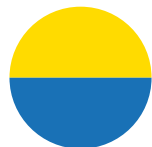


Kattegatt Syd Exportkabel

Teknisk beskrivning
Juli 2023

2023-07-10

2023-103564-0001



VATTENFALL

Sammanställd av	Vattenfall, WSP	
Granskad av	Anna Seffel	Tillståndsprövningsansvarig
	Johan Weimenhög	Projektansvarig
Godkänd av	David Awbery-Maskell	Teknisk projektledare
Versionens datum	Juli 2023	
Dokumentets titel	Kattegatt Syd Exportkabelkorridor - Teknisk beskrivning	

2023-103564-0001

Innehållsbeskrivning

1	Introduktion	2
1.1	Projektöversikt	2
2	Sjökabel	4
2.1	Design	4
2.2	Lokalisering	5
2.3	Förberedande arbeten	6
2.4	Kabelutläggning	8
2.5	Kabelnedgrävning metod	9
2.6	Korsning av ledningar	12
2.7	Kabelreparationer	12
2.8	Elektromagnetiska fält.....	12
2.9	Fartygsrörelser	14
2.10	Drift och underhåll	14
2.11	Konstruktionsförberedande undersökningar.....	15
3	Landfäste och skarvplats sjökabel-markkabel	17
3.1	Lokalisering	17
3.2	Öppet schakt.....	17
3.3	Schaktfri metod	18
3.4	Skarvplats sjö- och markkabel.....	19
4	Markkabel	20
4.1	Lokalisering	20
4.2	Design markkabelförband	20
4.3	Kabelförläggning – öppet schakt	21
4.4	Kabelförläggning – schaktfri metod	26
4.5	Skarvplats markkabel-markkabel.....	30
4.6	Korsningar.....	31
4.7	Anslutning mot transformatorstation	35
4.8	Masshantering	35
4.9	Elektromagnetiska fält.....	36
4.10	Transporter	37
4.11	Drift och underhåll	37
5	Avveckling av exportkabeln	39
6	Byggplan och Preliminär tidplan	40
6.1	Sjökabel	40
6.2	Landfäste	40
6.3	Markkabel	41
6.4	Anpassning av byggplan till skydd för vissa arter.....	41
Bilaga : Figur- och tabellförteckning		42

2023-07-10
2023-103564-0001

1 INTRODUKTION

Området för vindkraftparken Kattegatt Syd ligger ca 25 km utanför Falkenberg. Kattegatt Syd kommer att ha potential att producera 4,7 TWh per år vilket i nuläget motsvarar ca 2,5–3 % av Sveriges totala elproduktion och projektet är därmed en viktig del av Sveriges och Europas omställning till förnybar elproduktion och strävan mot ett klimatneutralt samhälle.

Den här tekniska beskrivningen utgör underlag för tillståndsprövning av anläggande, drift och avveckling av exportkabel och tillhörande anordningar som sammankopplar vindkraftparken med transmissionsnätet. Här beskrivs de olika alternativ som övervägs i form av tekniska lösningar, metoder för att anlägga, driva samt avveckla kablarna samt de tekniska specifikationer som utgör ramen för nödvändiga tillståndsprövningar.

1.1 Projektöversikt

För att ansluta Kattegatt Syd till det svenska transmissionsnätet anläggs sjökablar från den havsbaserade transformatorstationen/-stationerna inom vindkraftparken in till ett landfäste vid Väröhalvön i Varbergs kommun. Vid landfästet övergår sjökabeln i markkabel, som dras fram till en anslutningspunkt på det svenska transmissionsnätet vid Mellanbäck, strax öster om E6.

Den tekniska beskrivningen är uppdelad i olika avsnitt för sjökabel, landfäste samt markkabel, detaljerad beskrivning av lokalisering samt tekniska specifikationer m.m. för respektive del utvecklas under respektive rubrik.



Figur 1. Schematisk bild över en havsbaserad vindkraftpark med tillhörande delar. Denna tekniska beskrivning omfattar sjökabel (nedgrävd exportkabel), landfäste samt markkabel fram till anslutningspunkten till det nationella transmissionsnätet.



Figur 2. Översiktskarta för Kattegatt Syds vindkraftpark, sjökablar, landfäste samt markkablar.

2023-103564-0001 2023-07-10

2 SJÖKABEL

Den genererade elektriciteten som produceras av vindkraftverken kommer att ledas via internkablar till en eller två transformatorstationer inom parkområdet i ekonomisk zon. Från transformatorstationen/-stationerna avses den s.k. exportkabeln anläggas för överföring av elen in till land för anslutning till det svenska transmissionsnätet.

2.1 Design

Tre till fyra kablar kommer att anläggas. Varje kabel består av tre stycken enfaskablar och en fiberoptisk kabel, lagda tillsammans så att de bildar en trefasig sjökabel. De huvudsakliga lagren för varje enfaskabel är ledaren, isoleringen och skärmen. Materialet i ledaren kan antingen vara koppar eller aluminium. De tre enfaskablarna och fiberkabeln är omslutna av armeringslager för att skydda kabeln under installation, och från yttre åverkan när den väl är installerad.

Varje kabel har en diameter på ca 30 cm och utgörs av ett högspännings-växelströms (HVAC) transmissionssystem med en nominell spänning på 220 kV (om fyra kablar anläggs) alternativt 275 kV (om tre kablar anläggs). Kablarna anläggs med en konstruktionsspänning på 245 kV alternativt 300 kV.

Projektet har hittills utvecklat en basdesign för exportkabeln baserat på spänningsnivån 220 kV från transformatorstationen/-erna inom vindkraftparken till anslutningspunkten vid transmissionsnätet. Genom vidare produktutveckling och optimering av designen av exportkabeln kan det dock bli aktuellt att istället använda en spänningsnivå om 275 kV, vilket i det här skedet bedöms kunna vara en något mer optimerad lösning ur kostnads- och effektivitetshänseende. Slutlig val av spänningsnivå kommer att göras utifrån vad som anses vara den mest optimerade lösningen för exportsystemet baserat på vilka produkter som finns tillgängliga på marknaden vid upphandling av exportsystemet.



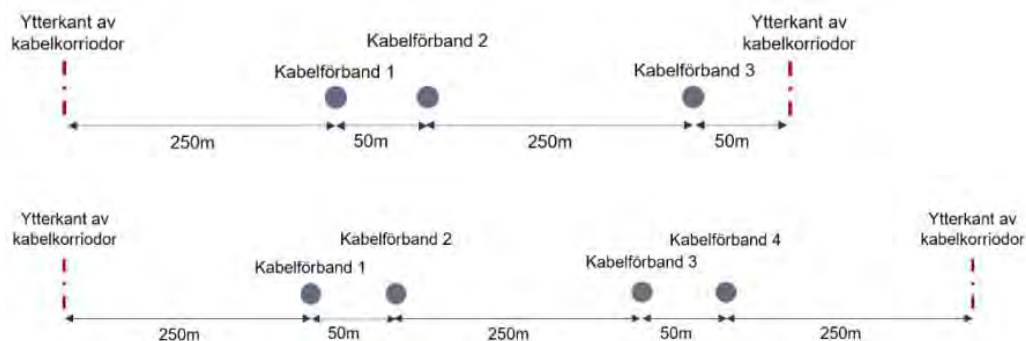
Figur 3. Illustration, genomsnitt av en typisk sjökabel

Avståndet mellan de yttre kablarna beräknas bli mellan ca 300 m för 3 kablar och ca 350 m för 4 kablar, se Figur 4 nedan. Avvikelser kan förekomma från dessa avstånd för att undvika känsliga eller tekniskt komplicerade områden som exempelvis vrak, lokalt höga naturvärden, hårdbotten eller varierande bottenpografi. Anledningen till att kablarna läggs med visst avstånd till varandra är att förlängningar av kablarna kan komma att krävas vid eventuella framtida reparationsarbeten, se avsnitt 2.6.

2023-07-10

2023-103564-0001

Varje kabeldike har en ungefärlig bredd på ca 1 m och ett maximalt sedimentdjup på 3 m. Bredden som krävs på nedgrävningsdikena beror till stor del på bottenförhållandena. I bottenmaterial som tex lera, blir bredden normalt lite smalare. För vissa sedimenttyper utan kohesitet, såsom sand, kan diket behöva vara något bredare upptill för att undvika att dikets kanter kollapsar. Arbetsbredden för varje kabeldike uppgår till ca 5–20 m beroende på anläggningsmetod. Där nedspolning kan användas är bredden ca 5–6 m medan plogar för att flytta större stenar kan kräva upp till 20 m.



Figur 4. Principskiss av avstånd mellan kablar inom kabelkorridoren vid förläggning av tre (ovan) respektive fyra kablar

Tabell 1. Designramar för exportkablar

Designram	
Systemspänning [kV]	220 alternativt 275kV
Kabeldiameter [mm]	Ca 300 mm
Totallängd [km]	Ca 66 km
Förlägningsdjup i sedimenten [m]	Normalt 1–3 m *
Arbetsytans bredd vid kabelnedgrävning	5–20 m

* I vissa fall kan förlägningsdjupet vara mindre, exempelvis där kabeln passerar hårbotten eller vid korsningar med befintliga rör/kablar (se avsnitt 2.5.4 samt 2.6 nedan)

2.2 Lokalisering

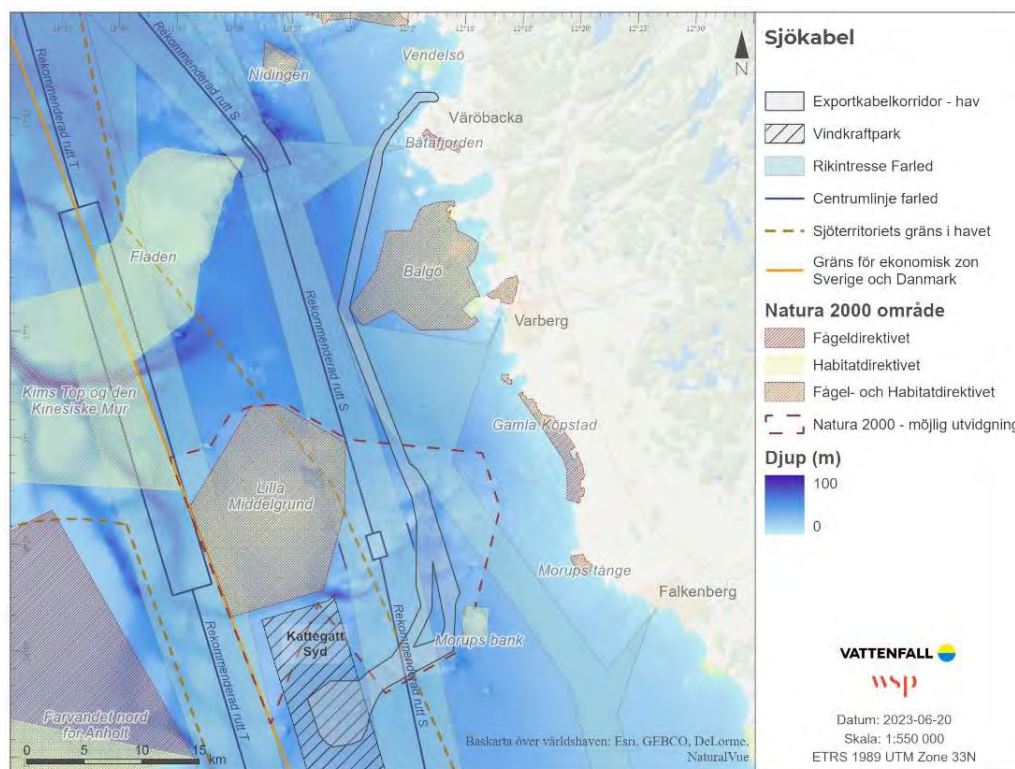
Den del av exportkabeln som anläggs i vatten, fortsättningsvis sjökabeln, kommer att anläggas från en alternativt två transformatorstationer inom den centrala delen av vindkraftparken, vidare österut över farleden S-rutten. Denna del av exportkabeln omfattar två möjliga sträckningar. En sträckning diagonalt över farleden samt en sträckning vinkelrätt över farleden. Denna sträckning passerar strax väster om Natura 2000 området Morups bank. De två alternativa sträckningarna medför ökade förutsättningar för att undvika eventuella hårbottenområden i detta område med mer varierade bottenförhållanden. En möjlig lösning är att båda alternativen används genom att kabelgrupperna delas upp mellan de två alternativen.

Efter att farleden har passerats kommer sjökabeln att vika av norrut. I höjd med Natura 2000 området Balgö, som ligger öster om korridoren, viker kabelkorridoren in i

nordöstlig riktning. Korridoren passerar söder om naturreservatet Vendelsöarna för att slutligen ansluta mot land på norra sidan av Väröhalvön i Varbergs kommun.

Den yta som upptas av kablarna är mycket liten, enligt ovan. Ansökt kabelkorridor utgör dock ett bredare område, generellt 1 km bred. Bredden på korridoren är satt för att rymma upp till fyra kablar och medge tillräcklig separation mellan dessa, ge utrymme för mindre anpassningar av kabelsträckningen inom denna korridor samt för att täcka in för eventuella behov av reparationer enligt beskrivningar nedan. Där korridoren passerar Glommarryggen är korridoren bredare för att ge utrymme för anpassning av kablarnas lokalisering i detta område med ett mer komplext bottenförhållande. Vissa sträckor av korridoren är smalare, ned till 0,5 km på grund av hänsyn till skyddade områden eller befintliga tillståndgivna verksamheter. Den totala längden exportkabel beräknas till cirka 66 km.

Placering av kablarna inom sökt kabelkorridor kommer att specificeras efter detaljerade bottenundersökningar, inför detaljprojektering. Sjøkablarnas slutliga läge kommer att märkas ut genom skyltning där kabeln går in till land och införs på sjökort.



Figur 5. Karta över sjökabelkorridorens lokalisering

2.3 Förberedande arbeten

Inför installationen av sjökablarna utförs förberedande arbete. Den förberedande fasen består dels av en analysfas inför detaljprojekteringen samt bottenförberedande arbete inför nedläggning av kabeln.

