



Försättsblad Prov Original

Kurskod	Provkod	Tentamensdatum
E R O 4 1 G	T 1 0 0	2 0 1 8 - 0 6 - 0 1
Kursnamn	Energiteknik GR (B), Kraft och värme	
Provnamn	Tentamen	
Ort	Sundsvall	
Termin	V18	
Ämne	Energiteknik	

Mittuniversitetet
ER041G, Kraft och värme, 7,5 hp
Skriftlig tentamen
2018-06-01 kl. 08.00-13.00

Tillåtna hjälpmedel:

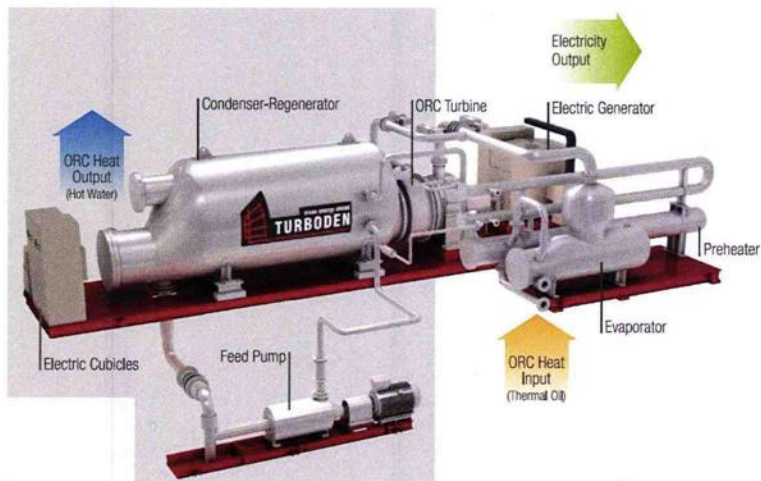
- Inkluderat formel- och tabellhäfte
- Miniräknare av valfri typ (utan kommunikationsmöjligheter)
- Valfri förlagsutgiven formelsamling utan egna anteckningar, inklusive men inte nödvändigtvis begränsat till följande titlar:
 - Formler och tabeller (Björk, Brodin, Pilström, Alphonse ev. m , Natur och Kultur)
 - TEFYMA (Ingelstam, Rönngren, Sjöberg, ev. m , Studentlitteratur)
 - Tabeller och formler för NV och TE (Ekbom, Lillieborg, Larsson, Ölme, Jönsson, ev. m , Liber)
 - Formler och Tabeller (Pedersen, Gleerups)
 - Physics Handbook (Nordling, Österman, ev. m , Studentlitteratur)
 - Energiteknik - Formler och tabeller (Elovsson, Alvarez, Studentlitteratur)
 - EnBe - Energiberäkningar (Soleimani-Mohseni, Bäckström, Eklund, Studentlitteratur)

Poängberäkning görs separat för problem och teorifrågor. För att behålla någon form av sammanhang i provet är de teori- resp. problemrelaterade uppgifterna i blandad ordning. Deluppgifter som bidrar till teorieresultatet är markerade med T, medan problemuppgifter är märkta med P. Provet poängbedöms och betygsätts med A-F på en proportionell skala upp till 80 poäng, varav minst 40 poäng krävs för att resultatet ska bedömas som godkänt. Dock måste minst 50% uppnås på vardera av teori- och problemdelarna för godkänt betyg. Godkända inlämningsuppgifter ger bonuspoäng upp till maximalt 10 % av resp. dels maxpoäng enligt särskild mall som kommer att meddelas.

Kontakta Daniel Nilsson på 0703-402755 vid frågor eller funderingar.



Sjukhus har oftast reservkraftaggregat som är dimensionerade för att klara hela verksamhetens effektbehov under överskådlig tid (bilden från NUS i Umeå). Du ska titta på några olika tekniker som är lämpliga för kraftproduktion ur återvunnen spillvärme från dessa och andra värmeavgivande industriella processer (t ex en ORC-anläggning som på bilden nedan).

