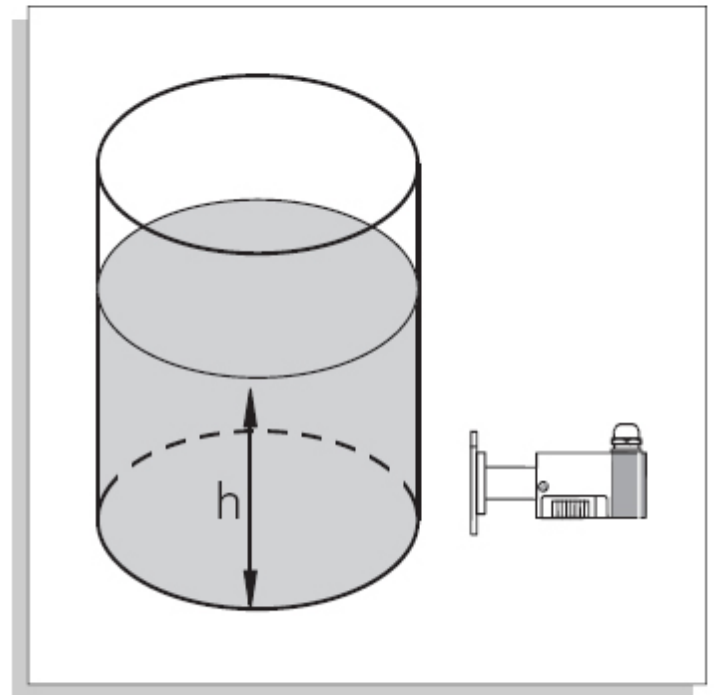


Nivåmätning  
i industrin

Level  
measurement  
in industry



ALLMÄNT

CORPORATE

TILLÄMPNING

APPLICATION

SYSTEM

SYSTEM

PRODUKT

PRODUCT

DOKUMENTATION

DOCUMENTATION

# Nivåmätning i industrin

Tillämpningsbeskrivning E101

## CONTENTS

<b>ALLMÄNT.....</b>	<b>3</b>
Hydrostatisk mätmetod .....	3
Fysikaliskt förhållande .....	3
Kärlens inverkan .....	4
Omvandling av volym till signal .....	4
<b>NIVÅMÄTNING I ÖPPNA TANKAR .....</b>	<b>5</b>
Allmänt .....	5
Direktanslutning .....	6
Luftbubblingsystem .....	11
<b>NIVÅMÄTNING I SLUTNA TANKAR .....</b>	<b>13</b>
Allmänt .....	13
Två tryckgivare vid måttliga statiska tryck .....	15

# Level measurement in industry

Application description E101

## CONTENTS

<b>GENERAL.....</b>	<b>3</b>
Hydrostatic measuring methods .....	3
Physical relationships .....	3
The effect of the vessel .....	4
Converting the volume to a signal .....	4
<b>LEVEL MEASUREMENT IN OPEN TANKS .....</b>	<b>5</b>
General .....	5
Direct connection .....	6
Air bubbling system .....	11
<b>LEVEL MEASUREMENT IN CLOSED TANKS .....</b>	<b>13</b>
General .....	13
Two pressure transmitters at slight static pressures .....	15

Innehållet i denna publikation får inte helt eller delvis kopieras utan vårt medgivande. Vi förbehåller oss också rätten att utan särskilt meddelande ändra funktioner och tekniska data givna i text och bild.

© Ponus Instruments AB

No part of the contents of this publication may be copied without permission. We reserve the right to change functional and technical data presented in the text and illustrations without notice.

© Ponus Instruments AB,

# ALLMÄNT

## Hydrostatisk mätmetod

Vid industriell nivåmätning förekommer mätutrustningar av varierande typer med olika mätmetoder. Valet av utrustning och mätmetod bestäms av lokala och branchmässiga traditioner samt förhållanden vid mätstället, t ex typ av mätmedia, tryck, temperatur, viskositet och densitet m m.

Här beskrivs den vanligaste industriella metoden: nivåmätning enligt den hydrostatiska mätmetoden med elektronisk givare. Den hydrostatiska metoden är överlägset vanligast för mätning av vätskenivå i tankar och kärl eftersom den kännetecknas av:

- enkelhet
- noggrannhet
- kostnadseffektivitet.

## Fysikaliskt förhållande

Fysikens lagar säger att det hydrostatiska trycket (P) från en vätskepelare bestäms av pelarens höjd (h) och mätmediets densitet ( $\rho$ ).

$$P = h \times \rho$$

$\rho$  påverkas av de lokala förhållandena då mätmediumets densitet påverkas av tryck och temperatur. Även normalgravitationen påverkar densiteten om än i mindre grad.

Observera att även små fel i mätmediets densitet ger stor onoggrannhet.

En ändring av densiteten med t ex 0,01 enhet innebär en ändring av det hydrostatiska trycket med 1% av mätområdet. Även inblandning av t ex gas i ett flytande media kan ge betydande ändringar av det hydrostatiska trycket med mätfel som följd.

Dagens elektroniska tryckgivare omsätter emellertid det hydrostatiska trycket med stor noggrannhet. ETP90 har en noggrannhet av  $\pm 0,1\%$  av mätområdet eller bättre.

Omvandling från tryck till nivå (eller volym) sker enligt sambandet:

volymen = ytan x vätskepelarens höjd  
och

volymen x densiteten = vikten  
(massan)

# GENERAL

## Hydrostatic measuring methods

There are various types of equipment and methods for measuring levels in industry. The choice of equipment and method depends largely on local preferences and traditions as well as the actual site conditions, such as type of measuring media, pressure, temperature, viscosity and density.

This document describes the most common industrial method, i.e. the hydrostatic method with electronic transmitters. This is easily the most wide-spread method for measuring the level of liquid in tanks and vessels because it is:

- simple
- accurate
- cost effective.

## Physical relationship

The laws of physics state that the hydrostatic pressure (P) of a liquid column is determined by its height (h) and the density of the media to be measured ( $\rho$ ).

$$P = h \times \rho$$

$\rho$  is influenced by local conditions as the medium's density is pressure and temperature dependent. Normal gravity also influences the density, even if only to a small degree.

It should be noted that even small deviations in the density of the media can result in large measuring errors. For example, a change of 0.01 in the density can result in a change in the hydrostatic pressure of 1% of the measurement range. The ingress of, for example, gas in a liquid media can also cause substantial changes in the hydrostatic pressure and lead to measuring errors.

Modern day electronic pressure transmitters convert the hydrostatic pressure very accurately. ETP90, for example, has an accuracy of  $\pm 0.1\%$  of the measurement range or better.

The conversion from pressure to level (or volume) has the following relationship:

volume = surface x height of liquid  
column

and

volume x density = weight (mass)

## Kärlens inverkan

### Rektangulära och stående cirkulära tankar

För rektangulära och stående cirkulära tankar har det hydrostatiska trycket och volymen ett linjärt förhållande. Detta gäller under förutsättning att ytprojektionerna är konstant över mätområdet.

### Liggande cylindriska tankar och andra olinjära tankar

När ytprojektionerna inte är konstant blir volymen inte linjär över mätområdet. Olinjäriteten varierar med formen. För en liggande cylindrisk tank gäller ett ganska komplicerat trigonometriskt samband.

Vid mätning och reglering av nivå i buffertar och liknande kärl där den absoluta volymen inte har något tekniskt eller ekonomiskt intresse kan det eventuella mottagande instrumentet graderas i % av mätområdet. Olinjäriteter kan eventuellt försummas.

### Tankar med kupade gavlar

Kvalificerade tryckkärl som ångdomar, ångaccumulatorer har ofta tankar med kupade gavlar. Detta komplicerar förhållandet vätskepelare/volym.

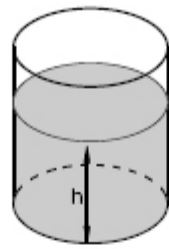
Vid mätning i stora långa tankar kan en förenklad beräkningsmetod användas som ger endast en försumbar onoggrannhet:

$$\text{Beräkningslängd} = \text{mantellängd} + 2 \times \left( \frac{2}{3} b \right)$$

## Omvandling av volym till signal

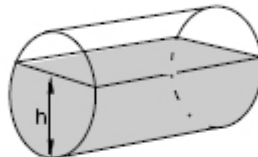
Det hydrostatiska tryck som representerar volym (tankens innehåll) omvandlas normalt till en proportionell standardsignal med hjälp av en elektronisk tryckgivare t ex ETP90. Vanliga signaler är 4–20 mA eller 1–5 V. Signalen överförs till en mottagare för nivåindikering, reglering eller annan signalhantering.

Moderna mikrodatobaserade instrument som ETP90 eller regulatorer typ ECA har ofta möjlighet till signalbehandling, linjärisering och beräkning.



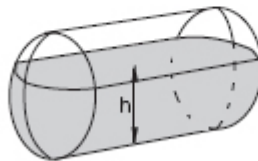
Stående cirkulär tank.

Standing circular tank.



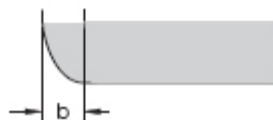
Liggande cirkulär tank.

Horizontal circular tank.



Tank med kupade gavlar.

Horizontal tank with rounded ends.



## The effect of the vessel

### Rectangular and upright circular tanks

The relationship between hydrostatic pressure and volume is linear in rectangular and upright circular tanks provided that the surface projection is constant over the measurement range.

### Horizontal cylindrical tanks and other non-linear tanks

When the surface projection is not constant the volume is not linear across the measurement range. Non-linearity varies according to the shape.

For a horizontal cylindrical tank the relationship is a quite complicated trigonometric relationship.

When measuring and controlling levels in buffer tanks and similar containers, where the absolute volume is of no technical or economic interest, the receiving instrument can be graded as a per cent of the measurement range and non-linearity may be able to be ignored.

### Tanks with rounded ends

Advanced pressure vessels such as steam domes or steam accumulators often have tanks with rounded ends which complicates the relationship between liquid column and volume. When measuring in long tanks, a simplified method of calculation is used whose lack of accuracy is negligible:

$$\text{Calculated length} = \text{length of mantle} + 2 \times \left( \frac{2}{3} b \right)$$

## Converting the volume to a signal

The hydrostatic pressure that represents volume (the tank contents) is normally converted into a proportional standard signal by means of an electronic pressure transmitter such as the ETP90. Normal signals are 4–20 mA or 1–5 V. The signal is transferred to a receiver for level indication, control or other type of signal processing.

Modern microcomputer-based instruments like ETP90 or controllers like ECA can often handle signal processing, linearization and calculations.

# NIVÅMÄTNING I ÖPPNA TANKAR

## Allmänt

Vid nivåmätning i öppna tankar, särskilt med direktanslutna givare, finns inga "trånga kanaler" som lätt sätter igen. På de öppna anslutningarna finns heller inga "dämpningar" via trånga kanaler mot givaren. Det betyder att givaren lätt påverkas av dynamiska krafter från omrörare, suguttag till pumpar, insprutningsstudsar mm. Därför ska givaren placeras så att inverkan från yttre krafter blir så liten som möjligt. Man kan använda enkla mekaniska skärmar, skvalpskydd mm, tillsammans med maximal dämpning av givaren.

