

FAG SIB 5025 HYDROMEKANIKK

Laboratorieøving nr.1

Oppgavetekst

Gruppe	
Dag	

Navn	
Navn	
Navn	
Navn	
Navn	

Innholdsfortegnelse

1. Hydrostatikk trykk mot plan flate

- Delvis neddykket flate
- Helt neddykket flate

2. Kalibrering av trykkmåler

- Bourdon tube pressure gauge

3. Osborne Reynolds apparat

- Reynolds tall – visuell observasjon av strømlinje

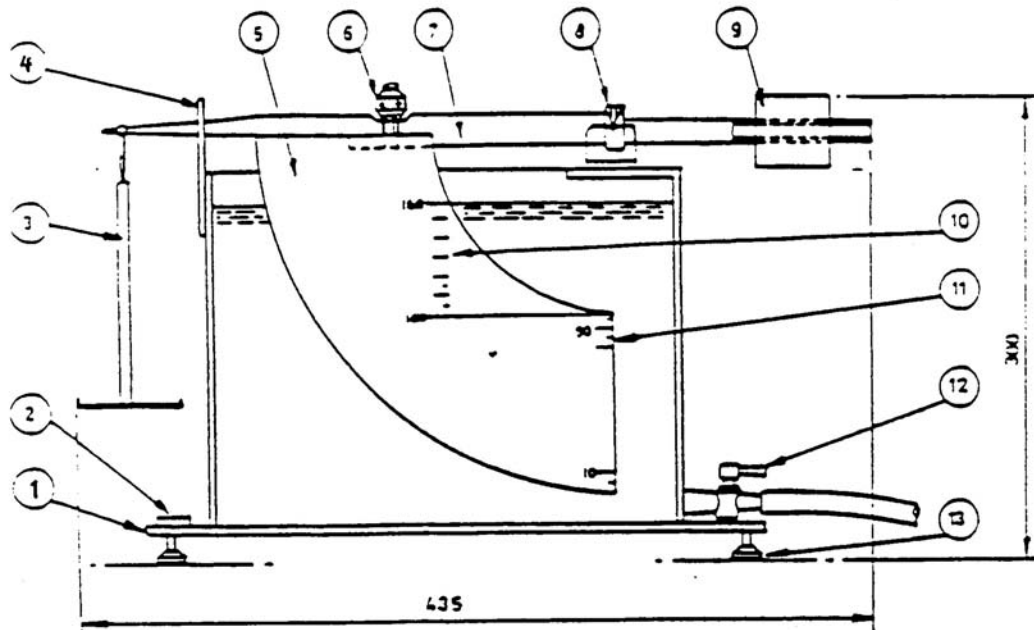
4. Bernoullis ligning

- Energibalanse – konstant energi

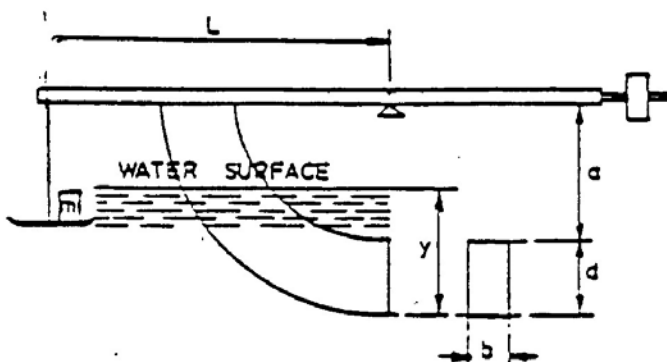
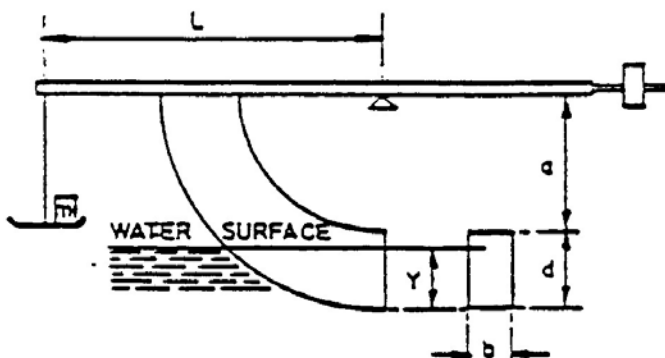
5. Lokale tap i rør

