



SINTEF

# LeakNor

Norsk Vann fagtreff 2025

Stian Bruaset, Forsker og Senior  
Forretningsutvikler SINTEF



Teknologi for et bedre samfunn



# Bakgrunn



- Store kostnader forbundet med vanntap
- Vanntapet/lekkasjene ligger på ca. 30 % nasjonalt
  - Vanntapet i Danmark har det siste tiåret ligget mellom 7,2 og 9,5 %
  - I Sverige er vanntapet beregnet til å være ca. 20 %
- Bærekraftig vanntap i Norge, som er målet innen 2030, er 20 %.
- Spesifikke utfordringer i Norge: kaldt klima, varierende topografi, mange km ledning per innbygger, lite insentiver for å redusere lekkasjer.

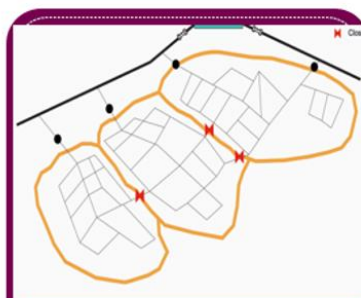
# LeakNor

- Etablert som et initiativ mellom vannverkseiere/kommuner, det private og FoU for å bistå Norge i å nå 20 % målet for lekkasjer
- Forskningsprosjekt finansiert av NFR, men høy egeninnsats
- Startet i 2021, ferdig i 2026
- Totalt budsjett ca. 15 mill
- Partnere:
  - 6 kommuner
  - 2 interkommunale (Vestfold Vann, IVAR)
  - 4 FoU
  - Norsk Vann
  - 6 private (flere er med som passive partnere)
  - Oslo er prosjekteier, SINTEF prosjektleder
- Innovasjonsfokus



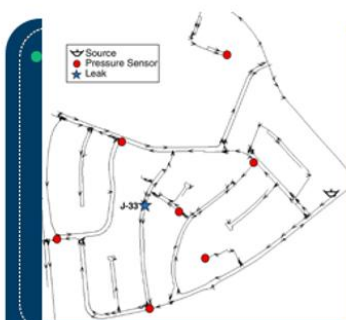
# LeakNor – fokus på alle nivå av lekkasjereduksjon

- Deteksjon
- Identifisering/ lokalisering



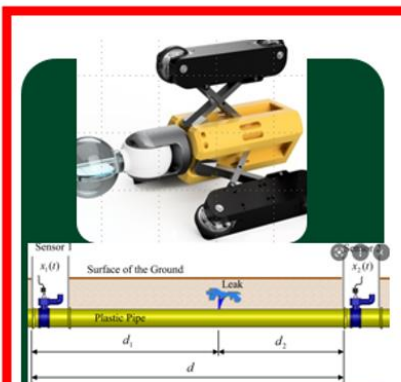
## 1. Soner

Vannforbruk; totalt  
Identifiser kritiske soner: nattforbruk, vann inn og ut



## 2. Grovlokalisering lekkasjer

- Innad i soner
- Korrelatorer
- Trykksensorer
- Vannmålere
- Smarte vannmålere innomhus



## 3. Finlokalisering lekkasjer

Pinpointe eksakt lokasjon av lekkasjer for reparasjon  
Interne og eksterne metoder tilgjengelig



SINTEF

# Fem Resultater



SINTEF

# Trykkreduksjon

- Tre hovedløsninger:
  1. Statisk trykkreduksjon – fast nivå, eks. trykket satt ned 2 bar
  2. Hybrid trykkreduksjon – trykket senkes og heves etter forbruk inn i sonen; høyere trykkreduksjon om natten, lavere trykkreduksjon om dagen.
  3. **Dynamisk trykkreduksjon** – trykkreduksjon i sanntid, styrt etter hydraulisk kritisk punkt i sonen (hvor man måler trykket konstant- eks. aldri under 2 bar).
    - Kritisk punkt = punkt med høyest sannsynlighet i sonen for å få negativt trykk



