

Energiteknologi – en introduktion

OPGAVER

Lars Krebs

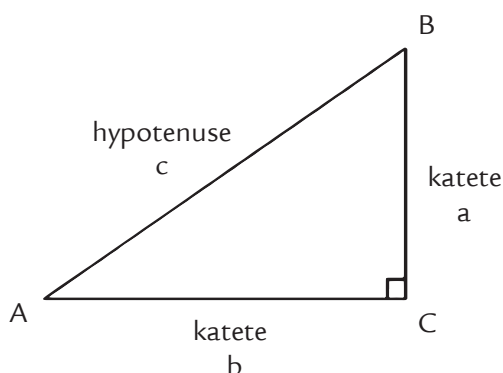


NYT TEKNISK FORLAG

Opgaver til Kapitel 1

– Matematisk formelsamling

- 1a)** Løs ligningerne mht. x :
1. $5x = 24 - 6$
 2. $2 - x = 2x + 5$
 3. $60 + 4 = 3x - 4$
 4. $(x / 4) = 20$
 5. $(1/x) = 10$
 6. $5y = 3x$
 7. $4x + 3x = y$
 8. $x^2 + 5 = y^2 - 30$
- 1b)** En cirkel har et areal på $1,6 \text{ [m}^2\text{]}$. Hvad er cirkelns radius?
- 1c)** En kegle har et rumfang på 600 [l] og en grundflade på $0,5 \text{ [m}^2\text{]}$.
Hvad er keglens højde?
- 1d)** En kugle har et rumfang på $0,540 \text{ [m}^3\text{]}$.
Hvis kuglen skæres igennem på midten, hvor stort areal har snitfladen så?
- 1e)** Taxichauffør 1 tager et startgebyr på 45 kroner og en kilometerpris på 5 kroner.
Taxichauffør 2 kører uden startgebyr, men har en kilometerpris på 9 kroner.
Du skal køre 15 kilometer.
1. Hvilken af de to chauffører kan køre dig billigst?
 2. Ved hvilken distance er de to chauffører nøjagtigt lige dyre?
- 1f)** En retvinklet trekant har en katete a med en længde på 201 [cm] og en katete b med en længde på 40 [cm] . Hvor lang er trekantens hypotenuse c ?
- 1g)** En retvinklet trekant har en katete a med en længde på 25 [cm] og en hypotenuse c med en længde på 34 [cm] . Hvor lang er trekantens anden katete b ?
- 1h)** Tag udgangspunkt i figuren herunder.
Du får oplyst to størrelser. Beregn de resterende for hvert af de 5 tilfælde.
1. Siden $c = 47 \text{ [cm]}$, vinklen $B = 40^\circ$.
 2. Siden $a = 4 \text{ [m]}$, siden $b = 8 \text{ [m]}$.
 3. Vinklen $B = 51^\circ$, siden $c = 3,8 \text{ [m]}$.
 4. Vinklen $B = 32^\circ$, siden $a = 200 \text{ [mm]}$.
 5. Vinklen $A = 34^\circ$, vinklen $B = 56^\circ$.



- 1i)** Om en vilkårlig trekant ved du følgende:
Siden $c = 550$ [mm], siden $a = 630$ [mm], vinklen $A = 40^\circ$.
1. Beregn de resterende størrelser i trekanten.
2. Beregn trekantens areal.
- 1j)** Om en vilkårlig trekant ved du følgende:
Trekantens areal $A = 39.400$ [mm²], siden $a = 400$ [mm], siden $b = 320$ [mm].
1. Beregn vinklen C .
2. Beregn trekantens omkreds.
- 1k)** Beregn de samlede renteudgifter ved lån af kr. 1.500.000 til en årlig rente på 4 % over en periode på 5 år.
- 1l)** Beregn den maksimale årlige rente, hvis de samlede renteudgifter ved et lån af kr. 600.000 over en periode på 3 år ikke må overstige kr. 45.000.
- 1m)** Hvor mange penge har du sparet op efter 10 år, hvis du hvert år indsætter kr. 10.000 på en konto med en årlig rente på 6 %.

Bemærk. I Energiteknologi – en introduktion, 1. udgave, er der fejl i formel for årlig annuitet i n år på side 17. "+ 1" skal ændres til "- 1".

- 1n)** Udregn følgende:
1. Hvor mange procent er 290 [m] mindre end 533 [m]?
 2. Hvor mange procent er 60 [kg] mere end 38 [kg]?
 3. Hvor meget er 26 % af 7.040 [l]?
 4. 81 % af en ukendt mængde væske fylder 201 [m³].
Hvor stor er den ukendte væskemængde?
 5. Hvor meget udgør 130 [l] af 2.500 [l]?

