



Nord Stream

The new gas supply route for Europe



Nord Stream- ympäristövaikutusten arviointiasiakirjat Espoon sopimuksen mukaisia konsultaatioita varten

Nord Stream Espoo-raportti: Avaintehtäväraportti Laivaliikenteen turvallisuus

Helmikuu 2009

Huomautus:

Espoon sopimuksen mukaisia neuvotteluja varten laadittua Nord Streamin ympäristövaikutusten arviointiin liittyvää raporttikokonaisuutta kutsutaan jäljempänä ja kaikessa kokonaisuuden puitteissa toimitettavassa dokumentaatiossa Nord Streamin Espoon raportiksi tai Espoon raportiksi.

Nord Streamin Espoon raportin englanninkielisestä versiosta on laadittu käännökset yhdeksällä asiaankuuluvalla kielellä (jäljempänä käännökset). Siinä tapauksessa, että jokin käännös ja englanninkielinen versio ovat keskenään ristiriidassa, englanninkielinen versio on ratkaiseva.

Sisällys	Sivu
1 Johdanto	5
1.1 Vaaratekijöiden tunnistaminen	5
1.2 Riskien arviointi	6
1.3 Riskinhallintajärjestelmä ja riskien lieventäminen	6
2 Laivaliikennettä uhkaavat vaaratekijät	10
3 Meriliikenteen riskien arviointi	14
3.1 Alusten törmäykset	14
3.2 Räjähättömät ammukset tai kemialliset taisteluaineet	15
3.3 Troolaukset ja kalastusalusten ja putkilinjojen riskit	17
3.4 Putkilinjan vioittuminen	19
3.5 Seurausten analysointi – Kaasuvuoto	28
3.6 Häätätilanteet	29
4 Yhteenveto ja johtopäätökset	32

1 Johdanto

Nord Streamin keskeisiin tavoitteisiin kuuluu putkilinjan suunnitteleminen, rakentaminen ja sen käyttäminen turvallisesti.

Nord Stream on hyvin perillä siitä, että Nord Stream -putkilinjojen rakentamiseen ja käyttöön liittyy monia tekijöitä, jotka voivat olla vaaraksi yleisölle, Nord Stream -hankkeen työntekijöille, laitteille ja ympäristölle. Riskit ja niiden mahdolliset vaikutukset vaihtelevat hankkeen eri vaiheissa. Jotkin riskit säilyvät muuttumattomina, kun taas osa riskeistä ilmenee ja pienenee hankkeen edetessä. Nord Stream valvoo riskejä ja niiden muutoksia, ja ryhtyy vaadittaviin toimenpiteisiin putkilinjan koko käyttöajan ajan.

Nord Stream on sitoutunut arvioimaan huolellisesti kaikki hankkeeseen liittyvät riskit. Arviointiprosessi on monivaiheinen. Ensiksi tunnistetaan putkilinjojen rakentamiseen ja käyttämiseen liittyvät mahdolliset vaaratekijät. Toiseksi arvioidaan riskitaso ja verrataan sitä riskin hyväksyttävyysskriteereihin/-standardeihin, jotka hankkeelle on asetettu. Kolmanneksi määritetään toimenpiteet riskien lieventämiseksi ja tarvittaessa ryhdytään niihin riskien välttämiseksi tai pienentämiseksi niin alhaiselle tasolle kuin voidaan kohtuudella saavuttaa. Espoon sopimuksen määräysten mukaisesti jäljempänä käsitellään vain kolmansille osapuolille aiheutuvia riskejä. "Kolmannella osapuolella" tarkoitetaan tässä muuta osapuolta kuin pääosapuolta eli Nord Streamia ja sen urakoitsijoita. Nord Stream -putkilinja rakennetaan avomerelle, minkä vuoksi yleisölle aiheutuvat riskit ovat suurimmaksi osaksi putkilinjan ohi kulkevien alusten miehistöön ja matkustajiin mahdollisesti kohdistuvia vaikutuksia.

1.1 Vaaratekijöiden tunnistaminen

Vaaratekijät tunnistetaan perusteellisessa prosessissa. Prosessin aikana tutkitaan hankkeen kaikki toiminnot, jotka voivat vahingoittaa ihmisiä ja/tai ympäristöä. Hankkeen toimien, yleisön toimien ja luonnonympäristön tuntemus ja ymmärtäminen ovat edellytys vaaratekijöiden laadukkaalle tunnistamisprosessille. Sen vuoksi Nord Stream tekee kaikkien tärkeiden vaaratekijöiden tunnistamiseksi yhteistyötä erittäin kokeneiden ammattilaisten kanssa, mukaan lukien alusten kapteenit sekä suunnittelusta, rakentamisesta ja käytöstä vastaavat offshore-asennusten asiantuntijat ja suunnitteluasiantuntijat. Näistä vaaratekijöistä laaditaan yhteenveto HAZID-raportissa. Vaaratekijät on jaettu eri luokkiin, joita ovat esimerkiksi hiilivetypäästöt, räjähteet, kolmannen osapuolen kalusto, rasitukselle alttiit kohteet, dynaamiset tilanteet (esimerkiksi kalastustoimet ja laivaliikenne), luonnonuhat, ympäristön vaaratekijät, korroosio, asennus, rakentaminen ja järjestelmän vuorovaikutus ympäristön kanssa.

1.2 Riskien arviointi

Riskien arvioinnissa tutkitaan huolellisesti tunnistetut vaaratekijät, arvioidaan haitan toteutumisen todennäköisyys ja vaikutusten vakavuus, minkä perusteilla riskit määritetään. Riskit arvioidaan aina kaikissa suurissa projekteissa öljy- ja kaasualalla ja vastaavilla aloilla. Esimerkiksi yhdyskuntarakentamisessa riskien arviointi tehdään aina moottoriteiden ja patojen rakennusprojekteissa.

Kaikki tunnistetut vaaratekijät seulotaan kvalitatiivisella riskinarviointimenettelyllä. Mahdollisesti merkittäviksi arvioidut riskit tutkitaan sen jälkeen yksityiskohtaisesti, minkä jälkeen tuloksia verrataan hankkeessa määritettyihin riskien hyväksyttävyysskriteereihin. Riskien arviointi on suoritettu asianmukaisten Det Norske Veritas (DNV) -normien, standardien ja suositeltujen käytäntöjen mukaisesti. DNV on arvostettu ja riippumaton konsulttiyhtiö, jonka kotipaikka on Norjassa. DNV on Nord Stream -hankkeen riippumaton sertifiointielin.

Riskien arvioinnista saatujen tulosten perusteella määritetään, onko riittäviin varotoimiin ryhdytty vai ovatko lisätoimet tarpeen haitan ehkäisemiseksi. Riskien arvioinnin perimmäisenä tarkoituksena on auttaa tunnistamaan toimenpiteet, joiden avulla voidaan varmistaa vaaratekijöistä aiheutuvien riskien riittävä valvonta ja hallinta tai poistaa riskit kokonaan.

Jos vaaratekijän aiheuttamaa riskiä ei voida hyväksyä, se poistetaan tai sitä pienennetään kustannuksista piittaamatta. Jos vaaratekijän aiheuttama riski ei ole kovin suuri, vaihtoehtoisten lievennystoimien kustannukset ja hyödyt arvioidaan kustannustehokkaimman lievennystavan määrittämiseksi. Jos riskit ovat selvästi hyväksyttäviä (vaaratekijöiden vaikutus on esimerkiksi vähäinen tai toteutuminen hyvin epätodennäköistä), riskien lievennystoimia ei tarvitse tarkemmin määrittää.

1.3 Riskinhallintajärjestelmä ja riskien lieventäminen

Nord Stream on ottanut käyttöön riskinhallintajärjestelmän riskien tehokasta valvontaa ja hallintaa sekä lievennystoimien toteuttamista varten. Kunkin vastuualueen "riskinomistajat" on määritetty sisäisesti: riskinomistajat vastaavat riskien ennalta ehkäisevästä valvonnasta ja niiden tehokkaasta hallinnasta. Lievennystoimet otetaan huomioon hankkeen kaikissa vaiheissa.

Raportointi tapahtuu riskirekisterin kautta. Riskiraportit ajetaan tietokannasta ja toimitetaan tarkastusta varten Nord Streamin riskinhallintaryhmälle, jonka toimintapiiriin kuuluvat hankkeen kaikki eri toiminnot, ja johdolle raportointia varten riskipäällikölle.

Riskien lieventämistä varten kehitetään strategioita. Riskiasiantuntijat valvovat, arvioivat ja uudelleenarvioivat jatkuvasti riskejä (riskinhallintaryhmän ohjauksessa). Kaikki riskit lasketaan tasolle, joka on "niin pieni kuin käytännössä on mahdollista" (ALARP-periaate).

Integroitu HSE-hallintajärjestelmä (HSE MS) varmistaa HSE-käytännön ja -vaatimusten täyttymisen. HSE-hallintajärjestelmää sovelletaan hankkeen kaikkiin vaiheisiin. HSE-hallintajärjestelmän rakenne perustuu toistuvaan suunnittele, tee, tarkista ja toimi -jaksoon, jonka perusteella Nord Stream pystyy tunnistamaan hankkeen HSE-riskit ja hallitsemaan niitä järjestelmällisesti. Näin HSE-käytännön vaatimukset voidaan täyttää. HSE-hallintajärjestelmän yleisrakenne on mukautettu kansainvälisiin standardeihin OHSAS 18001:1999 (Occupational safety and health management system: specification) ja ISO 14001:2004 (Environmental management systems: requirements with guidance for use).

