

# KVALITETSPRØVING OG MONTERING AV VANN- OG AVLØPSLEDNINGER I PLAST

Av TORE RØSRUD

Norges byggforskningsinstitutt  
OSLO 1959

---

Særtrykk av „RØRFAGSKRIFT”, nr. 1, 1959

# Kvalitetsprøving og montering av vann- og avløpsledninger i plast.

Av rørleggermester TORE RØSRUD

NORGES BYGGFORSKNINGSINSTITUTT

Dette er et foredrag som rørleggermester *Tore Røsrud* ved Norges byggforskningsinstitutt holdt i Forskningssettret på Blindern, september 1958, som et ledd i Byggforskningens foredragsserie.

## Innledning.

Den rivende industrielle utvikling i vårt samfunn har virket en tid på bygningsindustrien. Den er nå i ferd med å pløye seg i vei i de håndverksbetonte byggefagene, fordi kravene til hurtige arbeidsresultater og lave priser på ferdigprodukter av høyere kvalitet trenger seg fram fra nærliggende industrigrener. Plastindustrien, f. eks., er i en voldsom utvikling. Varer som vi i dag ikke kan tenke oss uten i plast, var ukjente i dette materiale for få år siden: Telefonen på skrivebordet, frontglasset på bilene våre, emballasje og såpeflasker på kjøkkenet og leketøyet til barna våre.

Også i bygningsindustrien prøves plastbelagte plater, plastlakk, plastfolier som tetningssjiktter, elektriske plastisolasjonsstoffer i kontakter og kabler, foruten plastrør til vann- og avløpsledninger.

Varene spys ut av maskiner. Prosessen kan være presstøping, sprøytstøping, eller de fremstilles i en ekstruder. (*Fig. 1.*) Ekstruderen kan enklest sammenlignes med en kjøttkvern. Man putter i maskinen endel pulver, kanskje noen flytende stoffer og tilsetter litt katalysatorer som våre husmødre bruker krydderier. Det hele varmes opp under trykk, og ut av kvernen eller ekstruderen strømmer rør eller slanger som gjerne kan være i nydelige pastellfarger.

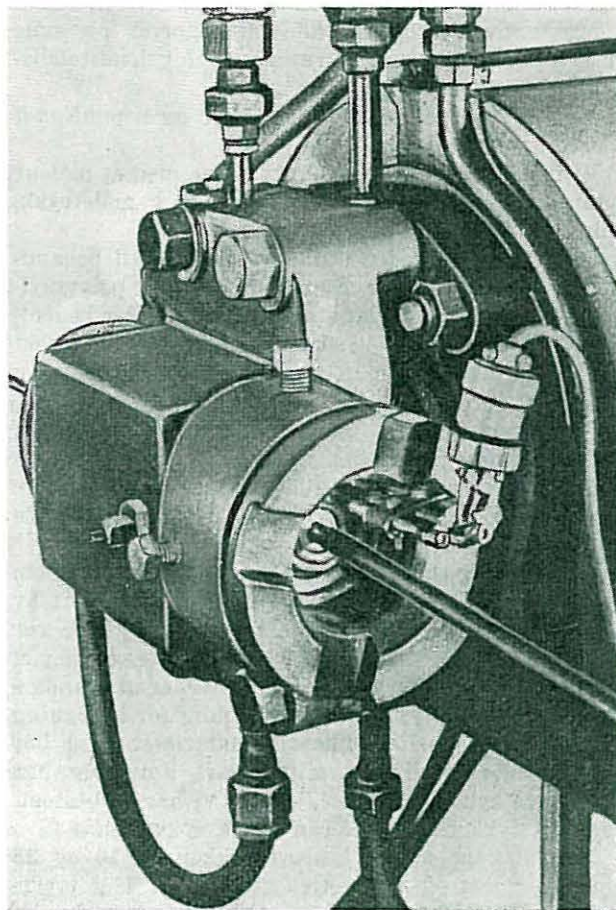
Denne noe populære omtale av stoffenes sammenblanding i ekstruderen må ikke tas bokstavelig. Man må være pinlig nøyaktig, skal man få rør av god kvalitet. Plastrør kan lages i alle praktiske ønskelige kvaliteter til alle praktisk ønskelige krav i industrien og byggevirksomheten, det er bare prisen det kommer an på. Det er gjerne slik, at jo større krav man setter til kvalitet, jo høyere er prisen, her som i andre bransjer. Vi har imidlertid noen få billige unntagelser, og disse billige stoffene er det som har ført til den voldsomme ekspansjon som plastindustrien nå gjennomlever. Her snakkes det ikke om så og så mange prosent større salg fra år til år, men ofte om så og så mange 100 % større omsetning enn året før.

De fabrikanter som begynte produksjonen av polyetylenrør her i landet fikk et eksplosivt salg. De enkle produksjonsmidler som trenges til å lage disse vannrørene, fristet mange småfabrikanter til produksjon og senere til overproduksjon som nå har presset prisene. De lave priser frister til å forringe kvaliteten. Rørprisen er imidlertid en mindre utgift

i et anlegg. God kvalitet er derfor den billigste forsikring om et godt resultat av vannforsyningsanlegget.

## Rørenes egenskaper og kvalitet.

For å sette samfunnet i stand til å bedømme kvaliteten, har Norges byggforskningsinstitutt opprettet et plastrørlaboratorium. Jeg vil først redegjøre for hvordan vi bedømmer rørenes kvalitet; så vil jeg omtale den praktiske monteringen og hvilke anvendelser som er mest hensiktsmessig for de forskjellige rørtyper. Noe av stoffet er tidligere omtalt i *Særtrykk 29* fra Byggforskningen; men jeg vil prøve mest mulig å behandle de erfaringer ved kvaliteten og anvendelsen av plastrør som kan supplere særtrykket, eller som ikke har vært særlig omtalt i forhandlerens reklamebrosjyrer, og som ofte trenger nærmere bedømmelse for at en skal få et vellykket resultat av rørsystemer i plast.



