

ENERGINET
Eltransmission

Energinet
Tonne Kjærsvej 65
DK-7000 Fredericia

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

Dato:
8. december 2020

BILAG 1 – PROJEKTBEKRIVELSE FOR HESSELØ HAVVINDMØLLEPARK - LANDANLÆG

PROJEKTBEKRIVELSE FOR LANDANLÆG TIL HESSELØ HAVMØLLEPARK



December 2020

INDHOLD

1. Indledning.....	4
1.1 Baggrund for projektet	4
1.2 Anlæg på land	5
1.3 Fremtidige ejerforhold.....	7
2. Stationsanlæg.....	7
2.1 Nyt stationsområde til kompensering ved Pårup	8
2.2 Udvidelse af Hovegård højspændingsstation	10
3. Kabelanlæg.....	14
3.1 Kabelføring fra ilandføringspunkt til højspændingsstation syd for Gilleleje.....	14
3.2 Kabelstrækning fra Pårup Station til Hovegård højspændingsstation	15
3.3 Teknisk beskrivelse af kabelanlægget	16
4. Overordnet tidsplan for anlægsarbejdet	17
4.1 Koncessionsvinder	17
4.2 Energinet.....	17
5. Appendiks 1 – teknisk beskrivelse af stationsanlæg.....	18
5.1 Typer af stationsanlæg	18
5.2 Koncessionshavers kompenseringsstation ved Pårup syd for Gilleleje	24
5.3 Udvidelse af den eksisterende Hovegård højspændingsstation.....	25
5.4 Materialeforbrug og råstoffer.....	30
5.5 Demontering af stationer	31
6. Appendiks 2 – teknisk beskrivelse af kabelanlæg.....	33
6.1 Teknisk beskrivelse af kabelanlægget.....	33
7. Appendiks 3 – Ordliste/ordforklaring	44

1. Indledning

1.1 Baggrund for projektet

Det er politisk vedtaget i juni 2020 at udbyde en ny 800-1200 MW havmøllepark med mulighed for nettilslutning fra 2. kvartal 2026. Den nye havmøllepark placeres i Kattegat ca. 20 km nord for Hesselø, og den vil blive tilsluttet det eksisterende transmissionssystem ved Hovegård højspændingsstation, der skal udbygges væsentligt.

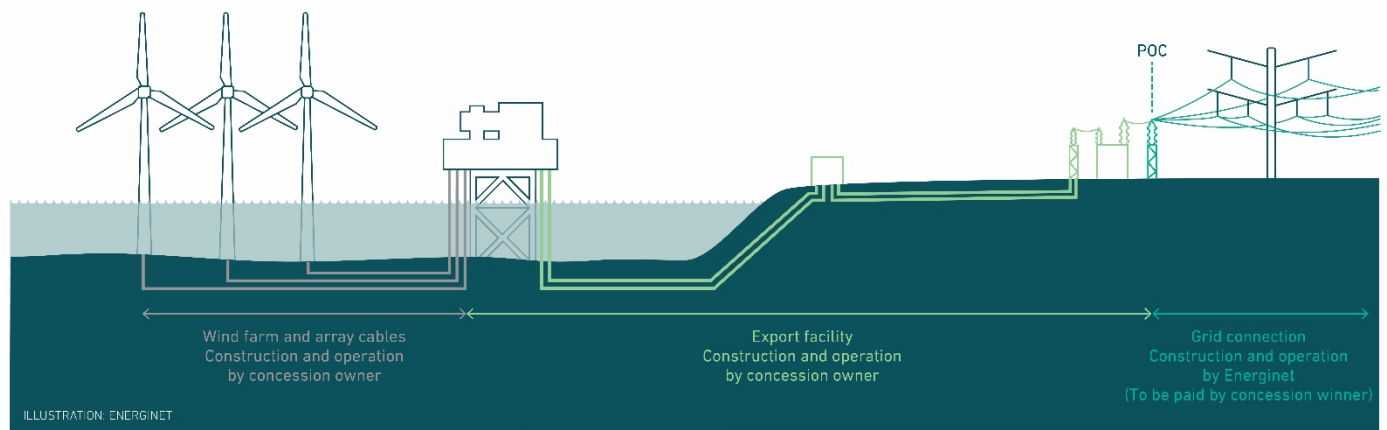
Udover etablering af havmøller inkluderer udbuddet også etablering af ilandføringsanlæg frem til et nyt kystnært stationsområde, og videre herfra med nedgravede landkabler til Hovegård højspændingsstation. Koncessionsvinder skal etablere hele anlægget til og med en ny delstation i umiddelbar nærhed af den eksisterende Hovegård højspændingsstation. Energinet skal anlægge de nødvendige udvidelser og ændringer på Hovegård højspændingsstation afledt af Hesselø Havvindmøllepark.

Klima-, energi- og forsyningsministeren sendte den 30. juni 2020 et pålæg til Energinet om at gennemføre forundersøgelse af området på havet, herunder at udarbejde strategisk miljøvurdering af planen for Hesselø Havvindmøllepark, at undersøge mulighederne for at etablere nettilslutningsanlæg fra kysten til tilslutningspunktet i Hovegård højspændingsstation samt at udarbejde miljøkonsekvensrapport (VVM) for landanlægget.

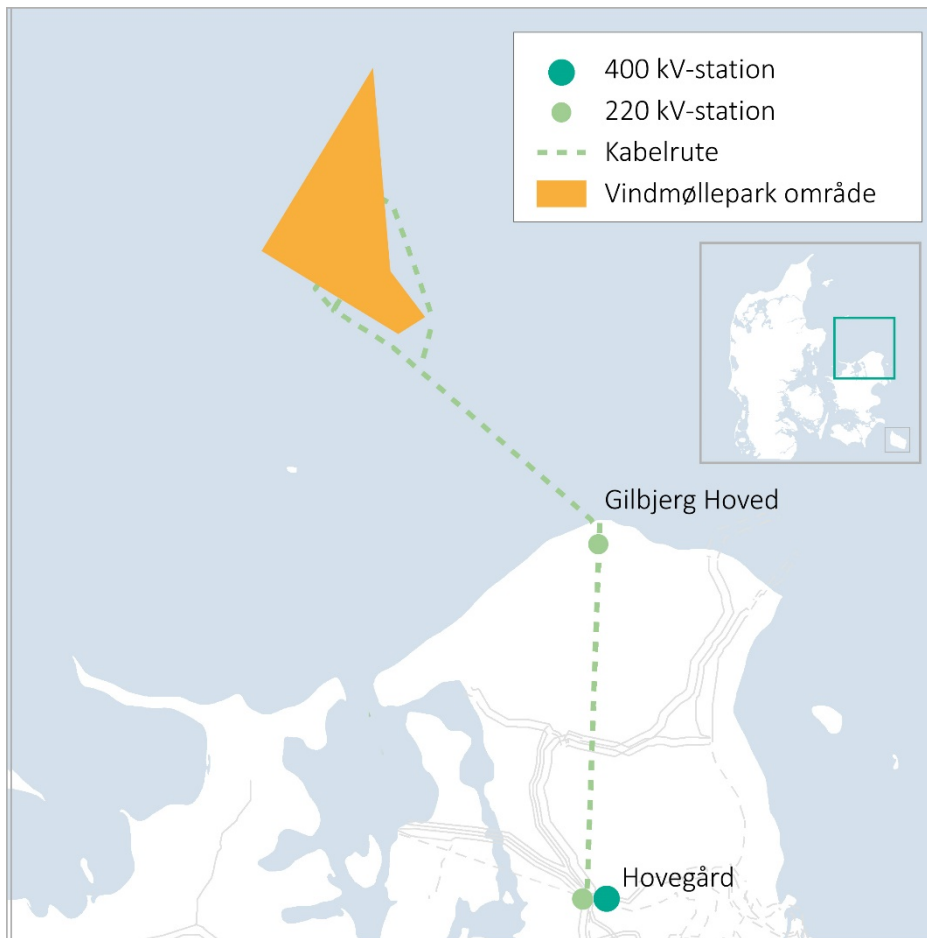
Energistyrelsen har i oktober 2020 besluttet at ilandføringen skal ske ved Gilbjerg Hoved i Gribskov Kommune.

Pålægget er suppleret med beslutning om, at der for det samlede landanlæg skal udarbejdes en miljøkonsekvensrapport (VVM), og for den samlede plan for havmølleparken, inklusive landanlægget, skal der gennemføres en strategisk miljøvurdering (SMV).

Bygning af nyt stationsområde i det åbne land ved Pårup syd for Gilleleje og udvidelse af den eksisterende Hovegård højspændingsstation kræver begge tilvejebringelse af ny kommunal planlægning, jf. Planloven, før projekterne kan realiseres. Der skal vedtages nyt plangrundlag (kommuneplantillæg og lokalplan) for stationsområderne, hvilket skal ske i et tæt samarbejde med henholdsvis Gribskov Kommune og Egedal Kommune, der er de relevante planmyndigheder.



Figur 1 Den politiske beslutning om etablering af Hesselø Havvindmøllepark med krav om, at ilandføringsanlægget fra havmølleparken og frem til tilslutningspunkt skal inkluderes i koncessionen. Koncessionsejer kommer til at bygge, eje og drive havmølleparken frem til tilslutningspunktet (POC, "point of connection") i 400 kV-højspændingsstation Hovegård.



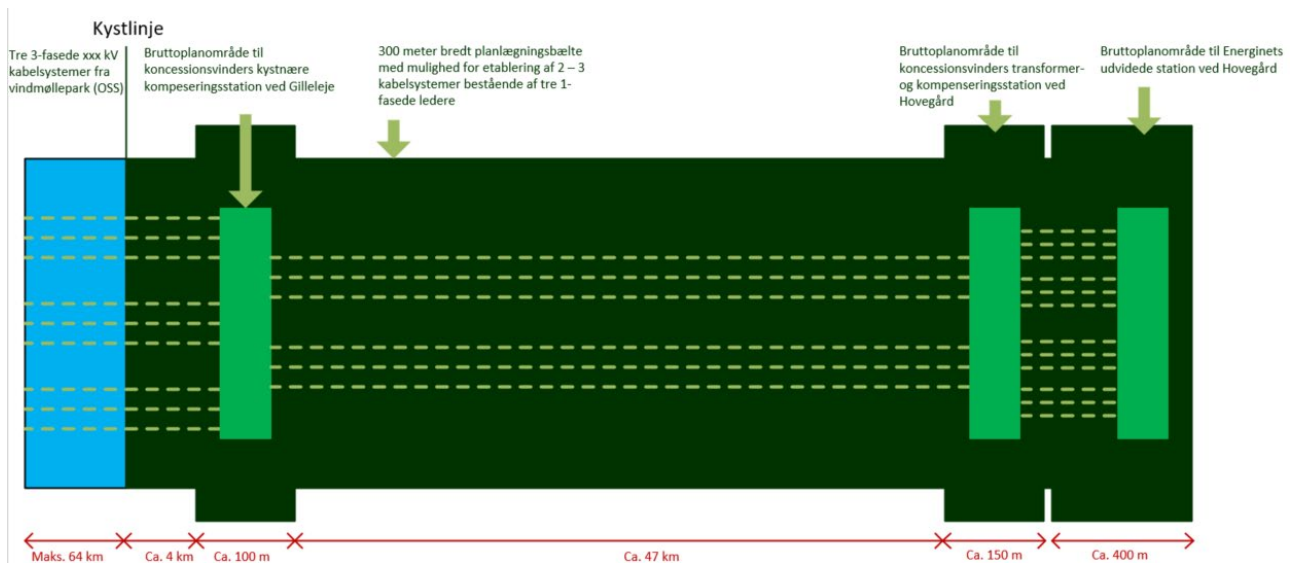
Figur 2 Principskitse over forundersøgelsesområde på havet til Hesselø Havvindmøllepark, søkabelrute til ilandføring ved Gilbjerg Hoved og rute for landkabler til Hovegård højspændingsstation.

1.2 Anlæg på land

Det samlede anlægsprojekt på land for Gilbjerg Hoved-løsningen består af følgende elementer:

- To eller tre søkabler ilandføres ved Gilbjerg Hoved vest for Gilleleje via 800 m lang styret underboring.
- To eller tre parallelle landkabler nedgraves fra området syd for Gilbjerg Hoved og videre til et nyt stationsområde til kompenserings af kablerne ved en lokalitet benævnt Pårup, der er placeret ca. 3 km stik syd for ilandføringspunktet.
- Fra kompenseringsstationen fortsættes med to eller tre nedgravede landkabler til den eksisterende Hovegård højspændingsstation i Egedal Kommune. Landkabeltracéet er i alt ca. 51 km langt og forløber i en overvejende nord-sydlig retning.
- Udvidelse af den eksisterende Hovegård højspændingsstation, hvor der etableres transformering til 400 kV og tilsluttes det eksisterende højspændingsnet (POC) i 400 kV Hovegård højspændingsstation.

