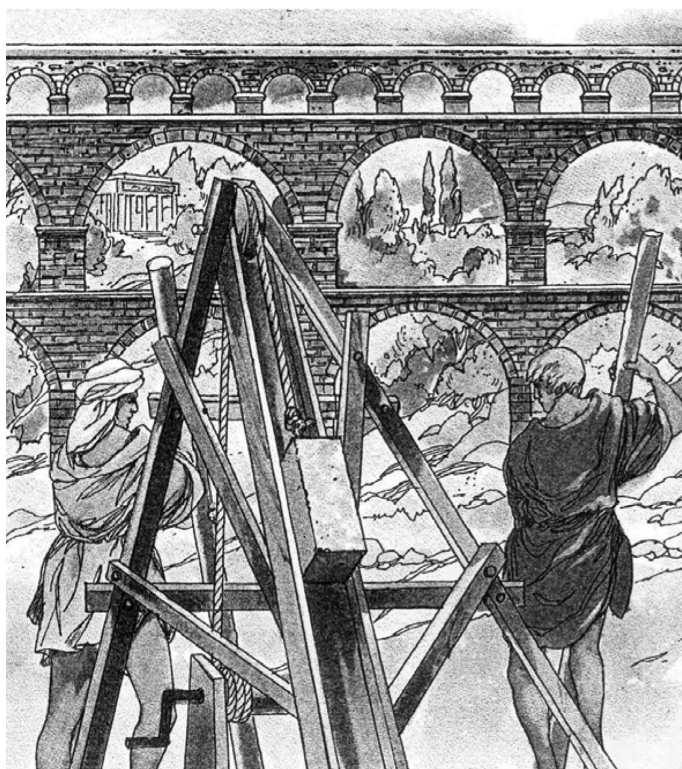


Prosjektrapport

Vannledningsrør i Norge – Historisk utvikling – 26 stk. dimensjonstabeller



AL Norsk vann og avløp BA

NORVAR-rapporter

Norsk vann og avløp BA – NORVAR BA – er en landsdekkende interesse- og kompetanseorganisasjon i vann- og avløpssektoren som eies av norske kommuner og VA-verk. NORVAR BA organiserer samarbeid mellom VA-verkene i tekniske, økonomiske og administrative spørsmål.

Et ledd i dette arbeidet er utgivelsen av NORVAR-rapporter. Dette kan være:

- Rapportering av prosjekter som er gjennomført innenfor organisasjonens eget prosjektsystem, NORVARprosjekt
- Rapportering av spleiselagsprosjekter hvor to eller flere andelseiere i NORVAR BA samarbeider for å løse felles utfordringer
- Rapportering av prosjekter som er gjennomført av andelseiere eller andre. NORVAR-rapporten vil i slike tilfeller kunne være en ren kopi av originalrapporten eller noe bearbeidet

NORVAR-rapport

AL Norsk vann og avløp BA

Postadresse: Vangsvegen 143, 2317 Hamar

Webadresse : www.norvar.no

Besøksadresse: Vangsvegen 143, Hamar

Telefon: 62 55 30 30

Rapportnummer: 135-2004
Dato: 20.08.04
Antall sider (inkl. bilag): 41
Tilgjengelighet: Åpen: x Begrenset:

Rapportens tittel:
VANNLEDNINGSRØR I NORGE.
Historisk utvikling - 26 dimensjonstabeller.

Forfatter: Jan-Erik Oddevald, JEO Consulting og Arve Hansen, VA teknikk as ☐

Ekstrakt:

Rapporten er først og fremst et budskap om at VA-bransjen har utviklet seg enormt over mange år, men også et bevis på hvor viktig det er å ta vare på erfaringer og kompetanse hos dyktige fagfolk som Jan-Erik Oddevald. Antakeligvis er kunnskapsoverføring fra erfarne personer til bransjen for øvrig, et av de mest forsømte områder innen vårt fag.

Rapporten tar oss med i en historisk utvikling for rørmaterialene støpejern, stål, asbestsement, betong og plast. Hvert materiale er spesifisert i totalt 26 tabeller, med blant annet dimensjoner, veggtykkelser, trykk-klasser etc. relatert til aktuelle normer og standarder.

Emneord, norske:
Hovedvannledninger, rørtabeller

Emneord, engelske:

Andre utgaver:

ISBN 82-414-0255-4

FORORD

"Allerede tidlig på 1600-tallet kunne Christianias borgere nyte godt av en trerørsledning som førte vann fra Akerselva og inn til byen....". Slik starter boken "Under byens gater", Oslo's vann- og avløpshistorie, et meget interessant tilbakeblikk på VA-fagets utvikling i vår hovedstad. Og opp gjennom årene er det lagt vannledningsrør av forskjellige materialer, dimensjoner og kvaliteter i bakken i Norge.

Kunnskap om eksisterende ledningsnett har i dag stor betydning for bl.a. renoveringsteknikker, reparasjonsarbeid, lagerhold av rørdeler, ledningsnett-beregninger, forfallsvurderinger etc. Etter utgivelsen av NORVAR-rapport 129/2003 ("Rørinspeksjon med videokamera. Veiledning / rapportering, hovedvannledninger.") har det vært etterspørsel etter en samlet oversikt over norske vannledningsrør. Dette munnet ut i at VA teknikk as med Arve Hansen i spissen tok initiativet til utvikling av en rapport som gir en oppsummering av historisk utvikling og detaljert oversikt over de mest benyttede vannledningsrør i Norge opp gjennom moderne tid.

Jan Erik Oddevald er svært kompetent på området og har vært en viktig brikke i å få utarbeidet rapporten. Jan Erik Oddevald har jobbet innenfor området i 33 år ved Oslo kommune (1968 - 2001), primært med VA-materiell og tilhørende standarder som interesseområde. Slik kompetanse er svært viktig å få oppsummert, samlet og gitt ut, slik at våre etterfølgere lettere kan finne frem i mylderet av vannledninger.

Prosjektet er finansiert gjennom et spleiselag av følgende aktører : NORVARs ledningsnettgruppe, NORVARs prosjekt "Forfall i VA-ledningsnettet", Rørinspeksjon-Norge og egeninnsats av JEO Consulting og VA teknikk as.

Dersom du skulle finne innhold i rapporten som kan forbedres, uklarheter, feil, behov for komplettering etc., anmodes du om å ta kontakt med Rørinspeksjon Norge gjennom NORVAR BA.

Undertegnede vil takk Arve Hansen i VA teknikk as for initiativet til, og gjennomføringen av rapporten, samt Jan-Erik Oddevald i JEO Consulting for en formidabel jobb med innsamling av tabeller og utarbeidelse av innholdet.

Hamar, 20. august 2004

Erik Bøhleng

INNHOLDSFORTEGNELSE

	SIDE:
FORORD	2
INNHOLDSFORTEGNELSE	3
SAMMENDRAG	5
1.0 INNLEDNING	6
1.1 Kunnskap om vannledningsmaterialer.....	6
2.0 LEDNINGSSYSTEMET	7
2.1 Kort historisk oversikt	7
2.2 Støpejern	8
2.2.1 Grått støpejern	10
2.2.2 Duktilt støpejern	10
2.3 Stål	10
2.4 Asbestsement	11
2.5 Plast	11
3.0 TABELLER	13
- Tabell 0 Antatt tidsperiode for bruk av grå og duktile støpejernsrør produsert etter standard og verksnormer med mål gitt i tabellene 1 til 6	13
<u>Mufferør i grått støpejern:</u>	
- Tabell 1 British Standard Specification nr. 78 - 1917 / 1938. Støpt i stående sandformer	14
- Tabell 2 Sentrifugalstøpte engelske rør etter verksnormer fra 1922 og senere etter British Standard, B.S. 1211:1945	15
- Tabell 3 Tyske rør støpt i stående sandformer, Tysk Normal, N.v. 1882 Tyske rør sentrifugalstøpte i sandformer, og etter tyske verksnormer	16
- Tabell 4 Sentrifugalstøpte, vannkjølte stålkokiller etter verksnormer levert fra tyske verk og senere de internasjonale standardene IN 1951 ISO og ISO Recommendation R 13-1955 levert fra europeiske verk	17
<u>Mufferør i duktilt støpejern:</u>	
- Tabell 5 Sentrifugalstøpte mufferør etter ISO 2531 og NS-EN 545	18
- Tabell 6 Sentrifugalstøpte mufferør, toleranser for utvendige rørdiametere og veggtykkelser	19

Flenser i grått og duktilt støpejern:

- Tabell 7 Flensdimensjoner for støpejernsrør, rørdeler og ventiler. Sammenligningstabell for de alminneligst brukte standarder og normer 20

Stålrør:

- Tabell 8 Sømløse og langsømsveisede stålrør, etter DIN E 2460 og DIN E 2461 21
- Tabell 9 Langsømsveisede og spiralsveisede stålrør. Sveiseflenser med krage. Sveisekragens veggtykkelse og rørets veggtykkelse, DIN 2460 og NS-EN 10224 22

Asbestsement trykkrør:

- Tabell 10 Etter SIS 226881 og ISO Recommendation R 160 23

PVC-U trykkrør:

- Tabell 11 DIN 8062. Fra 1941 24
- Tabell 12 DS F972 / NS 925. Fra 1966 (2. utgave) 25
- Tabell 13 DS F972 / NS 925. Fra 1968 (3. utgave) 26
- Tabell 14 NS 2944. Fra 1972 (1. utgave) 27
- Tabell 15 NS 2944. Fra 1979 (2. utgave) 28
- Tabell 16 NS 3621. Fra 1986 (1. utgave) 29
- Tabell 17 NS-EN 1452. Fra 1999 (1. utgave) 30

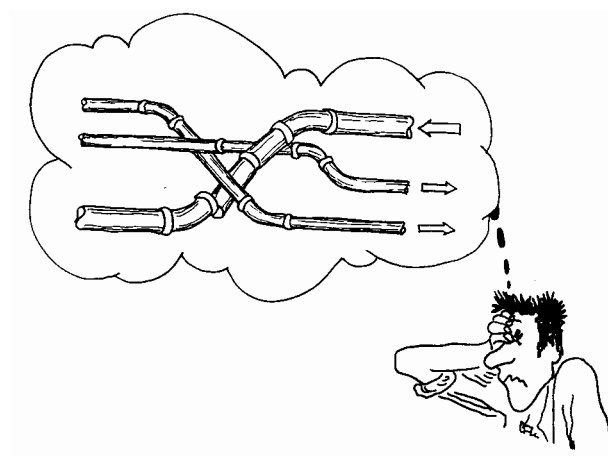
PE - trykkrør:

- Tabell 18 Rør av polyetylen med lav spesifikk vekt (PEL-rør) NS 920. Fra 1966 (2. utgave) 31
- Tabell 19 Rør av polyetylen med høy spesifikk vekt (PEH-rør) NS 928. Fra 1966 (1. utgave) 32
- Tabell 20 Rør av polyetylen med lav densitet (PEL-rør) NS 2945. Fra 1972 (1. utgave) 33
- Tabell 21 Rør av polyetylen med høy densitet (PEH-rør) NS 2946. Fra 1972 (1. utgave) 34
- Tabell 22 Plastrør. Trykkrør av polyetylen (PE) NS 3622. Fra 1986 (1. utgave). Tabell 1. Mål på PE 50-trykkrør 35
- Tabell 23 Plastrør. Trykkrør av polyetylen (PE) NS 3622. Fra 1986 (1. utgave). Tabell 2. Mål på PE 32-trykkrør (PEL) 36
- Tabell 24 Rørledning av plast for vannforsyning. Polyetylen (PE) NS-EN 12201. Fra 2003 (1. utgave). 37
- Tabell 25 Fortsettelse av tabell 24 38
- NS-EN 12201 - "Merking" 39

Betong - trykkrør:

- "PREMO", forspente betongrør: 40
- Tabell 26 Produksjonsprogram 40
- Prinsippskisse "Premorør" 41

SAMMENDRAG



"Frustrasjon i hverda'n"kan ha mange årsaker, men denne rapporten forsøker å bringe VA-personellet inn i en frustrasjons-reducerende tilstand. Vannledningsrør er gravd ned i Norge siden begynnelsen av 1600-tallet, og varianter av materialtyper, dimensjoner og kvaliteter kan gi mange utfordringer når vannforsyningsystemet skal driftes og fornyes.

Rapporten tar oss med i en historisk utvikling for rørmaterialene støpejern, stål, asbestement, betong og plast. Hvert

materiale er spesifisert i totalt 26 tabeller, med bl.a. dimensjoner, veggtykkelse, trykklasser etc. relatert til aktuelle normer og standarder.



Jan-Erik Oddevald i sitt "rette element", på lageret for VA-materiell hos Yngvar Heimstad, Drammen kommune.

1.0 INNLEDNING

1.1 Kunnskap om vannledningsmaterialer

Innledningsvis vil vi sette fokus på en del viktige forhold på ledningsnettet som en kan ha i bakhodet når en leser rapporten. Det vil kunne bidra til å forstå viktigheten av rapportens innhold.

Noen interessante stikkord, og litt om bakgrunnen for at denne rapporten ble laget:

- **Store verdier ligger nedgravd.**
På landsbasis antydes 48.000 km hovedvannledninger og 40.000 km hovedavløpsledninger til en "verdi" av ca. 300 milliarder kr.
- **Døgkontinuerlig trykksystem.**
Vannledningene ligger med konstant driftstrykk på 4 - 10 bar.
- **Ledningsbrudd kan være kostbart.**
Hovedvannledninger er ofte lokalisert til sentrumsområder og hovedveier. Mange ledningsbrudd medfører store konsekvenser, og utbedringskostnader på rundt kr. 100.000,- pr. ledningsbrudd er ikke uvanlig mange steder.
- **Ledningskartverket blir viktigere.**
I vår "digitaliserte verden" blir ledningskartverket viktigere med hensyn til eksakt lokalisering, nøyaktig dimensjonsangivelse, grunnlag for nettberegninger etc.
- **Kunnskap om eksisterende forhold.**
Både ved reparasjon, renovering og videre utbygging er det av stor betydning å kjenne mest mulig detaljer om "den gamle vannledning".

Oversikten over de mest benyttede rørtyper til vannledninger opp gjennom årene i Norge forventes å gi et viktig bidrag i den generelle kunnskapsheving i bransjen. Men det er også en oversikt over en svært interessant, historisk utvikling, som bør bidra til større respekt og ydmykhet i forhold til "våre forgjengere". Dermed ønskes du som leser lykke til videre i rapporten.



"Man blir sliten av tabeller, men det gjelder vårt arvegods....", hilsen Jan-Erik Oddevold og Arve Hansen.

