

1 FORMÅL

Dette VA/Miljø-bladet beskriver metoden for utførelse av tetthetsprøving av trykløse ledninger etter Norsk Standard (NS-EN 1610 /1/), herunder prøveprosedyrer, prøvingsutstyr og krav til tetthet.

2 BEGRENSNINGER

Dette VA/Miljø-bladet beskriver ikke metoden for utførelse av tetthetsprøving av kummer. Metoden for tetthetsprøving av kummer er beskrevet i VA/Miljø-blad nr. 63.

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

3 FUNKSJONSKRAV

En ny trykløs ledning skal tilfredsstillende kravene til tetthet angitt i NS-EN 1610.

4 LØSNINGER

4.1 METODEN FOR PRØVING MED LUFT

4.1.1 FORBEREDELSE

Det kan utføres en innledende prøving før noen sidefylling er gjort.

Ledningen skal prøves etter tilbakefylling og fjerning av grøfteavstivning med henblikk på endelig godkjenning. Avstempling må gjøres for terser o.l. som vil kunne bevege seg som følge av prøvingstrykket.

Vedr. lengde på prøvestrekningen, se pkt 4.2.

4.1.2 UTFØRELSE

Utførelsen av kontrollen er beskrevet i:

NS-EN 1610, pkt 13.2.

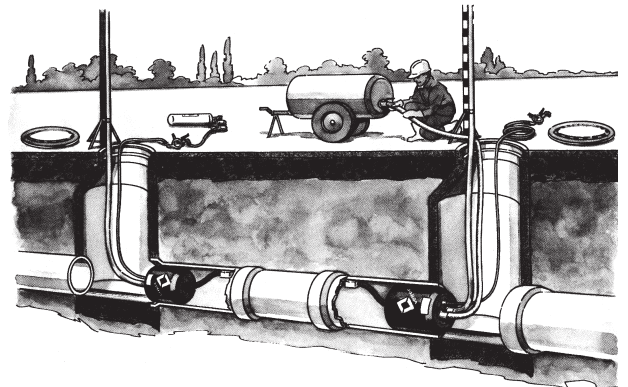
1. Ledningen tømmes for vann.
2. Tetteplugger monteres i hver ende av prøvestrekningen og ved alle avgreninger.
 - En av pluggene må ha slangeforbindelse til manometer eller søylemanometer, stengeventil og sikkerhetsventil. Sikkerhetsventil kan sløyfes ved bruk av søylemanometer. Søylemanometer kan brukes som trykkmåler.

Manometer må kalibreres jevnlig mens søylemanometer alltid er kalibrert.

- Det benyttes tetteplugger som skrues til og gir mekanisk motstand eller tetteplugger som pumpes opp. Det er viktig at de slutter tett mot røret, at de monteres godt inn i det rengjorte røret, og at de pumpes opp til det trykket som selve pluggen skal ha.

(En bruker vanligvis tetteplugger som er dimensjonert for 1½ bar eller 2½ bars trykk.)

- Det er viktig at plugger og rørdeler ikke forskyver seg når prøvingstrykk påføres. Ved større dimensjoner må avstempling vurderes. Dette av sikkerhetsmessige grunner. Komprimert luft kan generere stor mengde energi dersom den komprimerte lufta blir satt i bevegelse (tetteplugg brister).
- Dersom ledningsstrekningen som skal prøves er utført med stake/spylekummer settes en plugg gjerne i toppen av disse. Vær oppmerksom på at stigerør/plugg må avstemples. Dersom det er stake/spylekummer på anlegget og tetthetsprøven skal starte/slutte i disse kummene er det viktig at pluggen plasseres skikkelig inn i røret.



Figur 1. Prinsipp for tetthetsprøving med luft.

NB! Vinterstid:

Sjekk at det er væske på beholderen til søylemanometeret, og sjekk at vannet ikke har frosset. Bruk spylevæske i beholderen dersom fare for frost (med samme tetthet som vann).

3. Det finnes 4 prøvingsmetoder: LA, LB, LC og LD. Prøvingsmetodene har forskjellig prøvingstid, prøvingstrykk og tillatt trykkfall. Prøvingstid, prøvingstrykk og tillatt trykkfall hentes i tabell 1 (for tørre betongrør) og tabell 2 (for gjennomvåte betongrør og alle andre materialer).

