

EKSAMENSOPPGAVE

Fag: IRB 34514 Energi og Miljø i Bygg

Lærere: Ole Kristian Førriisdal, Kjetil Gulbrandsen

Grupper: A3A	Dato: 15.12.2014 Sensurfrist: 20.1.2015	Tid: 0900 – 1200
Antall oppgavesider: 7	Antall vedleggsider: 4	
Hjelpemidler: Utdelt kalkulator og utdelte egne Norske Standarder NS 3031 og NS 3701		
KANDIDATEN MÅ SELV KONTROLLERE AT OPPGAVESETTET ER FULLSTENDIG		

Veiledende vektning:

Samlet vektning, Energi og Miljø: 67 % (oppgaver merket kng)

Samlet vektning, Termodynamikk: 33 % (oppgaver merket okf)

Underdelingen i oppgavevis vektning er kun orienterende for å planlegge egen arbeidstid på eksamen.

Dersom du mener det mangler opplysninger: Gjør nødvendige antagelser og begrunn dette i besvarelsen.

Oppgave 1 (17 %)

$$\text{Gitt: } \Delta H = Q - W, \quad COP_{R,rev} = T_L / (T_H - T_L), \quad COP_{HP,rev} = T_H / (T_H - T_L)$$

$$COP_R = Q_L / W, \quad COP_{HP} = Q_H / W$$

a) (3 %)

Hva karakteriserer en ideell kjøleanleggssyklus?

b) (3 %)

Hvilke egenskaper bør kuldemediet i en varmepumpe ha?

c) (4 %)

Et varmepumpe bruker R-134a som kjølemedium. Varmepumpen bruker jordvarme med en temperatur på 281 K som sin varmekilde. På en gitt dag har huset hvor varmepumpen er installert for å holde en jevn temperatur, et varmetap på 60 MJ/h. Varmepumpen skal kompensere for dette varmetapet.

Kjølemediet som tilføres kompressoren i varmepumpen har en temperatur på 273 K og et trykk på 280 kPa. Kjølemediet forlater kompressoren med et trykk på 1 MPa og en temperatur på 60 °C. Kjølemediet har en temperatur på 30 °C ut av kondensatoren. Anta at trykktap i rør kan neglisjeres.

Tegn inn prosessen i et p-H-diagram (vedlegg X).

d) (3 %)

For prosessen beskrevet i c) vis at massestrømmen til kjølemediet er ca 0.08 kg/s..

e) (3 %)

For prosessen beskrevet i c) estimer effektforbruket til kompressoren.

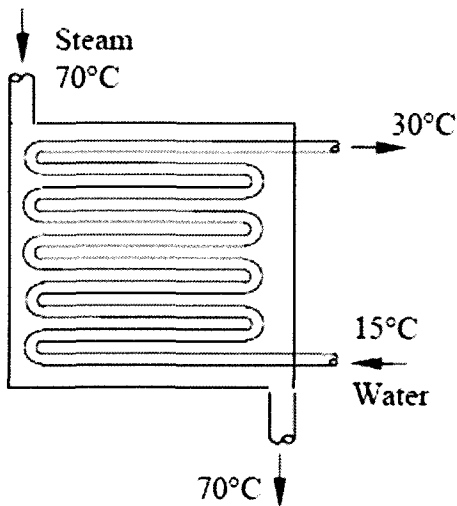
f) (2 %)

For systemet beskrevet i c) finn varmfaktoren (effekt faktoren) til varmepumpen

Oppgave 2 (16 %)

Gitt: $\dot{Q} = UA\Delta T$, $\frac{1}{U} = \sum_{i=1}^N \frac{1}{h_i} + \sum_{j=1}^M \frac{\Delta x_j}{k_j}$

$\Delta T_{lm} = \frac{\Delta T_2 - \Delta T_1}{\ln(\frac{\Delta T_2}{\Delta T_1})}$, $\Delta \tilde{H} = \tilde{C}_p \Delta T$, $\Delta H = Q - W$,

