

# Interfacemåling i tanke og beholdere

Det kan være en udfordring at måle grænseflader mellem væsker, men parameteren kan være vigtig både proces- og sikkerhedsmæssigt.

Endress+Hauser har tre måleprincipper inden for niveaumåling, som kan klare denne opgave.

Af Morten B. Jensen,  
Endress + Hauser A/S

**NIVEAUMÅLING.** Når man taler om niveaumåling, er der mange principper, som kan anvendes, og valg af det rigtige måleprincip kommer derfor an på, hvilket medie der skal måles på. Dette er et faktum der i endnu højere grad gælder for den specielle anvendelse af niveaumålestyr, som anvendes til interfacemåling, eller bestemmelse af grænselaget mellem to væsker.

Interfacemåling er i bund og grund en bestemmelse af, hvor i tanken skillelaget mellem to eller flere væsker med forskellig densitet befinder sig. De mest typiske applikationer er måling mellem olie/vand og kemikalier/ vand, se fig. 1.

## Kontrol med vandet

Målingen foretages oftest for at få kontrol med det vand, som kondenserer i lukkede tanksystemer. Ved kondensering udskilles vandet, og sammen med en væske med lavere vægtfylde vil vandet samle sig i bunden af tanken. Har væsken til gengæld en højere vægtfylde end vand, så vil vandet lægge sig over væsken. Som følge af adskillelsen vil man kunne komme til at pumpe vand ud i stedet for produkt, og er væsken eksempelvis fyringsolie, vil kedlen slukke som følge af dette.

En anden typisk måleopgave finder vi inden for Inventory Control, eller logistikkontrol i tanke og siloer. Lageroversigten skal ikke indeholde andet end nettoniveauet (mængden) af eksempelvis benzin eller olie. For at få et nøjagtigt overblik over de mængder, som er på lager, er det vigtigt at kunne modregne eventuelt vand i tanken, samtidig med at det også giver mulighed for at pumpe vandet ud, så der ikke fås en forringelse af produktets kvalitet.

## Kapacitiv måling

Et af de ældste måleprincipper til interfacemåling

er det capacitive princip, se fig. 2. Det capacitive princip bygger på de elektriske egenskaber ved en kondensator. Kondensatoren består af to plader med en fast indbyrdes afstand. Når en plade påtrykkes en

traditionelt været benyttet til måling mellem vand og hydrocarboner. Forskellen mellem dielektricitetskonstanten for vand og olie er markant: 80 for vand og 2 for olie, og det capacitive system vil let kunne ind-

1. Systemet kalibreres til at vise 0 %, når hele følerens måleområde er dækket med olie,  $\epsilon_r = 2$ .

2. Systemet kalibreres til 100 % når føleren er helt dækket med vand,  $\epsilon_r = 80$ .

Ud fra de to værdier vil

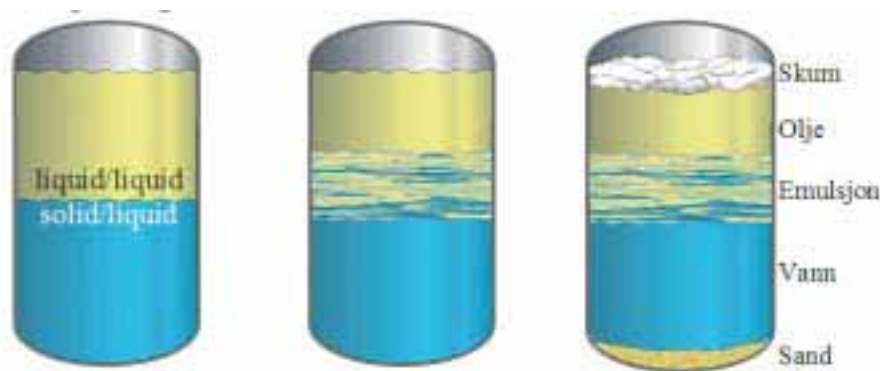


Fig. 1. Grænsefladen mellem forskellige materialer kan være vanskelig at måle: Fast stof nederst og væske over (t.v.) giver en god interfacemåling. Et emulsionslag mellem to væsker (midten) er vanskeligere at måle på. Den sidste variant (t.h.), indeholder flere lag/medier, er måleteknisk udfordrende og opleves typisk i olieseparatorer.

tykkelsen og vægtfylden af materialet.

