



Skýrsla nr. C19:06  
Siglingar á norðurslóðum – Ísland í  
brennidepli  
desember 2019

**HAGFRÆÐISTOFNUN**



HÁSKÓLI ÍSLANDS

Hagfræðistofnun Háskóla Íslands

Odda v/Sturlugötu

Sími: 525-5284

Heimasíða: [www.hhi.hi.is](http://www.hhi.hi.is)

Tölvufang: [ioes@hi.is](mailto:ioes@hi.is)

Skýrsla nr. C19:06

Siglingar á norðurslóðum – Ísland í brennidepli

desember 2019

## Formáli

Skýrslan, sem hér fer á eftir, er unnin að beiðni fjármálaráðuneytisins. Hún er hluti af rannsóknarverkefni Háskóla Íslands á sviði Norðurslóðafraeða, en Lagastofnun hefur einnig unnið að rannsóknum á þessu sviði. Jónas Atli Gunnarsson hagfræðinemi setti upp þyngdarafslíkan sem spáir fyrir um umferð gámaflutningaskipa um norðurslóðir. Anna Guðrún Ragnarsdóttir hagfræðingur aflaði heimilda og lagði drög að aðferðum við að bera saman kostnað við siglingaleiðir. Sigurður Björnsson hagfræðingur tók við verkefninu og hnýtti saman það sem þegar hafði verið gert, bætti við vangaveltum um kostnað og ábata Íslands og fleira.

Jóni Þorvaldi Heiðarssyni, lektor við Háskólann á Akureyri, Guðbjörgu Ríkeyju Hauksdóttur, stjórn málafræðingi og Kára Kristjánssyni hagfræðingi eru færðar sérstakar þakkir fyrir góðar ábendingar.

Skýrslan var að mestu tilbúin í lok árs 2018, en síðan hafa nokkrir kaflar hennar verið endurskoðaðir.

Reykjavík, í desember 2019,

Sigurður Jóhannesson.

## Ágrip

Markmið þessarar skýrslu er að auka skilning á áhrifum loftslagsbreytinga á norðurslóðum á íslenskt efnahagslíf. Getur verið að í þessum breytingum felist sóknarfæri fyrir Íslendinga? Borgar sig að umskipa farmi skipa úr Íshafssiglingum á Íslandi? Hvaða áhrif myndi umskipunarhöfn hafa á þjóðarhag?

Hingað til hefur ís hamlað siglingum um Norður-Íshaf. En þegar hlýnar í veðri og hafís hörfar má nýta þessa siglingaleið. Það fer eftir hnattrænni stöðu upphafs- og áfangastaðar hvort styttra er að sigla yfir Íshafið en að fara hefðbundnar leiðir um Súezskurð eða Panamaskurð. Skoðað er hvernig sérfræðingar sjá fyrir sér þróun mála. Hagfræðistofnun setti upp *þyngdarafslíkan* til að spá fyrir um fjölda gámaflutningaskipa sem fara mundu um Íshafið þegar fram líða stundir. Spá líkansins ræðst af framleiðslu á upphafsstað og endastað og fjarlægð á milli – en sumar fjarlægðir styttest þegar farið er um Íshafið. Einnig er rýnt í vangaveltur fræðimanna um siglingar með heilfarm. Þá flytja sérútbúin skip til dæmis olíu eða gas í geymum.

Ef siglingar um Norður-Íshafið reynast hagkvæmar þarf að byggja upp innviði til þess að þjóna skipum sem fara um það. Líkast til þarf að fara á sérstyrktum skipum, jafnvel í kjölfar ísbrjóta, til þess að verjast ísi á leiðinni. Styrkt skip fara hægar en hefðbundin skip og þau eru dýrari í rekstri, svo að hagkvæmt getur verið að umskipa gámum í hraðskreiðari og ódýrari skip þegar komið er úr ísnum.

Ef hagkvæmara væri að umskipa á Íslandi en annars staðar gætu Íslendingar reynt að ná hluta ávinningsins til sín með hafnargjöldum. Líklegt er að nokkur byggð rísi í grennd við umskipunarhöfn.