*Fig. 1. Ekstruder.*



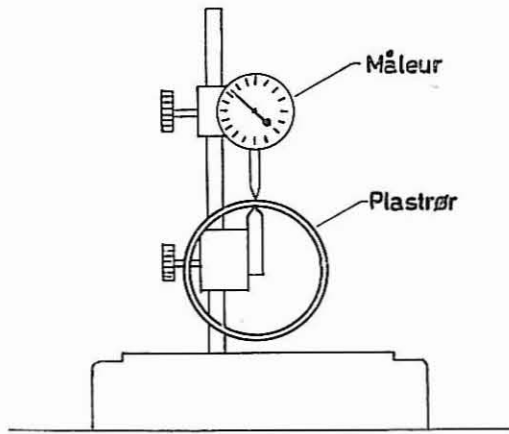


Fig. 2. Måle-ur.

Kvalitetskravene til plastrør er gjennom årene etter krigen behandlet i det internasjonale standardiseringsarbeide i ISO, som står for International Organization for Standardisation.

I komitéen for plastmaterialer ISO/TC61 behandler man plaststoffenes spesielle egenskaper, og i rørkomiteén Technical Committee ISO/TC5 har man opprettet en underkomité SC6 for plastrør. Norge er gjennom Standardiseringsforbundet medlem av rørkomiteén og får derfor tilsendt møtereferater og beslutninger fra underkomitéen for plastrør. Ved stor velvillighet fra Standardiseringsforbundet har vi fått overlatt de dokumenter som vedrører kvalitetskravene til plastrør. Samtidig har vi gjennom kontakter ved fremtredende laboratorier og egne erfaringer skaffet oss grunnlaget for kvalitetsbedømmelsen av disse rørtypene.

Den første prøven er bedømmelse av nøyaktighet i produksjonsprosessen.

Vi måler diameter og veggtykkelse med et måleur i inndeling på 1/100 mm og med 100 g måletrykk, slik som vist på fig. 2.

Produksjonsmetoden stiller store krav til behandlingen av ekstruderen. Særlig for rør av polyvinylklorid (P.V.C.) skal det stor erfaring til for bedømmelse av munnstykket i ekstruderen og av hastighet og kjøling, slik at man unngår ujevn tykkelse og defekter i røroverflaten.

ISO-forslaget — som NBI følger — går ut på bestemte dimensjoneringskrav for utvendig diameter. Negative toleranser tillates ikke, og de positive er — som vi senere skal se — ganske små av hensyn til sammenføyningen.

Rørenes veggtykkelse er det ikke full enighet om i ISO. Noen hevder at fabrikanter med råstoff av høy kvalitet skal kunne lage mer tynnveggede rør enn de som har behov for tykkere rørvegger p.g.a. en svakere råstoffkvalitet. Andre hevder at standardisering av veggtykkelse er nødvendig for beregning av rørenes kapasitet, likesom materialet også bør tilfredsstillende et visst kvalitetskrav. Foreløpig har det andre synet overtaket, slik at vi har et bestemt krav til tykkelse og toleranser på tykkelsen.

Rørene kappes opp i prøvestykker på 10 og 25 cm. De måles på 8 forskjellige punkter i et tverrsnitt ca. 5 cm fra rørendene. Alle rørprøver skal ha diameter og tykkelse innenfor toleransegrensene.

Målene noteres og danner grunnlag for beregninger av gjennomsnittsverdier, eventuelt maksimums- og minimumsverdier. Tallene røper tydelig om rørene ikke er helt runde eller har ujevn godstykkelse.

Den tynneste veggtykkelse merkes av med en strek langs røret, og røret nummeres slik at man lett kan finne variasjonene i veggtykkelse ved å slå opp i måltabellene.

Plastprøve nr. 2 er en trykkprøve hvor rørene utsettes for et innvendig trykk over en registrert tidsperiode i en spesialmaskin. Vår trykkprøvemaskin er i prinsippet utført som skissen viser (fig. 3).

Luftflasken har et trykk på ca. 150 kg. Fra den føres trykkluft via konstantreduksjonsventilen (3) over i rørsystemet, fram til ventilen (4). Plastprøven fylles med vann gjennom koblingen (10) nederst, slik at vannet strømmer opp i rørkretsen til vannstandsglasset. Det kobles ut ved ventilen (5).

Ved å stenge ventilen (10) og åpne ventilen (4), settes hele systemet med prøven under det vanntrykk som er hensiktsmessig for den tidsperiode prøven skal stå.

Hvis et rør sprenges praktisk talt øyeblikkelig ved et visst trykk, f. eks. 100 kg, dvs. 1000 m vannsøyle, viser det seg at samme sort rør ved 90 % av trykket vil stå noen minutter, og ved 80 % av trykket noen timer før røret sprenges. Et plastrør har altså den egenskap at det svekkes med tiden forholdsvis hurtig, avhengig av temperatur, materialsort, kvalitet og veggtykkelse på røret. Det oppfører seg som en tyktflytende væske. Rørveggen blir tynnere i aksellerert tempo etter som trykket står på. Prøvingen foregår ved 20 °C ± 1. Utenlandske laboratorier benytter ofte høyere temperaturer på prøven, idet den plasseres i et termostatstyrt vannbad. Derved kan tidsfaktoren og beregningsgrunnlaget undersøkes nærmere.

Setter man opp en serie sprengningstrykk i et diagram som funksjon av tiden, får man en kurve som angitt i fig. 4. Dette eksemplet er tatt fra en rørprøve av 20 mm hard P.V.C. som normalt er beregnet på 10 kg trykk. Her er prøven tatt av 6 og 6 rør for et trykk beregnet på brudd etter 10 minutter og 100 minutter. Prøvene er avmerket på diagrammet.