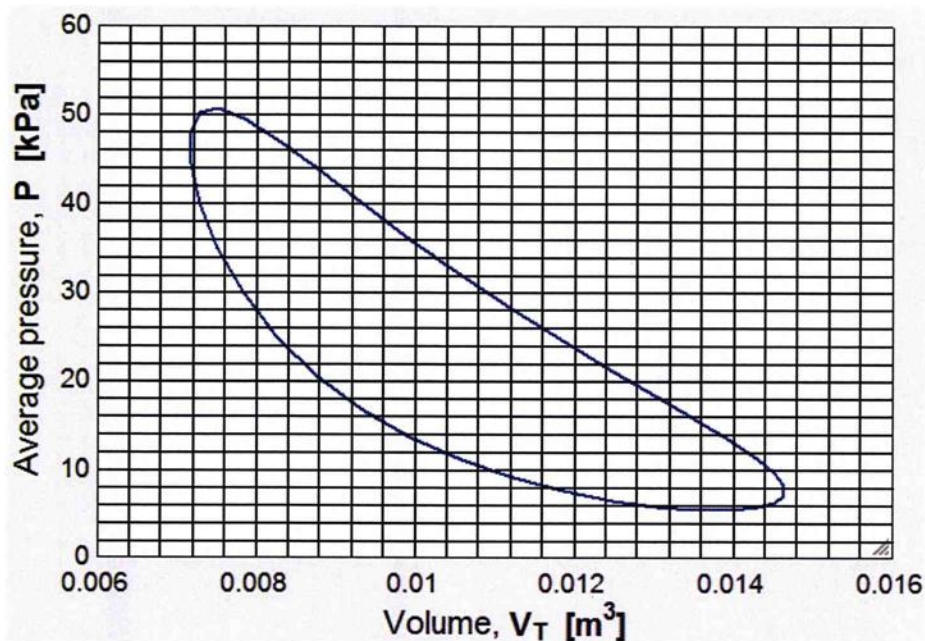


Dieselaggregaten levererar i ett visst driftfall totalt 1,35 MW el varvid 2,05 MW värme bortförs med avgaserna. Man efterinstallerar en värmeväxlare som med verkningsgraden 70 % tillvaratar värmen genom kylning av avgaserna från 400 °C till 170 °C.

1.T Stirlingmotorn är en typ av maskin som har potential för kraftutvinning ur lågtemperaturkällor som denna. Man överväger att konstruera en sådan av ett antal cylindrar med en arbetstakt per varv (som alltså beräkningsmässigt kan behandlas som en tvåtakts förbränningsmotor) vid varvtalet $750 \frac{\text{varv}}{\text{min}}$, vars cykel i en cylinder beskrivs av indikatordiagrammet nedan. Förklara hur du ur detta diagram med ev. hjälp av ytterligare given information kan bestämma:

- slagvolym,
- kompressionsförhållande,
- indikerat arbete per cykel,
- indikerad medeleffekt,
- indikerat medeltryck.

Beskriv och/eller använd enkla skisser för att tydligt visa hur det kan gå till. (15 p)



2.P Uppskatta de i uppgift 1.T efterfrågade storheterna med hjälp av mätningar i diagrammet och lämpliga beräkningar baserade på dem. Bestäm också hur många cylindrar av denna typ slag som en praktisk motor skulle behöva för att kunna utnyttja hela värmeeffekten med den givna verkningsgraden. Verkar det vara en tekniskt rimlig lösning enligt din mening? (15 p)

