

# Teknisk beskrivning - Sjökabel

Mark- och sjökabelförläggning  
400 kV-ledning Beckomberga-Bredäng  
Koncession och vattenverksamhet

Version 01 - 2017-02-20

# Projektorganisation

Adress:

Ellevio

115 77 Stockholm

## Kontaktpersoner Ellevio:

Projektledare

Claes Forssman

Telefon: 08-606 01 47

claes.forssman@ellevio.se

Delprojektledare, mark och tillstånd

Olof Graner

Telefon: 070-787 00 73

olof.graner@vesterlins.se

## Kontaktpersoner WSP:

Uppdragsledare:

Jonas Sahlin

Telefon: 010-722 88 09

jonas.sahlin@wspgroup.com

Medverkande WSP:

Handläggare:

Maren Eiane

Robert Koski

Tekniskt underlag:

Fredrik Rüter

Ulf Fransson

## Innehåll

1	Inledning (delvis delad med TB mark).....	4
1.1	BAKGRUND	4
1.2	SYFTE	4
1.3	AVGRÄNSNING	4
2	Förutsättningar.....	5
2.1	DIMENSIONERING	5
2.2	STRÄCKNING	5
2.3	MAGNETFÄLT	7
2.4	VATTENDJUP	7
2.5	BOTTENFÖRHÅLLANDEN	8
2.6	SEDIMENT	10
3	Teknik sjökabelförläggning och skarvplats.....	11
3.1	SJÖKABEL	11
3.2	SJÖKABELFÖRLÄGGNING I VATTEN	11
3.3	SJÖKABELFÖRLÄGGNING VID STRAND	12
3.4	ÖVERGÅNGSSKARV TILL MARKKABEL	12
3.5	KORSANDE SJÖKABLAR	15
3.6	KORSNINGSMETODIK DROTTNINGHOLMSBRON	16
3.7	UPPSKATTAD BYGGTID	17
3.8	REPARATIONSARBETE	18
4	Referenser.....	19

# 1 INLEDNING (DELVIS DELAD MED TB MARK)

## 1.1 BAKGRUND

Ellevios 220 kV- luftledning mellan Beckomberga och Bredäng (Figur 1) ska ersättas med 400 kV mark- och sjöförlagda kablar. Den befintliga luftledningen går från stamstation Beckomberga genom Norra Ängby via Spångavägen. Ledningen viker sen ner mot Åkeshov över Drottningholmsvägen och Nockeby och vidare ner över Kärsön/Fågelön fram till Mälärhöjdsbadet och genom Bredäng fram till stamstation Bredäng. Den nya ledningen planeras att gå mellan stamstationerna Beckomberga och Bredäng via mark- och sjökabel. De exakta anslutningsplatserna vid stamstationerna är ännu osäkra.



Figur 1. Befintlig luftledning mellan stamstation Beckomberga och Bredäng (gul markering).

## 1.2 SYFTE

Syftet med denna tekniska beskrivning (TB sjö) är att tillsammans med tekniska beskrivningen för markkabeln (TB mark) utgöra erforderligt tekniskt underlag till ansökan om nätkoncession för linje där Ellevios 220 kV- luftledning mellan Beckomberga och Bredäng ska ersättas med 400 kV mark- och sjöförlagda ledningar. Eftersom mark- och sjökabelförläggningen även innefattar vattenverksamhet kommer även denna TB ingå som en bilaga i ansökan om vattenverksamhet enligt 11 kap miljöbalken.

Denna tekniska beskrivning avser beskrivning av förläggning av sjökabel i Mälaren mellan Ängbybadet i Beckomberga och Sätrevik i Bredäng.

## 1.3 AVGRÄNSNING

Denna tekniska beskrivning omfattar förbindelsen med ny 400 kV sjökabel i Mälaren från Ängbybadet till Sätrevik. TB:n omfattar även sjökablarnas förlängning i strandzonen upp på land och de skarvplatser (en vid Ängbybadet och en i Sätrevik) där sjökabeln övergår i markkabel.

## 2 FÖRUTSÄTTNINGAR

### 2.1 DIMENSIONERING

I detta 400 kV kraftledningsprojekt avser Ellevio söka koncession och bygga ledningen samt under en period driva ledningen med en spänning om 220 kV. Ledningen ska i ett senare skede övergå i Svenska kraftnäts regi som en 400 kV-ledning och därmed inkluderas i det svenska stamnätet för el.

För den tillfälliga driften med 220 kV beräknar Ellevio en årsmedelström om maximalt 250A (125 A per kabelgrupp) för ledningen. Vid den tillfälliga driften kommer två av tre kabelgrupper att nyttjas.

För den permanenta driften med 400 kV beräknar Svenska kraftnät en årsmedelström om maximalt 600 A (200 A per kabelgrupp) för ledningen. Vid detta driftläge kommer samtliga tre kabelgrupper att nyttjas.

Kabeln dimensioneras efter framtida maximala driftströmmar och felströmmar beräknade av Svenska kraftnät för 400 kV-driften. Dimensionerande förutsättningar för kabeln är driften med 400 kV.

### 2.2 STRÄCKNING

Sjökabelsträckningen som Ellevio valt att gå vidare med för ansökan om nätkoncession och för tillståndsansökan om vattenverksamhet startar från skarvplats vid Ängbybadet varifrån sjökabeln direkt korsar farleden och fortsätter in i sundet mellan Drottningholm och Kårsön och vidare in under Drottningholmsbron. Sjökablarna går sedan vidare i sundet mellan Kungshatt och Fågelön för att sedan vika av i sydvästlig riktning till Sättravik där de ansluter till en skarvplats.

