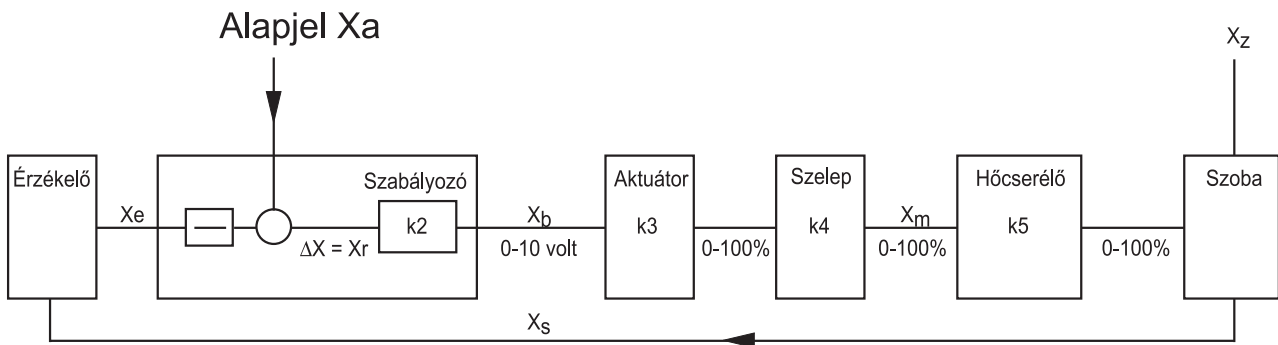


Szabályozás – beszabályozás

A magyar műszaki nyelv két különböző fogalmat hasonló szavakkal jelöl: szabályozás, beszabályozás.

Az **1. ábra** szerinti *szabályozókör* szabályozott szakaszának (pl. egy helyiségnek) x_s szabályozott jellemzőjét (pl. hőmérsékletét) kell az x_a alapjelnek megfelelő értéken tartani az x_z zavaró jellemző ellenében. A mérő-átalakító az x_s szabályozott jellemzőt x_e villamos ellenőrző jellé alakítja. A különbségképző összehasonlítja az x_a alapjelet és az x_e ellenőrző jelet. A különbség nagyságának, irányának és sebességének megfelelően a szabályozó egy x_r rendelkezésre álló jelet kap, mely alapján x_b beavatkozó jelet küld a beavatkozó szervnek (pl. egy motoros szabályozó szelepnek), mely a fűtő- vagy hűtővíz térfogatáramának változtatásával módosítja (x_m) a hőcserélő (pl. fan coil) teljesítményét. Az x_s szabályozott jellemző értéke ennek eredményeként megváltozik, mely a visszacsatoláson keresztül újabb x_b beavatkozó jelet generál az egyensúly beálltáig.



1. ábra A szabályozó kör felépítése

A szabályozás tehát egy olyan zárt ciklus, mely egy szabályozott szakasz egy vagy több szabályozott jellemzőjét az x_a alapjelnek megfelelő értéken tartja.

A hidraulikai beszabályozás feladata más. A hűtött és fűtővíz oldalon teremt optimális hidraulikai körülményeket a szabályozó körök számára, ezzel biztosítva a hűtési és fűtési rendszer zavartalan működését. A fenti szabályozó kör beavatkozó elemeivel (motoros szabályozó szelep) beszabályozási feladatot nem szabad ellátni. A beszabályozást úgy kell elvégezni, hogy annak eredményét méréssel bizonyítani, illetve ellenőrizni lehessen!

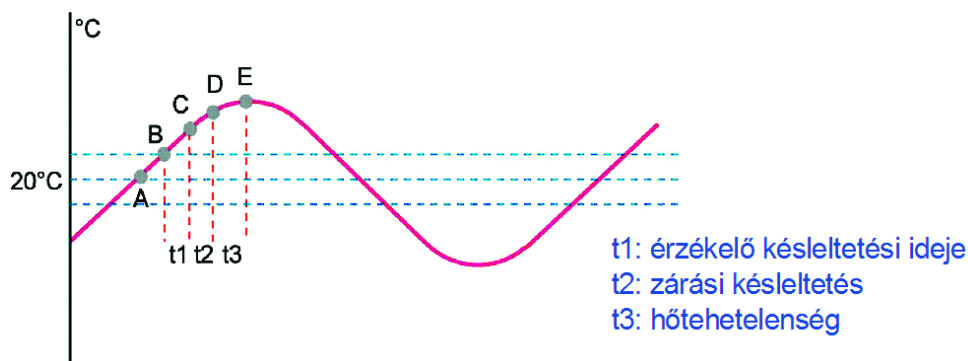
A hidraulikai beszabályozás három alapvető feladata:

- a tervezett fűtő- vagy hűtővíz térfogatáramnak minden egyes szabályozószelephez, fogyasztóhoz el kell jutnia,
- a szabályozó szelepeken a nyomáskülönbség csak kis mértékben változhat,
- az egyes alrendszerek térfogatáramainak illeszkedniük kell egymáshoz.

1. Két-pont szabályozás

Az **1. ábra** szerinti k2 szabályozó az x_a alapjel és az x_e ellenőrző jel függvényében a k3 működtetőt teljesen nyitja vagy zárja.

A szabályozás jellegét a **2. ábra** mutatja:



2. ábra Kétpont szabályozás

Az „A” hőmérséklet a beállított x_a alapjelnek felel meg. A „B” hőmérsékletnél (a termosztát hiszterézise) a termosztát érzékeli, hogy az x_e ellenőrző jel magasabb, mint az alapjel. „C” hőmérsékletnél (t_1 késéssel) a termosztát záró parancsot ad ki a k3 hajtóműnek. „D” hőmérsékletnél a k3 hajtómű teljesen lezár (t_2 késéssel), de a terem hőmérséklete a rendszer hőtechnikai tehetlenségéből adódóan tovább emelkedik „E” hőmérsékletig. A hőmérséklet csökkenése után a fent leírt ciklus újra kezdődik.

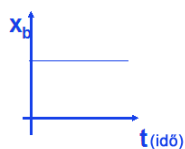
2. Három-pont szabályozás

A három-pont szabályozás a két-pont szabályozástól abban tér el, hogy a k2 szabályozó a k3 hajtóművet az alapjel és az ellenőrző jel függvényében a teljesen nyitott ill. zárt helyzet között meg tudja állítani, ezzel a szabályozás minőségi paraméterei javulnak.

3. Folyamatos szabályozás

A folyamatos szabályozás az x_r rendelkezésre álló jel nagysága, iránya és irányítottsága függvényében x_b folyamatos beavatkozó (pozicionáló) jelet ad a k3 hajtóműnek.

Az ún. PID szabályozók az x_r rendelkezésre álló jel függvényében a **3. ábra** szerinti x_b beavatkozó jelet adják ki:



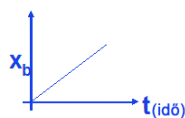
(P) Arányos szabályozás

A beavatkozó (x_b) jel nagysága az (x_r) rendelkezésre álló jellel arányos.

Minden x_r eltéréshez egy diszkrét x_b jel tartozik.

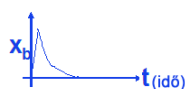
X_b értéke a x_a alapjeltől és az x_p arányossági sávtól függ.

A túl kicsi arányossági sáv lengéshez, a túl nagy pontatlan szabályozáshoz vezet.



(I) Integráló szabályozás

A beavatkozó jel (x_b) az (x_r) hibajeltől függően állandó sebességgel változik. A hibajelet időben integrálja és a beavatkozó jel ezzel arányosan változik.

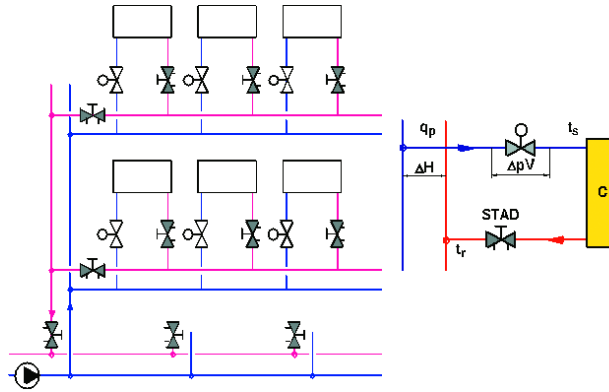


(D) Differenciáló szabályozás

A beavatkozó jel (x_b) az (x_r) rendelkezésre álló jel változásának sebességével arányos.

