

# MEK4600 Oblig 4

Soran Hussein Mohmmmed / soranhm

April 2018

## Lyden av turbulens

Generere turbulens ved endringer i Reynoldstall, med hjelp av strømingen i et rør som innholder vann og se på lyden den produserer for så se hvilken problemstillingene som oppstår (Laminert, Turbulent og Transitional).

## Instrumenter

I denne forsøken hadde vi vår egen oppsett og bestemte det meste selv for å oppnå målene med turbulens og laminert strømning. Det vi brukte var: vekt, bøtte med vann og en rør som gikk fra bøtten til en bolle på vekten. Vi festet en lyd/vibrasjons måler på røret som målte lyd og vi fikk dette inn på matlab senere. Det vi fokuserte på var å åpne vannet fra bøtten akkurat nok til å oppnå de forskjellige Reynoldstallet vi skulle oppnå. Vi senere forsøkte med å sprøyte inne farger i røret sånn at vi kanskje skulle se strømmingen og hvordan det oppførtes seg, dette funket ikke helt pga strømingen gikk for fort og det blandet seg fort inn. Brukte ikke datane der vi brukte sprøyte pga støy.

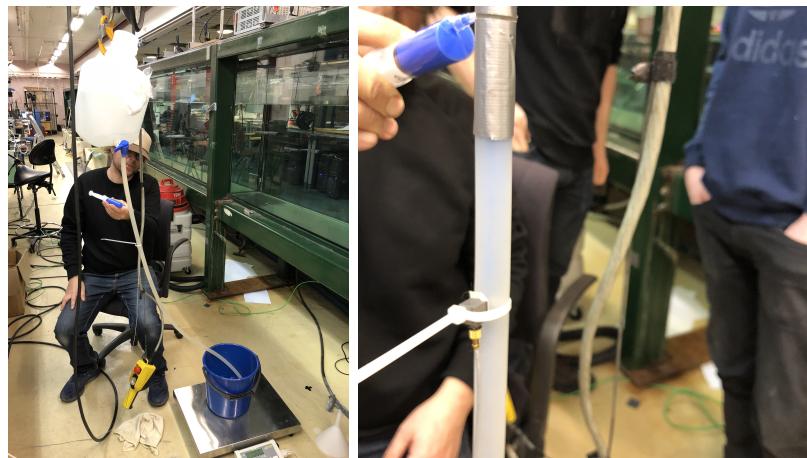


Figure 1: Oppsett ( har tilatelse fra Stian)

## Gjennomføring

Oppsette og gjennomføringen av forsøket var ganske greit. Måler endring i vekt hvert 10 sekund i 1 min for hver kjøring, og varierer utstrømming av vannet som skaper de forskjellige Reynoholds tallene. Bruker gjennomsnitts vekten til finne farten for å se sette det inn i:

$$Re = \frac{V_{avg}D}{\nu} = \frac{\rho V_{avg}D}{\mu} \quad (1)$$

der  $V_{avg}$  er gjennomsnitts farten,  $D$  er diameteren på røret,  $\rho$  er tetthet og  $\mu$  er den dynamisk viskositet. Festet også en spesielt mikrofon på rører, som vi tok opptakk av lyden/vibrasjonen som oppsto i røret. Det å skape laminert eller turbulens strømning var litt vrint, fordi når vi brukte røret med 6 mm så måtte hastigheten på vannet være ganske liten for å skape laminært, og da måtte vekten være veldig følsom for at vi skulle kunne lese det opp. Men når vi gikk over til et 12 mm rør ble det litt lettere med en mindre vekt. Forholde mellom laminært, turbulens og transitional (overgangsfasen) er:

$Re \leq 2300$	Laminær strøm
$2300 \leq Re \leq 4000$	transitional strøm
$Re \geq 4000$	turbulent strøm

Overgangen fra laminært til turbulens strømning også avhenger av forstyrrelser av strømmen ved overflaten, rørvibrasjon og fluktuasjon i strømmen. Vi prøvde å sprøyte inn litt farger for å kunne se bevegelsen av laminært og turbulens strømning, men dette funket ikke som vi hadde tenkt, det var for tynt med farger og blandet seg inn. det skulle se sånn ut: (kilder i slutten av teksten)