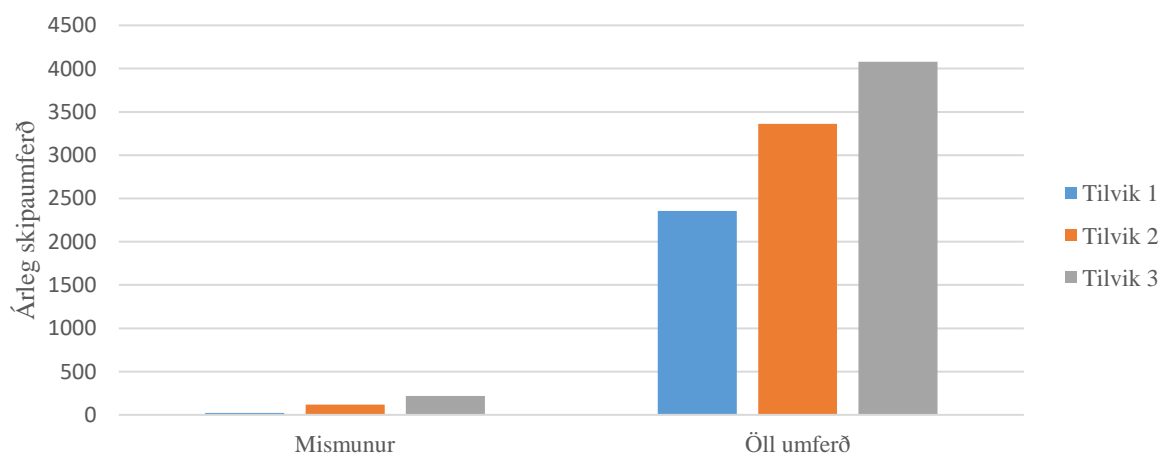
Eins og sakir standa eru skiptar skoðanir um hag af Íshafssiglingum meðfram Síberíuströndum (norðausturleið), en nokkur samhljómur er um að þær gætu orðið ábatasamar síðar meir. Í nokkrum rannsóknum hefur verið skoðað hvort dýrara er að fara um Íshafið eða Súezskurð. Fáir geta sér til um fjölda skipa en að minnsta kosti fjögur dæmi eru um slíkar spár. Í einni spánni er gert ráð fyrir að um 1,4 milljónir gámaeininga<sup>1</sup> fari yfir Íshafið árið 2030, en það jafngildir um 480 gámaflutningaskipum. Sumarið 2050 er gert ráð fyrir að skipin verði orðin um 850 og að þau beri um 2,5 milljónir gámaeininga. Hóflegrar bjartsýni gætir um aðstæður og tækniþróun, en gert er ráð fyrir háu olíuverði og að ekki verði siglt nema tæpan þriðjung ársins.

---

<sup>1</sup> Gámaeining er ígildi 20 feta gáms, eða um 7 metra, e. TEU.

Í annarri spá er gert ráð fyrir mun meiri umferð um Íshafið, eða alls um 10.000 skipum á ári, þar af 3.000-4.000 gámaskipum, jafnvel á allra næstu árum. Þá er reiknað með að hafís hopi hraðar en í spánni, sem áður var nefnd, og að siglingatækni taki örari framförum. Einnig er gert ráð fyrir að norðausturleiðin komi að fullu í stað Súezleiðar (sé fullkominn staðgengill), öll skip fari með öðrum orðum norðausturleiðina ef það er ódýrara. Í þriðju spánni er gert ráð fyrir mismiklum hagvexti, mismikilli breytingu á flæði flutninga um norðausturleið og að náttúruauðlindir á Norðurslóðum séu nýttar mismikið. Út frá þessum forsendum er áætlað að árið 2015 fari 200-800 gámaflutningaskip fari nærri ströndum Alaska um norðausturleið. Í fjórðu spánni er ályktað út frá spá um aukningu viðskipta vegna opunar norðausturleiðar að 200-400 skip fari leiðina á ári hverju.

Í spá Hagfræðistofnunar er miðað við að einunigs ný skip fari um Íshafið fyrstu árin, það er að segja skip sem ekki eru í siglingum milli heimsálfa núna. Sú forsenda kemur meðal annars til vegna tregðu manna við að breyta siglingaleiðum og óvissu um núverandi afkastagetu hafna á siglingaleiðinni. Viðbótin er líklega nokkur hundruð gámaskip á ári. Þegar fram líða stundir má hins vegar gera ráð fyrir að sífellt fleiri skip fari norðausturleiðina, ef hún er á annað borð hagkvæmari. Þá má gera ráð fyrir að þúsundir skipa fari um Íshafið á ári, þó að tafir og fleiri kostnaðarliðir við Íshafssiglingar hafi verið teknir með í reikninginn. Skipunum fjölgar eftir því sem tíminn líður, Íshafið verður greiðfærara og hægt er að sigla um það lengri hluta úr ári. Á myndinni hér að neðan má annars vegar sjá skipaumferð sem bætist við milli Vestur-Evrópu og Japans þegar fært verður um Íshafið, og hins vegar allar hagkvæmar siglingar á þessari leið. Aðeins virðist hagkvæmt að sigla um Íshafið til Japans. Í tilviki *eitt* er horft til meðalfjölda siglinga á hverju ári næsta áratuginn, í tilviki *tvö* er svo litið til næstu 15 ára þar á eftir en í tilviki *þrjú* er skipaumferð á ári metin þegar meira en 25 ár eru liðin.



