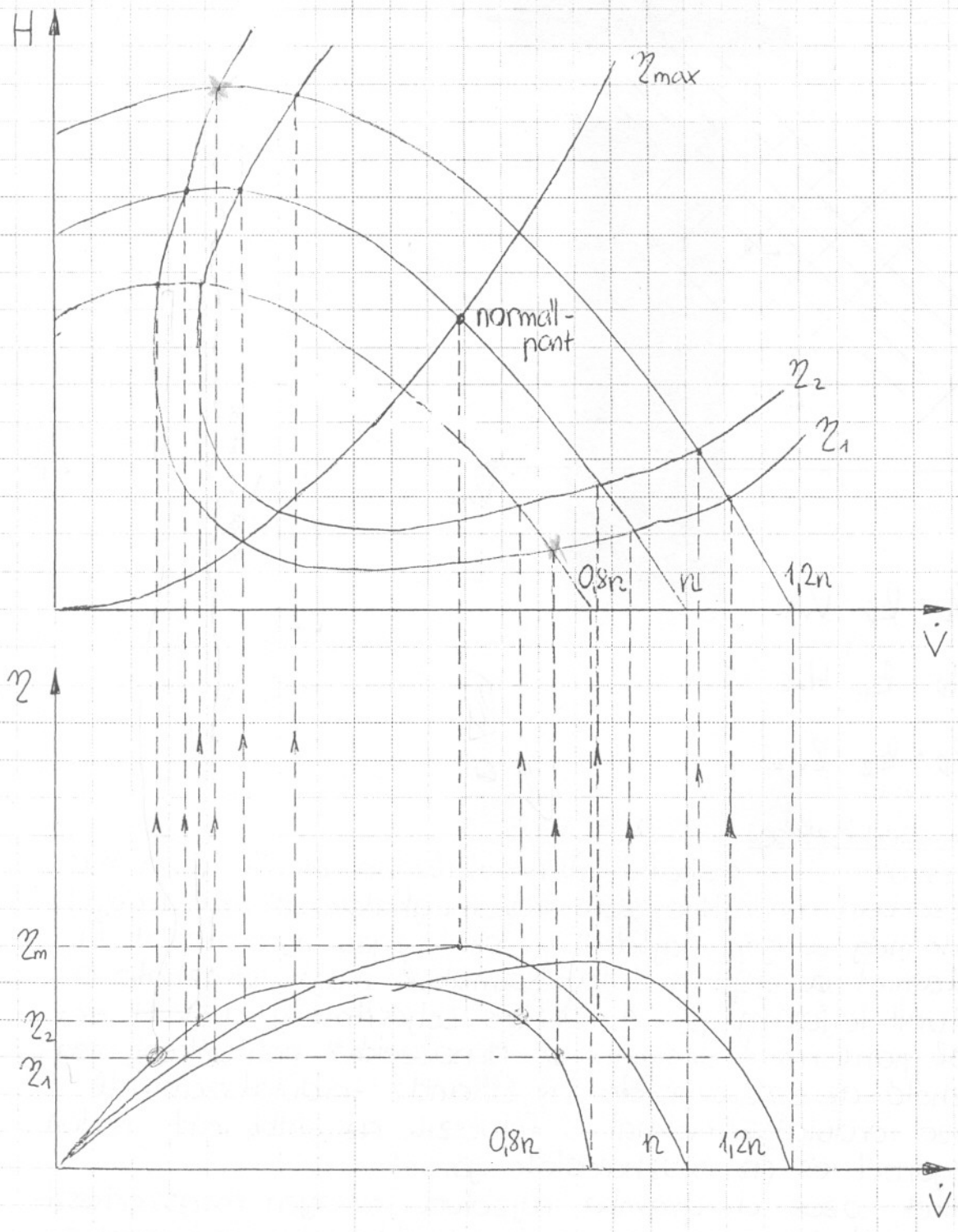
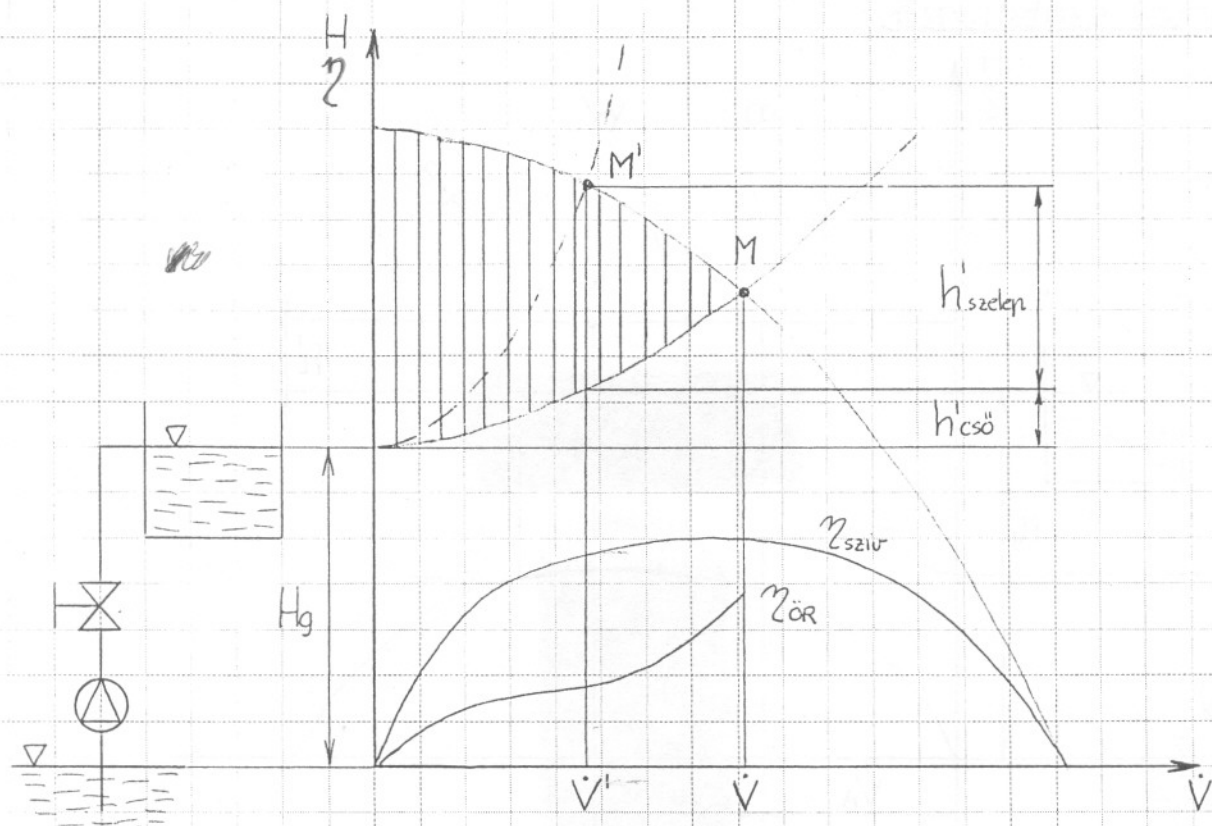


4. A hatásfokot ábrázoló görbesereg egy kiválasztott hatásfokhoz tartozó pontjait felvetítjük a felette megrajzolt azonos  $\dot{V}$ -leptékű  $\dot{V}$ -H görbére. Az így kapott metszéspontok a kiválasztott hatásfokú pontok. A kapott pontokat összekötve „kagylószerű” vonalsereget kapunk. A „kagylók” egy pont felé haladva kisebbednek, majd a gép legjobb hatásfokánál egy ponttá zsugorodnak. Ez a pont a gép ún. normálpontja. Ha a gépet az elérhető legjobb összh hatásfokkal akarjuk járattani, megfelelő működéssel be kell állítanunk a kagylódiagramból kivásható fordulatszámot.



