

1 FORMÅL

Valg av riktig rørmateriale i et prosjekt er av avgjørende betydning for å oppnå en tilstrekkelig levetid på vann og avløpsnett innenfor gitte økonomiske rammer, der både investeringer, drift og vedlikehold vektlegges. Formålet med dette VA/Miljø-bladet er å gi VA - planleggere et praktisk hjelpemiddel ved prosjektering av ledninger for ordinære vann- og avløpsanlegg.

Ikke alle rørmaterialer egner seg like godt når man tar hensyn til trykk, vannmengder, vannkvalitet, grunnforhold, grøftetyper, eksterne belastninger, temperaturforhold og økonomi.

Ved å benytte dette VA/Miljø-bladet som et praktisk verktøy, bør det være mulig å unngå klare feil ved valg av rørmateriell.

Valg av et rørmateriale er en funksjon av mange parametre. I dette VA/Miljø-bladet har vi forsøkt å beskrive disse parameterne og hvorledes de påvirker rørvalget.

2 BEGRENSNINGER

Dette VA/Miljø-bladet vil ikke gi svar på hvilket rørvalg som er det absolutt optimale, alle hensyn tatt i betraktning, men vil angi hvilke materialer som vil kunne løse oppgaven og hvilke tekniske begrensninger som foreligger. Ofte vil flere rørmaterialer være egnet. Da kan det være marginale forskjeller som først framkommer ved detaljerte beregninger og utredninger. Ved store og spesielle anlegg bør det derfor gjøres et grundigere utredningsarbeide for å finne det optimale rørmaterialet ut fra tekniske, miljømessige og økonomiske forhold.

Dette VA/Miljø-bladet omtaler ikke anleggsarbeidene for det komplette ledningsanlegget. Erfaring viser at utførelsen i marka har vesentlig betydning for anleggets levetid og kvalitet.

I denne sammenheng henvises til VA/Miljø-blad nr. 5 og 6 vedrørende grøfteutførelse.

For nærmere beskrivelse av rørmaterialenes fysiske og kjemiske egenskaper henvises til følgende VA/Miljø-blad:

- Nr. 10: Kravspesifikasjon for rør og rørdeler av PVC-U materiale
- Nr. 11: Kravspesifikasjon for rør av PE materiale
- Nr. 12: Kravspesifikasjon for rør og rørdeler av PP materiale

Nr. 13: Kravspesifikasjon for rør og rørdeler av GRP materiale

Nr. 14: Kravspesifikasjon for betong avløpsrør

Nr. 15: Kravspesifikasjon for betong trykkør

Nr. 16: Kravspesifikasjon for duktile støpejernsrør

For stålrør henvises til aktuelle internasjonale standarder, for eksempel EN 10210 for sømløse stålrør. VA/Miljø-bladet tar i hovedsak for seg ledningsmaterialer for systemer nedgravd i grøft eller installert under vann, men berører i liten grad ledninger installert over bakkenivå.

3 FUNKSJONSKRAV

Ledningsmaterialet skal være motstandsdyktig mot alle interne og eksterne påkjenninger av fysisk, kjemisk art innenfor en dimensjonerende levetid på minst 100 år. De mest aktuelle belastninger er innvendig trykk, trykkstøt, hydrauliske krefter i bend, overganger, T - rør, innvendig erosjon, termiske spenninger, frost, utvendig jordtrykk, trafikkklaster, punktlaster, korrosjon, setninger i grunnen. For vannledninger skal rørmaterialet tilfredsstillende de hygieniske kravene i drikkevannsforskriften.

Undervannsledninger skal i tillegg tåle bølgekrefter, strømkrefter, påkjenninger under senking av rørene samt statiske belastninger fra svevende lodd ved ujevne bunnforhold.

Rør og skjøter inklusive rørdeler skal gi et varig tett ledningsnett i hele systemets levetid.