<p>Damp kondenseres ved en temperatur på 70 °C i en kondensator i et kraftverk.</p> <p>Kjølevann fra en nærliggende innsjø tilføres kondensatoren ved 15 °C og forlater den ved 30 °C.</p> <p>Varmevekslerflaten i kondensatoren er på 50 m², og varmegjennomgangstallet kan settes til 2500 W/m²K.</p>	
---	---

a) (4 %)

Bestem varmeeffekten som overføres i kondensatoren.

b) (4 %)

Den spesifikke varmekapasiteten ved konstant trykk til vann kan settes lik 4180 J/kgK ved 295 K. Bestem massestrømmen til kjølevannet i kondensatoren

c) (4 %)

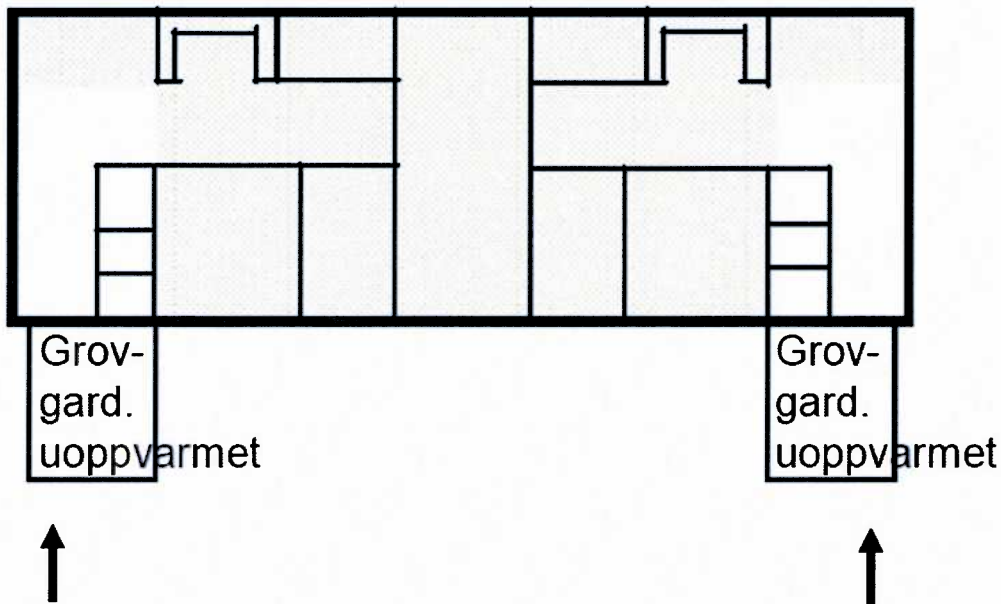
Fordampingsentalpien til vann ved 343 K kan settes lik 2333 kJ/kg. Bestem kondensasjonshastigheten til dampen i kondensatoren.

d) (4 %)

Man skal bruke en pumpe for å frakte kjølevannet til kondensatoren. Hva må man ha informasjon om hvis man skal dimensjonere denne pumpen?

Oppgave 3: (22 %) (kng)

Faktaramme: Opplysninger om bygget:



Figur D.1: Modell av barnehage med dimensjoner 10 x 30 m, over én etasje. 300 m² BRA.

Opplysninger i denne ramme og figur D.1 gjelder for ALLE «kng-merkede» oppgaver.

1. Etasjehøyde (varm flate): 3m
2. Oppvarmet BRA: 10m x 30m varme flater.
3. Ytelser for bygget skal tilfredsstille «Passivhusnivå» etter minstekrav gitt i NS 3031 Tabell 9, og eksempler på U-verdier gitt i NS 3031, Tabell B.1.
4. Effektfaktor for varmepumper (VP) – alle varianter, kjøling og oppvarming: $\eta = 2,2$
5. Systemvirkningsgrad for Fjernvarme (FV): $\eta = 0,88$
6. Solcelleanlegg (PV):
 - a. $\eta = 100$.
 - b. Årsproduksjon: 100 kWh/m²
7. Graddagtall = 3 780 K · døgn
8. EMO krav til levert energi, klasse C: 145 kWh/m² pr. år.
9. Energiposter fra Simien – evaluering etter NS 3701:

Tabell D.3 Simulert netto energibudsjett for barnehagen.

