

Avskjærende ledning fra Hunsfos Fabrikker til Kristiansandsfjorden

Av Oddvar Kjellesvik

Oddvar Kjellesvik er sivilingeniør og daglig leder av Sørlandskonsult A/S.

Sammendrag

Den avskjærende ledningen mellom Hunsfos Fabrikker og Kristiansandsfjorden ble åpnet sommeren 1995. Ledningen overfører prosessvann fra Hunsfos Fabrikker, Norsk Wallboard A/S samt sivevann fra den nye Støleheia fyllplass. Ledningen er ca. 17.000 m lang og har en utvendig dimensjon på 710 mm. Innvendig dimensjon er 655 mm. Ledningen er lagt av kvalitet PE 50 PN 4 og materiale NCPE-0909.

Ledningen graviterer vannet fra kote 32,5 til utslipp i byfjorden. Utslipet er plassert på kote +69 uten diffusor. Vannmassene innlagres i fjorden fra +30 m til +10 m under overflaten.

Av ledningen er 5.540 m lagt over land i konvensjonelle grøfter, 780 m er lagt i borte rørtunneler, 76 m er lagt i rørbroer, mens 10.295 m er nedgravd i Otra og 366 m er utslippsledning.

Ledningen vil ha en kapasitet fra ca. 350 l/s til ca. 450 l/s avhengig av ledningens innvendige begroing. Eventuell begroing i ledningen skal fjernes ved pluggkjøring.

Inntaksarrangementet er bygget slik at dersom prosessvannet fra Hunsfos

Fabrikker stanses eller summen av de tilførte prosessvannmengdene blir mindre enn ledningens kapasitet, vil rent elvevann fylle opp ledningen slik at innsug av luft unngås. Eventuell luft i ledningen eller utviklet gass i ledningen blir automatisk tatt ut i 7 luftekummer på ledningen. Luftuttaket og kummene er spesialutviklet for prosjektet.

Der ledningen ligger i Otra er den nedgravd. Dette er gjort for å sikre ledningen mot strømkrefter, samt å holde ledningen på plass som følge av temperaturspenningene etter hvert som vanntemperaturen svinger.

Ledningen overvåkes fra Odderøya kloakkrenseanlegg i Kristiansand.

Prinsipp for overføring

I de første planene som forelå for ledningen var det forutsatt å pumpe vannet fra Hunsfos Fabrikker til sjøen. Dette ville ha gitt en meget sårbar og driftssvak løsning.

I forbindelse med vårt forprosjekt søkte vi løsninger med gravitasjonsledning for å oppnå en sikker drift på ledningen. De terrengmessige forhold tilsa imidlertid at det var svært vanske-

lig å føre fram en gravitasjonsledning. Ledningen måtte eksempelvis føres gjennom flere fjellpartier. Det hele endte opp med at det ble foreslått å nytte fullprofilboring på fire strekninger, hvor den lengste var 450 m med dimensjon 1.060 mm. Avviket var satt til $\pm 0,5$ m. På denne tiden var det ikke gjennomført tilsvarende boringer i Norge.

Trasévalg

I forprosjektet forelå det to aktuelle hovedtraséer. I det ene alternativet var det forutsatt å legge ledningen på land, helt fram til utslippet i fjorden. På ca. 2/3 av strekningen var det aktuelt å legge ledningen i Sødalsveien som har relativ stor trafikkbelastning. I det andre alternativet skulle ledningen legges nedgravd i Otra på ca. 2/3 av strekningen.

Med hensyn til trafikken på Sødalsveien samt svært usikre geotekniske forhold ville det bli kostbart samt teknisk komplisert å føre fram ledningen i Sødalsveien. I tillegg måtte veien delvis stenges i flere måneder. Det ble derfor vedtatt å legge ledningen nedgravd i Otra.

Materialvalg

Utslippet fra Hunsfos Fabrikker er relativt surt, korrosivt og tærende på betongprodukter. Ut fra disse forholdene var det lite aktuelt å nytte stål- eller betongrør, som vektmessig kunne vært gunstig i Otra. Overflatebehandlede rør ble så kostbare at heller ikke dette var aktuelt. Man stod følgelig igjen med plastrør. GUP-rør ble valgt bort p.g.a. det høye antall skjøter som ville vært en stor usikkerhetsfaktor når rørene var nedgravd i flere kilometer av Otra.

Dimensjonerende temperatur for avløpsvannet i Otra ble satt til $0 - +35$ °C. Den høye temperaturen stilte krav til plastmaterialet, og etter en del møter med leverandører ble det bestemt å nytte rør av PE 50 PN 4 produsert av NCPPE-0909. Plastmaterialet var da spesialtilpasset den høye temperaturen.

