

1 FORMÅL

Dette VA/Miljø-bladet gir oversikt over de mest aktuelle sensorer og måleutstyr for måling av vannføringsmåling i åpne renner/delfylte rør. 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.

Instrumentssitat:

- 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 prosessanlegg 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 VANNFØRINGSMÅLING I ÅPNE RENNER

Virkemåte

For måling av vannmengder i åpne renner benyttes flere ulike prinsipper og modeller.

Ved hvert målearrangement er det høyden som er eneste variabel. De andre størrelsene er konstante og basert på prinsipp og utforming av målerenna (ISO normerte tegninger iht. 1438). For de aller fleste installasjoner benyttes ultralydmåler eller radar for måling av høyden (det kan også benyttes en trykkgiver).

En definert vannhøyde i målerenna gir en definert vannmengde gjennom renna, beregnet etter et definert formelverk for vedkommende rennetype.

Beregning av vannmengde skjer i en måleverdiomformer og verdien kan presenteres i et lokalt display eller omdannes til et 4 – 20 mA analogt signal for overføring til PLS (automasjonsenhet).

De mest vanlige målerenner er:

- Palmer Bowles (P-B) målerenna (rennetype for innstøpning i sirkulære rør)
- Khafagi-venturi (K-V) målerenna (rennetype for innstøpning i rektangulære kanaler)

For begge rennetyper er det viktig å ha en god og laminær strømning gjennom kanalen og for å unngå forstyrrelse blir det ofte montert en bølgedemper i forkant av rennen. Det må være rettstrekk på 10 x bredden før og 5 x bredden etter.

Målekanaler kan lages i forskjellige størrelser men praktisk størrelse er i området 35 – 2000 m³/h (rekommendert størrelse er fra 0,09 m til 1,83 m)

Målerenner fremstilles i glassfiber, PVC, rustfritt stål og betong.

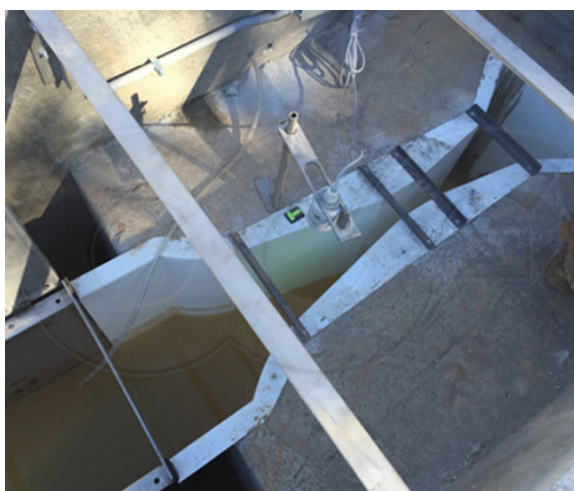


Figur 1: Parshall renne

Montering

Målerenna kommer som regel ferdig som en modul og støpes på plassen. Leverandørens montasjeveiledning må følges nøye både for renne og plassering samt montasje av ultralyd-giver

Ultralydmåleren blir plassert over renna slik at en får målt nivået i renna.



Figur 2: Målerenne skisse med $h_a = T$ (målepunkt)

Vannføring (Flow) beregnes etter formelen:

$Q = k \times b \times h_a^n \times 3600$ hvor:

$Q =$ vannføring i m³/h

$k =$ koeffisient

$b =$ bredde

$h_a =$ vannstand før innsnevringen i meter (målepunktet)

$n =$ eksponent

(k) og (n) finnes av tabeller i NS-ISO 9826

Ved fri vannføring (free flow condition) er det kun h_a som trengs å måles og formelen kan forenklet til: $Q = k \times h_a^n$

Eksempler på tabell 3 i NS-ISO9826:

Parshell nr	Bredde (b) i meter	Vannføring (m ³ /s)
1	0,152	0,381 ha ^{1,580}
2	0,25	0,561 ha ^{1,513}
8	1,0	2,397ha ^{1,548}
9	1,2	2,901ha ^{1,577}
10	1,5	3,668ha ^{1,586}
13	2,4	6,004ha ^{1,605}

Bruksområder

Måling av vannmengder i åpne renner, overløp etc. Det er ofte forskjellige føle- hoder/ oppløsning for måling av væske/ slam etc.

