

Fjernvarmerør og geologi

- om et projekt til krydsning af Limfjorden

Af geolog Ingvar S. Parmann, Øresund Marine Joint Venture.

Ved lægning af en ny fjernvarmeledning fra Vendsysselværket til Aalborgværket var det nødvendigt at krydse Limfjorden. GeologiskNyt har talt med Per Aarsleff A/S om, hvordan det blev gjort og hvad geologien betød for udførelsen af projektet.

To store fjernvarmerør skal krydse Limfjorden for at fjernvarme fra Vendsysselværket, der ligger et stykke øst for Aalborg, kan bringes til Aalborgværket på den anden side. Limfjorden, der på dette stykke også kaldes Langerak, er her næsten 800 meter bred og har en vanddybde ned til 14 meter. Forundersøgelserne af linieføringen, der blev udført af Rambøll, består af bathymetriske opmålinger og Side-Scan sonar undersøgelser i et 100 meter bredt bælte omkring linieføringen. Hertil kommer seks geotekniske borer, hvoraf de to er på land.

De bathymetriske opmålinger er ekkolodsundersøgelse, hvor dybdefordholdene omkring linieføringen kortlægges. Side-Scan sonar undersøgelser giver et "lydbillede" af havbunden langs linieføringen. Herved kan man få et indtryk af havbunden, og om der skulle ligge væsentlige forhindringer på havbunden. På denne linieføring blev der fundet fire blokke, to stensamlinger og et dæk. (Se omtale af Side-Scan sonar i GeologiskNyt 1/95).

Gytje, gytje og lidt sand

Forundersøgelserne viste, at de postglaciale aflejringer når ned i stor dybde og



Linieføringen set fra syd med rørgrav, sø, Limfjord og Vendsysselværket. (Foto: Per Aarsleff A/S)

med undtagelse af en enkelt boring, er undersiden af de postglaciale aflejringer ikke fundet. Den sydlige del udgøres helt overvejende af gytje ned til ukendt dybde. I de to midterste borer er gytjen underlejret af sand fra ca. kote ± 23 m.

Gytjeaflejringerne er karakteriseret som højplastiske aflejringer med meget lave styrker og stærkt sammentrykkelige, dvs. bæreevnen er meget dårlig. I den nordlige del er de postglaciale aflejringer mødte man sandaflejringer med varierende lejringstætheder fra løs til fast lejrning. Tætheden vokser øjensynligt med dybden i de marine sandaflejringer. I en boring mod

nord, boring 5, er der fundet særdeles faste sandaflejringer fra kote ± 18 m. Aflejringerne er sandsynligvis senlaciale.

Strømforhold og sedimenter

Havbundsedimenterne er tolket ud fra både Side-Scan sonar og borer. Det overordnede billede viser, at fjorden minder om en mæandrerende flod med gytjeaflejringer på den sydlige Himmerlands side, hvor strømmen må antages at være svag og med sandaflejringer med stigende kornstørrelse over mod Vendsysselsiden. Strømribbernes størrelse viser, at strømhastigheden vokser mod Vendsysselsiden.

I de lavtvandede områder mod syd finder man fint sand, silt med skaller. Længere ude, på dybere vand, er der gytje. Overgangen fra sand til gytje er meget vanskeligt at identificere på Side-Scan data på grund af de lave vanddybder. Man har dog prøvet at indtegne en kurve på baggrund af havbundsplanternes fordeling. Gytjen strækker sig ud til den dybeste del af fjorden, hvor man finder fint sand med tydelige strømribber med en afstand på ca. 0,5-1,0 meter. Længere mod nordøst findes grovere sand, der danner strømribber med en udstrækning på 5-10 meter.



Kortskitse med placeringen af krydsningen. (Grafik: JD)

Strømforholdene i fjorden er vejrbestemte. I rolige vejrperioder vil strømmen være regelmæssigt frem og tilbagegående i takt med tidevandet, men normalt er tidevandsstrømmen under en strøm frembragt af vinden. Det overordnede billede er, at strømmen i 61% af tiden ved en måling ved Løgstør var østgående, mens den i 39% af tiden var vestgående. Den maksimale strømhastighed i tværsnittet ved krydsningen vurderes til ca. 1 m/s, hvilket svarer til ca. 2 knob.

