

## I: Kvalitetskontroll på anlegg

Det er liten tvil om at kvaliteten på norske rørledningsanlegg er direkte proporsjonal med graden av kvalitetskontroll. Under installasjonsfasen kan det skje ting som påvirker levetiden i stor grad. Og det er et uomtvistelig faktum at økt omfang av rørinspeksjon, trykkprøving, tetthetsprøving og andre former for oppfølging og kontroll har bidratt mye til generell høyere kvalitet på rørledningsnettene – og lengre levetid på norske rørledninger. Vi lærer jo av våre feil, som kjent. I det følgende tar vi for oss ulike former for kvalitetskontroll.

### **OBS!**

Trykk mot store flater gir store krefter. Det må derfor utvises stor forsiktighet ved tetthetsprøving og trykkprøving. Et 1,0 mVs (0,1 bar) høyt trykk mot en flate med diameter 1,0 m tilsvarer en vekt på 785 kg. Derfor er det tillatt å prøve store avløpsrør og kummer med mindre trykk eller sågar undertrykk. Et undertrykk vil imidlertid også gi store krefter mot konstruksjonen. Pass på så pluggen ikke kan bli sugd inn i rørledningen. Ved tetthetsprøving vil det sannsynligvis avdekkes lekkasje også om prøvetrykket ikke er så høyt.

### *Tetthetsprøving av trykløse rørledninger*

Tetthetsprøving av trykløse rørledninger etter legging foretas for å sikre at rørsystemet ikke har eller får lekkasje på grunn av feil i skjøt, feil i materialet eller feil utførelse. Prosedyre og krav er beskrevet i NS-EN 1610 - Utførelse og prøving av avløpsledninger.

Tetthetsprøving av rørledningen skal utføres enten med luft eller vann. Luftmetoden er mest brukt. Ved liten lekkasje ved tetthetsprøving med luft er det tillatt å gå over til vannprøving - og resultatet av denne blir gjeldende. Rørsystemet kan med fordel prøves før gjenfylling, men endelig prøving skal foretas når hele grøfta er gjenfylt. Det anbefales å foreta prøving før gjenfylling når tilgjengeligheten etterpå er begrenset - for eksempel under bygningskonstruksjoner, i dype grøfter eller i bygater med overliggende kabler og andre rørsystemer.

### *Tetthetsprøving av plastrør med luft*

Det er fire nivåer for tetthetsprøving med luft - LA, LB, LC og LD. Forskjellen mellom disse er prøvetrykket som varierer fra 0,1 mVs til 2,0 mVs. LC er mest brukt i Norge. Unntaket er store dimensjoner som må prøves med lavere trykk på grunn av de store kreftene som oppstår i forbindelse med trykk på store flater. For eksempel vil tetthetsprøving med 1,0 mVs mot ei plate med diameter 1400 mm gi en kraft på mer enn 1,5 tonn! For å eliminere risikoen forbundet med dette, kan store rør og kummer testes med undertrykk. Kreftene er da like store ved like store undertrykk som overtrykk, men du får «implosjon» i stedet for «eksplosjon».

Prøvemethode	Prøvetrykk [mVs]
LA	0,10
LB	0,50
LC	1,0
LD	2,0

*Ulike prøvetrykk ved tetthetsprøving med luft.*

**Prøveprosedyre:**

1. Før selve prøvingen skal ledningen stå i cirka fem minutter med et starttrykk 10 % høyere enn prøvetrykket.
2. Deretter senkes trykket til prøvetrykket og ledningen stenges av.
3. Hvis trykkfallet i løpet av prøveperioden er mindre enn kravet er resultatet godkjent - se tabell for metode LC under.

Start-trykk [mVs]	Prøve-trykk [mVs]	Maks. trykkfall [mVs]	Prøvingstid [minutter]							
			T.o.m. DN 200	DN 250	DN 300/315	DN 400	DN 500	DN 600/630	DN 800	DN 1000
1,1	1,0	0,15	3	3,5	4	5	6,5	8	11	14

*Prøvingsparametere for prøvingsmetode LC - tetthetsprøving med luft av trykløse rørledninger av plast*

Mabokummer og Pragmakummer kan prøves opp til og med teleskoprøret med disse kravene. Standarden tillater imidlertid at prøvingstiden reduseres for kummer.

Krav til prøveutstyr og måling:

Nøyaktighet av trykkprøvingen skal være  $\pm 10\%$  av trykkfallet og tidsmålingen skal tas med en nøyaktighet på  $\pm 2,5$  sekunder.

Store kummer og rør kan prøves med undertrykk etter en lignende prosedyre, beskrevet i VA/miljøblad.

