

# HALLINGTREFF 2025

## Tilstandsvurdering av vannledninger med ultralyd





# Hvordan har vi det?

Asset management

Dummy Run

Ultra sound

Tsunami i slow motion

Inline inspection

Condition based management

Inertial Measuring Unit (IMU)

Leaching

Lanseringskum

# ASSET MANAGEMENT

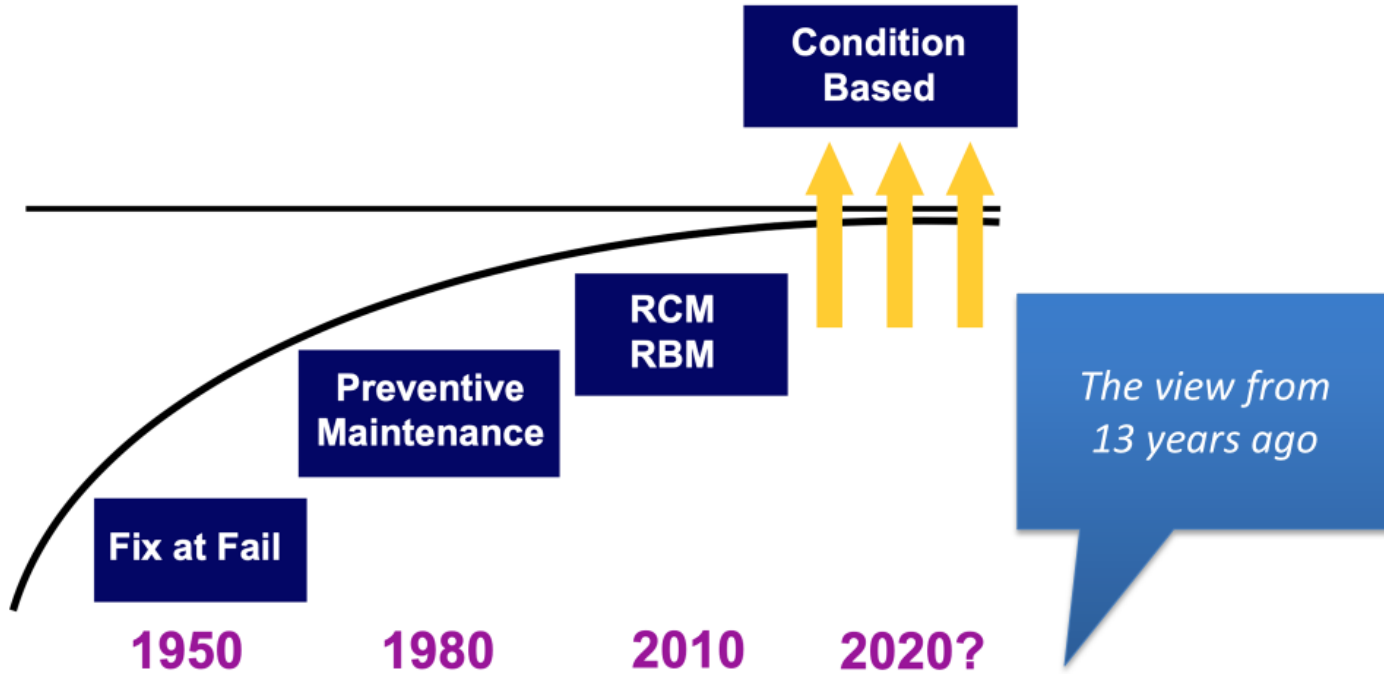
---

*Styringsystemer for forvaltning av anlegg og verdier*

Vedlikehold



Performance Improvement



Source: L. van Dongen 2011



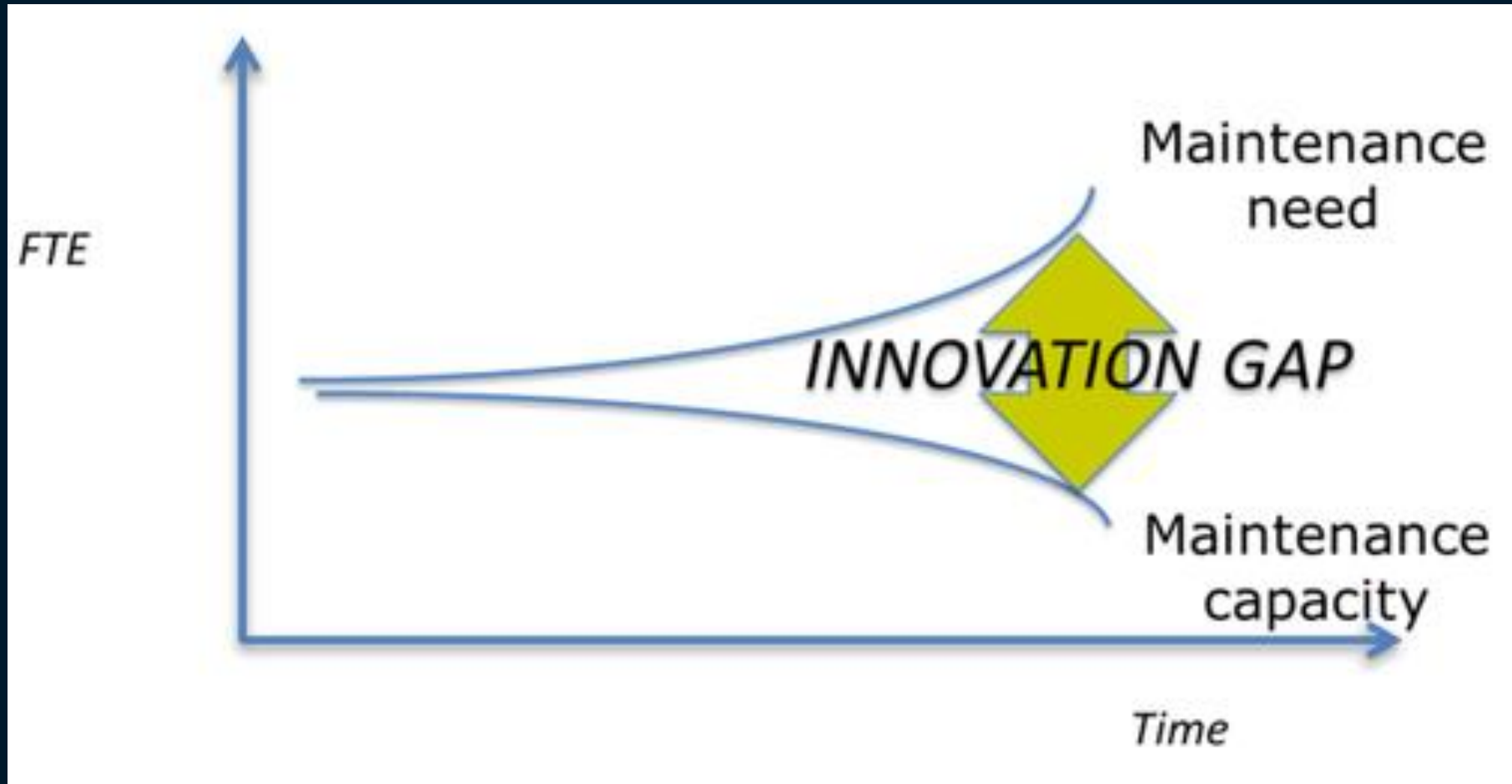
Tilstandsbasert vedlikehold

Risikobasert vedlikehold

Periodisk vedlikehold

Korrektiv vedlikehold

# TSUNAMI | SLOW MOTION



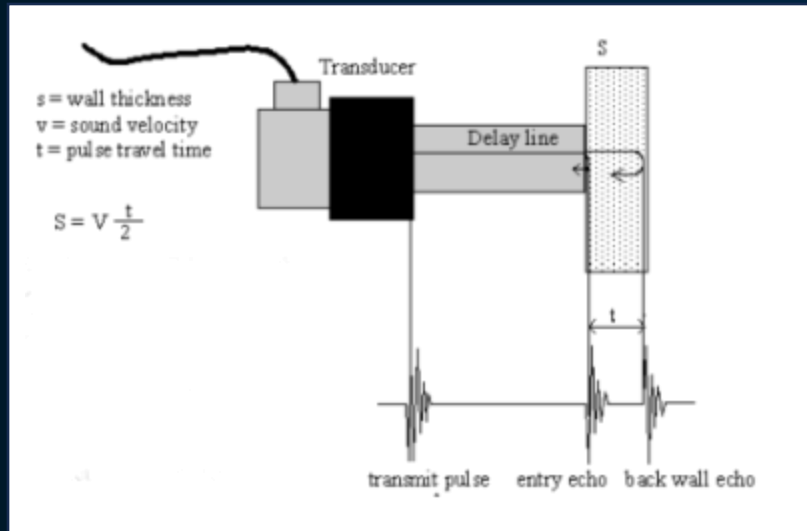
# INLINE INSPECTION

---

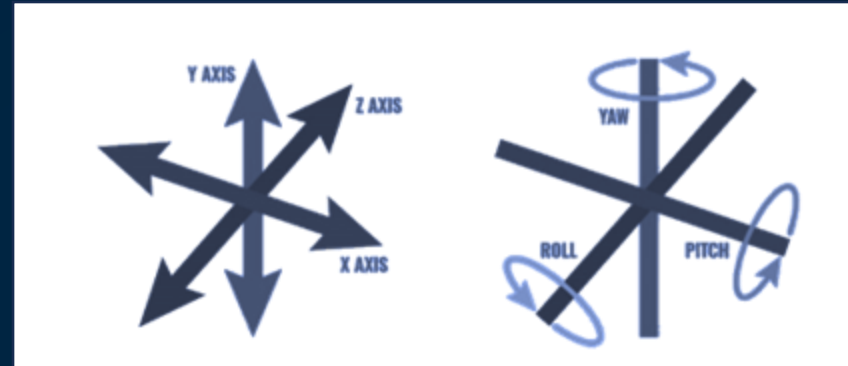
*Of underground pressure pipelines*

# ACQUARIUS SENSORS

## ULTRA LYD SENSOR



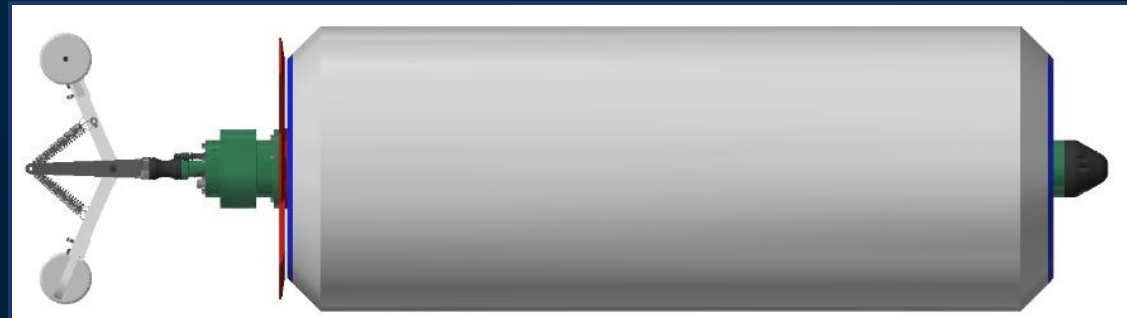
## INERTIAL MEASURING UNIT (IMU)



## ODOMETRY WHEELS

## HYDROPHONE

## MAGNETIC FIELD WAVE













- ✓ **Mange km i en operasjon / dag;**
- ✓ Rengjøring og inspeksjon av trykkledninger for vann og avløp;
- ✓ Ikke destruktiv tilstandsvurdering;
- ✓ AC | PCCP | DI | CI | PVC | PE | HDPE | SS | CS | BWP ;
- ✓ Diameter > DN200 (opptil DN 1200)
- ✓ Dimensjonsendring & 90° bend
- ✓ Utprøvd teknologi, > 125 prosjekter



## INSPECTION



- ✓ Mange km i en operasjon / dag;
- ✓ **Rengjøring og inspeksjon av trykkledninger for vann og avløp;**
- ✓ Ikke destruktiv tilstandsvurdering;
- ✓ AC | PCCP | DI | CI | PVC | PE | HDPE | SS | CS | BWP ;
- ✓ Diameter > DN200 (opptil DN 1200)
- ✓ Dimensjonsendring & 90° bend
- ✓ Utprøvd teknologi, > 125 prosjekter



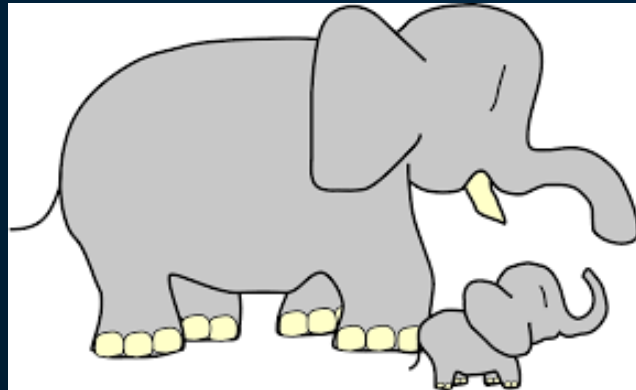


- ✓ Mange km i en operasjon / dag;
- ✓ Rengjøring og inspeksjon av trykkledninger for vann og avløp;
- ✓ **Ikke destruktiv tilstandsvurdering;**
- ✓ AC | PCCP | DI | CI | PVC | PE | HDPE | SS | CS | BWP ;
- ✓ Diameter > DN200 (opptil DN 1200)
- ✓ Dimensjonsendring & 90° bend
- ✓ Utprøvd teknologi, > 125 prosjekter



- ✓ Mange km i en operasjon / dag;
- ✓ Rengjøring og inspeksjon av trykkledninger for vann og avløp;
- ✓ Ikke destruktiv tilstandsvurdering;
- ✓ **Abestsement, beton, støpejern, duktil, stål, PVC, PE, PP**
- ✓ Diameter > DN200 (opptil DN 1200)
- ✓ Dimensjonsendring & 90° bend
- ✓ Utprøvd teknologi, > 125 prosjekter





- ✓ Mange km i en operasjon / dag;
- ✓ Rengjøring og inspeksjon av trykkledninger for vann og avløp;
- ✓ Ikke destruktiv tilstandsvurdering;
- ✓ AC | PCCP | DI | CI | PVC | PE | HDPE | SS | CS | BWP ;
- ✓ **Diameter > DN200 (opptil DN 1200)**
- ✓ **Dimensjonsendring & 90° bend**
- ✓ Utprøvd teknologi, > 125 prosjekter

Project references list for



Kjeldaas Date: 7-2-2024  
Attn to. Hendrik Panman Revision: 0.0

WATERSCHAPSBEDRIJF (ER)

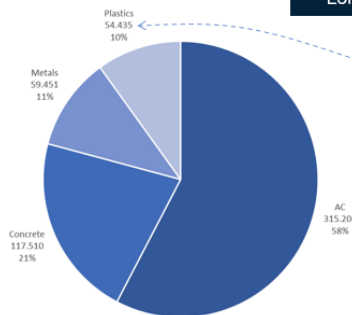
Location Diameter [mm] Material (mean)



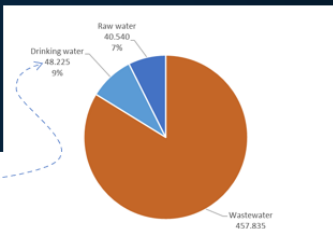
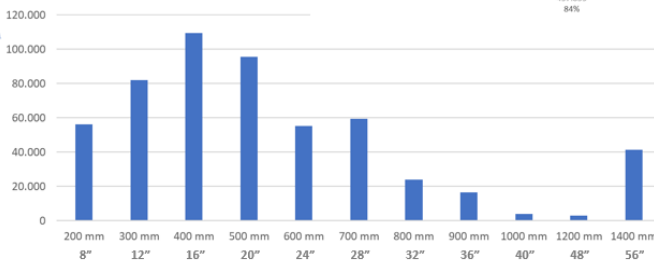
**Tried & Tested**