I detta skede analyseras data från detaljerade geofysiska och geotekniska undersökningar och den information som inhämtas möjliggör genomförandet av en riskbedömning (engelska: Cable Burial Risk Assessment, CBRA). Denna

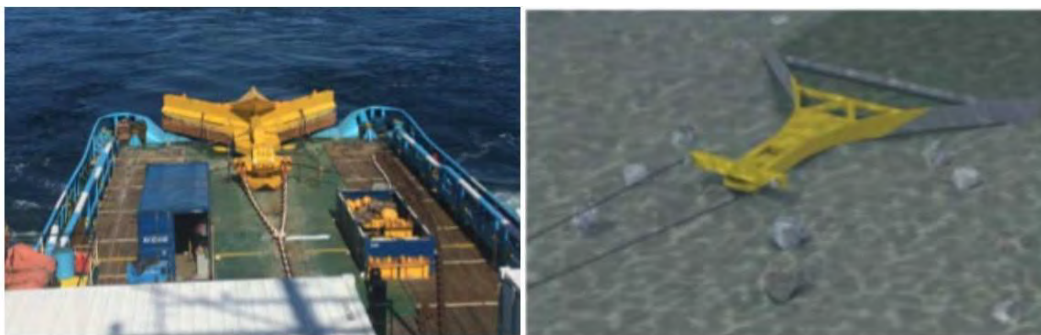
riskbedömning väger in naturliga livsmiljöer, bråte, klippblock, potentiella blindgångare/UXO, havsbottens egenskaper, sedimentsdjup och havsbottens långsiktiga stabilitet. En fördjupad analys av dessa faktorer tillsammans med andra aktiviteter i området, såsom fiske och fartygstrafik, läggs till grund för detaljprojekteringen av sjökabeln och möjliggör fastställande av exakt kabelsträckning, nedgrävningsmetod, måldjup för nedgrävning och eventuellt behov av kompletterande skydd.

Hantering av stenblock, övergivna fisknät och dylikt

I de eventuella fall där sträckning inte går att justera tillräckligt inom korridoren kan röjning krävas. Före kabelinstallation röjs då kabelsträckningarna längs ett 10-20 m brett område för att möjliggöra en säker och ohindrad kabelinstallation, med avseende på följande:

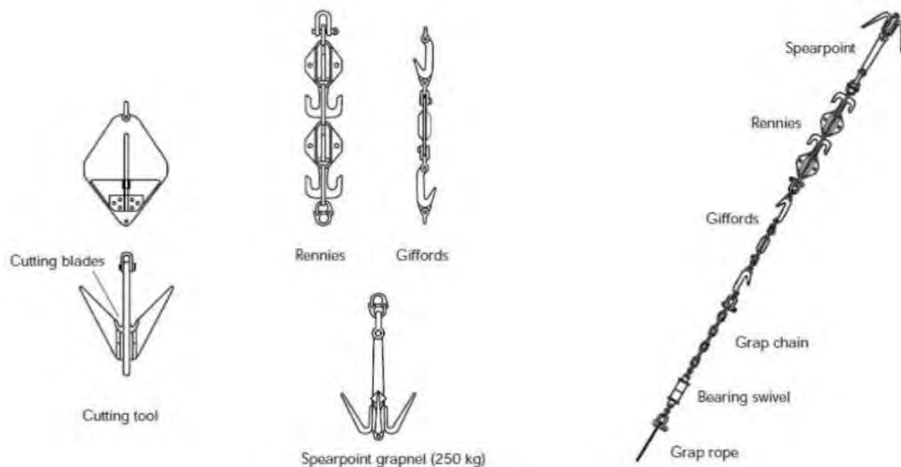
- Stenblock på och under havsbottens yta
- Lättrörliga sandvågor
- Bråte som drivit in och lagt sig i kabeldragningen

Eventuella ytliga stenblock som ligger rakt över kabelsträckningen avlägsnas. Huvudsakligen två olika metoder kan användas för sådan röjning. Den första är att en gripskopa flyttar de enskilda klippblocken från området för kabelsträckningen. Den andra är att använda en plog (Figur. 6). Denna metod används när det ligger många stenblock längs kabelsträckningen. Arbetsområdet för dessa plogar kan vara upp till 20 m brett.



Figur 6. Exempel på plogar på fartygets arbetsdäck och på havsbotten

För att röja bråte längst sträckan används en dragg (engelska: Grapnel) som dras längst med botten (Figur 7). Draggen ställs in i enlighet med förhållanden på havsbotten och penetrerar vanligtvis havsbotten ned till ett djup om ca 0,5 meter.



Figur 7. Exempel på dragg (engelska: Grapnel)

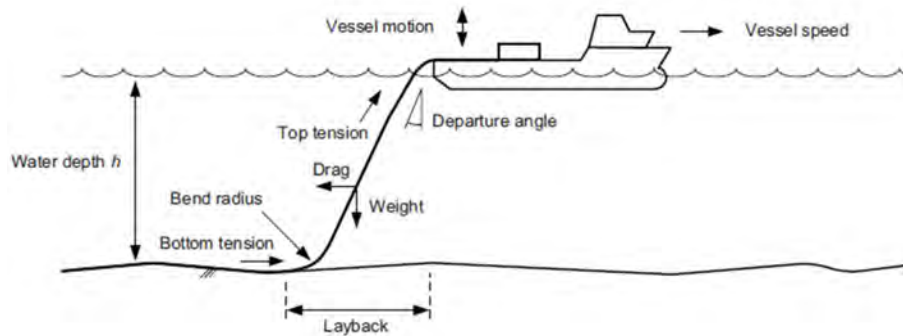
En lättrörlig havsbotten med sandvågor medför risk vid kabelläggning eftersom kablarna kan exponeras när sandvågornas vågdalar förflyttas över kabelsträckningen. Om undersökningar visar att området för den avsedda kabeldragningen utgörs av lättrörlig havsbotten, görs en fördjupad bedömning för att bestämma risken för att kablarna kommer att exponeras under dessas tekniska livslängd. Åtgärder för att motverka en sådan exponering, som att gräva ned kablarna djupare eller att jämna ut havsbotten, kan komma att krävas. I nuläget finns dock inga indikationer på denna typ av bottenförhållanden inom exportkabelkorridoren.

2.4 Kabelutläggning

Kabelinstallation består vanligen av två moment, först kabelläggning där kabeln läggs på botten och sedan skydd av kabeln. Dessa moment görs vanligtvis av två olika fartyg. Kabelinstallationen kan också ske simultant, dvs. kabelläggning och skydd i samma moment och då från samma fartyg.

Kablarna läggs ned med hjälp av ett kabellägningsfartyg. Detta fartyg är utrustat med en kabelkarusell som fixerar kabeln under transport. När fartyget väl anlänt till aktuell plats kan kabeln lösgöras och läggas ut på havsbotten. Kabelutläggningen kan påbörjas vid transformatorstationen inom vindkraftparken eller vid landtaget, i båda fallen matas kabel ut från fartyget till kabeln nått aktuell anslutningspunkt (transformatorstation eller landtag) där den säkras upp. Mängden kabel ombord på fartyget är begränsad och fartyget kan därför komma att återvända till utskepningshamnen för att hämta upp ytterligare kabel under installationsinsatsen.

Vid kabelnedläggning går kabeln ut från fartyget inom en vinkel på ca 5–15 grader, vilket gör att kabeln, vid ett djup på ca 30 m, ligger på botten ca 20 m från fartyget (Figur. 8). Kabelförlägningsfartyg varierar i längd från ca 90 – 150 m och har en snittfart under arbete på ca 0,2 knop. Ett kabellägningsfartyg under arbete har begränsad manövreringsförmåga.



Figur 8. Illustration av kabellägningsfartyg med pågående kabelnedläggning

2.5 Kabelnedgrävning metod

Efter att kabeln lagts ut på botten kommer den, beroende på val av utläggningsmetod, också att behöva grävas ned. Det finns ett flertal metoder för kabelnedgrävning och valet av metod kommer att göras baserat på den geotekniska informationen såväl som på den samlade riskbedömningen. De metoder som är vanligen används och som kan bli aktuella för nedgrävning är:

- Spolning
- Plogning/ plöjning
- Mekaniska skärverktyg

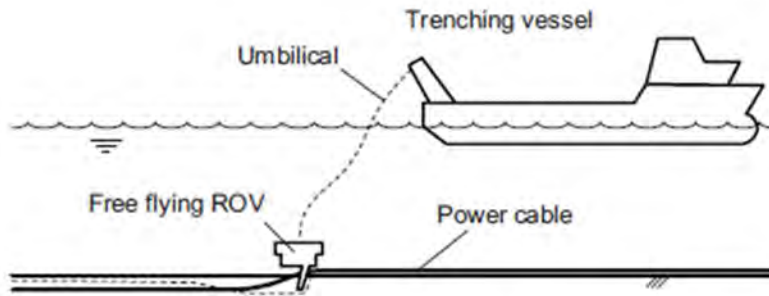
Utgångspunkten är att spolning kommer att tillämpas på merparten av kabelsträckningen. Beroende på bottenförhållanden och den samlade riskbedömningen kan dock övriga tekniker bli aktuella. Mekaniska skärverktyg kommer undvikas och endast användas där andra skyddsmetoder inte är genomförbara. I de fall där botten är för hård eller om annan infrastruktur ska passeras kan kabeln istället för nedgrävning behöva täckas över.

Spolning

Efter att kabeln lagts på havsbotten spolas kabeln ned i sedimenten med hjälp av ett nedspolningsfartyg. Spolning är lämpligt för många vattendjup men är mest effektivt på minst 10 meters djup. Spolningsverktyg används för bottenhållfasthet på upp till 150 kPa (lera).

Under spolning fluidiseras havsbotten så att kabeln sjunker ned i det tillfälliga diket. Största andelen material förväntas återsedimentera i diket, en del material lägger sig bredvid diket eller spolas bort. Vanligen återfylls diket naturligt genom havsströmmar efter en tid vilket minskar behovet av återfyllnad. En eventuell återfyllning kan också göras mekaniskt med naturligt material från havsbotten för att åstadkomma tillräckligt djupt skydd. För projektet förväntas en naturlig återfyllning tillräcklig. Behov av återfyllnad alternativt övertäckning där naturlig sedimentering inte kan uppnås fastställs under detaljprojekteringen.

Spolning är en vanligt använd och säker teknik för att installera kablar och den har tidigare använts i många projekt.

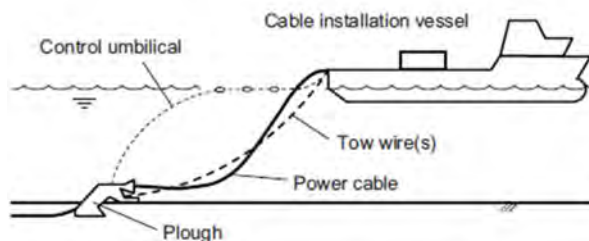


Figur 9. Fjärrstyrd farkost på havsbotten inklusive fartyg på vattenytan

Plogning/ plöjning

Kabelplogar, liknande de som kan ses på bilden nedan, kan användas för att installera kablar och används vanligen för längre kabellängder såsom exportkablar. Kabeln läggs ut på havsbotten med en plog och plöjs samtidigt ned i botten till erforderligt djup, dvs. utläggning och skydd sker simultant. Plogning/plöjning kan användas vid olika typer av bottenammansättningar och är effektiv när bottenammansättningen varierar längs med kabelsträckningen.

Erfarenheten har dock visat att plöjning kan skada kabeln, framförallt vid passage över hårbotten men också över tid då stenblock kan komma att trycka mot kabeln och påverka kabelns livslängd. Plöjning kräver också fartyg med mycket stor dragkraft som har hög energiförbrukning och har en längre installationstid. Därav ses metoden inte som ett huvudalternativ.



Figur 10. Exempel av undervattenkabelplog.

Mekaniska skärverktyg

Mekaniska skärverktyg används för botten där bottenhållfastheten utesluter spolning med ett sedvanligt spolningsverktyg. Ett mekaniskt skärverktyg är utrustat med en skärkedja med tänder som är anpassade för förutsättningarna. Skärverktyget skär upp ett fysiskt dike som kabeln kan sänkas ned i och kan utföras simultant eller fristående från kabellaggningsen, dvs innan kabelnedläggningen. Mekaniska skärverktyg är normalt större än spolningsverktyg. Framdriften är långsammare än spolning och plöjning och väsentligen dyrare.



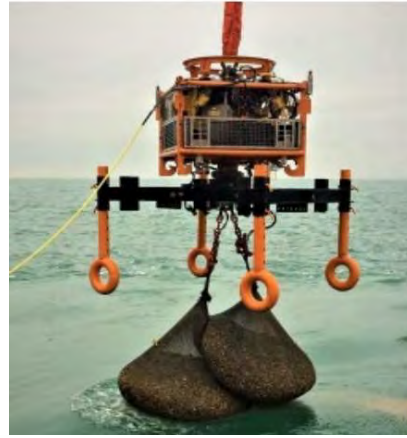
Figur 11. Exempel av fjärrstyrd farkost – mekaniskt skärverktyg

Övertäckningsskydd

De beskrivna metoderna ovan bygger på att sjökabeln skyddas genom att den begravs i sjöbotten. I de fall där botten är för hård eller om annan infrastruktur ska passeras kan andra metoder krävas. I dessa fall tillförs kabel ett yttre skydd som läggs ovanpå kabeln.

Utläggning av ett stenlager ovanpå kabeln är en vanlig metod för kabelskydd. Säckar med sten eller fog kan även komma att användas som alternativt skydd och huvudsakligen för att hålla fast eller stabilisera kabeln. Materialet som används är stenkross vars fraktionsstorlek bestäms av t ex stabilitetsberäkningar vid detaljprojekteringen. Vidare ska stenkrossen vara utan t ex föroreningar, lera och organiskt material. För utlastning eftersträvas en för projektet närliggande hamn men val av hamn kan även styras av tillgång. Svenska eller norska leverantörer är mest troliga.

Alternativa metoder som monteringsfärdiga betongmadrasser, stål- eller betongbryggor, kan också komma att användas som kabelskydd. Utläggning av madrasser är dock tidskrävande och används därför enbart för korta sträckningar.



Figur 12. (T.v.) En typisk betongmadrass. (T.h.) en typisk stensäck.

2.6 Korsning av ledningar

Vid korsning av befintliga kablar och rör ska förläggningen av de nya kablarna ske med hänsyn till de befintliga. En bottenundersökning kommer att fastställa hur dessa befintliga kablar och rör är installerade för att adekvat skydd skall kunna tillämpas.

Övertäckningsskydd beskrivna ovan kan även användas vid korsning av befintliga ledningar. Vid korsning anläggs först ett övertäckningsskydd över den befintliga ledningen för att skapa ett avstånd och skydd mellan ledningarna, ett så kallat separationslager. Exportkabeln förläggs sedan ovanpå separationslagret varefter ett skyddslager förläggs ovanpå exportkabeln.