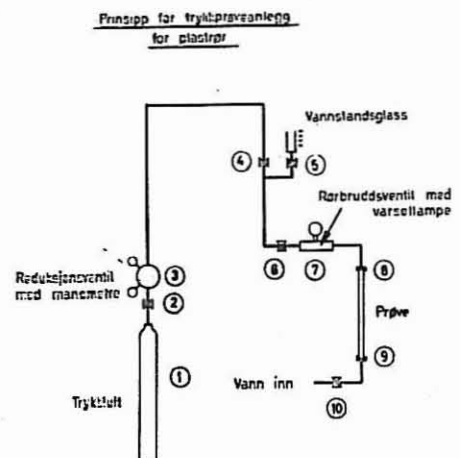


Fig. 3. Prinsippskisse som viser gangen i et trykkprøveanlegg for plastrør.

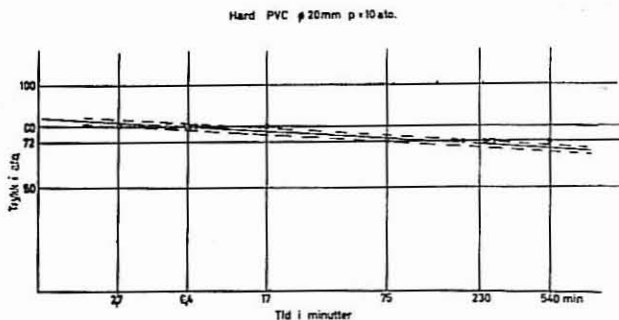


Fig. 4. Diagram for en serie sprengningstrykk som funksjon av tiden.

Den geometriske middeltid for de 6 prøver under 10 min. trykket beregnes og noteres. Likeså noteres beregnet middeltid etter 100 minutters trykket. Gjennom disse punkter i diagrammet trekkes en linje som ved sin fallende tendens angir graden av svekkelse for rørprøven.

ISO har til behandling en beregning av 50 års bruddtrykk for et rør basert på ekstrapolering av en slik kurve. Man angir differansen i bruddtrykk  $\Delta \sigma = \sigma_{10} - \sigma_{100}$  og trekker  $6,4 \cdot \Delta \sigma$  fra 10 min, verdien dvs.  $\sigma_{50 \text{ år}} = \sigma_{10} - 6,4 \cdot \Delta \sigma$ . Beregnet for dette røret ville vanntrykket som sprenger røret etter 50 år være ca. 28,5 kg. Våre normaltrykk på 5—6 kg er derfor beregnet med stor sikkerhet. ISO-forslagene i samarbeid med KIWA, Nederland, setter svekkelsen fra 10 til 100 minutter på maksimum 10 %, og svekkelsen fra 100 til 20 000 minutter på maksimum 26 % for P.V.C. og 30 % for polyetylen.

I Danmark, hvor man bruker P.V.C.-rør i større mengder, settes svekkelsen mellom 10 og 100 minutter til 9 %.

I det hele er denne tendens til svekkelse den viktigste usikkerhetsfaktor ved plastrør, og den er årsaken til at bedømmelse av kvalitet er så viktig for disse materialer.

Dere vil se at denne rørprøven viser brudd ved forskjellige tidspunkter for samme trykk i 6 rør. Det kommer av at rørene i prøven har forskjellig godstykkelse, som avmerket med strek på tynneste sted under dimensjoneringsprøven. Prøvene viser forholdet mellom tykkelse og bruddtid.

Skulle et rør ryke på et annet punkt enn der det er tynnest, må årsaken være at røret ikke er av homogent materiale. Det kan ha en urenheter eller en luftblære. Slike rør kan ikke benyttes til trykkvann, da de stadig vil forårsake lekkasjer.

Den tredje rørprøven viser rørets slagfasthet. Vi anbringer røret i et slagapparat med en hammer på 10 kg. Fig. 5 viser prinsippet ved et slikt apparat. Hammeren faller 200 mm ned på rørprøven som ligger på de viste rundjern. Prøven skal holde 0° C. De vanlige polyetylenrør er så myke at en slik prøve har ingen interesse.

Hårde P.V.C.-rør derimot har — som vist på diagrammet — en nesten horisontal kurve for svekkelsen. Disse rørene har en større hårdhet, slik at de har vanskelig for å greie en hårdhent prøve som denne. Særlig har det vist seg ved de siste forsøksresultater at en stor slaghastighet er ugunstig for hårde P.V.C.-rør. Det er derfor fabrikantens kunst

å lage et rør som beholder sin styrke i mange år, men som samtidig ikke er så sprøtt at det ryker ved slagprøve.

Nå kan det naturligvis hevdes at denne prøve er atskillig strengere enn f. eks. om en gutt sparket på et oppmontert rør med sin beksømsstøvel. Særlig større påkjenning enn den siste kan vel ikke tenkes ved bruken.

Den endelige utforming av kravene til slagprøven vil nok også forandres av ISO etter hvert som man får erfaring om praktiske slagpåkjenninger.

Den 4. rørprøven er de toksikologiske undersøkelser av plastrørene.

Det er uten videre klart at en innblanding av giftstoffer, f. eks. blyforbindelser, for å forbedre plastrørens fysiske eller kjemiske egenskaper medfører risiko for at vannet forgiftes. Men det kan også tenkes at stoffene i noen tilfeller inngår slike forbindelser at de ikke påvirker vannet i rørene.

Vi krever at fabrikantene skal oppgi komponentene i plaststoffet med riktig handelsbetegnelse. Derved kan det ved spektralanalyse av en vannprøve lettere påvises om der finnes skadelige stoffer, samtidig som fabrikantene er mindre tilbøyelig til å benytte giftige komponenter.

Når det i denne forbindelse snakkes om gift, dreier det seg om uhyre små mengder og regnes i brøker av milliontedeler i vannprøven. Vi må huske at plast er først og fremst et organisk materiale, og små stofftilsetninger kan ha stor virkning.

Det har også vært antydning at bakteriologiske forurensninger kan trenge gjennom rørvæggen. En bakterie vil imidlertid fortone seg i størrelse som en fotball som skal trenge gjennom et fint nett, så den siden av saken behøver ingen å engste seg for.

