

1 FORMÅL

Dette VA/Miljø-bladet gir oversikt over de mest aktuelle sensorer og måleutstyr for måling av nivå og trykk. Bladet er ment å dekke behovet for informasjon/ kunnskap som kreves når det skal foretas installasjon av instrument/ sensor i et VA-anlegg.

Er det behov for ytterligere detaljinformasjon eller kunnskap om det enkelte instrument bør en kontakte leverandør.

Instrumentsitat:

- Det finnes veier...
- Det finnes avveier...
- Det finnes utveier...

2 BEGRENSNINGER

Dette VA/Miljø-blad er i hovedsak avgrenset til å gjelde instrumenter/ sensorer primært beregnet på kontinuerlig overvåking av driftsinformasjon (on-line) i forbindelse med etablering av drift- og fjernkontrollinstallasjoner for VA installasjoner.

VA miljøbladene omtaler instrumenter/sensorer for permanent installasjon (online) i utestasjoner og pro- sessanlegg for både vann og avløp.

Analyseinstrumenter og bærbare/ håndinstrumenter eller instrumenter for bruk i forbindelse med sporadiske målinger og analysearbeider blir omtalt i eget/egne VA miljøblader.

Det er ikke tatt med produktnavn på instrumenter/ sensorer, men det er benyttet reelle eksempler fra enkelte leverandørfirma.

3 FUNKSJONSKRAV

VA- anleggene er ofte relativt kompliserte anlegg hvor prosessorer/ komponenter styres/ reguleres av automatiseringsutstyr i form av PLS (programmerbare logiske styringsenheter). Sammen med instrumenter/ sensorer og statussignaler fra tekniske installasjoner (pumper, motorer, ventiler, etc) blir driftspersonell presentert driftsstatus på en oversiktlig måte vha operatørpanel/display og fargeskjerm. driftspersonell skal kunne styre/regulere prosessen optimalt er det ønskelig at signaler fra instrumenter/sensorer presenteres

så «riktig» som mulig. Dette stiller krav til bruk av rett instrument/sensor samt krav til riktig vedlikehold.

Kvaliteten til instrument/ sensor er forskjellig avhengig av bruksområde og pris/nøyaktighet. Det er derfor viktig å velge riktig instrument/ sensor til gitt formål.

Primærmålet er at VA-personell skal få et bedre grunnlag for å kunne forbedre og effektivisere (optimalisere) driften av VA- anleggene ved å benytte:

- Riktige instrumenter/ sensorer
- Riktig sted
- Rett kvalitet
- Riktig pris

4 LØSNINGER

4.1 NIVÅSONDE

Virkemåte

Nivåmåling med nivåsonder er basert på følgende prinsipp:

En nivåsonde senkes ned i væske og måler det hydrostatiske trykket (meter væskehøyde).

Nivåsonden gir et elektrisk signal proporsjonalt med trykket som hviler på nivåsondens membran, hvilket er proporsjonalt med nivået. Nivåsonden er konstruert som en trykktransmitter etter 2-tråds prinsippet hvor de 2 ledere påtrykkes en spenning, normalt mellom 15 og 35 VDC og gir et utgangssignal på 4-20 mA proporsjonalt med målt nivå.

Nivåsonden bør ha innebygget utligningslange i kabelen for lufttrykkkompensering (kompenserer for variasjoner i atmosfæretrykket). Utgangssignalet fra sonden på 4-20 mA er da direkte proporsjonalt med nivået til enhver tid.

Typiske måleområder er 0 – 3, 0 – 5 og 0 – 15 meter væskehøyde og lagerføres hos de fleste leverandører av nivåsonder. Det er en fordel å benytte standard måleområder for rask og enkel utskifting ved eventuell defekt sonde.

Nivåsonden kan tilkoples direkte til PLS (automasjonsenhet) via et analogt inngangskort.



Figur 1: Nivåsonde

Montering

Nivåsonden henges ned i væsken ovenfra og bør med fordel henge i et føringsrør for å henge stabilt, spesielt når sondene benyttes i avløpspumpestasjoner. Montering i føringsrør letter dessuten vedlikeholdet. Sonden skal stikke ut ca. 3-4 cm utenfor føringsrøret. Ved montasje av nivåsonder med utligningssslange må det påses at det ikke kommer kondens eller fuktighet i utligningsslangen.

