

Erfaringer med sjøledninger

Av Øivind Johansen

Øivind Johansen er siv.ing. og ansatt i Østlandskonsult A/S.

*Innlegg på seminar i Tromsø
28. september 1982.*

De siste 15—20 årene har det her i landet skjedd en sterk vekst i byggingen av VA-ledningsanlegg under vann. Dette skyldes for det første de kravene vi stiller til inntak og overføring av rent vann og til samling og utslipp av avløpsvann. Videre er det av stor betydning at vi i denne perioden har fått ledningsmaterialer på markedet med meget gode egenskaper for denne type anlegg. I hovedsak tenkes på polyetenrør (PEH) da disse dominerer markedet. I spesielle prosjekter benyttes også med fordel andre rørtyper under vann som GUP-rør (glassfiberarmert umettet polyester), NKT-rør (armerte PEH-rør) og rør av duktilt støpejern.

Når det gjelder vannforsyning er det to typer undervannsanlegg man har. Det gjelder inntaksledninger og overføringsledninger.

Her i landet og spesielt på Vestlandet og i Nord-Norge er naturforholdene og bosetningsmønsteret slik at det er ganske stort behov for overføringsledninger for vann. For å antyde hvor langt teknologien har kommet nevnes at det er eksempler på mere enn 10 km lange overføringsledninger og maks. vanddyb på mere enn 300 m.

Hva slags erfaringer har man så med disse anleggene? For å svare på dette vil

jeg redegjøre for endel resultater fra prosjektrapport nr. 16 utgitt i august 1981 av Prosjekt Transport av Vann (PTV). Rapporten har som tittel «SKADER PÅ UNDERVANNsledNINGER». For å forklare bakgrunnen for rapporten sitteres følgende fra kap. 1.0:

«Mange har en følelse av at anlegg med undervannsledninger er risikable, og at det lett kan skje noe med dem. Dette forhold forsterkes av at skader på slike ledninger ofte blir viet stor oppmerksomhet p.g.a. at konsekvensene kan bli betydelige med brudd i vannforsyning, lang reparasjonstid og store kostnader.

I hovedsak har en ved dette prosjekt innhentet og analysert data fra undervannsanlegg som har hatt skade(r). En har konsentrert arbeidet om anlegg hvor det er benyttet trykkør av polyeten (PEH) med trykkklasse NT 6 og høyere.

For å kunne måle skadeantallet opp mot noe er det i prosjektet også innhentet produksjonsdata fra de aktuelle leverandører av PEH-trykkør.

Resultatet av arbeidet med dette prosjektet vil forhåpentligvis være med på å gi et noenlunde riktig anslag av risikoen ved slike anlegg. Minst like viktig er det at denne rapport kan være til hjelp ved utførelse av nye anlegg slik at skader i størst mulig grad unngås».

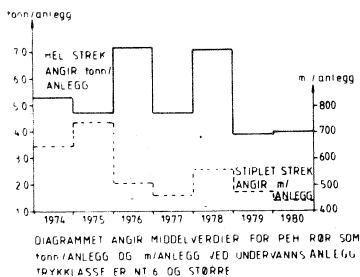
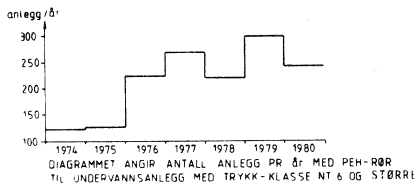
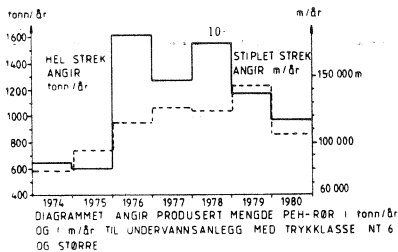
Grunnen til at en konsentrerte seg om PEH-anlegg var at dette materialet som

nevnt er dominerende på dette marked. Når en satte som begrensning at det skulle være rør med minst trykkklasse 6, så var bakgrunnen at prosjektet i hovedsak skulle se på vannledninger.

