

Utslippsarrangement — Tekniske løsninger

Av Øivind Johansen.

Øivind Johansen er ansatt i Østlandskonsult A/S.

*Innlegg på seminar i Norsk Vannforening
4. juni 1991.*

Historikk, skader

De siste 25 årene har Norge vært et foregangsland når det gjelder bruk av undervannsledninger i VA-anlegg. Vår spesielle topografi har vært sterkt medvirkende til dette forhold. Det er ofte behov for å krysse elver, sjøer og fjorder med slike ledninger eller å bygge utslippsanlegg.

Historien viser imidlertid at det særlig til å begynne med i denne tidsperioden oppsto en del skader på anleggene.

Tabell 1 viser skader blant i alt 180 registrerte utslippsledninger av PEH, som i hovedsak ble lagt mot slutten av 1960-årene og i begynnelsen av 1970-årene /1/. I alt 57 alvorlige skader ble da registrert. Dette utgjorde ca. 33% av alle registrerte anlegg. I tillegg var det en del tilfeller av delvis tilstopping eller opp-

flyting, slamansamling og korrosjons-skader, slik at antall skadede ledninger totalt utgjorde 70 stk., eller 39% av de undersøkte anlegg.

Tabell 1. *Skade på i alt 180 utslippsledninger*

Tilstopping	16%
Oppflyting	13%
Brudd	4%

Hovedårsaken til tilstopping var ofte for lav hastighet i utslippsledningen kombinert med dårlig rensing av avløpsvannet før utslipp. Oppflytingstilfellene forklares ved luft eller gass i ledningen og/eller utilstrekkelig vektbelastning.

En undersøkelse som ble utført på PEH-rør i 1981 /2/, avdekket i alt 36 anlegg med større skader. Tabell 2 illustrerer skadene i forhold til antall bygde anlegg.

Tabell 2. *Data om PEH-rør*

Tidsperiode	Antall nye anlegg pr. år	Gjennomsnittlig antall skadeanlegg pr. år. %-verdi i forhold til antall nye anlegg pr. år er angitt i ()
1960-75	130	4 (3%)
1976-80	240	2 (1%)

I undersøkelsen gikk man nøye gjennom årsaksforholdene til skadene og kom til resultatet vist i tabell 3.

Tabell 3. *Årsaker til skader på ledninger av PEH.*

I alt 36 skadeanlegg fra perioden 1960-80 er bakgrunnsmateriale.

Årsaksforhold	%-andel skadeårsak
Produktet	35%
Anleggsarbeidet	20%
Planlegging	20%
Transport og lagring	11%
Kontroll og anlegg	7%
Drift og vedlikehold	1%
Andre forhold	5%

Sammenligning mellom hele perioden (1960-80) og perioden etter 1975 viste at forhold ved produktet og planleggingen i den senere perioden forårsaket færre skader, mens skader som kunne tilbakeføres til anleggsarbeid og kontroll relativt sett øket. Dette forteller at materialkvalitet med produksjon og kontroll etterhvert ble forbedret, og at man fikk økende innsikt hos planleg-

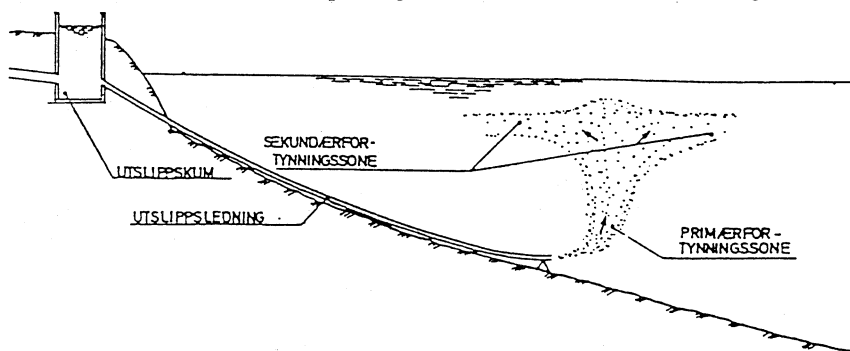
gerne. Når produktet og planleggingen blir bedre, vil forhold på arbeidsplassen, inkludert byggherrens kontroll, i større grad alene være avgjørende for om skader skal unngås.