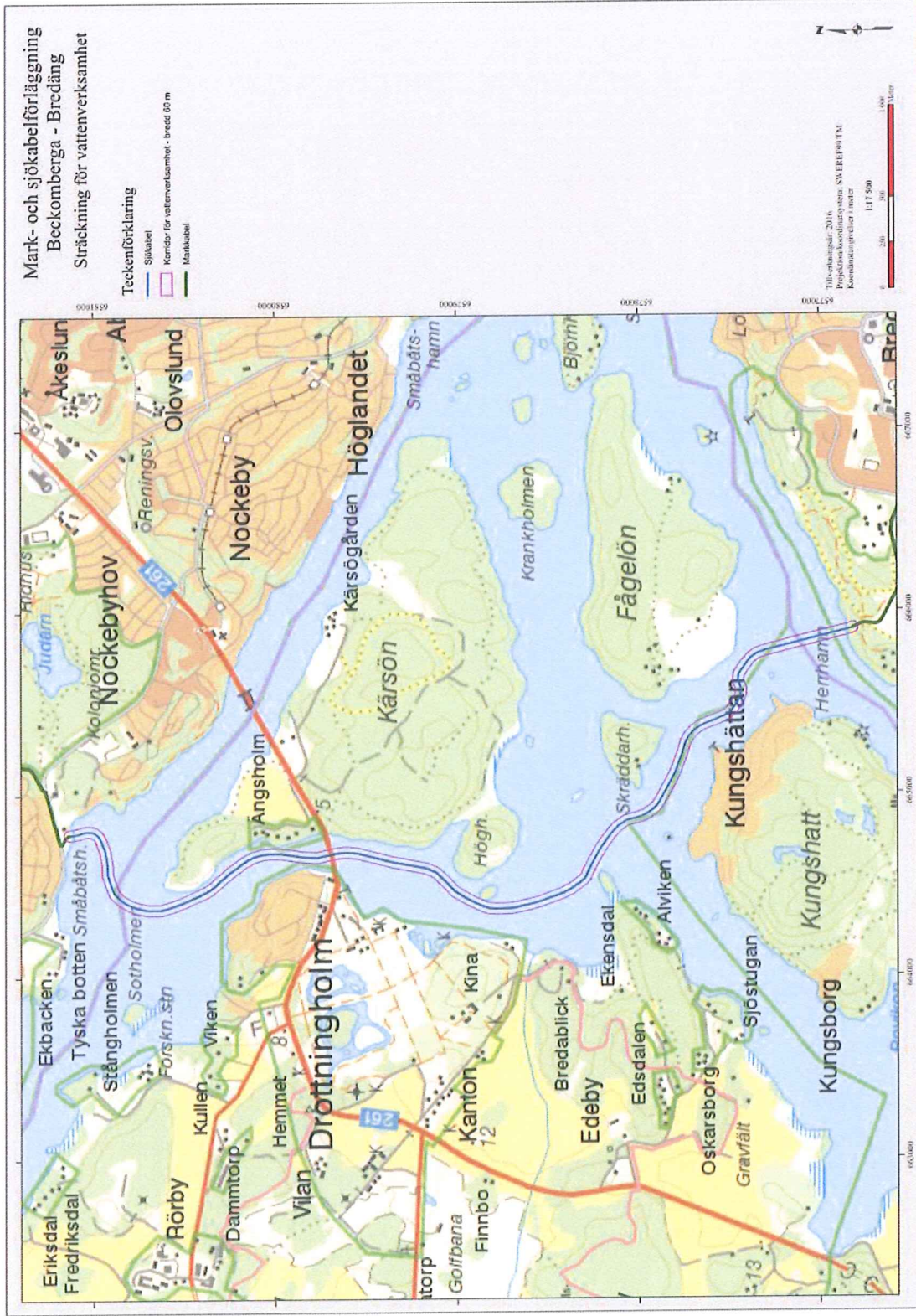
Ansökan behandlar den sträcka som inlämnas som karta i 1:50 000 till Energimarknadsinspektionen. Bredden på sjökabelkorridoren som behövs för sjökabelförläggningen är uträknad till 25-40 m (se vidare kapitel 3.2), vilket är bredare än det område som utgörs av linjen på kartan för nätkoncession i skala 1:50 000. Vissa mindre justeringar av föreslagen sträcka ( $\pm 10$  m) kan också komma att göras under detaljprojektering.

För att ge utrymme för vissa mindre justeringar vid detaljprojekteringen bedöms sjökabelkorridoren på 25-40 m ligga inom en 60 m bred korridor (se vidare figur 2). I vissa fall begränsas utrymmet i trängre passager, som t.ex. vid passage av Drottningholmsbron, vid olämpligt bottenbeskaffenhet (t.ex. hårdbotten) eller för att undvika intrång på fastigheter och i dessa fall kommer bredden på sjökabelförläggningen ligga närmare 25 m. En möjlighet finns också att i dessa fall dela upp kablarna inom den 40 m breda korridoren för att passera på olika sidor av ett potentiellt objekt inom den angivna 60 m-korridoren.

För att undvika påverkan på potentiella marina fornlämningar har en marinarknologisk utredning etapp 1 utförts (se vidare bilaga 2i, MKB). Utredningar påvisar förekomsten av vissa *potentiella* marina fornlämningar och en diskussion har inletts med Länsstyrelsen om vilka vidare nödvändiga åtgärder som behövs för att skydda eventuella fornlämningar. En etapp 2-utredning kan bli nödvändig samt möjlig justering av kabelsträckan inom sjökorridoren för vilken tillståndsansökan sökes.

Sjökabeln är projekterad att ligga på ett vattendjup som överstiger 5 meter.

Sjökabelsträckningen som Ellevio valt att gå vidare med för ansökan om nätkoncession och för tillståndsansökan om vattenverksamhet visas i Figur 2 där också tänkt förläggingskorridor illustreras.



Figur 2. Sjökabelsträckning för nätconcession och vattenverksamhet mellan skarvplatser.

Ellevio AB, Box 242 07, 104 51 Stockholm  
 Säte Stockholm. Org-nr 556037-7326  
 Telefon 08-606 00 00  
 ellevio.se

### 2.3 MAGNETFÄLT

Magnetfältberäkningar för planerad anläggning har genomförts för att bedöma vilket avstånd som bör hållas till lokaler/bostäder där människor stadigvarande vistas.

Ellevio ska följa myndigheternas officiella försiktighetsprincip och avsåg i **detta projekt** att följa Svenska kraftnäts riktvärde på 0,4  $\mu\text{T}$  för stadigvarande vistelse. Då SSM inkom med ett samrådsyttrande där 0,2  $\mu\text{T}$  förordas som försiktighetsvärde (se samrådsredogörelse i bilaga 3b), har projektering i **detta projekt** utförts utifrån 0,2  $\mu\text{T}$ .

Eftersom magnetfältsvärdena påverkas av utformningen av förläggningen kommer detta skyddsavstånd att variera beroende på om det mäts från ett markkabelschakt, en skarvplats, ett landfäste eller om det gäller sjökabelförläggningen.

Nedan ges de avstånd som behövs för att nå ner till 0,2  $\mu\text{T}$  vid dessa olika kabelkonfigurationer:

Markkabel: 9 m från mittlinje av kabeldiket.

Skarvplatser (sjö-mark): 33 m från mittlinje av den mellersta skarvplatsen.

Landfästen (markgrävd sjökabel): 16 m från centrum av korridoren.

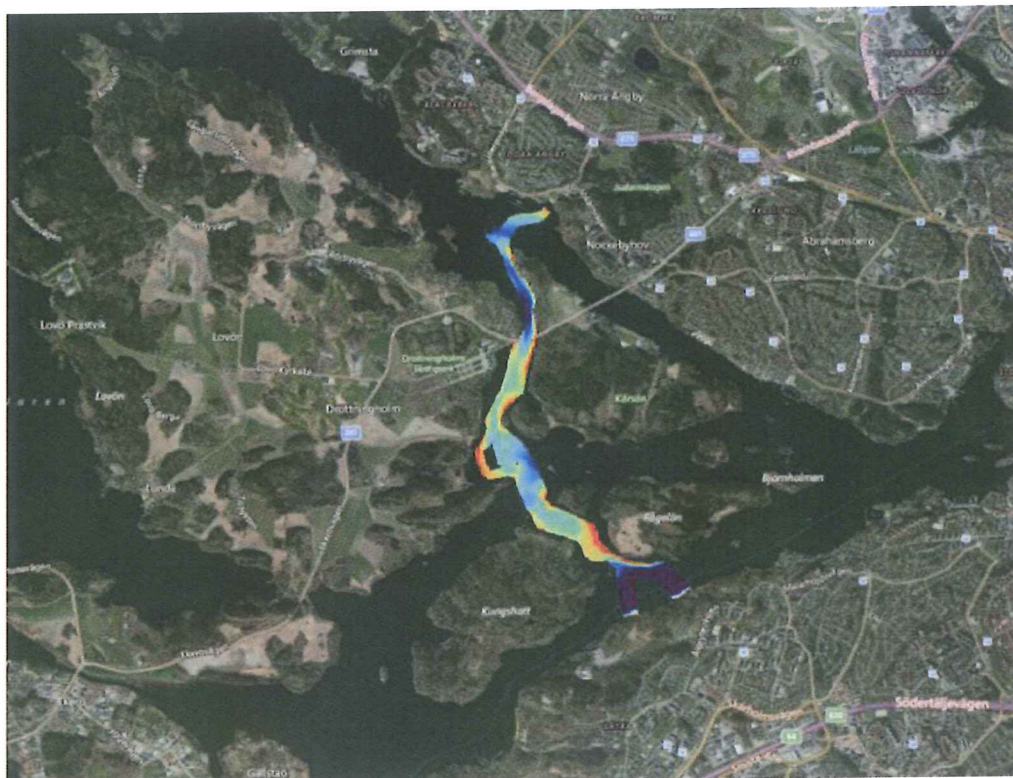
Sjökabel: 17 m från centrum av korridoren.