## 4 years of commercial projects

- Number of projects: 160
- Total length: >540 km / >335 miles
- Average inspection length: 3,5 km / 2.2 miles
- Longest inspection run: 21,6 km / 13.4 miles



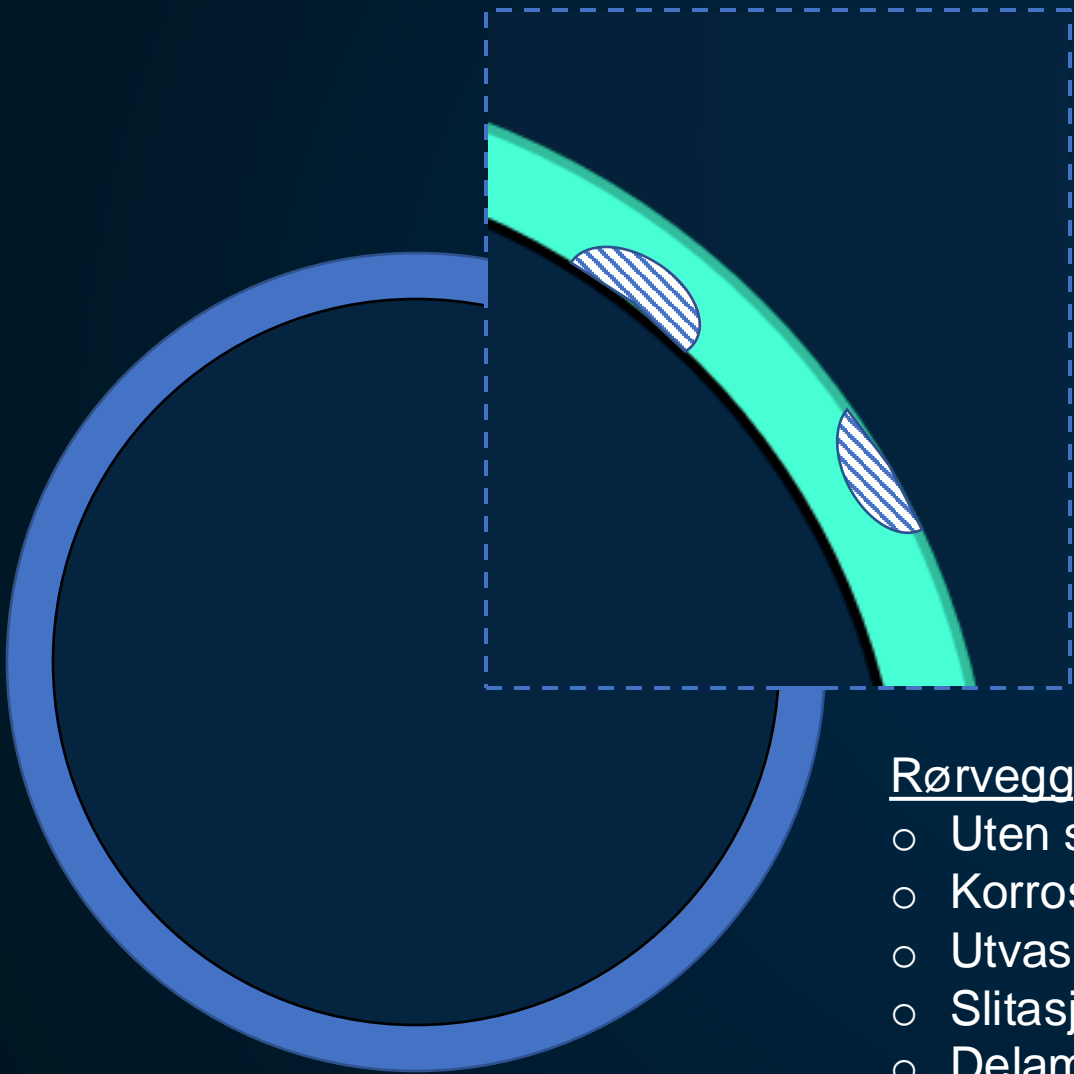
length in meters



- ✓ Mange km i en operasjon / dag;
- ✓ Rengjøring og inspeksjon av trykkledninger for vann og avløp;
- ✓ Ikke destruktiv tilstandsvurdering;
- ✓ AC | PCCP | DI | CI | PVC | PE | HDPE | SS | CS | BWP ;
- ✓ Diameter > DN200 (opptil DN 1200)
- ✓ Dimensjonsendring & 90° bend
- ✓ **Utprøvd teknologi, > 160 prosjekter**

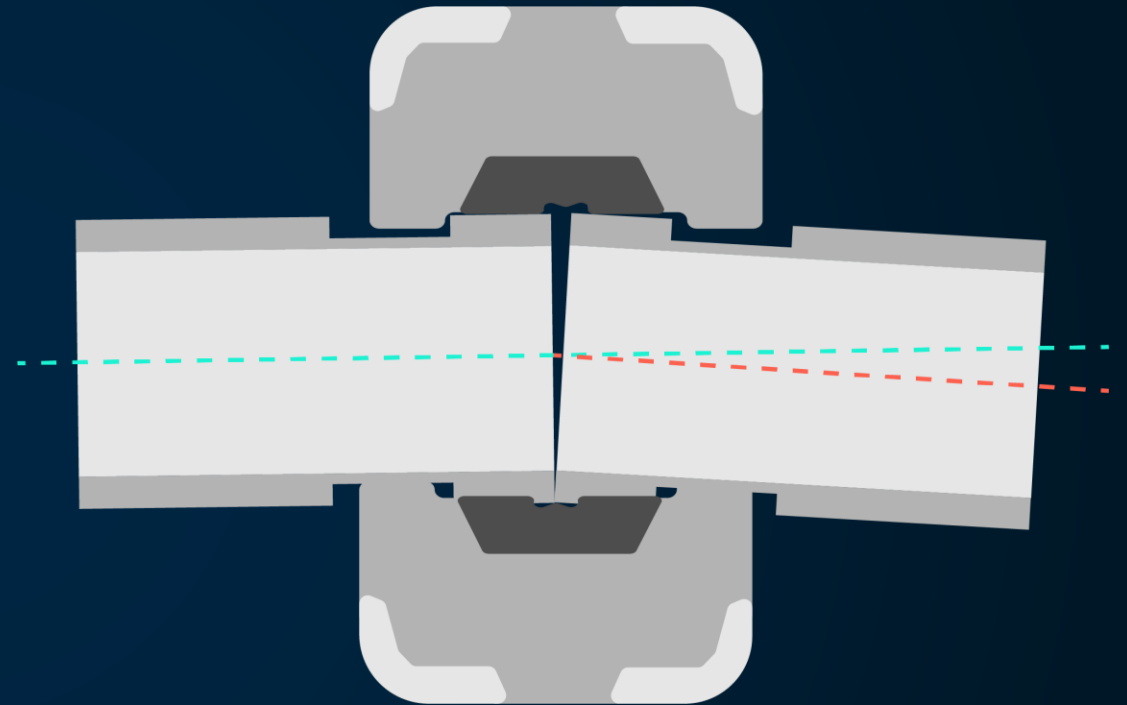


# HVA MÅLES



## Rørvegg

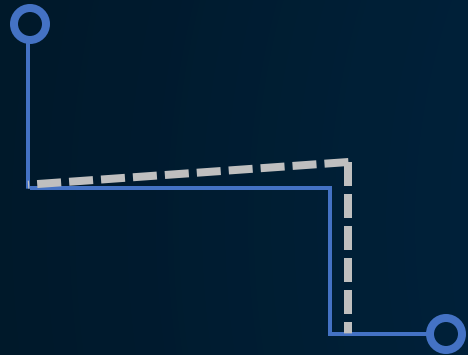
- Uten skader
- Korrosjon (metaler)
- Utvasking (Asbestsement)
- Slitasje/skader
- Delaminering



## Rørskjøter

- Vinkelendring
- Brekke åpning

# I TILLEGG MÅLES



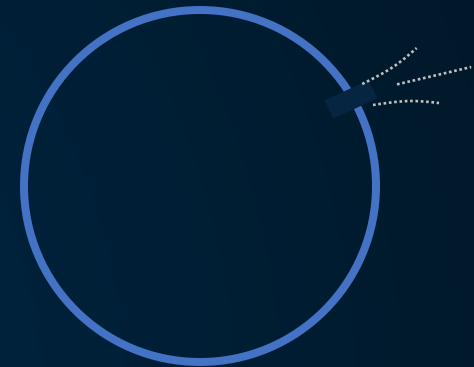
- XYZ-kartlegging



- Ovalitet - sirkulær



- Deformasjon i lengderetning



- Lekkasje



- Luftlommer
- Sedimenter

# Deteksjon av utvasking sement i AC ledninger “leaching”

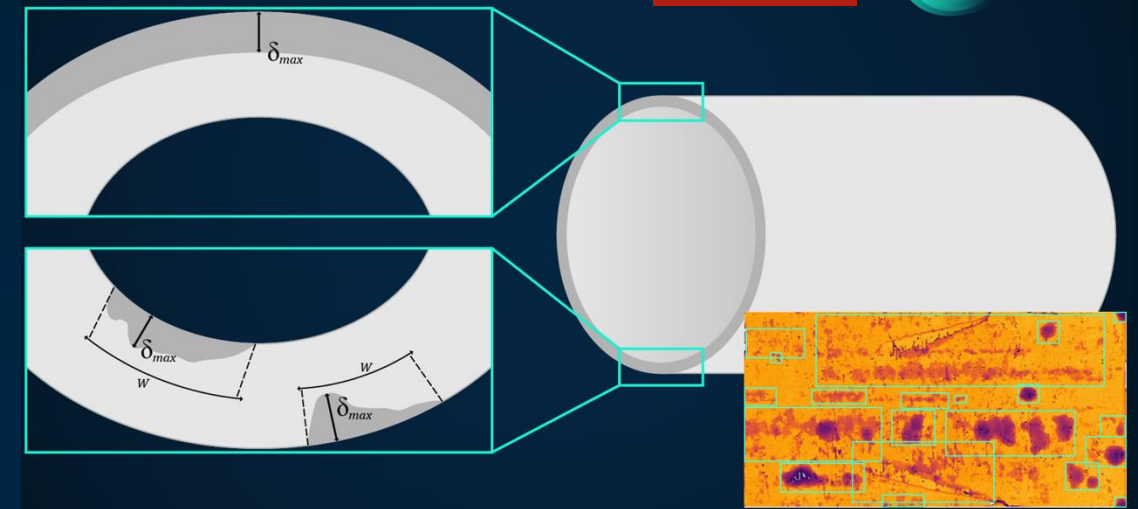
Kjeldaaas



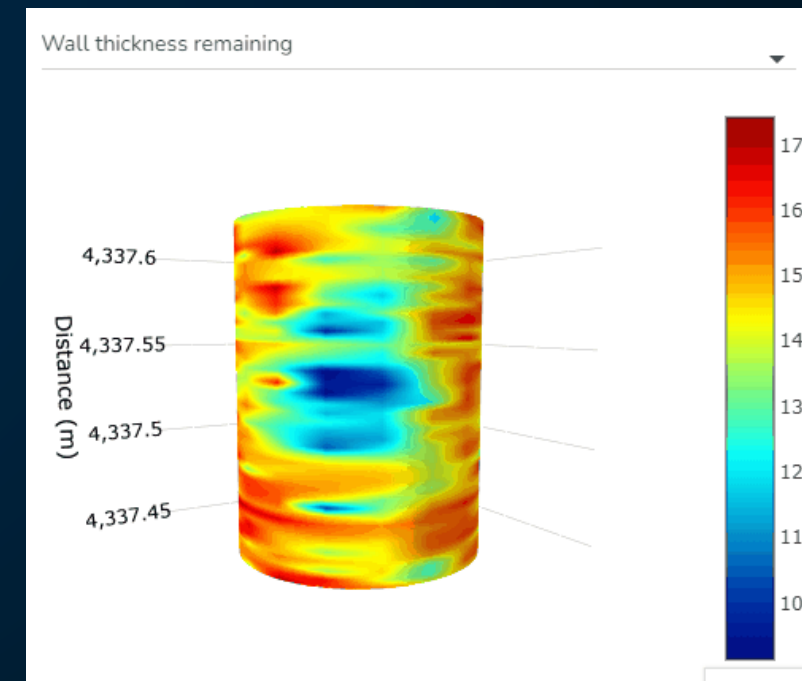
Eldre asbestsementrør, eksponeres spesielt vann med lavere pH, utløser utvasking av kalsium.

## Viktig:

Utvasking fjerner ikke veggtykkelse, men gjør veggen svakere.



## Eksempel



# 3 TRINN FOR Å REDUSERE RISIKO



1

Rengjøring

2

Dummy Run

3

Inspeksjon

Hastighet    1000 m → 45 min  
                  5000 m → 4 timer







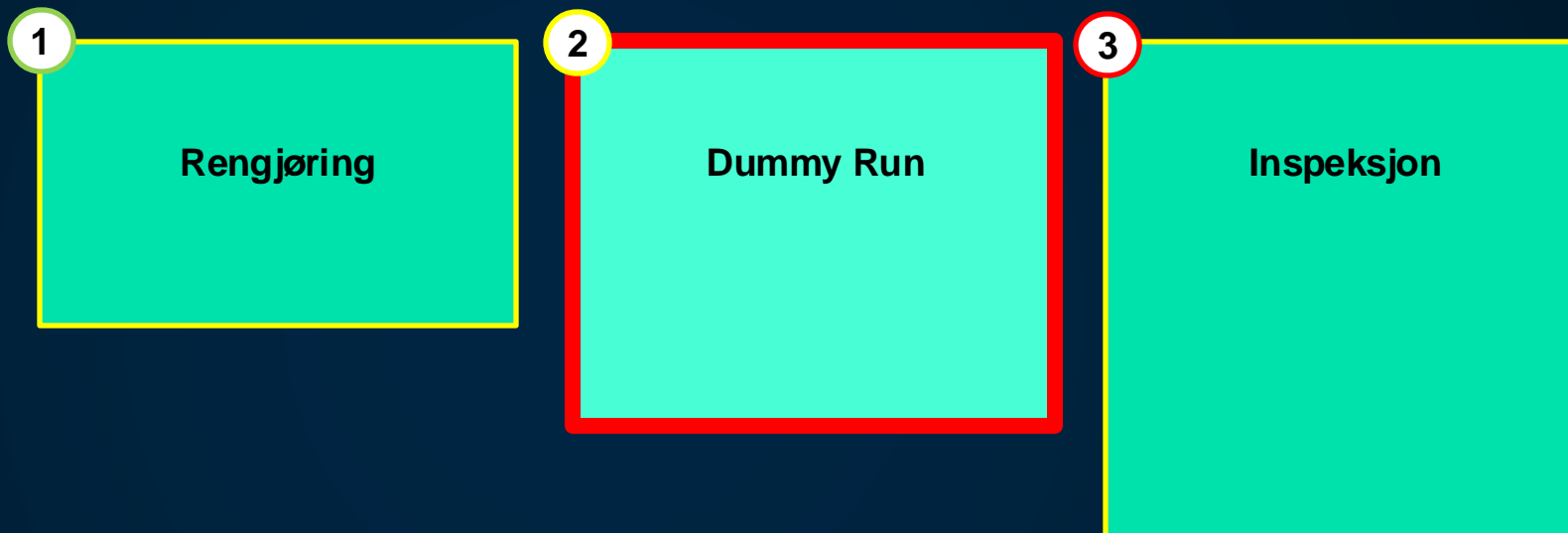






Renseplugg i mottakskum

# 3 TRINN FOR Å REDUSERE RISIKO



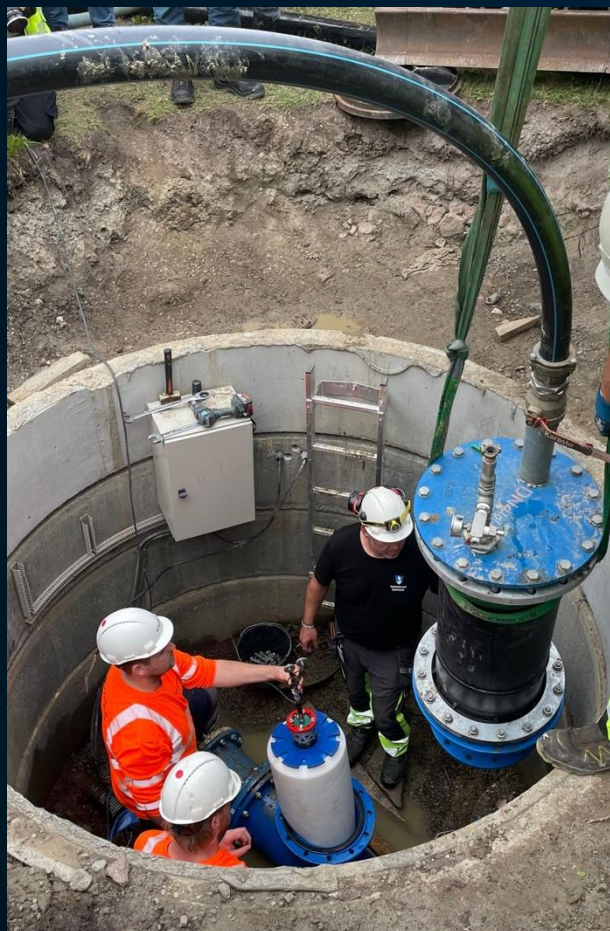
Hastighet: 0,4 m/sec  
1000 m → 45 min  
5000 m → 4 timer