För det fall att det påträffas befintliga kablar som inte är i bruk (engelska: Out of Service, OOS), kommer dessa att lämnas kvar på plats så långt som möjligt. Det kan emellertid bli nödvändigt att avlägsna delar av sådana "obsoleta" kablar för att möjliggöra installationen av projektets kablar på vissa platser. Vid behov av avlägsnande av sådana kablar kommer ägaren till kabeln att sökas för samråd om hantering av den övergivna utrustningen.

2.7 Kabelreparationer

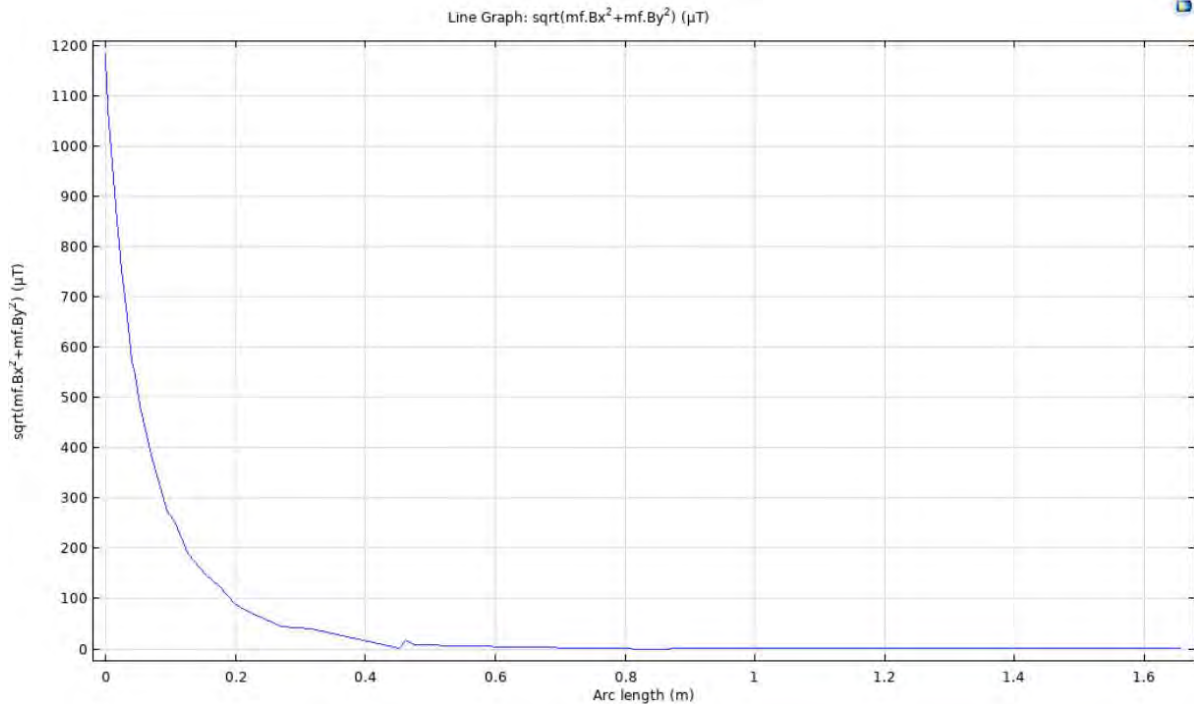
Skulle en kabel upphöra att fungera under dess livslängd kommer det krävas en reparation. För att reparera kabeln kan den behöva lyftas upp till ytan och kapas där kabeln är oskadd på vardera sida av felet. Ett nytt stycke kabel skarvas i och ersätter den skadade delen. Att lyfta upp kabeln på fartyget och sänka ned den till havsbotten förutsätter en "överlängd", ju djupare desto mer överlängd behövs, vilket påverkar den ursprungliga kabelsträckningen. Efter reparation skyddas kabeln på adekvat sätt och tas i drift. Baserat på erfarenhet från andra liknade projekt är den här typen av omfattande kabelreparation ovanliga.

2.8 Elektromagnetiska fält

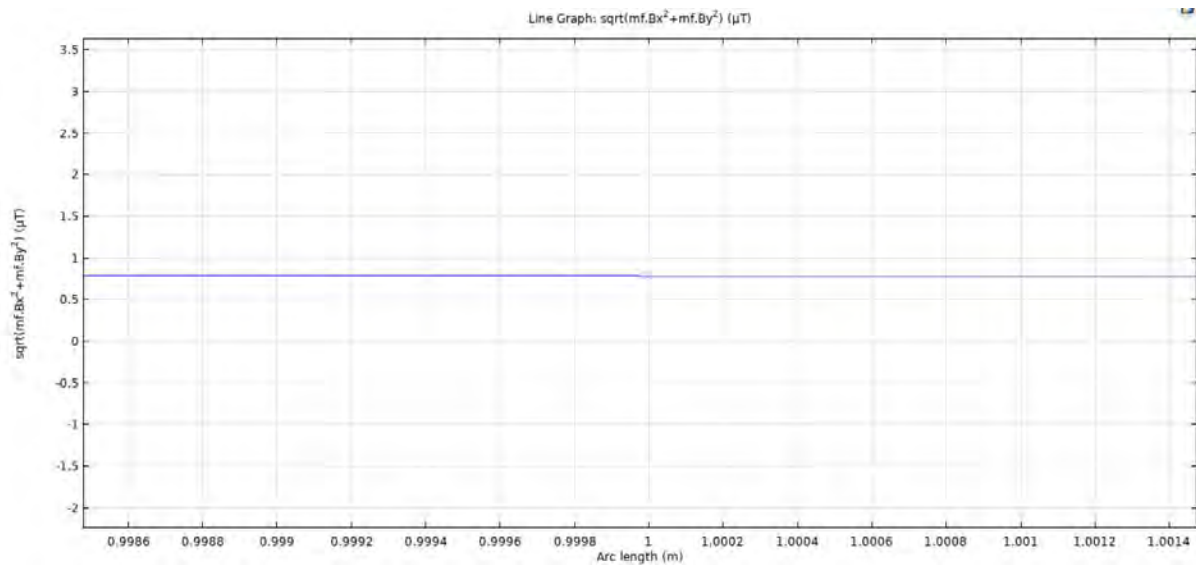
Kablar i drift skapar elektromagnetiska fält. Beräkning av maximala magnetfälten kan ses i figurerna nedan.

Figur 13 och 14 visar elektromagnetiskt fält baserat på avstånd från kabeln (djup och sidledes). Vid oskyddad kabel uppgår magnetfältet till 1,2–1,3 mT direkt vid kabeln, fältet avtar snabbt vid ökat avstånd. Den nedre figuren är inzoomad på ca 1 meters avstånd från kabeln, vilket motsvarar havsbotten vid ett nedgrävningsdjup på 1 m.

Enligt figuren kan då antas ca 0,7 μT . Om kabeln grävs ned djupare än 1 meter kommer det elektromagnetiska fältet att vara än lägre. När ingen nedgrävning kan åstadkommas kan kabeln skyddas genom exempelvis betongmadraser, vilket motsvarar ett nedgrävt djup om 0,2 – 0,3 m. Mindre än 90 μT kan då antas direkt ovanpå kabelskyddet.



Figur 13. Magnetfält i μT i avstånd (m) från kabeln ($I = 1.300 \text{ A}$). Detta motsvarar en vindkraftpark i storleksordningen 1200 MW och exportkablar med maximalt kapacitetsutnyttjande. Maximalt kapacitetsutnyttjande av kablar motsvarar maximalt magnetfält. Värdet 1 på x-axeln motsvarar avståndet till kabeln.



Figur 14. Magnetfält i μT i avstånd (m) från kabeln ($I = 1300 \text{ A}$ som i figuren ovan. Denna tabell är inzoomad på 1 m avstånd från kabeln, och ger ett magnetfältet på ca 0,7 μT .

2023-07-10
2023-103564-0001

2.9 Fartygsrörelser

Under installations- och anläggningsperioden kommer arbetsfartyg att trafikera området. Antaganden har gjorts beträffande antalet huvudsakliga fartygsrörelser för varje fas av installationen av exportkablarna, se Tabell 2 nedan. En kabel i taget hanteras, dvs för exempelvis kabelnedläggning motsvarar antalet fartygsrörelser ett fartyg som förlägger en kabel i taget, vid fyra kablar medför detta fyra fartygsrörelser längs med kabelkorridoren.

Antalet fartyg är dock beroende av installationsmetod och hur många aktiviteter som kan utföras parallellt. Initialt genomförs förberedande åtgärder med till exempel dragg och kabelkorsningar. Därefter följer kabelläggningen som behöver pågå en period innan nedgrävningen påbörjas. Anläggning av övertäckningskydd genomförs ofta i sent skede. Möjligen kan läggning, nedgrävning och övertäckning pågå samtidigt på olika platser längs kabelkorridoren. Uppgifterna nedan är således endast uppskattningar. Under anläggning kommer ett skyddsavstånd på 500 m till arbetande fartyg att eftersträvas.

Tabell 2. Anläggningsfas: Indikativt antal olika fartyg och fartygsrörelser under installationen.

Fartyg/Uppgift	Hastighet	Antal fartygsrörelser
Förberedelse - hantering av stenblock, bråte m.m.	1-4 knop	4 (1 per kabel)
Kabelläggingsfartyg*	200-600 m/h	4 (1 per kabel)
Nedgrävning av kabel, inkl. kontroll före och efter arbetet.	100-400 m/h	12 (3 per cable)
Anläggning av övertäckningskydd, inkl. kontroll före och efter arbetet.	(0-200 m/h)	0 -12

*Kabelutläggningsfartyg betjänas även av typiskt sett mindre fartyg vid landtag och indragning av kabel till transformatorstation. Liknande fartyg kan användas för att bevaka kabeln tills den är skyddad.



Figur 15. Kabelläggingsfartyg

2.10 Drift och underhåll

Driftfasen inleds när installationen färdigställts och vindkraftparken driftsatts. Livslängden på vindkraftparken beräknas just nu till 40 år, livslängden på exportkablar är normalt längre än så. En övergripande drift- och underhållstrategi kommer att tas fram när den detaljprojekteringen slutförts.

Utgångspunkten för den här typen av anläggning på denna plats är att underhåll inte ska behövas, detta kan förändras efter genomförd riskanalys i detaljprojekteringen eller förändrad riskbild i driftfasen. En förändrad riskbild kan exempelvis bero på

rörliga bottnar vilket kan riskera att kabelns skydd försämras. Någon eller några inspektioner under livstiden kommer dock att genomföras.

Tänkbara underhållsarbeten under anläggningens livstid är:

- Inspektion av kabel och övertäckningsskydd, m.h.a. drop down video, ROV eller dykare
- Underhåll och komplettering av kabelskydd, ex nedgrävning av kabel och utläggning av övertäckningsskydd
- Undersökning av havsbotten i och i anslutning till kabeln för att få kunskap om eventuella förändringar som kan påverka kabeln, t.ex. filmning av botten vid passage i närheten av dumpningsområde för att säkerställa att inget dumpats på kablarna. Vidare kan geofysiska (vanligen från en ROV utrustad MBES och magnetometer) undersökningar användas för att bestämma kablarnas skyddsnivå (dvs. hur djupt de är begrävda).

Behov av större kabelreparationer eller kabelutbyten förutses inte under normala förhållanden men kan inte uteslutas. Före en reparation behöver vanligen havsbotten undersökas på nytt för att säkerställa nedläggningen av kabeln.

2.11 Konstruktionsförberedande undersökningar

De konstruktionsförberedande undersökningarna utgörs av kompletterande undersökningar och syftar till att i detalj kartera bottenförhållandena längs exportkabelns planerade sträckning. Undersökningarna krävs för att ytterligare i detalj kunna detaljplanera förläggningen av kablarna inom exportkabelkorridoren och utförs i den förberedande fasen (se avsnitt 2.3).

Undersökningarna utförs inom kabelkorridoren och är begränsade till planerad dragning för varje kabel samt det direkta närområdet intill dessa.

Undersökningarna innefattar geofysiska och geotekniska metoder. De geofysiska undersökningarna som planeras utförs från ett fartyg i rörelse och omfattar hydroakustiska mätningar (sidoseende sonar och multistråligt ekolod) och magnetometri (som görs för att lokalisera främmande föremål på botten)

Geotekniska undersökningar görs från stillaliggande fartyg och ger information i enskilda punkter. Geotekniska undersökningar som planeras omfattar mätningar av belastningsskjuvning (CPT) samt sedimentprovtagning i form av bottenhugg och vibrocorer.

Dropvideo och ROV kan också komma att användas för att närmare undersöka olika föremål som identifierats vid de geofysiska undersökningarna i närheten av planerade kabeldragningar.

Multi-beam echo-sounder (MBES)

Multi-beam echo-sounder (MBES) bestämmer med en ljudpuls både avståndet till och ytans riktning i hundratals punkter. Tillsammans med data från positioneringssystemet skapas heltäckande topografiska kartor av bottenytan. MBES använder en ljudfrekvens på 200–700 kHz som inte är bottenpenetrerande. Multibeamekolodet registrerar också styrkan på det reflekterade ljudet vilket tillsammans med positionsdata används för att göra kartor som visar bottenens akustiska reflektionsförmåga, som sedan används för att bestämma utbredningen och avgränsningen av olika typer av sediment.

Sidavsökande sonar (SSS)

Sidavsökande sonar (SSS) mäter bottenytans akustiska reflektionsförmåga vilket ger en högupplöst bild av botten och används för att identifiera upphöjningar och föremål som potentiella vrak. Den sidavsökande sonaren använder en ljudfrekvens på 300–900 kHz som inte är bottenpenetrerande. Den sidavsökande sonaren registrerar enbart tiden för den reflekterade ljudpulsens. Fördelen med data från sidavsökande sonar jämfört med multibeamekolodet är en högre upplösning medan nackdelen är den lägre precisionen i lägesbestämningen.

Vibrocorer

Vibrocorer är en vibrationsdriven rörprovtagare som används vid insamling av sedimentkärnor för att kunna karakterisera ytsediment. Vibrocorer tar prover av ytsediment ner till 6 m djup.

Vibrocore använder låga amplituder som riktas ner i sedimentet och medför inte någon signifikant spridning av ljud i vattenmassan.

Tabell 3. Typiska frekvenser och bullernivåer vid vibrocorer.

