



Korszerű szivattyúzás az uszodatechnikában – elmélet és tapasztalatok

MMK FUL Szakosztály - Szakmai továbbképzés

2023. november 21.

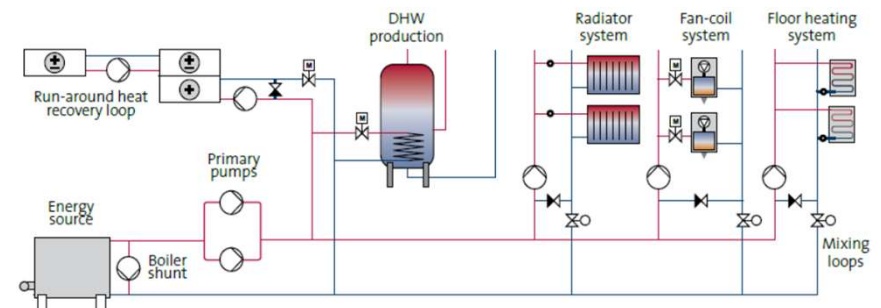
Előadó: Erdei István
Tel: 20/9649-790
ierdei@grundfos.com



MAGYAR MÉRNÖKI KAMARA

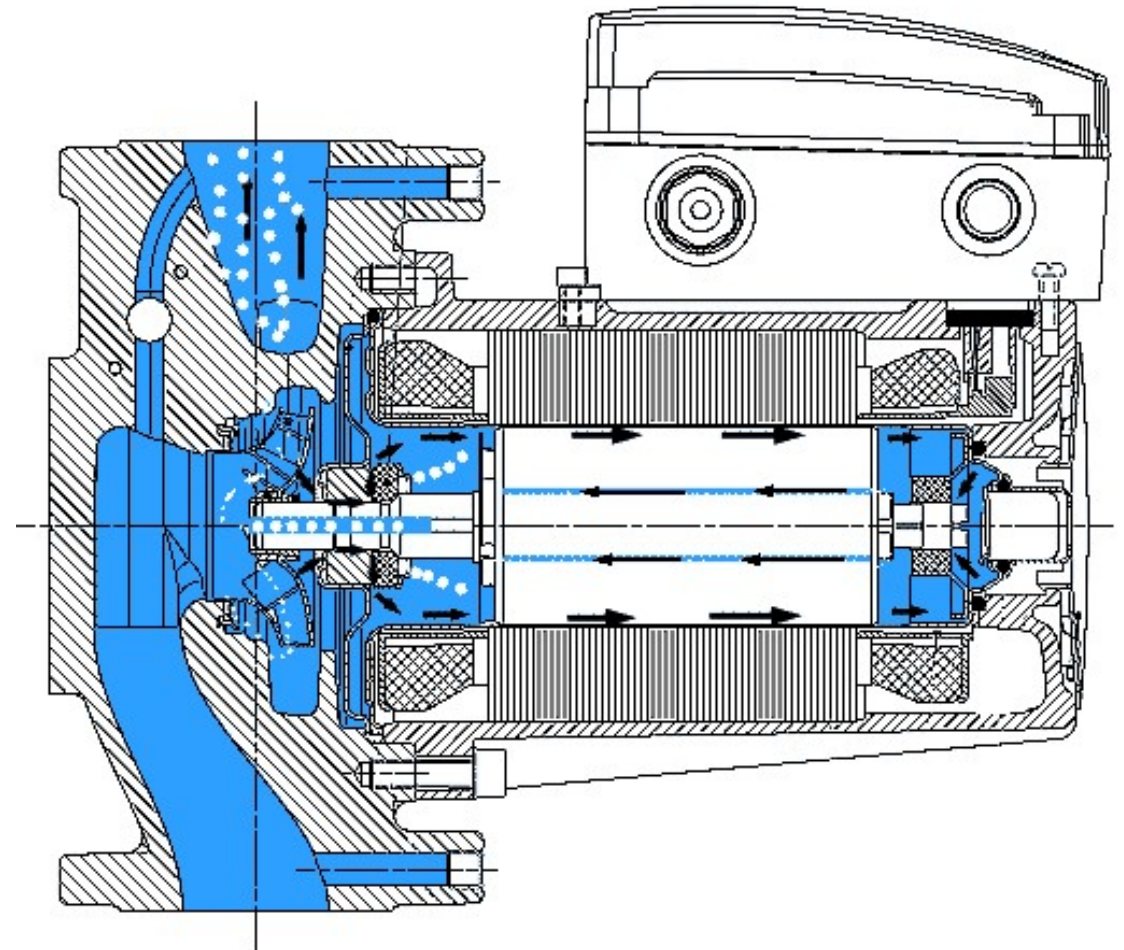


Szivattyú kiválasztási szempontok



Nedvestengelyű konstrukció

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

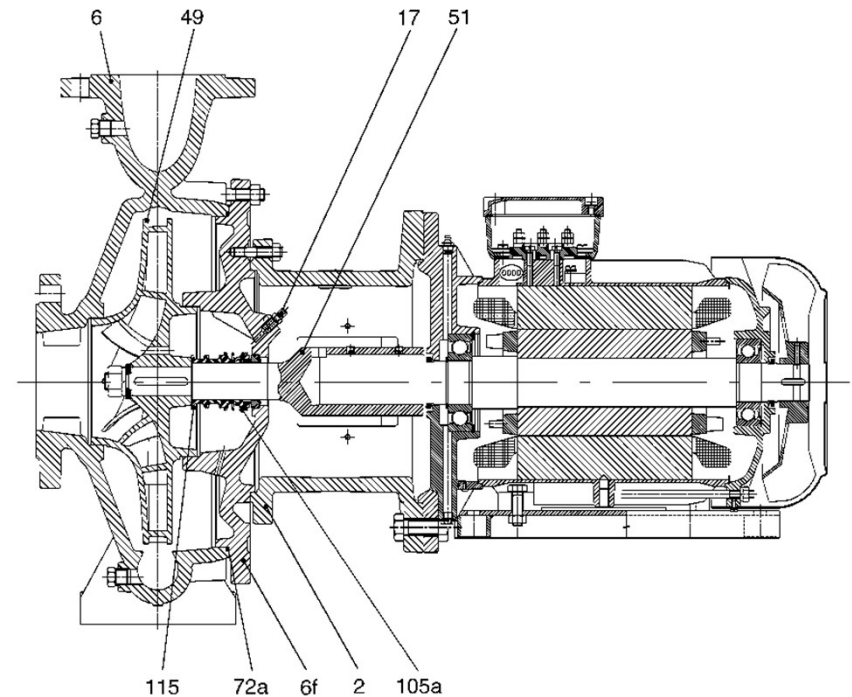


Száraztengelyű konstrukció

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

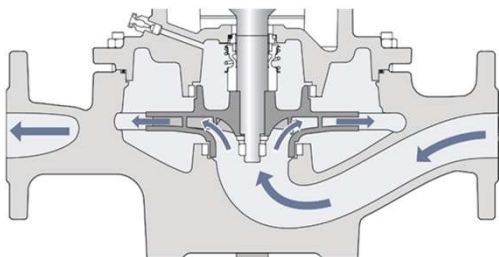
Leggyakrabban meghibásodó alkatrész!

Indítás csak folyadékkal feltöltve.
Forgásirány ellenőrzésre is igaz.
3 mp. szárazonfutás = -40% élettartam



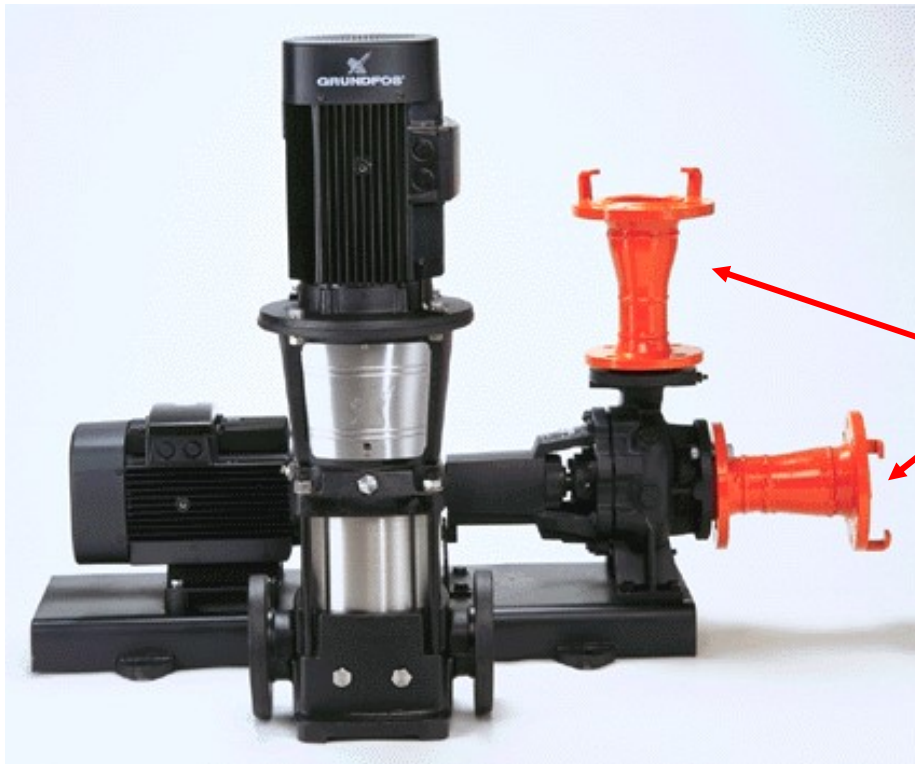
Anyagminőség ???