Radiometrisk måling er i princippet en vægtfyldemåler og måleprincippet registrerer mængden af stråling, som penetrerer gennem mediet. Ser vi derfor på eksemplet med vand og olie fra før, vil vægtfyldeforskellen (Vand 1.000 kg/m<sup>3</sup> og olie 800 kg/m<sup>3</sup>) gøre det muligt for gammamåleren at måle olie, emulsionslag, vand og eventuelt bundfald, alt afhængig af, hvordan kilden og detektorerne placeres.

Begrænsningen for interfacemålingen er afstanden mellem kilde og detektor, som skal beregnes temmelig nøjagtig for at få en nøjagtig måling af skillelagene. Gammamåling har den store fordel, at den ikke er i berøring med pro-

kilder. Det betyder således at detektorerne er meget følsomme, og den nødvendige intensitet til en typisk måling svarer til den naturlige stråling i 2.800 m højde - eller med andre ord svarer det til den kosmiske stråling, man udsættes for under et ophold i bjergene ca. 3 km over havets overflade.

Selv om strålingsintensiteten således er "begrænset", er der dog ingen grund til at slække på sikkerheden. Man skal altid følge forskrifterne og bl.a. sørge for altid at holde kilden indkapslet/tillukket, når der arbejdes foran den.

## Guided radar

Guided radar er en radarmåler, hvor de elektromagnetiske bølger (signalet) styres langs en rustfri stålwire eller -stav, se fig. 4.

Fig. 4. Funktionsprincip - Guided radar

Guided Radar er en radarmåler hvor de elektromagnetiske bølger (signalet) styres langs en rustfri stålwire eller stav. Signalet bevæger sig ned langs staven indtil det møder medieoverfladen, hvorfra det delvis reflekteres.

Signalet bevæger sig ned langs staven, indtil det møder medieoverfladen, hvorfra det delvis reflekteres. Den tid det tager for signalet at bevæge sig fra transmitteren til overfladen - og retur - er udtryk for afstanden til medieoverfladen, og dermed niveauet i siloen/tanken.

Som i andre radarmålere bevæger den elektromagnetiske bølge sig med en hastighed tæt på lysets (ca. 300.000 km/s) og refleksionen af et radarsignal beror, som ved den capacitive måling, på dielektricitetskonstanten. Princippet kan derfor også bruges til at måle interfacet mellem to væsker.



Fig. 2. Funktionsprincip - kapacitiv niveaumåling  
I niveaumåling benyttes en sensor, der udgør den ene "plade" i kondensatoren, som den anden "plade" benyttes som regel beholder væggen. Elektronikken justeres til en nulværdi ved udækket (eller delvis dækket) sonde og justeres til en maks-værdi ved sonden dækket til det ønskede niveau.

stilles til at skelne mellem de to væsker. I praktiske situationer er grænseskillet dog aldrig 100 % entydigt defineret: Afhængigt af den relative densitet, produktets viskositet og mediets kemiske egenskaber, vil der opstå et lag af emulsion mellem de to produkter.

Dette emulsionslag vil i sammensætning kunne variere fra 100 % af lag A til 100 % af lag B eller sagt på en lidt enklere måde, så vil en kapacitiv måling kunne detektere vand i hydrocarboner (høj  $\epsilon_r$ ), men ikke hydrocarboner i vand (lav  $\epsilon_r$ ). Metoden benyttes således altid til at detektere positionen af væskeoverfladen: olie på vand, uanset om der er et emulsionslag til stede eller ej.

## Kalibrering i to trin

Måden, hvorpå en kapacitiv niveaumåling indstilles til interfacemåling, adskiller sig væsentligt fra den gængse opsætning til niveaumåling. Selve målingen kalibreres i to trin:

det nøjagtige skel kunne bestemmes, og målesignalet kan eksempelvis benyttes til at styre et aftapningssystem, enten direkte fra relæer eller via et kontrolsystem. Alt afhængig af om der er et emulsionslag til stede eller ej, må indstillingen foretages således, at der ikke ved et uheld, i eksempelvis en olieseparator, kan tømme olie ud i systemet.

