

- nimi, opintokirjan numero ja **OPINTOJAKSON KOODI**

1. Savukaasuista absorboidaan NO_x :a ($\nu_b=0,08$) veteen seulapohjakolonissa siten, että savukaasuissa olevasta NO_x :sta poistetaan 90 %. Kolonnissa on 10 todellista pohjaa. Laitteeseen tuleva savukaasuvirta on 200 kg/h ja tuleva puhdas vesivirta on 800 kg/h. Tasapainokäyrä on seuraava:

x	0,00075	0,00121	0,00281	0,00422	0,00564	0,00844	0,0141	0,0197	0,028
y	0,00079	0,00252	0,0084	0,0137	0,0177	0,0269	0,0474	0,0671	0,0954

- Määritä ideaaliaskelten lukumäärä.
- Mikä on reaaliaskelen kokonaishyötysuhde?
- Kolonnin pohjien lukumäärää lisätään kymmenellä. Kuinka paljon NO_x :a pystytään nyt poistamaan, kun pohjien kokonaishyötysuhde on sama kuin b)-kohdassa, kaasuvirta kasvaa 25 % ja nestevirta on sama kuin a)-kohdassa.

2. Prosessiin tarvitaan $150 \text{ m}^3/\text{h}$ jäähdytysvettä, joka pumpataan läheistä järvestä. Imuputki on 15 m pitkä, sisähalkaisija on 200 mm ja siinä on yksi 90° ($R=1,5D$) mutka, kaksi palloventtiiliä sekä sihti, jonka vastus on ($\zeta = 5$). Painepuolen putki on 250 m pitkä, sisähalkaisija on 150 mm ja siinä on kolme 90° ($R=1,5D$) mutkaa, yksi kalvoventtiili sekä yksi lautasventtiili. Putkimateriaali on valurautaa. Veden pumppaamiseen suunnitellaan käytettäväksi LIITTEEN 1. mukaista pumppua ($\text{Ø}170$ siipipyörällä), joka sijoitetaan 4 m järven pinnan yläpuolelle. Paineputken ulostulo on ilmaan ja 10 m pumppua korkeammalla. Järven veden keskimääräinen lämpötila on 10°C .

Laske soveltuuko kyseinen pumppu jäähdytysveden pumppaukseen ?

3. $130 \text{ m}^3/\text{h}$ vettä lämmitetään höyryllä (1-1)-vastavirtalämmönsiirtimessä 20°C :sta 80°C :een. Vaippapuolelle tuleva höyry on kylläistä ja sen paine on 7 bar. Siirtimessä on 160 kpl putkia. Putken ulkohalkaisija on 32 mm ja seinämän paksuus 2 mm. Keskimääräinen lämmönsiirtokerroin vaippapuolella on $8100 \text{ W/m}^2\text{K}$. Putkimateriaalin lämmönjohtavuus 45 W/mK .

- Laske tarvittavan höyryn määrä (kg/h), kun höyrystä talteen saadaan vain lauhtumislämpö.
- Arvioi putken seinämän keskimääräinen lämpötila.
- Laske lämmönsiirtopinta-ala.
- Laske siirtimen yhden putken pituus.

Laske (2-4)-tyyppisen lämmönsiirtimen lämmönsiirtopinta-ala, kun prosessiolosuhteet ovat samat kuin edellä ja vaippapuolen lämmönsiirtokerroin on 1,5 kertaa suurempi kuin (1-1)-siirtimellä.

4. Teräksisen pallosäiliön sisähalkaisija on 1,5 m, seinämän paksuus 5,0 mm ja se on päällystetty 0,4 m paksulla eristeellä. Säiliö täytetään nestekaasulla, jolloin eristeessä oleva kosteus alkaa jäätyä. Eristeen lämmönjohtavuus on normaalisti $0,025 \text{ W/mK}$ ja jäätyneenä $0,071 \text{ W/mK}$. Säiliön seinän lämmönsiirtovastus on mitätön, lämmönsiirtokerroin säiliön sisällä on $h_i = 85 \text{ W/m}^2\text{K}$ ja eristeen ulko-pinnalla $h_o = 4,5 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Laske jäätyneen eristekerroksen paksuus tasapainotilassa, kun nestekaasun lämpötila on -45°C ja ympäristön 10°C ?