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



In-line elrendezés

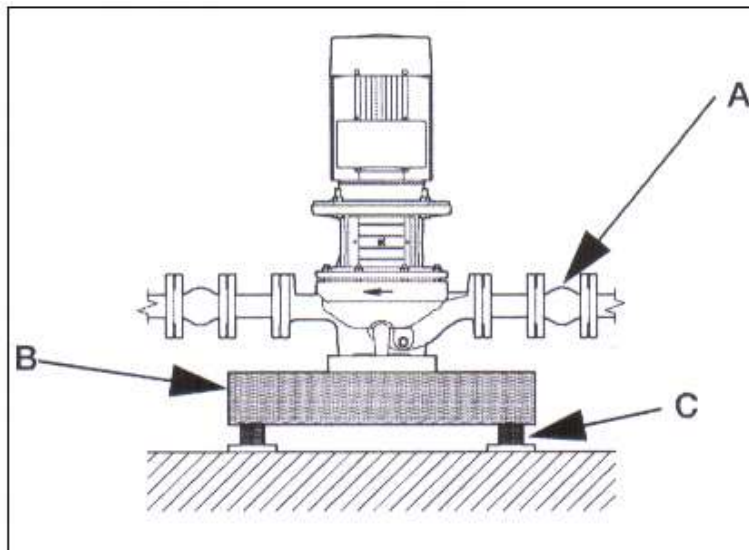
Szivattyúk telepítése



- Norm vagy blokkshivattyúk esetén figyeljünk a csomaksebességekre !
- 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

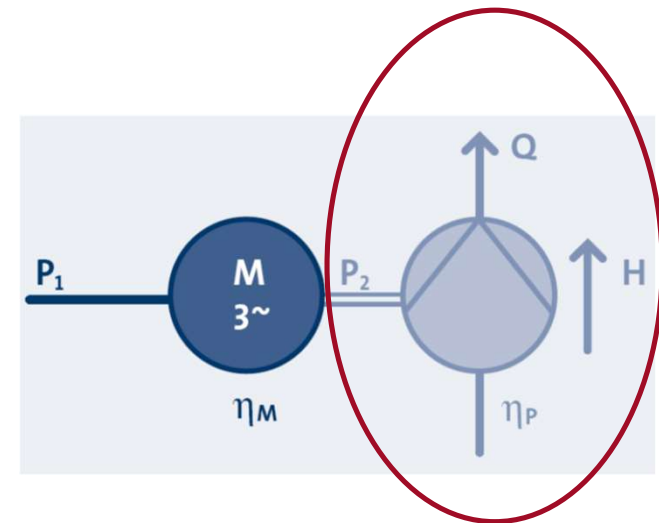
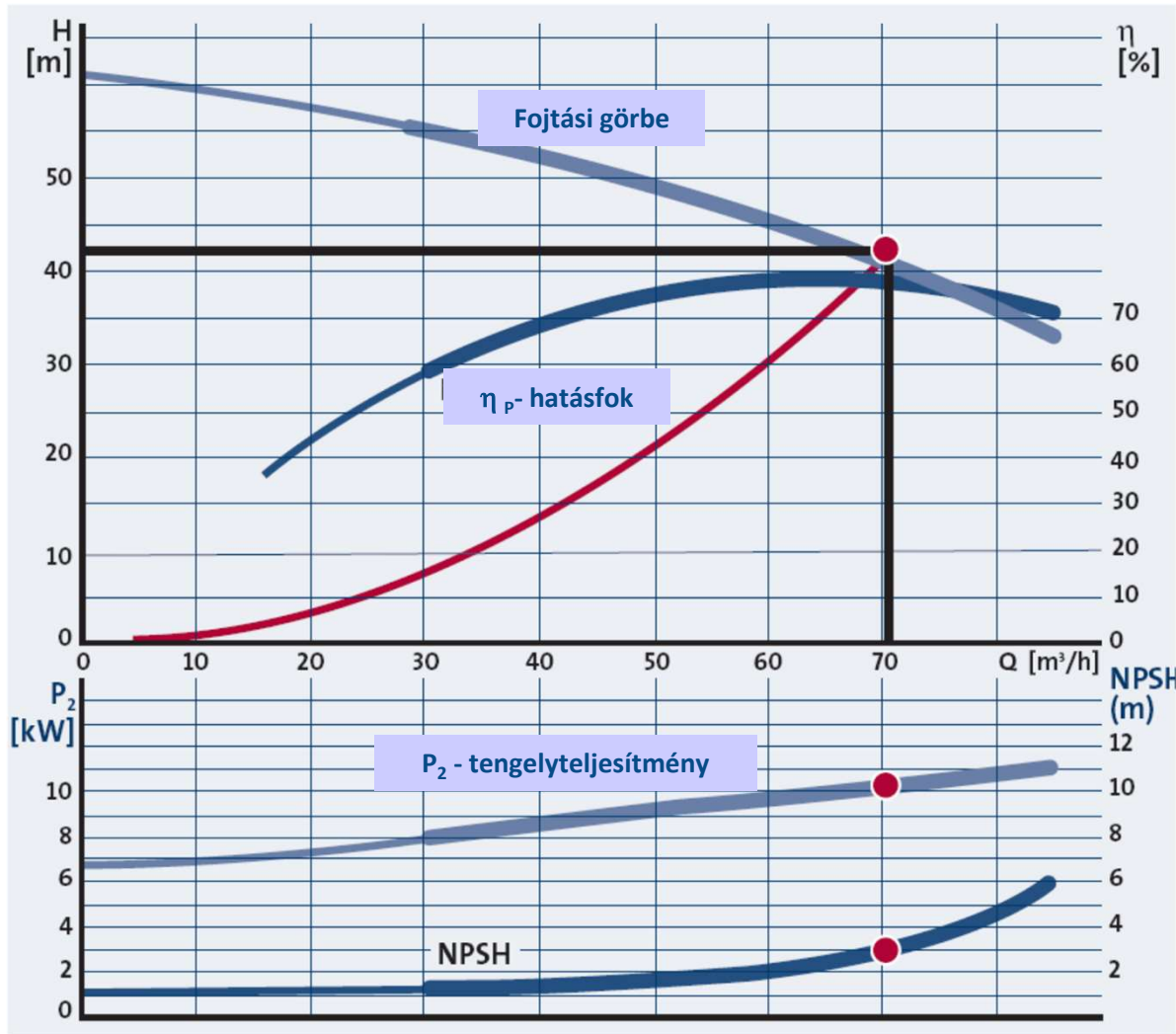
➤ Alap minimális vastagsága:

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

L_f – betonlap hossza

B_f – betonlap szélessége

Szivattyú jelleggörbék



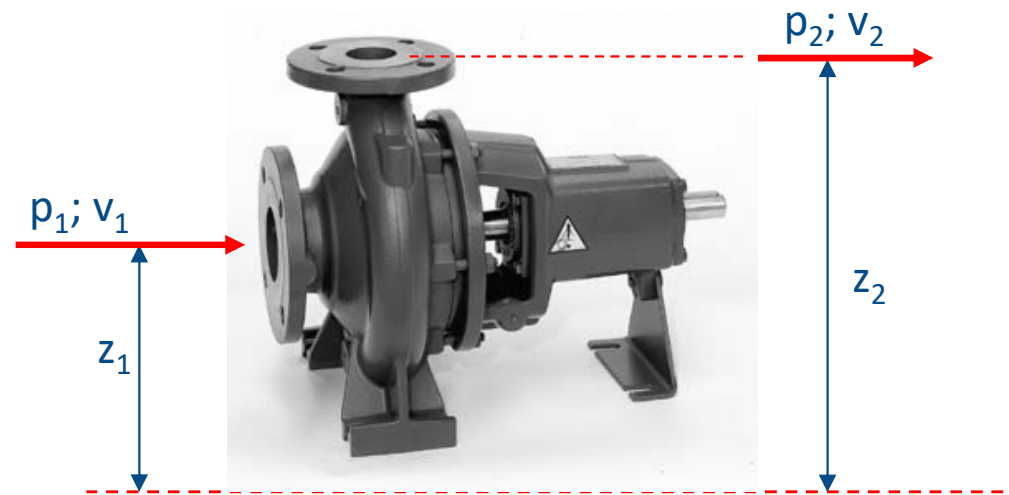
Manometrikus szállítómagasság

Stacionárius, ideális folyadékok energiatartalma
(munkavégző képessége):