2.0 LEDNINGSSYSTEMET

2.1 Kort historisk oversikt.

Rør har vært brukt for transport av vann siden før antikken, antakelig så langt tilbake som 6500 år siden. Bambusrør ble brukt av kineserne, leirrør av grekerne og av Midtøstens sivilisasjoner. Romerne, som var utmerkede ingeniører, brukte både tre- og leirrør og utviklet bruken av bly. Blyplater ble formet til rør opp til 700 mm i diameter, skjøtene ble formet ved hjelp av "bretting". Romerne produserte trykkrør av "Komposit"-materiale, dvs omstøpte leirrør, som i små dimensjoner var i stand til å tåle et moderat indre overtrykk. Men de greide aldri å utvikle et stort trykkrør. Derfor ble de store, massive, murte aquaduktene bygget, som romertiden er så kjent for.

Det tok lang tid før man gjorde videre fremskritt i rørteknologien. Både bly- og trerør ble brukt i middelalderen, mest trerør på grunn av høye priser på bly. Naverborede trerør var fortsatt i bruk helt opp til begynnelsen av det 19. århundre, men som trykkrør hadde de vanligvis kun en gjennomsnittlig levetid på ca 20-30 år, og dette var lite tilfredsstillende. Det siste naverborede trerør ble lagt i Oslo (Christiania) i 1847.

Det første moderne rørmateriale, grått støpejern, ble utviklet som rørmateriale i Frankrike i det 17. århundre, i "Solkongen" Ludvig den 14.'s Versailles. Den første vannledningen av støpejern som vi kjenner til i Europa ble anlagt i Dillenburg (slott), Tyskland i ca 1455, men det var ikke før med den industrielle revolusjon at støpejernsrørene utkonkurrerte trerørene.

I begynnelsen og i midten av det 19. århundre ble det vanlig å bruke støpejernsrør i vannforsyningen. Det var horisontalt støpte rør i sandformer med muffe og spissende, og vanligvis blystøpte skjøter. Men det har også vært brukt en profilert spissende med tjæredrev og kitt.

Støpejernsrør-teknologien har gjennomgått en sterk utvikling de siste 150 år. Vertikal støping ble introdusert i 1870-80 årene, og fra midten av 1880-årene foregikk støpingen med formene stående på en dreieskive. Dette førte både til en jevnere godstykkelse og større produksjon. Sentrifugalstøping ble introdusert i 1920-årene, først i sandformer og senere i vannkjølte metallkokiller. Den halvstive blyskjøten ble erstattet med den fleksible gummiringskjøten mellom 1930 – 50. I perioden 1956 til 1965 ble grått støpejern erstattet av duktilt støpejern som rørmateriale.

Selv om stålrør har blitt brukt siden midten av det 19. århundre, og da i smidd eller klinket utførelse, var det ikke før i 1920-årene at det ble utviklet gode metoder for korrosjons-beskyttelse. Kontinuerlig forbedring av produksjonsmetodene, særlig utviklingen av sveiseteknologien, og en øket forståelse for og bruk av katodisk beskyttelse etter den 2. verdenskrig, har resultert i moderne overføringsledninger med høy pålitelighet.

De relativt høye prisene på stål- og støpejernsrør førte til utvikling av sementbaserte rør i enkelte europeiske land under og etter 1. verdenskrig. Asbestsementrørene ble utviklet i Italia og produsert for første gang i 1913. Armerte, forspente betongtrykkrør ble også utviklet, men kom ikke i vesentlig bruk før i 1950-årene.

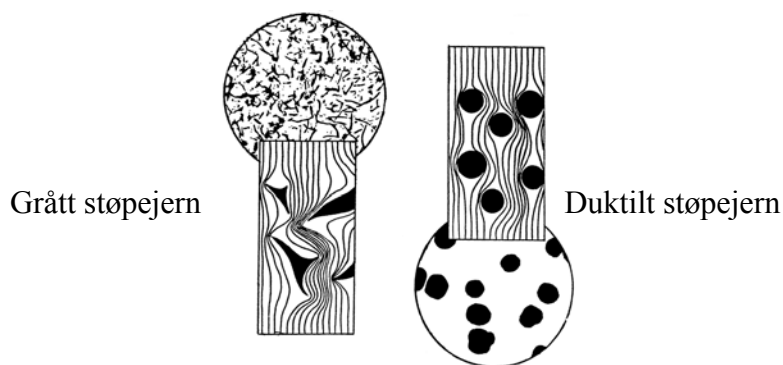
Bruken av rør av termoplaster for transport av vann startet i Tyskland og Frankrike i 1930-40 årene. PVC-U i 1935, PE 32 i 1945 og PE 50 i 1955. Men de kom ikke i generell bruk før i siste del av 1950-årene og i første del av 1960-årene. Rør av fiberarmerte herdeplaster (GRP eller GUP) kom ikke i bruk før i 1960-årene, selv om de kom på markedet allerede i 1955.

2.2 Støpejern

Støpejern har vært og er fremdeles et av de mest brukte rørmaterialer for overføring og distribusjon av drikkevann. Hovedmengden av rørene som ligger i bakken er fortsatt av grått støpejern, og kun beskyttet mot korrosjon av et tynt og lite effektivt, dyppet eller påsprøytet lag av steinkulltjære og senere bitumen (et oljeprodukt). Dette at så mange eldre rør, mange godt over 100 år, og i virkeligheten ganske ubeskyttede støpejernsrør fortsatt er i drift, er et imponerende vitnesbyrd om materialets holdbarhet.

Likevel er det en kjent sak at støpejernsrør, grå som duktile, er utsatt for utvendige korrosjonsangrep i aggressiv grunn med lav spesifikk motstandsevne, $< 5000 \text{ ohm/cm}$, i visse marine leirer og ved anaerobe forhold i leirer blandet med organisk materiale. Innvendig korrosjon oppstår, når det føres vann med lav pH (Bløtt vann og/eller fritt CO_2). Tross dette er det først i de senere år at produsenter og brukere har innsett at duktile støpejernsrør trenger en bedre korrosjonsbeskyttelse som standard utførelse.

Både grått og duktilt støpejern består av ca 96 % jern og ca 4 % grafitt regnet i vektprosent. I volumprosent utgjør grafitten ca 15 %, noe som gjør støpejern til et relativt "dødt" materiale (demper lyd). I grått støpejern ligger grafitten som flak i jernet, og disse grafittflakene kan gi opphav til sprekker (kjerver) i jernet. Dette gjør grått støpejern sprøtt, og kjennetegnes bl.a. ved såkalte tverrbrudd og utsprengte flak. I duktilt støpejern blir smelten umiddelbart før støping tilsatt magnesium, noe som forårsaker at grafitten danner kuler og ikke flak. Kjervene unngås og støpejernet blir seigt som stål. Duktilt (engelsk for seigt) støpejern blir også omtalt som seigjern eller kulegrafittjern.



At sementmørtel hadde en heldig virkning på støpejern ved korrosjon var kjent fra Frankrike allerede i slutten av 1840-årene, og ble tatt i bruk for støpejernsrør i noen grad i Europa og USA.

Innvendig ble metoder for industriell påføring av sementmørtel, sentrifugal-påføring, utviklet i USA i 1920-årene, men ble i Europa ikke tatt i allment bruk før i 1960-70 årene.

Ved riktig valg av sementtype ut fra vannkvalitet, er det i alle fall fra produsenthold en utbredt oppfatning at problemet med innvendig korrosjon i stål- og duktile støpejernsrør er løst. Det leveres i dag innvendig sementmørtelbelegg med standard Portlandsement, høyovn-slaggsement, aluminatsement og Pozzolansement med innblandet flyveaske fra kullfyrte energiverk. Aluminatsement for generell bruk ser ut til å være på vei ut for drikkevannsledninger, grunnet maksimumskravene til aluminium i drikkevanns-forskriftene. Høyovn-slaggsement anbefales benyttet som innvendig korrosjonsbeskyttelse. Også Pozzolansement og Portlandsement kan anbefales, men da med et beskyttelsesbelegg av epoksy ("seal-coat"). Påføringsmetode, kornstørrelser, vann-/ sement-forholdet og utherden av sementmørtelbelegget er også svært viktige parametere. Stikkordet her er ikke bare kjemisk resistens, men vel så mye lav permeabilitet overfor vann. Enkelte produsenter kan også tilby innvendig polyuretan, polypropylen og epoksybelegg, som et alternativ til sementmørtelbelegg. Bitumen anbefales ikke lenger benyttet i kontakt med drikkevann.

Utvendig beskyttelse er fremdeles ofte begrenset til et tynt lag bitumen i tillegg til sink. Sinkbelegget er en fransk metode (tatt i bruk tidlig i 1960-årene), som består i å påføre et lag med min 130 g/m² (ca 19 µm) metallisk sink etter NS EN 545. I dag er 200 g/m² (ca 29 µm) standard fra produsentene. Det tilbys nå også 400 g/m² (ca 57 µm) metallisk sink bestående av en sink-/aluminium-legering (Aluzink, 85 % sink og 15 % aluminium) med et utenpåliggende epoksybelegg med tykkelse min. 100 µm. Sinkbeleggets tykkelse angis som g/m², fordi en god og kontinuerlig måling av beleggetykkelse er svært vanskelig. Årsaken til dette er støpejernets meget ujevne overflate og den minimale beleggetykkelse. Ved kontroll av rørleveranser er det kun mulig å foreta en visuell bedømming av hvorvidt rørene er sinkbelagt eller ikke. Eventuelt kan det gjøres en forsiktig avskraping av utvendig bitumenbelegg eller epoksybelegg. Vanligvis er avskraping unødvendig, da det normalt er små "skjønnhets-skader" i overflaten, hvor dette kan observeres.

Selv om disse metodene har vist gode resultater, trenger vi bedre løsninger i det som betegnes som korrosiv til sterk korrosiv grunn, spesifikk motstandsevne ≤ 2500 ohm/cm. Forskjellige termoplastbelegg som PE, PP og PUR tilbys, men har det til felles at de er svært utsatt for transport- og behandlingsskader. De har heller ikke etter standarden et underliggende sinkbelegg på grunn av standardens krav til "heft", selv om det nå begynner å bli vanlig at man påfører sink ca. 1,5 m inn fra både spissende og muffe-ende. På bestilling kan man nå også få sink over hele røret, men da har man dårligere "heft" for belegget. Et utvendig fiberarmert sementmørtel-belegg (PP-fiber) kombinert med et standard, eller helst et tykkere sinkbelegg, synes i dag å være den beste løsningen når man ser korrosjons-beskyttelse og transport- / håndteringsskader på belegget i sammenheng. Katodisk beskyttelse med påtrykt spenning synes kun å være interessant for store overføringsledninger og da helst helsveisede stålledninger, som ligger relativt fritt i forhold til andre installasjoner og bygninger. I trange bygater hvor det stadig graves blir slike anlegg ofte upraktiske og meget sårbare for skader.

2.2.1 Grått støpejern

Grått støpejern ble i Norge brukt som rørmateriale for drikkevannsledninger fra første del av 1850 årene (i Bergen og Fredrikshald festning, i Oslo fra 1858) til 1960 - 1970 årene. Det er brukt både metriske rør og ”tomme”-rør (in./inch).

Måltabeller for mufferør i grått støpejern fremgår av tabellene 1, 2, 3 og 4. Tabell 1 er hentet fra den første engelske standarden vedtatt og brukt fra 1903, men ikke utgitt før i 1917, og da som "British Standard Specification nr 78-1917".

2.2.2 Duktilt støpejern

Mufferør i duktilt støpejern ble gradvis tatt i bruk i Europa fra 1956 og i Norge fra 1962, først levert som "Klasse 70" og "Klasse 80" rør. Betegnelsen stod for duktile sentrifugalstøpte mufferør med henholdsvis 70 % og 80 % av veggtykkelsen til et grått mufferør etter de internasjonale normene IN 1951 (ISO) klasse LA og ISO Recommendantion R 13-1955, klasse LA. Se tabell 5.

Senere, fra ca.1964, ble betegnelsene endret til henholdsvis klasse N og klasse O. Disse klassene hadde en noe mindre veggtykkelse enn "Klasse 70" og "Klasse 80" rør, og var forløperne for henholdsvis klasse K 9 og klasse K 10 i Internasjonal Standard, ISO 2531, utgitt i 1974, men som hadde eksistert som et ISO-forslag og som nasjonale standarder siden slutten av 1960 årene (ca. 1967).

Måltabeller for mufferør i duktilt støpejern fremgår av tabell 5 og 6. Tabell 7 er innarbeidet som en orientering om flensdimensjoner med referanser til aktuelle standarder og normer.

2.3 Stål

Bruken av stål som rørmateriale startet med å bøye stålblikk til rør og med naglede, langsgående skjøter. Senere ble det utviklet mange nye fremstillingsmetoder. Allerede i 1825 ble det tatt patent på fremstilling av "sveiste" eller smidde stålrør. Tilkappede stålblikkplater ble formet til slisserør. Disse ble varmet opp og ved hjelp av en mekanisk klemme- / presseprosess i en strekkbenk ble den langsgående skjøten sveiset sammen. "Muffeskjøten" ble som oftest klinket. I 1886 ble de første sømløse stålrør produsert ved hjelp av varme, dor og skråvalsing av støpeblokker av stål. Men både prosessene for fremstilling av sveiste og sømløse stålrør introdusert for bruk som jordforlagte ledninger med korrosjonsbeskyttelse, en steinkulltjære / bitumen-basert løsning med bånd av mettet jutefilt og senere et glassfibervev påviklet med 50 % overlapp, dvs. 2 lag, har undergått en sterk utvikling. I de senere år og i den videre utvikling av stålrør, har sveiseteknologien og systemer for korrosjonsbeskyttelse gjennomgått store forbedringer.

Måltabeller for stålrør fremgår av tabell 8 og 9.

2.4 Asbestsement

Produksjon av asbestsement rør startet i Italia i 1913, etter den såkalte "Mazza"-metoden. Omtrent 10 år tidligere hadde produksjonen av et asbestsementmateriale startet i den tids Østerrike - Ungarn. I mellomkrigsårene ble det startet produksjon over hele verden, og i 1964 i Varberg i Sverige. Asbestmaterialet er en fiberarmert "betong", hvor asbestfibrene utgjør armeringen. Rørene ble ofte her i landet omtalt som "Eternitt rør" som imidlertid er en bestemt produsents "merkenavn". Trykkør ble produsert etter SIS 226881 eller DIN 19800 og senere etter ISO 2785, 1974. Avløpsrør ble produsert etter DIN 19850.

Asbestsementrør blir som duktile støpejernsrør og stålrør karakterisert som "halvstive" rør. Rørene ble vanligvis levert uten fast muffe men med dobbelmuffer med tetningsringer og en distansering i midten. Som f.eks. "Eternit-FLEXI" eller "Eternit REKA"-koblingene. Rørene ble både levert uten muffe som slettrør, men vanligvis ble rørene levert med en fabrikk-montert dobbeltmuffe. Muffene kunne også leveres i strekkfast utførelse. Det ble brukt såkalte "Gibaùtkoblinger" i støpejern eller andre "spesialfittings". Utenom Skandinavia ble det produsert rør med integrerte muffer. I Norge kom asbestsement trykkør først i vanlig bruk på 1950/60-tallet selv om vi kjenner til enkelte vannledninger installert allerede i siste halvdel av 1930-årene, f.eks. i 1936 foran rådhuset i Oslo (på sjøsiden av rådhuset).

