

Karakterisering av partikkelfjerning i en mammutpumpe med u-bend

Bjørg Synnøve Nigardsøy
Indre Østfold kommune

Hovedpunkter i presentasjonen

- Kort om meg
- Utfordringer i områder med dårlig fall
- Mulige løsninger
- Test av løsning med mammutpumpe
- Konklusjon og videre arbeid

Litt om meg – Bjørg Synnøve Nigardsøy

- Utdannet ved NMBU 2022
Vann og miljøteknikk
- Masteroppgave: Karakterisering
av partikkelfjerning i en
mammutpumpe med u-bend
- Masteroppgave publisert i
tidsskriftet *Physics of Fluids*
DOI: 10.1063/5.0156131
- Jobber som VA-ingeniør i Indre
østfold kommune



Utfordringer i områder med dårlig fall

- Mange gamle ledningsanlegg er bygget på fellesprinsippet. Disse anleggene ønskes ofte separert.
- Problemer med selvrens etter separering grunnet lavere vannføring
- Utfordringer viser seg særlig i anlegg med lite fall
- Det er kostbart og tidkrevende å grave nye og dypere ledningstraseer.
- Krevende grunnforhold kan også påvirke arbeidet
- Kan det finnes løsninger som reduserer/unngår behov for graving?

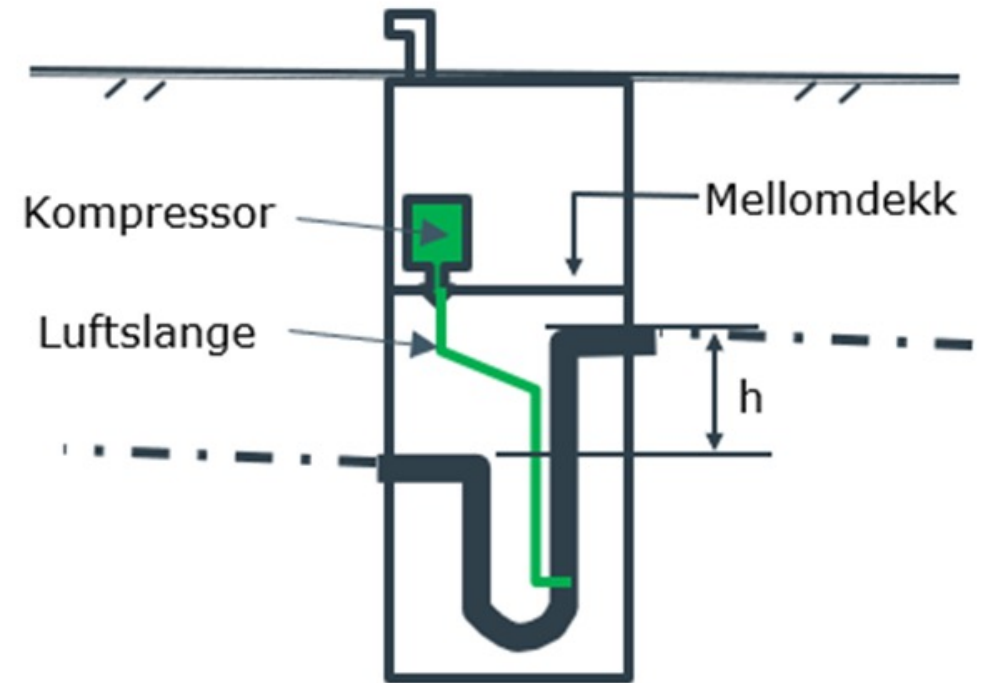
Mulige løsninger

- Pumpestasjoner
- Trykkavløpssystem
- Sanere ledningsnett
grave dypere grøfter
- Andre løsninger – Mammutpumpe?

De første løsningene er relativt konvensjonelle

Jeg har i min masteroppgave valgt å se nærmere på løsning basert på mammutpumpe som et nytt teknisk alternativ.

Jeg ville finne ut om man kunne unngå større installasjoner og gravearbeid ved en slik løsning.



