

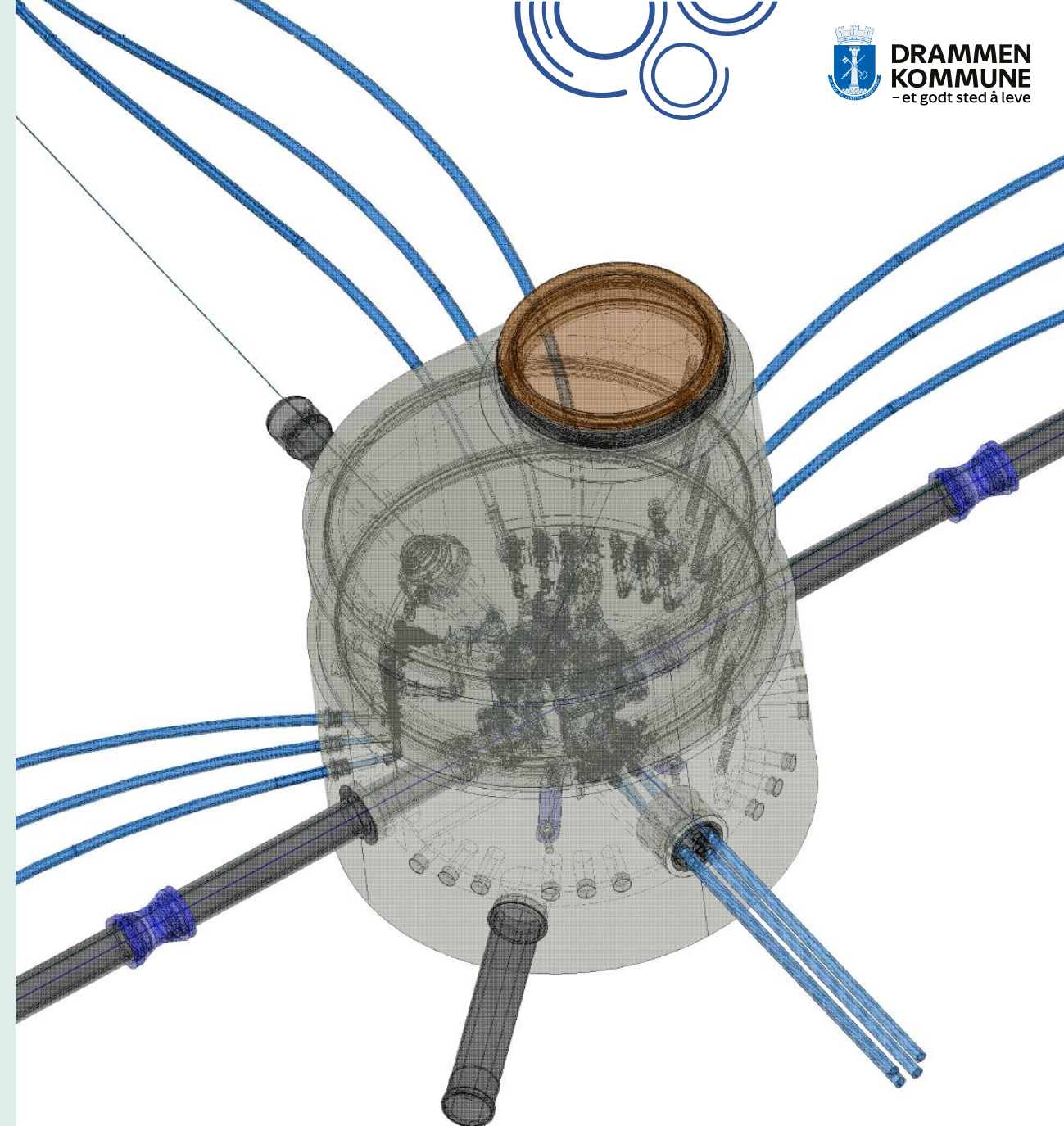


# Stikkledninger i varerør

Praktisk test av motstand ved inn og uttrekking

# Bakgrunn

- Lekkasjekontroll og tilrettelegging for NoDig-> Stikkledningskummer
  - Erstatte nedgravde anboringer og stengeventiler.
  - Lengre private stikkledninger (i offentlig vei) -> rør-i-rør blir vanligere.
- Lite erfaring -> personlige meninger: skepsis, håp, oppfatninger og myter.
- Ulike krav i de ulike kommunene.
- Bygge videre på tester gjennomført av Asker kommune i 2018.



