

## HØRINGSUTKAST

### 1 FORMÅL

Dette VA/Miljø-bladet beskriver hvordan man skal utføre trykkprøving av trykkledninger for vann- og avløp. Med trykkledninger menes vann- og avløpsledninger der rørledningen er full under drift og har et innvendig overtrykk.

Metodene som er beskrevet baserer seg på fremgangsmåter som er beskrevet i den europeiske normen EN 805. Det vil også bli beskrevet hvilke krav som stilles til tetthet.

For spesielle tilfeller ved trykkprøving av PE-ledninger er også en metode som tidligere ble brukt, og som var referert i den tilbaketrakte standarden, NS 3551, beskrevet.

### 2 BEGRENSNINGER

Generelle krav som stilles til ledningsanlegg, og som danner grunnlaget for utfylling av prøvingsrapport er ikke beskrevet i dette VA/Miljø-bladet.

Dette VA/Miljø-bladet beskriver ikke forankring av ledninger; se VA/Miljø-blad nr. 96, VA/Miljø-blad nr. 112 og VA/Miljø-blad nr. 127.

Forankring av ledninger må en være spesielt oppmerksom på ved legging og trykkprøving av trykkledninger.

### 3 FUNKSJONSKRAV

Alle trykkledninger skal trykkprøves med vann etter at de er lagt. Dette gjøres for å sikre at rør, skjøter, rørdeler og andre komponenter er uskadd, virker etter hensikten og at ledningen er tett. Eventuelle riper i plastrør kan opptre som bruddanvisere og vil når de settes under høyt trykk kunne gå til brudd under trykkprøvingen.

Trykkprøvingen skal også sikre at alle forankringer er sterke nok. Dette er viktig for at arbeidsikkerheten i kummer, pumpestasjoner o.l. er ivaretatt.

En ny trykkledning skal tilfredsstillende kravene til tetthet angitt i NS-EN 805 /1/, avhengig av hvilken metode man benytter.

Små lekkasjer i skjøter/ koblingspunkter/ ventiler på hovedledning eller stikkledning vil kunne medføre at prøveresultatet ikke gir godkjent tetthet. Slike små lekkasjer er ofte vanskelige å finne, selv for erfarne lekkasjelyttere, og vil således påføre entreprenøren betydelig arbeid med stor konsekvens for økonomi og fremdrift.

### 4 LØSNINGER

Utførelsen av kontrollen er beskrevet i følgende

standard:

**NS-EN 805: Vannforsyning - Krav til systemer og komponenter utenfor bygninger /1/**

Dette VA/Miljø-bladet vil også kunne benyttes ved trykkprøving av avløpspumpeledninger.

Dersom trykkledninger skal trykkprøves må en være oppmerksom på at trykkklasse (PN) på armatur og deler må samsvare med ledningens trykkklasse (PN).

#### Krav til måleutstyr

Prøvingsutstyret som benyttes skal være kalibrert, i god stand og riktig festet til rørledningene.

Manometre som brukes under trykkprøvingen skal kunne loggføre trykkforløpet under hele trykkprøvingen og vedlegges trykkprøvingsrapporten, som dokumentasjon på trykkprøvingen.

#### Kommentar:

Noen aktører stiller krav om at måleutstyr skal ha en målenøyaktighet til å oppgi verdier med 3 desimaler, dvs. målenøyaktighet på millibar- og milliliter nivå.

Slike krav medfører at utstyret man bruker blir uforholdsmessig kostbart, uten at nytten øker. Ved beregning av tillatt uttappet eller innpumpet vannmengde må man sette en verdi på rørmaterialets E-modul.

For termoplastene er denne E-modulen avhengig av temperatur, spenningsnivå og tiden belastningen opptre og varer. Det er høyst usikkert hva E-modulen eksakt er under en trykkprøving. Eksempelvis vil det for en 100 meter lang PE 100 DN 200 SDR 11 vannledning, som trykkprøves med et prøvetrykk på 15 bar, og som da generer en tangensiell spenning i rørveggen på 7,5 MPa (dimensjonerende spenning for rørmaterialet er 6,3 MPa), være tillatt å tappe ut følgende vannmengde:

E-modul	Tangensiell spenning i rørvegg	Dimensjonerende spenning	Tillatt uttappet vannmengde
600 MPa	7,5 MPa	6,3 MPa	8,78 liter
900 MPa	7,5 MPa	6,3 MPa	6,65 liter
950 MPa	7,5 MPa	6,3 MPa	5,64 liter
1000 MPa	7,5 MPa	6,3 MPa	5,38 liter
1050 MPa	7,5 MPa	6,3 MPa	5,13 liter
1100 MPa	7,5 MPa	6,3 MPa	4,91 liter

Under utarbeidelsen av dette VA/Miljø-bladet har vi vært i kontakt med fagfolk, som har spesifikk kunnskap om PE-materialer. Det har vært problematisk for disse å angi en konsis E-modul, som skal benyttes når man regner ut tillatt uttappet vannmengde i forbindelse med en trykkprøving. For termoplaster er det således knyttet usikkerhet til valg av E-modul ved utregning av innpumpet/uttappet vannmengde.