Energipost	Energibudsjett	
	Energibehov	Spesifikt energibehov
1a Romoppvarming	7532 kWh	25.1 kWh/m ²
1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	0 kWh	0.0 kWh/m ²
2 Varmtvann (tappevann)	3007 kWh	10.0 kWh/m ²
3a Vifter	2324 kWh	7.7 kWh/m ²
3b Pumper	0 kWh	0.0 kWh/m ²
4 Belysning	4698 kWh	15.7 kWh/m ²
5 Teknisk utstyr	1566 kWh	5.2 kWh/m ²
6a Romkjøling	0 kWh	0.0 kWh/m ²
6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	0 kWh	0.0 kWh/m ²
Totalt netto energibehov, sum 1-6	19127 kWh	63.8 kWh/m²

- a) Bruk energibudsjettet fra «Faktaramma» og beregn levert energi for barnehagen når 100% av varmebehovet forutsettes dekket av varmpumpe, og el spesifikt behov i sin helhet dekkes fra nettet. Utrekningen skal vises.
- b) Bruk utdrag av BREEAM-NOR manualen gitt i vedlegg, og bestem hvor mange poeng som kan tildeles under Ene 1 dersom man tar som utgangspunkt i levert energi beregnet i oppgave a) . (Forutsett at levert energi i oppgave a) er beregnet i henhold til NS 3031).
- c) Hva er poeng-minstekravet for klassifiseringen «Outstanding» i BREEAM-NOR, emne Ene 1?

Du har fått i oppdrag å utrede alternative energikilder – Ene 5 – i BREEAM-NOR, og skal i første omgang svare på følgende spørsmål:

- d) Hva vil du foreslå som energiforsyningen dersom prosjektet skal bli et «null-hus»? («Null-hus» velges definert som et bygg med 0 kWh i levert energi over året.) Bruk opplysninger i «ramma», og vurder om «null-hus» er mulig å realisere, og med hvilke tiltak.
- e) En evaluering etter NS 3701 gir normalt et høyere oppvarmingsbehov – post 1a + 1b - enn en evaluering etter NS 3031 selv om alle ytelser for bygget er de samme. Forklar hvorfor.
- f) Entreprenørens erfaring med tilsvarende bygg tilsier at lekkasjetallet kan senkes ytterligere - til $0,3h^{-1}$. Hvor stor reduksjon i infiltrasjonsvarmetapet utgjør dette? Vis beregningen.
(Ved balansert ventilasjon vil $n_{inf} = n_{50} \cdot e$)
- g) Hvilken post i oversikten over netto energibehov reduseres når lekkasjetallet reduseres?

Oppgave 4: (12 %) (kng)

"Faktamma" gjelder også i oppgave 2.

Barnehagen skal bygges med 200mm tykke massivtre-elementer.

a) Gjør en overslagsmessig beregning av nødvendig isolasjonstykkelse, og vis med en enkel skisse – vertikalsnitt – forslag til veggoppbygging:

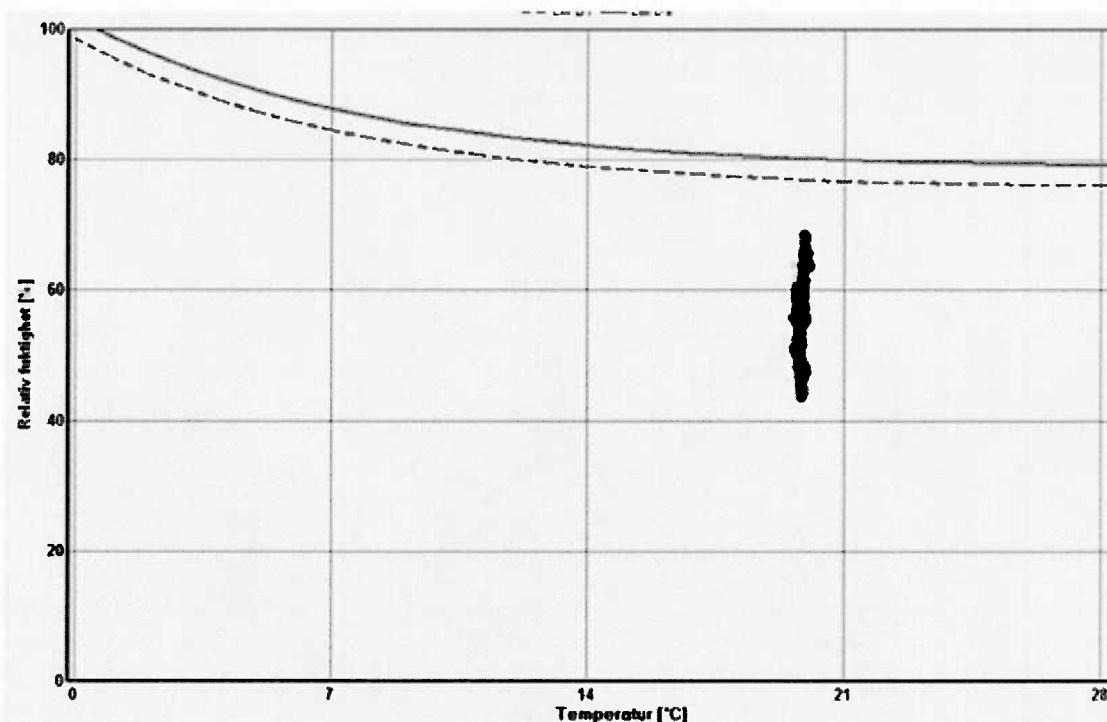
- Ytelse skal tilfredsstillere krav gitt i "ramma".
- Velg isolasjonstykkelse
- Dampspærre-funksjon ivaretas av massivtre-elementet.
- Spikerslag for vindtetting er ivaretatt, og du fritt kan velge løsning for vindspærre.
- All isolasjon har $\lambda = 0,035 \text{ W/mK}$.

(Tips: Det vil nesten bare være isolasjonsjiktet som har betydning for U-verdi),

Redegjør for de valgene du tar i forhold til veggens funksjonalitet i forhold til fukt.

b) Hvor vil du plassere "Wufi-overvåking" i vegg fra oppgave a)? Begrunn svaret.

c) Hvilke opplysninger henter du ut av et "isopleth-diagram", og hvor i vegg er det sannsynlig at diagrammet vist under, er hentet fra? Begrunn svaret.



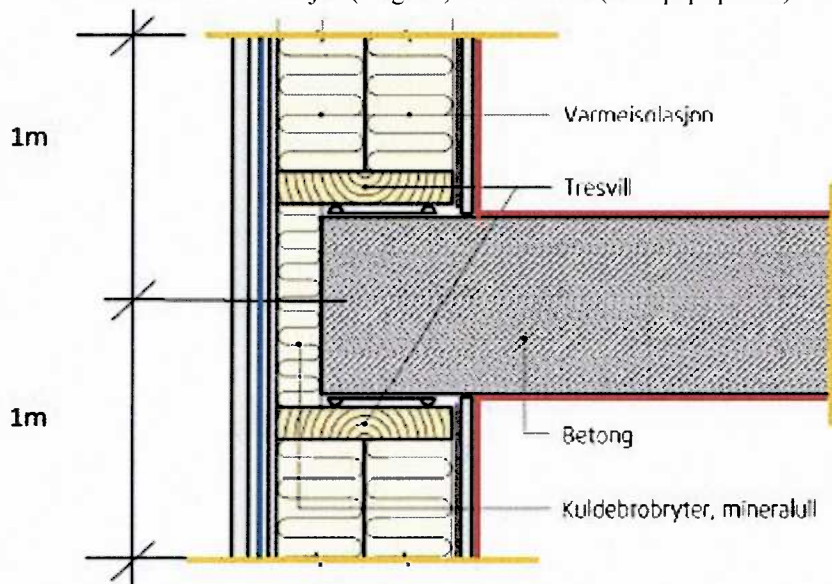
d) En høysolert vegg vil alltid ha høyere fuktrisiko enn en tilsvarende oppbygget vegg med lite isolasjon. Forklar hvorfor.