Måltabeller for rør av asbestsement fremgår av tabell 10.

2.5 Plast

Plast som rørmateriale i vannledninger kom i bruk på slutten av 1950-årene og i begynnelsen av 1960-årene, og da vesentlig i distriktene og for fritidsbebyggelse. Det dominerende rørmateriale var PE 32 (PEL) og det dreide seg vesentlig om mindre dimensjoner, de < 110 mm og levert i hele lengder på kveil. Senere kom PE 50 (PEH og PEM) med større dimensjoner, og lengder på 6 eller 12 m, men også levert i hele lengder for sjøtransport, og i alt vesentlig brukt som nedsenkede sjøledninger belastet med betonglodd. Parallelt ble PVC-U grunnavløp og PVC-U trykkør med muffer utviklet, og hadde allerede på midten av 60-tallet erobret en stor del av markedet fra støpejerns- og asbestsementrør (AC-rør).

Det spesielle med plast er at materialet ikke følger Hook's lov, dvs. at den mekaniske holdfastheten ikke bare er avhengig av belastning og spenning, men også av belastningstid og temperatur. Krypfenomenet i de viskoelastiske materialene fører til at brudd vil oppstå før eller senere om belastningen (spenningen) holdes konstant og deformasjonsmuligheten er fri. Når bruddet oppstår er imidlertid sterkt avhengig av belastningens størrelse og temperaturen. Internasjonalt (ISO) ble man enige om en beregningsmessig levetid på 50 år. Til denne kommer en sikkerhetsfaktor som for dagens PE-materialer, PE 80 og PE 100, er $C = 1,6$ og for PVC-U er $C = 2,5$, og som under normale forhold gir en teoretisk levetid på mer enn 100 år. Av konkurransemessige hensyn ønsker råvareprodusenter og rørfabrikanter å redusere sikkerhetsfaktoren til henholdsvis $C = 1,25$ (PE) og $C = 2,0$ (PVC-U) for $DN \geq 110$. Disse sikkerhetsfaktorene er kun relatert til materialet og produksjonen. I den norske og internasjonale standarden NS-EN 12201 finner man minimumsverdiene for sikkerhetskoeffisienten, i standarden omtalt som "overall service (design) coefficient", "C".

Dette er altså minste tillatte materialkoeffisient for rør, C_M (M=Material), uten at en sikkerhetskoeffisient for bruksområdet (C_A) er tatt med (A=Application). Minste tillatte C_M for henholdsvis PVC-U og PE-rørmateriale etter standardene er $C=1,6$ og $C=1,25$. Dette betyr at for PVC-U –rør er det etter standarden NS-EN 1452 fortsatt en legge- og brukssikkerhetsfaktor $C=1,25$, redusert fra $C=1,56$. For PE-røret er det ikke tatt med noen sikkerhetsfaktor for legging og bruk (drift) i EN-utgaven, EN 12201, mens det i NS-EN-utgaven også er tatt med $C=1,6$ i tillegg til $C=1,25$, og dermed en $C=1,28$.

I praksis vil levetiden bestemmes av forholdene i grøften, produksjonsbetingelsene for røret, materialkvaliteten til rørmaterialet og eventuelle feil eller urenheter i rørmaterialet, mekanisk og termisk påvirkning og plastmaterialets stabiliseringssystem. Med stabiliseringssystem menes mengde, kvalitet og livslengde for tilsetningsstoffene, såkalte additiver og antioksydanter, som tilsettes plastmaterialene for å hindre en for rask, kjemisk nedbryting av materialet (aldring).

Forbedring av materialegenskapene for PVC-U, PE og PP har ført til at man i flere Europeiske land har tillatt høyere maks. tillatte spenninger og lavere sikkerhetsfaktorer, dvs. tynnere rørvegger. I Norge har vi gått en annen vei. Vi har ønsket å beholde våre sikkerhetsfaktorer og har dermed tatt ut "gevinsten" som større sikkerhet og lengre levetid. 50 år er en alt for kort levetid for en vannledning, og vi ønsker en levetid på minst 100 år ved samme beregningsmåte.

3.0 TABELLER

Antatt tidsperiode for bruk av grå og duktile støpejernsrør produsert etter standarder og verksnormer med mål gitt i tabellene 1, 2, 3, 4, 5 og 6.																
Se Rør- tabell	1860	1870	1880	1890	1900	1910	1920	1930	1940	1950	1960	1970	1980	1990	2000	
3			Liggende / Skråstilte sandformer													
1 og 3				Stående sandformer. Vertikale												
2 og 3								Sentrifugal- støpte i sandformer								
2 og 4																
5																
5 og 6																
Duktile ISO 2531 / NS-EN 545																

Grå støpejernsrør

Duktile støpejernsrør

Tabell 0

MUFFERØR I GRÅTT STØPEJERN

BRITISH STANDARD SPECIFICATION NR. 78-1917/1938 STØPT I STÅENDE SANDFORMER							
DN Nominell diameter (Innvendig)		Klasse B		Klasse C		Klasse D	
		Maks. prøvetrykk PN 12		Maks. prøvetrykk PN 18		Maks. prøvetrykk PN 24	
Inch (in.)	mm	Veggtykkelse mm	Utvendig diameter mm	Veggtykkelse mm	Utvendig diameter mm	Veggtykkelse mm	Utvendig diameter mm
3	75 (80)	9,7	95,5	9,7	95,5	10,2	95,5
4	100	9,9	121,9	10,2	121,9	11,7	121,9
5	125	10,4	149,9	11,4	149,9	13,2	149,9
6	150	10,9	177,3	12,5	177,3	14,5	177,3
7	175	11,4	204,7	13,5	204,7	15,5	204,7
8	200	11,9	232,2	14,5	232,2	16,5	232,2
9	225	12,5	259,1	15,2	259,1	17,5	259,1
10	250	13,2	286,0	16,0	286,0	18,5	286,0
12	300	14,5	333,8	17,5	345,4	20,3	345,4
14	350	15,5	386,6	19,1	399,3	21,8	399,3
15	375	16,0	413,0	19,6	426,2	22,6	426,2
16	400	16,5	439,4	20,3	453,1	23,4	453,1
18	450	17,5	492,3	21,6	507,0	24,9	507,0
20	500	18,5	545,1	22,6	560,3	26,2	560,3
21	525	19,1	571,5	23,4	587,3	26,9	587,3
22	550	19,6	597,9	23,9	613,7	27,4	613,7
24	600	20,3	650,2	24,9	667,0	28,7	667,0
26	650	32,2	702,6	25,9	720,3	30,0	720,3
27	675	21,6	729,0	26,4	746,8	30,5	746,8
28	700	21,8	754,9	26,9	773,2	31,0	773,2
30	750	22,6	807,2	27,7	826,0	32,0	826,0
32	800	23,4	859,5	28,7	879,4	33,3	879,4
33	825	23,9	886,0	29,2	905,8	33,8	905,8
36	900	24,9	964,2	30,5	984,5	34,5	984,5
38	950	25,7	1016,5	31,2	1037,3	36,1	1037,3
39	975	25,9	1042,4	31,8	1063,8	36,6	1063,8
40	1000	26,2	1068,3	32,0	1090,2	37,1	1090,2

Tabell 1.

Veggtykkelsestoleranser: For veggtykkelser $\leq 0,5$ in. (12,7 mm) : $\div 0,05$ in. (1,3 mm)
 For veggtykkelser $> 0,5$ in. (12,7 mm) : $\div 10\%$.
 Ingen + (pluss) toleranser.

Utvendige diametertoleranser: Alle DN: $\pm 0,06$ in. (1,5 mm)

Korrosjonsbeskyttelse: Dyppet i varmtflytende steinkulltjære eller bitumen.

Standard byggelengder: 9 ft eller 12 ft. dvs. 2,75 m eller 3,66 m.

NB! Kom allerede i 1903, men ble ikke utgitt som British Standard før i 1917.

MUFFERØR I GRÅTT STØPEJERN

SENTRIFUGALSTØPTE ENGELSKE RØR ETTER VERKSNORMER FRA 1922 OG SENERE ETTER BRITISH STANDARD, B.S. 1211: 1945.							
DN Nominell diameter (Innvendig)		Klasse B		Klasse C		Klasse D	
		Maks prøvetrykk PN 12		Maks prøvetrykk PN 18		Maks prøvetrykk PN 24	
Inch (in.)	mm	Veggtykkelse mm	Utvendig diameter mm	Veggtykkelse mm	Utvendig diameter mm	Veggtykkelse mm	Utvendig diameter mm
3	75 (80)	7,4	95,5	7,4	95,5	7,6	95,5
4	100	7,6	121,9	7,9	121,9	8,9	121,9
5	125	7,9	149,9	8,6	149,9	9,9	149,9
6	150	8,4	177,3	9,4	177,3	10,9	177,3
7	175	8,6	204,7	10,2	204,7	11,7	204,7
8	200	9,1	232,2	10,9	232,2	12,5	232,2
9	225	9,4	259,1	11,4	259,1	13,2	259,1
10	250	9,9	286,0	11,9	286,0	14,0	286,0
12	300	10,9	333,8	13,2	345,4	15,2	345,4
14	350	11,7	386,6	14,2	399,3	16,5	399,3
15	375	11,9	413,0	14,7	426,2	17,0	426,2
16	400	12,5	439,4	15,2	453,1	17,5	453,1
18	450	13,2	492,3	16,3	507,0	18,8	507,0
20	500	14,0	545,1	17,0	560,3	19,6	560,3
21	525	14,2	571,5	17,5	587,3	20,3	587,3
24	600	15,2	650,2	18,8	667,0	21,6	667,0
27	675	16,0	729,0	21,1	746,8	24,4	746,8

Tabell 2.

Korrosjonsbeskyttelse: Korrosjonsbeskyttelse inn- og utvendig steinkulltjære eller bitumen. (Dyppet). Ble alternativt også levert med et ¼ inch, 6,4 mm, tykt utvendig bitumenbelegg, med en "inertfiller" eller en mineral "filler" og armert med asbestfiber.

Standard byggelengder: 12 ft. d.v.s. 3,66 m.
18 ft. d.v.s. 5,49 m.

MUFFERØR I GRÅTT STØPEJERN

DN	Utvendig rørdiameter mm	TYSKE RØR STØPT I STÅENDE SANDFORMER, TYSK NORMAL N. v. 1882		TYSKE RØR SENTRIFUGALSTØPTE I SANDFORMER, OG ETTER TYSKE VERKSNORMER	
		Klasse A	Klasse B	Klasse A	Klasse B
		Driftstrykk PN 10	Driftstrykk PN 16	Driftstrykk PN 10	Driftstrykk PN 16
		Veggtykkelse mm	Veggtykkelse mm	Veggtykkelse mm	Veggtykkelse mm
80	98	9,0	9,0		9,0
90	108	9,0	9,0	8,0	9,0
100	118	9,0	9,0	8,0	9,0
125	144	9,5	10,0	8,5	9,5
150	170	10,0	11,0	9,0	10,0
175	196	10,5	12,0	9,5	10,5
200	222	11,0	12,0	10,0	11,0
225	248	11,5	13,0	10,5	11,5
250	274	12,0	14,0	11,0	12,0
275	300	12,5	14,0	11,5	12,5
300	326	13,0	15,0	11,5	13,0
325	352	13,5	16,0	-	-
350	378	14,0	16,0	12,5	14,0
375	403	14,0	17,0	-	-
400	429	14,5	18,0	13,0	14,5
425	454	14,5	19,0		
450	480	15,0	19,0		
475	506	15,5	20,0		
500	532	16,0	21,0		
550	583	16,5	22,0		
600	634	17,0	23,0		
650	686	18,0	24,0		
700	738	19,0	25,0		
750	790	20,0	26,0		
800	842	21,0	27,0		
900	945	22,5	29,0		
1000	1048	24,0	31,0		

Tabell 3.

Korrosjonsbeskyttelse: Dyppet i varmtflytende steinkulltjære eller bitumen.

Standard byggelengder: Støpt i stående sandformer: 4,0 m
4,5 m
5,0 m

Sentrifugalstøpte i sandformer: 5,0 m

NB! Mufferør med mål i overensstemmelse med Tysk NORMAL N.v. 1882 ble produsert etter "verksnormer" fra ca. 1860 og tidligere.

MUFFERØR I GRÅTT STØPEJERN

SENTRIFUGALSTØPTE, VANNKJØLTE STÅLKOKILLER ETTER VERKSNORMER LEVERT FRA TYSKE VERK OG SENERE ETTER DE INTERNASJONALE STANDARDENE <u>IN 1951 (ISO)</u> OG <u>ISO RECOMMENDATION R 13-1955</u> LEVERT FRA EUROPEISKE VERK.				
DN	Utvendig rørdiameter mm	Klasse LA	Klasse A	Klasse B
		Maks. driftstrykk PN 10	Maks. driftstrykk PN 16	Maks. driftstrykk PN 20
		Veggtkylkelse mm	Veggtkylkelse mm	Veggtkylkelse mm
80	98	7,2	7,9	8,6
100	118	7,5	8,3	9,0
125	144	7,9	8,7	9,5
150	170	8,3	9,2	10,0
200	222	9,2	10,1	11,0
250	174	10,0	11,0	12,0
300	326	10,8	11,9	13,0
350	378	11,7	12,8	14,0
400	429	12,5	13,8	15,0
500	532	14,2	15,6	17,0
600	635	15,8	17,4	19,0
700	738	17,5	19,3	21,0
800	842	19,2	21,1	23,0
900	945	20,8	22,9	25,0
1000	1048	22,5	24,8	27,0

Tabell 4.

Toleranser: Toleranse for ytterdiameter:

Toleranser for rørets ytterdiameter er for blymuffer. Ved valg av muffetyper med tetningsringer i gummimateriale er toleransene gitt i verksnormer eller nasjonale standarder.

$$\pm (4,5 + 0,0015 \times \text{DN})$$

Toleranse for veggtkylkelse:

- $(1 + 0,05 \times e)$ hvor e = veggtkylkelsen.
Ingen + (pluss) toleranser.

Klasse LA ble gitt de samme veggtkylkelse som PN 10 trykkrør i stål hadde i 1939, mens klasse A ble gitt et tillegg på 10 % av veggtkylkelsen for klasse LA, og klasse B et tillegg på 20 %.

Korrosjonsbeskyttelse: Dyppet i varmflytende steinkulltjære eller bitumen.

Standard byggelengder: 4,0 m, 4,5 m, 5,0 m, 5,5 m og 6,0 m.