Mammutpumpe –Prinsipp/Virkemåte

- Er en nivåløfter
- Består av et rør og tilførsel av trykkluft
- Oppdriften til boblene løfter vann og partikler
- Ingen bevegelige deler

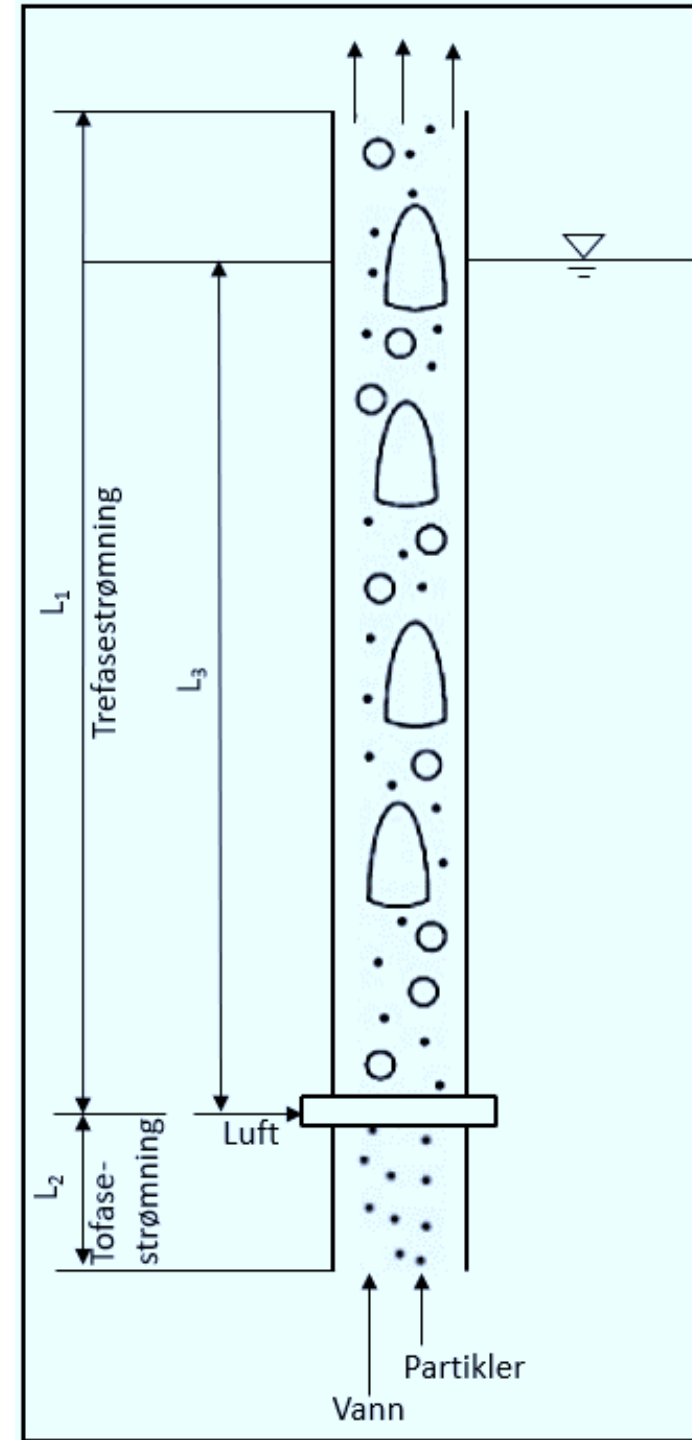


Nedsenkingsforholdet er