## Tetthetsprøverapport

Selvfallsledning av plast prøvd med luft - prøvingsmetode LC - i henhold til NS-EN 1610.

Krav til prøveutstyr og måling:

Nøyaktighet av trykkprøvingen skal være  $\pm 10\%$  ( $\pm 0,015$  mVs) av trykkfallet og tidsmålingen skal tas med en nøyaktighet på  $\pm 2,5$  sekunder.

Ledningseier : .....

Anlegg/strekning : .....

Entreprenør : .....

Dimensjon og rørtype : .....

Prøvingstid (se tabell) : .....

Kryss av for gjennomført

1. Før selve prøvingen skal ledningen stå i cirka fem minutter med et starttrykk på 1,1 mVs.
2. Deretter senkes trykket til prøvetrykket på 1,0 mVs og ledningen stenges av.
3. Hvis trykkfallet i løpet av prøvingstiden (se tabell) er mindre enn 0,15 mVs er resultatet godkjent.

Start-trykk [mVs]	Prøve-trykk [mVs]	Maks. trykkfall [mVs]	Prøvingstid [minutter]							
			T.o.m. DN 200	DN 250	DN 300/315	DN 400	DN 500	DN 600/630	DN 800	DN 1000
1,1	1,0	0,15	3	3,5	4	5	6,5	8	11	14

*Prøvingsparametere for prøvingsmetode LC - tetthetsprøving med luft av trykløse rørledninger av plast*

Målt trykkfall i løpet av prøvingstiden: .....

Tetthetsprøving er utført med godkjent resultat.

Sted, dato

Underskrift

### **Tetthetsprøving av plastrør med vann**

Prøvestrekningens lengde kan bli begrenset av prøvetrykket – som for trykkløse rørledninger skal være maksimum 5 mVs i laveste punkt og minimum 1 mVs målt ved topp rør på høyeste punkt. Høydeforskjellen kan dermed maksimum være 4,0 meter.

Det kan være nødvendig med en kondisjoneringsperiode etter at ledningen er oppfylt og prøvetrykket er oppnådd. En time kondisjonering for plastrør er som regel tilstrekkelig. Ved samtidig prøving av tørre betongkummer kan det være nødvendig med ytterligere kondisjonering.

I løpet av prøvingstiden, som er 30 min ±1 min, skal prøvetrykket opprettholdes ved å etterfylle vann. Denne vannmengden skal måles og oppgis sammen med krav til maksimal vannmengde.

Krav til maksimal tilført vannmengde pr m<sup>2</sup> innvendig røroverflate:

0,15 l/m<sup>2</sup> i 30 min for rørledninger

0,20 l/m<sup>2</sup> i 30 min for rørledninger med nedstigningskummer

0,40 l/m<sup>2</sup> i 30 min for nedstigningskummer og inspeksjonskummer

Kummer kan også tetthetsprøves ved å plugge alle inn- og utløp, fylle kummen med vann, la kummen kondisjoneres seg i fire timer, etterfylle og måle hvor mye vann som må etterfylles etter 30 minutter prøvetid. Da er kravet maksimum 0,2 l/m<sup>2</sup>.

#### **Utregning av areal:**

Innvendig røroverflate:  $A_{\text{innvendig}} = \pi \cdot d \cdot L$  [m<sup>2</sup>]

d: Innvendig diameter [m]

L: Lengde [m]

#### **Eksempel:**

Innvendig røroverflate for et 85 meter langt 200 mm PVC SN 8 rør er

$$A_{\text{innvendig}} = \pi \cdot d \cdot L = \pi \cdot 0,1882 \text{ m} \cdot 85 \text{ m} = 50,3 \text{ m}^2$$

Maksimal tilført vannmengde for en slik rørledning er:

$$Q_{\text{max}} = A_{\text{innvendig}} \cdot 0,15 \text{ l/m}^2 = 50,3 \text{ m}^2 \cdot 0,15 \text{ l/m}^2 = 7,5 \text{ liter}$$

#### **Prøverapport:**

Det forfattes en enkel prøverapport som minst skal inneholde opplysninger om dimensjon, rørtype, maksimal tillatt tilført vannmengde (utregnet) og virkelig målt vannmengde - pluss eventuelt andre relevante opplysninger.

## Trykkprøving av trykkrør

Trykkprøving av trykkrør etter legging foretas for å sikre at rørledningen ikke har eller får lekkasje på grunn av produksjonsfeil, påførte bruddanvisninger, feil i skjøt eller annen feil utførelse. Bruddanvisninger på plastrør vil raskt gå til brudd og svake forankringer vil svikte under høyt trykk. Trykkprøving går over en viss tid for at slike svakheter skal kunne avdekkes. Dessuten trenger rør og tetningsringer litt tid for å sette seg i forhold til et påført innvendig overtrykk.