## Fojtásos szabályozás



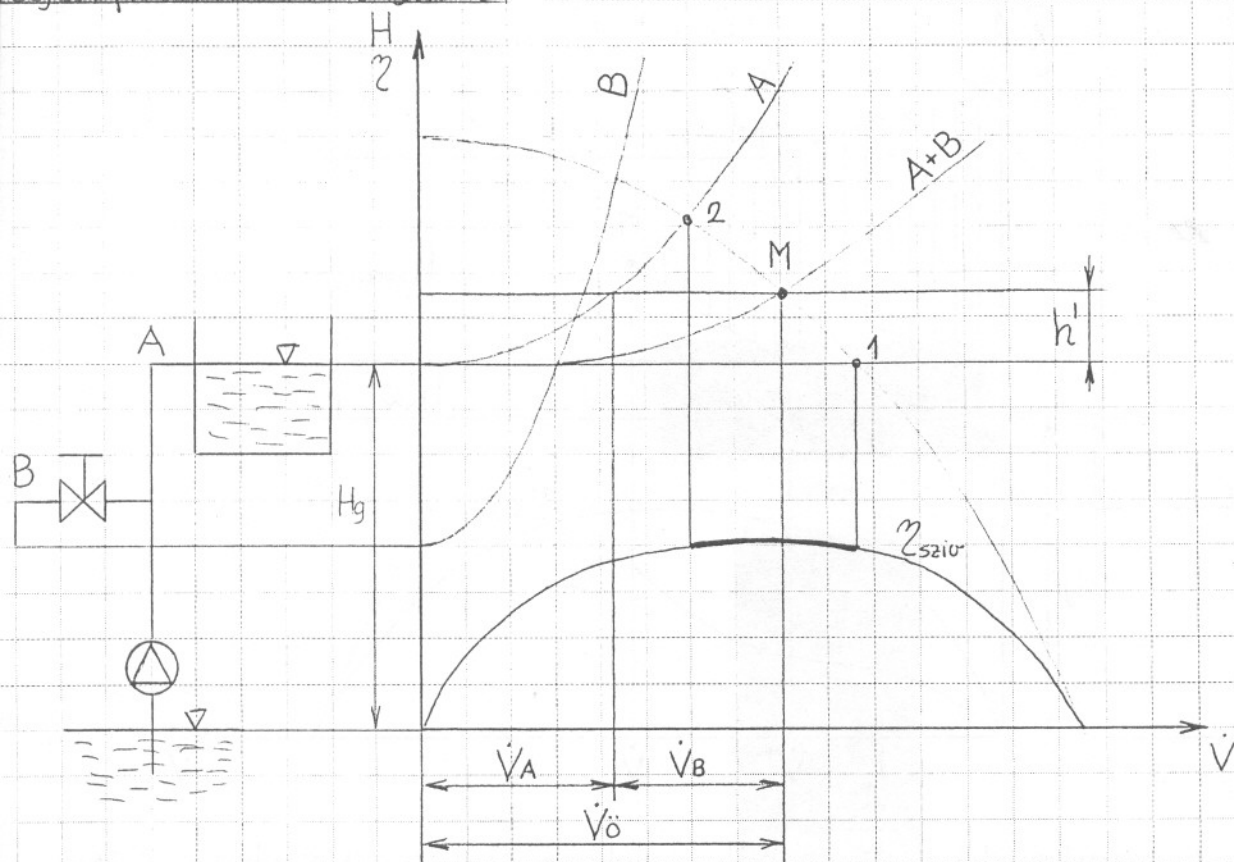
- Ha a rendszerbe iktatott szabályszelepet fojtjuk a szelep veszteségtényezője nő, ezért a csövezetek jelleggörbéje meredekebb parabola lesz. A munkapont (M) M'-be vándorol V pedig V'-re csökken.
- A munkapont vándorlása a szivattyú hatásfokát alig változtatja, ha a szállított folyadékmennyiséget nem csökkentjük túlságosan. Ha azonban a szivattyú-csővezetek rendszer közös hatásfokát vizsgáljuk, akkor kedvezőtlen képet kapunk a fojtásos szabályozásról.
- A szivattyú - csövezetek rendszer összhatásfoka:  $\eta_{\text{ör}}$

$$\eta_{\text{ör}} = \frac{P_{\text{hasznos}}}{P_{\text{bevezetett}}} = \frac{V' \cdot H_g \cdot \rho \cdot g}{V \cdot \rho \cdot g \cdot (H_g + h'_{\text{cső}} + h'_{\text{szelep}})} < \eta_{\text{sziv}}$$

### Alkalmazás:

- A fojtásos szabályozás kisebb gépeknél kedvezőtlen hatásfoka ellenére igen elterjedt, mivel beruházási költségei alacsonyak, és kezelése nem igényel különösebb szakmai ismeretet.
- Nagyobb gépeknél a beruházási előnyök nem tudják kompenzálni a fojtásos szabályozás rossz hatásfokából eredő üzemköltség többletet.

## egésnapolás szabályozás:



- Az eredő jelleggörbe az A és B jelű jelleggörbe  $\dot{V}$  irányú összegzése.
- A szabályószelep zárt állapotú esetén a munkapont a 2-es jelű pont. Ha azonban a szelep annyira nyitva van, hogy a teljes folyadékmenyiség a megcsapuló vezetéken áramlik akkor a munkapont az 1-es pont (Az 1-es pont tartozhat nagyobb  $\dot{V}$ -hoz is, attól függően, hogy a szelepet mennyire lehet kinyitni.)
- A munkapont a szelepcállástól függően e két pont közt változol.
- Az 'A' szállítócső folyadékmenyisége a szabályozás során a 2-es ponthoz tartozó maximális  $\dot{V}$  értéktől 0-ig folyamatosan változtatható. (Eközben  $H = H_1 - H_2$ ). A szivattyú mindvégig a legjobb hatásfokú pontjának környezetében dolgozik.

$$\eta_{OR} = \frac{P_{hasznos}}{P_{bevezetett}} = \frac{\dot{V}_A \cdot H_g \cdot \rho \cdot g}{\dot{V}_o \cdot \rho \cdot g \cdot (H_g + h')} \cdot \eta_{sziv}$$

## Alkalmazás:

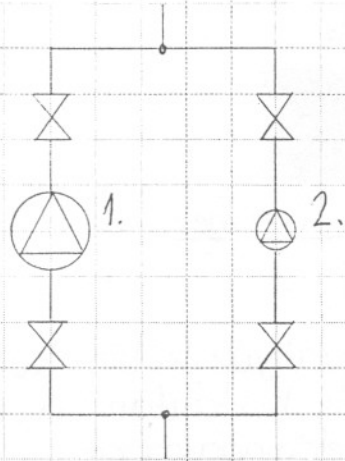
- pl. recirkulációs olajellátó rendszereknel

