

Lærebok

19. november 2014

Table Of Contents

Table Of Contents	1
1 Innledning	3
Innledning	3
Målgrupper	3
Innhold og presentasjon	3
Disclaimer	3
Norsk utgave, versjon 01.09.11	3
2 Generelt	5
De enkelte plastmaterialene	5
Termoplastene PVC, PP og PE	5
Produksjon av rør og deler	8
Rørekstrudering av PVC, PE og PP	8
Produksjon av rør og rørdeler, GRP	9
Materialdata	10
Begreper	11
3 Trykkørssystemer	12
Plastrørens andeler	12
Drikkevannsforsyning	12
PVC trykkør for vannforsyning og trykkavløp	13
Produktutvalg:	13
Trykklasser	14
Betegnelser:	14
Egenskaper for PVC trykkør	14
PE Trykkør for vannforsyning og trykkavløp	16
Produktutvalg:	16
Mekanisk skjøl	17
Betegnelser:	18
GRP- Trykkør til vannforsyning og trykkavløp	19
Skjøting av GRP-rør	19
Korrosjonsbestandighet	20
Beskrivelse av PVC, PE og GRP i rør	20
Anbefalte krav i forbindelse med beskrivelse av PVC og PE trykkør.	20
Vannføring i PVC-, PE- og GRP-trykkør	21
Ruhetsfaktor	22
Dimensjonering	22
Levetid	24
Levetid på plastrør for drikkevannsdistribusjon	24
Hva er forventet levetid på GRP-trykkør?	26
Drikkevannskvalitet	28
Diffusjon	28
4 Grunnavløp	30
Plastrørens andel av rør til spillvann	30
Bortledning av spillvann i trykkløse rør	30
Selvfallsledninger i PVC og PP	31
Produktutvalg rørdeler	31
Deformasjonsegenskaper	32
Beskrivelse av spillvannsrør	33
Anbefalte krav i forbindelse med beskrivelser av grunnavløpsrør i grøft	34
Hydralisk kapasitet i PE, PP og PVC selvfallsledninger	35
Dimensjonering og vannføring i PVC, PP, PE selvfallsledninger	35
Levetid	42
Levetid for grunnavløpssystemer av termoplast	42
5 Overvannsbehandling	44
Generelt om overvannshåndtering	44
Antatt materialvalg overvannsrør (Kommuner og Statens Veivesen)	44
DV overvannsrør	44
PVC, PP avløpsrør	47
PVC avløpsledning - selvfall	47
Profilrør	47
Lokal overvannsdiskonering	47
Overvannsmagasin i form av kassetter	47
Drensrør	49
Kveilirør og rørdeler	49

6 Sjøledninger	51
Sjøledninger	51
Sjøledninger, ledninger i vann	51
Senking av sjøledninger	52
Avløpsledninger	53
Beregning av loddbelastning ut fra teori og formler	54
Beregning av loddbelastning ut fra tabell.	55
7 Plastkummer	57
Spyle- og inspeksjonskummer	57
Nedstigningskummer	59
Nedstigningskummer for avløpsrørsystem	59
Sandfangkummer	60
8 Leggeanvisning	62
Leggeanvisning	62
Leggeanvisning for plastrør	62
9 Ledningsfornyelse	70
Ledningsfornyelse	70
PE-innføring i eksisterende rør	71
Utblokking / Nytt rør	71
Strømperenovering	71
Tetttilsluttet rør	72
Belegg	72
Rørtrykking / Nytt rør	72
Boring i løsmasser / Nytt rør	73
Boring i fjell eller kombinasjonsmasser / Nytt rør	73
Litt om PE-rør til bruk ved ledningsfornyelse	74
Lengdeutvidelse	75
Bøyeradius	75
Tillatte strekkrefter	75
Utvendig beskyttelseskappe	75
Diffusjonssperre	75
Kveilvogn	75
Slepelengder	76
Sveising av PE-rør	76
Buksering	76
Innføringsgrop	76
Forankring	77
Anboringer / Avgreninger	78
Innstøping	78
Overgang mellom faste og løse masser – Styrerør	78
10 Standarder	79
Standarder	79
Hvorfor finnes det produktstandarder for plastrør?	79
11 Gjenvinning	82
Gjenvinning	82
Plastrør – resirkulering	82
12 Plastrør til energiverk	84
Plastrør til energiverk	84
Lovverk	84
Rørgater	84
Rørtilkraftverk	84
Rørenes materialegenskaper:	85
13 Kabelrør	87
Kabelrør	87
Kabelrør i PP og PVC	87
Deformasjonsegenskaper	87
Viktige momenter ved legging av rør	88
Figuroversikt	90

1 Innledning

Innledning

Dette er en nettbasert kunnskapsbank om plastbaserte systemløsninger til bruk innen vannforsyning og bortledning av avløpsvann.

Denne har kommet i stand ved et samarbeid mellom de enkelte medlemmer i NPG Norge (Nordiske Plastrørgruppen Norge) og i samråd med lærere fra norske ingeniørhøgskoler som foreleser i faget VA-teknikk. Vi takker de lærere som har vært med og bidratt til at denne kunnskapsbanken har kommet i stand.

Målgrupper

Kunnskapsbanken er i første rekke laget for studenter ved høyskolens ingeniørutdanning i Norge som leser emnet VA-teknikk, men den vil også være en støtte for blant annet:

- Studenter ved NTNU med studieprogram bygg og miljøteknikk
- Tekniske fagskoler med fagområdet bygg
- Universitet for miljø og biovitenskap UMB på Ås
- Ved de enkelte ADK kurs
- Prosjekterende innen private konsulentfirmaer
- Utførende entreprenører
- Offentlige etater som eiere av vann og avløpsledninger

Innhold og presentasjon

Sentralt i kunnskapsbanken er beskrivelse av de systemløsningene som fins i vann og avløpsledninger av plast. Materiallære, produksjon, betegnelser, bruksområder, installasjon, levetid osv for de enkelte systemløsningene gjennomgås. Mer detaljerte forklaringer innen flere av temaene kan man finne på NPG Norges hjemmesider – se henvisninger til disse. Stoffet presenteres kortfattet og faktabasert. Brukervennlighet er vektlagt med hensyn til å finne fram til ønsket presentasjon.

NPG Norges medlemmer er:

Norsk Wavin AS	www.wavin.no
Pipelife Norge AS	www.pipelife.no
Hallingplast AS	www.hallingplast.no
Helgeland Plast AS	www.helgelandplast.no
Uponor Infra AS	www.uponor.no
Amiantit Norway AS	www.amiantit.eu
Inovyn Norge AS	www.inovyn.no
Borealis AS	www.borealisgroup.com
Industriplast AS	industriplast.no

Tabell 1.1

Disclaimer

Norsk utgave, versjon 01.09.11

Websiden er utgitt av NPG Norge (Nordiske Plastrørgruppen Norge) og kan bare benyttes for informasjon om plastrør og andre relaterte produkter. Ved adgang til, og bruk av, denne websiden må du akseptere å rette deg etter de

betingelser som er angitt i denne disclaimer. Du må også akseptere å rette deg etter alle tilleggsrestriksjoner som det er vist til på denne websiden og som oppdateres jevnlig.

NPG Norge gir deg anledning til å lese og laste ned informasjonen fra denne websiden for personlig, ikke-kommersiell bruk.

Denne brukertillatelse gjelder ikke kopiering, og på ingen måte modifisering/endring av teksten, eller reproduisering, offentlig utlegging, distribusjon, eller på annen måte anvendelse av teksten for kommersiell bruk.

NPG Norge gir ingen garanti for nøyaktighet og fullstendighet i tekstene eller pålitelighet i råd, mening eller påstand, som er vist på disse websidene. Verken NPG Norge eller dens medlemmer aksepterer ansvar for unøyaktigheter eller utelatelser i tekstene. NPG Norge garanterer ikke at denne websiden, serverne, er fri for virus eller andre skadelige komponenter.

Tekstene utgjør ikke et framlegg for salg, eller foranledning til salg av verdigjenstander, og må ikke anvendes som fakta ved en investering.

Til din orientering kan NPG Norge på denne websiden gi linker til andre websider, drevet av andre organisasjoner eller selskap.

Verken NPG Norge eller dens medlemmer er ansvarlige for innholdet på de websider som det vises til, og aksepterer intet ansvar i forbindelse med tilgang til, eller bruk av disse websider.

2 Generelt

De enkelte plastmaterialene

Plast:

Vanlig brukt som et samlebegrep for polymere materialer. Polymere materialer kan være naturlig forekommende (cellulose, naturgummi, etc.) eller laget syntetisk ved å binde sammen mange små enheter (molekyler) til lange kjeder.

Poly=mange

Mer=del



De viktigste polymermaterialene, som brukes til rør er polyvinylklorid (PVC), polyetylen (PE), polypropylen (PP) og glassfiberarmert polyester (GRP). De tre første tilhører gruppen termoplaster, mens det siste materialet er en herdeplast.

Termoplastene PVC, PP og PE

Termoplast:

En plasttype som blir myk ved oppvarming og dermed kan varmeformes flere ganger.

Herdeplast:

En type plast som ikke mykner ved oppvarming. Kan ikke varmeformes flere ganger.

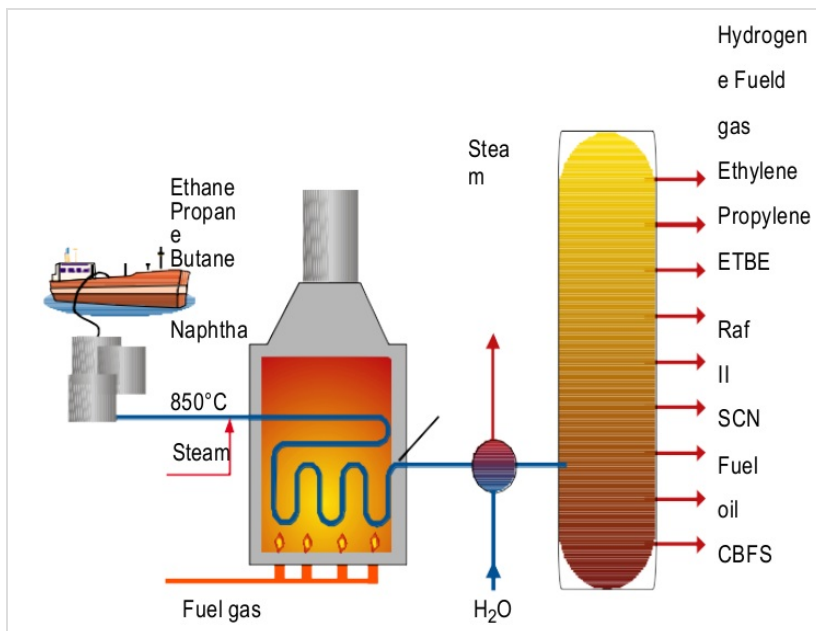


Polyvinylklorid (PVC)

PVC var det første plastmaterialet som ble brukt til å produsere rør. Allerede på midten av 1930-tallet ble de første rørene produsert i Tyskland. Utgangspunktet var en spesiell type E-PVC. Rørene ble produsert ved hjelp av en "ram-ekstruder". I prinsipp anvendes et stempel til å presse den smeltede polymeren gjennom en dyse for å lage røret. Noen av disse rørene er fremdeles i bruk i Tyskland.

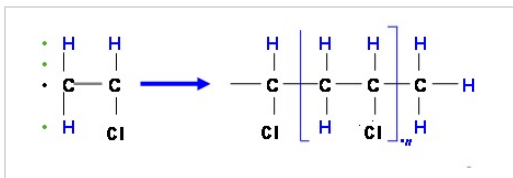
PVC består av ca. 57 % klor og ca. 43 % organisk materiale. Klor kommer fra vanlig koksalt (NaCl). Dette løses i vann, og ved å lede strøm gjennom denne saltløsningen dannes klor (elektrolyse). Et biprodukt er lut (NaOH).





Figur 2.1

Den organiske del av molekylet kommer fra olje eller gass. Først blir oljen eller gassen kjørt gjennom en "ovn" (cracker) hvor molekylene deles opp og danner etylen ($H_2C=CH_2$) og propylen sammen med en rekke andre produkter i mindre mengder. Klor og etylen ledes så sammen for å lage vinylklorid monomer, som er råstoffet i PVC-produksjonen. For å få PVC må mange enheter vinylkloridmonomer kobles sammen.



Figur 2.2

Denne prosessen kalles polymerisasjon og foregår i store autoklaver (trykktanker), der vinylklorid- monomer blandes sammen med vann og nødvendige hjelpestoffer, og varmes opp til $50-70^\circ C$. På denne måten kobles mange enheter vinylkloridmonomer sammen (for PVC til rør: ca. 1000 enheter), og resultatet er PVC i form av partikler i vannfase. Dette tørkes så til et hvitt pulver med ca. 150 mikrometer partikkelstørrelse. For å kunne lage rør må en sette til forskjellige tilsatzstoffer som har som oppgave å optimalisere ekstruderingsprosessen, og gi rørene de rette egenskapene. Typiske tilsatzstoffer er varmemstabilisator, fyllstoff, smøremiddel og fargestoff. PVC er en såkalt termoplast med lav krystallinitetsgrad (10-15 %), den er transparent og stiv med en E-modul på ca. $3000 N/mm^2$. Den har dessuten et mykningspunkt på rundt $80^\circ C$.

PVC-materialet til rør har i dag betegnelsen PVC-U (Polyvinylklorid – unplasticized). Med dette menes såkalt "hard PVC", som ikke er tilsatt mykner .

Polyetylen (PE)

Polyetylen er i dag en fellesbetegnelse på mange forskjellige produkter med vidt forskjellige egenskaper. Utgangspunktet var polyetylen med lav densitet (LDPE), som for første gang ble produsert kommersielt like før andre verdenskrig. De første rørene av LDPE ble produsert midt på 1950-tallet. Mot slutten av dette tidsrommet ble den første store modifisering av dette plastmaterialet mulig, ved at en oppdaget en helt annen måte å produsere PE på. Ved å bruke de såkalte Ziegler/Natta-katalysatorene, kunne PE produseres med helt andre egenskaper. Dette er såkalt høy densitets polyetylen (HDPE). Den er mye stivere enn LDPE og har gode sveisbare egenskaper. De første rørene av polyetylen for bruk i vannforsyningen ble produsert på slutten av 1950-tallet. Siden den tid har utviklingen fortsatt med stadig introduksjon av nye og forbedrede typer for produksjon av rør. Dette har skjedd ved videreutvikling av polymerisasjonsteknologien og tilsatzstoffene. I tillegg til bedre katalysatorer, brukes ofte også mindre mengder av andre monomer (f.eks. heksen og okten) for å optimalisere egenskapene til produktet.

Polyetylen er produsert utelukkende av organisk materiale. Utgangspunktet er olje eller gass. Første trinnet er det samme som beskrevet for PVC, nemlig "cracking" av olje eller gass til etylen, propylen og diverse biprodukter. Etylen er råvaren i PE-produksjonen.

Denne reaksjonen kan foregå i gassfase eller i "slurry". Dette er kontinuerlige prosesser hvor etylen kjøres inn i den ene enden av prosessen og polyetylen kommer ut i den andre enden. Under denne prosessen tilsettes stabilisatorer som for eksempel antioksidanter og eventuelle andre nødvendige stoffer. Som en avslutning på produksjonsprosessen er det en stor ekstruder som lager de granulatene som vi kjenner som polyetylen.

Polyetylen brukt til rør er også en termoplast, men i motsetning til PVC har den mye høyere grad av krystallinitet - opp til

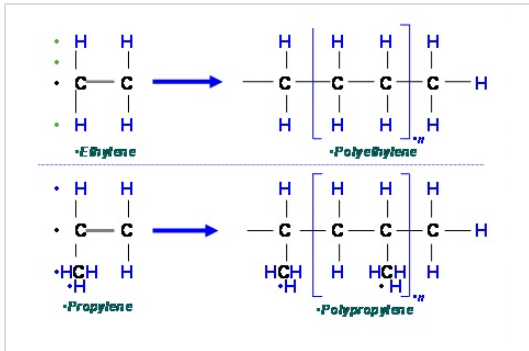
70% for en HDPE. Det betyr at den er opak (lyset blir spredt av krystallene) og den vil derfor ha et melkehvitt utseende. Den har derfor også et forholdsvis godt definert smeltepunkt, i overkant av

130 C. E-modulen er på ca. 700-1250 N/mm². Polyetylen er motstandsdyktig mot de fleste organiske løsningsmidlene ved normale temperaturer.

I dag benyttes to betegnelser for polyetylenrør:

PE80 er PE-materiale med bruddspenning på minimum 8 MPa. PE100 er PE-materiale med bruddspenning på minimum 10 MPa.

PE100 RC er en videreutvikling av PE100 materialet og er ekstra motstandsdyktig mot langsom sprekkvekst (slow crack growth).



Figur 2.3

Polypropylen (PP)

Polypropylen ble først produsert midt på 1950-tallet, og kommersiell produksjon kom i gang bare noen år senere. Det er de samme hovedtypene katalysatorer som brukes i både PP- og PE-produksjon, men forskjellene er likevel betydelige. Produksjonen kan foregå i "slurry", løsning eller gassfase. Råstoffet kommer fra samme kilde som for PE, nemlig "cracket" olje eller gass. Propylen, som er et av hovedproduktene fra "crackingen", er råvaren i PP-produksjonen

Polypropylen finnes i mange forskjellige varianter både med hensyn til molekylvekt (kjedelengde) og molekylstruktur. Den finnes som homopolymer (bare propylen som råvare) eller kopolymer (der en også bruker andre råvarer enn propylen, f. eks. etylen). Disse mange variantene gjør at PP har mange anvendelsesområder, og den er i dag en av de mest utbredte polymerene. En "ren" PP homopolymer er en krystallinsk termoplast med et smeltepunkt på ca. 160 C. Det fins 2 typer copolymer, PP-b av såkalt blokk type samt PP-r med såkalt random fordeling av CH₃ gruppene. Trykkuløse rør produseres av PP kopolymer med E modul 1300 N/mm²

PPHM (Polypropylen high modulus) har en E-modul på 1700 – 2000 N/mm².

Også PP er motstandsdyktig mot de fleste løsningsmidler ved normale temperaturer.

Herdeplasten GRP

GRP-(Glassfibre reinforced plastic (or polyester)) materialet ble utviklet rett før siste verdenskrig i USA. Det kom til Europa i slutten av 40-årene, og til Norge i 1953.

GRP får stadig større anvendelse pga. materialets styrke og lave vekt, kombinert med å være korrosjonsfritt. Første båt, en mindre jolle, ble produsert i GRP i Norge i 1955, og dagens utvikling er

GRP er en av mange betegnelser som benyttes på materialet, andre kan være:

- **GUP** Glassfiberarmert umettet polyester
- **GAP/AP** Glassfiberarmert polyester/armert polyester
- **GRVe** Glassfibre reinforced vinylester

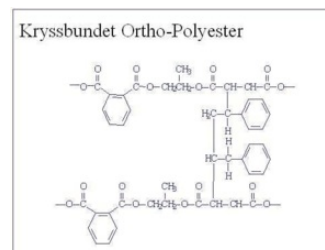
Andre herdeplaster er:

- **GRE** Glassfibre reinforced epoxy

Alt er betegnelser på en herdeplast som har fått sin endelige form med kryssbundne molekyler i et tredimensjonalt nettverk.

GRP kan derfor i motsetning til termoplastene PE, PVC, PP, (som har en ubunden molekylstruktur) ikke omformes etter at det har fått sin endelige form.

GRP bygges hovedsaklig opp av polyester og armeres med glassfiber. Kompositten inneholder også ofte fyllstoff som

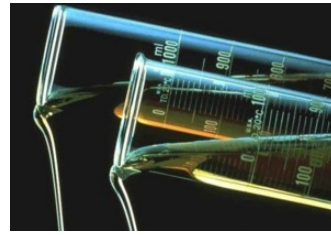


bl.a. sand, og kan med variasjon i råvarene komponeres til de egenskaper en ønsker.

Innenfor polyester finnes det mange forskjellige typer, men de mest vanlige for rør til vann og avløp er en variant av ortoftalsyrepolyester eller noen ganger isoftalsyrepolyester og tereftalsyrepolyester. I rør til industriformål benyttes også vinylestere og epoksy.

Glassfiber (armeringsmateriale) finnes også i flere varianter, mest brukt er E-fiber, men også ECR-fiber anvendes (kjemisk resistent). Glassfiberen har på samme måte som armeringsjern, en overflatebehandling (Sizing) slik at den skal få best mulig vedheft til polyestere.

Glassfibertrådene (monofilamentene) er i seg selv svært tynne (6-25 mikrometer, eller 0,006-0,025 mm). De er imidlertid buntet sammen til anvendelige tykkelser. Betegnelsen på glassfiber i bunter er gitt i tex (g/km), eksempelvis 4800 tex som betyr 4800g/km.



Produksjon av rør og deler

Rørekstrudering av PVC, PE og PP

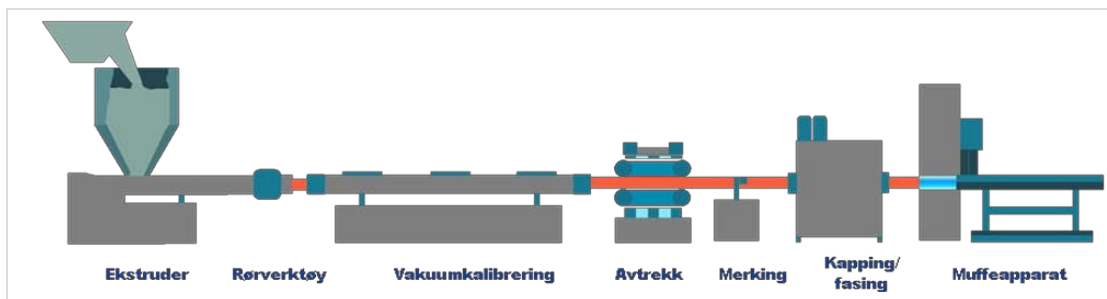
NB! Forklaring som gis i dette kapitlet, gjelder tradisjonelle, såkalte glatte rør, det vil si rør med glatt utvendig overflate. Rør for trykløse rørsystemer kan også produseres med konstruert rørvegg, for eksempel dobbeltveggede rør. Produksjonen foregår i prinsippet omtrent som for "glatte rør".

Rør av PVC (polyvinylklorid) fremstilles i dobbelskrueekstrudere. Råstoffet er en dryblend (pulverblanding) hvor alle nødvendige tillsatsstoffer som stabilisator, smøremiddel og fyllstoff er tilsatt i en blande-prosess hos rørprodusenten.

Ekstrudering foregår med en massetemperatur på ca 195 C. Materialet er ved denne temperaturen en viskøs masse som lett lar seg forme i ekstruderdysen til et sirkulært produkt. Etter at dysen er passert, går materialet inn i kalibreringsenheten, hvor utvendig dimensjon bestemmes og nedkjøling foregår. Neste trinn i denne kontinuerlige prosessen er kutting av riktig rørlengde. Deretter går røret til muffestasjonen. Den ene enden av rørlengden føres inn i en ovn som lokalt varmer opp materialet til det er formbart igjen. Etter at tilstrekkelig temperatur er nådd, føres den varme rørenden over en formgivende dør, låses og nedkjøles. I denne operasjonen vil dessuten et tetningselement bli plassert i muffen. Etter at dette trinnet i prosessen er ferdig, kan rørene buntet og legges til lager.

Rør av PE (polyetylen) og PP (polypropylen) fremstilles i enkeltskrueekstrudere. Råstoffet, i form av granulat, er hos råstoffprodusenten tilsatt de nødvendige additiver for den videre prosess og bruk. Ekstruderingsteknikken er relativt lik den som er beskrevet for ekstrudering av PVC-rør. Massetemperaturen i ekstruderen vil imidlertid være en annen enn den som anvendes for PVC.

Rør av PE fremstilles i kontinuerlige lengder uten muffer. Rør av PP fremstilles med muffer og tetningselement.



Figur 2.4



Tabell 2.1

Ekstrudering og muffing av rør.



Tabell 2.2

Sprøytetøping av rørdeler av PVC, PE og PP

Sprøytetøping av rørdeler foregår i en totrinn prosess. Den ene delen er ekstrudering til smeltet masse. Den andre delen er støping av et produkt med den smeltede massen. I praksis foregår sprøytetøping ved at dryblend eller granulat smelter i en enkeltskruer-ekstruder. Den smeltede massen akkumuleres foran skruespissen i ekstruderens sylinder. Dette volumet sprøytes så inn i formen, der det avkjøles til ferdig produkt.



Figur 2.5 - Sprøytetøping av rørdeler

Manuell produksjon av rørdeler av PVC, PE og PP

PVC kan varmeformes og limes. PE og PP kan varmeformes og sveises. En del standardprodukter lages manuelt. Typiske eksempler er langbend og store rørdeler. Mulighetene for å få lagd nettopp den varianten du trenger, er stor. Metodene er enkle og gir stor fleksibilitet.

Produksjon av rør og rørdeler, GRP

Materialene som benyttes til fremstilling av rør og rørdeler av GRP (glassfiber reinforced polyester) er relatert til produksjonsmetoden som benyttes, og de mest anvendte er:

Kontinuerlig vikleprosess (Flowtite – APS Norway):

- Avansert kjerne – Utvendig påføring av materialene
- Kontinuerlig og kuttet glassfiber, sand og polyester
- Høy produksjonskapasitet, rør med høy trykkapasitet
- Mest brukt til vann, avløp og kraftverk



Sentrifugal støping (Hobas og C-Tech):

- Roterende form, materialene påføres innvendig
- Kuttet glassfiber, sand og/eller kalsiumkarbonat (kalk), polyester
- Rør med begrenset trykkapasitet
- Først og fremst brukt til avløp og ved begrenset innvendig overtrykk

Kryssvikling : (Sarplast, Ameron)

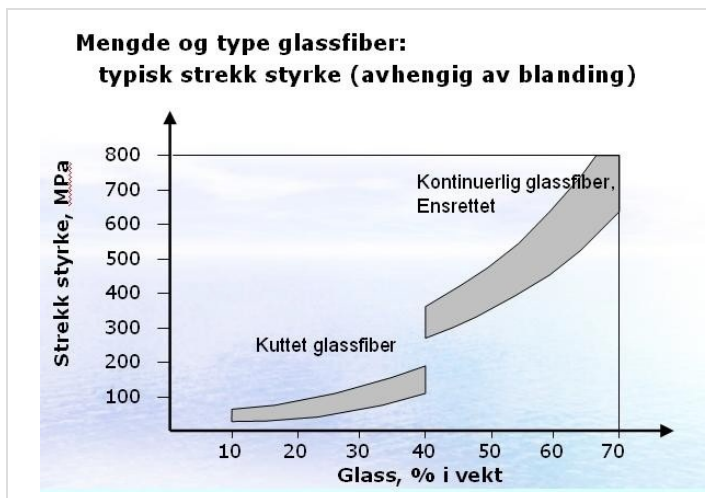
- Roterende kjerne – Utvendig påføring av materialene
- Kontinuerlig glassfiber, polyester. Rør med stor aksialstyrke som anvendes innen industri, shipping, olje og gass.



Rørdeler lages som regel av rørsegmenter som lamineres sammen, dvs. i stor grad handarbeid med pålegging av glassfibermatter og polyester. Dette gir også en stor fleksibilitet for skreddersydde løsninger for kundene. Bend leveres for eksempel med den vinkelen som kunden ønsker, ikke låst til et begrenset antall standard vinkler.

GRP ble fra starten av anvendt til rør innen den kjemiske industrien pga. materialets gode korrosjonsegenskaper. I Norge startet produksjonen av rør midt på 60-tallet og de eldste rørene i det norske markedet er i dag mer enn 40 år.

Kombinasjonen av mengde og type glassfiber gir forskjellige egenskaper som vist i nedenstående skisse.



Figur 2.6

Materialdata

I tabellen gjengis veiledende verdier for de viktigste materialegenskapene for de mest brukte plastmaterialene innen VA.

Egenskaper	Enhet	PVC	PP-b	PP-HM	PE80MD/HD	PE100	GRP
Densitet	kg/m ³	1400	900	900	950/956	959	1950
Bruddspenning v/ 20 °C og 50 eller 100 år, MRS	N/mm ²	25	10	10	8	10	
Dimensjonerende spenning - høy designfaktor (C=1.6)	N/mm ²	10			5,0	6,3	
Dimensjonerende spenning - lav designfaktor (C=1.25)	N/mm ²	12,5	-	-	6,3	8,0	
Strekkefasthetvedflyt	N/mm ²	55	30	38	19/22	25	
E-modul(korttids)	N/mm ²	3000	1300	1700-2000	800/1000	1100	15000-40000 ³⁾
Krypmodul1)(50årsbelastning)	N/mm ²	ca1000	ca300	ca500	ca160	ca200	
Krypforhold (EN-ISO 9967, 50 års ekstrapolasjon)		ca3	ca4,2	ca4,2	ca5	ca5	
Lineær, termisk utvidelseskoeffisient	mm/m °C	0,08	0,13	0,13	0,18	0,16	0,026
Slagfasthet Notch Izod ved 23 ° C (ISO 178)	kJ/m ²	> 5	> 40	> 40	> 50	> 50	

Maks. brukstemperatur kortidsbelastning 2) (trykløst rørsystem)	°C	95	100	100	95	95
Maks. brukstemperatur ved kontinuerlig belastning 2)	°C	45	60	60	45	45
Varmeledningsevne	W/m °C	0,16	0,20	0,20	0,40	0,40

Tabell 2.3 - 1) Krypmodul = korttids E-modul/krypforhold. Verdiene er avhengig av råvaren, og bør sjekkes i hvert enkelt tilfelle

1. Krypmodul = korttids E-modul/krypforhold. Verdiene er avhengig av råvaren, og bør sjekkes i hvert enkelt tilfelle
2. Plastmaterialene tåler normalt temperaturer mellom 20°C og 45°C godt, men i trykkør må tillatt trykk reduseres. Ved temperaturer over 45°C kontinuerlig i selvfallsledninger, bør du kontakte rørproduzentenes eksperter for å diskutere materialvalg og valg av løsninger.
3. Et GRP-rør har forskjellig E-modul i ring – strekk, ring – bøy og i lengderetningen. E-modulen oppgitt i ring – strekk varierer med DN, SN, og PN. Spesifikt oppgis denne ved behov.

Begreper

PP-b – Polyproylen av block type

PPHM – Polypropylen av High modulus type HDPE - Polyetylen høy densitet

MDPE – Polyetylen medium densitet

PN – Nominell trykkklasse, tillatt driftstrykk – eksempelvis PN12,5.

MRS – (Minimum required strength) minimum bruddspenning som angir minste styrke til rørmaterialet (normert krav som gjelder ved 20°C og 50 eller 100 års levetid).

PE 80 – PE-materiale som tilfredsstiller krav til "minimum bruddspenning" på 8 MPa.

PE100 – PE-materiale som tilfredsstiller krav til "minimum bruddspenning" på 10MPa

PE100RC – PE100 materiale med ekstra god motstand mot langsom sprekkvekst

PVC-U – Materiale som tilfredsstiller krav til "minimum bruddspenning" på 25MPa

SDR – "Standard dimensjonsforhold" som er utvendig rørdiameter/godstykkelse. SDR er et uttrykk for hvor kraftig røret er (egentlig hvor "tykkvegget"), og jo lavere SDR-verdi, jo kraftigere rør.

S – Rørklasse = $(SDR - 1)^{1/2}$ – uttrykker egentlig det samme som SDR, men skalaen er gitt med lavere tallverdi sammenlignet med tilsvarende SDR. S-verdier brukes spesielt på PP-rør og deler. Denne verdien kan også stå på deler til PE trykkør.

σ – Sigma, som angir dimensjonerende spenning i MPa.

C – Betegnes ofte som total dimensjoneringskoeffisient (designfaktor eller sikkerhetsfaktor).




Sammenheng mellom C, MRS og σ er: $\sigma = MRS/C$

3 Trykkrørsystemer

Plastrørens andeler

Drikkevannsforsyning

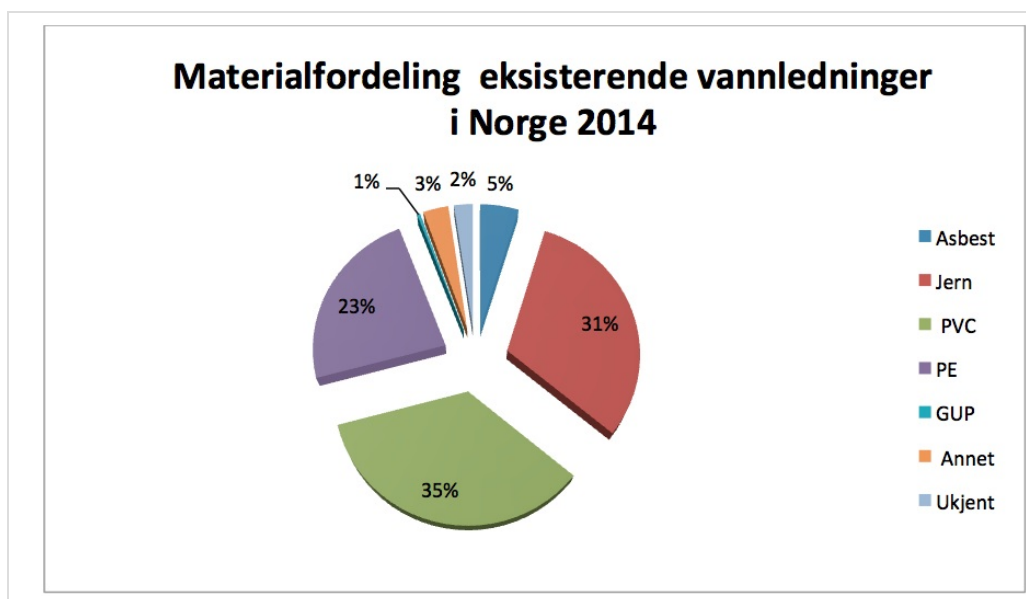
Plastrør har meget stor markedsandel som vannledningsrør i Norge. Årsaken er først og fremst lang levetid, enkle og gode løsninger som gir store driftsmessige fordeler. I tillegg er vekt og pris viktige faktorer for valg av rør. De mest anvendte plastrørmaterialene er PVC, PE og GRP.