Etter den omtalte undersøkelsen i 1981 /2/ har den positive utviklingen av teknologien fortsatt. I 1984 ble det utgitt en egen veileder for prosjektering, utførelse, drift og kontroll av VA-anlegg under vann — PTV 26, ref. /3/. Det er også bygget en rekke anlegg hvor man har fått bevist at teknologien behersker vanskelige traceforhold, store dyp, lange lengder, store dimensjoner m.m. Det er i dag meget god driftssikkerhet med VA-ledninger under vann der man under prosjektering, bygging og drift har tatt hensyn til det erfaringsgrunnlag som finnes for slike anlegg.

Utslippsarrangement

Prinsipp.

På fig. 1 vises en prinsippskisse for et utslippsarrangement. Fra en utslippskum på land ledes avløpsvannet gjennom en utslippsledning, som ligger på sjøbunnen, ned til det dyp hvor man ønsker at avløpsvannet skal ut. Valg av utslippsdyp og fortykning av avløpsvannet i ulike typer resipienter behandles nærmere i andre foredrag.



Figur 1. *Utslippsarrangement — prinsippskisse.*

Eksempler.

Det finnes et stort antall utslippsarrangement i Norge av ulike størrelse og teknisk vanskelighetsgrad. Her skal kun angis noen få eksempler.

Norsk Jernverk A/S, Mo i Rana.

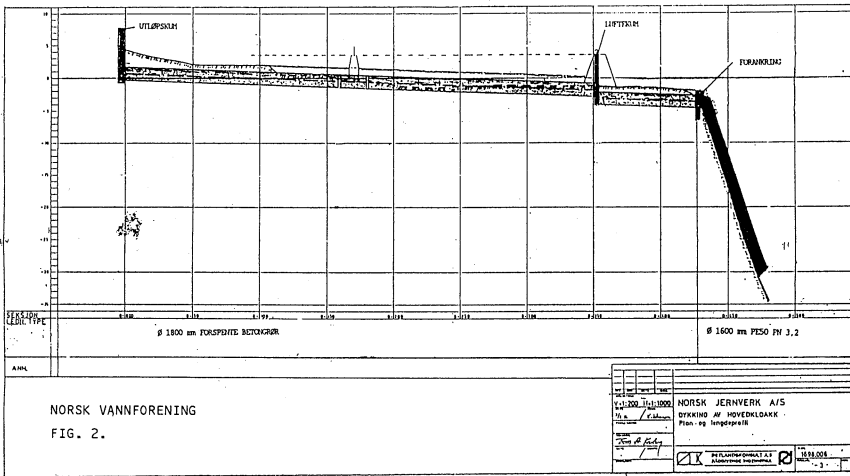
Fig 2 viser et utslippsanlegg i Ranafjorden som ble tatt i bruk i 1987 for bedriftens prosessvann. Anlegget inneholder:

- Ca. 400 m Ø 1800 mm forspente betongrør lagt i grøft fra utslippskum, under jernbanen og ut på ca. 4 m's vanddyb. Ved enden av denne strekning, som er ganske flat, er bygget en luftekum.

- Ca. 90 m Ø 1600 mm PE50 PN 3,2-rør lagt videre i en bratt skråning ned til 30 m's vanddyb. Overgangen mellom betongrør og PE-rør er sikret med en forankringskloss.

PE-røret er produsert, transportert med tog og senket i en hel lengde. Dimensjonen Ø 1600 mm, er den største som produseres.

Anlegget forbedret i vesentlig grad overflatevannkvaliteten i utslippsområdet i Ranafjorden. Tidligere lå utslippspunktet på grunt vann. Det nye utslippspunkt/dyp ble bestemt etter strøm- og tetthetsmålinger samt for- tynnings- og innlagringsberegninger.



NORSK VANNFORENING
FIG. 2.

Saugbrugsforeningen, Halden

Fig. 3 viser et utslippsanlegg i elva Tista som ble tatt i bruk i 1990. Det inneholder for det fiberfattige avløp:

- Utslippskum/målerenue.
- Ca. 100 m Ø 900 mm GUP-rør.
- Diffusor lagt på 2,5 m vanddyb.

Anlegget er utsatt for ekstreme strømkrefter når det er flom i Tista. Fig. 3 viser det forankringssystem med peler som er bygget for å sikre mot skader. Utledning av prosessvann fra Saugbrugsforeningen til Tista via diffusor reduserte i meget stor grad det skumproblem man hadde tidligere med et enklere utslippsarrangement.

