

1 FORMÅL

Dette VA/Miljø-bladet gir veiledning ved valg og forslag til kravspesifikasjon for vann- og avløpsrør av PVC-U. PVC-U er i dag det mest benyttede rørmateriale til vann- og avløpsrør i Norge.

PVC-U står for polyvinylklorid uten mykner og er en av termoplastene. PVC-U består av hydrokarboner og klor ($\text{CH}_2=\text{CHCl}$)ⁿ og har amorf molekylstruktur. PVC dannes ved polymerisasjon av vinylklorid. PVC-U er en stiv og hard PVC plast og den relativt høye E-modulen gjør at dette PVC-U materialet er godt egnet for VA-rør.

Internasjonale standarder gir valgmuligheter og dette VA/Miljø-bladet gir veiledning til kravspesifikasjoner hvor det er tatt hensyn til at man i Norge har dype grøfter, frostproblematikk, vanskelige og varierende grunn- og anleggsforhold, samt at man, bl.a. av samfunnsøkonomiske hensyn, ønsker minst 100 års levetid for ledningsanlegget.

Fordeler med PVC-U rør:

- Lav vekt, enkle å arbeide med, kappe etc.
- Hydraulisk glatte rør.
- Motstandsdyktig mot korrosjon fra naturlige forekommende stoffer i avløpsvann og jord/bergarter.
- Høyere E-modul (Elastisitetsmodul) enn de andre termoplastmaterialene.
- God formbestandighet.
- God tetthet ved korrekt legging.
- Godt utviklet standardisering.

Ulemper med PVC-U rør:

- Sårbare ved punktlast og riper i rør (bruddanviser).
- Redusert slagfasthet i kulde.
- Sårbare for trykkstøt som oppstår ofte – må tas hensyn til under prosjektering.

Spesielle egenskaper ved PVC-U rør:

- I forhold til stive rør, se VA/Miljø-blad nr. 6 «Grøfteutførelse stive rør», har PVC-U (og andre plastrør) en relativ lav korttids ringstivhet (SN) som gjør at det er spesielle krav til sidefyllingsmasse og utførelse for å sikre god sidestøtte. Se VA/Miljø-blad nr. 5 «Grøfteutførelse fleksible rør».

2 BEGRENSNINGER

Bladet vil ikke ta for seg spesielle krav til styrke i forbindelse med NO-DIG metoder eller spesielle krav tilknyttet preisolerte rør i grunne grøfter.

Det er vanlig å bruke rørdeler av PP i forbindelse med avløpsrør av PVC-U. Det henvises til VA/Miljø-blad nr. 12 «Kravspesifikasjon for trykkløse grunnavløpsrør og rørdeler av PP (polypropylen) materiale».

Spesielle krav i forbindelse med rørsystem med konstruert rørvegg og drenerør/profilerte rør/anleggør vil ikke behandles. For disse henvises det til henholdsvis NS-EN 13476, «Rørledninger av plast for trykkløse rørsystemer i grunnen - Rørsystemer med konstruert rørvegg av polyvinylklorid uten mykner (PVC-U), polypropylen (PP) og polyetylen (PE)». NS 3065 «Drenerør og drenerørddeler».

VA/Miljø-bladet tar ikke for seg rørdeler av duktilt støpejern for PVC-U trykkrør. Det henvises til NS-EN 545 (vannforsyning), NS-EN 598 (avløp) og VA/Miljø-blad nr. 16 «Kravspesifikasjon for duktile støpejernsrør».

3 FUNKSJONSKRAV

Levetid for PVC-U trykkrør: Minst 100 år

Levetiden for et riktig prosjektert, installert og driftet PVC - U-rør skal være minst 100 år. Dimensjonerende standtid for et PVC-U-trykkrør etter NS-EN ISO 1452 er 50 år ved en temperatur 20° C. Røret skal i denne perioden tåle et konstant driftstrykk (PFA), hvor det er tatt hensyn til en gitt sikkerhetsfaktor, $C = 2,0$ ($\text{DN} > 90$). Denne sikkerhetsfaktoren omfatter ikke transport og legging av rørene.

I Norge er det anbefalt å bruke sikkerhetsfaktor $C = 2,5$. Dette for bl.a. å sikre en levetid på minst 100 år. Denne sikkerhetsfaktoren omfatter da også transport, håndtering, legging og drift av rørledningen. Rørmaterialet skal være motstandsdyktig mot eventuelle aggressive stoffer i grunnen eller i avløpsvannet på en slik måte at rørets hydrauliske og styrkemessige egenskaper ikke svekkes.

For trykkledninger vil som regel innvendig overtrykk, innvendig undertrykk og trykkstøt være dimensjonerende for valg av trykkklasse/SDR-verdi. (SDR er definert som utvendig diameter dividert på veggtykkelse).

Levetid for PVC-U trykkløse rør : Minst 100 år

Rørets ringstivhet og utvendige belastninger (jord-/trafikklast og eventuelt utvendig vanntrykk ved høy grunnvannstand) påvirker deformasjonsgraden. Tillatt relativ deformasjon for et nylagt PVC-U-rør er normalt 5 %.

For avløpsledninger vil det være anleggsutførelsen, utvendige belastninger (jordlast/trafikklast) og ringstivhet som er avgjørende for rørets evne til å forebygge for stor deformasjon. Se også /3/.

