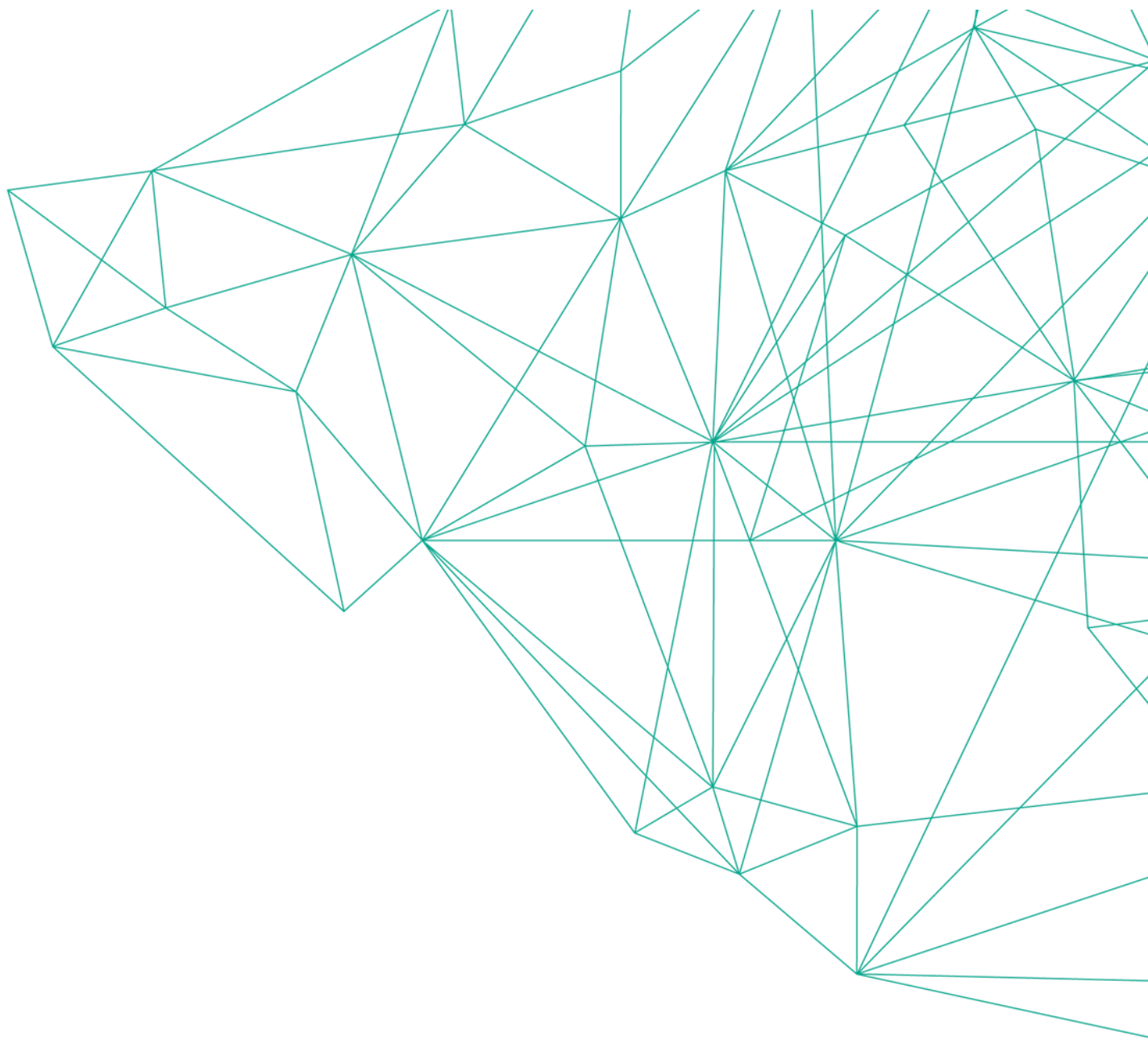




BILAG 1

TEKNISK PROJEKTBESKRIVELSE

Endrup-Grænsen: Elforbindelse til Tyskland

Indhold

1. Indledning.....	5
2. Projektet.....	5
2.1 Linjeføring.....	6
2.2 Projektets anlæg.....	7
2.2.1 Luftledningsanlæg.....	8
2.2.2 Kabelanlæg.....	8
2.2.3 Kabelovergangs anlæg.....	8
2.2.4 Kabelovergangsstation.....	9
2.3 Klimasikring.....	9
3. Luftledningsanlæg.....	9
3.1 Master.....	9
3.1.1 Bæremast.....	10
3.1.2 Gennemløbsknækmast.....	12
3.1.3 Afspændingsmast.....	13
3.1.4 Endetræksmast.....	14
3.2 Ledere og jordtråd.....	16
3.3 Anlægsfase.....	17
3.3.1 Trækning af jordtråd og faseledere.....	17
3.3.2 Forundersøgelse.....	18
3.3.3 Forberedende arbejder.....	19
3.3.4 Etablering af fundamenter.....	19
3.3.5 Midlertidige arbejdsarealer.....	19
3.3.6 Maskiner.....	22
3.3.7 Materialer.....	23
3.4 Driftsfase.....	24
3.4.1 Arealer og rettigheder.....	24
3.4.2 Magnetfelter.....	25
3.4.3 Støj.....	26
3.4.4 Vedligeholdelse og tilsyn.....	26
4. Kabelanlæg i åben grav.....	27
4.1 Linkbokse og andre overjordiske anlæg.....	27
4.2 Anlægsfase.....	28
4.2.1 Kabelgrav.....	28
4.2.2 Muffegrave.....	30
4.2.3 Forundersøgelser.....	31
4.2.4 Forberedende arbejder.....	31
4.2.5 Tørholdelse af anlægsgrav.....	31
4.2.6 Midlertidige arbejdsarealer.....	32
4.2.7 Maskiner.....	32
4.2.8 Materialer.....	33
4.3 Driftsfase.....	33
4.3.1 Arealer og rettigheder.....	33

4.3.2	Magnetfelter	34
4.3.3	Støj.....	34
4.3.4	Vedligeholdelse og tilsyn	34
5.	Styret underboring	35
5.1	Anlægsfase.....	35
5.1.1	Forundersøgelser.....	36
5.1.2	Forberedende arbejder	37
5.1.3	Midlertidige arbejdsarealer.....	37
5.1.4	Maskiner	38
5.1.5	Materialer	40
5.2	Driftsfase.....	41
5.2.1	Arealer og rettigheder	41
5.2.2	Magnetfelter	41
5.2.3	Støj.....	41
5.2.4	Vedligeholdelse og tilsyn	41
6.	Kabelovergangs anlæg	41
6.1	Kabelovergange	41
6.1.1	400 kV kabelovergange	42
6.2	Anlægsfase.....	43
6.2.1	Forundersøgelser.....	43
6.2.2	Forberedende arbejder	43
6.2.3	Etablering af fundamenter	43
6.2.4	Midlertidige arbejdsarealer.....	43
6.2.5	Maskiner	44
6.2.6	Materialer	45
6.3	Driftsfase.....	45
6.3.1	Arealer og rettigheder	45
6.3.2	Magnetfelter	45
6.3.3	Støj.....	46
6.3.4	Vedligeholdelse og tilsyn	46
7.	Kabelovergangsstation	46
7.1	Anlægsfasen.....	46
7.1.1	Materialer	46
7.1.2	Grundvand og regn- og spildevand	46
7.2	Driftsfasen.....	46
8.	Tilslutning til Endrup højspændingsstation	46
9.	Tilslutning tyske højspændingsnet (Tennet).....	47
10.	Ledningsomlægninger	47
10.1	Omlægning af luftledningsanlæg	53
10.1.1	Styret underboring	55
10.1.2	Kabelovergange	55

10.1.3 Nedtagning af eksisterende luftledningsanlæg	56
10.2 Omlægning af kabelanlæg	56
11. Afhængigheder i tidsplanlægningen	57

1. Indledning

Energinet skal udarbejde en miljøkonsekvensrapport for projektet ”Endrup- Grænsen: Elforbindelse til Tyskland”. Som grundlag for miljøvurderingen er der behov en teknisk beskrivelse af det projekt, Energinet ønsker at etablere. Beskrivelsen indeholder en redegørelse for de anlæg, som projektet indeholder grupperet på følgende måde:

- Luftledningsanlæg
- Kabelanlæg i åben grav
- Styret underboring
- Kabelovergangs anlæg
- Kabelovergangsstation
- Ledningsomlægninger

Først beskrives anlægget tekniske udformning i dimensioner, indhold, og arealbehov. Herefter beskrives hvordan anlægget etableres og sidst hvordan anlægget fungerer i drift.

Som indflyvning til beskrivelsen gives en præsentation af projektets hovedtræk.

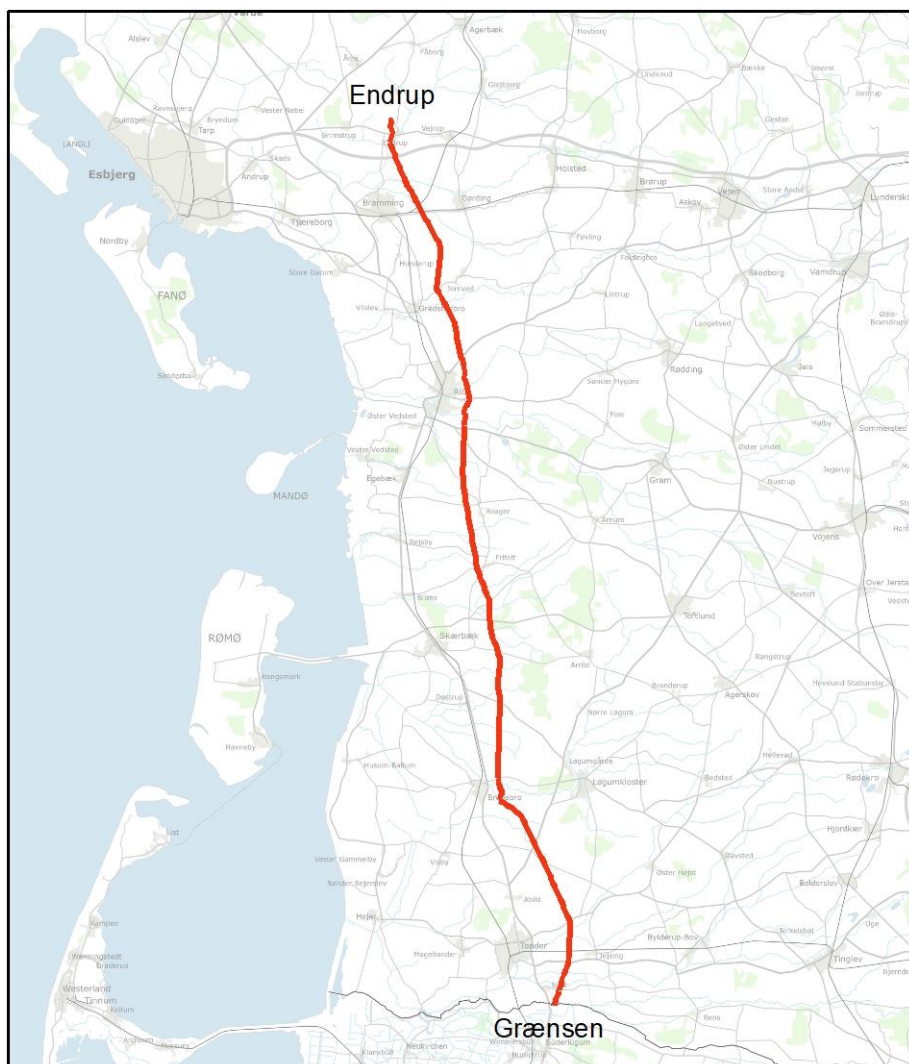
2. Projektet

Projektet omfatter et 400 kV højspændingsanlæg, som skal opføres i Vestjylland imellem den bestående højspændingsstation i Endrup og den dansk/tyske grænse. Projektet skal på strækningen ikke tilsluttes den bestående højspændingsnet, men forløber ubrudt ind i Tyskland, hvor det tyske netselskab TenneT er i gang med at bygge en forbindelse til grænsen, hvor de to forbindelser kobles sammen i et nærmere aftalt tilslutningspunkt.

Projektet er karakteriseret som et strækningsanlæg med en samlet linjeføring på ca. 74 km. Heraf udgør ca. 14 km et kabelanlæg, og de resterende 60 km et luftledningsanlæg. Der opføres en række kabelovergange, hvor der skal erhverves større geografiske områder, men derudover etableres anlægget alene med indskrænkninger i rådigheden og private arealer.

For at kunne tilslutte elforbindelsen i Endrup, skal der etableres et tilslutningsanlæg. Dette anlæg indgår ikke i denne projektbeskrivelse, fordi anlægget er miljøvurderet sammen med projektet Endrup Idomlund – En forstærkning af El-nettet, som også kræver udvidelser på Endrup Station.

Se Figur 2-1 Geografisk overblik.



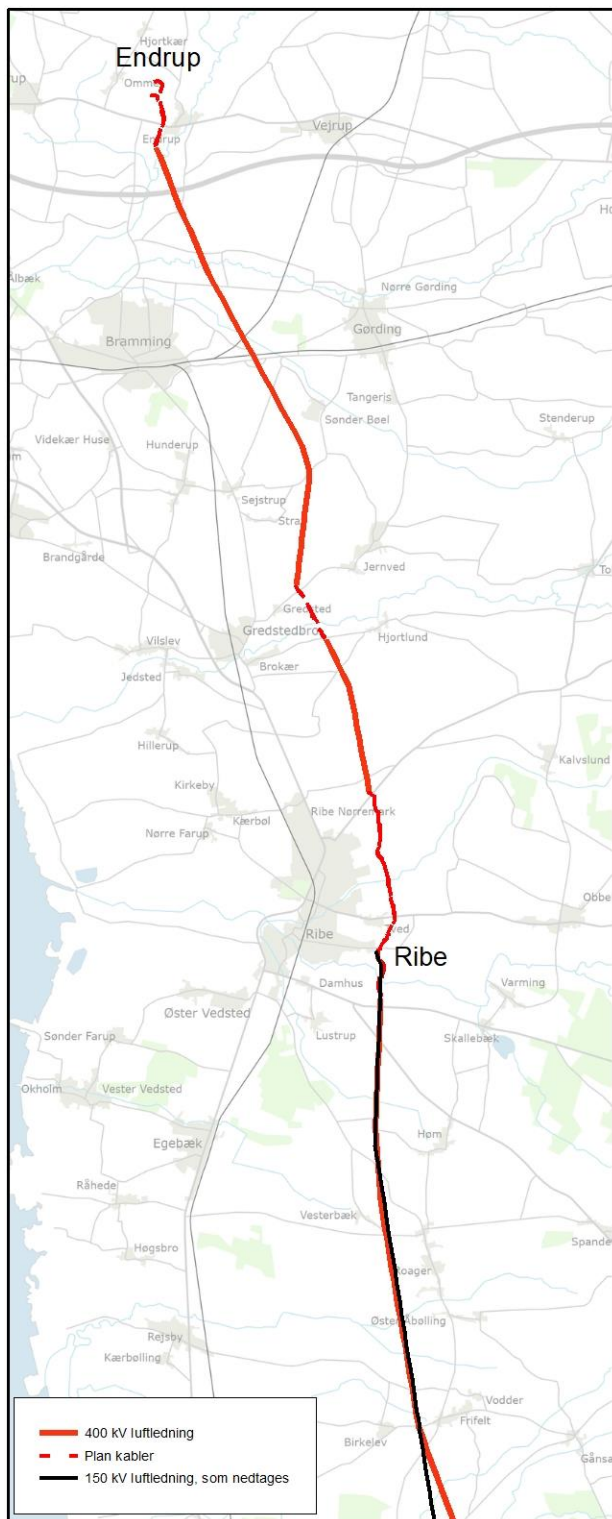
Figur 2-1 Geografisk overblik

2.1 Linjeføring

Linjeføringen er som udgangspunkt lagt fast ud fra ønske om at forbinde Endrup og Grænsen ad den korteste vej.

Linjeføringen omfatter et bælte omkring anlægget, hvor placeringen af strækningsanlægget inklusive de midlertidige arbejdsarealer, som skal udlægges under anlægsarbejdet, indgår.

Linjeføringen er vist i Figur 2-2. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**



Figur 2-2 Projektets linjeføring fra Station Endrup til Grænsen

2.2 Projektets anlæg

Projektet dimensioneres til 2 adskilte 400 kV systemer.

I de følgende afsnit gives en præsentation af de dele projektet består af.

2.2.1 Luftledningsanlæg

Luftledningsanlægget består af master med fundamenter og de ledere, som er ophængt imellem masterne.

Der skal opføres 177 master langs med linjeføringen med en gennemsnitsafstand på cirka 330 meter. Masterne er nummereret fra nord mod syd, med den første mast syd for Endrup station som mast nr. 1. Luftledningsanlægget er splittet op i delstrækninger, hver gang der udføres kabellægning. Luftledningsanlægget består af i alt 5 delstrækninger:

Tabel 2-1 Luftledningsanlæggets delstrækninger

Delstrækning	Mastenumre	Stednavn
1	1-38	Syd for Endrup til Nord for Kongeåen
2	39-51	Syd for Kongeåen til Nord for Ribe
3	52-132	Syd for Ribe til Nord for Bredebro
4	133-173	Syd for Bredebro til Rørkær
5	174- 177	Sæd til Grænsen

Luftledningen hænges op på enten bæremaster på ligeløbsstrækninger eller på de mere massive knækmaster, hvor linjeføringen slår et knæk.

Når den nye luftledning krydser eksisterende luftledninger på lavere spændingsniveauer, vil delstrækninger på de eksisterende luftledninger blive lagt i jorden af hensyn til den nødvendige afstand imellem to spændingsførende anlæg.

2.2.2 Kabelanlæg

De cirka 15 kilometer kabelanlæg er opdelt på 5 delstrækninger:

- 2,0 km syd for Endrup højspændingsstation
- 1,8 km Kongeådalen
- 6,0 km omkring Ribe
- 1,9 km øst for Bredebro
- 3,3 km imellem Rørkær og Sæd

De kabellagte strækninger anlægges som udgangspunkt i åben grav. Alternativt anlægges kabelanlægget som styret underboring. De styrede underboringer anvendes, hvor det ikke er muligt at anlægge kablet i åben grav, f.eks. på grund af blød bund, eller hvor der ved anvendelsen af den styrede underboring kan tages særlig hensyn til infrastruktur, natur eller andre følsomme forhold.

2.2.3 Kabelovergangs anlæg

Hver gang el-forbindelsen overgår fra luftledningsanlæg til kabelanlæg skal der etableres en kabelovergang. Kabelovergangen består af indtræksmaster som afslutter luftledningen og herfra forbindes lederne til en el-komponent som giver

overgangen til kabelanlægget. Der skal etableres 2 kabelovergange for hver kabellagt strækning – en i hver ende af kabelanlægget. Dette projekt omfatter i alt 7 kabelovergange, idet der ikke skal etableres en kabelovergang hvor kablet starter i en højspændingsstation, som tilfældet er ved Endrup. Kabelovergange er indhegnede områder.

2.2.4 Kabelovergangsstation

Syd for Ribe og nord for Bredebro skal der begge steder etableres en kabelovergangsstation. En kabelovergangsstation har den samme funktion som en kabelovergang og derfor den samme overordnede opbygning. På kabelovergangsstationen skal der dog desuden etableres en kompenseringspole, som skal modvirke elektrisk støj, som opstår i de kablelagte stækninger. Kompenseringspolen har et arealbehov, som betyder at arealet er lidt større end til kabelovergange, og kompenseringspolen udsender støj, når den er i drift.

2.3 Klimasikring

I planlægningen af projektet er arealernes risiko for fremtidige udfordringer som følge af klimaforandringerne inddraget. Heri er indgået vurdering i forhold til om arealerne ligger i områder som i kommuneplanerne er udpeget som områder med risiko for oversvømmelse og områder der jf. oversvømmelsesloven, er udpeget som risikoområde for oversvømmelse.

Dimensioneringen af anlæg, som håndterer regnvand, tager højde for de klimatiske fremskrivninger, som fremgår af normer og standarder for dimensionering af denne type anlæg.

3. Luftledningsanlæg

Luftledningsanlægget består af forskellige mastetyper:

- Bæremast
- Gennemløbsknækmast
- Afspændingsknækmast
- Endetræksmast

Der er i et luftledningsprojekt behov for forskellige typer master, fordi linjen ikke altid forløber på en ret linje, men skifter retning – der indbygges et knæk på linjen. Afhængig af vinklen knækket har, vælges den mast med den rette bæreevne. De to sidst nævnte anvendes hvor luftledningsanlægget slutter/starter.

Masterne kan projekteres med forskellige udseender og af forskellige materialer, som begge dele har indflydelse på mastens bæreevne og mastens udseende.

3.1 Master

Energinet har valgt, at masten skal være en Thor gittermast, se Foto 3-1. Masten er nydesignet og valgt ud fra et ønske om at skabe et visuelt "lettere" udtryk end de traditionelle gittermaster. Masten har en samlet højde på ca. 37 m. Selve masten er ca. 32 m høj. Hertil kommer en ca. 4,5 meter lang stang som på toppen bærer jordtråden. Masten er ca. 38 m bred. Masten er en gittermast, konstrueret af rør, til forskel fra de traditionelle gittermaster, der er konstrueret i vinkejern. De runde rør betyder, at den synlige overflade bliver mindre. Antallet af kryds i konstruktionen er desuden reduceret (færre zigzag). Alt i alt vil den synlige overflade være mindre, og derved fremstår masten mindre massiv.

