



Fremtidens kommunale vannledninger



Duktilt støpejern (SJK) vs. Polyetylen (PE)



VAR		ARV
Vann, avløp og renovasjon		for kommende generasjoner

Forord

Karmøy kommune ved sektor VAR (vann, avløp og renovasjon) har tradisjonelt ofte sverget til duktilt støpejern (SJK) ved legging av nye kommunale vannledninger. De siste år har imidlertid kommunen lagt en del polyetylen (PE) rør og således også opparbeidet seg gode erfaringer med denne type rør. I tillegg til dette har kommunen registrert at andre kommuner, fylker og land i større og større grad foretrekker rør i PE kvalitet i sine vannforsyningsnettverk. Hvilken av disse to rørtypene som skal være den foretrukne for nåværende generasjon og de kommende generasjoner i Karmøy kommune har stadig vært oppe til drøfting uten at det er tatt en ordentlig sammenligning og konklusjon. Denne rapporten tar for seg en grundig sammenligning av disse to rørtypene inkludert en konklusjon. Ett mulig utfall som også har vært vurdert i denne rapporten har vært bruk av begge typer i ulike grunnforhold. Oppgaven ble tildelt undertegnede oktober 2020 av Håkon Døsen (Virksomhetsleder VA prosjekt) og Johannes Thaulé (VA rådgiver). Rapporten ble sendt ut på intern høringsrunde hos VA drift teamet og VA prosjekt teamet i mars 2021 før offisiell utgivelse 26. mars 2021.

Det er viktig å understreke at rapporten er forsøkt skrevet på en lettfattat måte, men likefullt med ett tydelig budskap med grundige argumenter. Hensikten med dette er å gi fremtidige lesere av rapporten en rask innføring i problemstillingen samt gi en klar beskrivelse over hva som ligger til grunn for beslutningen.

Når man skal sammenligne rørkvaliteter og gjøre ett valg er det viktig at man er så objektiv som mulig. Dette kan i mange tilfeller være svært vanskelig dersom den eller de som foretar vurderingen har lang fartstid innen VA faget og således, bevisst eller ubevisst, har dannet seg en preferanse for materialtype. Det presiseres at undertegnede er nyansatt i avdelingen og har ingen VA erfaring verken praktisk eller teoretisk. Alt underlag i denne rapporten er skrevet utfra tilgjengelig teoretisk informasjon samt basert på en rekke innspill fra ulike faginstanser. Underveis i prosessen har det dannet seg ett bilde og en objektiv beslutning har, etter undertegnades vurderinger, vært mulig å ta.

Undertegnede vil gjerne presisere at uansett utfall må ikke nødvendigvis dette være ett endelig valg for all fremtid. Skulle erfaringer, nytt FoU materiale etc. på ett senere tidspunkt tilsi at man bør gjøre en ny vurdering anbefales det å gjøre nettopp det. Det er svært viktig å være à jour med omverdenen samt våre egne erfaringer. Det påpekes for ordens skyld at rapporten omhandler kommunale vannledninger og ikke stikkledninger, ikke spillvannledninger og heller ikke overvannsledninger.

Som nyansatt i avdeling VAR har undertegnede hatt stor nytte av å arbeide med denne problemstillingen da det har medført god læring. Undertegnede vil avslutningsvis rekke en stor takk til alle som har bidratt med sine innspill og råd. Ingen nevnt, ingen glemt.

Kopervik, 26.3.2021



Øyvind Haaland
Prosjektleder – vann og avløp
E-post: oyha1@karmoy.kommune.no
Karmøy kommune



Innholdsfortegnelse

Forord	1
Innholdsfortegnelse	2
1. Innledning.....	3
2. Bakgrunn	5
2.1 Klima	5
2.2 Trygg vanntransport – ett samfunnskritisk valg	6
3. Dagens vannforsyningsstatus og hvor er vi på vei?	7
3.1 Vannledningsmaterialer i Karmøy kommune.....	7
3.2 Lekkasjerate i Karmøy kommune.....	7
4. Ulike rørkvaliteter	8
4.1 Duktilt støpejern (SJK).....	10
4.1.1 Historikk.....	10
4.1.2 Bruksområder	10
4.1.3 Utvendig beskyttelse	11
4.1.4 Innvendig beskyttelse	11
4.2 Polyetylen (PE).....	12
4.2.1 Historikk.....	12
4.2.2 Bruksområder	12
4.2.3 Ulike grunnforhold, ulike beskyttelseslag.....	13
4.2.4 Ulike egenskaper	15
5. Fordeler og ulemper med PE og SJK	16
5.1 Oppsummering – fordeler og ulemper.....	17
6. Bruksområder	18
6.1 Oppsummering – bruksområder	19
7. Friksjonstap	20
7.1 Oppsummering – friksjonstap	21
8. Installasjon av rør	22
8.1 Oppsummering – installasjon av rør.....	23
9. Innspill fra ulike aktører	24
9.1 Innspill fra kommuner	24
9.2 Innspill fra entreprenører	28
9.3 Innspill fra produsenter.....	29
9.4 Kommentar til innspillene	30
9.5 Oppsummering – innspill fra ulike aktører.....	30
10. Kostnader	31
10.1 Innkjøpspris	31
10.2 Installasjonspris	34
10.3 Oppsummering – kostnader	35
11. Forskning og utvikling (FoU)	36
11.1 PE rør.....	36
11.2 SJK rør.....	37
11.3 Oppsummering – Forskning og utvikling (FoU).....	37
12. Filosofivalg.....	38
12.1 Innledning.....	38
12.2 Filosofi oversikt.....	38
12.3 Avgrensninger, unntak og tilleggskommentarer	40
13. Oppsummering	43
14. Konklusjon	47
15. Kilder.....	53

1. Innledning

Denne rapporten tar for seg beslutningsprosessen knyttet til valg av rørkvalitet i kommunale vannledninger for Karmøy kommune. Det presiseres at det har vært svært viktig å gjennomføre en nøye og objektiv vurdering i den hensikt å ta ett valg som *samlet sett* gir de beste fordelene for Karmøy kommune og dets innbyggere.

Hver enkelt kommune har et overordnet ansvar for å sørge for god drift og vedlikehold av vannforsyning og avløpshåndtering. I tillegg til dette har kommunene ett ansvar i å planlegge for fremtidig ledningsnett. Feil valg av ledningsmateriale kan i verste fall koste samfunnet store beløp i form av direkte og indirekte kostnader, spesielt i byer og tettsteder. Å velge et ledningsmateriale med høy sikkerhet bidrar til lang levetid og flere kommuner snakker allerede om 200 års levetid som et realistisk tidsperspektiv.

I 2017 hadde Karmøy kommune mer enn 338 km vannledninger i drift (Hydro sin 700 mm industrivannledning ikke medregnet). Utskiftningstakten for kommunen er satt til 100 år, det vil si 1 % pr. år ref. Karmøy kommune sin hovedplan for drikkevann 2020 – 2027 /1/. I praksis vil dette si at omtrent 3,5 km vannledninger bør skiftes ut og oppgraderes pr år. I tillegg til dette kommer nye vannledninger som man velger å inkludere i det eksisterende vannforsyningsnettet.



Bilde 1.1: Vannforsyningsnettet – Karmøy Kommune

Det er tilgjengelig store mengder informasjon og erfaringer med ulike ledningstyper. Det er viktig å presisere at denne rapporten er utarbeidet for å oppsummere hva som ligger til grunn for valget mellom PE og duktilt støpejern (SJK) for fremtidige kommunale vannledninger i Karmøy kommune. Andre rørkvaliteter vil bli nevnt innledningsvis, men kun kortfattet og kun for å gi ett sammenligningsgrunnlag sett opp mot PE og SJK.

Oppgaven som ble tildelt gikk ut på å se på likheter og ulikheter mellom PE og SJK samt foreta ett valg mellom disse. Etter hvert som man begynner å arbeide med en oppgave innser man ofte at valget ikke nødvendigvis er enten eller. Det sier seg nesten selv at når man skal velge mellom noe, kan man også havne i den situasjonen at man ender opp med begge deler i ulike varianter. Dette valget er såpass viktig for kommunen at valget fortjener en så åpen tilnærming som mulig. Man står dermed i praksis med flere *mulige* utfall. Det er valgt å avsette ett eget kapittel til dette. Det henvises til kapittel 12 – Filosofivalg.

Rapporten inneholder en rekke kapitler som i praksis kan deles inn i fire hoveddeler:

1. Første del tar for seg bakgrunnen for rapporten inkludert status for kommunen samt litt informasjon om ulike typer rørtyper.
2. Andre del tar for seg relevant teoretisk informasjon om PE og SJK.
3. Tredje del inneholder erfaringer og innspill fra ulike aktører knyttet til PE og SJK, FoU, priser og filosofivalg.
4. Siste del av rapporten inneholder en oppsummering og en konklusjon.

2. Bakgrunn

2.1 Klima

Man har de siste tiår sett tydelige endringer i klima. Om klimaendringene er menneskeskapt eller ikke skal ikke denne rapporten gå inn på, men i Norge viser dette primært seg som ett mildere og våtere vær. Klimaendringene i Norge og oss som kommune handler i stor grad om endringer i vannkretsløpet. Både vannet i naturen og de kommunale vann – og avløpstjenestene påvirkes av et endret klima. Kritiske situasjoner med enten for mye eller for lite vann oppstår stadig oftere både globalt og nasjonalt.

En rekke kommuner innfører stadig oftere restriksjoner på hagevanning i forbindelse med varmebølger som oppstår for å sikre at det blir nok vann til alle viktige formål – også til brannslukking. Mange kommuner opplever stadig oftere kraftig nedbør og flom, noe som øker sannsynligheten for oversvømmelser i avløpssystemer og kjellere som blir fylt av vann. Dette har blitt hverdagen for norske kommuner. Både for mye og for lite vann er problemer som må løses i stadig større grad i årene som kommer.

Det er behov for å investere hele 280 milliarder kroner i de kommunale vann- og avløpsanleggene i landet frem til 2040, ifølge en rapport fra Norsk Vann /2/. Investeringene er nødvendige for å takle klimaendringene, befolkningsveksten og strengere myndighetskrav. Størstedelen av investeringene gjelder ledningsnettet, der det er behov for å øke fornyelsestakten, for blant annet å få kontroll på lekkasjene fra vannledningene og for å hindre at regnvann overbelaster avløpsledningene.

Med disse «harde fakta» til grunn er det helt tydelig at vi som kommune blant annet må oppgradere våre eksisterende kommunale vannrør samt legge nye kommunale vannrør i ett mye høyere tempo enn før for å møte fremtiden på en best mulig måte. I denne sammenhengen er valg av rørmateriale *meget relevant*. Målet med denne rapporten er, på en tydelig måte, å vise hvilket valg som er gjort og bakgrunnen for valget. Hensikten med dette er å sikre at man unngår de samme diskusjonene angående rørkvalitet for hvert prosjekt, samtidig som kommunen har valgt en rørkvalitet som *samlet sett* gir de fleste og beste fordelene i uoverskuelig fremtid.



Bilde 2.1: Klimaendringer eller ei – hva gjør vi for å møte fremtiden på en best mulig måte?

2.2 Trygg vanntransport – ett samfunnskritisk valg

Rent vann og gode sanitærforhold er FNs sjette bærekraftsmål. Det er dessverre slik at i mange steder rundt om i verden er dette langt fra en selvfølge slik det er i Norge. Fortsatt er det slik at mangel på rent vann en av de viktigste dødsårsakene. Det finnes nok ferskvann på planeten til alle, men dårlig økonomi og manglende infrastruktur begrenser tilgangen.



Bilde 2.2: FN bærekraftsmål.

Oppsummert kan man si at valg av rørmateriale må sees i sammenheng med tilpasning til endring i klima, befolkningsvekst, strengere myndighetskrav samt at man skal til enhver tid sørge for tryggest mulig vanntransport (med renest mulig vann) til forbrukerne med færrest mulig nedetid (som følge av rørbrudd etc).

Valg av rørmateriale er dermed ett valg som ikke skal tas lett på og som inkluderer at man må vurdere en rekke faktorer. Denne rapporten vil forsøke å belyse dette.

3. Dagens vannforsyningsstatus og hvor er vi på vei?



I dette kapittelet er det kort redegjort for Karmøy kommune sin vannforsyningsstatus i årsskiftet 2020/2021 samt hvor kommunen ser for seg å være i fremtiden. Årsaken til at det er valgt å sette av ett kapittel til dette er at valg av rørkvalitet er en vesentlig faktor i forhold til hvordan kommunen ser for seg hvordan fremtidig vannforsyningsstatus skal være.

3.1 Vannledningsmaterialer i Karmøy kommune

Karmøy kommune har i mange år ofte sverget til duktilt støpejern (SJK) (tidligere: grått støpejern/SJG) i de kommunale vannrør, ref. fig. 3.1 under. Ved legging av undervannsrør er PE rør blitt foretrukket. I tillegg er det blitt lagt en del PVC rør. Asbest rør har man også liggende enkelte steder. Man har imidlertid gjennom årenes løp registrert at en del duktile støpejernsrør (SJK) har korrodert og medført hyppige lekkasjer og brudd. Parallelt med dette har man notert seg at flere kommuner, fylker samt land bruker PE rør. Kommunen har dermed sett ett behov for å se nærmere på dette og foreta ett veloverveid valg.

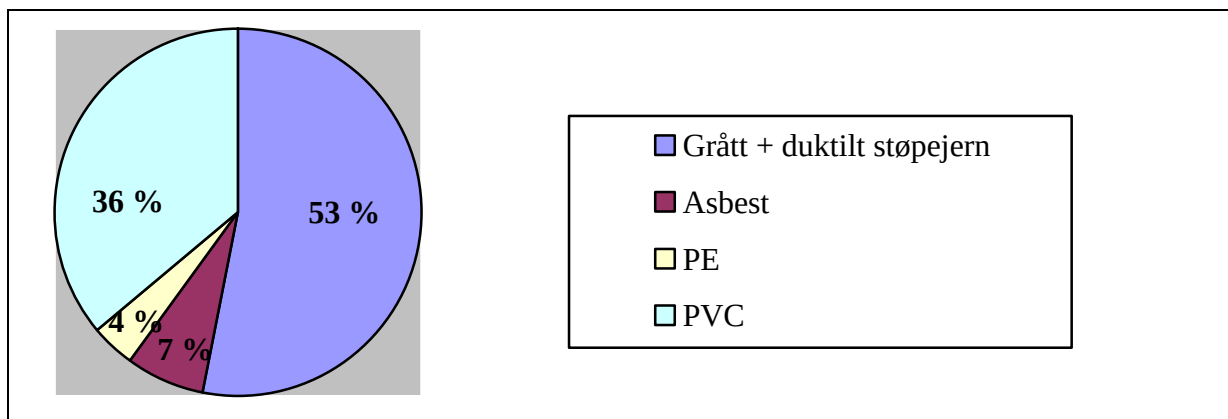


Fig. 3.1: Prosentvis fordeling av vannlednings materialer i Karmøy kommune /1/.

3.2 Lekkasje i Karmøy kommune

Karmøy kommune har en beregnet lekkasjerate på ca. 34 %. Lekkasjeraten skal imidlertid reduseres til 20 % innen år 2030 /1/. Man har identifisert en rekke tiltak for å kunne nå dette målet:

- En større differensiering av trykksone.
- Alle nye private stikkledninger skal GPS – innmåles.
- Alle abonnenter skal ha vannmåler og tilbakeslagsventil.
- Utvide antall målesoner med sikte på bedre peiling av lekkasje.
- Fornyet og oppdatert utstyr for en mer effektiv lekkasjesøking.
- Sjøledninger vil for fremtiden få vann – og trykkmålere på begge sider
- Tilkopling av private stikkledninger til kommunalt nett vil i fremtiden legges til kommunale vannkummer med rør i rør løsning.
- Vurdere andre rørkvaliteter som finnes samt høste erfaringer fra andre kommuner og aktører (denne rapport).

4. Ulike rørkvaliteter

Det finnes en rekke forskjellige rørkvaliteter (langt flere enn de som er omhandlet i denne rapporten). Alle rør kan imidlertid deles inn i to hovedgrupper; fleksible eller stive rør.

I tabell 4.1 og 4.2 er det listet opp en kort beskrivelse samt typiske bruksområder for de ulike rørtypene. Det refereres for øvrig til lærebok «Norsk Vann, Vann – og avløpsteknikk 2012, Halvard Ødegaard» /3/.