Ålesund kommune

Fig. 4 viser diffusoren som er montert på enden av utslippsledningen. Anlegget som ble bygget i 1989, inneholder:

- Utslippskum
- Ca. 120 m Ø 560 mm PE 50 PN6-rør
- Diffusor lagt på ca. 21 m's dyp.

Avløpsvannet er i dette tilfellet renset mek./kjemisk før utslipp.

Haugesund kommune.

Fig. 5 viser endearrangementet, «Hjulet», for en utslippsledning som nå er bygget for Haugesund kommune. «Hjulet» sikrer at enden får en viss avstand ned til bunnen uten at dykkere bør arbeide ved utslippunktet. Dette er viktig ved store dyp, som i dette tilfellet er hele 60 m.

Det store utslippsdyp er valgt etter strøm- og tetthetsmålinger i resipienten, samt forynnings- og innlagringsberegninger. Anlegget skal de første 5-10 år lede urensset avløpsvann fra sentrumsbebyggelsen i Haugesund ut i Gardsvika nord for Karmsundet. Senere er det planer om bygging av rensesanlegg og flytting av utslippunktet.

Fig. 6 viser hvordan man ved dette anlegget i Haugesund kombinerte boret tunnel og utslippsledning. Det aktuelle utslippunkt ligger svært værhardt til. Kreftene p.g.a. bølger, som kommer inn fra Nordsjøen, vil bli store på en utslippsledning nær land. Med såkalt grovhullsboring hoppet man imidlertid «bukk» over dette problem. Istedet for ledning i strandsonen ble det boret fra land til 10 m vanddyp med diameter 660 mm.

Ved tunnelutgangen er innstøpt forankring og flenserør som utslippsledningen er festet til.

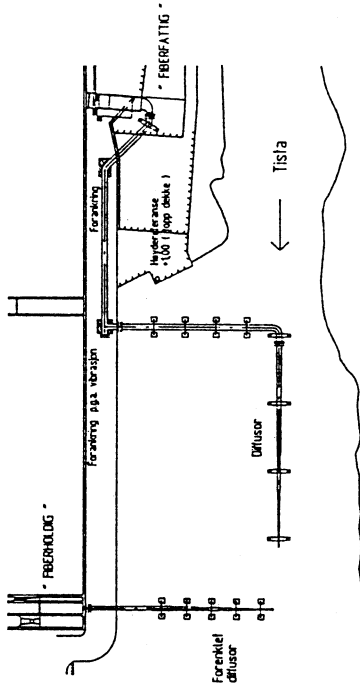
Omtalte boring er bare en del av et større borprogram i Haugesund, som valgte denne løsning, som har vært svært vellykket, da byens avløpsnett skulle renoveres.

Diverse anlegg.

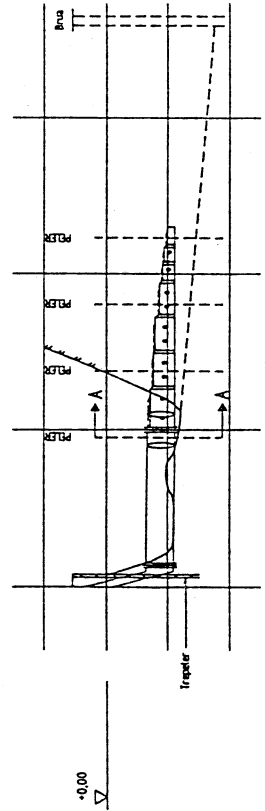
Fig. 7 viser ulike utforminger av belastningslodd i betong. Loddene sikrer undervannsledninger mot oppdrift av luft/gassansamlinger samt mot strøm og bølgekrefter.

Den runde utgaven velges i områder der det benyttes fiskeredskap. Stjerneformen benyttes i områder med stor bølgebelastning. Bedre enn de andre vekttypene vil stjernevekten motsette seg sidebevegelser.

OVERSIKTSKART
- 1: 500 -

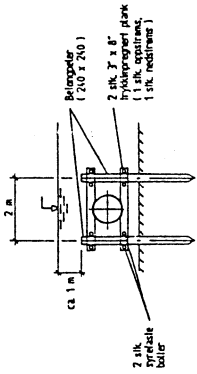


LENGDEPROFIL
- 80H+ 1500, 14H+ 1100 -



NORSK VANNFORENING

Figur 3.



