

Fűtési/hűtési rendszerek szabályozási kérdései Szivattyúüzem optimalizálása

ONLINE Szakmai (épületgépészeti) továbbképzés

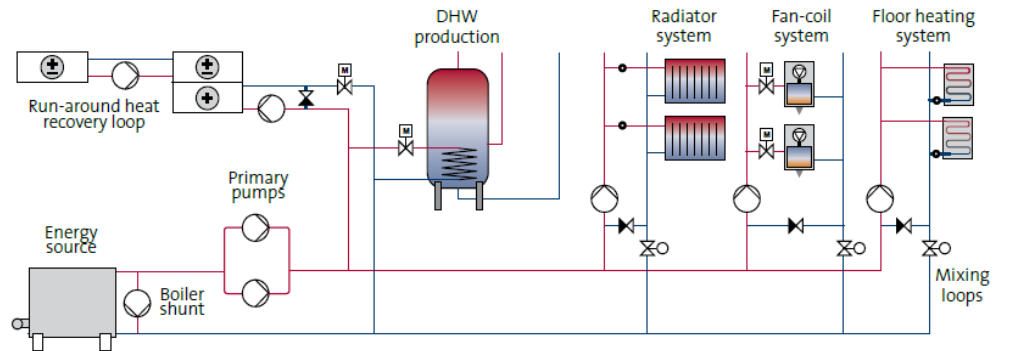
2021. január 26. kedd, 9.00 – 14.30

Előadó: Erdei István
Tel: 20/9649-790
ierdei@grundfos.com



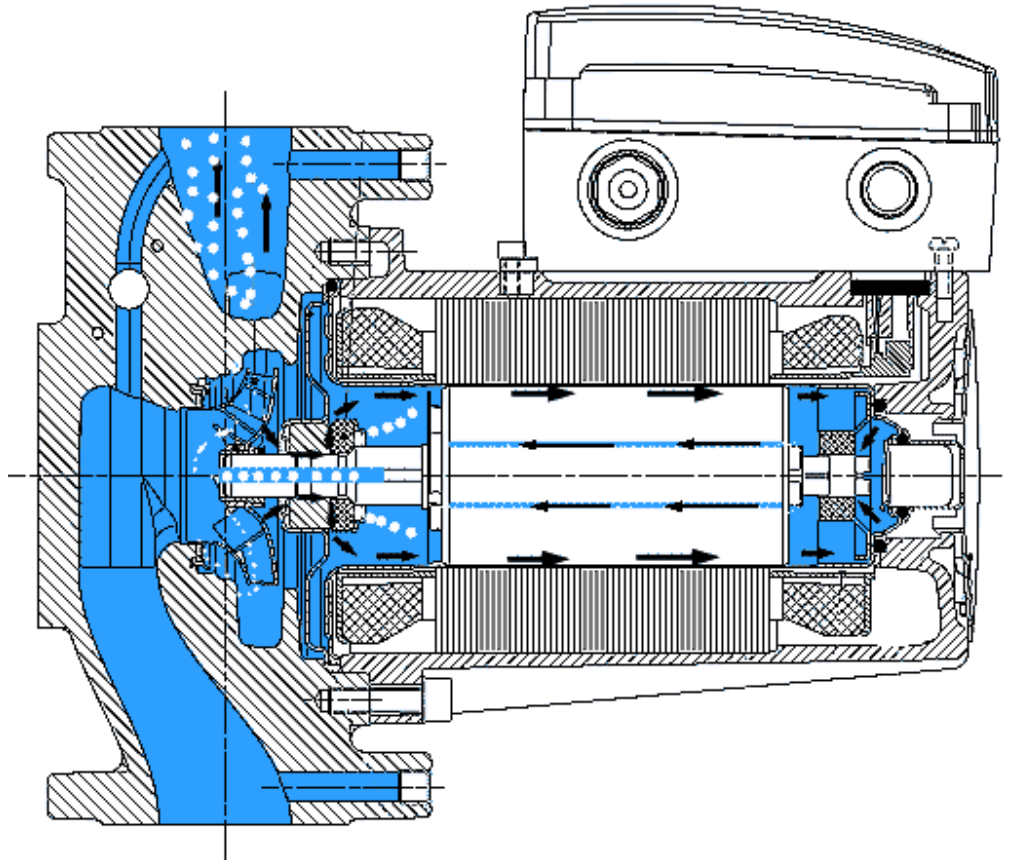
MAGYAR MÉRNÖKI KAMARA

Szivattyú kiválasztási szempontok

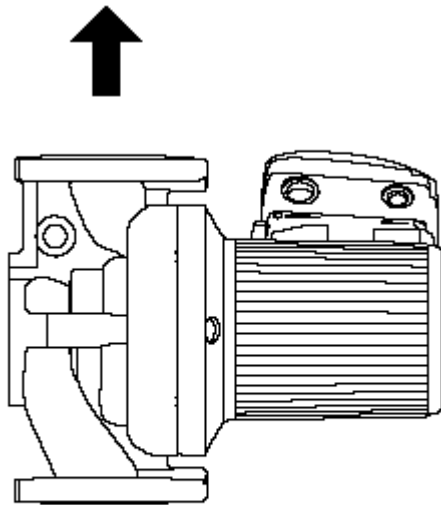


Nedvestengelyű konstrukció

- ✓ Motor forgórésze a szállított közegben.
- ✓ Nincs tengelytömítés, ami az elsődleges hibaforrás.
- ✓ Nem igényel karbantartást.
- ✓ Rendkívül alacsony zajszint.



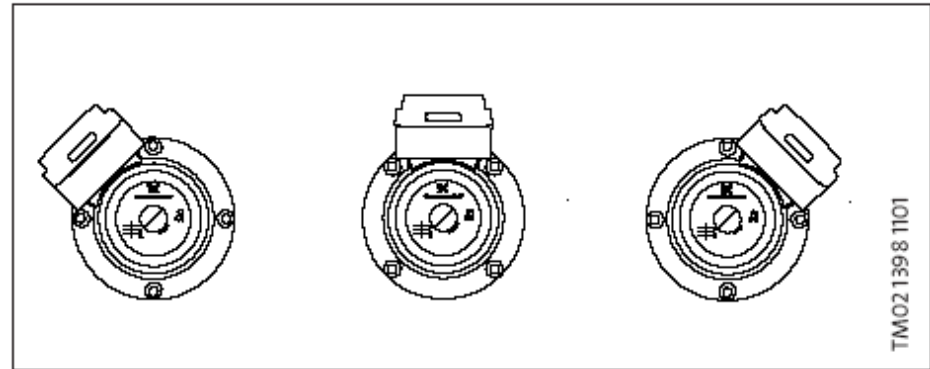
Nedvestengelyű szivattyúk beépítése



Áramlás iránya

Csak vízszintes tengellyel építhető be !

