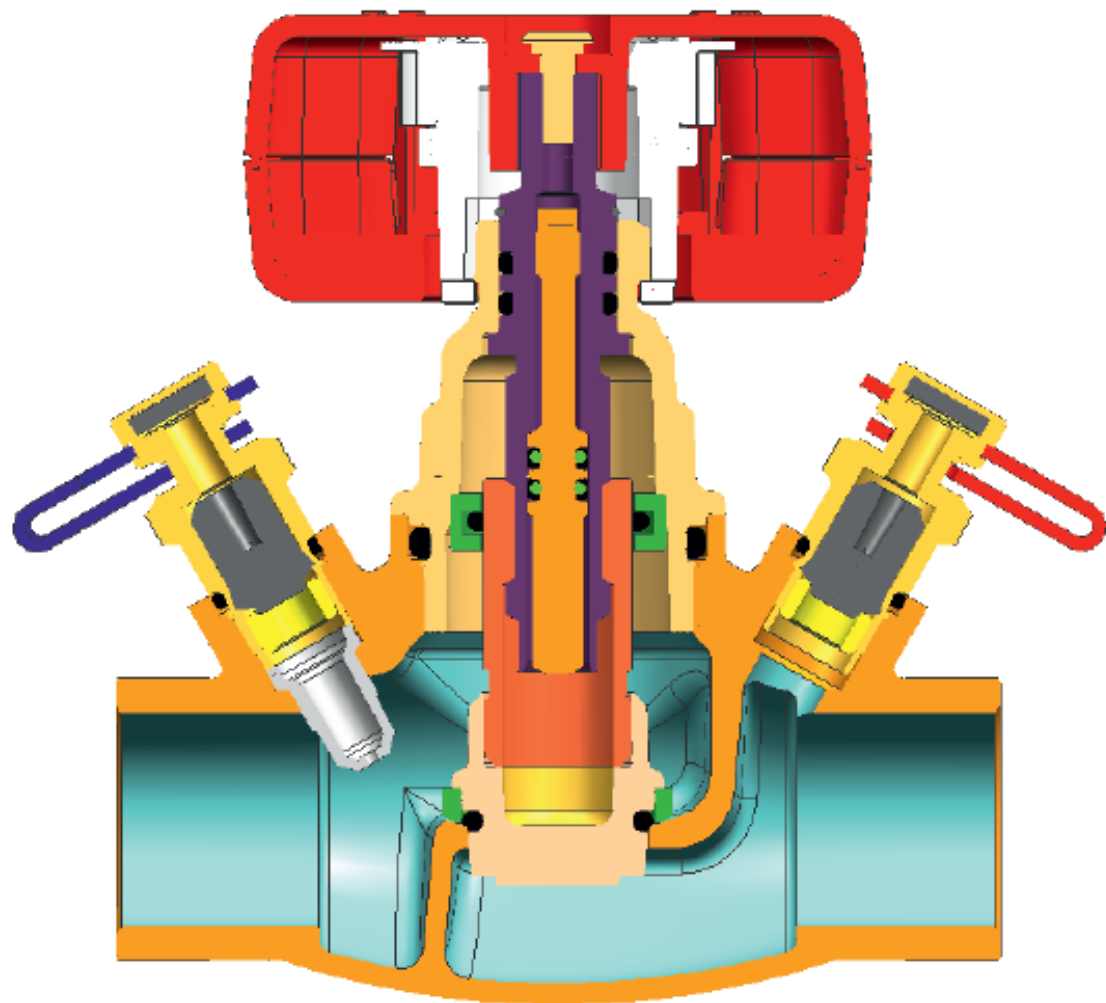


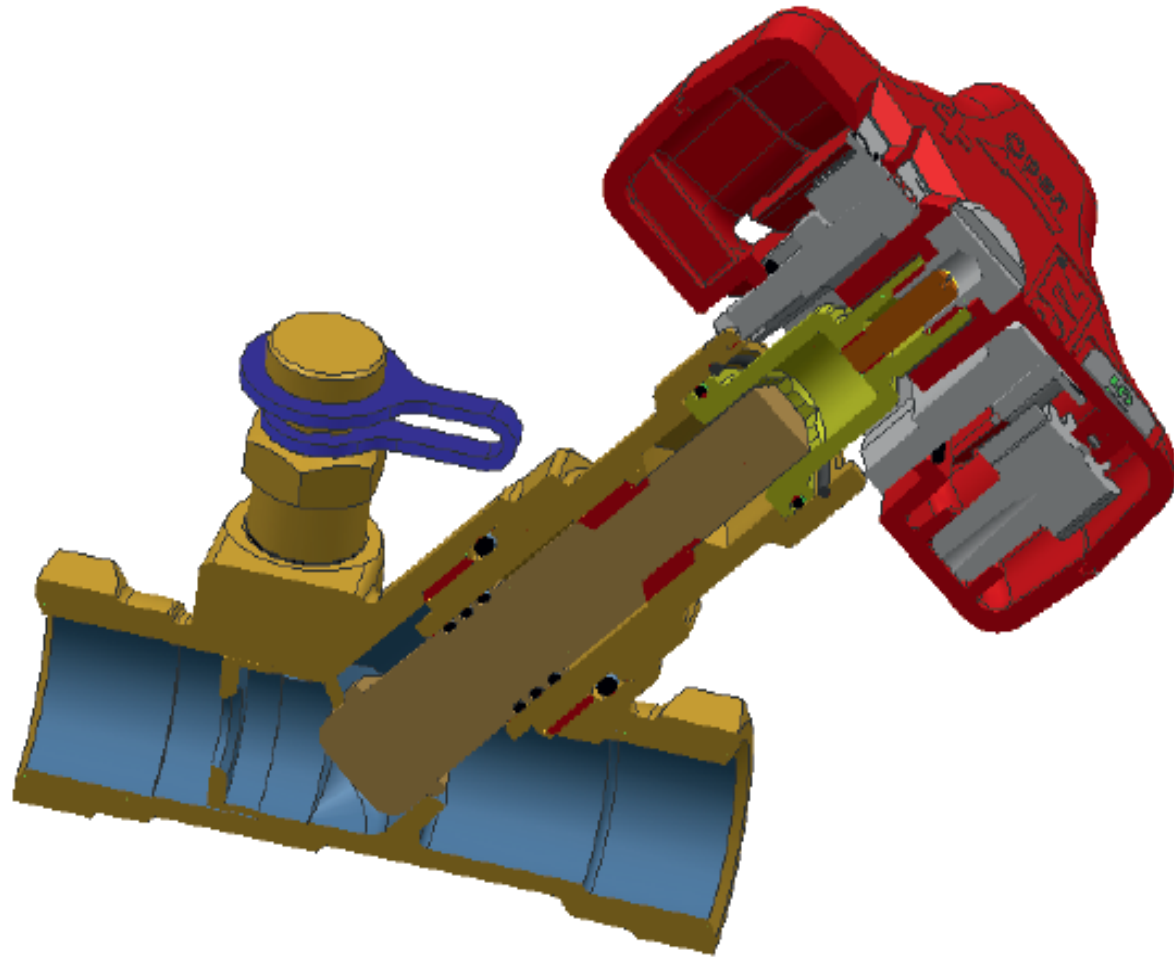






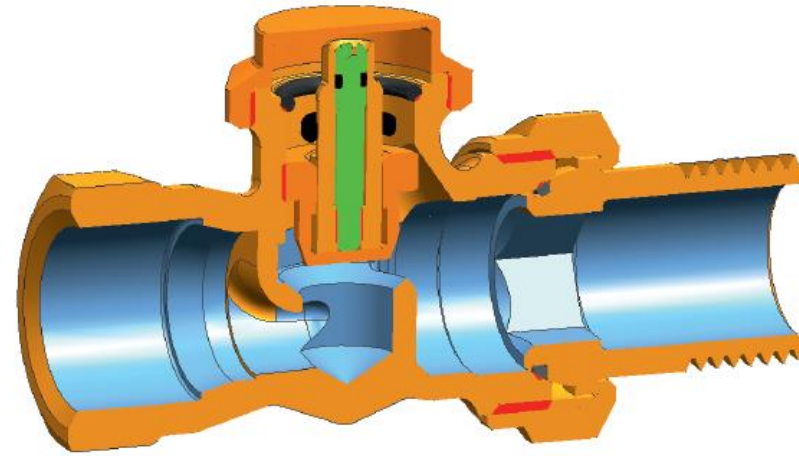
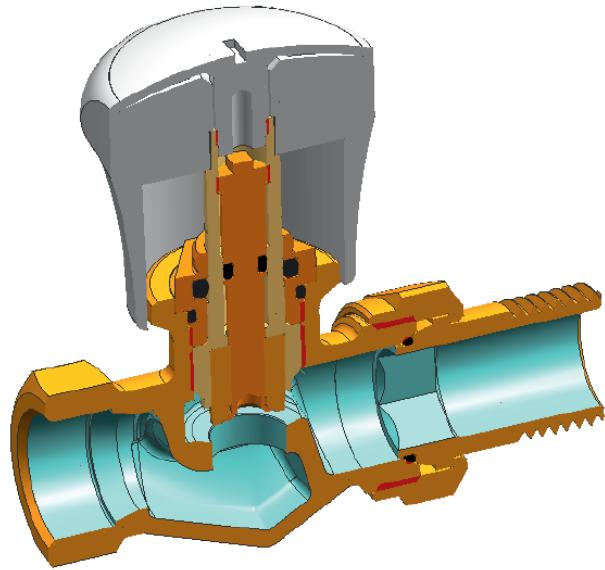
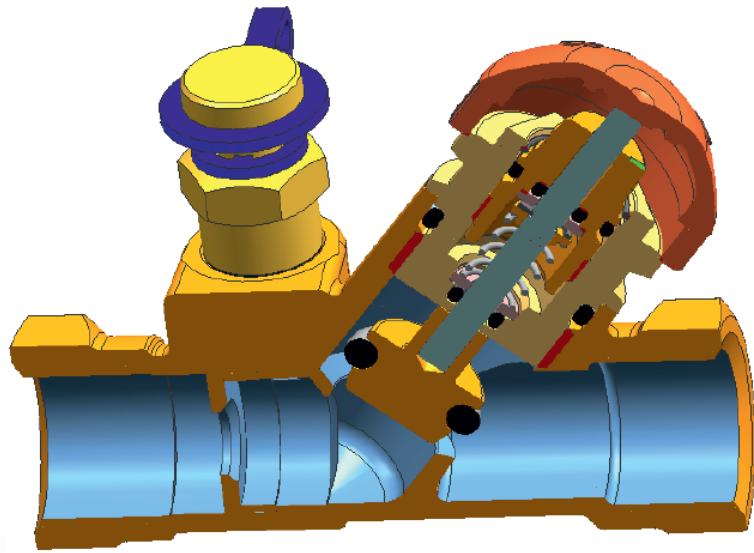
Beszabályozó-szerelvények

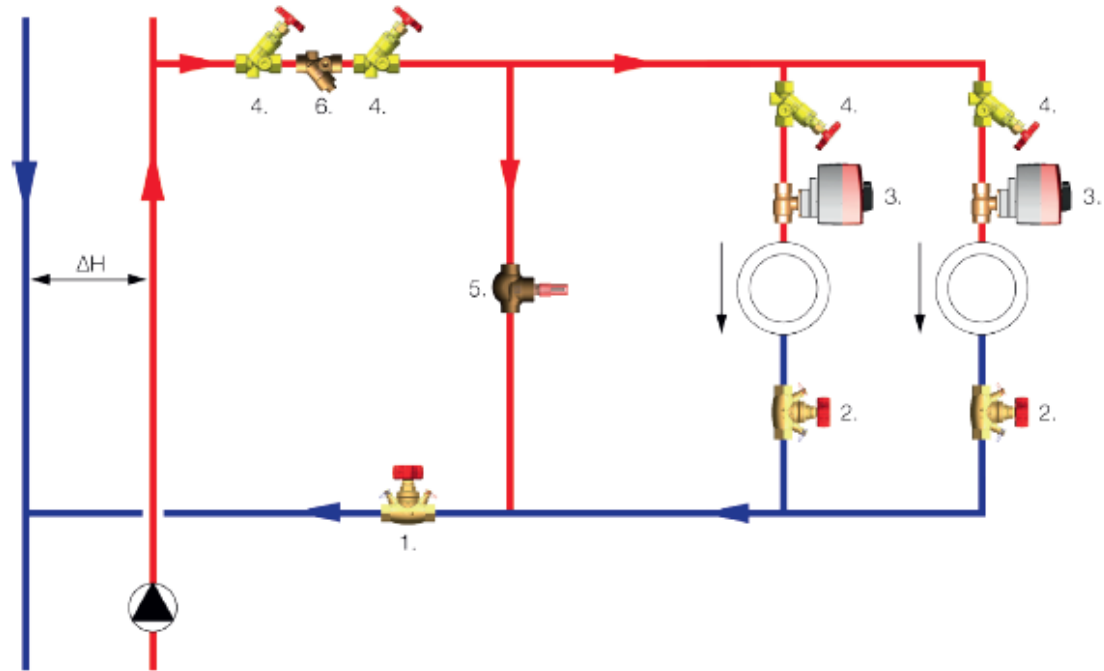
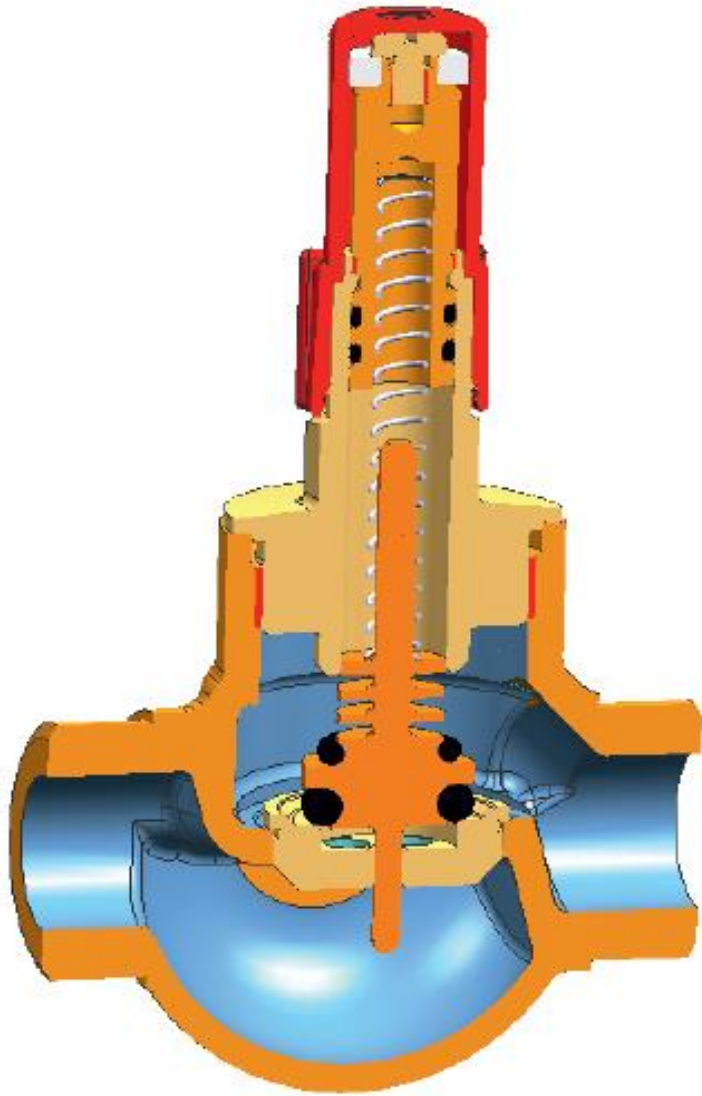