- Minor losses – singulærtap

1. Hydrostatisk trykk mot plan flate



Hydrostatisk trykkrigg



1. Plasttank
2. Dåselibelle
3. Vektskål
4. Balanseindikator
5. Trykkgeme
6. Festeskrue
7. Vektarm
8. Knivegg
9. Motvekt
10. Vannstandskala
11. Rektangulær endeflate
12. Ventil
13. Justerbare bein

Dimensjoner:

$a=100$ mm

$b=75$ mm

$d=100$ mm

$L=275$ mm

$y=??$; Vanddybde

Funksjonsmåte:

Vektstanga (7) balanserer på en knivegg (8). Trykklegemet (5) er opphengt på stangas ene arm og motvekta (9) på den andre. Med tom beholder justeres motvekta slik at vektstanga er i balanse (4). Målingene utføres ved at en henger på vektskåla (3) med tilleggslodd og fyller på vann i tanken (1) til vektstanga er igjen i balanse.

Formål:

Vi skal undersøke hvordan vanntrykket virker på et legeme. Trykkraft og trykksenter.

Oppsummering av teori:

Delvis senket plan flate (se fig.)

Momentlikevekt om kniven:
$$mgL = \frac{1}{2} \rho g b y^2 (a + d - \frac{y}{3})$$

Helt senket plan flate:
$$mgL = \rho g b d \bar{y} (a + \frac{d}{2} + \frac{d^2}{12\bar{y}})$$

m = massen av vektskål og lodd

$$\bar{y} = y - \frac{d}{2} ; \text{ flatsenter}$$

Legg merke til:

- trykkraftene mot sideflatene opphever hverandre.
- de krumme flatene (sirkel buer) har sentrum i kniveggen; ikke moment for trykkraftene.

Målinger:

1. Riggen er montert. Sjekk at dåselibella spiller og at vektstanga er i balanse.
2. Heng på vektskala
3. Fyll vann i tanken til vektstanga igjen er i balanse. Noter vannstanden (y), og massen (m) av vektskål pluss eventuelle lodd.
4. Legg på tilleggslodd og gjenta pkt. 3.
5. Gjenta pkt. 4 til vi har minst **tre** avlesninger for $y < d$ og **tre** for $y > d$.
6. Ta av loddene og tøm tanken for vann.

Resultater og beregninger:

Lodd	Vanndybde					
m	y	y^2	m/y^2	\bar{y}	$\frac{m}{\bar{y}}$	$\frac{1}{\bar{y}}$
kg	m	m^2	kg/m^2	m	kg/m	1/m

For $y < d$:

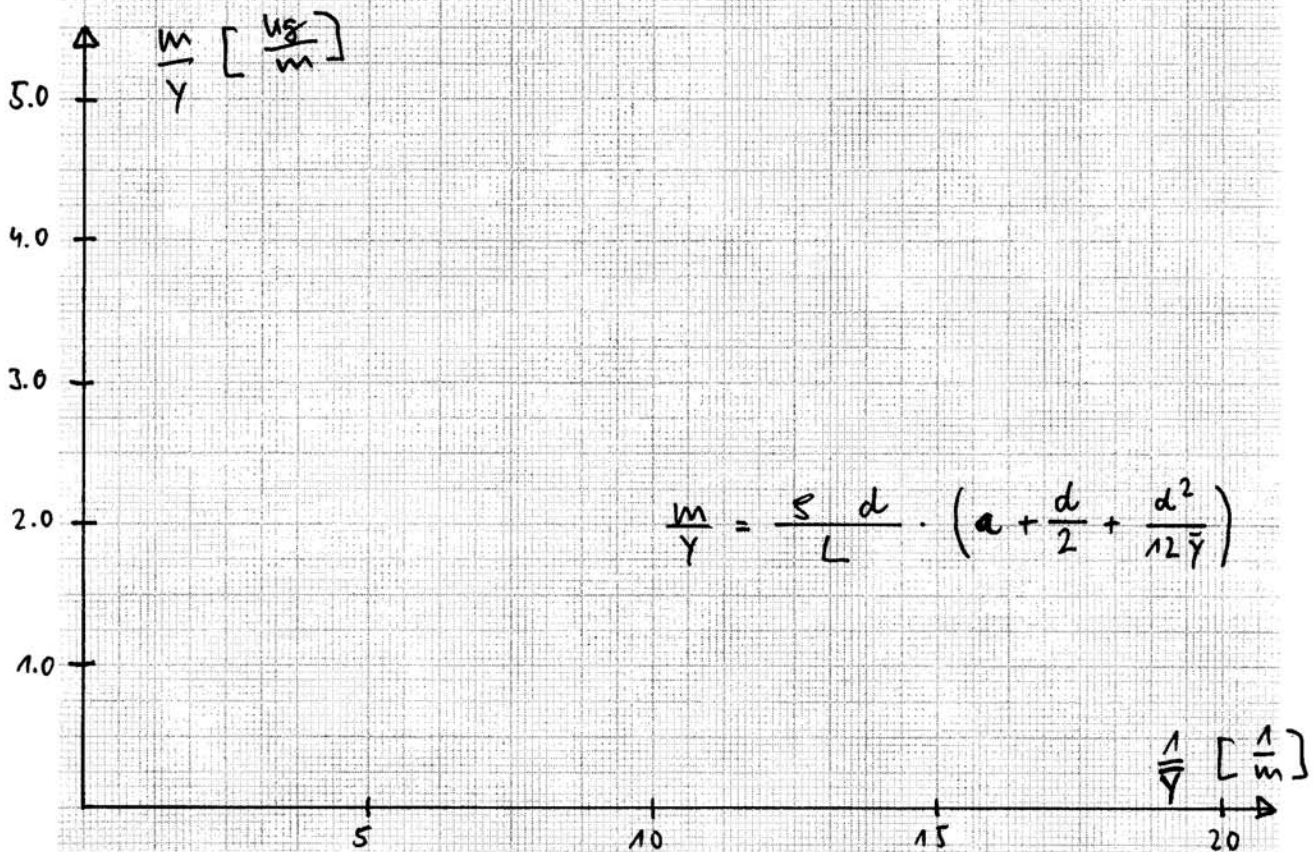
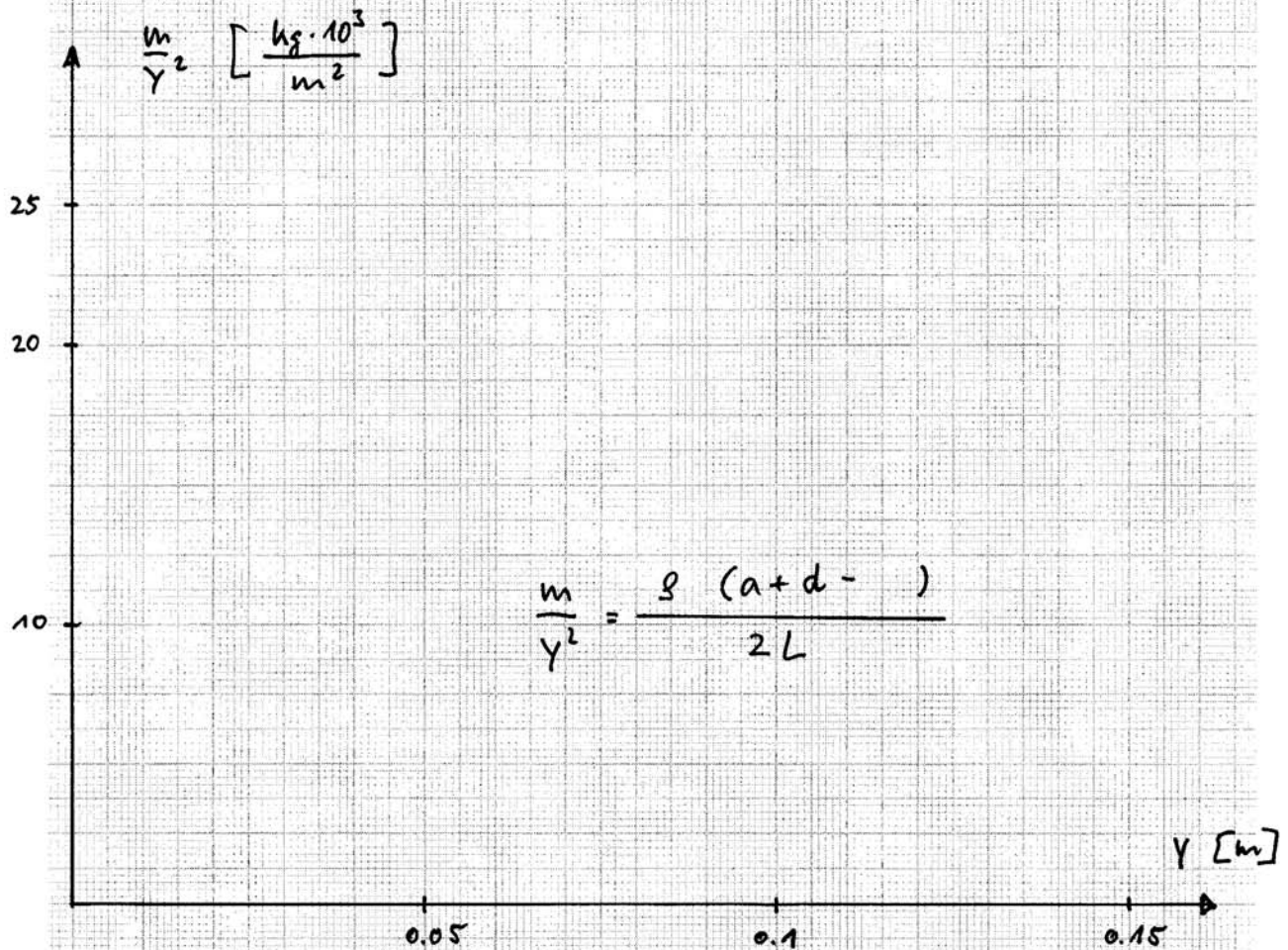
Beregn m/y^2 og plott m/y^2 mot y i diagrammet.