4 LØSNINGER

4.1 GRØFTER

Bunnen av grøfta skal tjene som underlag for fundamentet og må ha så jevn og god fasthet som mulig, slik at setninger unngås. Grøftas type og beskaffenhet er viktig og ofte avgjørende for valg av rørmateriell. Momenter som har betydning er:

- Type grøft (jordgrøft, fjellgrøft, borehull, no-dig)
- Bunnens beskaffenhet (ujevnheter, massefordeling, type løsmasser)
- Grunnvannstand
- Grunnens aggressivitet/ utvendig korrosjon
- Belastning
- Type installasjon (på land, i sjø, på funda-

menter)

Type materiale i omfyllingen i ledningssonen til 0,3 m over topp rør, er også av betydning for valg av rørmateriale. Noen rørtypen kan akseptere bruk av eksisterende masser i omfyllingen mens andre med fordel må benytte tilførte knuste masser eller komprimerte friksjonsmasser.

4.2 GRUNNENS AGGRESSIVITET/UTVENDIG KORROSJON

Aggressiv grunn kan skape korrosjon på metalliske rør, dvs. angrep på rørmaterialet fra det omgivende miljø.

Spesiell oppmerksomhet må utvises ved surt/ aggressivt grunnvann (myrområder, evt. anaerobe forhold).

Sulfatholdige bergarter, som for eksempel alunskifer, kan skape problemer på metalliske rør dersom de ikke er tilstrekkelig korrosjonsbeskyttet. Hensiktsmessig korrosjonsbeskyttelse kan være belegg av zink, epoksy, polyetylen eller polyuretan.

Man må unngå å kople sammen metalliske rør med ulikt spenningspotensiale. Dette vil medføre galvanisk korrosjon. Anaerobe bakterier i grunnen kan bidra til mikrobiologisk korrosjon dersom tilgangen til oksygen i ledningssonen er blokkert.

For stålrør vil bruk av påtrykt spenning eller offeranoder være en god form for korrosjonsbeskyttelse.

Dersom ledningstraseen går nær høyspentledninger eller elektriske jernbanespor, kan lekkasje-strømmer bidra til økt korrosjonshastighet.

Korrosjon innvendig i vannledninger er nærmere behandlet i kapittel 4.6.

4.3 BELASTNING

Dype grøfter, trafikklast, svake masser rundt grøft (dårlig sidestøtte) og frost kan gi store belastninger på rørene. Forskjellige rørmaterialer har ulike egenskaper for å møte disse belastningene.

For stive rør som duktilt støpejern, stål og betong vil hovedsakelig kreftene opptas som spenninger i rørveggen, mens fleksible rør av plast vil samvirke med de omkringliggende omfyllingsmassene. Det er derfor viktig at fleksible rør fundamenteres og omfylles med godt komprimerte kvalitetsmasser. Ringstivheten i rørene må dimensjoneres ut fra de opptredende belastningene og kontrolleres med statiske beregninger. Alle aktuelle rørmaterialer for VA - anlegg har styrkeklasser som vil kunne tåle normalt opptredende trafikkklaster, dersom de ligger på et dyp tilsvarende frostfri fundamentering.

Ved svake/ bløte masser, må grøfta utføres omsorgsfullt, slik at grøftemassene og fundamentet kan oppta de eksterne belastninger som oppstår.

Ved dype grøfter vil tynnveggede rør kunne kollapse på grunn av utvendig last fra jord og grunn-

vann.

Kontinuerlige lange plastrør av polyetylen og polypropylen vil være utsatt for termiske spenninger. Disse kan medføre betydelige lengdeendringer, dersom temperaturen endrer seg vesentlig fra installasjonstemperaturen, for eksempel 10 -20 C. Dette må kompenseres ved at ledningene må forankres ved tilknytning til kummer eller der de skjøtes mot ikke strekkfaste forbindelser.

4.4 MEDIUM SOM TRANSPORTERES

Den kjemiske, fysiske og bakterielle kvaliteten på vannet som skal transporteres i ledningene, vil til en viss grad innvirke på valg av rørmateriale og eventuelt innvendig beskyttelsesbelegg. Utfordringen er spesielt knyttet til korrosjon, slitasje og beleggsgdannelse / hydraulisk kapasitet.

4.4.1 DRIKKEVANN

Grunnvann, ubehandlet

Grunnvannet kan være oksygenfritt. Særlig fra dype borebrønner er dette vanlig, men det kan også forekomme i forholdsvis grunne brønner. Ofte finner vi høyt innhold av mangan, jern, natrium, magnesium, kalsium og sulfat i kombinasjon med lavt oksygeninnhold. Det kan også i enkelte tilfeller inneholde for høye konsentrasjoner av nitrat, fluor, klor og hydrogensulfid. Grunnvann er vanligvis mindre surt enn overflatevann. Oksygenfritt vann vil være korrosivt mot rustfrie og syrefaste rørmaterialer. Hardt vann finner vi oftest i grunnvannskilder i Norge. Vannet kalles hardt når innholdet av kalsium- og manganioner er høyt.