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

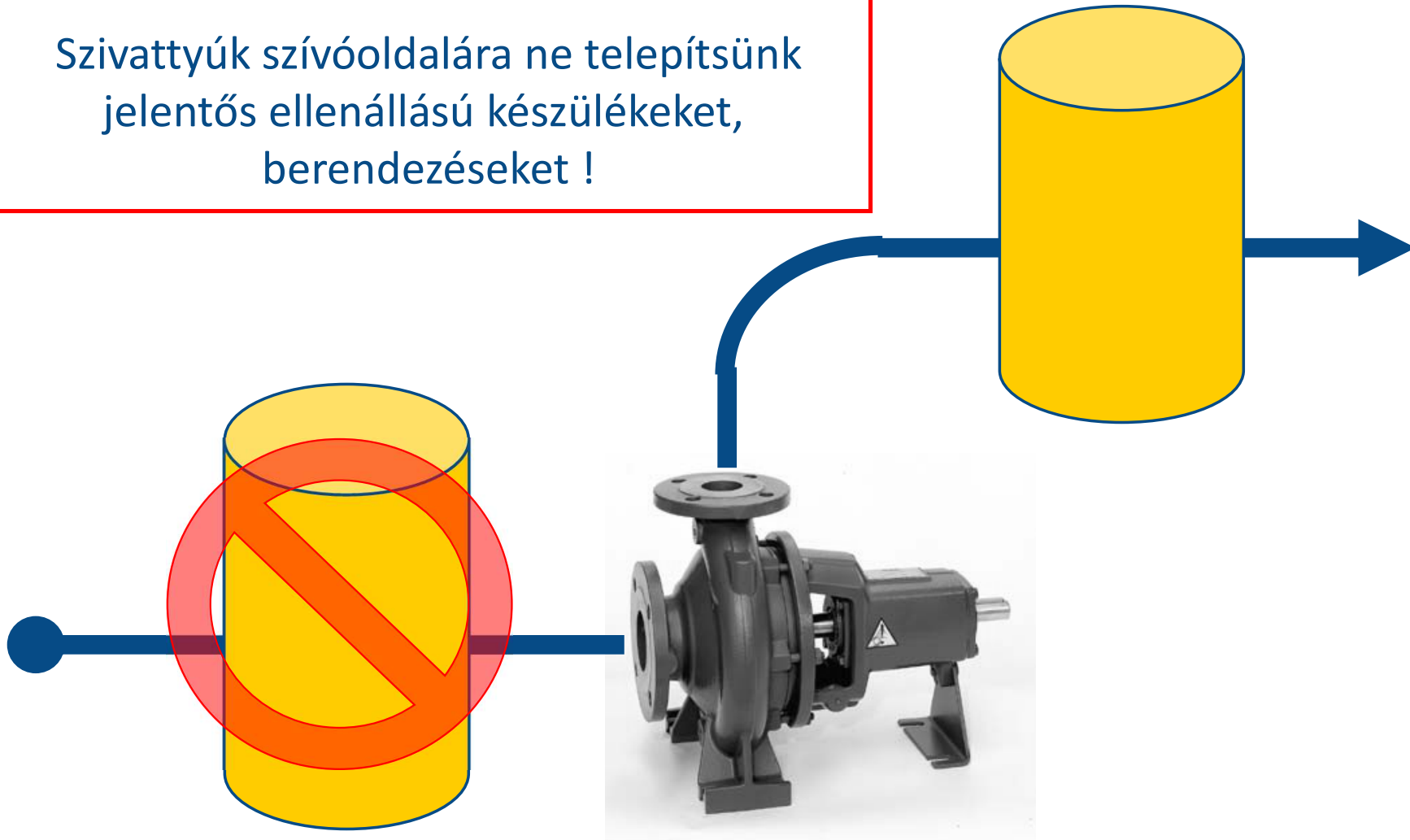
Szivattyú szállítómagassága:

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



Szivattyúk telepítése

Szivattyúk szívóoldalára ne telepítsünk jelentős ellenállású készülékeket, berendezéseket !

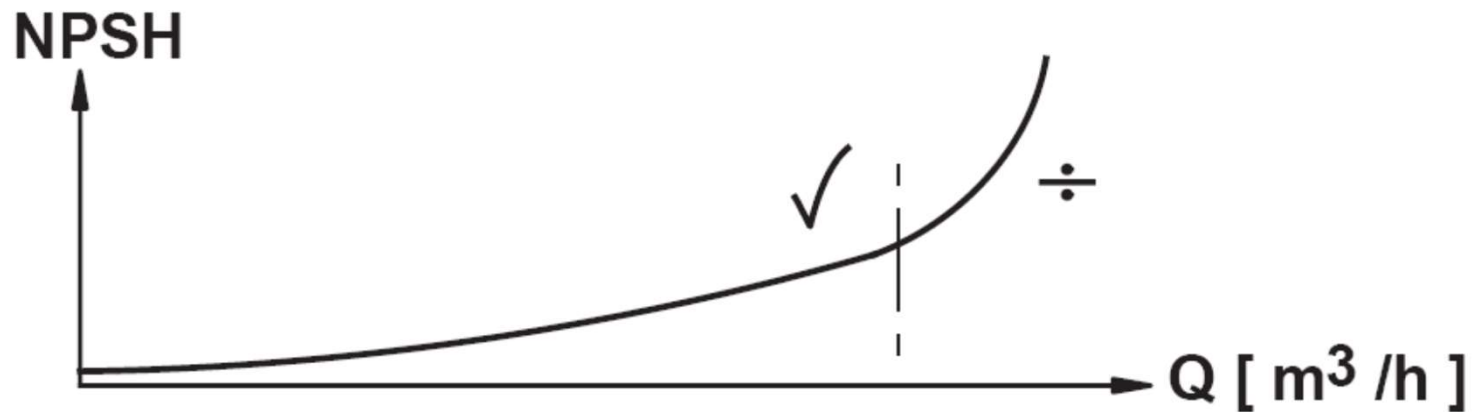


Kiválasztási szempontok

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.



