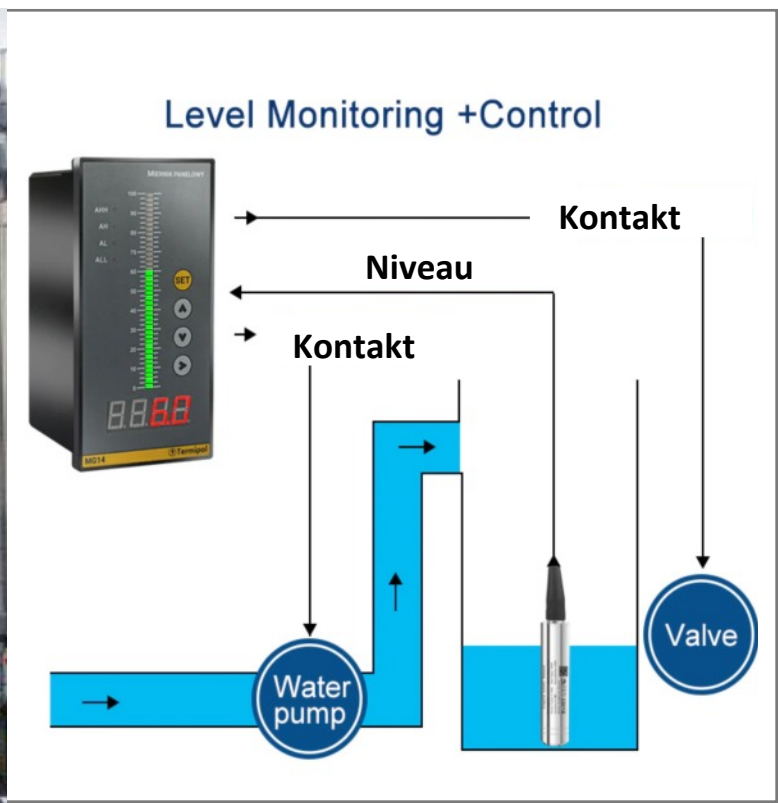




Niveaumåling

Hydrostatisk måling



Hydrostatisk niveaumåling

Hydrostatisk niveaumåling, eller niveaumåling baseret på trykmåling, er en af de mest udbredte måder at måle niveau på. Princippet er enkelt at montere og kan tilpasses langt de fleste måleopgaver.

Tryk defineres som den kraft der påvirker et givet areal og måles i alle tilfælde som en deformation af et kendt legeme - deformationen kan, afhængig af legemets udformning, omsættes til en skala.

Grundenheden er således N/m^2 , men i daglig tale benyttes enheden Pascal (Pa) eller, specielt når der tales om niveaumåling, benyttes enheder som meter vandsøjle, el.lign.

Hvad forstås der ved hydrostatisk måling?

Hydrostatiske tryk sensorer anvendes til måling af niveauet i tanke eller beholdere, ved at aftaste det tryk, som væskesøjleens højde skaber på sensoren. Måleprincippet er egnet til niveaumåling af alle former for væske, der ikke er i bevægelse - det fysiske princip beskriver "kun" virkningen af en stationær kraft, virkende på ét målepunkt. Denne kraft betegnes som det "hydrostatiske tryk".

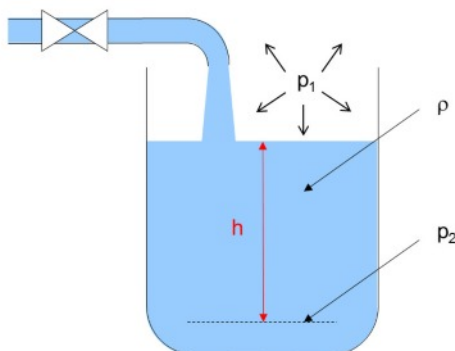
Den vigtigste egenskab for hydrostatisk måling af niveauet er, at uanset formen og volumen af tanken / beholderen er det hydrostatiske tryk i målepunktet kun proportional med væskesøjleens højde.

Det skyldes at statisk væske gennem sin vægtfylde og den fungerende kraft tyngdekraft, genererer et hydrostatisk tryk, som stiger proportionalt med påfyldnings højden - følgelig er det hydrostatiske tryk et direkte mål for fyldningsgraden af en tank eller beholder. Dog skal opmærksomheden dog rettes mod mediets vægtfylde, som vil påvirke måleresultatet, benyttes skiftende medier kan en nøjagtig måling kræve at der tages forbehold for disse ændringer.

Bemærk at systemet, grundet densitetsafhængigheden, også vil være afhængigt af mediets temperatur, der som bekendt også er med til at ændre densiteten.