For $y > d$:

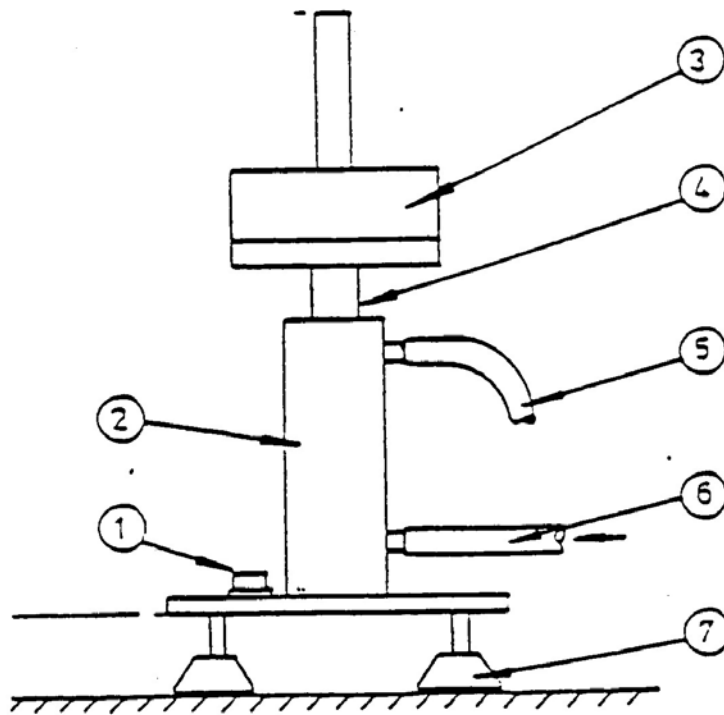
Beregn \bar{y} , m/\bar{y} og $1/\bar{y}$. Plott m/\bar{y} mot $1/\bar{y}$ i diagrammet

Konklusjoner:

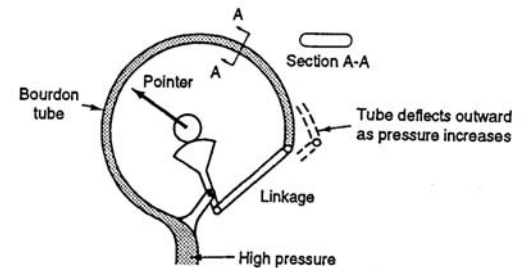
Hva skyldes eventuelle avvik mellom de observerte verdiene og de teoretiske kurvene?



2. Kalibrering av trykkmåler



1. Dåselibelle
2. Trykksylinder
3. Lodd
4. Stempel
5. Øverløpsslange
6. Trykkuttak
7. Justerbare bein



Trykktestingsrigg

Funksjonsmåte:

Trykkuttaket (6) forbinder trykksylinderen med trykkmåleren som skal kalibreres.

