

EKSAMENSOPPGAVE

Emne: IRE36213/Energiteknikk og bygningsinstallasjoner

Lærer/telefon: Ole Kristian Førriisdahl/97497378 og Bjørn Halvor Sture/46683781

Grupper: E3E, E3E-y	Dato: 04.12.2019	Tid: 09.00 – 13.00
Antall oppgavesider: 9		Antall vedleggsider: 17
Sensurfrist til studentene: 27.12.2019 Oppgaven er kontrollert: ja av sensor		
Hjelpeemidler: Kalkulator i henhold til emnebeskrivelse, Forskrift om elektriske lavspenningsanlegg (FEL), Montørhåndboka, Just Erik Ormbostad, NEK 400:2014/ NEK 400:2018 "Formelsamling i Energiteknikk inkludert appendix i Cengel and Turner" utleverses på eksamen'		
Hellsten og Mørstedt «Energi- og kjemiteknikk» 1 personlig A4 ark (to/begge sider) som utleverses på eksamen.		
KANDIDATEN MÅ SELV KONTROLLERE AT OPPGAVESETTET ER FULLSTENDIG		

Dersom du savner opplysninger som er nødvendige for at du skal kunne løse oppgavene, bruker du symboler eller rimelige verdier med begrunnelse.

Oppgi alle svar i SI enheter hvis annet ikke er spesifisert.

Oppgavesettet består av oppgaver som til sammen utgjør 119%.

Du trenger ikke å besvare flere oppgaver enn at summen av disse utgjør 100 %.

Sagt på en annen måte: Du kan velge vekk en eller flere deloppgaver på til sammen 19 %.

Du kan ikke velge vekk deloppgaver i oppgave 1, 2 og 3, disse utgjør 62 %

Hvis du velger å besvare 100+z % oppgaver, vil din karakter bli satt i forhold til det antall oppgaver du har besvart

$$x/100 + (38/100)(y/(38+z))$$

der x og y er antall poeng du har oppnådd på hhv må besvares oppgavene (oppgave 1, 2 og 3) og på resten av oppgavene.

Oppgave 1. (40 %) (HELE MÅ BESVARES)

I et 230 V IT -nett har vi oppgitt følgende verdier i fordelingsskapet til en bedrift:

$$I_{k3pmax} = 5 \text{ kA og } \cos \varphi = 0,8$$

$$I_{k2pmin} = 1,0 \text{ kA og } \cos \varphi = 0,9$$

$$I_{j1pmax} = 500 \text{ mA og } I_{j1pmin} = 125 \text{ mA}$$

$$\text{Resistiviteten for kobber } \rho_{cu} = \frac{1}{57} \left[\frac{\Omega \text{mm}^2}{m} \right]$$

Følgende verdier er oppgitt for en forbrukerkurs (motorkurs) som skal prosjekteres ut fra bedriftens fordelingsskap:

- En fast tilkoplet trefaset motor merket 230 V, 5 kW, $\cos \varphi = 0,7$ og virkningsgrad (η) = 0,85.
- Startstrømmen til motoren (I_s) er $5 \cdot I_B$
- Oppstartstiden til motoren er mindre enn 2 s
- Tilførselskabelen (PFSP) til motoren blir 35 m lang og med kobberledere
- Kabelen vil bli forlagt på en horisontal perforert kabelbro sammen med fire andre kabler, der en av kablene er kun 30 % belastet i forhold til sin maksimale strømføringsevne. Det er ingen flere kabelbroer som ligger i parallel (antall broer = 1)
- Maksimalt spenningsfall for kurSEN settes til 3,5 %.
Omgivelsestemperatur for denne kurSEN antas og varierer mellom -5°C og $+35^\circ\text{C}$
- Termisk relé benyttes som overbelastningsvern for motor og kabel. I_2 for termisk relé er $1,2 \cdot I_n$
- Som kortslutningsvern for kurSEN benyttes en elementautomat med C – karakteristikk og med integrert strømstyrt jordfeilvern ($I_{\Delta N} = 30 \text{ mA}$)
- Elementautomatens bryteevne (I_{cn}) er lik 10 kA
- For at besvarelsen skal bedømmes til bestått, må det ikke være noen momenter som gjør at installasjonen vil være til fare for mennesker, husdyr eller eiendom ved normal bruk ref. FEL § 16

Oppgave 1. (40 %) (HELE MÅ BESVARES)

a) (33 %)

Prosjekter kurSEN ved bruk av **miste tillatte tverrsnitt** og dokumenter at forskriftenes krav er ivaretatt i henhold til NEK 400:2018

b) (2 %)

Vi tenker oss at motorkurSEN ikke hadde vært beskyttet av et strømstyrt jordfeilvern og den maksimale utkoplingstiden til kortslutningsvernet ved 2. jordfeil (I_{j2p}) hadde oversteget 0,4 s.

Hvilket minste ledertverrsnitt hadde da vært tillatt å benytte for en utjevningsleder som beskyttelsesformål mellom utsatt ledende del (motor) og annen ledende del (stålkonstruksjoner, rør, reisverk), dersom utjevningslederen er forlagt mekanisk beskyttet?

Begrunn svaret.

c) (3 %)

Sett opp noen punkter som er viktig å få verifisert ved sluttkontrollen etter installasjonen av motorkurSEN.

d) (2 %)

Fra sluttkontrollen blir det ved kontinuitetstest av PE-ledaren målt en verdi på $0,5 \Omega$. Drøft dette resultatet?

Oppgave 2. (10 %) (HELE MÅ BESVARES)

Et eldre bygg har blitt renovert der oppvarmingssystemet skal være elektrisk. Bygget er oppført med følgende konstruksjoner og U – verdier.

Bygningen har disse målene:

- Lengde: 35 m
- Bredde: 25 m
- Høyde: 3,5 m

Bygningen har disse dataene:

- Yttervegger: Trekonstruksjoner, $U = 0,18 \text{ (W/m}^2\cdot\text{K)}$
- vinduer: Tolags energiglass, $U = 1,2 \text{ (W/m}^2\cdot\text{K)}$
- Tak: Prefabrikkerte elementer, $U = 0,13 \text{ (W/m}^2\cdot\text{K)}$
- Ytterdører: $U = 1,3 \text{ (W/m}^2\cdot\text{K)}$
- Gulv: $U = 0,15 \text{ (W/m}^2\cdot\text{K)}$
- Totalt areal vinduer: 80 m^2
- Totalt areal ytterdører: 15 m^2
- Dimensjonerende utetemperatur settes til -15°C
- Dimensjonerende innetemperatur settes til 20°C
- Dimensjonerende temperatur under gulv settes til 5°C
- Antall luftvekslinger (n_i) grunnet infiltrasjon settes til 0,3 pr. time
- Det skal installeres en roterende varmegjenvinner med en virkningsgrad på 70 %
- Det er installert et ventilasjonsanlegg som gir 1,5 luftvekslinger pr. time
- Varmekapasitet (c) for luft er $0,35 \text{ (Wh/m}^3\text{K)}$

a)

Beregn det totale effektbehovet til bygget.

Oppgave 3. (12 %) (HELE MÅ BESVARES)

I faget er det høsten 2019 gitt to (2) tekniske rapporter, hvor det skulle skrives en kort rapport i henhold til utlevert oppgavetekst:

Teknisk rapport nr. 1 Solenergi og fornybar energi

Teknisk rapport nr. 2 Kjerneenergi, batterier, hydrogen og motorer, varmekraftprosesser, kjøleanlegg, varmepumper og varmeoverføring

Antall like besvarelser som godkjennes av hver teknisk rapport er gitt i oppgaveteksten til hver av de tekniske rapportene. Det må klart fremgå av første side i hver av rapportene, hvem du har samarbeidet med i form av kandidatnummer på denne.

Rapportene skal leveres i Inspera innen 06.12.2019 kl. 14.00. Det er mulig å erstatte innleverete filer helt frem til innleveringsfristen.