4 LØSNINGER

4.1 GENERELT

Temperaturpåvirkning

PVC-U er en termoplast, dvs. at materialstyrken er avhengig av temperaturen. Ved oppvarming blir platen myk. Temperaturer mellom 5 °C og 20 °C er gunstige for plastmaterialets egenskaper. I henhold til NS-EN 476 skal avløpsrør tåle følgende vanntemperaturer:

Utarbeidet:	desember 1997	Grøner AS	Revidert:	oktober 2019	Norsk Rørsenter AS
-------------	---------------	-----------	-----------	--------------	--------------------

DN ≤ 200: Inntil 45 grader °C og DN > 200: Inntil 35 grader °C.

Vanntemperaturen i vannledninger kan om vinteren bli noe lavere enn 4 grader C, og det skaper ikke noe problem for trykkledninger av PVC-U.

Med stigende temperatur (> 20 °C) avtar strekkfastheten, stivheten og levetiden. Med synkende temperatur avtar slagfastheten.

Ved håndtering og legging av PVC-U rør ved lave temperaturer (< 0 °C) må det ved håndtering tas hensyn til rørets reduserte slagfasthet. Ved temperatur under 0 °C blir materialet sprøere og faren for sprekker som følge av slag og støt belastninger øker med synkende temperatur.

For PVC-U er temperaturutvidelseskoeffisienten 0,08 mm/m°C, dvs. at et 6 m langt rør vil bli 9,6 mm lenger ved en gjennomsnittlig temperaturøkning på 20 °C gjennom hele rørveggen.

Spenningspåvirkning

Karakteristisk strekkfasthet for PVC-U (250) materialet, MRS (Minimum Required strength), er 25 MPa. Dimensjonerende spenning blir da: $\sigma_d = 25 \text{ MPa} / 2,5 = 10 \text{ MPa}$ (ved C=2,5).

Varige spenninger i rørveggen skal holdes på et så lavt nivå at levetiden ikke reduseres. Avhengig av valgt sikkerhetsfaktor, trykkklasse og/eller SDR verdi er rørveggtykkelsen bestemt.

Termoplastene kryper (deformeres) når de blir utsatt for spenninger (belastninger). Sidefyllingsmassene skal sørge for at deformasjonen stopper opp, og spenningene i rørmaterialet i trykkløse ledninger avtar med tiden. Rørmaterialet relaxerer.

For rør av termoplast, som legges etter anvisningene i VA/Miljø-blad nr. 5, vil fleksibiliteten som oftest være en styrke og ikke en svakhet.

Elastisitetsmodul

Elastisitetsmodulen for plastmaterialer avtar:

- med lastens varighet.
- med økende temperatur og.
- med økende materialspenning.

Slike egenskaper fører til at plastmaterialer har viskoelastisk oppførsel, dvs. de siger, ved at molekylljedene glir i forhold til hverandre. For nedgravde rør vil last være innvendig vanntrykk i trykkrør og utvendig jordtrykk/ vanntrykk/ trafikklast. For trykkrør vil innvendig trykk være dimensjonerende, mens det for trykkløse rør vil være utvendig jordlast/vanntrykk/trafikklast som er dimensjonerende.

E-modulen for plastmaterialer har to begreper som det er viktig å være klar over:

- Sigemodul: Materialspenningen i rørveggen holdes konstant og tøyningen øker. Dette er aktuelt for vannledninger med innvendig vanntrykk.
- Relaksasjonsmodul: Tøyningen holdes konstant og materialspenningen avtar. Dette er typisk for nedgravde trykkløse ledninger.

For PVC-U materiale er det vanlig å sette en korttids (3 minutter) E-modul på 3000 MPa og en langtids E-modul (50 år) på 1000 MPa.

Riper i PVC-U-rør

Riper i plastrør vil være fremtidige bruddanvisere og må i størst mulig grad unngås. Særlig gjelder dette for trykkrør. Standardene NS-EN 1401 (trykkløse avløpsrør av PVC-U) og NS-EN ISO 1452 (vannrør av PVC-U) beskriver i punkt 5.1, utseende, at røroverflatene skal være glatte og rene og uten riper, for nyproduserte rør.

Korrosjonsbestandighet

Motstandsevnen mot aggressive stoffer er meget god. Langvarig påvirkning av spesielle kjemikalier kan imidlertid føre til redusert styrke. Dette kan være et problem i kommunale avløpsledninger dersom påslipp fra industri inneholder spesielt korrosive kjemikalier. Se for øvrig ISO/TR 10358, som gir informasjon om kjemisk bestandighet.

Solblekede rør

Mange stiller spørsmål om solblekede rør kan brukes. Svaret på dette er at solbleking enkelt kan unngås ved lagring under tak eller en mørk presenning, og at man derfor ikke skal akseptere slike rør da man tross alt betaler for et feilfritt rør, men materialteknisk sett trenger ikke røret nødvendigvis være vesentlig svekket selv om det er noe solbleket.

Krav til fundament, sidefylling og beskyttelseslag

Det henvises til VA/Miljø-blad nr. 5 og produsentenes leggeanvisninger.

Det henvises også til NS 3420-FS3, NS 3420-UM, tabell U6 og NS 3552 «Fleksible avløpsledninger i grunnen – Metode for deformasjonsprøving». Nylagte avløpsrør av PVC-U har anledning til å ha en relativ deformasjon på inntil 5%, ved normale krav. For å sikre at dette kravet blir oppfylt må entreprenøren/ anleggssørleggeren sørge for riktig utførelse av grøftarbeidet.

Dimensjonering

Ved dimensjonering og trykktapsberegninger for vann- og avløpsrør i plast anbefales følgende bruksruhetskoeffisienter (k_b), hvor det er tatt hensyn til vanlige singulærtap og ruhetsøkningen over tid:

Overføringsledning vann	$k_b = 0,25 \text{ mm}$
Fordelingsnett vann	$k_b = 0,40 \text{ mm}$
Trykkavløp	$k_b = 0,25 \text{ mm}$
Trykkløse overføringsledninger for avløpsledninger	$k_b = 0,25 \text{ mm}$
Trykkløse avløpsledninger for fordelingsnett	$k_b = 0,40 \text{ mm}$

Avløpsledninger i fellessystemet:

k_b = kan være større enn 1 – 2mm (selv om ledningene er selvreisende).