Niveaumåling i trykløse tanke

I hydrostatisk niveaumåling i trykløse tanke er måling i tanke eller bassiner hvor kontinuerlig trykudligning, mellem den omgivende luft og gasfasen over væsken, finder sted. I dette tilfælde er det altså det omgivende tryk, der presser på væskeoverfladen, og dermed påvirker hele systemet med en ekstra kraft der er lig barometerstanden. Derfor anvendes en trykmåler med en målecelle for relativ trykmåling til opgaven. Denne type måler kompenseres til det omgivende tryk (ligesom tanken), og måleresultatet kompenseres derfor "automatisk" for virkningen af det omgivende tryk på væskeoverfladen og det målte hydrostatiske tryk svarer derfor kun til højden af væskestanden.



Formel:

$$h = p_2 / (\rho * g)$$

h Væskestand

p_1 Omgivelsestryk

p_2 Hydrostatisk tryk

ρ Vægtfylde på medie

Håndregel (vand):

$$h [m] \approx p [\text{bar}] * 10$$

Væskestanden i en åben tank/beholder kan derfor beregnes efter følgende ligning:

$$h = p / \rho * g$$

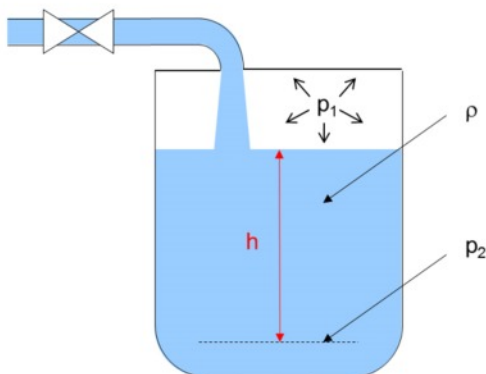
hvor:

- p = hydrostatisk tryk
- ρ = Væskens vægtfylde
- g = Tyngdekraften
- h = Væskesøjleens højde

Som en simpel håndregel gælder for tanke/beholdere med vand, at et tryk på 1 bar (relativ) svarer til trykket fra en væskesøjle på 10 meter.

Niveaumåling i lukkede tanke

Målingen niveau i lukkede, gastætte beholdere, kræver en kompensation for det tillægstryk, som gasfasen over væskeoverfladen presser på denne med, idet det ekstra tryk vil fungerer som en ekstra kraft på væskeoverfladen, et tryk som "snyder" den hydrostatiske trykmåling i bunden af beholderen.



Formel:

$$h = (p_2 - p_1) / (\rho * g)$$

h Væskestand

p₁ Tryk på overflade

p₂ Hydrostatisk tryk

ρ Vægtfylde påmedie

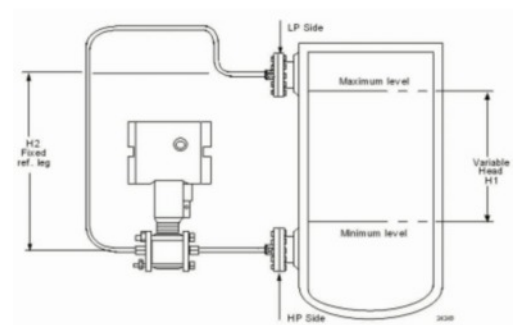
Effekten fjernes ved at kompensere med en ekstra trykmåling på gasfasen og beregning af den aktuelle væskehøjde udregnes som følger:

$$h = (p_2 - p_1) / \rho * g$$

hvor:

- p₂ = Hydrostatisk tryk
- p₁ = Gastrykket over væskeoverfladen
- ρ = Væskens vægtfylde
- g = Tyngdekraften
- h = Væskesøjleens højde

Opgaven løses ofte med en differensstrykmåling, hvor højtrykssiden forbindes til bunden af tanken, mens lavtrykssiden forbindes, så den kan benyttes til kompensation for gastrykket over væskeoverfladen. Målesignalet fra differensmålingen vil derfor være et direkte udtryk for det hydrostatiske tryk (væskesøjleens højde).