SNITT A-A

HØYDEREFERANSE :
Topp dekke ved vannstandsmerke = +1.00

REG. ANT. DATO / SIDE	1	2
VALLESTONK	14H+1100	1500
DATO	20.10.89	TECH. EA
PROSJEKTER	S.A.W.SJØL	
DRAGT	Tom A. Korten	
DATO	/ KONTR.	
CODEX.INT		

SAUGBRUGSFORENINGEN

FORTYNNING AV UTSLEPP I TISTA
SITUASJONSPLAN, LENGDEPROFIL OG DETALJER

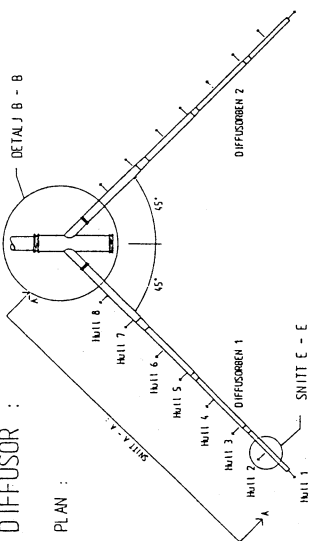


D.NR. 1594,014
TECH.NR. 2

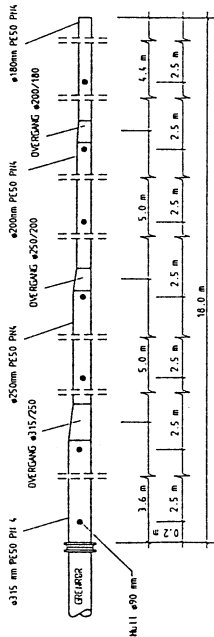
LANSERINGSDATOEN

DIFFUSOR :

PLAN :



F. SNITT A - A :



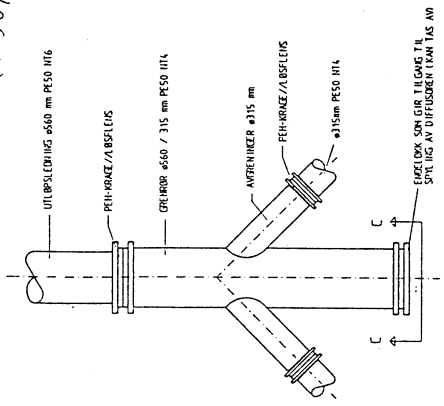
ANMERKNINGER :

1. ALLE OVERGANGER SKAL PLASSERES SLIK AT DIFFUSOREN FÅR FLAT BUNN.
2. ALLE DIFFUSORHULLENE SKAL PLASSERES SLIK AT STRÅLENE RETTES HORIZONTALT UT FRA RØBETS SENTER.
3. DIFFUSOR 2 LAGES SLIK AT HULLENE KOMMER PÅ HOTSATT SIDE AV DET SOM ER VIST FOR DIFFUSOR 1.
4. DIFFUSOR 1 SKAL DE TO DIFFUSORBERNE VÆRE LIKE.
5. HULLDIAMETER : 90 mm

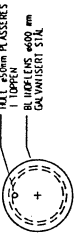
NORSK VANNFØRENING

Figur 4.

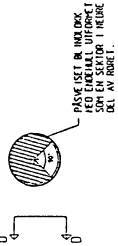
KAN DIFF. 1000 (1.50)



SNITT C - C :



SNITT D - D :



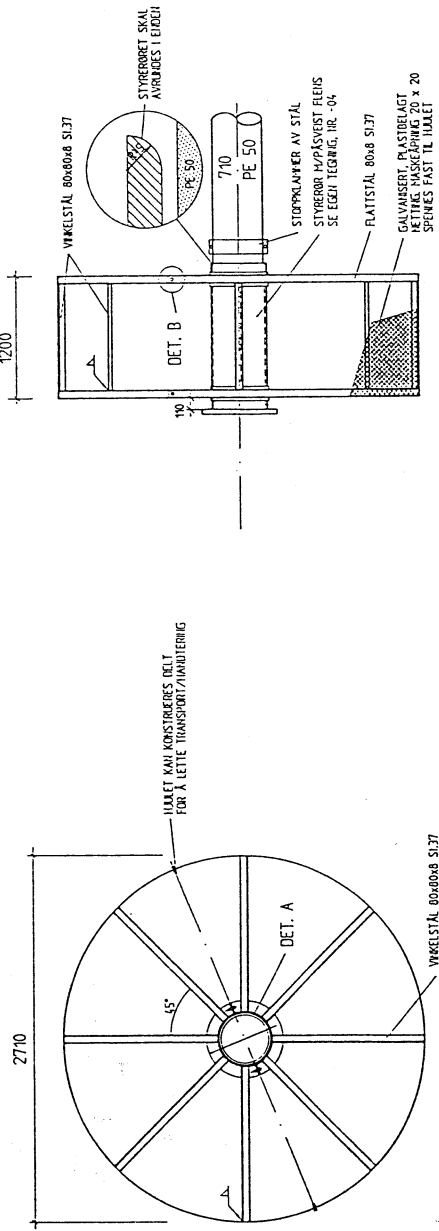
PROJEKT DATO	1987
UTSLETT	
TECH.	
DRØYER	Å/Sleilsh
PROJEKT	Å/Sleilsh
SPESIFIK.	Å/Krosby
UTS/TL	
DATO	
ÅRSN	
DRØYER	
OMR.	1054.026

