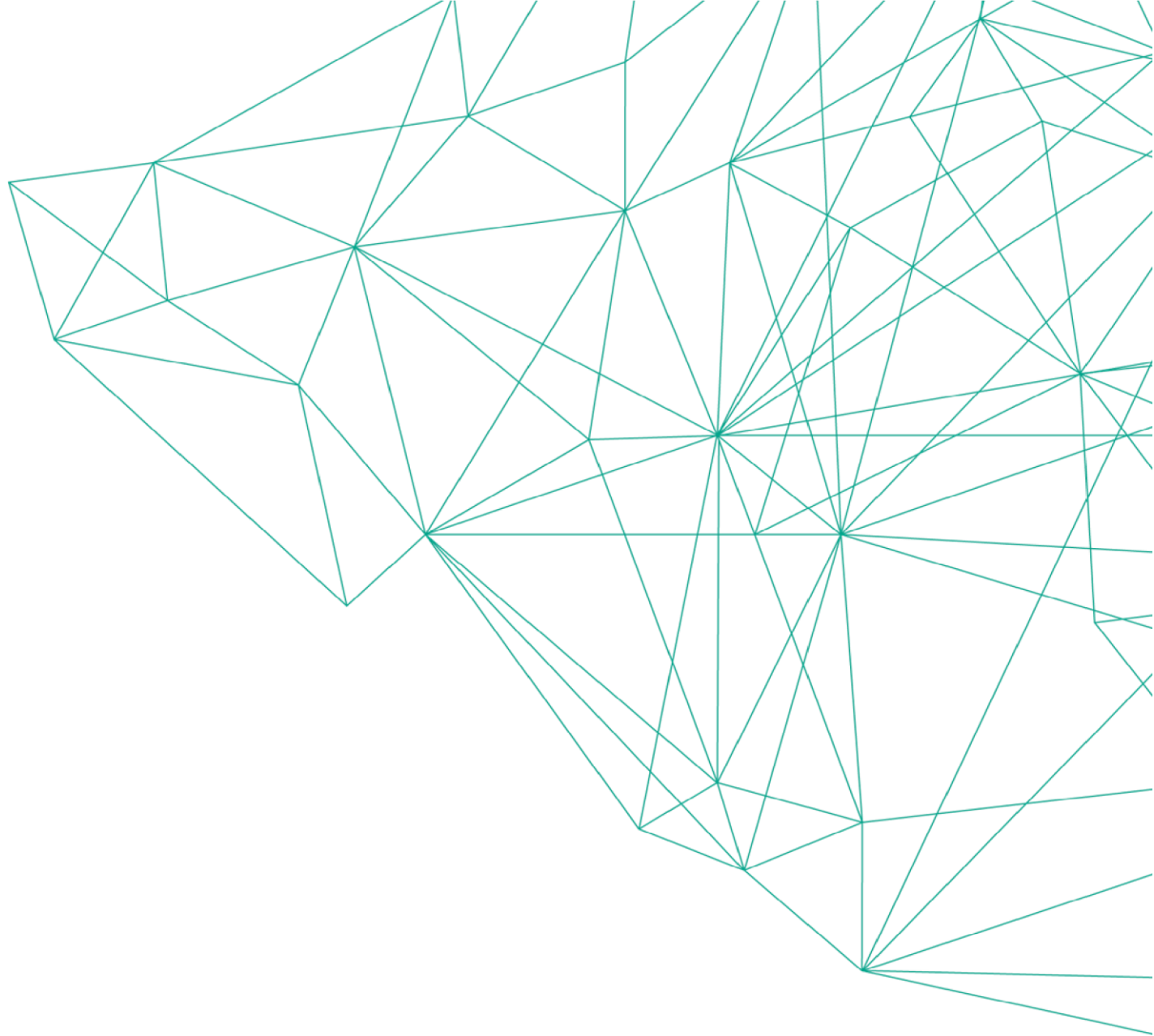




PROJEKTBEKRIVELSE FOR
KABELANLÆG, TO NYE
HØJSPÆNDINGSSTATIONER, KRAGHEDEMØLLE
OG VENDSYSSELVÆRKET, SAMT UDVIDELSE AF
EKSISTERENDE STATION

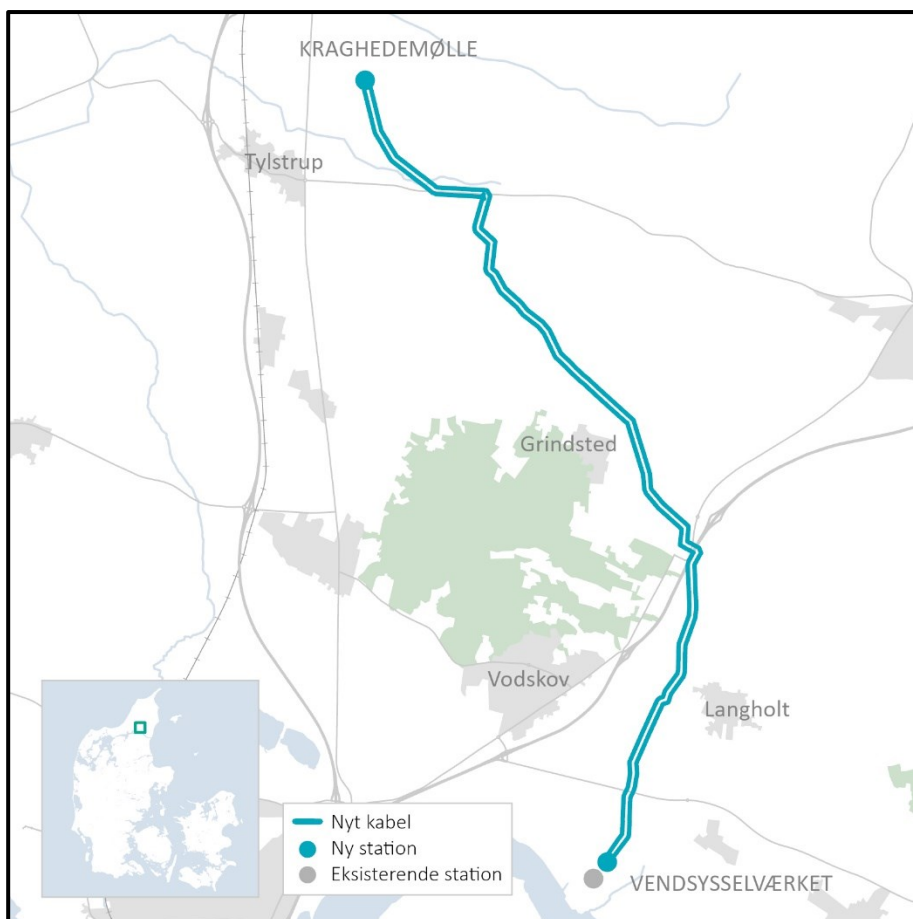
VE i Nordjylland – Kraghedemølle–Vendsysselværket.

1.	Indledning	4
1.1	Baggrunden for projektet	4
1.2	Beliggenhed	6
1.3	Projektet	6
1.3.1	Ny 150 kV højspændingsstation – Kraghedemølle (KEL)	6
1.3.2	Ny 150 kV højspændingsstation – Vendsysselværket (NVV)	7
1.3.3	Udvidelse af 400 kV højspændingsstation – 400 kV Vendsysselværket (NVV_400)	8
1.3.4	Kabelanlæg, luftledning og master	9
1.3.5	Linjeføring	11
2.	Højspændingsstationer	13
2.1	Planlægning	13
2.1.1	Eksisterende planlægning	13
2.1.2	Fremtidig planlægning	13
2.2	Anlæg på stationer	13
2.2.1	Arealbehov	13
2.2.2	Standardkomponenter på en højspændingsstation	13
2.3	Anlægsfase for stationer	15
2.3.1	Byggeplads	15
2.3.2	Maskiner til anlægsarbejdet	15
2.3.3	Transporter	16
2.3.4	Belysning	16
2.3.5	Varighed	16
2.4	Driftsfase for stationer	16
2.4.1	Arealer og rettigheder	16
2.4.2	Håndtering af vand	16
2.4.3	Støj	16
2.4.4	Belysning	17
2.4.5	Vedligeholdelse og tilsyn	17
2.5	Kraghedemølle	17
2.6	Vendsysselværket	19
2.7	400 kV Vendsysselværket	21
3.	Kabelanlæg	23
3.1	Synlige anlæg over terræn	23
3.2	Forundersøgelser	25
3.2.1	Arkæologiske forundersøgelser	25
3.2.2	Forundersøgelser af jordbundsforhold	25
3.3	Forberedende arbejder	26
3.3.1	Rydning af diger og hegn	26
3.3.2	Krydsning af dræn og fremmede ledninger	26

3.3.3	Krydsning af veje	27
3.4	Anlægsfase for kabler	27
3.4.1	Åben Kabelgrav	27
3.4.2	Kabelgravekasse	31
3.4.3	Styret underboring	32
3.4.4	Jordoplag forskudt langs linjen	39
3.4.5	Muffegrav	39
3.4.6	Tørholdelse af kabelgrav og boregruber	42
3.4.7	Midlertidige arbejdsarealer	43
3.4.8	Maskiner til anlægsarbejdet	45
3.4.9	Varighed	47
3.4.10	Belysning	47
3.4.11	Transporter	47
3.4.12	Materialer	48
3.5	Driftsfase for kabler	50
3.5.1	Arealer og rettigheder	50
3.5.2	Magnetfelter	50
3.5.3	Støj	51
3.5.4	Vedligeholdelse og tilsyn	51
4.	Luftledninger og master	52
4.1	Nedtagning af luftledninger	52
4.1.1	Nedtagning af 150 kV luftledningssystemer og master	52
4.1.2	Tørholdelse af arbejdsarealer	53
4.1.3	Forurening ved master og fundamenter	54
4.1.4	Midlertidige arbejdspladser	54
4.1.5	Maskiner og transporters	54
4.1.6	Affald	55
4.1.7	Varighed	55
4.2	Anlægsfase for luftledninger og master	55
4.2.1	Anlægsfase	56
4.3	Driftsfase for luftledninger	57
4.3.1	Arealer og rettigheder	57
4.3.2	Landskabelig påvirkning af anlæg over terræn	57
4.3.3	Magnetfelter	57
4.3.4	Støj	57
4.3.5	Vedligeholdelse og tilsyn	57
5.	Tidsplan	57

1. Indledning

Som grundlag for Energinets ansøgning om opstart af miljøvurdering i medfør af miljøvurderingsloven, er følgende projektbeskrivelse udarbejdet for projektet "VE i Nordjylland – Kraghedemølle–Vendsysselværket" se Figur 1.1. Beskrivelsen indeholder en redegørelse for de anlægsarbejder, som dette projekt indeholder.



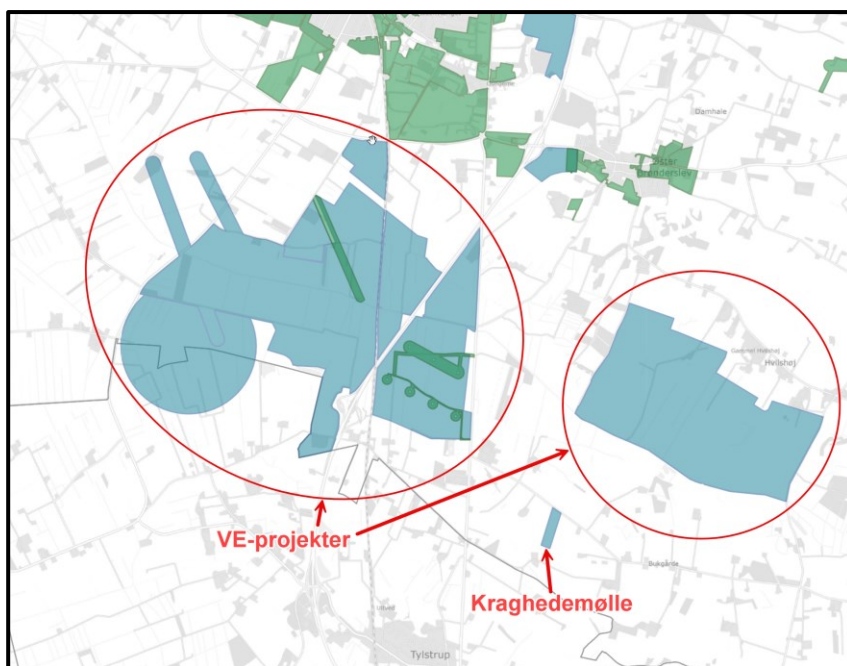
Figur 1.1 Placering af projektet med markering af de to nye 150 kV højspændingsstationer Kraghedemølle og Vendsysselværket, den eksisterende højspændingsstation 400 kV Vendsysselværket, samt jordkablerne, der forbinder stationerne. Kilde: [Indpasning af transmission af vedvarende energi i Nordjylland: Etablering af fire nye højspændingsstationer og to kabelstrækninger.](#)

1.1 Baggrunden for projektet

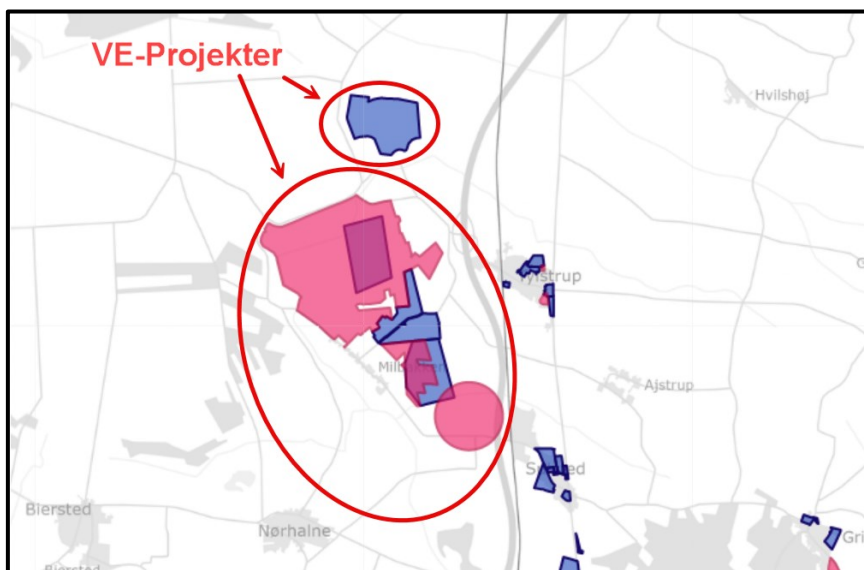
Baggrunden for projektet er et pålæg til Energinet om at udbygge og forstærke det kollektive net ved nettilslutninger af blandt andet kommende solcelle- og vindmølleparker (projekter for vedvarende energi, VE-projekter) i Brønderslev Kommune, jf. Figur 1.2, og Aalborg Kommune, jf. Figur 1.3. Energinet har peget på etablering af en ny højspændingsstation, Kraghedemølle, som tilslutningspunkt. Strømmen videredistribueres via en ny højspændingsstation, 150 kV Vendsysselværket, til en eksisterende højspændingsstation, 400 kV Vendsysselværket, og derfra ud i det eksisterende ledningsnet. 400 kV Vendsysselværket udvides i forbindelse med det ansøgte projekt. Højspændingsstationerne fremtidssikres i forbindelse med projektet, således at der etableres et antal disponible felter.

Med Finansloven for 2022 og med "Klimaaf tale om grøn strøm og varme 2022" blev det besluttet, at Danmark i 2030 skal firdoble produktionen af sol- og vindenergi på land.

Klima-, Energi- og Forsyningsministeren har pålagt Energinet at etablere nettilslutningsanlæggene. Projektet omhandler alene det statslige transmissionsanlæg.



Figur 1.2 Kendte planlagte solcelle- og vindmølleområder i Brønderslev Kommune, der skal kobles på den nye højspændingsstation Kraghedemølle. De vedvarende energianlæg (VE-anlæg) er inden for de røde cirkler. Blå flader markerer lokalplaner under udarbejdelse og grønne flader markerer vedtagne lokalplaner. Kilde: [Brønderslev - Lokalplaner - Brønderslev Kommune](#).



Figur 1.3 Kendte planlagte solcelle- og vindmølleområder i Aalborg Kommune, der skal kobles på den nye højspændingsstation Kraghedemølle. De vedvarende energianlæg (VE-anlæg) er inden for de røde cirkler. Pink flader markerer lokalplaner under udarbejdelse og blå flader markerer vedtagne lokalplaner. Kilde: [Aalborgkommune - Lokalplanportal - Aalborg Kommune](#).

1.2 Beliggenhed

Projektet strækker sig via et kabeltrace på ca. 19 km fra et område nord for Tylstrup i Brønderslev Kommune til et område umiddelbart nord for Limfjorden i Aalborg Kommune, jf. Figur 1.1.

1.3 Projektet

Projektet er karakteriseret ved følgende:

- Etablering af en ny 150 kV højspændingsstation ved Kraghedemølle (KEL).
- Etablering af en ny 150 kV højspændingsstation ved Vendsysselværket (NVV).
- Udvidelse af 400 kV højspændingsstation ved det eksisterende Vendsysselværk (NVV_400).
- Etablering af nyt ca. 19 km langt 150 kV dobbelttrace kabelanlæg.

Overblikket over det samlede færdige projekt kan fås på Figur 1.1 (nye stationer, eksisterende station og kabler). På figuren er det foreløbige trace vist. Udover kabeltraceet indeholder projektet et 50 m bredt projektområde på hver side af traceet (bælte for linjeføring). Kablet etableres inden for dette bælte. Derudover vil der inden for projektområdet ligeledes skulle etableres midlertidige arbejdsarealer og selve arbejdsbæltet på 35 m (jf. afsnit 3.4.1). Stationsplaceringerne er valgt i dialog med kommunen.