Det er sandsynligt, at der vil blive brugt 245 kV-udstyr (i daglig tale 220 kV) til ilandføring fra havmølleparken og frem til tilslutningspunktet ved Hovegård. Dog er valg af spændingsniveau frit for koncessionsvinder. Ilandføring med søkabler sker via en ca. 800 m lang styret underboring, der starter fra landsiden og bores ud i havet ca. 150 m fra vandkanten ud for Gilbjerg Hoved, uden derved at påvirke det beskyttede landskab. Søkabler trækkes med tilbage gennem borehullet og muffes med landkabler. Herfra føres landkabler i nedgravet kabeltracé til et nyt kompenseringsområde nær Pårup syd for Gilleleje. Der er i denne fase udlagt et projektområde for kabelanlægget i et ca. 300 m bredt bælte omkring kabelstrækningen, der vurderes i miljøvurderingsprocessen.



Figur 3 Principskitse af projektområdet på land. Koncessionsvinder etablerer kabler og kompeningsstation ved Pårup og Hovegård højspændingsstation. Energinet udbygger eksisterende Hovegård højspændingsstation. Der kan blive tale om etablering af 3 parallelle kabler, og ikke kun 2 som vist på principskitsen.

Der planlægges etableret ét nyt kystnært stationsområde ved Pårup syd for Gilleleje, der skal fungere som kompeningsfacilitet for koncessionsvinders kabelanlæg med plads til en GIS-bygning (hovedsageligt et lukket anlæg) og op til 9 stk. udendørs (men afskærmede) kompeningsspoler. Anlægget placeres i umiddelbar nærhed til andre offentlige tekniske anlæg (slambassiner og luftledninger) for at mindske generne mest muligt.

Som en del af pålægget fra Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet skal Energinet stå for de nødvendige forundersøgelser, samt udarbejdelse og tilvejebringelse af det nødvendige plangrundlag for stationen ved Pårup sammen med Gribsskov Kommune. Som en del af udbuddet vil koncessionsvinder blive pålagt at skulle bygge og drive stationen, der skal huse det nødvendige kompeningsudstyr.

Fra det nye stationsområde ved Pårup etableres to eller tre parallelle nedgravede højspændingskabler frem til den eksisterende Hovegård højspændingsstation. Kabelstrækningen mellem Pårup Station og Hovegård højspændingsstation er ca. 48 km lang. På strækningen er der udlagt et 300 m bredt projektområde langs kabelanlægget. Det er endnu uvist om koncessionsvinder vil etablere tre parallelle højspændingskabler frem til Hovegård højspændingsstation i stedet for to. Derfor rummer projektbeskrivelsen mulighed for at kunne etablere op til tre parallelle kabelsystemer mellem Pårup Station og Hovegård højspændingsstation. Det udlagte ca. 300 m brede projektområde vurderes tilstrækkeligt til at sikre, at der kan etableres tre kabelsystemer, hvis det viser sig nødvendigt.

Nettilslutning af Hesselø Havvindmøllepark afleder følgende behov for udvidelse af Hovegård højspændingsstation:

- ny selvstændig højspændingsstation (GIS-station) beliggende vest for den eksisterende station
- udvidelse af eksisterende 400 kV-station med 4 felter (åbent AIS-anlæg), ny stationsbygning i sydlig retning



Figur 4 Projektområde (rød) på land. Ca. 51 km langt kabeltracé fra ilandføring ved Gilbjerg Hoved på Sjællands nordkyst til Hovedgård højspændingsstation. Stationsområderne (gul) ved Pårup og Hovedgård.

Den præcise placering af selve kabeltracéet inden for det 300 m brede foreløbige projektområde kan først endeligt fastlægges, når der er meddelt VVM-tilladelse og indgået individuelle aftaler med lodsejerne indenfor projektområdet.

Energinet forventer, at anlægsarbejdet for Energinets del af landanlægget begynder 1. eller 2. kvartal 2022. Der henvises i øvrigt til tidsplanen s. 18 for flere detaljer om, hvornår de forskellige delelementer af projektet planlægges igangsat.

1.3 Fremtidige ejerforhold

Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet har besluttet, at den fremtidige koncessionsvinder skal bygge, eje og drive tilslutningen af havmølleparken frem til Energinets Hovedgård højspændingsstation. Dvs., at koncessionsvinder skal bygge, eje og drive kabelanlægget inklusive kompensationsstation ved Pårup og helt frem til og med deres egen højspændingsstation umiddelbart vest for den eksisterende Hovedgård højspændingsstation. Point of Connection (POC) er i projektet defineret til at være 400 kV-stationen Hovedgård højspændingsstation, se figur 1.

Energinet skal tilsvarende bygge, eje og drive de nødvendige udvidelser på Hovedgård højspændingsstation, der er afledt af etableringen af Hesselø Havvindmøllepark.

2. Stationsanlæg

Etablering af Hesselø Havvindmøllepark betyder, at der opstår et afledt behov på fastlandet for at udvide stationskapaciteten betydeligt for at kunne håndtere energien fra havmøllerne. Konkret har det den konsekvens, at det er nødvendigt at etablere et nyt kompensationsområde ved Pårup ca. 3 km fra kysten, en ny station ved Hovedgård højspændingsstation samt en væsentlig udvidelse af kapaciteten på den eksisterende 400 kV Hovedgård højspændingsstation.

Der henvises til Appendiks 1 vedr. opbygning og indretning af stationsanlæg med grundige beskrivelser af følgende elementer af anlægsarbejdet, de tekniske løsninger, tilhørende komponenter og afskærmende foranstaltninger m.m.:

- Definition af AIS/GIS-anlæg
- Felt
- Samleskinne
- Lynfangsmast
- Kompenseringsspole
- Transformer
- STATCOM
- Filter

2.1 Nyt stationsområde til kompenseringsanlæg ved Pårup

Der skal etableres et nyt stationsområde til kompenseringsanlæg ca. 3 km fra kysten, der opbygges med den såkaldte GIS-teknologi, hvor GIS-anlægget placeres i bygning. Kompenseringsanlægget planlægges placeret på en lokalitet syd for Gilleleje benævnt Pårup, hvor der arbejdes med et bruttoprojektområde på ca. 17 ha. Inden for bruttoområdet skal der i den efterfølgende planproces findes plads til et netto stationsareal på ca. 3,5 ha, hvor stationen kan placeres. Arealet er velegnet til stationsformål da det ligger langt fra nærmeste beboelse og i øvrigt tæt op af andre tekniske anlæg (slambasiner og luftledninger).



Figur 5 Undersøgelsesområde for Pårup Station i Gribskov Kommune, beliggende ved lokaliteten kaldet Pårup syd for Gilleleje. Det gule område er bruttoplanlægningsarealet på 17 ha. Inden for bruttoområdet skal der findes ca. 3,5 ha, hvor den nye station kan placeres.

Pårup Station skal bygges og ejes af koncessionsvinder, som også bygger havmølleparken og etablerer ilandføringsanlæg ved Gilbjerg Hoved. Stationen skal rumme faciliteter til den nødvendige reaktive kompenserings af kablerne fra havmøllerne.

Der reserveres desuden plads til fremtidige udvidelser.

Pårup Station planlægges bygget som et selvstændigt GIS-anlæg indenfor eget indhegnet område. Alle stationens felter, afbrydere, adskillere samt nødvendigt måleudstyr og samleskinne er indeholdt i selve det gastætte anlæg indendørs i

bygningen. For at beskytte GIS-anlægget mod vind og vejr huses det i en bygning, med plads til selve anlægget samt relæbeskyttelsesudstyr o.l. Der henvises i øvrigt til Appendiks 1 for yderligere beskrivelser af de tekniske specifikationer, praktik omkring anlægsarbejdet, valg af komponenter m.m.

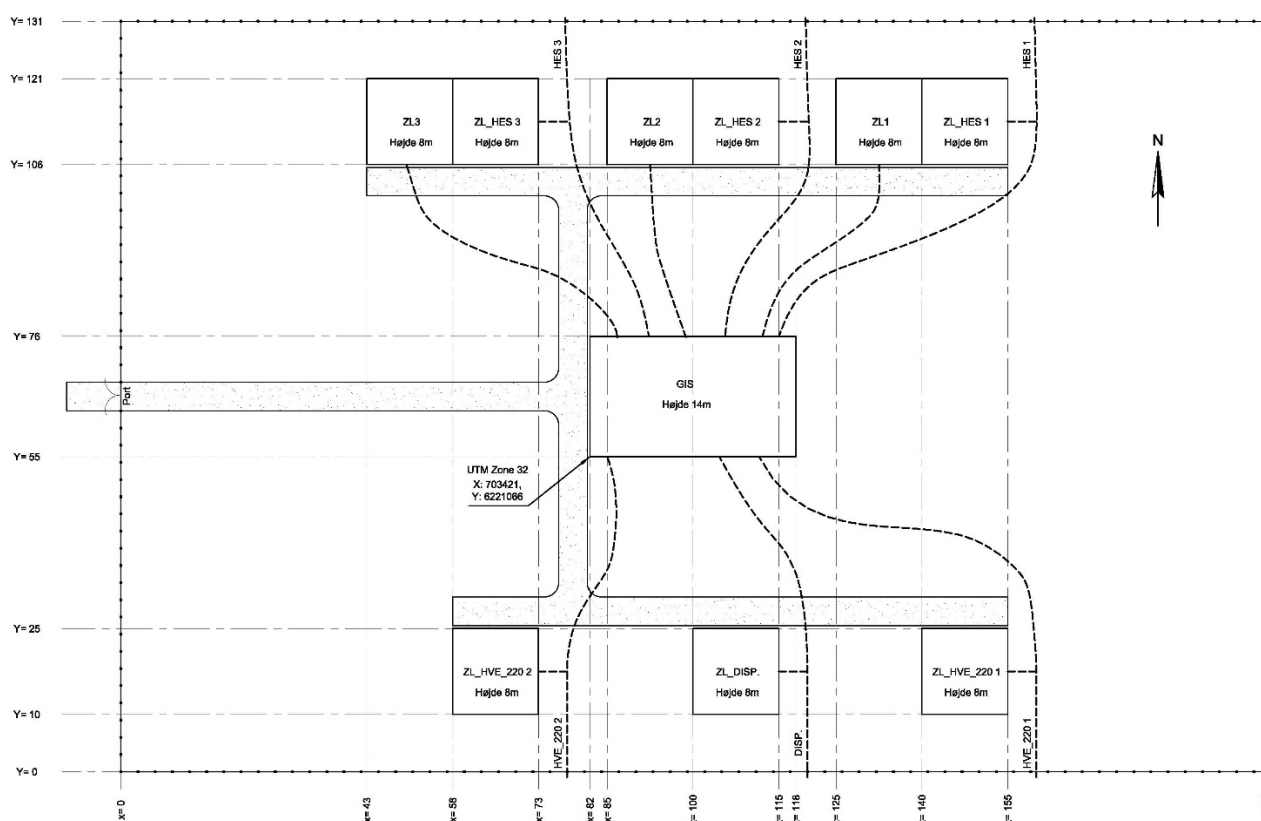
Den præcise indføring og placering af højspændingskablerne til, fra og internt indenfor Pårup Station, skal afklares i den videre proces. Projektområdet udvides derfor i planlægningsfasen til en bredde på 500 m ved ind- og udførsel af kabler fra stationsområdet, og reduceres efterfølgende, når endelig arealdisponering af stationsområderne er afsluttet.



Figur 6 Eksempel på en GIS-station placeret i en lukket bygning (Blåbjerg).

Bruttoplanlægningsområdet for den nye Pårup Station er i alt 17 ha., indenfor hvor der skal planlægges med et netto stationsområde til funktioner afledt af Hesselø Havvindmøllepark på ca. 3,5 ha. Den foreslåede placering og indretning af den nye station er vist på oversigtskortet på Figur 7, men den endelige placering kan først afklares i lokalplanprocessen.

Stationsområdet inkluderer areal til etablering af skærmende beplantninger og evt. jordvold/terrænregulering omkring stationen for samlet set at mindske indbliksgener og visuel påvirkning af landskabet. Omfang og placering af disse elementer bliver nærmere fastlagt i lokalplanen.



Figur 7 Oversigtstegning af kompensationsstation Pårup med angivelse af forventede byggefelt, tekniske elementer, veje og indhegnede områder. Det samlede stationsareal for delstationen forventes at blive ca. 20.000 m². Bygning og højspændingskomponenter fordeles sig på de viste byggefelt. Bygningshøjden på delstationen bliver maksimalt 14 meter.

Gribskov Kommune er planmyndighed for området omkring Pårup, og ønsket er, at udlægget skal indarbejdes i den kommende kommuneplan alternativt udarbejdet et selvstændigt kommuneplantillæg. Desuden skal der udarbejdes en ny lokalplan for området, der sætter rammer og retningslinjer for etablering af stationen herunder indretning og arkitektoniske udtryk, byggemuligheder og ikke mindst påvirkning af de nærmeste omgivelser. Som en del af planprocessen skal det sikres, at det nye stationsanlæg overholder gældende vejledende grænseværdier for støj i omgivelserne. Desuden skal den visuelle påvirkning af omgivelserne, samt risikohåndtering af koblingsanlæg og andre oliefyldte apparater håndteres miljømæssigt forsvarligt.