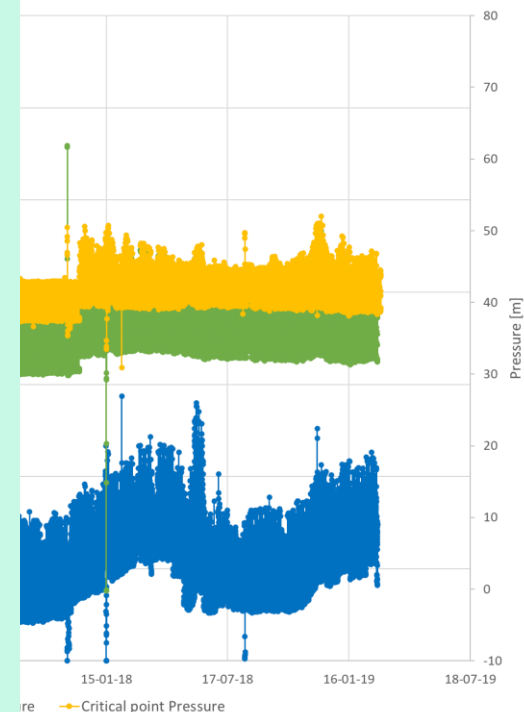
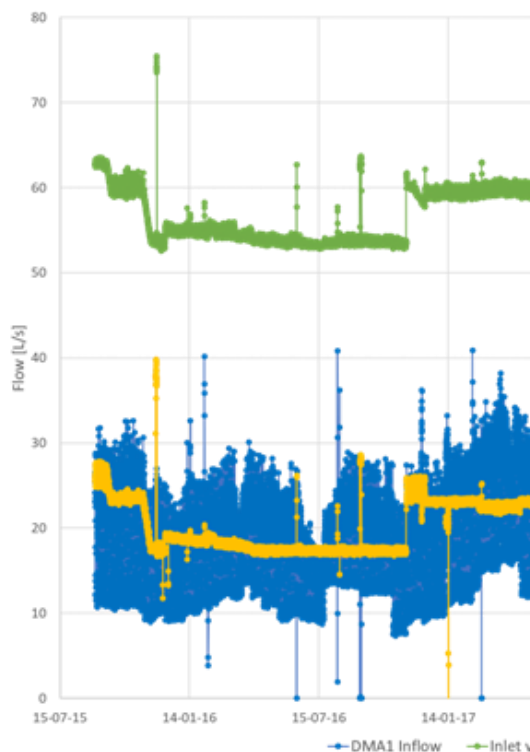
SINTEF

# Trykkreduksjon – case Bergen resultater – 2 soner

Reduksjon lekkasjer per enhet redusert trykk:

- **Sone 1: 8,5 l/s/bar**
- **Sone 2: 25,6 l/s/bar**

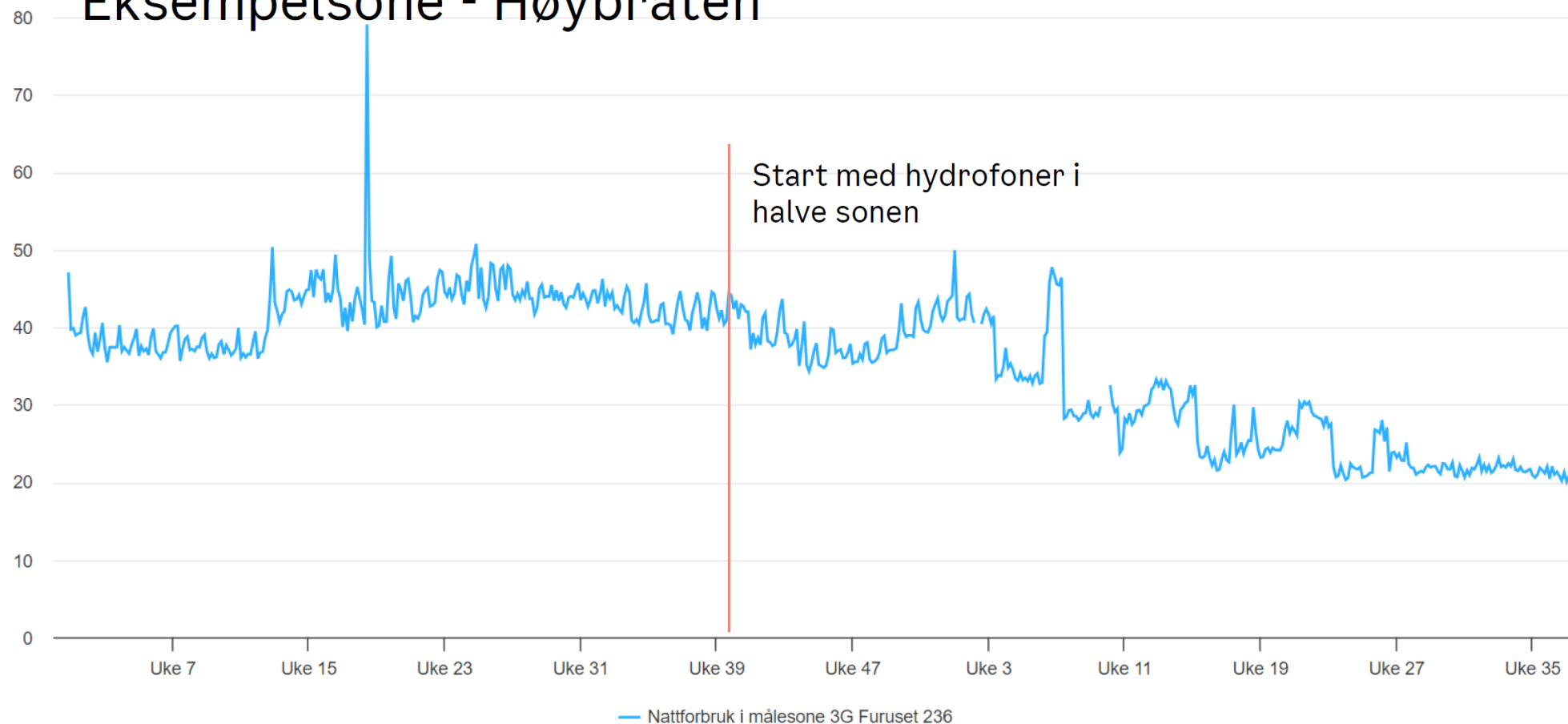
Effekten av trykkreduksjon varierer med topografi, materiale, størrelse på bruddene/hullene i ledningsnett, originalt trykk, totalt trykk man reduserer etc.