Skumbildning i tanken kan ge mätfel då vätskeytan då inte blir klart definierad. Inblandning av luft i mätmediumet t ex orsakad av häftig pumpning kan också ge problem som inte kan förutses vid projekteringen. Detta kan ge skenbara variationer i mediumets densitet ( $\rho$ ) som tillsammans med icke förutsedda koncentrations- och temperaturvariationer är möjliga felkällor.

## Mätprinciper

Nivåmätning kan ske med antingen direktanslutna givare eller med luftbubblingssystem.

### Direktanslutning

Givaren är monterad direkt i tanken. Detta är den vanligaste anslutningsmetoden.

### Luftbubblingssystem

Givaren är ansluten till tanken via ett dykrör. Metoden används när direktanslutning av givare är olämplig, t ex vid färdiga betongtankar eller kakelklädda tankväggar.

# LEVEL MEASUREMENT IN OPEN TANKS

## General

When measuring levels in open tanks, especially with transmitters that are directly connected, there are no narrow channels which can easily clog. The open connections also mean that there are no "attenuations" through the narrow channel to the transmitter. This means that the transmitter is easily affected by dynamic forces from mixers, suction outlets to pumps, injection pipes and the like.

The transmitter must therefore be located where it is most free from outside influences. This can be done by using simple mechanical screens, splash plates, etc. together with maximum damping of the transmitter.

Foam in the tank can also cause measuring errors as the surface of the liquid is not clearly defined.

The ingress of air in the media, perhaps as result of excessive pumping, can also result in problems which may not be able to be predicted when planning. This can result in variations in the density ( $\rho$ ) which together with unpredictable variations in temperature and concentration can result in measuring errors.

## Methods of measurement

The level can be measured either with a directly connected transmitter or with an air bubbling system.

### Direct connection

This is the most common method where the transmitter is mounted directly in the tank.

### Air bubbling system

The transmitter is connected to the tank via an inverted bubble pipe. This method is used where direct connection is unsuitable, for example in pre-cast concrete tanks or tanks with tiled surfaces.

## Direktanslutning

### Princip

Vätskenivån mäts med elektrisk mätvärdesgivare som är monterad direkt mot tanken. Normalt förutses att alla tankar och behållare ska förses med tryck- och nivåmätning. Redan vid tillverkningen av tankarna förses man dem därför med lämpliga uttag för givare. Det är alltid en fördel att mäta utan tryckförmedlare. Om speciella mäteller anslutningsproblem för givare kan förutses bör man ta hänsyn till dessa redan vid tillverkningen av tanken.

ETP90 kan levereras i ett antal olika anslutningar för direktanslutning mot tanken, även vid speciella förhållanden.

### Användning

Direktanslutning kan användas i alla sammanhang där lämplig anslutningsstud kan anbringas på tanken.

Anslutningsstudsen ska svara mot de förhållanden som råder för mätningen.

Direktanslutna givare är den vanligaste och som regel den mest kostnadseffektiva anslutningsformen, för de flesta mätfall.

### Utrustning

Givare för direktanslutning med lämpligt fästelement.

### Att tänka på

#### Avstängning för service

Om tanken inte kommer att kunna tömmas enkelt bör man montera en avstängning mellan givare och tank. Detta för att underlätta service och t ex nollpunktskontroll.

#### Media- och omgivningstemperatur

Man bör kontrollera att givaren tål de förväntade temperaturen på mediet och i omgivningen.

#### Mekaniskt skydd

Givaren bör förses med robust mekaniskt skydd om den monteras i närheten av transportvägar eller liknande samt om det finns risk att givaren används som fotsteg.

#### Mätområde

Givarens mätområde kan förskjutas över stora områden. Därmed kan en del av tankens volym mätas med större upplösning.

## Direct connection

### Principle

The level of the liquid is measured with electrical transmitters mounted directly on the tank. It is normally accepted that all tanks and containers are to be equipped with pressure and level measuring devices, and they are normally equipped with suitable outlets for this purpose during manufacture. It is also better to measure without pressure transmission. Any likely measuring problems ought to be considered while making the tank.

ETP90 can be supplied with a number of connections for direct mounting even in special conditions.

### Use

Direct connection can be used wherever a suitable sleeve can be attached to the tank. The actual sleeve must correspond to the requirements at the measurement point.

Directly connected transmitters are the most common and usually the most cost-effective solution to the majority of needs.

### Equipment

Transmitter for direct connection with suitable fixture.

### Factors to consider

#### Shutting down for service

If the tank cannot be easily emptied, insert a cut-off valve between the transmitter and tank. This facilitates service and zero setting.

#### Ambient and media temperature

Check that the transmitter withstands the expected ambient and media temperatures.

#### Mechanical protection

Protect the transmitter physically if it sticks out into a busy area or there is a risk that it will be used as a step-up to inspect the tank.

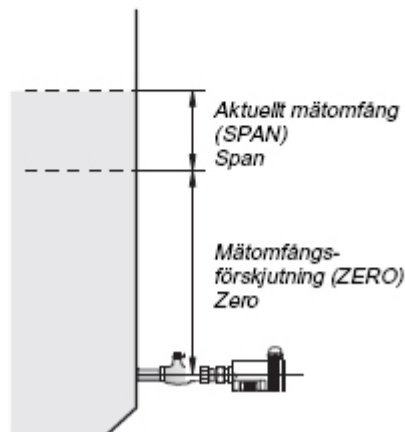
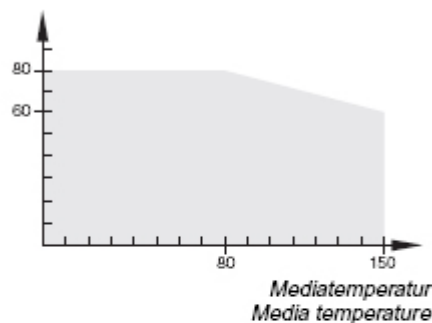
#### Measurement range

The transmitter's effective range of measurement can be moved over a wide range. This allows part of the tank volume to be measured with greater resolution.

Tillåtet temperatur-  
område ETP90

Permitted  
temperature range  
ETP90

Omgivningstemperatur  
Ambient temperature



## Gängad anslutning

Givaren kan monteras i valfritt läge. Om det finns risk för slambildning eller liknande är vertikal montering att föredra eftersom det minskar risken för igensättning.

Givaren bör förses med avstängningsventil mellan givare och tank. Använd kulventil istället för sätesventil när det finns risk för igensättning. Kulventilen har rakt genomlopp med större håldiameter än motsvarande sätesventil. Ventilens vred bör demonteras vid normal drift för att undvika ofrivillig stängning. Rörkopplingen mellan ventil och givare garanterar samma monteringsläge efter eventuell demontering. Den koniska tätningen betyder att packningsproblem elimineras.

## Flänsad anslutning

Flänsanslutning tillåter mätning på mycket tjockflytande media och uppslamningar.

Man kan i princip mäta så länge mediet är flytande.

Givaren kan monteras i valfritt läge. Ur service- och säkerhetssynpunkt bör man överväga att montera avstängningsventil mellan givare och tank. T ex flänsad kulventil ND50 med flänsar enligt SMS 340 DIN 2531 alternativt ventil med svetsändar som svetsas direkt i tankväggen och svetskragen.

Om mätmediets temperatur är hög bör anslutningen lämnas oisolerad då det annars finns risk för hög omgivningstemperatur.

Omvänt gäller att anslutningen bör isoleras om det finns risk för att mätmediat stelnar eller inkrusteras vid låg temperatur.

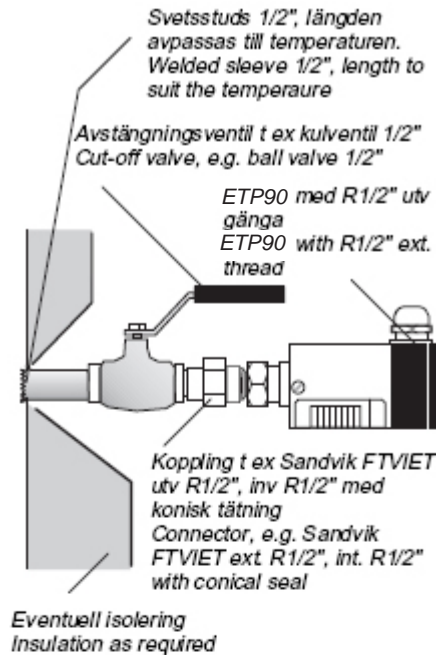
## Vatten/luft-insprutning

Vid mätning på mycket tjockflytande media eller då det finns risk för igensättning av anslutningen kan man arrangera för insprutning av vatten, luft eller annat lämpligt spädmedia.

**OBS:** Vid insprutning med skyddsmedia finns det risk för bakspolning om trycket blir mindre än det hydrostatiska trycket. Montera därför en tryckstyrd avstängningsventil vid behov.

## Alternativ lösning

Se även ETP90 med framskjutet membran.



## Threaded connection

The transmitter can be mounted as required. If there is a risk of silting up it is preferable to mount it vertically to avoid clogging.

A cut-off valve should be inserted between the tank and transmitter. Use a ball valve in preference to a globe valve if there is risk of clogging. Ball valves have a larger passage than comparable globe valves. Remove the valve's stop cock to avoid accidental cut-off.

The use of a pipe connector between the valve and the transmitter ensures the same mounting position if the equipment needs to be dismantled, and with the conical seal there are no leakage problems.

## Flanged connection

A flange connection enables viscous liquids and sludges to be measured. As long as the media are fluid they can be measured.

The transmitter may be mounted as required, but from a service and safety point of view a cut-off valve should be fitted between the tank and the transmitter, for example a flanged ball valve ND50 with flanges in compliance with SMS 340 DIN 2531 or a valve with welding ends which can be welded directly to the tank and the collar. If the medium is hot, leave the connection uninsulated as the ambient temperature might rise above the permitted maximum. On the other hand, if there is a risk for the medium hardening or encrusting at low temperature, insulate the connection.

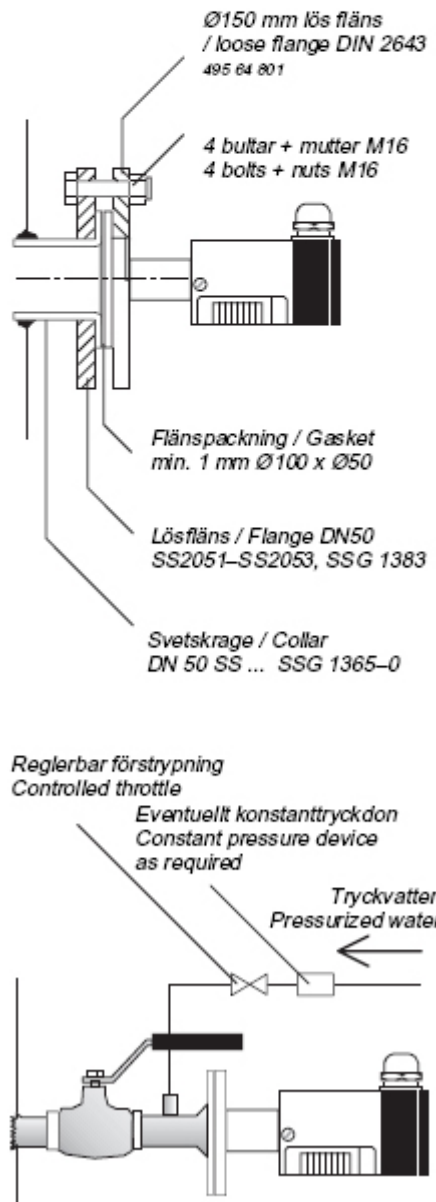
## Water/air injection.