1.3.1 Ny 150 kV højspændingsstation – Kraghedemølle (KEL)

Nær de planlagte VE-anlæg i Brønderslev og Aalborg Kommune, skal der etableres en højspændingsstation som et udendørs 150 kV AIS-anlæg, jf. afsnit 2.2.2. Arealreservationen for stationen er ca. 100 x 330 m. Heri er indeholdt et stationshegn og beplantningsbælte. Vandhånderingsbassin til opsamling af overfladevand er ikke indeholdt i stationsarealet. Energinet

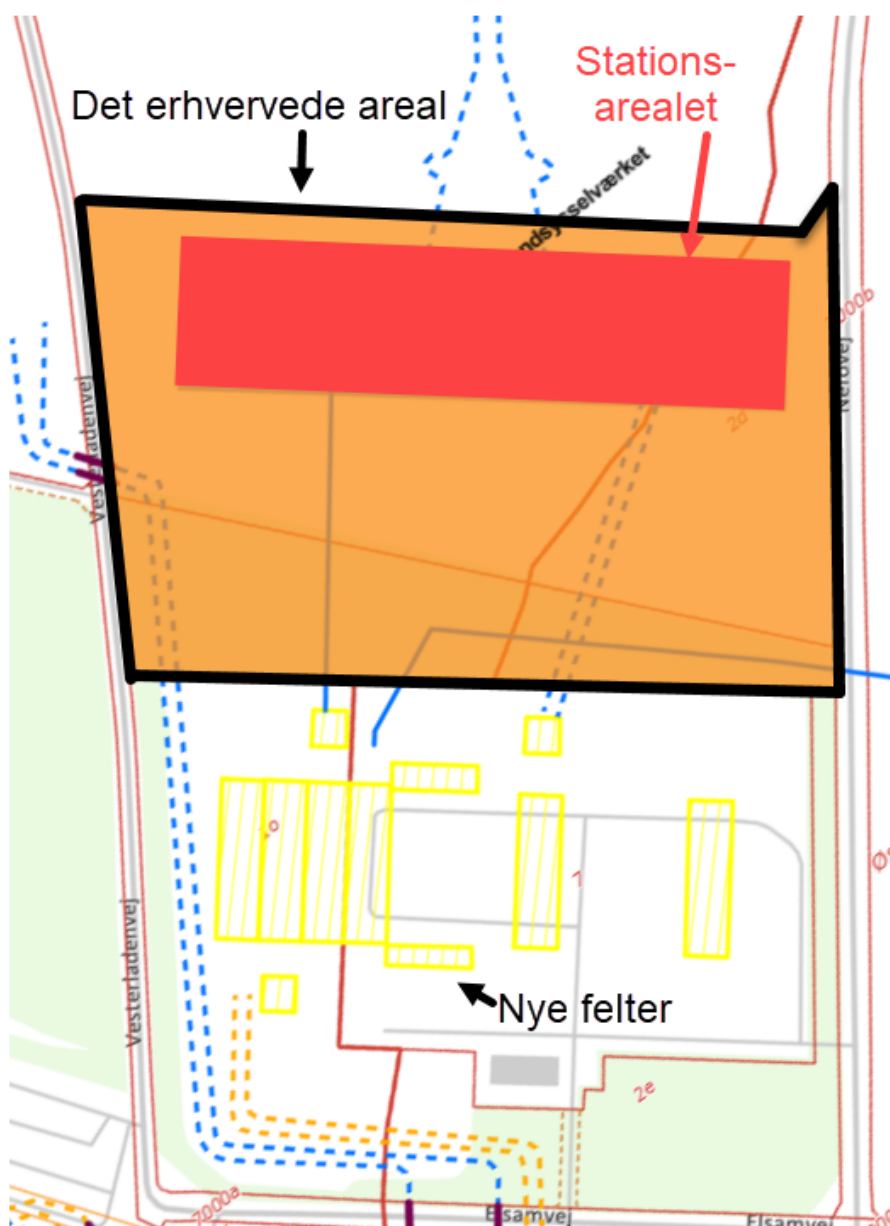
erhverver i alt et areal på ca. 6 ha., der indeholder planen for projektet, herunder regnvandshåndtering og arealet til selve stationen, jf. Figur 1.4.



Figur 1.4 Kraghedemølle: Det samlede areal Energinet erhverver til projektet (sort kontur) samt størrelsen på stationsarealet (rød). Det samlede erhvervede areal lokalplanlægges.

1.3.2 Ny 150 kV højspændingsstation – Vendsysselværket (NVV)

I Aalborg Kommune skal der etableres en højspændingsstation som et udendørs 150 kV AIS-anlæg. Arealreservationen for stationen er ca. 85 x 300 m. Heri er indeholdt et stationshegn og beplantningsbælte. Vandhåndteringsbassin til opsamling af overfladevand er ikke indeholdt i stationsarealet. Energinet erhverver i alt et areal på ca. 6 ha., der indeholder planen for projektet, herunder regnvandshåndtering og arealet til selve stationen, jf. Figur 1.5.



Figur 1.5 Vendsysselselværket: Det samlede areal Energinet erhverver til projektet (sort kontur) samt størrelsen på stationsarealet (rød). Nye felter, der etableres på den eksisterende station, er markeret med gul skravering. Ny luftledning (fuldt optrukne linje) og jordkabler (stiplet linje) er markeret med blå. Det samlede erhvervede areal lokalplanlægges.

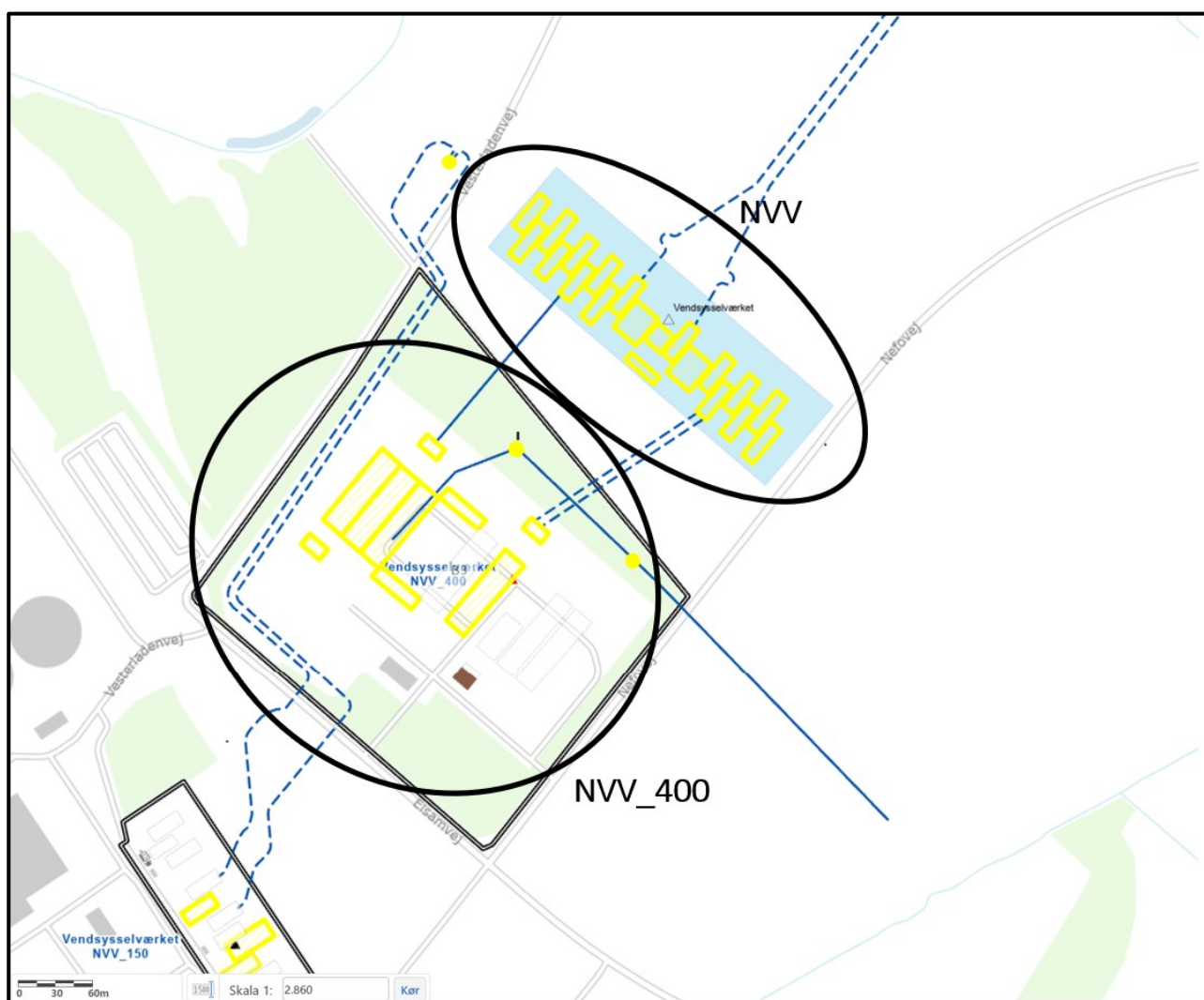
1.3.3 Udvidelse af 400 kV højspændingsstation – 400 kV Vendsysselselværket (NVV_400)

I Aalborg Kommune skal det eksisterende udendørs 400 kV AIS-anlæg udvides. Udvidelsen sker på den tilstødende matrikel (matrikel 10, Vesterladen, Horsens) til den matrikel som den nuværende 400 kV højspændings station er placeret på (matrikel 7, Østerladen, V. Hassing), jf. Figur 1.5. Planområde og område til håndtering af regnvand er uændret.

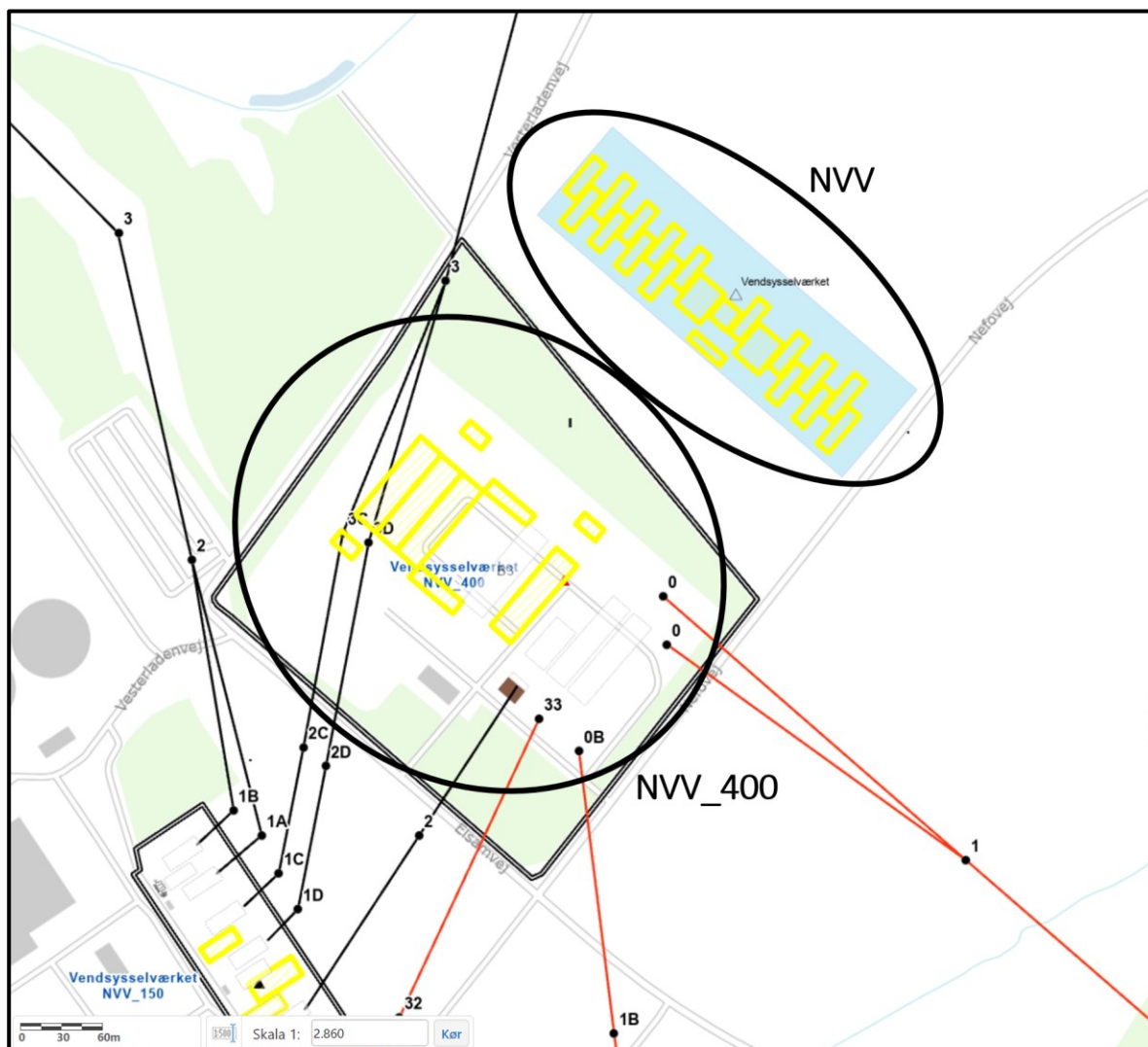
1.3.4 Kabelanlæg, luftledning og master

Projektet omfatter etablering af ca. 19 km 150 kV kabelanlæg mellem to nyetablerede 150 kV højspændingsstationer. Kabelanlægget indeholder 2 stk. 150 kV kabelsystemer af hver tre kabler. Derudover sker der kabelarbejder i form af:

- Transformeret mellem NVV og NVV_400, jf. Figur 1.6.
- Etablering af 150 kV dobbelttrace jordkabel samt luftledning mellem NVV og NVV_400.
- Nedtagning og omlægning af en del af en nordlige fasestrå på NVV_400 luftledning mellem Vendsysselværket og Vester Hassing, jf. Figur 1.6 og Figur 1.7. Dette inkluderer etablering af master.
- Nedtagning af luftledning og omlægning til jordkabler af ca. 635 m 150 kV luftledninger mellem henholdsvis Vendsysselværket-Bredkær samt Vendsysselværket-Starbakke, jf. Figur 1.6 og Figur 1.7. Dette inkluderer nedtagning af master samt opsætning af en overgangsmast.
- Etablering af overgangsmast fra nye jordkabler til 150 kV eksisterende luftledninger mellem Vendsysselværket-Bredkær og Vendsysselværket-Starbakke, jf. Figur 1.6.



Figur 1.6 Skitse over etableringer, der indgår i den sydlige del af projektområdet. Lyseblå områder markerer nye stationsarealer. Gule felter markerer nye højspændingsfelter. Blå stiplede linjer markerer kabeltracé for jordkabler. Blå fuldt optrukket linjer markerer luftledninger. Gule "prikker" markerer nye master.



Figur 1.7 Skitse over eksisterende luftledninger (røde (400 kV) og sorte linjer (150 kV)). Lyseblå områder markerer nye stationsarealer. Stationsmatriklen for den eksisterende NVV_400 er markeret med sort "dobbeltstreg". Sorte prikker markerer master. Mast nr. 1c, 1d, 2c, 2d, 3c, 3d og 3 (inden for NVV_400 stationsmatriklen) nedtages i forbindelse med projektet, ligesom luftledningen ved disse master nedtages og kabellægges.

1.3.5 Linjeføring

Linjeføringen for kabelanlægget fastlægges ud fra et ønske om at forbinde de to stationer ad den kortest mulige vej, for derved at lægge beslag på mindst muligt areal og minimere konflikter med andre arealinteresser. Derfor trækkes en linje fra de to punkter for herefter at tilrette linjeføringen i forhold til de natur- og arealinteresser, der findes i området.

Kabelanlægget anlægges efter forskellige standardmetoder f.eks. åben grav, kabelgravekasse eller underboring. Anlægsmetoden har betydning for, hvor linjeføringen er lagt. I det følgende skema er beskrevet, hvilke principper fastlæggelsen af linjeføringen er lavet ud fra, jf. Tabel 1-1. I de efterfølgende kapitler om anlægs- og driftsfasen vil det fremgå, hvordan anlægget etableres, herunder de nævnte standardanlægsmetoder.

Tabel 1-1 Principper for fastlæggelse af linjeføringen

Emne	Generelt hensyn
Kommuneplan, lokalplan og landsplandirektiv	Bestemmelser og retningslinjer i planerne respekteres i videst muligt omfang.
Veje og jernbaner	Offentlige veje og jernbaner krydses med underboring.
Beboelse og anden følsom anvendelse	Linjeføringen undgår samlet bebyggelse i landzone og holder afstand til beboelse. Herligheder (f.eks. haver el. damme) undgås, eller anlægsmetoden tilpasses ud fra en konkret vurdering.
Landbrug	Der holdes afstand af hensyn til udvidelse af bedriften. Specialafgrøder (f.eks. juletræsproduktion/frugtplantage/bærproduktion) undgås eller anlægsmetoden tilpasses ud fra en konkret vurdering.
Erhverv	Erhverv respekteres på lige fod med landbrugsejendomme.
Natur	Anlægsmetoden tilpasses efter en konkret vurdering.
Bilag IV-arter	Anlægsmetoden tilpasses efter en konkret vurdering.
Vandløb	Krydses som udgangspunkt med styret underboring.
Lavbundsarealer og potentielle vådområder	Linkboksbrønde og andre overjordiske anlæg placeres som udgangspunkt ikke i disse områder. Anlægsmetode tilpasses lokale forhold, såsom f.eks. blødbund.
Råstofområder	Så vidt muligt undgås eller minimer påvirkning af den tilgængelige ressource. Linjen kan f.eks. lægges langs veje, bygninger/andre arealinteresser eller i kanten af råstofområdet.
Skov	Undgås eller minimer reduktion af skovarealer ved tilpasning af anlægsmetoden. Skovbryn ryddes ikke, men passerer med underboring.
Diger og levende hegn	Krydses så vidt muligt vinkelret. Samlingspunkt for flere hegn undgås. Anlægsmetoden tilpasses i forhold til hegnets betydning (beskyttelse, spredningskorridorer, store træer, landskab). Hegn langs offentlig vej krydses altid ved styret underboring i sammenhæng med vejkrydsningen.
Høje genstande i landskabet	Hensyn til beskyttelsen af kabelanlægget for lynnedslag.
Jordforurening	Undgås, hvis der er risiko for beskadigelse af kabelanlæg. Anlægsmetoden kan være konkret begrundet.
Kulturarv	Fredede fortidsminder undgås så vidt muligt.
Klimasikring	Linkboksbrønde, muffer og andre overjordiske anlæg sikres mod oversvømmelse.

2. Højspændingsstationer

Projektet omfatter etablering af to nye 150 kV højspændingsstationer, Kraghedemølle og Vendsysselsværket, samt udvidelse af 400 kV Vendsysselsværket. I de følgende afsnit er de generelle anlægsarbejder, maskiner og tekniske komponenter beskrevet. På baggrund af design af stationerne og de tekniske komponenter, fremkommer et arealbehov.

2.1 Planlægning

2.1.1 Eksisterende planlægning

De nye stationer planlægges anlagt på arealer uden for eksisterende planlægning. Der skal derfor udarbejdes nye lokalplaner samt kommuneplantillæg for, at stationerne skal kunne realiseres. Da udvidelsen af det eksisterende 400 kV Vendsysselsværk sker på allerede til formålet lokalplanlagt område, skal der ikke udarbejdes nyt plangrundlag for denne udvidelse. Energinet er i samarbejde med Aalborg og Brønderslev kommuner ved at udarbejde kommune- og lokalplaner for de nye højspændingsstationer.