Opgaver til Kapitel 3 – El-lære

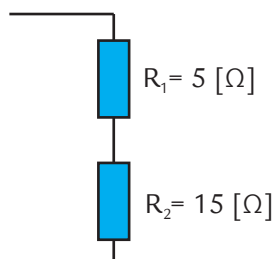
Beregning af modstand

Bemærk: I Energiteknologi – en introduktion, 1. udgave, er der en slåfejl i resistivitetstabel på side 24. Eksponenterne for sølv, kobber, guld og jern skal være med negativt fortegn.

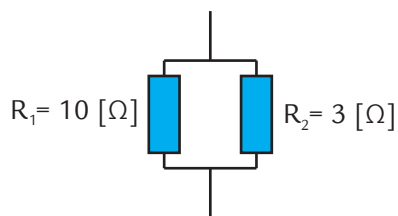
- 3a)** En 850 [m] lang kobberleder må maksimalt have en modstand på 2 [Ω]. Der kan vælges mellem ledningstykkelserne kvadrat 4, kvadrat 6 og kvadrat 8. Hvilke af de tre tykkelser opfylder kravet?

3b) En 300 [m] lang leder i tykkelse kvadrat 6 må maksimalt have en modstand på 1 [Ω]. Hvilke af materialerne i resistivitetstabellen på side 24 kan opfylde dette krav for den pågældende leder?

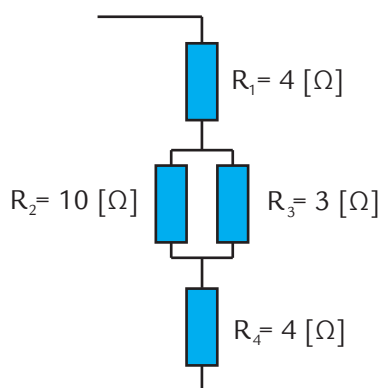
3c) Beregn den samlede modstand i den viste sammensætning af modstande.



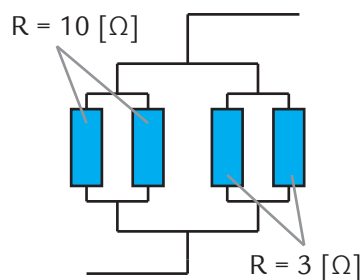
3d) Beregn den samlede modstand i den viste sammensætning af modstande.



3e) Beregn den samlede modstand i den viste sammensætning af modstande.

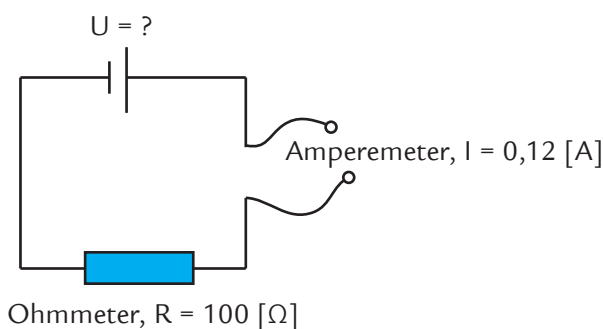


3f) Beregn den samlede modstand i den viste sammensætning af modstande.

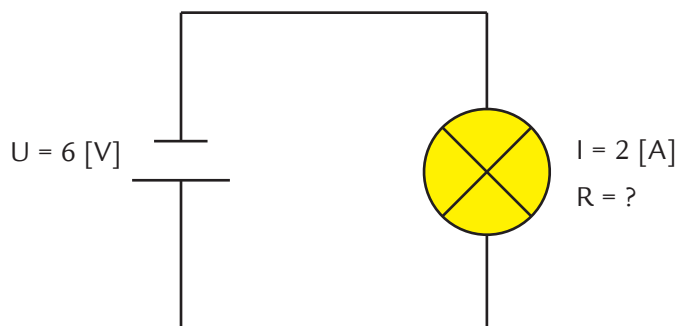


Ohm's lov og effekt

- 3g)** En modstand på $5\ [\Omega]$ påtrykkes en spænding på $400\ [V]$. Hvor meget strøm løber der i modstanden?
- 3h)** I forbindelse med en reguleringsopgave ønsker du at konvertere en strøm på $0\text{-}20\ [mA]$ til en spænding på $0\text{-}10\ [V]$. Hvor stor en modstand skal du bruge?
- 3i)** Hvor stor er spændingsforskellen over modstanden i det viste kredsløb?



- 3j)** Hvor stor er modstanden i pæren?



- 3k)** Hvad er pærens effektoptag?
- 3l)** Hvis pæren er tændt 24 timer i døgnet i et helt år, hvor meget energi har den så forbrugt?
- 3m)** Tre lyspærer, hver med en elektrisk modstand på $2\ [\Omega]$, tilsluttes et $12\ V$ batteri i serieforbindelse. Hvor stort er spændingsfaldet over hver pære?
- 3n)** Nu tilsluttes pærerne i stedet til batteriet i parallelforbindelse. Hvor stort er spændingsfaldet nu over hver pære?
- 3o)** Forståelsesspørgsmål. I hvilken af de to ovenstående situationer opbruges batteriet hurtigst og hvorfor?