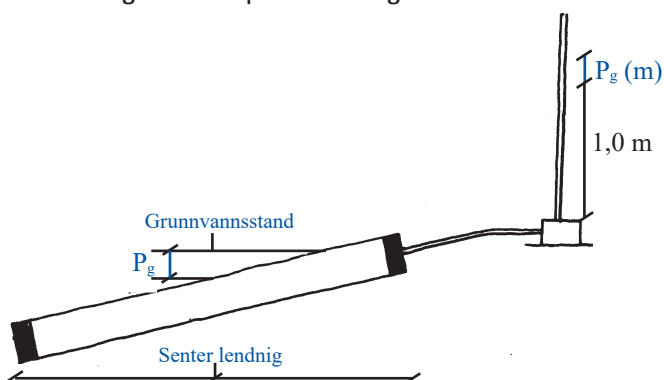
- Påfør et starttrykk, ca. 10 % over prøvingstrykket. Dette trykket skal først holdes i ca. 5 minutter (kondisjonering) slik at temperatur utjevnes, pakninger får «satt seg» og rørvæggen blir stabil. Plastrør utvider seg ved påføring av trykk og for betongrør er det luftporer i betongen som skal fylles.

For å skaffe tilstrekkelig luft til å danne overtrykk benyttes kompressor eller trykkluftflaske.

Ikke gå ned i kummer hvor det står pluggen under trykk. Det skal kunne slippes luft inn/ut av pluggen fra bakkenivå. Løsning: Se figur 1.

- Deretter skal trykket justeres til prøvingstrykket, p_o , vist i tabell 1 og 2, etter prøvingsmetode LA, LB, LC eller LD.
- Lufttilførselen stenges og man begynner å ta tiden som tetthetsprøven skal vare. Prøvetiden finnes i tabell 1 og 2.
- Når prøvetiden er slutt avleses trykkfallet. Der som trykkfallet er mindre enn tillatt trykkfall, Δp , vist i tabell 1 og 2, er ledningen godkjent.
 - Det anbefales å benytte prøvemethode LC da denne medfører samme prøvetrykk som prøving etter NS 3550 (tidligere praksis). Ved større dimensjoner kan man av hensyn til økende krefter på pluggen vurdere en prøvemethode med lavere prøvetrykk, f.eks. LB.
 - Ved en enkelt feil eller ved gjentatte feil ved luftprøving er det tillatt å gå over til vannprøving (se kap. 4.3), og resultatet av vannprøvingen skal alene være avgjørende.
 - Står det grunnvann over senter av ledningen ved prøvestrekningens midtpunkt tilføres luft slik at trykket blir 0,1 bar (tilnærmet lik 1 meter vannsøyle, mVs) + P_g .

P_g = trykket i bar (evt. mVs) fra grunnvannet som ligger over senter ledning ved prøvestrekningens midtpunkt. Se figur 2.



Figur 2. Tetthetsprøving ved høy grunnvannsstand.

4.2 KRAV TIL TETTHET, PRØVING MED LUFT

Kravet til tetthet er angitt i:

NS-EN 1610, pkt. 13.2.

Ledningen skal prøves etter tilbakefylling og fjerning av grøfteavstivning med henblikk på endelig godkjenning.

Kravene gjelder for rør til og med 1000 mm i diameter.

For prøvestrekninger over 100 meter skal prøvetiden økes lineært med den økte prøvestrekningen.

Prøvemethode:	LA	LB	LC	LD
prøvetrykk, p_o	0,1 m	0,5 m	1,0 m	2,0 m
trykkfall, Δp	0,025 m	0,1 m	0,15 m	0,15 m
DN 100	5	4	3	1,5
DN 200	5	4	3	1,5
DN 300	5	4	3	1,5
DN 400	7	6	4	2
DN 500	9	7	5	2,5
DN 600	11	8	6	3
DN 800	14	11	8	4
DN 1000	18	14	10	5

Tabell 1. Prøvetid (i minutter) som funksjon av prøvetrykk (p_o), tillatt trykkfall (Δp) og rørdiameter ved luftprøving av tørre betongrør.

LC vil være den mest benyttede prøvemethode.

Prøvemethode:	LA	LB	LC	LD
prøvetrykk, p_o	0,1 m	0,5 m	1,0 m	2,0 m
trykkfall, Δp	0,025 m	0,1 m	0,15 m	0,15 m
DN 100	5	4	3	1,5
DN 200	5	4	3	1,5
DN 300	7	6	4	2
DN 400	10	7	5	2,5
DN 500	12	9	7	3
DN 600	14	11	8	4
DN 800	19	15	11	5
DN 1000	24	19	14	7

Tabell 2. Prøvetid (i minutter) som funksjon av prøvetrykk (p_o), tillatt trykkfall (Δp) og rørdiameter ved luftprøving av gjennomvåte betongrør og alle andre materialer.

LC vil være den mest benyttede prøvemethode.

Sammenligning av tabell 1 og 2 med tabell i NS-EN 1610: 1,0 m vannsøyle er tilnærmet lik 100 mbar = 10 kPa.