Nord Stream on laatinut laadunhallintasuunnitelman (QMP), joka on mukautettu ISO 10005:2005 -standardin vaatimuksiin. Sisäiset prosessit on määritetty organisatorisiksi toiminnoiksi, jotka tukevat putkilinjan suunnittelua, rakentamista ja käyttöä. Laadunvarmistus- ja sertifiointiperiaatteet on määritetty ja niitä sovelletaan suunnittelu- ja rakennusvaiheissa. Tarkoituksena on varmistaa, että Nord Stream -putkilinjajärjestelmän suunnittelu, valmistus, asennus ja käyttöönotto täyttävät merenalaisen putkitekniikan kaikkien tiukimmat laatustandardit. Suunnittelu- ja rakennuspalveluissa laadunvarmistus- ja sertifiointijärjestelmä toimii kolmella tasolla:

- Nord Stream vaatii, että kaikilla urakoitsijoilla, valmistajilla ja toimittajilla on moitteetta toimivat sertifioidut laadunhallintajärjestelmät
- Nord Stream on antanut itsenäiselle kolmantena osapuolena toimivalle asiantuntijaorganisaatiolle tehtäväksi seurata, valvoa ja ohjata hankkeen kaikkia osaluotoja
- Nord Streamin omat asiantuntijat tai Nord Streamin palkkaamat työntekijät ja tarkastajat ohjaavat toimittajien ja urakoitsijoiden kaikkia tärkeitä toimintoja ja valvovat ja tarkistavat, että sopimusten mukaiset tiukat vaatimukset täyttyvät

Nämä kolme toisistaan riippumatonta laadunvarmistustasoa varmistavat, että Nord Stream -putkilinjat suunnitellaan ja rakennetaan korkeimpien laatu- ja turvallisuusstandardien mukaan.

Nord Streamin yhteistyökumppanit, kuten merenkulku-, offshore- ja suunnittelukonsulttiyritykset, ovat erittäin kokeneita, mikä varmistaa tiukkojen turvastandardien noudattamisen suunnittelu-, rakennus- ja käyttövaiheissa. Riskit pyritään kaikin tavoin ensiksi tunnistamaan ja toiseksi niitä pyritään hallitsemaan ja valvomaan tehokkaasti.

Nord Stream ja sen yhteistyökumppanit antavat henkilöstölle ja urakoitsijoille jatkuvasti koulutusta terveys- ja turvallisuusasioista sekä ympäristöhoidon toimenpiteistä ja standardeista inhimillisten virheiden vaikutuksen putkilinjan turvallisuuteen ja luotettavuuteen minimoimiseksi.

Kaikki Nord Streamin käyttämät urakoitsijat ovat päteviä asiantuntijoita, joilla on laaja kansainvälinen kokemus eri projekteista. Asennus- ja käyttömenetelmät vastaavat alan vakiomenetelmiä. Esimerkki:

- Saipem on sitoutunut laskemaan putken. Yhtiö toteutti ensimmäisen merenalaisen öljy- ja kaasuputkilinjan laskuprojektin vuonna 1982. Yhtiö sai jokin aikaa sitten vietyä menestyksekkäästi loppuun Dolphin-projektin (48 tuuman kaasuputkilinjan laskun Persianlahden halki Qatarista Yhdistyneisiin arabiemiirikuntiin) ja asensi Mustanmeren syvimmän putkilinjan (Blue Stream -projekti)
- Nord Stream -putkilinjan merenalainen osuus (1,200 kilometriä) on yhtä pitkä kuin hyvin onnistuneen Langeledin putkilinjan (Norjasta Isoon-Britanniaan kulkeva putkilinja). Nord Stream -hankkeessa käytetyt tekniikat on perusteellisesti todettu toimiviksi useissa merenalaisissa putkilinjoissa

Tiukat turvastandardit ovat ensisijainen suunnittelutavoite Nord Streamille. Tästä syystä esimerkiksi maanjäristyksistä, myrskyistä, rannikon eroosiosta, jäästä, aalloista, virtauksista, troolauksesta, laivaliikenteestä ja korroosiosta putkilinjalle aiheutuvat riskit on otettu putkilinjan suunnittelussa huomioon sovellettavien DNV-standardien mukaisesti.

Esimerkki:

- Nord Stream käyttää paksuimmillaan jopa 41 millimetrin paksuisia teräsputkia, joita on käytännössä mahdotonta läpäistä, ja pinnoittaa ne ulkopuolelta jopa 110 millimetrin betonipinnoitteella
- Putkilinjassa on lisäksi korroosiota ehkäisevä pinnoite. Putkilinjaan asennetaan myös galvaanisista anodeja
- Talvisin Suomenlahden lämpötila laskee niin alhaiseksi, että jäätä muodostuu Venäjän rannikolla. Sen vuoksi Nord Stream -putkilinja upotetaan tällä alueella jääkerroksen maksimisyvyyden alapuolelle

Rakennusvaiheeseen liittyviä riskejä lievennetään ensiksi välttämällä niitä ja toiseksi soveltamalla turvamenetelmiä. Tietoja rakennusvaiheesta on jäljempänä **kohdassa 2**. Seuraavassa on esimerkkejä riskien lievennystoimenpiteistä:

- Putkenlaskualusten ja ohikulkevien alusten välisen törmäysvaaran riskin pienentämiseksi rakennusalueen ympärille määritetään turva-alue
- Jääpeite on laajimmillaan helmikuun lopun ja maaliskuun alun välillä. Jääpeite on vallitsevaa erityisesti Suomenlahdella. Sen vuoksi tällä alueella ei ole tarkoitus tehdä rakennustöitä jääpeitteen aikana

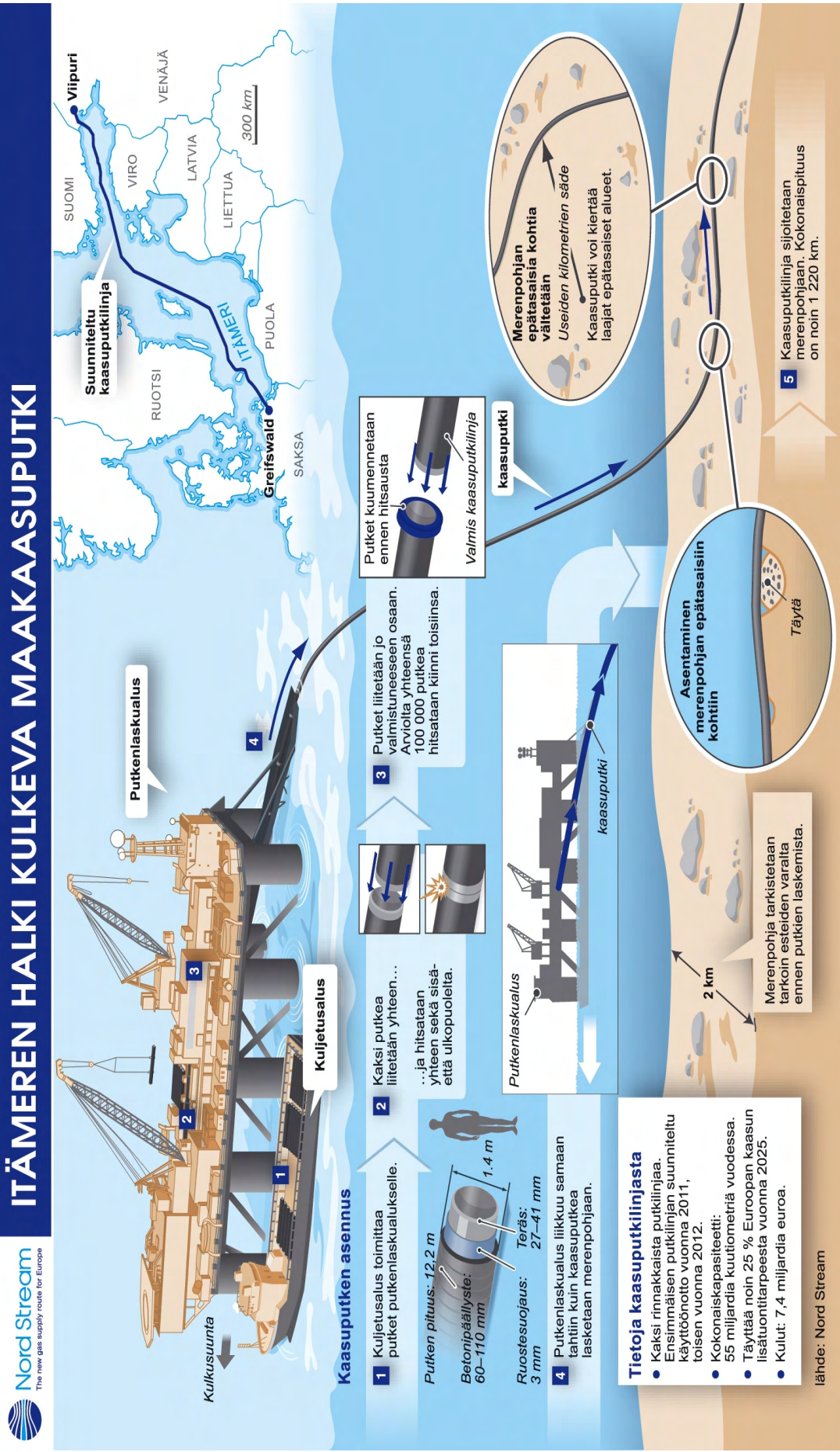
Putkilinjan käytönaikaisesta häiriöstä saattaa aiheutua mahdollisia vaikutuksia kolmansille osapuolille ja ympäristölle. Nämä riskit on arvioitu ja tarvittaviin lievennystoimiin on ryhdytty. Riskien lievennystoimia ovat esimerkiksi seuraavat:

- Korroosiosuojaus on otettu huomioon suunnittelussa
- Laadunvalvonta on järjestetty materiaaalivehden riskin minimoimiseksi valmistus- ja rakennusvaiheissa
- Putkilinjan sisä- ja ulkopuolen kunto tarkastetaan säännöllisesti ja eheys varmistetaan
- Käyttöparametreja valvotaan jatkuvasti

Yksityiskohtainen kuvaus rakennus- ja käyttövaiheiden riskinarviointimenettelystä ja tuloksista on esitetty Espoo-raportin **luvussa 5**, jossa käsitellään riskien arviointia. Jäljempänä on luotu yhteenveto joistakin merkittävimmistä riskeistä.

2 Laivaliikennettä uhkaavat vaaratekijät

Nord Stream -hankkeessa Itämeren pohjaan rakennetaan kaksi rinnakkaista putkilinjaa 1,220 kilometrin matkalle. Putkilinjan osat hitsataan yhteen erityisessä putkenlaskualuksessa, josta putkilinjaa lasketaan merenpohjaan sitä mukaa, kun sitä kootaan. Putkilinjan laskutoiminnot on esitetty alla (katso **Kuva 2.1**).



Kuva 2.1 Putkilinjan lasku

Esimerkki putkenlaskualuksesta on esitetty **kuvassa 2.2**. Esimerkkejä tyypillisistä tukialuksista on alla (katso **Kuva 2.3** ja **kuva 2.4**).



