

Northern Lights – Krav og utfordringer til måling av CO₂

Northern Lights – Krav og utfordringer til måling av CO₂



Introduksjon

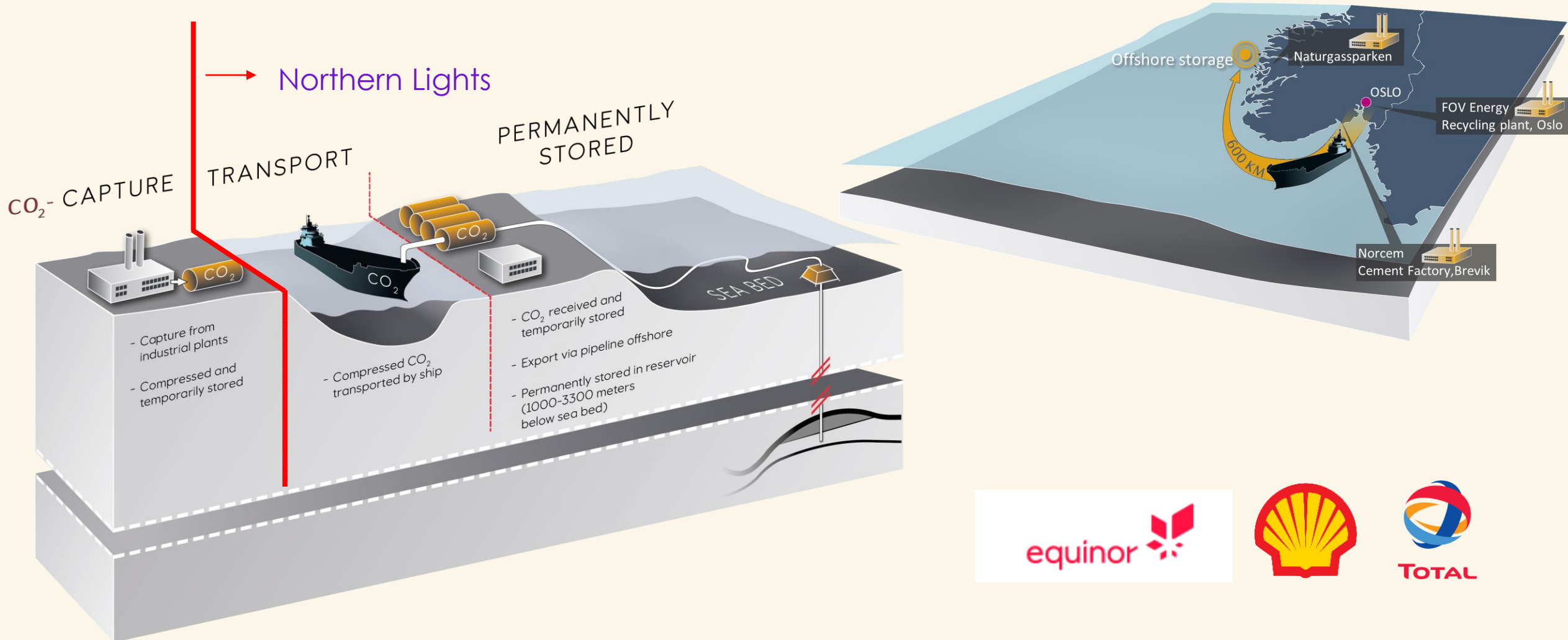


Krav og måling

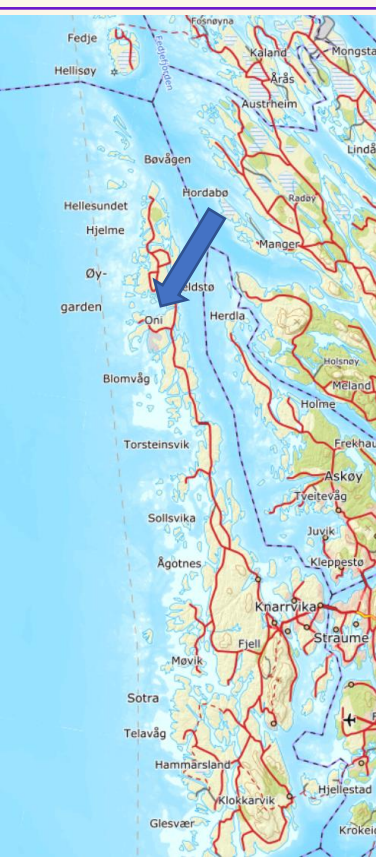


Utfordringer

Northern Lights – Transport, injeksjon og permanent lagring av CO₂



- Kapasitet for injeksjon av og lagring 1.5 MT/y
- Mellomlagring av CO₂ ved 13-18 barg og -30 to -20°C
- Anlegg bygget spesielt for håndtering av CO₂
- I normal drift vil anlegget kontrolleres fra Sture
- Tilrettelagt for å kunne utvide anlegget i fremtidige utbyggingsfaser