$$S_r = \frac{L_3}{L_1} \quad (\text{se figuren til høyre})$$

$$L_1 = L_3 + h, \text{ hvor } h \text{ er løftehøyden}$$

$$L_1 = \frac{h}{(1 - S_r)}$$



Hvor brukes mammutpumpen i dag

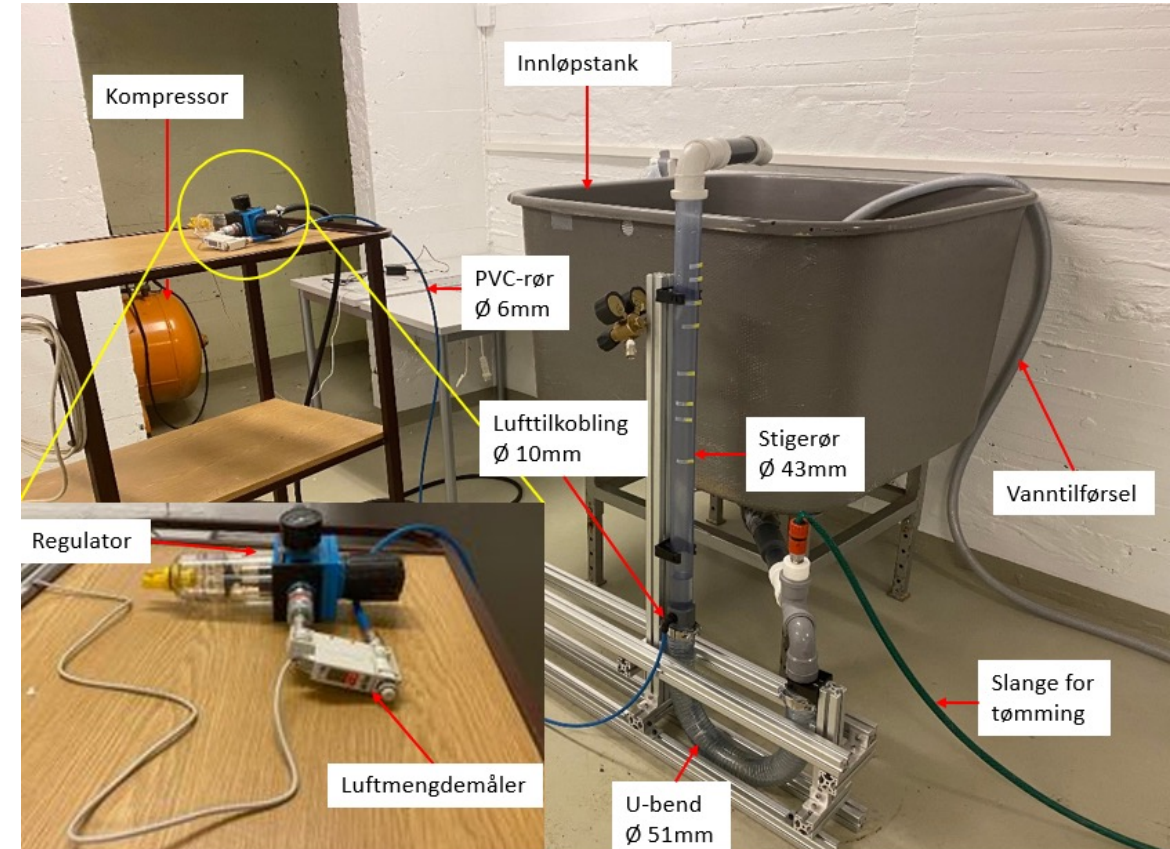
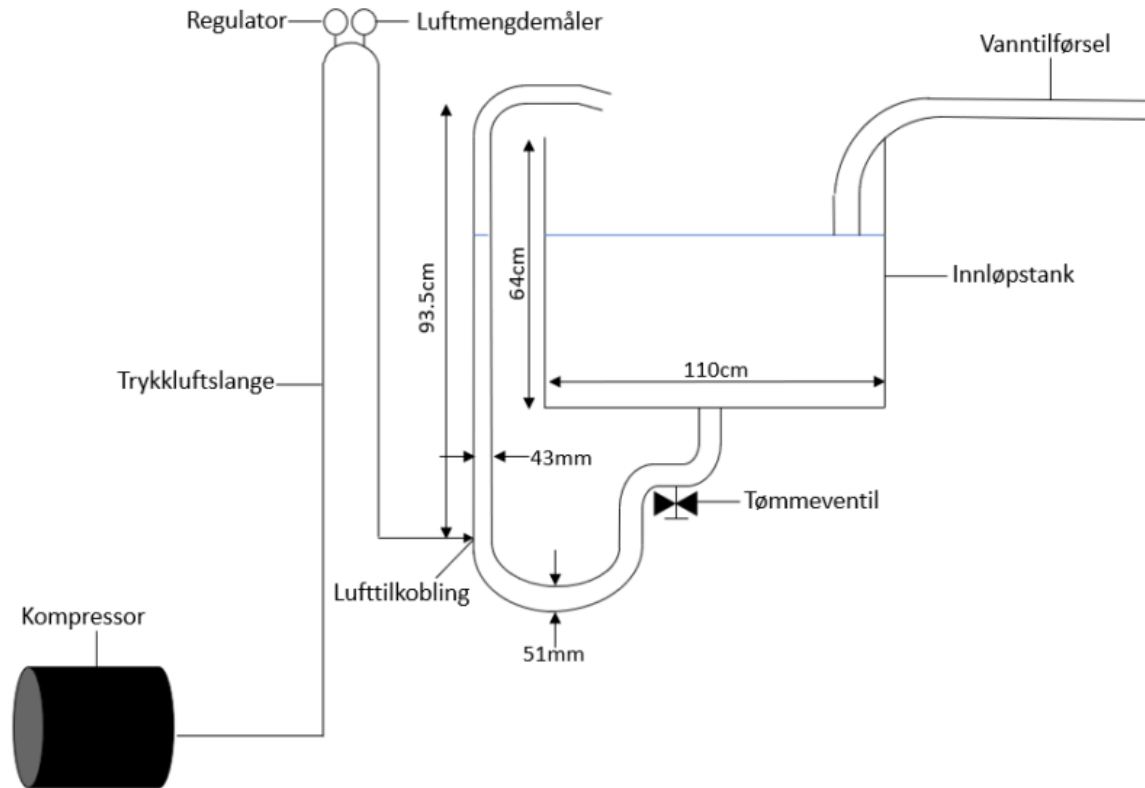
- Avløpsrenseanlegg
 - Transport av slam
 - Kontinuerlig sandfilter
- Akvakultur (*tilfører både oksygen og konstant vannstrøm*)
- Transport av korroderende og etsende væsker
- Dype brønner i gruveindustrien med lite tilgjengelig plass