When measuring very viscous liquids or where there is a risk of clogging, air, water or other thinner can be injected into the media.

**NB:** When injecting barrier liquids there is a risk of back flushing if the pressure is less than the hydrostatic pressure. Fit a pressure-controlled cutoff valve as required.

## Alternative solution

See also ETP90 with extended diaphragm.



### Anslutningsdetaljer ø50 PN6

Lösfläns PN6 DIN 2641  
Material: RST 2343  
495 650 01

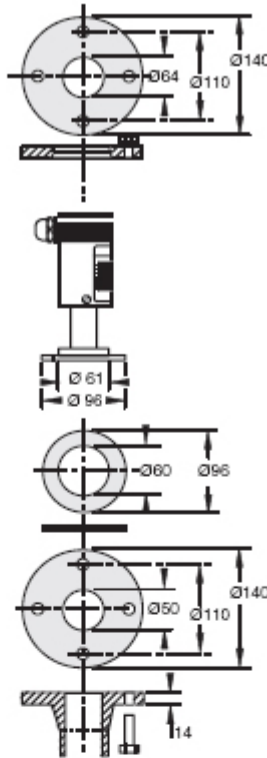
4 muttrar 1/2" alt. M12

Tryckgivare ETP90-x5xx

Flänspackning ø96 x ø60  
Tjocklek: 0,8 – 1,5 mm  
Material: Anpassas till mätmedia

Svetshylsa med krage PN6, 50 m

4 skruvar 1/2", L = 50 mm  
alternativt M16



### Connection parts ø50 PN6

Flange PN6 DIN 2641  
Material: RST 2343  
495 650 01

4 nuts 1/2" or M12

Pressure transmitter ETP90-x5xx

Gasket ø96 x ø60  
Thickness: 0.8 – 1.5 mm  
Material: Suited to media

Welding stud with collar PN6, 50 mm

4 screws 1/2", L = 50 mm  
or M16

### Anslutningsdetaljer ø50 PN40

Lösfläns PN40 DIN 2656  
Material: RST 2343  
495 649 01

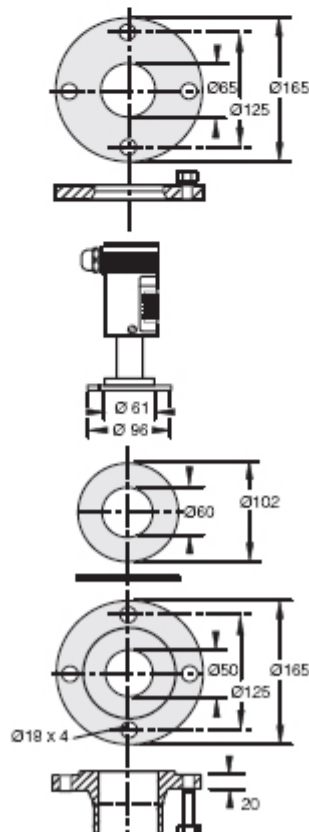
4 muttrar 5/8" alt. M16

Tryckgivare ETP90-x5xx

Flänspackning ø102 x ø60  
Tjocklek: 0,8 – 1,5 mm  
Material: Anpassas till mätmedia

Svetshylsa med krage PN40, 50 m

4 skruvar 5/8", L = 60 mm  
alternativt M16



### Connection parts ø50 PN40

Flange PN40 DIN 2656  
Material: RST 2343  
495 649 01

4 nuts 5/8" or M16

Pressure transmitter ETP90-x5xx

Gasket ø102 x ø60  
Thickness: 0.8 – 1.5 mm  
Material: Suited to media

Welding stud with collar PN40, 50 mm/2"

4 screws 5/8", L=60



### Anslutningsdetaljer ø80 PN6

Lösfläns PN6 DIN 2641/SMS 358  
Material: RST 2353-27  
495 570 01

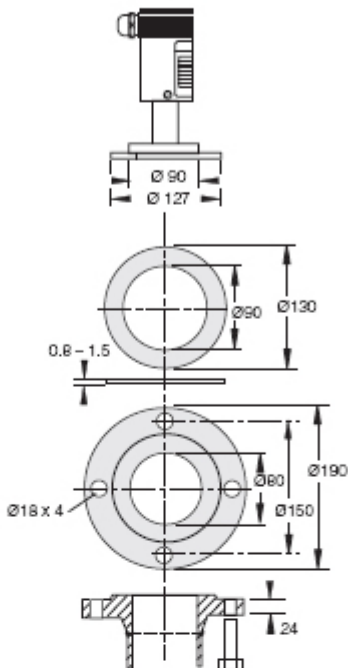
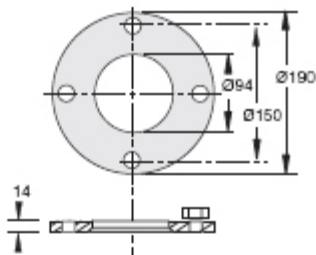
4 muttrar 5/8" alt. M16

Tryckgivare ETP90-x4xx

Flänspackning ø130 x ø90  
Tjocklek: 0,8 – 1,5 mm  
Material: Anpassas till mätmedia

Svetshylsa med krage PN6,  
80 mm/3"

4 skruvar 5/8", L = 60 mm  
alternativt M16



### Connection parts ø80 PN6

Flange PN6 DIN 2641/SMS 358  
Material: RST 2353-27  
495 570 01

4 nuts 5/8" or M16

Pressure transmitter ETP90-x4xx

Gasket ø130 x ø90  
Thickness: 0.8 – 1.5 mm  
Material: Suited to media

Welding stud with collar PN6,  
80 mm/3"

4 screws 5/8", L = 60 mm  
or M16

### Anslutningsdetaljer ø80 PN40

Lösfläns PN40 DIN 2656/SMS 2052  
Material: RST 2353-27  
495 673 01

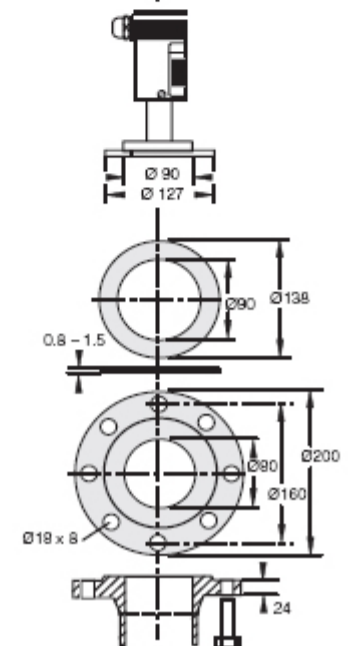
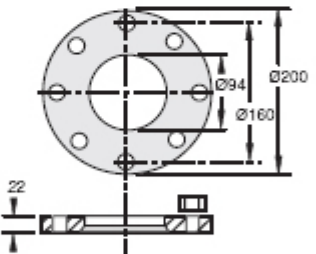
8 muttrar 5/8" alt. M16

Tryckgivare ETP90-x4xx

Flänspackning ø138 x ø90  
Tjocklek: 0,8 – 1,5 mm  
Material: Anpassas till mätmedia

Svetshylsa med krage PN40,  
80 mm/3"

8 skruvar 5/8", L = 60 mm  
alternativt M16



### Connection parts ø80 PN40

Flange PN40 DIN 2656/SMS 2052  
Material: RST 2353-27  
495 673 01

8 nuts 5/8" or M16

Pressure transmitter ETP90-x4xx

Gasket ø138 x ø90  
Thickness: 0.8 – 1.5 mm  
Material: Suited to media

Welding stud with collar PN40,  
80 mm/3"

8 screws 5/8", L = 60 mm  
or M16

## Givare med framskjutet membran

Vid mätningar på tjocka och trögflytande media rekommenderas givare med framskjutet mätmembran. Installationen innebär att mätmembranet blir parallellt med rör- eller tankväggen, utan fickor eller spalter där mätmedia kan fastna. Max mediatemperatur 150°C vid max 60°C omgivningstemperatur tillåter diskning och sterilisering.

### Montering

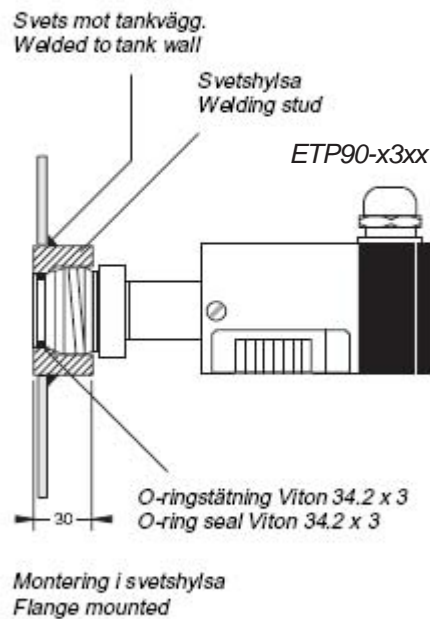
Givaren kan monteras i svetshylsa eller direkt i rörmuff eller ventil.

#### Svetshylsa

Svetshylsa: 1 1/2" gänga, SIS 2343 ytterdiameter Ø70 mm. 435 802 01. Fäst hylsan med fyra svetspunkter. Lägg på svetsringen. Tätsvetsa mot tanken. Smörj gängorna med t ex molykote. Gänga in givaren i svetshylsan.

#### Montering i rörmuff / ventil

Gänga in givaren direkt i muff eller ventil med invändig gänga R1 1/2". Gängtäta med teflonband. Lås givaren genom att skruva in M6-skraven på muttern i motsvarande hål på givaren.



## Transmitter with extended diaphragm

A transmitter with extended diaphragm is recommended for thick or viscous media. The membrane is installed parallel with pipe or tank wall to avoid any space where media might become lodged. The maximum media temperature of 150°C at an ambient temperature of max. 60°C enables cleaning and sterilization.

### Assembly

The transmitter can be mounted in a welding stud or directly on a pipe sleeve or valve.

#### Welding stud

Welding stud: 1 1/2" thread, SIS 2343 outer dia. Ø70 mm. 435 802 01.

Weld the flange at four points and mount the weld ring. Weld tightly against the tank. Lubricate the thread with, for example, molykote and screw in the transmitter.

#### Assembly in pipe sleeve / valve

Screw the transmitter into the sleeve or valve (internal thread R1 1/2"). Seal with Teflon tape. Lock the transmitter in place by tightening the M6 screw in the nut in the corresponding hole in the transmitter.

# Luftbubblingssystem

## Princip

Vätskenivån mäts med s k dykrör (bubbelrör). Genom att kontinuerligt tillföra mätluft som trycker ut mätmediet ur dykröret får man en luftpelare vars tryck är proportionellt mot höjden av den vätskepelare som omger dykröret. Lufttrycket mäts normalt med elektrisk mätvärdesgivare.

## Användning

Mätning med dykrör och luftbubbling är en grundläggande och ofta noggrann metod för nivåmätning i öppna tankar. Metoden används bl a där kostnaderna för direktanslutna givare blir kostsam eller tekniskt olämpligt, t ex vid färdiga betongväggar eller kakelklädda tankväggar. Metoden kan även användas för att skilja elektrisk mätutrustning och dess ledningsdragning från explosionsfarlig eller starkt korroderande miljö.

