
Cinia Group Oy
Sea Lion
merenalainen valokuitukaapelijärjestelmä

A	2015-02-01	Versio käyttöön	NAN	LBR	NAN	OTH	
Versio	Päivämäärä	Kuvaus	Valmistellut	Tarkastanut	Hyväksynyt	Tarkastanut	
			StreamTec Solutions AG			Alcatel Lucent	
 			Asiakirjan nimi Hankkeen tekninen kuvaus Suomen merialue				
Yrityksen edustaja : Nicklas Andersson							
Viite :			Asiakirjan nro STS-RPT-SLCSFIN1				Versio A
PO. nro :							
Urakoitsijan edustaja :							
Asiakirjan omistaja : SBO			Alkuunpanija	Asiakirjan tyyppi	Yhdistäjä	Versio	

Sisällys

0	Tiivistelmä.....	4
1	Johdanto.....	6
1.1	Hankkeen aikataulu.....	7
1.2	Luvitus.....	7
2	Tekninen kuvaus.....	8
2.1	Reitin suunnittelu.....	8
2.2	Reittikäytävä.....	8
2.3	Merenalainen kaapeli.....	9
2.4	Merenalaiset toistimet.....	9
2.5	Kaapelikammio.....	10
2.6	Järjestelmän maadoitus.....	10
3	Asennus.....	12
3.1	Rantautumisalueen kaapelikammio.....	12
3.2	Kaapelin asennus.....	12
3.2.1	Reitin raivaus ja laskua edeltävä naaraus.....	12
3.2.2	Ranta-alueen maihinlasku.....	13
3.2.3	Kaapelin lasku.....	17
3.2.4	Kauko-ohjattu vesipainepuhallustekniikalla tapahtuva hautaus.....	21
3.3	Infrastruktuurin risteyskohdat.....	21
3.3.1	Tietoliikennekaapelien risteyskohdat.....	21
3.3.2	Sähkökaapelien risteyskohdat.....	23
3.3.3	Putkilinjojen risteyskohdat.....	23

Hankkeen tekninen kuvaus Suomen merialue

0 Tiivistelmä

Vuoden 2013 joulukuussa Suomen hallitus pani alulle "Sea Lion -merikaapelijärjestelmän" (Hanke), josta on tarkoitus rakentaa kestävä, luotettava ja nopea merikaapeliyhteys Suomen ja Manner-Euroopan välille ja näin lisätä Euroopan sisäisiä yhteyksiä ja edistää digitaalista taloutta.

Hankkeen toteuttaa ja sen toiminnasta vastaa C-Lion1 Oy, Cinia Group Oy:n (Cinia, entinen Corenet Oy) kokonaan omistama tytäryhtiö. Cinia on yksityinen osakeyhtiö, jonka Suomen valtio omistaa kokonaan Governia Oy:n kautta. Suunnittelun, kaapeli- ja varustetoimituksen ja asennuksen avaimet käteen -toimittaja on Alcatel-Lucent Submarine Networks (ASN). ASN:n korkean teknologian merenalaisen tietoliikennekaapeliverkkojen kehitys, valmistus, asennus, hallinto ja huolto ovat maailman huippua. ASN:llä on käytössään erikoistunut ja moderni maailmanlaajuinen kaapelialusten laivasto.

Suomesta Saksaan johtavan merenalaisen kaapelijärjestelmän pituus on noin 1 150 km. Noin 332,5 km tästä sijaitsee Suomen merialueella – 28,6 km Suomen aluevesillä ja 303,9 km Suomen talousvyöhykkeellä. Suomen päässä kaapelin rantautumispaikka on Santahaminan eteläosassa.

Hankkeen suunnitellun aikataulun mukaan lupahakemus jätetään vuoden 2015 maaliskuun loppuun mennessä ja lupapäätös olisi tehtynä loppukesästä, heinä-elokuussa, 2015. Luvan myöntämisen jälkeen rantautumispaikan valmistelevat työt alkavat ja kaapelin reitti raivataan, minkä jälkeen kaapelialus laskee kaapelin maihin ja lähtee sitten asentamaan kaapelijärjestelmää Suomesta kohti Saksaa, yhtä aikaa laskien ja haudaten kaapelia hinattavalla auralla. Alustava arvio on, että Suomen merialueella tehtävät lasku- ja auraustyöt kestävät noin kolme viikkoa, minkä jälkeen suoritetaan vielä tarvittavat laskunjälkeiset hautaustyöt. Suomen merialueen työt valmistuvat ennen jäiden tuloa.

Merenalaisen valokaapelin, teräsvaijerisuojuksilla vahvistettuna, ytimen halkaisija on 14 mm kasvaen yksinkertaisesti suojattuna 27 mm:n ja kaksinkertaisesti suojattuna 35 mm:n. Kaapelin asennuksen tavoitesyvyys on 1,0 metriä. Kaapeliin asennetaan toistimet noin 80 km välein.

Maalle rakennetaan muun muassa maanalainen kaapelikammio enintään 200 m päähän rantaviivasta, voimansyöttölaitteisto sekä rantakaapeli, joka asennetaan mahdollisuuksien mukaan olemassa oleviin kaapelikanaviin. Merikaapeli ja maakaapeli kohtaavat kaapelikammiossa.

Ranta valmistellaan ennen kaapelin maihinlaskua. Dynaamisesti liikuteltava pääkaapelialus asettuu noin 15 metrin syvyyseen kohtaan ja pysyttelee paikoillaan ankkuroitumatta, jolloin jälkeen kaapeli vedetään maihin. Kun kaapeli on linjattu oikein, sen kellukkeet poistetaan ja sen annetaan vajota merenpohjaan. Kaapelin maihinlaskun jälkeen kaapelialus lähtee laskemaan kaapelia rannasta pois päin Suomen aluevesien ja talousvyöhykkeen läpi. Kun kaapelialus on lähtenyt matkaan, rantautumispaikan työt tehdään loppuun; näitä ovat muun muassa nivelletyn suojaputken asentaminen ja ranta-alueen ennallistaminen.

Laskettavan kaapelin haudattava osuus, jota on suurin osa reitistä, naarataan (Pre Lay Grapnel Run, PLGR), jolla varmistetaan mahdollisimman hyvin kaapelin asentamisen sujuvuus ja vältetään kaapelin vaurioituminen. Lisäksi asennuskäytävältä leikataan ja poistetaan risteävät käytöstä poistetut kaapelit. Kaikki töiden aikana kertyneet kaapelit ja romu hävitetään asianmukaisesti maalla.

Suurin osa merellä laskettavasta kaapelista on tarkoitus yhtä aikaa laskea ja haudata hinattavalla auralla sen mukaan, mikä on merenpohjan laatu ja edellytettävä kaapelin suojaustaso. Kaapelin suojausvaatimukset määritetään kaapelin reittiselvityksessä, jota tehdään parhaillaan. Kaapelin hautaaminen auralla vaikuttaa

merenpohjaan hyvin vähän. Pohjaan uraa kyntävä aura nostaa pohjasta sedimenttikiilan. Kaapelia syötetään etenevän auran läpi merenpohjaan ja pohjan sedimenttikiila laskeutuu paikalleen auran ohitettua sen.

Kaapelinlaskualus asentaa 15–20 kilometriä kaapelia päivässä. Näiden töiden aikana ulkopuolisia aluksia pyydetään noudattamaan kaapelinlaskualuksen ympärillä olevaa suoja-aluetta (turvallisuussyistä), joka on suuruusluokaltaan noin 0,5 meripeninkulmaa, koska kaapelinlaskualuksen ohjattavuus on rajoittunut.

Tietyillä osuuksilla voidaan joutua suorittamaan laskun jälkeistä hautaamista (Post Lay Burial, PLB). Tällaisia osuuksia tai tilanteita voivat olla: osuudet, joilla auran jälkeistä hautautumista ei saavutettu, aura joudutaan nostamaan putkilinjojen tai kaapeleiden ylityksien vuoksi, auran nostaminen huoltotoimenpiteiden tai järjestelmävirheiden vuoksi sekä auran nostaminen huonon sään vuoksi. Laskun jälkeinen hautaaminen suoritetaan käyttäen kauko-ohjattavia laitteita (ROV) ja suihkutustekniikkaa. Laskun jälkeistä hautausta on arvioitu tarvittavan koko matkasta vain 2 % verran.