Hvorvidt det er hensiktsmessig å stille strenge krav til 3 desimaler på måleutstyr kan derfor være et kost/nytte- spørsmål.

#### Rapport fra trykkprøvingen

Alle opplysninger om prøvingen skal dokumenteres i en rapport. Følgende opplysninger skal være med, som et minimum:

- Hvem som bestiller trykkprøvingen
- Kontrollør
- Prøvingssted
- Ledning, betegnelse, type, dimensjon
- Lengde på prøvestrekning
- Hvilken standard man trykkprøver etter og hvilke krav som stilles
- Prøvingstrykk
- Prøvingsmetode
- Resultat av prøven (ev. bestått, ikke bestått)
- Underskrift

Rapport fra trykkprøvingen kan fylles ut manuelt fra et egnet skjema. Trykkforløpet under hele trykkprøvingen skal dokumenteres digitalt, med utskrift.

## 4.1 FORBEREDELSE

Ny ledning skal være spylt/ pluggrenset, slik at ledningen er fri for fremmedlegemer. For rengjøring med myke renseplugg se VA/Miljø-blad nr. 4.

#### Kommentar:

Vann til trykkprøving av drikkevannsledninger skal være av drikkevannskvalitet når man trykkprøver.

Ledningen prøves etter gjenfylling av grøft.

Dersom det prøves mot blindflens i grøft skal denne stemples av. Stemplingen dimensjoneres.

Det er viktig at alle komponentene i ledningsanlegget er dimensjonert for å tåle krefter som oppstår under normale driftsforhold og krefter ledningsanlegget blir utsatt for i forbindelse med trykkprøvingen.

Rørledningen kan prøves i sin helhet eller i flere ledningsstrekninger der det er nødvendig.

Pass på at tilstøtende ledninger og eventuelle stikkledninger til bygninger er avstengt.

Prøvestrekningens endeventiler, brannventiler o.l. skal være avstengt og kontrollert for lekkasje.

Entreprenøren skal i god tid forut for prøvingen fremvise en tegning/skisse som viser alle ventiler på hovedledningen og hvilke av dem som skal være stengt når prøvingen gjennomføres. Tilko-

blede stikkledninger angis med tilkoblingspunkt og plassering av stengeventil(er). Se også avsnitt 4.8.

## 4.2 OPFYLLING AV LEDNINGEN

Oppfylling av ledningen skal foregå langsomt, om mulig fra det laveste punktet på rørledningen, slik at tilbakestrømning unngås og luften i ledningen slipper ut gjennom lufteanordninger av passende størrelser.

Påfyllingshastigheten skal kunne reguleres og tilpasses dimensjonen på ledningen som fylles opp. Se tabell 1 for anbefalt påfyllingshastighet.

Tabell 1: Anbefalt maksimal påfyllingshastighet

DN (mm)	100	125	150	200	250	300	400	500
Vannmengde (liter/sek.)	0,3	0,5	0,7	1,2	1,9	2,7	4,8	7,5

#### Eksempel:

Å fylle en DN 200 ledning, med lengde 100 meter og fyllehastighet 1,2 l/s tar ca. 45 minutter!

Når ledningen er fylt opp skal forbindelsen til øvrige vannforsyningsnett brytes. Dette for å hindre at ledningen trykkesett for driftstilstand, før trykkprøvingen er fullført med godkjent resultat. På denne måten forebygges at personer som oppholder seg i kummer o.l. utsettes for fare i tilfelle forankringer o.l. svikter.

Under den ordinære trykkprøvingen er vannmengden i trykkprøvingsutstyret så liten at svikt i forankringer da sjelden skaper fare for rask oppfylling av kummer o.l.

Etter trykkprøvingen skal rørledninger trykkavlastes langsomt, og alle luftemuligheter skal være åpne dersom rørledninger skal tømmes.

## 4.3 LUFTING AV LEDNINGEN

Lufteventiler skal være plassert på ledningens høyeste punkt(er). Ventilene skal være åpne under påfylling. Når vannledningen tilsynelatende er helt fylt med vann, skal vanntilførselen fortsette en tid for å sikre at alle luftlommer blir revet med vannstrømmen og fjernet gjennom lufteåpningen i ledningens høyeste punkt. Selve prøveutstyret skal være gjennomspylt og fritt for luft.

Luft i ledningen vil påvirke forholdet mellom trykkøkning og innpumpet vannmengde og dermed kunne påvirke resultatet av trykkprøvingen. Luftlommer er komprimerbare, mens vann ikke komprimeres så lett.