Vedlikehold

- Måleren krever lite vedlikehold.
- Ultralyd måleren kan drive på nullpunktet.
- Målerenna bør spyles/ vaskes etter behov (sjekk for groing).

Fordeler

- Berøringsfri måling (ikke kontakt med mediet).

Ulemper

- Følsom for bølger og skum (dette kan dempes).
- Fuktighet på sensorhodet/ glasset kan gi falske signaler

4.2 VANNMÅLING VED TERSKELOVERLØP

Virkemåte

Vannmåling ved terskeloverløp er tilsvarende som for åpne rennen men her måler en høyde ved en kjent terskel. De mest kjente arrangement

er:

- Rektangulæroverløp/terskeloverløp (Kindsvater-Catret formelen)
- Trekantoverløp (eller «V-overløp») (Kindsvater-Shen formelen)

Ved samtlige arrangement er det kun høyden som er variabel. Dette er en enkel og billig installasjon til f. eks måling av overløp (akseptabel nøyaktighet).

V-overløp kommer gjerne som standardiserte vinkler på 30°, 45° eller 90°

Installasjonen er uegnet for måling av vann som inneholder bunnfall (grus eller stein).

Bølger gir også her unøyaktige målinger (bruk bølgedemper).



Figur 3: V-overløp

4.3 VANNFØRINGSMÅLING I DELFYLT RØR

Virkemåte

Vannmengdemåling i delfylte rør foretas vha. 2 måleprisipper:

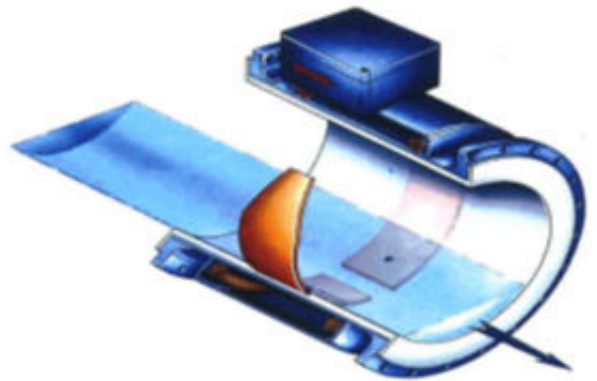
1 Ultralyd x trykk (doppler prinsippet)

Vannmengden er et resultat av måling av hastighet x trykk (areal x hastighet) og er basert på en hastighetsmåling i et kjent punkt av rørledningen og en nøyaktig arealberegning. Måleren kan leveres som en transportabel enhet eller som et kompakt rør hvor sensorene er faststøpt i målerøret.

1 Elektromagnetiske mengdemåler for delvis fylte rør

Denne er tilnærmet lik en standard elektromagnetisk mengdemåler men her har en flyttet måleelektroden til bunnen av måleren på et nivå som tilsvarer ca 10 % av indre diameter. Dette gjør

det mulig å måle væskehastigheter selv ved lavt nivå i røret (> 10 % fylt). I tillegg er det innebygd en kapasitiv giver i bekledningen («lineren») som måler væskehøyde. Vannmengden er resultatet av areal x væskehastighet. Denne type måler er avhengig at den monteres med sensorene i bunnen.



Figur 4: Elektromagnetisk mengdemåler for delfylte rør

Signalene fra sensorene overføres til en PLS (automasjonsenhet) som foretar beregning, og lokal presentasjon/lagring eller overføring til PC/ driftssentral for videre behandling av dataene.

Fra PC programmeres målerens dimensjon/rørdiameter, evt. kanalens bredde og høyde.

Montering

Sensoren monteres i bunn av røret/kanalen ved hjelp av en spenningsring. Leverandørens monteringsanvisning må følges nøye

Bruksområder

Bruksområde er i hovedsak registrering/ mengdemåling på avløpsledninger/selvfallsledninger hvor det er varierende fyllingsgrad i rørledningen.

Vedlikehold

På avløpsvann med tendens til sedimentering og bunnfall er det nødvendig med regelmessig rengjøring rundt sensoren.

Fordeler

- Enkel å montere.
- Forholdsvis god målenøyaktighet.
- Måler i begge regninger.
- Kan lett flyttes til annet målested.

Kompaktutgaven er mer beregnet på faste installasjoner.