Vekselspænding

- 3p)** I Danmark er vekselspændingens effektivværdi i stikkontakterne 230 [V]. I USA er den 120 [V]. Hvad er vekselspændingens spidsværdi i USA?
- 3q)** En vekselstrømsmotor har en virkeeffekt på 5 [kW] og en faseforskydning på 0,90. Hvad er motorens reaktive og tilsyneladende effekter? Beregn motorens effektfaktor.
- 3r)** Forståelsesspørgsmål. Hvordan påvirkes motorens tilsyneladende effekt, hvis faseforskydningen reduceres med 20 % til 0,72 og efterfølgende med 40 % til 0,54? Følges de to værdier ad procentuelt?

Opgaver til Kapitel 4 – Termodynamik

Omregning af temperatur

- 4a)** Omregn følgende.
1. 25 [°C] til [K].
 2. 500 [°F] til [°C].
 3. 40 [°C] til [°F].
 4. 50 [K] til [°R].
 5. 800 [°R] til [°C].
 6. 152 [°R] til [K].

Densitet

- 4b)** Hvad vejer 2,4 [m³] polystyren?
- 4c)** Du hælder 0,6 [dl] ris i en skål på en køkkenvægt. Vægten viser 480 [g]. Hvad er densiteten for ris?
- 4d)** Guld har en massefylde på 19.300 [kg/m³] Hvad vejer en guldbar med dimensionerne 20 [cm] x 8 [cm] x 2,5 [cm]?

Tryk

- 4e)** En pool i en svømmehal er 3,2 [m] dyb. Hvor stort er det absolutte tryk på bunden af bassinet? Er der tale om et over- eller et undertryk?
- 4f)** Hvad er det absolutte tryk i en kedel, hvis manometret på kedlen viser 6,8 [bar]?

- 4g)** En vakuumpumpe tilsluttes en tank. Manometret viser, at trykket i tanken er 0,05 [bar]. Er der tale om et over- eller et undertryk? Hvad er det absolutte tryk i tanken i [Pa]?
- 4h)** Omregn følgende:
1. 5,4 [bar] til [atm].
 2. 2 [atm] til [mbar].
 3. 200 [psi] til [Pa].
 4. 15 [kPa] til [mmVS].
 5. 1000 [mmVS] til [bar].

Stoffers varmekapacitet og smeltevarme

- 4i)** Hvor stor en energimængde i [kWh] skal der bruges for at opvarme vandet i et svømmebassin på 2.500 [m³] fra 12 [°C] til 26 [°C]?
- 4j)** 6 [kg] isterninger opbevares i en fryser ved -18 [°C]. Hvor stor en energimængde i [kWh] vil det totalt set kræve først at opvarme isen, smelte isen, opvarme vandet og derefter fordampe vandet til 100 % tør damp med en temperatur på 500 [°C]?
- 4k)** Forståelsesspørgsmål. Hvis man en solrig dag på stranden vikler en våd avis om en sodavand og lader det hele stå i solen, hvad sker der så med sodavandens temperatur og hvorfor?
- 4l)** 10 [l] vand tilføres en energimængde på 700 [kJ] og opnår derved en temperatur på 82 [°C]. Hvad var vandets temperatur inden energitilførslen? Energитilførslen antages at være tabsfri.
- 4m)** En varmtvandsbeholder med et elvarmelegeme indeholder 150 [l] vand. Varmelegemet har en nominel effekt på 1,5 [kW]. Hvis vandet er 20 [°C] i udgangssituationen, hvor lang tid skal varmelegemet så være tændt, før vandet opnår en temperatur på 55 [°C]? Energитilførslen antages at være tabsfri. Svar i timer og minutter.

I-x-diagrammet

- 4n)** En sommerdag måles den atmosfæriske lufttemperatur til 28 [°C] og den relative luftfugtighed til 67 %. Ved hvilken temperatur vil duggen falde den pågældende dag?
- 4o)** To termometre er placeret tæt på hinanden i atmosfærisk luft. Det ene termometer hænger i den fri luft og måler en temperatur på 24 [°C]. Det andet termometer har en våd klud om knopglasset og måler en temperatur på 17 [°C]. Hvad er luftens relative luftfugtighed?

- 4p)** Atmosfærisk luft ved 30 [°C] og med en relativ luftfugtighed på 60 % opvarmes til 65 [°C] uden fugttilsætning. Hvad er den relative luftfugtighed i sluttilstanden?
- 4q)** Hvad er den absolutte luftfugtighed for atmosfærisk luft med en temperatur på 20 [°C] og en relativ luftfugtighed på 75 %?