## 4.4 PRØVETRYKK

**Prøvetrykket (bar) skal være det som er minst av følgende:**

- Prøvetrykk: STP = MDP × 1,5
- Prøvetrykk: STP = MDP + 5 bar
- Prøvetrykk avløpspumpeledninger: STP= 6

bar

STP = System prøvetrykk

MDP = Største dimensjonerende trykk

Dersom den prosjekterende har beregnet trykkstøt skal prøvetrykket være:

- Beregnet trykkstøt + 1 bar

Prøvetrykket (STP) tar utgangspunkt i dimensjonerende vanntrykk inkl. trykkstøt. I norske fordelingsnett for vannforsyning er trykkstøtene små og dimensjonerende vanntrykk er vanligvis 10 bar. Dersom prosjekterende ikke har beregnet eller oppgitt største dimensjonerende trykk, MDP, benyttes rørets trykkklasse, PN.

I overføringsledninger for vannforsyning og pumpeledninger for avløpsvann kan trykkstøtene være betydelige, og her må dimensjonerende vanntrykk vurderes særskilt for hver enkelt ledning.

#### Prøvestrekningen skal velges slik at:

- Prøvetrykket kan oppnås ved det laveste punktet på hver prøvestrekning.
- Et trykk på minst MDP kan oppnås ved det høyeste punktet på hver prøvestrekning, med mindre annet er angitt av den prosjekterende.

Under normale omstendigheter skal prøvingsutstyret installeres på det laveste punktet på prøvestrekningen. Hvis det ikke er mulig å installere prøvingsutstyret på det laveste punktet på prøvestrekningen, skal avlest trykk ved prøvestedet være prøvetrykket ved det laveste punktet på ledningen minus høydeforskjellen mellom det laveste punktet og prøvestedet.

#### Kommentar:

Ved trykkprøving av pumpeledninger for avløp, hvor normale driftstrykk er lavere enn i ordinære vannledninger, kan et lavere prøvetrykk benyttes. Dette for å ikke å måtte oppdimensjonere forankringer etc. unødige.

Dersom man trykkprøver termoplaster hvor trykkklassen på røret er angitt med 2 verdier, avhengig av valgt "sikkerhetsfaktor", f.eks. PN10/C=2,5 og PN 12,5/C=2,0, kan man med fordel trykkprøve med prøvetrykk på  $10 + 5 = 15$  bar. Dette også med tanke på forankring.

## 4.5 PROSEDYRE FOR TRYKK-PRØVING

Prøvmetsmetoden gjelder for alle typer rør og materialer og kan bestå av 3 etapper:

1. **Forprøve**
2. **Trykkfallprøve**
3. **Hovedprøve**

Den prosjekterende skal fastsette hvilke etapper som kreves og hvilke prøvmetsmetode som skal brukes.

For rør med sterk viskoelastisk oppførsel (rørledninger av PE og PP) benyttes metoden som er beskrevet i kap. 4.6. Metoden beskrevet i kap. 4.7 kan også benyttes.

### 4.5.1 FORPRØVE

Hensikten med forprøven er å klargjøre ledningen før selve trykkprøvingen:

- å stabilisere ledningen som skal prøves, ved at de fleste tidsavhengige bevegelsene tillates.
- å oppnå passende vannmetning ved bruk av vannabsorberende materialer (sement).
- å tillate trykkavhengig økning i volumet til fleksible rør før hovedprøven.
- at eventuelle små mengder luft blir oppløst i vannet.

#### Prosedyre for forprøve:

1. Fyll ledningen forsiktig med vann. Evakuer all luft.
  2. Trykket i ledningen økes. Dette forprøvetrykket skal være minst like høyt som driftstrykket, men det skal ikke overstige prøvetrykket.
  3. Forprøven skal vare i 24 timer. For ledninger som innvendig er belagt med sterkt vannabsorberende materialer, f.eks. sementmørtelbelegg, kan forprøven med fordel vare lenger enn 24 timer.
- Hvis det under forprøven oppstår uakseptable forandringer på ledningen eller oppstår lekkasjer, avbrytes forprøven, trykket tas av ledningen og feilen utbedres.

### 4.5.2 TRYKKFALLPRØVE

Hensikten med trykkfallprøven er å:

- anslå volumet av gjenværende luft i ledningen.

Luft i prøvestrekningen vil feilaktig kunne angi en lekkasje, eller i noen tilfeller skjule en mindre lekkasje. Luft i ledningen vil minske nøyaktigheten av trykkprøven.

#### Prosedyre for trykkfallprøve:

1. Trykket i ledningen økes til maksimum prøvetrykk. Vær nøye med at trykkprøvmetsutstyret er fullstendig utluftet og fritt for luft.
2. Tapp ut en målbar mengde vann fra rørledningen, slik at trykkfallet blir 1 bar.