Derimot har vi et problem ved de rør som anbringes åpent utsatt for lysets gjennomtrengelighet — vår 5. prøve.

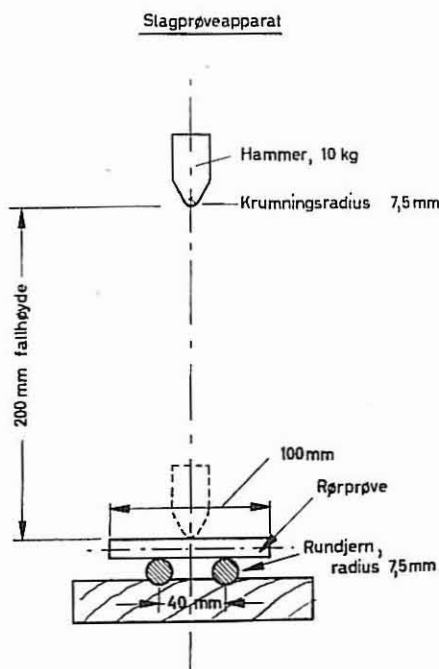


Fig. 5. Slagprøveapparat.

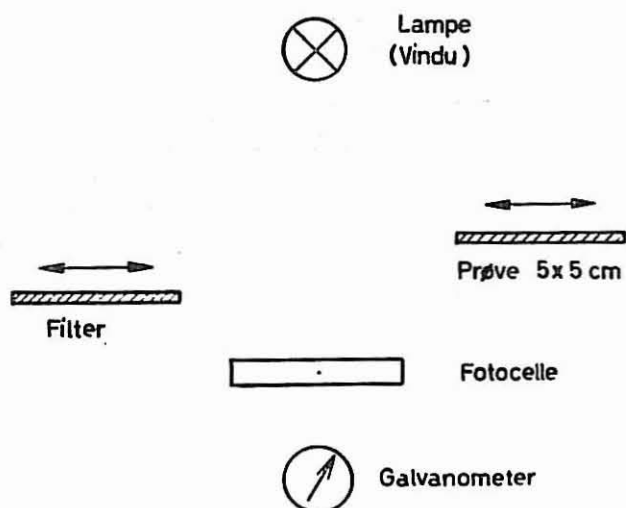


Fig. 6. Prøve for lystransmisjon gjennom plastrør.

Det viser seg nemlig at de bakterier som lever i alminnelig, friskt vann har en utrolig evne til å formere seg om de får stå rolig i en plastledning hvor lyset kan trenge gjennom. Dette viser seg ved misfarging på vannet, slik at det blir uegnet i husholdningen, selv om det for øvrig ikke har noen kjent skadelig innflytelse. Vi må derfor prøve rørene for lystransmisjon. Det utføres med fotocelle, som vist på fig. 6.

Prøven anbringes under en spaltåpning med lys av bestemt karakter og frekvensfordeling. Filteret benyttes for at lyset gjennom prøven skal påvirke fotocellen med den karakteristikk som har størst virkning på algevirksomheten i vannet. 0,2 % av synlig lys skal slippe gjennom. I praksis er det imidlertid lite lys som går gjennom prøvene, f. eks. 0,05 % eller 1/40 av det tillatte, når røret først er preparert mot lyset.

De vanlige sorte polyetylenrør pleier å være lystette. Endel av P.V.C.-rørene derimot har produsentene visse problemer med når rørene skal anbringes åpent under lysets påvirkning. Mange fabrikanter arbeider intenst med å finne et hensiktsmessig middel til å få lystette P.V.C.-rør.

Vår 6. prøve går ut på undersøkelser av svelling og krymping.

Rørene anbringes i varmeskap ved 140° C. Ved denne temperatur vil de mykne så meget at spenningen i stoffet opphører, og de inntar sin naturlige tilstand.

P.V.C.-rør har en erindringstilstand som svarer til den form røret inntok i fremstillingsprosessen under avkjølingen ned til 160° C. Om røret senere får en formforandring, vil den opptre som en konstant spenning i stoffet, slik at det under oppvarming går tilbake til sin opprinnelige form.

Rørenes formforandring skal være mindre enn 2,5 %, og den måles både på utvendig og innvendig diameter. Til målingen brukes de samme instrumenter som tidligere omtalt.

Prøven er avgjørende for anvendelsen av P.V.C.-avløpsrør, idet både skjøter og bøyer må beholde sin form om de blir tilført varmt avløpsvann.

Vår 7. og siste prøve er en utvendig trykkprøve

for å vise rørenes sammentrykkelighet under påvirkning av jordtrykk gjennom grunnmurer, under trafikerte veier o.l. Denne prøve er under forberedelse. ISO-komiteén anser den for nødvendig, men de er ennå ikke klar over hvordan plastrørene oppfører seg i nedgravd tilstand.

Vi vet blant annet at rørene p.g.a. temperaturskiftningene stadig beveger seg og virker på jordmassen, slik at de ofte blir liggende i et luftrom, og under slike forhold blir de ikke utsatt for noe jordtrykk. På den annen side vil setningen i et kjellergulv muligens kunne føre til flatttrykking om røret blir anbragt mellom to vannrette støttepunkter. Vår oppgave blir derfor foreløpig bare å anbringe røret mellom 2 trestykker som sammentrykkes slik at røret beholder sin halve diameter. Det maksimale utvendige trykk vil gi et beregningstall når rørene tenkes anbragt på tvilsomme steder.

Erfaringene vil etter hvert bidra til å utforme den mest hensiktsmessige prøve for utvendige påkjenninger.

Alt i alt må en anta at etter et tilfredsstillende prøveresultat gjennom alle disse forskjellige undersøkelser, bør en kunne føle seg vesentlig tryggere på anvendelsen av plastrør, og de norske fabrikanter burde ikke utsettes for den risiko å selge utilstrekkelige varer når der er mulighet for å få dem kontrollert. Mange vil hevde at kontrollen er for streng, idet vannledninger i andre materialer ikke må gå gjennom så strenge prøver. Imidlertid vil en kontroll som denne rydde av veien de antydninger og den mistenksomhet folk naturlig bør ha før de gir seg i kast med et ukjent stoff av denne art.