Trykksylinderen og alle forbindelser er helt fylt med væske. Inne i trykksylinderen produserer stempel og lodd et trykk som registreres på trykkmåleren.

Formål:

Vi skal kalibrere en trykkmåler av type Bourdon.

Oppsummering av teori:

Trykket (p) inne i sylinder er gitt ved

$$pA = G = mg$$

Der m er massen av stempel og lodd.

Målinger:

1. Se på stempelet og finn plasseringa av stempelarealet.
2. Kontroller at dåselibella spiller
3. Fyll vann i trykksylinderen
4. Plasser stempel i sylinderen og roter stempelet. Les av på trykkmåleren og noter avlesningen samt massen av stempelet
5. legg på tilleggslodd (intervall på 0.5 kg) og noter utslaget på trykkmåleren. Husk å roterer stempelet.

Obs! Dersom stempelet går i bunn, ta det ut av sylinderen og fyll på mer vann. Fortsett!

Resultater og beregninger:

Stempel		Trykk			
Masse m	Areal A	Sylinder	Måler avlesning	Måler feil	$\frac{\text{Målerfeil}}{\text{Sylindertrykk}} \cdot 100$
kg	m ²	KN/m ²	KN/m ²	KN/m ²	kg/m
0,5	244,8*10 ⁻⁶				
1,0					
1,5					
2,0					
2,5					
3,5					
4,0					
4,5					
5,0					

Beregn den absolutte målerfeil og den prosentvise målerfeilen

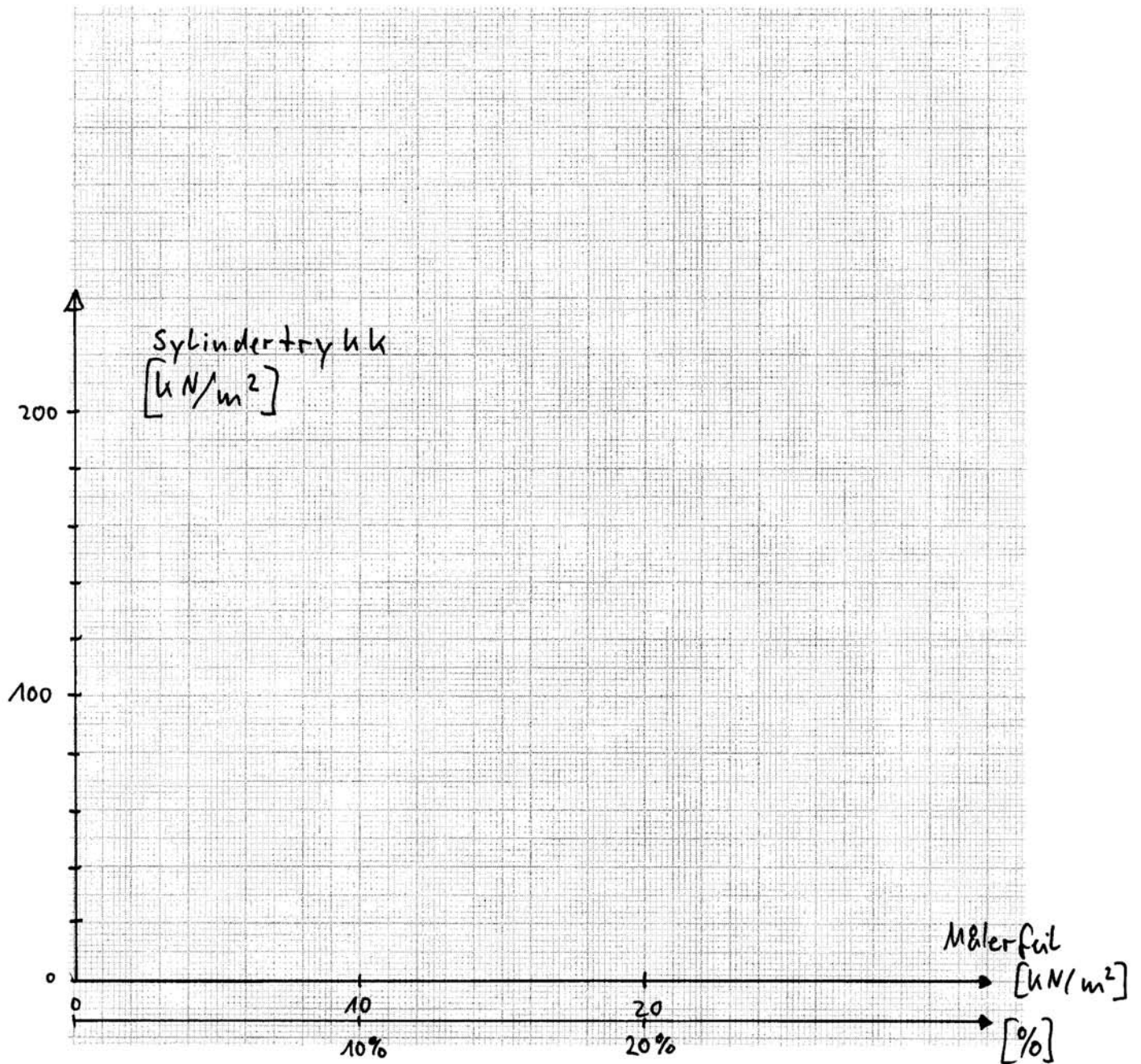
Plott sylindertrykk mot absolutt målerfeil og sylindertrykk mot den prosentvise målerfeilen i diagrammene