Egyes szivattyúk



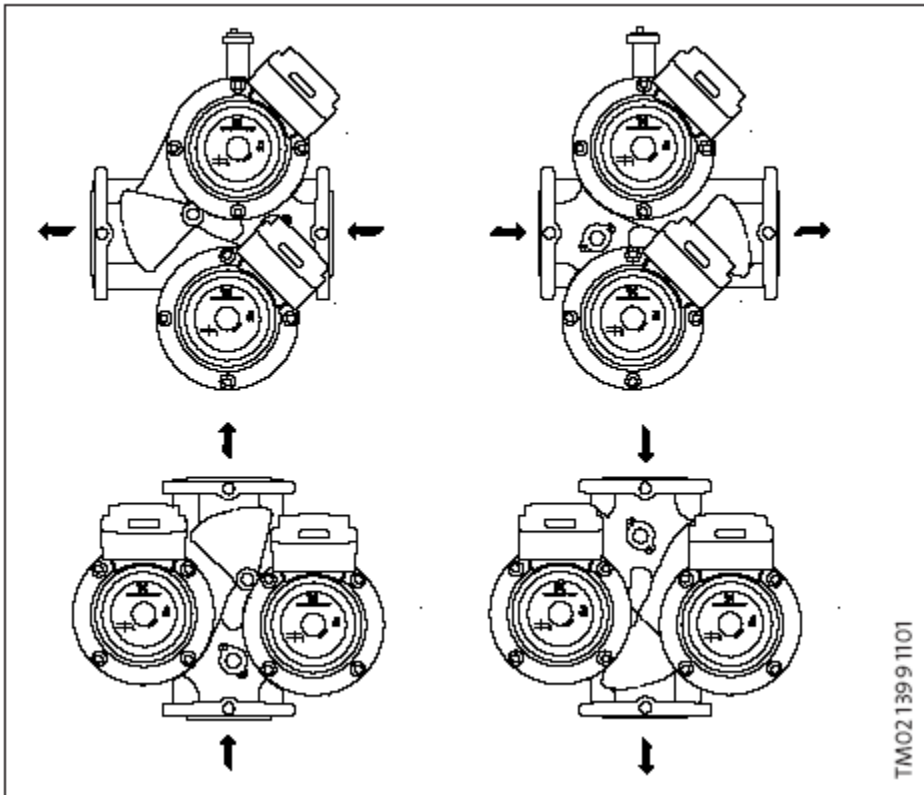
TM021398 1101

**Kapcsolódoboz megengedett helyzete.
Csővezetékbe építés után elforgatható !**

Nedvestengelyű szivattyúk beépítése

Ikerszivattyúk

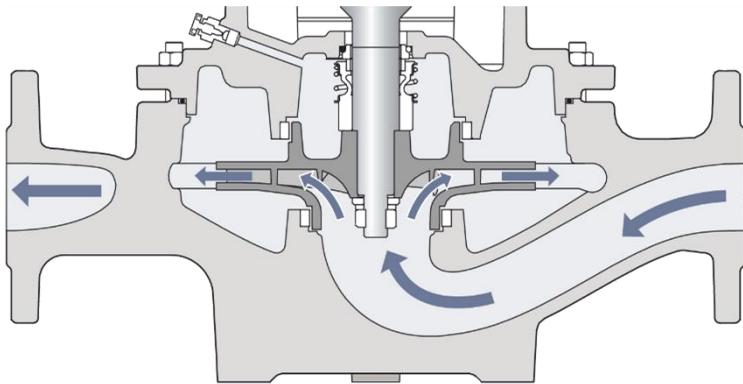
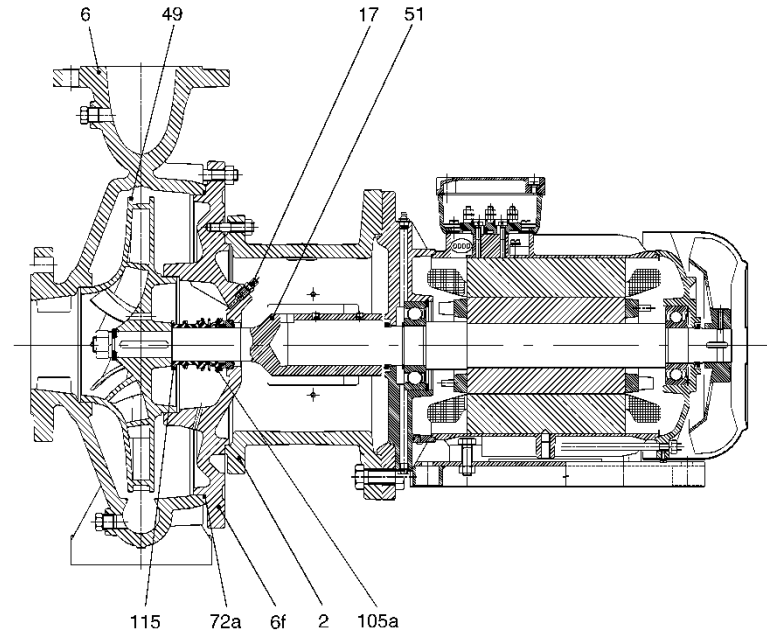
Ikerszivattyúk



- Preferált a függőleges csőszakaszba történő beépítés.
- A kapcsolódoboz helyzetére ügyeljünk, ha kell forgassuk el a fejeket.
- Ha ikerszivattyút mégis vízszintes csőszakaszba építünk, a felső szivattyúfej erre kialakított csatlakozópontjára automata légtelenítőt kell beépíteni.