Pass på sikkerheten under trykkprøving og stans alle arbeider i kummer eller på andre steder nær rør og armaturer. Pass på at ventiler på prøvestrekningen står åpne og at alle stikkledninger inn til hus er stengt av.

Trykkprøving av rør for vannforsyning er beskrevet i NS-EN 805 (Vannforsyning. Krav til systemer og komponenter utenfor bygninger).

**Denne standarden er ikke gjengitt her. Ledningseier kan stille krav om at hele eller deler av prosedyren i NS-EN 805 følges. Norske standarder må kjøpes fra Standard Norge ([www.standard.no](http://www.standard.no)).**

Røret må være overfylt og løse ender, T-rør, dimensjonsoverganger og bend forankret før trykket settes på. Man kan velge å la skjøtene ligge åpne. Vi anbefaler at potensielle lekkasjesteder, for eksempel flenseskjøter, er tilgjengelige for kontroll under prøvingen.

Luft må evakueres fra ledningen. Luftlommer komprimeres mer enn vann og gir forstyrrelser i målingene - og er ofte årsak til feilaktige måleresultater. Om mulig bør vann fylles sakte inn fra ledningens laveste punkt. Resultatet fra trykkfallsprøvingen vil indikere om det er luft i ledningen.

Krav til omfang:

- Prøvetrykket skal kunne oppnås på det laveste punkt på ledningen.
- Et trykk tilsvarende maksimum tillatt driftstrykk må oppnås på ledningens høyeste punkt, med mindre ledningseier bestemmer noe annet.

Når trykkstøt ikke er beregnet:

Prøvetrykk = Maksimum tillatt driftstrykk · 1,5  
 eller = Maksimum tillatt driftstrykk + 5,0 bar } den minste av de to verdiene

Maksimum tillatt driftstrykk 6 bar\* ⇒ Prøvetrykk 9 bar  
 Maksimum tillatt driftstrykk 7,5 bar\* ⇒ Prøvetrykk 11,25 bar  
 Maksimum tillatt driftstrykk 10 bar\* ⇒ Prøvetrykk 15 bar  
 Maksimum tillatt driftstrykk 12,5 bar\* ⇒ Prøvetrykk 17,5 bar  
 Maksimum tillatt driftstrykk 16 bar\* ⇒ Prøvetrykk 21 bar  
 Maksimum tillatt driftstrykk 20 bar\* ⇒ Prøvetrykk 25 bar

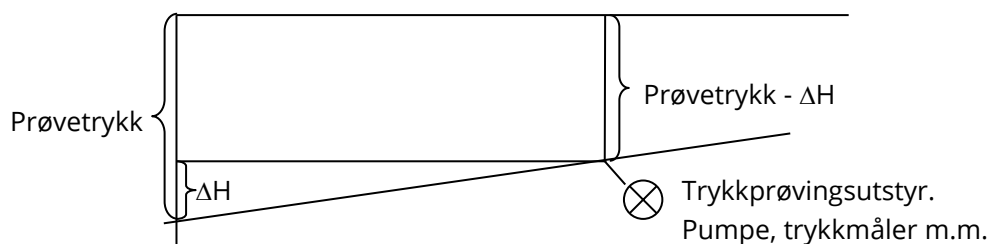
Når trykkstøt er beregnet er prøvetrykket maksimum beregnet trykk + 1,0 bar.

**\* OBS!**

Maksimum driftstrykk er ofte lavere enn rørets trykkklasse. Det tillates høyere trykk i PVC- og PE-rør i de europeiske standarder enn det norske brukere normalt krever. Pipelife merker derfor sine trykkrør med to trykklasser – ift. designkoeffisienten og den høyere sikkerhetsfaktoren (for eksempel PN 10 **og** PN 12,5).

Ved å følge anvisningene og forholde seg til rørets merking, kan derfor ledningssystem for inntil 10 bar trykk prøves med inntil 17,5 bar trykk (12,5 bar + 5 bar). Røret vil tåle dette, **men det advares mot å påføre ledningssystemet så høye trykk hvis ikke armaturer, forankringer m.m. er spesielt dimensjonert for dette.** (Se også avsnitt om trykkklasser, designkoeffisienter og sikkerhetsfaktorer)

Under normale forhold skal prøveutstyret kobles til ledningens laveste punkt. Hvis dette ikke er mulig, skal trykket tilpasses høyden over ledningens laveste punkt slik at det der ikke overstiger prøvetrykket.