Aktivitet	Dominerande frekvensområde	Referens
Vibrocore (stationär) med undersökningsfartyg	20-200 Hz	(Reiser, Funk, Rodrigues, & Hannay, 2011)

Cone penetrometer test (CPT)

CPT är en vanlig undersökningsmetod för havsbotten och används för att bestämma geotekniska egenskaper av havsbotten och avgränsning av jordstratigrafi. CPT-metoden utförs genom att låta ett konformat instrument penetrera botten i en kontrollerad takt (1,5–2,5 cm/s) med spetsen riktad nedåt. CPT tar prover av ytsediment ner till 6 m djup. Konen har en standarddiameter på 10 cm. Datan används för beräkning av belastningsskjuvning genom mätningar av skjuvvågshastigheten genom jordlagret. Vid seismisk CPT monteras en adapter precis bakom CPT-sonden vilken har vibrationssensorer på två platser. Detta gör det möjligt att basera beräkningen av skjuvvågshastigheten på tidsskillnaden mellan samma vågs passager. Seismisk CPT ger därmed exaktare resultat än mer traditionella metoder.

CPT utgör en mekanisk mätning och är inte en akustisk metod, dvs metoden medför ingen signifikant bullerpåverkan.

Tabell 4. Typiska frekvenser och bullernivåer vid Cone penetrometer test

Aktivitet	Dominerande frekvensområde	Referens
CPT (stationär) med undersökningsfartyg	20-200 Hz	(Willis, Broudic, Bhurosah, & Masters, 2010)

3 LANDFÄSTE OCH SKARVPLATS SJÖKABEL-MARKKABEL

I strandzonen (s.k. landfästet) dras exportkablarna upp på land mot en skarvplats där övergång från sjökabel till landkabel sker. Flera teknikval för landfästet är möjliga men de vanliga metoderna som används brukar delas in i konventionellt schakt eller schaktfri metod. Båda metoderna kan vara aktuella för Kattegatt Syd, en kombination av de två alternativen kan även bli aktuellt. Valet av teknik beror på de specifika förutsättningarna vid landfästet. För att fastställa lämpligaste teknik kommer detaljerade botten- och markundersökningar att utföras inom strandzonen samt på land. De alternativa lösningar som kan vara möjliga är 1) öppet schakt fram till skarvplatsen, 2) schaktfri metod en bit ut från strandzonen fram till skarvpunkten, 3) öppet schakt upp på stranden samt schaktfri metod fram till skarvplats.

För de arbeten som ska utföras med landfäste och skarvplats kommer en tillfällig arbetsväg att etableras mellan landkabeldikena.

3.1 Lokalisering

Landfästet är lokaliserat vid Stavderpå norra Väröhalvön. Stranden består av klappersten i varierande storlek samt sand. I vattnet, en bit från strandzonen, förläggas sjökablarna allt närmare varandra, för att anslutas till markkabelförbanden i skarvplatsen. Skarvplatsen är lokaliserad bakom den buskbård som kantar stranden.



Figur 16. Karta över landfäste och skarvplats mellan sjökabel och markkabel.

3.2 Öppet schakt

Öppet schakt innebär att ett gemensamt eller flera separata öppna kabeldiken grävs på botten från ett vattendjup på ca 10–15 m och in mot stranden. I detta område är ofta vattendjupet för grunt för den utrustning som används på huvudsträckan i havet. Om öppet schakt används längs hela sträckningen fortsätter schakten upp på land

2023-07-10

2023-103564-0001

ända fram till skarvplatsen, där övergång till markkabel sker (Figur 16). Schaktet hålls antingen öppet tills kabeln förlaggs eller så läggs skyddsror ner i schaktet genom vilket kablarna kan dras i ett senare skede.

De exakta dimensionerna av schakten kommer att fastställas under detaljprojektering, men ett troligt djup och bottenbredd om ca 1,5x1,5 m per kabeldike är nödvändig. Installation av kabelskydd (se avsnitt 2.5.4) kan bli nödvändigt i området närmast vattenbrynet för att skydda mot t.ex. isbildning. Kablarna dras vidare till skarvgrop i direkt anslutning till det öppna schaktet.



Figur 17. Nedläggning av kabel i ett öppet schakt.

Schakten grävs med hjälp av en grävmaskin som placeras på en pråm utrustad med stödben för att hålla position. För att minska eventuell sedimentspridning grävs försiktigt och skopan töms från låg höjd vid sidan av kabeldiket. Framdriften är beroende på bottengeologi, men förväntas vara mellan 30–70 m per dag. Total längd per kabeldike är ca 250–300 m, vilket motsvarar ca 10 dagars arbete per kabeldike. Efter att kabeln lagts ned i graven används uppgrävt material för återfyllnad. Eventuella större stenar lämnas vid sidan. Nära land och vidare upp till skarvplatsen används normalt en bandgående grävmaskin.

3.3 Schaktfri metod

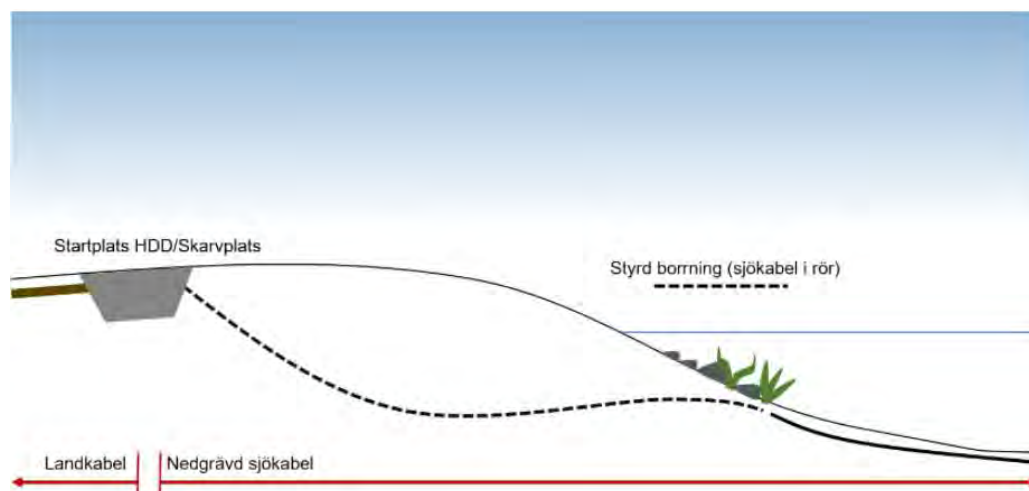
Schaktfria metoder, i form av exempelvis borring, kan eventuellt användas vid landfästet.

Vissa schaktfria metoder kräver ett homogent material vilket gör att den i vissa fall, när substrat/jordmån utgörs av en blandning av olika fraktioner (exempelvis vid förekomst av block) är svår att genomföra. Andra begränsningar kan vara topografi och längd på önskad borring. För beskrivning av olika schaktfria metoder, se avsnitt 4.4. Beroende på vad geotekniska undersökningar visar, kan eventuellt styrd borring med AT-teknik vara en möjlig metod vid landfästet.

Olika kombinationer av öppet schakt tillsammans med schaktfri lösning utreds; schaktfri metod en bit ut i vattenområdet fram till skarvpunkten (Figur 16) alternativt att den öppna schakten går upp på stranden där schaktfri metod tar vid fram till skarvplats. Schaktfri metod medför att naturmiljöerna ovan den sträcka som borrar

kan lämnas intakta. Nedan visas en schematisk bild för en schaktfri lösning (Figur 18).

Visar sig styrd borring vara möjligt förväntas genomförandet ta totalt ca 3–8 månader vid fyra rörinstallationer och en längd om ca 250–300 m (om en kortare sträcka borrar kan perioden kortas). Detta kräver vidare att installationsarbetet kan genomföras dygnet runt alla dagar i veckan. Tiden kan delas in i en mobiliseringsfas, tre-fyra veckor, där arbetsområdet förbereds med ytor för till exempel borrarplats, borrhopp och recycling av borrarlam. Därefter en installationsfas, som är större delen av tiden, där pilotborring, rymmning till rätt dimension av borrhål följt av indrag av kabelrör genomförs. Under denna fas inräknas viss väderväntan då pråm och dykare ska användas vid havsdelen. När rören är installerade återställs ytorna i avvaktan på kabelinstallationen och avetablering sker, detta uppskattas till ett par veckor.



Figur 18. Schematisk figur över styrd borring från vattenzonen fram till skarvplatsen.

3.4 Skarvplats sjö- och markkabel

Sjökablarna kommer att anslutas till markkablarna i en eller flera skarvplatser inom valt landfäste på lämpligt avstånd från strandkanten där en stabil, säker zon kan tillhandahållas. Skarvplatsen utgörs av en tillfällig grop i vilken kabelanslutningarna görs under marknivå. Efter avslutat arbete återfylls gropen med lämpligt material och marken återställs till naturmark. Arbetet återupprepas på samma sätt för de parallella kablarna.

Det maximala antalet skarvplatser är detsamma som antalet kabelförband (3 eller 4), men en gemensam skarvplats för samtliga skarvar är också möjlig. Dimensionen för enskilda skarvgropar uppskattas till 4 x 15 x 2,5 m (bredd x längd x djup). Botten på skarvgropen utgörs ibland av en betongplatta eller motsvarande.

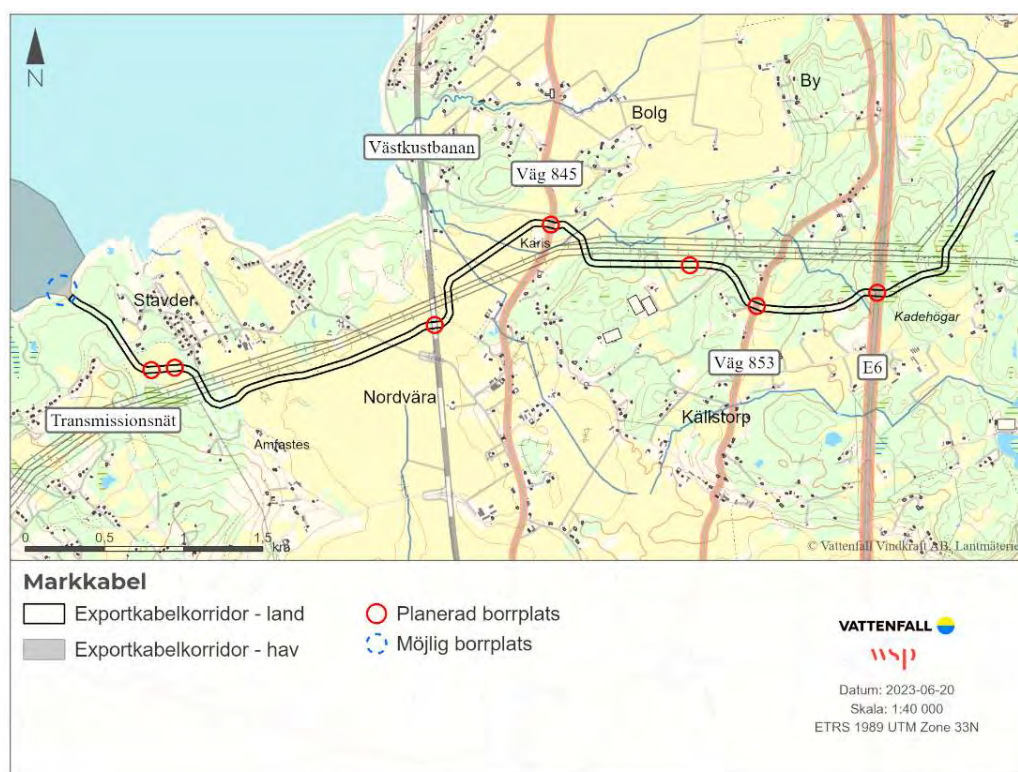
4 MARKKABEL

4.1 Lokalisering

Från övergången mellan sjökabel och markkabel vid Stavder förläggs markkablarna ca 7 km fram till den planerade stationen vid Mellanbäck öster om väg E6. Se Figur 19. Kablarna förläggs i huvudsak i jordbruksmark med större jorddjup. Vissa sträckor passerar kabeln genom skogsmark med generellt mindre jorddjup och risk för ytligt berg.

Längs sträckan passeras olika typer av fysiska hinder så som vägar, järnväg, diken, stengärdesgårdar, andra markförlagda ledningar samt luftledningar.

Längs en ca 5 km lång sträcka förläggs kablarna längs med Svenska kraftnäts fyra 400 kV luftledningar FL66, FL67, FL68 och FL69 som löper från Ringhals kärnkraftverk. Området är generellt glest bebyggt med ett fåtal närliggande gårdar/hus längs sträckan.

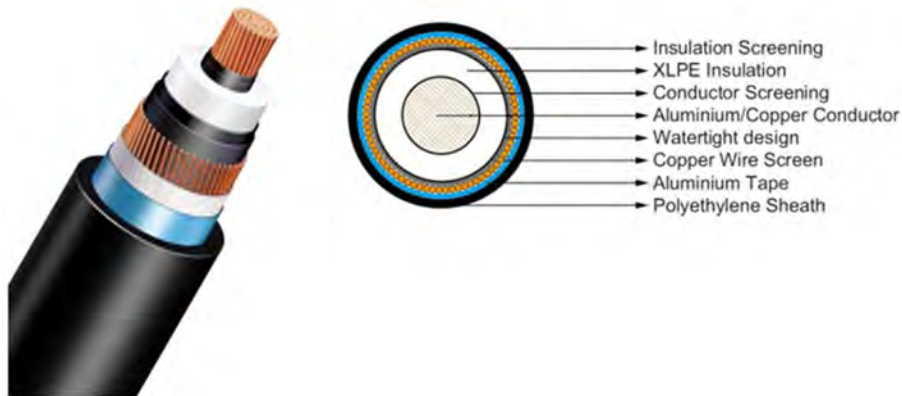


Figur 19. Karta över markkabelns sträckning med planerade och möjliga borrplatser.

4.2 Design markkabelförband

Markkablarna kommer att vara av typen plastisolerad enledarkabel. Kablarna är i huvudsak uppbyggda av en elektrisk ledare av aluminium eller koppar, omgärdad av ett lager tvärbunden polyeten (PEX) för elektrisk isolation. Runt isolationen finns en jordad skärm av koppar samt en yttre skyddande mantel av polyeten (PE). Kablarna består också av komponenter som säkerställer olika funktioner t.ex. längs- och tvärvattentäthet. Varje kabel i kabelgruppen beräknas ha en diameter om ca 10–14 cm och en vikt på ca 12–25 kg/m, beroende på ledarmaterial och dimension.