Trykkløse avløpsledninger skal også kontrolleres for selvreising.

Kjemiske brudd, varmealdning, nedbryting

For å forebygge at varme fører til brudd i molekylljedene er PVC-U-materialet tilsatt stabilisatorer. Tidligere brukte man blybaserte stabilisatorer ("blysåpe"), men dette brukes ikke lenger. I dag brukes gjerne organisk baserte stabilisatorer, med innhold av kalsium. Innholdet av slike stabilisatorer er vanligvis så høyt at "kjemisk brudd" pga. varmealdning ikke vil utgjøre noe faremoment for PVC-U rør.

Nominell trykkklasse

Nominell trykkklasse tar utgangspunkt i MRS verdien og rørets diameter og veggtykkelse, samt sikkerhetsfaktor.

$$PN = \frac{20 \cdot MRS}{C \cdot (SDR - 1)}$$

Siden begrepet PN (nominell trykkklasse) er avhengig av sikkerhetsfaktoren C, får man ikke en entydig angivelse av PN, siden sikkerhetsfaktoren kan være 2,5 (Norge) eller 2,0 (europiske standarden, EN ISO 1452). Dette for DN>90. For å unngå misforståelser brukes derfor begrepet SDR i kravspesifikasjoner, siden denne angir rørets geometri entydig. (Utvendig dimensjon dividert på veggtykkelse).

I tabell 1 vises sammenhengen mellom SDR-verdi, trykkklasse og sikkerhetsfaktor. Det skal i Norge brukes sikkerhetsfaktor C = 2,5 (DN>90).

Tabell 1: Sammenheng mellom trykkklasse, SDR og sikkerhetsfaktor, C.

Sikkerhetsfaktor, C	SDR 33	SDR 21	SDR 13,6
2,5	6 bar	10 bar	16 bar
2,0	8 bar	12,5 bar	20 bar

4.2 TRYKKRØR OG RØRDELER

Gjeldende standard

PVC-U trykkrør produseres etter NS-EN ISO 1452 – Del 1 - 5 (Generelt, rør, rørdeler, ventiler, systemets egnethet for formålet).

NS-EN ISO 1452-2 definerer en sikkerhetsfaktor C = 2,0, for dimensjoner større eller lik 110 mm. Denne europeiske normen definerer krav til standtid på minst 50 år ved temperatur 20°C.

Denne sikkerhetsfaktoren tar kun hensyn til rørmaterialet og selve produksjon av røret. Denne europeiske normen definerer også 50 års levetid. I Norge er det vanlig å kreve minst 100 års levetid på ledningsnett, samt at sikkerhetsfaktoren også tar hensyn til forhold relatert til lagring, håndtering, utførelses- og driftsfasen. Det er derfor sterkt anbefalt å bruke sikkerhetsfaktor, C = 2,5. Dette fører til lavere dimensjonerende spenning (10 MPa) og dermed økte veggtykkelser. Noe som igjen fører til lavere spenninger i rørveggen, høyere ringstivhet og lengre levetid. En reduksjon av sikkerhetsfaktoren på ca. 20 % (fra C = 2,5 til C = 2,0) medfører også en reduksjon i veggtykkelse på rørene med ca. 20 %, mens rørets ringstivhet reduseres med ca. 40 %. Spesielt på lavere trykkklasser, PN 6 og lavere, vil denne reduserte ringstivheten stille strengere krav til sidefylling av rørene enn det som fremgår av NPG Norge sin leggeanvisning /3/ (gjelder for rør med korttids ringstivhet større eller lik 8 kN/m², SN 8, tilsvarende SDR 33 (PN 6)).

For å sikre entydig kravspesifikasjon som tar hensyn til levetidsforventning og usikkerhet knyttet til rørdledningens utførelse- og driftsfase anbefales det å bruke både SDR begrepet og trykkklasse (PN) som kravspesifikasjon. Man unngår dermed problematikk forbundet med dimensjonerende spenning og valg av sikkerhetsfaktor. Trykkklasse (PN) gir grunnlag for vurdering av flenser, ventiler og rørdeler, samt forankringer etc.

Tabell 2 i NS-EN ISO1452-2 viser sammenhengen mellom nominell utvendig rørdiameter, godstykkelse, SDR og trykkklasse, PN.
I merknad 1 står det at for å bruke en sikkerhetsfaktor på

2,5 istedenfor 2,0 for nominelle diametre over 90 mm skal man gå opp en trykkklasse. Dvs. ønsker man et PN 10 rør med sikkerhetsfaktor 2,5 må man velge et PN 12,5.

Tabell 2. Sammenhengen mellom rørdimensjon, veggtykkelse, SDR-verdi og trykkklasse.

Tall er hentet fra NS-EN ISO 1452, tabell 2 der det er brukt en sikkerhetsfaktor på 2,0.