2.1.2 Fremtidig planlægning

I de nye lokalplaner og kommuneplantillæg ønskes stationerne sikret til det planlagte behov. I projekterne byggemodnes og etableres de fulde stationsarealer med hegn, beplantning og regnvandshåndtering.

2.2 Anlæg på stationer

2.2.1 Arealbehov

De nye højspændingsstationer har hver et behov på ca. 3,3 ha. og ca. 2,6 ha. til anlæg af selve stationen for henholdsvis Kraghedemølle og Vendsysselsværket. Ydermere er der for begge stationer et behov for et vandhåndteringsbassin og/eller anden vandhåndtering, der ønskes placeret uden for stationsarealet. Den eksakte placering og størrelse for vandhåndtering, er på nuværende tidspunkt ukendt. Hele projektområdet bliver således ca. 6 ha. for hver station. Der er i anlægsfasen desuden behov for en byggeplads uden for hvert af de to stationsområder.

400 kV Vendsysselsværket er etableret på lejet areal. Energinet opkøber arealet i forbindelse med dette projekt. Der er ikke behov for yderligere arealerhvervelse eller arealer til vandhåndtering i forbindelse med udvidelsen af 400 kV Vendsysselsværket.

2.2.2 Standardkomponenter på en højspændingsstation

I det følgende er beskrevet standard stationskomponenter og anlæg for en AIS-station. AIS står for Air Insulated Switchgear. Et AIS-anlæg er et fritliggende, åbent anlæg, hvor koblinger og felter er blottede, i modsætning til et gasisoleret anlæg (GIS-anlæg¹), der etableres i en bygning. Alle afbrydere, adskillere, måleudstyr og samleskinner er separate komponenter, som opstilles på egne fundamenter og forbindes med frit hængende elektriske ledere, i samme stil som anvendes på luftlinjer.

¹ GIS står for Gas Insulated Switchgear. Et GIS-anlæg består af et kapslet højspændingsanlæg indeholdende en gas under tryk, med en høj elektrisk isolationsevne.

Da den atmosfæriske lufts isolationsevne udnyttes, er det nødvendigt at overholde sikkerhedsafstande mellem de enkelte komponenter af hensyn til person- og anlægssikkerhed. Sammen med et AIS-anlæg etableres en separat bygning, som indeholder egenforsyningsanlæg, relæbeskyttelse- og kommunikationsudstyr o.l.

2.2.2.1 Teknikbygning med mandskabsfaciliteter

Bygning som bl.a. indeholder egenforsyningsanlæg, relæbeskyttelse- og kommunikationsudstyr til styre og beskytte de udendørs felter. Bygningen opføres på støbt fundament med facade i mursten. Bygningens højde vil maksimalt blive 6 m til tagryggen. Teknikbygningen er opvarmet og rummer udover tekniske anlæg også velfærdsfaciliteter til det personale, som arbejder på stationen under drift. Bygningen skal derfor tilsluttes vand og kloak, eller der etableres samletank.

2.2.2.2 Fundamenter

Alle udendørs el-tekniske komponenter og teknikbygningen opføres på støbte fundamenter. Alle udendørs el-tekniske komponenter og teknikbygningen opføres på støbte fundamenter. Fundamenterne under de el-tekniske anlæg er oftest pladefundamenter, med lille synlig del over terræn, og en større plade under terræn. Fundamenterne kan modstå sideværts træk i el-komponenten.

2.2.2.3 Lynfangsmaster

En lynfangsmast er en høj gitterkonstruktion i metal, der har til formål at beskytte felter og komponenter på en højspændingsstation mod lynnedslag. De placeres med en vis afstand på stationsarealet og de er højere end de øvrige dele af højspændingsstationen. Typisk er de omkring 28 m i højden.

2.2.2.4 Kompenseringspole (reaktor)

En kompenseringspole kompenserer for reaktiv effekt, der genereres i kabler og giver anledning til spændingsstigninger. Kompenseringsspolen er nødvendig for at kunne holde spændingen inden for de tilladte grænser for variationer i spændingen.

2.2.2.5 Samleskinne og koblingsfelt

Et felt består af en række komponenter såsom afbrydere, adskillere og måleudstyr. En kabelforbindelse tilsluttes højspændingsstationen i et felt, og strømmen kan transmitteres videre til andre systemer via samleskinnen på tværs af felterne. Et koblingsfelt på samleskinnen muliggør udkobling af dele af samleskinnen under vedligehold.

2.2.2.6 Transformer

En transformer omformer strømmen til andre spændingsniveauer, hvorved der kan skabes forbindelse imellem flere elektriske systemer med forskellige spændingsniveauer i elnettet.

2.2.2.7 Filter

Filtre er nødvendige på kabelstrækninger, hvor spændingskvaliteten kan blive for dårlig (for stort indhold af overtoner, idet disse kan forstærkes pga. sammensætningen af kabler, spoler og transformere).

2.2.2.8 Kabler på stationen

Kabler på en station forbinder de enkelte komponenter på stationen. Kablerne kan føre såvel højspænding, som lavspænding, og kan desuden være fiberkabler.

2.2.2.9 Trådhegn

Stationen er indhegnet med trådhegn i form af perimeterhegn, for at hindre offentlighedens adgang til stationsområdet. Langs trådhegnet er der brug for en bræmme både indvendig og udvendig for at kunne slå græsset og vedligeholde hegnet. Hegnet er op til 3 m højt og opføres på faste jern eller beton pæle. Der etableres adgangsport i hegnet.

2.2.2.10 Beplantningsbælte

For at skærme for indblikket til stationen etableres et beplantningsbælte ud mod omgivelserne. Beplantningsbæltet bliver ca. 10 m bredt og beplantes med hjemmehørende, egnstypiske arter med en varierende højde og udtryk. Der vil blive udarbejdet en visualisering af beplantningens skærmende effekt. Beplantningsbæltet vil først reelt have en effekt i løbet af 5-10 år, når beplantningen er vokset til.

2.3 Anlægsfase for stationer

2.3.1 Byggeplads

Byggepladsen skal etableres med stabilgrus eller køreplader. Byggepladsen skal dimensioneres, så der er plads til velfærdsfaciliteter, mødeskur, P-pladser og materialeoplag, der svarer til det arbejde, der i forhold til tidsplanen skal udføres på byggepladsen samtidig.

2.3.2 Maskiner til anlægsarbejdet

Det præcise behov for maskinel til anlægsarbejdet på hver station kan ikke fastlægges på nuværende tidspunkt. Baseret på erfaringer fra tidligere projekter er de nedenstående et kvalificeret bud:

- 1 gravemaskine, 7 til 32 tons
- 2 rendegravere/minigravere
- 1 lastbil/dumper
- 1 gummiged
- 1 traktor med kran/lastbil med kran
- 1-2 personlifte
- 1-2 teleskoplæssere

De angivne maskiner vil ikke nødvendigvis blive anvendt kontinuerligt igennem anlægsarbejdet, men kun på de tidspunkter, hvor deres tilstedeværelse er påkrævet. De anvendte maskiner har en støjemission på samme niveau som almindelige entreprenør- og landbrugsmaskiner.

2.3.3 Transporter

Transporterne omfatter alene tilkørsel af maskiner og materialer for arbejdets udførelse, og ikke mandskabstransport. I anlægsperioden indbefatter disse transporter f.eks. materiel til byggepladsopbygning og skurby, jord til køreveje og terrænregulering, byggematerialer til fundamenter og teknisk udstyr som master og komponenter samt teknikbygning. teknikbygning.

Det er på nuværende tidspunkt ikke muligt at redegøre nærmere for mængden af materialer og transporter. Behovet vil blive nærmere redegjort for i miljøkonsekvensvurderingen.

2.3.4 Belysning

Der etableres byggepladsbelysning i nødvendigt omfang i de perioder, hvor der er behov for det.

2.3.5 Varighed

Anlægsarbejderne vil blive udført inden for normal arbejdstid, som på hverdage er kl. 07.00-18.00 og lørdage kl. 07.00-14.00. Dog kan kommunernes forskrifter for støj angive et andet og mere begrænset tidsrum samt andre støjkrav.

Der arbejdes på højspændingsstationerne igennem hele projektets anlægsperiode, som er 3. kvartal 2027 – 1. kvartal 2030.

2.4 Driftsfase for stationer

2.4.1 Arealer og rettigheder

Da der i driftsfasen ikke er behov for de midlertidige byggepladser, er arealbehovet i driftsfasen mindre end arealbehovet i anlægsfasen. Se afsnit 2.2 for det planlagte arealbehov.

2.4.2 Håndtering af vand

Afledning af regnvand på terræn og regnvand fra stationsbygningen sker ved inddragelse af forskellige LAR-løsninger (Lokal Afledning af Regnvand). LAR vil således blive den foretrukne løsning til håndtering af vand på stationsområderne. Overfladevand ledes via vådt regnvandsbassin til recipient.

I teknikbygningen vil der blive indrettet velfærdsrum til ansatte, der tilser og servicerer anlægget. I teknikbygningen vil der blive indrettet velfærdsrum til ansatte, der tilser og servicerer anlægget. Sanitært spildevand ledes enten til eksisterende spildevandskloak eller til samletank.

2.4.3 Støj

Der vil på stationerne blive installeret støjende komponenter i form af kompenseringsspoler og filtre. Støjemissionen forventes at stige med komponenternes opsætning, sammenlignet med støjniveauet i dag. Der er i forbindelse med plangrundlaget udarbejdet en støjrapport for stationerne. Støjrapporterne viser, at støjen ikke overstiger de vejledende grænseværdier. Der er i støjrapporten for Vendsysselværket inddraget støjbidrag fra de nærliggende højspændingsstationer, herunder udbygning af 400 kV Vendsysselværket.

2.4.4 Belysning

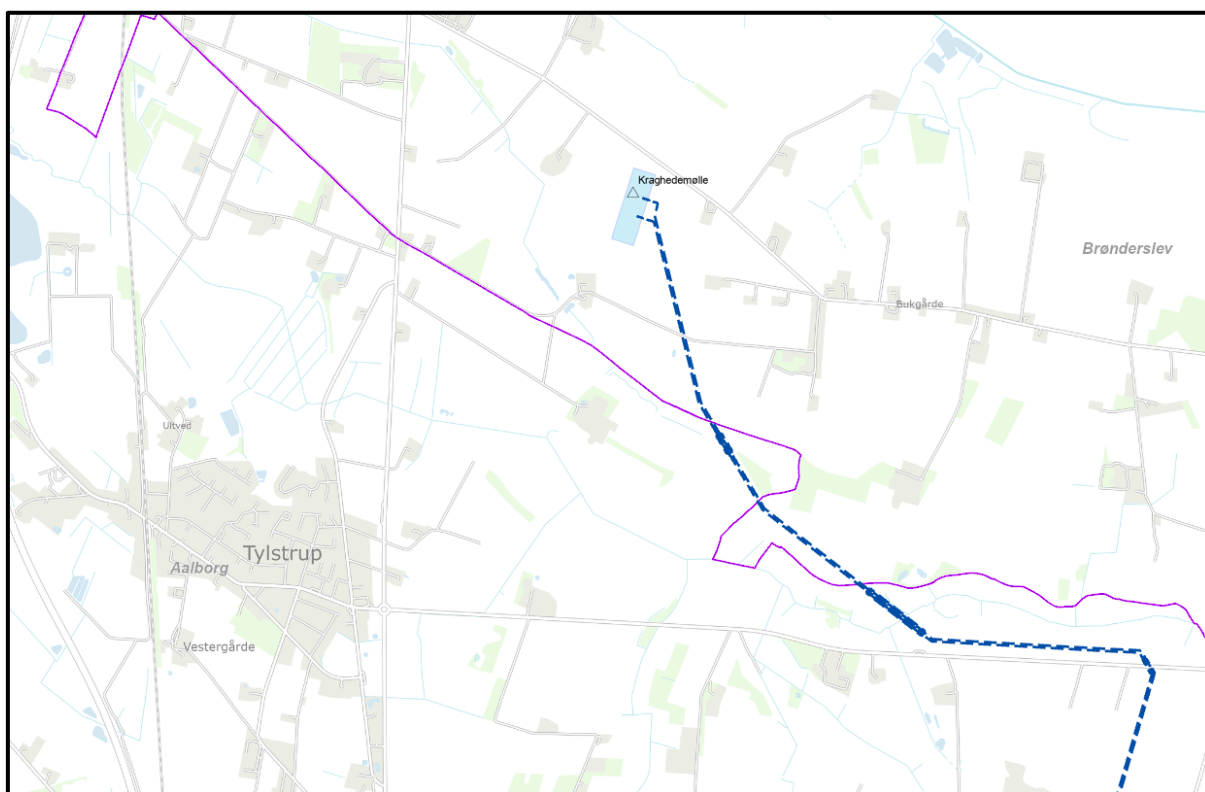
Der vil ikke være lys på stationsanlæggene ved normal drift. Ved tilsyn, vedligeholdelsesarbejde og eventuelt havari vil stationsområdet være oplyst med orienteringslys på de tidspunkter, der er nødvendige for arbejdets udførelse. Der er planlagt lysarmaturer i lynfangsmasterne. Disse er ligeledes tændt efter behov ved service af stationen.

2.4.5 Vedligeholdelse og tilsyn

Stationsanlæggene vil som udgangspunkt være ubemandede, og der vil derfor ikke være jævnlig trafik til og fra området. I forbindelse med tilsyn vil der være begrænset trafik til og fra stationsområdet.

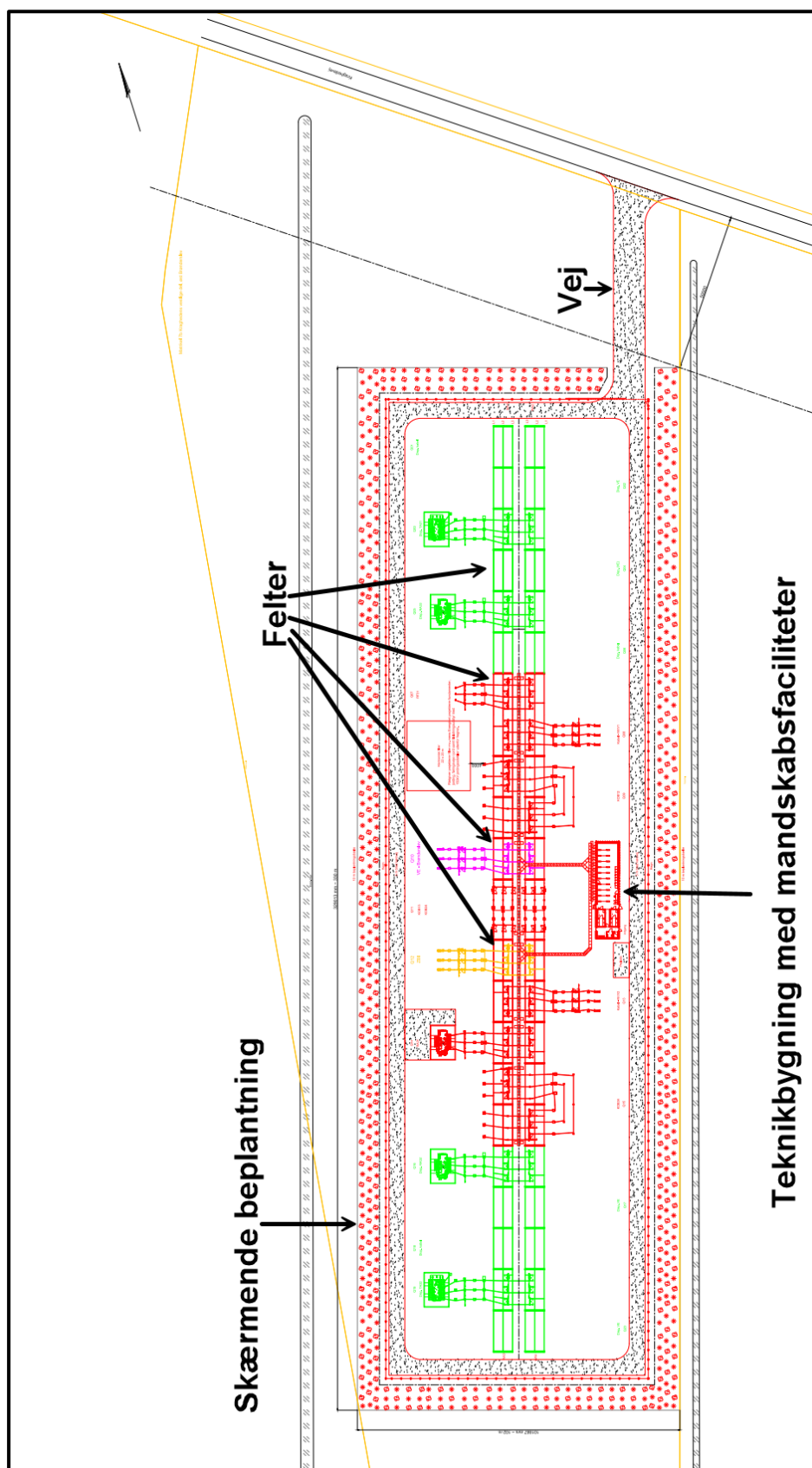
2.5 Kraghedemølle

Den nye 150 kV højspændingsstation, Kraghedemølle, anlægges i Brønderslev Kommune 1,5 km nordøst for Tylstrup (Aalborg Kommune). Den eksakte placering fremgår af Figur 2.1.



Figur 2.1 Stationsområdet for højspændingsstationen Kraghedemølle er vist med blå farve og kablerne med blå, stiplede linjer. Arealet til stationen udgør ca. 3,3 ha. (100 x 330 m).

Kraghedemølle vil have behov for et areal på ca. 3,3 ha. En oversigtstegning af stationen kan ses på Figur 2.2.