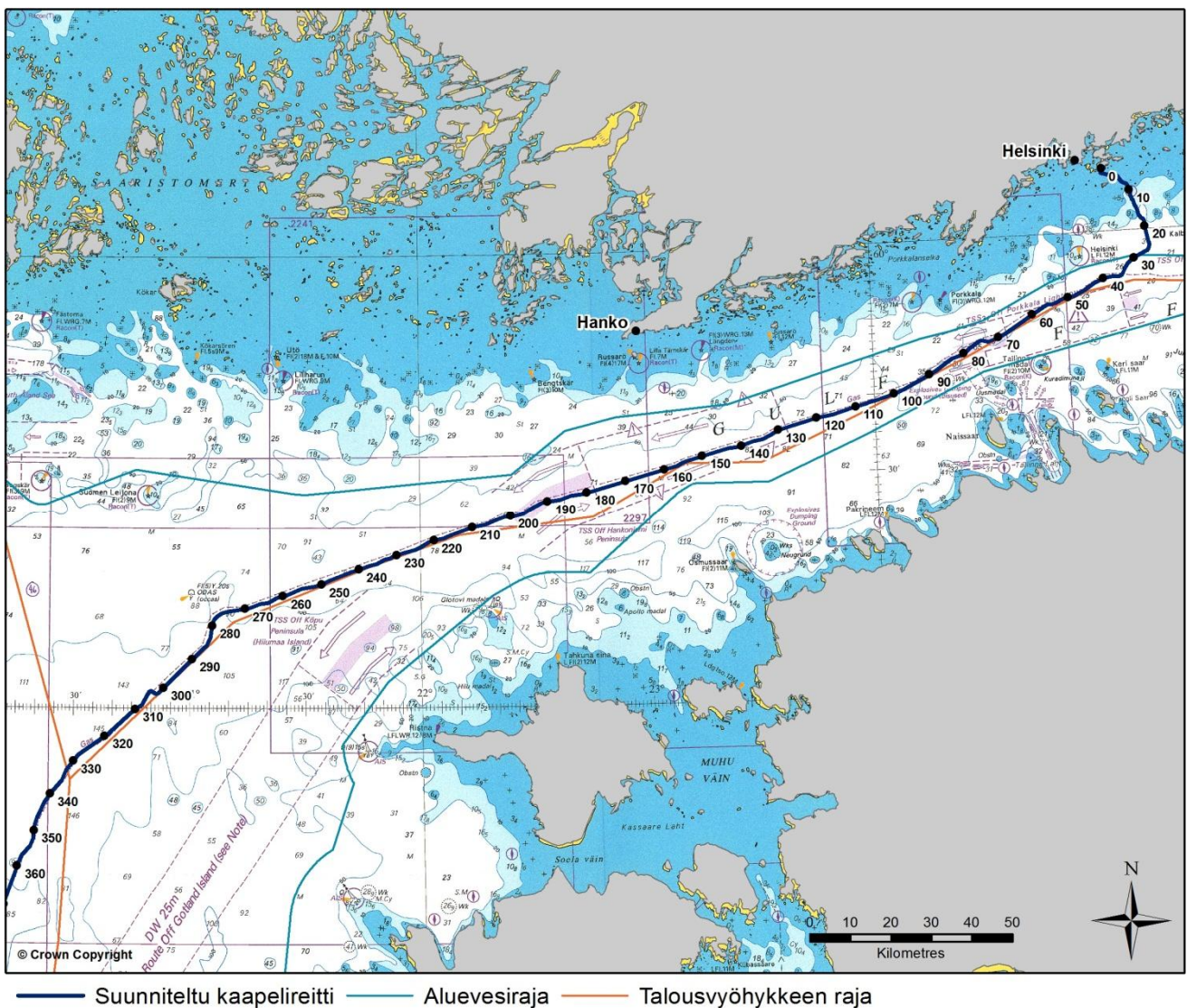
Risteyskohdissa käytetään erityistä menettelyä, jolla suojataan olemassa olevaa infrastruktuuria. Tietoliikenne- ja voimakaapelien sekä putkilinjojen risteyskohdat tunnistetaan hankkeen alussa ja olemassa olevien kaapelien ja putkien omistajille ja/tai niistä vastuullisille tahoille annetaan tarkastettavaksi risteyskohtien suunnitelmat. Olemassa oleville putkille ja voimakaapeleille on tarkoitus tehdä risteyssopimukset. Tietoliikennekaapeleille hankitaan vähintään lausunnot siitä, ettei asiaa vastusteta.

1 Johdanto

Vuoden 2013 joulukuussa Suomen hallitus pani alulle "Itämeren runkokaapelihankeen", joka nyttemmin tunnetaan Sea Lion -merikaapelijärjestelmänä (Hanke), josta on tarkoitus rakentaa kestävä, luotettava ja nopea merikaapeliyhteys Suomen ja Manner-Euroopan välille ja näin lisätä Euroopan sisäisiä yhteyksiä ja edistää digitaalista taloutta.

Hankkeen toteuttaa ja sen toiminnasta vastaa C-Lion1 Oy, Cinia Group Oy:n (Cinia, entinen Corenet Oy) kokonaan omistama tytäryhtiö. Cinia on yksityinen osakeyhtiö, jonka Suomen valtio omistaa kokonaan Governia Oy:n kautta.

Suomesta Saksaan johtavan merikaapelin pituus on noin 1 150 km. Noin 332,5 km tästä sijaitsee Suomen merialueella – 28,6 km Suomen aluevesillä ja 303,9 km Suomen talusvyöhykkeellä. Suomen päässä kaapelin rantautumispaikka on Santahaminan eteläosassa.



Kuva 1. Sea Lion -kaapelin reitti Suomen merialueella.

Hankkeen nimi: "Sea Lion", merenalainen valokuitukaapelijärjestelmä
 Asiakirjan nimi: Hankkeen tekninen kuvaus: Suomen merialue

Asiakirjan nro: STS-RPT-SLCSFIN1
 Versio: A
 Päivämäärä: 2015-02-01

Hanke on jaettu kahteen vaiheeseen: reitin kehitys- ja luvitusvaiheeseen ja sitä seuraavaan asennusvaiheeseen. 1. vaiheen (reitin kehitys ja luvitus) aikana määritetään kaapelin linjaus saatavilla olevan tutkimustiedon ja hankkeen omien aluevesillä tehtyjen tutkimusten perusteella. 2. vaiheessa kaapeli asennetaan; asennuksen on määrä alkaa vuonna 2015 joko kolmannen vuosineljänneksen lopulla tai neljännen vuosineljänneksen alussa.

Suomessa tehtävät asennustyöt sisältävät kaapelikammion rakentamisen ja voimansyöttölaitteiston asentamisen Santahaminaan, rannan kaapeliojan kaivamisen, kaapelin yhtä aikaa tapahtuvan laskun ja hautauksen dynaamisesti liikuteltavalla aluksella hinattavaa auraa käyttäen, risteyskohtien asennustyöt ja tarvittavan laskun jälkeisen hautauksen. Tässä esitettävän teknisen kuvauksen on toimittanut suunnittelun, kaapelin ja välineet toimittava sekä asennuksen suorittava, pääurakoitsija, Alcatel-Lucent Submarine Networks (ASN).

1.1 Hankkeen aikataulu

Nykyisessä aikataulussa on arvioitu, että lupahakemukset jätetään Suomessa vuoden 2015 maaliskuun lopulla ja lupapäätökset saadaan saman vuoden kesän loppupuolella heinä-elokuussa.

Suomen aluevesien tutkimus on meneillään (arvioitu valmistumisaika on vuoden 2015 huhtikuussa) ja Suomen talousvyöhykkeen tutkimuksen on määrä alkaa vuoden 2015 huhtikuussa.

Kun lupa myönnetään elokuussa, Santahaminan rantautumispaikan valmistelevat työt alkavat ja kaapelin reitti raivataan, minkä jälkeen kaapelialus laskee kaapelin maihin ja lähtee sitten asentamaan kaapelijärjestelmää Suomesta kohti Saksaa, yhtä aikaa laskien ja haudaten kaapelia hinattavalla auralla.

Alustava arvio on, että Suomen merialueella tehtävät lasku- ja auraustyöt kestävät noin kolme viikkoa, minkä jälkeen suoritetaan vielä tarvittavat laskunjälkeiset hautaustyöt (esimerkiksi muiden käytössä olevien merikaapeleiden ylityksissä). Suomen merialueella tapahtuvien asennustöiden on määrä valmistua ennen jäiden tuloa.

1.2 Luvitus

Suomen talousvyöhykkeellä tapahtuvasta rakentamisesta ja merenpohjan käytöstä määrää laki Suomen talousvyöhykkeestä, joka perustuu Yhdistyneiden kansakuntien merioikeusyleissopimukseen (UNCLOS). Asiasta vastaa työ- ja elinkeinoministeriö ja päätökset tekee valtioneuvosto.

Valtioneuvoston hyväksynnän lisäksi vaaditaan vesilain mukainen lupa. Vesilain mukaiset luvat myöntää aluehallintovirasto (AVI).

Ympäristövaikutusten arvioinnin (YVA) tarpeellisuudesta päätetään ympäristövaikutusten arviointimenettelystä annetun lain ja ympäristövaikutusten arviointimenettelystä annetun valtioneuvoston asetuksen perusteella.

2 Tekninen kuvaus

2.1 Reitin suunnittelu

Kaapelin rakenne ja valittava tyyppi tarkentuvat suunnitteluvaiheessa sen mukaan, mitä teknisiä seikkoja reitin suunnitteluprosessin aikana tulee ilmi. Rantautumispaikan valinnassa on huomioitu redundanssi (varmennus), minimoitu olemassa oleviin kaapeleihin kohdistuva vaikutus ja hyödynnetty luonnollisena kaapelikanavana toimivia merenpohjan piirteitä.

Kaapelin reitti on suunniteltu ja sitä kehitetään niin, että mahdolliset vaarat vältetään. Sen vaikutusta merenpohjan käyttöön kuten meriluonnonvaroihin ja -toimintaan vähennetään ja kaapelin pitkäaikainen suojaus varmistetaan. Kaapelin reitin ja hankkeen suunnittelu tapahtuu kahdessa päävaiheessa:

- Kirjoituspöytätyö (Desktop Study, DTS) – yksityiskohtainen kaapelin reittiin vaikuttavien tekijöiden arviointi, johon sisältyvät fyysiset, ympäristö-, sosioekonomiset ja lainsäädännölliset asiat.
- Kaapelireitin tutkimus (Cable Route Study, CRS) – reitin rannikko- ja syvien vesien osuuksien tutkimus.