Trykkklasse	PN 10 (C = 2,0)		PN 12,5 (C = 2,0) (1) PN 10 (C = 2,5) (1)	
	Veggtykkelse [e _n]	SDR (2)	Veggtykkelse [e _n]	SDR (2)
110	4,2 mm	26	5,3 mm	21
160	6,2 mm	26	7,7 mm	21
225	8,6 mm	26	10,8 mm	21
250	9,6 mm	26	11,9 mm	21
315	12,1 mm	26	15,0 mm	21
400	15,3 mm	26	19,1 mm	21

- 1) Tilsvarende trykkrør med nominell trykkklasse PN 10 etter NS-EN ISO 1452 der det er brukt en sikkerhetsfaktor på 2,5. Dvs. skal man ha et PN 10 rør med sikkerhetsfaktor C = 2,5 skal man velge et SDR 21 rør.
- 2) SDR (standard dimensjonsforhold): Et tall tilnærmet lik dimensjonsforholdet mellom nominell utvendig diameter, DN/OD og nominell veggtykkelse, e_n. Dvs. SDR = DN(OD) / e_n.

Et PVC-U PN 10 trykkrør etter NS-EN ISO1452 har større ringstivhet enn et PVC-U SN 8 avløpsrør etter NS-EN 1401-1, hvilket er forutsetningen for at NPG Norge sin leggeanvisning skal være gjeldende. Deformasjon av trykkrøret burde derfor være uproblematisk sett i forhold til anleggsutførelsen. Derimot vil trykkrør i lavere trykkklasser (høye SDR-verdier) bli mer sårbart mht. trykksvingninger og undertrykk, forhold som kan oppstå ved trykkstøt (pumpestopp og -start, stenging og åpning av ventiler o.l.). Besparelsene ved å bruke rør med tynnere rørvegger vurderes som marginale i norsk målestokk der graving, sprenging mm. utgjør den største anleggs-kostnaden. Vi kan dermed gi følgende anbefalinger for kravspesifikasjonen:

- Alle trykkrør skal minimum ha SDR = 33 (PN 8 for DN/OD ≥ 110 mm) iht. NS-EN ISO1452-2. Dette av hensyn på rørets ringstivhet.
- Ledningsanlegg med dimensjonerende trykk på 10 bar (PN 10 og sikkerhetsfaktor C = 2,5) skal ha rør med rørdklasse SDR = 21 og PN 12,5 iht. NS-EN ISO 1452-2. Dette med hensyn på rørets evne til å tåle trykk og trykkvariasjoner, samt for å sikre en konservativ sikkerhetsfaktor.
- Ledningsanlegget skal trykkprøves som et PN 10 anlegg iht. VA/Miljø-blad nr. 25 «Trykkprøving av trykkledninger». Dette for å unngå unødvendig stor belastning på flensdelene og forankringer i ledningsanlegget.
- Ledningsanlegg med dimensjonerende trykk på 16 bar (PN 16) skal ha rør med rørdklasse SDR = 13,6 iht. NS-EN ISO 1452-2. Dette med hensyn på rørets evne til å tåle trykk og trykkvariasjoner, samt for å sikre en konservativ sikkerhetsfaktor.
- Ledningsanlegget skal trykkprøves som et PN 16 anlegg iht. VA/Miljø-blad nr. 25. Dette for å unngå unødvendig stor belastning på rør, flensdelene og forankringer i ledningsanlegget.

Man må være oppmerksom på at flensdeler for dimensjonerende trykk PN 10 vil kunne ha ulikt antall borehull og hulldimensjon i forhold til flensdeler for dimensjonerende trykk PN 16.

Merking

I henhold til tabell 10 i NS-EN ISO 1452-2 skal rørene ha følgende minimumsmerking:

- Standardens nummer (NS-EN ISO1452).
- Produsentens navn og/eller varemerke.
- Materiale (PVC-U).
- Nominell utvendig diameter DN/OD x veggtykkelse, e_n (f.eks. 110 x 5,3).
- Nominelt trykk PN (f.eks. PN 12,5).
- Produsentopplysninger som dato, produksjonssted o.l., som medfører sporbarhet i produksjonen (dersom det f.eks. blir påvist feil ved mottakskontroll).
- Merking som identifiserer ekstruderlinjen (f.eks. N° 12), såfremt dette ikke fremgår av produsentopplysningene som angitt ovenfor.
- Tilleggskrav og tredjepartskontroll: Nordic Poly Mark eller tilsvarende
- Krav til drikkevannsledninger: DK VAND eller tilsvarende
- Rørets SDR-verdi (ikke et krav i NS-EN ISO 1452-2).

Når man bruker en sikkerhetsfaktor $C = 2,5$, dvs. PN 12,5 rør, for ledningsanlegg som er dimensjonert for 10 bar (PN 10), vil dette medføre en SDR-verdi på 21.

Merking av rørene med SDR-verdi slik at entreprenøren kan kontrollere denne på mottakskontrollen, er derfor hensiktsmessig for å unngå begrepsforvirring.

NS-EN ISO 1452 sier at rørets farge enten skal være grått, blått eller kremfarget. I Norge har trykkør av PVC-U tradisjonelt hatt en grå farge.

Rørdele

Rørdele skal merkes i henhold til NS-EN ISO 1452-3, punkt 13. Det må velges rørdele med minst samme PN-verdi (SDR-verdi) som velges for rørene.

Rørdele av duktilt støpejern for PVC-U trykkør behandles ikke i dette VA/Miljø-blad. Det henvises til NS-EN 545 (vannforsyning), NS-EN 598 (avløp) og VA/Miljø-blad nr. 16.

