

VA-dagene i Midt-Norge 2014

Lekkasjesøking på lyddøde vannledninger/plast
– Hva kan vi aksjonere med? Utstyr

- Hans Jørgen Haugen
Produktsjef lekkasjekontroll
Ulefos AS

Problem / utfordring

- Plast er et lyd dødt materiale hvor lydtransporten i rørveggen har kort rekkevidde. Lydvibrasjonene/energien dør ut etter noen ganske få 10 metere.
- Rørinspeksjon Norge antyder følgende ved norske forhold og en gjennomsnittlige lekkasjesøker for tilfredsstillende påvisning av lekkasjer:
 - Metallrør: arbeidsavstand 300 – 500 m (under gunstige forhold opptil 1,5 km)
 - **Plastrør: arbeidsavstand 100 – 200 m (under gunstige forhold opptil 1,1 km)**
Ved lange avstander er det bare aktuelt å lytte med hydrofoner ved korrelasjon



?



En lekkasje kjennetegnes ved følgende

- Tar vann.
- Gir vibrasjoner (lyd) som forplanter seg i rørveggen og vannsøylen i røret.
- Kan gi lokal trykksenkning ved stor lekkasje.

Lekkasjesøkingsutstyr benytter disse egenskapene til å registrere og påvise lekkasjen.



Utstyr for påvisning av lekkasjer

VED GROVSØK

- **Vannmengdemåling:** sonevannmåler, **mobile «clamp-on» ultralydmålere** og innstikkmålere
- **Kumlytting:** lyttestang, elektronisk lyttestang, lydloggere
- **Intelligente plugger**
- **Trykkmåling**

VED FINSØK

- **Marklytting:** lyttestang, elektronisk lyttestang, geofon, **elektronisk marklytter**
- **Akustisk korrelasjon:** digital korrelator, **analog korrelator**, korrelerende lydloggere
- **Gassdeteksjon**
- **Stakemikrofon**
- **Intelligente plugger**
- Rørinspeksjon i nærliggende avløpsledning
- Termokamera ved liten overdekning (mindre enn 0,6 m)

Egnet på plast

Søk må utføres mer finmasket på lyddøde materialer

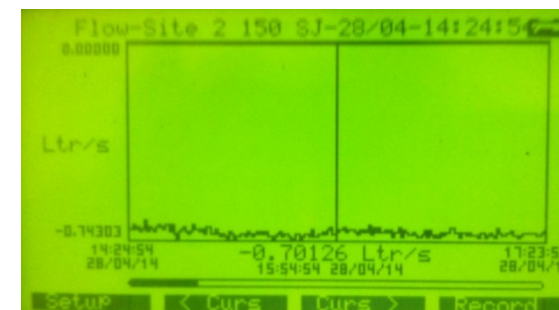
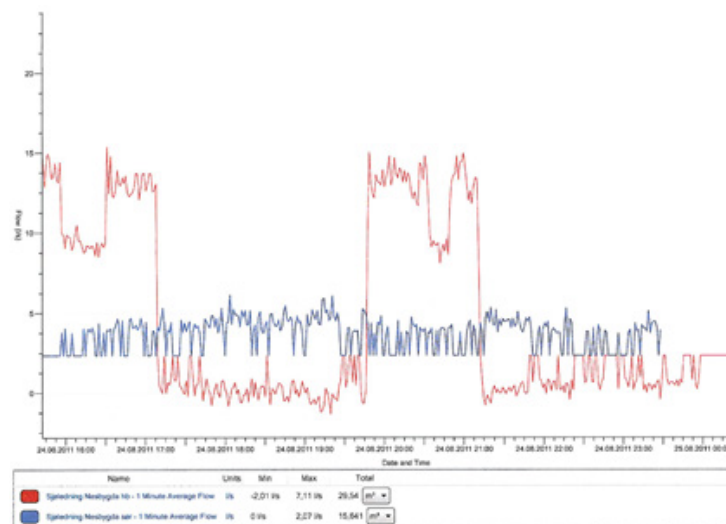
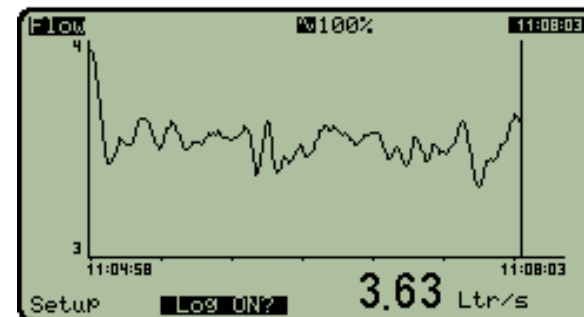
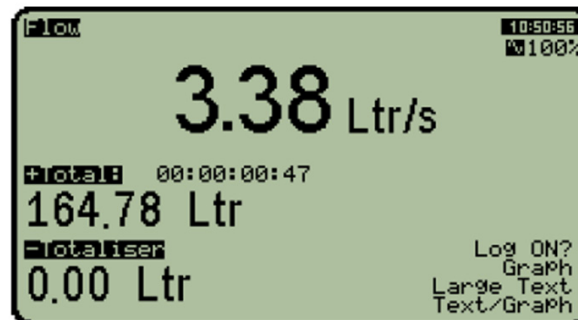
Mobil «clamp-on» ultralydmåler

- Godt egnet for å kartlegge forbruk / lekkasjer på plastledningsnett.
- Består av:
 - Batteridrevet vannmåler og datalogger i samme enhet
 - 2 transdusere (sender/mottaker) som dekker et stor diameterintervall, $D_{utv} = 50 - 2000 \text{ mm}$
 - Integrert veggtykkelsesmåler, transduser
 - Festeskinne og diverse småutstyr
- Følgende rørddata må oppgis før måling:
 - Materiale
 - Utvendig diameter eller omkrets
 - VeggtykkelseDeretter vil måleren angi avstand mellom transduserne



Mobil «clamp-on» ultralydmåler

- Gir øyeblikksverdier og kan måle over flere døgn for å se variasjoner i forbruk og minimum nattforbruk.
- På plast måles det i punkter langs ledningen for å «gafle inn» hvor forbruket/-lekkasjen er, og når avstand blir kort nok brukes andre metoder.
- Med flere målere kan du se hvor og hvordan forbruket variere langs ledningen til samme tid ved å ta dataene inn i en PC .