Avstånden baserar sig på Svenska kraftnäts behovsberäknade årsmedelströmmar av 200 A per kabelgrupp vid 400 kV drift samt på de kabelkonfigurationer som beskrivs i kapitel 3. Årsmedelströmmar vid drift med 400 kV kommer att ge högre magnetfältsnivåer än den tillfälliga 220 kV-driften, och blir därmed dimensionerande då det gäller att definiera avstånd till bebyggelse, se avsnitt 2.1.

Enligt strålsäkerhetsmyndighetens allmänna råd från 2008 (SSMFS 2008:18) anges ett momentant referensvärde (d.v.s. ej baserat på årsmedelströmmar) som "inte bör överskridas i något område där allmänheten vistas" till 100  $\mu\text{T}$ . Anläggningen kommer att utföras för att möta dessa krav.

### 2.4 VATTENDJUP

En sjömätning med flerstråligt ekolod för precis kontroll av bottendjup har utförts. Vattendjupet varierar mellan 5 och 15 m utanför landfästena och botten kännetecknas av ett mestadels platt landskap. Ett större vattendjup på 25 m finns i farleden norr om Sättravik som motsvarar en förkastningsspricka där aktiv sedimentackumulering sker.



Figur 3. Område sjömått längs sjökabelsträckning april 2015 med komplettering i september 2016.

## 2.5 BOTTENFÖRHÅLLANDEN

En sonarkartering med sidosittande sonar för att identifiera befintliga strukturer på sjöbotten (stenformationer, oidentifierade vrak, ledningar, m.m.) har utförts.

Sjöbotten längs den sökta sjökabelsträckningen består till största delen av sandig laminerad lera med ett mer eller mindre tunt lager av ovanliggande lös gyttja eller gyttjelera. Vissa mindre områden återfinns också där sand eller grus dominerar ytbottnen. Områden med ojämn hårdbotten är koncentrerade till ett mindre område norr om Drottningholmsbron och vissa stenblock eller andra större objekt kan komma att behöva flyttas inom detta område.

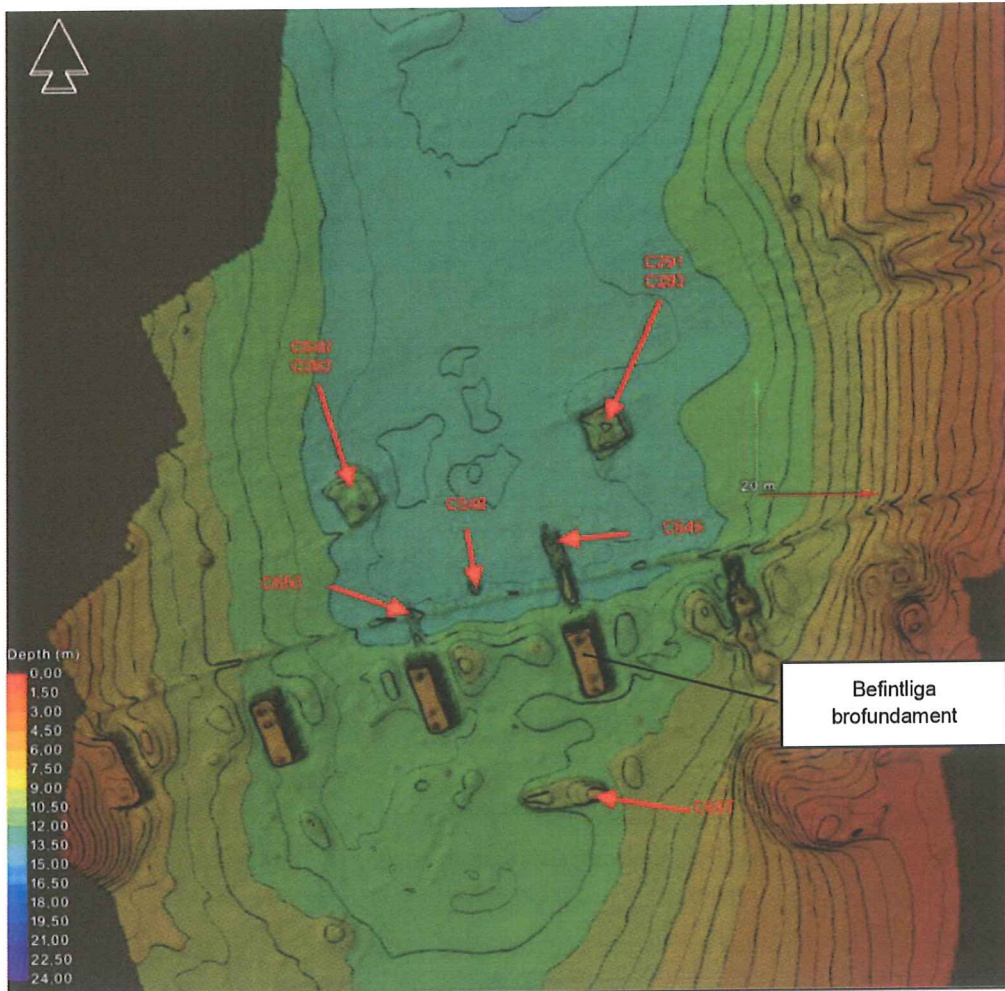
Ett område med svag signal från det penetrerande ekolodet indikerar möjligtvis gashaltiga sediment i den djupare delen av farleden norr om Sätreviks naturreservat, men detta kan också vara en effekt av grövre sediment.

Bottenhabitatet omkring landfästet vid Ängbybadet upptas till större delen av två iordninggjorda badvikar med tillförd sand. På vatten djupare än 2 m övergår sandstranden i ett mer naturligt sjöhabitat bestående av en blandning av sand- och gyttjelera. Området mellan de båda sandvikarna, där sjökablarna är tänkta att förläggas, motsvarar ett något mer naturligt akvatiskt habitat. Bottnen består i detta område av sand och större sten. Längst in i kanten är stranden bevuxen av pilträdd med mycket rötter och grenar på botten. Ett bottendjup på 4,5 m nås ca 50 m från stranden (nordligaste delen av utförd batymetri) och 3 m vattendjup bedöms nås någonstans mellan 30 och 40 m från stranden.