Trykkstøt

Følgende forhold skal ivaretas for å unngå redusert levetid på rørene:

- Summen av driftstrykk og maksimalt positivt trykkstøt skal ikke overstige ledningsanleggets nominelle trykkklasse (PN).
- For å unngå utmatting av rørmaterialet og rørruud, som for eksempel ved hyppig start og stopp av pumper, skal forskjellen mellommaksimalt positivt og negativt trykkstøt ikke overstige 50 % av ledningsanleggets nominelle trykkklasse (PN), dvs. 5 bar for 10 bars ledningsanlegg (PN 10).
- Ved fare for undertrykk i ledningen bør det vurderes om rør av termoplast er egnet for bruken. [Ved PN 6, ($C = 2,5$) / PN 8 ($C = 2,0$) aksepteres ikke undertrykk i det hele tatt. Ved PN 10 ($C = 2,5$) / PN 12,5 ($C = 2,0$), konf. tabell 2 i NS-EN ISO 1452-2, må man i hvert

enkelt tilfelle vurdere om et undertrykk ned mot 0,5 bar kan aksepteres. Større undertrykk aksepteres ikke, uansett trykkklasse].

«Disse reglene bygger på «British Code of Practice Part 2» fra 1973. Reglene er «forsiktige», og de har vært nyttige. Det er i Storbritannia utført nye undersøkelser, og det viser seg at dagens trykkør av PVC-U tåler trykkstøt bedre enn trykkør fra 1970-tallet. De australske retningslinjene er de enkleste i bruk, se «POP 101:PVC Pressure pipes: Design for dynamic stresses» (utgave 1.4 fra 2018)». <https://www.pipa.com.au/wp-content/uploads/2018/10/POP101.pdf>

Anboring

Det er sjelden problemer ved anboring av trykkør i PVC-U dersom en bruker riktig utstyr og følger de anvisninger som er gitt i VA/Miljø-blad nr. 7 «Tilknytning av stikkledning til hovedvannledning».

Dersom ikke disse anvisningene følges, risikerer en at en får riss og sprekkvekst i forbindelse med hulltaking, som senere fører til ruud.

Et annet problem er at det kan være vanskelig å unngå at plastdelen en sager/borer ut kommer inn i ledningen. Bruk egnet anboringsverktøy!

4.3 TRYKKLØSE RØR OG RØRDELE

Gjeldende standard

I Norge produseres grunnavløpsør av PVC-U materiale etter NS-EN 1401-1. Rørledninger av plast for trykkløse grunnavløpssystemer – Polyvinylklorid uten mykner (PVC-U) – Del 1: Krav til rør, rørdele og system.

Rør med konstruert rørvegg produseres etter NS EN 13476, «Rørledninger av plast for trykkløse rørsystemer i grunnen – Rørsystemer med konstruert rørvegg av PVC-U, PP og PE». Disse rørtypene omtales ikke her.

NS-EN 1401-1 åpner for bruk av rør med ringstivhet, SN 4 og SN 2. Disse rørene, med mindre veggtykkelse, vil kreve bedre komprimering av masser på siden av rørene enn rør med høyere ringstivhet. På normale leggedybder skal det brukes SN 8 rør, og leggeanvisningen baserer seg på at slike rør blir brukt.

Punkt 7.1.2 i NS-EN 1401-1 angir mekaniske tilleggskrav. Der heter det at «Rør som er beregnet på bruk i områder hvor installasjonen vanligvis utføres ved temperaturer under $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$, skal oppfylle kravene for slagprøving (trap-petrinnsmetoden) angitt i tabell 10, og skal merkes med et snøkrystalsymbol (❄) i samsvar med tabell 16.

Prøving som gir rett til snøkrystalsymbol er utført ved $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$. **Det må utøves forsiktighet med håndtering av PVC-U rør i kaldt vær.**

Merking

I henhold til tabell 16 i NS-EN 1401-1 skal rørene ha følgende minimumsmerking:

- Standardens nummer (NS-EN 1401).
- Bruksområde, U eller UD (U = utvendig, UD = utvendig og under bygning).
- Produsentens navn og/eller varemerke.
- Nominell størrelse (f.eks. DN/OD 160).
- Minste veggtykkelse eller SDR verdi (f.eks. 4,7 mm eller SDR 34).
- Materiale (PVC-U).

- Korttids ringstivhet (f.eks. SN 8).
- Produsentopplysninger som dato, produksjonssted o.l. som medfører sporbarhet i produksjonen (dersom det f.eks. blir påvist feil ved mottakskontroll).
- Egned i kaldt klima (*).
- Tilleggskrav og tredjepartskontroll: Nordic Poly Mark eller tilsvarende

Når det gjelder fargen på rør og rørdeler sier NS-EN 1401-1 at denne fortrinnsvis skal være rødbrun eller støvgrå, men at andre farger kan brukes. Rødbrune rør er standard i Norge for avløpsledninger lagt i bakken. Svarte rør brukes gjerne som overvannsrør.

Ringstivhet

For trykløse anlegg med PVC-U-rør skal rørene ha en korttids ringstivhet (SN) på minst 8,0 kN/m² (kPa). I praksis betyr dette mindre eller lik SDR 33.

Formel for ringstivhet er (for runde rør med jevn vegg):

$$SN = \frac{E \cdot e^3}{12 \cdot D_m^3}$$

hvor D_m er rørveggens midlere diameter (DN/OD - e) og e er veggtykkelsen. Pga. synkende langtids elastisitetsmodul vil ringstivheten avta i takt med belastningens varighet.

Rørdeler

Rørdeler skal merkes i henhold til punkt 12 og tabell 17 i NS-EN 1401-1.

Generelt skal rørdeler ha samme krav til ringstivhet som mufferrør, men på grunn av sprøytetøppte rørdelers mer komplekse form, som øker ringstivheten, kan en nominell veggtykkelse som tilsvarer et rør med korttids ringstivhet på SN 4 brukes.

Kravene til rørdelmateriale er betydelig svekket i NS-EN 1401-1 i forhold til tidligere standard (NS 3624). Det bør derfor i tillegg kreves at rørdelene tilfredsstillende de tradisjonelle nordiske kravene til minimum k-tall hos materialet med k 65. Dette oppnås ved å kreve at rørdelens materiale skal tilfredsstillende kravene i NS-INSTA 220.