Mobil «clamp-on» ultralydmåler

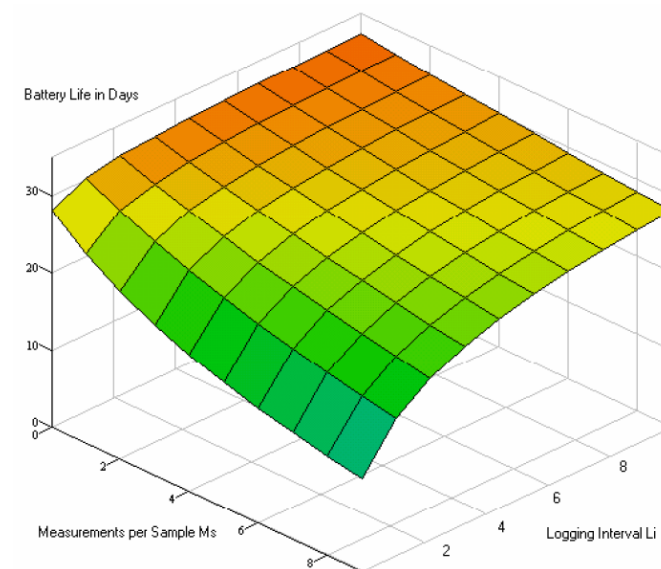
- Enkel montasje på utsiden av røret, gjør at utstyret ikke kommer i kontakt med væsken som har følgende fordeler:
 - hygienisk trygt
 - ikke noe trykktap
 - ingen fare for lekkasjer
 - ingen forstyrrelser i anleggsdriften
- Kan brukes på alle vanlige rørmaterialer.
- Måleprinsippet krever fullt rørtverrsnitt.
- Nøyaktigheten er god nok for lekkasjesøking, selv uten optimal plassering av transponderne.



Mobil «clamp-on» ultralydmåler

Noen viktige egenskaper ved valg av måler:

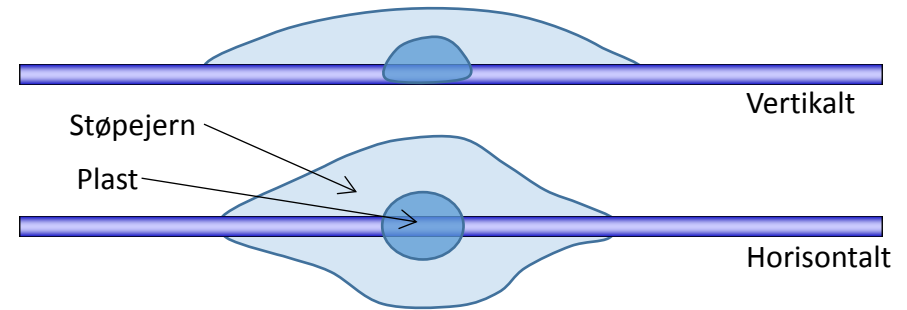
- God batterikapasitet, bør kunne logge sammenhengende i flere døgn
- Stort minne
- Minne og batterikapasitet bør kunne optimaliseres i forhold til hverandre med angivelse hvor lenge det er mulig å logge med valgte innstillinger
- Må tåle å stå lengre tid i kummer med aggressivt miljø og mulighet for oversvømmelse
- Fordel med midlingsfunksjon som gir lite sprang i øyeblikksverdier og glatter ut vannføringskurvene. Gjør det enklere å lese / tolke dataene.
- Høy effekt på transponderne for å kunne måle på tykkveggede rør og store diametere.



```
Logger Memory 4.8
Memory Space Available
  768.0K of 768K (100%)
or 78575 records
or 54:13:35:00
(At present settings)
```


Marklytting

- Elektronisk marklytter med lydforsterkning og filtrering fungerer på plastledninger.
- Lekkasje på plastledning gir dårligere lydspredning på tvers og langs av røret enn metalledninger.
- Sikker metode, som benyttes for å bekrefte lekkasjepunktet (fasit) i forhold til andre metoder. Har man tid / mulighet kan hele ledningstraseen marklyttes for hver meter.
- Marklytteren bør ha god og trinnløs filtrering for å fjerne støy ved bruk i støyende områder.
- Fordel med hjelpemidler som «Minimum lydnivå profilering», hurtigvalg for plast eller metallfilter, informativ display ol.