2.2 Reittikäytävä

Kaapelin reitti on valittu huolellisesti niin, että vaikutukset Itämeren herkkään ympäristöön, olemassa olevaan infrastruktuuriin ja muihin merialueen käyttäjiin jäävät mahdollisimman vähäisiksi. Rantautumispaikaksi on harkittu myös muita kohteita, mutta Santahaminasta valittu paikka tarjoaa parhaan ratkaisun.

Aluevesille sijoittuva käytävä on valittu pääesikunnan aluevesien tutkimusluvasta tekemän päätöksen mukaisesti. Käytävä ohittaa Suomenlahden meritietojen keräysjärjestelmän ODAS-poijun sen itäpuolelta. Poijua käyttää Ilmatieteen laitos, ja poiju voidaan väliaikaisesti poistaa jäiden tieltä.

Reitin käytävä kulkee Suomen talousvyöhykkeellä pääosin Nord Streamin kahden putkilinjan eteläpuolella ja kaapeli on tarkoitettu sijoittamaan 500–1000 metrin päähän Nord Stream -putkista. Lopullinen kaapelin etäisyys määräytyy merenpohjan muotojen, olemassa olevan infrastruktuurin sekä Suomen ja Viron välisen talousvyöhykerajan läheisyyden mukaan.

Cinia on tehnyt Nord Stream AG:n kanssa sopimuksen, jonka puitteissa hankkeessa voidaan käyttää Nord Streamin kattavia geofysikaalisia, geoteknisiä ja ympäristötutkimustietoja. Tämän ansiosta hankkeelle voidaan turvallisesti laatia tarkat reittisuunnitelmat ja ennakoida sen ympäristövaikutukset talousvyöhykkeelle suunnitellusta 303,9 km:n laskusta yli 295 km:n (97 %) osuudelle jo ennen hankkeen omia talousvyöhykkeen tutkimuksia. Tietoja on käytetty ympäristöasiantuntijoiden lausuntojen tukena.

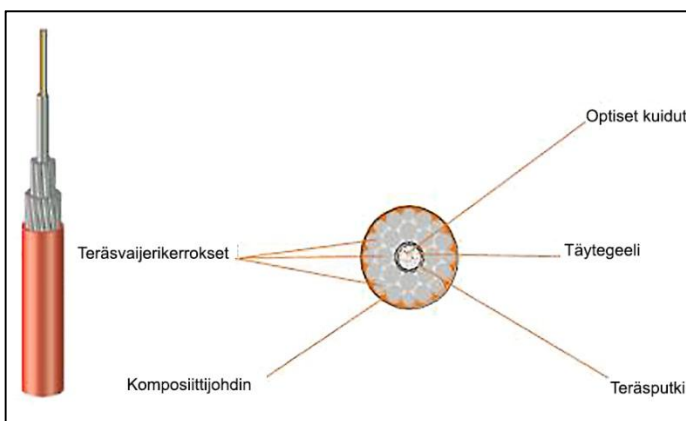
Suomen aluevesien tutkimukset alkoivat 17.12.2014 pääesikunnan luvalla (AK26475). Tutkimuksissa suoritetaan geofysikaaliset tutkimukset ja ympäristön nykytilan tutkimus; geotekniset tutkimukset tehdään jäiden lähdeyttä. Ympäristötutkimuksessa otetaan pohjasedimentistä ja vedestä näytteitä, joista mitataan raskasmetallipitoisuudet sekä muodostetaan suolaisuus-, lämpötila-, syvyys-, happipitoisuus- sekä sameusprofiilit. Tulokset ja niiden arviointi liitetään osaksi vesilupahakemusta.

2.3 Merenalainen kaapeli

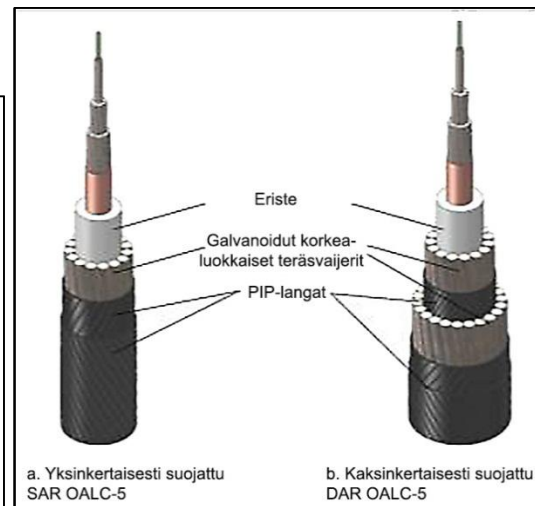
Merenalaisena kaapelina käytetään Alcatel-Lucentin OALC-5-kaapelia, jossa optiset kuidut on sijoitettu tiksotrooppisella geelillä täytettyyn teräsputkeen. Sitä ympäröi kaksi teräsvaijerikerrosta, jotka suojaavat sisäosia paineelta ja ulkoisilta vaaroilta sekä lisäävät vetolujuutta. Suojakerrosrakennetta ympäröi ilmatiivis kupariputki, ja se on eristetty polyeteenikuorella.

Kaapelia vahvistetaan ulkoisilla teräsvaijerisuojuksilla. Suojaus on kahta mallia, yksinkertainen suojuus (Reinforced Single Armour, SAR) ja kaksinkertainen suojuus (Reinforced Double Armour, DAR), joita käytetään reitillä suojaustarpeen mukaan.

Kaapelin ytimen halkaisija on 14 mm kasvaen halkaisijaltaan 27 mm:iin yhdellä suojakerroksella ja 35 mm:iin kahdella suojakerroksella. Tätä teknistä kuvausta laadittaessa ei vielä tiedetä, missä kohdin eri suojuksia käytetään, mutta yleensä kaksinkertaista suojusta käytetään alle 100 metrin syvyydessä.



Kuva 2. Kaapelin ydin ja teräsrakenne.



Kuva 3. Vahvistettu kaapeli, yksinkertainen ja kaksinkertainen suojuus.

2.4 Merenlaiset toistimet

Kaapelissa kulkevia kaksisuuntaisia optisia digitaalisia tiedonsiirtosignaaleja vahvistetaan optisilla toistimilla, joita asennetaan noin 80 km:n välein. Ne integroidaan merikaapeliin ja asennetaan osana normaalia kaapelin laskua. Tarvittaessa toistimet voidaan irrottaa, purkaa, korjata ja käyttää uudelleen.

Toistimen ja sen liitinten kokonaispituus on 4,7 metriä, johon sisältyy 1,5 m pitkä jäykkä kotelo, jonka halkaisija on 270 mm.

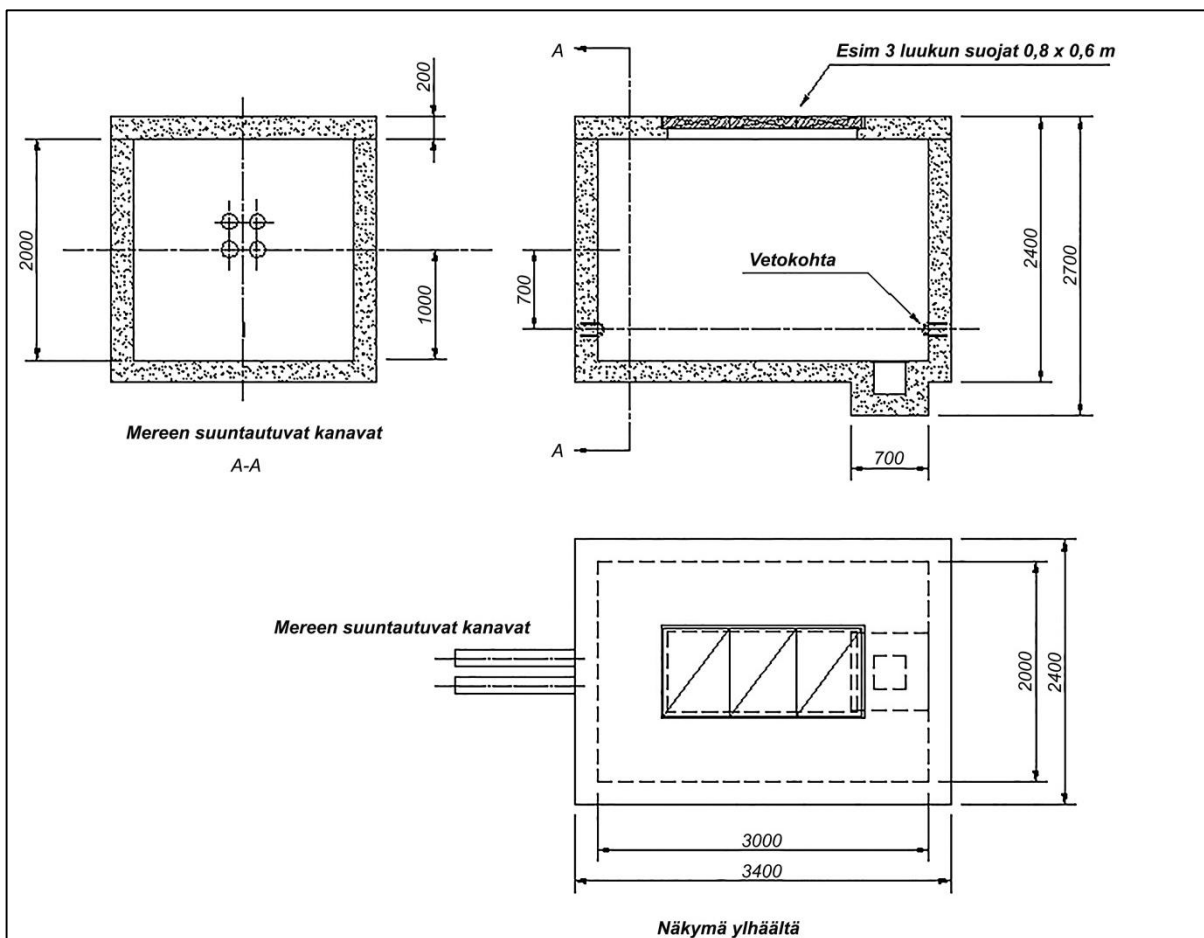


Kuva 4. Alcatel-Lucentin optinen toistin ulkoa.