Kuva 2.2 Castoro 6 -putkenlaskualus



Kuva 2.3 Ankkuria käsittelevä hinaaja



Kuva 2.4 Tyypillinen putkenkuljetusalus

Rakennus- ja käyttövaiheen toimista aiheutuu useita vaaratekijöitä laivaliikenteen turvallisuudelle. Näihin vaaratekijöihin liittyvät riskit on tutkittava. Näitä riskejä ovat lyhyesti seuraavat:

- Rakennusalusten ja muiden Itämerellä liikennöivien alusten väliset törmäykset
- Räjähämättömien ammusten tai kemiallisten taisteluaineiden (CWA) paljastuminen maa-aineksen alta rakennustoimien tuloksena
- Kalastusalusten välineet tarttuvat putkilinjoihin, jolloin esimerkiksi troolausvälineet voivat vahingoittua ja ääritapauksessa kalastusalus voi upota virheellisten toimien seurauksena
- Vika putkilinjassa (useista mahdollisista eri syistä) aiheuttaa kaasuvuodon, jolloin Itämerellä liikkuvat alukset voivat kaasupilven syttyessä joutua alttiiksi palavan kaasupilven vaikutuksille

Kaikkia näitä meriliikenteen turvallisuuden vaaratekijöitä on käsitelty jäljempänä.

3 Meriliikenteen riskien arviointi

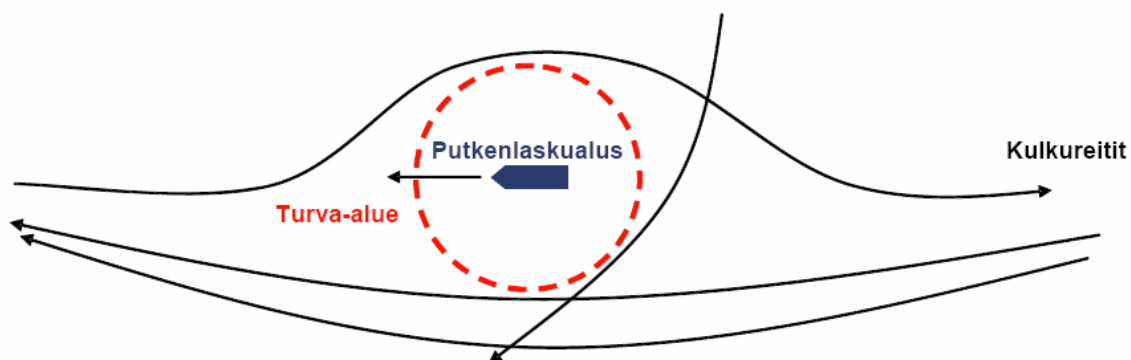
3.1 Alusten törmäykset

Kaikkia Venäjän, Tanskan ja Saksan aluevesillä tai Venäjän, Suomen, Ruotsin, Tanskan ja Saksan yksinomaisilla talousvyöhykkeillä (joiden alueella suunnitelman mukaan tehdään rakennustöitä) liikkuvia kaupallisia ja sotilaallisia aluksia varoitetaan rakennustöistä. Tiedotuksesta vastaavat kansalliset rannikkovartiostot yhteistyössä Nord Streamin kanssa.

Vapaasti liikkuvat rakennusalukset, kuten putkenkuljetusalukset ja huoltoalukset, eivät ole meriliikenteen turvallisuudelle suurempi riski kuin muut alueella liikkuvat alukset. Kaikkia aluksia koskevat kansainväliset väistämissäännöt, ja alusten on myös väistettävä kalastusaluksia. Rakennusalusten määrä ei lisää merkittävästi Itämerellä liikkuvien alusten kokonaismäärää, sillä Itämerellä on jatkuvasti noin 2,000 alusta.

HELCOM-sopimukseen perustuva AIS (Automatic Identification System) -järjestelmä otettiin käyttöön Itämerellä vuonna 2005 laivareittien liikennemäärien ja alusten rekisteröintiä varten. Esimerkiksi Suomenlahden raportointijärjestelmä on parantanut meriliikenteen turvallisuutta ja ehkä osaltaan vähentänyt törmäysten määrää viime vuosina erityisesti Suomenlahdella.

Edellä (katso **Kuva 2.2**) esitettiin kuva tavallisesta putkenlaskualuksesta. Putkenlaskun aikana ja paikalleen asemoituina putkenlaskualukset ja ankkurinkäsittelyalukset eivät pysty liikkumaan vapaasti. Rakennusvaiheen aikana rakennusalusten ympärille määritetään turva-alue (katso **kuva 3.1**), joka tukee kaupallisten alusten normaalia navigointia.



Kuva 3.1 Turva-alue putkenlaskualuksen ympärillä

Vakiomenettelyn mukaan rakennustoimista toimitetaan hyvissä ajoin etukäteen merenkulkijoille tarkoitettuja tiedotteita (Notice to Mariners), joita tukevat säännölliset Navtex (teleksi) -

varoitukset ja VHF-radioiden kautta annetut suulliset varoitukset. VHF-radioita käytetään laajasti eri tarkoituksiin, kuten pelastuspalvelujen pyytämiseen ja viestintään satamien ja venesatamien kanssa. Ne toimivat VHF-taajuusalueella. Putkenlaskualuksiin palkataan kokeneita alkuperäiskielen puhujia, jotka vastaavat viestinnästä paikallisten alusten kanssa.

Lisäksi järjestetään jatkuva silmämääräinen sekä tutkavartiointi. Rakennusaluksissa on automaattiset tutkakuvan piirtojärjestelmät (ARPA eli Automatic Radar Plotting Aid), jotka piirtävät automaattisesti ohi kulkevien alusten kurssin ja hälyttävät mahdollisesta törmäysvaarasta. AIS (Automatic Identification System) -järjestelmä auttaa tunnistamaan ohi kulkevat alukset ja määrittämään niiden sijainnin, kurssin ja nopeuden. Näistä järjestelmistä on apua erityisesti silloin, kun näkyvyys on heikko.

Nord Stream on arvioinut alusten törmäysvaarasta yleisölle (miehistön jäsenille ja matkustajille) koituvat riskit, jotka ovat arvioiden mukaan erittäin pienet.

NATO ja eräät Baltian maat järjestävät sotilasharjoituksia Itämerellä, jossa sijaitsee harjoitusalueita pommitusta, miinojen laskua ja sukellusvenetoimintoja varten. Sotilasharjoitusalueet on selvitetty putkilinjan reitin varrella erityisessä tutkimuksessa. Nord Stream on ottanut yhteyttä asianmukaisiin kansallisiin puolustus- ja merenkulkuviranomaisiin ja tiedottanut rakennustöistä ja niitä seuraavista toimista. Tarkoituksena on sopia toimista, joilla voidaan varmistaa, että sotilasalukset ylittävät putkilinjat mahdollisimman lyhyeltä matkalta. Yleisenä tavoitteena on sopia järjestelyistä, joilla sotilaallisten toimien mahdolliset vaikutukset putkilinjaan voidaan minimoida. Putkilinja merkitään merikarttoihin sen varmistamiseksi, että putkilinjan lähistöllä liikennöivillä aluksilla ollaan tietoisia putkilinjan tarkasta sijainnista.

Kvantitatiivisessa riskinarvioinnissa ei ole käsitelty törmäysvaaraa sotilasalusten kanssa, koska sotilasaluksista ei ole käytettävissä AIS-tunnistetietoja. Niitä ei vaadita sotilasaluksilta. Sotilasalusten liikennöinti on kuitenkin kaupallisten alusten liikennöintiä merkittävästi vähäisempää, minkä perusteella sotilasalusten ei odoteta lisäävän merkittävästi putkilinjan ja alusten välisten vuorovaikutustapahtumien määrää. Sotilasaluksissa työskentelee yleensä kaupallisia aluksia runsaslukuisempi miehistö, minkä lisäksi niiden vartiointimenetelmät ovat usein kaupallisten alusten menetelmiä kehittyneemmät. Sotilasalusten törmäysten todennäköisyys on siten muiden alusten törmäystodennäköisyyttä alhaisempi.

3.2 Räjähämättömät ammuksiset tai kemialliset taisteluaineet

Toisen maailmansodan jälkeen vuonna 1947 merenpohjaan upotettiin kemiallisia taisteluaineita (CWA) lähinnä Gotlannin upotusalueelle ja Bornholmin altaan alueelle. Kemiallisten taisteluaineiden pelätään paljastuvan rakennusvaiheen aikana, jolloin aineet voivat vaikuttaa ihmiseen tai meriympäristöön. Toisen maailmansodan aikaisiin räjähtämättömiin ammuksiin liittyy samoja riskejä.

Ammuksia koskevia seulontatutkimuksia on tehty putkenlaskukäytävässä sijaitsevien mahdollisesti räjähtämättömien ammusten ja kemiallisten taisteluaineiden sijainnin selvittämiseksi. Kyseessä ovat ammuksien ja aineiden, jotka voivat aiheuttaa vaaratilanteita putkilinjalle tai ympäristölle putkilinjakäytävän asennus- ja käyttövaiheen aikana.

Tutkimusten tavoitteet:

- Tunnistaa ja kartoittaa kohteita, joissa voi olla mahdollisia ammuksia ja jotka voivat mahdollisesti vaikuttaa putken suunnitteluun, asennukseen ja eheyteen pitkällä aikavälillä
- Tarkistaa silmämääräisesti kohteet ja luokitella ne mahdollisten ammusten tunnistamiseksi
- Yhdistää tunnistetut poikkeamat ja esineet/kohteet edellisten tutkimusten tavoitteisiin sekä julkisiin tietoihin
- Ottaa maaperänäytteitä kemiallisten ammusten upotusalueen lähellä

Näiden tutkimusten perusteella putkilinja on reititetty siten, että sotatarvikkeet vältetään mahdollisuuksien mukaan. Vaihtoehtona on sotatarvikkeiden raivaaminen. Turvakäytäväksi nimetyn alueen mitat (25 metriä reittikäytävän molemmin puolin) perustuvat vedenalaisten räjähdysten vaikutusten tarkkoihin analyyseihin, joissa on otettu huomioon paineaallon eteneminen, putkilinjaan kohdistuva kuormitus ja putkilinjan vaste (paikalliset ja yleiset muodonmuutokset, putken teräsrakenteeseen kohdistuva rasitus ja betonipäällysteen kimmoplastinen käyttäytyminen). Analyysi, jonka perusteena on käytetty teoreettista 2000 kilon latausta, osoittaa, että tämän voimakkuusluokan räjähdys alle 12 metrin päässä putkilinjasta ei aiheuttaisi kaasuvuotoa. (Suurimmassa Itämerestä tähän mennessä löydetyssä räjähtämättömässä taisteluvälineessä oli 935 kilon räjähdekuorma, ja suurimmassa osassa löydetystä sotatarvikkeista kuorma on alle 300 kiloa). Saipemin sopimukseen kuuluu putken laskeminen reittikäytävään ± 7.5 metrin tarkkuudella, mikä varmistaa, että käytävän reunamilla mahdollisesti räjähtävät sotatarvikkeet eivät vaurioita putkilinjaa.