# Hydrofonpark I Oslo – fra 45 til 23 l/s



## Eksempelsone - Høybråten







SINTEF

# Teknologi matrise

- Teknologierfaring (fra sluttbrukere) som vil ligge på LeakNor sin nettside
- «Levende matrise», vil oppdateres jevnlig etter prosjektets slutt
- Input fra brukere via skjema på nettsiden

| Utstyr                      | I-rør/in-line   |                 |                  | Annet           | Mengdemåling/<br>Analyse |             | Korrelator         |                         | Lydlogger brukt til rutinesøk |                     | Permanent utplasserte GPRS-logger |                     |                         |                        | Tradisjonelle lytteparter |                   |                     |            |
|-----------------------------|-----------------|-----------------|------------------|-----------------|--------------------------|-------------|--------------------|-------------------------|-------------------------------|---------------------|-----------------------------------|---------------------|-------------------------|------------------------|---------------------------|-------------------|---------------------|------------|
|                             | Xylem Smartball | Xylem Sahara II | Primayer Pipemic | Utilis Satelett | Soneregnskap/PK          | Flexus F401 | Primayer Eureka 3+ | Primayer Eureka digital | Primayer Enigma               | Pipetech SoundSense | Lydlogger                         |                     | Lydlogger, korrelerende | Hydrofon, korrelerende | Ventil/<br>marklytter     | Ventilyster       | Innvendig<br>gods   | Marklytter |
|                             |                 |                 |                  |                 |                          |             |                    |                         |                               |                     | Portabel                          | I bilen             |                         |                        |                           |                   |                     |            |
| Vurderingskriterie          | Xylem Smartball | Xylem Sahara II | Primayer Pipemic | Utilis Satelett | Soneregnskap/PK          | Flexus F401 | Primayer Eureka 3+ | Primayer Eureka digital | Primayer Enigma               | Pipetech SoundSense | Permalog (AlmosLeak)              | Phocus3m (Primeweb) | Primayer Enigma 3M      | Primayer Enigma 3hyQ   | Elektronisk lyttestav     | Manuell lyttestav | Innvendig lyttestav | Geofo      |
| Brukervennlig               | Ja*             | Ja*             | Delvis           | Ja*             | Nei                      | Nei         | Ja                 | Ja                      | Ja                            | Ja                  | Ja                                | Ja                  | Ja                      | Ja                     | Ja                        | Ja                | Ja                  | Ja         |
| Leverandør oppfølging       | Ja              | Ja              | Ja               | Ja              | -                        | Delvis      | Ja                 | Ja                      | Ja                            | Dårlig              | Dårlig                            | Ja                  | Ja                      | Ja                     | Ja                        | Ja                | Ja                  | Ja         |
| Finner lekkasjer            | Ja              | Ja              | Ja               | Nei             | -                        | -           | Ja                 | Ja                      | Ja                            | Ja                  | Ja                                | Ja                  | Ja                      | Ja                     | Ja                        | Ja                | Ja                  | Ja         |
| Bred anvendelse             | Nei             | Nei             | Nei              | Ja              | Ja                       | Ja          | Ja                 | Ja                      | Ja                            | Ja                  | Ja                                | Ja                  | Ja                      | Ja                     | Ja                        | Ja                | Ja                  | Ja         |
| Synergi                     | Ja              | Ja              | Nei              | -               | Ja                       | Ja          | Nei                | Nei                     | Nei                           | Nei                 | Nei                               | Nei                 | Nei                     | Nei                    | Nei                       | Nei               | Nei                 | Nei        |