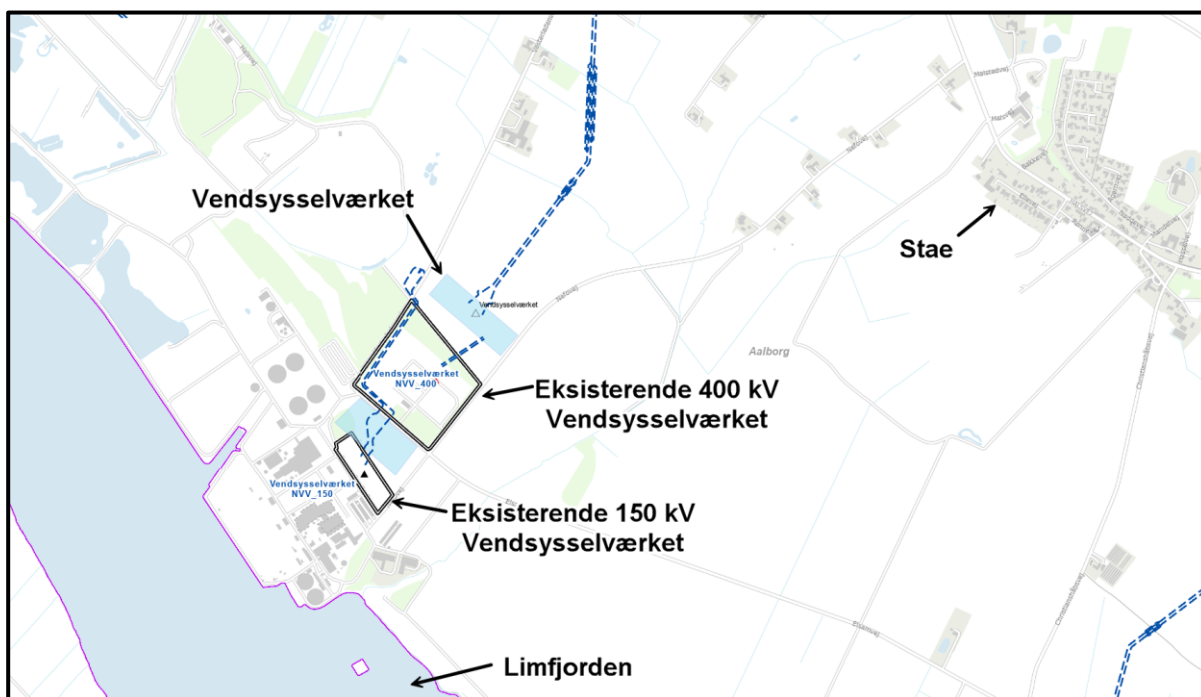
Figur 2.2 Oversigtstegning over Kraghedemølle. Alle typer af felter ansøges godkendt i det nærværende projekt.

Kraghedemølle højspændingsstation kommer til at indeholde følgende:

- 22 stk. felter til tilslutning af kabler, transformere, filtre og kompenseringsspoler.
- Teknikbygning til relæfelter mv.
- Lynfangsmaster (10 stk.) på 28 m i højden.
- Etablering af 3 stk. kompenseringsspoler.
- 2 transformere.
- 1 stk. harmoniske filtre.
- Adgangsveje og køreveje.
- Kabelføringsveje mellem bygning og højspændingsanlæg mv.
- Montering af stativer, højspændingskomponenter inkl. interne forbindelser.
- Stålhegn omkring stationsarealet og ca. 10 m bredt beplantningsbælte.
- Vandhånderingsbassin til håndtering af overfladevand. Bassinet til håndtering af overfladevand. Bassinet placeres uden for stationens hegn.

2.6 Vendsysselværket

Den nye 150 kV højspændingsstation, Vendsysselværket, anlægges i umiddelbar forbindelse med det eksisterende 400 kV Vendsysselværk og eksisterende 150 kV Vendsysselværk ca. 1,5 km sydvest for byen Stae i Aalborg Kommune, samt i nærhed af Limfjorden. Den eksakte placering fremgår af Figur 2.3.



Figur 2.3 Stationsområdet for højspændingsstationen Vendsysselværket er vist med blå farve og kablerne med blå, stiplede linjer. Arealet til stationen udgør ca. 2,5 ha (85 x 300 m).

Vendsysselværket vil have behov for et areal på ca. 2,5 ha. En oversigtstegning af højspændingsstationen kan ses på Figur 2.4.

Vendsysselværket kommer til at indeholde følgende:

- 20 stk. felter for tilslutning af kabler, transformere og kompenseringspole.
- Teknikbygning til relæfelter mv.
- Lynfangsmaster (12 stk.) på 28 m i højden.
- 1 stk. kompenseringspole.
- Adgangsveje og køreveje.
- Kabelføringsveje mellem bygning og højspændingsanlæg mv.
- Montering af stativer, højspændingskomponenter inkl. interne forbindelser.
- Stålhegn omkring stationsarealet og ca. 10 m bredt beplantningsbælte.
- Vandhånderingsbassin til håndtering af overfladevand. Bassinet placeres uden for stationens hegn. Bassinetuden

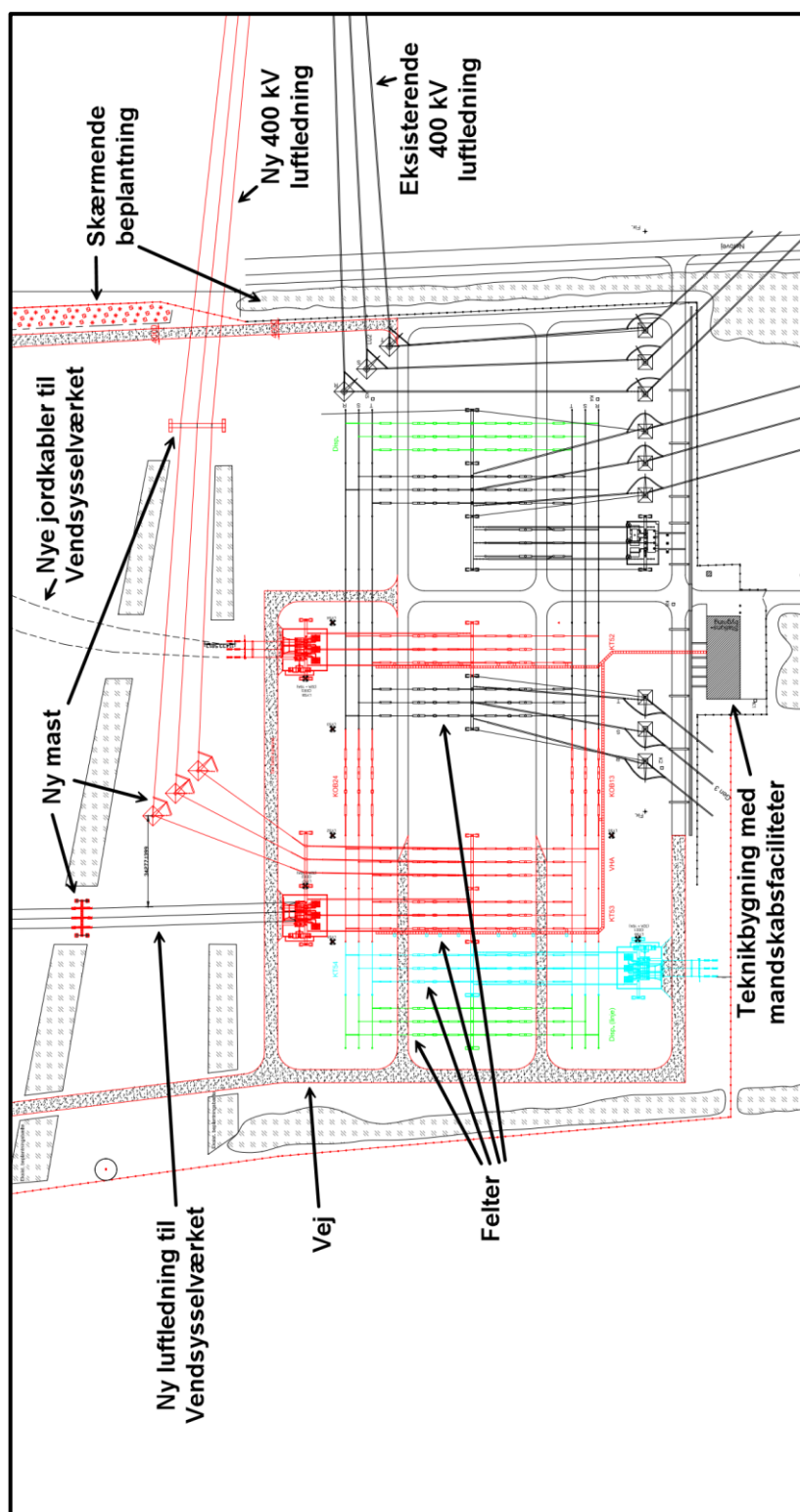
2.7 400 kV Vendsysselværket

Det eksisterende 400 kV Vendsysselværk, der ligger umiddelbart nord for Limfjorden, udvides inden for samme matrikel som den nuværende station samt på den tilstødende matrikel mod vest. Stationens placering mellem eksisterende 150 kV Vendsysselværk og det nye Vendsysselværk fremgår af Figur 2.3.

400 kV Vendsysselværket kobles med det nye Vendsysselværk via luft- og jordkabler.

Stationen er etableret på lejet areal og Energinet erhverver sig arealet i forbindelse med projektet.

En oversigtstegning af stationen kan ses på Figur 2.5. En oversigtstegning af stationen kan ses på Figur 2.5.



Figur 2.5 Oversigtstegning over udvidelsen for 400 kV Vendsysselværket. Sorte felter er eksisterende felter; Røde felter er felter, der etableres i forbindelse med etablering af stationen; Grønne og blå felter er disponible felter, der kan udnyttes i forbindelse med fremtidige projekter. Sorte felter er eksisterende, godkendte felter, men alle andre felter, søges godkendt i det nærværende projekt

Stationen 400 kV Vendsysselværket kommer fremover til at indeholde følgende komponenter:

Nye komponenter:

- 6 stk. felter for tilslutning af kabler, transformere og kompenseringsspole.
- 2 stk. transformer.
- 1 stk. kompenseringsspole
- Udvidelse af skinner i AIS-station med 4 felter
- Montering af stativer, højspændingskomponenter inkl. interne forbindelser.

3. Kabelanlæg

I beskrivelsen af linjeføringen for kabelanlægget indgår alle nødvendige tekniske komponenter, som tilsammen sikrer kabelanlæggets drift.

Et kabelanlæg består af:

- Kablesystem.
- Et antal muffer til at samle kabelenderne med.
- Linkbokse.
- Fiberbrønde.
- Føringssrør til fiber og styrekabler.
- Markeringspæle.

Et kablesystem består af 3 individuelle kabler, et kabel for hver fase, som tilsammen leder strømmen. De 3 kabler ligger ved siden af hinanden i samme kabelgrav. I dette projekt skal der etableres to systemer, jf. afsnit 3.4.1. Det betegnes derfor et dobbelt kablesystem eller dobbelttracé.

I kabelgravene etableres desuden 1-2 fiberkabler, som trækkes i et plastrør, samt dækbånd i plast og advarselsnet. Fiberkablerne lægges ned ved siden af eller lige over elkablerne.

3.1 Synlige anlæg over terræn

Kablerne skal samles med muffer (jf. afsnit 3.4.5). Ved nogle kabelmuffer er det nødvendigt at installere linkbokse, som indeholder udstyr til jording af kabelskærme og tilhørende overspændingsafledere. Disse linkbokse kan være nedgravede eller ført over terræn via brønde. Brøndene skal kunne tilgås ved behov som evt. fejlsøgning på kabelanlægget (Figur 3.1).



Figur 3.1 Eksempelfoto af linbokse og markeringspæle i terræn.

De overjordiske brønde kan tilgås under normalt vedligehold uden opgravning. De kan ses over terræn i form af en betonbrøndring, der rækker ca. 30 cm over terræn og med et Ø150 cm aluminiumsdæksel. De underjordiske linkbokse kan kræve frilægning inden de kan tilgås. Der må maksimalt være 10 m fra kabelmuffen til linkboksen. Der opsættes markeringspæle langs linjen (jf. Figur 3.1).

Linkboksbrønde kan ikke placeres tæt på veje, da disse krydses ved underboring.

I forbindelse med anlæg af kabelsystemet anlægges samtidigt et højkapacitets optisk fiberkabel. Tomrør ($d = 40 \text{ mm}$) til fiberkablet trækkes samtidigt med højspændingskablerne og samles i fiberbrønde. Fiberkablet anvendes til kommunikation mellem højspændingsstationerne samt til overvågning af kablets temperatur under drift. Røret lægges sammen med den midterste fase. Derudover lægges et ekstra rør ved en af yderfaserne. Det ekstra rør er en sikkerhedsforanstaltning, i fald det etablerede fiberkabel på et tidspunkt skal udskiftes eller repareres. Når rørene er etableret, spules et ca. 4 km langt fiberkabel ind i det midterste fiberrør. Der er ikke udledning i forbindelse med indspulingen. Fiberkablet er koblet på en prop, der skydes fremad med det indspulede vand, og vandet ender derfor med at fylde røret. For at mindske brugen af køreplader, forsøges fiberbrønde placeret langs kørefast vej. Fiberbrønde ligger i terræn med et cirka 40 x 80 cm aluminiumsdæksel (Figur 3.2).



Figur 3.2 Eksempel på fiberbrønd i terræn

3.2 Forundersøgelser

Forundersøgelserne omfatter alle de undersøgelser, som udføres inden anlæg af den blivende tekniske installation. Forundersøgelserne kan udføres på forskellige tidspunkter i projektet. Tidspunktet og omfanget af forundersøgelserne beror på en konkret vurdering af behovet for viden i forhold til projektets design.

3.2.1 Arkæologiske forundersøgelser

De generelle arkæologiske forundersøgelser af fortidsminder, udover dem, som er kortlagt ved arkivalsk kontrol, omfatter afrømning af muldlaget langs hele linjeføringen.

Hvis der er fund, og det lokale museum vurderer, at der er tale om væsentlige fortidsminder, kan museet beslutte at udgrave. Behovet for udgravning aftales i dialog med museet og skal koordineres med anlægsarbejdet. Det kan vise sig, at udgravningerne kan forsinke kabellægningen, og disse delstrækninger vil blive prioriteret.

For at undgå forsinkelser, foregår forundersøgelserne ofte i god tid inden kabellægningen. De udføres derfor senest 6-8 uger før det øvrige anlægsarbejde. Forundersøgelserne foregår ved, at museet afrømmer muld i 2-3 meters bredde svarende til kabelgraven. Hvis der gøres fund, som kræver udgravning, udvides muldafrømningen til maksimalt 7-8 meter, svarende til muldafrømningen for kabellægningen. Afhængig af tidspunktet tildækkes de afdækkede arealer inden kabellægningen. Dog tildækkes arealerne typisk ikke før kabellægningen, hvis forundersøgelserne udføres 6-8 uger forinden.

3.2.2 Forundersøgelser af jordbundsforhold

I områder, som viser sig at indeholde blødbund eller andre forhold af betydning for kabelanlægget eller anlægsarbejdet, kan det vise sig nødvendigt at udføre geotekniske borer. Disse afdækker

jordbundsforholdene, hvorved arbejdet kan planlægges mest hensigtsmæssigt f.eks. med henblik på udlægning af køreplader og ønsket om at minimere strukturskader.

Ved underboringer på land (se afsnit 3.4.3) og særligt ved underboring af natur-, vådområder og vandløb, kan det være nødvendigt at udføre geotekniske forundersøgelser af jordbunden i det område, som skal underbores. De geotekniske forhold har betydning for projekteringen af underboringen, og resultatet af forundersøgelsen kan betyde, at underboringen skal flyttes i forhold til den oprindeligt planlagte placering, eller at underboringen skal bores dybere. Formålet med forundersøgelser er at have det bedst mulige grundlag, at kunne detailprojektere underboringen ud fra, således, at underboringen kan gennemføres så sikkert som muligt, og således at risikoen for blow-out (se afsnit 3.4.3.1.2.) minimeres.

Det kan også være nødvendigt at udføre prøvegravninger for at afklare en eventuel tilstedeværelse af ledninger eller for at lokalisere dybden af kendte ledninger. Prøvegravninger udføres efter at have fået tilladelse fra lodsejer og/eller efter at have indhentet gravetilladelse fra vejmyndigheden.

3.3 Forberedende arbejder

Inden etableringen af kabelanlægget går i gang er der behov for at forberede arbejdet.

Det kan dreje sig om:

- Rydning af diger og hegn
- Krydsninger af dræn og fremmede ledninger
- Krydsning af veje

3.3.1 Rydning af diger og hegn

Den valgte anlægsmetode sker på baggrund af en konkret vurdering af diger og hegn, og metoden for passage af diget eller hegnet er fastlagt på baggrund af kriterierne beskrevet i afsnit 1.3.5.

Når anlægsarbejdet er udført, genplantes hegnene i det omfang, den valgte anlægsmetode tillader det. Der genplantes med de arter, som det tilstødende hegn er kendetegnet ved. Diger reetableres ligeledes efter endt anlægsarbejde.

Rydningen af hegn udføres, på baggrund af en konkret vurdering af den udførende entreprenør, enten i forbindelse med etableringen af kabelanlægget eller uafhængigt af og forud for det øvrige anlægsarbejde.

3.3.2 Krydsning af dræn og fremmede ledninger

Dræn i landbrugsarealer og andre steder kan blive gravet over i forbindelse med anlægsarbejdet. Energinet reparerer dræn ud fra en generel standard og er ansvarlig over for eventuelle skader på dræn, som kan henføres til anlægsarbejdet. Hvis enkelte dræn krydses, samles disse med et fast rør over kabelgraven. Ved større drænsystemer reetableres drænsystemet efter anvisninger fra en drænkonsulent og de tekniske bestemmelser.

Der kan vise sig behov for at omlægge andre ledningsanlæg, hvor det nye kabelanlæg kommer til at krydse. Omfanget af omlægninger er først kendt, når projekteringen og aftalerne med de respektive ledningsejere er kendt. Kabelanlæggets krydsning af 3. parter, ledninger eller rør udføres på forskellige måder, alt efter hvilken type anlæg, der krydses, og hvilke krav den givne ledningsejer har til krydsninger. Oftest kan krydsningen ske helt uden omlægning. Den mest enkle metode er frigravning og understøtning af den krydsede ledning, hvorefter kabelanlægget trækkes under den ledning der skal krydses. En anden mulighed er frigravning af den krydsede ledning og udlægning af trækrør til kabelanlægget, hvorefter den krydsede ledning tildækkes før udtrækning af kabelanlægget. Den mest omfattende krydsningsmetode er styret underboring, som fortrinsvist benyttes, hvis der er tale om krydsning af større lednings- eller røranlæg. Ved alle tre metoder skal ledningsanlæg ikke omlægges men blot frilægges. Hvis ingen af de beskrevne metoder kan løse udfordringen, er sidste mulighed at flytte enten højspændingskablet eller omlægge 3. parts ledninger. Eventuelt omlægning gennemføres normalt inden for kort afstand af den oprindelige placering.

3.3.3 Krydsning af veje

For at minimere anlægget i offentlige veje krydses statslige og kommunale gennemfartsveje og fordelingsveje vinkelret på vejbanen, mens krydsningen af små lokalveje og private veje sker i en ikke ret vinkel på vejbanen afhængig af forholdene på stedet.