Vi er klar over at de samvittighetsfulle fabrikanter arbeider med kontrollspørsmålet, da de er foruroliget over at enkelte av konkurrentene ikke er nøye nok med kvaliteten og vegttykkelsen på rørene. Der kan også tilsettes billige fyllstoffer som forringer rørenes kvalitet ganske vesentlig og skaffer plastrør et dårlig omdømme.

Vi vil på vår side støtte opp om kontrollarbeidet så godt vi kan, idet de *samfunnsverdier* som står på spill er enda viktigere sett fra vårt synspunkt.

Den utbredelse plastrør har fått, vil kunne bre seg til mange områder hvor de forskjellige plastsorter p.g.a. sine egenskaper yter langt bedre tjeneste enn de rør av tradisjonelle materialsorter som hittil har vært i handelen. Industrien er oppmerksom på fordelene og benytter plastrør i store mengder av forskjellige typer. Det kan være *styrenplastrør* og gummiblandinger av disse som benyttes i skipsindustrien og andre steder, etter sigende både til kaldt og varmt vann. *Akrylplastrør* brukes istedenfor glassrør i en rekke industrier — p.g.a. sin store kjemiske resistens og mindre sprøhet — i bedrifter som trenger klare rørsystemer.

*Butyratrør* laget av celluloseacetatbutyrat er ypperlige til oljeledninger hvor andre plastmaterialer ikke tåler påkjenningen. Butyratrør kan limes.

*Nylonrør* har fått mindre utbredelse både p.g.a. prisen og fordi nylon sveller i fuktighet og utvider seg så meget ved oppvarming, at en varmtvannsledning, som faktisk kunne tenkes i dette materiale, vil måtte monteres med mulighet for 2 cm utvidelse pr. meter rør.

*Polyesterrørene* venter vi å få glede av, særlig



i forbindelse med spesielle rørdeler, idet fremstillingen av enkelte typer rørdeler som i dag er uegnet i billigere plaststoffer forholdsvis enkelt kan produseres i polyester.

Man lager seg en form av billig materiale i rørdelens innvendige dimensjoner. Denne smøres med stoff som ikke fester til polyesterplast. Polyesterstoffet, eventuelt glassfiberarmert, kan så males eller dyppes på i flere lag etter styrken man ønsker.

Polyester kan fåes i mange kvaliteter og pris-klasser, og vi undersøker muligheten av å benytte vannlåser til sanitærutstyr i dette materiale.

#### Den praktiske utførelse av installasjonene.

De plastmaterialer som særlig er benyttet i sanitærbransjen er imidlertid A. *polyethylen* med lav spesifikk vekt som vannledningsmateriale, og B. *hård polyvinylklorid* både som vann- og avløpsmateriale.

Polyethylen fremstilles i 2 sorter. Det er praktisk å skille mellom polyethylenrør med høy og lav spesifikk vekt. Rør med lav sp. vekt er myke og selges i kveiler. De med høy sp. vekt er sterkere og stivere og passer ofte for spesielle formål. Stoffet kan f. eks. brukes til vannlåser, idet det tåler ca. 120° C uten å mykne.

I den senere tid er et nytt stoff i den samme familie, *polypropylen*, omtalt som et billig vidunderstoff i sanitærbransjen, særlig til varmtvann, idet røret mykner først ved 160—180° C. Våre utenlandske forespørsler har imidlertid ikke ført til særlige resultater ennå.

Polyethylen med lav vekt er det stoff som er brukt hittil når folk flest snakker om plastrør. Det har vært benyttet til vannledningsrør i 12—13 år, og der hvor man ikke har høyt vanntrykk har resultatet vært utmerket. Montering av polyethylenrør går svært enkelt for seg og er særlig fordelaktig for lengre utvendige rørstrekk, undervannsledninger o.l. Lengder over 4—500 m i mindre dimensjoner kan man bestille særskilt for å unngå skjøter. Man ruller ut rørkveilen litt lenger enn rørstrekkens totalmål og passer på når ledningen fylles over, at temperaturen er i nærheten av vanlig kaldtvannstemperatur, ca. 5—15° C. Rørene bør gjerne ligge i svake slynger så de har litt å strekke seg på.

Rørens temperatur går om vinteren ned imot 0° C mens de på den varmeste sommertiden vil bli bortimot 20° C. Utvidelsen i et polyethylenrør under disse forhold svarer til ca. 0,5 m på en 100 m lengde. Ved synkende temperaturer får rørene stor strekkpåkjenning, mens trykket i lengderetningen blir tilsvarende stort når temperaturen stiger. Særlig er rørskjøtene utsatt for store påkjenninger og må derfor utføres slik at de fortrinnsvis er sterkere enn selve røret.

Den enkle måten med gjengeskjæring vil ikke holde lenge under slike forhold. Langt bedre er de skjøtemetoder hvor rørveggen blir presset mellom 2 hylser, slik at plaststoffet former seg etter koblingen. Der er også i handelen en hylseskjøt som en innvendig slangekupling. En meget god skjøt får man ved å benytte en varmesveisemetode. En elektrisk metode er svært enkel. Der benyttes motstands-tråd i muffene, som smelter stoffet sammen så det blir homogent.

