

1. De tre kabelsektioner

14,5 kilometer af forbindelsen kabellægges – fordelt på tre strækninger.

1.1 Tebbestrup-Hornbæk (Gudenådalen)

Et par km syd for Gudenåen ved Randers etableres en kabelovergangsstation ved Tebbestrup. Her går ledningen fra luft til jord. Fra Tebbestrup til station Hornbæk nedgraves to 400 kilovolt kabelsystemer, et 150 kilovolt kabelsystem samt på en del af strækningen et eller to 60 kilovolt kabelsystemer. Strækningen fra Tebbestrup til Hornbæk er 4,5 km lang.

Figur 1 (kort)

Nord for station Tebbestrup krydses et kuperet område med skov. Det blev ikke tilladt at lave åbne grave til kablerne igennem skoven, og det var ikke muligt at flytte anlægget til et andet tracé. Derfor blev der foretaget styrede borerer under skoven. Anlægget blev udført ved hjælp af underboringer med rør, som kablerne blev trukket igennem. Det var vanskeligt at gennemføre underboringer på grund af det kuperede terræn og jordforholdene. Det var nødvendigt at komme ned i en dybde på ca. 6 m på en ca. 10 m lang strækning. Der blev lavet én underboring for hvert 150 og 400 kilovolt kabel samt én underboring for de tre 60 kilovolt kabler. Dvs. i alt 10 underboringer. Længden for hver boring var 220 m.

Underboringsprofil. Figur 42

Krydsningen af Gudenåen samt veje, jernbane og vandløb blev udført ved hjælp af én underboring pr. system. Der blev trukket tre rør tilbage på én gang efter underboringen.

Skitse der viser ideen. Figur 10

I selve Gudenådalen er der meget vådt. Forud for anlægsfasen var det nødvendigt at grave grøfter langs begge sider af kabeltracéet. Desuden blev der lagt drænrør, der kunne afvande graven. Mange pumper måtte arbejde i døgndrift under hele anlægsarbejdet.

Myndighederne vil indenfor få år lade området oversvømme, så det igen kommer til at fremstå som et vådt engområde. Det betyder, at kablerne kommer til at ligge i et område, der står under vand med op til ca. 1 meters dybde. De anvendte kabler er med aluminiumskappe, som beskytter mod vand.

Kort der viser området, der skal oversvømmes. Figur 48

I station Hornbæk, der ligger ca. 2 km nord for Gudenåen ved Randers, fortsætter 400 kilovolt ledningen som luftledning til kabelovergangsstation Katbjerg.

Der er lavet fem 400 kilovolt samlemuffer på strækningen i Gudenådalen. 400 kilovolt kablernes skærme er krydskoblede for at opnå stor overføringsevne. Der er ingen fasetransponering. De 4,5 km er opdelt i 3 sektioner på hver 1500 m. Hver sektion består af to kabler, der er muffet sammen uden skærmseparation. I hver anden muffe er der udført skærmseparation, hvor skærmene krydses mellem kablerne – herved minimeres skærmstrømmene i det samlede anlæg.

Skitse med delstrækninger og muffer. Figur 47

I muffe nr. 2 syd for Gudenåen samt i muffe nr. 4 nord for Gudenåen er skærmene ført ud af muffen til en linkboks, hvor selve krydsningen sker. Linkboksene er forseglede og nedgravet sammen med kablerne. Det er ikke muligt at tilse linkbokse eller overspændingsafledere i boksene.

Kablerne ligger i flad forlægning med en faseafstand på 300 mm. Systemafstanden mellem de to 400 kilovolt kabelsystemer er 6 m.

Kabelsystemer. Figur 21

Langs kablerne er udlagt tomrør, hvori der er indskyllet lyslederkabler. Lyslederne kan anvendes til telekommunikation – og på sigt til distribueret temperaturovervågning af kablerne.

1.2 Katbjerg-Bramslev (Mariager Fjord)

Station Katbjerg ligger syd for Mariager Fjord mellem Hobro og Mariager. Bramslev ligger på nordsiden af fjorden. Strækningen mellem Katbjerg og Bramslev er 2,5 km lang.

Kort. Figur 2

Fra Katbjerg til umiddelbart syd for fjorden ligger kablerne i landbrugsjord. Skrænten ned til fjordbredden er stejl. Det var derfor ikke muligt at lægge kablerne i åben grav. I stedet blev der foretaget underboring, således at kablerne blev trukket i rør ned til bredden.

Skrænt med underboring. Skitse. Figur 15

På nordsiden af fjorden er der lavet enkelte underboringer. Dels ved en skrænt, dels ved en vejkrydsning. Ellers er kablerne nedlagt i åben grav.

Krydsningen af fjorden er et kapitel for sig. Fjorden er det aktuelle sted ca. 700 m bred. Der er en maksimal vanddybde på kun 12 m. I kabeludbudet var der ikke på forhånd lagt op til en bestemt løsning. Blandt en række alternativer faldt valget på en teknisk set enkel løsning, der såvel økonomisk som miljømæssigt var den mest fordelagtige.

Løsningen blev nedsænkning af rør på bunden af Mariager Fjord. Rørene blev ved hjælp af ballastblokke koblet sammen i sæt af tre. Ballastblokkenes masse og indbyrdes afstand var afstemt således, at rør med ballastblokke kunne holde sig flydende i vandoverfladen, indtil de var bugseret på plads. Ved at fylde vand i det midterste rør, ville rørsystemet synke ned på bunden. Der blev fremstillet 3 rørflåder.