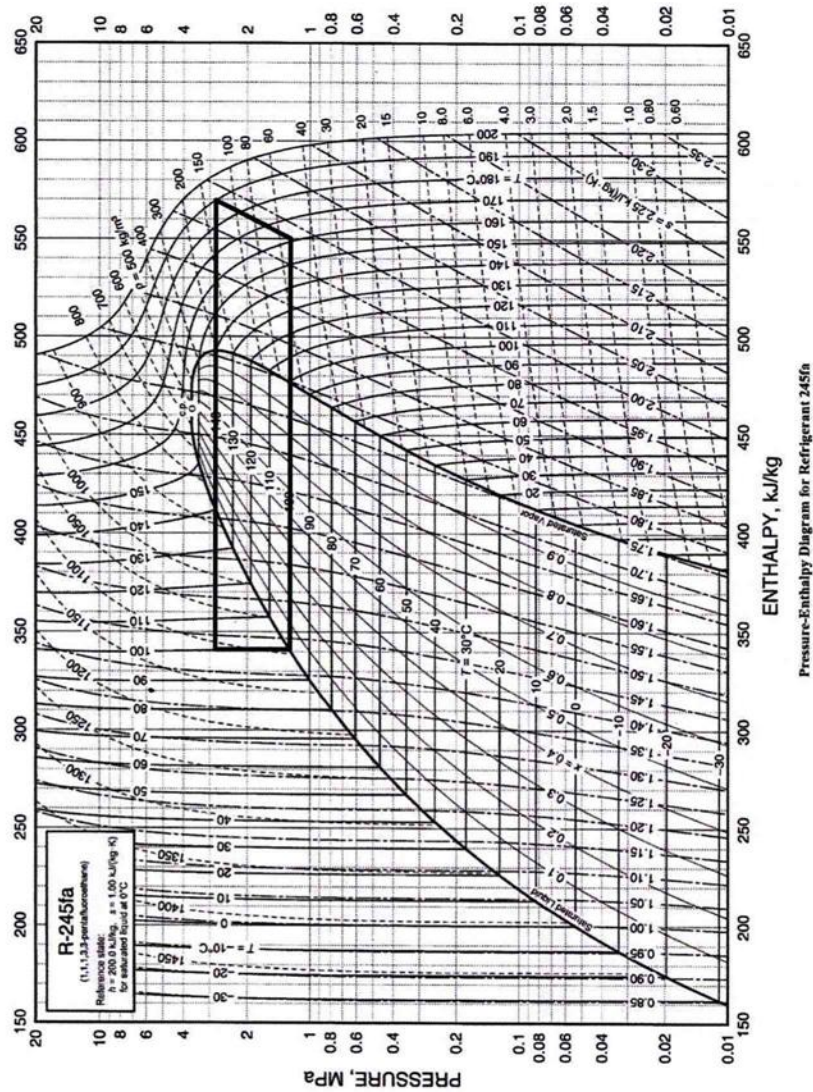
3.P En annan tanke är att konstruera en mindre ångkraftanläggning i vilken ånga överhettas av avgaserna till $300\text{ }^{\circ}\text{C}$ vid ett tryck av 35 bar. Den överhettade ångan expanderar genom en enstegsturbin med isentropverkningsgraden 65 %. Anläggningens mekaniska verkningsgrad antas vara 97 % och den elektriska (generator)verkningsgraden 96 %. Man vill försöka upprätthålla sjukhusets ångproduktion för sterilisering m m, och vill därför hålla kondenseringstemperaturen ganska hög, vid $140\text{ }^{\circ}\text{C}$. Matarvattnets temperatur antas vara densamma som kondensatets.

Bestäm:

- anläggningens teoretiska termiska verkningsgrad,
- anläggningens totala elverkningsgrad i förhållande till tillgänglig värmeeffekt från avgasvärmväxlaren,
- hur stort ångflödet genom anläggningen måste vara för att den ska kunna ta tillvara hela den tillgängliga värmeeffekten från avgasvärmväxlaren.

Anläggningen antas följa en enkel rankinecykel med överhettning. Beskriv utförligt och/eller markera tydligt hur och på vilka grunder värden har erhållits ur diagram och tabeller. (15 p)

Istället för att driva sjukhusets ångdistributionssystem med kondenseringsseffekten undersöker man om en ORC (Organic Rankine Cycle) med ett syntetiskt medium (R245fa) istället för vatten kan vara lämplig för utvinning av kraft ur kondensatets värme. Cykeln syns i bilden nedan, utritad i ett tillståndsdiaagram som påminner om mollierdiaagrammet men har specifik entalpi på den vågräta axeln och tryck på den lodräta axeln.



- 4.T Undersök diagrammet och avgör vilken av de elementära tillstånd-
sändringarna som var och en av de fyra utritade processerna när-
mast representerar och ange vid vilka av dem som värme tillförs
och bortkyls samt vid vilka tillståndssändringar arbete tillförs resp.
utvinns. (10 p)
- 5.P Bestäm cykelns termiska verkningsgrad ur diagrammet. Beskriv ut-
förligt och/eller markera tydligt hur och på vilka grunder du har läst
av och använt värden. (5 p)



Det ställs särskilt höga krav på renhet och övriga egenskaper på luft för medicinskt bruk i t ex respiratorer och operationsutrustning. Ofta används en central anläggning med särskilda oljefria kompressorer som lagrar filtrerad utomhusluft i tankar (bilderna från NUS i Umeå) varefter den kyls/torkas till lämpligt tillstånd för distribution via sjukhusets rörsystem.