Rapportene skal leveres samlet som en (1) .pdf fil. Filnavnet skal inneholde ditt kandidatnummer. Filens størrelse skal ikke overstige 1 GB.

Sjekk at opplastet fil samstemmer med hva du leverte inn.

a) (6 %)

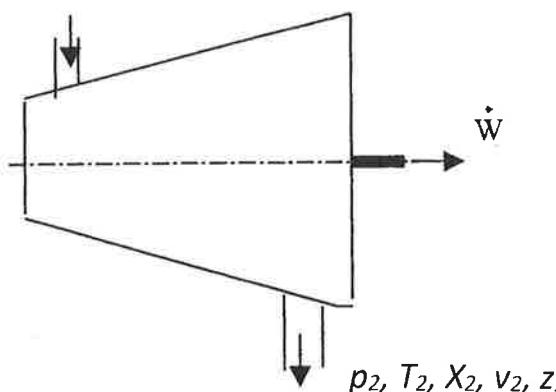
Teknisk rapport nr. 1 levert i Inspera blir evaluert.

b) (6 %)

Teknisk rapport nr. 2 levert i Inspera blir evaluert

Oppgave 4. (15 %)

p_1, T_1, X_1, v_1, z_1



Innløp: damp hastighet $v_1 = 60 \text{ m/s}$
stedshøyde $z_1 = 9 \text{ m}$
trykk $p_1 = 1.5 \text{ MPa}$
temperatur $T_1 = 813 \text{ K}$
dampkvalitet $X_1 = 1.0$

Utløp: damp hastighet $v_2 = 120 \text{ m/s}$
stedshøyde $z_2 = 5 \text{ m}$
trykk $p_2 = 0.04 \text{ MPa}$
temperatur $T_2 = ?$
dampkvalitet $X_2 = ?$

Vanndamp tilføres en turbin ved 15 bar og 813 K. Trykket ut av turbinen er 0.7 bar. Turbinen opererer adiabatisk og stasjonært (steady-state). Kjente tilstander ved innløp og utløp er gitt på figuren over. Forandringer i den kinetiske og potensielle energien kan i denne oppgaven neglisjeres.

a) (4 %)

Bruk de utleverte dampstabellene i formelsamlingen og Mollier-diagrammet (vedlegg 8) for å finne spesifikk entalpi og antall grader overoppheating av dampen ved innløpet til turbinen. Kommenter eventuelle avvik mellom verdiene.

b) (4 %)

Den isentropiske virkningsgraden er på 90 %. Beregn det spesifikke arbeidet turbinen kan utføre med denne virkningsgraden og finn temperaturen ut av turbinen. Hva er dampkvaliteten på utløpet?

c) (3 %)

Hvordan kan man avgjøre om man kan bruke ideell gass lov på beregninger av vanndampen som tilføres turbin?

d) (4 %)

Dampen kondenseres fullstendig etter at den kommer ut av turbin.

Væsken pumpes deretter inn i en lagertank. Hva trenger man å vite for å dimensjonere pumpen.

Oppgave 5 (15 %)

Ett stuevindu er 1.4 m høyt og 2.1 m langt.

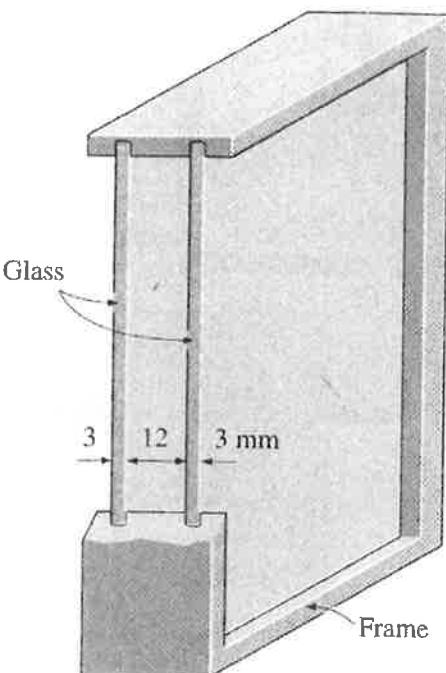
Vinduet består av to glass som hver er 3 mm tykke, mellom glassene er det et 12 mm tykt lag med stillestående gass.

Den termiske konduktiviteten til gassen er 0.02 W/mK og til glasset 0.85 W/mK.

Temperaturen ute er -8°C .

Temperaturen inne i huset er $+22^{\circ}\text{C}$.

Varmeovergangstallet på henholdsvis innsiden og utsiden av vinduet er på $15 \text{ W/m}^2\text{K}$ og $35 \text{ W/m}^2\text{K}$.



a) (5 %)

Beregn varmetapet gjennom vinduet under de gitte betingelser, oppgi svaret i W.

b) (3 %)

Beregn U-verdien til vinduet.

c) (3 %)

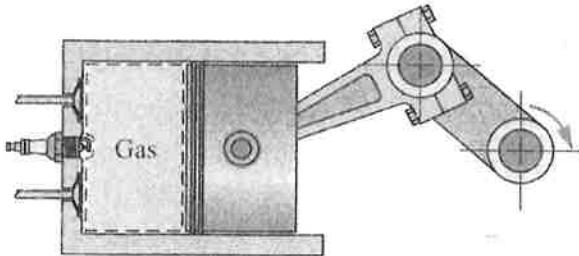
Beregn overflatetemperaturen på glassflaten inn mot stuen.

d) (4 %)

Forklar kort hvordan varme overført som termisk stråling kan beregnes.

Oppgave 6. (12 %)

I en bensindrevet bil blir en blanding av luft og bensin komprimert i et stempelsystem og antent med en elektrisk gnist. Denne prosessen kan forenklet beskrives som en ideell luft-standard Otto syklus.



Luft (21 volum % oksygen, O_2 og 79 volum % nitrogen, N_2) med et trykk på $p_1 = 1.02$ bar og en temperatur på $T_1 = 22^\circ C$ er innesluttet i et stempel der volumet er 0.015 m^3 . Luften komprimeres reversibelt og adiabatisk til et slutttrykk (p_2) på 6.8 bar.

a) (3 %)

Skisser en ideell luft-standard Otto syklus i et pV-diagram. Marker spesielt den spesifiserte komprimeringsprosessen.

b) (3 %)

Vis at sluttvolumet, V_2 i komprimeringsprosessen er litt mindre enn 0.004 m^3 .

c) (3 %)

Beregn sluttemperaturen T_2 i komprimeringsprosessen.

d) (3 %)

Beregn det spesifikke kompresjonsarbeidet (kJ/kg) for kompresjonsprosessen fra 1 til 2.

Oppgave 7. (15 %)

Kjølemediet R-134a tilføres kompressoren i et damp-komprimeringskjøleanlegg med en massestrøm på 0,12 kg/s som overhetet damp ved 0,14 MPa og -10°C, den forlater kompressoren ved 0,7 MPa og 50°C. Kjølemediet blir avkjølt til 24°C ved et trykk på 0,65 MPa i kondensatoren. Etter kondensator blir kjølemediet strupet til 0,15 MPa. Man kan neglisjere alle varme og trykktap i rørledningene mellom prosessenhetene.

a) (4 %)

Skisser den gitte syklusen i et p-h-diagram for R-134a (vedlegg 14).

b) (2 %)

Estimer Carnot-kuldefaktor ($COP_{R,rev}$) for kjøleanlegget.

c) (3 %)

Beregn kjøleffekten til systemet.

d) (2 %)

Beregn kompressorens effekt.

e) (2 %)

Beregn effektfaktoren (COP_R).

f) (2 %)

Hvilke egenskaper bør kuldemediet i en varmepumpe ha?