2.5 Kaapelikammio

Kaapelikammio (Beach Manhole, BMH) on maan alle rakennettava tila, jota tarvitaan maalle rantautumispaikassa, kaapelin sisäänvetoon ja -ylläpitoon. Kammion mitat ovat noin 3 x 2 x 2 metriä. Merikaapeli ja maakaapeli kohtaavat kaapelikammiossa. Rannan liitoskohta muodostetaan kammiossa. Kammiosta tulisi olla enintään 200 metriä vesirajaan.

Kaapelikanavat kaivetaan kammiosta merelle päin. Kanavien pituus määräytyy paikan mukaan ja ne voivat ulottua aina rantautumispaikkaan asti.

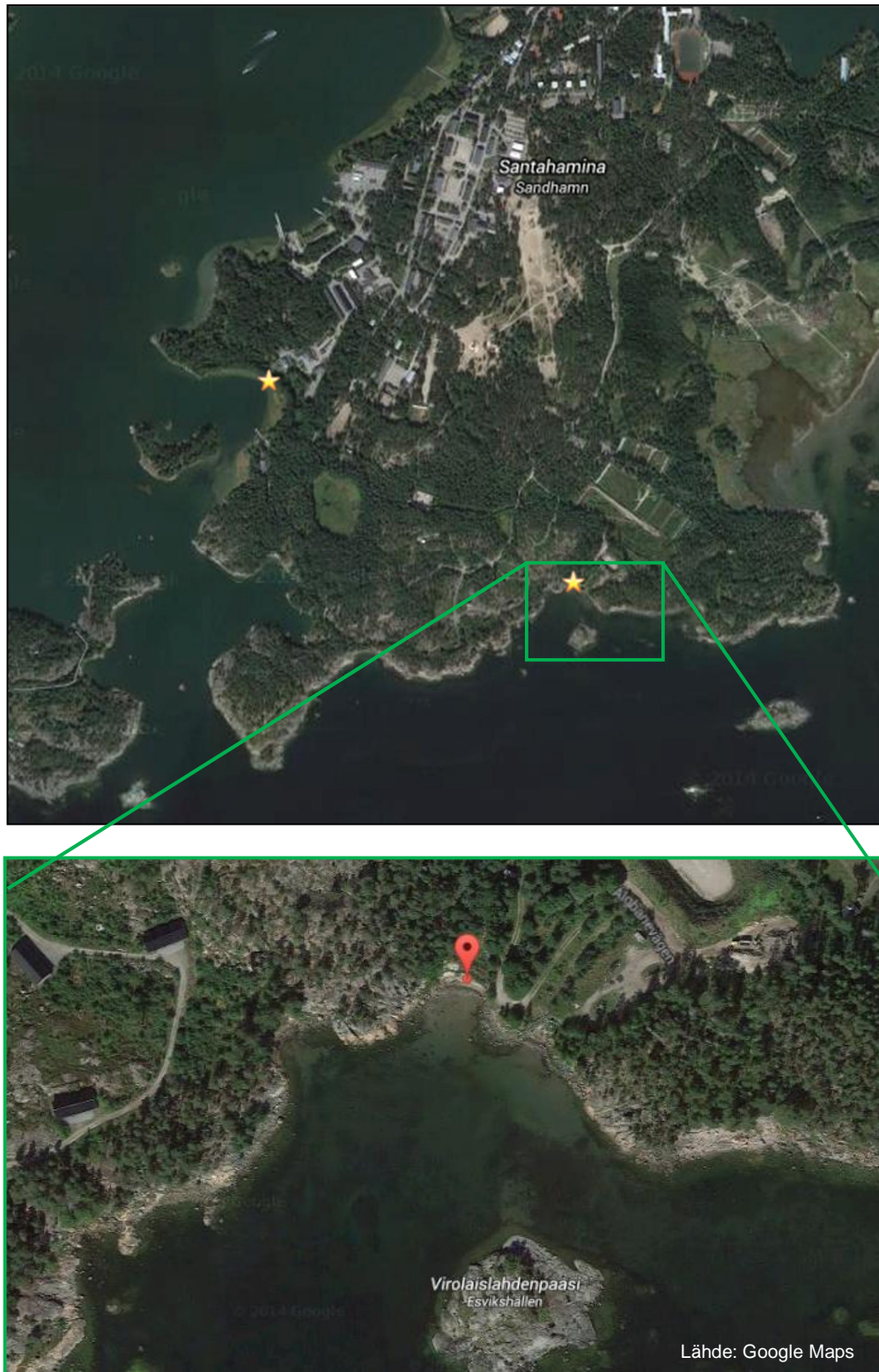


Kuva 5. Tyypillisen kaapelikammion rakenne ja mitat.

2.6 Järjestelmän maadoitus

Sea Lion -kaapelijärjestelmässä käytetään vedenalaisia toistimia, joille on syötettävä virtaa maalta käsin. Virransyöttöön käytetään pääteaseman virransyöttölaitteistoa (Power Feed Equipment, PFE). Virransyöttölaitteistolle on järjestettävä erillinen maadoitus.

Maadoitus toteutetaan joko sauvoilla, rantaan asennettavalla levyllä tai mereen asennettavalla levyllä (jos maalla ei ole sopivaa paikkaa) niin, että maadoitus asennetaan mahdollisimman lähelle kaapelikammiota. Maadoituksen sijainti, sopivuus ja tyyppi määritetään kevään 2015 aikana tehtävillä kenttätutkimuksilla.



Kuva 6. Sea Lionin rantautumispaikka Santahaminassa, 60°08'15,9"N 25°02'57,9"E.

3 Asennus

3.1 Rantautumisalueen kaapelikammio

Rantautumisalue valmistetaan ennen kaapelin asennusta. Valmistelut sisältävät:

- Kaapelikammion kaivamisen ja rakentamisen.
- Kahden metrin syvyisen kaapeliojan kaivamisen kammion ja rantaviivan välille. Kaapelioja voi olla matalampi, jos sen kohdalla on kalliota.
- Kaapeliojan ulottamisen merelle maa-alueella käytettäviä tekniikoita hyödyntämällä.

Kaivaus suoritetaan tavallisilla kuokkakaivinkoneilla ja nostettu aines kerätään kaivannon viereen, josta sitä käytetään kaivannon täyttämiseen, kun kaapeli on asennettu. Ylimääräinen aines viedään pois ja hävitetään ennalta sovitussa paikassa.

3.2 Kaapelin asennus

Kaapelin asennuksessa on kolme päävaihetta: reitin raivaaminen, maihinlasku rantautumisalueella ja merialueella tapahtuva samanaikainen kaapelin lasku ja hautaus.

