

Eskeland Electronics AS



- ⊙ Etablert 1993
- ⊙ Adresse: Rasmus Solbergs vei 1, 1400 Ski
- ⊙ Leverandør av:
 - Dataloggere
 - Metalldetektorer
 - Rør og kabelsøkere
 - Lekkagesøkere
 - Radar for grunnundersøkelser
 - Kurs i ledningsøking og lekkagesøk
 - Elektronikkservice



Severin Eskeland
Daglig leder



Jan-Helge Høvset
Siving.

Anne Olussen
Sentralbord & salg



Terje og Jurek
Service og support

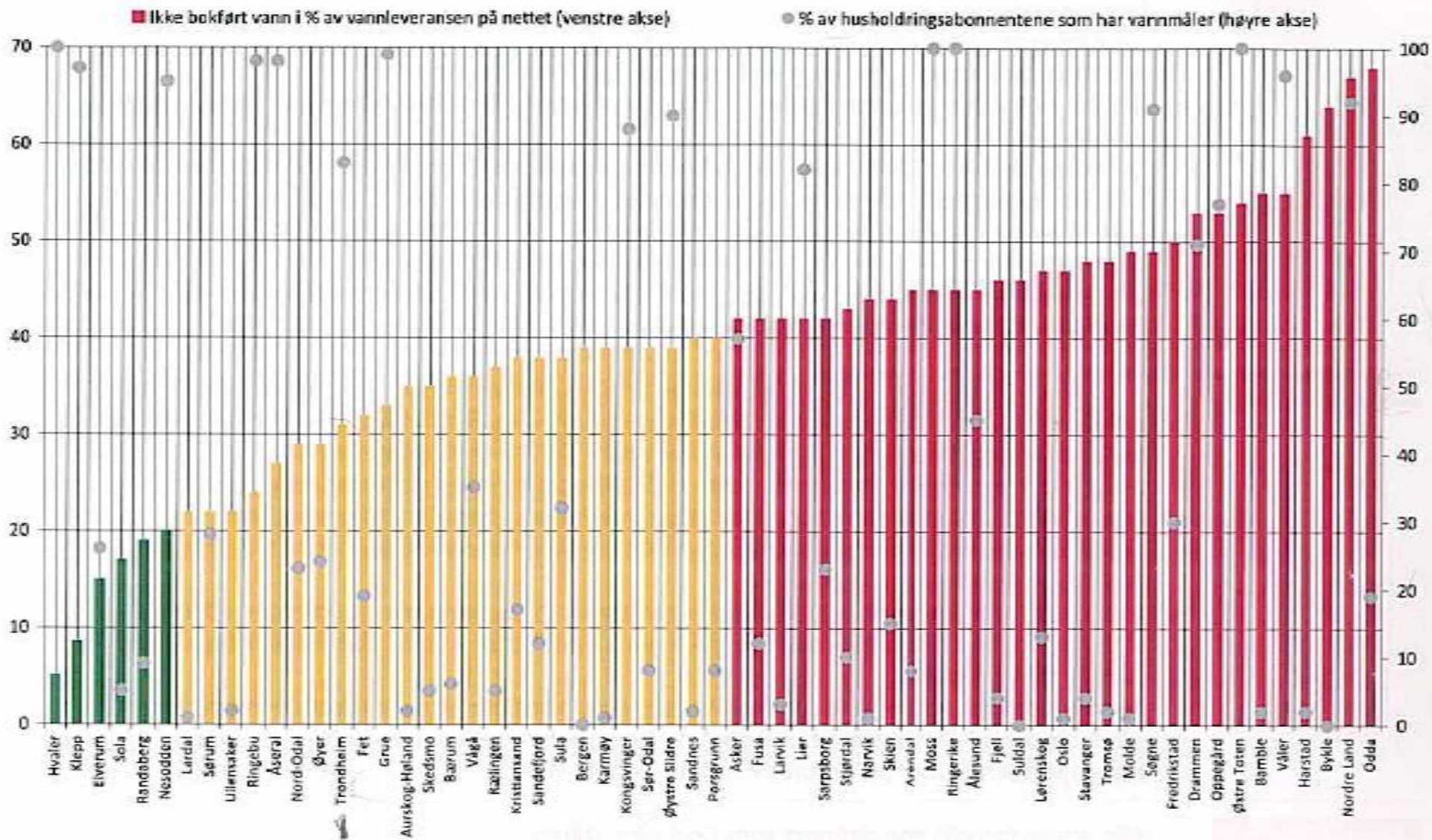
Effektiv lekkasjelokalisering og valg av utstyr og metode for søk på lydsvake lekkasjer

En presentasjon av
Jan-Helge Høvset, Siviling.

Eskeland Electronics AS

12.02.2015

Vanntap på ledningsnettet inkl. tap i private stikkledninger i 2010



Noen Motiver for å drive med lekkasjesøking

© Økonomi - produksjon av vann koster penger (1,17 kr/m³ Trondheim k. 2007, Svein Husby)

Produksjonskostnad vann kr/m ³	Pumpe- kostnader vann kr/m ³	Pumpe- kostnader Avløp kr/m ³	Rense- kostnad avløp kr/m ³	Sum kostnad lekkasjevann kr/m ³
0,74	0,14	0,04	0,25	1,17

Flere motiver for å drive med lekkasjesøking

- ⊙ Redusere investeringsbehov
- ⊙ Mindre vann til renseanlegg (30 - 50 % av lekkasjevann)
- ⊙ Forhindre kapasitetsproblemer, lavt trykk, for lite brannvann, problemer med sprinkelanlegg
- ⊙ Stort lekkasjetap er liten grad av kontroll
- ⊙ Lekkasjesøk på vinteren lønner seg (1,6 mill. m³/år, Trondheim k.)

Kommunale utfordringer

- ⊙ Ledningsnett som lekker
- ⊙ Dårlig økonomi, mangel på personal
- ⊙ Lekkagesøk:
 - Hvem skal utføre?
 - Hvordan utføre?
 - Hva slags utstyr?
- ⊙ Ledningsnett:
 - Dårlig kartverk
 - Lyddødt rørmateriale som PE, PVC o.l.
 - Lange rørstrekk, få tilkoblingsmuligheter

Grovlokalisering (lydsvake lekkasjer)

Målsetning:

- ⊙ Begrense søkeområdet - helst til kumavstand

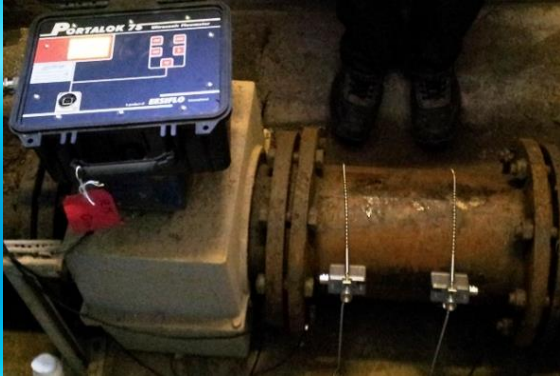
De vanligste metodene:

- ⊙ **Vannmengdemåling**
- ⊙ Stenging eller struping av ventiler (forsterker lekkasjelyden)
- ⊙ Tradisjonell lytting i kummer, linjegang
- ⊙ Lekkasjeovervåking med lydloggere
- ⊙ Trykklogging og avansert nettverksmodellering

Vannmengdemåling

- ⊙ Vannmålere benyttes for å kvantisere og grovlokalisere lekkasjer
- ⊙ Ledningsnettets bør deles inn i mindre områder og forbrukssoner
- ⊙ Mobile målere kan kompensere for manglende stasjonære målere:
Clamp On-måler, innstikksmåler, målebil eller målesløyfe
- ⊙ Vanlige lekkasjeindikatorer:
 - **Minimum nattforbruk**
 - Prosent nattforbruk
 - Nattforbruk pr. kilometer ledning
- ⊙ Vannmålerens nøyaktighet bør kontrolleres regelmessig

Mengdemåling med Clamp On-måler



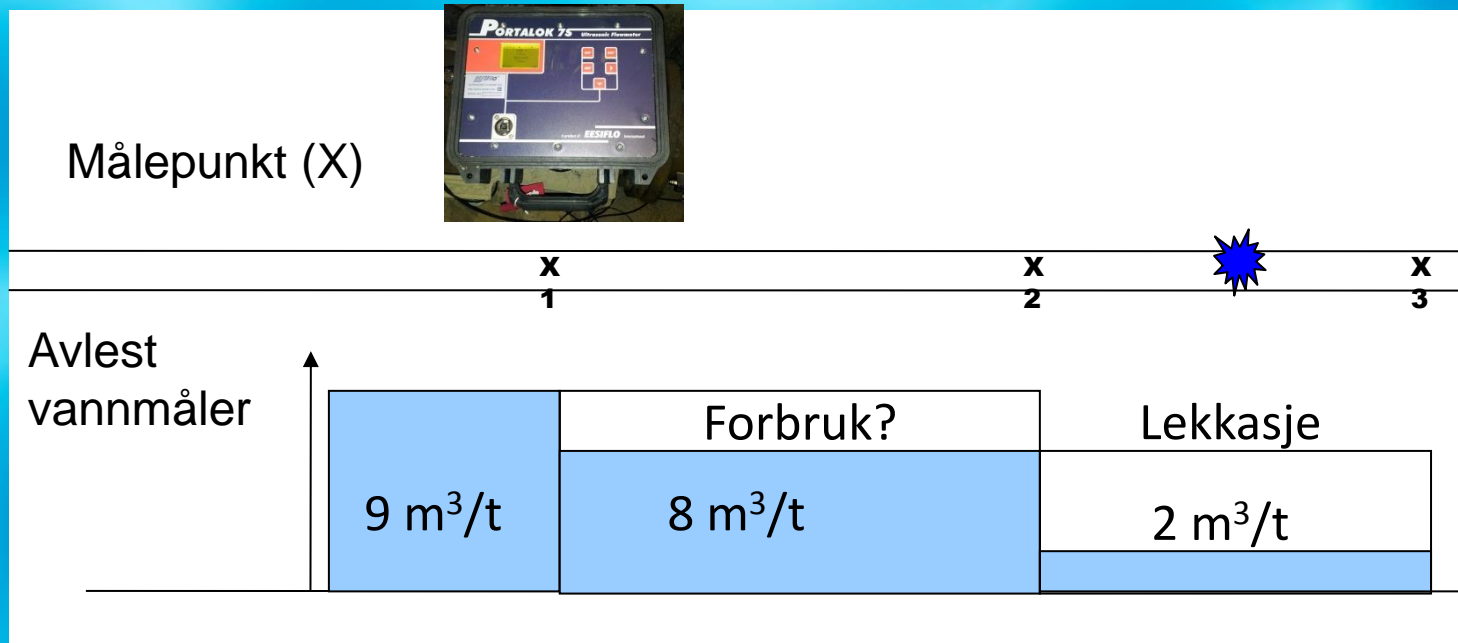
- ⊙ Enkel og plasseringsvennlig installasjon på ledning i drift. Monteres uten behov for anboringer
- ⊙ Typisk målområde 50 - 2500 mm
- ⊙ Viktige egenskaper ved valg av måler er: Robusthet, høy nøyaktighet, datalogger, sensorer som krever kort monteringsavstand uten skinner
- ⊙ Viktige parametere som må angis for korrekt resultat er: ytre rørdiameter, rørtype, rørtykkelse og sensoravstand