Krav til måling ved transport og lagring av CO₂

- ETS EU regulativet AnnexVIII og Article 49
- Ved måleteknisk metode skal tabell i Annex VIII benyttes og høyeste nivå.
- Total usikkerhet på 2,5 % i masse for målesystemet. Gjelder dokumentasjon av både transport og lagrede mengder CO₂.
- Artikkel 49: Lavere trinn kan søkes om der det teknisk ikke er mulig eller gir urimelige kostnader å møte krav på høyeste nivå.

	Tier 1	Tier 2	Tier 3	Tier 4
CO ₂ emission sources	± 10 %	± 7,5 %	± 5 %	± 2,5 %
N ₂ O emission sources	± 10 %	± 7,5 %	± 5 %	N.A.
CO ₂ transfer	± 10 %	± 7,5 %	± 5 %	± 2,5 %

Fiskal måling av CO₂ i væskeform

- Kjøp og salg av lagringsplass for CO₂
- MID (Measurement Instrument Directive 2014/32/(WELMEC guide 8.8 MI-005)): 1.5% masse og volum (Annen væske enn vann)
- The International Organization of Legal Metrology (OIML) OIML R117-1: 1.5% masse og volum (Annen væske enn vann)

Lossing

Rate	200-800	[Ton/h]
Temp	-30 - -21	[°C]
Trykk	15-22	[Barg]
Tetthet	1037-1077	[kg/m3]
Viskositet	0,14-	[cP]

Gass retur til skip

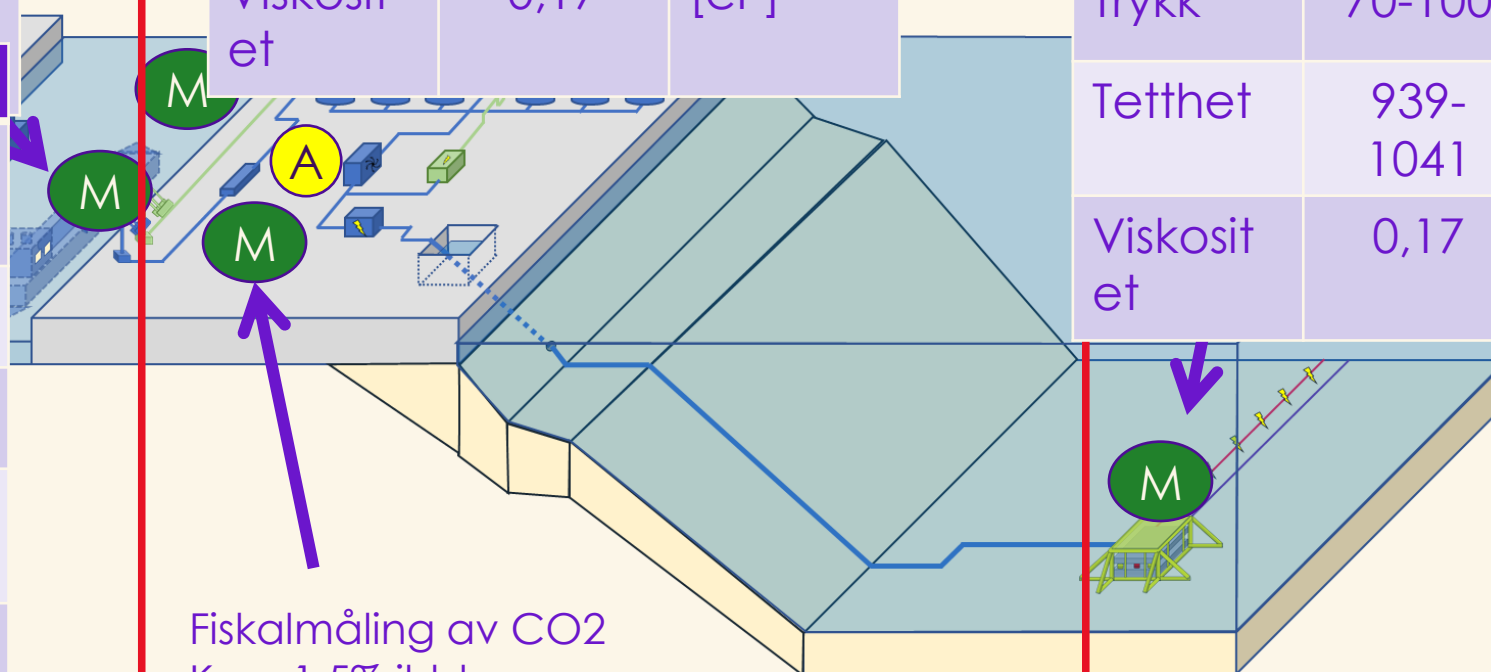
Rate	15-40	[Ton/h]
Temp	-30 - -21	[°C]
Trykk	15-22	[Barg]
Tetthet	35-49	[kg/m3]
Viskositet	0,013	[cP]