Lépcsős vagy szakaszos szabályozás:

Szivattyú ki- és bekapcsolása:

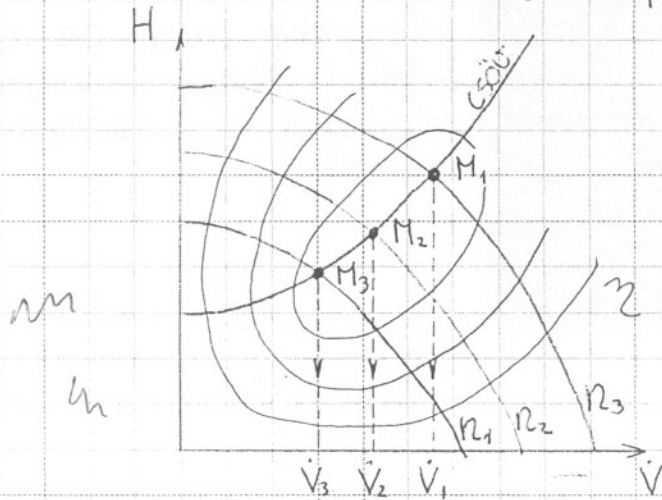
- előnye, hogy a szivattyú mindig a nevéleges térfogatáramon dolgozik, így az  $Z_{opt}$  addódik.
- optimalis

Szivattyú - tartalékszivattyú váltakozó üzeme:



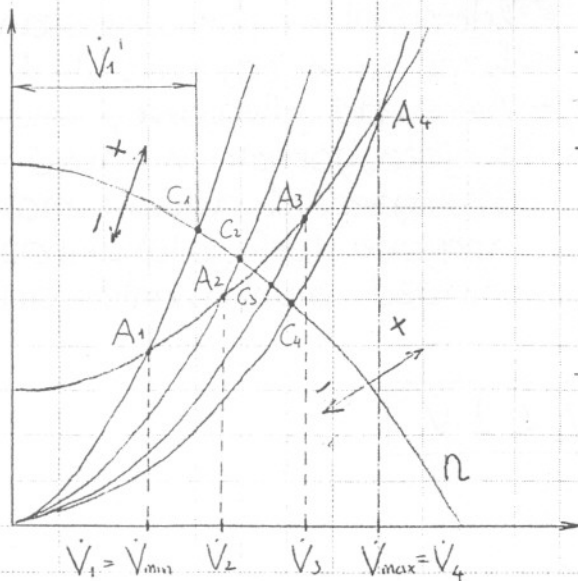
- pl: 1. nappali ( $V_{nevel}$ )
- 2. éjszaka ( $V_{csökkenett}$ )
- 1+2: csúcsteljesítmény ( $V_{max}$ ) (Felfűtés)

Fokozatos fordulatszám szabályozás polusváltós motorokkal:



$n_1 < n_2 < n_3$

Fokozatmentes fordulatszám szabályozás:



- Igény a  $V_{max}$  és  $V_{min}$  közti fokozatos állíthatóság.
- Megrajzoljuk az affin paraboloikat a kívánt térfogatáramhoz tartozó, a csővezeték jelleggörbéjén elhelyezkedő pontokon keresztül, így megkapjuk a  $C_1, C_2, C_3, C_4$  pontokat
- Ezekhez a pontokhoz  $V_1', V_2', V_3', V_4'$  térfogatáramok tartoznak.

- Az affinitás törvénye értelmében:

$$\frac{n_1}{n} = \frac{V_1}{V_1'} \Rightarrow n_1 = n \cdot \frac{V_1}{V_1'}$$

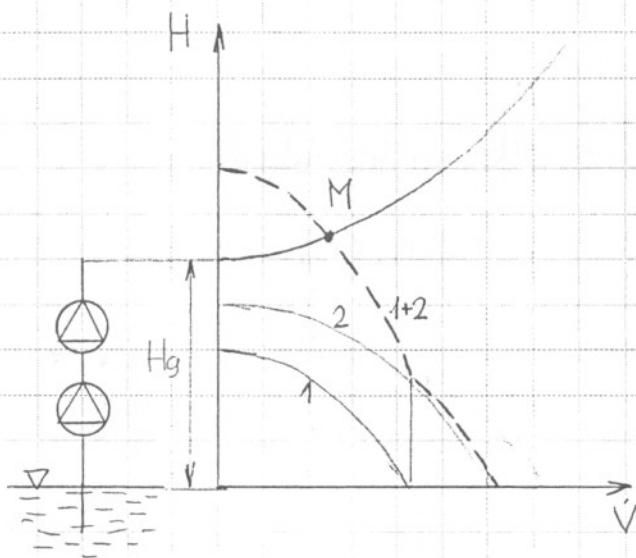
- a kívánt fordulatszám beállításához frekvenciaváltót alkalmazunk.

$$25\text{Hz} \leftarrow 50\text{Hz} \rightarrow 80\text{Hz}$$

$$n = \frac{f \cdot 60}{\pi}$$

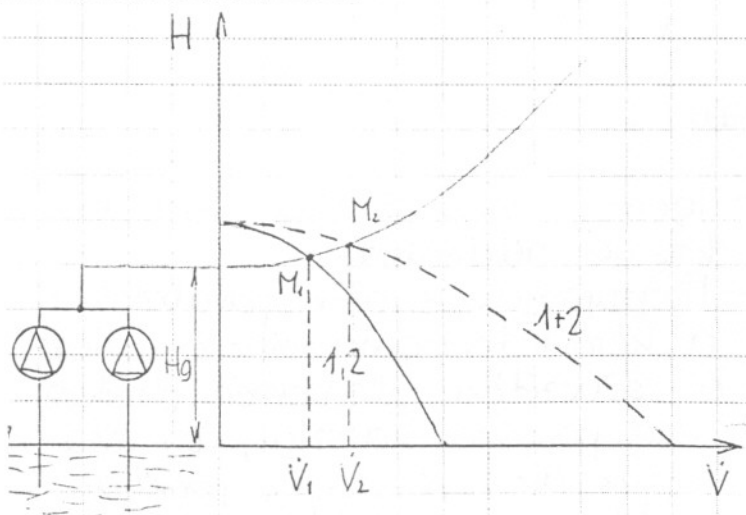
### Centrifugalszivattyúk soros és párhuzamos üzeme:

#### Soros üzem:



- A szivattyúk külön-külön nem tudják biztosítani a kívánt  $H$  emelőmagasságot.
- Sorbakapcsolva viszont az eredő jelleggörbe, amely az egyes jelleggörbék  $H$  irányú összegzéséből keletkezett már szolgálhat munkapontot.