#### Kommentar:

Et lavere trykkfall kan velges, spesielt kan dette være aktuelt ved lange lengder/ store dimensjoner. Man skalerer da verdiene som er oppgitt i tabell 1 og 2 ned (eller opp) til aktuell valgte trykkfall.

3. Mål den mengde vann,  $V_{\text{uttappet}} = \dots\dots\dots$ , som må tappes ut for å få et trykkfall på 1 bar.
4. Sammenlign den uttappede vannmengden med den tillatt uttappede vannmengden.

Den tillatt uttappede vannmengden  $V_{\text{maks}} = \dots\dots\dots$ , hentes fra tabell 2 (duktile støpejernsrør) og tabell 3 (PVC rør).

Tabellene 2 og 3 angir tillatt uttappet vannmengde for duktile støpejernsrør med C-klasser, som er tilnærmet tilsvarende de gamle K9 veggtykkelsesklassene, samt PVC rør SDR 34,4 (PN 6) og SDR

21 (PN 10). For andre rørtyper og rør med andre innvendige diametre enn det tabellene viser må tillatt uttappet vannmengde beregnes jmf. formel angitt i /1/.

5. Trykkfallprøven er godkjent dersom

$$V_{\text{uttappet}} = \dots < V_{\text{maks}} = \dots$$

- Dersom trykkfallprøven er godkjent, gå videre til hovedprøven.

Tabell 2a: Trykkfallprøve: Tillatt uttappet vannmengde,  $V_{\text{maks}}$  (liter) for:

- Duktile støpejernsrør, C-klasse
- Lengde 100 meter
- Trykkfall 1 bar

DN (mm)	C-klasse klasse	e (mm)	E-modul (kPa)	Tillatt uttappet vannmengde (liter)
100	100	4,7	$1,7 \times 10^8$	0,071
150	100	5,9	$1,7 \times 10^8$	0,166
150	64	4,0	$1,7 \times 10^8$	0,180
200	100	7,7	$1,7 \times 10^8$	0,296
200	64	5,0	$1,7 \times 10^8$	0,340
250	64	6,1	$1,7 \times 10^8$	0,530
250	50	4,8	$1,7 \times 10^8$	0,560
300	50	5,7	$1,7 \times 10^8$	0,810
350	50	6,6	$1,7 \times 10^8$	1,106
400	50	7,5	$1,7 \times 10^8$	1,448
450	50	8,4	$1,7 \times 10^8$	1,836
450	40	6,8	$1,7 \times 10^8$	2,013
500	50	9,3	$1,7 \times 10^8$	2,270
500	40	7,5	$1,7 \times 10^8$	2,493

Tabell 2b: Trykkfallprøve: Tillatt uttappet vannmengde,  $V_{\text{maks}}$  (liter) for:

- Duktile støpejernsrør, C-klasse
- Lengde 100 meter
- Trykkfall 1 bar

DN (mm)	C-klasse klasse	e (mm)	E-modul (kPa)	Tillatt uttappet vannmengde (liter)
600	40	8,9	$1,7 \times 10^8$	3,610
700	40	10,9	$1,7 \times 10^8$	4,805
800	40	11,9	$1,7 \times 10^8$	6,409
900	40	13,30	$1,7 \times 10^8$	8,136
900	30	10,00	$1,7 \times 10^8$	9,389
1000	40	14,80	$1,7 \times 10^8$	10,037
1000	30	11,10	$1,7 \times 10^8$	11,598
1200	30	13,30	$1,7 \times 10^8$	16,715
1400	30	15,50	$1,7 \times 10^8$	22,764
1600	30	17,70	$1,7 \times 10^8$	29,746
1600	25	14,8	$1,7 \times 10^8$	32,888
1800	30	19,90	$1,7 \times 10^8$	37,660
1800	25	16,60	$1,7 \times 10^8$	41,670
2000	30	22,10	$1,7 \times 10^8$	46,506
2000	25	18,4	$1,7 \times 10^8$	51,550

#### Kommentar:

Ved andre lengder enn 100 meter, skalerer man opp eller ned, fra den mengde som er angitt i

tabellen. Feks. vil en 250 meter lang DN 200 støpejernsledning ha tillatt uttappet vannmengde:  $0,296 \times 250/200 = 0,74$  liter

På sammen måte vil et trykkfall på 0,2 bar gi en tillatt uttappet vannmengde på:  $0,296 \times 0,2/1,0 = 0,059$  liter.