Thor-masten består af varmgalvaniseret (forzinket) stål. Masterne vil stå med en gennemsnitlig afstand på ca. 330 meter. Afstanden vil dog variere, afhængigt af terræn, passage af infrastruktur og hensynet til f.eks. natur i området hvor mastefundamentet skal støbes.

Luftledningsforbindelsen vil på selve linjen blive opført ved anvendelse af tre forskellige typer af Thor-masten, Typerne betegnes bæremaster, gennemløbsknækmaster og afspændingsknækmaster. En fjerde undertype, endetræksmaster, anvendes på kabelovergange og kabelovergangsstationer.

Masterne placeres med en afstand til vandløbskanten så det er vurderet at vandløbsvedligeholdelsen kan gennemføres uden risiko for at ramme master tæt på vandløbet. Kommunerne har oplyst at afstanden er fastsat i vandløbsregulativene og generelt er 10 m målt fra vandløbskanten.

3.1.1 Bæremast

Bæremaster har alene den funktion at holde luftledningen oppe. De opstilles på strækninger, hvor masterne står på en ret linje. Bæremasterne har det mest slanke design.

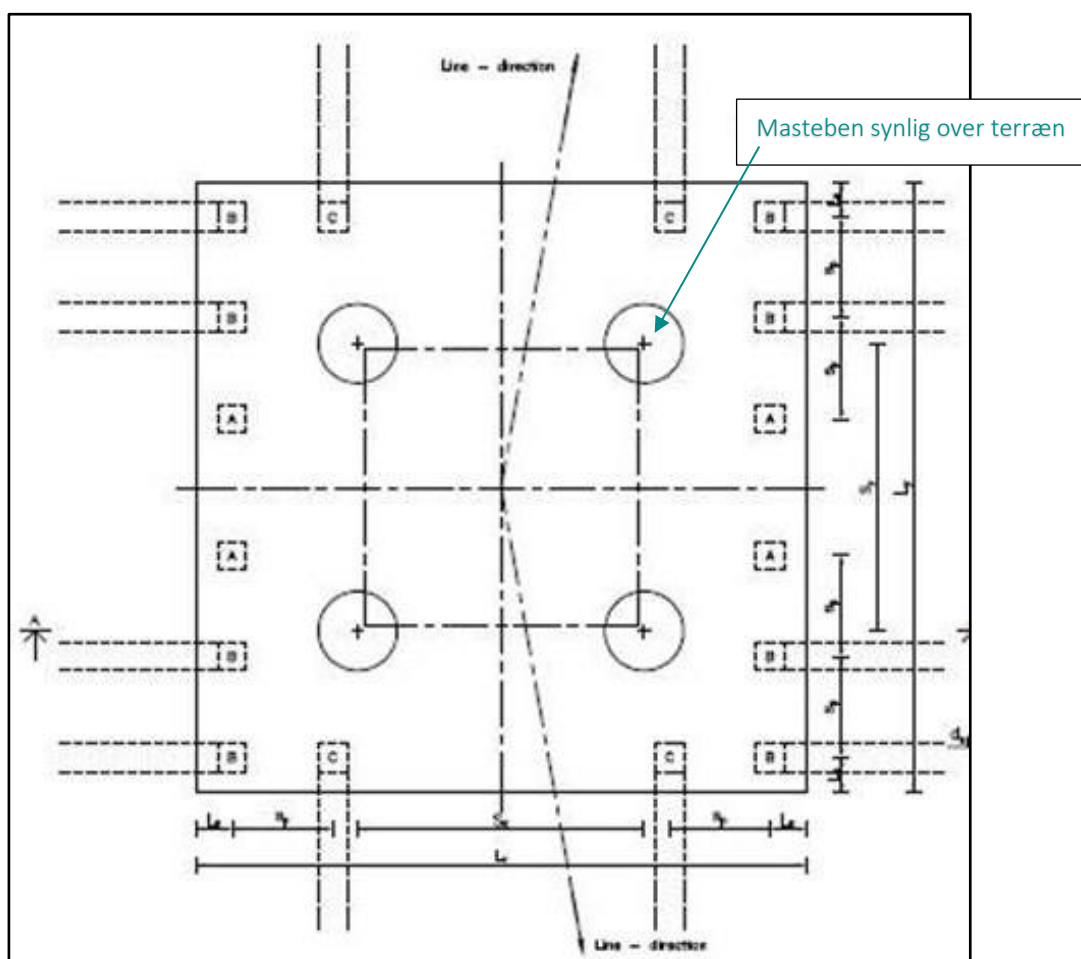


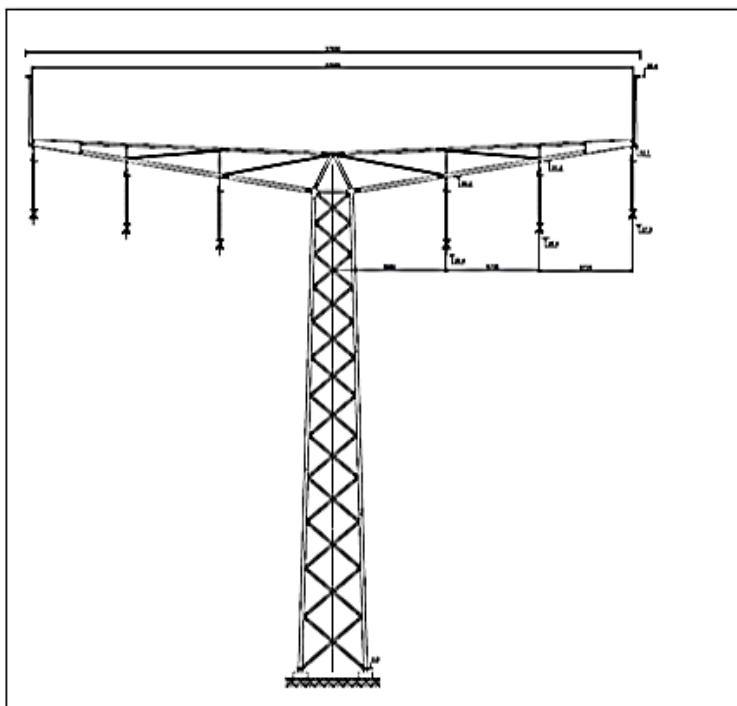
Foto 3-1 Visualisering af Thor bæremast

Bæremastens fundament er enten et pælefundament, eller et pladefundament. Fundamentstypen afhænger bl.a. af jordbundsforholdene.

Det forventes, at ved ca. 80 procent af masterne vil der blive anvendt pladefundamenter. Pladefundamentet har en størrelse på ca. 180 m^2 (13,5 m på hver led). Hele pladefundamentet vil ligge under jordoverfladen og selve udgravningen vil kræve afgravning af ca. 550 m^3 jord. De nedgraves til omkring 2,0 – 2,5 m under terræn afhængigt af jordbundsforholdene.

Resterende master pælefunderes med antal pæle som vil blive bestemt på baggrund af de geotekniske undersøgelser for hvert mastefundament. Antallet kan variere fra 4 til 10 pæle placeret indenfor fundamentspladen. Pælenes kvadratiske dimensioner i plan kan variere fra 250-400 mm i sidelængde. Pælenes længde afhænger af de geologiske forhold. Fundamentspladens størrelse varierer i størrelse men mastebenenes placering, se figur 3-1 er ens for alle master. Det er således kun de "fire ben" der efterfølgende vil være synlige i terrænet.





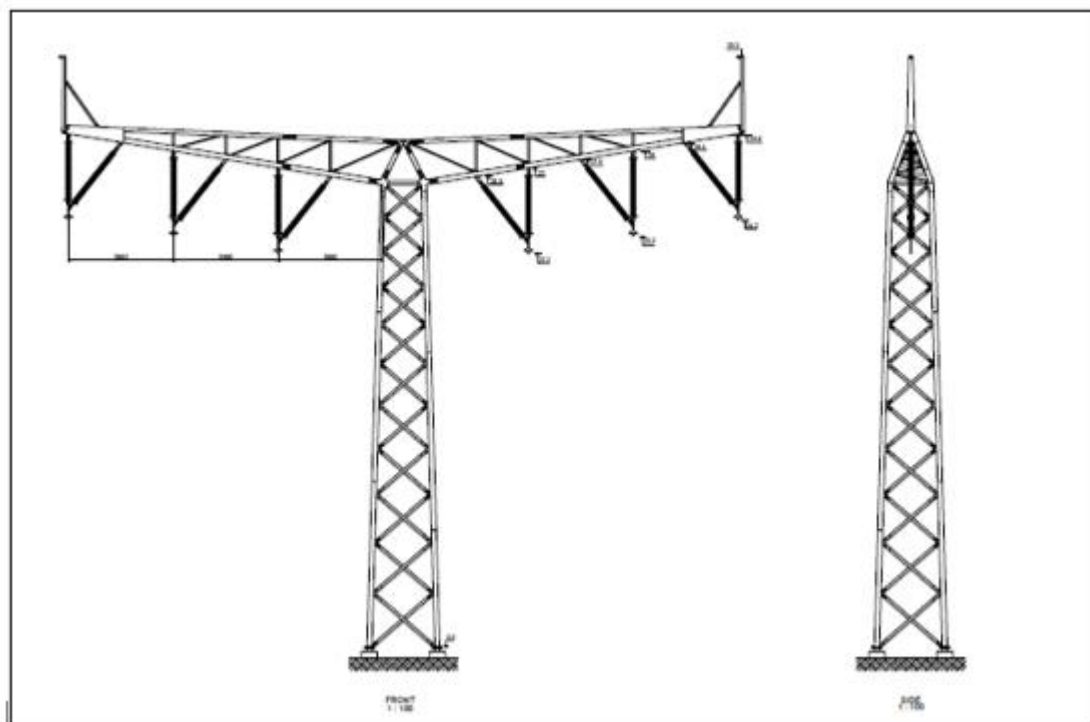
Figur 3-1 Foroven ses et eksempel på pælefundament for bæremast. Fundamentet er firdelt og hver pæl er rammet ned i jorden for sig. Under ses bæremasten.

3.1.2 Gennemløbsknækmast

Gennemløbsknækmaster anvendes ved små retningskift på 0 til 20 grader, (Figur 3-2). Disse master har samme design som bæremaster, men er lidt kraftigere. Isolatorerne hænger i en V-form, da isolatorerne skal kunne klare et vist sideværts træk fra ledningen. Ophænget af V-isolatorerne vil være lidt forskelligt afhængigt af, om der er tale om retningskift på 10 eller 20 grader.

Der er 4 m imellem mastens 4 ben. Mastens ben indrammer ved jordoverfladen således et areal på ca. 4 x 4 m, og fundamentet til en gennemløbsknækmast er enten et pælefundament eller et pladefundament. Hvilken type fundament, der anvendes, afhænger bl.a. af jordbundsforholdene. Hvis der anvendes pladefundament, har det en størrelse på ca. 180 m² (13,5 m på hver led) og vil kræve en afgravning af 550 m³ jord.

Etableringen af pælefundamenter svarer til den for bæremaster beskrevet i afsnit 3.1.1.

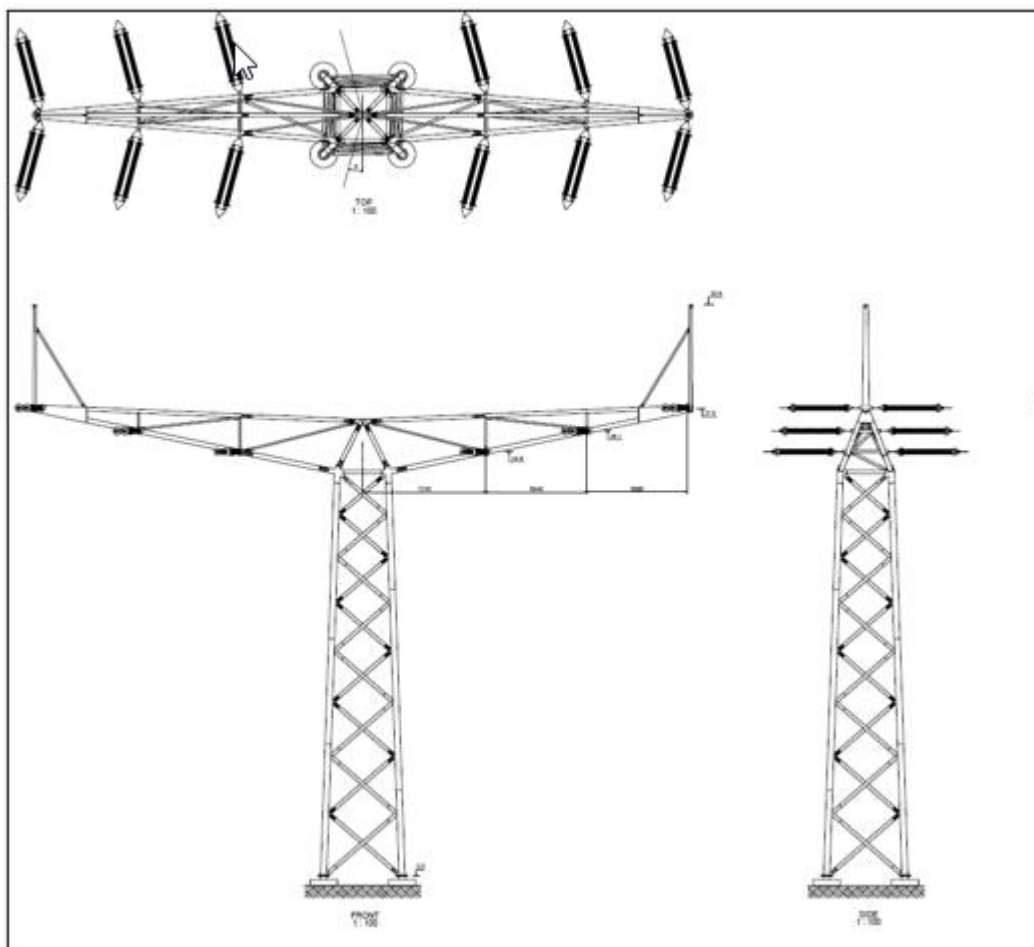


Figur 3-2 Gennemløbsknækmast som ligner en bæremast, dog lidt kraftigere, men med isolatorer ophængt i V-form. Under en gennemløbsknækmast vil der være enten pælefundament eller pladefundament, bl.a. afhængigt af jordbundsforholdene.

3.1.3 Afspændingsmast

Afspændingsknækmaster anvendes, når linjeføringen skal lave større retningsskift (Figur 3-3). Afspændingsknækmaster er kraftigere end gennemløbsknækmaster, da de skal kunne tåle et vist træk til siden fra ledningen, der er afspændt i begge retninger. På grund af de større kræfter, som afspændingsknækmasteren skal kunne optage, er den kraftigere og derfor mere massiv at se på. Afspændingsknækmasterne anvendes normalt ved knæk mellem 20 og 30 grader, men kan også anvendes ved mindre knæk, hvis der er behov for at få lederne afspændt i en mast.

Skarpe knæk på linjen kan enten ske med én mast med et skarpt knæk på op til 30 grader, eller trinvist ved at opføre to eller flere knækmaster med mindre skarpe knæk efter hinanden. Der er 5 m imellem mastens 4 ben, og benene indrammer dermed et areal på 5 x 5 m. Fundamentet til en afspændingsknækmaster har en størrelse på ca. 270 m² (16,5 m på hver led) og vil kræve en afgravning af 750 m³ jord. Ved knækmaster er fundamentet altid en helstøbt plade, hvis udformning afhænger af, hvor store kræfter der skal optages i fundamentet samt af jordbundsforholdene.



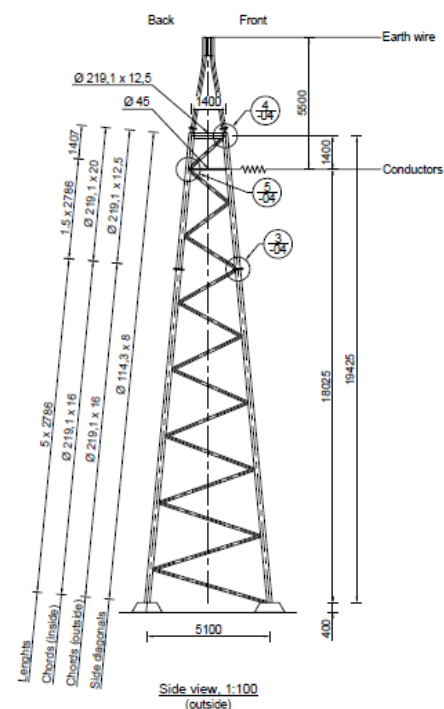
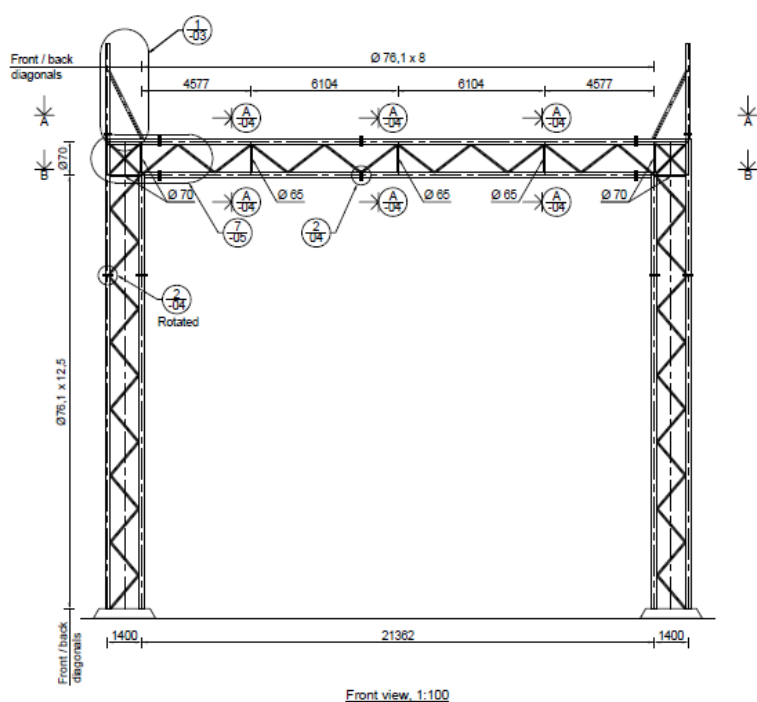
Figur 3-3 Thor-afspændingsknækmast som er lavere og mere kraftig end en bæremast og hvor isolatorerne står ud til siden i stedet for at hænge lige ned

3.1.4 Endetræksmast

Endetræksmasterne står på kabelovergange og kabelovergangsstationer, og disse master afspænder linjen, så lederen kan føres over i et kabel. Endetræksmasten har et andet udseende end de andre master, men er projekteret i rørprofiler som de øvrige master på linjen. Der er to endetræksmaster på hver kabelovergang. Masten er 23,5 m høj, se Figur 3-5.



Figur 3-4 Eksempel på endetræksmaster med anvendelse af Eagle master. (Eks fra Fyn)



Figur 3-5 Endetræksmast udført i rørprofil

Fra endetræksmasten føres ledningerne ned til kabelendemufferne, og videre i jorden i 4 x 3 parallelle kabler.

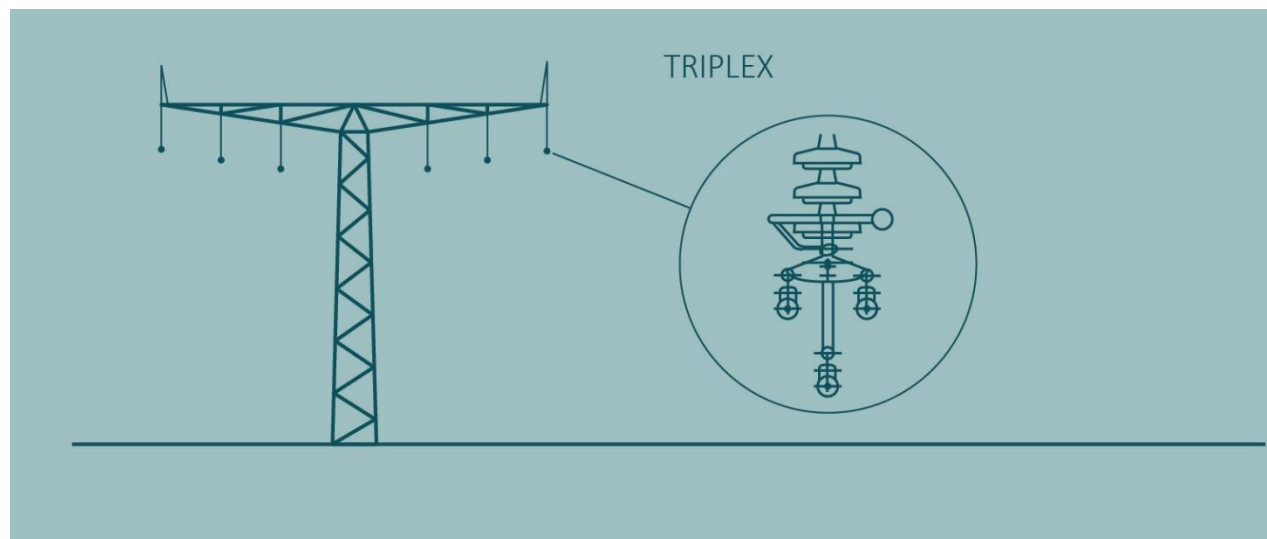
De to endetræksmaster skal kunne håndtere et meget stort træk og de to fundamenter i hver side af hver endetræksmast er derfor endnu større end fundamenter under knækmaster. Herudover laves et fundament for hver af de 12 kabelendemuffer. En kabelovergang vil have et samlet arealbehov på ca. 7.700 m² (110 x 70m), bredest vinkelret på linjeføringen. Arealet er inkl. et areal til græsslåning, skærmende beplantning og trådhegn, og den nødvendige plads til at servicere anlægget.

