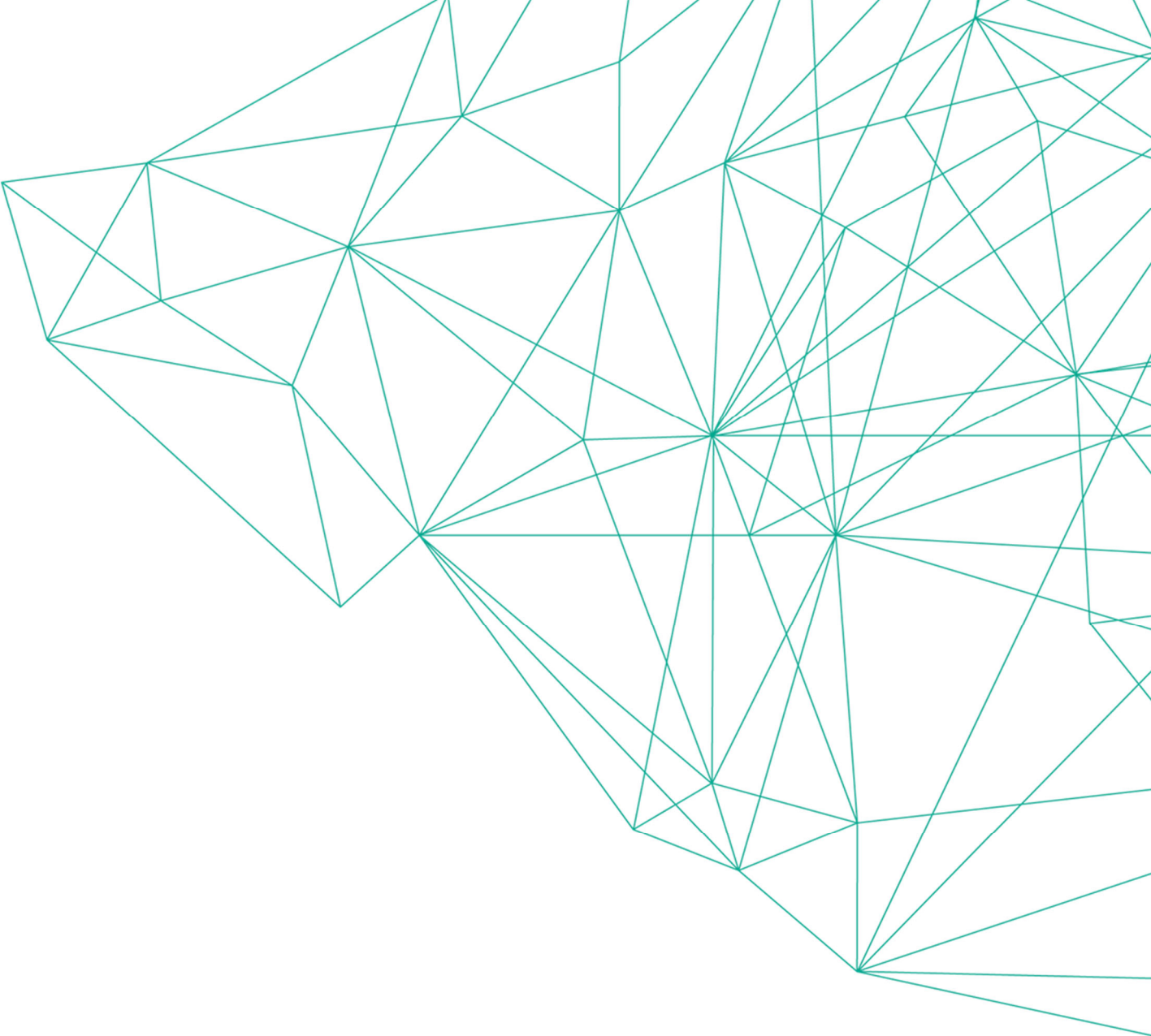




BILAG 1

PROJEKTBEKRIVELSE FOR KABELANLÆG

132 kV kabelprojekt HK13022 H.C. Ørsted Værket-Vigerslev
Højspændingsstation

Indhold

1. Indledning	4
1.1 Baggrunden for projektet	4
1.2 Rammerne for projektet	4
1.2.1 Beliggenhed	4
1.2.2 Dialog med interessenter	5
1.2.3 Plangrundlag	5
1.3 Projektet	5
1.3.1 Kabelanlæg HK13022 HCV-VIK	5
1.3.2 Tilslutning på Vigerslev Højspændingsstation og H.C. Ørsted Værket	5
1.4 Linjeføring	5
1.4.1 Generelle principper for linjeføring	5
1.4.2 Kommuneplan og lokalplaner	6
1.4.3 Veje	7
1.4.4 Jernbaner	7
1.4.5 Fremmede ledninger / underjordisk infrastruktur	7
1.4.6 Beboelse og anden følsom arealanvendelse	8
1.4.7 Jordforurening	8
1.4.8 Kulturarv	8
1.4.9 Klimasikring	8
1.4.10 Andre emner	9
2. Kabelanlæg ved styret underboring	10
2.1 Anlægsfase	12
2.1.1 Udførelse af styret underboring	13
2.1.2 Rørlægning af kabelanlæg	16
2.1.3 Etablering af kabelanlæg	16
2.1.4 Muffegrav	16
2.1.5 Forundersøgelser	20
2.1.6 Forberedende arbejder	20
2.1.7 Tørholdelse af udgravninger	21
2.1.8 Midlertidige arbejdsarealer	21
2.1.9 Maskiner til anlægsarbejdet	23
2.1.10 Varighed	24
2.1.11 Transporter	25
2.1.12 Håndtering af jord og boremudder	25
2.1.13 Materialer	25
2.2 Driftsfase	28
2.2.1 Arealer og rettigheder	28
2.2.2 Synlige anlæg over terræn	28
2.2.3 Magnetfelter	28
2.2.4 Støj	30
2.2.5 Vedligeholdelse og tilsyn	30

3. Kabelanlæg i åben kabelgrav.....	31
3.1 Anlægsfase.....	31
3.1.1 Forundersøgelser.....	33
3.1.2 Forberedende arbejder	33
3.1.3 Tørholdelse af kabelgrav	33
3.1.4 Midlertidige arbejdsarealer.....	34
3.1.5 Maskiner til anlægsarbejdet.....	34
3.1.6 Varighed	34
3.1.7 Transporter.....	34
3.1.8 Jordhåndtering	34
3.1.9 Materialer.....	34
3.2 Driftsfase.....	35
3.2.1 Arealer og rettigheder	35
3.2.2 Synlige anlæg over terræn	35
3.2.3 Magnetfelter	35
3.2.4 Støj.....	35
3.2.5 Vedligeholdelse og tilsyn.....	35
4. Opsummering.....	36
4.1 Materialer	36
4.2 Affald.....	36
4.3 Arealbehov.....	37
4.3.1 Anlægsfase	37
4.3.2 Driftsfase	37
4.4 Transporter og trafik.....	37
4.4.1 Anlægsfase	37
4.4.2 Driftsfase	38
5. Tidsplan.....	38

1. Indledning

Som grundlag for Energinets ansøgning om screeningsafgørelse er følgende projektbeskrivelse udarbejdet og vedlagt som bilag til screeningsskemaet. Beskrivelsen indeholder en redegørelse for de anlæg og anlægsarbejder, som projektet indeholder. Først beskrives projektets baggrund og hovedtræk og derefter projektets karakteristika. Herefter beskrives, hvordan anlægget etableres, og hvordan anlægget fungerer i drift. Til sidst opsummeres projektets hovedbestanddele.

1.1 Baggrunden for projektet

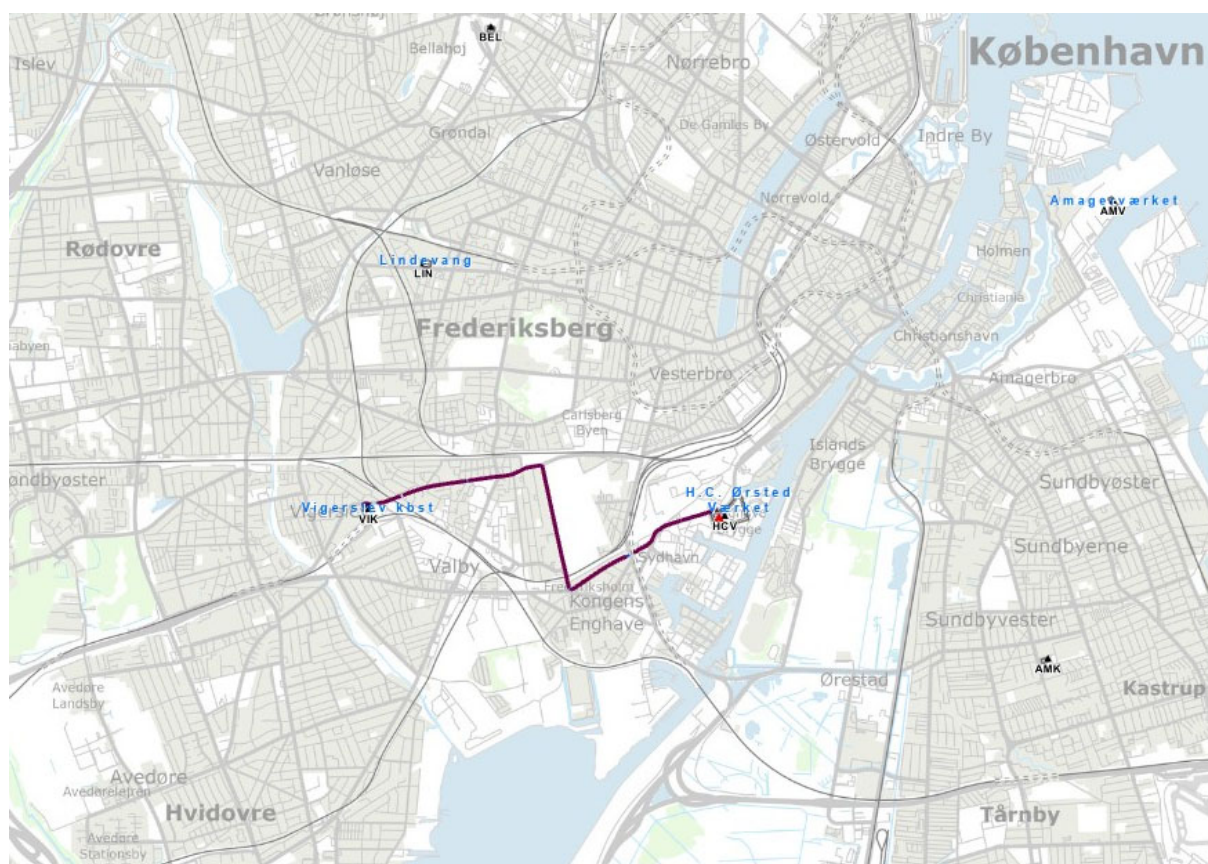
Som led i en renovering og udbygning af el-transmissionsnettet i hovedstadsområdet planlægger Energinet etablering af et nyt 132 kV kabelanlæg mellem H.C. Ørsted Værket (HCV) og Vigerslev Højspændingsstation (VIK), begge beliggende i Københavns Kommune. Etableringen sker både for at sikre en høj elforsynings sikkerhed og for at tilgodese det stigende elforbrug og understøtte den grønne omstilling i hovedstadsområdet.

Dette er den 7. strækning i renoveringen af transmissionsnettet i hovedstadsområdet.