I det etterfølgende gies et sammendrag av PTV 16:

Produksjonsdata — Se fig. 1.

- Produksjonen av PEH-rør med trykkklasse NT 6 og høyere til undervannsanlegg lå på ca. 600 tonn i 1974 og 1975. I 1976 hadde bransjen en produksjons-topp på ca. 1600 tonn. I årene 1977, 1978 og 1979 lå produksjonen på ca. 1200—1600 tonn/år. Produksjonen i 1980 er beregnet til ca. 970 tonn. Tallene peker på en viss svikt i produsert mengde regnet i tonn de siste par år i forhold til gjennomsnittet de siste 5 år.
- Antall meter produsert av PEH-rør med trykkklasse NT 6 og høyere økte fra ca. 73.000 i 1974 til ca. 142.000 m i 1979. I 1980 var produksjonen nede i ca. 106.000 m.
- I årene 1974 og 1975 var antall anlegg pr. år ca. 120—130. I årene deretter har antallet vært endel større med variasjoner fra 220—300.
- En beregning av midlere mengde tonn/anlegg viser en variasjon i området 4—7 tonn/anlegg i årene etter 1974.
- En beregning av midlere antall meter/anlegg viser i store trekk en nedgang fra 1974 frem til 1980. Variasjonsområdet er fra ca. 450 m/anlegg til ca. 750 m/anlegg.
- Det er i undersøkelsen primært innhentet data for trykkledninger med trykkklasse NT 6 eller høyere som er benyttet som undervannsledninger. For



Figur 1.

Sammenstilling av innsamlede og bearbejdede produksjonsdata.

de fleste ledningers vedkommende dreier det seg om trykkklassene NT 6 eller NT 10. Andre trykkklasser forekommer relativt ofte med NT 20 som den høyeste.

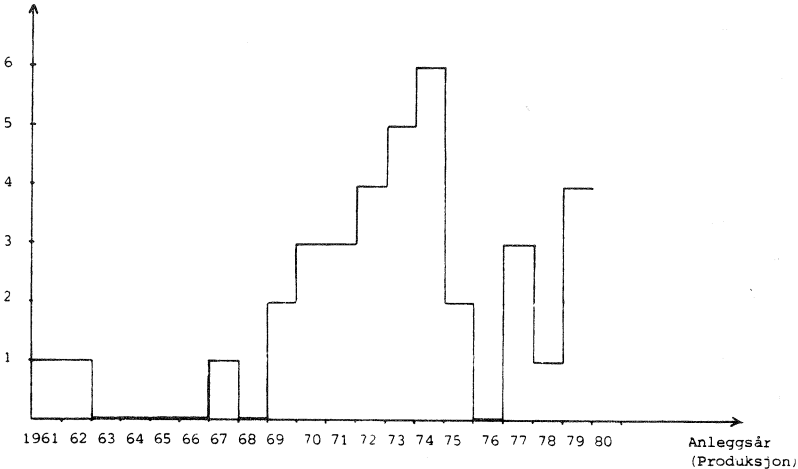
Når det gjelder ledningsdiametre, dreier det seg oftest om dimensjoner i området 110—250 mm, men både større og mindre diametre forekommer ganske ofte.

Skader og skadeårsaker.

— Det er innhentet data fra ialt 36 skadeanlegg.

— De fleste skader arter seg som rene rørbrudd.
— Den overveiende del av skadeanleggene stammer fra perioden 1970—1975 — se fig. 2.