En endetræksmast er 23,5 m høj. Trådhegnet omkring kabelovergange er 3,0 m højt.

3.2 Ledere og jordtråd

De 2 systemer bæres på én og samme mast -, ét system på hver side af masten. Hvert system har tre faser og hver fase har tre ledninger (triplex), se Figur 3-6. Dertil kommer de to jordtråde øverst, som er direkte forbundet til masten. Jordtråden beskytter mod lynnedslag og vil under højspændingsfejl føre det meste af fejlstrømmen, så den ikke løber i jorden. Triplex er valgt, fordi der er store krav til overføringskapacitet, og fordi der udsendes mindre støj (coronastøj) i fugtigt vejr, når der er flere ledninger pr. fase (p.gr.a. lavere spændingsgradient ved ledningerne).

Ledningen vil, afhængig af topografien, som udgangspunkt være tættest på jorden midt i mastespændene. Som minimum skal afstanden fra jorden til ledningen være 9,5 m, ved højeste ledertemperatur – dvs. når den maksimale overføringskapacitet udnyttes.



Figur 3-6 Snit af luftledningsmast med triplex-konfiguration vist

Ledningerne bliver hængt op under traverserne på masterne i ca. 4 meter lange isolatorer af kompositmateriale. Ledningerne består af legeret aluminium, og er 36,2 mm i diameter og vejer ca. 2.990 kg pr. km.

3.3 Anlægsfase

Anlægsarbejdet udføres mest optimalt kontinuerligt i den rækkefølge masterne står. Hvis særlige forhold gør sig gældende, er det i planlægningen af arbejdet muligt at tilrettelægge det således, at enkelte områder kan friholdes for anlægsarbejder i kortere perioder, lige som arbejdsområdets størrelse og placering i et vist omfang kan tilpasses de lokale forhold.

Anlægsarbejdet krydser infrastrukturanlæg og kan erfaringsmæssigt tilrettelægges således, at passagen og anvendelsen af infrastrukturanlæg kan opretholdes i anlægsperioden, det gælder såvel det overordnede vejnet og jernbaner, som el- og gastransmissionen, som herved ikke bliver påvirket. Der kan vise sig behov for at regulere trafikken i forbindelse med anlægsarbejdet i den tid det tager at udføre arbejdet. Interimforanstaltninger aftales med myndighederne og/eller med ejer af infrastrukturanlægget.

Anlægsarbejderne i forbindelse med etablering af luftledningen kan under bestemte længerevarende vejrforhold potentielt skabe støvgener. For at sikre, at der ikke opstår støvgener forbundet med anlægsarbejderne, vil arbejdsarealer, adgangsveje og midlertidige oplagspladser blive vandet i tørre perioder, hvor det identificeres, at der kan opstå ophvirvling af støv.

Hvis arbejdspladser og adgangsveje ødelægger eksisterende stier, vil stierne blive reetableret, når anlægsarbejdet er afsluttet.

Anlægsarbejdet ruller frem, som en togstamme med en aktivitet pr vogn. Første "togvogn" udlægger køreplader, næste "togvogn" leverer dele, nedrammer pæle og støber fundamenter og sådan ruller toget med aktiviteterne ud af linjeføringen. Arbejdspladsen vil være åben ved hver mast 2-4 måneder fra evt. udlæg af køreplader til kørepladerne igen fjernes, når ledningerne er trukket. Der vil kun være aktiviteter i afgrænsede korte perioder indenfor de 2-4 måneder arbejdspladsen er åben. En anslået varighed af aktiviteterne ved etablering af hhv. bæremast (gælder også for gennemløbsknækmast) og afspændingsknækmast fremgår af Tabel 3-1.

Tabel 3-1 Varighed af anlægsaktiviteter ved etablering af fundament og montage af bæremaster gennemløbsknækmaster og afspændingsknækmaster. Der er tale om gennemsnitlige tal og der kan være variationer fra arbejdsplads til arbejdsplads

Aktivitet	Antal arbejdsdage for bæremast	Antal arbejdsdage for afspændingsknækmast
Udlægning af køreplader	10	10
Nedramning af pæle til fundament	2	-
Støbning af betonfundament	10	15-20
Hærdning af fundament	10	20
Leverance af mastedelev	2	2
Samling af mast	5	5
Rejsning af mast	1	1
Fjernelse af køreplader	10	10
Samlet antal arbejdsdage på hver lokalitet	50	68

3.3.1 Trækning af jordtråd og faseledere

Når masterne er rejst, skal ledningerne trådes på masterne. Ledningerne består af 18 faseledere og 2 jordtråde.

Første trin i arbejdsgangen for montering af ledningerne er at ophænge et hjul i masternes isolatorer. Så føres en forline op til og igennem hjulene ved hver mast. Så trækkes en wire tilbage hen over hjulene og herefter kan ledningerne trækkes ved hjælp af trækspil. Det er således muligt at trække ledningerne op i masten, uden at de berører vegetationen og jordoverfladen. Når ledningerne er trukket på plads og har fået den rette højde over terræn, klemmes de fast med et beslag under isolatorerne, og de hjul, der blev brugt under trækning af ledningerne, fjernes.

Til udtrækning af forlinerne anvendes normalt et mindre bæltekøretøj, men også andre køretøjer i samme stil kan anvendes. Det afhænger af entreprenørens valg og muligheder. (se eksempler på bæltekøretøjer Figur 3-7).

Køretøjet skal køre langs linjeføringen mellem masterne med forlinerne. Køretøjet kan lave små afvigelser fra linjen, når det f.eks. skal uden om mindre søer. Når køretøjet skal køre en større omvej til f.eks. en bro ved passage af brede vandløb, trækkes forlinerne over vandløbet med reb, eventuelt ved at de flyttes fra et køretøj til et andet.

Ledningerne trækkes op for en sektion af master på cirka 6 kilometer ad gangen. På lige stræk skal der placeres en midlertidig arbejdsplads til trådtrækningen for hver max. 6 km af master. Hvor linjeføringen skifter retning skal der etableres to pladser – én i hver retning af linjeføringen. Læs herom i 3.3.5.5.

Når en sektion af master er trådet og lederne trukket, flyttes arbejdspladsen videre til næste sektion og arbejdsgangen gentages.



Figur 3-7 Eksempel på bæltekøretøjer

3.3.2 Forundersøgelse

Inden anlægsarbejderne går i gang, beder Energinet det lokale museum om at udføre arkæologiske forundersøgelser i de områder, hvor det lokale museum vurderer et behov, samt efter museets vurdering, også oplagspladser og køreveje. Anlægsarbejderne går først i gang, når forundersøgelserne og eventuelle udgravninger er udført, og det lokale museum har frigivet områderne.

Forud for anlægsarbejdet, skal der udføres geotekniske borer på alle de forventede masteplaceringer. Dybden af borerne afhænger af maste- og fundamenttype og forventes ned til ca. 25 m under terræn. Borerne forventes gennemført med let, terrængående boremateriel og tager 1-3 dage for hver masteplacering.

De geotekniske forundersøgelser vil fastlægge det konkrete behov for fundering af masten på den enkelte placering. De vil desuden vise, hvor der på grund af højtstående grundvandsspejl er behov for midlertidig tørholdelse af udgravningen, mens pladefundamentet etableres. Der kan ligeledes være behov for midlertidig tørholdelse af udgravningen ved regn.

3.3.3 Forberedende arbejder

Inden selve arbejdet med etablering af luftledningen sættes i gang, fældes træer i skove og læhegn inden for anlægsarealet. Dette arbejde foregår i en separat arbejdsgang og forventes gennemført året inden det øvrige anlægsarbejde går i gang for at undgå unødige huller i tidsplanen, fordi der ofte vil være vilkår om årstider, hvor fældningen ikke kan udføres.

Rydningen af træer i anlægsbæltet forventes at ske med skovningsmaskiner. Ved særlige behov kan skovningsmaskinerne monteres med larvefodder. Hvis det viser sig nødvendigt eller krævet af myndighederne, kan nedskæring af træer i begrænset omfang ske manuelt.

3.3.4 Etablering af fundamenter

Udgravningen til fundamenterne skal holdes tør i den periode, hvor der støbes (10-20 dage) plus den periode, hvor pladefundamentet skal hærde (10-20 dage) (se Tabel 3-1). Udgravningen tørholdes hovedsagelig med brug af lænsepumpe. I særlige tilfælde kan der vise sig behov for at benytte et sugespidsanlæg. Bortledning af oppumpet vand sker efter aftale med lodsejer og myndighed til nedsivning på omkringliggende landbrugsarealer. Bunden af pladefundamentet (for knækmaster og endetræksmaster) vil typisk ligge 2,0 til 2,5 meter under terræn.

Der kan vise sig behov for at sænke grundvandet midlertidigt i forbindelse med støbning. En foreløbig screening viser at det kan vise sig aktuelt ved ca. 60 master. Lænset grundvand vil blive nedsivet på omkringliggende landbrugsarealer.

I okkerpotentielle områder udtages prøver for okker i henhold til lovgivningen om okkerpotentielle (BEK nr. 311 af 26/06/1985) områder og de vilkår myndigheden stiller for bortledningen vil blive fulgt.

3.3.5 Midlertidige arbejdsarealer

På det midlertidige arbejdsareal omkring masten skal der ske nedramning af piloteringspæle, støbning af fundament, leverance af mastedele, samling og rejsning af mast.

3.3.5.1 Adgangsveje

Adgangsveje omfatter såvel veje fra offentlig vej til arbejdspladsen, som midlertidige veje imellem arbejdspladserne ved master langs linjen. Indtil hver mast skal der etableres en ca. 4 m bred, midlertidig adgangsvej. Vejen belægges med jernplader.

Midlertidige veje imellem arbejdspladserne etableres ud fra konkret tilrettelæggelse af arbejdets udførelse.

Over vandløb på op til ca. 1 m i bredden etableres de midlertidige overkørsler ved at lægge en køreplade over. Adgangsvejen kan krydse vandløb på op til 2-3 m i bredden, ved etablering af en midlertidig overkørsel i form af jernbjælker eller anden forstærkning som kan bære kørepladen. Ved bredere vandløb kan løsningen være at nedlægge et 6 meter langt jernrør i en dimension tilpasset vandføringen. Den midlertidige overkørsel etableres over røret, af bærende HEB-jernbjælker og køreplader.

Ved krydsning af større vandløb benyttes adgangsvejen over eksisterende broer.

3.3.5.2 Skurbyer

Skurvogne med velfærdsfaciliteter til mandskab og lokaler til afholdelse af bygge- og sikkerhedsmøder. Disse faciliteter kan f.eks. oprettes på nogle af de ejendomme, som Energinet forventer at overtage i forbindelse med projektet.

Til trækning af ledere vil ca. 20 mand være i gang. Mandskabet som står for rejsning af master, vil have en skurvogn med, som transporteres fra masteplacering til masteplacering, efterhånden som arbejdet skrider frem. Ligeledes vil der være behov for en skurvogn ved trækning af ledninger. Spildevand fra skurvogne afledes til samletank eller kloak.

3.3.5.3 Oplagspladser

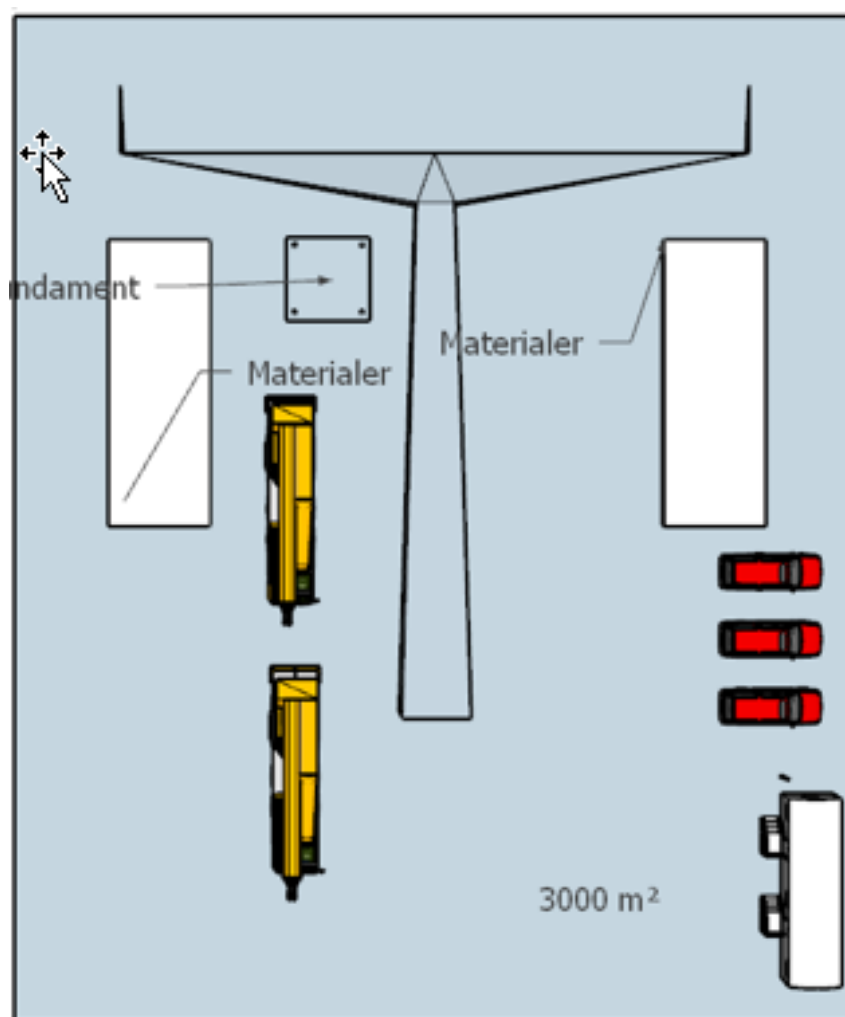
Der er behov for to typer midlertidige opbevaringspladser.

- Opbevaringspladser på ca. 4.000 m² til ledningstromler og isolatorer, som vil skulle bruges i ca. 8 måneder og
- Opbevaringspladser på ca. 10.000 m² til mastedele, som vil skulle bruges i ca. 12 måneder.

På opbevaringspladserne sker der som udgangspunkt ikke andet arbejde end transport til og fra disse. Opbevaringspladser til henholdsvis ledningstromler og mastedele kan evt. ligge samme sted og placeres typisk ved større landbrugsbygninger eller i et industriområde med tilstrækkelig plads og gode tilkørselsforhold. Det tilstræbes at opbevaringspladserne lægges så tæt på brugsstedet som muligt. På hele strækningen forventes ca. 3 pladser til hver type opbevaring. For at undgå tyveri af materiel på opbevaringspladserne vil der være bevægelsessensorer med alarmanlæg, der tænder lys. Lamper og projektorer orienteres eller skærmes, så de ikke blænder nærliggende boliger.

3.3.5.4 Arbejdspladser

Arbejdspladsen ved hver mast er på ca. 3.000 m² (50m x 60m), som vist på Figur 3-8. Afhængigt af jordens beskaffenhed og bæreevne belægges arbejdsvej og arbejdsareal med køreplader. Kørepladerne lægges direkte på jorden, men da de skal ligge jævnt og gerne vandret af hensyn til risikoen for udskridning, kan det være nødvendigt at planere arealerne før udlægning af køreplader.



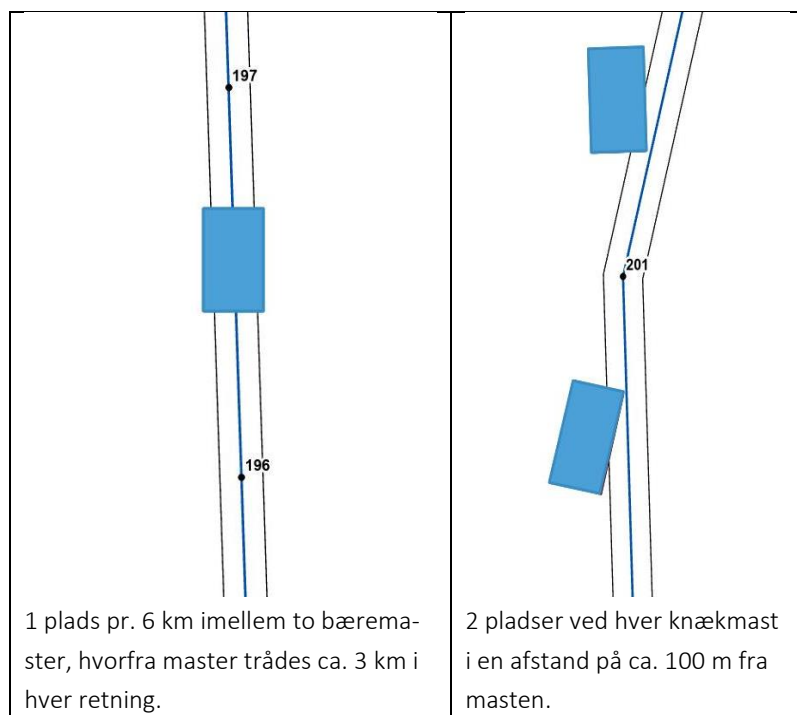
Figur 3-8 Arbejdsplads omkring master

Placering af arbejdspladser for rejsning af master justeres efter de lokale forhold og beskyttelseshensyn. På særlige lokaliteter med mange forskellige hensyn kan der ændres på standarddesign af pladserne. Det kan være ved at justere placering af adgangsveje, dreje retningsorienteringen af arbejdspladsen, ændre på opsætning af udstyr, tilpasse afstande til særlige beskyttelseshensyn, samt ved at tilpasse perioder med aktiviteterne på arbejdspladserne.

3.3.5.5 Træk- og tromlepladser

Fra de midlertidige opbevaringspladser skal de oprullede ledninger transporteres til arbejdspladser (træk- og tromlepladser). Ledningerne trækkes ud til begge sider i linjeføringens retning og hænges op på masterne.

På de lige strækninger placeres træk- og tromlepladser midt mellem to bæremaster for hver 5-6 km langs med linjeføringen. Træk- og tromlepladserne har en standardstørrelse på cirka 60 m* 90 m (5.400 m²). Den midlertidige arbejdsplads har en varighed på ca. 16 uger, hvorefter den fjernes og flyttes videre til en ny sektion af master. Ved knækmaster hvor linjeføringen skifter retning skal der nogle steder etableres to træk- og tromlepladser – en i hver retning i en afstand på ca. 100 m fra knækmasten. Illustreret på Figur 3-9.



Figur 3-9 Princip for placering af standard træk- og tromlepladser for h.h.v. bæremaster og knækmaster

Placering af træk- og tromlepladser og afstande til master justeres efter de lokale forhold og beskyttelseshensyn. På lokaliteter med mange forskellige hensyn ændres på standarddesign af pladserne på samme måde som det sker for arbejdspladserne beskrevet i afsnit 3.3.5.5. Princippet for placering af trækpladser er illustreret i Figur 3-9.

På hver træk- og tromleplads etableres lamper eller projektører med tændt lys udenfor arbejdstid. Lamper og projektører orienteres eller skærmes, så de ikke blænder nærliggende boliger. For at undgå tyveri af materiel på opbevaringspladserne vil der være bevægelsessensorer ved alarmanlæg, der tænder lyset udenfor arbejdstid.

3.3.6 Maskiner

Til arbejdet med transport af mastedele, støbning af fundament, samling af master og rejsning af master vil der blive anvendt en lang række maskiner. Det præcise behov kan ikke fastlægges på nuværende tidspunkt, men baseret på erfaringer fra tidligere projekter er de nedenstående et kvalificeret bud:

- Blokvogne (f.eks. til piloteringsmaskine)
- Almindelige lastbiler.
- Betonblander som leverer beton til støbning af fundament.
- Piloteringsmaskine som etablerer pælefundament til bæremaster og gennemløbsknækmaster. Som udgangspunkt anvendes traditionelle betonplade fundamenter for knækmaster, men det kan ikke udelukkes at pilotering også kan komme i anvendelse ved knækmaster.
- To krantraktorer og en mandskabslift til samling af master
- En mobilkran og en større kran (som tager fat i hver ende af masten) til at løfte masten på plads på fundamentet.
- En eller flere lifte til montage af ledningerne oppe i masterne
- Trådtrækningsmaskiner med spil til at trække ledningerne op i masterne

- Bæltekøretøjer til trækning af forliner

3.3.6.1 Støj

I forbindelse med at ramme pæle kan der opstå bygningssskadelige vibrationer i afstande op til 25 m fra arbejdspladsen.