Botten i Sätrevik präglas av en starkt sluttande strandremsa med blockig botten. Ett vattendjup överstigande 3 m nås redan ca 8 m från strandkant. Habitat utgörs av en erosionsbotten med låga naturvärden (se vidare MKB:n).

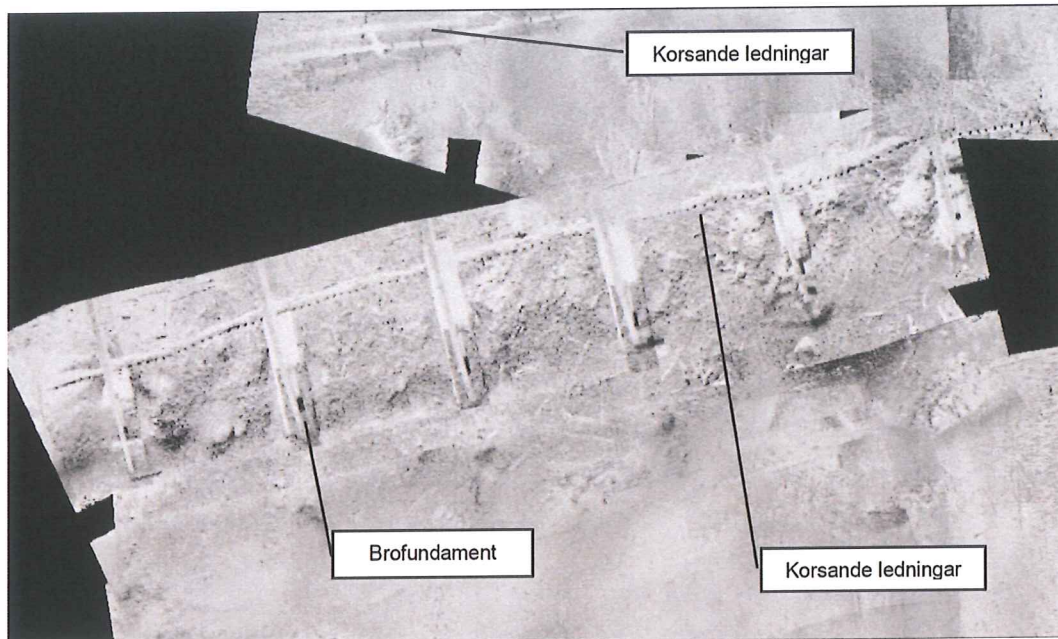


Passagen under Drottningholmsbron utgör en mycket svår passage då ett stort antal objekt på sjöbotten noterats i dessa områden, vilket innefattar befintliga men också gamla kvarlämnade brofundament samt flera befintliga ledningar (Figur 4-6). Dessa ledningar korsar i de flesta fall sunden från ena sida till den andra vilket gör att de ligger generellt vinkelrätt mot de planerade sjökablarna. Trafikverket planerar en breddning av bron på befintliga brostöd. Inför kommande arbeten kommer samordning med Trafikverket att ske.



Figur 4. Utdrag från bottenförhållande vid Drottningholmsbron.

Bland de objekt som identifierats i närheten av bron noterar vi norr om den nuvarande bron's fundament objekt nr. C640 och C291 som förmodligen tidigare brofundament som kvarlämnats.



Figur 5. Korsande ledningar norr om nuvarande brons fundament.

## 2.6 SEDIMENT

En sedimentprovtagning har utförts vid de två landfästena (ytsediment, djupsediment) samt längs hela sjökabelsträckningen för att utreda förekomst av föroreningshalter (bilaga 2a-2b till MKB:n). Resultaten från sedimentprovtagningarna indikerar generellt förorenade ytsediment (0-10 cm) inom hela studieområdet, speciellt avseende organiska föroreningar (PCB, PAH). Föroreningshalterna av metaller är dock i allmänhet låga.

Vid landfästet vid Ängbybadet förekommer PCB (polyklorerade bifenyl) och PAH (aromatiska kolväten) i ytsedimenten i *höga* till *mycket höga* halter enligt Naturvårdsverkets jämförvärden. Halterna ligger dock i linje med eller är mindre förorenade än ytsediment i omkringliggande fjärd. Djupare sediment (sediment djup 45-60 cm) är relativt rena från föroreningar.

I Sättravik är botten bestående av så pass grovt material att provtagning inte är möjlig. Då föroreningar i sediment framförallt förekommer knuten till finare partiklar anses föroreningsansamling vid dessa stränder osannolik, alternativt att förorening ej förekommer i betydande mängd.

Längs de aktuella stråken för sjökabelförläggningen utanför landfästena noteras två provpunkter i närområdet kring Drottningholmsbron (provpunkter F-55 och F-56, bilaga 2b, MKB) som innehåller PAH i halter som kan påverka omgivande sediment och vatten negativt. Detta innebär att skyddsåtgärder bör vidtas vid förläggning vid Drottningholmsbron. Vidare påvisar en provpunkt belägen mitt i farleden mellan Kungshatt, Fågelön och Sättra högre halter av metall och PCB än omgivningen, vilket kan förklaras med att detta prov är taget på ett större djup där sediment ansamlas (ackumulationsbotten) och där föroreningar därmed vanligtvis förekommer i högre halter än i omgivande botten.

En jämförelse med effektbaserade gränsvärden visar att det är mycket tveksamt om föroreningarna i stort utgör ett problem för sediment- och vattenlevande organismer även om de enligt Naturvårdsverkets klassning anses höga. Därtill är de uppmätta halterna lägre än medelvärdet för uppmätta halter i centrala Stockholm (IVL 2003 i bilaga 2a-2b). Ur spridningsrisk anses således inte ytsedimenten inom utredningsområdet påverka sedimentkvaliteten negativt på de omkringliggande bottenarna, vilka också är förorenade, särskilt med tanke på att sjökabelförläggning direkt på sjöbotten inte medför en betydande grumling. Ett undantag utgörs av sedimenten kring Drottningholmsbron som nämnts ovan.

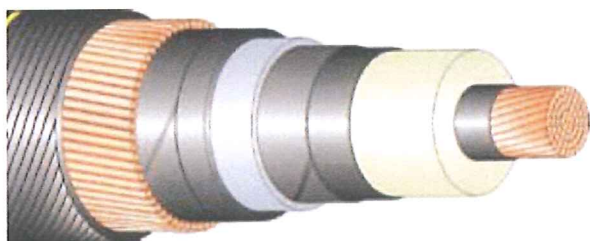
### 3 TEKNIK SJÖKABELFÖRLÄGGNING OCH SKARVPLATS

Nedan redovisas en generell teknisk beskrivning för sjökabelförläggning från Ängbybadet(Beckomberga)via Mälaren genom sundet vid Drottningholm och förbi Kungshatt ner till Sättravik (Bredäng). Sjömätningar för aktuella alternativ har utförts april 2015, samt i oktober 2016 i syfte att kartlägga bottenyta samt beskriva och positionera större objekt.

Den nya kabelförbindelsen kommer att förläggas när koncession och övriga tillstånd erhållits.

#### 3.1 SJÖKABEL

Sjökabelförbindelsen utgörs av tre kabelgrupper 400 kV sjökablar med vardera 3 enfaskablar som ska förläggas vilket innebär totalt 9 kablar. Varje sådan sjökabel uppskattas ha en diameter på ca 15 cm, samt en vikt av ca 40 kg/m. Gränsen för tillåten böjning uppskattas till en radie på 3-4 m.



