



**TURUN  
YLIOPISTO**  
Kauppakorkeakoulu

# **Koillisväylän käytön hyödyt ja ongelmat kansainvälisen kauttakulkuliikenteen toimitusketjussa**

Toimitusketjujen johtamisen  
kandidaatintutkielma

Laatija:  
Eetu Leppinen

Ohjaaja:  
KTT Sini Laari

15.12.2025

Turku

Opiskelijan lausunto tekoölyn käytöstä tähän tutkielmaan liittyen:

**En ole käyttänyt tekoölyä hyödyntäviä työkaluja** tätä tutkielmaa kirjoittaessani.

**Olen käyttänyt tekoölyä hyödyntäviä työkaluja** tätä tutkielmaa kirjoittaessani. Tämä käyttö on dokumentoitu tutkielman liitteessä. Vakuutan, että tekoölyä käytettiin yliopiston ohjeistuksen mukaisella tavalla.

Turun yliopiston laatujärjestelmän mukaisesti tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck -järjestelmällä.

## Kandidaatintutkielma

**Oppiaine:** Toimitusketjujen johtaminen

**Tekijä:** Eetu Leppinen

**Otsikko:** Koillisväylän käytön hyödyt ja ongelmat kansainvälisen kauttakulkuliikenteen toimitusketjussa

**Ohjaaja:** KTT Sini Laari

**Sivumäärä:** 41 sivua

**Päivämäärä:** 15.12.2025

Tässä kandidaatintutkielmassa tarkastellaan Koillisväylän käytön hyötyjä ja ongelmakohtia kansainvälisen kauttakulkuliikenteen toimitusketjussa. Tutkielma rajoittuu käsittelemään Koillisväylää vaihtoehtoisena reitinä globaaleille merikuljetusten toimitusketjuille. Meriliikenne on volyymiltään tärkein yksittäinen kuljetusmuoto koko maailmassa, kuljettaen yli 80 prosenttia koko maailmankaupan volyymistä. Koillisväylän maantieteellisesti lyhyemmällä reitillä olisi periaatteessa mahdollista lyhentää Pohjois-Euroopan ja Itä-Aasian välisten satamien välimatkaa jopa 40 prosentilla. Ilmastonmuutos aiheuttaa monivuotisen jään vetäytymistä yhä pohjoisemmaksi, mikä parantaa jäätilanne meriliikenteen kannalta Koillisväylällä. Suezin kanavan liikennettä häiritsevät geopoliittiset ongelmat ovat myös ajaneet suuren osan Euroopan ja Aasian välisestä kauttakulkuliikenteestä kiertämään Afrikan, mikä pidentää globaaleja toimitusketjuja useilla päivillä. Suezin kanavan ajan-kohtaiset ongelmat voivat tehdä Koillisväylästä houkuttelevamman vaihtoehdon.

Koillisväylän käytön hyötyjä ja ongelmia kansainvälisen kauttakulkuliikenteen toimitusketjuissa selvitettiin tutkimalla, kuinka kilpailukykyinen Koillisväylän reitti on verrattuna Suezin kanavan reittiin, minkälainen vaikutus alueen rikkailla luonnonvaroilla on Koillisväylän käytölle sekä, miten muut tekijät kuten investointien puute, geopoliittiset ongelmat ja päästöt vaikuttavat Koillisväylän kansainväliseen kauttakulkuliikenteeseen. Tutkimus toteutettiin kirjallisuuskatsauksena, jossa aiempaa tutkimusta ja keskeistä kirjallisuutta käytettiin lähteinä. Käytetty tutkimusaineisto pohjautui pääosin viimeisten 15 vuoden aikana julkaistuihin journal-artikkeleihin, joissa on tutkittu Koillisväylän kannattavuutta ja kilpailukykyä kauttakulkumerireittinä, arktisen alueen geopoliittista toimintaympäristöä sekä luonnonvarojen merkitystä alueen meriliikenteelle.

Koillisväylän lyhyempi reitti on kannattava ja kilpailukykyinen verrattuna Suezin kanavan reittiin, kun valitaan oikea alustyyppi ja markkinaolosuhteet ovat Koillisväylälle suotuisat. Tällä hetkellä kilpailukyvyn suurimmat rajoitteet ovat operationaalisen kauden pituus, vajavainen infrastruktuuri sekä geopoliittinen tilanne. Koillisväylän kannattavuus ja täten myös kilpailukyky paranevat, kun vaativimmat jääolosuhteet vähenevät ja reitin operationaalinen kausi pidentyy ilmastonmuutoksen myötä. Venäjän tarvitsisi investoida enemmän väylän infrastruktuuriin, jotta se pystyisi tehokkaasti tukemaan suurempaa määrää liikennettä. Kuitenkin vallitseva poliittinen tilanne Venäjän ja Nato-maiden välillä tarkoittaa sitä, että Koillisväylää käyttävät tällä hetkellä pääasiassa venäläiset- ja kiinalaiset alukset. Kansainvälisen kauttakulkuliikenteen kannattavuus ja kilpailukyky Koillisväylällä on taloudellisilta elementeiltä parantumassa, mutta geopoliittinen tilanne määrittää tällä hetkellä sen, milloin väylän maantieteellistä kilpailuetua päästään hyödyntämään kansainvälisessä kauttakulkuliikenteessä.

**Avainsanat:** Koillisväylä, meriliikenteen toimitusketju, geopolitiikka, ilmastonmuutos, kilpailukyky, Suezin kanava, meriliikenteen päästöt

# SISÄLLYS

<b>1</b>	<b>Johdanto</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>Koillisväylä</b>	<b>9</b>
2.1	Koillisväylän määritelmä	9
2.2	Meriliikenne Koillisväylällä	10
2.3	Alusten jääluokitukset Koillisväylällä	12
2.4	Infrastruktuuri ja navigointi	13
<b>3</b>	<b>Koillisväylän kansainvälisen kauttakulkuliikenteen hyödyt meriliikenteen toimitusketjuissa</b>	<b>16</b>
3.1	Koillisväylän kauttakulkuliikenteen kilpailukyky verrattuna Suezin kanavaan	16
3.2	Aiemman tutkimuksen arviot Koillisväylän kilpailukyvästä	22
3.3	Arktisen alueen luonnonvarojen merkitys Koillisväylän kauttakulkuliikenteelle	25
<b>4</b>	<b>Koillisväylän käyttöön liittyvät ongelmat kansainvälisen kauttakulkuliikenteen toimitusketjuissa</b>	<b>27</b>
4.1	Arktisten sääolosuhteiden vaikutus Koillisväylän liikenteelle	27
4.2	Investointien tarve ja puute	30
4.3	Arktisen alueen geopoliittiset jännitteet	32
4.4	Meriliikenteen päästöjen vaikutus Koillisväylän liikennöintiin	35
<b>5</b>	<b>Johtopäätökset ja yhteenveto</b>	<b>38</b>
	<b>Lähteet</b>	<b>42</b>

## KUVIOT

Kuvio 1 Pohjoisen jäämeren vesi- ja merialueet (Brubaker & Ragner 2010)  
10

Kuvio 2 Kauttakulkukuljetusten määrä Koillisväylällä vuosina 2010–2025 (CHNL 2025c) 12

Kuvio 3 Monivuotisen jään vähentyminen arktisella alueellavuosien 1985 ja 2020 välisenä aikana (Perovich ym. 2021) 28

## TAULUKOT

Taulukko 1 Aasian ja Euroopan välisten merimatkojen pituudet (mukaiillen Buixadé Farré ym. 2014) 16

Taulukko 2 Eri alustyyppien kuljetusmäärät Koillisväylällä vuonna 2025 (mukaiillen CHNL 2025c) 21



# 1 Johdanto

Merikuljetusten toimitusketjut ovat globaalisti ehdottoman tärkeitä, sillä koko maailmankaupasta yli 80 prosenttia kulkee meriteitse (UNCTAD 2024). Merikuljetusten toimitusketjut ovat kuitenkin kustannus- ja tuottoelementeiltään hyvin moniulotteisia, mikä tekee niistä myös haavoittuvaisia erilaisille häiriöille. Jos Suezin kanavan kautta kulkevia meriliikenteen toimitusketjuja voitaisiin lyhentää maantieteellisesti jopa 40 prosentilla, olisi sillä periaatteen tasolla saatavilla globaalissa mitakaavassa huikeita aika- ja kustannussäästöjä. Ilmastonmuutoksen ansiosta tämä voi olla tulevaisuudessa mahdollista maapallomme pohjoisnapaa viistävän merireitin, Koillisväylän kautta. Koillisväylä yhdistää siis Pohjois-Euroopan ja Itä-Aasian satamakaupungit maantieteellisesti merkittävästi lyhyemmällä reitillä verrattuna Suezin kanavaan (Lindstad 2016). Maantieteellisen pituuden ansiosta Koillisväylällä on vahva kilpailuetu, joka tarjoaa mielenkiintoisen pohjan tutkia Koillisväylän mahdollisia hyötyjä ja ongelmakohtia kansainvälisen kauttakulkuliikenteen toimitusketjuille.

Tunnetusti hyvin vaikeiden arktisten olosuhteiden myötä Koillisväylän käyttö kauttakulkuliikenteelle ei kuitenkaan ole niin yksinkertaista, vaan tarjoaa alusten operaattoreille erilaisia haasteita. Ajelehtivat jäälautat, sankka sumu ja jäänmurtajien tarve ovat esimerkkejä tekijöistä, jotka voivat tehdä Koillisväylästä välillä myös arvaamattoman. (Ng ym. 2018.) Kauttakulkuliikenteen kilpailukykyä voidaan tarkastella tunnistamalla Koillisväylän ja Suezin kanavan vertailun kannalta olennaisimmat tuotto- sekä kustannuselementit. Meriliikenteen toimitusketjun tuottoihin yleisesti vaikuttavat rahtihinnat, aluksen lastinkantokyky sekä tuottavuus. (Kiiski 2017.) Reittien vertailussa käytetyt kustannuselementit ovat pääomakustannukset, polttoainekustannukset sekä jäänmurtajamaksut. Vertailussa on myös otettu huomioon se, ettei eri elementit vaikuta samalla tavalla eri alustyyppeihin, esimerkiksi bulkkialuksiin ja konttialuksiin.

Sekä Koillisväylän että Suezin kanavan kilpailukykyyn voi vaikuttaa myös ulkoisia tekijöitä, kuten geopoliittiset jännitteet. Suezin- ja Panaman kanavat muodostavat niiden läpi kulkevalle liikenteelle pullonkauloja, sillä liikennemäärät ovat niin suuria, että alukset voivat joutua odottamaan kanaville pääsyä niiden suilla. Kanavien muodostamat pullonkaulat ovat myös haavoittuvaisia erilaisille häiriöille. Ajankohtainen esimerkki häiriöstä Suezin alueella on Punaisen meren geopoliittinen tilanne, jossa Huthi-kapinalliset ovat hyökänneet kohti kansainvälisiä aluksia (Mutschler ym. 2024). Tästä syystä onkin tärkeää ja ajankohtaista tarkastella muiden vaihtoehtoisten merireittien kannattavuutta, jotta globaalit toimitusketjut eivät olisi tulevaisuudessa suurilta osin vain kahden reitin varassa. Toisaalta ulkoisten tekijöiden lisäksi on tärkeää huomioida myös meriliikenteestä aiheutuvia muutoksia, esimerkiksi paikallisissa päästö määrissä (Sander ym. 2014).

Yksi Koillisväylän suurimmista rajoittavista tekijöistä vielä tällä hetkellä on jääpeitteestä johtuvan operationaalisen kauden lyhyys, sillä väylä on olosuhteiden mukaan kannattavasti käytettävissä vain 4–6 kuukautta vuodesta (Bourbonnais & Lasserre 2015). Väylän tulevaisuuteen linkittyy vahvasti ilmastonmuutos, sillä jatkuvasti vetäytyvä monivuotinen jääpeite tekee tilaa Koillisväylän käytölle pitkin Venäjän pohjoisrannikkoa. Jääpeitteellä on suora vaikutus siihen, miten pitkään väylä on ope- roitavissa kannattavasti vuoden aikana. Tässä mielessä ilmastonmuutoksella osoitetaan olevan vai- kutus Koillisväylän kannattavuuteen sekä kilpailukykyyn, sillä väylän operationaalisen kauden pi- dentäminen parantaa näitä molempia. Operationaalisen kauden pituuteen vaikuttavat myös käytössä olevat alukset. Jääluokitellut alukset selviävät jäisissä olosuhteissa paremmin kuin jääluokittelemat- tomat, mikä voi tehdä niistä tuottavampia. (Liu & Kronbak 2010.)

Tässä kandidaatintutkielmassa tarkastellaan Koillisväylän käyttöä vaihtoehtoisena merireittinä kan- sainvälisille kauttakulkuliikenteen toimitusketjuille. Tutkimuksen tavoitteena on löytää vastauksia olemassa olevan tieteellisen kirjallisuuden avulla kahteen tutkimuskysymykseen: ”Millaisia hyötyjä Koillisväylän käytöllä voi olla kansainväliselle merikuljetusten toimitusketjulle?” ja ”Millaisia on- gelmakohtia Koillisväylän käytöllä voi olla kansainväliselle merikuljetusten toimitusketjulle?”. Tut- kielman tarkastelu on rajattu koskemaan meriliikenteen kansainvälistä kauttakulkuliikennettä, sillä maailmankaupan kasvava volyymi, ilmastonmuutos sekä meriliikenteen toimitusketjujen häiriöt te- kevät aiheesta ajankohtaisen. Aihetta on tutkittu viimeisten kahden vuosikymmenen aikana huomata- tavasti enemmän, koska ilmastonmuutos on muuttanut reitin kannattavuuteen liittyviä rajoitteita. Tutkielmassa perehdytäänkin myös Koillisväylän ja arktisen alueen vallitsevaan geopolitiittiseen toi- mintaympäristöön ja sen vaikutuksiin Koillisväylän kautta kulkevan meriliikenteen toimitusket- jussa.

## 2 Koillisväylä

Tässä luvussa käydään läpi Koillisväylän määritelmää ja meriliikenteen toimitusketjun kannalta olennaisia asioita, kuten väylän meriliikenteen muotoja, alustyyppisiä ja -infrastruktuuria. Näistä syntyy olennaista pohjatietoa, joka auttaa ymmärtämään paremmin Koillisväylän käyttöä niin kansainvälisen kauttakululiikenteen- kuin myös muidenkin liikennemuotojen osalta. Luku auttaa myös hahmottamaan sitä, miten Koillisväylä eroaa ominaisuuksiltaan perinteisimmistä merireiteistä, kuten Suezin- ja Panaman kanavista.

### 2.1 Koillisväylän määritelmä

Koillisväylä (engl. NSR tai NEP) on Pohjoista jäämerta pitkin kulkeva merireitti Atlantin valtamereltä Tyynelle valtamerelle (Liu & Kronbak 2010). Englannin kielisessä kirjallisuudessa Koillisväylästä käytetään termiä ”NSR” eli ”The Northern Sea Route” tai ”NEP” eli ”The Northeast Passage”. Molempia termejä käytetään usein tarkoittamaan samaa asiaa, eli Atlantilta- Tyynelle valtamerelle kulkevaa merireittiä (Buixadé Farré ym. 2014). Venäjän laissa Koillisväylän merireitti (NSR) on kuitenkin rajattu kulkemaan Venäjän omalla vesialueella Novaja Zemljan salmen ja Beringinsalmen välissä (Buixadé Farré ym. 2014), minkä takia termit eroavat toisistaan maantieteellisesti. Yleisesti termi ”NEP” kuitenkin sisällytetään kirjallisuudessa termiin ”NSR”, jotta reitin tutkiminen olisi yksinkertaisempaa. Aiempaa kirjallisuutta mukailien (esim. Dimitrios & Baxevani 2016; Kiiski 2017) tässä tutkielmassa Koillisväylä viittaa kaikkiin merireittivaihtoehtoihin, jotka kulkevat arktisen alueen läpi Atlantilta- Tyynellemerelle asti Venäjän pohjoisrannikkoa pitkin.



Kuvio 1 Pohjoisen jäämeren vesi- ja merialueet (Brubaker & Ragner 2010)

Kuviosta 1 voidaan huomata, että Koillisväylän merireitti lävistää viisi eri arktista merialuetta: Barentsinmeren, Karanmeren, Laptevinmeren, Itä-Siperian meren ja Tšuktšinmeren (Liu & Kronbak 2010). Koillisväylä voidaan jakaa vielä kolmeen eri reittiin Pohjoisella jäämerellä: rannikkoreittiin, keskireittiin ja pohjoiseen reittiin. Reittien pituudet vaihtelevat noin 1970 ja 3500 merimailin eli noin 3650–6480 kilometrin välillä. (Kiiski 2017.) Yleisesti eri reittivaihtoehdoista kuitenkin puhutaan vain yhtenä reittinä: Koillisväylänä, koska reitin tarkempi valinta pohjautuu yleensä vallitsevaan jäätilanteeseen ja saattaa tästä syystä vaihdella (Liu & Kronbak 2010).