1.2 Rammerne for projektet

1.2.1 Beliggenhed

Det nye kabelanlæg vil forbinde H.C. Ørsted Værket i Sydhavnen med Vigerslev Højspændingsstation i Valby. Hele linjeføringen vil være i Københavns Kommune og ses på nedenstående kortudsnit i Figur 1-1.



Figur 1-1: Kortudsnit over HK13022-linjeføring (lilla streg) mellem H.C. Ørsted Værket og Vigerslev Højspændingsstation i Københavns Kommune.

1.2.2 Dialog med interessenter

Energinet har været i dialog med alle berørte lodsejere. Tracéet er placeret i dialog med både lodsejere, Københavns Kommune samt andre ledningsejere i projektområdet. Der er oprettet følgende hjemmeside for projektet, <https://energinet.dk/kbh22>.

Bemærkninger fra lodsejere, der ligger udover de generelle hensyn beskrevet i 1.4, vil indgå i fastlæggelsen af linjeføringen indenfor projektområdet under hensyntagen til teknik og en konkret vurdering af miljøpåvirkningen ved den ønskede ændring.

Energinet har drøftet specifikke problemstillinger indenfor myndigheders ressortområder, som har indgået i fastlæggelsen af linjeføringen. Der er ikke blevet foretaget en konkret sagsbehandling i drøftelsen af linjeføringen med myndighederne.

1.2.3 Plangrundlag

Der skal ikke tilvejebringes plangrundlag for strækningsanlægget.

1.3 Projektet

Projektet er karakteriseret ved følgende:

- Etablering af nyt kabelanlæg
- Tilslutning af nyt kabelanlæg på eksisterende højspændingsstationer

1.3.1 Kabelanlæg HK13022 HCV-VIK

Projektet omfatter etablering af ca. 5,4 km 132 kV kabelanlæg. Der benyttes underboring (HDD) som standard anlægsmetode på hele strækningen, bortset fra enkelte delstrækninger på tilsammen ca. 450 m., hvor der anvendes åben kabelgrav. Alle el- og fiberkabler etableres i føringsrør.

Det nye kabelanlæg er af typen PEX-kabel med aluminiumsledere og plast-isolering.

1.3.2 Tilslutning på Vigerslev Højspændingsstation og H.C. Ørsted Værket

Tilslutningen af kabelanlægget vil i begge ender af kablet ske ved tilslutning til eksisterende udstyr på de eksisterende stationer. Der sker ingen arealmæssig udvidelse af stationsanlæggene, da tilslutningen kan foregå indenfor rammerne af de eksisterende stationer.

1.4 Linjeføring

Linjeføringen for kabelanlæggene er fastlagt ud fra et ønske om at forbinde højspændingsstationerne ad den kortest mulige vej for derved at lægge beslag på mindst muligt areal og dermed alt andet lige minimere konflikter med andre arealinteresser. Den kortest mulige linjeføring er også hensigtsmæssigt af såvel driftshensyn som etableringsøkonomiske hensyn. Da linjeføringen ligger i tæt byområde, er linjeføringen i høj grad tilpasset og planlagt ud fra den bymæssige indretning og arealmæssige muligheder.

1.4.1 Generelle principper for linjeføring

Kabelanlægget anlægges med to forskellige standardmetoder – underboring og åben kabelgrav. Den primære anlægsmetode er underboring. Der er på enkelte, kortere delstrækninger planlagt åben kabelgrav med gravekasse (alternativt Københavnerspuns) på grund af anlægstekniske begrænsninger i forhold til underboring.

I det følgende er beskrevet, hvilke generelle principper der har indgået i fastlæggelsen af linjeføringen. Hvis det ikke har været muligt at følge de generelle principper, er vurderingerne efterfølgende konkret beskrevet. I de efterfølgende kapitler om anlægs- og driftsfasen vil det fremgå, hvordan kabelanlægget etableres, herunder de nævnte standardanlægsmetoder. I Tabel 1-1 er vist en oversigt over de generelle principper.

Tabel 1-1: Generelle principper for fastlæggelse af linjeføring.

Emne	Generelt hensyn
Kommuneplan og lokalplan	Bestemmelser og retningslinjer i planerne respekteres i videst muligt omfang.
Veje	På grund af projektets beliggenhed i byområde er linjeføringen som udgangspunkt lagt i offentlige vejarealer.
Jernbaner	Jernbaner krydses som udgangspunkt med underboring. Hvor jernbaner krydser veje på jernbanebroer, benyttes underboring i vejen.
Fremmede ledninger / underjordisk infrastruktur	Der indhentes LER-oplysninger og indgås dialog med ledningsejere for at sikre klarhed over placeringen af fremmede ledninger og underjordiske anlæg med henblik på at opnå et sikkert arbejdsmiljø under anlægsarbejderne og den nødvendige sikkerhedsafstand mellem kabelanlægget og fremmede ledninger i driftsperioden.
Beboelse og anden følsom arealanvendelse	Linjeføringen undgår beboelse og børneinstitutioner. Beregning af magnetfeltet indgår, og sundhedsmyndighedernes forsigtighedsprincip følges.
Jordforurening	Undgås, hvis der er risiko for beskadigelse af kabelanlæg.
Kulturarv	Fredede fortidsminder undgås så vidt muligt.
Klimasikring	Linkboksbrønde og andre overjordiske anlæg sikres mod oversvømmelse.

I det følgende er hvert emne i Tabel 1-1 nærmere beskrevet. Her gennemgås de overvejelser og vurderinger, der ligger til grund for fastlæggelsen af linjeføringen, herunder afvigelser fra det generelle hensyn.

1.4.2 Kommuneplan og lokalplaner

Hvor linjeføringen krydser områder med planmæssige bindinger, er det generelt undersøgt, om anlægget er foreneligt med bestemmelserne i det gældende plangrundlag.

I øvrigt er der i videst muligt omfang, og så vidt der har været tilgængelige oplysninger om det, taget hensyn til igangværende planarbejder og eventuelle perspektivområder for nye eksempelvis boligområder eller andet.

Der er ikke konstateret forhold, der gør, at projektet ikke er foreneligt med de planmæssige bindinger.

1.4.2.1 Oversigt – Kommuneplan og lokalplan

Anlægget berører følgende områder med udlagte planmæssige bindinger, som angivet i Tabel 1-2.

Tabel 1-2: Linjeføringen krydser områder med planmæssige bindinger.

Matr.nr.	Plannavn (nr.)	Kommune	Foreneligt Ja/Nej
	Kommuneplan: Københavns Kommuneplan 2019 Verdensby med ansvar	Københavns Kommune	Ja
7000s, Valby, København	Lokalplan 017, København, Toftegårds Plads	Københavns Kommune	Ja
7000q og 15, Kongens Enghave, København	Lokalplan 310, København, Teglværkshavnen med tillæg 1 og 2	Københavns Kommune	Ja
7000af, Valby, København	Lokalplan 129, København, Sjælør Boulevard	Københavns Kommune	Ja

1.4.3 Veje

På grund af placeringen af kabelanlægget i byområde er det af sundheds, plads- og rettighedshensyn nødvendigt som udgangspunkt at lægge linjeføringen i vejarealer.

Omkring Sydhavns Plads er det nødvendigt at lægge linjeføringen på privat matrikel, da det vurderes at der fysisk ikke er plads til at etablere kablet i vejarealet.

Ved krydsningen af Vasbygade foran HCV er der ikke plads til eller mulighed for at udføre en underboring, hvorfor Vasbygade her krydses med åben kabelgrav.

Da det ikke er muligt at udføre underboringer og efterfølgende trække kabler på strækninger med sving/skarpe bøjninger på linjeføringen, er der behov for etablering af kabelanlægget med åben kabelgrav i svingene Vigerslev Alle /Sjælør Boulevard og Sjælør Boulevard/P. Knudsens Gade.

1.4.4 Jernbaner

Krydsning af jernbaner udføres efter tilladelse fra BaneDanmark.

På Vigerslev Boulevard og Sjælør Boulevard krydses en togbro med linjeføring i den krydsende veje. Jernbanen krydses med underboringer i vejarealet under togbroen.

Linjeføringen krydser på Sydhavns Plads Øresundsjernbanen, der på dette sted føres i en tunnel. Der er strenge sikkerhedsmæssige krav til anlægsarbejder omkring tunnelen, og da en underboring af tunnelen i givet fald skal ske i mere end 35 meters dybde, og da der ligger en membran 1,4 meter under terræn over tunnelen, krydses tunnelen med åben kabelgrav, hvorved der kan holdes den nødvendige sikkerhedsafstand til tunnelen ved etableringen af kabelanlægget.

1.4.5 Fremmede ledninger / underjordisk infrastruktur

Ved stor koncentration af fremmede ledninger eller andre underjordiske infrastrukturanlæg kan det af sikkerhedshensyn være nødvendigt at udføre åben kabelgrav for at sikre den fysiske plads og nødvendige sikkerhedsafstand til disse ledninger/anlæg. Der er ikke på nuværende tidspunkt, efter dialog med ledningsejere, konstateret forhold på linjeføringen, der gør dette nødvendigt i vejarealerne, men der kan i detailprojekteringen af de enkelte underboringer blive identificeret forhold, der nødvendiggør en frigravning forud for udførelse af en underboring eller åben kabelgrav som anlægsmetode.

På både HCV- og VIK-stationsområdet vil kabelanlægget blive etableret i åben kabelgrav, da koncentrationen af underjordiske kabler, både Energinets egne og Radius-kabler, er så stor, at det sikkerhedsmæssigt er nødvendigt at grave.

1.4.6 Beboelse og anden følsom arealanvendelse

Energinet følger Sundhedsstyrelsens forsigtighedsprincip og holder den afstand til beboelse og børneinstitutioner, som beregninger af det konkrete magnetfelt begrundet, typisk maksimalt 5 meter.

Da kabelanlægget etableres med underboring og i vejarealer med tilstrækkelige afstand til beboelse og anden følsom arealanvendelse, overholdes forsigtighedsprincippet på hele linjeføringen.

1.4.7 Jordforurening

Når linjeføringen krydser et område med en kortlagt jordforurening, laves en vurdering af forureningens karakter på baggrund af forureningsoplysninger fra kommunen og regionen, og der indhentes en udtalelse fra kommunen om § 8-pligt for anlægsarbejdet.

Der er kun registreret jordforurening på de to stationsområder og den private matrikel ved Sydhavns Plads. Dette er ikke en hindring for etablering eller drift af kabelanlægget.

Al jordhåndtering og -bortskaffelse udføres på baggrund af Jordflytningsbekendtgørelsen og kommunens jordregulativ

1.4.7.1 Oversigt - jordforurening

I Tabel 1-3 er de forurenede grunde, som linjeføringen krydser, nævnt.

Tabel 1-3: Krydsning af kortlagte forurenede grunde.

Matr.nr.	Lokalitetsnummer/navn	Forureningstype	Anlægsmetode
1454g, Udenbys Vester Kvarter, København	101-04239	H.C. Ørsted Værket, V1-kortlægning, jordforurening	Gravning, åben kabelgrav
1454f, Udenbys Vester Kvarter, København	101-04239	H.C. Ørsted Værket, V1-kortlægning, jordforurening	Gravning, åben kabelgrav
1454a, Udenbys Vester Kvarter, København	101-04239	H.C. Ørsted Værket, V1-kortlægning, jordforurening	Gravning, åben kabelgrav
15, Kongens Enghave, København	101-00017	V2-kortlægning	Underboring
3166, Vigerslev, København	101-00006	Valby Gasværk, V2-kortlægning, jordforurening med gasværkstypiske forureningskomponenter: oliestoffer, cyanid, tjære (PAH) og tungmetaller.	Gravning, åben kabelgrav

1.4.8 Kulturarv

Linjeføringen screenes af det lokale museum, og alle anlægsarbejder udføres efter museets godkendelse og med det nødvendige arkæologiske tilsyn.