3.3.6.2 Varighed

Anlægsarbejdet for nedramning af betonpæle til mastefundamenter er den mest støjende aktivitet ved etablering af luftledningsanlæg. Nedramning af betonpæle udføres med rammeværktøj og udføres over 1-2 dage pr mast. Det tager erfaringsmæssigt ca. 2 timer at ramme en betonpæl til maximal dybde, og kortere tid for de korte pæle. Aktiviteten vil kun ske inden for normal arbejdstid kl. 07-18.

I forbindelse med rejsning af master og trækning af ledninger, planlægges arbejdet som udgangspunkt udført inden for normal arbejdstid, som på hverdage er kl. 07-18 og lørdage kl. 07-14. Etableringen af masteanlægget kræver sammenhængende perioder, hvor arbejdet ikke kan afbrydes, uden at arbejdsprocessen skal starte forfra. Det kan ikke udelukkes, at der kan vise sig behov for at færdiggøre arbejdsprocesser uden for de angivne arbejdstider. Støjende arbejde uden for dette tidsrum, skal anmeldes til den respektive kommune. Energinets tilsynsførende sikrer at lodsejere inden for 400 meter fra alle masterne, informeres forud for igangsætning af anlægsarbejderne, både om tidspunkt og varighed af arbejdet.

Til samling og rejsning af master vil der være et samlet mandskabsbehov på 6-7 mand til at føre maskinerne og tilse arbejdet fra jorden.

3.3.6.3 Transporter

Det anslås at der vil forekomme omkring 20 transporter/mast, som transporterer bl.a. mastedele, køreplader, beton etc. frem til oplagspladser og videre frem til de enkelte mastelaceringer. Samt 20-30 lastbiltransporter som transporterer materialer til trækpladser hvorfra ledningen skal trækkes ud.

Det mandskab som skal udføre arbejdet skal transporteres til og fra arbejdspladsen minimum 1 gang dagligt. Hvis skurbyen ligger væk fra arbejdspladsen skal mandskabet desuden transporteres til og fra i forbindelse med pauser.

Der vil desuden være transport med blokvogne og andre tunge maskiner f.eks. mobile kraner til og fra arbejdspladsen til piloterings-maskine og rejsning af masten.

3.3.7 Materialer

Masterne bliver udført i forzinkede stålrør. Der skal i gennemsnit anvendes 500 kg zink til galvaniseringen af 1 mast.

Fundamenterne består af beton. Fundamentets størrelse og dermed materialeforbrug vil afhænge af den konkrete lokalitet, jordbundsforhold og mastetypen. Fundamentets udformning for de enkelte mastetyper fremgår af afsnit 3.1. Fundamentspladerne vil have en tykkelse på mellem 60 cm og 1,1 m. Ved en knækmast vil der skulle bruges 55 til 280 m³ beton. Ved en bæremast vil materialeforbruget være væsentligt mindre, 20 til 107 m³.

Lederne består af legeret aluminium. Isolatorerne består af stål og kompositmateriale (glasfiber og silikonegummi).

Ved anvendelse af standardfaseledere til 400 kV, som har en diameter på 36,2 mm, kan en tromle rumme ca. 1,9 km ledning. Da der skal etableres ca. 60 km luftledning med 18 ledere mellem Endrup og Idomlund skal der samlet anvendes ca. 1080 km ledere, som skal transporteres på ca. 568 stk. tromler.

Derudover skal til de 2 jordtråde anvendes ca. 60 km jordtråd og ca. 60 km jordtråd med lysleder (OPGW – Optical Ground Wire), som består af stål, aluminium og glasfibre..

Tabel 3-2 Mængdeopgørelse for materialer som er nødvendige for at etablere 400 kV luftledningen.

Delkomponent i 400 kV luftledningen		Fraktionstype	Vægt pr. mast Ton	Vægt total Ton	Totalt materialeforbrug Ton
Mastefundament		Beton	205	37.100	41.087
		Armeringsjern	22	4.000	
Mast		Stål	30	5.430	5.521
		Zinkgalvanisering	0,5	91	
Tråd	Jord- tråd	Aluminium	0,267	20	53
		Stål	0,44	33	
	Fase- leder	Aluminium	46,8	3.463	3.463
Isolatorer		Aluminium	0,2	36	54
		Komposit	0,1	18	
TOTAL					50.178

3.4 Driftsfase

3.4.1 Arealer og rettigheder

Der skal ikke erhverves arealer til masteanlæggene og linjeføringen. Omkring hver mast og langs linjen vil der blive tinglyst en servitut.

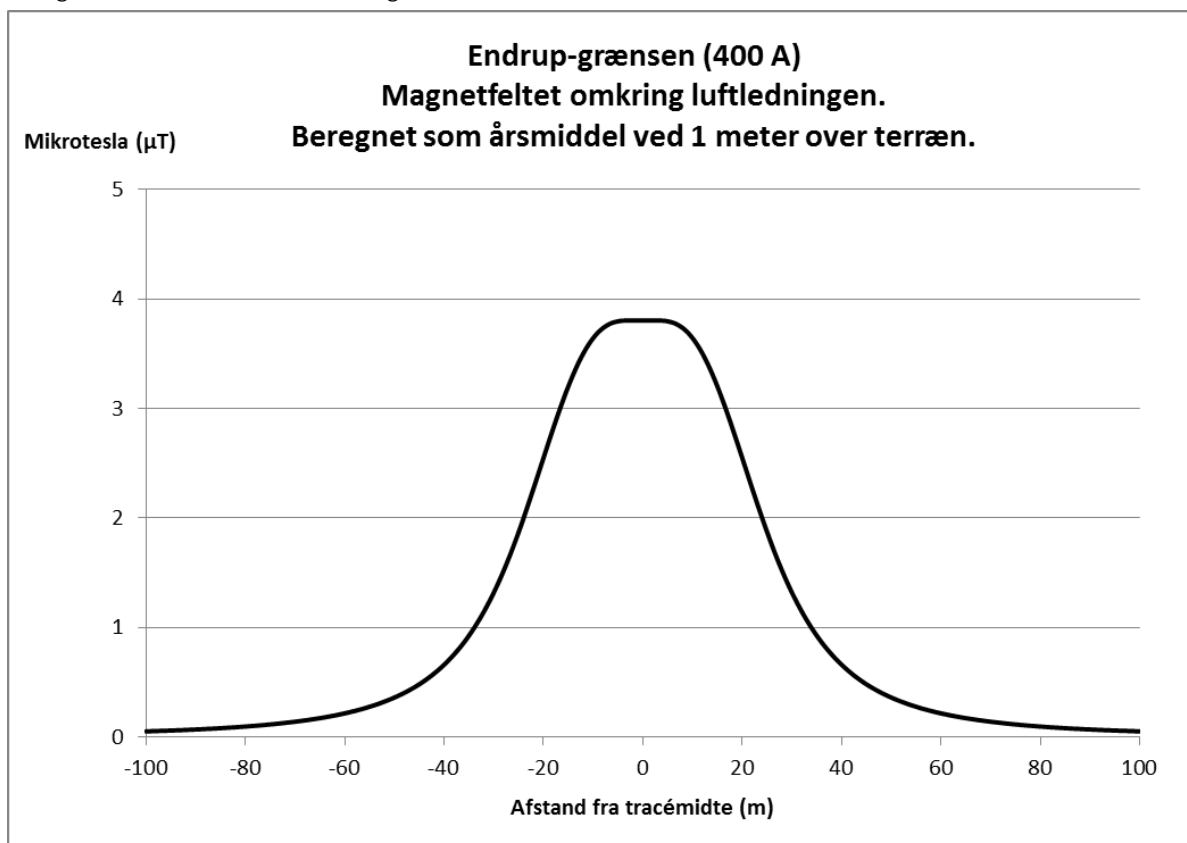
3.4.1.1 Servitut

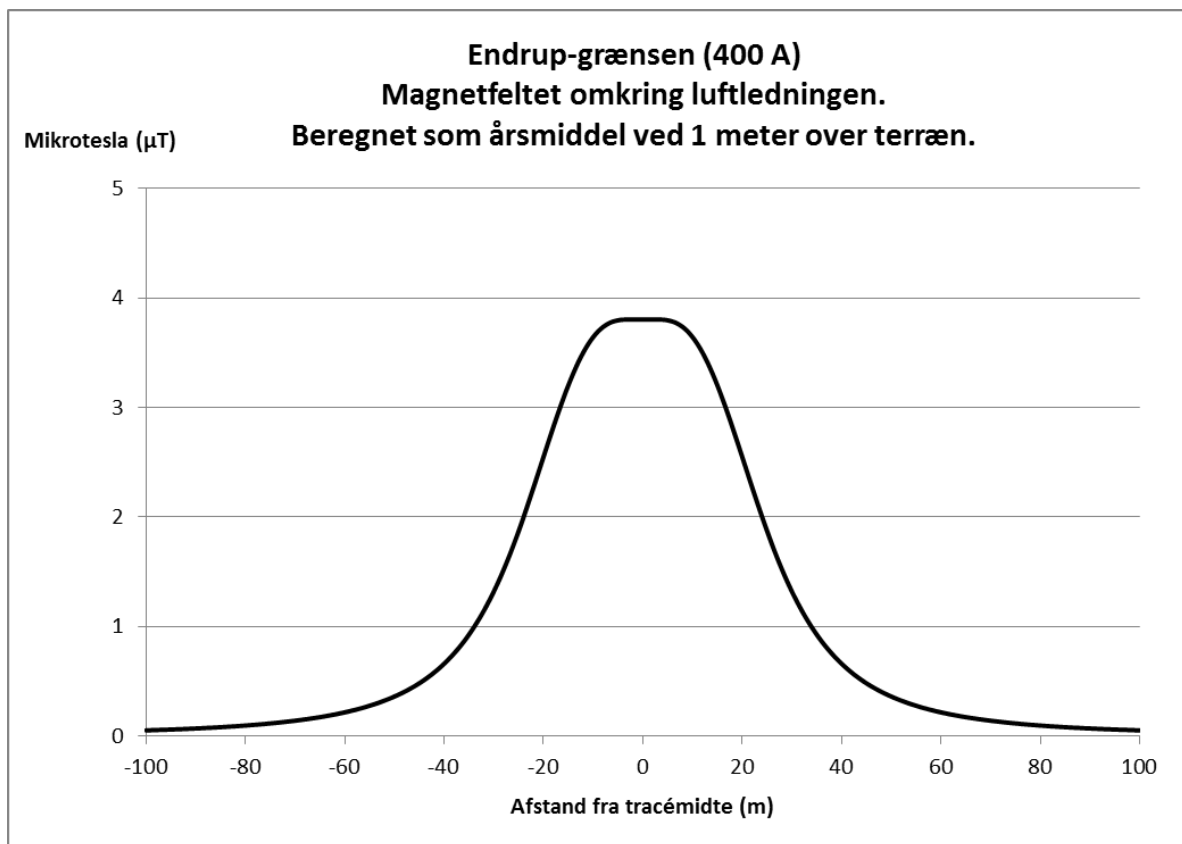
Omkring luftledningen vil der blive tinglyst et servitutareal på de berørte private ejendomme. Inden for servitutarealet vil der ske periodevis rydning af træer og buske, så sikkerhedsafstanden til den nye luftledning overholdes. Servitutarealet vil være 15,5 meter på hver side af anlægget, midt i spændet mellem to master og cirka 9,25 meter ved selve masterne. Dvs. en samlet maksimal bredde på servitutarealet på 69 meter.

Servitutten skal sikre anlæggets tilstedeværelse og Energinets adgang til at vedligeholde anlægget. Lodsejerne vil blive indskrænket i deres rådighed hvis der opsættes master på deres jord, og skal desuden respektere Bekendtgørelse om sikkerhed for udførelse af ikke-elektrisk arbejde i nærheden af elektriske anlæg, Bek. 1112 af 18/08/2016. Udover begrænsninger i trævækst under anlægget kan jorden under luftledningsanlægget dyrkes med landbrugsafgrøder som hidtil.

3.4.2 Magnetfelter

På grund af strømmen i ledningerne vil der opstå et magnetfelt omkring anlægget. Magnetfeltet omkring luftledningen beregnet som årsmiddelværdi fremgår af





Figur 3-10 Beregnet magnetfelt på baggrund af luftledningsanlæggets forventede strøm beregnet som årsmiddelværdi.

Energinet ophænger faserne asymmetrisk på masterne for at mindske magnetfeltet mest muligt. Der er i alt 3 faser i hvert system. En mast bærer to systemer, en på hver side af masten. Årsagen til, at det særlige faseophæng begrænser magnetfelter er, at magnetfelter i en vis udstrækning kan ophæve hinanden.

3.4.3 Støj

Når anlægget er i drift, kan det udsende koronastøj især i fugtigt vejr. Det skyldes det høje elektriske felt omkring ledningerne. Målt i 80 meters afstand er det erfaringen at støjen generelt ligger under 40 dB(A). Det kan ikke udelukkes af støjniveauet på 40 db(A) kan blive overskredet i perioder med særligt fugtigt vejr – tåge og støvregn.

Derudover støjer luftledningerne i drift ikke.

3.4.4 Vedligeholdelse og tilsyn

Én gang om året udfører Energinet tilsyn med helikopter for at se, om trævæksten under og i nærheden af ledningerne udgør en sikkerhedsmæssig risiko. Hvis træerne bliver for høje, skal de beskæres. Ved tilsyn vil der ligeledes blive holdt øje med, at der ikke sker ulovlig opførelse af bygninger eller midlertidige oplag, som kan udgøre en risiko for anlægget eller befolkningen. Herudover forventes et mere gennemgående tilsyn hvert 3-5 år.

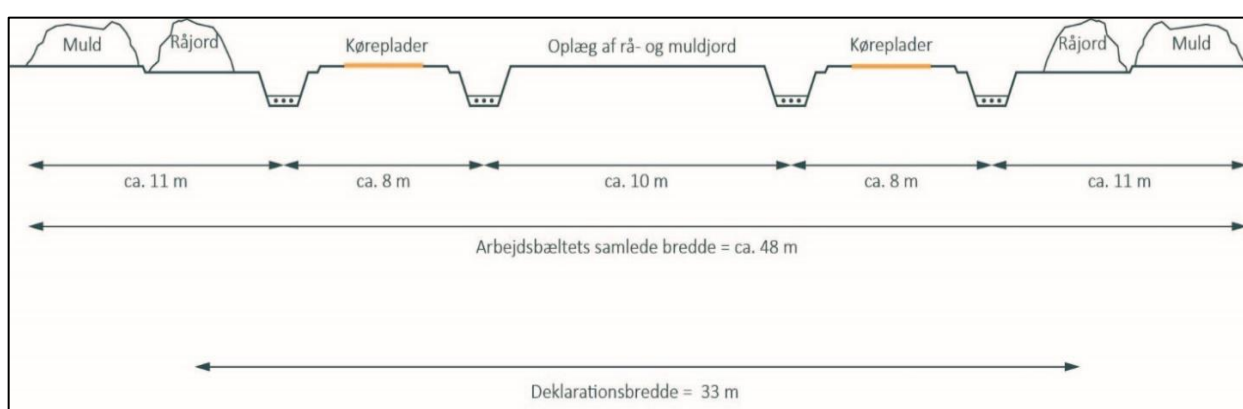
Ved tilsynet afklares behovet for vedligeholdelse af det tekniske anlæg.

4. Kabelanlæg i åben grav

Når et luftledningsanlæg med 2 stk. 400 kV systemer og en overførings evne på 2 x 2500 MW skal føres som kabler i jorden, omfatter det 4 kabelsystemer (2 kabelsystemer til hvert luftledningssystem), med 3 individuelle kabler per system. Det bliver således $4 \times 3 = 12$ kabler. Hvert kabel har en diameter på ca. 130 mm. Der vil blive anvendt et PEX-kabel med en leder af aluminium.

Kabelanlægget etableres i fire parallelle kabelgrave, som etableres ved traditionel opgravning. Hver kabelgrav er ca. 2,1 meter bred i toppen og der trækkes 3 kabler parallelt i bunden af hver udgravning.

Arbejdsbæltet på tværs af kabegravene er ca. 48 m, og den servitut, der tinglyses, er ca. 33 m bred, Se Figur 4-1.



Figur 4-1 Snit af kabelanlæg anlagt ved i åben grav

4.1 Linkbokse og andre overjordiske anlæg

Der skal etableres link-bokse undervejs på kabelanlægget for at udkompensere skærmstrømme. For at kunne føre vedligehold på udvalgte linkbokse bliver de placeret i en teknikbrønd på ca. 2 m i diameter som lukkes med et dæksel ca. 0,3

meter over terræn. For de udvalgte linkbokse på en konkret kabelstrækning skal der etableres en teknikbrønd for hvert jordkabelsystem.



Foto 4-1 Eksempel på teknikbrønde ved fire parallelle kabelsystemer. Ved siden af teknikbrøndene står røde markeringsstandere. Placering og behov for markering vil være en konkret vurdering i de enkelte tilfælde. Der er en brønd for hvert kabelsystem.

Ud over linkbokse vil røde markeringsstandere være synlige anlæg over terræn i forbindelse med kabelanlæg.

4.2 Anlægsfase

Anlægsarbejderne kan i perioder med tørvejr skabe støvgener. For at sikre, at der ikke opstår støvgener forbundet med anlægsarbejderne, vil arbejdsarealer, adgangsveje og midlertidige oplagspladser blive vandet i disse perioder, hvor det identificeres, at der kan opstå ophvirvling af støv.

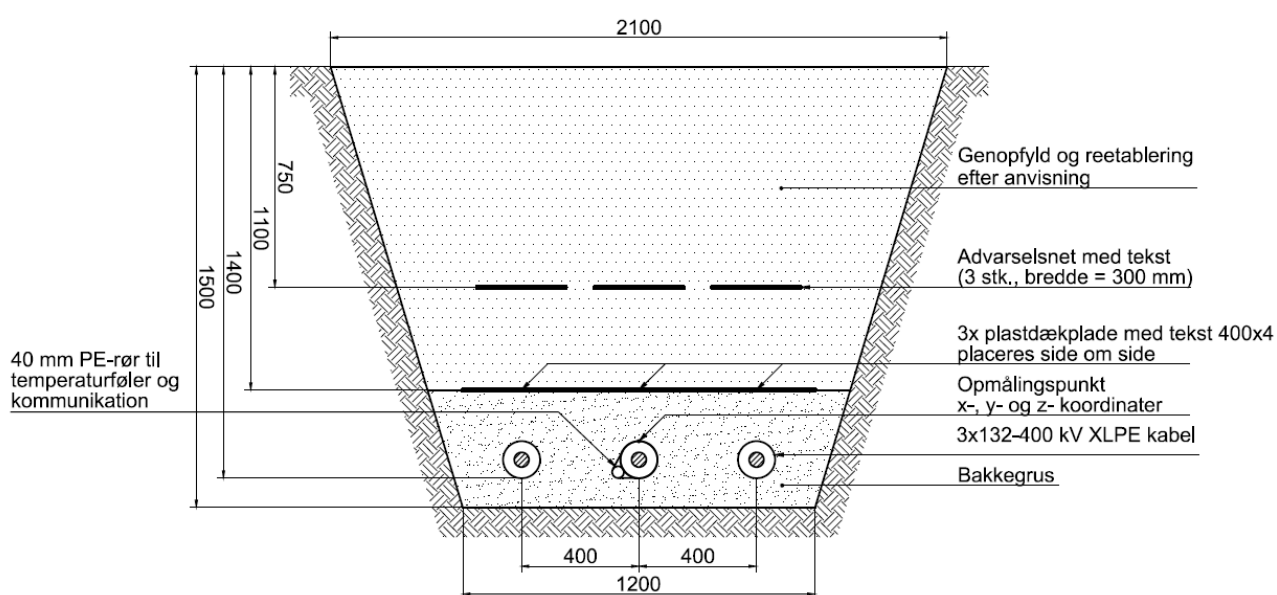
Hvis arbejdspladser og adgangsveje ødelægger eksisterende stier, vil stierne blive reetableret efterfølgende.

4.2.1 Kabelgrav

Den mest anvendte anlægsmetode er kabellægning i åben grav. Denne anlægsmetode kræver et arbejdsbælte på ca. 48 m, da der skal etableres 4 parallelle kabelgrave (se Figur 4-1). Kabelgraven er ca. 2,1 meter bred i toppen, 1,2 meter bred i bunden og 1,5 meter dyb (se Figur 4-2). På den ene side af kabelgraven kører anlægsmaskinerne (evt. udlægges køreplader) og på den anden side oplægges den opgravede jord. Som udgangspunkt vil jorden blive opdelt i muldjord og råjord. Anlægsbæltets bredde kan reduceres med ca. 6 meter i områder, hvor skarp adskillelse af muldjord og råjord ikke er nødvendig. Herudover kan der helt ekstraordinært på en meget kort afgrænset strækning (<100m) ske længdeflytning af jord, så der ikke er behov for plads til jordoplæg. Den mindste bredde af arbejdsbæltet er herved ca. 30 meter.

Som for luftledningen vil der være tale om "togvogne" der ruller fremefter, med forskellige aktiviteter ombord; udlægning af køreplader, afrømning af muld, opgravning af kabelgrav, nedlægning af kabel, tildækning og fjernelse af køreplader. Anlægsarbejdet udføres mest optimalt kontinuerligt.