# 3 TRINN FOR Å REDUSERE RISIKO



1

Rengjøring

2

Dummy Run

3

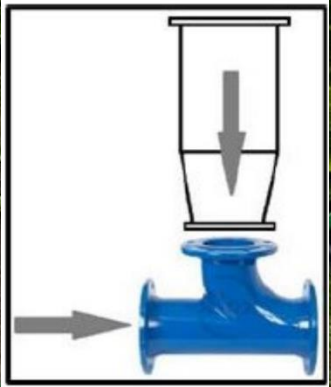
Inspeksjon

Hastighet    1000 m → 45 min  
                  5000 m → 4 timer



Flense-T / bypass

Sluseventil





# TRACKING ACQUARIUS



søker

sporer





Tracker





Kjeldaaas





Acquarius i mottakskummen





# FORBEREDENDE ARBEIDER



Lanseringskum



Mottakskum





Flere mellomkummer



Før



# LANSERINGSKUM

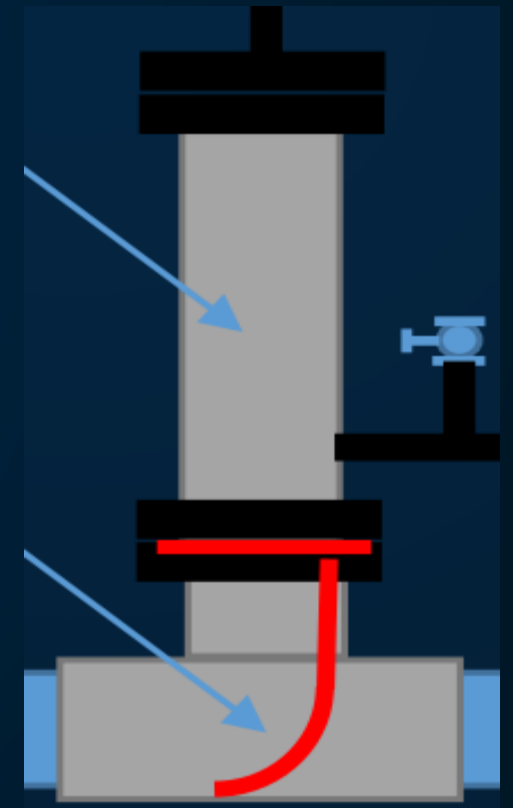
Etter





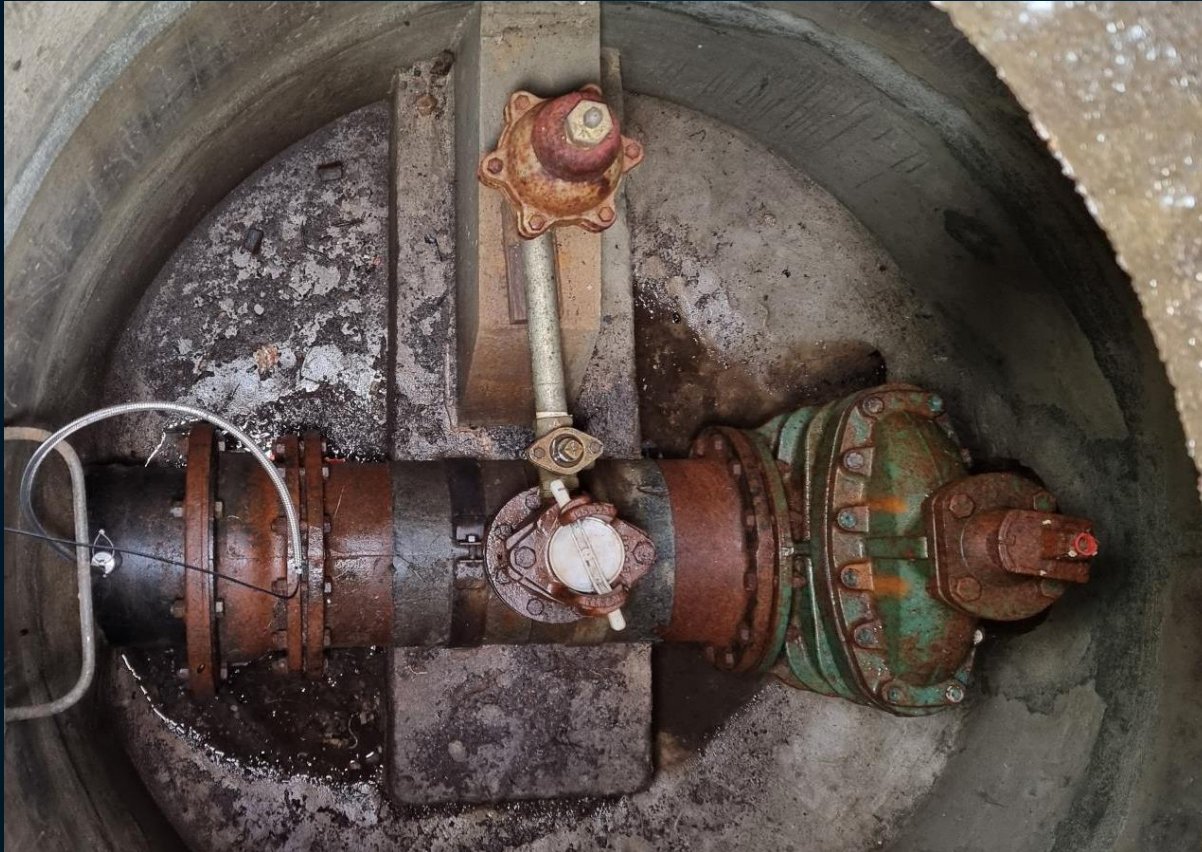
FORBEREDENDE ARBEIDER

# MOTTAKSKUM





- ✓ Funksjon lufteventiler
- ✓ Sluseventilene helt åpen





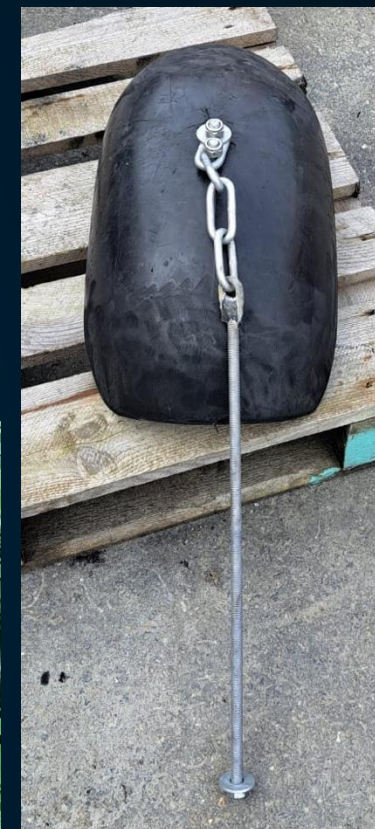
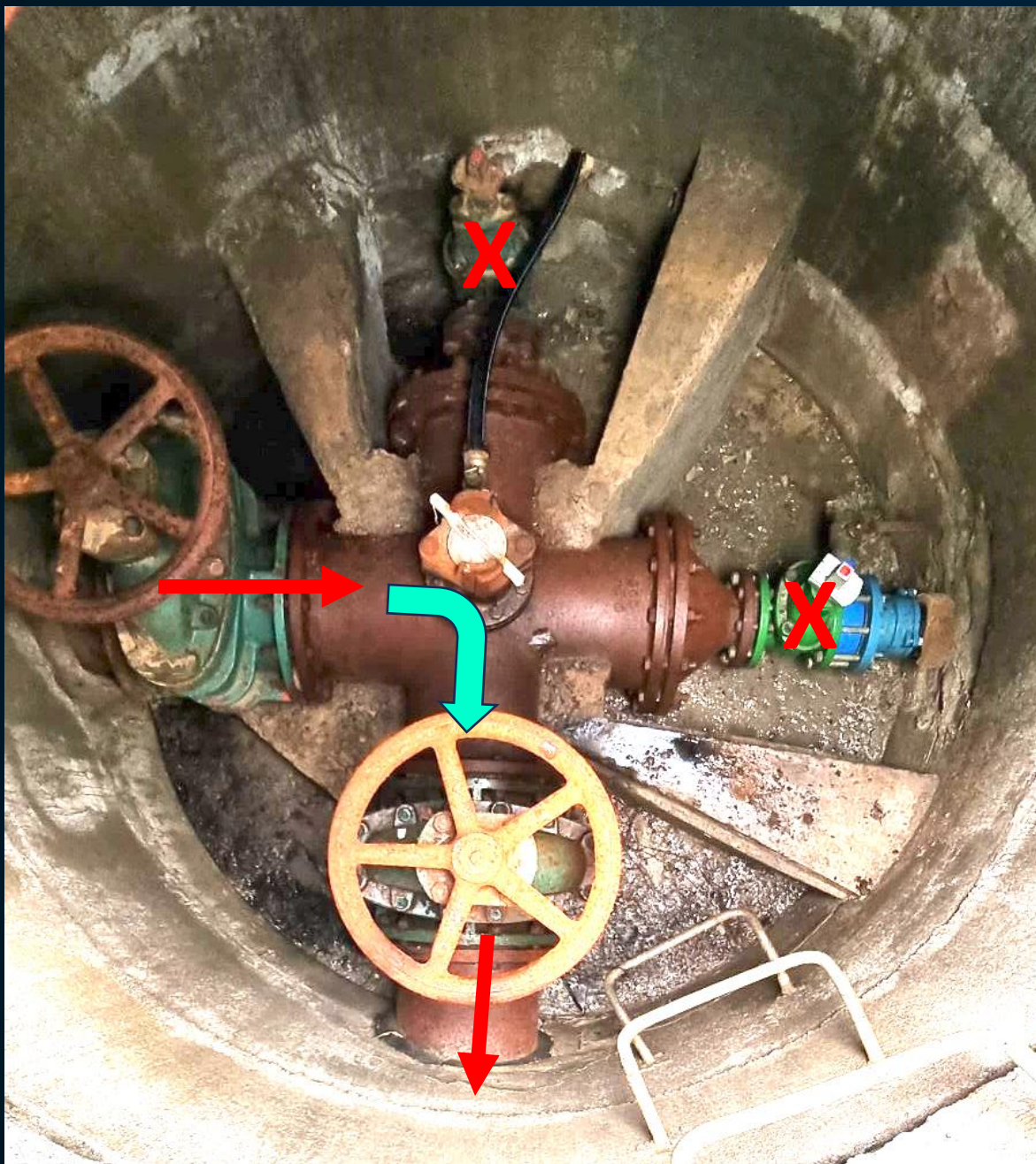
FORBEREDENDE ARBEIDER



UTSKIFTING SLUSEVENTIL



# KUM SANDVIKEN











Holmestrand  
kommune

**Kjeldaas**

**VANNAVSTENGING l.f.m tilstandsvurdering hovedvannledning strekning Berger - Vammen**

**MANDAG 10. juni kl 09:00 – kl 16:00**

**ONSDAG 12. juni kl 09:00 – kl 16:00**

Dere mottar dette infobrevet med bakgrunn i at deres bolig er direkte tilknyttet hovedvannledningen fra Blindevann, strekning Berger – Vammen. I uke 24 vil det bli utført en tilstandsvurdering av strekningen med ultralyd. Dette er en ny metode hvor et måleinstrument blir ført inn i vannledningen og hvor vannstrømmen transporterer måleinstrumentet. Måleresultatene gir grunnlag for å vurdere restlevetid av ledningen.

I forbindelse med disse arbeidene blir det vannavstengning på mandag 10. juni mellom kl 09:00 og kl 16:00. På denne dagen blir ledningen rengjort med en plugg og blir ledningen lokalisert.

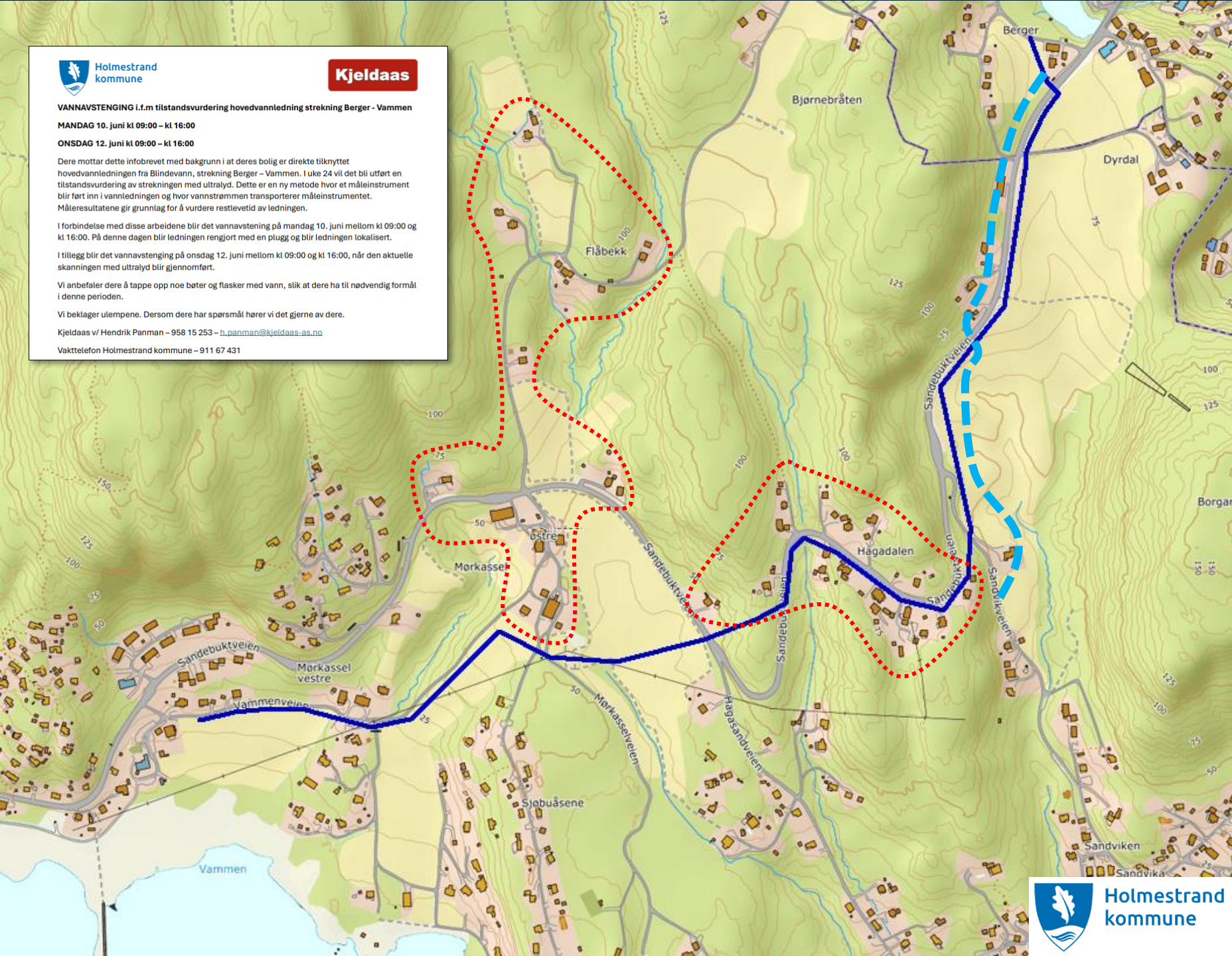
I tillegg blir det vannavstengning på onsdag 12. juni mellom kl 09:00 og kl 16:00, når den aktuelle skanningen med ultralyd blir gjennomført.