1.4.9 Klimasikring

Linkboksbrønde og andre overjordiske anlæg sikres mod oversvømmelse i områder, hvor der er risiko for oversvømmelse. Muffer tåler ikke at ligge i permanent vanddækkede jordlag og placeres så vidt muligt i områder, hvor der jf. de statslige og kommunale udpegninger vurderes, at risikoen for langvarige oversvømmelser ikke er til stede.

1.4.10 Andre emner

Langs linjeføringen kan der forekomme andre arealinteresser, som lægger bindinger for anvendelser – f.eks. fredninger eller bygge- og beskyttelseslinjer. Når linjeføringen krydser et område med arealinteresser, er forholdet nævnt i Tabel 1-4.

Tabel 1-4: Krydsning af området med andre arealinteresser.

Matr.nr.	Emne/Forhold	Anlæg indenfor området	Anlægsmetode
7000g, 7000r, 7000q og 15, Kongens Enghave	Skovbyggelinje	Kabelanlæg og linkboks-brønd i terræn.	Underboring og åben kabelgrav, linkboks placeret under jorden/i terræn

Etablering af et nedgravet kabelanlæg er ikke i strid med skovbyggelinjen.

2. Kabelanlæg ved styret underboring

Et kabelanlæg består af:

- Et kabelsystem
- Linkbokse (til afledning af skærmstrømme og kortslutningssikring)
- Føringsrør til elkabler og fiberkabler
- Tilslutning i station

Et kabelsystem består af 3 individuelle kabler, et kabel for hver fase, som tilsammen leder strømmen. Der vil sammen med de tre fasekabler blive etableret et fiberkabel til overvågning af kabelanlægget samt til kommunikation mellem højspændingsstationerne. Alle kabler vil blive trukket i føringsrør (PE-plast) etableret i tæt trekantforlægning, se Figur 2-1.

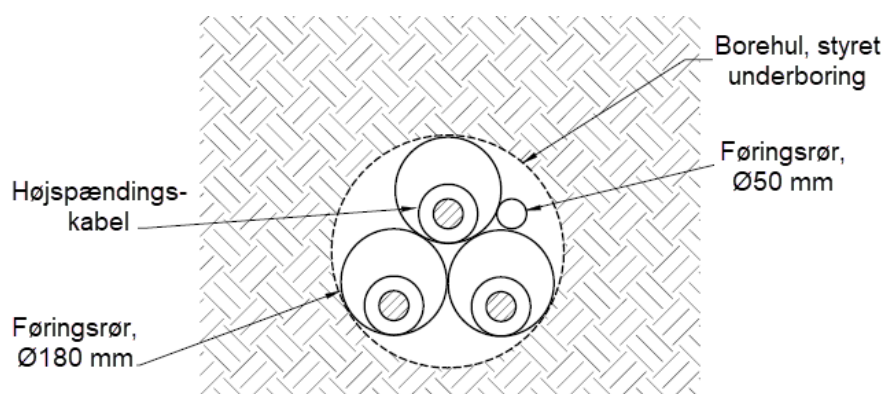
Styrede underboringer udføres ved at bore fra en boregrube (starthullet) til en anden boregrube (sluthullet) med en styret horisontal boring (HDD, horizontal directional drilling). Undervejs kan boringen drejes op og ned samt til højre og venstre, hvorved der kan bores udenom anlæg og ledninger i jorden.

En styret underboring kan anvendes til fremføring af kabelanlæg uden anlægsarbejder på de strækninger, hvor der underbores. I begge ender af en underboring skal der udgraves boregruber, hhv. starthul og sluthul. Da underboringerne udføres i vejarealer med mange fremmede ledning og rør, er det dog nødvendigt med afspærrede arbejdsarealer over underboringen, da den præcise x,y,z-placering af borehovedet under udførelsen af boringen trackes ved at følge borehovedet på jordoverfladen over boringen.

Etablering af kabelanlæg via styret underboring kan ske på to måder:

- Et borehul, hvor alle faser etableres i samme borehul svarende til tæt trekantforlægning
- Tre borehuller, hvor der etableres en fase i hvert af borehullerne

I sidstnævnte tilfælde etableres faserne med større afstand end ved flad forlægning i åben grav og med minimum 1 meters afstand.



Figur 2-1 Kabelanlæg anlagt ved styret underboring med et fasekabel i hvert sit føringsrør. Der er også etableret et føringsrør til fiberkabel, der anvendes til temperaturmåling og kommunikation.

Ved tæt trekantforlægning skal underboringen udføres med større diameter end ved flad forlægning, da der i det samme borehul skal være plads til trække føringsrør til alle tre fasekabler og fiberkablet.

For flad forlægning gælder, at jo længere og/eller dybere der underbores, jo større afstand skal der være mellem faserne og dermed boringerne. Afstanden afhænger af trykforhold og jordens beskaffenhed i forhold til at kunne transportere varme væk fra faserne samt for at muliggøre ændringer i retningen for boringerne, hvis der stødes på større sten mv. Afstande mellem faserne på 5-10 m kan forekomme ved længere, dybere og teknisk komplicerede underboringer.

Kabelanlæggets tre fasekabler samles hver især af kabelstykker på ca. 600 meters længde. Samlingen af tilstødende fasekabler kaldes kabelmuffer. Ved kabelmuffer kan det være nødvendigt at installere linkbokse, som indeholder udstyr til enten jording af kabelskærme og tilhørende overspændingsafledere eller til crossbonding¹ af kabelskærmene. Linkbokse vil blive etableret i brønde med et brønddæksel i terræn og skal kunne tilgås for eftersyn og ved eventuelt behov for fejlsøgning på kabelanlægget. Se eksempler til dæksler på linkboksbrønde i Figur 2-2 og Figur 2-3.



Figur 2-2: Linkboksbrønddæksel i vejareal.

¹ Crossbonding betyder, at man forbinder kabelskærmen på et kabel med kabelskærmen på et andet kabel på den næste delstrækning. Det samme gør man for de to andre kabler. Ved crossbonding udlignes den inducerede spænding i kabelskærmene mellem de tre fasekabler, hvorved både magnetfeltet og energitabet bliver mindre. En sådan crossbonding ses på foto i Figur 2-8.



Figur 2-3: Linkboksbrønddæksel i vejareal.

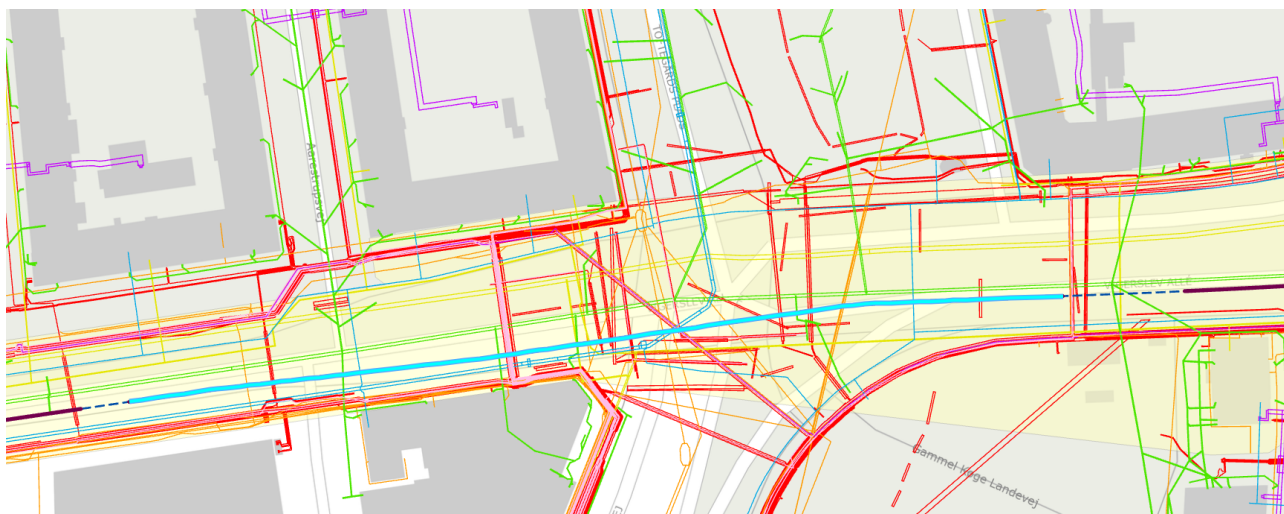
2.1 Anlægsfase

Ved etablering af kabelanlæg med styret underboring vil anlægget typisk ligge ca. 3-6 meter 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, ligesom de lokale jordbundsforhold, underboringens længde eller bratte terrænforskelle kan nødvendiggøre en større dybde af underboringen.

Styrede underboringer kan længdemæssigt udføres op til ca. 200 m som standard anlægsarbejde. Ved længder herover begynder såvel kompleksiteten af boringsudførelsen som størrelsen af boreudstyret at stige væsentligt.

Længden af de enkelte underboringer vil afhænge af de lokale muligheder for placering af boregruber og arbejdsarealer. Boringer på op til 200 m tager 2-4 uger at udføre inklusive forberedelse og retablering. Selve underboringen udføres på 4-5 dage, hvis der ikke opstår uforudsete hændelser og komplicerende forhold undervejs.

I dette projekt etableres kabelanlægget i tæt trekantforlægning, hvor der som udgangspunkt udføres en Ø540 mm underboring. Dette er valgt, da der så kun udføres én underboring. Grundet linjeføringens beliggenhed i byområder er der mange fremmede ledninger, kabler og anden underjordisk infrastruktur i forskellige dybder, hvilket begrænser pladsen og mulighederne for at udføre flere styrede underboringer, ligesom det er hurtigere at udføre én boring fremfor 3 boringer. Se eksempel på fremmede ledninger omkring linjeføringen i Figur 2-4.

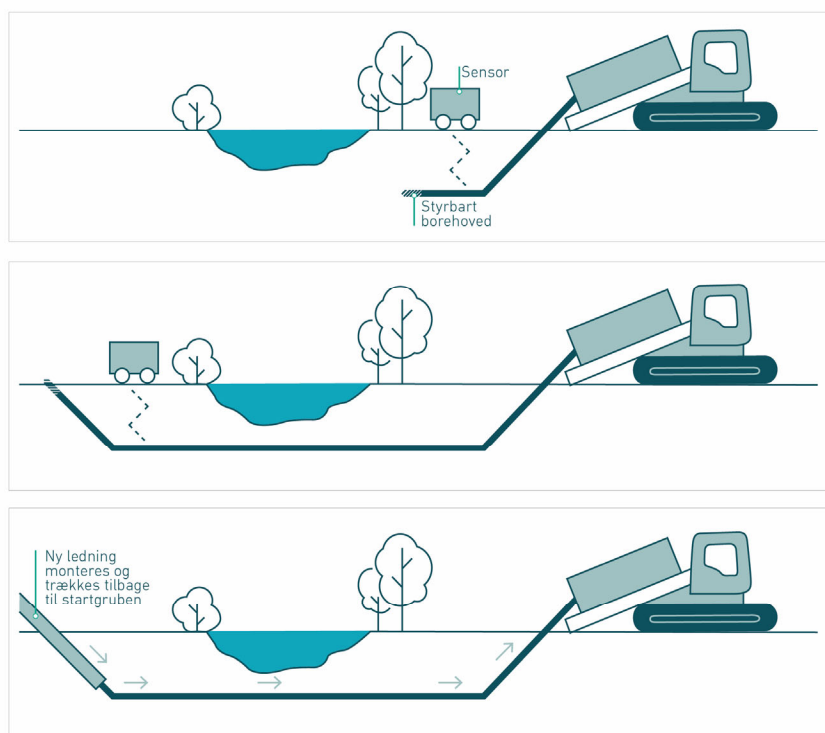


Figur 2-4: Eksempel på fremmede ledning omkring en underboring på Toftegårds Plads/ Vigerslev Boulevard. Energinets underboring er vist med blå fremhævnning. De øvrige streger er underjordiske kloak-, vand-, gas-, fiber-, fjernvarme- og elkabler og -rør.

