

8.14/8.15 LØSNING AV RØRSTRØMSPROBLEMER

For å bruke Moodydiagrammer (eller formuler):
Trenger e

SE TABELL PÅ
MOODY-DIAGRAM-SIDA

OBS!

e blir parameter
som ikke nødvendigvis
er like fysisk e

Tre "generiske" problemtyper:

	TYPE	FINN	GITT
①	head-tap	h_L	$D, Q(V), g, L, e, \nu$
②	utløp	Q, V	$D, h_L, \quad - " -$
③	dimensjonering	D	$Q, h_L \quad - " -$

①: Løses direkte ved oppslag i Moody-diagram

②: Ikke direkte løsning.
Bruk metode basert på at f varierer svært
langsomt med Re .
Gjett en f -verdi (gjørne ruspåverdien), og iterer

Se her på type 2/3:

EKSEMPEL 8.5 / 8.6

DE TRE "RØRSTRØMSPROBLEMTYPERE"

For ^{et} enkelt rør, går alle ut på løsning av ligningen

$$h_f = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g}$$

hvorav 3 problemtyper

I. Å finne h_f når alle de andre størrelsene er kjent

II. " " $V(Q)$ " " " " " " " "

III. " " D " " " " " " " "

For type I finnes selvsagt løsningen ved direkte innsettning.

Det er ikke tilfelle for II og III, siden f avhenger av V , via Reynoldstallet.

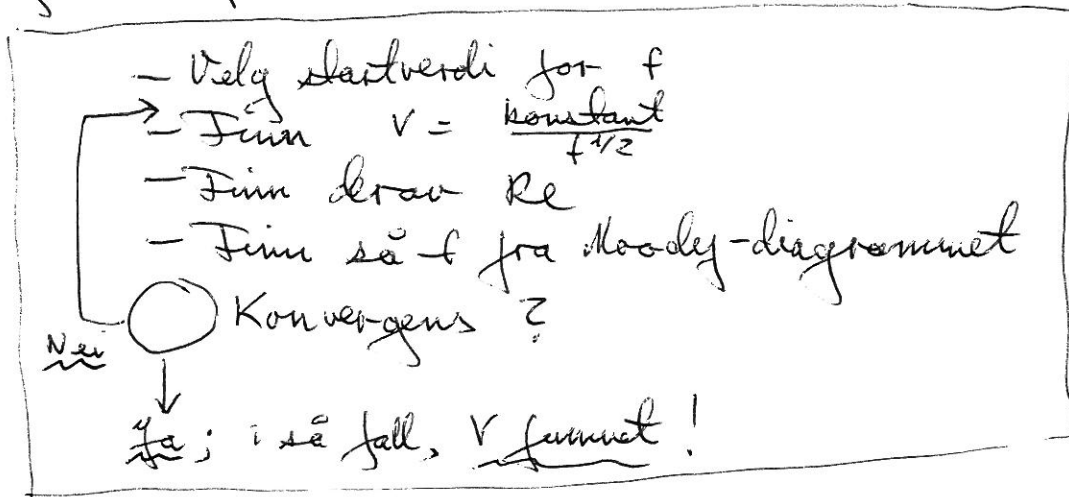
Disse to typene kan løses ved iterasjon, siden f er en langsomt varierende funksjon av Re .

Illustrert for type II:

$$\frac{h_f}{L} = \frac{f}{D} \frac{V^2}{2g} \Rightarrow$$

$$V = \frac{\text{konstant}}{f^{1/2}}$$

Iterasjonsloop:



Strukturt for type III :

(D ukjent)

et sett av likninger må itereres.

$$\frac{e}{D} = \text{konstant}$$

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{\text{konstant}}{D^2}$$

$$Re = \frac{DV}{\nu} = \frac{\text{konstant}}{D}$$

$$h_f = \text{konstant} = f \frac{L V^2}{D 2g} \Rightarrow D^5 = \text{konstant} \times f$$

Iterasjonsloop :

- Velg startverdi for f
 - - Finn $D = \text{konstant} \times f^{1/5}$
 - Finn $\frac{e}{D}$ og V
 - Finn Re
 - Finn $f = f(Re, \frac{e}{D})$ fra Moody-diagrammet

Nei - Konvergens ?