Bakgrunn for utregningene i tabell 1 og 2:

Prøvetid (t)	$1/K_p \cdot \ln(p_o / (p_o - \Delta p))$
K_p	16/DN, med høyeste verdi 0,058 for tørre betongrør
K_p	12/DN, med høyeste verdi 0,058 for gjennomvåte betongrør og alle andre materialer
Δp	Tillatt trykkfall
p_o	Prøvetrykk

4.3 METODEN FOR PRØVING MED VANN

Tetthetsprøving av trykløse ledninger med vann utføres sjelden. Metoden kan være aktuell dersom prøving med luft medfører problemer mht. oppdrift eller det oppstår sikkerhetsmessige problemer pga. den komprimert lufta. Metoden kan også være aktuell dersom tetthetsprøvingen med luft har blitt underkjent.

4.3.1 FORBEREDELSE

- Ledningen skal prøves etter tilbakefylling og fjerning av grøfteavstivning med henblikk på endelig godkjenning. Avstempeling må gjøres for terser o.l. som vil kunne bevege seg som følge av prøvetrykket.
- Ledningen skal ikke utsettes for et prøve trykk på mer enn 0,5 bar (5 mVs). Da høyeste prøvetrykk skal være 1 mVs ved topp rør, medfører dette at maksimal høydeforskjell mellom ledningens høyeste og laveste punkt er 4 meter.

4.3.2 UTFØRELSE

Utførelsen av kontrollen er beskrevet i:

NS-EN 1610, pkt. 13.3.

1. Ledningen tettes med tettepropper i hver ende av prøvestrekningen og ved alle avgreninger. Pluggen i nedre del må ha tømmeventil.
2. Lufteventil skal være plassert i ledningens høyeste punkt. Ventilen skal være åpen under påfylling.
3. Fyll ledningen med vann. Fyllingen må foregå langsomt slik at all luft evakueres. Påfør ledningen et prøvetrykk på 1 mVs på ledningens høyeste punkt. Påse samtidig at trykket på ledningens laveste punkt ikke overstiger 5 mVs.
4. På grunn av evt. vannsugende rørmateriale, porer i betongrør, utvidelse av plastrør, pakninger som skal sette seg etc. bør ledningen kondisjoneres. 1 times kondisjoneringstid er vanligvis tilstrekkelig. Det kan være nødvendig med lengre kondisjoneringstid ved f.eks. betongrør under tørre klimatiske forhold.
5. Prøvetiden skal være (30 +/- 1) minutt.
6. I løpet av prøvetiden skal prøvetrykket, 1 mVs i ledningens høyeste punkt, opprettholdes ved å pumpe vann inn i ledningen. I prøvetiden skal trykket holdes innenfor 0,01 bar (10 cm) av prøvetrykket.
7. Den totale vannmengden som tilføres under prøven (for å holde trykket) måles og nedtegnes sammen med vannivået som svarer til prøvetrykket som kreves.
8. Prøven er godkjent dersom tilført vannmengde er mindre enn tillatt tilført vannmengde (se pkt. 4.4).

4.4 KRAV TIL TETTHET, PRØVING MED VANN

Kravet til tetthet er angitt i:

NS-EN 1610, pkt. 13.3

Kravet til tetthet er oppfylt hvis den tilførte vannmengden ikke er større enn:

- 0,15 l/m² i 30 min for rørledninger.
- 0,20 l/m² i 30 min for rørledninger medregnet nedstigningskummer.
- 0,40 l/m² i 30 min for nedstigningskummer og inspeksjonskummer.

m² viser den gjennomvåte innvendige overflaten.

4.5 TETTHETSPRØVING MED UNDERTRYKK, RØR MED DN > 500

For rør med dimensjoner over 500 mm kan tettheten kontrolleres ved undertrykk.

Utførelsen av kontrollen og kravet til tetthet er angitt i:

NS 3420, pkt. UU1.11

- Tettepluggen monteres i hver ende av prøvestrekningen og ved alle avgreninger.
- Trykket reduseres først til 30 kPa undertrykk (30 kPa = 0,30 bar = 3,0 mVs). Ledningen kondisjoneres.
- Kondisjoneringstid: Innvendig rørdiameter i meter multiplisert med 10 (for eksempel 10 x Ø 0,5 = 5 minutter).
- Deretter slippes luft inn i ledningen slik at trykket blir 20 kPa.
- Prøvetiden skal være i henhold til tabell 3.
- Når prøvetiden er over skal sluttrykket ikke være mindre enn 19 kPa.

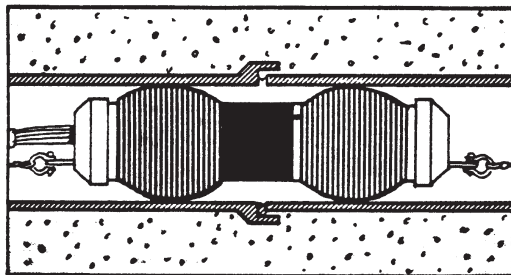
DN	Prøvetid (minutter)
500	8
600	10
800	13
1000	16
1200	20
1400	25
1600	30
1800	40
2000	45
2400	50
3000	60

Tabell 3. Prøvetid (i minutter) som funksjon av rørdiameter ved prøving med undertrykk.