Nivåsondene leveres (ofte) med faste kabel-lengder, f.eks. 10 m, 15 m, etc. Dette pga at det også følger med en «lufteslange» for å utjevne atmosfæretrykket. Dersom kablene må skjøtes kan man benytte vanlig installasjonskabel videre men dette kan være problematisk pga skjøting av lufteslangen. Det sikres er å velge en litt for lang kabel slik at denne kan kuttes i ønsket lengde inklusiv luftkabelen.

Bruksområder

Typisk anvendelse av nivåsonder er kontinuerlig nivåmåling i pumpestasjoner for styring av pumpestart og pumpestopp, samt for indikering av nivå lokalt i pumpestasjon og for overføring til PLS (automasjonsenhet).

Nivåsondene benyttes også for nivåmåling i høydebassenger.

Vedlikehold

I avløpspumpestasjoner med tendens til sedimentering er det nødvendig med rengjøring av sonden regelmessig. I «tuppen» av nivåsonden sitter en membran for kan være laget av metall eller keramikk. Metallmembran tåler normalt ikke rensing med skarpe eller spisse gjenstander, bruk gjerne en myk børste for rengjøring av membranen. Varmt såpevann, eller eventuelt 10% saltsyreopløsning kan brukes som avfettingsmiddel. Keramisk membran tåler meget høye mekaniske påvirkning og er ikke utsatt for skade slik som for metallmembran.

Det skal normalt ikke være nødvendig med etterjusteringer eller kalibreringer, men dersom f.eks. 0-punktet forskyver seg over tid kan det være nødvendig med innjusteringer.

Benytt leverandørens egne installasjons-, mon-

tering- og vedlikeholdsinstruksjoner.

Fordeler

- Rimelig utstyr.
- Enkel installasjon.
- Flere måleområder (valg av måleområde avhenger av ønsket nøyaktighet).
- En kan velge keramiske trykkceller som er mer robuste for skader enn metallmembran.

Ulemper

- Metallmembran er følsom for skader .
- Må (bør) sjekkes ca. hver 14 dag i avløpspumpestasjoner (behov for rengjøring).
- Viktig med rett montasje (spesielt med nivåsonde med luftslange for utligning mot atmosfæretrykk).

4.2 TRYKKCELLE

Virkemåte

Trykkceller blir ofte benyttet for måling av trykk på ledningsnettene både for vann og avløp. Den mest vanlige trykkcellen er basert på måling av nedbøyning/innbøyning som forårsakes av liten piezoelektrisk endring som omdannes til et trykk i en sensor (benyttet mest keramiske måleceller). Utgangssignalet varierer proporsjonalt med det målte trykket. Valg av type trykktransmitter er avhengig av mediet som det skal måles på, mediets viskositet (tetthet), innhold av faste partikler, omgivelsestemperatur samt trykkområde.

Ved installasjoner bør en plassere en viserinstrument (manometer) i nærheten slik at en direkte kan avlese trykket slik at en lettere kan kalibrere transmitteren samt manuell sjekk og kontroll.

Trykktransmittere kan også benyttes for måling av væsknivåer i tank, høydebasseng (fungere tilsvarende som en nivåsonde). Ved disse målingene bør det også her være en lufteslange for å utligne trykket mot atmosfæretrykk. Dette kan arrangeres ved å trekke signal/lufteslange helt inn i koblingsboksen og benytte PG nipler i koblingsboksen.

Ved bruk i eksplosjonsfarlige områder må trykktransmitteren være godkjent for formålet iht. ATEX regelverket.



Figur 2: Trykktransmitter

Bruksområde

- Nivåmåler i tanker og pumpesumper.
- Trykkmåling i ledninger, tanker og rørledninger.
- Måler også vakuump.

Montering

Fast montering i bunn av tanker og på rørledninger. Senkbare sensorer (nivå sonde).

Ved installasjon bør en passe på å montere en stengeventil foran trykktransmitteren slik at denne kan tas ut for kontroll og service uten at en må stanse prosessen.

Vedlikehold

- Avhengig av mediet som måles. Sensoren står i kontakt med mediet, slik at begroing kan være et problem.
- Måleren er utsatt for nullpunktsdrift som kan kreve kalibrering og justering.
- Rengjøres med forsiktig behandling om en benyttet metallmembran.

Fordeler

- Rimelig utstyr, enkelt og robust måleprinsipp.
- Enkel å installere.
- Kan velge flere måleområder med samme trykktransmitter.
- Meget god nøyaktighet (0,25 % eller bedre).