ÅLESUND KOMMUNE
UTSLIPPSPRING R44

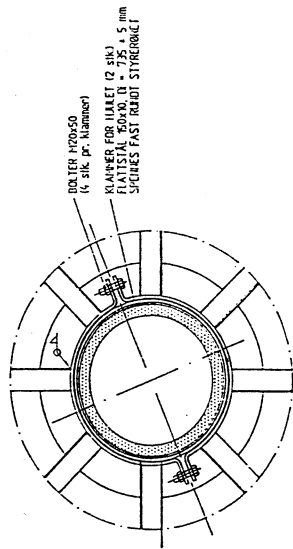
KONSTRUKSJON AV DIFFUSOR



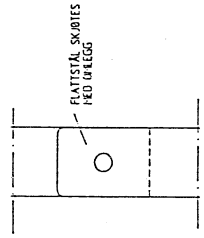
ENDEARRANGEMENT FOR UTSLIPPSLEDNING



DETALJ A



DETALJ B

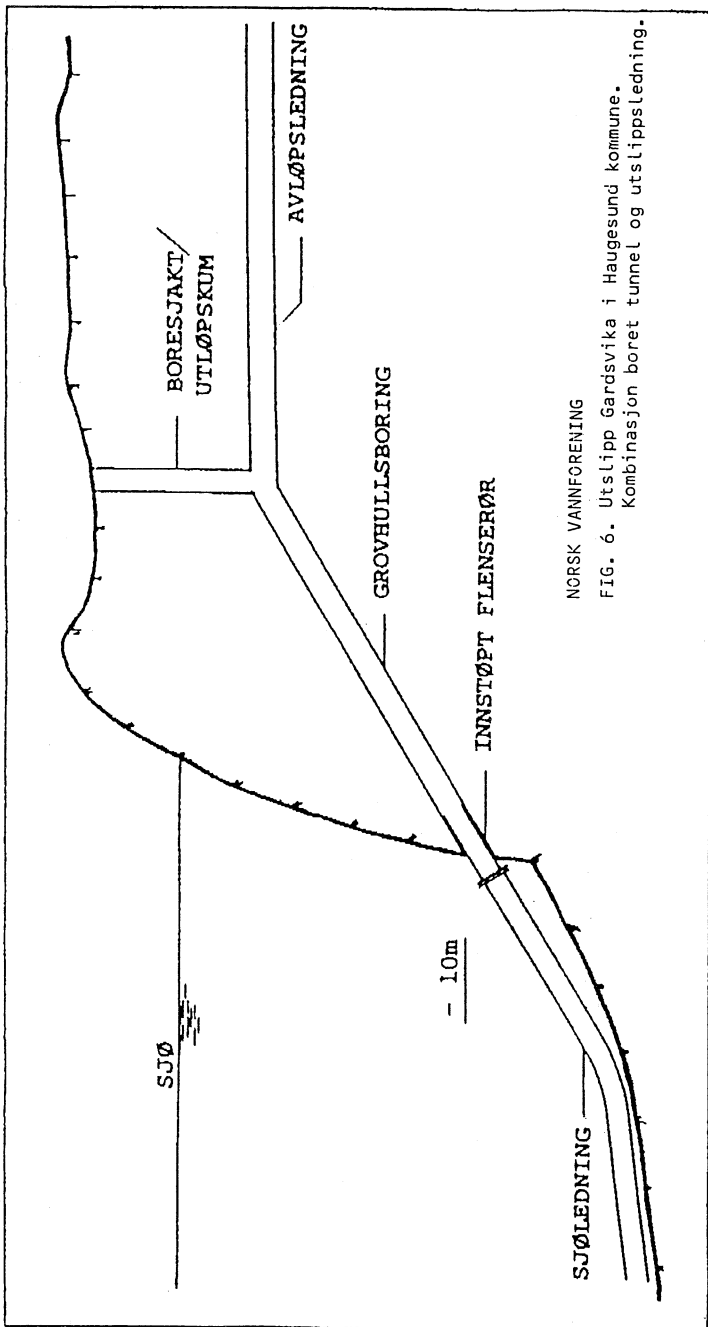


UBENEVNTE MÅL ER I MM
 ALT STÅL SKAL VARMEFORZINKES IHHT. NS 1970

PROJ. NR.	1668.016.01
REV.	05
PROJ. NAVN	HAUGESUND KOMMUNE
PROJ. BESKR.	AVLØSSANERING SLEDASINDET
PROJ. DATUM	17.03.91
PROJ. TITEL	UTSLIPPSLEDNING GARDSVIKA
PROJ. FORF.	ENDEARR., "HJULET", PRINSIPSSKISSE
PROJ. FORVALT.	
PROJ. GODKJENT	

NORSK VANNFORENING

Figur 5.



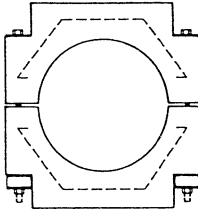
NORSK VANNFORENING

FIG. 6. Utslipp Gardsvika i Haugesund kommune.

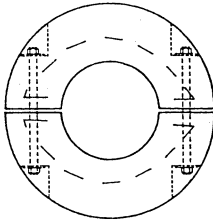
Kombinasjon boret tunnel og utslippledning.

Figur 6.

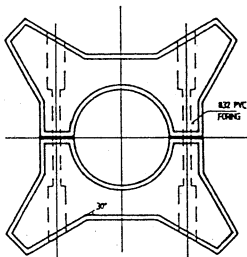
AVTRAPPET LODD



RUNDE LODD














STJERNELODD



NORSK VANNFORENING

Figur 7.

BSTLANDSKONSULT AS - AUTOCAD DAK-SYSTEM

REV.	ANT.	DATE	SIGN.	ULIKE LODDTYPER FOR UNDERVANNsledNINGER	 <small>RETLANDSKONSULT AS</small>	<small>RADGIVENDE INGENIØR</small> 	O.NR.								
MALESTOKK							 <small>RETLANDSKONSULT AS</small>	<small>RADGIVENDE INGENIØR</small> 	TEGN.						
DATE /									 <small>RETLANDSKONSULT AS</small>	<small>RADGIVENDE INGENIØR</small> 	PROSJ. LEDER				
SAKSBEH.											 <small>RETLANDSKONSULT AS</small>	<small>RADGIVENDE INGENIØR</small> 	DATE /		