Fleksible rør		
Rørkvalitet	Periode	Egenskaper og bruksområder
Plast – PVC (Polyvinylklorid)	1965 – 1980 1980 –	PVC var første generasjons rør, manglende kunnskap om legging, mange deformasjoner og brudd på trykkør. Økt bruddseighet ga bedre motstandsdyktighet mot tretthetsbrudd, lite utsatt for feil.
Plast – PE (Polyetylen)	1965 –	Noen utfordringer med skjøting, bedre rutiner og forskrifter har redusert problemet, lite utsatt for feil. Generelt gjelder at plastrør er mye brukt til vannforsyning og avløp. Den store fordelene med plastrør er at de korroderer ikke og at de generelt har lav vekt og er fleksible. Plastrør (inkl. PE) har blitt mer motstandsdyktige mot brudd og ledninger lagt etter ca. 1980 har få skader. Denne materialtypen vil bli omhandlet i detalj i resten av rapporten.
Glassfiber - GRP	1968 –	Betydelig økning i ringstivhet fra 1984. Nyere rør med bedre kvalitet. Er relativt stivt. Kan brukes til både vann og avløp.
Stål	–	Er ikke så vanlig i kommunale anlegg, men i bruk i enkelte overføringsledninger og industrianlegg. Stålrør som er korrosjons beskyttet kan være aktuelt for store dimensjoner.
Syrefast stål	–	Har liten veggtykkelse noe som gjør at slike rør er lette å håndtere og kan betraktes som fleksible rør. Har vært lite brukt i Norge men erfaring viser at det er ingen innvendig begroing etter flere års bruk.

Tabell 4.1: Fleksible rør, kort beskrivelse og bruksområder.

Stive rør		
Rørkvalitet	Periode	Egenskaper og bruksområder
Betong	1900 – 1945	Lokal produksjon, ujevn kvalitet, høy porøsitet, men ofte god legging. Utsatt for brudd, tæring, røtter.
	1945 – 1970	Lokal produksjon, ujevn kvalitet, stor belastning pga leggemetoden, utsatt for skader. Første generasjons pakninger og mye skjøtfeil.
	1970 –	Betydelig økning i krav til styrke (tredobling), bedre produksjon gav lavere porøsitet og jevnere kvalitet. Bedre leggekvalitet pga forskrifter og rørkontroll. Vesentlig mindre utsatt for feil enn eldre rør. Betongrør er mest brukt på overvannsrør, men også brukt til spillvann. Kan fås både armert (store dimensjoner, stor grøftedybde) og uarmert (mindre dimensjoner, normal grøftedybde). Generelt gjelder at surt, bløtt og bikarbonatfattig vann er aggressivt mot betong.
Grått støpejern (SJG)	1860 – 1970	Grått støpejern er ett relativt sprøtt materiale og har opplevd mye brudd pga korrosjon og/eller punktlaster. Er ikke i bruk i dag.
Seigt/duktilt støpejern (SJK)	1960 – 1970	Uten beskyttelse, utsatt for korrosjon og gjennomtæring.
	1970 – 1990	Sinkbelegg utvendig, mørtelbelegg innvendig, noe varierende kvalitet.
	1990 –	Forbedret innvendig (slagsement) og utvendig (spesialbelegg) beskyttelse, forventet lang levetid. Denne materialtypen vil bli omhandlet i detalj i resten av rapporten.

Tabell 4.2: Stive rør, kort beskrivelse og bruksområder.

Da denne rapporten omhandler PE rør og SJK rør er det i dette kapittelet laget egne underkapitler til disse rørtypene. Hovedformålet med denne rapporten er, som nevnt, å gi ett godt bilde over bakgrunnen for valget mellom PE rør og SJK rør for kommunale vannrør i Karmøy kommune. Fra dette sted i rapporten og utover er det primært PE og SJK som vil være omhandlet da dypere beskrivelser av andre rørkvaliteter vil gjøre rapporten unødvendig lang og mer tunglest.

4.1 Duktilt støpejern (SJK)

4.1.1 Historikk

Vannledninger ble fra 1850 årene bygget med rør bestående av grått støpejern (SJG) støpt horisontalt i sandformer. Etter hvert ble produksjonen forbedret, og fra ca. 1920 ble rørene støpt vertikalt i roterende former. Dette ga en jevnere (og derfor noe mindre) veggtykkelse.

Seige/duktile støpejernsrør (SJK) er en legering av jern, karbon og silisium og kom på markedet ca. 1960 og kunne støpes med vesentlig mindre veggtykkelse enn forløperne. Etter hvert viste det seg at korrosjon var et stort problem, det førte til brudd på rør av grått støpejern (SJG) og gjennomtæring på rør av seigt støpejern (SJK). Fra ca. 1970 ble derfor rør av seigt støpejern (SJK) beskyttet med innvendig belegg av sementmørtel og senere også utvendig med påføring av et sinkbelegg og etter hvert kombinert sink/aluminiums belegg eller ulike typer plastbelegg /3/.



Bilde 4.1: Duktilt støpejernsrør med tilhørende armatur og flenser.

4.1.2 Bruksområder

Korrosjonsbeskyttet duktilt støpejern (SJK) er et av de vanligste materialene for vannledningsnett i Norge. Materialet er svært sterkt og brukes mye der store trykk er til stede. Det har høy E-modul ($1,7 \times 10^6$ MPa) og en lav temperaturkoeffisient ($0,01 \text{ mm/m/}^\circ\text{C}$) /3/.

Materialets egenskaper gjør at rørene benyttes i installasjoner med opp til 100 bars trykk avhengig av dimensjon og type. Typiske anvendelsesområder er:

- Avløp
- Overvann
- Vannkraft
- Vannforsyning
- Snøproduksjon
- Brannslukningsanlegg

Som kjent korroderer duktile støpejernsrør (SJK) dersom de ikke har korrekt belegg. Duktile støpejernsrør (SJK) må ha innvendig og utvendig beskyttelse. De to neste underkapitlene beskriver disse typene beskyttelse.

4.1.3 Utvendig beskyttelse

Det er helt avgjørende å vite hvordan grunnforholdene er som rørene skal ligge i. Det finnes ulike måter å beskytte duktile støpejernsrør (SJK) på. Man skiller mellom tre typer kategorier på utvendig belegg:

- Aktive
- Passiviserende
- Passive

Med aktiv beskyttelse meners sink- eller en sinklegering under et lag av akryl eller epoxy. Her vil sinken spille en aktiv rolle i forhold til at den kjemisk sett dekker over eventuelle riper eller sår i røret inntil en gitt størrelse. Det utvendige dekklaget er tilstede for å beskytte sinken.

Rør med passiviserende beskyttelse har et utvendig sementmørtel-belegg (ZMU) over et lag med sink. Sementmørtelen har en pH på omtrent 12,5 og bidrar til at fuktighet som måtte komme i kontakt med røret utvendig tilføres kalsium. Dette medfører at det holder pH-verdien inne ved rørveggen > 9 . Rør med slik beskyttelse er forøvrig godt egnet til NoDig da sementmørtelbelegget tåler en viss mekanisk påført belastning.

Den siste kategorien, passiv beskyttelse, er rør som har et PE eller PUX belegg utvendig. Under PE belegget er det et sink-belegg som fungerer som en ekstra sikkerhet. Rør med PUX-belegg har ikke sink under belegget. Med passiv beskyttelse menes at PE - og PUX-belegget danner en barriere som hindrer fuktighet og annen forurensning i å nå rørveggen.

Så kan man stille seg spørsmålet; når bruke hva?

Dersom man har korrosive grunnforhold eller man har en mistanke om at grunnforholdene kan være korrosive kan man med fordel velge et duktilt støpejernsrør med utvendig PE-/PUX-belegg (passivt belegg). Dersom man har medium korrosive forhold kan man benytte rør med utvendig akryl/epoxy beskyttelse (aktiv beskyttelse) og/eller rør med sementmørtel belegg (ZMU) (passiviserende beskyttelse).

4.1.4 Innvendig beskyttelse

For å motvirke korrosjon fra innsiden kan det påføres ulike belegg avhengig av om det er råvann, behandlet vann, avløpsvann eller applikasjoner for drikkevann med lang oppholdstid.

Til vannforsyning/drikkevann er det anbefalt å benytte rør innvendig belagt med høyovnsement (HOZ). Dette belegget egner seg for vann med $\text{pH} \geq 5,5$ hvilket ofte vil si behandlet vann. Når det gjelder råvann fra resipient til behandlingsanlegg så kan et alternativ være såkalt aluminatsement. Dette belegget håndterer pH ned til 4,0. Den foretrukne kvaliteten er imidlertid HOZ-sement om vannkvaliteten tillater dette. Til avløpsinstallasjoner må det benyttes aluminatsement. I anlegg med lang oppholdstid på vannet kan det i noen tilfeller føre til forhøyet pH på vannet, grunnet utfelling av kalsium fra sementmørtelbelegget. En løsning på dette kan være å benytte rør med innvendig polyuretan-belegg (PUR).

4.2 Polyetylen (PE)

4.2.1 Historikk

Allerede på 30-tallet ble det i Tyskland utviklet plastrør i PVC kvalitet. Dette kombinert med at det var ønskelig å bruke jernet til krigsmaskiner i stedet for i rør medførte dette stor bruk av PVC rør fra tidlig av. PVC-rør fra denne perioden er fremdeles i bruk i det gamle Øst-Tyskland. Etter krigen ble bruken av plastrør mer og mer utbredt og blant annet ble polyetylen (PE) etterhvert introdusert. I Norge ble produksjon av polyetylen (PE) rør startet i Oslo i 1952. Rør fra denne tiden var av type PEL (L – lav tetthet). Året etterpå, i 1953, ble PEH (H – høy tetthet) oppfunnet. Andre generasjon PEH, med enda høyere bruddspenning, ble introdusert på 70-tallet. Rundt denne tiden økte bruken av plastrør dramatisk. På 80-tallet kom PEM (M - medium tetthet). PEM har samme bruddspenning som andre generasjon PEH, men er litt mykere slik at det egner seg godt for produksjon av rør på kveil. På 90-tallet kom tredje generasjon PEH, bedre kjent som PE100, som har enda høyere bruddspenning og som har svært god motstandsdyktighet mot rask og langsom sprekkvekst (RC).

4.2.2 Bruksområder

Typiske bruksområder for polyetylen (PE) rør:

- Rør for akvakultur
- Rør for industrivann der kjemikalieresistens er viktig
- Vann- og avløpsledninger i sjø, innsjø, elv og i grøft på land
- Rør for rehabilitering av gamle rørledninger eller styrt boring

Polyetylen (PE) rør kan sveises i lange lengder og er derfor det mest vanlige materialet til undervannsledninger.



Bilde 4.2: PE rør med armatur.

4.2.3 Ulike grunnforhold, ulike beskyttelseslag

Som for duktile støpejernsrør (SJK) må også Polyetylen (PE) rør beskyttes på ulike måter utfra hvilke grunnforhold man skal legge røret i. Tabell under gir en oversikt over dette.

Type grunnforhold	Type PE rør
Trygge grunnforhold	Kan legge vanlig Polyetylen (PE) rør uten noen form for beskyttelseslag.
Forurensede grunnforhold (f.eks. hydrokarboner i grunnen)	I slike grunnforhold må man ha diffusjonsbeskyttelse rundt røret. Polyetylen (PE) rør med diffusjonssperre leveres også med beskyttende PP kappe som standard. Dersom PE røret er mer enn 180 mm i diameter trenger det imidlertid ikke diffusjonssperre pga veggtykkelse er da så tykk at infiltrering gjennom røret ikke er ansett som realistisk.
Krevende grunnforhold (f.eks. bruk av stedlige masser og no-dig)	Anbefalt å bruke Polyetylen (PE) rør med beskyttende PP kappe rundt røret.
Sjø/vann	I slike tilfeller må Polyetylen (PE) røret være utformet slik at det synker ned. Dette kan gjøres på ulike måter; bl.a. med betonglodd (eller annet egnet vektmaterial), mineralfylt PP belastningskappe eller med løse mineralfraksjoner mellom medierøret og ett ytre varerør. Generelt gjelder at Polyetylen (PE) rør med betonglodd (eller ett annet egnet vektmaterial) tilhører fortiden og at løsninger uten lodd er nåtiden og fremtiden.

Tabell 4.3: Type PE rør i ulike grunnforhold.

Som nevnt i tabell over så finnes det to typer av sjøledninger for PE; «ny» løsning dvs. vektet rør uten lodd og «gammel» løsning dvs. rør med betonglodd/annet vektmaterial.

Fordeler med «ny» løsning versus «gammel» løsning:

- Rør kan spyles ned
- Jevn belastning langs hele røret
- Enklere logistikk og installasjon
- Tåler riper og punktlaster bedre
- Ingen fare for lodd ras under installasjonen
- Enhetlig levetid på både rør og belastningsmateriale
- Kappe gir beskyttelse mot ytre påkjenninger som fiskeredskap, dregg etc.

Ulemper med «ny» løsning versus «gammel» løsning:

- Større ytre dimensjon på kappen gjør at røret er mer påvirket av bølge – og strømkrefter. Dette må tas hensyn til i områder med mye bølge – og strømkrefter.
- Høyere materialkostnad, om totalkostnad blir høyere avhenger av prosjektet, men for større dimensjoner blir innkjøpskostnad noe høyere enn for standard rør med betonglodd/annet vektmaterial.



Bilde 4.3 under viser legging av PE rør med «gammel» løsning (PE rør med betongbelegg).
Bilde 4.4 under viser legging med «ny» løsning (vektet PE rør).



Bilde 4.3: Legging av PE rør med betongbelegg.



Bilde 4.4 Legging av vektet PE rør.

4.2.4 Ulike egenskaper

Når det gjelder de tekniske og mekaniske egenskaper for Polyetylen (PE) rør, kan det ifølge /3/ nevnes at:

- PE tilsettes ulike stoffer for å få de ønskede egenskaper. Det diskuteres om dette kan ha uheldige konsekvenser for vannkvaliteten, dersom det er fare for at stoffene kan lekket ut i vannet. Foreløpige undersøkelser tyder på at dette ikke er noe stort problem, men dette er et område vi ikke vet tilstrekkelig om. For avløp antar man at dette har liten betydning.
- PE-rør er egnet for temperaturer opp til ca. 40 - 50 °C.
- PE er det ledningsmaterialet som under normale betingelser er mest motstandsdyktig mot slitasje.
- Temperaturutvidelseskoeffisienten for PE-rør er 0,18 mm/m/°C, som tilsvarer over 4 cm for 20 °C for et rør på 12 m. Dette må tas hensyn til ved legging, da temperaturen ofte er forskjellig i bakken og i luften. Dette gir stor påkjenning på skjøter ved uheldig (feil) utførelse.
- Korttids E-modul for PE-rør er i området 800 – 1000 MPa, og langtids E-modul er 160 – 200 MPa, dvs. en viss siging ved konstant spenning i rørveggen.
- PE- rør kan være utsatt for nedbrytning av noen organiske komponenter, men fungerer bra for normalt kommunalt avløpsvann.

Polyetylen (PE) rør sveises eller skjøtes med elektromuffer. Anleggseier bør stille krav om at dette utføres av sertifiserte sveisere med sertifisert utstyr. I håndteringen er det en fare for at Polyetylen (PE) rør kan få langsgående riper. Disse kan over tid utvikle seg til brudd (trykkør/pumpeledninger). Moderne rørmaterialer har større motstandsevne mot sprekkvekst. Sannsynligheten for skader kan for øvrig reduseres ved bruk av PP – kappe utenpå røret. Polyetylen (PE) rør siger, dvs. deformeres over tid, og har relativt stor temperaturutvidelseskoeffisient. Dette er faktorer som kan gjøre leggingen mer utfordrende /3/.

5. Fordeler og ulemper med PE og SJK



Fra dette sted i rapporten er Polyetylen rør i all hovedsak forkortet «PE» og duktile støpejernsrør forkortet «SJK».

I tabellene under er det listet opp ulike fordeler og ulemper med PE rør og SJK rør. Alle fordeler og ulemper er med sikkerhet ikke identifisert, men primært hentet ut fra VA lærebok /3/. For øvrige fordeler/ulemper samt erfaringer med PE rør og SJK rør henvises det til kap. 9 – Innspill fra ulike aktører. Den observante leser vil også legge merke til at fordeler og ulemper med PE rør og SJK rør vil gå igjen i fleste kapitler. Det er i tabell 5.1 og 5.2 etter beste evne forsøkt å gjengi alle relevante fordeler/ulemper for både PE og SJK.