A változó térfogatáramú rendszerek közös jellemzője, hogy a szabályozó szelepek működése következtében a hidraulikai elosztóhálózat térfogatárama időben változó. A változó térfogatáramú elosztóhálózatok kialakítása mind egytűtű, mind kétűtű szabályozó szelep használatával lehetséges. A legegyszerűbb változó térfogatáramú elosztóhálózat a fogyasztók mennyiségi szabályozását biztosító egytűtű szabályozó szelepekkel alakítható ki (ld. 4. ábra).

Látható, hogy az egytűtű szabályozó szelepek záródásának következtében a rendszer nyomáskülönbsége növekszik, illetve a szabályozó szelepeket egyre nagyobb nyomáskülönbség terheli.



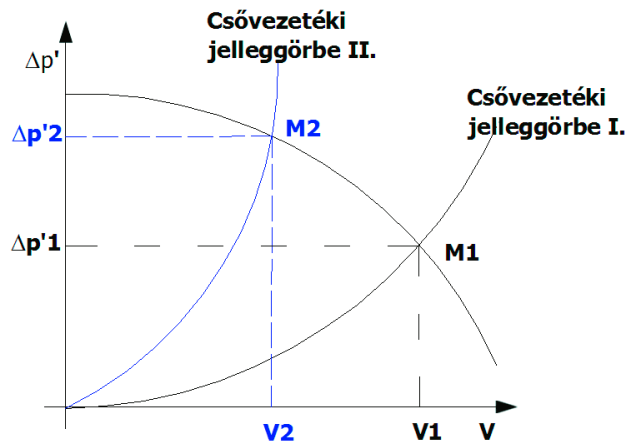
4. ábra Változó térfogatáramú elosztóhálózat egytűtű szabályozó szelepekkel

Az elosztó hálózat változó nyomáskülönbsége az alábbi működési zavarokat okozza a hidraulikai rendszerben:

A változó nyomáskülönbség hatása a keringtető szivattyúra

A 4. ábrán látható motoros szabályozó szelepek zárása következtében az elosztó hálózat $\Delta p'1$ nyomáskülönbsége $\Delta p'2$ értékre változik (5. ábra). A csővezeték hidraulikai jelleggörbéje a teljes terheléses állapothoz tartozó görbéhez képest meredekebbé válik, a szivattyú M1 munkapontja balra tolódik (M2). A balra tolódott munkapont következtében:

- a szivattyú rosszabb hatásfokkal üzemel,
- a járókerék két oldalán megemelkedett nyomáskülönbség csökkenti a szivattyú ill. a villanymotor csapágyainak élettartamát,
- a szivattyú üzeme zajossá válhat.



5. ábra A változó térfogatáramú csővezetési hálózat jelleggörbéjének változása és hatása a szivattyú működésére

A változó nyomáskülönbség hatása a szabályozó szelepek hajtóművére

A 4. ábra szerinti egytű szabályozó szelepek zárásakor a szabályozó szelepek két oldalát növekvő nyomáskülönbség terheli. A szabályozó szelepek és hajtóműveik különböző maximális nyomáskülönbség érték ellenében tudnak megfelelően működni ill. lezárni.

Amennyiben a szabályozó szelepet terhelő zárási nyomás ($\Delta p_{V_{zárás}}$) értéke magasabb, mint a szabályozó szelep és a hajtómű maximális zárási nyomása, a szabályozó szelep bizonytalanul működik:

- a szeleptányér nem zár le,
- a szabályozás bizonytalanná válik,
- a hajtómű nyomatékhatárolója idő előtt működésbe lép.

A változó nyomáskülönbség hatása a szabályozó szelepek hangteljesítményére

A szabályozó szelepeket terhelő növekvő nyomáskülönbség a szelepek hangteljesítmény szintjére káros hatással van. A szabályozó szelep beépítési körülményének függvényében az eredő hangnyomás szint meghaladhatja a szabványban előírt értéket. A termosztatikus radiátorszelepeken megengedhető legnagyobb nyomáskülönbség értéke – gyártótól függően – 20-30 kPa lehet. A megengedhető fűtővíz oldali nyomáskülönbség nagysága nagymértékben függ a szelep beépítési körülményeitől:

- a radiátor típusától,
- a csővezeték típusától,
- a helyiségben való elhelyezéstől stb.

Mivel a termosztatikus radiátorszelepek hangteljesítmény ill. hangnyomás szintjének mérésére nincs egységes európai szabvány kidolgozva, a katalógusokban közölt eredmények összehasonlítása csak a vizsgálati körülmények ismeretében lehetséges.

Az MSz 18 151 szabvány szerinti megengedhető zajszinteket az 1. táblázat tartalmazza.

Környezet	Megnevezés	Megengedhető egyenértékű A-szint, dB (A)	
		nappal (6...22 ^h)	éjjel (22...6 ^h)
Épületek környezete	Üdülőterület	45	35
	Laza beépítésű lakóterület	50	40
	Tömör beépítésű lakóterület	55	45
	Ipari terület lakóépületekkel, intézményekkel	60	50
	Kizárólag ipari terület	70	70
Épületek helyiségei	Betegszoba, orvosi rendelő	35	30
	Előadó-, és tanácsterem	40	40
	Könyvtári olvasó		
	Lakószoba lakásokban, osztályon felüli és I. osztályú szállodában	40 ¹	30 ^{1,2}
	Szállodák közös helyiségei	50 ¹	50 ¹
Munkahelyek	Igényes irodahelyiségek	50	–
	Általános irodahelyiségek	60	–
	Irodahelyiség gépi zajforrással	65	–
	Vezénylőterem, üzlethelyiség	70	–
	Számítógépterem, konyhaüzem	75	–

1 Az új létesítményekben a külső közlekedéstől származó zaj miatt 5 dB-lel nagyobb lehet.

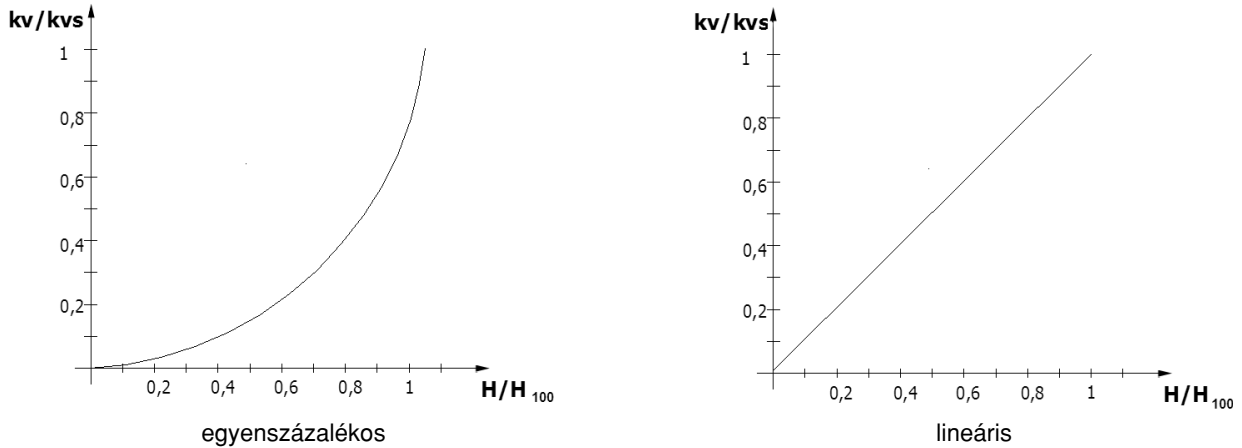
2 Klimatizálás esetén 5 dB-lel nagyobb lehet.

Megjegyzés: A szabványban megjelölt helyiségek közül csak azokat soroltuk fel, amelyek klimatizálás szempontjából szóba jöhetnek

1. táblázat Épületek környezetében és helyiségeiben megengedhető zajszintek az MSZ 18 151 alapján

A változó nyomáskülönbség hatása a szabályozó szelepek autoritására

A szabályozó szelepek sztatikus (alap) átfolyási jelleggörbéjét a szelep két oldalán mért nyomáskülönbség állandó értéken való tartása mellett határozzák meg (6. ábra). A függvény x tengelyén a szeleptányér emelkedése (H) a teljes nyitás (H₁₀₀) arányában, az y tengelyen a k_v érték a k_{vS} érték arányában van feltüntetve.