Eksport injeksjon

Rate	30-205	[Ton/h]
Temp	-2 - 8	[°C]
Trykk	100-125	[Barg]
Tetthet	939-1041	[kg/m3]
Viskositet	0,17	[cP]

Injeksjon brønn

Rate	30-205	[Ton/h]
Temp	4 - 7	[°C]
Trykk	70-100	[Barg]
Tetthet	939-1041	[kg/m3]
Viskositet	0,17	[cP]

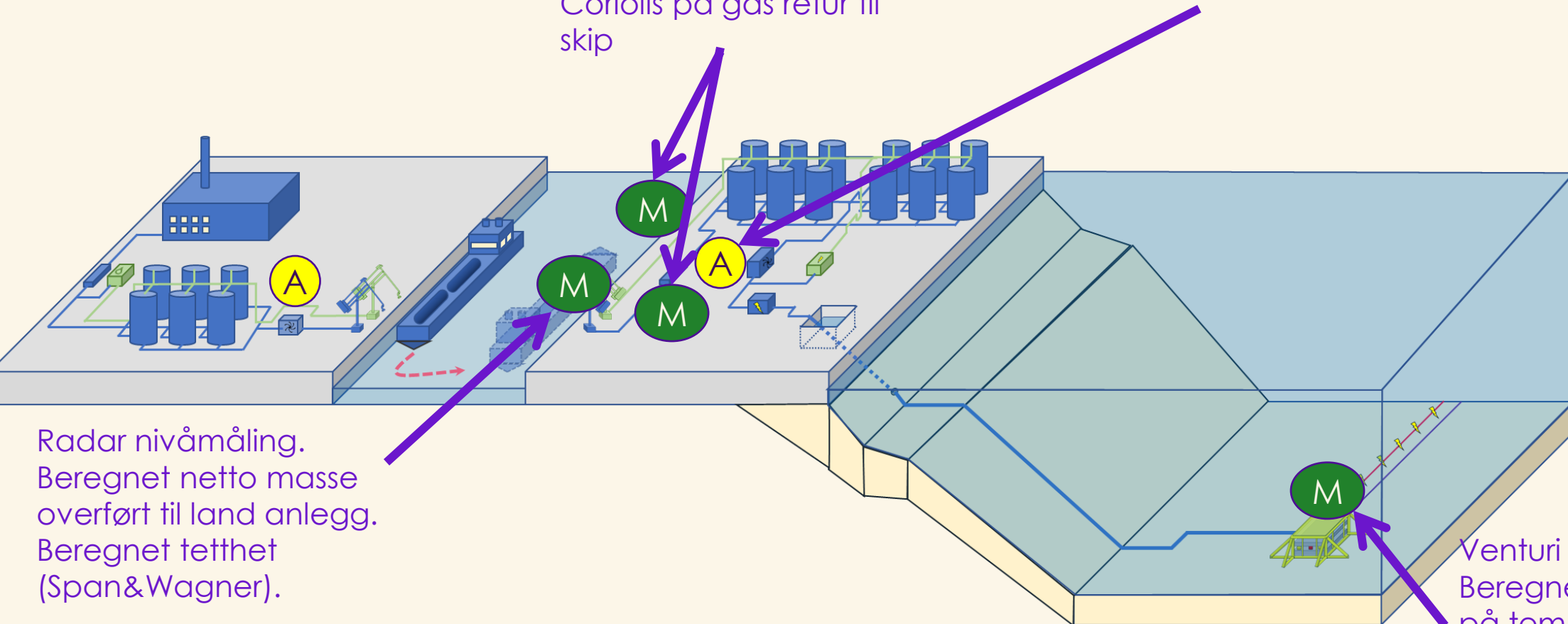


Fiskalmåling av CO2
Krav 1,5% ihht.
Justervesenet og MID

Målekonsept

Fiskal målestasjon.
Parallell løp med
kompakt rørnørmål.
Tre måleprinsipper
ultralød, turbin og
coriolis med mulighet
for alle tre i serie.
Coriolis på gas retur til
skip

Monitorering av sporstoffer:
(H₂S, O₂, H₂O)
optisk spektroskopi,
kromatografi +
vannduggpunkt analyse



Radar nivåmåling.
Beregnet netto masse
overført til land anlegg.
Beregnet tetthet
(Span&Wagner).