VEDLEGG

Vedlegg 1

Spenningsfaktoren c

Spenningsfaktoren "c" er en faktor som skal kompensere for lastpåvirking, overgangsmotstand, spenningsfall og er forskjellig for beregning av henholdsvis maksimum og minimum feilstrøm for ulike systemspenninger. Faktoren er gitt i henhold til NEK IEC 60909-0:2016

Spenningsfaktoren c

Toleransegrense for spenning (%)	Nominell spenning (kV) U_n	Maksimal strøm C_{maks}	Minimal strøm C_{min}
± 6	0,1 - ≤ 1	1,05	0,95
± 10		1,10	0,90
	> 1 - ≤ 35	1,10	1,0
	> 35 - ≤ 35	1,10	1,0

Vedlegg 2

Temperaturkompensering

Lederens sluttemperatur ved beregning av minste feilstrøm

Hovedkurser		Distribusjons- og forbrukerkurser			
Alle typer vern		Smeltesikringer		Elementautomater og effektbrytere	
PVC -isolasjon	70 °C	PVC -isolasjon	115 °C	PVC -isolasjon	70 °C
EPR/PEX -isolasjon	90 °C	EPR/PEX -isolasjon	160 °C	EPR/PEX -isolasjon	90 °C

Temperaturkorreksjonsfaktor (k_{t_2}) for resistanser

t_2 °C	k_{t_2} (1+ $\alpha\Delta t$)	t_2 °C	k_{t_2} (1+ $\alpha\Delta t$)
25	1,02	100	1,32
30	1,04	105	1,34
35	1,06	110	1,36
40	1,08	115	1,38
45	1,10	120	1,40
50	1,12	125	1,42
55	1,14	130	1,44
60	1,16	135	1,46
65	1,18	140	1,48
70	1,20	145	1,50
75	1,22	150	1,52
80	1,24	155	1,54
85	1,26	160	1,56
90	1,28	165	1,58
95	1,30	170	1,60

Kabeldata

Vedlegg 3

Cu-kabel med skjerm

Fase/PE (mm ²)	r _{fase} (mΩ/m)	X _{fase} (mΩ/m)	r _{PE} (mΩ/m)	X _{PE} (mΩ/m)
1,5/1,5	12,10	0,106	12,10	0,150
2,5/2,5	7,41	0,103	7,41	0,140
4/4	4,61	0,100	4,61	0,130
6/6	3,08	0,094	3,08	0,130
10/10	1,83	0,091	1,83	0,120
16/16	1,15	0,085	1,15	1,105
25/16	0,727	0,081	1,15	0,100
35/16	0,524	0,079	1,15	0,099
50/25	0,387	0,079	0,727	0,098
70/35	0,268	0,075	0,524	0,098
95/50	0,193	0,075	0,387	0,097
120/70	0,153	0,072	0,268	0,095
150/70	0,124	0,069	0,268	0,094
185/95	0,099	0,069	0,193	0,095
240/120	0,075	0,069	0,153	0,097

Cu-kabel uten skjerm 3 leder (2 leder + Pe leder)

1,5/1,5	12,10	0,106	12,10	0,106
2,5/2,5	7,41	0,105	7,41	0,103
4/4	4,61	0,100	4,61	0,100
6/6	3,08	0,094	3,08	0,094
10/10	1,83	0,091	1,83	0,091
16/16	1,15	0,085	1,15	0,085

Cu-kabel uten skjerm 4 leder (3 leder + Pe leder)

1,5/1,5	12,10	0,135	12,10	0,12
2,5/2,5	7,41	0,132	7,41	0,12
4/4	4,61	0,129	4,61	0,11
6/6	3,08	0,123	3,08	0,109
10/10	1,83	0,120	1,83	0,106
16/16	1,15	0,110	1,15	0,100
25/25	0,73	0,108	0,73	0,090
35/35	0,52	0,100	0,52	0,080
50/50	0,39	0,097	0,39	0,080

Al-kabel med skjerm

16/10	1,910	0,085	1,83	0,105
25/10	1,200	0,082	1,83	0,100
50/16	0,641	0,079	1,15	0,098
95/35	0,320	0,075	0,524	0,097
150/50	0,206	0,072	0,387	0,094
240/70	0,125	0,072	0,268	0,097

Al-kabel uten skjerm

25/25	1,200	0,084	1,200	0,084
50/50	0,641	0,081	0,641	0,081
95/95	0,320	0,078	0,320	0,078