Modell: Trondheim kommune, med noen tilpasninger



# Mål

- Økt kunnskap
- Teste ulike kombinasjoner av
  - rørtyper,
  - diameter,
  - vinkler,
  - bøyeradius i bend,
  - vann som smøremiddel
  - osv.
- Retningslinjer for at ut- og inntrekking skal fungere.
- Lage/tilpasse beregningsverktøy for VA-bransjen.

# Prosjektinfo

- Tidshorisont:
  - januar – desember 2022
- Budsjett:
  - ca. 1 mill kr. totalt,  
1/3 fra tilskuddsordning (325.000 kr.)
- Finansiering:
  - Egeninnsats,
  - Program for teknologiutvikling i vannbransjen (FHI),
  - Bidrag fra rørleverandørene
- Deltakere:
  - Asker, Drammen og Lier kommuner
  - Norsk Vann
  - Nasjonalt senter for vanninfrastruktur
  - SINTEF
  - Rørleverandørene Hallingplast, Pipelife og Wavin
  - Multiconsult



# Tidsplan:

januar – desember 2022



# Gjennomføring

## Rørkombinasjoner

### • Medierør:

- 32, 40 og 50 mm PE
- 32 mm PE, diffusjonstett

### • Varerør:

- 50, 63, 75 mm PE, med/uten innv. riller.
- 75 og 110 mm PP muffrerør
- 60 mm korrugert rør (tilsvarende som for isotherm-rør)

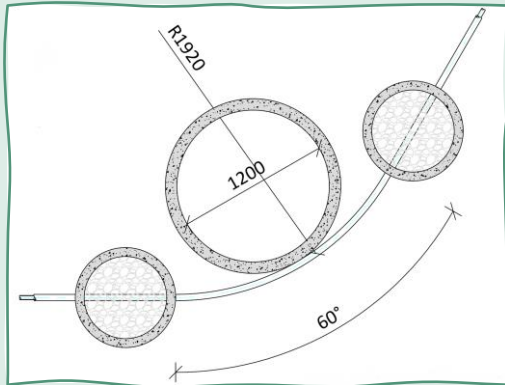
## Traseer:

- Total lengde pr. strekk: ca. 30-36 m
- Bend: 30 °, 45 °, 60 ° og 90 °.
- Deformasjoner på varerør (8 %, 10 % og 15 %)
- Legges oppå bakken for å kunne kjøre flere ulike forsøk uten for mye tid og ressursbruk.
- Bøyeradius:  $60 \cdot Dy$  medierør