Skadeanlegg



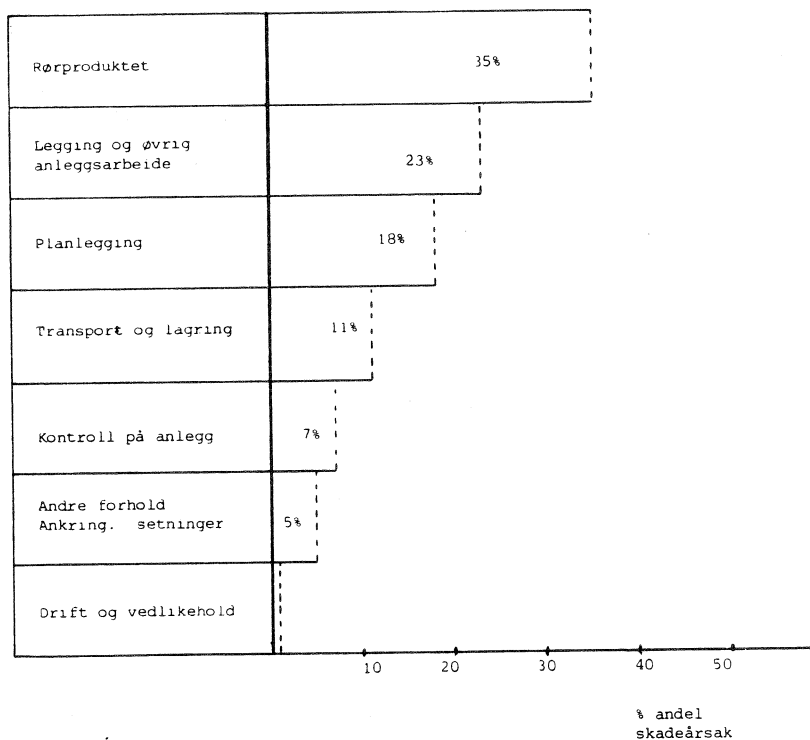
Figur 2. Viser antall skadeanlegg som er registrert som funksjon av anleggsåret. Gjelder PEH-rør, med trykklast NT 6 og bøyer, benyttes som undervannsledninger.

— Skadehyppigheten, slik den er beregnet i undersøkelsen, er lavere enn antatt. Fra perioden 1970—1975, hvor det ble bygget ca. 130 nye anlegg pr. år, er det registrert i gjennomsnitt 4 skadeanlegg pr. år, dvs. en skadeprosent på ca. 3%. I perioden 1976—1980, hvor det ble bygget ca. 240 nye anlegg pr. år, er det registrert i gjennomsnitt 2 skadeanlegg pr. år, dvs. en skadeprosent på mindre enn 1%.

— Når det gjelder årsaker til skadene på de 36 anlegg, har en etter nøye gjennomgang av tilgjengelig materiale funnet at forhold ved produktet står for

ca. 35% av den totale årsakssammenheng og ligger derved høyest. Deretter kommer forhold ved *anleggsarbeidet* og *planlegging* med ca. 20% på hver. *Transport og lagring* har ca. 11%, *kontroll på anlegg* ca. 7%, *andre forhold* ca. 5% og *drift og vedlikehold* ca. 1% — se fig. 3.

Ved å gjøre en tilsvarende gjennomgang på ialt 8 registrerte skadeanlegg fra perioden etter 1975 for sammenligning — se fig. 4, finner en at *produktets* årsaksandel går ned fra ca. 35% til ca. 26%, noe som er et bevis på bedret kvalitet. Dette faktum for-