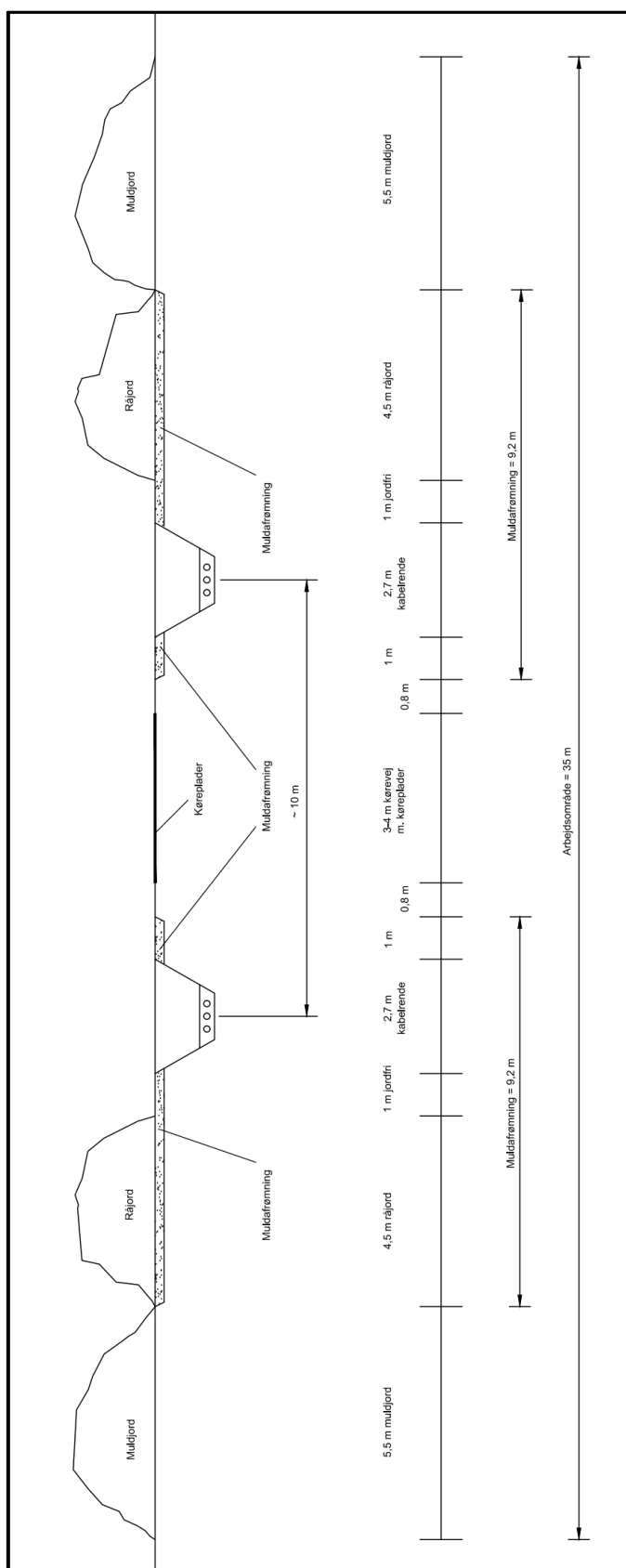
I nærværende projekt krydses de offentlige veje med styret underboring. Underboringerne starter i de tilstødende arealer, inden selve underboringen går ind under den offentlige vej.

3.4 Anlægsfase for kabler

Anlægsarbejdet kan udføres på forskellige måder. I anlægsfasen kan der vise sig behov for at tilpasse anlægsmetoden hvis f.eks. manglende plads, private adgangsforhold, trafikforhold, konflikt med arealbindinger eller andre regulerede forhold begrundet det.

3.4.1 Åben Kabelgrav

Ved kabellægning af 2 parallelle systemer i åben kabelgrav kræves et arbejdsbælte på ca. 35 m, jf. Figur 3.3.



Figur 3.3 Princip for tværsnit af anlægssbælte til dobbelttracé.

Til sidst tildækkes det afrømmede område med muldjorden. Mængden af overskudsjord er meget begrænset og udjævnes i arbejdsbæltet. Se foto på Figur 3.5.



Figur 3.5 Eksempelfoto på udjævnet anlægsbælte

Under anlægsarbejdet afspærres arbejdsområdet for uvedkommende færdsel af sikkerhedshensyn og for at undgå tyveri og hærværk.

Anlæg i åben grav er den generelle anlægsmetode.

3.4.1.1 Udlægning af kabelanlæg ved åben grav

Kabeludlægning foregår ved, at kabeltromlerne transporteres i en specialfremstillet kabelvogn, der kører tromlen ud til kabelgraven. Det spil, som skal trække kablerne ud, placeres i den modsatte ende af kabelgraven, og spilwiren trækkes hen til den første kabeltromle. Derefter trækkes kablerne ud enkeltvist. Kablet trækkes ud i kabelgraven på kabelruller, så kabelkappen ikke beskadiges. Udtrækning omkring sving udføres ved hjælp af specielle hjørneruller for at kablets mindste tilladelige bøjningsradius overholdes og for at sikre kablet mod at glide op ad skarpe kanter. Efter kabeludtrækningen placeres kablet i graven (se Figur 3.6). Udtrækning af en kabellængde varer ca. 3-4 timer.

Anlægsarbejdet foregår som en rullende proces med de forskellige aktiviteter, der skal udføres; udlægning af køreplader, afrømning af muld, opgravning af kabelgrav, nedlægning af kabelføringsrør, tildækning og opfyldning af kabelgrav, retablering af afrømt areal og fjernelse af køreplader. Anlægsarbejdet udføres mest optimalt ved at udføre arbejdet som en kontinuerlig proces. 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.



Figur 3.6 Kabelanlæg lagt ud i åben grav.

3.4.2 Kabelgravekasse

Kabelgravekasser kan anvendes, men kan være forbundet med udfordringer i forhold til at anlægge i åben grav. Kabelgravekassen kan benyttes på steder med begrænset plads eller på steder, hvor jordbundsforholdene ikke er tilstrækkeligt stabile til at anlægge i åben grav.

Kabeltrækket udføres inden kabelgraven graves ud. Kablerne trækkes ud på ruller, der er jævnt fordelt parallelt med den planlagte linjeføring. Rullerne mindsker risikoen for beskadigelse af kablet og mindsker den trækraften, der skal benyttes til udtrækket af kablet. Kablerne udtrækkes enkeltvis, og, efter udtræk af et kabel, løftes det af rullerne, der derefter benyttes til udtræk af det næste kabel.

Kabelgraven udgraves få meter ad gangen. Herefter trækkes kabelgravekassen løbende frem i graven og fører det forud lagte kabelanlæg ned i graven. Via kassen fyldes desuden sand og dækbånd i kabelgraven, jf. Figur 3.7. Kablerne ligger i flad forlægning, jf. Figur 3.4.



Figur 3.7 Eksempel på kabelgravekasse

Fordelen ved anvendelse af kabelgravekasse er, at der kan etableres kabelanlæg i områder med høj vandstand, uden at det vil få nogen indflydelse på arbejdets udførelse, og uden at der er behov for at holde udgravningen tør under anlægsarbejdet.

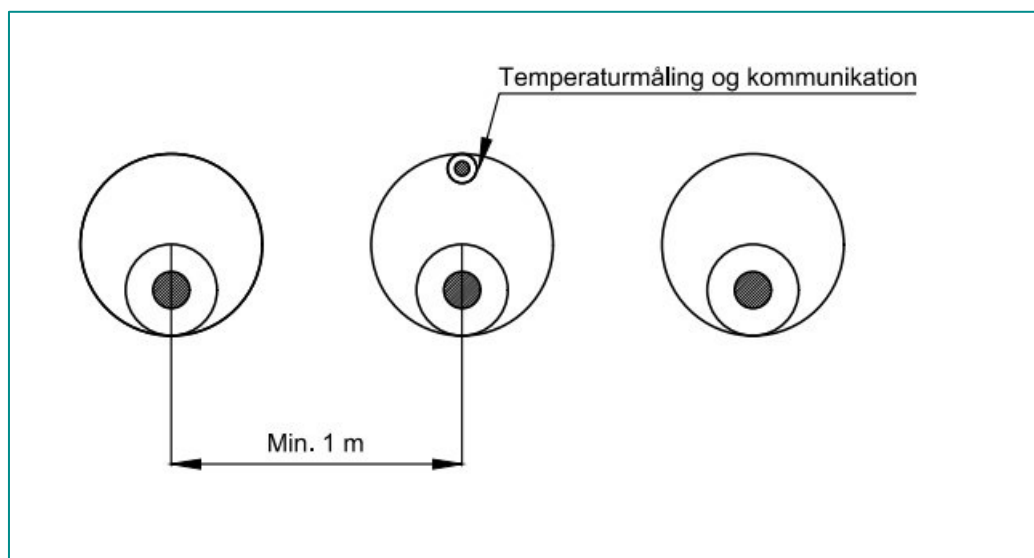
En anden betydelig fordel ved brug af kabelgravekasse er den hurtige reetablering, idet der reetableres i forbindelse med fremdriften af kabelgravekassen. I forbindelse med fremdriften af kabelgravekassen, er det f.eks. muligt at reetablere dræn- og andre ledninger, før kabelgraven reetableres med råjord og efterfølgende muldjord.

3.4.3 Styret underboring

Styret underboring er en anlægsmetode, der kan anvendes til fremføring af kabelanlæg. Anlægsmetoden kan benyttes i de tilfælde, hvor anlæg i åben grav ikke er muligt eller ikke er fordelagtigt i forhold til miljøpåvirkning, infrastruktur eller økonomi.

Styrede underboringer foretages ved at bore fra den ene side af det område, der skal underbores, til den anden side af området. Derefter trækkes et føringsrør gennem boringen for at kunne etablere kabelanlæg på strækningen mellem de to boregruber gennem føringsrøret. Efter udførelse af underboring og reetablering af arbejdsområderne er der, bortset fra eventuelle markeringspæle, ikke synlige tegn på terrænoverfladen. Markeringspælene angiver, at der ligger højspændingskabelanlæg i jorden.

Ved underboringer etableres faserne med større afstand mellem faserne end ved flad forlægning i åben grav. Afstanden mellem faserne bliver på minimum 1 meter, jf. Figur 3.8.



Figur 3.8 Kabelanlæg i flad forlægning anlagt ved styret underboring, et fasekabel i hvert føringsrør. Der etableres i det midterste føringsrør et fiberkabel, der anvendes til temperaturmåling og kommunikation, sammen med fasekablet.

Jo dybere og/eller længere der underbores, jo større afstand skal der være mellem fasekablerne og dermed borerne.

Afstanden mellem underboringerne afhænger dels af jordens beskaffenhed i forhold til at lede varme væk fra fasekablerne. Derudover afhænger den af den praktiske udførelse under etableringen af underboringerne, hvor alle underboringer skal kunne drejes udenom f.eks. større sten uden at ramme eller risikere udsivning af boremudder til nabounderboringen.

Afstande mellem underboringer på 5-10 m kan forekomme ved længere, dybere og teknisk komplicerede underboringer.

Det er på forhånd ikke muligt at vide, hvor lang tid det tager at udføre den enkelte underboring, da det afhænger af en række konkrete forhold. Disse inkluderer topografiske forhold på borestrækningen, jordens hårdhed (f.eks. sand/ler/ kalk) og underboringens længde og diameter.

Som tommelfingerregel for forholdet mellem længde, dybde og varighed kan oversigten i Tabel 3-1 anvendes.

Tabel 3-1 Tommelfingerregel for forhold mellem længde, dybde og varighed af underboringer.

Længde	Dybde	Varighed
0-50	1-10 m	2-7 dage
50-100	1-15 m	7-10 dage
100-200	1-20 m	14-28 dage
200+	1- 30 m	> 4 uger

Ved etablering af 150 kV kabelanlæg i flad forlægning udføres der typisk underboringer med en diameter på 280-330 mm, hvori der trækkes et Ø250 mm føringsrør.

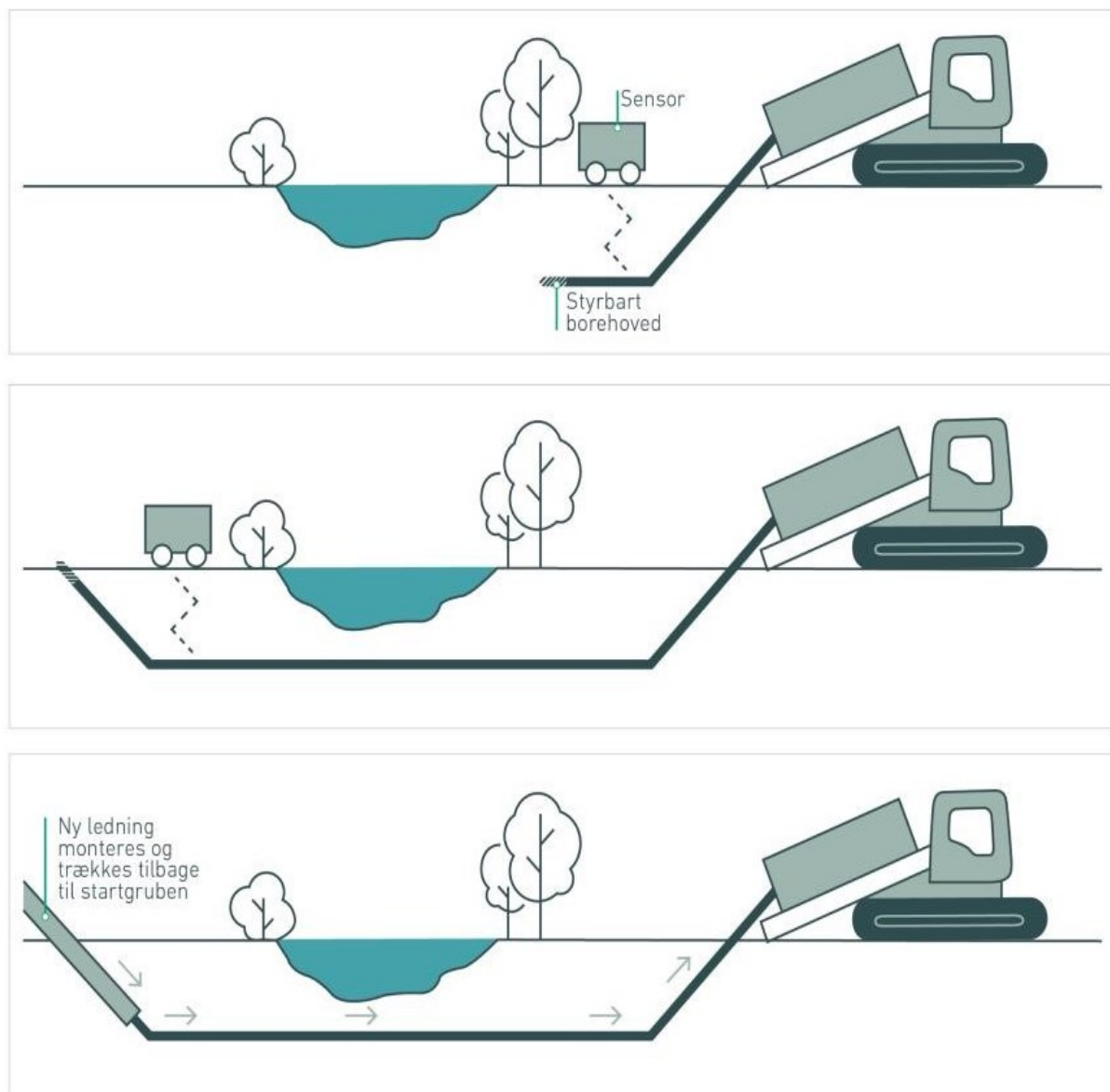
3.4.3.1 Udførelse af styret underboring

Ved etablering af kabelanlæg med styret underboring ligger kablerne typisk ca. 3-5 m under terræn. Det kan ved passage af både under- og overjordiske anlæg, ledninger eller beskyttet natur være nødvendigt at bore dybere, for at sikre den nødvendige sikkerhedsafstand. Lokale jordbundsforhold, underboringens længde og bratte terrænforskel kan ligeledes medføre større dybde af underboringen.

En underboring udføres som standard med et føringsrør til hvert fasekabel. Det vil sige, at der er i alt tre underboringer og tre føringsrør for et kabelsystem.

De styrede underboringer udføres adskilt fra og før det øvrige kabelanlæg i åben grav, sådan at føringsrørene er klar, når kabelanlægget skal trækkes. På den måde er det muligt at trække en hel kabellængde ad gangen.

En styret underboring udføres fra startgruben til slutgruben. Størrelserne på gruberne er typisk ca. 4 m x 2 m x 2 m. Første gennemboring (pilotboring) udføres med et lille styrbart borehoved, som efter gennemboring af strækningen udskiftes med et borehoved (reamer) i en lidt større diameter i slutgruben. Reameren trækkes retur til startgruben, hvorved boringens diameter udvides (up-reaming). Om nødvendigt reames der flere gange afhængig af undergrundens beskaffenhed og kravet til boringens diameter. I Figur 3.9 ses principperne for arbejdsgangen ved styret underboring.



Figur 3.9 Arbejdsgangen ved styret underboring. Sensoren har en størrelse, der kan bæres og håndteres af én person.

Sammen med tilbagetrækningen af den reamer, der giver boringen den nødvendige diameter, trækkes føringsrøret til kablet. Inden føringsrørene kan trækkes gennem underboringen, skal rørene samles i længder svarende til underboringens totale længde. Føringsrørene (PE-plast) svejses sammen i arbejdsarealet langs traceet. Der anvendes et køretøj (traktor eller lille lastbil) med gaffelgreb og stropper til at håndtere og udlægge rørene.

3.4.3.1.1 Borevæske

Under boreprocessen anvendes borevæske. Sammensætningen af borevæske fremgår af afsnit 3.4.12.2. Anvendelse af borevæske er en forudsætning for at kunne udføre en styret underboring. Under borearbejdet pumpes borevæske gennem borerøret til borehovedet, hvor det afkøler

borehovedet, smører borehullet, udligner det jordtryk, som opstår i boringen, hvorved borehullet stabiliseres, og bringer opboret materiale ud af boringen til gruberne. Når borevæsken flyder tilbage til startgruben, er den blandet med opboret jord og kaldes derfor boremudder. Det betegnes derfor boremudder. For at reducere forbruget af borevæske kan boremudderet renses og genbruges i underboringen. Genanvendelse vil ske på baggrund af tilladelse fra kommunen (miljøbeskyttelsesloven § 19). Boremudder opsamles i start- og slutgruben, så der ikke sker overløb til beskyttede vandløb og naturområder.

Boremudder siver ikke ud i jorden omkring boregruberne, men der sker en mætning af jordmatricen i grænsefladen mellem jord og borevæske. Tykkelsen af den påvirkede jord afhænger af den konkrete jordsammensætning, men der er generelt tale om få centimeter. Boremudderets funktion er netop at fylde boringen ud og ikke at sive ud i den omgivende jordmatrice.