Det vurderes, at den visuelle påvirkning er den enkeltstående faktor, der har størst påvirkning på omgivelserne. De højeste installationer på stationsområdet vil udgøres af tagryggen på GIS-bygningen, som maksimalt er 14 meter høj, hertil kan komme lynfangsmaster på op til 25 m i højden.

2.2 Udvidelse af Hovegård højspændingsstation

Afledt af den forøgede produktion af effekt på 800-1.200 MW fra Hesselø Havvindmøllepark opstår et behov for etablering af en ny højspændingsstation til koncessionsvinder samt behov for væsentlig udvidelse af kapaciteten på den eksisterende Hovegård højspændingsstation. Den nye station planlægges etableret på et selvstændigt hegnet område vest for den eksisterende station og skal opbygges med den såkaldte GIS-teknologi, men med mulighed for at opstille supplerende afskærmede åbne tekniske konstruktioner.

Koncessionsvindere station skal tilkobles Energinets eksisterende 400 kV-anlæg på Hovegård højspændingsstation, hvilket vil medføre behov for en betydelig udbygning af det eksisterende anlægs kapacitet. Udvidelse af den eksisterende

132/400 kV station skal ske i flere tempi, hvor første step bliver udvidelse/forlængelse af eksisterende åbne anlæg med bl.a. 4 nye 400 kV-felter og ny AC-stationsbygning m.m.

Alle disse nyanlæg og udbygninger af eksisterende anlæg har et så væsentligt omfang, at der stilles krav om tilvejebringelse af nyt samlet plangrundlag (kommuneplantillæg og lokalplan), før det kan realiseres. Nyt plangrundlag skal tilvejebringes af Egedal Kommune, som er planmyndighed. I forbindelse med arbejdet skal Lundevej på en delstrækning nedlægges, og der skal etableres en ny vej i et mere østligt forløb, og det bliver desuden desværre nødvendigt at opkøbe og nedrive 2-3 beboelsesejendomme.

Det totale arealbehov for stationsudvidelsen på og omkring Hovegård, inkl. hegning, skærmende beplantning og evt. jordvolde, nye veje m.m., som er afledt af Hesselø Havvindmøllepark, vil i alt være ca. 20 ha. Efter udvidelsen vil Hovegård højspændingsstation have en samlet udbredelse på ca. 28 ha, hvoraf ca. 4 ha vil fremstå som naturareal med minimalt plejeniveau.

Udvidelsen af stationen sker bl.a. ved etablering af 4 nye 400 kV-felter, hvortil der tilsluttes de nødvendige kabler, samt en ny bygning til kontrol og overvågning af anlægget. Der henvises til Appendix 1 for tekniske specifikationer, beskrivelser af anlægsarbejdet og valg af komponenter m.m. for stationsanlægget.

Der skal etableres en skærmende beplantning omkring stationsområdet som en helhed, hvor der særligt vil være fokus på at mindske den visuelle påvirkning af projektet set fra landsbyen primært syd for anlægget, og fra det åbne land mod øst og vest. Mod nord findes en ca. 60 år gammel beplantning med overvejende eg, som udgør en visuel barriere mod anlægget. Denne beplantning skal udvides i begge retninger for at skærme mod indblik til det nye anlæg.

Indblik til den nye højspændingsstation vil med tiden blive begrænset, når beplantning er vokset op, men indtil da vil der være indblik til stationen fra omgivelserne. Den endelig beplantningsplan afventer en forestående landskabsanalyse som Energinet vil sikre, der bliver gennemført sideløbende med den kommunale planlægning.

Afledt af den nye højspændingsstation vil der i tre luftledningstracéer umiddelbart vest for stationen skulle nedlægges én mast i hvert tracé, og indføringen til stationen kabellægges. Nedlægningen af masterne er principielt funktionelt uafhængig af den planlagte udvidelse af stationen, men må anses som havende kumulativ effekt i positiv retning. Planen for denne forskønnelse af området er under udarbejdelse i Energinet. Samlet set vil nedtagningen af de gamle udtjente master og luftledninger bidrage til en forbedret visuel oplevelse af nærområdet omkring stationen.



Figur 8 Luftfoto af hele stationsområdet ved Hovegård med den forventede udbygning. Med grønne linjer (beplantningsbælte) er afgrænsningen af en fuldt udbygget station markeret. Den blå stiplede linje til højre i billedet er en cirka-angivelse af vejforlægningen. Det samlede areal af Hovegård højspændingsstation er med en fuldt udbygget station på 20 ha. Aktørens station (lilla farve) skal bygges vest for den eksisterende station. Med blå farve er markeret alle de udbygninger Energinet forventer at foretage i forbindelse med tilslutning af Hesselø havvindmøllepark, sanering af 132 kV AIS-anlæg, som erstattes af ny GIS-station og en forstærkning af transmissionsnettet mod København og forskønnelsesprojekter i Nordsjælland.

Egedal Kommune har endnu ikke formelt besluttet at påbegynde den nødvendige planlægning. Det planlægges, at der udarbejdes ét fælles plangrundlag (kommuneplan og lokalplan), der rummer den samlede kendte stationsudvidelse på Hovegård højspændingsstation. Første for-offentlighedsfase for kommuneplantillægget forventes primo 2021. Der arbejdes imod endelig vedtagelse af ny lokalplan 1. kvartal 2022.

Den præcise indføring og placering af kabelsystemerne fra Hesselø-projektet både til, fra og indenfor stationsområdet kan først i detaljer afklares endeligt senere i processen, så de viste løsninger skal tages med et vist forbehold.

Det skal sikres, at det nye stationsanlæg samlet set overholder gældende vejledende grænseværdier for støj i omgivelserne herunder særligt i forhold til nærmeste beboelsesejendomme. Regulering samt nødvendig afskærmning i forhold til støjreduktion skal afklares endeligt, når den præcise placering af alle støjkloder og stationsindretning ligger helt fast.

Koncessionsvindere nye stationsanlæg vil fremstå som en lukket GIS-bygning, men med omkringliggende tekniske installationer i fri luft, der evt. er afskærmet mod støj. Udvidelse af den eksisterende 400 kV-station vil i udformning og fremtoning være meget lig det eksisterende anlæg, da der vælges samme type tekniske løsninger i form af felter, samleskinner, transformere m.m. De højeste installationer vil være mastetoppen på lynfangsmasterne, som er ca. 25 meter.

Samleskinner når en højde på ca. 11 meter, transformere er ca. 11 meter, kompenseringspoler ca. 10 meter, og stationsbygningen vil være ca. 7 meter høj.

Med tiden forventes der at opstå behov for nyetablering af et 132 kV-anlæg øst for den nuværende station. Dette anlæg vil fremstå som en enkelt lukket GIS-bygning med følgende dimensioner ($L \times B \times H = 21 \times 35 \times 14$ m) og en kompenseringspole med dimensioner ($L \times B \times H = 10 \times 10 \times 9$ m).



Figur 9 Eksempel på en åben 220 kV AIS-station.

3. Kabelanlæg

Hesselø Havvindmøllepark vil blive ilandført med 2 eller 3 stk. søkabler ved Gilbjerg Hoved vest for Gilleleje. Søkabler samles med landkabler via en ca. 800 m lang underboring ud i havet, hvor kablet trækkes igennem borerøret og herved passerer under klinten uden at denne påvirkes. Nedgravning af 2-3 landkabler påbegyndes ca. 650 m inde i landet umiddelbart syd for Tinkerup Strandvej. Herfra nedgraves kabler på en ca. 51 km lang strækning i primært direkte sydlig retning fra ilandføring til Hovegård højspændingsstation. Hovedparten af forløbet forventes etableret ved nedgravning og udlægning med almindelige entreprenørmaskiner, mens der vil ske kabellægning via styret underboring af fx vandløb, beskyttet natur, skov, veje og jernbane, eller hvor der i øvrigt er krav om særlige hensyn.

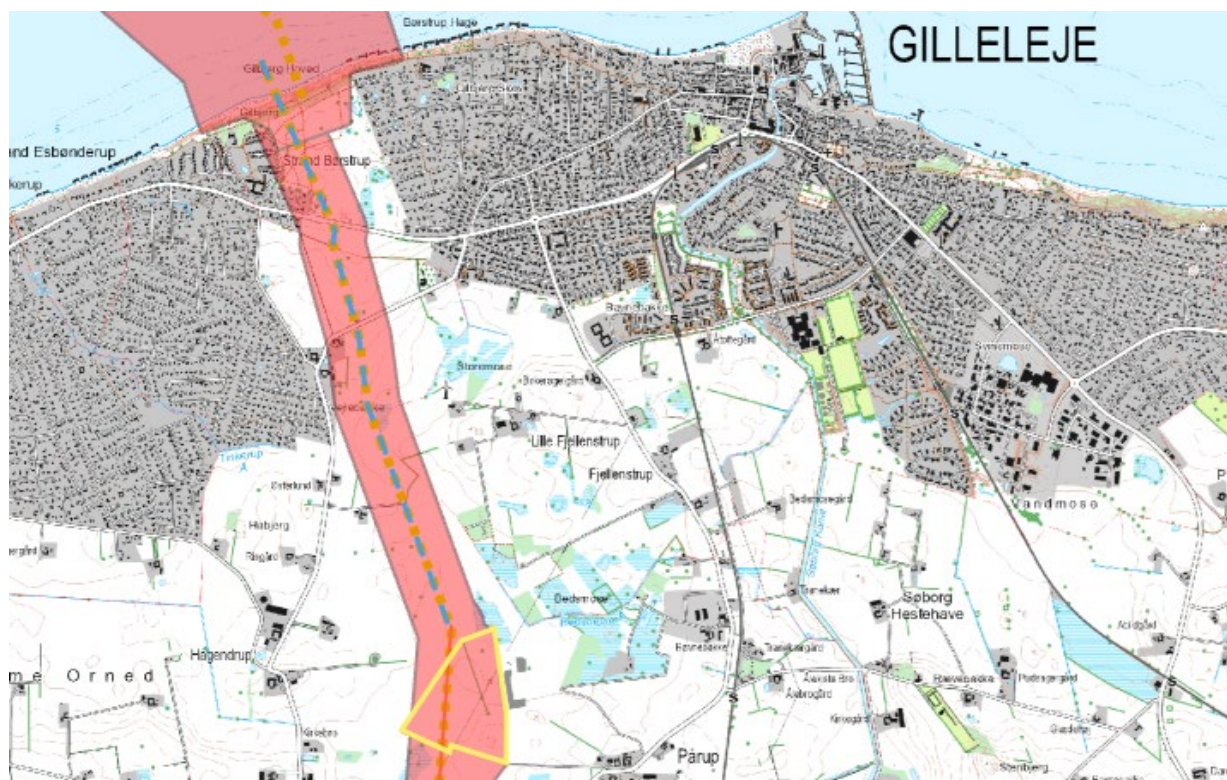
Der planlægges i første omgang med et ca. 300 m bredt foreløbigt projektområde for kabellægning. Dette område er resultatet af en GIS-øvelse/konfliktanalyse, hvor der er taget videst muligt hensyn til natur- og miljøforhold og andre arealrestriktioner, samt høj grad af hensyn til private lodsejeres interesser. Når kablerne er anlagt, og arealerne er re-etableret, vil der være et 15-22 meter bredt område med tinglyste arealrestriktioner, hvor der dog stadig kan drives almindelig landbrugsdrift.

I det følgende afsnit præsenteres helt overordnet forløbet af de to delstrækninger af kabelanlæg på land. De anlægstekniske forhold, samt beskrivelser af materialevalg, tekniske specifikationer, anlægsarbejder mv. er beskrevet i Appendiks 2.

I forbindelse med de forestående miljøundersøgelser skal der laves en detaljeret undersøgelse og beskrivelse af de områder på strækningen, hvor der skal tages særlige anlægshensyn pga. terræn, natur, fortidsminder, jordbundsmæssige forhold, lodsejerkraft, tekniske anlæg eller andre arealrestriktioner. Det endelige tracé vil blive tilrettet på baggrund af bl.a. anbefalinger fra miljøundersøgelserne.

3.1 Kabelføring fra ilandføringspunkt til højspændingsstation syd for Gilleleje

Søkablerne kommer i land ved Gilbjerg Hoved ved en styret underboring som beskrevet ovenfor, og muffes sammen med landkabler på en mark umiddelbart øst for Tinkerup Strandvej. På en ca. 3 km strækning frem til koncessionsvindens kompensationsstation ved Pårup skal der etableres to eller tre parallelle højspændingskabler, der nedgraves i ca. 1,5 m dybde.