Grovlokalisering med mobil vannmåler

Tilførselsledning på 8 km med tre kontrollmålepunkter

⊙ Nattmåling (kl. 2 - 4) viser store forskjeller mellom målepunktene

⊙ Måling (1) $9 \text{ m}^3/\text{t}$, (2) $8 \text{ m}^3/\text{t}$ og (3) $2 \text{ m}^3/\text{t}$



Grovsøk ved lytting

- ⊙ Lytting på stoppekraner og hovedledning med mekanisk eller elektronisk ventil- og stavlytter
- ⊙ Lekkasje lyden kan forplante seg langs røret fra noen få meter til flere hundre meter avhengig av forhold som:
 - lekkasjens form og størrelse
 - ledningens materiale og diameter
 - differanse mellom driftstrykk og lekkasjevannets mottrykk på utsiden av røret
- ⊙ Elektronisk utstyr og lydloggere er mer følsomme enn det menneskelige øre

Lekkasjelytting med lyttestav

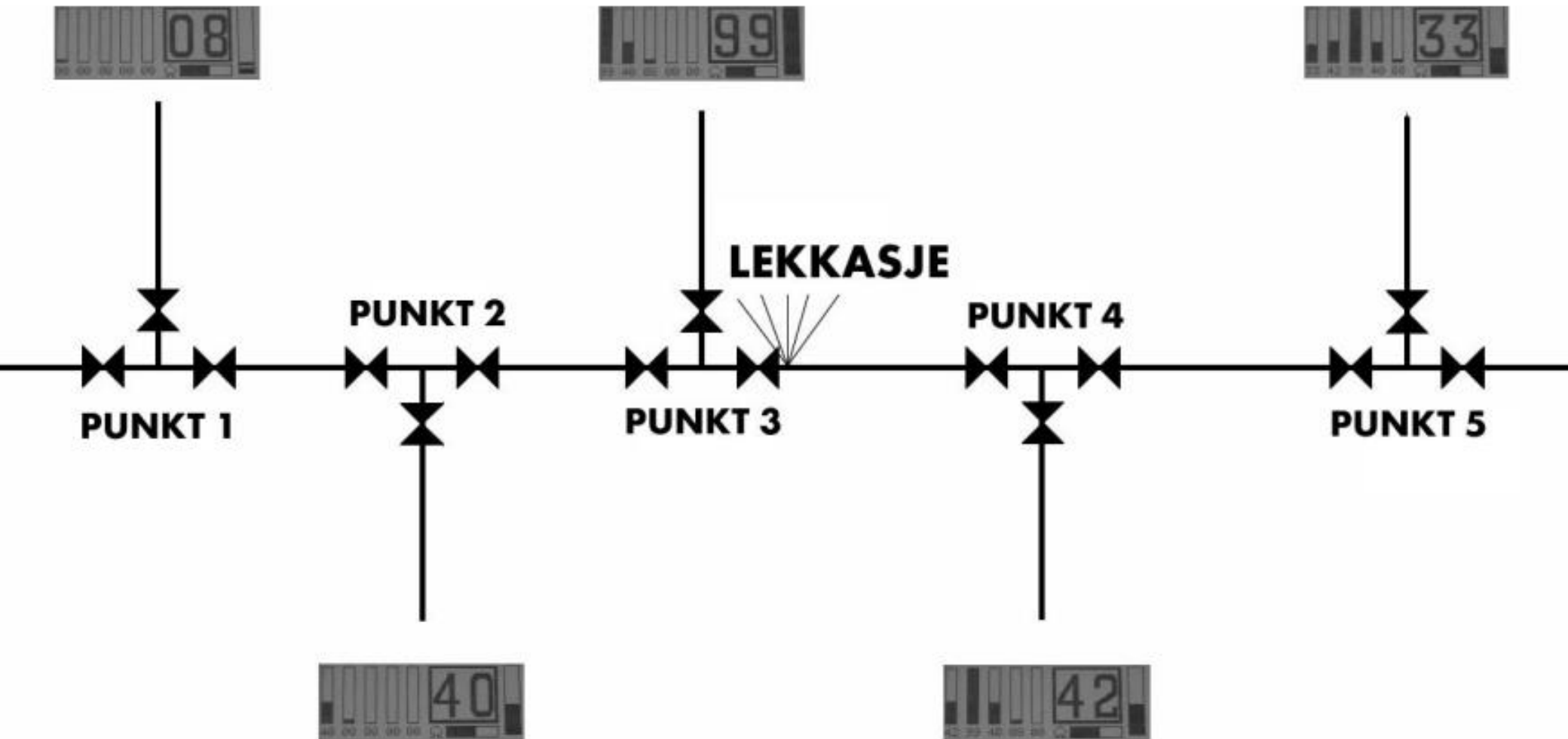


- ⊙ Mekaniske og elektroniske varianter. For PVC og PE-rør er mekaniske varianter ikke egnet
- ⊙ Metoden er vanskelig på lyddøde rørmaterialer som plast, da lekkasjelyden dempes kraftig
- ⊙ Bør ha kontakt med metalliske rördeler Lytt så nære mulig lekkasjen dvs. på røret nære kumveggen
- ⊙ Elektroniske lekkasjelyttere har ofte display som viser lydintensitet
- ⊙ Lyden øker i volum og skarphet i nærheten av lekkasjen
- ⊙ Støy fra forbruk kan være forvirrende på dagtid

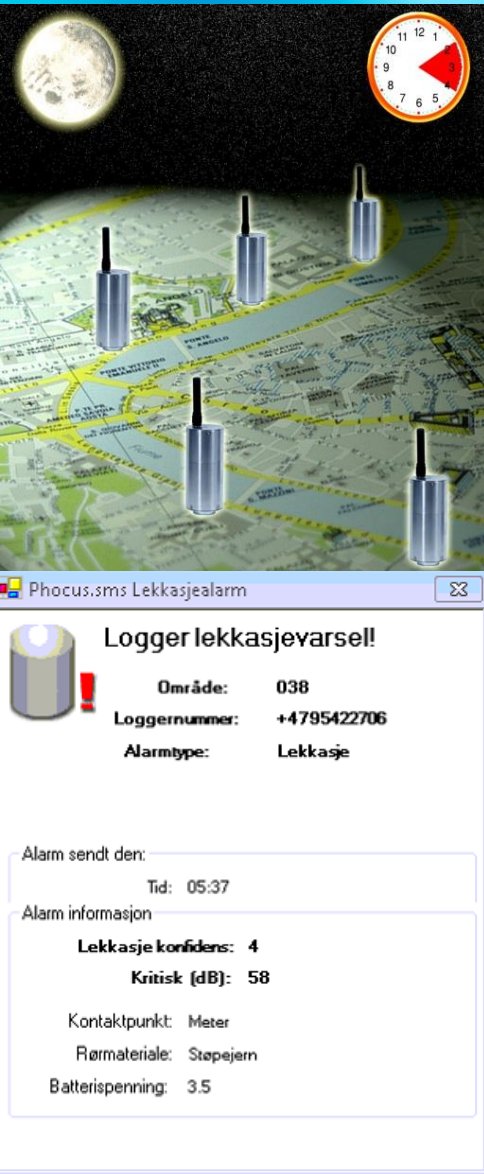
Systematisk ventillytting

- ⊙ Ved ventillytting benyttes stavmikrofonen/lyttestav til å gjøre målinger mot ventiler og andre tilgjengelige rørdeler.
- ⊙ Ventillytting kan forstyrres ved høyt forbruk, og systematisk ventillytting (linjegang) over større områder bør derfor gjennomføres om natten for størst effekt. Da er støyen fra forbruk minst og lekkasjelydene mer framtrædende.
- ⊙ En god praksis er å noter lydverdiene på en utskrift av ledningskartet

Grovlokalisering med lyttestav



Grovsøk med lydloggere



- ⊙ System for automatisk lekkasjeovervåking
- ⊙ Loggere lytter etter lekkasjer på natten
- ⊙ Plasseres på ledningen med 100 - 400 meters mellomrom avhengig av rørtype og ledningstrykk
- ⊙ Avleses med mottager i bil, eller ved automatisk lekkasjevarsling via SMS
- ⊙ Skiller mellom lekkasje og forbruk ved å studere variasjoner i lyden
- ⊙ Vedlikeholdsfri utforming. Opptil 10 års batterilevetid for logger
- ⊙ Forenkler grovsøkingen og reduserer utgifter til mannskap og nattarbeid

Grovlakalisering med lydlogger



Lekkasje på innlegg (stikkledning)
funnet 27 meter fra logger 487



AF225
VL150

Mål for grovsøking

- ⦿ Begrense søkeområdet, helst til kumavstand
- ⦿ Neste skritt blir finsøking dvs. eksakt stedsbestemmelse av lekkasjeposisjon

Metoder for finlokalisering

- ⊙ **Korrelasjon**
- ⊙ **Korrelerende lydloggere**
- ⊙ **Marklytting**
- ⊙ **Sporgassmetoden med hydrogen**
- ⊙ **Ny metode PipeMic!**
- ⊙ Andre metoder: Kamerakjøring i avløpsledninger, varselbånd, smartball, termokamera etc.

Faktorer som påvirker akustisk lekkasjelokalisering

Enklere lekkasjelokalisering

Metallrør
Liten rørdiameter
Kompakt omfyllingsmasse
Høyt ledningstrykk
Lite fremmedstøy

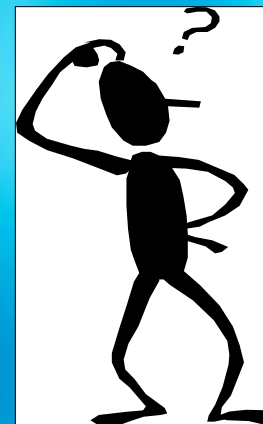
God lyd



Utfordrende lekkasjelokalisering

Plastledninger
Stor rørdiameter
Løse omfyllingsmasse
Lavt ledningstrykk
Mye fremmedstøy