MUFFERØR I DUKTILT STØPEJERN

SENTRIFUGALSTØPTE MUFFERØR ETTER ISO 2531 OG NS-EN 545								
DN	Utvendig rørdiameter mm	Veggtykkelse i mm						
		Klasse 70	Klasse 80	Klasse N	Klasse O	NS-EN 545 **		
						ISO 2531 **		
						K 9	K 10	
1 ^{ste} utgave 1974 (ISO 2531)	80	98	5,0	5,7	6,0	6,0	6,0	6,0
	100	118	5,3	6,0	6,1	6,1	6,1	6,1
	125	144	5,5	6,3	6,2	6,3	6,2	6,2
	150	170	5,8	6,7	6,3	6,5	6,3	6,5
	200	222	6,4	7,3	6,4	7,0	6,4	7,0
	250	274	7,0	8,0	6,8	7,5	6,8	7,5
	300	326	7,6	8,7	7,2	8,0	7,2	8,0
	350	378	8,2	9,3	7,7	8,5	7,7	8,5
	400	429	8,8	10,0	8,1	9,0	8,1	9,0
	450*	480					8,6	9,5
	500	532	9,9	11,3	9,0	10,0	9,0	10,0
	600	635	11,1	12,7	9,9	11,0	9,9	11,0
	700	738	12,3	14,0	10,8	12,0	10,8	12,0
	800	842	13,4	15,3	11,7	13,0	11,7	13,0
	900	945			12,6	14,0	12,6	14,0
2 ^{en} utgave 1979 (ISO 2531)	1000	1048			13,5	15,0	13,5	15,0
	1100*	1151					14,4	16,0
	1200	1255					15,3	17,0
	1400	1462					17,1	19,0
	1500	1565					18,0	20,0
	1600	1668					18,9	21,0
	1800	1875					20,7	23,0
	2000	2082					22,5	25,0

* DN som kun er medtatt i NS EN 545 og ikke i ISO.

** For toleransekrav, se tabell 6.

Tabell 5.

Standard byggelengder: 5,5 m (engelsk) og 6 m. For DN > 600 også 7 m og 8 m.

Toleranser: Toleransekrav for utvendig rørdiameter eksisterte ikke i ISO 2531, dvs. produsentene bestemte sine egne toleranser ut fra muffetyper, tetningsringer, gummikvalitet i tetningsringene og gummiens hårdhet ("Shore"). Først ved utgivelsen av den Europeiske standarden NS-EN 545 i 1994 ble det innført toleransekrav også for utvendig rørdiameter.

MUFFERØR I DUKTILT STØPEJERN

SENTRIFUGALSTØPTE MUFFERØR, TOLERANSER FOR UTVENDIGE RØRDIAMETERE OG VEGGTYKKELSER				
DN	Utvendig diameter (mm) Etter NS-EN 545		Veggtykkelse (mm) Etter ISO 2571 og NS-EN 545	
	Pluss	Minus	Pluss	Minus
80	+ 1,0	- 2,7	Ingen	- 1,3
100	+ 1,0	- 2,8	-	- 1,3
125	+ 1,0	- 2,8	-	- 1,4
150	+ 1,0	- 2,9	-	- 1,5
200	+ 1,0	- 3,0	-	- 1,5
250	+ 1,0	- 3,1	Ingen	- 1,6
300	+ 1,0	- 3,3	-	- 1,6
350	+ 1,0	- 3,4	-	- 1,7
400	+ 1,0	- 3,5	-	- 1,7
450	+ 1,0	- 3,6	-	- 1,8
500	+ 1,0	- 3,8	-	- 1,8
600	+ 1,0	- 4,0	Ingen	- 1,9
700	+ 1,0	- 4,3	-	- 2,0
800	+ 1,0	- 4,5	-	- 2,1
900	+ 1,0	- 4,8	-	- 2,2
1000	+ 1,0	- 5,0	-	- 2,3
1100*	+ 1,0	- 6,0	-	- 2,4
1200	+ 1,0	- 5,8	-	- 2,5
1400	+ 1,0	- 6,6	-	- 2,7
1500*	+ 1,0	- 7,0 0	-	- 2,8
1600	+ 1,0	- 7,4	-	- 2,9
1800	+ 1,0	- 8,2	-	- 3,1
2000	+ 1,0	- 9,0	-	- 3,3

* DN som kun er medtatt i NS-EN 545 og ikke i ISO.

Tabell 6.

Toleranser for

veggtykkelse (e): "Klasse 70" og "Klasse 80": - $(1 + 0,1 \times e)$ mm

Klasse N, Klasse O og etter ISO 2531: - $(1,3 + 0,001 \times DN)$ mm

Etter NS-EN 545: For $e = 6,0$ mm: - 1,3 mm
For $e > 6,0$ mm: - $(1,3 + 0,001 \times DN)$

Ingen + (pluss) toleranser.

FLENSDIMENSJONER FOR STØPEJERNSRØR, RØRDELER OG VENTILER

Sammenligningstabell for de alminneligst brukte standarder og normer												
DN	Ytre flensdiameter D (mm)				Hullsirkeldiameter K (mm)				Antall hull x hulldiameter L (mm) / (tommer)			
	Tysk Normal, N.v. 1882	DIN 2532, PN 10. NS 162, PN 10.	Gammel Engelsk Normal, (Sundes) A 12.	Kristiania V. & K.V. Gammel norm.	Tysk Normal, N.v. 1882.	DIN 2532, PN 10. NS 162, PN 10.	Gammel Engelsk Normal, (Sundes) A 12.	Kristiania V. & K.V. Gammel norm.	Tysk Normal, N.v. 1882.	DIN 2532, PN 10. NS 162, PN 10.	Gammel Engelsk Normal, (Sundes) A 12.	Kristiania V. & K.V. Gammel norm.
50	160	165	152		125	125	121		4x18	4x18	4x14	
65(70)	185	185	165		145	145	133		4x18	4x18	4x14	
80	200	200	178		160	160	146		4x18	4x18	4x14	
100	230	220	216	216	180	180	171	175	4x21	8x18	4x18	4x3/4"
125	260	250	248	254	210	210	203	203	4x21	8x18	4x22	4x3/4"
150	290	285	279	292	240	240	235	239	6x21	8x22	6x22	6x7/8"
175	320	315	324	324	270	270	267	267	6x21	8x22	6x22	6x7/8"
200	350	340	362	362	300	295	298	298	6x21	8x22	6x25	6x1"
225	370	370	394	394	320	325	330	330	6x21	8x22	6x25	6x1"
250	400	395	406	420	350	350	349	355	8x21	12x22	8x25	8x1"
300	450	445	470	470	400	400	406	406	8x21	12x22	8x25	8x1"
350	520	505	527	534	465	460	464	464	10x25	16x22	10x25	10x1"
375	550	540	552	559	495	490	495	495	10x25	16x25	10x25	10x1"
400	575	565	578	594	520	515	521	533	10x25	16x25	12x25	12x1"
450	630	615	641	648	570	565	578	578	12x25	20x25	12x25	12x1"
500	680	670	705		625	620	641		12x25	20x25	16x25	
550	746	730			675	675			14x28,5	20x30		
600	790	780			725	725			16x28,5	20x30		
700	900	895			830	840			18x28,5	24x30		
800	1020	1015			940	950			20x32	24x33		
900	1120	1115			1040	1050			22x32	28x33		
1000	1220	1230			1140	1160			24x32	28x36		
1200	1420	1455			1340	1380			28x32	32x39		
1400	1620	1675			1540	1590			32x32	36x42		
1600	1820	1915			1740	1820			36x32	40x48		
1800	2020	2115			1940	2020			40x32	44x48		
2000	2220	2325			2140	2230			44x32	48x48		

Tabell 7.

Tysk Normal, N.v. 1882, ble blant andre brukt av gamle "Aker Vandværk".

"Gammel Engelsk Normal, (Sundes), A12" og "Kristiania V. & K.V. Gammel norm", ble blant andre brukt av Kristiania (Oslo) V & K.V, nå VAV.

SØMLØSE OG LANGSØMSVEISEDE STÅLRØR

DN	Utvendig diameter mm	ETTER DIN E 2460 OG DIN E 2461					
		Minste tillatte standard veggtykkelse, e (mm) ,og maks driftstrykk i bar.					
		Sømløse mm/bar	Sømløse, "lette" mm/bar	Langsømsveiseide mm/bar			
80	87,0	3,5					
100	108,0	4,0					
125	133,0	4,0					
150	159,0	4,5					
200	211,0	5,5	5,0				
250	264,0	6,0	5,5				
300	316,0	7,0	6,0				
300	321,0	7,0	6,0	5,0			
350	368,0	8,0	6,0	6,0			
400	419,0	9,5	6,0	6,0			7,0
450	470,0	10,5	6,5	6,0			8,0
500	521,0	11,5	7,0	6,0	7,0		9,0
600	622,0	13,0	9,0	7,0	8,0		10,0
700	720,0			8,0	10,0		12,0
800	820,0			8,0	9,0		13,0
900	920,0			9,0	10,0		15,0
1000	1020,0			10,0	12,0		17,0
1100	1120,0			10,0	12,0		18,0
1200	1220,0			11,0	13,0		20,0
1400	1420			12,0	15,0		
1600	1620			13,0	17,0		
1800	1820			13,0	19,0		
2000	2020			14,0			

Tabell 8.

Stålrørene ble levert for sveising eller som mufferrør.

Byggelengder:

6 m, 8 m, 12 m, og 16 m, avhengig av dimensjon og fabrikat, men også etter bestilling/ønske.

Korrosjonsbeskyttelse:

Innvendig et lag bitumen eller et forsterket lag bitumen (1 til 2 mm tykt), eller et sentrifugalpåført (4 mm tykt) lag bitumen / asfalt.

Utvendig belagt med bitumen og omviklet med et lag bitumenmettet ull-papp, eller jute-filt, eller senere en syntetisk filt som kom i 1960 årene, en glassfiberfilt. Alt lagt på med 50 % "overlapp", dvs. dobbelt tykkelse. Spesialutførelse med flere lag etter ønske.

LANGSØMSVEISEDE OG SPIRALSVEISEDE STÅLRØR

DN mm	Utvendig diameter mm	Sveiseflenser med krage		Rørets veggtykkelse mm				
		Sveisekragens veggtykkelse mm		DIN 2460	NS-EN 10224			
		PN 10	PN 16		Serie B	Serie C	Serie D	Serie E
80	88,9	3,2	3,2	3,2	2,3	2,9	2,9	3,2
100	114,3	3,6	3,6	3,2	2,6	2,9	3,2	3,6
125	139,7	4,0	4,0	3,6	2,6	3,2	3,6	4,0
150	168,3	4,5	4,5	3,6	2,6	3,2	4,0	4,5
200	219,1	5,9	5,9	3,6	2,6	3,6	4,5	6,3
250	273,0	6,3	6,3	4,0	3,6	4,0	5,0	6,3
300	323,9	7,1	7,1	4,5	4,0	4,5	5,6	7,1
350	355,6	7,1	8,0	4,5	4,0	5,0	5,6	8,0
400	406,4	7,1	8,0	5,0	4,0	5,0	6,3	8,8
450	457,0	7,1	8,0	-	4,0	5,0	6,3	10,0
500	508,0	7,1	8,0	5,6	5,0	5,6	6,3	11,0
600	610,0	7,1	8,8	6,3	5,6	6,3	6,3	12,5
700	711,0	8,0	8,8	6,3	6,3	7,1	7,1	14,2
800	813,0	8,0	10,0	7,1	7,1	8,0	8,0	16,0
900	914,0	10,0	10,0	8,0	8,0	8,8	10,0	17,5
1000	1016,0	10,0	10,0	8,8	8,8	10,0	10,0	20,0
1200	1219,0	11,0	12,5	11,0	10,0	11,0	12,5	
1400	1422,0	12,0	14,5	12,5	12,5	14,2	14,2	
1600	1626,0	14,0	16,0	14,2	14,2	16,0	16,0	
1800	1829,0	15,0	17,5	16,0	14,2	16,0	17,5	
2000	2032,0	16,1	20,0	17,5	16,0	17,5	20,0	

Tabell 9.

Utvendige diametertoleranser: Ved utvendig diameter $\leq 219,1$ mm: $\pm 0,1$ % av diameter med et minimum på $\pm 0,5$ mm
Ved utvendig diameter $> 219,1$ mm: $\pm 0,75$ % av diameter.

Veggtykkelsestoleranser: Sett bort fra sveiselarven ("sømmen"): ± 10 % av veggtykkelsen med et minimum på $\pm 0,2$ mm.

Korrosjonsbeskyttelse: Innvendig: Sementmørtel, epoksy eller bitumen/asfalt.

Utvendig: PE - (polyetylen), PUR- (polyuretan) eller et PP - (polypropylen) belegg.

Beleggetykkelse for PE / PP, 2,2 - 3,7 mm, eller tykkere avhengig av materiale, rørdiameter eller bestillers ønske om større beleggetykkelse.

ASBESTSEMENT TRYKKRØR

Etter SIS 226881					Etter ISO Recommendation R 160		
DN mm	Utvendig diameter og veggtykkelse mm				Utvendig diameter og veggtykkelse mm		
	Maks. arbeidstrykk / Prøvetrykk ved verk bar				Maks arbeidstrykk / Prøvetrykk ved verk bar		
	7,5 / 20	10 / 25	12,5 / 30	15 / 35	7,5 / 15	10 / 20	12,5 / 25
100					117 x 8,0	121 x 10,0	126 x 12,5
125					143 x 8,5	148 x 11,0	154 x 14,0
150	172 x 11	178 x 14	184 x 17	190/20	171 x 10,0	177 x 13,0	184 x 16,5
200	226 x 13	236 x 18	244 x 22	254/27	228 x 13,5	236 x 17,5	245 x 22,0
250	280 x 15	288 x 19	296 x 23	306/28	279 x 14,0	289 x 19,0	298 x 23,5
300	334 x 17	346 x 23	356 x 28	368/34	335 x 17,0	346 x 22,5	357 x 28,0
350	388 x 19	404 x 27	414 x 32	428/39	391 x 20,0	404 x 26,5	
400	442 x 21	460 x 30	474 x 37	490/45	446 x 22,5	461 x 30,0	
450	496 x 23	516 x 33			502 x 25,5	519 x 34,0	
500	550 x 25	570 x 35			557 x 28,0		
600	660 x 30	684 x 42			669 x 34,0		
Byggelengder: DN 150 - 200: L = 4 m DN 200 - 600: L = 5 m					Byggelengder: L = 4 m		

Tabell 10.

Korrosjonsbeskyttelse: Rørene fra enkelte produsenter kan være dyppet i bitumen. Dvs. et inn- og utvendig bitumenbelegg.

PVC-U TRYKKRØR

De første nasjonale standarder for PVC-U trykkrør ble utgitt i Tyskland i 1941, som DIN 8061 (materialspesifikasjon, materialegenskaper og retningslinjer for bruk), og DIN 8062 som nedenfor.