Overflatevann

Et vanlig overflatevann i Norge har ofte høyt humusinnhold (organisk materiale), lav pH og lav alkalitet (mål for vannets evne til å binde sure komponenter dvs. karbonater, bikarbonater og hydroksider).

Lav pH og lavt alkalitet gjør at vi må ta hensyn til korrosjon i metalliske rør avhengig av vannkvaliteten. I tillegg til pH og alkalitet bør også kalsiuminnholdet i vannet justeres, slik at innvendig korrosjon ikke inntre. For ytterligere informasjon om korrosjonskontroll henvises det til VA/Miljøblad nr. 18. Valget vil derfor ofte stå mellom rør som ikke lar seg påvirke av disse faktorene og et rør som har en overflatebeskyttelse som er god, men hvor rørets levetid egentlig avhenger av overflatebeskyttelsen.

Behandlet vann

Her vil det være vannbehandlingsprosessen som er avgjørende for hvilke type belegg som må benyttes for å hindre innvendig korrosjon på metalliske rør.

Dersom vannets surhetsgrad og alkalitet justeres med tilsetning av CO₂ og kalsium, er innvendig korrosjon som regel ikke noe problem, og av mindre betydning for valg av rørmateriale. Kun pH justering er ikke tilstrekkelig som sikring mot korrosjon i støpejern og stålrør.

4.4.2 OVERVANN

Overvannets kvalitet vil bestemmes av nedbørens kjemiske sammensetning, berggrunnen, løsmassene og terrengoverflatens beskaffenhet sammen med den menneskelige aktiviteten i nedbørsfeltet. I enkelte tilfeller kan overvann være aggressivt, som for eksempel vann med lav pH, kullsyreholdig myrvann og vann fra områder med alunskifer.

Rør som transporterer overvann kan være utsatt for slitasje pga. sandtransport i røret. Imidlertid skal det ekstreme tilfeller til for at slitasjen skal bli så stor at det får praktisk betydning. Man skal være oppmerksom på at enkelte plastrør faktisk kan ha bedre slitasjemotstand enn metalliske rør.

4.4.3 SPILLVANN

Oksygenrikt spillvann

Oksygenrikt spillvann regnes som problemfritt i denne forbindelse. Avløpsvann fra industribedrifter må imidlertid vies oppmerksomhet da den kjemiske sammensetningen kan være aggressiv og temperaturen kan være høy.

Hydrogensulfidholdig (H₂S) spillvann

Hydrogensulfidholdig spillvann oppstår når spillvannet ikke får tilført nok oksygen over noe tid. Ved nøye planlegging og korrekt ledningsutførelse kan problemet reduseres. Vesentlige momenter er lufting og fall på ledningen samt oppholdstid. Manglende oksygentilførsel gir anaerobe forhold med utvikling av H₂S-gass som resultat.

Ved lange trykkledninger med oppholdstid >4 timer på spillvannet får man vanligvis utvikling av hydrogensulfid. Problemet er størst ved høye vanntemperaturer i sommerhalvåret.

I gravitasjonsledninger med lite fall vil det oppstå sedimentering i ledningene med mulighet for dannelse av anaerobe forhold. Svanker med vannlåser vil hindre lufttilgangen og forsterke korrosjonen i metalliske rør og betongrør. Alle plastrørene vil under slike forhold motstå korrosjon. Sementbaserte rør eller rør med innvendig sementbelegg vil være vesentlig mer utsatt. Selv sulfatresistent sement vil ikke kunne motstå slik korrosjon. Dersom rørene fører avløp fra industri, bør avløpsvannet analyseres. Valg av rørmateriell vil da være avhengig av avløpsvannets sammensetning.

Varmt spillvann

Termoplastene er sårbare for høyere temperaturer. Ved langvarige utslipp med temperaturer over 45 °C bør en konsultere rørprodusenten. I slike tilfeller må man dimensjonere rørene for en lavere tillatt spenning. Ved temperaturer over 60 °C vil fastheten avta dramatisk.