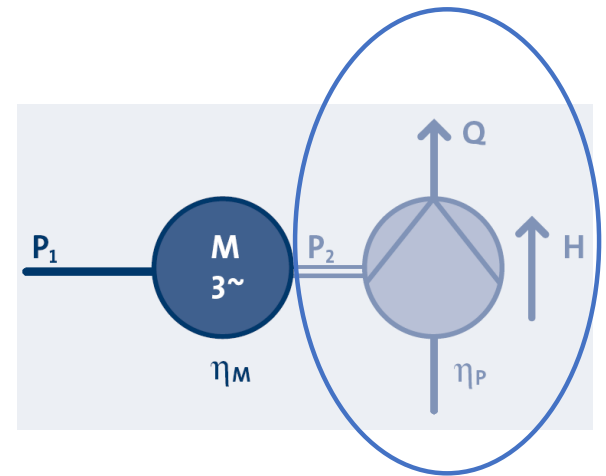
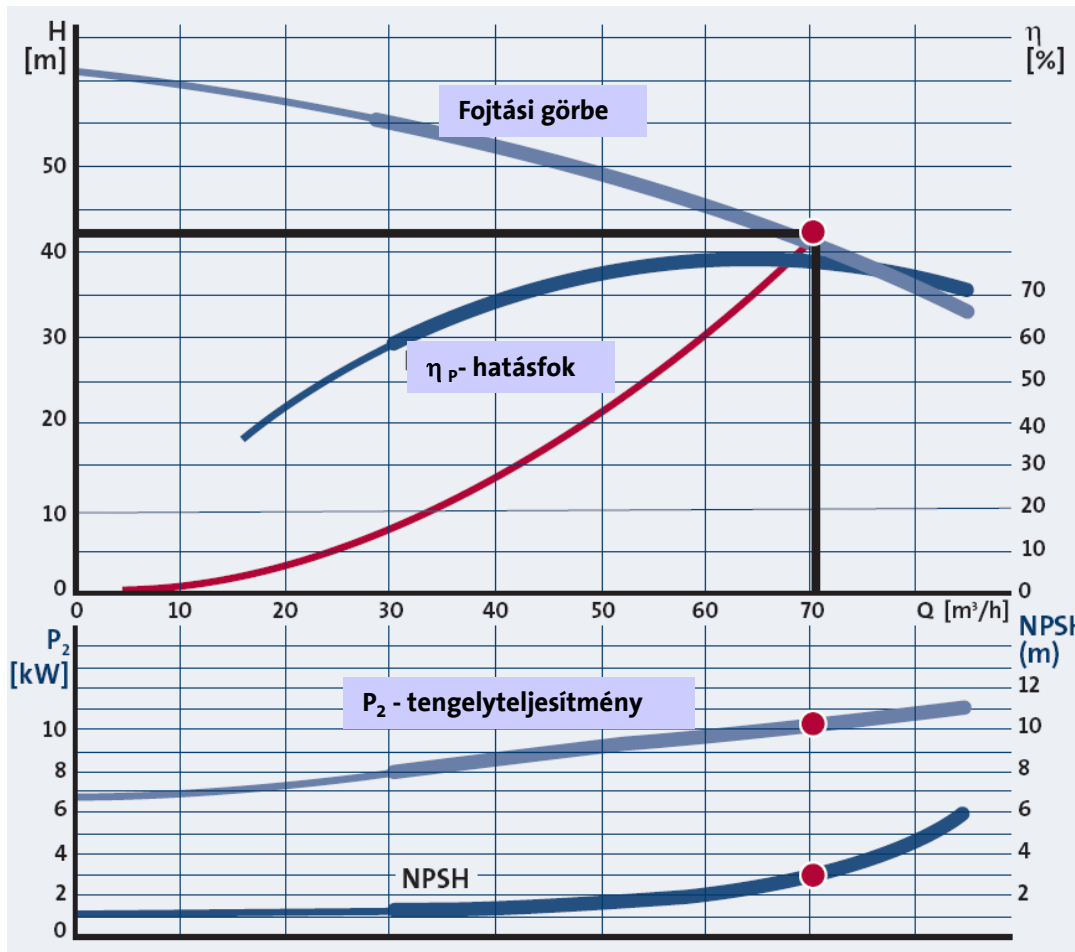
Száraztengelyű konstrukció

- 2 Motortartó közdarab
- 6 Szivattyúház
- 49 Járókerék
- 115 Tengely
- 105a Csúszógyűrűs tengelytömítés