Forbrænding og brændværdier

- 4r)** Et enfamiliehus har et årligt varmebehov til rumopvarmning og varmt brugsvand på 30.000 [kWh]. Hvis der antages 100 % brændselsudnyttelse, hvor store mængder brændsel kan familien så forvente at skulle bruge, hvis de fyrer med:
1. Fyringsolie.
 2. Træpiller.
 3. Bøgebrænde med 20 % vandindhold.
- 4s)** En landmand ønsker at udskifte sit oliefyr med et halmfyr. Han fyrer årligt med 20.000 liter fyringsolie. Årsvirkningsgraden på oliefyret er 85 %. Årsvirkningsgraden på det nye halmfyr er 75 %. Hvor mange bigballer gul halm á 500 [kg] kan landmanden forvente at skulle fyre med årligt efter udskiftningen?

Opgaver til Kapitel 5 – Energi og effekt

- 5a)** Omregn følgende:
1. 5 [kWh] til [J].
 2. 300 [kJ] til [kWh].
 3. 455 [cal] til [kcal].
 4. 5.000 [kcal] til [kWh].
 5. 5 [BTU] til [J].
- 5b)** Du slipper et lod med en masse på 1,5 [kg] præcis 2 [m] over gulvet. Hvis vi antager, at loddets potentielle energi omdannes 100 % til kinetisk energi, hvad er loddets hastighed så i det øjeblik, det rammer gulvet?
- 5c)** Forståelsesspørgsmål. Hvad ville der ske med loddets hastighed, hvis loddets vægt var 2,5 [kg] i stedet for 1,5 [kg]?
- 5d)** Hvis det tager loddet på 1,5 [kg] præcis 0,65 [s] at falde de 2 [m], med hvor stor en effekt i [W] omsættes den potentielle energi så til kinetisk energi i faldet?

- 5e)** Forståelsesspørgsmål. Hvad ville der ske med effekten, hvis loddets vægt var 2,5 [kg] i stedet for 1,5 [kg]?
- 5f)** Hvor lang tid kan en moderne LED-pære med et effektoptag på 3 [W] være tændt, hvis forbruget ikke må overstige 10 [kWh]?
- 5g)** En almindelig glødepære på 25 [W] koster kr. 20. En LED-pære, der giver samme lysmængde, har et effektoptag på 2,5 [W] og koster kr. 100. Antag en elpris på kr. 2,20 pr. [kWh]. Efter hvor mange timers drift har de to pærer samme akkumulerede omkostninger (*break-even*) – altså indkøbspris plus driftsomkostninger?
- 5h)** Hvad er tilbagebetalingstiden i år og måneder for LED-pæren i forhold til glødepæren hvis den er tændt 5 timer dagligt? Hvad hvis pæren er tændt 1 time dagligt?
- 5i)** At løfte en bil på 1.200 [kg] præcis 1 [m] lodret op kræver en tilførsel af potentiel energi svarende til 11,8 [kJ]. En hydraulisk donkraft skal dog tilføres et mekanisk arbejde på 18,2 [kJ] for at levere den nødvendige mængde potentiel energi. Hvad er den pågældende donkrafts virkningsgrad?
- 5j)** Ved en måling har det vist sig at en benzinmotor gennemsnitligt har ydet 4,3 [hk] set over en time. På den time har motoren forbrugt præcis 1 [l] benzin. Hvad er motorens teoretiske virkningsgrad? ”
- 5k)** Forestil dig to træpillefyr, begge med en varmeydelse på 100 [kW]. Fyr 1 har en årvirkningsgrad (brændselsudnyttelse) på 82 %. Fyr 2 har en årvirkningsgrad på 72 %. Antag en pris for træpiller på kr. 1.500 pr. [ton]. Begge fyr er i drift 8.760 timer årligt.
1. Hvad er varmeprisen pr. [kWh] for fyring med fyr 1 hhv. fyr 2?
 2. Hvad betyder forskellen i virkningsgrad for de samlede årlige brændselsomkostninger?
 3. Hvis merinvesteringen ved at købe fyr 1 var kr. 100.000, hvad ville tilbagebetalingstiden på merinvesteringen så være?
 4. Antag en pris for fyringsolie på kr. 8,00 pr. liter. Ville et kondenserende oliefyr med en årvirkningsgrad på 104 % være attraktivt rent brændselsøkonomisk, set i forhold til fyr 1 og fyr 2?
- 5l)** I sine velmagtsdage skulle den spanske cykelrytter Miguel Indurain efter sigende have præsteret at træde med en gennemsnitseffekt på 510 [W] på en enkeltstart der varede 32 minutter. Hvor mange [kWh] svarer det til? Hvis vi for eksemplets skyld antager, at den beregnede energimængde kunne konverteres 100 % tabsfrit til elektrisk energi, i hvor lang tid kunne den så holde en 40 [W] glødepære tændt?