PE	
Fordeler	Ulemper
• Svært lett. • Fleksibelt (kan redusere behov for bend, tåler store deformasjoner). • Hydraulisk glatt overflate, mindre trykktap. • Korrosjonsbestandig inn – og utvendig. • Høy slagfasthet selv ved lave temperaturer. • 100 % tetthet ved korrekt skjøting (sveising). • Strekkfaste skjøter ved buttsveising eller elektromuffesveising. • God motstand mot slitasje ved transport av sand og grus. • Høyere korttids E-modul gjør det mulig å unngå store tøyninger ved senking av sjøledninger. • Kan leveres med materialkvalitet som har særlig stor motstand mot langsom sprekkvekst (PE RC). • Veldig mange bruksområder; PE-rør kan legges i sjø, innsjø, i elv, i grøft med ustabile grunnforhold, i grøft med gode grunnforhold eller klamret ved åpen montering. I forbindelse med rehabilitering av eksisterende rør (NoDig) eller ved styrt boring i fjell eller løsmasser er PE rør den rørtypen som egner seg best.	• Strenge krav til legging for godt resultat. Må tas hensyn til stor utvidelses koeffisient (f.eks. ved bruk av muffe hvor røret kan bevege seg i lengde retningen). • Ikke diffusjonstett mot hydrokarboner i grunnen (forurensset grunn, myrområder etc.). I praksis gjelder dette ledninger opp til Ø180 mm og spesielt i ledninger hvor vannets oppholdstid i ledningen er lang (stikkledninger og ledninger i hytteområder). For større dimensjoner er godstykkelsen så stor at diffunderende stoffer (hydrokarboner) ikke kommer igjennom i slike mengder at de påvirker vannkvaliteten. • Rørets evne til å tåle innvendig over – /undertrykk reduseres med økende temperatur. • Er et mykt materiale. PE-rør som kommer i kontakt med spisse gjenstander får relativt lett riper og sår (krever riktig håndtering og installering). • Langtids E-modul er lav, og dette kan gi så stor tøyning at framtidige reparasjoner kan bli vanskelige å utføre. Det er viktig og ikke å velge for høye SDR verdier. • Vanskeligere å lekkasjesøke.

Tabell 5.1: Fordeler og ulemper med PE rør.

SJK	
Fordeler	Ulemper
• Svært sterkt. • Kan leveres med strekkfaste skjøter – forankringsklosser unødig. • Kan legges under alle temperaturer (ikke spesielt utsatt for temperatursvingninger). • Tåler høy trafikkbelastning. • Høy ringstivhet forenkler omfylling og komprimering. • Korrosjonsbestandig ved rett beskyttelse (passiv belegg – PE eller PUX belegg). • Lett å lekkasjesøke (lettere enn PE rør). • Diffusjonstett mot forurensninger fra nærliggende masser.	• Utsatt for korrosjon dersom beskyttelse mangler eller skades. • Ett generelt problem er korrosjon i marine områder og ved vekslende grunnforhold. Dette kan unngås ved å etablere gode grunnforhold (drenering i grunnen, pukk rundt rør og lignende), bruk av beskyttelseskapper i særlig utsatte områder etc. • Vil kunne få stor innvendig ruhet på sikt (trykktap)

Tabell 5.2: Fordeler og ulemper med SJK rør.

5.1 Oppsummering – fordeler og ulemper

Det er gjerne slik at enkelte fordeler og ulemper ikke er like relevante. Under er det derfor kort listet opp (i tilfeldig rekkefølge) de fordeler og ulemper som er vurdert av størst betydning for sektor VAR, Karmøy kommune:

- SJK rør er enklest å lekkasjesøke på.
- PE rør har generelt flere bruksområder.
- PE rør er lettere (bedre HMS i anleggsområdet).
- PE rør har en mer hydraulisk glatt innvendig overflate, mindre trykktap.
- PE rør ruster ikke, SJK rør må behandles innvendig og utvendig for å være rustfritt.
- PE rør er mer fleksibelt, kan redusere behov for bend og tåler store deformasjoner før evt. brudd.
- SJK rør tåler bedre temperatur forskjeller under installasjon (minimale utvidelser og krymp). For PE rør må man ha mer fokus på dette under installasjon.
- SJK rør er alltid diffusjonssikkert uansett dimensjon. PE rør er ikke diffusjonstett for mindre dimensjoner. Kan imidlertid gjøres diffusjonstett ved bruk av diffusjonssperre.
- SJK rør tåler bedre punktbelastninger, PE rør er mer utsatt for skader/riper, kan imidlertid løses ved riktig håndtering og installasjon. Ny PE RC kvalitet er mer motstandsdyktig mot skader/riper.

6. Bruksområder



I tabell 6.1 under er info. fra VA miljøblad nr. 30 – Valg av rørmateriell /4/ hentet ut for PE rør og SJK rør. Tabellen beskriver ulike bruksområder og hvor godt rørtypene er egnet de ulike bruksområdene. Tabellen inneholder en rekke noter. Disse er beskrevet på neste side. For de ulike bruksområdene er den rørtypen som er best egnet **uthevet** for å tydeliggjøre forskjellene.

Parametre	PE	SJK
Trykk *	$\leq 25 \text{ bar}^{1), 2)}$	$\leq 40 \text{ bar}^{3)}$
Diameter **	$\leq 2000 \text{ mm}^{4)}$	$\leq 2000 \text{ mm}$
Bløte grunnforhold	Godt egnet ⁵⁾	Mindre egnet ⁶⁾
Store utvendige belastninger ***	Godt egnet ⁵⁾	Godt egnet
Undervanns ledninger	Meget godt egnet ⁵⁾	Kan benyttes ⁷⁾
Bratt terreng $>15^\circ$	Meget godt egnet ^{5), 8)}	Godt egnet ⁹⁾
Styrt boring/»no-dig»	Meget godt egnet	Kan benyttes ^{9), 10)}
Aggressivt miljø	Meget godt egnet	Godt egnet ¹¹⁾
Kurvet trase	Meget godt egnet ^{5), 12)}	Egnet ¹³⁾
Eksisterende løsmasser i fundament og omfylling	Meget godt egnet ^{5), 14)}	Godt egnet ¹⁵⁾
Høy temperatur $>40^\circ$ ****	Mindre egnet ¹⁶⁾	Meget godt egnet
Forurenset grunn	Mindre egnet ¹⁷⁾	Godt egnet ¹⁸⁾
Slagbestandighet	Meget godt egnet	Godt egnet ¹⁹⁾
Anleggsteknisk i tettbygd strøk	Godt egnet ²⁰⁾	Meget godt egnet ²¹⁾
Rystelser og vibrasjoner	Meget godt egnet	Godt egnet ²²⁾

Tabell 6.1: Bruksområder, PE og duktilt støpejern

NOTER:

- * Maksimalt trykk og diameter må ses i sammenheng.
- ** PE angis med utvendig diameter.
- *** Grøftedybde > 10 m og trafikkklaster > 10 tonns akseltrykk med overdekning < 0,8 m trykk. Trykkrørskvalitet. Ulike deformasjon i muffe og på spissende må kontrolleres.
- **** Lave temperaturer kan også være et problem ved at noen plasttyper kan bli sprø. Sjekk med leverandør.
Forfatters kommentar: denne parameteren (høy temperatur) er ikke veldig relevant vedrørende levering av vann.
- 1 Maksimal diameter for 25 bar er 450 mm.
- 2 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 200 mm.
- 3 Større trykk er mulig, men dimensjonsavhengig.
- 4 Ø2000 mm kan leveres i SDR klasse 17 eller høyere.
- 5 Må helsveises.
- 6 Krever bunnforsterkning og strekkfaste skjøter.
- 7 Strekkfaste muffe nødvendig. Jevne bunnforhold. Må nedgraves i bølgeutsatte områder. Må korrosjonsbeskyttes utvendig med PE kappe. Følge produsentens anvisning mht. avvinkling i skjøt.
- 8 Må forankres oppstrøms og nedstrøms.
- 9 Strekkfaste skjøter nødvendig.
- 10 Meget godt egnet for utblokking dersom kurvaturen ligger innenfor tillatt vinkelavvik i skjøt.
- 11 Trenger utvendig og innvendig korrosjonsbeskyttelse, alternativt katodisk beskyttelse.
- 12 Minimum krumningsradius er 50x ytre diameter.
- 13 Begrenset av tillatt vinkelendring i muffeskjøten.
- 14 Forutsetter SDR 11 eller lavere.
- 15 Krav til massenes beskaffenhet og komprimering.
- 16 Kvalitet PEX kan tåle opp til 90 °C, men dimensjonen er ≤ 160 mm. PVC, PE og PP kan ikke benyttes som trykkrør ved temperaturer over 40 °C.
- 17 Ved å legge inn en aluminiumsfolie i rørveggen, vil røret kunne bli diffusjonstett og meget godt egnet. Vanligvis kun et problem ved stikkledninger i små dimensjoner og lang oppholdstid.
- 18 Pakningene i skjøten må også være motstandsdyktige.
- 19 Forutsetter at utvendig korrosjonsbeskyttelse ikke skades.
- 20 Bruk av elektromuffe og korte lengder kan bedre forholdene.
- 21 Korte rørlengder kan benyttes.
- 22 Sementmørtelforingen kan skades og gi opphav til korrosjon.

6.1 Oppsummering – bruksområder

Det er gjerne slik at ikke alle bruksområder er like relevante eller viktige. Under er det listet opp de bruksområdene som er vurdert å være av størst betydning for sektor VAR, Karmøy kommune:

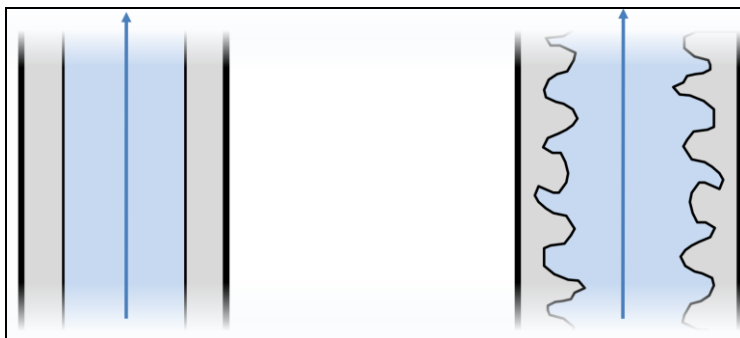
- PE rør er generelt mer egnet for de aller fleste bruksområder.
- SJK rør er best egnet i forurenset grunn på grunn av at forurensninger kan diffundere inn i PE rør. Dette kan imidlertid unngås på PE rør dersom man er klar over det (bruk av diffusjonstett PE rør). Ref. NOTE 17 over.
- SJK rør er best egnet (anleggsteknisk) i tettbygd strøk (byer/boligfelt).

7. Friksjonstap

Ett annet viktig aspekt vedrørende valg av material type er hvordan friksjonstapet forløper seg over tid og faren for eventuelle tette rør (helt/delvis bortfall av trykk). I dette kapitlet er dette omhandlet. Teori knyttet til og definisjon av friksjon og friksjonstap er imidlertid ikke omhandlet i denne rapporten.



Generelt gjelder at når man velger rørtype samt dimensjonerer ett rør/rørstrekk er det viktig å huske på at man velger og dimensjonerer for en *fremtidig situasjon*. Rørnettene vil da vanligvis ha begroinger, sedimenter og korrosjon som gir større hydraulisk motstand enn da rørnettene var nytt. Dette bør tas høyde for under prosjektering. Bilde 7.1 under illustrerer det hele på en enkel måte.



Bilde 7.1: Friksjon, glatt versus ru innvendig overflate.

I tillegg til dette vil strømningsforhold spille inn – desto høyere strømming, desto mindre begroing vil man kunne få. Dette gjelder spesielt SJK ledninger. Bilde 7.2 under viser forskjellen på nye og gamle rør, med og uten groe og korrosjon. Det er lett å tenke seg hvor det vil være mest friksjon og trykktap.



Bilde 7.2 – Groe i gamle rør versus nye (ubrukte) rør.

I tabellen under er ruhet på ulike vannrør beskrevet. Desto større ruhet, desto større friksjonstall. Informasjonen er hentet fra læreboken «Norsk Vann, Vann – og avløpsteknikk 2012, Halvard Ødegaard» /3/.

Rørmateriale	Teoretisk ruhet	Ofte brukte ruheter på rør
Plastrør (inkl. PE)	0,002 – 0,007	0,1 – 0,4
Nye SJK m/betongforing	0,06 – 0,15	0,3 – 0,5
Nye SJK m/termoplastforing	0,002 – 0,007	0,1 – 0,4
Eldre SJK/SJG rør *	0,6 – 1,5	1,5 – 2,5
* For eldre SJK/SJG kan ruheten bli betydelig høyere.		

Tabell 7.1: Ruhet.

7.1 Oppsummering – friksjonstap

Plastrør (i dette tilfellet PE rør) har lavest friksjonstap/ruhet, men nye SJK rør m/termoplastforing er sammenlignbare. Over tid vil imidlertid innvendig ruhet i SJK rør bli betydelig høyere enn for PE rør.

8. Installasjon av rør

I dette kapittelet sees det nærmere på likheter og ulikheter i selve grøfteutførelsen mellom fleksible (i dette tilfellet PE rør) og stive rør (i dette tilfellet SJK rør). Kapittelet kan med fordel leses i sammenheng med «innspill fra entreprenører» fra kap. 9 – innspill fra ulike aktører.



Det henvises forøvrig til VA miljøblad nr. 5 «Grøfteutførelse fleksible rør» /5/ og «VA miljøblad nr. 6» /6/ vedrørende hvilke spesifikke krav som gjelder.

Krav	Fleksible rør (inkl. PE)	Stive rør (inkl. SJK)
Krav til deformasjon	ref. tabell 7, VA miljøblad 5 /5/.	Ingen krav.
Kornstørrelse for fundamentmasser	Mer skjør – strengere krav/mindre kornstørrelser, ref. tabell 4, VA miljøblad 5 /5/.	Mer robust – lempeligere krav/større kornstørrelser, ref. tabell 4, VA miljøblad 6 /6/.
Sidefylling/beskyttelseslag		
Gjenfylling over ledningsonen		
Bunnforsterkning	Ingen/marginale forskjell i krav.	
Plassbehov/grøftebredde		
Nedre fundamenttykkelse ved ulike diameter og grunnforhold		
Toleransekrav, rørplassering		
Tykkelsen på beskyttelseslaget		
Tipping fra lasteplan og krav til overdekning ifbm kjøring av anleggsmaskiner over rør		
Komprimering		

Tabell 8.1: Krav – installasjon av fleksible versus stive rør.

Ved installasjon av rør må man også ta hensyn til hvilke belastninger røret vil kunne bli utsatt for, ref. VA miljøblad nr. 30 /4/. For stive rør (eksempelvis SJK rør) vil hovedsakelig kreftene opptas som spenninger i rørveggen, mens fleksible rør av plast (PP, PE, PVC rør etc.) vil samvirke med de omkringliggende omfyllingsmassene. Det er derfor svært viktig at fleksible rør fundamenteres og omfylles med godt komprimerte masser med riktige kornstørrelser. Lengre plastrør (spesielt PE og PP) vil være ekstra utsatt for termiske spenninger. Dette må kompenseres ved at ledningene må forankres ved tilknytning til kummer eller der de skjøtes mot ikke strekkfaste forbindelser.

8.1 Oppsummering – installasjon av rør

Stive rør (i dette tilfellet SJK rør) har en relativt stor ringstivhet i forhold til fleksible rør (i dette tilfellet PE rør). Dette medfører at det er av mindre betydning hvilke masser man bruker og følgelig noe lempeligere krav knyttet til stive rør (inkl. SJK rør). Stive rør er mindre utsatt for termiske spenninger som igjen betyr at man ikke trenger å forankre disse på samme måte i kummer etc.

9. Innspill fra ulike aktører

Når man skal sammenligne to rørkvaliteter og ta en beslutning hvilken man skal bruke for fremtiden er det to faktorer som er viktige; hva sier tilgjengelig teori? og hva sier de som har relevant erfaring knyttet til rørtypene?

Av og til samsvarer ikke teori og praktisk erfaring helt, det er dermed svært viktig å høste innspill fra de som har ulike typer erfaringer med denne type rør.



Dette kapittelet tar for seg ulike innspill og erfaringer med PE rør og SJK rør hos ulike aktører og kan gjerne leses i sammenheng med kapittel 5 – Fordeler og ulemper med PE og SJK. I tillegg til å ha hentet inn erfaringer fra egen kommune, er det også hentet inn nyttige innspill fra nærliggende kommuner, fra lokale entreprenører samt fra produsent av PE rør og fra produsent av SJK rør. Innspillene fra produsentene på sine produkter er utelukkede positive (av naturlige årsaker), men er ansett som nyttige bidrag.

9.1 Innspill fra kommuner

Navn & stilling	Utdrag fra kommentarer/innspill
Sven Olaf Svensen, Arbeidsleder, Drift avdeling, Karmøy Kommune 	• Type omkringliggende masser er noe mer kritisk for PE. • Noe mer arbeidskrevende å skjøte sammen SJK (må etterbehandle kappflatene). • SJK øker vannets PH. Dette er imidlertid kun relevant på lengre rørstrekk (langt unna vannkilden). • Ved pluggkjøring av SJK rør kan man risikere å skade betongbelegget. • Har ikke noen spesielt dårlige erfaringer med verken PE rør eller SJK rør, er imidlertid mest positiv til PE rør.
Frode Lodden, Lekkasjesøk, Karmøy Kommune 	• SJK rør er perfekt med tanke på å finne vannlekkasjer (opptil 1500 m). • PE rør består av et mykt materiale som er veldig vanskelig og tidkrevende å finne lekkasjer på. De fleste finner man ikke i det hele tatt. • Dersom PE rør skal velges bør alle stikkledninger føres inn i nærmeste kum og det må ikke være lengre enn 100 meter mellom kummene. • Kummene bør også ha store serviceventiler for pipemic, aqualoggere og flyttbare vannmålere og alle ventiler bør kunne betjenes ovenfra (ergonomi). • Det bør også være flere stasjonære vannmålere (kostnadsspørsmål). • Dersom noen får tillatelse til å påkoble seg mellom kummer, bør det opprettes kum der. • PE rør kan brukes ved dårlige grunnforhold og nær sjønivå (evt. SJK med PE kappe), og SJK på øvrige grunnforhold.