PVC trykkrør	
Polyetylen PE (PE80 og PE100)	
Glassfiberarmert polyester (GRP)	

Tabell 3.1

Plastrørens andel av eksisterende og nye ledninger

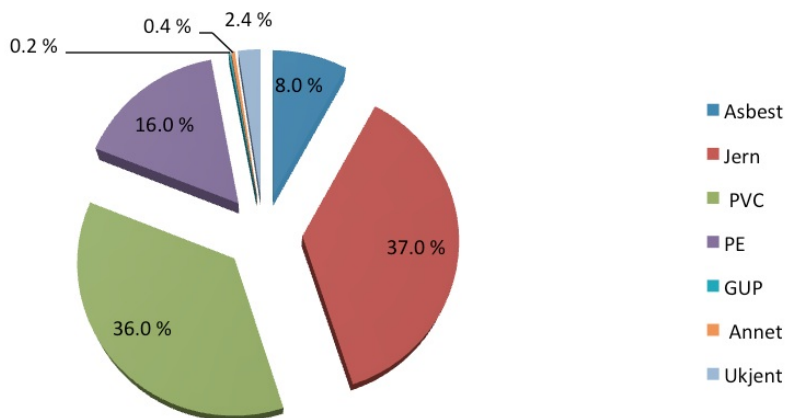
Plastrørens andel av eksisterende vannledningsnett og bruk til nye ledninger er meget stor. Dette går fram av figurene nedenfor.



Figur

3.1 - Materialfordeling eksisterende vannledninger i Norge 2014 (Kilde: Vannverksregisteret 2014)

Materialfordeling eksisterende vannledninger i Norge 1998

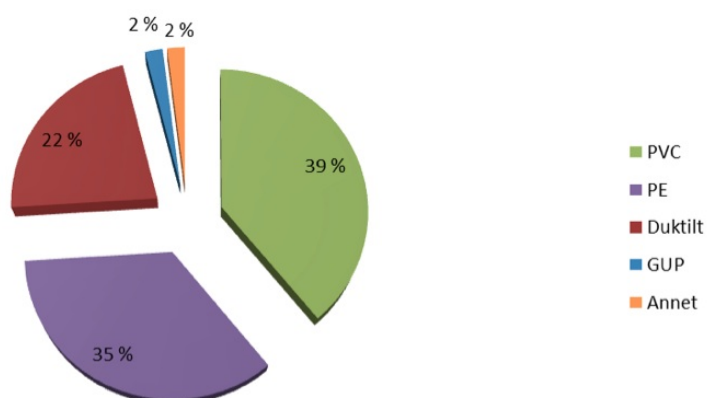


Figur 3.2

- Materialfordeling eksisterende vannledninger i Norge 1998 (Kilde: Vannverksregisteret 1998)

Figuren viser dagens normalt valgte ledningsmateriale.

Antatt materialfordeling på nylagte kommunale vannledninger i grøft i Norge



Figur 3.3

- Antatt materialfordeling på nylagte kommunale vannledninger i grøft i Norge (Kilde: NPG Norge 2014)

PVC trykkrør for vannforsyning og trykkavløp

De første PVC-trykkrør ble produsert i Tyskland i 1937. En del av disse rørene er fremdeles i bruk i området Bitterfeld (tidligere Øst-Tyskland). Dette betyr at man har mer enn 70 års praktisk erfaring med PVC-rør. Omfattende analyse av disse rørene viser at de vil holde i minst 100 år til.

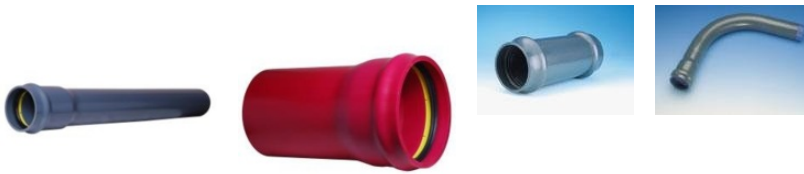
Rørtypen kom på markedet i Danmark i slutten av 50-tallet. I Norge dukket de første trykkrørene i PVC opp på midten av 60-tallet. PVC-trykkrør er i dag markedslederen i Norge for vannledninger inntil dimensjon 400 mm. Muffer har fastsittende tetningsringer. Både muffer og spissender leveres med beskyttelseslokk for å beskytte tetningsringen og holde rørene rene.

Produktutvalg:

- Mufferør med lengde 6 meter
- Fastsittende tetningsringer
- Dimensjoner fra 63 mm til 400mm*
- Rørklasser fra SDR 34,4 til SDR 13,6 for innvendig trykk opp til 20 bar
- Standardisert grå farge for vannforsyning og rød farge for trykkavløp (kloakkpumpeledning)
- Leveres i bunter



* Dimensjoner betegner her rørets utvendige diameter



Trykklasser

Produktstandard for PVC-trykrør er NS-EN 1452. Nedenfor angis SDR og maksimum tillatt driftstrykk.

Materiale	MRS	Dim.	σ_s	C	SDR		
					34,4	21	13,6
PVC-U	25,0	< 110	10	2,5	-	10bar	-
		≥ 110	10	2,5	6bar	10bar	16bar
			12,5	2,0	7,5bar	12,5bar	20bar

Tabell 3.2

NS-EN 1452 angir nominelle trykklasser med design faktor (C) 2,5 for rørdimensjoner < 110 mm og design faktor 2,0 for rørdimensjoner ≥ 110 mm.

I Norge er tillatt driftstrykk gjennomgående valgt med design faktor 2,5 også for det øvre dimensjonsområdet. Dette betyr et lavere driftstrykk enn det som gjelder i NS-EN 1452.

Det er vanlig at forankringer dimensjoneres etter prøvetrykket, som normalt er høyere enn driftstrykket. For prosedyrer og krav ved trykkprøving gjelder standarden NS-EN 805.

Betegnelser:

PN Nominell trykklasser (bar)

MRS Materialets bruddspenning (MPa)

σ_s Dimensjonerende spenning (MPa)

C Design faktor/ (sikkerhetsfaktor) ($C=MRS/\sigma_s$)

SDR Standard dimensjonsforhold ($SDR=D/e$)

Egenskaper for PVC trykrør

Fordel	Begrensning
<ul style="list-style-type: none"> • Produksjon etter internasjonale standarder • Sertifiserte produkter • Lav vekt, lange lengder og enkel å kappe Lett å transportere, håndtere og installere Liten termisk utvidelse • Fleksibelt rør som tåler de fleste bevegelser i ledningssonen uten brudd • Høy E-modul, gir god styrke og kapasitet • Glatt innvendig overflate som gir meget gode hydrauliske egenskaper • Korrosjonsbestandig • Tette skjøter • Lang levetid 	<ul style="list-style-type: none"> • Redusert slagstyrke under -10oC • Punktbelastinger kan gi sprøbrudd • Begrenset evne til å tåle gjentatte trykkstøt

Tabell 3.3

I enkelte situasjoner kan det være nødvendig å undersøke om trykkvariasjoner har størrelse/hypighet som reduserer ledningens levetid. Vi går ikke inn på de enkelte tiltak som kan settes inn i denne sammenheng, men viser hvordan mulighet for uheldige trykkvariasjoner/trykkstøt kan vurderes.

Trykksvingninger

Trykksvingninger oppstår ved endring av vannhastigheten som følge av pumpestart/-stopp og ventilåpning/-stengning. Ved brå endringer i vannhastigheten blir trykksvingningene store, og man får trykkstøt.

Hastighetsenergien i vannstrømmen vil forsøke å trekke vannet videre når en ventil stenger. Trykket synker bak ventilen. Trykkbølgen går til et refleksjonspunkt. Etter kort tid vil vannstrømmen bli sugd tilbake, trykket øker og prosessen gjentar seg. Etter en tid vil svingningene stanse p.g.a. friksjon i rørveggen.

Hastigheten som trykkbølgene (trykkbølgehastigheten) forplanter seg med gjennom rørsystemet er også materialavhengig, og fleksible rørmaterialer har fordeler med redusert hastighet.

Trykkbølgehastigheten i forskjellige materialer er:

Materiale/rørtype	Trykkbølge hastighet (m/s)
GRP	490 - 420
PVC SDR 21	447
PE 100 SDR 11	378
PE 80 SDR 11	346

Tabell 3.4

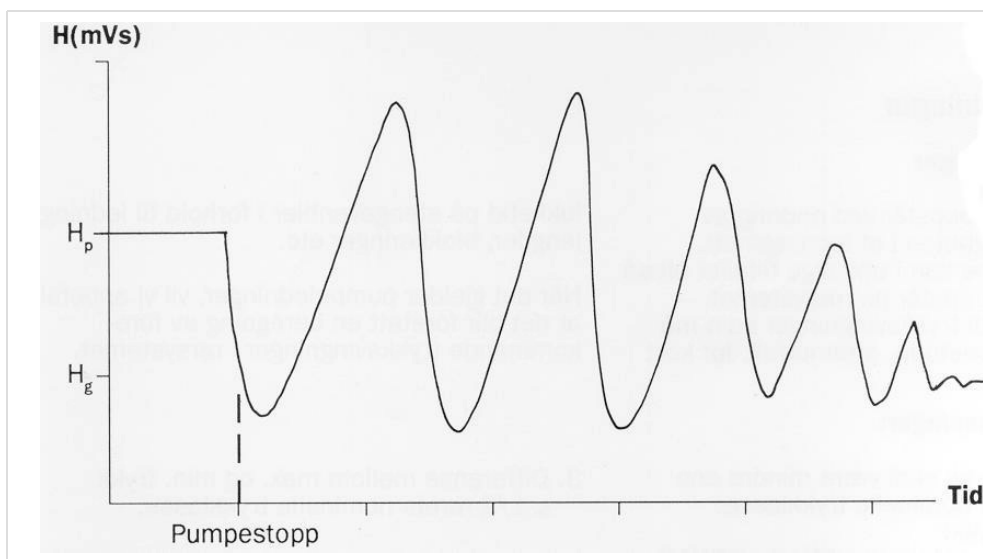
Plastmaterialene har lav utmattingsfasthet. Store, hyppige variasjoner i trykket (trykkstøt) kan over tid føre til brudd. Trykkstøt kan forebygges med enkle tiltak som styrt start og stopp av pumpe, svinghjul, trykktank m.m.

Flere pumpe- og ventilleverandører bistår med beregning av tiltak ved mistanke om trykkstøt.

Tommelfingerregler for trykkstøt i trykkrør av PVC:

- Maksimum trykk skal ikke overstige rørets trykkklasse
- Minimum trykk skal ikke være mindre enn 0 bar for SDR 34,4 og mer enn 0,5 bar undertrykk ved SDR 21.
- Differansen mellom maksimum og minimum trykk skal være mindre enn halvparten av røretstrykkklasse.
- Hvis disse betingelsene er oppfylt tillates inntil 150 trykkstøttillfeller pr døgn (ett pr 10. min.)

Rør kan bli utsatt for dynamiske korttidsbelastninger utover det nominelle trykket som følge av trykksvingninger. Dette kan være avgjørende for valg av trykkklasse. Trykksvingninger oppstår i en ledning når likevektstilstanden endres ved raske endringer i vannhastigheten.



Figur 3.4 -

Trykksvingninger ved pumpe ved pumpestopp

Disse beregningene er uhyre kompliserte og må utføres ved hjelp av et dataprogram. Flere konsulenter og pumpeleverandører innehar både kompetanse og nødvendige hjelpemidler. Det er ikke tilstrekkelig å forholde seg kun til trykkklasse og materiale i og med at dagens standarder opererer med lavere design faktor enn tidligere. Rørmateriale og rørets SDR-verdi eller ønsket designfaktor og trykkklasse er derfor viktige opplysninger.

For dypere innføring i teori anbefales å ta kontakt med rørprodusent.

PE Trykkør for vannforsyning og trykkavløp

PE-trykkør har vært anvendt i mer enn 50 år. Vannledninger og delvis trykkavløpsledninger er vanlige bruksområder. I starten hadde materialet polyetylen lav densitet, LDPE, kalt PEL. Rørtypen hadde begrenset styrke og kunne ikke sveises. På midten av 50-tallet kom første generasjon polyetylenrør med høy densitet, HDPE, kalt PEH, som hadde større styrke og var sveisbart. 20 år senere ble materialet enda bedre og samtidig kom rør i MDPE, medium densitets polyetylen, som i dag betegnes som PE 80, med en optimering av styrke og fleksibilitet. Deretter har utvikling av polyetylenmaterialet skjedd jevnt og trutt. Rør og rørdeler er sveisbare systemer med stor fleksibilitet, og fremstilles nå i materialene PE 80 og PE 100. I tillegg til installasjon i grøft brukes PE-trykkør som sjøledninger, ved vanskelige leggeførhold i grøft, til reliningsarbeider (rehabiliteringsarbeider) og styrt boring. PE 80 og PE 100 kan sveises sammen og sveiseparametere avhenger kun av utvendig diameter og veggtykkelse.

Sjøledninger behandles under 6.1. reliningsarbeider under 9.1.

Produktutvalg:

- PE 80 kveilrør i dimensjonsområdet 20-110 mm*
- PE 100 rette rør med lengde 6 og 12 meter i dimensjonsområdet 110-2000 mm *
- SDR klasser fra 41 til 7,4**
- Trykklasser fra PN 4 til PN 25
- Omfattende program i rørdeler for elektrosveising
- Sprøytetøppte og segmentsveisede spissenderørdeler

*Dimensjoner betegner her rørets utvendige diameter

** SDR = Dy/e min.



Figur 3.5 -

Ved speilsveising varmes rørendene opp, deretter føres de sammen med et gitt sveisetrykk. PE-trykkør finnes i diameter opp til 2000 mm.



Figur 3.6 - Kveilrør leveres fra dia. 20mm-110mm.



Figur 3.7 -

Skjøting med rørdeler for el-sveising blir stadig mer vanlig. Muffer har innvendige "varmesoner" og monteres utvendig på rørendene. Moderne sveiseapparater styrer sveiseforløpet automatisk.



Figur 3.8 -

Sprøytstøpte rørdeler med spissender overtar for segmentsveisede rørdeler (rørdeler som er speilsveiset sammen i segmenter fra rør).

Mekanisk skjøt

I tillegg til sveising er mekaniske skjøter vanlige, for eksempel krager brukt sammen med flenser og pakning.

PE-krage	Galvanisert løslens
	

Tabell 3.5

Andre varianter er innstikksmuffer og strekkfaste flensemuffer*.

*Da skal det brukes såkalte støttehylser, som monteres på innsiden av rørendene.

Trykklasser

Produktstandard for PE-trykkør og deler til drikkevannsforsyning er NS-EN 12201. Nedenfor angis SDR og trykklasser for de mest aktuelle rørene.

Materiale	MRS [MPa]	σ_s [MPa]	C	26	17	11	7,4
PE80	8,0	5,0	1,6	4bar	6,3bar	10bar	16bar
		6,3	1,25	5bar	8bar	12,5bar	20bar
PE100	10,0	6,3	1,6	5bar	8bar	12,5bar	20bar

Tabell 3.6

NS-EN 12201 med norsk tillegg angir nominelle trykklasser i henhold til C = 1,25 og C = 1,6. Ved C = 1,6 får man en lavere trykkklasse og større sikkerhet enn ved C = 1,25.

Forankring utføres i henhold til prøvetrykk, som gjøres i henhold til NS-EN 805, der krav også er spesifisert. Se for øvrig Norsk Vann VA Miljøblad 25.

Betegnelser:

PN Nominell trykkklasse (bar)

MRS Materialets bruddspenning

σs Dimensjonerende spenning

C Dimensjoneringskoeffisient/design faktor (C=MRS/ σs)

SDR Standard dimensjonsforhold (SDR=Dy/e)

Eksempel:

$$SDR = \frac{Dy \text{ (utvendig rørdiameter)}}{e_{\min} \text{ (minimum godstykkelse)}}$$

$$SDR 11 = \frac{110 \text{ mm}}{10,0 \text{ mm}}$$

Figur 3.9

Kurante rør

De mest kurante rør i kveiler er særlig PE80 SDR11 og til en viss grad PE80 SDR17.

De mest kurante rør i rette lengder er særlig PE 100 SDR11 og PE 100 SDR17 og i noe mindre grad PE 100 SDR26.

Bildet under viser hvordan bruksområder kan kodes.

- Blå stripe indikerer vannledning
- Gul stripe indikerer gassrør
- Rød stripe indikerer avløps pumpeledning (også under NS-EN12201)



Figur 3.10

Trykksvingninger er behandlet kap.3.2

Egenskaper for PE-Trykrør

Fordel	Begrensninger
<ul style="list-style-type: none"> • Produksjon etter internasjonale standarder • Sertifiserte produkter • Lav vekt, lange rørlengder, enkel kapping • DS merking for drikkevann • God slagfasthet, også ved svært lave temperaturer • Meget stor fleksibilitet og 	<ul style="list-style-type: none"> • Stor lengdeutvidelse Ikke diffusjonstett mot petroleumsprodukter, i praksis gjelder dettestikkledninger i dim. opp til og med 63 mm • Behov for strekkfaste tilkoblingspunkter. • Evnen til å tåle trykk reduseres ved temp. over 20°C • Mykt materiale, må håndteres fornuftig for å hindre riper/skader

- bøyelighet
- Strekkfaste skjøter ved sveising
- Meget gode hydrauliskeegenskaper
- Meget korrosjonsbestandig
- Tett mot utlekking/innsuging over tid
- Lang levetid

Tabell 3.7

GRP- Trykkrør til vannforsyning og trykkavløp

GRP-rør, glassfiber reinforced plastic (eller polyester) ble fra starten av brukt i den kjemiske industrien på grunn av materialets gode korrosjonsegenskaper. I Norge startet produksjon av rør midt på 60-tallet. De eldste rørene er mer enn 35 år. Innen vannforsyning benyttes GRP over hele verden til store forsynings- og overføringsledninger, i dimensjoner fra DN 500 til 2400 mm. Ringstivhetsklasse og trykkklasse velges ut fra de behov man har. Utvendige belastninger, samt vakuum, har størst betydning for stivheten på røret, mens innvendig trykk og trykkstøt bestemmer valg av trykkklasse.



Figur 3.11 -

Bildet viser den store hovedvannledningen til IVAR (Interkommunalt vann avløps- og renovasjonsverk) i Stavangerregionen, hvor det ble installert 32 km DN 1400 og 1200mm PN16 i 1996-1998.

Produktvalg:

- Rette rør med lengde 6 eller 12 meter
- * Dimensjoner 100-4000mm**
- Trykklasser PN: 1-6-10-16-25-32
- Muffer-GRP, Mekaniske koblinger



Figur 3.12 - GRP kan leveres med diameter inntil 4000 mm

- Flenseforbindelser, laminerte skjøter
- Bend
- T-rør, reduksjoner
- etc.
- Spesialtilpasninger

* Lengder fra 1 til 18 meter kan leveres

** Dimensjoner betegner her rørets nominelle innvendige diameter.

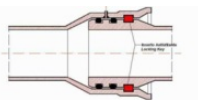
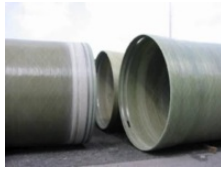
Skjøting av GRP-rør

For rette strekk brukes standardrør og GRP dobbeltmuffe. Denne er vanligvis montert på rørende fra fabrikk. Strekkfast skjøt kan utføres på flere måter, for eksempel ved bruk av strekkfaste koblinger. Rørledningen kan også gjøres strekkfast ved bruk av såkalt biaksielle rør og deler – se for øvrig under kapitlet "leggeanvisning".

GRP dobbeltmuffe



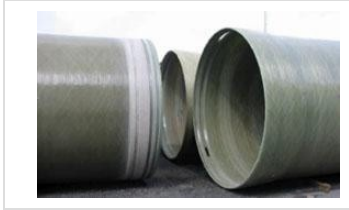
Strekfast kobling



Tabell 3.8

GRP-rør brukes også som avløpspumpeledninger. Plastmaterialets fleksibilitet gjør at røret absorberer mye av energien gjennom ekspansjon. Innebygd i design av GRP-rør ligger tillatt 40 % over PN for trykkstøt. Hastigheten som trykkbølgene forplanter seg med gjennom rørsystemet er også veldig materialavhengig, og fleksible rør har mange fordeler med redusert hastighet.

Trykksvingninger er behandlet kap.3.2



Figur 3.13 - GRP

Korrosjonsbestandighet

Hovedårsaken til at plast foretrekkes er at materialene ikke påvirkes av mediet, de ruster ikke.

Egenskaper for GRP-vannrør

Fordel	Begrensning
<ul style="list-style-type: none"> • Produksjon etter internasjonale standarder • Mulighet for spesialdeler og bend i alle grader • Lav vekt og lange rørlengder • Enkel transport, håndtering og installasjon • Stor styrke, høyest E-modul av plastrørene • Mekaniske egenskaper uendret mellom -50 C og 35 C. • Ikke behov for UV-beskyttelse ved anlegg over bakken • Meget liten termisk utvidelseskoeffisient • Gode hydrauliske egenskaper • Meget korrosjonsbestandig • Lang levetid 	<ul style="list-style-type: none"> • Kan skades ved slag og støt • Sårbare ved store punktbelastninger Sentrifugalstøpte rør kan ha redusert evne til å tåle høye trykk • Lav tillatt tøying

Tabell 3.9

Beskrivelse av PVC, PE og GRP i rør

Anbefalte krav i forbindelse med beskrivelse av PVC og PE trykkør.

Overordnede krav i anbudsdokumenter omtales ikke.

I og med at standardene etter hvert åpner for flere alternativer, er det nødvendig å sette seg inn i hva slags krav det er relevant å stille. Vi anbefaler følgende for:

PVC-trykkør

PVC-trykkør og rørdeler beskrives:



PVC-trykkør og deler i henhold til NS-EN 1452

Utv. diameter (f.eks. 160 mm) Rørmaterialet PVC-U

SDR (Standard dimensjonsforhold) Maksimum opptredende driftstrykk
Integrert/fastsittende tetningsring

Farge: Grå for vannforsyning eller rød for trykkavløp Nordic Poly Mark LINK KAP 10.1



For eksempel: 160 mm PVC-U trykkør SDR 21 i henhold til NS-EN 1452 med integrert tetningsring. Produktene skal være merket med sertifiseringsmerket Nordic Poly Mark*.

Trykkprøving utføres med vann etter gjenfylling av grøft i henhold til NS-EN 805

* For korrekt beskrivelse av sertifiserte produkter – se kapittel 10.1.

Trykklasser

Produktstandard for PVC trykkør er NS-EN 1452. Nedenfor angis sammenhengen mellom rørdklasse (SDR) og maksimum tillatt driftstrykk ved ulik design faktor (C)/ulik dimensjonerende spenning (σ_s).

Materiale	MRS	Dim.	σ_s	C	SDR		
					34,4	21	13,6
PVC-U	25,0	< 110	10	2,5	-	10bar	-
		≥ 110	10	2,5	6bar	10bar	16bar
			12,5	2,0	7,5bar	12,5bar	20bar

Tabell 3.10

NS-EN 1452 angir nominelle trykklasser med design faktor (C) 2,5 for rørdimensjoner < 110 mm og design faktor 2,0 for rørdimensjoner ≥ 110 mm.

I Norge er tillatt driftstrykk gjennomgående valgt med design faktor 2,5 også for det øvre dimensjonsområdet. Dette betyr et lavere driftstrykk enn det som gjelder i NS-EN 1452.

Det er vanlig at forankringer dimensjoneres etter prøvetrykket, som normalt er høyere enn driftstrykket. For prosedyrer og krav ved trykkprøving gjelder standarden NS-EN 805.

Betegnelser:

PN Nominell trykklasser (bar)

MRS Materialets bruddspenning (MPa)

σ_s Dimensjonerende spenning (MPa)

C Design faktor/ (sikkerhetsfaktor) ($C=MRS/\sigma_s$)

SDR Standard dimensjonsforhold ($SDR=D/e$)

Eksempel:

$$SDR = \frac{D_y \text{ (utvendig rørdiameter)}}{e_{\min} \text{ (minimum godstykkelse)}} \quad SDR 21 = \frac{110 \text{ mm}}{5,2 \text{ mm}}$$

Figur 3.14

Krav til sertifisert sveising

Det må være et krav at både elektrosveising og speilsveising av PE trykkør og deler skal gjøres av montør som kan dokumentere relevant sveiseopplæring – i henhold til NS 416. Det skal også settes krav til sveiseutstyr.

Speilsveisemaskin skal være ettersett og kalibrert. Elektrosveiseapparat eldre enn ett år skal ha vært inne til service og kalibrering. Det bør kreves dokumentasjon for at slik kalibrering og service er utført av firma som er godkjent for dette og at man er innenfor utløpsdato.

Vannføring i PVC-, PE- og GRP-trykkør

De enkelte produsentene har diagrammer og nettbaserte programmer for å finne fram til en lednings- kapasitet i den aktuelle situasjonen. Det er svært vanlig å beregne vannføring etter Colebrook – Whites formel.

$$Q = -6,95 \times \log \left(\frac{0,74}{D_i \times \sqrt{D_i} \times I \times 10^6} + \frac{k}{3,71 \times D_i} \right) \times D_i^2 \times \sqrt{D_i} \times I$$

Figur 3.15

Der:

- Q = vannføring m³/s
- Di = innvendig rørdiameter i meter I = friksjonstap m/m
- k = ruhetsfaktor. Denne verdien kan hentes ut av tabellen under nedenstående om ruhetsfaktor.

Ruhetsfaktor

Nyproduserte plastrør har lav ruhetsfaktor og anses ofte som hydraulisk glatte.

Etter at ledningen har vært i drift en tid øker ruheten noe. Vi anbefaler å benytte k-verdier for vannledninger av

PVC, PE og GRP i henhold til nedenstående tabell.



Dimensjon	k – verdi (mm)	k-verdi i formel (m)
d≤200mm	0,01	0,00001
d>200mm	0,05	0,00005

Tabell 3.11

Disse verdiene gjelder rørstrekk uten mange bend, tilknytninger og ventiler.

Dimensjonering

Dimensjonerende vannmengde

Ved dimensjonering av vannledninger brukes Q_{max} (d.v.s maksimalt timeforbruk i maksimaldøgnet) som dimensjonerende vannmengde.

$$Q_{\max} = Q_{\text{mid}} \cdot f_{\max} \cdot k_{\max} + Q_{\text{brannvann}} + Q_{\text{industri}} + Q_{\text{off. bygg}} + Q_{\text{jordbruk}}$$

$$Q_{\text{mid}} = \text{midlere døgnforbruk} (= q_h \cdot pe)$$

$$f_{\max} = \text{maksimal døgnfaktor}$$

$$k_{\max} = \text{maksimal timefaktor}$$

$$q_h = \text{midlere spesifikt døgnforbruk i liter pr pe, eventuelt inkludert lekkasjevann}$$

$$pe = \text{antall personekvivalenter}$$

$$Q_{\text{brannvann}} = \text{brannvesenets krav til vannmengde } Q_{\text{industri}} = \text{lokal industris behov for vann}$$

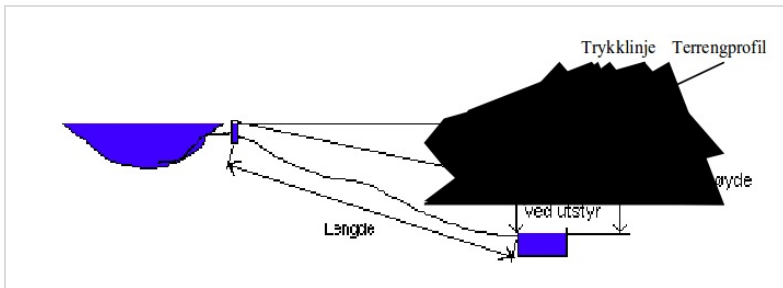
$$Q_{\text{off. bygg}} = \text{behov for vann til offentlige bygg (skole, rådhus o.s.v.) } Q_{\text{jordbruk}} = \text{behov for vann til ulike primærnæringer}$$

Behovet for vann til ulike formål må kartlegges ved hvert enkelt tilfelle. Det kan imidlertid være vanskelig å forutsi utviklingen av dette behovet. Derfor anslås behovet ut fra ønsket om utvikling av samfunnet. D.v.s. befolkningsvekst, utvikling m.h.p. lekkasjer, utvikling av industri o.s.v.

Dimensjonering av vannledninger

Ved vanlig dimensjonering benyttes ofte kapasitetsdiagrammer. Nødvendige data er:

- Disponibel trykkhøyde (h_f) [m]
- Ledningens lengde (L) [km]
- Ønsket vannmengde (Q_{max}) [l/s] eller innvendig diameter på eksisterende rør (d_i) [mm]
- Krav om vannhastighet (v) [m/s]



Figur 3.16 -

Skisse av rørledning som skal transportere en ønsket vannmengde fra kilde til høydebasseng eller forbrukssted.

$$I = \frac{h}{L}$$

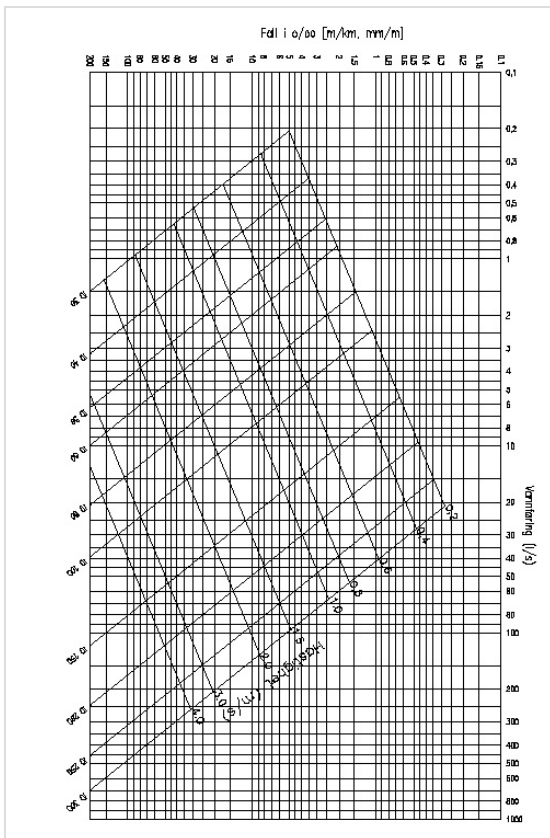
Figur 3.17

Disponibel trykkhøyde (h_f) dividert med ledningens lengde (L) gir oss trykkgradient (I) – også kalt disponibelt trykktap eller fall [%₀, m/km, mm/m]. Minste trykk ved abonnent ligger normalt i området 20-80 mvs.

Total trykkhøyde dividert på ledningens lengde er ledningens virkelige fall [%₀, m/km, mm/m]. Beregninger basert på denne verdien gir maksimal kapasitet, men med null trykk på vannet ved endepunktet. Ved slike beregninger må man sikre seg at trykklinjen ligger over ledningen i hele dens lengde, slik at man unngår undertrykk.

Normalt anbefales vannhastigheter mellom 0,5-2,0 m/s i kommunale vannledninger. Vannhastigheter inntil 3,5 m/s kan i enkelte tilfeller godtas. Ønsket trykk ved utløpet er normalt mer enn 2 bar/20mVs. Ved trykk større enn 6 4 bar ved en bygning må det monteres trykkreduksjonsventiler. Utstyr i hus er beregnet for trykk mindre enn 6 4 bar.

Vannføringsdiagram for trykkør

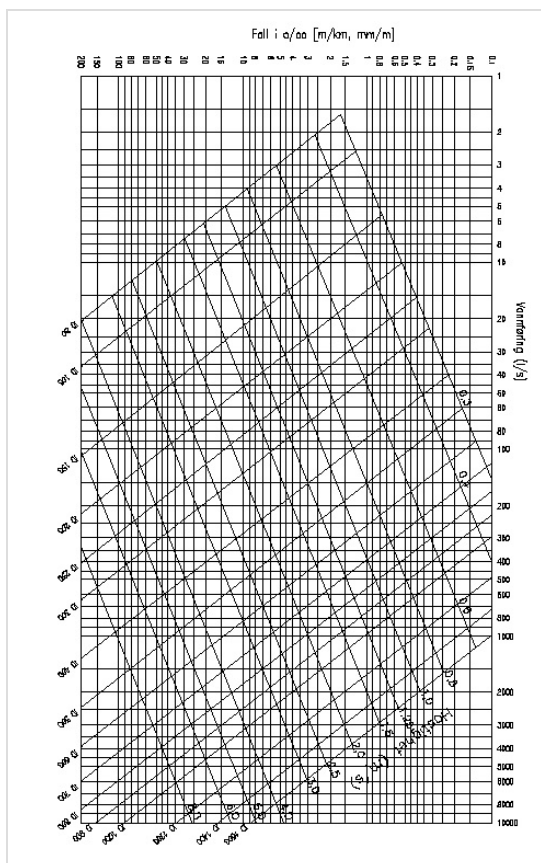


Figur 3.18 -

Vannføringsdiagram for plastrør fra d i 30mm til d i 200 mm.

$k = 0,01$

Vannføringsdiagram for trykkør



Figur 3.19 -

Vannføringsdiagram for plastrør fra d i 225 mm til d i 1600 mm. $k = 0,05$

Levetid

Levetid på plastrør for drikkevannsdistribusjon

Tiden frem til utskifting er nødvendig, den forventede levetiden, kan være svært lang, minst 100 år, men gjerne adskillig mer. Begrepet "levetid" er også benyttet for den tiden som rørmaterialets bruddspenning beregnes ut fra iht. såkalt levetid. Bruddspenningen bestemmes altså i forhold til en tid – 50 år eller 100 år – også gjerne omtalt som "levetid".

