



Gazdaságossági és műszaki megfontolások a szivattyúk kiválasztásában

MMK FUL Szakosztály - Szakmai továbbképzés

2021. november 10. szerda

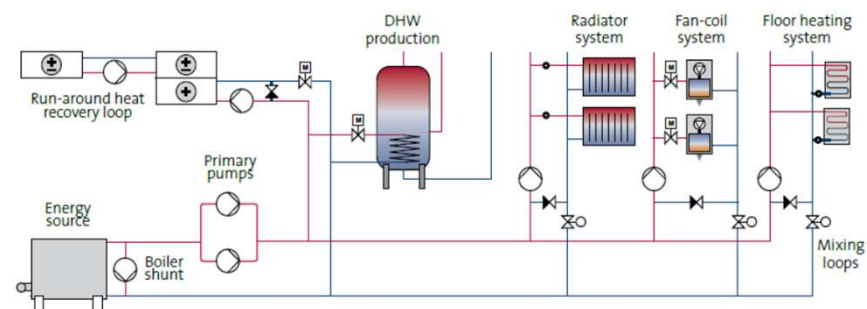
Előadó: Erdei István
Tel: 20/9649-790
ierdei@grundfos.com



MAGYAR MÉRNÖKI KAMARA

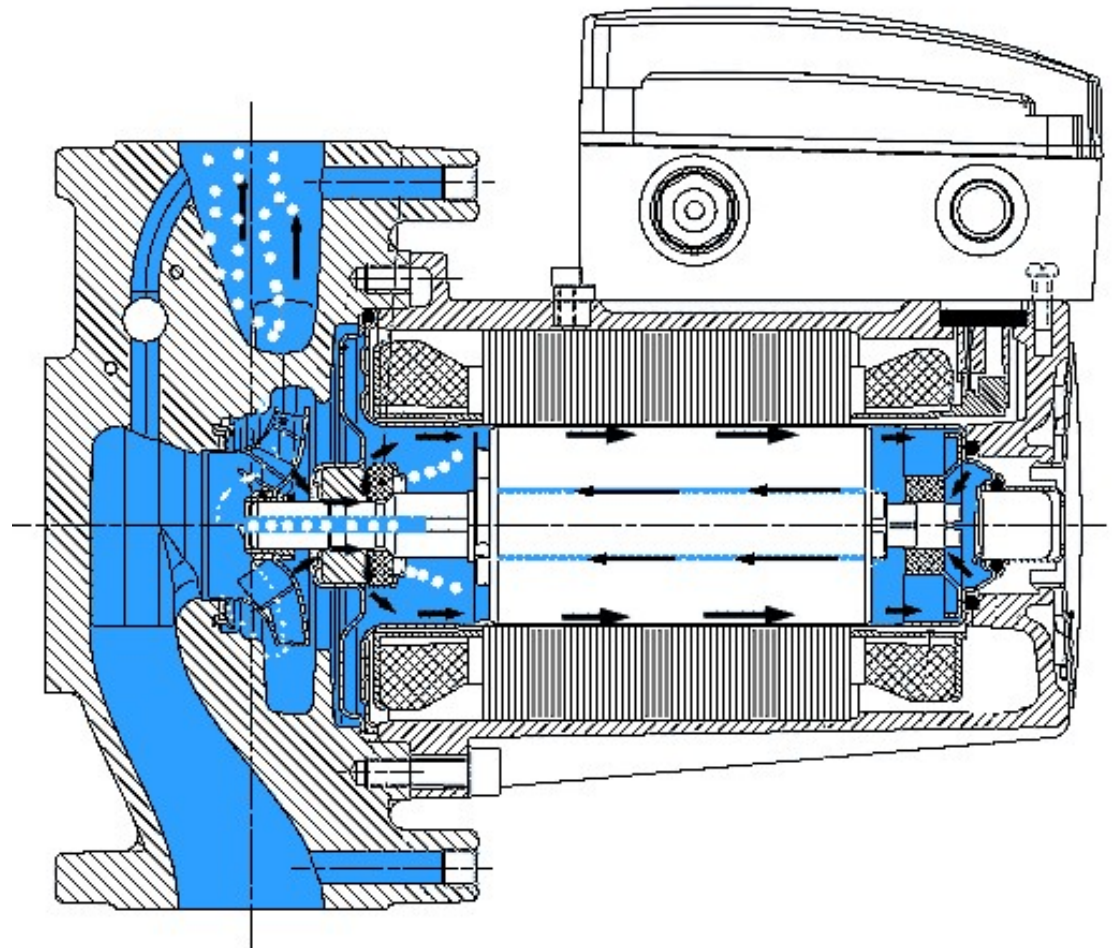


Szivattyú kiválasztási szempontok



Nedvestengelyű konstrukció

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



Száraztengelyű konstrukció

2 Motortartó közdarab

6 Szivattyúház

49 Járókerék

115 Tengely

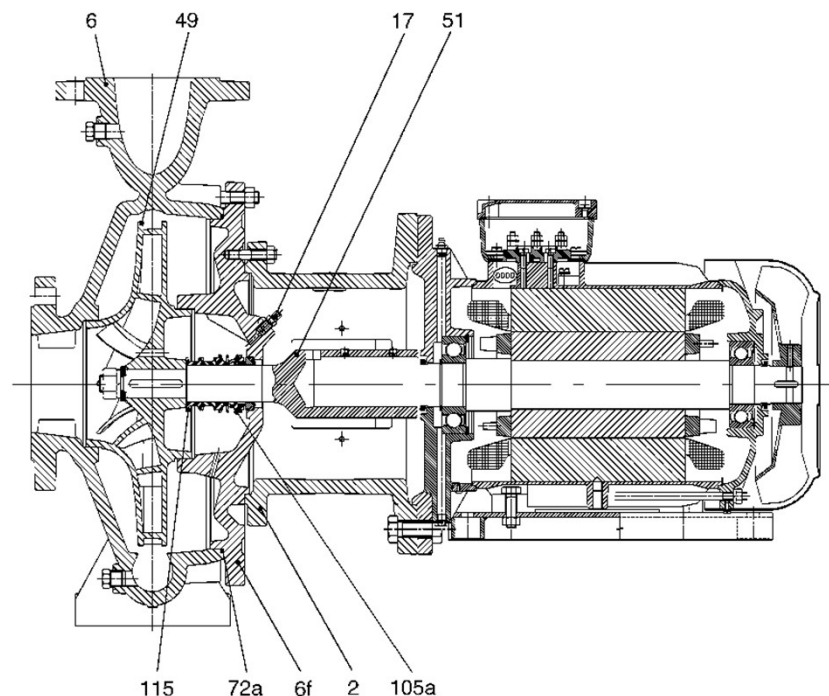
105a Csúszógyűrűs tengelytömítés

Leggyakrabban meghibásodó alkatrész!

Indítás csak folyadékkal feltöltve.

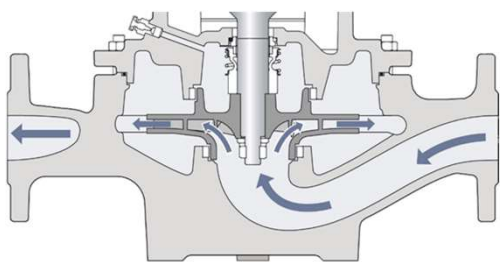
Forgásirány ellenőrzésre is igaz.

3 mp. szárazonfutás = -40% élettartam



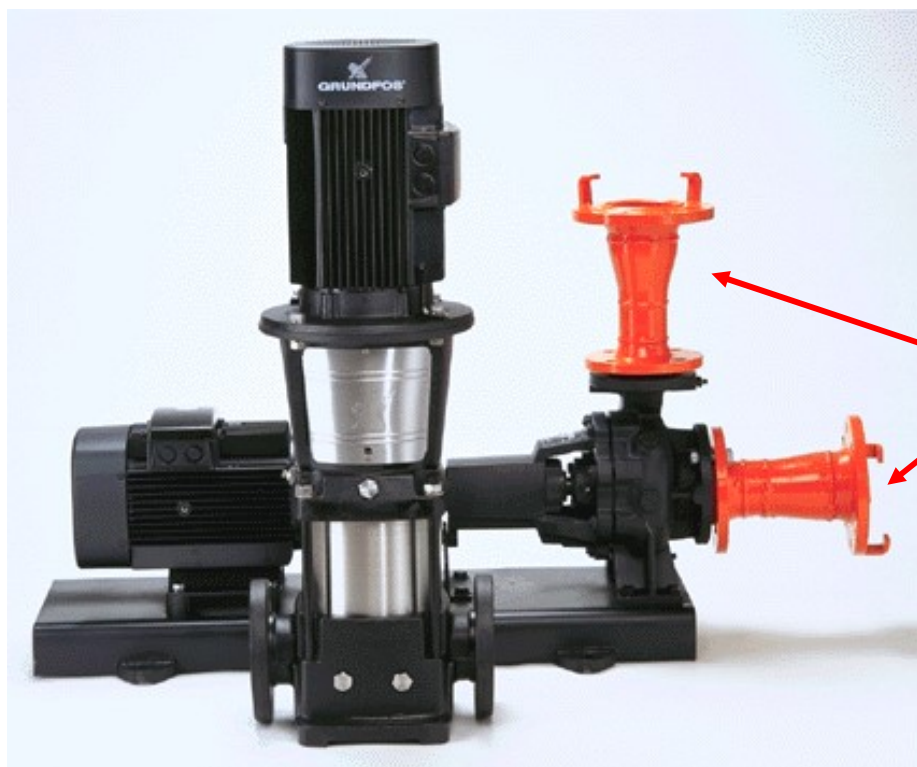
Anyagminőség ???

- Bronz járókerék ajánlott, ha tartós üzemszünetek lehetnek.
- Folyamatos üzemnél az öntvény járókerék elfogadható, ha vannak bronz részgyűrűk.



In-line elrendezés

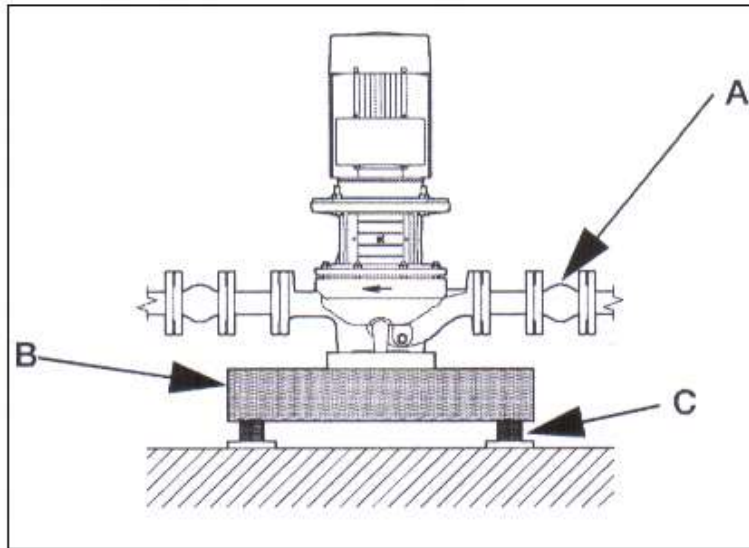
Szivattyúk telepítése



- Norm vagy blokszivattyúk esetén figyeljünk a csomksebességekre !
- Ezen szivattyúknál szinte minden esetben megfelelő szűkítő és bővítő idomokat kell beépíteni.