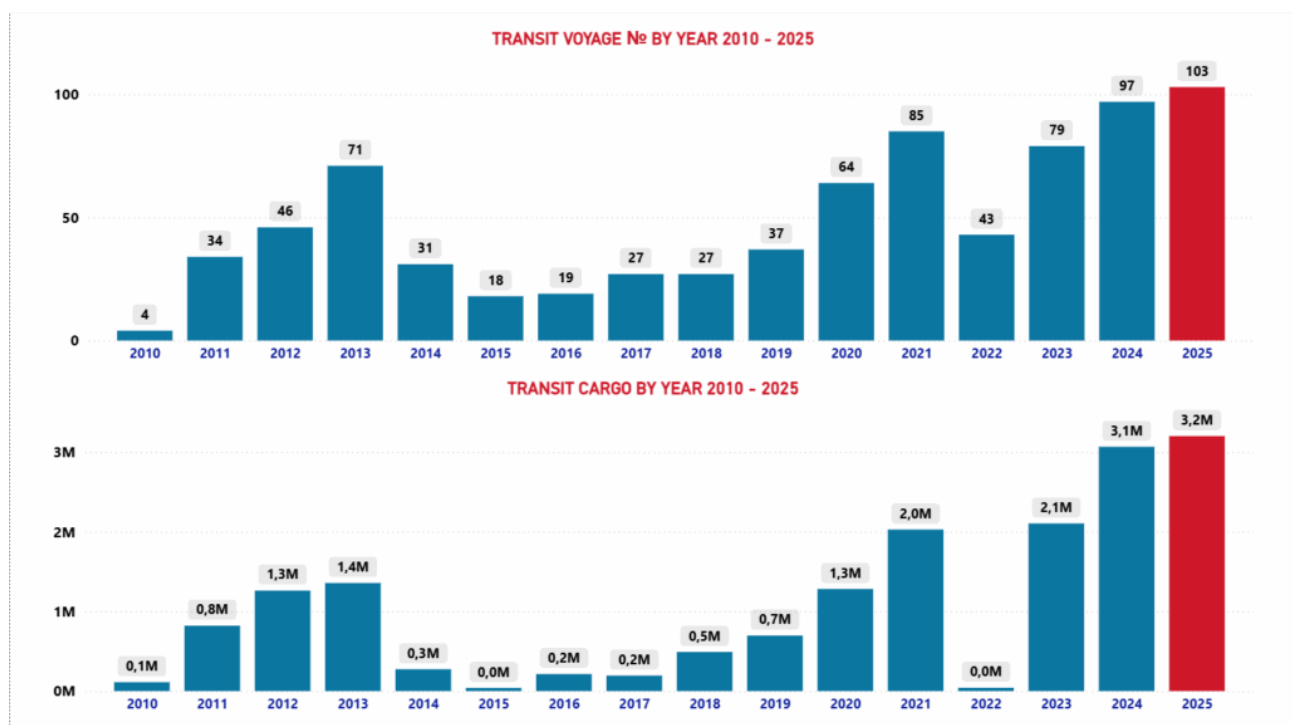
## 2.2 Meriliikenne Koillisväylällä

Koillisväylä oli 1930-luvulta pitkään vain Neuvostoliiton käytössä, kunnes Mihail Gorbatšov päätti julistaa liikenteen avatuksi myös kansainvälisille aluksille vuonna 1987 (Liu & Kronbak 2010). Koillisväylä kulkee Venäjän yksinomaisella talousvyöhykkeellä (EEZ, exclusive economic zone), joka ulottuu rannikosta 200–350 merimailia ulospäin (Moe ym. 2024). Jokaisella valtiolla on oikeus käyttää talousvyöhykettä UNCLOS:in (United Nations Convention on the Law of the Sea) eli YK:n merioikeusyleissopimuksen mukaisesti taloudelliseen kehitykseen, minkä takia Venäjä pystyy hallinnoimaan Koillisväylää monelta osin (Dimitrios & Baxevani 2016; Moe ym. 2024). Venäjän liikenneministeriön piiriin kuuluva The Northern Sea Route Administration (NSRA) on vastuussa Koillisväylän liikennöintiin liittyvistä yksityiskohdista (Dimitrios & Baxevani 2016). Näihin sisältyvät muun muassa säähän ja navigaatioon liittyvät raportit, väylällä liikennöintiin tarvittavat lupasiat sekä etsintä- ja pelastuspalveluiden organisointi (Kiiski 2017). Vuodesta 2019 vastuu Koillisväylän infrastruktuurista sekä investointien ohjauksesta on ollut Venäjän valtion energiayhtiö Rosatomilla. Infrastruktuuriin kuuluvat jäänmurtaajat ovat taas olleet Rosatomin tytäryhtiö Atomflotin vastuulla. (Gunnarson & Moe 2021.)

Tyypillisesti Koillisväylän operationaalinen kausi kestää kesäkuulta marraskuulle eli noin kuuden kuukauden ajan jääluokiteltujen alusten sekä jäänmurtaajien kanssa (Bourbonnais & Lasserre 2015; Furuichi & Otsuka 2015). Tuona aikana Koillisväylällä voi operoida myös paikka paikoin matalamman jääluokituksen aluksia tai jääluokittelemattomia aluksia (NSRIO 2021). Liikenne voi olla mahdollista myös kesä- ja syyskuukausien ulkopuolisina aikoina, mutta esimerkiksi alusten nopeuksien ylläpitäminen järkevällä tasolla voi osoittautua liian hankalaksi ja taloudellisesti kannattamattomaksi (Bourbonnais & Lasserre 2015). Matkat voivat olla myös huomattavasti kalliimpia, koska vaikeammaksi oletettu jäätilanne lisää myös jäänmurtaaja-avun tarvetta, mikä heijastuu korkeampina

jäänmurtajamaksuina. Viime vuosilta löytyy kuitenkin muutama poikkeustapaus, jotka voivat ennakoita operationaalisen kauden pidentymistä jääluokitelluille aluksille jo lähitulevaisuudessa. Vuoden 2020 toukokuussa LNG-alus jäänmurtajan tukemana matkasi Sabettasta itään (Moe ym. 2024). Vuoden 2021 tammikuussa kaksi LNG-alusta ilman jäänmurtaja apua matkasi Sabettasta itään Aasiaa kohti merkittävästi operationaalisen kauden ulkopuolella (Moe ym. 2024).

Koillisväylän liikenne voidaan jakaa kolmeen erilaiseen ryhmään: kauttakulku-, määränpää- ja sisäiseen liikenteeseen (Guy & Lasserre 2016; Hill ym. 2015; Buixadé Farré ym. 2014). Kauttakulku-liikenne nimensä mukaisesti kulkee läpi Koillisväylän pysähtymättä reitin satamiin. Vuonna 2021 kesäkuun ja marraskuun välisenä aikana kansainvälisiä, eli kahden eri maan välisiä, kauttakulkukuljetuksia oli Koillisväylällä yhteensä 72 kuljetusta (NSRIO 2021). Vuonna 2022 Koillisväylällä ei nähty yhtäkään kansainvälistä kauttakulkukuljetusta (NSRIO 2022). Näiden kahden vuoden välisen merkittävän eron kansainvälisessä kauttakulku-liikenteessä selittää todennäköisesti vuoden 2022 helmikuussa alkanut Venäjän hyökkäyssota Ukrainassa, joka tuomittiin hyvin vahvasti ympäri maailman. Sodan takia, etenkin EU- ja Nato maat katkaisivat suhteensa Venäjään ja samalla Venäjältä tuli hyökkäyssodan myötä kansainvälisesti epäluotettava toimija. Koillisväylän käyttö nojautuu kuitenkin melko vahvasti Venäjän läsnäoloon, muun muassa jäänmurtajien ja muun olennaisen infrastruktuurin myötä, joten on selvää, että reitin käyttö vaatii myös luottamusta eri toimijoiden välillä. Vuonna 2025 oli jo kuitenkin nähtävissä, että kansainvälinen kauttakulku-liikenne oli hiljalleen palaamassa lähemmäs vuoden 2021 tasoa (CHNL 2025c).



Kuvio 2 Kauttakulkukuljetusten määrät sekä kuljetusvolyymit tonneissa Koillisväylällä vuosina 2010–2025 (CHNL 2025c)

Kuvion 2 datassa ei ole eroteltu kansainvälistä- ja yksittäisen maan kahden sataman välistä kauttakulkuliikennettä, mikä nostaa vuosien 2024 ja 2025 määriä. Vuonna 2025 kansainvälisiä kauttakulku matkoja oli yhteensä 61 matkaa 103 sijaan. Loput 42 matkaa olivat Venäjän omien satamien välistä kauttakulkuliikennettä, samaan tapaan kuin vuonna 2022. (CHNL 2025c).

Määränpääliikenne taas on liikennettä, jossa alukset joko lähtevät Koillisväylän satamista tai saapuvat niihin (Guy & Lasserre 2016). Näihin kuuluvat esimerkiksi turismiin, tutkimukseen tai luonnonvaroihin liittyvät matkat (Kiiski 2017; Hill ym. 2015). Tällä hetkellä suurin määränpääliikenteen kohde Koillisväylällä on Yamal LNG -projekti, jonka satamasta Sabettasta lähtee LNG-aluksia vieämään nestekaasua maailmalle. Vuoden 2024 tammikuun ja elokuun välisenä aikana Sabettasta lähti yhteensä 177 LNG-kuljetusta. Kuljetusten kohdemaita olivat muun muassa Kiina, Etelä-Korea, Ranska, Alankomaat ja Espanja. (CHNL 2025b.)

Koillisväylän sisäinen liikenne on liikennettä, joka tapahtuu Koillisväylän alueen sisällä esimerkiksi satamien tai luonnonvaraesiintymien välillä (Hill ym. 2015). Yamal LNG -projektissa esiintyy myös sisäistä liikennettä, kun osa Sabettasta lähtevistä nestekaasukuormista puretaan ja lastataan toiseen alukseen Kildin saarella. Vuoden 2025 tammikuun ja elokuun välisenä aikana yhteensä 30 LNG-kuljetusta kulki Kildin kautta (CHNL 2025a). Vaikuttaisi kuitenkin siltä, että ainakin viime vuosina Koillisväylän sisäinen liikenne on ollut vähäisempää verrattuna määränpääliikenteeseen, kun taas kauttakulkuliikennettä oli vain muutama Venäjän Itämeren satamien ja Kiinan välillä (CHNL 2024).

### **2.3 Alusten jääluokitukset Koillisväylällä**

Koillisväylän liikennöinnissä yksi olennaisista tekijöistä on käytettävien alusten jääluokitukset (Pruyn 2016; Furuichi & Otsuka 2015). Jääluokitukset määrittelevät sen, minkälaisissa jääolosuhteissa alus voi turvallisesti edetä ilman jäänmurtajan avustusta. Jääluokitus tarkoittaa aluksen ominaisuuksien puolesta sitä, että sen runko on sekä paksumpi että vahvempi, propellit ovat suojatumpia ja aluksen eri säiliöitä varten on lämmitysjärjestelmät (Liu & Kronbak 2010). Jääluokituksia on monia erilaisia esimerkiksi eri maiden hallintojen välillä. Muun muassa Venäjällä, USA:lla, Saksalla ja Kanadalla on kaikilla omat jääluokitukset käytössä (Kiiski 2017). Myös Suomella ja Ruotsilla on yhteinen oma luokitusasteikko FSICR, jota käytetään usein myös alan yleisenä luokituksena

(Riska 2010). Erilaiset jääluokitukset ovat kuitenkin vertailtavissa keskenään sen mukaan kuinka paksussa jäässä alus pystyy selviytymään.

Alukset voidaan jaotella niiden jäässä liikkumiskyvyn mukaisesti kahteen eri ryhmään: saatettavaan aluksiin ja jäässä kulkeviin aluksiin (Riska 2010). Saatettavat alukset ovat nimensä mukaisesti aluksia, jotka tarvitsevat yleensä jäänmurtajien saatto-apua Koillisväylän operatiivisina kuukausina. FSICR luokituksen mukaan saatettavien alusten jääluokitukset ovat yleisesti IA Super, IA tai IB (Kiiski 2017). Jäässä kulkevat alukset taas ovat yleensä yli luokituksen IA Super. Nämä alukset pystyvät yleisesti itsenäiseen toimintaan Koillisväylällä (Kiiski 2017). Paremmalla luokituksella operoivat muun muassa Yamal LNG-projektin viisitoista LNG-kuljetusalusta, jotka ovat kaikki jääluokitukseltaan Arc7 (CHNL 2025b). Vertailtaessa näitä kahta luokitusta, Arc7-luokan alukset selviävät noin 1,5–2 metrin paksuisesta jäädästä, kun taas IA Super-luokan alukset rajoittuvat noin 80 senttimetrin paksuiseen jäähän (Kiiski 2017).

Koillisväylällä liikennöivien alusten kokoa rajoittaa useampi asia. Muun muassa matalat vedet ja jäänmurtajien leveydet ovat aluksille rajoittavia tekijöitä (Guy & Lasserre 2016; Pruyne 2016). Koillisväylällä operoiville aluksille tyypillinen kapasiteetti vastaa Panamax-luokan aluksia (Kiiski 2017). Panamax-luokan alukset ovat suurimpia mahdollisia aluksia, jotka mahtuvat kulkemaan Panaman kanavan läpi. Tällaisten alusten DWT (engl. Dead Weight Tonnage) eli maksimi lastikantavuus on noin 80,000 tuhatta kiloa (Lindstad 2016). Onkin selvää, että Koillisväylällä liikennöivät alukset häviävät kokoluokassaan Suezin kanavan kautta kulkeville ”capesize” -luokan aluksille, joiden DWT on tyypillisesti noin 180,000 tuhatta kiloa (Lindstad 2016).

Myös alusten jääluokituksella voi olla pieni vaikutus aluksen DWT:hen, koska rungon teräsvahvistukset voivat viedä aluksen kantavuutta pois rahdilta (Kiiski 2017). Panamax-alusten koot ovat kuitenkin vain suuntaa antavia kokoja Koillisväylälle, sillä esimerkiksi vuonna 2021 viisi suurinta reitillä kulkenutta alusta olivat kokoluokaltaan 104 000–121 000 DWT:en välillä (NSRIO 2021). Suurin näistä oli jääluokittelematon irtotavara-alus Richard Oldendorff, joka kulki Murmanskista Kiinan Huanghuaan Koillisväylän pohjoisempaa reittiä pitkin (NSRIO 2021). Tähän mennessä suurin Koillisväylällä operoinut alus on tankkeri Vladimir Tikhonov, joka on lastinkantavuudeltaan noin 160 000 DWT (Sander ym. 2014; Blunden 2012).

## **2.4 Infrastrukturi ja navigointi**

Koillisväylän toiminta nojautuu vahvasti sen infrastruktuuriin jäiden ja lyhyen operationaalisen kauden vuoksi. Väylän infrastruktuuriin kuuluvat muun muassa sen varrella olevat satamat, Venäjän

jäänmurtajalaivasto, kokeneet miehistöt ja erilaiset navigaatioon liittyvät infrastruktuurit, kuten sääasemat ja satelliitit (Bukharin 2006). Väylän satamista tärkeimpiä ja suurimpia ovat Murmansk sekä Tiksi, jotka tarjoavat väylän varrelta parhaat palvelut, kuten mahdollisuuden korjauksille (Kiiski 2017; Hill ym. 2015). Uusin satamista on Sabetta, joka avautui vuonna 2017. Sabetta toimii Venäjän toiseksi suurimman kaasuyhtiön Novatekin Yamal LNG projektin satamana. (PAO Novatek 2018.) Väylän muut satamat ovat Neuvostoliiton aikaisia, pieniä ja kohtalaisen huonokuntoisia (Kiiski 2017).

Vuosina 2017–2018 arktisella alueella operoi 10 venäläistä jäänmurtajaa. Näistä neljä oli ydinvoimalla toimivia ja loput kuusi dieselillä toimivia. (Dumanskaya 2019.) Ydinvoimalla toimivat jäänmurtaajat ovat huomattavasti tehokkaampia kuin dieselillä toimivat, minkä vuoksi ne sopivat dieselillä toimivia jäänmurtaajia paremmin kaikista vaikeimpiin olosuhteisiin (Moe ym. 2024). Koillisväylällä jäänmurtaajien tehtävänä on saattaa aluksia vaikeimpien olosuhteiden läpi ja pitää reittejä auki, etenkin kauden alussa sekä lopussa. Jäänmurtajakalustosta vastuussa on venäläisen Rosatomin tytäryhtiö Atomflot, jonka päätehtävä on hallita jäänmurtaajien operointia (Gunnarson & Moe 2021). Jäänmurtaajat tuovat yhden muuttujan lisää alusten matka-aikoihin Koillisväylällä, sillä olosuhteiden mukaan jäänmurtaajia voi joskus joutua odottamaan (Moe ym. 2024). Jäisissä olosuhteissa jäänmurtaajien koot ovat määrittäviä tekijöitä sille, kuinka suuria aluksia niiden perässä voi kulkea.

On selvää, että miehistöiltä vaaditaan arktisilla vesillä tiettyjä erikoistaitoja, jotka eivät muutoin ole meren kulussa välttämättä kovin relevantteja. Pimeys, huono näkyvyys ja kovat pakkasolosuhteet voivat vaikuttaa miehistön kykyyn navigoida ja ohjata alusta (Tikka ym. 2008; Sander ym. 2014). Miehistöillä on myös nykyään tietyt koulutusvaatimukset, jotka kansainvälinen merenkulkujärjestö IMO on asettanut (Sander ym. 2014). IMO:n ”Polar Code” pitää sisällään tiedot siitä, miten miehistöä tulee olla koulutettu arktisten vesien operointia varten. Aluksilla muun muassa aluksen päällikön, yliperämiehen ja navigaatio-upseerien, on suoritettava IMO:n vaatimat koulutukset. (IMO 2017.)