2.1.1 Udførelse af styret underboring

En styret underboring udføres fra starthullet til sluthullet. Den første gennem boring af en strækning kaldes en pilotboring, hvor der bores fra start- til sluthul med et styrbart borehoved. Når pilotboringen er udført, udskiftes borehovedet i sluthullet med en reamer, hvilket er et større "omvendt" borehoved. Herefter trækkes borestangen med reameren tilbage gennem boringen. Denne proces udvider boringens diameter, hvilket kaldes reaming. Der kan reames i flere trin, indtil underboringen har fået den nødvendige diameter til at kunne trække føringsrør (eller kabler) gennem underboringen.

Boregruberne er ca. 2 m brede, ca. 4 meter lange og ca. 2 meter dybe. I Figur 2-5 ses principperne for arbejdsgangen ved styret underboring, og eksempel på boremaskine og starthul på Figur 2-11 .



Figur 2-5 Arbejdsgangen ved styret underboring

Sammen med tilbagetrækningen af reamerhovedet, der giver underboringshullet den tilstrækkelige diameter, trækkes føringsrørerne til kablerne. Inden føringsrørerne kan trækkes gennem underboringen, skal rørene samles i længder svarende til underboringens længde. Føringsrørerne svejses sammen i et arbejdsareal i umiddelbar forlængelse af sluthullet. Der anvendes et køretøj (traktor eller lille lastbil) med gaffelgreb og stropper til at udlægge plastrørene.

Under boreprocessen anvendes borevæske. Anvendelse af borevæske er en forudsætning for at kunne udføre styrede underboringer. Under borearbejdet pumpes borevæske gennem borestangen til borehovedet, hvor det dels afkøler borehovedet og smører borehullet, dels udligner det jordtryk, som opstår i boringen og dermed stabiliserer borehullet, og dels bringer opboret materiale ud af boringen til start- og sluthullet. Når borevæsken flyder tilbage til gruberne, er den blandet med opboret jord og kaldes derfor boremudder. For at reducere forbruget af borevæske kan boremuddet renses og genbruges. Boremudder opsamles i start- og sluthullet. Brugt boremudder, som ikke kan genbruges, og opboret materiale bortskaffes som affald til godkendt modtager efter kommunens anvisning. Anvendelse af brugt boremudder vil ske på baggrund af tilladelse fra kommunen.

Det sikres, at boremudder under udførelse af underboringer ikke tilføres beskyttede områder, herunder vandløb. Med baggrund i en risikoanalyse sikres dette på arbejdsarealerne eksempelvis ved etablering af jordvold, anvendelse af halmballer eller lignende, alt afhængigt af terrænforhold.

I dette projekt opbevares der kun boremudder i start- og sluthullet. Borevæske blandes i en tank i en lastbil, der følger boremaskinen, og pumpes derfra via boremaskinen ud i underboringen. Der etableres efter aftale med det lokale forsyningsselskab og tilladelse fra brandvæsenet vandledning fra nærmeste brandhane til lastbilen til blanding af borevæske.

Boremudder siver ikke i væsentligt omfang ud i jorden omkring gruberne, da boremudderet med de samme egenskaber, som benyttes i underboringen, vil tætnes grænsefladen mellem jord og boremudder i gruberne. Spredningen af boremudder ind i jorden vil afhænge af den konkrete jordsammensætning, men der er generelt tale om få centimeter – boremudderets funktion er netop at tætnes borehullet og mindske friktionen i underboringen og ikke at sive ud i den omgivende jordmatrice.

Når underboringen er afsluttet, og føringsrørene er trukket tilbage gennem underboringen, tømmes boregruberne for boremudder. Herefter samles føringsrørene med føringsrør fra den tilstødende underboring, hvorefter udgravningen fyldes op med sand/jord, og overfladen retableres til samme tilstand som inden anlægsarbejdet.

Som udgangspunkt anvendes ca. 0,5 m³ boremudder pr. løbende meter underboring svarende til ca. 75 m³ borevæske pr. underboring a 150 meter. Anvendelse af borevæskeprodukter vil ske på baggrund af en MBL § 19-tilladelse fra kommunen.

2.1.1.1 Blow-out

I forbindelse med udførelse af styrede underboringer kan der opstå et højt tryk i boremudderet. Det høje tryk kan forårsage, at boremudderet spredes til det omkringliggende miljø gennem sprækker og lagdelinger i jorden, såkaldt blow-out. Under et blow-out kan boremudderet sive ud på terrænoverfladen eller i vandløb. Risikoen for dette afhænger blandt andet af geologien og dybden af boringen. Som udgangspunkt falder risikoen for blow-out med dybden af boringen, og den stiger med længden af underboringen. Risikoen for blow-out er som udgangspunkt størst nær start- og slutpunktet for underboringen, da man her er tættest på terrænoverfladen. Et blow-out er en utilsigtet hændelse, som altid forsøges undgået. Erfaringsmæssigt vil det totale volumen af boremudder, der kan sive ud i en blow-out hændelse, variere mellem få liter og op til ca. 20 m³.

Under projekteringen af underboringer kan der tages specielle forholdsregler for at minimere risikoen for blow-out i nærheden af natur- og vådområder og vandløb som for eksempel ved 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.

2.1.1.2 Beredskabsplan

Entreprenøren vil inden igangsættelse af anlægsarbejdet udarbejde en beredskabsplan, som specificerer, hvordan man forholder sig ved et eventuelt blow-out, og sikre, at der ikke sker afløb af boremudder fra arbejdsarealerne til omkringliggende arealer. Af beredskabsplanen fremgår også, hvordan entreprenøren hurtigst muligt planlægger at kunne fjerne et eventuelt udslip til vandløb, eller omkringliggende beskyttede arealer. 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 udførelsen af den styrede underboring overvåges underboringen nøje. Det indbefatter overvågning af trykniveauet for boremudder, når det pumpes gennem borestangen ud til borehovedet, trykket i selve underboringen og mængden af returflow til start- og sluthul. Så snart der observeres et trykfald, der kan indikere et blow-out, eller hvis returflowet falder markant, stoppes underboringen med henblik på afklaring af årsagen til driftsændringen. Hermed stoppes et eventuelt blow-out straks, fordi trykket tages af. Ved stigende tryk i underboringen kan borehovedet trækkes frem og tilbage i underboringen for at sikre boremudderets fri passage til boregruberne. Ved et blow-out kan

akutberedskabet straks træde til for at undersøge situationen, lokalisere et eventuelt blow-out og fjerne boremudder fra terrænoverfladen og vandløb såfremt nødvendigt.

Straks et blow-out er stoppet, vurderes det, om omfanget af blow-outet kræver assistance fra den kommunale miljøvagts akutberedskab, eller om blow-outet kan inddæmmes med entreprenørens eget beredskab, og kommunens miljøvagt alene skal orienteres om hændelsen. Ved underboring af vandløb og overfladevandsområder vil der yderligere indgå visuel overvågning af underboringstraceet i overvågningen af underboringen.

Ved passage af beskyttet natur og vandløb sendes beredskabsplanen som udgangspunkt til kommunen forud for igangsætning af arbejdet med underboringen, hvormed kommunen har mulighed for at kommentere på planen og valg af beredskabstiltag.

Som en del af beredskabsplanen ved blow-out hændelse er beskrevet metoder til fjernelse af boremudder, der måtte være kommet ud på terrænoverfladen. Muligheden for anvendelsen af disse metoder afhænger af de fysiske forhold langs underboringen, men enten skræbes boremuddet sammen og suges op i en tank, eller også graves det væk. Den konkrete håndtering af et blow-out vil afhænge af stedet og omfanget, og der vil være et beredskab, som kan håndtere hændelsen med det samme. Detaljerne vil være fastlagte og fremgå af beredskabsplanen forud for igangsætning af underbøringsarbejdet.

2.1.2 Rørlægning af kabelanlæg

Rørlægning af et kabelanlæg sker ved, at der udlægges en føringsrør i plast i en dimension større end kabeldimension, så kablet kan trækkes/spules gennem røret. Når føringsrørene er etableret, og kabelgraven er opfyldt og retableret, spules fase- og fiberkabler gennem føringsrørene fra muffe til muffe.

2.1.3 Etablering af kabelanlæg

Kabelspulingen foregår ved, at kabeltromlerne transporteres ud til en kabelmuffe-udgravning. Herefter trækkes/spules kablerne gennem hvert sit føringsrør med vand til den næste kabelmuffe-udgravning.

Spulingen af kabler kan ske, når plastrørene er etableret, og der er retableret på terræn. Der er derfor ingen forstyrrelse af trafik eller øvrige aktiviteter på strækningen mellem de to samlemuffe-udgravninger mens spulingen af kabler udføres.

Spulingen af en kabellængde varer ca. 2-3 timer.

2.1.4 Muffegrav

For hver kabellængde på ca. 600 m skal kablerne samles i muffe, der samler tilstødende kabelstrækninger. Muffearbejdet kan begynde, når kablerne på begge sider af muffegraven er etableret.

Montering af muffe kræver kontrollerede omgivelser og udføres i et montagehus, som er en standard 20-fods container. Se Figur 2-6 og Figur 2-7 for opstilling af montagehus over muffegrav. Det tager ca. 1 uge at samle et trefaset kabelanlæg.

Selve muffesamlingen giver ikke anledning til installationer over terræn, da mufferne sidder monteret på kablet og derfor vil være nedgravet i samme dybde som kablerne. Se Figur 2-8 for en kabelmuffe



Figur 2-6: Container til at udføre muffesamlinger i ses opstillet over kabelgrav. Kablerne i muffegraven vil herefter blive løftet op i containeren, som der lægges gulv i og lukkes mest muligt i enderne.



Figur 2-7: Eksempel på opstilling af container til samling af kabelmuffer. Fasekabler er ført ind i begge ender af containere, som er lukket mest mulig af for at kunne samle kablerne under rene, tørre og opvarmede forhold.



Figur 2-8: Kabelmuffe i åben kabelgrav med københavnerspuns. Der ses krydsende ledninger over kabelanlægget i kabel-graven. Den blå ledning er en vandledning, der er omlagt (hævet) for at give plads til kabelanlægget.

2.1.5 Forundersøgelser

Det kan være nødvendigt at udføre forundersøgelser som led i planlægningen af linjeføringen og projekteringen af kabeltracéet/anlægsmetoden.