4.6 TETTHETSPRØVING AV ENKELT SKJØTER, RØR MED DN > 1000

For rør med dimensjoner over 1000 mm kan tettheten kontrolleres ved tetthetsprøving av en-

kelt skjøter, ref. NS-EN 1610 pkt 13.4. Figur 3 viser prinsippskisse på utstyr som kan benyttes ved prøven. At tettepluggene er plassert i riktig posisjon kan kontrolleres med videokamera.



Figur 3. Utstyr for prøving av enkeltskjøter.

4.6.1 TETTHETSPRØVING AV ENKELTSKJØTER MED LUFT

Tetthetsprøving av enkeltskjøter med luft utføres etter samme prosedyre som tetthetsprøving av ledninger, (se kapittel 4.1 og 4.2).

4.6.2 TETTHETSPRØVING AV ENKELTSKJØTER MED VANN

Ved tetthetsprøving av enkeltskjøter med vann skal det våte området mellom pluggene være 1 meter, se figur 3.

Prøvetrykket er 0,5 bar (5 mVs).

Kravet til tetthet er oppfylt hvis den tilførte vannmengden ikke er større enn:

- 0,15 l/m² i 30 min for rørledninger.

m² viser den gjennomvåte innvendige overflaten på 1 meter rør.

4.6.3 TETTHETSPRØVING AV ENKELTSKJØTER MED UNDERTRYKK

For rør med dimensjoner over 500 mm kan tettheten kontrolleres ved undertrykk.

Utførelsen av kontrollen og kravet til tetthet er angitt i:

NS 3420, pkt. UU1.11

- Tettepluggen etableres på hver side av skjøten.
- Trykket reduseres først til 30 kPa undertrykk (30 kPa = 0,30 bar = 3,0 mVs). Ledningen kondisjoneres.
- Kondisjoneringstid: Innvendig rørdiameter i meter multiplisert med 10 (for eksempel 10 x Ø 0,5 = 5 minutter). Minimum kondisjoneringstid for enkeltskjøter er 5 minutter.

- Deretter slippes luft inn i ledningen slik at trykket blir 20 kPa.
- Prøvetiden skal være i henhold til tabell 3.
- Når prøvetiden er over skal sluttrykket ikke være mindre enn 19 kPa.

4.7 SIKKERHET

Før tetthetsprøven starter skal det kontrolleres at passende sikkerhetsutstyr er tilgjengelig, nødvendige sikkerhetsventiler er påmontert systemet og at personalet er informert om hvilke krefter som oppstår som følge av tetthetsprøven, samt konsekvenser ved svikt.

I tabell 4 er det vist eksempler på hvor store krefter som forekommer mot tettepluggen ved bruk av LC metoden.

DN	Press mot tetteplugg (kg)	DN	Press mot tetteplugg (kg)
100	9	600	311
150	19	700	423
200	35	800	553
300	78	900	700
400	138	1000	864
500	216		

Tabell 4. Press mot tetteplugg (kg).

4.8 PRØVINGSRAPPORT

Det skal settes opp en prøvingsrapport der følgende fremgår:

- Bestiller av prøving.
- Kontrollør.
- Prøvingssted.
- Ledningstype, betegnelse, dimensjon.
- Kumtype, betegnelse, dimensjon.
- Lengde på prøvestrekning.
- Grunnvannsstand, over/under senter ledning.
- Opplysninger om gjenfylling.
- Krav til tetthet med henvisning til standard.
- Prøvingstrykk og prøvingstid.
- Trykk eller synk etter prøvingstidens utløp.
- Prøving bestått, ja/nei, dersom relevant.
- Underskrift, evt. stempel.

Til prøvingsrapporten bør det vedlegges en anleggsteikning som viser hvilken ledningsstrekning rapporten gjelder for.

Det er utviklet forskjellige måter å dokumentere gjennomføring av tetthetsprøvingen. Bl.a. kan det benyttes manometer som loggfører trykk- og tidsforløp ved prøvingen. Det er også utviklet skjemablokker til bruk ved tetthetsprøving. Dette for å dokumentere at riktig standard og prosedyre er fulgt samt resultat av prøvingen.

Henvisninger:		Utarbeidet:	august 1997	Norsk Rørsenter AS
/1/	NS-EN 1610, Utførelse og prøving av avløpsledninger, 2015	Revidert:	april 2016	Norsk Rørsenter AS
/2/	NS 3420-U			