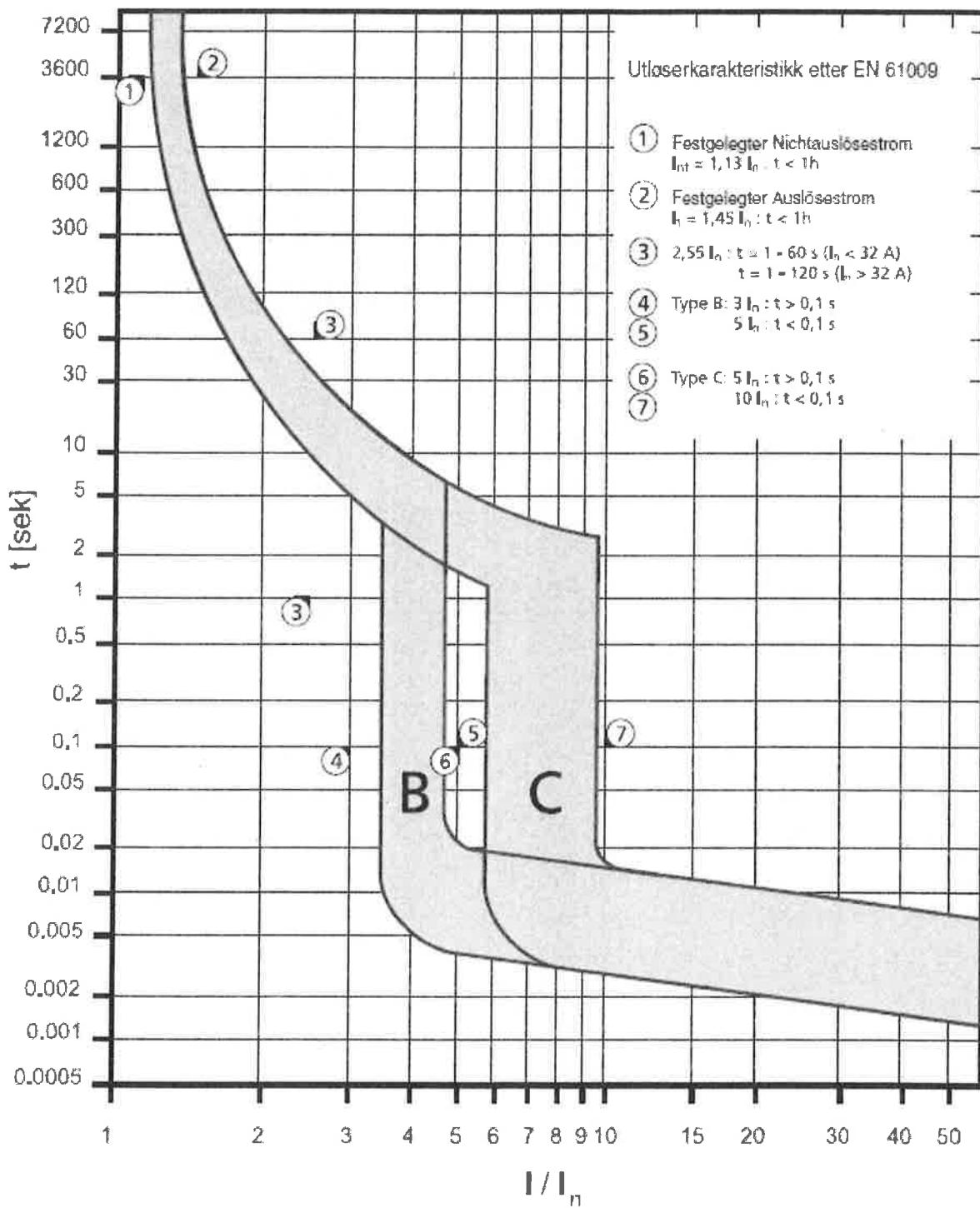
Vedlegg 4

Verndata for elementautomater

Vern Utløse- karakteristikk	Merkestrøm (I_n)	Termisk utløsing		Elektromagnetisk utløsing		Produkt- norm
		Minste prøvestrøm (I_1)	Største prøvestrøm (I_2)	Holder strømstøt (I_4)	Løser ut momentant (I_5)	
A-automat	6 - 63 A	$1,13 \times I_n$	$1,45 \times I_n$	$2 \times I_n$	$3 \times I_n$	NEK EN 60898
B-automat	6 - 63 A	$1,13 \times I_n$	$1,45 \times I_n$	$3 \times I_n$	$5 \times I_n$	NEK EN 60898
C-automat	0,5 - 63 A	$1,13 \times I_n$	$1,45 \times I_n$	$5 \times I_n$	$10 \times I_n$	NEK EN 60898
D-automat	0,5 - 63 A	$1,13 \times I_n$	$1,45 \times I_n$	$10 \times I_n$	$20 \times I_n$	NEK EN 60898
K-automat	0,5 - 63 A	$1,05 \times I_n$	$1,2 \times I_n$	$8 \times I_n$	$12 \times I_n$	NEK EN 60947-2
Z-automat	0,5 - 63 A	$1,05 \times I_n$	$1,2 \times I_n$	$2 \times I_n$	$3 \times I_n$	NEK EN 60947-2
Effektbryter	$\leq 63 A$ $> 63 A$		$1,35 \times I_n$ $1,25 \times I_n$			NEK EN 60947-2
Motorvernbytter			$1,2 \times I_n$			NEK EN 60947
Termisk relé		$1,05 \times I_n$	$1,2 \times I_n$			NEK EN 60947-2
Palronsikring	$\leq 10 A$ $16 - 25 A$ $> 25 A$	$1,5 \times I_n$ $1,4 \times I_n$ $1,3 \times I_n$	$1,9 \times I_n$ $1,75 \times I_n$ $1,6 \times I_n$			
NH-sikring (høy- effektsikring)			$1,6 \times I_n$			NEK EN 60269-1