Figur 6. Exempel på tvärsnitt av 400 kV sjökabel.

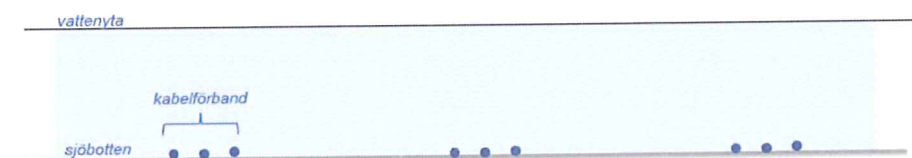
Kabelns ledare består av aluminium eller koppar som är axiellt tätad mot vatteninträngning. Isolationen är av plast (polyeten "PEX"). Runt isolationen läggs en mantel av bly som skydd mot radiell vatteninträngning. Kabeln förses ytterst med en mekaniskt skyddande armering av koppartrådar som täcks av ett yttre garnlager.

Samtliga material i sjökabeln kan återvinnas i framtiden.

Sjökablarna tillverkas i hela längder i fabrik, där de sedan lastas på transportfartyg, eller direkt på ett kabelförläggingsfartyg (eller pråm). Det är önskvärt att förläggningen planeras så att antalet sjökabelskarvar minimeras. I vilket fall som helst så bedöms det att skarvning av kablar åtminstone måste göras i anslutning till Drottningholmsbron. Alternativa lösningar som kräver skarvning vid fler ställen kan vara aktuella.

#### 3.2 SJÖKABELFÖRLÄGGNING I VATTEN

Kabelgrupperna längs landkabelsträckan kommer ligga i pyramid-formation. På sjökabelsträckningen skulle en sådan formation medföra avsevärda svårigheter för kabelreparationer och medföra sämre kylning av kablarna, vilket gör att en förläggning istället planeras där de tre kablarna inom en grupp ligger plant på botten med en separation på ca 1-2 m. Respektive kabelgrupp förläggs med ett inbördes avstånd på 8–15 meter för att säkra överföringsförmågan och se till att framtida eventuella reparationer underlättas, se Figur 7. Detta ger en totalbredd på ca 25-40 m mellan de två ytterkablarna.



Figur 7. Principskiss till placering av sjökablar (ej skal enligt)

Vid förläggning genom trånga passager, till exempel på platser med ogynnsam bottenprofil, kan avståndet mellan kabelgrupperna behöva minskas. I vissa områden med mycket bottenobjekt (t.ex. stenar, brostöd), kan också grupperna av sjökablar behöva separeras och läggas på olika sidor om dessa.

Sjökablarnas läge kommer att märkas ut genom skyltning och införas på sjökort enligt Sjöfartsverkets regler. Ankringsförbud kommer att sökas hos länsstyrelsen.

Förläggning direkt på sjöbotten bedöms kunna accepteras inom större delen av det utredda vattenområdet då inget fiske med större redskap förekommer och eftersom den begränsade och fritidsbetonade sjöfarten generellt inte bedöms utgöra en påtaglig risk. Vid korsning av farled och eventuellt inom andra områden där det bedöms finnas ökad risk för mekanisk påverkan kommer dock kablarna förses med mekaniskt skydd för att minska risken för skada från till exempel ett ankare. Detta skydd kan utgöras av betongtråg, betongmattor, stenar, betongrörshalvor eller liknande.

Två officiella farleder finns i området- den första mellan Nockeby och Kärsön och den andra mellan Fågelön och Bredäng. Ingen officiell farled finns mellan Drottningholm och Kärsön, eller mellan Kungshatt och Fågelön.

### 3.3 SJÖKABELFÖRLÄGGNING VID STRAND

#### Sättravik Bredäng

Från strandkanten och ut till cirka tre meters vattendjup kommer sjökablarna att förläggas i ett schaktat, cirka 1 m djupt och 4 m brett sjökabeldike (ett dike per kabelgrupp). Nedgrävningen utförs för att mekaniskt skydda ledningarna från isens påverkan och mindre ankrande båtar. Efter förläggning av kablarna kommer återställning av sjökabeldikena och zonen till största del att ske med ursprungligt material för att i möjligaste mån återställa den naturliga bottenprofilen.

Sjökabeldikena fortsätter med samma bredd och djup, ca 50m upp till skarvplatserna på land.

#### Ängbybadet, Ängby

För landfästet vid Ängbybadet kan det bli aktuellt med en schaktfri metod t.ex. styrd borring. Detta innebär en ca 100 m lång borring av 9 hål från skarvplatsen och ned till minst 3 m vattendjup. Bredden på korridoren för borrhållen blir ca 25 m vid skarvplatsen för att bredda ut till ca 40m ute i vattnet. I de borrhållen installeras plaströr i vilka kablarna förläggs. En borrhållslösning innebär att de negativa konsekvenserna på badets landskapsvärden och naturmiljö minskas betydligt under anläggningskedet.