DIN 8062						1941	
Plastrør av Polyvenylklorid (Rørkvalitet) ¹⁾							
Utvendig rørdiameter a ± 2,5 % mm	Nominell diameter) mm	For temperaturer opp til 40°C ²⁾ og trykk opp til:					
		0,5 kg/cm ² (0,5 bar)		2,5 kg/cm ² (2,5 bar)		6 kg/cm ² (6,0 bar)	
		Veggtykkelse s ± 10 %	Vekt ³⁾ kg/m	Veggtykkelse s ± 10 %	Vekt ³⁾ kg/m	Veggtykkelse s ± 10 %	Vekt ³⁾ kg/m
5	3	1,0	0,018	1,0	0,018	1,0	0,018
6	4	1,0	0,022	1,0	0,022	1,0	0,022
8	5	1,0	0,031	1,5	0,042	1,5	0,042
10	6	1,0	0,039	1,5	0,055	1,5	0,055
12	8	1,0	0,048	2,0	0,087	2,0	0,087
15	10	1,0	0,061	2,0	0,113	2,0	0,113
20	15	1,5	0,121	2,5	0,190	2,5	0,190
25	20	1,5	0,153	3,0	0,286	3,0	0,286
32	25	1,5	0,200	3,0	0,377	4,0	0,485
40	32	2,0	0,330	3,5	0,554	5,0	0,759
48	40	2,0	0,400	3,5	0,675	5,5	1,020
60	50	2,0	0,503	4,0	0,970	6,5	1,510
75	65	2,5	0,786	4,5	1,380	8,0	2,360
90	80	3,0	1,130	5,5	2,020		
110	100	3,5	1,620	6,5	2,920		
135	125	4,5	2,540	7,5	4,150		
160	150	5,0	3,360	8,5	5,580		

*) Nominell diameter gir uttrykk for omtrentlig innvendig rørdiameter.

Tabell 11.

- 1) Rørene ble betegnet med utvendig rørdiameter ("a") x veggtykkelse ("s"), DIN 8062. Materiale: Polyvenylklorid (rørkvalitet) etter DIN 8061. Byggelengde: 3 - 4 meter. Egenskaper og retningslinjer for bruk etter DIN 8061.
- 2) For bruk ved høyere temperaturer opp til 60 °C, dersom dette er tillatt etter DIN 8061 avsnitt B "Kjemisk bestandighet", skal trykkene senkes som angitt i DIN 8061, avsnitt C "Tillatte påkjenninger" (belastninger).
- 3) Vekt er beregnet ut fra egenvekt 1,38 kg/dm³.

Ingen krav til standard byggelengde.

PVC-U, TRYKKRØR

DS F972 / NS 925 (2. utgave)				1. utgave 1960 ¹⁾ 2. utgave 1966 3. utgave 1968
Maks driftstrykk	Utvendig diameter mm	Innvendig diameter mm	Veggtykkelse mm	Vekt kg/m
6 kg/cm ² 6 bar	50	46,2	1,9	0,444
	63	59,2	1,9	0,564
	75	70,6	2,2	0,771
	90	84,6	2,7	1,128
	110	103,4	3,3	1,674
	125	117,6	3,7	2,127
	140	131,8	4,1	2,634
	160	150,6	4,7	3,440
	200	188,2	5,9	5,375
	225	211,8	6,6	6,749
	250	235,4	7,3	8,290
	315	296,6	9,2	13,121
	355	334,2	10,4	16,695
	400	376,6	11,7	21,150
	500	470,8	14,6	32,726

Tabell 12.

Rørene ble vanligvis levert i lengder av 6 eller 10 meter, som slettrør, og med fabrikkmonterte dobbelmuffer med stoppekanter for spissender og tetningsringer i gummi.

Tetningsringene var ikke "fast innlagt" i muffene.

For de to minste dimensjonene, DN # 63, ble rørene vanligvis levert med limmuffer.

Ingen krav til standard byggelengder.

1) 1. utgave 1960 er beklageligvis ikke lenger tilgjengelig, selv ikke fra "Standard Norge".

PVC-U, TRYKKRØR

DS F 972 / NS 925 (3. utgave)				1. utgave 1960 2. utgave 1966 3. utgave 1968
Maks. driftstrykk	Utvendig diameter mm	Innvendig diameter mm	Veggtykkelse mm	Vekt kg/m
10 kg/cm ² 10 bar	12	9,6	1,2	0,062
	16	13,6	1,2	0,084
	20	17,6	1,2	0,108
	25	22,2	1,4	0,156
	32	28,6	1,7	0,244
	40	35,8	2,1	0,375
	50	45,2	2,4	0,547
	63	57,0	3,0	0,856
	75	67,8	3,6	1,216
	90	81,4	4,3	1,738
	110	99,4	5,3	2,607
	125	113,0	6,0	3,344
	140	126,6	6,7	4,180
	160	144,6	7,7	5,477
	200	180,8	9,6	8,511
	225	203,4	10,8	10,761
	250	226,0	12,0	13,274
	315	285,0	15,0	20,884
	355	321,2	16,9	26,506
	400	361,8	19,1	33,724

Tabell 13.

Rørene ble vanligvis levert i lengder av 6 eller 10 meter, som slettrør, og med fabrikkmonterte dobbelmuffer med stoppekanter for spissender og med tetningsringer i gummi.

Tetningsringene var ikke "fast innlagt".

For de åtte minste dimensjonene, DN # 63, ble rørene vanligvis levert med limmuffer.

Ingen krav til standard byggelengder.

PVC-U, TRYKKRØR

NS 2944				1. utgave november 1972			
Trykkrør av polyvenylklorid uten mykner (PVC-rør)							
Utvendig diameter		Veggtykkelse, s (mm)					
Basismål d	Toleranser *) - 0	PN 6		PN 10		PN 16	
		s min.	s maks.	s min.	s maks.	s min.	s maks.
12	+ 0,5					1,0	1,3
16	+ 0,5					1,2	1,6
20	+ 0,5			1,0	1,3	1,5	1,9
25	+ 0,5	1,0	1,3	1,2	1,6	1,9	2,3
32	+ 0,5	1,0	1,3	1,6	2,0	2,4	2,9
40	+ 0,5	1,2	1,6	1,9	2,3	3,0	3,5
50	+ 0,6	1,5	1,9	2,4	2,9	3,7	4,3
63	+ 0,8	1,9	2,3	3,0	3,5	4,7	5,4
75	+ 0,9	2,2	2,7	3,6	4,2	5,6	6,4
90	+ 1,1	2,7	3,2	4,3	5,0	6,7	7,6
110	+ 1,4	3,2	3,8	5,3	6,1	8,2	9,3
125	+ 1,5	3,7	4,3	6,0	6,8	9,3	10,5
140	+ 1,7	4,1	4,8	6,7	7,6	10,4	11,7
160	+ 2,0	4,7	5,4	7,7	8,7	11,9	13,3
180	+ 2,2	5,3	6,1	8,6	9,7		
200	+ 2,4	5,9	6,7	9,6	10,8		
225	+ 2,7	6,6	7,5	10,8	12,1		
250	+ 3,0	7,3	8,3	11,9	13,3		
280	+ 3,4	8,2	9,3	13,4	15,0		
315	+ 3,8	9,2	10,4	15,0	16,7		
355	+ 4,3	10,4	11,7	16,9	18,8		
400	+ 4,8	11,7	13,1	19,1	21,3		

*) Gjelder største tillatte enkeltdiameter, d_e maks.

Tabell 14.

Krav til største tillatte enkeltdiameter (d_e maks.) foreligger ikke ved PN 6 for $d \geq 32$ mm.

Ingen krav til standard byggelengder.

Merking:

- Materiale, PVC.
- Basismål, utvendig diameter ganger minste tillatte veggtykkelse.
- Nominelt trykk, PN (NT).
- Produsent eller varemerke.

PVC-U, TRYKKRØR

NS 2944				2. utgave mars 1979			
Utvendig diameter		Veggtykkelse, s. (mm)					
Basismål d (mm)	Toleranse *) - 0	PN 6		PN 10		PN 16	
		s min.	s maks.	s min.	s maks.	s min.	s maks.
12	+ 0,5					1,0	1,3
16	+ 0,5					1,2	1,6
20	+ 0,5			1,0	1,3	1,5	1,9
25	+ 0,5	1,0	1,3	1,2	1,6	1,9	2,3
32	+ 0,5	1,0	1,3	1,6	2,0	2,4	2,9
40	+ 0,5	1,2	1,6	1,9	2,3	3,0	3,6
50	+ 0,6	1,5	1,9	2,4	2,9	3,7	4,5
63	+ 0,8	1,9	2,3	3,0	3,6	4,7	5,7
75	+ 0,9	2,2	2,7	3,6	4,4	5,6	6,8
90	+ 1,1	2,7	3,2	4,3	5,6	6,7	8,1
110	+ 1,4	3,2	3,3	5,3	6,4	8,2	10,0
125	+ 1,5	3,7	4,3	6,0	7,2	9,3	11,2
140	+ 1,7	4,1	4,8	6,7	8,1	10,4	12,8
160	+ 2,0	4,7	5,4	7,7	9,3	11,9	14,3
180	+ 2,2	5,3	6,1	8,6	10,4		
200	+ 2,4	5,9	6,7	9,6	11,6		
225	+ 2,7	6,6	7,5	10,8	13,0		
250	+ 3,0	7,3	8,3	11,9	14,3		
280	+ 3,4	8,2	9,9	13,4	16,1		
315	+ 3,8	9,2	11,1	15,0	18,0		
355	+ 4,3	10,4	12,5	16,9	20,3		
400	+ 4,8	11,7	14,1	19,1	23,0		

*) Gjelder største tillatte enkeltdiameter, d_e maks.

Tabell 15.

Krav til største tillatte enkeltdiameter (d_e maks.) foreligger ikke ved PN 6 for $d \geq 32$ mm.

Ingen krav til standard byggelengder.

Merking:

- Materiale, PVC.
- Basismål, utvendig diameter ganger minste tillatte veggtykkelse.
- Nominelt trykk, PN, som røret er dimensjonert for.
- Produsent eller varemerke.

PVC-U, TRYKKRØR

NS 3621				1. utgave mars 1986			
Trykkrør av polyvinylklorid uten mykner (UPVC)							
Utvendig diameter		Veggtykkelse (mm)					
de (mm)	Toleranser *) - 0	PN 6		PN 10		PN 16	
		e	- 0	e	- 0	e	- 0
10	+ 0,5					1,0	+ 0,3
12	+ 0,5					1,0	+ 0,3
16	+ 0,5					1,2	+ 0,4
20	+ 0,5			1,0	+ 0,3	1,5	+ 0,4
25	+ 0,5	1,0	+ 0,3	1,2	+ 0,4	1,9	+ 0,4
32	+ 0,5	1,0	+ 0,3	1,6	+ 0,4	2,4	+ 0,5
40	+ 0,5	1,2	+ 0,4	1,9	+ 0,4	3,0	+ 0,6
50	+ 0,6	1,5	+ 0,4	2,4	+ 0,5	3,7	+ 0,8
63	+ 0,8	1,9	+ 0,4	3,0	+ 0,6	4,7	+ 1,0
75	+ 0,9	2,2	+ 0,5	3,6	+ 0,8	5,6	+ 1,2
90	+ 1,1	2,7	+ 0,5	4,3	+ 0,9	6,7	+ 1,4
110	+ 1,4	3,2	+ 0,7	5,3	+ 1,1	8,2	+ 1,7
125	+ 1,5	3,7	+ 0,8	6,0	+ 1,2	9,3	+ 1,9
140	+ 1,7	4,1	+ 0,9	6,7	+ 1,4	10,4	+ 2,1
160	+ 2,0	4,7	+ 1,0	7,7	+ 1,6	11,9	+ 2,4
180	+ 2,2	5,3	+ 1,1	8,6	+ 1,8	13,4	+ 2,7
200	+ 2,4	5,9	+ 1,2	9,6	+ 2,0	14,9	+ 3,0
225	+ 2,7	6,6	+ 1,4	10,8	+ 2,2	16,7	+ 3,4
250	+ 3,0	7,3	+ 1,5	11,9	+ 2,4	18,6	+ 3,7
280	+ 3,4	8,2	+ 1,7	13,4	+ 2,7	20,8	+ 4,2
315	+ 3,8	9,2	+ 1,9	15,0	+ 3,0		
355	+ 4,3	10,4	+ 2,1	16,9	+ 3,4		
400	+ 4,8	11,7	+ 2,4	19,1	+ 3,9		
450	+ 5,4	13,2	+ 2,7	21,5	+ 4,3		
500	+ 6,0	14,6	+ 3,0	23,9	+ 4,8		
560	+ 6,8	16,4	+ 3,3	26,7	+ 5,4		
630	+ 7,6	18,4	+ 3,7	30,0	+ 6,0		

*) Gjelder største tillatte enkeltdiameter, d_e maks.

Tabell 16.

Byggelengde bør fortrinnsvis være 6 meter.

- Merking:
- Materiale, PVC.
 - Nominelt trykk, PN, som røret er dimensjonert for.
 - Utvendig diameter, d_e , ganger minste veggtykkelse, e .
 - Produsentens navn eller varemerke.
 - Tilvirkningsår og -måned i klartekst eller kode.

PVC-U, TRYKKRØR

NS-EN 1452					1. utgave oktober 1999	
Rørledning av plast for vannforsyning. Polyvinylklorid uten mykner (PVC-U)						
Nominell diameter DN	Nominell (minimum) veggtykkelse e (mm)					
	Basert på sikkerhetskoeffisient, C = 2,5.					
	S 16,7 eller SDR 34,4		S 10 eller SDR 21		S 6,3 eller SDR 13,6	
	PN 6		PN 10		PN 16	
	e	Toleranser	e	Toleranser - 0	e	Toleranser - 0
20					1,5	+ 0,4
25					1,9	+ 0,4
32			1,6	+ 0,4	2,4	+ 0,5
40			1,9	+ 0,4	3,0	+ 0,5
50	1,5	+ 0,4	2,4	+ 0,5	3,7	+ 0,6
63	1,9	+ 0,4	3,0	+ 0,5	4,7	+ 0,7
75	2,2	+ 0,5	3,6	+ 0,6	5,6	+ 0,8
90	2,7	+ 0,5	4,3	+ 0,7	6,7	+ 0,9
110	3,2	+ 0,6	5,3	+ 0,8	8,1	+ 1,1
125	3,7	+ 0,6	6,0	+ 0,8	9,2	+ 1,2
140	4,1	+ 0,7	6,7	+ 0,9	10,3	+ 1,3
160	4,7	+ 0,7	7,7	+ 1,0	11,8	+ 1,4
180	5,3	+ 0,8	8,6	+ 1,1	13,3	+ 1,6
200	5,9	+ 0,8	9,6	+ 1,2	14,7	+ 1,7
225	6,6	+ 0,9	10,8	+ 1,3	16,6	+ 1,9
250	7,3	0 1,0	11,9	+ 1,4	18,4	+ 2,1
280	8,2	+ 1,1	13,4	+ 1,6	20,6	+ 2,3
315	9,2	+ 1,2	15,0	+ 1,7	23,2	+ 2,6
355	10,4	+ 1,3	16,9	+ 1,9	26,1	+ 2,9
400	11,7	+ 1,4	19,1	+ 2,2	29,4	+ 3,2
450	13,2	+ 1,6	21,5	+ 2,4	33,1	+ 3,6
500	14,6	+ 1,7	23,9	+ 2,6	36,8	+ 3,9
560	16,4	+ 1,9	26,7	+ 2,9		
630	18,4	+ 2,1	30,0	+ 3,2		
710	20,7	+ 2,3				
800	23,3	+ 2,6				
900	26,3	+ 2,9				
1000	29,2	+ 3,2				

Tabell 17.