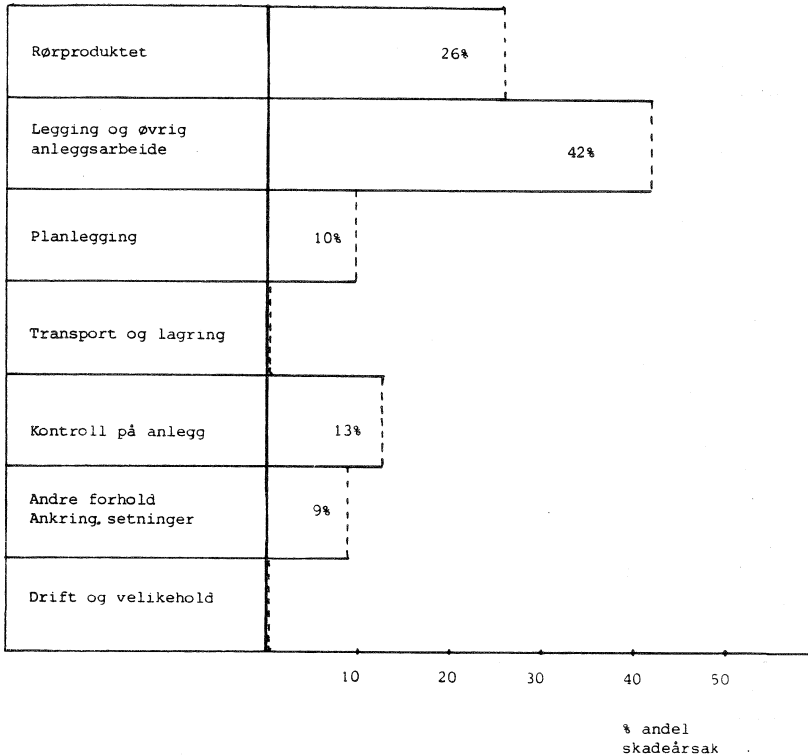


Figur 3. Viser resultatet om summen av vektallene ang. årsaksforhold ved skader for alle de 36 registrerte skadeanlegg omregnes til %.

klares bl.a. ved at råmaterialene ved PEH-rørproduksjonen har blitt bedre. Et annet vesentlig forhold er at man tidligere ikke var godt nok klar over oksydasjonsrisikoen på rørets innvendige overflate ved produksjonen. Et oksydert PEH-rør er dårligere enn et ikke oksydert rør. Når det er fare for oksydasjon, brukes idag inert gass innvendig i rørene ved produksjonen (f.eks. N₂-gass). Endelig må kvalitetsforbedringen forklares ved at produksjon for øvrig og kontroll av den har

blitt mye bedre. Produsentene av PEH-rør kjenner betydningen av de forskjellige materialparametre og kontrollerer disse i råvare og ferdigprodukt jevnlig.

Mens *produktet* minsker sin årsaksandel i de seinere år, øker *anleggsarbeide* sin andel fra ca. 23% til ca. 42%. Hendelser under anleggsarbeide og legging blir i større grad alene avgjørende for om det skal bli skadeanlegg eller ikke når materialkvaliteten holder mål.



Figur 4. Viser resultatet om summen av vektallene ang. årsaksforhold ved skader for de 8 registrerte skadeanlegg etter 1975 omregnes til %.

Skadeandelene på *planlegging* er ca. 10% for perioden etter 1975 og ca. 18% hvis en regner med hele perioden skadedataene stammer fra. Dette er et klart tegn på økende innsikt og «know-how» blant planleggere.

Transport og lagring har ikke fått påført «skyld» ved de 8 skadeanleggene for tiden etter 1975, mens andelen er ca. 11% for hele perioden. Dette må være et tegn på at man også har blitt

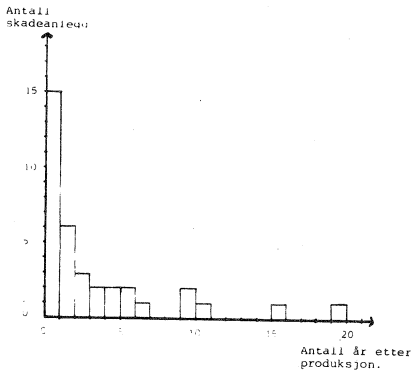
dyktigere og mere omtenksum på dette punkt enn tidligere.

Når det gjelder årsaksforholdet *kontroll på anlegg*, viser beregningen en økning fra ca. 7 til ca. 13%. En forklaring på dette er tilsvarende den som ble gitt for å forklare økningen av skadeandelen som er vist for anleggsarbeidet. Når produktet blir bedre, vil forhold på anleggsplassen, inkl. byggherrens kontroll, i større

grad alene være avgjørende hvis nye skadeanlegg skal unngåes.