Opgaver til Kapitel 7

– Termodynamiske maskiner

- 7a)** Tag udgangspunkt i h-log(p)-diagrammet på side 93.
1. Hvor stort temperaturfald oplever kølemidlet i ekspansionsfasen?
 2. Hvor stor trykstigning oplever kølemidlet i kompressionsfasen?
 3. Hvor stor underafkøling oplever kølemidlet?
 4. Hvor stor overophedning oplever kølemidlet?
 5. Hvor stort er forholdet mellem den afgivne varmemængde fra kondensatoren og den optagne varme fra fordampere for det pågældende køleanlæg?
 6. Vi antager for eksemplets skyld, at det af kompressoren tilførte arbejde W er lig elforbruget i samme kompressor E_{el} (100 % virkningsgrad). Hvad er køleanlæggets COP-værdi?
 7. Hvis vi byttede rundt på fordampere og kondensator og brugte køleanlægget som varmepumpe, hvad ville COP-værdien for varmepumpen så være?
- 7b)** I et tomt kølerum med dimensionerne 5 [m] x 5 [m] x 3 [m] præsterer et køleanlæg at nedkøle luften i rummet fra 25 [°C] til -18 [°C] på præcis 1 time og 5 minutter.
1. Hvis det antages, at køleprocessen sker tabsfrit (ingen varmeinfiltration fra omgivelserne til rummet), hvad er køleanlæggets effektive køleeffekt så?
 2. I samme periode er det målt, at kompressorens energiforbrug har været 0,450 [kWh]. Hvad er køleanlæggets COP-værdi?
 3. Hvis anlægget blev modificeret således, at køleeffekten var 1.400 [W], hvor lang tid ville det så tage at lave en nedkøling fra 25 [°C] til 5 [°C]?
- 7c)** Forståelsesspørgsmål. Forestil dig en tændt dybfryser midt i et lille lukket rum. Hvis fryserens låg blev åbnet og forblev der, hvad ville der så ske med rummets temperatur efter et stykke tid? Begrund dit svar med udgangspunkt i h-log(p)-diagrammet på side 93.
- 7d)** En varmepumpes COP-værdi som defineret på side 95 kan i teorien aldrig blive højere end forholdet $T_h / (T_h - T_l)$, hvor T_h er temperaturen på kondensatorsiden (inde-delen) i [K] og T_c er temperaturen på fordampersiden (ude-delen) i [K]. For køleanlæg gælder et lignende forhold, blot hvor T_h i brøken tæller skal erstattes med T_c .
1. Hvad er den maksimale teoretiske COP-værdi for en varmepumpe indstillet til at blæse 28 [°C] varm luft ind i stuen, hvis temperaturen ved fordampere udenfor er 12 [°C]?
 2. Forståelsesspørgsmål: Hvad betyder det for en varmepumpes COP-værdi, at fordampere er placeret udenfor i hård frost?
 3. Forståelsesspørgsmål: Hvad betyder det for et køleanlæggs COP-værdi, hvis kondensatoren er meget støvet, meget beskidt og placeret udenfor i solen?

Opgaver til Kapitel 8 – Varmetab fra bygninger

Energirammeberegning mv.

- 8a)** Beregn energirammen for et énfamiliehus med et opvarmet etageareal på 200 [m²].
- 8b)** Beregn energirammen for et énfamiliehus med et opvarmet etageareal på 400 [m²].
- 8c)** Beregn energirammen for en kontorbygning med et opvarmet etageareal på 400 [m²].
- 8d)** Beregn energirammen for et énfamiliehus med et opvarmet etageareal på 200 [m²]. Huset ønskes konstrueret som lavenergiklasse 2015.
- 8e)** Beregn energirammen for samme énfamiliehus, hvor det opfylder kravene til lavenergiklasse 2020.
- 8f)** Et nybygget énfamiliehus med et opvarmet etageareal på 180 [m²] trykprøves ved 50 [Pa]. Hvor stort må luftskiftet gennem klimaskærmen maksimalt være under prøvningen? Hvad hvis huset er opført som lavenergiklasse 2015?

Varmetab

- 8g)** Rent procentuelt, hvor meget bedre isolerer mineraluld klasse 37 i forhold til beton (anvend λ -værdi for beton på 1,25 [W/mK]).
- 8h)** Rent procentuelt, hvor meget bedre isolerer mineraluld klasse 34 i forhold til mineraluld klasse 37?
- 8i)** Beregn isolansen for en dansk standardmursten i bredderetningen.
- 8j)** Hvilken isoleringstykkelse skal du bruge for at opnå en isolans på 5,0 [m²K/W] med mineraluld klasse 37?
- 8k)** En lodret mur består udefra og ind af følgende: 108 [mm] mursten, 100 [mm] mineraluld klasse 37, 1 [mm] dampspærre, 100 [mm] letbeton. Beregn konstruktionens U-værdi.