Sérfræðingar eru bjartsýnni á flutninga með tankskipum en gámaflutninga um Íshafið. Gámaflutningar krefjast mikillar nákvæmni í tímasetningum og erfitt er að vera nákvæmur þegar siglt er um jafnvarasamar slóðir og Íshafið. Yfirleitt er líka fengur að því að geta losað gáma og lestað öðru hverju á löngum siglingaleiðum, og tryggja þannig sem besta nýtingu skipa, en lítil færi gefast til þess í Íshafssiglingum. Flutningar í tankskipum með náttúruafurðir, til að mynda gas og olíu, eru ekki háðir jafnströngum tímamörkum og gámaflutningar. Nú þegar er nokkur vinnsla á jarðefnaeldsneyti í Síberíu og undan ströndum hennar og byggst hafa innviðir í tengslum við vinnsluna. Farminum er þá oft og tíðum umskipað í Múrmansk, ef honum er umskipað á annað borð.

Skóðað var hvort Ísland væri álitlegur staður til þess að þjóna Íshafssiglingum og bornir saman nokkrir kostir. Einn þeirra er að skip sigli hingað til lands og varningi sé umskipað í íslenskri höfn. Annar kostur er að varningi sé umskipað á Svalbarða (þá er farin miðleið um Íshafið) eða á meginlandi Noregs (þá er norðausturleið farin eða miðleið). Í báðum þessum dæmum er siglt með varninginn frá umskipunarhöfn til meginlands Evrópu með venjulegum skipum. Þriðji kosturinn er að sigla alla leið frá Asíu til meginlands Evrópu án þess að koma í land og án þess að umskipa varningi. Þá er skóðað hvort Ísland hefur forskot á einhverjum sviðum hafnargerðar og hvort það gæti leitt til þess að ódýrara yrði að umskipa vörum hér en í öðrum löndum. Eftir því sem skip í Íshafssiglingum þurfa að taka á sig lengri krók til að koma til Íslands verður umskipunargjaldið að vera lægra svo að það borgi sig að koma hingað yfirleitt. En takmörk eru fyrir því hve lágt umskipunargjald má vera ef höfnin á að standa undir sér.

Gert er ráð fyrir að tekjur skipafélaga séu óháðar siglingaleið og að fastur kostnaður á siglingu sé jafnmikill, hvar sem umskipað er. Ef það er gert þarf eingöngu að bera saman breytilegan kostnað í siglingunum. Í töflu hér á eftir má sjá niðurstöður útreikninga á breytilegum flutningskostnaði eftir því hvort varningi er umskipað á Íslandi, á meginlandi Noregs eða á Svalbarða eða þá ef varningnum er alls ekki umskipað – með öðrum orðum að skip sigli alla leið til meginlands Evrópu með farminn.

	<b>Kostnaður (\$/gáma- einingu)</b>	<b>Umskipunar- gjald (\$/gáma- einingu)</b>	<b>Heildar- kostnaður (\$/gáma- einingu)</b>	<b>Kostnaðar- munur (\$/gáma- einingu)</b>	<b>Hlutfall kostnaðar- munar</b>
<b>Innri norðausturleið, 4.330 gámaeiningar</b>					
<b>Umskipað á Íslandi</b>	168	60	218		
<b>Umskipað í N-Noregi</b>	92	60	152	-66	-30%
<b>Beint til Rotterdam</b>	146	0	146	-72	-33%
<b>Innri norðausturleið, 4.330 gámaeiningar*</b>					
<b>Umskipað á Íslandi</b>	113	60	173		
<b>Umskipað í N-Noregi</b>	92	60	152	-21	-12%
<b>Beint til Rotterdam</b>	77	0	77	-96	-55%

\*Ekki er notast við ísstyrkt skip á leið yfir Norður-Íshaf.