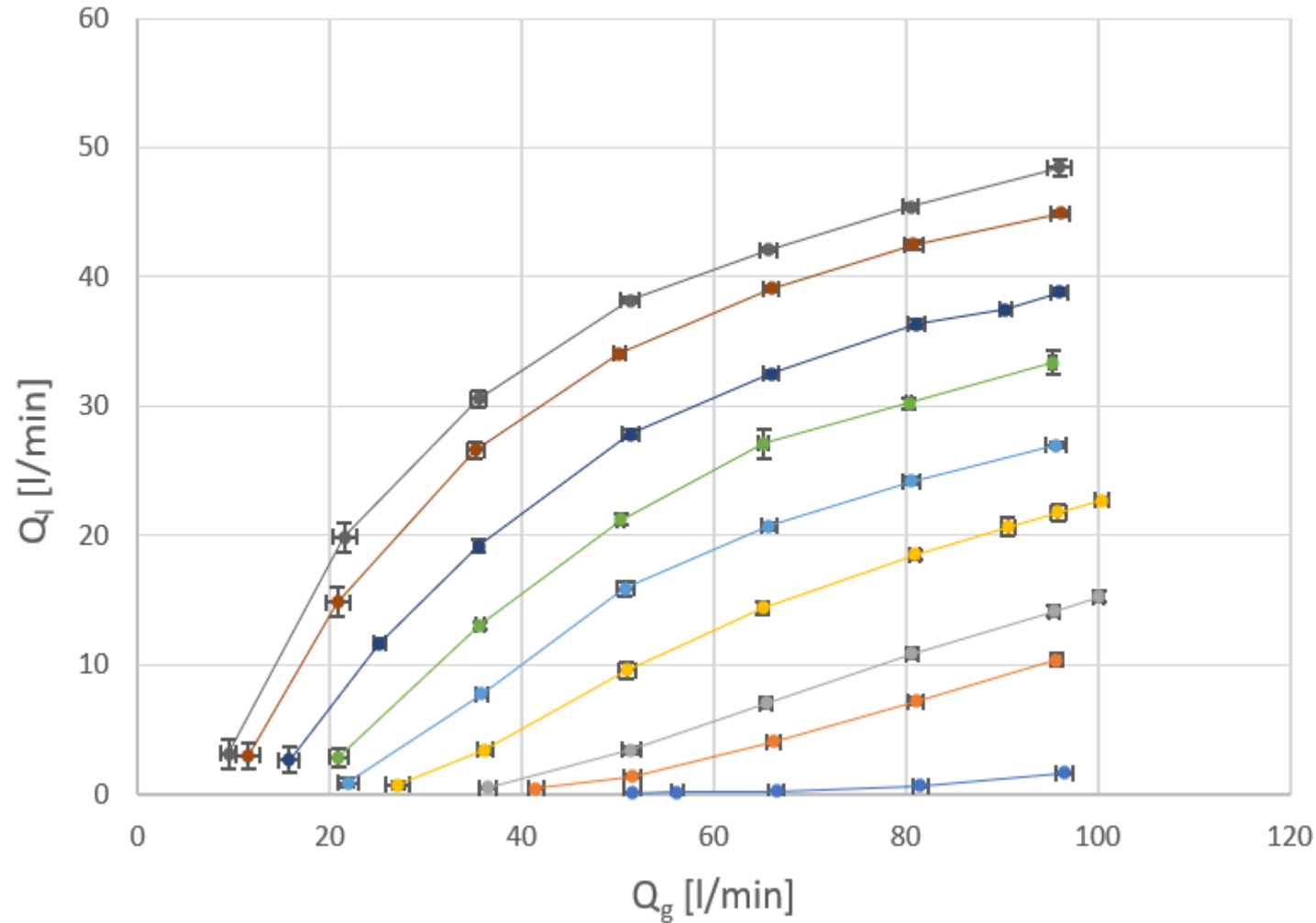
Mine forsøk med mammutpumper

- Hensikten med forsøket var å gjenskape en realistisk situasjon med vann som inneholdt ulike konsentrasjoner av partikler.
- For å vurdere pumpens evne til å forflytte vann og transportere partikler i u-bendet ble det utført uavhengige forsøk både med og uten partikler
 - Kalibrere pumpen og karakterisere strømningsregimene
 - Visualisering og karakterisering av partikkel transport
- Partikler brukt i forsøket var **større** (2,8mm lengde og 2,3mm bredde) enn en typisk avløpspartikkel (som normalt er 30 μ m)