| IKT-regimet                 | Nei             | Nei             | Nei              | Nei             | Ja                       | Nei         | Ja                 | Ja                      | Ja                            | Ja                  | Nei                               | Nei                 | Nei                     | Nei                    | Nei                       | Nei               | Nei                 | Nei        |
| Kostnad                     | Stor            | Middels         | Liten            | Middels         | Stor***                  | Middels     | Liten              | Liten                   | Liten                         | Liten               | Liten                             | Liten               | Middels                 | Middels                | Liten                     | Liten             | Liten               | Liten      |
| Teknisk tilrettelegging     | Stor            | Middels         | Stor             | Nei             | Stor                     | Nei         | Nei                | Nei                     | Nei                           | Nei                 | Middels                           | Middels             | Middels                 | Middels                | Nei                       | Nei               | Nei                 | Nei        |
| Krever ressurser/mannskap   | Stor            | Middels         | Middels          | Stor            | Stor                     | Lite        | Lite               | Lite                    | Lite                          | Lite                | Lite                              | Lite                | Lite                    | Lite                   | Lite                      | Lite              | Lite                | Lite       |
| Integres m/ analyseverktøy  | Ingen**         | Ingen**         | Ingen            | Ja              | Ja                       | Ja          | Nei                | Nei                     | Nei                           | Nei                 | Ja                                | Ja                  | Ja                      | Ja                     | Nei                       | Nei               | Nei                 | Nei        |
| Leverandøravhengighet       | Stor            | Stor            | Nei              | Stor            | Middels                  | Nei         | Nei                | Nei                     | Nei                           | Nei                 | Stor                              | Middels             | Middels                 | Middels                | Nei                       | Nei               | Nei                 | Nei        |
| Avhengighet internt         | Stor            | Middels         | Middels          | Middels         | Stor                     | Nei         | Nei                | Nei                     | Nei                           | Nei                 | Nei                               | Nei                 | Nei                     | Stor                   | Nei                       | Nei               | Nei                 | Nei        |
| Innkjøpsregimet             | Ulempe          | Ulempe          | Nei              | Ulempe          | Ulempe                   | Nei         | Nei                | Nei                     | Nei                           | Nei                 | Ulempe                            | Ulempe              | Ulempe                  | Ulempe                 | Nei                       | Nei               | Nei                 | Nei        |
| Krever drift og vedlikehold | Nei*            | Nei*            | Ja               | Nei*            | Ja                       | Middels     | Middels            | Middels                 | Middels                       | Middels             | Middels                           | Middels             | Middels                 | Middels                | Nei                       | Nei               | Nei                 | Nei        |
| Krever opplæring            | Ja              | Ja              | Middels          | Ja              | Ja                       | Ja          | Middels            | Middels                 | Middels                       | Middels             | Middels                           | Middels             | Middels                 | Middels                | Lite                      | Lite              | Lite                | Lite       |
| Samlet vurdering            | God             | God             | God              | Dårlig          | Middels                  | Middels     | God                | God                     | God                           | God                 | Dårlig                            | God                 | God                     | God                    | God                       | God               | God                 | God        |