Rørdeler av PP til bruk i kombinasjon med PVC-U avløpsrør behandles ikke i dette VA/Miljø-blad. Det henvises til NS-EN 1852-1 Rørledninger av plast for trykløse grunnavløpssystemer – Polypropylen (PP) Del 1: Krav til rør, rørdeler og system og VA/Miljø-blad nr. 12. For rørdeler i PP vil det være nødvendig å kreve "CT" toleranse for dimensjoner over 250 mm dersom disse skal skjøtes med PVC-U rør. (Etter NS-EN 1852-1, tabell 3)

Tilleggskrav og tredjepartskontroll: Nordic Poly Mark eller tilsvarende.

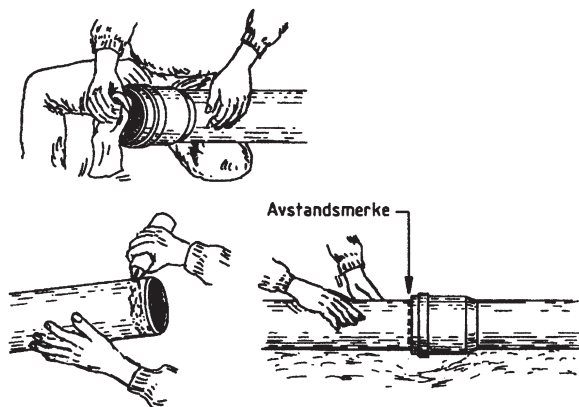
4.4 SKJØTEMETODE

PVC-U rørene leveres i lengder á 6 meter og skal ha integrert muffe med fast innlagt tetningsring. Rørskjøtene skal være utformet slik at tilstrekkelig plass til ekspansjon er sikret.

Skjøting ved påsveising eller påliming av muffe tillates ikke.

Skjøting av PVC-U rør skjer ved at muffe og spissende

rengjøres, godkjent glidemiddel påføres spissende og evt. muffe/tetningsring og spissenden skyves inn i muffa til innstikksmerket. Finnes ikke dette merket skyves spissenden helt inn og trekkes 10 mm ut igjen. (Ved legging av PVC-U rør ved lave temperaturer vil røret utvide seg når temperaturen øker. Ved legging av PVC-U rør sommerstid, når det kan være høye temperaturer, vil det motsatte skje og røret bli kortere når det kjøles ned. Ved store temperaturforskjeller mellom leggetemperatur og driftstemperatur må rørlegger vurdere mht. innstikksmerket, spesielt ved høye temperaturer sommerstid.)



Figur 1. Skjøtemetode for PVC-U trykrør og trykløse rør med muffe og spissende.

Spissenden skal være avfaset (15-45°), slik at tetningsringen ikke skyves ut av sporet i muffen når rørene skyves sammen.

Ved tilkobling av PVC-U trykrør til rør eller rørdeler av duktilt støpejern er det flere muligheter: Flensmuffe for PVC-U rør (duktilt støpejern), overgangsmuffe for PVC-U-rør etc.

4.5 TETNINGSRINGEN

Krav

Hovedregelen er at tetningsringen minimum skal ha en levetid som tilsvarer rørets/rørdelens levetid, dvs. minst 100 år. For å hindre innskyving av tetningsringen ved montering skal tetningsringen være fastsittende i PVC-U muffen.

For rørdeler i grått eller duktilt støpejern aksepteres at tetningsringen ikke er fastsittende.



Figur 2. Skisse av tetningsring for trykrør.



Figur 3. Skisse av tetningsring for trykløse rør.

I NS-EN ISO 1452-2 og NS-EN 1401-1 settes følgende krav til tetningsringene:

PVC-U trykrør:

Tetningsringer skal tilfredsstillende kravene i NS-EN 681-1 Elastomere pakninger (tetningsringer) - Krav til materialer for pakninger i rørskjøter for vann og avløpsinstallasjoner – Del 1: Vulkanisert gummi.

PVC-U trykløse rør:

Tetningsringer skal tilfredsstillende kravene i NS-EN 681-1 eller NS-EN 681-2 Elastomere pakninger (tetningsringer)

– Krav til materialer for pakninger i rørskjøter for vann og avløpsinstallasjoner – Del 2: Termoplastiske elastomerer.

Materiale

Trykkrør: Tetningsringen skal tilfredsstillende kravene i EN 681-1 (syntetisk, vulkanisert gummi). Eksempler: EPDM (Etylen Propylen Diene Monomer) eller – SBR (Styren Butadien Rubber)

Trykkløse rør: Tetningsringen skal tilfredsstillende kravene for syntetisk gummi i EN 681-1 eller EN 681-2. EN 681-2 gjelder TPE (Termo Plastisk Elastomer). Flere norske kommuner velger tetningsringer med størst mulig gum-mivolum.

For oljeholdig avløpsvann, eller ved oljeholdig forhold i grunnen, skal det brukes NBR-gummi (Nitril-Butadien), eller en annen syntetisk kvalitet med tilsvarende gode oljebestandige egenskaper.

Tetningsringer i naturgummi tillates ikke.

Tetthetskrav avløpsledninger

For trykkløse rørsystemer forutsettes det at ledningen normalt går delvis full. Et innvendig overtrykk i en normal driftssituasjon tillates ikke. Men skjøten skal holde grunnvann ute og tåle en uforutsett oppstuvning pga. kloakkstopp etc. Tetthetskravene gjelder både for innvendig og utvendig vanntrykk. Skjøtene skal tåle et utvendig og innvendig vanntrykk på min. 0,5 bar (5 mVs). Dersom tetningsringen skal tåle et høyere trykk enn dette, må leverandøren dokumentere tettheten spesielt eller man velger et trykkrør.