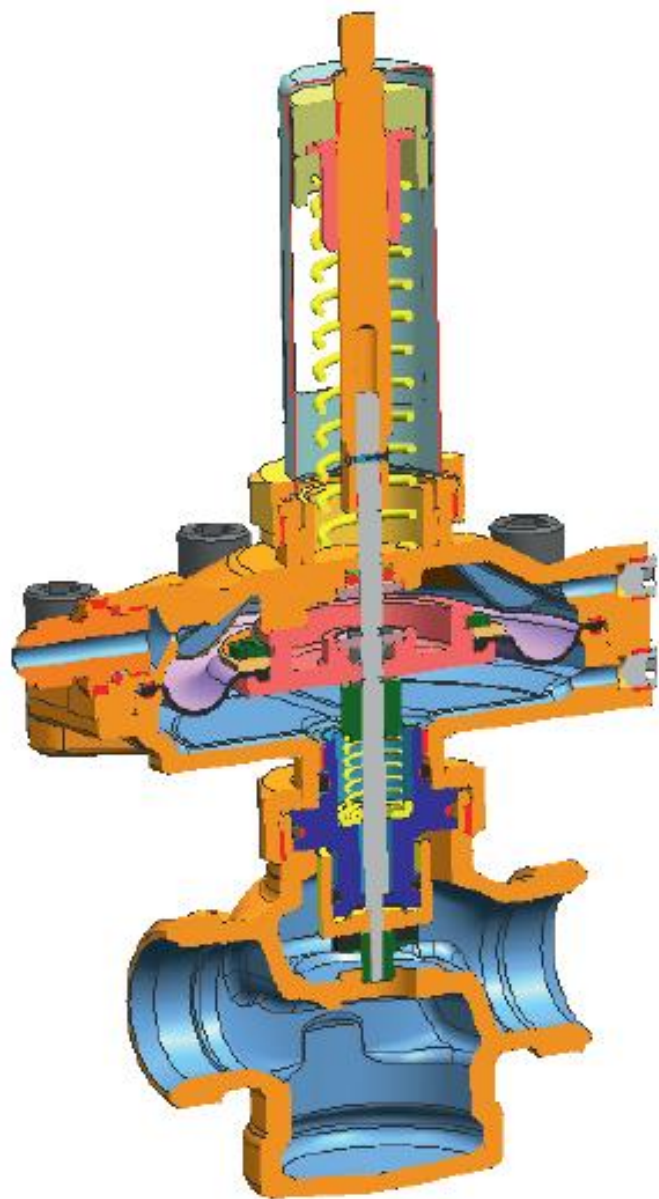






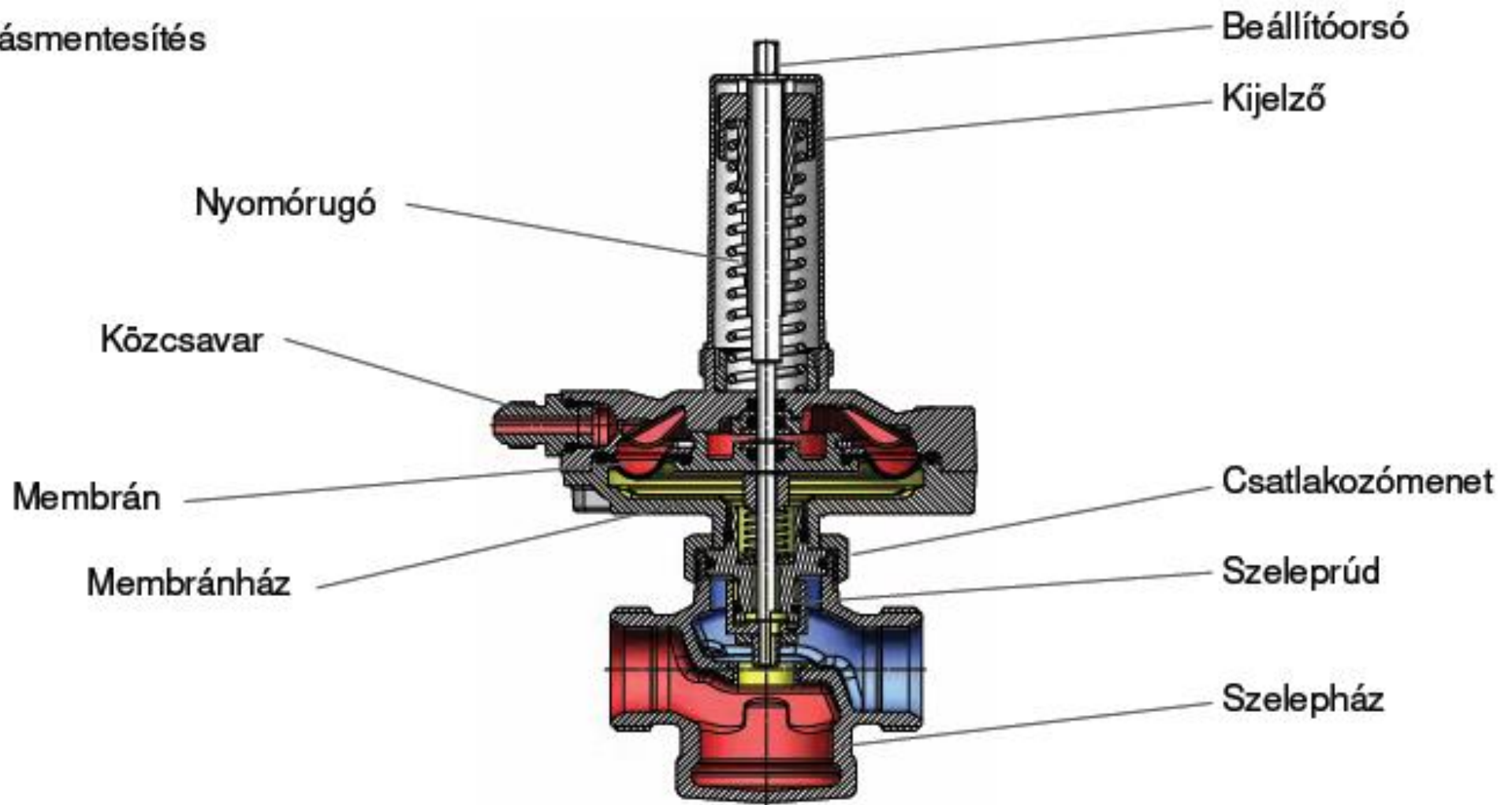


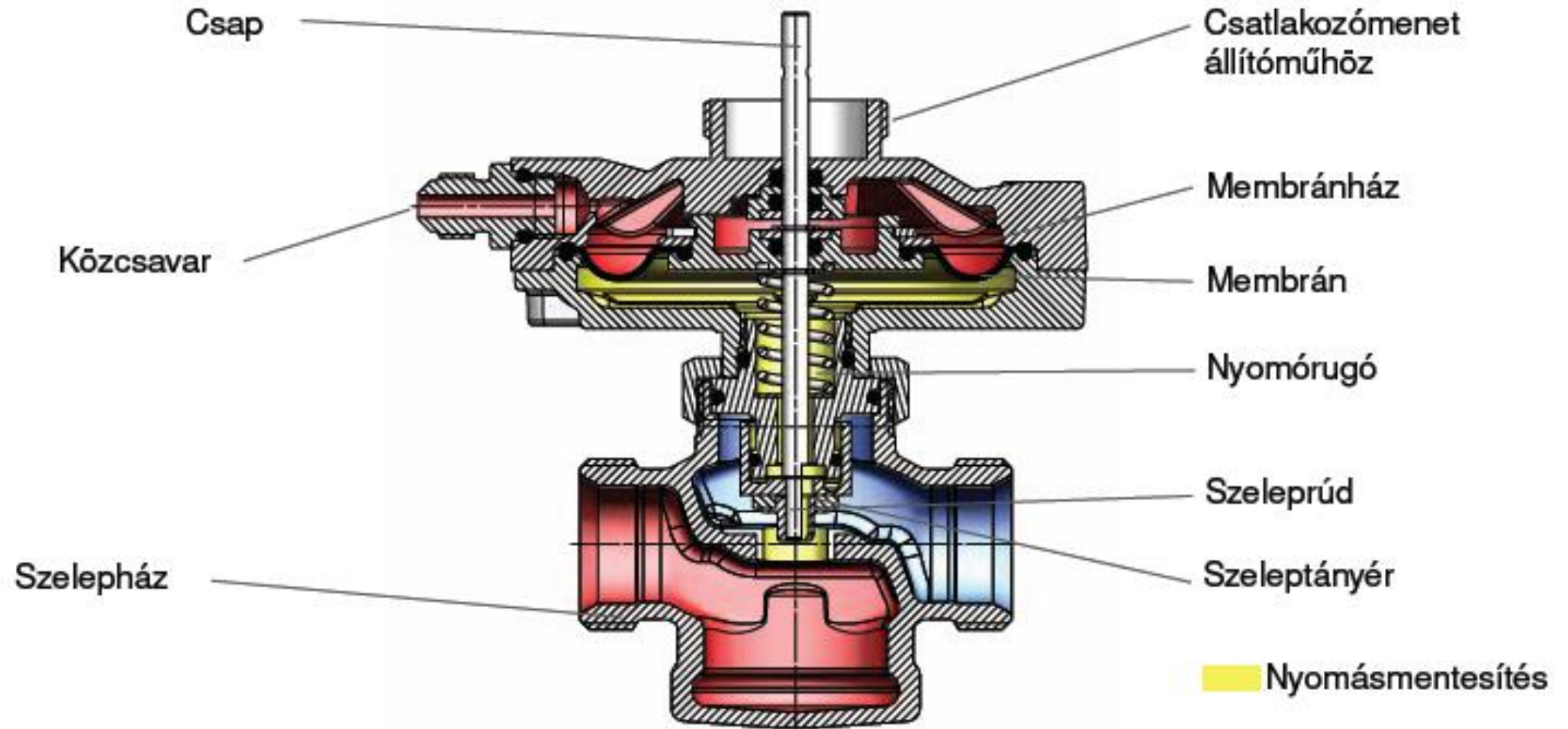


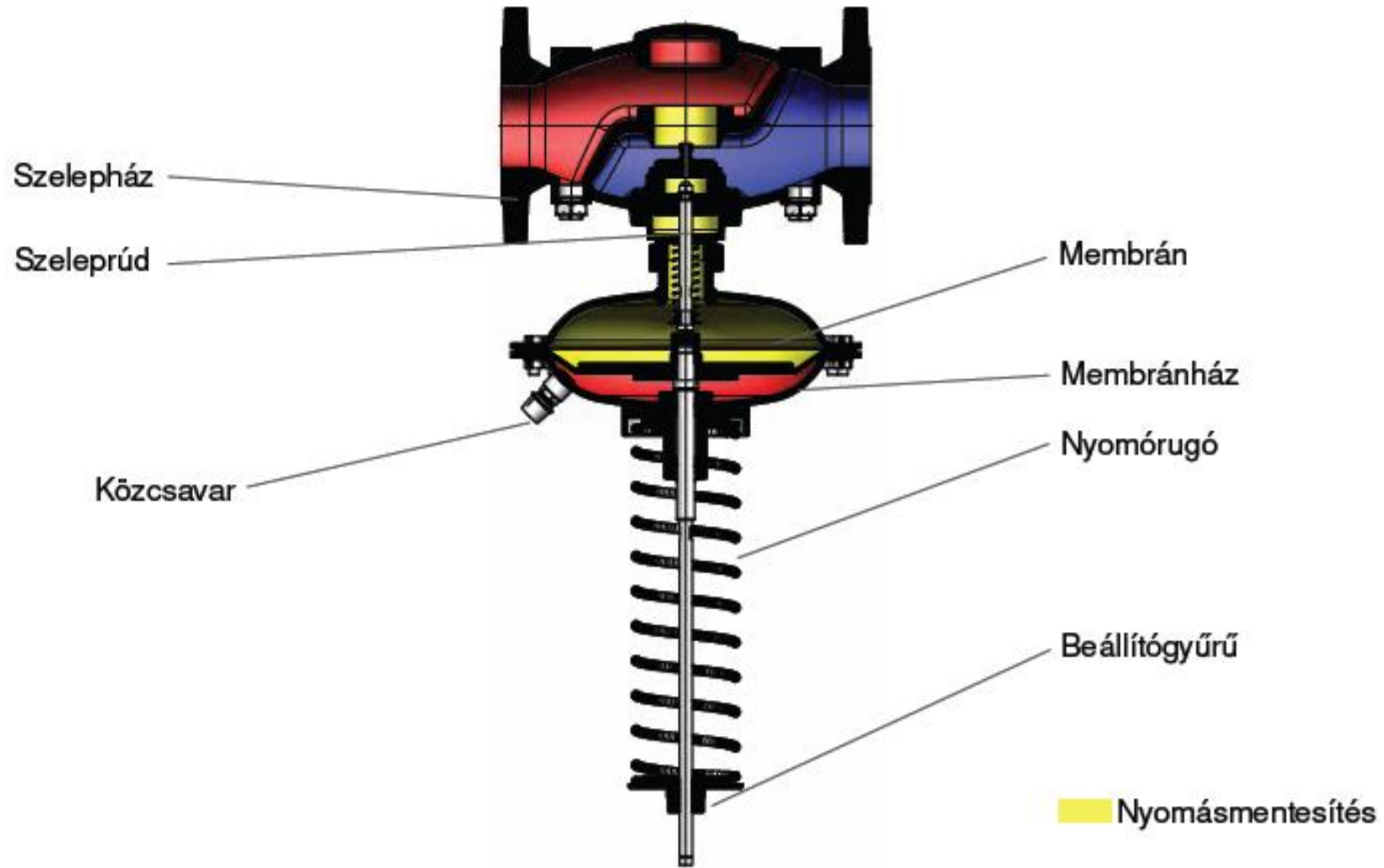




 Nyomásmentesítés

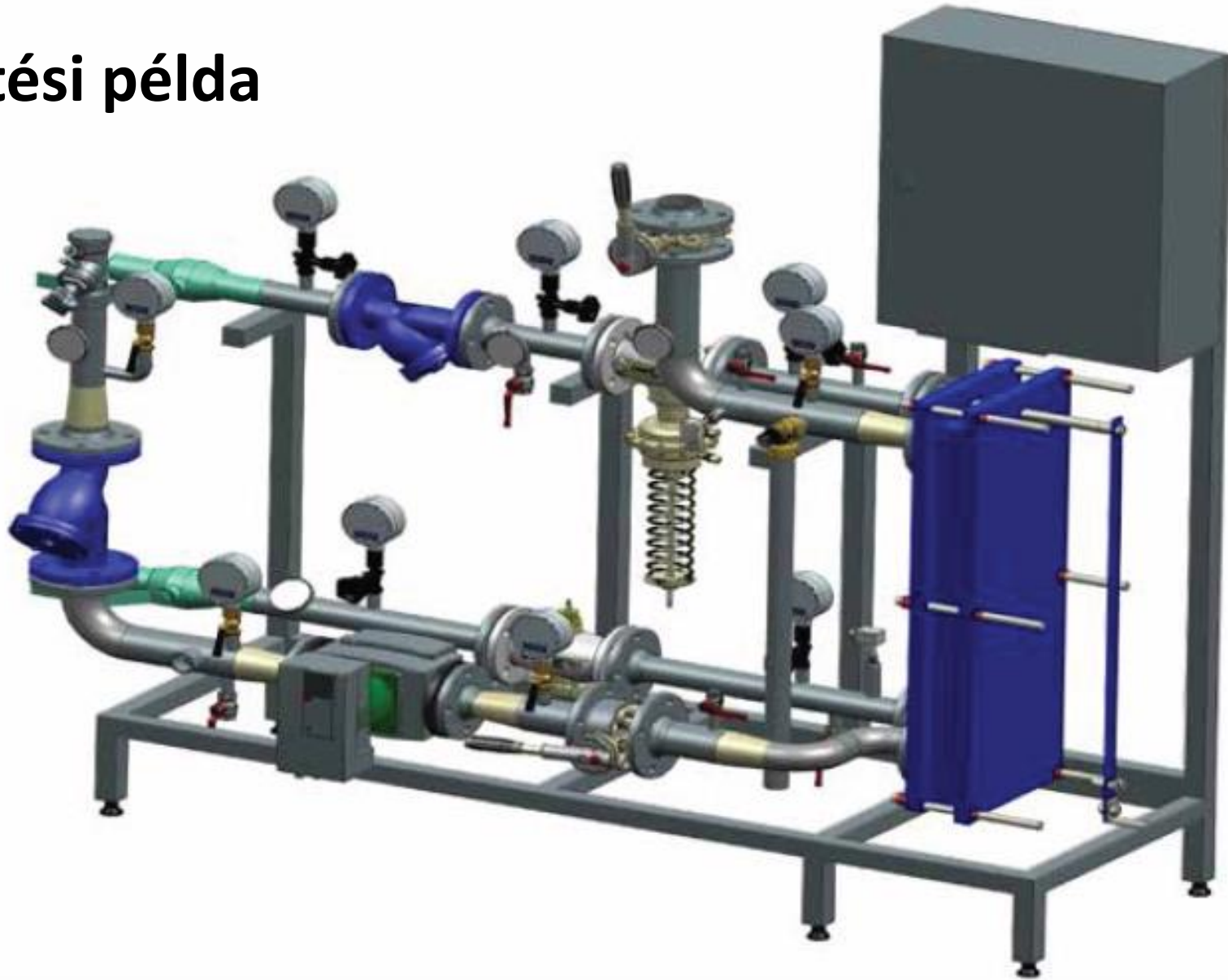


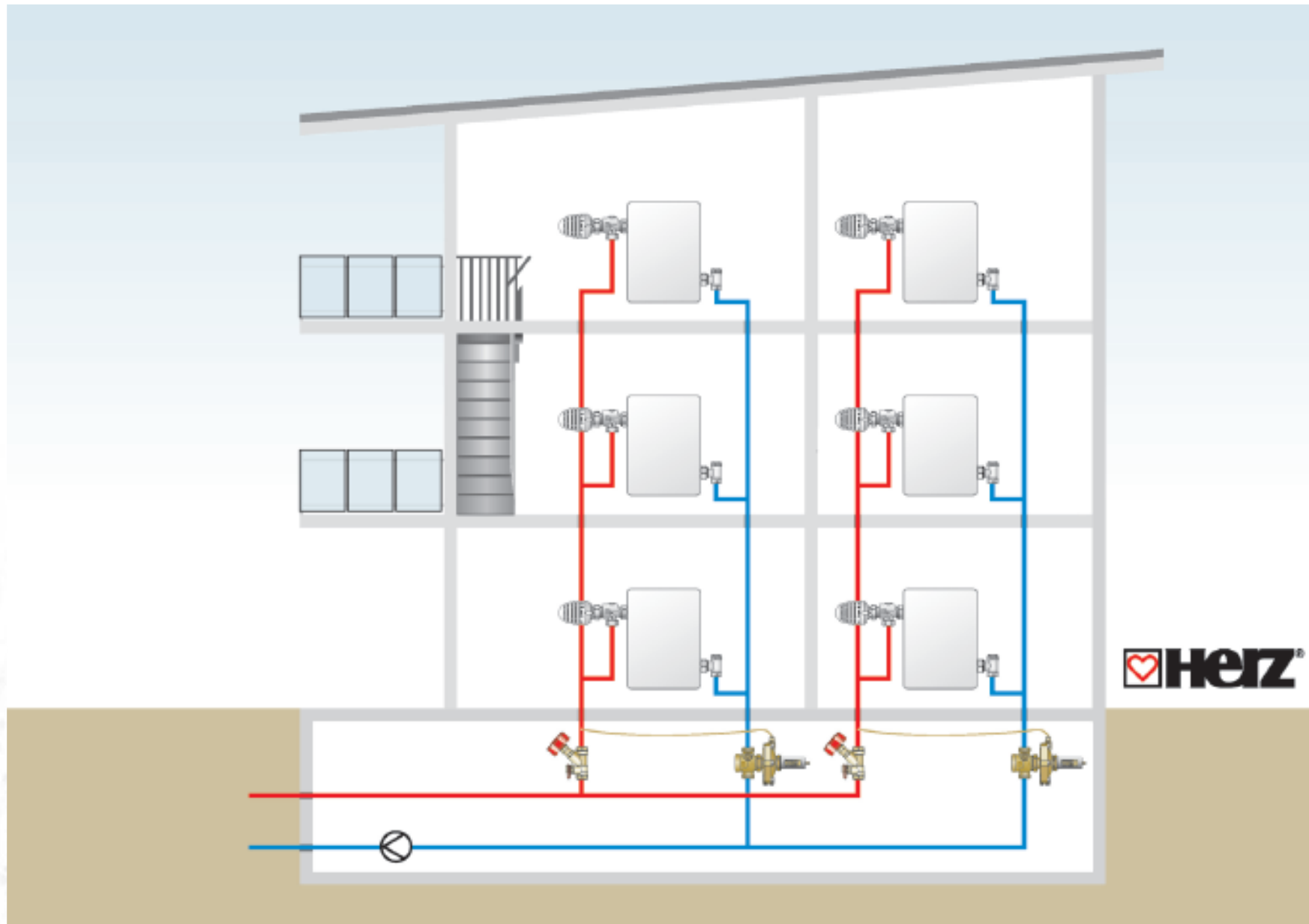


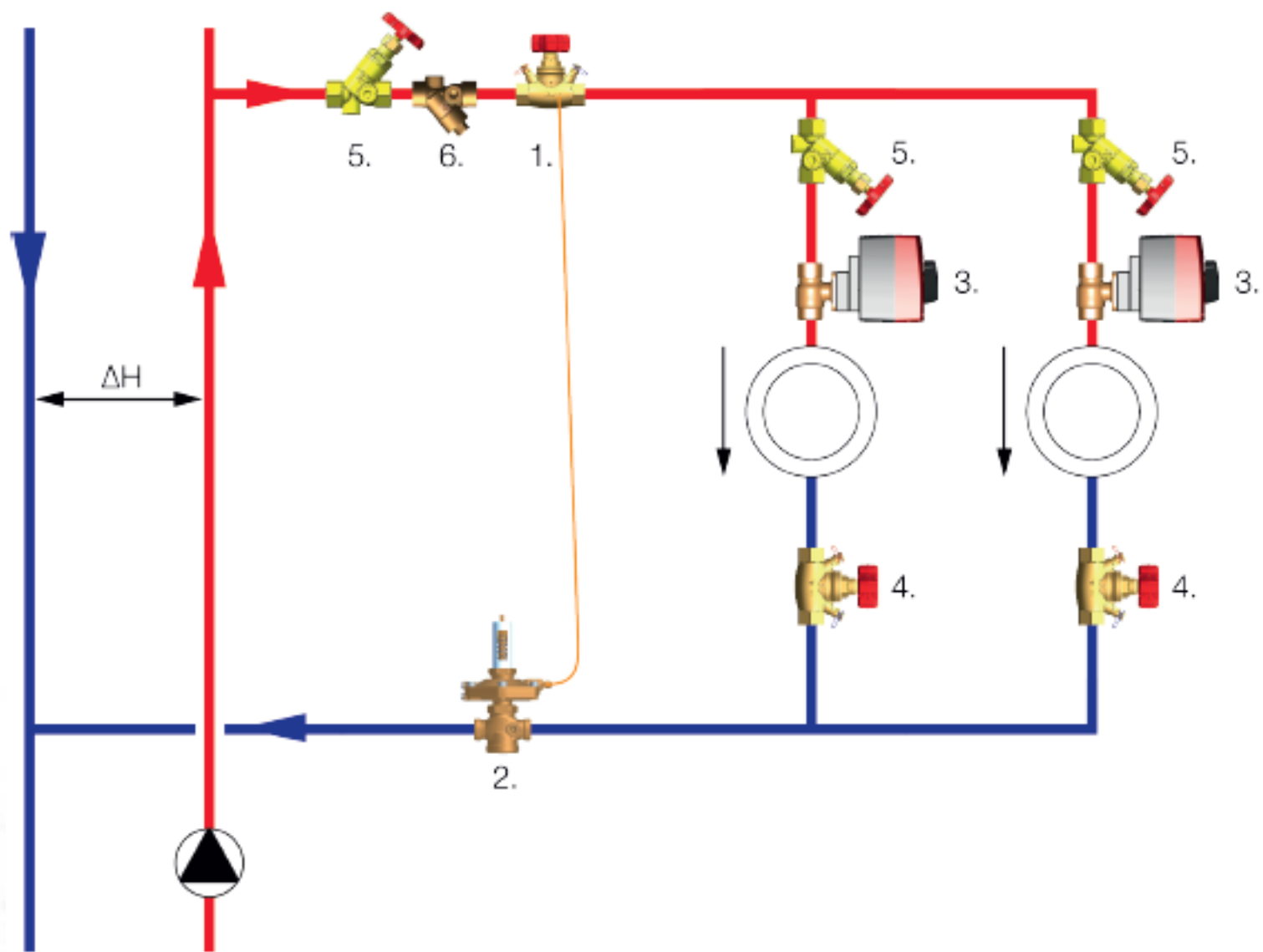


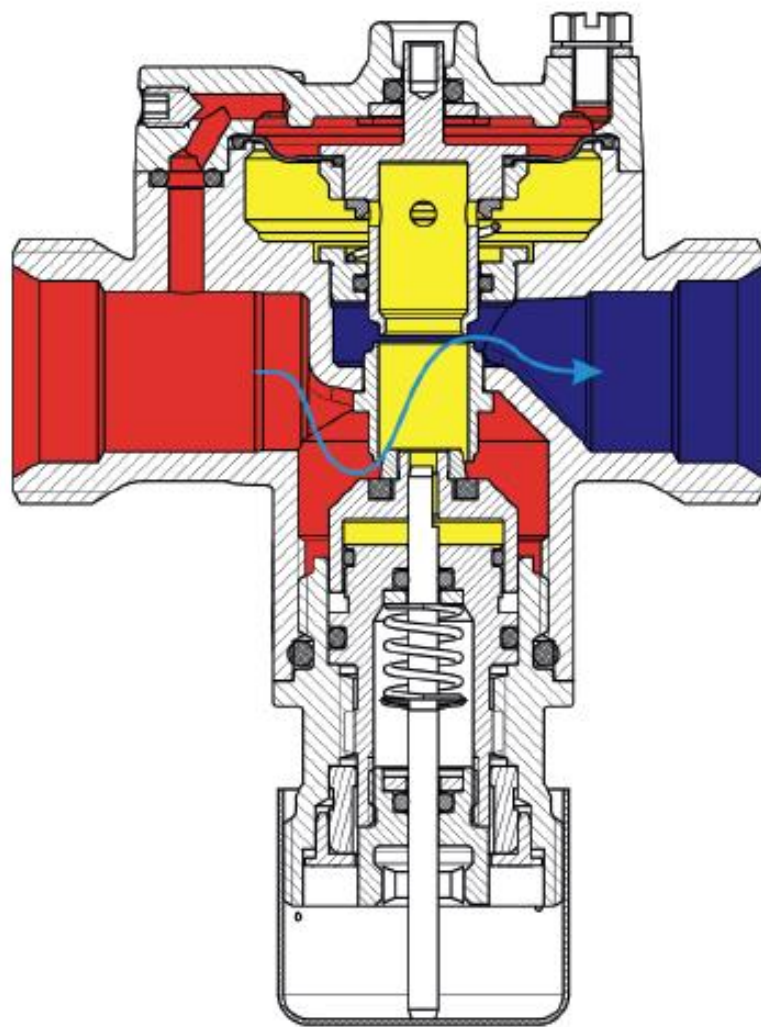


Beépítési példa



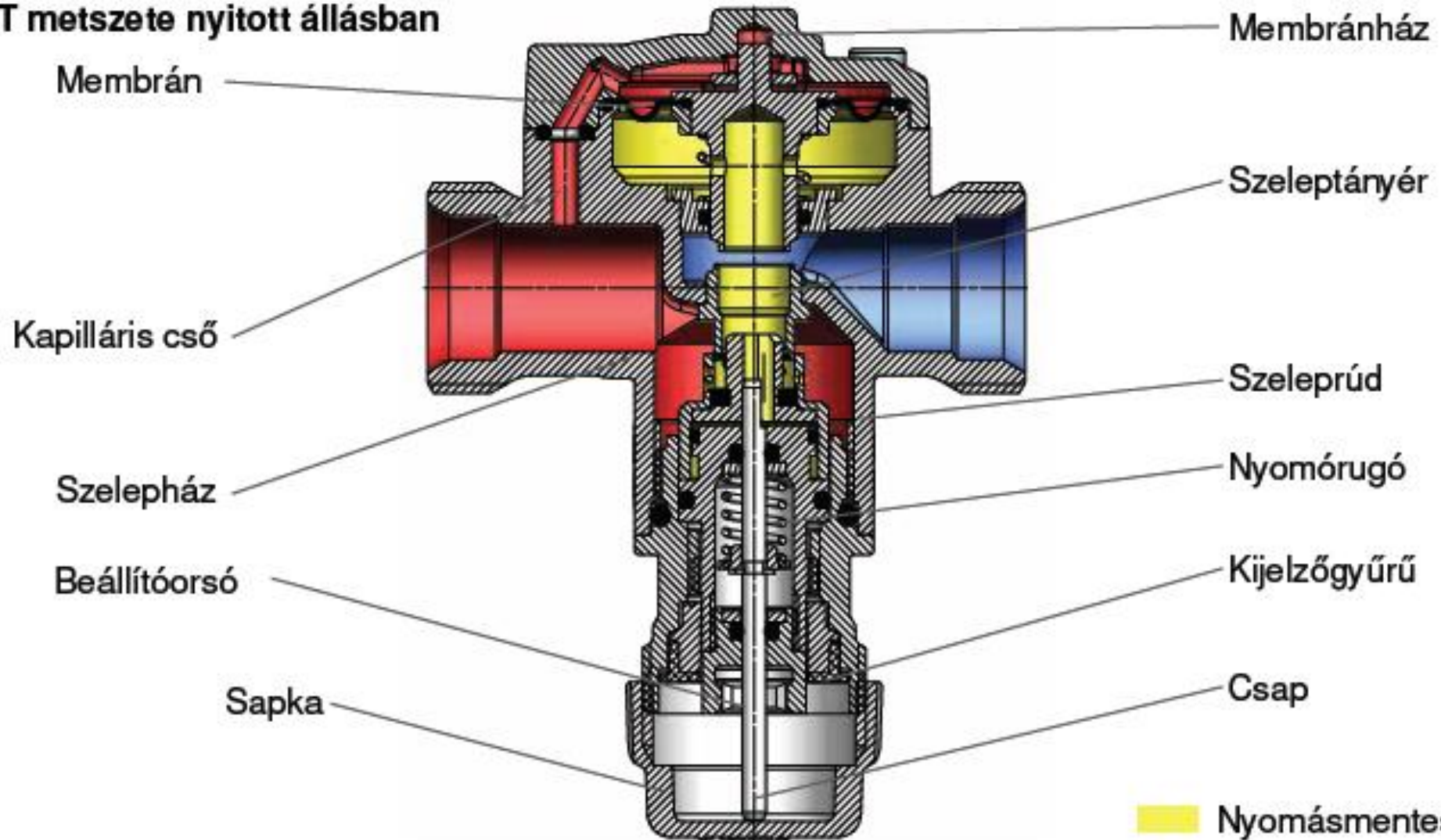







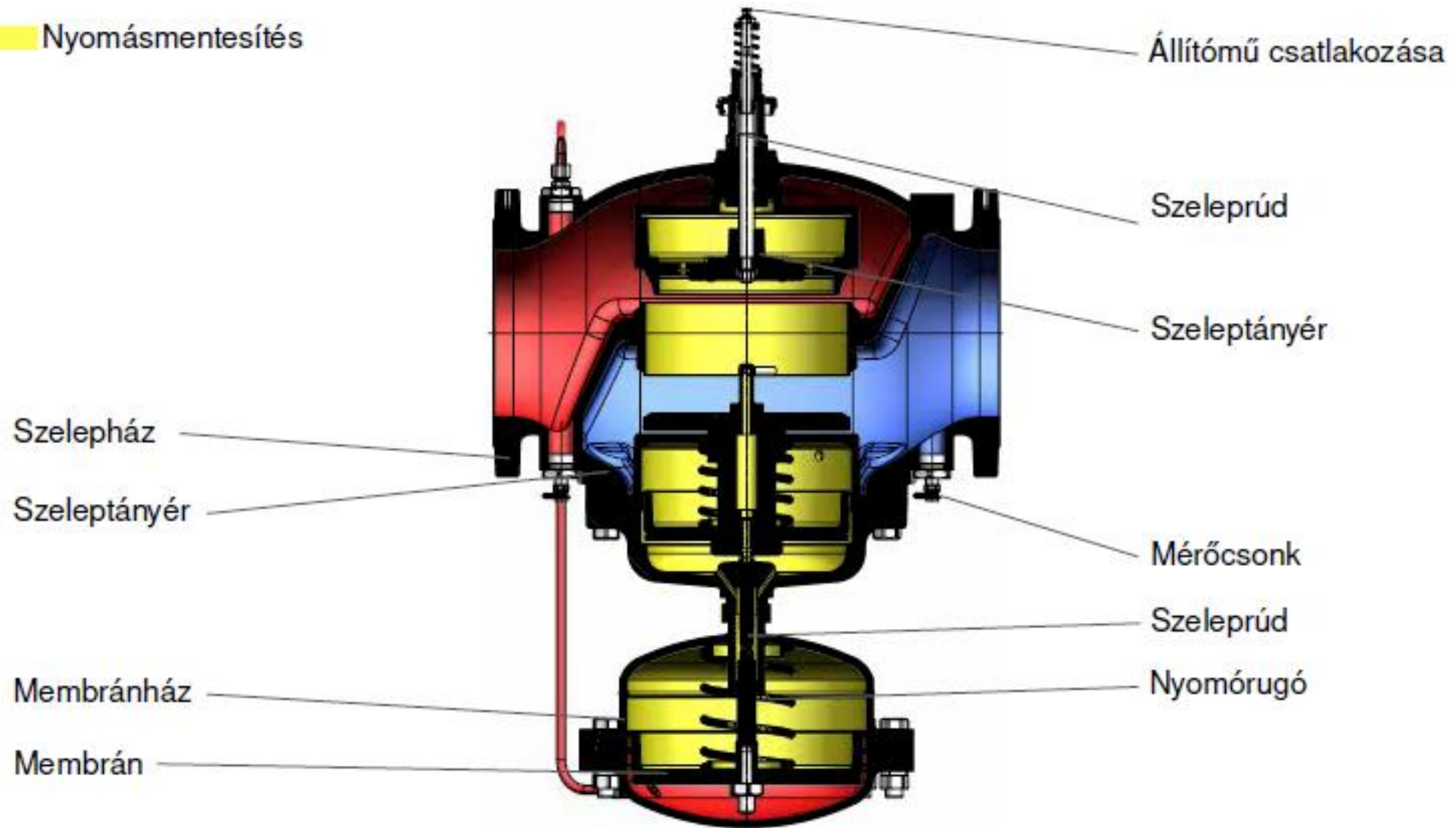


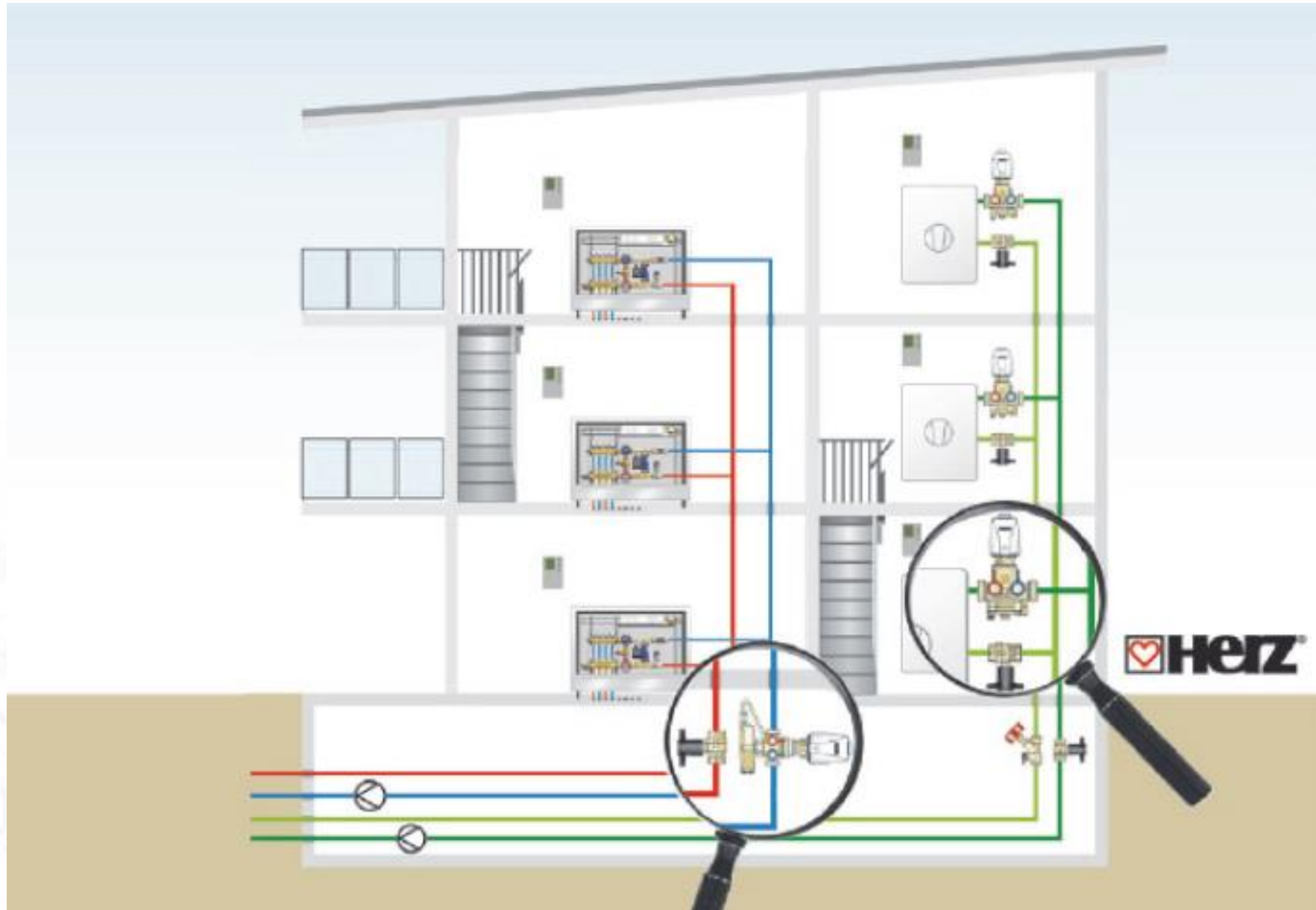
SMART metszete nyitott állásban

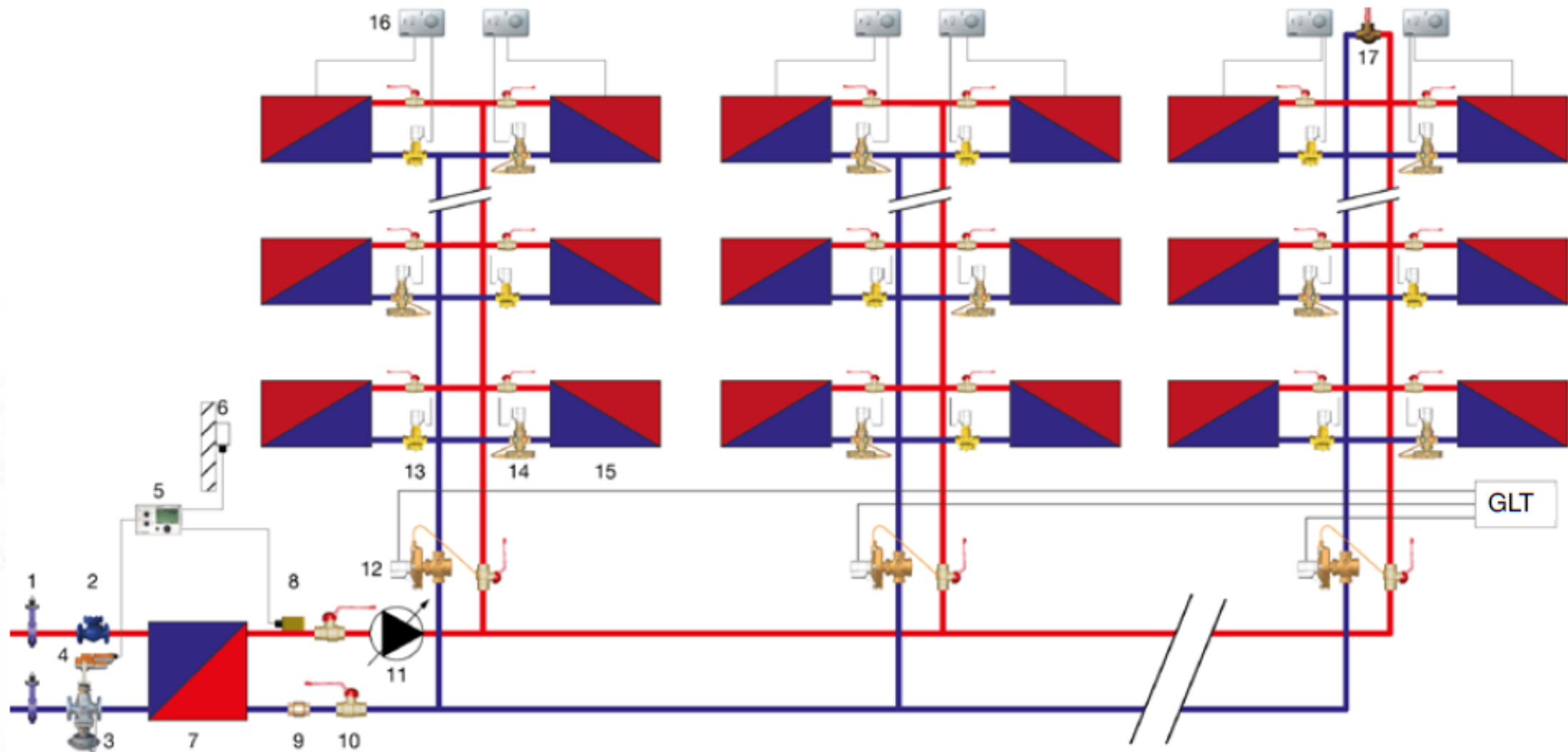




 Nyomásmentesítés

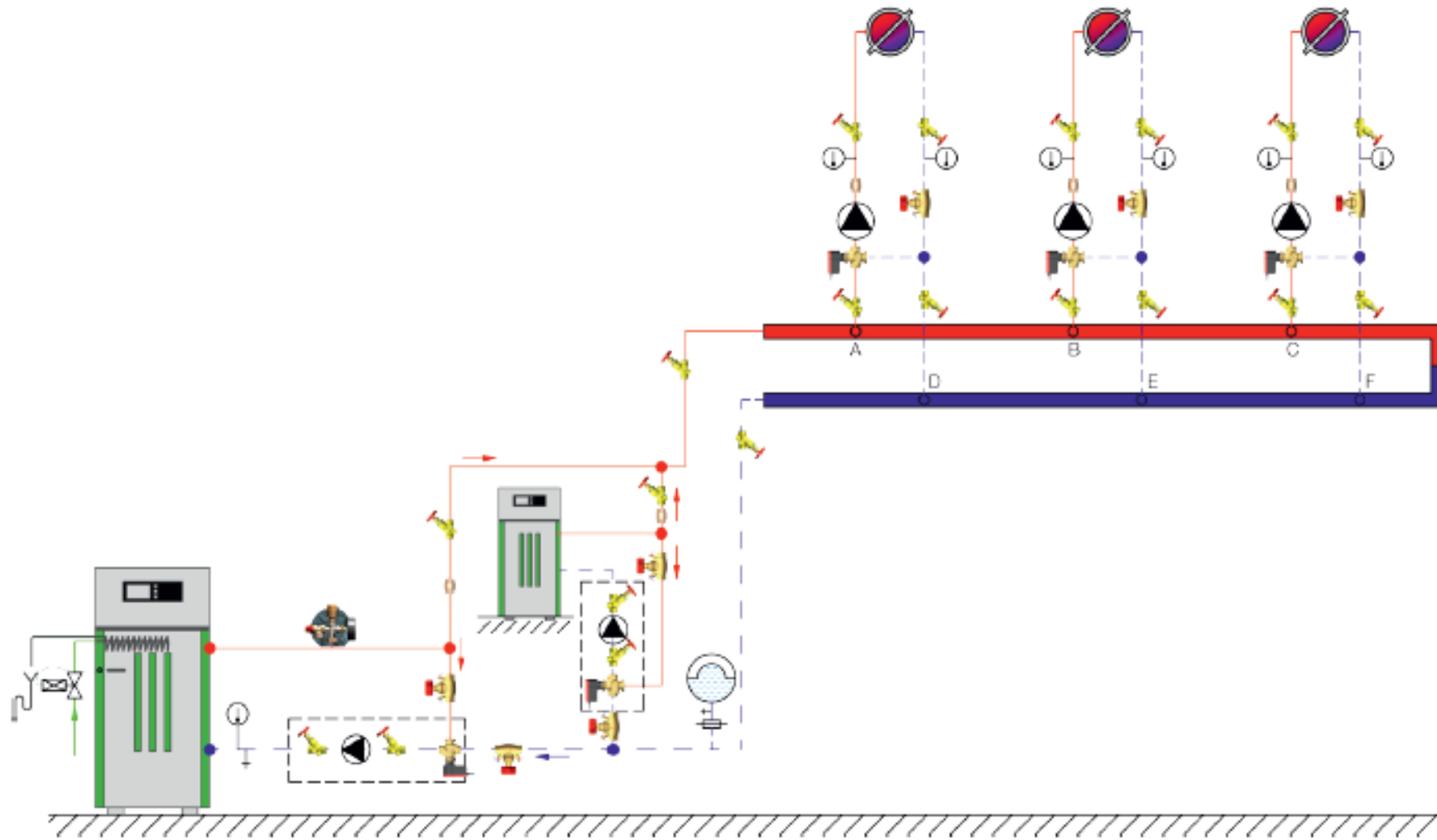








Hidraulikai egymásrahatás



3.1.8./1. ábra: Nyomáskülönbség nélküli osztó-gyűjtő bypass-vezetékekkel



Törvényi előírás a beszabályozásról

A belügyminiszter 40/2012. (VIII. 13.) BM rendelete

**az épületek energetikai jellemzőinek meghatározásáról szóló 7/2006. (V. 24.) TNM rendelet
módosításáról (részlet)**



Törvényi előírás a beszabályozásról

4. § (1) Az R. 1. melléklete e rendelet 1. melléklete szerint módosul.

Az R. 1. melléklete a következő V. résszel egészül ki:

„V. Az épületgépészeti rendszerre vonatkozó előírások

4. A fűtési rendszerre vonatkozó előírások

4.2. Beszabályozás, próbaüzem, átadás

A fűtési rendszereket a beszabályozási terv alapján kötelező beszabályozni és a beszabályozást dokumentálni:

a) statikus beszabályozószelep alkalmazása esetén a tervezett térfogatáramok méréses beszabályozása és a szivattyú munkapontjának a beállítása kötelező. A mérés után szűrőpróbával a szelepek min. 10%-át kötelező ellenőrizni,

b) dinamikus beszabályozószelep alkalmazása esetén a tervezett térfogatáramok szűrőpróbaszerű ellenőrzése és a szivattyú munkapontjának a beállítása kötelező. A szűrőpróbával a szelepek min. 10%-át kötelező ellenőrizni. A beszabályozás után tartós próbaüzemet kell tartani, mely során a fűtési

rendszerek megkövetelt működését, az üzemelési paraméterek teljesülését ellenőrizni és dokumentálni kell.



S Z Ü N E T !!!