Den samme virkning kan oppnås ved å benytte

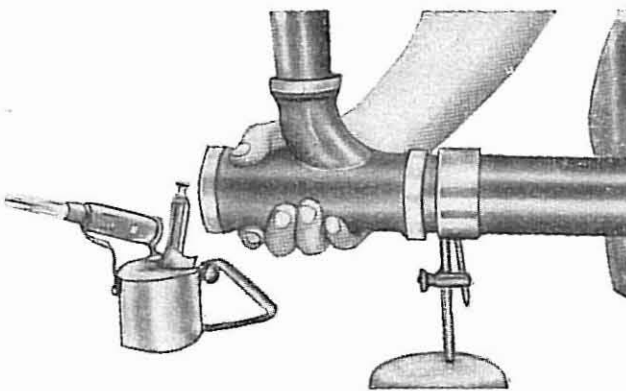


Fig. 7. Metallhylser som varmes til 5—600° C for sammenføyning.

metallhylser som varmes til 5—600° C som vist på fig. 7. Røret blir tredd på hylsen, hvorved plaststoffet smelter i overflaten. Innvendig muffeoverflate smeltes på samme måte, og rørskjøten trykkes sammen mens stoffet er bløtt. Man må imidlertid passe godt på å rense hylsen for oksydasjonsstoffer som ellers vil feste seg på rørskjøten og svekke den.

I vårt laboratorium har vi nettopp gående en prøveserie på 6" polyethylenrør, ca. 16,5 cm utvendig diameter. De er tenkt til hovedvannledning og skal prøves for forskjellige skjøtemetoder. Vår viktigste oppgave er å undersøke hvilket trykk det er forsvarlig å benytte på disse rør når vi går ut fra de foreliggende ISO-forslag.

Under tildekkingen av plastrør som graves ned, må man utvise den største forsiktighet med fyllmassene, idet skarpe steiner eller forstøtninger hurtig kan grave seg gjennom plaststoffet. Løse, porøse fyllmasser er derfor best. Enkelte foretrekker å legge rørene grunt fordi anlegget tåler frostpåkjenninger, og der fortelles om ledninger i skogsterreng som ligger like under moselaget, og hvor man ganske enkelt har tredd inn en motstandstråd for å tine vannrøret når det fryser.

Et eksperiment med grunne plastrør ble for et par år siden utført på landbrukshøyskolen på Ås. Over en åpen strekning på ca. 60 m lå røret i telelaget om vinteren, og det var tilstrekkelige periodevis med 150 watt strøm for å holde ledningen åpen. Strømmen ble satt på når vannet begynte å renne sakte og slått av igjen så fort vannstrømmen var som før.

I Finnmark har sivilingeniør *Corneliussen* gjort omfattende og vellykt forsøk med en større plastrørledning anbragt isolert oppe på bakken. Vi har imidlertid langt fra tilstrekkelige erfaringer til å anbefale folk slike eksperimenter, selv om vi gjerne vil komme i kontakt med de som har gjennomført vellykte prøver, for derved å kunne gi bedre veiledning om grunne plastrørledninger.

Innvendig er polyethylen lite brukt, iallfall på steder hvor utseendet spiller noen rolle, idet rørene er for myke til å kunne anbringes rett og pent på en vegg. For husinstallasjoner vil derimot P.V.C. kunne anvendes til kaldtvannsrør. De selges i rette lengder som vanlige kobber- eller jernrør og kan faktisk monteres som man monterer galvaniserte jernrør.

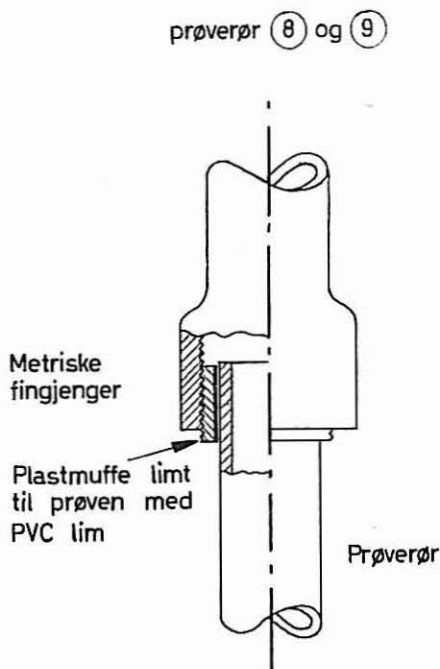


Fig. 8. Kombinert skjøt av liming og gjengeskjøt.

Materialet i hårde P.V.C.-rør er betydelig sterkere enn polyetylen, og rørveggen kan derfor utføres i omtrent samme tykkelse som kobberør, dvs. mellom 1 og 2 mm for de mindre dimensjoner som 20 mm eller 25 mm.

Rør i små dimensjoner kan bøyes kaldt med bøyefjær i stor radius. Ved oppvarming til 140° C kan bøyen gjøres kortere.

For å unngå spenninger i stoffet kan det anvendes P.V.C.-albuer som limes. Noen fabrikanter leverer fittings som fordrer kalibrering av rørene, mens andre fittings kan limes uten ekstra tilpassingsarbeid. Her kommer fabrikantens nøyaktighet tydelig fram, idet rørene og rørdelene må tilpasses slik at der ikke blir klaring i muffeskjøten. Limstoffet svinner ned, ofte til en brøkdel av sitt volum, og klaringer fører uvegerlig til lekkasjer.

Den beste skjøt får man når røret akkurat er for lite til å gå inn i muffen. Limstoffet er nemlig samtidig et løsningsmiddel, idet det i hovedtrekkene består av P.V.C. oppløst i metylenchlorid som løser opp endel av overflaten både på røret og innvendig i muffen. Derved kan det overflødig P.V.C.-stoffet skyves til side, og skjøten kalibrerer seg faktisk selv. Når så de flyktige væsker i limstoffet er fordampnet, vil skjøten bestå av homogent plastmateriale tvers igjennom.

Denne fremgangsmåte krever små toleranser på utvendige rørdimensjoner og på rørdelene. Rørdelene blir presstøpt i nøyaktige og kostbare former. De kan lages med nøyaktigere standardmål, og mindre toleranser enn rørene. Rørene har alltid positive toleranser. De rør som lett skjotes vil derfor være nøyaktig produserte. En rørsjøt som er utført slik, vil gjøre monteringen til en meget enkel sak.