Lett å bli overivrig:  
- ønsker å teste alt

Kombinasjonsnr.	Ferdig løsning på kveil?	Dimensjon medierør [mm]	Materiale medierør	Bøyeradius 60*Dy medierør [mm]	Dimensjon varerør [mm]	Materiale varerør	Tykkelse varerør [mm]	Di varerør [mm]	Fyllingsgrad medierør i varerør [%]	Riller varerør langsgående	Vinkel	Langbend	Deformasjo n1	Deformasjo n2	Deformasj on3	Trekkeutstyr	Smøremiddel	Trekke fra	Prioritet				
	ja		32PE		1920	50PE	3	44,0	52,9 %	langsgående		Onei	0 %	0 %	0 %	Vinsj	Nei	åpen grøft	1				
	ja		32PE		1920	50PE	3	44,0	52,9 %	langsgående		Onei	8 %	10 %	15 %	Vinsj	Nei	åpen grøft	1				
	ja	<h1>Kombinasjoner</h1>						44,0	52,9 %	langsgående		Onei	8 %	10 %	15 %	Vinsj	Vann	åpen grøft	1				
	ja									44,0	52,9 %	langsgående		30nei									
	ja									44,0	52,9 %	langsgående		45nei									
	ja							32PE		1920	50PE	3	44,0	52,9 %	langsgående		60nei						
	ja							32PE		1920	50PE	3	44,0	52,9 %	langsgående		90nei						
	ja		32PE		1920	50PE	3	44,0	52,9 %	langsgående		90nei											
	ja		32PE			50PE	3	44,0	52,9 %	langsgående		60nei											
	ja		32PE			50PE	3	44,0	52,9 %	langsgående		90nei											
	nei		32PE		1920	63PE	3,8	55,4	33,4 %	langsgående		60nei											
	nei		32PE		1920	63PE	3,8	55,4	33,4 %	langsgående		90nei											
	nei		32PE		1920	50PE	3	44,0	52,9 %	nei		60nei											
	nei		32PE		1920	50PE	3	44,0	52,9 %	nei		90nei											
	nei		32PE		1920	75PP	2,6	69,8	21,0 %	nei		60ja											
	nei		32PE		1920	75PP	2,6	69,8	21,0 %	nei		90ja											
	ja		32PE, diff.tett		1920	50PE	3	44,0	52,9 %	langsgående		60nei											
	ja		32PE, diff.tett PE,		1920	50PE	3	44,0	52,9 %	langsgående		90nei											
	ja		32varmekabel PE,		1920	50PE	3	44,0	52,9 %	nei		60nei	0 %	0 %	0 %	Vinsj	Nei	kum	1				
	ja		32varmekabel		1920	50PE	3	44,0	52,9 %	nei		90nei	0 %	0 %	0 %	Vinsj	Nei	kum	1				
	nei		32PE		1920	63PE	3,8	55,4	33,4 %	nei		60nei	0 %	0 %	0 %	Vinsj	Nei	kum	2				
	nei		32PE		1920	63PE	3,8	55,4	33,4 %	nei		90nei	0 %	0 %	0 %	Vinsj	Nei	kum	2				
	nei		32PE, diff.tett		1920	63PE	3,8	55,4	33,4 %	langsgående		60nei	0 %	0 %	0 %	Vinsj	Nei	kum	3				
	nei		32PE, diff.tett PE,		1920	63PE	3,8	55,4	33,4 %	langsgående		90nei	0 %	0 %	0 %	Vinsj	Nei	kum	2				
	nei		32varmekabel		1920	63PE	3,8	55,4	33,4 %	nei		90nei	0 %	0 %	0 %	Vinsj	Nei	kum	2				
	nei		32PE		1920	110PP	3,8	102,4	9,8 %	nei		60ja	0 %	0 %	0 %	Vinsj	Nei	kum	4				
	nei		32PE		1920	110PP	3,8	102,4	9,8 %	nei		90ja	0 %	0 %	0 %	Vinsj	Nei	kum	4				

- Totalt ca. 70 konkrete forslag (vi kan enkelt komme opp i 80-90)
- Om man tester inn- og uttrekking av alle disse, dobles antallet forsøk.
- Legg til temperatur som faktor.
- Sleng på kontroll gjennom å gjøre to like forsøk med samme betingelser for et lite utvalg.
- ...dere skjønner hvor jeg vil hen...



# Gjennomføring - andre forhold

- Utetemperaturer
- Stikkledningskum
- Fasthold/forankring
- Inntrekking vs. uttrekking (trekkehode, vaier som gnager, e.l.)
- Sveiseskjøter (speilsveis/elektromuffe)





# Resultater

- 44 ulike forsøk gjennomført.
- 5 dager i mai med sol og varmt vær + 2 dager i november med 2 °C og regn.
- Trekkraftene varierte fra 19,5 kg til 134,5 kg.
- Mange usikkerhetsmomenter knyttet til vær, rigg, materiale og utstyr påvirker resultatene og tolkningen av dem. Bli ikke som et lab.-forsøk, men får praktisk erfaring.
- Stort sett lavere trekkraft enn antatt/fryktet på forhånd.
- Ett kombinasjonsforsøk, ellers kun én og én vinkel og rørkombinasjon.
- Mye tyder på at det er stivheten til medierøret er avgjørende for hvor lett det er å trekke det inn eller ut. Spesielt to faktorer er med å bestemme dette:
  - Temperatur
  - Tid: Medierøret har fått lov til å ligge og «bli vant» til en gitt trasé.