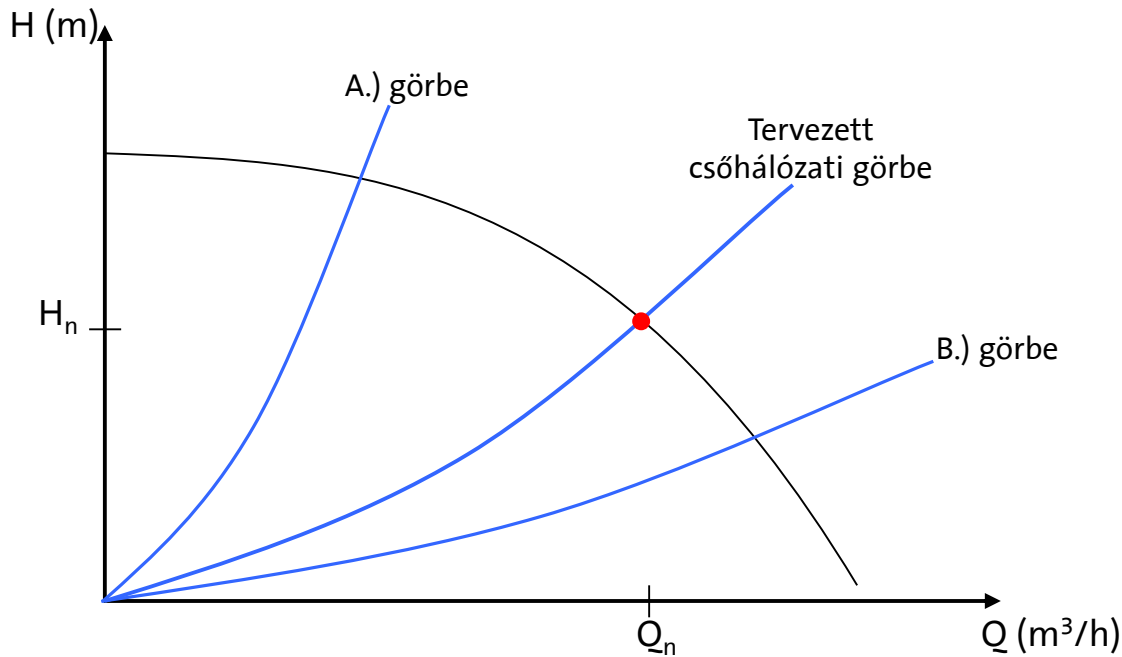


In-line elrendezés

Szivattyú jelleggörbék



Szivattyú kiválasztása



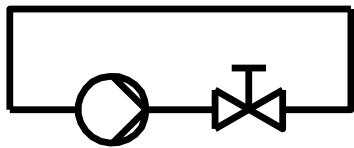
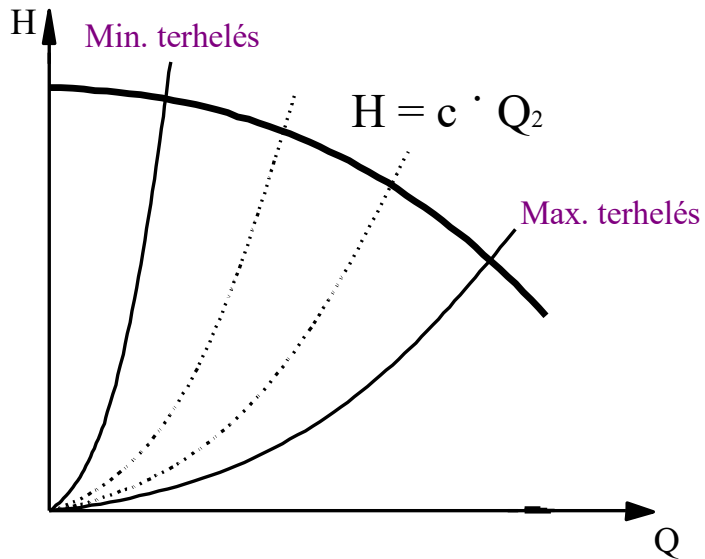
➤ **A.) görbe**
Nagyobb szivattyú beépítésével kismértékben növelhető a térfogat-áram, viszont a rendszerre jutó nyomáskülönbség nő ami zajproblémát okoz.
Szivattyú járókerekére ható axiális erő 25%-kal is megemelkedhet ebben a tartományban.

➤ **B.) görbe**
A tervezettnél nagyobb térfogat-áram.
Áramlási zajok keletkezése a rendszerben.

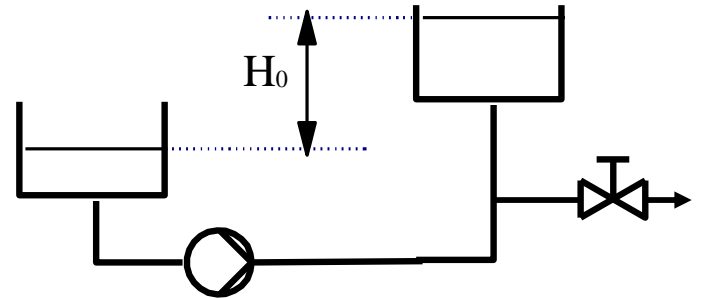
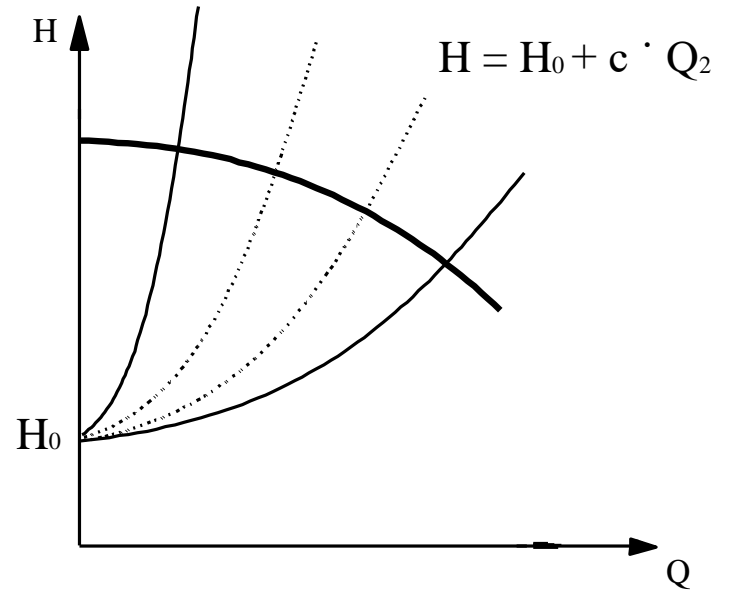
- ❖ A meglévő szivattyú munkapontját Δp -méréssel ellenőrizzük !
- ❖ Ne csonkméret alapján válasszunk szivattyút !

Rendszertípusok

Zárt (keringető) rendszer



Nyitott rendszer



Manometrikus szállítómagasság

Stacionárius, ideális folyadékok energiatartalma
(munkavégző képessége):

Bernoulli egyenlet:
$$\frac{p_0}{\rho g} + z + \frac{v^2}{2g} = \text{áll.}$$

Szivattyú szállítómagassága:

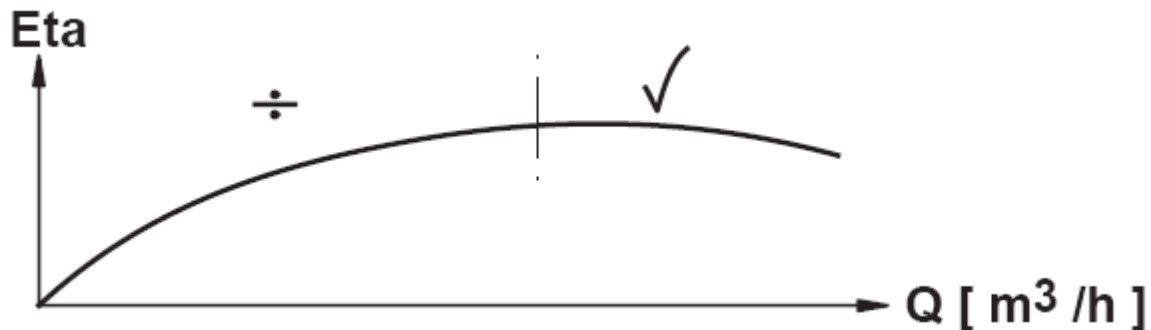
$$H = \frac{p_2 - p_1}{\rho g} + (z_2 - z_1) + \frac{v_2^2 - v_1^2}{2g}$$



Kiválasztási szempontok

Hatásfok

Mivel a nyomásfokozó kiválasztásának alapja a csúcsfogyasztás, ami viszont csak kis üzemórában fog jelentkezni, a szivattyút úgy válasszuk ki, hogy a maximális fogyasztáshoz tartozó munkapont a legjobb hatásfokú ponttól jobbra helyezkedjen el (lásd a lenti görbét).