Exempel på principiell konstruktion av en enledarkabel se Figur 20.



Figur 20. Principiell konstruktion av plastisolerad markkabel av enledartyp.

Markkabelförbandet består av tre alternativt fyra kabelgrupper (lika många kabelgrupper som antal sjökablar) där varje kabelgrupp utgörs av tre enledarkablar som läggs i plan förläggning bredvid varandra i samma schakt. Alternativt förläggs kablarna i s.k. trefoil-formation (pyramidform).

Förutom kraftkablarna förläggs även andra typer av kablar, linor samt rör och kabelskydd i schaktet. Omfattningen av dessa typer av installationer fastställs i samband med detaljprojekteringen men kan delas in i följande.

- Geotextila material längs schaktbotten och slänter (rasskydd)
- Varningsnät, varningsband och plana kabelskydd av plast som syftar till att skydda kablarna mot yttre påverkan
- Kanalisationsrör av plast vid passage av vissa hinder (rörförläggning av kablarna)
- Fiberoptiska kablar för kommunikation och övervakning av vindkraftparken
- Jordlinor och potentialutjämningslinor av koppar

4.3 Kabelförläggning – öppet schakt

Som huvudsaklig installationsmetod kommer markkablarna att förläggas i öppet schakt enligt nedan.

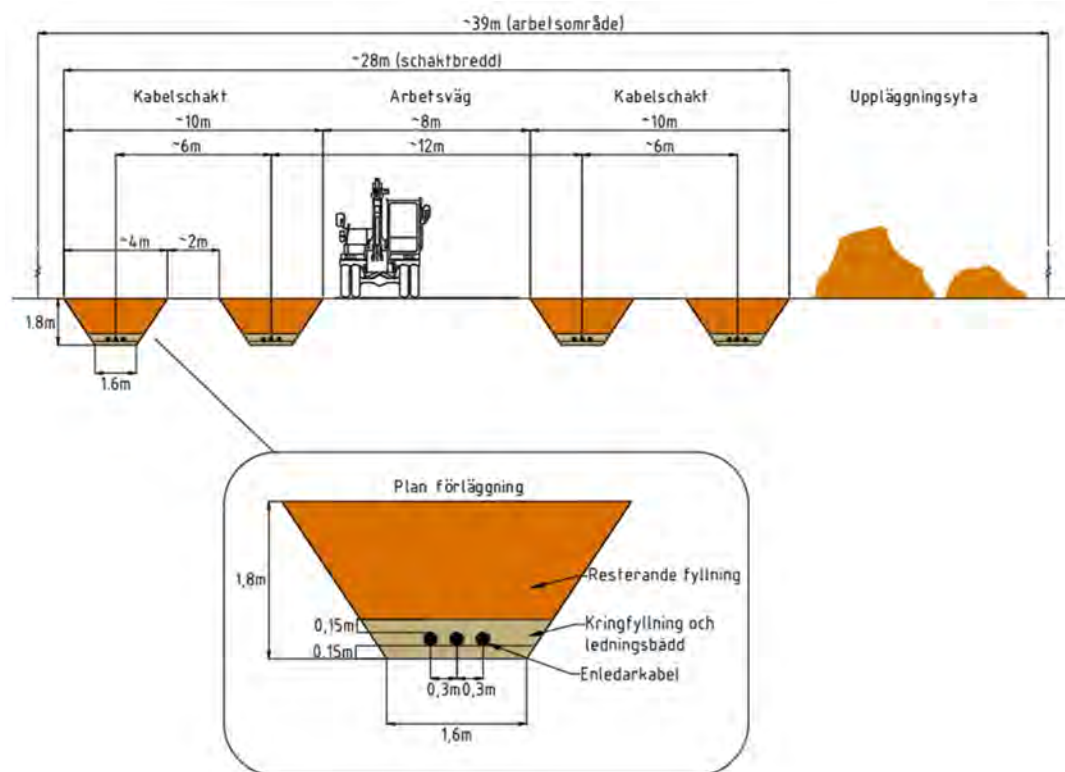
Arbetsområde, arbetsvägar och upplagsytor

Arbetet med att schakta och förlägga kablarna kräver ett arbetsområde som inrymmer kabelschakt, arbetsväg samt upplagsytor för schaktmassor och materiel. Målsättningen är att hålla ner bredden på arbetsområdet för att minimera påverkan på omgivningen samtidigt som arbetsområdet måste vara så pass väl tilltaget att arbetena kan bedrivas rationellt. Arbetsområdet förväntas uppgå till en bredd av ca 33 m för 3 kabelgrupper och ca 39 m för 4 kabelgrupper.

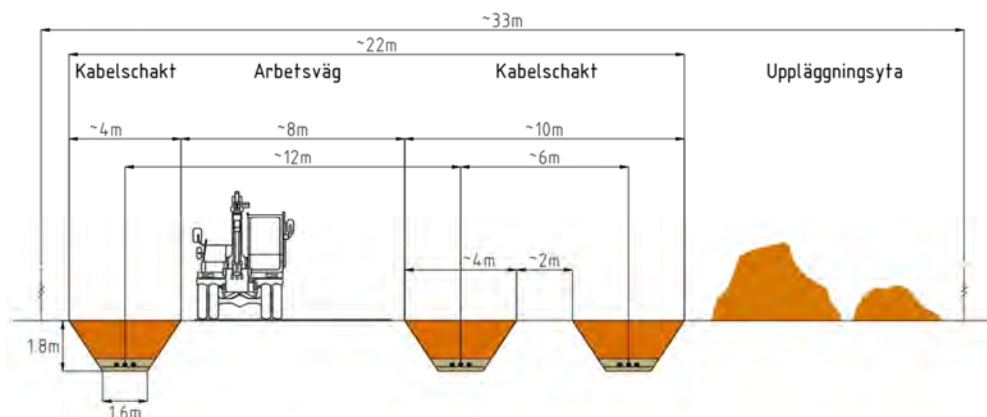
Antalet parallella kabelschakt (kabeldiken) kan komma att variera mellan ett (1) och fyra (4) st beroende på vad som senare bedöms vara en lämplig förläggning ur teknisk och ekonomisk synvinkel. Principskisser för hur kabelschaktet kan utformas, inklusive upplagsytor och arbetsvägar, om varje kabelgrupp läggs i separata kabeldiken, framgår av Figur 21 (fyra kabelgrupper i plan förläggning) och Figur 22 (tre kabelgrupper i plan förläggning)

Vid förläggning av en kabelgrupp i separat kabeldike i åkermark kommer kabelschaktet ha ett ungefärligt djup om ca 1,8 m, en bottenbredd på ca 1,6 m och en dagöppning på ca 4–6 m beroende på vilken släntlutning som krävs¹.

Vid arbete i skogsmark med mycket bergschakt minskas schaktets storlek. Eventuellt kombineras en grundare förläggning med att lägga kablarna i rör. Vid förläggning av fler kabelgrupper inom gemensamt kabelschakt kommer bottenbredd och dagöppning att öka men antalet kabelschakt minskar. Bredden på arbetsområdet som helhet kommer dock inte att öka.



Figur 3. Principskiss av markkabelschakt med fyra markkabelgrupper



Figur 22. Principskiss av markkabelschakt med tre markkabelgrupper

¹ Beroende av bärlighet i marken

Arbetsvägar anläggs t.ex. med bergkrossmaterial ovanpå en geotextilduk. Vid svårare markförhållanden kan stockmattor användas. Vändplatser och mötesplatser för arbetsfordon planeras in på lämpliga ställen. Diken kan tillfälligt behöva täckas över efter att vägtrummor eller liknande har förlagts i dikesbotten. Upplagsytorna ska ha plats för uppläggning och separation av olika typer av schaktmassor. Vid behov avgränsas arbetsområdet med ett byggstängsel.



Figur 23. Exempel på arbetsområde med arbetsväg, schakt och uppläggningsyta

Vid trånga passager, exempelvis vid passage av stenmurar eller i områden med komplexa markförhållanden, kan vid behov särskilda anpassningar göras för att minska arbetsområdets bredd. I dessa fall används mindre grävmaskiner och specialfordon för borttransport av schaktmassor till annan plats än vid upplagsyta bredvid kabelschaktet. På motsvarande sätt kan det lokalt också behövas ett större arbetsområde, t.ex. vid behov av utökad upplagsyta samt vid skarvplatser eller mötesplatser/vändplatser för arbetsfordon längs arbetsvägarna.

Utformningen av arbetsområdet kommer att läggas fast under detaljprojekteringsfasen.

Kabelförläggning med öppet schakt

Schakt bedrivs med konventionella arbetsmetoder för jordschakt med hjälp av grävmaskiner, lastmaskiner och lastbilar etc. Släntlutningar bestäms enligt Svensk Byggtjänst skrift "Schakta säkert". Vid svåra markförhållanden kan olika typer av stödkonstruktioner (sponter) behövas.

Arbetet med schaktning, kabelförläggning och återställning utförs normalt i en följd för att minimera tiden som schaktet står öppet. Arbetet kan ske på en eller flera kabeldelsträckor samtidigt. Varje kabeldelsträcka är ca 700–1200 m lång. Slutgiltig längd bestäms i detaljprojekteringen men beror bl.a. på vikt och volym på leverans av kabeln till aktuellt område samt lokalisering av lämpliga och lättillgängliga skarvplatser. Mellanliggande skarvplatser behöver hållas öppna längre än kabelsträckorna innan de kan återställas.

Eventuell länshållning av schakt kommer att utföras så att en stabil schaktbotten kan säkerställas och kabelförläggning kan utföras i torrhet. Grundvattenförhållanden beaktas och hanteras vid behov så att en säker schakt kan genomföras. Tillfällig

grundvattensänkning genom länshållning kan krävas för del av planerade schakter, främst i områden med hög naturlig grundvattennivå. Ett schaktdjup på ca 1,8 m medför att grundvattennivån inom schakt behöver ligga ca 2 m under mark. I relation till normal medelgrundvattennivå inom mer finkorniga jordar (ca 1–1,5 m under mark) kan detta lokalt innebära en tillfällig grundvattensänkning om upp till ca 1 m. Vid mer permeabla jordar ligger normalt grundvattenytan djupare och grundvattensänkingsbehovet blir därmed mindre. Mot bakgrund av den måttliga grundvattensänkningen bedöms grundvattenbortledning bli liten. Dessutom är bortledningen tillfällig i takt med att schaktarbetet rör sig framåt. Oaktat om lokal infiltration kan nyttjas eller inte bedöms den tillfälliga grundvattensänkningen få en mycket lokal utbredning. Schakter kommer att ske i delsträckor med en längd om ca 700–1200 m, vilket innebär att länshållna schakter kommer att stå öppna under några månader per delsträcka.

Avledning av länshållningsvatten utförs så att skada på omgivningen inte uppkommer, beaktande såväl vattenkvalitet som vattenflöde. I första hand hanteras länshållningsvatten med lokal infiltration och där vidare avledning mot recipient väljs ska detta föregås av partikelavskiljning (sedimentering) med oljeavskiljande funktion.

När schaktet är klart läggs en geotextilduk i schaktbotten och längs schaktväggarna. Duken tjänar som ett enklare erosionsskydd under tiden schaktet står öppet samt kan, efter att kablarna förlagts, även användas som ett extra skydd för rotinträngning genom att duken vikts runt kringfyllningen.

En ca 15 cm tjock ledningsbädd av "termisk sand" bestående av 0–4 mm stenmjöl läggs ut i schaktbotten. Om befintliga massor i schakten är av tillräckligt god kvalitet är det också möjligt att återanvända dessa som ledningsbädd och kringfyllning, se avsnitt 4.8 Masshantering.

Då ledningsbädden är klar installeras kablar, jordlinor etc med hjälp av kabeldragningsutrustning. Kabeltrummor transporteras till en skarvplats och kablarna dras därefter ut på en rullbana på ledningsbädden. Utdragningen sker med vinschutrustning och vid behov även utplacerade kabelmatare på sträckan. Se Figur 24.



Figur 24. Exempel på kabelförläggning, kabeltrumma i bakgrunden

Efter utdragning placeras kablarna på ledningsbädden. Vid förläggning av kablar eftersträvas en så rak förläggning som möjligt. Många böjar och skarpa kurvor kan försvåra installationen. Kablarnas minsta tillåtna böjningsradie är ca 2–4 m vilket innebär en viss begränsning av hur kablarna kan förläggas.

Efter att kraftkablar, fiberoptiska kablar och kopparlinor mm installerats utförs en inmätning för att säkra framtida lokalisering. Därefter utförs en kringfyllning runt kablarna. Materialet är av samma typ som ledningsbädden och fylls upp 15 cm ovan kablarnas hjässa.

Efter kringfyllningen läggs kabelskydd, varningsband, eventuellt ytterligare kopparlinor mm vartefter schaktet återfylls. Innan kablar tas i drift utförs olika typer av tester på kabelsystemet, t.ex. mantelprovning och spänningstest.

Kabelförläggning i jordbruksmark

Den överliggande matjorden schaktas av först och läggs på en separat upplagsyta inom arbetsområdet eller transporteras till iordningsställda upplagsplatser längs med sträckningen för att minska arbetsområdets bredd om det behövs. Därpå kan den underliggande jorden (alven) schaktas bort ner till rätt schaktdjup. Alven hålls separerad från matjorden för att möjliggöra återställning av jordbruksmarken.

Vid påträffande av rör tillhörande jordbruksdraineringar återställs dessa i enlighet med avsnitt 4.6.7 *Hantering markavvattningsföretag i jordbruksmark*.

För att förhindra spridning av ogräs och jordsmitta, kommer ingen jord att flyttas från en fastighet till en annan. Om berg eller block påträffas i schaktet hanteras det enligt avsnitt 4.3.4 *Kabelförläggning i skogsmark*. Vid behov installeras bentonitpluggar i schaktet i syfte att hindra att vatten avleds från jordbruksmarken via kabelschaktet. Efter att kabeln installerats enligt ovan återfylls schaktet med material från alv och matjord. En viss överfyllning av matjorden görs för att säkerställa rätt slutlig marknivå efter att marken satt sig.

Arbetsvägar som anlagts tas bort om det inte överenskommit annat med fastighetsägaren. Hela arbetsområdets bredd återställs till förutvarande standard.

För att möjliggöra fortsatt användande av jordbruksmarken säkerställs att inga installationer tillhörande kabelsystemet förläggs grundare än 0,8 m under färdig marknivå. Jordbruksmark kan under driftskedet normalt brukas så som tidigare efter att marken återställts.