	<b>Kostnaður (\$/gáma- einingu)</b>	<b>Umskipunar- gjald (\$/gáma- einingu)</b>	<b>Heildar- kostnaður (\$/gáma- einingu)</b>	<b>Kostnaðar- munur (\$/gáma- einingu)</b>	<b>Hlutfall kostnaðar- munar</b>
<b>Miðleið</b>					
<b>Umskipað á Íslandi</b>	166	60	216		
<b>Umskipað á Svalbarða</b>	106	60	169	-47	-22%
<b>Umskipað í N-Noregi</b>	175	60	235	19	9%
<b>Beint til Rotterdam</b>	173	0	173	-43	-20%

Eins og sjá má er Ísland aldrei hagstæðasti kosturinn. Munurinn er um 50 -100 \$/gámaeiningu á kostnaði við að umskipa á Íslandi og hagstæðasta kosti. Gert er ráð fyrir að umskipunarkostnaður sé 60 \$/gámaeiningu. Það þýðir að Ísland þyrfti að gefa verulegan afslátt af umskipunargjaldi til þess að verða samkeppnisfært, en það mundi jafnvel ekki duga. Víðast hvar benda útreikningar til þess að hagstæðast sé að umskipa ekki – með öðrum borgi sig að sigla á styrktum skipum á leiðarenda. Við þetta má bæta að samkvæmt sambærilegum útreikningum borgar sig ekki heldur að umskipa hér á landi ef ferðinni er heitið til Norður-Ameríku. Hagstæðara er að umskipa á Svalbarða en hér. Um það bil jafnhagstætt er að umskipa þar og að sigla norðvesturleiðina alla á ísstyrktu skipi.

Ef áfram hlýnar og hafís heldur áfram að hörfa, þannig að aðstæður á miðleið verði á endanum góðar, liggur beint við að fara hana. Miðleiðin er stutt og án takmarkana um djúpristu. Þess vegna mætti fara hana á mjög stórum skipum og nýta hagkvæmni stærðar þannig til fullnustu. Þar gæti Ísland haft samkeppnisforskot vegna heppilegs hafnarstæðis í Finnafirði og dýptartakmarkana í öðrum höfnum. En hér er horft langt fram í tímann. Í töflunni hér fyrir neðan má sjá samantekt á því hvað ræður mestu um kostnað við rekstur hafna. Athugaðir eru þrír staðir og skoðað hvað mælir með hverjum stað og hvað mælir á móti. Plús merkir jákvætt, mínus merkir neikvætt og núll merkir hlutlaust.

Þáttur	Ísland	Kirkenes	Svalbarði
Náttúrulegar aðstæður til hafnargerðar	+	-	-
Raforkukostnaður	+	-	-
Eldsneyti á skip	0	0	0
Orkuskipti skipa yfir í raforku	+	-	-
Staða innviða	+	+	-
Launakostnaður	0	0	0

Rýnt var í afkomu hafna í grannlöndum Íslands. Stærðarhagkvæmni virðist vera töluverð í hafnarrekstri. Hagnaður vex um um rúm 20% á hverja milljón gámaeininga sem fer um höfn á ári. Greinilega skiptir miklu að umferð sé mikil um höfn, ef hún á að bera sig.

Að lokum er horft á áhrif umskipunarhafnar á byggð í næsta nágrenni. Skoðað er hversu stór byggðarkjarni gæti byggst upp í kringum höfnina. Litið er á störf við höfnina sem *grunnstörf*, og gert ráð fyrir að önnur atvinna verði til utan um þau. Grunnstörf eru störf við „útflutning“ á vörum og þjónustu úr héraði (við veiðar, fiskvinnslu, málmbræðslu, hótél, hafnir). Þau laða allajafna að sér störf við þjónustu við heimamenn (í verslun, bönkum, ráðgjöf, opinberri þjónustu o.fl.). Áætlað hlutfall allra starfa af grunnstörfum er margfaldað með líklegum fjölda grunnstarfa við höfn. Útkoman er síðan nýtt til þess að áætla íbúafjölda. Í töflu hér að neðan má sjá áætlun um íbúafjölda við umskipunarhöfn á Íslandi miðað við að hún yrði annars vegar álíka stór og í Sines í Portúgal, en hins vegar er gert ráð fyrir að öll skip sem bætast við í Asíusiglingum þegar leiðin styttist komi í höfn hér á landi þegar miðað er við tilvik 3 fyrir norðausturleið og miðleið. Skoðuð eru tvö dæmi. Annars vegar er reiknað með að hlutfall grunnstarfa af öllum störfum á landsbyggðinni sé 43% (mæling frá landsbyggðinni í heild) og hins vegar að hlutfallið sé 65% (mæling frá Austurlandi).