6. ábra A szabályozó szelepek sztatikus (alap) átfolyási jelleggörbéje

A 6. ábra bal oldalán egy ún. egyenszázalékos szabályozó szelep jelleggörbe látható, melynek jellemzője, hogy azonos ΔH -hoz a k_v érték azonos százaléku változása tartozik:

$$\frac{dk_v}{k_v} = n \cdot dH \quad (1)$$

k_v = a szelepen 1 bar nyomáskülönbség hatására áthaladó térfogatáram (m³/h)

H = szelepemelkedés (mm)

n = az n értéke 3-5% között változik

A 6. ábra jobb oldalán egy ún. lineáris szabályozó szelep jelleggörbe látható. A görbe egyenlete:

$$\frac{k_v}{k_{vS}} = n \cdot \frac{H}{H_s} \quad (2)$$

k_v = a szelepen 1 bar nyomáskülönbség hatására áthaladó térfogatáram (m³/h)

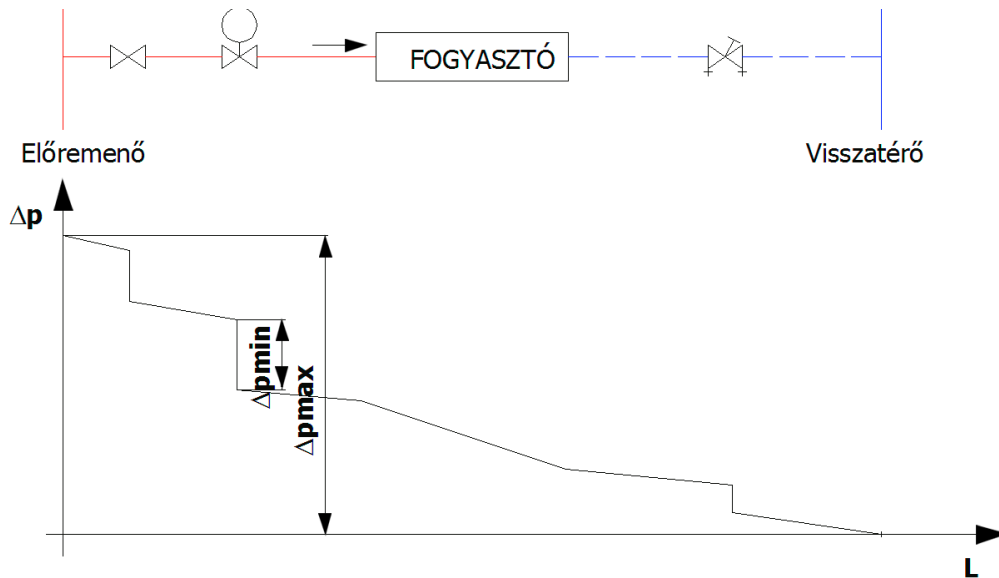
k_{vS} = a szelepen 1 bar nyomáskülönbség hatására áthaladó térfogatáram teljesen nyitott szelepnél (m³/h)

H = szelepemelkedés (mm)

A két különböző karakterisztikájú szabályozó szelepet más-más feladatra használják (ld. később).

Üzemelés közben a szabályozó szelepek két oldalán a nyomáskülönbség változik, mely a sztatikus (alap) jelleggörbe torzulását eredményezi. A 7. ábra szerinti kapcsolás szabályozó szelepeén a Δp_{\min} (kPa) nyomásveszteség értéke *egyenlő*:

$$\Delta p_{\min} = \Delta p_{\max} - (\Delta p_{cső} + \Delta p_{fogvasztó} + \Delta p_{beszabályozószelep} + \Delta p_{szerelevények}) \text{ (kPa)} \quad (3)$$



7. ábra A szabályozó szelepet terhelő nyomáskülönbség változása

Teljesen zárt szabályozó szelep esetén a **7. ábra** szerinti kapcsolat elemein, a térfogatáram megszűnése miatt a nyomásesés értéke zéró, ezért ebben az esetben a Δp_{\max} rendelkezésre álló nyomáskülönbség teljes egészében a szabályozó szelepet terheli.

A szabályozó szelep a Δp_{\min} (kPa) értéke alapján választható ki a teljesen nyitott szelepen áthaladó tervezett térfogatáram függvényében. Amennyiben a szelep működése közben a Δp_{\min} (kPa) nagysága állandó, a szelep jelleggörbéje megegyezik a **6. ábra** szerinti sztatikus jelleggörbével. A valóságban azonban a szabályozó szelep zárása során a szelep két oldalán fokozatosan a Δp_{\max} nyomáskülönbség jelenik meg, mely torzítja a szabályozó szelep sztatikus (elméleti, alapát-folyási) jelleggörbéjét. A torzulás mértéke a $\Delta p_{\min}/\Delta p_{\max}$ hányadostól függ, melyet *elméleti szelepautoritásnak* nevezünk.

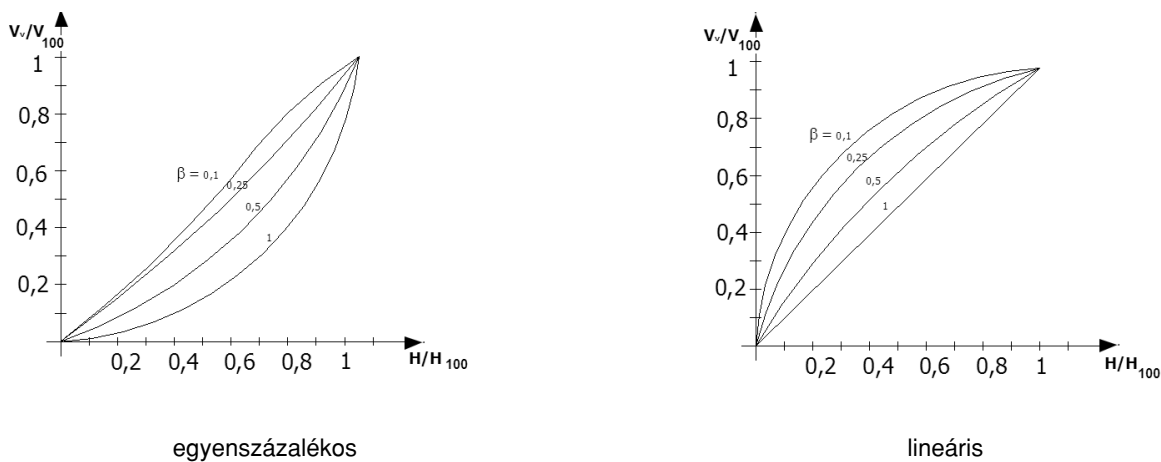
$$\beta = \frac{\Delta p_{\min}}{\Delta p_{\max}} \quad (4)$$

β = a szabályozó szelep elméleti autoritása (-)

Δp_{\min} = a nyitott szabályozó szelepen áthaladó térfogatáram mellett a nyomásesés (kPa)

Δp_{\max} = a zárt szabályozó szelepet terhelő nyomáskülönbség (kPa)

Minél kisebb az autoritás értéke, annál nagyobb az eltérés az elméleti jelleggörbéhez képest (**8. ábra**)



8. ábra A sztatikus (elméleti) jelleggörbe torzulása az elméleti autoritás (β) függvényében

Látható, hogy $\beta = 0,5$ mellett a szabályozó szelep jelleggörbéjének torzulása a szabályozás szempontjából még elfogadható mértékű. Ez a gyakorlatban azt jelenti, hogy névleges térfogatáram mellett a teljesen nyitott szabályozó szelep nyomásesése kb. a fele a rendelkezésre álló nyomáskülönbségnek (**ld. 7. ábra**).

Az elméleti autoritás értéke (β) állandó Δp_{\max} mellett lett meghatározva.

Hogyan változik $\beta = \frac{\Delta p_{\min}}{\Delta p_{\max}}$ értéke változó Δp_{\max} mellett? Ebben az esetben $\beta = \frac{\Delta p_{\min}}{\Delta p_{\max}}$ értéke mindig azonos arány-

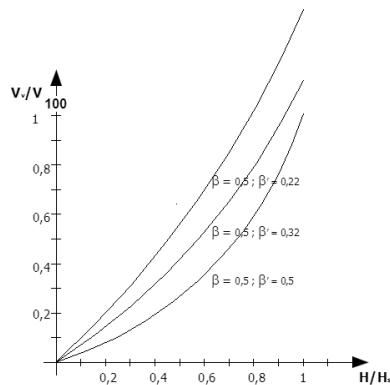
ban változik, tehát az elméleti szelepautoritás értéke állandó, annak ellenére, hogy a szelep jelleggörbéje módosul. Ezért az elméleti szelepautoritás kevés felvilágosítást ad arról, hogy a szelep jelleggörbéje a valóságban mennyire torzul.