Lite lyd

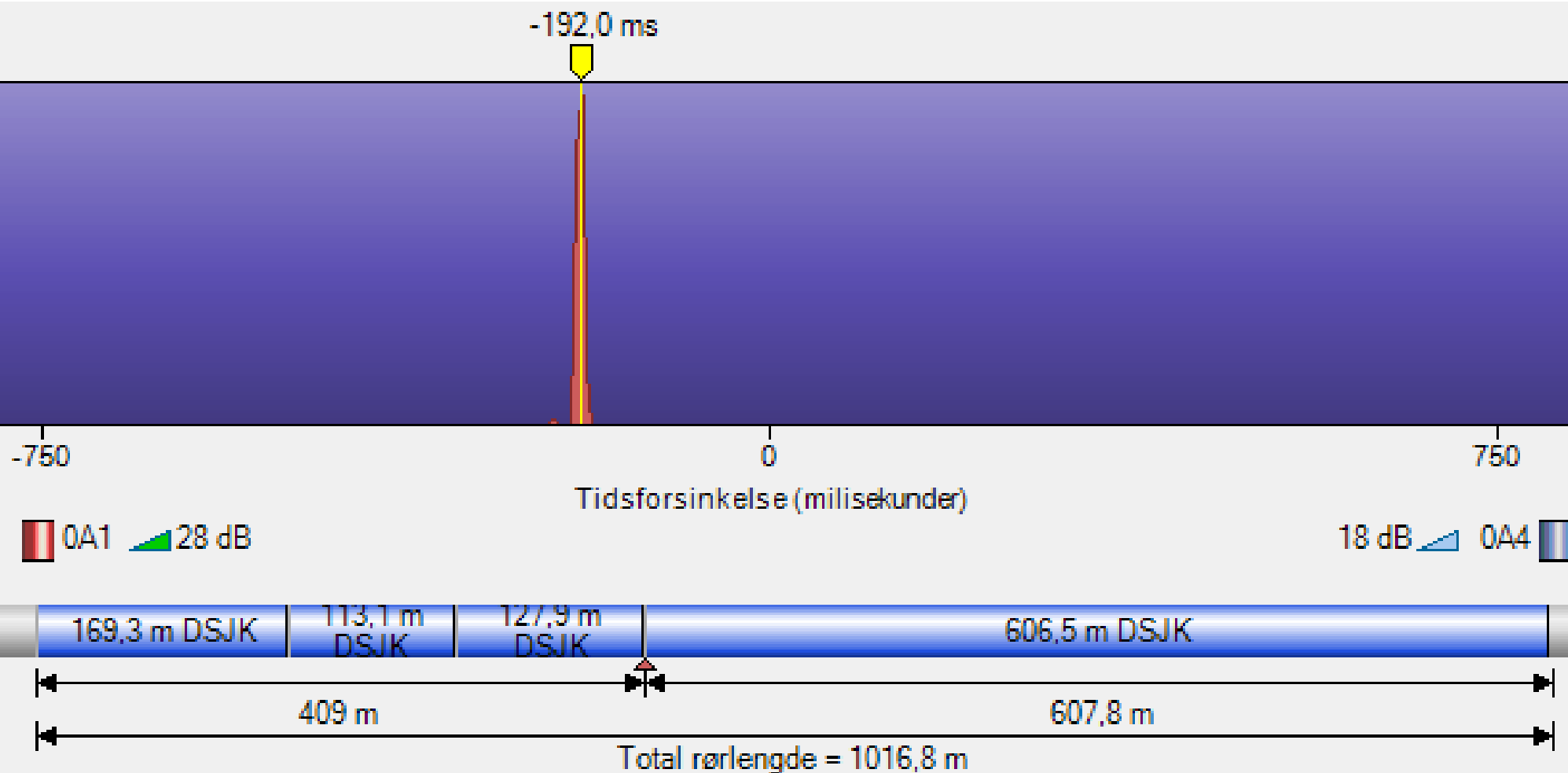


Korrelatorens historie

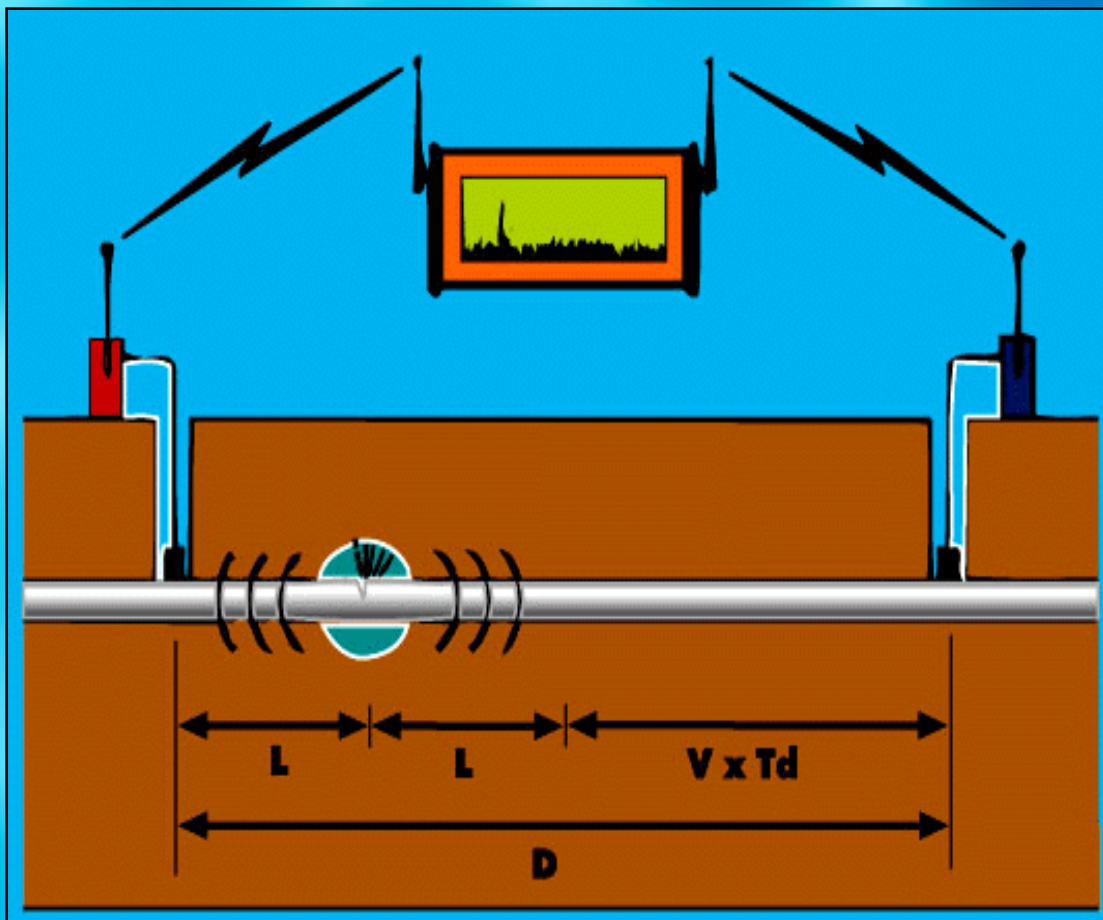


- ⊙ Patentert av Water Research Center (England) på 70-tallet
- ⊙ Masseprodusert fra midten av 80-tallet
- ⊙ Revolusjonerte lekkasjesøkingen når den kom
- ⊙ Standard utstyr i de fleste lekkasjesøkingsbedrifter i dag
- ⊙ Pris for de rimeligste løsningene har sunket fra kr 300.000 (80-tallet) til kr 70.000 i dag

Korrelasjonsprinsippet



Korrelasjonsprinsippet



L Avstand fra nærmeste sensor til lekkasjen

V Lydens forplantingshastighet

D Rørlengden mellom sensorer

T_d Tidsforsinkelsen

Formel:

$$D = L + L + V \times T_d$$

som gir:

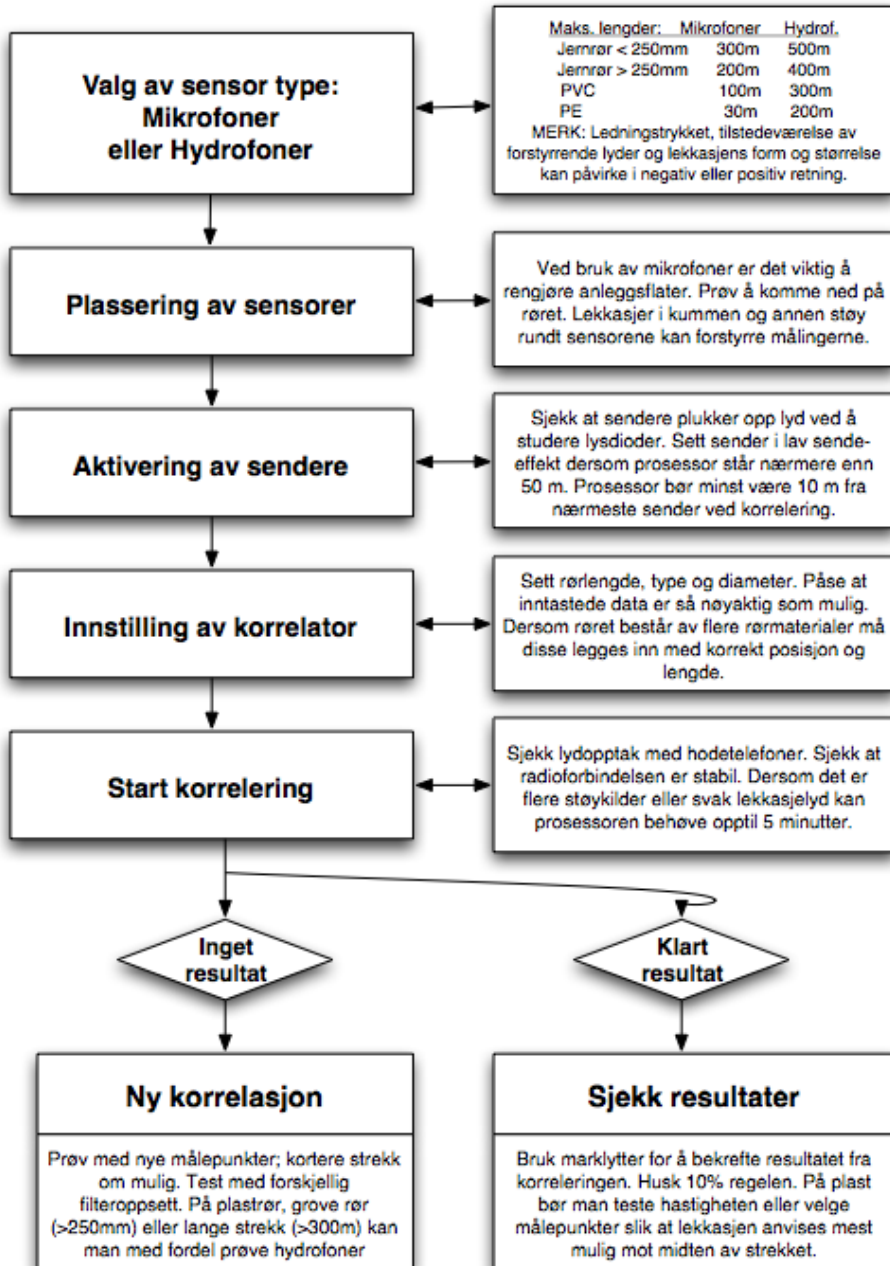
$$L = \frac{D}{2} - \frac{(V \bullet T_d)}{2}$$

Interessante fakta om

$$L = \frac{D}{2} - \frac{(V \bullet T_d)}{2}$$

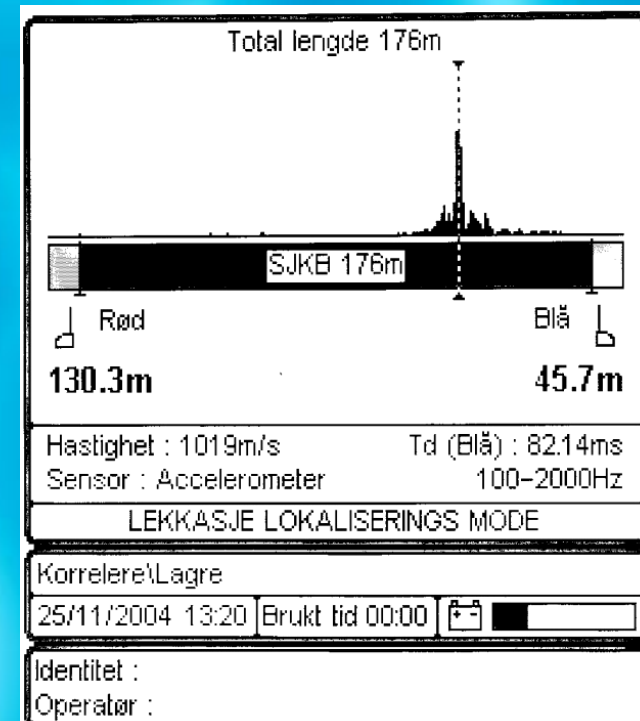
- ⊙ Viktig at inntastet rørlengde (D) og hastighet (V) er mest mulig riktig. Td måles automatisk av korrelator, såfremt man har et utslag
- ⊙ Rørlengden (D) og lekkasjelydens hastighet (V) representerer usikkerheten
- ⊙ 10 m feil i inntastet rørlengde vil resultere i 5 m feil i anvisningen
- ⊙ Avvik i hastighet vil gjøre seg gjeldende når tidsforsinkelsen er stor