Zajproblémák, vibrációk megelőzése

1. Munkapont ne kerüljön a jelleggörbe egyik végére sem!
2. Száraztengelyű 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:

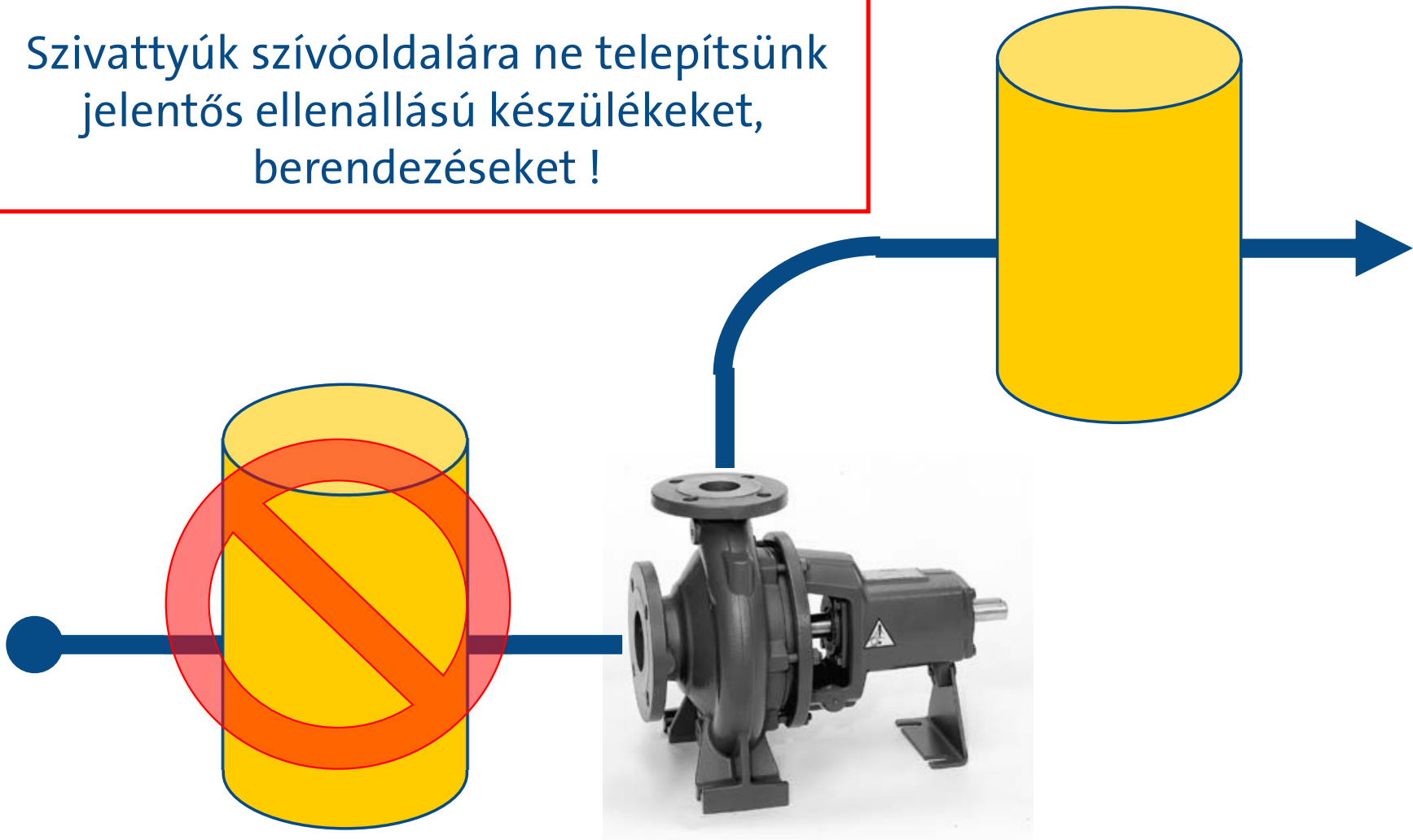
$$h_f = \frac{m_{\text{szivattyú}} \cdot 1,5}{L_f \cdot B_f \cdot \rho_{\text{beton}}}$$

L_f – betonlap hossza

B_f – betonlap szélessége

Szivattyúk telepítése

Szivattyúk szívóoldalára ne telepítsünk jelentős ellenállású készülékeket, berendezéseket !



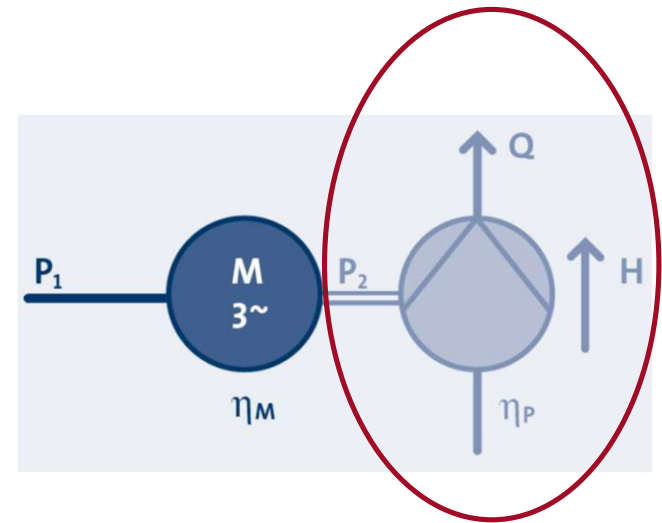
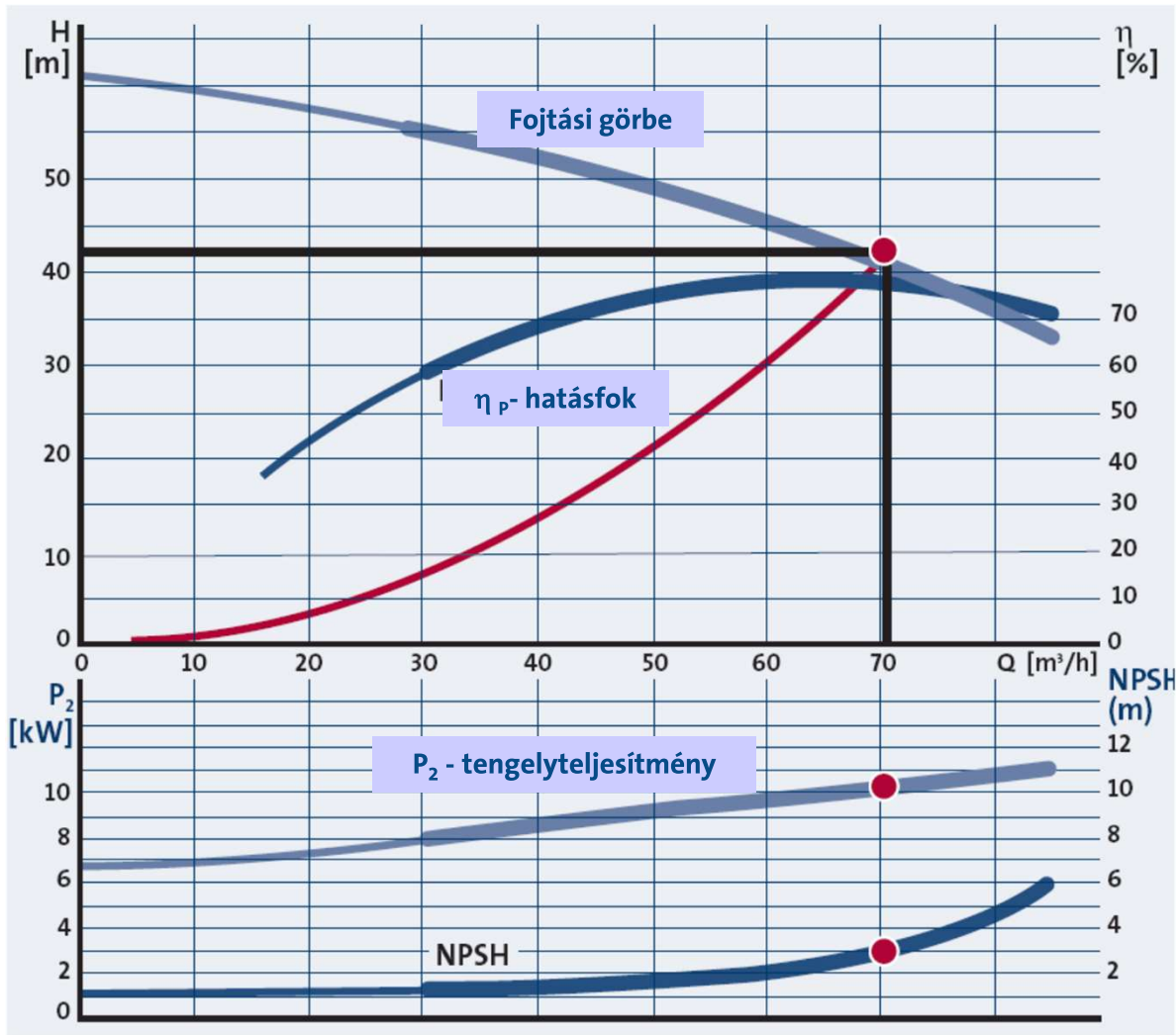
Szivattyú motorok védettsége

Üzemeltetés párás környezetben

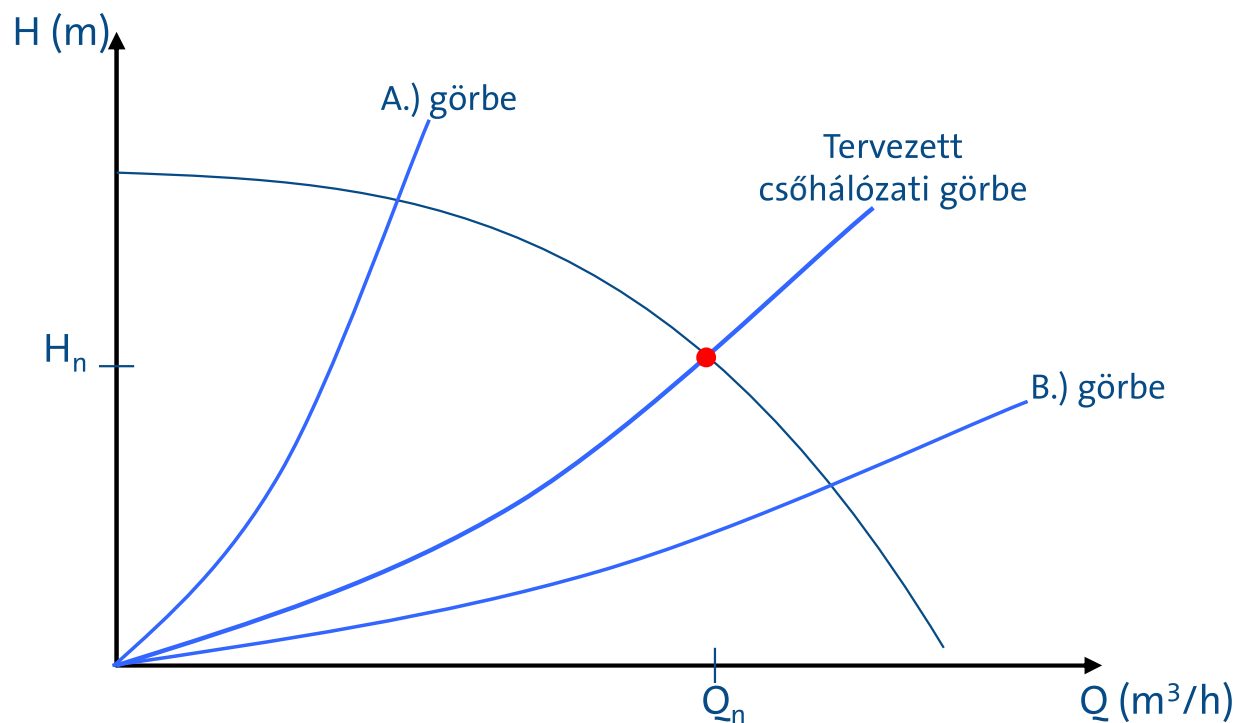


- ✓ A motorok alapkivitelben IP55 védettségűek.
- ✓ A motorokon lévő leeresztő dugók eltávolításával a védettség IP44-re változik.
- ✓ Az IP44 kivitel párás környezetben előnyösebb, mert a kondenzvíz a furatokon keresztül távozik.
- ✓ 85% páratartalom felett el kell távolítani a leeresztő dugókat. (Védettség IP44 lesz.)
- ✓ Ha a szennyezett környezet miatt szükséges az IP55 védettség, tekercsfűtéssel ellátott motort kell alkalmazni.