A szabályozó szelepek elméleti (sztatikus) jelleggörbéjének torzulását sokkal jobban szemlélteti a gyakorlati autoritás (β') értéke:

$$\beta' = \frac{\Delta p_{\text{névleges térfogatáram mellett, a teljesen nyitott szelepen}}}{\Delta p_{\max}} \quad (5)$$

A fenti képlet abban különbözik az (4) számú képlettől, hogy a számlálóban a névleges, és nem az aktuális térfogatáram mellett fellépő Δp_{\min} értéke szerepel ill. Δp_{\max} a mindenkor aktuális zárási nyomáskülönbség értékét jelenti.

A **9. ábrán** jól látható, hogy azonos elméleti autoritás (β) mellett hogyan változik az egyenszázalékos szabályozó szelep jelleggörbéje a gyakorlati autoritás (β') függvényében.



9. ábra Az egyenszázalékos szabályozó szelep jelleggörbéjének torzulása a β' gyakorlati autoritás függvényében

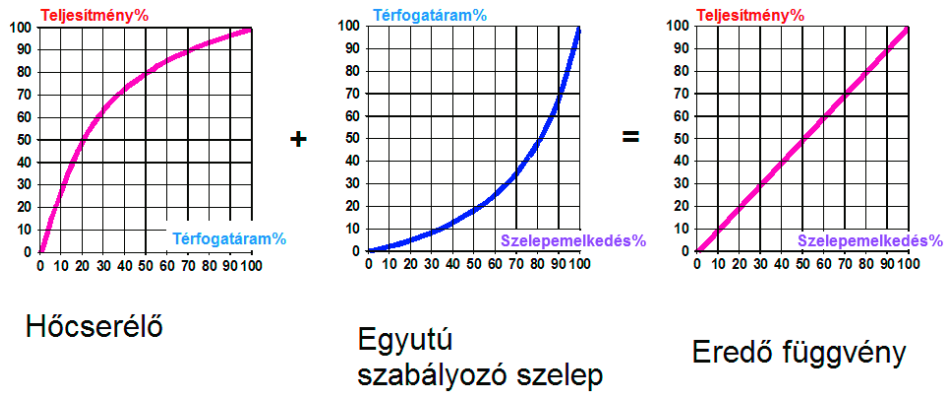
A kétféle autoritás értelmezése között az összefüggés:

$$\beta = c^2 \beta' \quad (6)$$

, ahol $c = a_{\max}$ térfogatáram eltérését kifejező tényező a névleges értéktől, nyitott szabályozó szelep esetén ($c \geq 1$). Ha a szabályozó szelepen átfolyó maximális térfogatáram megegyezik a névleges értékkel, akkor $\beta = \beta'$.

☞ Miért kell ismernünk a szabályozó szelepek sztatikus és üzemi jelleggörbéjét? Miért kell a szabályozó szelepeken a nyomáskülönbséget állandó értéken tartani? Miért kell az autoritást a lehető legmagasabb értéken tartani?

Szabályozástechnikai szempontból kívánatos, hogy az **1. ábra** szerinti x_b beavatkozó és x_s szabályozott jellemző között megközelítően lineáris összefüggés legyen, melyet többek között a megfelelő beavatkozó szerv (szabályozó szelep) és hőcserélő nem lineáris jelleggörbéjének illesztésével érhetünk el (**10. ábra**). Látható, hogy megfelelő szabályozó szelep kiválasztásával a hőcserélő és a szabályozó szelep eredő jelleggörbéje közel lineáris összefüggést mutat a teljesítmény (%) és a szelepelmelkedés (%) között. Az autoritás magas és közel állandó értéken való tartásával a lineáris jelleg nem torzul, a szabályozó kör megfelelő stabilitási és minőségi paraméterekkel rendelkezik.



10. ábra Az egyenszázalékos egyutú szabályozó szelep jelleggörbéjének illesztése a hőcserélő jelleggörbéjéhez.

Az autoritás értékének csökkenésével csökken a szabályozó kör stabilitása, növekszik a minimálisan szabályozható teljesítmény, a folyamatos szabályozás kétpont szabályozássá alakul.

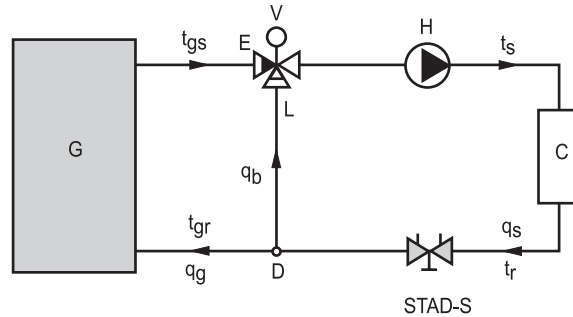
☞ Amennyiben nem történt meg a szabályozó szelep és a hőleadó jelleggörbéjének megfelelő illesztése ill. a jelleggörbék egyáltalán nem ismertek, úgy a hidraulikai beszabályozással történő megfelelő autoritás biztosítása mellett sem alakul ki a megfelelő minőségű és stabilitású szabályozás.

A megfelelő átviteli függvény ismeretének ill. kialakításának hiányában a szabályozó szelep autoritásának minél magasabb értéken való tartása nem ellensúlyozza a jelleggörbék illesztésének hiányát.

Kétpont szabályozás esetén az autoritás lehető legmagasabb értéken való tartása értelmetlen, hiszen ebben az esetben maga az autoritás *fogalma* válik értelmetlenné.

A kétútú szabályozó szelepek autoritása

A kétútú szabályozó szelepek autoritása, a levezetések részletezése nélkül a következő módon határozható meg:
 – egyszerű bekeverő kapcsolás esetén (11. ábra)



11. ábra Egyszerű bekeverő kapcsolás kétútú szeleppel

$$\beta' = \frac{\Delta p_V}{\Delta p_V + \Delta p_G} \quad (7)$$

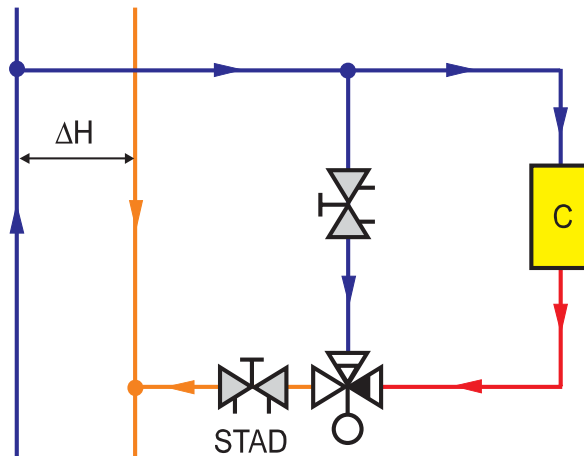
β' = az autoritás gyakorlati értéke

Δp_V = nyomásesés a teljesen nyitott szabályozó szelepen névleges térfogatáram mellett (kPa)

Δp_G = nyomásesés a G fogyasztón névleges térfogatáram mellett (kPa)

Ahhoz, hogy a szabályozó szelep autoritása $\beta' \geq 0,5$ legyen: $\Delta p_V \geq \Delta p_G$

- állandó térfogatáramú, nyomáskülönbséggel rendelkező primer elosztóhálózat és keverőszelep esetén (12. ábra)



12. ábra Mennyiségi szabályozás kétútú keverőszeleppel

$$\beta' = \frac{\Delta p_V}{\Delta p_V + \Delta p_C} \quad (8)$$

β' = az autoritás gyakorlati értéke

Δp_V = nyomásesés a teljesen nyitott szabályozó szelepen névleges térfogatáram mellett (kPa)

Δp_C = nyomásesés a C fogyasztón névleges térfogatáram mellett (kPa)

Ahhoz, hogy a szabályozó szelep autoritása minimum 0,5 legyen, a szelep nyomásvesztésének legalább akkorának kell lennie, mint a C fogyasztó nyomásvesztése.