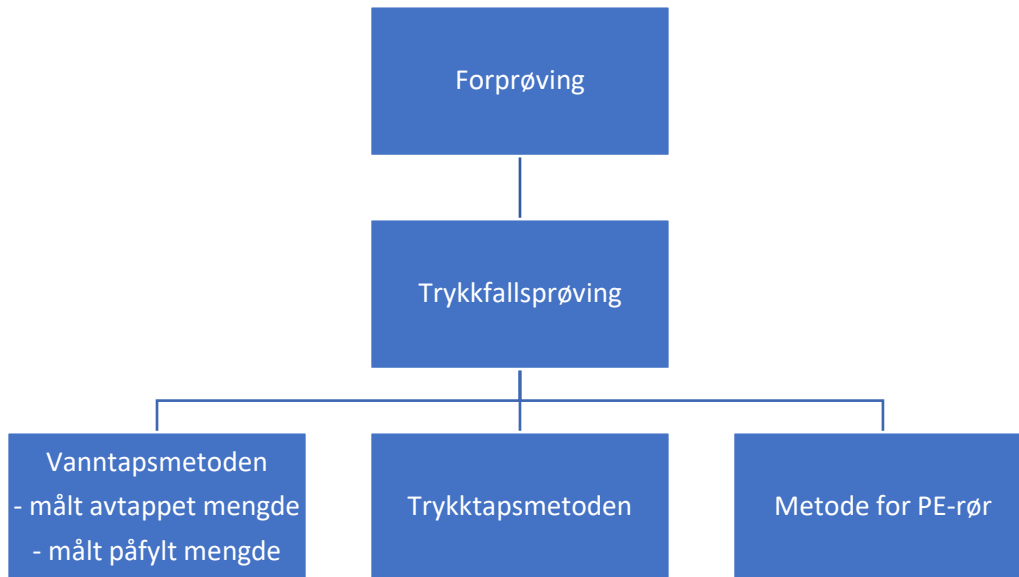


*Tilpasning av prøvetrykk ved plassering av manometer over laveste punkt på ledningen*

For korte strekninger (<100 m) og for stikkledninger mindre enn DN 80 er det tilstrekkelig å benytte driftstrykket som prøvetrykk.

Selve prøveprosedyren fastsettes av ledningseier og kan utføres i tre trinn

- Forprøving (kondisjonering)
- Trykkfallsprøving (avdekker om det er luft i ledningen)
- Hovedtrykkprøving



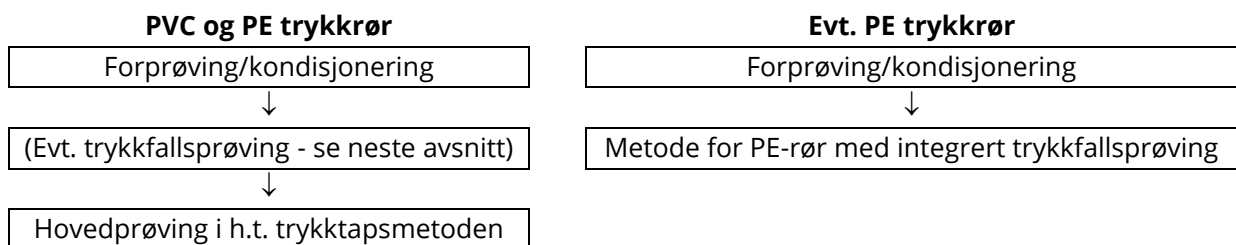
*Oversikt over komplett trykkprøving i tre steg*

På grunn av polyetylenmaterialets oppførsel når røret utsettes for et stort, innvendig vanntrykk, kan vanlig trykkprøving gi resultater som ikke tilfredsstillende kravene selv om ledningen er tett. Det er derfor utviklet en egen trykkprøvmingsmetode for PE-rør som bør gjennomføres ved tvil om tetthet.

**Enkel trykkprøving**

Vi anbefaler generelt en forenklet prøve som består av forprøving (kondisjoneringsfase) og en hovedprøving med trykktapsmetoden. Men gjenværende luft i ledningen kan forstyrre målingene. Luft komprimeres i større grad enn vann og gjenværende luft kan gi tegn som tyder på lekkasje eller kamuflerer en liten lekkasje. Hvis man er usikker på om all luft er ventilert ut bør det også gjennomføres en trykkfallsprøving (se neste avsnitt).