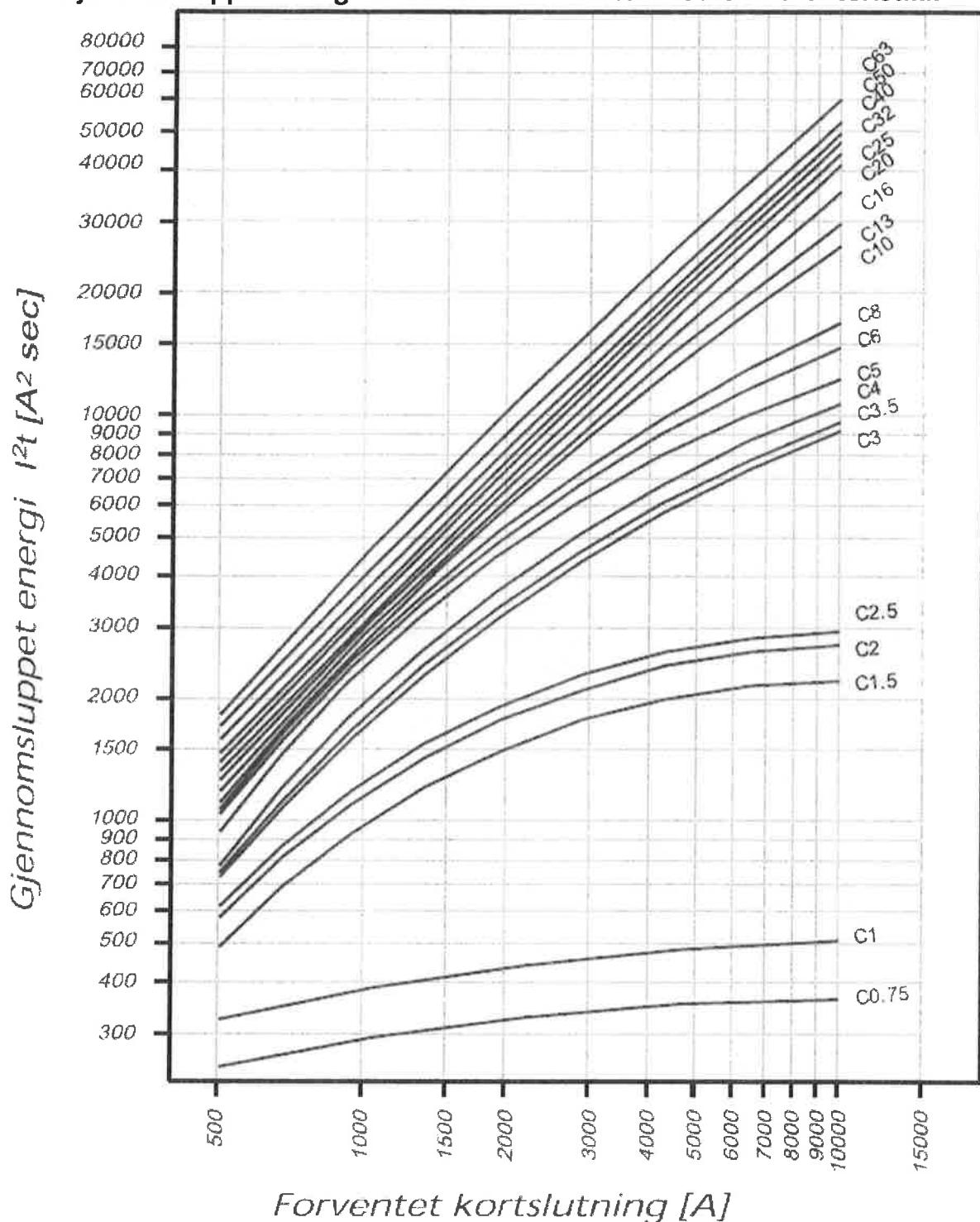
Vedlegg 5

Strøm – tid kurve for elementautomater med B og C - karakteristikk



Vedlegg 6

Gjennomsluppet energi for elementautomater med C – karakteristikk



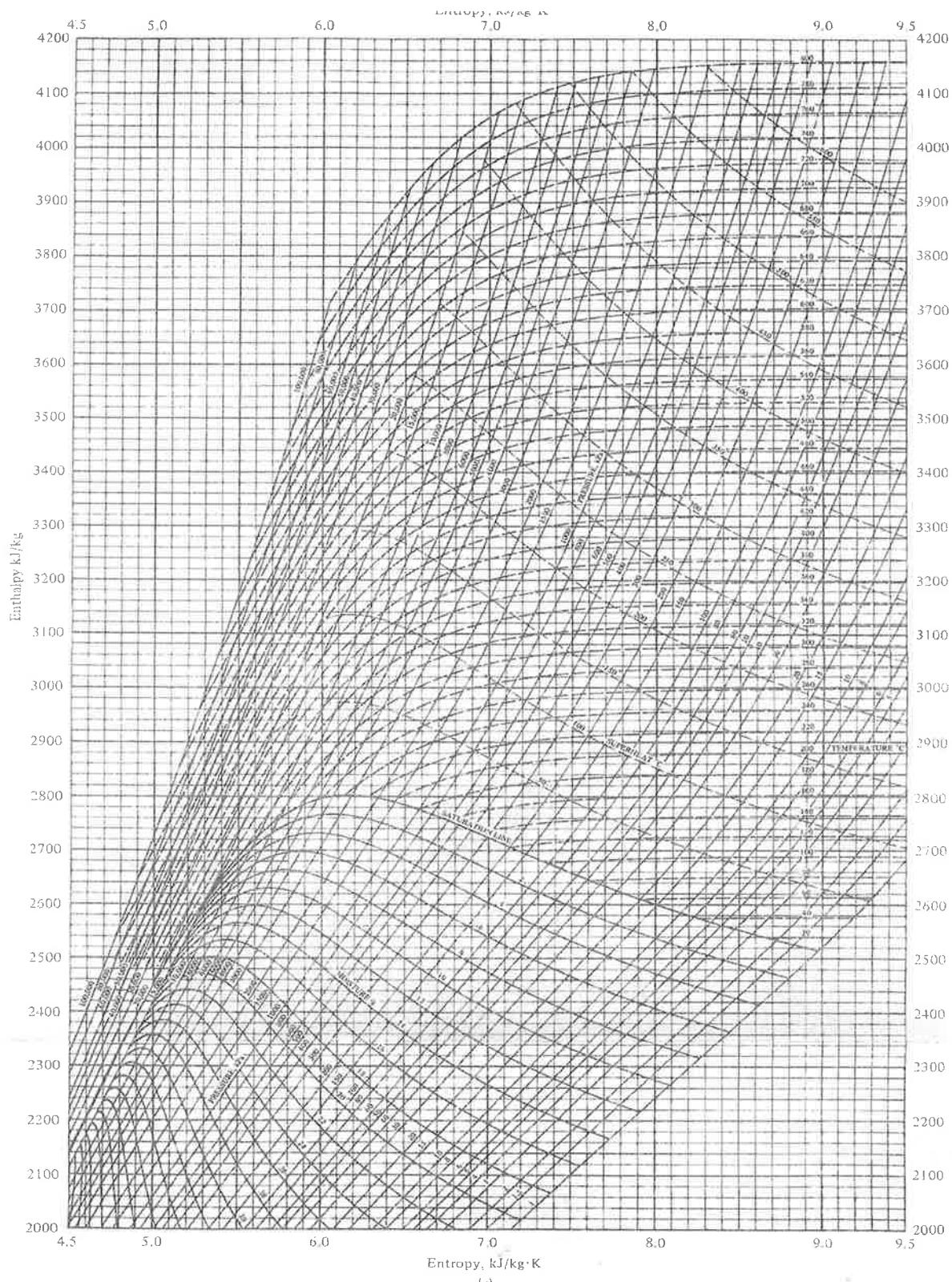
Vedlegg 7

Data for lysrørsarmatur RXB 2/36 W

RXB 2/36 W										$S/H_m = 1,5$
LYSFORDELING/LIGHT FRACTION	OPP/UPWARD 11 %					NED/DOWNWARD 89 %				
LYSFLUX/FLUX FRACTION	OPP/UPWARD 8 %					NED/DOWNWARD 64 %				
LYSENDE AREAL/LUMINOUS FITTING AREA: 2/18 W = 900 cm ² — 2/36 W = 1880 cm ²										Virkningsgrad/efficient 72 %
C	0	45	90		TAK CEILING	70		50		BZ NR.
Y					VEGG WALL	50	30	10	50	
					GULV FLOOR	20		20		
					Roomdeks Roomindex	VIRKNINGSFAKTOR/UTILIZATION FACTOR				
0	166	166	166		0,6	—	—	—	—	—
5	166	168	166		0,8	0,38	0,32	0,28	0,36	0,31
15	168	165	160		1,0	0,43	0,37	0,33	0,41	0,35
25	165	160	148		1,25	0,48	0,42	0,37	0,45	0,40
35	164	159	130		1,5	0,52	0,46	0,42	0,48	0,44
45	152	138	106		2,0	0,57	0,52	0,47	0,53	0,49
55	140	118	80		2,5	0,60	0,56	0,52	0,57	0,53
65	134	100	49		3,0	0,63	0,59	0,55	0,59	0,56
75	98	81	21		4,0	0,67	0,63	0,60	0,62	0,59
85	72	51	5		5,0	0,69	0,66	0,63	0,65	0,62
90	—	—	—			0,69	0,66	0,63	0,65	0,60
Jevnhet i den direkte belysning Midpoint ratio										Reduksjonsfaktor / reduction factor 2/18 W = 1,02
Armaturen er målt med/ Measured with: 2 rør 36 W / 2 tubes 36 W										