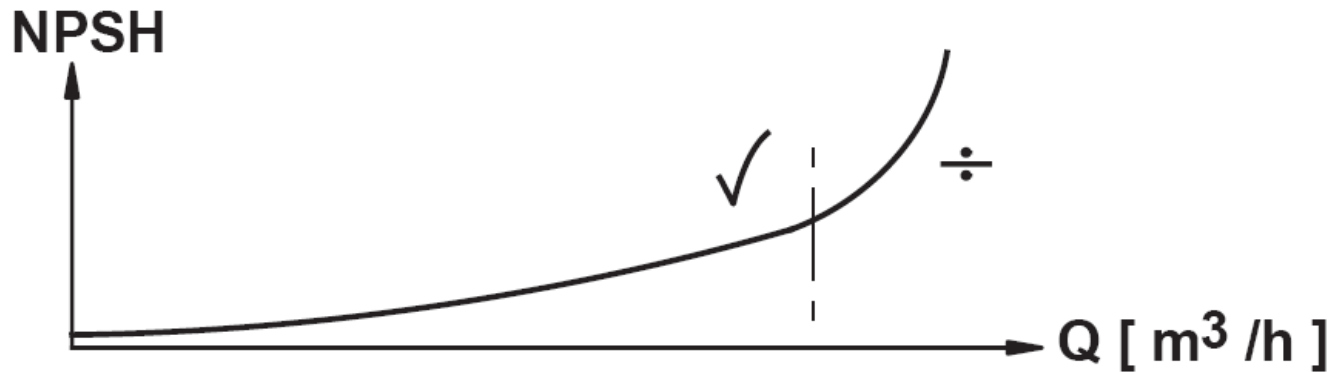


Kiválasztási szempontok

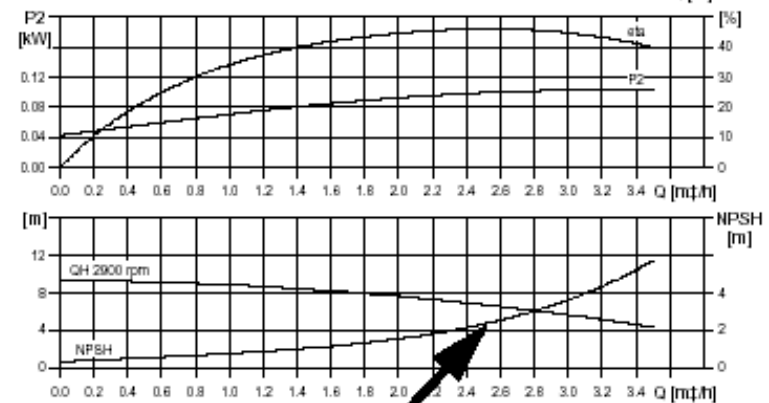
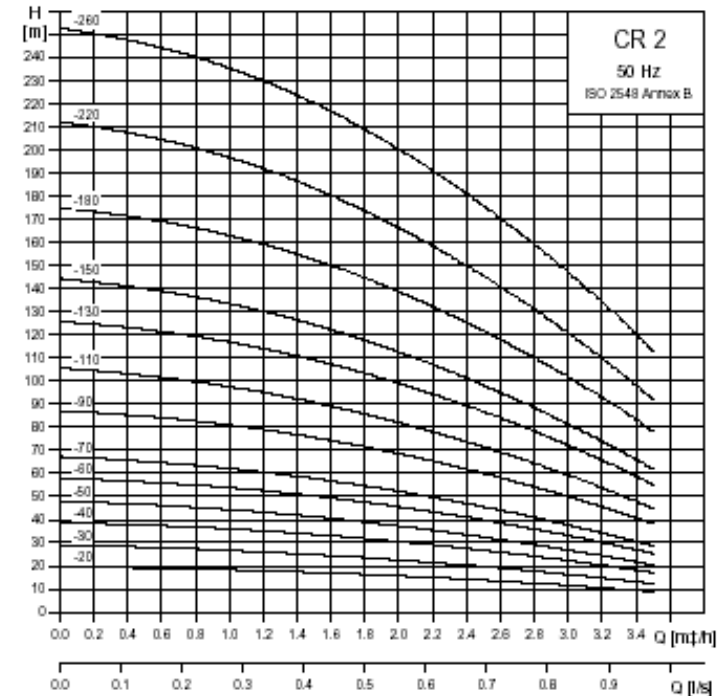
NPSH

A kavitáció elkerülése érdekében sohasé válasszunk úgy szivattyút, hogy a munkapont az NPSH görbén túlzottan jobbra kerüljön.

Mindig ellenőrizzük az NPSH értékét az előforduló legmagasabb térfogatáram (fogyasztás) mellett.

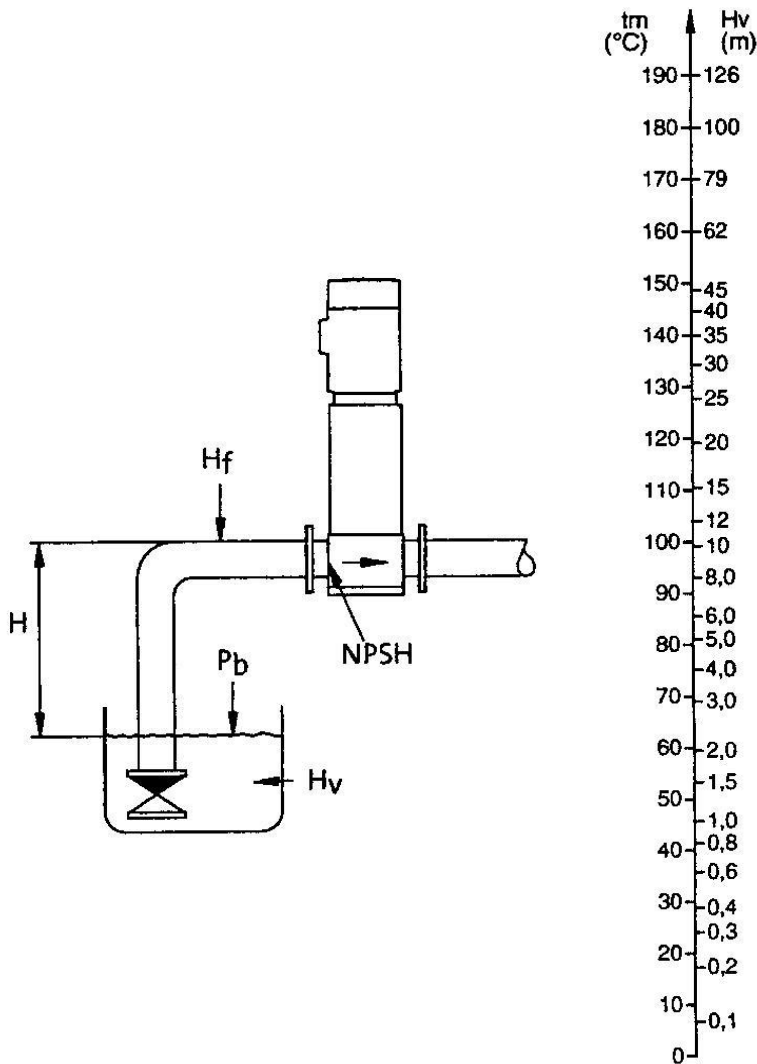


- NPSH görbe közelítőleg a térfogatáram négyzetével arányosan változik.
- Szivattyúra jellemző mennyiség, nem függ a környezeti feltételektől.
- NPSH gyakorlati definíciója:
A szivattyú szívócsonkja és a járókerék (szivattyú) legkisebb nyomású pontja közötti nyomásesés méterben kifejezve.