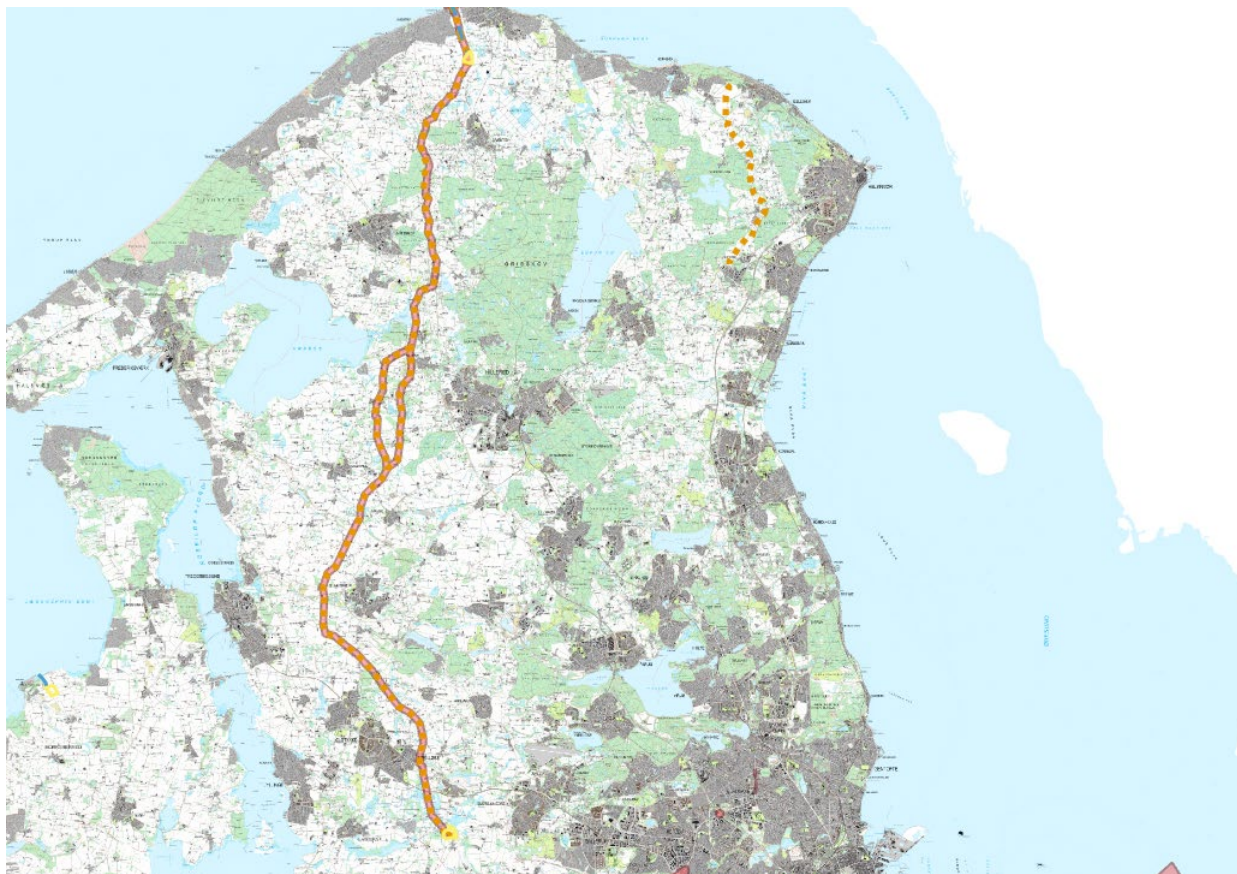


Figur 10 Projektområde (rød) til kabellægning fra stranden ved Gilbjerg Hoved og frem til projektområdet for kompensationsstationen ved Pårup syd for Gilleleje (gul) og videre sydpå i retning mod Hovegård højspændingsstation.

Kabelanlægget fra ilandføringen til og med koncessionsvinders kompensationsstation ved Pårup syd for Gilleleje skal bygges, ejes og drives af koncessionsvinder.

3.2 Kabelstrækning fra Pårup Station til Hovegård højspændingsstation

På en ca. 48 km strækning fra stationen ved Pårup syd for Gilleleje og til Hovegård højspændingsstation skal der etableres 2 eller 3 parallelle nedgravede elkabler, som også skal bygges, ejes og drives af koncessionsvinder.



Figur 11 Projektområde (orange) til kabellægning af i alt ca. 51 km fra ilandføring ved Gilbjerg Hoved via Pårup syd for Gilleleje (gul) til Hovegård højspændingsstation (gul).

Det ca. 300 m brede foreløbige projektområde for kabelstrækningen vurderes ud fra Energinets lange erfaring med tilsvarende opgaver i første omgang at være tilstrækkelig til at kunne rumme op til tre parallelle kabelsystemer.

3.3 Teknisk beskrivelse af kabelanlægget

De rent tekniske forhold omkring selve etablering og nedgravning, herunder krav til anlægsarbejde for kabelanlægget, og de dertil anvendte materialer samt tekniske specifikationer og opbygning af kabler mv., er nærmere beskrevet i Appendix 2, som der henvises til i forhold til:

- Opbygning af højspændingskabler, lyslederkabler og linkbokse
- Anlægsarbejde, herunder jordarbejde, muldafrømning, oplagspladser og køreveje
- Kabeludlægning i traditionelle kabelrender
- Kabeludlægning vha. gravekasser og ved underboring
- Grundvandssænkning og krydsning af ledninger/rør/dræn/vandløb/natur
- Arbejdets varighed, materialeforbrug og forbrug af råstoffer
- Demontering af kabelanlæg

4. Overordnet tidsplan for anlægsarbejdet

4.1 Koncessionsvinder

Anlægsarbejdet for koncessionsvindere del af landanlægget forventes tidligst startet i 2023. Det forventes, at havvindmølleparken er fuldt etableret og idriftsat senest ved udgangen af 2027, jf. Klimaaftalen 2020.

4.2 Energinet

Følgende overordnede tidsplan gælder for Energinets del af landanlægget:

- Anlægsarbejdet for udvidelsen af Hovegård højspændingsstation forventes påbegyndt 1. kvartal 2022
- Energinets del af anlægget forventes færdiggjort senest 1. kvartal 2026
- Det samlede anlæg forventes taget i brug i løbet af 2023-2027

5. Appendiks 1 – teknisk beskrivelse af stationsanlæg

Det er sandsynligt, at der vil blive brugt 245 kV-udstyr (i daglig tale 220 kV) til ilandføring fra havvindmølleparken og frem til tilslutningspunktet ved Hovegård højspændingsstation. Dog er valg af spændingsniveau frit for koncessionsvinder.

Dette appendiks er vedlagt Energinets projektbeskrivelse for landanlæg til Hesselø Havvindmøllepark. Det indeholder en grundig teknisk og faglig beskrivelse af de forskellige valgte løsninger i forhold til anlægsarbejder ved stationer inden for projektområdet. Appendiks 1 omfatter også en beskrivelse af de forskellige anlægstekniske komponenter og løsninger, der fra Energinets side vil blive anvendt samt en beskrivelse af, hvilke forhold der skal tages særligt hensyn til før, under og efter nyanlæg eller udvidelse af stationer.

5.1 Typer af stationsanlæg

5.1.1 Hvad er et AIS-anlæg?

AIS står for Air Insulated Switchgear, i daglig tale kaldet et åbent anlæg. Alle afbrydere, adskillere, måleudstyr og samle-skiner er separate komponenter, som opstilles på egne fundamenter og forbindes med frit hængende elektriske ledere, i samme stil som der anvendes på luftlinjer.

Da man udnytter den atmosfæriske lufts isolationsevne, 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.



Figur 12 Eksempel på en 220 kV-AIS-station (Bjæverskov) – denne station indeholder fire kompenseringsspoler, to linjefelter og et transformerfelt (selve transformeren står ved 400 kV-stationen).

I forbindelse med et AIS-anlæg er der en AC-stationsbygning, hvorfra man kan styre og overvåge højspændingsanlægget. Bygningen er som regel i et plan.



Figur 13 Eksempel på en AC-stationsbygning. (Roslev) Bygningen er modulær, og forlænges efter antallet af felter på stationen

5.1.2 Komponenter

Et felt er en samling af afbrydere, adskillere og måleudstyr, hvorigennem højspændingskomponenter tilsluttes til stationen i form af samleskinnerne.



Figur 14 Eksempel på et felt (station Endrup).

En samleskinne har til formål at skabe elektrisk forbindelse mellem flere højspændingslinjer, transformere og andre komponenter. En samleskinne består normalt af 3 stk. lange aluminiumsrør (et pr. fase) placeret ved siden af hinanden på bærende konstruktioner. Minimum højde over jorden afgøres af spændingsniveauet.



Figur 15 Eksempel på en del af en samleskinne i en AIS-station.

En lynfangsmast er en høj gitterkonstruktion i metal, der har til formål at beskytte felter og komponenter i en højspændingsstation mod lynnedslag. De placeres med en vis afstand på stationsarealet, og de er højere end de øvrige dele af højspændingsstationen typisk 25-30 meter.



Figur 16 Eksempel på en lynfangsmast placeret for enden af en samlleskinne

En kompenseringspole modvirker kablernes kondensatoreffekt. Uden spolen ville denne kondensatoreffekt betyde, at kablerne vil forårsage en spændingsstigning over det, anlægget er dimensioneret til. Selve spolerne er placeret inde i en oliefyldt tank, hvor olien virker som elektrisk isolation og køling. En kompenseringspole afgiver en lavfrekvent brummen (frekvens på 100 Hz).



Figur 17 Viser en 220 kV-kompenseringspole (station Bjæverskov).

En transformer transformerer fra en spænding til en anden.

Transformeren indeholder et antal spoler, som er placeret inde i en oliefyldt tank, hvor olien virker som elektrisk isolation og køling. En transformator afgiver en lavfrekvent brummen (frekvens på 100 Hz).



Figur 18 Eksempel på en 400/220 kV-transformer (station Bjæverskov).

Generelt for oliefyldte apparater, som 400/220 kV-transformere og kompenseringsspoler:

- Da de er oliefyldte, placeres de på et fundament med et reservoir, der kan rumme hele oliemængden. Ved udendørs placering, hvor de er eksponerede for regnvand, afledes dette via olieudskiller til afløbssystemet. Ved eventuel lækage lukker udskilleren, hvorved al olien tilbageholdes i reservoiret, og der afgives samtidig alarm til kontrolrum hos el-selskabet. Der er således ingen risiko for udledning til miljøet.
- Afhængig af lokale forhold kan de oliefyldte komponenter placeres i separate bygninger, udseendet af disse vil afhænge af formålet.

En STATCOM bruges til spændingsregulering.



Figur 19 Eksempel på STATCOM, på billedet er vist 3 stk. Udseende og dimensioner varierer fra leverandør til leverandør.
Kilde: ABB

Et filter bruges til at filtrere elektrisk støj, som kan forekomme i transmissionsnettet. Er niveauet af den elektriske støj tilstrækkeligt højt, kan det ødelægge elektriske komponenter og apparater både i transmissionsnettet og på nettet hos forbrugerne og som modforanstaltning tilsluttes om nødvendigt et filter. Udfordringer med for højt niveau af elektrisk

støj optræder typisk i forbindelse med lange kabelsystemer, da disse kan virke som en resonanskreds, der forstærker et ellers uskadeligt lavt niveau af elektrisk støj.



Figur 20 Eksempel på et 150 kV-filter. I baggrunden ses felter og samleskinner (station Engbjerg)

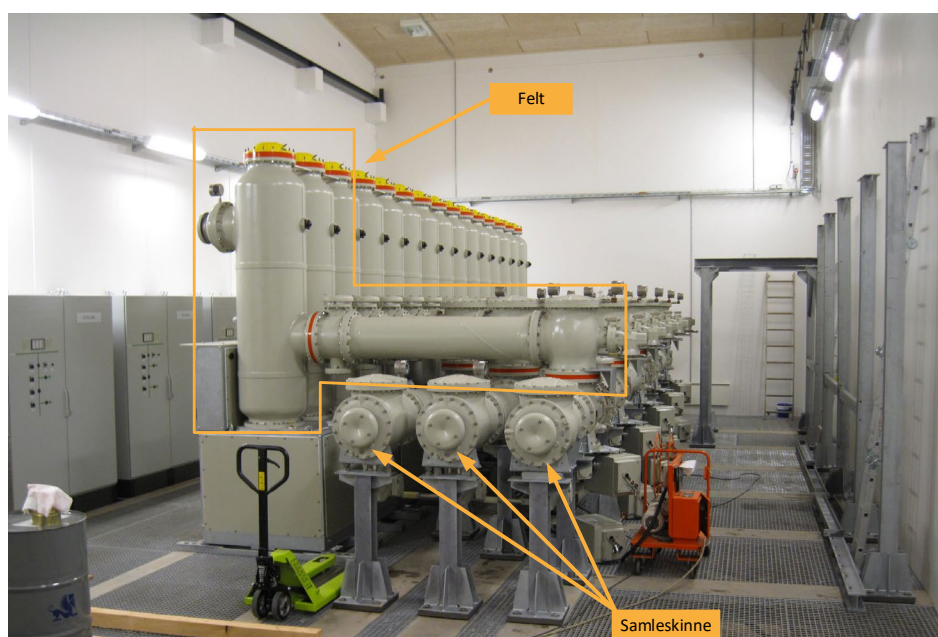
5.1.3 Hvad er et GIS-anlæg?