(tabell 9.1 fortsetter på neste side)

Håkon Døsen, Virksomhetsleder – Prosjekt avdeling, Karmøy Kommune 	• SJK rør av nyere dato (fra 90 tallet og utover) er 4 stk skiftet ut, 3 av disse er blitt byttet ut pga korrosjon. • Ønsker å bruke PE rør i overganger mellom nye og eksisterende anlegg, man får 1 stk mindre kopling samt at det er strekkfast. • SJK rør har større ringstivhet/trykkklasse, dette er imidlertid ikke et argument i seg selv fordi PE rør er tilstrekkelig sterkt gitt at installasjonen utføres korrekt (pukkstørrelse, riktig dybde, god fundamentering etc.) • Har en bedre følelse vedr. PE rør – gir mindre risiko i prosjekter dersom man møter på uforutsette krevende bunnforhold. Dette skyldes at PE rør tåler vann (korroderer ikke) og er mer fleksibelt (tåler noe strekk).
Knut Leirvåg, Avdelingsleder, Brekke VBA, Karmøy Kommune 	• Har lite/ingen erfaring med PE rør, fornøyd med SJK rør som kommunen stort sett har sverget til. • Kan få forurensning gjennom PE rør (påvirker smak).
Johannes Thaule Rådgiver VA, Karmøy Kommune 	• Stort sett erfaring med SJK rør (≈ 40 år) da Karmøy kommune historisk sett har sverget til dette. • Vær obs på overgang mellom PE rør og armatur. • Vær obs på utvidelse av PE rør dersom ligger i solen under installasjon. • Vær obs på at man ennå ikke vet langtidsegenskapene til PE rør (da det er fortsatt er ett relativt nytt produkt/material). Hør med Pipelife/Sintef eller lignende om de har utført stressbelastninger for å simulere langtidsegenskapene til PE rør. • Registrerer at PE rør har mange gode egenskaper og at mange kommuner og til og med land (f. eks. Danmark) bruker PE rør.
Oddmund Røkke, VA kontrollør, Karmøy Kommune 	• Trenger færre stemplinger på PE rør. • Bruker lengre tid (ca. 1 – 1,5 time) på trykkprøving på PE rør (siden det er fleksibelt). • Lettere å utføre an boring på PE rør.

(tabell 9.1 fortsetter på neste side)

Innspill fra driftsavdelingen, Karmøy kommune 	• PE: er bekymret for at sveising med elektromuffe ikke vil bli gjort skikkelig, og likestiller dette med dagens utfordring med behandling av kappflater/ maling av skjøter på SJK-rør. • Ovalitet i PE rør: dette kan gi utfordringer ved reparasjon ved bruk av elektromuffe. Buttsveising vil nok ikke være et problem. • PE: massene kan over tid påvirkes av mye vannføring i grøft. PE trenger gode masser. Lange grøfter bør unngås («skille» lange grøfter), drenere grøfter bedre enn i dag. • Reparasjon av PE: bruk av rep-muffer vil fungere, men det kan bli utfordrende å få tørre nok grøfter til å få godt resultat med sveis. Dette kan fordyre og forlenge arbeidet. • Oppsummert: drift ønsker et filosofivalg hvor PE er foretrukket, men at det i enkelte områder åpnes for SJK samt at filosofivalget inkluderer løsninger som hensyntar lekkasjesøk. På et generelt grunnlag tror vi på drift at vedlikehold vil bli enklere med PE-rør, reparasjon av bruddområder vil bli noenlunde det samme som for SJK, og det vil være enklere å legge PE-rør.
Kåre Johannessen, Driftsleder, Haugesund kommune 	• Legger stort sett SJK rør, legger PE rør i Hagland området. • Vanskelig/svært krevende å lekkasjesøke på PE rør. • Det er lettere å håndtere PE rør (veier mindre). • Kan få diffundering gjennom PE rør. Dette kan medføre endring i smak og i verste fall gi forgiftning. Dette gjelder primært rør med mye stillestående vann. • Betongen inne i SJK rør kan påvirke PH. Det finnes midlertid egne SJK rør (spesialrør) som løser dette problemet.
Ragnar Vikshåland, Fagansvarlig/VA-ingeniør, Tysvær Kommune 	• Bruker PE rør overalt i kommunen. • Nesten aldri lekkasje fra PE rør. • Omfyllingsmassene har ikke så mye å si ved bruk av PE rør som man skulle tro. • PE rør tar opp så å si alt av setningsskader. • Ingen problem med trykkstøt på PE rør (siden PE rør er fleksibelt). • Veggtykkelsen på veldig store PE rør er stor, gir litt større grøfter. • Slipper som regel de samme forankringene på PE rør som ved SJK rør. • PE rør føles generelt tryggere å løfte (er lettere). • Unngår slipesprut (HMS) fra vinkelsliper i grøfter med PE rør.
Eivind Nesse, Oppsynsmann VA, Sveio Kommune 	• Har PVC rør de fleste steder, den holder godt der det er lagt skikkelig. • Har lagt PE rør de siste år. • Har ikke SJK rør. • Erfaring fra tiden i entreprenørbransjen: SJK rør er tyngre å jobbe med.

(tabell 9.1 fortsetter på neste side)

Odd Petter Habbestad, Prosjekt/driftsleder, Bømlo Kommune 	• Bruker PE rør stort sett overalt. • Stort sett gode erfaringer med PE rør. • Noen klager på smak (diffundering gjennom) på PE rør i områder med mye stillestående vann.
Leif Magnus Dahle, Driftsleder, vann og avløp, Vindafjord Kommune 	• Legger kun PE rør nå. • Har en del PVC rør liggende fra før, de er dårlige og byttes ut etter hvert med PE rør. • Bare positive ting å si om PE rør.
Ingleif Kro, Rørlegger, Bokn Kommune 	• Kommunen har PVC rør liggende fra gammelt av, har lagt PE rør de siste år. • Har gode erfaringer med PE rør så langt. • Har 17 års erfaring fra andre kommuner. Har lagt både bl.a. PE rør og SJK rør. PE rør er generelt mye lettere å legge. • PE fås i gode lengder, kan bæres enkelt av to stk (lett håndtering). • Anbefaler PE rør.

Tabell 9.1: innspill fra kommuner.

Som man kan observere i tabell 9.1 er det ikke hentet inn erfaringer og innspill fra store bykommuner som Oslo, Bergen, Trondheim etc. Grunnen til dette er at det ble vurdert mer hensiktsmessig å høste innspill fra nærliggende kommuner som vår kommune kan sammenligne seg med, dvs. andre landbrukskommuner (Karmøy kommune har tre mindre byer, men betraktes som en landbrukskommune). Haugesund kommune er ikke en landbrukskommune, men det ble vurdert naturlig å høste innspill fra Haugesund kommune da det er en nabo kommune.

Tradisjonelt har by-kommuner lagt SJK rør, årsaken til dette:

- ønskelig med en rørkvalitet som tåler mer kritiske belastninger (høy trafikkbelastning over tid, endringer i jordtrykk pga frost, høyt innvendig trykk og trykkstøt og god motstandsdyktighet i forhold til støt pga graving i nærheten).
- erfaringer har vist at hull vanligvis ikke har medført så store vannlekkasjer som brudd på andre rørmaterialer (fortrinn i bymessige strøk eller i områder med ustabil grunn).

Gjennom samtaler med rørprodusenter er det imidlertid hentet inn nyttig informasjon vedrørende type filosofi de store by-kommunene har. Dette pga. rørprodusentene samarbeider med alle norske kommuner, store som små. Det viser seg at også by-kommuner har gått mer over til PE rør de siste år (grunnet stadig forbedret plastikk kvalitet). En rask oversikt:

- Oslo kommune: SJK rør med PE belegg og diffusjonstett PE rør.
- Bergen kommune: SJK rør med PE belegg i sentrum, PE rør utenfor sentrum, diffusjonstett PE rør i områder med påvist forurensning.
- Trondheim kommune: Samme filosofi som Bergen kommune.
- Stavanger kommune: Legger fortrinnsvis SJK rør, men legger diffusjonstett PE rør i aggressive miljøer (myrer og områder med marine avsetninger) samt under kote 2,5.

9.2 Innspill fra entreprenører

Simon Larsen, Formann, Vassbakk & Stol AS 	• Alt er mye lettere med PE rør (fleksibelt og lettere). • SJK rør har mye innvendig groe etter mange år.
Jon Erlend Sørhaug, Prosjektleder, Risa AS 	• PE rør tåler mer enn SJK rør. • Man slipper å male PE rør i skjøtene. • PE rør er lettere å jobbe med enn SJK rør. • PE rør krever ikke de samme innfestningene som SJK rør.
Arvid Hetland, Prosjektleder, Birkeland Maskinentreprenør AS 	• For Birkeland er det lettere å legge SJK rør fordi de ikke har så mange som er sertifisert til å legge PE rør. • Det registreres gjennom tildelte oppdrag at flere og flere kommuner bruker/foretrekker PE rør. Det vil være en fordel for i hvert fall entreprenørene om alle kommunene i distriktet bruker samme rørkvalitet. • Må male i endene på SJK rør, dette medfører fare for korrosjon på sikt da mange glemmer eller dropper å male. • Erfaring og magefølelse tilsier at PE rør nok vil kunne holde lenger.
Ole Jakob Ferkingstad, Eier/daglig leder, Ole Jakob K. Ferkingstad Maskin 	• Er blitt mer og mer glad i PE rør, har imidlertid ikke så mye erfaring med PE rør ennå. • PE rør føles tryggere ifbm installasjon (pga lavere vekt enn SJK rør). • Tilpasninger mot kummer er mye lettere med PE rør. • PE rør er veldig lett å sage i. • Lyttetråd anbefales sterkt ved bruk av PE rør. • Legging av PE rør er dyrere pga det er mer tidkrevende med trykktesting og sveising. Dette tjener man imidlertid inn igjen på sikt grunnet færre lekkasjer på PE rør. • PE rør er ett «råbra rør».

Tabell 9.2: Innspill fra entreprenører.



9.3 Innspill fra produsenter

Produsent av SJK: 	• Rør med utvendig belegg «aluzink» og epoksy benyttes. En blanding av sink og aluminium nærmest rørveggen og ett belegg av epoksy. • Svært gode mekaniske egenskaper • Tåler høye trykk. • Tåler nærgraving. • Godt egnet for bruk av stedlige masser. • «Snille» lekkasjer. • Enkelt å lekkasjesøke. • Materialet degeneres ikke over tid. • Mer enn 100 års levetid. • 100 % gjenvinnbart materiale. • Bærekraftig materiale/produksjon
Produsent av PE: 	• Trykkstøt tas opp i rørvegg langt bedre enn der man har stiv rørvegg. • Er fleksibelt og lever med setninger i grunnen. • Korroderer ikke. • Vesentlig lettere enn SJK → HMS i grøft. • Produseres i Norge, korte lede – og leveringstider. • Miljøvennlig produksjon, veldig resirkulerbart. • Alt av deler kan lages i PE, høy tilgjengelighet på deler. • Anvendelig, kan brukes på land og i sjø, i fine og «vanskelige» grøfter. • Viktig å merke seg er at man i Norge benytter en høyere designfaktor/sikkerhetsfaktor enn i den Europeiske standarden. Ett korrekt installert PE-rør som driftes etter dagens regler bør derfor ikke ha noe problem med å leve i godt over 100 år. Sannsynligvis enda lengre da forholdene i Norge med kaldt vann og vær er såpass gunstige for rørene.

Tabell 9.3: Innspill fra produsenter.

9.4 Kommentar til innspillene

Som ett unntak fra de øvrige kapitlene er det valgt å legge til ett eget underkapittel (kommentar) knyttet til innspillene. Bakgrunnen for dette er fakta som foreligger som ikke fremkom fra innspillene i Karmøy kommune men som, i rettferdighetens navn, bør tas med.

Bruk av SJK rør er lettere å lytte på for personell som driver med lekkasjesøk. Det finnes imidlertid tiltak man kan gjøre for å forenkle lekkasjesøk på PE rør. Disse tiltakene er, uavhengig av produktvalg (PE versus SJK), allerede bestemt implementert av sektor VAR, ref. Hovedplan for drikkevann 2020 – 2027 /1/. For informasjon om disse tiltakene, se kap. 3 – Dagens vannforsyningsstatus og hvor er vi på vei? Disse tiltakene vil ikke fullt ut kompensere for den økte vanskelighetsgraden med å lekkasjesøke på PE rør, men vil avbøte en del. Det kan også legges til at som følge av stadig produktforbedring på både PE rør og SJK rør kan man tenke seg at brudd – og lekkasjeraten vil gå ned uansett produktvalg, da står man i praksis med to avgjørende faktorer; pris (innkjøpspris og installasjonspris) samt anbefalinger fra andre aktører.

Utfordringene med å lekkasjesøke på PE rør vil dermed kunne bli mindre enn fryktet. Dette er dog *kun* ett tenkt scenario og man vil uansett ikke vite dette med sikkerhet før om mange tiår (uansett filosofi/produktvalg).

9.5 Oppsummering – innspill fra ulike aktører

De fleste nærliggende kommuner som man har vært i kontakt med i forbindelse med denne undersøkelsen bruker PE i sine kommunale vannledninger. Unntakene er Sveio kommune som primært har PVC rør og Haugesund kommune som bruker SJK i sentrum og sentrumsnære områder. Tilbakemeldingene fra nærliggende kommuner er relativt samstemte; PE rør er å foretrekke da det er lettere å arbeide med og det er erfart minimalt med lekkasjer. Det advares imidlertid mot at man kan få diffundering inn i PE rør noe som kan påvirke smak og i verste fall gi forgiftning av drikkevannet. Dette er imidlertid mest aktuelt for mindre PE rør med mye stillestående vann. Personell som driver med lekkasjesøking foretrekker SJK rør da det er lettere å lekkasjesøke på.

Karmøy kommune sin driftsavdeling ønsker et filosofivalg hvor PE er foretrukket, men at det i enkelte områder åpnes for SJK samt at filosofivalget inkluderer løsninger som hensyntar lekkasjesøk. På et generelt grunnlag mener driftsavdelingen at vedlikehold vil bli enklere med PE-rør, reparasjon av bruddområder vil bli noenlunde det samme som for SJK, og det vil være enklere å legge PE-rør.

Rør-produsentene, som samarbeider tett med alle norske kommuner, opplyser om at store bykommuner, som ikke er direkte sammenlignbare med Karmøy kommune, også har gått mer over til PE rør de siste år.

Entreprenørene anbefaler PE rør, er generelt lettere og tryggere å arbeide med. Legging av PE rør er noe dyrere, en entreprenør legger til at dette bør imidlertid kommunen/kommunene tjene inn igjen på lengre sikt grunnet færre lekkasjer på PE rør.

Innspillene fra produsentene argumenter for sine produkter (av naturlige årsaker), argumentene er de samme som er fremkommet for øvrig i rapporten.

10. Kostnader

En annen viktig faktor i det totale bildet er hvordan kostnadene er for henholdsvis SJK rør og PE rør. Kostnadene kan primært relateres til innkjøpspris og installasjonspris. For byggherre/kommune er det vanligvis totalkostnaden (ferdig installert) som blir presentert fra ulike entreprenører. I forbindelse med denne undersøkelsen er det blitt sett både på innkjøpspris samt installasjonspris. Dette kapittelet er dermed delt i to; første del presenterer innkjøpspris, den andre delen presenterer installasjonspris. Detaljene rundt pris er konfidensielle, prisene er derfor presentert som forholdstall (dyreste delt på rimeligste pr sammenlignet objekt) for å få frem forskjellene. Forholdstallet i grafene kan derfor forstås dithen at desto nærmere 1, desto nærmere prislikhet, desto større tall, desto større prisforskjell.



10.1 Innkjøpspris

Ahlsell avd. Haugesund ble gitt i oppgave å hente inn priser for begge rørtypene for ulike dimensjoner samt priser på diffusjonstett PE. Innhentede priser er fra Hallingplast (PE) og PAM Saint Gobain (SJK) i henhold til VA Norm, vedlegg. 3 /7/. Ahlsell presiserte at prisene som er innhentet *kan* gi ett galt bilde ved større kvantum, men vil uansett gi ett bilde av *prisdifferansen*.