Szivattyú jelleggörbék



Szivattyú kiválasztása



➤ **A.) görbe**
Nagyobb szivattyú beépítésével kismértékben növelhető a térfogat-áram, viszont a rendszerre jutó nyomáskülönbség nő ami zaj-problémát okoz.
Szivattyú járókerekeire 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 !

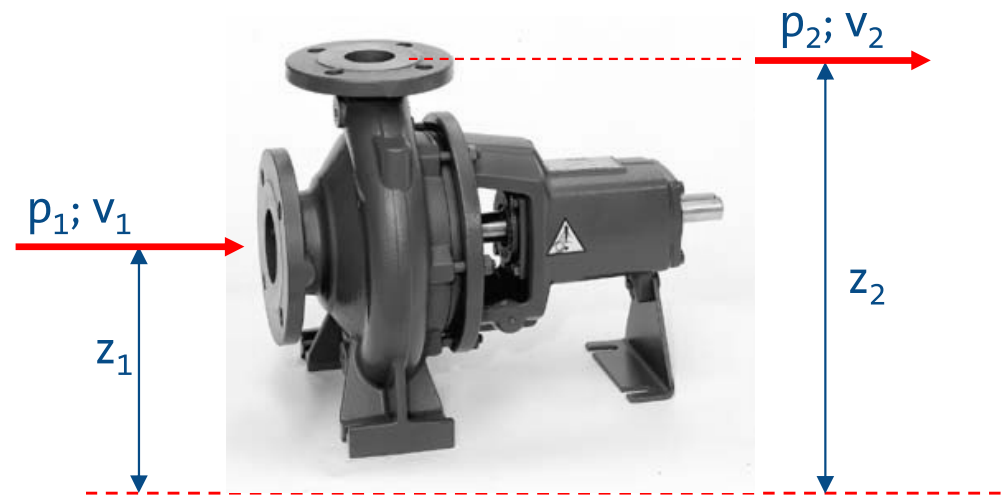
Manometrikus szállítómagasság

Stacionárius, ideális folyadékok energiatartalma
(munkavégző képessége):

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

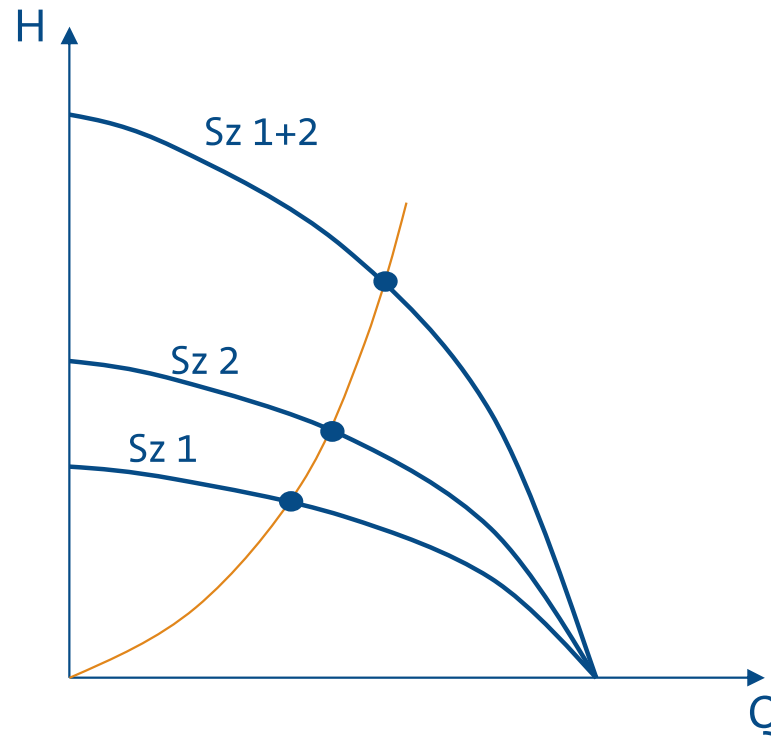
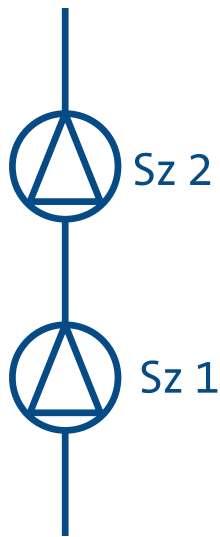
Szivattyú szállítómagassága:

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



Szivattyúk kapcsolásai

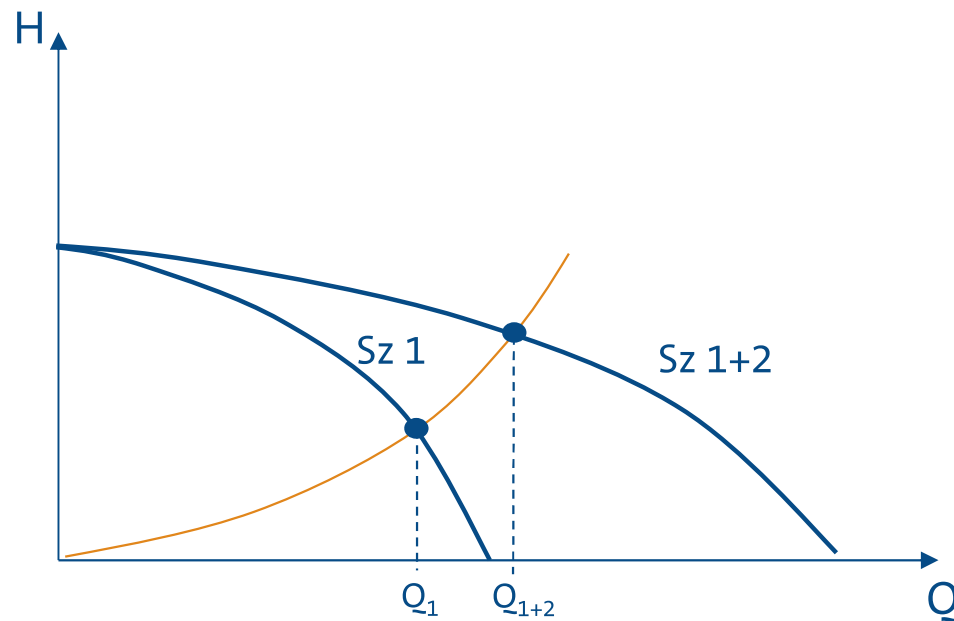
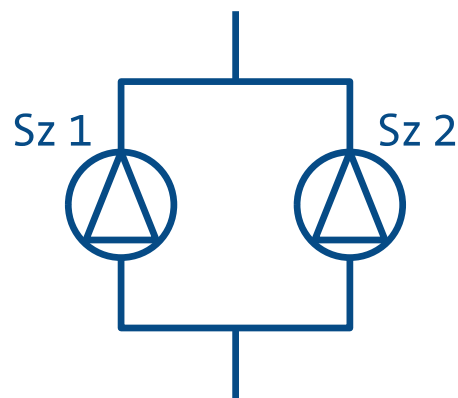
- Soros -



- ✓ Eredő jelleggörbe szerkesztése:
Azonos térfogatáramú pontoknál a szivattyúk szállítómagasságát összegezzük.
- ✓ Egyes üzemnél a nem üzemelő gépet bypass vezetékkel át kell hidalni.

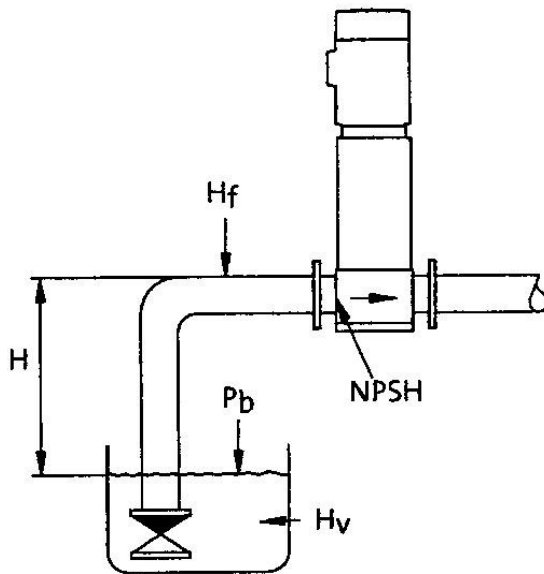
Szivattyúk kapcsolásai

- Párhuzamos -



- ✓ Eredő jelleggörbe szerkesztése:
Azonos szállítómagasságú pontok grafikus összegzésével.
- ✓ Párhuzamos üzemben a szivattyúk vízszállítása nem duplázodik.
- ✓ Mindkét ágba visszacsapószelepet kell beépíteni.

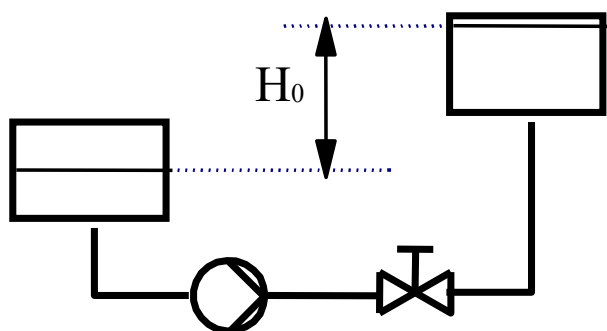
Hol legyen a visszacsapó szelep ?!



1. Szívóüzemben

- ✓ Mindig telepítsünk lábszelepet, ami a kívánt funkciót biztosítja (visszáramlás, leürülés megakadályozása). A nyomóoldalra ebben az esetben nem szabad másik visszacsapót beépíteni !!!
- ✓ Biztosítani kell, hogy ne a szivattyú legyen a rendszer legmagasabb pontján.
- ✓ Előnyös a derékszögű csonkelrendezésű szivattyúk használata (NB, NK, stb.).

Hol legyen a visszacsapó szelep ?!



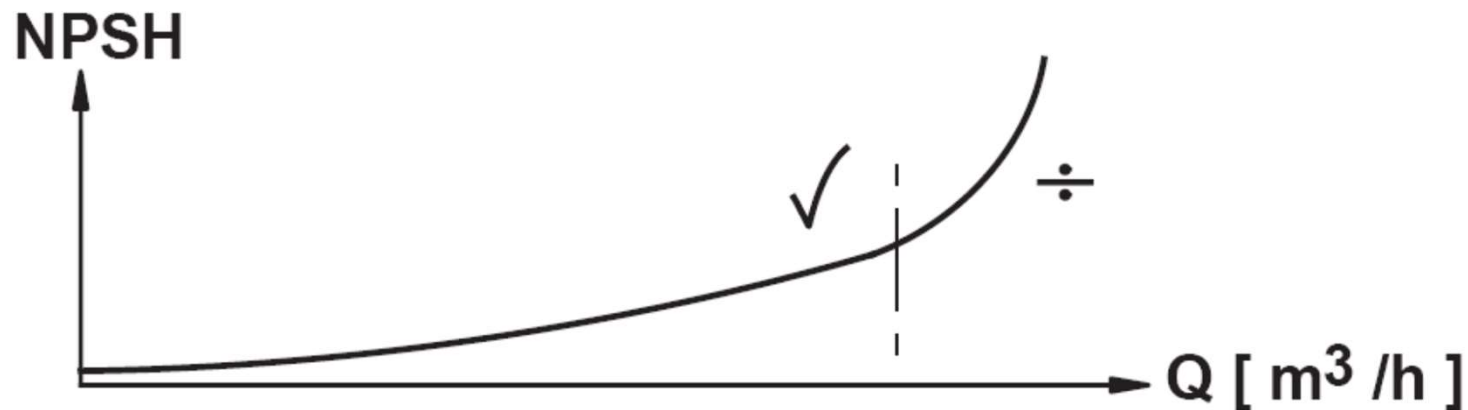
2. Hozáfolyás esetén

- ✓ Egyedi gépeknél
Az alkalmazástól függően a szívó és nyomóoldalon egyaránt.
- ✓ Párhuzamos gépcsoportnál
 - Ha minden üzemállapotban biztosítható, hogy a szívóoldalon túlnyomás legyen, lehet a nyomóoldalon.
 - Ha kialakulhat olyan állapot, hogy a közös szívóvezetékben vákuum jön létre, csak a szívóoldalra építhető. Ellenkező esetben az álló gép, tengelytömítésén levegőt szív be és „lelevegősödik”.