Navigointia Pohjoisella jäämerellä ei pelkästään hankaloita huono näkyvyys ja vaikeat olosuhteet vaan myöskään perinteisistä navigaatiolaitteista ei ole välttämättä samanlaista hyötyä kuin muilla laivareiteillä. Reitti kulkee niin läheltä pohjoisnapaa, että esimerkiksi magneettiset kompassit eivät luonnollisesti toimi normaalisti (Hill ym. 2015). Satelliittien kautta toimiva paikannus, oli pitkään myös haastavaa, mutta tilanne on alkanut parantumaan, kun Venäjä on lisännyt satelliittien määrää (Liu ym. 2024). Hydrografiset tiedot, kuten syvyystiedot ovat väylän navigoinnissa myös todella tärkeitä, koska Koillisväylältä löytyy hyvinkin matalia salmia. Muun muassa Matochkin-,

Yugorskyn- ja Dmitry Laptevin salmet ovat kaikki alle 12 metriä syviä. (Kiiski 2017.) Vaikeiden navigointi olosuhteiden myötä miehistön osaaminen korostuu esimerkiksi oikean reitin valinnassa.

Sääolosuhteiden ja jäiden liikkeiden ennustaminen ovat myös erittäin tärkeitä tekijöitä Koillisväylällä liikkumisessa. Pohjoinen jäämeri on tunnetusti sääolosuhteiltaan hyvin ankara. Kesäkuukausina, jotka ovat jäiden osalta helpointa aikaa Koillisväylällä, sumusta on merkittävästi haittaa aluksille (Hill ym. 2015; Guy & Lasserre 2016). Kesäkuukausina sumua voi esiintyä eri puolilla Venäjän pohjoisrannikkoa noin 15–20 päivää kuukaudessa. Alukset voivat turvallisuuden takia joutua laskemaan nopeutta paksun sumun takia, mikä voi aiheuttaa pahimmillaan viivästyksiä. (Liu ym. 2024.) Rankat olosuhteet vaativat laivayhtiöiltä tarkempaa varautumista pitämällä aluksista ja niiden varustuksista parempaa huolta, jotta ne kestävät arktisen alueen olosuhteet (Lee & Kim 2015). Aluksille paikoittain jopa vaaralliset olosuhteet korostavat Koillisväylällä etsintä- ja pelastusinfrastruktuurin tarvetta. Diksonin-, Tiksin- ja Pevekin satamista löytyy Venäjän liikenneministeriön organisoimat etsintä- ja pelastuskeskukset. (Hill ym. 2015.) Yleisesti ottaen Pohjoinen jäämeri on kuitenkin niin suuri alue, että etsintä- ja pelastuspalvelut ovat melko alimitoitettut, etenkin liikenteen kasvaessa alueella (Hill ym. 2015). Jäiden ja muiden olosuhteiden takia on myös tilanteita, joissa jäänmurtaja voi olla ainoa tapa pelastaa alus (Benz ym. 2021).

### 3 Koillisväylän kansainvälisen kauttakulkuliikenteen hyödyt meriliikenteen toimitusketjuissa

Koillisväylän kansainvälisen kauttakulkuliikenteen esitetty kilpailuetu perustuu pitkälti maantieteellisesti lyhyempiin välimatkoihin tiettyjen Euroopan ja Aasian satamien välillä (Kiiski 2017). Euroopan ja Aasian välisen kaupan takia Koillisväylän reittiä vertaillaankin usein Suezin kanavan kautta kulkevan merireitin mahdollisena haastajana. Koillisväylä tarjoaa tietyissä tapauksissa jopa 25–40 prosenttia lyhyemmän välimatkan Pohjois-Euroopan ja Itä-Aasian satamien välillä verrattuna Suezin kanavaan (Guy & Lasserre 2016; Lindstad 2016; Dimitrios & Baxevani 2016).

**Taulukko 1 Aasian ja Euroopan välisten merimatkojen pituudet (mukailen Buixadé Farré ym. 2014)**

Matka Rotterdamiin, merimaileissa					
Mistä	Afrikan kiertävä reitti	Suezin kanava	Koillisväylä	Ero Koillisväylän ja Suezin kanavan välillä (%)	Ero Koillisväylän ja Afrikan kiertävän reitin välillä (%)
Yokohama	14,448	11,133	7010	37	51
Busan	14,084	10,744	7667	29	46
Shanghai	13,796	10,557	8064	24	42
Hong Kong	13,014	9701	8594	11	34
Ho Chi Minh City	12,258	8887	9428	-6	23

Matka-aika päivissä mitattuna on Koillisväylällä noin 19,3 päivää verrattuna Suezin 30,4 päivään (Furuichi & Otsuka 2015). Koillisväylän lyhyemmän reitin etu vain kasvaa, jos alukset joutuvat kiertämään Afrikan eteläkautta (taulukko 1). Maantieteellisesti lyhyempi reitti ei kuitenkaan Koillisväylän tapauksessa takaa välttämättä suoraa kustannus- tai aikasäästöjä vaan yhtälöön vaikuttaa moni muukin muuttuja. Tässä luvussa käydään läpi meriliikenteen toimitusketjun kustannus- ja tuottorakennetta, jonka pohjalta Koillisväylän kilpailukykyä voidaan vertailla Suezin kanavaan. Myöhemmin luvussa käydään läpi aikaisemman kirjallisuuden tuomia mallinnuksia Koillisväylän kannattavuudesta sekä arktisen alueen rikkaiden luonnonvarojen merkitystä väylän käytölle.

#### 3.1 Koillisväylän kauttakulkuliikenteen kilpailukyky verrattuna Suezin kanavaan

Yleisesti merikuljetusten toimitusketjun kustannusrakenne alusten operoijan näkökulmasta syntyy pääosin pääoma-, käyttö-, kuljetus- sekä rahdin käsittelykustannuksista (Furuichi & Otsuka 2015). Koillisväylän ja Suezin kanavan kontekstissa operaattorin kustannuksiin lisätään myös erilaiset

reitin käytöstä syntyvät maksut, kuten Koillisväylän tapauksessa jäänmurtaja- sekä jääpilottimaksut, ja Suezin kanavalla läpikulkumaksu (Furuichi & Otsuka 2015). Meriliikenteen toimitusketjun tuottopotentiaali taas syntyy yleisesti kolmesta elementistä: rahtihinnoista, aluksen lastinkantokyvystä sekä tuottavuudesta (Kiiski 2017). Koillisväylän kilpailukyvyyn asetelma onkin vahvasti se, kuinka paljon lyhyemmällä reitillä saadaan erilaisia kustannusetuja verrattuna eri kustannussegmentteihin, jotka ovat kustannuksiltaan kalliimpia kuin Suezin kanavalla. Seuraavaksi vertaillaan kolmea tuottoelementtiä sekä olennaisimpia merikuljetusten kustannustekijöitä Koillisväylän ja Suezin reitin välillä. Aiemman kirjallisuuden pohjalta reittien kilpailukyvyyn vertailun kannalta merkittävimmiksi kustannustekijöiksi nousivat pääoma- ja polttoainekustannukset sekä jäänmurtajamaksut. Vakuutus- kustannuksista mainitaan myöhemmin, koska niiden suuruuksista ei ole juurikaan varmaa tietoa, ja ne sitoutuvat vahvemmin arktisen alueen sää- ja jääolosuhteisiin.

Rahtihinta on hyvinkin tärkeä tekijä Koillisväylän käytön osalta, koska periaatteen tasolla lyhyemmät reitit, kuten Koillisväylä, hyötyvät korkeista rahtihinnoista (Kiiski 2017; Gunnarson & Moe 2021). Hyöty syntyy siitä, että alusten omistajat haluavat tehostaa alusten käyttöä parempien tuottojen toiveissa. Korkeammista rahtihinnoista hyötyvät todennäköisemmin irtolastialukset, sillä ne pystyvät reagoimaan nopeammin muuttuviin markkinatilanteisiin (Kiiski 2017). Koillisväylän tapauksessa irtolastialukset voivat saada reitin lyhyydestä enemmän hyötyä kuin konttialukset, koska reitin rajoitteet estävät suurimpien konttilaivojen käytön Koillisväylällä (Buixadé Farré ym. 2014). Alhaiset rahtihinnat siis heikentävät Koillisväylän kilpailukykyä suhteessa Suezin kanavan reittiin (Gunnarson & Moe 2021).

Niin kuin jo aikaisemmin tuli esille, Koillisväylän lastinkantokykyä rajoittavat muun muassa matalat vedet sekä jäänmurtaajien leveydet (Pruyn 2016; Guy & Lasserre 2016). Solakivi ym. (2018) tuo tutkimuksessaan esiin, että korkeimpien jääluokiteltujen (PC3) alusten lastinkantokyky voi olla jopa 20 prosenttia vähemmän verrattuna normaaleihin aluksiin. Koillisväylällä operoivat alukset häviävät siis maksimaalisessa kapasiteetissa Suezin kanavan aluksille, minkä myötä myös tuottopotentiaali kärsii. Väylän rajoitteet vaihtelevat kuitenkin myös jäätilanteen mukaan, sillä pohjoisemmalla reitillä voidaan välttää väylän matalat salmet. Niin kuin aikaisemmat esimerkit näyttivät, hyvässä jäätilanteessa myös panamax-luokkaa suurempia jääluokittelemattomia aluksia, kuten 160 000 DWT:en *Vladimir Tikhonov*, on pystynyt kulkemaan Koillisväylän läpi ilman jäänmurtaja avustusta (Blunden 2012). Vetäytyvä ja vähenevä monivuotisen jääpeite voi tulevaisuudessa siis vähentää lastinkantokykyä rajoittavia tekijöitä avaamalla pohjoisemmassa kulkevaa reittiä enemmän, välttäen matalat salmet.

Kolmas tuottopotentiaaliin liittyvä elementti on tuottavuus. Koillisväylää käyttävän aluksen tuottavuus riippuu muun muassa lastausasteesta, odotusajoista, alustyyppistä, aluksen nopeudesta, kausiluonteisuudesta, välisatamien puutteesta, satama-ajoista sekä lastin sovittamisesta (Kiiski 2017; Lasserre 2014). Koillisväylän kausiluonteisuus, lastin sovittamisongelmat sekä yleiset epävarmuutta aiheuttavat tekijät, kuten sää- ja jääolosuhteet, aiheuttavat sen, että lastausasteet ovat väylällä alhaisempia (Lasserre 2014; Lee & Kim 2015). Välisatamien puute taas aiheuttaa sen, että vakioliikennettä on vaikeampi saada, mikä taas vaikeuttaa lastin sovittamista, etenkin konttialuksille (Lee & Kim 2015). Aluksen matkanopeudella on myös vaikutus tuottoihin, sillä nopeampi matkavauhti kasvattaa vuotuisten matkojen määrää ja samalla potentiaalista liikevaihtoa. Koillisväylällä alusten keskiverto matkanopeudet ovat noin 12–14 solmua, kun olosuhteet ovat hyvät. (Kiiski 2017.) Optimaalisen matkanopeuden valinta riippuu kuitenkin rahtihintojen sekä polttoainekustannusten suhteesta (Kiiski 2017; Lasserre 2014). Odotusajat voivat vaikuttaa negatiivisesti tuottavuuteen, jos esimerkiksi vaikeat jääolosuhteet aiheuttavat viivästyksiä (Lasserre 2014; Guy & Lasserre 2016). Satama-ajat Koillisväylällä eivät eroa Suezin kanavan reitistä merkittävästi (Kiiski 2017). Muut tuottavuuteen vaikuttavat tekijät osoittavat sen, että alustyypeistä irtolastikuljetukset kärsivät vähemmän Koillisväylän tuottavuushaitoista verrattuna konttialuksiin (Lasserre 2014; Guy & Lasserre 2016).

Kausiluonteisuus tuo myös haasteensa Koillisväylän tuottavuudelle. Vaikka väylä on käytännössä kuljettavissa ympärivuoden korkean jääluokitusten aluksilla sekä jäänmurtajien avulla, se ei kuitenkaan ole taloudellisesti kannattavaa siitä huolimatta, että välimatka olisikin merkittävästi lyhyempi (Guy & Lasserre 2016). Ainakin vielä jäänmurtajamaksut, korkeammat vakuutusmaksut sekä suurempi polttoaineen kulutus talvikuukausina vie liikaa tuottavuutta reitin talvikuukausien kannattavuudelta (Guy & Lasserre 2016). Kausittainen vaihtelu Koillisväylän ja Suezin kanavan välillä taas toisi ainakin konttiliikenteelle jonkinlaisia lisäkustannuksia, kun aikataulut jouduttaisiin tekemään uudestaan kaksi kertaa vuodessa (Lasserre 2014; Sander ym. 2014). Kuitenkin ilmastonmuutoksen vaikutuksesta operationaalinen kausi tulee pidentymään (Lindstad 2016), mikä auttaa merkittävästi kauttakulkuliikenteen kannattavuutta, kun matkojen määrää sekä kustannussäästöjä saadaan lisättyä.

Tuottavuuden kannalta oikean jääluokituksen valinta alustyypeissä myös korostuu, koska jääolosuhteiden mukaan aluksen nopeus ja matka-aika saattavat vaihdella sen perusteella, miten alus pärjää vaikeammissa jääolosuhteissa (Liu & Kronbak 2010). Alusten jääluokitus vaikuttaa Koillisväylällä todella paljon siihen, kuinka pitkän kauden alus voi väylällä operoida. Väylän käytön kannalta optimaalisimpia aluksia vaikuttaisivat olevan jäässä itsenäisesti kulkevat alukset, joilla on korkeampi jääluokitus. Jäässä kulkevilla aluksilla on huomattavasti pidemmät kaudet operoida Koillisväylällä verrattuna saatettaviin aluksiin, joilla jääluokitus on alhainen (Kiiski 2017). Pidempi kausi

tarkoittaa myös enemmän kuljetuksia eli mahdollisuus tuottoihin on parempi. LNG-projektien myötä Venäjälle on noussut tärkeäksi ympärivuotisten LNG-kuljetusten mahdollistaminen Aasian satamiin, mikä voisi pidentää kauttakulkualusten kautta jopa ympärivuotiseksi (Gunnarson & Moe 2021).

Pääomakustannuksista uudet jääluokitellut alukset ovat kalleimpia investointeja, mitä laivayhtiöt voivat tehdä Koillisväylälle, sillä investointien näkökulmasta jääluokiteltu alus on kalliimpi rakentaa tai ostaa kuin vastaavan kokoinen jääluokittelematon alus (Lasserre 2014; Pruyn 2016; Liu & Kronbak 2010). Tämä johtuu pitkälti rungon lisävahvistuksista sekä voimakkaammista moottoreista (Kiiski 2017). Rakennus- tai ostohintaan vaikuttavat myös huomattavasti aluksen jääluokituksen korkeus (Solakivi ym. 2018). Kirjallisuudesta löytyy jokseenkin eriäviä mielipiteitä siitä, kuinka paljon suuremmat pääomakustannukset tulevat olemaan jääluokitellulla aluksella verrattuna jääluokittelemattomaan alukseen. Suurin osa aiemman tutkimuksen arvioista päätyivät kuitenkin siihen, että pääomakustannukset jääluokitellulla aluksella ovat noin 5–30 prosenttia korkeammat kuin jääluokittelemattomalla aluksella (Pruyn 2016; Furuichi & Otsuka 2015; Liu & Kronbak 2010).

Pääomakustannusten lisäksi jääluokiteltu alus kuluttaa noin 5 prosenttia enemmän polttoainetta verrattuna vastaavan kokoiseen luokittelemattomaan alukseen (Pruyn 2016). Jääluokitelluilla aluksilla on myös haasteena se, että niiden käytettävissä oleva kausi Koillisväylällä rajoittuu tällä hetkellä yleisesti ottaen vain noin kuuteen kuukauteen. Tämän myötä ne joko seisovat kauden ulkopuolisen ajan tai operoivat normaaleissa avomeriolosuhteissa muilla reiteillä, joissa ne häviävät nopeudessa perinteisille aluksille (Guy & Lasserre 2016). Investoinnit jääluokiteltuihin aluksiin ovat niin kalliit, että varustamot tarvitsisivat enemmän perusteellista näyttöä siitä, että Koillisväylä olisi liiketoiminnallisesti kannattava väylä (Gunnarson & Moe 2021), jotta investointien esteenä ei olisi ainakaan taloudelliset syyt.

Alusten matkanopeudella on tuottojen lisäksi vaikutus myös polttoainekustannuksiin (Lasserre 2014). Kovemmat nopeudet mahdollistavat enemmän kuljetuksia, mutta polttoainekustannukset nousevat per kuljetus. Matalammat nopeudet vastaavasti mahdollistavat matalammat polttoainekustannukset, mutta vähemmän kuljetuksia. Nopeudet vaihtelevat jäätilanteen mukaisesti, mutta yleisesti kesäkuukausina, jolloin jääpeite on vetäytynyt rannikolta pois, ovat nopeudet suurimmat. Vastaavasti, mitä aikaisemmin tai myöhemmin kaudella alus operoi, sitä hitaammat sen nopeudet yleensä ovat (Kiiski 2017). Brubaker ja Ragner (2010) arvioivat, että talvikuukausien (joulukuumaaliskuu) nopeudet jääluokitelluilla aluksilla ovat noin 4–7 solmua. Aikaisempien tutkimusten

mukaan aluksen keskimääräinen nopeus Koillisväylällä pitäisi olla noin 11–13 solmua, jotta se olisi kilpailukykyinen verrattuna liikennöintiin Suezin kanavalla (Brubaker & Ragner 2010).