Szakmai továbbképzés

Épületgépészeti tagozat

Alternatív fűtési rendszerek,
biomasszakazánok, pellet-, faapríték -,
hasábfű kazánok

Magyar Mérnöki Kamara

2020

SZAKMAI TOVÁBBKÉPZÉS 2020

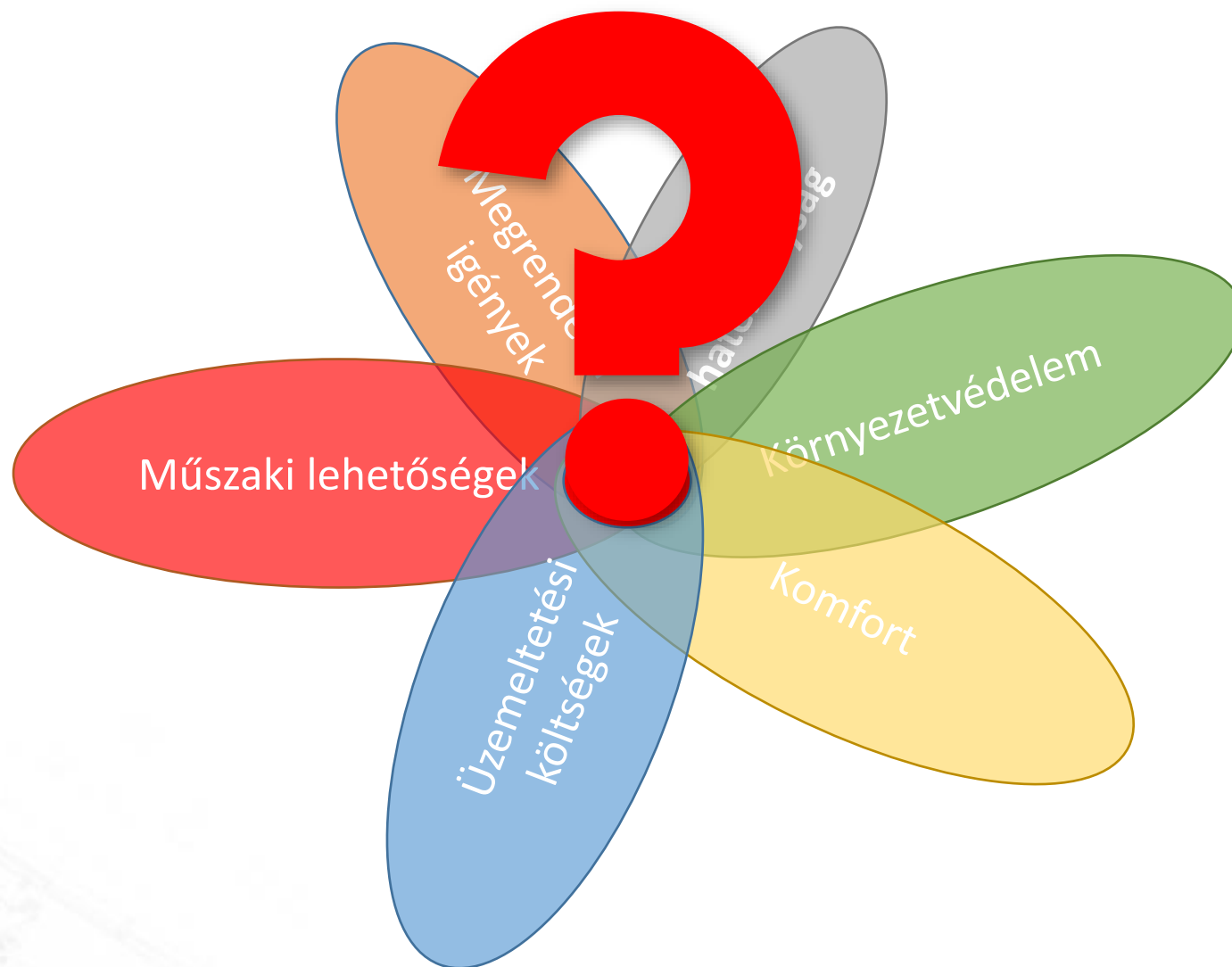
MAGYAR MÉRNÖKI KAMARA

MMK.HU





A tervezéshez, kiválasztáshoz szükséges alapvető tudnivalók és ismeretek





Mi is az a biomassza?

Biomassza: biológiai eredetű szervesanyag-tömeg, a szárazföldön és vízben található élő és nemrég elhalt szervezetek (növények, állatok, mikroorganizmusok) testtömege, biotechnológiai iparok termékei és az emberek, állatok, feldolgozó iparok összes biológiai eredetű terméke, hulladéka, mellékterméke.



Mi is az a biomassza?

A termelési-felhasználási láncban elfoglalt helyük alapján a biomassza lehet elsődleges, másodlagos és harmadlagos.



Mi is az a biomassza?



Az elsődleges biomassza a természetes vegetáció, **szántóföldi növények, erdő, rét, legelő**, kertészeti növények, vízben élő növények.



Mi is az a biomassza?



A másodlagos biomassza az állatvilág, gazdasági haszonállatok összessége, továbbá az állattenyésztés főtermékei, melléktermékei, hulladékai.



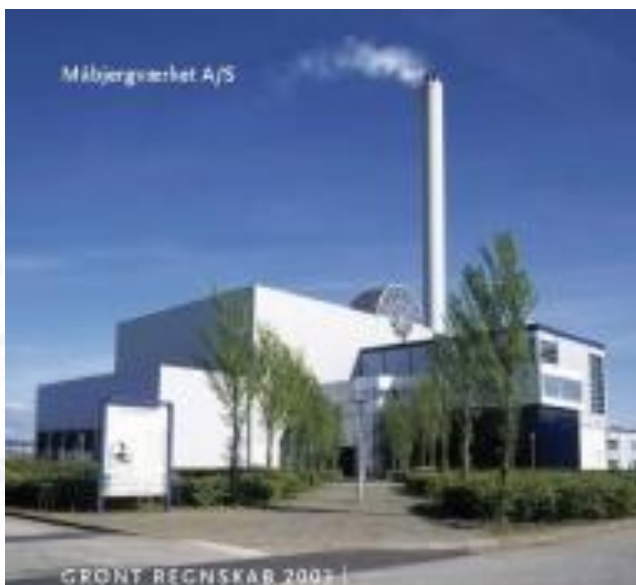
Mi is az a biomassza?



A harmadlagos biomassza a biológiai eredetű anyagokat felhasználó iparok termékei, melléktermékei, hulladékai, emberi települések szerves eredetű hulladékai.



Mi is az a biomassza?



A biomassza
hasznosításának fő irányai:

- élelmiszer-termelés,
- takarmányozás,
- **energetikai
hasznosítás**
- agráripari termékek
alapanyaggyártása.



Mi is az a biomassza?



A technika fejlődése igényelte, ugyanakkor lehetővé is tette a nagy energiasűrűségű energiaforrások alkalmazását a mindennapi élet minden területén. Ennek következménye a biomassza energetikai hasznosításának háttérbe szorulása, és a szénhidrogén-bázisú energiahasználat széleskörű térhódítása.

Forrás: Barótfi István-Biomassza energetikai hasznosítása



Mi is az a biomassza?



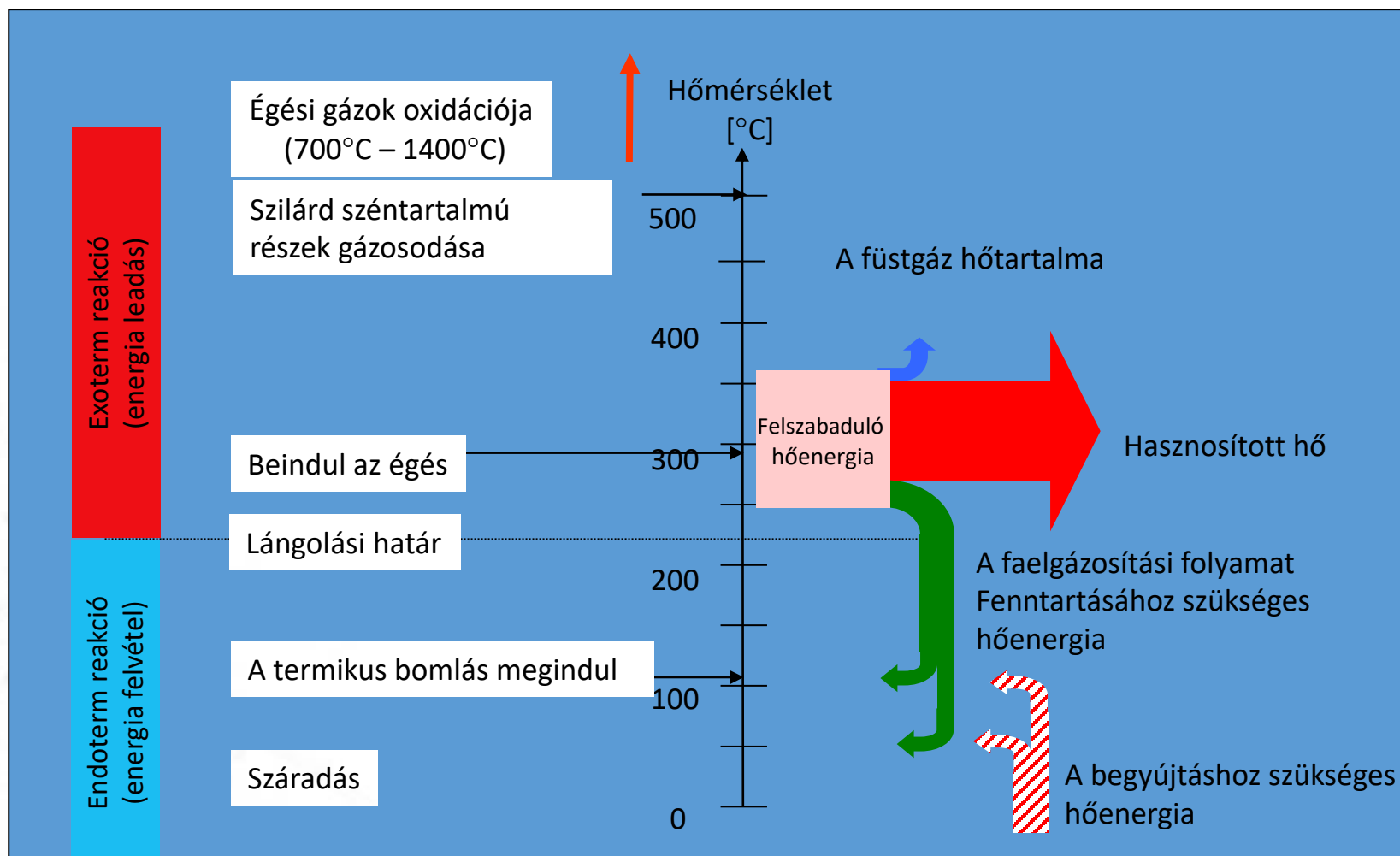
A biomassza energetikai célú hasznosítása ősidők óta ismert és kihasznált lehetőség.

A biomassza a legjelentősebb **megújuló energiaforrásunk**, az ember a történelme során ezt a megújuló energia-forrást használta a legnagyobb mértékben.

Napjainkban újra egyre nagyobb arányban kerül felhasználásra a hőenergia-előállítás terén.

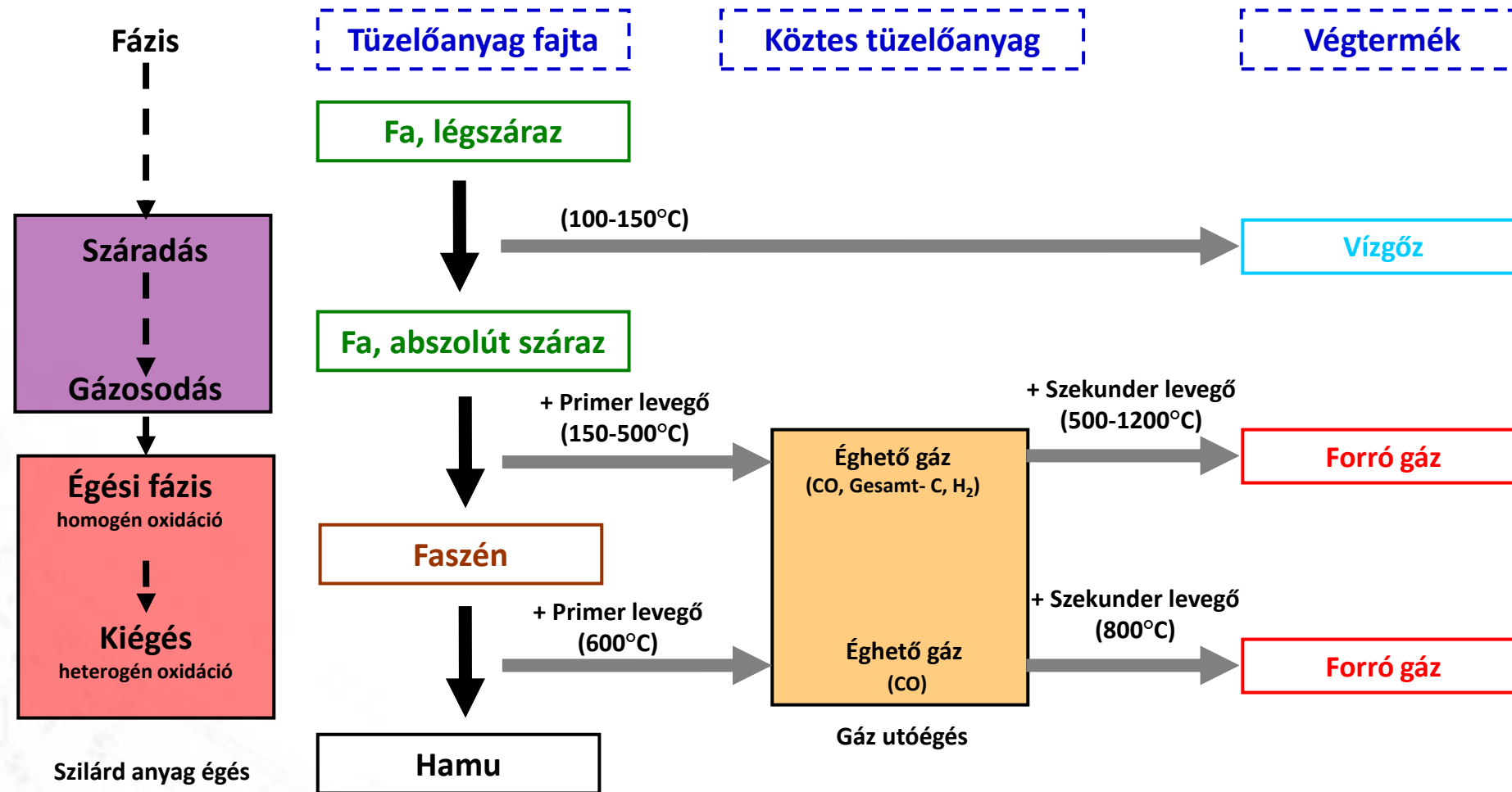


Faelgázosítás folyamata





Biomassza égési folyamata





Fa alapú biomassza energetikai célú hasznosításának előnyei:

- Korszerű hulladékgazdálkodás
- Piaci szereplőktől előre beszerezhető
- Fűtési költség jól kalkulálható
- Nincs hálózatfejlesztés, nincs rendelkezésre állási díj
- Hazai tüzelőanyag, nincs import függőség
- Folyamatosan megújulás és utánnövés
- CO₂ semleges, környezetbarát
- Munkalehetőséget teremt
- Olcsó energiaforrás
- ...



Biomassza energetikai hasznosításának előnyei

A szilárd biogén tüzelőanyagok elégetésekor kibocsátott szén-dioxid a felhalmozódás szempontjából semlegesnek tekinthető.

Ez azt jelenti, hogy tartós erdőgazdasági tevékenység esetén az elégetéskor keletkezett CO₂-mennyiséget az "utánnövő" biomassza ismét megköti.



A fa energetikai célú felhasználásának lehetőségei

A magyar erdőkből az átlagnövedéket figyelembe véve biztonsággal és az erdőgazdálkodás igényeit is figyelembe véve évente mintegy 6.5 millió m³ nettó famennyiség termelhető ki.



Szilárd halmazállapotú biomassza

Az energetikai célra felhasznált fabázisú anyagok:

- hagyományos tűzifa
- darabolt és hasított kandallófa
- faapríték
- fabrikett, és
- fapellet

formájában jelenhetnek meg.



Szilárd halmazállapotú biomassza

A mező- vagy erdőgazdasági termelés végén megjelenő biomassza energetikai hasznosítása alapvetően két módon lehetséges.

1. a biomasszát átalakítás nélkül az ilyen célra kialakított kazánban tüzeljük el,
2. hogy a biomasszát a tüzelés számára átalakítjuk.

Mindkét lehetőség gyakorlati alkalmazására számos technológia született.





Szilárd halmazállapotú biomassza





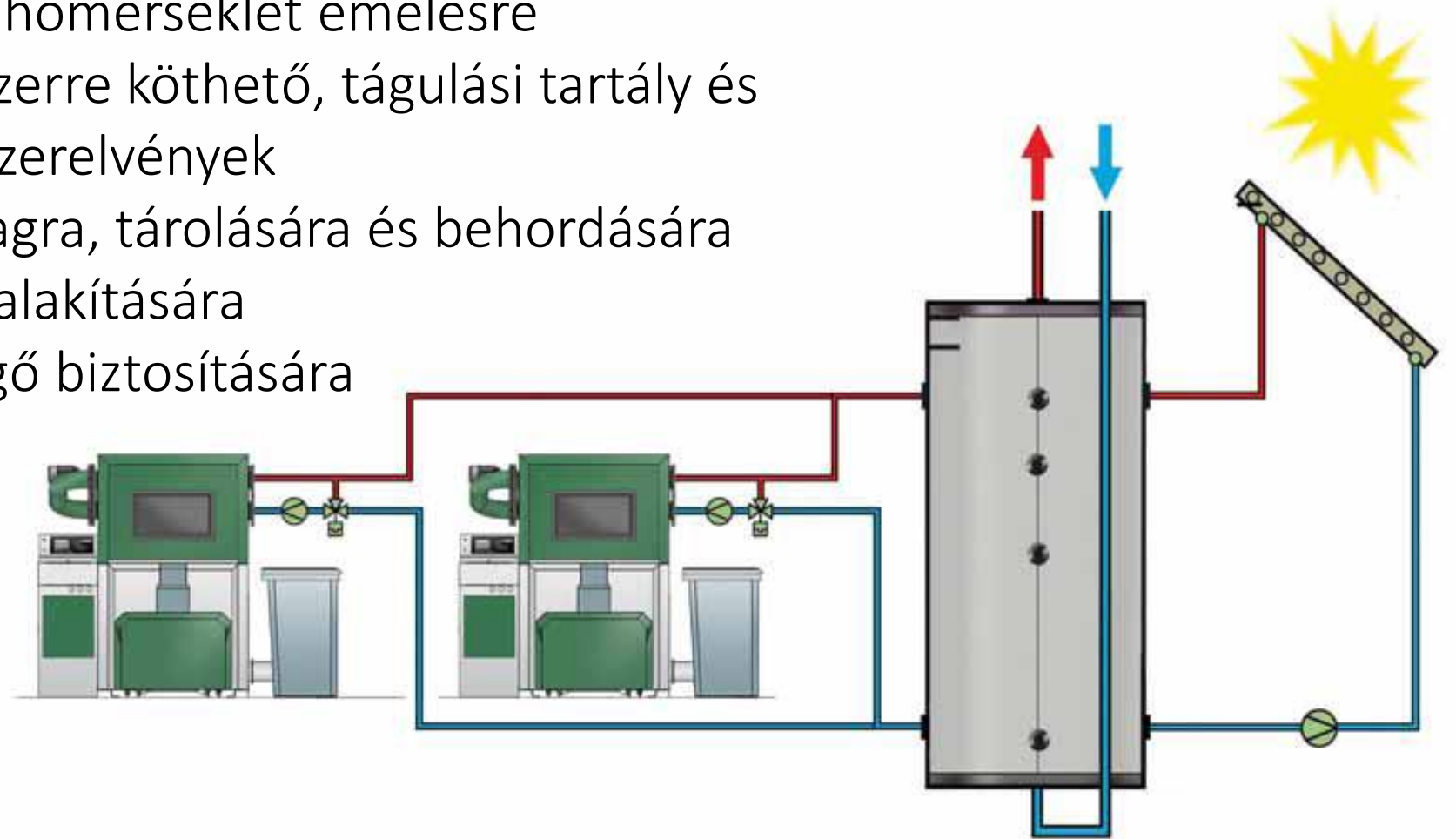
Milyen formában állnak rendelkezésre a fa alapú biomasszák?





Mire kell különösen ügyelni biomassza tüzelésnél?