Anlægstoget krydser infrastrukturanlæg og kan erfaringsmæssigt tilrettelægges således af passagen og anvendelsen af infrastrukturanlægget kan opretholdes i anlægsperioden, det gælder såvel det overordnede vejnet og jernbaner, som el- og gastransmissionen som herved ikke bliver påvirket. Der kan vise sig behov for at foretage trafikreguleringer under anlægsarbejdet. Interimforanstaltninger aftales med myndighederne og/eller infrastrukturejer.



Figur 4-2 Snittegning af kabelgraven efter installation.



Foto 4-2 Eksempel på et afrømmet arbejdsbælte til dobbelt kabelgrav, lige inden gravning af selve kabelgravene. I dette projekt vil anlægsbæltet være ca. dobbelt så bredt, da der skal laves 4 kabelgrave.

I kabelgraven udlægges ca. 10 cm sand i bunden. Kabler og fiberrør udlægges og dækkes med 30 cm sand, som derefter komprimeres. Sandet ligger i sanddepoter langs traceet, hvorfra det hentes løbende. Sandet transporteres og udlægges med særlige sandudlægningsvogne.

Råjorden fyldes tilbage og komprimeres, og til sidst tildækkes kabelgraven med muldjord. Mængden af overskudsjord er meget begrænset og vil blive udjævnet i arbejdsbæltet.

4.2.2 Muffegrave

Alle de steder, hvor to kabelender skal samles, etableres muffegrave. Da en kabellængde er 1.000-1.200 m lang, vil denne længde være den forventede afstand mellem muffegravene.

Ved muffegravene kan arbejdsbæltet være lidt bredere (ca. 52 m), da graven, hvor mufferne placeres i, er bredere end kabelgraven. Nogle muffetyper/leverandører kræver, at mufferne fastgøres i et underlag af beton, andre muffetyper kan lægge direkte i sand.



Foto 4-3 Længs kabelstrækningen vil der være behov for at etablere muffegrave hvor kabelenderne samles. Tilstedeværelse i disse områder vil være længere, mens anlægsbæltet ved muffegravene kan være lidt bredere end anlægsbæltet langs kabelgravene.

4.2.3 Forundersøgelser

Inden anlægsarbejderne går i gang, beder Energinet det lokale museum om at udføre arkæologiske forundersøgelser i de områder, hvor det lokale museum vurderer et behov, samt efter museets vurdering, også oplagspladser og køreveje. Anlægsarbejderne går først i gang, når forundersøgelserne og eventuelle udgravninger er udført, og det lokale museum har frigivet områderne.

4.2.4 Forberedende arbejder

Samme forberedende arbejder om rydning som for luftledningsanlægget. Se afsnit 3.3.3.

4.2.5 Tørholdelse af anlægsgrav

Der vil for alle kabelstrækninger være et behov for at bortlede regnvand, der samler sig i kabelgraven. Derudover kan der være behov for at bortlede højtstående grundvand ved enten lænsning fra pumpesumpe eller på visse strækninger ved hjælp af sugespidsanlæg. Da kabelgravene kun anlægges med en dybde på ca. 1,5 m og står åbne i kort tid (op til 10 dage) forventes vandmængderne at være begrænsede.

Vand fra tørholdelse af kabelgrave vil blive bortledt lokalt til terræn efter aftale med lodsejer.

I okkerpotentielle områder udtages prøver for okker i henhold til lovgivningen om okkerpotentielle (BEK nr. 311 af 26/06/1985) områder og de vilkår myndigheden stiller for bortledningen vil blive fulgt.

4.2.6 Midlertidige arbejdsarealer

4.2.6.1 Adgangsveje

Adgangsveje fra offentlig vej til arbejdsområdet udføres som for luftledningsanlægget. Se afsnit 3.3.5.1.

Der skal etableres 2 parallelle midlertidige veje langs med hele kabeltraceets udstrækning som vist på Figur 4-1.

4.2.6.2 Skurbyer

Skurbyer til kabelanlægget placeres sammen med skurbyer til luftledningsanlægget. Se afsnit 3.3.5.2.

4.2.6.3 Oplagspladser

I forbindelse med installation af kabler vil der være behov for midlertidige opbevaringspladser langs anlægsbæltet. Det drejer sig om et sanddepot på ca. 1.000 m² for hver ca. 500 m, som anvendes i ca. 6 uger. Herudover en tromledepotplads på ca. 2.500 m² for hver ca. 2.000 m, som anvendes i ca. 12 uger (se eksempel Foto 4-3). På en tromledepotplads skal der kunne stå ca. 24 kabeltromler. Tromlepladser til h.h.v. kabler og luftledninger vil blive planlagt med mest mulig synergi, ved at genbruge pladserne fra det ene til det andet anlægsarbejde og ved at lægger pladserne i tilknytning til hinanden, således synergier kan udnyttes, i form af f.eks. fælles adgangsveje.



Foto 4-3 Opbevaring af kabeltromler med jordkabel på tromledepotplads langs anlægsbæltet

Endelig vil der være behov for opbevaring af alle kabeltromlerne, indtil de køres ud til de enkelte kabelstrækninger. Det er typisk et centralt lager på en havn eller i et industriområde. På hver træk- og tromleplads etableres lamper eller projektører som kan tændes udenfor arbejdstid. Lamper og projektører orienteres eller skærmes, så de ikke blænder nærliggende boliger. For at undgå tyveri af materiel på opbevaringspladserne vil der være bevægelsessensorer med alarmanlæg, der tænder lyset.

4.2.6.4 Arbejdspladser

Arbejdspladsen ligger langs kabeltraceet. Der vil dog være særlige arbejdspladser i forbindelse med muffegrave. Se afsnit 4.2.2.

4.2.7 Maskiner

Til arbejdet med nedlægning af jordkablet vil der blive anvendt en lang række maskiner.

- Blokvogne til at transportere kabeltromlerne frem til det midlertidige depot.
- Trækspil til at trække kablet ud.
- Kabeltromlevogn til at transportere kabeltromler ud til pladserne, hvor kablet trækkes ud.
- 3 gravemaskiner og en rendegraver
- 3 traktorer med sandvogn
- Lastbiler til transport af sand frem til sanddepoter

4.2.7.1 Varighed

I forbindelse med anlæg af jordkablerne vil der så vidt muligt blive arbejdet i alle døgnets lyse timer. Dvs. om sommeren også uden for normal arbejdstid, som på hverdage er kl. 7-18 og lørdage kl. 07-14. Anlægsarbejde i alle døgnets lyse timer forudsætter at Energinet kan indhente dispensation hertil fra de berørte kommuner.

Processen for kabellægning starter med afrømning af muldlaget, herefter graves kabelgraven. Den enkelte kabelgrav står åben så længe, som det tager at lægge en kabellængde på 1.000-1.200 meter, normalt 2-5 dage. Der skal graves fire parallelle kabelgrave i dette projekt, derfor vil det tage op til ca. 20 dage (4 x 5 dage) at etablere 1.000 m kabelanlæg. Der kan være situationer, hvor der graves og udlægges to kabellængder inden kabelgraven dækkes til, således at to parallelle kabegrave står åbne samtidig, i alt 2.000- 2.400 m lang. Kabelgraven står i så fald åben i op til 10 dage. Det forventes, at der maksimalt bliver udtrukket to kablektioner på en uge, det normale vil være en kablektion pr. uge.

Samling af kablerne i muffegrave forventes at tage cirka 40 dage.

4.2.7.2 Transporter

Transporterne er anslået ud fra de mængder der skal transporteres. En transport er tur/retur:

- Transport af mandskab til arbejdspladsen og imellem skurby og arbejdsplads
- Transport af maskiner på blokvogne
- 500 transporter med sand på traktorer fra sanddepot til kabelgrav
- 350 transporter med sand på lastbiler til sanddepoter
- 168 transporter med kabeltromler på blokvogne til leveres på oplagspladser.
- 169 transporter med kabeltromler på traktorer med vogne fra oplagspladser til kabelgrav

Transporterne fordeler sig jævnt over de strækninger, der skal anlægges.

4.2.8 Materialer

Kabelanlægget forventes af være 14 km langt. Der lægges 12 kabler ved siden af hinanden, hvilket svarer til at der skal anvendes ca. 168 km kabel. Da en tromle kan rumme ca. 1,0 km kabel, svarer det til 168 tromler.

Med aluminiumslederens diameter på 62 mm skal der anvendes ca. 13 ton aluminium til kabelanlægget.

Der udlægges et lag på 40 cm sand i bunden af kabelgraven, hvor ledningen etableres i åben grav. På 14 km strækning er der behov for ca. 7,750 m³ sand.

4.3 Driftsfase

4.3.1 Arealer og rettigheder

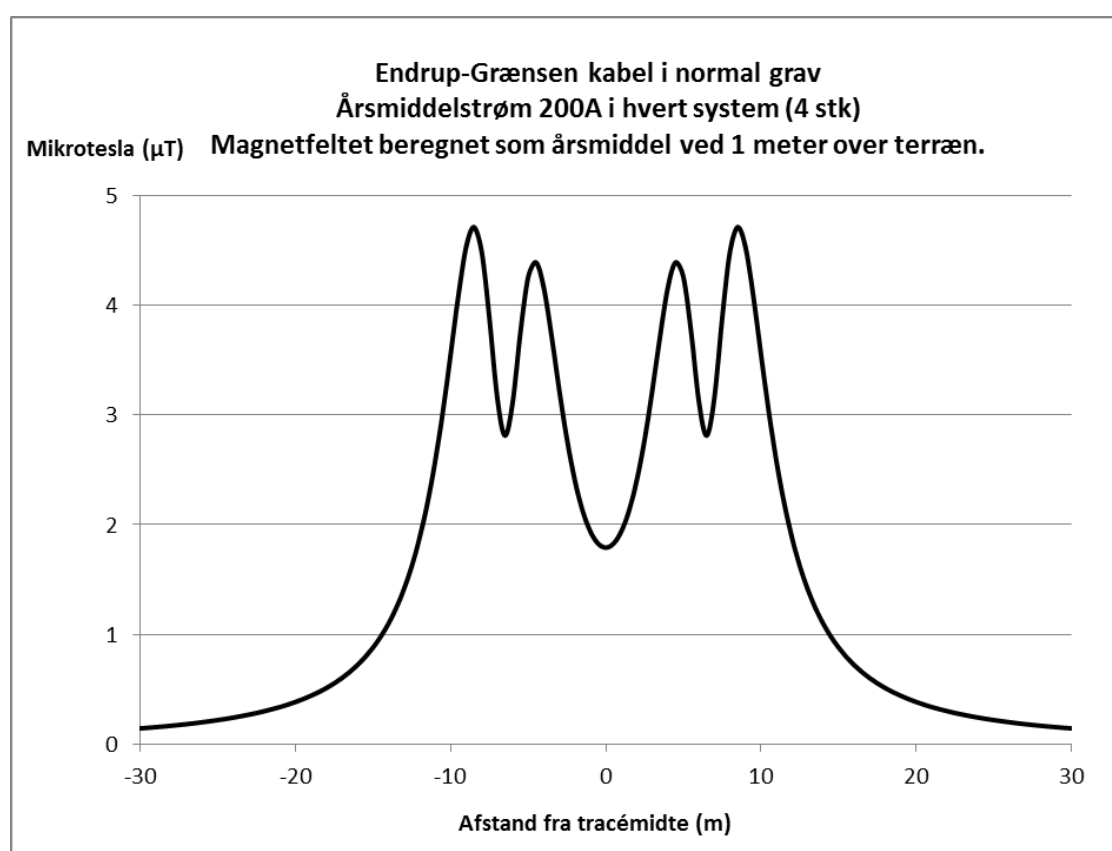
Der skal ikke erhverves arealer til kabelanlægget i åben grav.

4.3.1.1 Servitut

Selve kabelanlægget fylder ca. 27 m. Der vil blive deklareret et servitútbælte på 33 meters bredde over kabelanlægget, hvor det er etableret i åben grav, dvs. det fysiske anlæg og yderligere 3 meter på hver side. I servitútbæltet må der dyrkes afgrøder, men ikke laves jordarbejder dybere end 60 cm, etableres bebyggelse eller plantes træer med dybdegående rødder. Servitútbæltet vil blive plejet i overensstemmelse hermed.

4.3.2 Magnetfelter

Når kablet er i drift, vil der opstå et magnetfelt omkring kabelanlægget. Magnetfeltet omkring jordkablet (baseret på en placering af kablerne som vist i Figur 4-1 beregnet som årsmiddelværdi fremgår af Figur 4-4.



Figur 4-4 Magnetfelt omkring jordkabel som er anlagt i åben grav, beregnet som årsmiddelværdi.

4.3.3 Støj

Kabelanlægget udsender ikke støj, idet det ligger nedgravet i jorden.

4.3.4 Vedligeholdelse og tilsyn

Der føres ikke løbende tilsyn med kabelanlægget i sig selv. Der vil alene være behov for at tilgå kabelanlægget ved opståede fejl på anlægget. Dog skal linkboksene kunne tilses efter behov.

Der føres tilsyn og udføres vedligeholdelse af kabeltraceet for bevoksning og ulovligt byggeri indenfor servituttens bælt.

5. Styret underboring

Hvor særlige forhold begrunder det, kan kablerne etableres ved styret underboring i stedet for i åben grav. Det kan f.eks. være ved krydsning af veje, jernbaner, vandløb og sårbare naturområder.

De steder, hvor kablerne er etableret ved styret underboring, vil de ligge dybere i jorden end i åben grav. Dybden afhænger af jordbunden og underboringens længde, og varierer mellem 2 og 30 meter under terræn.

De styrede underboringer inddeles i to hovedgrupper - de korte og de lange underboringer.

Korte underboringer defineres som underboringer på under 200 m. Den indbyrdes afstand imellem foringsrørerne er ca. 6 m, og boringen udføres til 2-5 m under terræn. Korte underboringer anvendes, hvor kabelanlægget krydser veje, jernbaner og følsomme områder med begrænset udstrækning. Afhængig af længden tager det 2-3 måneder at udføre en kort underboring. Der er planlagt 9 korte underboringer, men antallet kan gå op eller ned, når krydsningerne er detalprojekteret.

Lange underboringer defineres som underboringer på over 200 m. Ved lange underboringer (> 200 m), vil der være mindst 6 m mellem foringsrørerne i underboringen og arbejdspladsen vil være tilsvarende bredere, mindst 78 m.

Meget lange underboringer på over 500 m forventes at tage 6-8 måneder, men ved uforudsete hændelser kan det tage ca. et år, afhængigt af de lokale forhold.

En underboring består af i alt 12 foringsrør, idet der kun kan ligge et kabel i hvert foringsrør. I foringsrøret ligger kablet omgivet af bentonit eller vand, for at kablet kan afgive varmen til den omgivne jord. Der skal være mindst 6 meter mellem hvert foringsrør og derfor bliver kabelanlægget etableret ved underboring mindst 78 m bredt. Den indbyrdes afstand kan blive større end 6 m ved lange og dybe underboringer, dels pga. det større tryk i boringen under anlægsarbejdet, og dels for at kunne opretholde overføringsevnen for kabelanlægget i driftssituationen. Herudover er der særlige dybdekrav og afstandskrav ved underboringer af f.eks. jernbaner. Der kan være særlige kritiske forhold i forbindelse med dels underboringer længere end ca. 200 m og dels underboringer af kritiske områder såsom vådområder/vandløb. Derfor skal der her laves en geoteknisk forundersøgelse, forinden underboringen kan endeligt projekteres.

5.1 Anlægsfase

En underboring udføres ved flere gennemboringer af den ønskede strækning. Første gennemboring udføres af et lille borehoved, som ved gennemboring af strækningen udskiftes med et bor i en lidt større diameter. Det tykkere bor bores retur til boremaskinen, og det betyder at hullets diameter udvides. Processen fortsættes frem til den nødvendige diameter er opnået.

Når den nødvendige diameter af borehullet er opnået, trækkes et foringsrør igennem borehullet mod boremaskinen. Kablet trækkes herefter igennem tomrøret.

Under boreprocessen anvendes borevæske, der stabiliserer og smører borehullet og transporterer det udborede materiale ud af boringen. Borevæsken opbevares i et hul i jorden, som graves til formålet, hvorfra det ledes ud i boringen. Når borevæsken har opsamlet udboret materiale kaldes den boremudder.

For at reducere forbruget af borevæske, transporteres boremudderet (borevæske med udboret materiale) kontinuerligt fra slutpunktet og tilbage til startpunktet, mens underboringen foretages. Recirkuleringen sker i de foringsrør som etableres. For den første af de 12 underboringer er der dog behov for at udlægge en slange hvori recirkuleringen kan ske. Herefter vil det underborede rør blive brugt til recirkulering af boremudderet. Udlægningen af slange sker med et mindre køretøj som fx en ATV eller et køretøj på larvefødder med et lavt marktryk, for herved at mindske påvirkningerne af jordstrukturen mest muligt, og der køres kun i områderne én gang i forbindelse med udlægning af slangen og én gang i forbindelse med fjernelse af slangen. Så vidt det er muligt vil slangen blive udlagt i eksisterende stier og spor inden for området. Slangen vil blot ligge ovenpå vegetationen, mens underboringen gennemføres.

Alternativt kan recirkulationen ved den første boring gennemføres ved transport med en lastbil, som kører fra underboringens slutpunkt tilbage til startpunktet ad de udlagte adgangsveje til arbejdspladserne. Ved krydsning af vandløb, forventes slangen udlagt på bunden af disse.

I forbindelse med gennemførelse af styret underboring, er der en risiko for blow-out, hvor boremudder bliver presset op og siver ud på overfladen og eventuelt ud i vandløbene - f.eks. gennem sprækker i jorden. Risikoen for dette afhænger bl.a. geologien. Som udgangspunkt falder risikoen for blow-out med dybden og stiger med længden af underboringen. Risikoen for blow-out er størst nær start- og slutpunktet for underboringen, da man her er tættest på overfladen.

Entreprenøren vil inden igangsættelse af arbejdet blive bedt om at udarbejde en beredskabsplan som specificerer, hvordan han forholder sig ved et eventuelt blow-out. Den skal indeholde retningslinjer for renholdelse, inddæmning og opsamling af boremudder med slamsuger, tilgængeligheden af pumper og/eller gravemaskiner til akut indsats, håndtering af dræn, og store nedbørshændelser, spuling af område efter blow-out, udlæg af spærringer i et vanddækket område og muligheder for oppumpning af spild. Den konkrete håndtering af et blow-out vil afhænge af stedet og omfanget, men der skal være et beredskab, som kan håndtere hændelsen med det samme. Et evt. blow-out opdages ved visuel inspektion eller monitoring af trykfald ved boremaskinen. Ved underboring af vandløb og Natura 2000-områder vil der være konstant overvågning, så underboringen kan stoppes ved mindste tegn på udslip af boremudder i vandet. Ved underboring af øvrige områder vil der være overvågning langs ledningen

Når kablerne er installeret i forerøret foretages en afpropning af underboringen, så udslip af bentonit fra forerøret undgås.

5.1.1 Forundersøgelser

Ved lange underboringer (>200 m), som er teknisk mere komplicerede og ved underboring af vådområder, udføres geotekniske forundersøgelser af jordbunden i det område som skal underbores for at kunne projektere underboringen således, at risikoen for blow-out hændelser minimeres.

De geotekniske forhold har betydning for projekteringen af underboringen. Det kan betyde at underboringen skal flyttes i forhold til den oprindelige planlagte placering, at underboringen skal bores dybere eller afstanden imellem forerørerne skal øges. De anslåede arbejdsbredder og arbejdspladser størrelser kan derfor ændres sig med de naturgivne forhold.

Den geotekniske forundersøgelse består typisk af boringer med et sneglebor med en diameter på ca. 15 cm, hvorfra der tages prøver op af jordlagene. Alternativt som CPT-test, hvor en sonde presses ned i jorden under måling af trykforholdene. Om muligt vil undersøgelserne blive udført med en borerig. Køreplader kan udlægges, hvis der er behov i det konkrete område. Se Figur 3-7, et eksempel på bælteboremaskiner.

Efter afsluttet borearbejde forsegles boringen i toppen. Opboret materiale fyldes tilbage i boringen eller fjernes fra lokaliteten. Boredybden afhænger af behovet, som vurderes konkret.

5.1.2 Forberedende arbejder

Det sikres at drænrør i arbejdspladsområdet er afproppet forinden arbejdet med underboringen sættes i gang.

5.1.3 Midlertidige arbejdsarealer

Midlertidige arbejdsarealer som etableres til andre anlægsaktiviteter vil i videst muligt omfang blive genbrugt til de styrede underboringer.

5.1.3.1 Adgangsveje

Der vil blive etableret midlertidige adgangsveje fra offentlig vej til arbejdsarealerne ved start og slut for underboringen, til brug for transport af materialer og maskiner. Adgangsveje vil efter behov forsynes med køreplader. Arbejdsarealerne og midlertidige køreveje vil, ligesom ved de andre beskrevne anlægsarbejder, blive vandet i tørre perioder, hvor det identificeres, at der kan opstå ophvirvling af støv.

Hvis arbejdspladser og adgangsveje ødelægger eksisterende stier, vil stierne blive reetableret, når anlægsarbejdet er afsluttet.

5.1.3.2 Skurbyer

Skurby etableres indenfor arbejdspladsen. Alternativt kan skurby benyttes fælles med de øvrige anlægsaktiviteter.