NPSH

Szívómagasság meghatározása



Szívómagasság:

$$H = p_b \times 10,2 - \text{NPSH} - H_f - H_v - H_s$$

H pozitív értéke esetén a maximális szívási magasságot adja meg.

H negatív értéke esetén a minimálisan szükséges hozzáfolyást adja meg.

- p_b légköri nyomás bar-ban (kb. 1 bar)
- NPSH szivattyú katalógus érték
- H_f szívóoldali csővezeték áramlási vesztesége m.v.o-ban
- H_v telítettgőz nyomás m.v.o-ban
- H_s biztonsági tartalék = 0,5 m

NPSH és kavitáció

NPSH

Ha a szivattyúban a nyomás az adott hőmérsékletű folyadék telítési gőznyomása alá csökken kavitációs jelenség indul meg. A kavitáció elkerülése érdekében ellenőrizzük a hozzáfolyási nyomást a szivattyú szívó oldalán.

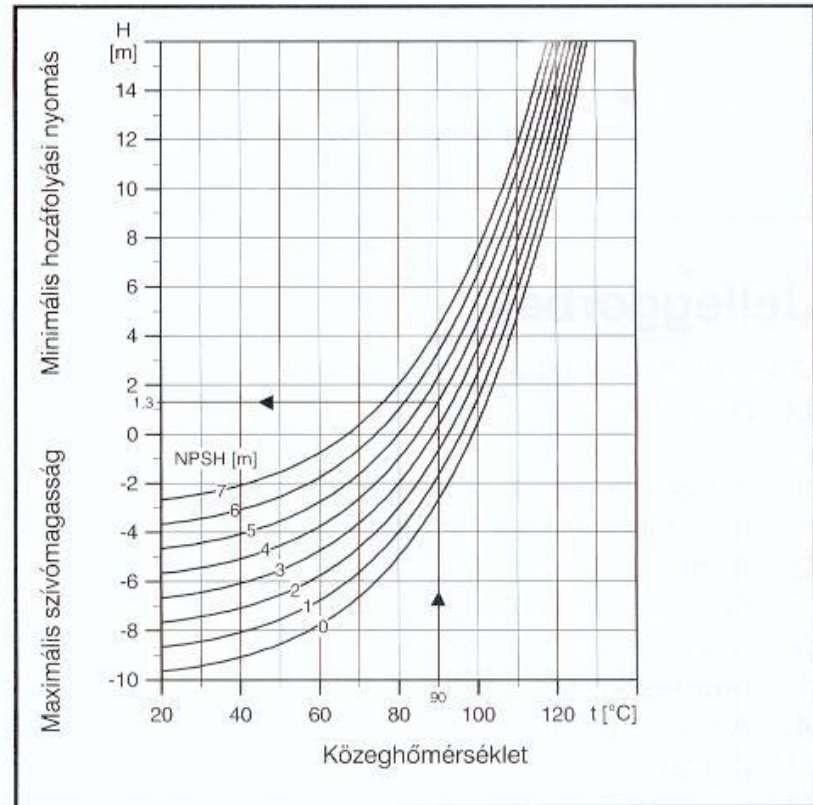
A jobb oldali diagramm a kívánt hozzáfolyási nyomás, ill. a megengedett szívómagasság meghatározásához nyújt segítséget. Az adatok kizárólag vízre vonatkoznak normál légköri nyomás mellett (101,3 kPa).

Példa:

A szivattyú legnagyobb, méretezési térfogatáramához tartozó NPSH érték = 4 m
Közeghőmérséklet = 90 °C

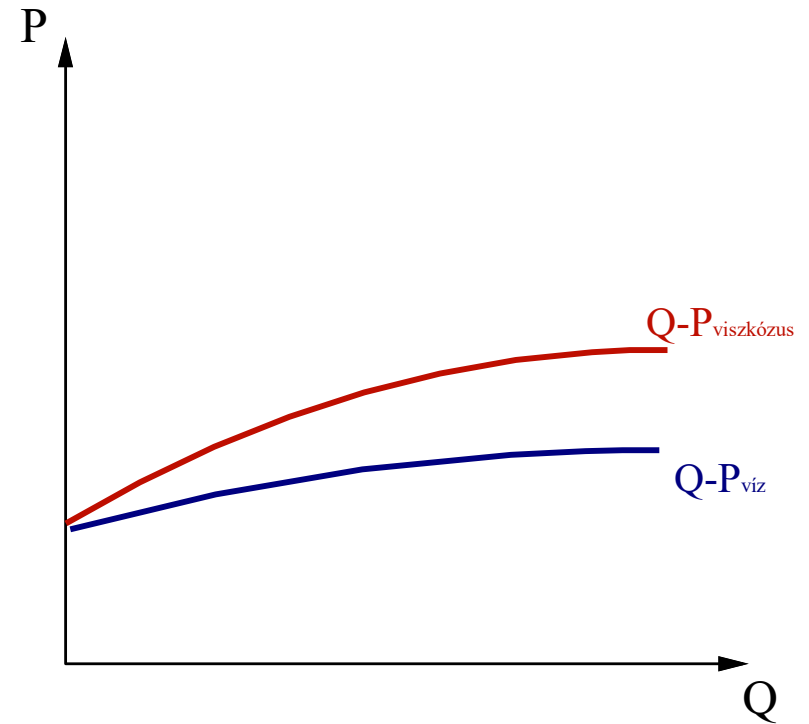
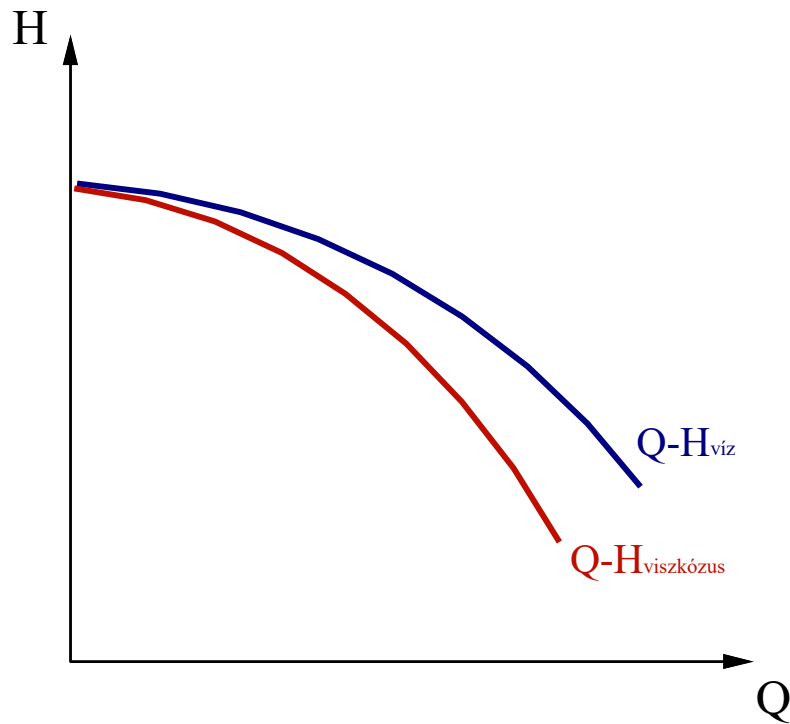
A diagramm szerint a szivattyú szívóoldalán 1,3 m hozzáfolyást kell biztosítani.