Kapasitetsvalg og begroing

Ledningens kapasitet ville være svært avhengig av begroingen i ledningen. Det viste seg at for tilsvarende ledninger i Sverige hadde det periodevis vært en begroing på flere cm. En liten omlegging i produksjonen kunne medføre slike forhold. På grunnlag av disse opplysningene ble det besluttet å forutsette at ledningen ville få begroing, og at begroingen måtte fjernes ved pluggkjøring.

Et forsøk på bedriften viste også at begroing ville oppstå og at den kunne utvikle seg over noen få dager. I forsøket ble begroingen imidlertid ikke tykkere enn 6 - 8 mm da den stadig skallet av.

Sikkerhet og prioritering av delstrømmer

Hunsfos Fabrikker ønsket å prioritere enkelte delstrømmer inn i ledningen, mens andre delstrømmer kunne gå i ledningen når ledningen hadde kapasitet til dette. Det var dessuten svært viktig å sikre ledningen mot innsug av luft dersom innløpskummen gikk tom. Innløpskummen ble plassert slik at prosessvannet fra Hunsfos Fabrikker må pumpes til den via et sedimenterings-

basseng. Ved strømutfall vil tilførselen av prosessvann fra Hunsfos Fabrikker bortfalle. For å motvirke dette ble det anlagt en gravitasjonsledning direkte fra Otra, slik at inntakskummen alltid vil være full av vann. Vann fra Otra har imidlertid alltid laveste prioritet.

På ledningen er det nytt et manuelle skyvespjeldventiler. Ventilene har gear og det tar lang tid å lukke dem. Det er følgelig ikke mulig ved hjelp av motor eller lignende å stenge ventilene hurtig. Løsningen er valgt for å hindre uønskede trykkslag og uønskede driftssituasjoner.

Rørbroer, rørtunneler og luftekummer

På strekningen er det anlagt to rørbroer hver med et spenn på 38 m. Broene består av to prefabrikerte betongdrage-re med dimensjon 1.440 x 300 mm.

På strekningen er det boret fire rørtunneler med lengder 29 m, 103 m, 199 m og 450 m. På de tre korteste tunnelene ble det først boret et pilothull med dim. Φ 200/280 mm. På den lengste tunnelen ble det i tillegg benyttet styrt kjerneboring før pilothullet. Pilothullene ble deretter opprømt til Φ 890 mm for de to korteste og til Φ 1.060 mm for de to lengste tunnelene.

I forbindelse med boringene oppstod det en del praktiske problemer som entreprenøren løste på en svært tilfredsstillende måte.

På rørledningen ble det bygget syv luftekummer hvor luft automatisk fjernes fra ledningen. Dette kan være luft i forbindelse med oppstart av ledningen

etter nedtapping, eller gass ved organisk nedbryting i ledningen. Kummene er spesialutviklet for prosjektet, da de spesielt i forbindelse med vannoppfyllingen måtte skille ut store mengder luft. Luftutslippet fra kummene har tilsetning av et luftfjerningsmiddel for å hindre/reducere luktproblemer fra ledningen. Luftekummene er bygget slik at de har automatisk drift både for luftutslipp og for tilsetning av luktdempende middel.

Sikring av nedgravd ledning

Ledningen i Otra måtte sikres mot elveerosjon samt mot krefter fra ekspansjon i forbindelse med temperaturøkningen.

I forprosjektet ble erosjonsdekket i Otra undersøkt og sammenholdt med flomberegninger. Ut fra dette ble kritisk steinstørrelse og plastringslagets tykkelse bestemt.

Store deler av ledningen ble lagt vinsterstid med elvevanntemperatur ned mot 0 °C. Ledningen ville følgelig bli utsatt for store spenninger når prosessvannet fikk en temperatur på 35 °C. Kraftene fra disse spenningene måtte fanges opp. Resultatet ble at ledningen måtte legges i friksjonsmasser. Dette innebar at det ble tilført store mengder pukk. Ledningen ble lagt med en minimum overdekning på 80 cm, hvorav det øverste laget er dimensjonert ut fra erosjonssikring.

I anleggsperioden fulgte våre ingeniørdykkere opp arbeidet i Otra og kontrollerte grøftedyp, omfyllingsmasse, erosjonslag, total overfyllingshøyde m.m.

Overvåking og drift

I dag overvåkes ledningen fra Odderøyarensanlegg. Hit rapporteres de forskjellige påslippsmengdene samt utslippsmengden. I tillegg måles trykket flere steder i ledningen. Også pH og temperatur overvåkes. Trendkurver for

de forskjellige parametrene kan tas ut. I forbindelse med anlegget er det utarbeidet en detaljert driftsinstruks for de forskjellige driftssituasjonene. Denne inkluderer også program og beskrivelse for reparasjon av et ledningsbrudd i Otra.