For øvrig henvises det til VA/Miljø-blad nr. 24 «Tetthetsprøving av trykkløse ledninger» og VA/Miljø-blad nr. 25.

4.6 EKSEMPEL PÅ KRAV-SPEKIFIKASJONER

Nedenfor følger forslag til kravspesifikasjoner for PVC-U trykkrør og PVC-U trykkløse rør. Det understrekes at dette kun er eksempler på kravspesifikasjoner etter NS 3420-U. Teksten sikrer ledningsanlegg med kvalitet på rør og rørdeler tilsvarende ønsket kvalitetsnivå i Norge.

4.6.1 TRYKKRØR

Nedenfor følger et forslag til kravspesifikasjon for DN 225 PVC-U trykkrør for vannforsyning, der dimensjonerende driftstrykk er 10 bar, med utgangspunkt i NS 3420-U, NS-EN 1452 og de momenter som er trukket frem i dette VA/Miljø-blad:

Utendørs vannledning - rør av termoplast

Materiale:	PVC-U
Skjøte:	Muffeskjøte - ikke strekkfast
Nominell diameter:	DN/OD 225
SDR-verdi:	SDR 21
Største tillatte driftstrykk (PMA):	PN 10
Tillatt prøvingstrykk på byggeplass (PEA):	PN 15

Enkel forklaring på spesifikasjonene:

PVC-U

Rør og rørdeler skal være produsert i henhold til NS-EN ISO 1452 del 1-3, med en byggelengde på 6 meter. Rør-materialet skal være iht. punkt 4 i NS-EN ISO 1452-1.

Skjøte

Muffene skal være en integrert del av røret med fastsittende tetningsring. Tetningsringen skal tilfredsstillende

punkt 10 i NS-EN ISO 1452-2, være utført i en syntetisk gummikvalitet som EPDM (Etylen Propylen polymer) eller en annen syntetisk kvalitet (SBR) med tilsvarende gode ozon- og aldringsegenskaper og tilfredsstillende krav gitt i NS-EN 681-1. I oljeholdig grunn skal det brukes NBR (Nitril Butadien Rubber (gummi)) eller et annet oljebestandig materiale.

Nominell diameter, krav til geometri

Nominell utvendig diameter, DN/OD er 225 mm.

Toleranser til utvendig diameter og ovalitet iht. NS EN ISO 1452-2, tabell 1:

- Midlere utvendig diameter: 0,7 mm.
- Ovalitet: 2,7 mm.

Veggtykkelse iht. NS EN ISO 1452-2, tabell 2: 10,8 mm.

Toleranser for midlere veggtykkelse (NS EN ISO 1452-2, tabell 3): 1,3 mm.

SDR 21

Forholdet mellom diameter og veggtykkelse skal være lik 21, dvs. veggtykkelsen skal være $225/11 = 10,8$ mm.

Ved å bruke SDR verdien som en kravspesifikasjon klassifiserer man røret entydig uten å ta hensyn til sikkerhetsfaktor.

Største tillatte driftstrykk (PMA) PN 10

Med PMA menes; Største trykk som oppstår fra tid til annen, inkludert trykkstøt, som en komponent kan motstå under drift. Dersom konsulenten ikke har regnet ut dette trykket, eller det er oppgitt, er det vanlig i Norge å bruke trykklassen på det røret man bruker.

Med trykklassen, PN menes; Det trykk rørdelingen skal tåle i en periode på minimum 100 år (ved C= 2,5). Brukes som grunnlag for dimensjonering av forankringer, flenser og rørdeler, samt utgangspunkt for systemprøvetrykk.

Ledningsanlegget, med dimensjonerende trykk, PN 10, skal ha PVC-U-rør med SDR = 21. Dette med hensyn på rørets evne til å tåle trykk og trykkvariasjoner samt for å sikre en konservativ sikkerhetsfaktor C = 2,5. (Ledningsanlegget skal trykkprøves som et PN 10 anlegg iht. VA/Miljø-blad nr. 25.)

NS EN ISO 1452-2, tabell 2: SDR 21

- PN 10 med sikkerhetsfaktor C = 2,5. (grunnlag)
- PN 12,5 med sikkerhetsfaktor C = 2,0.

Tillatt prøvingstrykk på byggeplass (PEA)

Med PEA menes; Største hydrostatisk driftstrykk som en nylig installert komponent kan motstå i et relativt kort tidsrom, for å kontrollere at rørdelingen er uskadd og tett.

Kommentar: Dette trykket vil vanligvis være det samme som systemprøvetrykket, STP; som for PN > 10 vil være; PN + 5 bar og ved PN < 10, vil STP være; PN · 1,5.

Farge og merking

Rørene skal være gjennomfarget grå og minst være merket i henhold til tabell 10 i NS EN ISO 1452-2. Rørene skal dessuten merkes med SDR-verdi (her: SDR 21) og trykkklasse (her PN 10 / C = 2,5 eller PN 12,5 / C = 2,0). Se pkt. 4.2, merking.

Mufferørene skal leveres i bunter, vekselvis muffer-/spissende og med muffene trukket fri fra spissenden. Bruk av strammebånd og stabling av rør må være utført slik

at rørene ikke viser tegn til skader eller deformasjon. Solblekede rør aksepteres ikke. (Man kan enkelt unngå solbleking av rør ved at de lagres beskyttet mot solen med en mørk presenning eller under tak).

Rørene skal leveres med beskyttelseslokk i begge ender.