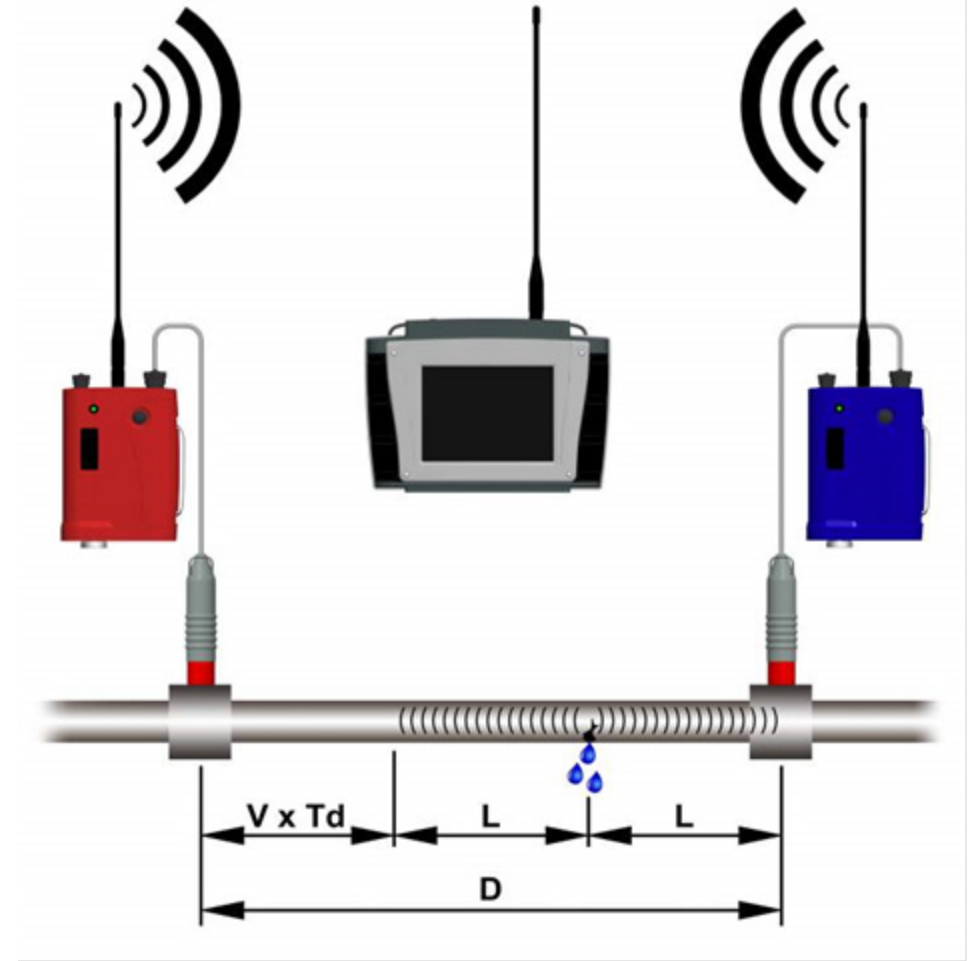
Mekanisk lytteutstyr lite egnet på plast

- Mekanisk lytteutstyr som lyttestav og geofoner er lite egnet på plast. Har ingen justerbar lydforsterking og filtreringsmuligheter.



Akustisk korrelasjon

- Kan benyttes på plastledninger.
- Metoden baserer seg på å måle tidsforskjellen lekkasjelyden bruker på å nå begge sensorer og deretter utregning av avstand til lekkasjepunktet fra sensorene.
- Det er klare begrensninger på hva som kan oppnås på plastledninger.



$$L = \frac{D - (V \times Td)}{2}$$

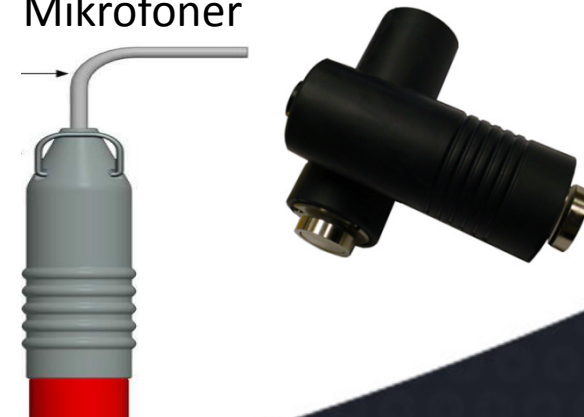
Valg av sensor

- **Hydrofoner** må benyttes istedenfor mikrofoner, hvis ikke rørlengden er kort.
- **Hydrofoner** lytter på lekkasjelyden i selve vannsøylen i røret og den når mye lengre enn lyden i den lyddøde plastrørsveggen. Hydrofonener er svært følsom overfor den typiske lavfrekvente lekkasjelyden som forplanter seg gjennom vannmassene.
- **Hydrofoner** kobles til vannsøylen via mellomring, serviceventil, an boring, hydrant el. Det er viktig å lufte ut all luft og ikke stenge ventiler som hindrer lekkasjelyden i å nå frem.
- **Mikrofoner** festes med magnet og lytter til lekkasjelyden i rørveggen og dette fungerer meget bra på metalliske rør og i noen grad på plastrør ved korte avstander.

Hydrofoner

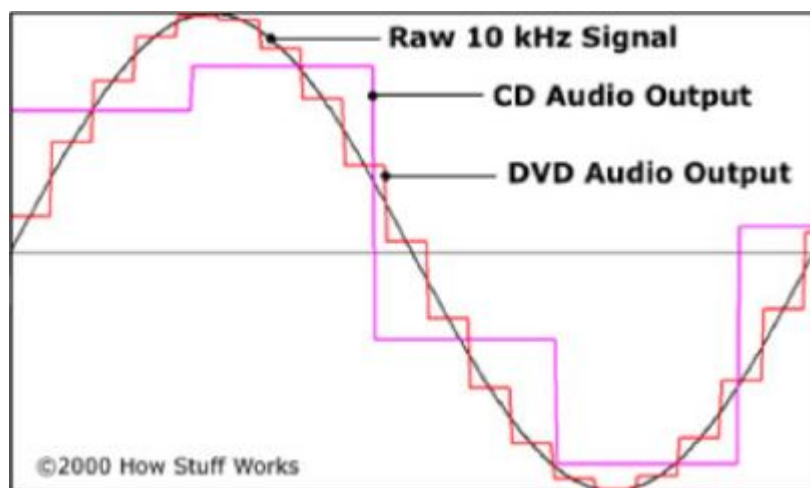


Mikrofoner



Digital kontra analog signalbehandling

- Lekkasjelyden er i utgangspunktet analoge svingninger (lydbølger). Denne lyden kan digitaliseres, dvs gjøres om til nuller og ett-tall som en datamaskin kan forstå, filtrere og behandle. Ved digitaliseringen blir lydbølgen omgjort til mange enkeltpunkter som ligger langs kurven (sampling).

