

# KONTINUASJONSEKSAMEN

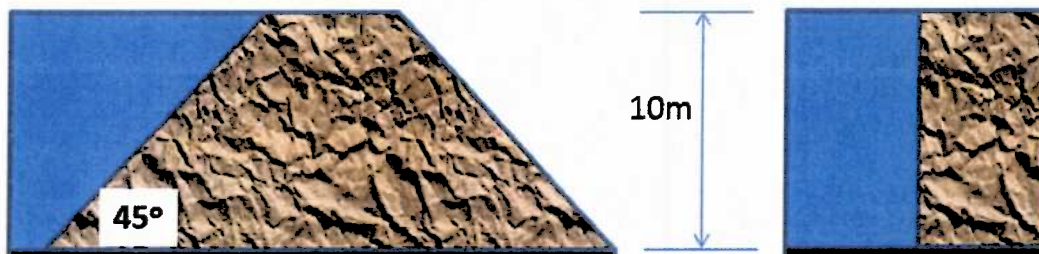
**Emne:** IRF11211 Mekanikk 2- test i fluidmekanikk

**Lærer/telefon:** Litian Wang

<b>Grupper:</b>	<b>Dato:</b> 08.12.2015	<b>Tid:</b> 0900-1100
<b>Antall oppgavesider:</b> 2 + forside	<b>Antall vedleggsider:</b> 1	
<b>Sensurfrist:</b> 15.01.2016		
<b>Hjelpemidler:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Kalkulator, skrivesaker.</li><li>- Tekniske tabeller</li><li>- Godkjent arbeidsmappe.</li></ul>		
<b>KANDIDATEN MÅ SELV KONTROLLERE AT OPPGAVESETTET ER FULLSTENDIG</b>		

### Oppgave 1 (30%)

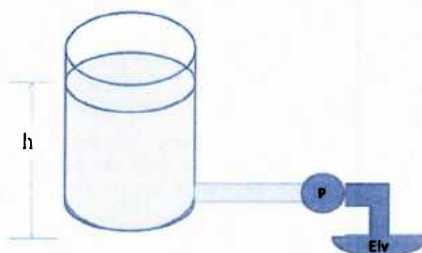
Det skal bygges en 20 meter lang vanndam. Det foreslås følgende to løsninger:



- Bestem hydrostatisk kraften som virker på den vertikale dammen (til høyre).
- Bestem angrepspunkt til hydrostatisk kraften.

### Oppgave 2 (30%)

I avkjølingssystemet til et industribygg, kaldt vann blir pumpet fra en elv til høy åpen vanntank med vannstand 4 meter over elvens vannstand. Volumstrømmen i røret til tanken er 12 liter/s, og diameter til rørledningen er 5cm. Her ser vi bort fra friksjonstapet.



- Bestem pumpeshøyde ( $h_{\text{pump}}$ ) og pumpens effekt ( $\dot{W}_{\text{pump}}$ ).

**Oppgave 3 (40%)**

En pipeline transporterer LNG (Liquefied Natural Gas – Flytende naturgass) over en strekning på 200km.

Siden trykket i røret faller underveis, blir pumpestasjoner settes opp for hver femte kilometer.



La oss anta følgende parametere til strømmingen i rørledningen:

- Tetthet til LNG  $1.2 \cdot 10^3$
- Diameteren til rørledning: 20cm
- Hastigheten til gassen: 2,5m/s,
- Friksjonskoeffisienten  $f = 0,0167$ .

- (a) Bestem høyden til friksjonstap  $h_{\text{tap}}$  .
- (b) Bestem pumpshøyde og pumpens effekt.