- 8l)** En vandret loftskonstruktion mellem en opvarmet stue og et uopvarmet loftsrums består af følgende, nedefra og op: 19 mm træ (fyr), 25 [mm] spredt forskalling (λ -værdi = 0,16 [W/mK]), 1 [mm] dampspærre, 340 [mm] mineraluld klasse 34 og 10 % træ (samlet λ -værdi = 0,46 [W/mK]). Beregn konstruktionens U-værdi.
- 8m)** Loftet fra forrige opgave har et samlet areal på 50 [m²]. En vinterdag er temperaturen på loftet - 5 [°C] og temperaturen i stuen er 22 [°C]. Hvad er transmissionstabet igennem konstruktionen? Hvor stort bliver transmissions-tabet, hvis temperaturen på loftet også er 22 [°C]?
- 8n)** Vi antager, at stuen er opvarmet til 22 [°C] året rundt. Hvis du benytter grad-dageantallet for et normalår, og hvis vi antager, at udetemperaturen er lig loftstemperaturen, hvor meget energi forsvinder der så ud igennem loftskonstruktionen på et helt år?
- 8o)** I 2010 blev der målt 3.490 graddage i Danmark. Hvis et enfamiliehus på et normalår (2.906 graddage) har et forbrug på 15.000 [kWh] til rumvarme, hvor meget større var varmeforbruget i forhold til normalforbruget så i 2010?

Opgaver til Kapitel 9 – Ventilation

- 9a)** Bestem den optimale operative temperatur for følgende personer:
1. En stillesiddende kontorarbejder i almindelig arbejdsbeklædning.
 2. En sovende person i shorts.
 3. En person i kraftig indendørsbeklædning i langsom gang.
- 9b)** Et kontormiljø med otte stillesiddende kontorarbejdende personer ventileres med 300 [l/s]. Der ses bort fra alle andre sensoriske belastninger end fra personerne.
1. Hvor mange personer kan forventes at ville finde luftkvaliteten uacceptabel?
 2. Hvad hvis ventilationen en dag gik i stå, og rummet kun blev ventileret med 50 [l/s] gennem et åbent vindue?
 3. For at lave ventilationen kommer der nu to teknikere ind i rummet og knokler svarende til 4 [met] hver. Hvor mange personer kan nu forventes at være utilfredse?
 4. En af teknikerne tænder en cigaret, imens han arbejder. Hvor mange personer kan nu forventes at være utilfredse?

- 9c)** I en staldsektion i en svinestald går der 450 smågrise. Gennem respiration mv. udvikler hver gris 20 [g] vand pr. time. Der ventileres med udeluft med en absolut luftfugtighed på 6 [g/kg]. Temperaturen i stalden holdes konstant på 26 [°C].
1. Såfremt der inde i stalden ønskes et konstant fugtniveau på 60 %RH, hvad er så det nødvendige luftskiftebehov i [m³/h]?
 2. Forståelsesspørgsmål. Hvad betyder udeluftens absolutte luftfugtighed (og dermed årstiderne) for luftskiftebehovet?
 3. Forståelsesspørgsmål. Hvad betyder det for ventilationstabet såvel elforbruget til ventilatordrift, hvis ventilationsanlæggets fugtsensor i den pågældende staldsektion måler 10 %RH for højt?
- 9d)** En ventilator har et deklareret effektoptag på 800 [W] ved 600 omdrejninger pr. minut. Ved de 600 omdrejninger pr. minut leverer ventilatoren en luftmængde på 2.500 [m³/h] og præsterer en trykstigning på 1000 [Pa]. Med en frekvensomformer reguleres ventilatoren nu ned til i stedet at køre 200 omdrejninger pr. minut. Hvad sker der med:
1. Den leverede luftmængde?
 2. Med trykstigningen?
 3. Med effektoptaget?
- 9e)** Tag udgangspunkt i ventilatorkarakteristikken på side 135.
1. Du ønsker at flytte 5 [m³/s] ved en trykstigning på 900 [Pa]. Hvilket omdrejningstal bør ventilatoren køre med?
 2. Hvilket lydniveau kan forventes i det pågældende arbejds punkt?
 3. Ventilatoren kører ved maksimal omdrejningshastighed. Ved måling viser det sig, at der effektivt flyttes en luftmængde svarende til 14 [m³/s], og at der skabes en trykstigning på ca. 1.000 [Pa]. Hvad er ventilatorens virkningsgrad i det pågældende arbejds punkt?
- 9f)** Tag udgangspunkt i nomogrammet for cirkulære, lige kanaler på side 140. Hvilket trykfald kan forventes, hvis:
1. 1.000 [m³/h] sendes igennem en Ø200-kanal?
 2. 1.000 [m³/h] sendes igennem en Ø250-kanal?
 3. 1.000 [m³/h] sendes igennem en Ø315-kanal?
 4. Strømningshastigheden i en Ø500-kanal måles til 10 [m/s]?
 5. Strømningshastigheden i en Ø500-kanal måles til 5 [m/s]?
 6. 100 [l/s] sendes igennem en Ø80-kanal?
- 9g)** Tag udgangspunkt i nomogrammet for Ø160-spjældet på side 141. Hvilket trykfald kan forventes, hvis:
1. Åbningsvinklen sættes til 30°, og strømningshastigheden er 5 [m/s].
 2. Åbningsvinklen sættes til 65°, og volumenstrømmen måles til 30 [l/s].
- 9h)** Hvilken åbningsvinkel skal spjældet i opgave 9g indstilles på, hvis du ønsker at skabe et trykfald på 150 [Pa] ved en volumenstrøm på 70 [l/s]?