Preferert nominell byggelengde er 6 meter. Andre byggelengder etter avtale mellom produsent / leverandør og ledningseier, kjøper.

- Merking:
- Systemstandard NS-EN 1452.
 - Materiale, PVC-U.
 - Nominell utvendig diameter, DN, x veggtykkelse, e.
 - Nominelt trykk, PN ¹⁾
 - Produksjonstid, år i klar tekst eller kode.
 - Navn eller kode for produksjonssted dersom produsenten har flere produksjonssteder.
 - Nr. på ekstruderlinje.

¹⁾ Alternativt merking med rørserie, S, eller om ønskelig med PN/S.

PE - TRYKKRØR

NS 920 (2. utgave)								
1. utgave april 1960 ¹⁾ 2. utgave sept. 1966 3. utgave mars 1968								
Rør av polyetylen med lav spesifikk vekt (PEL-rør)								
Utvendig diameter (mm)			Veggtkjkkelse, s (mm)					
Basismål d *)	d min.	d maks.	PN 4		PN 6		PN 10	
			Min.	Maks.	Min.	Maks.	Min.	Maks.
6	6,0	6,3					1,6	2,0
8	8,0	8,4					1,6	2,0
10	10,0	10,4					1,6	2,0
12	12,0	12,4			1,6	2,0	1,8	2,2
16	16,0	16,5			1,6	2,0	2,3	2,8
20	20,0	20,5			1,9	2,3	2,9	3,4
25	25,0	25,6			2,3	2,8	3,6	4,2
32	32,0	32,7			3,0	3,5	4,6	5,3
40	40,0	40,8	2,5	3,0	3,7	4,3	5,8	6,6
50	50,0	51,0	3,2	3,8	4,6	5,3	7,2	8,2
63	63,0	64,2	4,0	4,6	5,8	6,6	9,0	10,1
75	75,0	76,4	4,7	5,4	6,9	7,8	10,8	12,1
90	90,0	91,6	5,7	6,5	8,2	9,3	12,9	14,4
110	110,0	111,9	6,9	7,8	10,0	11,2	15,8	17,6
125	125,0	127,1	7,9	8,9	11,4	12,8	17,9	19,9
140	140,0	142,3	8,8	9,9	12,8	14,3	20,0	22,2
160	160,0	162,6	10,0	11,2	14,6	16,3		
180	180,0	182,9	11,3	12,7	16,4	18,3		
200	200,0	203,2	12,5	14,0	18,2	20,3		

*) Størrelser med basismål d # 16 mm bør unngås.

Tabell 18.

Standarden stemmer i det vesentlige overens med hva man er kommet frem til i ISO / TC 5 / SC 6 (juli 1966).

Byggelengde: Rørene leveres opprullet på kveil eller trommel med diameter minst 25 ganger utvendig rørdiameter, eller som rette rør.

Merking:

- Rørmateriale.
- Basismål for utvendig, rørdiameter og minste veggtkjkkelse.
- Nominelt trykk (TN) som røret er dimensjonert for.
- Produsentens navn eller varemerke.

¹⁾ 1. utgave 1960 er beklageligvis ikke lenger tilgjengelig, selv ikke fra "Standard Norge".

PE - TRYKKRØR

NS 928					1. utgave sept. 1966			
Rør av polyetylen med høy spesifikk vekt (PEH-rør)								
Utvendig diameter (mm)			Veggtykkelse, s (mm)					
Basismål d *)	d min.	d maks.	PN 4 **)		PN 6		PN 10	
			Min.	Maks.	Min.	Maks.	Min.	Maks.
6	6,0	6,3					1,6	2,0
8	8,0	8,4					1,6	2,0
10	10,0	10,4					1,6	2,0
12	12,0	12,4					1,6	2,0
16	16,0	16,5					1,6	2,0
20	20,0	20,5			1,6	2,0	1,9	2,3
25	25,0	25,6			1,6	2,0	2,3	2,8
32	32,0	32,7			1,9	2,3	3,0	3,5
40	40,0	40,8	1,6	2,0	2,3	2,8	3,7	4,3
50	50,0	51,0	2,0	2,4	2,9	3,4	4,6	5,3
63	63,0	64,2	2,5	3,0	3,6	4,2	5,8	6,6
75	75,0	76,4	2,9	3,4	4,3	5,0	6,9	7,8
90	90,0	91,6	3,5	4,1	5,1	5,9	8,2	9,3
110	110,0	111,9	4,3	5,0	6,3	7,2	10,0	11,2
125	125,0	127,1	4,9	5,6	7,1	8,1	11,4	12,8
140	140,0	142,3	5,4	6,2	8,0	9,0	12,8	14,3
160	160,0	162,6	6,2	7,1	9,1	10,3	14,6	16,3
180	180,0	182,9	7,0	7,9	10,2	11,5	16,4	18,3
200	200,0	203,2	7,7	8,7	11,4	12,8	18,2	20,3

*) Størrelser med basismål d # 16 mm bør unngås.

**) PN 4 bør unngås.

Tabell 19.

Standarden stemmer i det vesentlige overens med hva man er kommet frem til i ISO / TC 5 / SC 6 (juli 1966).

Byggelengde: Rørene leveres opprullet på kveil eller trommel med diameter minst 25 ganger utvendig diameter, eller som rette rør.

Merking: For minst hver 5. meter skal røret være forsynt med varig merking som gir opplysninger om:

- Rørmateriale.
- Basismål for utvendig diameter x minste tillatte veggtykkelse.
- Nominelt trykk (PN) som røret er dimensjonert for.
- Produsentens navn eller varemerke.

PE - TRYKKRØR

NS 2945					1. utgave november 1972			
Rør av polyetylen med lav densitet (PEL-rør)								
Utvendig diameter (mm)			Veggtykkelse, s (mm)					
Basismål d	d min.	d maks.	PN 4		PN 6		PN 10	
			Min.	Maks.	Min.	Maks.	Min.	Maks.
6	6,0	6,3					1,6	2,0
8	8,0	8,4					1,6	2,0
10	10,0	10,4					1,6	2,0
12	12,0	12,4			1,6	2,0	1,8	2,2
16	16,0	16,5			1,6	2,0	2,3	2,8
20	20,0	20,5			1,9	2,3	2,9	3,4
25	25,0	25,6			2,3	2,8	3,6	4,2
32	32,0	32,7			3,0	3,5	4,6	5,3
40	40,0	40,8	2,5	3,0	3,7	4,3	5,8	6,6
50	50,0	51,0	3,2	3,8	4,6	5,3	7,2	8,2
63	63,0	64,2	4,0	4,6	5,8	6,6	9,0	10,1
75	75,0	76,4	4,7	5,4	6,9	7,8	10,8	12,1
90	90,0	91,6	5,7	6,5	8,2	9,3	12,9	14,4
110	110,0	111,9	6,9	7,8	10,0	11,2	15,8	17,6
125	125,0	127,1	7,9	8,9	11,4	12,8	17,9	19,9
140	140,0	142,3	8,8	9,9	12,8	14,3	20,0	22,2
160	160,0	162,6	10,0	11,2	14,6	16,3		
180	180,0	182,9	11,3	12,7	16,4	18,3		
200	200,0	203,2	12,5	14,0	18,2	20,3		

Størrelser: Trykkklasse PN 4 og størrelser i trykklassene PN 6 og PN 10 med basismål d # 16 mm bør unngås.

Tabell 20.

Byggelengder: Rørene leveres opprullet på kveil eller trommel med diameter som bør være minst 20 ganger utvendig rørdiameter, eller som rette rør.

Merking: For minst hver 5. meter skal røret være forsynt med tydelig og varig merking som i rekkefølge gir opplysninger om:

- Materiale, PEL.
- Basismål for utvendig diameter x minste tillatte veggtykkelse.
- Nominelt trykk (PN) som røret er dimensjonert for.
- Produsentens navn eller varemerke.

PE - TRYKKRØR

NS 2946					1. utgave november 1972			
Rør av polyetylen med høy densitet (PEH-rør)								
Utvendig diameter, d (mm)			Veggtykkelse, s (mm)					
Basismål d	d min.	d maks.	PN 4		PN 6		PN 10	
			Min.	Maks.	Min.	Maks.	Min.	Maks.
6	6,0	6,3					1,6	2,0
8	8,0	8,4					1,6	2,0
10	10,0	10,4					1,6	2,0
12	12,0	12,4					1,6	2,0
16	16,0	16,5					1,6	2,0
20	20,0	20,5			1,6	2,0	1,9	2,3
25	25,0	25,6			1,6	2,0	2,3	2,8
32	32,0	32,7			1,9	2,3	3,0	3,5
40	40,0	40,8	1,6	2,0	2,3	2,8	3,7	4,3
50	50,0	51,0	2,0	2,4	2,9	3,4	4,6	5,3
63	63,0	64,2	2,5	3,0	3,6	4,2	5,8	6,6
75	75,0	76,4	2,9	3,4	4,3	5,0	6,9	7,8
90	90,0	91,6	3,5	4,1	5,1	5,9	8,2	9,3
110	110,0	111,9	4,3	5,0	6,3	7,2	10,0	11,2
125	125,0	127,1	4,9	5,6	7,1	8,1	11,4	12,8
140	140,0	142,3	5,4	6,2	8,0	9,0	12,8	14,3
160	160,0	162,6	6,2	7,1	9,1	10,3	14,6	16,3
180	180,0	182,9	7,0	7,9	10,2	11,5	16,4	18,3
200	200,0	203,2	7,7	8,7	11,4	12,8	18,2	20,3

Størrelser: Trykkklasse PN 4 og størrelser i trykklassene PN 6 og PN 10 med basismål d # 16 mm bør unngås.

Tabell 21.

Byggelengder: Rørene leveres opprullet på kveil eller trommel med diameter som bør være minst 25 ganger utvendig rørdiameter, eller som rette rør.

Merking: For minst hver 5. meter skal røret være forsynt med tydelig og varig merking som i rekkefølge gir opplysninger om:

- Materiale, PEH.
- Basismål for utvendig diameter ganger minste tillatte veggtykkelse.
- Nominelt trykk (PN) som røret er dimensjonert for.
- Produsentens navn eller varemerke.

PE - TRYKKRØR

NS 3622										
1. utgave mars 1986										
Plastrør. Trykkrør av polyetylen (PE).										
Tabell 1. Mål på PE 50-trykkrør										
Utvendig diameter, d (mm)			Veggtykkelse, s (mm)							
de	de min.	de maks.	PN 4		PN 6		PN 6,3		PN 10	
			Min.	Maks.	Min.	Maks.	Min.	Maks.	Min.	Maks.
10	10	10,3								
12	12	12,3								
16	16	16,3							2,0	2,4
20	20	20,3							2,0	2,4
25	25	25,3			2,0	2,4	2,0	2,4	2,3	2,8
32	32	32,3			2,0	2,4	2,0	2,4	2,9	3,5
40	40	40,4	2,0	2,4	2,3	2,8	2,4	2,9	3,7	4,5
50	50	50,5	2,0	2,4	2,9	3,5	3,0	3,6	4,6	5,6
63	63	63,6	2,4	2,9	3,6	4,4	3,8	4,6	5,8	7,0
75	75	75,7	2,9	3,5	4,3	5,2	4,5	5,4	6,8	8,2
90	90	90,9	3,5	4,2	5,1	6,2	5,4	6,5	8,2	9,9
110	110	111,0	4,2	5,1	6,3	7,6	6,6	7,9	10,0	12,0
125	125	126,2	4,8	5,8	7,1	8,6	7,4	8,9	11,4	13,7
140	140	141,3	5,4	6,5	8,0	9,6	8,3	10,0	12,7	15,3
160	160	161,5	6,2	7,5	9,1	11,0	9,5	11,4	14,6	17,6
180	180	181,7	6,9	8,3	10,2	12,3	10,7	12,9	16,4	19,7
200	200	201,8	7,7	9,3	11,4	13,7	11,9	14,3	18,2	21,9
225	225	227,1	8,6	10,4	12,8	15,4	13,4	16,1	20,5	24,6
250	250	252,3	9,6	11,6	14,2	17,1	14,8	17,8	22,7	27,3
280	280	282,6	10,7	12,9	15,9	19,1	16,6	20,0	25,4	30,5
315	315	317,9	12,1	14,6	17,9	21,5	18,7	22,5	28,6	34,4
355	355	358,2	13,6	16,4	20,1	24,2	21,1	25,4	32,3	38,8
400	400	403,6	15,3	18,4	22,7	27,3	23,7	28,5	36,4	43,7
450	450	454,1	17,2	20,7	25,5	30,1	26,7	32,1	41,0	49,2
500	500	504,5	19,1	23,0	28,3	34,0	29,6	35,6	45,5	54,6
560	560	565,1	21,4	25,7	31,7	38,1	33,2	39,9	51,0	61,2
630	630	635,7	24,1	29,0	35,7	42,9	37,4	44,9	57,3	68,8
710	710	716,4	27,2	32,7	40,2	48,3	42,1	50,6		
800	800	807,2	30,6	36,8	45,3	54,4	47,4	56,9		
900	900	908,1	34,7	41,7	51,0	61,2	53,4	64,1		
1000	1000	1009,0	38,5	46,2	56,5	68,0	59,3	71,2		
1200	1200	1210,8	46,2	55,5						
1400	1400	1412,6	53,8	64,6						

Tabell 22.

For PE 32 (PEL) trykkrør og krav til merking, se tabell 23.

PE - TRYKKRØR

NS 3622								
1. utgave mars 1986								
Plastrør. Trykkrør av polyetylen (PE).								
Tabell 2. Mål på PE 32-trykkrør (PEL)								
Utvendig diameter			Veggtykkelse, s (mm)					
de (mm)	de min. (mm)	de maks. (mm)	PN 4		PN 6		PN 10	
			Min.	Maks.	Min.	Maks.	Min.	Maks.
10	10	10,3					2,0	2,4
12	12	12,3					2,0	2,4
16	16	16,3			2,0	2,4	2,2	2,7
20	20	20,3			2,0	2,4	2,8	3,4
25	25	25,3	2,0	2,4	2,3	2,8	3,5	4,2
32	32	32,3	2,0	2,4	2,9	3,5	4,4	5,3
40	40	40,4	2,4	2,9	3,7	4,5	5,5	6,6
50	50	50,5	3,0	3,6	4,6	5,6	6,9	8,3
63	63	63,6	3,8	4,6	5,8	7,0	8,6	10,4
75	75	75,7	4,5	5,4	6,8	8,2	10,3	12,4
90	90	90,9	5,4	6,5	8,2	9,9	12,3	14,8
110	110	111,0	6,6	8,0	10,0	12,0	15,1	18,2
125	125	126,2	7,4	8,9	11,4	13,7	17,1	20,6
140	140	141,3	8,3	10,0	12,7	15,3	19,2	23,1
160	160	161,5	9,5	11,4	14,6	17,6	21,9	26,3
180	180	181,7	10,7	12,9	16,4	19,7	24,6	29,6
200	200	201,8	11,9	14,3	18,2	21,9	27,3	32,8

Tabell 23.