Serlachius
Pump Factory
Mänttä Finland



DE - 125 - 80 - 200

r/min-RPM

K00032

2950

251182

Juoksupyörä
Impeller 200480

Max Ø 210 mm

Z 4

Umpinainen

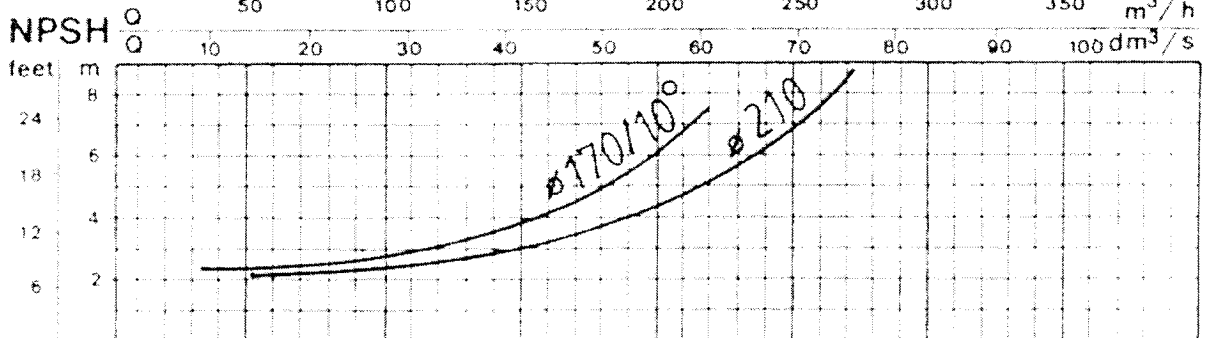
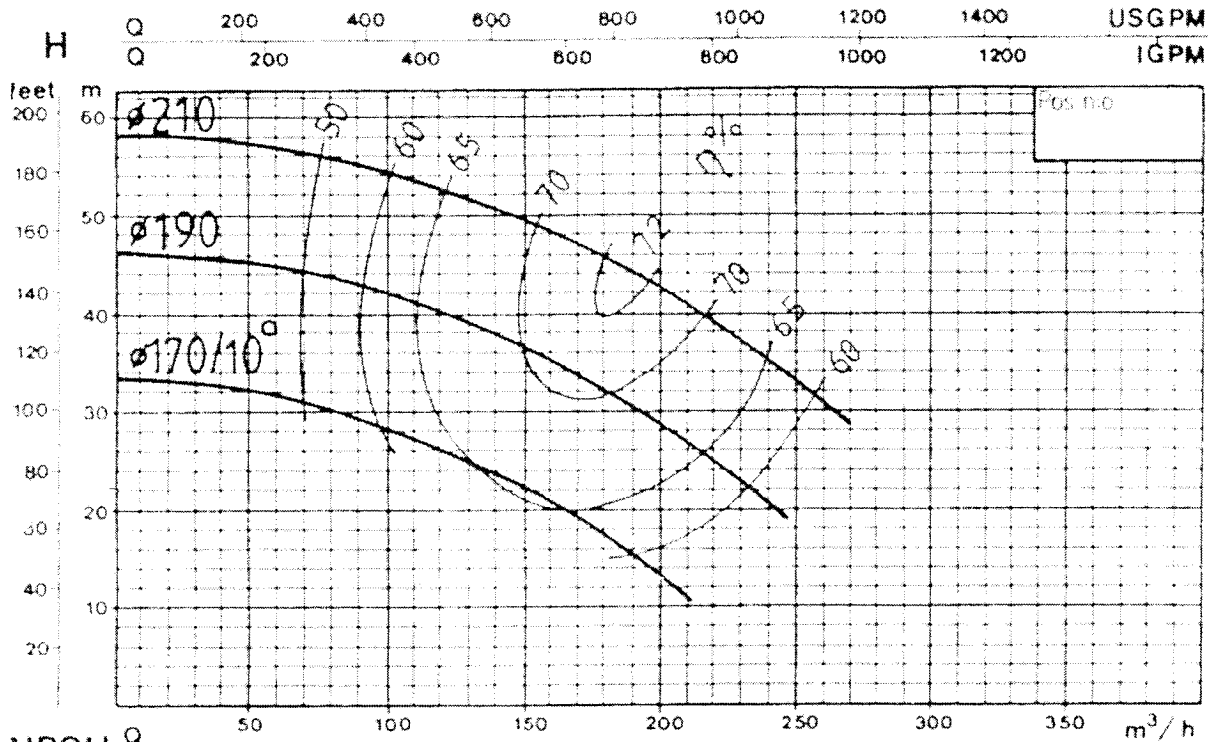
Shrouded

Min Ø 170/10° mm

Leveys
Width 30 mm

Puoliavoin

Semi-open



P Arvot vedelle, jonka tiheys 1000 kg/m³
Data refer to water density 1000 kg/m³