\*Pakkeløsning

\*\*Mulig å integrere etter manuelt arbeid

\*\*\*Anskaffelsesinvestering

# Smarte husvannmålere

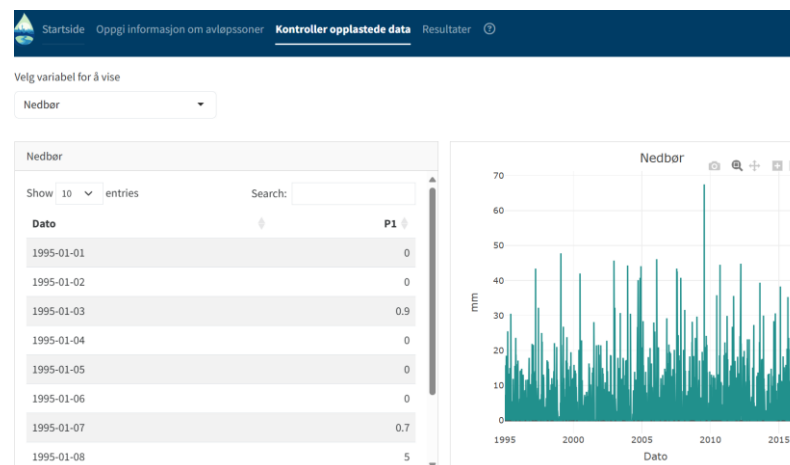
- Trondheim - Implementering av 60 000 **smarte husvannmålere** for å få mer **nøyaktig soneregnskap** for vannforbruk – gir mer nøyaktig oversikt over faktisk lekkasjenivå i sonene
- Flere case med **smarte husvannmålere med lekkasjedeteksjon**:
  - «Lytter» etter lekkasjer fra måler, ut på stikkledning og potensielt også litt på den offentlige ledningen.
  - Veldig effektiv for å finne lekkasjer på stikkledninger og i påkoblingspunkt.
  - Mange kommuner med gode erfaringer – Sapsborg, Åmot, Melhus etc.
  - **GDPR/personvernutfordringer som må løses**
    - Norsk Vann har utarbeidet en rapport
    - Leverandører har leid inn kompetanse på området og utarbeidet en rapport som et tilsvarende



SINTEF

# Beslutningsstøtte ML verktøy

- Vi utvikler en modell som skal brukes til å peke på ledninger som forårsaker lekkasjer
- Flere typer maskinlæringsmodeller vil benyttes. Resultatene fra dem vil så brukes til å verifisere hverandre slik at usikkerhet kan reduseres.
- Vil benytte åpen **app løsning**



# Treffsikkerheten til ML modellene

% of all failures: how good is the model at predicting/finding real leaks/failures?

«Over» prediction: how many failures does the model predict which did not happen?  
(assuming 20 % of these have failures/leaks).

Targeted use of models? Use for different purposes?