Ulemper

- Følsom membran (om en benytter metall membran)
- Kan være utsatt for begroing.
- Måleren er utsatt for nullpunktsdrift som kan kreve kalibrering og justering

4.3 ULTRALYD NIVÅMÅLER (ekkolodd og radar)

Virkemåte

For måling av nivå benyttes også ultralydgiver (20 – 70 kHz og opp til 100 kHz for måling i kanaler). Ultralyd nivåmålere består av en ultralyd sensor og en forsterker.

Ultralydsonden har et innstøpt piezoelektrisk krystall som både sender ut et ultralydsignal og mottar ekkosignaler fra overflaten det måles mot. I forsterkeren omformes signalene som mottas fra sonden til et elektrisk signal som er proporsjonalt med nivået og som indikeres på displayet på transmitteren.

En kan også benytte radar for måling av nivå. Her benyttes høy frekvent stråling i C-band (4 – 8 GHz), K-band (18-27 GHz) eller i 80 /113 GHz bånd og via en omformermodul sender en ut et 4 – 20 mA til PLS (automasjonsenhet). Funksjonsprin-

sippet er likt som for ultralyd ved at en måler gangtid mellom utsendt og reflektert signal og via en signalomformer (kalkulator) omdanner dette til en målt avstand. Radar benyttes gjerne for måling av høyde for væsker og faste stoffer hvor tradisjonelle ultralydgivere ikke strekker til.

Måleområde for en radar kan være 0 – 70m (opptil 100 meter) avhengig av radarutformingen. Det finnes også forskjellige typer radarer (guidet radar) hvor en benytter f. eks en stålwire for en bedre forplantning av signaler (effektivisering av bølgeutbredelsen) ved måling på siloer med masse (korn, sand, etc).



Figur 3: Radar

Montering

Ultralydgiveren monteres i toppen av tanken eller pumpeumpen uten forstyrrende rør eller kabler etc. mellom sensoren og overflaten i måleobjektet. Giveren må monteres vinkelrett på overflaten slik at en får best mulig måleresultat. Bruk vater ved innjustering. Bruk av høyere frekvens gir bedre oppløsning pga smalere strålevinkel og mer reflektert signal tilbake til sensorene.

Husk at ultralydgiveren har et «dødbånd» slik at giveren må plasseres en viss høyde (ca 20 – 40 cm eller mindre avhengig av frekvens) over høyeste nivå som skal måles. Dødvinkler finnes i leverandørens bruksanvisning.

Tilsvarende montering benyttes for radarmåling.

Bruksområder

Ultralyd brukes til kontinuerlig nivåmåling og overvåking i tanker, bassenger på renseanlegg, pumpestasjoner og på overløp fra pumpestasjoner. Ultralydmålere leveres med forskjellige måleområder. Måleområdene er justerbare med forskjellige 0-punkt og måleområder (span).

Måleområder kan fås fra 0 – 0,1 til 0 – 45 m. I tillegg kan ultralydmålere leveres både med integrert og separat elektronikk. Elektronikken har normalt alltid display for visning av nivå og for innjustering av måleområde.

En radarmåling gir en mer nøyaktig og robust måling i applikasjoner med gass, sterk vind (store nivåhøyder utendørs) eller raske temperaturrendringer. Den er godkjent for måling i Ex-områder (iht. ATEX) ved bruk av Bluetooth teknologi (trådløs overføring). Her kan en også benytte en App. på mobiltelefonen ved installasjon/parametrisering eller ved direkte avlesning av målt nivå.

Vedlikehold

Ultralyd nivåmålere og radar krever ikke spesielt vedlikehold.

Fordeler

- Berøringsfri måling (ikke kontakt med mediet).
- Måler nivåer over et stort område (fra 0 – 45 og opptil 70 meter).
- Spesielle radar (guidet versjon) gir meget god nøyaktighet over et stort måleområde pga. bruk av stålwire for å øke den elektromagnetiske bølgeutbredelsen.
- Måler både nivåer i væske og faste stoffer.
- God målenøyaktighet (bedre enn 0,25 %).
- Robust konstruksjon.

Ulemper

- Skum/ bølger (krever spesielle tiltak).
- Fuktighet kan være et problem.
- Dødbandsavstand.

Andre typer av nivåindikeringer

For indikasjon av nivå (grenser) finnes det forskjellige typer av mekaniske installasjoner for måling av nivågrenser som f. eks. flottører (montert på en vippearms som virker som en bryter), vibrasjonssensorer (svingene streng), padleåre, termiske og induktive brytere, etc. som gir ut et digitalt signal for indikasjon om at nivået er nådd, det går væske i rør/ledning over et vist nivå, etc.