Ulemper

- Krever hyppig tilsyn og rengjøring rundt sensoren (kanskje oftere enn 1 gang i uken).
- Dersom sedimentering og bunnfall tildekker sensoren kan ultralyd/ hastighetssignalet bli null.
- Krever minimum 10 % fylling
- Meget turbulente strømninger kan nedsette målenøyaktigheten.

Det finnes også instrumenter/sensorer for måling av vannføring i delfylte rør som er basert på elektromagnetisk/ kapasitivt prinsipp.

4.4 SIKRING/ VERN AV INSTRUMENTERINGSUTSTYR/ 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 støyproblematikk

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).

Spenningskabler til instrumenter og sensorer bør ligge på egne kabelbruer og ikke i nærheten/ samme kabelbru som «sterkstrømskabler».

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

I VA stasjoner blir PLS (automatiseringsenhet) normalt spenningsforsyrt via en egen utgang fra

El-tavlen. Enten som en 230 VAC kurs til egen kraftforsyningsenhet i PLS eller via en 24 V DC omformer plassert i El-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 fortsettere 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 spenningsforsyrt 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 El-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 El-nettet som kan forårsake overspenninger. Det anbefales derfor å benytte overspenningsvern på både forsyningsleder (kabler) og signaledere (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.

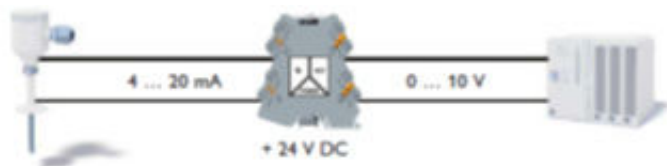
Galvaniske skiller kan også brukes ved overføringer fra EX soner. Da skilles det mellom sikker og usikker sone.

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 MA 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.

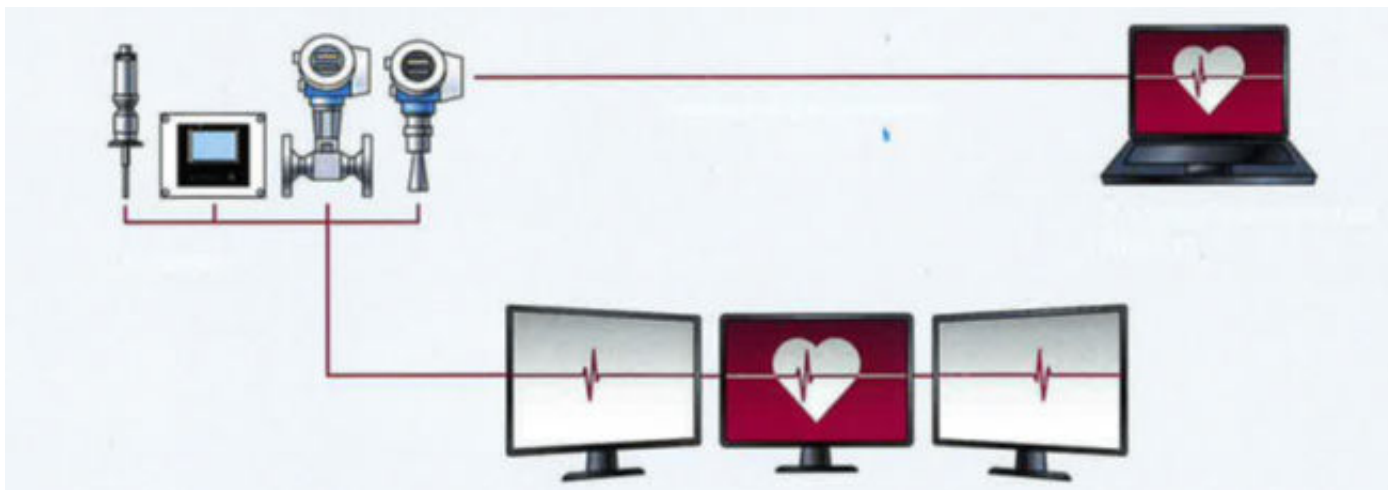
4.5 KOMMUNIKASJON

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 instrumentert, 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 vedlikeholdsparmetre vha kommunikasjonsprotokoller som overlagret Hart (med RIA15) som oversender et 4 – 20m A 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 analyseinstru-



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