Rekkefølge testet	Medierør	Vinkel	Ut/inn	maks.motstand [kg]	Lengde rør [m]	Dim varerør [mm]	type varerør	Dato	Tid på dagen	Skydekke	Temperatur
1	32		60 ut		51,5	36	50 Duo	12.05.2022	Før lunsj	Delvis skyet	11
2	32		60 inn		54,0	36	50 Duo	12.05.2022	Før lunsj	Delvis skyet	11
3	32		90 ut		54,5	36	50 Duo	12.05.2022	Før lunsj	Delvis skyet	11
4	32		90 inn		52,5	36	50 Duo	12.05.2022	Før lunsj	Delvis skyet	11
5	32	3x30 L.bend + 1x90 L.bend	inn	Nora dyttet røret inn relativt enkelt med håndmakt		36	75 75 PP mufferør	12.05.2022	Etter lunsj	Delvis skyet	14
6	32	3x30 L.bend	inn	Nora dyttet røret inn relativt enkelt med håndmakt		36	75 75 PP mufferør	12.05.2022	Etter lunsj	Delvis skyet	14
7	40		60 ut		70,5	36	63 Duo	12.05.2022	Etter lunsj	Delvis skyet	14
8	50	3x30 L.bend	inn		41,0	29	75 75 PP mufferør	12.05.2022	Etter lunsj	Delvis skyet	14
9	50	3x30 L.bend	inn		29,0	29	110 110 PP mufferør	12.05.2022	Etter lunsj	Delvis skyet	14
10	40	3x30 L.bend	inn		20,5	36	75 75 PP mufferør	12.05.2022	Etter lunsj	Delvis skyet	14
11	40		90 inn		72,5	36	63 Duo	13.05.2022	Før lunsj	Overskyet	11
12	40		45 inn		49,5	36	63 Duo	13.05.2022	Før lunsj	Overskyet	11
13	50	Rett	ut		47,5	29	75 Duo	13.05.2022	Etter lunsj	Overskyet	13
14	50		90 inn		55,5	29	75 Duo	13.05.2022	Etter lunsj	Overskyet	13
15	40		30 inn		47,5	36	63 Duo	13.05.2022	Før lunsj	Overskyet	11
16	40		30 inn		50,0	36	63 Duo med vann	13.05.2022	Etter lunsj	Overskyet	13
17	50	90 og R=1,50m	inn		68,0	29					
18	50	90 og R=1,50m	ut		68,0	29					
19	32		Rett ut		30,5	36					
20	32		Rett ut		28,5	36					
21	32		Rett ut		28,0	36					
22	32		Rett ut		77,0	36					
23	32		Rett ut		96,0	36					
24	32 diff.tett		90 ut		58,5	36					
25	32		60 ut		19,5	36					
26	32		90 ut		21,0	36					
27	32 diff.tett		60 ut		60,5	36					
28	32	gjennom kum	ut		53,5	36					
29	32		60 ut		38	36					
30	32		60 ut		27,5	36					
31	40	60 + 90 m skjøt	ut		134,5	100					
31.2	40	60 + 90 m skjøt	ut		118,5	100					
32.3	40	60 + 90 m skjøt	ut		88,5	100		20.05.2022	avlesning	Sol	20
32.4	40	60 + 90 m skjøt	ut		102,5	100		20.05.2022	avlesning	Sol	20
32.5	40	60 + 90 m skjøt	ut		85,5	100		20.05.2022	5. avlesning (drøyt halve ledningen trukket gjennom)	Sol	20
38	32		Rett fritt		6	33	- Uten varerør (over bakken)	28.11.2022	Etter lunsj	Regn	2,5
39	40		Rett fritt		8	36	- Uten varerør (over bakken)	28.11.2022	Etter lunsj	Regn	2,5
40	50		Rett fritt		10,5	29	- Uten varerør (over bakken)	28.11.2022	Etter lunsj	Regn	2,5
33	40		Rett inn		53,5	36	63 Duo	28.11.2022	Før lunsj	Regn	2,5
34	40		30 inn		55,0	36	63 Duo	28.11.2022	Før lunsj	Regn	2,5
35	40		45 inn		66,0	36	63 Duo	28.11.2022	Før lunsj	Regn	2,5
36	40		60 inn		50,0	36	63 Duo	28.11.2022	Etter lunsj	Regn	2,5
37	40		90 inn		60,0	36	63 Duo	28.11.2022	Etter lunsj	Regn	2,5
43	32 diff.tett		60 inn		121,5	36	50 Duo	29.11.2022	Før lunsj	Regn	0,8
42	32 diff.tett		90 inn		124,0	36	50 Duo	29.11.2022	Før lunsj	Regn	0,8
41	32		90 inn		62,5	33	50 Duo	29.11.2022	Før lunsj	Regn	0,8
44	40		90 inn		94	36	63 Duo	29.11.2022	Etter lunsj	Regn	0,6