Oppsett av lekkasjekorrelator



Fremgangsmåte

- ⊙ Valg av sensortype
- ⊙ Ut plassering av sensorer
- ⊙ Aktivering av sendere
- ⊙ Innstilling av rørdata
- ⊙ Starte korrelering
- ⊙ Filtrering - Når man ikke har noen klar topp
- ⊙ Lagring og rapportering



Effektiv finlokalisering med Enigma korrelerende lydloggere



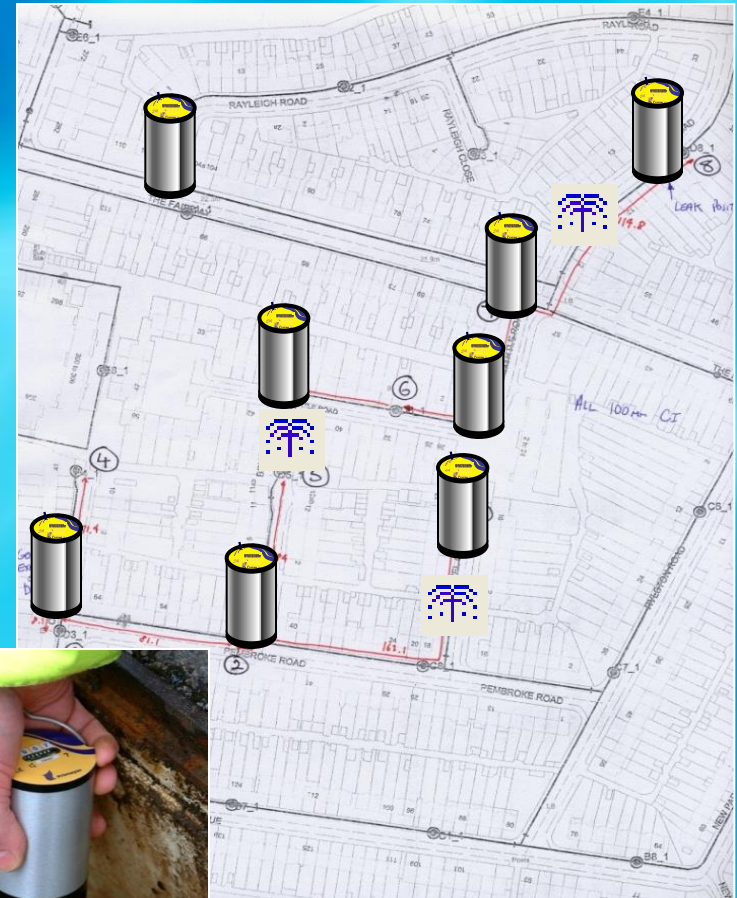
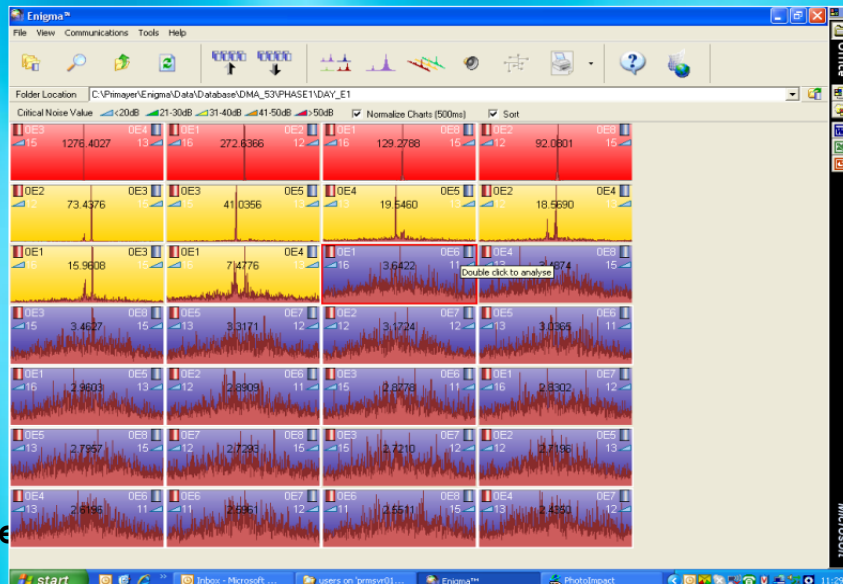
Enigma med en eller flere kofferter med 8 stk. loggere for systematisk søk over større områder



Enigma kofferter med 3 - 4 loggere brukes som korrelator

Hva er korrelerende lydloggere?

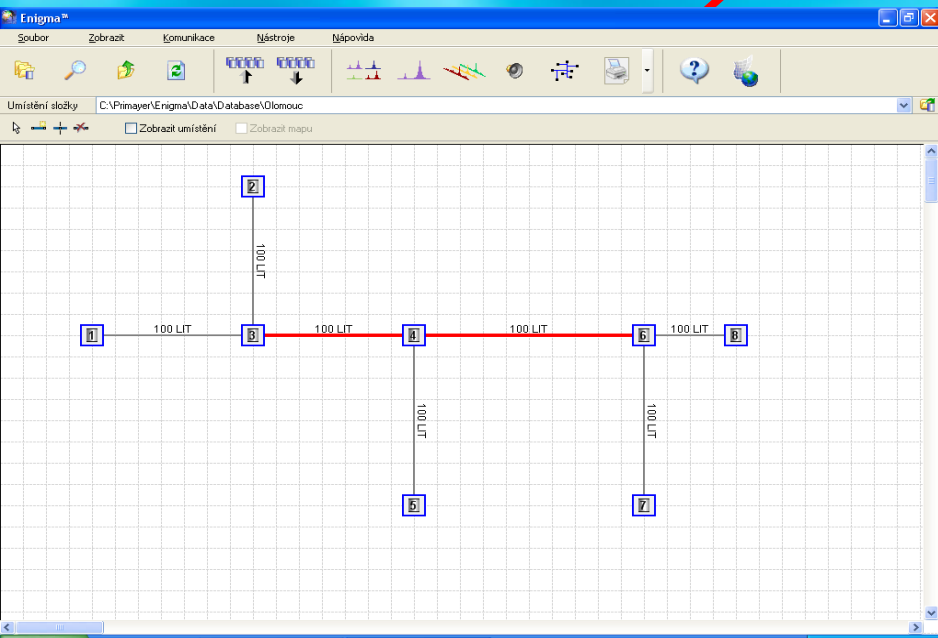
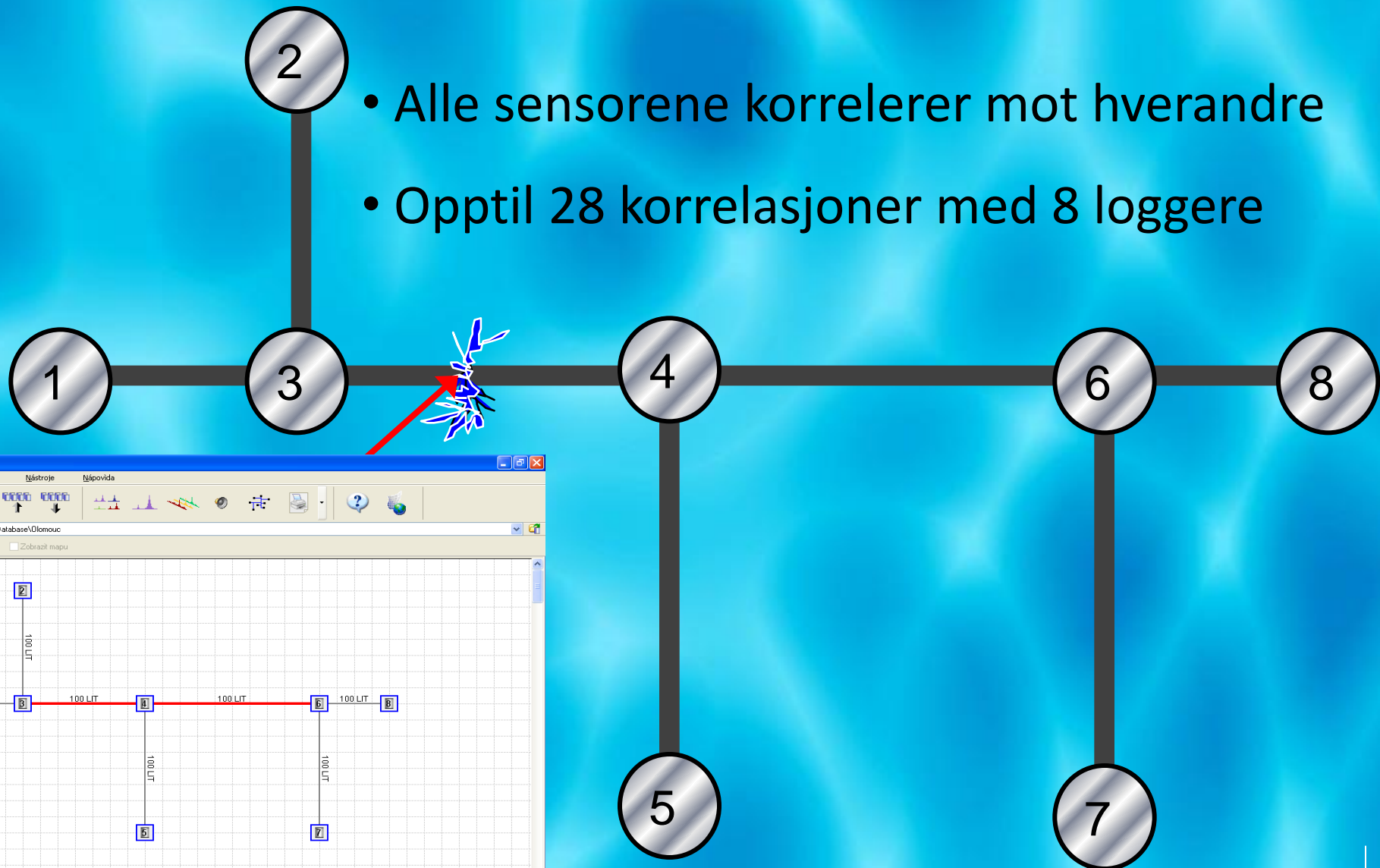
- ⦿ En flerpunktskorrelator
- ⦿ Systematisk lekkasjesøk over et større område samtidig
- ⦿ Kombinerer grovlokalisering og finlokalisering i ett moment
- ⦿ Flere mulige lekkasjer kan lokaliseres og rapporteres



Hvorfor bruke korrelerende loggere?