2.1.5.1 Frigravninger

Det kan være nødvendigt at udføre frigravninger for at afklare en eventuel tilstedeværelse af ledninger eller for at lokalisere dybden af kendte ledninger. Frigravninger udføres efter dialog med den enkelte ledningsejer og efter at have fået tilladelse fra lodsejer eller efter at have indhentet gravetilladelse fra vejmyndigheden. Frigravninger udføres under detailprojekteringen inden udførelse af underboringer.

2.1.5.2 Arkæologiske forundersøgelser

Det lokale museum screener linjeføringen og projektområdet for områder af arkæologisk interesse inden opstart af projektet. Såfremt der vurderes at være områder af arkæologisk interesse, fører museet tilsyn under udgravning til boregruber i disse områder med henblik på lokalisering af eventuelle væsentlige fortidsminder.

2.1.5.3 Forundersøgelser af jordbundsforhold

Ved underboringer på land 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 boringstracéet 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 underboringer ud fra, således at underboringer kan gennemføres sikrest muligt, og så risikoen for blow-out hændelser minimeres.

Der er i dette projekt ikke udført geotekniske boringer, da de eksisterende jordbundsoplysninger sammen med de planlagte boringsplaceringer og -dybder er tilstrækkelige til at opnå en høj grad af sikkerhed for boringsudførelsen.

2.1.6 Forberedende arbejder

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

Det kan dreje sig om:

- Trafikregulering
- Omlægning af fremmede ledninger

Der er ikke kendskab til, at der er behov for omlægning af fremmede ledninger.

2.1.6.1 Trafikregulering

Energinet har forinden og sideløbende med screeningsansøgningen kontakt med Københavns Kommunes vejafdelingen med henblik på planlægning af den nødvendige trafikregulering. Dette omfatter også koordinering med eventuelt andre vejarbejder og anlægsarbejder.

Linjeføringen løber i Vigerslev Allé, Sjælør Boulevard, P. Knudsens Gade, Sydhavns Plads og Vasbygade. De tre sidstnævnte veje indgår i Ring 2 mellem indre by og Holbækmotorvejen og har derfor en betydelig myldretidstrafik.

Trafikregulering kan også omfatte tilpasning af cykeltrafik, midlertidig flytning af busstoppesteder eller omlægning af busruter, midlertidig ensretning af veje med tilhørende omledning af trafik m.m.

Al trafikregulering planlægges i dialog med Københavns Kommune og godkendes af kommunens vejafdeling.

2.1.7 Tørholdelse af udgravninger

Der vil ved styrede underboringer kunne forekomme behov for at bortlede regnvand, der samler sig i start- eller sluthullet inden påbegyndelse af borearbejdet. Under udførelse af underboringen vil tilløbende overfladevand blive blandet med boremudderet og indgå i boremudderblandingen. Da boregruberne har et lille areal (ca. 8 m²), udgraves med en dybde på ca. 2,0 m og kun står åbne i kort tid inden påbegyndelse af underboringen, forventes vandmængderne at være begrænsede.

Al vand fra tørholdelse af boregruber vil blive afledt til kloak efter tilladelse fra kommunen og aftale med forsyningselskab.

2.1.8 Midlertidige arbejdsarealer

2.1.8.1 Arbejdsarealer

Ved udførelse af underboringer er der behov for et arbejdsbælte på ca. 3-4 meters bredde langs kabeltraceet. Styrede underboringer udføres med boreudstyr, som kan placeres indenfor dette arbejdsbælte. Selve start- og sluthullet vil være ca. 8 m² (2 x 4 m), mens resten anvendes til arbejdsareal. I forlængelse af underboringen vil der fra slutgruben blive samlet føringsrør på terrænoverfladen, så de kan trækkes tilbage gennem underboringen som beskrevet i afsnit 2.1.1.

I Figur 2-9 ses opstilling af boremaskine og maskiner indenfor arbejdsarealet, der er afskærmet med vejhegn og afspærring. I Figur 2-10 ses et afspærret arbejdsareal over en underboring. I Figur 2-11 ses indretning af arbejdsareal omkring boremaskine og starthullet for en underboring.



Figur 2-9: Eksempel på opstilling af maskiner ved udførelse af en underboring. Til venstre ses boremaskine med hegn opsat omkring boregruben. Bagved holder en gravemaskine til håndtering og flytning af borestænger mellem stativ og boremaskine. Bagerst ses lastbilen, hvor borevæske blandes og pumpes til boremaskinen.



Figur 2-10: Eksempel på afspærring omkring midlertidige arbejdsarealer over en underboring.



Figur 2-11: Eksempel på boremaskine, starthul og arbejdsareal ved styret underboring.

2.1.8.2 Midlertidige adgangsveje

Da kabeltraceet ligger i offentlige vejarealer og på arealer let tilgængelig for trafik, etableres der ikke særlige adgangsveje. Adgang til arbejdsområdet sker gennem afspærringen omkring arbejdsarealet.

2.1.8.3 Skurbyer

Der opsættes mandskabsvogne med velfærdsfaciliteter til mandskab indenfor arbejdsområdet.

2.1.9 Maskiner til anlægsarbejdet

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.

- 2 stk. gravemaskiner, 5 til 20 tons
- 1-2 minigravere under 5 tons
- 1 stk. rendegraver
- 1 stk. boremaskine til udførelse af underboringer
- 1 stk. lastbil til blanding af borevæske
- 1 stk. slamsuger til bortkørsel af overskudsboremudder

- 1 lastbil til bortkørsel af opgravet jord og levering af materialer til retablering af udgravninger
- 1 lastbil til udlægning af køreplader og opstilling/nedtagning af afspærringsmateriel
- 1 lastbil til levering af plastrør langs kabeltracéet
- 1 stk. asfaltskæremaskine
- 1 kabelvogn
- 1 kran til aflæsning af kabeltromler

Der er tale om almindelige entreprenørmaskiner.

Etablering af kabelanlægget foregår som udgangspunkt i almindelig arbejdstid, og her vil der være behov for gravemaskiner til udgravning af boregruber/kabelgrav, boremaskine med udstyr, lastbiler til jordhåndtering og opstilling/flytning af afspærringsmateriel mm. Ad hoc i anlægsperioden kommer de øvrige maskiner nævnt ovenfor til for at løse andre logistiske opgaver. Disse transporter forekommer ikke permanent på pladsen, men kun på de tidspunkter, hvor deres tilstedeværelse er påkrævet.

Der vil være støj fra maskinerne, som benyttes til anlægsarbejdet. Der vil blive søgt tilladelse til det midlertidige anlægsarbejde hos kommunen, og projektets anlægsarbejde vil overholde Københavns Kommunes bygge- og anlægsforskrift for midlertidige bygge- og anlægsarbejder.

2.1.10 Varighed

Anlægsarbejderne vil som udgangspunkt blive udført indenfor normal arbejdstid, som på hverdage er kl. 07-19 og lørdage kl. 08-17. Ved behov for arbejde udenfor normal arbejdstid vil Energinet anmode om dispensation hertil fra kommunen.

Såfremt kommunen vurderer, at anlægsarbejder på særligt befærdede eller på anden måde kritiske strækninger udføres mest hensigtsmæssigt som natarbejde, planlægges arbejdet udført i dialog med og efter kommunens anvisning.

Anlægsarbejdet udføres som en rullende proces med de forskellige aktiviteter, der skal udføres. Først opsættes skilte til trafikregulering og afspærring af arbejdsområde med køreværn og hegn. Dernæst udføres opgravning af start- og slut-hul for underboring efterfulgt af udførelse af underboring. Sideløbende med udførelsen af underboringen samles føringsrørene for underboringen på arbejdsarealet i forlængelse af underboringen, så de er klar til itrækning, når underboringen er udført. Efter itrækning af føringsrør i underboringen vendes boremaskinen og der udføres en underboring i den modsatte retning med afsluttende itrækning af plastrør. Når der er etableret føringsrør i to tilstødende underboringer, samles føringsrørene i boregruben, hvorefter udgravningen opfyldes og retableres til terræn. Når der er udført en underboring, og der ikke mere er brug for det midlertidige arbejdsareal, fjernes afspærring og trafikregulering på underbøringsstrækningen. Udførelse af en underboring med itrækning af plastrør tager ca. en uge.

Anlægsarbejdet udføres mest optimalt ved at udføre arbejdet som en kontinuerlig proces langs hele kabeltraceet, så materialer og udstyr kontinuerligt kan flyttes i takt med anlægsarbejdets fremdrift. 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.

Projektets anlægsarbejde planlægges udført i perioden fra oktober 2022 til december 2023. Der vil ikke være behov for udførelse af anlægsarbejde i hele perioden, men der er i projektperioden sat tid af til at kunne udføre forskellige delstrækninger på de mest hensigtsmæssige tidspunkter efter dialog og koordinering med kommunen.

2.1.11 Transporter

Da maskiner og materiale (afspærring mm.) løbende flyttes langs kabeltraceet som beskrevet ovenfor, er der kun behov for transport af materiale fra udgravning og til genopfyldning af boregruber, bortkørsel af overskudsboremudder og tilkørsel af plastrør og kabler. Den daglige transport af mandskab skønnes uden mærkbar betydning for trafikbelastning.

- Bortkørsel og tilkørsel af materialer fra/til boregruber: ca. 4 lastbiler pr. underboring.
- Bortkørsel af overskudsboremudder: ca. 2 slamsugere pr. underboring.
- Tilkørsel af plastrør: ca. 2 lastbiler pr. underboring.
- Tilkørsel af kabler: 4 kabeltromler á 9 delstrækninger = 36 transporter.

Transporterne sker løbende i takt med anlægsarbejdets fremdrift og vil grundet projektområdets øvrige trafikbelastning ikke medføre nogen væsentlig ændring af den daglige trafikbelastning.

2.1.12 Håndtering af jord og boremudder

Overskudsmateriale fra udgravning af boregruber og overskudsboremudder fra underboringerne bortskaffes efter kommunens anvisning til godkendte jordmodtagere.

Hele projektområdet ligger i områdeklassificeret område og hovedparten af udgravningerne er placeret i offentlige vejarealer, hvorfor al jordhåndtering udføres efter reglerne for lettere forurenede jord.

Grundet kabeltraceets placering i vejarealer er der ikke plads til midlertidigt oplag af jord fra boregruberne i arbejdsområdet. Som hovedregel gælder derfor, at opgravet jord bortskaffes efter kommunens anvisning til godkendte jordmodtagere.

Linjeføringen krydser arealer, som er kortlagt på vidensniveau 1 eller 2. Gravearbejdet vil indenfor disse arealer ske under skærpet opmærksomhed for ikke at sammenblende forurenede jord med ren/lettere forurenede jord. Derudover inddrages myndigheden med henblik på at aftale en jordhåndteringsplan og sikring af det nødvendige miljøtilsyn og sortering af opgravet jord.

2.1.13 Materialer

Der skal kun bruges sand/grus til retablering af boregruber og muffegrave. Der vil med 19 boregruber af ca. 2 x 4 x 2 m og 8 muffegrave af ca. 2 x 20 x 2 m blive brugt ca. 950 m³ sand, svarende til ca. 1.700 tons.

I forbindelse med styret underboringer bliver der anvendt borevæske, jævnfør afsnit 2.1.1. Borevæske består af ca. 96-98 % vand og ca. 2-4 % bentonit, som er naturligt forekommende ler. Der tilsættes ca. 20-40 kg bentonit pr. m³ borevæske. Forbruget af borevæske afhænger af jordbundsforhold og boringsdiameter, men i lignende tidligere projekter er der blevet brugt ca. 0,5 m³ pr. løbende meter underboring. Der udføres samlet ca. 4,4 km underboring på hele linjeføringen.