3.2.1 Reitin raivaus ja laskua edeltävä naaraus

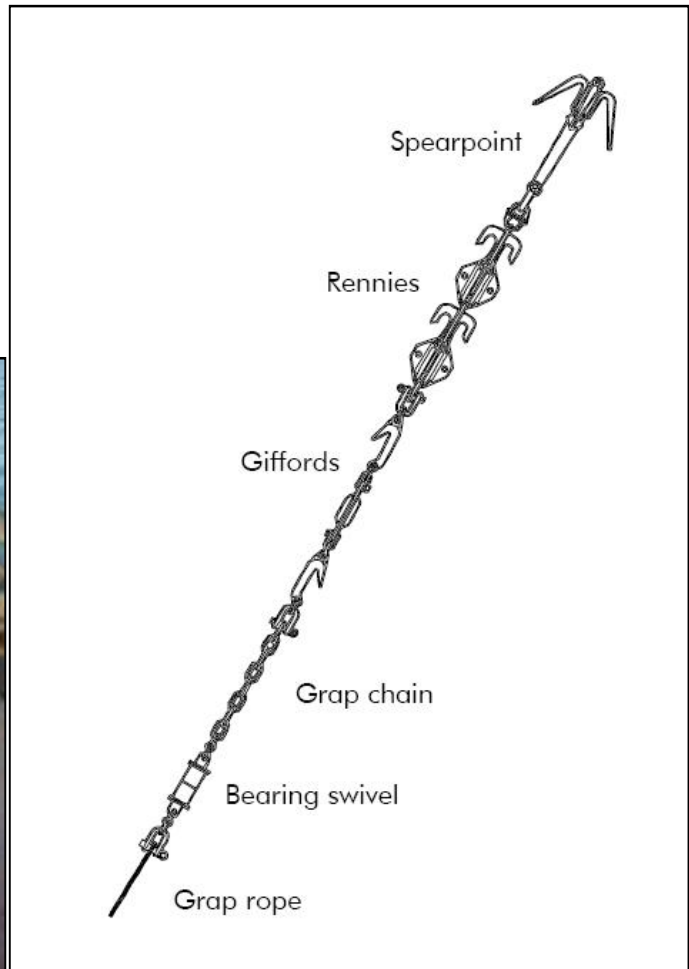
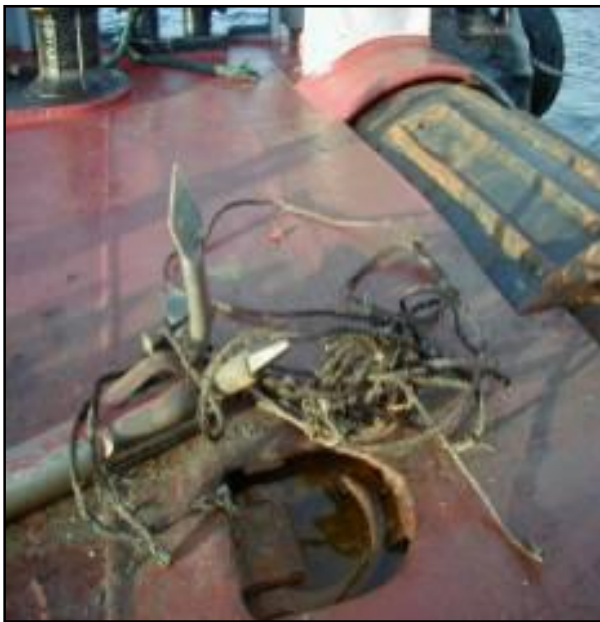
Reitin raivaus (Route Clearance, RC) ja laskua edeltävä naaraus (Pre Lay Grapnel Run, PLGR) suoritetaan ennen lasku- ja hautaustöitä niillä reittiosuoksilla, joilla kaapeli haudataan. Näin voidaan mahdollisimman hyvin varmistaa hautaustöiden sujuvuus ja se, ettei kaapelin lasku- ja hautauslaitteisto vahingoitu.

Laskua edeltävä naaraus suoritetaan ennen kaapelin varsinaisia laskutöitä. Naaraus tehdään alan standardien mukaisesti hinattavilla naaroilla, joiden tyyppi valitaan merenpohjan ominaisuuksien mukaan. Naarat on suunniteltu pinnassa olevan jätteen keräämiseen, eivätkä ne varsinaisesti työnny syvälle merenpohjaan. Naarauksella on tarkoitus poistaa merenpohjasta jätteet, esimerkiksi vaijerit, touvit, pyydykset yms., jotka ovat voineet keräytyä reitille. Näissä töissä talteen otetut jätteet kerätään rannalle töiden valmistuttua ja ne hävitetään paikallisten määräysten mukaisesti.

Naarauksen suorittaa erityisvarusteltu alus, jossa on vinssit ja naarat ja joka pystyy etenemään hitaasti ja asemoitumaan hallitusti. Aluksessa käytetään navigointi- ja paikannusjärjestelmää, joka on ominaisuuksiltaan yhtenevä pääkaapelinlaskualuksen kanssa. Vaihtoehtoisesti pääkaapelinlaskualus voi suorittaa raivauksen ja naarauksen.

Raivaus suoritetaan tarkoin määräytyissä paikoissa eli alueilla, joilla kaapeli on tarkoitus haudata ja joilla on reitin kanssa risteäviä käyttämättömiä kaapeleita. Nämä työt suoritetaan samalla navigointitarkkuudella kuin itse kaapelin hautaustyöt:

- Valitun reitin keskilinjaa ympäröivästä 250 metrin käytävästä poistetaan käyttämättömät kaapelit.
- Kaapelien päihin lisätään painot ja ne asetetaan merenpohjaan kansainvälisiä kaapeliyhteyksiä valvovan komitean (ICPC) suositusten mukaisesti.
- Kaikki töiden aikana kertyneet kaapelit ja/tai jätteet kerätään alukselle ja hävitetään asianmukaisella tavalla maissa.



Kuva 7. Tyypillinen naaraustyökalu, jota käytetään jätteiden poistamiseen merenpohjasta ennen auraustöitä.

3.2.2 Ranta-alueen maihinlasku

Kaapelin veto ranta-alueelle

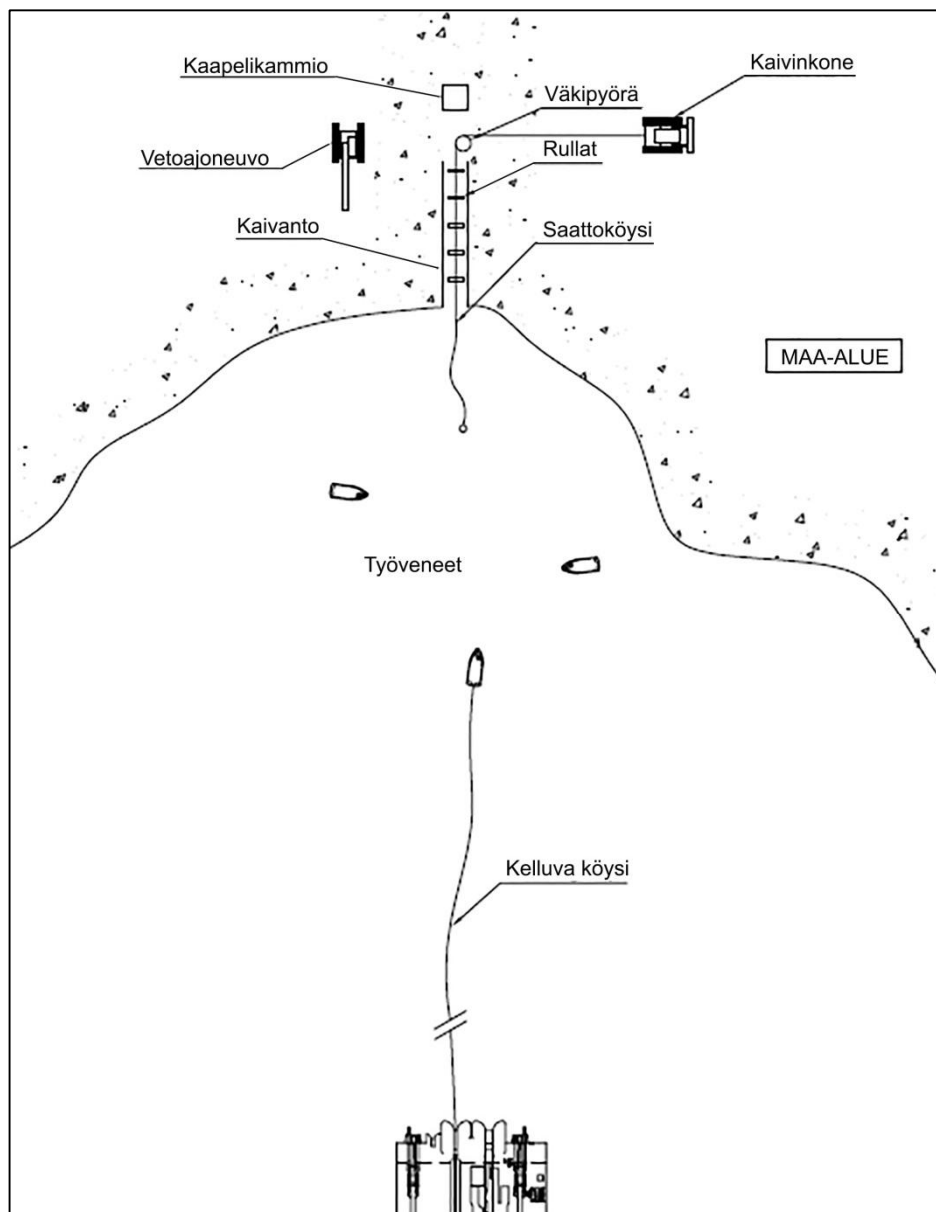
Tarvittava kalusto tuodaan paikalle ranta-alueelle ennen kaapelin maihinlaskua. Työskentelyalueen rajat tulee merkitä ja määrittää tarkasti. Merelle johtavien kaapeliojien päät avataan. Sukeltaja käy koko kaapelireitin läpi ja siltä poistetaan jätteet ennen kaapelin asennusta.

Suorassa maihinlaskussa käytettävä kalusto on pääpiirteissään seuraava:

- kaksi kaivuria
- rullakaari, vetoköysi, pidäkkeet ja kellukkeet
- laitteisto, jolla havaitaan rannalla ennestään sijaitsevat kaapelit
- tilapäiset aidat.

Ranta-alue valmistellaan kaivinkoneilla, minkä jälkeen ne siirretään vetotehtäviin, joissa toinen kaivinkone ja rullakaari sijoitetaan lähelle maihinlaskupistettä ja toinen kaivinkone varustetaan tarvittavilla vetovarusteilla ja -köydellä.