Szívómagasság vagy szükséges hozzáfolyási nyomás



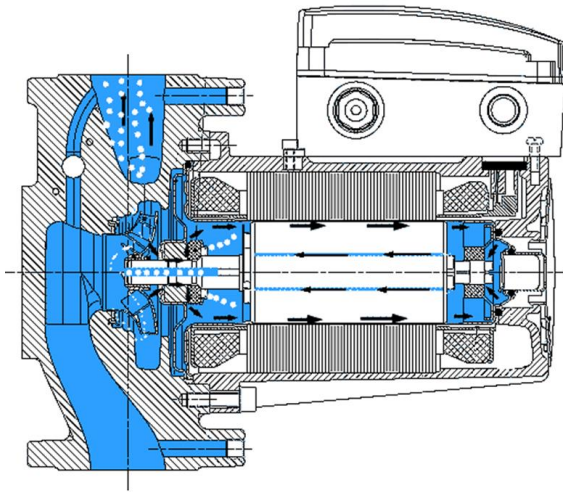
Glikolos közegek szivattyúzása

Jelleggörbék megváltozása



Glikolos közegek szállítása

Nedvestengelyű szivattyúk

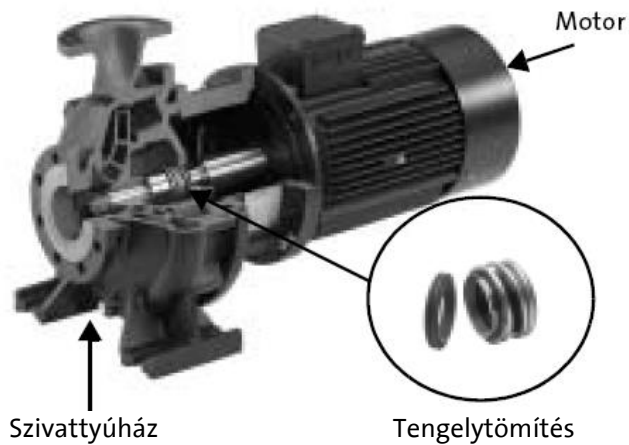


- 50% glikol-koncentrációig (etilén-glikol figyelembevételével) és -10 °C-ig alkalmazható
- 40% felett ellenőrizni kell az adott közeghőmérséklet mellett a kin. viszkozitást
- max. 50 mm²/s kinematikai viszkozitás engedhető meg
- Túlterhelődés nincs, mivel elektronika lekorlátozza a teljesítményt



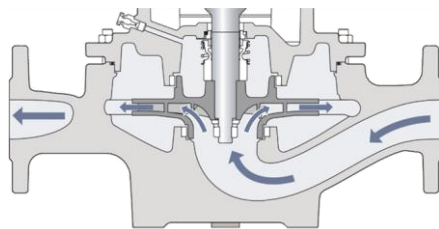
Glikolos közegek szállítása

Száraztengelyű szivattyúk



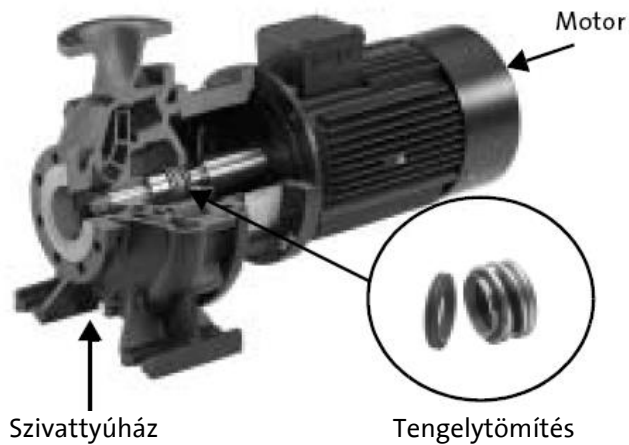
Tengelytömítés:

- ✓ A megnövekedett viszkozitás következtében a csúszófelületek közötti kenőfilm-réteg vastagsága megnő. Ez egy határérték felett az alap kivitelű tengelytömítés szivárgását okozza.
- ✓ Ez 8 cSt felett jelentkezik.
- ✓ Ilyen esetekben redukált csúszófelületű tengelytömítést kell alkalmazni. Anyagpárosítás csak UU (volfrám-karbid) vagy QQ (SiC) lehet !
- ✓ Általában a hozzáadott inhibitorok, adalékok miatt az elasztomert is ellenőrizni kell !
- ✓ EPDM helyett esetleg teflon alapú (pl. Viton) alkalmazható !



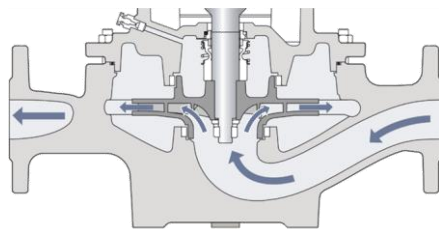
Glikolos közegek szállítása

Száraztengelyű szivattyúk



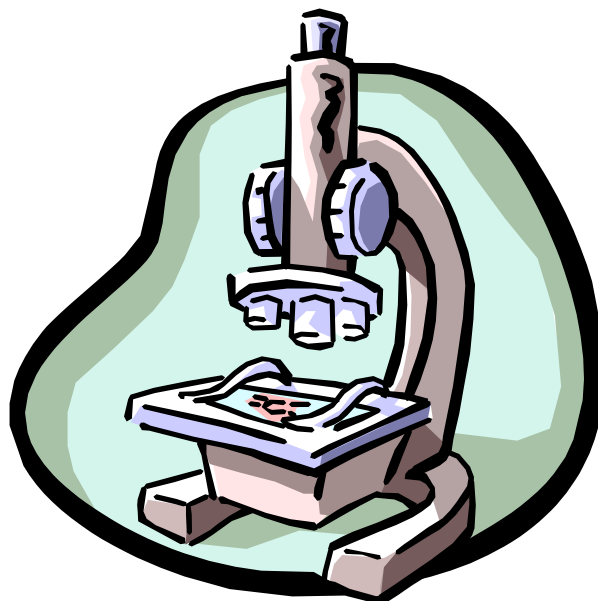
Motorteljesítmény:

- Az oldat sűrűségének és viszkozitásának ismeretében ellenőrizni kell a szükséges motorteljesítményt.
- Ezt legegyszerűbben a gyártók méretező programjainak segítségével végezhető el.
- Ha szükséges eggyel nagyobb teljesítményű motort kell választani.