Ved borearbejde i almindelig sandet moræneler kan en bentonitblanding som beskrevet ovenfor benyttes, mens der ved borearbejde i meget sandede aflejringer eller i fint lermateriale kan være behov for at tilsætte additiver til borevæskens for at justere dens egenskaber. Additiverne indvirker blandt andet på boremudders viskositet og dermed mudders egenskaber for "smøring" af underboringen, justerer pH i boremuddet og forhindrer dannelse af klumper i boremuddet, så boremuddet kan flyde retur til boregruberne uden at proppe underboringen til. Tilpropning af en underboring under udførelsen af underboringen kan resultere i stigende tryk i boremuddet med deraf følgende risiko

for blow-out. Mængden af additiv, der tilsættes, varierer efter forholdene men er i størrelsesordenen 0,05-0,5 %, det vil sige ca. 0,5-5 kg pr. m³ borevæske. Anvendelse af additiver vil kun ske såfremt det anlægsteknisk er nødvendigt. Der søges tilladelse efter Miljøbeskyttelseslovens § 19 hos kommunen til benyttelse af additiver i borevæsken, men i to tidligere kabelprojekter, KBH02 og HK13019 Ejbygaard-Lindevang Højspændingsstation, blev der ikke anvendt borevæskeadditiver. Det er ikke muligt at forudsige et eventuelt behov for anvendelse af borevæskeprodukter, men da der enten ikke vil blive benyttet borevæskeadditiver eller mængden vil være yderst begrænset, er den ikke medtaget i materialeopførelsen.

Borevæskeprodukterne, der vil blive benyttet i dette projekt, er tidligere blevet beskrevet og risikovurderet i vedlagte risikovurderingsnotat fra DHI. Det er DHI's vurdering, at de risikovurderede boremudderprodukter hverken påvirker jord eller grundvand negativt.

Føringsrørene består af PE (polyethylen). Der anvendes Ø180 mm PE-rør til højspændingskablerne og Ø50 mm PE-rør til fiberkablet, og de vejer hhv. 5,7 kg og 0,5 kg. pr. meter.

Fasekablerne består af aluminium som faseleder og skærme, plast (PEX) til isolering og plast (PE) som kabelbeskyttelse. Kablerne er opbygget af følgende lag som vist på Figur 2-12:

- Leder (Al)
- Lederskærm (Al)
- Isolation (PEX)
- Isolationsskræm (Al)
- Metallisk skærm (Al)
- Yderkappe (PE)

Kablerne har en ydre diameter på 110 mm og en faselederdiameter på 54 mm. Kabelanlægget vil have en samlet længde på ca. 5,4 km. Der lægges tre kabler i tæt trekant, hvilket svarer til en samlet kabellængde på ca. 16,2 km. Fasekablerne etableres i længder af ca. 600 m (afstanden mellem to muffegrave). Hver dellængde muffes sammen med det tilstødende kabel i muffegravene.



Figur 2-12: Eksempel på opbygning af 132 kV højspændingskabel

Sammen med de tre fasekabler etableres også et 15 mm fiberkabel til kommunikation mellem stationerne og til overvågning af kabelanlægget. Fiberkablet består af en PE-kappe som den væsentligste del, hvor der indeni er plastslanger med silica lysledere. Se tværsnit af lysleder i Figur 2-13.



Figur 2-13: Tværsnit af fiberkabel til illustration af opbygning.

Til linkboksbrønde benyttes PE-rør til brøndsider og et brønddæksel af jern. Selve linkboksen består af ca. 35 kg stål. Der vil blive etableret 8 linkboksbrønde. Se foto af linkboks (brønddæksel) på Figur 2-2 og Figur 2-3.

I nedenstående Tabel 2-1 er angivet de samlede estimerede mængder for kabelanlægget og udførelsen af styret underboringer i projektet.

Tabel 2-1: Mængdeopgørelse for materialer anvendt i hele kabelanlægget og ved anlægsarbejdet til underboringer.

Projekt-/anlægsdel	Fraktionstype	Vægt pr. meter/stk. kg	Vægt total tons	Totalt materialeforbrug tons
Fasekabler	Aluminium	5,4 + 0,8	100	213
	Plast (PEX)	6,5	105	
	Plast (PE)	0,5	8	
Fiberkabel	Plast (PE)	0,1	0,5	0,5
Føringsrør	Plast (PE), Ø180	5,7	92	100
	Plast (PE), Ø50	0,5	8	
Linkboksbrønde	Plast (PE)	50	0,4	1
	Jern	40	0,3	
	Stål	35	0,3	
Opfyldning af boregruber og muffegrave	Sand		1.700	1.700
Underboringer, borevæske	Vand	500	2.200	2.332
	Bentonit	30	132	
TOTAL				4.347

2.2 Driftsfase

Kabelanlægget ligger i føringsrør i tæt trekantsforlægning. Der vil være linkboksbrønde med dæksel i terræn for hver ca. 600 meter.

Når kabelanlægget er idriftsat, vil der være et mindre antal miljømæssige og arealmæssige forhold som knytter sig til anlægget.

2.2.1 Arealer og rettigheder

Der skal ikke erhverves arealer til projektet.

På offentlige vejmatriler og på banearealer vil kabelanlægget være placeret efter gæsteprincippet. På øvrige arealer vil der blive tinglyst en servitut for kabelanlæggets tilstedeværelse. Servitutten omfatter 3,5 meter på hver side af midten af kabelanlægget, så servitútbæltet samlet bliver 7 meter bredt. Servitutten skal beskytte anlægget og sikre Energinets adgang til at vedligeholde anlægget. I servitútbæltet må der ikke opføres bygninger af hensyn til kabelanlæggets driftssikkerhed. Bestemmelser jf. servitutten vil blive iagttaget i forbindelse med almindeligt tilsyn og vedligehold af kabelanlægget.

Anlægget ligger i jorden uden egentligt behov for driftsmæssig indgriben. Hvor der tinglyses en servitut, indeholder denne, at Energinet har en ret til at føre tilsyn med anlægget samt at vedligeholde det i nødvendigt omfang. Det kan være ved uheld, f.eks. ved at kablet beskadiges af dybtgående jordarbejder.

2.2.2 Synlige anlæg over terræn

Der vil ikke være anlæg over terræn.

Kabelanlægget vil være nedgravet på hele strækningen mellem HCV og VIK. På VIK føres kabelanlægget ind i den eksisterende stationsbygning i kælderniveau, mens det på HCV skal føres over en vandkanal ind i den eksisterende stationsbygning.

Linkboksbrønde med dæksel i terræn vil blive placeret så tæt på kabelanlægget som muligt, i vejbane, cykelsti eller vejrabat, se Figur 2-2 og Figur 2-3.

2.2.3 Magnetfelter

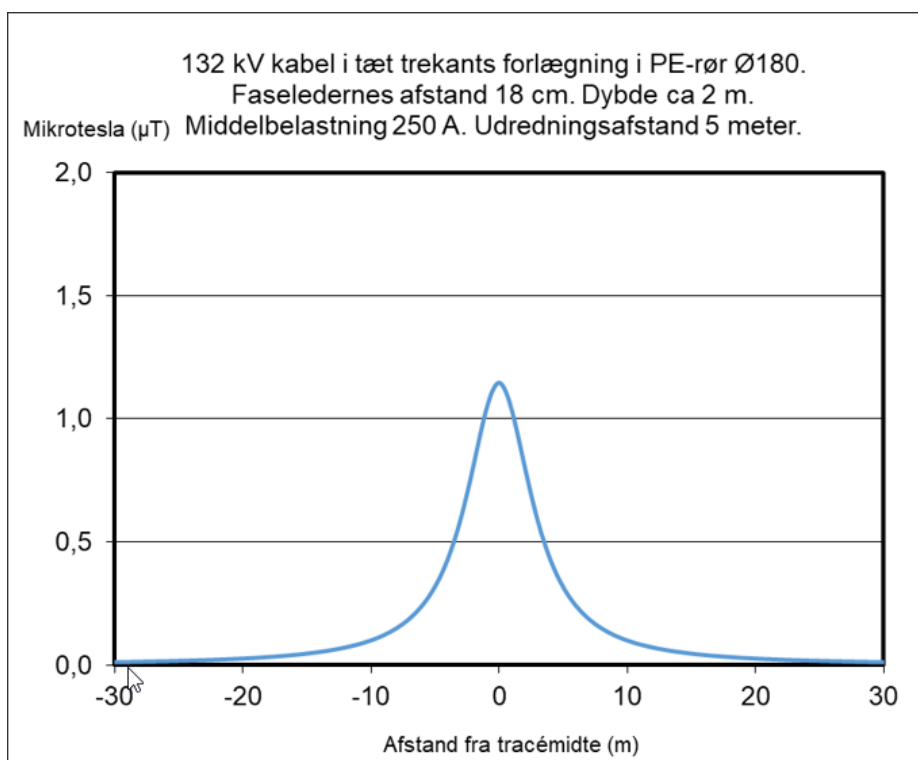
I driftsfasen etablerer der sig et magnetfelt omkring kabelanlægget. Magnetfeltet er størst lige over kabelanlægget og falder hurtigt indenfor kort afstand af anlægget.

Når de enkelte kabler i kabelanlægget ligger samlet i tæt trekantsforlægning, udligner magnetfeltet fra de enkelte kabler delvist hinanden, hvorfor kabelanlæggets samlede magnetfelt er mindre, end hvis kablerne lå med større afstand. Ved etablering med underboring, vil et kabelanlæg ligge i en større dybde end ved etablering i åben kabelgrav.

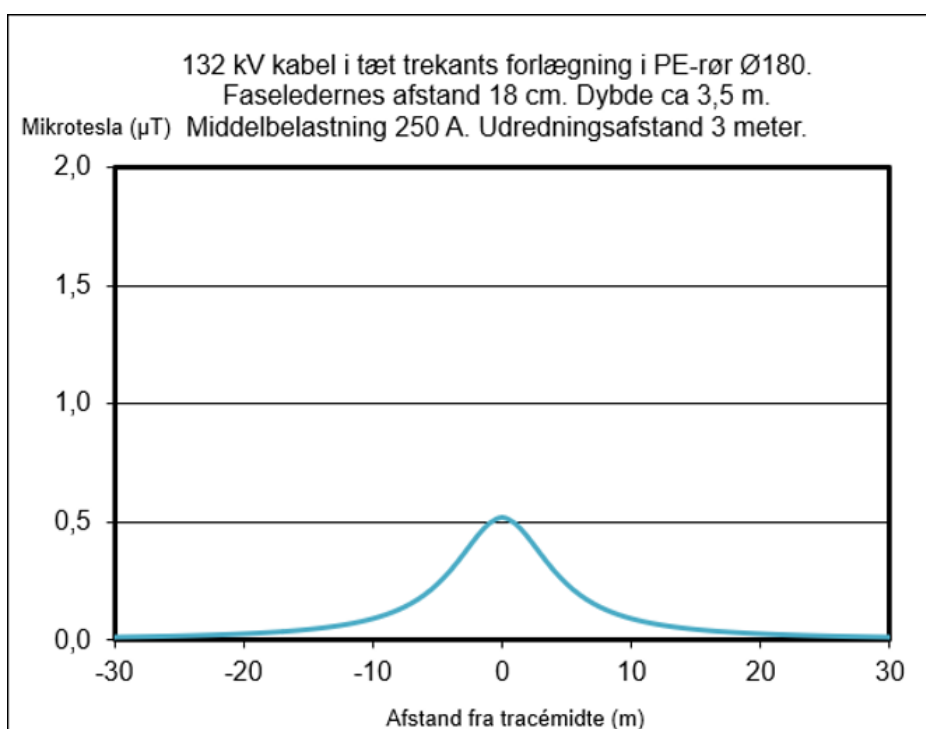
Magnetfeltets specifikke størrelse og udbredelse afhænger af afstanden mellem faserne og nedgravningsdybden, og den kan variere fra underboring til underboring. Fælles for dem alle er, at magnetfeltet er faldet til meget lave værdier på kort afstand fra kablet.