TA egy- és kétútú zóna szabályozó szelepek, NA 15; PN 16; CV 216, CV 316 Z

TA egy- és kétútú zóna szabályozó szelep bronzból, víz közegre, üzemi hőmérséklet: 0-110 °C, igény szerinti menetes vagy hegesztett toldatos csatlakozással; PN16

TA egy- és kétútú szabályozó szelepek sárgarézből, NA 15-40; PN 16; CV 216, CV 316 MGA

TA egy- és kétútú szabályozó szelep sárgarézből, víz közegre, üzemi hőmérséklet: 0-120 °C, igény szerinti menetes csatlakozással; PN16

TA egy- és kétútú szabályozó szelepek bronzból, NA 15-50; PN 16; CV 216, CV 316 RGA

TA egy- és kétútú szabályozó szelep bronzból, víz és fagyálló közegre, üzemi hőmérséklet: -15-130 °C, igény szerinti menetes csatlakozással; PN16

TA egy- és kétútú szabályozó szelepek GG25 szürkeöntvényből, karimás csatlakozással, NA 15-100; PN 16; CV 216, CV 316 GG

TA egy- és kétútú szabályozó szelep GG 25 szürkeöntvényből, víz és fagyálló közegre, üzemi hőmérséklet: -10-130 °C, karimás csatlakozással; PN16

MC 25 hajtómű

TA MC 25 hajtómű hárompont, vagy folyamatos szabályozásra, 24VAC/DC, vagy 230 VAC feszültségre, két sebességgel, 1,5 m csatlakozó kábellel, IP 54; Y: 0-10V, 2-10V

MC 45 hajtómű

TA MC 45 hajtómű hárompont, vagy folyamatos szabályozásra, 24VAC/DC, vagy 230 VAC feszültségre, két sebességgel, 1,5 m csatlakozó kábellel, IP 54; Y: 0-10V, 2-10V, 0-20mA, 4-20 mA; X: 0-10 V;

MC 60,80,160,250 és 500 hajtómű

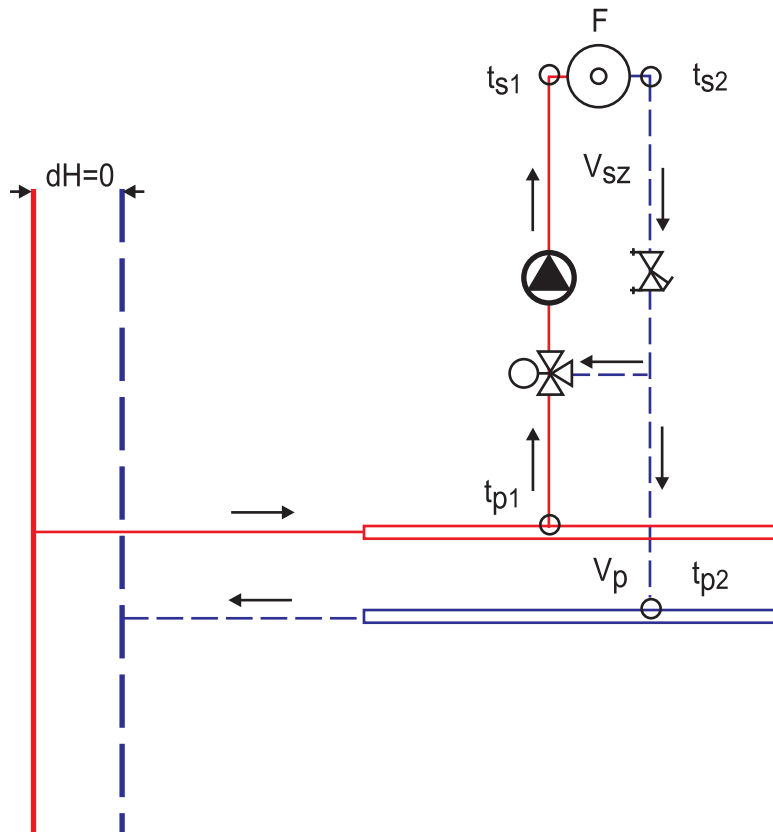
TA MC 60,80,160,250 és 500 hajtómű hárompont és folyamatos szabályozásra, 24VAC/DC, vagy 230 VAC feszültségre, négy sebességgel, IP 54; Y: 0-10V, 2-10V, 0-20mA, 4-20 mA; X: 0-10 V;

Az alábbi fejezet hat, gyakran használt szabályozó kör, kialakítását mutatja be.

1. Nyomáskülönbség nélküli primer hálózat szabályozó körei

1.1 Bekeverő kapcsolás

A 13. ábra egy nyomáskülönbség nélküli primer hálózat bekeverő kapcsolását mutatja.



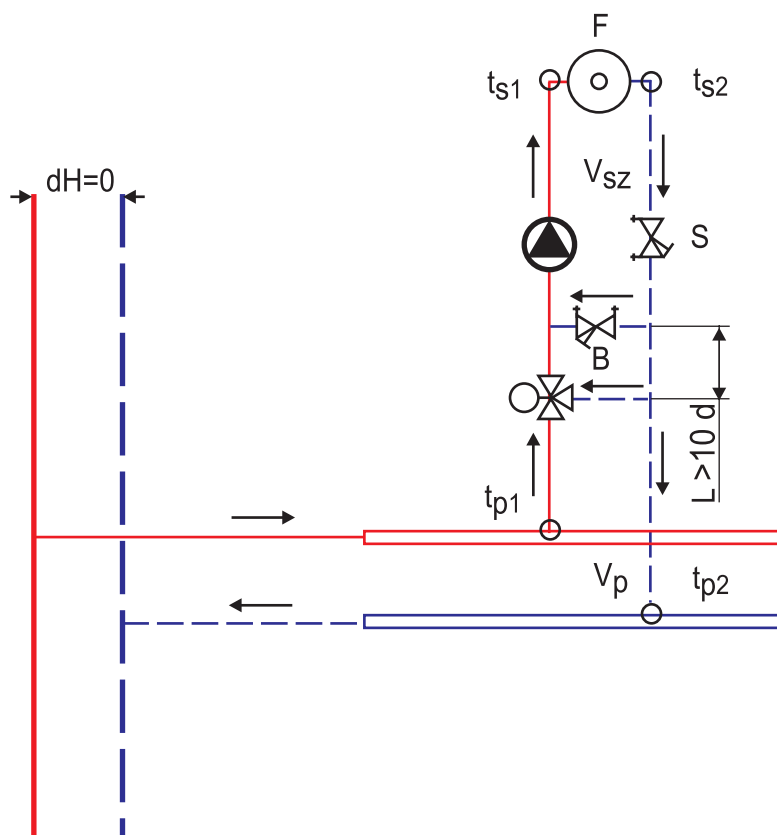
13. ábra Bekeverő kapcsolás

Primer hálózat:	nyomáskülönbség nélküli (hidraulikai váltó, nyomáskülönbség nélküli osztó gyűjtő)
V_p térfogatáram:	változó
V_{sz} térfogatáram:	az F fogyasztó kör kialakításától függően állandó vagy változó
Hőmérsékletek:	a kétútú szabályozó szelep teljes nyitásakor:
	– $t_{p1}=t_{s1}$
	– $t_{p2}=t_{s2}$
Szabályozó szelep:	kétútú keverő szelep
Szabályozó szelep mérete:	min. 5 kPa nyomásesés névleges térfogatáramnál

Felhasználás: **minőségi szabályozás olyan hűtési és fűtési rendszerekben, ahol a primer és a szekunder hálózat hőmérséklet lépcsője azonos, tehát a szabályozó szelep teljes nyitásakor t_{p1} hőmérséklet azonos t_{s1} hőmérséklettel. A fenti szabályozás a fűtési rendszerek kedvelt „időjárás függő” szabályozása. Eltérő hőfoklépcsővel üzemelő hálózatok (pl. padlófűtés) szabályozásakor a szabályozó kör használata kerülendő.**

1.2 Kettős bekeverő kapcsolás

A 14. ábra egy nyomáskülönbség nélküli primer hálózat kettős bekeverő kapcsolását mutatja.