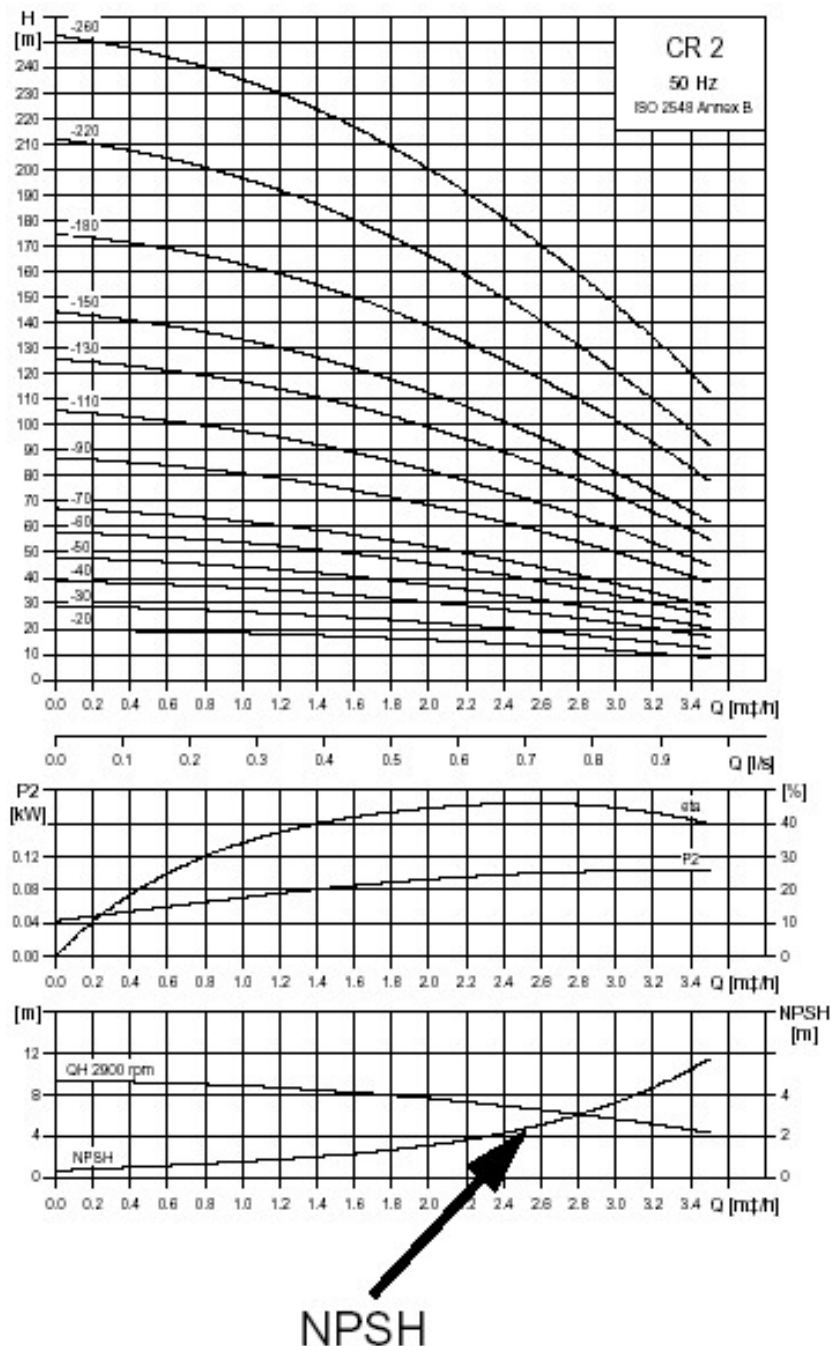
Kavitációs erózió



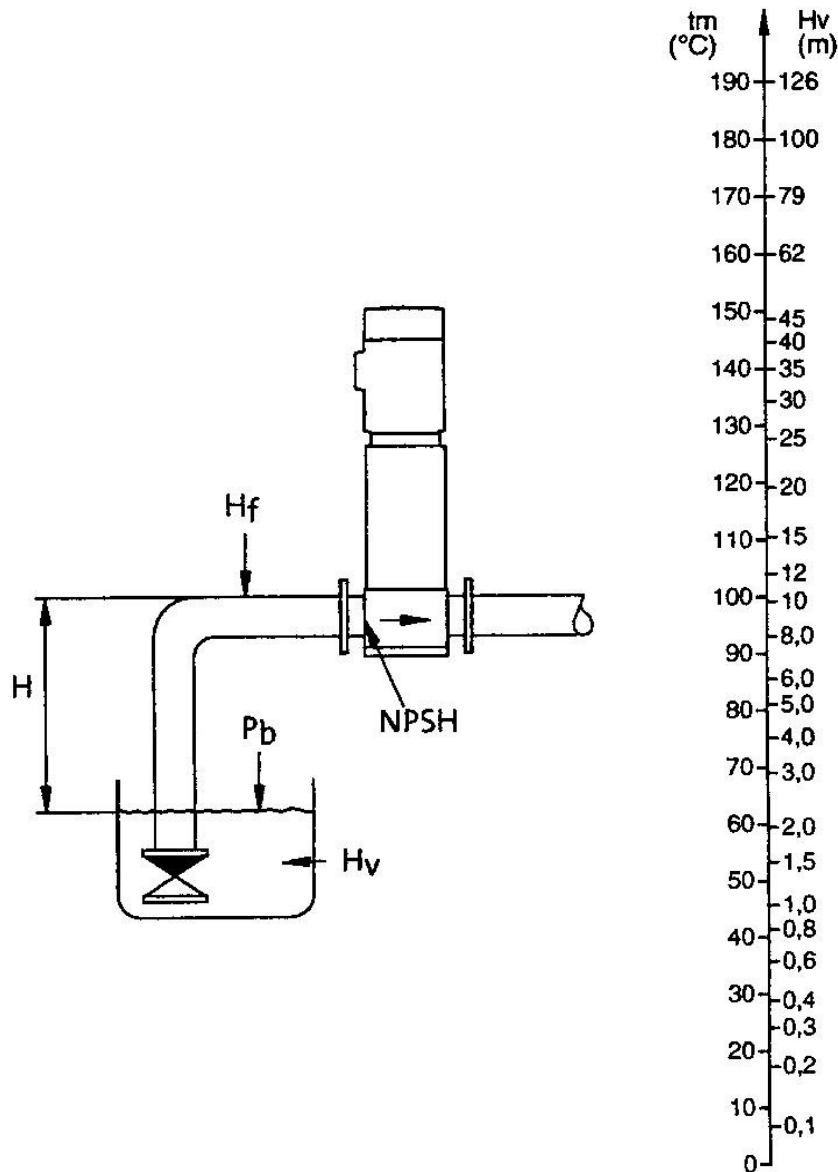
Kavitációs erózió



- 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 közötti nyomásesés nyomású pontja méterben kifejezve.



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 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.

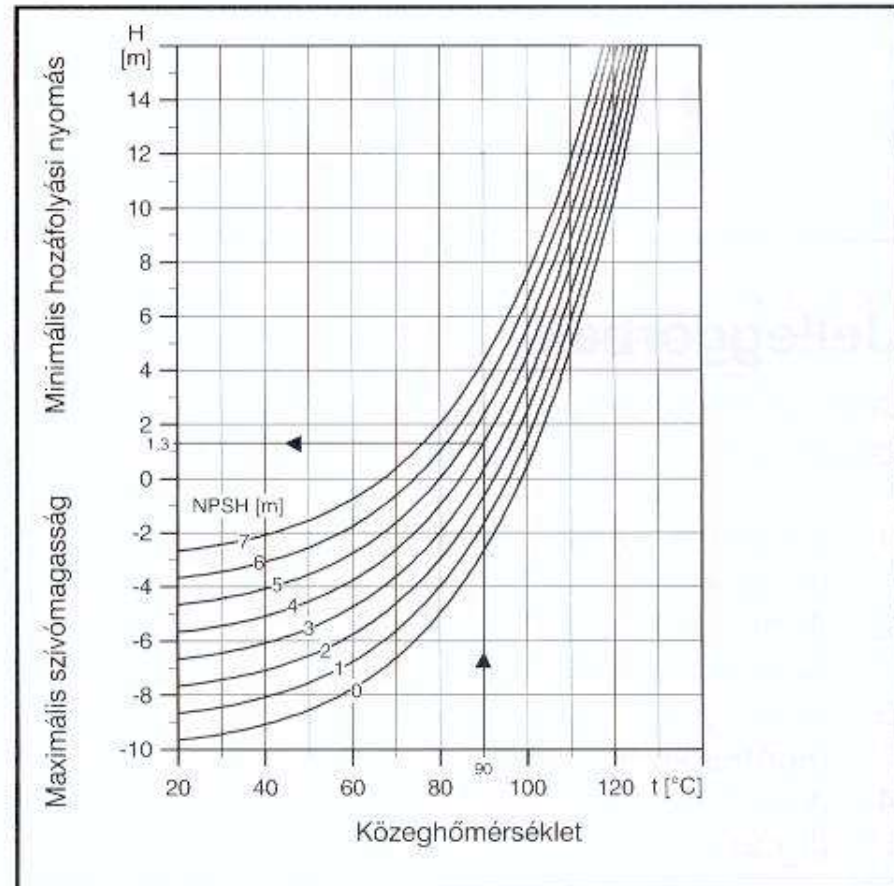
A jobb oldali diagram a kívánt hozzáfolyási nyomás, ill. a megengedett szívómagasság meghatározásához nyújt segítséget. Az adatok kizárólag vízre vonatkoznak normál légköri nyomás mellett (101,3 kPa).

Példa:

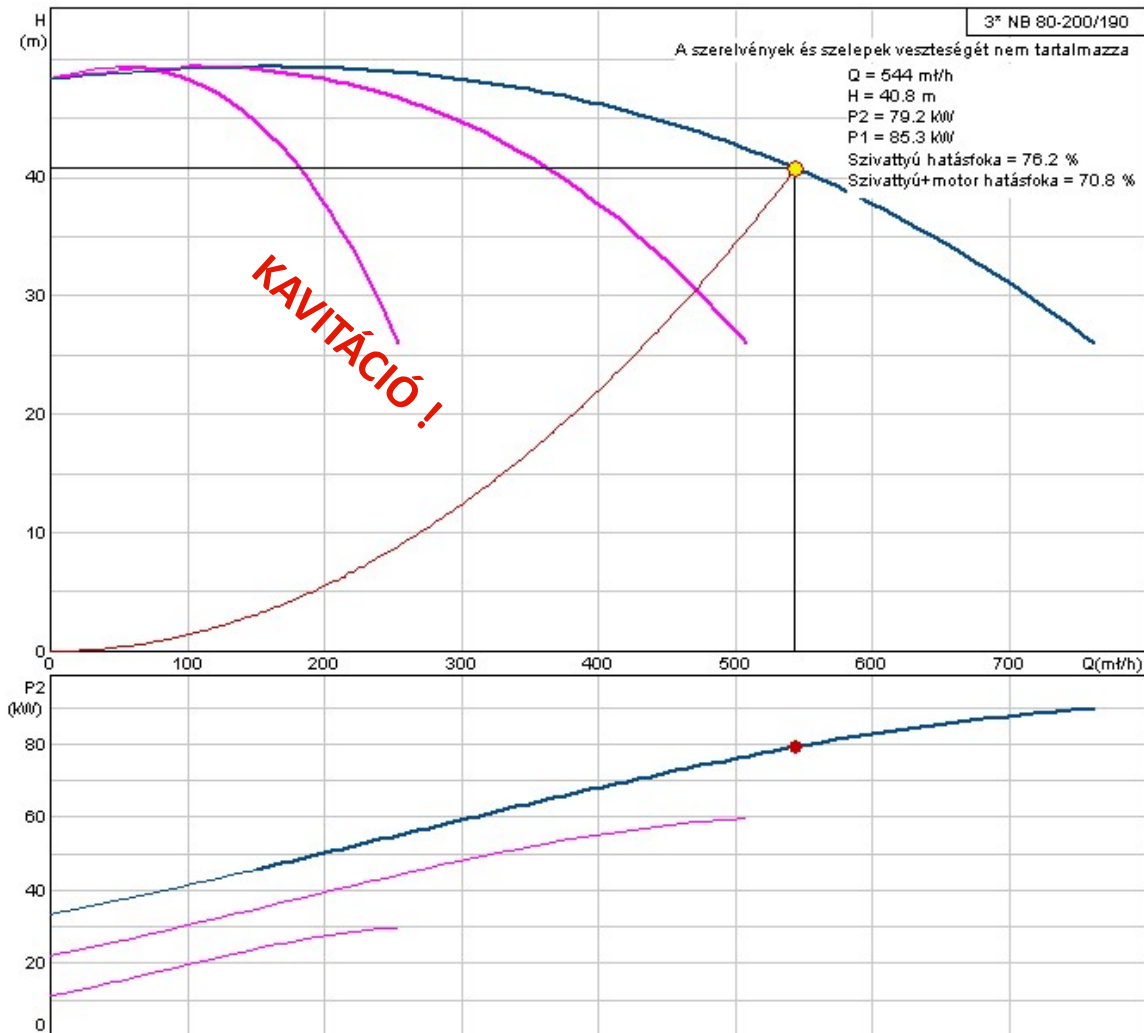
A szivattyú legnagyobb, méretezési térfogatáramához tartozó NPSH érték = 4 m
Közeghőmérséklet = 90 °C