On myös olemassa pieni mahdollisuus, että asennustyöt aiheuttavat ammusten siirtymistä ja ajautumista putken päälle asennuksen jälkeen. Pohjan lähellä olevien virtausten on kuitenkin raportoitu upotusalueilla olevan liian heikkoja siirtämään raskaita ammuksia, joten tätä riskiä pidetään pienenä.

Tanskan ympäristönsuojelun tutkimuslaitos (NERI) on laatinut kaksi erikoistutkimusta kemiallisista taisteluaineista. Tutkimuksissa haastateltiin sidosryhmiä Bornholmin alueella (esimerkiksi ammattikalastajien liittoa, luonnonsuojeluyhdistystä ja syvänmeren sukeltajia).

Kalakanta kuoli aineiden upotuksen tuloksena vuonna 1947, minkä jälkeen kalastajat ovat tehneet edelleen havaintoja kemiallisista taisteluaineista. Tanskan tiedotusvälineissä ei kuitenkaan ole viime vuosikymmenen aikana kirjoitettu niiden aiheuttamista työtapaturmista.

Suuri osa kemiallisista taisteluaineista on muuntunut harmittomaan muotoon vuoden 1947 jälkeen. Taisteluaineiden upotusalueilla on nykyään runsaasti kaloja, ja tutkimusten perusteella ympäristöhaitat ovat yleisesti rajalliset.

Putkilinjan reitin varrelta lähellä upotusalueita on lisäksi otettu perusteellisia maaperänäytteitä, joiden perusteella alueen sedimentti on analysoitu. Laboratoriotutkimuksissa ei ole havaittu saasteiden pistelähteitä putkilinjan reitin varrella. Alueen historia huomioon ottaen, hajanaisen taustasaasteen määrä on tulosten perusteella vähäinen. Havaitut pitoisuudet ovat hyvin pieniä ja alittavat tasot, joilla on vaikutusta meriympäristöön. Enimmäispitoisuudet eivät anna aiheutta muuttaa putkilinjan reittiä (reitti on suunniteltu siten, ettei sen varrella ole tunnettuja hylkyjä, jotka voivat sisältää ammuksia tai kemiallisia taisteluaineita).

3.3 Troolaus ja kalastusalusten ja putkilinjojen riskit

Nord Stream pitää Itämeren kalastusalan organisaatioiden ja viranomaisten kanssa yllä jatkuvaa vuoropuhelua, joka tarkoituksena on kalastuksen ja rakentamistoimien koordinoitointitoimenpiteistä keskusteleminen ja sopiminen.

Nord Stream perusti myös sisäisen kalastustyöryhmän (FWG), jonka tehtävänä on selvittää kaikkien asianomaisten maiden kalastustoimintaan liittyviä kysymyksiä ja organisoida ja koordinoida kaikkea kalastukseen liittyvää toimintaa. Kalastustyöryhmä määrittää aiheuttajaosapuolien ja muiden kohdeosapuolien kansallisten työryhmien yhteiset toimintatavat ja toteuttaa niitä. Nämä toimintatavat perustuvat FOGA:n, SINTEF'in, Rambøllin ja DNV:n tekemiin tutkimuksiin, kokeisiin ja riskiarviointeihin.

Useista Pohjanmeren putkilinjoista kertyneet kokemukset osoittavat, että kalastus ja merenalaiset putkilinjat voidaan sovittaa turvallisesti yhteen. Itämeren tilanne on mahdollisesti kuitenkin erilainen käytettävien troolipyödysten tyyppien, alusten ja niiden moottorien kokojen ja merenpohjan olosuhteiden osalta. Tästä syystä troolipyödysten ja putkilinjojen vuorovaikutus käyttövaiheen aikana tulee arvioida huolellisesti.

Rakentamisvaiheessa kalastus tulee keskeyttää väliaikaisesti putkenlaskualuksen ja tukialusten ympärille muodostettavalla turva-alueella. Vakiintuneisiin toimintatapoihin kuuluu myös kalastajien edustajan läsnäolo yhdellä rakennusalueista. Kalastajien edustaja voi tarvittaessa auttaa toimintojen yhteensovittamisessa ja välittää kalastajille tietoja ennen toimenpiteiden alkamista ja niiden aikana.

Putkilinjoja ympäröivillä alueilla harjoitetaan troolausta putkilinjojen normaalin käytön aikana. Niillä alueilla, joilla putkilinjat on haudattu kaivantoon tai peitetty kasaamalla niiden päälle kiviainesta, troolausta voidaan harjoittaa ilman troolipyödysten ja putkilinjojen välisen

vuorovaikutuksen riskiä. Jos putkea ei kuitenkaan ole kaivettu merenpohjaan, trooliovi tai -paino saattaa osua putkilinjaan pohjatroolauksen aikana.

Useimmissa tapauksissa troolipyydyks liukuu putken yli, mutta se saattaa myös jäädä kiinni putkeen. Tämä on mahdollista erityisesti niillä alueilla, joilla esiintyy vapaita jänteitä tai aluksen ja putken välinen lähestymiskulma on pieni. Troolipyydyksen jääminen kiinni putkeen saattaa vaurioittaa pyydystä tai kohdistaa suuria voimia troolin vaijeriin, mikä puolestaan voi johtaa vaijerin katkeamiseen ja pyydyksen menettämiseen. Myös sedimenttityypillä on vaikutusta pyydyksen kiinnijäämisen todennäköisyyteen, sillä se vaikuttaa siihen, kuinka syvälle merenpohjaan putkilinja asettuu, ja siihen, kuinka syvälle merenpohjaan troolin ovi saattaa tunkeutua, jos troolia vedetään putken suuntaisesti.

Pyydyksen kiinni jääminen virheellisten käsittelytoimien tuloksena saattaa äärimmäisissä tapauksissa johtaa kalastusaluksen ja sen miehistön menetykseen, kuten Ison-Britannian vesillä tapahtui vuonna 1997. Tuolloin aluksen lopullinen kaatuminen tapahtui kuitenkin kiinnijääneen pyydyksen nostamisen yhteydessä eikä siis suoranaisesti pyydyksen kiinni jäämisen seurauksena. Tämä tapaus korostaa, kuinka tärkeää on suunnata kalastajille tiedotusta ja koulutusta toimenpiteistä, joihin tulee tai ei tule ryhtyä tilanteessa, jossa troolipyydyks on jäänyt kiinni.

Nord Stream on tutkinut – ja tutkii edelleen – näitä kysymyksiä huomattavan tarkasti. Tutkimuksiin ovat kuuluneet esimerkiksi seuraavat osa-alueet:

- Itämerellä sovellettavien kalastustekniikoiden ja käytettyjen kalastusaluksien ja -välineiden tunnistaminen (FOGA)
- Putkilinjojen ja troolipyydyksien välistä vuorovaikutusta koskeva tutkimus (Snamprogetti), joka on keskittynyt putkilinjan eheyteen. Tässä tutkimuksessa otettiin huomioon seuraavat putken ja troolipyydyksen välisen vuorovaikutuksen vaiheet:
 - Osuma, jonka osalta suoritettiin osumaenergian arviointi (paljaan teräspankin törmäyksenkesto-ominaisuuksien arviointi ja erillinen arvio betonipäällysten kyvystä hajauttaa troolipyydyksen kineettistä energiaa)
 - Pyydyksen liukuminen putken yli, jonka osalta suoritettiin vuorovaikutusvoimien laskenta ja putken vasteen analysointi putken ja troolipyydyksen välisen vuorovaikutuksen aikana ja sen jälkeen. Putken vasteanalyysissä otetaan huomioon suurimman ennakoitun troolipyydyksen aiheuttama vuorovaikutuskuormitus
 - Kiinnijääminen, jonka osalta suoritettiin putken vasteen analysointi putken noustessa merenpohjasta

- Troolipyydysten vaurioitumisriskin arviointi (Rambøll). Tässä arvioinnissa otettiin huomioon troolausaika vetoa kohti, troolausnopeus ja päivittäisten troolivetojen määrä, joiden perusteella arvioitiin putkilinjan kanssa risteävien troolivetojen määrä ja niihin liittyvät riskit
- SINTEF:in 16.–19.12.2008 Tanskan Hirtshalsissa tekemä, troolin vetämisestä putkilinjan yli selvittänyt pienoismallikoe, jossa käytettiin enintään kaksimetrisiä vapaita jäniteitä. Kokeeseen osallistui kalastusalan organisaatioita Saksasta, Tanskasta, Suomesta, Ruotsista, Puolasta ja Alankomaista sekä edustajia BS-RAC:sta, FOGA:sta ja DNV:stä

Troolipyydysten vaurioitumista koskevassa alustavassa analyysissä ennakoitiin, että pyydysten putkilinjaan tarttumisesta aiheutuvien vaurioiden esiintymistiheys on pieni ja kalastusaluksen menetyksen tapahtumistiheys äärimmäisen pieni virheellisen käsittelyn seurauksena. Koska asia on kuitenkin tärkeä, ja suunnittelupäätöksiin perustuvat oletukset muodostavat olennaisen osan kyseisestä analyysistä, Nord Stream on käynnistänyt lisätutkimuksia ja herkkyyshanalyysijä tämän johtopäätöksen paikkansapitävyyden varmistamiseksi.

Troolauksen analysointi on osoittanut, että paikoissa, joissa putket lepäävät merenpohjassa, putkilinjat kestävät ne vaikutukset, jotka aiheutuvat troolipyydysten osumisesta putkiin ja niiden vetämisestä putkien yli. Suurin voima kohdistuu putkilinjaan silloin, jos troolausalusto takertuu putkilinjan alle. Tällöin troolipyydys rikkoutuu ennen kuin putkilinja ehtii vaurioitua millään tavoin.