Kandidatnummer: _____

Vedlegg 8



Kandidatnummer: _____

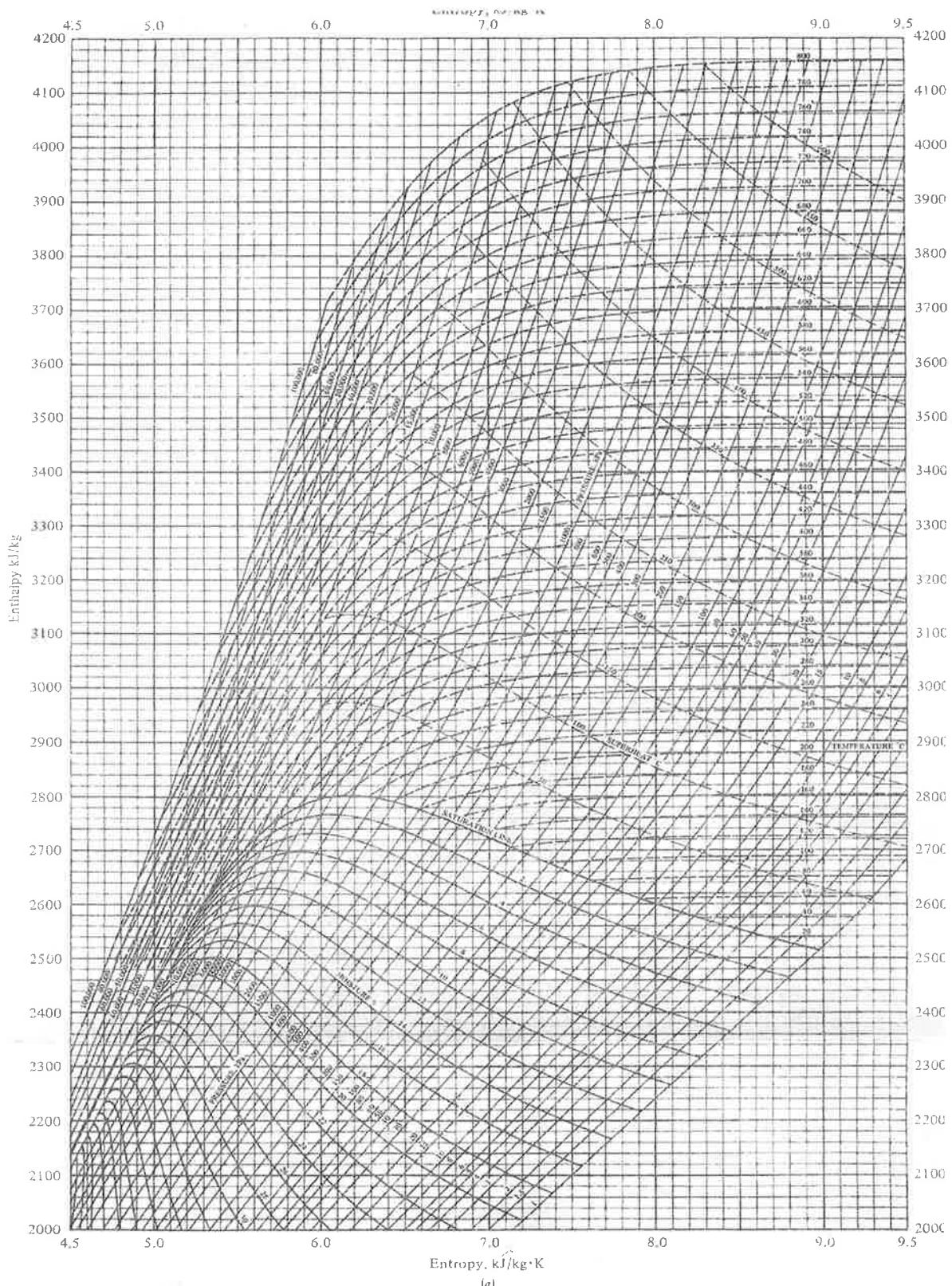


Figure 2.4-1a

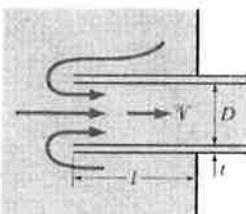
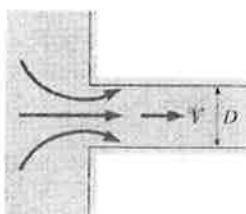
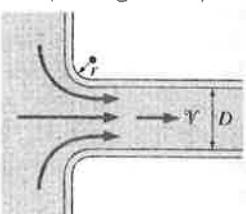
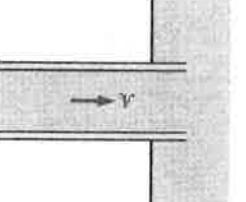
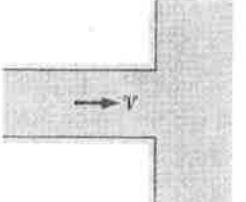
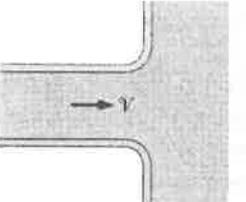
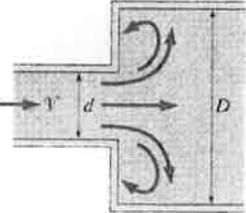
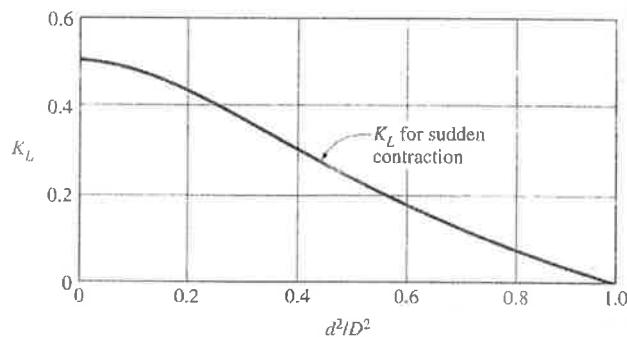
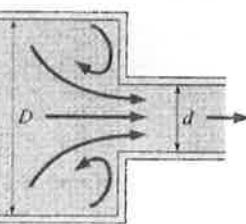
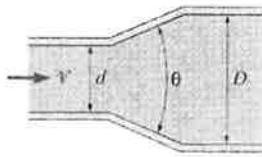
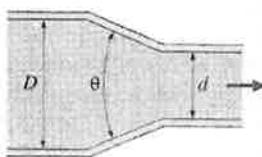
Enthalpy–entropy or Mollier diagram for steam. (Source: ASME Steam Tables in SI (Metric) Units for Instructional Use, American Society of Mechanical Engineers, New York, 1967. Used with permission.)

Vedlegg 9

TABLE 12-4

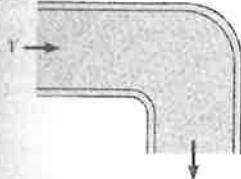
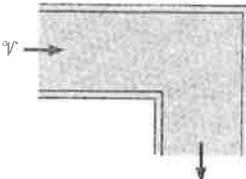
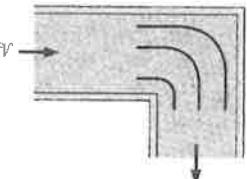
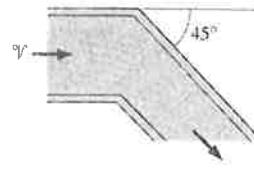
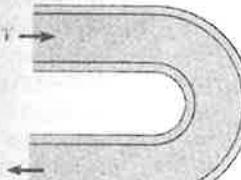
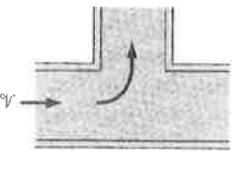
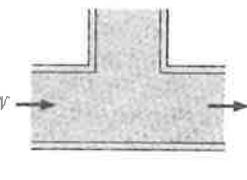
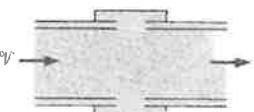
Loss coefficients K_L of various pipe components for turbulent flow

(for use in the relation $h_L = K_L V^2/(2g)$ where V is the mean velocity in the pipe that contains the component)*

Pipe Entrance Reentrant: $K_L = 0.80$ ($t \ll D$ and $I \sim 0.1D$)	Sharp-edged: $K_L = 0.50$	Well-rounded ($r/D > 0.2$): $K_L = 0.12$ Slightly rounded ($r/D = 0.1$): $K_L = 0.12$ (see Fig. 12-29)														
																
Pipe Exit Reentrant: $K_L = 1.0$	Sharp-edged: $K_L = 1.0$	Rounded: $K_L = 1.0$														
																
Sudden Expansion and Contraction (based on the velocity in the smaller-diameter pipe)																
Sudden expansion: $K_L = \left(1 - \frac{d^2}{D^2}\right)^2$ 	 <table border="1"> <caption>Data points estimated from graph</caption> <thead> <tr> <th>d^2/D^2</th> <th>K_L for sudden contraction</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0.0</td><td>0.50</td></tr> <tr><td>0.2</td><td>0.45</td></tr> <tr><td>0.4</td><td>0.40</td></tr> <tr><td>0.6</td><td>0.35</td></tr> <tr><td>0.8</td><td>0.30</td></tr> <tr><td>1.0</td><td>0.25</td></tr> </tbody> </table>		d^2/D^2	K_L for sudden contraction	0.0	0.50	0.2	0.45	0.4	0.40	0.6	0.35	0.8	0.30	1.0	0.25
d^2/D^2	K_L for sudden contraction															
0.0	0.50															
0.2	0.45															
0.4	0.40															
0.6	0.35															
0.8	0.30															
1.0	0.25															
Sudden contraction: See chart. 																
Gradual Expansion and Contraction (based on the velocity in the smaller-diameter pipe)																
Expansion: $K_L = 0.02$ for $\theta = 20^\circ$ $K_L = 0.04$ for $\theta = 45^\circ$ $K_L = 0.07$ for $\theta = 60^\circ$	Contraction (for $\theta = 20^\circ$): $K_L = 0.30$ for $d/D = 0.2$ $K_L = 0.25$ for $d/D = 0.4$ $K_L = 0.15$ for $d/D = 0.6$ $K_L = 0.10$ for $d/D = 0.8$ 															

Vedlegg 10

TABLE 12-4 (Concluded)

Bends and Branches			
<i>90° smooth bend:</i> Flanged: $K_L = 0.3$ Threaded: $K_L = 0.9$	<i>90° miter bend</i> (without vanes): $K_L = 1.1$	<i>90° miter bend</i> (with vanes): $K_L = 0.2$	<i>45° threaded elbow:</i> $K_L = 0.4$
			
<i>180° return bend:</i> Flanged: $K_L = 0.2$ Threaded: $K_L = 1.5$	<i>Tee (branch flow):</i> Flanged: $K_L = 1.0$ Threaded: $K_L = 2.0$	<i>Tee (line flow):</i> Flanged: $K_L = 0.2$ Threaded: $K_L = 0.9$	<i>Threaded union:</i> $K_L = 0.08$
			
Valves			
Globe valve, fully open: $K_L = 10$ Angle valve, fully open: $K_L = 5$ Ball valve, fully open: $K_L = 0.05$ Swing check valve: $K_L = 2$		Gate valve, fully open: $K_L = 0.2$ $\frac{1}{4}$ closed: $K_L = 0.3$ $\frac{1}{2}$ closed: $K_L = 2.1$ $\frac{3}{4}$ closed: $K_L = 17$	

*These are representative values for loss coefficients. Actual values strongly depend on the design and manufacture of the components and may differ from the given values considerably (especially for valves). Actual manufacturer's data should be used in the final design.