Kaapelin maihinlaskua varten kaapelinlaskualus asettuu noin 15 metrin syvyiseen veteen riippuen asennuksen aikaisista meriolosuhteista ja merenpohjan asettamista rajoituksista, jotka voivat vaikuttaa navigoinnin turvallisuuteen. Kaapelinlaskualus on dynaamisesti asemoitu ja se säilyttää sijaintinsa ilman ankkureita. Kun kaapelinlaskualus on asemoitu ja kaikki valmistelut on tehty, kaapelinlaskualukselta vietään köysi rannan läheisyydessä olevaan veneeseen. Tämä vene kuljettaa köyden rantaan kohti ja se yhdistetään saattoköyteen, jotta rannallevedo voidaan aloittaa.



Kuva 8. Kaaviokuva tyypillisestä maihinlaskujärjestelystä.



Kuva 9. Rannan läheisyydessä oleva vene valmistautuu antamaan köyden sukeltajien veneeseen, jotta kaapeli voidaan vetää maihin.

Toinen kaivinkone toimii "ankkurina" rullakaarelle, jonka avulla toinen kaivinkone voi vetää vetoköyttä ja kaapelia rannan suuntaisesti 90 asteen kulmassa maihintulosuuntaan nähden.

Tavallisesti rannallevedossa yksi kaivinkone vetää kaapelin vetoköyttä 100–200 metrin matkan rantaan pitkin. Kaapeli ja vetoköysi kiinnitetään aina siksi aikaa, kun kaivinkoneen on peruutettava uutta vetoa varten. Rannallevetoa jatketaan, kunnes riittävä määrä kaapelia on saatu vedettyä maihin. Pääkaapelinlaskualus syöttää kellukkeilla varustettua kaapelia samalla nopeudella kuin kaivinkone vetää kaapelia rantaan.

Jos kaapelin reitti ei kulje suoraan kaapelinlaskualukselta kaapelikammioon, vedetään kaapeli ensin rantaan ja kohdistetaan sitten oikealle reitille pienten veneiden ja/tai sukeltajien avulla irrottamatta kaapelin kellukkeita.

Kaapelin kohdistamisen jälkeen kellukkeet poistetaan ja kaapelin annetaan vajota merenpohjaan. Kaapelin maihinlasku kestää noin 12–24 tuntia, minkä jälkeen kaapelinlaskualus alkaa laskea kaapelia merelle Suomen aluevesien ja talousvyöhykkeen läpi.

Kaapelinlaskualuksen lähdettyä maihinlaskupaikan työt viimeistellään. Tämä sisältää nivelletyn suojaputken asentamisen. Nivellettyä putkea asennetaan noin 100 metrin matkalle tyrskyvyöhykkeelle pitkin rannan kaapeliojaa kaapelikammioon asti, missä se kiinnitetään kammion ulkoseinään sovitinlaipalla.

Kaivannon ulkopuolella kaapeli ja nivelletty putki haudataan merenpohjaan vesipainepuhallustekniikalla, siellä missä se on pohjasedimenttipeitteen osalta mahdollista.

Asennustöiden päätyttyä ranta-alue kunnostetaan entiseen tilaan ja kaikki rannalla käytetty kalusto, työkalut ja syntynyt jättemateriaali vietään alueelta pois.



Kuva 10. Raskas kaivuri ankkuroimassa rullakaarta.



Kuva 11. Rullakaari rannalla; rullakaarta käytetään rannallevetoon, jossa rannan suuntaisesti vetämällä tuodaan kaapeli maihin.

3.2.3 Kaapelin lasku

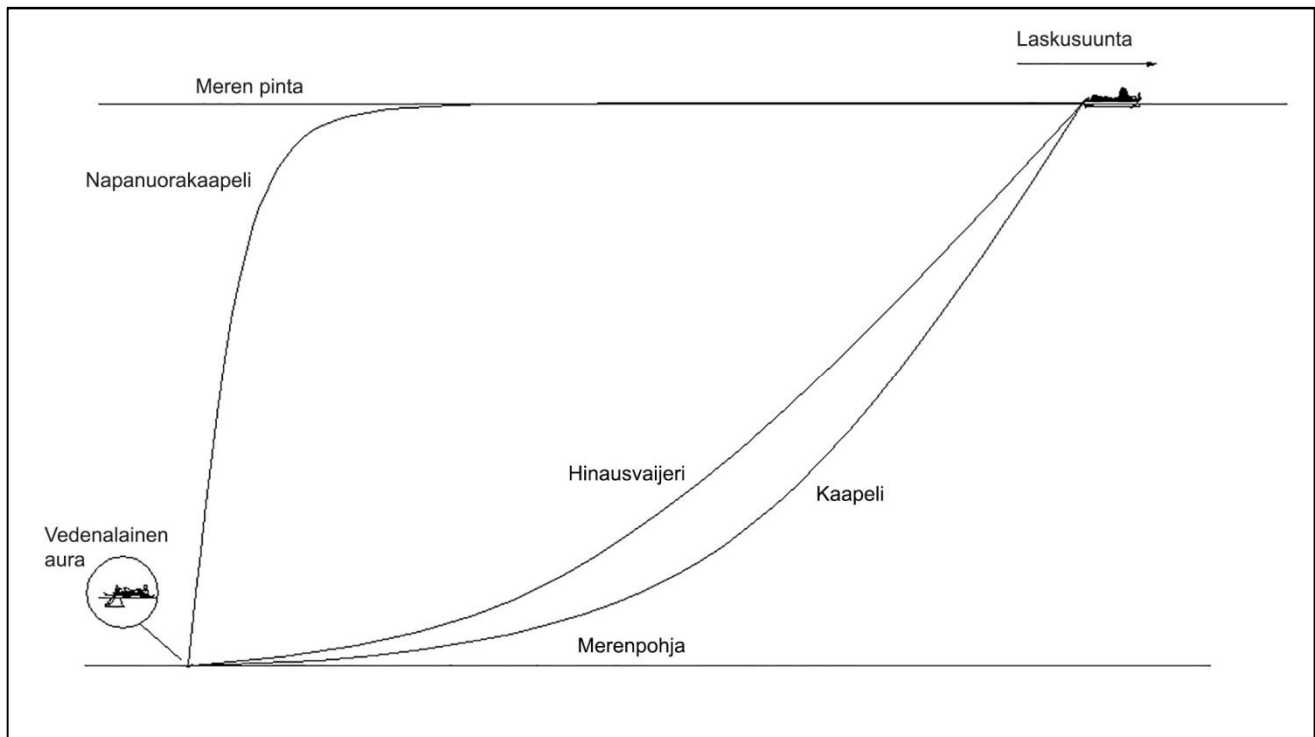
Kaapelin lasku on tarkoitettu suorittamaan Alcatel-Lucentin erityisellä, huipputeknisellä kaapelinlaskualuksella, joka käyttää tehokasta dynaamista asemointia (Dynamic Positioning, DP) ja siihen integroitua paikannusjärjestelmää, jolloin se ei tarvitse ankkureita. DP-järjestelmällä alus seuraa tarkasti suunniteltua reittiä ja pitää kaapelin laskettaessa riittävän kireällä. Kaapelinlaskualus navigoi tarkasti asennusreittiä pitkin ja laskee kaapelia hallitusti lineaarisella kaapelinlaskukoneella (Linear Cable Engine), joka automaattisesti ylläpitää lasketun kaapelin kireyttä. Aluksen peräosa mahdollistaa kaapelin asennustyön suorittamisen peräkannelta. Asennustöihin kuuluvat kaapelin lasku, auran käyttö ja poijujen käsittely.

Kaapelista on tarkoitettu haudata mahdollisimman suuri osa sikäli kuin se on merenpohjan olosuhteiden ja suojausvaatimusten mukaan mahdollista. Kaapelin suojausvaatimukset määritetään kaapelireittiselvityksessä, jota tehdään parhaillaan. Geofysikaalisen tutkimuksen ja sitä seuraavan geoteknisen tutkimuksen valmistuttua suoritetaan hautausarviointi, jossa määritetään sopivin hautaustekniikka, jolla saavutetaan haluttu suojaustaso. Kaapelin hautaus suunnitelma laaditaan kaapelireittitutkimuksen ja hautausarvioinnin perusteella.

Merikaapelin hautaus tapahtuu yleensä samanaikaisesti sen laskun yhteydessä käyttämällä auraa, joka lasketaan ja jota hinataan kaapelilaivasta alla kuvatulla tavalla.

Kaapelin hautaaminen auran avulla aiheuttaa mahdollisimman pienet vaikutukset merenpohjaan merenpohjan olosuhteista ja pohjasedimentistä riippuen. Aura kyntää pohjaan kiilamaisen uran ja nostaa samalla pienen määrän sedimenttiä. Kaapelia syötetään auran läpi merenpohjaan. Auran kulkiessa eteenpäin aines laskeutuu takaisin paikalleen. Kaapelinlaskualus liikkuu aurauksen aikana 1–2 solmun nopeudella.

Alus käyttää koko laskuoperaation aikana aina dynaamista asemointia (ei kuitenkaan siirtymämatkoilla).



Kuva 12. Tyypillinen auraus, jossa aura kulkee 2–3 kertaa veden syvyyden verran aluksen takana.

Kaapelin hautaus ja suojaus

Ensisijainen hautausmenetelmä on kaapelinlaskualuksen vedettävällä auralla tapahtuva hautaus, jossa alus samalla laskee kaapelia. Kaapeli johdetaan auran läpi aluksen kannella ja asetetaan sitten peräkannen A-kehikkoon, josta se lasketaan merenpohjaan hinausvaijeria käyttäen. Auran vannas (teräosa) tasataan merenpohjaan ja kaapelin hautaus aloitetaan haluttua reittiä pitkin. Hankkeessa hautauksen tavoitesyvyys on 1 metri merenpohjan olosuhteiden mahdollistaessa sen.