Mitt eksperimentelle oppsett for testen

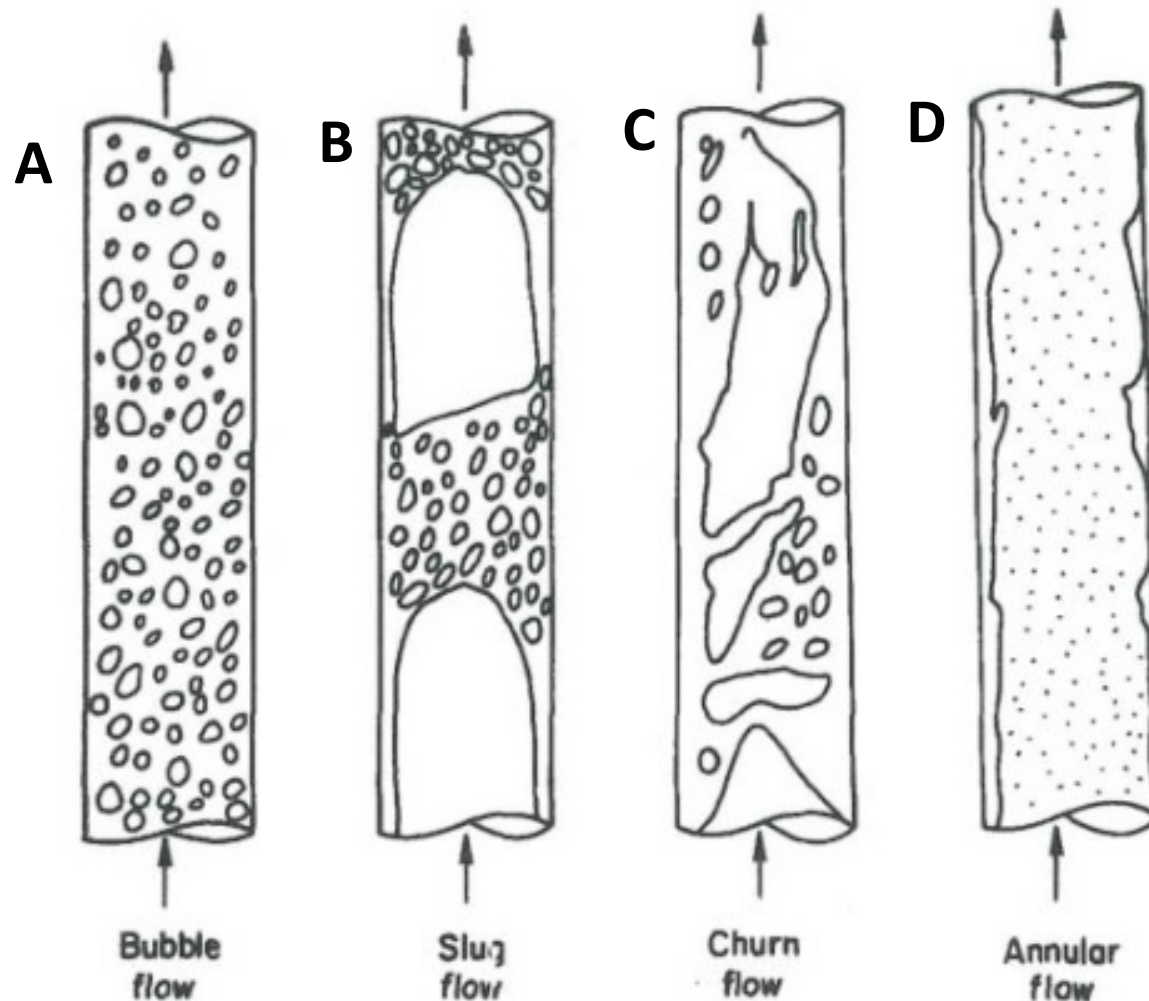


Vannføringskurver



Resultatene viser at et høyere nedsenkningsforhold gir økt vannføring ut av pumpen

Ulike typer strømninger som kan oppstå i en mammutpumpe (*strømningsregimer*)