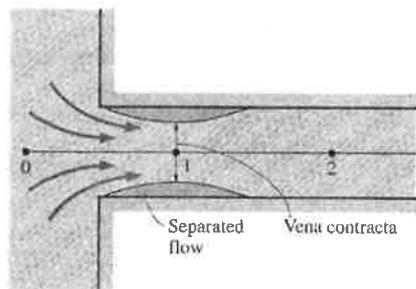
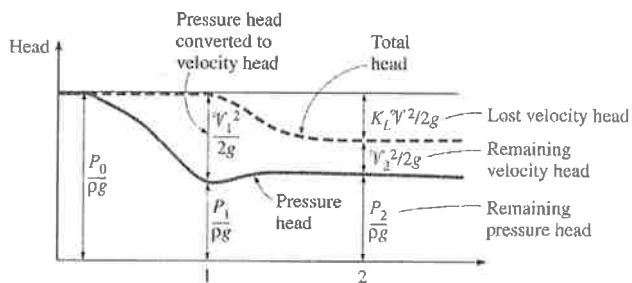


FIGURE 12-28

Graphical representation of flow contraction and the associated heat loss at a sharp-edged inlet.

Vedlegg 11

$$h_f = \sum_i f_i \left(\frac{L_i}{D_i} \right) \frac{v_i^2}{2g} + \left(\sum_j K_L \right) \frac{v_j^2}{2g}$$

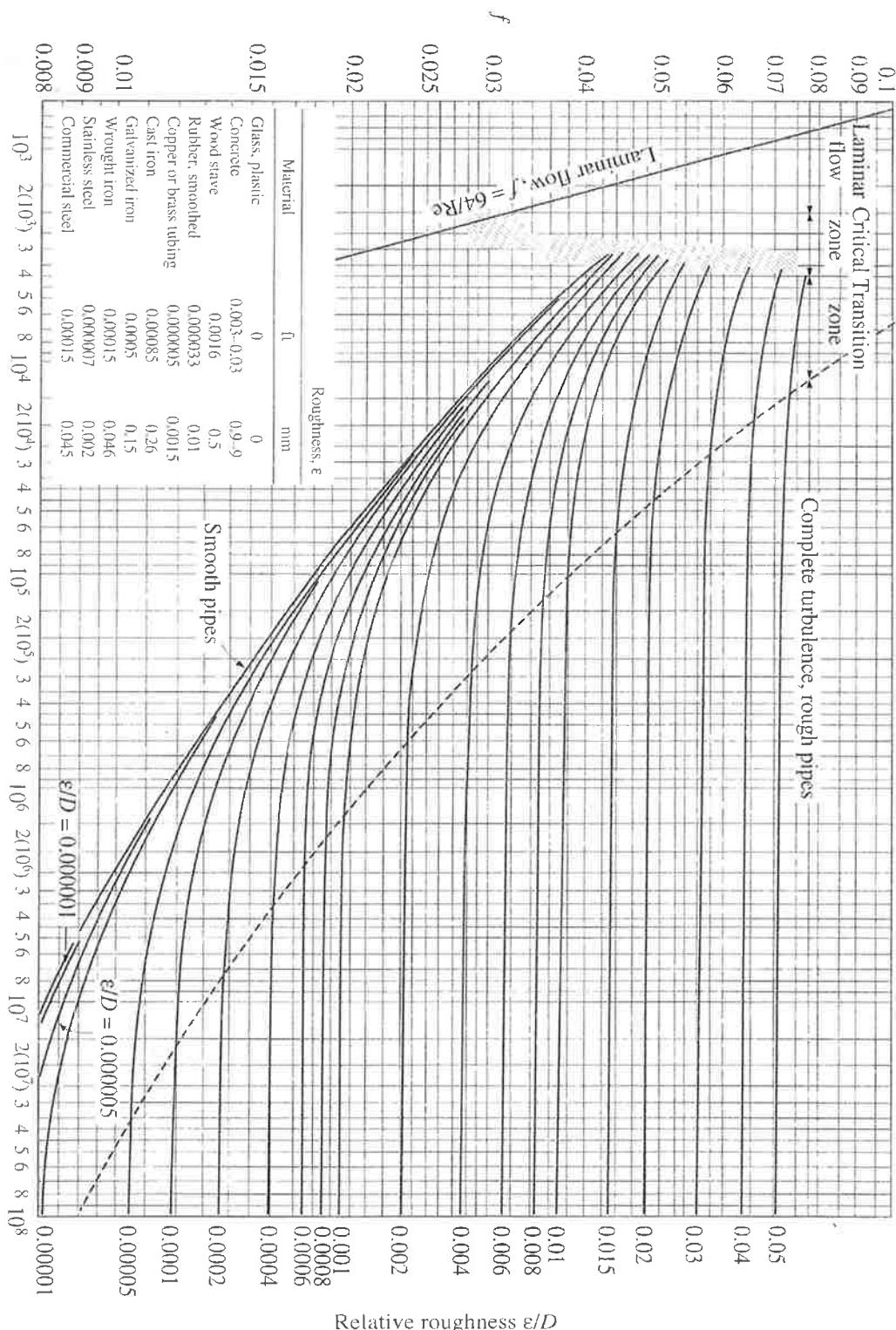


FIGURE A-27

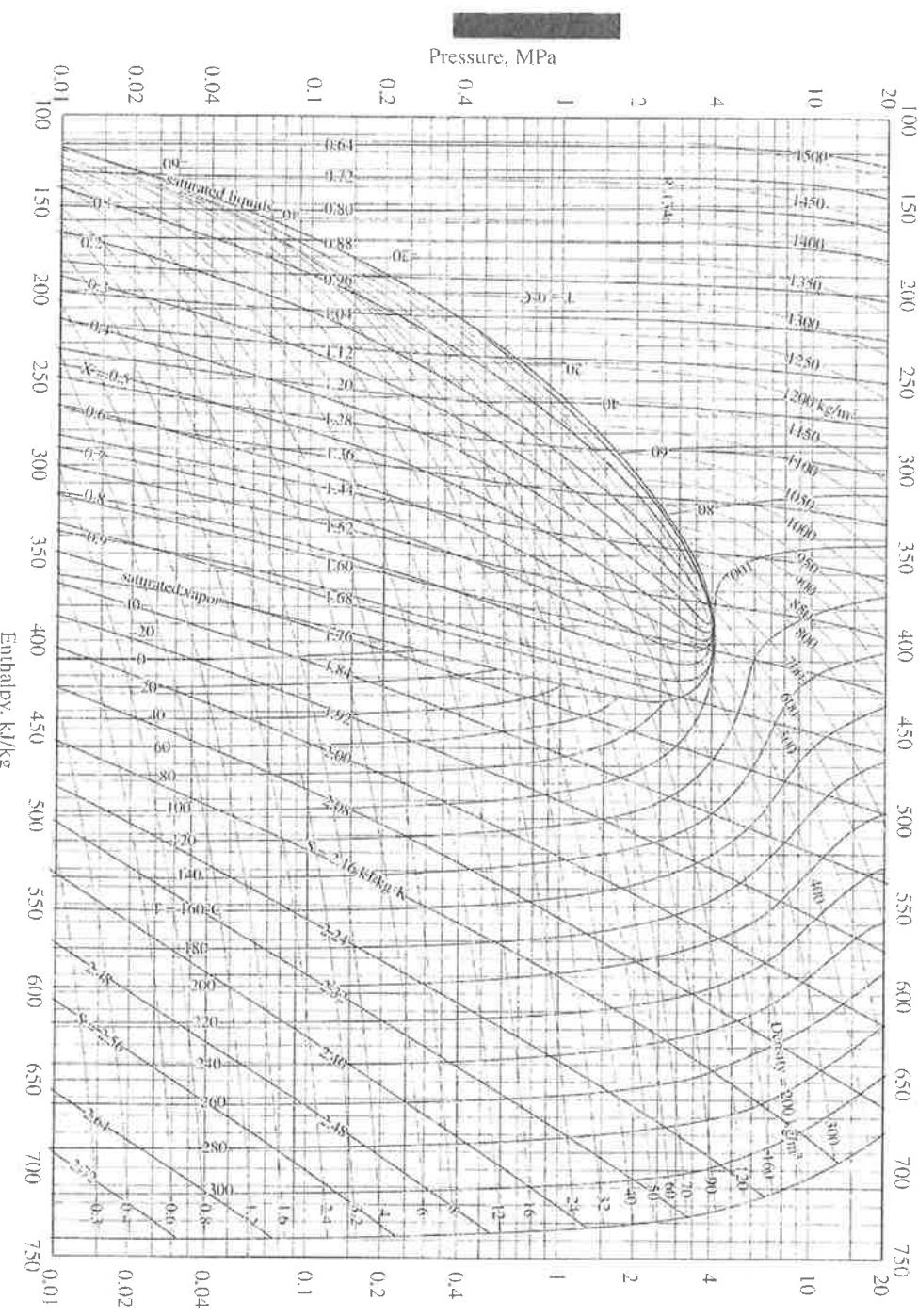
The Moody chart for the friction factor for fully developed flow in circular tubes.