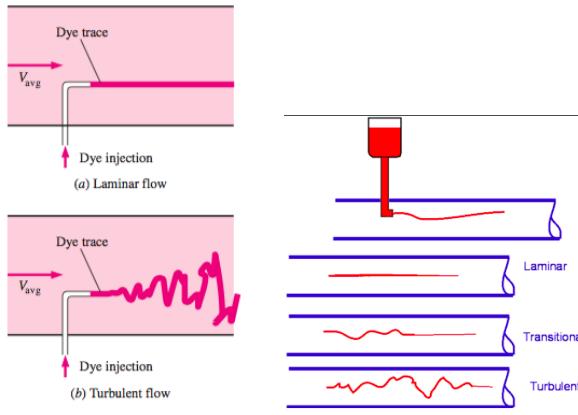


Figure 2: strømning i rør

## Turbulens

Turbulent strømning er preget av tilfeldige og raske svingninger av virvlende områder av væske, eller det skapes små virvlinger pga farten er høy og med hjelp av friksjon dannes det forstyrrelser og disse blir større og større etterhvert. Disse fluktusjonene gir en ekstra mekanisme for momentum og energioverføring. Mens i laminær strømning strømmer fluidpartikler på en ordnet måte langs banelinjer, og momentum. I turbulent strømning transporterer svirvende virvel masse, momentum og energi til andre regioner som strømmer mye raskere, kraftig økende masse, momentum og varmeoverføring. Som et resultat er turbulent strømning forbundet med mye høyere verdier av friksjon, varmeoverføring og masseoverføringskoeffisienter. Når det skapes virvlinger som blir større og større etter tiden, så vil det oppstå forstyrrelser i partiklene som igjen skaper uro og det blir helt kaos. Som eksempel kan vi se på røyken fra en cubansk sigar, så vil den være laminaert og stige i 'rør' aktig form rett opp før det blir turbulens ('kaos') når farten øker.

## Lydoppdrag

Vi bruker en 'contact' mikrofon, som brukes til å registrerer lydvibrasjon ved kontakt med faste objekter (som rør i vårt problemstilling). Det som er bra med at vi bruker denne i vårt problem er at den er ufølsom for luftvibrasjon. Dermed er alt lyden den tar opp relevant til det som skjer inni i røret, som gjør det lett for oss å studere og bruke til å se hva som skjer i røret.

## Lyd av turbulens strøm i rør

Lyd av turbulens strøm i rør har blitt brukt til flere ting gjennom tider, grunnen til dette er et at et rør kan gjennomspeile som nesten hva som helst (oljerør, blodåre, osv.) dermed er det ganske greit å forstå hvordan det funker i litt mindre statdier og prøve å sammenligne dette med større problem etterhver. **Lily Xu** ved uio skrev en master oppgave der hun prøver å gjenskape en blodåre og ser på målinger som blir målt under måling av blodtrykk, som skaper en "muffellyd" som antas å være fra turbulent strømning i blodårene. H.G.Davies og J.E.Ffowcs Williams har også skrevet en artikel, der han omhandler problemet med å estimere lydfeltet som genereres av et begrenset område av turbulens i et uendelig langt, rett, hardvegget rør. Storskala turbulens er vist å indusere fly akustiske bølger. De prøvde å skalere påvirkning av vind på fly i mye mindre skala, i et rør.

## Forsøket

Vi var innom laben 3 ganger og fikk en ton med data, men flere av de besto av støy, feil med vekt, mye bevegelse av røret osv, så valgte ut de beste og nærmeste Re: 50,500,2000,4000,10000. Vi brukte også 30 sekund opptakk av lyd istedenfor 1 min, sånn at vi kunne få mer data. Det var ikke helt mulig å få akkurat disse Reynoldstallene, så vi bruker de som er nærmest. Kjørte en gang uten noen strøm også som tilsvarer

til  $Re = 0$ . Analyserer 3 data: frekvens spektret, turbulens spektret og signal spektret. I frekvens spektret kan vi se at det blir mye mer bevegelser når Reynoldstall tallet er høy enn når den er lav. Måler frekvens i kHz for å sammenligne. Ser at når vi har  $Re = 0$  så er frekvensen på rundt 100 Hertz på det meste, men ethver når vi kommer til  $Re = 1713$  har vi Hertz på rundt 1000, mens når vi går over til turbulens strømning øker hertz til 2000 med  $Re = 5562$ . Siden det dannes mer og mer turbulens når det allerede finnes turbulens så har vi rundt 10-12 kHz på  $Re = 7578$ . Grunnen til at dette skjer er at det oppstår mye mer bevegelse når det er høyere Reynoldstall, altså turbulens skaper mye større bevegelser enn laminært strøm. Vi ser at det starter med store frekvenser i overgangsfasen, Reynoldstall = 2300 - 4000. Vi kan bruke PSD plottet for å se på der