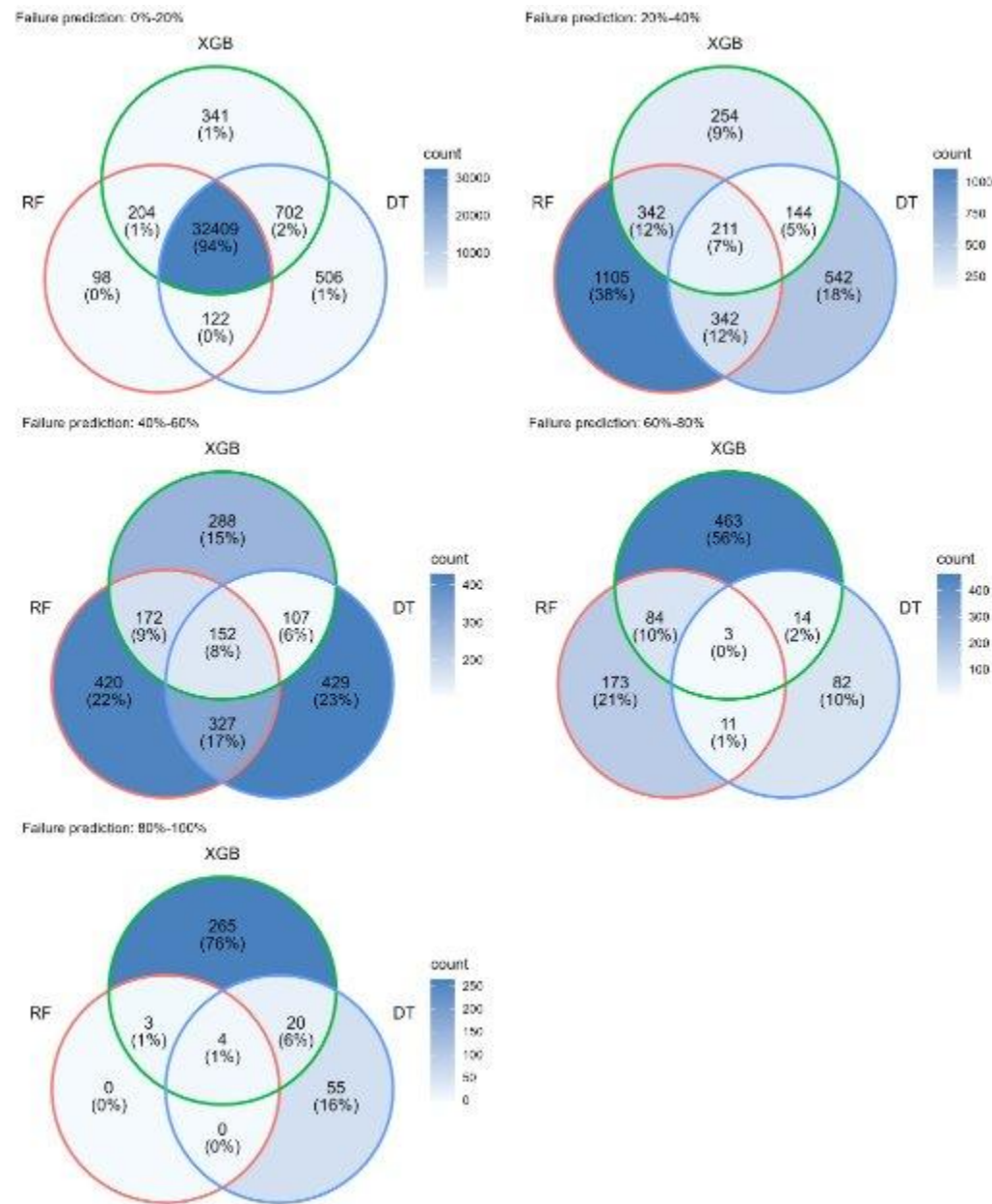
A combination of the models, «sharpening» the models on each other is the best approach,  
reducing uncertainty.

|                      | % of all failures | "Over" prediction |
|----------------------|-------------------|-------------------|
| <b>RF</b>            | 78,9              | 13,8              |
| <b>XGBoost</b>       | 89,0              | 15,0              |
| <b>ANN</b>           | 86,9              | 13,4              |
| <b>Decision Tree</b> | 77,2              | 4,6               |



SINTEF

# Redusere usikkerhet til ML modellene







SINTEF

# Oppsummering - Anbefalinger fra LeakNor for lekkasjereduksjonsarbeid



SINTEF

# Steg 1: identifiser soner med lekkasjer

Soneinndeling:

1. **Installer vannmålere.** Mål vannforbruk inn/ut av sone.
  - a. Vannmålere industri
  - b. Private husvannmålere (smarte husvannmålere)
2. Sett opp **soneregnskap**
3. **Anvend sonevis maskinlæringsmodell** (på vannforbruk) for å oppdage nye lekkasjer i soner, eks. Volve sin Water Alert
4. **Anvend trykkreduksjon** (start med statisk, over tid gå over til dynamisk) for effektiv reduksjon av lekkasjer. Bidrar også til å forlenge levetiden til ledningsnettene.



SINTEF

## Steg 2: identifiser potensielle «syndere»

Innad i sonene:

1. Anvend *LeakNors beslutningsstøtteverktøy* basert på ML (klart våren 2026): **peker ut mistenkte ledninger – versting liste** for hver sone
2. Andre teknologier kan benyttes for å **verifisere verstinglisten**:
  - hydrofoner (evt. Korrelatorer på utsiden av rør) – lytte om natten – korrelering av lekkasjepunkt
  - trykksensorer (se etter trykkfall)
  - Vannmålere på nettet - lokalt forhøyet nattforbruk?