Kabelförläggning i skogsmark

Vissa sträckor av markkabelkorridoren går genom skogsmark, främst vid landfästet samt några sträckor inom den östra delen av korridoren. Arbeten i skogsmark bedrivs i huvudsak på samma sätt som i jordbruksmark (enligt ovan) men med ett par skillnader.

För att bereda plats för arbetsmaskiner måste större träd och buskar avverkas.

Därefter bryts stubbar bort i ledningsgatan. Det översta jordlagret, jordmånen, schaktas av och läggs på upplag inom arbetsområdet för senare användning vid återställning av ledningsgatan.

I skogsmark är det ofta grundare till berget vilket ökar sannolikheten för att losshållning (sprängning och spräckning) och borttransport av berg måste utföras. Av total schaktsträcka i projektet bedöms ca 35% ha risk för förekomst av ytligt berg som kräver losshållning.

Vid påträffande av berg i schaktet losshålls detta med konventionella spräng-, eller spräckningsmetoder. Bergmaterialet borttransporteras om det inte kan återanvändas på platsen, t.ex. för tillfälligt anläggande av plan eller väg. Vid påträffande av block i schaktet grävs dessa bort alternativt losshålls på samma sätt som berg. Exempel på schaktarbeten i skogsmark se Figur 25.

Innan sprängningsarbeten påbörjas genomförs en riskanalys i syfte att identifiera eventuella närliggande byggnader och anläggningar (t.ex. luftledningar) som skulle kunna komma till skada av sprängningsarbetet. Sprängningsmetoder och maximala vibrationsvärden väljs utifrån resultatet av riskanalysen. Vid sprängning närmare än 100 m till Svenska kraftnäts kraftledningar ska Svenska kraftnät kontaktas senast 14 dagar i förväg.



Figur 25. Exempel på schaktarbeten i skogsmark

Efter sprängning och spräckning tätas schaktbotten. Kablar installeras på samma sätt som i jordbruksmark. Befintliga massor från arbetsområdet återläggs i schakten. Slutligen påförs den sparade jordmånen för att möjliggöra snabb återetablering av skogsvegetationen.

Vid återställning i skogsmark får inte träd återplanteras ovanpå kablarna eftersom rötter med tiden kan skada dessa. Mindre buskar tillåts dock i ledningsgatan.

Kabelförläggning i blöt mark

På sträckor där kabelinstallation i öppet schakt är svår att genomföra, exempelvis i blöt mark, kan det bli aktuellt att först förlägga rör som kablarna sedan dras igenom. Rören installeras genom att rörlängder om ca 6–12 m förläggs i ett grävt schakt och skarvas ihop sektionvis vartefter schaktningen arbetar sig framåt. När en rörsektion installerats och skarvats ihop med nästkommande rörsektion fylls schaktet igen och återställs. De sammanfogade rören bildar en kanalisation i vilka kablarna senare kan dras. Eventuellt behov av denna metod avgörs från fall till fall och tillsammans med övriga tillgängliga alternativ, t.ex. en schaktfri metod.

4.4 Kabelförläggning – schaktfri metod

Schaktfria metoder (borrning) kan komma att användas vid vissa platser, där det bedöms tekniskt genomförbart, eftersträvansvärt och rimligt utifrån ett kostnads- och nyttoperspektiv. Exempel på sådana platser är biotopskyddade områden med höga naturvärden eller vid känslig infrastruktur. Vid vissa platser är schaktfri metod ett villkor för att få korsa den aktuella anläggningen. Det gäller korsningarna med

Trafikverkets järnväg Västkustbanan samt Trafikverkets vägar E6, Varbergsvägen och Vallavägen. Platser där en schaktfri metod idag planeras framgår av Figur 26.

Vid schaktfri metod installeras skyddsror av plast eller metall i marken. För vidare information om schaktfria metoder, se avsnitt 4.4.1 - 4.4.4 nedan. Storleken på dessa skyddsror beror på om man väljer att installera en enledarkabel eller tre enledarkablar (en kabelgrupp) i varje rör. Storlek på rör uppskattas ca 200–600 mm i diameter.

Kablarna kan därefter dras genom rören. Vid behov fylls rören med en termisk fyllning t.ex. bentonitlera uppblandad med vatten i syfte att förbättra värmeavledningen från kablarna.

Schaktfria metoder lämnar normalt ingen synlig påverkan på marken förutom vid borrstart och borrslut där schaktgropar är nödvändiga. Storlek och djup på dessa gropar varierar beroende på markförhållanden och borrmotod. Schaktgroparna återställs efter utförd borring.

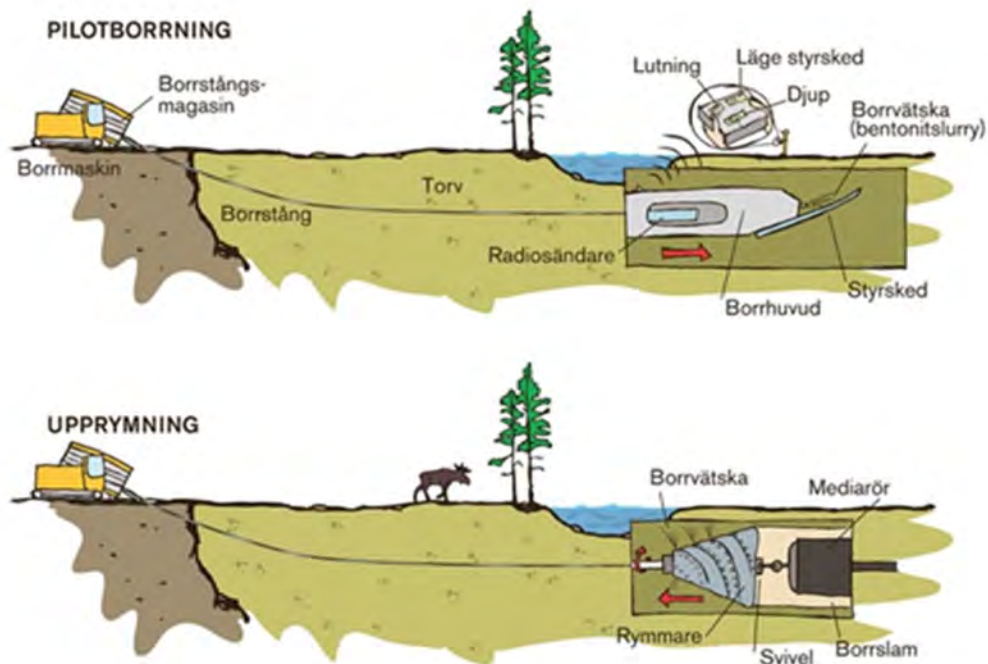
Undantagsvis kan det uppstå en s.k. blow out eller markhävning som en konsekvens av borringen. En blow out är en upptryckning av borrvätska som letar sig upp till markytan via sprickor i marken. En blow out resulterar i att borrvätska (t.e.x betontitblandat vatten) behöver omhändertas på markytan. En hävning av marken kan ibland uppstå t.ex. i samband med upprymning av borrhål eller vid installation av skyddsror. En markhävning kan kräva att markytan återställs till ursprungligt skick.

Metodval beror på markförhållandena på platsen. Nedanstående metoder har bedömts vara de mest lämpliga baserat på befintliga geotekniska data från SGU samt okulära bedömningar vid platsbesök. Andra likartade metoder kan användas. Slutligt val av borrmotod görs efter att geotekniska undersökningar har utförts på platsen, normalt i samband med detaljprojekteringen.

Styrd borring

Styrd borring är en möjlig metod för schaktfri lösning vid längre sträckning i lös jordlagerföljd. Metoden kan vara ett lämpligt val när ledningssträckningen passerar genom områden med lera, sand eller torv som kan vara svåra att passera med traditionell schakt (tex pga dålig bärighet och hög vattennivå). Styrd borring går att utföra vid betydligt längre sträckor än andra metoder som exempelvis hammarborring och augerborring.

Vid styrd borring borrar pilotstången fram i marken efter en projekterad linje. Borrhuvudets läge kontrolleras med en sändare i fronten och styrs med en vinklad sked. Efter framborring dras borrhången tillbaka med en monterad rymmare som överrymmer (utvidgar) hålet och drar med efterföljande skyddsror/mediarör. Eventuellt överskottsmaterial från borringen dras tillbaka till startgropen.



Figur 26. Exempel på styrd borrning.

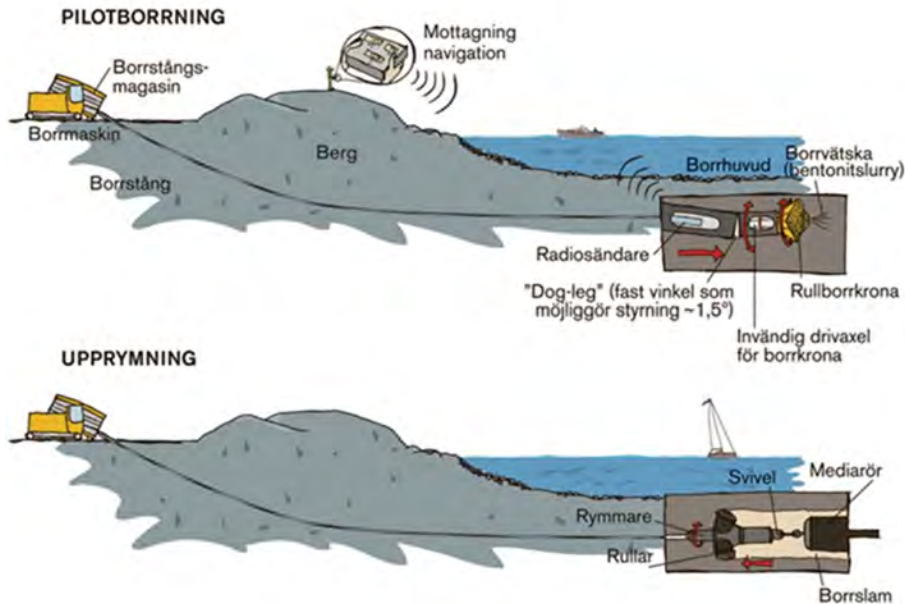
Styrd borrning med AT-teknik

Styrd borrning med AT-teknik (all terrain) är möjligt vid längre sträckning i hård jordlagerföljd. Metoden tillämpas t.ex. för ledningssträckor som passerar längre avsnitt med exempelvis klappersten eller berg, som ofta är tekniskt svåra att utföra med traditionell schakt/sprängteknik.

Det finns olika metoder för styrd borrning med AT-teknik som kan bli aktuella, primärt styrd borrning med rullkrona alternativt med luffhammare.

Styrd borrning med rullborrkrona

Vid styrd borrning med rullkrona borrar en pilotstång fram efter en förutbestämd/projekterad linje. Rullborrkronan roteras av en invändig drivaxel/borrstång och borrar sig igenom sten och hårdare material. Borrkronans riktning styrs genom att positionera den yttre borrstångens vinkel. Borrhuvudets läge följs med en inbyggd radiosändare. Efter framborrning dras borrstången tillbaka med en monterad rymmare som rymmer upp (utvidgar) hålet och drar med sig skyddsroret/mediaröret tillbaka.



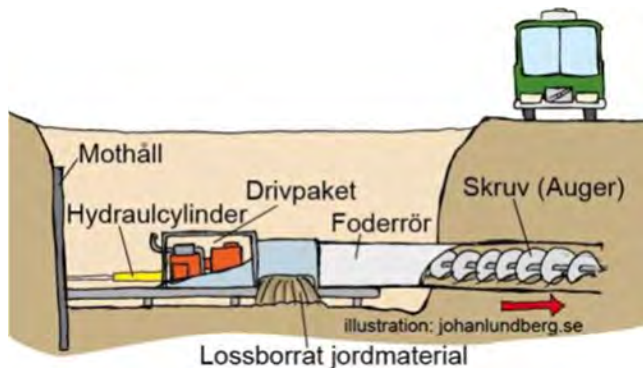
Figur 27. Exempel på styrd borring med AT-teknik

Styrd borring med lufthammare

Metoden liknar styrd borring med rullborkrona men är till skillnad från den avsedd för borring endast i homogent berg. Den tryckluftsdrivna borkronan krossar och pulveriserar berget. När pilotborringen är klar rymms (utvidgas) berghålet i ett eller flera steg upp till önskad dimension. Rymmarkronan med sina hårdmetall-bestyckade rullar mal berget då den dras tillbaka genom pilothålet.

Augerborring

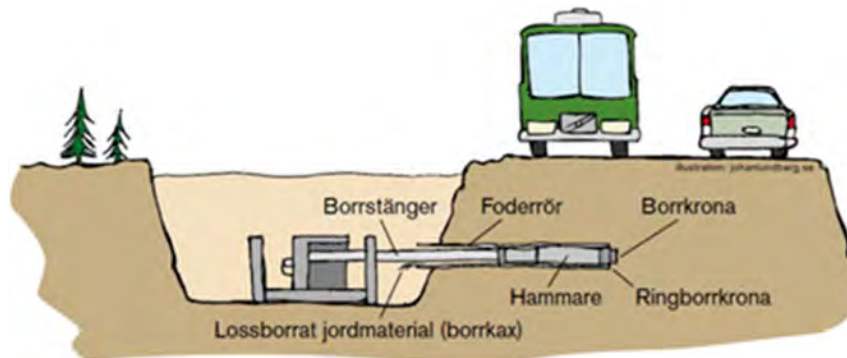
Augerborring är en möjlig metod vid kortare sträckning i lös jordlagerföljd. Vid Augerborring pressas skyddsörret in i marken hydrauliskt. Röret töms successivt med en invändig skruv. Det lossborrade materialet hamnar i startgropen. Röret riktas i rätt riktning vid start, vartefter ytterligare styrning/justering av riktning inte kan göras.



Figur 28. Exempel på Augerborring.

Hammarborrning

Hammarborrning är en möjlig metod vid kortare sträckning i hård jordlagerföljd såsom berg, stenig morän eller en fastare sand. Vid hammarborrning används en tryckluftsdreven slaghammare med en borkkrona som krossar materialet i borttunneln. Ringborkkronan drar med sig ett foderrör av stål som fungerar som skyddsror. Borkkaxet borkkas ut genom skyddsröret och hamnar i startgropen.