- ⊙ Kan korrelerer på natten når fremmedstøyen er lavere og ledningstrykket høyest (minimerer nattarbeid)
- ⊙ Flere korreleringer hver natt gjør det enklere å skille forbruk fra lekkasjer
- ⊙ Lyden lagres digitalt i logger og eliminerer behovet for radiooverføring som kan introdusere støy i systemet
- ⊙ Lydfilene lagres på PC og kan når som helst hentes frem for rekorrelering med nye filterinnstillinger eller nye rørmaterialer
- ⊙ Trafikkvennlig, da kummen kan lukkes så snart loggeren er plassert på røret

Flerpunktskorrelering i praksis

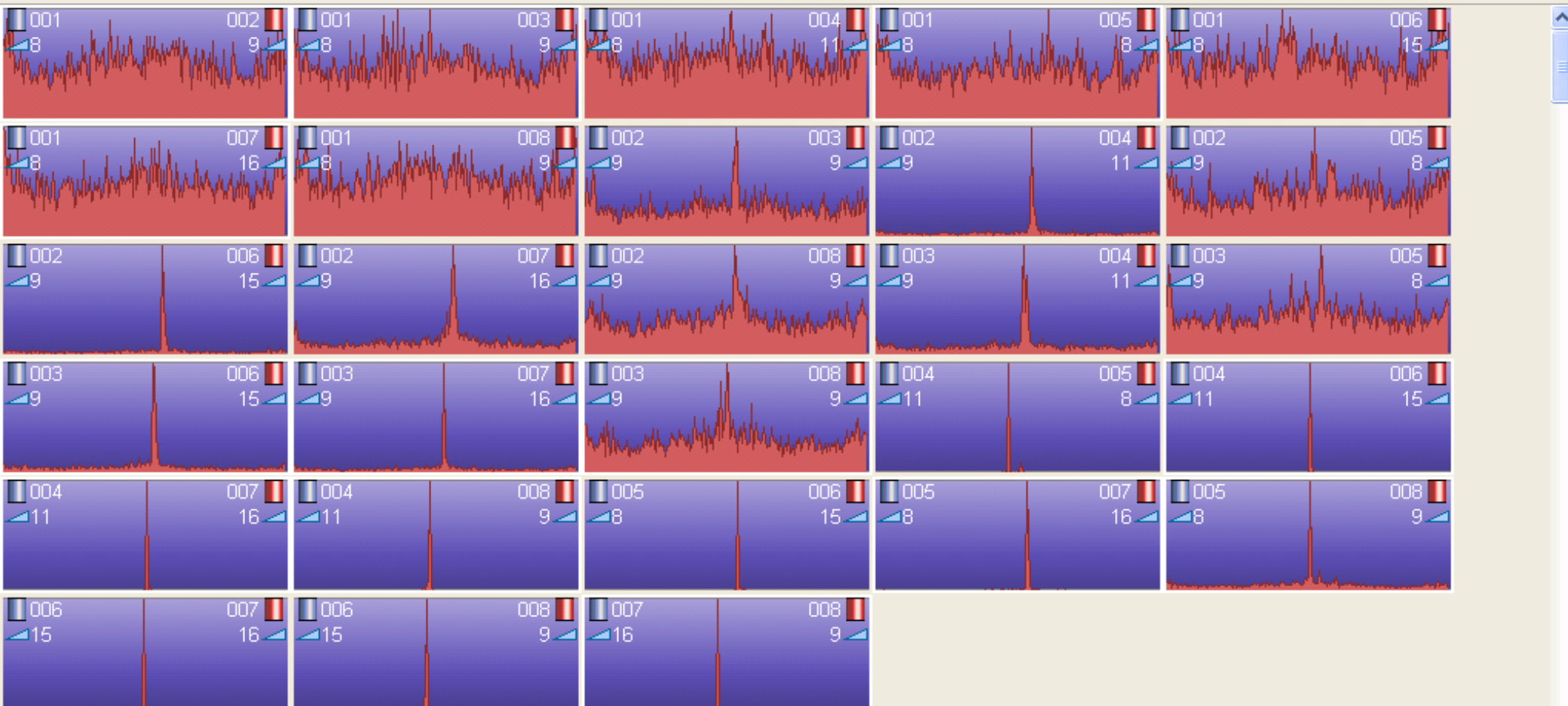


Folders Search Up Refresh Program Readback Results Analysis Epochs Sound Network Print Help Primayer

Folder Location C:\Primayer\Enigma\Data\Database\HAMCO\DMA 15 UXBRIDGE RD\DAY 1 BOX A\TEST DAY ONE

TEST DAY ONE

Critical Noise Value <20dB 21-30dB 31-40dB 41-50dB >50dB Normalize Charts



Oppsett og programmering

1. PC programmering:
 - ⦿ Velg tidspunkt eller utsatt tid

2. Koffertprogrammering



Enigma veiviser for programmering

Veiviser for programmering

Veiviser for programmering

Periode varighet

Tidspunkt logging Utsatt logging

Aktuell tid
27/04/2009 21:14:20
 Sett til PC klokke

Periode 1 02:00 Intervall (min)

Periode 2 03:00 60 Periode 1 til 2

Tid Periode 2 til 3

Periode 3 04:00 60

Programmere

Definer datalagring

Avbryt Hjelp Tilbake Neste Klar

Plassering

En kraftig magnet på undersiden sørger for at loggeren fester seg til jernholdige objekter



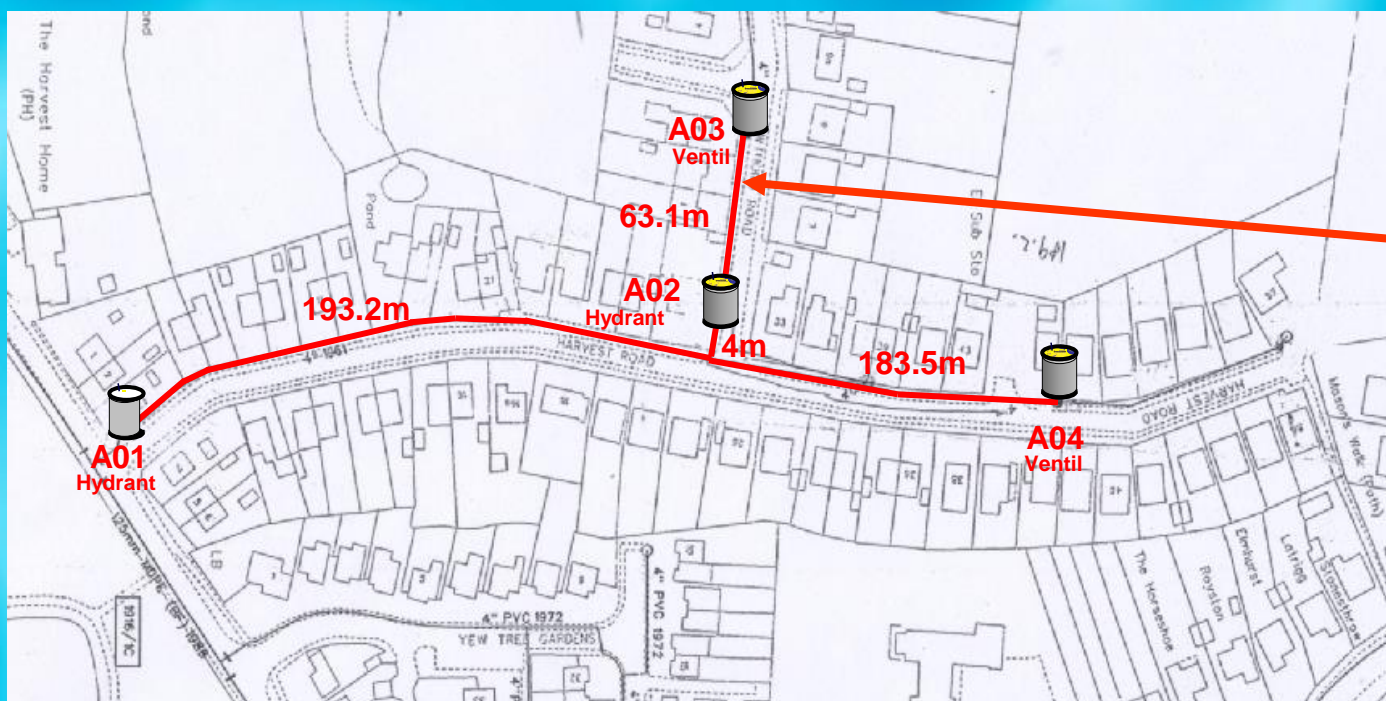
Det er flere brukbare festepunkter:

- ⊙ På røret
- ⊙ Rørflenser
- ⊙ Hydranter
- ⊙ Ventiler (unntatt reduksjonsventiler)
- ⊙ Stoppekraner

Utplassering av loggere

Det er helt avgjørende for resultatet at loggernes posisjoner angis korrekt

En god praksis er å markere loggernummer og posisjon på kart, og notere avstanden mellom loggerne.



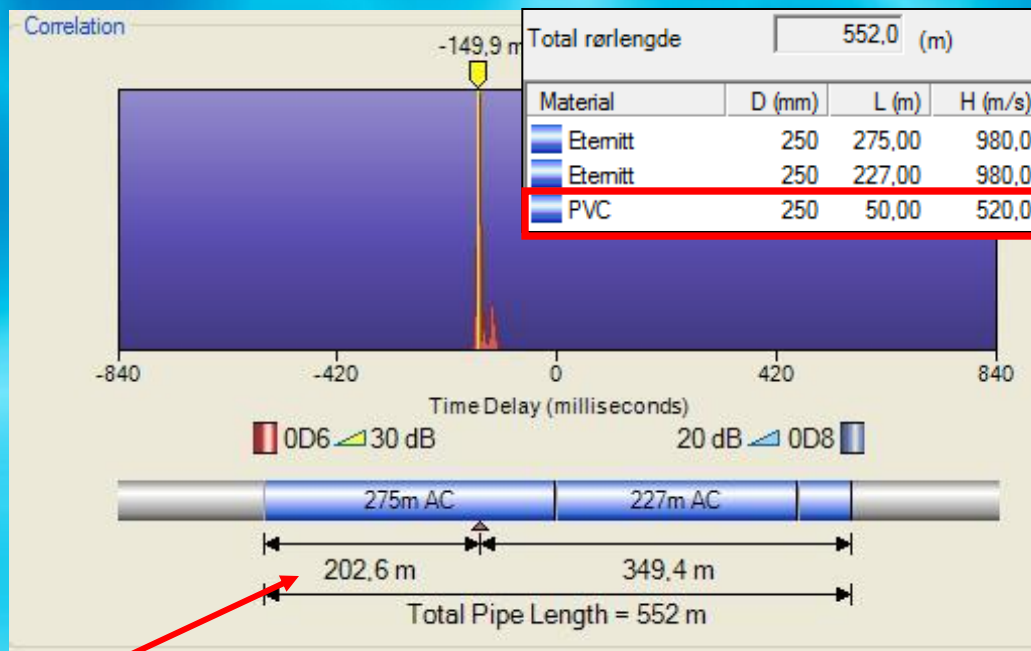
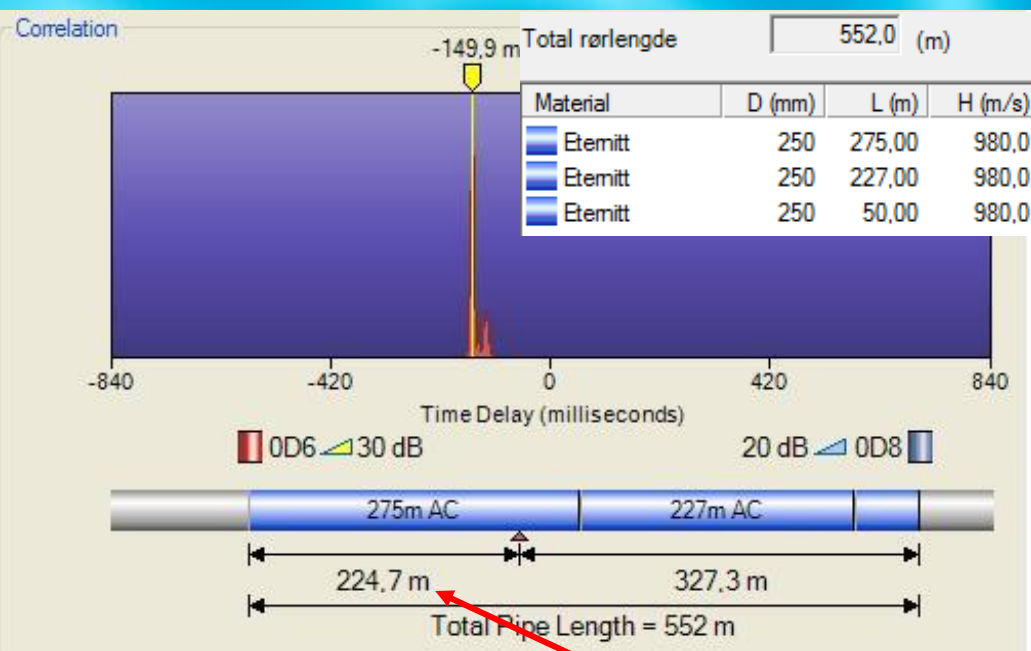
Rørlengder må angis nøyaktig. Bruk målehjul for å måle opp trasé om nødvendig.