Konklusjoner:

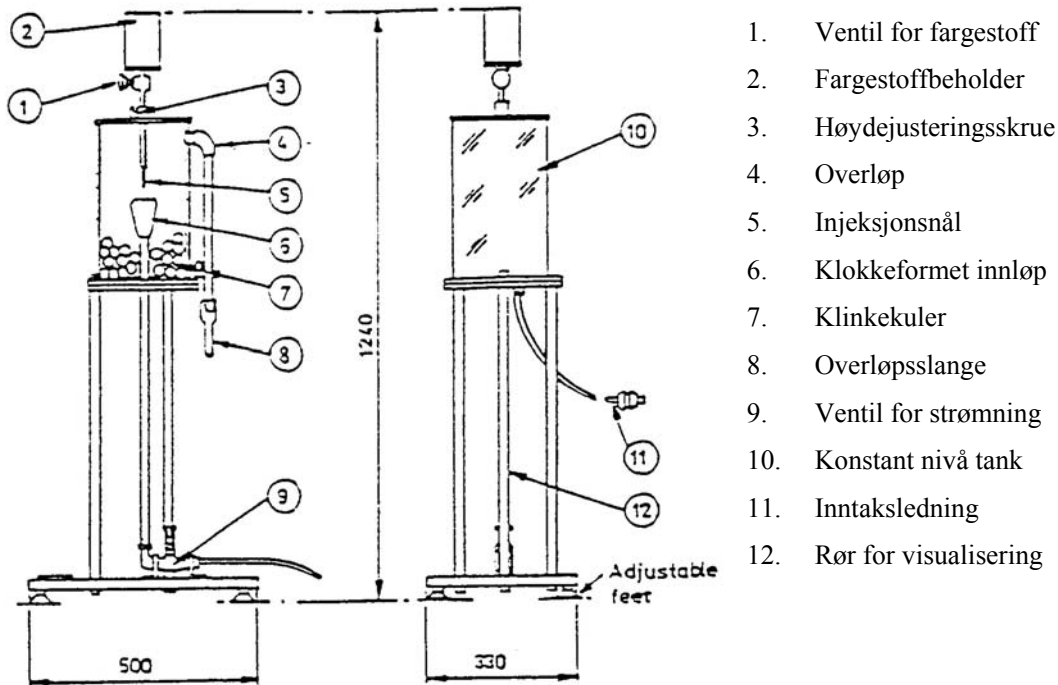
Kommenter nøyaktigheten av trykkmåleren

Kommenter påliteligheten av de beregnede trykkverdiene i trykksylinderen.

Har en høydeforskjell mellom trykkmåler og trykktestingsrigg noen betydning?