GIS står for Gas Insulated Switchgear, i daglig tale kaldet lukket anlæg. Et GIS-anlæg består af et kapslet højspændingsanlæg indeholdende en gas under tryk, med en høj elektrisk isolationsevne. For 220 kV-anlæg anvendes SF₆-gas. Da SF₆-gas under tryk har en væsentlig højere isolationsevne end atmosfærisk luft, bliver anlægget mere kompakt og fylder langt mindre end et AIS-anlæg.

Alle felter og samleskinner, afbrydere, adskillere, måleudstyr og samleskinner er indeholdt i selve anlægget. For at beskytte anlægget mod vind, vejr og miljø (eks. salt) huses GIS-anlægget i en bygning, med plads til selve anlægget samt relæbeskyttelsesudstyr o.l.



Figur 21 Eksempel på en bygning indeholdende et gasisoleret kompakt indendørs koblingsanlæg (GIS) samt en kompenseringspole (Blåbjerg). Ved større anlæg placeres kompenseringspoler normalt i egne bygninger.



Figur 22 Eksempel på et 220 kV GIS-anlæg med 5 felter og enkelt samleskinne (station Trige)

5.2 Koncessionshavers kompenseringsstation ved Pårup syd for Gilleleje

5.2.1 Anlægsarbejde i forbindelse med etablering af kompenseringsstation ved Pårup

- Arealet på 200 x 131 meter planeres ud
- Bygning til GIS-anlæg, relæfelter mv.
- Adgangsveje og køreveje
- Fundamenter for bygning, udendørs tekniske installationer og for større oliefyldte komponenter med olieopsamling.
 - Som del af fundament etableres reservoirer, der kan rumme hele oliemængden fra den oliefyldte komponent.
- Kabelføringsveje mellem bygning og højspændingsanlæg mv.
- Montering af stativer, højspændingskomponenter inkl. interne forbindelser.
- Stålhegn omkring stationsarealet og et ikke mindre end 10 m bredt beplantningsbælte. Den skærmende beplantning vil mht. til valg af arter og udtryk være tilpasset de lokale landskabelige og naturmæssige forhold.
- Forsinkelsesbassiner til regnvandsafledning samt grøfter til afvanding. Dette kan alternativt placeres udenfor stationens hegn.
- Formidlingsstandere/info-skilte
- Evt. biodiversitetsfremmende tiltag som fx insektvolde, stendynger, mindre vådområder, "vild med vilje-områder" med ingen eller skånsom vedligeholdelse.

5.2.2 Tekniske anlæg i forbindelse med etablering af kompenseringsstation ved Pårup

- Etablering af GIS-anlæg i ny bygning. GIS-anlægget etableres med:
 - 11 stk. felter for tilslutning af kabler og kompenseringspoler
 - koblingsfelt mellem samleskinner
 - 2 stk. koblingsfelter på langs af samleskinnerne (1 stk. pr. samleskinne).
 - dobbelt-samleskinne.
- Etablering af 9 stk. kompenseringspoler

- Lynfangsmaster (5-10) op til 25 m i højden
- Kabelføringsveje mellem bygninger og højspændingsanlæg mv.
 - Jordingsanlæg.

5.3 Udvidelse af den eksisterende Hovegård højspændingsstation

For at kunne anlægge det nye GIS-anlæg vest for Hovegård højspændingsstation og udvide 400 kV-stationen med 4 nye linjefelter for tilslutning af Hesselø havvindmøllepark, skal der gennemføres en række ændringer i de eksisterende anlæg. Desuden er der forudset yderligere reinvesteringer og udbygninger på stationen, som også er omtalt her for helhedens skyld.

5.3.1 Anlægsarbejde i forbindelse med kabellægning af luftledningstracé fra maste 3 til felterne Vejleå 1 og Vejleå 2 og luftledningstracé fra maste 82 til felterne Borup og Kyndby 2 i nyt 132 kV GIS-anlæg

- Etablering af dobbelt kabeltrace fra maste 3 til felterne Vejleå 1 og Vejleå 2 og fra maste 82 til felterne Kyndby 2 og Borup i ny 132 kV GIS-station
- Nedgravning af kabler og evt. underboringer
- Ændrede/nye fundamenter til maste 3 og 82, der ændres til endetræksmaster

5.3.2 Tekniske anlæg i forbindelse med kabellægning af luftledningstracé fra maste 3 til felterne Vejleå 1 og Vejleå 2 og luftledningstracé fra maste 82 til felterne Borup og Kyndby 2 i nyt 132 kV GIS-anlæg

- 132 kV-kabler i flad forlægning i dobbelttracé fra maste 3 til felterne Vejleå 1 og Vejleå 2
- 132 kV-kabler i flad forlægning i dobbelttracé fra maste 82 til felt Borup og Kyndby 2
- Udskiftning af maste 3 og 82 til endetræksmaster

5.3.3 Anlægsarbejde i forbindelse med kabellægning af luftledningstracé mod Lyngerup fra maste 3 til midlertidigt felt (disponibel) i 132 kV GIS-anlæg

- Etablering af enkelt kabeltrace fra maste 2 *vest for station* til disponibelt felt
- Nedgravning af kabel og evt. underboringer
- Ændrede/nye fundamenter til maste 2, der ændres til endetræksmast

5.3.4 Teknisk anlæg i forbindelse med kabellægning af luftledningstracé mod Lyngerup fra maste 3 til midlertidigt felt (disponibel) i 132 kV-GIS-anlæg

- 132 kV-kabel i flad forlægning i enkelttracé fra maste 3 til disponibelt felt i 132 kV GIS-station
- Udskiftning af maste 3 til endetræksmast

5.3.5 Anlægsarbejder ved etablering af ny AC-stationsbygning og ny bygning til dieselgenerator

- Fældning af træer i sydvestlige hjørne af stationsareal
- Fældning af træer i nordvestlige hjørne i det omfang det er nødvendigt for at kunne starte opfyldning af området med overskudsjord fra sydvestlige hjørne.
- Areal på 60 x 22 meter planeres ud i kote 9,3 som eksisterende 400 kV-station og forberedes til opførelse af ny AC-stationsbygning. Overskydende jord anvendes til opfyldning af nordvestlige hjørne til udvidelse af station
- Midlertidigt og blivende stålhegn
- Adgangsveje og køreveje til byggeplads
- Opførelse af ny AC-stationsbygning og generatorbygning
- Fundamenter for begge bygninger og evt. pilotering
- Kabelføringsveje fra AC-stationsbygning til bestående 400 kV-felter
- Kabelføringsveje til ny generatorbygning

5.3.6 Tekniske anlæg i forbindelse med etablering af ny AC-stationsbygning og ny bygning til dieselgenerator

- 16 stk. 400 kV-relæfelter for tilslutning af kabler, transformere og kompenseringspoler fra friluftsanlæg
- Kommunikationsudstyr mellem kontrolcenter og 132 kV-GIS-station
- Lokal overvågning (HMI)
- Egenforsyningsanlæg
- Jordingsanlæg

5.3.7 Anlægsarbejde i forbindelse med planering af det nordvestlige og sydvestlige hjørne af nuværende stations-areal, så koterne i disse områder svarer til nuværende kote på stationen. (9,3 m)

- Fældning af resterende træer og anden bevoksning på arealet i nordvestlige hjørne af station
- Fældning af resterende træer og anden bevoksning på arealet mellem ny AC-stationsbygning og eksisterende 400 kV-AIS-station
- Planering og evt. pilotering af arealet i nordvestlige hjørne af station til færdig kote 9,3
- Planering af areal mellem ny AC-stationsbygning og eksisterende 400 kV AIS-station til færdig kote 9,3
- Overskydende jord i sydvestlige hjørne anvendes til opfyldning af nordvestlige hjørne
- Anlæggelse af skråning med anlæg 2 mod nordvest, og evt. spunsvæg
- Anlæggelse af skråning med anlæg 2 mod syd

5.3.8 Anlægsarbejder i forbindelse med sanering af eksisterende manøvrebygning, krafthus A og B

- Sanering af eksisterende AC-stationsbygning inkl. fundamenter
- Sanering af eksisterende krafthus A inkl. fundament
- Sanering af krafthus B inkl. fundament
- Omlægning af interne køreveje, så de bliver sammenhængende med de eksisterende.
- Fjernelse af kabelføringsveje mellem bygninger og friluftsanlæg mv.
- Evt. etablering af forsinkelsesbassiner til regnvandsafledning samt grøfter til afvanding.
- Evt. biodiversitetsfremmende tiltag, som fx insektvolde, stendynger, mindre vådområder, "vild med vilje-områder" med ingen eller skånsom vedligeholdelse.

5.3.9 Tekniske anlæg i forbindelse med sanering af eksisterende manøvrebygning, krafthus A og B

- Bortskaffelse af generatoranlæg fra krafthus A og B
- Demontering af manøvrefelter, egenforsyningsanlæg, kommunikationsudstyr, eltavler og andet teknisk udstyr
- Demontering af kabler mellem manøvrefelter og friluftsanlæg
- Demontering af bygningsinstallationer og bygningstavler

5.3.10 Anlægsarbejder i forbindelse med udvidelse af eksisterende 400 kV-station med 4 nye felter

- Adgangsveje og køreveje
- Fundamenter for udendørs tekniske installationer
- Kabelføringsveje mellem AC-stationsbygning og højspændingsanlæg mv.
- Montering af stativer, højspændingskomponenter inkl. interne forbindelser

Tekniske anlæg i forbindelse med udvidelse af eksisterende 400 kV-station med 4 nye felter

- Fire nye 400 kV-transformerfelter – forbindes via 400 kV-kabelsystemer til aktørs 400/220 kV-transformere
- Udvidelse af 400 kV-samleskinner mod nord og syd
- Udvidelse af 400 kV-hjælpekinne mod syd
- Lynfangsmaster til udvidede felter

5.3.11 Anlægsarbejder i forbindelse med ny GIS-station vest for eksisterende

- Arealet på 300 x 130 meter planeres ud, så færdig kote bliver 9,5
- Bygning til GIS-anlæg, relæfelter mv.
- Adgangsveje og køreveje.
- Etablering af fundamenter for tekniske installationer og højspændingskomponenter.
- Kabelføringsveje mellem bygninger og højspændingsanlæg mv.
- Etablering af stålhegn omkring stationsarealet og et ikke mindre end 10 m bredt beplantningsbælte, der også dækker en fremtidig udvidelse af 400 kV-station. Den skærmende beplantning vil mht. til valg af arter og udtryk være tilpasset de lokale landskabelige og naturmæssige forhold.
- Forsinkelsesbassiner til regnvandsafledning samt grøfter til afvanding. Dette kan alternativt placeres udenfor stationens hegn.
- Montering af stativer, højspændingskomponenter inkl. interne forbindelser.
- Evt. biodiversitetsfremmende tiltag, som fx insektvolde, stendynger, mindre vådområder, "vild med vilje-områder" med ingen eller skånsom vedligeholdelse
- Formidlingsstandere/info-skilte

5.3.12 Tekniske anlæg i forbindelse med ny GIS-station vest for eksisterende

- 12 stk. felter for tilslutning af kabler, transformere, filter og kompenseringsspoler.
- 2 stk. koblingsfelt mellem samleskinner.
- 2 stk. koblingsfelt på langs af samleskinnerne (1 stk. pr. samleskinne)
- 4 stk. kompenseringsspoler.
- 2 stk. filtre.
- 2 stk. STATCOMS
- Dobbelt-samleskinne.
- Jordingsanlæg.
- Lynfangsmaster (15-20 stk.) op til 25 m i højden

5.3.13 Anlægsarbejde i forbindelse med forlægning af Lundevej

- En ca. 700 m strækning af Lundevej øst for stationen flyttes ca. 200 meter mod øst og med tilslutning til Non-nemosen mod syd
- Anlæg af vej, rabatter og grøfter med en samlet anlægsbredde på 17 meter
- Opgravning og bortskaffelse af asfalt og underlag på eksisterende Lundevej over en strækning på ca. 500 meter
- Opfyldning af grøfter langs opgravede vej og omlægning af evt. dræn, der har udløb til grøft.
- Reetablering af arealer til færdigt terræn i forbindelse med vejforlægning

5.3.14 Anlægsarbejde i forbindelse med etablering af 132 kV GIS-station

- Arealet på 90 x 50 meter planeres ud, så færdig kote bliver 11
- Bygning til GIS-anlæg, relæfelter mv.
- Adgangsveje og køreveje
- Fundamenter for bygning, udendørs tekniske installationer og for større oliefyldte komponenter med olieopsamling.
 - Som del af fundament etableres reservoirer, der kan rumme hele oliemængden fra den oliefyldte komponent.