14. ábra Kettős bekeverő kapcsolás

Primer hálózat:	nyomáskülönbség nélküli (hidraulikai váltó, nyomáskülönbség nélküli osztó gyűjtő)
V_P térfogatáram:	változó
V_{SZ} térfogatáram:	állandó
Hőmérsékletek:	A szabályozó szelep teljes nyitásakor: <ul style="list-style-type: none"> - $t_{P1} > t_{S1}$ fűtés esetén, $t_{P1} < t_{S1}$ hűtés esetén - $t_{P2} = t_{S2}$
Szabályozó szelep:	kétutú keverő szelep
Szabályozó szelep mérete:	min. 5 kPa nyomásesés névleges térfogatáramnál

A B jelű kézi beszabályozó szelepen állandó by pass térfogatáramot kell beállítani a t_{P1} , t_{P2} , t_{S1} és t_{S2} hőmérsékletek ill. a V térfogatáramok függvényében, teljesen nyitott kétutú szabályozó szelep mellett:

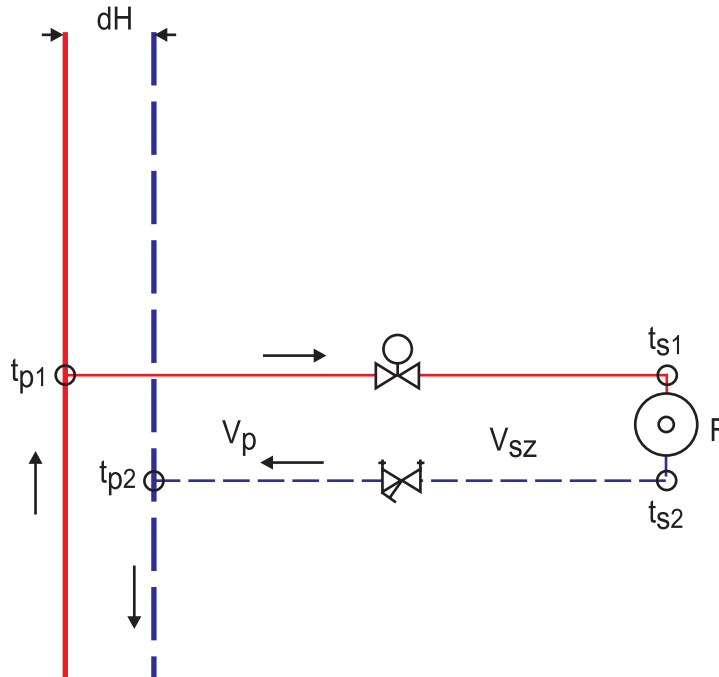
$$V_B = V_{SZ} - V_P = V_{SZ} \cdot \frac{(t_{P1} - t_{S1})}{(t_{P1} - t_{S2})} \quad (\text{l/h})$$

Felhasználás: **Minőségi szabályozás olyan hűtési és fűtési rendszerekben, ahol a primer és a szekunder hálózat hőmérséklet lépcsője különböző, tehát a szabályozó szelep teljes nyitásakor t_{P1} hőmérséklet nem lehet azonos t_{S1} hőmérséklettel. A fenti szabályozás a fűtési és hűtési rendszerek kedvelt minőségi szabályozása padlófűtések, falfűtések és falhűtések esetén ill. olyan fc rendszerekben, ahol a fogyasztói kör hőfoklépcsője különbözik a primer energiatermelő hálózat hőfoklépcsőjétől. A szekunder kör lehetőleg állandó térfogatáramú legyen!**

2. Nyomáskülönbséggel rendelkező primer hálózat szabályozó körei

2.1 Egyszerű mennyiségi szabályozás egyutú szabályozó szeleppel

A 15. ábra egy nyomáskülönbséggel rendelkező primer hálózat egyszerű mennyiségi szabályozását mutatja, egyutú szabályozó szeleppel.

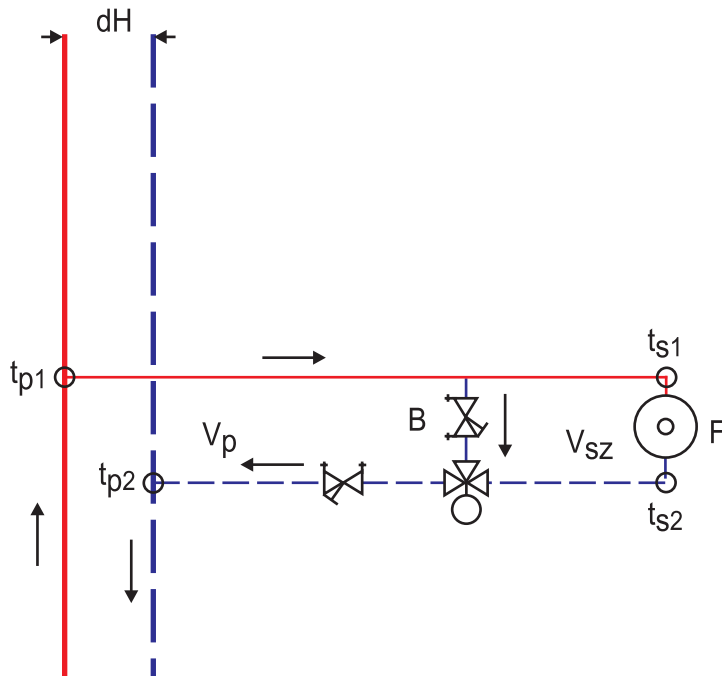


15. ábra Egyszerű mennyiségi szabályozás egyutú szabályozó szeleppel

<i>Primer hálózat:</i>	nyomáskülönbséggel rendelkezik
<i>V_p térfogatáram:</i>	változó
<i>V_{sz} térfogatáram:</i>	változó
<i>Hőmérsékletek:</i>	A szabályozó szelep teljes nyitásakor: – $t_{p1} = t_{s1}$ – $t_{p2} = t_{s2}$
<i>Szabályozó szelep:</i>	egyutú szelep
<i>Szabályozó szelep mérete:</i>	min. $dH/2$ nyomáscsökkenés névleges térfogatáramnál
<i>Felhasználás:</i>	☞ mennyiségi szabályozás hűtési és fűtési rendszerekben, közvetlenül a fogyasztónál. A szabályozó kör kialakításakor fokozott figyelmet kell fordítani a szabályozó szelep zárási nyomáskülönbségére ill. az elosztóhálózat nyomáskülönbség stabilizálására.

2.2. Egyszerű mennyiségi szabályozás kétutú szabályozó szeleppel

A 16. ábra egy nyomáskülönbséggel rendelkező primer hálózat egyszerű mennyiségi szabályozását mutatja kétutú szabályozó szeleppel.

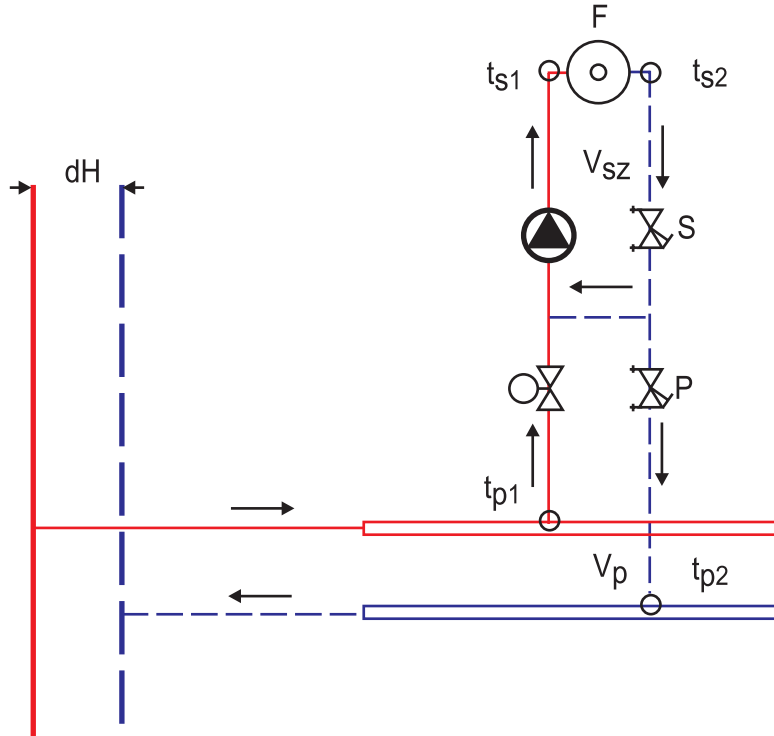


16. ábra Egyszerű mennyiségi szabályozás kétutú szabályozó szeleppel

<i>Primer hálózat:</i>	nyomáskülönbséggel rendelkezik
<i>V_p térfogatáram:</i>	állandó
<i>V_{sz} térfogatáram:</i>	változó
<i>Hőmérsékletek:</i>	A szabályozó szelep teljes nyitásakor:
	- $t_{p1} = t_{s1}$
	- $t_{p2} = t_{s2}$
<i>Szabályozó szelep:</i>	kétutú szelep
<i>Szabályozó szelep mérete:</i>	min. dF nyomásesés névleges térfogatáramnál (dF = a fogyasztó nyomásesése)
<i>Felhasználás:</i>	☞ mennyiségi szabályozás hűtési és fűtési rendszerekben, közvetlenül a fogyasztónál. Hűtési rendszerek légkezelőinek gyakori szabályozó köre.