Koska pieni riski on kuitenkin olemassa, Nord Stream varmistaa, että vapaiden jännevälien määrä on mahdollisimman pieni ja että kalastajille annetaan koulutusta ja tietoja riskeistä, joita syntyy kalastettaessa lähellä putkilinjoja. Putkilinja on myös merkittävä merikarttoihin. Nord Stream suunnittelee lisäksi lievennystoimia ja rajoituksia alueilla, joilla putkilinjasta voi aiheutua riskejä kalastusaluksille ja niiden miehistölle. Tästä asiasta käydään keskustelua kansallisella tasolla.

3.4 Putkilinjan vioittuminen

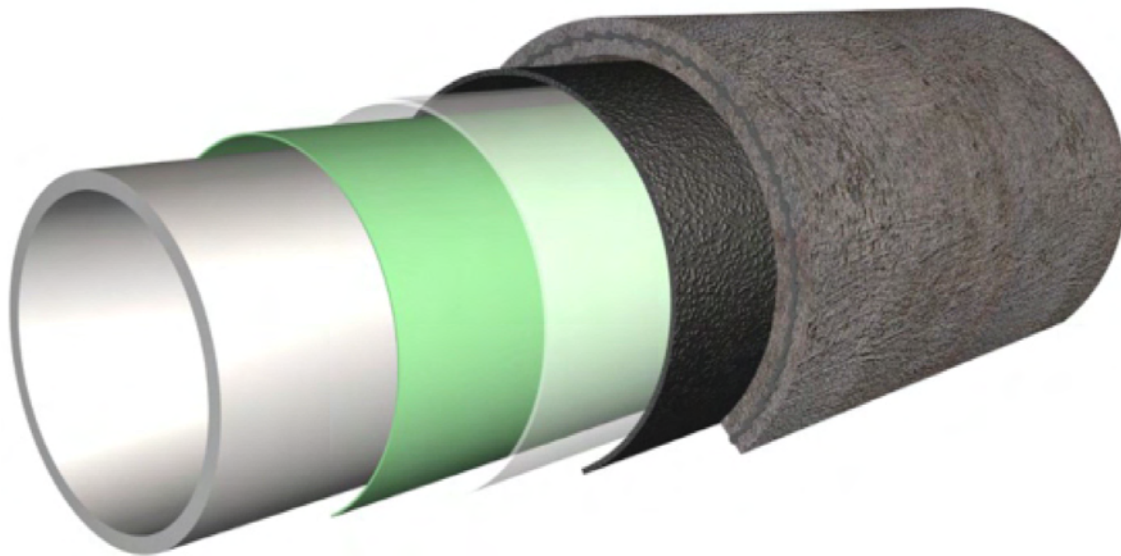
Nord Stream -putkilinjat suunnitellaan ja niitä käytetään norjalaisen Det Norske Veritasin (DNV) julkaiseman, merenalaisia putkijärjestelmiä koskevan normin DNV OS-F101 (Submarine Pipeline Systems) mukaisesti. Normissa on esitetty kriteereitä ja ohjeita putkijärjestelmien suunnittelusta, materiaaleista, tuottamisesta, valmistamisesta, asennuksesta, käyttöönoton valmistelusta, käyttöönotosta, käytöstä ja ylläpidosta.

DNV-normia ja rakennesuosituksia käytetään laajasti useisiin aihealueisiin normin ymmärrettävyyden ja syvällisen kattavuuden takia. DNV-suunnittelunormien käyttö on ollut vallitseva käytäntö offshore-suunnittelutoita tekeville yrityksille useita vuosikymmeniä. Merenalaisten putkien DNV-normia sovelletaan nykyään kaikkien meriputkien suunnitteluun

Pohjanmeren öljy- ja kaasulaitteistojen kehitystyössä Tanskassa ja Norjassa sekä laajasti myös muualla maailmassa.

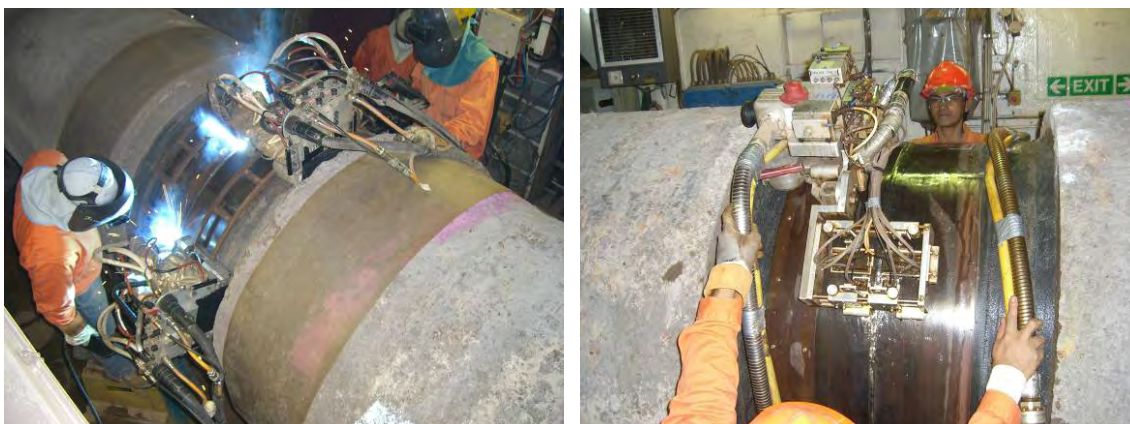
Nord Stream -putkilinjat on valmistettu korkealuokkaisesta hiiliteräksestä. Putkien nimellishalkaisija on 48 tuumaa ja muuttumaton sisähalkaisija on 1,153 millimetriä. Putkilinjat rakennetaan hitsaamalla yhteen 12.2 metrin pituisia virtausputkia. Putkilinjan seinämän paksuus on 26.8–41.0 millimetriä, mikä yhdessä korroosiota ehkäisevän kolmikerroksisen polyeteenipinnoituksen (4 millimetriä) ja betonipinnoituksen (60–110 millimetriä) kanssa putkilinjojen varmistaa erinomaisen kestävyuden.

Kaaviokuva putkilinjasta, korroosionestokerroksista ja betonipinnoitteesta on esitetty alla (katso **Kuva 3.2**).



Kuva 3.2 Betonipinnoite kolmikerroksisen korroosionestopinnoitteen päällä

Putkenlaskualuksessa uudet yksittäiset putket hitsataan yhtenäiseksi putkijonoksi puoli- tai täysautomaattihitsauksella. **Kuvassa 3.3** näkyy esimerkki putkialuksella tehtävien liitosten hitsauksesta ja testauksesta. Kuvassa näkyy myös putkilinjojen koko.



Kuva 3.3 Liitoksen hitsaus (vasemmalla) ja automaattinen ultraäänitesti (oikealla)

Putkilinjan käyttövaiheen aikaisen vioittumisen mahdollisista syistä on jäljempänä käsitelty seuraavia:

- Korroosio (sisäinen ja ulkoinen)
- Materiaaliviat ja mekaaniset viat
- Luonnonuhat, kuten virtaukset, aallot ja myrskyt
- Muut/tuntemattomat vaaratekijät, kuten sabotaasi ja alueelle sattumalta kulkeutuneet miinat
- Ulkoiset häiriötekijät, kuten kalastus, laivaston harjoitukset ja kaupallinen laivaliikenne

Nämä tekijät on johdettu vaaratekijöiden tunnistuksen perusteella ja kaasuputkiin liittyvien tunnettujen tapahtumien perusteella. Tapahtumien mahdollisten syiden tunnistaminen on tärkeää, koska se voi vaikuttaa tapahtumien kehitykseen. Esimerkiksi uppoava alus aiheuttaa todennäköisesti merkittävästi enemmän vahinkoa (esimerkiksi kaasuvuodon) kuin pudotettu ankkuri aluksen suuremman massan vuoksi.

Putkilinjan mahdollisia vioittumissyitä on käsitelty tarkemmin jäljempänä.

Korroosio

Sisäisen ja ulkoisen korroosion arvioidaan aiheuttavan vähän vikoja seuraavista syistä:

- Kaasu on kuivaa (tämä vähentää putken sisäpuolen korroosion todennäköisyyttä)

- Ulkopuoli on suojattu korroosiolta ensisijaisella järjestelmällä (laadukkailla korroosionesto- ja betonipinnoitteilla) ja toissijaisella järjestelmällä (galvaanisten anodien käyttöön perustuvalla katodisella korroosiosuojauksella)
- Putkissa on käytetty laadukasta terästä H₂S-korroosion ehkäisemiseksi
- Putkien seinämät ovat paksut (korroosio havaitaan ennen kuin se aiheuttaa vikoja)
- Älykkäitä putken sisäpuolen tarkastuslaitteita käytetään järjestelmällisesti tehtävissä jaksottaisissa tarkastuksissa (mahdollinen korroosio havaitaan ennen kuin sillä on vaikutusta)

Materiaaliviat ja mekaaniset viat

Tähän luokkaan luetaan sekä teräsputken materiaaliviat (levyjen valmistusviat tai pitkittäisten hitsien viat) että rakennusviat (tarkoittaa tavallisesti orbitaalihitsinen vikoja). Saatujen kokemusten perusteella nämä viat ovat äärimmäisen harvoin syinä putkilinjan vikoihin, erityisesti nykyaikaisissa putkilinjoissa, joiden toteutukseen sovelletaan edistyksellisiä tekniikoita ja laadunvalvontamenetelmiä yhdessä edistyksellisten hitsaustekniikoiden ja tarkastusmenetelmien kanssa. Mekaanisista vioista aiheutuvien kaasuvuotojen tiheyden arvioidaan olevan vähäinen seuraavien toimien perusteella:

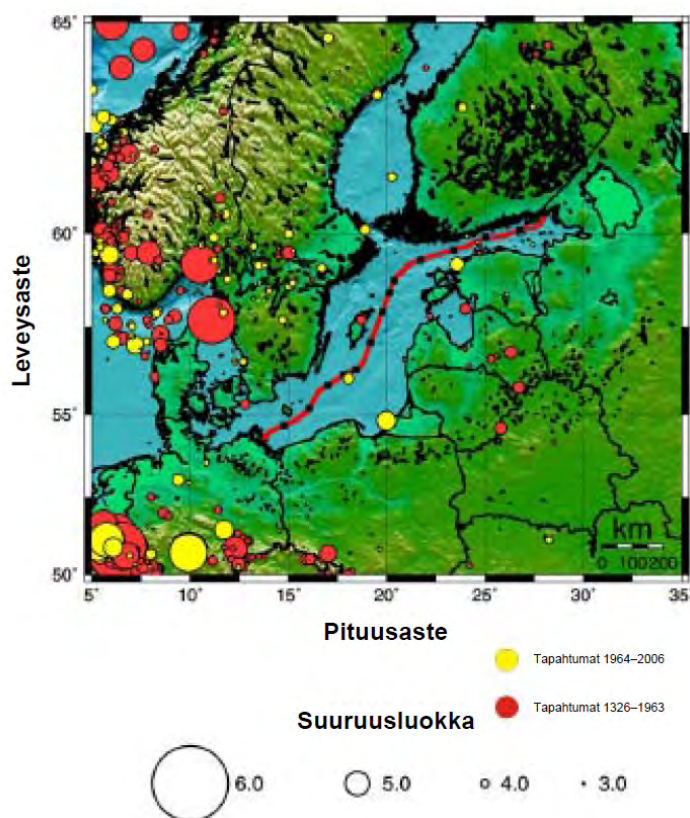
- Kaikki materiaalit, valmistusmenetelmät ja toimintatavat vastaavat tunnustettujen standardien, käytäntöjen ja/tai ostajan erittelyjen mukaisia vaatimuksia
- Tuotteet testataan ainetta rikkomattomalla testillä (NDT) tehtaalla (putkitehtaat) DNV-standardien mukaisesti
- Kaikki putkiliitokset painetestataan putkitehtaalla
- Kaikki hitsit testataan automaattisella ultraäänitestillä putkenlaskualuksessa; putkien on läpäistävä testi hyväksytysti ennen merenpohjaan laskua
- Putkilinjan eheyden varmistamiseksi putken jännitystä seurataan keskeytyksettä putkenlaskuoperaation aikana
- Putken kosketuskohtaa merenpohjaan valvotaan jatkuvasti kauko-ohjattavien laitteiden avulla, laitteet mahdollistavat merenpohjassa olevien putkien eheyden silmämääräisen tarkastuksen
- Putkilinjojen vakaus merenpohjassa varmistetaan lopullisesti merenpohjan muokkauksen (kiviaineksen kasaamisen ja putken laskun jälkeisten kaivutöiden) avulla
- Putkijärjestelmän koeponnistus suoritetaan merellä tehtävien asennustöiden valmistuttua

Toimittajien ja asennusvaiheessa käytettyjen urakoitsijoiden tarkastajat, Nord Streamin tarkastajat ja DNV:n tarkastajat (Saksassa myös SGS-TÜV:n tarkastajat) vastaavat tarkastustoimista eri tasoilla.

Luonnonuhat – Maanjäristys

Hankkeessa on vertailtu ja arvioitu geologisia tietoja sekä suoritettu laaja seismisten uhkien arviointi.

Taulukossa 3.4 on esitetty seismisen toiminnan historiaa ja esiintymistä koskevia tietoja 1300-luvulta vuoteen 2006. Etelä-Suomessa sekä Itämerellä ja sitä ympäröivillä alueilla (Saksan pohjoisosissa, Puolassa, Liettuassa, Latviassa ja Virossa) seismistä toimintaa ei esiinny juuri ollenkaan. Näiden tulosten perusteella on päätelty, että seisminen toiminta ei ole hallitseva putkilinjan mitoituskorvituksen aiheuttaja (suunnittelupäätös). Putkilinjan rakenteen tukevuuden ja materiaalin sitkeyden huomioon ottaen merkittävien vaurioiden syntyminen edellyttäisi voimakasta maanjäristystä. Tällöin merkittävimpiä ihmisiin kohdistuvia vaikutuksia ei todennäköisesti aiheuta kaasun vuotaminen putkilinjasta vaan maanjäristyksestä seuraava hyökyaalto.



Kuva 3.4 Seisminen toiminta tutkimusalueella

Luonnonuhat – Maanvyörymät

Putkilinjojen eheyttä mahdollisesti uhkaavien maanvyörymien todennäköisyys koko putkilinjojen reitin pituudella on arvioitu kvalitatiivisesti hankkeen alussa. Arvioinnin johtopäätös oli, että maanvyörymät eivät muodosta uhkaa putkilinjoille.

Maanvyörymiä esiintyy olosuhteissa, esimerkiksi seuraavien edellytysten täytyessä:

- 1) Jyrkille rinteille on kerääntynyt paksuja kerroksia erittäin pehmeitä sedimenttejä
- 2) Rinteiden kaltevuuskulma on sellainen, että se voi aiheuttaa maakerrosten muuttumisen epävakaksi
- 3) Ympäristössä esiintyy sellaisia vaikutusmekanismeja (esimerkiksi seismisiä kuormia, aaltojen aiheuttamia kuormia tai pehmeiden sedimenttien nopeaa kerääntymistä), jotka voivat laukaista maanvyörymän

Putkilinjojen reitillä ei ole havaittu tällaisia olosuhteita. Lisäksi putkilinjan ehdotettu reitti kulkee etäällä paikoista, joissa esiintyy merkittävää sivusuuntaista kaltevuutta.

Luonnonuhat – Rajut myrskyt

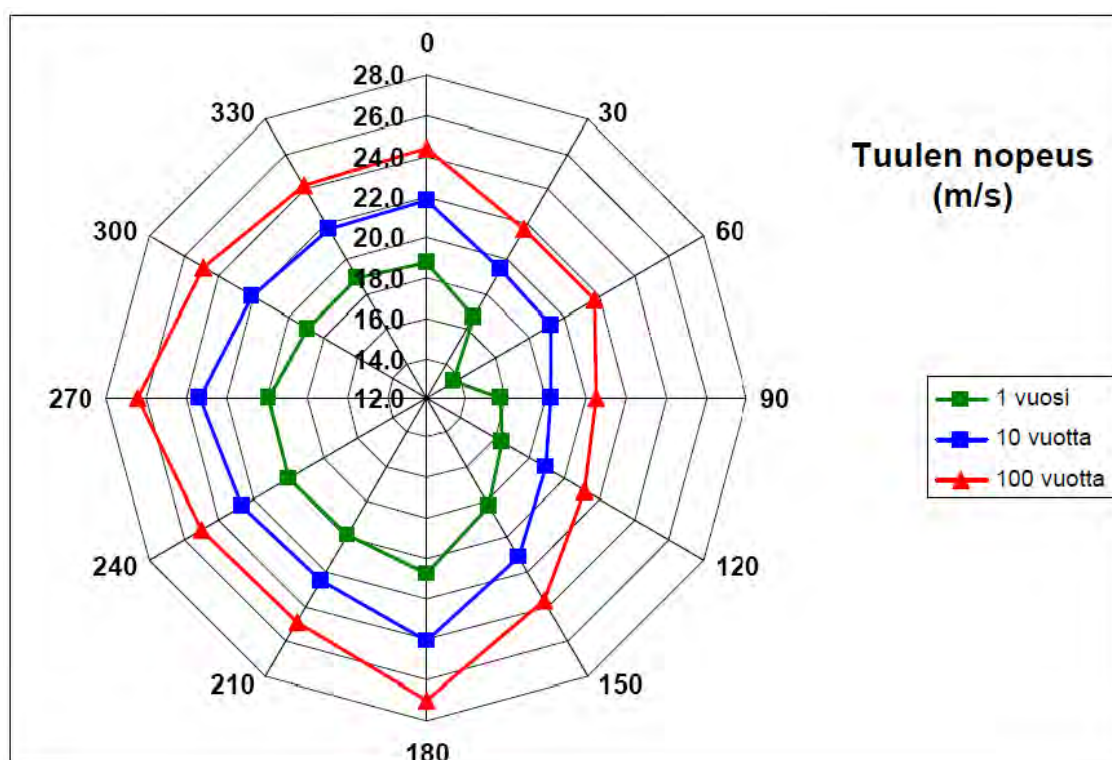
Nord Stream -putkilinjojen detaljisuunnittelun perusteina on käytetty seuraavassa lueteltuja meteorologisia olosuhteita, joiden toistumisajoiksi on määritetty 1, 10 ja 100 vuotta.

- Vuodenaikakohtaiset ja vuotuiset tuulen, aaltojen ja virtausten ääriarvot suunnittain
- Merkitsevä aallonkorkeus suunnittain
- Väsymisanalyysissa käytettävät aalto- ja virtausolosuhteet
- Rantautumispaikkojen ilman lämpötilan ääriarvot ja ilmasto-olosuhteet
- Myrskyn ja tyynen sään kesto paikan päällä suoritettavia toimenpiteitä silmällä pitäen
- Merenpinnan korkeuden vaihtelu
- Meriveden hydrologiset parametrit (lämpötila, suolapitoisuus ja tiheys)
- Jääpeitteen esiintyvyys ja laajuus

Taulukossa 3.5 on esitetty tyypillinen esimerkki tuulen nopeuden ja suunnan ääriarvoja koskevista tiedoista 1, 10 ja 100 vuoden toistumisajoilla valitussa putkilinjojen kohdassa.

Olosuhteet, jotka aiheuttavat suurimman kuormituksen reitin eri kohdissa, on valittu suunnitteluperusteina käytettäväksi olosuhteiksi. Putkilinja on suunniteltu kestäämään satavuotisen myrskyn aiheuttaman enimmäiskuormituksen (DNV-standardin vaatimus).

On myös huomattava, että jos rakentamisvaiheessa esiintyy äärimmäisiä sääolosuhteita, putkenkuljetusalukset, kiviaineksen laskualukset ja huoltoalukset hakeutuvat suojaan lähimmälle nimetylle suoja-alueelle (esimerkiksi satamaan). Putkenlaskualusten, jotka ovat huomattavasti edellä mainittuja aluksia suurempia, ei yleensä tarvitse hakeutua suojaan, vaan ne voivat jäädä myrskyn ajaksi paikoilleen. Putken pohjaanlaskeminen saattaa kuitenkin olla tarpeen ennen sääolosuhteiden huononemista. Äärimmäisissä olosuhteissa myös putkenlaskualukset voivat siirtyä myrskyn ajaksi suojaisaan paikkaan. Putkenlaskualusten ei tiedetä uponneen tai kaatuneen.