Tabell 3: Trykkfallprøve: Tillatt uttappet vannmengde,  $V_{\text{maks}}$  for:

- PVC-rør
- Lengde 100 meter
- Trykkfall 1 bar

D (mm)	Tillatt uttappet vannmengde $V_{\text{maks}}$ (liter)			
	PVC rør SDR 33 (PN 6/ C=2,5)	PVC rør SDR 21 (PN 10/ C=2,5)	PVC rør SDR 13,6 (PN 16/ C=2,5)	PVC rør SDR 11 (PN 20/ C=2,5)
90	0,88	0,53	0,30	0,22
110	1,33	0,78	0,45	0,33
160	2,84	1,65	0,94	0,69
200	4,37	2,59	1,48	1,09
225	5,60	3,28	1,87	
250	6,88	4,09	2,31	
280	8,66	5,10	2,90	
315	10,92	6,49	3,67	
355	13,92	8,25	4,67	
400	17,65	10,43	5,93	

### 4.5.3 HOVEDPRØVE

Avhengig hva kravspesifikasjonen (konsulenten) har angitt skal ikke hovedtrykkprøven settes i gang før forprøven og trykkfallprøven er gjennomført på en tilfredsstillende måte.

Temperaturrendringer under trykkprøvingen kan påvirke resultatet og må vies oppmerksomhet. Dette kan gjøres ved å forlenge kondisjonerings-tiden, slik at temperaturen får anledning til å stabilisere seg før prøven starter.

Hovedprøven starter rett etter trykkfallprøven med det trykk en har i ledningen etter at en har tappet ut vann for trykkfallprøven.

To forskjellige prøvingsmetoder er mulige:

- Lekkasje metoden.
- Trykkfall metoden.

Metodene er likestilte og det er den prosjekterende som angir hvilke metode som skal brukes.

#### 4.5.3.1 LEKKASJEMETODEN

Lekkasje metoden kan utføres på 2 måter:

1. Måling av volum tappet ut av ledningen.
2. Måling av volum pumpet inn i ledningen.

#### Prosedyre for måling av volum tappet ut av ledningen:

1. Øk trykket jevnt inntil prøvetrykket (STP) er nådd.

- Hold prøvetrykket konstant i 1 time eventuelt ved å pumpe vann inn i ledningen.
- Ledningen holdes avstengt i 1 time.
- Etter at ledningen har stått avstengt i 1 time avleses det reduserte trykket,  $P = \dots\dots\dots$  (bar)
- Deretter gjenoppbygges trykket til det opprinnelige prøvetrykket (STP) ved å pumpe vann inn i ledningen.
- Tapp så ut vann av ledningen slik at trykket blir like stort som det var ved slutten av den avstengte perioden,  $P = \dots\dots\dots$  (bar)  
Uttappet vannmengde måles.  $V = \dots\dots\dots$  (liter)
- Den uttappede vannmengden,  $V$ , noteres og sammenlignes med tillatt uttappet vannmengde,  $V_{maks}$ . Tillatt uttappet vannmengde,  $V_{maks}$ , hentes ut fra tabellene 4 og 5.

(Tabellene 4 og 5 angir tillatt uttappet vannmengde for duktile støpejernsrør samt PVC rør SDR 33 (PN 6/C=2,5), SDR 21 (PN 10/C=2,5) og SDR 13,6 (PN 16/C=2,5). For andre rørtypen og rør med andre innvendige diametre enn det tabellene viser må tillatt uttappet vannmengde beregnes jmf. formel angitt i /1/).

- Hovedprøven er godkjent dersom den uttappede vannmengden etter prøveperioden ikke overskrider den tillatt uttappede vannmengde,  $V_{maks}$ .

$$V = \dots\dots\dots < V_{maks} = \dots\dots\dots$$

#### Prosedyre for måling av volum pumpet inn i ledningen:

- Øk trykket jevnt inntil prøvetrykket (STP) er nådd.
- Hold prøvetrykket konstant i 1 time ved innpumping av vann i ledningen.
- I løpet av prøveperioden på 1 time måles den vannmengden som må pumpes inn for å vedlikeholde prøvetrykket. Den målte vannmengden,  $V = \dots\dots\dots$ , noteres og sammenlignes med tillatt innpumpet vannmengde,  $V_{maks}$ \*

Tillatt innpumpet vannmengde,  $V_{maks}$ , hentes fra tabell 4 (duktile støpejernsrør) og tabell 5 (PVC rør).

