



Försättsblad Prov Original

Kurskod	Provkod	Tentamensdatum
E R 0 5 1 G	T 1 0 1	2 0 1 9 - 0 3 - 2 5
Kursnamn	Energiteknik GR (A), Tillämpad energiteknik för processop...	
Provnamn	Tentamen - Sundsvall	
Ort	Sundsvall	
Termin	VT2019	
Ämne	Energiteknik	

TENTAMEN

2019-03-25 klockan 08:00-13:00

Kursmoment: Tentamen
Kurskod: ER051G
Kurs: Kemiteknik GR (A), Inledande kurs för processoperatörer, 7,5 hp
Skrivtid: 5 timmar.

Hjälpmedel: Valfri räknedosa

Betygsgränser: Enligt betygsgränser för ämnet samt kunskapsmål för kursen.

Observera: Skriv din kod på varje blad
Endast en uppgift på varje blad
Skriv endast på en sida av varje blad (skriv ej på baksidan)

Ställ upp beräkningarna och lös räkneuppgifterna enligt den mall som tillämpas i kursen dvs:

1. Läs uppgiften noga. Omformulera den gärna
2. Vad är givet? Teckna ned det du vet om problemet.
3. Vad är sökt? Beskriv problemet som skall lösas. Beskriv ev. problemet med en bild.
4. Ange teori, metod och antaganden
5. Lös uppgiften. Beskriv hur du gjort
6. Bedöm om svaret. Är det rätt storleksordning? Har det rätt enhet? Skriv ner svaret.

Syfte och lärandemål

Kursen syftar till att ge en teoretisk grund för att driva och utveckla energitekniska anläggningar samt pumpsystem.

Efter genomgången kurs ska studenten kunna:

- beskriva Sveriges och världens energiförsörjning,
- beskriva uppbyggnaden av de viktigaste värme- och elproducerande anläggningarna samt kylanläggningar,
- beskriva uppbyggnaden av värmeväxlare, pumpar och ventiler, fläktar och kompressorer,
- utföra beräkningar av värme- och elproducerande anläggningar,
- definiera grundläggande teori och begrepp för värmeöverföring och strömningslära,
- utföra enklare beräkningar för värmeöverföring och rörströmning samt dimensionering av pump.

1. Ångkraftcykeln

Beskriv med en skiss hur ett ångkraftverk är uppbyggt, dvs de viktigaste komponenterna och hur de är kopplade till varandra.

För godkänt på uppgiften krävs ett svar där de viktigaste komponenterna i en enkel ångprocess framgår.

För väl godkänt på kursen krävs ett svar där det framgår hur rökgaserna avkyls i ett verkligt kraftverk och hur matarvattnet värms, förångas och överhettas.

2. Laminär och turbulent strömning

- a: Vad är skillnaden mellan laminär och turbulent strömning.
- b: Vilket strömningsförhållande ger bäst värmeöverföring. Motivera svaret.

3. Bernoullis ekvation

Bernoullis ekvation kan skrivas:

$$\Delta m \cdot \frac{c_1^2}{2} + \Delta m \cdot g \cdot h_1 + p_1 \cdot A_1 \cdot s_1 = \\ = \Delta m \cdot \frac{c_2^2}{2} + \Delta m \cdot g \cdot h_2 + p_1 \cdot A_2 \cdot s_2$$

De tre delarna i ekvationen uttrycker olika energiformer. Ange för termerna nedan vilken som är tryckenergi, rörelseenergi respektive lägesenergi.