- Puffertároló méretére és megfelelő kötésére
- Visszatérő hőmérséklet emelésre
- Zárt rendszerre köthető, tágulási tartály és biztonsági szerelvények
- Tüzelőanyagra, tárolására és behordására
- Kémény kialakítására
- Égési levegő biztosítására





Visszaégés-gátlás biomassza kazánoknál

Megszakított tüzelőanyag beszállítás a készülékbe

Visszaégés-gátló csappantyú

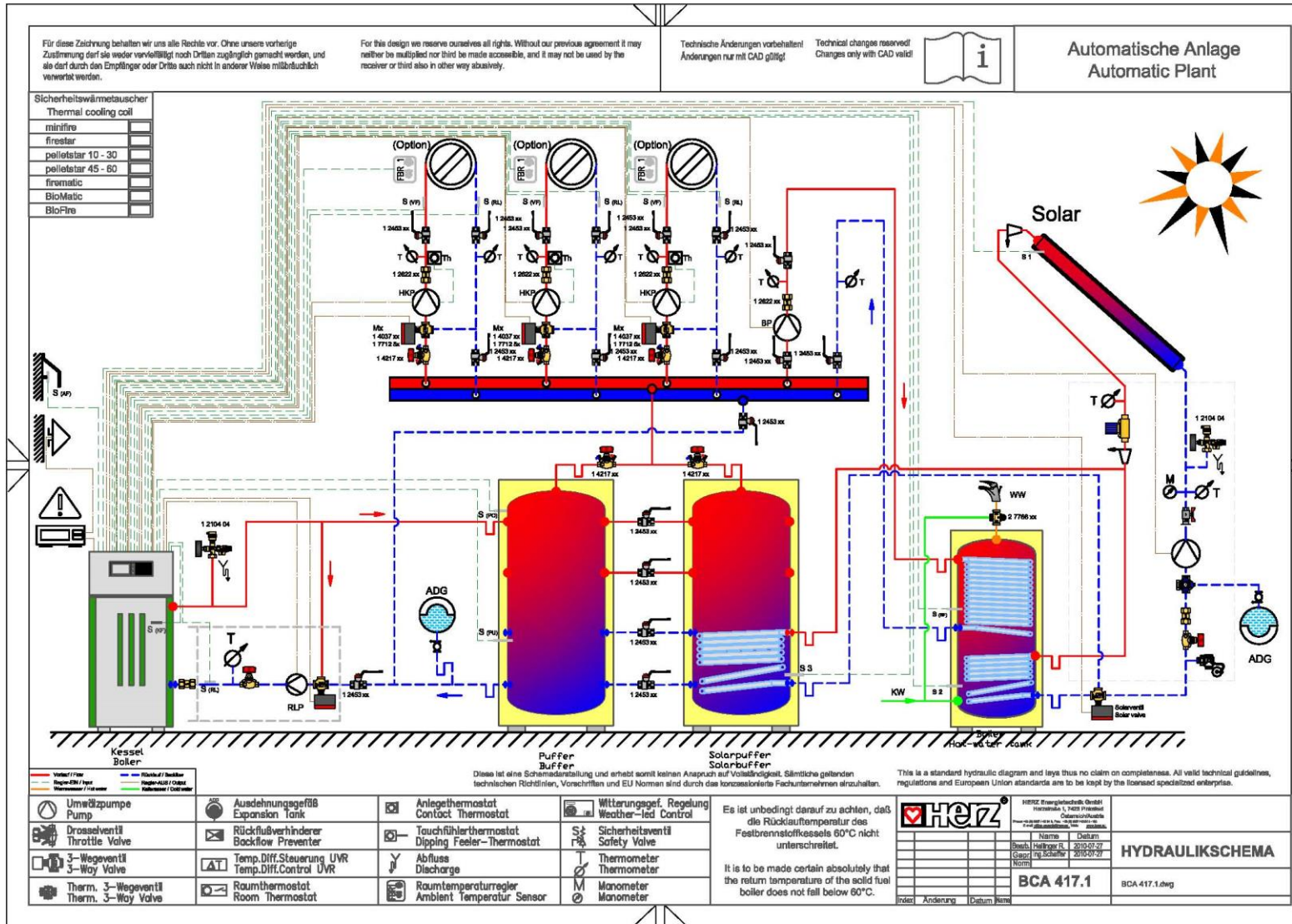
Csigarendszer oltóberendezés (pellet/apríték)

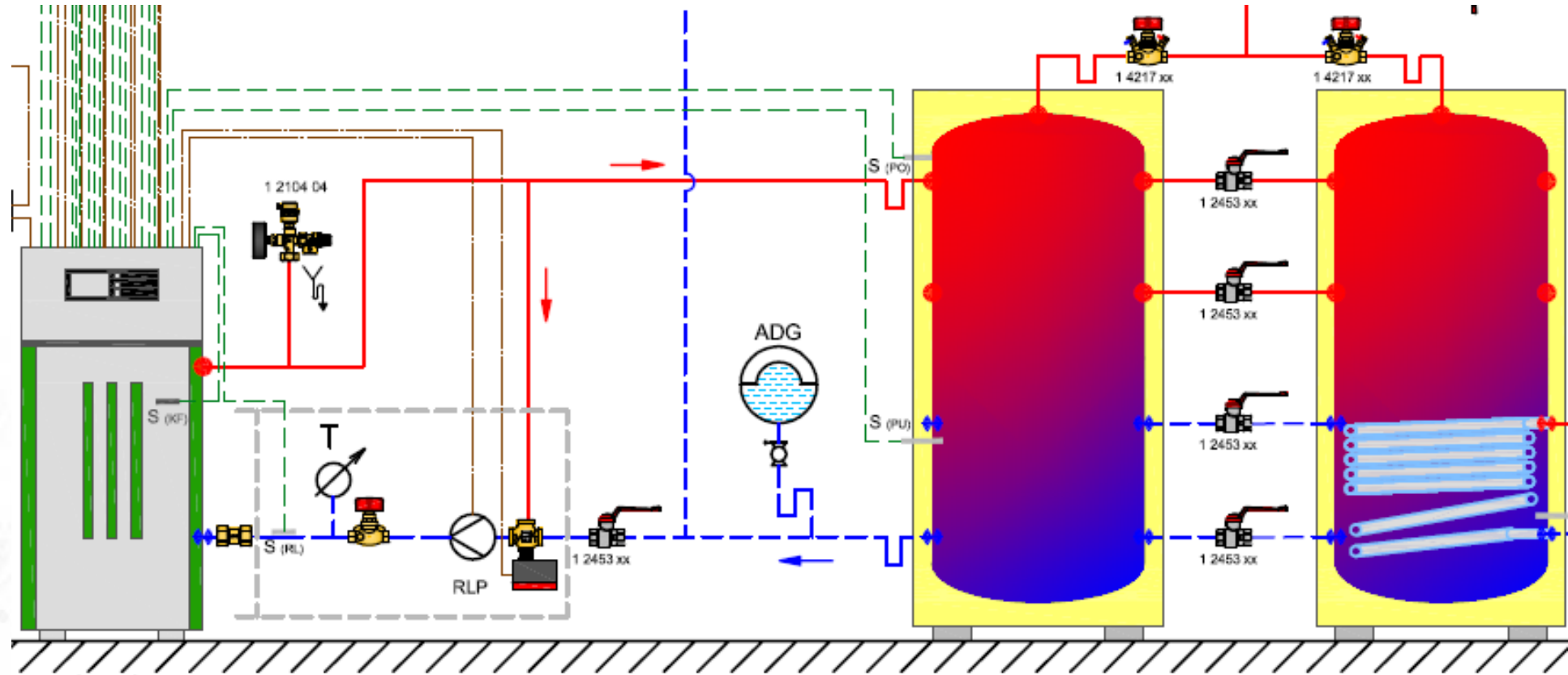
Kényszerhűtő hőcserélő

Túlhőmérséklet védelem (reteszelt)

Tüzelőanyag tároló hőmérséklet ellenőrzése

Áramtalanító kapcsoló (lakatolható)







A minimális puffer tároló térfogat meghatározása EN 303-5 szabvány szerint

$$VSP = 15 \times TB \times QN (1 - 0,3 \times (QH/Qmin))$$

VSP... a puffertároló térfogata literben

QN... névleges hőteljesítmény kW-ban

TB... leégési időszak órában

QH... az épület fűtési terhelése kW-ban

Qmin... legkisebb hőteljesítmény kW-ban

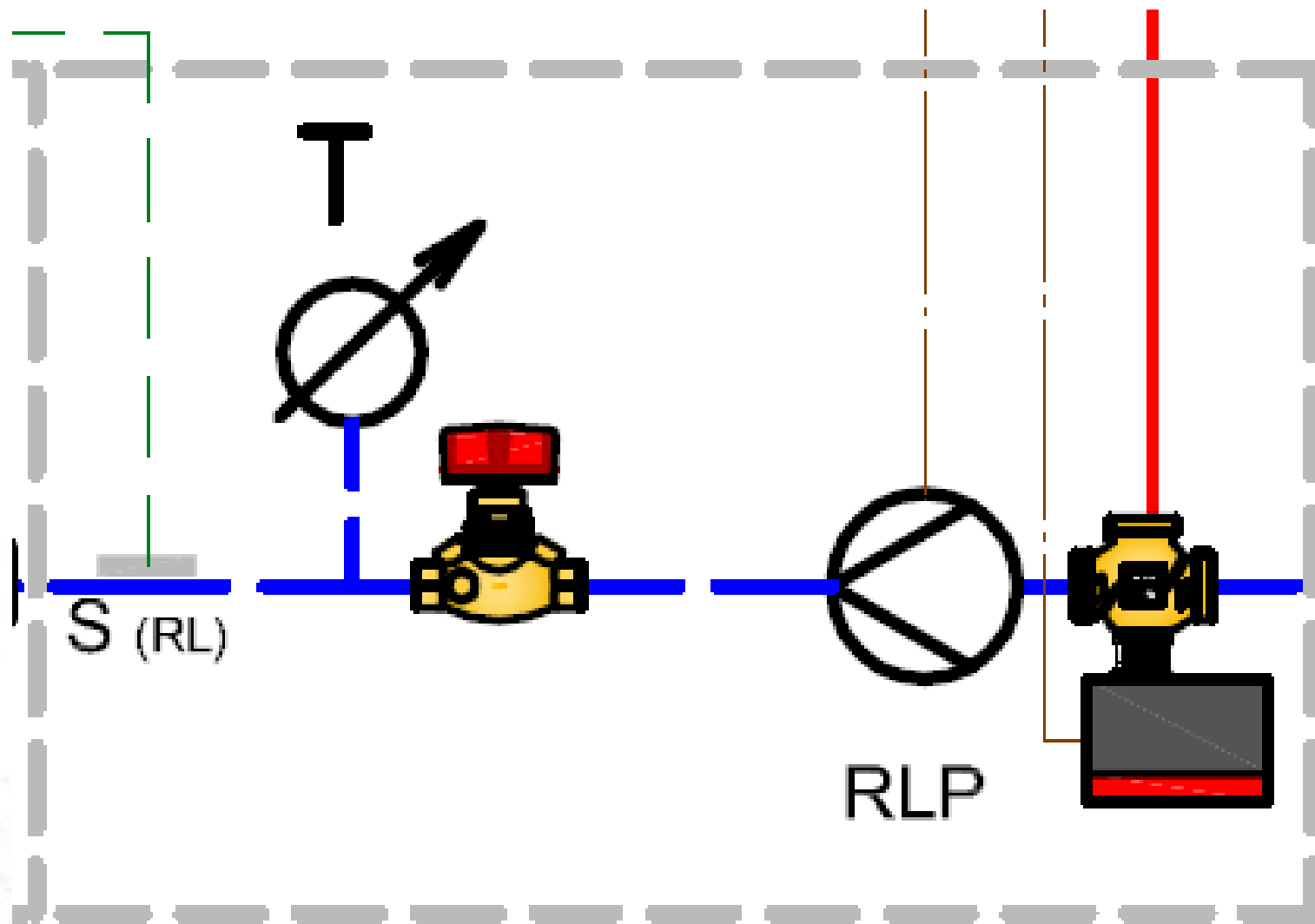


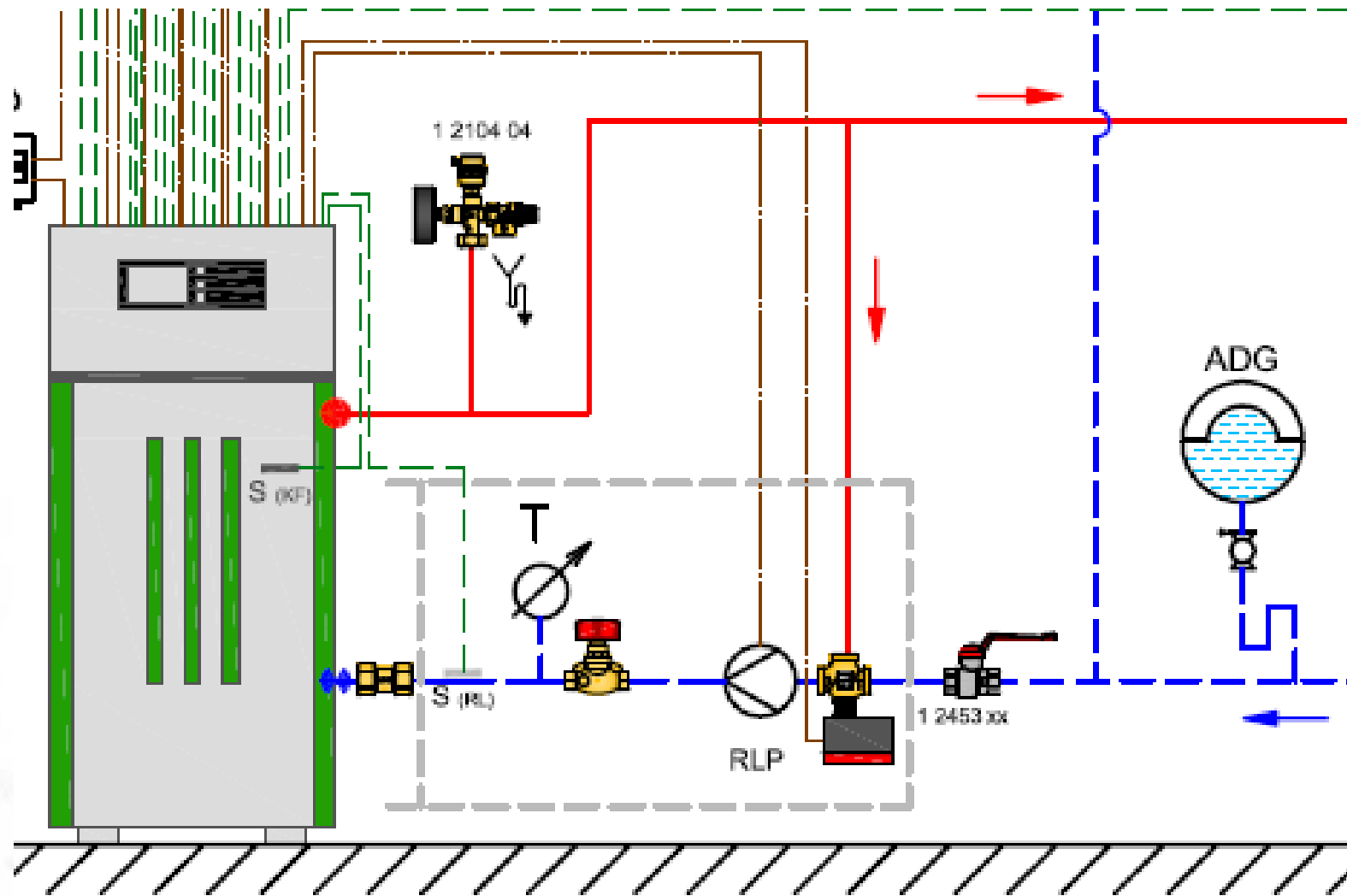
Puffer tároló javasolt mérete tapasztalati értékek alapján:

Faelgázosító kazánok 100l/kW

Faapríték és pellet kazánok 25...50l/kW

A tároló a részterhelésre választható!







Tüzelőanyag beszállítási megoldások



**Kézi tüzelőanyag
beszállítás**

Automatikus tüzelőanyag beszállítás és üzemelés





A tüzelőanyag kiválasztás szempontjai:

- Automatikus vagy kézi tüzelőanyag beszállítás
- Szükséges fűtőteljesítmény
- Közelben beszerezhető vagy rendelkezésre álló tüzelőanyag
- Rendelkezésre álló alapterület (tüzelőanyag és kazánház)
- Helyi adottságok (építészeti, géppark stb.)
- Gazdaságossági kérdések (pl. tüzelőanyag ára szállítással)



Egyes fa alapú tüzelőanyagok előnyei hátrányai

Fahasáb

Alacsony ár
Könnyen beszerezhető
Ismert
Nedvességtartalom
magasabb
részben automatizálható

Ideális családi
házakhoz ~40kW
teljesítményig

Pellet

Közepes ár
Könnyen szállítható
Kis tüzelőanyag tároló
Alacsony nedvességtartalom
Magas fűtőérték
Jól automatizálható

Ideális lakóházakhoz
~250kW
teljesítményig

Faapríték

Alacsony ár
Szállítás teherautóval
Nagyobb tüzelőanyag
tároló
Nedvességtartalom
magasabb
Jól automatizálható

Ideális ipari és közületi
felhasználásra
150kW-20MW
teljesítmény



Faelgázosító kazánok



Fűtés félméteres
hasábfákkal!





Elvárások

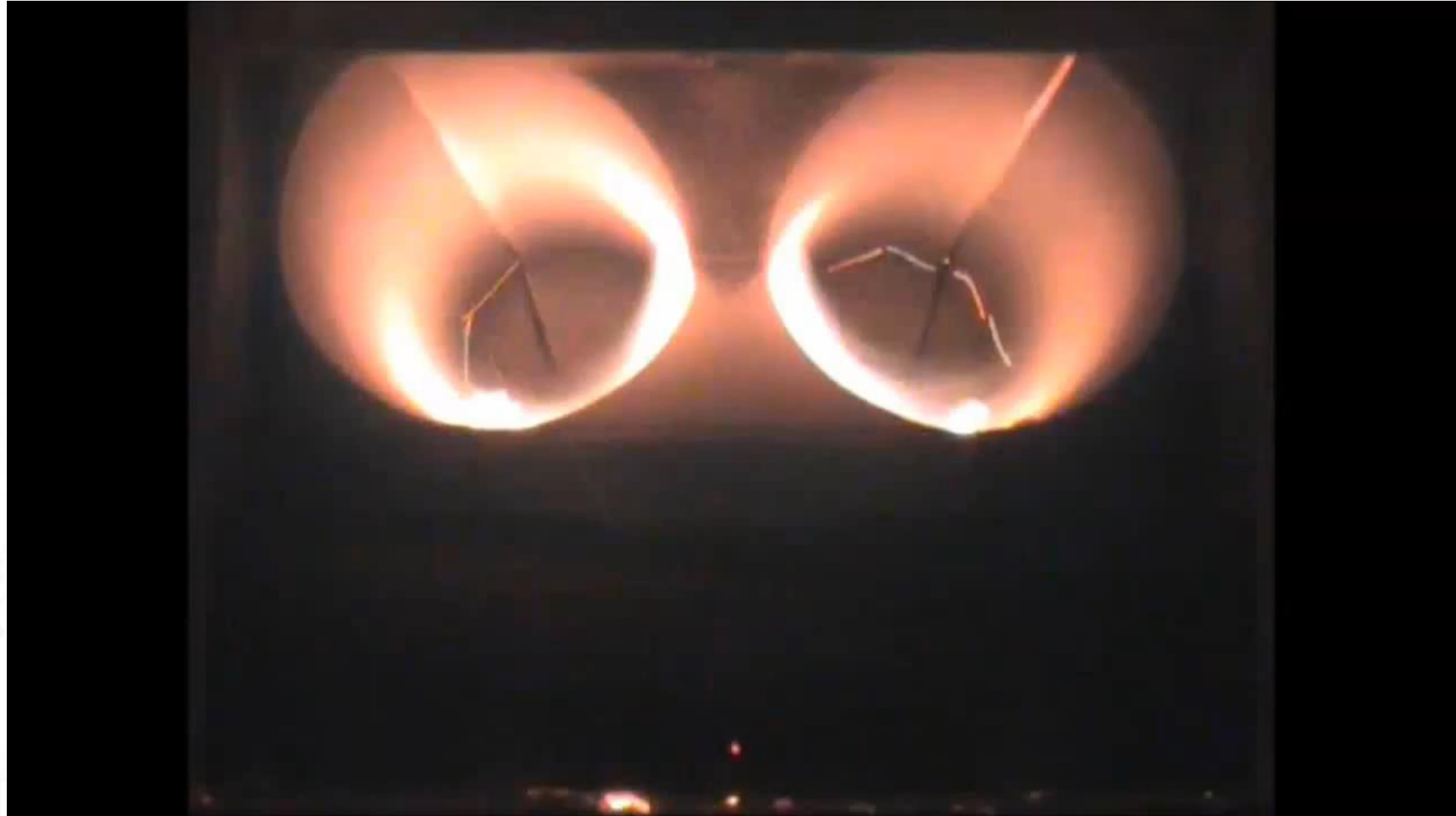
- Félméteres fahasáb tüzelése
- Fordulatszám szabályozott primer és szekunder levegő befűvás
- Lambdaszondás égésvezérlés
- Égési levegő előmelegítés optimális égési levegő csatorna kialakítással
- Gyors és egyszerű begyújtás aprófa nélkül
- Nagy betöltőakna, akár 8 órás égés utántöltés nélkül



Dupla örvénykamrás égéstér

- Optimális égés
- Az oxigén és az égési gázok optimálisan keverednek
- Hőtűrő és tűzálló betonból (SiC) készült égéstér
 - nincs kopás
 - hosszú élettartam







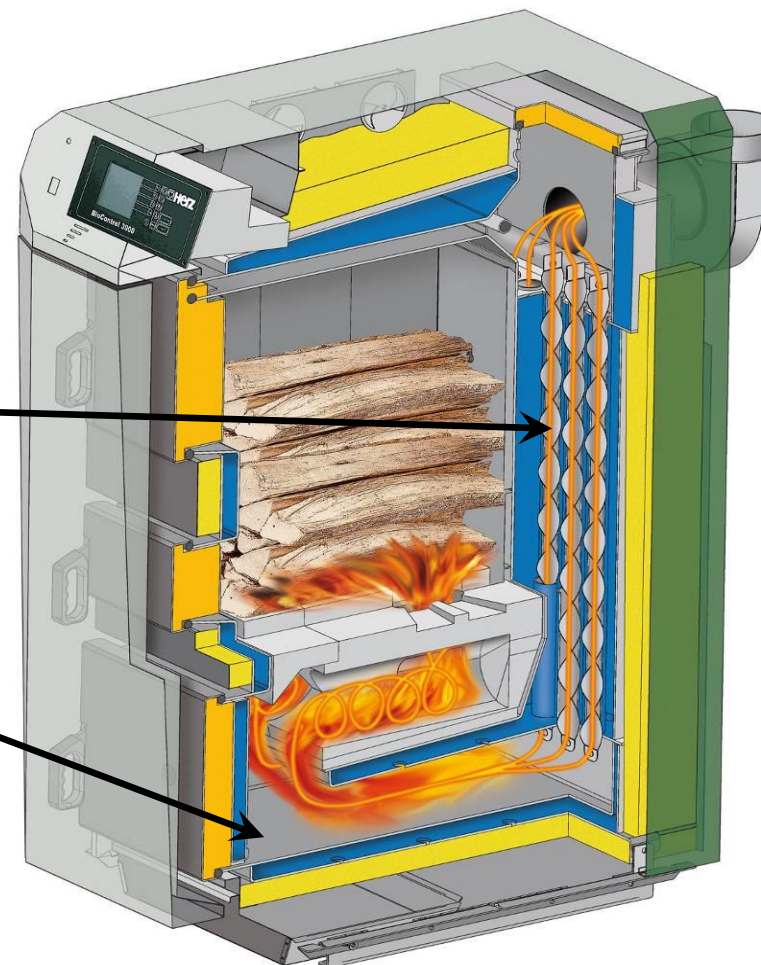
Hőcserélő tisztítás

Automatikus (motoros) tisztítás a csöves hőcserélőbe beépített turbulátorokkal

- Állandóan alacsony füstgáz hőmérséklet
- Magas hatásfok
- Alacsony karbantartási igény