Alle avstander noteres og legges inn i programvaren. Sid nummer eller annen ID kan også lagres.

Tips/råd (ved korrelasjon på lydsvake lekkasjer)

- ⊙ Rørstrekk med blandede materialer introduserer større feilmargin
- ⊙ Mål lyd hastigheten - Avvik mellom faktisk hastighet og tabellhastighet er vanlig for plastrør (PE/PVC)
- ⊙ Filtrering - Benyttes for å fjerne bakgrunnsstøy og fremmedstøy, dersom standardfilteret ikke finner lekkasjen
- ⊙ Bruk hydrofoner der mikrofoner ikke gir resultat
- ⊙ Bruk marklytter, PipeMic eller Hydrogenmetoden for å bekrefte korrelasjonsresultatet

Blandede rørmaterialer – Eternitt/PVC



Feil rørdata med 50 m eternitt i stedet for PVC flytter korrelasjonstoppen hele 22 m

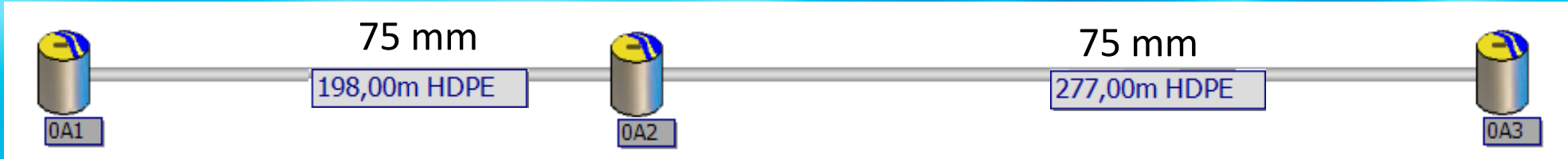
Hvorfor er rett lyd hastighet viktig?

Korrelatorer benytter seg av tabellverdier for å beregne lekkasjepunkt

- ⊙ Tabellverdier kan avvike fra den faktiske lyd hastigheten, noe som gir feil i utregningen
- ⊙ Avvik i hastighet vil gjøre seg gjeldende når tidsforsinkelsen er stor

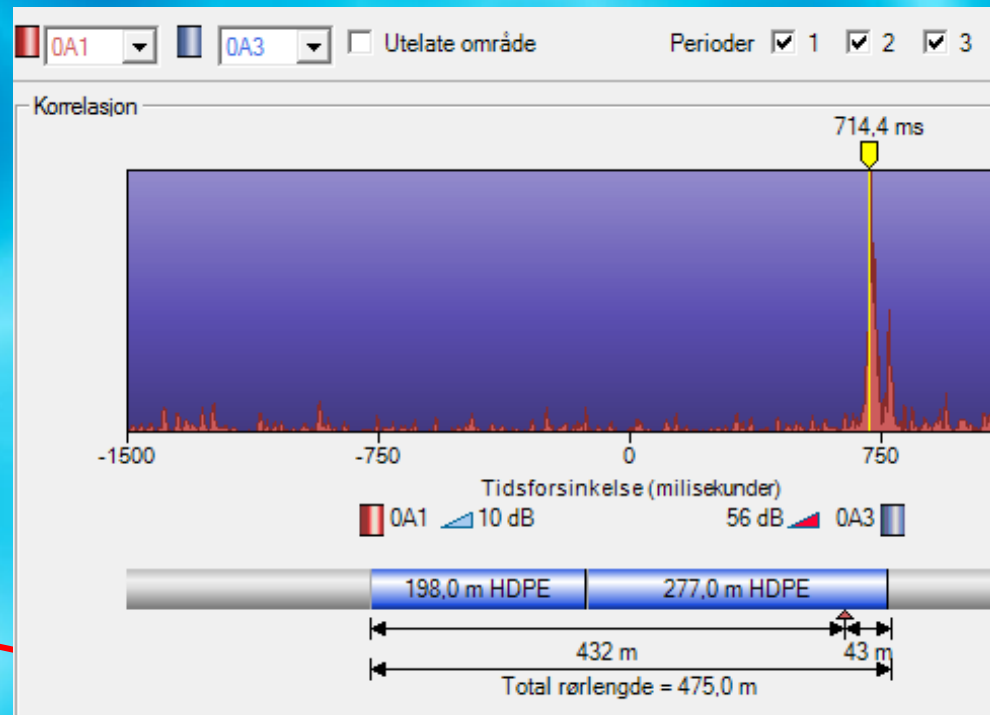
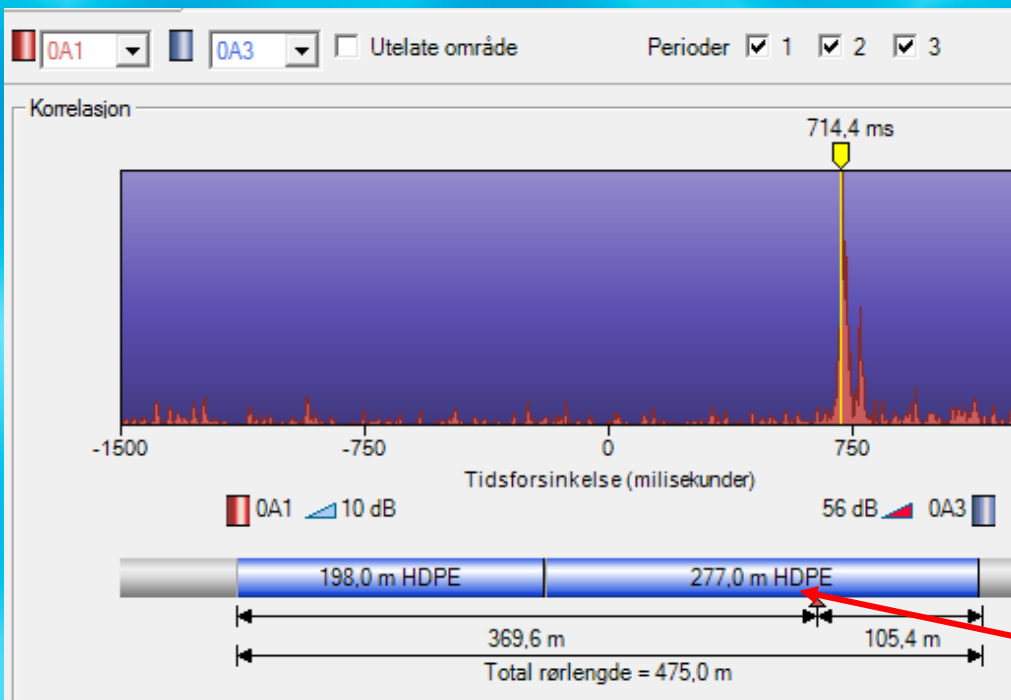
Når bør vi måle lyd hastigheten

- ⊙ Bør benyttes der rørmaterialet er ukjent
- ⊙ De største hastighetsavvikene finner vi på plast som:
 - herder over tid
 - påvirkes mer av fyllmasse. Kompakt masse vil for eksempel "stive" opp røret og øke lyd hastigheten
 - Et stort utvalg av trykklasser og plasttyper gjør det vanskelig å utvikle en nøyaktig tabell over teoretiske hastigheter
- ⊙ Kontroll av lyd hastighet er god praksis



Korrelasjon 1 – 3, 105,4 m fra 3

Lydhastigheten korrigerert fra 370 til 545 m/s



Korrigering av lydhastigheten “flytter”
lekkasjeanvisningen $105,7 - 43,0 = 63,7$ meter