#### Párhuzamos üzem:



- Ha a szivattyú a kívánt térfogatáramot nem tudja szolgáltatni, akkor párhuzamosan kapcsoljuk egy másikkal.
- Az eredő jelleggörbe, amely a jelleggörbék  $V$  irányú összegzésével adódik már nagyobb térfogatáramhoz tartozó munkapontot ad.

$$V_2 < 2 \cdot V_1$$

- Az affinitás törvénye értelmében:

$$\frac{n_1}{n} = \frac{\dot{V}_1}{\dot{V}_1'} \Rightarrow \boxed{n_1 = n \cdot \frac{\dot{V}_1}{\dot{V}_1'}}$$

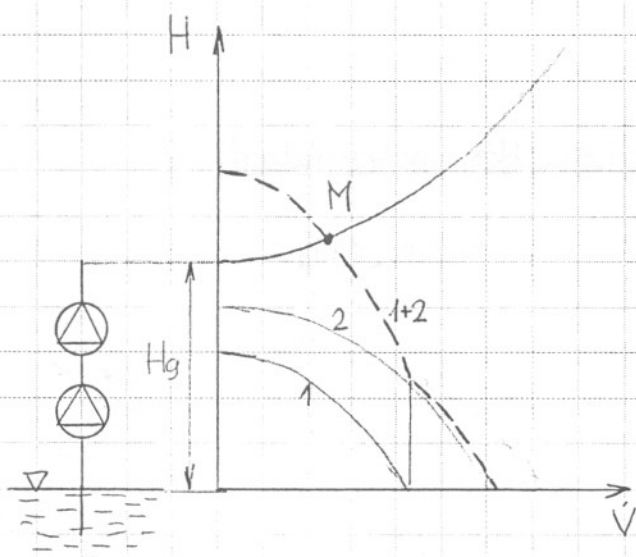
- a kívánt fordulatszám beállításához frekvenciaváltót alkalmazunk.

$$25\text{Hz} \leftarrow 50\text{Hz} \rightarrow 80\text{Hz}$$

$$n = \frac{f \cdot 60}{p}$$

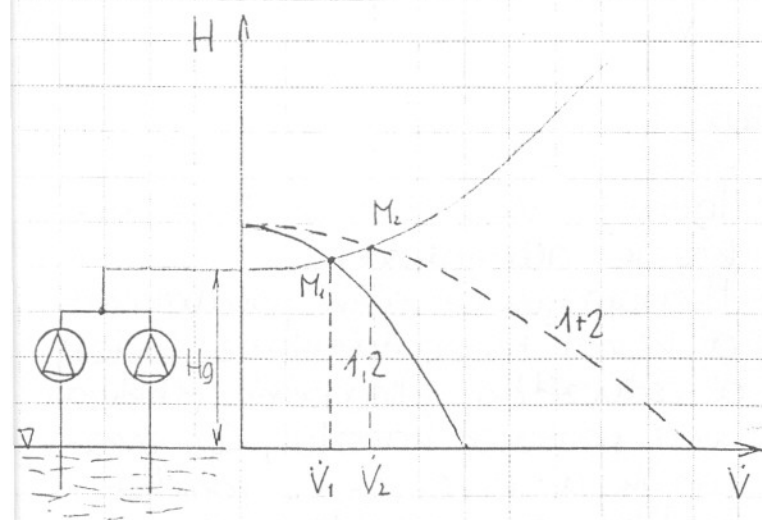
entrifugalszivattyúk soros és párhuzamos üzeme:

Soros üzem:



- A szivattyúk külön-külön nem tudják biztosítani a kívánt  $H$  emelőmagasságot.
- Sorbakapcsolva viszont az eredő jelleggörbe, amely az egyes jelleggörbék  $H$  irányú összegzéséből keletkezett már szolgálhat munkapontot.

Párhuzamos üzem:



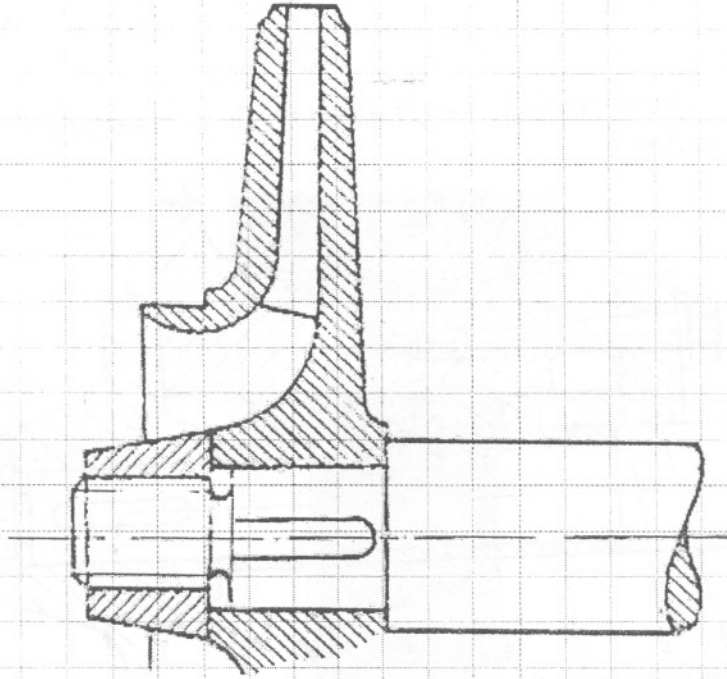
- Ha a szivattyú a kívánt térfogatáramot nem tudja szolgáltatni, akkor párhuzamosan kapcsoljuk egy másikkal.
- Az eredő jelleggörbe, amely a jelleggörbék  $\dot{V}$  irányú összegzésével adódik már nagyobb térfogatáramhoz tartozó munkapontot ad.

$$\boxed{\dot{V}_2 < 2 \cdot \dot{V}_1}$$

## Centrifugalszivattyúk konstrukciós kérdései:

### Járdkerék:

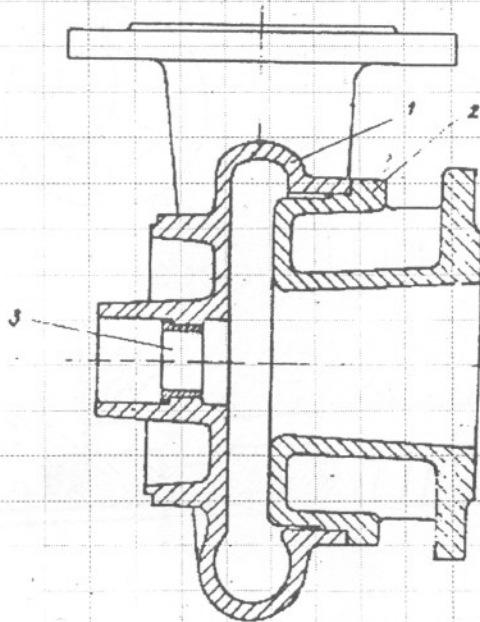
- fémtövegyből készült tengelyvégre szerelt járdkerék udzslata:



- általában fémtövegyből készül. Rögzítésnél ügyelni kell arra, hogy le ne pörögjön!