Forhold som kan redusere forventet levetid er:

- Uheldig håndtering og legging
- Kjemisk påvirkning fra stoffer i eller rundt røret
- Høy driftstemperatur
- Store og hyppige trykksvingninger

Hva er forventet levetid på PVC trykrør?

PVC er det mest stabile rørmaterialet blant termoplastene. Ingen stoffer, som normalt finnes i grunnen rundt røret eller i mediet i røret, bryter ned materialet. Vannets pH-verdi behøver derfor ikke justeres fordi man skal transportere i rør av PVC (dette er nødvendig ved vantransport i støpjernsrør). PVC tilsettes stabiliserende stoffer for å unngå nedbrytning ved høy temperatur, som under produksjon eller under lagring ved sterk solvarme. Ellers har stabilisatoren ingen funksjon.

En svensk professor, Lars-Eric Janson ¹⁾, har uttalt at PVC materialteknisk har en levetid på 1000 år. Undersøkelser av PVC-rør installert i Tyskland på 30-tallet ²⁾ bekrefter at rørmaterialet ikke brytes ned

og at forventet levetid fortsatt er lang i forhold til forutsetningene man hadde på et så tidlig tidspunkt.

I Holland har man studert forskjellige potensielle degraderingsprosesser for PVC-rør, samt gjennomført tester på opp til 45 år gamle rør. Konklusjonen er at levetiden på drikkevannsrør i PVC vil overstige 100 år ³⁾

Vi kan i alle fall trygt si at forventet levetid på moderne PVC-rør er mer enn 100 år.

Referanser:

1. Janson LE 1996, Plastics Pipes – How long can they last? KP Council Nov 1996
2. 60 Jahre Erfahrungen mit Rohrleitungen aus Weichmacherfreiem PVC, 1995 KRV
3. Long Term Performance of Existing PVC Water Distribution Systems by A Boersma and J Breen, 9th International

Hva er forventet levetid på PE trykkrør?

PE rør er meget bestandig overfor de aller fleste kjemikalier som kan forekomme i grøftmassene. Vannets pH-verdi behøver ikke justeres fordi man skal transportere i rør av PE (dette er nødvendig ved vanntransport i støpjernsrør). Rørmaterialet PE tilsettes stabilisator for å forhindre nedbryting av materialet.

Det er gjort tilsvarende undersøkelser med hensyn på levetid som for PVC-rør. Dessuten gjelder også det samme i forhold til kjemikalier og vannkvalitet. I standardiserte PE trykkrør (NS-EN 12201) er bruddspenning beregnet ut fra ekstrapolasjon av verdier fra tester foretatt på rør under trykk opp til

20.000 timer. Denne testen tillater ekstrapolering fra 50 til 100 år.

Referanser:

1. Janson, Plastic Pipes for Water Supply and Sewage Disposal, 4th ed, 2003.

Levetidskurve/standtidskurve for PVC- og PE-trykkrør

For å bestemme veggtykkelsen i trykkrør av PVC og PE, forholder man seg til en bruddspenning som oppgis ved en dimensjonerende levetid – f.eks. 50 år. Dette betyr ikke at den forventede levetiden er begrenset, men at bruddspenningen er tidsavhengig og må derfor bestemmes ved en gitt tid. Det er svært liten reduksjon i bruddspenning fra 50 til 100 år.

Bruddspenningen fastsettes ved at materialet utsettes for høye materialspenninger - og tiden til brudd måles. Disse testene akselereres ved å høyne temperaturen. Verdier for 50 eller 100 år finnes ved ekstrapolasjon. På den måten er bruddspenningen for PVC-U fastsatt til 25,0 MPa, for PE 80 8,0 MPa og for PE 100 10,0 MPa ved 20°C. Bruddspenning angis som MRS-verdi for et materiale

(MRS = Minimum Required Strength) - f.eks. MRS 10,0.

Dimensjonerende spenning velges ut fra ønsket design faktor (sikkerhetsfaktor).

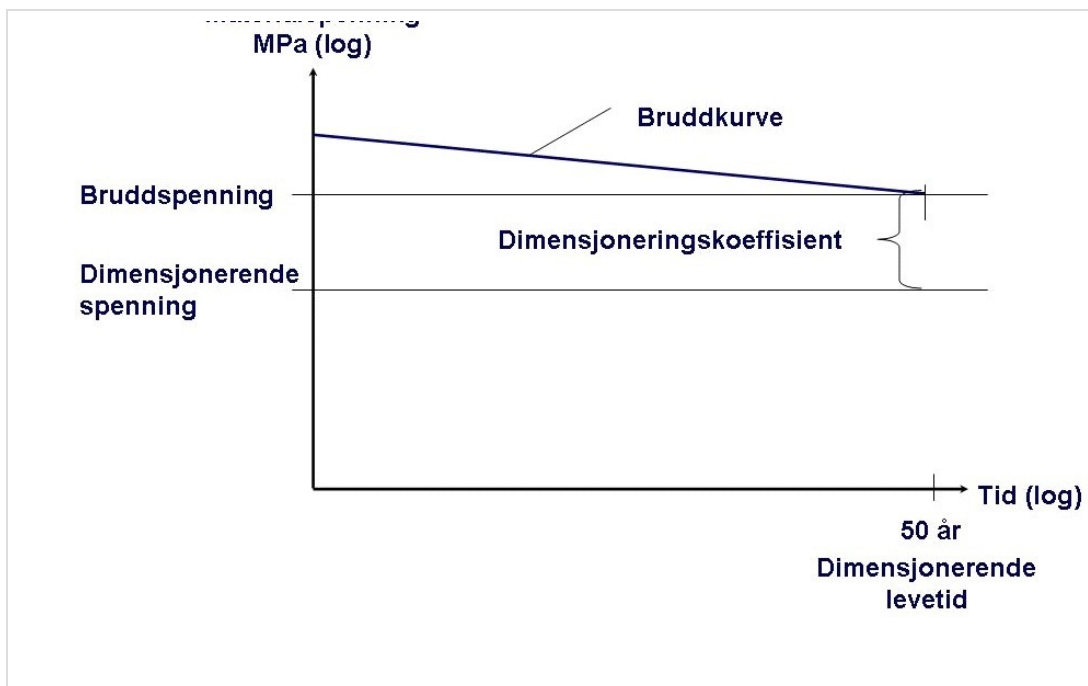
$$\text{Dimensjonerende spenning} = \frac{\text{Bruddspenning}}{\text{Design faktor}}$$

Figur

3.20

I et dobbeltlogaritmisk diagram er linjen for bruddspenning pr tidsenhet lineær, slik det fremgår av nedenstående standtidskurve (regresjonskurve) for PVC-rør:

(Den kurven som er angitt nedenfor gjelder PVC. Levetiden vil forventes å være > 100 år for PE og PVC.

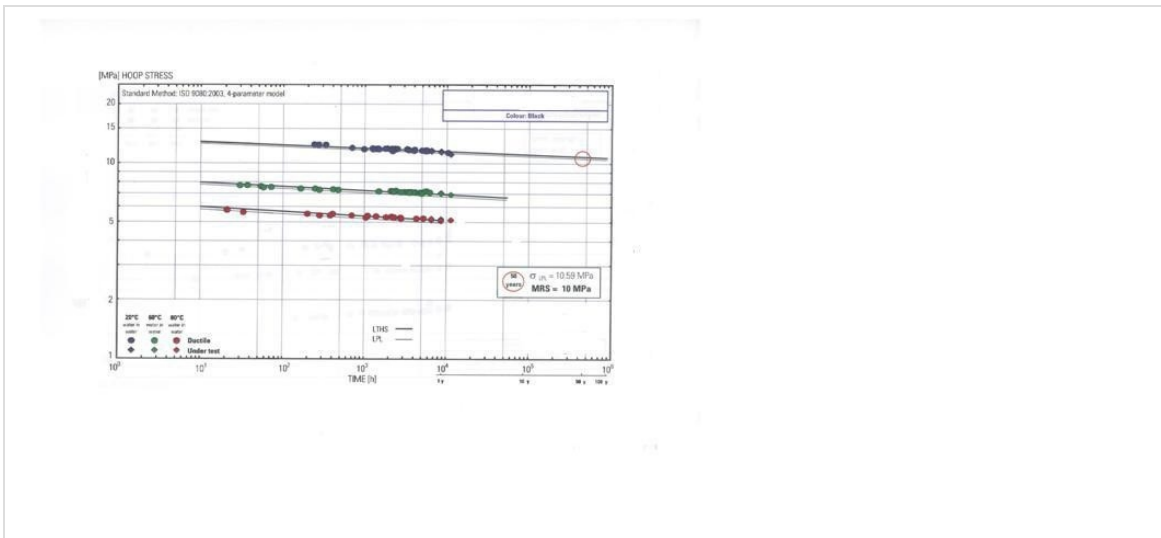


Figur 3.21

C = Dimensjoneringskoeffisient/design faktor ($C=MRS/\sigma_s$)

σ_s = Rørmaterialets dimensjonerende spenning

MRS = Minimum Required Strength = rørmaterialets bruddspenning



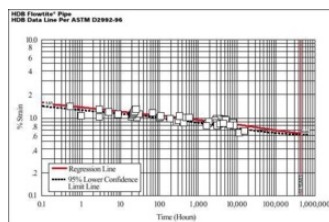
Figur 3.22 - Eksempel på regresjonskurve for PE-rør.

Hva er forventet levetid på GRP-trykrør?

GRP-rør, koblinger og deler er designet for å møte kravene i internasjonale standarder for GRP-rør. Langtidstester benyttes for å dokumentere rørenes egenskaper over tid. Disse utføres etter standardiserte krav over 10000 timer for å danne grunnlag for beregning av 50 års verdier. På disse 50 års verdier er det krav til sikkerhetsfaktorer på mellom 1,5 og 2, alt etter hvilken test som er aktuell. For GRP-rør er det langtidsegenskapene etter 50 år som danner grunnlag for design og dokumentasjon. Testene som utføres demonstrerer langtidsegenskapene for rørene. De viktigste testene er:

- Trykkeegenskaper
- Bøye- og stivhetsegenskaper
- Kjemisk resistens
- Skjøtemetoder

Med dagens situasjon i kommunene både i Norge og Sverige er investeringene små og utskiftings- takten mange steder mellom 150 og 250 år.



Eksempel på regresjonskurve for GRP-rør.

Mange ledninger er dårlig installert. Dette kan føre til havari på flere av de ledningsstrekke som er installert i bakken.

Som testene og beregningene viser, vil GRP-rør møte alle krav til levetid på 100 år eller mer.

Sannsynligvis vil rørene holde i flere hundre år, dersom de er forsvarlig installert. Selv om GRP-rør stort sett har pakninger av beste kvalitet, som EPDM-gummi, er det grunn til å tro at dette er svakeste

punktet. Likevel vil dagens GRP-skjøter ha en levetid på mer enn 100 år.

GRP er et komposittmateriale og langtidsegenskaper er i stor grad avhengig av råmaterialene og den produksjonsprosess som brukes. Det bør benyttes råvarer som på forhånd er testet og godkjent fra sertifisert leverandør.

Det har vært beregnet hvilken reduksjon en ville kunne forvente i de dokumenterte 50 års verdiene for GRP-rør etter 100 år, og en har kommet frem til reduksjoner i størrelsesorden 5-6 %.

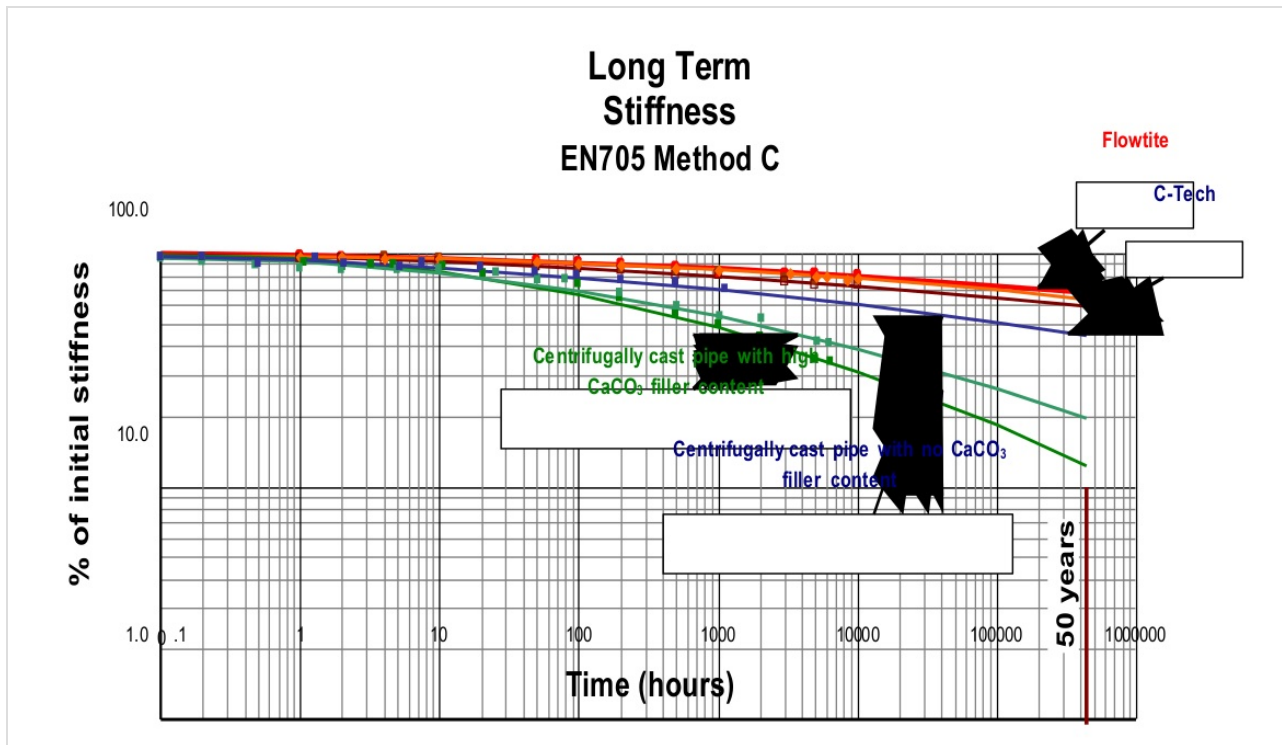
For rør som ikke utsettes for trykk tilsvarende trykklassen, eller som ikke installeres med spesielt ugunstige belastninger, vil selvsagt sikkerhetsfaktorene etter 50 år være betydelig høyere. Rør som har blitt testet etter mer enn 25 år i drift viser verdier langt over de ekstrapolerte kurvene.

Etter erfaringer med glassfiberarmert polyester, vet vi at produkter som er skikkelig utherdet ikke viser tegn til svekkelse av betydning etter 50 år.

Nedgravde tanker for olje og bensin som har vært i drift i mer enn 25 år har også blitt testet. Når laminatet vaskes, ser det ut som nytt, og det samme viser testene. GRP-rør som har vært i drift i mer enn 25 år, har blitt tatt opp og testet. Testdata ligger tett på verdier for de opprinnelige produktene. Dette viser at for GRP-rør er også de beregnede 50 års

verdiene etter standardene konservativt betraktet.

Ett område som i mange tilfeller diskuteres for rør, er langtidsegenskapene for rørstivhet, og valg av stivhetsklasse, SN. Det kan være verdt å merke seg, at oppgitt stivhetsklasse for et rør er initialstivhet for røret. Denne måles kort tid etter at røret er produsert. Avhengig av råmaterialer og produksjonsmetoder er det stor forskjell på langtidsegenskapene. Nedenstående kurver gir et bilde av GRP-rør med høy langtidsstivhet. 50 års verdiene ligger her på 60-70 % av initialverdi. Andre sentrifugalstøpte rør kan i verste fall være helt nede i ca. 20 % av initialverdi.



Figur 3.23

Valg av SN dreier seg stort sett om å velge et rør med tilstrekkelig sikkerhetsfaktor for sammenklapping, buckling.

Stivheten bidrar lite i forhold til å begrense deformasjonen, hvor omfyllingen har mye større betydning. Selv for et SN 10000-rør vil ofte omfyllingen og grunnforholdene bidra mer enn 10 ganger stivheten på røret. Økt SN utover hva som er nødvendig bidrar bare til større godstykkelse, og dermed økte spenninger i rørvæggen, og kanskje redusert levetid.

Viklede GRP-rør med kontinuerlig glassfiber har høyere bøyemodul enn et sentrifugalstøpte rør. For en gitt SN har viklede rør derfor lavere godstykkelse og installert gir dette mindre spenninger og høyere sikkerhetsfaktorer, samt levetid.

Bruddfrekvens på ulike typer rør for drikkevannsdistribusjon

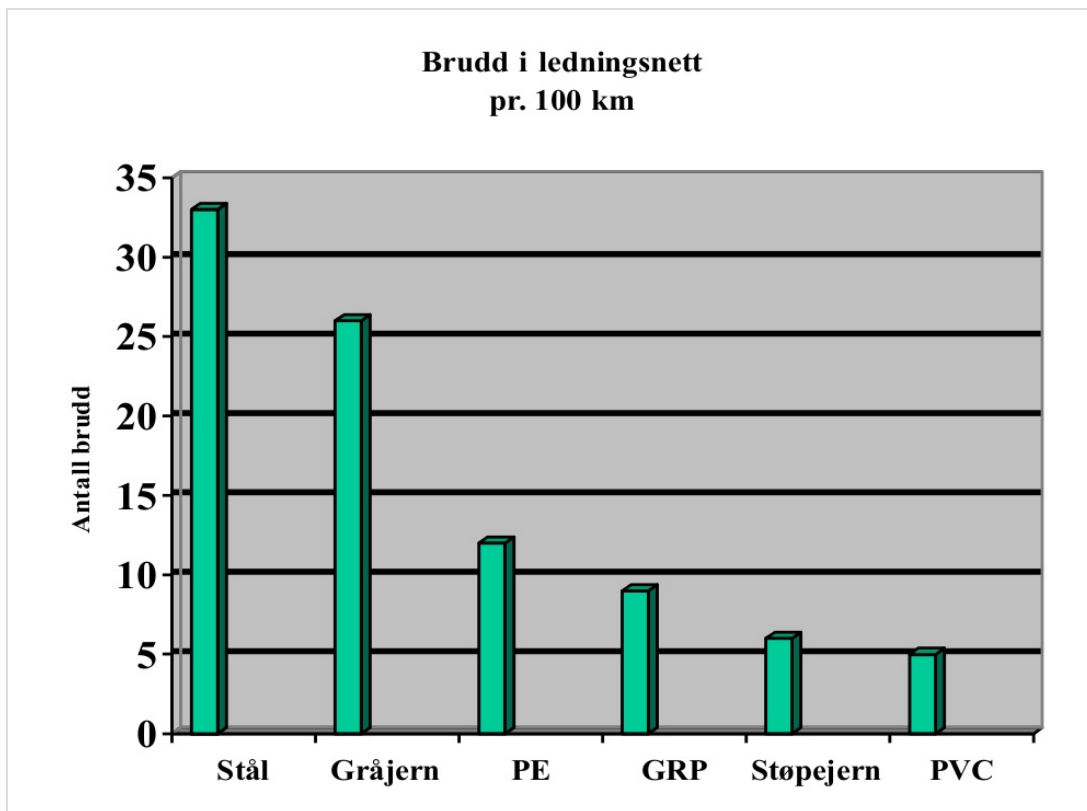
Undersøkelser fra Norden

Undersøkelser fra Norden viser at for vannledninger av PVC og PE lagt etter 1975, er antall rørskaider mindre enn 0,6 for PVC og mindre enn 1,6 for PE, målt som antall brudd pr 100 km. Tallene er hentet fra en skadeundersøkelse utført av NPG i 11 svenske kommuner i perioden 1986 – 1990.

Undersøkelser fra Tyskland

En tilsvarende undersøkelse utført i Tyskland av DVGW for årene 1997-98 viser verdiene som er gitt i diagrammet nedenfor.

Undersøkelsen omfatter ca 30% av lengden på det tyske vannledningsnettet.



Figur 3.24

Drikkevannskvalitet

Norge har gjennomgående god drikkevannskvalitet og vann kan drikkes rett fra kranen. Særlig "overflatevannkilder" har imidlertid ofte lav pH-verdi, dvs. er surt, og bør justeres med tanke på enkelte rørmaterialer (korrosjon/utfelling av kalk). Plastrør påvirkes ikke av dette og man trenger kun å ta hensyn til kvaliteten på vannet hos forbruker.



Folkehelsa sier at så mye som 300.000 sykedager pr. år kan relateres til lekkasjer i vannettet. Dette er bl.a. fordi vann- og spillvannsrør ligger i samme grøft. Små rusthull på vannledningen kombinert med undertrykkssituasjoner og lekkasjer i spillvannsrøret kan gi forurensninger av drikkevannet.

Ansvaret for drikkevannskvalitet ligger hos norske kommuner. Drikkevannsforskriften er mattilsynets ansvar (<http://www.mattilsynet.no>).

Diffusjon

Diffusjon av uønskede stoffer gjennom plastrør er normalt ikke et problem. Praktisk erfaring tilsier at dette først og fremst oppstår i de minste dimensjonene av PE-rør (mindre eller lik 50 mm) med minst veggtykkelse, eldre rørmaterialer (PEL) og rørledninger med lang oppholdstid (fritidsboliger).



Selvsagt har mengden og typen forurensning på utsiden av røret betydning.

Enkelte flyktige forbindelser, som kan finnes i forurenset grunn (olje, drivstoff, impregneringsverk) og i enkelte jordarter (for eksempel metanrik myr), kan trenge inn i og til slutt gjennom rørvæggen. Dette er smakssterke stoffer som gir uønsket lukt og smak på vannet selv ved lave konsentrasjoner.

Man bør være oppmerksom på dette ved rørlegging i slike områder. Aktuelle tiltak kan være å benytte tykkveggede rør, rør med diffusjonssperre, finne en ren trasè eller benytte andre og diffusjonstette rørmaterialer.

Stoffene kan også diffundere gjennom gummiringsskjøter, men her er arealet lite og bidraget blir uvesentlig.

Migrering

Plastrør inneholder flere kjemiske forbindelser. Dette er ulike tilsetningsstoffer og ørsmå forurensninger. For enkelte av forbindelsene skapes nye reaksjonsforbindelser.

De ulike materialene avgir ulike mengder og ulike stoffer, men innenfor grenseverdiene gitt



av myndigheten.

PVC avgir lite kjemiske forbindelser på grunn av PVC-molekyleneles sammensetning. Det store kloratomet (57 vektprosent) gir en negativ pol som virker som en magnet på andre molekyler (materialet er polart), og holder dem fast i rørveggen.

PE og GRP har ikke samme polaritet i materialet og holder ikke så godt på tilsetningene.

PE tilsettes stabilisatorer for å hindre oksidering og nedbrytning. Disse stabilisatorene forbrukes i kontakt med oksygen på rørveggenes overflate. Etter hvert som stabilisatorene forbrukes, vandrer nye til overflaten. Dette gir små, men målbare, mengder reaksjonsprodukter.



Utlekking av stoffer fra rørmaterialet kan gi følgende effekter: Smak og lukt (avhengig av oppholdstid)

Helsemessig effekt (krever meget høye konsentrasjoner, det vil si lang oppholdstid)

Næring til biofilm, som igjen kan inneholde sykdomsfremkallende bakterier (hovedsakelig finnes denne næringen i råvannet)

Vi har i Norden de strengeste krav til rørmaterialenes påvirkning av drikkevannskvalitet. Dette er i dag best ivarett av danske myndigheter og dansk godkjenning. Derfor har de aller fleste plastrør for drikkevann på det norske markedet inntil videre dansk godkjenningsmerke (illustrasjon) etter anbefaling gitt av Mattilsynet.

Med tiden vil EAS (European acceptance scheme) tre i kraft som godkjenningsordning for materialer i kontakt med drikkevann. EAS vil blant annet inneholde en positivliste for ulike stoffer. I tillegg vil rørmaterialer for drikkevannsforsyning måtte testes og godkjennes for å oppnå EAS – godkjenning. Denne forventes å være klar om noen år.

4 Grunnavløp





Plastrørens andel av rør til spillvann

Bortledning av spillvann i trykløse rør

Spillvann

Plastrør har meget stor markedsandel som spillvannsrør i Norge.

De mest anvendte materialene er primært PVC og PP. Rørsystemene har lav vekt, enkle å tilpasse ved installasjon i grøft, lav ruhet ved drift og høy korrosjonsbestandighet. Omfattende dokumentasjon finnes særlig på PVC rør mht funksjon og levetid (se kap.3.7).

<p>Avløpsrør i polyvinylklorid (PVC)</p> <p>Rødbrun = Spillvann</p> <p>Sort = Overvann</p>		
<p>Avløpsrør i polypropylen (PP)</p> <p>Rødbrun = Spillvann</p> <p>Sort = Overvann</p>		

Tabell 4.1

Utslippsledninger i polyetylen (PE)

Se sjøledninger

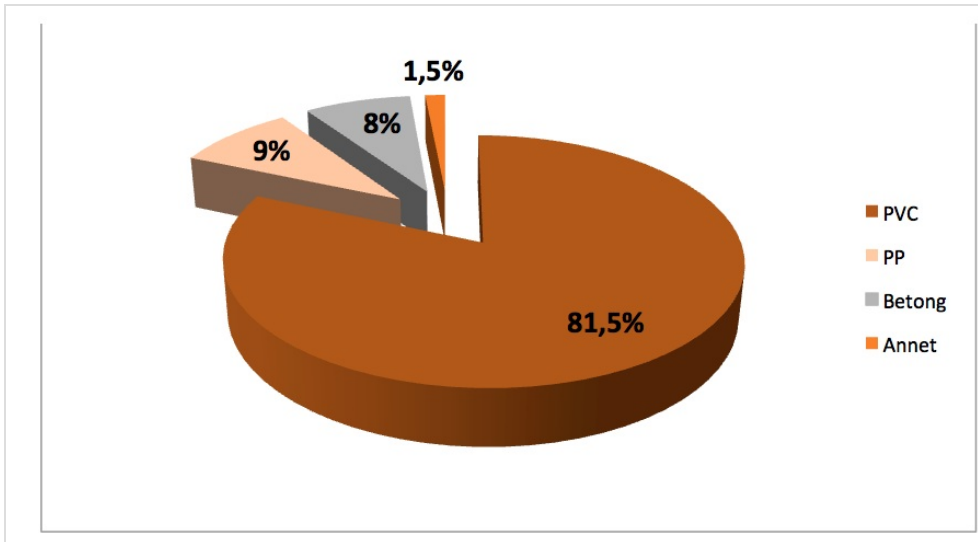


Glassfiberarmert polyester (GRP)



NB! Standarder for spillvannsrør er referert i kapitlet "Standarder"

Norske Kommuners valg av rørmateriale til avløpsledninger (spillvann)



Figur 4.1 -

Norske kommuners valg av rørmateriale til avløpsledninger (spillvann). (Kilde: NPG Norge 2014)

Selvfallsledninger i PVC og PP

Den mest brukte rørtypen for spillvann er glattveggede PVC og PP-rør i ringstivhetsklasse SN8. Noen ledningseiere bruker også disse rørene i sort farge, som overvannsrør. DV rør (Dobbeltveggede rør til overvann behandles spesielt i kap.5)

		
Sorte PVC-rør til overvann blir ofte brukt i Norge	De fleste foretrekker å forholde seg til glattveggede PVC og PP rør som spillvannsrør i Norge	Konstruerte rør PPDV finnes, men har liten anvendelse som spillvannsrør i Norge.

Tabell 4.2

Generelt har trykløse rørsystemer ringstivheten 8 kN/m og benevnes SN8 (SN = Stiffness Nominell). NS-EN 1401 beskriver tre ulike klasser for ringstivhet. SN8, SN4 og SN2. Glattveggede PVC rør er mest brukt i Norge.

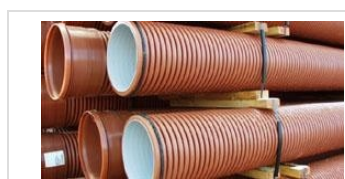
Produktvalg for glattveggede PVC rør:

- Mufferør med lengde 6 meter
- Fastsittende tetningsringer
- Dimensjoner fra 110mm-630mm*
- Anbefalt ringstivhetsklasse SN8 Standardisert rødbrun farge
- Leveres i bunter



Figur 4.2 - PVC avløpsrør

* Dimensjoner betegnes her som rørets utvendige diameter



Figur 4.3 - Konstruerte avløpsrør

Produktvalg rørdeler

Rørdeler til glattveggede rør er stort sett produsert i PP.



Noen varianter leveres i PVC, som for eksempel bend med stor radius (langbend)

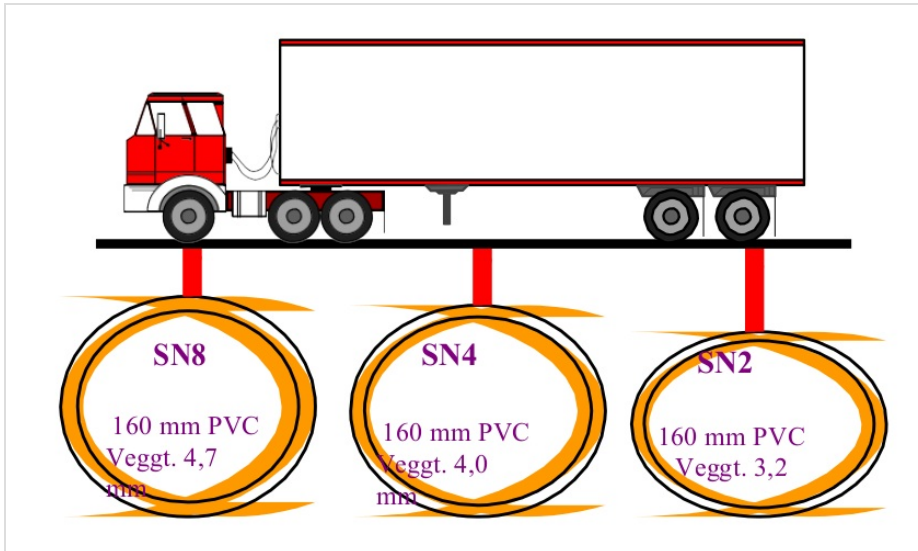


Rørdeler til konstruerte rør leveres i PP



Tabell 4.3

Hvordan reagerer de ulike ringstivhetsklassene på belastninger i grøfta?

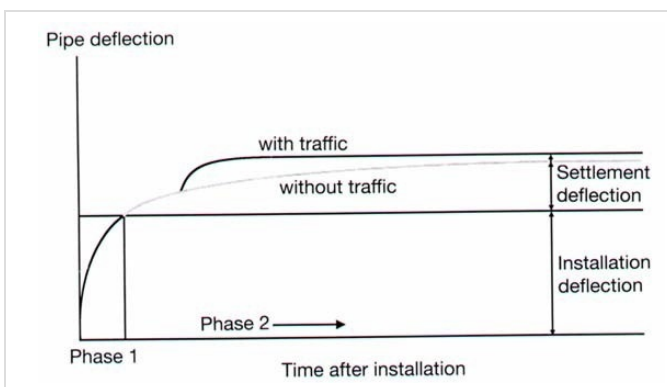


Figur 4.4

Deformasjonsegenskaper

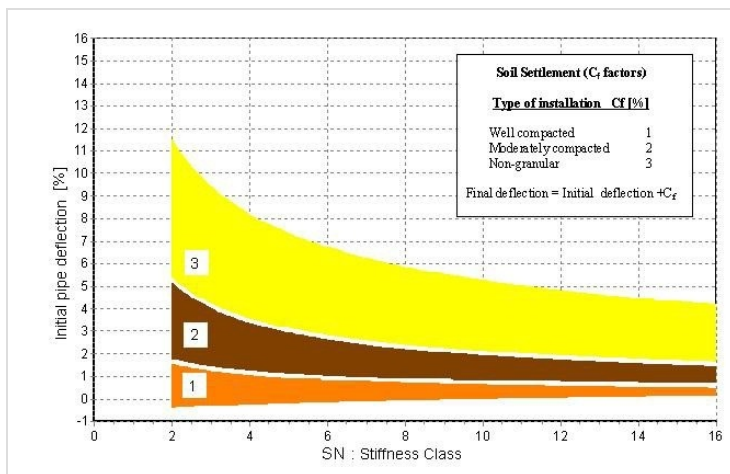
Plastrør er fleksible og deformasjonen er hovedsakelig avhengig av arbeidet i ledningssonen og omfyllingen rundt røret. Oftest benyttes "gode masser" (se legging av plastrør) i ledningssonen – i vei også med komprimering – noe som gir små deformasjoner. Generelt er deformasjoner inntil 8 % for PVC (9 % for PP/PE) av diameter på røret tillatt på nylagte rør. Mange ønsker å skjerpe kravene til deformasjon fordi inntil 8 % deformasjon i gode masser tilsier slurv i leggeprosessen. Derfor er det generelt anbefalt å kreve inntil 5 % deformasjon under normale forhold.

Hvis røret ligger i en vei, vil massene sette seg raskere på grunn av vibrasjoner fra trafikken. Rørene deformeres gradvis under gjenfylling av grøfta. Etter hvert som massene setter seg, deformeres rørene ytterligere inntil likevekt og stabilitet er oppnådd



Figur 4.5 -

Figuren viser deformasjonsfasene ved legging av plastrør og hvordan trafikkbetlastning påvirker deformasjonens utvikling.



Figur 4.6 -

Kurvene i figur over viser hvordan deformasjon påvirkes av gode eller mindre gode masser og utførelser, ved de forskjellige ringstivhetsklassene. Kun ringstivhet SN8 brukes i Norge.