Venturi måling.
Beregnet tetthet basert
på temperatur og trykk
(Span&Wagner).

Utfordringer

- Erfaringer med rate måling på CO₂ i væskeform
- Sikre sporbarhet i ratemålingen ved bruk av egnet kalibrering fasilitet
- Dempning av signaler i CO₂ – ultralyd og radar.

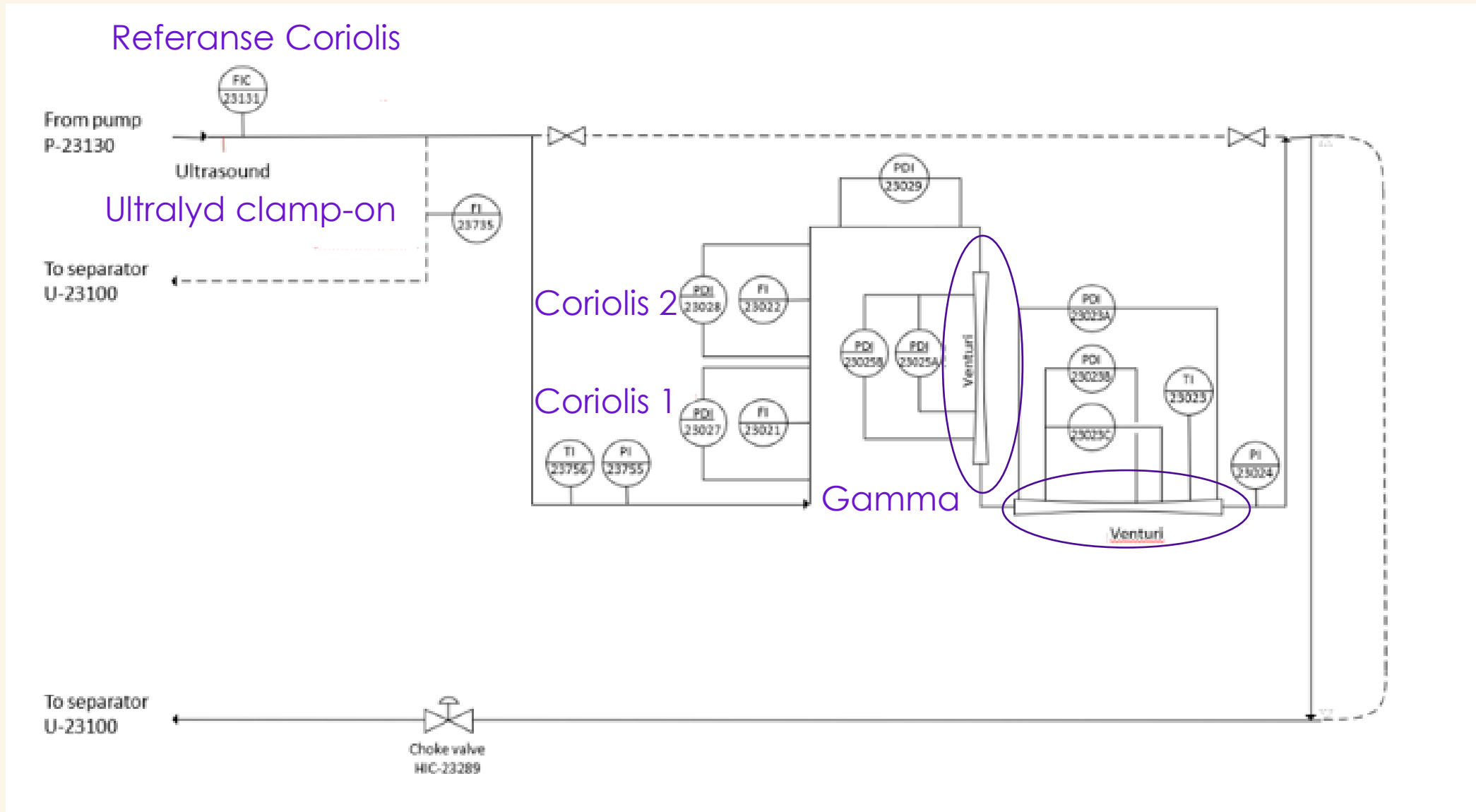
Funksjonstest av ratemålere på CO₂ (væske)



Test spesifikasjoner

CO ₂	Væske/Gass
Kapasitet væske	0-50 m ³ /h (U_{sl} = 0-2.9 m/s)
Kapasitet gass	0-70 m ³ /h (U_{sl} = 0-4 m/s)
Maksimum trykk	110 Barg
Temperatur område	4-105 °C
Rør diameter	3" (77.9 mm)
3" strømningsrigg lengde	200 m
Material	Duplex steel