Vår sikreste skjøtemetode i trykkprovemaskinen er en kombinert skjøt av liming og gjengeskjøt (fig. 8). Den skjøtemetoden har aldri sviktet i vårt prøveapparat etter at vi fikk et godt limstoff. Den er effektiv ved forbindelser til gjenget armatur.

Man benytter et plastrør som passer til utvendig gjenge og med godstykkelse ned til den monterte dimensjon og skjærer alm. rørgjenger eller fingjenger for tilpassing i armaturen. Gjengene pakkes med pakksalve eller plastlim og trekkes inn i armaturen. Deretter kutter man av inntil armaturen, slik at det blir sittende igjen en hylse med diameter som innvendig i en plastmuffe ferdig til liming. Denne skjøt er med godt lim sterkere enn plastrøret og kan trygt brukes både til innvendige og utvendige ledninger av hard P.V.C.

Klamringen av plastvannledninger er generelt en viktig sak p.g.a. ekspansjonen. Ingen plastrør skal klamres så fast at de ikke kan forskyves i klamret uten at det oppstår riper i røroverflaten. Klamrene, eller fester som f. eks. vegg-gjennomganger, må ikke anbringes nærmere enn 1/2 m fra bøyer, albuer eller T-rør.

Temperaturutvidelser bevirker samme forlengelse av P.V.C.-rør til kaldtvann som for kobberør til varmtvann og skulle derfor ikke volde fagfolk noen ulemper.

Den største anvendelse her i landet av hårde P.V.C.-rør er imidlertid til avløpsledninger, og da fortrinnsvis i laboratorier hvor man har etsende avløpsvann. I Forskningsveien 1 er der anvendt P.V.C.-rør i så store mengder at det sies anlegget kom på mer enn kr. 80 000,—. De stoffer som løser opp rørene, står spesifisert i salgsbrosjyrene og omfatter ingen vanlige husholdningsvarer.

Bensol, ether og enkelte andre flyktige stoffer tar med seg P.V.C.-stoffet når det renner videre, slik at røret forsvinner gjennom avløpet. Laborantene har ordre om å dampe inn og gjenvinne disse stoffene, og synderne som slår stoffet i vasken blir smertelig overrasket når røret blir borte.

Gjennom erfaringer i de 20 år P.V.C.-rørene har vært benyttet, vet man nå at varigheten og styrken av hårde P.V.C.-rør er overlegent bedre enn alle vanlige plaststoffer i samme prisklasse. Nedover i Europa blir derfor vann- og avløp i P.V.C. mer og mer alminnelig også i boligbygg.

Her i landet ble det for ca. 1 år siden lagt opp P.V.C.-avløp i 2 eneboliger på Lijordet i Bærum under ledelse av byggforskningen. Vi benyttet ita-

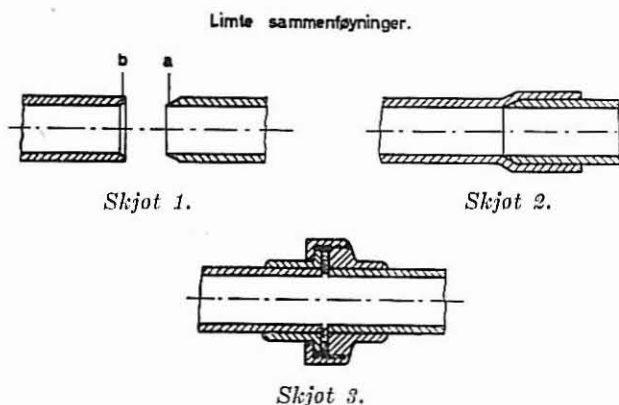


Fig. 9. Limte sammenføyninger. Rørenden ved skjøt 1 b varmes forsiktig opp til ca. 120° C og mykner så meget at spissenden kan skyves innpå og forme en muffe som vist i skjøt 2. Skjøt 3 er en limt union.

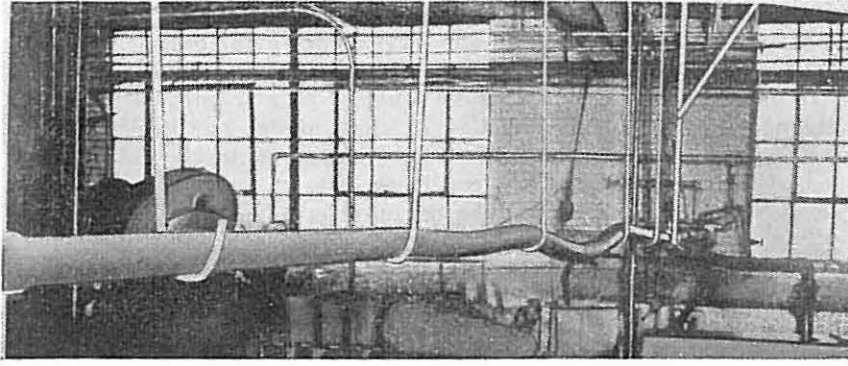


Fig. 10. Liggende avløpsledninger må lagres opp i hele sin lengde, idet mykning og spenninger i plasten vil presse røret ut i en hengekøye fasong.

lienske rør og deler. De ferdiglagede bend ble prøvd i varmeskap om de rettet seg ut ved oppvarmingen. Limstoffet til skjotene ble undersøkt for tørrstoffene av Sentralinstituttet, med det resultat at ca.  $\frac{1}{3}$  er tørrstoff.

Ved den praktiske monteringen på byggeplassen er det forskjellige småting som normalt oversees før en kommer i gang.

Vi la avløpet i kjellergulvet mens reisverket enda var åpent opp til 2. etasje. Boks og bordstykker som kom rutsjende ned gjennom reisverket, var vi engstelige for å få på rørene våre, og de ble derfor dekket til etter hvert med lemmer og annet løsgods.

En annen praktisk hindring var det støv og den sagmugg som kom svevende ned fra arbeidet høyere i bygget. Når man renser og limer plaststoffer — dere kan tenke dere f. eks. å lappe en gummislange i et hjul — mens det stadig svever støvpartikler i luften, må man passe godt på for å få skjotene rene og tette.