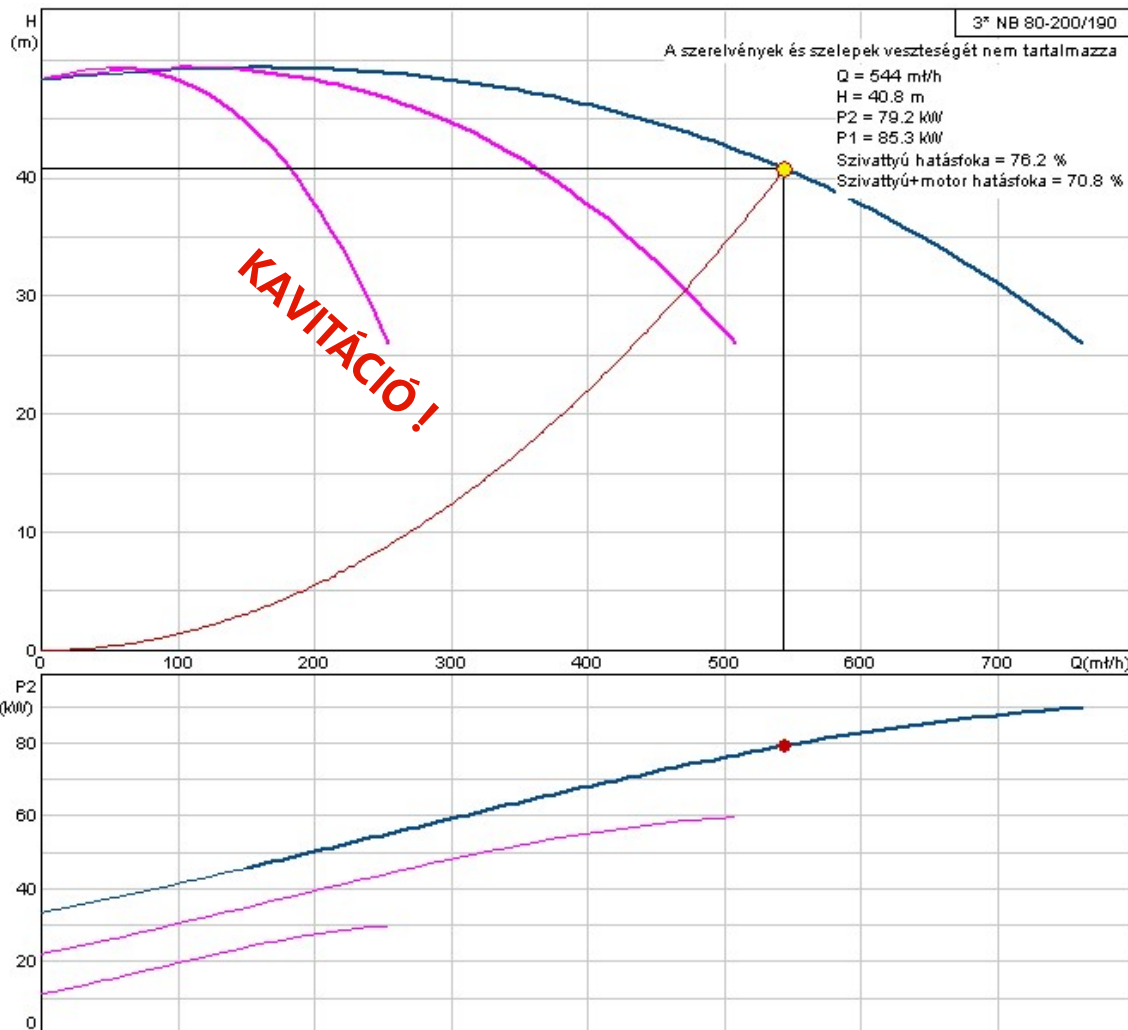
Kiválasztási szempontok NPSH

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

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



Problémák párhuzamos kapcsolásban



Zárt rendszerekben, a csúcsigényt párhuzamos üzemben teljesítő gépcsoportok 1 gépes üzemenél, a munkapont teljesen jobbra tolódhat, ill. lemászhat a jelleggörbéről.

Eredmény:

1 gép üzemenél kavitáció jöhet létre !

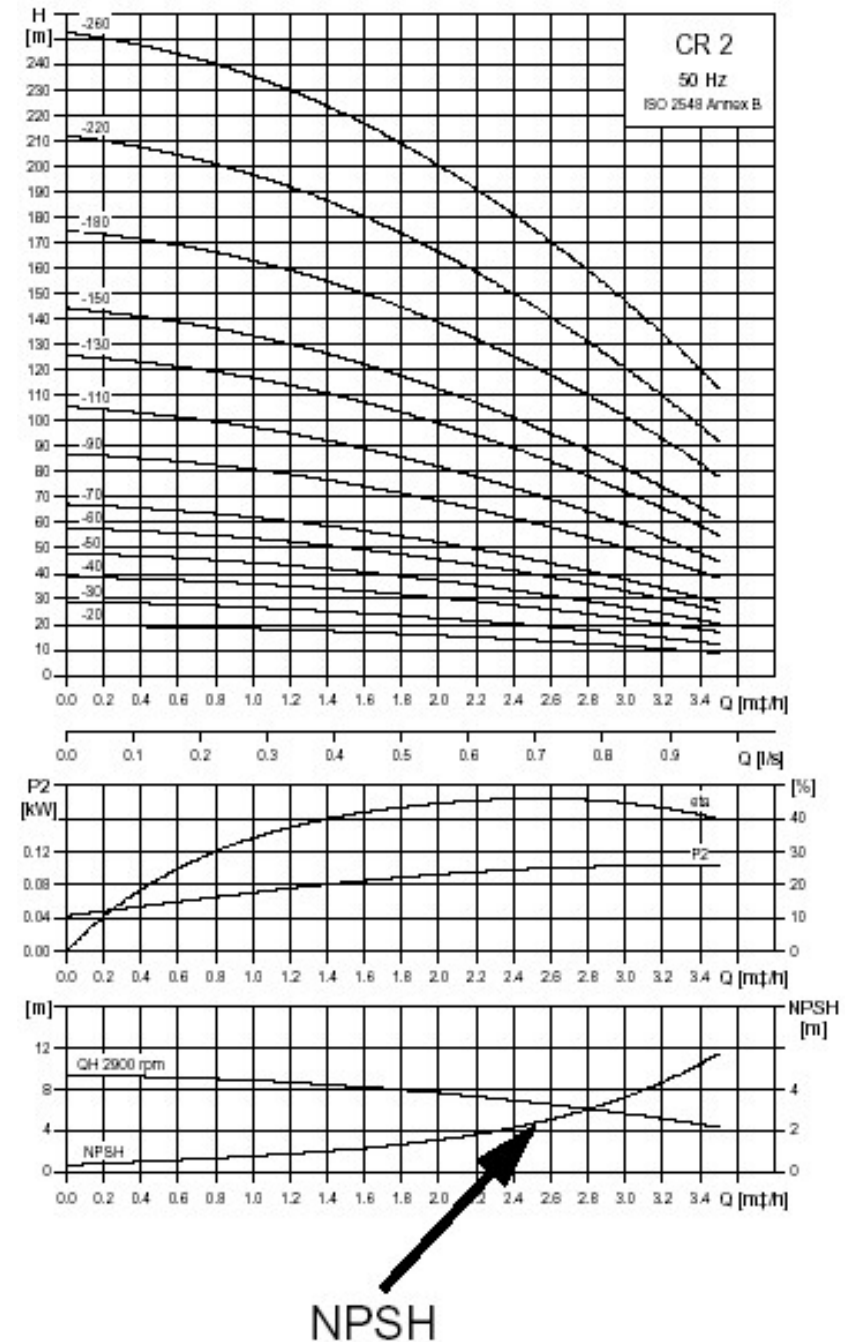
Kavitációs erózió



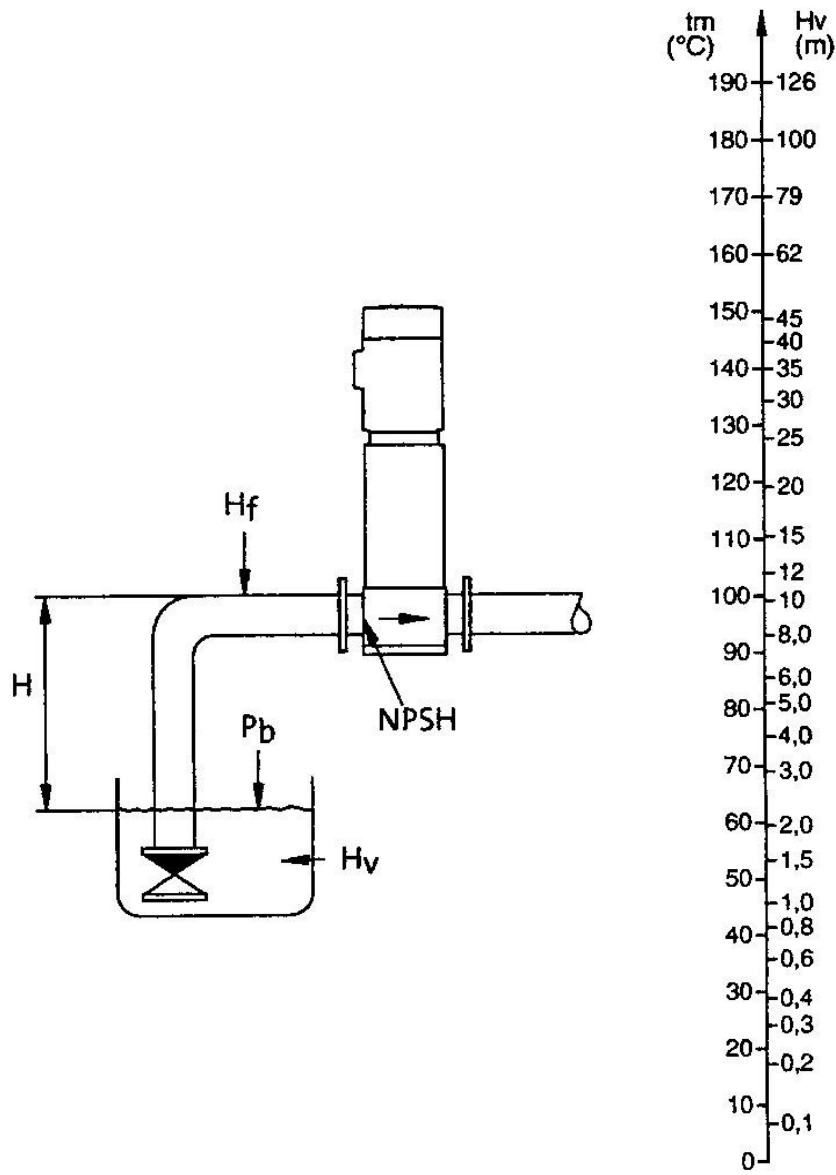
Kavitációs erózió



- 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.