Kabelfeltet vil ved kabelmuffer/linkboksbrønde og i åben kabelgrav være etableret i ca. 2 meters dybde. På strækningerne, hvor kabelanlægget er etableret med underboring, vil det ligge i ca. 3-6 meters dybde.

På Figur 2-14 og Figur 2-15 ses magnetfeltets størrelse og udbredelse i henholdsvis 2 og 3,5 meters dybde. Som det ses på figurene, vil udredningsafstanden ved dybder på mere end 3,5 meter ligge under terrænoverfladen.



Figur 2-14: Størrelse og udbredelse af magnetfelt, når kabelfeltet er etableret i 2 meters dybde.



Figur 2-15: Størrelse og udbredelse af magnetfelt, når kabelfeltet er etableret i 3,5 meters dybde.

2.2.4 Støj

Kabelanlægget støjer ikke i drift.

2.2.5 Vedligeholdelse og tilsyn

Energinet overvåger løbende kabelanlæggets driftstilstand dels ved hjælp af fiberkablet etableret langs kabelanlægget og dels ved målinger på tilslutningen til højspændingsudstyret på begge stationer.

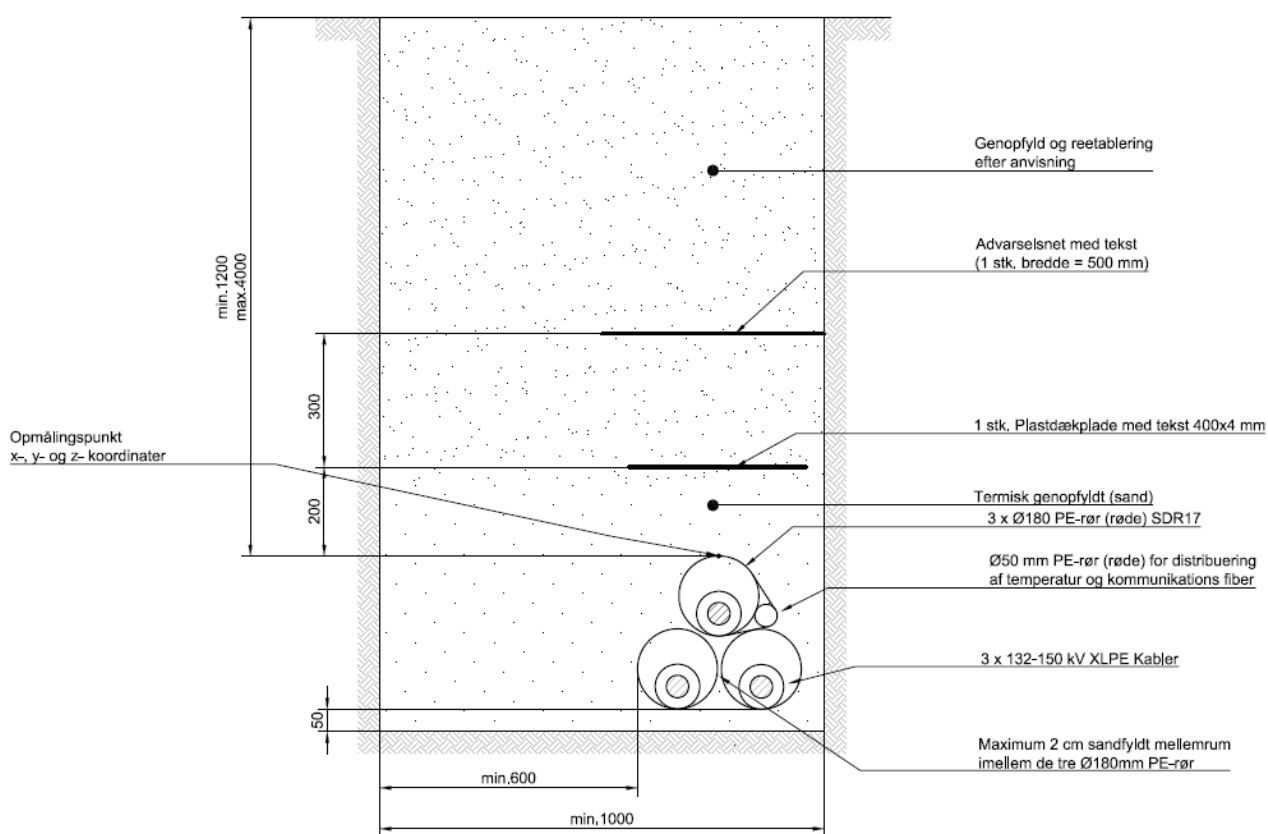
Hvis der viser sig fejl på anlægget, vil fejlen blive opsporet og udbedret. Udbedring af fejl kan betyde, at kabelanlægget må frigraves på den strækning, hvor fejlen findes, så kablet kan repareres.

3. Kabelanlæg i åben kabelgrav

Åben kabelgrav er en anden anlægsmetode til etablering af kabler, hvor underboring ikke er mulig eller fordelagtig.

Kabelgraven kan etableres enten ved almindelig åben grav med anlæg på kabelgravens sider eller ved anvendelse af gravekasse, som stiver siderne i kabelgraven af. Herved kan der arbejdes uden anlæg på kabelgravens sider.

De 3 fasekabler bliver ligesom ved styret underboring trukket i Ø180 mm føringsrør, der er placeret i tæt trekant i kabelgraven. I kabelgraven etableres desuden et fiberkabel, som trækkes i et Ø50 mm føringsrør. Fiberkablet lægges ved siden af fasekablerne. Se Figur 3-1 for skitse af kabelgrav og kabelanlæg.



Figur 3-1: Princip for tværsnit af åben kabelgrav til et 132 kV kabelsystem.

3.1 Anlægsfase

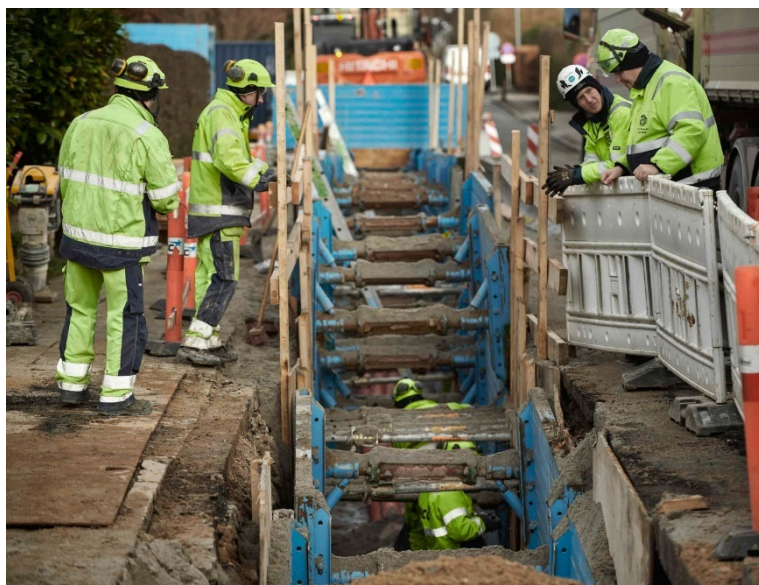
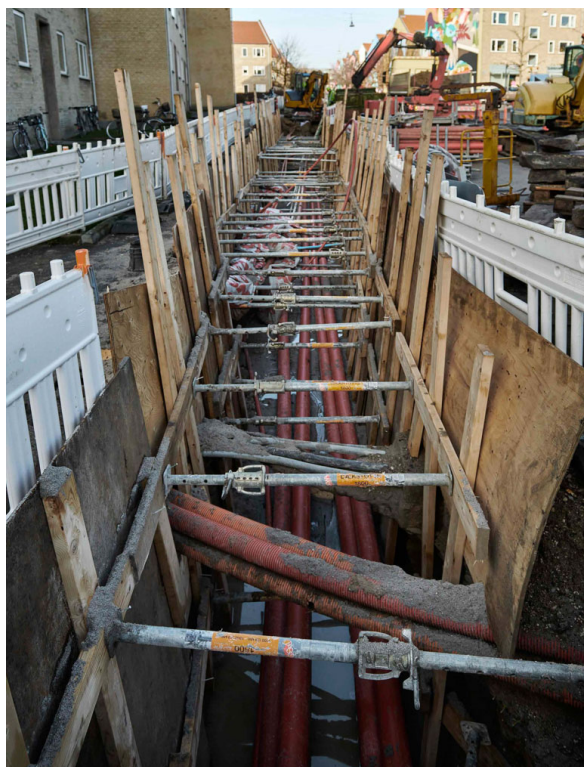
Anlægsarbejdet kan udføres på forskellige måder. I anlægsfasen kan der vise sig behov for at tilpasse anlægsmetoden, hvis der måtte være manglende plads, hensyn til borgernes private adgangsforhold, trafikforhold mm. begrundet det.

Da der i dette kabelprojekt arbejdes i vejarealer, anvendes der på alle strækninger med åben kabelgrav gravekasser for at mindske anlægsarbejdets arealbehov mest muligt. Se illustration af gravekasse i Figur 3-2.



Figur 3-2: Illustration af gravekasse.

I byzoner kan der være mange andre ledninger, der allerede ligger i nærheden af linjeføringen for det nye kabelanlæg, og/eller krydser det. På fotos i Figur 3-3 og Figur 3-4 ses eksempler på åben kabelgrav med gravekasse.



Figur 3-3: Fotos af åben kabelgrav med gravekasse/Københavnerspuns. Fremmede ledninger ses krydse over føringsrør udlagt i bunden af kabelgraven.



Figur 3-4: Åben kabelgrav med gravekasse. Arbejdsareal og afspærring ses. Der er påbegyndt opfyldning med sand.

3.1.1 Forundersøgelser

Se afsnit 2.1.5.

3.1.1.1 Arkæologiske forundersøgelser

Københavns Museum vurderer linjeføringen og projektområdet inden opstart af projektet. Såfremt der vurderes at være områder af arkæologisk interesse, fører museet tilsyn under udgravning af åben kabelgrav i disse områder med henblik på lokalisering af eventuelle væsentlige fortidsminder.

3.1.2 Forberedende arbejder

Se afsnit 2.1.6.

3.1.3 Tørholdelse af kabelgrav

Der vil i en kabelgrav kunne forekomme behov for at bortlede regnvand, der samler sig i udgravningerne. Derudover kan der være behov for at bortlede højtstående grundvand ved lænsning fra pumpesumpe. Da en åben kabelgrav anlægges med en dybde på ca. 1,5 m og står åbne i kort tid (op til 10 dage), forventes vandmængderne at være begrænsede.

Al vand fra tørholdelse af kabelgrav vil blive afledt til kloak efter tilladelse fra kommunen og aftale med forsyningsselskab.