## Utrustning

Utrustningen kan bestå av:

- dykrör med fästankning
- tryckreduceringsventil med filter
- reglerbar förstrykning (strömningsindikator)
- luftrör eller instrumentluftslang 6 mm eller 1/4"
- anslutningsdetaljer och kopplingar

**OBS:** Dykrörets övre del (korsröret) måste dras upp till en höjd där mätmediet inte kan tränga upp i luftanslutningen vid t ex ett luftbortfall!

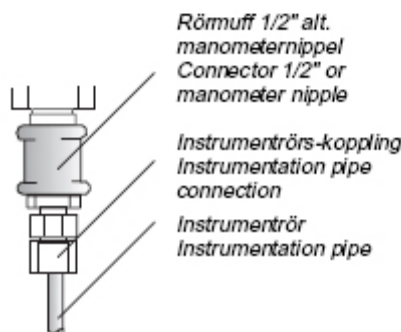
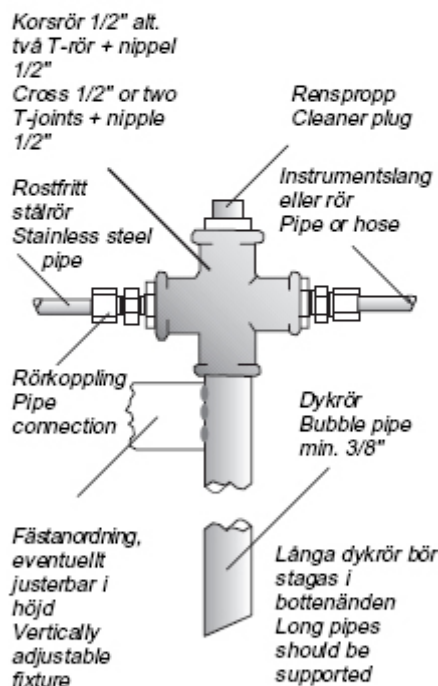
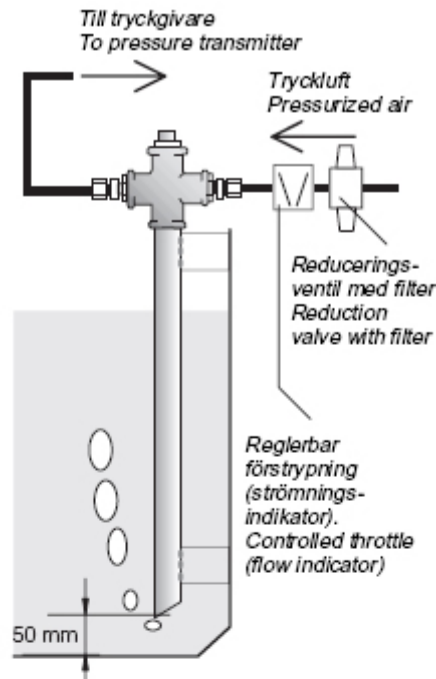
## Att tänka på

### Luft

Luften som tillförs bör vara torr och ren. Lämplig luftmängd erhåller man genom att ställa drivtrycket efter reduceringsventilen och fininställa med förstrykningen. Rätt luftmängd ställs in vid ett tryck som ligger över det högsta hydrostatiska trycket. Normal luftdosering är 100 – 200 l/min.

### Igensättning

För att förhindra igensättning p g a slam eller liknande som kan samlas på tankens botten, bör dykröret avslutas ca 50 mm över tankbotten. Det mätfel som uppkommer kompenseras med givarens nollställningsfunktion (ZERO). Om det finns risk för igensättning bör dykröret monteras så att det enkelt går att ta upp för rengöring.



# Air bubbling system

## Principle

The level of the liquid is measured by means of a bubble pipe. A continuous stream of air forces the media out the tube resulting in an air column whose pressure is proportional to the height of the liquid column surrounding the tube. The air pressure is normally measured with an electrical transmitter.

## Use

Air bubbling is a basic and often accurate method for measuring levels in open tanks. It is used where directly connected transmitters are too costly or technically unsuitable, for example in pre-cast concrete tanks or tiled tanks. It can also be used to separate electrical measuring equipment and cables from explosive or corrosive environments.

## Equipment

Equipment can comprise:

- bubble pipe with fixture
- pressure reduction valve with filter
- controlled throttle (flow indicator)
- 6 mm or 1/4" air pipe or instrument air hose
- connections

**NB:** The top part of the bubble pipe (the cross) must be located at a height where the media cannot get into the air connection if there is a drop in air pressure.

## Factors to consider

### Air

The air should be dry and clean. A suitable air flow is attained by setting the driving pressure after the reduction valve and then adjust with the throttle. The correct air flow is set at a pressure which is above the highest hydrostatic pressure. Normal air flow is 100 – 200 l/min.

### Plugging

To prevent plugging owing to silting up or the like on the tank bottom, the bubble pipe ought to be raised about 50 mm above the tank bottom. The measuring errors can be compensated for by the zero setting on the transmitter. If there is a risk of plugging, the bubble pipe should be mounted so that it can be easily lifted out for cleaning.

### Separat ledning

Reduceringsventilen och förstrykningsanordningen bör monteras i en separat ledning enligt figuren. Detta hindrar det tryckfall som uppstår vid dosering av drivluft genom en relativt liten ledning, från att adderas till mättrycket. Vid dosering av t ex 100–200 l/min genom en 4 mm instrumentslang uppstår ett tryckfall av 5–10 mm per meter slang. Vid grövre luftledningar kan ledningslängden uppgå till 200 m eller längre.

### Fuktig drivluft

Om drivluften inte är garanterat torr finns det risk för mätfel p g a kondensbildning i mätledningen. Ledningarna bör då förläggas med fall (min 1:10) mot en lämplig dräneringspunkt.

### Tjockflytande medium och suspensioner

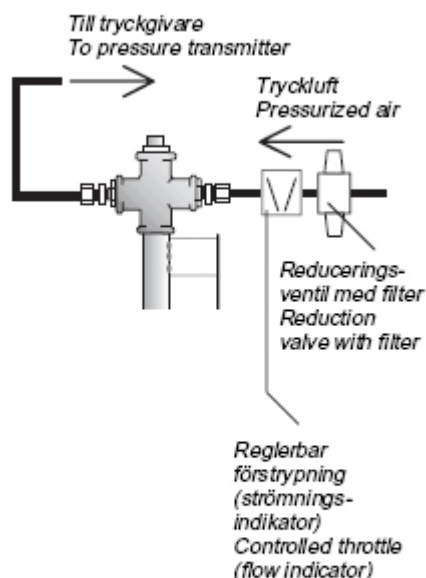
Genom att öka dykrörets diameter upp till 80–100 mm kan luftbubblingsystem användas för relativt tjockflytande medium. Vid tveksamhet måste man prova sig fram.

### Luftbortfall

Om det finns risk för luftbortfall med åtföljande fel i nivåindikeringen bör man t ex anordna larm för lågt lufttryck.

### Igensättning

Om det finns problem med igensättning av dykröret p g a pluggbildning eller "inkruster", bör man öka dykrörets diameter upp till 80–100 mm. Luftdoseringen bör ökas för att kompensera mätfördröjningen som dykrörets ökade volym ger upphov till. Genom detta förfarande kan problemet minskas avsevärt.



### Separate pipe

The reducing valve and the throttle device should be fitted on a separate pipe (see left). This prevents the pressure drop that arises when dosing air through a relatively small bore pipe from being added to the measured pressure. At an air flow of 100–200 l/min through a 4 mm hose there is a 5–10 mm pressure drop per metre hose.

If large diameter pipes are used the length of piping can be 200 m or longer.

### Damp air

If the air is not dry, measuring errors may occur owing to condensation. The pipes should have a fall (min. 1:10) towards a suitable drainage point.

### Viscous media and suspensions

By increasing the bubble pipe bore to 80–100 mm the air bubbling system can be used for relatively viscous media. If in doubt, trial and error is the best method.

### Air failure

If there is a risk of failure in the air supply (which would result in errors in the level indication) an alarm should be fitted for low air

# NIVÅMÄTNING I SLUTNA TANKAR

## Allmänt

Vid nivåmätning i slutna tankar, måste man ta hänsyn till gastrycket över vätskeytan i tanken. Därför måste det hydrostatiska trycket mätas med differensstryckgivare, t ex ETP90-xGxx.

Dessutom måste mediats sammansättning bestämmas. Är t ex gasen över vätskeytan kondenserande eller inte? Finns det variationer i tryck och temperatur, etc?

## Gasfyllt referensrör

Vid icke-kondenserande gas över vätskeytan kan ett gasfyllt referensrör användas även om metoden är svår att få att fungera ( $\Delta P = P_a$ ).

$$\Delta P = P_v = (h_1 \rho g) + (h_2 \rho g)$$

$$h_1 = P_v / (\rho g)$$

För att metoden ska fungera bör man använda referensrör med stor innerdiameter (min 20–25 mm) för att hindra små kondensmängder att bli hängande i röret och störa mätvärdet.

Man bör alltid montera kondenskärl med möjlighet till avtappning. Kondensavtappning kan ge stora störningar på mätningen om inte speciella åtgärder vidtas (se "Fyllning av impulsrör"). Om avstängningsmöjlighet saknas är nollpunktskontroll svår att göra annat än vid tom tank.

Allt detta betyder att även vid ickekondenserande gas över vätskeytan bör man överväga att använda vätskefyllt referensrör enligt nedan.

## Vätskefyllt referensrör

Vid kondenserande gas över vätskeytan måste ett vätskefyllt referensrör användas. Detta för att trycket över vätskeytan inte ska påverkas av kondensat i referensröret utan representeras av ett stabilt vätsketryck.

$$P_2 = P_1 + (h_1 \rho_1 g) + (h_2 \rho_2 g)$$

$$P_3 = P_1 + (h_1 \rho_2 g) + (h_2 \rho_2 g)$$

Nivåmätningen är oberoende av avståndet  $h_2$  genom att  $h_2$  ger lika stort vätskepelaryck på båda sidorna av differensstryckgivaren.

$$\Delta p = P_2 - P_3 = (h_1 \rho_1 - h_1 \rho_2) g$$

# LEVEL MEASUREMENT IN CLOSED TANKS

## General

When measuring the level in closed tanks the gas pressure above the liquid surface must be taken into consideration. For this reason the hydrostatic pressure must be measured using a differential pressure transmitter such as the ETP90-xGxx.

Knowledge of the media's composition is also vital. For example is the gas in the tank condensing? Are there variations in pressure and temperature, etc.?

## Gas-filled reference pipe

In the case of non-condensing gases in the tank, a gas-filled reference pipe can be used, even though it may be hard to get this method to function satisfactorily ( $\Delta P = P_a$ ).

$$\Delta P = P_v = (h_1 \rho g) + (h_2 \rho g)$$

$$h_1 = P_v / (\rho g)$$

To get the method to work properly, you need a pipe with a large bore (min 20–25 mm) to prevent small amounts of condensation remaining in the pipe and interfering with the measurement values.

There should always be a condensing vessel which can be drained. Tapping off the condensate can in fact disturb the values if special measures are not observed. (See "Filling the impulse pipe"). If there is no cut-off, it is difficult to check Zero without first emptying the tank.

All this means that even with non-condensing gases in the tank careful thought should be given to using liquid-filled reference pipes instead (see below).