KONTR.													 <small>RETLANDSKONSULT AS</small>	<small>RADGIVENDE INGENIØR</small> 	TEGN.NR.
GODKJENT															 <small>RETLANDSKONSULT AS</small>

Ny teknologi

Fagområdet «VA-ledninger under vann» er fortsatt under utvikling. I tillegg til at man stadig vinner ny erfaring fra anlegg lagt og drevet under svært ulike forhold, orienteres om følgende:

Sveising av PE-rør.

Buttsveising av PE-rør er en skjøte-metode som har vært benyttet i mange år og stort sett med godt resultat. Brudd har imidlertid også forekommet i en del tilfeller og da ofte med lange drifts-avbrudd og kostbare reparasjoner som resultat. De siste årene har det vært forsket mye på sveisemetodikken, og man vet i dag mye om betydningen av de ulike sveiseparametre (tid, temperatur, trykk). Nylig er det gitt ut en internordisk veileder for sveising av PE-rør (INSTA 2072), som anbefales tatt i bruk. Den vil være til stor nytte for alle berørte parter ved kvalitetssikring av undervannsanlegg med PE-rør.

Veilederen inneholder også anvisninger for prosedyresveising, kontroll av sveiser og sveiseutrustning m.m. En del av innholdet har sin bakgrunn i kvalitetssikring av gassrøranlegg i Danmark og Sverige, og er av den grunn foreløpig noe for omfattende for VA-anlegg. Imidlertid vil utviklingen føre til at mere og mere av veilederens innhold tas i bruk på VA-anlegg her i landet.