- Hovedprøven er godkjent dersom den innpumpede vannmengden i prøveperioden ikke overskrider tillatt innpumpet vannmengde,  $V_{maks}$ .

$$V = \dots\dots\dots < V_{maks} = \dots\dots\dots$$

Tabell 4a: Hovedprøve: Tillatt uttappet/innpumpet vannmengde,  $V_{maks}$  (liter) for:

- Duktile støpejernsrør, C-klasser
- Lengde 100 meter
- Trykkfall 20 kPa

DN (mm)	C-klasse klasse	e (mm)	E-modul (kPa)	Tillatt uttappet vannmengde (liter)
100	100	4,7	<b>1,7x10<sup>8</sup></b>	0,011
150	100	5,9	<b>1,7x10<sup>8</sup></b>	0,026
150	64	4,0	<b>1,7x10<sup>8</sup></b>	0,029
200	100	7,7	<b>1,7x10<sup>8</sup></b>	0,046
200	64	5,0	<b>1,7x10<sup>8</sup></b>	0,052
250	64	6,1	<b>1,7x10<sup>8</sup></b>	0,082
250	50	4,8	<b>1,7x10<sup>8</sup></b>	0,090
300	50	5,7	<b>1,7x10<sup>8</sup></b>	0,130
350	50	6,6	<b>1,7x10<sup>8</sup></b>	0,177
400	50	7,5	<b>1,7x10<sup>8</sup></b>	0,232
450	50	8,4	<b>1,7x10<sup>8</sup></b>	0,294
450	40	6,8	<b>1,7x10<sup>8</sup></b>	0,322
500	50	9,3	<b>1,7x10<sup>8</sup></b>	0,363
500	40	7,5	<b>1,7x10<sup>8</sup></b>	0,399
600	40	8,9	<b>1,7x10<sup>8</sup></b>	0,578
700	40	10,90	<b>1,7x10<sup>8</sup></b>	0,769
700	30	7,8	<b>1,7x10<sup>8</sup></b>	0,907
800	40	11,90	<b>1,7x10<sup>8</sup></b>	1,025
900	30	10,0	<b>1,7x10<sup>8</sup></b>	1,502
1000	30	11,1	<b>1,7x10<sup>8</sup></b>	1,856
1200	30	13,3	<b>1,7x10<sup>8</sup></b>	2,674
1400	30	15,5	<b>1,7x10<sup>8</sup></b>	3,642
1600	30	17,7	<b>1,7x10<sup>8</sup></b>	4,759
1600	25	14,8	<b>1,7x10<sup>8</sup></b>	5,262
1800	30	19,9	<b>1,7x10<sup>8</sup></b>	6,026
1800	25	16,6	<b>1,7x10<sup>8</sup></b>	6,672
2000	25	18,4	<b>1,7x10<sup>8</sup></b>	8,248

#### Kommentar:

Tabellene er utarbeidet med følgende forutsetninger:

- E-Modul duktilt støpejern: **1,7x10<sup>8</sup>** kPa
- Kontraksjonsmodul vann: **2,2x10<sup>6</sup>** kPa
- For PVC-U - materialet anvendes korttids E-modul: **3,0x10<sup>6</sup>** kPa

Tabell 4g: Hovedprøve: Tillatt uttappet vannmengde,  $V_{maks}$  for:

- PVC-rør
- Lengde 100 meter
- Trykkfall 20 kPa

D (mm)	Tillatt uttappet vannmengde $V_{maks}$ (liter)			
	PVC rør SDR 33 (PN 6/C=2,5)	PVC rør SDR 21 (PN 10/C=2,5)	PVC rør SDR 13,6 (PN 16/C=2,5)	PVC rør SDR 11 (PN 20/C=2,5)
90	0,141	0,084	0,050	0,038
110	0,227	0,125	0,075	0,057
160	0,476	0,264	0,159	0,121
200	0,740	0,415	0,250	0,190
225	0,942	0,525	0,315	
250	0,170	0,655	0,390	
280	1,462	0,816	0,489	
315	1,856	1,039	0,618	
355	2,350	1,320	0,787	
400	2,988	1,669	0,999	
500	4,678	2,605	1,559	

### 4.5.3.2 TRYKKFALLMETODEN

- Øk trykket jamt inntil prøvetrykket (STP) er nådd.
- Ledningen holdes avstengt i 1 time.
- Når hovedprøven er over etter 1 time skal trykktapet ikke overstige 0,2 bar.

Kravet gjelder for ledninger av duktilt støpejern (med eller uten sementmørtelforinger), stål (med eller uten sementmørtelforinger) og PVC/GRP.

## 4.6 PROSEDYRE FOR TRYKKPRØVING AV STERKT VISKOELASTISKE RØR (rør av polyetylen og polypropylen)

Denne prosedyren brukes på rørmaterialer av polyetylen og polypropylen, hvor det i større grad må tas hensyn til at tøyningen i rørveggen øker med tiden når rørledningen står under trykk.

Trykkprøven består av 3 etapper som utføres i rekkefølge:

1. **Forprøve**
2. **Integrert trykkfallprøve**
3. **Hovedprøve**

### 4.6.1 FORPRØVE

Hensikten med forprøven er å legge til rette for de volumendringer som trykk-, tid og temperatur forårsaker.

Det er en forutsetning at forprøven er gjennomført før hovedprøven.