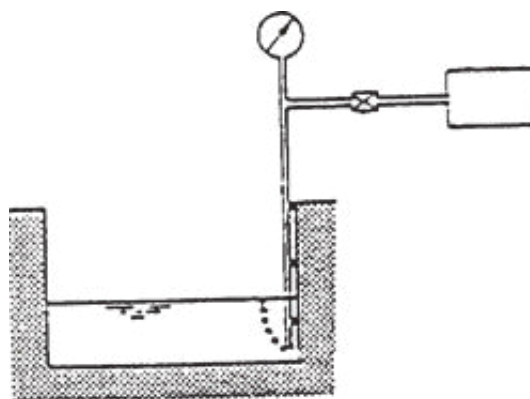
4.4 BOBLERØR (lite benyttet innen VA)

Virkemåte

En kompressor eller trykkluftflaske leverer trykkluft til et boblerør (diameter ca. 5-15 mm). Boblerøret munner ut under vannflaten, og her bobler luften ut. En egen kontrollenhet holder lufttransporten i røret så lav at friksjonstapet i boblerøret blir forholdsvis lite. Denne kontrollenheten kan bestå av en trykkreduksjonsventil, samt en måler for lufttransporten.

Lufttrykket i boblerøret måles av en differansetrykkmåler. Denne måler differansen mellom trykket i boblerøret og atmosfæretrykket. På denne måten får en korrigert automatisk for variasjoner i atmosfæretrykk.

Differansetrykket blir da et mål på nivået i f. eks. en tank eller foran et vandemning/overløp (NVE).



Figur 4: Boblerør

Montering

Boblerøret må festes godt slik at det ikke flytter seg, f.eks. under rengjøring. Vanligvis er utløpsåpningen på boblerøret rettet nedover som vist på figuren. Boblerøret kan også bøyes slik at utløpsåpningen peker på tvers, eventuelt med strømmingen. Peker utløpsåpningen mot strømmingen, øker faren for gjengroing av munningen. I dette siste tilfellet vil man også måle det dynamiske trykket i tillegg til det statiske trykket.

Luftledningen mellom trykkmåler/ kompressor og boblerørets munning skal ha jevnt fall nedover slik at kondensert fuktighet renner ut av ledningen. Har ledningen lavbrekk slik at det danner seg en vannlås, vil dette gi merkbare målefeil.

Boblerørsmåleren kalibreres på stedet etter at boblerør og trykkmåler er fast montert.

Bruksområder

Måling av vannstandsendringer, f.eks. i målerenner og overløp. Metoden kan benyttes både for rent og forurenset vann men lite utbredt inne VA.

Vedlikehold

Brukes boblerørsmåleren i forurenset vann, er det fare for groing rundt utløpsåpningen. Jevnlig rengjøring er her nødvendig. I forurenset vann kan det være behov for rengjøring minst en gang pr. uke. En effektiv rengjøringsmetode er for noen få minutter å øke lufttransporten kraftig gjennom ledningen.

Fordeler

- Måleren er meget stabil.

Ulemper

- Trenger kompressor.
- Groing kan forekomme rundt utløpsåpningen. Krever "ofte" rengjøring (i forurenset vann).
- Lekkasje mellom mengderegulator og boblerør.

4.5 SPENNINGSFORSYNING, SIKRING/VERN AV INSTRUMENTE RINGSUTSTYR/SENSORER

Generelt

Sikkerhet og pålitelighet av de overførte signalene (måledata) fra instrumenter og sensorer er viktig innen automatisering.

Det finnes ikke noen standard for spenningsforsyning eller sikring av instrumenter eller sensorer, men det er vanlig å benytte spenningsforsyningsenheter med batteri back-up til PLS, benytte galvanisk skilte innganger for målesignaler (4 – 20 mA), unngå uønskede jordingsproblemer og begrense feil pga støypromblematikk

Kabel mellom instrument/sensor er viktig og her bør en benytte anbefalinger fra leverandør. Skal en benytte skjermet kabel, f.eks. PFSK er vanlig å jorde denne kun i den ene enden (PLS enden).

Det er spesielt viktig med skille mot sterkstrømskabler til frekvensomformere eller store motorer/pumper (pga støy).