### Csigaház:

- egyfokozatú szivattyú csigaháza:

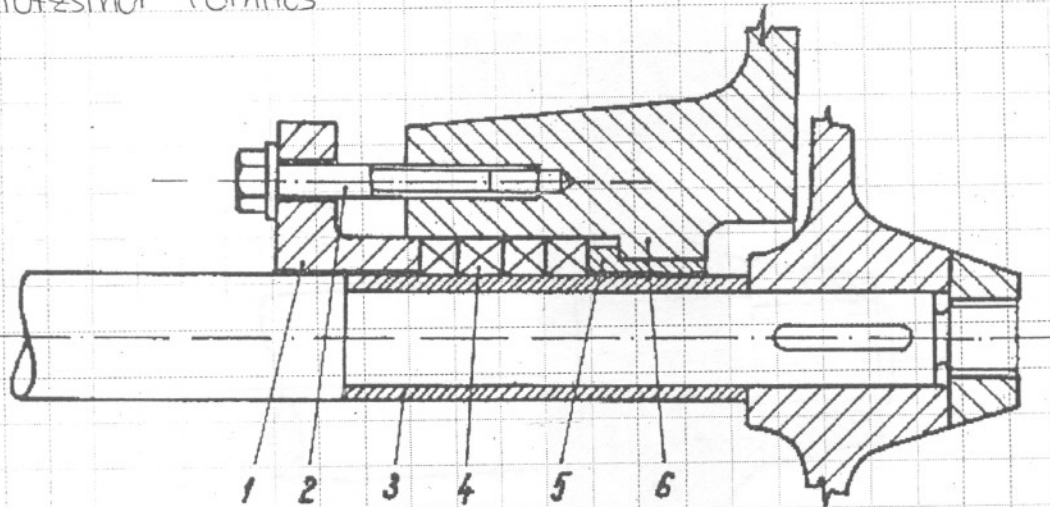


1. csigaház. 2. szívócsonk 3. alap-persely

- esetek többségében acélöntvényből készül. A csigaházat gyakran a tengelyre merőleges síkkal osztjuk, biztosítva ezzel a járókerék szerelési lehetőségét.
- Fontos része az alappersely, ami a tengelyt vezeti meg.

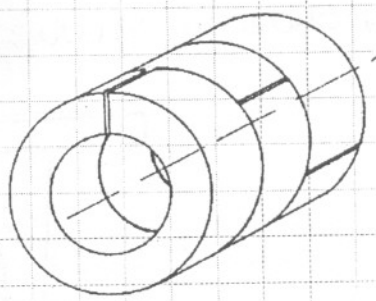
Tengelytömítés

- leggyakrabban használt változat a fagyus-grafitos pamutzsinór tömítés

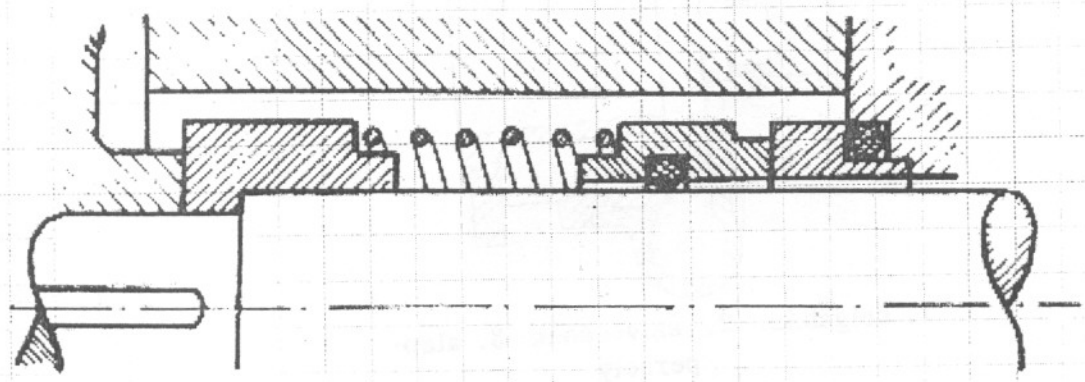


1. tömszelence szorító, 2. szorítócsavar, 3. tengelyvédő hüvely, 4. tömitőanyag, 5. alappersely, 6. szivattyuház

- a fagyus-grafitos tömítés üzem közben lassan elkopik ezért állandó utánpótlást igényel. Kisse' csepeg
- A tömitőgyűrű helyes elrendezése:



- Csúszógyűrűs tömítés folyadékterti rugóval.





- létezik még: univerzális tömszelence, gumikarmantyós tömítés (simmering)

### Axialis terhelés

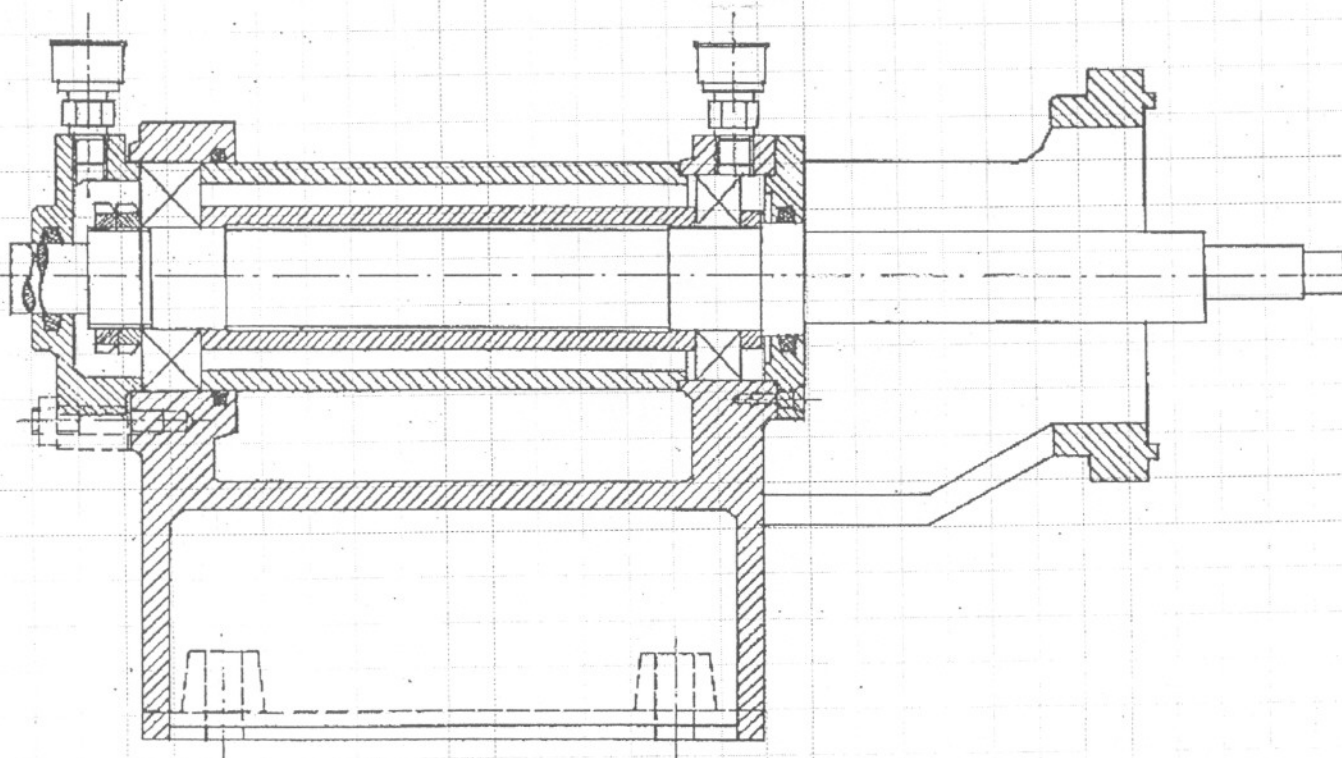
- axialis terhelés csökkentése kiegyenlítő furat alkalmazásával:

- alkalmazott megoldások:

- kiegyenlítő tárcsa

- többlépcsős gépeknél járókerék szembefordítása

### Csanagyazás:

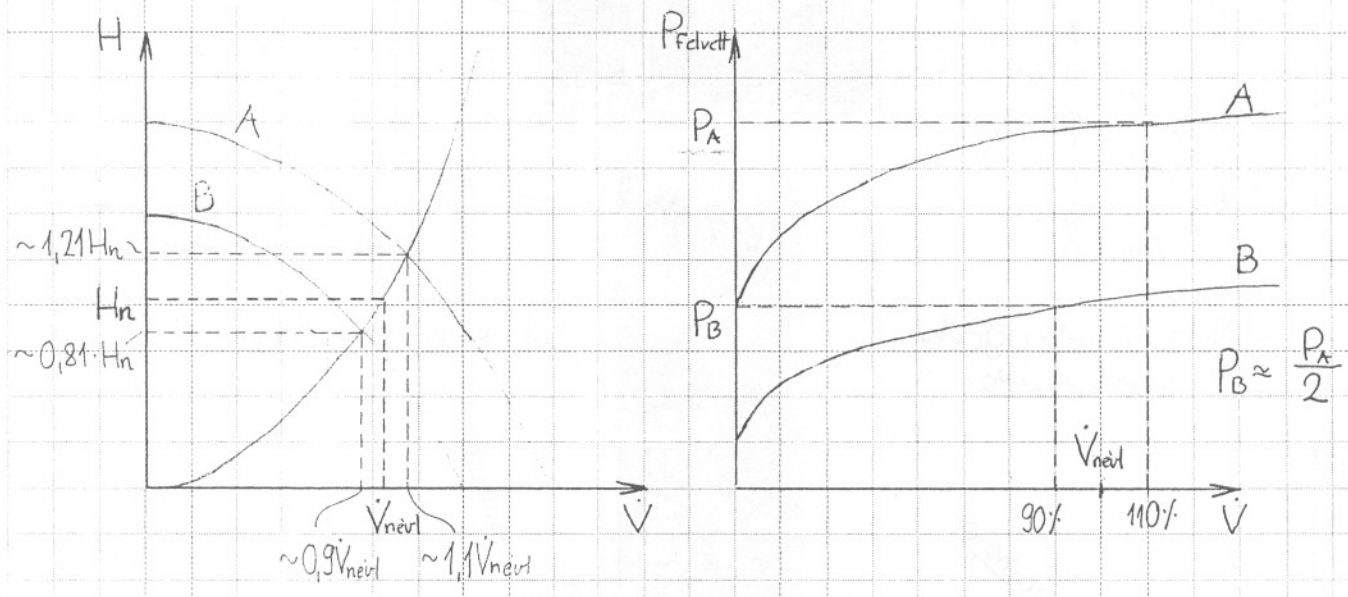


### Keringtető szivattyús fűtés tervezési követelményei:

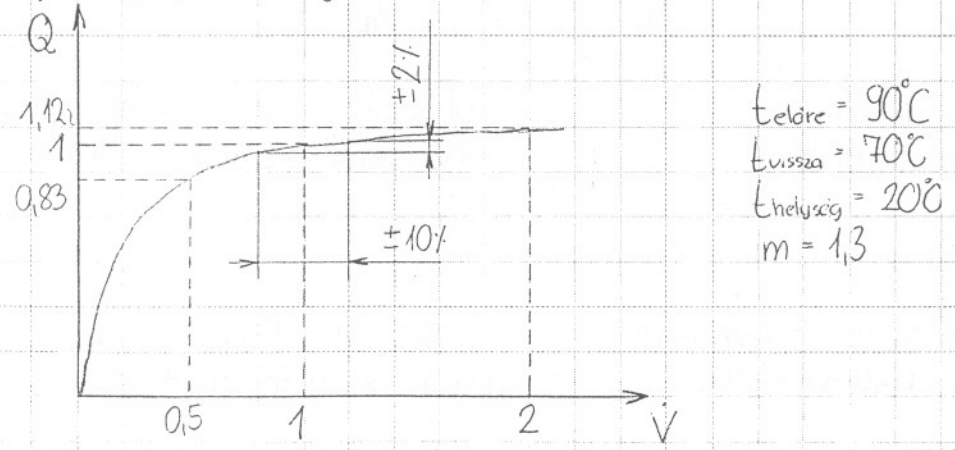
#### Alkalmazási feltételek:

- tiszta víz szállítása
- lég- és gázbuborékmentes víz
- a legkisebb hozzáfolyás biztosítása
- a szivattyú választása és a fűtési rendszer beüzemeltetése

#### Szivattyú helyes kiválasztása:

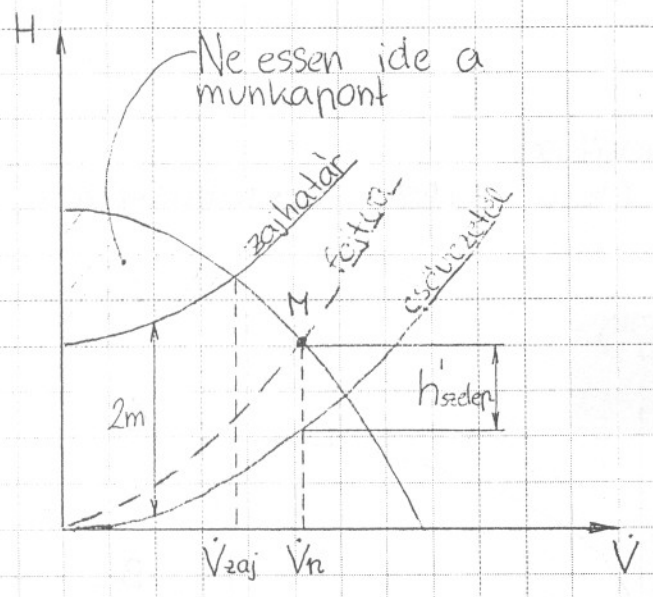


- A szükséges térfogatáram és a csövezetek jelleggörbéje által meghatározott munkapont nincs rajta semelyik szivattyú jelleggörbéjén.
- A munkapont környezetében levő két szivattyútípust (A, B) megvizsgáljuk a teljesítményfelvétel szerint. Ha a nagyobb szivattyút választjuk, lényegesen nagyobb lesz a teljesítményfelvétel.
- Vizsgáljuk meg a radiátor hőleadásának jelleggörbéjét:

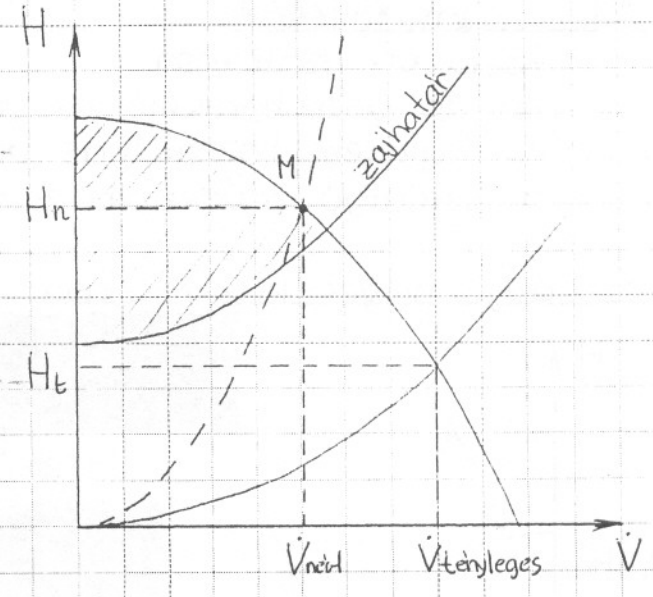


- A névleges térfogatáram környezetében  $\pm 10\%$ -os változáshoz  $\pm 2\%$ -os radiátor teljesítmény-változás tartozik.
- Vagyis a B szivattyú használata esetén a radiátor hőteljesítménye  $-2\%$ -kal csökken, viszont a teljesítményfelvétel fele az A-énak.

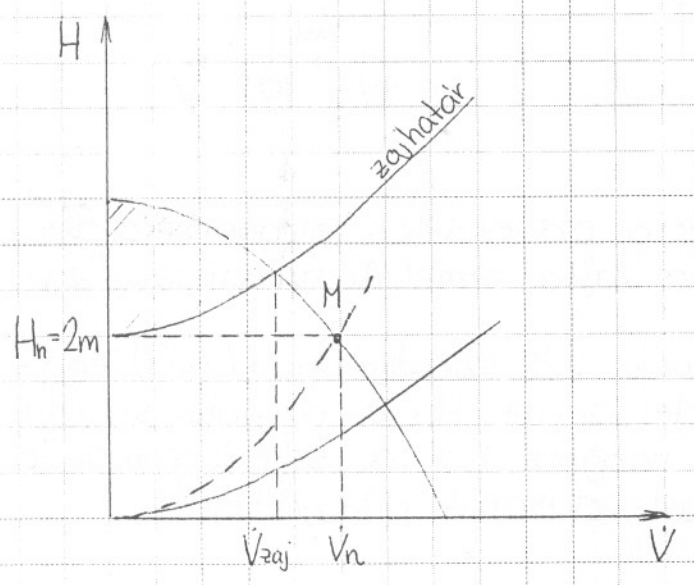
Szivattyú és fűtési rendszerek résztermelésű üzeme, zajproblemaik:



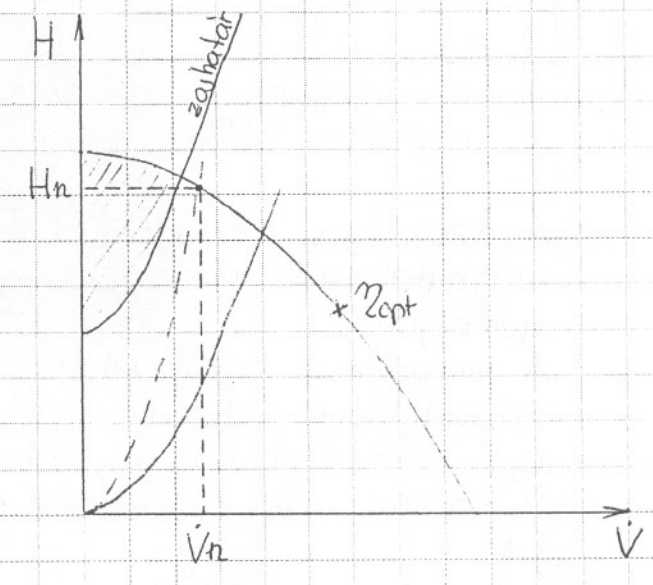
Hálózati jelleggörbe szerkesztése



Túl nagy szivattyú



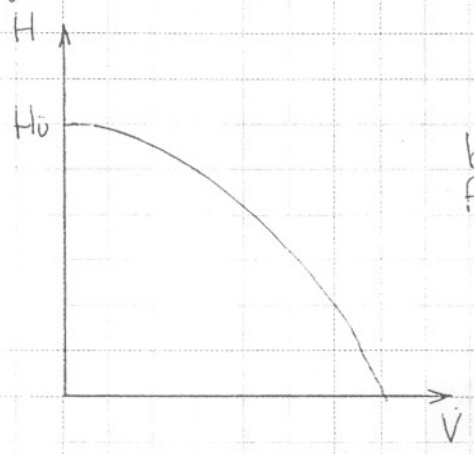
Zajproblema  $H_n=2m$ -re választott szivattyúndal



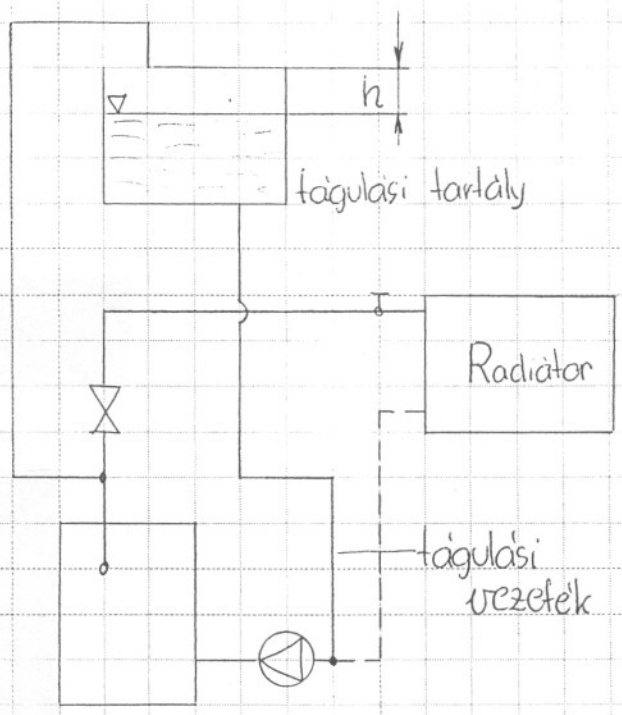
Túl szűk esőhálózathoz, balra választott szivattyúndal