Egenskaper for PVC som rør i grøft

Fordel	Begrensning
<ul style="list-style-type: none"> • Produksjon etter internasjonale standarder • Sertifiserte produkter • Lav vekt, lange lengder og enkel å kappe • Lett å transportere, håndtere og installere • Liten termisk lengdeutvidelse og krumning • Fleksibelt rør som tåler de fleste bevegelser i ledningssonen uten brudd • Høy E-modul, gir god styrke og kapasitet • Glatt innvendig overflate som gir meget gode hydraulisk egenskaper • Korrosjonsbestandig • Tette skjøter • Lang levetid 	<ul style="list-style-type: none"> • Redusert slagstyrke under -10C • Spisse steiner gir punktbelastning

Tabell 4.4

Egenskaper for PP som rør i grøft

Fordeler	Begrensninger
<ul style="list-style-type: none"> • Produksjon etter internasjonale standarder • Sertifiserte produkter • Lav vekt, lange lengder og enkel å kappe • Lett å transportere, håndtere og installere • Høy slagfasthet • Fleksibelt rør som tåler de fleste bevegelser i ledningssonen uten brudd • Høy E-modul, gir god styrke og kapasitet • Glatt innvendig overflate som gir meget gode hydraulisk egenskaper • Korrosjonsbestandig • Tette skjøter • Lang levetid 	<ul style="list-style-type: none"> • Krokete rør ved lagring i sollys • Spisse steiner gir punktbelastning • Høy termisk lengdeutvidelse og krumning.

Tabell 4.5

Viktige momenter ved legging av rør

Fundament og opprørte stedlige masser under fundament avrettes, komprimeres og avrettes igjen for å motvirke svanker i ledningen. Ved utsprengning av grøft i fjell, må man passe på at rør ikke ligger an mot fjell. Rør – uansett materiale – må ikke ligge på hardt underlag. Derfor må fundamentets øvre del "rakes løst" under røret. I tillegg må man passe på massene under rørets nedre kvartskel pakked godt. Valg av masse (oftest singel/finpukk) og komprimering bestemmes i tråd med leggeanvisning for plastør. LINKKAP8.1

Beskrivelse av spillvannsrør

Anbefalte krav i forbindelse med beskrivelser av grunnavløpsrør i grøft

Overordnede krav i anbudsdokumenter omtales ikke.

I og med at standardene har åpnet for flere alternativer, er det nødvendig å sette seg inn i hva slags krav det er relevant å stille. Vi anbefaler følgende for de viktigste produktgruppene.

PVC grunnavløpsrør i ht. NS-EN 1401:

- Ringstivhetsklasse
- SN8 Snøkrystall
- Bruksområdekode UD (dim 110mm-200mm)
- Bruksområdekode U (dim 250mm-630mm)
- Integrert/fastsittende tetningsring
- Farge. Rødbrun for spillvann eller svart for overvann.
- S 16 for PP rørdeler og SDR 34 for PVC rørdeler.
- CT (close tolerance) for PP rørdeler 200 mm brukt sammen med rør i h.t. NS-EN 1401 (PVC) Nordic Poly Mark*
- LINK KAP 10.1



* For korrekt beskrivelse av sertifiserte produkter – se kapittel 10.1. Når det beskrives grunnavløpsprodukter med sertifiseringsmerket Nordic Poly Mark, er kravet om snøkrystall (slagfasthet ved lave temperaturer) og bruksområdekode ivaretatt.

UD = Trykkløse grunnavløpssystemer utenfor og under bygning, samt ved utslipp av varmtvann U = Trykkløse grunnavløpssystemer utenfor (mer enn 1 m fra) bygning

Det er ulike krav til minimumsmerking i de forskjellige standardene. I tillegg til dette kan rør og deler være merket i henhold til eget og andre markeders krav.

Rør skal være merket med snøkrystall som viser at strengeste krav til slagfasthet overholdes. I tillegg merkes rør med UD som omfatter både bunnledninger og rør i grøft.

Ofte angis materialet som PVC-U. U her betyr "unplasticised" (ikke tilsatt mykner) og er ikke bruksområdekode.

PP grunnavløpsrør iht. NS-EN 1852:

- Ringstivhetsklasse SN 8
- Snøkrystall
- Bruksområdekode UD (dim 110mm-200mm)
- Bruksområdekode U (dim 250mm-630mm)
- Integrert/fastsittende tetningsring
- Farge. Rødbrun for spillvann eller svart for overvann.
- S 16 for PP rørdeler og SDR 34 for PVC-rørdeler.
- CT (close tolerance) for PP rørdeler 200 mm brukt sammen med rør i h.t. NS-EN 1401 (PVC) Nordic Poly Mark* LINK KAP 10.1



* For korrekt beskrivelse av sertifiserte produkter – se kapittel 10.1. Når det beskrives grunnavløpsprodukter med sertifiseringsmerket Nordic Poly Mark er kravet om snøkrystall

(slagfasthet ved lave temperaturer) og bruksområdekode ivaretatt.

UD = Trykkløse grunnavløpssystemer utenfor og under bygning, samt ved utslipp av varmtvann

U = Trykkløse grunnavløpssystemer utenfor (mer enn 1 m fra) bygning

S16 og CT er spesielle merkinger på PP-rørdeler. S16 gjelder rørdelsklasse (veggykkelse) og tilsvarer SDR 33. CT skal stå på rørdeler fra og med 200 mm for at måltoleransene skal være de samme som for PVC grunnavløpsrør.

$$S = \frac{\text{SDR} - 1}{2}$$

S = rørdelsklasse

SDR = D/e

SDR= Standarddimensjonsforhold

D = Utvendig

S = rørdelsklasse diameter

e = veggykkelse

PP-rørdel



Grunnavløpsrør med konstruert rørvegg iht. NS-EN 13476:

Ringstivhetsklasse SN 8 Snøkrystall

Bruksområdekode UD (dim 110 mm - 315 mm)

Bruksområdekode U (dim 400 mm - 1200 mm)

Farge. Rødbrun for spillvann eller svart for overvann. Nordic Poly Mark*
LINK KAP 10.1



* For korrekt beskrivelse av sertifiserte produkter – se kapittel 10.1. Når det beskrives grunnavløpsprodukter med sertifiseringsmerket Nordic Poly Mark er kravet om snøkrystall

(slagfasthet ved lave temperaturer) og bruksområdekode ivarett.

UD = Trykkløse grunnavløpssystemer utenfor og under bygning, samt ved utslipp av varmtvann

U = Trykkløse grunnavløpssystemer utenfor (mer enn 1 m fra) bygning

Hydralisk kapasitet i PE, PP og PVC selvfallsledninger

Dimensjonering og vannføring i PVC, PP, PE selvfallsledninger

Hydraulisk dimensjonering

Avløpsvannmengder:

Spillvannsmengden i avløpsrør beregnes på samme måte som vannforsyning ved nyanlegg, men forbruk som ikke går til avløp utelates. Ved dimensjonering av nyanlegg og ved utskifting av rør, bør det foretas målinger og vurderinger av framtidige endringer i avløpsvannmengdene.

Dimensjonerende vannføring for en spillvannsledning er $Q_{maks} = Q_{mid} \cdot f_{maks} \cdot k_{maks} + Q_{inf}$

Q_{mid} : Beregnet gjennomsnittlig vannføring basert på antall personekvivalenter (pe), med alt forbruk som går til avløp og maksimalt døgnforbruk pr pe.

f_{maks} : Faktor for vannføring i døgnet med maksimal vannføring k_{maks} :Faktor for vannføring i timen med maksimal vannføring Q_{inf} : Lekkasjevann

Overvannsledninger dimensjoneres ut fra nedbørsdata hvor det velges et gjentaksintervall relatert til konsekvensen ved oversvømmelse. Andre viktige opplysninger er nedslagsfeltets størrelse og overflatens fall og evne til å absorbere vann.

Dette betyr at rørene aldri blir dimensjonert for å ta unna de aller verste bygene. Derfor er det viktig å planlegge alternative vannveier, hvor man unngår ødeleggelser av infrastruktur, hus og annen eiendom.

Se for øvrig Norsk Vann, Veiledning i klimatilpasset overvannshåndtering, rapport 162, 2008.

Overvannsledninger dimensjoneres vanligvis etter den såkalte rasjonelle metoden. $Q = \phi \times A \times I$

Q = dimensjonerende avrenning i for eksempel liter/sek.

ϕ = avrenningskoeffisienten som er dimensjonsløs (forholdet mellom avrenning fra aktuell overflate og nedbør på overflaten)

A = for eksempel i m^2 .

I = nedbørsmengden for eksempel i liter/sek m^2

Varighet av dimensjonerende nedbør.

På eklima.met.no (meteorologiske institutt på Blindern) kan man i regndata for de enkelte lokale distrikter finne den kombinasjonen av varighet og regnintensitet som skal anvendes. For å kunne gjøre dette, må man på forhånd ha kommet fram til et gjentaksintervall (også kalt returperiode) for dimensjonerende regn.

Returperiode i henhold til Norsk vann rapport 162 2008.

Valgavgjentaksintervall	Aktuelt område	Akseptert hyppighet av flom
1 pr 5år	Områder med lavt skadepotensiale	1 pr10år
1 pr10år	Boligbebyggelse	1 pr20år
1 pr20år	Bysenter, industri, foretningsområder	1 pr30år
1 pr30år	Områder med meget høyt skadepotensiale, f. eks underganger	1 pr50år

Tabell 4.7

Avrenningskoeffisienter i henhold til Norsk vann rapport 162 2008

Typeoverflater/terreng	φ max
Takarealer	0,8 – 0,9
Asfalterteveieroggater	0,7 – 0,8
Grusveier	0,4 – 0,6
Plenarealer	0,05 – 0,1

Tabell 4.8

Avrenningskoeffisienter for sammensatte arealer

Takarealer	0,7 – 0,9
Asfalterteveieroggater	0,4 -0,6
Grusveier	0,3 – 0,4
Plenarealer	0,2 – 0,3

Tabell 4.9

Kapasitetsberegning

Strømning i trykløse avløpsrør defineres som kanalstrømning – d.v.s. strømning med fritt vannspeil. Dette betyr at den hydrauliske trykklinjen faller sammen med vannspeilet. Ved dimensjonering er utgangspunktet at ledningen skal kunne lede bort en vannmengde Qmax uten ukontrollert oppstuvning.

I tillegg bør skjærspenningen sikre selvrens en gang pr. døgn i minimumsdøgnet.

For beregning av nødvendig ledningsdiameter benyttes ofte kapasitetsdiagrammer basert på Darcy – Weisbach/Colebrooke – White formel.

$$Q = -6,95 \times \log \left(\frac{0,74}{D_i \times \sqrt{D_i} \times I \times 10^6} + \frac{k}{3,71 \times D_i} \right) \times D_i^2 \times \sqrt{D_i} \times I$$

Figur 4.7

Q = Vannføring i m³/s

Di = Innvendig ledningsdiameter i m

I = Lednings fall i m/m (rent forholdstall) k = Bruksruhetkoeffisient i m

for diameter ≤ 200mm k= 0,00001 m for diameter > 200mm k= 0,00005 m

Fremgangsmåte ved dimensjonering, bruk av diagrammer

- Er strekningen ganske rett og uten mange påkoblinger? Benytt diagram for k- verdi 0,25
- Har strekningen mange bend, påkoblinger og annet? Benytt diagram for k-verdi 0,4
- Hva er fallet? Høydeforskjell i meter divideres med lengde i km. Hva er ønsket kapasitet? Regnes evt. om til liter pr sekund (l/s).
- Trekk en linje fra det beregnede fallet og fra den ønskede kapasiteten. Fortsett linjen fra fallet fra det punktet hvor disse to linjene krysser hverandre til punkt for nærmeste innvendig diameter. Trekk en ny linje ned og les av virkelig kapasitet ved fylt rør for valgte rørdimensjon.
- Eller, hvis innvendig diameter og fall er kjent: Trekk en linje fra fallet og til skjæringspunktet for den innvendige diameteren. Trekk en linje derfra og les av kapasiteten for røret.

For korte ledninger, f.eks. stikkrenner, vil innløpstat være den største begrensningen for kapasiteten til røret. Utforming av innløpet er derfor avgjørende.

Ruhetsfaktor

Ved hydraulisk dimensjonering av selvfallsledninger benyttes ulike ruhetsfaktorer – eller k-verdier – avhengig av rørmateriale.

Ruhet er videre avhengig av:

- avleiringer
- avgrensninger
- deformasjon
- singulærtap
- ujevnt fall
- andre hindringer

Man må vurdere driftstilstand etter en tid. Under gode forhold antas lav faktor, og under dårlige forhold tilsvarende høy faktor. Vi anbefaler å bruke verdier angitt fra SFT.

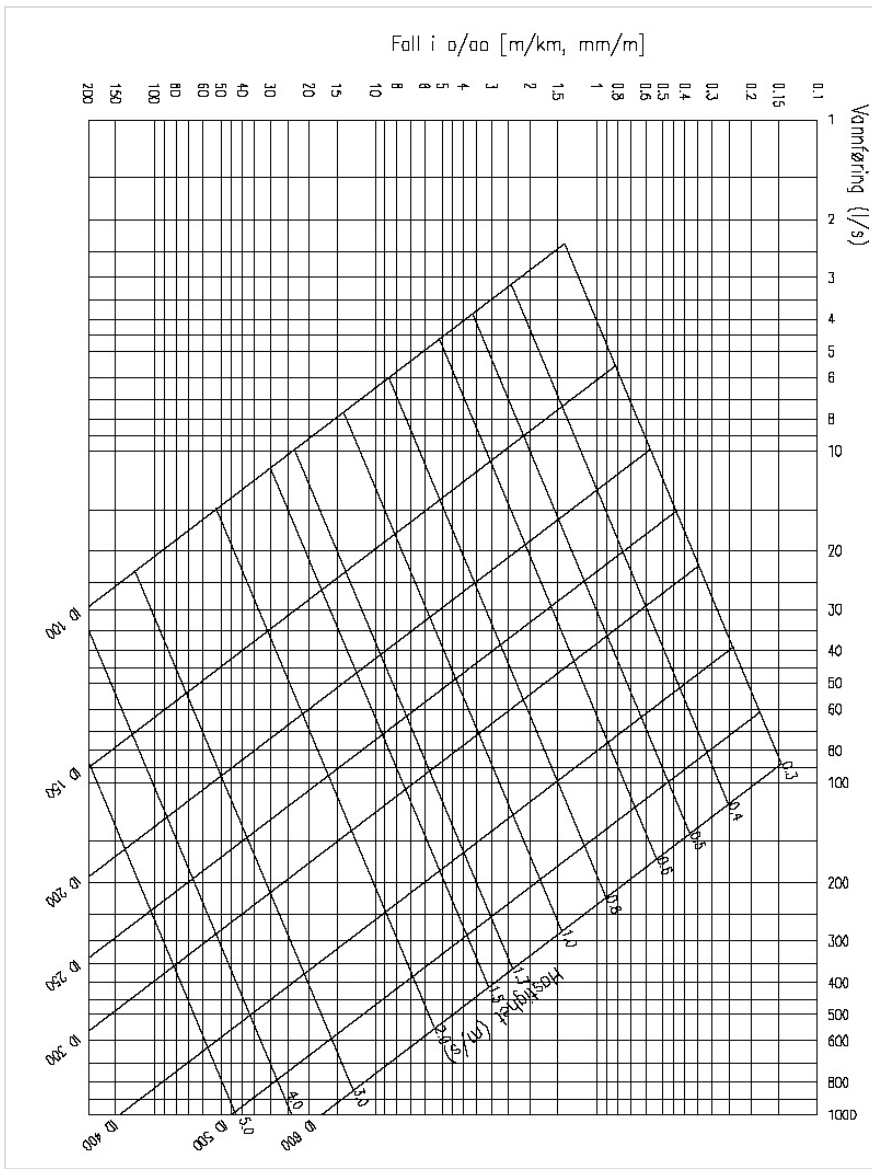
Anbefalte bruksruhetsverdier fra SFT:

Rørmateriale	k-verdi (mm) for rette rørstrekninger uten tilknytninger.	k-verdi (mm) for rørstrekninger med tilknytninger og bend.
Plast	0,25	0,4

Tabell 4.10

Tabell:SFT's anbefaltebruksruhetsverdier

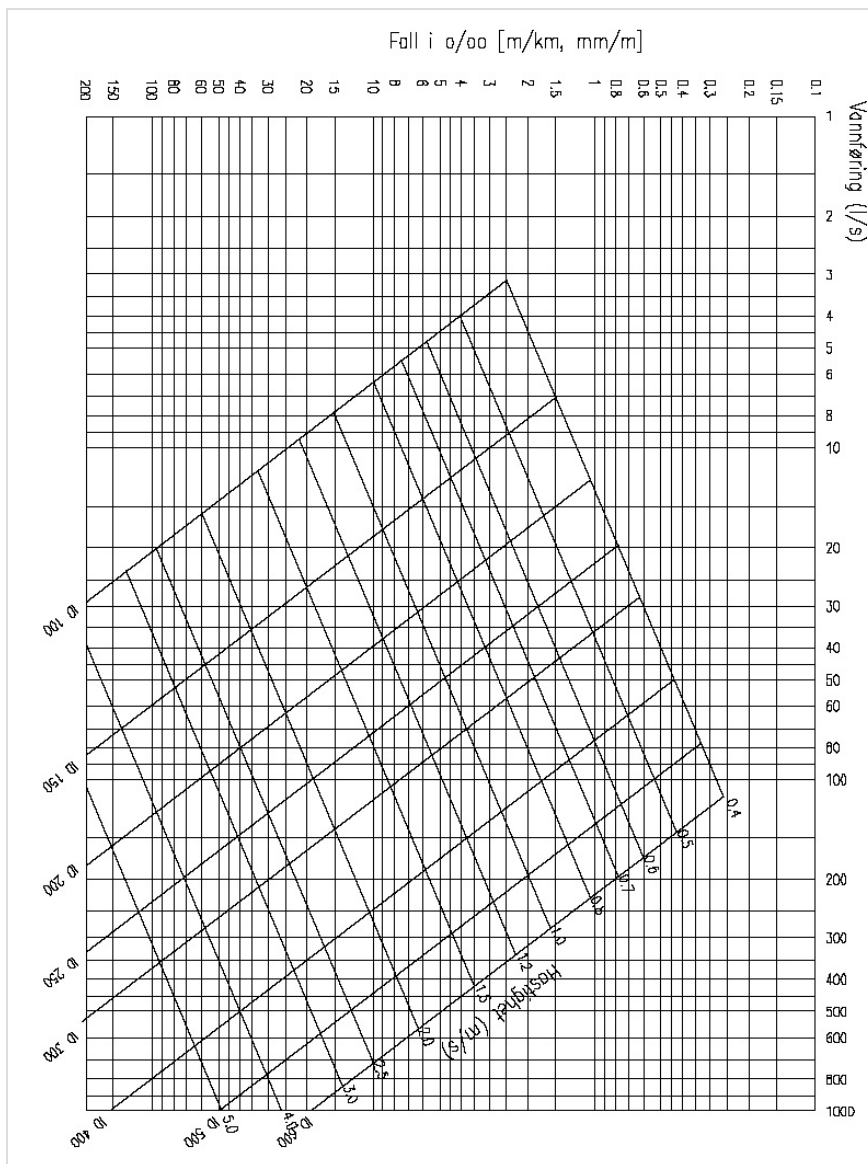
Kapasitetsdiagram for plastrør med bruksruhetsverdi 0,25



Figur 4.8 -

Kapasitetsdiagram for avløpsrør uten mange bender og tilknytninger, $k = 0,25$ mm

Kapasitetsdiagram for plastrør med bruksruhetverdi 0,4



Figur 4.9 -

Kapitetsdiagram for avløpsrør med mange bend og tilknytninger, $k = 0,4 \text{ mm}$

Selvrensing

Selvrensing av ledning skal skje minst en gang pr. døgn. Varigheten av denne rensingen oppgis ofte til enten en time eller 10 % av døgnet (2 timer og 24 minutter). Vannføringen ved selvrengs beregnes enkelt ved hjelp av følgende formel:

$$Q_{\text{selvrens}} = \alpha \cdot Q_{\text{mid}}$$

Q_{mid} : Beregnet vannføring basert på antall personekvivalenter (pe), og gjennomsnittlig døgnforbruk pr pe.

α : 200-3000 pe $\alpha = 1 + \frac{23}{\sqrt{pe}}$

→

Figur 4.10

Mer enn 3000 pe $\rightarrow \alpha = 1,43$

Som selvrengskriterium nyttes vanligvis krav til minimum skjærspenning langs bunnen av røret.

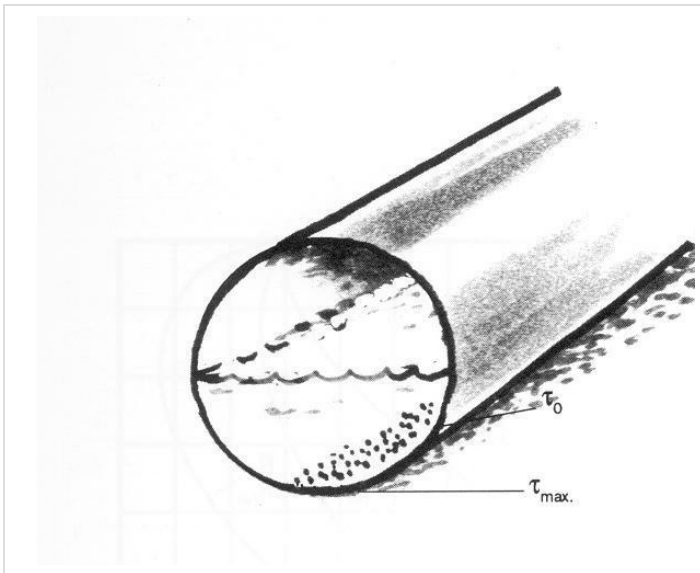
Jevnt fordelt skjærspenning settes lik $\tau = \rho \cdot g \cdot R \cdot l$

ρ = Tetthet for væsken [kg/m^3]

g = Tyngdeakselerasjonen ($9,81 \text{ m/s}^2$)

R = Hydraulisk radius [m]

l = Fall på røret [m/m]



Figur 4.11

Dimensjonerende skjærspenning τ_{maks}

Skjærspenningen langs bunnen (τ_{maks}) er større enn den jevnt fordelte (τ). For å finne den reelle skjærspenningen omformes formelen for τ til:

$$\tau_{maks} = \rho \cdot g \cdot k_1 \cdot \frac{d_i}{4} \cdot I$$

Figur 4.12

τ_{maks} : Største skjærspenningen langs bunnen av røret

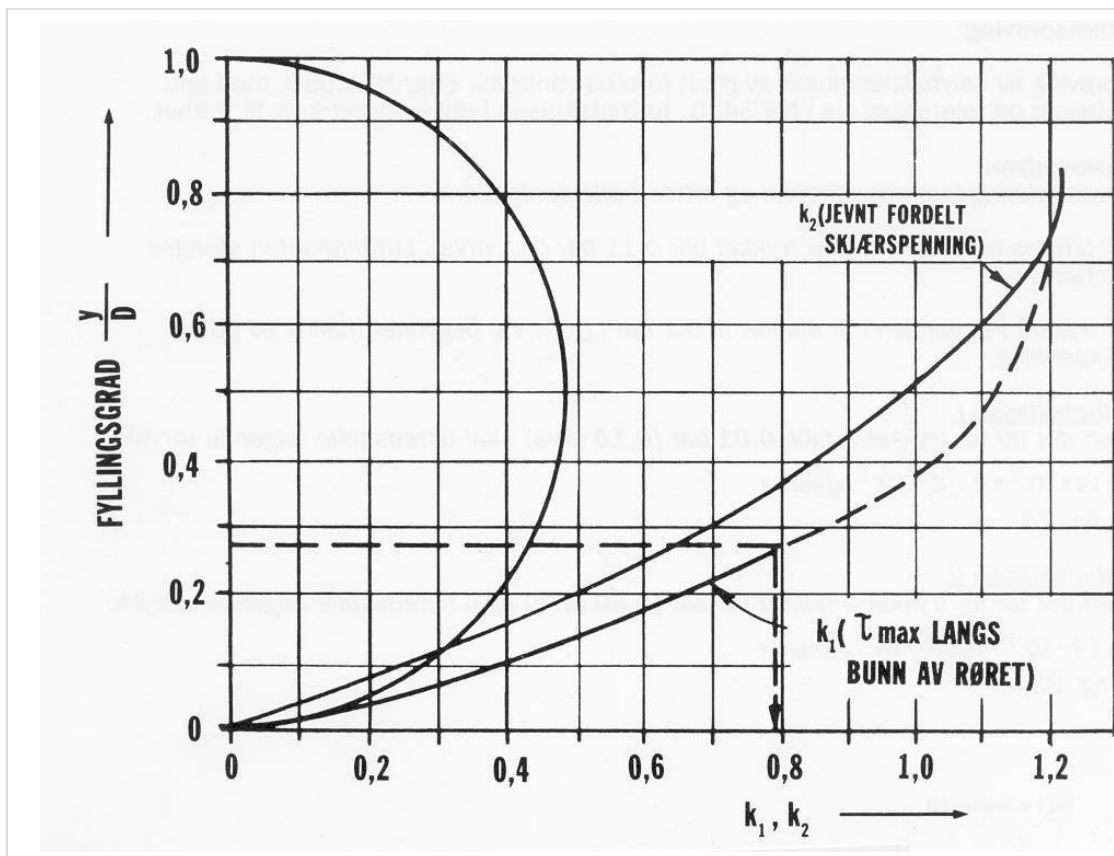
ρ : Vannets densitet = 1000 kg/m³

g : Tyngdeakselerasjonen = 9,81 m/s²

$d_i / 4$: Hydraulisk radius (R) for fylte rør er $d / 4$

I : Ledningens fall [m/m]

Korreksjonsfaktor k_1 er en funksjon av fyllingsgraden y/d_i i røret. Se figurunder:



Figur 4.13 - Korreksjonsfaktor for maksimal skjærspenning (k_1) og jevnt fordelt skjærspenning (k_2) i delvis fylte rør.

For å oppnå selvrensing må skjærspenningen (τ_{\max}) være:

> 2 N/m² for plastrør for spillvann

> 2-3 N/m² for plastrør for overvann og fellesledninger

Mer informasjon om selvrensing finnes i PRA rapport nr. 9 og TA 550 fra SFT.

Eksempel:

Det skal prosjekteres en spillvannsledning fra et område med 300 pe. Gjennomsnittsførbuket vurderes til å bli 250 l/pe·d. Maksimum døgnfaktor (f_{\max}) settes til 2,0 og maksimum timefaktor (k_{\max}) settes til 3,0. Infiltrasjonen bør være minimal og settes i dette tilfellet lik null.

Maksimum spillvannsmengde blir:

$$Q_{\max} = Q_{\text{mid}} \cdot f_{\max} \cdot k_{\max} + Q_{\text{inf}} = \frac{250 \frac{l}{pe} \cdot 300 pe \cdot 2,0 \cdot 3,0}{24 \frac{d}{d} \cdot 60 \frac{\text{min}}{h} \cdot 60 \frac{\text{min}}{h}} + 0 \frac{l}{s} = 5,2 \frac{l}{s}$$

Figur 4.14

Ledningen fører avløpsvannet fra området i en overføringsledning uten mange bender og grenrør og med et fall på 10 ‰. Ut fra kapasitetsdiagrammet for $k = 0,25$ (figur 6.1.1) ser vi at et rør med innvendig diameter 100 mm (110 mm PVC SN 8) har en kapasitet på ca 6,3 l/s.

For å finne skjærspenningen ved selvrensende vannføring trenger vi korreksjonsfaktoren k_1 for maksimal skjærspenning. Da trenger vi først fyllingsgraden ved selvrensende vannføring.

Selvrensende vannføring er:

$$Q_{\text{selvrens}} = \alpha \cdot Q_{\text{mid}} = \left(1 + \frac{23}{\sqrt{Q_p}}\right) \cdot \left(1 + \frac{23}{\sqrt{Q_{\text{mid}}}}\right) \cdot \frac{250 \text{ l/pe} \cdot 300}{24 \text{ h} \cdot 60 \text{ min} \cdot 60 \text{ min}} = 2,0 \text{ l/s}$$

$$\frac{Q_{\text{selvrens}}}{Q_{\text{fylt}}} = \frac{2,0 \text{ l/s}}{6,3 \text{ l/s}} = 0,32$$

Figur 4.15

Av diagram for selvrensing finner vi at fyllingsgraden (y/d_i) ved selvrensende vannføring er ca 0,42.

Av diagram for selvrensing ser vi at korreksjonsfaktoren k_1 for maksimal skjærspenning er ca 1,07.

Nå kan vi begynne å fylle inn i formelen for å finne opptredende skjærspenning ved selvrensende vannføring :

$\tau_{\text{maks } d_i}$

$$g \cdot k_1 = \frac{1000 \text{ kg}}{\text{m}^3} \cdot \frac{9,81 \text{ m}}{\text{s}^2} \cdot 1,07 \cdot \frac{0,10}{36} \cdot 4 \cdot 0,01 \text{ m} = 2,7 \text{ N/m}^2$$

Figur 4.16

For spillvannsledninger bør τ_{max} være større enn $2,0 \text{ N/m}^2$. Ledningen i eksemplet vil derfor være selvrensende.

På grunn av fare for utilstrekkelig kapasitet og mulig oppstuvning samt at man vanligvis følger anbefalinger fra SFT om dimensjoner på hovedledninger, vil det bli valgt en større dimensjon. Hvis vi i det samme eksemplet velger 200 mm PVC SN8 rør vil τ_{max} også være $2,7 \text{ N/m}^2$. Fyllingsgraden blir lavere - noe som medfører lavere verdi på k_1 i selvrenningsdiagrammet, men økningen i innvendig diameter (d_i) oppveier dette (se formel).

Råd for å oppnå optimal funksjon og unngå kloakkstopp

Man kan aldri vite når eller hvor en kloakkstopp oppstår. Men med god planlegging kan man forebygge og følgende kan da være nyttig.

- Sjekk at ledningen er selvrensende (nok fall i f.t. avløpsvannmengde), evt. støtbelaste ledningen.
- Nedgravde bend bør være langbend
- Kummer plasseres slik at tilgjengeligheten blir best mulig Bruk rettløpskummer med langbend på utsiden av kummen Hovedledningen skal gå rett gjennom kummen
- God utførelse under legging (motvirker svanker)
- Planmessig overvåkning og spyling av utsatte ledninger

For mer informasjon, rettledning eller hjelp, ta kontakt med NPG medlemsbedrifter.

Levetid

Levetid for grunnavløpssystemer av termoplast

Erfaring

I Europa har man brukt plastrør (spesielt PVC-rør) siden 1930-tallet. I Norge har de vært brukt siden tidlig på 50-tallet, og erfaringene er meget gode. Plastrør er meget korrosjonsbestandige og tåler store deformasjoner før det oppstår lekkasje i skjøter. Tette skjøter skyldes ikke minst enkle, sikre og holdbare løsninger med muffe som har tetningselement. Montasje i grøfta med lette rør gir stor sikkerhet for at sammenføyningen blir riktig utført. Dette er også noe av årsaken til den store markedsandelen som plastrør har i spillvannssystemer i dag.

I TEPPFAs (The European Plastic Pipe and Fitting Association) SMP-prosjekt, en undersøkelse av eksisterende avløpsledninger av plast i flere land i Europa, konkluderes det med at rørene har en meget god funksjon selv etter mange års bruk. Det er forventet at rørene vil inneha de samme egenskaper i svært mange år fremover.

Kjemisk nedbrytning

Kjemisk nedbrytning er kun et forhold å ta hensyn til i spesielle situasjoner – ved utslipp av visse kjemikalier i relativt store konsentrasjoner, eventuelt i kombinasjon med høy temperatur. Ved vanlig, kommunalt spillvann er det svært lave konsentrasjoner av aggressive stoffer. Ved oljeholdig avløpsvann, eller ved oljeforurenset grunn, skal det benyttes tetningsringer av oljebestandig kvalitet.

Ved kjemikalieholdig avløpsvann skal rørprodusentene spørres om råd. På forhånd må følgende kartlegges:

- Type kjemikalie(r)
- Konsentrasjoner
- Hyppighet
- Fyllingsgrad Temperatur

Slitasje

Ved transport av spillvann og vanlig overvann er slitasjen på rørveggen svært liten. Dessuten er massene i ledningssonen med og støtter røret slik at lokalt redusert veggtykkelse ikke får nevneverdig betydning.

Store økonomiske fordeler

Når man legger rør utendørs, er det graveprosessen som utgjør størsteparten av kostnadene – ikke rørene (som utgjør ca 10-15 % av de totale grøftekostnadene).

Det sier seg selv at jo lengre holdbarhet et rør har, desto mer økonomisk er det på alle måter.