Aiemmassa tutkimuksessa on myös tuotu esille, että lyhyemmän matka-ajan sijaan Koillisväylällä operoiva bulkkialus voisi hidastaa nopeutta niin, että matka-aika olisi sama kuin Suezin kautta, mutta hitaammalla vauhdilla saataisiin laskettua polttoainekulutusta merkittävästi, mikä toisi kustannussäästöjä (Buixadé Farré ym. 2014; Hill ym. 2015). Englannin kielisessä kirjallisuudessa tälle nopeuden hidastamisella on käytetty myös termiä ”slow steaming” (Moe ym. 2024). Nopeuden hidastaminen ei ole kuitenkaan esimerkiksi jäisissä olosuhteissa välttämättä mahdollista, kun etenemiseen tarvitaan riittävää vauhtia.

Yksi Koillisväylän kilpailukykyyn suuresti merkittävä tekijä on jäänmurtajamaksut. Ne voivat olla joko haitaksi tai hyödyksi reitin kilpailukyvyille. Vastaavalla tavalla myös Suezin kanava tuo lisäkustannuksia sen läpi meneville aluksille tullimaksun muodossa. Yhden läpimenon hinta voi aluksen tyypistä ja lastista riippuen olla useita satoja tuhansia euroja. Esimerkiksi panamax kokoisen (70 000–80 000 DWT) kuivalastialuksen läpikulusta aiheutuva tullimaksu vuonna 2024 oli noin 266 000–275 000 USD (Suez Canal Authority 2024). Niin kuin Suezin tullimaksusta nähdään, suoraa kilpailuetua pystyttäisiin hakemaan Koillisväylällä, jos jäänmurtajamaksut asetettaisiin alle Suezin kanavan tullimaksujen.

Koillisväylän jäänmurtaajien operaattori Atomflot yritti saada 2010-luvun alkupuolella kansainvälistä liikennettä reitille tarjoamalla edullisempia jäänmurtajamaksuja, jotka olivat lopulta samaa tasoa kuin Suezin kanavan tullimaksut (Gunnarson & Moe 2021). Vuoden 2012 asetettujen uusien säännösten mukaan jäänmurtaajien avustus ei ole enää aluksille pakollista, vaan maksut suoritetaan tarvittujen palveluiden mukaisesti (Gunnarson & Moe 2021). Atomflot on toivonut, että jäänmurtajamaksuista olisi avuksi jäänmurtaajien ja muun infrastruktuurin päivittämisessä, jonka myötä on myös heidän etunsa, että reitillä olisi mahdollisimman paljon liikennettä (Kiiski 2017). Liikenteen vähäisyyden vuoksi on kuitenkin todennäköistä, ettei jäänmurtaja maksut yksinään riitä päivittämään Koillisväylällä tarvittavaa infrastruktuuria, vaan siihen tarvitaan myös muita rahoittajia mukaan. Kansainvälisen liikenteen kannalta on kuitenkin hyvä merkki, että Venäjä näyttäisi ymmärtävän, että jäänmurtaajien maksut voivat vaikuttaa sekä negatiivisesti että positiivisesti Koillisväylän liikenteeseen.

Jäänmurtajamaksuihin sisällytetään usein myös jääluotsien (engl. ice pilot) maksut. Jääluotsi on pakollinen aluksille, jos aluksen kapteenin ohjaukokemus Koillisväylällä on alle 15 päivää ja jääolosuhteiden navigointitietämys ei ole riittävällä tasolla. (Furuichi & Otsuka 2015). Jääluotsimaksujen

hinnasta ei ole tällä hetkellä tarkkaa tietoa, koska maksut sovitaan jääluotsipalveluita tarjoavien yritysten ja asiakkaiden välisissä neuvotteluissa (Furuichi & Otsuka 2015).

**Taulukko 2 Eri alustyyppien kuljetusmäärät Koillisväylällä vuonna 2025 (mukaillen CHNL 2025c)**

Alustyyppi	Kuljetukset 2025	Summattu DWT (tonneissa)
Tankkeri	34	3 130 351
Bulkki	23	1 922 820
Kontti	15	558 088
Yleisrahti	12	233 462
Kalastus	7	5 325
LNG	5	355 369
Kylmälasti	3	15 255
Ro-Ro	1	5 795
Tutkimus	1	1 319
Etsintä- ja pelastus	1	1 150
Huolto	1	1 123
<b>Yhteensä</b>	<b>103</b>	<b>6 230 057</b>

Eri alustyypeillä on myös erilaiset mahdollisuudet kilpailukykyiselle kuljettamiselle Koillisväylän kautta. Reitin rajoitteiden myötä vaikuttaisi olevan selvää, että konttialusten on todella vaikea saada Koillisväylästä kilpailukykyinen vaihtoehto Suezin kanavalle jo pelkästään nykypäivän konttialusten kokoluokan takia. Suezin kanavan kautta kulkevat konttialukset saavat niin merkittävät mittakaavaedut, että yhden kontin kuljettamisen hinta tippuu huomattavasti alemmas kuin mihin Koillisväylällä operoivalla konttialuksella olisi mahdollista (Gunnarson & Moe 2021). Maailmalla konttialukset operoivat JIT tai ”just in time” -mallin mukaisesti eli konttialusten on seurattava hyvin tarkkaa aikataulua niin lastauksessa, matkanteossa sekä lastinpurussa, jotta logistiikasta saadaan maksimoitua tehokkuus ja minimoitua kustannukset (Buixadé Farré ym. 2014; Liu & Kronbak 2010). JIT-malli ei kuitenkaan sovellu Koillisväylän käyttöön kovin hyvin, koska väylällä on liikaa epävarmuustekijöitä, kuten sääolosuhteet ja jäälautat, jotka heikentävät matkan aikataulun ennustettavuutta (Guy & Lasserre 2016; Buixadé Farré ym. 2014).

Suezin kanavan kautta kulkeva merireitti tarjoaa konttialuksille myös monia suuria markkinoita ja vilkkaita satamia väylän varrelta, mihin purkaa konttilastia matkan varrella, toisin kuin Koillisväylä (Buixadé Farré ym. 2014). Mittakaavaedut ja JIT-malli eivät kuitenkaan päde samalla tavalla irto-lasti- tai monikäyttöaluksille (Gunnarson & Moe 2021; Buixadé Farré ym. 2014). Koillisväylän rajoitteet, kuten aikataulun epävarmuus ja alusten koko, eivät myöskään vaikuta näihin alustyypeihin niin negatiivisesti kuin konttialuksiin (Pruyn 2016). Muun muassa näiden syiden vuoksi

tankkereilla, bulkki- sekä monikäyttöisillä aluksilla on paremmat edellytykset kilpailla Koillisväylällä Suezin kanavaa vastaan, kuten myös vuoden 2025 kuljetusmääristä huomataan (taulukko 2).

### 3.2 Aiemman tutkimuksen arviot Koillisväylän kilpailukyvyistä

Koillisväylän kannattavuutta tutkivasta kirjallisuudesta löytyy paljon erilaisia katsauksia siihen, onko Koillisväylä kannattava ja missä olosuhteissa kannattavuus toteutuisi. Suurimmassa osassa tutkimuksista Koillisväylän kannattavuutta verrataan Suezin kanavaan, koska Euroopan ja Aasian välisessä kansainvälisessä kauttakulkuliikenteessä ne ovat kilpailevat reitit. Eri tutkimustulosten vertailu on kuitenkin jokseenkin haastavaa sen takia, että lähtökohtaisesti jokaisessa tutkimuksessa on käytetty jollakin tapaa erilaista mallia. Tutkimustuloksista osa puoltaa Koillisväylän kannattavuutta, kun taas osa näkee reitin taloudellisesti kannattamattomana vaihtoehtona Suezille. Seuraavaksi käyn läpi muutamia tutkimuksia ja niiden tuloksia Koillisväylän kannattavuudesta ja kilpailukyvyistä.

Liun ja Kronbakin (2010) tekemässä tapaustutkimuksessa polttoaineen hinta, jäänmurtajamaksut ja Koillisväylän navigoitavan kauden pituus olivat tutkimuksen päämuuttujat. Kyseisessä tutkimuksessa vertailtiin 4300 TEU:n (twenty-foot equivalent unit) konttialuksia Rotterdamin ja Yokohaman satamien välillä kahdella eri vaihtoehdolla. Ensimmäisessä vaihtoehdossa satamien väliä operoidaan vuoden ajan Koillisväylän ja Suezin kanavan reittien yhdistelmänä, jossa Koillisväylää käytetään skenaarioiden mukaisesti eri pituiset ajat vuodesta, ja loppuaika operoidaan Suezin kautta. Vaihtoehdoissa tilanteessa taas operoidaan ympäri vuoden Suezin kanavan kautta. Tutkimuksessa esitettiin kolme eri skenaariota jokaiselle päämuuttujalle. Polttoaineen hinnaksi asetettiin 350 (USD/ton), 700 (USD/ton) ja 900 (USD/ton). Jäänmurtajamaksuiksi asetettiin tutkimuksen aikaan arvioiduista maksuista kolme tasoa: miinus 50 prosenttia, miinus 80 prosenttia sekä miinus 100 prosenttia sen hetkisistä jäänmurtajamaksuista. Tutkimuksen aikaan jäänmurtajamaksut olivat niin kalliit, että jo yksinään ne tekivät Koillisväylästä kannattamattoman, minkä takia tutkimuksessa tietoisesti laskettiin maksuja lähemmäs Suezin kanavan tullimaksujen tasoa. Myös Koillisväylän operoitavan kauden pituudeksi annettiin kolme skenaariota: 90-, 180- ja 270 päivää.

Tutkimustulokset osoittivat, että tässä yksinkertaistetussa mallissa Koillisväylän ja Suezin kanavan yhteisvaihtoehdon kannattavuus paranee, kun jäänmurtajamaksut laskevat vuoden 2010 tasosta ja Koillisväylän navigoitava kausi pitenee (Liu & Kronbak 2010). Esimerkiksi skenaariossa, jossa jäänmurtajamaksut ovat ilmaiset eli miinus 100 prosenttia ja polttoaineen hinta on välillä 700–900 (USD/ton), on reittien yhteisvaihtoehdolla paremmat tuotto-odotukset kuin kokovuotisella Suezin

vaihtoehdolla. Polttoaineen hinnalla oli mallissa vaihtelevia vaikutuksia, mutta yleisellä tasolla tutkimuksessa tultiin monessa skenaariossa siihen päätelmään, että Koillisväylän kilpailukyvyille voisi sopia paremmin korkeammat polttoaineen hinnat (Liu & Kronbak 2010). Polttoaineen hinnan vaikutukset olivat kuitenkin hyvin sidonnaiset siihen, millä tasolla jäänmurtajienmaksut ovat. Malli kuitenkin osoitti selkeästi, että vuoden 2010 jäänmurtajamaksujen tasolla Koillisväylä ei ole missään olosuhteissa kilpailukykyinen vaihtoehto konttilaivojen osalta Suezin kanavalle (Liu & Kronbak 2010). Mallia voidaan kritisoida siltä osin, että Suezin kanavan kautta kulkevien konttilaivojen koot voivat olla paljon suurempia kuin 4300 TEU, jonka myötä jo pelkästään mittakaavaedut todennäköisesti tekisivät Koillisväylästä kannattamattoman konttilaivojen vertailussa.

Kiiski (2017) havaitsi myös omassa tutkimuksessaan sen, että etenkin operoitavan kauden pituus, polttoaineen- ja rahdin hinta sekä alusten kulkunopeus vaikuttivat Koillisväylän kannattavuuteen. Muita merkittäviä tekijöitä olivat alusten kokoluokkien rajoitteet sekä jääluokitukset (Kiiski 2017). Kiiskin (2017) mallin mukaan Koillisväylän ja Suezin kanavan läpi matkaavilla samankokoisilla kontti- sekä irtolastialuksilla on mahdollisuuksia olla kilpailukykyisiä Koillisväylällä. Kiiski (2017) kuitenkin myös itse huomauttaa, että konttilaivoilla tämä ei ole realistista mittakaavaetujen takia. Irtolastialuksilla kannattavuus ja kilpailukyky olivat vahvasti sidonnaisia markkinoiden tilanteeseen (Kiiski 2017). Esimerkiksi tilanteessa, jossa rahtihinnat ovat normaalilla tasolla, polttoaineen hinnan nousu parantaa Koillisväylän kannattavuutta suhteessa Suezin (Kiiski 2017). Mallin perusteella myös irtolastialusten kilpailukykyä Koillisväylällä heikensi se, että Suezin kanavan kautta voi operoida nykyään myös Capesize-luokan aluksia, jotka ovat keskimäärin noin 160 000 DWT. Kiiskin (2017) malli kuitenkin tuki sitä, että spot-markkinassa, jossa kuljetussopimukset tehdään yleensä lyhyellä varoitusajalla, sekä aikarahtaussopimuksissa, jossa alus on käytössä sovittun ajan, matkat irtolastialuksille voivat olla kannattavia Koillisväylän kautta. Mahdollisuus kannattavuuteen siis pätee, kun verrataan samankokoisia aluksia molemmilla reiteillä ja markkinatilanne on Koillisväylälle suotuisampi (Kiiski 2017).

Furuichin ja Otsukan (2015) tekemässä tutkimuksessa vertailtiin kahta eri skenaariota Yokohama – Hampuri välillä. Lähtöasetelmassa ja ensimmäisessä skenaariossa 4000 TEU:n jääluokiteltu konttialus kulkee 105 päivää (noin 3–4 kuukautta) Koillisväylällä ja loput ajasta Suezin kautta. Suezin kautta koko vuoden ympäri kulkevalle konttiliikenteelle on annettu neljä eri kokoluokkaa vaihtoehtoa: 4000 TEU, 6000 TEU, 8000 TEU ja 15 000 TEU. Molempia reittejä yhdistävässä vaihtoehdossa yhden kuljetusyksikön kustannukseksi tuli 1,211 (USD/TEU), kun taas Suezin kautta ympäri vuoden liikennöivien alusten kuljetusyksikkö kustannuksiksi tuli kokoluokittain: 1,355 (USD/TEU), 1,320 (USD/TEU), 1,211 (USD/TEU) ja 944 (USD/TEU). (Furuichi & Otsuka 2015.)

Toisessa skenaariossa operoitava aika Koillisväylällä kasvoi 105 päivästä 225 päivään (noin 7–8 kuukautta), muiden muuttujien pysyessä samoina. Toisen skenaarion kuljetusyksikkökustannukset tippuivat molemmat reitit yhdistävässä vaihtoehdossa 984:ään (USD/TEU). Päämuuttujat yhden kuljetusyksikkökustannuksiin tutkimuksessa olivat Koillisväylällä operoitava aika (105–225 päivää), jäänmurtajamaksut (5,0 USD/GT) ja polttoainekustannukset (650 USD/ton). (Furuichi & Otsuka 2015.)

Furuichi ja Otsuka (2015) tulivat tutkimuksessaan siihen tulokseen, että Koillisväylä tarjoaa kannattavan vaihtoehdon Suezin reitille, kun tarkastellaan kuljetusyksikkökustannuksia. Kuljetusyksikkökustannukset ovat näillä parametreillä alemmat Koillisväylällä jokaisessa skenaariossa, paitsi tilanteessa, jossa Suezilla toimii yli 15 000 TEU:n konttialus (Furuichi & Otsuka 2015). Tulos perustuu siihen, että reittien yhdistelmävaihtoehdossa Koillisväylän kautta ehditään operoimaan 13–15 matkaa vuodessa, kun samassa ajassa Suezin kautta ehdittäisiin operoida vain 12 matkaa, mikä nostaa yhdistelmäreitien vuotuista konttitoimitusten määrää, vaikka alus olisikin pienempi (Furuichi & Otsuka 2015). Tutkimuksen malli voi antaa osviittaa siitä, miltä konttialuksen kuljetusyksikkö kustannukset olisivat lähes ihanteellisessa tilanteessa.

Mallia voidaan kuitenkin kritisoida siitä, ettei se ota muuttuvia jääolosuhteita kovin hyvin huomioon, vaan olettaa, että jääluokiteltu alus pystyy itsenäisesti operoimaan ilman jäänmurtajien apua koko kauden. On vaikeaa myös arvioida, kuinka realistista tällä hetkellä on, että Koillisväylän kausi olisi jääluokitellulle alukselle operoitavissa 225 päivää vuodesta taloudellisesti kannattavasti. Kiiskin (2017) malli ei myöskään antanut samaa tukea sille, että Koillisväylän operoitavan kauden pidentäminen johtaisi suoraan taloudelliseen hyötyyn. Kiiskin (2017) mallia tässä tukee se, että kauden alun- ja lopun jääolosuhteet tiedetään olevan vaikeammat kuin kauden keskivaiheilla (Gunnarson & Moe 2021), mikä lisää epävarmuutta muun muassa reitin kulkuajassa sekä polttoaineen kuluksessa.