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

Szívómagasság vagy szükséges hozzáfolyási nyomás



Problémák párhuzamos kapcsolásban



Zárt, ill. alacsony statikus magassággalrendelkező rendszerekben a csúcsigényt párhuzamos üzemben teljesítő gépcsoportok 1 gépes üzemenél, a munkapont teljesen jobbra tolódhat, ill. „lecsúszhat” a jelleggörbéről.

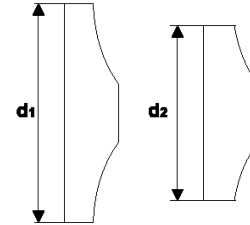
Eredmény:

1 gép üzemenél kavitáció jöhet létre !

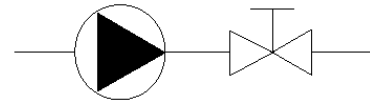
Szivattyú munkapontjának változtatása

Szivattyú szabályozása

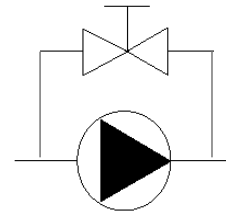
- Járókerék átmérő változtatása



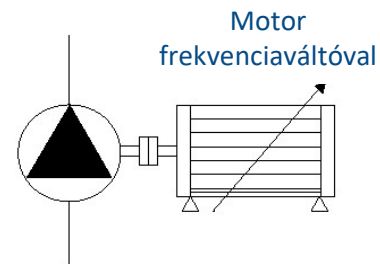
- Fojtásos szabályozás



- „Bypass” szabályozás



- Fordulatszám-szabályozás



Szivattyúk fordulatszám-szabályozása

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

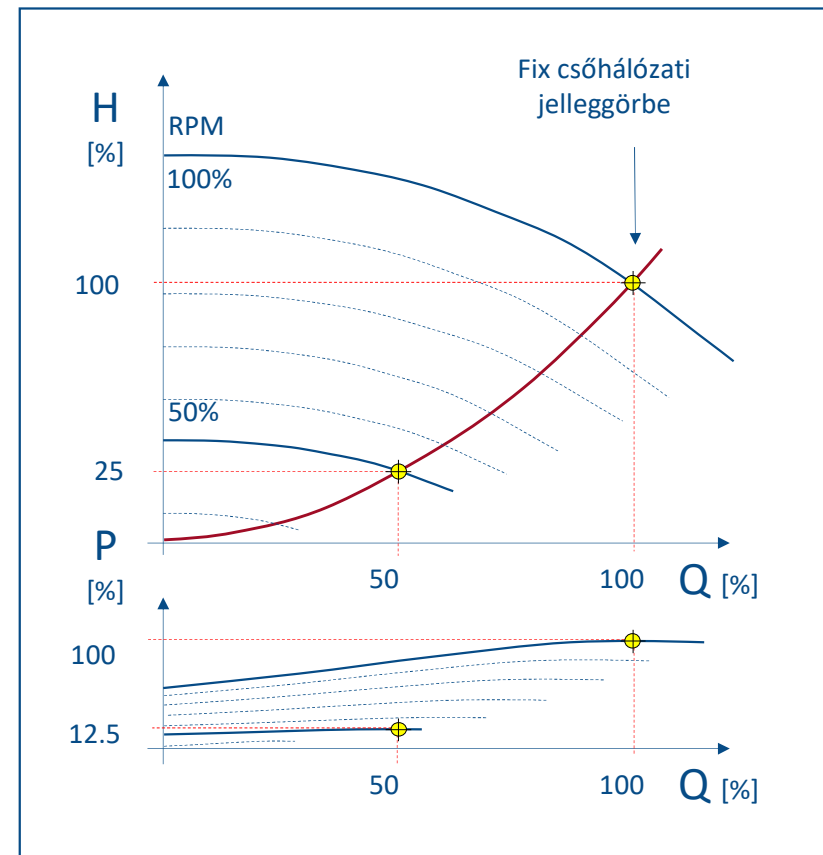
$$\frac{H_2}{H_1} = \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2$$

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

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.