Rørprodusenten skal ha et fungerende kvalitetssikrings-system, minst iht. ISO 9002. Rørleverandøren har ansvar for rørets kvalitet helt frem til tiltakshavers lagerplass. Rørene skal leveres i arbeidstiden med en representant for tiltakshaver tilstede.

Leggeanvisning på norsk skal fremskaffes/henvises senest ved levering av rør og rørdeler såfremt ikke annet er avtalt. (enkelt tilgjengelig på produsentens hjemmeside)

4.6.2 TRYKKLØSE RØR

Nedenfor følger et forslag til kravspesifikasjon for DN 160 PVC-U spillvannsrør, med utgangspunkt i NS 3420-U, NS-EN 1401-1 og de momenter som er trukket frem i dette VA/Miljø-blad:

Type avløpsledning:	Spillvannsledning
Materiale:	PVC-U
Skjøt:	Muffeskjøt - ikke strekkfast
Pakning:	Fastsittende pakninger
Nominell diameter:	DN/OD 160
SN/SDR - verdi:	SN 8/SDR 34
Farge:	Rødbrun
Relativ deformasjon:	Normale krav

Enkel forklaring på spesifikasjonene:

Materiale, PVC-U

Rør og rørdeler skal være produsert i henhold til NS-EN 1401-1 med dimensjoner i henhold til punkt 6.2 (rør) og 6.3 (rørdeler). Materialet skal være i hht. punkt 4 i NS-EN 1401-1. Materialet i rørdeler skal tilfredsstillende tilleggskrav i NS-INSTA 220.

Skjøt, pakning (tetningsring)

Muffene skal være en integrert del av røret med fastsittende tetningsring. Tetningsringen skal tilfredsstillende punkt 10 i NS-EN 1401-1 og være utført i en syntetisk gummikvalitet som EPDM (Etylen Propylen polymer) eller en annen syntetisk kvalitet (SBR, TPE) med tilsvarende gode ozon- og aldringsegenskaper. Tetningsringen skal tilfredsstillende krav gitt i NS EN 681 del 1 eller 2.

Nominell diameter, krav til geometri

Utvendig rørdimensjon er 160 mm. Minimum midlere utvendig diameter er 160 mm og maksimum midlere utvendig diameter er 160,4 mm. Røret kan ha en minste veggtykkelse på 4,7 mm og en største midlere veggtykkelse på 5,4 mm. Ovalitet på røret skal være mindre enn 2,4%.

SN/SDR - verdi

Rørene skal ha en korttids ringstivhet, SN, på minst 8 kN/m² (kPa), dvs. SN 8, i henhold til tabell 4 i NS-EN 1401-1. Dette tilsvarer SDR 34. Kravet til korttids ringstivhet sørger for at røret er tilstrekkelig dimensjonert for å oppta korttids belastninger, som f.eks trafikklaster, men legger også grunnlag for størrelse på langtids ringstivhet, som ivaretar langtids belastning, f.eks. jordlast og utvendig vanntrykk ved høy grunnvannstand.

Farge

Rørene skal være gjennomfarget oransjebrune (rødbrune). Dette er vanlig farge for spillvannsrør.

Merking

Rørene skal minst være merket i henhold til tabell 16 i NS-EN 1401-1 (rørdeler minst iht. tabell 17). PVC-U rør skal tilfredsstillende punkt 7.1.2 i NS-EN 1401-1 og merkes med snøkrystallsymbol (*). Tredjepartskontrollmerke: Nordic Poly Mark, eller tilsvarende ordning.

Relativ deformasjon

Normale krav til deformasjon, ved overtakelse, er 5 %.

Mufferørene skal leveres i bunter, vekselvis muffle-/spissende og med muffene trukket fri fra spissenden. Bruk av strammebånd og stabling av rør må være utført slik at rørene ikke viser tegn til skader eller deformasjon. Solblekede rør aksepteres ikke. (Man kan enkelt unngå solbleking av rør ved at de lagres beskyttet mot solen med en mørk presenning eller under tak.)

Rørene skal leveres med beskyttelseslokk i begge ender.

Rørprodusenten skal ha et fungerende kvalitetssikrings-system minst iht. ISO 9002. Rørleverandøren har ansvar for rørets kvalitet helt frem til tiltakshavers lagerplass. Rørene skal leveres i arbeidstiden med en representant for tiltakshaver tilstede.

Leggeanvisning på norsk skal fremskaffes/henvises senest ved levering av rør og rørdeler såfremt ikke annet er avtalt. (enkelt tilgjengelig på produsentens hjemmeside)

Henvvisninger:		Utarbeidet:	oktober 1997	Grøner AS
/1/	<u>Andre VA/Miljø-blad:</u> Nr. 5 «Grøfteutførelse fleksible rør» Nr. 6 «Grøfteutførelse stive rør» Nr. 7 «Tilknytning av stikkledning til hovedvannledning» Nr. 12 «Kravspesifikasjon for trykkløse grunnavløpsrør og rørdeler av PP (polypropylen) materiale» Nr. 16 «Kravspesifikasjon for duktile støpejernsrør» Nr. 24 «Tetthetsprøving av trykkløse ledninger» Nr. 25 «Trykkprøving av trykkledninger»	Revidert:	oktober 2019	Norsk Rørsenter AS
		/2/	<u>Diverse standarder:</u> NS -EN 1401-1, NS-EN ISO1452-1, 2 og 5, NS-EN 1852-1, NS 3420-U og F, NS 3552, NS-EN 1610, NS-EN 805, NS-INSTA 220	
		/3/	"Legging av plastrør for vann og avløp", utgitt av NPG Norge	