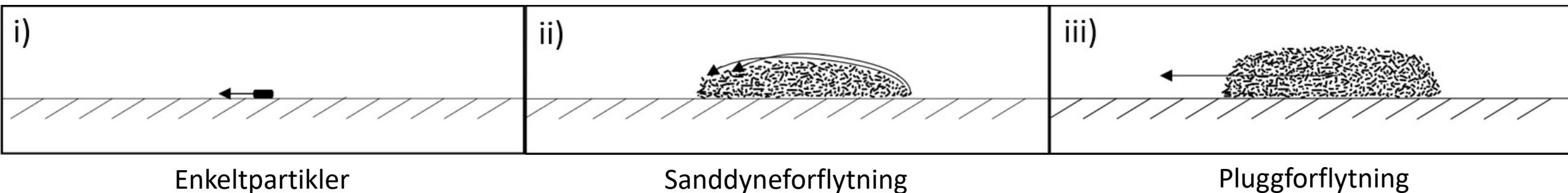


Et strømningsregime i området rundt B og C vil trolig være best egnet

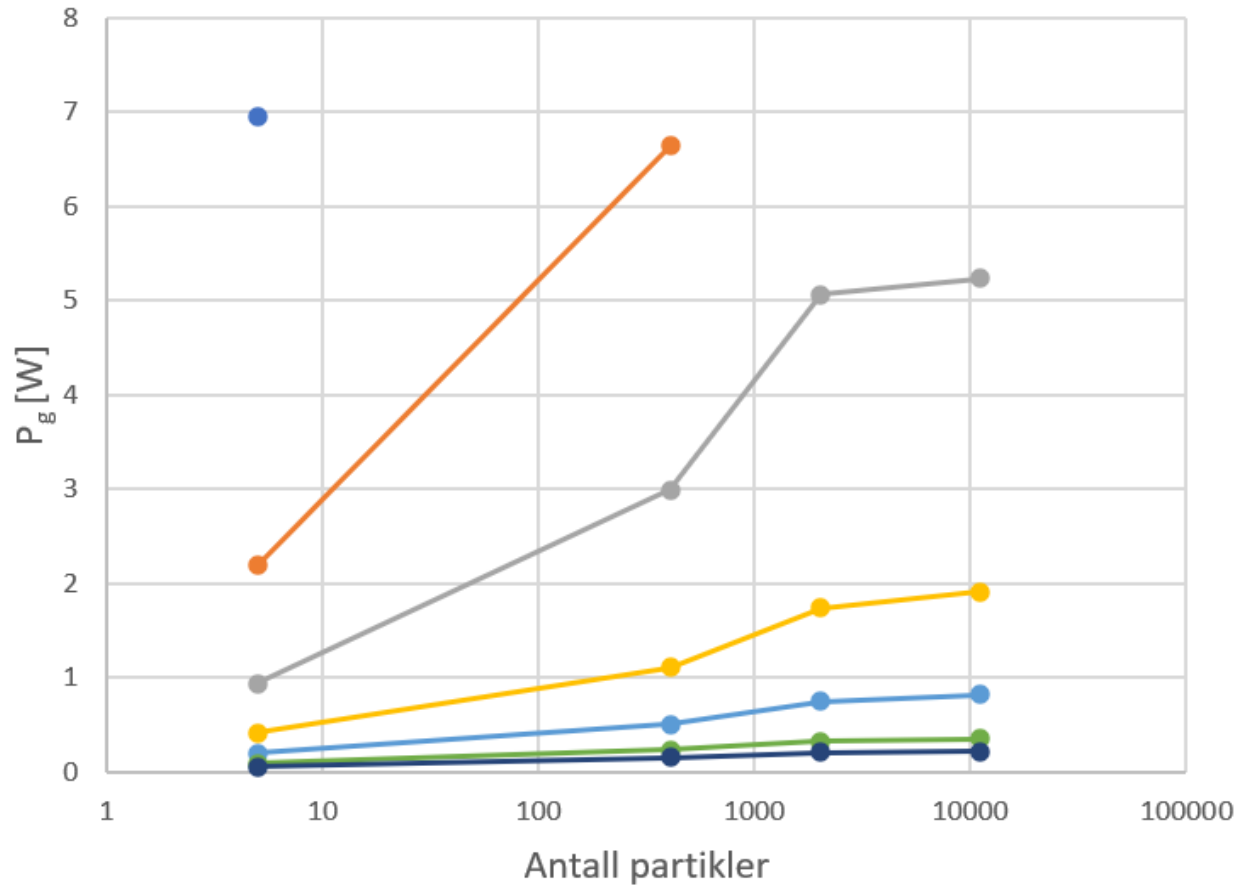
Parametere som blant annet luftmengde og diameter på røret vil være avgjørende for å få frem ønsket virkning

Forsøk med partikler

- Mammutpumpen ser ut til å være godt egnet til å flytte partikler
- Den nødvendige vannhastigheten for fjerning av partikler er tilnærmet lik når antall partikler overgår ca. 2000 stk. i testene
- Partikler flytter på seg i forskjellige mønstre (se under)
- Registrerte den nødvendige lufttilførselen som sørget for partikkelfjerning av de ulike partikkelkonsentrasjonene (5, 409, 2032 og 11086) ved ulike nedsenkningsforhold