Strømningsrigg med rate målere



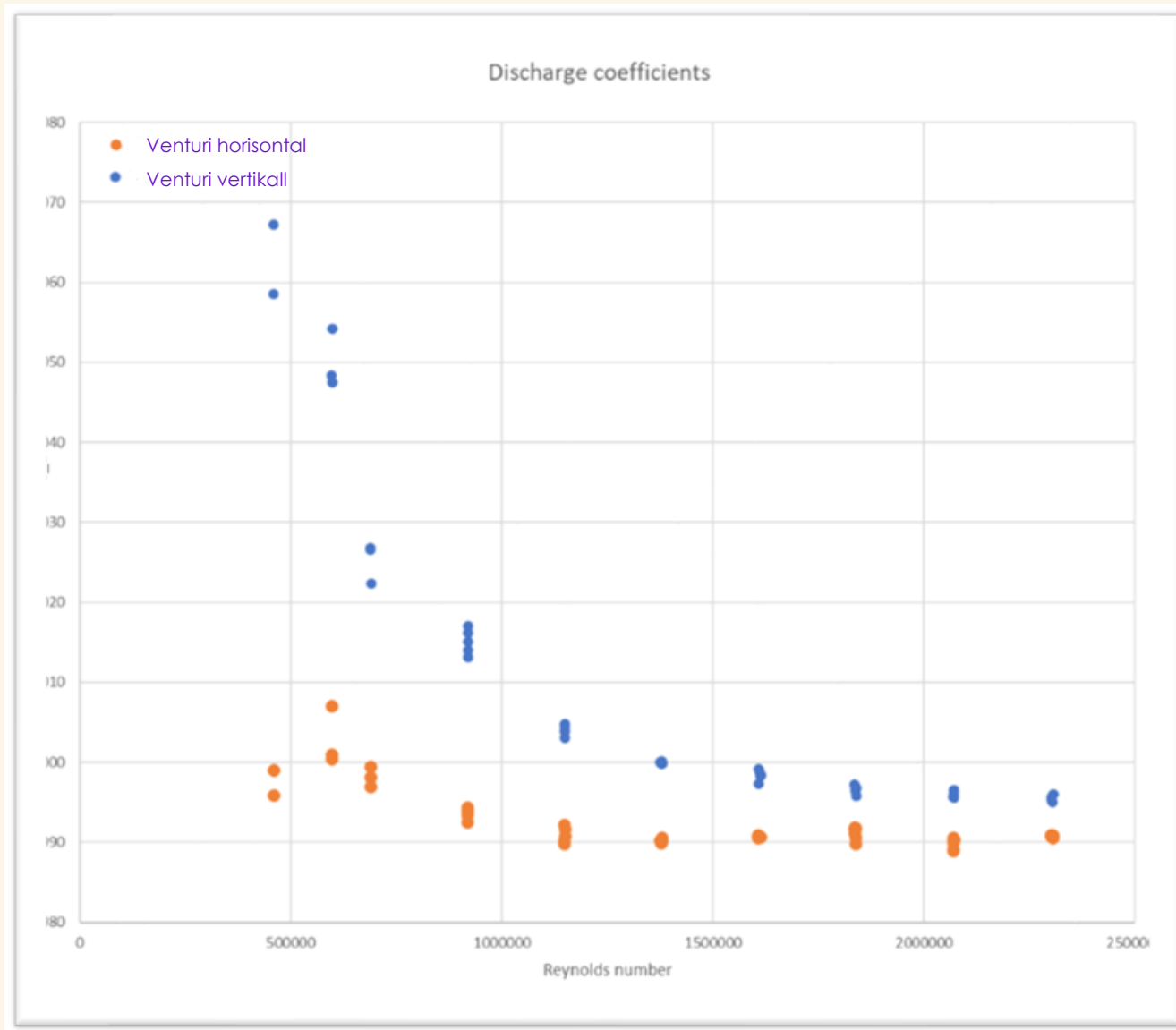
Test program

- Dag 1 – Forberedelse, installasjon og feilsøking
- Dag 2 – Funksjons test «kalibrering» venturi måler
- Dag 3 – Funksjons test «kalibrering» venturi måler
- Dag 4 – To fase strømning 0- 50%
- Dag 5 – Tetthets variasjon (endring av temperatur i væske)