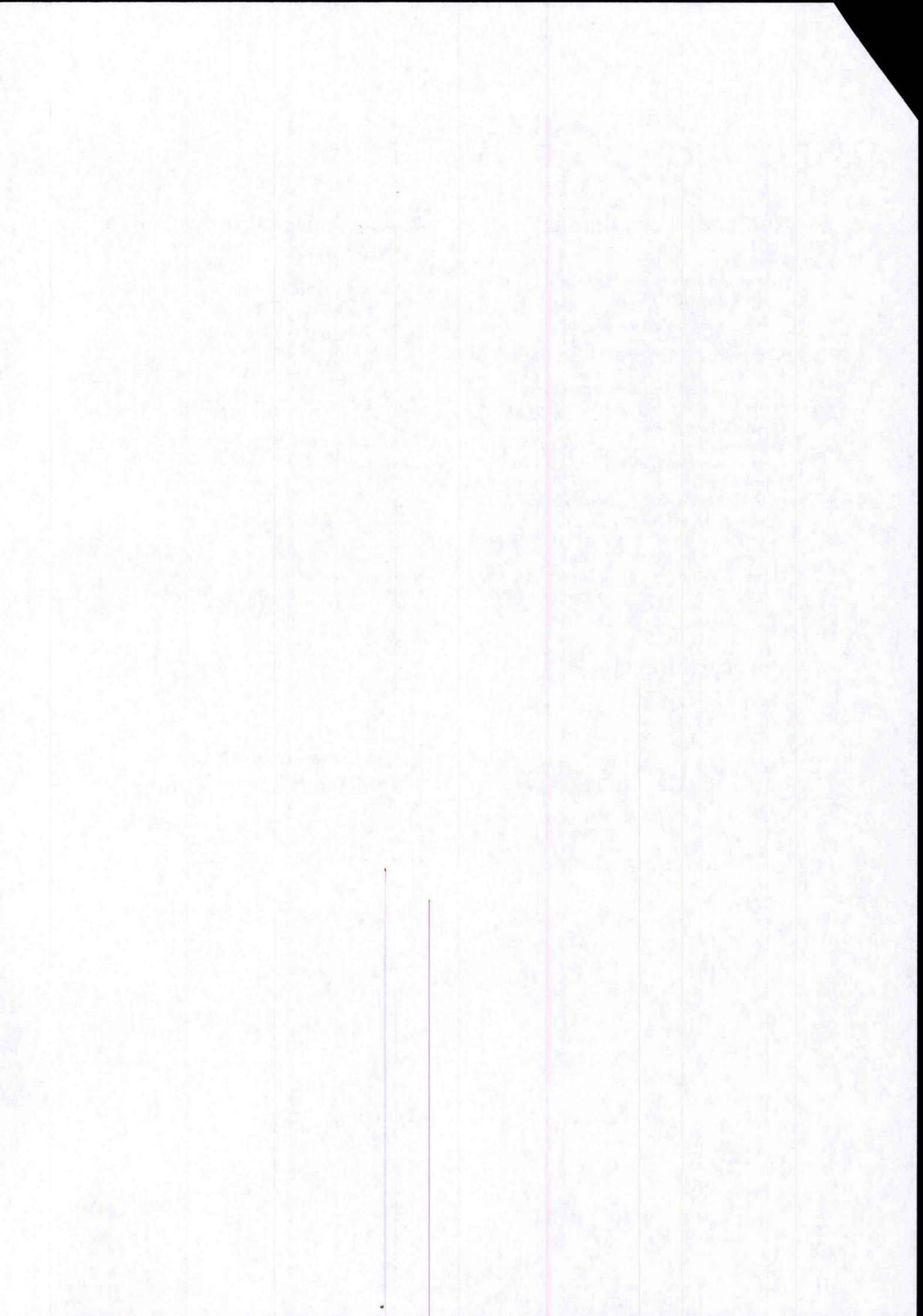
$$\Delta m \cdot \frac{c_1^2}{2}, \\ \Delta m \cdot g \cdot h_1, \\ p_1 \cdot A_1 \cdot s_1$$

4. Skillnad mellan pump, fläkt och kompressor.

Pumpar, fläktar och kompressorer används för att hantera fluider. Vad är den principiella skillnaden mellan de tre apparattyperna?

5. Beräkning av tryckhöjd

Vatten med densiteten $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ har övertrycket 10 bar. Vilken tryckhöjd i meter vattenpelar motsvarar det övertrycket?



6. Beräkning av volymflöde och teoretisk pumpeffekt

Vattnet i uppgift 5 pumpas med hastigheten 2 m/s genom ett rör som är 0,2 m i diameter.

- Vilket volymflöde går genom röret?
- Vilket massflöde går genom röret?
- Vilken är det teoretiska pumparbetet som krävs för att pumpa vatten med detta flöde och tryckökningen 10 bar?

7. Rörströmning

Vatten strömmar i ett cirkulärt rör som har diametern 0,3 m. Vattnets hastighet är 2,5 m/s. Röret är 100 meter långt.

Densiteten $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$.

Kinematiska viskositeten $\nu = 1,3 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$.

Ytråheten $k = 0,3 \text{ mm}$.

Diverse rörböjar ger ett sammanlagt engångsmotstånd som $\sum \zeta = 4$

Beräkna tryckförlusten i röret.

Tryckökningen i pumpen är $\Delta p_z + \Delta p_f + \Delta p_{tf}$

$$\Delta p_z = \rho \cdot g \cdot \Delta h_z$$

$$\Delta p_f = \lambda \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{c^2}{2} \cdot \rho$$