Boremudder i en styret underboring kommer i kontakt med jord og grundvand omkring boringen. Derved vil der helt lokalt kunne ske en påvirkning af jord og det terrænnære grundvand omkring boringen, boregruber og på arbejdsarealer omkring boregruber (hvor boremudder håndteres).

Der anvendes ca. 0,5 m³ borevæske pr. meter underboring. Borevæske og dennes egenskaber er gennemgået i flere detaljer i afsnit 3.4.12.2. Anvendelse af borevæskeprodukter vil ske på baggrund af tilladelse (miljøbeskyttelsesloven § 19) fra kommunen.

Når underboringen er afsluttet, tømmes boregruberne for boremudder, og gruberne fyldes op med den jord, der blev bortgravet ved opstart. Det vil sige, at jorden omkring gruberne og boringen efterlades mættet med boremudder i få centimeters tykkelse. Dette er inkluderet i DHI's risikovurdering, se afsnit 3.4.12.2.

Opboret materiale (jord og boremudder) fra underboringerne er overskudsmateriale, som bortskaffes efter kommunens anvisning.

Opgravet jord fra gruberne genindbygges om muligt på opgravningsstedet. Såfremt den opgravede jord ikke er genindbygningsegnet, bortskaffes den efter kommunens jordregulativ og anvisning.

3.4.3.1.2 Blow-out (udsivning)

I forbindelse med udførelse af styrede underboringer kan der opstå højt tryk i boremudderet. Det høje tryk kan forårsage, at boremudderet spredes gennem sprækker og lagdelinger i jorden og siver ud på jordoverfladen eller i vandløb. Dette betegnes et blow-out. Under et blow-out siver boremudderet ud på terrænoverfladen, da det mister det meste af trykket på vejen gennem sprækken i jorden.

Risikoen for udsivning afhænger blandt andet af geologien og dybden af boringen. Risikoen for udsivning falder med dybden af boringen og den stiger med længden af underboringen. Risikoen for udsivning er størst nær start- og slutpunktet for underboringen, da man her er tættest på terrænoverfladen. En udsivning er en utilsigtet hændelse, som altid forsøges undgået. Erfaringsmæssigt vil det totale volumen af boremudder, der kan sive ud, variere mellem få liter og op

til ca. 20 m³. Baseret på tidligere tilfælde af blow-outs, er udstrækningen af de påvirkede områder typisk fra < 1 m² og op til 25 m². Blow-outs i vandløb er erfaringsmæssigt i størrelsesordenen 5 m³.

Under projekteringen af underboringer tages der forholdsregler for at minimere risikoen for blow-outs i nærheden af natur- og vådområder og vandløb. Dette gøres ved for eksempel at øge afstanden til bunden af vandløb eller terrænoverflade, ved at bore i stabile jordlag (ler, sand, grus) fremfor ustabile jordlag (våde tørveaflejringer, opsprækket kalk), ved at tilpasse sammensætningen af borevæske, ved at sænke trykket i boringen og ved at nedsætte borehastigheden. De geotekniske og fysiske forundersøgelser er medvirkende til at afdække sådanne problemstillinger.

Baseret på Energinets erfaringer estimeres det, at over 90 % af det boremudder, der siver ud på terrænoverfladen, kan fjernes igen. Erfaringer viser, at 90-95 % af det boremudder, som siver ud i vandløb med lav vandføring, kan fjernes igen. Sker der udsivning til vandløb med stor vandføring, opblandes og fortyndes størstedelen af boremuddet i vandsøjlen. Erfaringer har vist, at ved en udsivning i et vandløb med stor vandføring, transporteres boremuddet i løbet af kort tid (1-2 timer) med strømmen, til det sedimenterer og integreres i bundsubstratet på steder, hvor strømhastigheden tillader sedimentation. Allerede efter kort tid viser erfaringen, at der kun er få synlige spor af boremudder i vandløbet på udsivningsstedet.

3.4.3.1.3 Beredskabsplan

Entreprenøren udarbejder inden igangsættelse af underboring en beredskabsplan. Beredskabsplanen specificerer, hvordan man forholder sig ved en eventuel udsivning af boremudder fra både boregruber og underboring og samtidig sikre, at der ikke sker afløb af boremudder fra arbejdsarealerne til omkringliggende arealer. Af beredskabsplanen fremgår også, hvordan entreprenøren planlægger hurtigst muligt at kunne fjerne en eventuel udsivning til vandløb eller jordoverfladen. Hurtig reaktion imødekommes blandt andet ved, at der altid står et akut beredskab klar, som straks kan gå i aktion og stoppe, inddæmme og fjerne et eventuelt udslip.

Under hele borearbejdet overvåges underboringen nøje. Det indbefatter visuel overvågning af terrænoverfladen og vandløb på borestrækningen, overvågning af trykniveauet for boremudder i underboringen og mængden af returflow. Så snart der observeres tegn på udsivning, trykfald i boringen, der kan indikere en udsivning, eller hvis returflowet falder markant, stoppes borearbejdet. Hermed stoppes en udsivning straks, fordi overtrykket i boremuddet reduceres. Akutberedskabet træder straks til for at fjerne boremudder fra jordoverfladen eller vandløb. Når uheldet er stoppet, og oprydning igangsat, kontakter akutberedskabet omgående miljøvagten eller tilsvarende i kommunen.

Beredskabsplanen sendes til kommunen forud for igangsætning af borearbejdet, så de har mulighed for at kommentere på planen og valg af beredskabstiltag.

Detaljeringsgraden i beredskabsplanen, inklusiv procedurer for tiltag, der skal iværksættes for at stoppe og begrænse udsivning af boremudder, afhænger af naturtypen, som underbores. Detaljeringsgraden vil være skærpet for beskyttede naturområder og vandløb.

Som en del af beredskabsplanen ved udsivning beskrives specifikke metoder til fjernelse af boremudder, der måtte være kommet ud på terrænoverfladen. Disse metoder afhænger af de fysiske forhold på borestrækningen og naturtypen, men typisk suges boremudderet op i en tank, eller det skræbes væk.

I Tabel 3-2 ses eksempler på overordnet indhold i en beredskabsplan.

Tabel 3-2 Overordnede indhold i beredskabsplan for underboringer i projektet.

Elementer i beredskabsplan	Kommentar
Planen skal indeholde navne på koordinerende ansvarlige personer, der kan igangsætte akutte tiltag og træffe beslutninger med meget kort varsel efter aftale med kommunen.	Navne hos både entreprenør, eventuelle underentreprenører, bygherres og relevante myndigheder angives.
Inden boringen påbegyndes, angives de adgangsveje, der skal anvendes i forhold til lækage, således at naturområder og vandløb lider mindst mulig overlast. Der sikres adgang til de underborede arealer og vandløb eventuelt ved udlægning af køreplader, hvor forholdene og årstiden kræver dette.	Det skal være muligt at rykke hurtigt ud langs hele underboringen, så nødvendige tiltag kan iværksættes uden ophold.
Akut bemanning på slamsugere. 2-3 sæt med fører, der kan rykke ud ved alarm fra boreholdets observatører.	Antal slamsugere tilpasses lokaliteten.
Gravemaskine, der kan nedsætte vandspærrende plader eller big bags i selve vandløbet med meget kort varsel (½-1 time).	Udstyr tilpasses lokaliteten.
Overvågning.	Overvågning af hele den underborede strækning er helt central. Målet er at opdage en lækage, når det sker, så boringen kan stoppes og afhjælpning påbegyndes. Observatører er i kontakt med boreoperatøren, så boring kan stoppes med det samme. Overvågningen udføres af flere personer og afhænger af områdets og boringens kompleksitet. Erfaringer fra tidligere boringer i samme område indgår selvfølgelig i planlægning af overvågningen. Ved underboring af et vandløb intensiveres overvågningen med observatører på begge sider af de bredere vandløb.
Boringen stoppes ved lækage.	Konstateres der en lækage, stoppes boringen ved kontakt til operatøren, hvorved trykket på boremudderet falder og lækagen stopper.

Kontakt til kommune eller miljøvagt ved lækage.	Myndighederne kontaktes om hændelsen som aftalt i forbindelse med udarbejdelse af beredskabsplanen.
På landjord: Planlagt inddæmnings- og opsamlingsmetode iværksættes. Hvis boringen fortsætter, vil fjernelse af boremudder fortsætte, så længe det siver ud	Beredskabsplanen vil indeholde en beskrivelse af opsamlingsmetode. Hvis området, hvor lækagen er sket, ikke afpropper sig selv, fortsætter man med at opsuge boremudder, så det ikke spreder sig. Kommunens instrukser følges.
I vandløb: Afhængigt af vandløbets størrelse og vandføring nedsættes spærring omkring udsippet (fx jernplader eller big bags).	Beredskabsplanen vil indeholde en beskrivelse af opsamlingsmetode ved lav vandstand og ved høj vandstand. Kommunens instrukser følges.
Plan for bortfragtning af det oprensede materiale fra lækage og oplysninger om efterfølgende oplagring eller bortskaffelse.	Det aftales med kommunen, hvordan overskydende boremudder skal håndteres.

3.4.4 Jordoplag forskudt langs linjen

På strækninger med en længde på under 50 m (f.eks. 25 m på hver side af en forhindring for det fulde anlægsbælte) kan jordoplaget lægges forskudt langs linjen, i forhold til hvor jorden er gravet op. Herved reduceres anlægsbæltet til ca. 15-20 m over en længde på 50 m. Til gengæld betyder det, at opgravet jord skal lægges et andet sted, som typisk er i forlængelse af den indsnævrede strækning, hvor anlægsbæltet derfor tilsvarende må udvides.

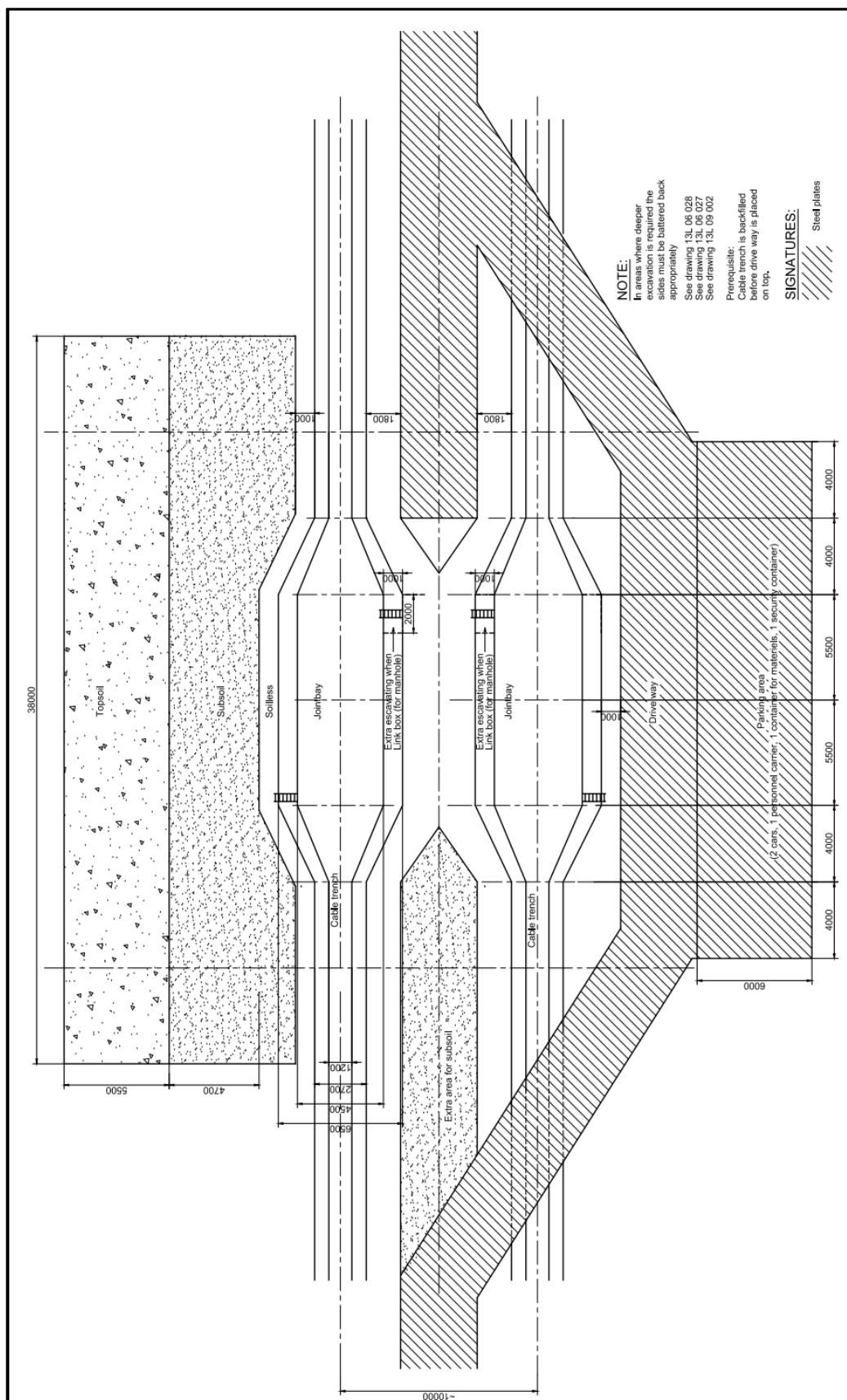
3.4.5 Muffegrav

For hver kabellængde (ca. 1.000-1.600 m) skal kablerne samles i muffer, som monteres i kablets ender. Muffearbejdet begynder, når kablerne på begge sider af muffegraven er udtrukket. Selve mufesamlingen giver ikke anledning til installationer over terræn, da mufferne sidder monteret på kablet, og derfor vil være nedgravet i samme dybde som kablerne, jf. Figur 3.10.



Figur 3.10 Kablerne er muffet sammen.

Omkring mufferne kommer et forøget arbejdsareal langs linjen for at gøre plads til muffehuse, materiale- og værktøjscontainere, velfærdsfaciliteter samt parkering. En muffegrav er ca. 4 x 10 m og indtil ca. 2 m under terræn. Figur 3.11 viser plan af en muffegrav.



Figur 3.11 Plan af muffegrav for dobbeltracé.

Da muffearbejdet skal foregå under kontrollerede, tørre og rene forhold, opsættes et montagehus bestående af en standard 20-fods container og opsættes en container til at udføre arbejdet i, jf. Figur 3.12.



Figur 3.12 Muffecontainer.

Det tager ca. 1 uge at samle de tre faser i et kabelsystem.

3.4.6 Tørholdelse af kabelgrav og boregruber

Der vil for alle kabelstrækninger og boregruber kunne forekomme behov for at bortlede regnvand, der samler sig i kabelgraven eller boregruben. Vand fra tørholdelse af kabelgrave og boregruber bortledes fortrinsvist lokalt til terræn. Dette sker efter aftale med lodsejer og på en sådan måde, at vandet ikke via overfladeafstrømning ledes til recipient.

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 anlægges med en dybde på ca. 1,5 m og står åbne i kort tid (op til 10 dage), forventes vandmængderne at være begrænsede. Ved tørholdelse pga. højtstående grundvand, nedsives vandet nedsivet til samme grundvandsmagasin. Der er vist forskellige metoder i Figur 3.13.



Figur 3.13 Forskellige metoder til at holde kabelgraven tør. På billedet til venstre etableres drænrør, til højre etableres sugespidsanlæg.

Det er på nuværende tidspunkt ikke muligt at redegøre nærmere for eventuelle vandmængder eller for de præcise udledningspunkter i terrænet. Vandmængder afhænger af den aktuelle grundvandsstand (vådt år/tørt år og årstid for anlægsarbejdet) og af de konkrete nedbørsforhold på anlægstidspunktet, samt eventuelt af drændybden på den pågældende matrikel.

3.4.7 Midlertidige arbejdsarealer

De midlertidige arbejdsarealer står åbne så længe som anlægsarbejdet begrundes det.

De mest simple og forholdsvis ukomplicerede styrede underboringer udføres med boreudstyr, som kræver en arbejdsplads på ca. 300-400 m² i begge ender af det område, der skal underbores. Selve bore- og slutgruben er ca. 8 m³, mens resten anvendes til arbejdsareal og oplagsplads. I slutgruben er der udover plads til opbevaring af boremudder, brug for en arbejdsplads med en udgravning på ca. 4 x 2 m, dels til at trække føringsrør tilbage gennem underboringen og dels til at samle føringsrør med de tilstødende føringsrør.

For længere og mere komplicerede boringer kræves, at arbejdsareal på op til 2.500 til 4.500 m², idet afstanden mellem føringsrørene øges med dybden/længden. Der skal være mindst 10 m arbejdsareal på udvendige side af yderste føringsrør, og afstanden imellem lederne kan være 5-15 m. I direkte forlængelse af retningen på underboringen skal der være plads til at føringsrørene, inden de trækkes, kan svejses sammen og lægges ud svarende til hele underboringens længde.

3.4.7.1 Oplagspladser

Der er behov for at etablere et antal oplagspladser inden for få kilometer af linjeføringen. Der er dels tale om depotpladser og dels om tromledepoter. Depotpladser er 250-2.500 m² og anvendes hovedsageligt til oplagring af sand, der skal bruges som fyld i kabelgraven. Depotpladserne kan også bruges til parkering af entreprenørmaskiner, som anvendes til arbejdet langs kabeltracéet. Der er behov for en depotplads for hver ca. 3-5 km på kabelstrækningen og depotpladser til sand ligger for hver ca. 350 meter.

Tromledepoter anvendes til opmagasinering af kabeltromler med højspændingskabler og evt. andet kabeltilbehør. Der etableres typisk et tromledepot for hver ca. 2-3 km kabeltracé. Da kabeltromler er meget tunge (op til 37 tons), foregår transporten på blokvognskøretøjer, som ikke er terrængående og desuden har stor venderadius (se Figur 3.14). Derfor stilles der øgede krav til underlag og adgangsforhold, hvor tromlepladserne indrettes.



Figur 3.14 Håndtering af kabeltromler på tromleplads

Både depotpladser og tromledepoter etableres i umiddelbar nærhed af kabelruten, f.eks. på dyrkede arealer. Medmindre de udpegede pladser allerede er befæstede, etableres pladserne ved midlertidig at udlægge køreplader for at sikre færdslen og minimere strukturskader. Der sker ikke muldafrømning på arealer for depoter.

3.4.7.1.1 Kabeltrækpladser

Kabeltrækpladserne udlægges langs kabelgraven for hver anden samling (muffe) på kabelanlægget. Der kan således trækkes i to retninger og rulles kabler ud i to retninger fra samme plads. Pladserne kræver et areal på 45 x 45 m, hvor maskinerne kan holde under trækningen af kablet. Kabeltrækpladserne ligger med en afstand på 2-3 km, svarende til 2 x længden af et kabel på en tromle.