For de to siste benyttede årsaksforhold, *andre forhold og drift og vedlikehold*, er det ikke funnet riktig å vurdere utvikling. Datamengden er for liten.

- Ved 13 anlegg, dvs. ved ca. 35% av det totale antall skadeanlegg, er oksydasjon av innerflaten mere eller mindre sikkert fastlagt. Denne andel synker til ca. 25% hvis man ser på gruppen av skadeanlegg hvor ledningen er produsert etter 1975. Selv om prosentandelen har gått merkbart ned de senere år, skal man ikke helt neglisjere faren for oksyderte rør selv på nyanlegg.
- For 15 anlegg, dvs. ca. 40% av det totale antall skadeanlegg, har skaden eller første skade oppstått innen 1 år etter produksjonen. Innen 2 år etter produksjonen er skade registrert på ca. 60% av det totale antall skadeanlegg, se fig. 5.



Figur 5
viser antall år fra produksjon til første registrerte skade. Ialt 36 skadeanlegg.

- For 5 av skadeanleggene har ledningsbrudd skjedd ved belastningslodd. Årsaken er en uheldig kombinasjon av ledningskvalitet og loddutforming med mellomlegg. Dette gjelder imidlertid anlegg som er ca. 10 år eller eldre. Denne type skade er det liten sannsynlighet for på nyere anlegg.
- Ved 4 av skadeanleggene har skade skjedd etter at belastningslodd har falt av ledningen p.g.a. dårlig feste-materiell. Denne type skade er det liten sannsynlighet for på nyere anlegg.
Selv på nye anlegg må en imidlertid passe på at loddimensjonene er tilpasset PEH-ledningen. Hvis ikke kan loddene skli på ledningen under senking. Datamaterialet inneholder 1 eksempel på dette.
- På 2 av skadeanleggene har for liten vektbelastning vært en viktig årsak til skadene.
- På 7 av skadeanleggene har det vært transport — eller lagringsskade av betydning. På 3 av disse har slike hendelser vært eneste årsak til skaden.
- Ved ialt 13 skadeanlegg har det vært brudd i eller ved sveiseforbindelser. I mange av tilfellene har slike skader skjedd i flenseskjøter. Dette har ofte skyldtes en uheldig utforming i selve skjøten, noe som har gitt store spenningskonsentrasjoner i PEH-materialet. På nye anlegg blir dette tatt hensyn til ved en bedre utforming av overgangen for å redusere spenningskonsentrasjoner samt ved at det monteres såkalte styrerør til flensene for å minske bøyespenningene i skjøten.

En annen løsning, som idag ofte nyttes ved kobling til landtakskummer for å avlaste flenseskjøten under an-

leggsarbeidet og ved evt. setninger som måtte oppstå, er å montere inn en fleksibel skjøt (kompensator).

En står allikevel tilbake med endel rene sveisebrudd som skyldes dårlig sveisearbeide. Kontroll av sveisearbeide bør vies stor oppmerksomhet spesielt når det utføres på anleggsplass. Ledningskvaliteten har blitt bedre de senere år, og det er viktig at ikke sveisearbeidet undergraver dette forhold.

Framtidsutsikter.

— På anlegg med undervannsledninger fra årene 1970—1975 må en regne

med at ledningskvaliteten i noen tilfeller ikke tilfredsstillt Norsk Standard. På mange av disse anlegg har skade eller brudd allerede skjedd.

For de gjenværende må en regne med muligheten for at levetiden blir kortere enn antatt. For å motvirke skade bør en unngå at ledninger fra den perioden blir hardt belastet, f.eks. ved å senke driftstrykket.

— Anlegg med undervannsledninger som utføres i dag har meget gode muligheter for å unngå skade hvis en utnytter den «know-how» og produktkvalitet som finnes på en riktig måte.

LITTERATUR:

- 1) *Jobansen, Ø.* «Skader på undervannsledninger». PTV-rapport nr. 16, Trondheim august 1981. ISBN 82-90328-18-4.