Venturi test resultater

Volume flow	pipe velocity	Reynolds	Vertikal Venturi		Horisontal Venturi	
m3/h	m/s	number	C	std.dev.	C	std.dev
10.00	0.58	456644	(1.085)	±0.0181	(0.970)	±0.023
13.00	0.76	597897	(1.050)	±0.0037	(1.003)	±0.004
15.01	0.87	689814	1.025	±0.0025	0.998	±0.001
20.00	1.17	920253	1.015	±0.0016	0.994	±0.001
25.00	1.75	1149804	1.004	±0.0007	0.991	±0.001
30.00	1.40	1379030	1.000	±0.0001	0.990	±0.001
35.00	2.04	1610650	0.998	±0.0007	0.991	±0.001
40.00	2.33	1838070	0.997	±0.0005	0.991	±0.001
45.00	2.62	2071418	0.996	±0.0004	0.990	±0.001
50.00	2.91	2304104	0.995	±0.0004	0.991	±0.000

Venturi test resultater



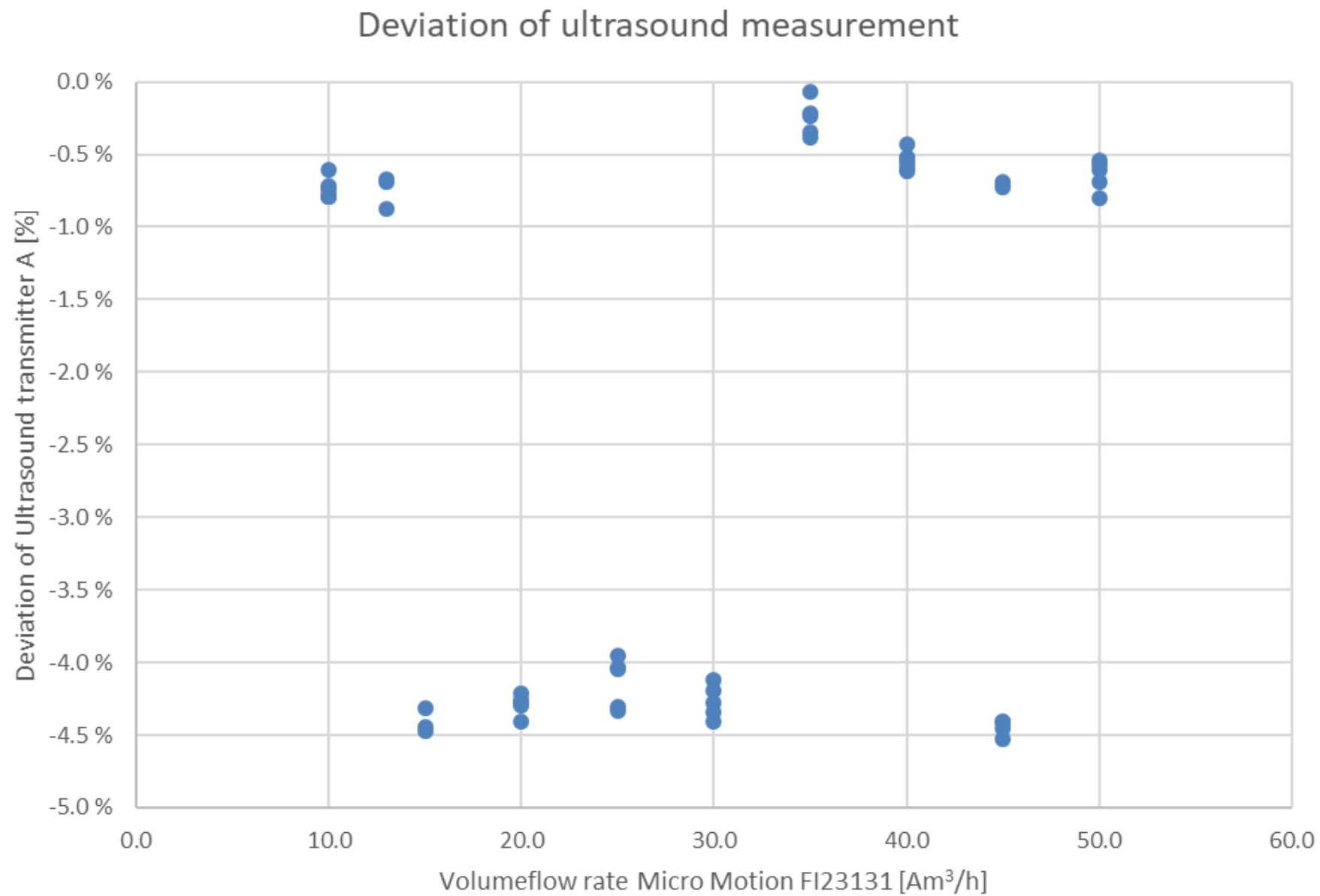
Coriolis test resultater

Referanse Coriolis	Strømningshastighet	Referanse Coriolis	Coriolis 1	Coriolis 1	Coriolis 2	Coriolis 2
Am3/h	m/s	kg/s	kg/s	% avvik	kg/s	% avvik
10.00	0.58	2.45	2.44	-0.6 %	2.45	0.0 %