INKABB KISEBB SZIVATTYÚT VÁLASZUNK, A JELLEGGÖRBE KÖZEPES HARMADÁNAK JOBB OLDALI SZAKASZÁRA

Üresjárási emelőmagasság:



biztonsági felszálló ág



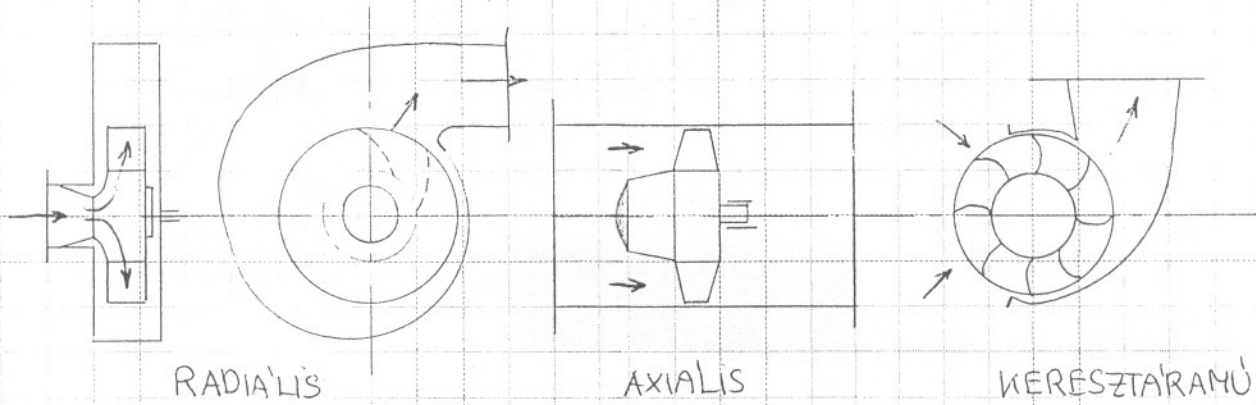
Nyomott rendszer

biztonsági

- Ha  $h < H_0$  akkor a fűtővíz a felszálló ágban, majd a fűtési tartályba áramlik, belefújva a tartályba, oxigénnel dúsul, így a radiátorok korrózióját megindítja
- Teljesülnie kell, hogy  $h > 1,2 \cdot H_0$

Ventilátorok csoportosítása:

- ventilátorokat gázok szállítására alkalmazzunk 30000 Pa-ig.

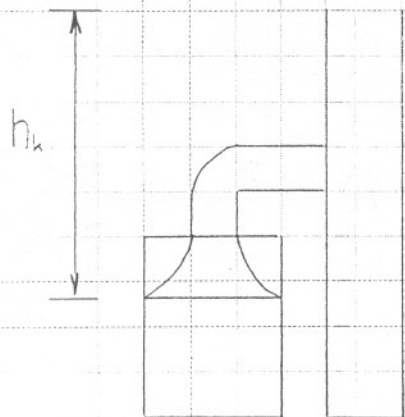


Radialis ventilátorok { kisnyomású 700 Pa-ig  
 közepnyomású 700-3000 Pa-ig  
 nagynyomású 3000-30000 Pa-ig

Laptozás { előrajló  $\beta_2 > 90^\circ$   
 normál  $\beta_2 = 90^\circ$   
 hátrajló  $\beta_2 < 90^\circ$

Felhasználási területek:

- szellőzés, klimatechnika
- ipari elszívások
- hűtéstechnika (hűtőtornyok)
- tüzelestechika (túlnyomásos gáz és olajégők)  
 (ventilátor füstgázelszívásra)

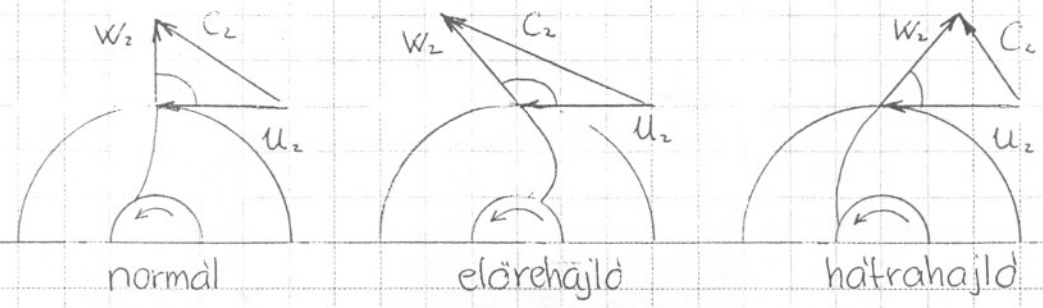


$$\Delta p = H = h_k \cdot g \cdot (\rho_{\text{levegő}} - \rho_{\text{füstgáz köz.}})$$

hatalmas kéménymagasság  
 kémény huzata

- egyéb (pl. száraztengelyű szivattyú tengelyvégén a a motor hűtésére)

Sebességi háromszögek:



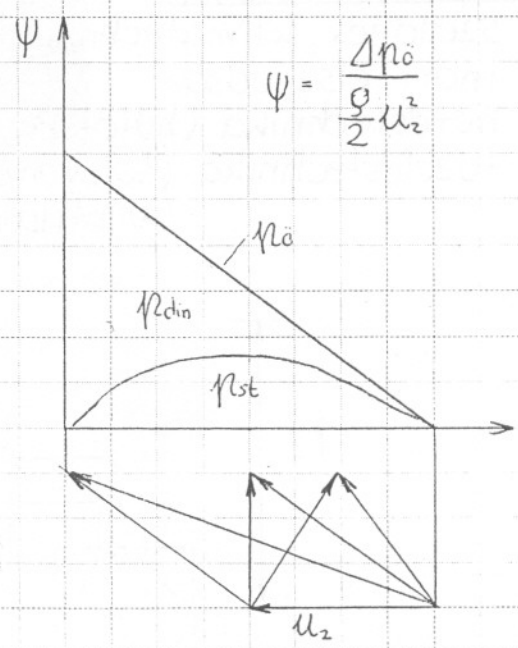
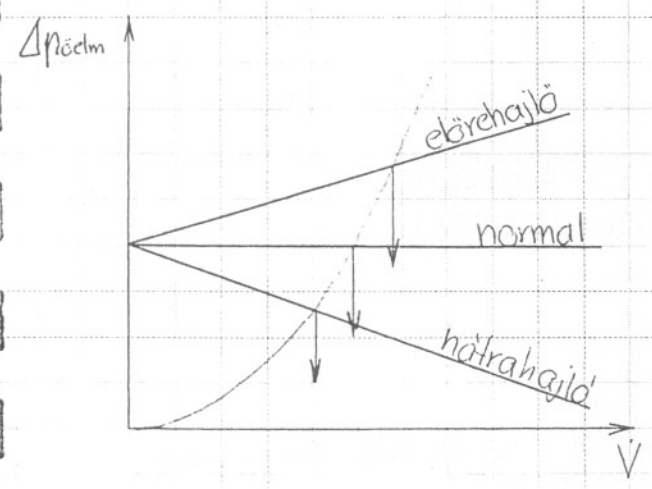
- végtelen lapatszám esetén:

$$\Delta p_{\text{öelm}} = \rho (C_{2u} \cdot u_2 - C_{1u} \cdot u_1) \quad [\text{Pa}]$$

$$\Delta p_{\text{statikus}} = \frac{\rho}{2} \cdot (u_2^2 - u_1^2 + w_1^2 - w_2^2) \quad [\text{Pa}]$$

$$\Delta p_{\text{dinamikus}} = \frac{\rho}{2} \cdot (C_2^2 - C_1^2) \quad [\text{Pa}]$$

$$\Delta p_{\text{öelm}} = \Delta p_{\text{st}} + \Delta p_{\text{din}}$$



$$\psi = \frac{\Delta p_0}{\frac{\rho}{2} u_2^2}$$