## Liquid-filled reference pipe

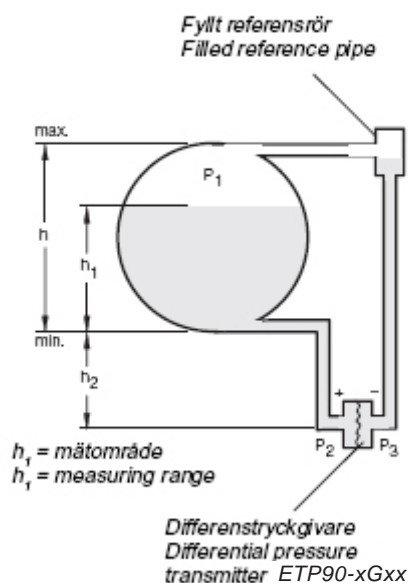
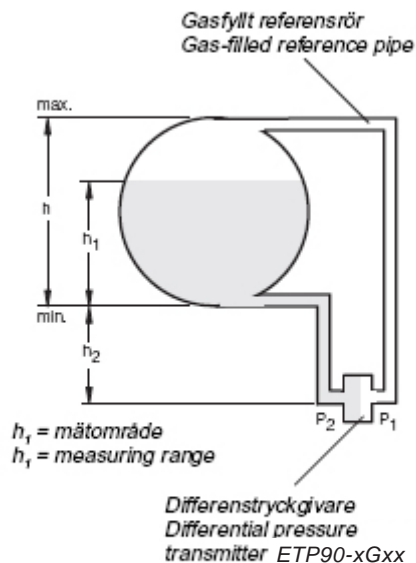
When there are condensing gases in the tank, a liquid-filled reference pipe must be used. This avoids the problem of the pressure above the liquid surface being influenced by the condensate in the reference pipe. Instead it is represented by a stable liquid pressure.

$$P_2 = P_1 + (h_1 \rho_1 g) + (h_2 \rho_2 g)$$

$$P_3 = P_1 + (h_1 \rho_2 g) + (h_2 \rho_2 g)$$

The level measurement is independent of the distance  $h_2$  because  $h_2$  gives the same liquid column pressure on both sides of the differential pressure transmitter.

$$\Delta p = P_2 - P_3 = (h_1 \rho_1 - h_1 \rho_2) g$$



Normalt gäller att med fyllt referensrör måste mätområdet undertryckas för avståndet  $h$ . Detta för att signalriktningen ska bli logisk: Stigande nivå ska ge stigande signal. Undertryckningen görs genom att ansluta nivåsignalen till plus-uttaget på differenstryckgivaren.

De olika tryckens samband visas i figuren. Sambanden gäller under förutsättning att densiteten är lika i båda rören.

## Att tänka på

### Temperaturer

För alla typer av referensrör måste temperaturen kring röret eller delar därav beaktas på så sätt:

- temperaturen varierar kring referenspelaren (röret) och ändrar fyllningsmediats densitet ( $\rho$ ) med följd att givarens nollpunkt flyttas.
- det finns risk för sönderfrysning och pluggbildning vid vattenfyllda rör och temperaturer under fryspunkten.
- det finns risk för avkokning vid höga temperaturer kring referensröret och eventuella trycksänkningar t ex vid mätning i ång- och kondensatkärl.

### Referensrörsdesign

Vid konstruktionen av referensrör ska rörets övre del utformas så att vätskeytans nivå förblir konstant och kondensatbildning och kondensatavrinning gynnas.

### Kondensatkärl

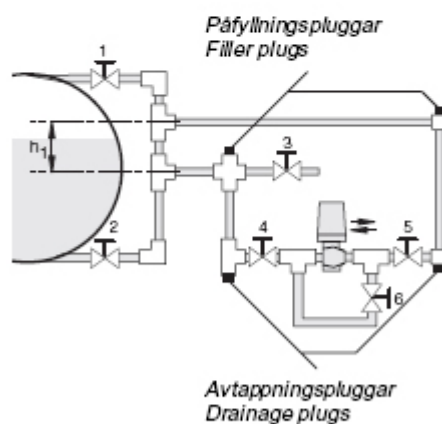
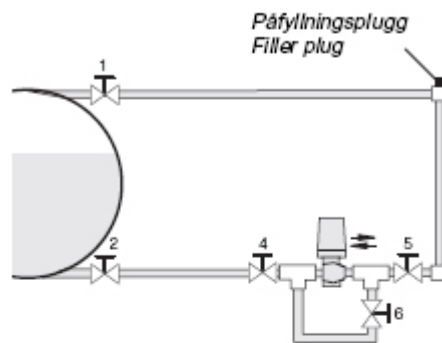
Vid mätning på överhettade media, t ex överhettad ånga kan speciella kondensatkärl underlätta nivåhållningen vid risk för avkokning. Moderna givare ger dock mycket obetydliga displacement-ändringar över mätområdet varför kondensatkärl normalt inte krävs.

### Slamkärl

Vid risk för slambildning bör slamkärl monteras för att hindra igensättning. Alternativt kan man ordna anordning för renspolning.

### Avstängning

Referensrören bör utformas så att avstängning mot tanken och givaren möjliggör påfyllning av vätska i referensrör och mätledning. Dessutom ska drifttagning, nollpunktskontroll och service kunna utföras.



Rörarrangemang som möjliggör säker nollpunktskontroll av mätområdet  $h_1$ .

Piping arrangement that ensures correct zero point checking of range  $h_1$ .

Normally the measuring range must be suppressed for the distance  $h$  when using a filled reference pipe to give a logical direction to the signal, i.e. if the level increases the signal increases. This is done by connecting the level signal to the plus-pole on the differential pressure transmitter.

The relationship between the two pressure is shown in the figure. This relationship applies only if the density is the same in both pipes.

## Factors to consider

### Temperatures

The temperature around the pipe must be watched because:

- the temperature varies around the reference column (pipe) and thus changes the contents' density ( $\rho$ ) causing the transmitter's zero to move.
- there is risk of freezing and plugging (if filled with water) at temperatures below freezing point.
- there is a risk of boiling if the ambient temperature is too high and pressure may drop for example when measuring steam and condensate tanks.

### The design of the reference pipe

The design of the upper part of the pipe must allow for a constant uniform liquid surface. It must also favour condensation and condensate run-off.

### Condensation tank

When measuring superheated media, e.g. superheated steam, special condensation tanks can simplify the maintenance of the level when there is a risk of evaporation. However, modern transmitters give highly insignificant changes in displacement over the measurement range which is why condensation tanks are not normally needed.

### Sludge tank

A sludge tank should be fitted if there is a risk of silting up. Otherwise a cleaning device can be fitted.

### Shut-off

The reference pipe should be able to be shut-off from the tank and transmitter to allow the liquid in the pipe and measurement piping to be topped up. This also makes for easier zero point checking and service

## Två tryckgivare vid måttliga statiska tryck

### Allmänt

För denna typ av mätning finns en speciell differenstrycksgivare framtagen, ETP90-xTxx, kontakta er säljare för mer information.

Vid nivåmätning på tjockflytande media eller livsmedel med krav på hygieniska anslutningar, möjligheter till rengöring med automatiserad diskning och sterilisering, är det svårt att använda referensrör med differenstryckgivare. Detsamma gäller när trycket över vätskeytan kan bli lägre än rådande atmosfärstryck (undertryck i tanken). Fyllt referensrör eller sk skyddstilläts fungerar dåligt i dessa fall eftersom det finns risk för avkokning, läckage av luft via normala vätsketätningar, diffusion genom membran osv.

I dessa fall kan man istället mäta med två tryckgivare. ETP90 levereras med anslutningstyper som tillåter mätning på tjockflytande media och livsmedel. x Metoden begränsas endast av givarens mätnoggrannhet (toleranser) vid ökande statiskt tryck i förhållande till hydrostatiska trycket. Mätnoggrannheten är i regel mindre hos tryckgivare med små mätområden. ETP90 kan ha ett tempfel på ca 0,5% vid de minsta mätområdena. Detta måste beaktas vid beräkning av den slutgiltiga noggrannheten.

### Utrustning

Utrustningen består av två givare ETP90 och ett additionsdon för signalhantering, t ex multi-instrument EMA40 eller subtraktionsdon EXB14.

### Beräkning

Vi räknar med att signalerna  $l_{in}$  och  $l_{ut}$  uttrycks i normaliserad form ( $4-20\text{ mA} \equiv 0-1$ ).

$l_{in}$  = Respektive givares utsignal i normaliserad form

$l_{ut}$  = Subtraktionsdonets utsignal i normaliserad form

$P_{1max}$  och  $P_{2max}$  är mätområdets övre gränser hos tryckgivarna.

$P_1/P_{1max} = l_{in1}$  ;  $P_2/P_{2max} = l_{in2}$

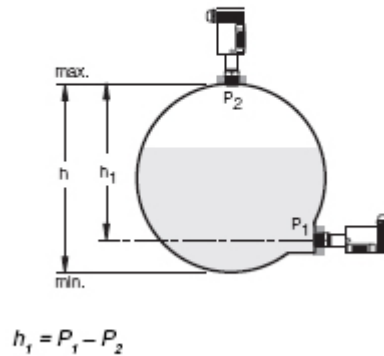
$l_{ut} = (l_{in1} - K_2 l_{in2})$

$K = (P_{1max} / P_{nmax})$

$K_2 = (P_{2max} / P_1\text{ max})$

Om båda tryckgivarna har samma mätområde blir konstanten  $K_2 = 1,0$ .

$P_n$  är det önskade mätområde för den nivå man vill mäta.



## Two pressure transmitters at slight static pressures

### General

For this type of applications there is a special differential pressure transmitter developed, ETP90-xTxx, contact your sales contact for more information.

When measuring viscous media or food stuffs, which require hygienic connections, cleaning in place and sterilization, it is difficult to use a reference pipe with differential pressure transmitter.

The same applies when the pressure above the liquid surface is lower than the ambient atmospheric pressure (underpressure in the tank). Filled reference pipes or other similar devices do not work well in these conditions as there is a risk of evaporation, leakage of air, diffusion through the membrane, etc.

Such cases require two pressure transmitters.

ETP90 is supplied with connectors that enable measurement of viscous media and food stuffs. The method is limited only by the accuracy (tolerances) of the transmitter at increasing static pressure in relation to the hydrostatic pressure. The accuracy is usually lower in transmitters with small measurement ranges. ETP90 has a temp measurement error of approx. 0.5% in the small ranges. This has to be taken into consideration when calculating the final accuracy.

### Equipment

The equipment comprises two ETP90 transmitters and an addition device to process the signals, for example EMA40 multi-instrument or EXB14 subtraction device.

### Calculation

We assume the signals  $l_{in}$  and  $l_{ut}$  are expressed in normalised form ( $4-20\text{ mA} \equiv 0-1$ ).

$l_{in}$  = Outsignal from each transmitter in normalised form

$l_{ut}$  = Outsignal of subtraction device in normalised form

$P_{1max}$  and  $P_{2max}$  are the measurement range upper limits of the transmitters.

$P_1/P_{1max} = l_{in1}$  ;  $P_2/P_{2max} = l_{in2}$

$l_{ut} = (l_{in1} - K_2 l_{in2})$

$K = (P_{1max} / P_{nmax})$

$K_2 = (P_{2max} / P_1\text{ max})$

If both transmitters have the same measurement range, the constant  $K_2 = 1.0$ .