## Gammamåling

Et andet måleprincip, der ofte anvendes til interfacemåling, er radiometrisk måling eller gammamåling, som det ofte kaldes, se fig. 3. Selve måleprincippet er baseret på måling af dæmpningen af den radioaktive stråling, som optræder, når den passerer gennem forskellige materialer. En detektor, monteret på ydersiden af beholder eller rør, omformer denne stråling til et elektrisk signal. Styrken af signalet bestemmes af afstanden mellem kilden og detektoren, og af

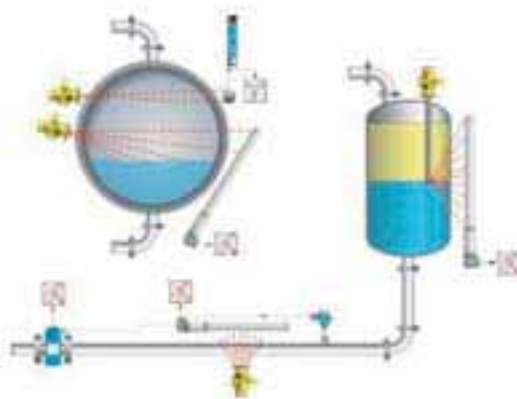


Fig. 3. Funktionsprincip - gammamåling.

Det radioaktive signal dæmpes forskelligt når det passerer varierende medier - og måleprincippet registrerer mængden af stråling som penetrerer gennem de enkelte "lag".



Fig. 5. Eksempel på signalresponsen fra en guidet radar anvendt til interfacemåling. Først møder signalet olieens overflade, derefter grænselaget med vand.

#### Interfacemåling

Mikrobølgepulsen fra radaren bliver ledet langs wiren/staven, hvor noget af energien reflekteres fra overfladen af det første ikke-ledende produkt. Den tilbageværende energi passerer gennem det første produkt og bliver reflekteret fra grænsefladen mellem de to produkter. De to refleksioner kan da vurderes som henholdsvis

topniveau og interface, se fig. 5.

For at få en korrekt interfacemåling med en Guided radar, er det vigtigt at der skal være et klart skel mellem de to lag - dvs. næsten ingen emulsion, samt at det øverste produkt skal være mere end 10 cm tykt, og have en dielektricitetskonstant der er <10. Endvidere må dielektricitetskonstanten af det øverste lag

ikke ændre sig, og forskellen i dielektricitetskonstant mellem det øverste og det nederste produkt skal være mere end 10.

I applikationer, hvor det øverste lag har højere dielektricitetskonstant end det nederste - det kan eksempelvis være et lag vand oven på en "tung" kemisk væske - kan man montere måleren nedefra og op enten fra tankbunden eller i et siderør, se fig. 6. De fleste instrumenteringsleverandører har i dag software, som forenkler idriftsættelse af avancerede opgaver som disse, men det anbefales alligevel, at man har en servicetekniker "ved hånden", hvis man ikke er helt fortrolig med konsekvenserne.

#### Andre interfacemålinger

En af de mest almindelige interfacemålinger er bestemmelse af et niveau i en tank, hvor der er meget skum over væskeoverfladen. Afhængig af skumets "type", vil et af de

ovennævnte principper kunne anvendes, lige som man i enkelte tilfælde også vil kunne "nøjes med" at benytte en simpel mekanisk løsning.

Inden for næringsmiddelindustrien er fedtfælder aktuelle applikationer. Interfacemålingen benyttes i disse til at give et signal, når fedtniveauet er så højt, at det må fjernes manuelt eller automatisk. En kapacitiv føler er i dette tilfælde den oftest anvendte løsning, idet føleren, når den ikke længere er i vand, vil mærke en drastisk ændring i kapacitansen og instrumentet vil ændre udgangssignal.

Endelig benyttes gammamålinger ofte til "profilmålinger", dvs. en "analyse" af profilen i hele tanken/siloen. For de mest krævende profilmålinger, kan det dog være nødvendig at benytte mere end ét måleprincip, for at kompensere for det enkelte principps begrænsninger.



Fig. 6. En guided radar niveaumåler monteret op/ned (nederst i midten) benyttes til at måle grænsen mellem vand (øverste lag) og det tungere dimethylenklorid. Øverst til venstre ses en kapacitiv niveaumåler til bestemmelse af niveauet i tanken.