Koillisväylän kannattavuutta mittaavissa malleissa joudutaan kuitenkin tekemään yksinkertaistuksia mallien toimivuuden kannalta, joka voi myös johtaa pieniin virhekäsityksiin. Monissa malleissa esimerkiksi sää- ja jääolosuhteita pidetään kevyinä ja tasaisina koko operoitavan kauden ajan, mikä ei todellisuudessa pidä useinkaan paikkaansa. Todellisuudessa väylällä hidasteita saattavat aiheuttaa sekä vaikeat sääolosuhteet sekä muuttuva jäättilanne (Buixadé Farré ym. 2014). Usein kannattavuus voikin olla riippuvaista siitä, että reitillä operoi vallitseviin olosuhteisiin nähden paras mahdollinen alus jääluokitukseltaan ja tyypiltään, jotta mahdollisilta hidasteet pysyvät minimissään (Kiiski 2017). Malleissa käytetään usein myös koko vuoden kattavaa vertailujaksoa, jossa vain kesän- ja

syksyn kuukaudet kuljetaan Koillisväylän kautta ja muut ajat Suezin kanavan kautta. Näin saadaan yksinkertaisimmin kelvollinen vertailujakso kahden eri skenaarion välillä.

Kuitenkin jo lähitulevaisuus voi tuoda mielenkiintoisia muutoksia Koillisväylän käytön rajoitteisiin. Venäjä ja Atomflot ovat nimittäin kahden eri projektin kautta valmistamassa uusia ydinenergialla toimivia jäänmurtajia, jotka tulevat olemaan suurempia kuin nykyiset jäänmurtajat (Moe ym. 2024). Murtajien leveydet tulevat nousemaan 34 metriin, joka mahdollistaa yhä suurempien alusten toiminnan Koillisväylällä. Vuonna 2030 pitäisi myös valmistua uusi ”superjäänmurtaja” Lider, joka 120 megawatin (MW) tehollaan ja 47,7 metrin leveydellään pystyisi rikkomaan jopa 4,1 metriä jäätä. (Moe ym. 2024.) Nämä uudet jäänmurtajat yhdessä ilmastonmuutoksen aiheuttamien jäämuutosten kanssa voisivat enteillä sitä, että jo lähitulevaisuudessa Koillisväylä saattaisi olla ympäri vuoden operoitavissa taloudellisesti kannattavasti joillekin aluksille. Kannattavuus kuitenkin vaatisi sen, että alusten nopeudet pysyisivät lähempänä kesä- ja syyskuukausien nopeuksia eli noin 11–13 solmua (Brubaker & Ragner 2010). Se on jo kuitenkin varmaa, että uusien jäänmurtajien leveydet mahdollistavat entistä suurempien alusten käytön Koillisväylällä, mikä periaatteessa vähentäisi Suezin kanavan kautta kulkevien alusten mittakaavaetuja.

Koillisväylän kansainvälisen kauttakulkuliikenteen tulevaisuutta on tällä hetkellä vaikea ennustaa. Nykytilanteessa näyttäisi siltä, että lähitulevaisuudessa kansainvälinen kauttakulkuliikenne ei tule lisääntymään merkittävästi. Tätä argumenttia puoltavat tämänhetkinen globaali geopoliittinen tilanne, jossa Venäjää ei nähdä luotettavana toimijana. Myöskään Koillisväylän infrastruktuurissa tai jäätilanteessa ei ole nähtävissä niin merkittävää kehitystä lähivuosina, että reitin kilpailukyky parani merkittävästi Suezin kanavaan nähden. Se, miten ilmastonmuutos tulee vaikuttamaan vuosikymmenien aikana Pohjoiseen jäämereen, on vielä pitkälti monimutkaisten ennusteiden varassa. Ilmastonmuutokselle ei ainakaan tällä hetkellä näy hidastumista, joten voidaan olettaa, että jääolosuhteet Koillisväylällä tulevat parantumaan myös tulevaisuudessa. Suezin kanava on myös historian saatossa nostanut tullimaksuja tasaisesti, viimeisimpänä vuonna 2024 (Suez Canal Authority 2024). Tämä voi tuoda Koillisväylän tuottavuudelle pientä etua niin kauan kuin jäänmurtajien maksut pysyvät matalampina.

### **3.3 Arktisen alueen luonnonvarojen merkitys Koillisväylän kauttakulkuliikenteelle**

Vielä 2010-luvun alussa Koillisväylän kasvunäkymät nähtiin Euroopan ja Aasian välisessä kansainvälisessä liikenteessä (Gunnarson & Moe 2021). Nykypäivään tultaessa, etenkin Venäjän hyökkäysten myötä vuosina 2014 ja 2022, Koillisväylän liikenne on keskittynyt yhä enemmän määränpäällykenteeseen. Määränpäällykenteen suurina ajureina ovat olleet arktisen alueen luonnonvarat, kuten

Yamal LNG -projekti (Moe ym. 2024). Arktinen alue tuottaa jo nyt merkittävän määrän maailman kaasun- ja öljyntuotannosta: noin 25 prosenttia ja 10 prosenttia edellä mainitussa järjestyksessä (AMAP 2008). Suurin osa tuotannosta ja varannoista sijoittuu Venäjän alueelle (Buixadé Farré ym. 2014). Eri tutkimusten mukaan maailman löytämättömistä luonnonvaroista arktisella alueella sijaitsee noin 13 prosenttia öljyvarannoista ja 30 prosenttia maakaasuvarannoista. Näistä varannoista jopa 84 prosentin on arvioitu löytyvät merialueilta. (USGS 2008.) Pitää kuitenkin muistaa, että nämä ovat vain arvioita eikä tarkkoja varantojen määriä ole vielä selvillä. Arktiselta alueelta löytyy myös arvokkaita mineraaleja, kuten fosfaatteja, nikkeliä, kuparia ja rautamalmia (Buixadé Farré ym. 2014).

2010-luvulta löytyy näyttöjä sille, että näiden luonnonvarojen teollinen hyödyntäminen voi lisätä meriliikenteen kokonaismäärää Koillisväylällä. Tästä hyvänä esimerkkinä Sabetan LNG-terminaali Yamalin niemimaalla, josta lähti vuonna 2024 yhteensä 287 matkaa, joka on tähän mennessä suurin vuotuinen määrä matkoja Yamal LNG -projektin alettua. (CHNL 2025b.) Kansainvälisille laivayhtiöille tällaiset projektit voivat olla hyviä mahdollisuuksia lisätä omaa toimintaa alueella (Moe & Gunnarson 2021). Kauttakulkuliikenteen kannalta on tärkeää, että kansainväliset laivayhtiöt pysyvät aktiivisina arktisella alueella, sillä luonnonvaroista syntyvän bulkkirahdin lisääntyminen auttaa Koillisväylää olemaan kustannustehokkaampi myös muille rahtimuodoille (Hill ym. 2015). Laivayhtiöt vaikuttavat kuitenkin tällä hetkellä olevan huomattavasti kiinnostuneempia luonnonvarojen tuomista mahdollisuuksista määränpääliikenteessä (Ng ym. 2018).

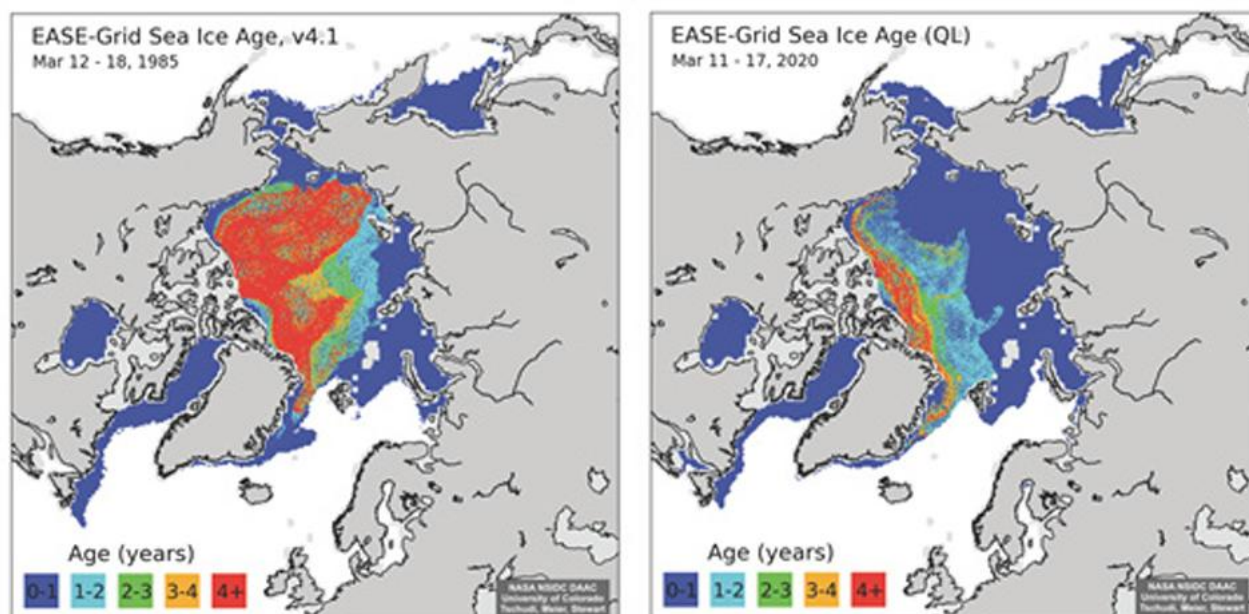
Vaikka luonnonvarat voivat lisätä Koillisväylän liikennettä kokonaismäärällisesti, voi sillä olla myös negatiivinen vaikutus reitin kauttakulkuliikenteelle. Moe & Gunnarson (2021) tuovat esiin tutkimuksessaan sen, että muun muassa Sabetan LNG-terminaali sitoo jäänmurtajia ympärivuoden merkittävästi enemmän, jolloin ne saattavat olla pois käytöstä kauttakulkuliikenteen aluksille. Tämä voi aiheuttaa kauttakulkuliikenteen aluksille lisäkustannuksia joko jäänmurtajien odotusajassa tai suurempina jäänmurtajamaksuina (Moe & Gunnarson 2021). Toisaalta näille negatiivisille vaikutuksille ei ole vielä varmaa näyttöä, koska Sabetan LNG-terminaali sitoo jäänmurtajia kaikista eniten kuukausina (tammikuu-toukokuu), jolloin kauttakulkuliikennettä ei Koillisväylällä muutenkaan ole esiintynyt pääosin vaikeiden jääolosuhteiden takia.

## **4 Koillisväylän käyttöön liittyvät ongelmat kansainvälisen kauttakulku-liikenteen toimitusketjuissa**

Tässä luvussa käydään läpi Koillisväylän kauttakululiikenteeseen vaikuttavia ongelmakohtia, jotka haastavat väylän operointia sekä kilpailukykyä verrattuna Suezin kanavan kautta kulkevaan merireittiin. Suurin osa ilmiöistä vaikuttaa koko arktisen alueen meriliikenteeseen, sillä ongelmakohdat ovat hyvin yhteyksissä myös toisiinsa. Alaluvuissa ongelmakohdat ovat eritelty neljäksi eri kokonaisuudeksi: arktiset sääolosuhteet, investointeihin liittyvät ongelmat, arktisen alueen geopoliittiset jännitteet ja meriliikenteen päästöjen vaikutukset Koillisväylän liikennöintiin.

### **4.1 Arktisten sääolosuhteiden vaikutus Koillisväylän liikenteelle**

Vaikka jäämeren ilmastoa ja olosuhteita on tutkittu melko paljon, tutkimusten löydösten vaikutuksia arktisen alueen meriliikenteelle on tulkittu hyvin vähän (Ng ym. 2018; Lee & Kim 2015). On selvää, että ilmastonmuutoksella on jo tällä hetkellä ja tulee olemaan myös jatkossa suuria vaikutuksia arktisen alueen ilmastolle, jonka myötä myös jäämeren olosuhteet ovat muutoksen alla. Kyseessä on kuitenkin niin monimutkaisia ilmiöitä, että niiden tutkimisessa joudutaan käyttämään paljon eri skenaarioita, joilla on eri todennäköisyydet tapahtua, jolloin tutkimusten virhemarginaalit kasvavat (Ng ym. 2018). Mallien perusteella on siis vielä vaikea arvioida tarkasti sitä, kuinka paljon monivuotinen jääpeite on vetäytynyt vuonna 2050, ja miten se tulee vaikuttamaan yksivuotisen jääpeitteen paksuuteen talvi- ja kevätkausina. Niin kuin jo aikaisemmin tuli ilmi, niin Koillisväylällä vallitsevat olosuhteet eivät ole meriliikenteelle kaikista suotuisimmat muun muassa kylmyyden, pimeyden, jääpeitteen ja ajelehtivien jäälautojen takia.



Kuvio 3 Monivuotisen jään vähentyminen arktisella alueella vuosien 1985 ja 2020 välisenä aikana (Perovich ym. 2021)

Ilmaston lämpenemisen myötä monivuotinen jääpeite on noussut yhä pohjoisemmaksi (kuvio 3), jonka myötä Koillisväylän operatiivinen kausi on pidentynyt. Monivuotisen jääpeitteen vetäytyminen voi aiheuttaa arvaamattomia haasteita väylän käytölle. Ng ym. (2018) toivat muun muassa esiin, kuinka vetäytyvästä jääpeitteestä lohkeaa lisää ajelehtelevia jäälautoja- sekä vuoria. Ilman tarkkoja ennusteita ja seurantaa nämä voivat olla vaaraksi alueen meriliikenteelle (Buixadé Farré ym. 2014). Väylän varrella on melko vähän sääasemia, mikä vaikeuttaa tarkkojen sääennusteiden saamista (Ng ym. 2018). Näin ollen esimerkiksi tuulten mittaus voi olla hyvinkin paikallista. Yleisesti tuuliolosuhteet operatiivisella kaudella pysyttelevät noin 5–8 metrissä sekunnissa (Ng ym. 2018). Vaikka jääpeite vetäytyy ja muuttuu ohuemmaksi (Stephenson ym. 2013; Bourbonnais & Lasserre 2015), sään ääriolosuhteet tulevat sen myötä lisääntymään alueella (Moe ym. 2024).

Kokonaisuudessaan vaikeat ja epävarmat sääolosuhteet ovat epämiellyttävä riskitekijä laivayhtiöille. Laivayhtiöille jäävuoriin osuminen on edelleen yksi suurimmista huolista väylän käytössä (Lee & Kim 2015). Vaikeat sääolosuhteet voivat myös aiheuttaa viivästyksiä, mikä voisi vaikuttaa matkan kannattavuuteen. Jää- ja sääolosuhteilla on myös merkittävä vaikutus vakuutusmaksujen suuruuteen Koillisväylää käytettäessä (Furuichi & Otsuka 2015). Vakuutusmaksut eivät ole julkista tietoa, jonka takia niiden arvoa on vaikea määrittellä. Suurempi todennäköisyys onnettomuuksille kuitenkin nostaa jääluokiteltujen alusten rungon- ja koneiston- (engl. H&M insurance) sekä vastuu- ja korvausvastuuvakuutuksia (engl. P&I insurance) huomattavasti korkeammiksi kuin

jääluokittelemattomilla aluksilla (Liu & Kronbak 2010). Riippuen aluksen varustelusta, miehistöstä, reitistä sekä laivayhtiön kokemuksesta, vakuutusmaksut voivat olla normaaleja hintoja 20–100 prosenttia korkeammat (Guy & Lasserre 2016).

Vakuutusmaksujen lisäksi väylän jääolosuhteet nostavat miehistö kustannuksia noin 10 prosenttia (Liu & Kronbak 2010). Tämä johtuu siitä, että miehistöllä täytyy olla kokemusta ja erityistaitoja arktisten vesien olosuhteissa pärjäämiseen. Tällä hetkellä voi olla kuitenkin vaikeampaa vertailla Koillisväylän ja Suezin vakuutusmaksuja keskenään, koska Suezin vakuutusmaksut ovat nousseet erilaisten konfliktien, kuten merirosvojen takia (Furuichi & Otsuka 2015). Viimeisten vuosien aikana Huthi-kapinalliset ovat hyökänneet eri maiden aluksia kohti Punaisen meren alueella (Mutschler ym. 2024). Huthien hyökkäykset ovat varmasti nostaneet Suezin vakuutuksia viime vuosien aikana.

Jäälauttojen ja -vuorten suurin riski tulee kuitenkin öljy- ja polttoainevuotojen muodossa. Säiliöaluksen tai proomun epäonninen osuma jäävuoren kanssa voisi aiheuttaa pahimmillaan merkittävää haittaa hyvin haavoittuvalle arktiselle luonnolle ja -ekosysteemille (Lee & Kim 2015). Riski öljy- ja polttoainevuodoille lisääntyvät, jos liikennemäärät nousevat väylällä (Ng ym. 2018). Kiiski (2017) tuo myös esille sen, että tällaisen vuodon tapahtuessa sen puhdistus on erittäin vaikeaa sääolosuhteiden sekä rajallisen öljyntorjunta infrastruktuurin takia. Pahimmillaan vuoto-onnettomuuden vaikutukset voivat kestää arktisella alueella jopa vuosikymmeniä (Brubaker & Ragner 2010). Tällaisen onnettomuuden tapahtuminen olisi myös laivayhtiölle hyvin kallis ja toisi suuresti mainehaittaa. Merkittävän vuoto-onnettomuuden tapahtuessa myös väylän vakuutusmaksut tulisivat nousemaan (Pruyn 2016). Vaikka suuremmilta onnettomuuksilta on vielä vältytty, liikennemäärien lisääminen tulee auttamatta lisäämään myös onnettomuuksien riskiä.