Følgende rørtyper er sammenlignet vedrørende innkjøpspris:

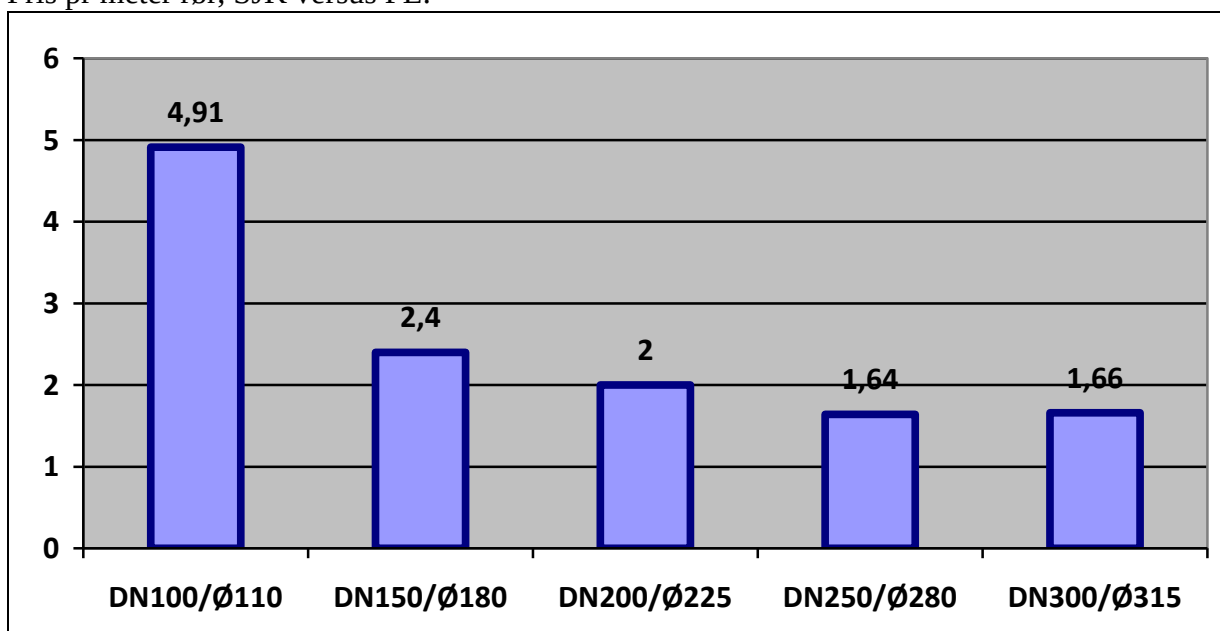
	PE	SJK
Kvalitet	PE100 RC SDR 11 (RC: Resistance to crack)	2 kamret Universal med Aktiv beskyttelse - Innvendig belegg: HOZ (høyovn slaggsement) - Utvendig belegg: 400 g/m² Zn-Al (Cu) + 80 µm blå acryl (Aquacoat)
Flensetype	Varmgalvanisert løsfens og PE krage	Tyton flensemuffe
Øvrig informasjon	Pris/meter uavhengig om levert som 6 eller 12 m lengder.	Pris/meter, 6 m lengder.

Tabell 10.1: Type rør og flensetype.

NB!

Når man skal sammenligne såpass forskjellige rør som PE og SJK er det ikke mulig å sammenligne «epler mot epler». Det er to forskjellige rør uansett hvor godt man forsøker å tilpasse de til hverandre (noe de ulike kapitlene i denne rapporten beskriver). En veldig viktig faktor er imidlertid korrosjonsbestandighet. Som tabell over beskriver har det duktile røret (SJK) som er tilbudt både innvendig og utvendig belegg/beskyttelse og kan dermed betraktes å være rustfritt (gitt at det ikke får skader). Den tilbudte rørkvaliteten kan dermed trygt sammenlignes med PE røret med tanke på korrosjon. Dette ble også poengtert overfor Ahlsell i forkant av prisinnhenting.

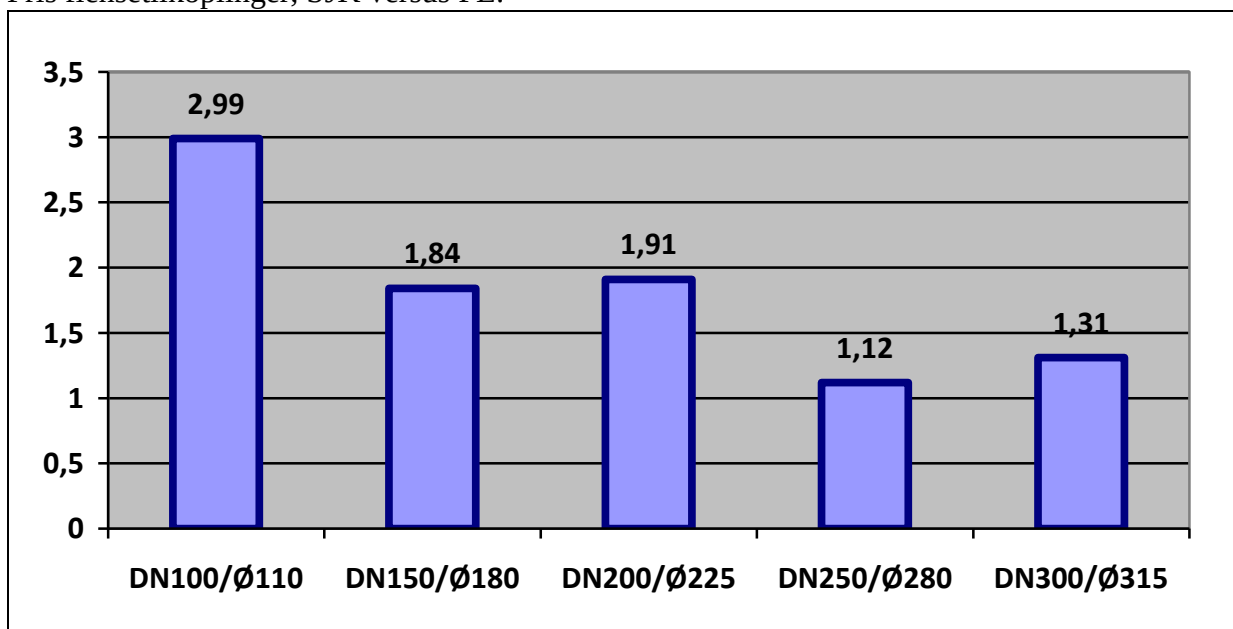
Pris pr meter rør, SJK versus PE:



Graf. 10.1: Pris, forholdstall pr meter for ulike dimensjoner – SJK versus PE.

Søylediagrammet over viser at SJK er omtrent 5 ganger så kostbar som PE pr meter for de mindre dimensjonene. Etterhvert som dimensjonen øker minsker denne forskjellen til noe i underkant av 2 ganger så kostbar. I denne sammenheng er det viktig å merke seg at dersom man skulle trenge SJK rør med Passiv beskyttelse (som er ett enda bedre beskyttet rør som kan være aktuelt i mer krevende grunnforhold) så vil prisforskjellen bli enda større.

Pris flensetilkoplinger, SJK versus PE:

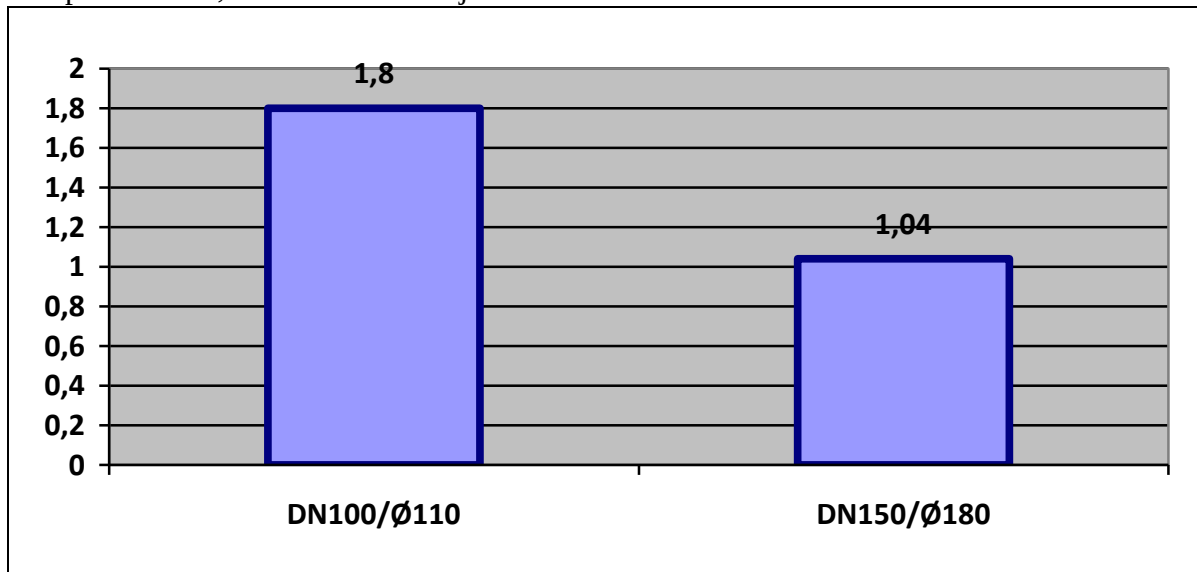


Graf. 10.2: Pris, forholdstall flensetilkoplinger for ulike dimensjoner – SJK versus PE

Søylediagrammet viser at flensetilkoplingene for SJK er omtrent 3 ganger så kostbar som flensetilkoplingene til PE for de mindre dimensjonene. Etterhvert som dimensjonen øker minsker denne forskjellen til rundt 1,1 – 1,3 ganger så kostbar.



Pris pr meter rør, SJK versus diffusjonstett PE:



Graf. 10.3: Pris, forholdstall pr meter for ulike dimensjoner – SJK versus diffusjonstett PE.

Søylediagrammet over viser at SJK er 1,8 ganger så kostbar som diffusjonstett PE for de mindre dimensjonene. For dimensjonen over er forskjellen marginal.

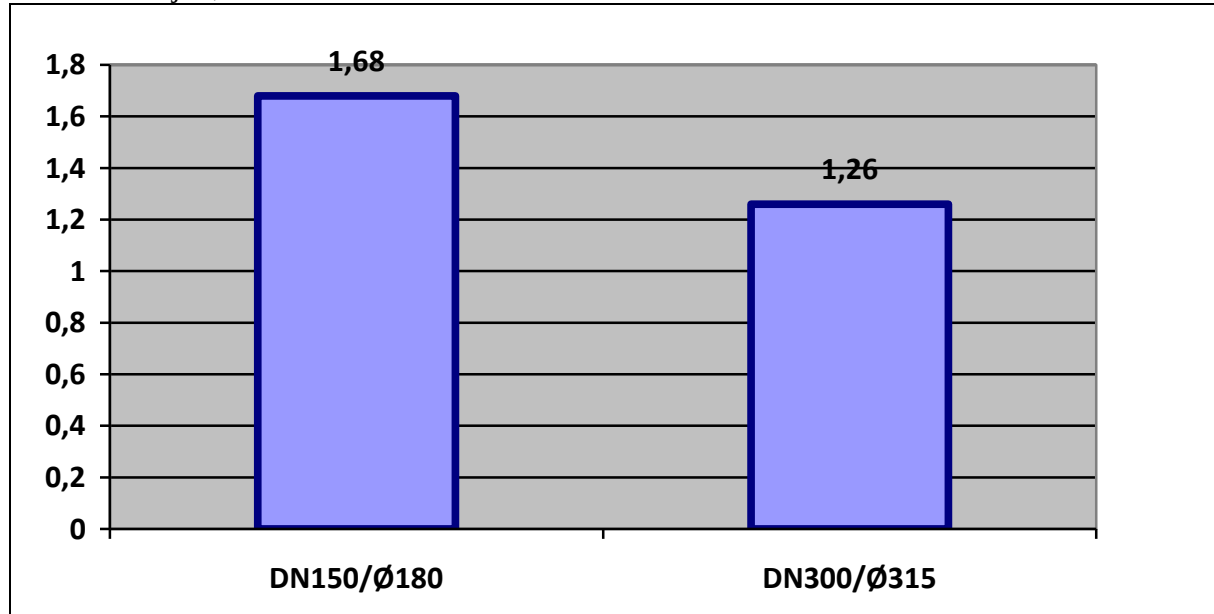
Det er kun tatt med prissammenligning opp til DN150/Ø180 mm, dette skyldes at PE rør over Ø180 mm regnes som diffusjonstett uten diffusjonssperre. PE rør over Ø180 mm (SDR 11) har såpass tykk veggtykkelse at diffundering gjennom rørveggene ikke er mulig.



10.2 Installasjonspris

Vassbakk og Stol AS ble forespurt om de kunne gi ett pristilbud på legging av ulike dimensjoner av PE og SJK i ett middels krevende terreng over en distanse på 1000 m (1 km). Som tidligere nevnt, detaljene rundt pris er konfidensielle. På grunn av dette er prisene presentert som forholdstall (dyreste delt på rimeligste pr sammenlignet objekt) for å få frem forskjellene. Forholdstallet i grafene kan derfor forstås dithen at desto nærmere 1, desto nærmere prislikhet, desto større tall, desto større prisforskjell.

Pris installasjon, SJK versus PE:



Graf. 10.4: Pris (forholdstall), installasjon – SJK versus PE.

Søylediagrammet over viser at PE er noe mer kostbar å installere. Forskjellen minsker ved større dimensjoner. Prisbildet gjelder ved legging av 6 m lengder av PE (SJK = 6 m). For 12 m PE lengder er prisforskjellen noe større. Dette skyldes at 12 m lengder er noe mer krevende å håndtere både for personell og maskiner.

Ifølge kommentar fra Vassbakk og Stol AS regner de med at det tar 1 – 1,5 time lenger å trykkteste PE rør versus SJK rør. Dette skyldes at PE rør er fleksibelt og trenger tid til å stabilisere seg. For SJK rør må man imidlertid utføre en forprøve i 24 timer i forkant av en trykktest. Ifølge entreprenør pleier de å sette trykk på røret mens de gjør andre arbeidsoppgaver samtidig som testen pågår. Dermed er det tilnærmet like kostbart å trykkteste PE rør og SJK rør. Pris for graving og omfylling ble opplyst å være den samme. Forskjellen i pris skyldes primært at PE rør er noe lenger og krever mer innsats fra personell og utstyr.

10.3 Oppsummering – kostnader

Innkjøp:

PE rør er vesentlig rimeligere i innkjøp både pr meter rør og pr flensetilkopling for de dimensjonene som er undersøkt. Dette gjelder også for diffusjonstett PE (opp til Ø180 mm). Prisforskjellen er størst for de mindre dimensjonene. For de større dimensjonene er prisforskjellen noe mindre, men fortsatt vesentlig forskjell.

Det er viktig å merke seg at dersom man skulle trenge SJK rør med Passiv beskyttelse (som er ett enda bedre beskyttet rør som kan være aktuelt i mer krevende grunnforhold) så vil prisforskjellen bli enda større (innhentet pris er for SJK rør med aktiv beskyttelse).

Installasjon:

Det er noe mer kostbart å legge PE rør versus SJK rør. Forskjellen i pris skyldes primært at PE rør er noe lenger og krever mer innsats fra personell og utstyr. Det er tilnærmet like kostbart å trykkteste PE rør og SJK rør. Pris for graving og omfylling ble opplyst å være den samme.

11. Forskning og utvikling (FoU)



En annen viktig prosess i forbindelse med sammenligningen mellom PE rør og SJK rør er å se på hvilket FoU materiale som finnes. Erfaring forteller oss at SJK rør (og spesielt SJG rør) korroderer og har skapt (og skaper) problemer etter en del år for en rekke kommuner og fylker. Dette har bransjen gjort noe med og man får nå SJK med ulike belegg som skal kunne gjøre dagens SJK rør korrosjonsfrie (i den grad man kan spå fremtiden).

Uavhengig av om man legger PE rør eller SJK rør, ett av spørsmålene man må stille seg er hva som vil kunne skje med de rørene man legger i dag etter hvert som årene går? Korrosjon er ett problem område som man kanskje mer eller mindre har designet seg bort fra (med ulike belegg), men kan det skje noe annet uønskelig med rørene vi legger i dag? Karmøy kommune sitt mål er at rørene skal holde i 100 år, men det snakkes i bransjen om 200 år som en mulig levetid. De rørene vi legger i dag bør holde 100 år, men dersom de ligger lengre uten brudd/skader så medfører det store kostnadsbesparelser for kommunen. Tilgjengelig FoU materiale for både PE rør og SJK rør er derfor av interesse og vil spille inn på den totale vurderingen som denne rapporten summerer opp. Det er ikke praktisk mulig å ta med all FoU materiale som finnes innen dette emnet, men det er forsøkt, etter beste evne, å ta med de viktigste aspekter.