Oppgave 5: (7 %) (kng)

"Faktaramma" i oppgave 1 gjelder også i denne oppgaven.

En detalj av dekkeframkant med 100m kuldebryter er beregnet i dataprogrammet "HEAT". Samlet varmestrom gjennom detaljen vist under, er beregnet til **6,4 W** når:

- Innetemperaturen er 20 grader
- Utetemperatur er 0 grader
- Utbredelsen av detaljen (lengden) er satt til 1m (inn i papirplanet).



Figur 3.1

- U-verdi for vegg på Figur 3.1 er beregnet til $0,11 \text{ W/m}^2\text{K}$.
- Varm flate for vegg på Figur 3.1 er 1m høyde over senter dekke, og 1m under.
- Adiabatisk snitt har orange på figuren.

a) Hva blir kuldebroverdien - ψ -verdien - til denne detaljen?

b) Når isotermene er kjent, vet vi også retningen på varmestrommen. Hva er sammenhengen mellom isotermer og retning på varmestrommen?

Oppgave 6: (9 %)(kng)

"Faktaramme" i oppgave 1 gjelder der dette er relevant.

Barnehagen har et sørvendt rom på 40 m^2 , og 4 vinduer med utvendig karm mål på $1200 \times 2100 \text{ mm}$.

Data for solinnstråling antas å være som følger:

- Solinnstråling konstant lik månedsgjennomsnittlig innstråling angitt i NS 3031.
- F_{with} som angitt i NS 3031 for arbeidsdagen.
- Solskjerming er utvendig persienner med automatisk styring.
- Det er ingen skjerming fra horisont, takutstikk eller "sidevinger"

(Vis beregninger i alle underoppgavene.)

a) Hva blir total innstålt energimengde en arbeidsdag (8 timer) i mai?

b) Hva blir varmetilskuddet fra personer og utstyr samme arbeidsdag (NS 3031)?

c) Prosjektet vurderer å kutte ut utvendig solskjerming, og satse på produktet Microshade som har en dokumentert fast skjerming i glasset på sommerstid tilsvarende $g = 0,15$. Hva blir solinnstrålingen for dette alternativet?

Vedlegg 1 - Oppgave 1:

Ant. poeng tilgj.				Emne	Minstestandard				
Vareh.	Kontor	Indust.	Utdan.		P	G	VG	E	O
13	13	13	13	Ene 1 – Energieffektivitet	-	-	-	7	9

Formål

Å fremme bygg som er designet for å minimere energibruk til drift.

Vurderingskriterier

Følgende viser samsvar:

Fastsettelse av byggets energiytelse ved beregning av levert energi til bygningen

1. Antall oppnådde poeng baseres på den prosentvise forbedringen av byggets beregnede leverte energi, E (kWh/m²år) i forhold til gjeldende standard for å oppnå energikarakter C i energimerkeordningen - E_{ref} .
2. Levert energi til bygget beregnes iht metode i NS 3031:2010
3. Den prosentvise forbedringen brukes til å tildele antall poeng, som vist i tabellen nedenfor:

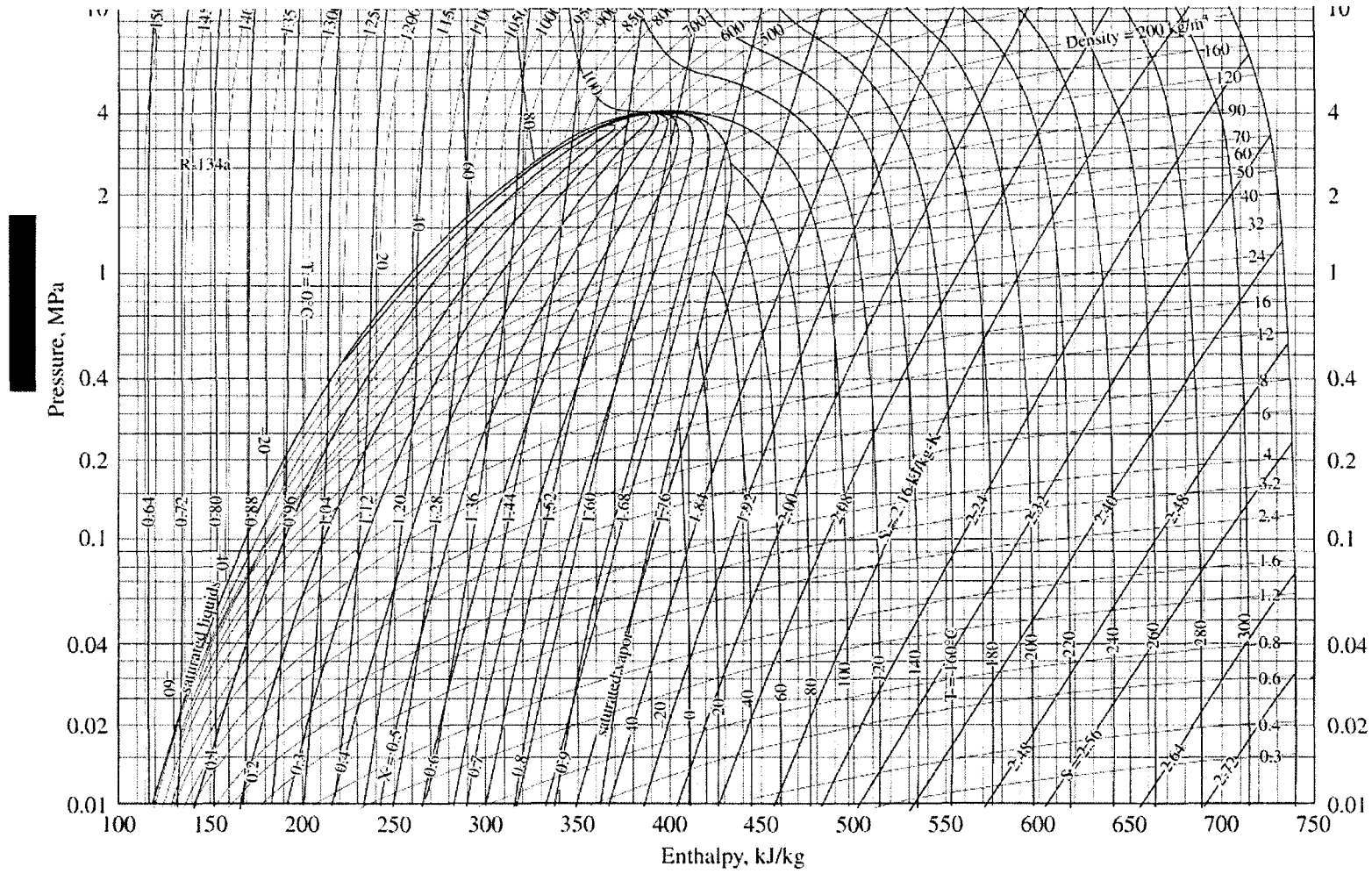
Tabell 6.1 Prosentvis forbedring i forhold til gjeldende standard for energikarakter C i energimerkeordningen.

BREEAM-poeng	Nybygg og hovedombygging	Oppussing
1	5%	-20%
2	7%	-9%
3	11%	0%
4	15%	8%
5	19%	15%
6	25%	21%
7	31%	28%
8	37%	36%
9	45%	45%
10	55%	55%
11	70%	70%
12	85%	85%
13	100%	100%

Tabell 6.1 Prosentvis forbedring i forhold til gjeldende standard for energikarakter C i energimerkeordningen.