5 Overvannsbehandling

Generelt om overvannshåndtering

Under dette kapitlet omtales plastrørssystemer til transport og håndtering av overvann. Meget kort omtales også plastrørs egenskaper mot slitasje pga av sand, grus og lignende i overvannet. Sentrale områder, der plastrør/plastbaserte løsninger brukes til transport og håndtering av overvann er:

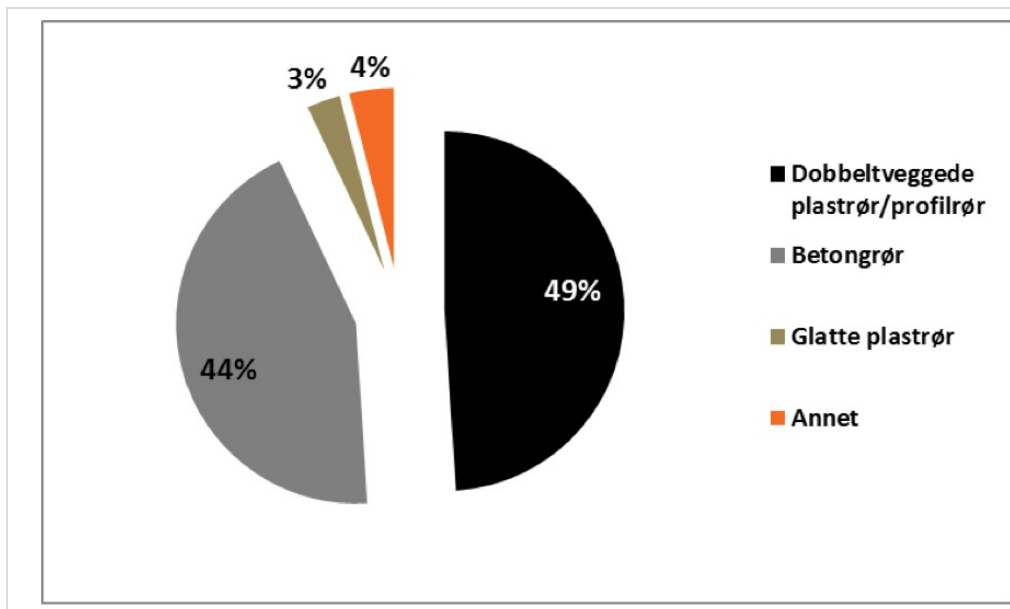
- Kommunale overvannsledninger
- Avvanning av veier (statlige veier, fylkesveier og kommunale veier) Skogsbilveier (spesielt stikkrenner)
- Jordbruk (for eksempel bekkelukking)
- Lokal overvannsdiskonering fordrøyning/magasiner og infiltrasjon
- Bruk av drenerør husdrenering veidrenering jordbruksdrenering *

* Omtales ikke i denne sammenheng

Markedsandelen for plastrør har vært kraftig stigende på 90-tallet og da spesielt innen veibygging. Bruken av plastrør er i hovedsak PE og PP dobbeltveggede rør som stikkrenner og som transport- ledninger for bortledning av overvann. Samtidig er bruken av dobbeltveggede drenerør til veibygging også meget høyt. Innen det kommunale overvannsmarkedet, så er også dobbeltveggede rør dominerende, men her benyttes fortsatt mye vanlige glatte PVC rør. I store dimensjoner anvendes også såkalte profilrør.

Dagens fordeling av plastrør kontra andre rørtyper vises under.

Antatt materialvalg overvannsrør (Kommuner og Statens Veivesen)



Figur 5.1

- Antatt materialvalg overvannsrør (Kommuner og Statens Veivesen). (Kilde: NPG Norge 2014)

DV overvannsrør

De første DV overvannsrør var produsert av PEH-materiale og ble introdusert på 70-tallet . Dobbeltveggede rør er det dominerende plastrøret med hensyn til bortledning av overvann. Rør og

rørdeler er produsert i PP i tråd med NS – EN13476 og merket med Nordic Poly Mark (se 10.1). Produktene lever opp til de strengeste krav til tetthet for trykløse ledninger. De viktigste bruksområdene er veibygging, kommunale overvannsledninger samt jord og skogbruk (særlig bekkelukking og stikkrenner).



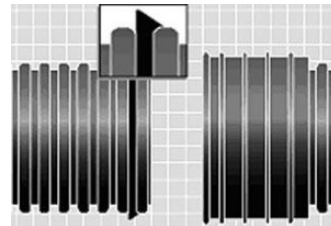
Muffeskjøt

Rørsystemet skjøtes med muffeskjøt. Pakning legges utvendig i bunn av "bølgedalen".

Dobbeltvegget konstruksjon

Uttrykket DV står for "dobbeltvegget" og betyr at rørene har et innvendig glatt rørskjikt

samt en utvendig bølgeformet konstruksjon, som bygger opp ringstivhet.



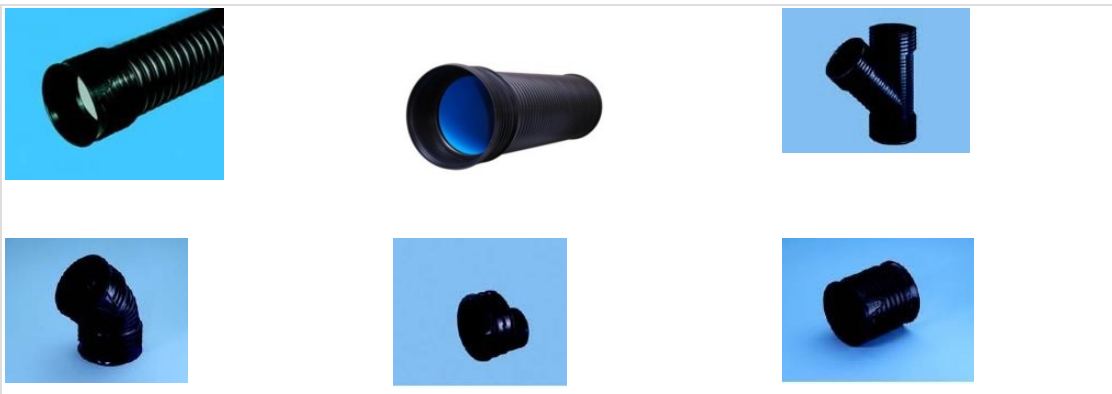
Produktutvalg

- Mufferør med lengde 6 meter
- Rørdeler som dobbeltmuffer, bønd, grennrør, overganger osv.
- Dobbeltvegget konstruksjon med glatt innervegg
- Dimensjoner fra 110 - 800 mm *
- Ringstivhet SN8 (8kN/m²)
- Sort farge (fargekode for overvann) Leveres i bunter

* Det finnes to forskjellige rørserier på markedet

Dy – serien, der rørene er betegnet med nominell utvendig diameter. Se produsentenes spesifikasjoner

Di – serien, der rørene er betegnet med nominell innvendig diameter. Se produsentenes spesifikasjoner



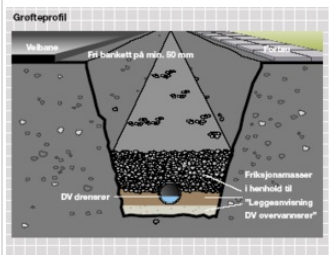
Tabell 5.1



Installasjon

Bildet til høyre viser omfylling av DV-rør. Denne gjøres i tråd med anvisning for vanlige kommunale PVC- og PE-rør i grøft, LINK 8.1 eller se i produsentens anvisning.

Skisse under viser DV overvannsrør installert for avvanning av vei. Vann transporteres ned fra veibane til grøft/fortau via sluk.



Bildet under viser DV overvannsrør som overvannsledning ved kommunalt separatsystem.

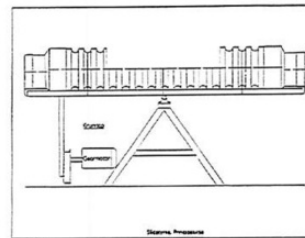


Tabell 5.2

Slitasjeforsøk

Overvannsrør i plast er meget sterke mot mekanisk slitasje. Skisse til høyre viser en "vippetest" som illustrerer transport av sand i overvannet gjennom ca 200 år. Proven viser at slitasje på rør knapt er målbart jfr. DTI-rapport 920428

2. Provetstilling



Egenskaper for DV overvannsrør som rør i grøft

Fordeler	Begrensninger
<ul style="list-style-type: none"> • Produksjon etter NS-EN13476 merket med Nordic Polymark • Lav vekt og lange rørlengder • Enkel kapping og muffeskjøter • God slagfasthet • Glatt innvendig overflate • Meget korrosjonsbestandig • Tette skjøter • Langlevetid 	<ul style="list-style-type: none"> • Begrenset lengdestivhet i små dimensjoner

Tabell 5.3

PVC, PP avløpsrør

PVC avløpsledning - selvfal

En del kommuner bruker tradisjonelle PVC avløpsrør som overvannsledning, enten med rødbrun eller fortrinnsvis med sort farge.

Rør har samme utførelse som beskrevet under LINK 4.2



Profilrør

PE profilrør anvendes spesielt der det er behov for store overvannsrør. Vanlige bruksområder er overvanns- kulverter i eller gjennom vei, fordrøyningsmagasiner og tekniske kulverter.

Produktvalg:

- Mufferør med lengde 3 og 6 meter som standard
- Lages også etter spesial mål .
- Omfattende program i rørdeler
- Glatt innervegg
- Innvendige nominelle dimensjoner fra 800 - 3000mm
- Ringstivhet SN8 (leveres og SN2, SN4 og SN16)
- Farge sort eller grå.
- Rør og deler er sveisbare og kan lett tilpasses med inspeksjonsrør , overløp og endelokk.

- Rør av PVC, PP eller PE med konstruert rørvegg – i henhold til NS-EN 13476
- Nominell innvendig diameter eller nominell utvendig diameter
- Ringstivhet SN 8
- Snøkrystall
- Farge: Sort



Nordic Poly Mark*

Tetthetsprøving utføres med luft i henhold til prosedyrer og krav i NS-EN1610 Normalt beskrives :

Tetthetsprøving "LC" i henhold til NS-EN1610

(LC betyr at rørdelingen tetthetsprøves med luft med et innvendig overtrykk på 1,0 mVs)

* For korrekt beskrivelse av sertifiserte produkter – se kapittel 10.1. Når det beskrives grunnavløpsprodukter med sertifiseringsmerket Nordic Poly Mark er kravet om snøkrystall (slagfasthet ved lave temperaturer) ivaretatt.

For beskrivelser av tradisjonelle avløpsrør av PVC eller PP som avløpsrør – se LINK KAP 4.2.

Lokal overvannsdiskonering

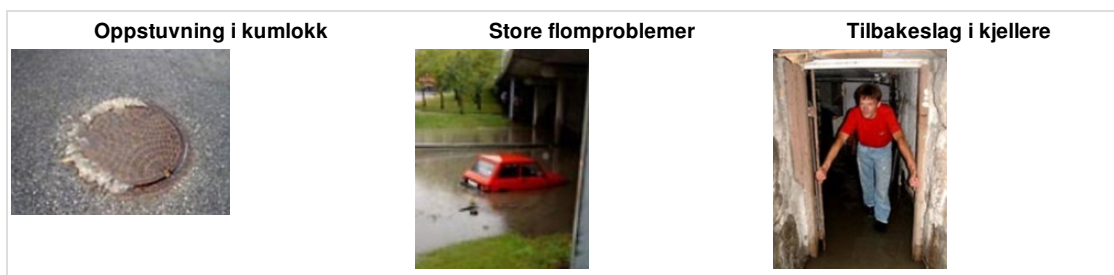
Overvannsmagasin i form av kassetter



Tabell 5.4

Endringer i værforhold, økende urbaniseringsgrad med tette flater og mindre åpne vannveier har medført alvorlige kapasitetsproblemer på ledningsnett og derfor en betydelig økning i flomskader. Standarden NS-EN 752, utvendige stikklednings- og hovedledningssystemer, sier blant annet under Del 2, 6 – grunnleggende ytelseskrav, at:

- Hyppigheten av oversvømmelse ikke skal overskride foreskrevne verdier.
- Menneskers helse og liv skal sikres.
- Hyppigheten av overbelastning på hovedledninger bør ikke overskride foreskrevne verdier



Tabell 5.5

Det er et betydelig behov for å behandle overvannet lokalt, det vil si at man om mulig lar vannet finne naturlige vannveier via infiltrasjon til grunn og/eller lar overvannet renne bort via åpne vannveier og dammer. Et vesentlig hinder er imidlertid, at det mange steder ikke er naturlig å etablere åpne løsninger. Samtidig er grunnforhold i store områder ikke egnet til infiltrasjon. En løsning, som i vesentlig grad vil avhjelpe disse problemene, er å ta hånd om regnbygene ved å forsinke/fordrøye avrenningen og unngå at flomtopper skaper oppstuvning/tilbakeslag på hovedledninger.

Fordrøyning/infiltrasjon

Ved fordrøyning av overvann etableres volumer av forskjellige løsninger og materialer. Ved noen av løsningene kan fordrøyning kombineres med infiltrasjon til grunnvannet (for eksempel ved bruk av kassetter). Ved andre løsninger prioriteres enten fordrøyning (for eksempel tette tanker) eller infiltrasjon.



Tabell 5.6

”Tett magasin”

Ved høy grunnvannsstand, fare for utlekking til konstruksjoner som er følsomme for fuktighet, kan det sveises tett membran rundt magasin. Membran beskyttes med geotekstil mot magasin og utvendig mot omfylling.



Tabell 5.7

Oppfylling av fordrøyningsmagasiner

Oppfylling av magasinene skjer på enkleste måte ved bruk av en mindre utløpsdimensjon enn innløpsdimensjonen. Det kan lages reguleringskummer med "strupeanordning" i utløp. Denne kan også om ønskelig forsynes med nødoverløp. Enkelte ledningseiere foretrekker andre løsninger, som for eksempel virvelkammer.



Tabell 5.8 - Ovenstående bilde viser fordrøyning med bruk av tanker GRP

Drensrør

De første drensrør i plast kom på det norske markedet midt på 60-tallet. De ble produsert som kveilrør i materialet PE (polyetylen). Dette betyr at man har mer enn 40 års praktisk erfaring med slike rør. Rør er slisset i rørets omkrets med hullåpning i tråd med NS 3065. Hvordan rørene blir slisset, kan variere fra produsent til produsent. I dag leveres både rør på kveil og DV (dobbelteveggede) drensrør i rette lengder, særlig i materialene PE (polyetylen) og PP (polypropylen). En stor del av drensrørene anvendes til jordbruksdrenering. Dette omtales ikke her.

Innen byggesektoren blir rørene brukt spesielt til grunnmursdrenering, mens en stor del av rørene leveres til veisektoren.

Kveilrør og rørdeler

Kveilrør leveres i lengder på 25 til 250 meter avhengig av dimensjon og produsent. Dimensjonsbetegnelser i henhold til NS3065 er 50, 65, 80, 113 og 145 mm.



Tabell 5.9

I Norge er følgende dimensjoner vanlige:

Dimensjonsbetegnelse i henhold til NS3065	Innvendig/utvendig diameter i mm.	Lengde på kveilrør i m.
50	50/60	25og250
70	70/86	25og100
80	83/100	25,50og100
100	104/118og103/117	25,50og75

Tabell 5.10

Det leveres et omfattende program i rørdeler til kveilrørene.

DV drensrør og rørdeler

DV drensrør er basert på DV (Dobbelteveggede) overvannsrør og leveres i lengder på 6 meter.

Det finnes to dimensjonsserier med rør:

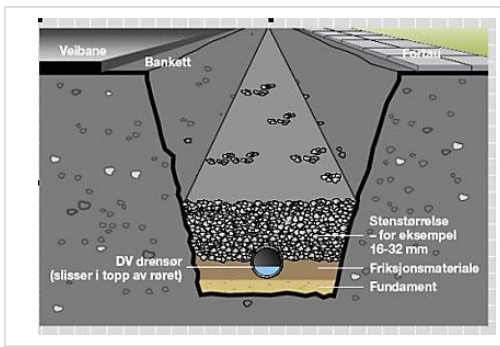
Dy-serien – der rørene er betegnet med nominell utvendig diameter. Slike drensrør finnes i dimensjonsområdet 50mm-75mm - 110mm til 315mm.

Se produsentenes spesifikasjoner.

Di-serien – der rørene er betegnet med nominell innvendig diameter. Slike drensrør finnes i dimensjonsområdet 48-300 mm.

Se produsentenes spesifikasjoner.





Figur 5.2 -



Figur

Drenering av vei er et viktig bruksområde for DV drensør



5.3 - Ved husdrenering brukes sandfangskum. Både kveilrør og DV rør anvendes.

6 Sjøledninger

Sjøledninger

Sjøledninger, ledninger i vann

Vannledninger, overføringsledninger, inntaksledninger og utslippsledninger kan installeres som PE 80 eller PE 100 sjøledninger.

De første PE-sjøledningene av litt størrelse ble lagt i Telemark i 1962. På grunn av økende behov for inntak og overføring av drikkevann, transport av avløpsvann og utslipp fra industri, var Norge et foregangsland, når det gjaldt bruk av undervannsledninger i VA-anlegg.

Vår spesielle topografi med mange elver, innsjøer, fjorder og mange øysamfunn langs vår lange kyststripe forsterker dette behovet. Ved sjøledninger utnyttes PE-trykkørns egnede egenskaper med hensyn til korrosjonsbestandighet, fleksibilitet og strekkfasthet. Erfaringer har vist, at PE-trykkør kan legges ved store dyp og under vanskelige traseforhold, lange strekk og store dimensjoner.

Rør i standardlengder (normalt 12 meter) sveises sammen på anleggssted eller lange rørlengder slepes med båt fra produksjonssted til anleggsstedet.



Tabell 6.1 - Slep av mange, lange lengder til anleggssted

Prosjektering og forarbeide

Sjøledninger prosjekteres og dimensjoneres avhengig av om det er vannledning, utslippsledning (spillvann) eller inntaksledning for drikkevann. Andre "ytre" forhold som har betydning er leggedyp, bunnforhold, strømkrefter, bølgekrefter og krefter som oppstår i overgang sjø / land.

Ledningstrase (hvor ledning skal ligge) må bestemmes ved hjelp av sjøkart, evt. ekkolodd for å finne beste trase for PE-røret. Bruk av dykkere eller ROV (ROV = Remote operated vehicle, på norsk kaller vi det miniubåt), muliggjør mer nøyaktige undersøkelser.

Belastning av sjøledninger

PE-materialet er lettere enn vann. I tillegg er PE-ledninger luftfylte når de føres ut på hav, sjø eller elv. Derfor må ledningene belastes for at senking skal være mulig. Vanligvis brukes betonglodd med eller uten bolter.

Hvert lodd består vanligvis av to halvdeler som monteres rundt røret. Mellom rør og betonglodd legges det gummibånd, slik at betongloddet ikke ligger direkte an mot PE-røret.

Avstand mellom betonglodd bestemmes av belastningsgrad¹⁾, rørdimensjon og SDR-klasse, men er vanligvis mellom 2-8 meter.

Belastning beregnes for hvert prosjekt. Inntaksledninger og overføringsledninger har normalt lav belastningsgrad, mens utslippsledninger og pumpeledninger for avløpsvann har høyere belastningsgrad.

¹⁾ Med belastningsgrad menes hvilken grad av luftfylling det belastes for. For eksempel ved 30 % belastningsgrad vil det si at ledningen kan være inntil 30 % luftfylt før den flyter opp.

Vanlige belastningsgrader

- Inntaksledninger og overføringsledninger for vann 20-30 %
- Utslippsledninger og pumpeledninger for avløpsvann 40-70 %.



- Strømkrefter, bølgekrefter og andre ytre laster kan medføre behov for ytterligere belastning.
- Dersom ytre krefter og vanlig luftfyllingsgrad medfører behov for en belastningsgrad på over 100%, kan det være nødvendig med ekstra flytelegemer for å holde rør i overflateposisjon før senking. Det kan også være behov for tilleggsbelastning av rør etter senking.

Senking av sjøledninger

Ved senking av sjøledninger utnyttes PE-rørets fleksibilitet under installasjonen. PE-rør senkes normalt fra land ved at det slippes inn vann (for eksempel ved å dykke rørenden i vann). I andre enden av røret, som fremdeles er luftfylt og flyter, er det montert et lokk, der man kan tilføre luft via en kompressor. Samtidig må man kunne slippe ut luft kontrollert.



Når vannet slippes inn i røret fra land, vil røret synke og legge seg langs bunnen. Luft komprimeres når vannet trenger inn i ledningen.

I en tidlig fase av senkingen er det nødvendig å blåse luft inn i andre enden av røret, for å kunne kontrollere senkehastigheten. Hvis det ikke er tilstrekkelig mottrykk i den "frie ende" vil det oppstå en ukontrollert senking. Dette kan føre til en buckling* av rør eller i verste fall et totalhavari av ledningen. I forbindelse med senking av PE sjøledninger er det viktig at det er utarbeidet en senkeprosedyre som spesifikt omhandler det aktuelle prosjektet. Denne skal blant annet sikre at PE-røret blir installert i riktig posisjon på bunnen uten at røret påføres for store strekk og bøyekrefter.



* Ved bukling blir røret utsatt for en større krumning i lengderetningen enn tillatt

Senkeprosedyre skal som minimum inneholde:

- Innledning med generelle opplysninger om anlegget
- Beregning av tekniske data og senkeparametre for senking
- Organisering av senkingen, hvem har ansvaret for hva?
- Utstyr og bemanning
- Forberedende arbeider i forkant av senking og på selve "senkedagen"
- Nødvendig varsling
- Beskrivelse av senking
- Tidsplan for senking
- Nødprosedyre hvis noe ikke går etter planen
- Dokumentasjon
- Kommunikasjon

Etterkontroll

Etter senking er det viktig at det foretas en etterkontroll av hvordan sjøledningen faktisk ligger. Dette kan gjøres på flere måter avhengig av dybde og andre forhold. Grunne ledninger kan kontrolleres ved at dykkere svømmer over ledningen med videokamera. For ledninger som ligger utilgjengelig for dykkere kan de filmes med ROV. Kontrollen avdekker om sjøledningen ligger an mot underlag som spisse steiner, fjell osv, som kan føre til mekanisk slitasje med påfølgende brudd. Det kan også være strekk på sjøledningen som har "svevende" lodd, det vil si at lodd ikke ligger an mot bunn. For slike strekk bør man vurdere om den belastningen ledningen er utsatt for er akseptabel. Det kan bli nødvendig å foreta justeringer med hensyn til loddbelastningen.

Landtak (overgang mellom land og vann)

PE sjøledninger bør graves ned ved landtakene slik at man unngår belastninger av bølger i "skvalpesonen" og i forbindelse med is.

Når det gjelder massetyper i fundament og omfyllingsmasser for sjøledninger så henvises det til NS 3420-H.

Det kan også være aktuelt å beskytte sjøledningen i hele eller deler av traseen mellom landtakene. Dette kan gjøres ved å grave ned deler av eller hele sjøledningen. Nedspyling av ledningen er en annen metode. Ledninger kan også legges på bunnen og beskyttes med gabionmatt (pukkmatter).

Vannledninger

Inntaksledning :

Inntaksledning finnes for drikkevann, for sjøvann til fiskeoppdrett, kjøleanlegg og annen industri. Belastning for lav luftfyllingsgrad på normalt 20-30 % har sammenheng med at det er relativt liten mulighet for at det kommer luft inn i en slik ledning.

Ytterste punkt på inntaksledningen bør heves fra bunnen for å unngå bunnslam i ledningen. Høyde over bunnen

avhenger av bunnforholdene. Ledningen legges på en bukk eller det monteres et endehjul,. Svevende inntak med oppdriftslegeme anvendes der man frykter at bukk eller "hjulet" vil synke ned i bunnslam.

Inntaksledninger kan kobles direkte til en sugepumpe på land. Ved selvfall kan pumpen suge vann fra sumpen (Nedre del av den kum/sted der pumpen er plassert), Det anbefales ikke å koble pumpe direkte på inntaksledningen. Hvis denne går tett, kan pumpen suge undertrykk i ledningen, som kan kollapse. Derfor anbefales å la vannet renne gjennom røret ved gravitasjon og inn i en pumpesump.

Det kan for mange inntaksledninger være nødvendig å ha en grovsil på enden for å hindre at større elementer kommer inn i ledningen. Inntakssiler lages ofte av PE-rør som bores med et antall hull på normalt 20-50 mm. Hullarealet i inntakssilen bør tilsvare 3,5 x rørets lysåpning for å redusere

Rengjøring

Inntaksledninger har normalt behov for å bli rengjort innvendig med visse mellomrom. Hyppighet avhenger av blant annet om det er i sjø eller ferskvann, inntaksdyp, vannkvalitet og andre momenter. Rengjøring skjer ofte fra land ved bruk av renseplugg som drives med vanntrykk. Muligheter for pluggkjøring bør etableres ved bygging av anlegget.

For inntaksledninger med inntaksdyp som det er mulig å dykke ned til, kan man bruke dykker for å hente ut pluggen i enden av røret.

Der hvor inntaksdybde er så stor, at det ikke er mulig å bruke dykker, anbefales det å lage en inntakssil, som tillater at pluggen kommer ut av seg selv og flyter opp til overflaten. Den kan da hentes opp fra båt.

Ulike typer groing i vann kan gjøre det vanskelig å få til en konstruksjon, som fungerer slik at pluggen kan komme ut ved rengjøring av ledningen. Løsningen kan være å ikke ha grovsilen på enden av røret, og i stedet etablere en grovsil i inntakskummen, ved for eksempel å ha to kammer i kummen med en vertikal sil eller rist mellom kamrene. Det monteres normalt ikke betonglodd på den delen av inntaks- ledningen som heves opp i fra bunnen.

Overføringsledning:

Overføringsledninger for vann er sjøledninger som brukes ved kryssing av elver, mellom to landtak i vann eller sjø. Normalt er disse ledningene tilkoblet kummer ved hvert landtak. Overføringsledninger for vann belastes normalt for en luftfyllingsgrad på 20-30 %, men andre krefter som virker på ledningen må tas hensyn til.

Avløpsledninger

Utslippsledning

Utslippsledninger av PE-rør er aktuelle for utslipp av avløpsvann, overvann og vann fra industri til vann, elv eller sjø. Denne type ledninger belastes normalt for en luftfyllingsgrad 40-70 %.

Andre belastningsgrader kan være aktuelle.

For denne type ledninger etableres det normalt en kum på land, som har til hensikt å evakuere luft og samtidig sørge for minimal risiko for at det kommer luft inn i utslippsledningen. Utslippsledninger

må ha fallhøyde nok til å greie friksjonstap i ledningen og forskjell i egenvekt mellom det vannet som slippes ut, og det vannet som er i resipienten.

Det er normalt behov for å heve ytterste punkt på utslippsledningen et lite stykke fra bunnen. Dette er spesielt viktig hvis vannet som slippes ut inneholder fast stoff av noe slag, da dette kan medføre oppbygging av sedimenterte masser og etter hvert dekke deler eller hele røråpningen.

Ledningen kan heves fra bunnen ved hjelp av en bukk, endehjul eller ved å lage et "svevende"

utslippspunkt, der PE-røret forankeres i såkalte moringer. Samtidig etableres det et oppdriftslegeme for ytterste rørende. Metode med svevende utslippspunkt er hensiktsmessig, der bunnforholdene er dårlige, og bukk eller endehjul kan synke ned i bunnslam.

På utslippsledninger kan det være behov for diffusor (rør med borede hull) for å spre utslippet over et større område i resipienten. Diffusorer lages normalt av PE-rør og bør dimensjoneres iht. blant annet vannmengde, dimensjon, hva som slippes ut og innhold av fast stoff i avløpsvannet.

Det monteres normalt ikke betonglodd på den delen av utslippsledningen som heves fra bunnen.

Overføringsledning

Overføringsledning

Overføringsledninger for spillvann er ledninger som brukes ved kryssing av elver, mellom to landtak i vann eller sjø. Normalt er disse ledningene tilkoblet pumpestasjon i et landtak.

Overføringsledninger for spillvann belastes normalt for en luftfyllingsgrad på 40-70 %, samtidig må det tas hensyn til andre krefter som virker på ledningen. Det er viktig å ta hensyn til eventuelle sesongmessige driftssituasjoner. For eksempel kan det i hytteområder være drift på en spillvannspumpeledning i visse sesonger i året, mens ledningen kan ligge mer eller mindre uvirksom i andre perioder.



I spillvannsledninger som er fylt med avløpsvann uten at den er i drift, kan det oppstå gassdannelser. Dette fører til ekstra oppdrift av ledningen.

Beregning av loddbelastning ut fra teori og formler

Ved luftfylling/belastningsgrad over 90 % bør man utføre mer nøyaktige beregninger.

Formler

Vekten av den fortrenkte væsken (oppdriften)

$$M_{SJØ} = \rho_{SJØ} \cdot L \cdot \frac{\pi \cdot d_e^2}{4} \quad [\text{kg/m}]$$

Figur 6.1

$\rho_{SJØ}$:

- 1 035 kg/m³ for sjøvann med høyt saltinnhold
- 1 025 kg/m³ for sjøvann med lavt saltinnhold
- 1 000 kg/m³ for ferskvann

L: Ledningens lengde. Settes lik 1 m for å finne vekt pr meter

d_e : Rørets utvendige diameter i meter

Vekten av rør med væske

$$M_{RØR} = m_{RØR} + P \cdot m_{LUFT} + (1 - P) \cdot \rho_{VANN} \cdot \frac{\pi \cdot d_i^2}{4} \quad [\text{kg/m}]$$

Figur 6.2

$m_{RØR}$: Rørets produksjonsvekt i kg/m

m_{LUFT} : Vekten av luften i røret kan neglisjeres og kan settes lik 0 ρ_{VANN} : 1 000 kg/m³ for ferskvann

L: Ledningens lengde settes lik 1 m for å finne vekt pr meter

P: Luftfyllingsgrad oppgis i prosent, men settes inn som desimaltall. 30 % => 0,3 Normale luftfyllingsgrader:

- Vannledninger og inntaksledninger: 20 - 40 % (P: 0,2 - 0,4)
- Utslippsledninger: 30 - 50 % (P: 0,3 - 0,5)
- Spillvann med jevn belastning, kort oppholdstid: 30 - 70 % (P: 0,3 - 0,7)
- Spillvann med ujevn belastning, lang oppholdstid: Må vurderes i hvert enkelt tilfelle

d_i : Rørets innvendige diameter i meter

Nødvendig belastning pr meter rør (vekt i luft)

$$M_{BELASTNING} = f \cdot (M_{SJØ} - M_{RØR}) \quad [\text{kg/m}]$$

Figur 6.3

f: Omregningsfaktor fra vekt i vann til vekt i luft:

- 1,76 for sjøvann med høyt saltinnhold
- 1,75 for sjøvann med lavt saltinnhold
- 1,72 for ferskvann

$$c = \frac{\text{Tetthet betong}}{\text{Tetthet betong} - \text{Tetthet sjø}}$$

Figur 6.4

Senteravstand mellom loddene (c-c)

$$c - c' = \frac{M_{LUFT}}{M_{BELASTNING}} \quad [m]$$

Figur 6.5

Senteravstanden bør normalt være mellom 2,0 og 8,0 meter avhengig av blant annet dimensjon samt belastningsgrad og minst på de minste dimensjonene. I enkelte tilfeller må dette vurderes nærmere.

Eksempel:

En 315 mm PE SDR 11 sjøledning for vannforsyning skal legges i saltvann med tetthet $1\,030\text{ kg/m}^3$. 30 % luftfyllingsgrad er valgt.

Vekten av den fortrengte væsken (oppdriften)

$$M_{SJO} = \rho_{SJO} \cdot L \cdot \frac{\pi \cdot d_i^2}{4} = 1\,030\text{ kg/m}^3 \cdot 1\text{ m} \cdot \frac{\pi \cdot 0,315^2\text{ m}^2}{4} = 80,3\text{ kg/m}$$

Figur 6.6

Vekten av rør med væske

$M_{RØR}$ og d_i hentes fra rørproduktens katalog. M_{LUFT} settes lik null. Luftfyllingsgraden 30 % settes inn som desimaltallet 0,3. Tettheten for ferskvann er $1\,000\text{ kg/m}^3$.

$$M_{RØR} = M_{RØR} + P \cdot M_{LUFT} + (1 - P) \cdot \rho_{VANN} \cdot L \cdot \frac{\pi \cdot d_i^2}{4}$$

Figur 6.7

$$M_{RØR} = 25,9\text{ kg/m} + 0 + (1 - 0,3) \cdot 1\,000\text{ kg/m}^3 \cdot 1\text{ m} \cdot \frac{\pi \cdot 0,2578^2\text{ m}^2}{4} = 62,4\text{ kg/m}$$

Figur 6.8

Nødvendig belastning pr meter rør (vekt i luft)

Når betongen har tetthet $2\,400\text{ kg/m}^3$ og sjøvannet har tetthet $1\,030\text{ kg/m}^3$, blir forholdstallet $f = 1,75$.

$$M_{BELASTNING} = f \cdot (M_{SJO} - M_{RØR}) = 1,75 \cdot (80,3\text{ kg/m} - 62,4\text{ kg/m}) = 31,3\text{ kg/m}$$

Figur 6.9

Senteravstand c-c

Et standard lodd med vekt 115 kg velges. Senteravstand mellom loddene blir:

$$c - c' = \frac{M_{LUFT}}{M_{BELASTNING}} = \frac{115\text{ kg}}{31,3\text{ kg/m}} = 3,7\text{ m}$$

Figur 6.10

Beregning av loddbelastning ut fra tabell.

En PE-ledning som legges i hav eller ferskvann må belastes, slik at den ikke flyter opp. Oftest benyttes betonglodd. Man må ta hensyn til rørets oppdrift, maksimal andel luft i røret (luftfyllingsgrad) samt strøm- og bølgekrefter. I det etterfølgende vil vi se på beregning av nødvendig belastning kun som følge av rørets oppdrift og luftfyllingsgrad.

Vi benytter Arkimedes lov om at oppdriften er lik vekten av den fortrengte væskemengde minus vekten av røret med innhold. Nedenstående tabell viser nødvendig belastning (luftvekt av betonglodd) av PE 80 og PE 100 sjøledninger iht. utvendig diameter, SDR og luftfyllingsgraden P.