Flytskjema for anbefalt prosedyre:



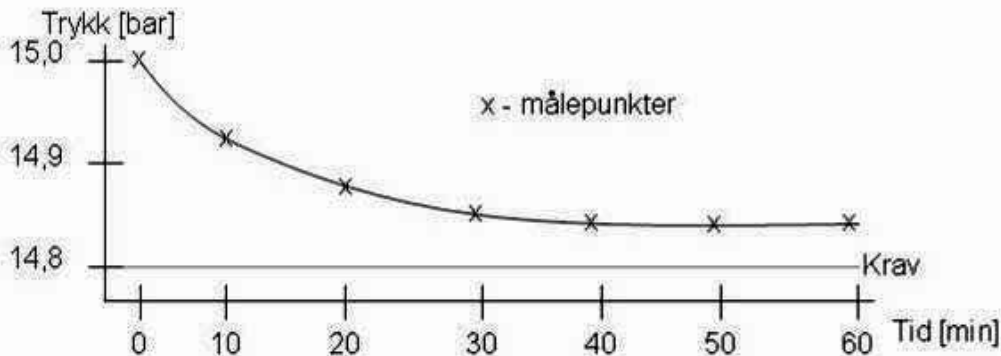
**Forprøving/kondisjonering**

Forprøving består i at rørledningen påsettes driftstrykk som anbefales holdt i cirka et døgn. I løpet av denne perioden skal man observere ledningen for tegn til lekkasje. Samtidig vil rør og skjøter sette seg.

### Hovedprøving i henhold til trykktapsmetoden

Under prøving i henhold til trykktapsmetoden påføres prøvetrykket gradvis og ledningen stenges av. Trykkfallet registreres jevnlig i løpet av en time eller mer. Trykkfallet skal vise en gradvis minkende tendens. Krav til maksimum trykkfall i løpet av en time er 0,2 bar. Trykket synker fordi røret utvider seg noe på grunn av materialets viskoelastiske oppførsel når det påføres materialspenninger fra trykket. Årsaken til for mye trykkfall kan også være gjenværende luft i ledningen. Eventuelt kan trykkfallsprøving utføres for å avdekke uønsket luft i ledningen.

Tidspunkt [min]	0	10	20	30	40	50	60
Avlest trykk [bar]	15,00	14,92	14,88	14,86	14,85	14,84	14,84



Eksempel på målinger i forbindelse med trykktapsmetoden

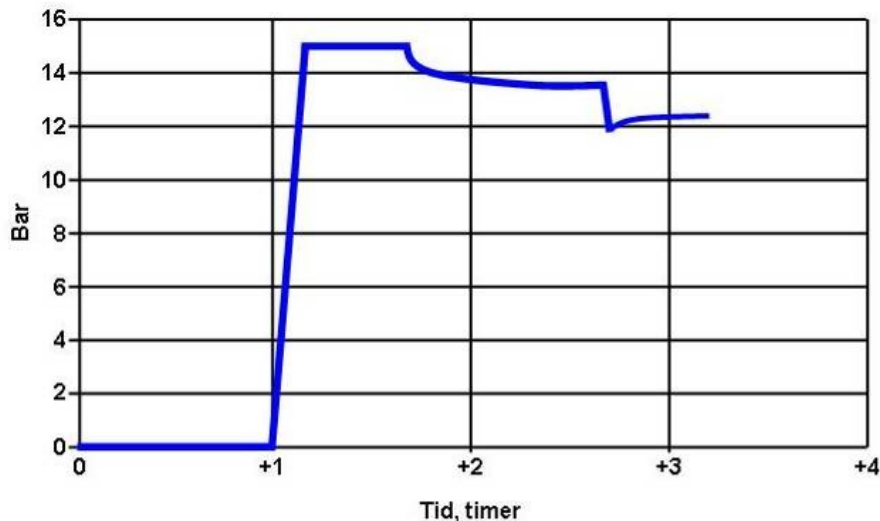
### Metode med integrert trykkfallstest for PE trykkrør

Prinsipp: Når trykket i PE-rør reduseres raskt vil materialets viskoelastiske egenskaper føre til at røret etterpå trekker seg sakte sammen. Da vil trykket i ledningen stige noe - hvis ledningen er tett.