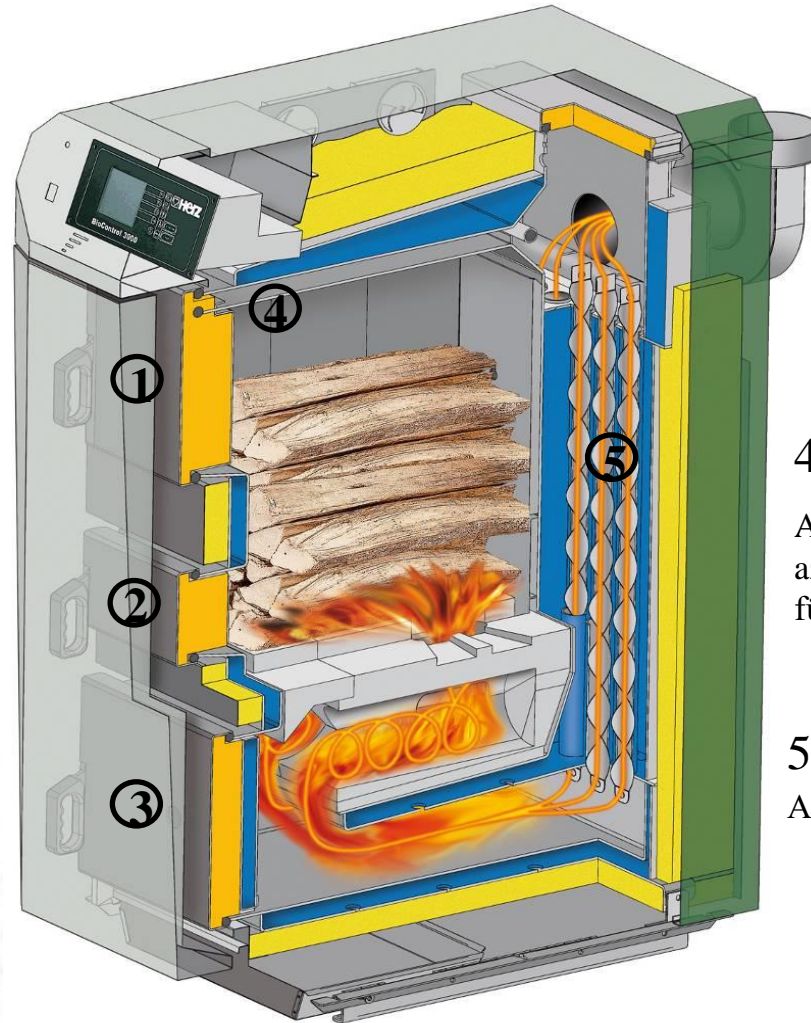
Turbulátorok

Könnyű tisztítás a hamu és égési pernye a beépített hamuláda segítségével





Firestar metszete



1. Betöltőfedél

Félméteres hasábok is könnyen betölthetőek

2. Nagy begyűjtőajtó

Egyszerű és kényelmes begyűjtés aprófa nélkül

3. Tisztítóajtó

Az égéshamu és a pernye előlről könnyen eltávolítható, nincs szükség oldalsó tisztítónyílásra

4. Füstgázelszívó csatorna

A betöltőfedél kinyitásakor a ventilátor az elszívócsatornán keresztül elszívja a füstgázokat, így a füst nem áramlik ki



5. Csöves hőcserélő

Automatikus tisztítás turbulátorokkal





Firestar metszete



6. Dupla örvénykamrás égőtér

- Az égésgázok és az oxigén optimális keveredése
- Magas hatásfokú égés



7. Vezérlőegység

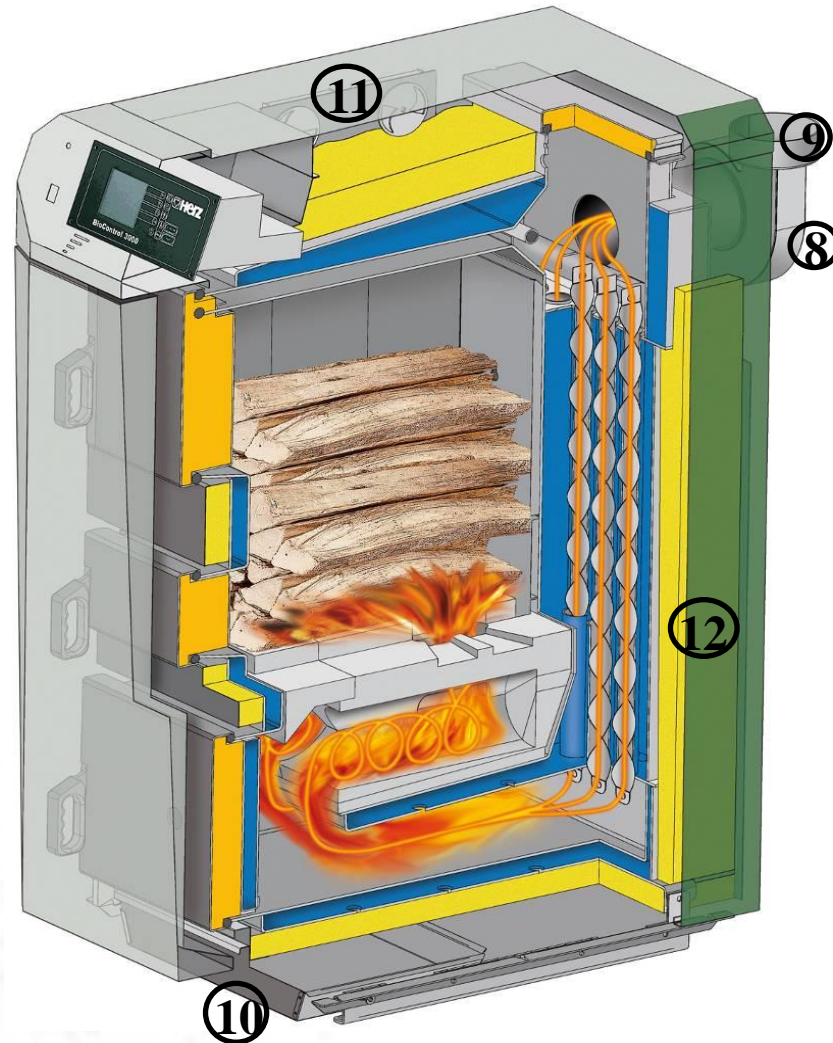
Alapkiépítésben:

- 2 szabályozott fűtőkör (keverőszelep és szivattyú)
- Használati melegvíz készítés
- Puffermanagement
- Visszatérő hőmérséklet emelés





Firestar metszete



8. Lambdaszonda

- Felügyeli a füstgázértékeket
- Reagál a különböző minőségű tüzelőanyagokra
- Vezérli a primer és szekunder levegőket
- Tökéletes égés és alacsony károsanyag kibocsátás

Magas hatásfok alacsony károsanyag kibocsátás, kevesebb tüzelőanyag



9. Füstgáz ventilátor

Fordulatszám szabályozással és felügyelettel a kiváló üzembiztonságért

10. Beépített hamuláda

Egyszerű tisztítás a kihúzható hamuláda révén

11. Primer és szekunder levegő szelep

Arányosan szabályozott külön légbevezetés

12. Nagy hatékonyságú hőszigetelés

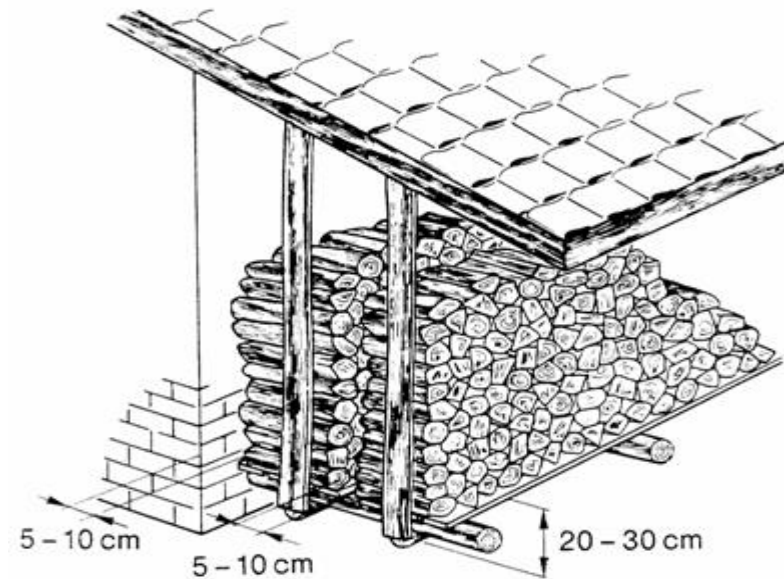
Az alacsony sugárzási veszteségért



Tüzelőanyag tárolása

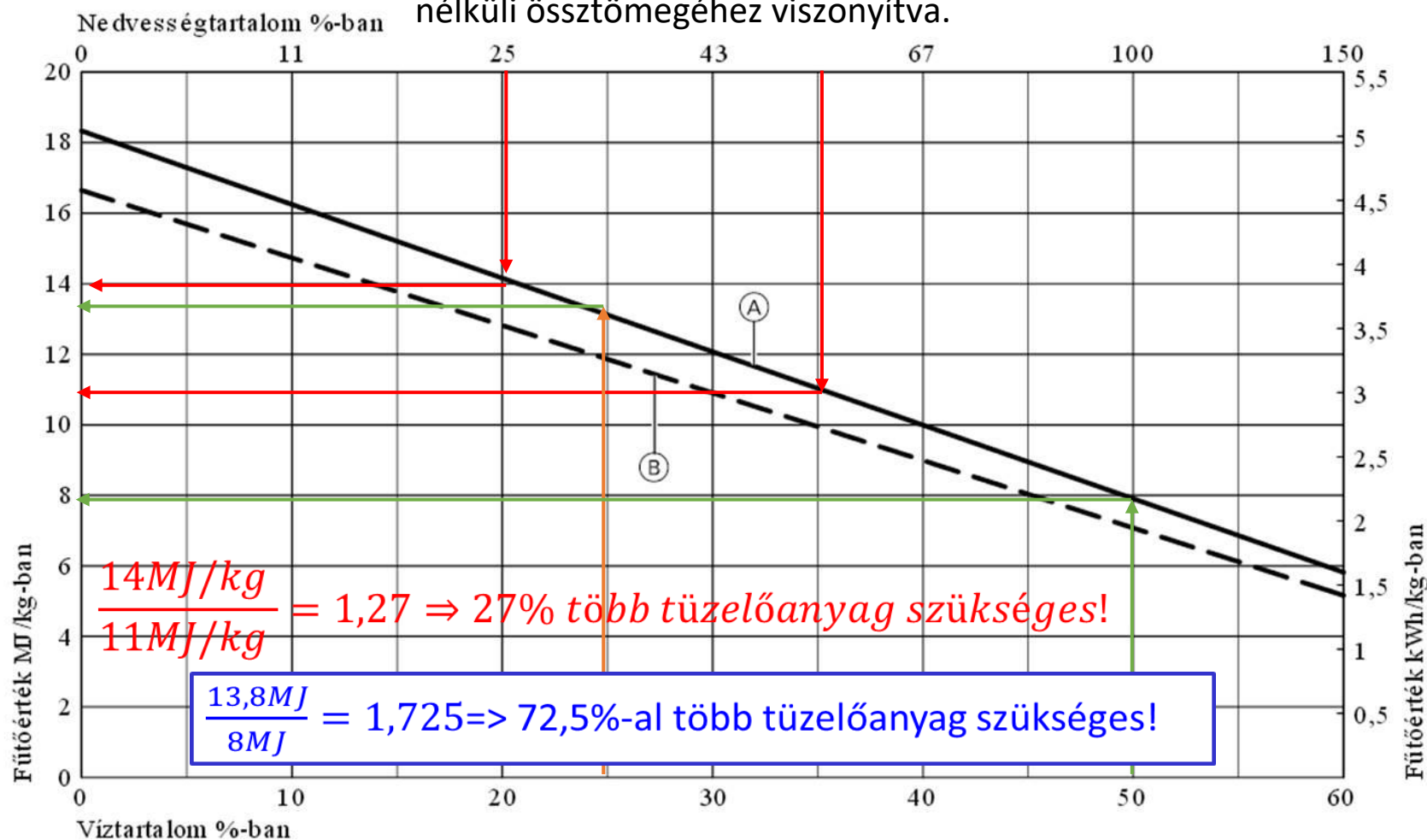
Tárolás

- Száradás (1-2 év)
- eső ellen védett
- száraz talajon
(lehetőleg szellőztetve)
- jól szellőző helyen





A nedvességtartalom a víz százalékban megadott tömege a fa víz nélküli össztömegéhez viszonyítva.



A fa víztartalma a víz százalékban megadott tömege a nedves fa össztömegéhez viszonyítva.



Pellet tüzelőanyag és szállítása





Pellet tulajdonságai:

ÖNORM M 7135 és DINplus pelletek:

- 6 mm-es átmérő, 8-30 mm hossz (max. 5xd)
- Fűtőérték 4,9 kWh/kg (~18 MJ/kg)
- Térfogatsűrűsége 650 kg/m³; anyag sűrűsége 1,12 kg/dm³
- Víz tartalma kevesebb mint 10%
- Hamutartalom kevesebb mint 0,5%
- Előnyök:
 - Hazai tüzelőanyag
 - „folyékony fa” jól adagolható, jól gázosodik
 - CO₂ semleges
 - ...



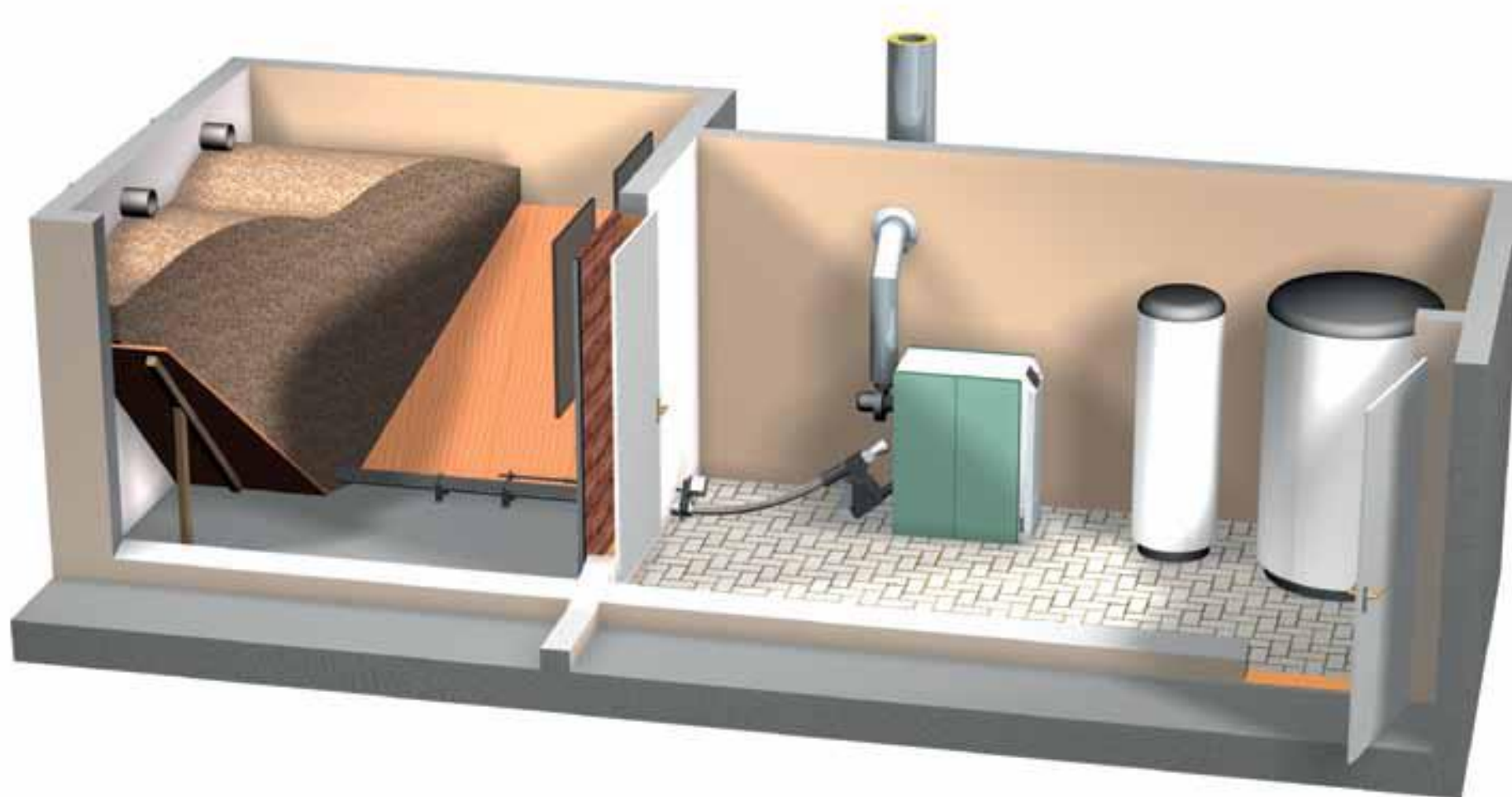
Biztonságos tüzelőanyag-szállítás egyedi rendszerek révén