Ved lange helsveisede rørlengder bør en være oppmerksom på lengdeforandringen ved varierende temperatur. Dette gjelder spesielt for PE og PP, hvor god forankring er viktig.

4.5 HYDRAULISKE FORHOLD

De hydrauliske forhold vil foruten dimensjon og fallforhold, bl.a. være avhengig av innvendig materialtype, skjøtemetode, kummer, rørdeler etc. Nye ledninger vil ha en friksjonsfaktor som varierer med rørmaterialet, se VA/Miljø-blad nr. 10 - 16. De forskjellige rørmaterialene vil etter en tids bruk, få et innvendig belegg som vil gjøre denne forskjellen mindre. Sannsynligvis vil forskjellen bli såpass liten, at dette ikke vil være noe avgjørende moment ved valg av rørtype. Dersom man legger opp til en regelmessig kjøring med rensplugg, vil plastmaterialene ha en liten hydraulisk fordel. Innvendige sveisevulster i PE rør og PP rør utjevner delvis denne forskjellen. Avstanden mellom vulstene er av avgjørende betydning i denne sammenheng. Singulærtapskoeffisienten i en sveisevulst er ca. 0,03.

Retningsendringer (bend), ventiler og andre rørdeler vil også øke det totale trykktapet.

Selvrensingen vil være avhengig av vannets skjærspenning mot rørveggen. Skjærspenninger >2 N/m² regnes som selvrensende for spillvannsledninger av plast mens 3-4 N/m² antas å gi selvrensing i overvannsledninger. Skjærspenningen er relatert til vannhastigheten. Som en tommelfingerregel kan man anta at ledningen er selvrensende dersom hastigheten på vannet ligger over 1 m/s.

Den hydrauliske dimensjoneringen av en trykkledning vil være avhengig av trykktap, selvrensing og trykkstøt. Vannets oppholdstid i ledningen vil også spille en viktig rolle i avløpsledninger (H₂S).

Trykkstøt vil oppstå i ledninger ved pumpestart og pumpestopp og rask stengning av ventiler. Trykkstøtets størrelse vil være avhengig av flere faktorer som ikke behandles nærmere her. (Se VA/Miljøblad nr. 94)

De forskjellige rørtypenes evne til å motstå trykkstøt varierer betydelig. Trykkbølgen forplanter seg med ulik hastighet i de forskjellige rørmaterialene. Det er derfor viktig at alternative materialvalg beregnes for trykkslag. Trykkbølgen forplanter seg hurtigst i stål og støpejernsrør, men disse rørene vil samtidig ha gode muligheter til å ta imot det økte trykket på grunn av stor styrke. Termoplastene blir påført et vesentlig lavere trykkstøt enn de metalliske materialene, siden lydforplantingshastigheten er betydelig mindre. Vanligvis vil de fleste materialer kunne dimensjoneres for å tåle de opptredende trykkstøt i et ledningsnett. En god regel er imidlertid å velge en høyere trykkklasse dersom man har et anlegg som er utsatt for trykkstøt. Alternativt kan det settes inn trykkstøtreduserende tiltak i form av svingemasser på pumpene, vindkjel, svingesjakter eller spesielle lufteventiler.

Man må være oppmerksom på at undertrykk kan være en større utfordring for et rør enn overtrykk. Dette innebærer at man må velge et mer tykkvegget rør enn hva det dimensjonerende trykket skulle tilsi.

Ved mange gjentatte trykksvingninger over tid kan det oppstå utmatting i et rørmateriale, dersom designtrykket overskrides. I VA sammenheng er dette sjelden noe praktisk problem.

Velg primært ikke lavere trykkklasse enn PN-10 for pumpeledninger. Det er også et godt prinsipp å dimensjonere rørene for fullt vakuum.

4.6 INNVENDIG KORROSJON I VANNLEDNINGER

4.6.1 GENERELT OM KORROSJON

Med korrosjon menes angrep på et materiale av det omgivende medium. I vann kan angrepet skje enten ved en ren oppløsning av materialet eller ved en kjemisk reaksjon mellom materialet og vannet eller stoffer løst i vannet. På metaller er angrepet for det meste av typen elektrokjemisk korrosjon.