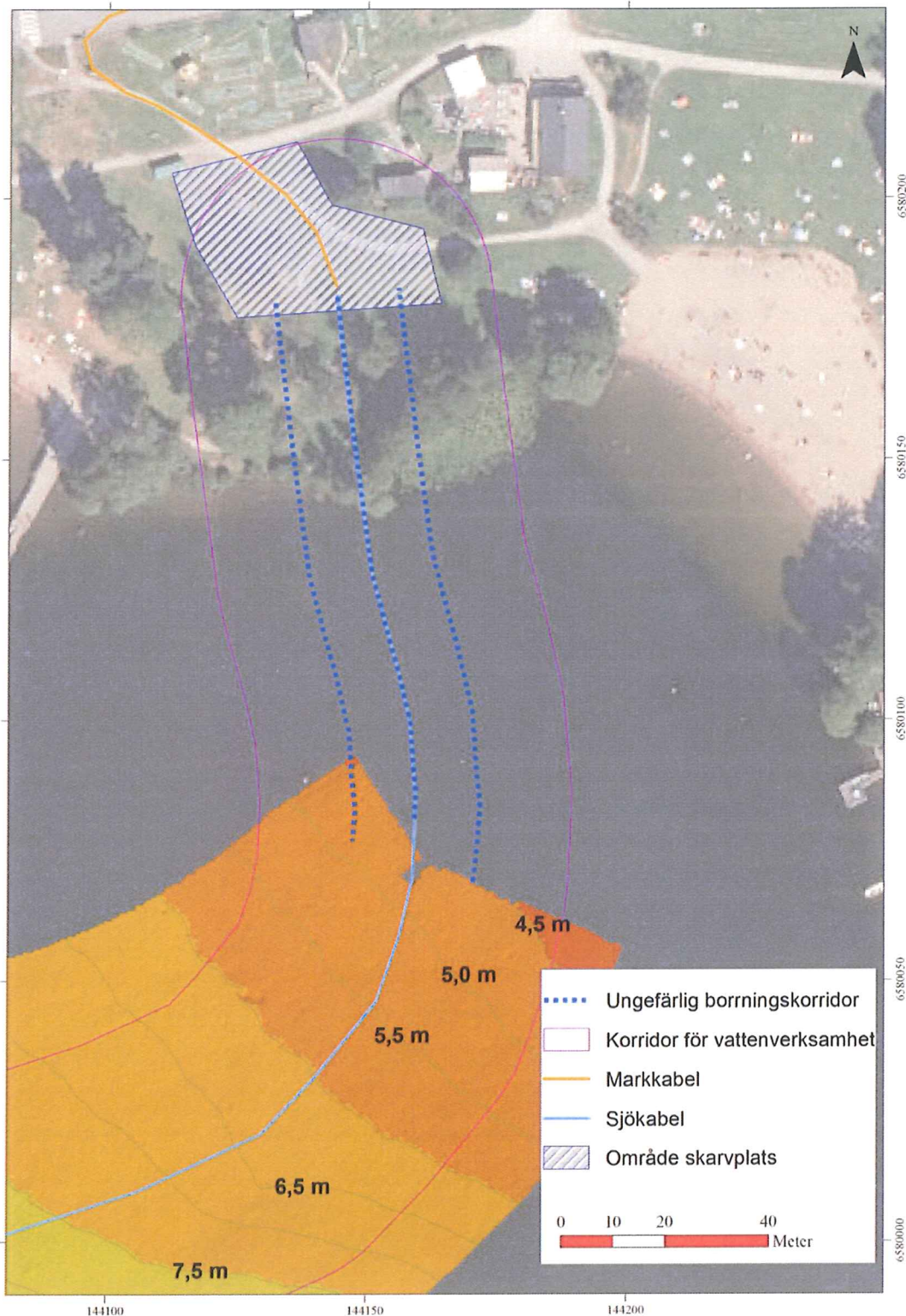
### 3.4 ÖVERGÅNGSSKARV TILL MARKKABEL

Mark- och sjökablarna kommer att skarvas vid skarvplatser på lämpligt avstånd från strandkanten. Vid Ängbybadet (Figur 8), och i Sättravik (Figur 9) är ungefärlig skarvplats planerad ca 50 m från strandlinjen.

Markkabel och sjökabel skarvas ihop med s.k. övergångsskarvar.

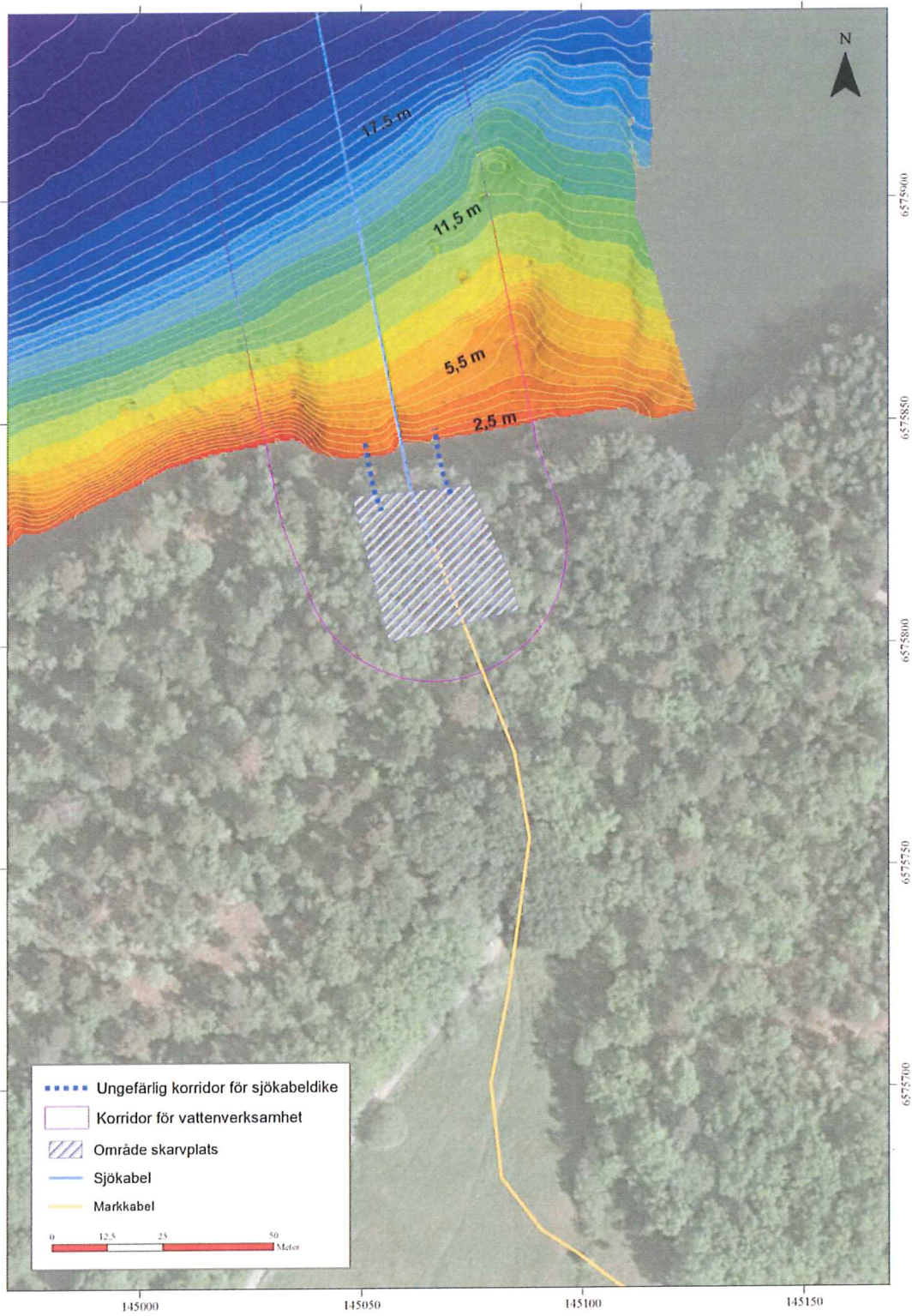
För att bibehålla överföringskapaciteten i ledningarna kommer avståndet mellan sjökablarna (ca 1-2 m avstånd mellan kablarna inom grupperna och 6-10 m mellan grupperna) behållas fram till dess att skarvning skett mot markkablarna. För tre kabelgrupper behövs tre skarvplatser som vardera kommer att uppta en yta på ca 5x8 m. I skarvplatsens botten anläggs en ca 10 cm tjock betongplatta för att säkra en stabil grund för övergångsskarvarna. På sjösidan av övergångsskarven i anslutning till bottenplattan kommer en så kallad "hang-off" att installeras. Detta är en armatur, förankrad på fundament, där sjökabelns armering fästs för att kabeln ska vara fast förankrad på land. Fundamentet för denna "hang-off" kommer att sträcka sig djupare än bottenplattan för att möjliggöra en solid mekanisk förankring av sjökabeln. Detta fundament kan t.ex. utformas som en 1 x 1 m betongbalk (i nivå med bottenplattan) som förankras i marken någon meter ned med plintar eller liknande (exakt djup beror på markegenskaperna lokalt).

Från övergångsskarvarna vid skarvplatserna sammanförs sedan markkablarna i ett gemensamt kabelschakt på land.