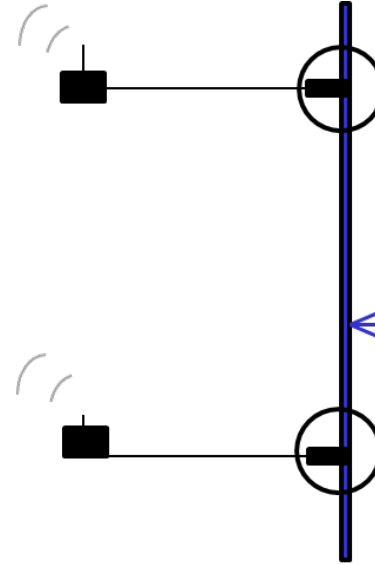


BINÆRE TALL

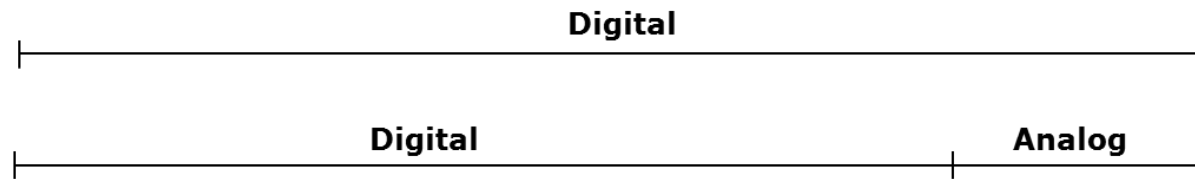
0000001	= 1
0000010	= 2
0000011	= 3
0000100	= 4



Definisjon av digital / analog korrelator



Digitale korrelatorer:



Analog korrelator:



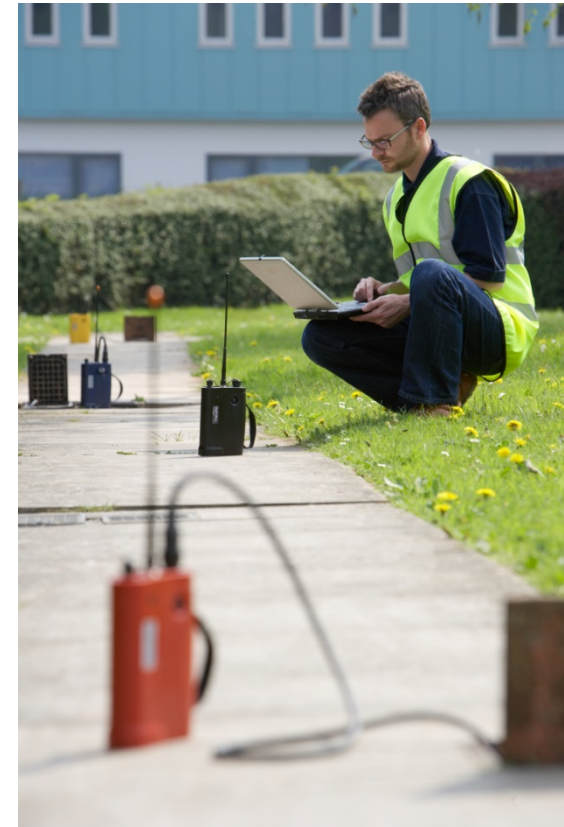
Digital korrelator

FORDELER

- Digitaliserte radiosignaler lar seg i minimal grad forurenses av annen radiostøy. Dvs at basestasjonen får et best mulig lydgrunnlag for å gjennomføre korrelasjonen.
- Lang rekkevidde for radiosignal.
- 3 utestasjoner:
 - gir deg mulighet til å jobbe litt raskere / mer effektivt
 - måler lydhastigheten automatisk
 - kan bare brukes ved samme rørmateriale og dimensjon på begge kumstrek

ULEMPER

- Begrensninger i korrelasjonstid og måling av tidsforskjell, gir begrensninger i forhold til lydsvake lekkasjer på plast og lange plastledninger.
- På «nåtids-korrelator» kan du ikke lytte til lekkasjelyden kontinuerlig mens korreleringen pågår. Korrelasjonen må også stoppes for å gi en del kommandoer.
- På «opptaks-korrelator» - relativt kort opptaksperiode og du må korrelere i etterkant. Pluss: kan ta opp på ønsket tidspunkt uten at du er til stede.



Analog korrelator

FORDELER

- Ingen begrensing på korrelasjonstid eller målt tidsforskjell. Gunstig ved lekkasjer på lange plastledninger.
- Brukervennlighet.
- Du kan lytte til lekkasjelyden og gi kommandoer mens korrelasjonen pågår på «nåtids-korrelatorer».