Byggelengder: Standarden inneholder verken krav til byggelengder eller krav til minste opprullingsdiameter for rør som leveres på kveil eller på trommel.

Merking: Hvert rør skal ha tydelig og varig merking med høyst en meters mellomrom.

Merkingen skal være på selve røret og minst gi følgende opplysninger:

- Materiale (PE 50 eller PE 32).
- Nominelt trykk (PN) som røret er dimensjonert for.
- Utvendig diameter ganger minste veggtykkelse.
- Produsentnavn eller varemerke.
- Tilvirkningsår og måned i klartekst eller kode.

PE - TRYKKRØR

NS-EN 12201									1. utgave 2003	
Rørledning av plast for vannforsyning. Polyetylen (PE).										
	Rørserier									
	SDR 6 S 2,5		SDR 7,4 S 3,2		SDR 9 S 4		SDR 11 S 5		SDR 13,6 S 6,3	
	Nominelt trykk (PN) i bar									
Sikkerhets- faktor, e	1,25	1,60	1,25	1,60	1,25	1,60	1,25	1,60	1,25	1,60
PE 80	25	20	20	16	16	12,5	12,5	10	10	8
PE 100		25	25	20	20	16	16	12,5	12,5	10
DN	Veggtykkelse (mm)									
	e min	e maks	e min	e maks	e min	e maks	e min	e maks	e min	e maks
16	3,0	3,4	2,3	2,7	2,0	2,3				
20	3,4	3,9	3,0	3,4	2,3	2,7	2,0	2,3		
25	4,2	4,8	3,5	4,0	3,0	3,4	2,3	2,7	2,0	2,3
32	5,4	6,1	4,4	5,0	3,6	4,1	3,0	3,4	2,4	2,8
40	6,7	7,5	5,5	6,2	4,5	5,1	3,7	4,2	3,0	3,5
50	8,3	9,3	6,9	7,7	5,6	6,3	4,6	5,2	3,7	4,2
63	10,5	11,7	8,6	9,6	7,1	8,0	5,8	6,5	4,7	5,3
75	12,5	13,9	10,3	11,5	8,4	9,4	6,8	7,6	5,6	6,3
90	15,0	16,7	12,3	13,7	10,1	11,3	8,2	9,2	6,7	7,5
110	18,3	20,3	15,1	16,8	12,3	13,7	10,0	11,1	8,1	9,1
125	20,8	23,0	17,1	19,0	14,0	15,6	11,4	12,7	9,2	10,3
140	23,3	25,8	19,2	21,3	15,7	17,4	12,7	14,1	10,3	11,5
160	26,6	29,4	21,9	24,2	17,9	19,8	14,6	16,2	11,8	13,1
180	29,9	33,0	24,6	27,2	20,1	22,3	16,4	18,2	13,3	14,8
200	33,2	36,7	27,4	30,3	22,4	24,8	18,2	20,2	14,7	16,3
225	37,4	41,3	30,8	34,0	25,2	27,9	20,5	22,7	16,6	18,4
250	41,5	45,8	34,2	37,8	27,9	30,8	22,7	25,1	18,4	20,4
280	46,5	51,3	38,3	42,3	31,3	34,6	25,4	28,1	20,6	22,8
315	52,3	57,7	43,1	47,6	35,2	38,9	28,6	31,6	23,2	25,7
355	59,0	65,0	48,5	53,5	39,7	43,8	32,2	35,6	26,1	28,9
400			54,7	60,3	44,7	49,3	36,3	40,1	29,4	32,5
450			61,5	67,8	50,3	55,5	40,9	45,1	33,1	36,6
500					55,8	61,5	45,4	50,1	36,8	40,6
560							50,8	56,0	41,2	45,5
630							57,2	63,1	46,3	51,5
710									52,2	57,6
800									58,8	64,8
900										
1000										
1200										

Tabell 24.

(Fortsetter, se tabell 25 og side 40, "Merking")

Sikkerhetsfaktor: Ved bruk av sikkerhetsfaktor $C=1,25$ er det kun tatt hensyn til rørmaterialets sikkerhetsfaktor $C_M(\min) = 1,25$, og derfor ikke noen sikkerhetsfaktor for bygging og drift.

PE - TRYKKRØR

NS-EN 12201										1. utgave 2003
Rørledning av plast for vannforsyning. Polyetylen (PE).										
	Rørserier									
	SDR 17 S 8		SDR 21 S 10		SDR 26 S 12,5		SDR 33 S 16		SDR 41 S 25	
	Nominelt trykk (PN) i bar									
Sikkerhets- faktor, e	1,25	1,60	1,25	1,60	1,25	1,60	1,25	1,60	1,25	1,60
PE 80	8	6,3	6	5	5	4	4	3,2	3,2	2,5
PE 100	10	8	8	6,3	6	5	6	4	4	3,2
DN	Veggtykkelse (mm)									
	e min	e maks	e min	e maks	e min	e maks	e min	e maks	e min	e maks
16										
20										
25										
32	2,0	2,3								
40	2,4	2,8	2,0	2,3						
50	3,0	3,4	2,4	2,8	2,0	2,3				
63	3,8	4,3	3,0	3,4	2,5	2,9				
75	4,5	5,1	3,6	4,1	2,9	3,3				
90	5,4	6,1	4,3	4,9	3,5	4,0				
110	6,6	7,4	5,3	6,0	4,2	4,8				
125	7,4	8,3	6,0	6,7	4,8	5,4				
140	8,3	9,3	6,7	7,5	5,4	6,1				
160	9,5	10,6	7,7	8,6	6,2	7,0				
180	10,7	11,9	8,6	9,6	6,9	7,7				
200	11,9	13,2	9,6	10,7	7,7	8,6				
225	13,4	14,9	10,8	12,0	8,6	9,6				
250	14,8	16,4	11,9	13,2	9,6	10,7				
280	16,6	18,4	13,4	14,9	10,7	11,9				
315	18,7	20,7	15,0	16,6	12,1	13,5	9,7	10,8	7,7	6,6
355	21,1	23,4	16,9	18,7	13,6	15,1	10,9	12,1	8,7	9,7
400	23,7	26,7	19,1	21,2	15,3	17,0	12,3	13,7	9,8	10,9
450	26,7	29,5	21,5	23,6	17,2	19,1	13,8	15,3	11,0	12,2
500	29,7	32,8	23,9	26,4	19,1	21,2	15,3	17,0	12,3	13,7
560	33,2	36,7	26,7	29,5	21,4	23,7	17,2	19,1	13,7	15,2
630	37,4	41,3	30,0	33,1	24,1	26,7	19,3	21,4	15,4	17,1
710	42,1	46,5	33,9	37,4	27,2	30,1	21,8	24,1	17,4	19,3
800	47,5	52,3	38,1	42,1	30,6	33,8	24,5	27,1	19,6	21,7
900	53,3	58,8	42,9	47,3	34,4	38,3	27,6	30,5	22,0	24,3
1000	59,3	65,4	47,7	52,6	38,2	42,2	30,6	33,5	24,5	27,1
1200			57,2	63,1	45,9	50,6	36,7	40,5	29,4	32,5
1400					53,5	59,0	42,9	47,3	34,3	37,9
1600					61,2	67,5	49,0	54,0	39,2	43,3

Tabell 25.

Byggelengder: Det er ikke satt noen krav til byggelengder verken for kveilede eller rette rør, da det er ansett som nødvendig at dette avtales mellom kjøper og produsent.

”Sikkerhetsfaktor”, se under tabell 24. ”Merking”, se side 40.

PE - TRYKKRØR

NS-EN 12201	1. utgave 2003
Rørledning av plast for vannforsyning. Polyetylen (PE).	
"MERKING"	

Merking: Alle rør skal som minimum merkes en gang pr. meter tydelig og varig med:

- Standardens nummer, NS-EN 12201.
- Produsentens identifikasjon, navn eller symbol.
- Nominell diameter, DN x minste veggtykkelse, e min.
- SDR serie.
- Materiale og material-klassifikasjonsnr, PE 80 eller PE 100.
- Sikkerhetsfaktor ($C = 1,25$ eller $C = 1,6$).
- Nominelt trykk, PN.
- Produksjonsperiode, år og måned eller kode.
- Produksjonssted dersom produsenten produserer på flere steder.

"PREMO", FORSPENTE BETONGRØR

PREMO-røret ble produsert i overensstemmelse med norsk patent nr. 70209. Det var norsk konstruert og ble produsert av A/S Dalen Portland Cementfabrik, senere PREMORØR-FABRIKKEN A/S, NORCEM avd. Dalen. PREMO-rør ble produsert på lisens i flere land. PREMO-røret var bygd opp av et sentrifugalstøpt kjernerør med muffe og profilert spissende, forspent ved hjelp av en endeløs stålwire (f.eks. 3 x 1,3 mm) i lengderetningen. Tykkelse på wire og forspenningens størrelse var avhengig av rørdiameter og belastning. Kjernerøret ble støpt i en todelt ytre stålfarm under vibrering og sentrifugering, og med en sentrifugal kraft på 2 til 3 G. Denne ble så i 12 til 15 min. økt til 60 G. Muffen ble så skåret ut og kjernerøret plassert i et herdekammer i ca. 8 timer, under maks. fuktighet og ca. 40°C. Røret ble så avformet og ytterligere herdet i 24 timer. Utvendig overflate ble så sandblåst. Et stål innerrør ble så montert inn i kjernerøret, for å fungere som en rotasjonsaksling under den videre prosessen, og mellomrommet mellom disse to rørene ble så tett i enden.

Kjernerøret med innerrøret ble deretter montert inn i en vev-armeringsmaskin, en viklemaskin, hvor kaldtrukket ståltråd, 2,5 - 4,0 med mer, ble påviklet med stigning (tetthet) og forspenningskraft avhengig av belastningene det ferdige røret skulle utsettes for. Mellomrommet mellom kjernerøret og innerrøret ble så fylt med vann og trykksatt. Dette virket også som en trykkprøving av kjernerøret. Etter 2 timer ble så det ytre betonglaget "skutt" på kjernerøret mens dette roterte. Det var montert en langsgående "kniv" som sørget for riktig veggtykkelse og at resultatet ble et overflatemessig jevnt og sylindrisk rør. Det ferdige røret ble så først tørrherdet i 4 timer før det ble herdet i et herdekammer i 36 timer. Det innvendige vanntrykket ble avlastet, vannet tappet ut, og innerrøret i stål, rotasjonsakslingen, ble fjernet.

Materialkvaliteter:

Betongen ble fremstilt av "Slemmestad RAPID sement", 600 - 700 kg/m³, og med en vannsementfaktor på ca. 0,3.

- Trykkfasthet: C 80 til C 100.
- Tetthet: Permeabilitetskoeffisient 10^{-10} - 10^{-12} cm/sek.
- Spennstål: Strekkfasthet 18000 - 21000 kg/cm² (180 kN/cm² - 210 kN/cm²).
- Tetningsringer. Formstøpte gummi- O-ringer. Gummikvaliteten tilfredsstilte kravene gitt i SIS 367611.

Produksjonsprogram:

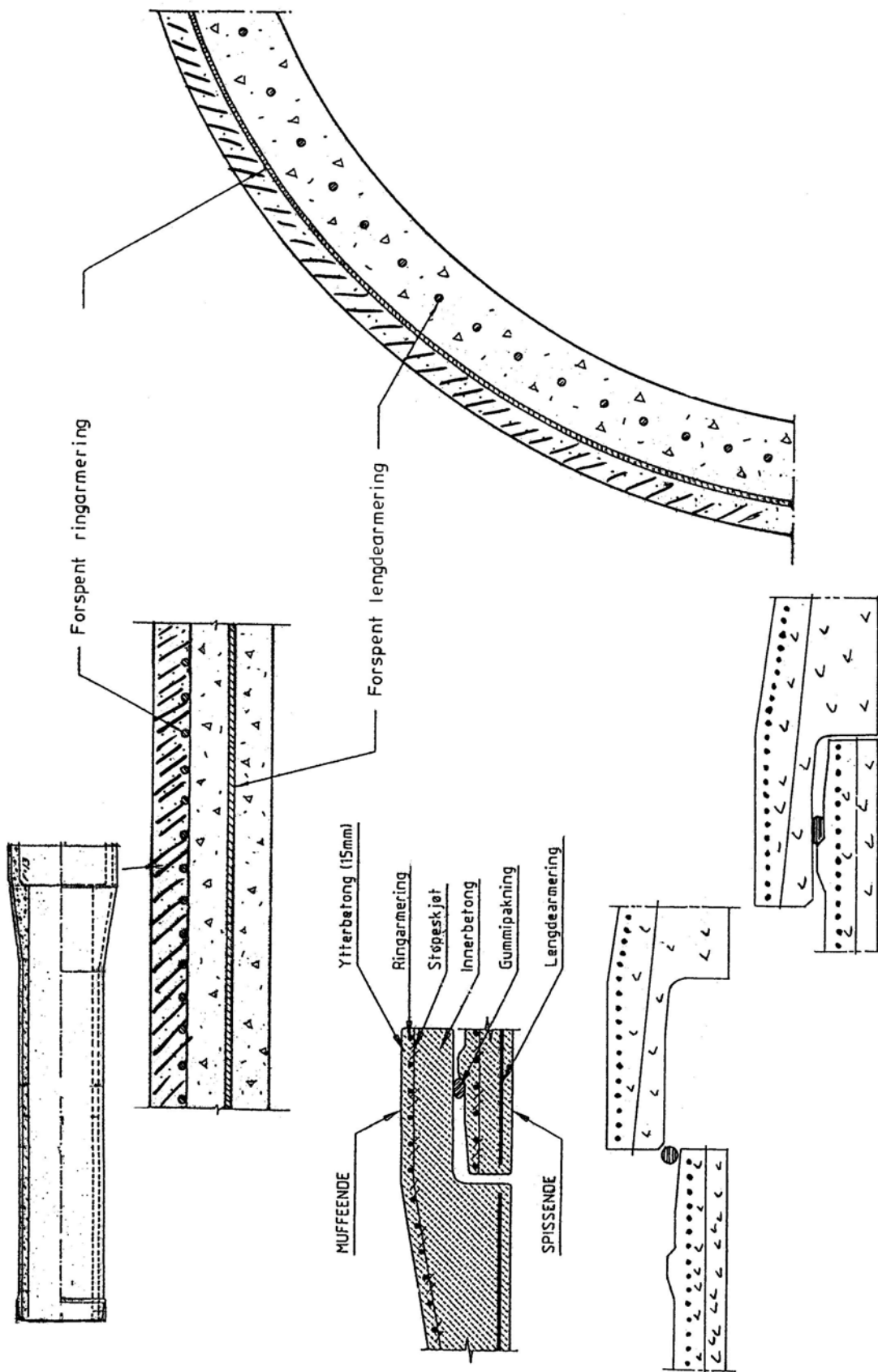
Innv. diam. (mm)	Bygge- lengde (mm)	Muffe- dybde (mm)	Veggtykkelse (mm)		Utvendig diam. mufte (mm)	Masse Vekt (kg)	Maks. avvinkling i mufte
			Kjernerør	Ytterbetong			
600	5000	145	30	15	818	1250	2,5°
700	5000	145	35	15	936	1600	2,5°
800	5000	175	40	15	1058	2050	2,5°
900	5000	175	45	15	1178	2500	2,5°
1000	5000	175	50	15	1304	3050	2,5°

Tabell 26.