Figur 8. Landfäste Ångbybadet med ungefärlig plats för skarvplats

Ellevio AB, Box 242 07, 104 51 Stockholm  
 Säte Stockholm. Org-nr 556037-7326  
 Telefon 08-606 00 00  
 ellevio.se



Figur 9. Landfäste Sättravik med ungefärlig plats för skarvplats

### 3.5 KORSANDE SJÖKABLAR

#### 3.5.1 KARTLÄGGNING AV KORSANDE SJÖKABLAR

Vid korsning av befintliga kablar och rör ska förläggningen av de nya kablarna ske med hänsyn till de befintliga. En sjöbottenundersökning har identifierat korsande kablar.

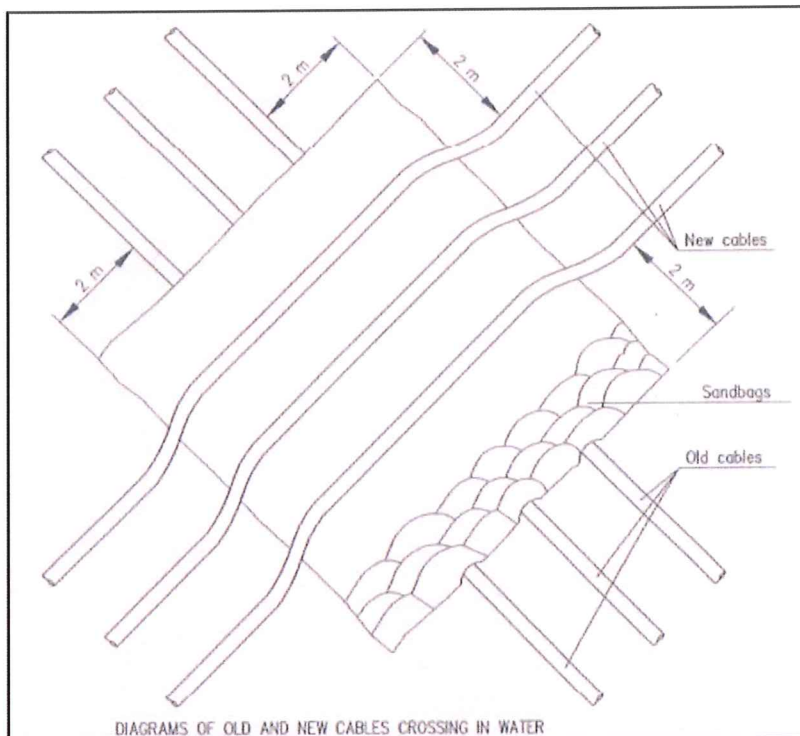
Sjökabelsträckningen är i nuläget inte detaljprojekterad. Olika alternativ har utarbetats utifrån befintlig information om olämpliga bottenförhållanden och andra möjliga komplikationer för sjökabelförläggningen.

#### 3.5.2 GENERELL KORSNINGSMETODIK

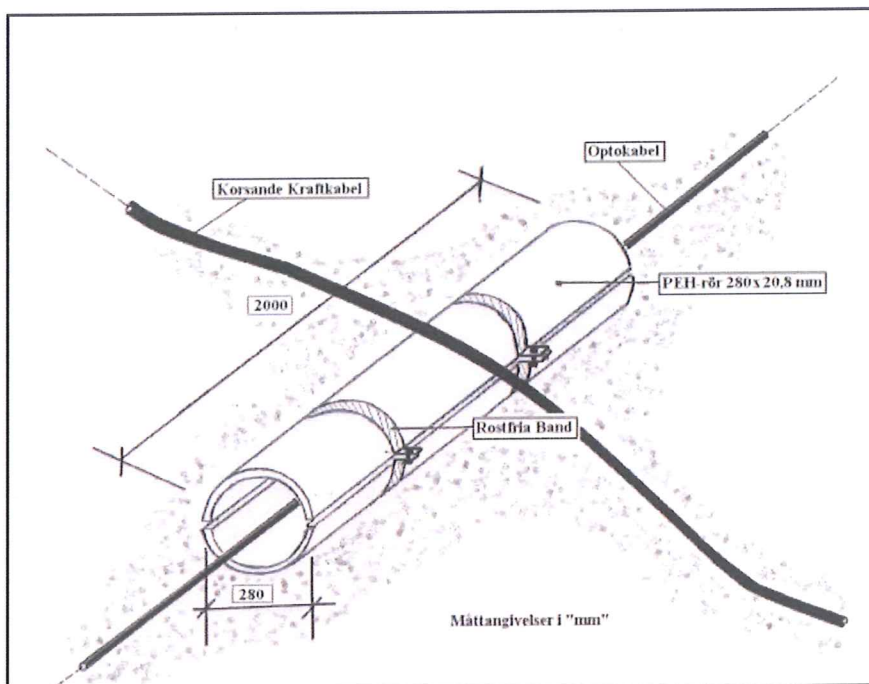
Det normala förfarandet vid sjökabelkorsningar är att korsningspunktens position verifieras efter kabelförläggningen och utseendet verifieras med hjälp av en ROV (obemannad undervattensfarkost med kamera) eller av dykare. För att bedöma vilka åtgärder som är nödvändiga för att säkerställa skyddet och funktionen för de båda ledningarna i korsningspunkten så tas ett gemensamt åtgärdsprogram fram av ledningsägarna. Åtgärderna skiljer sig åt från fall till fall beroende på typ av korsad ledning (konstruktion), bottenförhållanden, vattendjup etc.

Tre olika typer av metoder för att fysiskt särskilja ledningarna åt används vanligen, nämligen:

- med betong/cementsäckar eller motsvarande, se principbild Figur 10.
- med skyddsror eller motsvarande runt den underliggande ledningen, se principbild Figur 11
- med skyddsror eller motsvarande runt den överliggande ledningen (kan även appliceras i samband med förläggningen)



Figur 10. Principritning på korsning med sandsäckar som skydd.



Figur 11. Principlinring på korsning med rör som skydd.

Vanligen görs ingen nämnvärd åtgärd eller skyddsinsats då ledningar på mjuka botten korsas eftersom dessa i regel hunnit sjunka ned i botten och därmed har ett naturligt särskiljningsskydd. Eventuell nedsjunkning beror till stor del av ledningens utformning och vikt i kombination med vilken typ av botten det är, mjuk lera, hård lera, sten, gyttja osv.

De ovan nämnda metoderna med sandsäckar och skyddsror är normalt förekommande och någon av dessa metoder kan användas vid kabelkorsning. Vilken metod som kommer att användas kommer att avgöras under detaljprojekteringen av kabelförläggningen.

Då vattendjupet längs sjökabelsträckan är relativt litet så kan ovanstående beskrivna arbeten i vissa fall utföras av dykare som styr nedläggningen.

För att skydda de nya sjökablarna kan skyddshylsor som träs på kablarna i samband med förläggningen vara en lösning.

### 3.6 KORSNINGSMETODIK DROTTNINGHOLMSBRON

Kablarna ska passera under en vattenledning norr om Drottningholmsbron och även under Drottningholmsbron. Inom detta område finns också ett antal kommunikationskablar att korsa. De senare är med största sannolikhet förlagda på sjöbotten, där de senare sjunkit ner i sedimenten. Inom detta område finns också vad som förefaller vara tidigare brofundament (eller delar av) nära bron. Närmast Kärsön (främst på södra sidan om bron) finns också hårdare och ojämn botten som bör undvikas.

Det förefaller möjligt att för varje kabelgrupp finna en centrumlinje som löper genom befintliga strukturer, som undviker skrotet och de hårdare områdena. Dessa linjer är lokaliserade till de centrala och västra delarna av broområdet.