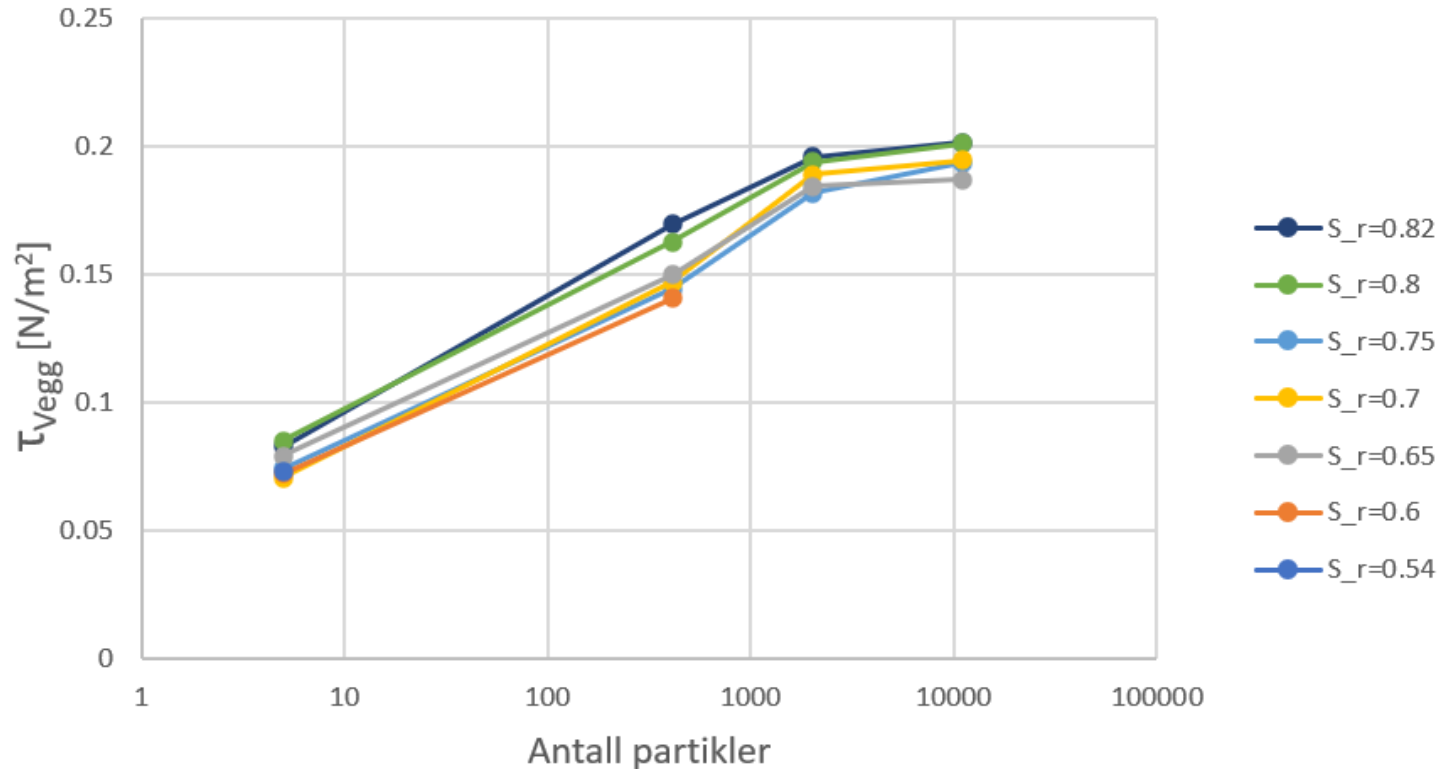


Energiforbruk



- Nedsenkningsforhold rundt 0.70-0.75 ser ut til å være optimalt
- Høyere nedsenkningsforhold gir et lavere energiforbruk

Skjærspenning



Skjærspenningen er definert som friksjonskraften vannet utøver langs rørveggene, og er størst i rørbunnen, mens den er null i vannspeilets nivå

- Partiklene lot seg transportere med skjærspenning innenfor intervallet 0.07-0.20 N/m²
- Nedsenkingsforholdet hadde i denne sammenheng liten betydning da det var vannhastigheten som var avgjørende

Hva kan vi lære av forsøkene med mammutpumpe

- Pumpen fungerer godt til å løfte vann, både med- og uten partikler
- «Slug flow» og «slug-churn flow» er best egnede strømningsregimer
- Fungerer godt også ved høye partikkelkonsentrasjoner
Pumpen bør derfor være godt egnet til avløpsvann
- Nedsenkingsforhold på 0.70-0.75 ser ut til å være optimalt
- Nødvendige skjærkrefter for å fjerne partiklene i bendet lå på 0.07-0.20 N/m²

Er mammutpumpen et realistisk alternativ?

- Jeg har tro på at mammutpumpene kan utvikles til et realistisk alternativ som kan være kostnadsbesparende.
 - Særlig attraktivt der konvensjonelle pumper kan gå tette
- Hvordan komme videre?
 - Gjøre nye tester på virkelig avløpsvann
 - Teste mammutpumpen i renseanlegg (HIAS; flytting av plastbrikker)
 - Optimalisere driften (riktig tilpassing av innblåsing)
 - Skape interesse hos pumpeleverandører.
 - Konseptutvikling

Takk for
oppmerksomheten

Bjørg Synnøve Nigardsøy
Indre Østfold kommune

bjorg.synnove.nigardsoy@io.kommune