Szívómagasság meghatározása



Szívómagasság:

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

H pozitív értéke esetén a maximális szívási magasságot adja meg.

H negatív értéke esetén a minimálisan szükséges hozzáfolyást adja meg.

- p_b légtörési 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.

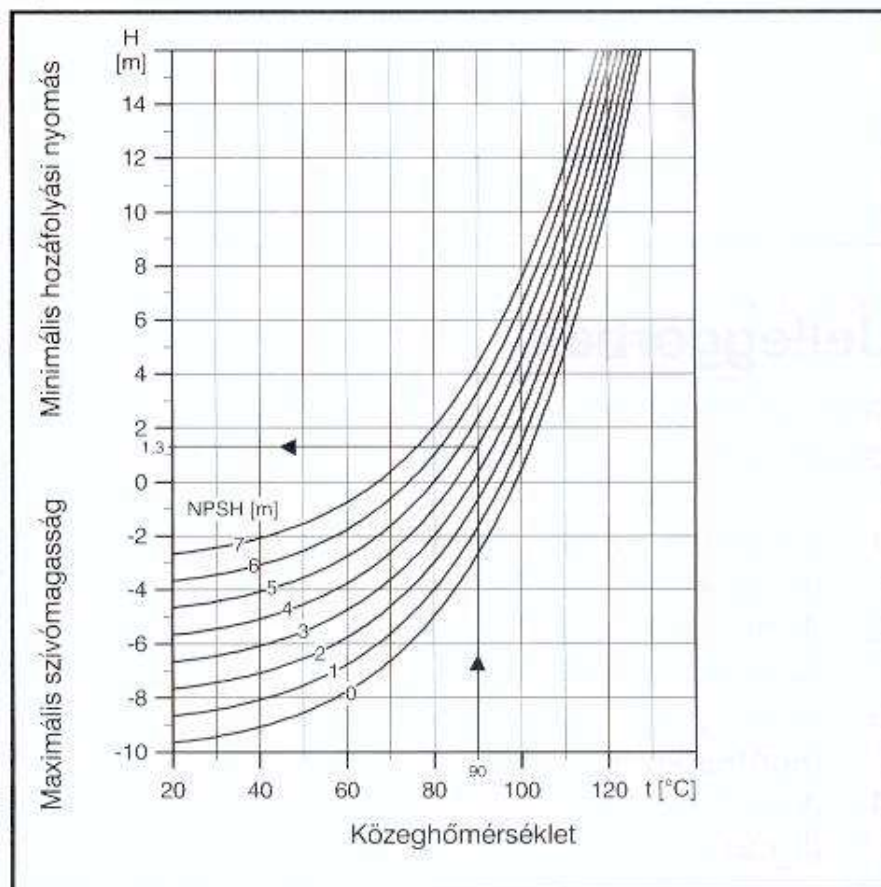
A jobb oldali diagramm a kívánt hozzáfolyási nyomás, ill. a megengedett szívómagasság meghatározásához nyújt segítséget. Az adatok kizárólag vízre vonatkoznak normál légköri nyomás mellett (101,3 kPa).

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.

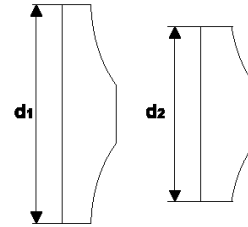
Szívómagasság vagy szükséges hozzáfolyási nyomás



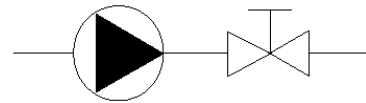
Szivattyú munkapontjának változtatása

Szivattyú szabályozása

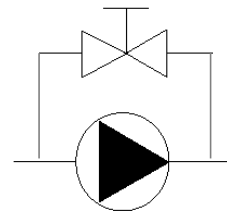
- Járókerék átmérő változtatása



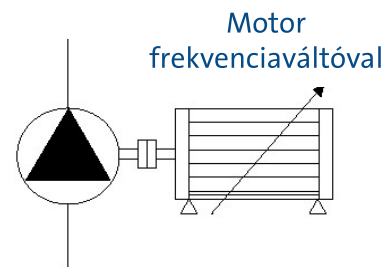
- Fojtásos szabályozás



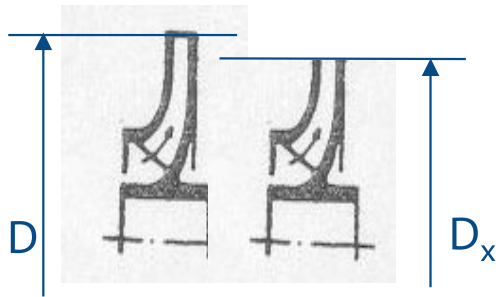
- „Bypass” szabályozás



- Fordulatszám-szabályozás

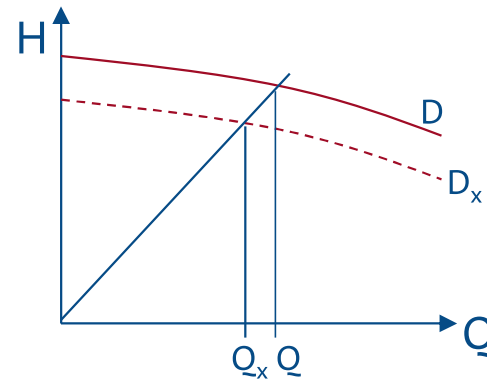


Járókerék-átmérő csökkentése

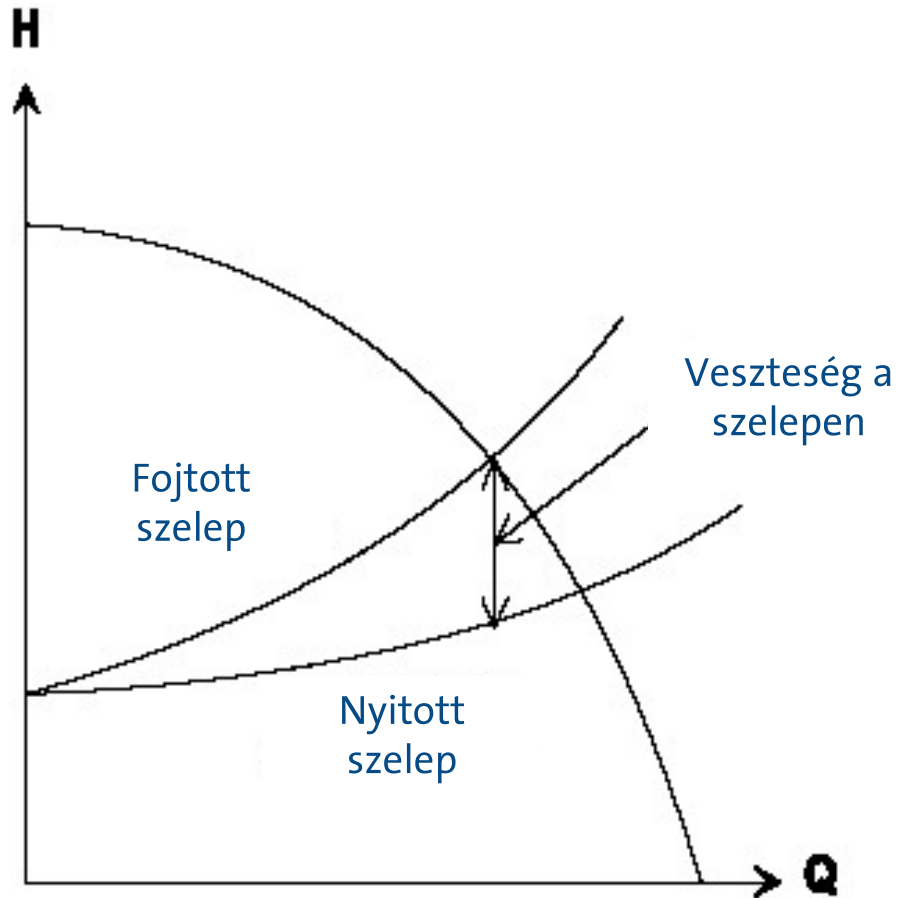


- A Q és H maradandó megváltoztatására.
- Csak radiális járókerekeknél alkalmazható.
- A megadott képletek kismértékű módosítás esetén érvényesek.

$$\frac{Q_x}{Q} = \left(\frac{D_x}{D}\right)^2 \quad \frac{H_x}{H} = \left(\frac{D_x}{D}\right)^2$$

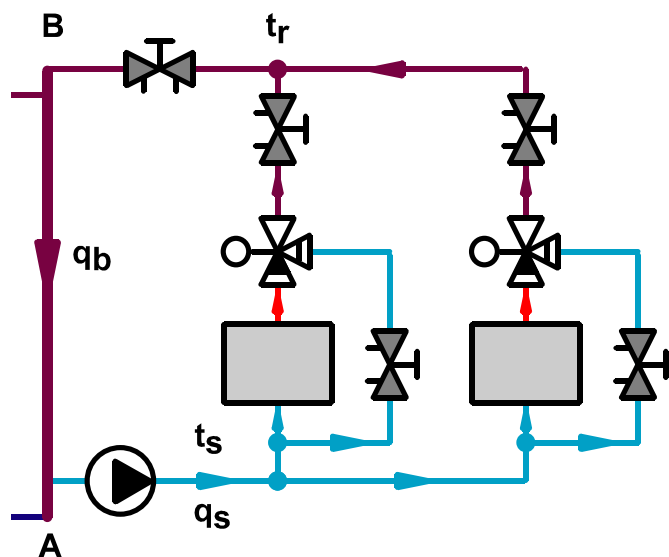


Fojtásos szabályozás



- ✓ Szelep zárásával többlet veszteséget viszek a rendszerbe, azaz megnő a csőhálózati görbe meredeksége.
- ✓ Új, kisebb vízállítású munkapont jön létre.
- ✓ A veszteség a szelepen létrejövő nyomásesés.