- Kabelføringsveje mellem bygning og højspændingsanlæg mv.
- Montering af stativer, højspændingskomponenter inkl. interne forbindelser.
- Stålhægn omkring stationsarealet og et ikke mindre end 10 m bredt beplantningsbælte, der også dækker en fremtidig udvidelse af 400 kV-station. Den skærmende beplantning vil mht. til valg af arter og udtryk være tilpasset de lokale landskabelige og naturmæssige forhold.
- Forsinkelsesbassiner til regnvandsafledning samt grøfter til afvanding. Dette kan alternativt placeres udenfor stationens hegn.
- Formidlingsstandere/info-skilte.
- Evt. biodiversitetsfremmende tiltag, som fx insektvolde, stendynger, mindre vådområder, "vild med vilje-områder" med ingen eller skånsom vedligeholdelse.

5.3.15 Tekniske anlæg i forbindelse med etablering af 132 kV GIS-station

- Etablering af 132 kV GIS-anlæg i ny bygning. GIS-anlægget etableres med:
 - 17 stk. 132 kV-felter for tilslutning af kabler, transformere og kompenseringspoler
 - 132 kV-koblingsfelt mellem samleskinner
 - 2 stk. 132 kV-koblingsfelter på langs af samleskinnerne (1 stk. pr. samleskinne).
 - 132 kV-dobbelt samleskinne.
- Etablering af 132 kV-kompenseringsspole
- Etablering af seriereaktanspoler til linjen mod Ballerupgård
- Lynfangsmaster (0-5) op til 25 m i højden
- Kabelføringsveje mellem bygninger og højspændingsanlæg mv
- Jordingsanlæg.

5.3.16 Muldafrømning i forbindelse med arkæologiske forundersøgelser

Inden anlægsarbejdet for nye stationsarealer igangsættes, skal Museum Nordsjælland og Kroppedal Museum udføre arkæologiske forundersøgelser. Inden anlægsprojekternes start, skal ovennævnte museer have risikovurderet de planlagte stationsarealer for arkæologiske spor.

Museum Nordsjælland og Kroppedal Museum udpeger områder uden arkæologiske interesser, hvor anlægsarbejdet kan foretages uden yderlig forundersøgelse. Ved udpegede områder med ringe eller ukendte arkæologisk aktivitet, vil museerne foretage forundersøgelserne ved at lade anlægsarbejdets planering og muldafrømning foregå 6-8 uger før anlæg af stationen startes. Derudover vil der være områder med særlig arkæologisk interesse, hvor museerne vil foretage forundersøgelser ved gravning af søgegrøfter, inden planering og anlægsarbejde påbegyndes. Søgegrøfterne udføres forventeligt i god tid inden anlægsarbejdet og tildækkes typisk inden planering og muldafrømning ved anlægsarbejdet.

5.3.17 Anlægsarbejdernes varighed og anvendelse af maskiner

Til etablering og udvidelse af stationsanlæggene vil der være behov for et antal entreprenørmaskiner. Der er herunder angivet et skønnet omfang af antal samt typer af maskiner som vil blive anvendt 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. Opgørelsen skal betragtes som overslagsmæssig med det formål at få et indtryk af en størrelsesorden af trafikarbejdet og driftstid ved anvendelse af entreprenørmaskiner.

De angivne maskiner vil ikke nødvendigvis blive anvendt kontinuerligt igennem anlægsarbejdet, men kun på de tidspunkter, hvor deres tilstedeværelse er påkrævet.

Stationsanlæg	Skønnet antal og type maskiner	Forventet varighed af anlægsarbejder

Aktørens kyst-nære station (kompensering)	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	30 – 36 mdr.
Forlægning af Lundevej	1 gravemaskine, 7 til 32 tons 1 gummiged 2 lastbiler/dumpere 1 asfaltmaskine 1 vejtrømler 1 traktor med kran/lastbil med kran 1 rendegraver	3 – 6 mdr.
Ny 132 kV GIS-station Hovegård	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 pælefunderingsmaskine	30 – 36 mdr.
<i>Kabellægning af luftledningstracé fra maste 3 til felterne Vejleå 1 og Vejleå 2 og luftledningstracé fra maste 82 til felterne Borup og Kyndby 2 i ny 132 kV GIS-station</i>	1 gravemaskine, 7 til 32 tons 1 lastbil/dumper 1 traktor med kran/lastbil med kran 1 traktor med sandudlægningsvogn	9 – 12 mdr.

<i>Kabellægning af luftledningstracé fra maste 3 til felterne Kyndby og Lyngerup i ny 132 kV GIS-station</i>	1 gravemaskine, 7 til 32 tons 1 lastbil/dumper 1 traktor med kran/lastbil med kran 1 traktor med sandudlægningsvogn	9 – 12 mdr.
<i>Ny AC-stationsbygning og ny bygning til dieselgenerator (erstatning for krafthus A)</i>	1 gravemaskine, 7 til 32 tons 2 rendegravere/minigravere 3 lastbiler/dumpere 1 gummiged 1 traktor med kran/lastbil med kran 1-2 teleskoplæssere 1 pælefunderingsmaskine	30 – 35 mdr.
<i>Planering af det nordvestlige og sydvestlige hjørne af nuværende stationsareal</i>	1 gravemaskine, 7 til 32 tons 3 lastbiler/dumpere 1 gummiged 1 pælefunderingsmaskine	2 – 3 mdr.
<i>Sanering af eksisterende manøvrebygning, krafthus A og B</i>	1 gravemaskine, 7 til 32 tons 3 lastbiler/dumpere 1 gummiged	4 – 6 mdr.
<i>Udvidelse af eksisterende 400 kV-station med 4 nye felter</i>	1 gravemaskine, 7 til 32 tons 1 lastbil/dumper 1 gummiged 1 traktor med kran/lastbil med kran 1 pælefunderingsmaskine	1 mdr.
<i>Aktørens 220 kV GIS-station vest for eksisterende</i>	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 pælefunderingsmaskine	30 – 36 mdr.

Tabel 1 Oversigt over forventet maskinel til anlægsarbejder samt forventet varighed af anlægsarbejder

5.4 Materialeforbrug og råstoffer

Til etablering og udvidelse af stationsanlæggene vil der være behov for forskellige råstoffer som bl.a. råjord, grus (interne vejanlæg), in-situ beton, armeringsstål, galvaniseret stål til apparatstativer og stationsgalger samt traditionelle byggematerialer til GIS-bygningerne. Desuden skal der i byggemodningsfasen håndteres råjord internt på matriklerne, samt muligvis bortkøres aførmet muldjord. Forbrug af vand og håndtering af spildevand m.m. er endnu ikke belyst

kvantitativt i projektet. Specifikke oplysninger om mængder kan derfor generelt først tilvejebringes lidt senere i processen, når det detaljerede arbejde med projektering af stationer er længere fremskredent.

Stationsanlæg	Materiale	Mængde
Aktørens kystnære station (kompen- sering)	Råjord Grus (interne vejanlæg) Beton in-situ Armeringsstål Stål galvaniseret (apparatstativer og stationsgalger)	Tilvejebringes senere
Ny 132 kV GIS-station Hovegård	Råjord Grus (interne vejanlæg) Beton in-situ (fundamenter) Armeringsstål Stål galvaniseret (apparatstativer og stationsgalger)	Tilvejebringes senere
Forlægning af Lundevvej	Råjord Grus Sand	Tilvejebringes senere
<i>Kabellægning af luftledningstracéer</i>	Råjord Sand	
<i>Aktørens GIS-station vest for eksisterende</i>	Råjord Grus (interne vejanlæg) Beton in-situ Armeringsstål Stål galvaniseret (apparatstativer og stationsgalger)	Tilvejebringes senere
<i>Ny AC-stationsbygning og ny bygning til dieselgenerator (erstatning for kraft-hus A)</i>	Råjord Grus (interne vejanlæg) Beton in-situ (fundamenter) Armeringsstål Stål galvaniseret (apparatstativer og stationsgalger)	Tilvejebringes senere

Tabel 2 Forventet materialeforbrug og råstoffer til anlægsarbejder på transformestationer

5.5 Demontering af stationer

Den forventede levetid for stationsanlæggene er mindst 40 år. I forbindelse med demontering af tekniske anlæg og evt. bygninger på stationerne vil der foregå entreprenørarbejde af sammenlignelig karakter og omfang som i anlægsfasen.

Demontering vil ske efter de til den tid gældende regler på området og efter indhentning af nedrivningstilladelse og evt. andre nødvendige tilladelser og dispensationer hos relevante myndigheder. Inden nedtagning vil olie vil blive tømt af anlæggene – under sikring mod spild – og sendt til oparbejdning/genanvendelse. Overjordiske tekniske anlæg vil blive fjernet og i videst mulige omfang bortskaffet til oparbejdning med henblik på genbrug. Fundamenter og befæstninger vil blive fjernet og bortskaffet til oparbejdning med henblik på genanvendelse til f.eks. infrastrukturprojekter. Kabler på stationsarealet vil blive demonteret og sendt til oparbejdning og genbrug.

Tekniske anlæg inde i bygninger vil blive fjernet, før en bygning nedrives med henblik på, at selve bygningsmaterialerne kan oparbejdes og genbruges.

6. Appendiks 2 – teknisk beskrivelse af kabelanlæg

Det er sandsynligt, at der vil blive brugt 245 kV-udstyr (i daglig tale 220 kV) til ilandføring fra havvindmølleparken og frem til tilslutningspunktet ved Hovegård. Dog er valg af spændingsniveau frit for koncessionsvinder.

Dette appendiks er vedlagt Energinets projektbeskrivelse for landanlæg til Hesselø Havvindmøllepark. Det rummer en teknisk og faglig beskrivelse af de forskellige valgte løsninger i forhold til kabellægning af elkabler indenfor projektområdet. Appendiks 2 omfatter også en beskrivelse af de forskellige anlægstekniske muligheder og løsninger, der fra aktørens side sandsynligvis vil blive anvendt samt en beskrivelse af, hvilke forhold der skal tages særligt hensyn til før, under og efter kabellægning.

6.1 Teknisk beskrivelse af kabelanlægget

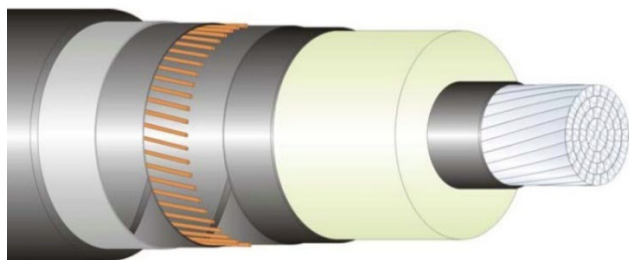
Landkabelanlæggene til Hesselø-projektet består af op til tre parallelle AC-kabelsystemer, og hvert kabelsystem ligger i en separat kabelrende. Hvert kabelsystem består af:

- 3 individuelle højspændingskabler placeret i flad forlægning (de tre faser i hvert kabelsystem lægges ved siden af hinanden).
- Evt. jordledere (af hensyn til kabelsystemets design eller andre tekniske installationer i nærheden (behov/omfang afklares først i projekteringen)).
- 1-2 lyslederkabler i trækrør (Ø40 plastrør).
- Dækbånd i plast.
- Advarselsnet.
- Tilført sand, som sikrer de optimale termiske og mekaniske egenskaber for kabelanlægget.

6.1.1 Højspændingskabler

Hvert kabel består af en aluminiumsleder eller alternativt kobber, omgivet af et ekstruderet isolationssystem af krydsbundet polyethylen (XLPE). Herefter er der lagt en skærm af kobber- eller aluminiumstråde, omgivet af et lag af kvældbånd på hver side for at begrænse vandindtrængning på langs af kablet i tilfælde af mekaniske skader, og som en sikring mod radial vandindtrængning er der lagt en aluminiumsfolie. Den yderste kappe er af polyethylen (HPDE), og fungerer som mekanisk beskyttelse og evt. som elektrisk isolation af skærmen.

Kablerne til Hesselø-projektet forventes at have vægt på omkring 20 kg/m og med en ydre diameter på cirka 120-130 mm.



Figur 23 Eksempel på opbygning af et en-leder højspændingskabel. Et kabelsystem består af et trefaset AC-system af 3 kabler – et til hver fase.

Højspændingskablerne leveres fra fabrikken som enkeltledere på tromler. Hver kabeltromle indeholder én kabellængde, der forventes at blive på mellem 1.200 – 1.600 m pr. tromle og har en samlet vægt på 25-35 tons.

6.1.2 Lyslederkabler

Sammen med højspændingskablerne udlægges lyslederkabler, som bl.a. anvendes til kommunikation mellem stationerne, temperaturovervågning og fejlsøgning. Lyslederkabler ligger i samme kabelrende som højspændingskablerne.

Der vil være behov for at etablere en brønd til samling af lyslederkablerne – forventet for hver 5-6 km på kabelstrækningen. Fiberbrønde bliver standard Energinet-design med en størrelse på 800 mm x 400 mm x 900 mm (L x B x H) med 40 tons dæksel i terræn. Fiberbrønde etableres fortrinsvist i forbindelse med samlinger af højspændingskablet og i nærheden af vej/skel.