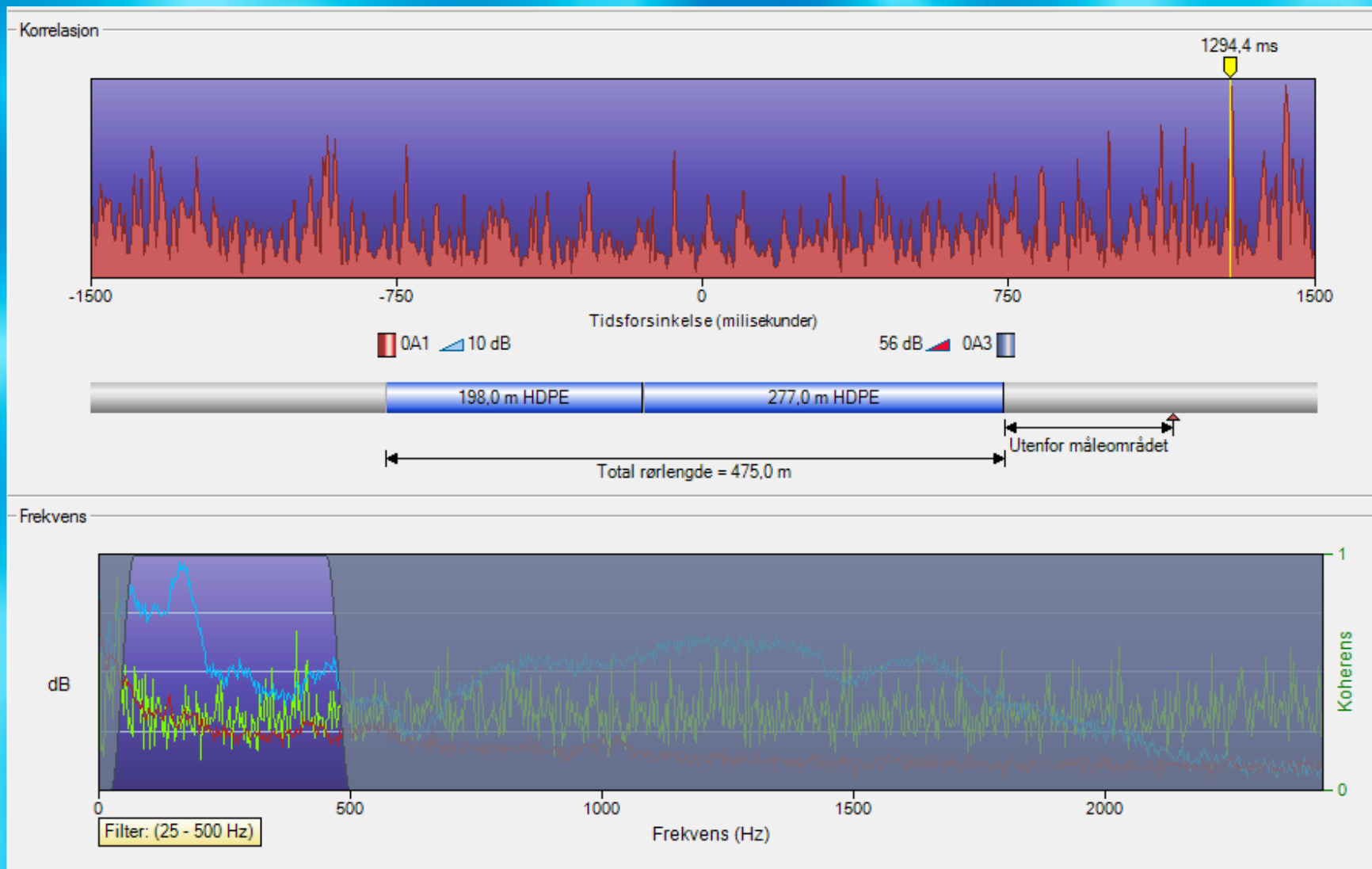
Lekkasjen på PE-ledningen i Kåfjord



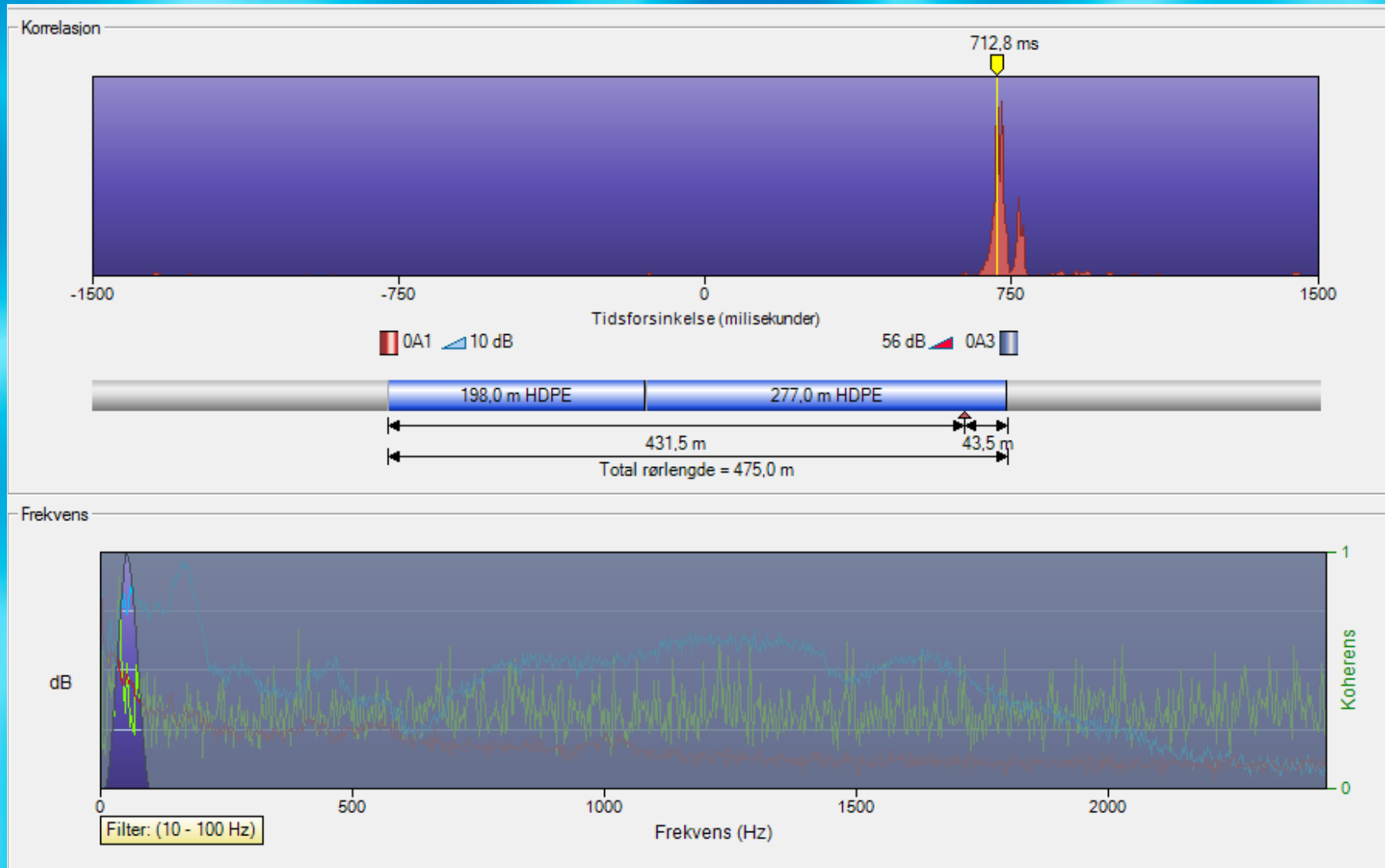
Eksempel på standardfilter

Rørmaterial	Filter (Hz) Mikrofoner	Filter (Hz) Hydrofoner
CU, DUK, Galv, Stål og SJK	100 - 2000	25 - 1000
Betong, Bly og Eternitt,	100 - 2000	25 – 500
PE og PVC	25 - 500	3 - 250

Standardfilter: 25 – 500 Hz på 475 m PE



Filter: 10 – 100 Hz fjerner fremmedstøyen



Utfordringer på plast og lydsvake lekkasjer

De mest krevende situasjonene

Plastledninger

Stor rørdiameter

Lange strekk

Nyanlegg

Bruk hydrofoner
om mulig

Lavt ledningstrykk

Mye fremmedstøy

Korreler på natten med
hydrofoner om mulig

Hydrofoner

Brukes på lydsvake lekkasjer der mikrofoner ikke har gitt resultat

+ Hydrofoner er mer følsomme for lavfrekvente lekkasjelyder

+ Hydrofoner er mindre følsomme for vær, vind og lyder på overflaten, siden sensoren er senket ned i vann