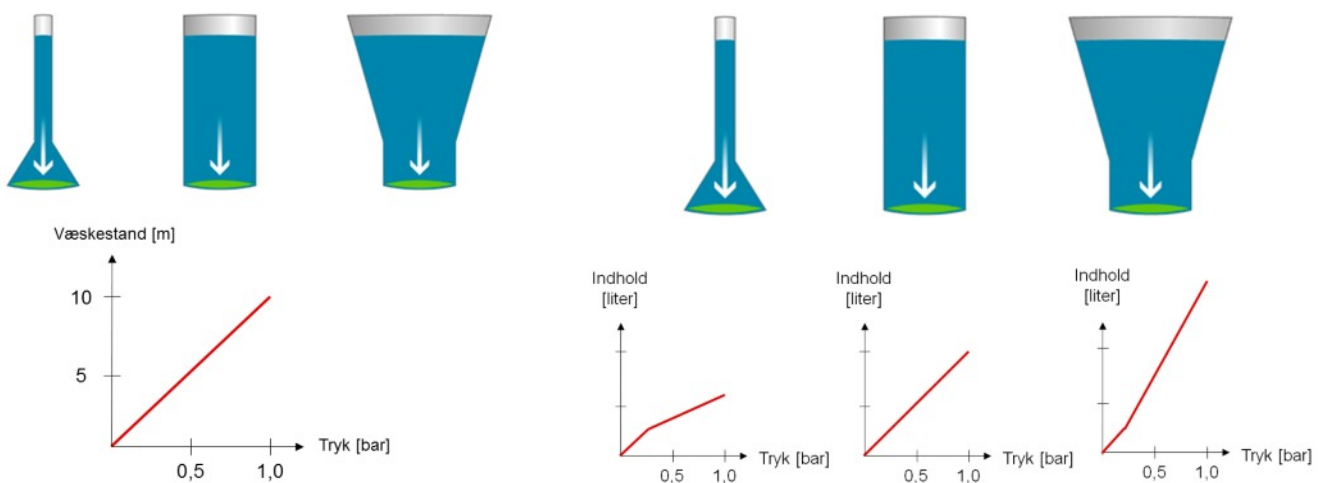


Montage og tilpasning til opgaven

For den bedste måling bør trykmåleren monteres så langt nede på tanken som muligt, samtidig med man skal forsøge at undgå der opslemmes materiale/urenheder på målecellen, da disse i værste fald kan blokere for måling. Er tanken/siloen konisk i bunden kan man med fordel montere måleren på den skrå flade i bunden eller i afløbsrøret under tanken.

De fleste tryktransmittere som anvendes til niveaumåling, er derfor forsynet med en frontmembran - og en processtilslutning - der gør det muligt at montere transmitteren så selve målepunktet er plant med tankvæggen, og på den måde reducere "lommer", der kan fungere som snavssamlere.

Ved brug af det hydrostatiske princip er det vigtigt at huske på at målingen er uafhængig af beholderens volumen eller udformning, og den målte værdi er en direkte måling af væskestanden over målecellen.



Ønskes en decideret indholdsmåling (mængdemåling) er det nødvendigt, at signalet behandles yderligere. For de fleste tanke skal der udarbejdes lineariserings tabel, hvor forholdet mellem væskehøjde og indhold er angivet. Sammenhængen kan derefter lægges ind i en regneenhed, oftest en PLC, som kan informere operatøren om den aktuelle væskemængde i beholderen.

Eksempler på hydrostatiske niveausensorer

Til måling af hydrostatisk niveau, kan man differentiere mellem tre typer af sensorer:

- Konventionelle trykmålere, som "almindelige" manometre og tryktransmittere
- Neddykkede tryktransmittere/pejlesonder, oftest ophængt i selve kablet.
- Differenstrykmålere, som differenstrykmanometre eller -transmittere

Konventionelle trykmålere anvendes til stort set alle typer af opgaver, og det store anvendelsesområde understøttes af et bredt udvalg af processtilslutninger, der sikrer tilpasning til de krav der stilles indenfor de fleste brancher.

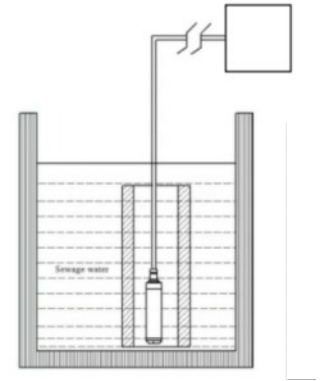
Til niveaumåleopgaver skal man dog være opmærksom på den traditionelle manometertilslutning er åben og kan tilstoppes, hvorfor en transmitter med membranforsatsen foretrækkes.



Konventionelle sensorer udemærker sig ved at tilbyde det bedste pris / ydelsesforhold indenfor niveaumåling, samtidig med de er robuste og nemme at installere. Systemet kan let tilpasses både meget store og meget små tanke, hvor der, under optimale forhold, kan opnås nøjagtigheder helt ned til <math><0,1\%</math> af fuld skala.