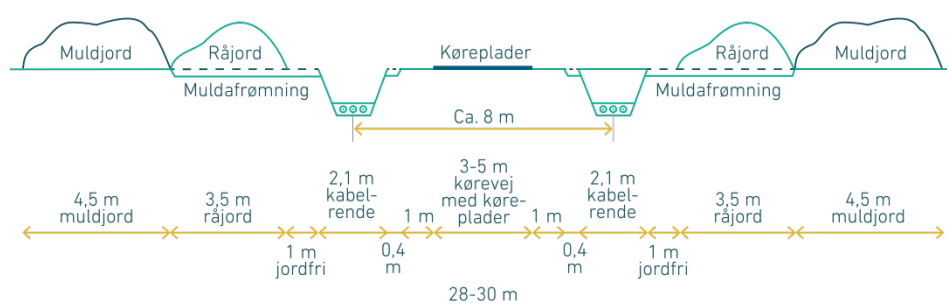
6.1.3 Linkbokse

Ved nogle eller evt. alle kabelmuffer er det nødvendigt at installere linkbokse, som indeholder udstyr til jording af kabelskærmene og evt. tilhørende overspændingsafledere. Disse linkbokse skal kunne tilgås for regelmæssige eftersyn og i forbindelse med evt. fejlsøgning på kabelanlægget.

For at kunne tilgå disse linkbokse, vil de blive placeret i nedgravede brøndringe, som er lukket af med et brønddæksel. Der må maksimalt være 10 m fra kabelmuffen til linkboksen. De steder, hvor der vil være behov for at nedgrave brøndringe, tilstræbes det, at disse placeres tæt på veje, levende hegn eller lign. for at undgå gener for de respektive lodsejere samt at opnå nemme tilgangsforhold. Hvis brøndene kan placeres i skel, vil dækslet i de fleste tilfælde blive ført over terræn, så de øverste 30 cm af brøndringen samt brønddækslet vil være synlige.

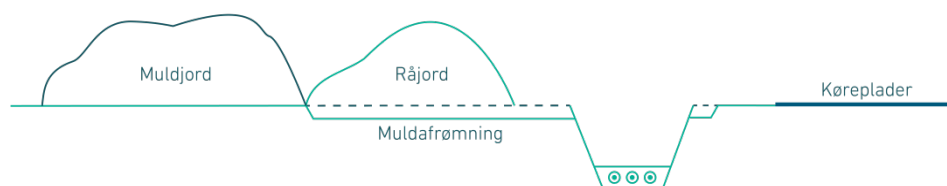
6.1.4 Anlægsarbejdet ved etablering af kabelanlæg

Kablerne vil blive placeret i én kabelrende for hvert kabelsystem. I anlægsfasen vil der være behov for et arbejdsbælte omkring kabeltracéet på ca. 28-30 m. På strækninger, hvor der udlægges tre parallelle kabelsystemer vil der være behov for et arbejdsbælte på ca. 45 m.



Figur 24 Eksempel på arbejdsareal under etablering af dobbelt kabeltracé

På enkelte kortere strækninger, hvor der er særlige udfordringer i forhold til terræn, beskyttet natur og lign., kan arbejdsarealet reduceres på helt korte strækninger ved at flytte jorden langs ruten, og på længere stræk f.eks. ved at råjord placeres op ad muldjord - se skitse herunder.



Figur 25 Viser arbejdsbredden under etablering af ét kabelsystem.

Efter etablering af kablet vil der være et servitutbælte på op til 15 m ved 2 kabler og op til 22 m ved 3 kabler. Servitutbæltet kan endvidere øges under særlige forhold f.eks. ved dybe underboringer. Hvis der etableres tre parallelle kabelsystemer mellem ilandføring ved Gilbjerg Hoved og Hovegård højspændingsstation vil servitutbæltet på denne strækning blive ca. 22 m.

6.1.5 Jordarbejde

Kabelforbindelsen etableres fortrinsvist ved nedgravning. For at undgå strukturskader og ændringer i jordlagene lagdeling, separeres muldjord og råjord efter princippet: Muldjord på muldjord og råjord på råjord. Se princip-tegning ovenfor.

Der graves parallelle kabelrender med en indbyrdes centerafstand på cirka 8 m. Først rømmes muldjorden af ved brug af gravemaskine, der hvor begge kabelrender skal graves. Muldjorden lægges i depot langs arbejdsbæltet og danner grænse for arbejdsbæltet til begge sider. Der udlægges derefter et kørespor mellem kabelrenderne med køreplader, uden muldafrømning, hvor det findes nødvendigt.



Figur 27 Eksempel på arbejdsbælte med afrømmet rå- og muldjord samt køreplader. Bemærk, at dette er et tracé med et kabelsystem.

Råjorden fyldes tilbage og komprimeres for at undgå luftlommer omkring kablet, og til sidst lukkes kabelrenden med muldjord. Der er meget lidt overskudsjord i forbindelse med anlægsarbejdet, og det vil efterfølgende blive fordelt ud over tracéet.

Fra anlægsarbejdet på den enkelte matrikel/delstrækning startes op, til den er endelig reetableret, går der mellem 3-5 uger afhængig af, om der er underboringer eller muffesamlinger på matriklen/delstrækningen. Reetablering af arbejdsarealer med mange markdræn kan også forlænge anlægsperioden.

Efter anlægget er færdigt, vil det være omfattet af et 15 m bredt servitutbelagt bælte (22 m ved 3 kabler), der skal tinglyses på de berørte ejendomme. I det servitutbelagte bælte må der ikke opføres bebyggelse, eller etableres beplantning med dybdegående rødder. Ordinær landbrugsmæssig dyrkningsaktivitet kan udføres, dog må jorden ikke bearbejdes dybere end 60 cm. Andre påtænkte aktiviteter, herunder grubning, må kun iværksættes efter aftale med kabelejereren.

6.1.6 Muldafrømning i forbindelse med arkæologiske forundersøgelser

Inden anlægsarbejdet for kabeltracéet igangsættes, skal de ansvarlige museer udføre arkæologiske forundersøgelser samt have risikovurderet det planlagte kabeltracé for arkæologiske spor.

Det ansvarlige museum udpeger områder uden arkæologiske interesser, hvor anlægsarbejdet kan foretages uden yderlig forundersøgelse. Ved udpegede områder med ringe eller ukendte arkæologisk aktivitet, vil det ansvarlige museum foretage forundersøgelserne ved at lade anlægsarbejdets muldafrømning foregå 6-8 uger før anlægning af kabler. Derudover vil der være områder med særlig arkæologisk interesse, hvor det ansvarlige museum vil foretage forundersøgelser ved gravning af søgegrøfter inden anlægsarbejdet påbegyndes. Søgegrøfterne udføres i god tid inden anlægsarbejdet, og tildækkes typisk inden muldafrømning ved anlægsarbejdet.

6.1.7 Kabeludlægning

Kabeludlægning foregår ved, at kabeltromlerne transporteres i en specialfremstillet kabelvogn, der kører tromlen ud til kabelrenden. Det spil, som skal trække kablerne ud, placeres i den modsatte ende af kabelrenden, og spilwiren trækkes hen til den første kabeltromle, derefter trækkes kablerne ud enkeltvist. Kablet trækkes ud i kabelrenden på kabelruller, så kabelkappen ikke bliver beskadiget. Udtrækning omkring sving udføres ved hjælp af specielle hjørneruller for at kablets mindste tilladelige bøjningsradius overholdes, og for at sikre kablet mod beskadigelse på skarpe genstande og kanter. Efter kabeludtrækningen placeres kablet i renden.

Udtrækning af 1 kabellængde varer ca. 3-4 timer. Sammen med kablerne trækkes der ét eller to tomrør. ($d = 40 \text{ mm}$) Senere kan der blæses lyslederkabler ind i disse rør. Lyslederinstallationerne følger kabeltracéet.



Figur 28 Eksempel på en kabelrende lige efter udtrækning af kabler.

6.1.8 Gravekasse

Der er udviklet en alternativ metode til nedlægning af kabler med gravekasse, som evt. kan blive aktuel i dette projekt. Princippet i kabelnedlægningen er stort set det samme som ved beskrivelsen af anlægsaktiviteterne, der er beskrevet i ovenstående afsnit. Den væsentligste forskel er, at kablerne først udlægges, hvorefter de nedgraves løbende gennem en specialudviklet gravekasse (se Figur 29).



Figur 29 Kabellægning med gravekasse

6.1.9 Opbygning og arbejdsgang

Gravekassen består af to dele. I den forreste del føres højspændingskabler og tomrør ned i kabelrenden og styres på plads, således at højspændingskabler og tomrør placeres med den ønskede indbyrdes afstand. Den bagerste del består af en sandkasse, der sikrer, at der opnås den krævede sandopfyldning omkring højspændingskabler og tomrør.

Arbejdsgangen ved anvendelse af gravekassen er den, at muldlaget først afrømmes i den ønskede arbejdsbredde. Herefter udtrækkes kablerne mellem kørevejen og det afrømmede muldlag. Selve kabelrenden udgraves herefter i 4-5 meters stræk med profilskovl, der løbende placerer råjorden langs muldjorden for at sikre, at råjord og muldjord ikke sammenblandes. Herefter trækkes gravekassen igennem den 4-5 meter opgravede kabelrende, hvorved højspændingskabler og tomrør placeres og tildækkes med sand og plastdækplader i én og samme arbejdsgang. Umiddelbart efter gravekassen føres råjorden løbende tilbage i kabelrenden, og der udlægges et tyndt advarselsnet samtidigt med, at kabelrenden komprimeres ved tryk fra gravemaskinens bælte. Afslutningsvist udlægges den afrømmede muldjord, og hele arbejdsarealet retableres.

6.1.10 Fordele og ulemper ved gravekasse

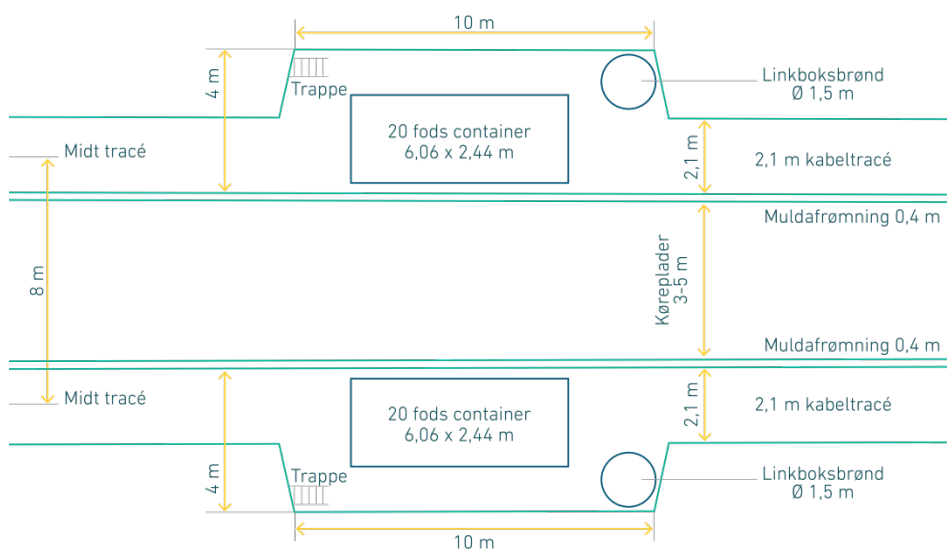
Ved anvendelse af gravekassen, udgraves og tildækkes kabelrenden løbende i modsætning til den åbentstående rende. Ligeledes er en væsentlig forskel, at kablerne udlægges ovenpå jorden for derefter at blive ført ned i kabelrenden. Gravekassen er således ikke så "sårbar" over for områder med høj grundvandsstand, som metoden med åbentstående rende er, fordi kabelrenden kun er åben over en kort afstand i kort tid. I langt de fleste tilfælde ses der ingen behov for tørholdelse af kabelrenden ved anvendelse af gravekasse. Grundvandssænkning kan evt. etableres ved muffegrave, hvor grundvandet står højt.

En ulempe ved gravekassen er, at kablerne ligger frit tilgængeligt i længere tid, hvilket øger risikoen for udefrakommende skade, samt at det ikke er muligt at foretage visuel inspektion af kablerne i deres endelige position. Yderligere er metoden ikke optimal i områder med mange dræn. Hvorvidt der anvendes gravekasse, eller kabelsystemet etableres på traditionel vis, vil først blive afgjort, når der er indgået aftale med graveentreprenør til opgaven.

6.1.11 Muffearbejde

For hver kabellængde (1.200-1.600 m) skal kablerne muffs sammen. Dette arbejde kræver kontrollerede omgivelser og udføres i et montagehus - typisk en standard 20-fods container. Arbejdsperioden for muffearbejdet til en muffegruppe, dvs. samling af 3 kabler, er ca. 1 uge.

Muffearbejdet opstartes umiddelbart efter, at kablerne på begge sider af muffegraven er udlagt. Selve samlingen af kablerne med muffers giver ikke anledning til installationer over terræn, da installationerne vil være nedgravet i samme dybde som kablerne på resten af tracéen. Omkring muffegruppen vil der være et forøget arbejdsareal for at gøre plads til muftehus, materiale- og værktøjscontainere, velfærdsfaciliteter samt parkering. En principskitse, dog uden arbejdsareal, er vist herunder.