Ved bygging av tavler/ el. anlegg SKAL gjeldende forskrifter følges. Det er her viktig med riktig dimensjonert kabler og ledere, bruk av rette type sikringer og overspenningsvern evt galvaniske skiller samt selektivitet. Alt skal merkes og dokumenteres slik at det er enkelt med senere vedlikehold eller utvidelse/oppgraderinger.

GOD jording av installasjoner er viktig.

Ved installasjon bør en sjekke at vern/ terminering er iht. dokumentasjon og er dimensjonert iht. gjeldende forskrifter eller standard fra leverandør (samt evt. egne erfaringer).

Spenningsforsyning/sikring/vern

IVA stasjoner blir PLS (automatiseringsenhet) normalt spenningsforsynt via en egen utgang fra EI-tavlen. Enten som en 230 VAC kurs til egen kraftforsyningsenhet i PLS eller via en 24 V DC omformer plassert i EI-tavlen.

En anbefaler å installere en UPS (nødstrømsforsyning) med batteri back-up for 1 døgn slik at en kan oversende driftsinformasjon til driftssentralen med informasjon om status selv om det er kraftsvikt (nettutfall) i stasjonen.

PLS fortsetter å lagre måledata som senere (når strømmen er tilbake i VA stasjonen) kan oversendes til driftssentralen. Benyttes Ethernet/Switch som kommunikasjonsmedium så sjekk at Switch er spenningsforsynt vha 24 VDC evt installer en «spenningomvandler» fra 24 VDC til 230 VAC slik at en kan oversende driftsinformasjon selv når kraftforsyningen til VA stasjonen er bort.

Ved all teknisk installasjon er det viktig å verne PLS/kommunikasjon (automasjonsutstyret) vha overspenningsvern (grov/mellom/fin vern) slik at en unngår skader på utstyret ved lynnedslag eller overspenninger.

SIKRING OG VERN AV INSTRUMENTER/ SENSORER

For å unngå unødig driftsforstyrrelser må instrumenter/sensorer skjermes for overspenninger og støy. For overspenninger må en benytte overspenningsvern (finvern) samt separere signal/sterkstrømskabler. Ved separasjon av signal/sterkstrømskabler unngår en også støy.

Alle kabler til instrumenter bør beskyttes med overspenningsvern hvis de ligger utsatt til for induerte spenninger som følge av atmosfæriske utladninger (lyn). Koblingsspenninger i EI-forsyningen i anlegget kan også skade instrumenter og disse overspenningene kan kobles/induseres videre til signallederne (kablene). Det er altså både atmosfæriske utladninger og koblingsspenninger på EI-nettet som kan forårsake overspenninger. Det anbefales derfor å benytte overspenningsvern på både forsyningsleder (kabler) og signalledere (kabler) for å sikre instrumentene på best mulig måte

Videre må utstyret beskyttes mot overbelastning/kortslutninger, etc. Her er bruk av riktige sikringer viktig. Vha selektivitetsanalyse og beregninger samt rekommendasjon fra leverandør (samt evt. egne erfaringer) så planlegges riktig type sikring/vern.

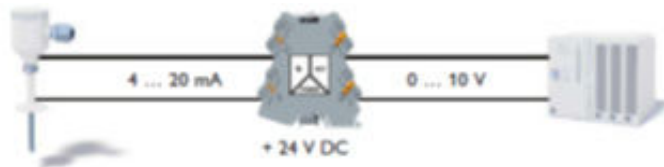
Er det behov for overføring av målesignaler (4-20 mA) over lengre avstand bør det monteres galvanisk skille og overspenningsvern.

Galvaniske skiller kan også brukes ved overføringer fra EX soner. Da skilles det mellom sikker og usikker sone.

Utstyr som skal brukes i EX soner må sikres og være konstruert slik at det ikke kan forårsake en eksplosjon (ved Ex-sone gjelder egne forskrifter).

Signalkonvertering

Er det behov for signalkonvertering benyttes en signalomvandler (se figur) som omtransformerer et 0 – 10 V til 4 – 20 mA



Figur 5: Signalomvandler (signal coverter)

Tilsvarende utstyr benyttes for å forsterke signaler isolering av signaler (galvanisk skille), etc

Det finnes også utstyr hvor en kan terminere 4- 20 mA signaler (inntil 8 signaler/instrumenter) vha en interface-boks som omformer dette til Ethernet signal for overføring til en driftssentral eller annen presentasjonsenheten.