De neddykkede tryktransmittere har stor udbredelse indenfor vandbehandling, hvor de anvendes til at måle niveauet i reservoirer, brønde eller andre åbne vandområder. Neddykkede tryktransmittere er specielt konstrueret til at fungere mens de er nedsænket i mediet og de adskiller sig hovedsageligt fra konventionelle trykmålere ved tæthedsklasse, kabel kvalitet og korrosionsbestandighed.

Denne type transmitter er som regel udført som relative transmittere, og kablet, der benyttes til at overføre målesignalet, indeholder derfor også en tynd luftslange som fører omgivelsestrykket ned til målecellen – og derfor bør man være varsom med at afkorte kablet, så lufttilførslen ikke stoppes.



Specielt inden for den kemiske og petrokemiske industri, hvor mange procestanke er isoleret fra omgivelserne, anvendes differenstrymåling i stor udstrækning til niveaumåling. Muligheden for at få en direkte måling af niveauet, hvor det korrekte niveau vises uden indflydelse af gasfasen er specielt i disse industrier en attraktiv løsning.

Mange af målesystemerne består af en målenhed, med lange kapillarrør ud til processtilslutningerne. Da disse er væskefyldte (transmissionsolie) bør der tages højde for eventuelle påvirkninger fra omgivelsestemperaturen, som kan få transmissionsvæsken til at udvide sig (give et bidrag til trykket). Temperatureffekten bortkomponeres lettest ved at udforme systemerne med 2 lige lange kapillarrør, så balancen i målingen bibeholdes.

Systemer med 2 lange kapillarrørsystemer, er dog en løsning som kan være temmelig dyr, sammenlignet med andre hydrostatiske systemer, og der ses i dag, hvor udbredelsen af den digitale teknologi vokser, en trend mod anvendelsen af 2 digitale tryktransmittere og en regneenhed (PLC), istedet for den "traditionelle" differenstrymåling.



Fordele og ulemper ved hydrostatisk niveaumåling

Hydrostatisk tryk og niveaumåling har en konstant høj popularitet på grund af den høje robusthed, høj pålidelighed og enkel installation af denne teknologi. Følgende kendetegn udgør den største fordele og begrænsninger i forhold til andre måleprincipper:

● **Fordele:**

- Etableret måleprincip med høj pålidelighed
- Påvirkes ikke af forstyrrende faktorer som støv, skum, damp, forurenende stoffer mm.
- Målingen påvirkes ikke af væskens ledningsevne, dielektriske koefficient eller viskositet
- Måling er uafhængig af tankens geometri og eksisterende installeret udstyr
- Enkel installation uden behov for kalibrering eller justering
- Direkte kontakt med mediet
- Mange alternative udformninger gør princippet anvendeligt til de fleste opgaver