3. Osborne Reynolds apparat



Osborne Reynolds rigg

Funksjonsmåte:

Vannet strømmer gjennom inntaksledningen (11) og inn i tanken (10) mellom klinkekulene (7). Vannet strømmer ned gjennom det klokkeformede innløpet (6) og inn i visualiseringsrøret (12). Ventilen (9) styrer vannføring i (12). Overskuddsvann strømmer ut gjennom overløpet (4). Strømningsforholdene (12) visualiseres ved at det injiseres fargestoff fra beholderen (2), gjennom nålen (5) og ut i innløpet (6). Dette gir oss en farget strømlinje som vi kan følge i visualiseringsrøret (12).

Formål:

Vi skal undersøke betingelsene for laminær og for turbulent strømning

Oppsummering av teori:

Strømningsforholdene beskrives av Reynolds tall:

$$Re = \frac{v \cdot D}{\nu} \quad [-] \quad \nu = 1.0 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s} \quad (T=20^\circ)$$

- **Laminær strøm: $Re < 2300$**

Strømlinjene følger faste parallelle baner. Fargestoffet vises som en fast streng og er lett synlig.

- **Transisjonsområde: $2300 < Re < 3000$**

Strømlinjene følger ikke lenger faster baner. Fargestoff vandrer over tverrsnittet.

- **Turbulent strøm: $Re > 3000$**

Strømlinjene filtreres inn i hverandre/kolliderer. Væskepartiklene rotes om hverandre. Fargestoffet er ikke lenger synlig.

Målinger:

1. Kontroller at vannet så vidt pipler over overløpet (4).
2. Åpne strømningsventilen (9) forsiktig.
3. Juster fargestofftilførselen vha. (1)
4. La anlegget stabilisere seg.
5. Observer fargestoffet visualiseringsrøret (12).
6. Mål vannføringen Q vha. måleglass og stoppklokke.
7. Gjenta fra 1 et par ganger

Resultater og beregninger:

Visuell observasjon av fargestoffet	Volum V	Tid t	Vannføring	Hastinghet v	Reynolds tall Re
-	m^3	s	m^3/s	m/s	-

Indre diameter for visualiseringsrøret (12)

$d = 10 \text{ mm}$

Vanntemperatur:

$T = 5 \text{ C}$

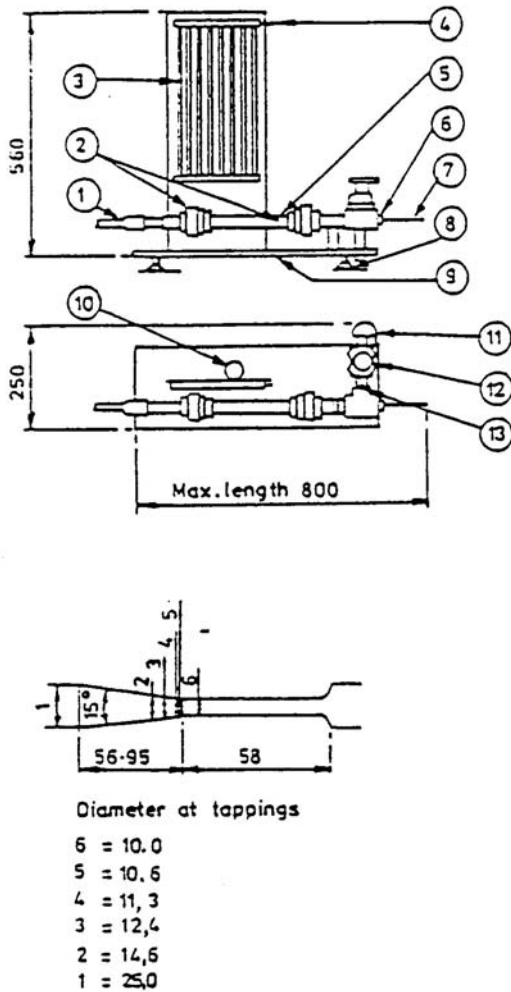
Kinematisk viskositet:

$\nu = 1.5 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$

Konklusjoner:

Er det rimelig samsvar mellom observasjoner og beregninger?

4. Bernoullis ligning



1. Innløpsledning
2. Koplinger
3. Manometerrør
4. Lufteskruer
5. Prøvestykke
6. Låsemutter
7. Pitotrør
8. Justerbare bein
9. Grunnplate
10. Pumpe
11. Avløpslange
12. Ventil
13. Tillegsuttak

Rigg for beskrivelse av Bernoullis ligning

Formål:

Vi skal undersøke riktigheten av Bernoullis ligning i forbindelse med strømning av vann i et sirkulært rør med langsomt varierende diameter.

