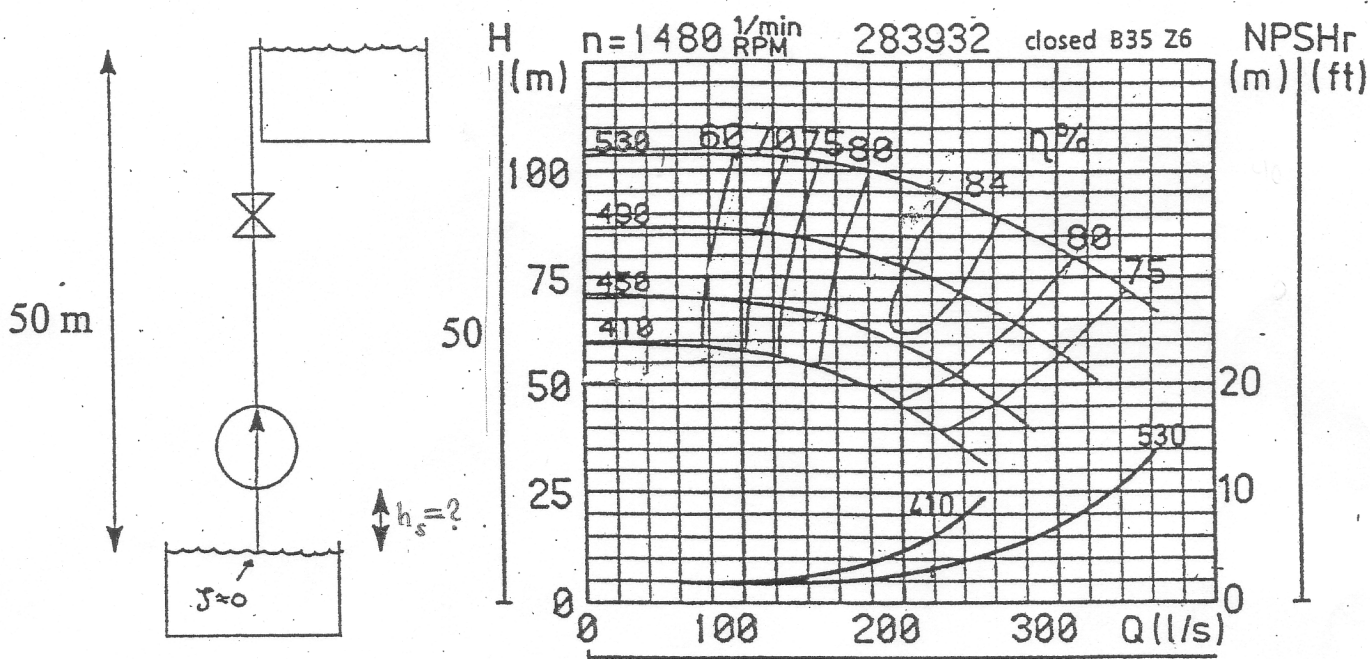


1. Kaasuputken halkaisija on 500 mm ja paine kompressoriaseman jälkeen on 50 bar. Mikä on etäisyys seuraavaan paineen kohotusasemaan, jos paine saa pudota arvoon 30 bar? Käytä ilman arvoja ja oletta lämpötila vakioksi = 5 °C? Perustelee käyttämäsi laskentamenetelmä?
2. Kuvan tilanteessa on pumpattava alemmasta säiliöstä ylemmän +15 °C asteista vettä 220 litraa sekunnissa. $d = 530 \text{ mm}$, $p_v(15) = 1,70 \text{ kN/m}^2$.



- a) Mikä on suurin imukorkeus h_s , jolla pumppu ei kavitoi?
- b) Mikä on pumpun ottama teho, kun tilavuusvirta pienennetään arvoon 100 l/s kuristamalla?
- c) Piirrä QH-käyrä vastauspaperiin suurempana ja laske mikä on pumpun ottama teho, kun tilavuusvirta pienennetään arvoon 100 l/s pyörimisnopeutta muuttamalla?

3. Tarkastellaan pumppua, jonka tuotto on $0,04 \text{ m}^3/\text{s}$, nostokorkeus 100 m sekä pyörimisnopeus 3000 r/min
- Mikä on tällaisen pumpun paras hyötysuhde, jos se suunnitellaan ja valmistetaan nykytietojen mukaan parhaalla mahdollisella tavalla?
 - Mikä on kaupallisesti saatavilla olevan pumpun hyötysuhde? Mistä johtuu ero a- ja b-kohdan tuloksien välillä?
 - Virtausaineen viskositeetin muutos vaikuttaa myös pumpun hyötysuhteeseen. Esitä laskentakaavat tai johda jopa tulokset, joista näkyy viskositeetin ja hyötysuhteen välinen riippuvuus. Jos et saa tuloksia, kerro kuinka yrittäisit ratkaista ongelman, jos se eteesi tulee. (Viskositeetti muuttuu voimakkaasti nesteillä lämpötilan muuttuessa.)
4. Eräässä sovelluksessa tarvitaan pumppu, jonka nostokorkeus on 4 m , tilavuusvirta $0,03 \text{ m}^3/\text{s}$ ja pyörimisnopeus on 3000 r/min . Siihen on suunniteltu potkuripumppu, jossa on 4 siipeä ulkohalkaisijan ollessa $0,15 \text{ m}$. Mikä on β_1 ja β_2 ulkohalkaisijalla, jos siipi on suunniteltu yksidimensioista teoriaa käyttäen? $c_m = 2,4 \text{ m/s}$, $l/t = 0,67$, $\eta_h = 0,86$.

5. Kuva esittää mäntäpumppua, jolla pumpataan säiliöstä öljyä. Säiliössä paine on vakio $= p_0$. Pumpun rakenteesta johtuen tilavuusvirta vaihtelee jaksollisesti.

a) Kirjoita näkyviin yhtälöt, joista impedanssimenetelmällä voidaan laskea paineen vaihtelu pumpun imupuolella kohdassa d , jos tilavuusvirran vaihtelu tiedetään.

b) Mitä käytännön ongelmia imupuolen paineen vaihtelu voi aiheuttaa?

c) Mitä pumpun pyörimisnopeutta pitää välttää, jos

pumpun ja säiliön välisen putken pituus on l ja äänen nopeus öljyssä a ? Jätä kitka huomioon ottamatta ja johda tulos, kun paineen amplitudi kasvaa suureksi. Miksi edellä saatu pyörimisnopeus on haitallinen?