5.1.3.3 Oplagspladser

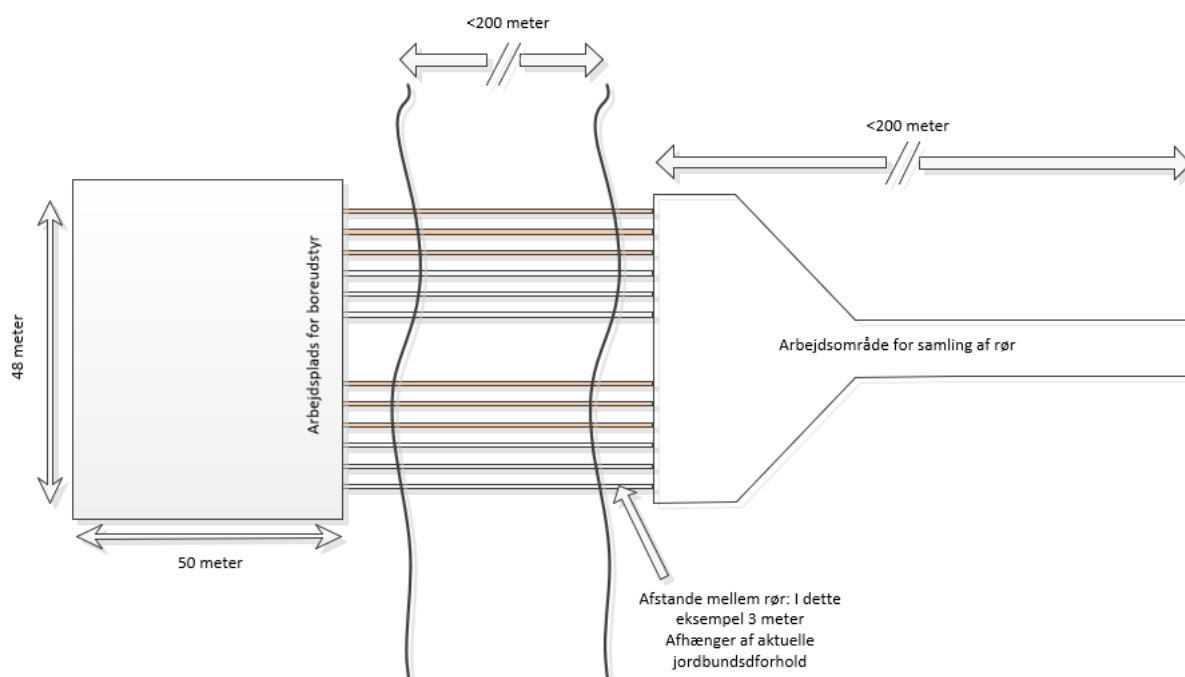
Oplagspladsen til de styrede underboringer er indeholdt i arbejdspladsen. Alternativt kan oplagspladser til anlægsaktiviteter benyttes.

5.1.3.4 Arbejdspladser

Underboringer kræver etablering af to arbejdspladser. Den ene arbejdsplads placeres i den ende af underboringen, hvor boreudstyret opstilles - startstedet, den anden i den ende hvor boringen afsluttes.

Ved korte underboringer, (<200 m), vil der være behov for et arbejdsareal på ca. 2.000 m² til boreudstyr. Ved lange underboringer vil arbejdspladsen være større – forventeligt 50x78 m hvilket svarer til ca. 4.000 m². Ved såvel de lange som de korte underboringer samles forerøret i sin fulde længde inden det trækkes ned i boringen. Det betyder at der skal være plads til at lægge hele længden ud ovenfor og i forlængelse af boringen. Det vil sige, at hvis underboringen er 500 m lang, skal pladsen til samling af røret også være mindst 500 m lang.

I dette projekt skal arbejdspladserne være relativt brede, da det ikke kun er et enkelt kabel, der skal underbores, men 12 kabler. Et eksempel på arbejdspladsernes udformning ved korte underboringer på under 200 m ses i Figur 5-1.



Figur 5-1 Illustration af arbejdsplads i forbindelse med en kort underboring på under 200 m.

Ved lange underboringer vil der være behov for minimum 78 m bredde, men især ved lange underboringer kan det være nødvendigt at øge afstanden mellem de enkelte underboringer (rør), og det kan forekomme at nogle boringer ikke lykkes, og der derfor må inddrages yderligere plads.

Ved start og slut af underboringen graves et hul til opbevaring af boremudder. Herfra recirkuleres boremudderet til brug i underboringen. Boremudderet kan ikke strømme ud af opbevaringshullet og ud i området omkring opbevaringshullet. Når underboringen er afsluttet, tømmes hullet for boremudder og hullet fyldes op med den jord, der blev bortgravet ved opstart.

Såfremt terrænforholdene på arbejdspladsen medfører, at det ikke kan udelukkes, at der kan ske afstrømning ud af arbejdspladsens arealer etableres om nødvendigt en barriere som eksempelvis en jordvold.

Der vil i nødvendigt omfang blive opsat lys på arbejdsarealerne. Lamper og projektører orienteres eller skærmes således, at de ikke blænder nærliggende ejendomme. Lys er slukket når ikke der arbejdes på pladserne. Af hensyn til tyverisikring af materialer og maskiner forsynes lyset bevægelsessensorer, der tænder lyset.

5.1.4 Maskiner

Til arbejdet med underboring vil der blive anvendt en lang række maskiner.

- Vogne til at transportere kabeltromler, foringsrør og borevæske frem til startpunkt for underboringen.
- Borerig
- Trækspil
- 3 gravemaskiner og en rendegraver
- Kassetter for borestænger

- Recirkuleringsanlæg til boremudder
- Skurvogne og diverse containere
- Traktor med slamsuger



Foto 5-1 Eksempel på arbejdsareal ved lang styret underboring.

5.1.4.1 Støj

Indenfor tidsrummet 7-18 forventes de vejledende støjkriterier i det åbne land at kunne overholdes hos nærmeste nabo.

Energinet vil i forbindelse med ansøgning om dispensation til at arbejde udenfor normale arbejdstider, udarbejde en støjhandleplan, som præciserer støjniveauet for den valgte underboringsmetode. Energinets tilsynsførende vil informere de nærliggende beboelsesejendomme, forud for igangsætning af anlægsarbejdet, både om arbejdets varighed og tidspunkt for udførelse.

5.1.4.2 Varighed

Det tager 2-3 måneder at udføre de korte underboringer, mens de lange underboringer forventeligt tager 6-8 måneder, og ved særlige udfordringer kan anlægsperioder på op til et år ikke udelukkes.

I forbindelse med underboring, planlægges arbejdet som udgangspunkt udført indenfor normal arbejdstid, som på hverdag er kl. 07-18 og på lørdage kl. 07-14. Arbejde udenfor dette tidsrum kan vise sig nødvendigt og forudsætter dispensation fra den berørte kommune.

5.1.4.3 Transporter

Transporterne til og fra de styrede underboringer ligger i perioden for opstilling og nedtagning af arbejdspladsen. Der skal transporteres de nødvendige maskiner og materiel til arbejdspladsområdet.

I den daglige drift er skal mandskab transporteres til og fra området.

5.1.5 Materialer

Ved underboring skal der ikke udlægges sand omkring kablet, men foringsrøret bliver liggende og udfyldes med bentonit eller vand, bl.a. af hensyn til de termiske forhold omkring kablet. Herudover anvendes yderligere borevæske i forbindelse med gennemførsel af underboringen for at stabilisere borehullet. Forbrug af borevæske afhænger af jordbundsforhold og metodevalg, men i et tidligere projekt har det været 3-4 gange borehullets volumen ved korte underboringer og 7-9 gange ved lange.

Boremudderet består helt overvejende af vand (ca. 97 %) og bentonit (ca. 3 %), som er naturligt forekommende ler. I forbindelse med den konkrete underboring kan borevæske blive tilsat forskellige additiver, som bl.a. afhænger af de jordlag, der skal bores igennem. Additiverne indvirker på borevæskens viskositet og dermed dets egenskaber for "smøring" af underboringen. Disse additiver er f.eks. Hydropack, Tunnel-Gel Plus, Pac-L og Soda Ash. Soda Ash justerer pH og anvendes kun i svær lerjord, Pac-L anvendes typisk i sandet jord og isolerer mod grundvand, Tunnel Gel Plus nedsætter friktion og Hydro Pack anvendes ved boring i saltvand. Den enkelte boreentreprenør har erfaring med forskellige additiver afhængigt af de forhold der mødes på underboringslokaliteten. I forbindelse med anvendelse af borevæske skal kommunen vurdere, om der er behov for en godkendelse efter Miljøbeskyttelseslovens § 19.

Energinet har bedt DHI om at foretage en vurdering af 36 forskellige stoffer, der benyttes i forskellige projekter. DHI har både foretaget vurderinger af bentonitprodukter, af forskellige additiver og af betonkemikalier. DHI har vurderet, om anvendelse af et givent produkt risikerer at forurene overfladevand, grundvand og jord (DHI, 2021).

DHI har taget kontakt til de enkelte leverandører af kemikalierne med henblik på at få så detaljerede sammensætningsoplysninger som muligt for de enkelte produkter. For de kemiske produkter, som indeholder organiske stoffer, er leverandørerne specifikt blevet anmodet om at bekræfte/afkræfte, at der er konserveringsmidler i produkterne. Derudover er leverandørerne af de uorganiske produkter blevet anmodet om at fremsende analyser (især for tungmetaller) af deres produkter samt analyser fra udvaskningstest. Leverandørernes oplysninger er fortrolige og må derfor kun oplyses til de relevante myndigheder. DHI har underskrevet en fortrolighedsklausul, men Energinet har ikke kendskab til indholdsstofferne i de benyttede stoffer.

DHIs vurderinger er foretaget efter generelle principper, så de kan anvendes for alle Energinets projekter. Der er desuden både foretaget vurderinger i forhold til mulig kontakt med overfladevand og til jord/grundvand.

DHI har foretaget en farlighedsscreening af samtlige stoffer i produkterne i overensstemmelse med den metode, som blev anvendt i Hjorth et al. (Hjorth, 2016). Her bliver stofferne inddelt i følgende grupper:

- Prioriterede stoffer I
- Prioriterede mobile stoffer Ia (undergruppe til ovenstående gruppe)
- Gruppe II ikke prioriterede stoffer
- Uorganiske stoffer

Der er udført en risikovurdering af prioriterede stoffer og vurdering af uorganiske stoffer.

I forbindelse med underboringerne i dette projekt, vil der kun blive anvendt stoffer som kan godkendes af myndighederne eller som er dokumenteret uskadelige for jord, grundvand og overfladevand.

Energinet stiller krav til entreprenøren om, at der benyttes miljø-acceptable stoffer, som indgår i de 36 undersøgte produkter eller at der foretages yderligere undersøgelser. Ved tilladelse efter relevant lovgivning for anvendelse af borevæ-

ske følges sædvanlig procedure, hvor den relevante kommune inddrages i vurdering af tilsætningsstoffer til borevæsken. Vurderingen kan baseres på dokumentation for indholdsstoffer i borevæsken som fremlagt af entreprenøren eller eventuelt på baggrund af analyse af en batch stikprøve af den aktuelle borevæskeblanding inden opstart.

5.2 Driftsfase

Kablet ligger i foringsrør, omgivet af bentonit. Foringsrøret er forseglet i begge ender.

5.2.1 Arealer og rettigheder

Der skal ikke erhverves arealer til en styret underboring.

5.2.1.1 Servitut

På strækninger med underboring, vil kablerne i driftsfasen ligge med større indbyrdes afstand end på strækninger anlagt i åben grav, typisk 1-6 meter og med 10 meter mellem systemerne. Det betyder at kabelanlægget bliver bredere end ved åben grav, ca. 70 meter. Hertil lægges en servitut på 3,5 meter på hver side af kabelanlægget, så servitútbæltet forventes op til 77 meter.

Da kablet ligger i foringsrør vil der ikke blive tinglyst vilkår om at beplantning med dybe rødder ikke er tilladt.

Servituttens skal beskytte anlægget og sikre Energinets adgang til at vedligeholde anlægget. Der tinglyses ingen indskrænkninger i rådigheden af arealerne over underboringerne. Det betyder at eventuel skov kan blive stående. Der vil således ikke være behov for pleje af servitútbæltet.

5.2.2 Magnetfelter

Magnetfeltet for et anlæg med stor afstand imellem faserne er større end hvor kablerne ligger samlet i en grav, fordi strømmen (og dermed magnetfeltet) i et trefaset system delvist udligner hinanden, når kablerne ligger tæt sammen. Til gengæld ligger kablerne ofte i en større dybde. Magnetfeltets specifikke størrelse og udbredelse afhænger af afstanden mellem faserne og nedgravningsdybden og den kan variere fra underboring til underboring. Fælles for dem alle er, at magnetfeltet er faldet til meget lave værdier på kort afstand fra kablet (se Figur 4-4).

5.2.3 Støj

Anlægget udsender ikke støj i drift.

5.2.4 Vedligeholdelse og tilsyn

Der føres ikke tilsyn med underboringerne. Eventuel fejl på anlægget vil dog så vidt muligt blive udbedret, når de opstår.

6. Kabelovergangs anlæg

6.1 Kabelovergange

De steder hvor elanlægget skifter fra et luftledningsanlæg til et kabelanlæg (eller omvendt), skal der etableres kabelovergange med permanente adgangsveje, hvor luftledningen via en kabelovergangsmast (endetræksmast) går ned i et kabel.

Der skal opføres i alt 9 kabelovergange på 400 kV.

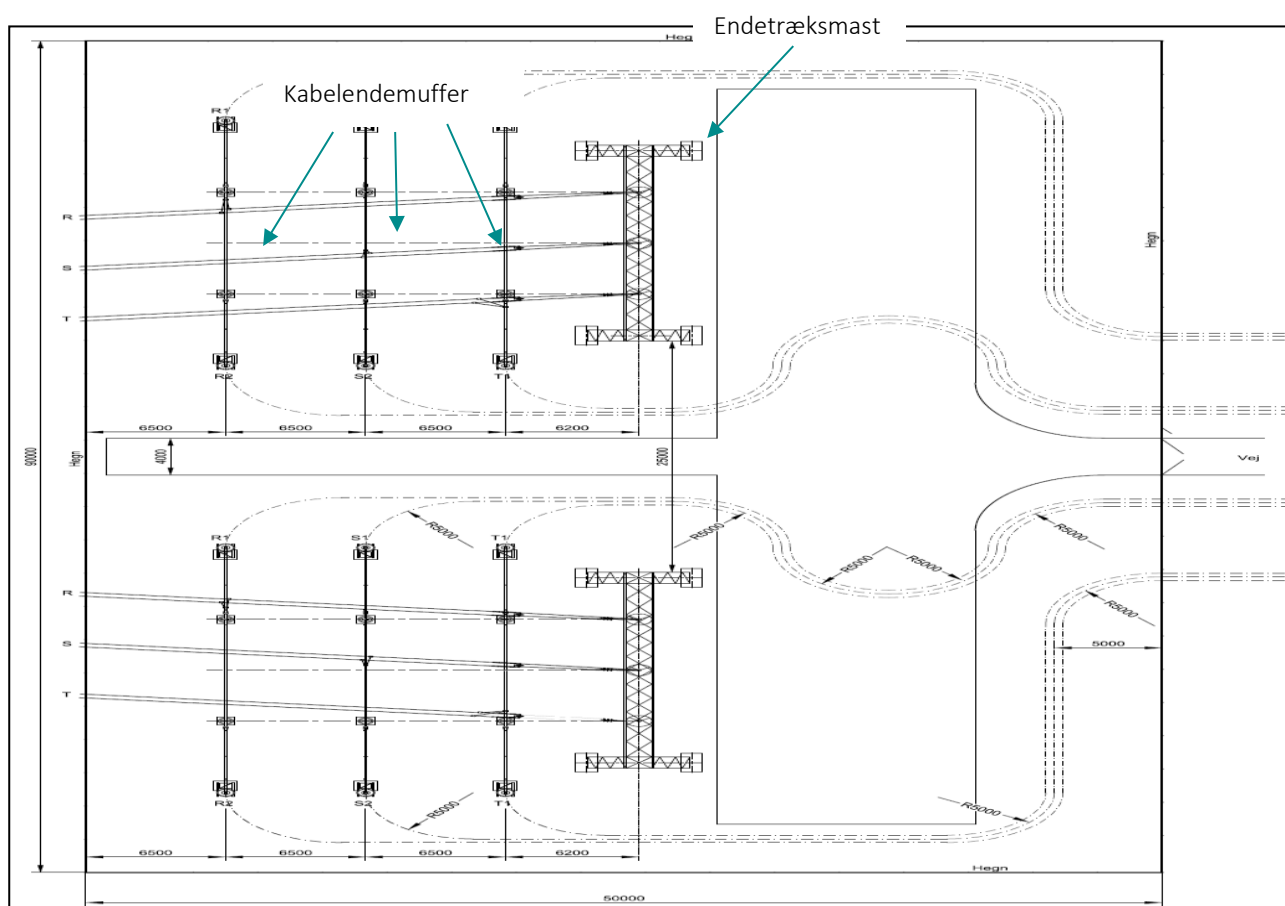
Alle kabelovergange og adgangsveje etableres med permeable belægninger, hvor nedsivning af nedbør kan ske i samme omfang som hidtil. Oversvømmelse forebygges ved, at eventuelle lavninger terrænreguleres, så der ikke kommer til at stå vand over terræn. Samtidigt sikres det, at det eksisterende fald og den naturlige afvanding kan finde sted som i dag.

6.1.1 400 kV kabelovergange

Kabelovergange består af to identiske sæt højspændingskomponenter – 1 sæt til hvert system. Hvert sæt består af 6 kabelendemuffer og 6 overspændingsafledere. Kabelendemufferne er oliefyldte (ca. 900 l pr. endemuffe). Da der skal etableres 2 parallelle kabelanlæg pr system skal der bruges 12 kabelendemuffer/kabelovergang, og dermed i alt 9x12 kabelendemuffer i dette projekt = 108 stk. af 900 l = ca. 97 m³ olie.

Luftledningsanlægget afsluttes på kabelovergangen med en endetræksmast beskrevet i afsnit 3.1.4.

Fra endetræksmasten føres ledningerne ned til kabelendemufferne, og videre i jorden i 4 x 3 parallelle kabler (Figur 6-1).



Figur 6-1 Plantegning af kabelovergang.

De to endetræksmaster skal kunne håndtere et meget stort træk og de to fundamenter i hver side af hver endetræksmast er derfor endnu større end fundamenter under knækmaster. Herudover laves et fundament for hver af de 12 kabelendemuffer. En kabelovergang vil have et samlet arealbehov på ca. 7.700 m² (110 x 70m), bredest vinkelret på linjeføringen. Arealet er inkl. et areal til græsslåning, skærmende beplantning og trådhegn, og den nødvendige plads til at servicere anlægget.

En endetræksmast er ca. 23 m høj. Der skal være en permanent adgangsvej til en kabelovergang fra offentlig vej.

Trådhegnet omkring kabelovergange er 3,0 m højt.

6.2 Anlægsfase

Etableringen af en endetræksmast udføres på samme måde som etableringen af afspændingsknækmaster beskrevet i afsnit 3 og kabelanlægget på overgange følger princippet for kabelanlæg i åben grav beskrevet i afsnit 4.

6.2.1 Forundersøgelser

Inden selve anlægsarbejderne til kabelovergangene starter, beder Energinet det lokale museum om at udføre arkæologiske forundersøgelser i de områder, hvor det lokale museum vurderer et behov.

Anlægsarbejderne går først i gang, når forundersøgelserne og eventuelle udgravninger er udført, og det lokale museum har frigivet områderne.

Der udføres geotekniske borer for at afdække grundvandsspejlet og det konkrete behov for fundering.

6.2.2 Forberedende arbejder

Arealet ryddes for træer og buske.

Inden etablering af endetræksmaster og kabelendemuffer, skal der eventuelt ske terrænregulering, så området, hvor kabelovergangen placeres, er plant.

6.2.3 Etablering af fundamenter

Etableringen af fundamenterne udføres på samme måde som for masterne beskrevet i afsnit 3.3.4.