4.6 KOMMUNIKASJON

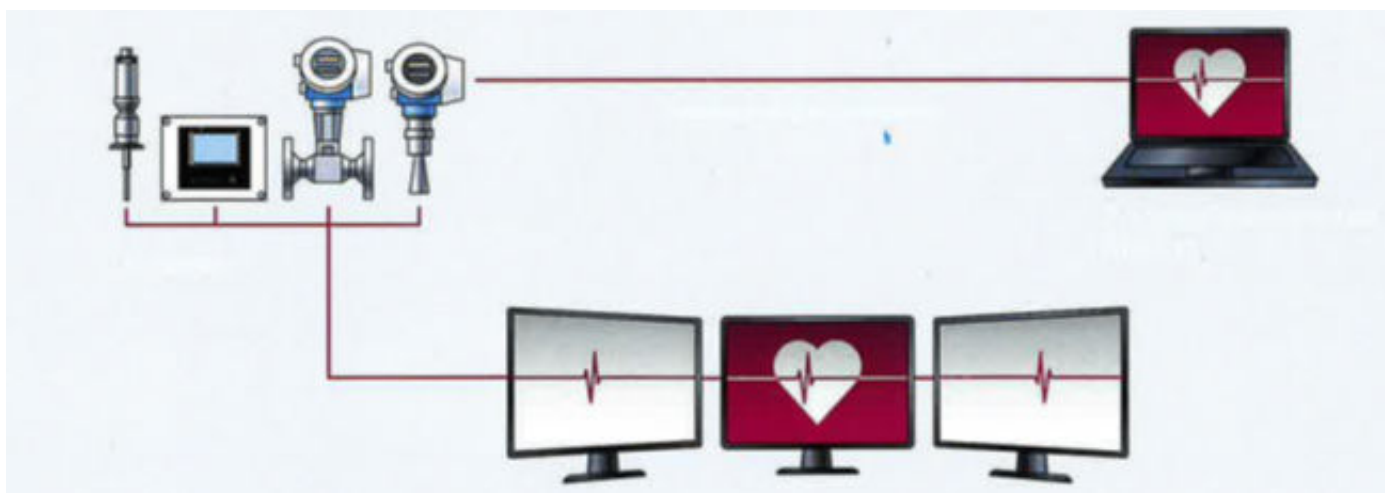
Standard kommuniserer instrumenter/sensorer på 4- 20 mA, puls eller digitalt til en PLS (automasjonsenhet) for overføring til en driftssentral og presentasjon til driftspersonell. Nyere instrumenter har mer hukommelse og det er også ønskelig

fra driftsavdelingen at en ønsker overført mer informasjon fra instrumentet, slik som historikk, tilstand på instrumentet, spenningsforsyning, etc.

Dette primært for å kunne reagere på avvik/unormaliteter før evt. instrumentet slutter å fungere. Intelligente instrumenter («smart field devices») overfører (i tillegg til måleverdi), diagnose, historikk FDV dokumentasjon samt vedlikeholdsparemetre vha kommunikasjonsprotokoller som overlagret Hart (med RIA15) som oversender et 4 – 20mA signal og digital kommunikasjon i samme strømsløyfe, PROFIBUS (standard Buskommunikasjon), og den nyere kommunikasjonsstandard I/O-link. I/O-link er forholdsvis en ny standard som er en kraftig men enkel protokoll som leveres av mange instrumentleverandører.

Det finnes også noen instrumenter som kommuniserer trådløst vha Bluetooth teknologi. Dette muliggjør enkel oppsett/parametrisering av instrument/sensor vha en APP på mobiltelefonen. Bl.a Endress&Hauser har kommet opp med en magnetisk overføring (galvanisk skilt) som de kaller Memosens (benyttet på analyseinstrumenter som pH-måler, turbiditet, kapasitive og induktive givere, etc). Hva disse nye teknologier/kommunikasjonstyper kan en «ta pulsen på instrumentet» (Heartbeat technology) og visua-

liser til driftspersonell vha grønn, gul eller rød indikator om instrumentet fungerer OK (kontroll av målepunktet, kjører egen diagnostikk, overfører måleverdi og diagnoseresultatet samt trender over utviklingen).



Henvisninger:		Utarbeidet:	august 2002	Ing. Strand og Grindahl as
/1/	Veileder for valg av riktige sensorer og måleutstyr i VA- teknikken, Norsk Vann rapport 192/2012	Revidert:	august 2018	Norconsult