Vedlegg 2

Kandidat nummer: _____



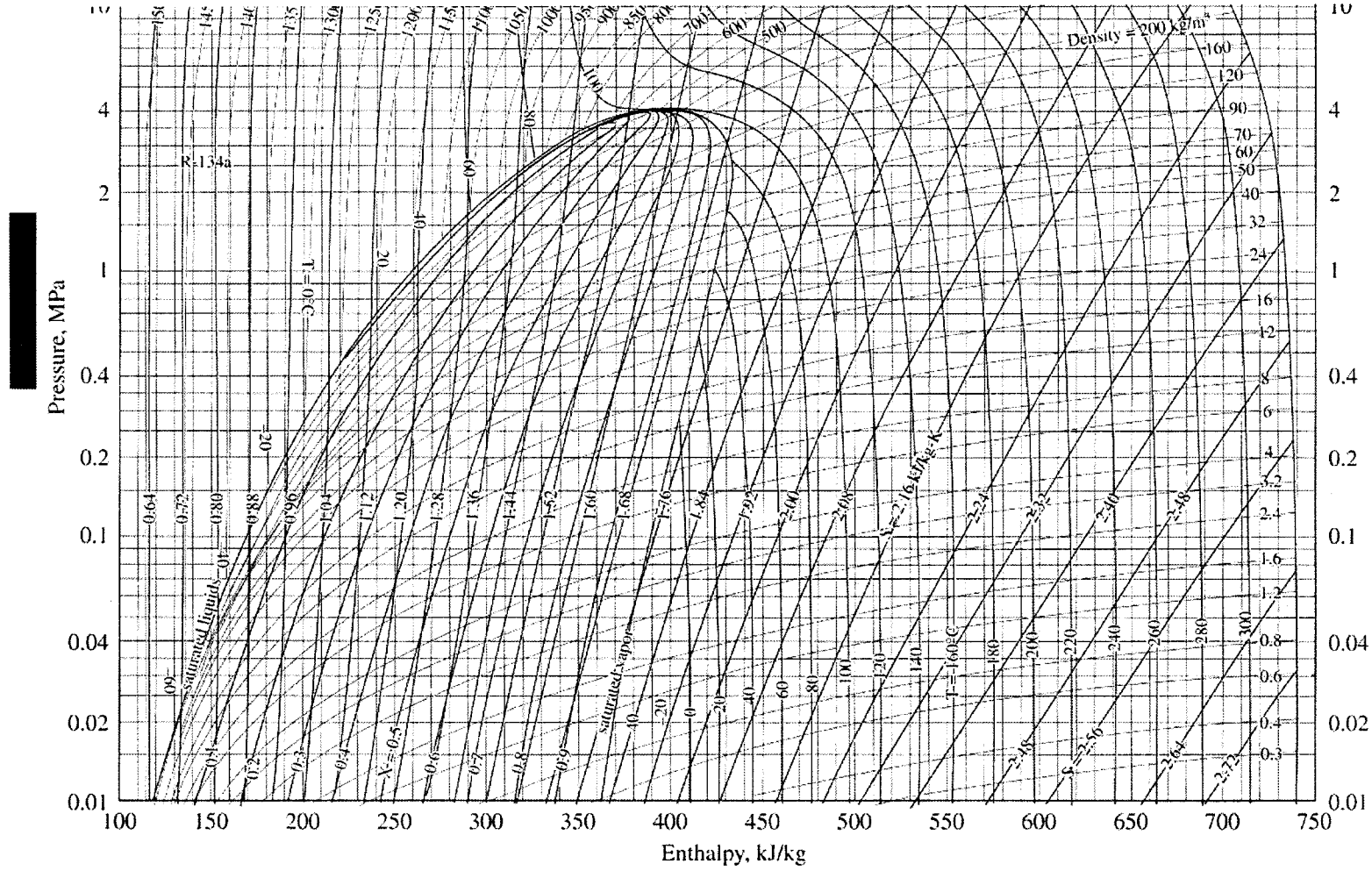
Note: The reference point used for the chart is different than that used in the R-134a tables. Therefore, problems should be solved using all property data either from the tables or from the chart, but not from both.

FIGURE A-14

P-h diagram for refrigerant-134a. (Reprinted by permission of American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers, Inc., Atlanta, GA.)