6.2.4 Midlertidige arbejdsarealer

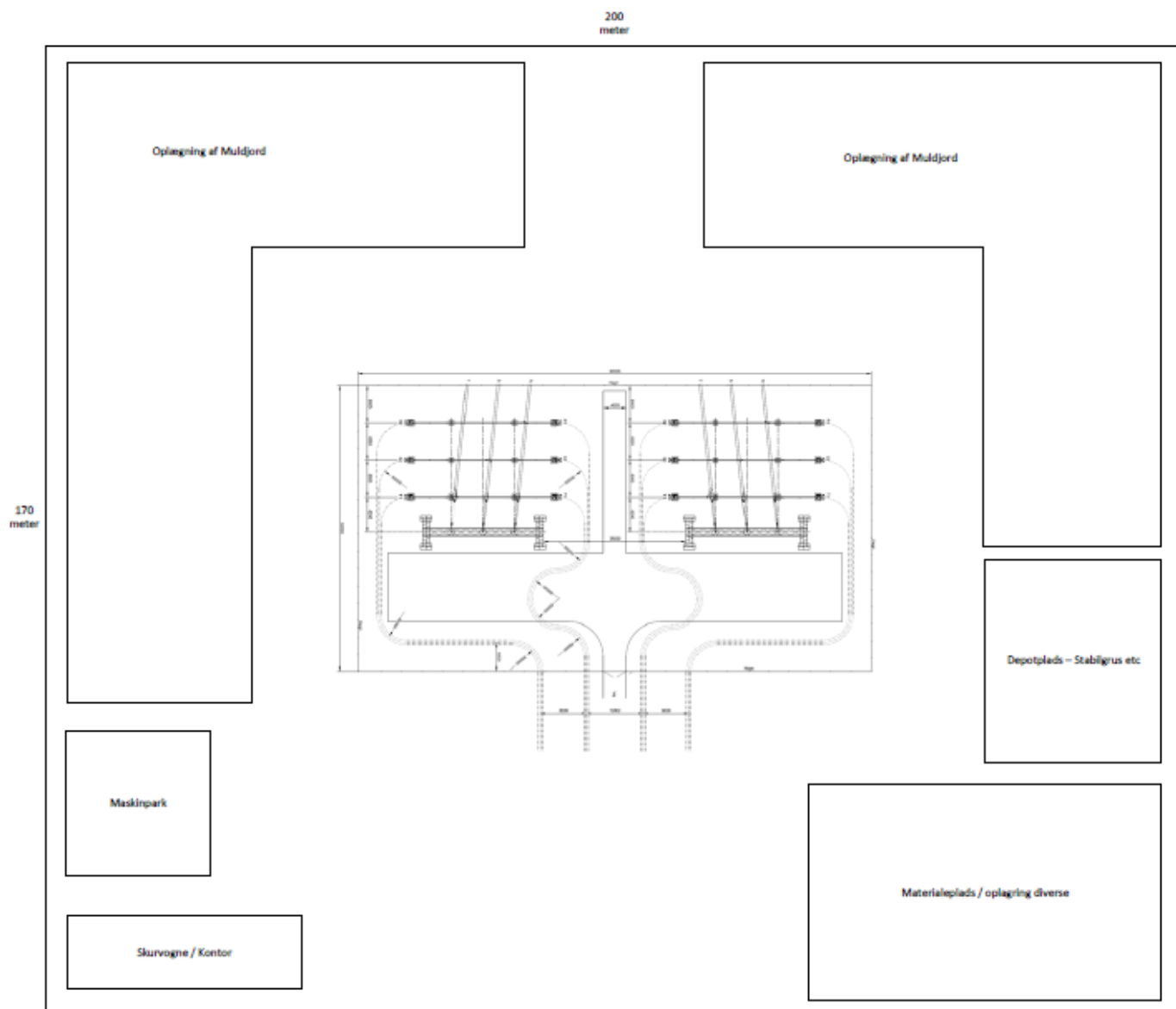
Midlertidige arbejdspladser og depoter ved kabelovergange placeres og indrettes uden for selve kabelovergangens areal. Se Figur 6-2.

Midlertidige arbejdsarealer og midlertidige køreveje vil, for at sikre, at der ikke opstår støvgener forbundet med anlægsarbejderne, blive vandet i tørre perioder.

Der vil i nødvendigt omfang blive opsat lys på arbejdspladsen. Lamper og projektører orienteres eller skærmes således, at de ikke blænder nærliggende ejendomme. Lys er slukket udenfor arbejdstid på pladserne. På hver arbejdsplads etableres lamper eller projektører som kan tændes udenfor arbejdstid. Lamper og projektører orienteres eller skærmes, så de ikke blænder nærliggende boliger. For at undgå tyveri af materiel på opbevaringspladserne vil der være bevægelses-sensorer med alarmanlæg, der tænder lyset.

6.2.4.1 Adgangsveje

Den permanente adgangsvej etableres og benyttes i anlægsfasen.



Figur 6-2 Arbejdsplads omkring kabelovergang (170X200 m²)

Dertil kommer depotpladser til sand, kabeltromler mv.

På arealet kan der ske midlertidig opbevaring af jord og samlet set forventes arbejdspladsen ved en kabelovergang at være på ca. 34.000 m². Størrelse og form vil afhænge meget af det lokale terræn og andre arealinteresser.

6.2.5 Maskiner

Til arbejdet med etablering af kabelovergange anvendes de samme maskiner som til støbning af fundamenter og montering og rejsning af master (se afsnit 3.1).

Etablering af kabelanlægget sker på samme måde som det øvrige kabelanlæg i åben grav, afsnit 4.2.

6.2.5.1 Varighed

Det taget cirka 1 år at etablere kabelovergangene. Når selve kabelovergangen er etableret, vil noget af det samme arbejdsareal efterfølgende blive anvendt til kabellægning på den ene side af overgangen og etablering af luftledninger på den anden side.

Der vil ikke blive arbejdet kontinuerligt i hele perioden, men i afgrænsede faser der modsvarer tidspunktet for aktivitetens gennemførelse, f.eks. ske tilslutning af kabelanlægget i forbindelse med kabelanlæggets etablering, mens tilslutningen af luftledningerne sker på et andet relevant tidspunkt. Pointen er at der kan være perioder hvor der ikke er aktiviteter på arbejdspladsen. Arbejdet udføres primært indenfor normal arbejdstid (7-18), men arbejdsdagen kan udvides så der arbejdes imellem kl. 06.00 og 23.00, hvilket forudsætter at den berørte kommune kan dispensere hertil.

6.2.5.2 Transporter

Det anslås at der vil forekomme omkring 40 transporter/kabelovergangs, idet der er to master/kabelovergang, Der skal transporteres bl.a. mastedele, køreplader, beton etc. frem til oplagspladser og videre frem til de enkelte masteplaceringer.

6.2.6 Materialer

Kabelovergange er en del af linjen og materialer er indeholdt i afsnit om luftledningsanlægget og kabelanlæg i åben grav (Afsnit 3 og 4). På kabelovergangs anlægge skal der monteres kabelendemuffer imellem luftledningen og kablet i jord. Hver kabelendemuffe indeholder 900 l olie. Der skal bruges 12 stk. pr kabelovergangs anlæg.

6.3 Driftsfase

6.3.1 Arealer og rettigheder

6.3.1.1 Servitut

Der skal ikke tinglyses servitut i forbindelse med etablering af 400 kV kabelovergange.

6.3.1.2 Erhvervede arealer

Energinet erhverver de nødvendige arealer til 400 kV kabelovergange, og vil efterfølgende stå for vedligeholdelse af hele det erhvervede areal. Kabelovergangen vil i drift dække et areal på ca. 7.700 m² (110x70 m) som er inklusiv et evt. arealbehov for skærmende beplantning og terrænregulering.

Der skal anlægges en permanent adgangsvej, som anvendes ved tilsyn af anlægget. Vejen forventes at have en bredde på ca. 4 meter og være grusbelagt.

6.3.2 Magnetfelter

Derudover vil der være et magnetfelt fra anlæggets strømførende dele, på samme måde som for resten af strækingsanlægget.

6.3.3 Støj

Når anlægget er i drift, udsender det coronastøj især i fugtigt vejr, ligesom den resterende del af luftledningen. I kabelovergangene er der ikke opsat støjende apparater.

6.3.4 Vedligeholdelse og tilsyn

Der føres tilsyn med anlæggets drift og vedligeholdelsen sker ud fra en vurdering af behovet.

7. Kabelovergangsstation

En kabelovergangsstation adskiller sig fra kabelovergangs anlægget ved at der opføres en kompenseringspole indenfor kabelovergangens område. Kompenseringspolen skal optage den reaktive affekt, som opstår i de kabellagte strækninger. Der skal etableres to kabelovergangsstationer – ved Ribe Syd og Bredebro nord.

7.1 Anlægsfasen

Anlægsarbejdet svarer stort set til det der skal udføres for at kunne etablere kabelovergange.

7.1.1 Materialer

Kompenseringspolerne indeholder ca. 50 m³ olie. Kompenseringspolen etableres på fundament med underliggende oliereservoir, der kan rumme den mængde olie der i spolen, hvorved spild ved havari undgås.

Opsamlet rent regnvand afledes i den daglige drift via olieudskiller til nedsivning.

7.1.2 Grundvand og regn- og spildevand

Afledningen af opsamlet regnvand og tørholdelse af stationsområdet kan enten ske ved nedsivning eller med udledning til recipient (Miljøbeskyttelseslovens § 28).

Der forventes ikke behov for permanente sænkninger af grundvandsspejlet på kabelovergangsstationerne. I anlægsfasen kan der vise sig behov for midlertidigt at tørholde udgravningerne. Den midlertidige grundvandssænkning er beskrevet i afsnit 3.3.4.

7.2 Driftsfasen

Kabelovergangsstationen svarer i drift til driften af kabelovergangs anlægget afsnit 6.3. Dog vil kompenseringspolen udsende en brummende støj.

8. Tilslutning til Endrup højspændingsstation

Tilslutningen på Endrup station ske ved "plug and play". De nødvendige tekniske installationer forberedes og udføres i forbindelse med etablering af elforbindelsen Endrup-Idomlund. Det eneste som relaterer sig til dette projekt, er selve sammenkoblingen.

Der vil alene skulle etableres kabelgrav på Endrup stationsområde for at modtage elforbindelsen Endrup-Grænsen. Arbejdet på stationen udføres i naturlig forlængelse af den øvrige kabellægning udenfor stationsområdet, og svarer i tid og metode relativt til kabellægning i åben grav.

9. Tilslutning tyske højspændingsnet (Tennet).

Elforbindelser føres over den dansk tyske grænse i en ubrudt luftledning. Der er ikke behov for specielle master i overgangszonen, men ledningerne vil antage en anden placering i luften fra det danske til det tyske mastedesign

10. Ledningsomlægninger

For at kunne gennemføre projektet kan der være behov for at omlægge eksisterende ledningsanlæg. Forud for beslutningen om at omlægge andre ledninger er det undersøgt om det er et problem, at projektets anlæg krydser eller forløber tæt ved et andet ledningsanlæg. Hvis ikke, kan omlægning undgås.

- der er ikke behov for at omlægge ledninger i jord som krydser under luftledningsanlægget.
- det er nødvendigt at omlægge flere delstrækninger af krydsende luftledningsanlæg på 60 kV, for at skabe den nødvendige afstand imellem to spændingsførende anlæg. (Afsnit 10.1)

Etablering og omlægning af 60 kV højspændingsanlæg er ikke i sig selv omfattet af LBK nr. 973 af 25/06/2020. Men omlægningen er direkte foranlediget af projektet, og skal derfor indgå i miljøvurderingen af projektet. Energinet har i dialog med de enkelte ledningsejere besluttet, at følgende krydsende 60 kV luftledninger skal omlægges foranlediget af dette projekt. (Tabel 10-1).

Alle omlægninger af 60 kV anlæg udføres efter det samme princip: Først etableres det nye anlæg, og bagefter demonteres og fjernes det gamle anlæg. Anlægsarbejdet er beskrevet generelt, med udgangspunkt i de af ledningsejeren maksimale dimensioner for maskintyper, arbejdsarealer, gravedybder og kabelanlæggets fysiske udstrækning i bredden. Hver omlægning er vist på en figur med placering af linieføringen for det anlæg der tages ned, samt det planlagte nye kabeltrace.

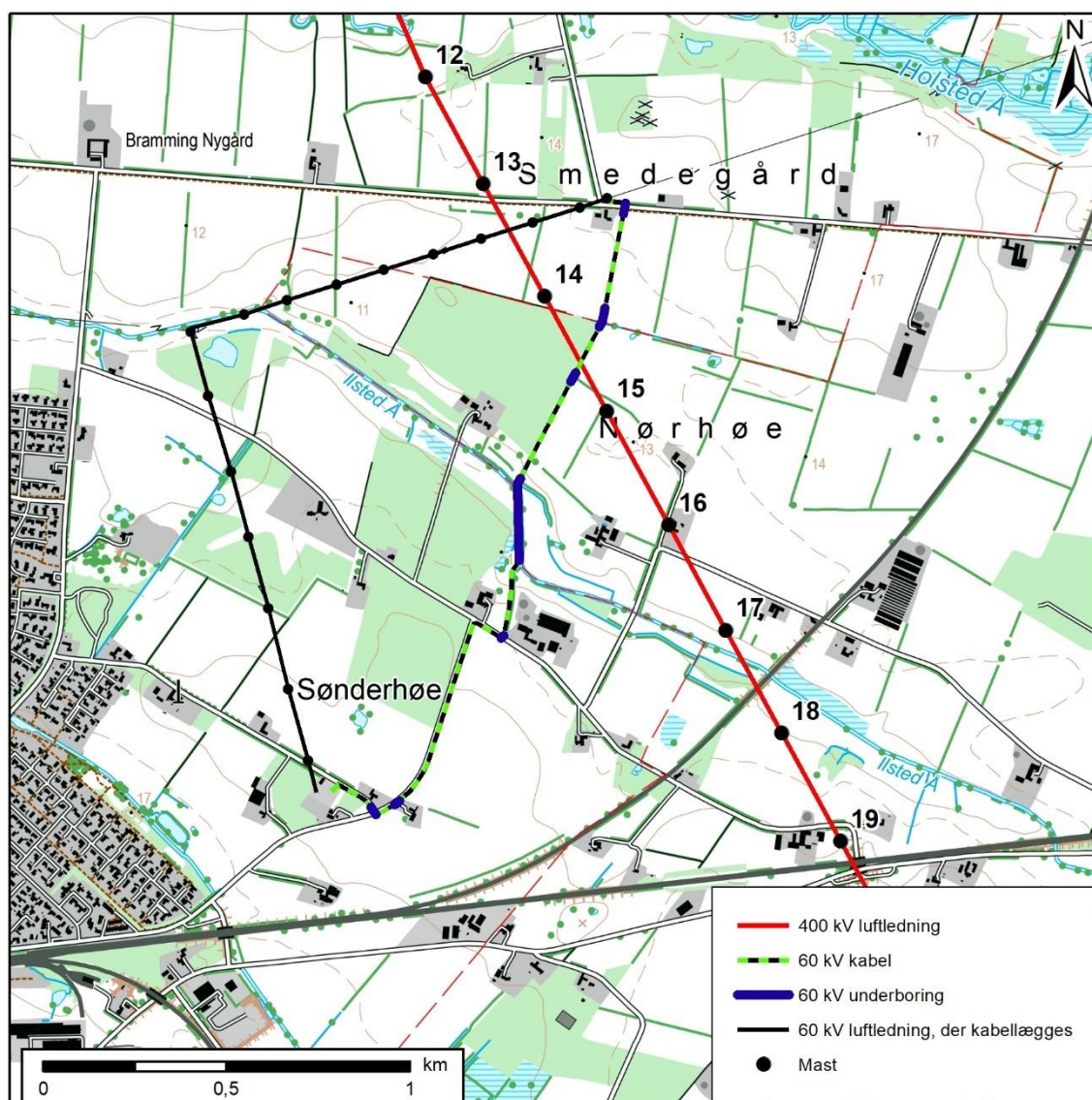
Tabel 10-1 Oversigt over omlagte 60 kV luftledningsanlæg

Ved mastenumre	Stednavn	Længde af luftledningsanlæg, som tages ned	Længde af nyt kabelanlæg
M13-M14	Bramming nordøst	2500 m	2100 m
M52-M64	Ribe Syd/parallel	12100 m	10500 m
M54-M55	Ribe Syd/krydsning øst-vest	3200 m	3200 m
M89-M90	Holbæk ved Gejlbjerg	2400 m	2500 m
M173-Kabelovergang	Tidsholm ved Rørkær	1200 m	1200 m

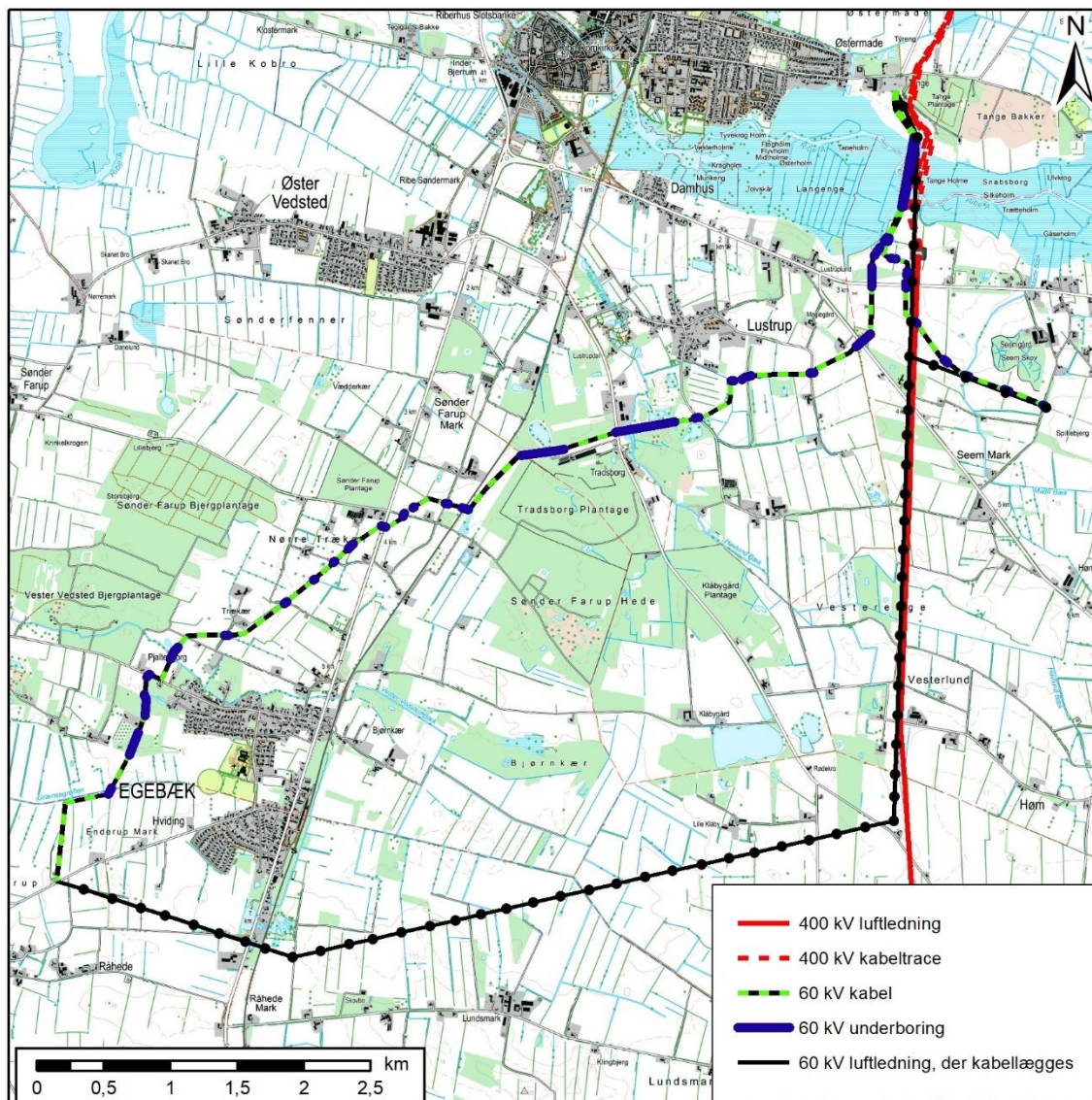
Ledningsomlægninger skal generelt udføres inden projektet kan bygges.

Omlægningen af 60 kV luftledningerne udføres af ejer af anlægget. Ejer af luftledningsanlæg på 60 kV er de lokale netelskaber, inden for hvert deres afgrænsede geografiske områder. Omlægningen sker i dialog og samarbejde med Energinet.