--- slutt ---

## Formelsamling

Hydrostatisk trykk	$p = p_0 + \rho g h_0$
Arealcenter	$y_0$
Resultantkraft	$F_R = pA = (p_0 + \rho g h_0)A, \quad F_R = pA = \rho g h_0 A$
Trykksenter	$y_F = y_0 + \frac{I_{xx,0}}{[(y_0 + p_0/\rho g \sin\theta)A]}, \quad y_F = y_0 + \frac{I_{xx,0}}{y_0 A}$
Kontinuitet	$\dot{V}_1 = \dot{V}_2, \quad \dot{m}_1 = \dot{m}_2,$ $D_1^2 v_1 = D_2^2 v_2$ $\dot{m} = \rho \dot{V}, \dot{V} = Av, \dot{m} = \rho Av$
Bernoullis ligning	$\frac{P_1}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} + z_1 = \frac{P_2}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g} + z_2$
Energiligningen	$h_{pumpe} + \frac{P_1}{\rho g} + \alpha \frac{v_1^2}{2g} + z_1 = \frac{P_2}{\rho g} + \alpha \frac{v_2^2}{2g} + z_2 + h_{turbin} + h_{tap}$
Effekt	$\dot{W}_{pumpe} = \dot{m} g h_{pumpe}$ $\dot{W}_{turbin} = \dot{m} g h_{turbin}$ $\dot{W}_{tap} = \dot{m} g h_{tap}$
Virkningsgrad	$\eta = \frac{\dot{W}_{nyttig}}{\dot{W}_{tilført}} = \frac{\dot{W}_{ut}}{\dot{W}_{in}}$
Friksjonstap	$h_{tap} = f \frac{L}{D} \left( \frac{v^2}{2g} \right)$
Friksjonsfaktor (Turbulent)	$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2,0 \cdot \log\left(\frac{\varepsilon/D}{3,7} + \frac{2,51}{Re\sqrt{f}}\right)$

## Tabeller/Diagram

**TABLE A-15**
**Properties of saturated water**

Temp $T, ^\circ\text{C}$	Density $\rho, \text{kg/m}^3$	Dynamic Viscosity $\mu, \text{kg/m} \cdot \text{s}$
0.01	999.8	$1.792 \times 10^{-3}$
5	999.9	$1.519 \times 10^{-3}$
10	999.7	$1.307 \times 10^{-3}$
15	999.1	$1.138 \times 10^{-3}$
20	998.0	$1.002 \times 10^{-3}$
25	997.0	$0.891 \times 10^{-3}$
30	996.0	$0.798 \times 10^{-3}$
35	994.0	$0.720 \times 10^{-3}$
40	992.1	$0.653 \times 10^{-3}$
45	990.1	$0.596 \times 10^{-3}$
50	988.1	$0.547 \times 10^{-3}$
55	985.2	$0.504 \times 10^{-3}$
60	983.3	$0.467 \times 10^{-3}$
65	980.4	$0.433 \times 10^{-3}$
70	977.5	$0.404 \times 10^{-3}$
75	974.7	$0.378 \times 10^{-3}$
80	971.8	$0.355 \times 10^{-3}$
85	968.1	$0.333 \times 10^{-3}$
90	965.3	$0.315 \times 10^{-3}$
95	961.5	$0.297 \times 10^{-3}$
100	957.9	$0.282 \times 10^{-3}$

**TABLE A-22**
**Properties of air at 1 atm pressure**

Temp. $T, ^\circ\text{C}$	Density $\rho, \text{kg/m}^3$	Dynamic Viscosity $\mu, \text{kg/m} \cdot \text{s}$	Kinematic Viscosity $\nu, \text{m}^2/\text{s}$
0	1.292	$1.729 \times 10^{-5}$	$1.338 \times 10^{-5}$
5	1.269	$1.754 \times 10^{-5}$	$1.382 \times 10^{-5}$
10	1.246	$1.778 \times 10^{-5}$	$1.426 \times 10^{-5}$
15	1.225	$1.802 \times 10^{-5}$	$1.470 \times 10^{-5}$
20	1.204	$1.825 \times 10^{-5}$	$1.516 \times 10^{-5}$
25	1.184	$1.849 \times 10^{-5}$	$1.562 \times 10^{-5}$
30	1.164	$1.872 \times 10^{-5}$	$1.608 \times 10^{-5}$
35	1.145	$1.895 \times 10^{-5}$	$1.655 \times 10^{-5}$
40	1.127	$1.918 \times 10^{-5}$	$1.702 \times 10^{-5}$
45	1.109	$1.941 \times 10^{-5}$	$1.750 \times 10^{-5}$
50	1.092	$1.963 \times 10^{-5}$	$1.798 \times 10^{-5}$
60	1.059	$2.008 \times 10^{-5}$	$1.896 \times 10^{-5}$
70	1.028	$2.052 \times 10^{-5}$	$1.995 \times 10^{-5}$
80	0.9994	$2.096 \times 10^{-5}$	$2.097 \times 10^{-5}$
90	0.9718	$2.139 \times 10^{-5}$	$2.201 \times 10^{-5}$
100	0.9458	$2.181 \times 10^{-5}$	$2.306 \times 10^{-5}$