„Bypass” szabályozás



ELŐNYÖK

- A szivattyú állandó munkaponton dolgozik változó terhelés esetén is, ami a szabályozó körök stabilitására igen kedvezően hat
- A szabályozó szelepek méretezése egyszerűbb feladat, a rendelkezésre álló nyomáskülönbség jól számítható, néhány kapcsolásnál a szabályozó szelep autoritása közel áll az egyhez

HÁTRÁNYOK

- A szivattyúzás költsége minden terhelés fokozat mellett maximális
- A visszatérő közeg hőmérséklete nem minimalizálható ill. maximalizálható

Szivattyúk fordulatszám-szabályozása

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

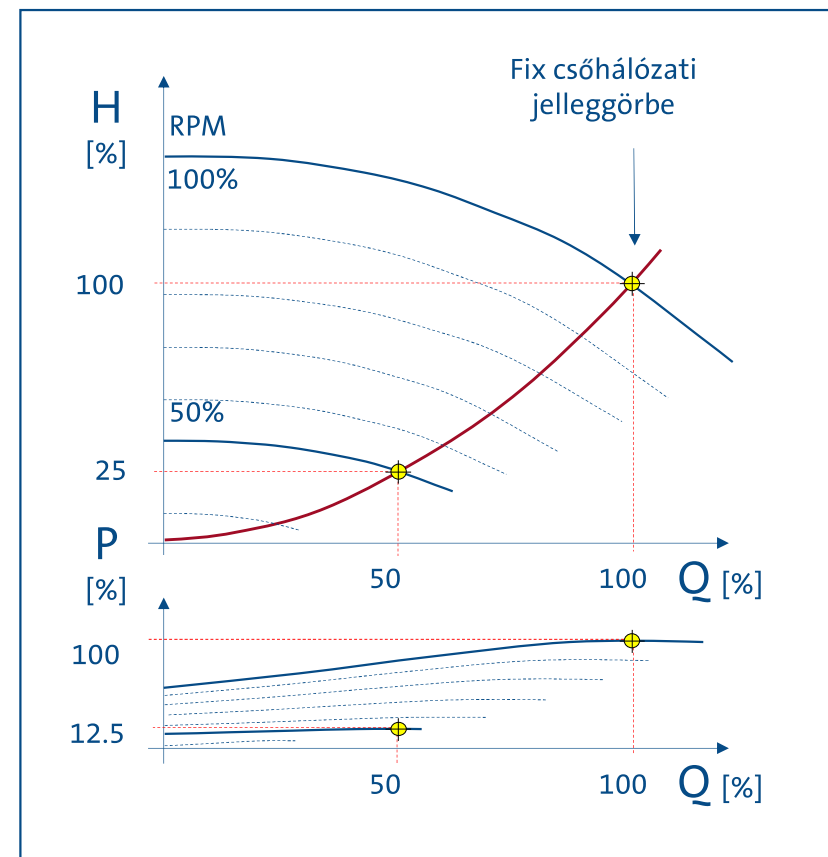
$$\frac{H_2}{H_1} = \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2$$

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

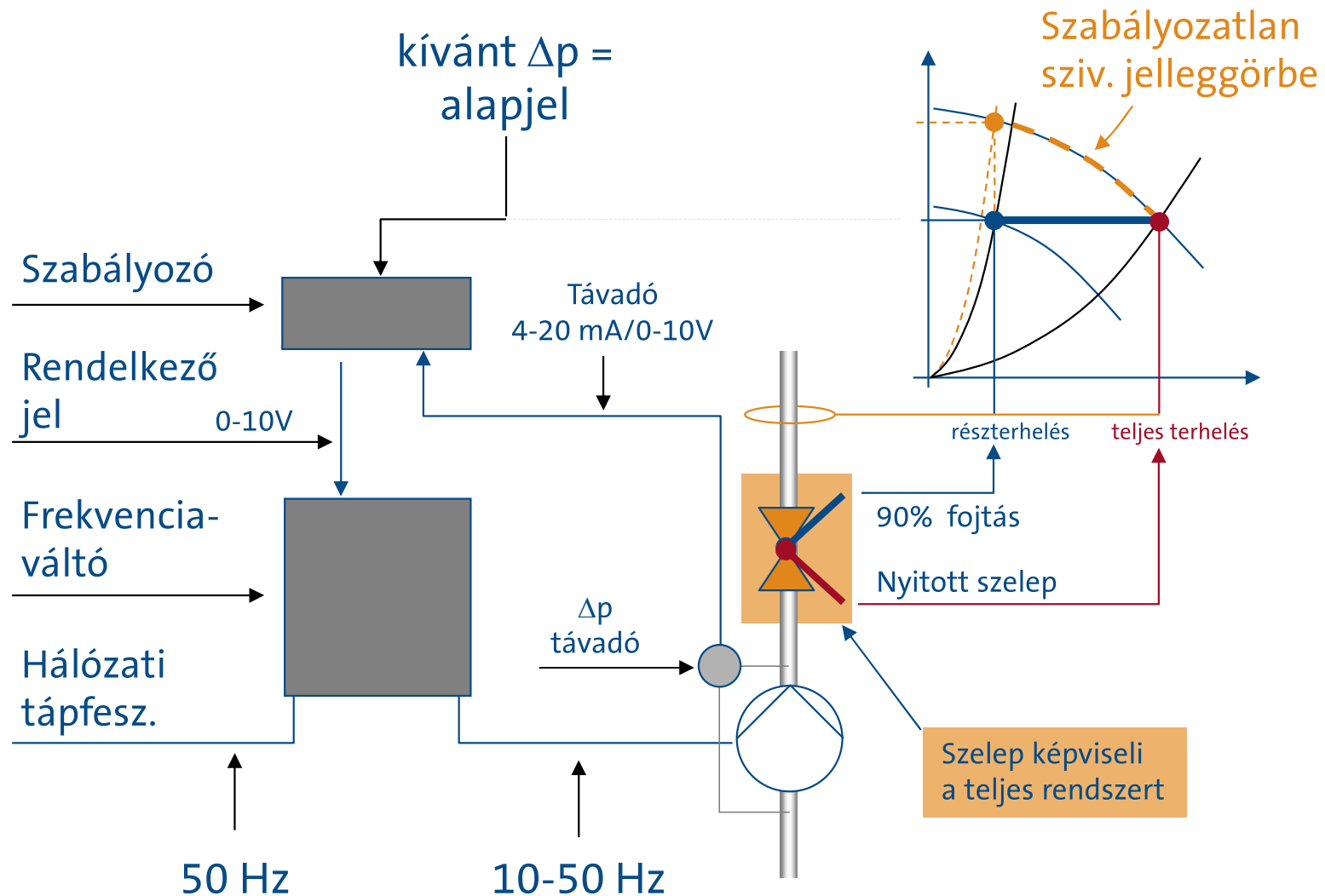
Az affinitási törvények mutatják az összefüggéseket az alábbi jellemzők között:

- Fordulatszám
- Térfogatáram
- Szállítómagasság
- Tengelyteljesítmény

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



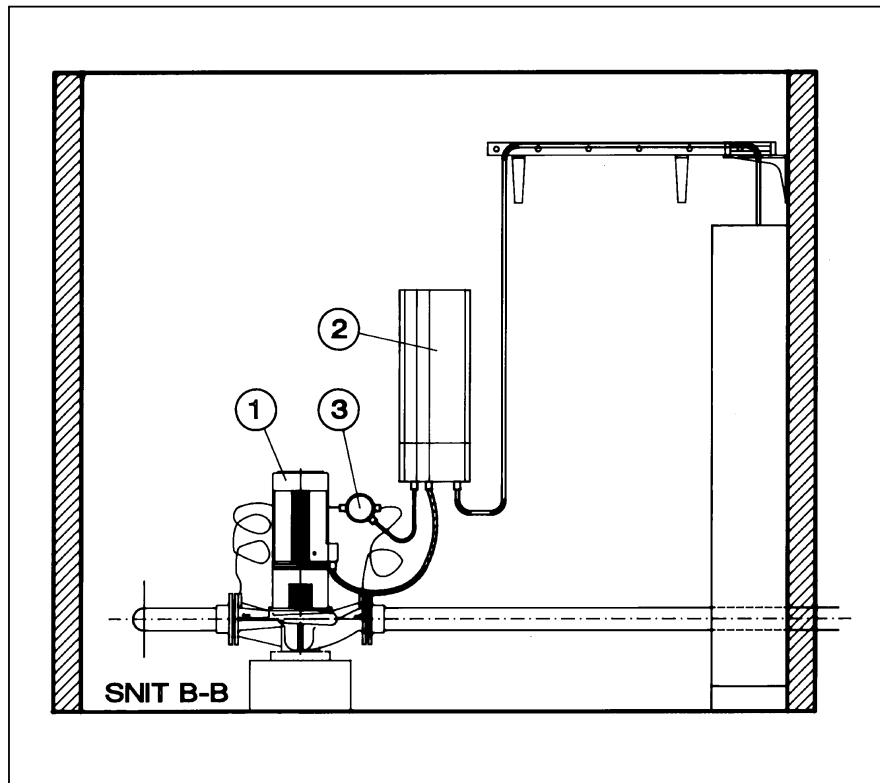
Fordulatszám-szabályozás elemei



Külső vagy beépített frekvenciaváltó?

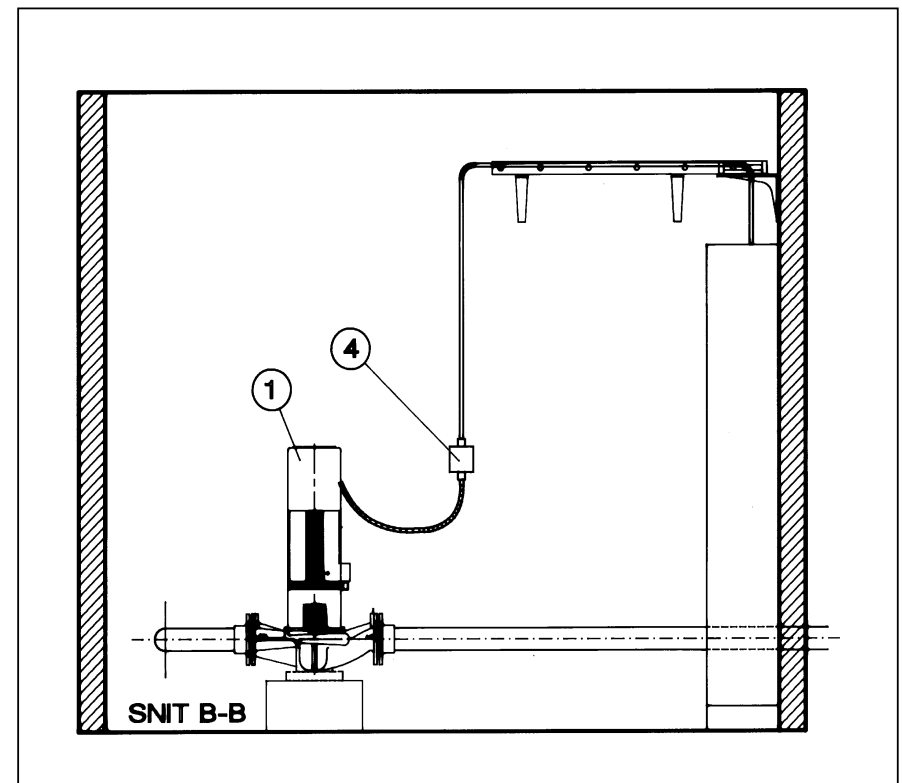
Hagyományos megoldás

Szivattyú + frekvenciaváltó + távadó + szekrény + kábelezés az egységek között.