Installationsarbetet kommer att göras så att man håller säkert avstånd från strukturer för vattenledning och bro. Korsning av kommunikationskablar förutses ske i överenskommelse med respektive ägare av dessa. Det är troligt att det kommer behöva göras arrangemang på sjöbotten som gör att punktlaster på kommunikationskablarna vid respektive korsningspunkt hålls på acceptabla nivåer. Korsning ska ske så nära rätvinkligt som möjligt.



### 3.6.1 FÖRARBETE FÖRE INSTALLATION I OMRÅDET RUNT DROTTNINGHOLMSBRON

Befintliga kommunikationskablar ska skyddas vid respektive korsningspunkt. Detta kan göras enligt ovan beskrivna metoder.

Arrangemang på sjöbotten ska också göras så att sjökablarna styrs säkert under och förbi strukturer och hinder. Detta kan göras med ett antal förankrade strukturer på sjöbotten som styr kabeln. Troligtvis är den mest effektiva lösningen att man i förväg förlägger ett rör per kabel som sträcker sig förbi strukturer och hinder. Sådana rör kommer vara av stabil plast (t.ex. PE, polyeten) och vara ca 60 m långa, men det kan finnas förläggningstekniska skäl att kanske ha dem något längre. Rören måste vara släta inuti och tyngas ner på sjöbotten med t.ex. betongrörshalvor. Ett möjligt alternativ är att istället för ett kontinuerligt rör (per kabel) använda sig av rör i flera segment. Rören ska vara öppna i ändarna och inte fyllas med annat än sjövattnet. Det kan vara lämpligt att förse dem med några hål längs längden för att underlätta cirkulation av vattnet.

Det är troligt att man behöver stabilisera sjöbotten vid respektive rörända så att de inte sjunker ner i sedimenten, utan blir tillgängliga och åtkomliga för eventuella framtida reparationer av kabel. Detta kan göras med en bädd av sten, en tvärgående balk eller liknande.

### 3.6.2 INSTALLATION I OMRÅDET RUNT DROTTNINGHOLMSBRON

Kabel som ska installeras kommer att förläggas från ett kabelförläggingsfartyg eller en pråm. Den kan finnas på en karusell, kvajlad eller på kabeltrummor. Det är också möjligt att ha kabeltrummor på land och dra ut kabeländan därifrån.

Kablarna installeras en i taget. Änden kommer att fästas i en wire som är dragen genom rör/arrangemang. På andra sidan bron finns en winch som drar kabeln genom rör/arrangemangen. Winchen kan stå på land, pråm eller tillfällig arbetsplattform. Själva kabeldragningsoperationen kommer vara dykarassisterad. Arbetet kräver rimligt gott väder. Det är framförallt vind och vågor som kan vara försvårande, men å andra sidan är läget tämligen skärmat och skyddat.

Efter indragning av samtliga kablar så kommer skarvning till anslutande längd ske. Denna kommer dock att kunna ske på säkert avstånd från bro och vattenledningar. Ett minimiavstånd på 50 m från respektive struktur bör upprätthållas (dvs. rör med kabel fortsätter minst 50 m på vardera sidan av ev. vattenledningar).

### 3.6.3 FRAMTIDA EVENTUELLA REPARATIONER I OMRÅDET RUNT DROTTNINGHOLMSBRON

Arrangemanget med rör underlättar också för en eventuell framtida reparation. I detta läge måste den felande kabeln kapas på ömse sidor om bron, samt en ny reservkabel dras in. Detta sker på samma sätt som vid den ursprungliga installationen med det undantaget att det kommer behövas en skarv på ömse sidor om bron, varav den ena kommer att behöva läggas ner med en slinga (överlängd).

## 3.7 UPPSKATTAD BYGGTID

För projektets allmänna tidsplan hänvisas till MKB:n.

Om förläggning utförs med kabelförläggingsfartyg kan möjligtvis antalet skarvplatser begränsas till 1 st vid Drottningholmsbron. Alternativa lösningar med flera skarvar kan dock behövas.

Vid varje skarvplats ska 9 st kablar skarvas. Arbetet kommer att bedrivas parallellt, och skarvning vid en skarvplats bedöms ta ca 4 veckor. Förläggning av kablar från en skarvplats till nästa bedöms ta 1 vecka. Passagen under Drottningholmsbron förbereds innan kablarna ska förläggas där. Själva installationen av sjökablarna som passerar Drottningholmsbron bedöms ta 2 veckor.

Landtagen är förberedda innan sjökabeln ska dras upp på land. Själva landtagningen av nio kablar på respektive sida bedöms ta en vecka.

Med andra ord beror den totala byggtiden bl.a. på antalet skarvplatser. Därtill tillkommer tid för förläggningen av kablarna mellan skarvplatserna. Arbetet bedöms ta ca 20-40 veckor beroende på installationsteknik. Troligtvis fördelas detta över två säsonger.

### 3.8 REPARATIONSARBETE

För reparationsarbete av sjökabel uppdragen på land eller vid skarvplats hänvisas till TB mark.

Enligt ledningsrättslagen har en ledningsägare rätt att utföra eventuella akuta reparationer på sina ledningar efter att ledningen tagits i drift. Det är svårt att bedöma hur lång tid som behövs för ett reparationsarbete. Reparationstiden beror även på om det är en eller flera kablar/skarvar som skadats.

Den horisontella förläggning som föreslagits för sjöbotten underlättar för kabelreparationer. Det innebär dock att man med största sannolikhet kommer att behöva korsa åtminstone en annan kabel inom samma kabelgrupp vid en eventuell reparation, särskilt om det är en mittkabel som ska repareras eller en ny reparation på kablar inom ett område där tidigare reparationer skett. Anledningen till korsningen beror på att kabeln måste lyftas upp till ytan och kapas. Vid skarvningen läggs en viss längd till vilket gör att den totala kabellängden ökar. Vid tillbakaläggningen kan inte den ursprungliga kabelsträckningen bibehållas helt. Korsningar är genomförbara, men bör göras så vinkelräta som möjligt, samt med ett mekaniskt skydd mellan kablarna.

En viktig aspekt är att ledningsägare tillser att det finns kontrakterad drift- och underhållsentreprenör som är tillgänglig samt att erforderligt reparationsmaterial (kabel, skarvar) också finns tillgängligt. Om dessa aspekter tillgodoses bedöms ett reparationsarbete kunna utföras relativt snabbt (uppskattningsvis 1-2 månader per kabelbrott).

Saknas entreprenör och/eller material så kan det i värsta fall betyda flera månader innan en reparation är utförd.

## 4 REFERENSER

Clinton Mätkonsult AB, 2016. Marine Survey Report: Hydrographic & geophysical survey Kungshatt September 2016. Rapport utförd på beställning av Ellevio.

Clinton Mätkonsult AB, 2015. Marine Survey Report: Hydrographic & geophysical survey Beckomberga-Bredäng April 2015. Rapport utförd på beställning av Ellevio.

Clinton Mätkonsult AB, 2014. Rapport: Batymetrisk och geofysisk uppmätning Nockebybron 2014. Rapport utförd på beställning av Ellevio.

Medins, 2014. Sjömätning i Mälaren 2014 – En kartering med sidoseende ekolod av sjöbottnar i området mellan Kärsön och Bromma