En entreprenøropgave

Firmaet Per Aarsleff A/S vandt entreprenøropgaven, der har en kontraktsum på 23 millioner kroner. To muligheder for krydsningen af fjorden blev overvejet, en såkaldt underboring eller en bundtrækning.

Underboringen er som navnet antyder en boret kanal, hvor rørene bliver trukket igennem, når hullet er færdigt. En borestreng med et styrbart borehoved sørger for gravningen af hullet til røret. Når hullet er etableret, trækkes borestrengen tilbage og samtidig pumpes der bentonitholdigt slam ind for at holde på siderne. Her spiller undergrunden selvfølgelig en stor rolle. Slammet vil trænge ind i siderne, hvor det efterhånden lukker porerne og hullet tætnes.

Gytjen i den sydlige del egner sig godt til boring. Men sandforekomsterne i den østlige del af området gør, at det er svært at undgå udskridninger ved boring. Dette var en af grundene til, at man valgte at se bort fra denne løsning og i stedet bundtrække rørene i en gravet rende. Udgravningen af renden blev foretaget af en gravemaskine placeret på en flydende platform.

Renden er 2 meter dyb, flere meter bred og må på grund af rørene ikke have en krumningsradius på mindre end 500 meter. Toppen af rørene skal overalt være minimum en meter under den eksisterende fjordbund. Bundmaterialet fra rørgraven blev gravet op på pramme og sejlet til Aalborg Havns nærliggende sedimentdepot Rærup. Sandmaterialer uden gytjeindhold må dog genanvendes ved den senere opfyldning af renden.



Her kommer den sidste fjernvarmeledning i land trukket af et spil. (Foto: Per Aarsleff A/S)

Store fjernvarmerør

De to fjernvarmeledninger består hver af to rør. Et fjernvarmerør med en diameter på 750 mm (900 mm inklusive kappe) og et 2,2 cm tykt beskyttelsesrør med en diameter på 1067 mm. Rørene blev samlet på en opligningsbane lige syd for Limfjorden i 400 meter lange stykker for at spare på rullelejer, der både er bekostelige og kan give problemer.

Før ledningerne trækkes over mod værket, skal fjernvarmerøret skubbes ind i beskyttelsesrøret. Rør af den længde er ikke nemme at håndtere, men der blev udviklet en speciel metode, så indtrækningen kunne ske uden slitage på kappen.

For at undgå spændinger i røret, når det er lagt på plads i renden, foretages der en forspænding ved at opvarme inderløret med varmt vand og fiksere dette til beskyttelsesrøret efter en given længdeudvidelse. Røret tømmes og afkøles igen og vil ved den senere opvarmning ligge spændingsfri på bunden.

Forbelastning - en geoteknisk metode

På hver side af fjorden bygges der bygninger, hvor rørene kommer op fra fjorden. Bygningen på sydsiden står på en stabil sandforekomst, hvor det ikke er nødvendigt at sikre yderligere. Derimod står bygningen på den nordlige side af Limfjorden på en sandforekomst, der er underlejret af blødbund (ingeniørudtryk for gytje, tørv m.m.), hvilket gør det nødvendigt at sikre bygningen mod sætninger.

I stedet for at pilotere, valgte man at forbelaste området ved at placere ca. 30.000 m³ sand der, og lade det ligge et halvt år. De blev fyldt sand på fra kote ±2 til +4 m. Den øgede vægt af sandet tynger på de underliggende lag, hvorved de presses sammen, typisk fordi vand presses ud af lagene. Det blev overvejet at sætte drænrør for fremskynde forbelastningen. Sætningen er oplyst i størrelsesordenen 20 - 30 cm. En del af sandet fjernes igen, når forbelastningen er opnået og genbruges som fyldmateriale i rørgraven. Byggegrunden er så forberedt på bygningens vægt, så yderligere sætninger undgås og bygningen ikke beskadiges.

Skibstrafikken blev ikke forstyrret ved bundtrækningen. Anlægsperioden er planlagt til at vare fra oktober 1996 til december 1997. Projektet er indtil videre forløbet planmæssigt på trods af de vanskelige geologiske forhold, så den samlede krydsning står klar inden årsskiftet. Bygherens udliciterede tidsplan var med slut i året 1998. Projektet forventes altså gennemført hurtigere end krævet primært fordi bundtrækningsmetoden blev valgt. Herefter er Aalborgenserne sikret varme i mange år fremover. ■