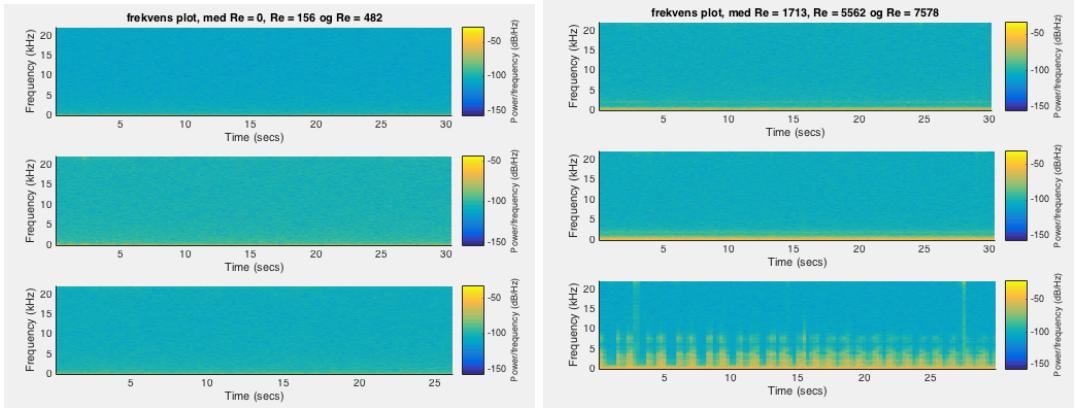


Figure 3: Frekvens mot tid

det er turbulens og laminært strøm. Har nå plottet de tre med Reynoldstall  $< 2300$  og to med Reynoldstall  $> 4000$ , for å kunne se hvor det oppstår turbulens og hvor det er laminært. I følge teorien skulle de fire (inkuldert  $Re = 0$ ) jeg har plottet under  $Re < 2300$ , ha ganske fin kurve bortover, men ser at det oppstår en del støy. Vi kan bruke dette til å se at det oppstår turbulens der det er topper i de høye Reynoldstallene og ikke i de lave Reynoldstallene. Prøvde innebygde funksjoner som butter, filter, sgolay, polyfit og conv til å filtrer vekk støy, men ingen av disse funket som jeg ville ha det. Dermed fikk jeg ikke gjort dette 100%. Vi kan se fort hvor det er turbulens og ikke turbulens via dette, pga der det er turbulens vill det være mye vibrasjon ("turbulens som slår på røret") dermed vil det være høyere lyd enn laminært.

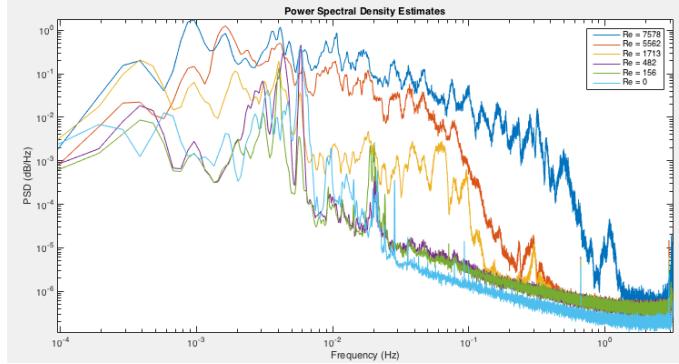


Figure 4: PSD plot mot frekvens

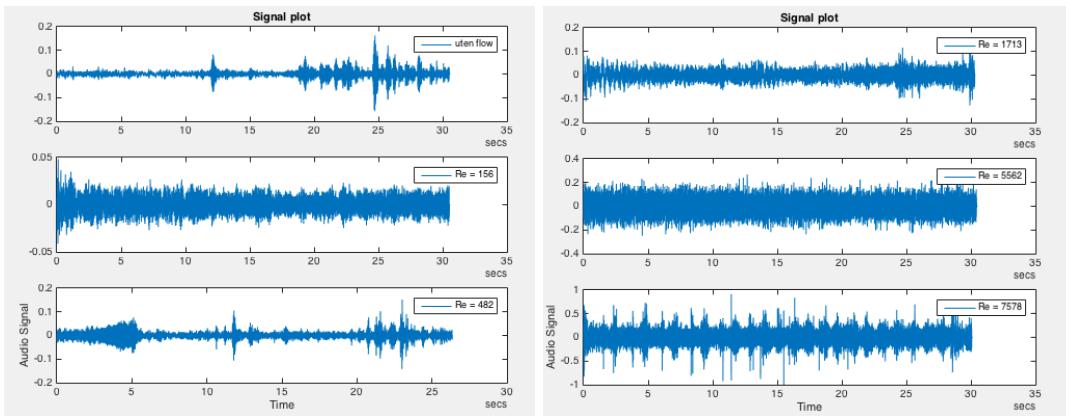


Figure 5: Lyd plot fra kontakt mikrofon

## feil ved forsøket

I dette forsøket var det veldig store muligheter for å gjøre feil, noen av disse var: feil måling av vekt, mye bråk, bevegelse i røret. Det store feilen vi hadde var at laderen til mikrofonen var på under flere av testene, og dette skapte forstyrrelser og unødvendige lyd i mikrofonen, så datana på disse kan ha fått noe unødvendig høye støy.

## Konklusjon

Etter å ha satt opp forsøke selv og gjennomført det mange ganger fikk vi veldig god erfaring av hvordan produsere turbulens og laminært strøm. Kontakt mikrofon var en stor del av forsøket som fikk oss til å se det som skjedde inni røret. Det var mulig å se forskjell på de forskjellige strømmene ved hjelp av flere spekter og analyseringen var ganske greit, når datane ble bra.

## **Liten kilde-liste**

Lily Xu sin masteroppgave: The sound of turbulence

H.G.Davies og J.E.Ffowcs Williams sin artikkel: Aerodynamic sound generation in a pipe

Fra MEK4450 2011: Flow in pipe

Kort forklaring av laminaert/transistasion og turbulens: Viscous Flow in Pipes