Den viktigste korrosjon i vann skjer ved reaksjon mellom oksygen og metall. Korrosjon kan også oppstå på grunn av bakterieaktivitet som ikke trenger oksygen i gassform. Et eksempel på dette er korrosjon som følge av sulfatreduserende bakterier i tett leire. Korrosjon har en rekke uønskede virkninger i vannforsynings sammenheng. Effektene er både av økonomisk og helsemessig betydning. Dette kan medføre:

- Forkortet levetid på sanitærinstallasjoner, hoved- og stikkledninger (vedlikeholdsutgifter).
- Øket behov for spyling av nettet (driftsutgifter).
- Innvirker på vannkvaliteten frem til forbruker, som regel ved utløsning av stoffer i drikkevannet.

I helsemyndighetenes normer for vannkvalitet i forbindelse med vannbehandling er det derfor oppgitt ønskede verdier for parametre som har betydning for korrosjon i vannledningsnett.

For å redusere korrosjon på metalliske rør, er det spesielt pH-verdi, alkalitet og hardhet som ønskes kontrollert.

4.6.2 VANNKVALITETENS INNVIRNING PÅ INNVENDIG KORROSJON.

Avhengig av rørmateriale og vannkvalitet virker korrosjonen på ulike vis. Aktuelle materialer i vannforsynings sammenheng er:

- Plastrør
- Stål- og støpejernsrør med innvendige og utvendige belegg
- Forspente betongrør

Plastrør

Plastrør er ikke utsatt for korrosjon.

Stål- og duktile støpejernsledninger

I dag legges de fleste stål- og duktile støpejernsledninger med innvendig sementmørtel. Generelt

gjelder at surt, bløtt og bikarbonatfattig vann er aggressivt mot betong. Jo mer aggressivt vannet er, desto mer øker faren for angrep. En rekke norske overflatevann er av en slik kvalitet at de tærer på alle typer sementbaserte rør, hvis ikke vannet gis en korrosjonsbeskyttende behandling.

Dette gjelder også mørtelforinger i støpejernsledninger. For å unngå utløsning av kalsium fra sement og derved redusere korrosjonen av sementbaserte rør og mørtelpåførte rør, er det ønskelig at vannet har:

- pH > 8,0
- kalsium > 15 mg/l
- alkalitet > 0,6-1,0 mmol/l

Dersom vannet er aggressivt, kan det benyttes innvendig belegg av epoksy og polyuretan (PUR). Sulfatresistent sementmørtel og høyovnslaggsement er et godt alternativ fra pH > 5,5. Ved surere råvann (4 < pH < 5,5), benyttes aluminatsement. Ductan (termoplast) og PUR er egnet i ledninger med lang oppholdstid for å unngå smak.

4.7 MULIGE VALG OG BEGRENSNINGER

Når man skal velge et rørmateriale, må man ta i betraktning de indre og ytre fysiske / kjemiske forhold som er beskrevet foran. Generelt kan man si at alle metalliske rør trenger en innvendig og en utvendig beskyttelse. Et unntak kan være høyverdige stål kvaliteter fra rustfritt og oppover. I det etterfølgende har vi angitt muligheter og begrensninger for de mest aktuelle VA ledninger som funksjon av aktuelle påkjenninger / miljøfaktorer. Det tas forbehold om at nye innovative tekniske løsninger kan ha forbedret erfaringene som fremgår av etterfølgende tabeller. En god regel bør være å kontakte rørprodusenten i tilstilfeller.

Rørmateriale	Trykk *	Diameter **	Bløte grunnforhold	Store utvendige belastninger ***	Undervannsledninger
PVC	≤ 25 bar	≤ 630mm	Mindre egnet ³⁾	Mindre egnet	Uegnet
PE	≤ 25 bar ^{0), 1)}	≤ 2000mm ²⁾	Godt egnet ⁴⁾	Godt egnet ⁴⁾	Meget godt egnet ⁴⁾
PP	≤ 25 bar	≤ 1200mm	Godt egnet ⁴⁾	Godt egnet ⁴⁾	Godt egnet ⁴⁾
GRP	≤ 25 bar ⁸⁾	≤ 2400mm ^{40), 41)}	Mindre egnet ³⁾	Godt egnet ⁵⁾	Kan benyttes ⁶⁾
Duktilt støpejern	≤ 40 bar ⁸⁾	≤ 2000mm	Mindre egnet ³⁾	Godt egnet	Kan benyttes ⁷⁾
Stål	≤ 40 bar ⁸⁾	≤ 1600mm	Godt egnet ³⁾	Godt egnet ⁵⁾	Godt egnet ⁷⁾
Forspent betong	≤ 25 bar	≤ 2000mm	Mindre egnet	Meget godt egnet ¹⁰⁾	Mindre egnet
Betong	≤ 1 bar ⁹⁾	≤ 2000mm ⁴⁰⁾	Mindre egnet	Godt egnet ¹¹⁾	Uegnet