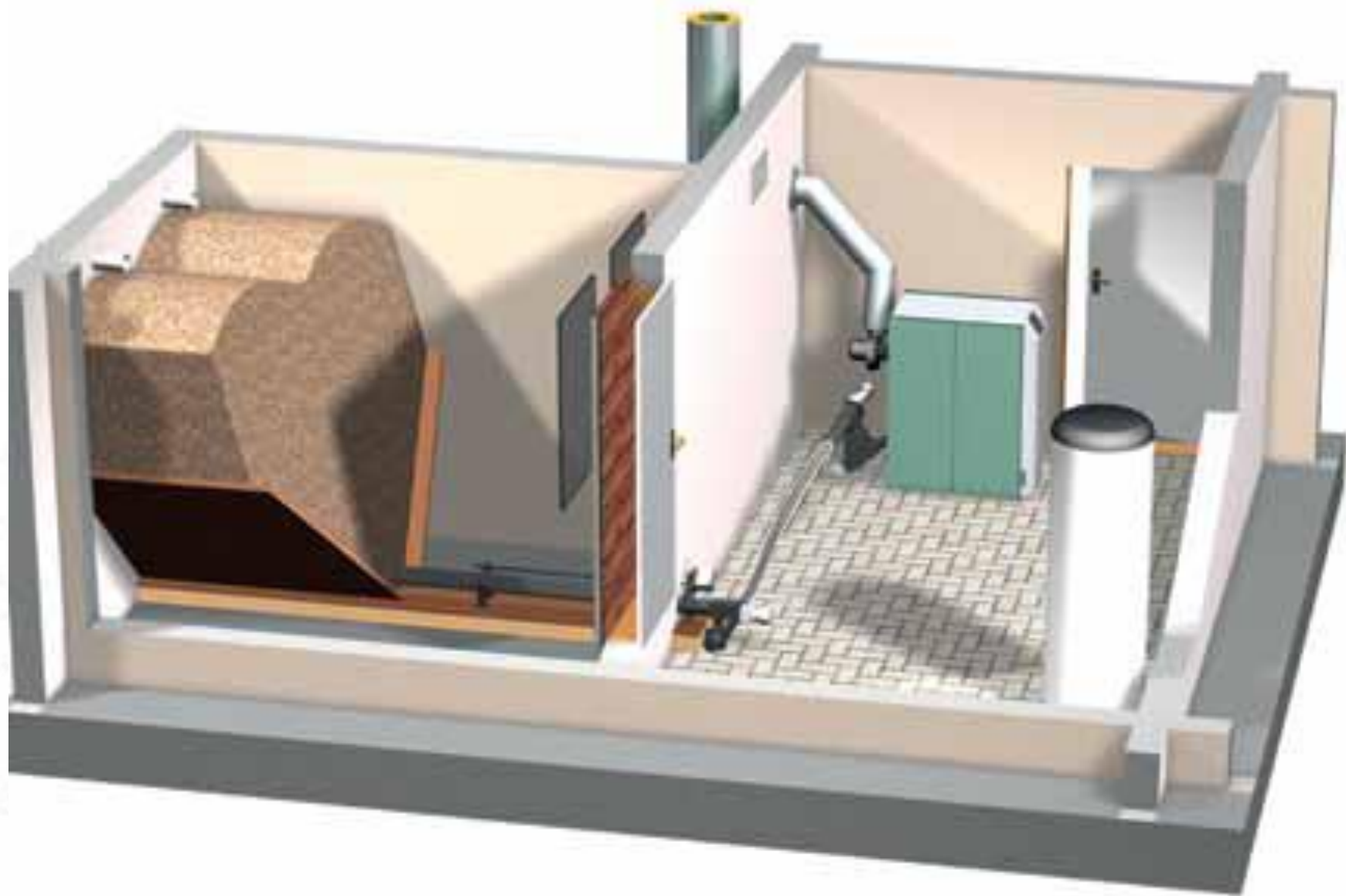




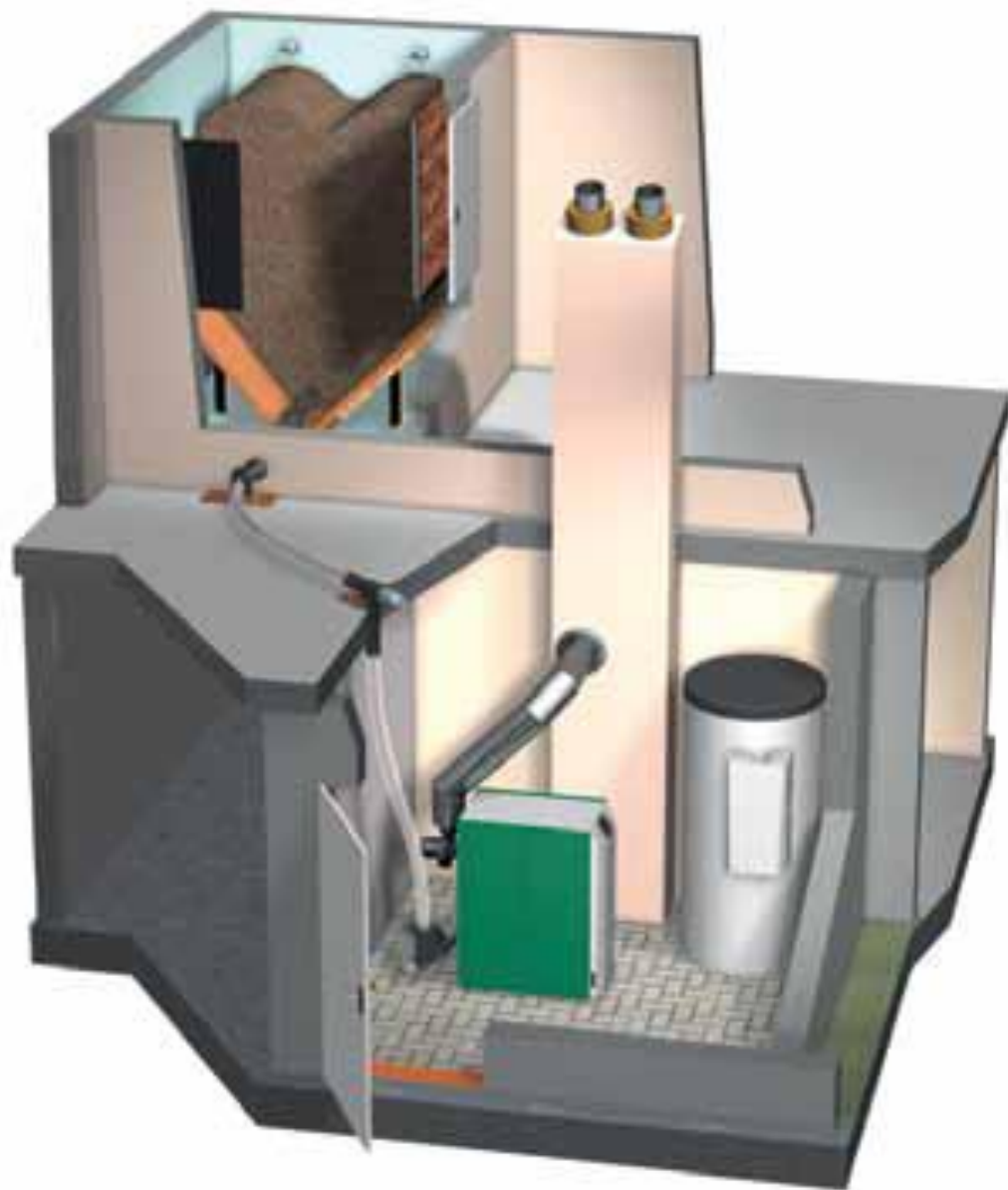


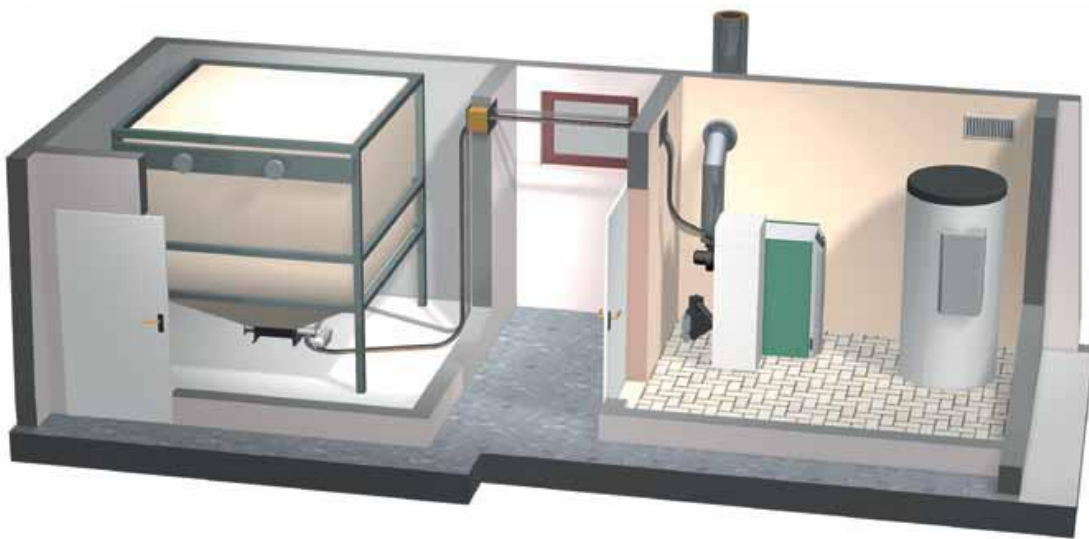
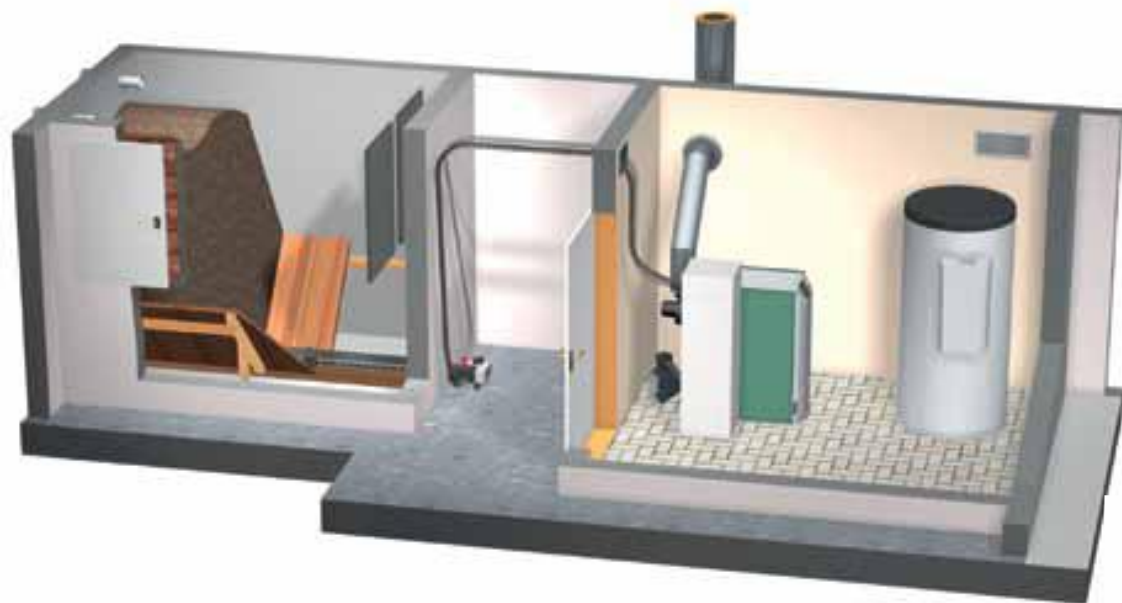
Biztonságos tüzelőanyag-szállítás egyedi rendszerek révén

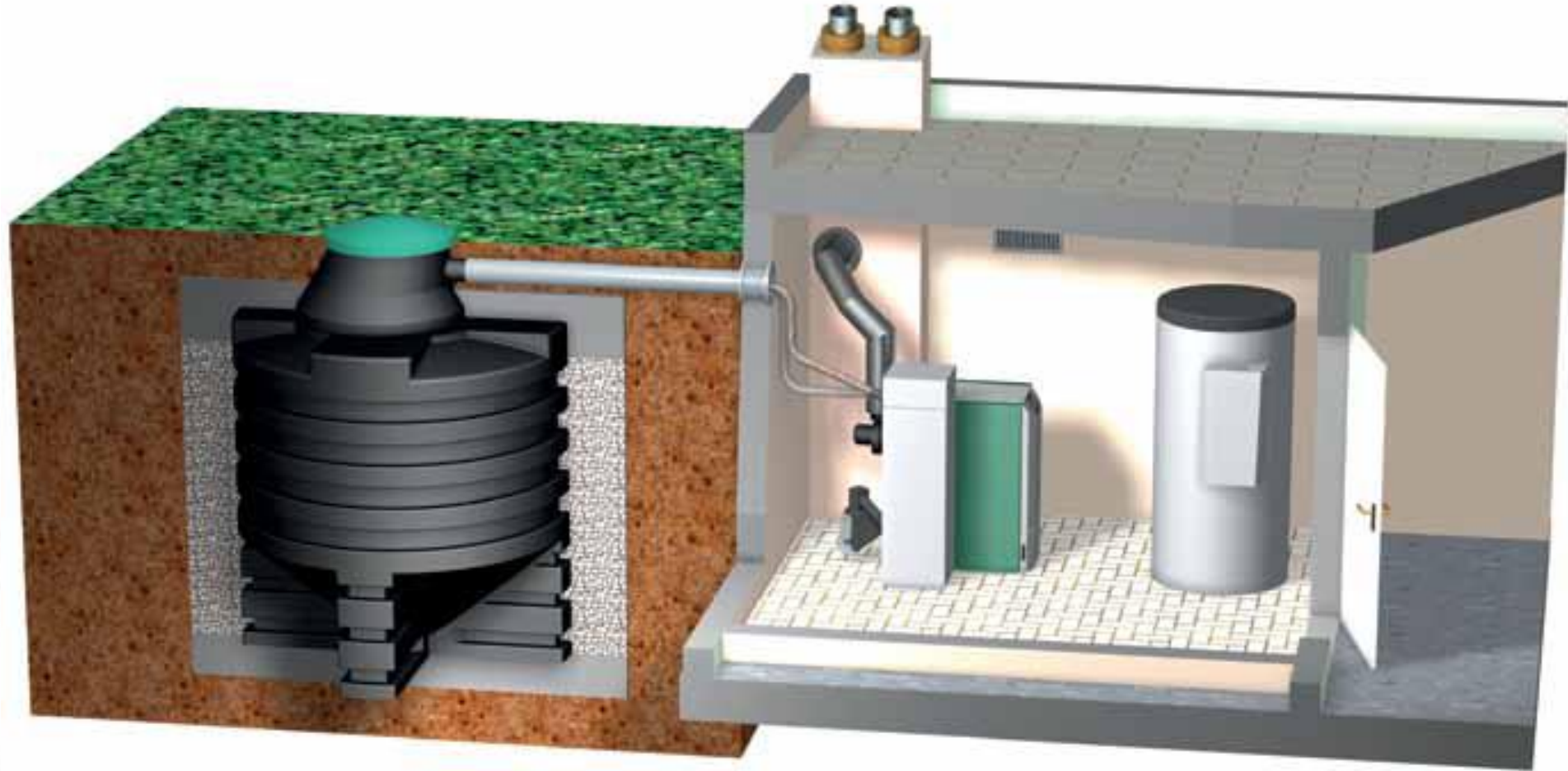
















ÖNORM 7135 szerinti faapríték: G30(50), W30

G30 finom apríték:

maximum 3 (5) cm² keresztmetszet

maximum 8,5 (12) cm hosszúság

W30:

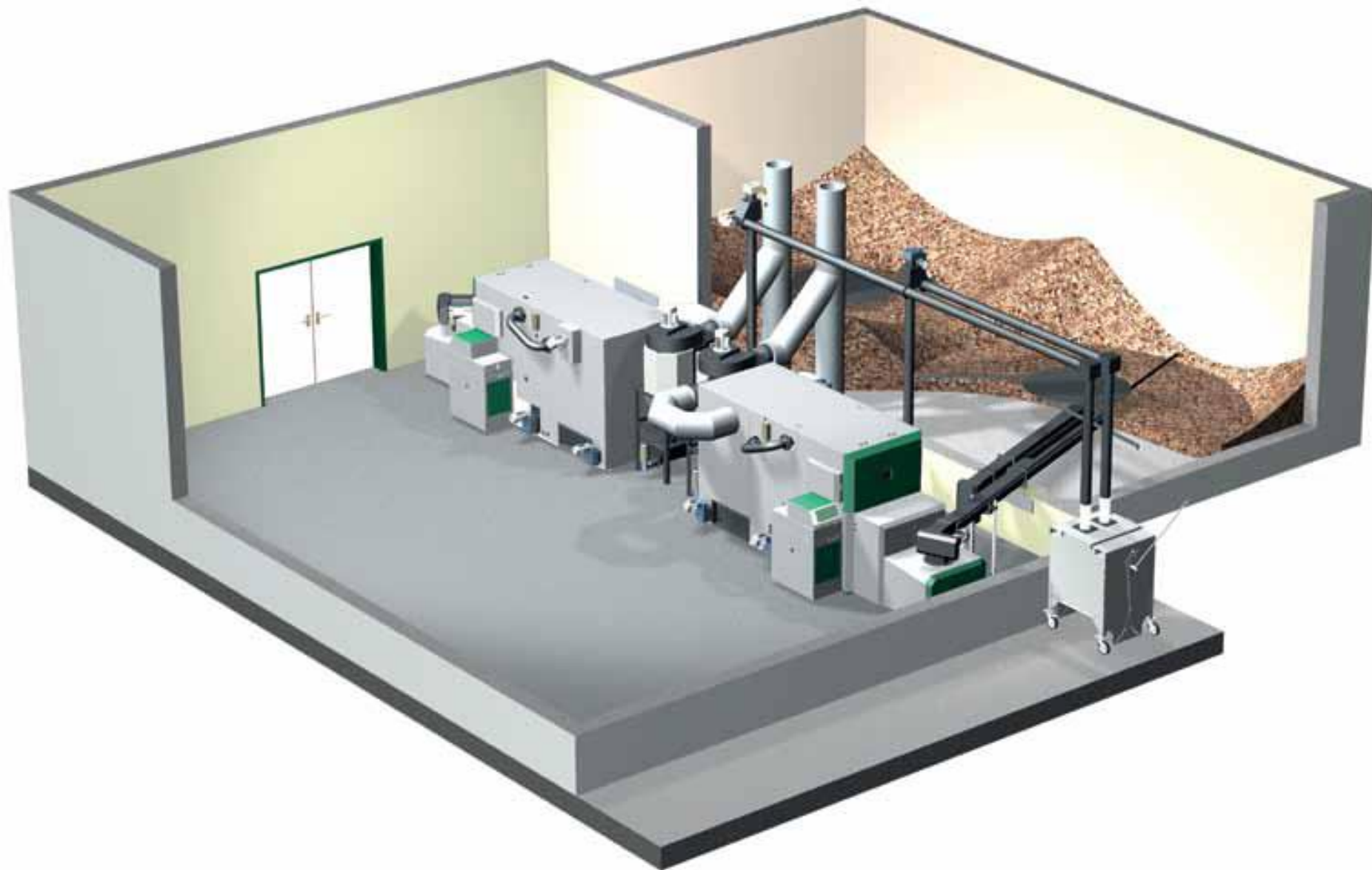
Maximum 30% víztartalom



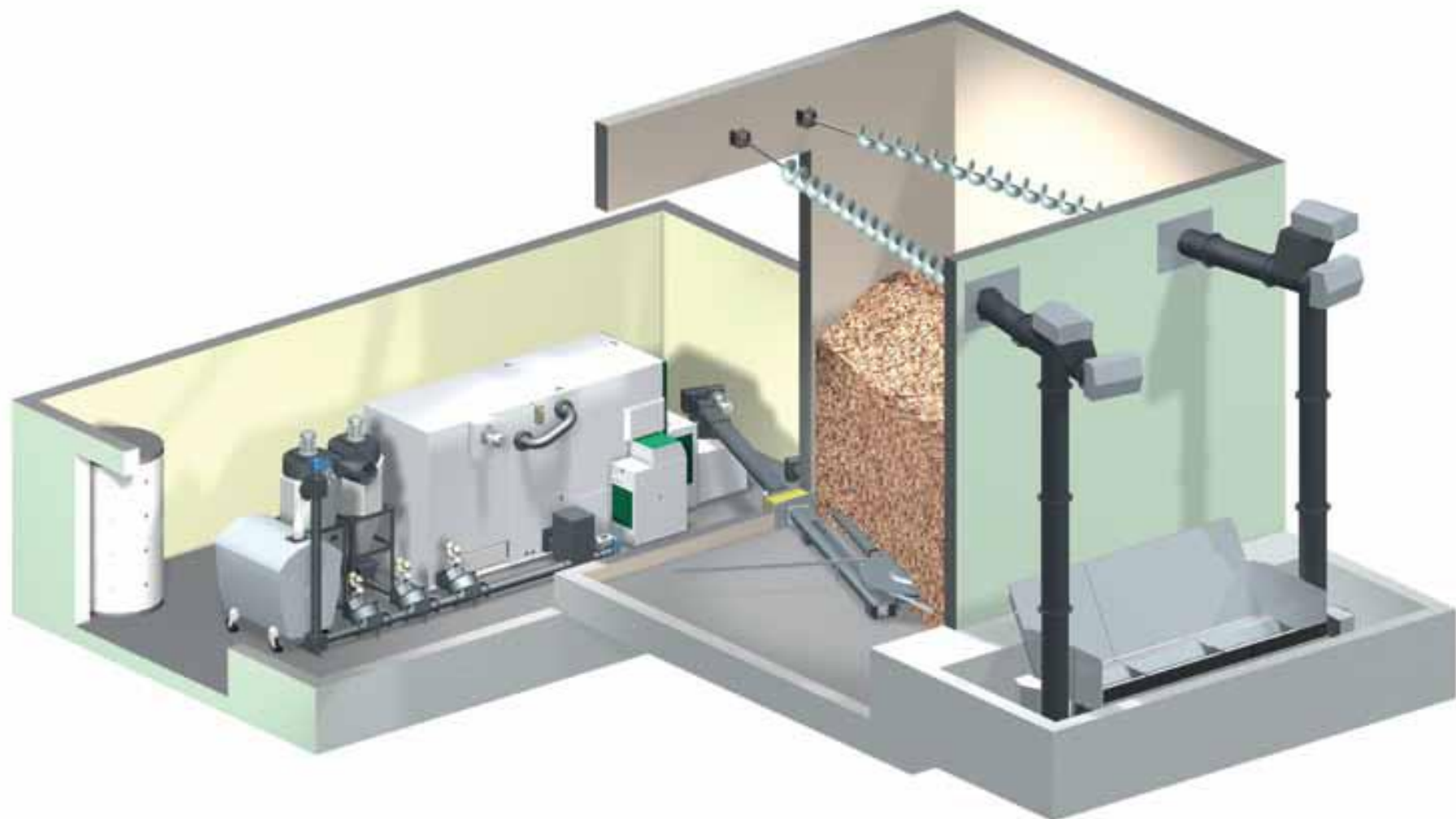
Faapríték tulajdonságai:

ÖNORM M 7135 szerinti faapríték:

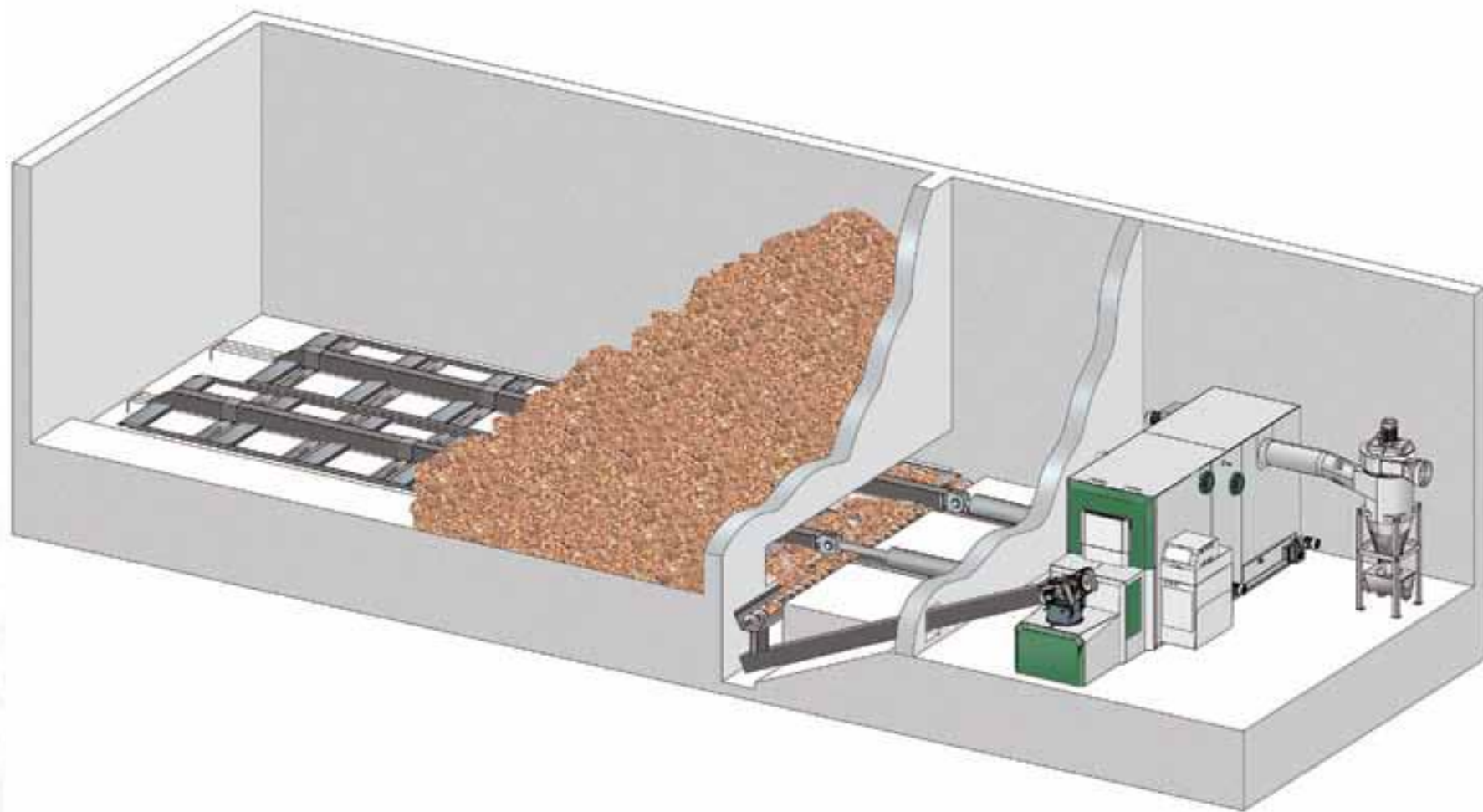
- G30/G50 szemcseméret
- W30 30% víztartalom
- Fűtőérték 3,9 kWh/kg (~11-14 MJ/kg)
- Térfogatsűrűsége 150-250 kg/m³
- Előnyök:
 - Hazai tüzelőanyag
 - Javarészt hulladékból készül
 - CO₂ semleges
 - ...