Kuva 3.5 Tuulen nopeuden ääriarvot suunnittain 1, 10 ja 100 vuoden toistumisajoilla

Luonnonuhat – Historiallisia tietoja

PARLOC 2001 -tietokanta sisältää tietoja Pohjanmeren merenalaisia putkilinjoja koskevista poikkeustilanteista ja niihin liittyvistä tapauksista, joissa putken sisältö on vuotanut mereen. Siinä on lueteltu 13 poikkeustilannetta, joiden syynä on ollut luonnononnettomuus tai luonnonolosuhteet (kymmenessä tapauksessa syynä oli virtausten ja aaltojen vaikutus, yhdessä

myrskyn aiheuttamat vauriot, yhdessä huuhtoutumiseroosio ja yhdessä vajoaminen). Mikään näistä syistä ei kuitenkaan johtanut teräsputkien sisällön vuotamiseen mereen (päästöön). Putkilinja kärsi vaurioita vain kolmessa tapauksessa, ja niissäkin vauriot kohdistuivat vain putken päällysteeseen. Nord Stream -putkilinjat on suunniteltu kestäämään virtausten ja aaltojen aiheuttamien luonnonolosuhteiden vaikutukset standardin DNV RP F109 mukaisesti.

Luonnonuhkien osuutta putkilinjojen mahdollisessa vikaantumisessa pidetään kaiken kaikkiaan merkityksettömänä.

Ulkoiset häiriötekijät

Vain laivoista aiheutuvilla ulkoisilla häiriötekijöillä arvioidaan olevan merkitystä putkien mahdolliselle vahingoittumiselle Nord Stream -hankkeessa. Näitä häiriötekijöitä on sen vuoksi tarkasteltu ja analysoitu tarkasti seuraavat häiriötekijät mukaan lukien:

- Pudotetut esineet
- Pudotetut ankkurit
- Vedetyt ankkurit
- Uppoavat alukset
- Karille ajaneet alukset (soveltuvien osien)

Kaikilla alueilla, joissa laivaliikenne ylittää määritetyn tason, on arvioitu vuorovaikutustapahtumien tiheys ja putkilinjojen vioittumistiheys käyttövaiheessa. Tarkastelun kannalta tärkeiksi alueiksi on määritetty alueet, joilla putkilinjan ylittävien alusten vuotuinen määrä on vähintään 250 alusta putkilinjakilometriä kohden. Tämä arvo tarkoittaa alle yhtä laivaa kilometriä kohden päivässä, ja sitä käytetään erottamaan ne putkilinjaosuudet, joilla laivaliikenne on vilkasta.

Vuorovaikutuksen esiintymistiheydellä tarkoitetaan siten tiheyttä, jolloin alukset jollain tapaa koskettavat putkilinjaa (esimerkiksi vedetty ankkuri tai uppoava alus koskettaa putkilinjaa) putkilinjalle tästä mahdollisesti aiheutuvasta vahingosta riippumatta (vahingot arvioidaan erikseen putkilinjan vahinkojen arvioinneissa).

Vuorovaikutuksen esiintymistiheyden arvioinnissa on kiinnitetty huomiota seuraaviin asioihin:

- Putkilinjan koko ja sijainti
- Laivareittien sijainti ja leveys
- Laivaliikenteen vilkkaus, risteämiskulmat ja laivaluokkien ja -tyyppien jakauma AIS-tietojen perusteella

- Laivojen ominaisuudet (esimerkiksi pituus, enimmäisleveys, paino, nopeus ja ankkurin paino)
- Rahtialusten säiliöiden koko ja paino
- Tiedot laivojen onnettomuuksista ja laivoihin liittyvistä tapahtumista (esimerkiksi törmäysten, konevikojen ja ohjausvikojen, jotka voivat johtaa hätäankkurointiin, esiintymistiheys)
- Erilaiset ehdolliset todennäköisyydet (esimerkiksi laivan uppoamiselle putkilinjan lähellä)

Putkilinjan vahinkojen arvioinnin tavoitteet ovat seuraavat:

- Putkilinjan vahingot ja putkilinjan vikojen esiintymistiheys putkilinjan tärkeissä osissa määritetään kvantitatiivisesti vuorovaikutuksen esiintymistiheyden arvioinnissa
- Mahdolliset suojaustoimenpiteet määritetään tärkeissä putkilinjan osissa, joissa linjan vikojen esiintymistiheys ylittää Nord Stream -hankkeen hyväksyntäkriteerin

Putkilinjan vikojen esiintymistiheys kriittisissä kohdissa määritetään tarkastelemalla vuorovaikutusanalyseissa tutkittuihin häiriömekanismeihin (pudotetut esineet, pudotetut ankkurit, vedetyt ankkurit, uppoavat alukset ja karille ajaneet alukset) liittyvien vikojen esiintymistiheyksiä yhdessä putkilinjan kokoonpanojen kanssa (paljas, maahan kaivettu tai suojattu putkilinja). Vikojen esiintymistiheys tarkoittaa käytännössä tiheyttä, jolla putkilinjan arvioidaan vioittuvan. Vain pienen osan vioista arvioidaan voivan aiheuttaa kaasuvuotoja (vika voi tarkoittaa esimerkiksi putkensisäisen tarkastuslaitteen käytön estävää kolhua, joka on korjattava tarkastusten jatkamiseksi).

Analyysissa on laskettu putoavan esineen (laivan, säiliön ja ankkurin) kineettinen energia, maaperän mekaaninen käyttäytyminen pintakuormitusten alaisena ja putkilinjaan sen tuloksena kohdistuva paine, putken kestävyys siihen kohdistuvia vaikutuksia vastaan, vaikutusten energia, paikallisten voimien suuruus, yleiset taivutusmomentit sekä vahinkojen ja putkilinjavikojen todennäköisyys.

Tehtyjen analyysien perusteella esineiden putoamisen tai ankkurin pudottamisen ei kuitenkaan odoteta aiheuttavan kaasuvuotoja. Ankkurin vetämisen aiheuttamista vauriotapauksista 30 prosentin odotetaan johtavan kaasuvuotoon (kaikki murtumia koko sisähalkaisijan mitalta). Upoavasta tai karille ajaneesta aluksesta aiheutuvien vaurioiden arvioidaan aina johtavan kaasuvuotoon (suurin osa murtumia koko sisähalkaisijan mitalta). Analyysien mukaan mittavien kaasuvuotojen arvioitu esiintymistiheys on kuitenkin hyvin pieni. Mittava kaasuvuoto on erittäin epätodennäköinen kaasuputken koko käyttöiän aikana. Tästä syystä putkilinja ei tarvitse lisäsuojausta.

Yleisesti ottaen putkilinjan reitin varrella ei ole alueita, joilla eri toimintoja olisi rajoitettu pysyvästi. Ainoa poikkeus on lähellä Saksan rannikkoa sijaitseva sisääntuloväylä, jossa putkilinja kulkee rinnakkain laivaväylän kanssa. Tälle alueelle on muodostettu yhteistyössä Saksan viranomaisten kanssa 200 metrin levyinen suojakäytävä, koska laivaväylällä putkilinjan läheisyydessä suoritetaan usein ja säännöllisesti huolto- ja ylläpitotöitä (joilla varmistetaan laivaväylän riittävä syvyys).

3.5 Seurausten analysointi – Kaasuvuoto

Putkilinjan käyttövaiheen osalta yksityiskohtaisissa analyyseissa on keskitytty merenalaisen kaasuvuotojen seurauksiin. Analyysi on laadittu useissa vaiheissa merenalaisen vuodon laajuuden ja tarvittavien paineenpoistotoimien laskennasta vuodon vaikutuksien arvioimiseen merenpinnassa ja ilmakehässä kaasun leviämismallin perusteella aina lopputilanteen fysiologisten vaikutusten määrittämiseen. Lopputilanne (esimerkiksi suihkuvirtausten, leimahduksen, räjähdysten ja harmittoman leviämisen jälkeinen tilanne) voi vaihdella sen mukaan syttykö kaasu (heti tai viiveellä) ja miten vaikutukset saadaan rajattua. Tämän perusteella seuraavat asiat on arvioitava:

- Murtuman koko (neulanreikä, reikä tai koko sisähalkaisijan mittainen murtuma)
- Ympäristöön levinneen aineen tyyppi (esimerkiksi maakaasu)
- Prosessiparametrit (esimerkiksi virtauspaine ja -lämpötila)
- Veden syvyys
- Ilmakehän olosuhteet (esimerkiksi sääolosuhteiden muuttumattomuus ja tuulen nopeus)
- Syttymisen todennäköisyys

Lopullinen arvio putkesta vuotaneen kaasun syttymisen aiheuttamien kuolonuhrien todennäköisestä määrästä perustuu altistuvien henkilöiden lukumäärään. Tällöin on otettava huomioon erilaisilla aluksilla (esimerkiksi rahti-, säiliö- ja matkustaja-aluksilla) olevien henkilöiden tyypillinen lukumäärä ja heidän altistumisasteensa. (Esimerkiksi leimahduspalon yhteydessä vain avoimilla kansilla oleskelevien henkilöiden oletetaan jäävän leimahduksen sisään ja menehtyvän).

Siinä erittäin epätodennäköisessä tapauksessa, että tapahtuu mittava merenalainen kaasuvuoto, kaasu vapautuu veteen ja nousee pintaan kaasupatsaana. Pinnalle muodostuu tällöin alue, jolta kaasu leviää ilmaan. Tämän alueen laajuus vaihtelee vuotoalueen veden syvyyden, vaurion luonteen ja putkilinjan vaurioitumishetkellä vallinneiden käyttöolosuhteiden mukaan. Mittavasta kaasuvuodosta peräisin olevan kaasupilven laajuus vaihtelee vaurion

todellisen luonteen ja sääolosuhteiden (pääasiassa tuulen nopeuden ja tuuliolosuhteiden muuttumattomuuden) mukaan.

Aluksen kelluvuuden ei pitäisi vähentyä, kun se kulkee kaasupatsaan yli (katso J.E. Vinnem: Offshore Risk Assessment, Springer, 2. painos).

Maakaasu on huomattavasti ilmaa kevyempää ja nousee siksi nopeasti ylöspäin. Tästä syystä maissa olevien ihmisten riski altistua merellä tapahtuvan kaasuvuodon vaikutuksille on erittäin pieni. Putkilinjojen Venäjällä ja Saksassa sijaitsevien rantautumispaikkojen välittömässä läheisyydessä ei myöskään ole taajamia.