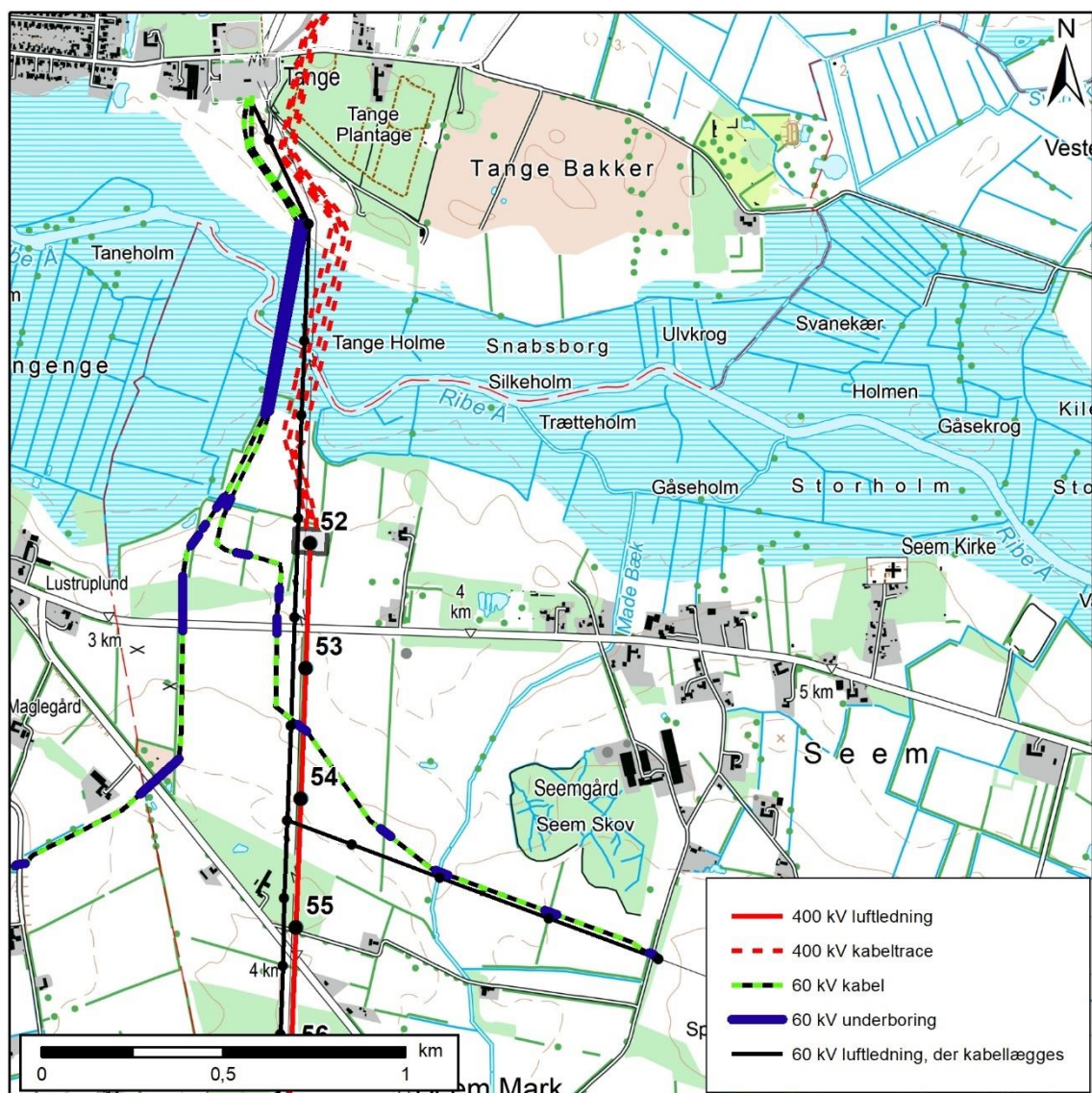
Figur 10-1 til Figur 10-5 viser de luftledningsstrækninger der nedtages og linieføringen for de nye kabelanlæg på 60 kV.



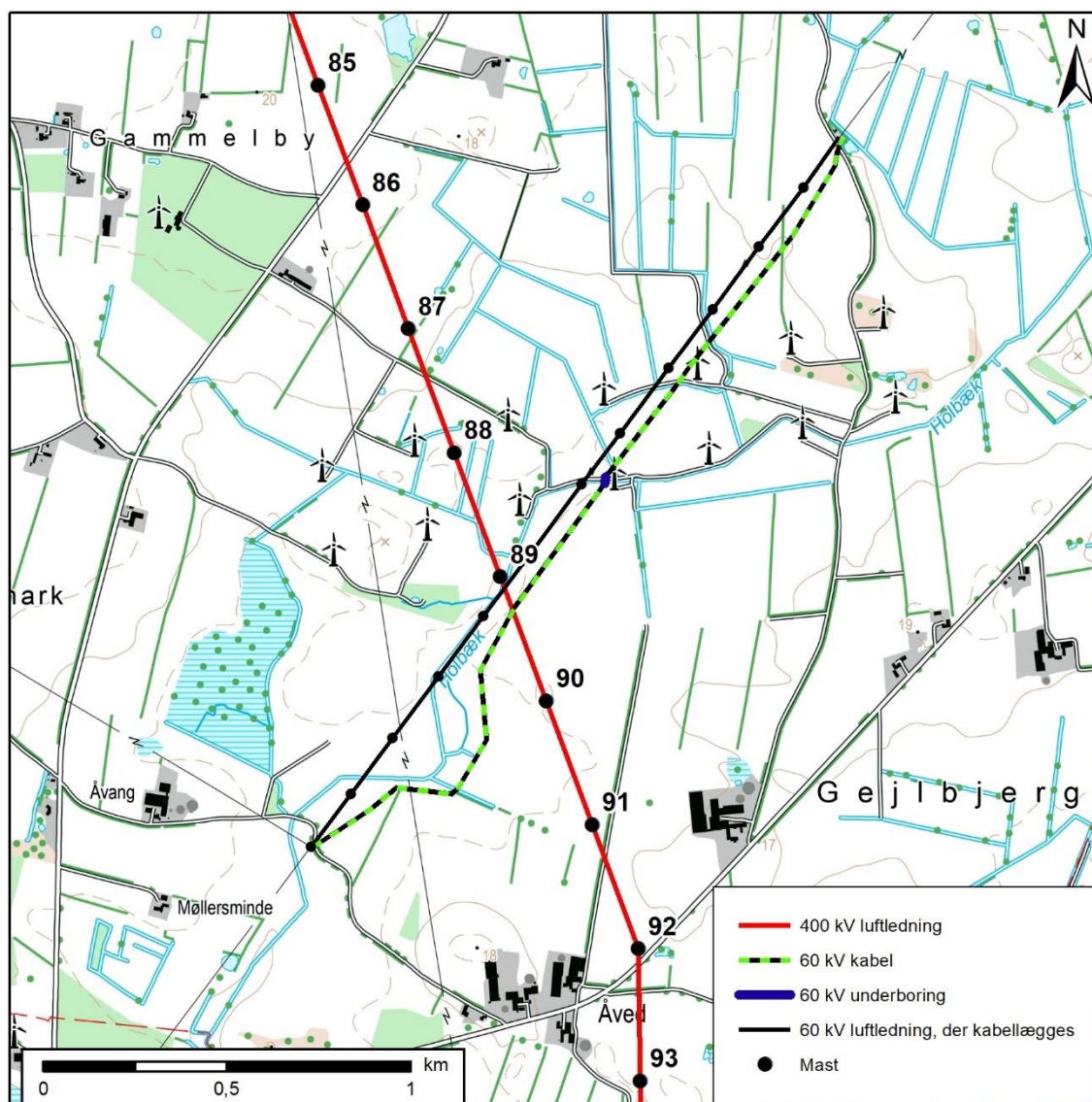
Figur 10-1 Krydsning ved Bramming øst, Mast 13-14



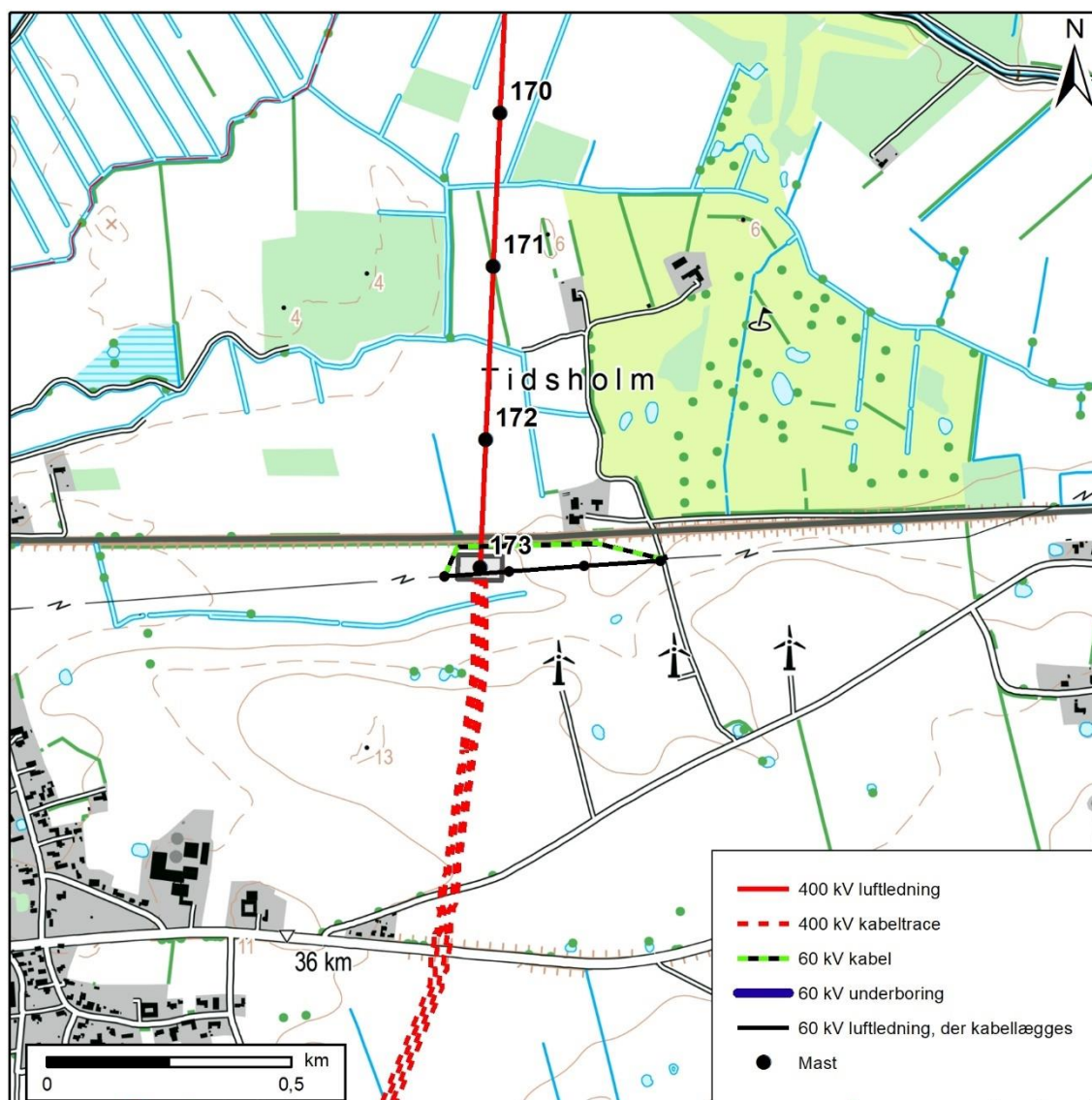
Figur 10-2 Krydsning ved Ribe syd/parallel med ny 400 kV, Mast 52-64



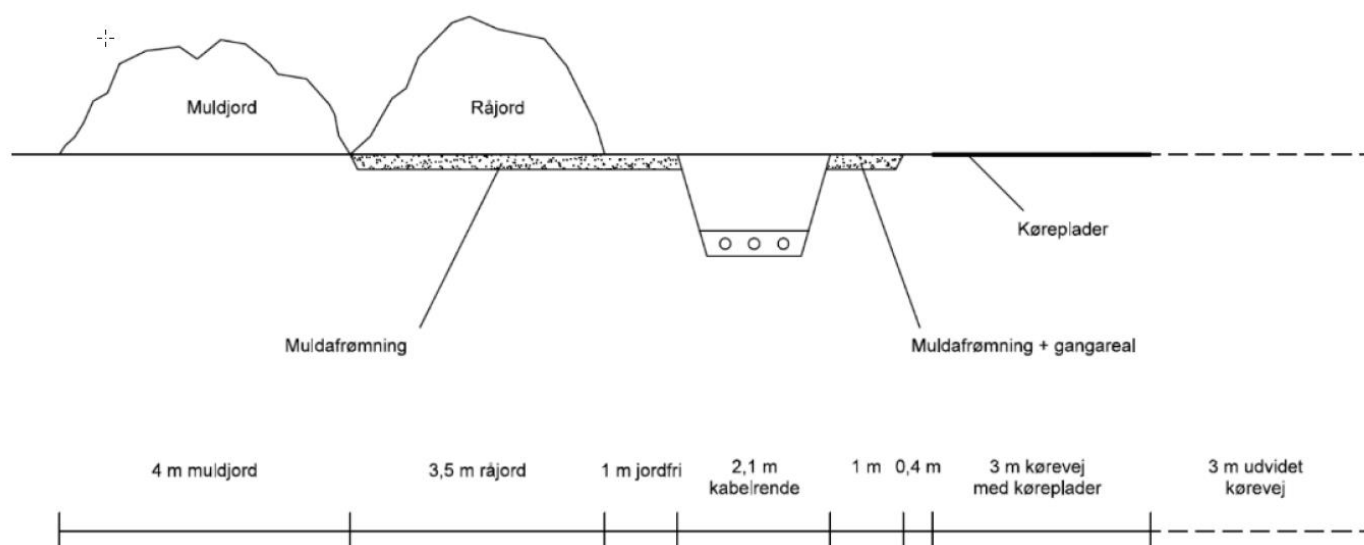
Figur 10-3 Krydsning ved Ribe Syd/ Krydsning i øst-vestgående retning, Mast 54-55



Figur 10-4 Krydsning ved Holbæk ved Gejlbjerg, Mast 89-90



Figur 10-5 Krydsning ved Tidsholm ved Rørkær, Mast 173 og kabelovergang



Figur 10-6 Snit af kabelgrav og arbejdsbælte

10.1 Omlægning af luftledningsanlæg

Snit af kabegraven og arbejdsbælte er vist på Figur 10-6. Foto indsat i dette afsnit giver et billede af anlægsarbejdets omfang, med muldafrømning og trækning af kabler. Når kablet er trukket, dækkes kabelgraven til med først den opgravede råjord og herefter den afrømmede muld. Kabelgraven dækkes løbende til, og står derved kun åben i ca. en uge.

Hvor kabelenderne skal samles, udvides kabelgraven til et hul på 4 m i bredden og 8 m i længderetningen, for at kunne udføre montering af muffer.

Der kan vise sig behov for at tørholde udgravningen ved store nedbørshændelser, eller hvor grundvandsspejlet står højt. Varigheden vil aldrig strække sig over længere end en uge.

Hvor adgangsforholdene begrunder det, anvendes køreplader langs kabelgraven. Det kan være fugtige områder eller i naturområder hvor myndigheden stiller vilkår om at skåne vegetationen.

Som det ses af Figur 10-7 til Figur 10-9 anvendes der minigraver, rendegraver gravemaskine, vogn til sandudlægning og vogn med kabeltromler til etablering af kabelanlægget i åben grav.



Figur 10-7 Afrømning af muld



Figur 10-8 Udlægning af 60 kV kabelanlæg i åben grav



Figur 10-9 Vogn med kabeltromler som benyttes under udlægning af kabler

10.1.1 Styret underboring

De strækninger som anlægges ved styret underboring, er vist på Figur 10-1 til Figur 10-5. Underboringerne føres minimum 1,2 m under terræn, og altid så højt i terrænet som muligt, af hensyn til varmeafgivelsen. Foringsrøret er 250 mm i diameter og alle kablerne trækkes i samme rør. Røret fyldes med bentonit, når kablet er trukket. Hvilket ligeledes sker af hensyn til varmeafgivelsen.

De styrede underboringer anlægges på samme måde som for 400 kV anlægget, dog er omfanget reduceret i indhold og omfang. (Afsnit 5.1 om anlægsarbejdet ved styrede underboringer).

Der anvendes bentonit under borearbejdet til at stabilisere borehullet. Bentonit er nærmere beskrevet i afsnit 5.1.5

10.1.2 Kabelovergange

Overgangen fra luftledning til kabelanlæg sker ved at tilslutte kabelanlægget direkte på en ny endetræksmast. Der skal således ikke etableres egentlige kabelovergange med indhegnede arealer, og der er derfor ikke behov for arealer specifikt til dette formål. Figur 10-10 viser en kabelovergang direkte på en mast.

10.1.3 Nedtagning af eksisterende luftledningsanlæg

Først nedtages aluminiumslederne. De rulles op på tromler inden de transporteres til godkendt modtager for genanvendelse. Masterne tages ned med kran og brydes op i mindre stykker og transporteres til godkendte modtagere for genanvendelse af jernet. Isolatorer består af glas og skal deponeres.

Fundamenterne nedbrydes indtil 1 m under terræn, og nedbrudt beton afleveres til genanvendelse. Der tilkøres egent råjord til at udfylde det jordunderskud der fremkommer når fundamentet fjernes. Samlet vurderes mængden at blive 140 ton muld og 4 ton egnet råjord alternativt ren sand/grus.

Der skal etableres midlertidige adgangsveje til hver mast for at kunne udføre arbejdet. Der udlægges køreplader efter behov.



Figur 10-10 Kabeovergang og endetræksmast

10.2 Omlægning af kabelanlæg

Det nye kabelanlæg anlægges på samme måde som kabelanlægget beskrevet i afsnit 10.1.

Det "gamle" kabelanlæg bliver liggende i jorden, men demonteres så der ikke længere er strøm på det.

11. Afhængigheder i tidsplanlægningen

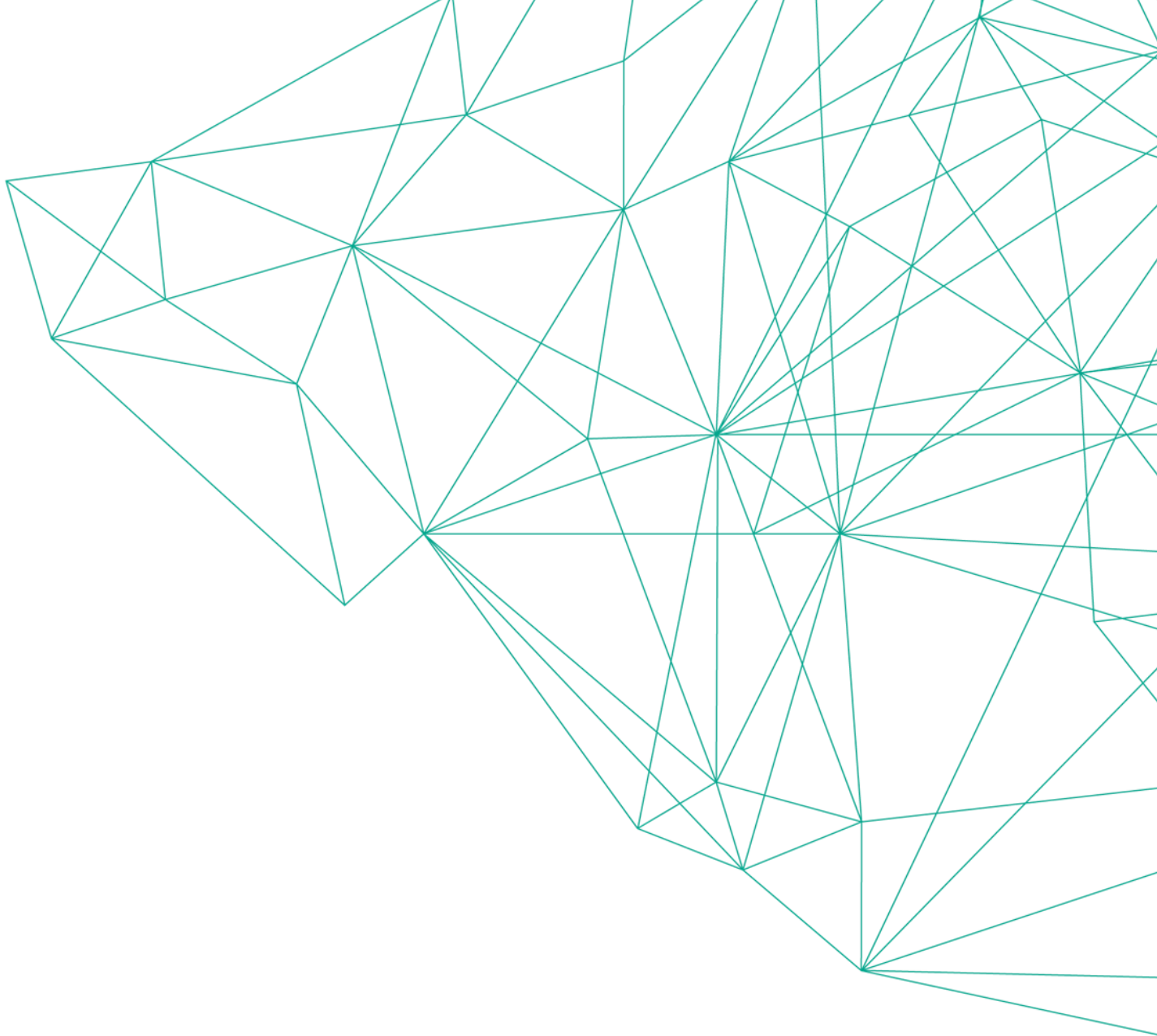
Rydningen af anlægsbæltet til strækingsanlægget udføres året inden etableringen går i gang, for at sikre maksimal fleksibilitet i forhold yngletid for fugle og dyr og dyrkningsperioder i landbruget, og starter lige så snart Energinet har underskrevne aftaler med lodsejerne om rettighederne.

De geotekniske boringer udføres som led i forundersøgelserne forud for anlæggets etablering.

De lange (cirka >500) m styrede underboringer udføres inden kabelanlægget i åbne grav og de korte styrede underboringer, fordi de tager forholdsvis lang tid af lave, og fordi det herved er sikret at sammenkoblingen kan ske i takt med at kabelanlægget i åben grav når frem til stedet for de styrede underboringer.

Nødvendige omlægninger af 60 kV udføres inden etableringen af 400 kV luftledningen.

Den samlede anlægsperiode er 2 år.



ENERGINET
Eltransmission

Energinet
Tonne Kjærsvej 65
DK-7000 Fredericia

+45 70 10 22 44
info@energinet.dk
CVR-nr. 39 31 48 78

KOLOFON

Forfatter: KAR/KAR
Dato: 1. oktober 2022