Figur 30 Forøget udgravning ved muffegrupper

For at udnytte kablerne bedst (dvs. minimere strømtabet), krydskobles kabelskærmene i muffesamlingerne. Selve krydsningen foretages i *linkbokse*, som beskrevet tidligere. Disse kan være ført til terræn.



Figur 31 Montagecontainer placeret over en muffesamling.

6.1.12 Oplagspladser

Der er behov for at etablere et antal midlertidige oplagspladser i nærområdet ved et kabeltracé. 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 kabelrenden. Depotpladserne kan også bruges til parkering af entreprenørmaskiner, som anvendes til arbejdet langs kabeltracéet. Det forventes, at der vil blive behov for en oplagsplads for hver ca. 3-5 km på kabelstrækningen.

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, vægten af en kabeltromle kan være op til 35 tons, foregår transporten på blokvognskøretøjer, som ikke er terrængående og har stor venderadius. Derfor stilles der øgede krav til underlag og tilkørselsforhold, hvor tromlepladserne indrettes.

Det er ikke på forhånd muligt specifikt at udpege hvor de enkelte oplagspladser og depoter kan placeres. Det vil først kunne ske når udbuddet er afsluttet og der er valgt entreprenør til at udføre arbejdet. Der skal gennemføres lodsejerforhandlinger i forhold til placering af de midlertidige oplagspladser og depoter, der i udgangspunktet forventes at være i brug kortere end 6 uger. Skal enkelte pladser bruges længere end 6 uger vil der blive søgt om landzonetilladelse hertil.

Både depotpladser og tromledepoter vil blive etableret i umiddelbar nærhed af kabeltracéen, f.eks. på dyrkede arealer. Medmindre eksisterende egnede områder findes, vil pladserne blive etableret ved at udlægge køreplader uden muldafrømning for at mindske risikoen for strukturskader.



Figur 32 Eksempel på tromledepot.

6.1.13 Midlertidige køreveje

Ud over det arbejds spor, der bliver etableret langs kabelrenden, vil der være behov for at benytte et antal midlertidige køreveje for at få adgang til kabeltracéet fra eksisterende veje. Disse kørespor anvendes til transport af kabeltromler, sand, materiel mv. Ved alle køreveje udlægges køreplader, og arealerne retableres efterfølgende. Kørepladerne transporteres på og udlægges af lastbil.

6.1.14 Grundvandssænkning

På strækninger med højt grundvandsspejl sænkes grundvandet midlertidigt f.eks. ved en forudgående nedpløjning af et plastdræn under kabelrenden (ca. 2,0 m under terræn). Plastdrænet tilsluttes en række pumper placeret langs kabelrenden med passende afstand. Når kablerne er lagt, lukkes plastdrænet, så det ikke længere bliver benyttet.

Hvis der er tale om en mere lokal forekomst af vandrige jordlag, foretages oppumpningen evt. via et sugespids-anlæg direkte i kabelrenden. For begge metoder gælder, at det oppumpede vand ikke må ledes direkte til søer eller vandløb, da der kan ske sedimentspredning, som skader vandmiljøet.

Det oppumpede vand håndteres efter de lokale myndigheders anvisning. Den foretrukne metode vil være at lede det ud over det åbne terræn, til passiv nedsivning efter aftale med ejeren og den ansvarlige miljømyndighed. Langs kabeltracéet er der tale om helt lokale grundvandssænkninger af meget begrænset varighed (op til en uge). Ved muffesamlinger på kablerne kan der være tale om grundvandssænkninger på op til 10 dages varighed.

6.1.15 Okker

Der kan indenfor projektområdet være okkerpotentielle områder, og grundvandssænkning indenfor disse arealer kan medføre udvaskning af okker til nærliggende vandområder. Der bliver udtaget jordbundsprøver i okkerpotentielle områder inden igangsættelse af anlægsarbejderne for bl.a. at afdække okkerkoncentrationen i området, og at den videre håndtering aftales i samarbejde med de pågældende kommuner. Hvordan anlægsarbejdet planlægges i de okkerpotentielle områder i det konkrete projekt, bliver uddybende behandlet i miljøkonsekvensrapporten.

6.1.16 Kabellægning ved underboring

De steder, hvor det ikke er hensigtsmæssigt eller muligt at nedgrave kabler, vil udlægning ske ved styret underboring. Ved styret underboring opnås bl.a., at sårbar natur, veje og evt. særlige værdifulde beskyttede diger ikke bliver påvirket af gravearbejde.

Underboring sker med boreudstyr, som kræver etablering af en arbejdsplads på ca. 100 m² per system i den ene ende af underboringen, samt en plads til samling af rør i den anden ende af underboringen, som afhænger af boringens længde. Ved længere eller vanskelige underboringer kan arbejdsarealet skulle øges.

Underboring sker ved, at der bores fra den ene side, under det, der ønskes krydset, og ved tilbageføring af borehovedet trækkes et plastforingsrør med til hvert kabel. I forbindelse med kabeludtrækningen trækkes der igennem foringsrøret. Foringsrøret fyldes efterfølgende med bentonit af hensyn til varmeafledning fra kablerne. Et typisk foringsrør har en ydre diameter på 250 mm.

Normalt er underboringer mellem 15-300 meters længde. I særlige situationer kan længere strækninger dog underbores. Underboring ved vandløb skal holdes minimum 1 m under vandløbsbund og mindst 1 meter under den regulativmæssige fastsatte bundkote for vandløbet.

Jordbundsforholdene kan være afgørende for, om underboring kan udføres. For at fastlægge en boreprofil kan der udtages enkelte jordbundsprøver. Forundersøgelserne skal medvirke til en sikker gennemførelse af underboringen og mindske risikoen for blowouts, dvs., at bentonit skyder op i det terræn, som boringen føres under.

Ved underboringer øges installationsdybden af kablerne og dermed også den termiske isolation, og i sidste ende reduceres kablernes mulighed for at afgive varme. Derfor øges afstanden mellem de enkelte kabler afhængigt af dybden i underboringen.

Afhængig af de lokale forhold kan det være nødvendigt at tilsætte additiver til bentonitten. I nødvendigt omfang vil der blive ansøgt om dispensation fra miljøbeskyttelseslovens § 19 til anvendelse af additiver hos de respektive kommuner.

6.1.17 Krydsning af fremmede lednings- og røranlæg

Kabelanlæggets krydsning af fremmede ledninger eller rør udføres på forskellige måder, alt efter hvad det er, som skal krydses, og hvilke krav den givne ledningsejer har til krydsninger. Den enkleste metode er frigravning og understøtning af den krydsede ledning, hvor kabelanlægget kan udtrækkes under. En anden mulighed er frigravning af den krydsede ledning og udlægning af trækrør til kabelanlægget, hvorefter den krydsede ledning kan 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.

6.1.18 Krydsning af jernbanespor

Krydsning af jernbanespor udføres altid som underboringer. Underboringen skal holdes så kort som mulig, og udføres vinkelret på jernbanesporret. Banenormen foreskriver, at den dybde, som underboringen har under skinnerne, skal anvendes som afstand mellem de enkelte rør. Hvis man skønner, at jernbanen ikke ligger alt for højt på en dæmning, kan man som worst-case anvende 6 m mellem rørene i projekteringen. Deklarationsbredden bliver ved 6 meter mellem rørene således 19 m pr. system.

Der skal udføres geotekniske jordbundsundersøgelser ved hver jernbanekrydsning og på begge sider af jernbanen.

6.1.19 Dræned arealer

Dræned arealer, der berøres af anlægsarbejdet, reetableres som beskrevet i Energinets interne vejledning "Teknisk beskrivelse af drænretablering_Version6" (dok nr. 13/93347/82). Hvis enkelte dræn krydses, samles disse med et fast rør over kabelrenden. Ved større drænsystemer reetableres drænsystemet efter anvisninger fra en drænkonsulent og de tekniske bestemmelser. Generelt sker der ingen ændringer af grundvandsspejlet i forbindelse med anlægsarbejdets drænretableringer.

6.1.20 Anlægsarbejdernes varighed og anvendelse af maskiner til kabellægning

Til etablering af kabelanlægget vil der være behov for et antal entreprenørmaskiner. Der er herunder angivet et skønnet omfang af antal samt typer af maskiner, som vil blive anvendt 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.

Tracé	Skønnet antal og type maskiner	Forventet varighed af anlægsarbejder
-------	--------------------------------	--------------------------------------

Jordkabler	5 stk. gravemaskiner, 7 til 32 tons 4 stk. rendegravere 4 stk. traktorer 4 pladsbiler 1 lastbil 1 gummiged 2 underboringsmaskiner 3-4 sandvogne 1 blokvogn 1 slamsuger 3-5 lastbiler for udlægning af køreplader 1 trækspil 3 blokvogne til levering af kabeltromler på depoter langs tracéet 2-3 lastbiler til levering af sand på depoter langs tracéet	9 mdr.
------------	--	--------

Tabel 3 Anslået anvendelse af maskiner og anlægsarbejders varighed ved kabellægning af to stk. elkabler

7. Appendiks 3 – Ordliste/ordforklaring

- **AIS:**
Står for Air Insulated Switchgear, i daglig tale kaldet et åbent anlæg
- **Arbejdsareal:**
Areal, som anvendes under udførelse af et anlægsarbejde, men som ikke indgår i det færdige areal.
- **Arbejdsbælte:**
Det samlede arbejdsareal i anlægsfasen.
- **Bentonit:**
Bentonit er en ler-art, der anvendes som boremudder ved underboringer, samt til at sikre en god varmeafledning i underboringsrøret.
- **Blow-out:**
Når boremudder skyder ukontrolleret op til overfladen i forbindelse med anlægsarbejdet med underboringerne.
- **Depotpladser:**
De anvendes hovedsageligt til oplagring af rent sand, der skal bruges som sandfyld i kabelgraven. Depotpladserne kan også bruges til parkering af entreprenørmaskiner, som anvendes til arbejdet langs kabeltracéet.
- **Demontering:**
Fjernelse af anlæg. Det kan være master, luftledninger og nedbrydning af fundamenter.
- **GIS:**
Står for Gas Insulated Switchgear, i daglig tale kaldet lukket anlæg, der består af et metalkapslet højspændingsanlæg indeholdende SF₆-gas under tryk, som har en væsentlig højere isolationsevne end atmosfærisk luft, hvorfor GIS-anlæg fylder mindre end et AIS-anlæg
- **Kompenseringspole:**
Modvirker kablernes kondensatoreffekt. Uden spolen ville denne kondensatoreffekt betyde, at kablerne vil forårsage en spændingsstigning over det, anlægget er dimensioneret til. Selve spolerne er placeret inde i en oliefyldt tank, hvor olien virker som elektrisk isolation og køling. En kompenseringspole afgiver en lavfrekvent brummen (frekvens på 100 Hz).
- **Ledere:**
De strømførende tråde i et luftlednings- eller kabelsystem.
- **Montagecontainer:**
Samling af kabler og montagen af mufferne sker i en montagecontainer, som af størrelse minder om en lukket transportcontainer, kendt fra skibs- og lastvognstrafik.
- **Oplagspladser:**
Et areal, der er afsat til opmagasinering af materiale, f.eks. tromler med kabler, o.l. Der er dels tale om depotpladser og dels om tromlepladser. Tromledepoter anvendes til opmagasinering af kabeltromler med højspændingskabler. Der etableres typisk et tromledepot for hver ca. 2-3 km kabeltracé, således at hvert depot indeholder det antal kabeltromler, som kræves til at lægge to kabellængder.
- **Projektområde:**
Det område, der anmeldes til etablering af projektet.
Inden for projektområdet kan den endelige placering af kabelsystemer ændres under detailprojekteringen og

forhandling med lodsejere efter en afsluttet miljøvurderingsproces.

- *Servitutbælte (deklarationsbælte):*

Et areal under en luftledningsforbindelse eller omkring et kabel, hvor der vil være anvendelsesbegrænsninger i driftsfasen. Det er typisk forbud mod at etablere bebyggelse og beplantning, som kan skade anlægget eller forhindre vedligeholdelse.

Arealet tinglyses, så der ikke kan iværksættes noget, der kan forhindre adgangen til kabelanlægget eller være til gene for eftersyn, reparation eller vedligeholdelse.

- *Styret underboring:*

Ved hjælp af en styret underboring er det muligt at styre et borehoved, i en forudbestemt dybde, uden opgravning. Styret underboring foregår mellem to gravede huller. Disse huller anvendes senere til opsamling af boremudder (bentonit).

Først bores det styrede borehoved igennem den planlagte strækning til modtagerhullet. Her påmonteres "REAMEREN" og den nye ledning. Herefter trækkes "REAMEREN" og røret tilbage til starthullet. Under tilbage-trækning udvider "REAMEREN" det forborede borehul til den ønskede dimension.

Styret underboring anvendes, hvor normale graveforhold er vanskelige eller uhensigtsmæssige.

- *Transformerstation:*

På transformerstationen transformeres der mellem forskellige spændingsniveauer, f.eks. fra 400 kV til 220 kV og fra 220 kV til 60 kV.