Ohi kulkevissa aluksissa oleville henkilöille aiheutuvien yksittäisten riskien on kvantitatiivisessa analyysissä selvästi todettu alittavan hankkeessa yleisöön kohdistuville riskeille määritetyn hyväksymiskriteerin. Ohi kulkevissa aluksissa olevien henkilöiden loukkaantumisvaaran on todettu olevan pienempi kuin salamaniskua seuraavan kuoleman riskin. Yksittäinen riski on suurin kuljetusalusten miehistönjäsenillä, mutta riski on silloinkin hyvin pieni (selvästi pienempi kuin riski kuolla syöpään tai auto-onnettomuudessa).

Myös kaasuvuodosta seurauksena vahingoittuneen aluksen ympäristöön päässeen vaarallisen lastin ympäristövaikutusten riski on erittäin pieni. Tällainen tapahtumaketju edellyttää useiden erillisten asioiden tapahtumista yhtä aikaa:

- Putkilinjan on vaurioituttava siinä määrin, että tapahtuu mittava kaasuvuoto (koko sisähalkaisijan mittainen murtuma). Tämä on äärimmäisen epätodennäköistä
- Jonkin aluksen on ohitettava kaasupilvi ennen kuin kaasuvuodosta on ilmoitettu laivaliikenteelle (siis ennen kuin laivoja on voitu varoittaa kaasuvuodon vaikutusalueesta)
- Ohittavan aluksen on aiheutettava kaasupilven syttyminen
- Aluksen on vaurioituttava siinä määrin, että sen lasti vapautuu ympäristöön. (Tämä on leimahduspalon tapauksessa äärimmäisen epätodennäköistä, koska merkittävää ylipainetta ei synny)

On huomattava, että todennäköisyys alusten törmäämiseen, jonka seurauksena öljyä tai jotakin muuta vaarallista ainetta vuotaa ympäristöön, on huomattavasti suurempi kuin kaasuvuotoon johtavan putkilinjan vaurioitumisen ennakoitu tapahtumistiheys.

3.6 Hätätilanteet

Putkilinjan hätätoimintasuunnitelma (PERP) laaditaan ennen ensimmäisen putkilinjan käyttöönottoa. Asianmukaisten viranomaisten kanssa sovitaan kaasuvuodosta laivaliikenteelle

tiedottamisesta ensimmäisinä tunteina, tiedotusketjusta, käytettävissä olevista tietoverkoista ja yhteyshenkilöistä, joihin Nord Stream voi ottaa yhteyttä, sekä mahdollisista jatkotoimista (esimerkiksi laivaliikenteen ohjaamisesta pois vaara-alueelta). Lisäksi on sovittava siitä, miten Nord Stream voi nopeasti saada vahinkojen arvioimiseen ja tarvittavien korjaustoimien tekemiseen vaadittavat luvat. Neuvottelut aloitetaan heti lupahakemusten jättämisen jälkeen. Nord Streamin terveys-, turvallisuus- ja ympäristöasioista sekä rajapinnoista vastaavan ja niiden yhdenmukaisuutta eurooppalaisten sääntöjen kanssa valvovan henkilön vastuulla on kehittää putkilinjan hätätoimintasuunnitelma ja toimia yhteyshenkilönä viranomaisasioissa.

Seuraavat hätätoimintajärjestelyt ovat tällä hetkellä suunnitteilla:

- Hätätoimintakeskus sijoitetaan Nord Streamin pääkonttoriin Zugiin, jossa sen toiminnasta vastaa Nord Streamin ydinhenkilökunta
- Tiedotusketju
 - Ylä- ja alavirran valvomot
 - Viranomaiset; yksityiskohdat määritetään tiiviissä yhteistyössä asianmukaisten viranomaisten kanssa
- Käyttötoimet
 - Tilanteesta laaditaan arvio
 - Jos kaasuvuoto on mittava, vahingoittuneen putkilinjan tuloventtiili suljetaan, jotta kaasun pääsy avoimeen järjestelmään estetään
 - Ylä- ja alavirran valvomoiden tiedot tarkistetaan
 - Kaasun määrä putkilinjassa minimoidaan alentamalla paine mahdollisimman alhaiseksi Greifswaldin vastaanottoasemalla (WinGas/E.ON-Ruhrgas)
 - Poistoventtiili suljetaan
 - Putkilinja täyttyy hitaasti vedellä, kunnes hydrostaattinen paine saavuttaa tasapainon
- Putkilinjan käyttötoimien lisäksi kaikille asianomaisille osapuolille, erityisesti meriviranomaiset ja ilmavoimat mukaan lukien, ilmoitetaan vuodosta (tärkeintä on tiedottaa laivaliikenteelle onnettomuusalueesta, jotta laivat tietävät kiertää alueen ylittämättä vahingoittunutta putkilinjaa)
- Tutkimusalukset lähetetään alueelle arvioimaan putkilinjan vahingot

- Nord Stream on liittynyt StatoilHydro Repair Clubin jäseneksi, minkä ansiosta sillä on käytössään merenalaisissa korjauksissa tarvittavat välineet

4 Yhteenveto ja johtopäätökset

Olemme kaikki tietoisia siitä, että meitä ympäröivät lukuisat vaaratekijät, joista voi olla haitallisia seurauksia. Inhimilliseen toimintaan liittyy aina riski. Osa riskeistä on luonnonuhkia (esimerkiksi maanjäristykset ja salamaniskut), osa teollisten prosessien tulosta (esimerkiksi öljynjalostuksesta aiheutuvat riskit polttoaineen tuottamiseksi moottoriajoneuvoihin) ja osa liittyy yksilölliseen elämäntyyliin ja tietoihin valintoihin (esimerkiksi auton ajaminen tai lentäminen).

Riskejä tarkastellaan niitä ottamalla saavutetut edut huomioiden. Kahta täysin toimintavalmista putkilinjaa myöten voidaan kuljettaa 55 miljardia kuutiometriä kaasua vuosittain Venäjän kaasukentiltä Euroopan markkinoille. Maakaasu toimii kuluttajien ja yritysten energianlähteenä seuraavat 50 vuotta.

Nord Stream painottaa turvallisuutta putkilinjojen suunnittelussa, rakentamisessa ja käytössä. Putkilinjojen rakennus- ja käyttövaiheeseen liittyy kuitenkin vaaratekijöitä, joista aiheutuu riskejä yleisölle/kolmansille osapuolille, työntekijöille, välineille ja ympäristölle. Nord Stream on sen vuoksi arvioinut riskit perusteellisesti ja luonut kuvauksen niiden hyväksyttävästä tasosta.

Nord Stream -putkilinjojen rakentamisen ja käytön aikana ihmisille ja ympäristölle aiheutuvien riskien kattavien analyysien tulokset osoittavat, että *kaikkien riskien katsotaan olevan hyväksyttäviä*, kun niitä verrataan hanketta varten sovittuihin siedettävyysskriteereihin. Tämä ei ole yllättävää, kun otetaan huomioon, että maakaasuputkilinjoja käytetään eri puolilla maailmaa ja ne katsotaan turvallisiksi suurten kaasumäärien siirtotavaksi. Esimerkiksi Euroopassa on yli 122,000 kilometriä kaasuputkilinjoja ⁽¹⁾ ja Yhdysvalloissa yli 548,000 kilometriä ⁽²⁾. Australiassa yli 21,000 kilometrin pituisia putkilinjoja käytetään maakaasun siirtoon ⁽³⁾. Myös Venäjällä ja Kanadassa on käytössä varsin pitkiä kaasuputkilinjoja. Merenalaisten putkilinjojen asennuksen aikaiset ympäristövaikutukset ovat varsin pieniä ja tilapäisiä, eikä niistä aiheudu käyttövaiheessa juuri mitään vaikutuksia. Pohjanmerellä käytössä olevien putkilinjojen yhteispituus on yli 6 000 kilometriä, ja jotkin putkilinjoista ovat olleet käytössä 1970-luvulta lähtien. Tämä kuvastaa merenalaisen putkilinjan hyvää toteutettavuutta ja ympäristövaikutusten vähäisyyttä.

Putkilinjan käytön aikana kolmansiin osapuoliin kohdistuvat riskit liittyvät mahdolliseen putkilinjan vikaan, kaasuvuotoon ja kaasupaloon, jotka voisivat vaikuttaa vaikutusalueella kulkevilla aluksilla olevien ihmisten turvallisuuteen. Tämän riskin on osoitettu olevan hyvin pieni. Putkilinjan vioittumisen todennäköisin mahdollinen syy on ankkurien vetäminen (tai joillakin osuuksilla laivan uppoaminen). Putkilinja merkitään kuitenkin merikarttoihin sen varmistamiseksi, että putkilinjojen lähistöllä liikennöivillä aluksilla ollaan tietoisia putkilinjojen sijainnista.

(1) European gas pipeline incident data group www.egig.nl

(2) Yhdysvaltain Central Intelligence Agency: The world factbook

(3) Australian pipeline industry association -www-sivusto. www.apia.net.au

Riskien arviointi on ennakoiva toimi, jossa tavallisesti käytetään hyväksi historiatietoa, mallinnusta, olettamuksia ja asiantuntija-arvioita, mistä syystä riskinarvioinneissa on aina tiettyä epävarmuutta. Jos tiedoissa on merkittäviä puutteita, riskien arviointia ja hallintaa koskevat päätökset ovat usein melko varovaisia ja tarjoavat korkeamman tasoista suojaa, kun riskin merkittävyys ja sitä koskeva epävarmuus lisääntyy.

Edellä käsitellyt arvioinnit osoittavat, että ennakoidut riskitasot ovat selkeästi hankkeelle määritettyjen riskien siedettävyysskriteerien alapuolella, ja vaikka arviointien tulokset olisivat suuruusluokkaa korkeammat, riskit olisivat edelleen yleisesti ottaen hyväksyttävällä tasolla.

Odottamattomat tapahtumat, esimerkiksi polttoaine- ja öljyvuodot, sotatarvikkeiden häiriöt ja putkiviati, saattavat aiheuttaa valtioiden rajat ylittäviä vaikutuksia, eli vaikuttaa resursseihin ja vaikutuskohteisiin myös muualla kuin siinä maassa, johon itse tapahtuma sijoittuu. Riskien kokonaisvaikutuksen (putkilinjan käytön osalta kaikkien kansallisten vaikutusten kokonaissumman), johon lukeutuvat myös kalastuselinkeinoon ja kaupalliseen laivaliikenteeseen kohdistuvat vaikutukset, on osoitettu olevan pieni.