Tetningsring: Ø 20 mm.

Tetningsringene ble komprimert 35 - 50 % i muffeskjøtene. Dette ved standard toleranser innvendig i mufte og utvendig på rørets spissende på henholdsvis ± 1 mm og ± 2 mm.

PREMORØR prinsippskisse.



Utgitte NORVAR-rapporter

1. Aktuelle metoder for myk start/stopp av store motorer.
2. Betongnedbrytning i kloakkbassenger.
3. Register over industribedrifter tilknyttet offentlig avløpsnett. Forprosjekt for PC-basert registrerings-/ og rapporteringssystem.
4. Bruk av PC i avløpsanlegg. Eksempel på system for registrering og bearbeidelse av driftsdata.
5. Arbeidsmiljø i kloakkanlegg. Arbeid utført ved HIAS 1982-87.
6. Utgå.
7. Datasentral og EDB på avløpsanlegg. Forprosjekt.
8. EDB i VA-sektoren. Samordnet innsats.
9. NORVARs årsberetning 1988.
10. NORVARs årsberetning 1989.
11. Forfellingens innflydelse på veksten i et biofilmanlegg. Forsøk i laboratorieskala ved VEAS.
12. NORVARs årsberetning 1990.
13. Prosess-styresystemer for VAR-anlegg. Forslag til kravspesifikasjoner.
- 13a. Prosess-styresystemer for VAR- anlegg. Funksjonsblokker for vannbehandlingsanlegg.
- 13b. Prosess-styresystemer for VAR- anlegg. Forslag til funksjonsbeskrivelser for avløpsrenseanlegg.
14. Drift av anlegg i VAR-sektoren. Behov for kompetanse og opplæring. anbefaling fra anleggseierne.
15. Driftsovervåking av aktivert karbonfilter.
16. EDB i VAR-teknikken. FDV - krav-spesifikasjoner.
17. EDB i VAR-teknikken. Driftsdataregninger.
18. EDB i VAR-teknikken. Sensorer og måleutstyr. Forprosjekt.
19. EDB i VAR-teknikken. Økonomistyring. Kravspesifikasjoner. Eksempler.
20. Slambehandling og -disponering ved større kloakkrenseanlegg. Sluttrapport.
- 20a. Slambehandling og -disponering ved større kloakkrenseanlegg. Aerob og anaerob behandling.
- 20b. Slambehandling og -disponering ved større kloakkrenseanlegg. Kalking. Kompostering.
- 20c. Slambehandling og -disponering ved større kloakkrenseanlegg. Slamavvanning.
- 20d. Slambehandling og -disponering ved større kloakkrenseanlegg. Termisk behandling av kloakkslam.
21. NORVAR's årsberetning 1991.
22. EDB i VAR-teknikken. Fase 1 - kravspesifikasjoner m.m. Statusbeskrivelse og forslag til videre arbeid.
- 23a. Internkontroll for VA-anlegg. Mal for internkontrollhåndbok for VA-anlegg.
- 23b. Internkontroll for VA-anlegg. Internkontrollhåndbok for avløpsanlegg. Eks. fra Fredrikstad og omegn avløpsanlegg.
- 23c. Internkontroll for VA-anlegg. Internkontrollhåndbok for vannverk. Eksempel fra Vansjø vannverk.
- 23d. Aktivitetsstyrende håndbok for VA-anlegg. Informasjon, avvik og tiltak, verne- og sikkerhetsarbeid, opplæring.
- 23e. Aktivitetsstyrende håndbok for VA-anlegg. HMS ved vannbehandlings-anlegg.
- 23f. Aktivitetsstyrende håndbok for VA-anlegg. HMS ved avløpsrenseanlegg.
- 23g. Internkontroll for VA-anlegg. Eksempel på driftsinstruks Oltedalen kloakkrenseanlegg.
- 23h. Internkontroll for VA-anlegg. Eksempel på driftsinstruks Smøla vannverk.
- 23i. Internkontroll for VA-anlegg. Internkontroll for VA-transportsystemet. Eks. fra Nedre Eiker kommune.
24. NRV-prosjekt. Korrosjonskontroll ved vannbehandling med mikronisert marmor.
25. Mal for prosessoppfølging av anlegg for stabilisering og hygienisering av slam.
26. Installering av gassmotor for strømproduksjon ved renseanlegg.
27. Mottak og behandling av avvannet råslam ved renseanlegg som hygieniserer og stabiliserer slam i væskeform.
28. Slam på grøntarealer. Erfaringer fra et demonstrasjonsprosjekt.
29. Regnvannsoverløp.
30. Utvikling og uttesting av datasystem for informasjonsflyt i VA-sektoren.
31. PRO-VA, Brukerklubb for prosessstyresystemer, drift- og fjernkontroll for VA-anlegg. Oversikt pr.1993. Leverandører, produkter, konsulenter.
32. Bruk av statistiske metoder (kjemometri) for å finne sammenhenger i analyseresultater for avløpsvann.
33. Evaluering av enkle rensemetoder. Slamavskillere.
34. Evaluering av enkle rensemetoder. Siler/finnister.
35. Kravspesifikasjon og kontrollprogram for VA-kjemikalier.
36. Filter som hygienisk barriere.
37. EU/EØS, konsekvenser for Norges vannforsyning.
38. NORVAR-prosjekter 1992/93.
39. Implementering av EDB-basert vedlikeholdssystem. Erfaringer fra referanseprosjekt knyttet til pilot-prosjekt ved Bekkelaget renseanlegg.
40. Driftsassistanser for avløp. Utredning om rolle og funksjon fremover.
41. Metri-tel. Kommunikationsmedium for VA-installasjoner. Erfaringer fra prøveprosjekt i Sandefjord kommune.
42. Industriavløp til kommunalt nett. Evaluering av utførte industrikartleggingsprosjekt.
43. Korrosjonskontroll ved Hamar vannverk.
44. Slam på grøntarealer. Erfaringer fra et demonstrasjonsprosjekt. Vekstsesongen 1994.
45. Forsøk med forfelling og felling i 2 trinn med polyaluminium-klorid høsten 1993. Kartlegging av slam-/slamvannsstrømmer med og uten forfelling 1993-94.
46. Renovering av avløpsledninger. Retningslinjer for dokumentasjon og kvalitetskontroll.
47. Strategidokument for industrikontroll.
48. NORVAR og miljøteknologi. Forprosjekt.
49. Grunnundersøkelser for infiltrasjon - små avløpsanlegg. Forundersøkelse, områdebefaring og detaljundersøkelse ved planlegging og separate avløpsanlegg.
50. Rørinspeksjon i avløpsledninger. Rapporteringshåndbok.
51. Slambehandling.
52. Bruk av slam i jordbruket.
53. Bruk av slam på grøntarealer.
54. Rørinspeksjon av avløpsledninger. Veileder.
55. Vannbehandling og innvendig korrosjonskontroll i vannledninger.
56. Vannforsyning til næringsmiddelindustrien. Krav til kvalitet. Vannverkenes erstatningsansvar ved svikt i vannleveransen.
57. Trykkreduksjon. Håndbok og veileder.
58. Karbonatisering på alkaliske filter.
59. Veileder ved utarbeidelse av prosessgarantier.
60. Avløp fra bilvaskeanlegg til kommunalt renseanlegg.
61. Veileder i planlegging av fornyelse av vannledningsnett.
62. Veileder i planlegging av spyling og pluggkjøring av vannledningsnett.
63. Mal for godkjenning av vannverk.
64. Driftserfaringer fra anlegg for stabilisering og hygienisering av slam i Norge.
65. Forslag til veileder for fettavskillere til kommunalt avløpsnett.
66. EØS-regelverket brukt på anskaffelser i VA-sektoren.
67. Filter som hygienisk barriere - fase 3.
68. Korrosjonskontroll ved Stange vannverk.

69. Evaluering av enkle rensemetoder, fase 2. Siler/fin-rister.
70. Evaluering av enkle rensemetoder, fase 2. Store slam-avskillere samt underlag for veileder.
71. Evaluering av enkle rensemetoder, fase 3. Veileder for valg av rensemetode ved utslipp til gode sjøresipien-ter.
72. Utviklingstrekk og utfordringer innen VA-teknikken. Sammenstilling av resultatet fra arbeidet i NORVARs gruppe for langtidsplanlegging i VA-sektoren.
73. Etablering av NORVARs VA-infotorg. Bruk av internett som kommunikasjonsverktøy.
74. Informasjon fra NORVARs faggruppe for EDB og IT. Spesialrapport - 5. utgave. Beskrivelse av 34 EDB-programmer/Moduler for bruk i VA-teknikken.
75. NORVARs faggruppe for EDB og IT. IT-strategi i VA-sektoren.
76. Dataflyt-klassifisering av avløpsledninger.
77. Alternative områder for bruk av slam utenom jord-bruket. Forprosjekt.
78. Alternative behandlingsmetoder for fettslam fra fett-avskillere.
79. Informasjonssystem for drikkevann. Forprosjekt.
80. Sjekkklister/veiledninger for prosjektering og utførelse av VA-hoved- og stikkledninger - sanitærinstallasjoner.
81. Veileder. Kontrahering av VA-tekniske prosessanlegg i totalentreprise.
82. Veileder for prøvetaking av avløpsvann.
83. Rørinspeksjon med videokamera. Veiledning/rapporte-ring.
84. Forfall og fornyelse av ledningsnett.
85. Effektiv partikkelseparasjon innen avløpsteknikken.
86. Behandling og disponering av vannverksslam. Forprosjekt.
87. Kalsiumkarbonatfiltre for korrosjonskontroll. Utprøving av forskjellige marmormasser.
88. Vannglass som korrosjonsinhibitor. Resultater fra pilot-forsøk i Orkdal kommune.
89. VA-ledningsanlegg etter revidert plan- og bygningslov.
90. Actiflo-prosjektet ved Flesland ra.
91. Vurdering av «slamfabrikk» for Østfold.
92. Informasjon om VA-sektoren - forprosjekt.
93. Videreutvikling av NORVAR. Resultatet av strategisk prosess 1997/98.
94. Nettverksamarbeid mellom NORVAR, driftsassistanter og kommuner.
95. Veileder for valg av riktige sensorer og måleutstyr i VA-teknikken.
96. Rist- og silgods - karakterisering, behandlings- og disponeringsløsninger.
97. Slamforbrenning (VA-forsk 1999-11). (Samarbeidsprosjekt med VAV).
98. Kvalitetssystemer for VA-ledninger. Mal for prosessen for å komme fram til kvalitetssystem som tilfredsstill-kravene i revidert plan- og bygningslov.
99. Veiledning i dokumentasjon av utslipp.
100. Sammenhengen mellom kvalitet, service og pris på kommunale vann- og avløpstjenester.
101. Status og strategi for VA-opplæringen.
102. Oppsummering av resultater og erfaringer fra forsøk og drift av nitrogenfjerning ved norske avløpsrense-anlegg.
103. Returstrømmer i renseanlegg. Karakterisering og håndtering.
104. Nordisk konferanse om nitrogenfjerning og biologisk fosforfjerning 1999.
105. Sjekkliste plan- og byggeprosess for silanlegg.
106. Effektiv bruk av driftsinformasjon på renseanlegg/ mal for rapportering.
107. Utslipp fra mindre avløpsanlegg. Teknisk veiledning. Foreløpig utgave.
108. Data for dokumentasjon av VA-sektorens infrastruktur og resultater.
109. Resultatindikatorer som styringsverktøy for VA-ledelsen.
110. Veileder i konkurranseutsetting. Avtaler for drift og vedlikehold av VA-anlegg.
111. Eksempel på driftsinstruks for silanlegg. Cap Clara i Molde kommune.
112. Erfaringer med nye renseløsninger for mindre utslipp.
113. Nødvendig kompetanse for drift av avløpsrenseanlegg. Læreplan for driftsoperatør avløp.
114. Nødvendig kompetanse for drift av vannbehandlings-anlegg. Læreplan for driftsoperatør vann.
115. Pumping av avløpsslam. Pumpetyper, erfaringer og tips.
116. Scenarier for VA-sektoren år 2010.
117. VA-jus. Etablering og drift av vann- og avløpsverk sett fra juridisk synsvinkel.
118. Veiledning for kontrahering av rådgivnings- og prosjekteringstjenester innen VAR-teknikk.
119. Omstruktureringer i VA-sektoren i Norge. En kart-legging og sammenstilling.
120. Strategi for norske vann- og avløpsverk. Rapport fra strategiprosess 2000/2001.
121. Kjøkkenavfallsvernere for håndtering av matavfall. Erfaringer og vurderinger.
122. Prosessen ved utarbeiding av miljømål for vannfore-komster. Erfaringer og anbefalinger fra noen kommu-ner.
123. Utslipp fra mindre avløpsanlegg. Veiledning for utarbeidelse av lokale forskrifter.
124. Nødvendig kompetanse for legging av VA-ledninger. Læreplan for ADK 1.
125. Mal for forenklet VA-norm.
126. Organisering og effektivisering av VA-sektoren. En mulighetsstudie.
127. Vassdragsforbund for Mjøsa og tilløpselvene - en samarbeidsmodell.
128. Bruk av resultatindikatorer og benchmarking i effektivitetsmåling av kommunale VA-virksomheter. Erfaringer og anbefalinger fra et prøveprosjekt.
129. Rørinspeksjon med videokamera. Veiledning/rapporte-ring. Hovedvannledninger.
130. Gjenanskaffelseskostnadene for norske VA-anlegg.
131. Effektivisering av avløpssektoren.
132. Forslag til nytt system for prosjektvirksomheten i NORVAR.
133. IT-strategi for VA-sektoren. Veiledning.
134. VA-JUS. Etablering og drift av vann- og avløpsverk sett fra juridisk synsvinkel. 4. utgave - juni 2003.
135. Vannledningsrør i Norge. Historisk utvikling. 26 dimen-sjonstabeller.