Vedlegg 3

Kandidat nummer: _____



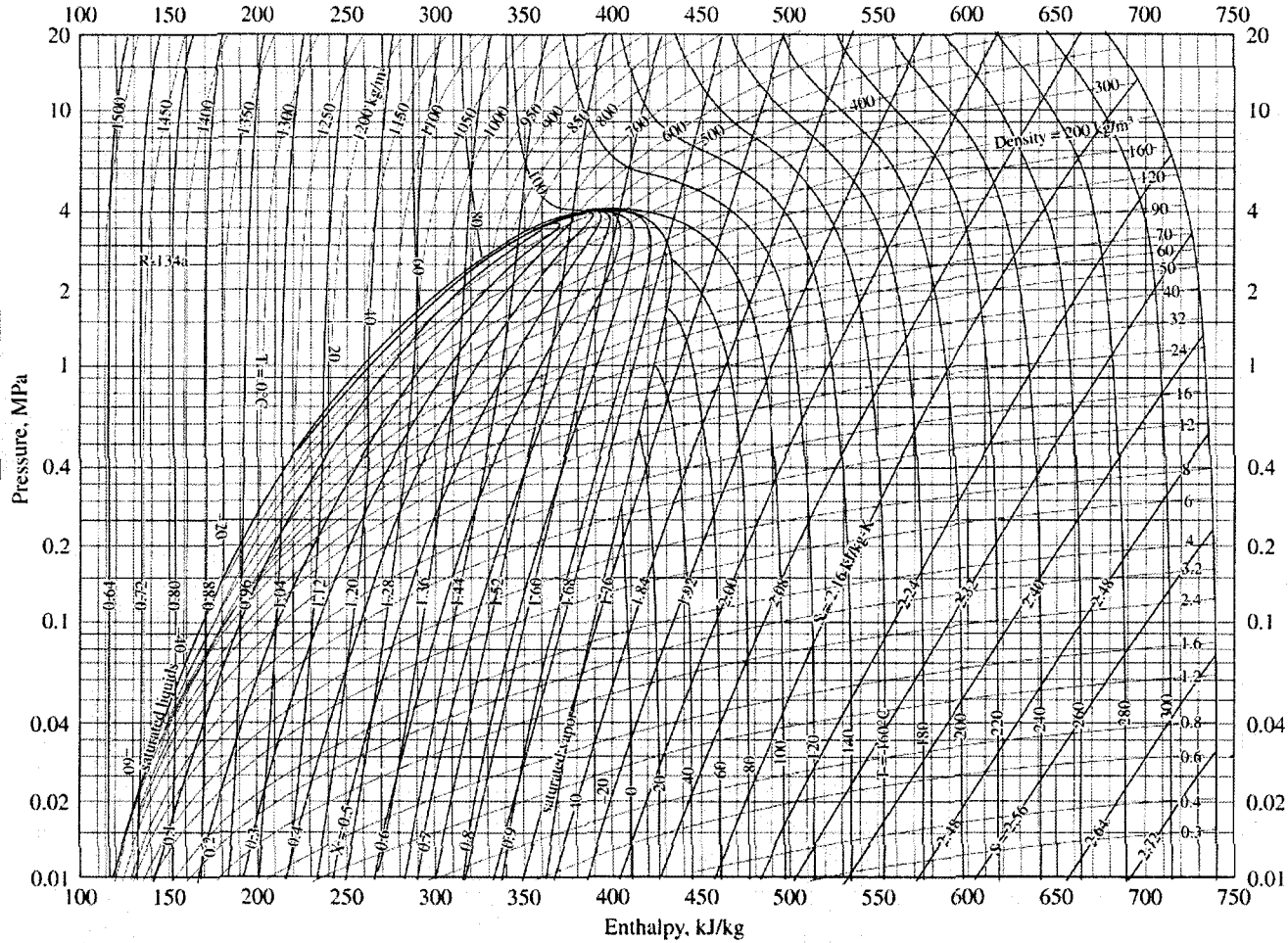
Note: The reference point used for the chart is different than that used in the R-134a tables. Therefore, problems should be solved using all property data either from the tables or from the chart, but not from both.

FIGURE A-14

P-h diagram for refrigerant-134a. (Reprinted by permission of American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers, Inc., Atlanta, GA.)

Vedlegg 4

Kandidat nummer: _____



Note: The reference point used for the chart is different than that used in the R-134a tables. Therefore, problems should be solved using all property data either from the tables or from the chart, but not from both.

FIGURE A-14

P-h diagram for refrigerant-134a. (Reprinted by permission of American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers, Inc., Atlanta, GA.)