Vi anbefaler dere å tappe opp noe bøter og flasker med vann, slik at dere ha til nødvendig formål i denne perioden.

Vi beklager ulempene. Dersom dere har spørsmål hører vi det gjerne av dere.

Kjeldaas v/ Hendrik Panman – 958 15 253 – [h.panman@kjeldaas-as.no](mailto:h.panman@kjeldaas-as.no)

Vakttelefon Holmestrand kommune – 911 67 431



- ✓ 1000 m Provisorisk vann
- ✓ 20 husstander uten vann
- ✓ 2 sidig forsyning



Holmestrand  
kommune







✓ 1000 m Provisorisk vann

**Kjeldaaas**



**Primus Line Overland**



**PE**





# Inspeksjon Holmestrand

Info før inspeksjonen:

- Vannledning
- Duktil støpejern m sementforing
- DN300
- 2185 meter



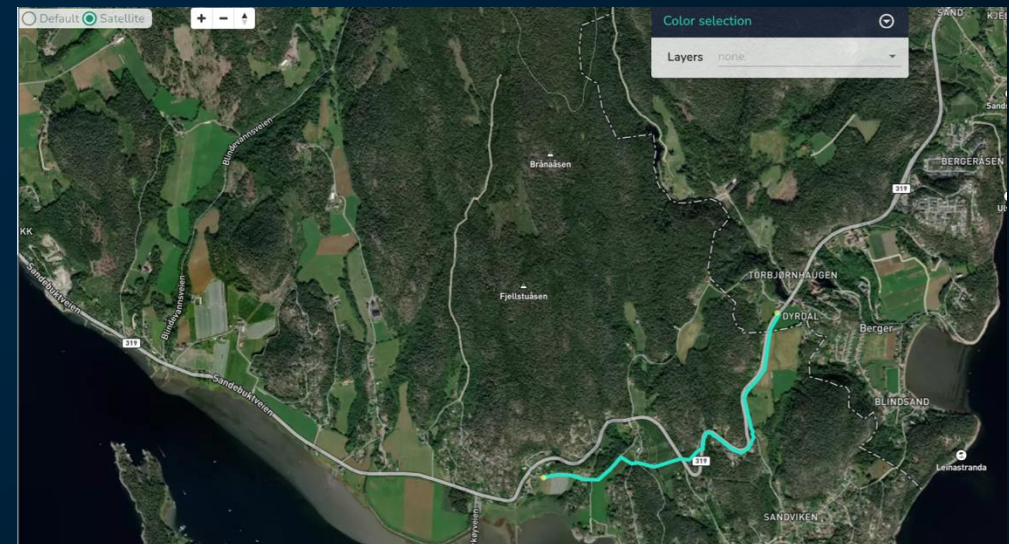


# REPORT HIGHLIGHTS

## Utdrag inspeksjonsrapporten

Tema:

- **Generell informasjon**
- XYZ-mapping
- Vinkelendringer og bredde rørskjøter
- Veggtykkelse
- Utvasking i asbestsement
- Øvrige





# DIAMETER

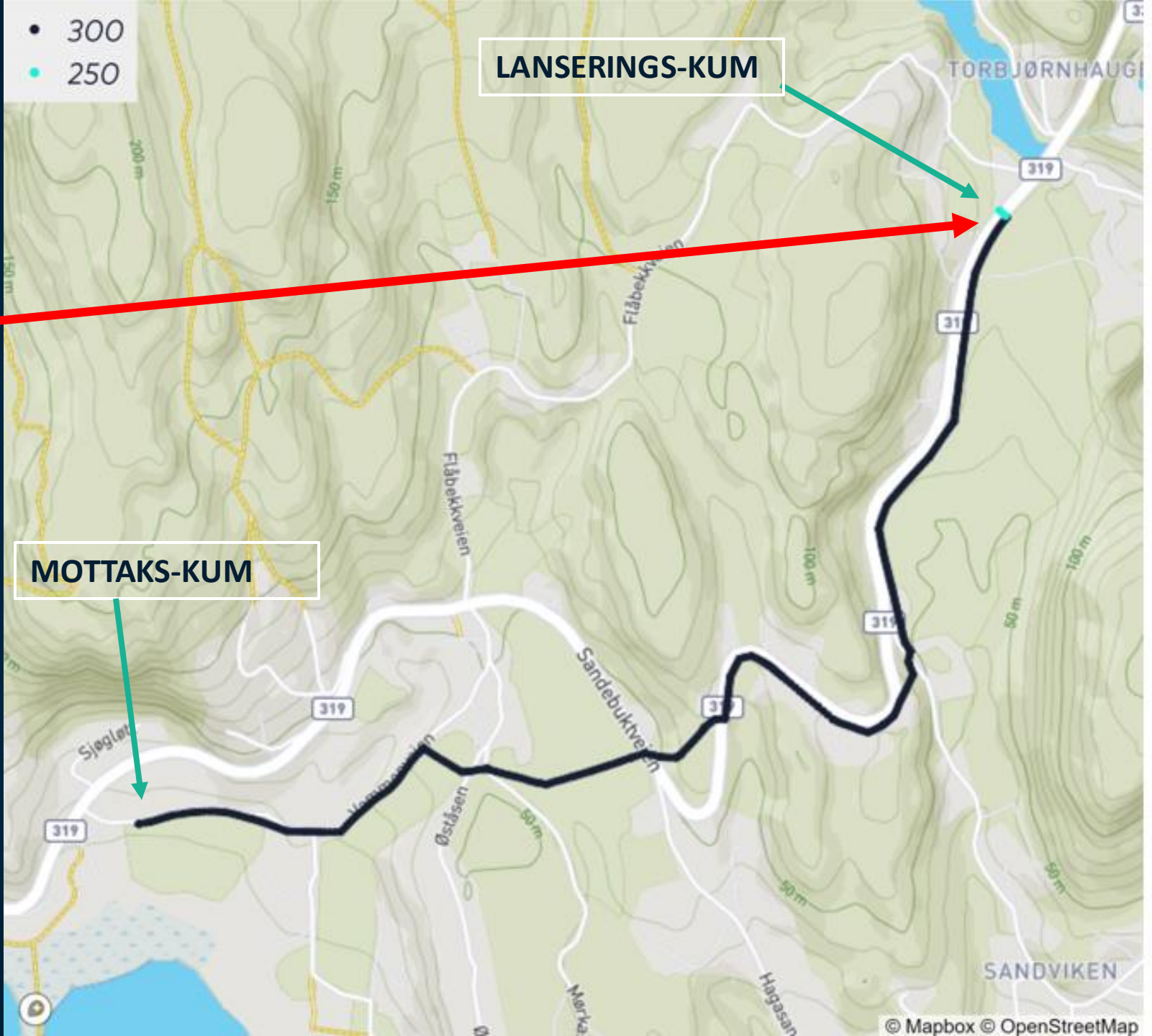
DN250 – første 20 meter

DN300 - resterende

- 300
- 250

LANSERINGS-KUM

MOTTAKS-KUM

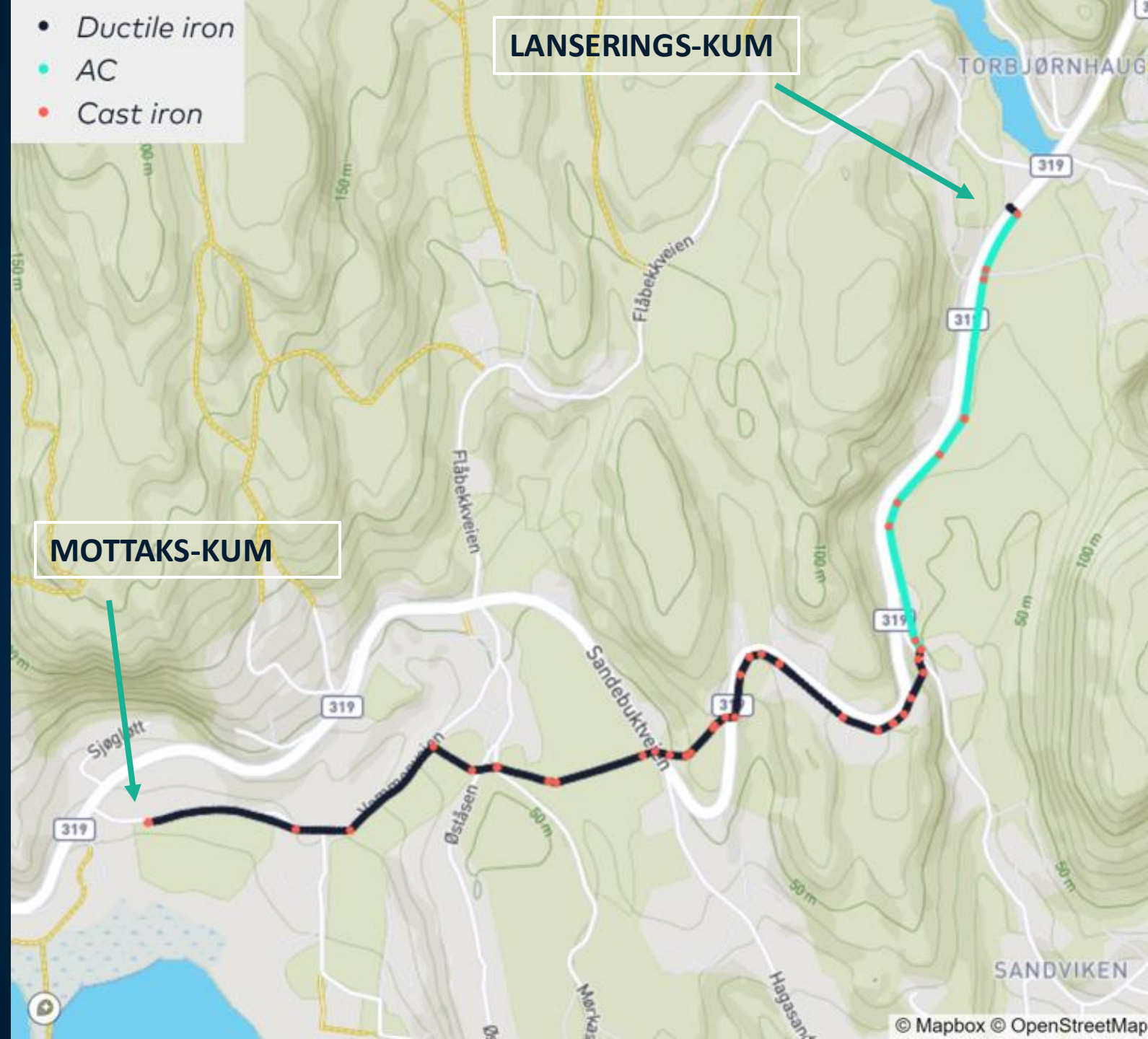




## MATERIAL

- **STØPEJERN** (ingen foring): første 20 meter
- **ASBESTSEMENT\***: neste 705 meter
- **DUKTILSTØPEJERN med SEMENTFORING**: Frem til mottakspunktet
- **STØPEJERN**: hovedsakelig bend

\* Tilstedeværelsen av asbestsement var ukjent

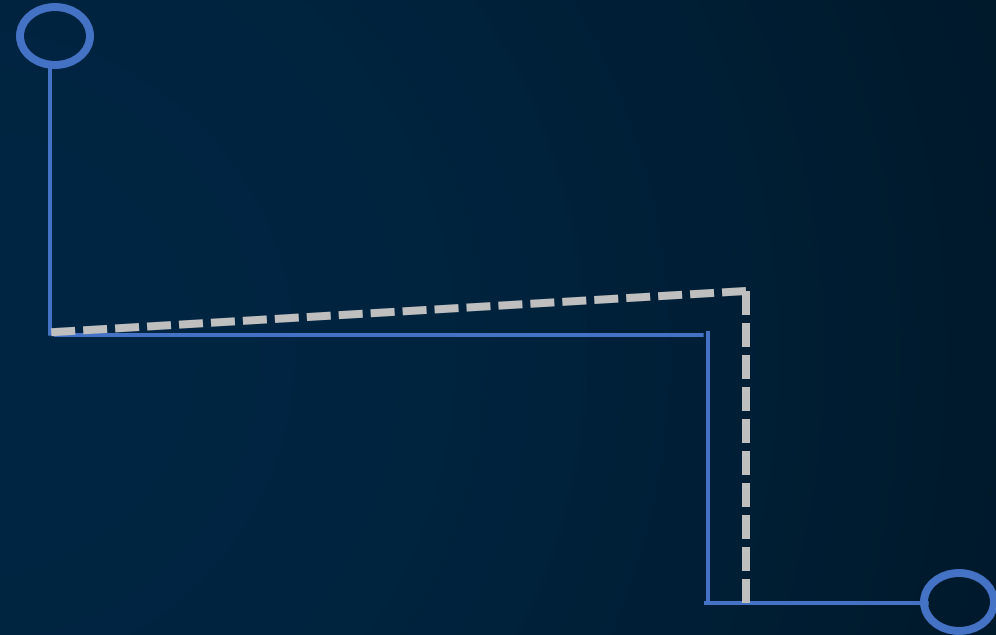




# REPORT HIGHLIGHTS

Tema:

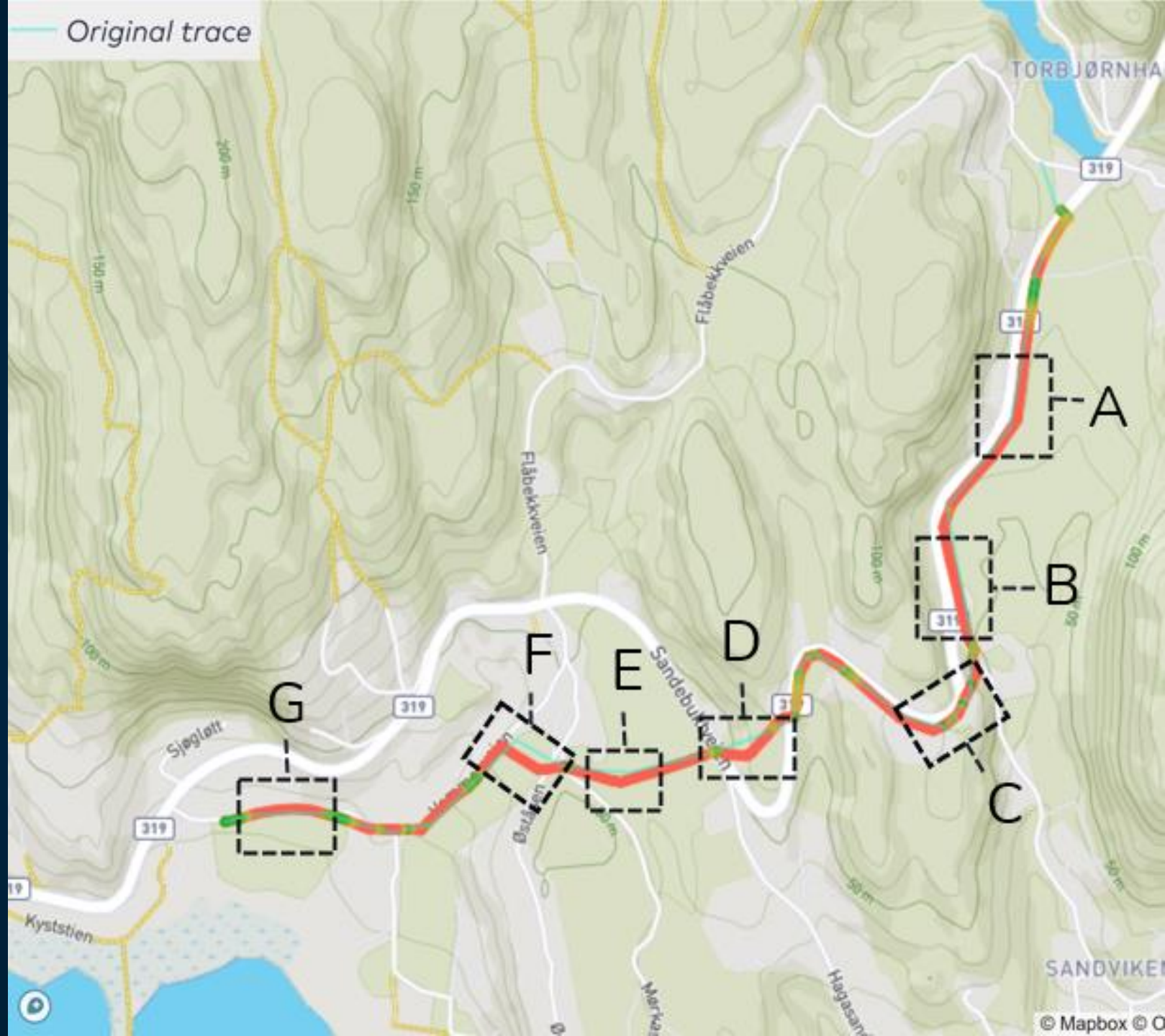
- Generell informasjon
- **Lokalisering XYZ**
- Vinkelendringer og bredde rørskjøter
- Veggtykkelse
- Utvasking i asbestsement
- Øvrige





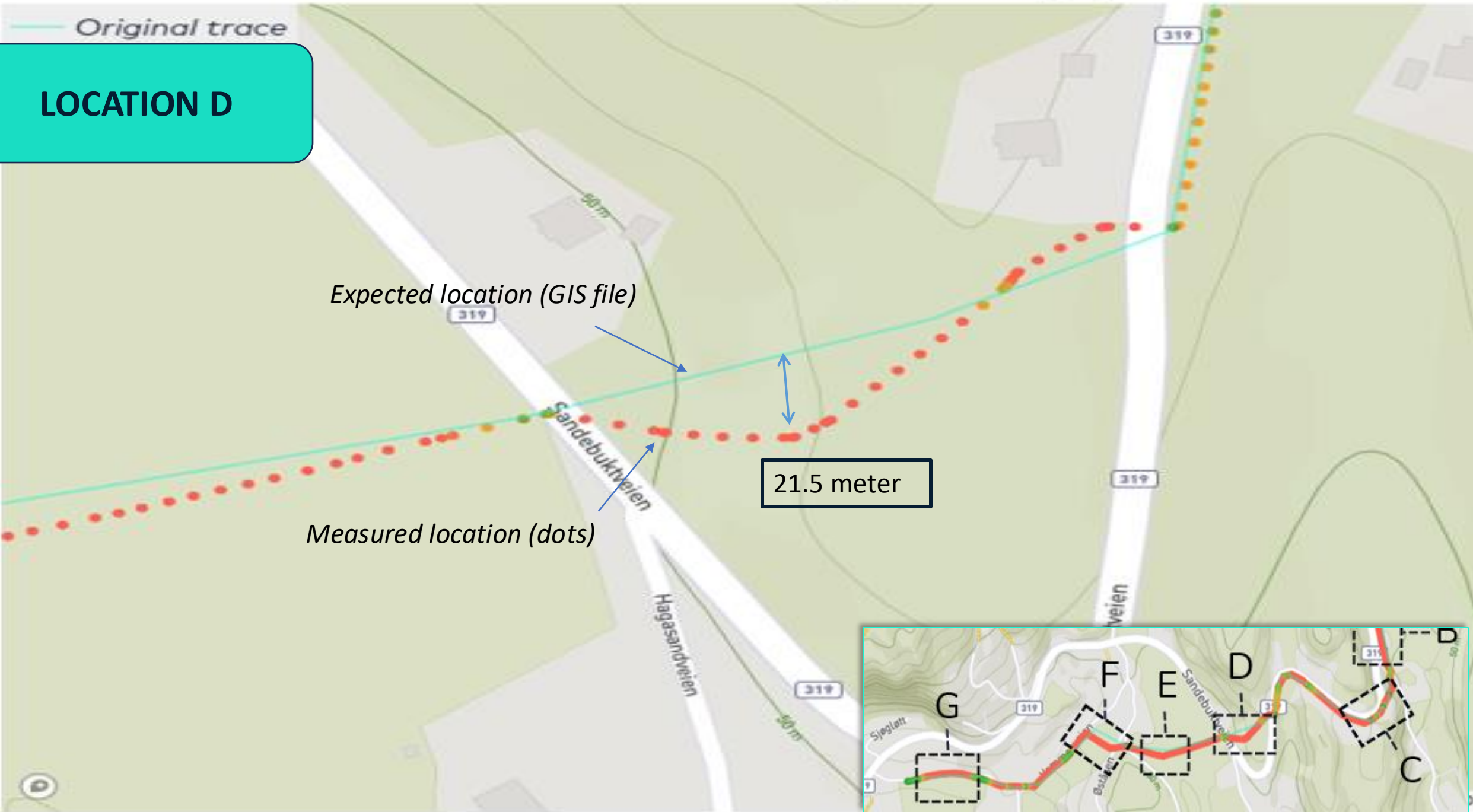
## LOKALISERINGS-AVVIK

Sju (7) signifikante  
lokaliseringsavvik er observert





**LOCATION D**





Original trace

# LOCATION F





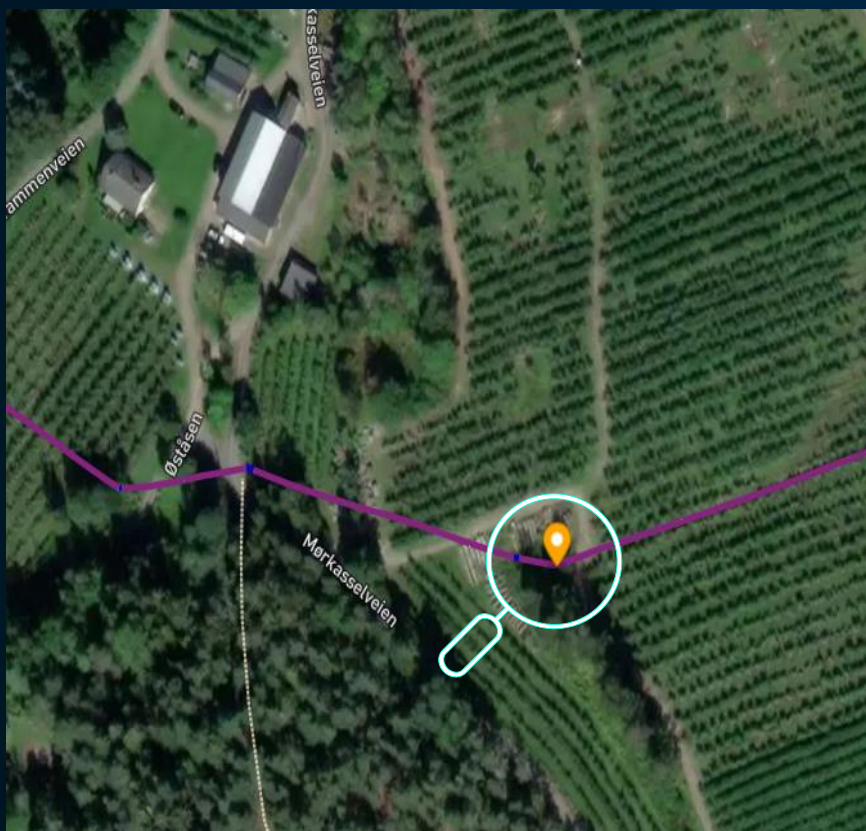
Tema:

- Generell informasjon
- Lokalisering XYZ
- **Vinkelendringer og bredde rørskjøter**
- Veggtykkelse
- Utvasking i asbestsement
- Øvrige



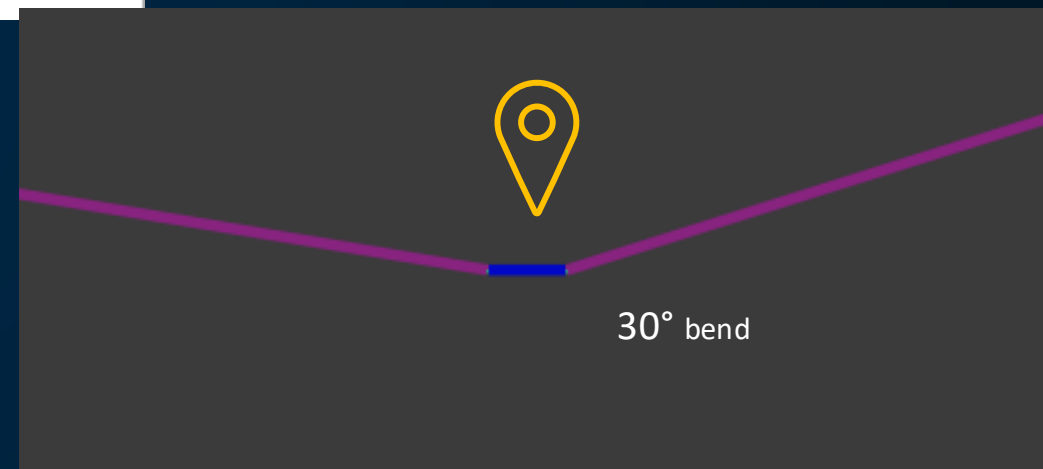
# BEND

Eksempel



INFORMATION	
Distance (m)	1505.27
Pipe part type	Bend
Materials	Cast iron
Length (m)	0.41
Longitude	10.358348625
Latitude	59.535330985

Kjeldaas



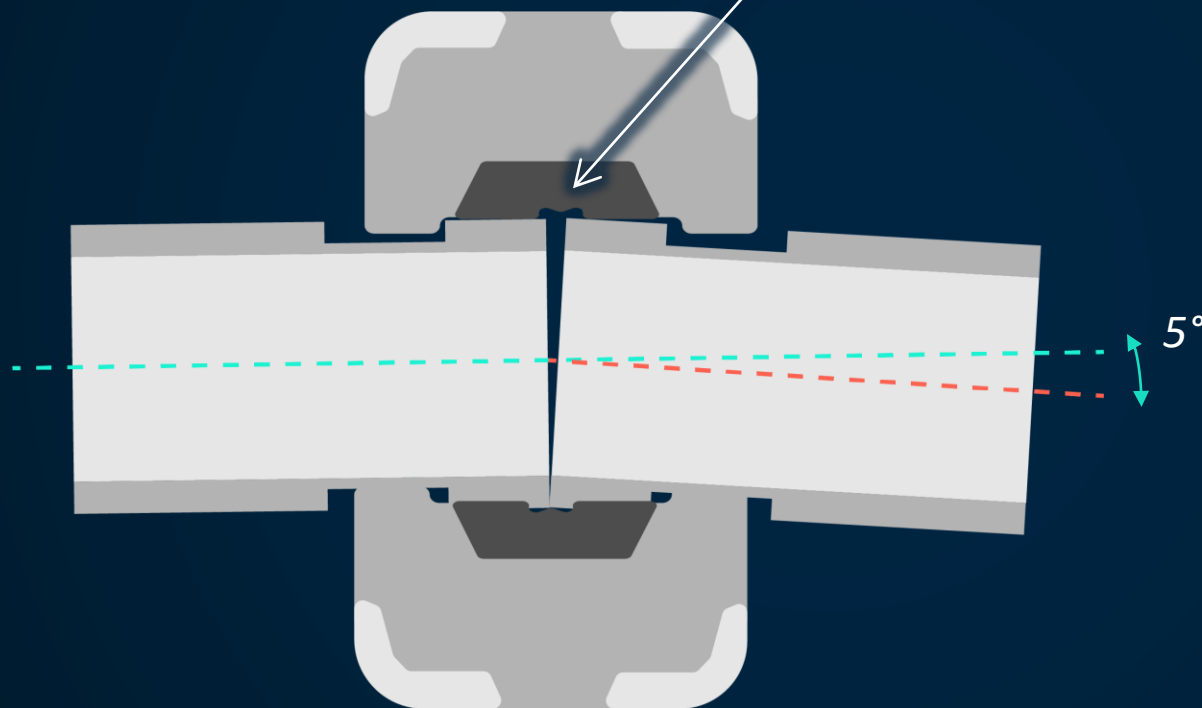


# VINKEL ENDRING

Kjeldaas



Bredde rørskjøt x mm



Vertikal endring på 5°



## KRITISKE VINKEL- ENDRINGER

Det er funnet 4 kritiske vinkel endringer

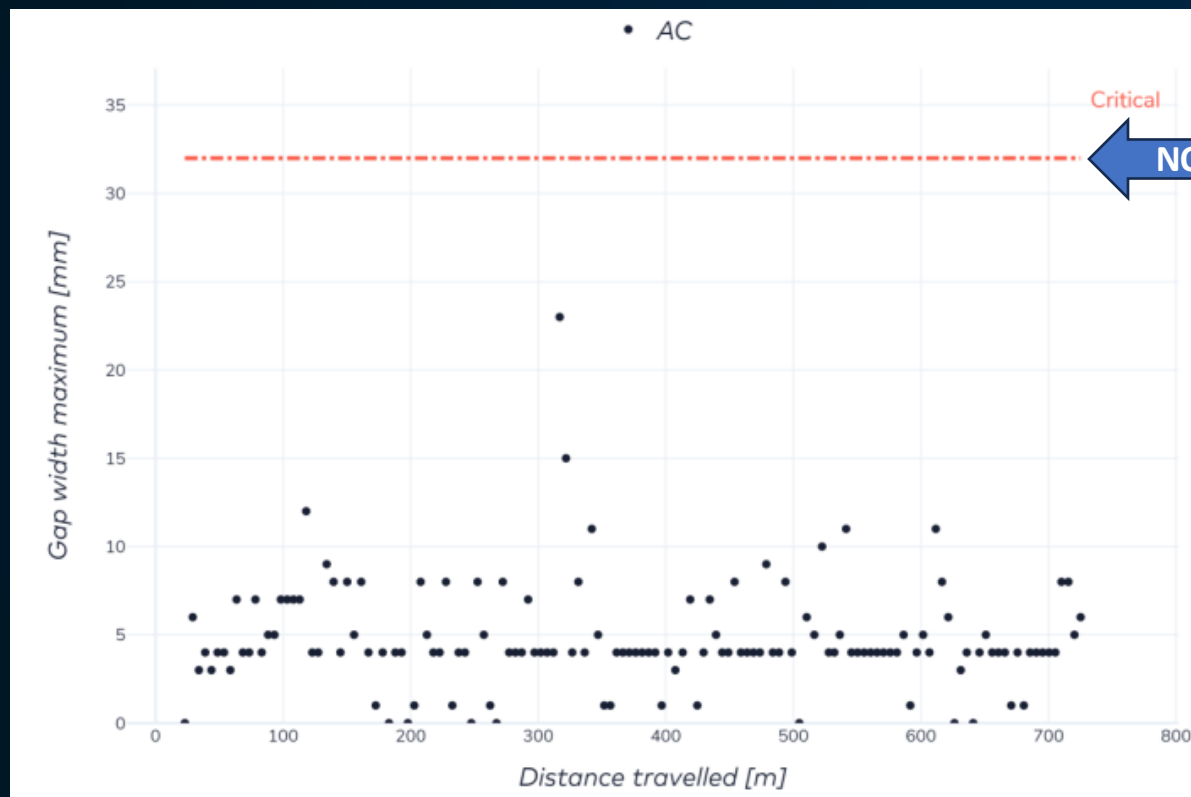
- 2 vertikale
- 2 horisontale

ID	Horizontal angular displacement [°]	Vertical angular displacement [°]	Material
31	0.99	4.46	AC
207	0.69	5.71	Ductile iron
234	5.07	3.13	Ductile iron
263	4.86	0.5	Ductile iron