$$\Delta p_{tf} = \zeta \cdot \frac{c^2}{2} \cdot \rho$$

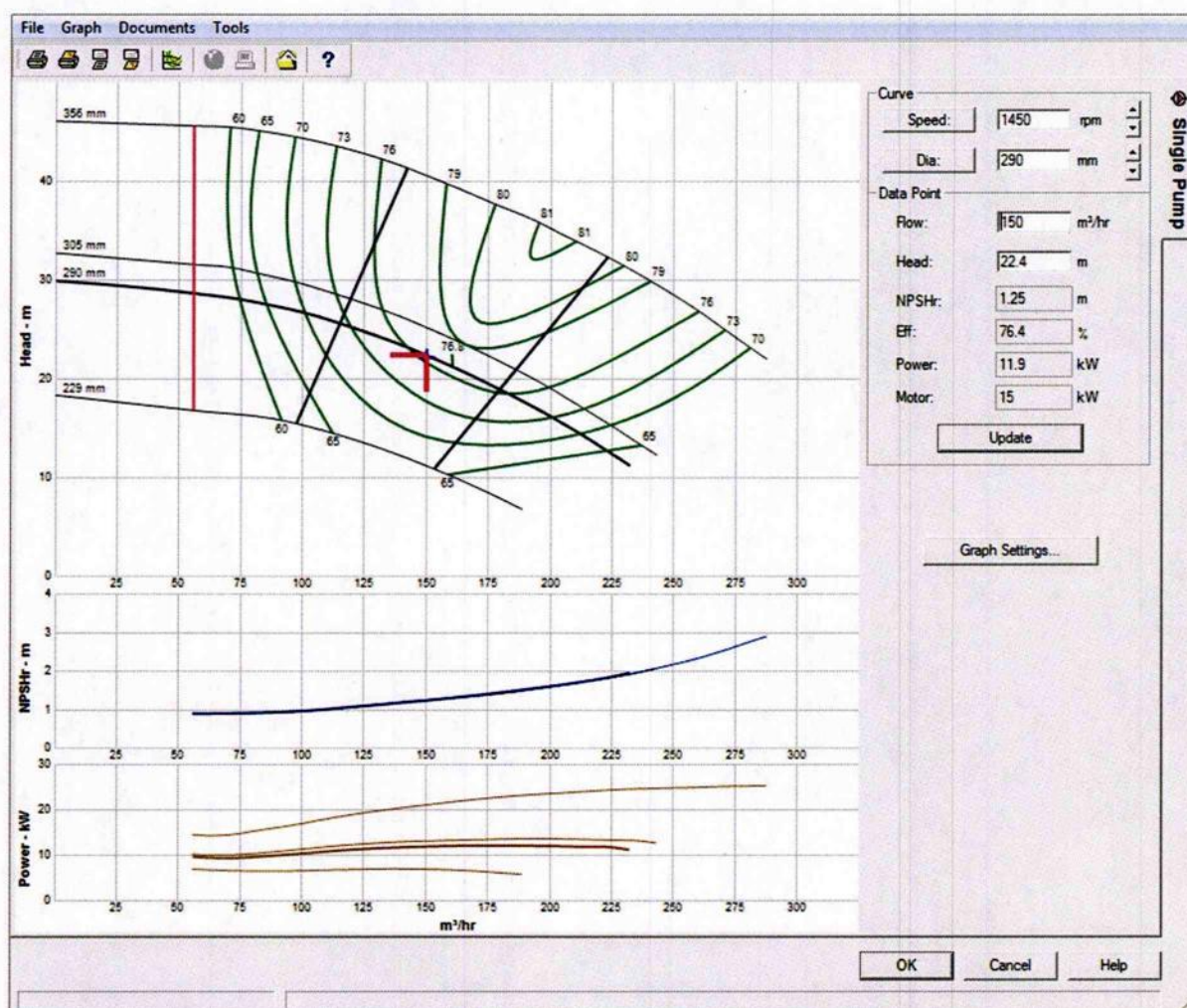
$$\text{Reynoldstalet: } Re = \frac{d_h \cdot c}{\nu}$$

$$\text{Hydraliska diametern: } d_h = \frac{4 \cdot A}{U}$$

$d_h = d$ för ett cirkulärt rör.

8. Pumpdimensionering

- Välj med hjälp av pumpdiagrammet i figuren nedan en lämplig pump som ger flödet $150 \text{ m}^3/\text{h}$ och tryckhöjden 20 meter vattenpelare.
- Vilken verkningsgrad kommer pumpen att ha?
- Vilken motoreffekt krävs för att driva pumpen?



Figur 1: Pumpdiagram

9. Värmeöverföring genom en vägg.

Hur stor är värmeöverföringen genom en vägg som är 100 m² och 0,1 meter tjock. Väggens är av trä med värmekonduktiviteten $\lambda=0,1 \text{ W/m}^2 \cdot \text{°C}$. Temperaturen på väggens insida är 18°C. Temperaturen på väggens utsida är 1°C.

10. Värmeväxlarberäkning

En värmeväxlare överför värme från varmt vatten till kallt vatten. Flödet på varma sidan är 1,5 m³/h. Flödet på kalla sidan är 1 m³/h. c_p för vatten är 4,2 kJ/kg. Ingående temperatur på varma sidan är 80°C. Ingående temperatur på kalla sidan är 20°C. Densiteten $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$

Vilken är den största effekten som kan överföras i värmeväxlaren.