#### Prosedyre for forprøve:

1. Etter spyling og lufting av ledningen senkes trykket i rørledningen til atmosfærisk trykk. Dette kan gjøres ved å åpne en ventil i ledningens høyeste punkt.
2. Denne trykkløse tilstanden holdes i 60 minutter. Dette for å frigjøre de trykkavhengige spenningene i rørveggen. Pass på at det ikke kommer luft inn i ledningen.
3. Etter 60 minutter i trykkløs tilstand økes trykket til prøvetrykket (STP). Trykkøkningen skal skje jevnt og raskt (mindre enn 10 min).
4. Hold prøvetrykket i 30 minutter (alternativt 45 minutter) ved å pumpe vann inn i ledningen. Denne pumping skal skje jevnt eller i korte intervaller. I løpet av denne perioden gjennomføres en kontroll for å oppdage evt. synlige lekkasjer.
5. Ledningen holdes avstengt med prøvetrykket i 60 minutter uten å pumpe inn mer vann. Ledningen gis nå anledning til å tøye seg

Tabell 6: Integrert trykkfallprøve: Tillatt uttappet vannmengde,  $V_{maks}$ .

- PE-100 rør, SDR 7,4, SDR 11, SDR 17
- Lengde 100 meter
- Trykkfall: 15 % av STP
- Brukes ved prøvetrykk, STP 1

DN/OD (mm)	Tillatt uttappet vannmengde $V_{maks}$ (liter) SDR 7,4 STP 25 bar $\Delta p=3,75$ bar	Tillatt uttappet vannmengde $V_{maks}$ (liter) SDR 11 STP 15 bar $\Delta p=2,25$ bar	Tillatt uttappet vannmengde $V_{maks}$ (liter) SDR 17 STP 15 bar $\Delta p$
32		0,13	
40		0,21	
90	0,89	1,08	2,01
110	1,29	1,62	3,00
125	1,68	2,09	3,95
160	2,75	3,41	6,45
180	3,49	4,33	8,14
200	4,29	5,36	10,04
225	5,43	6,77	12,69
250	6,72	8,40	15,80
280	8,43	10,55	19,78
315	10,66	13,34	24,99
355	13,58	16,97	31,69
400	17,20	21,52	40,40
450	21,80	27,17	51,04
500		33,60	62,91
630		53,35	99,96
710		67,70	127,16

### 4.6.3 Hovedprøve

Den viskoelastiske krypning som maksimum prøvetrykk under forprøven forårsaker avbrytes i den integrerte trykkfallprøven.

1. Det raske trykkfallet forårsaker sammentrekning av ledningen (reduksjon av rørdiameteren og ledningens volum). I en ledning uten lekkasjer vil denne sammentrekningen føre til at vanntrykket straks øker. Denne trykkøkningen fører igjen til gradvis økning av rørdiameteren, slik at trykket etter en tid faller igjen.
2. Trykkøkningen som følger av denne sammentrekningen observeres og registreres i en periode på 30 minutter.
3. Hovedprøven anses som tilfredsstillende dersom trykklinjen viser en økende tendens og ikke faller på noe tidspunkt i løpet av denne perioden på 30 minutter.
4. Ved tvil utvides prøvetiden til 90 minutter. I så fall er trykkfallet begrenset til 0,25 bar fra den største verdien som oppstår i løpet av sammentrekningsfasen. Hvis trykket faller mer enn 0,25 bar er prøvingen mislykket.

I en eventuell ny trykkprøving skal alle fasene gjennomføres, også de 60 minuttene i forprøven

ved viskoelastisk kryp. Tøyningen i rørveggen øker, og følgelig øker ledningens volum, dvs. trykket i ledningen avtar gradvis.

6. Mål (avles) trykket når det har gått 60 minutter.
  7. Forprøven er utført med godkjent resultat dersom trykkfallet etter 60 minutter ikke er mer enn 30 % av prøvetrykket.
- Eksempel: Dersom prøvetrykket er 15 bar godkjennes forprøven dersom trykkfallet etter 60 minutter er mindre enn 4,5 bar.

#### 4.6.2 INTEGRERT TRYKKFALLPRØVE

Resultatet av hovedprøven kan bare bli riktig bedømt dersom eventuell luftmengde i ledningen er tilstrekkelig lav.

**Integret trykkfallprøve. Følgende trinn er nødvendig for å sjekke om det er luft i ledningen:**

1. Utgangspunktet for den integrerte trykkfallprøven er det trykk man har i ledningen ved slutten av forprøven.
2. Tapp raskt ut en målbar mengde vann slik at trykket synker med 2,25 bar. (15% av STP)
3. Ta et nøyaktig mål av den uttappede vannmengde,  $V = \dots\dots\dots$
4. Sammenlign den uttappede vannmengden,  $V$ , med den tillatt uttappede vannmengden,  $V_{maks}$ . Den tillatt uttappede vannmengden,  $V_{maks}$ , hentes fra tabell 6.