De siste ca. 2 år har Teknologisk Institutt tilbudt kurs i sveising av PE-rør. Kursdeltagere som består den teoretiske og praktiske prøve, får sertifikat. Pr. idag har mere enn 60 personer slikt sertifikat i Norge.

Østlandskonsult A/S krever i dag uten unntak i sine anbudsspesifikasjoner at ansvarlig sveiser på et anlegg skal ha sveisesertifikat. I tillegg tas etterhvert i bruk mere og mere av innholdet i den omtalte nordiske veileder

for sveising av PE-rør. Uten tvil høyner disse ting nivået på anleggsarbeidet ytterligere og gir anleggene enda bedre driftssikkerhet.

Legging av undervannsledninger i områder med store bølgepåkjenninger.

Tradisjonelt har man gravd ned en undervannsledning der man ikke har kunnet sikre den mot bevegelse forårsaket av store bølgekrefter (som i brytningssonen). Resultatet har da ofte blitt at anleggene har blitt meget kostbare pga. omfattende grøftarbeider under vann. I flere tilfeller har man også utelatt å bygge skikkelige utslippsarrangement under slike forhold. Avløpsvannet har da istedet blitt ledet ut i strandsonen.

Nylig er det imidlertid lagt ut en utslippsledning på Jæren for det interkommunale selskap IVAR. Denne ledning er ikke nedgravd i brytningssonen. Den er planlagt å skulle bevege seg med lodder når de største bølgene passerer, og på den måten dempe kreftene. En vil derved utnytte den fleksibilitet og dempervne PE-rør med betonglodder har. Metoden har vært forsøkt i utlandet. Erfaringene så langt viser at en PE-ledning meget vel kan klare de påkjenninger som oppstår. Imidlertid bør metoden etterprøves og utvikles. I den forbindelse har representanter fra ulike involverte bransjer når det gjelder undervannsanlegg — råvareprodusent, rørprodusent, byggherre, rådgiver og entreprenør gått sammen om en søknad til NTNFI/INDUSTRIFONDET, som så langt har fått positiv behandling. I et prosjekt, som man håper kan startes opp i 1991, sikter man på å:

- Måle krefter på rørledninger i bølgebrytningssonen.
- Undersøke dynamiske material-egenskaper på PE-rør.

- Utvikle program for dimensjonering av rørledninger i bølgebrytningssonen hvor man utnytter resultatene fra ovennevnte. ger samt kontakt med rørprodusenter, er det årlige markedspotensiale for PE-rør til sjøledninger frem til 1995 beregnet til:

Marked

I forbindelse med den nevnte NTNFSøknad ble det i 1990 gjennomført en markedsundersøkelse i Norge for vann- og avløpsledninger under vann, ref./4/. Ved hjelp av spørreskjemaer ble over 700 aktuelle utbyggere kontaktet.

Basert på de innhentede opplysnin-

2500 tonn/år (ca. 300 tonn/år til utslippsledninger)

med en tilhørende kostnad totalt inkl. leveranser og anleggsarbeider på:

180 mill.kr./år (ca. 25 mill.kr./år til utslippsledninger).

Referanser

- /1/ Prosjektkomiteen for rensing av avløpsvann. PRA 3: «Bygging og drift av dyputslipp» Juni 1975. Siv.ing. Øivind Johansen, Siv.ing. Ph.D.Paul Liseth. Norsk Institutt for vannforskning.
- /2/ Prosjekt transport av vann. PTV 16: «Skader på undervannsledninger». August 1981. Siv.ing. Øivind Johansen, Østlandskonsult A/S. ISBN 82 — 90328 — 18 — 4.
- /3/ Prosjekt transport av vann. PTV 26: «Veiledning for VA-ledninger under vann». April 1984. Siv.ing. Øivind Johansen, Østlandskonsult A/S. ISBN 82 - 90328 — 28—1.
- /4/ NORVAR, Østlandskonsult A/S, A/S Veidekke, Statoil, A/S Fjeldhammer Brug, Helgeland Plast A/S, Tele Betong A/S. «Vann og avløpsledninger under vann. Markedsundersøkelse». Oktober 1990. Siv. ing. Øivind Johansen og siv.ing. Tom A. Karlsen, Østlandskonsult A/S.