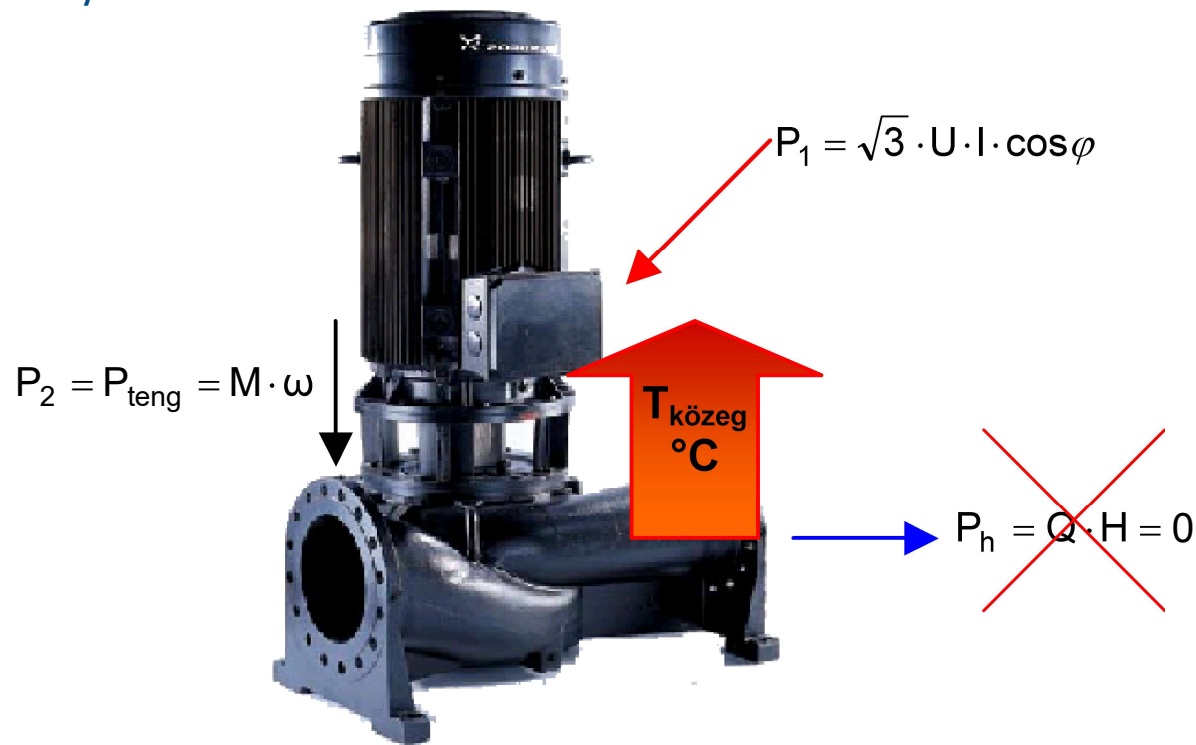


Minimális fordulatszám

➤ Motor

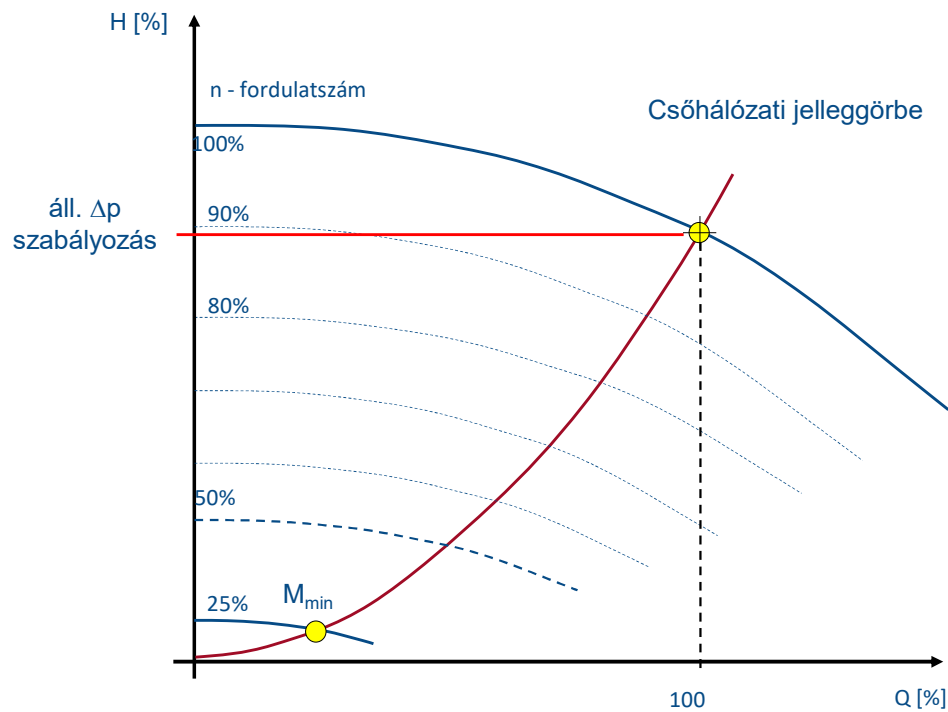
Motor kielégítő hűtése érdekében 15 Hz alatt nem üzemeltethető a berendezés.

➤ Szivattyú

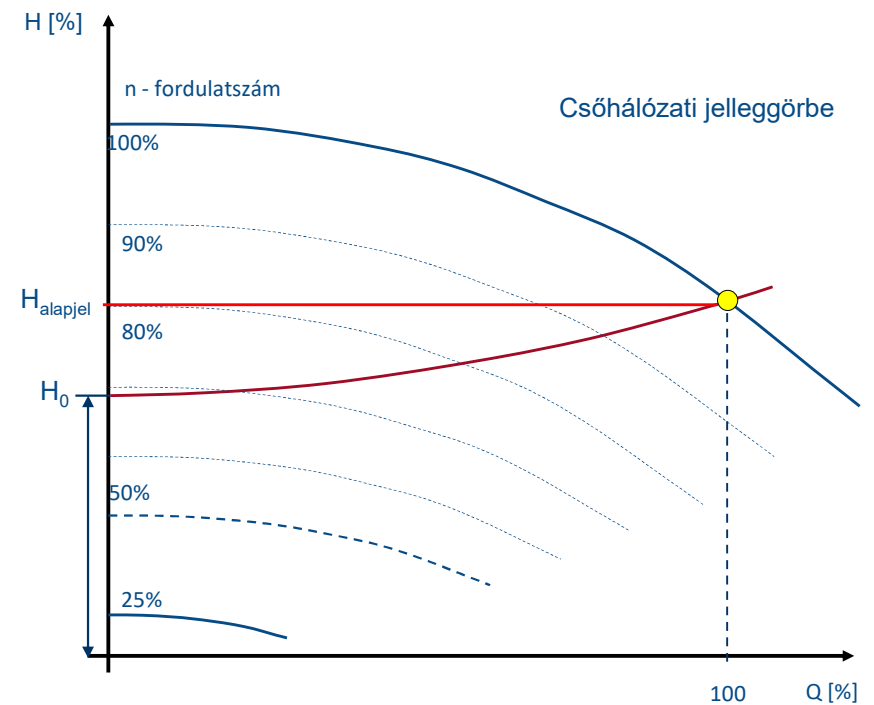


Az örvényszivattyú által megszabott alsó határérték, az a fordulatszám ahol megszűnik a szivattyú szállítása, azaz ahol a térfogatáram nullára csökken. Ebben az esetben a szivattyúnak nincs a kimeneten hasznos teljesítménye ($P_h = Q \times H$), így a tengelyén felvett teljesítmény a szivattyúban lévő folyadékot melegíti.

Minimális fordulatszám



Zárt rendszerben

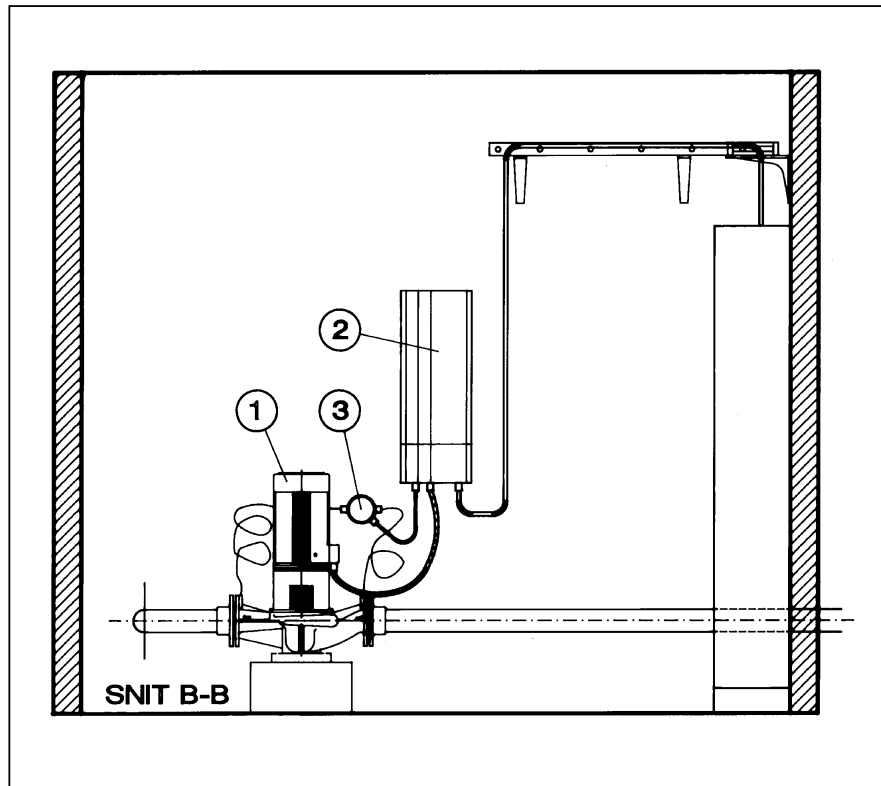


Nyitott rendszerben

Külső vagy beépített frekvenciaváltó?