11.1 PE rør

På nettsiden til «Rørbloggen» /8/ er det oppsummert en del FoU materiale for PE rør. Designpunktet er i ISO9080 for PE100-klassifisering satt til 10 MPa ringspenning i 50 år ved 20 °C. Dette betyr imidlertid ikke at levetiden på PE rør som produseres er 50 år. Materialene som blir brukt i moderne PE 100-rør klarer 10 MPa også etter 100 år. I tillegg brukes lokale designfaktorer “c” (ofte kalt sikkerhetsfaktor), som gjør at MOP (max operasjonstrykk) reduseres fra 10 MPa til 6,25 MPa ringspenning. I Norge er designpunktet satt til c:1,6 som er høyere enn det som den europeiske normen EN12201 har som standard, nemlig c:1,25.

Siden PE rør består av termoplast påvirkes levetiden av hvilken temperatur materialet har under drift. Kravet om 10 MPa ringspenning i 50 år er satt med en temperatur på +20 °C, og desto kaldere temperatur, desto høyere styrke har materialet for å motstå innvendig trykk. I de fleste vannledninger er temperaturen langt lavere enn 20 °C, ergo har man oftest en ekstra sikkerhet også her, siden dette vil øke rørets styrke.

Ett annet aspekt er hvordan sollys vil påvirke rørene over tid (der det måtte være aktuelt). Sorte PE rør har ubegrenset UV-beskyttelse ifølge /8/ da materialet er tilsatt sot (Carbon Black) som beskytter molekylene mot UV-lyset. På grunn av de viskoelastiske egenskapene, er heller ikke PE rør utsatt for skader som følge av bevegelser i grunnen eller trykkslag, på samme måte som rigide materialer. Grunnen er at materialet i tillegg til sin vanlige designfaktor, klarer langt høyere korttids belastning enn det gjør over tid. I tillegg får man langt lavere trykkslag i PE rør enn i stive materialer, da lydforplantningshastigheten i PE rør er svært lav sammenlignet med rigide materialer, samt at det fleksible materialet demper trykkbølgen.

Fleksibiliteten gjør at materialet har evnen til å leve sammen med naturen, og klarer godt både dynamiske laster som følge av trafikk, trykkslag og andre påkjenninger som naturen kan by på.

Summen av dette gjør at materialet vil kunne klare 100 års drift med Norsk designfaktor og temperaturer med god margin ifølge Rørbloggen /8/. Dette forutsetter imidlertid at ikke bare røret, men også resten av systemet installeres for å klare dette (riktig installasjon, sveising og håndtering av rørene, samt riktig valg av rørdeler).

I Teppfa rapport /9/ «100 years lifetime of Polyethylene pressure pipe systems buried in the ground for water and natural gas supply» oppsummeres blant annet en rekke forskningsdata fra flere instanser som alle konkluderer med min. 100 års service tid. Det ble også simulert hele 460 års levetid med 20 °C service temperatur på ett PE100-RC rør fra en FoU aktør.

11.2 SJK rør

Det er ikke funnet noen spesifikke FoU artikler knyttet til SJK rør. Det er heller ikke oversendt noe fra produsent selv etter å ha forespurt dette. Relevante forskningsartikler finnes nok, men det er ikke funnet hensiktsmessig å bruke veldig mye tid på å søke opp dette. Det er imidlertid innlysende at dagens SJK som produseres med både innvendig og utvendig beskyttelseslag vil være svært godt beskyttet mot korrosjon i veldig lang tid (antakelig mer enn 100 år dersom korrekt installasjon og ved bruk av gode omkringliggende masser).

11.3 Oppsummering – Forskning og utvikling (FoU)

PE:

Ifølge rørbloggen /8/ konkluderes det med at materialet vil kunne klare 100 års drift med Norsk designfaktor og temperaturer med god margin. Dette forutsetter imidlertid at ikke bare røret, men også at resten av systemet installeres for å klare dette (riktig installasjon, sveising og håndtering av rørene, samt riktig valg av rørdeler).

I Teppfa rapport /9/ «100 years lifetime of Polyethylene pressure pipe systems buried in the ground for water and natural gas supply» oppsummeres blant annet en rekke forskningsdata fra flere instanser som alle konkluderer med min. 100 års service tid. Det ble også simulert hele 460 års levetid med 20 °C service temperatur på ett PE100-RC rør fra en FoU aktør.

SJK:

Det er ikke funnet noen spesifikke FoU artikler knyttet til SJK rør. Det er heller ikke oversendt noe fra produsent selv etter å ha forespurt dette. Relevante forskningsartikler finnes nok, men det er ikke funnet hensiktsmessig å bruke veldig mye tid på å søke opp dette. Det er imidlertid innlysende at dagens SJK som produseres med både innvendig og utvendig beskyttelseslag vil være svært godt beskyttet mot korrosjon i veldig lang tid (antakelig mer enn 100 år dersom korrekt installasjon og ved bruk av gode omkringliggende masser).

12. Filosofivalg



12.1 Innledning

Dette kapittelet kunne vært plassert i starten av rapporten, kapittelet er imidlertid plassert i slutten av rapporten da de ulike filosofivalgene ble mer og mer tydelig etter hvert som arbeidet med rapporten skred fremover. Det ble av forfatter ansett som mest ryddig og først presentere en del ulike aspekter ved rørtypene for deretter å samle all opparbeidet informasjon inn i ulike plausible filosofivalg. Informasjonen i dette kapittelet vil bli presentert og konkludert i kap. 14 – Konklusjon.

12.2 Filosofi oversikt

Som kort nevnt i innledningen av rapporten så vil man når man står overfor ett valg fort kunne havne i den situasjon at man ender opp med begge deler i ulike varianter. Dette valget er såpass viktig for kommunen at valget fortjener en så åpen tilnærming som mulig. Man står dermed i praksis med flere *mulige* filosofivalg. Etter å ha jobbet en stund med rapporten har flere filosofiutfall blitt vurdert som plausible. Disse er presentert i tabell 12.2 på neste side. Man kan alltid diskutere om andre varianter kunne vært inkludert, eller om de variantene som er satt opp burde vært justert. Det er imidlertid forfatters privilegium å sette opp den/de filosofivarianter som er ansett å være plausible. Den valgte filosofi kan selvsagt justeres etter noe tid etter hvert som man opparbeider seg erfaringer samt etter hvert som det kommer nye og forbedrede produkter på markedet. Dersom det skulle bli tilfellet anbefales det også at denne rapporten oppdateres.

I tabell 12.2 er det identifisert fem mulige filosofier (A, B, C, D og E).
For hver filosofi er definert fire ulike grunnforhold. Disse kan forstås på følgende vis:

Type grunnforhold	Beskrivelse
Trygge grunnforhold	Områder som er definert som sikre/trygge og som ikke krever rør med noen spesiell beskyttelse utenom det som er definert av kommunen som standard.
Krevende grunnforhold inkl. no-dig	Områder hvor grunnforholdene er mer utrygge/krevende og/eller man skal trekke rør inn i rør (no-dig).
Forurensede grunnforhold	Områder hvor man vet eller har mistanke om at grunnforholdene er forurensede (f.eks. hydrokarboner).
Sjø/vann	Områder hvor man skal legge ledning i sjø/vann.

Tabell 12.1: Ulike grunnforhold.

Filosofi A, B, C, D i tabell 12.2 på neste side er bekreftet realistisk av SJK produsent.
Filosofi B, C, D, E i tabell 12.2. på neste side er bekreftet realistisk av PE produsent.

Filosofityper	Beskrivelse
<u>A:</u> SJK overalt	Trygge grunnforhold: ➤ SJK med aktiv beskyttelse (utvendig), HOZ belegg (innvendig)
	Krevende grunnforhold inkl. no-dig installasjoner: ➤ SJK med passiv beskyttelse (utvendig), HOZ belegg (innvendig)
	Forurensede grunnforhold: ➤ SJK med passiv beskyttelse (utvendig), HOZ belegg (innvendig)
	Sjø/vann: SJK med passiv beskyttelse (utvendig), HOZ belegg (innvendig)
<u>B:</u> SJK, PE (sjø/vann)	Trygge grunnforhold: ➤ SJK med aktiv beskyttelse (utvendig), HOZ belegg (innvendig)
	Krevende grunnforhold inkl. no-dig installasjoner: ➤ SJK med passiv beskyttelse (utvendig), HOZ belegg (innvendig)
	Forurensede grunnforhold: ➤ SJK med passiv beskyttelse (utvendig), HOZ belegg (innvendig)
	Sjø/vann: ➤ Ferdig vektet PE rør.
<u>C:</u> Tilfeldig fordeling mellom SJK og PE	Beslutning opp til den enkelte prosjektleder.
<u>D:</u> PE, SJK (sjø/vann)	Trygge grunnforhold: ➤ Standard PE rør
	Krevende grunnforhold inkl. no-dig installasjoner: ➤ PE rør med beskyttende PP kappe
	Forurensede grunnforhold: ➤ ≤ Ø180 mm: PE rør med diffusjonssperre (inkl. PP kappe) ➤ > Ø180 mm: Standard PE rør
	Sjø/vann: SJK med passiv beskyttelse (utvendig), HOZ belegg (innvendig).
<u>E:</u> PE overalt	Trygge grunnforhold: ➤ Standard PE rør
	Krevende grunnforhold inkl. no-dig installasjoner: ➤ PE rør med beskyttende PP kappe.
	Forurensede grunnforhold: ➤ ≤ Ø180 mm: PE rør med diffusjonssperre (inkl. PP kappe) ➤ > Ø180 mm: Standard PE rør
	Sjø/vann: ➤ Ferdig vektet PE rør.

Tabell 12.2: Ulike utfall og tilhørende filosofier.

12.3 Avgrensninger, unntak og tilleggskommentarer

Det presiseres at noen av utfallene kan oppfattes urealistiske, men de er tatt med for å ha en så åpen tilnærming som mulig. Spesielt utfall C er ikke ett ønskelig utfall da ett av formålene med denne rapporten har vært å avlive de stadige diskusjonene vedrørende rørkvalitet i prosjektorganisasjonen.

Det presiseres nok en gang at rapporten omhandler materialvalg ved legging av nye kommunale vannledninger og ikke stikkledninger, ikke spillvannsledninger og ikke overvannsledninger. Materialvalg ved fremtidige vannbrudd er også utelatt fra denne vurderingen. Ved fremtidige vannbrudd repareres lekkasjestedet med den rørkvaliteten som røret består av eller den kvalitet som avdeling drift/vaktsjef finner forsvarlig. Brudd på asbest ledninger vil, av grunner som ikke er verdt å nevne, alltid bli erstattet av en annen kvalitet.

Type muffe/flense kvaliteter for de ulike filosofiene er ikke spesifisert i tabell 12.2. Grunnen for det er at ulike løsninger og varianter kan egne seg i ulik grad fra prosjekt til prosjekt.

For SJK rør finnes det tre ulike utvendige lag (ref. kap. 4.1.3). I prinsippet klarer man seg imidlertid med to typer; aktiv beskyttelse i trygge omgivelser og passiv beskyttelse for alle andre grunnforhold. Dette er bekreftet av produsent. I tabell 12.2 er det derfor kun satt opp to typer av SJK rør. Det presiseres imidlertid at ved legging av SJK rør (som med alle typer rør) må man nøye vurdere grunnforholdene og gjerne kontakte produsent ved tvilstilfeller.

For PE rør er PE RC (resistance to crack) den nye standarden. De stedene «PE» er nevnt i tabell 12.2 skal dette forstås som «PE RC». For Karmøy kommune for øvrig så skal PE røret være av type/kvalitet PE100 SDR 11 /8/.

Videre er det verdt å merke seg at ifølge produsent trenger ikke PE rør (SDR 11) > Ø180 mm diffusjonssperre pga veggtykkelse er tilstrekkelig tykk til at infiltrering ikke er realistisk samt at PE rør med diffusjonssperre har PP kappe som standard i tillegg.

For PE rør som skal legges i sjø/vann er det i tabell 12.2 satt opp ferdig vektet type da det er ansett å være nåtidens og fremtidens løsning (fremfor betonglodd). Det finnes en rekke ulike varianter av vektete løsninger som kan egne seg fra prosjekt til prosjekt. I slike tilfeller må prosjektleder vurdere sammen med produsent hvilken type som vil egne seg best. Det er ikke ønskelig at denne rapport skal låse kommunen til helt spesifikke løsninger, det er valget mellom PE rør og SJK rør som er essensielt.

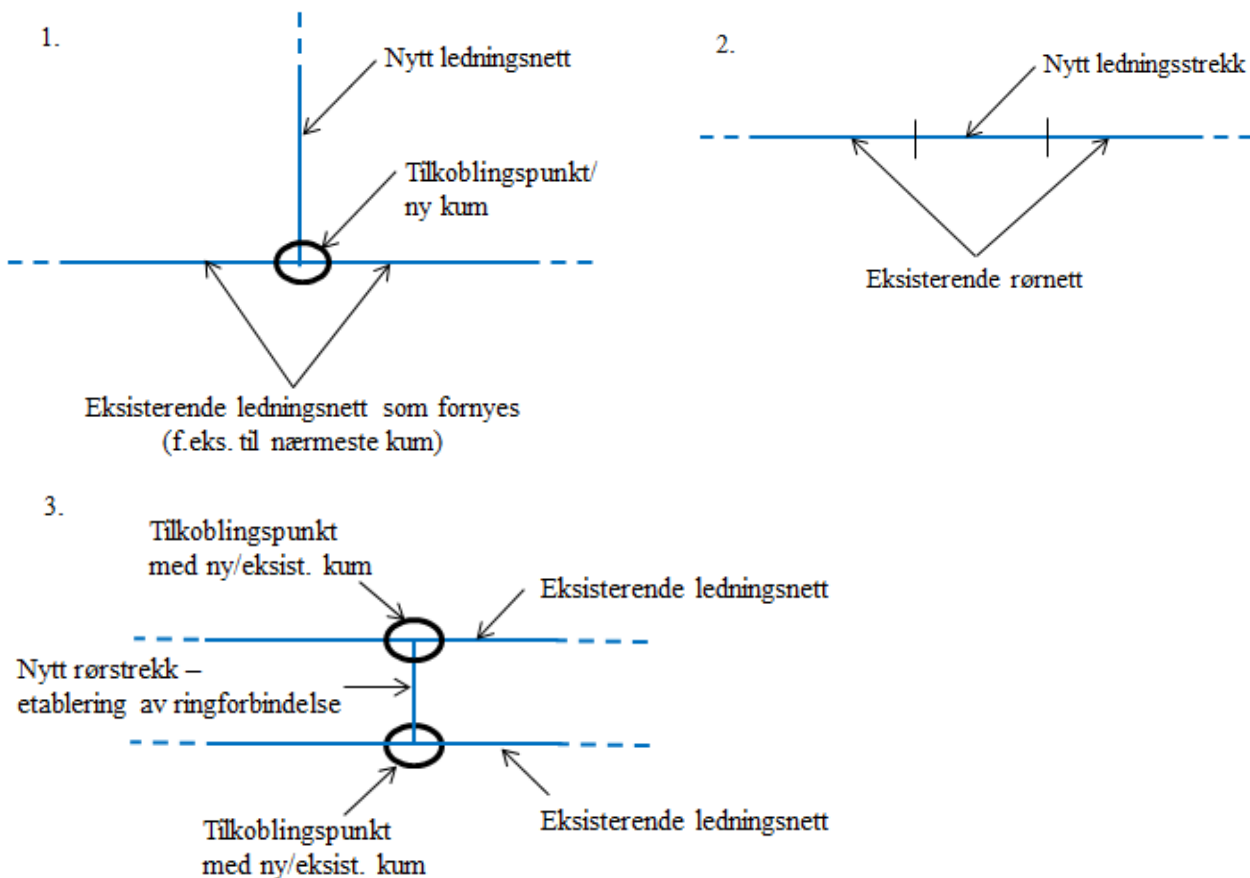
På bakgrunn av økt konkurranse fra PE rør er mange by-kommuner i ferd med å gå over til en to-delt filosofi; SJK rør med PE belegg i sentrum og PE rør utenfor sentrum. På grunn av at Karmøy kommune er en landbrukskommune med tre mindre byer (Kopervik, Åkrehamn og Skudeneshavn) ble denne filosofien vurdert innledningsvis. Filosofien ble imidlertid gått bort fra pga følgende:

- Karmøy kommune er ikke en by-kommune. Landbruk/spredt bebyggelse er dominerende.
- Dersom Karmøy kommune skulle ha fulgt denne filosofien hadde det åpnet opp for en rekke spørsmål i mange fremtidige prosjekt; hvor skal VA avdelingen sette grensene mellom sentrum og ikke-sentrum? skal VA avdelingen ta hensyn til evt. fremtidige utvidelser av sentrum? og hva med nye boligfelt? Dette er en tidskrevende filosofi å etterleve og dermed en filosofi som kommunens VA avdeling bør unngå.