3.4.7.2 Midlertidige adgangsveje

Der etableres en midlertidig adgangs-/arbejdsvej langs hele linjeføringen. Alle midlertidige adgangsveje etableres som en ca. 4 m bred kørepladevej (se Figur 3.15). Ud over den arbejdsvej, der etableres langs kabelgraven, er der behov for et antal midlertidige køreveje mellem kabeltracéet og eksisterende veje. Disse kørespor anvendes til transport af kabeltromler, sandfyld, materiel mv. Køreplader udlægges ved behov, og arealerne retableres efterfølgende. Køreplader transporteres på og udlægges fra lastbil.



Figur 3.15 Adgangsvej med køreplader.

3.4.7.3 Skurby

Skurbyen etableres på et centralt sted langs med traceet og indeholder velfærdsfaciliteter til mandskab samt lokaler til byggemøder.

3.4.8 Maskiner til anlægsarbejdet

Til etablering af kabelanlægget og eventuelle underboringer, er der behov for et antal entreprenørmaskiner. Der er herunder angivet et skønnet omfang af antal samt typer af maskiner,

som anvendes i anlægsperioden. Der er tale om en simpel opgørelse af omfanget af transportarbejdet opdelt i hovedaktiviteter og enhedsmængder baseret på Energinets erfaringer fra tilsvarende opgaver.

Til arbejdet med etablering af kabler anvendes der erfaringsmæssigt en række maskiner:

- 5 stk. gravemaskiner, 7 til 32 tons
- 4 stk. rendegravere
- 4 stk. traktorer
- 4 pladsbiler
- 1 lastbil
- 1 gummiged
- 2 stk. underboringsmaskiner
- 3-4 stk. sandvogne
- 1 blokvogn
- 1 slamsuger
- 3-5 stk. lastbiler for udlægning af køreplader
- 1 trækspil
- 3 stk. blokvogne til levering af kabeltromler på depoter langs tracéet
- 2-3 stk. lastbiler til levering af sand på depoter langs tracéet
- 1 mobilkran til aflæsning af kabeltromler

Til arbejdet med underboring anvendes der erfaringsmæssigt en række maskiner:

- Borerig med 3 stk. 20 fods container til styring og diesel generator
- Mixe-anlæg til borevæskeprodukter
- 2 højtrykspumper
- Trækspil
- Recirkuleringsanlæg inkl. pumper til boremudder
- Hydraulisk kran
- 3 gravemaskiner og en rendegraver
- Traktor med slamsuger
- Lastbiler til at transportere føringsrør og boremudder frem til gruberne

Der er tale om almindelige entreprenørmaskiner, suppleret med blokvogne til transport af svært gods.

Etablering foregår dagligt i hele den planlagte arbejdstid. Der er behov for gravemaskiner til udgravning af kabelgrav, spil til udtrækning af kablerne, vogn med sand og rendegraver til jordhåndtering. Ad hoc i anlægsperioden kommer et antal traktorer, lastbiler og rendegravere til for at løse transporter og andre logistiske opgaver. Disse transporter forekommer ikke permanent på pladsen, men kun på de tidspunkter, hvor deres tilstedeværelse er påkrævet.

Der er støj fra maskinerne, som benyttes til anlægsarbejdet. Lydniveauet for landbrugs-/entreprenørmaskiner skønnes at ligge imellem 70 og 110 dB.

3.4.9 Varighed

Anlægsarbejderne udføres inden for normal arbejdstid, som på hverdage er kl. 07.00-18.00 og lørdage kl. 07.00-14.00. Dog kan kommunernes forskrifter for støj angive et andet og mere begrænset tidsrum samt andre støjkrav.

Ved anlæg af to parallelle kabelsystemer medgår der fra anlægsperioden starter med etablering af adgangsveje til kabelgravene er etableret ca. 3-5 uger på de enkelte delstrækninger.

Arbejdet kan tilrettelægges, så køreplader udlægges på en længere strækning på en gang, hvorved den periode, hvor anlægsarbejdet foregår, fordeles og varer længere end 3-5 uger. Den reelle arbejdstid er dog fortsat 3-5 uger/km.

3.4.10 Belysning

Der etableres byggepladsbelysning inden for normal arbejdstid i nødvendigt omfang. Der etableres ingen permanent belysning.

3.4.11 Transporter

Transporterne omfatter tilkørsel af maskiner og materialer for arbejdets udførelse (jf. Tabel 3-3).

Transport af mandskab vurderes uden mærkbar betydning i områder med selv lav trafikbelastning.

Tabel 3-3 Oversigt over estimeret antal transporter ved anlæg af kabel.

Arbejdstype	Transport type	Antal transporter
Tilkørsel af sand	Lastbil	Ca. 50 kørsler pr. løbende kilometer kabelanlæg
Tilkørsel og flytning af maskiner	Blokvogn	Ca. 5 kørsler afhængigt af lokale forhold
Tilkørsel af kabler	Blokvogn	Ca. 3 kørsler pr. kilometer kabelanlæg (Figur 3.16)

Tilkørslen sker ikke til det samme sted/punkt hver gang, men rykker sig løbende med, at kabelanlægget udlægges. Der er behov for i alt 50 transporter med sand pr. km, men tilkørslen er fordelt på de oplagspladser, der udlægges langs kabelstrækningen.



Figur 3.16 Kabeltromle på blokvogn

For korte underboringer gælder det, at alt udstyr er etableret i en lastbil eller på en stor trailer. Der vil således kun være en transport til og fra hver af disse lokaliteter.

For længere underboringer, fylder udstyret mere, og der anvendes lastbiler og blokvogne til at transportere udstyret.

Længden og dybden af underboringerne afgør, hvor stort en 'udstyrspakke', der skal anvendes.

I Tabel 3-4 fremgår en oversigt over, hvor mange transporter der ca. er brug for ved levering og afhentning af udstyr og materialer ved forskellige længder af underboringer. Tabellen er opstillet ud fra erfaringstal og opdelt i tre kategorier/længdeintervaller.

Tabel 3-4 Oversigt over estimeret antal transporter ved forskellige underboringer

Type underboring	Antal transporter
Korte 0-200 m	Fra 1 lastbil eller 1 varevogn med trailer til ca. 2-25 lastbiler og 0-5 blokvogne
Lange >200 m	Ca. 25-50 lastbiler 1-5 blokvogne

3.4.12 Materialer

3.4.12.1 Materiale til kabelanlæg

I kabelprojektet er det primære materialeforbrug kabler og sand til udjævning og beskyttelse af kabelanlægget.

Sandet over og under kablerne skal være af en særlig sammensætning af forskellige kornstørrelser for at give en god komprimering og veldefineret varmeafledning fra den kabelgenererede varme. Det er bl.a. evnen til at lede varmen fra kablerne til omgivelserne, der bestemmer, hvor stor en strøm

kabelforbindelsen kan overføre, da kabeltemperaturen ikke må blive for høj. Der anvendes ca. 500 m³ sand pr. km kabelgrav.

Kablet består af ca. 8 ton aluminium pr. fase/km. Med tre faser giver det ca. 24 ton pr. km system. Der anvendes ligeledes ca. 7 ton plast pr. km kabel.

3.4.12.2 Materialer til underboringer

Ved underboring udlægges der ikke sand omkring kablet. Føringsrør etableres i underboring og fyldes efter kabeltrækning med bentonit eller vand, bl.a. af hensyn til de termiske forhold omkring kablet. Herudover anvendes borevæske i forbindelse med gennemførsel af underboringen for at stabilisere borehullet. Forbrug af borevæske afhænger af jordbundsforhold og metodevalg. I tidligere projekter har forbruget været 3-4 gange borehullets volumen ved korte underboringer (hhv. ca. 0,2 og 0,9 m³ pr. løbende meter ved Ø280 og Ø580 mm underboring) og 7-9 gange borehullets volumen ved lange underboringer (hhv. ca. 0,5 og 2,1 m³ pr. løbende meter ved Ø280 og Ø580 mm underboring).

Borevæske består helt overvejende af vand (ca. 97 %) og bentonit (ca. 3 %), som er naturligt forekommende ler. Der tilsættes ca. 20 kg bentonit pr. m³ borevæske. Afhængigt af de lokale jordbundsforhold kan det være nødvendigt at tilsætte 0,1-1 % additiver til borevæsken for at give den egenskaber så som øget viskositet, øget smøringsevne, øget evne til at danne en tæt film på boringens yderside eller for at forhindre klumpning af det udborede materiale i boremudderet. Hvilke additiver der anvendes, afhænger af geologien og andre forhold på lokaliteten, samt af underboringens længde, diameter og dybde. Den enkelte boreentreprenør har erfaring med forskellige additiver afhængigt af de forhold, der mødes på underboringens lokalitet. Der er endnu ikke indgået kontrakt med en entreprenør.

Der anvendes kun godkendte borevæskeprodukter, og Energinet stiller krav om, at de anvendte borevæskeprodukter ikke har en væsentlig påvirkning af jord, grundvand og overfladevand. I den forbindelse har Energinet fået DHI (Dansk Hydraulisk Institut) til at udarbejde en risikovurdering af bentonitprodukter, af borevæskeadditiver og af betonprodukter. DHI har kontaktet de enkelte leverandører af borevæskeprodukterne, med henblik på at få så detaljerede sammensætningsoplysninger som muligt for de enkelte produkter. For de produkter, som indeholder organiske stoffer, er leverandørerne specifikt blevet anmodet om at bekræfte/afkræfte, om 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.

DHI's risikovurderinger er foretaget efter generelle principper, og der er foretaget vurderinger i forhold til mulig kontakt med overfladevand, jord og grundvand. Metoden er beskrevet i Hjorth *et al.* (Hjorth, 2016)². Her inddeles stofferne i følgende grupper:

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

² Hjorth, R., Sanderson, H., Baun, A., Hansen, S. F., & Bjerg, P. L. (2016). Farlighedsscreening og farlighedsvurdering af kemikalier anvendt ved udvinding af skifergas. *Videnskabelig udredning af international viden om skifergas relateret til en dansk kontekst*. DTU, GEUS, DCE. Aarhus Universitet, GEUS og Danmarks Tekniske Universitet, 2016. p. 170-194.

- Uorganiske stoffer

Som beskrevet fremgår risikovurdering af den gældende DHI-rapport, som Energinet tager udgangspunkt i, eller senere tilsvarende risikovurderinger fra DHI eller andre projekter.

I forbindelse med anvendelse af borevæske vurderer kommunen altid, om der er behov for en godkendelse efter miljøbeskyttelseslovens § 19.

Føringsrørene består af PE (polyethylen). Der anvendes Ø180/Ø280 mm PE-rør. Der skal bruges en mindre mængde sand/grus til reablering af boregruber, såfremt det opgravede materiale ikke kan genindbygges. Da mængden er begrænset, medtages det ikke i materialeopførelsen.

3.5 Driftsfase for kabler

Når kablet er tilsluttet, vil der være få eller ingen miljø- eller arealmæssige restriktioner.

3.5.1 Arealer og rettigheder

Der skal ikke erhverves arealer til kabelanlægget. Heller ikke hvis kablet er anlagt ved styret underboring.

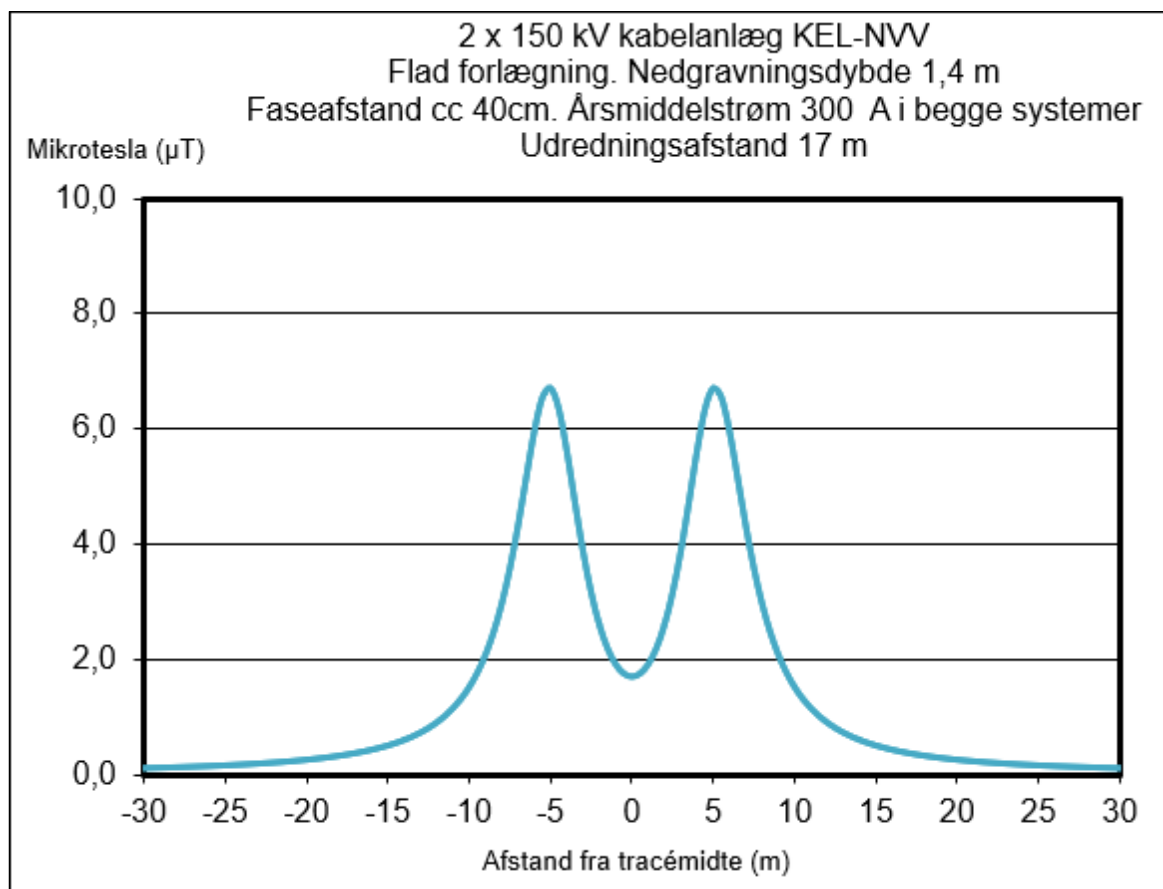
Når kabelanlægget er færdigt, tinglyses en servitut på berørte ejendomme. Servituten er et bælte på tværs af linjeføringen på 17 m. Servituten skal beskytte anlægget og sikre bygherres adgang til at vedligeholde anlægget. På strækninger med underboring ligger kablerne med større indbyrdes afstand end på strækninger anlagt i åben grav. Det betyder, at servitútbæltet kan udvides med op til flere meter, hvor der udføres underboringer. Arealet der tinglyses, omfatter det bælte, hvori kablerne ligger samt 3,5 m på hver side af de yderste kabler.

I det servitutbelagte bælte må der ikke opføres bebyggelse eller etableres beplantning med dybdegående rødder. Dette er af hensyn til kabelanlæggets driftssikkerhed. Ordinær landbrugsmæssig dyrkningsaktivitet kan dog udføres som før. Bestemmelser, jf. servituten, iagttages i forbindelse med almindeligt tilsyn og vedligehold af kabelanlægget.

På offentlige vejnetmatrikler placeres kabelanlægget efter gæsteprincippet.

3.5.2 Magnetfelter

I driftsfasen skabes et magnetfelt omkring kabelanlægget. Magnetfeltet er størst lige over kabelanlægget og falder hurtigt inden for kort afstand af anlægget se Figur 3.17.



Figur 3.17 Beregning af magnetfelt omkring 150 kV kabelanlægget mellem Kraghedemølle og Vendsysselsværket.

Af hensyn til den videnskabelige usikkerhed om en mulig sundhedsrisiko for børn, behandler vi emnet magnetfelter og nærhed til boliger og børneinstitutioner. Sundhedsstyrelsens forsigtighedsprincip følges, når der anlægges nye højspændingsanlæg. Hertil anvendes vejledningen "Forvaltning af forsigtighedsprincip ved miljøscreening, planlægning og byggesagsbehandling". Vejledningen beskriver metoder, som kan anvendes i den daglige forvaltning af forsigtighedsprincippet og i håndteringen af begrebet "tæt på".

I vejledningen beskrives nogle afstande fra forskellige typer højspændingskabler (målt fra tracé midte), hvor felterne erfaringsmæssigt kan antages at være små. For 150 kV kabelanlæg vil forsigtighedsprincippet være opfyldt ved en afstand på minimum 17 meter. Ved underboringer vil forsigtighedsprincippet være opfyldt ved en afstand på minimum 37 meter. Anlægget planlægges således, at forsigtighedsprincippet kan overholdes på hele strækningen.

3.5.3 Støj

Kabelanlægget støjer ikke i drift.

3.5.4 Vedligeholdelse og tilsyn

Der føres lejlighedsvis tilsyn med linkbokse, og kabelanlæggets driftstilstand overvåges.

Hvis der viser sig fejl på anlægget, vil fejlen så vidt muligt blive opsporet og udbedret. Udbedring af fejl kan betyde, at kabelanlægget må frilægges på den strækning hvor fejlen findes, så kablet kan repareres.

4. Luftledninger og master

4.1 Nedtagning af luftledninger

Som en del af dette projekt nedtages en kortere del af de eksisterende 150 kV luftledningssystemer mellem 150 kV Vendsysselværk (NVV_150)-Bredkær og 150 kV Vendsysselværk (NVV_150)-Starbakke, jf. Figur 1.7. Systemet omlægges til jordkabler, jf. Figur 1.6.

De el-tekniske komponenter, overspændingsafleder og samlemuffer tages ned og køres til genanvendelse. Alle betonfundamenter under master, der fjernes, køres til genanvendelse.

Nedtagningen udføres parallelt med udvidelsen af NVV_400.