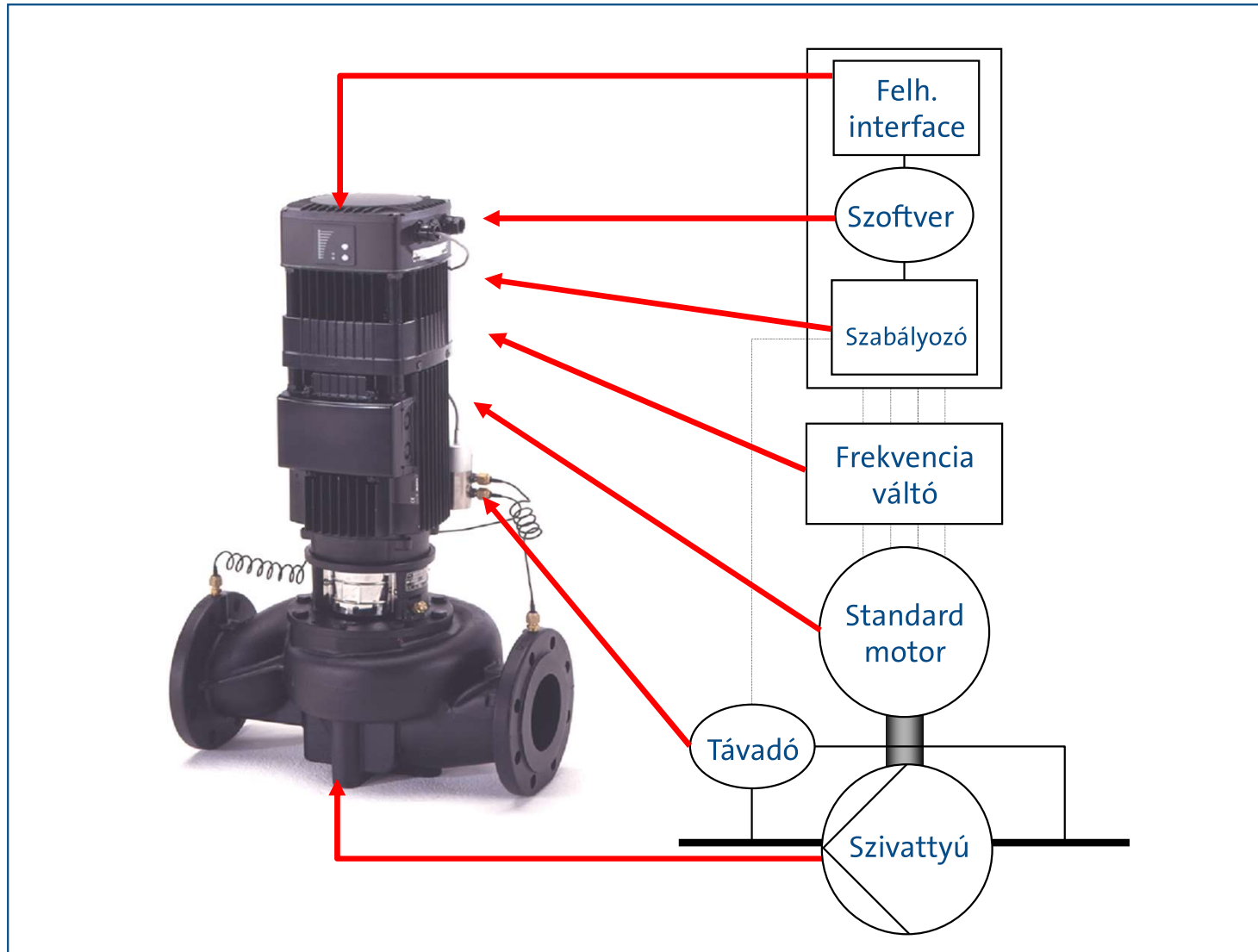


E-szivattyús megoldás

Szivattyú + frekvenciaváltó + távadó egy egységbe építve.

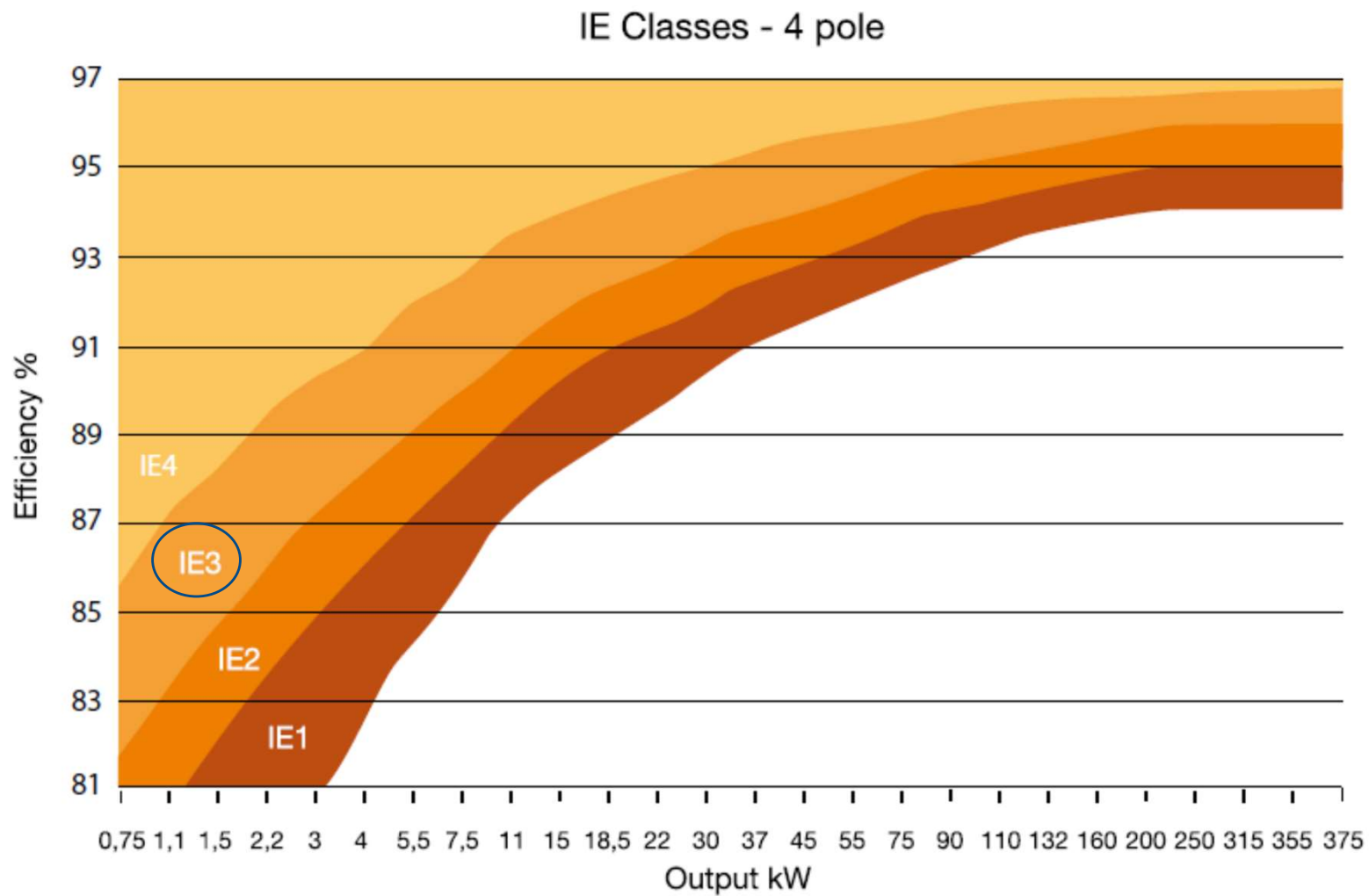


E-szivattyú koncepció



➤ IE osztályok 2016 december 31-ig

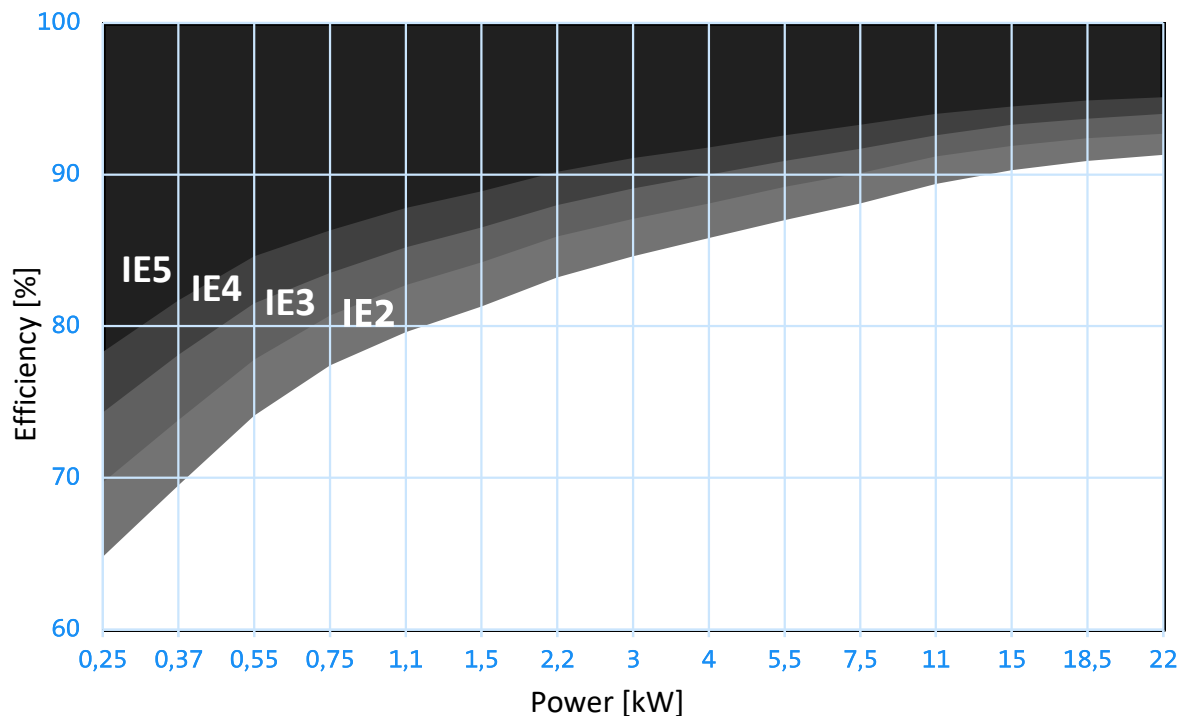
Kötelező szint: IE3



➤ IE5 motorok (csak elektronikus szabályozással)

Állandó mágneses szinkron-reluktancia motorok beépített frekvenciaváltóval

- 22 kW teljesítményig
- IEC 60034-30-2 szerint, integrált elektronikus szabályozással



➤ Újratekercselés vagy csere ?

- A motorok újratekercselésekor a hatásfok 5-7 %-kal csökken!!!!
- Fő oka a nem megfelelő horony kitöltés.

IE3 motorcsere megtérülése:

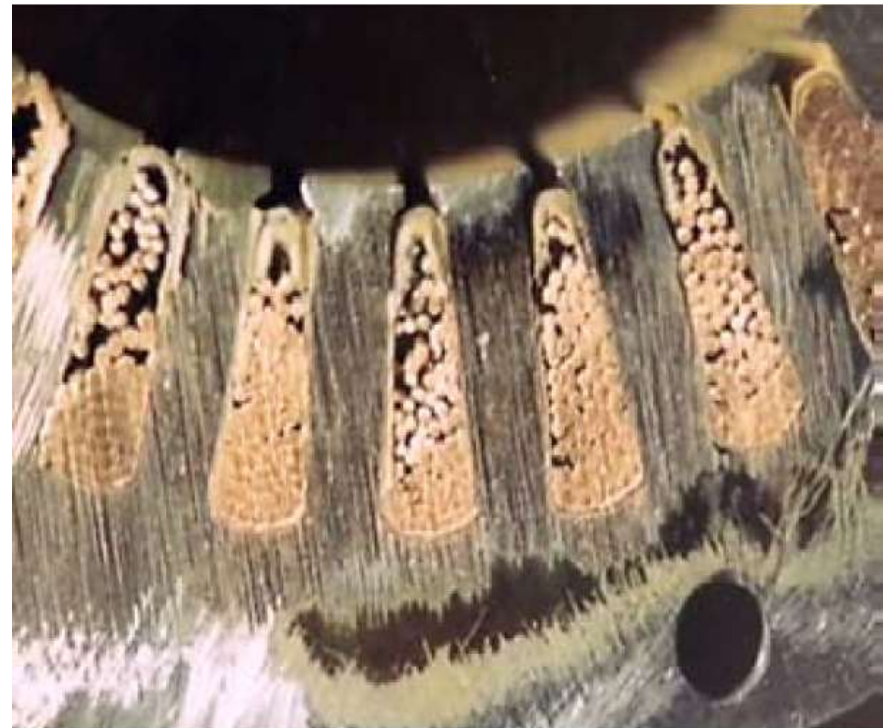
180 nap/év min. üzemidővel számolva

- **IE1** motor felújításánál – kb. 1 év
- **IE2** motor felújításánál – kb. 1,5-2 év

IE5 motorcsere megtérülése:

180 nap/év min. üzemidővel számolva

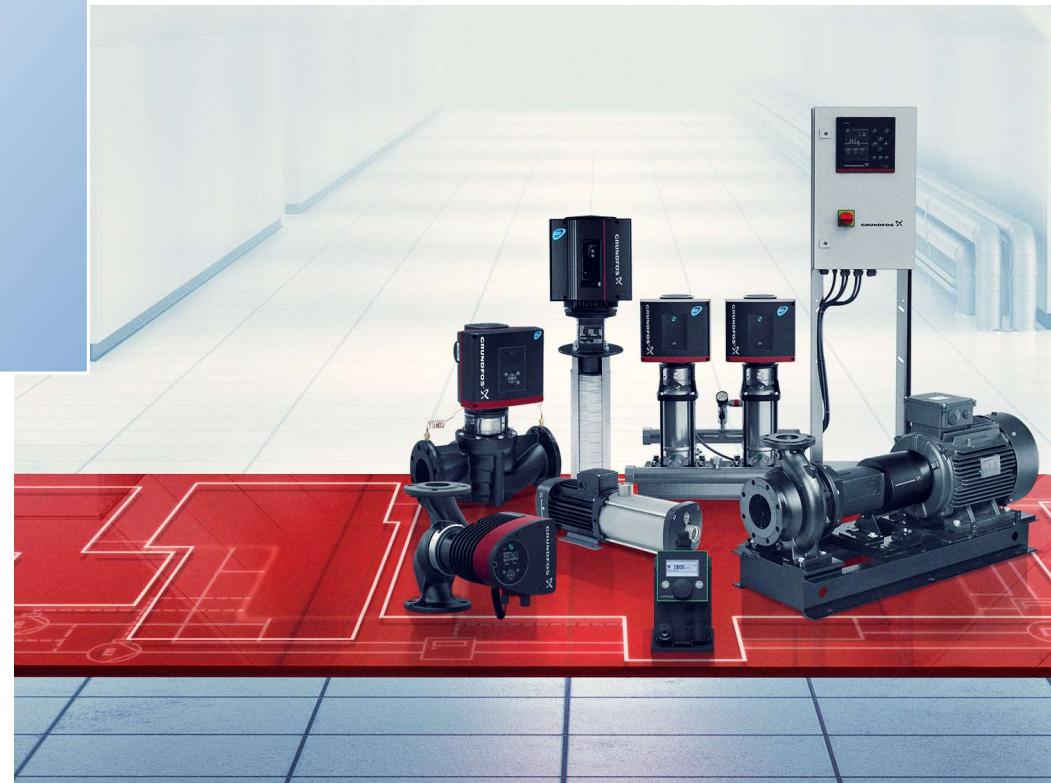
- **IE1** motor felújításánál – kb. 0,5 év
- **IE2** motor felújításánál – kb. 1-1,5 év



Okos szivattyúk megjelenése

Okos szivattyúk jellemzői

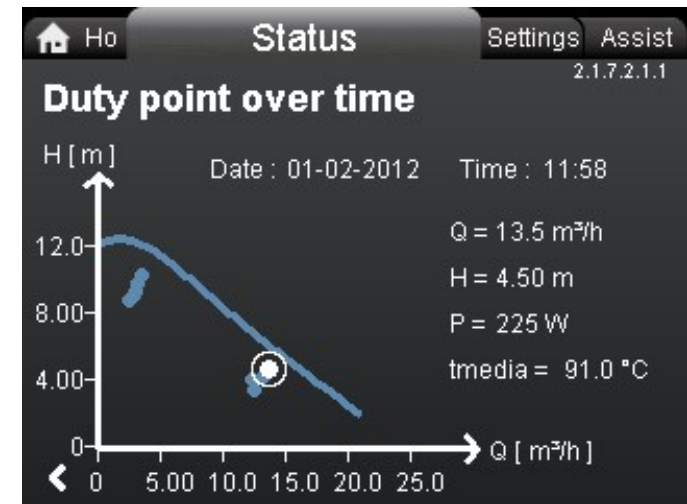
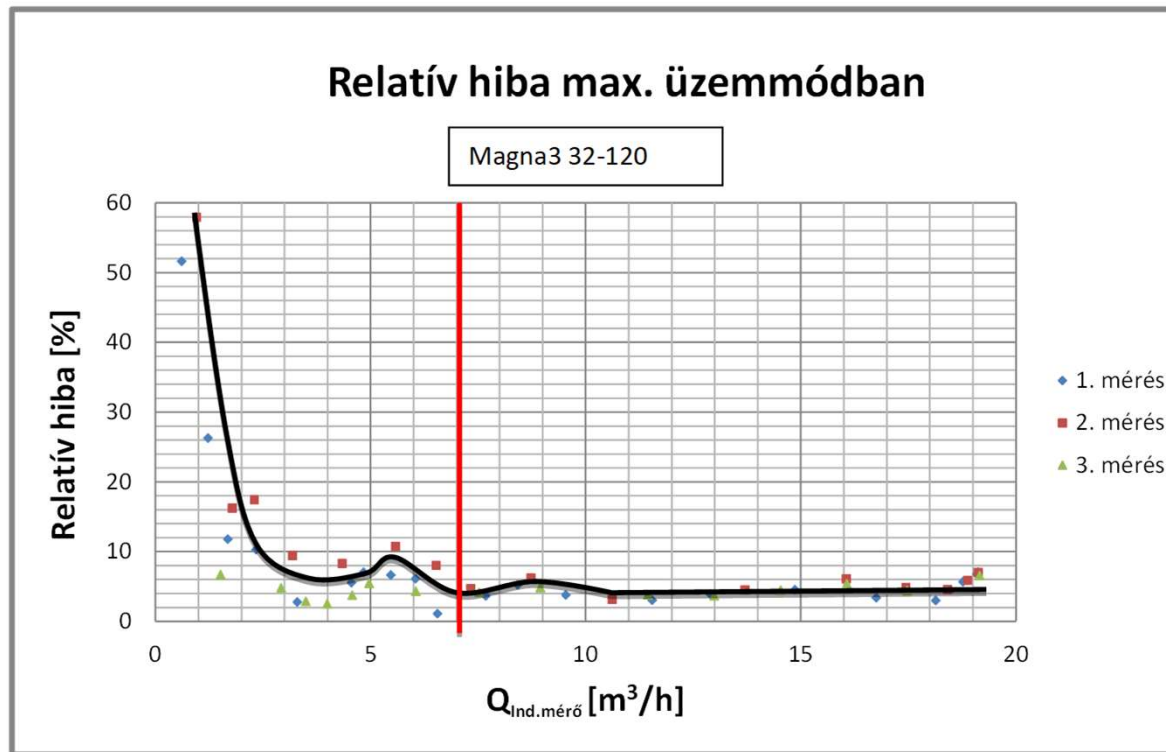
- Öntanuló szabályozási algoritmusok
- Kétirányú kommunikáció többféle platformon
 - okostelefon !
- Rendszer optimalizálás/diagnosztika
- **Adat helyett információ !**



Diagnosztika és optimalizálás okos-szivattyúkkal

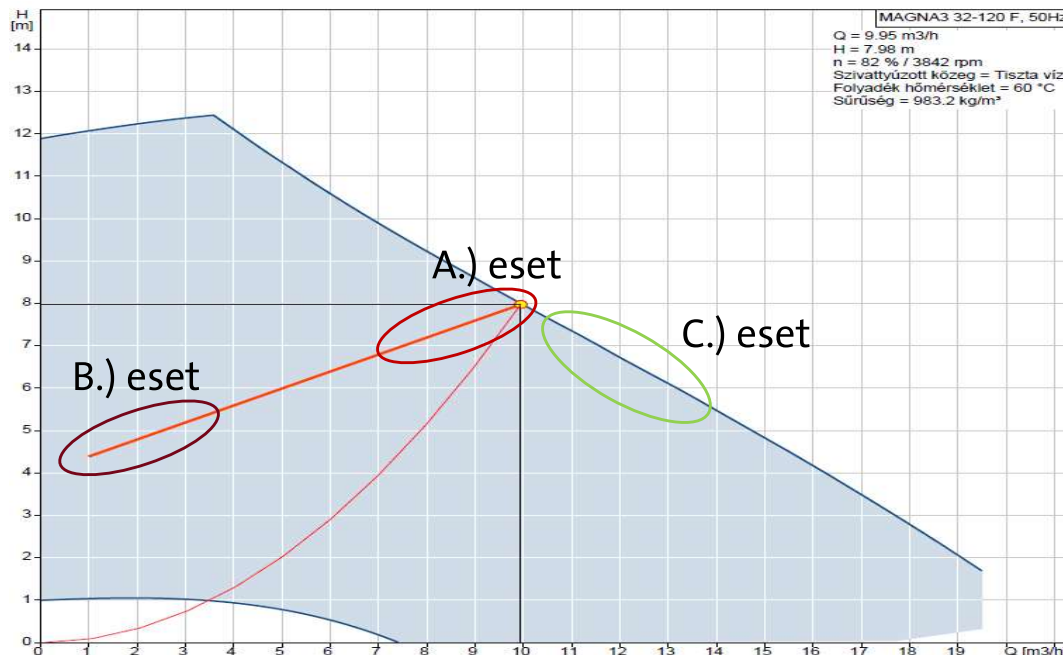
Rendszer hidraulika

- Nyomáskülönbség-mérés (közvetlen távadó)
Pontosság: 2% (FS)
- Térfogatáram mérés (számított)
Pontosság: 3-5% (FS), görbe 90%-ban

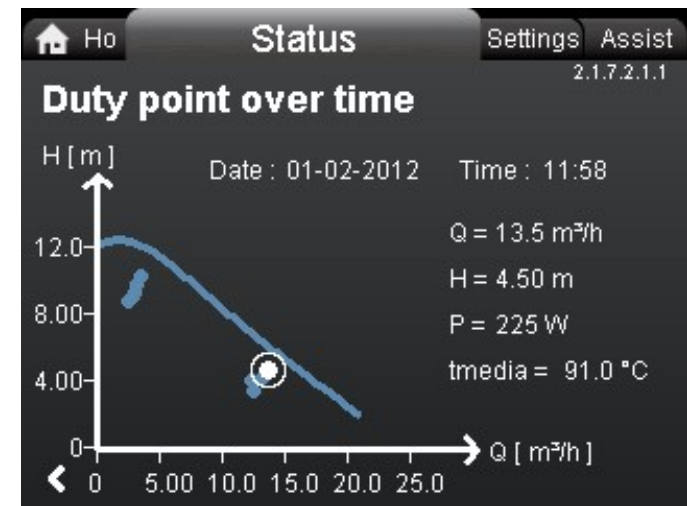


Diagnosztika és optimalizálás okos-szivattyúkkal

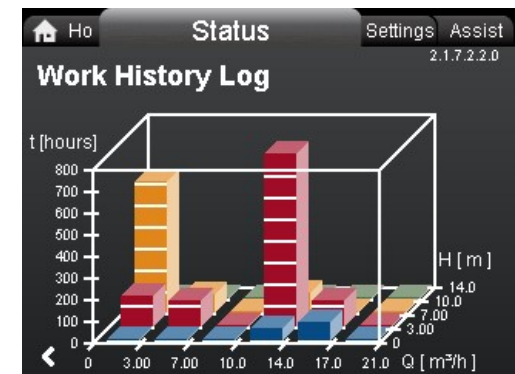
Optimalizálás trend adatokkal



- A.) eset: $Q > Q_{\text{tervezett}}$, beszabályozatlanság, túl nagy alapjel (statikus szab.), alacsony közeghőmérséklet (időjárásfüggő szab.)
- B.) eset: túlméretezett szivattyú, tervezettnél nagyobb ellenállás ($Q < Q_{\text{terv}}$)
- C.) eset: Magas alapjel, beszabályozási probléma (FLOWlimit)



Ábrázolja a jellegzőben a munkapontok múltbeli változását.
Valós üzemi tartomány!!!!





Köszönöm megtisztelő figyelmüket!