Ingen kritisk bredde rørskjøt registrert



Maksimal bredde rørskjøt i **AC-rør**



Maksimal bredde rørskjøt **støpejern & Duktil støpejern**

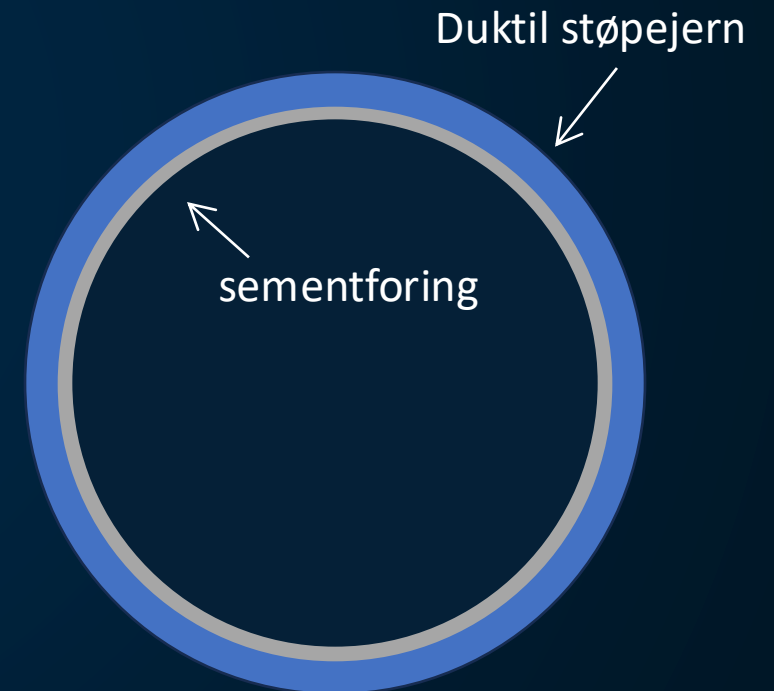


## Tema:

- Generell informasjon
- Lokalisering XYZ
- Vinkelendringer og bredde rørskjøter
- **Veggtykkelse**
- Utvasking i asbestsement
- Øvrige

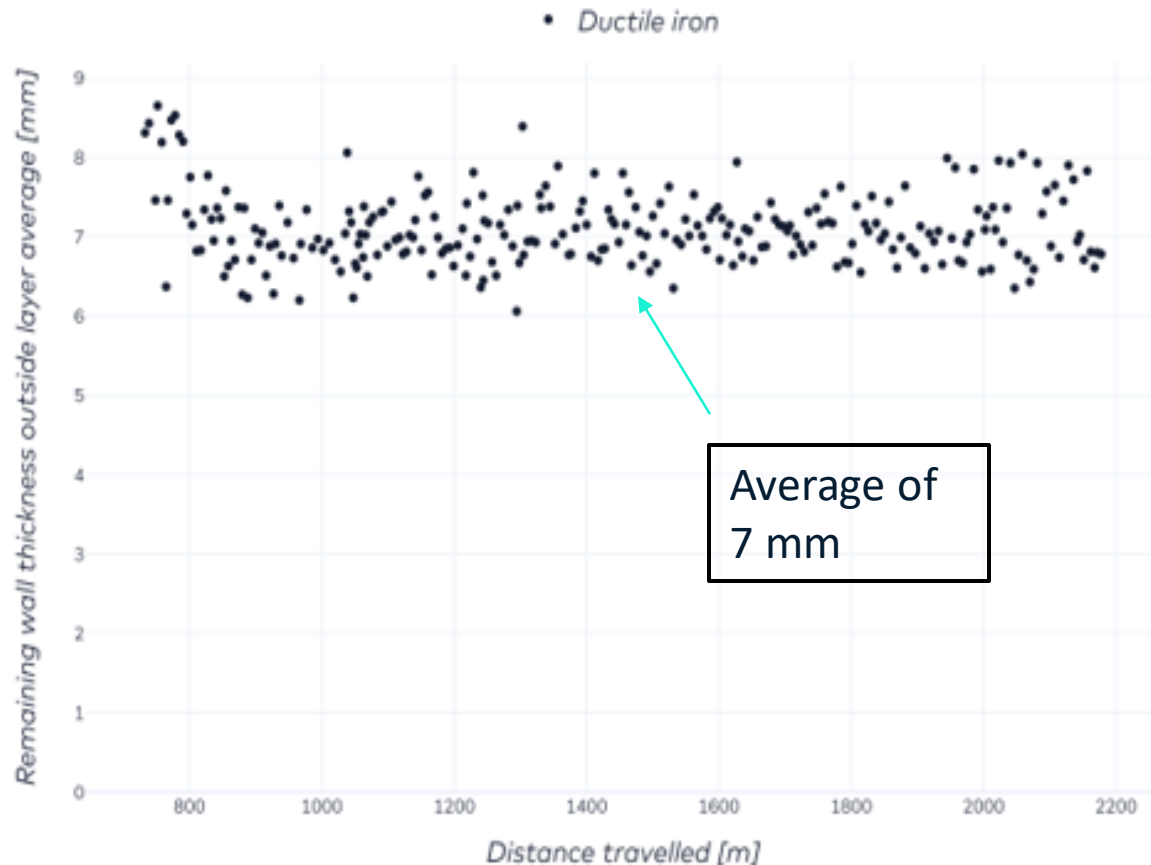


Veggtykkelse  
Duktil støpejern med sementforing





# VEGGTYKKELSE STØPEJERN

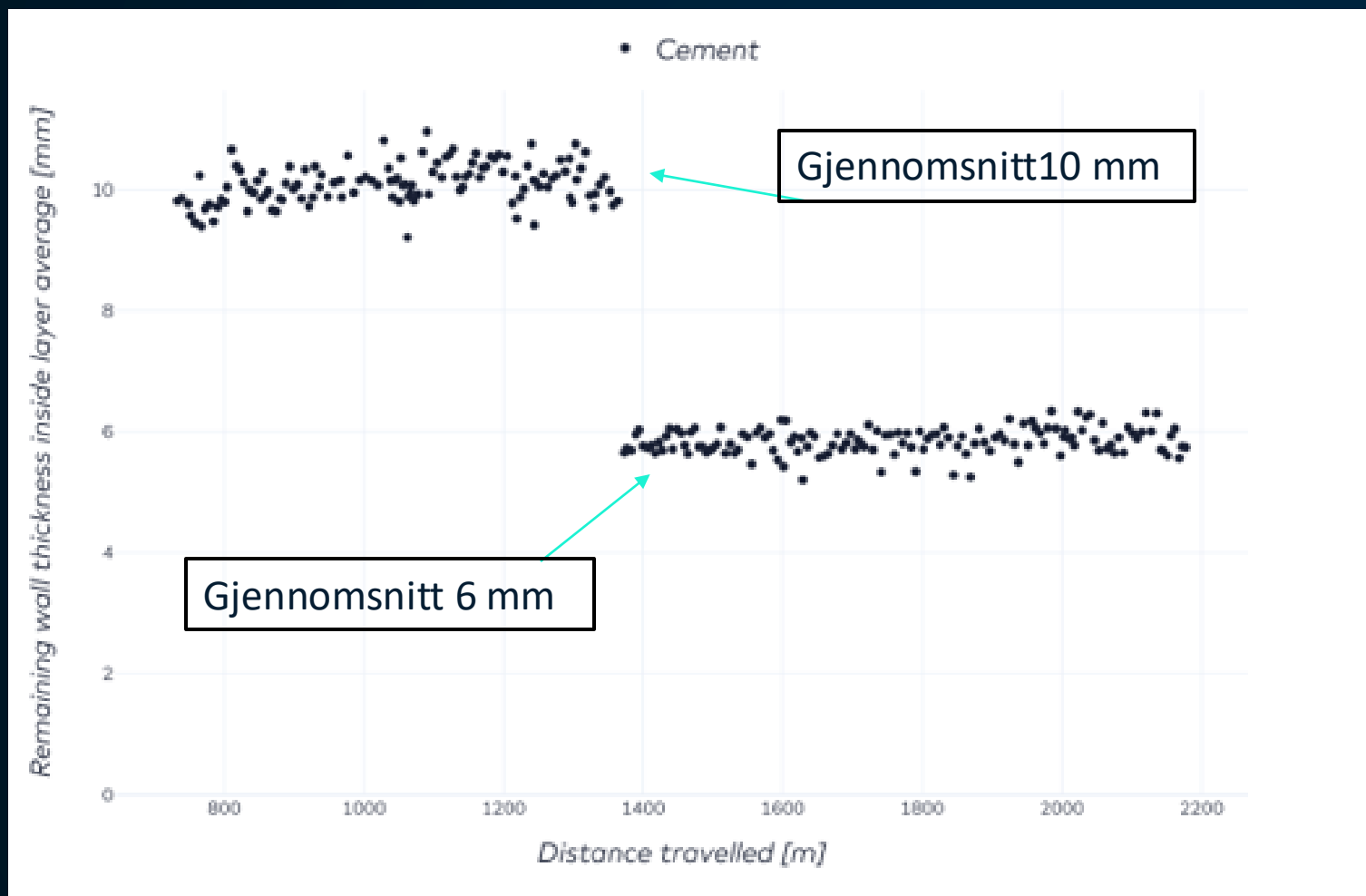


Veggtykkelsen til duktilt jern er stabil (6 – 8 mm) over hele rørledningen.

Ingen ekstreme topper er observert



## VEGGTYKKELSE SEMENTFORING



Benyttet 2 typer rørledninger:  
10 mm og 6 mm sementforing.

Tykkelser er stabile og i god stand.



Tema:

- Generell informasjon
- Lokalisering XYZ
- Vinkelendringer og bredde rørskjøter
- Veggtykkelse
- **Utvasking i asbestsement**
- Øvrige

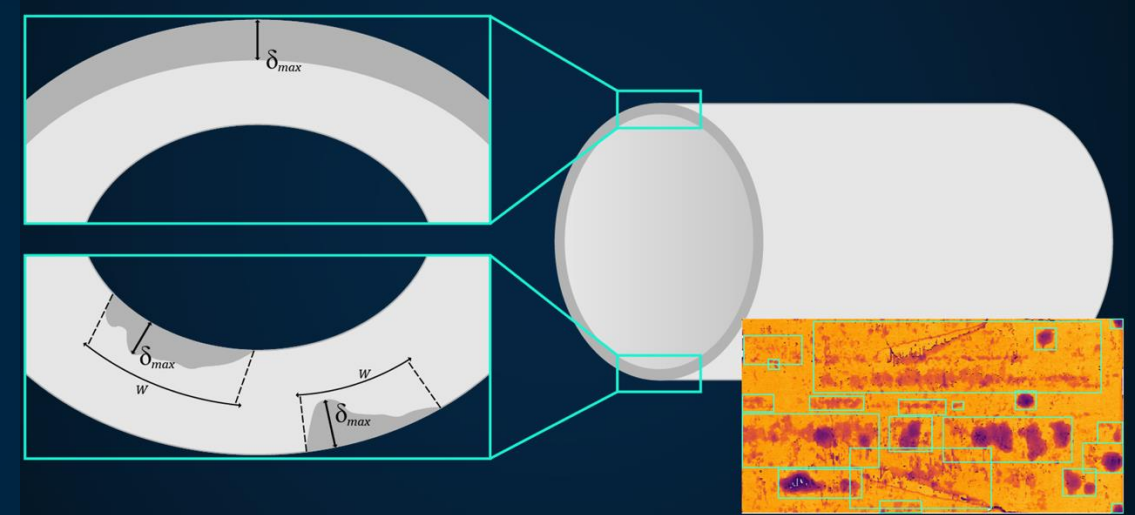


## Hva er utvasking ("leaching") i asbestsementrør?

Når asbestsementrør eldes, kan eksponering for miljøfaktorer, spesielt vann med lavere pH, utløse kalsium utvasking i sementmatrisen.

### Viktig å nevne:

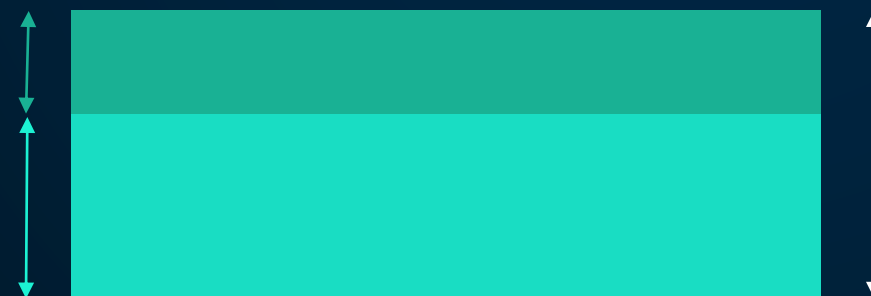
Utvasking fjerner ikke veggtykkelse; det gjør veggen svakere. Se eksempel nedenfor og til høyre.