Auran edessä on kaksi tukijalasta ja auran takana on kaksi vakainta. Jalakset ja vakaimet ovat lähes samassa linjassa keskenään, joten käytännössä merenpohjaan jää kaksi noin 1,5 metrin levyistä jälkeä (jalas-vakainparin jäljet) sekä auran kyntämä ura (Kuva 14).

Aura hautaa kaapelin siten, että vannas kyntää merenpohjaa ja nostaa kolmiomaisen kiilan maa-ainesta samalla, kun kaapeli painetaan syntyneeseen uraan. Auran edetessä sedimenttikiila laskeutuu takaisin uraan ja peittää kaapelin (Kuva 15).

Sedimenttikiilan kyntö, nosto ja takaisinlasku on passiivinen ja jatkuva prosessi. Sillä on hyvin pieni haittavaikeus nousevaan sedimenttiin ja näin ollen se minimoi suspendoituvan sedimentin määrän ja veden sameutumisen.

Hautauksen aikana auran vannas (terä) kiilaa pohjasedimentin sivuun ja auran takaosan kaapelinlaskin painaa kaapelin aurattuun uraan. Kun auran vannas jatkaa matkaansa kaapelireitillä, kiilattu sedimentti laskeutuu takaisin uraan auran taakse ja peittää kaapelin. Hautausta varten aurattava kapea ura on noin 200 mm levyinen, johon kaapeli asetetaan.

Samanaikaisen laskun ja hautauksen merenpohjaan aiheuttamat häiriöt jäävät hyvin paikallisiksi.

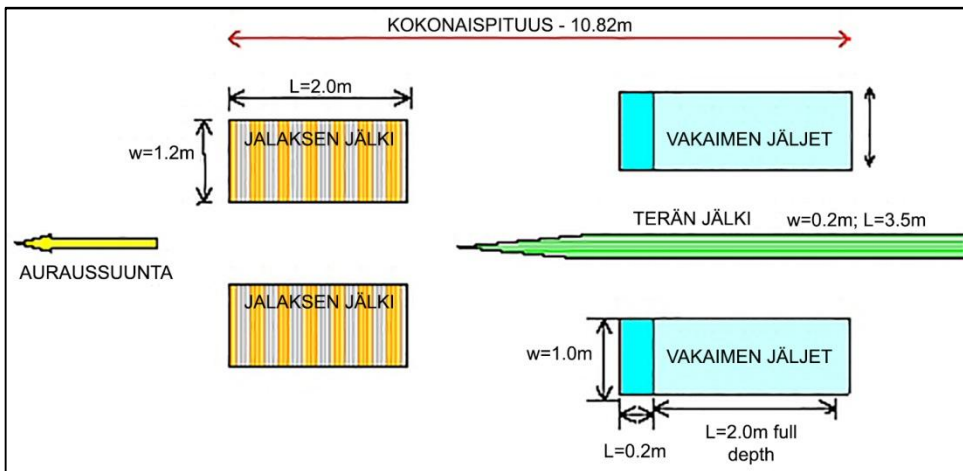
Kaapelin hautausta ohjataan ja se varmistetaan auran asennetuilla videokameroilla, valoilla, eteenpäin suunnatulla kaikuluotaimella ja akustisilla paikannusjärjestelmillä. Aura tarkkailee hautaussyvyyttä jatkuvasti ja tieto tallennetaan aluksen tietokantaan. Kaapelin hautaus suoritetaan kahdella erillisellä järjestelmällä: mekaanisesti ja kojeellisesti. Kaapelin hautaussyvyyttä valvotaan tarkasti auran etujalasten korkeutta säätämällä, mikä ohjaa vannaksen kulkusyvyyttä merenpohjassa, sekä vaihtelemalla auran etenemisnopeutta.

Alueilla, joilla merenpohjan ominaisuudet estävät kaapelin hautauksen, se lasketaan merenpohjan päälle. Näitä alueita ovat ne, joilla on paljon upotettuja sotatarvikkeita, kivikkoiset alueet sekä alueet, joilla on kalliopohja tai kallio on lähellä pohjaa.

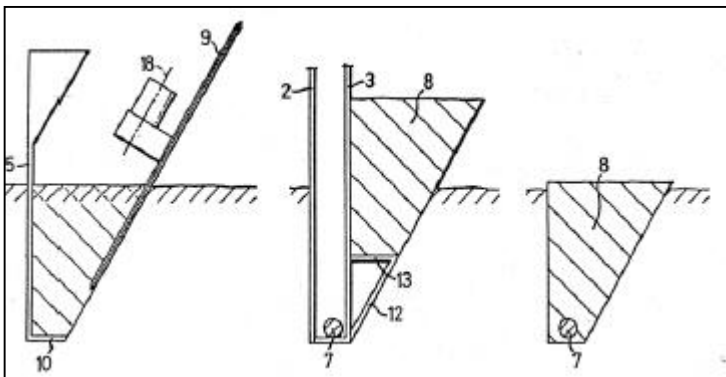
Kaapelin ja putkilinjojen risteyskohdissa kaapeli lasketaan aluksi merenpohjan päälle ja haudataan sen jälkeen kauko-ohjattua (ROV) vesipainetekniikkaa käyttäen.



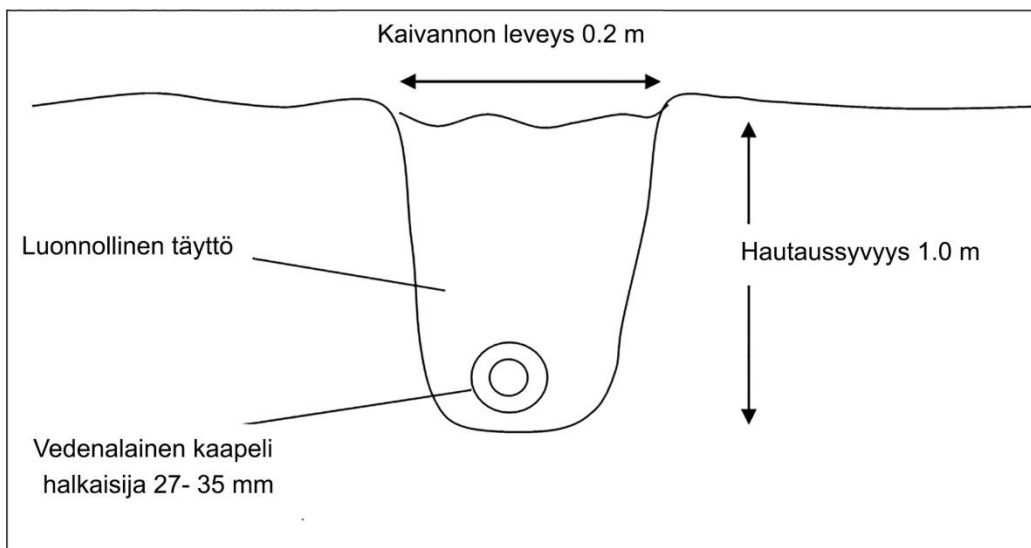
Kuva 13. Soil Mechanicsin HD3-aura.



Kuva 14. Kaaviokuva auran jäljestä.



Kuva 15. Kaaviokuva hautausprosessista.



Kuva 16: Kaaviokuva kaapeliojan profiilista.

3.2.4 Kauko-ohjattu vesipainepuhallustekniikalla tapahtuva hautaus

Laskun jälkeisiä hautaustöitä, joissa käytetään kauko-ohjattua vesipainepuhallustekniikkaa, tehdään kaapelin ja putkilinjojen risteyskohdissa ja paikoissa, joissa suunniteltu auras täytyy jostain syystä keskeyttää ("auran harppaukset"). Yleensä ottaen on arvioitu, että laskun jälkeiset hautaustyöt eivät ylitä 2 prosenttia kaapelin koko hautauspituudesta.

Vesipainepuhallus tapahtuu paikallisesti ja siitä jää kapea, käytännössä vain laitteen levyinen jälki. Syntyneen uran leveys riippuu merenpohjan ominaisuuksista ja savisissa pohjissa ura on noin 200-300 mm leveä. Laitteet kaivavat uran korkeapaineisilla vesisuihkuilla ja sekoittavat merenpohjaa kaapelin alta noin 1 metrin syvyyteen asti. Kaapeli uppoaa omalla painollaan sekoittuneen aineksen läpi uran pohjalle. Suurin osa sekoittuneesta aineksesta jää uraan ja asettuu paikalleen nopeasti. Avoimeksi jäävät uran osat täyttyvät luonnostaan.

Kauko-ohjatuilla aluksilla tehtävää vesipainepuhallusta voidaan käyttää erillisissä lyhyissä kohdissa koko kaapelireitin pituudelta. Nämä laskun jälkeiset kauko-ohjatut hautaustyöt tehdään todennäköisesti erillisellä dynaamisesti asemoitavalla aluksella, jotta pääkaapelinlaskualuksen lasku- ja auraustyöt eivät häiriinny.