Figur 29. Exempel på hammarborrning

4.5 Skarvplats markkabel-markkabel

Markkabelsträckan beräknas bestå av totalt 6–9 st kabeldelängder. För att förbinda dessa med varandra kommer ca 5–8 st platser för skarvning av kablarna att anläggas. Vid varje skarvplats skarvas samtliga kablar i kabelgruppen. Varje skarvplats är ca 4 x 10 x 2 m (bredd x längd x djup) men kan också bestå av antingen en stor skarvgrop där samtliga kabelgrupper skarvas eller 2 st mindre skarvgropar beroende på hur kabelgrupperna planeras förläggas. Exempel på skarvgrop se Figur 30.



Figur 30. Exempel på skarvgrop

Placering av skarvplatser sker med hänsyn till förutsättningarna på platsen och identifieras under detaljprojekteringen. Närhet till väg, topografi, markförhållanden,

grundvatten, befintliga ledningar samt optimal placering med hänsyn till kabelsystemets överföringsförmåga kommer att beaktas.

Skarvplatsen anläggs så att den är plan och dränerad. Vid behov kan skarvplatsen utformas med en betongplatta som golv med ett underliggande dränerande lager av makadam. Inom skarvplatserna installeras förutom skarvarna även kringutrustning tillhörande kabelsystemet. Exempel på sådan utrustning är jordlinor, jordspett, optofiberskarvar, kopplingslådor (linkboxar) och kabelövervakningsutrustning med tillhörande brunnar.

När samtliga installationer vid skarvplatsen är färdigställda skyddas skarvar mm med kringfyllning samt kabelskydd och varningsband i likhet med kabelsträckan i övrigt. För skarvplatser placerade i åkermark säkerställs att skarvar och kringutrustning placeras min 0,8 m från markytan så att brukande av marken är möjligt.

4.6 Korsningar

Korsning med diken

Kabelstråket korsar ett antal diken i främst jordbruksmiljö. Exempel på dike se Figur 31.



Figur 31. Exempel på dike som korsar kabelsträckan.

Vid korsning av dike kommer kablarna i första hand att förläggas i rör i öppet schakt. Diket schaktas av och skyddsror av plast installeras på schaktbotten. Därefter återställs diket till ursprungligt utseende. När övriga schakter färdigställts installeras kablarna genom rören. Metoden medför att kabelförläggningen försvåras något, medan tiden då diket är påverkat av arbeten kan begränsas.

Schaktet görs tillräckligt djupt för att säkerställa att det vertikala avståndet mellan rörets överkant och dikesbotten är tillräckligt stort för att framtida underhåll (rensning)

av diket kan utföras utan risk för skador på kablarna. Normalt är detta avstånd ca 50 cm.

Genomförandet av arbeten i diken kan vid behov anpassas för att undvika perioder av mycket nederbörd/högt grundvatten som riskerar höga vattenflöden i diket. Om diket blir vattenförande under arbetet kan en tillfällig dämning och överpumpning av vattnet förbi arbetsplatsen bli aktuellt.

Om det senare bedöms lämpligt kan diken även komma att korsas med en schaktfri metod enligt avsnitt 4.4 eller som öppet schakt utan rör vid mindre diken där det kan säkerställas att diket kommer vara torrlagt under utförandet.

Korsning med stenmurar

Kabelstråket korsar ett antal stenmurar (stengärdesgårdar). Exempel på stenmur se Figur 32.



Figur 32. Exempel på stenmur som korsar kabelsträckan

Vid korsning av stenmurar kommer kablarna i första hand att förläggas i öppet schakt. Stenmuren dokumenteras med hjälp av fotografier och monteras därefter ned för hand. Bredden på den nedmonterade sektionen av muren bestäms av erforderlig bredd på arbetsområdet på den aktuella platsen. Under arbetet med schakt och kabelförläggning förvaras stenarna på pallar eller på en geotextilduk i anslutning till ingreppet.

När schakt och kabelförläggning är klar och marken återställd återmonteras stenmuren för hand till ursprunglig typ och form med fotografierna som stöd.

Vid några korsningar med stenmurar med höga naturvärden kommer istället en schaktfri metod att väljas enligt avsnitt 4.4. Denna metod medger att muren bevaras helt intakt utan påverkan.

Korsning med markförlagda ledningar

Kablarna korsar ett antal markförlagda ledningar t.ex. el- och telekablar samt VA-ledningar. Korsning med dessa ledningar kommer i första hand att utföras med öppet schakt där exportkablarna förläggs under de korsande ledningarna. Ett vertikalt skyddsavstånd kommer att säkerställas liksom, vid behov, mekaniska skyddsåtgärder i form av t.ex. rörförläggning, plana kabelskydd av plast och/eller markplattor av betong. Driften av de korsande ledningarna säkerställs genom upphängning och inskyddning etc. under byggtiden.

Om det senare bedöms lämpligt kan de korsande ledningarna komma att passeras med en schaktfri metod enligt avsnitt 4.4.

Korsning med luftledning

Kablarna korsar Svenska kraftnäts fyra direktjordade 400 kV luftledningar FL66, FL67, FL68 och FL69 på fyra platser. Exempel på korsningsplats ses i Figur 33. Korsning kommer att utföras som öppet schakt under ledningarna.



Figur 33. Exempel på korsning under 400 kV luftledning

Vid arbete i anslutning till Svenska kraftnäts luftledningar kommer, med hänvisning till de särskilda risker som råder i området, ESA (Elsäkerhetsanvisningarna) och Svenska kraftnäts tekniska riktlinje TR13-03-02 Kompletteringar, förtydliganden och speciella tillämpningar av ESA, att följas. Kablarna kommer att förläggas på ett avstånd om minst 20 m från stolparnas fundament eller stagförankring i enlighet med krav från Svenska kraftnät. Svenska kraftnät och Telestörningsnämnden har krav rörande utformning av jordningssystem, bl.a. hur långsgående jordledare utmed luftledningar och kablar ska utformas (isoleras) vid korsningarna. Krav framgår av Telestörningsnämndens meddelande Nr 21 samt Svenska kraftnäts tekniska riktlinje TR10-05 "Elektriska och icke elektriska anläggningar invid Svenska kraftnäts anläggningar". Dessa krav kommer att beaktas i samband med detaljprojekteringen.

Korsning med järnväg samt Trafikverkets vägar

Korsning med Väst kustbanan (järnväg) samt Trafikverkets vägar E6 (motorväg) samt Varbergsvägen och Vallavägen kommer att ske med schaktfri metod enligt krav från Trafikverket. Någon av metoderna enligt avsnitt 4.4 kommer att väljas. Åtgärder kommer att föregås av nödvändiga kontakter och överenskommelser med Trafikverket. För planerad korsningsplats vid Väst kustbanan se Figur 34.



Figur 34. Korsning med järnvägen "Väst kustbanan"

Korsning med övriga vägar

Kablarna korsar en kommunal väg och ett antal mindre enskilda vägar. Korsning av dessa vägar kommer i första hand att ske med rörförläggning i öppet schakt.

Vägen schaktas av och rör förläggs under vägen. Därefter återställs vägen till ursprunglig standard. Arbetet kan, beroende på bredden, ibland utföras på halva vägbredden i taget för att möjliggöra passage av trafik. Alternativt kan arbetet t.ex. utföras nattetid för att minimera störningar på trafiken.

Hantering markavvattningsföretag i jordbruksmark

I jordbruksmark förekommer vanligen en stor mängd dräneringsledning. Dessa ledningar är ofta bristfälligt dokumenterade. Ett antal markavvattnings- och dikningsföretag har identifierats inom området som berörs av kabelförläggningen.

Enligt kartmaterial från Länsstyrelsen i Halland kommer kablarna att korsa vissa befintliga dräneringsrör och täckdiken, huvudsakligen gjorda av betong i klenare dimensioner (diameter ca 100–300 mm). För exempel på dräneringsledning se Figur 35.

2023-07-10

2023-103564-0001



Figur 35. Exempel på dräneringsledningar i åkermark.

Om dräneringsrör skadas av kabelarbetena kommer dessa att återställas så att rörens funktion bibehålls. Jordbruksverkets lägningsanvisningar samt anvisningar för återställning och reparation av jordbruksdräneringar kommer att följas. Ett vertikalt skyddsavstånd kommer att säkerställas mellan kablarna och dräneringsrören. Kabelskydd installeras.

4.7 Anslutning mot transformatorstation

Markkablarna kommer att ansluta till en ny transformatorstation placerad vid Mellanbäck, där Svenska kraftnäts 400 kV luftledning FL66-FL69 delar på sig öster om väg E6. Vid stationen avslutas kablarna i 9–12 st enpoliga kabeländavslut vid stationens ställverk.

Medföljande jordlinor ansluts till stationens jordlinenät. Medföljande fiberoptiska kablar ansluts via kabelbrunn eller kabelskåp till stationsbyggnaden.

4.8 Masshantering

Mängden schaktmassor på land beräknas, baserat på schaktdjup samt markkabel längd, till ca 180 000 m³ varav merparten beräknas kunna hanteras inom arbetsområdet genom att återföras i schakten.

Vissa uppschaktade massor kan vara möjliga att återanvända efter sortering genom användande av siktskopa eller liknande. Det gäller t.ex. vid förekomst av moränmark med stort inslag av finare sand. Sådana schaktmassor kan komma att transporteras till upplagsplatser där dessa siktas. Erhållna massor kan blandas med stenmjöl och forslas tillbaka till arbetsplatsen för återanvändning som ledningsbädd och kringfyllning.

Projektet kommer att medföra en viss mängd överskottsmassor eller otjänliga massor (t.ex. massor från bergsprängning) som måste köras bort till en godkänd mottagare.

Mängden tillförda massor till ledningsbädd och kringfyllning bedöms bli ca 40 000 m³, baserat på schaktbredd samt markkabel längd. Tillförda massor består främst av termiskt kontrollerat stenmjöl, se avsnitt 4.3.2. Utöver detta kan även andra massor behöva tillföras som ersättning för otjänliga massor. Vidare kan det tillkomma införsel och bortforsling av bergkross för anläggande av arbetsvägar inom arbetsområdet.

Viss mängd bentonitlera kan eventuellt behövas tillföras om det finns behov av termisk fyllning i kabelrör eller bentonitpluggar i schaktet. Behovet fastställs senare.

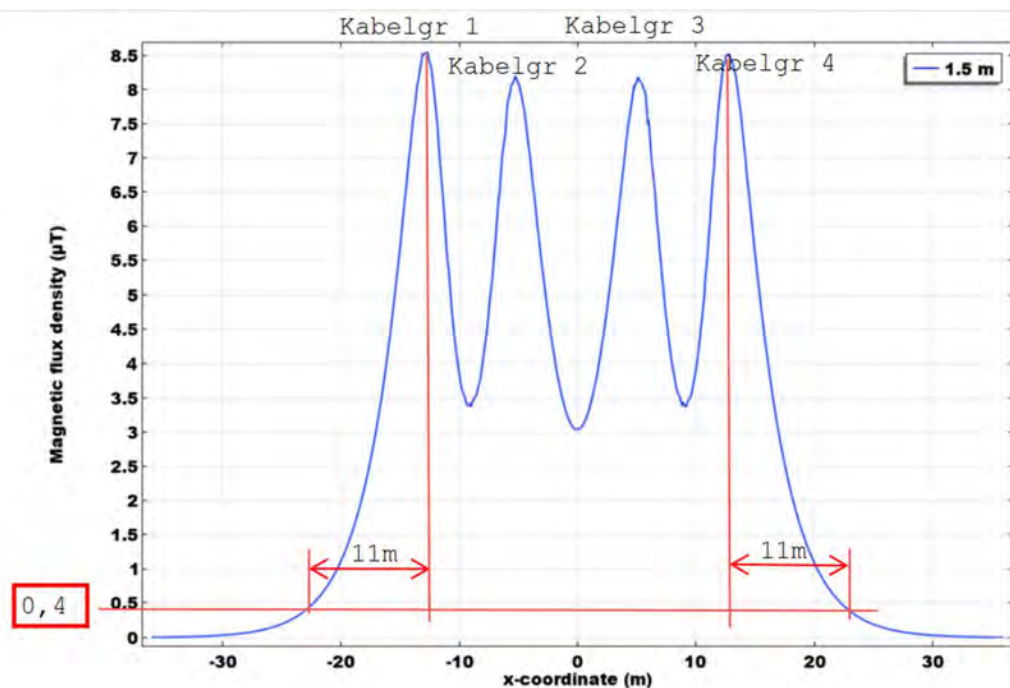
Om förorenade massor påträffas i området/vid misstanke om förorening, kommer provtagning och omhändertagande att ske i enlighet med miljöbalkens krav.

4.9 Elektromagnetiska fält

Ett magnetiskt fält med frekvensen 50 Hz kommer att alstras runt markkablarna. Storleken på det magnetiska fältet beror främst på storleken på strömmen i kablarna samt hur kablarna är konfigurerade (placerade) sinsemellan varandra i schaktet.

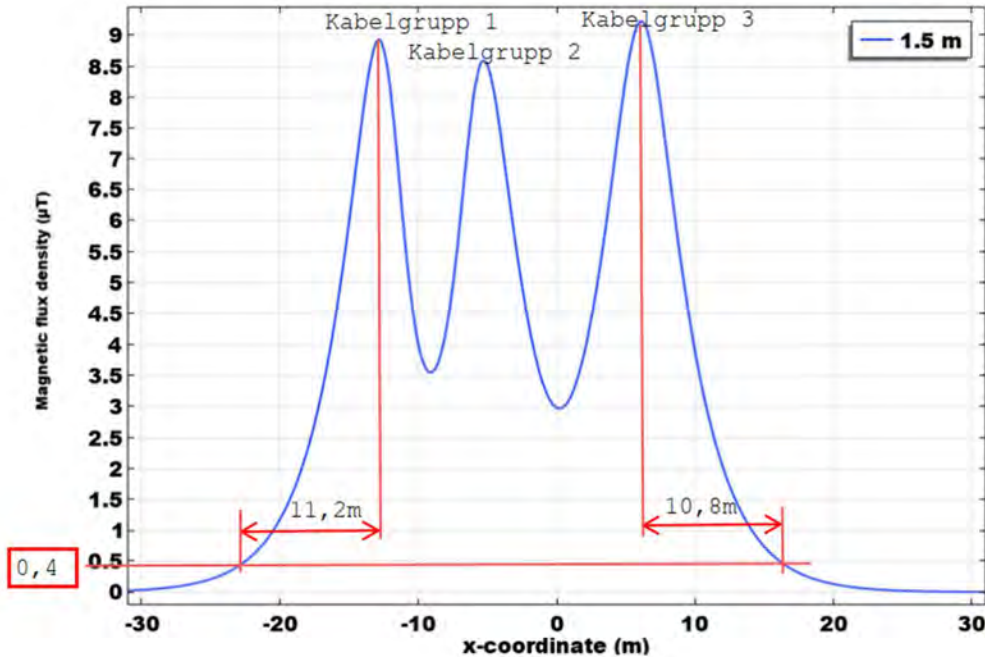
Vid planering av markkabelsträckan har hänsyn tagits till befintlig närliggande bebyggelse. Inom projektet betraktas värdet på $0,4 \mu\text{T}$ (årsmedelvärde) som riktvärde för anpassning av sträckningens lokalisering i förhållande till bostäder och andra platser där människor stadigvarande vistas. Magnetfältet är som störst direkt ovanpå kablarna och avtar sedan snabbt med ökat avstånd från kablarna.