1. Etter at ledningen er fylt og all luft er evakuert, senkes trykket til null. La dette stå i en time.
2. Øk trykket i løpet av maksimum ti minutter til prøvetrykket og hold dette ved å etterfylle jevnlig i en halv time.
3. La ledningen stå avstengt i en time og les av trykket. Trykket skal ikke synke mer enn 30 % av prøvetrykket. Hvis prøvetrykket er 15 bar tillates inntil 4,5 bar trykkfall.
4. Reduser trykket raskt med 10-15 % av prøvetrykket. Samtidig skal trykkfallet leses av, avtappet vannmengde måles og dette kontrolleres mot utregning ved bruk av teoretisk formel for å avdekke gjenværende luft i ledningen. Denne formelen for maksimalt tillatt avtappet vannmengde er:  $\Delta V_{\text{maks}} = 1,2 \cdot V \cdot \Delta p \cdot \left( \frac{1}{2200 \text{ N/mm}^2} + \frac{\text{SDR}}{E_R} \right)$  (se neste avsnitt).
5. Hovedprøving: Steng ledningen igjen og observer trykket i minst en halv time. Trykket skal stige noe og overhodet ikke vise en fallende tendens. Ved tvil kan prøveperioden forlenges til 90 minutter og trykkfallet fra maksimumstrykket observert i den første halvtimen skal ikke være større enn 25 kPa (0,25 bar eller 2,5 mVs)

Hvis prøvingen må gjentas må den nye prøvingen starte med punkt 1 - en time uten trykk.





Eksempel på trykkforløp ved trykkprøving av PE-rør: 1 time uten trykk - trykkøkning - 30 min. prøvetrykk - 1 time avstengt - trykkreduksjon - 30 min. avstengt

### Trykkfallsprøving

Trykkfallsprøving gjennomføres for å avdekke uønsket luft i ledningen. Den er integrert i den egne metoden for PE-rør i forbindelse med reduksjonen av trykket.

1. Øk trykket i ledningen til prøvetrykket.
2. Ta ut en målbar mengde vann fra ledningen og mål trykkfallet ( $\Delta p$ ).
3. Sammenlign mengden av det avtappede vannet med kalkulert tillatt mengde vann ( $\Delta V_{\max}$ ) ved målt trykkfall i henhold til følgende formel:

$$\Delta V_{\max} = 1,5 \cdot V \cdot \Delta p \cdot \left( \frac{1}{2100} + \frac{SDR}{E_R} \right) \quad [\text{liter}]$$

Regn ut innholdet i parentesene før du multipliserer dette med det øvrige.

$$V = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot L:$$

L: Ledningens vannvolum [liter]  
d: Innvendig diameter [dm]  
L: Ledningens lengde [dm]

Pass på å sette inn verdiene for d og L i desimeter (dm). 1 kubikkdesimeter (dm<sup>3</sup>) = 1 liter!

$\Delta p$ : Målt trykkfall [N/mm<sup>2</sup>] (1 bar = 0,1 MPa = 0,1 N/mm<sup>2</sup>)

$SDR = \frac{D}{e}$ : Standard dimensjonsforhold [ ]  
D: Rørets utvendige diameter [mm]  
e: Rørets veggtykkelse [mm]

$E_R$ : Rørmaterialets korttids E-modul, PVC: 3 000 N/mm<sup>2</sup>, PE 100: 1000 N/mm<sup>2</sup>

**Eksempel:**

600 m 500 mm PE 100 SDR 11 skal kontrolleres med hensyn på luftinnhold. Trykket senkes med 2,0 bar = 0,2 N/mm<sup>2</sup>.

Vannvolumet i denne ledningen er:

$$V = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot L = \frac{\pi \cdot (4,092 \text{ dm})^2}{4} \cdot 6000 \text{ dm} = 78\,906 \text{ dm}^3 = 78\,906 \text{ l}$$

Regn ut uttrykket inne i parentesen først:

$$\frac{1}{2100 \text{ N/mm}^2} + \frac{\text{SDR}}{E_R} = \frac{1}{2100 \text{ N/mm}^2} + \frac{11}{1000 \text{ N/mm}^2} = 0,0115 \text{ mm}^2/\text{N}$$

Den fullstendige formelen blir slik:

$$\Delta V_{\text{max}} = 1,5 \cdot V \cdot \Delta p \cdot \left( \frac{1}{2100} + \frac{\text{SDR}}{E_R} \right) = 1,5 \cdot 78906 \text{ l} \cdot 0,2 \text{ N/mm}^2 \cdot 0,0115 \text{ mm}^2/\text{N} = 272 \text{ l}$$

Avtappet vannmengde i dette eksemplet får ikke overstige 272 liter.