Vaikeat sää- ja jääolosuhteet ja niiden aiheuttamat riskit nostavat myös etsintä- ja pelastusinfrastruktuurin tärkeyttä. Niin kuin jo aikaisemmin tuli ilmi, Koillisväylän etsintä- ja pelastusinfrastruktuuri on vajavainen, eikä se kata riittävän hyvin koko väylää (Kiiski 2017; Hill ym. 2015). Alusten, miehistöjen ja ympäristön turvallisuuden kannalta etsintä- ja pelastuspalveluita tarvittaisiin siis huomattavasti lisää, mikäli reitin liikennemäärät kasvavat tulevaisuudessa. Venäjällä on ollut suunnitelmassa rakennuttaa 10 etsintä- ja pelastuspalvelukeskusta väylän satamiin, mutta vuonna 2015 näistä keskuksista vain kolme oli toiminnassa (Kiiski 2017).

## 4.2 Investointien tarve ja puute

Koillisväylän käyttöä rajaa tällä hetkellä useampi tekijä, joista yksi tärkeimmistä on väylän tämänhetkinen infrastruktuuri. Kiiski (2017) tuo omassa tutkimuksessaan ilmi sen, että vallitseva infrastruktuurin taso rajoittaa Koillisväylän markkinapotentiaalia. Samoja havaintoja nykyisen infrastruktuurin tasosta nostivat esiin myös muun muassa Liu & Kronbak (2010) sekä Gunnarson & Moe (2021). Reitin tulevaisuuden kilpailukykyä ajatellen tärkeimpiä investointikohteita ovat satamat, jäänmurtaajat ja navigaatiokyvyn parantaminen. Kaikkia reitin investointikohteita kuitenkin haittaa tällä hetkellä vallitseva geopoliittinen tilanne Venäjän osalta, niin kuin aiemmin jo mainittiin. Etenkin pitkään aikaväliin tähtäävissä investoinneissa joudutaan ottamaan huomioon myös geopoliittiset riskit (Gunnarson & Moe 2021).

Koillisväylän infrastruktuurin investoinnit ovat olleet aina vahvasti Venäjän valtion varassa, eikä tilanne ole siitä vieläkään merkittävästi muuttunut (Gunnarson & Moe 2021). Monet tarvittavista investoinneista ovat myös hyvin kalliita, kuten uudet jäänmurtaajat, minkä takia Venäjän hallinto on toivonut jo pidempään ulkomaisia investointeja väylän tukemiseksi (Liu ym. 2024). Vielä 2010-luvulla Venäjä toivoi, että Koillisväylän kauttakulkuliikenne toisi riittävästi tuottoja, joilla olisi rahoitettu uusia jäänmurtaajia (Moe ym. 2024). Venäjälle selkeni kuitenkin melko nopeasti se, ettei liikenteestä saatavat tuotot riittäisi kattamaan uuden infrastruktuurin, kuten jäänmurtaajien valmistuksen, kustannuksia (Gunnarson & Moe 2021). Muun muassa tästä syystä Venäjällä on myös toivottu, että syventynyt yhteistyö Kiinan kanssa toisi toivottua ulkomaista taloudellista tukea Koillisväylän tulevaisuuden suunnitelmiin (Liu ym. 2024). Kiina onkin jo näyttänyt kiinnostusta, esimerkiksi arktisen alueen energiaprojekteihin, rakentamalla Arc7 jääluokiteltuja LNG-aluksia Yamal LNG -projektiin (Gunnarson & Moe 2021). Samalla Venäjältä on tullut Kiinalle yhä tärkeämpi kauppakumppani, kun Kiina on ostanut enemmän venäläistä öljyä ja maakaasua (Liu ym. 2024). Arktinen alue ja Koillisväylä ovat siis viime vuosien aikana nousseet Kiinalle tärkeämmäksi strategiseksi kokonaisuudeksi kuin aikaisemmin.

Niin kuin aikaisemmin mainittiin, Venäjän pohjoisrannikon satamat ovat suurilta osin pienemmille rahtimäärille tarkoitettuja, minkä vuoksi satamainfrastruktuuriin investoiminen olisi melkein ehdotonta, jos reitin kuljetusmääriä halutaan lisätä (Sander ym. 2014). Venäjällä on kuitenkin reitille kunnianhimoiset tavoitteet, sillä vuonna 2035 kuljetusvolyymien ennustetaan olevan jopa 220 miljoonaa tonnia. Vielä vuonna 2023 kuljetusvolyymi oli noin 36,3 miljoonaa tonnia. (Liu ym. 2024.) Jotta ennustetut määrät olisivat mahdollisia, on satamien oltava valmiita palvelemaan suurempia ja syvempiä aluksia ja tarjoamaan esimerkiksi korjauspalveluita kattavammin (Kiiski 2017). Liu &

Kronbak (2010) nostavat myös esille sen, että isojen satamien ja niiden kautta myös markkinoiden puuttuminen reitin varrelta suosii aluksia suoraan kauttakulkuliikenteeseen. Isomman talouskeskitymän syntyminen on vaikeaa, ja tällä hetkellä se voi tapahtua vain luonnonvarojen teollisen hyödyntämisen ympärille, kuten Sabetassa. Luonnonvarat ovatkin yksi suurimmista ajureista, niin Venäjälle kuin muillekin arktisen alueen maille, kehittää arktisen alueen infrastruktuuria (Brubaker & Ragner 2010).

Jäänmurtaajien roolia Koillisväylän meriliikenteessä on jo aikaisemmin käyty läpi, mutta investoinneiltaan ne ovat hyvin kalliita. Niin kuin aikaisemmin selvisi, niin kaikki Koillisväylällä operoivat jäänmurtaajat ovat Venäjän valtion energiayhtiön Rosatomin sisaryhtiön Atomflotin omistamia ja operoimia (Gunnarson & Moe 2021). Tämä myös tarkoittaa sitä, että jäänmurtaajainvestointien rahoitus tulee suoraan Venäjän valtiolta tai sen alaisilta yhtiöiltä. Venäjä on satsannut uusiin jäänmurtaajiin viimeisten vuosien aikana uusilla 60 MW:n aluksilla sekä tulevilla 120 MW:n ”super” jäänmurtaajalla (Gunnarson & Moe 2021). On arvioitu, että uudet 60 MW:n jäänmurtaajat maksaisivat noin 670 miljoonaa USD:a ja 120 MW:n jäänmurtaaja tulisi maksamaan jopa 1,61 miljardia USD:a (Gunnarson & Moe 2021). Näin kalliiden hankkeiden ajaminen loppuun kertoo myös Venäjän sitoutumisesta arktiselle alueelle. Viimeaikaisimmat öljy- ja maakaasu projektit ovat osoittaneet Venäjälle, kuinka tärkeitä jäänmurtaajat ovat sujuvan meriliikenteen mahdollistamiseksi.

Aikaisemmassa tutkimuksessa on myös nostettu esiin puutteellisen navigaatioinfrastruktuurin sekä pelastuspalveluiden vähyys reitin pituuteen nähden (Benz ym. 2021). Muun muassa Gunnarson & Moe (2021) sekä Kiiski (2017) olivat vahvasti sitä mieltä, että rahtimäärien kasvaessa nykyiset pelastuspalvelut ovat alimitoitettut ja niitä on sijoitettava lisää pitkin pohjoista rannikkoa. Liu & Kronbak (2010) tuovat esille vielä satelliittien katve-alueiden esiintymiset pitkin reittiä. Kuitenkin viimeisimpien tutkimusten mukaan Venäjä olisi lisännyt satelliitteja nimenomaan kattamaan arktista aluetta paremmin (Liu ym. 2024). Pelastuspalvelut ja navigaatioinfrastruktuuri ovat Rosatomin vastuulla (Gunnarson & Moe 2021), joten niiden tilanne riippuu pitkälti siitä, kuinka paljon Venäjän valtiolta tulee budjettia näiden päivittämiseen. Nämä voivat vaikuttaa pienemmän mittakaavan ongelmilta muiden rinnalla, mutta luotettavat navigointi- ja pelastuspalvelut takaavat reitin turvallisen käytön, joka taas on laivayhtiöille ehdottoman tärkeää.

Kokonaisuudessaan Koillisväylän infrastruktuurin investointien tarve ja merkitys kasvaa, jos ja kun liikenne väylällä lisääntyy. Vaikka liikenne ei ainakaan vielä lähitulevaisuudessa tule olemaan merkittävässä määrin kauttakulkuliikennettä geopolittisista syistä, luonnonvarat houkuttelevat reitille varmasti lisää määränpääliikennettä. Venäjän jäänmurtaaja investointien lisäksi Venäjä hyväksyi

vuonna 2022 Arktisen neuvoston Koillisväylän infrastruktuuria koskevan suunnitelman: ”Northern Sea Route Development Plan until 2035” (Liu ym. 2024). Suunnitelmassa sitoudutaan parantamaan alusten saastuttamista koskevia säännöksiä, käyttämään parhaita olemassa olevia teknologioita vähentämään alusten saastuttamista sekä kehittämään arktisen alueiden ja vesien seurantaa eri tasoilla (Liu ym. 2024). Väylää ei ole siis unohdettu, vaan tulevaisuuden suunnitelmat vaikuttavat aiempaa-kin kunnianhimoisemmilta. Suunnitelmat eivät kuitenkaan yksinään riitä vaan tarvitaan myös konkreettista toimeenpanoa, jotta väylä näyttäisi houkuttelevammalta vaihtoehdolta tulevaisuudessa myös kansainvälisesti. On myös vaikeaa arvioida, miten Venäjän sotaa käyvä talous pystyy allokoimaan budjettia tulevaisuudessa arktiselle alueelle vai jääkö infrastruktuurin kehittäminen yhä enemmän ulkopuolisten investoijien, kuten Kiinan, varaan.

### 4.3 Arktisen alueen geopoliittiset jännitteet

Arktisella alueella vaikuttavat monet hallinnot ja organisaatiot useista eri maista. Usein alue, joka on luonnonvaroiltaan rikas, on myös erilaisten poliittisten visioiden sekä strategisten suunnitelmien kohteena. Geopolitiikka tarkoittaa maan- ja merialueiden maantieteellisten ominaisuuksien ja sijainnin vaikutuksia valtiolliseen toimintaan ja vallankäyttöön (Germond 2015). Luonnonvarat, Koillisväylä ja strategiset hyödyt ovat muun muassa tekijöitä, joiden takia arktinen alue on geopoliittisesti niin tärkeä kohde eri valtioille (Dimitrios & Baxevani 2016).

Arktisen alueen luultavasti suurin geopoliittinen haaste tulevaisuudessa on rikkaat luonnonvarat. Potentiaaliset suuret taloudelliset hyödyt luonnonvaroista tuovat myös mukanaan turvallisuuteen liittyviä riskejä, kun luonnonvaroista ovat kiinnostuneita niin arktiset maat kuin myös arktisen alueen ulkopuoliset maat (Hill ym. 2015; Dimitrios & Baxevani 2016). Luonnonvarat ovat niin tärkeitä monille maille energiapoliittisesti, että arktisten valtioiden rajojen ulottuvuuksia on jopa kyseenalaistettu alueen ulkopuolisten maiden toimesta (Hill ym. 2015). Luonnollisesti myös väylät luonnonvaroihin nousevat tärkeydessään, jotta toimitusketjuista saadaan turvallisia ja luotettavia. On selvää, että alue, josta löytyy todella paljon arvokkaita resursseja, sekä mahdollisesti merikuljetuksia lyhentävä väylä, on geopoliittisesti hyvin tärkeä monille maille (Dimitrios & Baxevani 2016).

Luonnonvarojen louhimiseen ja kuljettamiseen liittyvät ympäristöriskit ovat etenkin länsimaissa aiheuttaneet huolta (Kiiski 2017). On kuitenkin vaikeaa arvioida tulevatko nämä huolet vaikuttamaan millään tavalla luonnonvarojen hyväksikäyttöön, ellei suurempia onnettomuuksia, kuten öljyvuo- toja, pääse tapahtumaan alueella. Arktiselta alueelta löytyy myös pienempiä alueellisia konflikteja, siitä kenelle alueen luonnonvarat kuuluvat (Ng ym. 2018). Osa luonnonvaroista sijaitsee alueilla, joiden oikeudet kuuluvat alkuperäiskansoille, minkä myötä luonnonvarojen hyödyntäminen näiltä

alueilta voi olla vaikeaa ja hitaan prosessin takana. Onkin siis näyttöä myös sille, että konfliktia voi syntyä paikallisen edun ja globaalien toimitusketjujen välille. (Ng ym. 2018.) Arktisen alueen koskemattoman ja haavoittuvaisen luonnon vuoksi olisi tärkeää, että alueelle saataisiin siitä kiinnostuneiden toimijoiden välille yhteistyötä sekä yhteiset säännöt (Dimitrios & Baxevani 2016), jotta esimerkiksi luonnonvarojen hyväksikäyttö ei turmelisi alueen luontoa ja vaikuttaisi negatiivisesti alueella asuviin alkuperäiskansoihin (Brubaker & Ragner 2010).

Arktinen alue on ollut jo pidempään suurvaltojen näyttämö. Geopoliittisesti jännittynein tilanne oli kylmän sodan aikaan, jolloin Venäjä ja USA valvoivat alueitaan tarkasti sukellusveneiden sekä strategisten pommikoneiden avulla (Didenko & Cherenkov 2018; Dimitrios & Baxevani 2016). Neuvostoliiton hajoamisen ja kylmän sodan loppumisen jälkeen sotilaallinen näkyvyys alueella väheni huomattavasti ja geopoliittiset jännitteet eri maiden välillä laskivat (Didenko & Cherenkov 2018). Viime vuosien aikana Venäjä on kuitenkin alkanut keskittämään taas lisää sotilaallista voimaa arktiselle alueelle (Dimitrios & Baxevani 2016). Jännitteet länsimaiden ja Venäjän välillä ovat kasvaneet vuoden 2014 Krimin sodasta lähtien ja olleet huipussaan siitä saakka, kun Venäjä hyökkäsi uudelleen Ukrainaan vuonna 2022. Arviot siitä, että sotilaallinen aktiivisuus on lisääntynyt arktisella alueella voi hankaloittaa ulkomaisten investointien saamista väylälle (Gunnarson & Moe 2021). Myöskään vallitsevasta geopoliittisesta tilanteesta johtuvat länsimaiden ja Venäjän väliset sanktiot ja vastasanktiot eivät edistä Koillisväylän käyttöä ja kehitystä kansainväliselle kauttakulkuliikenteelle (Gunnarson & Moe 2021).

Vallitsevan sotaisan maailmantilanteen myötä Kiinasta on tullut Venäjälle yhä tärkeämpi kumppani. Luonnonvarat ja energiapolitiikka ovat olleet yhteistyön ja kaupankäynnin vauhdittajina (Liu ym. 2024; Zhang 2011). Suorimmillaan tämä yhteistyö näkyy Yamal LNG -projektissa, jossa Kiina oli itse mukana investoijana (Pezard 2018) sekä toimittamassa aiemmin mainittuja Arc7 jäätökalitelttuja LNG-aluksia (Gunnarson & Moe 2021). Venäjän etäännyminen länsimaista on avannut Kiinalle mahdollisuuden monipuolistaa sen energiantuontia Venäjän kautta. Venäjästä onkin tullut jo suurin öljyn tuontimaa Kiinalle. (Liu ym. 2024.) Koillisväylästä on suunniteltu Kiinassa energiantuonnin kannalta tärkeää toimitusketjua, jolla tuontiliikennettä saataisiin ohjattua pois Intian valtameren ja Tyynen valtameren yhdistävästä Malakansalmen pullonkaulasta, jonka häiriöistä Kiina on ollut huolissaan (Zhang 2011; Liu ym. 2024).

Aiemmin tuli jo ilmi, että arktisen alueen kannalta olisi olennaista saada alueelle yhteistyötä ja yhteisiä sääntöjä, jotta alue olisi tasapainossa niin luonnonvarojen käytön, Koillisväylän käytön sekä kansainvälisten suhteiden osalta. (Dimitrios & Baxevani 2016.) Arktisen alueen maista koostuva

Arktinen neuvosto (engl. Arctic Council) voisi olla yksi arvokas foorumi edistämään arktisen alueen yhteistyötä (Dimitrios & Baxevani 2016; Kankaanpää & Young 2012). Arktinen neuvosto koostuu kahdeksasta perustajavaltiosta (engl. The Arctic 8), pysyvistä jäsenistä sekä tarkkailijajäsenistä (Stephen & Stephen 2020; Kankaanpää & Young 2012). Perustajavaltioihin kuuluvat Ottawan perustamisjulistuksen mukaisesti USA, Kanada, Venäjä, Suomi, Ruotsi, Norja, Tanska sekä Islanti (Stephen & Stephen 2012; Arctic Council 1996). Pysyviä jäseniä ovat arktisen alueen alkuperäiskansojen organisaatioita, jotka ovat aktiivisessa yhteistyössä perustajavaltioiden kanssa arktista aluetta koskevissa asioissa (Stephen & Stephen 2012). Tarkkailijajäseniin kuuluvat niin valtioita, kuten Ranska, Saksa, Japani, Kiina, hallitusten ja parlamenttien välisiä organisaatioita, kuten kansainvälinen merenkulun organisaatio IMO, sekä hallitusten ulkopuolisia organisaatioita (Arctic Council 2025).