Magnetfältberäkningar har utförts vid årsmedelströmmar för både alternativet med 4 respektive 3 kabelgrupper. Årsmedelströmmen har beräknats till 60% av maxlast. För alternativet med 4 kabelgrupper visar beräkningarna att magnetfältsnivån 1,5 m ovan marknivå sjunker till $0,4 \mu\text{T}$ på ett avstånd om 11 m från centrum över de yttre kabelgrupperna (1 och 4). se Figur 36.



Figur 36. Magnetfält 1,5 m ovan mark vid 4 kabelgrupper och årsmedelström (60% av maxlast)

För alternativet med 3 kabelgrupper visar beräkningarna att magnetfältsnivån 1,5 m ovan marknivå sjunkit till $0,4 \mu\text{T}$ på ett avstånd av 11,2 m resp. 10,8 m från centrum av de yttre kabelgrupperna (1 och 3), se Figur 37.



Figur 37. Magnetfält 1,5m ovan mark vid 3 kabelgrupper och årsmedelström (60% av maxlast)

Beräkningar visar, för både 3 resp. 4 kabelgrupper, att magnetfältet har klingat av ner till storleksordningen 0,02–0,03 µT, dvs mycket låga värden, på ett avstånd av ca 20 m från centrum av de yttre kabelgrupperna. Närmaste bostad ligger ca 40 m ifrån kabelstråket. Inga kumulativa effekter från kablarna och Svenska kraftnäts 400 kV luftledningarna FL66-FL69 som löper längs med kabelsträckan bedöms uppstå.

Enligt Strålskyddsmyndigheten gäller som rekommendation att momentana magnetfältsnivåer från elanläggningar maximalt får uppgå till referensvärdet 100 µT (vid 50 Hz växelström) där människor kan vistas under sådana tider att begränsningarna är av betydelse. Beräkningar visar att maximala magnetfältsnivåer från kablarna kommer att understiga detta rekommenderade värde. Kabelsträckningen bedöms inte omfatta några områden där människor uppehåller sig under längre perioder.

4.10 Transporter

På arbetsvägarna inom arbetsområdet kommer mass- och materialtransporter ske med arbetsfordon såsom t.ex. grävmaskiner, lastbilar, dumpers, borrhjor, skogsmaskiner, timmerbilar, trumvagnar mm.

Kabeltrummor kommer att levereras från fabrik via lastbil eller trailertransport antingen direkt till skarvplatsen eller via ett tillfälligt upplag för mellanlagring och senare transport till arbetsområdet via speciella trumvagnar.

4.11 Drift och underhåll

Kraftkablarna har generellt ett lågt underhållsbehov och en livslängd som överstiger vindkraftparkens förväntade livslängd på ca 40 år. Tillträde till brunnar vid skarvplatser kan behövas för kontroller och mätningar mm.

Ledningsgatan kommer att röjas med jämna intervall för att säkerställa att större träd inte växer upp ovanpå kablarna. En 10 m bred korridor (5 m från centrum av varje

kabelgrupp) över varje kabelgrupp behöver hållas fri från större träd. Rökning av kabelkorridoren sker ca var 6–10 år.

Reparation av kabelskarv eller skador som uppkommit på kablarna kan behöva utföras. En sådan reparation kräver att skarven eller kabeln friläggs liksom att lämplig plats säkerställs för nya skarvar i anslutning till felstället. Reparationen kan kräva någon eller några veckors reparationstid beroende på omfattningen av skadan. Efter reparationen återställs marken till ursprungligt skick.

2023-07-10

2023-103564-0001

5 AVVECKLING AV EXPORTKABELN

Inför avveckling görs en bedömning om kvarlämnandet av vissa komponenter orsakar en totalt sett mindre miljöpåverkan än deras borttagande (exempelvis vissa nedgrävda komponenter). Platsspecifika förutsättningarna avgör om sjö- eller marktkablar plockas upp eller lämnas kvar; skadan ska ej överväga nyttan av återställning.

2023-07-10

2023-103564-0001

6 BYGGPLAN OCH PRELIMINÄR TIDPLAN

Byggplanen för Kattegatt Syd kommer att bero på ett antal faktorer, inklusive:

- Tidpunkt för erhållande av respektive tillstånd och eventuella villkor som styr anläggningsarbetet
- Nätanslutningsdatum som anges i avtal med Svenska kraftnät (vilka kan komma att ändras)
- Tillgänglighet och ledtider förknippade med att anskaffa och installera anläggningsdelarna för projektet som helhet

Enligt den preliminära tidplanen avses installationen påbörjas under 2028 och vindkraftparken planeras vara i drift 2030. Den totala konstruktionsfasen för vindkraftparken och dess infrastruktur kommer utföras så tidseffektivt som möjligt. Den antas sträcka sig över totalt ca 2 år.

Arbetet med vindkraftparken, sjökablar, landfäste och markkabelinstallationen kan ske parallellt. Arbetet kan behöva delas upp pga. tidsrestriktioner eller tillverkningstider av själva kablarna.

6.1 Sjøkabel

Anläggningsarbeten till havs genomförs normalt sett under lugna meteorologiska och oceanografiska förhållanden som normalt sett råder under sommarhalvåret även om vissa anläggningsarbeten kan utföras året om. En del aktiviteter kan utföras parallellt, medan andra är beroende av att tidigare aktiviteter är slutförda.

Kabelförläggningen kan pågå både dag- och nattetid. Arbetet med installation av exportkabeln beräknas pågå upp till totalt ca 6 månader effektiv tid. Tiden inkluderar både förberedande arbeten, kabelutläggning, skydd av kabeln samt efterföljande kontroll.

6.2 Landfäste

Arbetet med landfästet kan behöva delas upp i flera säsonger på grund av nedan anpassningar (avsnitt 6.4), men beräknas totalt rymmas inom ca 24 månader från byggstart till färdigställd kabelförläggning.

I en första fas förbereds ytan på land genom röjning av träd och sly, detta beräknas ta maximalt en månad.

Om en schaktfri teknik används uppskattas arbetet ta ca 3-8 månader till rören är färdiginstallerade. Ju kortare längd som borrar desto mindre tidsåtgång. Arbetet kan genomföras i god tid innan kabeldragningen görs till skillnad mot om ett öppet schakt används. I nästa skede genomförs kabeldragning i rören, vilket genomförs på någon eller några dagar per kabel. Dock troligen med upp till en månads mellanrum.

Ett öppet schakt bör göras i nära anslutning till kabeldragningen för att inte fyllas igen av vattenströmmar. Genomförandetiden för ett öppet schakt uppskattas något kortare, totalt ca 3–6 månader.

Arbete kommer också pågå i samband med att markkablarna installeras till skarvgroparna vid landvästet samt vid själva skarvningen. Tidsåtgången för dessa skarvningar motsvarar vad som nedan är uppskattat för markkabel (avsnitt 6.3).

2023-07-10

2023-103564-0001

6.3 Markkabel

Arbetet med markkabel kan behöva delas upp i flera säsonger på grund av nedan anpassningar (avsnitt 6.4), men beräknas totalt rymmas inom ca 24 månader från byggstart till färdigställd markkabelförläggning. För att klara denna tid kommer arbetet att utföras på flera kabelsträckor samtidigt. Följande byggtider beräknas gälla under normala förhållanden.

Korsa dike med rör inkl återställning.	Ca 1-2 veckor
Schakta, skarva och återställa en skarvplats mellan två kabelsträckor (9-12 skarvar)	Ca 3-6 mån
Schakta, förlägga och återställa en kabelsträcka i åkermark utan berg (4 parallella schakter)	Ca 2 mån
Schakta, förlägga och återställa en kabelsträcka i skogsmark med berg (4 parallella schakter)	Ca 4 mån
Total byggtid markkabel	Ca 24 mån

6.4 Anpassning av byggplan till skydd för vissa arter

Inom landfästet och markkabelkorridoren förekommer vissa arter som omfattas av skydd enligt artskyddsförordningen. Arbeten med markkabeln har därför utformats med hänsyn till dessa arter för att undvika en otillåten påverkan. De huvudsakliga anpassningarna som planeras är följande.

- Vegetation i skogsmark kommer att röjas under perioden augusti-mars, för att undvika påverkan på potentiella häckande fåglar. Markarbeten utförs endast i röjd korridor. Inom skogsområden med häckande duvhök och mindre hackspett, utförs eventuell sprängning under perioden augusti-mars.
- Om arbeten i strandzonen sker under fåglarnas häckningstid (1 mars – 31 juli) kommer det innan arbetena påbörjas säkerställas att negativ påverkan på eventuella häckande fåglars bon ägg eller ungar undviks genom att avsaknaden av bon inom området säkerställs. För att undvika att häckande fåglar etablerar bon i området kan till exempel en markduk läggas ut inom arbetsområdet innan fåglarnas häckningstid påbörjas.
- Nedmontering av stenmurar i jordbrukslandskap kommer att genomföras under perioden april-september för att undvika påverkan potentiellt övervintrande grod- och kräldjur.
- Inom områden med konstaterad förekomst av hasselmuss kommer markkabelkorridoren att röjas varsamt för hand vintertid (november-mars) då hasselmössen ligger i dvala under jord. Schaktning och borring kommer begränsas till röjd korridor under perioden maj-september. Om öppet schakt tillämpas återställs och återplanteras prioriterade hassemushabitat snarast efter att sträckan färdigställts. Utpekade stenmurar med hasselmusfynd kommer att underböras.
- Arbeten i bekräftade lekvatten för groddjur (diken som passeras) kommer att utföras under vinterhalvåret (oktober-mars), alternativt passeras med schaktfri metod. Vid arbeten i skogsmark i anslutning till bekräftade lekvatten flyttas eventuella övervintringsstrukturer bort från arbetsområdet samt driftstaket installeras runt arbetsområdet under sommarhalvåret (april-maj).

BILAGA : FIGUR- OCH TABELLFÖRTECKNING

Figur 1. Schematisk bild över en havsbaserad vindkraftpark med tillhörande delar. Denna tekniska beskrivning omfattar sjökabel (nedgrävd exportkabeln), landfäste samt markkabel fram till anslutningspunkten till det nationella transmissionsnätet.

Figur 2. Översiktskarta för Kattegatt Syds vindkraftpark, sjökablar, landfäste samt markkablar.

Figur 3. Illustration, genomsnitt av en typisk sjökabel.

Figur 4. Principskiss av avstånd mellan kablar inom kabelkorridoren vid förläggning av tre (ovan) respektive fyra kablar.

Figur 5. Karta över sjökabelkorridorens lokalisering.

Figur 6. Exempel på plogar på fartygets arbetsdäck och på havsbotten.

Figur 7. Exempel på dragg (engelska: Grapnel).

Figur 8. Illustration av kabellägningsfartyg med pågående kabelnedläggning.

Figur 9. Fjärrstyrd farkost på havsbotten inklusive fartyg på vattenytan.

Figur 10. Exempel av undervattenkabelplog.

Figur 11. Exempel av fjärrstyrd farkost – mekaniskt skärverktyg.

Figur 12. (T.v.) En typisk betongmadrass. (T.h.) En typisk stensäck.

Figur 13. Magnetfält i μT i avstånd (m) från kabeln ($I = 1.300 A$). Detta motsvarar en vindkraftpark i storleksordningen 1200 MW och exportkablar med maximalt kapacitetsutnyttjande (400MW per kabel). Maximalt kapacitetsutnyttjande av kablar motsvarar maximalt magnetfält. Värdet 1 på x-axeln motsvarar avståndet till kabeln.

Figur 14. Magnetfält i μT i avstånd (m) från kabeln ($I = 1300 A$ som i figuren ovan). Denna tabell är inzoomad på 1 m avstånd från kabeln och ger ett magnetfält på ca 0,7 μT .

Figur 15. Kabellägningsfartyg.

Figur 16. Karta över landfäste och skarvplatsen mellan sjökabel och markkabel.

Figur 17. Nedläggning av kabel i ett öppet schakt.

Figur 18. Schematisk figur över styrd borrhning från vattenzonen fram till skarvplatsen.

Figur 19. Karta över markkabelns sträckning med planerade och möjliga borrhplatser.

Figur 20. Principiell konstruktion av plastisolerad markkabel av enledartyp.

Figur 21. Principskiss av markkabelschakt med fyra markkabelgrupper.

Figur 22. Principskiss av markkabelschakt med tre markkabelgrupper.

Figur 23. Exempel på arbetsområde med arbetsväg, schakt och uppläggningsyta.

Figur 24. Exempel på kabelförläggning, kabeltrumma i bakgrunden.

Figur 25. Exempel på schaktarbeten i skogsmark.

Figur 26. Exempel på styrd borrhning.

Figur 27. Exempel på styrd borrhning med AT-teknik.

Figur 28. Exempel på Augerborrning.

Figur 29. Exempel på hammarborrning.

2023-07-10

2023-103564-0001

Figur 30. Exempel på skarvgrop.

Figur 31. Exempel på dike som korsar kabelsträckan.

Figur 32. Exempel på stenvägg som korsar kabelsträckan.

Figur 33. Exempel på korsning under 400 kV luftledning.

Figur 34. Korsning med järnvägen "Västkustbanan".

Figur 35. Exempel på dräneringsledning i åkermark.

Figur 36. Magnetfält 1,5 m ovan mark vid 4 kabelgrupper och årsmedelström (60% av maxlast).

Figur 37. Magnetfält 1,5 m ovan mark vid 3 kabelgrupper och årsmedelström (60% av maxlast).

Tabell 1. Designramar för exportkablar

Tabell 2. Anläggningsfas: Indikativt antal olika fartyg och fartygsrörelser under installationen.

Tabell 3. Typiska frekvenser och bullernivåer vid vibrocorer.

Tabell 4. Typiska frekvenser och bullernivåer vid Cone penetrometer test

2023-07-10

2023-103564-0001