PE 100			
Dim.	SDR 17	SDR 11	SDR 7,4
110	38,6	21,9	11,8
125	50,0	28,2	15,3
140	62,7	35,5	19,2
160	81,9	46,3	25,1
180	104	58,6	31,7
200	128	72,4	39,1
225	162	91,5	49,5
250	200	113	61,2
280	251	142	76,8
315	317	180	97,1
355	403	228	124
400	512	290	157
450	648	367	198
500	799	453	
560	1003	568	
630	1269	719	

*Maksimum tillatt avtappet vannmengde pr km  
PE 100 rør ved trykkfallsprøving  
- trykkfall 2,0 bar (0,2 N/mm<sup>2</sup>)*

PVC		
Dim.	SDR 21	SDR 13,6
110	17,4	10,4
160	36,8	22,0
225	72,9	43,4
280	113	
315	143	
400	231	

*Maksimum tillatt avtappet  
vannmengde pr km PVC-rør ved  
trykkfallsprøving  
- trykkfall 2,0 bar (0,2 N/mm<sup>2</sup>)*

## Trykkprøverapport

Trykkør av plast prøvd i henhold til NS-EN 805 (forenklet metode beskrevet av Pipelife Norge AS)

Ledningseier : .....

Anlegg/strekning : .....

Entreprenør : .....

Dimensjon og rørtype : .....

Prøvetrykk : .....

(Den minste av 1,5-maksimum driftstrykk eller maksimum driftstrykk + 5 bar)

Sjekkliste:

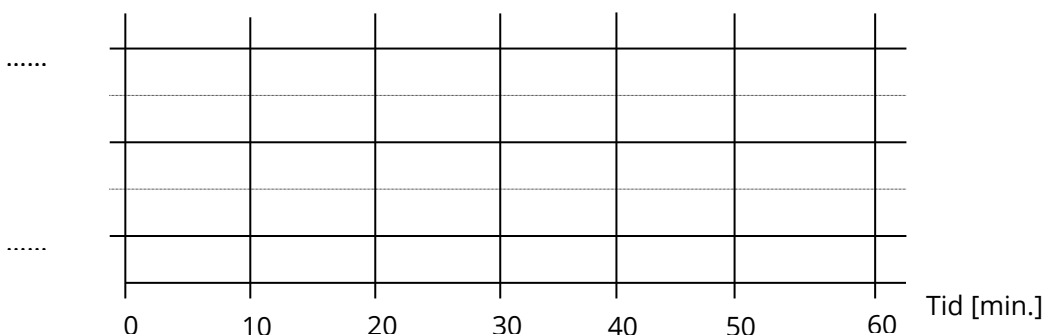
- Alle ender, avvinklinger og T-rør er med strekkfaste skjøter og/eller er forankret.
- Ledningen er gradvis oppfylt fra laveste punkt og luftet.
- Driftstrykket er påført og ledningen har stått med dette i minst ett døgn.
- Prøvetrykket er påført, ledningen er avstengt og manometer som registrerer innvendig trykk er montert.

Etter at ledningen er avstengt avleses trykket i ledningen hvert tiende minutt i en time. Trykket kan falle med inntil 0,2 bar og trykkfallet skal vise en avtagende tendens.

Tabell:

Tidspunkt [min]	0	10	20	30	40	50	60
Avlest trykk [bar]							

Diagram: fyll inn målepunktene og dra en linje gjennom punktene.



Trykkprøving er utført med godkjent resultat.

Sted, dato

Underskrift

## Rørinspeksjon

Rørinspeksjon har bidratt mye til kvalitetshevingen av norske rørledningsanlegg. En slik film sier mye om rørledningen og om jobben som er gjort. Rørinspektøren skal notere alt han observerer. Og så er det opp til ledningseier å vurdere alvorlighetsgrad og eventuelt pålegge utbedring eller sanksjonere overfor installatør på annen måte. Norsk Vann har gitt ut anvisninger som rørinspektørene kan rapportere etter og ledningseierne kan gjøre sine bedømmelser etter.

En rørinspeksjon skal ikke gjennomføres før etter gjenfylling av grøfta. Samtidig er det dumt å vente til asfalt, kantstein, plener og trær er på plass. Det er helt normalt at det er påkrevet med en oppgraving i ny og ne – og jo før, jo bedre og billigere.

Er man i tvil om en skade vil utvikle seg og bli betydelig eller ikke, så er det et alternativ å gjennomføre en ny rørinspeksjon rett før garantitidens utløp – og eventuelt utbedre da.

Noen typer observasjoner fører ofte til diskusjoner mellom ledningseier og installatør.

### Lengdeforskjøvet skjot

For noen rørmaterialer og skjøtekonsepter er dette en alvorlig observasjon. Men ikke for plastrørledninger. Normalt skal det være cirka 10 mm ekspansjonsgap i bunnen av ei muffe for glattvegga rørsystemer og ikke ekspansjonsgap for rørsystemer med utvendig korrugert rørvegg. Plastrørsystemer har som regel svært dype muffe og et noe større ekspansjonsgap vil ikke forårsake driftsproblemer. Store ekspansjonsgap kan skyldes slurv under montering, men det kan også skyldes at muffedybder og spissendelengder ikke er standardiserte. Dermed kan det oppstå store gap, for eksempel mellom spissenden på et grenrør og bunnen av ei rørmuffe. Lengdeforskjøvet skjot fordrer oppgraving hvis gapet er svært stort – ellers ikke.