* Maksimalt trykk og diameter må ses i sammenheng
 ** PVC, PE og PP angis med utvendig diameter. GRP er avhengig av produsent. Øvrige som innvendig
 *** Grøftedybde > 10 m og trafikklaster > 10 tonns akseltrykk med overdekning < 0,8 m. Trykkørskvalitet. Ulik deformasjon i muffe og på spissende må kontrolleres.

0) Maksimal diameter for 25 bar er 450mm

1) Maksimalt dimensjonerende trykk er avhengig av diameteren. Det finnes i dag forspente PE- rør som kan tåle trykk opp til 70 bar i dimensjoner opp til 200mm

2) Ø2000mm kan leveres i SDR klasse 17 eller høyere

3) Krever bunnforsterkning og strekkfaste skjøter

4) Må helsveises

5) SN klasse 10000 eller høyere må velges

6) Strekkfaste muffe nødvendig. Jevne grunnforhold. Må nedgraves i bølgeutsatte områder.

7) Strekkfaste muffe nødvendig. Jevne grunnforhold. Må nedgraves i bølgeutsatte områder. Må korrosjonsbeskyttes utvendig med PE kappe. Følge produsentens anvisning mht. avvinkling i skjøt.

8) Større trykk er mulig, men dimensjonsavhengig. 32 bar kan leveres opp til 1800 mm for GRP rør.

9) Best egnet til gravitasjonsledninger

10) Fare for korrosjon på armering ved sprekkedannelse

11) Fare for korrosjon på armerte rør

Rørmateriale	Bratt terreng >15° ⁰⁾	Styrt boring / "no - dig"	Aggressivt miljø	Kurvete trase	Eksisterende løsmasser i fundament og omfylling
PVC	Mindre egnet ¹⁵⁾	Ikke egnet	Godt egnet ¹²⁾	Mindre egnet ¹⁹⁾	Egnet ¹⁷⁾
PE	Meget godt egnet ^{13), 4)}	Meget godt egnet	Meget godt egnet	Meget godt egnet ^{14), 4)}	Meget godt egnet ^{4), 42)}
PP	Meget godt egnet ^{13), 4)}	Meget godt egnet	Meget godt egnet	Meget godt egnet ^{14), 4)}	Egnet ¹⁷⁾
GRP	Godt egnet ¹⁵⁾	Kan benyttes ¹⁵⁾	Meget godt egnet ¹²⁾	Egnet ¹⁹⁾	Godt egnet ¹⁶⁾
Duktilt støpejern	Godt egnet ¹⁵⁾	Kan benyttes ^{15), 43)}	Godt egnet ¹⁸⁾	Egnet ¹⁹⁾	Godt egnet ¹⁶⁾
Stål	Meget godt egnet ⁴⁾	Kan benyttes ²⁰⁾	Godt egnet ¹⁸⁾	Mindre egnet ²¹⁾	Godt egnet ¹⁶⁾
Forspent betong	Ikke egnet	Ikke egnet	Mindre egnet ³⁷⁾	Mindre egnet ¹⁹⁾	Meget godt egnet
Betong	Uegnet	Ikke egnet	Mindre egnet ³⁷⁾	Mindre egnet ¹⁹⁾	Meget godt egnet

12) Gummipakningen i skjøten er begrensningen

13) Må forankres oppstrøms og nedstrøms

14) Minimum krumningsradius er 50x ytre diameter

15) Strekkfaste skjøter nødvendig

16) Krav til massenes beskaffenhet og komprimering

17) Tynnveggede avløpsrør er uegnet

18) Trenger utvendig og innvendig korrosjonsbeskyttelse, alternativt katodisk beskyttelse