$P_n$  is the required measurement

Exempel:

$P_n$  = mätområdet för nivå 0–1 mvp  
 $P_{max}$  = Maxtryck i tanken 5 mvp  
 $P_{1max} = 5 + 1 = 6$  mvp

Välj mätområde 0–6 mvp för båda tryckgivarna. K2 blir då ett.

$$K = 6 / 1 = 6$$

Vi antar att i ett visst driftfall är trycket i tanken 4 mvp och nivån 0,7 mvp.

Hur stor är då utsignalen  $I_{ut}$ ?  
 $I_{ut} = (4,7/6 - 4/6) \times 6 = 0,7$

Mätoslaggrannhet:  
 $P_{1max}/P_{nmax} = 6/1 \times 0,5 = 3\%$ .

### Beräkningsexempel

Cirkulär tank med höjden 3000 mm.

Mediats densitet  $\rho = 1.0$   
Max – min statiskt tryck –1500 till +1500

Givare P1:  
Mätområde = 3000 + 1500 (max. statiskt tryck) = 4500.

$I_{ut}$  graderingsomfång (max nivå)  
= 0 till 3000

$$K_1 = 4500 / 3000 = 1,5$$
$$K_2 = 3000 / 3000 = 1$$
$$C = [ 0 - (-1500) ] / 3000 = 0,5$$

### Kontrollberäkning A

Antag 50% nivå i tanken ( = 1500 ) och atmosfärstryck ovan vätskeytan.

Normalisera signalen 0–16 mA (+4 mA).

$$P_1 \text{ visar: } 1500 / 4500 = x / 16$$
$$x = 5,33 \text{ (+4 mA)}$$
$$P_2 \text{ visar: } 1500 / 3000 = x / 16$$
$$x = 8,0 \text{ (+4 mA)}$$
$$1,5 \times 5,33 - 1,0 \times 8 + 8 = 8 \text{ (+4 mA)}$$
$$= 12 \text{ mA} = 50\%$$

### Kontrollberäkning B

Antag 50% nivå i tanken ( = 1500 ) och +1500 ovan vätskeytan.

Normalisera signalen 0–16 mA (+4 mA).

$$P_1 \text{ visar: } 3000 / 4500 = x / 16$$
$$x = 10,67 \text{ (+4 mA)}$$
$$P_2 \text{ visar: } 3000 / 3000 = x / 16$$
$$x = 16 \text{ (+4 mA)}$$
$$1,5 \times 10,67 - 1,0 \times 16 + 8 = 8 \text{ (+4 mA)}$$
$$= 12 \text{ mA} = 50\%$$

Example:

$P_n$  = range for level 0–1 m of water  
 $P_{max}$  = Max. pressure in tank  
5 m of water  
 $P_{1max} = 5 + 1 = 6$  m of water

Select range 0–6 m of water for both transmitters. K2 then equals to one.

$$K = 6 / 1 = 6$$

At a certain time the pressure in the tank is 4 m of water and the level 0.7 m of water.

How large is then the output signal  $I_{ut}$ ?  
 $I_{ut} = (4.7/6 - 4/6) \times 6 = 0,7$

Measurement accuracy:  
 $P_{1max}/P_{nmax} = 6/1 \times 0.5 = 3\%$ .

### Calculation example

Circular tank, height 3000 mm.

Media density  $\rho = 1.0$   
Max – min static pressure –1500 to +1500

Transmitter P1:  
Range = 3000 + 1500 (max. static pressure) = 4500.

$I_{out}$  grading span (max. level)  
= 0 to 3000

$$K_1 = 4500 / 3000 = 1,5$$
$$K_2 = 3000 / 3000 = 1$$
$$C = [ 0 - (-1500) ] / 3000 = 0,5$$

### Calculation check A

Suppose that the tank is half full ( = 1500 ) and there is atmospheric pressure above the liquid surface.

Normalize the signal 0–16 mA (+4 mA).

$$P_1 \text{ indicates: } 1500 / 4500 = x / 16$$
$$x = 5.33 \text{ (+4 mA)}$$
$$P_2 \text{ indicates: } 1500 / 3000 = x / 16$$
$$x = 8.0 \text{ (+4 mA)}$$
$$1.5 \times 5.33 - 1.0 \times 8 + 8 = 8 \text{ (+4 mA)}$$
$$= 12 \text{ mA} = 50\%$$

### Calculation check B

Suppose that the tank is half full ( = 1500 ) and there a static pressure of +1500 above the liquid surface.

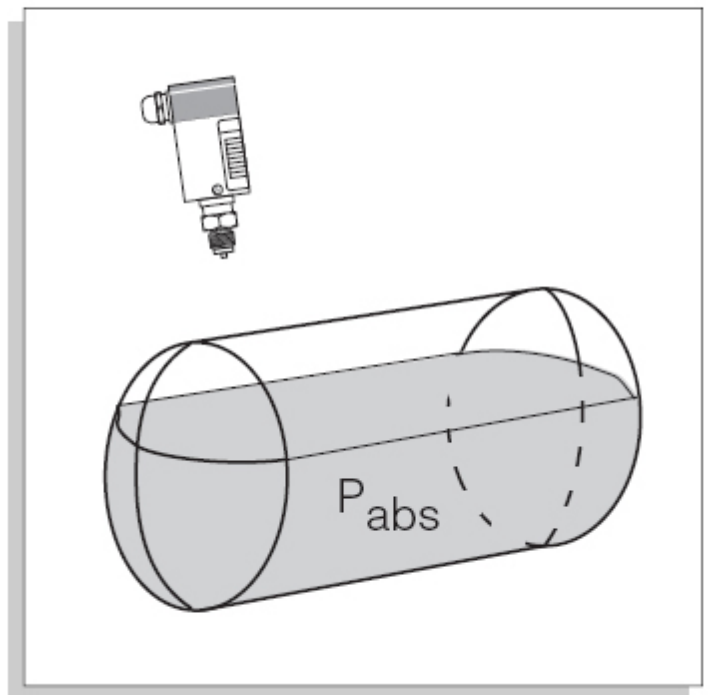
Normalize the signal 0–16 mA (+4 mA).

$$P_1 \text{ indicates: } 3000 / 4500 = x / 16$$
$$x = 10.67 \text{ (+4 mA)}$$
$$P_2 \text{ indicates: } 3000 / 3000 = x / 16$$
$$x = 16 \text{ (+4 mA)}$$
$$1.5 \times 10.67 - 1.0 \times 16 + 8 = 8 \text{ (+4 mA)}$$
$$= 12 \text{ mA} = 50\%$$



Tryckmätning  
i industrin

Pressure  
measurement  
in industry



ALLMÄNT

CORPORATE

TILLÄMPNING

APPLICATION

SYSTEM

SYSTEM

PRODUKT

PRODUCT

DOKUMENTATION

DOCUMENTATION

# Tryckmätning i industrin

## Tillämpningsbeskrivning E102

<b>ALLMÄNT</b> .....	<b>3</b>
Definition .....	3
Enhet .....	3
Typer av tryck .....	3
Mätprinciper .....	4
<b>TRYCKMÄTNING</b> .....	<b>5</b>
Givarens placering .....	5
Mätområde .....	6
Mediatemperatur .....	7
Typ av media .....	7
Hållfasthet .....	7
Vibrationer och tryckstötter .....	8
<b>INSTALLATION</b> .....	<b>9</b>
Direktanslutning .....	9
Röranslutning .....	10

# Pressure measurement in industry

## Application description E102

<b>GENERAL</b> .....	<b>3</b>
Definition .....	3
Unit .....	3
Types of pressure .....	3
Measurement principles .....	4
<b>PRESSURE MEASUREMENT</b> .....	<b>5</b>
The location of the transmitter .....	5
Measurement range .....	6
Media temperature .....	7
Type of media .....	7
Durability .....	7
Vibrations and pressure surges .....	8
<b>INSTALLATION</b> .....	<b>9</b>
Direct connection .....	9
Connection by pipe .....	10

# ALLMÄNT

## Definition

Tryckmätning är troligen den vanligaste fysikaliska mätningen inom industrin. Det är ofta viktigt att känna till trycket i fysikaliska processer. Ur trycket kan man dessutom härleda många andra parametrar, t ex nivå.

## Enhet

Den gällande SI-enheten för tryck är Pa = Pascal. Enheten är internationellt definierad av Syst me International d'Unit s. 1 Pa = 1 N / m<sup>2</sup>.

Innan Pa blev den standardiserade enheten förekom en mängd andra tryckenheter. F r mer information, se normen SIS 01 61 21.

Följande samband gäller för de vanligaste enheterna.

# GENERAL

## Definition

Pressure measurement is probably the most common form of physical measurement in industry.

It is often important to know the pressure in physical processes. It can give an indication about other parameters, e.g. level.

## Unit

Pa = Pascal is the internationally accepted unit for pressure as defined by Système International d'Unit s.

1 Pa = 1 N / m<sup>2</sup>.

Before Pa became the standard unit, there were many others. See table below.

The table below shows the relationship between the most common units.

Enhet Unit	Pa Pa	kPa kPa	bar bar	mbar mbar	mm vp mm of water	psi psi
1 Pa	–	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-3</sup>	0.10197	1.4504 x 10 <sup>-4</sup>
1 bar	10 <sup>5</sup>	10 <sup>2</sup>	–	10 <sup>3</sup>	10197.2	14.504
1 mbar	10 <sup>2</sup>	10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-3</sup>	–	10.1972	0.014504
1 mm vp	9.807	9.807 x 10 <sup>-3</sup>	0.9807 x 10 <sup>-4</sup>	0.9807 x 10 <sup>-1</sup>	–	1.4223 x 10 <sup>-3</sup>
1 psi	6.895 x 10 <sup>3</sup>	6.895	0.06895	68.95	703.070	–

## Olika typer av tryck

Det finns tre grundtyper av tryck:

- referenstryck ( ver- och undertryck)
- differenstryck
- absoluttryck

### Referenstryck

Trycket mäts i förhållande till den omgivande luftens tryck. Det  r alltså det rådande atmosfärstrycket (=barometerst ndet) som  r referenstrycket.

Enheten Pa används för absoluttryck såväl som f r övertryck och undertryck.

Man kan använda index till storhetsbeteckningen för att skilja mellan tryckslagen.

Absoluttryck: Pa eller P<sub>abs</sub>

 vertryck och undertryck: P<sub>e</sub>

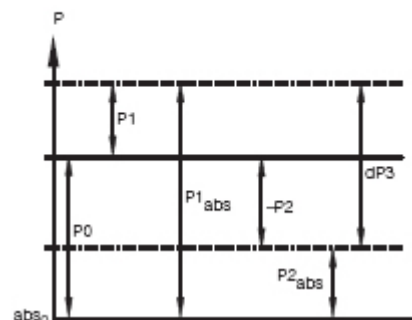
 vertryck har positivt m tetal och undertryck negativt m tetal.

Skriv 600 kPa (e) som alternativ till

P<sub>e</sub> = 600 kPa och f r absoluttryck

700 kPa (a) alternativt 700 kPa(abs)

eller Pa = 700 kPa.



atmosfärstryck	P0	atmospheric pressure
�vertryck	P1	overpressure
absoluttryck	P1 <sub>abs</sub>	absolute pressure
undertryck	-P2	underpressure
absoluttryck	P2 <sub>abs</sub>	absolute pressure
differenstryck	dP3	differential pressure

Typen av tryck.