Arktisen neuvoston konkreettinen päätäntävalta on kuitenkin rajattu vain perustajavaltioihin, joilla on ainoana ryhmänä äänestysoikeus neuvoston kokouksissa (Stephen & Stephen 2012). Arktinen neuvosto on pääasiassa foorumi, jolla ei ole kykyä tehdä velvoittavia sopimuksia eri toimijoiden välillä (Kankaanpää & Young 2012). Neuvosto pystyy ohjailemaan toimintaperiaatteita arktisella alueella erilaisten sopimusten avulla. Esimerkiksi etsintään ja pelastukseen liittyvä sopimus perustajajäsenien kesken oli hyvä edistysaskel meriliikenteen turvallisuuden parantamiselle alueella (Kankaanpää & Young 2012). Perustajajäsenet ovat kansainvälisen oikeuden puitteissa velvoitettuja noudattamaan sopimusta, mutta se ei kuitenkaan aseta valtioille pakottavia operatiivisia velvoitteita. Tämän takia puuttuva kyky tehdä jäseniä operatiivisiin toimiin pakottavia sopimuksia tai lakeja rajoittaa arktisen neuvoston toimivaltaa. (Kankaanpää & Young 2012; Stephen & Stephen 2012.) Arktisella neuvostolla voisi tulevaisuudessa olla suurempi rooli arktisen alueen vastuullisemman ja turvallisemman taloudellisen hyötykäytön puoltajana. Se kuitenkin vaatisi Ottawan perustamissopimuksen muuttamista niin, että neuvosto voisi tehdä myös velvoittavia ja käytännön toimintaan pakottavia sopimuksia ja lakeja jäsenilleen (Kankaanpää & Young 2012). Arktisella neuvostolla on kuitenkin paikkansa myös tulevaisuudessa, etenkin arvokkaan tutkimustiedon tuottajana sekä arktisen alueen keskustelun ja sopimisen foorumina.

Myös Suezin kanavan ympäristössä on ilmennyt geopoliittisia jännitteitä ja -ongelmia, kuten Huthi-kapinallisten hyökkäykset kansainvälisiä aluksia kohtaan (Mutschler ym. 2024). Hyökkäykset ovat aiheuttaneet sen, että Suezin kanavan läpi kulkevien alusten määrä laski vuosien 2023 ja 2024 aikana noin puolella. Laskenut alusten määrä on vähentänyt myös kanavan läpi kulkevien rahtitonien määrää noin 70 prosenttia. (UNCTAD 2024.) Alueen ongelmat ovat siis ajaneet

meriliikennettä pidemmille reiteille, esimerkiksi koko Afrikan kiertävälle reitille, mikä on nostanut muun muassa päästöjen määrää, polttoainekustannuksia sekä vakuutusmaksuja (UNCTAD 2024).

Niin kuin aikaisemmin tuli jo ilmi, vuosien 2022–2025 välisenä aikana Koillisväylän kauttakulku-käytön suurin ongelma on ollut kansainvälisten suhteiden ja luottamuksen hajoaminen etenkin Venäjän ja länsimaiden välillä. Väylä sitoutuu niin vahvasti venäläiseen infrastruktuuriin, kuten jäänmurtajiin ja navigointiapuihin, että luottamuksen mentyä, on ilmiselvää, ettei reittiä tässä tarkoituk-sessa ole haluttu käyttää monien maiden osalta. Ukrainan sodan jälkeisenä aikana reitin liikenne on-kin keskittynyt suurimmilta osin Venäjän sisäiseen liikenteeseen sekä luonnonvaroihin liittyviin määräpääkuljetuksiin (NSRIO 2022). Koillisväylän käytön tulevaisuuden kannalta olisi tärkeää, että Venäjän, Nato-maiden sekä Kiinan väliset geopoliittiset jännitteet eivät heijastuisi negatiivisesti arktiselle alueelle. On kuitenkin vaikeaa arvioida edes lähitulevaisuuteen, miten väylän kauttakulku-liikenne tulee avautumaan takaisin. Paljon riippuu siitä, milloin Venäjästä tulee taas kansainvälisesti luotettava toimija länsimaiden näkökulmasta.

#### **4.4 Meriliikenteen päästöjen vaikutus Koillisväylän liikennöintiin**

Aiemmassa kirjallisuudessa on usein ollut oletuksena, että Koillisväylän lyhyemmän reitin vuoksi kauttakulkuliikenteen päästöt vähentyisivät samassa suhteessa kuin polttoaineen kulutus (Moe ym. 2024; Liu & Kronbak 2010; Furuichi & Otsuka 2014). Oletus voi pitää paikkansa, mutta ei ole kuitenkaan koko totuus meriliikenteen päästöistä Koillisväylän ja arktisen alueen kontekstissa. Nimitäin kirjallisuudessa on myös tuotu esille, että päästöt voidaan eritellä tarkemmin, jolloin nähdään, että esimerkiksi hiilidioksidipäästöt (CO<sub>2</sub>) eivät ole ratkaisevimmat vaan arktisen alueen kannalta polttoaineista irtoava noki, rikkioksidit ja raskaat metallit voivat olla vielä haitallisempia (Zhang 2019; Ng ym. 2018; Lindstad 2016; Liu ym. 2024). Arktisen alueen osalta päästöjä tutkittaessa, niitä ei pitäisi yksinkertaistaa vain hiilidioksidipäästöiksi (Lindstad 2016), vaan täytyy ottaa huomi-oon kokonaisuus ja muidenkin vaikuttavien aineiden vaikutukset arktiselle alueelle.

Siitä kirjallisuus on kuitenkin yhtä mieltä, että Koillisväylän meriliikenteen lisääntyminen tulee lisäämään arktisen alueen kroonista saastumista (Lee & Kim 2015; Ng ym. 2018). Aiemmin käytiin läpi jo onnettomuuksien aiheuttamia vuotoriskejä, mutta niiden lisäksi myös jokapäiväisestä liikennöinnistä syntyy arktista aluetta kuormittavia päästöjä esimerkiksi noen ja pilssivesien vapautumi-sen muodossa (Ng ym. 2018; Sander ym. 2014). Näillä jokapäiväisillä saastuttamismuodoilla voi olla pitkällä aikavälillä paljon negatiivisemmat seuraukset kuin vuotoja aiheuttavilla onnettomuuksilla (Ng ym. 2018).

Yksi meriliikenteen päästöjen suurimmista ongelmista on se, että osa liikenteestä käyttää vielä polttoaineenaan polttoöljyä, joka on yksi saastuttavimmista polttoainevaihtoehdoista meriliikenteessä (Zhang ym. 2019). Viime vuosikymmenellä polttoöljy oli käytetyin meriliikenteen polttoaine arktisella alueella (ICCT 2017). Polttoöljystä irtoaa nokea, jonka on todettu olevan merkittävä tekijä ilmastomuutoksen kiihtymisessä arktisella alueella (Zhang ym. 2019). Noen laskeutuessa lumen tai jään päälle, se heikentää niiden heijastuskykyä, mikä taas lisää auringonvalon vaikutusta ja täten nopeuttaa ilmastonmuutosta arktisilla alueilla (Arctic Council 2009). IMO on kuitenkin puuttunut polttoöljyn käyttöön, sillä vuodesta 2024 polttoöljyn käyttö kiellettiin arktisilla vesillä (Arctic Council 2024). Arktisen neuvoston tutkimuksissa on kuitenkin noussut huoli siitä, että kiellon jälkeen osa käyttöön otetuista polttoaineista ovat olomuodoltaan vielä haastavampia rajata ja kerätä pois luonnosta vuodon sattuessa (Arctic Council 2024). Kauttakululiikennettä haitallisempia ympäristön kannalta ovat määränpääliikenne, jossa kuljetettavat aineet ovat usein ympäristölle riskialttiita, kuten malmi, hiilivety tai öljy (Guy & Lasserre 2016), sekä kalastuksesta aiheutuvat päästöt (Zhang ym. 2019).

Tutkimuksissa on laskemalla todettu, että konttialusten CO<sub>2</sub> päästöjä pystytään vähentämään noin 14–40 prosenttia per kontti (TEU), kun Suezin kanavan sijaan käytetään Koillisväylää, kun verraataan 4000 TEU:n konttialuksia (Moe ym. 2024; Furuichi & Otsuka 2014). On tietenkin tärkeää, että meriliikenteessä pystytään laskemaan globaaleja CO<sub>2</sub> päästöjä (Liu & Kronbak 2010), mutta arktisella alueella liikennöinnin lisääntyessä myös paikalliset päästöt lisääntyvät (Liu & Kronbak 2010; Sander ym. 2014). Lindstad ym. (2016) ja Liu ym. (2024) kuitenkin esittävät, ettei päästöjen vähentämisellä ole yleisesti merkitystä, jos käytössä on Koillisväylän lyhyempi matka ja puhtaammat polttoaineet, koska liikenteestä syntyvien päästöjen vaikutukset arktisella alueella ovat niin paljon merkittävämpiä ilmastonmuutoksen kannalta kuin muualla. Paikallistason päästöjen vaikutusten takia on myös esitetty, että arktisella alueella ja Koillisväylällä voitaisiin tuoda alueellisia päästörajoitteita, jotka olisivat tiukempia kuin globaalit standardit (Sander ym. 2014). Liu ym. (2024) tuovat myös esiin toistuvan skenaarion mahdollisuuden, jossa arktisen alueen jatkuva sulaminen tuo Koillisväylälle lisää liikennettä, mikä entisestään nopeuttaa arktisen alueen sulamista paikallisten päästöjen takia, mikä taas tekee väylästä jatkuvasti muilta osin houkuttelevamman etenkin kauttakululiikenteelle. Todennäköisyyttä tällaiselle skenaariolle on vaikeaa arvioida, mutta arktisen alueen ympäristön ja luonnon kannalta skenaario olisi täysin kestämaton.

IMO on asettanut tavoitteekseen, että meriliikenteessä ei enää käytettäisi kasvihuonekaasuja vuoteen 2050 mennessä (Liu ym. 2024). Tavoite on kunnianhimoinen, mutta tarvittu ilmastonmuutoksen hidastamiseksi. Tavoitteeseen päästäkseen meriliikenteen täytyy vaihtaa polttoaineita

puhtaampiin vaihtoehtoihin tai panostaa päästöjä vähentävään teknologiaan (Liu ym. 2024). Tämänhetkisistä polttoainevaihtoehdoista LNG olisi puhtaampi ja sitä tulisi suosia esimerkiksi arktisella alueella (Gunnarson & Moe 2021). Rosatom on ottanut tavoitteekseen markkinoida Koillisväylän käyttöä puhtaampana vaihtoehtona verrattuna Suezin kanavaan, kun käytössä on ydinvoimalla toimivia jäänmurtaajia ja LNG-käyttöisiä aluksia (Moe ym. 2024). Olemassa olevia ja puhtaampia polttoainevaihtoehtoja löytyy meriliikenteelle, mutta vastaan tulevat kustannus- ja saatavuus kysymykset (Zhang ym. 2019). Puhtaampien polttoaineiden jalostus on kalliimpaa, mikä näkyy myös niiden hinnoissa. Toisena vaihtoehtona on myös investoida teknologiaan, joka vähentää pakokaasujen päästöpitaisuuksia (Lack & Corbett 2012). Näillä vaihtoehdoilla on siis suorat vaikutukset meriliikenteen toimitusketjujen kustannuksiin, myös Koillisväylällä. Koillisväylän kannalta paikallisista päästöistä aiheutuva huoli saattaa vaikuttaa tulevaisuudessa tiukempaan alueelliseen regulaatioon, mikä nostaisi polttoaineeseen kuluja kustannuksia.

## 5 Johtopäätökset ja yhteenveto

Tässä kandidaatintutkielmassa pyrittiin esittämään Koillisväylän käytön mahdollisuuksia ja haasteita kattavasti, rajaten tarkastelun kuitenkin keskittymään kansainväliseen kauttakulkuliikenteeseen. Työssä käytiin läpi aluksi Koillisväylän historiaa ja ominaispiirteitä, jotka erottavat sen muista maailman merireiteistä. Vaikka Koillisväylän reitti on maantieteellisesti jopa 40 prosenttia lyhyempi Pohjois-Euroopan satamista Itä-Aasian satamiin, tarjoaa reitin uniikki toimintaympäristö paljon eri haasteita laivayhtiöille sekä -operaattoreille. Tutkielmassa yritettiin tunnistaa Koillisväylän kansainvälisen kauttakulkuliikenteen mahdollistavia tuotto- sekä kustannustekijöitä verrattuna reitin suurimpaan kilpailijaan, Suezin kanavaan. Koillisväylän kautta kulkevan meriliikenteen toimitusketjun tuottopotentiaaliin tunnistettiin kolme vaikuttavaa elementtiä: rahtihinnat, aluksen lastinkantokyky ja tuottavuus. Koillisväylän kilpailukyvyn kannalta tärkeimmiksi kustannustekijöiksi nousivat: pääoma- ja polttoainekustannukset sekä jäänmurtajamaksut.

Tarkastelemalla olennaisimpia tuotto- sekä kustannuselementtejä, saatiin hahmotettua kattava yleiskuva siitä, mitkä tekijät ovat Koillisväylän kilpailukyvyllä rajoittavia tekijöitä ja minkälaisessa markkinatilanteessa Koillisväylä on kilpailukykyinen Sueziin nähden. Samassa luvussa tarkasteltiin vielä aikaisempaa tutkimusta Koillisväylän kannattavuudesta ja vertailtiin niissä käytettyjä malleja. Mallien avulla voitiin ymmärtää paremmin myös erilaisten malleissa käytettyjen yksinkertaistuksien vaikutukset Koillisväylän kilpailukykyyn. Tämän jälkeen tutkittiin vielä Koillisväylän ja arktisen alueen ongelmakohtien vaikutusta kauttakulkuliikenteen toimitusketjuun. Muun muassa arktisen alueen sääolosuhteet, investointien tarve, alueen geopoliittinen tilanne ja meriliikenteen päästöjen vaikutukset tunnistettiin toimitusketjun ongelmakohtiksi.

Työn tarkoituksena oli löytää vastauksia kahteen tutkimuskysymykseen: ”Millaisia hyötyjä Koillisväylän käytöllä voi olla kansainväliselle merikuljetusten toimitusketjulle?” ja ”Millaisia ongelmakohtia Koillisväylän käytöllä voi olla kansainväliselle merikuljetusten toimitusketjulle?”. Koillisväylän kauttakulkuliikenteen kilpailukyvyn pohjana on maantieteellisesti merkittävästi lyhyempi reitti. Niin kuin aikaisemmin ilmeni, Koillisväylä lyhentää Pohjois-Euroopan ja Itä-Aasian satamien välistä etäisyyttä jopa 40 prosenttia verrattuna Suezin kanavan reittiin, tarjoten mahdollisuuden joko nopeammalle kuljetukselle tai hitaammalle ajonopeudelle. Molempien, nopeamman matka-ajan ja hitaamman ajonopeuden, voidaan katsoa tuovan hyötyä kansainväliselle merikuljetusten toimitusketjulle kustannussäästöjen muodossa. Hyödyissä on kuitenkin kyseessä pitkälti kustannussäästöjen realisoituminen, joka ainakaan vielä ei ole niin yksinkertaista aluksen operaattorin näkökulmasta.

Koillisväylän kauttakulkuliikenteen toimitusketjun kustannussäästöjen toteutuminen riippuu hyvin paljon siitä, onko reitti kilpailukykyinen Suezin kanavan reitin kanssa.

Koillisväylän kilpailukyvyyn tarkemmassa vertailussa todettiin selvästi, että väylä sopii paremmin bulkkialuksille kuin konttialuksille (Buixadé Farré ym. 2014). Tämä johtuu pitkälti Koillisväylän fyysisistä rajoitteista, kuten matalista salmista ja jäänmurtajien leveyksistä, jotka rajoittavat etenkin konttialusten kokoa ja siten myös lastinkantokykyä. Suezin kautta taas voi kulkea moninkertaisesti isompia konttialuksia, jotka nauttivat suurista mittakaavaeduista. Aiemmasta tutkimuksesta löytyy myös kuitenkin mallinnuksia, joissa konttialusten yhteiskäyttö Koillisväylällä ja Suezin reitillä on nähty kannattavaksi (Liu & Kronbak 2010; Furuichi & Otsuka 2015). Bulkkialukset taas pystyvät hyödyntämään Koillisväylän tarjoamaa lyhyempää reittiä kätevämmiin spot-markkinassa. Rahtihinnan nousu, korkeammat polttoainekustannukset ja Suezin tullimaksuja matalammat jäänmurtajamaksut nähtiin yleisesti auttavan Koillisväylän kilpailukykyä ja tuottopotentiaalia (Kiiski 2017).

Liikennettä Koillisväylälle voi ajaa myös Suezin kanavan ympäristössä lisääntyneet toimitusketjujen häiriöt, esimerkiksi Huthi-kapinallisten hyökkäykset meriliikennettä kohti Punaisella merellä. Tällaiset häiriöt ovat ajaneet suuren määrän liikennettä kiertämään Afrikan, mikä nostaa muun muassa reitin vakuutus- ja polttoainekustannuksia, ja vaikuttaen suoraan saataviin tuottoihin. Ilmastonmuutoksen aiheuttama jäänvetäytyminen ja yksivuotisen jään lisääntyminen mahdollistavat tulevaisuudessa yhä pidemmän operationaalisen kauden Koillisväylällä, mikä parantaa kauttakulkuliikenteen tuottopotentiaalia alustyyppistä riippumatta. Jos arktisen alueen sulaminen jatkuu samaa vauhtia ilmastonmuutoksen myötä, on vaikeaa kuvitella, etteikö Koillisväylä pidemmällä tulevaisuudessa, esimerkiksi vuonna 2050, houkuttelisi enenevässä määrin kansainvälistä kauttakulkuliikennettä, joka haluaa hyötyä reitin lyhyden tuomista kustannussäästöistä toimitusketjussa.