Tabell 6 angir tillatt uttappet vannmengde for PE-100 rør SDR 7,4, SDR 11 og SDR 17 med prøvetrykk hhv. 25, og 15 bar. For PP rør og PE rør med andre innvendige diametre enn det tabellen viser må tillatt uttappet vannmengde beregnes iht. formel angitt i /1/.

4. Den integrerte trykkfallprøven er godkjent dersom  $V = \dots\dots\dots < V_{maks} = \dots\dots\dots$
5. Dersom den integrerte trykkfallprøven er godkjent, gå videre til hovedprøven.

#### 4.8 SIKKERHET

Før trykkprøvingen starter skal det kontrolleres at passende sikkerhetsutstyr er tilgjengelig, at personalet har riktig vernetøy, at personalet er informert om hvilke krefter som oppstår som en følge av trykkprøvingen, samt om konsekvensene ved svikt.

Ikke gå ned i kummer som står under prøvetrykk!

I tabell 7 vises noen eksempler på hvor store krefter som forekommer mot stengt ventil/ blindflens.

Tabell 7: Press mot stengt ventil/ blindflens (tonn) ved variert trykk

DN (mm)	Prøvetrykk 10 bar (tonn)	Prøvetrykk 15 bar (tonn)	Prøvetrykk 21 bar (tonn)
100	0,79	1.18	1.65
150	1,77	2,65	3,71
200	3.14	4.71	6.59
250	4.91	7.36	10.30
300	7.06	10.60	14.84
350	9.61	14.42	20.194
400	12.56	18.84	26.38
500	19.63	29.44	41.21

#### 4.9 PRØVINGSRAPPORT

For trykkprøving etter NS-EN 805 /1/, skal det settes opp en prøvingsrapport. Denne prøvingsrapporten skal være i tråd med NS 3420-UB8 /2/.

Det er utviklet skjema blokker til bruk ved trykkprøving etter Norsk Standard.

Til prøvingsrapporten bør det vedlegges en anleggstegeting som viser hvilken ledningsstrekning rapporten gjelder for, samt en kumskisse som viser hvilke ventiler som er testet mot ensidig trykk.

#### 4.7 Alternativ metode for trykkprøving av PE rør

Følgende alternative metoder kan benyttes i de tilfeller hvor PE røret ikke gis anledning til viskoelastisk oppførsel. (innstøping etc.):

1. Ledningsstrekket kondisjoneres i 48 timer.
  - I denne perioden skal trykket i ledningen være lik driftstrykket,  $p$ .
2. Start trykkprøvingen med å øke trykket til  $PN + 0,33 p$  og hold dette trykket konstant i 120 minutter.
  - $p =$  driftstrykket (OP) ledningen vil ha.
3. Trykket økes deretter til  $1,5 \times PN$  og holdes konstant i 40 minutter
  - Denne trykkøkningen skal fortrinnsvis skje i løpet av 2 minutter, men på større dimensjoner og lange lengder må dette kravet ofte kunne dispenseres.
4. Trykket reduseres til  $PN + 0,33 p$  og holdes konstant i 25 minutter
  - Denne trykkreduksjonen skal skje i løpet av 2 minutter
5. Ledningen holdes avstengt i 40 minutter
6. Tilført vannmengde for å gjenopprette et trykk på  $PN + 0,33 p$  noteres og sammenlignes med tillatt tilført vannmengde
7. Tillatt tilført vannmengde i liter pr. km og 40 minutter:  $q_v = 0,8 \times d^2 \times 10^{-4}$ . Se tabell 8.
  - For andre materialer enn PE er faktoren: 0,5 for PVC-U og 0,2 for GRP.

Tabell 8: Tillatt tilført vannmengde i liter pr. km og 40 minutter (qv). (Polyetylen)

DN/OD (mm)	qv (l/km) PE SDR 9	qv (l/km) PE SDR 11	qv (l/km) PE SDR 17
90	0,39	0,43	0,50
110	0,58	0,65	0,75
125	0,75	0,84	0,97
160	1,23	1,37	1,59
180	1,56	1,73	2,01
200	1,93	2,14	2,48
225	2,43	2,71	3,14
250	3,02	3,35	3,89
280	3,78	4,20	4,87
315	4,78	5,32	6,16
355	6,08	6,76	7,83
400	7,71	8,58	9,94
500	12,07	13,40	15,53
630	19,16	21,27	24,66

Henvisninger:		Utarbeidet:	august 1997	Norsk rørsenter AS
/1/	NS-EN 805 Vannforsyning - Krav til systemer og komponenter utenfor bygninger	Revidert:	desember 2019	Norsk Rørsenter AS
/2/	NS 3420 - U Beskrivelsestekster for bygg, anlegg, installasjoner - Del U: Rør- og sanitærinstallasjoner	/3/		