# Praktiske erfaringer

- Utstyr:
  - Vinsj (jevnt drag),
  - Trekketau,
  - Trekkehoder
  - Vektcelle
  - Oppbygging av riggområde og hvert enkelt forsøk, inkl. konstruksjon av vinkler.
- Trekking opp gjennom kum
- Skjøting av «nytt» og «gammelt» rør for samtidig trekking
  - Spjelkeskjøt
  - Trekkehoder





# Beregninger

- Lage beregningsmodell for trekkekrefter på samme måte som for kabelbransjen?
- Må tilpasses med bl.a.:
  - Egenvekt av rør (g)
  - Friksjonskoeffisienter ( $\mu$ )
  - Empiriske bendkonstanter (e)
- Legge til effekt av punktdeformasjoner?

## Forklaringer:

$K_t$ : Trommelmotstand

$K_l$ : Motstand for rettstrekk

$K_v$ : Motstand i vertikale bend

$K_e$ : Motstand i horisontale bend

$K_i$ : Samlet motstand i delstrekk «i»

$K_f$ : Motstand like før bendet

g: Kabelens vekt per meter

$\mu$ : Friksjonskoeffisienten

e: Bendkonstanten

l: lengden av rettstrekket

$\alpha$ : Vinkel i horisontalplanet

$\beta$ : Vinkel i vertikalplanet

- *Trommelmotstand:*

$$K_t$$

- *Rettstrekk:*

$$K_l = \mu \cdot g \cdot l$$

- *Vertikalavvinkling:*

$$K_v = \mu \cdot g \cdot l \cdot \cos \beta + \mu \cdot g \cdot l \cdot \sin \beta$$

- *Horisontalavvinkling:*

$$K_e = K_f \cdot e^{\mu\alpha}$$

- *Totale trekkekrefter:*

$$\sum_{i=1}^n K_i = \sum_{i=1}^n (K_t + K_l + K_v + K_e)$$

- Kilde: Norconsult, 2007, REN blad 9121 og 9131

# Forslag til videre arbeid

- Lengre strekk med kombinasjoner av vinkler for å verifisere en ev. beregningsmodell.
- Testing av rør som har fått ligge over lengre tid.
- Traséer som simulerer mange kryssinger i trange bygrøfter.
- Trekking av rør som ligger buntet sammen, eller tett inntil hverandre i samme trasé.
- Praktiske muligheter for å varme opp, eller på annen måte myke opp medierøret før uttrekking.





**Spørsmål?**



**DRAMMEN**  
**KOMMUNE**  
- et godt sted å leve