Koillisväylän kansainvälinen liikenne oli ottamassa vauhtia alleen 2010-luvulla, kunnes kansainvälinen liikenne pysähtyi suurilta osin vuonna 2022 Venäjän hyökättyä Ukrainaan. Tämän hetkinen vaikea poliittinen tilanne Venäjän ja Nato-maiden välillä on valitettavan hyvä esimerkki ongelmasta, joka voi pahimmillaan lopettaa väylän kansainvälisen liikenteen lähes kokonaan. Vallitseva tilanne uhkaa Koillisväylän kansainvälistä kauttakulkukäyttöä myös pidemmälle tulevaisuuteen. Koillisväylän infrastruktuuri, tärkeimpinä jäänmurtajat ja navigointi, on niin vahvasti sidonnainen Venäjään, että Venäjän täytyy olla kansainvälisesti luotettava toimija, jotta laivayhtiöt uskaltavat käyttää reittiä kansainvälisesti.

Geopoliittisia jännitteitä lisäävät myös arktisen alueen rikkaat luonnonvarat, jotka ovat todella tärkeä osa Venäjän taloutta. Viimeisen vuosikymmenen aikana myös Kiina on alkanut kiinnostua yhä

enemmän arktisen alueen luonnonvaroista, mikä on ajanut Venäjän ja Kiinan tekemään läheisempää yhteistyötä öljyn ja maakaasun parissa (Zhang 2011). Kiinalla ja Venäjällä on esimerkiksi yhteinen projekti: Yamal LNG, jonka avulla Kiina on saanut lisättyä tarvittua tuontienergiaa (Buixadé Farré ym. 2014). Muun muassa Yamal LNG -projektin myötä Koillisväylästä on suunniteltu Kiinassa energiantuonnin kannalta tärkeää toimitusketjua (Liu ym. 2024). Venäjä toivookin, että syventynyt yhteistyö Kiinan kanssa johtaisi Koillisväylän infrastruktuuriin kohdistuviin kiinalaisiin investointeihin. Venäjän kunnianhimoiset suunnitelmat Koillisväylän liikennemäärien nousun suhteen eivät nimittäin ole kauhean kestäviä, ellei väylän infrastruktuuria päivitetä vastaamaan toivottuja liikennemääriä esimerkiksi satamien sekä etsintä- ja pelastuspalveluiden osalta.

Muita merkittäviä ongelmia Koillisväylällä voivat aiheuttaa muun muassa ankarat sää- ja jääolosuhteet, jotka voivat pahimmillaan aiheuttaa päivien viivästymisiä aluksille, sekä onnettomuuksia. Lastin- ja polttoaineenvuoto-onnettomuuksia pelätään arktisella alueella hyvästä syystä, sillä myrkkysten vuotaminen vesistöön olisi koskemattoman ja aran luonnon kannalta todella haitallista. Tutkimuksessa tuli kuitenkin ilmi, että krooninen paikallinen saastuttaminen on vielä pahempi asia arktisen alueen ekosysteemeille verrattuna yksittäisiin vuoto-onnettomuuksiin (Ng ym. 2018). Jos liikenne Koillisväylällä lisääntyisi merkittävästi niin kuin Venäjä on ennustanut ja toivonut, se tulisi lisäämään merkittävästi paikallisia päästöjä, joilla on arktisella alueella paljon suuremmat vaikutukset kuin muualla. Meriliikenteestä syntyvät noki- ja pilssivesipäästöt myös nopeuttavat osaltaan ilmastonmuutosta arktisella alueella (Sander ym. 2014). Toisaalta Koillisväylän käyttö lyhyemmän matkan myötä vähentää alusten CO<sub>2</sub> päästöjä verrattuna Suezin kanavaan käyttöön. Tästä syystä myös kirjallisuudessa on esitetty vaihtelevaa tietoa siitä, minkälaiset vaikutukset päästöillä olisi, jos Koillisväylää käytettäisiin enemmän, koska kaikissa tutkimuksissa ei oteta huomioon päästöjen, joko globaalia- tai alueellista kontekstia.

Ilmastonmuutos ja Venäjän kunnianhimoiset suunnitelmat Koillisväylän liikennemäärien kasvattamiselle enteilevät hyvää myös kansainvälisen kauttakulkuliikenteen osalta. Venäjän kalliit investoinnit uusiin ja suurempiin jäänmurtajiin osoittavat myös maan sitoutuneisuutta väylän avaamiselle ympärivuotiseen käyttöön. Koillisväylän- ja arktisen alueen luonnonvarojen käyttöä tulee kuitenkin tulevaisuudessa edistää niin, ettei ympärillä oleva ainutlaatuinen ympäristö kärsisi taloudellisen edun tavoittelussa. Tässä asiassa Arktinen neuvosto voisi ottaa vielä suurempaa roolia (Kankaanpää & Young 2012) ja laajentaa toimivaltuuksiaan pelkästä foorumista, sopimusten toimeenpanoa valvovaksi elimeksi. Se, miltä Koillisväylän kansainvälisen kauttakulkuliikenteen tulevaisuus näyttää vuonna 2030 riippuu paljon, siitä millainen Venäjä silloin on. Jos poliittinen tilanne on ratkennut ja Venäjään voidaan taas kansainvälisesti luottaa, voisi kansainvälinen kauttakulkuliikenne

mahdollisesti alkaa tasaisesti lisääntymään lähitulevaisuudessa, samalla tavalla kuin 2010-luvulla. Mikäli arktisen alueen sulaminen jatkuu samaa vauhtia ilmastonmuutoksen myötä ja muut tekijät, kuten tarvittavan infrastruktuurin kehittyminen liikennemäärien mukaisesti, eivät vaikuta negatiivisesti Koillisväylän tuottopotentiaaliin, on vaikeaa kuvitella, etteikö Koillisväylä pidemmällä tulevaisuudessa, esimerkiksi vuonna 2050, olisi kannattava.

Viimeisten kahden vuosikymmenen aikana kilpailukykyyn olennaisesti vaikuttavissa tekijöissä, kuten jäänmurtajamaksuissa, jäätilanteessa ja geopoliittisessa kokonaisuudessa, on tapahtunut merkittäviä muutoksia, mikä voi tehdä esimerkiksi 2010-luvulla tehdyistä tutkimuksista osaltaan vanhentuneita. Tästä syystä Koillisväylän kansainvälisen kauttakulkuliikenteen kannattavuutta merireittinä tulisi jatkossa tutkia niin, että suuresti muuttunut geopoliittinen tilanne otetaan huomioon. Geopoliittisen tilanteen merkitystä kannattavuudelle ei ole otettu huomioon aikaisemmassa tutkimuksessa riittävästi. Toinen tulevaisuuden tutkimuskulma aiheeseen voisi olla uusien päästöihin liittyvien teknologioiden sekä puhtaampien polttoaineiden merkityksiä Koillisväylän kannattavuudelle. Viitteitä sille, että paikallisten päästöjen määrä nousee huomattavasti, kun liikennettä Koillisväylällä lisätään, enteilee sitä, että puhtaammille polttoaineille ja uudelle teknologialle on tulevaisuudessa tarvetta. Kohti puhtaampia polttoainevaihtoehtoja ajaa myös IMO:n asettama polttoöljyn kieltö. Jatko-tutkimusta voitaisiin siis tehdä laajemmin Koillisväylän ulkoisten tekijöiden vaikutuksesta sen kannattavuuteen kansainvälisenä merireittinä.

## Lähteet

- AMAP (2008). Arctic Oil and Gas 2007. Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP) Oslo, Norway.
- Arctic Council (1996) Ottawa Declaration. haettu 3.12.2025.
- Arctic Council (2009). Arctic Marine Shipping Assessment 2009 Report. <https://oaarchive.arctic-council.org/handle/11374/54>, haettu 7.12.2025.
- Arctic Council (2024). The Changing Tides of Arctic Shipping: How New Fuels Impact the Arctic. [The changing tides of Arctic shipping: how new fuels impact the Arctic | Arctic Council](#), haettu 8.12.2025.
- Arctic Council (2025). [The Arctic Council | Arctic Council](#), haettu 8.12.2025.
- Benz, L., Münch, C., Hartmann, E. (2021). Development of a search and rescue framework for maritime freight shipping in the Arctic. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*. Vol. 152. 54 – 69.
- Blunden, M. (2012). Geopolitics and the Northern Sea Route. *International Affairs*. Vol. 88. 115 – 129
- Bourbonnais, P., & Lasserre, F. (2015). Winter shipping in the Canadian Arctic: toward year-round traffic? *Polar Geography*, 38, Vol.1, 70–88.
- Brubaker, R. D., & Ragner, C. L. (2010). A review of the International Northern Sea Route Program (INSROP) – 10 years on. *Polar Geography*, Vol. 33, 15–38.
- Buixadé Farré, A., Stephenson, S.R., Chen, L., Czub, M., Dai, Y., Demchev, D., Efimov, Y., Graczyk, P., Grythe, H., Keil, K., Kivekäs, N., Kumar, N., Liu, N., Matelenok, I., Myksvoll, M., O’Leary, D., Olsen, J., Pavithran.A.P., S., Petersen, E., Raspotnik, A., Ryzhov, I., Sol-ski, J., Suo, L., Troein, C., Valeeva, V., van Rijckevorsel, J., Wighting, J. (2014). Commercial Arctic shipping through the Northeast Passage: routes, resources, governance, technology, and infrastructure. *Polar Geography*. Vol. 37. 298 – 324.
- Bukharin, O. (2006) Russia’s Nuclear Icebreaker Fleet. *Science & Global Security: The technical Basis for Arms Control, Disarmament, and Non-proliferation Initiatives*, Vol. 14 (1), 25-31.
- CHNL, (2024). Transit voyages at the NSR in 2024. [Transit voyages at the NSR in 2024. | Northern Sea Route Information Office](#), haettu 7.12.2025.
- CHNL, (2025a). Update on LNG Export from the Yamal LNG Project for June – August 2025. [Update on LNG Export from the Yamal LNG Project for June – August 2025 - Centre for High North Logistics](#), haettu 14.10.2025.

- CHNL, (2025b). LNG Export from the Yamal LNG Project in 2024. [LNG Export from the Yamal LNG Project in 2024 - Centre for High North Logistics](#), haettu 20.11.2025.
- CHNL (2025c). Main results of NSR Transit Navigation in 2025. [Main Results of NSR Transit Navigation in 2025 - Centre for High North Logistics](#), haettu 11.12.2025.
- Didenko, N., Cherenkov, V. (2018). Economic and geopolitical aspects of developing the Northern Sea Route. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. Vol. 180.
- Dimitrios, D., Baxevani, E. (2016). Arctic in the Global Warming Phenomenon Era: New Maritime Routes & Geopolitical Tensions. *New maritime routes: origins, evolution and prospects*.
- Dumanskaya I.O. (2019) Dependence of the modern icebreaker fleet from ice conditions on the Russian seas. *Transport*, Vol. 5, 11-22.
- Furuichi, M., Otsuka, N. (2015). Proposing a common platform of shipping cost analysis of the Northern Sea Route and the Suez Canal Route. *Maritime Economics & Logistics*, Vol.17, 9–31.
- Germond, B. (2015). The geopolitical dimension of maritime security. *Marine Policy*, Vol. 54. 137 – 142.
- Gunnarsson, B., & Moe, A. (2021). Ten Years of International Shipping on the Northern Sea Route: Trends and Challenges. *Arctic Review on Law and Politics*, Vol.12, 4–30.
- Guy, E., & Lasserre, F. (2016). Commercial shipping in the Arctic: new perspectives, challenges and regulations. *Polar Record*, 52. Vol 3, 294–304. doi:10.1017/S0032247415001011
- Hill, E., LaNore, M. & Véronneau, (2015) Northern sea route: an overview of transportation risks, safety, and security. *Journal of Transportation Security*, Vol. 8, 69–78.
- IMO, (2017) International Code for Ships Operating in Polar Waters (Polar Code). [International Code for Ships Operating in Polar Waters \(Polar Code\)](#), haettu 13.10.2025.
- International Council on Clean Transportation (ICCT) (2017). Prevalence of Heavy Fuel Oil and Black Carbon in Arctic Shipping, 2015 to 2025. [Black carbon emissions and fuel use in global shipping, 2015](#), haettu 7.12.2025.
- Kankaanpää, P., Young, O. (2012). The effectiveness of the Arctic Council. *Polar Research*. Vol. 31.
- Kiiski, T. (2017) Feasibility of Commercial Cargo Shipping Along The Northern Sea Route. Turun yliopisto. Turun kauppakorkeakoulu.
- Lack, D., Corbett, J. (2012). Black carbon from ships: a review of the effects of ship speed, fuel quality and exhaust gas scrubbing. *Atmospheric Chemistry and Physics*. Vol. 12. 3985 – 4000.

- Lasserre, F. (2014). Case studies of shipping along Arctic routes. Analysis and profitability perspectives for the container sector. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*. Vol. 66. 144 – 161.
- Lee, T., Kim, H. (2015). Barriers of voyaging on the Northern Sea Route: A perspective from shipping Companies. *Marine Policy*, Vol. 62, 264–270.
- Liu, H., Mao, Z., Zhang, Z. (2024). From melting ice to green shipping: navigating emission reduction challenges in Arctic shipping in the context of climate change. *Frontiers in Environmental Science*.
- Liu, M. & Kronbak, J. (2010) The potential economic viability of using the Northern Sea Route (NSR) as an alternative route between Asia and Europe. *Journal of Transport Geography*, Vol. 18, 434–444.
- Moe, A., Andreeva, S., & Gunnarsson, B. (2024). More or Less Ice? Shipping in the Russian Arctic and the Role of Climate Change. *Arctic Review on Law and Politics*, Vol.15, 130–152.
- Mutschler, M., Bales, M., Meininghaus, E. (2024). The impact of precision strike technology on the warfare of non-state armed groups: case studies on Daesh and the Houthis. *Small Wars & Insurgencies*. Vol. 35. 1123 – 1150.
- Ng, A., Andrews, J., Babb, D., Lin, Y., Becker A. (2018). Implications of climate change for shipping: Opening the Arctic seas. *Climate Change*, Vol. 9.
- NSRIO (2021) Transit voyages on the NSR in 2021. [Transit voyages on the NSR in 2021. The results as of the current date. | Northern Sea Route Information Office](#), haettu 14.10.2025.
- NSRIO (2022) Shipping traffic at the NSR in 2022. [Shipping traffic at the NSR in 2022 | Northern Sea Route Information Office](#), haettu 14.10.2025.
- PAO Novatek (2018) Yamal LNG Reached Full Capacity. [https://www.novatek.ru/en/investors/events/?id\\_4=2869](https://www.novatek.ru/en/investors/events/?id_4=2869), haettu 13.10.2025.
- Perovich, D., Meier, W., Tschudi, M., Hendricks, S., Petty, A.A., Divine, D., Farrel, S., Gerland, S., Haas, C., Kaleschke, L., Pavlova, O., Ricker, R., Tian-Kunze, X., Webster, M., Wood, K. (2021). Arctic Report Card 2020: Sea Ice.
- Pezard, S., (2018). The new geopolitics of the Arctic: Russia's and China's Evolving Role in the Region. *Rand Corporation*.
- Riska, K. (2010) Design of ice breaking ships. Technical Report. ILS Oy, Helsinki, Finland & University of Science and Technology, Trondheim, Norway.
- Sander, G., Gille, J., Stepien, A., Koivurova, T., Thomas, J., Gascard, JC., Justus, D. (2016). Changes in Arctic maritime transport. *The changing Arctic and the European union*. 81 – 114.

- Solakivi, T., Kiiski, T., Ojala, L. (2018). The impact of ice class on the economics of wet and dry bulk shipping in the Arctic waters. *Maritime Policy & Management*. Vol. 45. 530 – 542.
- Stephen, M., Stephen, K. (2020). The Integration of Emerging Powers into Club Institutions: China and the Arctic Council. *Global Policy*. Vol. 11. 51 – 60.
- Stephenson, S.R., Smith, L.C., Brigham, L.W. ym. (2013). Projected 21st-century changes to Arctic marine access. *Climatic Change*. Vol. 118, 885–899.
- Suez Canal Authority (2024). Circular No. (8/2023). [SCA - Circular No. \(8/2023\)](#), haettu 8.12.2025.
- Tikka, K., Riska, K. & Liu, S. (2008). Tanker design considerations for safety and environmental protection of Arctic waters: Learning from past experience. *WMU Journal of Maritime Affairs*, Vol 7, 189–204.
- UNCTAD (UN Trade and Development) (2024) [Review of Maritime Transport 2024 | UN Trade and Development \(UNCTAD\)](#), haettu 10.12.2025.
- USGS (2008). Circum-Arctic Resource Appraisal: Estimates of Undiscovered Oil and Gas North of the Arctic Circle. [USGS Fact Sheet 2008-3049](#), haettu 8.12.2025.
- Zhang, Q., Wan, Z., Hemmings, B., Abbasov, F. (2019). Reducing black carbon emissions from Arctic shipping: Solutions and policy implications. *Journal of Cleaner Production* 241.
- Zhang, Z., (2011). China's energy security, the Malacca dilemma and responses. *Energy Policy*. Vol. 39. 7612 – 7615.