SINTEF

## Steg 3: let etter nøyaktige lekkasjepunkt

Finlokalisering:

1. Ta **utgangspunkt** i verstinglisten
2. **Smarte husvannmålere** – gode erfaringer fra kommuner – installer målere med lekkasjedeteksjon (personvern utfordringer)
3. **Teknologi:**
  - Mange teknologier med varierende suksess/erfaringer
  - Benytt seg av LeakNors teknologimatrise for å identifisere relevante teknologier – kontakt referansepersoner for å få utdypende informasjon

# Hvordan komme ned på 20 % lekkasjer i Norge?

## 1. Nettverk for lekkasjereduksjon

## 2. Kompetanse- og utdanning lekkasjereduksjon

LeakNor diskuterer muligheten for å invitere til dialogkonferanse mellom kommuner og teknologileverandører for å identifisere utviklingsbehov i fellesskap.

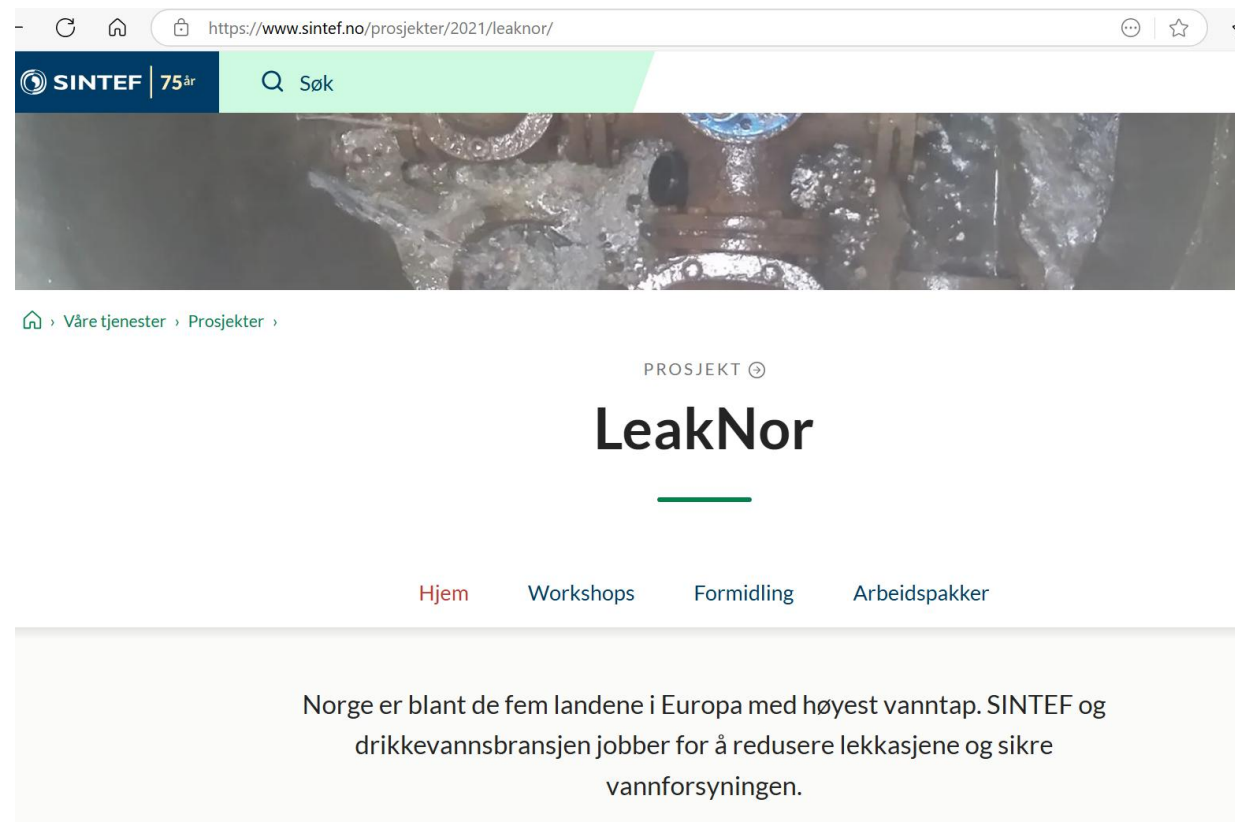
- Høsten 2025
- I Oslo
- Workshop basert
- Identifisere **spesifikke** utviklingsbehov



Kommuner peker ut finlokalisering som det punktet det er størst utfordringer på, og der hvor det er størst behov for innovasjon

# Nettside

- <https://www.sintef.no/prosjekter/2021/leaknor/>







SINTEF

**Takk for meg!**



SINTEF

Teknologi for et bedre samfunn