ULEMPER

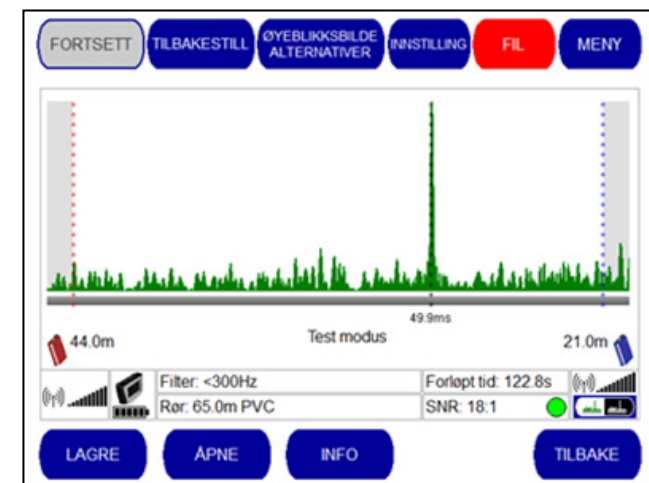
- Analoge radio signaler lar seg lettere forurenses av andre radiosignaler /radiostøy. Dvs at basestasjonen kan få et dårligere lydgrunnlag for å gjennomføre korrelasjonen. Det oppstår lettere senterkorrelasjon.
- Kan medføre dårligere lyd kvalitet når du lytter til lekkasjelyden på basestasjonen.
- Gjerne litt kortere rekkevidde for radiosignal enn digitale korrelatorer.



Påvisning av plastlekkasjer

Plastlekkasjer ligger ofte i frekvensområdet 0 – 170 Hz. Ved lange avstander helt nede i området 0 – 10 Hz.

- Må ha følsomme sensorer ved disse lave frekvensene.
- Må kunne filtrere, helst trinnløst, helt ned til 0 Hz.
- Må ha god forsterkning av lyden etter filtrering.
- ... og du må ha god tid når det søkes på plast, og det vil ofte være behov for å jobbe med filterinnstillingene (fjerne støy for å få frem lekkasjen). Det kan være behov for å korrelere i minst 10 minutter for å se om det er antydning til topp. Toppen er ikke fullt utviklet før etter 0,5 - 1 time.



Korrelerende lydloggere

- System for flerpunktskorrelasjon.
- Består av:
 - 4 til 8 korrelerende lydloggere
 - bærekasse
 - PC-programvare, kabler, lader
 - Brukes normalt med mikrofoner, kan ha mulighet for hydrofoner.
- Bruk:
 - Opptaksinnstillinger programmeres via kassen eller PC til loggerne.
 - Loggerne utplasseres, lytter og hentes inn igjen.
 - Ledningskart / skisse tegnes opp på PC.
 - Lyddata lastes ned på PC og korrelasjon gjennomføres automatisk.
 - Gjennomgang / analyse av resultat.
 - Lagring og rapportering.



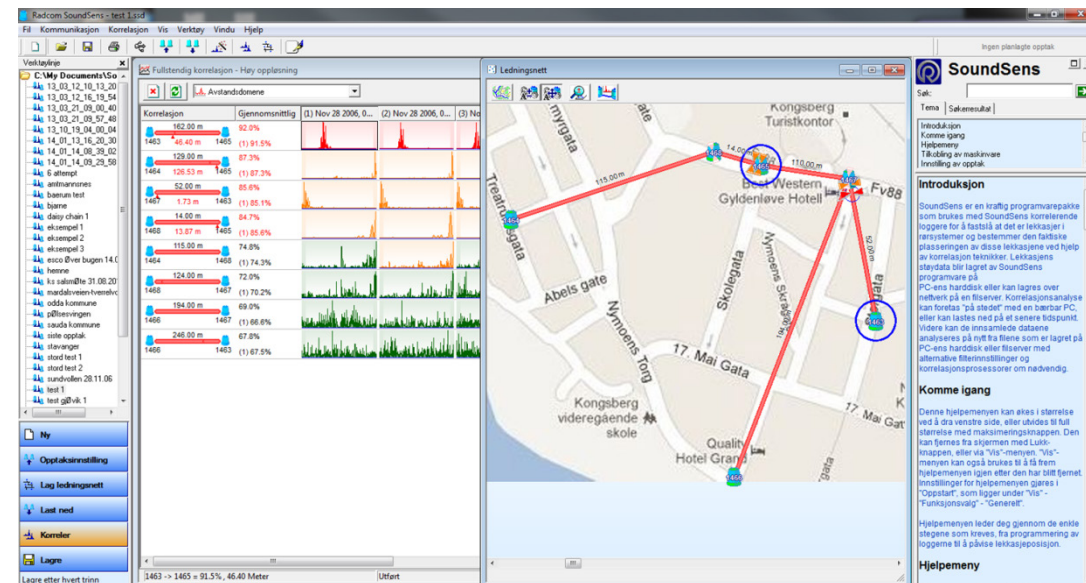
Korrelerende lydloggere

FORDELER

- Høy effektivitet
 - dekker mer av ledningsnettet pr gjennomføring
 - operatøren kan gjøre andre oppgaver parallelt
 - begrenser behov for nattarbeid
- Flere lekkasjer kan påvises samtidig
- Flere korrelasjoner gir sikrere resultat (krysskorrelasjon)
- Enkelt å gjennomføre nattemålinger (lite fremmedstøy)
- Lyden lagres i loggeren
 - ikke behov for radiooverføring
 - trafikkmessig gunstig. Kumlokkene kan være på
- Fungerer erfaringsmessig brukbart på plast med mikrofoner på kortere ledningsstrekk, opptil 150 m på PVC og 100 m på PE.

ULEMPER

- Begrenset opptakstid, ikke egnet på lange plastledninger
- Kan kreve en del bearbeiding / analyse av resultatene ved mange utslag
- Har ikke alle avanserte hjelpemidler som er korrelator har



Stakemikrofon

- Mikrofonen stakes innover i ledningen og lekkasjepunkt påvises der lekkasjelyden er høyest.
- Egner seg på plast stikkledninger i små dimensjoner.
- Kan utstyres med sonde for peiling av ledningstrasé.
- Relativt nytt produkt og virker ikke helt ferdigutviklet enda.
- Begrenset rekkevidde, stakefjærlengde 75 m.
- Kan være vanskelig å entre rett vei i ledningen hvis den føres inn via t-stykke.
- Hygieneaspektet – fremmedlegeme i vannledningen.
- Vil lett kunne stoppe mot hindringer i rørtverrsnittet.
- Mindre egnet på større rørdimensjoner, mikrofonen følger bunn i ledningen.
- Kan alternativt kjøres i avløpet, når vannstikkledningen ligger i samme grøft.