Filosofi A – SJK overalt:

For denne filosofien skal SJK rør i hovedsak prosjekteres og legges, men det åpnes opp for at man på korte strekk *kan* legge PE rør, som f.eks.:

1. der man som en del av prosjektet (hvor man legger SJK) i tillegg fornyer korte rørstrekk på eksisterende PE tilkoblingspunkter (typisk til nærliggende kummer).
 2. i mindre prosjekter hvor man bytter ut korte ledningstrekk som består av PE.
 3. i mindre prosjekter hvor man forbinder to nærliggende PE ledningsnett (opprettelse av ringforbindelse) ved hjelp av ett kort PE rørstrekk.
 4. i andre tilfeller hvor det (av ulike grunner) kan være naturlig å legge ett kort PE rørstrekk.
- Hva som er "korte rørstrekk" må avklares i samråd med Virksomhetsleder VA Prosjekt i hvert enkelt tilfelle.

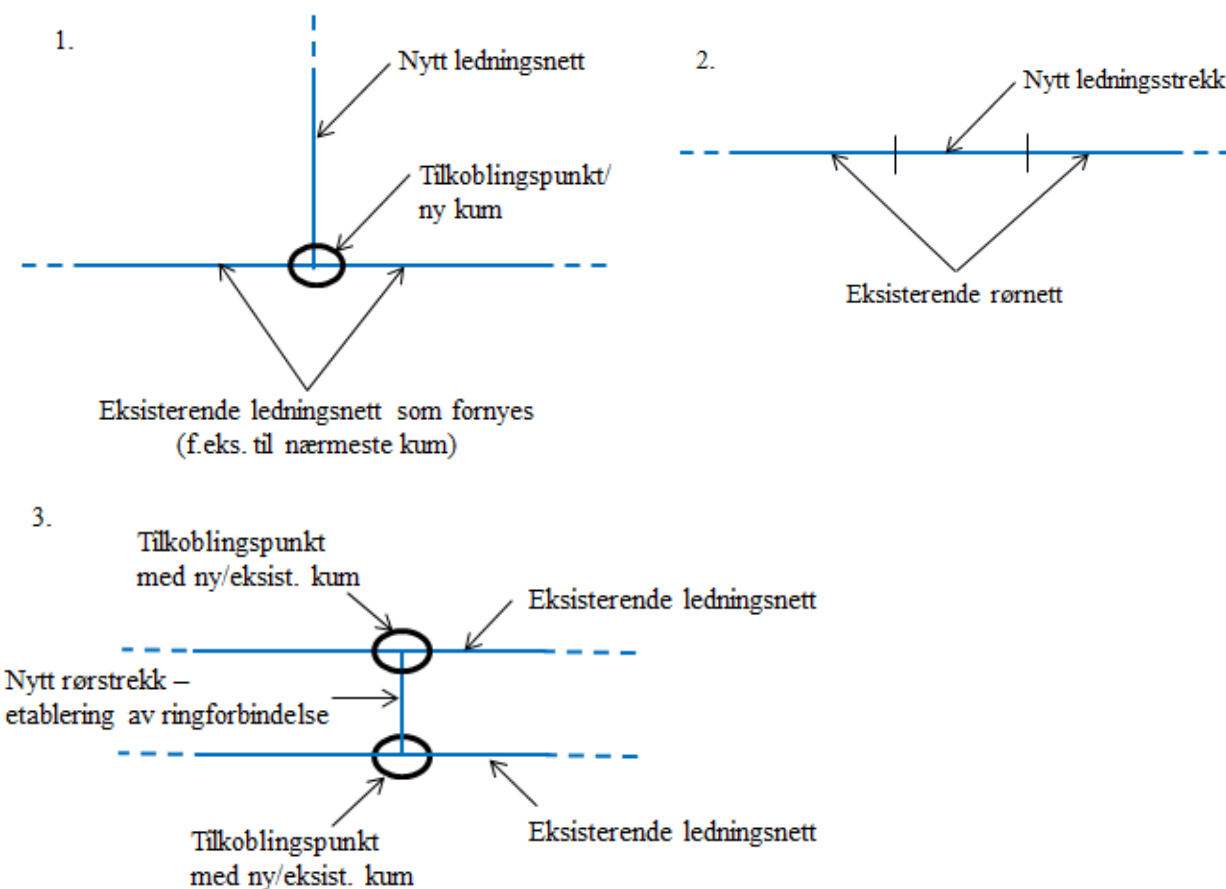


Filosofi E – PE overalt:

For denne filosofien skal PE (RC) rør i hovedsak prosjekteres og legges, men på grunn av at kommunen har veldig mye SJK rør liggende åpnes det opp for følgende unntak:

1. der man som en del av prosjektet (hvor man legger PE) i tillegg fornyer korte rørstrekk på eksisterende SJK tilkoblingspunkter.
2. i mindre prosjekter hvor man bytter ut korte ledningstrekk som består av SJK.
3. i mindre prosjekter hvor man forbinder to nærliggende SJK ledningsnett (opprettelse av ringforbindelse) ved hjelp av ett kort SJK rørstrekk.
4. i andre tilfeller hvor det (av ulike grunner) kan være naturlig å legge ett kort SJK rørstrekk.

Hva som er "korte rørstrekk" må avklares i samråd med Virksomhetsleder VA Prosjekt i hvert enkelt tilfelle.



13. Oppsummering

Denne delen inneholder en kort oppsummering av rapportens hovedtrekk. Hensikten med dette kapittelet er å gi leseren en rask innføring i problemstillingen dersom man ikke ønsker å lese rapporten i sin helhet. Rapporten tar for seg beslutningsprosessen knyttet til valg mellom PE rør og SJK rør for kommunale vannledninger for Karmøy kommune. Det har vært svært viktig å gjennomføre en nøye og objektiv vurdering i den hensikt å ta ett valg som *samlet sett* gir de beste fordelene for Karmøy kommune og dets innbyggere.

Det er i kommunens hovedplan nedfelt å få ned lekkasjeraten fra dagens 34 % til under 20 % innen 2030 /1/. En grundig gjennomgang av rørtyper og kvalitet er en av flere tiltak som settes inn mot å få ned lekkasjeraten på sikt. SJK rør har tradisjonelt sett vært mye brukt av Karmøy kommune. Man har imidlertid erfart at SJK rør korroderer og har skapt en del problemer for kommunen i form av vannbrudd samt skjulte lekkasjer. I tillegg til dette registreres at en rekke kommuner, fylker og også land har gått over til PE rør.

Argumentasjonen for bruk av PE rør varierer noe, men ett av argumentene som går igjen er at PE rør ikke korroderer. En ulempe med PE rør er at de er generelt vanskeligere å lekkasjesøke på. Videre har man at både PE rør og SJK rør har gjennomgått kvalitetsforbedringer de senere år og således er det to gode rørtyper man skal velge mellom.

Materialvalg ved fremtidige vannbrudd er utelatt fra denne vurderingen. Ved fremtidige vannbrudd så repareres lekkasjestedet med den rørkvaliteten som røret består av eller den kvalitet som avdeling drift/vakt personell mener er forsvarlig. Brudd på asbest ledninger vil, av grunner som ikke er verdt å nevne, alltid bli erstattet av en annen kvalitet.

I denne rapporten har man vært innom en rekke faktorer som spiller inn samt følgende oppsummeringer er tatt for hvert kapittel:

Kapittel	Oppsummering
Kap. 5 Fordeler og ulemper med PE og SJK	• SJK rør er enklest å lekkasjesøke på. • PE rør har generelt flere bruksområder. • PE rør er lettere (bedre HMS i anleggsområdet). • PE rør har en mer hydraulisk glatt innvendig overflate, mindre trykktap. • PE rør ruster ikke, SJK rør må behandles innvendig og utvendig for å være rustfritt. • PE rør er mer fleksibelt, kan redusere behov for bend og tåler store deformasjoner før evt. brudd. • SJK rør tåler bedre temperatur forskjeller under installasjon (minimalt med utvidelser og krymp). For PE rør må man ha mer fokus på dette under installasjon. • SJK rør er alltid diffusjonssikkert uansett dimensjon. PE rør er ikke diffusjonstett for mindre dimensjoner. Kan imidlertid gjøres diffusjonstett ved bruk av diffusjonssperre. • SJK rør tåler bedre punktbelastninger, PE rør er mer utsatt for skader/riper, kan imidlertid løses ved riktig håndtering og installasjon. Ny PE RC kvalitet er mer motstandsdyktig mot skader/riper.

(tabell 13.1 fortsetter på neste side)



Kap. 6 Bruksområder	• PE rør er generelt mer egnet for de aller fleste bruksområder. • SJK rør er best egnet i forurenset grunn på grunn av at forurensninger kan diffundere inn i PE rør. Dette kan imidlertid unngås på PE rør dersom man er klar over det (bruk av diffusjonstett PE rør). • SJK rør er best egnet (anleggsteknisk) i tettbygd strøk (byer/boligfelt).
Kap. 7 Friksjonstap	Plastrør (i dette tilfellet PE rør) har lavest friksjonstap/ruhet, men nye SJK rør m/termoplastforing er sammenlignbare. Over tid vil imidlertid innvendig ruhet i SJK bli betydelig høyere enn for PE rør.
Kap. 8 Installasjon av rør	Stive rør (i dette tilfellet SJK rør) har en relativt stor ringstivhet i forhold til fleksible rør (i dette tilfellet PE rør). Dette medfører at det er av mindre betydning hvilke masser man bruker og følgelig noe lempeligere krav knyttet til stive rør (inkl. SJK rør). Stive rør er mindre utsatt for termiske spenninger som igjen betyr at man ikke trenger å forankre disse på samme måte i kummer etc.
Kap. 9 Innspill fra ulike aktører	De fleste nærliggende kommuner som man har vært i kontakt med i forbindelse med denne undersøkelsen bruker PE i sine kommunale vannledninger. Unntakene er Sveio kommune som primært har PVC rør og Haugesund kommune som bruker SJK i sentrum og sentrumsnære områder. Tilbakemeldingene fra nærliggende kommuner er relativt samstemte; PE rør er å foretrekke da det er lettere å arbeide med og det er erfart minimalt med lekkasjer. Det advares imidlertid mot at man kan få diffundering inn i PE rør noe som kan påvirke smak og i verste fall gi forgiftning av drikkevannet. Dette er imidlertid mest aktuelt for mindre PE rør med mye stillestående vann. Personell som driver med lekkasjesøking foretrekker SJK rør da det er lettere å lekkasjesøke på. Karmøy kommune sin VA driftsavdeling ønsker et filosofivalg hvor PE er foretrukket, men at det i enkelte områder åpnes for SJK samt at filosofivalget inkluderer løsninger som hensyntar lekkasjesøk. På et generelt grunnlag mener driftsavdelingen at vedlikehold vil bli enklere med PE-rør, reparasjon av bruddområder vil bli noenlunde det samme som for SJK, og det vil være enklere å legge PE-rør. Rør-produsentene, som samarbeider tett med alle norske kommuner, opplyser om at store by-kommuner, som ikke er direkte sammenlignbare med Karmøy kommune, også har gått mer over til PE rør de siste år. Entreprenørene anbefaler PE rør, er generelt lettere og tryggere å arbeide med. Legging av PE rør er noe dyrere, en entreprenør legger til at dette bør imidlertid kommunen/kommunene tjene inn igjen på lengre sikt grunnet færre lekkasjer på PE rør. Innspillene fra produsentene argumenter for sine produkter (av naturlige årsaker), argumentene er de samme som er fremkommet for øvrig i rapporten.

(tabell 13.1 fortsetter på neste side)



Kap. 10 Kostnader	Innkjøp: PE rør er vesentlig rimeligere i innkjøp både pr meter rør og pr flensetilkopling for de dimensjonene som er undersøkt. Dette gjelder også for diffusjonstett PE (opp til Ø180 mm). Prisforskjellen er størst for de mindre dimensjonene. For de større dimensjonene er prisforskjellen noe mindre, men fortsatt vesentlig forskjell. Det er viktig å merke seg at dersom man skulle trenge SJK rør med Passiv beskyttelse (som er ett enda bedre beskyttet rør som kan være aktuelt i mer krevende grunnforhold) så vil prisforskjellen bli enda større (innhentet pris er for SJK rør med Aktiv beskyttelse). Installasjon: Det er noe mer kostbart å legge PE rør versus SJK rør. Forskjellen i pris skyldes primært at PE rør er noe lenger og krever mer innsats fra personell og utstyr. Det er tilnærmet like kostbart å trykkteste PE rør og SJK rør. Pris for graving og omfylling ble opplyst å være den samme.
Kap. 11 FoU	PE: Ifølge rørbloggen /8/ konkluderes det med at materialet vil kunne klare 100 års drift med Norsk designfaktor og temperaturer med god margin. Dette forutsetter imidlertid at ikke bare røret, men også at resten av systemet installeres for å klare dette (riktig installasjon, sveising og håndtering av rørene, samt riktig valg av rørdeler). I Teppfa rapport /9/ «100 years lifetime of Polyethylene pressure pipe systems buried in the ground for water and natural gas supply» oppsummeres blant annet en rekke forskningsdata fra flere instanser som alle konkluderer med min. 100 års service tid. Det ble også simulert hele 460 års levetid med 20 °C service temperatur på ett PE100-RC rør fra en FoU aktør. SJK: Det er ikke funnet noen spesifikke FoU artikler knyttet til SJK rør. Det er heller ikke oversendt noe fra produsent selv etter å ha forespurt dette. Relevante forskningsartikler finnes nok, men det er ikke funnet hensiktsmessig å bruke veldig mye tid på å søke opp dette. Det er imidlertid innlysende at dagens SJK som produseres med både innvendig og utvendig beskyttelseslag vil være svært godt beskyttet mot korrosjon i veldig lang tid (antakelig mer enn 100 år dersom korrekt installasjon og ved bruk av gode omkringliggende masser).

(tabell 13.1 fortsetter på neste side)

Kap. 12 Filosofivalg	Kapittelet omhandler ulike filosofivalg som kommunen har ansett å være plausible. Filosofivalgene (A, B, C, D, E) forløper seg som følgende: • A: SJK overalt • B: SJK, PE (sjø/vann) • C: Tilfeldig fordeling mellom SJK og PE. • D: PE, SJK (sjø/vann) • E: PE overalt Flense/muffetype for de ulike valgene er ikke spesifisert i dette kapittel/ denne rapport. Det er ikke ønskelig at denne rapport skal låse kommunen til helt spesifikke løsninger, det er valget mellom PE rør og SJK rør som er essensielt. By-kommuner har tradisjonelt lagt SJK rør. På grunn av økt konkurranse fra PE rør de senere år har dette medført at mange by-kommuner er i ferd med å gå over til en to-delt filosofi; SJK rør med PE belegg i sentrum og PE rør utenfor sentrum. På grunn av at Karmøy kommune er en landbrukskommune med tre mindre byer (Kopervik, Åkrehamn og Skudeneshavn) ble denne filosofien vurdert innledningsvis. Filosofien ble imidlertid gått bort fra pga følgende: • Karmøy kommune er ikke en by-kommune. Landbruk/spredt bebyggelse er dominerende. • Dersom Karmøy kommune skulle ha fulgt denne filosofien hadde det åpnet opp for en rekke spørsmål i mange fremtidige prosjekt; hvor skal VA avdelingen sette grensene mellom sentrum og ikke-sentrum? skal VA avdelingen ta hensyn til evt. fremtidige utvidelser av sentrum? og hva med nye boligfelt? Dette er en tidskrevende filosofi kommunen/VA avdelingen bør unngå.
--	---

Tabell 13.1: Oppsummering av kapitlene.

14. Konklusjon

Basert på innhentet informasjon beskrevet i denne rapport har Karmøy kommune samlet sett landet på: **Alternativ E – PE overalt**

Bakgrunnen for beslutningen er relativt sammensatt og argumentasjonen pr filosofi er, etter beste evne, beskrevet i tabell 14.1 – 14.5.