3.1.4 Midlertidige arbejdsarealer

3.1.4.1 Oplag

Materialer vil blive kørt til arbejdsarealerne løbende, efterhånden som de skal bruges. Der vil ikke være oplag indenfor arbejdsområderne.

3.1.4.2 Midlertidige adgangsveje

Se afsnit 2.1.8.2.

3.1.4.3 Skurbyer

Se afsnit 2.1.8.3.

3.1.4.4 Muffegrave

Se afsnit 2.1.4

3.1.5 Maskiner til anlægsarbejdet

Se afsnit 2.1.9.

3.1.6 Varighed

Se afsnit 2.1.10

3.1.7 Transporter

Da maskiner og materiale (afspærring mm.) løbende flyttes langs kabeltraceet, omfatter behovet for transport materiale fra udgravning af og til genopfyldning af kabelgrav og tilkørsel af føringsrør og kabler. Den daglige transport af mandskab skønnes uden mærkbar betydning for trafikbelastning.

- Bortkørsel af opgravet materiale (sand/jord) fra kabelgrav: ca. 46 lastbiler.
- Tilkørsel af sand til kabelgrav: ca. 40 lastbiler.
- Tilkørsel af føringsrør: ca. 8 lastbiler.

Transporterne sker løbende i takt med anlægsarbejdets fremdrift.

3.1.8 Jordhåndtering

Se afsnit 2.1.12

3.1.9 Materialer

På strækninger med åben kabelgrav vil det primære materialeforbrug være sand/jord til genopfyldning af kabelgraven. Materialer for selve kabelanlægget er medtaget i afsnit 2.1.13.

Sandet lige over og under kabelanlægget skal være af en særlig sammensætning af forskellige kornstørrelser for at give en god komprimering og veldefineret varmeafledning fra kablerne. Det er blandt andet 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. 1,5 m³ sand pr. løbende meter åben kabelgrav.

Der vil blive anvendt åben kabelgrav på en samlet strækning ca. 600 m. Der er på denne strækning behov for ca. 900 m³ sand til opfyldning af kabelgraven, svarende til ca. 1.600 tons.

3.2 Driftsfase

Se afsnit 2.2.

3.2.1 Arealer og rettigheder

Se afsnit 2.2.1.

3.2.2 Synlige anlæg over terræn

Se afsnit 2.2.2.

3.2.3 Magnetfelter

Se afsnit 2.2.3.

3.2.4 Støj

Se afsnit 2.2.4.

3.2.5 Vedligeholdelse og tilsyn

Se afsnit 2.2.5.

4. Opsummering

I de foregående afsnit er for hver anlægsmetode redegjort for materialeforbruget. I dette afsnit er mængderne lagt sammen for at give et samlet overblik over forbruget af materialer, mængden af affald og omfanget af transporter og eventuelle trafikale forhold.

Der vil samlet blive udført åben kabelgrav på ca. 600 m, underboringer på 4,4 km samt boregruber og muffegrave på ca. 400 m.

4.1 Materialer

Materialer udgør fabrikerede materialer og/eller råstoffer, som medgår til projektet.

Tabel 4-1: Projektets samlede materialeforbrug

Materiale/råstof	Mængde, [tons]
Sand	3.300
Aluminium	100
Stål	0,3
Jern	0,3
Plast (PEX)	105
Plast (PE)	109
Vand	2.200
Bentonit	132

Der er ikke energi- og materiale-forbrug i kabelanlæggets driftsfase.

4.2 Affald

Projektet omfatter ikke nedrivning eller nedbrydning af eksisterende anlæg eller installationer.

Der vil kun være overskudsmateriale i form af opbrudt asfalt, overskudsjord fra udgravninger og brugt boremudder. Alt affald vil blive kildesorteret og i videst muligt omfang bortskaffet til genanvendelse.

Der vil blive opbrudt asfalt på ca. 1.400 m² med en anslået gennemsnitlig tykkelse på 10 cm, i alt ca. 140 m³ svarende til ca. 310 tons.

Der vil samlet blive lavet udgravninger med en volumen på ca. 2.550 m³, svarende til ca. 4.600 tons jord. Da alle udgravninger ligger i befæstede arealer, vil en stor del af det opgravede materiale være genindbygningsegnet og derfor kunne genanvendes fra jordmodtageranlægget.

Der forventes bortskaffet ca. 1.500 tons boremudder. Afhængigt af renheden af den opborede jord kan boremudder efter kartering genanvendes som jordforbedringsmiddel på landbrugsjord.

Tabel 4-2: Projektets samlede affaldsmængder

Affaldstype	Genbrug	Genanvendelse	Deponi	Forbrænding	Farligt affald
Asfalt		ca. 310 tons			
Opgravet materiale, sand/jord		ca. 4.600 tons			
Boremudder		ca. 1.500 tons			

Der generes ikke affald eller udsendes emissioner fra kabelanlægget i driftsfasen.

4.3 Arealbehov

Nedenfor fremgår skematiske oversigter for arealbehov i projektet. Nogle af arealerne er opmålt i GIS-værktøj og fremgår ikke andre steder i teksten.

4.3.1 Anlægsfase

Tabel 4-3: Oversigt over arealbehov ved anlægsarbejderne

Beskrivelse	Areal
Midlertidige arbejdsarealer	
- Underboringer	19.200 m ²
- Åben kabelgrav	4.200 m ²
I alt midlertidige arealer	23.400 m ²

4.3.2 Driftsfasen

Nedenfor er listet omfanget af det areal, der omfattes af servitutbestemmelser. Nogle af arealerne er opmålt med GIS-værktøj og fremgår ikke andre steder i teksten.

Tabel 4-4: Oversigt over arealbehov ved drift

Beskrivelse	Areal
Arealerhvervelse (servitutareal)	
Nyt kabelanlæg	1.575 m ²

4.4 Transporter og trafik

4.4.1 Anlægsfase

Transporterne fordeler sig til de perioder, hvor anlægsarbejderne udføres, og er defineret af de specifikke aktiviteter, som skal udføres. Transporterne sker imellem leverandør eller depot til det sted, hvor anlægsarbejdet skal udføres. Derudover er der den daglige transport af mandskab til og fra arbejdsarealerne.

Tabel 4-5: Projektets transporter, [antal]

Transport	Underboring	Åben kabelgrav
Lastbiler, bortkørsel af opgravet materiale	ca. 60	ca. 46
Lastbiler, tilkørsel af sand til opfyldning af udgravninger	ca. 60	ca. 40
Slamsuger, bortkørsel	ca. 60	-
Lastbiler, levering af føringsrør	ca. 60	ca. 8
Kabeltromle-transporter	36	

4.4.2 Driftsfase

I forbindelse med driften af projektet er der alene behov for transporter, når anlægget skal vedligeholdes, eller der er behov for at føre tilsyn med anlægget.

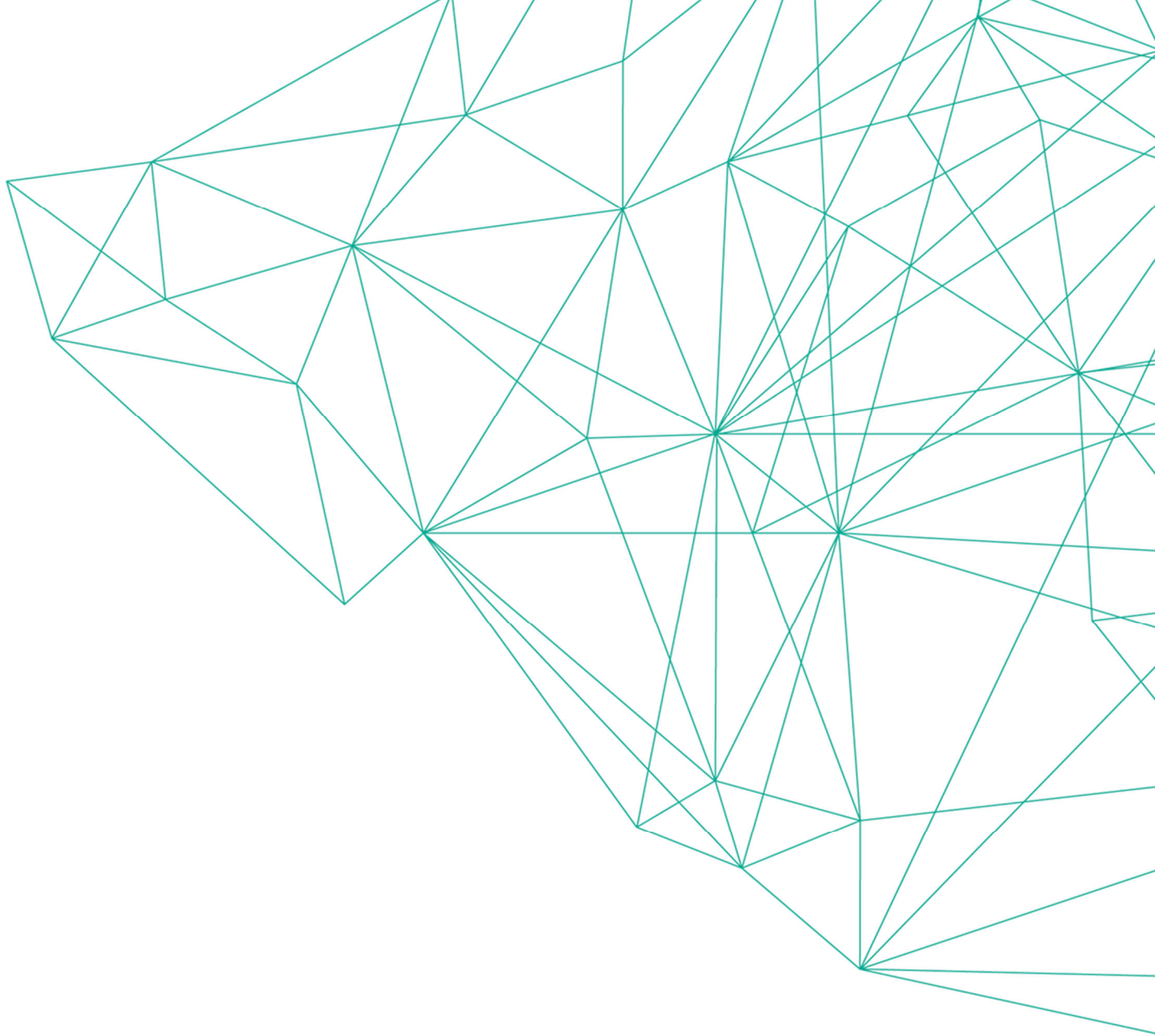
Der føres en gang årligt tilsyn med, at tilstedeværelsen i servitutarealet respekteres. Derudover udføres der hver 4.-5. år et tilsyn med linkboksbrøndene.

Der er ikke behov for vedligeholdelse af kabelanlægget, men hvis der opstår fejl eller skade på kabelanlægget, vil det blive repareret hurtigst muligt, med hvad det kræver af anlægsarbejder. Der planlægges med en teknisk levetid af kabelanlægget på 40-50 år.

5. Tidsplan

Projektet planlægges gennemført i perioden september 2022 til december 2023 efter nedenstående hovedtræk:

- *Afgørelse af VVM-screening: september 2022*
- *Anlægsperiode kabelanlæg: oktober 2022 – oktober 2023*
- *Test af kabelanlæg: november 2023*
- *Idriftsættelse af kabelanlæg: december 2023*



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: BDP
Dato: 30. juni 2022