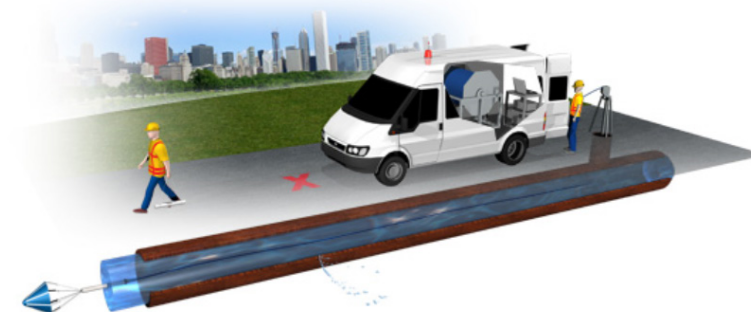
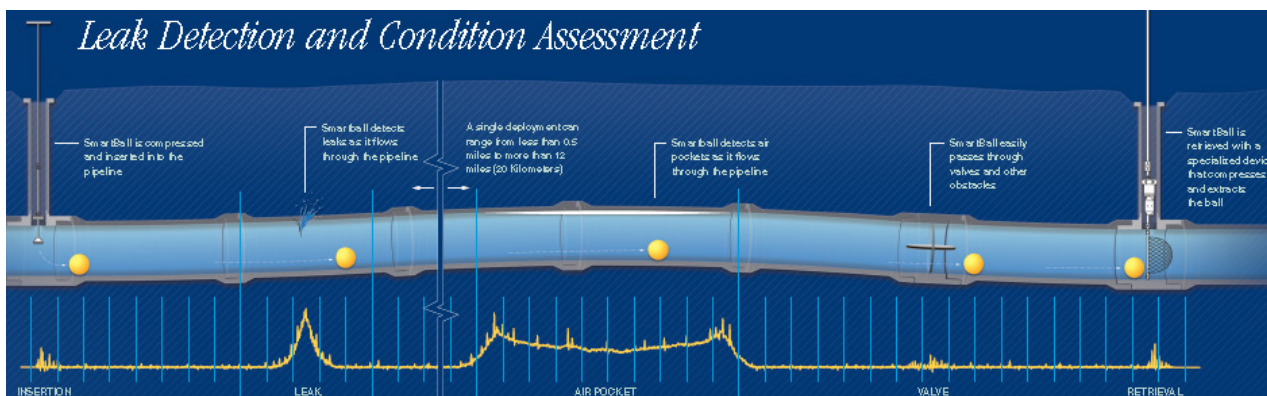
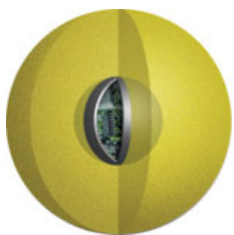
Gassdeteksjon

- Gass Naton / Formier (5%hydrogen-95%nitrogenblanding) tilsettes ledningen og spores deretter med et sniffeinstrument. Lekkasje påvises der registrert konsentrasjon er størst. Brukes gjerne der andre metoder ikke virker.
- Egner seg på stikkledninger og mindre rørdimensjoner, både plast og metall ved små lekkasjer (under 0,1 l/s).
- Kan brukes på større rørdimensjoner, men det blir fort både kostbart og tidkrevende.
- Kan lett bli lurt av tette lag i bakken, asfalt, porøse grøftemasser isolasjonskasser ol som kan påvirke hvor gassen kommer opp.
- Vind kan skape problemer.
- Ventetid på registrering kan være 1 – 2 timer.
- Gassen er ikke godkjent for bruk i drikkevannsledninger. Den kan skape problemer hvis den kommer ut på det kommunale ledningsnettet. Anbefaler bruk av stengt ventil. Gassen underholder varme.
- Er et supplement til clamp-on ultralydmåler på plastledninger.



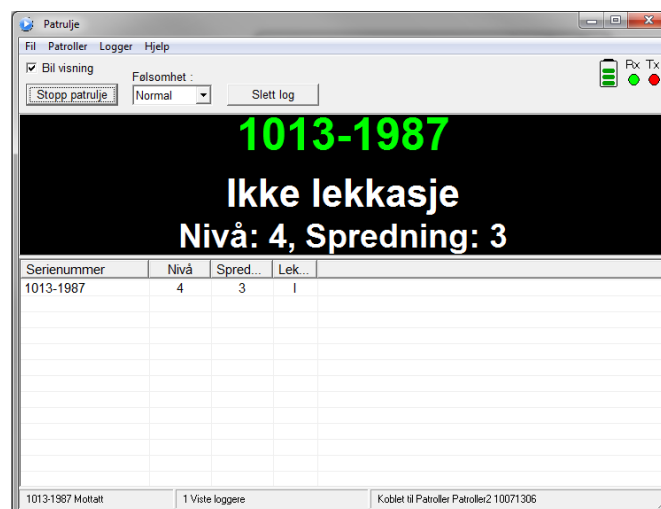
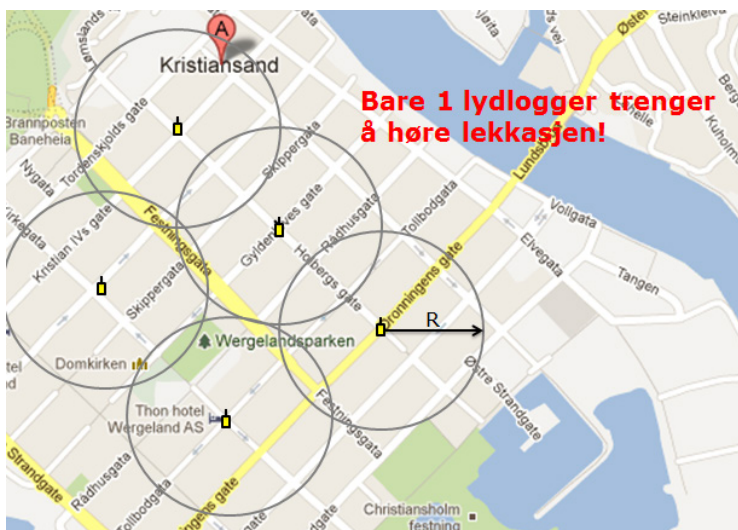
Intelligente plugger