Oppsummering av teori:

$$\frac{v_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\rho g} + z_1 = \frac{v_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\rho g} + z_2$$

Her er: $z_1 = z_2$ og dermed

$$H = \frac{v^2}{2g} + \frac{p}{\rho g_2}$$

Målinger:

1. Kontroller at manometrene gir samme avlesning.
2. Åpne avløpsventilen (12) forsiktig.
3. La systemet falle til ro og les av manometrene.
4. Før pitotrøret slik at spissen er under hvert trykkuttak og les av manometeret.
5. Mål vannføringen med måleglass og stoppeklokke

Resultater og beregninger:

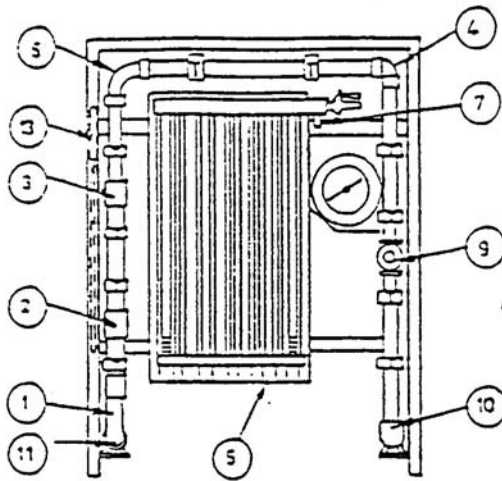
Snittnr.	Diameter	Areal	Hastighet	Hastighet høyde	Manom.-avlesn.	Manom+ Hastighet høyde	Pitotrør avlesn.
		A	v	$v^2/2g$	h	$h + v^2/2g$	h_p
-	m	m^2	m/m^2	m	m	m	m
1	$25.0 \cdot 10^{-3}$	$4.91 \cdot 10^{-4}$					
2	$14.6 \cdot 10^{-3}$	$1.67 \cdot 10^{-4}$					
3	$12.4 \cdot 10^{-3}$	$1.21 \cdot 10^{-4}$					
4	$11.3 \cdot 10^{-3}$	$1.00 \cdot 10^{-4}$					
5	$10.6 \cdot 10^{-3}$	$8.83 \cdot 10^{-5}$					
6	$10.0 \cdot 10^{-3}$	$7.85 \cdot 10^{-5}$					

Volum V	Tid t	Vannføring Q
m^3	s	m^3/s

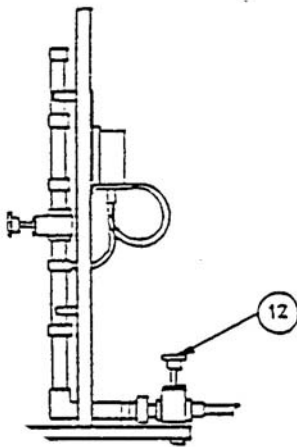
Konklusjoner:

Stemmer summen av hastighetshøyden og trykkhøyden med Pitotrøravlesningen?

5. Lokale tap i rør



1. Langt bend
2. Utvidelse
3. Innsnevring
4. Albuebend
5. Manometre
6. Kort bend
7. Lufteskrue
8. Trykkmåler
9. Ventil
10. Mitre bend
11. Inntak
12. Utløpsventil



Rigg for lokale tap (singulær tap)

Formål:

Demonstrasjon av tap og koeffisienter i forbindelse med lokale tap

Oppsummering av teori:

$$h_{\text{tap}} = k \cdot \frac{v^2}{2g}$$

Målinger:

1. Kontroller manometrene når utløpsventilen er stengt.
2. Åpne utløpsventilen langsomt.
3. La systemet stabilisere seg.
4. Les av manometrene.
5. Mål vannføringen vha. volumtank og klokke.

Resultater og beregninger:

Fittings	H ₁	H ₂	$\Delta H = H_1 - H_2$	V	$v^2/2g$	h _{tap}	$k = \frac{h_{tap}}{v^2/2g}$
-	m	m ²	m	m/s	m	m	-
Mitre							
Albue							
Kort bend							
Langt bend							
Utvidelse							
Innsnevring							

Tverrsnittsareal; A=301,7 mm²

Konklusjoner:

Virker verdiene på koeffisientene rimelige?