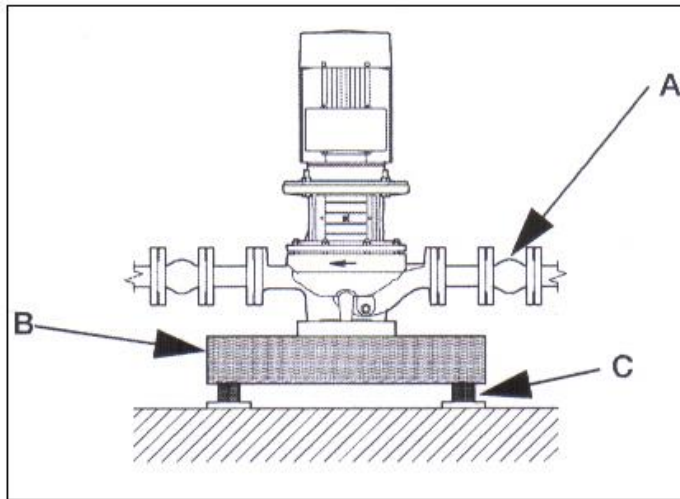
Szivattyú adatok tűrése

	Szabvány	Q	H	η	P
RÉGI	ISO 2548 B	+/- 8 %	+/- 6 %		+/- 8 %
„ÚJ” széria gyártásra	ISO 9906 A	+/- 9 %	+/- 7 %	- 7 %	+ 9 %



Zajproblémák megelőzése

1. Munkapont ne kerüljön a jelleggörbe egyik végére sem!
2. Szárz tengelyű szivattyúkat 11 kW felett mindenképpen gépalapra építsük. Zaj szempontjából kritikus helyeken már 4 kW-tól!
3. Gépalap tömege a gépegység tömegének min. 1,5-szerese legyen.



A – csőkompenzátor ($v_{\max}=5$ m/s)

B – gépalap

C – rezgéscsillapító alátét

➤ Alap minimális vastagsága:

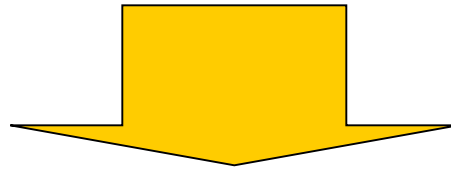
$$h_f = \frac{m_{\text{szivattyú}} \cdot 1,5}{L_f \cdot B_f \cdot \rho_{\text{beton}}}$$

L_f – betonlap hossza

B_f – betonlap szélessége

Szivattyús rendszerek üzemeltetése

- A fogyasztói hálózat terhelése időben változó.
- A méretezés alapja a csúcsigény, ahol a hatásfok közel maximális.
- Csúcsigény a teljes üzemidő 10%-a alatt jelentkezik.

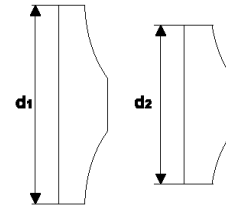


Részterhelésű állapotban csak szabályozással lehet biztosítani a stabil, gazdaságos üzemet !

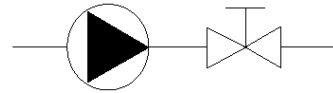
Szivattyú munkapontjának változtatása

Szivattyú szabályozása

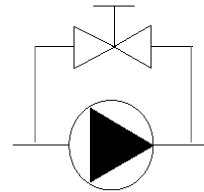
- Járókerék átmérő változtatása



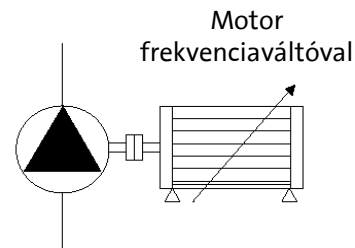
- Fojtásos szabályozás



- „Bypass” szabályozás



- Fordulatszám-szabályozás



Affinitási törvények

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{n_2}{n_1}$$

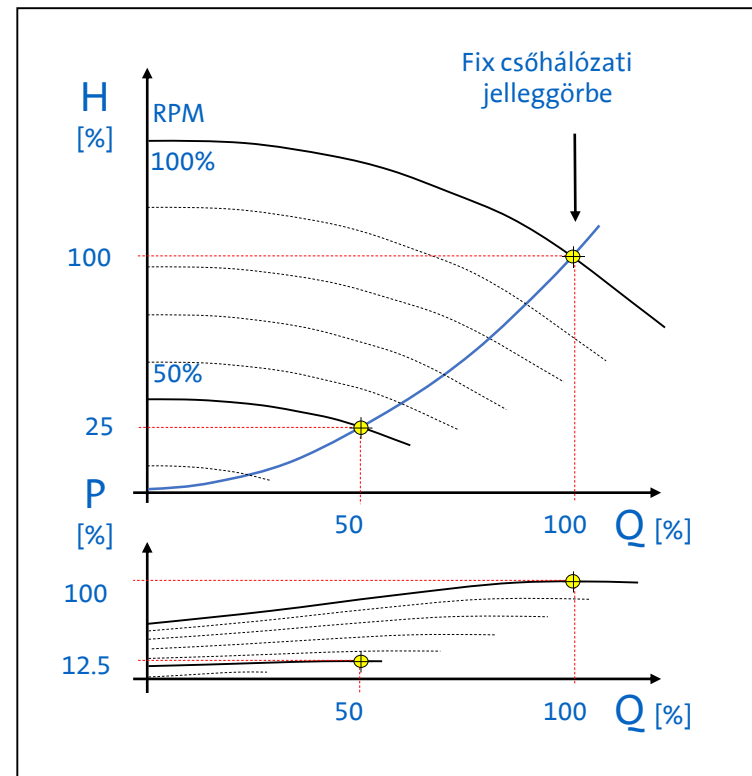
$$\frac{H_2}{H_1} = \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2$$

$$\frac{P_2}{P_1} = \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^3$$

Az affinitási törvények mutatják az összefüggéseket az alábbi jellemzők között:

- Fordulatszám
- Térfogatáram
- Szállítómagasság
- Tengelyteljesítmény

A fordulatszám **50%-os** csökkenése a **térfogatáramot 50%-ra**, a **szállítómagasságot 25%-ra** és a **teljesítményigényt 12.5 %-ra** csökkenti.



Fordulatszám-szabályozás elemei keringetőszivattyúknál