- Lydlogger som kjøres gjennom ledningen med vannstrømmen som skal undersøkes, ofte strekning på flere km. Fanger opp lekkasjelyd for angivelse av lekkasjepunkt. Er beregnet på store overføringsledninger i betong, metall og glassfiber med diameter 300 mm og større.
- Tjenesten må kjøpes. Krever spesialutstyr. Må utføres og resultatet tolkes av spesialopplært personell (ikke egenregi).
- Påvisningsnøyaktighet rundt 3 m.
- Ikke spesielt egnet for plastledninger.

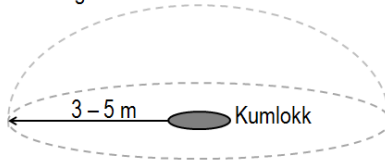


Lekkasjeovervåking med lydloggere

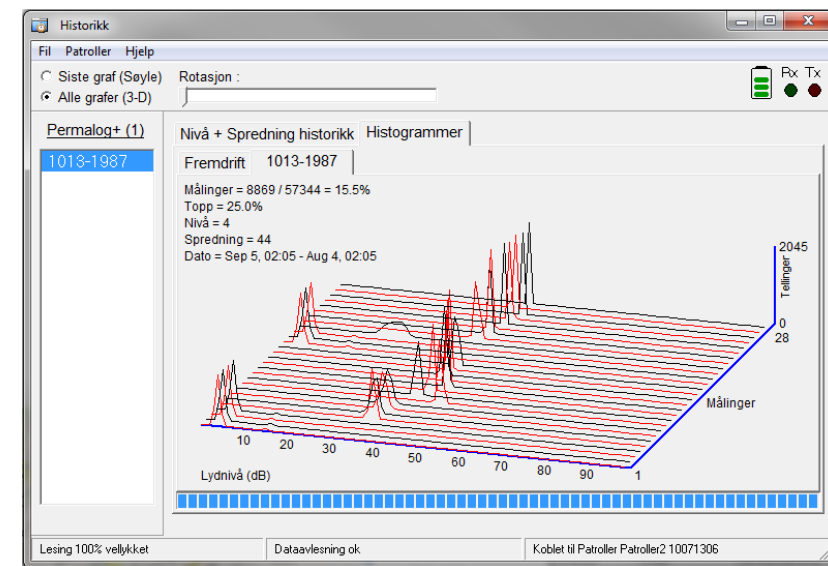
- Lydloggere utplasseres permanent i kum, lytter på natta og rapporterer lekkasjestatus neste morgen.
- Gir ikke punktlokalisering for lekkasjen.
- Rapport kan hentes inn manuelt ved å kjøre patrulje eller automatisk trådløst.
- Har kort rekkevidde på plast, dvs lite egnet. Rask utvikling.



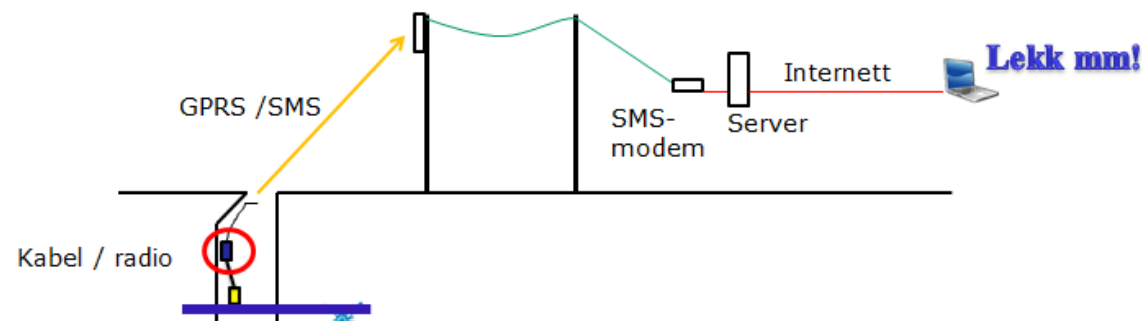
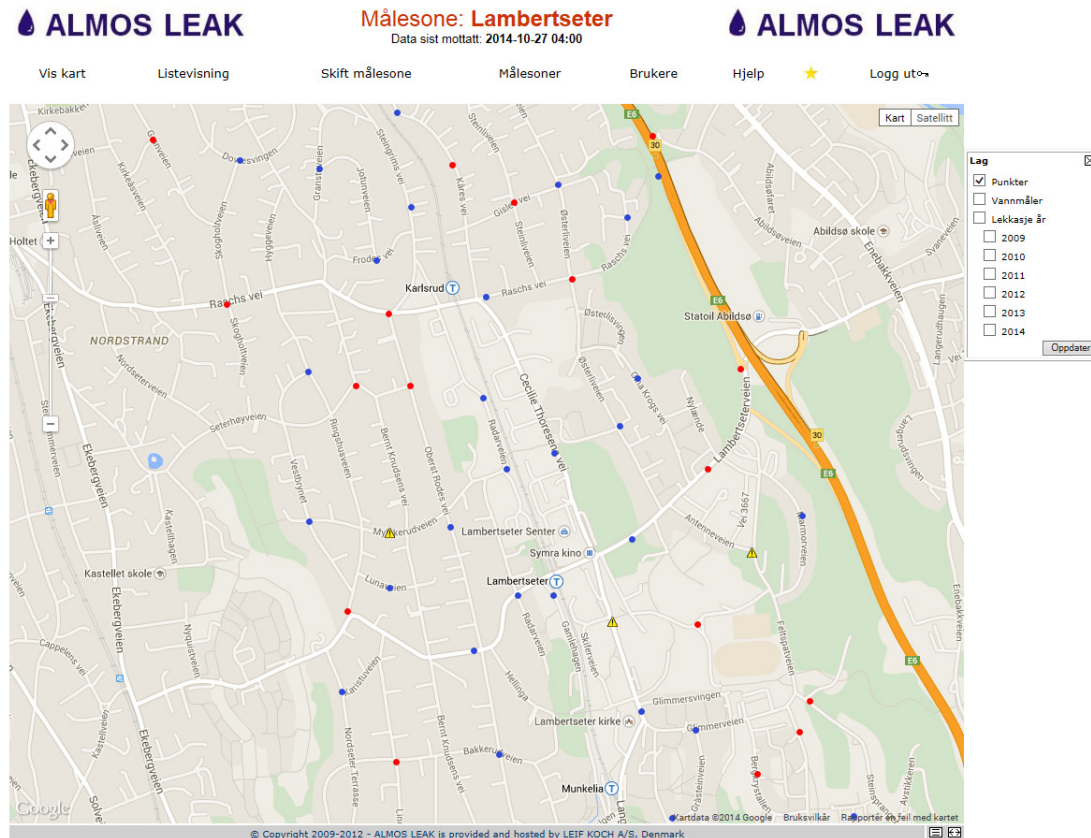
Rekkevidde
radiosignal