- 9i)** Ved temperaturmålinger i et ventilationsaggregat med krydsvarmeveksler har følgende vist sig:

Afkastluft:	12,5 [°C]
Indblæsningsluft:	20 [°C]
Udsugningsluft:	25 [°C]

1. Hvad er varmevekslerens temperaturvirkningsgrad?
2. Hvis varmevekslerens temperaturvirkningsgrad var 75 %, hvad ville temperaturen på indblæsningsluften så være, hvis alle andre værdier var uændrede?

Opgaver til Kapitel 10 – Styrings- og reguleringsteknik

- 10a)** Find fem eksempler på reguleringer i din hverdag. Prøv herefter, om du kan klarlægge, hvilket reguleringsprincip de arbejder efter (on/off, PID osv.).
- 10b)** En niveautransmitter (4-20 [mA]) forbundet til en niveauføler indstilles således, at et udgangssignal på 4 [mA] svarer til en væskestand på 52 [cm] og et udgangssignal på 20 [mA] svarer til en væskestand på 266 [cm]. Hvilken væskestand svarer et udgangssignal på 11 [mA] til?
- 10c)** Du ønsker at konvertere et 0-20 [mA] styresignal til et 0-5 [V] styresignal. Hvordan kan det gøres vha. en elektrisk modstand, og hvor stor skal modstanden i så fald være? Lav et diagram, der illustrerer løsningen.
- 10d)** Illustrér i diagramform (lignende diagrammet på side 161), hvordan følgende reguleringsløjfer kunne tænkes at være opbygget:
1. Fartpiloten i en bil.
 2. Temperaturreguleringen af en gulvvarmekreds.
 3. Den automatiske kursstyring på et skib.
- 10e)** Hvilke reguleringsprincipper (on/off, PID osv.) kunne du forestille dig, at de tre nævnte reguleringsløjfer arbejder efter. Begrund dit svar.
- 10f)** Undersøg, hvilken metodik der gemmer sig bag *Ziegler-Nichols* metode til indregulering af en PID-sløjfe.

Opgaver til Kapitel 11 – Pumpeteknik

11a) Omregn følgende trykenheder:

1. 3 [bar] til [mVS].
2. 10 [mVs] til [bar].
3. 6 [kPa] til [mmVS].
4. 28 [mmVS] til [mVS].
5. 2 [atm] til [kPa].

11b) Hvad er den hydrauliske effekt for en pumpe, som hvert sekund kan flytte $0,5 \text{ [m}^3\text{]}$ ved en samlet løftehøjde på $2,3 \text{ [m]}$. Der regnes kun med geodætisk løftehøjde.

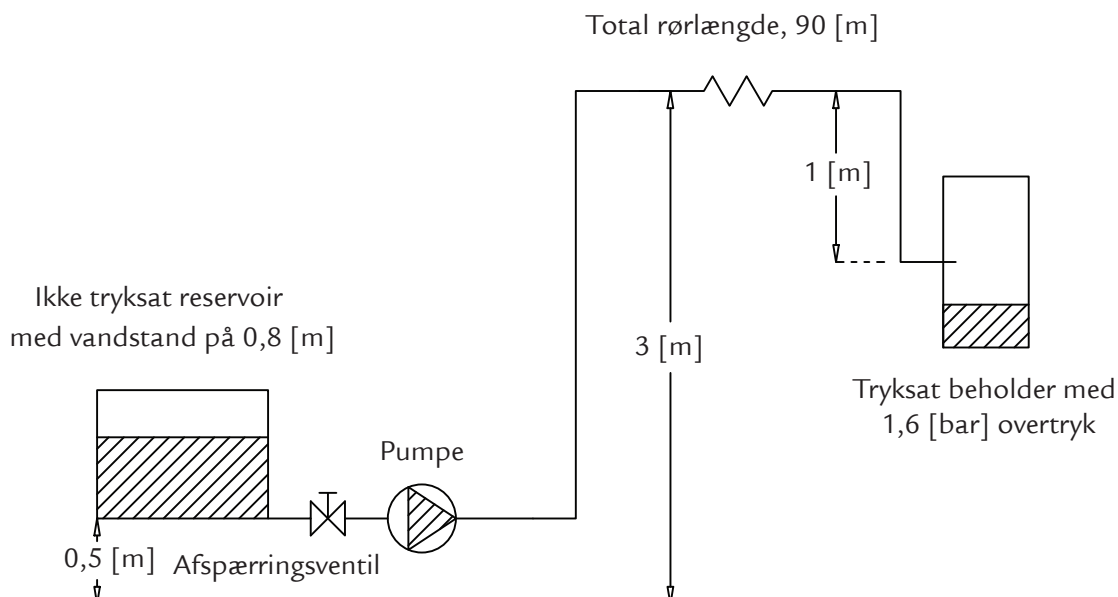
11c) Tag udgangspunkt i pumpekaraktistikken på side 178, pumpemodell Smedegaard 25-330-4 – 75 [kW] .