13.00	0.76	3.19	3.18	-0.2 %	3.20	0.3 %
15.01	0.87	3.69	3.68	-0.3 %	3.70	0.5 %
20.00	1.17	4.91	4.92	0.1 %	4.94	0.6 %
25.00	1.46	6.14	6.16	0.2 %	6.18	0.7 %
30.00	1.75	7.37	7.40	0.4 %	7.43	0.8 %
35.00	2.04	8.60	8.63	0.4 %	8.66	0.8 %
40.00	2.33	9.83	9.89	0.5 %	9.92	0.8 %
45.00	2.62	11.07	11.13	0.6 %	11.17	0.9 %
50.00	2.91	12.29	12.37	0.6 %	12.40	0.9 %

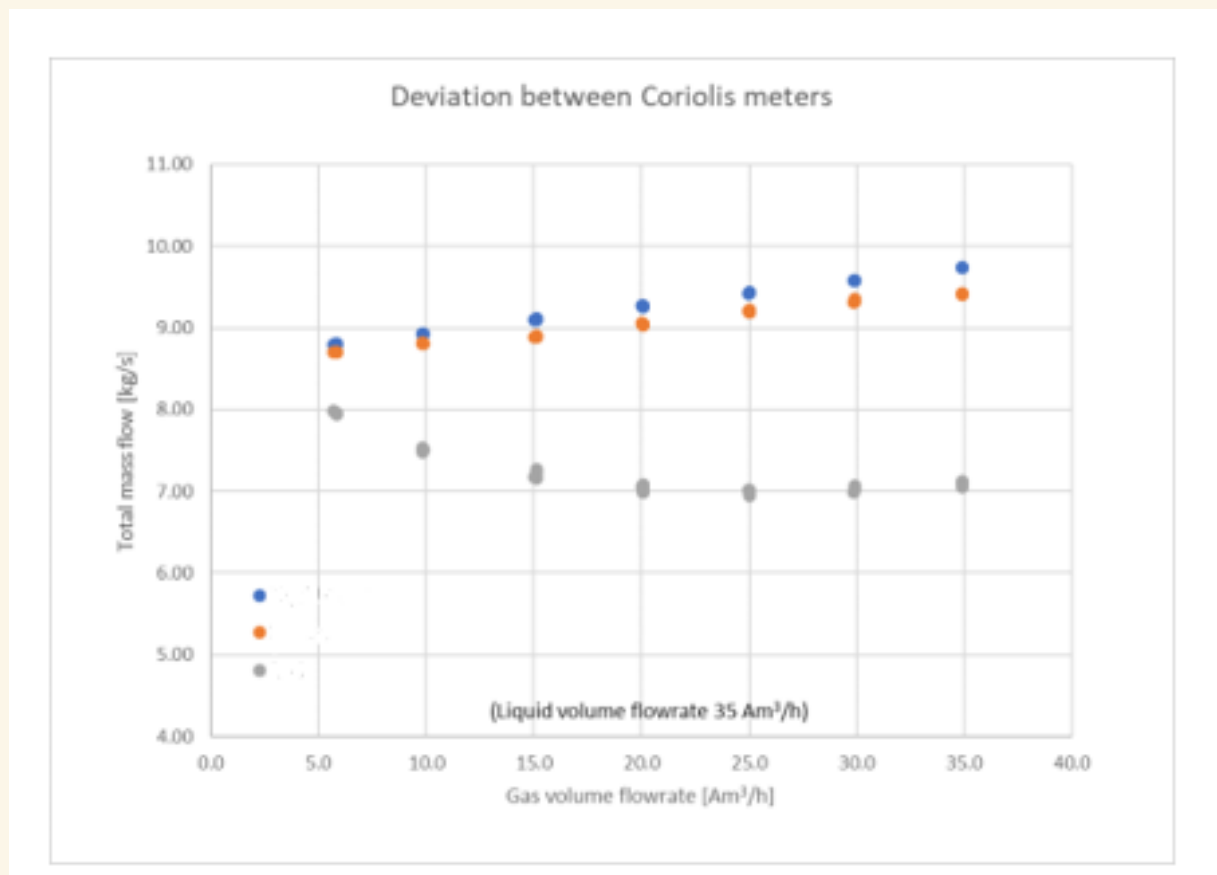
Resultater ultralyd

- Forsøkte først med 4MHz shear wave som egentlig er ideelt for væske og rør dimensjonen. Det var ikke mulig å hente signal fra transdusere på grunn av betydelig dempning av signalet i CO₂.
- 0,5MHz lamb wave med 5 lyd baner gav et utmerket og sterkt signal og diagnose.
- Testet også 1MHz shear wave som normal er brukt på rør diameter mindre enn 100mm ga noenlunde stabile signaler men ikke godt nok til å kunne vurderes brukt i forsøket.