### Svanker

Det er komplisert å måle fall i nedgravde rørledninger nøyaktig. Det er vanlig å tømme litt vann inn i rørledningen rett før inspeksjon – og så vil vanddammer avdekke større og mindre svanker med motfall. Her må man gjøre en grundig vurdering av sanksjon fra gang til gang: Er det grunn til å tro at installatøren har slurvet, eller er det for komplisert å få det til? Ofte blir rørledningen prosjektert med minimumsfall – ofte 5 ‰ (5 mm/m). Det er svært vanskelig å legge rør med så lite fall. Og små setninger i grunnen, på grunn av ulike jordtrykk, fører fort til svanker. Små områder med litt vannfylling i rørene fører sjelden til driftsproblemer. Oppgraving/utbedring vurderes ut fra totalinntrykket, grunnforholdene og potensielle årsaker til setninger.

### Hvite flekker

Hvite flekker på rørveggen skyldes som regel at rørveggen er eller har vært utsatt for en deformasjon. På ferske PP rør av moderne materialer oppstår dette for et godt ord. Små og store mekaniske belastninger gir hvite flekker. Men termoplastmaterialene tåler store, kortvarige tøyninger godt. Hvis det er en markant punkdeformasjon eller synlige sprekkdannelser i forbindelse med flekken, bør oppgraving vurderes.

## **Punktdeformasjoner**

Det tillates noe deformasjon som enkeltpunkter, men det er vanskelig å måle disse. Om det er nødvendig med oppgraving vurderes fra tilfelle til tilfelle. Hva er sjansen for at det ligger en stor stein inntil røret? Er det få eller mange observasjoner av samme eller ulik art? Er det lettere å grave opp nå enn senere?

### ***Deformasjonskontroll med tolk***

Deformasjonskontroll med tolk er i stor grad erstattet av rørinspeksjon. Hvis bildene fra rørinspeksjonen viser store deformasjoner, så kan det være aktuelt å gjøre en slik øvelse. For kabelvernrør er dette fremdeles en vanlig kontroll, fordi disse rørene som regel ligger svært grunt.

En tolk kan være korstolk, kuletolk eller sylindrisk tolk. Den har feste for trekkesnor i begge ender – setter den seg fast, så må den kunne trekkes tilbake. Det er lurt å legge inn trekkesnor under legging av kabelrør og la trekkesnora som er trukket inn bak tolken ligge for senere bruk. Tolken må ha et utvendig mål som tilsvarer tillatt deformasjon målt i forhold til innvendig diameter av røret.

For eksempel for et 110 mm PVC SN 8 kabelrør med maksimum 9 % deformasjon:

$$D_{\text{tolk}} = 103,6 \text{ mm} \cdot \frac{100 \% - 9 \%}{100 \%} = 94,3 \text{ mm}$$

### ***Kvalitetskontroll av sveiste skjøter***

For speilsveiste og elektromuffesveiste rørskjøter i rørledninger av PE kan det utføres destruktiv prøving. Det kan for eksempel gjennomføres en såkalt prosedyresveis for rørledninger som speilsveises. Prosedyresveisen testes på et laboratorium. Og hvis testen er bestått, så følges samme prosedyre på alle andre skjøter på rørledningen. Det tar tid å få svaret fra en slik undersøkelse, så bruk av denne metoden må planlegges i god tid for at framdriften på anlegget ikke skal stoppe opp.

For elektromuffeskjøter har rørdelene oftest indikatorer som viser om det har vært nok sveisetrykk under prosessen. Sveisetrykk er svært viktig, men det kan gjøres flere feil som ikke avdekkes på denne måten.

For speilsveiste skjøter kan det gjøres en visuell bedømming av sveisevulsten. I enkelte underlag er det satt opp krav til utseende av og mål på vulsten. Faren med dette er at man jukser med prosedyren for å få en «pen sveisevulst» - noe som går ut over styrken av sveisen. Derfor har vi ikke tatt med en illustrasjon av den perfekte vulsten her.

Det aller, aller viktigste er at man bruker sertifiserte sveisere, som følger prosedyrene til punkt og prikke, og at utstyret er godt vedlikeholdt og kontrollert. God dokumentasjon av

gjennomføringen av sveiseoperasjonen er mye mer verdt enn visuell bedømming av utseendet av skjøten.