19) Begrenses av tillatt vinkelendring i muffeskjøten. GRP kan leveres i korte lengder ned til 2 m for å gi bedre kurvetilpasning

20) Må utføres med utvendig beskyttelse av PE-kappe

21) Krever spesielle sveisemuffe

Rørmateriale	Høy temperatur >40°C ****	Forurenset grunn	Slagbestandighet	Anleggsteknisk i tettbygd strøk	Rystelser og vibrasjoner
PVC	Mindre egnet ²²⁾	Mindre egnet ²⁵⁾	Godt egnet	Meget godt egnet ²⁸⁾	Godt egnet
PE	Mindre egnet ²²⁾	Mindre egnet ²³⁾	Meget godt egnet	Godt egnet ³⁶⁾	Meget godt egnet
PP	Egnet ^{22), 39)}	Mindre egnet ²³⁾	Meget godt egnet ²⁶⁾	Meget godt egnet ²⁹⁾	Meget godt egnet
GRP	Meget godt egnet ²⁴⁾	Godt egnet ^{24), 25)}	Mindre egnet	Meget godt egnet ²⁸⁾	Godt egnet ³⁸⁾
Duktilt støpejern	Meget godt egnet	Godt egnet ²⁵⁾	Godt egnet ²⁷⁾	Meget godt egnet ²⁸⁾	Godt egnet ³³⁾
Stål	Meget godt egnet	Meget godt egnet ⁴⁾	Godt egnet ²⁷⁾	Mindre egnet ³⁰⁾	Godt egnet ³³⁾
Forspent betong	Godt egnet	Mindre egnet	Godt egnet	Godt egnet ³¹⁾	Mindre egnet ³⁴⁾
Betong	Godt egnet	Mindre egnet	Godt egnet	Godt egnet ³²⁾	Mindre egnet ³⁵⁾

**** Lave temperaturer kan også være et problem ved at noen plasttyper kan bli sprø. Sjekk med leverandør. GRP beholder egenskapene helt ned til - 50°C

22) Kvalitet PEX kan tåle opp til 90°C, men dimensjonen er ≤ 160mm. PVC, PE og PP kan ikke benyttes som trykkør ved temperaturer over 40 °C

23) Ved å legge inn en aluminiumsfolie i rørvæggen, vil røret kunne bli diffusjonstett og meget godt egnet. Vanligvis kun et problem ved stikkledninger i små dimensjoner og lang oppholdstid

24) Spesielle resiner bør benyttes i stedet for polyester, avhengig av type forurensning

25) Pakningene i skjøten må også være motstandsdyktige

26) Ikke bestandig ved lave temperaturer

27) Forutsetter at utvendig korrosjonsbeskyttelse ikke skades

28) Korte rørlengder kan benyttes

29) Forutsetter mufførør for avløp

30) Sveising i skjøtene tar tid

31) Tunge rør krever mer maskinelle ressurser

32) Korte rør krever mange skjøter

33) Sementmørtelforingen kan skades og gi opphav til korrosjon

34) Sprekkedannelse kan gi opphav til korrosjon på armeringen

35) Sprekkedannelse kan gi opphav til lekkasje

36) Bruk av elektromuffer og korte lengder kan bedre forholdene

37) Krever sulfatresistent sement og bestandige pakninger

38) Ikke laminerte skjøter

39) Spesielle kvaliteter tåler opp til 60 °C

40) Kan leveres med eggformet tverrsnitt for bedre selvrensing ved lite fall i gravitasjonsledninger

41) GRP rør kan leveres opp til Ø4000 mm som standard. Sjekk trykklasser med leverandør.

42) Forutsetter SDR 11 eller lavere

43) Meget godt egnet for utblokking dersom kurvaturen ligger innenfor tillatt vinkelavvik i skjøt

Henvisninger:		Utarbeidet:	Aug 1998	Norsk Rørsenter
/1/	Valg av rørmateriell, NKF's fagkomité for vann og avløp - transportsystemet 1993	Revidert:	Des 2010	Cowi AS
/2/	NKF's temahefte "Små kloakkpumpetasjoner"	/4/	Øvrige VA/Miljø-blad	
/3/	NTNF's temahefte "Innvendig korrosjon av vannledninger"			