Types of pressure.

## Types of pressure

There are three basic types of pressure:

- reference pressure (overpressure and underpressure)
- differential pressure
- absolute pressure

### Reference pressure

The pressure is measured in relation to that of the atmosphere. The ambient air pressure (the barometric pressure) is the reference pressure.

The unit Pa is used for both absolute pressure and overpressure, and underpressure. An index can be used to differ between the different pressure types.

Absolute pressure: Pa or P<sub>abs</sub>

Overpressure and underpressure: P<sub>e</sub>

Overpressure has positive value and underpressure negative value.

Write 600 kPa (e) as an alternative to

P<sub>e</sub> = 600 kPa and for absolute pressure

700 kPa (a) alternative 700 kPa(abs) or

Pa = 700 kPa.

## ALLMÄNT

Differenstryck innebär skillnaden mellan två tryck. Referenstrycket är i det flesta fall det lägre av de två trycken. Differenstryck mäts med speciella differenstryckgivare.

### Absoluttryck

Trycket mäts i förhållande till ett lufttomt rum, dvs fullständigt vakuum. Denna mätning kräver speciell mätgivare. Enhetsbeteckningen är normalt Pabs.

Man kan simulera absoluttryck genom att kalibrera en övertrycksgivare så att den visar både över- och undertryck. Givaren kalibreras så att utsignalen är noll vid undertrycket  $-100$  kPa. Mätfelet i förhållande till en riktig absoluttrycksgivare blir skillnaden mellan det aktuella atmosfärstrycket och  $100$  kPa.

## Mätprinciper

### U-röret

Den enklaste anordningen för tryckmätning är U-röret. Metoden används dock inte i industrin utan huvudsakligen för test- och kontrollmätningar.

### Bourdon-röret

Sedan 1800-talet har ett stort antal olika typer av mätgivare använts för tryckmätning. Det vanligaste mätelelementet har varit det så kallade Bourdon-röret, patentsökt redan 1851 av den franske mekanikern Bourdon. Metoden används fortfarande i många mekaniska tryckmätare eftersom den enkla konstruktionen fortfarande är oöverträffad beträffande pris och robusthet. Modern mätteknik kräver dock oftast mer noggranna givare än vad fjäderröret kan åstadkomma.

### Elektriska givare

Moderna givare, som tex. ETP90, använder ofta piezoresistiva halvledare som mätelelement tillsammans med elektronik. Givarna blir robusta och får hög noggrannhet över stora tryckområden.

## GENERAL

Differential pressure is the difference between two pressures. The reference pressure is often the lower of the two pressures. Differential pressure is measured by special differential pressure transmitters.

### Absolute pressure

Absolute pressure is pressure measured with respect to zero pressure, that is a complete vacuum. It is normally shown as Pabs. Its measurement requires a special transmitter.

Absolute pressure can be simulated by calibrating an overpressure transmitter so that it reads both overpressure and underpressure. The transmitter is calibrated so that the output signal is zero at an underpressure of  $-100$  kPa. The measurement deviation in relation to a real absolute pressure transmitter is the difference between the actual atmospheric pressure and  $100$  kPa.

## Measurement principles

### The U-tube

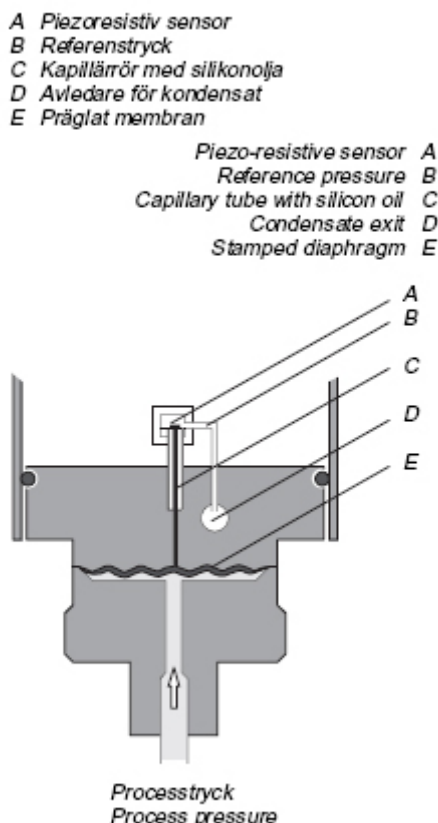
The simplest device for measuring pressure is the U-tube. This method is, however, mainly used for test and control measurements and is not used in industry.

### The Bourdon gauge

Many pressure gauges have been used since the 19th century. The most common is the Bourdon gauge (the French engineer Bourdon applied for his patent in 1851). The method is still used in many mechanical pressure gauges as it is simple, cheap and robust and has not been bettered. However, modern day processes often call for more accuracy than the sprung tube can provide.

### Electrical transmitters

Modern transmitters, like ETP90, often use piezoresistive semi-conductors as a measuring device in conjunction with electronics. This makes them robust and accurate over large pressure ranges.



# TRYCKMÄTNING

## Givarens placering

Tryckgivare ska placeras på en plats i processen där följande uppfylls:

- Trycket ska vara representativt för "processteget".
- Givaren ska skyddas från påverkan av yttre krafter och dynamiska krafter från pumpar etc.
- Installationen ska utföras så att risken för personskador och driftstörningar undviks.

Val av anslutningstyp görs med hänsyn bl a till:

- Mätmediets egenskaper
- Mätställets placering
- Hygieniska krav
- Krav på mätnoggrannhet
- Servicekrav.

Givaren kan normalt monteras i valfritt läge. Moderna givare, t ex ETP90, har så låg vikt att givaren kan monteras direkt på tryckuttaget om denna montageform är acceptabel.

### Servicebarhet

Givaren bör placeras på en åtkomlig plats i lämplig ståhöjd över golvplan eller gretingsplan. Detta kan uppfyllas genom att använda impulsrör av lämplig längd.

**OBS:** Givarens placering och impulsledning måste utformas med hänsyn till de rörelser som uppstår i ledningsnät och rörkonstruktioner vid temperaturändringar från kallt tillstånd till drifttemperatur.

# PRESSURE MEASUREMENT

## The location of the transmitter

The location of the transmitter in the process must fulfil the following conditions:

- The pressure at that point must be representative for the pressure for that stage of the process.
- The transmitter must be protected from outside influence of forces and dynamic forces from pumps, etc.
- Installation must eliminate the risk of personal injury and disturbance to the process.

Factors governing type of connection include:

- The properties of the media to be measured
- The location of the pressure outlet
- Hygienic requirements
- Accuracy requirements
- Serviceability.

The transmitter can normally be placed where required. Modern devices, like the ETP90, are so light that they can be mounted directly on the pressure outlet if acceptable.

### Serviceability

The transmitter must be easily accessible at eye height. This can be achieved by using an impulse pipe of suitable length.

**NB:** The location of the transmitter and the impulse pipe must take into consideration the movements that may arise owing to changes in temperature in the pipework when going from cold to operating temperature.

## Mätning på gas

Vid mätning på gas ska mätuttaget riktas uppåt  $10^\circ - 90^\circ$ . Detta för att eventuellt kondensat ska kunna rinna tillbaka mot mätstället. Eventuella impulsledningarna ska förläggas med fall (min 1:10). Se även avsnitt Installation, sida 9.

## Mätning på ånga

Vid mätning på ånga måste man alltid se till att givaren monteras så att kondensat kan bildas och att det skyddar givaren mot ånga, se avsnitt Installation sida 9.

## Mätning på vätska

Vid mätning på vätska bör mätuttaget vara horisontellt, mitt på ledningen. Detta för att skydda givaren mot eventuell föroreningar i form av glödska och rostflakor. Givaren ska placeras i höjd med, eller lägre än mätuttaget. Se även sida 9.

Före idrifttagning ska korrektion för vätskepelarens höjd (h) göras genom att nolljustera givaren.

## Mätområde

### Litet mätområde

Ett litet mätområde ger hög mätnoggrannhet men en större risk för överbelastning av givaren.

### Stort mätområde

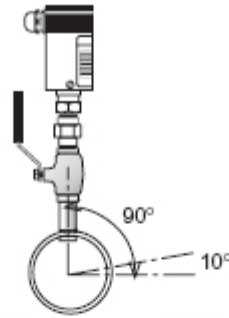
Ett stort mätområde ger sämre mätnoggrannhet men ett stort övervakningsområde och mindre risk för överbelastning.

## Mätmediets tryck

### Stabilt tryck

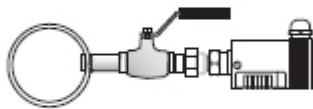
Vid stabilt (vilande) tryck och normal drift bör givarens mätområde väljas så att normalt drifttryck faller inom området 60–80% av givarens mätomfång (gäller vid mätning från 0).

Om man endast är intresserad av en begränsad del av tryckområdet och man har behov av högre noggrannhet kan nollpunkten hos givaren förskjutas uppåt i tryckområdet.



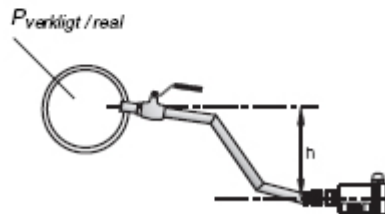
Mätning på gas.

Measuring gas.



Mätning på vätska.

Measuring liquid.



## Measuring gas

When measuring gas the transmitter should be connected vertically  $10^\circ - 90^\circ$  (see left). This allows any condensate to run back towards the measurement outlet. If impulse connections are used there should be a fall (min. 1:10). See section Installation, page 9.

## Measuring steam

When measuring steam the transmitter must be placed so that condensate can form. It then protects the transmitter against steam, see section Installation page 9.

## Measuring liquid

In this case, the measurement outlet ought to be placed horizontally in the centre of the pipe. This protects the transmitter against contamination such as oxide scale and bits of rust. The transmitter must be placed at the same height as or lower than the actual measuring point. See also page 9. Before commissioning, correction must be made for the liquid column height (h) by zero adjusting the sensor.

## Measurement range

### Small measurement range

A small measurement range gives high precision but also increases the risk of overload on the transmitter.

### Large measurement range

A large measurement range gives less accuracy but a greater monitoring potential and less risk of overload.

## The pressure of the measuring media

### Stable pressure

In the case of stable pressure and normal operation, select the measurement range so that the normal operating pressure falls within 60–80% of the transmitters span (applicable when measuring from 0).

If there is a need for high accuracy and only a limited part of the pressure range is of interest, the zero point of the transmitter can be offset upwards in the pressure range.

### **Varierande tryck**

Vid varierande tryck bör givarens mätområde väljas så att normalt tryck motsvarar 50% av givarens mätområde. Nollpunktsförskjutning kan användas.

### **Tryckstötar**

Kontrollera även att kalkylerbara tryckstötar inte överskrider tillåten överbelastningsgräns för aktuell givare.

## **Mediatemperatur**

Man bör kontrollera att givaren tål de förväntade temperaturerna på mediet och i omgivningen.

Mediat kan kylas genom att använda en speciell anslutningsform, t ex anslutningsstuds vars längd fungerar som kylare.

### **Strålningsvärme**

Strålningsvärme från rörledningar och behållare kan ge otillåtna omgivnings-temperaturer, t ex i samband med direktmonterad givare.

Det finns risk för otillåten uppvärmning av givaren om inte isoleringen av närliggande rör finns på plats t ex vid idrifttagning.