Tilpasningen av rørene fram til de forskjellige tilknyttingspunkter må utføres før rørene blir limt, idet man ikke har mulighet for å jenke eller vri på røret etter at skjoten har festnet seg. Det er heller ingen klaring i muffene slik som i støpejern avløpsrør, hvor man alltid kan lage en skjev skjøt for å få tilknytningen noen cm opp eller ned. På den annen side tar plastrøret svært liten plass, slik at røret lett tilpasses der det er trangt for et vanlig avløpsrør. P.V.C.-røret må kappes nøyaktig i lengden, og det lønner seg med en oppmerking fra røret over i muffeskjøten før en limer.

En avkappet rør-ende kan brukes videre i røret, idet muffen er enkel å fremstille på byggeplassen. Fig. 9 viser fremgangsmåten. Koblingen til rør av andre materialer kan i alminnelighet gjennomføres ganske lett. Temperaturen i et P.V.C.-rør bør helst begrenses til  $80^{\circ}\text{C}$ , da stoffet mykner etter hvert ved høyere temperaturer. Vannlåser i P.V.C. medfører risiko for mykning og stoffspenninger som kan deformere dem. Til husholdningsbruk er det derfor hensiktsmessig å bruke våre kjente støpejernvannlåser, støpejerns gulvsluk, metallvannlåser o.l. Plastrøret varmes opp og skyves utenpå støpejernstussen. Når varmeutvidelsen fra varmtvannstappingen virker på jernet, vil det bare spenne imot plastrøret, idet dette på forhånd har molekylspenninger i motsatt retning. Røret blir bare sittende bedre fast.

Ved kobling av plastrør til metallvannlås brukes kapselmuffer og gummipakning av vanlig sort. For-

bindelsen er normalt så elastisk at lekkasjer ikke kan oppstå.

Ved kobling av plastrør over i støpejern avløpsrør i avløpsvannets retning, benytter man en vanlig skjøt for avløpsrør, hvor tetningsmidlet er tjæredrev og P.C.4. Disse skjoter er benyttet endel i de senere år også i vanlige avløpssystemer og godkjent av myndighetene.

Klamring av avløpsrør bør mest mulig unngås, idet rørene er stive nok til å kunne festes bare i gjennomgangen i gulv og vegger. På slike steder kan rørene anbringes i myke hylser f. eks. av papp eller annet materiale hvor røret kan ekspandere fritt. Ved trange gjennomganger vil man kunne få en knitrende lyd når varmt vann går i avløpet. Det skriver seg fra den friksjon som oppstår når røret p.g.a. utvidelsen gnir mot kanten av gjennomgangen. Liggende avløpsledninger må lagres opp i hele sin lengde, idet mykning og spenninger i plasten vil presse røret ut i en hengekøye fasong. Fig. 10 viser i så måte tydelig hvordan det ikke bør gjøres. Her har spenningen gjort stoffet mykt. Røret har ikke hatt plass til å utvide seg i lengden. Presset fra lengdeutvidelsen og tyngden av avløpsvannet har bevirket denne fasongen.

Det kan synes som om temperaturutvidelsen er en uoverstigelig hindring; men en utvidelse mer enn den som svarer til  $30\text{--}40^{\circ}\text{C}$  er det unødvendig å ta hensyn til.

Før det første er varmeledningsevnen i plast så liten at en bølge kokende vann bare forårsaker høy

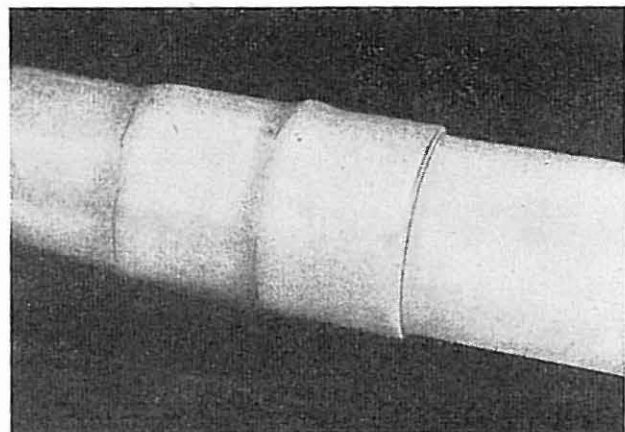


Fig. 11. Ekspansjonsskjot. Røret glir i muffen og tettes med O-ring, der muffen er utvidet.



temperatur i en innvendig hinne av plastrøret. Først etter at vannet har rent sin vei, vil temperaturen forårsake den lengste utvidelsen og da til en redusert temperatur. Skulle det imidlertid være så uheldig at en varmtvannspakning røk og varmtvannet strømmet gjennom lengre tid, vil plastrøret bli oppvarmet og mykt slik at det blir lettere sammentrykkelig og har større evne til å oppta spenninger uten at røret deformeres.

Ved større lengder på ledningen, f. eks. 6—7 m og oppover, må man anordne en ekspansjonsskjøt. En type er vist på *fig. 11*. Det er sannsynlig at rørdelene for avløpsrør senere vil bli utstyrt med slike O-ringtetninger, da monteringen derved ytterligere forenkles.

De betenkeligheter vi hadde etter monteringen på Lijordet var — ved siden av dette problemet med varmeutvidelsen — i særlig grad tetningen av skjøtene. Nå er det kommet på markedet en polyester-sparkel som er så sterk at den har holdt for våre plastrørskjøter under høye vanntrykk. Tetningsproblemet er dermed også løst.

Vi har ikke hatt problemer med driften av plastavløpene på Lijordet siden de ble tatt i bruk. Vi har derfor begynt planleggingen av avløpssystem av hård P.V.C. i en vanlig boligblokk på 4 etasjer.

Viser det seg at plastavløpene er like gode, eller helst bedre, enn de materialer som er vanlig i dag, regner vi med en innsparing i prisen på ca. halvdelen av de nåværende avløpssystemer.