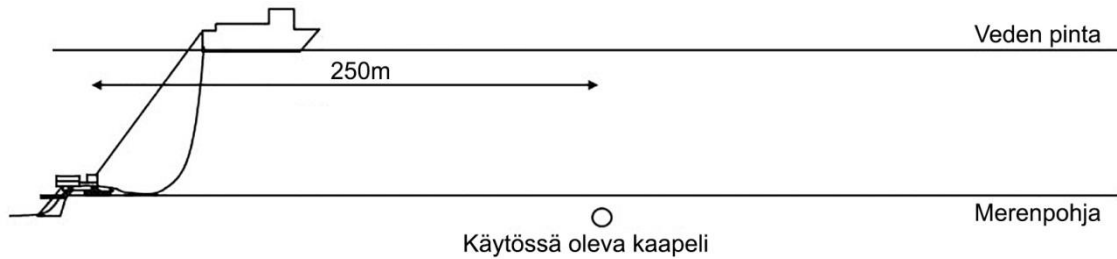
3.3 Infrastruktuurin risteyskohdat

3.3.1 Tietoliikennekaapelien risteyskohdat

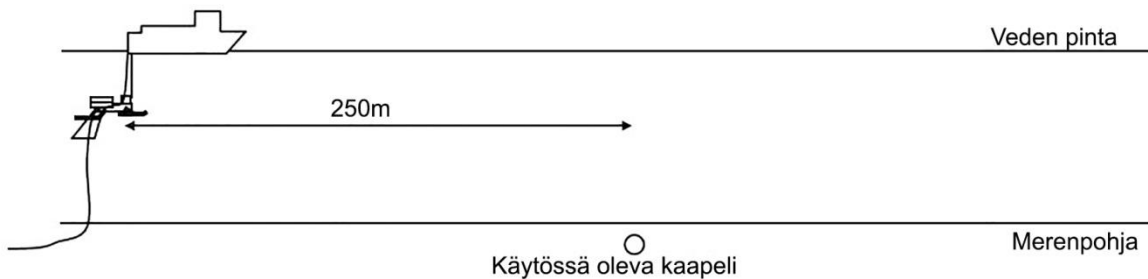
Olemassa olevien merikaapelien ylityksessä käytetään erityistä menettelyä, jolla vältetään käytössä olevien kaapelien vahingoittuminen. Nämä risteyskohdat tunnistetaan hankkeen alkuvaiheessa ja olemassa olevien kaapelien omistajille ja/tai niiden ylläpidosta vastaaville tahoille annetaan tarkastettavaksi risteyskohtien yksityiskohtaiset ylityssuunnitelmat.

Kun asennustoissa lähestytään käytössä olevaa kaapelia, suoritetaan asennussuunnitelman mukainen auran nosto merenpohjasta noin 250 metrin päässä risteyskohdasta (kun risteyskohta on tarkasti määritetty tutkimusten perusteella) tai 500 metrin päässä risteyskohdasta (kun risteyskohtaa ei ole määritetty ja käytössä on vain laskun aikainen tieto). Kun kaapeli on laskettu käytössä olevan kaapelin päälle, aura lasketaan uudelleen merenpohjaan joko 250 metrin tai 500 metrin päässä risteyskohdasta.

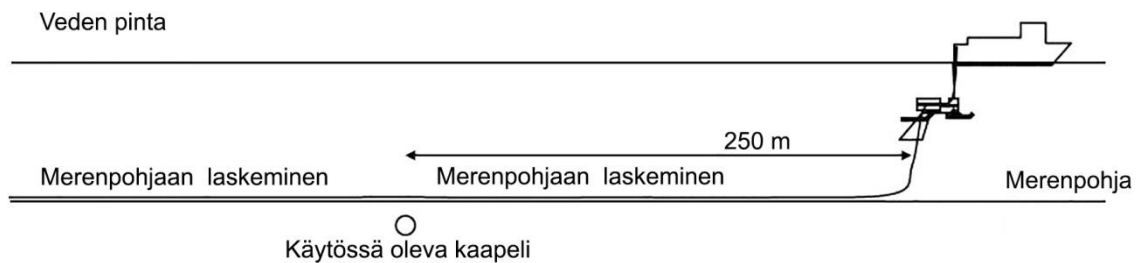
Seuraavissa kuvissa esitetään tyypillinen pääkaapelinlaskualuksen suorittama kaapelin ylitys aurasalueella:



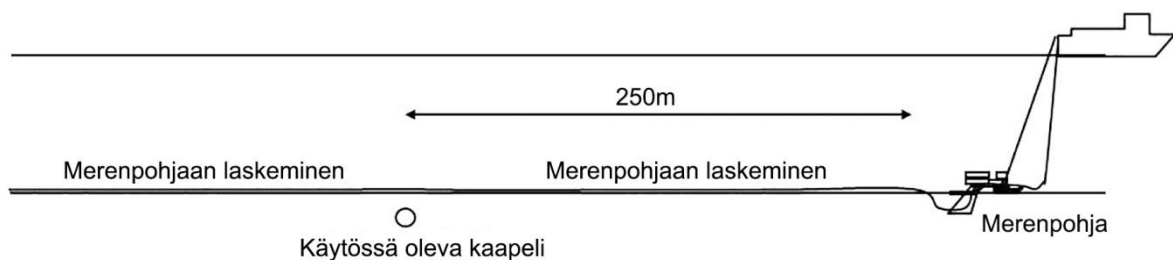
VAIHE 1: Kaapeli on auraussyvytydessä auran nostokohdassa (250 m päässä käytössä olevasta kaapelista)



VAIHE 2: Aura nostetaan merenpohjasta ja kaapeli lasketaan merenpohjaan käytössä olevan kaapelin yli



VAIHE 3: Aura lasketaan takaisin merenpohjaan (250 metrin päässä risteyskohdasta)



VAIHE 4: Auraustyöt jatkuvat

Kuva 17: Tyypillinen pääkaapelinlaskualuksen suorittama kaapelin ylitys aurasalueella.

Laskun jälkeiset hautaustyöt

Alueilla, joilla kaapeli on suunnitellun aurauksen sijaan jouduttu laskemaan merenpohjan päälle, suoritetaan laskun jälkeiset hautaustyöt (PLB) erillisenä operaationa. Nämä hautaustyöt tehdään kauko-ohjatulla vesipainepuhalluksella.

Kauko-ohjattavassa puhalluslaitteessa on kaksi suihkutusrivää, jotka lasketaan merenpohjaan, missä ne kaivavat uran, johon kaapeli vajoaa. Kun suihkutusrivät lähestyvät käytössä olevaa kaapelia, rivit nostetaan niin, että kauko-ohjattava laite voi ylittää risteyskohdan. Risteyskohdan ylityksen jälkeen käyttäjä säätää suihkutusrivät takaisin kaivuuasentoon. Näissä töissä paikannukseen käytetään GPS:ää. Ennen risteyskohdassa tehtäviä töitä varmistetaan risteävän käytössä olevan kaapelin tarkka sijainti kameroiden ja kaapelitunnistimien avulla.

On huomattava, että vesipainepuhalluslaitteen suihkutusvarsissa ei käytetä teräviä pintoja, eikä kauko-ohjattavan laitteen liikuttaminen vaadi suurta vetojännitystä.

3.3.2 Sähkökaapelien risteyskohdat

Alueilla, jossa kaapelireitti risteää sähkökaapeleiden, kuten Estlink 1 -kaapelin kanssa, jokaisesta risteyskohdasta laaditaan ylityssopimus, jossa sovitaan suojausvaatimuksista ja ylitysmenettelyistä. Nämä tietoliikennekaapelien kanssa yhteneväiset menettelyt ovat:

- Mahdolliset sähkökaapelien risteyskohdat tunnistetaan hankkeen alkuvaiheessa.
- Solmitaan ylityssopimukset, joissa määritetään yksityiskohtaisesti suunnitellut ylitysmenettelyt ja suojaustoimenpiteet.
- Kaapelin asennuksen aikana aura nostetaan merenpohjasta sovitulla etäisyydellä sähkökaapelista (nimellisesti 250 m).
- Kaapeli lasketaan merenpohjaan sähkökaapelin yli käyttämällä noin 40m Uraduct™ tai muita patentoituja tuotteita, jotka asennetaan varsinaisen sähkökaapelin risteyskohdan päälle. Uraduct™ -tuotteita käytetään eristämiseen, lisäsuojaukseen ja mahdollisten hankausvaurioiden estämiseen.
- Aura lasketaan takaisin pohjaan sovitulla etäisyydellä (nimellisesti 250 m) risteyskohdan jälkeen ja samanaikainen kaapelin lasku ja hautaustyö jatkuu.
- Laskun jälkeiset hautaustyöt suoritetaan risteyskohdassa.

3.3.3 Putkilinjojen risteyskohdat

Alueilla, jossa kaapelireitti risteää putkilinjojen, kuten Nord Stream putkilinjan kanssa, jokaisesta risteyskohdasta laaditaan ylityssopimus, jossa sovitaan suojausvaatimuksista ja ylitysmenettelyistä. Nämä menettelyt voivat sisältää ainakin laskua edeltävän ja laskun jälkeisen ROV-tutkimuksen, Uraduct™ tai muiden vastaavien tuotteiden käytön sekä paikalliset laskun jälkeiset hautaustyöt.

Ylitysmenettelyt ovat samanlaiset kuin sähkökaapelien kohdalla, mutta niissä käytetään 100m Uraduct™ tai muita vastaavia tuotteita.