## **Typ av media**

Kontrollera att materialet i givarens mediaberörda delar tål mätmediets eventuella korrosiva egenskaper. Kontrollera även att givarens anslutningstyp är lämplig med hänsyn till mediets viskositet, korrosivitet, härdning och eventuella andra egenskaper.

## **Hållfasthet**

Anslutningsdetaljer, avstängningsventiler, kopplingar, osv måste vara tillverkade och godkända för minst den tryckklass som gäller för mätobjektet.

Givaren ska placeras så att risken för mekaniska skador minimeras.

En avstängningsventil bör monteras mellan mätuttag och givare av säkerhets- och service-skäl.

För tryckkärl gäller speciella bestämmelser beträffande uttag för kontrolltryckmätare.

### **Variable pressure**

Where the pressure is variable, select a range that corresponds to 50% of the transmitter's measurement range. Zero can be offset.

### **Pressure surges**

Check that calculable pressure surges do not exceed the permitted overload limits of the transmitter.

## **Media temperature**

Check that the transmitter withstands the expected media and ambient temperatures.

The media can be cooled by using special connectors, e.g. sleeves, which help cool the media as they flow along the connector.

### **Radiated heat**

Radiated heat from pipes and tanks can raise the ambient temperature above that permitted, e.g., when the transmitter is directly mounted.

Transmitters may be exposed to excessive temperatures if surrounding pipework is not insulated on commissioning, for example.

## **Type of media**

Check that the material of the transmitter parts that comes into contact with the media can withstand the media. (This applies especially to corrosive media.) Also check the way in which the transmitter is connected with regard to the media's viscosity and its corrosive, hardening and other properties.

## **Durability**

Connections, cut-off valves, etc. must correspond at least to the pressure class which applies to the object to be measured.

Ensure that the transmitter is located where there is least risk for mechanical damage.

For safety's sake, and to improve serviceability, a cut-off valve should be installed between the transmitter and actual pressure outlet.

There are special requirements for pressure vessels, e.g., with regard to connections for pressure gauges.

## Vibrationer och tryckstötar

Moderna tryckgivare, t ex ETP90, har inga rörliga delar som kan skadas av vibrationer. Givaren har dessutom dämpning mot tryckstötar och kan direktmonteras vid måttliga amplituder och frekvenser av vibrationer och tryckstötar.

Se ETP90 Manual för tillåtna vibrations- och accelerations-nivåer.

**OBS:** *Vibrationer kan dock långsiktigt påverka anslutningsdetaljer med risk för materialutmattning och materialbrott vid t ex ångslag i processledningar och vid snabbstängning av ventiler m m.*

## Vibrations and pressure surges

Modern pressure transmitters, like the ETP90, have no moving parts which can be damaged by vibrations. The transmitter is protected against pressure surges and can be directly mounted where there are slight amplitudes and frequencies caused by vibrations and pressure shocks.

See ETP90 Manual for allowed vibrations and acceleration levels.

**NB:** *In the long term, vibrations may have an adverse effect on connections. There is a risk of fatigue and material failure, for example in the case of steam shock in process pipes and rapid closure of valves, and the like.*



# INSTALLATION

## Direktanslutning

Moderna tryckgivare, t ex ETP90, finns med flera anslutningstyper. De har dessutom hög temperaturlåghet. Detta gör att direktanslutning av givaren kan användas i många fall för att minimera installationskostnaden.

### Gängad fristående anslutning

#### Mätning på vätska

Givaren bör förses med avstängningsventil mellan givare och tank. Man bör använda kulventil istället för sätesventil när det finns risk för igensättning. Kulventilen har rakt genomlopp med större håldiameter än motsvarande sätesventil. Ventilens vred bör demonteras vid normal drift för att undvika ofrivillig stängning.

Rörkopplingen mellan ventil och givare garanterar samma monteringsläge efter eventuell demontering. Den koniska tätningen betyder att packningsproblem elimineras.

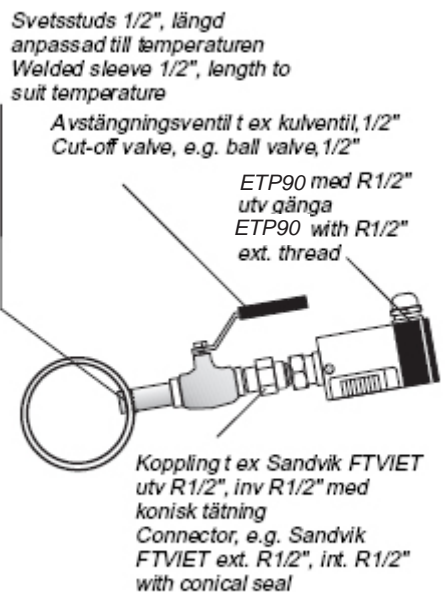
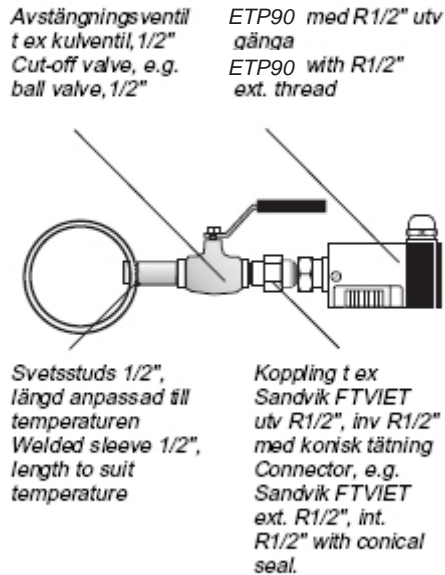
För mätuttagets placering se sida 6.

#### Mätning på gas

Givaren bör förses med avstängningsventil mellan givare och tank.

Om det finns risk för vibrationer bör givaren förses med stöd.

Svetsstudsens bör monteras med lätt fall mot röret (1:10) för att eventuell kondens ska kunna rinna tillbaka.



# INSTALLATION

## Direct connection

Modern pressure transmitters, such as the ETP90, can be connected in several ways. Their resistance to high temperatures allows them to be connected directly. Savings can thus be made on installation.

### Threaded free-standing connection

#### Measuring liquid

The transmitter ought to be fitted with a cut-off valve between the transmitter and the tank. A ball valve is preferable to a globe valve when there is a risk of clogging because of the former's straight through-flow and larger bore. The valve cock should be removed during normal operating conditions to prevent accidental cut-off.

The position of the measurement outlet, is described on page 6.

#### Measuring gas

The transmitter ought to be fitted with a cut-off valve between the transmitter and the tank.

If there is a risk of vibration, the transmitter should be supported in some way.

The welded sleeve should be angled slightly upwards (1:10, as illustrated left) to allow condensate to run back into the pipe.

# Röranslutning

## Gängad röranslutning

### Mätning på vätska

Givaren bör förses med avstängningsventil mellan givare och tryckuttag.

Impulsrören bör förläggas med fall mot givaren på min 1:10 för att undvika att luft eller gasblåsor ligger kvar i impulsrören.

### Mätning på gas

Givaren bör förses med avstängningsventil mellan givare och tryckuttag.

Ledningen ska förläggas med fall mot tryckuttaget (min 1:10) för att eventuell kondens ska rinna tillbaka mot tryckuttaget och röret.

Vid stor kondensatbildning bör anslutningens håldiameter ökas till t ex 3/8" (Ø20) för att eventuellt kondensat inte ska "fastna" i röret.

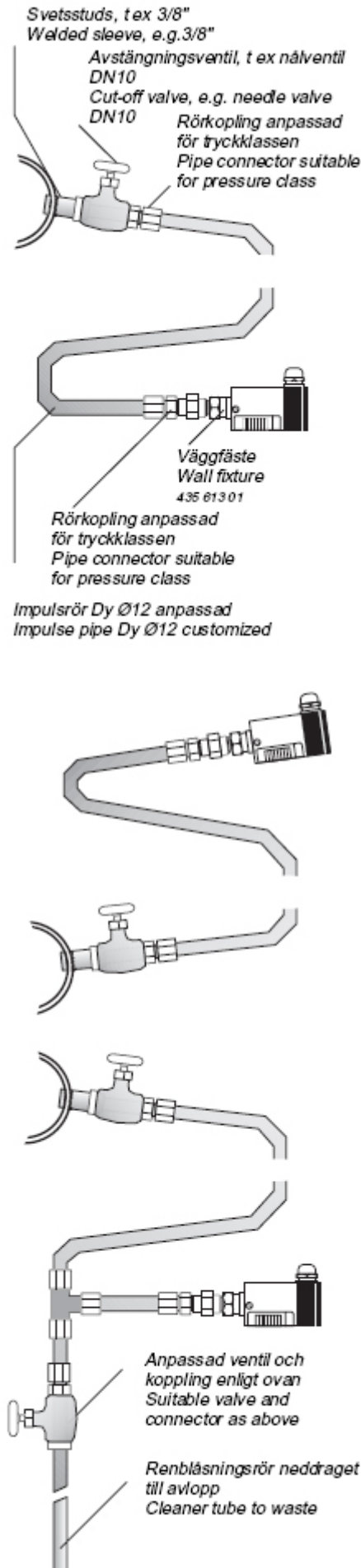
### Mätning på ånga och kondensat (med renblåsning)

Vid tryckmätning på ånga ska tryckgivaren placeras under tryckuttaget. Detta för att kondensat ska bildas i impulsröret och skydda givaren från ångan. Impulsrören bör dras med fall min 1:10 mot givaren.

Vid tryckmätning på ångpannor eller andra tryckkärl för vilka officiella föreskrifter gäller, ska utrustningen förses med ventil med fläns för anslutning av kontrolltryckmätare. Det finns standardiserade anslutningssatser för denna anslutning: MWP22, DN10, DN15, PN2.5–160 etc.

Satserna innehåller alla ingående detaljer enligt SIS-norm exkl renblåsningsventil men inklusive vattensäcksrör som vid behov kapas och förlängs med högtrycksrör genom svetsning.

**OBS:** Om givaren måste monteras **över** tryckuttaget måste vattensäcksrör användas.



# Connection by pipe

## Threaded pipe connection

### Measuring liquid

The transmitter ought to be fitted with a cut-off valve between the transmitter and the pressure outlet.

The impulse pipes should have a minimum 1:10 fall towards the transmitter, to avoid air or gas bubbles staying in the impulse pipes.

### Measuring gas

The transmitter ought to be fitted with a cut-off valve between the transmitter and pressure outlet.

The tube should have a fall towards the pressure outlet (min. 1:10) to allow condensate to flow back towards the outlet and the pipe.

If there is a lot of condensation, increase the bore to 3/8" (Ø20) to stop the risk of plugging.

### Measuring steam and condensate (with cleaning)

When measuring pressure in steam the pressure transmitter should be placed below the pressure outlet to allow condensate to form in the impulse pipe and protect the transmitter from the steam. The impulse pipes should have a minimum 1:10 fall towards the transmitter.

When measuring pressure in steam boilers or other pressure vessels (for which there are official regulations) equip the plant with a valve with flange to connect the pressure gauge. There are standardized connection kits for this purpose: MWP22, DN10, DN15, PN2.5–160, etc.

The kits consist of all the required components, except the cleaning valve, and include the water pocket tube which can be cut to requirements or lengthened by welding a high pressure tube to it.

**NB:** If the transmitter has to be mounted **above** the pressure outlet, water pocket pipes must be used.