↓

Ja : i så fall er D funnet !

Samme fingerregler for f -start, hvis ikke annen info er tilgjengelig:

Type II : Prøv f -verdien i grensen $Re \rightarrow \infty$,
for gitt e/D

Type III : Velg en f -verdi "midt i"
Moody-diagrammet

Eksempler : 8.5 og 8.6 fra læreboka.

SAMPLE PROBLEM 8.5 Water at 20°C flows in a 500-mm-diameter welded steel pipe. If the friction loss gradient is 0.006, determine the flow rate, using Fig. 8.11.

Solution

This is a Type 2 problem, to find Q .

Table 8.1 for welded steel: $e = 0.046$ mm; $e/D = 0.046/500 = 0.000\ 092$

Table A.1 at 20°C: $\nu = 1.003 \times 10^{-6}$ m²/s, $h_L/L = 0.006$ is given

From Eq. (8.10): $\frac{h_L}{L} = \frac{f}{D} \frac{V^2}{2g}$, i.e. $0.006 = \frac{f V^2}{0.5(2)9.81}$

from which $V = 0.243/f^{1/2}$.

Fig. 8.11 for $e/D = 0.000\ 092$: $f_{\min} \approx 0.0117$.

Try $f = 0.0117$. Then $V = 0.243/(0.0117)^{1/2} = 2.25$ m/s.

Eq. (8.1): $R = \frac{DV}{\nu} = \frac{0.5(2.25)}{1.003 \times 10^{-6}} = 1.120 \times 10^6$ (turbulent flow)

Figure 8.11 with $e/D = 0.000\ 092$ and $R = 1.120 \times 10^6$: $f = 0.0131$. Assumed and obtained f values are different, so we must try again. Tabulating this and subsequent trials:

Try f	V , m/s	R	Obtained f	
0.0117	2.25	1.120×10^6	0.0131	Try again
0.0131	2.12	1.059×10^6	0.0131	Converged!

f values now agree, so we have the true operating point.

$Q = AV = (\pi/4)D^2V = (\pi/4)(0.5)^2 2.12 = 0.416$ m³/s **ANS**

Note: Care is needed to read Fig. 8.11 accurately.

8.6, omregnet til SI-enheder

Et galvaniseret jernrør, $L = 5486 \text{ m}$, skal transportere ethanol ($\nu = 2.14 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$) med volumetrate $Q = 8.52 \text{ l/s}$.
Find nødvendig rør diameter, hvis $h_f = 65.5 \text{ m}$.

4 ledninger indgår i iterationerne (undertrykt SI-enheder):

$$\frac{e}{D} = \frac{0.15 \text{ mm}}{D} \Rightarrow$$

$$\frac{e}{D} = \frac{0.00015}{D}$$

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{4}{\pi} \frac{Q}{D^2} = \frac{4}{\pi} \frac{0.00852}{D^2} \Rightarrow$$

$$V = \frac{0.01085}{D^2}$$

$$Re = \frac{DV}{\nu} = \frac{D}{2.14 \times 10^{-6}} \frac{0.01085}{D^2} \Rightarrow$$

$$Re = \frac{5070}{D}$$

$$h_f = 65.5 = f \frac{5486}{D} \frac{1}{2 \times 9.81} \left(\frac{0.01085}{D^2} \right)^2 \Rightarrow$$

$$D^5 = 0.000503 f$$

$$D = 0.2189 f^{1/5}$$

Prøv startværdi "midt i diagrammet", siden type III:

Prøve-f	D(m)	$\frac{e}{D}$	Re	f_{moody}	Konvergens?
0.0300	0.1086	0.00138	46685	0.0253	Nei
0.0253	0.1049	0.00143	48331	"0.0253"	(J) ja

$\Rightarrow$

$$\underline{D = 10.5 \text{ cm}}$$