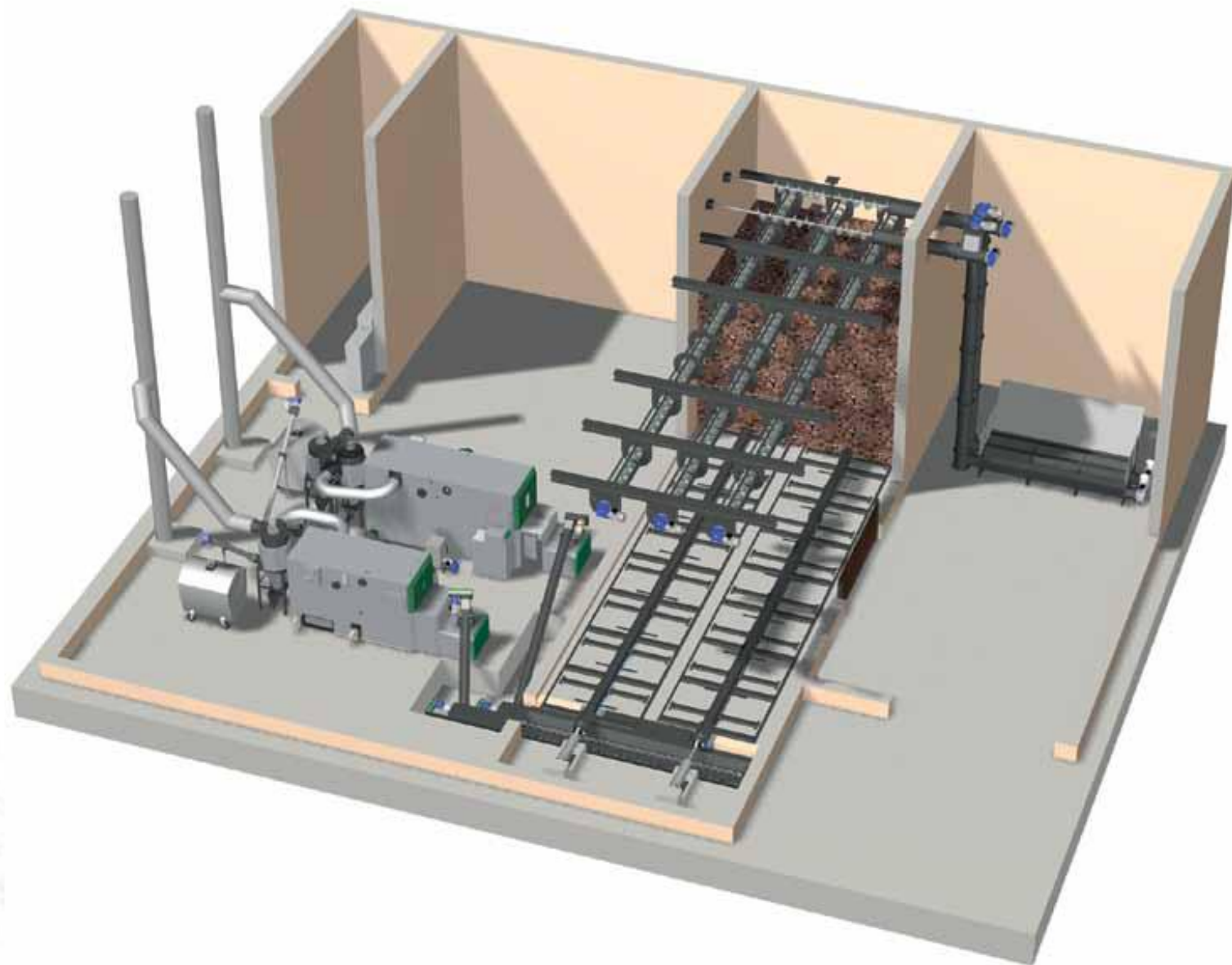


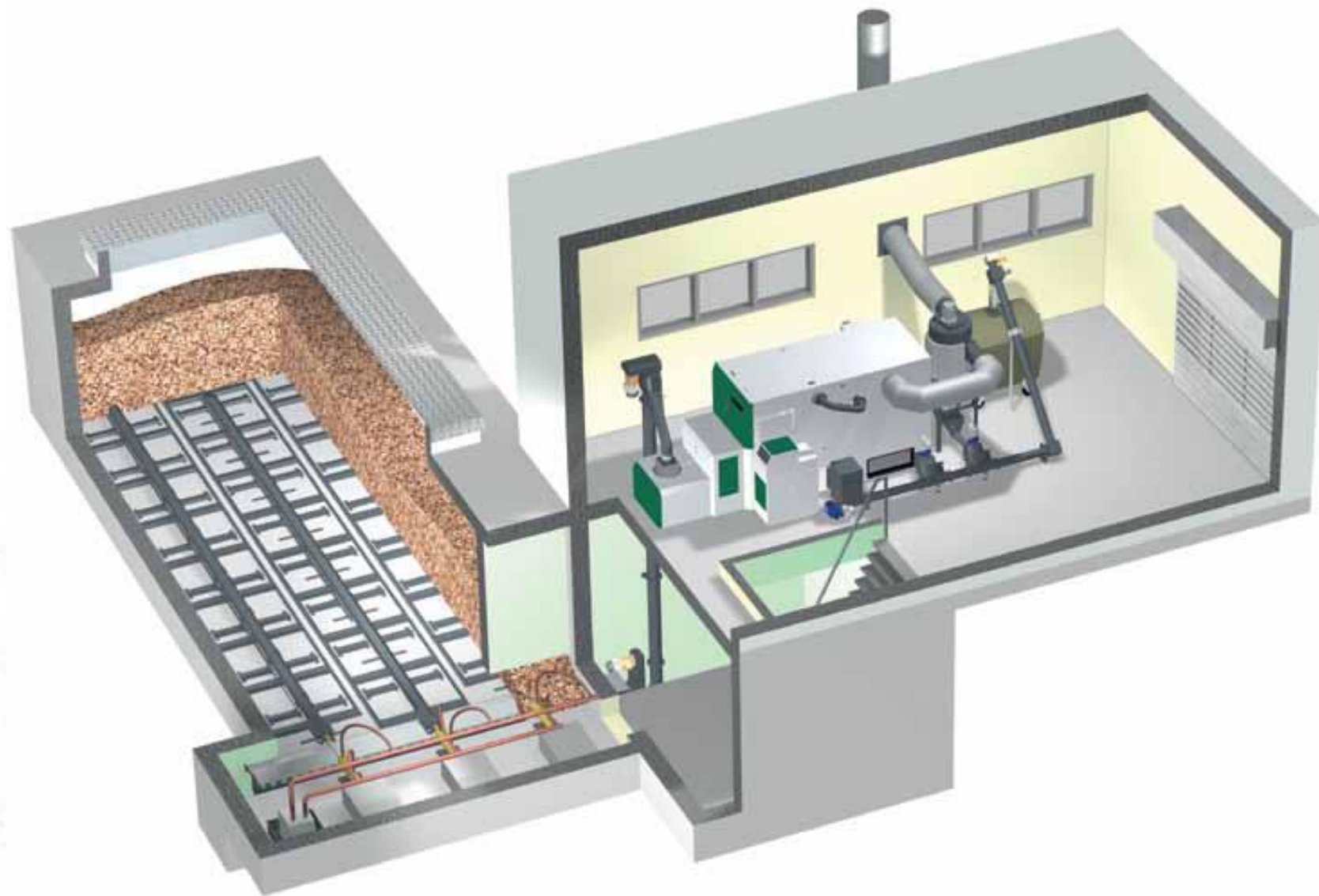


















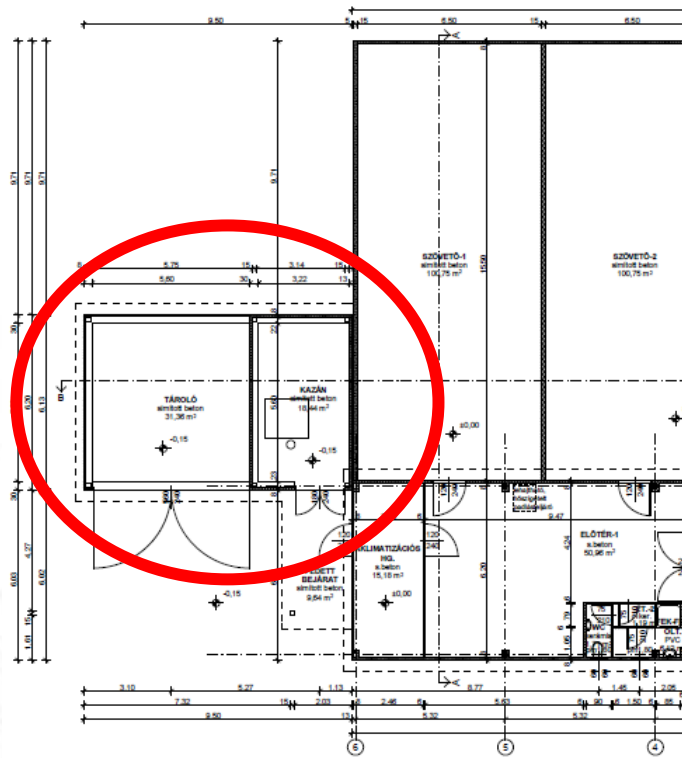


Mi szükséges a műszaki tartalom pontosításához?

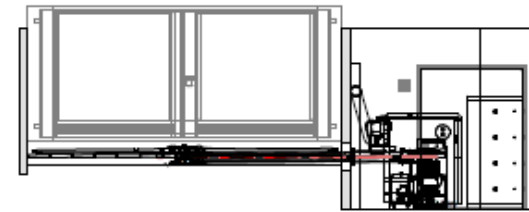
- Fűtési hőszükséglet
- Tüzelőanyag meghatározása
- Alaprajz és metszetek
- Tüzelőanyag beszállítási módja
- Kémény adatai
- Szekunder rendszer alapadatai



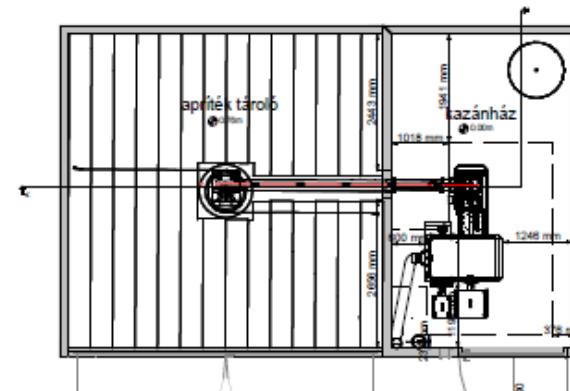
Építész rajz, mint kiindulási alap, alaprajz és metszet



Schnitt A - A

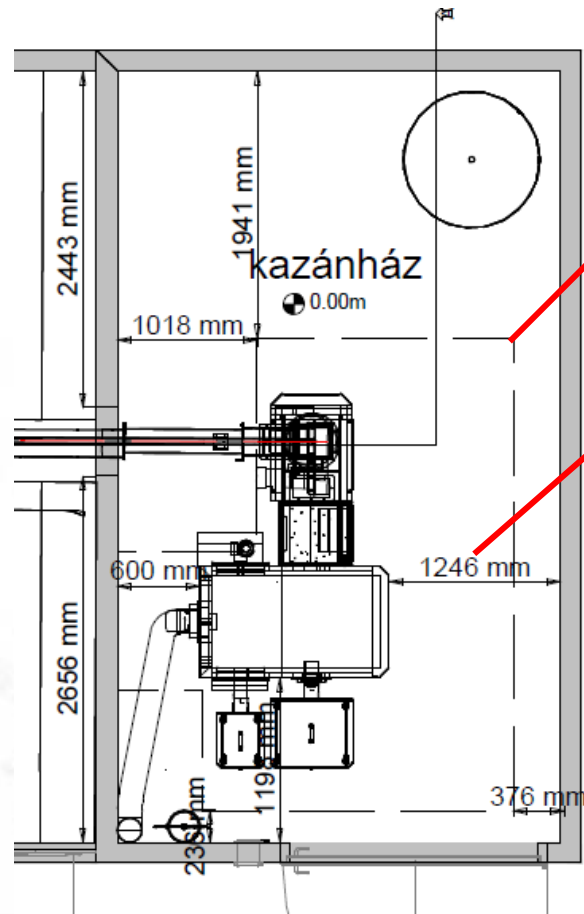


Grundriss

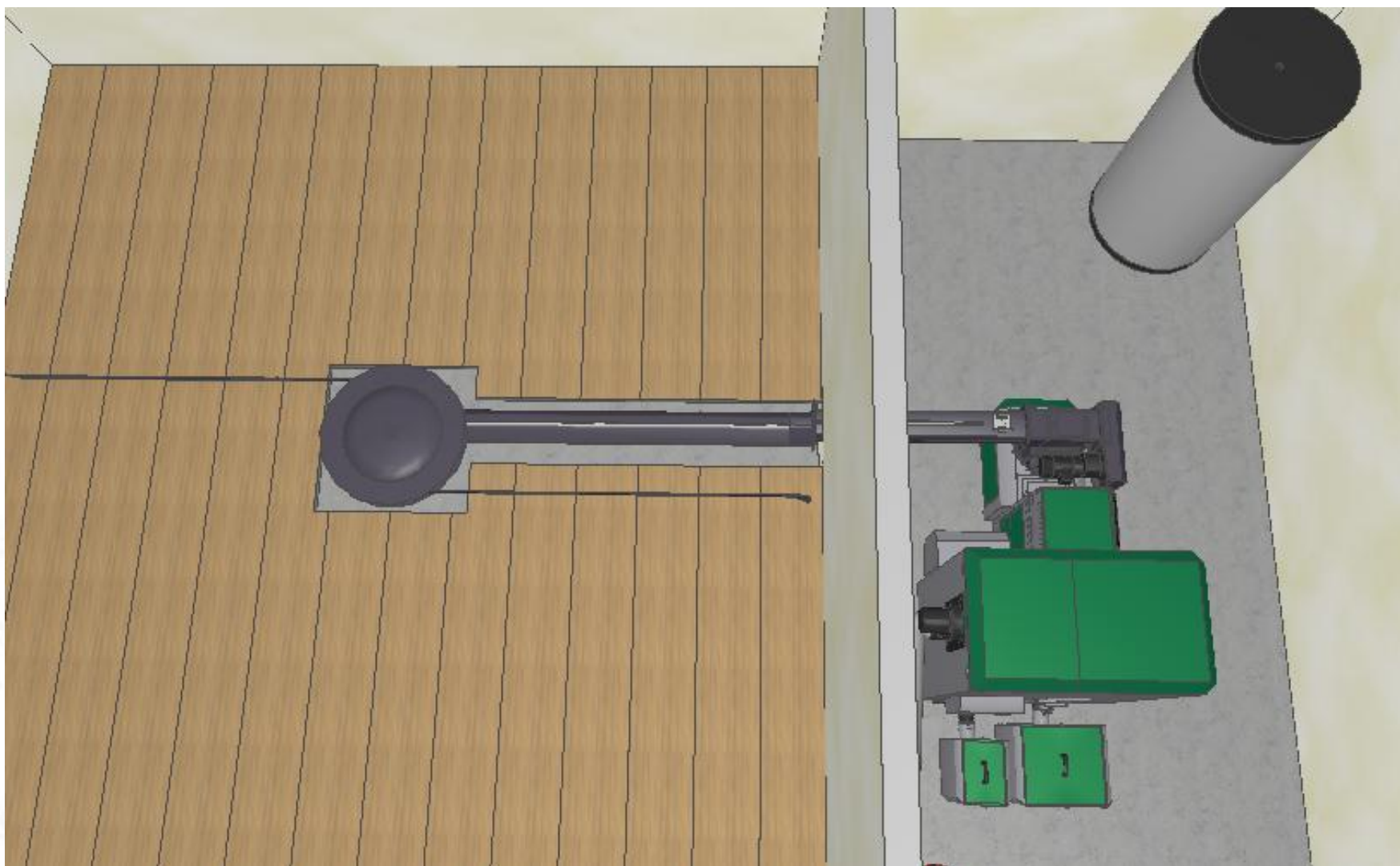


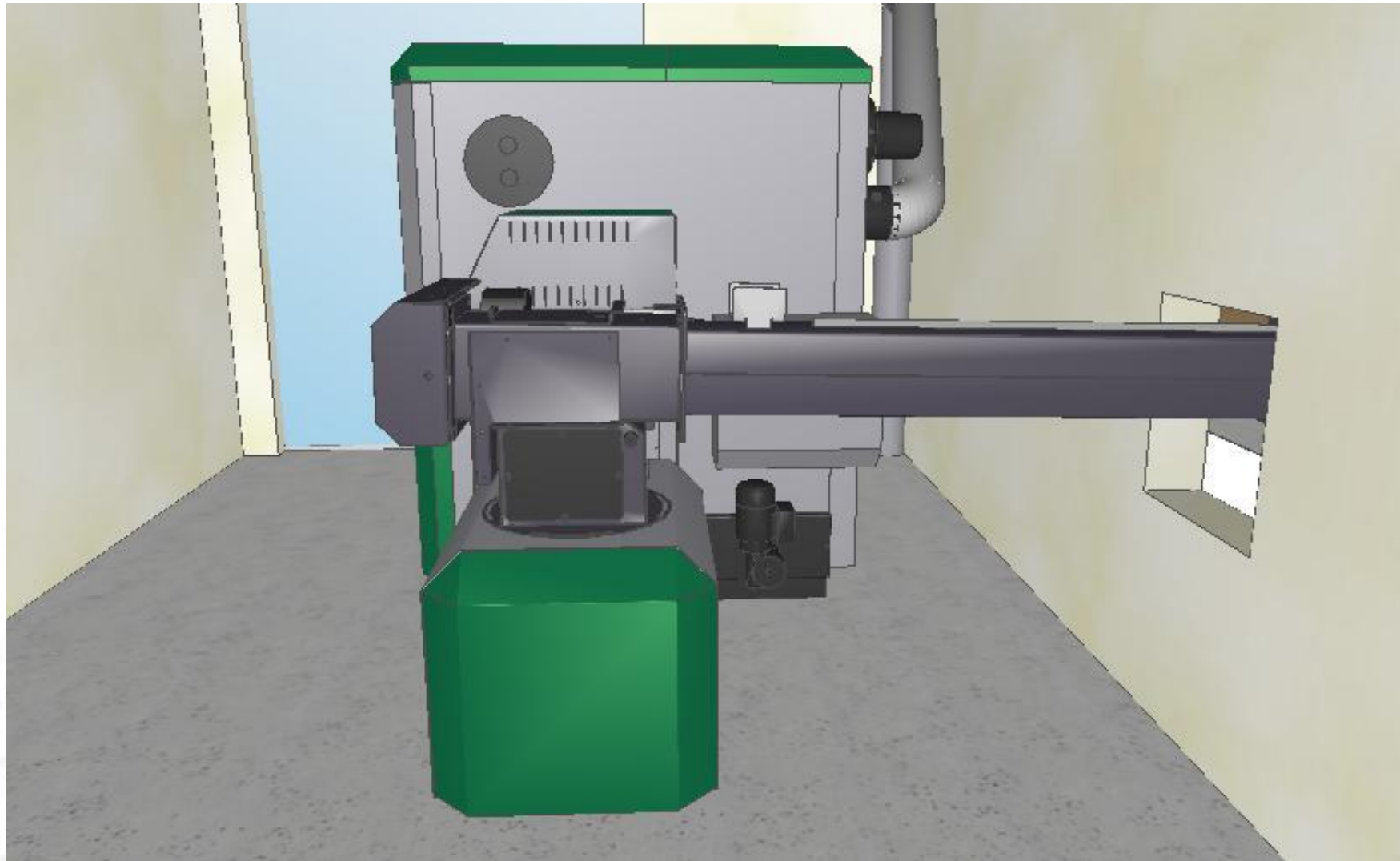


Elrendezési terv



Szaggatott vonallal jelölve a minimális helyigény
A kazán pontos helyére állításához igény szerint beméretezve









Köszönöm a figyelmet!