Tabell loddbelastning

d_e	SDR33	SDR26	SDR17,6	SDR17	SDR11	SDR7,3
32	-	-	0,05+P·1,09	0,05+P·1,08	0,06+P·0,92	0,07+P·0,73
40	-	-	0,08+P·1,70	0,08+P·1,68	0,09+P·1,45	0,11+P·1,14
50	-	0,11+P·2,87	0,12+P·2,65	0,12+P·2,63	0,14+P·2,26	0,16+P·1,78
63	-	0,17+P·4,56	0,19+P·4,21	0,19+P·4,17	0,22+P·3,58	0,26+P·2,82
75	-	0,25+P·6,47	0,27+P·5,96	0,27+P·5,91	0,32+P·5,08	0,37+P·4,00
90	0,34+P·9,64	0,35+P·9,31	0,39+P·8,59	0,39+P·8,51	0,45+P·7,32	0,53+P·5,76
110	0,50+P·14,4	0,53+P·13,9	0,58+P·12,8	0,59+P·12,7	0,68+P·10,9	0,80+P·8,60
125	0,65+P·18,6	0,68+P·18,0	0,75+P·16,6	0,76+P·16,4	0,88+P·14,1	1,03+P·11,1
140	0,82+P·23,3	0,86+P·22,5	0,95+P·20,8	0,96+P·20,6	1,10+P·17,7	1,29+P·13,9
160	1,07+P·30,5	1,12+P·29,4	1,24+P·27,1	1,25+P·26,9	1,44+P·23,1	1,68+P·18,2

180	1,35+P·38,6	1,42+P·37,2	1,56+P·34,3	1,58+P·34,0	1,82+P·29,3	2,13+P·23,0
200	1,67+P·47,6	1,75+P·46,0	1,93+P·42,4	1,95+P·42,0	2,24+P·36,1	2,63+P·28,4
225	2,11+P·60,3	2,22+P·58,2	2,44+P·53,7	2,47+P·53,2	2,84+P·45,7	3,33+P·36,0
250	2,61+P·74,4	2,74+P·71,8	3,02+P·66,2	3,05+P·65,6	3,51+P·56,4	4,11+P·44,4
280	3,27+P·93,3	3,43+P·90,1	3,78+P·83,1	3,82+P·82,3	4,40+P·70,8	5,15+P·55,8
315	4,14+P·118	4,34+P·114	4,79+P·105	4,84+P·104	5,57+P·89,6	6,52+P·70,6
355	5,26+P·150	5,52+P·145	6,08+P·134	6,14+P·132	7,07+P·114	8,28+P·89,6
400	6,67+P·190	7,00+P·184	7,72+P·170	7,80+P·168	8,98+P·145	10,5+P·114
450	8,45+P·241	8,86+P·233	9,77+P·215	9,87+P·213	11,4+P·183	13,3+P·144
500	10,4+P·298	10,9+P·287	12,1+P·265	12,2+P·263	14,0+P·226	-
560	13,1+P·373	13,7+P·360	15,1+P·332	15,3+P·329	17,6+P·283	-
600	15,0+P·429	15,8+P·414	17,4+P·382	17,5+P·378	20,2+P·325	-
630	16,6+P·473	17,4+P·456	19,2+P·421	19,3+P·417	22,3+P·358	-
710	21,0+P·600	22,1+P·579	24,3+P·534	24,6+P·529	28,3+P·455	-
800	26,7+P·762	28,0+P·736	30,9+P·678	31,2+P·672	-	-
900	33,8+P·964	35,4+P·931	39,1+P·859	39,5+P·851	-	-
1000	41,7+P·1191	43,8+P·1150	48,3+P·1060	48,7+P·1050	-	-
1100	50,5+P·1441	53,0+P·1391	58,4+P·1283	59,0+P·1271	-	-
1200	60,1+P·1714	63,0+P·1655	69,5+P·1526	-	-	-
1400	81,8+P·2333	85,8+P·2253	-	-	-	-
1600	107+P·3048	112+P·2943	-	-	-	-

Tabell 6.2

Loddbelastning ($M_{\text{belastning luftvekt}}$) pr m rør PE 80 sjøledning Eksempel:

Loddbelastning av 315 mm PE 80 SDR 11 rør i sjø med 30 % luftfylling. $M_{\text{belastning luftvekt}} = 5,57+P \cdot 89,6 = 5,57+0,30 \cdot 89,6 = 32,5 \text{ kg/m}$

Velger et standard lodd med luftvekt 115 kg.

Senteravstand c-c = $M_{\text{LODD}}/M_{\text{Belastning luftvekt}} = 115/32,5 = 3,5 \text{ m}$

7 Plastkummer

Spyle- og inspeksjonskummer

Det er i dag et selvfølgelig krav at avløpssystemer som bygges skal være tette. Dette kravet må også gjelde for det kumsystemet som velges. Plastkummer tilfredsstillende med klar margin alle de tetthetskrav som stilles til en kum. Innløpsmuffer/stigerør har tetningsringer, noe som også gir sikker og enkel montering.

I plastkummer kommer materialet til sin rett i forhold til;

- Absolutt tetthet mot inn/utlekking
- Lav vekt og enkel montering
- Enkle å tilpasse og spesiallage
- Korrosjonsbestandighet
- Fleksibilitet ved setninger
- Lang levetid

Tette kummer forurenser ikke grunnvann. Tette kummer slipper heller ikke inn grunnvann - og renseanlegg kan dimensjoneres for spillvannshåndtering og ikke samtidig håndtere store mengder overvann

Nedenfor vises eksempler på forskjellige varianter som finnes på markedet.



Figur 7.1 - Minikummer med 400 mm stigerør



Figur 7.2 - PRO630 med 630 mm stigerør



Tabell 7.1



Tabell 7.2





Tabell 7.3

Nedstigningskummer

Nedstigningskummer for avløpsrørsystem

Det er i dag et selvfølgelig krav at avløpsledninger som bygges skal være tette. Dette kravet må også gjelde for det kumsystemet som velges. Plastkummer tilfredsstiller med klar margin alle de tetthetskrav som kan stilles til en kum. Innløpsmuffer har tetningsringer, noe som også gir sikker og enkel montering.

I plastkummer kommer materialet til sin rett i forhold til:

- Absolutt tetthet mot inn/utlekking
- Lav vekt og enkel montering
- Modulerings- og designmulighet
- Korrosjonbestandighet
- Fleksibilitet mot setninger
- Sveisbarhet
- Lang levetid

Tette kummer forurenses ikke grunnvann pga lekkasjer. Tette kummer slipper heller ikke inn grunnvann, og renseanlegg kan dimensjoneres for spillvannshåndtering og ikke samtidig håndtere store mengder overvann

Nedenfor vises eksempler på forskjellige varianter som finnes på markedet.

Tegra 1000 (Nedstigningskum med innvendig diameter 1000 mm)



Figur 7.3 -

Leveres til rør i dim: 160 mm-200 mm-250 mm-315 mm

PRO 1000 kloakkum (Nedstigningskum med innvendig diameter 1000 mm)



Kum vist innvendig

Leveres for rør i dim: 110 mm-160mm- 200 mm- 250 mm- 315 mm- 400mm

Tabell 7.4

Sandfangkummer

Det er i dag ofte krav om at sandfangkummer som bygges skal være tette. Plastkummer tilfredsstiller med klar margin alle de tetthetskrav som kan stilles til en kum. Dette skyldes at både innløpsmuffer, stigerør og kumringer har tetningsringer, noe som også gir sikker og enkel montering.

I plastkummer kommer materialet til sin rett i forhold til:

- Lang levetid
- Tett mot inn/utlekking
- Enkel montering
- Modulerings- og designmulighet
- God korrosjonsbestandighet
- God slitasjemotstand
- God kjemikaliebestandighet
- Fleksibilitet mot setninger
- Sveisbarhet

Tette kummer forurensrer ikke grunnvann pga. lekkasjer. Tette kummer slipper heller ikke inn grunnvann, og renseanlegg kan dimensjoneres for.

Nedenfor vises eksempler på forskjellige varianter av sandfangkummer som finnes på markedet.



315 mm husdrenskum med innvendig vannlås og spylemulighet

315, 425 og 600 sandfangkum

Tegra 1000 finnes også som sandfangkum (bildet viser kum med renneløp).

Tabell 7.5



Husdrenskum/sandfangkum

630 gatesandfangkum

PRO 1000

Tabell 7.6

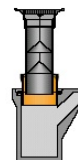
Sandfangkum

Sandfangkum 110 liter komplett med tetningsring, sandfang 1101

Renoveringsdel og luftlås



Renoveringsdel och luftlås



Tabell 7.7

Noen eksempel på spesialkummer for store overvannsystemer:



Tabell 7.8

Overvannskum til profilrør



Tabell 7.9

8 Leggeanvisning

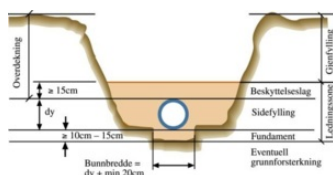
Leggeanvisning

Leggeanvisning for plastrør

Denne leggeanvisningen er basert på den generelle leggeanvisningen for plastrør i grøft.

Denne utgaven for VA omfatter legging av termoplastrør (PVC, PP eller PE) med ringstivhet SN 8 eller mer, i vei eller annen grøft på land, der det benyttes singel eller pukk med minimum kornstørrelse 4 mm i ledningssonen, og når overdekning er inntil 10 meter. Ved aksellast over 15 tonn, ved overdekning mindre enn 0,6 meter i vei, eller ved mer enn 10 meter overdekning, bør rørleverandør kontaktes. Ved bruk av andre masser i ledningssonen gjelder den generelle leggeanvisningen for plastrør i grøft. Vær oppmerksom på at nedgravde rør kan bli utsatt for store belastninger fra anleggstrafikk i byggeperioden og at dette kan kreve spesielle tiltak (f. eks. avlastningsplate).

Typisk grøftetverrsnitt



Opparbeidelse av grøft.

Normalt opparbeides et 10-15 cm tykt fundament med maksimum nominell kornstørrelse 22 mm. Fundamentet skal ha lett eller ingen komprimering, avhengig av valgte masser. Grøftebunnen rettes opp i rørets lengderetning og det graves ut for muffene i fundamentet.

Under spesielt gunstige forhold, i grøft som består av friksjonsmasser med maks kornstørrelse 22 mm, kan rørene legges direkte på avrettet grøftebunn.

I fjellgrøfter og på hardt underlag (øvre del av fundament løsgjøres med rive), skal et solid fundament av friksjonsmasser legges.

Ved fare for vannføring i grøfta må kornstørrelser mindre enn 4 mm unngås. Finstoff kan vaskes ut og forårsake setninger.

Geotekstiler bør benyttes når det er fare for massetransport ut av eller inn i ledningssonen.

Er grunnforholdene problematiske, kan man bruke geotekstiler eller annen bunnforsterkning, eventuelt kan plastrør med strekkfaste skjøter benyttes.

Massene legges ut lagvis i tilstrekkelig lengde for å forhindre at eventuell bløt masse under fundamentet forskyves og forårsaker setninger.

I europeiske standarder skilles det mellom øvre og nedre fundament (se figur). Nedre fundament er det som tradisjonelt er betegnet fundament. Øvre fundament er det som tidligere ble betegnet kvartsirkelstøtte. Tykkelsen på øvre fundament kan være null fordi man ikke skiller på massetyper med hensyn til komprimering. Uansett er det viktig å pakke godt inn under røret (kvartsirkelstøtte).



Tabell 8.1

Slik bruker du denne leggeanvisningen:

1. Finn først «Krav til ledningssonen» i tabell 1 ut fra mekanisk belastning, overdekning og leggeforshold.
2. I tabell 2 finner du deretter hva ulike masser i ledningssonen krever av komprimering, avhengig av kravet til ledningssonen.
3. Videre spesifikasjoner finnes i tabell 3 - «Masser i ledningssonen» og tabell 4 - «Komprimering».

På side 4 finner du eksempler på bruk av tabell 1 og 2.

Krav til ledningssonen

Kravet til ledningssonen fremgår av tabell 1. Her tas det hensyn til belastningen røret får av overdekning og av trafikklast.

Tabellen dekker også forhold under og etter legging som f.eks. grunnvann i ledningssonen og risiko for frost (tele, teleklumper, is og snø).

Tabell 1

Mekanisk belastning	Overdekning [m]					
	Trafikklast på offentlig vei	0,6 -0,8	0,8 -1,5	1,5 – 3	3 - 5	5 - 7
Liten/ingen trafikk			0,6 – 3	3 - 5	5 - 7	7 -10

Tabell 8.3 Tabell 8.4

Kravtilledningssonen						Leggeforhold
Meget Stort	Stort	Middels	Stort	Megetstort	Megetstort	Fare for frost eller utvasking
Megetstort	Middels Lite	Middels	Stort	Megetstort		Grunnvann i Ledningssonen
Stort	Lite	Meget lite	Lite	Middels	Stort	Ukompliserte leggeforhold

Tabell 8.5 Tabell 8.6

Tabell 8.2

- Under vei skal minste overdekning være 0,6 m – under jernbane 1,5 m.
- Ved belastninger/overdekninger som er større enn angitt i diagrammet, ved legging av trykkør og i andre spesielle driftssituasjoner kan det være nødvendig å skjerpe kravene til utførelse og kontroll, og det kan være behov for ytterligere beregninger.

Valg av masse og komprimering i ledningssonen

Grønt felt angir akseptable leggeforhold. Rør med stor diameter kan legges i grovere masser enn de som er angitt i tabell 2 - se tabell 3.

Tabell 2: Valg av masse og komprimering rundt rør med ringstivhet SN8 eller større

Masse-type	Vanlige betegnelser (Eksempler på fraksjoner)	Komprimerings-klasse, se tabell 4	Krav til ledningssonen				
			Meget lite	Lite	Middels	Stort	Meget stort
1	Finpukk eller singel* (4/16, 8/16, 4/22)	Lett	■	■	■	■	■
		Ingen	■	■	■	■	■
	Finpukk med øvre nominell kornstørrelse mellom 4 mm og 8 mm *	Normal	■	■	■	■	■
		Lett	■	■	■	■	■
	Velgradert grus/grov sand med nedre nominell kornstørrelse 2 mm	Ingen	■	■	■	■	■
		Normal	■	■	■	■	■
2	Grusholdig sand, grov sand med nedre nominell kornstørrelse 0,2 mm	Lett	■	■	■	■	■
		Ingen	■	■	■	■	■
		Normal	■	■	■	■	■
3	Silt- eller leirholdig grove friksjonsmasser **	Lett	■	■	■	■	■
		Ingen	■	■	■	■	■
		Normal	■	■	■	■	■
4	Fin sand og silt **	Lett	■	■	■	■	■
		Normal	■	■	■	■	■
	Leire og leirholdig fin sand eller silt **	Normal	■	■	■	■	

■ Når krav til maksimum relativ deformasjon på nylagte rør er 5 %
 ■ Når krav til maksimum relativ deformasjon på nylagte rør er 8 %
 ■ Benytt rør med høyere ringstivhet, komprimer massene ytterligere og/eller velg bedre masser.

* Velegnet ved fare for frost / ** Direkte uegnet ved fare for frost

For en gitt belastning (krav til ledningssonen) står man ofte overfor et valg: Skifte ut masser eller komprimere?

- Gode masser uten komprimering.
- Dårligere masser med komprimering.

Den mest økonomiske kombinasjonen av masse i ledningssonen og komprimering velges. Valg av massetype er også avhengig av kravet til overflatens jevnhet. Ved legging i vei, bør derfor også gode masser, som type 1A, komprimeres lett.

Masser i ledningssonen

Maksimum tillatt kornstørrelse i forhold til rørdimensjon

Massetype 1A og 1B, unntatt singel, er ensgraderte knuste masser. Singel er naturlige masser. Massetype 1C, 2, 3 og 4 er velgraderte masser. Velgraderte masser har en jevn fordeling av korn med markert forskjellig størrelse.

Tabell 3a

Selvfallsledninger Rørdiameter[mm]	Velgraderte og naturligemasser	Ensgraderte knustemasser(pukk)
DN 300	22	22
300<DN 400	32	22
DN>400	40	32

Tabell 8.7 - Maksimum tillatt nominell kornstørrelse [mm] for selvfallsledninger

Tabell 3b

Trykkledninger Rørdiameter[mm]	Velgraderte og naturligemasser	Ensgraderte knustemasser(pukk)
DN<300	22	22
300 DN<600	32	22
DN 600	40	32

Tabell 8.8 - Maksimum tillatt nominell kornstørrelse [mm] for trykkledninger

I fundament tillates maksimum 22 mm nominell kornstørrelse!

Komprimering

Masser som fin sand, silt og kohesjonsjord kan være vanskelige å komprimere, og må derfor fortrinnsvis komprimeres ved fottråkking.

Tabell 4 viser vanlige komprimeringsmetoder med tilhørende komprimeringsklasser.

Pass på å pakke ekstra godt under rørets nedre kvartsirkler.

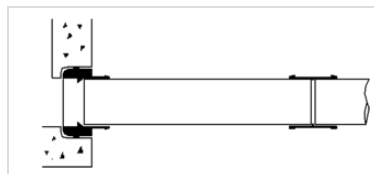
Tabell 4: Angivelse av komprimeringsklasse avhengig av utstyr, antall overfarer og lagtykkelse

Utstyr	Antall overfarer for å oppnå komprimeringsklasse		Maksimum lagtykkelse [m] ved komprimering av massetype 1, 2, 3 eller 4 (se tabell 2)				Minimum overdekning før komprimering rett over rør [m]
	Normal	Lett	1	2	3	4	
Tett fottråkking/håndstamper minimum 15 kg	3	1	0,15	0,10	0,10	0,10	0,20
Vibrasjonsstampermin.70kg	3	1	0,30	0,25	0,20	0,15	0,30
Vibrasjonsplate50-100kg	4	1	0,10	-	-	-	0,15
100-200kg	4	1	0,15	0,10	-	-	0,15
Vibrerendevalse15-30kN/m	6	2	0,35	0,25	0,20	-	0,60

Tabell 8.9 - Lett komprimering vil, i henhold til tabell 2, i de fleste tilfellene være tilstrekkelig.

Ulike setninger i grøfta

Ulike setninger kan oppstå i forbindelse med større kummer og i overganger mellom faste og mindre faste grunnforhold. Ut av og inn i store kummer eller lignende bør man bruke korte rørlengder eller styrerør, for å unngå at slike setninger fører til rørbrudd (Figur 2).



Figur 8.1

I overganger mellom ulike grunnforhold skal tykkelsen av fundamentet økes gradvis fra skiftet og tre meter ut på hver side. Største fundamenttykkelse skal være på minst 0,5 meter (Figur 3).

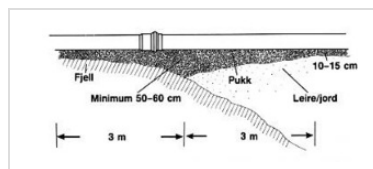
Gjenfylling

Gjenfyllingsmasser må ikke inneholde stein som er større enn 1/3

Gjengyllingsmasser må ikke innføres uten som et større område av avstanden fra røret til steinen, eller 2/3 av lagtykkelsen når massene komprimeres.

Større steiner kan falle ned og skade røret under gjengylling.

I driftsperioden kan de overføre last som punktlast på røret.



Figur 8.2

Eksempel 1:

Forutsetninger:

- Det skal legges en rørledning over et jorde i september.
- Stedlige masser er silt og overdekningen blir 1,6-2,0 m. Grunnvannsstanden er høy.
- God morenegrus (0-20 mm) kan hentes 2 km fra arbeidsstedet.

Fremgangsmåte:

Se først tabell 1 - «Krav til ledningssonen»

- For liten/ingen trafikk finner vi en kolonne med overdekning 0,6 - 3 m som passer.
- Det er ikke fare for frost. Silt er ikke-drenerende masser – det er altså ingen fare for utvasking. Med grunnvann i ledningssonen, blir kravet til utførelse av ledningssonen lite.

Gå så til tabell 2 - «Valg av masse og komprimering i ledningssonen»

Prøv først med silt (massetype 4A) – for å vurdere bruk

av stedlige masser. Gå inn i kolonne for lite krav til utførelse av ledningssonen. Ut fra tabellen ser vi at silt kan brukes, og at dette krever normal komprimering.

Vi endrer på én forutsetning:

- Grøftarbeidet blir utsatt til slutten av november.

Det er fare for frost. Kravet til ledningssonen (tabell 1) er dermed middels. Ut fra tabell 2 ser vi at de stedlige massene ikke kan benyttes. For morenegrus (massetype 2) og middels krav til utførelse av ledningssonen, ser vi at det kreves lett komprimering.

Eksempel 2:

Forutsetninger:

- Det skal legges en rørledning i et område hvor det senere vil bli en fylling. Arbeidet skal utføres i juni.
- Stedlige masser er grusholdig sand. Overdekningen regnes å kunne bli 10 m. Grunnvannstanden er lav.

Fremgangsmåte:

Se først tabell 1 - «Krav til ledningssonen»

- Under «overdekning» brukes kolonne for 7-10 m.
- Det er ikke fare for frost, utvasking eller grunnvann i ledningssonen – det er ukompliserte leggeforshold. Kravet til ledningssonen er stort.

Gå så til tabell 2 - «Valg av masse og komprimering i ledningssonen»

Velg først massetype ut fra at man ønsker å bruke stedlige

masser som er grusholdig sand (massetype 2). Under

«Krav til ledningssonen» velges kolonnen for «Stort». For grusholdig sand kreves normal komprimering. Man kan altså bruke de stedlige massene.

OBS!

Plastrør kan benyttes selv om overdekningen blir mer enn 10 meter. Det anbefales da å utføre egne beregninger for å finne hvilke krav som må stilles til ringstivhet for røret, massetype og utførelse.

Eksempel 3:

Forutsetninger:

- Det skal legges en selvfallsledning i et byområde hvor det vil være stor trafikk over røret. Arbeidet skal utføres i februar.

- Stedlige masser anses uegnede, så masser skal tilkjøres. Det skal velges masser som er optimale med hensyn til kvalitet, utførelse og pris. Overdekningen vil bli 3 - 5 m. Grunnvannstanden er lav.

Frengangsmåte:

Se først tabell 1 - «Krav til ledningssonen»

- Under «Overdekning» brukes kolonne for 3-5 m. Med så stor overdekning betyr trafikken ingen ekstra belastning.
- Det er fare for frost. Vi ser at kravet til ledningssonen er stort.

Gå så til tabell 2 - «Valg av masse og komprimering i ledningssonen»

I kolonnen for stort viser grønne felt at det kan velges

mellom massetyperne 1A, 1B, 1C og 2. Siden arbeidene skal utføres midtvinters er massetyperne 1A og 1B best egnet, så vi velger finpukk 8-16 (masstype 1A). Rørdimensjonen er 315 mm – og iht. tabell 3a er maksimum tillatt nominell kornstørrelse for selvføllsledninger 22 mm.

Massen trenger normalt ingen komprimering, men siden bare små setninger kan godtas i vei, skal massen likevel komprimeres lett.

Arbeidsgruppen har bestått av Esben Jonsson (eget firma), Frank Nygaard (DnP), Jan Vaslestad (Pecor), Yngvar Christiansen (Icopal) og Bård Moen (Pipelife).

Referanseliste:

"Den skandinaviske beregningsmetoden for nedgravde plastrør" (VAV P70), NS 3420-H:1999, prEN1046, ENV 1991-3,

Håndbok 184 (Statens Vegvesen, Lastforskrifter), forsøk ved NBI (arbeidsrapport nr. 25) og forrige utgave av DnP's leggeanvisning

Retningsendring av rør

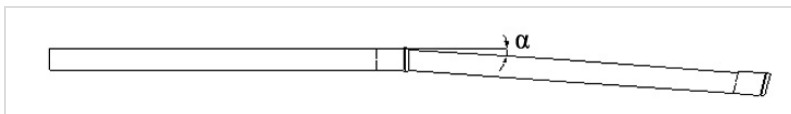
Retningsforandringer skal i prinsippet utføres ved hjelp av bend. I tillegg til standard bend kan det leveres bend med annen avvinkling. Rør opplagret i hver ende og med en moderat vekt midt på, blir spenningsfrie langbend etter en tid. Denne prosessen tar mindre tid ved høy temperatur (om sommeren eller innendørs). Ikke overdriv. Ikke bruk varmluftspistol, åpen flamme eller lignende.

PVC / PP-rør kan maksimalt avvinkles i mufte iht. nedenstående tabell.

NB! Av tillatt vinkelavvik må noe avsettes for fremtidige setninger alt etter lokale grunnforhold.

110-315mm	2°	Tilsvare 20 cm sideveis i forhold til rett linje for 6 meter rør
400-630mm	1,5°	Tilsvare 15 cm sideveis i forhold til rett linje for 6 meter rør

Tabell 8.10

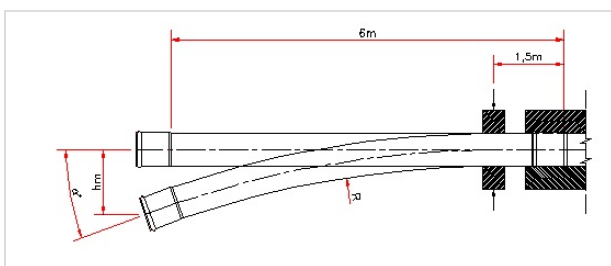


Figur 8.3

Små retningsforandringer kan utføres ved bøyning av rør. Da er det viktig å komprimere slik at avvinklingen i mufte ikke blir for stor. Bøyning av rør kan gjøres iht. nedenstående tabell og skisse.

α = Vinkelendring

NB! Av tillatt vinkelavvik må noe avsettes for fremtidige setninger alt etter lokale grunnforhold.



Figur 8.4

d_e [mm]	R [m]	PVC	hm [m]	α]
------------	-------	-----	----------	------------

110	33	0,31
125	38	0,27
160	48	0,21
200	60	0,17
250	125	0,08
315	158	0,06
400	200	0,05
500	250	0,04
630	315	0,03

Tabell 8.11

Avvinkling og bøyning av PE-rør

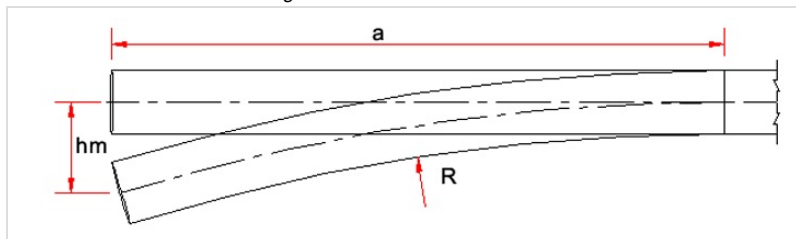
PE-rørets fleksibilitet kan utnyttes ved å bøye røret. En vanlig måte å lage riktig bøyeradius på er å benytte et tau like langt som radien og merke sirkelbuen. Hvor mye rørenden skal flyttes kan også beregnes ut fra formel. Se formler og figur.

Normale verdier. I enkelte tilfeller bør dette beregnes mer nøyaktig. (Alle enheter i meter): $R = 60 d_e$ (Rør med trykk)

$R = 30 d_e$ (Trykkløst rør og under installasjon av trykkør)

$$hm = \frac{a^2}{2 \cdot R}$$

Figur 8.5

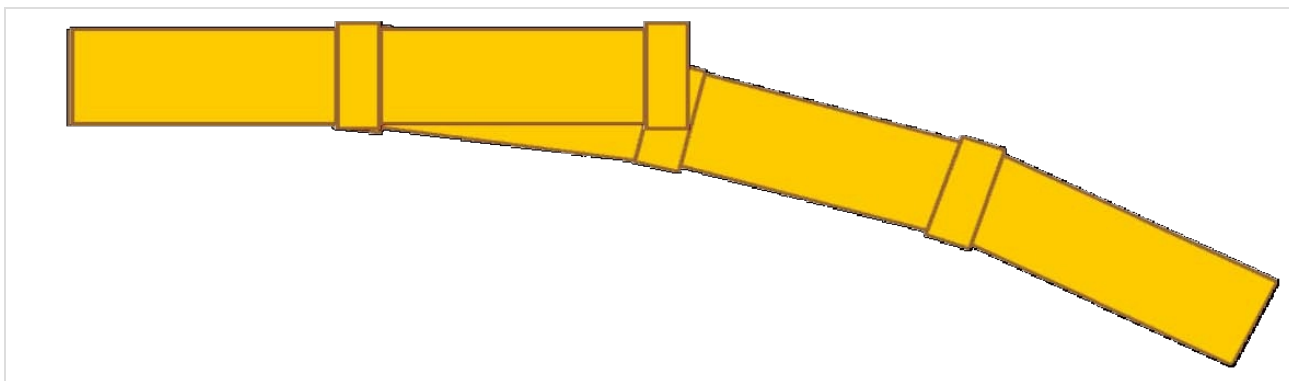


Figur 8.6 - Bøyning av PE-rør

Avvinkling av GRP-rør

GRP-rør skjøtes vanligvis med en dobbelmuffe i GRP som leveres påsatt ene rørenden fra fabrikk. Muffen har et senterregister som senterer koblingen på skjøten og i tillegg sikrer tilstrekkelig avstand mellom spissene for ekspansjon. Alternative skjøtemetoder er flenseforbindelser, laminerte skjøter eller mekaniske koblinger.

Muffen kan også ta noe vinkelavvik som også kan benyttes under prosjektering og legging for installasjon i kurver før man går inn og benytter bend. Av tillatt vinkelavvik må noe avsettes for fremtidige setninger alt etter lokale grunnforhold. I områder med bløt grunn mer og i fjellgrøft mindre. Kurven reguleres med bruk av varierende rørlengder.



Figur 8.7

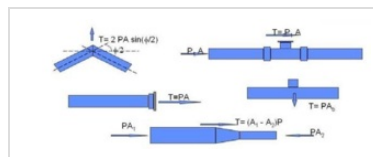
DN mm	Maksvinkelavvikgrader	Utslag rørende i mm for rørlengder			Nom radius i m for rørlengder		
		3m	6m	12m	3m	6m	12m
DN<500mm	3(2,5,2,0,1,5)	157	314	628	57	115	229
500<DN<900	2(1,5,1,3,1,0)	105	209	419	86	172	344

Tabell 8.12

Strekkfaste rør og koblinger:

Ved prosjektering og utførelse av trykkledninger må det på en eller annen måte alltid tas hensyn til ubalanserte krefter som virker i rørsystemet, som f.eks. i alle bend, T-rør, reduksjoner etc. – se for øvrig installasjon av GRP-rør.

Dette gjøres i de fleste tilfeller for VA-anlegg, gjennom bruk av forankringsblokker i betong, enten med opptak av reaksjonskrefter gjennom passivt/aktivt jordtrykk mot omgivelsene eller som friksjon mot underlaget. Forankringsblokker er også stort sett enkleste og billigste løsning i de fleste situasjoner.



Figur 8.8

Standard rørdeler i GRP er også stort sett designet for omstøping litt avhengig av trykk og installasjonsforhold.

Skulle grunn- eller plassforholdene på stedet vanskeliggjøre forankringsblokker, kan også et rørsystem prosjekteres med helt eller delvis biaxiale rør og deler.

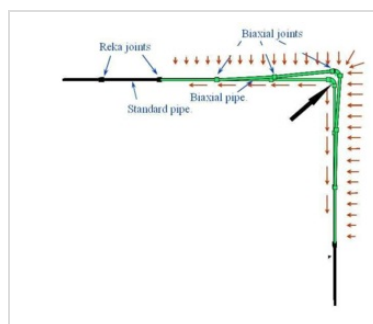
Her er styrkeegenskapene til rørene slik at kreftene forankres gjennom rørledningen med eventuell overføring til omfyllingen gjennom friksjon mellom omfyllingsmassene og røret.

Når tilstrekkelig forankringslengde er oppnådd går en over til standard rør og koblinger.

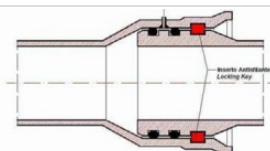
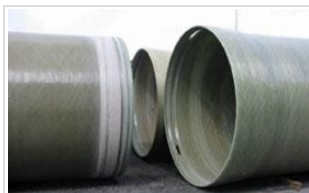
For rette strekk benyttes standard rør og muffe.

Strekkfaste skjøter for GRP-rør kan utføres på flere måter, med laminering av skjøten, ved flenseforbindelser eller enklest ofte

gjennom bruk av strekkfaste koblinger med mekanisk forankring/låsing som vist på nedenstående skisse og bilde.



Figur 8.9



Tabell 8.13

Forankringslengder for biaxiale rør:

Forankringslengden av f.eks. et 90 grader bend kan omtrent halveres ved når plassen tillater det, å bruke 2 x 45 ° bend med 2-3 meter mellom.

Overdekningsdybden og trykket i rørledningen er vesentlig for kalkulasjonene. Følgende tabell gir en veiledning for forankringslengden, basert på AWWA M45:

Overdekning	Diameter, DN	Trykk, bar	90grader	45grader	30grader
1,0meter	600	10	29,4m	16,1m	10,9m
1,0meter	600	16	47,7m	29,5m	20,0m
1,5meter	600	10	20,3m	11,1m	7,5m

Tabell 8.14

GRP-rør et fleksibelt rørsystem hvor type rør velges ut fra de forhold en har på stedet, både installasjonsmessig og driftsmessig.



9 Ledningsfornyelse

Ledningsfornyelse



Figur 8.10

Ledningsfornyelse / NoDig

Fornyelse av avløpsnett er avgjørende for å forhindre skader på bygningsmassen og utilsiktet forurensning av miljøet som følge av lekkasjer og tilstopninger. Lekkasjer kan også bidra til økte rensningskostnader for avløpsrenseanlegg på grunn av tilsig av overflatevann og grunnvann inn på spillvannsnettet.

Med lekkasjetall på 40-50 % på privat og offentlig vannledningsnett, er det åpenbart at det ligger store gevinster i å redusere lekkasjetapet. Mange ledningseiere har igangsatt systematisk lekkasjesøking og foretar reparasjoner og ledningsfornyelse, og oppnår betydelige reduksjoner av lekkasjetapet.

Ledningsfornyelse av VA-nettet er i sterk vekst, både konvensjonell graving / utskifting og såkalt NoDig-teknikk. Begge løsninger forutsetter bruk av rørsystem med lang levetid. Og i denne verdikjeden må også selve installasjonen utføres med gode montører og grundig anleggsteknikk. Etterslepet i ledningsfornyelse er så vidt stort, at vi ikke har "råd" til å bygge nye VA-system med svakheter; nye VA-system må bygges for en levetid på minimum 100 år.

NoDig-metoder er en fellesbetegnelse på teknikk for fornyelse av gamle vann- og avløpsledninger, eller etablering av nye VA-ledninger, med ingen eller minimal graving. NoDig-metodene benyttes der:

- Graving er kostbart.
- Graving er samfunnsmessig uakseptabelt.
- Graving er umulig som følge av f.eks. eksisterende bygningsmasse eller infrastruktur, dybde eller grunnforhold.