Rør sænkes ned på fjordbunden. Figur 13

Ved denne fremgangsmåde, undgik man en usikker og dyr underboring. Man undgik at påvirke bunden af fjorden nævneværdigt. Og man kunne nøjes med at trække et ikke-armeret søkabel gennem rørene under fjorden på samme måde, som kabler på land blev trukket ud.

Kablerne skulle trækkes gennem 700 m rør uden at ligge på ruller. Derfor blev de leveret med en kabelkappe, der var lidt tykkere end normalt. Desuden blev rørene fyldt med vand inden udtrækningen, så opdriften i vandet nedsatte friktionen i rørene.

Kabel i vandfyldt rør. Figur 12

Kabelanlægget er enkeltpunktsjordet. Kabelskærmene er jordet i overgangsstationerne Katbjerg og Bramslev. I samlemuffe nr. 2 lige nord for fjorden er skærmene separeret og ført ud til linkbokse. I hver linkboks er der overspændingsafledere mellem skærm og jord.

Skitse med strækningen og muffe. Figur 25

På strækningen Katbjerg-Bramslev er der i alt 3 samlemuffer. Muffe nr. 1 og 3 er samlemuffer uden skærmseparation.

Sammen med hvert kabelsystem er der lagt et gennemgående jordingskabel, som nedsætter anlæggets nulimpedans. Jordingskablet er forbundet til jord i overgangsstationerne Katbjerg og Bramslev. Desuden er det koblet til jord ved muffe nr. 2, hvor kabelskærmene er koblet til jord via overspændingsafledere.

Jordingskabel. Figur 49

Kablet under Mariager Fjord adskiller sig fra landkablet ved, at det som vandbarriere anvender en blykappe i stedet for en aluminiumskappe. Valget af blykappe til netop denne strækning skyldes, at kabelrørene er fyldt med saltvand.

Blykappen bevirker, at kablet bliver væsentlig tungere og sværere at håndtere under udtrækningen.

Kablerne ligger i flad forlægning. På land er faseafstanden 300 mm og under fjorden er faseafstanden 1 m. Afstanden mellem de to 400 kilovolt systemer er 6 m.

Afstanden mellem et 400 kilovolt system og et parallelført 150 kilovolt system er ligeledes 6 m.

Skitse med kabelsystemer. Figur 22

Langs landkablerne er der udlagt tomrør til lysledere. Efter etableringen af anlægget er der indskyllet lyslederkabler i rørene. De tjener to formål. Dels anvendes de til kommunikationsformål, dels kan de anvendes til distribueret temperaturmåling langs kablerne.

Søkablerne blev leveret med indbyggede lysledere i skærmen. Ved mufferne 1 og 2, ved overgangen mellem land- og søkabel, er de indbyggede lysledere splidset sammen med de traditionelle lyslederkabler, der er trukket i plastrør.

1.3 Skudshale-Gistrup (Indkilledalen)

Syd for Aalborg ligger 400 kilovolt transformerstation Ferslev, der er et vigtigt knudepunkt. 400 kilovolt ledningen fra Århus til Aalborg føres ind i dette knudepunkt. Herfra fortsættes til transformerstationen ved Nordjyllandsværket. Den sidste af de tre kabelstrækninger, Skudshale-Gistrup, indgår i denne forbindelse.

Kort. Figur 3

Ledningen forløber som luftledning fra Ferslev mod nord til kabelovergangsstationen Skudshale. Herfra etableres den nye ledning som en dobbelt kabelforbindelse til overgangsstationen Gistrup. Fra Gistrup fortsætter ledningen som luftledning til Nordjyllandsværket.

Strækningen fra Skudshale til Gistrup løber gennem et vandindvindingsområde og gennem et tilplantet område, hvor vækstbetingelserne er forholdsvis dårlige på grund

af kridt lige under jordoverfladen. Denne del af kabeltracéet står i modsætning til det lave og meget fugtige område gennem Indkilledalen, som udgør den længste del af kabelstrækningen på i alt 7,5 km.

Forud for udgravning af kabelrender i de fugtige områder blev der nedlagt drænledninger. Der er også lagt dræn ned over kablerne, for at jorden ikke bliver blød de første år efter etablering af anlægget.

Kablerne ligger i flad forlægning på hele strækningen. Alle underboringer under veje, vandløb og krydsende ledninger er også udført i flad forlægning. På denne kabelstrækning er der trukket ét rør igennem hver underboring. Kablerne er ved dybe underboringer trukket så langt fra hinanden, at de bedre kan komme af med den varme, der bliver afsat ved kraftig strømbelastning.

Kabelsystemer. Figur 23

Underboring med kabler i flad forlægning. Figur 19

Kabelskærmene er krydskoblede. Der er ikke foretaget en tilsvarende krydsning af faserne. Der er 8 samlemuffer på strækningen. I mufferne 1, 2, 5 og 7 er der skærmseparation, hvor skærmene er ført ud i linkbokse for at krydses. I muffe nr. 3 er skærmene ført ud i linkbokse for at jordes. De to bokse ved muffe nr. 3 er anbragt over jorden som et skab. Herved er der skabt mulighed for adgang til jordingen af skærmen. Dette er nødvendigt ved efterfølgende kontrolmålinger af skærmens isolation i forhold til jorden. De øvrige linkbokse er nedgravet sammen med kablerne.

Kabel og muffer. Figur 24

I mufferne 4, 6 og 8 er der ingen skærmseparation.

Langs kablerne er der lagt tomrør til lysledere. Lyslederkabler er indskyllet og skal anvendes dels til kommunikation, dels til distribueret temperaturovervågning af kablerne.