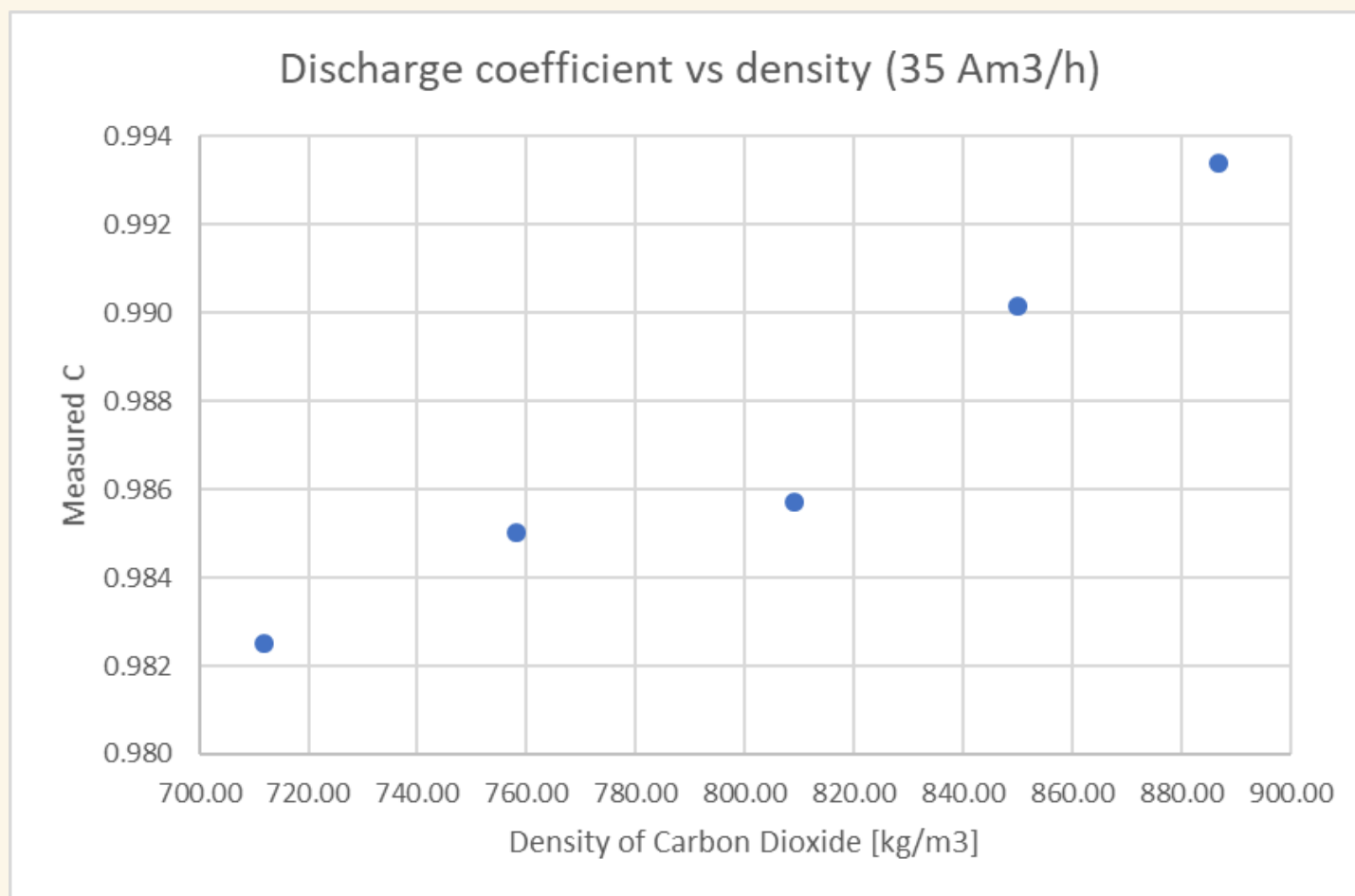




Resultater to fase



Resultater tetthet variasjon



Veien videre

- Funksjons test av aktuelle måleprinsipper bekrefter resultat fra NORCE studie at venturi, coriolis og ultralyd prinsipper kan benyttes på CO₂ i væskeform. Turbinmåler ble ikke testet men er også aktuell for fremtidig bruk.
- NSFMW 2020: NORCE paper- Where do we stand on flow metering for CO₂ handling and storage?
- Subsea venturi vil bli kalibrert på vann som beste alternativ i mangel på mulighet for kalibrering på CO₂ i væskeform.
- Pågående arbeid med utvidelse av landanlegget og mottak av CO₂ fra tredjeparter.



**Northern
Lights**