Det gamle røret er utgangspunktet: Metode velges, avhengig av tilstanden på det gamle røret, og kravet til resultat.

Nytt rør skal etableres i "jomfruelig" terreng: Metode velges, avhengig av grunnforhold og krav til nytt rør.

Planlegging – forberedelser

Planlegging av ledningsfornyelse foregår i mange nivå; fra Hovedplaner via Saneringsplaner til Forprosjekt / Detaljprosjekt.

- Forprosjekt: Det kan ofte være en god løsning å samle kunnskap om eksisterende ledningsnett i en vurderingsfase forut for detaljeringsfasen. Kumregistreringer, kontroll av trasèer, lokalisering av tilkoblinger, reparasjons-historie, grunnforhold, rørinnspeksjon i avløpsrør, kapasitetsvurderinger og driftserfaringer er av de mest aktuelle tema. Basert på dette velges fornyelsesmetode.
- Detaljprosjekt: Hovedelementene fra Forprosjektet danner grunnlag for detaljeringer i et konkurransegrunnlag, som benyttes i en entreprenør-konkurranse.

Driftserfaringer, feltarbeid og god planlegging er suksess-faktorer ved ledningsfornyelse.

NoDig-metoder

De ulike metodene egner seg i varierende grad avhengig av tilstanden til det gamle røret, styrken til det aktuelle renoveringsprodukt, grunnforhold, krav til resultat/nytt rør etc. Dette må dimensjoneres i den enkelte situasjon, basert på følgende prinsipp:

Metodeklassifisering:	Definisjon:
Strukturellemetoder:	Renoveringsproduktet (det nye røret) kan alene motstå opptredende krefter i hele levetiden.
Semi-strukturellemetoder:	Renoveringsproduktet er delvis avhengig av radiell støtte fra det eksisterende røret, for å kunne motstå opptredende krefter i hele levetiden.
Ikke-strukturellemetoder:	Renoveringsproduktet er helt avhengig av radiell støtte fra det eksisterende røret, for å kunne motstå opptredende krefter i hele levetiden.

Tabell 9.1

Metodene gjennomgår fortløpende forbedringer, ved at produsenter utvikler bedre produkter, installatører utvikler mer effektive installasjonsprosedyrer og ledningseiere bidrar med bedre kontrollkrav og økt anvendelse.

Forhold som påvirker valg av metode:

- Krav til dimensjon for nytt rør i forhold til eksisterende dimensjon
- Overflatens beskaffenhet (asfalt, belegningsstein, beplantning, dyrket mark, utmark)
- Dybde på eksisterende rør
- Avstand mellom tilkoblinger
- Antall rør i samme grøft (hvor mange må rehabiliteres?)
- Hvor mange brudd er det på ledningen?

- Hvor store er eventuelle svanker på ledningen?
- Tilgjengelighet for rehabiliteringsutstyret
- Må også kummer fornyes/rehabiliteres?

PE-innføring i eksisterende rør

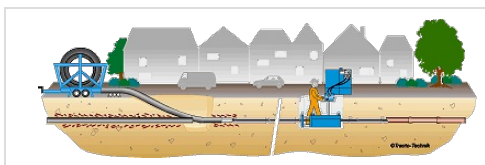


Dette er den enkleste fornyelsesmetoden, hvor eksisterende rør benyttes for innføring av nytt, helsveiset PE-rør. En viktig forutsetning er at nytt rør tilfredsstillende krav til kapasitet for nytt system, da D_y for nytt rør normalt må velges ca 50 mm mindre enn D_i for gammelt rør. Metoden kan benyttes for både vann- og avløpsledninger, og nytt rør kan skyves inn med spesialutstyr (Se fig. 1) eller trekkes inn med vinsj. Det må graves en innføringsgrøp, og alle tilkoplingspunkt må avdekkes.

Tabell 9.2 - PE-innføring i eksisterende rør. [Pipelife AS]

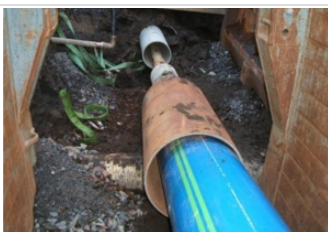
Utblokking / Nytt rør

Metoden tar utgangspunkt i det gamle røret, som utblokkes og nytt, helsveiset PE-rør trekkes inn,



Figur 9.1 -

Prinsipp for utblokking av eksisterende rør med innføring av nytt rør. [Tracto-Technik]



Tabell 9.3 - Utblokking i praksis [Sandum AS, Asplan Viak AS]

Utblokking er den eneste metoden hvor eksisterende rør kan oppdimensjoneres. Eksempler på utførte prosjekt i Norge: Fra DN 225 mm betongrør til DN 355 mm PE-rør, DN 300 mm betongrør til DN 560 mm PE-rør og fra DN 175 mm Stj-rør til DN 355 mm PE-rør. Dette forutsetter at omfyllings- massene kan "ta imot" oppdimensjoneringen. Nærhet til fjell i grøft, naboledninger og ledningsdybde er forhold som må vurderes.

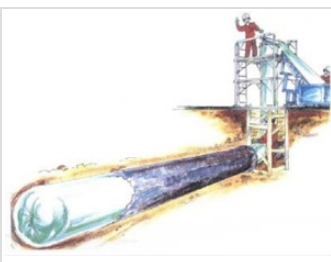
Normalt benyttes hydraulisk utblokking, hvor trekkstenger mellom utblokkerhodet og trekkeaggregat gir fremdriften med trekraft opp til 250 tonn. Ved spesielle rørtypen kan utblokkerhodet være utstyrt med skjærekriver, slik at stålrør og duktile støpejernsrør kan forseres.

Det må graves innførings- og mottaksgrøp, og alle stikkledninger som skal retilknyttes må være avdekket. Aktuelle installasjonslengder kan være mellom kummer, ofte 100-150 meter.

Strømperenovering

Strømperenovering i avløpssystem er en av få metoder, hvor man kan oppnå 100% "NoDig-utførelse".

Installasjon kan foretas fra kum til kum, og tilkoplinger retilknyttes ved fjernstyrt robot-oppfresing. En dimensjonstilpasset føring av glassfiber eller filt mettes med polyester eller epoksy, og vrenses / trekkes inn i det gamle røret vha. vann- eller trykkluft. Herding skjer med varmtvann, varmluft eller ultrafiolett lys.



Tettluttet rør

Denne metoden baseres på varianter av plastrør, som er foldet eller innsnevret for å lette innføringen i

det gamle røret. Etter posisjonering på det aktuelle ledningsstrek, blir det trykksatt med varmluft og nytt rør legger seg ut mot eksisterende rørvegg.

Det må tas hensyn til diameterreduksjoner som for eksempel tverrforskjvne skjøter og reparasjoner/innmonterte rør med mindre diameter, som vil begrense det nye rørets mulighet til å ekspandere mot rørveggen. Slike begrensninger kan også resultere i folder på installert rør. Derfor bør installatør nøye vurdere kvalitet på gammelt rør, før dimensjonen på tettillpasset rør bestilles. Normalt designes disse renoveringsproduktene med sikkerhetsfaktor 1,25. Dette må det tas hensyn til ved dimensjonering og sammenligning med andre metoder.



Tabell 9.5 - Prinsipp for sammenfoldet rør fra fabrikk ved tilbakeføring til opprinnelig diameter. [Asplan Viak AS]

Metoden kan installeres fra kum til kum, etter at armatur er fjernet. For vannledninger må tilkoblinger avdekkes og anboringsadel (Elektrosveising) benyttes for retilknytning. For avløpsledninger foretas oppfresing av tilkoplingspunktet.

På det norske marked benyttes metodene CompactPipe (Vann), OmegaLiner (Avløp) og U-Liner (Vann og avløp).

Belegg

Påsprøyting av belegg i det gamle røret er den eneste metoden, hvor man kan oppnå 100% "NoDig-

utførelse" for vannledninger. Et roterende dysehode trekkes med konstant hastighet gjennom røret som skal renoveres. Tilkoblede slanger transporterer beleggskomponentene fra pumperiggen til dysehodet. Beleggstykkelsen varierer normalt mellom 1 og 5 mm. Type belegg og tykkelse avgjør om det er å anse som en ikke-strukturell eller som en semi-strukturell metode. Tynt belegg virker som "maling" og er å betrakte som ikke-strukturelt, mens nyere belegg av større tykkelse i dag kan betraktes som semi-strukturelt. Før påsprøyting må ledningen rengjøres godt og tørkes. Innvendig korrosjon stoppes og ruheten i ledningen minimeres.

I Norge er det foreløpig kun én aktuell beleggingsmetode, PU-Liner (Polyuretan) for vannledninger. Tidligere ble det benyttet epoksy-belegging, og etter over 70.000 meter utført, er det praktisk talt ikke registrert tiltettinger av anboringspunkt. PU-Liner benyttes normalt på duktile støpejernsrør uten innvendig sementmørtel (Lagt i perioden 1965-1975). PU-Liner herder raskt og et kumstrek kan gjennomføres i løpet av en dag, dvs. at provisorisk vannforsyning kan unngås.

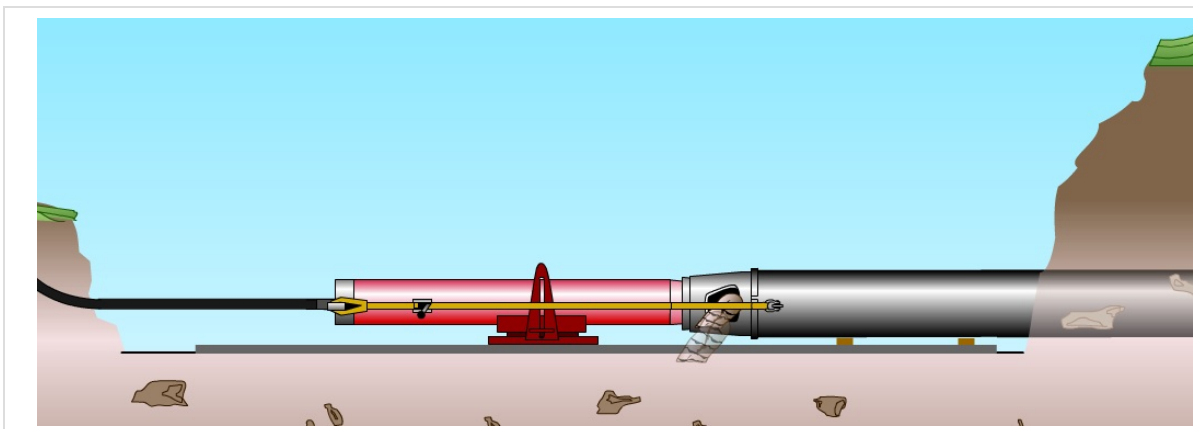


Figur 9.2 - Under og etter påføring av belegg. [Asplan Viak AS, NCC AS]

Rørtrykking / Nytt rør

Det er mange varianter av denne metoden. Den enkleste er rørtrykking av helsveiset stålør med åpen front, under

veier, jernbane eller over kortere strekninger (normalt < 60 meter). Massene tas inn i stålrøret, og evakueres fortløpende ved naverboring, eller ved trykkluft/spyling etter installasjonen. Normalt foretas rørtrykkingen fra en trykkgrop og til en mottaksgrop. Metodens retningsstabilitet er i stor grad avhengig av eventuelt innslag av fjell i traseen og stor stein. Anbefalt ledningsfall er > 15 ‰. Ferdig etablert varerør blir normalt utført med nytt, helsveiset PE-rør, men stålrøret kan også strøpeutføres, eller det kan tas i bruk uten ytterligere tiltak (til for eksempel overvann).



Figur 9.3 - Rørtrykking [Sandum AS]

Mer avanserte rørtrykkemetoder benyttes for etablering av varerør eller ledninger, normalt på større dyp. Det kan rørtrykkes/bores både over og under grunnvannsstanden. Som rørtypen benyttes både betongrør, glaserte leirrør, GRP-rør og stålrør.

Boring i løsmasser / Nytt rør

Retningsstyrt boring i løsmasser har fått stor anvendelse for etablering av rør og kabler i jomfruelige løsmasser. Metoden kan med fordel brukes i vernede områder, bymiljø og boligområder, under elver,

veier og jernbaner, på store dyp og i myrområder. For vann- og avløpssystem er det normalt med inntrekking av helsveiset PE-rør.



Figur 9.4 -

Prinsipp for boring og innføring av nytt rør i løsmasser. [Sandum AS]

Krav til nøyaktighet avhenger av type ledning som etableres. Som tommelfingerregel er det ønskelig med minimum 10 ‰ fall ved installasjon av selvfallsledninger for å unngå svanker ved mindre variasjoner, men med forbehold om større minimumsfall avhengig av grunnforholdene. Normalt er det behov for graving av innførings- / mottaksgrop, for etablering av kummer eller tilkoplinger.

Boring i fjell eller kombinasjonsmasser / Nytt rør

Fjellboring utføres med en borstreng påmontert en fjellborekrone; boring av pilothull. Borelengder

kan variere fra 10 til 600 m. Ønskes større hull enn pilothullet, påmonteres en rømmekrone og borstreng trekkes tilbake under opprømming. For vann- og avløpssystem er det normalt med inntrekking av helsveiset PE-rør i oppboret hull.

Boring i kombinasjonsmasser, dvs. både fjell- og løsmasser, kan utføres ved "Hammerboring". Boringen foregår som i fjell, men det bores foran et stål varerør med fortløpende rørtrykking og massene evakueres ved roterende naver i stålrøret. Borelengde normalt mellom 10 og 90 m. For vann- og avløpssystem er det normalt med inntrekking av helsveiset PE-rør i etablert stålrør.



Figur 9.5 -

Hammerboring i kombinasjonsmasser. [Båsum AS]

Litt om PE-rør til bruk ved ledningsfornyelse

Sikkerhetsfaktor (designfaktor), C: For PE-rør er $C=1,25$ laveste tillatte verdi, som kun tar hensyn til variasjoner i materialet og produksjonsprosessen. I nasjonalt tillegg i NS-EN 12201 er det anbefalt sikkerhetsfaktor $C=1,6$. Dette inkluderer også en sikkerhetsfaktor for transport + håndtering + installasjon og 100 års drift.





Kvalitet: Rør og rørdeler skal oppfylle de tekniske bestemmelsene i NS-EN 12201 og INSTA SBC 12201 (se www.insta-cert.org). Dette skal være kontrollert gjennom tredjepartskontroll bestyrt av Insta-Cert og produktene skal være merket med sertifiseringsmerket Nordic Poly Mark, eller tredjepartsverifisert til samme kvalitetsnivå.

Sertifiseringsmerket Nordic Poly Mark

PE 100+: Det kan stilles krav om at råvare til PE 100 står på PE 100+ Association sin "PE100+ Quality Materials"-list. Dette er råvaretyper som er testet strengere enn minimumskravene i NS-EN 12201.

PE 100 RC: PE 100 RC (Resistant to Crack) er eksempel på videreutvikling av PE-materialet. Dette nyere materialet har større bestandighet mot sprekkevekst i rørveggen, og tåler dermed større utvendige punktbelastninger og riper i røroverflaten. Dette PE-materialet inngår ikke i nåværende standarder, men tilbys av produsenter. For denne råvarekvaliteten er det mulig å produsere og levere PE 100 rør etter NS-EN 12201 merket med Nordic Poly Mark.

Anbefalt minimumskvalitet til PE-rør for NoDig-utførelse:

Rørtyper:	Rør- materiale	Sikkerhets- faktor	PE-innføring	Utblokking	Horisontal- boringi løsmasser	Horisontal- boringifjell
Avløps-ledninger (Trykkløserør)	PE100	1,6	 SDR17	 SDR17 (Kappevurderes)	 SDR17 (Kappevurderes)	 SDR17
Vann-ledninger (TrykkrørPN10)			SDR11 (Kappevurderes)	SDR11m/ kappe	SDR11 (Kappevurderes)	SDR11 m/kappe

Tabell 9.6

Det finnes i hovedsak fire typer rørdeler av PE:

Typerørdeler:	Kommentar:
Elektrosveisedeler	Tilpassetelektrosveising.
Spørvtestøpte deler for elektro- og speilsveising	

	Har lange ender tilpasset for elektro-sveisedeler, men kan også speilsveises.
Sprøytestøptedelerforspeilsveising	Har korte ender og skal kun brukes ved speilsveising.
Segmentsveistedeler	Håndlagede rørdeler med lange ender. Kan produseres både for speilsveising og elektromuffesveising.

Tabell 9.7

Lengdeutvidelse

PE 100-materialet har en termisk lengdeutvidelseskoeffisient på 0,16 mm/m·°C. Eksempel: Et 100

meter langt PE 100-rør (ubelastet rør, uten omfyllingsmasser) får en teoretisk lengdeutvidelse på 16 cm ved en temperaturøkning på 10 °C. (Friksjon ved installert rør er ikke inkludert.) Dette må ivaretas generelt ved prosjektering og installasjon, og spesielt ved etablering av strekkfaste forbindelser i koplingspunkt, se kap. 4.4.4 – Forankringer.

Bøyeradius

PE-rørets fleksibilitet kan utnyttes ved å bøye røret. Det må skilles på bøyeradius ved korttidsbelastning (installasjon og buksering), og langtidsbelastning (permanent bøyeradius ferdig installert).

For beregning av PE100-rørets bøyeradius, anbefales korttidsbelastning 30 x DN for både trykkør og trykkløse rør. Anbefalt langtidsbelastning er hhv. 60 x DN for trykkør, og 30 x DN for trykkløse rør.

Eksempel: Et DN 315 PE 100-rør SDR 11 for vannforsyning, kan ha en bøyeradius på min. 9,5 meter under installasjon, og en bøyeradius på min. 19 meter ferdig installert. Ved behov for mindre bøyeradius, må dette avklares med rørprodusenten.

Tillatte strekkrefter

Det anbefales at de korttids strekkrefter PE-røret blir påført under installasjon måles og dokumenteres. Maksimal tillatt strekkspenning for PE 100-rør er 10,0 N/mm². Eksempel: Et DN 315 PE 100-rør SDR 17 har veggtykkelse, e = 18,7 mm, og kan da belastes med 174 kN, eller ca. 17,5 tonn.

Utvendig beskyttelseskappe

Røret skal ikke påføres ytre påkjenninger, som kan medføre utvendige riper og skader over grenseverdiene, som settes

til 10 % av rørets veggtykkelse (medierøret). Som en sikring mot dette, kan det benyttes PE-rør med utvendig beskyttelseskappe.

Flere varianter er på markedet, men for å oppnå effektiv beskyttelse anbefales PP-kappe med min. tykkelse 2,0 mm (for DN110, økende kappetykkelse med økende DN).

Beskyttelseskappen er fysisk og styrkemessig helt adskilt

fra medierøret, og må fjernes lokalt før sammensveising av rør og ved montering av avgreninger.



Figur 9.6 - PE-rør med PP

Diffusjonssperre

PE-materialet er i seg selv ikke diffusjonstett mot hydrokarboner i jordsmonnet. Det er eksempler på at drikkevann har fått smak/lukt av oljeprodukter. Ved installasjon av PE-rør for drikkevann i

forurenset jordsmonn, bør det vurderes diffusjonstett beskyttelse av PE-røret.

Kveilvogn

I dimensjonene DN 110 – 180 kan PE-rør leveres på kveil-

vogn for SDR 7,4 – 17. Maks. lengde for DN 180



SDR 11 på en kveil er 170 meter. PE-røret produseres direkte ut

på trommel, transporteres til anleggsstedet og man reduserer omfanget av sveisearbeidet på anleggsstedet..



Figur 9.7 - PE-rør på kveilvogn.

I tillegg kreves kortere innføringsgrop.

Slepelengder

I alle dimensjoner og SDR-klasser kan PE-rør leveres som slepelengder, til anlegg i tilknytning til

sjø/elv. PE-røret produseres direkte ut på sjøen, og slepes til anleggsstedet. Løsningen reduserer omfanget av sveisearbeidet på anleggsstedet.

Sveising av PE-rør

Sveiseoperatøren skal ha sertifikat iht. NS 416, utstedt fra "Nemko Certification", eller tilsvarende

akkreditert institusjon. Sveisemaskin for speilsveising skal være kontrollert, kalibrert og godkjent etter reglene i DS/INF 70-6 og NS 416. Sertifisering og prøvingsrapport med oppdatert trykkarakteristikk skal foreligge fra en akkreditert institusjon. Sveisemaskinen skal være kontrollert i løpet av de siste 12 måneder. Sveiseparametere for aktuelle rør skal oppgis av rørprodusent. Sveisemaskin for elektromuffesveising skal være godkjent av rørprodusenten/leverandøren av elektrosvaisedelene.

Sveising skal foregå i miljø beskyttet mot støv, fuktighet, sol og vind. Dette oppnås i sveisetelt/sveisecontainer, hvor det skal varmes opp ved lufttemperatur lavere enn 0°C. Før sammensveising skal alle rørender være dekket til i min. 1 time i en lengde på min. 2 meter.

Normal sammenkopling av PE-rør i rette lengder utføres ved speilsveising på anleggsstedet. Ved speilsveising dannes en utvendig og innvendig sveisevulst. Utvendig sveisevulst anbefales fjernet, og da med egnet verktøy, for at røret utvendig skal være glatt og jevnt. Dette bidrar til å fjerne uønsket friksjon under installasjon. Innvendig sveisevulst kan fjernes med spesialverktøy, men det er en risiko for å skade røret innvendig under operasjonen. I og med at innvendig sveisevulst kun har marginal betydning for trykktap i trykrør, anbefales ikke innvendig vulstfjerning. Kun for selvfølgelig ledninger med ledningsfall < 5 ‰, kan det være aktuelt å fjerne innvendig sveisevulst, for å unngå hindring for partikler i avløpsvannet.



Tabell 9.8 - Speilsveising i sveisecontainer.

Elektrosvisedeler har muffer/flater med innlagte varmetråder, som smelter og sveiser sammen materialene.

Produkteksempler er elektromuffer, -bend,

-overganger og sadelgren/T-rør. For å sikre mot feil utførelse,

anbefales elektrosvisedeler levert av rørprodusent, eventuelt anbefalt av rørprodusent. Det anbefales innvendig inspeksjon av rørskjøten etter sveising, for kontroll av eventuell innflytende PE-masse, "løse" varmetråder etc. Det skal alltid

benyttes elektrosvisedeler som har lik SDR-klasse som røret, evt. sterkere (lavere klasse).

Buksèring

Ved lasting / lossing av rør, skal det benyttes lastestopper / "brede slings", ikke kjetting, som løfteredskap. Ved buksèring av rør under sveisearbeid og installasjon, skal det benyttet underlagsmateriale/ ruller, for å beskytte mot ytre rørskader.



Figur 9.8 - PE-røret beskyttes mot ytre skader.

Innføringsgrop

Krav til minste tillatte krumningsradius på PE-rør tilfredsstilles ved følgende beregninger av

nødvendig størrelse på innføringsgrop, der L er innføringsgropens lengde og H er innføringsgropens dybde, mens DN er rørets utvendige diameter:

$$L_{T=20^{\circ}\text{C}} = 10\sqrt{H \cdot DN}$$

$$L_{T=10^{\circ}\text{C}} = 13\sqrt{H \cdot DN}$$

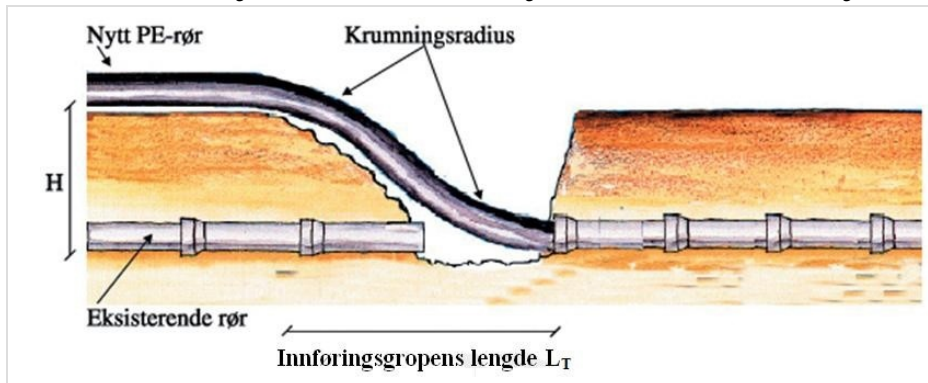
Figur 9.9

$$L_{T=0^{\circ}\text{C}} = 16\sqrt{H \cdot DN}$$

Figur 9.10

$$L_{T=-10^{\circ}\text{C}} = 19\sqrt{H \cdot DN}$$

Figur 9.11



Figur 9.12 -

Innføringsgrop

Sammenkopling av PE-rør, eller kopling av PE-rør til andre rørmaterialer, skal utføres på følgende måter:

Funksjon:	Prinsippforsammenkopling:
Trykkrør:	<ul style="list-style-type: none"> • Påsveiset PE-krage/løsfleis.
Trykkløserør:	<ul style="list-style-type: none"> • Påsveiset PE-krage/løsfleis. • Skjøte-/løpemuffe, med forankring av PE-røret. (Når vannstrømmen går inn i PE-røret: Husk innvendig avfasing i PE-røret, for delvis utligning av rørenes forskjellige vegtykkelser).
Generelt:	<ul style="list-style-type: none"> • Der sveising ikke er mulig, kan det benyttes mekaniske koplinger med støttehylse, og da i samråd med rørprodusent. • Ettetrekking av flenseforbindelser: Ved bruk av PE-krage/løsfleis skal bolteforbindelsen alltid ettertrekkes, i samråd med rørprodusentens anvisninger.

Tabell 9.9

Kopling av PE-rør til kummer:

- Vannverkskum:
 1. Kopling til utvendig støpejernsflens, hvor forankring er ivaretatt i kumvegg.
 2. Vann tett kumgjennomføring og kopling til støpejernsflens i kum, som er forankret i kumbunn.
- Avløpskum:
 1. Kopling til utvendig støpejernsflens, hvor forankring er ivaretatt i kumvegg.
 2. Vann tett kumgjennomføring med forankring i kumvegg.

Forankring

En ferdig installert PE-ledning anbefales en stabiliseringstid på 1 døgn, før arbeider med tilkoplinger,

sammenkoplinger og forankringer igangsettes. Dette bidrar til å utligne temperaturer og bevegelser i materialet.

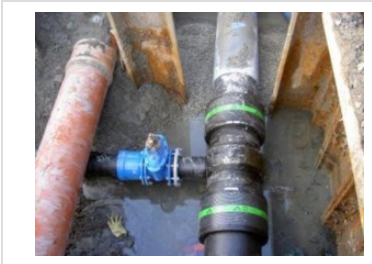
Generelt skal PE-ledninger forankres mot lengdeutvidelse-/kontraksjon. For trykkledninger skal det i tillegg forankres mot hydrauliske krefter. Anbefalte forankringsprinsipp:

Lokalisering:	Forankringsprinsipp:
Trykkrør:	Alltid strekkfast forbindelse, ofte i tilknytning til kum.
I endepunkt: Ved anboringer:	Forankring dimensjoneres, for å sikre mot uønskede krefter på stikkledning. Kan sløyfes ved høy friksjon på hovedledning.
Ved avgrening / T-rør: I	

påsveiste PE-bend:	Forankring dimensjoneres. Fra og med 45° PE-bend PN 10, dimensjoneres / utføres forankring.
Trykløse rør:	Alltid strekkfast forbindelse, ofte i tilknytning til kum.
I endepunkt:	Forankring dimensjoneres, for å sikre mot uønskede krefter på stikkledning.
Ved avgreninger:	

Tabell 9.10

Anboringer / Avgreninger



Figur 9.13 - Avgrening på helsveiset PE-rør, ved bruk av T-rør og elektromuffer.

For tilkøpling av stikkledninger, anbefales elektrosveise-
deler. Et enhetlig materialvalg vil sikre tette og gode løsninger.

For avløpsrør kan det benyttes sadelgrenrør, men da typer med god vanntetthet.

Innstøping

Innstøping av PE-rør er aktuelt ved forankringer og tilkøpling til kummer, og tre forhold omtales:

- Under støpeprosessen utvikles varme, PE-materialet utvider seg og etter utharding oppstår en spalte mellom PE-rør og betong (Det er ingen heft mellom PE-materialet og betong).
- PE-trykrør utvider seg diametralt etter noen års drift, avhengig av driftstrykket. Ved innstøping av PE-trykrør må denne ekspansjonen sikres, ved montering av elastisk gummipakning i hele trykrørets overflate mot betong.
- Dersom det er krav om vanntetthet ved innstøping av PE-rør, eksempelvis ved kumgjennomføringer, skal det monteres egnet gummipakning for dette.

Overgang mellom faste og løse masser – Styrerør

Ved overgang
fra faste til
løse
grøftmasser,
eksempelvis
ved



Figur 9.14 - Flensetilknytning til kum med varmforsinket styrerør.

kum/forankringskloss, kan ujevne setninger i løsmassene gi store påkjenninger på

PE-kragen/PE-røret. I slike tilfeller anbefales flensetilknytning med varmforsinket styrerør, for å fordele belastningen.

10 Standarder

Standarder

Hvorfor finnes det produktstandarder for plastrør?

Svaret er enkelt: Produktstandardene gjør det mulig for kunder på en entydig måte å spesifisere hvilke krav man stiller til det man ønsker å kjøpe.

Hva er innholdet i en produktstandard?

En produktstandard beskriver hvilke krav som er nødvendig for å sikre at rørsystemet av plast har forventet funksjonsevne.

Det stilles krav til:

- Dimensjoner og andre mål, samt toleranser
- Mekaniske egenskaper
- Fysiske egenskaper
- Plastmaterialets styrke og levetid
- Egnethet for formålet
- Minimum merking

Hvordan kan kundene få verifisert at rørsystemet tilfredsstillende alle krav beskrevet i en standard?

En produktstandard alene er ikke nok. Derfor finnes en nordisk, frivillig sertifiseringsordning for plastrørsystemer med produktstandardene som grunnlag. Bevis på at rørsystemet er godkjent er dokumentert med en sertifiseringslisens som gir produsenten rett til å merke produktene med et beskyttet sertifiseringsmerke (Nordic Poly Mark).

Sertifisering er basert på spesielle bestemmelser for sertifisering – SBC. For hver produktstandard er det utarbeidet en egen SBC. Disse beskriver følgende:

- Hva som kreves ved søknad om sertifisering av et plastrørsystem
- Hvilke tester som må utføres hos et godkjent, nøytralt testinstitutt og hvilke krav som skal tilfredsstilles før sertifiseringslisens utstedes - typeprøving
- Hvilke tester og frekvens av disse testene som skal utføres internt – egenkontroll
- Hvilke tester og frekvens av disse testene som skal utføres av testinstituttet – ekstern kontroll
- Hva som skal inspiseres av testinstituttet

Hvordan beskrive sertifiserte plastrørprodukter

Rør og rørdeler skal oppfylle de tekniske bestemmelsene i angitt produktstandard og INSTA SBC (se <http://www.insta-cert.org/>). Dette skal være kontrollert gjennom tredjepartskontroll bestyrt av INSTA-Cert og produktene skal være merket med sertifiseringsmerket Nordic Poly Mark - eller tredjepartsverifisert til samme kvalitetsnivå.

Teksten over er en generell beskrivelse av produkter med sertifiseringsmerket Nordic Poly Mark. I og med at det sannsynligvis er lovstridig – i forbindelse med offentlige innkjøp – å etterspørre en konkret sertifiseringsordning, gis tilbyderne mulighet for å dokumentere at det de tilbyr tilfredsstillende de krav til kvalitet og kontroll som gjelder for Nordic Poly Mark – uten å inneha sertifiseringslisens.

Overgang fra nasjonale standarder til internasjonale standarder

Innenfor EU ble det besluttet at man skulle gjøre det lettere å selge plastrør og andre produkter over landegrensene. Derfor besluttet man å utvikle europeiske standarder. Disse standardene skulle også gjøres gyldige i EØS, som Norge er en del av.

Europeiske standarder benevnes NS-EN XXXX, mens norske standarder har benevnelsen NS XXXX.

For at det skulle være mulig å tilfredsstillende ulike kravnivå i de forskjellige land, er det i de fleste europeiske standardene innført valgfrie klasser. Et eksempel er testing av slagfasthet. I Norge og Norden har man valgt å teste ved -10 °C på grunn av de klimatiske forhold. Lengre sør i Europa har man valgt 0 °C eller 23 °C. Et annet eksempel er at man for trykkørssystemer har mulighet til å velge mellom flere design faktorer for å sikre funksjonaliteten i estimert livslengde for rørsystemet. Det som i hovedsak må tas hensyn til ved valg av design faktor er driftstrykk i forhold til rørets trykkklasse og leggefaktor ved installering.

I tillegg til disse frivillige, europeiske produktstandardene, har EU-kommisjonen besluttet at det skal utarbeides harmoniserte, europeiske standarder (hEN) for de aller fleste plastrørsystemer. Disse harmoniserte, europeiske standardene vil bli gjort gjeldende som minimumskrav, for å kunne selge plastrørene på det europeiske markedet. Til

disse hEN-ene hører et merke, det såkalte CE-merket. Dette obligatoriske CE-merket, kan oftest sees på maskiner og annet teknisk utstyr og leketøy. (Det finnes unntak mht minimumskravet for tillatt salg. Vi går ikke inn på dette her)

CE-merket er ikke et kvalitetsmerke, men kun en form for bekreftelse på at produkter oppfyller de minimumskrav som gjelder for helse, miljø og sikkerhet. For å kunne merke et plastrørprodukt med CE-merke behøver man kun å gjennomføre interne tester og selv fyller ut en egedeklarasjon på at produktet tilfredsstiller kravene i gjeldende hEN. Denne type standarder har ingen krav til ekstern kontroll utført av et akkreditert (godkjent) testinstitutt.