4.1.1 Nedtagning af 150 kV luftledningssystemer og master

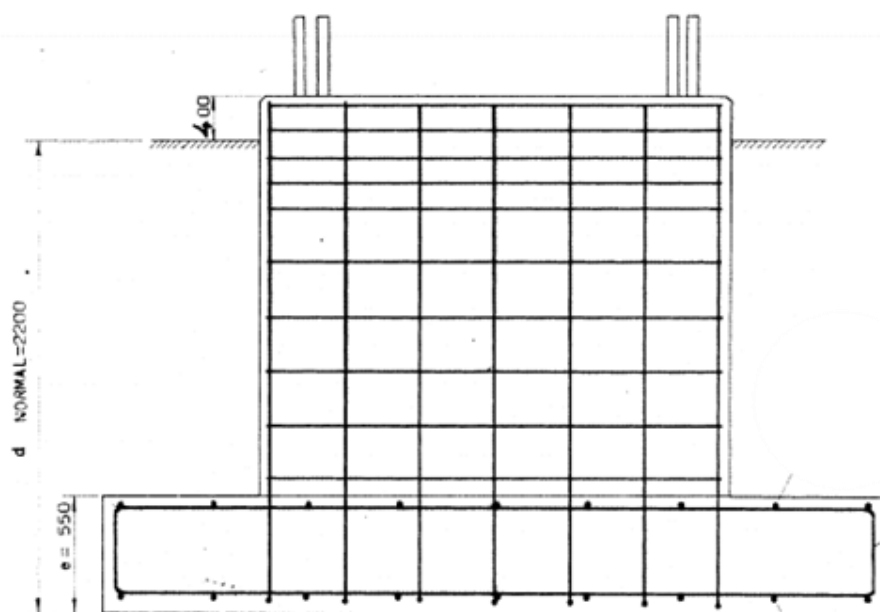
Nedtagning af luftledningerne foregår ved, at én ledning ad gangen fjernes ned på jorden og klippes op i stykker. Ledningsstykkerne rulles op på tromler og køres til genanvendelse.

Når ledningen er fjernet, starter nedtagning af masten. Dette sker normalt ved, at en lastbil med kran kører ind til masten, kranen fastgøres til de to masteben, og de øvrige masteben klippes over. Herefter tages masten ned med kran. Efterfølgende deles masten i mindre stykker og køres til genanvendelse.

Selve betonfundamentet fjernes som udgangspunkt helt. Ved fuldstændig fjernelse af øvrige fundamenter og fundamentdele graves al jorden over og omkring pladefundamenter op.

Fundamentet brydes op i udgravningen, hvorefter betonen og armeringsjernet køres til genanvendelse. Efter fundamentet er fjernet, fyldes hullet med jord af samme type som de omkringliggende arealer og afsluttes med den overflademuld, som er aførømmet. Arealerne retableres efterfølgende.

Bunden af pladefundamentet ligger 2,5-3,0 m under terræn, jf. Figur 4.1.



Figur 4.1 Princip af pladefundament.

Det er ikke altid muligt at fjerne eventuelle pæle under fundamentspladen. Pælene er trykket/rammet i til stor dybde og kan ikke frilægges eller trækkes op.

4.1.2 Tørholdelse af arbejdsarealer

Der er for fundamentsgraven behov for at bortlede regnvand, der samler sig i den åbne del af graven. Derudover kan der være behov for at bortlede højtstående grundvand ved enten lænsepumpning fra pumpe-sumpe eller ved hjælp af sugespidsanlæg. Da fundamentsgraven kun anlægges med en dybde på ca. 2,5-3 m, og håndteringen af vand kun vil ske kortvarigt i op til 2 uger ad gangen, forventes vandmængderne at være begrænsede.

Vand fra tørholdelse af fundamentsgraven bortledes lokalt til terræn på landbrugsarealer efter aftale med lodsejer. Det sikres inden bortledning, at vand bortledes til nedsivning i et punkt i terrænet minimum 25 m fra recipienter, og hvor hældningen er væk fra recipienter, samt at der ikke er risiko for, at det løber overfladisk af til nærliggende overfladevandforekomster. Projektet kræver af entreprenøren, at der er slange og pumpekapacitet nok til at sikre, at bortledningen kan foregå i det nødvendige udledningspunkt. Det er på nuværende tidspunkt ikke muligt at redegøre nærmere for eventuelle vandmængder eller for de præcise udledningspunkter i terrænet. Vandmængder vil afhænge af den aktuelle grundvandsstand (vådt år/tørt år og årstid for anlægsarbejdet) og af de konkrete nedbørsforhold på anlægstidspunktet, samt eventuelt af drændybden på den pågældende matrikel. Tilsvarende kan det præcise udledningspunkt ikke afgøres før lodsejer har været kontaktet, og de nødvendige aftaler er indgået.

Det vurderes på baggrund af den meget korte periode, hvor tørholdelse er nødvendig ved fjernelse af fundamenter, samt udgravningernes ringe dybde, at der generelt er tale om ingen eller meget små vandmængder for hvert enkelt mastefundament.

4.1.3 Forurening ved master og fundamenter

Der vil blive foretaget en undersøgelse af betonfundamenterne for indholdet af miljøfremmede stoffer så som asbest, PCB og klorerede paraffiner. Prøveresultaterne er ikke kendte endnu, men såfremt det viser sig, at der er indhold af et eller flere miljøfremmede stoffer, så fjernes den forurenede del af fundamentet først og bortskaffes som farligt affald efter de kommunale retningslinjer. Det sker enten ved at:

- De asbest og/eller PCB-forurenede materialer spules af med en fuldstændig opsamling i lukkede beholdere. Efterfølgende drænes/filtreres indholdet i beholderne, og både vand delen og den faste del bortskaffes til godkendt modtager.
- Bortskæring af elastiske fuger indeholdende klorerede paraffiner med hobbykniv. Der udlægges droplagen eller andet, så evt. tabt fugemateriale kan opsamles. Fugerne bortskaffes som farligt affald.
- Afhugning med betonhammer monteret på minigraver. Der udlægges droplagen eller andet, så materialet ikke kan spredes til omgivelserne.

Jorden omkring det eksisterende luftledningsanlæg kan være forurennet med blandt andet zink fra galvanisering af ståledele på masterne. Der foretages en miljøteknisk undersøgelse af jorden omkring masterne for at belyse forureningsniveauet i den omkringliggende jord. Hvis der findes forurening ved en mast, bliver jorden herefter bortskaffet i dialog med pågældende kommune, og kommunens retningslinjer følges. Lederne er lavet af aluminium og/eller stål, så der vil ikke være jordforurening mellem to master.

4.1.4 Midlertidige arbejdspladser

Nedtagning af master foregår inde på allerede lokalplanlagte områder. Området er på nuværende tidspunkt lejet, men vil blive opkøbt af Energinet i forbindelse med dette projekt. Der er muligvis behov for optag af midlertidige arbejdspladser udenfor arealet. De steder, hvor det er nødvendigt, udlægges køreplader.

4.1.4.1 Adgangsveje

Masterne tilgås via eksisterende vej. I det tilfælde, hvor det ikke kan lade sig gøre, vil der blive etableret en midlertidig adgangsvej ved udlægning af køreplader oven på vegetationen.

4.1.4.2 Skurby

Der vil ikke være behov for særskilt skurby i forbindelse med fjernelse af luftledningsanlægget.

4.1.4.3 Oplagspladser

Der er ikke brug for oplagspladser ifm. fjernelse af luftledningssystemer eller overgangsstationer.

4.1.5 Maskiner og transport

Til arbejdet med transport af mastedele og fundamenter væk fra arealerne samt afhugning af fundamenter anvendes følgende maskiner:

- Mandskabslift
- Almindelige lastbiler med containere
- Minigraver med trykluftshammer
- Lastbil med kran
- Traktorkran
- Opspolingsmaskine

- Mandskabstransport
- Afdækningsvogne

Det anslås, at der forekommer transporter, til blandt andet opspolingsmaskine, mastedele og fundamentsdele til genanvendelse. Herudover er der transporter af lift, minigraver samt køreplader til adgangsvej og evt. arbejdsarealer ved hver af masterne. Det er på nuværende tidspunkt ikke muligt at redegøre nærmere for antallet af transporter. Behovet vil blive nærmere redegjort for i miljøvurderingen.

4.1.6 Affald

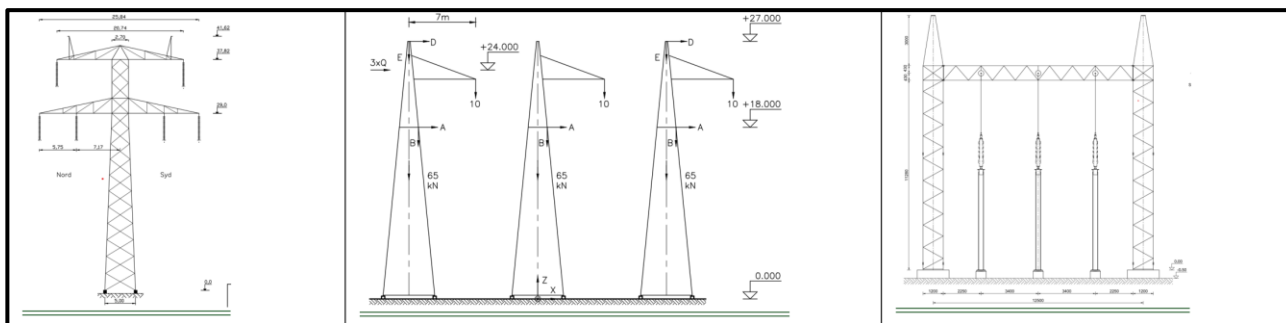
Masterne består af stål, medens lederne og jordtråden består af stål og aluminium. Isolatorerne består af glasfiber og silikonegummi, og fundamenterne består af armeret beton.

4.1.7 Varighed

I forbindelse med fjernelse af luftledningsanlæggene, arbejdes der på hverdage mellem kl. 07.00-18.00 og lørdage kl. 07.00-14.00. Anlægsarbejdet i forbindelse med fjernelse af master, er af kortere varighed på hver lokation/mast. Der fjernes 1-2 master dagligt. Støjpåvirkningen på en enkelt lokation/mast er kortvarig og er ikke være på samme lokation flere dage i træk. Fjernelse af fundamenter sker efterfølgende og er ligeledes af kortere varighed på hver lokalitet.

4.2 Anlægsfase for luftledninger og master

Der opsættes i alt tre nye master ved de to Vendsysselværk-stationer (Vendsysselværket og 400 kV Vendsysselværket). To master, henholdsvis en linjemast og pyramidemast opsættes, så et eksisterende 400 kV luftledningsanlæg fra 400 kV Vester Hassing til 400 kV Vendsysselværket bibeholdes via en omlægning af ledningen. Den sidste mast en endetræksportal (overgangsmast) opsættes, så kabelforbindelsen via ny overgangsmast fra 150 kV kabelanlæg til 150 kV luftledning mellem det eksisterende 150 kV Vendsysselværk til henholdsvis Bredkær og Starbakke bibeholdes. Masternes placering fremgår af Figur 1.6. Skitsetegninger af det tre forskellige master, linjemast, pyramidemast og endetræksportal (overgangsmast) kan ses på Figur 4.2. Formålet med omlægningen af master og luftledning er at frigøre arealer til feltudvidelse på 400 kV Vendsysselværket.



Figur 4.2 Princip af linjemast, pyramidemast og endetræksportal (overgangsmast).

Linjemasten står på et 4 pælefunderede betonpladefundament af 2 x 1,5 m og 2,5 m dybde. Masten er 43 m høj, og der er ubefæstet mellem de fire fundamenter.

Pyramidemasten består af 3 master på stribe med en højde på ca. 27 m, der hver står på et pladefundament med dimensionerne 11,25 x 11,25 m i en dybde af 2,1 m. Der er ubefæstet mellem fundamenterne.

Endetræksportalen (overgangsmast) er 26 m høj og står på et pladefundament med dimensionerne 6,5 x 12,5 meter.

4.2.1 Anlægsfase

På baggrund af geotekniske forundersøgelser til beskrivelse af jordlag og vingeforsøg til beskrivelse af jordens styrke, etableres pælefundamenter i fodaftrykket af de fire fundamenter såfremt nødvendig, efterfulgt af gravningen af fire udgravninger a 2 x 2 m til ca. 1,85 m dybde. Eventuelle funderingspæle indstøbes herefter i pladefundamenterne i udgravningerne. Efter tørring og hærdning af betonfundamenterne rejses masten, og hvert ben fastgøres på fundamentet.

Efter etablering af masterne monteres isolatorer på den ene side af master, hvorefter det nye luftledningssystem af tre ledere kan trækkes og monteres i masten.

4.2.1.1 Midlertidige arbejdsarealer

Der etableres et arbejdsareal på ca. 2.000 m² omkring fodaftrykket af de nye master. De nye master leveres samlet og transporteres ud til arbejdsarealet med lastbil. Til håndtering af mast under både aflæsning af lastbil og opstilling/montering på fundamenter, bruges der en kran. Til opsætning af isolatorer i masten samt montering og samling af de tre faser benyttes lift. Såvel transport som opsætning af mast samt liftbrug kræver et jævnt, fast arbejdsareal, der etableres med køreplader.

4.2.1.2 Maskiner

Til etablering af master og luftledningssystem er der behov for et mindre antal entreprenørmaskiner.

Der er herunder angivet et skønnet omfang af antal samt typer af maskiner, som anvendes i anlægsperioden. Der er tale om en simpel opgørelse af omfanget af maskiner på typer og antal, baseret på Energinets erfaringer fra tilsvarende anlægsprojekter.

- 1 stk. gravemaskine
- Pælehammer/funderingsmaskine til etablering af pælefundamenter
- lastbil til transporter
- 1 lastbil med trækspil til træk af luftledning
- 13 stk. lastbil for udlægning af køreplader
- 2 stk. lastbil til levering af master
- Kran til losning og opsætning af master
- Lift til montering af isolatorer og luftledninger i mast

Der er tale om almindelige entreprenørmaskiner suppleret med blokvogn til transport af master.

4.2.1.3 Varighed

Anlægsarbejdet til etablering af master og luftledninger foregår dagligt i hele den planlagte arbejdstid med alle de ovenfor nævnte maskintyper, der anvendes på det relevante tidspunkt i anlægsprocessen.

Der er støj fra maskinerne, som benyttes til anlægsarbejdet. Lydniveauet for entreprenørmaskiner skønnes at ligge imellem 70 og 110 dB afhængigt af arbejdsbelastningen, hvilket er tilsvarende støjniveauet for landbrugsmaskiner.

4.2.1.4 Materialer

Masterne består af galvaniseret stål. Fundamenterne er armerede in-situ støbte betonfundamenter. Ledere i luftledningssystemet er aluminiumsledere med en stålkerne som bæretråd. Isolatorerne, som luftledninger hænger i fra mastens "arme", er af komposit.

4.3 Driftsfase for luftledninger

4.3.1 Arealer og rettigheder

Arealer ændres ikke væsentligt i forbindelse med omlægningen.

Servitutter for luftledningssystemer ophæves eller overgår til kabelservitutter, jf. afsnit 3.5.1, hvor nødvendigt.

4.3.2 Landskabelig påvirkning af anlæg over terræn

Den landskabelige påvirkning ændres ikke væsentligt i forbindelse med fjernelse eller omlægning af luftledningerne.

4.3.3 Magnetfelter

Magnetfeltet ændres ikke væsentligt i forbindelse med fjernelse eller omlægning af luftledningerne.

4.3.4 Støj

Støjniveauet i drift ændres ikke i forbindelse med omlægning af luftledningerne.

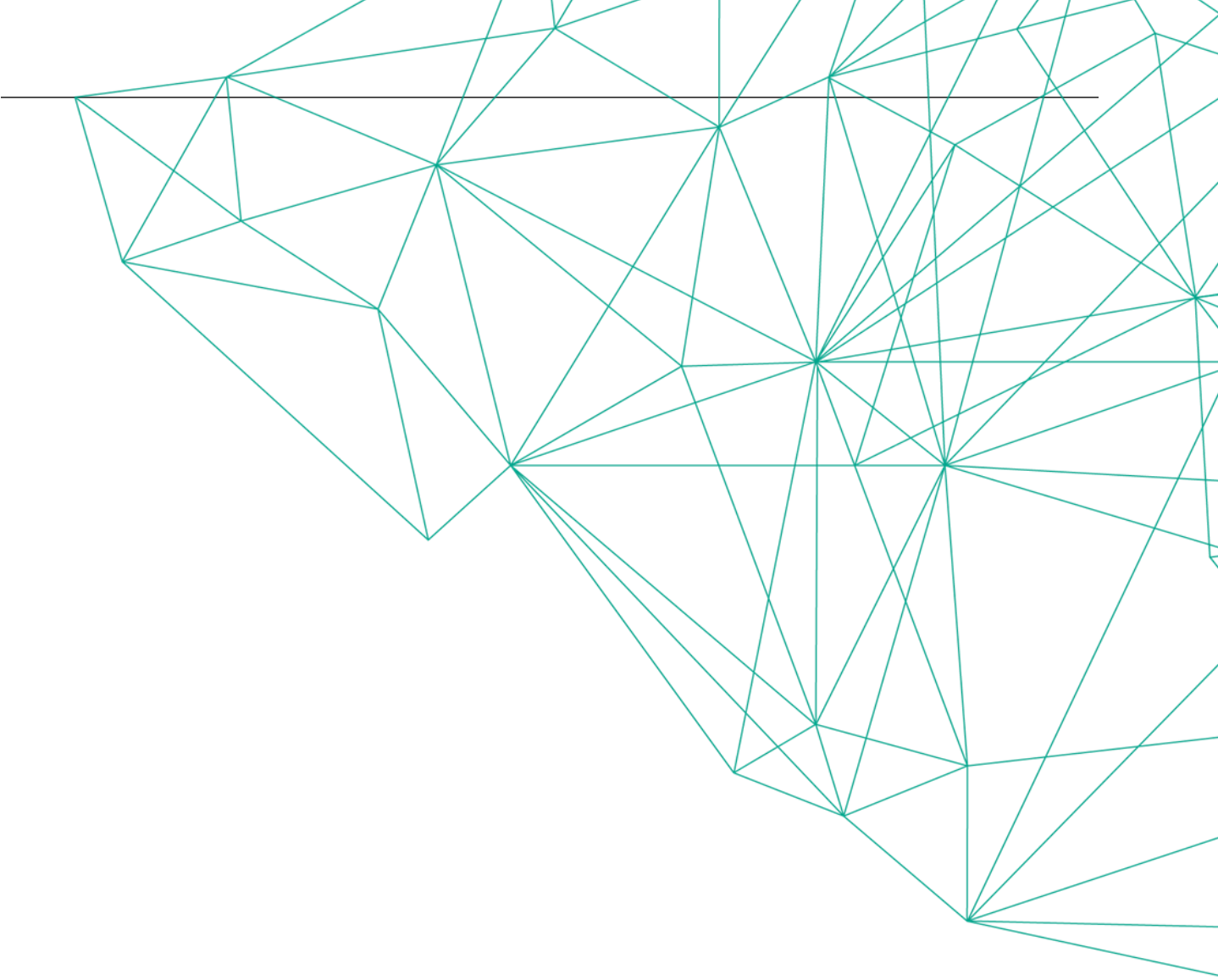
4.3.5 Vedligeholdelse og tilsyn

Ledningsanlæggets driftstilstand overvåges.

Hvis der viser sig fejl på anlægget, vil fejlen så vidt muligt blive opsporet og udbedret.

5. Tidsplan

Projektet planlægges gennemført i perioden 2. kvartal 2027 til 1. kvartal 2030.



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: IGP/COD
Dato: 8. maj 2025