1. Ved 100 % omdrejninger og en total løftehøjde på 330 [kPa] , hvor stor væskemængde kan pumpen da flytte pr. time?
2. Hvad hvis løftehøjden reduceres til 200 [kPa] ?
3. Ved hvilken løftehøjde har pumpen højst virkningsgrad?
4. Hvilket effektoptag i [kW] kan du forvente ved et driftspunkt der hedder $350 \text{ [m}^3\text{/h]}$ ved en total løftehøjde på 350 [kPa] ?

11d) En pumpe skal flytte $30 \text{ [m}^3\text{]}$ vand i timen. Rørene er tomme i udgangssituationen.

For komponenter og bøj oplyses der tryktabskoefficienter på hhv. $\zeta = 5$ for ventiler og $\zeta = 0,6$ for 90° -knæk. Rørene har en indre diameter på $0,075 \text{ [m]}$ og en ruhed på $0,0003$. Densiteten for vand sættes til $1.000 \text{ [kg/m}^3\text{]}$, og den kinematiske viskositet er givet ved $1,0 \times 10^{-6} \text{ [m}^2\text{/s]}$.

1. Hvor stor total løftehøjde, H_{tot} , skal pumpen kunne overvinde?
2. Hvor stort nominelt elektrisk effektoptag, P_1 , medfører det, hvis der regnes med en pumpevirkningsgrad på $0,7$ og en motorvirkningsgrad på $0,85$?

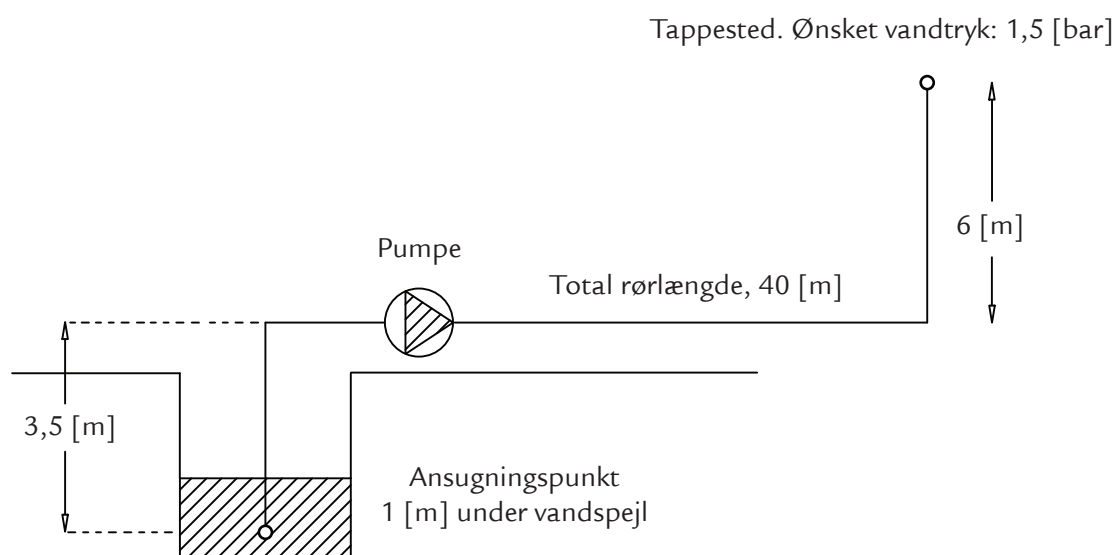


11e) Ved måling har det vist sig at en centrifugalpumpe på 30 minutter har haft et energiforbrug på 0,044 [kWh]. På de 30 minutter har pumpen flyttet 5,5 [m³] vand 1,6 [m] lodret op. Hvad er motorens og pumpens samlede gennemsnitlige virkningsgrad set over de 30 minutter? Der regnes kun med geodætisk løftehøjde.

11f) En Pumpe skal flytte 2 [m³] vand i timen fra en brønd til et højt beliggende tæppested, hvor der ønskes et driftstryk på 1,5 [bar]. Rørene er tomme i udgangssituationen.

For bøj oplyses der tryktabskoefficienter på $\zeta = 0,6$ for 90°-knæk. Rørene har en indre diameter på 0,02 [m] og en ruhed på 0,0003. Densiteten for vand sættes til 1.000 [kg/m³], og den kinematiske viskositet er givet ved $1,0 \times 10^{-6}$ [m²/s].

1. Hvor stor total løftehøjde, H_{tot} , skal pumpen kunne overvinde?
2. Hvor stort nominelt elektrisk effektoptag, P_1 , medfører det, hvis der regnes med en pumpevirkningsgrad på 0,6 og en motorvirkningsgrad på 0,65?



Vi vil meget gerne modtage kommentarer samt evt. ønsker til opgaver.
Du kan sende en mail til info@nyttf.dk