Brakerorganisasjoner og plastrørbransjen mener at for å kunne opprettholde det høye kvalitetsnivået på plastrørssystemer i Norge og Norden, er det viktig å opprettholde en frivillig sertifiseringsordning med et beskyttet sertifiseringsmerke.

Denne sertifiseringsordningen administreres av INSTA-Cert, som består av et sertifiseringsorganer fra hvert av de fire landene; Finland, Sverige, Danmark og Norge. Nemko AS representerer Norge.

INSTA-Certs sertifiseringsutvalg er sammensatt av følgende instanser:

- Brukerorganisasjoner
- Sertifiseringsorganet – INSTA-Cert
- Testinstitutter
- Produsenter

Til dette nye nordiske godkjenningssystemet har man utviklet et nytt beskyttet sertifiseringsmerke, Nordic Poly Mark .

Alle plastrørssystemer som er sertifisert av INSTA-Cert er merket med Nordic Poly Mark . Dette er en bekreftelse på at de sertifiserte rørsystemene har det høye kvalitetsnivået som kreves i Norden.

I denne sertifiseringsordningen inngår tredjepartskontroll utført av en kvalifisert nøytral instans – et akkreditert testinstitutt.

De mest relevante norske/europeiske standarder for plastrørssystemer

Avløpsrørssystem innomhus

NS-EN1329	Rørledninger av plast for bortledning av avløpsvann (lav og høy temperatur) i bygninger – polyvinylklorid uten mykner (PVC-U)
NS-EN1451	Rørledninger av plast for bortledning av avløpsvann (lav og høy temperatur) i bygninger – polypropylen (PP)
NPG/PS107	PPfittingswithoutsidealsandsystem
NPG/PS102	PPforsoilandwastedischARGE

Tabell 10.1

Grunnavløpsrørssystem (trykløse)

NS-EN1401	Rørledninger av plast for trykløse grunnavløpssystemer – polyvinylklorid uten mykner (PVC-U)
NS-EN1852	Rørledninger av plast for trykløse grunnavløpssystemer –polypropylen(PP)
NS-EN14758	Rørledninger av plast for trykløse grunnavløpssystemer - Polypropylen modifisert med mineraler (PP-MD)
NS-EN12666	Rørledninger av plast for trykløse grunnavløpssystemer –polyetylen(PE)
NS-EN13476	Rørledninger av plast for trykløse rørsystemer i grunnen - Rørsystemer med konstruert rørvegg av polyvinylklorid uten mykner (PVC-U), polypropylen (PP) og polyetylen (PE)

Tabell 10.2

Kumssystemer for grunnavløpsrør

NS-EN 13598-2	<ul style="list-style-type: none"> • Rørledninger av plast for trykløse grunnavløpssystemer • Polyvinylklorid uten mykner (vinylklorid) (PVC-U), polypropylen (PP) og polyetylen (PE) - Del 2: Spesifikasjoner for nedstigningskummer og inspeksjonskamre i trafikkområder og dypt nedgravde installasjoner
---------------	---

Tabell 10.3

Trykkrørsystemer

NS-EN1452	Rørledninger av plast for vannforsyning og for grunnavløp og avløp over terrengnivå under trykk - Polyvinylklorid uten mykner (PVC-U)
NS-EN12201	Rørledninger av plast for vannforsyning og for grunnavløp og avløp over terrengnivå under trykk – Polyetylen (PE)

Tabell 10.4

Drensrør

NS2962	Rør og rørdeler med konstruert rørvegg av polypropylen (PP) som drensrørsystem i grunn
NS3065	Drensrør – enkeltveggede, korrugerte (på kveil)

Tabell 10.5

Kabelrør

prNS2967	Kabelrør av plast med glatt rørvegg
NS2968	Kabelrør av plast med konstruert rørvegg

Tabell 10.6

Gassrør

NS-EN1555	<p>Rørledninger av plast til forsyning av gassholdig brensel</p> <p>-Polyetylen(PE)</p>
NS2969	Rørledningssystem i grunnen av polyvinylklorid med høy slagfasthet (PVC-HI) for gassforsyning

Tabell 10.7

GRP, standarder og tester

For glassfiberrør til vann og avløp er det følgende standarder som er de viktigste internasjonalt, og som det stort sett refereres til:

- ASTM
 - American Society for Testing and Materials ASTM D3517, ASTM D3754, ASTM D3262
- AWWA
 - American Water Works Association AWWA C950 samt design manual AWWA M45
- ISO
 - International Organization for Standardization ISO 10639, ISO 10467
- CEN
 - Comité Européen de Normalisation NS-EN 1796, NS-EN 14364

11 Gjenvinning

Gjenvinning

Plastrør – resirkulering

Gjenvinning av materialer kan være meget god utnyttelse av ressurser. Dette gjelder også for plastrør. Materialer i termoplastrør har den egenskap at de kan bearbeides på nytt (ekstruderes) til nye

produkter (rør) med bruk av relativt lite energi.

Innsamlingssystem for gamle plastrør ble startet i Holland for ca. 15 år siden. I 2004 ble det samlet inn et volum på ca. 3000 tonn. I Holland gir man dessuten en garanti på resirkulering ved kjøp av nye plastrør.

I Sverige ble et tilsvarende system for resirkulering etablert i 1996 (NPG) og i Danmark i 1998 (WUPPI).

I de nordiske land har man hittil ikke samlet inn store volum, men dette er relatert til at få rør graves opp og fjernes fra jorden, samt at volumet fra byggsanering er lite.

I tillegg er det et faktum at plastrør har meget lang levetid (> 100 år) og dermed ikke vil komme inn i avfallsstrømmen på veldig mange år. Som eksempel kan det nevnes at de første plastrør ble lagt i Norge for ca 50 år siden.

De rør og rørdeler i plast som deponeres, kan deles inn i to grupper. Den ene delen representerer gamle rør som er gravd opp ved nybygging, omlegging av vei etc. Den andre delen tilhører gruppen avkapp. Det vil si nye produkter som har gitt kapp ved installasjon og montering. Disse produktene representerer den mest verdifulle ressursen i denne sammenheng, fordi det i prinsippet er nye materialer.

Kvaliteten på jomfrulige råstoffer som benyttes til plastrør, er regulert ved internasjonal standardisering (EN og ISO produktstandarder etc.). Produktstandardene bevirker til å opprettholde høy kvalitet, samt sikre lang levetid på produktene.

I disse standardene er det dessuten tatt med bestemmelser/regler for å benytte resirkulerte materialer. Dette sikrer at kvaliteten på sluttproduktet opprettholdes på et høyt nivå.

I Europa finnes det en organisasjon etablert av ECVM, EuPC, ESPA og ECPI (bransjeforeninger for ulike produsentgrupper) som kalles Vinyl Plus. Vinyl Plus har som formål på vegne av PVC- industrien å bidra til stor grad av økonomisk dynamikk, miljøbevissthet, og sosial bevissthet som del av en bærekraftig utvikling.

I denne sammenheng har Vinyl Plus opprettet en såkalt "frivillig avtale" som inneholder flere elementer. Ett går ut på å ta hånd om PVC-produktene (eksempel rør, profiler etc) etter endt bruk.

I praksis er det opprettet ulike prosjektgrupper, som overvåker innsamling og resirkulering av gamle produkter.

Med i dette systemet er også plastrørbransjen i Europa. TEPPFA (The European Plastic Pipes and Fittings Association) er den organisasjonen som overvåker innsamling av PVC-rør.

I 2014 ble det gjenvunnet nær en halv million tonn PVC. Av dette ble 78.000 tonn benyttet av rørprodusentene til produksjon av nye rør. I tillegg er betydelige mengder av rør produsert i andre materialer gjenvunnet, og benyttet til produksjon av alternative produkter.

I Norge er mengden av utrangerte rør så liten at det ikke er regningsvarende å drive egen gjenvinning. Denne type produkter går i stedet til energigjenvinning.

I praksis kan kretsløpet for rør og rørdeler beskrives med følgende modell:

- Innsamling av gamle rør fra forbruker (kommune, entreprenør, byggefirma etc.)
- Rørene sorteres, vaskes, males opp og emballes (ferdig resirkulert råstoff)
- Råstoffet benyttes til fremstilling av nye rør (midtskikt i rørkonstruksjon etc.)



Figur 11.1 -

Skjematisk modell for resirkulering av plastrør

12 Plastrør til energiverk

Plastrør til energiverk

Norge har naturgitte forhold for mange typer energiverk. Viktigst er vannkraftverk, som utgjorde 99,3 % av den totale elektrisitetsproduksjonen i 2004. Siden starten ble det benyttet tradisjonelle materialer som stål og trørør, men etter hvert har plastrør fått et solid fotfeste til vannkraftanlegg, innenfor det vi kaller småkraftverk. Korrosjonsfrie materialer med glatt innvendig overflate gir minimalt vedlikehold og minst mulig falltap. Med plastrør snakker vi her om PVC, PE og GRP.

Småkraftverk kan igjen deles i tre grupper etter installert kapasitet:

- Mikrokraftverk er kraftverk med installasjon mindre enn 100 kW.
- Minikraftverk er installasjon fra 100 kW til 1000 kW, (1MW)
- Småkraftverk er kraftverk med installasjon mellom 1 MW og 10 MW.

Nevnte grenser har ikke betydning for om anlegget er konsesjonspliktig eller ikke.

I praksis vil som regel alle prosjekter over 1 MW være det.

Lovverk

Vannkraftverk er underlagt en rekke lover og forskrifter avhengig av type og størrelse på prosjektet. Det er regler for konsesjonsplikt og søknadsbehandling, noen regler gjelder for byggeperioden og andre for driften av det ferdige anlegget. Noen av de viktigste er:

- Energiloven gir rammene for organiseringen av kraftforsyningen i Norge. Den inneholder et samlet regelverk, som tidligere var spredt på et stort antall lover.
- Vassdragsreguleringsloven gjelder for alle vassdragstiltak som har til formål å endre vassdragets vannføring. Loven beskriver bl.a. konsesjonsbehandling og søknad, hjemfall, konsesjonsavgifter, konsesjonsvilkår, revisjon av vilkår og ekspropriasjon.
- Vannressursloven skal sikre en samfunnsmessig forsvarlig bruk samt forvaltning av vassdrag og grunnvann.

I tillegg finnes en rekke andre lover samt lokale reguleringer. Mye info finnes på www.nve.no

Rørgater

Rørgaten til kraftverk kan både være nedgravde rør eller installasjoner fundamentert på terreng.

For de minste anleggene med begrenset vannføring og trykk forekommer det også at det legges en PE-ledning på bakken. Valg av installasjonsmetode vil være avhengig av lokale forhold og prosjektets beskaffenhet. Rørgater til kraftverk er typisk 10-20 % av totalinvesteringen. Fritt- liggende rør er tilgjengelige for inspeksjoner og vedlike- hold, men mer utsatt for ytre påvirkninger, behov for forankring ut fra trykk og temperatursvingninger etc. Nedgravde rør og installasjoner på terreng har mye til felles, men også forskjeller som må ivaretas spesielt.

Likheter	Forskjeller
<ul style="list-style-type: none">• Samme rør• Samme kobling• Samme pakning• Behov for forankringsblokker ved retningsforandringer	<ul style="list-style-type: none">• Ingen støtte fra bakken• Buckling<ul style="list-style-type: none">◦ Sikre reaksjonskraft pga. avvinkling i koblinger, aksielle bevegelser, stabilitet• Fundamenter og vugger• Behov for forankring

Tabell 12.1

Rørtilkraftverk

Termoplastrør, PVC og PE benyttes stort sett til mikrokraftverk, og noe til minikraftverk. Ved småkraftverk benyttes mest GRP rør av plastrørene. GRP benyttes også noe ved minikraftverk. Leveringsprogram omfatter typisk følgende rør:

PVC Ø110- Ø400mm - PN6- PN16 (SDR34,4 –SDR21 – SDR13,6) PE Ø110-Ø730mm - PN4-PN16 (SDR 41-11)

GRP DN400-DN4000mm - PN6-PN32

I tillegg leveres deler og koblinger. Se også kapitlet om rør til vannforsyning for mer detaljer.

Det er viktig å vær oppmerksom på innvendig diameter når du sammenligner rør. GRP oppgis med innvendig nominell diameter. Ved PE- og PVC-trykrør er det utvendig diameter som oppgis. Ved krav om fullt vakuum benyttes GRP-rør

med minste ringstivhet SN5000. Ved bruk av PE-rør benyttes SDR 11 (PE100 anbefales).

Rørenes materialeegenskaper:

Plastrør er laget av korrosjonsbestandige materialer og har derfor meget lang levetid. I tillegg har de svært glatt innvendig overflate, og derfor er falltapet pga. av ruhet minimalt. Til kraftverk i dag benyttes fortsatt noe stål, duktile støpejernsrør, tre og betongrør. Innvendig overflate blir mer ru og falltapet øker.

Plastrørene har i denne forbindelse minimalt eller intet behov vedlikehold. Falltap er direkte tap i energiproduksjonen og har derfor avgjørende økonomisk betydning ved valg av rørmateriale. Plastrør har en ruhet generelt mellom 0,01 og 0,05mm. Andre rørtypen kan som nye rør ha en ruhet på 0,1 mm. Etter noen år med korrosjon kan ruheten stige betydelig. Energihøyden for et kraftverk er totalhøyden fra vannstand over inntaket til høyden ved utløpet av turbin. Terrengprofilen av vannveien påvirker ikke trykket ved turbinen, men rørledningen bør legges uten høybrekk, som eventuelt må ha lufteanordninger.

Bruttoeffekt for et kraftverk = $9,81 \times \text{fallhøyden i meter} \times \text{vannmengden i l/s} = \text{effekt i w}$. Det som reduserer produksjonen er falltap i:

- Rørgaten
- Enkeltkomponenter som inntak, bend, overganger etc.

I tillegg kommer tap avhengig av effektiviteten til turbinen. For rørgaten kan en se hvilken innvirkning valg av rørmateriale kan ha gjennom følgende eksempel:

Eksempel:

En rørgate med DN800mm rør har lengde 1000m og vannmengde $1,5\text{m}^3/\text{s}$. For sammenligningens skyld benyttes samme iD lik 800 mm og produksjon på anlegget lik 5375timer tilsvarende 100 %:

Rørmateriale	Ruhet	Falltap(m)	Tapproduksjon (kwh)	Forskjell fra GRP ruhet 0,01 i kwh
GRP	0,01 (labmålt)	6,21	271.811	
GRP	0,029(anlegg)	6,60	287.182	15.371
Duktiltm/semnt	0,1 (nyttør)	7,57	327.217	55.406
Duktiltm/semnt	1 (etterentid)	11,89	509.451	237.640

Tabell 12.2

Som eksemplet viser kan det være store forskjeller og betydelige gevinster å hente med riktig rørvalg. Forskjellen blir enda større ved lengre vannveier, og dersom vannhastigheten økes. Typisk vannhastighet for rørgater til kraftverk ligger mellom 1- 4meter/sekund fra de minste til de største. (100mm ca. 1m/s, 250mm 2m/s, 1400 3m/s og DN 1800 +, 4m/s)

Mange kraftverk er lokalisert på vanskelig tilgjengelige områder, noen uten vei og noen langt til fjells. Plastrør er generelt lette i vekt og har fordeler i denne sammenheng. I tillegg er de enkle å håndtere og installere.

Bildet viser helikoptertransport direkte fra båt til anlegget i Beiarn i Nordland og Nordlandselva kraftverk. Rør som fraktes er DN800mm PN6-25.

Ved lange transporter av flere ulike rørdimensjoner kan plastrørene teleskoperes, det vil si tres i hverandre. Eksempelvis vil et anlegg med 3km DN700mm rør skape behov for bruk av 28 trailere. Ved å benytte 1km av hver dimensjon, DN800, 700 og 600 vil ikke falltapet endre seg vesentlig og transporten kan skje med bruk av 10 trailere.



Plastrør er også benyttet på områder som krever svært mye av installasjonen.



Flensene er også benyttet på områder som krever strekkfast installasjon.

Bildet til venstre viser Vangpollen kraftverk, som ble installert og satt i drift i 1989. Vangpollen ligger i Vesterålen med de klimatiske forhold man har på kysten av Nordland. Fallhøyde er 318 meter, dvs. statisk trykk på PN32 for det nederste DN700mm GRP røret. Rørene er montert på fundamenter på terreng. På det bratteste er helningen 46 grader. (Det bratteste partiet i en hoppbakke er til sammenligning normalt rundt 37 grader.)

Ved plastrør i PVC og GRP har muffen samme materiale som rørene. Muffene har som regel pakninger av EPDM-gummi. PE-trykkør skjøtes oftest med speilsveising eller med sveisemuffer, spesielt ved mindre dimensjoner.

Flenseforbindelser benyttes særlig som overgang mellom forskjellige rørmaterialer. For GRP- og PE-rør benyttes ofte krage og løsfrens som vist på nedenstående bilde. Det kan også benyttes mekaniske koblinger som type Straubflex, der ulike rørmaterialer med nær samme utvendige diameter skjøtes med en mekanisk kobling.

GRP-rør kan gjøres strekkfaste ved hjelp av buttskjøting, dvs. laminering eller ved hjelp av strekkfast kobling med mekanisk låsing.



Tabell 12.3

Øverst i en rørgate for kraftverk monteres det ofte inn et T-rør som tillater utlufting av rørløstningen. Dette utelates ofte for mini og mikrokraftverk. T-røret leveres med flenseovergang til lufteør eller lufteventil.

Inspeksjonsmulighet kan lages ved å montere T-rør med mannluker DN500-600mm på ledningen. Alternativt kan det monteres inn et kortrør med lengde 1 meter. Kortrøret installeres ved bruk av koblinger. Ved å demontere røret skaffes inspeksjonstilgang.



13 Kabelrør



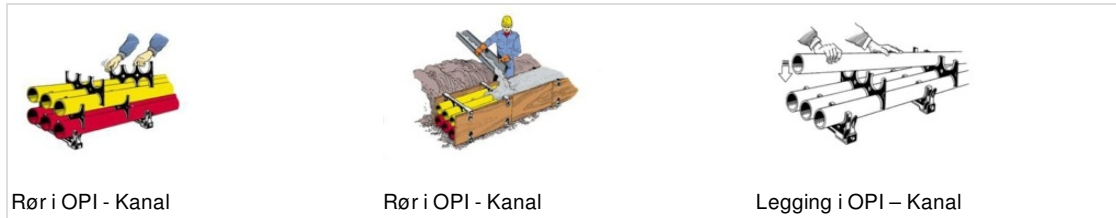
Kabelrør

Kabelrør i PP og PVC

De mest brukte rør typene for kabelrør i Norge er glattveggede PP og PVC med ringstivhetsklasse SN8.

Det benyttes også konstruert rør som kabelrør i SN8.

For kabelrør benyttes også ringstivhetsklasse SN4. Disse rørene benyttes kun for innstøping i såkalt OPI kanal.



Rør i OPI - Kanal

Rør i OPI - Kanal

Legging i OPI – Kanal

Tabell 13.1

Gjeldende standarder for kabelrør

- prNS2967 Kabelrør av plast med glatt rørvegg
 - Kabelrør i stivhetsklasse SN8 levers i dimensjoner fra 50mm til 160mm.
- NS2968 Kabelrør av plast med konstruert rørvegg
 - Kabelrør med ringstivhetsklasse SN8 med konstruert rørvegg
- prNS 2970 Kabelrør av plast med glatt rørvegg for innstøping
 - Kabelrør med ringstivhetsklasse SN 4 leveres i dimensjoner fra 110mm til 160mm

I prNS 2967 beskrives det også 32 -50 mm PE 80 kveilrør, som SUB-kanal (dvs. blåsing eller trekking i eksisterende rørsystemer) i SDR17, for nedgraving i SDR11.

Her finnes det også mer detaljerte krav fra sluttbrukere som Telenor. Typer kabelrør som er i bruk



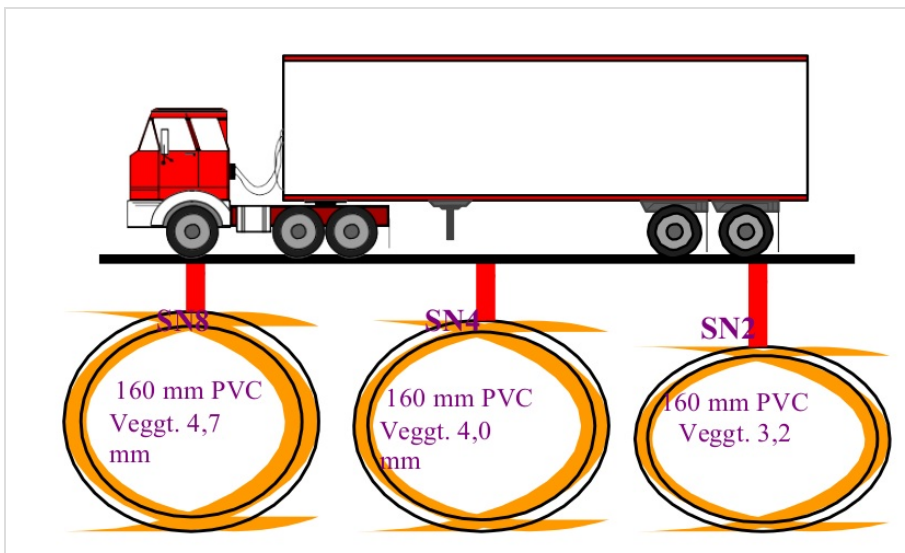
PVCogPP PP Dobbelveggede/Konstruerte Dobbelveggede på kveil Kabelrør på Trommel Flerkammerrør Fiber rør

Tabell 13.2

Hvordan reagerer de ulike ringstivhetsklassene på belastninger i grøfta?

Generelt har trykkløse rørsystemer ringstivheten 8 kN/m² og benevnes SN8. (SN = Stiffness Nominell).

NS-EN 1401 beskriver tre ulike klasser for ringstivhet. SN8, SN4 og SN2

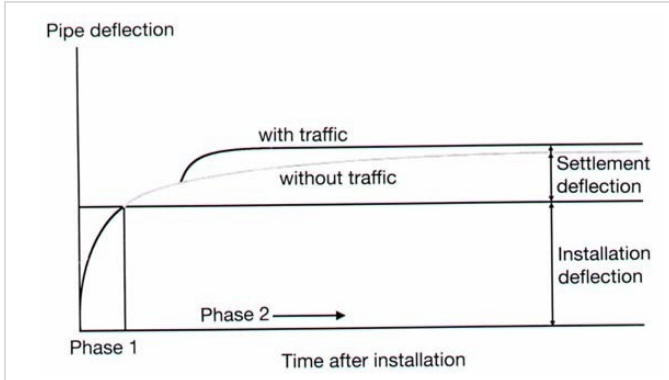


Figur 13.1

Deformasjonsegenskaper

Plastrør er fleksible og deformasjonen er hovedsakelig avhengig av arbeidet i ledningssonen og omfyllingen rundt røret. Oftest benyttes "gode masser" (se legging av plastrør) i ledningssonen – i vei også med komprimering – noe som gir små deformasjoner. Generelt er deformasjoner inntil 8 % for PVC (9 % for PP/PE) av diameter på røret tillatt på nylagte rør. Mange ønsker å skjerpe kravene til deformasjon fordi inntil 8 % deformasjon i gode masser tilsier slurv i leggeprosessen. Derfor er det generelt anbefalt å kreve inntil 5 % deformasjon under normale forhold.

Hvis røret ligger i en vei, vil massene sette seg raskere på grunn av vibrasjoner fra trafikken. Rørene deformeres gradvis under gjenfylling av grøfta. Etter hvert som massene setter seg, deformeres rørene ytterligere inntil likevekt og stabilitet er oppnådd



Figur 13.2 -

Figuren over viser deformasjonsfasene ved legging av plastrør og hvordan trafikkbelastning påvirker deformasjonens utvikling.

Egenskaper for PVC som kabel rør.

Fordeler	Begrensninger
<ul style="list-style-type: none"> • Produksjon etter internasjonale standarder Sertifiserte produkter • Lett å transportere, håndtere og installere Liten termisk lengdeutvidelse og krumning • Fleksibelt rør som tåler de fleste bevegelser i ledningssonen uten brudd • Høy E-modul, gir god styrke og kapasitet • Korrosjonsbestandig • Tetteskjøter Langlevetid 	<ul style="list-style-type: none"> • Redusert slagstyrke under -10°C Spisse steiner gir punktbelastning

Tabell 13.3

Egenskaper for PP som kabel rør.

Fordeler	Begrensninger
<ul style="list-style-type: none"> • Produksjon etter internasjonale standarder • Sertifiserte produkter • Lav vekt, lange lengder og enkel å kappe • Lett å transportere, håndtere og installere • Høy slagfasthet • Fleksibelt rør som tåler de fleste bevegelser i ledningssonen uten brudd • Høy E-modul, gir god styrke og kapasitet • Korrosjonsbestandig • Tetteskjøter • Langlevetid 	<ul style="list-style-type: none"> • Spisse steiner gir punktbelastning • Høy termisk lengdeutvidelse og krumning.

Tabell 13.4

Viktige momenter ved legging av rør

Fundament og opprørte stedlige masser under fundament avrettes, komprimeres og avrettes igjen for å motvirke svanker i ledningen. Ved utsprenning av grøft i fjell, må man passe på at rør ikke ligger an mot fjell. Rør – uansett materiale – må ikke ligge på hardt underlag. Derfor må fundamentets øvre del "rakes løst" under røret. I tillegg må man

påse at massene under rørets nedre kvartsirkel pakkes godt. Valg av masse og komprimering er enten bestemt fra ledningseier (oftest singel/finpukk). Se for øvrig under leggeanvisning for plastrør. LINKKAP8.1

Figuroversikt

Tabeller

Tabell 1.1

Tabell 2.1

Tabell 2.2

Tabell 2.3 - 1) Krypmodul = korttids E-modul/krypforhold. Verdiene er avhengig av råvaren, og bør sjekkes i hvert enkelt tilfelle

Tabell 3.1

Tabell 3.2

Tabell 3.3

Tabell 3.4

Tabell 3.5

Tabell 3.6

Tabell 3.7

Tabell 3.8

Tabell 3.9

Tabell 3.10

Tabell 3.11

Tabell 4.1

Tabell 4.2

Tabell 4.3

Tabell 4.4

Tabell 4.5

Tabell 4.6

Tabell 4.7

Tabell 4.8

Tabell 4.9

Tabell 4.10

Tabell 5.1

Tabell 5.2

Tabell 5.3

Tabell 5.4

Tabell 5.5

Tabell 5.6

Tabell 5.7

Tabell 5.8 - Ovenstående bilde viser fordrøyning med bruk av tanker GRP

Tabell 5.9

Tabell 5.10

Tabell 6.1 - Slep av mange, lange lengder til anleggssted

Tabell 6.2

Tabell 7.1

Tabell 7.2

Tabell 7.3

Tabell 7.4

Tabell 7.5

Tabell 7.6

Tabell 7.7

Tabell 7.8

Tabell 7.9

Tabell 8.1

Tabell 8.2

Tabell 8.3

Tabell 8.4

Tabell 8.5

Tabell 8.6

Tabell 8.7 - Maksimum tillatt nominell kornstørrelse [mm] for selvfallsledninger

Tabell 8.8 - Maksimum tillatt nominell kornstørrelse [mm] for trykkledninger

Tabell 8.9 - Lett komprimering vil, i henhold til tabell 2, i de fleste tilfellene være tilstrekkelig.

Tabell 8.10

Tabell 8.11

Tabell 8.12

Tabell 8.13

Tabell 8.14

Tabell 9.1

Tabell 9.2 - PE-innføring i eksisterende rør. [Pipelife AS]

Tabell 9.3 - Utblokking i praksis [Sandum AS, Asplan Viak AS]

Tabell 9.4 - Strømpereovering. [Insituform, Kjell Wangberg Larsen AS]

Tabell 9.5 - Prinsipp for sammenfoldet rør fra fabrikk ved tilbakeføring til opprinnelig diameter. [Asplan Viak AS]

Tabell 9.6

Tabell 9.7

Tabell 9.8 - Speilsveising i sveisecontainer.

Tabell 9.9

Tabell 9.10

Tabell 10.1

Tabell 10.2

Tabell 10.3

Tabell 10.4

Tabell 10.5

Tabell 10.6

Tabell 10.7

Tabell 12.1

Tabell 12.2

Tabell 12.3

Tabell 13.1

Tabell 13.2

Tabell 13.3

Tabell 13.4

Figurer

Figur 2.1

Figur 2.2

Figur 2.3

Figur 2.4

Figur 2.5 - Sprøytetøping av rørdeler

Figur 2.6

Figur 3.1 - Materialfordeling eksisterende vannledninger i Norge 2014 (Kilde: Vannverksregisteret 2014)

Figur 3.2 - Materialfordeling eksisterende vannledninger i Norge 1998 (Kilde: Vannverksregisteret 1998)

Figur 3.3 - Antatt materialfordeling på nylagte kommunale vannledninger i grøft i Norge (Kilde: NPG Norge 2014)

Figur 3.4 - Trykksvingninger ved pumpe ved pumpestopp

Figur 3.5 - Ved speilsveising varmes rørdene opp, deretter føres de sammen med et gitt sveisetrykk. PE-trykrør finnes i diameter opp til 2000 mm.

Figur 3.6 - Kveilrør leveres fra dia. 20mm-110mm.

Figur 3.7 - Skjøting med rørdeler for el-sveising blir stadig mer vanlig. Muffer har innvendige "varmesoner" og monteres utvendig på rørdene. Moderne sveiseapparater styrer sveiseforløpet automatisk.

Figur 3.8 - Sprøytetøpte rørdeler med spissender overtar for segmentsveisede rørdeler (rørdeler som er speilsveiset sammen i segmenter fra rør).

Figur 3.9

Figur 3.10

Figur 3.11 - Bildet viser den store hovedvannledningen til IVAR (Interkommunalt vann avløps- og renovasjonsverk) i Stavangerregionen, hvor det ble installert 32 km DN 1400 og 1200mm PN16 i 1996-1998.

Figur 3.12 - GRP kan leveres med diameter inntil 4000 mm

Figur 3.13 - GRP

Figur 3.14

Figur 3.15

Figur 3.16 - Skisse av rørledning som skal transportere en ønsket vannmengde fra kilde til høydebasseng eller forbrukssted.

Figur 3.17

Figur 3.18 - Vannføringsdiagram for plastrør fra d i 30mm til d i 200 mm. $k = 0,01$

Figur 3.19 - Vannføringsdiagram for plastrør fra d i 225 mm til d i 1600 mm. $k = 0,05$

Figur 3.20

Figur 3.21

Figur 3.22 - Eksempel på regresjonskurve for PE-rør.

Figur 3.23

Figur 3.24

Figur 4.1 - Norske kommuners valg av rørmateriale til avløpsledninger (spillvann). (Kilde: NPG Norge 2014)

Figur 4.2 - PVC avløpsrør

Figur 4.3 - Konstruerte avløpsrør

Figur 4.4

Figur 4.5 - Figuren viser deformasjonsfasene ved legging av plastrør og hvordan trafikkbelastning påvirker deformasjonens utvikling.

Figur 4.6 - Kurvene i figur over viser hvordan deformasjon påvirkes av gode eller mindre gode masser og utførelser, ved de forskjellige ringstivhetsklassene. Kun ringstivhet SN8 brukes i Norge.

Figur 4.7

Figur 4.8 - Kapasitetsdiagram for avløpsrør uten mange bend og tilknytninger, $k = 0,25$ mm

Figur 4.9 - Kapasitetsdiagram for avløpsrør med mange bend og tilknytninger, $k = 0,4$ mm

Figur 4.10

Figur 4.11

Figur 4.12

Figur 4.13 - Korreksjonsfaktor for maksimal skjærspenning (k_1) og jevnt fordelt skjærspenning (k_2) i delvis fylte rør.

Figur 4.14

Figur 4.15

Figur 4.16

Figur 5.1 - Antatt materialvalg overvannsrør (Kommuner og Statens Veivesen). (Kilde: NPG Norge 2014)

Figur 5.2 - Drenering av vei er et viktig bruksområde for DV drensør

Figur 5.3 - Ved husdrenering brukes sandfangskum. Både kveilrør og DV rør anvendes.

Figur 6.1

Figur 6.2

Figur 6.3

Figur 6.4

Figur 6.5

Figur 6.6

Figur 6.7

Figur 6.8

Figur 6.9

Figur 6.10

Figur 7.1 - Minikummer med 400 mm stigerør

Figur 7.2 - PRO630 med 630 mm stigerør

Figur 7.3 - Leveres til rør i dim: 160 mm-200 mm-250 mm-315 mm

Figur 8.1

Figur 8.2

Figur 8.3

Figur 8.4

Figur 8.5

Figur 8.6 - Bøying av PE-rør

Figur 8.7

Figur 8.8

Figur 8.9

Figur 8.10

Figur 9.1 - Prinsipp for utblokking av eksisterende rør med innføring av nytt rør. [Tracto-Technik]

Figur 9.2 - Under og etter påføring av belegg. [Asplan Viak AS, NCC AS]

Figur 9.3 - Rørtrykking [Sandum AS]

Figur 9.4 - Prinsipp for boring og innføring av nytt rør i løsmasser. [Sandum AS]

Figur 9.5 - Hammerboring i kombinasjonsmasser. [Båsum AS]

Figur 9.6 - PE-rør med PP

Figur 9.7 - PE-rør på kveilvogn.

Figur 9.8 - PE-røret beskyttes mot ytre skader.

Figur 9.9

Figur 9.10

Figur 9.11

Figur 9.12 - Innføringsgrop

Figur 9.13 - Avgrening på helsveiset PE-rør, ved bruk av T-rør og elektromuffer.

Figur 9.14 - Flensetilknytning til kum med varmforsinket styrerør.

Figur 11.1 - Skjematisk modell for resirkulering av plastrør

Figur 13.1

Figur 13.2 - Figuren over viser deformasjonsfasene ved legging av plastrør og hvordan trafikkbelastning påvirker deformasjonens utvikling.