Alternativ	A
Filosofi	SJK overalt
Trygge grunnforhold: ➤ SJK med aktiv beskyttelse (utvendig), HOZ belegg (innvendig)	
Krevende grunnforhold inkl. no-dig installasjoner: ➤ SJK med passiv beskyttelse (utvendig), HOZ belegg (innvendig)	
Forurensede grunnforhold: ➤ SJK med passiv beskyttelse (utvendig), HOZ belegg (innvendig)	
Sjø/vann: ➤ SJK med passiv beskyttelse (utvendig), HOZ belegg (innvendig)	
<u>Unntak:</u> Over korte rørstrekk <i>kan</i> det legges PE rør, som f.eks.: 1. der man som en del av prosjektet (hvor man legger SJK) i tillegg fornyer korte rørstrekk på eksisterende PE tilkoblingspunkter (typisk til nærliggende kummer). 2. i mindre prosjekter hvor man bytter ut korte ledningstrekk som består av PE. 3. i mindre prosjekter hvor man forbinder to nærliggende PE ledningsnett (opprettelse av ringforbindelse) ved hjelp av ett kort PE rørstrekk. 4. i andre tilfeller hvor det (av ulike grunner) kan være naturlig å legge ett kort PE rørstrekk. Hva som er "korte rørstrekk" må avklares i samråd med Virksomhetsleder VA Prosjekt i hvert enkelt tilfelle.	
<u>Ikke valgt</u> Hovedargumentene går primært på anbefalinger fra andre aktører, priser og registrerte fordeler/ulempes: • De fleste kommuner rundt oss bruker og anbefaler PE rør, entreprenørene anbefaler PE rør, de fleste i egen VA avdeling anbefaler PE rør. • Innkjøpspris for SJK rør er i størrelsesorden $\approx 1,6 - 5$ ganger så kostbar som for PE rør (noenlunde samme tendens for flensekoplinger). Det er viktig å merke seg at dersom man skulle trenge SJK rør med Passiv beskyttelse (som er ett enda bedre beskyttet rør som kan være aktuelt i mer krevende grunnforhold) så vil prisforskjellen bli enda større. • Leggekostnad for SJK rør er noe mindre enn for PE rør, men denne fordelene forsvinner med tanke på at innkjøpspris på PE rør er såpass mye lavere enn for SJK rør. • Det er registrert generelt langt flere fordeler med PE rør enn med SJK rør. • PE rør egner seg generelt bedre enn SJK rør for de fleste grunnforhold. Det vises for øvrig til argumentasjon i valgt filosofi.	

Tabell 14.1: Alternativ A – SJK overalt.

Alternativ	B
Filosofi	SJK, PE (sjø/vann)
Trygge grunnforhold: ➤ SJK med aktiv beskyttelse (utvendig), HOZ belegg (innvendig)	
Krevende grunnforhold inkl. no-dig installasjoner: ➤ SJK med passiv beskyttelse (utvendig), HOZ belegg (innvendig)	
Forurensede grunnforhold: ➤ SJK med passiv beskyttelse (utvendig), HOZ belegg (innvendig)	
Sjø/vann: ➤ Ferdig vektet PE rør.	
<u>Ikke valgt</u> Hovedargumentene går primært på anbefalinger fra andre aktører, priser og registrerte fordeler/ulempes: • De fleste kommuner rundt oss bruker og anbefaler PE rør, entreprenørene anbefaler PE rør, de fleste i egen VA avdeling anbefaler PE rør. • Innkjøpspris for SJK rør er i størrelsesorden $\approx 1,6 - 5$ ganger så kostbar som for PE rør (noenlunde samme tendens for flensekoplinger). Det er viktig å merke seg at dersom man skulle trenge SJK rør med Passiv beskyttelse (som er ett enda bedre beskyttet rør som kan være aktuelt i mer krevende grunnforhold) så vil prisforskjellen bli enda større. • Leggekostnad for SJK rør er noe mindre enn for PE rør, men denne fordelens forsvinner med tanke på at innkjøpspris på PE rør er såpass mye lavere enn for SJK rør. • Det er registrert generelt langt flere fordeler med PE rør enn med SJK rør. • PE rør egner seg generelt bedre enn SJK rør for de fleste grunnforhold. Det vises for øvrig til argumentasjon i valgt filosofi.	

Tabell 14.2: Alternativ B – SJK, PE i sjø/vann.

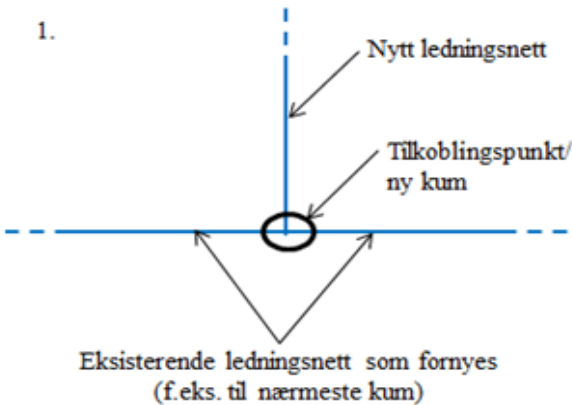
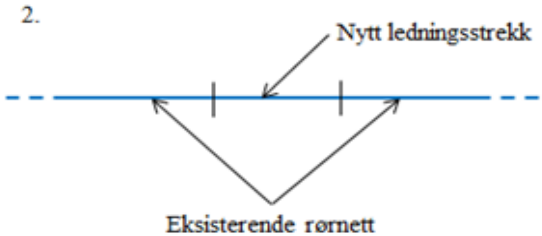
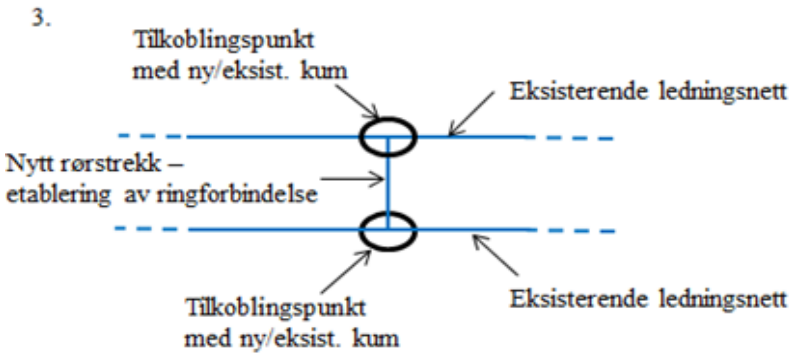
Alternativ	C
Filosofi	Tilfeldig fordeling mellom SJK og PE
Beslutning opp til den enkelte prosjektleder.	
<u>Ikke valgt</u> Dette skyldes primært at man ønsker en omforent strategi (basert på en grundig gjennomgang av fordeler/ulempes knyttet til rørtypene) som alle følger og som er kommunens offisielle strategi. Det vises for øvrig til argumentasjon i valgt filosofi.	

Tabell 14.3: Alternativ C – Tilfeldig fordeling av SJK og PE.

Alternativ	D
Filosofi	PE SJK (sjø/vann)
Trygge grunnforhold: ➤ Standard PE rør	
Krevende grunnforhold inkl. no-dig installasjoner: ➤ PE rør med beskyttende PP kappe	
Forurensede grunnforhold: ➤ ≤ Ø180 mm: PE rør med diffusjonssperre (inkl. PP kappe) ➤ > Ø180 mm: Standard PE rør	
Sjø/vann: ➤ SJK med passiv beskyttelse (utvendig), HOZ belegg (innvendig).	
<u>Ikke valgt</u> Hovedargumentene går primært på anbefalinger fra andre aktører, priser og registrerte fordeler/ulempes: • De fleste kommuner rundt oss bruker og anbefaler PE rør, entreprenørene anbefaler PE rør, de fleste i egen VA avdeling anbefaler PE rør. • Innkjøpspris for SJK rør er i størrelsesorden $\approx 1,6 - 5$ ganger så kostbar som for PE rør (noenlunde samme tendens for flensekoplinger). Det er viktig å merke seg at dersom man skulle trenge SJK rør med Passiv beskyttelse (som er ett enda bedre beskyttet rør som kan være aktuelt i mer krevende grunnforhold) så vil prisforskjellen bli enda større. • Leggekostnad for SJK rør er noe mindre enn for PE rør, men denne fordelens forsvinner med tanke på at innkjøpspris på PE rør er såpass mye lavere enn for SJK rør. • Det er registrert generelt langt flere fordeler med PE rør enn med SJK rør. • PE rør egner seg generelt bedre enn SJK rør for de fleste grunnforhold. Det vises for øvrig til argumentasjon i valgt filosofi.	

Tabell 14.4: Alternativ D – PE, SJK i sjø/vann.



Alternativ	E
Filosofi	PE overalt
Trygge grunnforhold: ➤ Standard PE rør	
Krevende grunnforhold inkl. no-dig installasjoner: ➤ PE rør med beskyttende PP kappe.	
Forurensede grunnforhold: ➤ ≤ Ø180 mm: PE rør med diffusjonssperre (inkl. PP kappe) ➤ > Ø180 mm: Standard PE rør	
Sjø/vann: ➤ Ferdig vektet PE rør.	
<u>Unntak:</u> Over korte rørstrekk kan det legges SJK rør, som f.eks.: - der man som en del av prosjektet (hvor man legger PE) i tillegg fornyer korte rørstrekk på eksisterende SJK tilkoblingspunkter (typisk til nærliggende kummer). - i mindre prosjekter hvor man bytter ut korte ledningstrekk som består av SJK. - i mindre prosjekter hvor man forbinder to nærliggende SJK ledningsnett (opprettelse av ringforbindelse) ved hjelp av ett kort SJK rørstrekk. - i andre tilfeller hvor det (av ulike grunner) kan være naturlig å legge ett kort SJK rørstrekk. Hva som er "korte rørstrekk" må avklares i samråd med Virksomhetsleder VA Prosjekt i hvert enkelt tilfelle. På grunn av at Karmøy kommune har veldig mye SJK liggende er det funnet fornuftig å tillate de nevnte unntakene.	
  	

(tabell 14.5 fortsetter på neste side).

Valgt filosofi

Hovedargumentene går primært på anbefalinger fra andre aktører, priser og registrerte fordeler/ulempers:

- De fleste kommuner rundt oss bruker og anbefaler PE rør, entreprenørene anbefaler PE rør, de fleste i egen VA avdeling anbefaler PE rør.
- Innkjøpspris for SJK rør er i størrelsesorden $\approx 1,6 - 5$ ganger så kostbar som for PE rør (noenlunde samme tendens for flensekoplinger). Det er viktig å merke seg at dersom man skulle trenge SJK rør med Passiv beskyttelse (som er ett enda bedre beskyttet rør som kan være aktuelt i mer krevende grunnforhold) så vil prisforskjellen bli enda større.
- Leggekostnad for SJK rør er noe mindre enn for PE rør, men denne fordelens forsvinner med tanke på at innkjøpspris på PE rør er såpass mye lavere enn for SJK rør.
- Det er registrert generelt langt flere fordeler med PE rør enn med SJK rør.
- PE rør egner seg generelt bedre enn SJK rør for de fleste grunnforhold.

Øvrig begrunnelse (argumentene under er satt opp i tilfeldig rekkefølge):

- PE rør er garantert rustfritt.
- Trykkstøt tas langt bedre opp i PE rørvegg.
- PE rør er mer fleksibelt og lever med setninger i grunnen (spesielt med PE RC kvalitet)
- PE rør er lettere enn duktile støpejernsrør (lettere å jobbe med, føles tryggere).
- PE rør har en mer hydraulisk glatt innvendig overflate, noe som medfører mindre groe og mindre trykktap.
- PE rør er det røret de fleste kommunene rundt oss foretrekker (noe som i sin tur sterkt indikerer flere fordeler enn ulemper ved å bruke PE rør sett opp mot SJK rør).
- PE rør er rimeligere i innkjøp for alle dimensjoner.
 - vesentlig rimeligere for mindre dimensjoner
 - noe rimeligere for større dimensjoner

PE rør har noen ulemper sett opp mot SJK rør, argumentasjon i forhold til dette:

- PE rør er ikke diffusjonstett for mindre dimensjoner. PE rør kan gjøres diffusjonstett ved bruk av diffusjonssperre. For dimensjoner over 180 mm er imidlertid ikke dette en problemstilling pga tilstrekkelig veggtykkelse.
- PE rør er mer utsatt for temperatur forskjeller (utvidelser og krymp) under installasjon. Dette kan imidlertid løses ved riktig håndtering og installasjon. Det forutsettes at entreprenør følger de installasjonskrav som til enhver tid er gjeldende.
- PE er mer krevende å lekkasjesøke, dette kan kompenseres i stor grad ved hjelp av følgende tiltak (allerede vedtatt i Hovedplan vann /1/):
 - En større differensiering av trykksone.
 - Alle nye private stikkledninger skal GPS – innmåles.
 - Alle abonnenter skal ha vannmåler og tilbakeslagsventil.
 - Utvidelse av antall målesoner.
 - Fornyet og oppdatert utstyr (tilpasset PE) for en mer effektiv lekkasjesøking.
 - Sjøledninger vil for fremtiden få vann – og trykkmålere på begge sider
 - Tilkopling av private stikkledninger til kommunalt nett vil i fremtiden legges til kommunale vannkummer med rør i rør løsning.
 - Bruk av fast trekkerør like ved PE rør som man kan føre lytteutstyr inn i (ikke spesifikt nevnt i Hovedplan for drikkevann, men er ett tiltak som er implementert i samråd med lekkasjesøk personell for 2 stk PE prosjekt – 2021/2022). **NB!** det skal utføres en test på dette for å få bekreftet/avkreftet funksjon.

(tabell 14.5 fortsetter på neste side).

Tilleggsinformasjon og utdypninger:Lekkasjesøk:

Som en kommentar til lekkasjesøk kan man stille spørsmål hvor mange lekkasjer man på sikt vil få når man bruker en rørtype som ikke korroderer og som er sterkere enn noen gang (PE RC) og man i tillegg innfører de tiltak som er nevnt over (utstrakt bruk av vannmålere, samle stikkledninger i kommunale vannkummer etc.). Det er ikke utenkelig at bekymringen er unødig stor, dette vil imidlertid tiden vise.

En ekstra fordel med en felles standard (i Karmøy kommune sitt tilfelle: PE overalt) er at det blir en enklere praksis ute på anleggene. Entreprenørene og konsulentene vet hva de skal forholde seg til når de skal arbeide for Karmøy kommune. Dette gjelder også de ansatte i Karmøy kommune sin VA prosjektavdeling. Det er viktig å huske på at dersom det blir for mange særregler kan man risikere at filosofien ikke bli fulgt opp i praksis. I tillegg er det en fordel å slippe de stadige diskusjonene i våre prosjekter hvilken rørtype man skal legge (som man har hatt de siste årene).

Det presiseres at dagens SJK rør er mye bedre enn gårsdagens SJK rør og man vil med stor sannsynlighet oppleve langt færre brudd på de SJK rør kommunen har lagt de siste år. I tillegg er installasjonsprosessen blitt bedre de siste år. De avgjørende argumentene som er nevnt over medfører imidlertid at man *samlet sett*, i denne omgang, anser PE rør som det beste valget for Karmøy kommune.

Ved tvil om grunnen er forurenset:

Dersom man skal legge ett mindre PE rør (dim. mindre enn Ø180 mm) og det er tvil om grunnen er forurenset skal man legge diffusjonstett PE rør fremfor vanlig PE rør.

Sjø/vann:

For PE rør som skal legges i sjø/vann er det satt opp ferdig vektet type da det er ansett å være nåtidens og fremtidens løsning (fremfor betonglodd). Det finnes en rekke ulike varianter av vektete løsninger som kan egne seg fra prosjekt til prosjekt. I slike tilfeller må prosjektleder vurdere sammen med produsent hvilken type som vil egne seg best. Det er ikke ønskelig at denne rapport skal låse kommunen til helt spesifikke løsninger. Som allerede nevnt; det er valget mellom PE rør og SJK rør som er essensielt.

PE kvalitet:

For PE rør er PE RC (resistance to crack) den nye standarden. For Karmøy kommune for øvrig så skal PE røret for øvrig være av type/kvalitet PE100 SDR 11 /7/.

Muffe/flense kvaliteter/typer:

Type muffe/flense kvaliteter er ikke spesifisert. Grunnen for det er at ulike løsninger og varianter kan egne seg i ulik grad fra prosjekt til prosjekt. Det er ikke ønskelig å låse kommunen til helt spesifikke løsninger, det er valget mellom PE rør og SJK rør som er essensielt.

Tabell 14.5: Alternativ E – PE overalt.

15. Kilder

Nr.	Kildehenvisning
/1/	Hovedplan for drikkevann 2020 – 2027, Karmøy kommune.
/2/	Norsk vann Rapport 223-2017
/3/	Norsk Vann, Vann – og avløpsteknikk 2012, Halvard Ødegaard.
/4/	VA miljøblad nr. 30 – Valg av rørmateriell
/5/	VA miljøblad nr. 5 – Grøfteutførelse fleksible rør
/6/	VA miljøblad nr. 6 – Grøfteutførelse stive rør
/7/	VA Norm, vedlegg 3: https://www.va-norm.no/wp-content/uploads/2020/12/Vedlegg-3-Materiakrav-til-vann-og-avlopsrør.pdf
/8/	Rørbloggen: https://blogg.hallingplast.no/hva-er-levetiden-p%C3%A5-et-pe100rc-trykkroer
/9/	Teppfa rapport: https://www.teppfa.eu/wp-content/uploads/TEPPFA-PE100-Position-on-100years-lifetime-of-PE-Pipes-2.pdf

Tabell 15.1: Kildehenvisninger