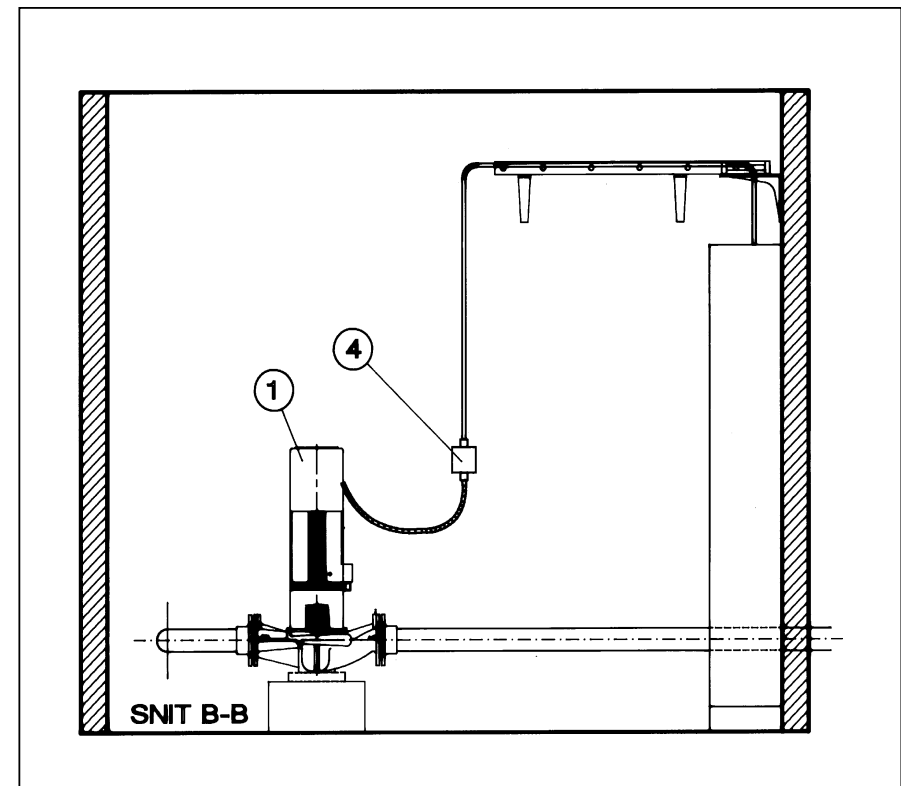
Hagyományos megoldás

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

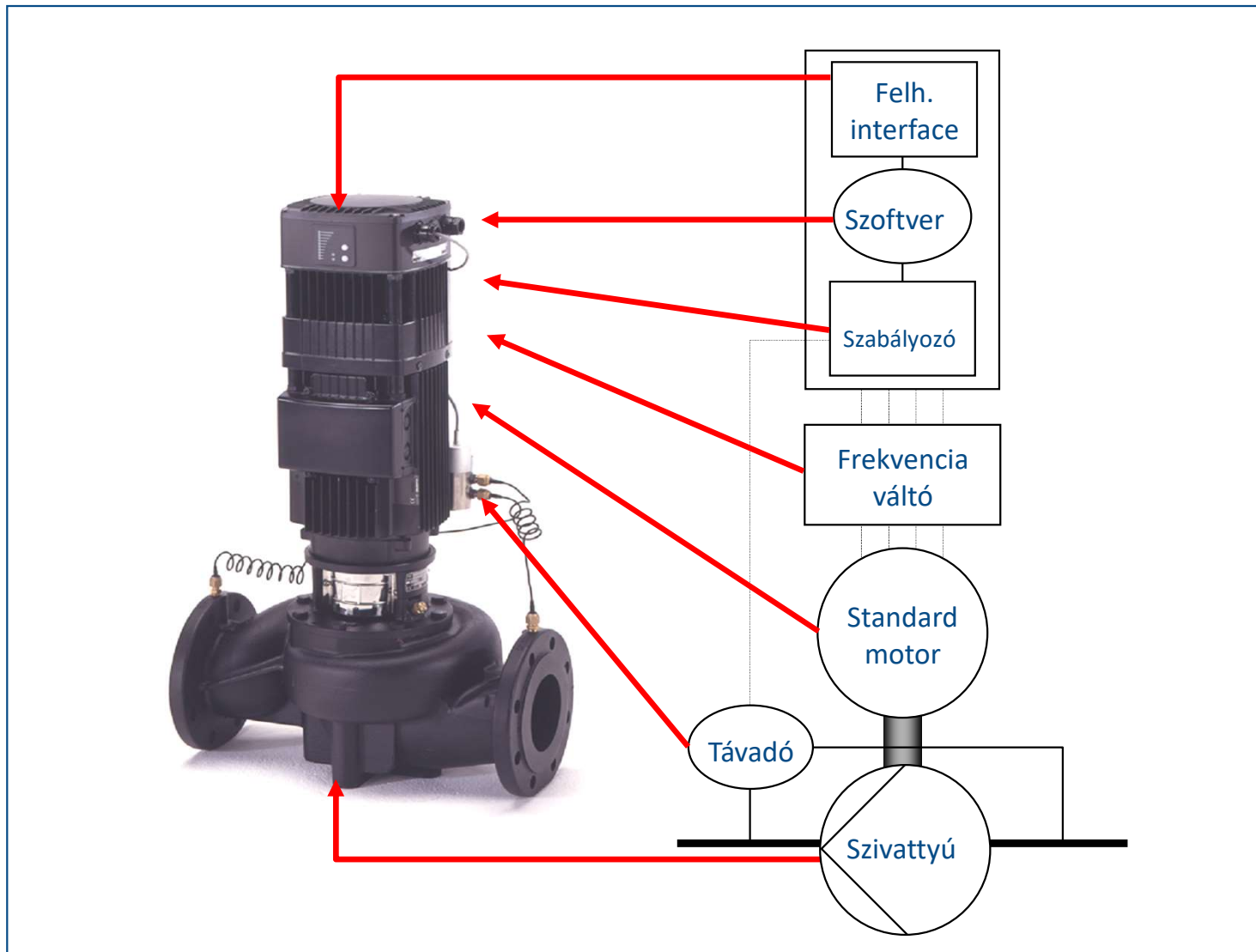


E-szivattyús megoldás

Szivattyú + frekvenciaváltó + távadó egy egységbe építve.



E-szivattyú koncepció



Szivattyú motorok védettsége

Üzemeltetés párás környezetben

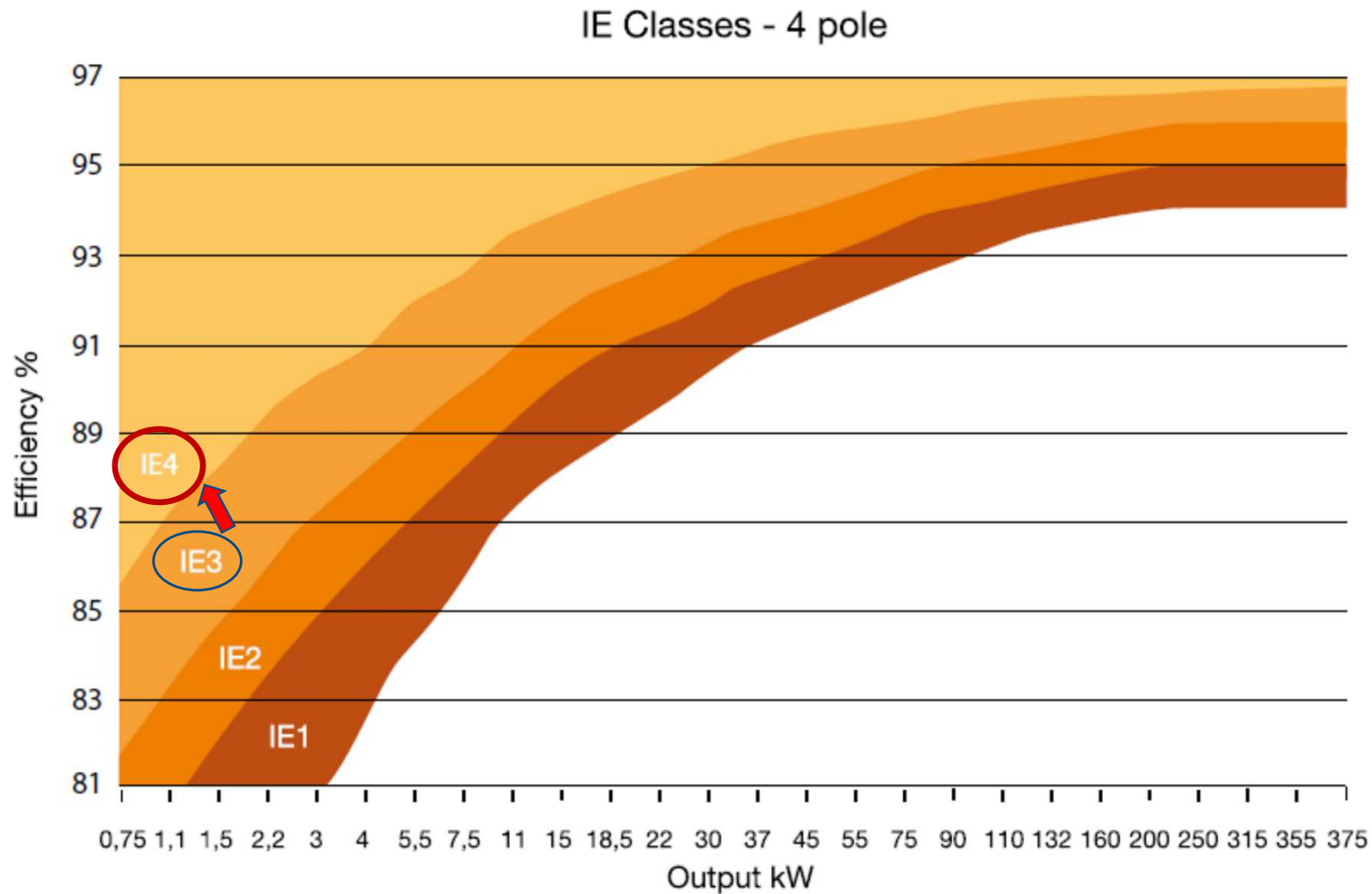


- ✓ A motorok alap kivitelben IP55 védettségűek.
- ✓ A motorokon lévő leeresztő dugók eltávolításával a védettség IP44-re változik.
- ✓ Az IP44 kivitel párás környezetben előnyösebb, mert a kondenzvíz a furatokon keresztül távozik.
- ✓ 85% páratartalom felett el kell távolítani a leeresztő dugókat. (Védettség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