2.3. Befecskendező kapcsolás együtű szabályozó szeleppel

A 17. ábra egy nyomáskülönbséggel rendelkező primer hálózat befecskendező szabályozását mutatja együtű szabályozó szeleppel.



17. ábra Befecskendező kapcsolás együtű szabályozó szeleppel

Primer hálózat:	nyomáskülönbséggel rendelkezik
V_p térfogatáram:	változó
V_{sz} térfogatáram:	az F fogyasztói kör kialakításától függően állandó vagy változó
Hőmérsékletek:	A szabályozó szelep teljes nyitásakor: <ul style="list-style-type: none"> – ha $V_{sz} = V_p$, akkor $t_{p1} = t_{s1}$, – ha $V_{sz} > V_p$ akkor, $t_{s1} < t_{p1}$ (fűtés) és $t_{s1} > t_{p1}$ (hűtés) – $t_{p2} = t_{s2}$
Szabályozó szelep:	együtű szelep
Szabályozó szelep mérete:	min. $dH/2$ nyomásesés névleges térfogatáramnál

Felhasználás: **minőségi szabályozás hűtési és fűtési rendszerekben. A t_{s1} szekunder körü előremenő hőmérsékletet a primer oldali együtű szabályozó szelep szabályozza. Amikor V_p térfogatáram egyenlő vagy nagyobb, mint V_{sz} térfogatáram, akkor t_{s1} hőmérséklet egyenlő t_{p1} hőmérséklettel teljesen nyitott szabályozó szelep esetén.**

Amennyiben a t_{s1} hőmérsékletnek mindig kisebbnek kell lennie, mint a primer oldali előremenő hőmérséklet (pl. padlófűtés), vagy nagyobbak (pl. mennyezet hűtés), akkor a primer oldali együtű szabályozó szelepet igen kis térfogatáramra lehet méretezni, és a szabályozó kör különböző primer és szekunder térfogatárammal működik. A szabályozó kör különböző térfogatáramait az S és P beszabályozó szeleppel kell beállítani. A V_{sz} és V_p térfogatáramot a következő képlet határozza meg.

$$V_p = V_{sz} \frac{(t_{s1} - t_{p2})}{(t_{p1} - t_{p2})}$$

Ebben az esetben a szabályozó szelep teljes nyitásakor sem lesz egyenlő a szekunder előremenő hőmérséklet a primer oldali előremenő hőmérséklettel, tehát a szabályozó szelep a teljes szelepemelkedés tartományban tud szabályozni.

A fenti szabályozást gyakran használják a légkezelők fűtési regiszterének szabályozására a fagyveszély elkerülése érdekében.

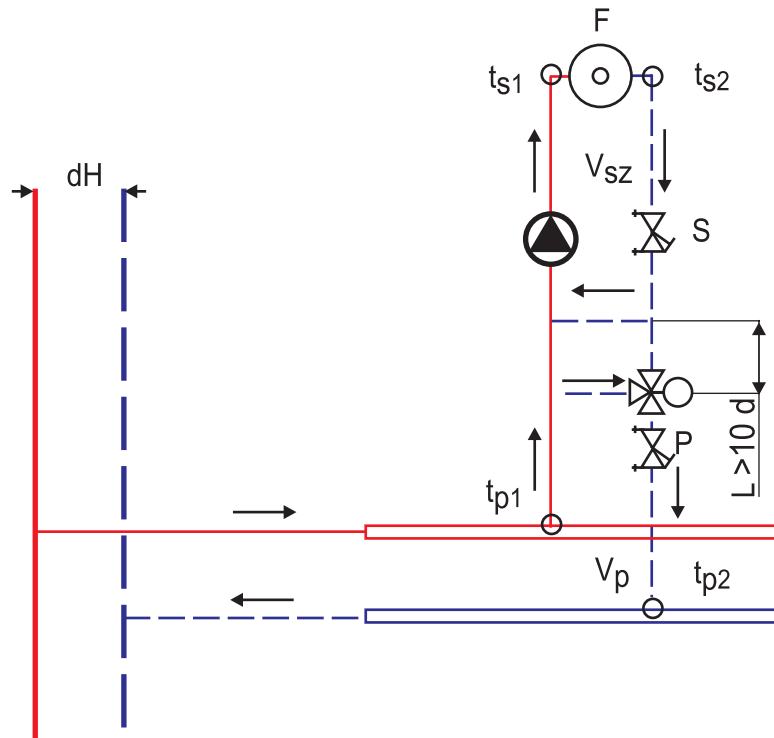
A szekunder körű szivattyú üzemzavara esetén a primer térfogatáramot a by pass ág rövidre zárja és a szekunder fűtési hálózat nem melegszik túl (pl. padlófűtés).

Ha a by pass ágba visszacsapó szelepet helyezünk el, akkor a légkezelők előfűtőjében megakadályozzuk a fagyveszélyt a szekunder körű szivattyú üzemzavara esetén, mivel a primer oldali szivattyú egy minimális térfogatáramot biztosít a hőcserélőn.

A szekunder elosztóhálózat térfogat-áramának – állandó vagy változó – függvényében lineáris vagy egyenszázalékos szabályozó szelepet kell használni.

2.4. Befecskendező kapcsolás kétútú szabályozó szeleppel

A 18. ábra egy nyomáskülönbséggel rendelkező primer hálózat befecskendező szabályozását mutatja kétútú szabályozó szeleppel.



18. ábra Befecskendező kapcsolás kétútú szabályozó szeleppel

Primer hálózat:	nyomáskülönbséggel rendelkezik
V_p térfogatáram:	állandó
V_{SZ} térfogatáram:	az F fogyasztói kör kialakításától függően állandó vagy változó
Hőmérsékletek:	A szabályozó szelep teljes nyitásakor: <ul style="list-style-type: none"> – ha $V_{SZ} = V_p$, akkor $t_{p1} = t_{s1}$, – ha $V_{SZ} > V_p$ akkor, $t_{s1} < t_{p1}$ (fűtés) és $t_{s1} > t_{p1}$ (hűtés) – $t_{p2} = t_{s2}$
Szabályozó szelep:	kétútú keverő szelep
Szabályozó szelep mérete:	min. 5 kPa nyomásesés névleges térfogatáramnál

Felhasználás: **minőségi szabályozás hűtési és fűtési rendszerekben.** A t_{s1} szekunder körü előremenő hőmérsékletet a primer oldali kétútú szabályozó szelep szabályozza. Amikor V_p térfogatáram egyenlő vagy nagyobb, mint V_{SZ} térfogatáram, akkor t_{s1} hőmérséklet egyenlő t_{p1} hőmérséklettel teljesen nyitott szabályozó szelep mellett.

Amennyiben a t_{s1} hőmérsékletnek mindig kisebbnek kell lennie, mint a primer oldali előremenő t_{p1} hőmérséklet (pl. padlófűtés), vagy nagyobbak (pl. mennyezet hűtés), akkor a primer oldali kétútú szabályozó szelepet igen kis térfogatáramra lehet méretezni, és a szabályozó kör különböző térfogatáramokkal működik. A szabályozó kör különböző térfogatáramait az S és P beszabályozó szeleppel kell beállítani. A V_{SZ} és V_p térfogatáramot az alábbi képlet határozza meg.