Vedlegg 12

		Nominelle diameterer DN																	
		DN10	DN15	DN20	DN25	DN32	DN40	DN50	DN65	DN80	DN100	DN125	DN150	DN200	DN250	DN300	DN350	DN400	
PN1	d_y	17,2	21,3	26,9	33,7	42,4	48,3	60,3	76,1	88,9	114,3	139,7	168,3	219,1	273	323,9	355,6	406,4	
PN2,5	s	1,8	2	2,3	2,6	2,6	2,6	2,9	2,9	3,2	3,6	4	4,5	5,9	6,3	7,1	7,1	7,1	
PN6	d_i	13,6	17,3	22,3	28,5	37,2	43,1	54,5	70,3	82,5	107,1	131,7	159,3	207,3	260,4	309,7	341,4	392,2	
PN10	s																		
PN10	d_i																		
PN16	s															355,6	406,4		
PN16	d_i															8	8		
PN25	s															339,6	390,4		
PN25	d_i															219,1	273	323,9	
PN40	s															406,4			
PN40	d_i															6,3	7,1	8	8,8
PN40	d_y															206,5	258,8	307,9	388,8
PN64	s															355,6	406,4		
PN64	d_i															8,8	11		
PN64	d_y							48,3		76,1	88,9	114,3	139,7	168,3	219,1	273	323,9	355,6	406,4
PN64	s							2,9		3,2	3,6	4	4,5	5,6	7,1	8,8	11	12,5	14,2
PN100	s																		
PN100	d_i																		
PN100	d_y								60,3	76,1	88,9	114,3	139,7	168,3	219,1	273	323,9	356,6	
PN100	s								3,2	3,6	4	5	6,3	7,1	10	12,5	14,2	16	
PN100	d_i								53,9	68,9	80,9	104,3	127,1	154,1	199,1	248	295,5	323,6	
PN160	s	2			33,7		48,3	60,3	76,1	88,9	114,3	139,7	168,3	219,1	273	323,9			
PN160	d_i	13,2			27,9		3,6	4	5	6,3	8	10	12,5	16	20	22,2			
PN250	s	2,6	2,6		3,6		5	6,3	8	11	14,2	16	17,5	25	32				
PN250	d_i	12	16,1		26,5		38,3	47,7	60,1	79,6	98,6	120,4	142,8	194,5	234,5				

Vedlegg 14

Kandidat nummer: _____

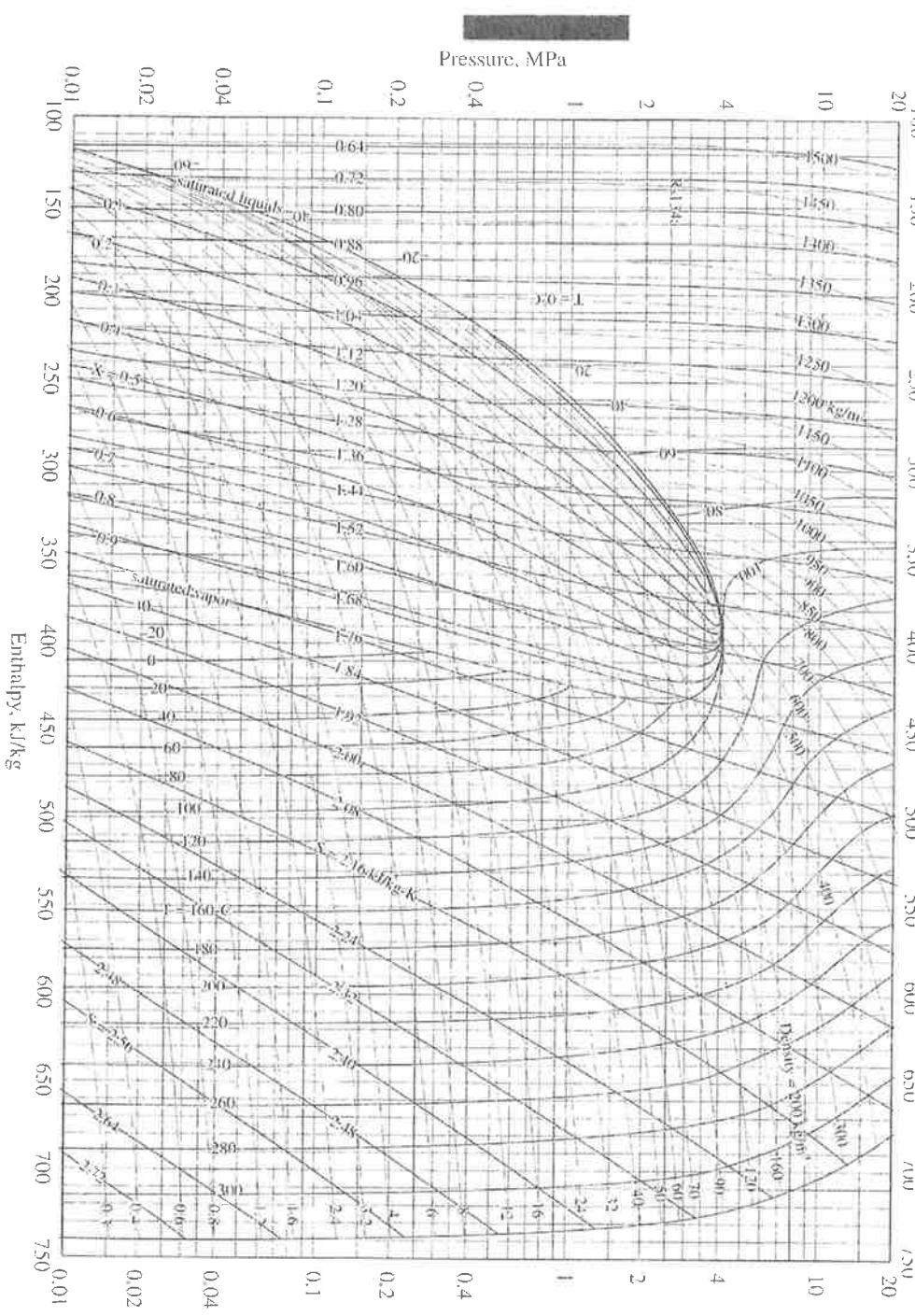


Note: The reference point used for the chart is different than that used in the R-134a tables. Therefore, problems should be solved using all property data either from the tables or from the chart, but not from both.

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.)

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.)