➤ IE osztályok

Min. követelmény: IE3

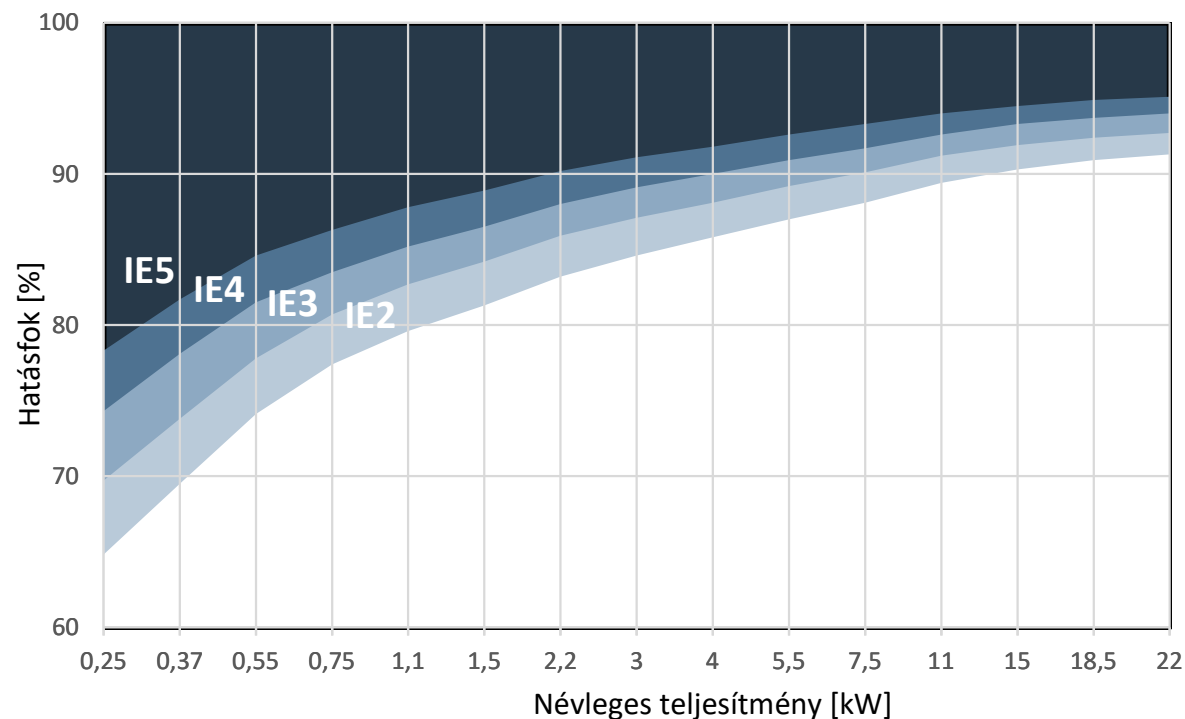
2023. júl. 1-től 75-200 kW / kötelező szint: IE4



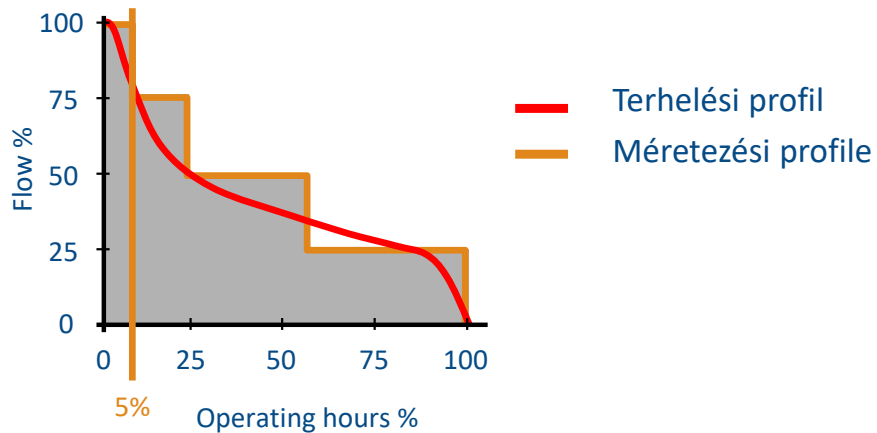
➤ IE5 motorok

Állandó mágneses szinkron-reluktancia motorok beépített frekvenciaváltóval

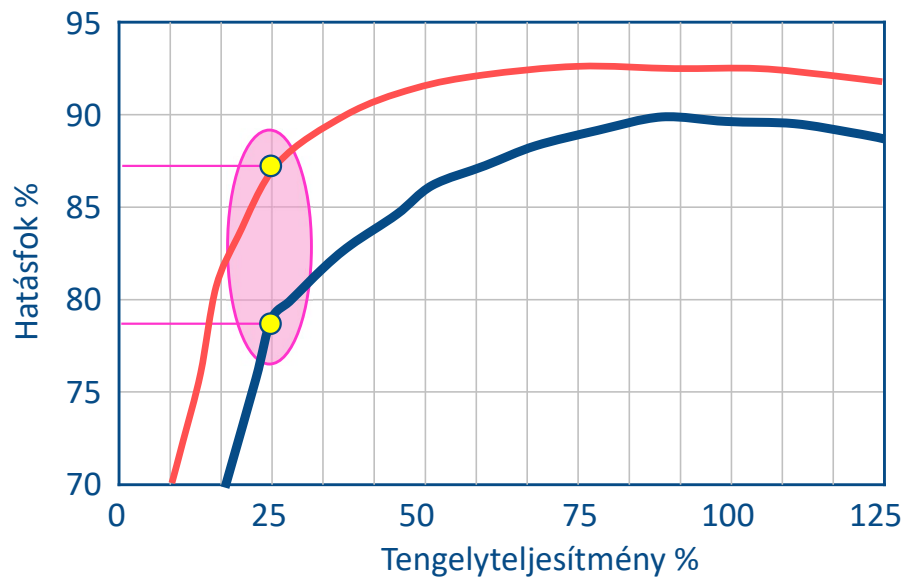
- 22 kW teljesítményig (55 kW-ig 2023-tól)
- IEC 60034-30-2 szerint, integrált elektronikus szabályozással vagy külső frekvenciaváltó szükséges



Magas hatásfokú motorok részterhelésnél



Az üzemidő 95%-a részterhelésű állapot.



Magasabb IE osztály (IE4/IE5)
Alacsonyabb IE osztály (IE3/IE2)

IE3/IE4 motorok egyéb előnyei

- Megengedett környezeti hőmérséklet 55...60 °C
- Alacsonyabb zajszint (kb. 6-8 dB)
- Hosszabb csapágy élettartam



➤ Újratekercselés vagy csere ?

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

IE3 motorcsere megtérülése:

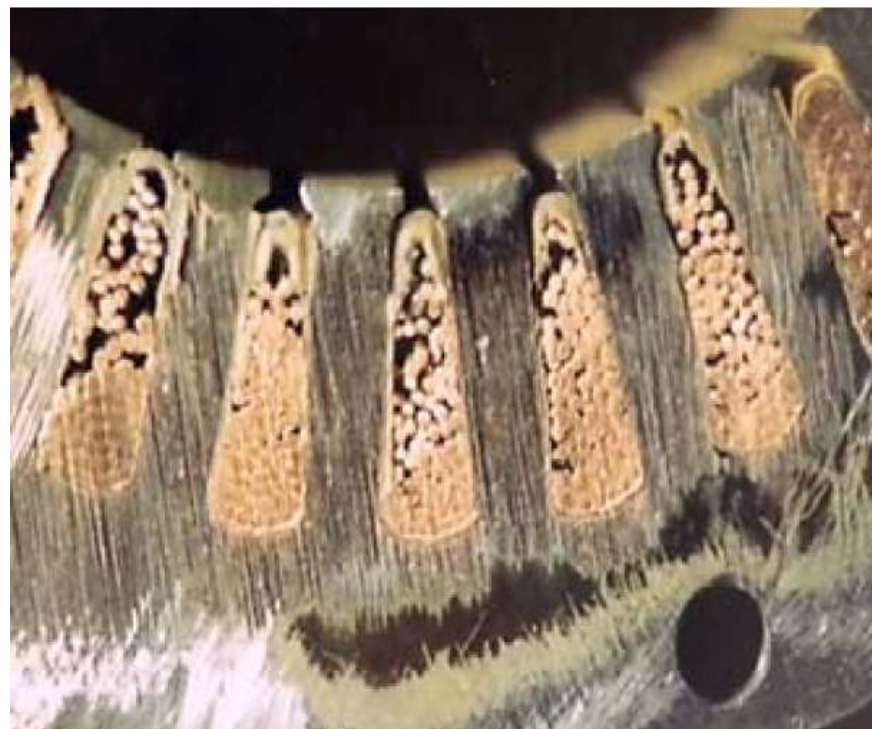
180 nap/év min. üzemidővel számolva

- **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





Köszönöm megtisztelő figyelmüket!