### Eksempel

Utvasket  
rørvegg (9mm)

Sunn rørvegg (19mm)  
Remainig wall thickness



Utsiden

Insiden

Veggtykkelse (28mm)

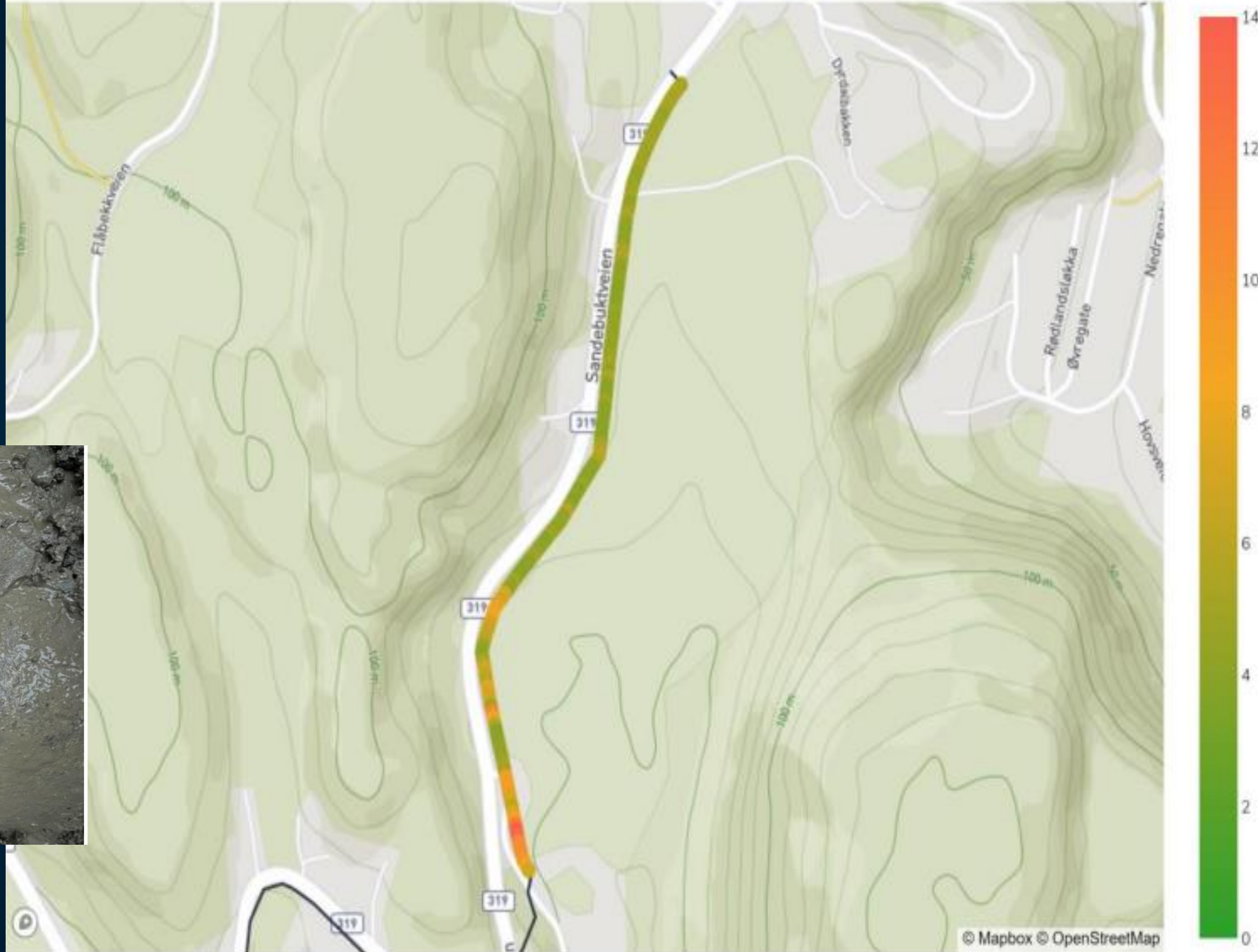
# UTVASKING AC

For å beregne % utvasking er det nødvendig å kjenne den ytre omkretsen.

Som i dette tilfellet er 28,3 mm.



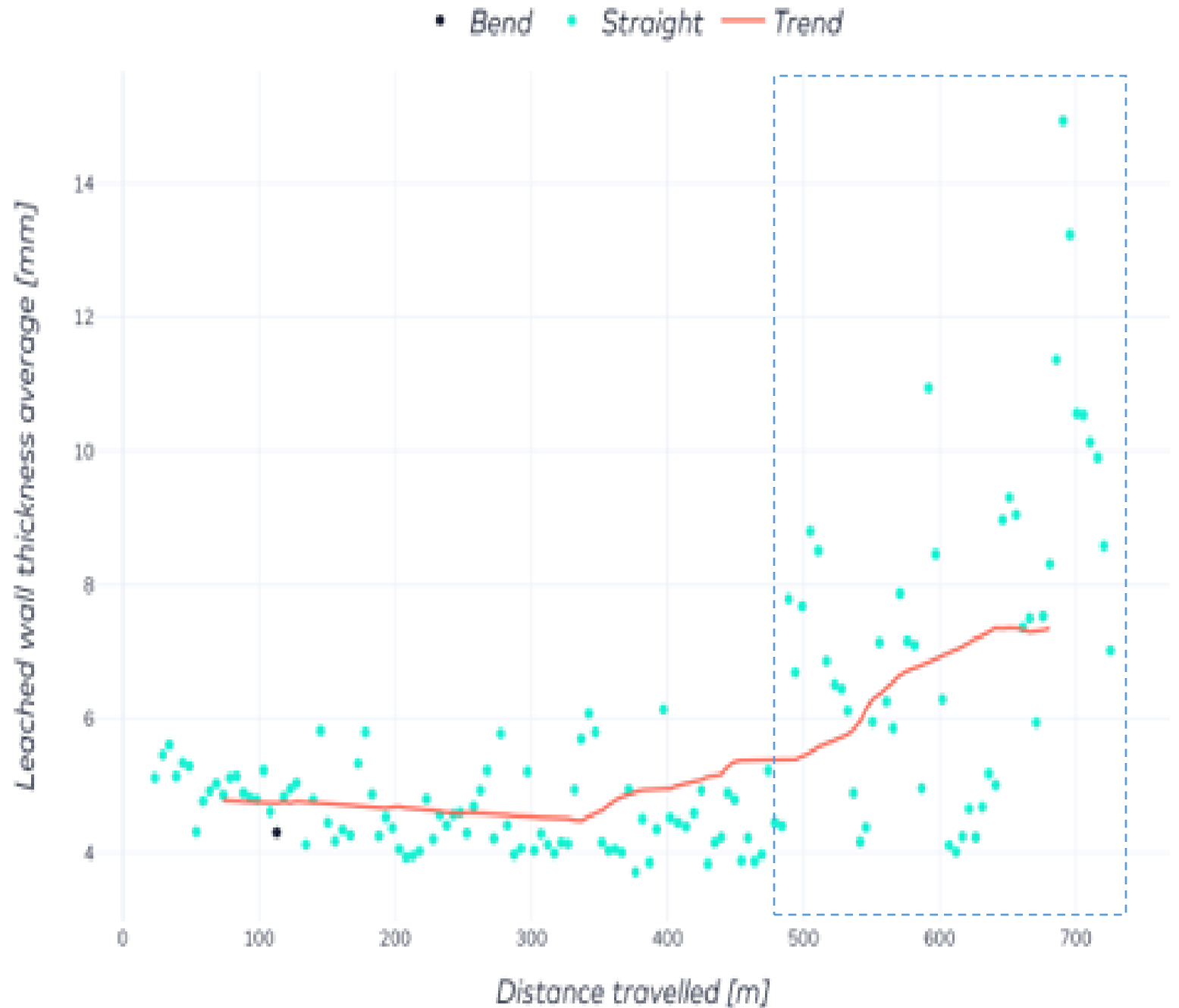
Leached wall thickness average [mm]





## UTVASKING AC

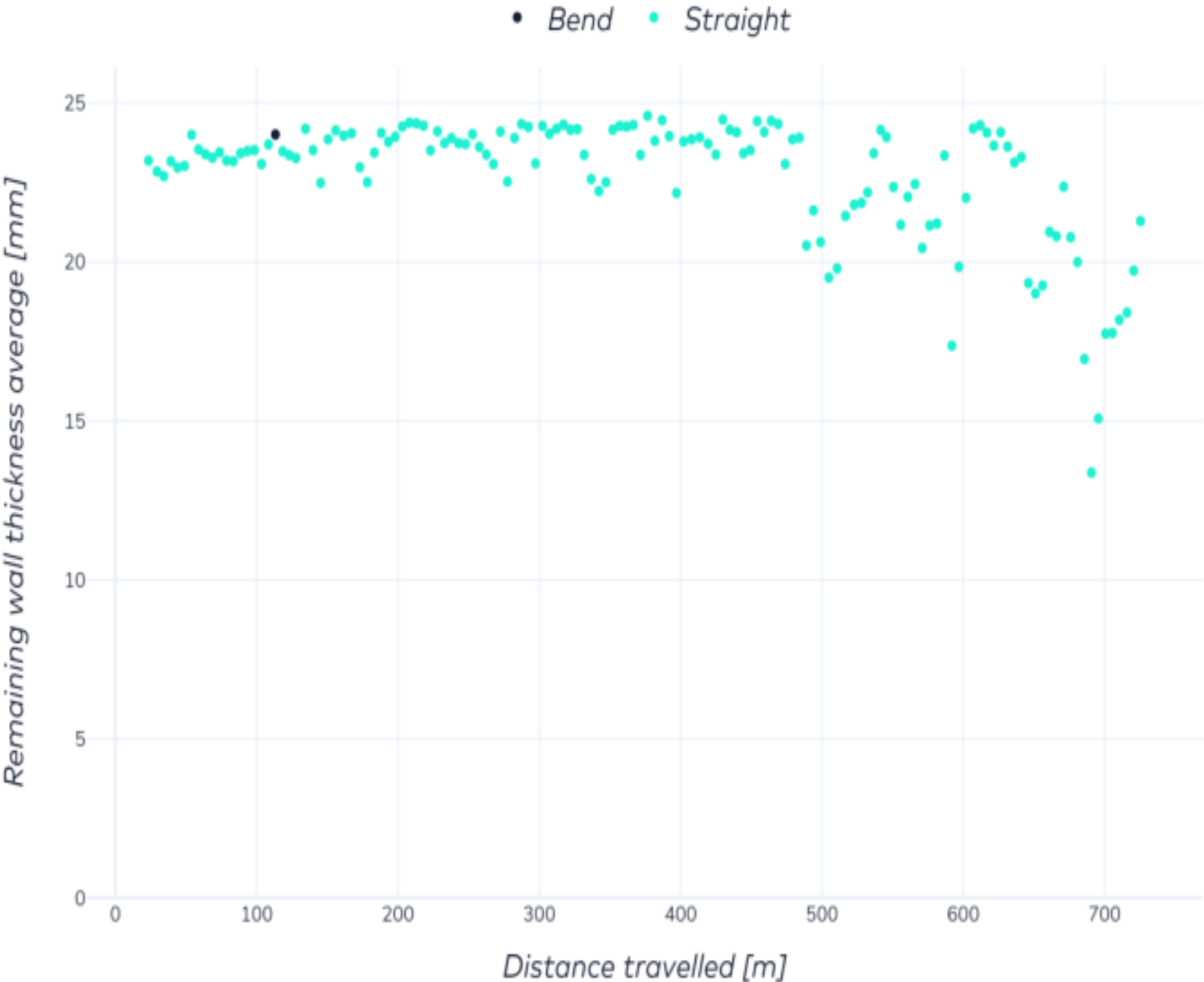
- Original veggtykkelse er 28,3 mm.
- Høyeste nivået utvasking siste 200 meter.
- Utvaskingsprosent opptil 50 % av sunn veggtykkelse.
- Strekningen med høyeste trykket



## Resterende SUNN veggtykkelse

Original veggtykkelse er 28,3 mm.

Gjenværende sunn veggtykkelse er den laveste innenfor de siste 200 meterne av AC-seksjonen.





Tema:

- Generell informasjon
- Lokalisering XYZ
- Vinkelendringer og bredde rørskjøter
- Veggtykkelse
- Utvasking i asbestsement
- Øvrige

## Ikke registrert lekkasjer eller korrosjon

### 2.8. Leakages

Leakages are detected using a hydrophone. The results show that there was no noticeable increase in the sound signal in this pipeline. This indicates that no leakages have been detected in the inspected pipeline by means of the hydrophone.

### 2.9. Corrosion

Corrosion is the oxidation of metal materials. Due to corrosion, the firmness of pipes might be reduced.

No corrosion has been observed in the inspected trajectory.





DASHBOARD

Visualisering i et «Dashboard»



Color selection [dropdown arrow]  
Layers none [dropdown arrow]

Default [radio button] Satellite [radio button] [plus icon] [minus icon] [up arrow icon] [down arrow icon]



# Hva kan resultatene brukes til

## Grunnlag for godt beslutningsgrunnlag:

- ✓ God stand – leve ytterlig i X ti-år → penger spart
- ✓ God stand – overvåkes → penger spart
- ✓ Trenger punktutbedring, ikke fullstendig → penger spart
- ✓ Høy risiko for brudd, må erstattes → penger brukt på riktig sted

## Konsekvens med å vente:

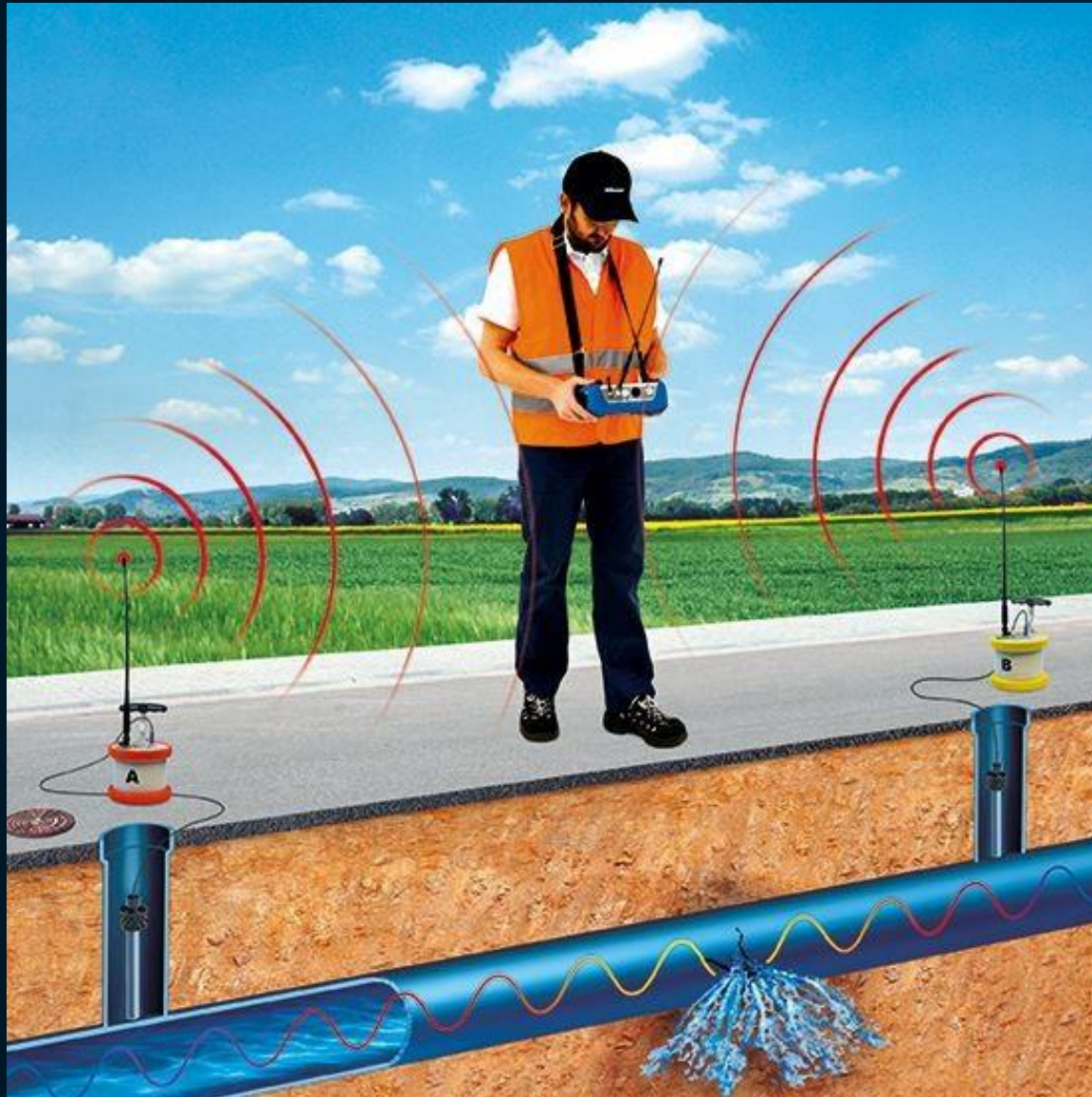
- Ledninger svikter samtidig, dyrt med straks tiltak
- Ledninger krever utskifting samtidig fører til overskridelser
- Brudd kan forårsake miljø- og omdømmeskader