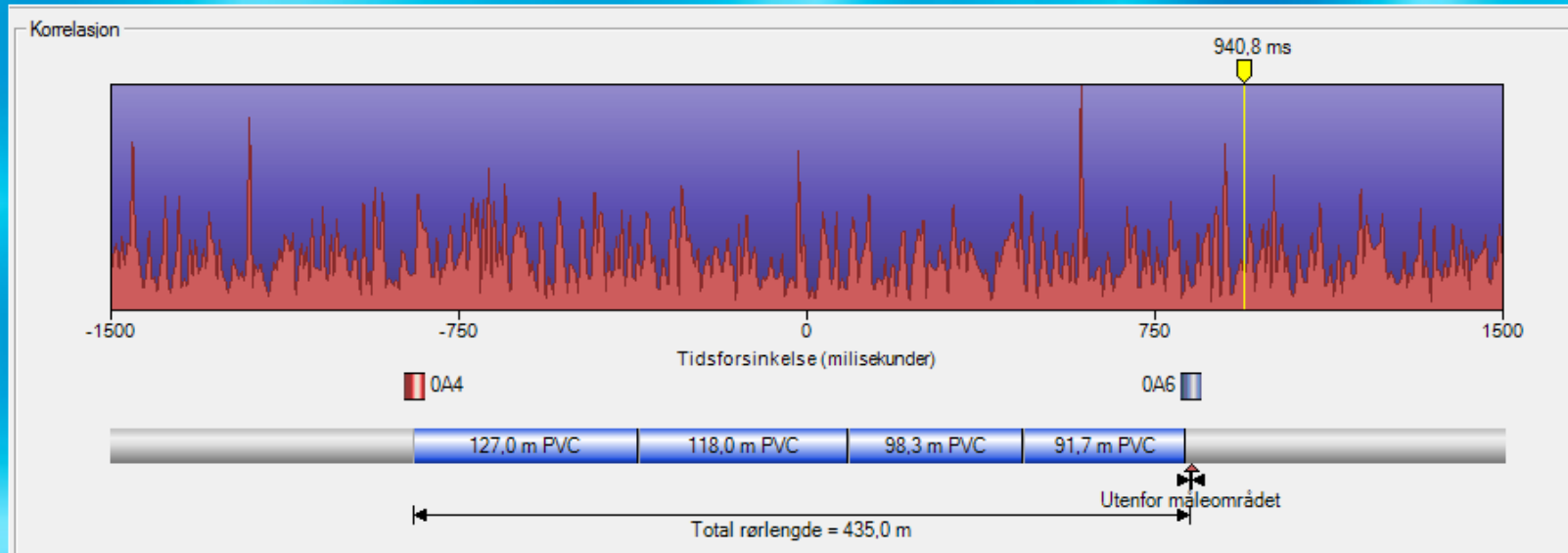
- Få tilkoblingsmuligheter

- Tidkrevende montering

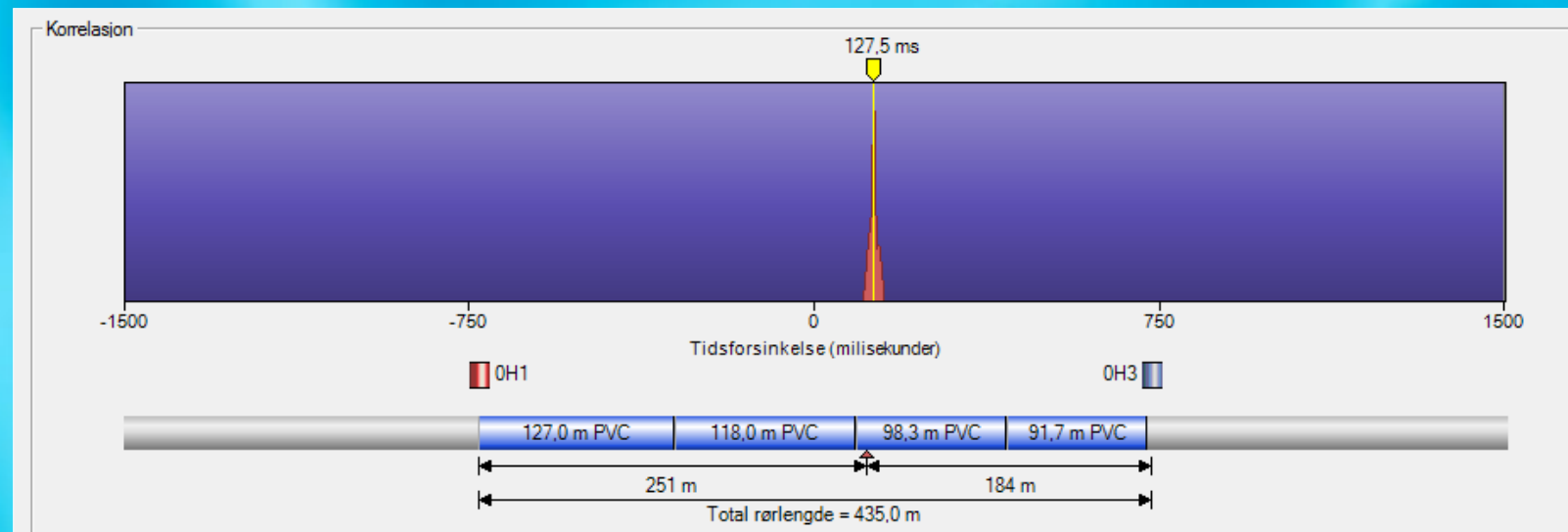
- Alle koblinger må være tette



Mikrofonloggere på 435 meter PVC rør

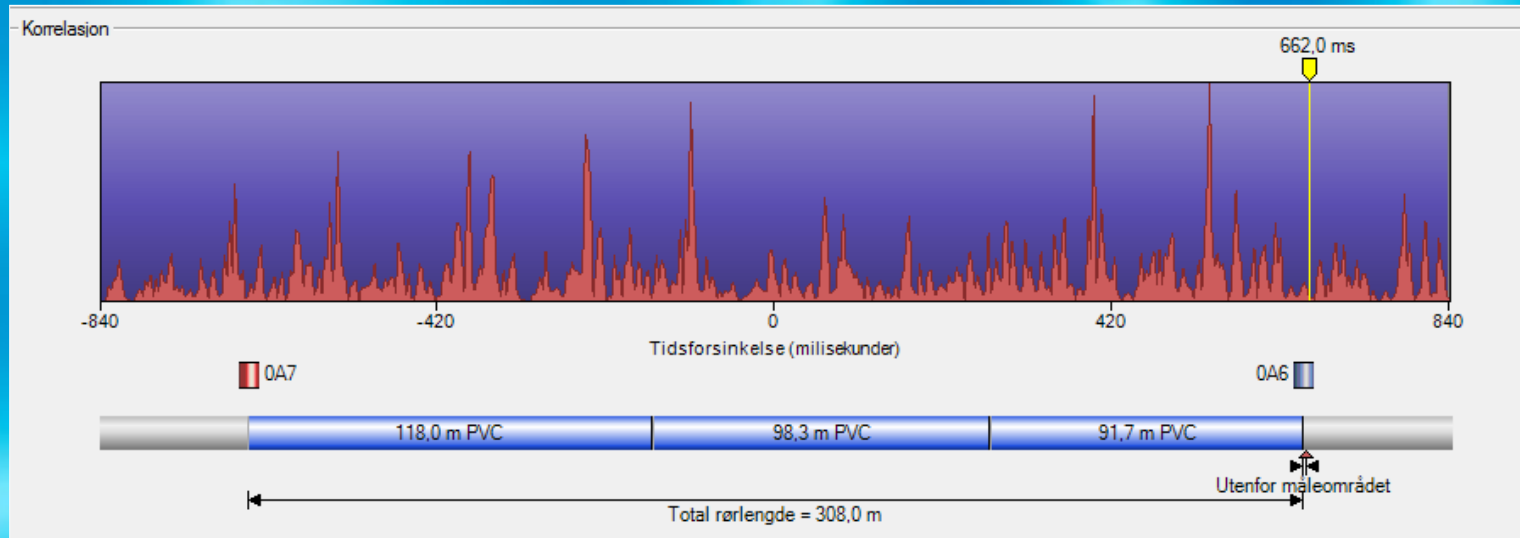


Hydrofonloggere på samme ledning

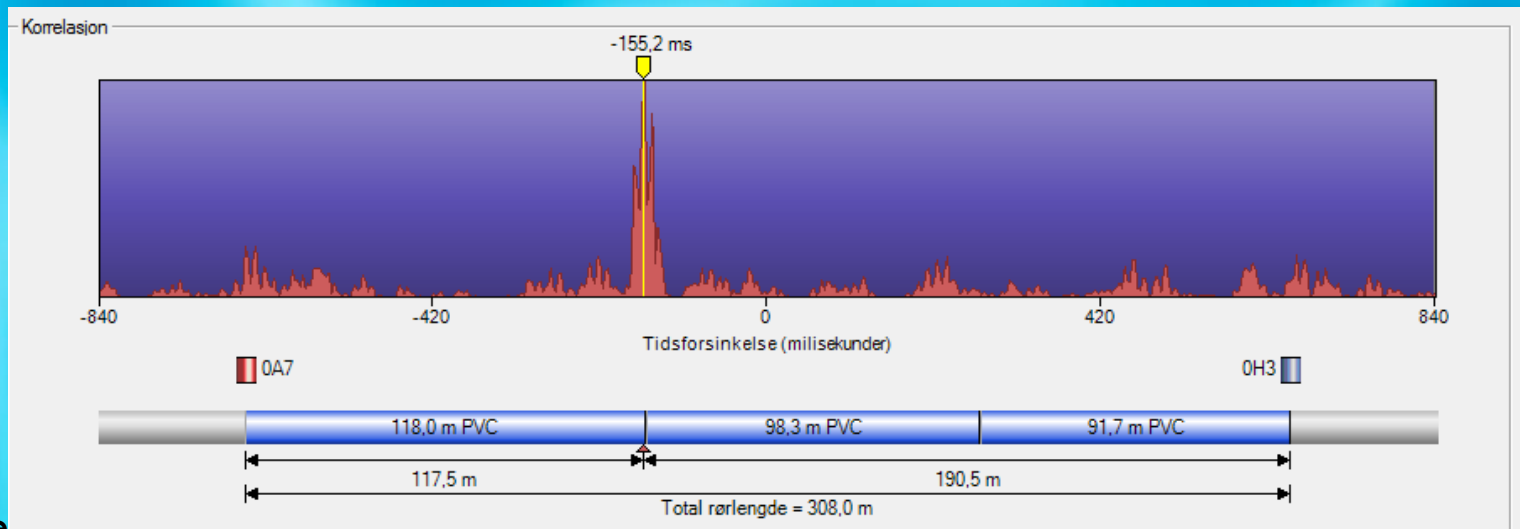


Samtidig korrelering med mikrofoner og hydrofoner

Mikrofonloggere på 308 m PVC



Mikrofonlogger og hydrofonlogger



Finsøking - marklytting

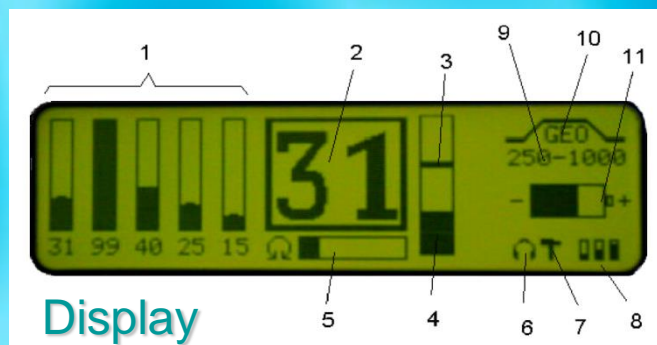
- ⊙ Marklytting utføres for eksakt stedsbestemmelse av lekkasjeposisjon
- ⊙ Metoden baserer seg på at lekkasjestøyen forplanter seg gjennom marken opp til overflaten.
- ⊙ Benyttes for å bekrefte resultatet fra korrelatorsystemer
- ⊙ Metoden er følsom for regn og vind, trafikkstøy og annen overflatestøy

Lekkasjelytter - marklytter



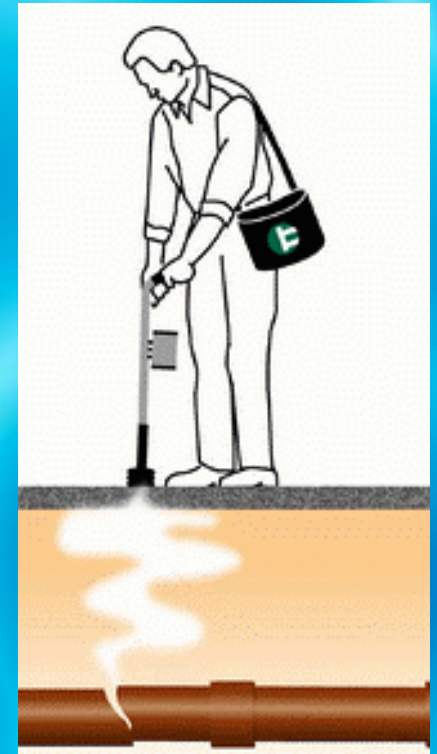
En moderne marklytter er et av de viktigste hjelpemidlene for effektiv finlokalisering

- ⊙ Mikroprosessorstyrt med lav egenstøy og høy forsterkning.
- ⊙ Display med nattlys, minne for flere målinger er en fordel.
- ⊙ Markmikrofon med adapter for bløtt underlag er nødvendig.
- ⊙ Frekvensfilter, frekvensanalyse og hørselsbeskyttelse.



Hydrogenmetoden

- ⊙ Hydrogengassblanding (10 %) fra trykkflaske føres inn i røret via trykkregulator og slanger
- ⊙ Overflaten over røret sjekkes med en følsom og selektiv gassdetektor
- ⊙ Uavhengig av rørtype, trykk og lyd
- ⊙ Relativt tidkrevende i forhold til akustiske metoder



Hydrogenmetoden i praksis

- ⊙ Metode 1: Gass på avstengt ledning som tømmes for vann
 - Velges for lekkasje under 1 liter/min
 - Ha gass minst tilsvarende 2 ganger volumet til rørstrekket tilgjengelig
- ⊙ Metode 2: Gass på ledning i drift
 - Kan benyttes ved lekkasje over 1 liter/min
 - Behøver minimum 3 Bars vanntrykk for at gassen skal løses opp i vannet (løslighet på 2 % per Bar)
 - Bruker normalt mindre gass enn metode 1
 - Gassen må føres inn oppstrøms for lekkasjen

Nyhet PipeMic!



- ⊙ Stakefjær med mikrofon i enden for søk på lydsvake lekkasjer
- ⊙ Benyttes med høyttaler/hodetelefoner for nøyaktig påvisning av lekkasjepunkt
- ⊙ Innføring gjennom pakkboks med beholder for desinfisering, opptil 16 bar
- ⊙ Lengde 70 m, diameter stakefjær 4,5 mm og mikrofon 12 mm
- ⊙ Integreert telleverk, sonde og peiletråd



Strategi for snarvei til redusert lekkasjetap

- ⊙ Bestem hva kommunen selv kan gjøre, og hva som eventuelt kan settes bort
- ⊙ Sett av tid og personal til lekkasjesøk - kontinuitet
- ⊙ Driftsovervåking av soner/delsoner sjekkes
- ⊙ Søk systematisk med korrelerende lydloggere. Søk først i soner med størst lekkasjetap (mengde). Kan med fordel utføres året rundt (Trondheim k. 3 ggr/år)
- ⊙ Reparer kommunale lekkasjer så snart som mulig. (Haugesund k. graver senest to dager etter påvisning)
- ⊙ Send ut pålegg om reparasjon med **frist** ved private lekkasjer på stikkledninger

Valg av utstyr i prioritert rekkefølge

- ⊙ Elektronisk marklytter og stav-/ventillytter
- ⊙ Korrelerende lydloggere som kan kombineres med hydrofoner. Alternativ 2: Korrelator
- ⊙ Mobil vannmåler av typen Clamp On
- ⊙ PipeMic
- ⊙ Stasjonære lydloggere
- ⊙ Hydrogengassdetektor
- ⊙ Ønskekvist

Tips på veien



- ⊙ Annleggsflater for mikrofoner må rengjøres
- ⊙ Gjør deg kjent med forholdene - Bruk ledningskart!
- ⊙ Prøv hydrofoner på lydsvake lekkasjer
- ⊙ Høy oppløsning (24 biter) på lydopptak kan være avgjørende for søk på lydsvake lekkasjer og søk over store avstander
- ⊙ Bruk 10% regel for målinger i ytterkant!
- ⊙ Bruk hodetelefonene for å sjekke at lyd blir fanget opp av systemet og for å høre hvilken type lyd
- ⊙ Bruk marklytter, PipeMic eller Hydrogenmetoden for å bekrefte korrelasjonsresultatet
- ⊙ Fjern støykilder om mulig, flytt sensorer, juster filter, mål lyd hastigheten, gjør nattmåling, øk trykket

Takk for oppmerksomheten

Du finner mer informasjon på våre nettsider

www.detektor.no