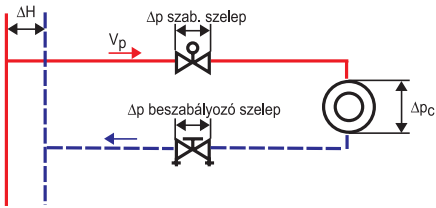
$$V_p = V_{SZ} \frac{(t_{s1} - t_{p2})}{(t_{p1} - t_{p2})}$$

Ebben az esetben a szabályozó szelep teljes nyitásakor sem lesz egyenlő a szekunder előremenő hőmérséklet a primer oldali előremenő hőmérséklettel, tehát a szabályozó szelep a teljes szelepemelkedés tartományban tud szabályozni.

TA szabályozószelep – gyors kiválasztás

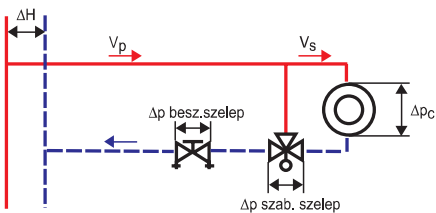
A szabályozó szelepek Δp értékeinek gyors kiszámítása a szabályozó kör függvényében:

1. Egyszerű mennyiségi szabályozás egytű szeleppel



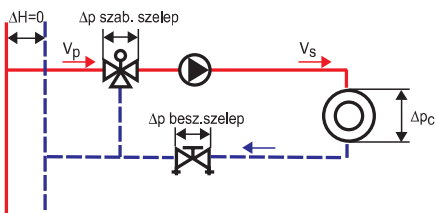
$$\Delta p_{\text{szabályozó szelep}} \approx \frac{\Delta H}{2}$$

2. Egyszerű mennyiségi szabályozás kétű szeleppel



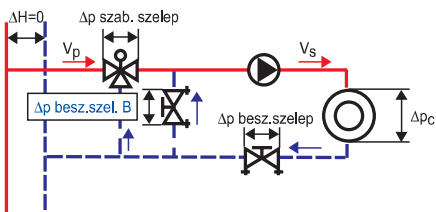
$$\Delta p_{\text{szabályozó szelep}} \approx \Delta p_c$$

3. Bekeverő kapcsolás



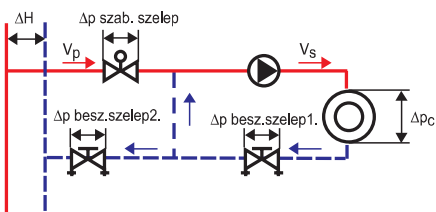
$$\Delta p_{\text{szabályozó szelep}} \approx 5kPa$$

4. Kettős bekeverő kapcsolás



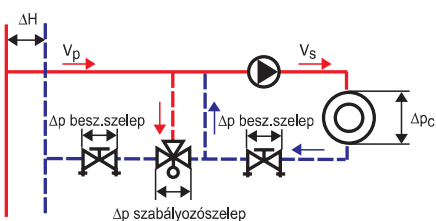
$$\Delta p_{\text{szabályozó szelep}} \approx 5kPa$$

5. Befecskendező kapcsolás egytű szeleppel



$$\Delta p_{\text{szabályozó szelep}} \approx \frac{\Delta H}{2}$$

6. Befecskendező kapcsolás kétű szeleppel



$$\Delta p_{\text{szabályozó szelep}} \approx 5kPa$$

Az alábbi táblázat a szabályozó szelepek k_{vs} értékek gyors kiszámításához nyújt segítséget.

k_{vs} (m^3/h) értékek a nyomásesés és a térfogatáram függvényében

V (l/h)	Δp (kPa)									
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
250	1,12	0,79	0,65	0,56	0,50	0,46	0,42	0,40	0,37	0,35
500	2,24	1,58	1,29	1,12	1,00	0,91	0,85	0,79	0,75	0,71
1 000	4,47	3,16	2,58	2,24	2,00	1,83	1,69	1,58	1,49	1,41
2 000	8,94	6,32	5,16	4,47	4,00	3,65	3,38	3,16	2,98	2,83
3 000	13,42	9,49	7,75	6,71	6,00	5,48	5,07	4,74	4,47	4,24
5 000	22,36	15,81	12,91	11,18	10,00	9,13	8,45	7,91	7,45	7,07
7 500	33,54	23,72	19,36	16,77	15,00	13,69	12,68	11,86	11,18	10,61
10 000	44,72	31,62	25,82	22,36	20,00	18,26	16,90	15,81	14,91	14,14
15 000	67,08	47,43	38,73	33,54	30,00	27,39	25,35	23,72	22,36	21,21
20 000	89,44	63,25	51,64	44,72	40,00	36,51	33,81	31,62	29,81	28,28
25 000	111,80	79,06	64,55	55,90	50,00	45,64	42,26	39,53	37,27	35,36
30 000	134,16	94,87	77,46	67,08	60,00	54,77	50,71	47,43	44,72	42,43
35 000	156,52	110,68	90,37	78,26	70,00	63,90	59,16	55,34	52,17	49,50
40 000	178,89	126,49	103,28	89,44	80,00	73,03	67,61	63,25	59,63	56,57
45 000	201,25	142,30	116,19	100,62	90,00	82,16	76,06	71,15	67,08	63,64
50 000	223,61	158,11	129,10	111,80	100,00	91,29	84,52	79,06	74,54	70,71
55 000	245,97	173,93	142,01	122,98	110,00	100,42	92,97	86,96	81,99	77,78
60 000	268,33	189,74	154,92	134,16	120,00	109,54	101,42	94,87	89,44	84,85
65000	290,69	205,55	167,83	145,34	130,00	118,67	109,87	102,77	96,90	91,92
70 000	313,05	221,36	180,74	156,52	140,00	127,80	118,32	110,68	104,35	98,99
80 000	357,77	252,98	206,56	178,89	160,00	146,06	135,22	126,49	119,26	113,14
90 000	402,49	284,60	232,38	201,25	180,00	164,32	152,13	142,30	134,16	127,28
100 000	447,21	316,23	258,20	223,61	200,00	182,57	169,03	158,11	149,07	141,42

TA szabályozó szelepek méretei és k_{vs} értékeik

k_{vs}	TA szabályozó szelepek méretei és k_{vs} értékeik									
	NA 15	NA 20	NA 25	NA 32	NA 40	NA 50	NA 65	NA 80	NA 100	NA 125
0,16										
0,63										
1,00										
4,00										
5,00										
6,30										
8,00										
10,00										
12,50										
16,00										
20,00										
25,00										
31,50										
40,00										
50,00										
63,00										
80,00										
100,00										
125,00										
160,00										
200,00										
250,00										

Példa:

Az 1. sz. rajz kapcsolás szerint egy egytű szabályozó szelepet kell kiválasztani.

$V_{tervezett} = 8\ 000\ l/h$, $\Delta H = 42\ kPa$.

A szabályozó szelepen a tervezett térfogatáram mellett a becsült nyomásesés 21 kPa a kék keretes képlet szerint.

A fenti táblázatból 7500 l/h és 20 kPa nyomáseséshez a k_{vs} érték: 16,77 m^3/h .

A választott szelep: NA 40; k_{vs} 20 m^3/h

TA szabályozó szelepek zárési nyomáskülönbsége

TA egytű szelepek zárési nyomáskülönbsége (kPa)

Hajtómű	Szelep méret								
	NA 15	NA 20	NA 25	NA 32	NA 40	NA 50	NA 65	NA 80	NA 100
MC25	65,00								
MC45*	750,00	600,00	400,00	200,00	100,00				
MC45**	900,00	800,00	550,00	300,00	150,00	100,00			
MC60**	1 250,00	1 250,00	750,00	400,00	250,00	150,00			
MC80**	1 600,00	1 600,00	1 100,00	600,00	400,00	200,00			
MC160**				1 500,00	950,00	600,00			
MC45***	900,00	800,00	550,00	300,00	150,00	100,00			
MC60***	1 250,00	1 250,00	750,00	400,00	250,00	150,00			
MC80***	1 600,00	1 600,00	1 100,00	600,00	400,00	200,00	100,00		
MC160***				1 500,00	950,00	600,00	350,00	230,00	140,00
MC250***							550,00	350,00	250,00
MC500***							600,00	600,00	500,00

* Menetes sárgaréz szelep

** Menetes bronz szelep

*** Karimás GG25 szelep

Változó térfogatáramú rendszerekben az egytű szabályozó szelepek zárési nyomáskülönbségét a fordulatszám szabályozott szivattyú vagy a túláram-szelep alapjelével azonos értékre kell választani!