Maks fart: 30 km/t ved
kummen



Lekkasjeovervåking med lydloggere



SMS-repeater, aktuelle parametere:

- Lekkasje (lydnivå og spredning)

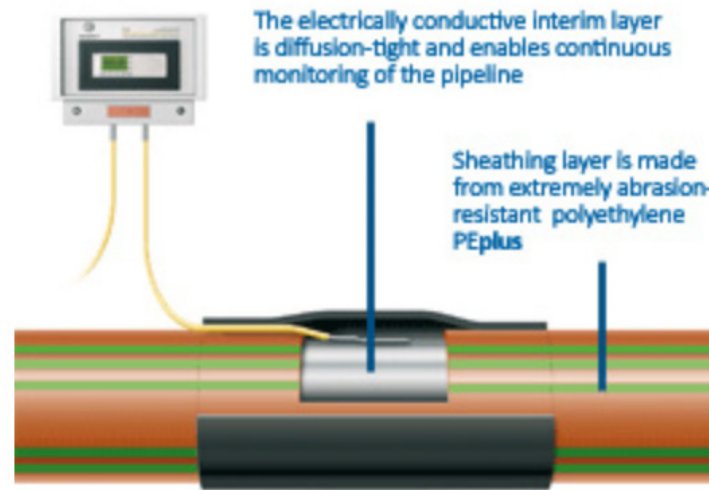
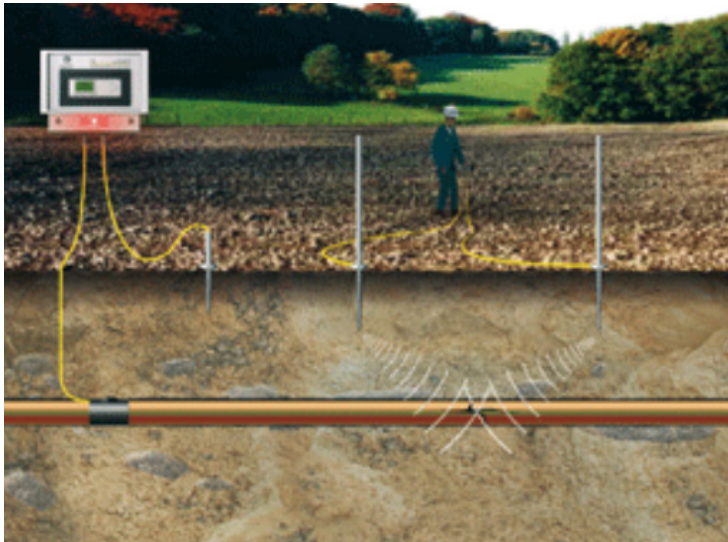


Datalogger, aktuelle parametere:

- Lekkasje (lydnivå og spredning)
- Vannmåler
- Trykk
- Temperatur
- Turbiditet

PE-ledning med lekkasjeovervåking

- PE-ledning med kontinuerlig lekkasjeovervåking kan leveres i dag.
- Røret har en aluminiumskappe hvor den elektriske motstanden måles kontinuerlig.
- Påvisningsnøyaktighet 1 meter.
- Rørkostnad er flere ganger tilsvarende et standard rør, men for spesielt sårbare eller viktige ledninger kan det være et alternativ...



Konklusjon

- Det finnes ikke et enkelt optimalt instrument / metode som kan påvise lekkasjer på plastledninger i de fleste situasjoner og like lett som på metallrør. Det ser ikke ut til at vi kommer dit med det først heller.
- Det finnes en rekke utstyr typer utstyr / metoder som i noen grad kan brukes på plastledninger ved forskjellige situasjoner. Det er derfor viktig å fylle verktøykassa med disse verktøyene for å være best mulig rustet for de fleste situasjoner.



- Plast er fremdeles vanskelig.
- Takk for meg.

.....en lekkasjesøkers våte drøm?