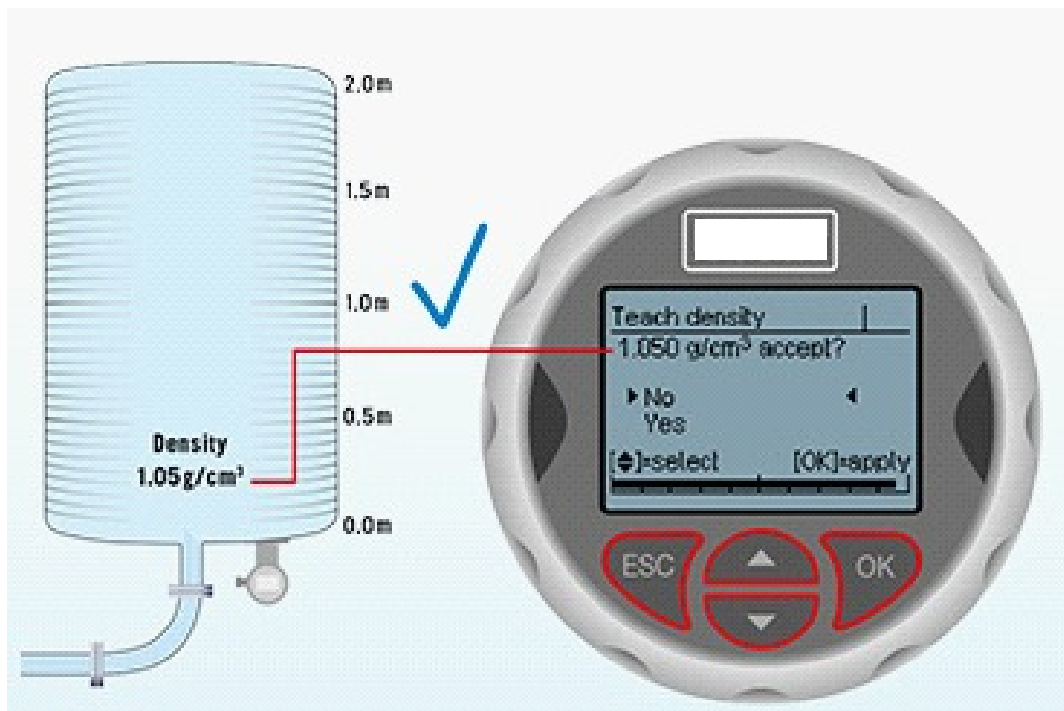
- **Begrænsninger:**

- Kun egnet til væsker
- Præcise målinger kræver medier ensartet vægtfylde

Konklusion

Hydrostatisk niveaumåling er den teknologi inden for niveaumåling, der gennem de senere år, er vokset hurtigst. Lang holdbarhed og høj stabilitet i måleresultaterne, også under ustabile procesbetingelser, gør at denne teknologi i dag fremstår som det førende princip til kontinuerlig måling i såvel små processtanke, som i store bassiner med kompliceret geometri.

Producenterne af industrielle tryksensorer arbejder løbende med udviklingen af alternative materialer, og en stadig stigende kompleksitet af målelementerne, for på denne måde at tilpasse den hydrostatiske niveau måleteknologi, så den også vil passe til de fremtidige krav.



Hydrostatisk niveaumåling

Trykmåling til måling overvågning af væskenniveauer i tanke og bassiner kaldes hydrostatisk niveaumåling. Væskesøjleens tryk på målecellen er et udtryk for niveauet over denne. Der findes specielle transmittere der er udviklet til niveaumåling, men i princippet kan alle manometre og tryktransmittere benyttes til at måle væskesøjleens højde. Princippet er afhængig af mediets densitet og atmosfærens tryk på væskeoverfladen, og ved varierende konditioner bør der tages forbehold for dette.



PEJLESONDER

Anvendelse: Pejlesonder har stor udbredelse indenfor vandbehandling, hvor de anvendes til at måle niveauet i reservoirer, brønde eller andre åbne vandområder.

- » Medieberørte dele: Hus i Rustfri stål, membran i Rustfri stål
- » Måleområder: 0...0,5 mH₂O op til 0...200 mH₂O
- » Kabellængde/-materiale: Efter ønske / PVC eller PTFE
- » Udgangssignal: 4...20mA, 2 eller 3-wire



TRYKLØSE TANKE

Anvendelse: Konventionelle tryktransmittere kan tilpasses til niveaumåling, ved at benytte skillemembraner, og en procestilslutning - der gør det muligt at montere transmitteren så selve målepunktet er plant med tankvæggen.

- » Måleområder: 0...60 mbar op til 0...400 bar (1 bar= 10 mH₂O)
- » Nøjagtighed: bedre en +/- 0,5%
- » Mange materialer og procestilslutninger



TRYKTANKE

Anvendelse: Differenstrykmåling anvendes i stor udstrækning til niveaumåling i procestanke der er isoleret fra omgivelserne, f.eks. indenfor kemiske og petrokemiske industri. Transmitteren tilpasses til niveaumåling, ved at benytte skillemembraner, monteret til transmitteren med kapillarrør, der gør det muligt at montere en membran i bunden, og én i toppen af tanken.

- » Måleområder: 0...60 mbar op til 0...100 bar (1 bar= 10 mH₂O)
- » Nøjagtighed: bedre en +/- 0,5%
- » Mange materialer og procestilslutninger
- » Kapillarrør: 2 stk maks. 10m

Væskestanden i en tank/beholder kan beregnes som følger:

$$h = (p_2 - p_1) / \rho * g, \text{ hvor:}$$

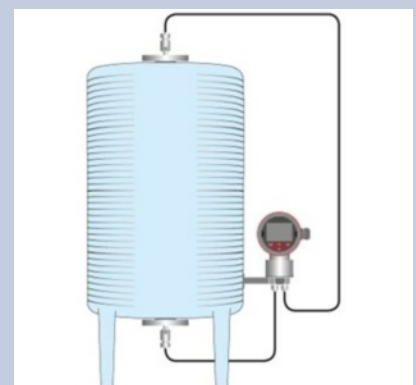
p₂ = Hydrostatisk tryk

p₁ = Gastrykket over væskeoverfladen

r = Væskens vægtfylde

g = Tyngdekraften

h = Væskesøjleens højde



KLINGER Danmark A/S
Nyager 12-14
DK-2605 Brøndby
Denmark
Phone +45 4364 6611