## Hovedplan vann og avløp 2022–2032



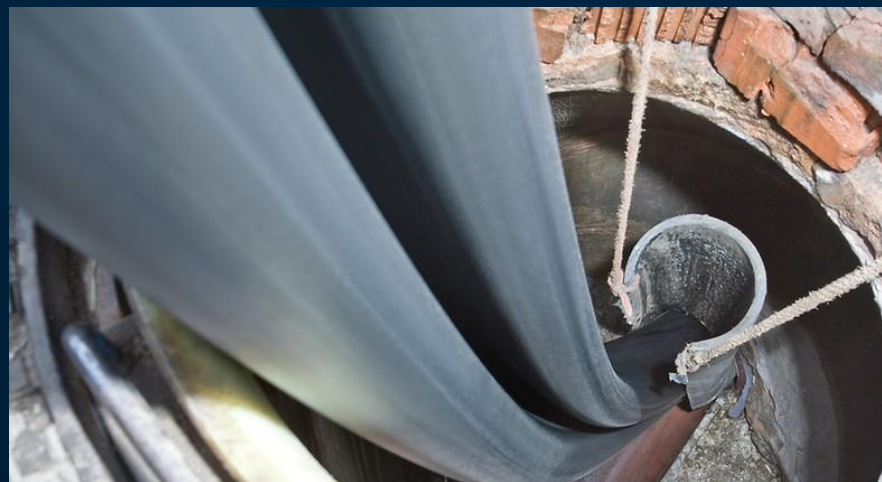
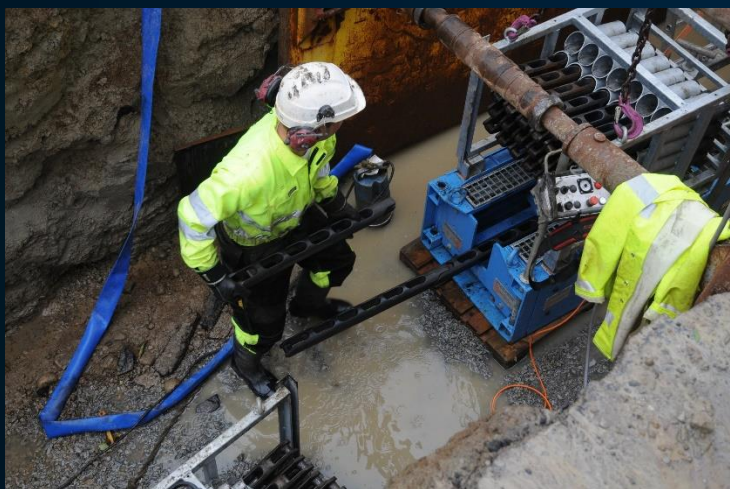


*100% kontroll på ledningsmaterialet – optimal grunnlag korrolator*



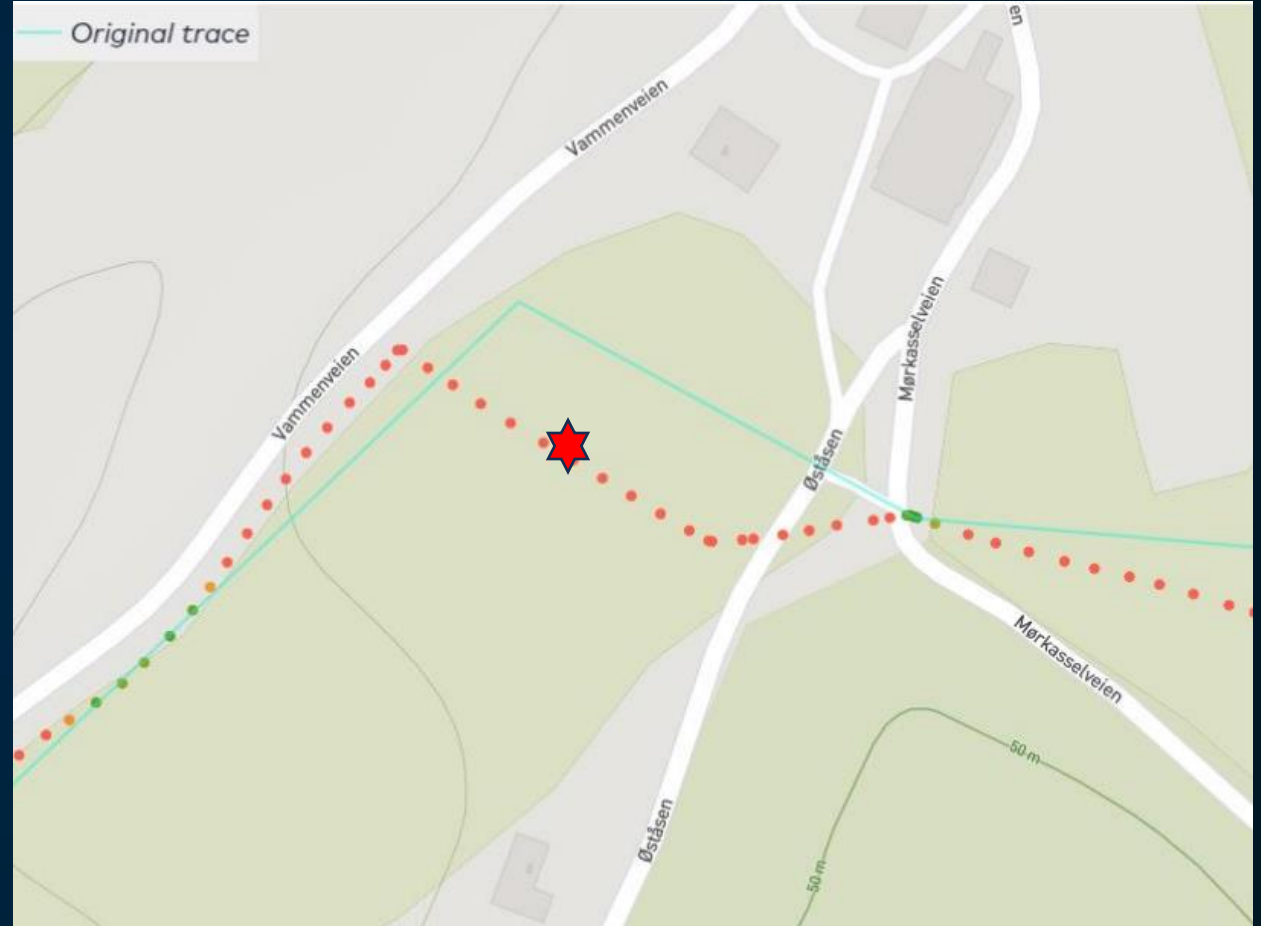


*All info for å vurder fornyelsesmetode –  
når tiden er aktuell for dette...*

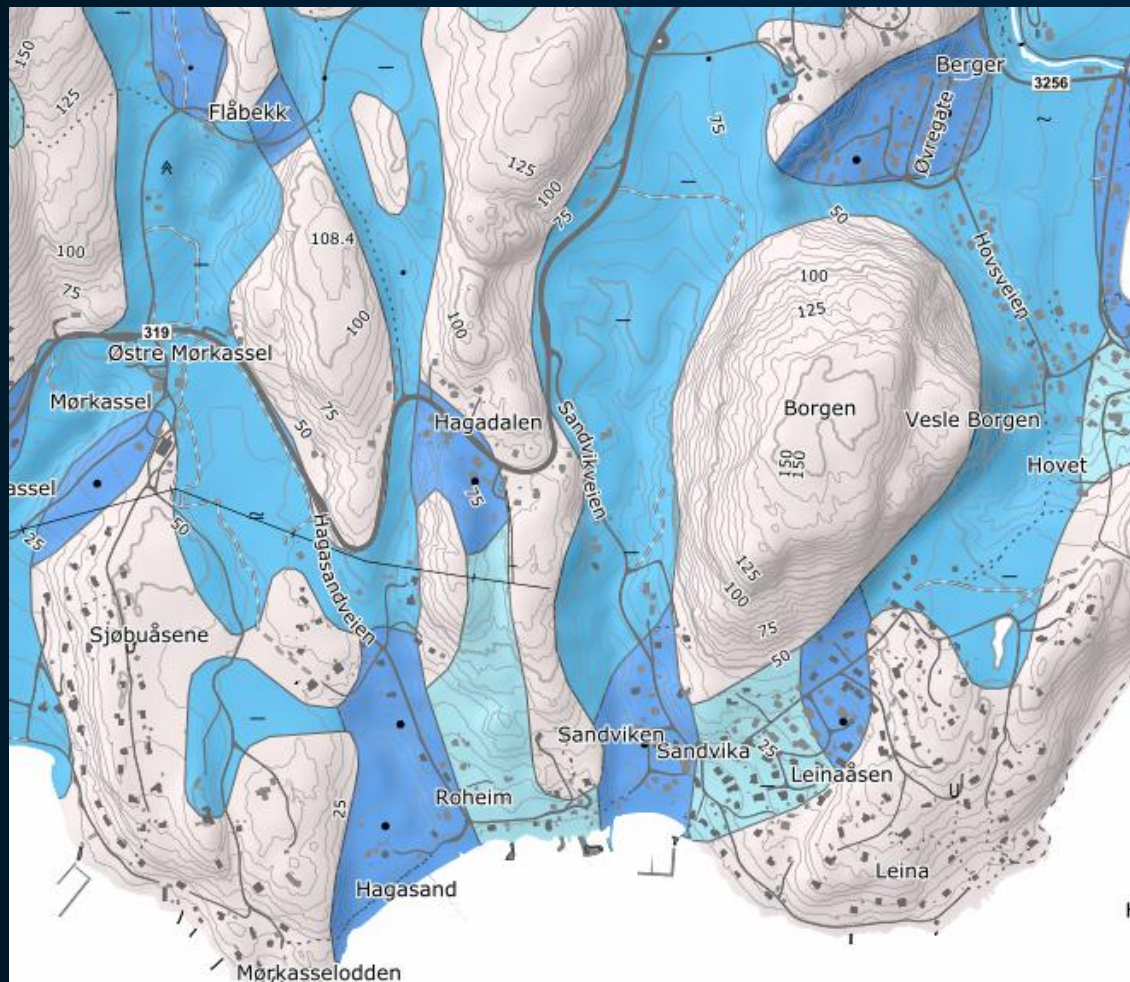




*100% kontroll på lokalisering (gravearbeidene / bygging / etablering infra)*

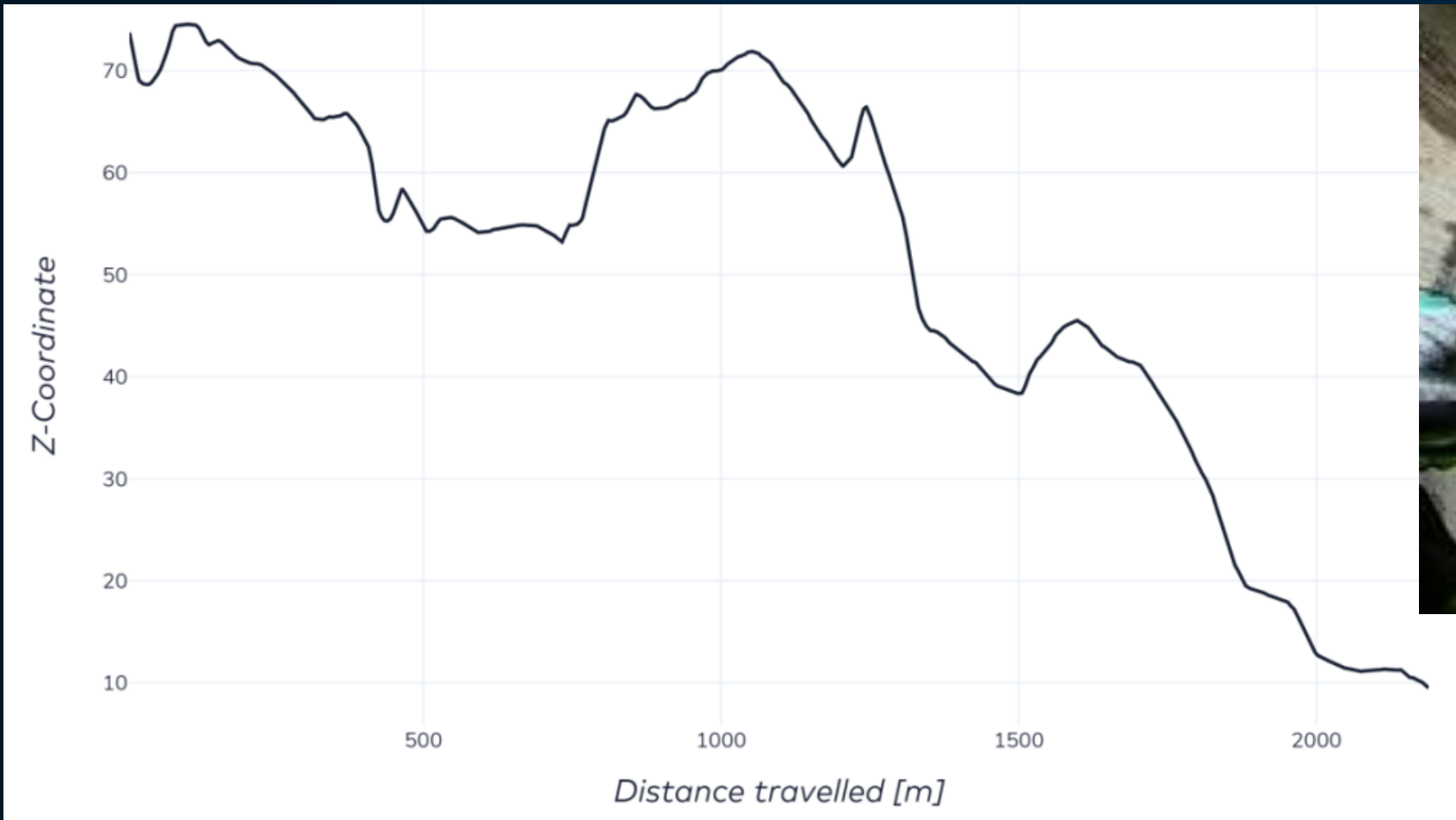


*Fokus på områder med dårlig grunnforhold.*





# Revurdering lufteventiler riktig plassert (kapasistet / trykkstøt)









Kontaktinfo:

Hendrik Panman +47 958 15 253  
Rients Jansma +31 640 249 339

[h.panman@kjeldaas-as.no](mailto:h.panman@kjeldaas-as.no)  
[rients@acquaint.eu](mailto:rients@acquaint.eu)





- *Jambo*
- *Jambo Bwana*
- *Habari gani*
- *Mzuri sana*
- *Wagani*
- *Wakaribishwa*
- *Kenya yetu*
- *Hakuna matata*

- *Jambo* → Hallo
- *Jambo Bwana* → Hallo alle sammen
- *Habari gani* → Hvordan har du det?
- *Mzuri sana* → Veldig bra
- *Wagani* → VA-gjengen
- *Wakaribishwa* → Dere er velkommen
- *Kenya yetu* → på **HALLINGTREFF**
- *Hakuna matata* → Har vi det bra