	Heildarfjöldi starfa		Íbúafjöldi þorps	
	43%	65%	43%	65%
<b>M.v. að höfn sé jafnstór og í Sines í Portúgal</b>	400	270	720	490
<b>M.v. að öll skip sem HHÍ spáir að fari NA-leið umskipi hér</b>	260	170	460	310
<b>M.v. að öll skip sem HHÍ spáir að fari miðleið umskipi hér</b>	580	380	1.050	680

*Byggt á spá Hagfræðistofnunar um skipaumferð.*

Aðeins er ætlunin að gefa hugmynd um samband skipaumferðar og byggðar, en eins og áður kom fram virðist umskipunarhöfn á Íslandi vera úr leið fyrir skip í Íshafssiglingum, að minnsta kosti næstu áratugina. Hæpið virðist að siglingar um Íshafið skapi grundvöll fyrir rekstur umskipunarhafnar á Íslandi á næstunni.

# Efnisyfirlit

Formáli.....	3
Ágrip.....	4
Efnisyfirlit.....	10
1 Inngangur .....	12
1.1 Um norðurslóðir.....	12
1.1.1 Norðurslóðir í víðum skilningi .....	12
1.1.2 Átta lönd ná norður fyrir heimskautsbaug.....	12
1.1.3 Hafís hopar hratt á komandi áratugum .....	12
1.2 Viðfangsefni og uppbygging skýrslu .....	15
1.2.1 Viðfangsefni .....	15
1.2.2 Uppbygging skýrslu.....	16
2 Siglingaleiðir gámaflutningaskipa.....	17
2.1 Þrjár meginleiðir yfir Íshaf.....	17
2.2 Hvaða leið er styst: um Súezskurð, norðausturleið eða miðleið? .....	18
2.2.1 Enn fara fá skip um Íshafið.....	19
2.3 Siglingatími er óviss í Íshafssiglingum.....	20
3 Væntanlegar skipasiglingar á norðurslóðum.....	23
3.1 Fyrri rannsóknir .....	23
3.1.1 Erlendar rannsóknir .....	23
3.1.2 Skoðanir Íslendinga .....	27
3.2 Umferð metin með þyngdarafslíkani .....	29
3.2.1 Líkanið.....	29
3.2.2 Niðurstöður.....	31
3.3 Tvö hundruð til 6.500 skip.....	35
3.4 Meiri bjartsýni um siglingar annars konar skipa en gámaskipa.....	37
4 Umskipunarhöfn á Íslandi .....	41

4.1	Siglingaleiðir.....	41
4.2	Umskipunarstaðir og aðstæður .....	43
4.2.1	Kostnaður við umskipun skiptir líka máli – Samanburður.....	45
4.3	Samaburður á breytilegum kostnaði skipa.....	46
4.3.1	Forsendur.....	46
4.3.2	Kostnaður metinn .....	47
4.3.3	Ekki hagkvæmt að umskipa á Íslandi í siglingum til Norður-Ameríku.....	51
4.4	Heilfarmaflutningar.....	54
4.5	Skoðanir annarra sem snerta umskipunarhöfn á Íslandi .....	56
4.6	Umskipun úr risaskipum.....	58
5	Hagsmunir Íslands.....	59
5.1	Kostnaðar- og ábataliðir.....	59
5.1.1	Skipaumferð skapar hættu fyrir umhverfið .....	60
5.1.2	Afleidd áhrif og hagsveiflan .....	60
5.2	Margt þarf að ganga upp til þess að höfn á Íslandi verði góð fjárfesting .....	61
5.3	Skalahagkvæmni er í hafnarrekstri .....	62
5.4	Líklegt er að þorp byggist upp við umskipunarhöfn.....	63
6	Ólíklegt er að Íshafssiglingar skapi grunn að stórskipahöfn á Íslandi .....	66
	Viðauki A .....	67
	Um þyngdarafslíkanið .....	67
	Forsendur líkans .....	68
	Samaburður á raunverulegum viðskiptum og áætluðum viðskiptum með líkani.....	70
	Miðleið.....	71
	Viðauki B.....	72
	Viðauki C.....	73
	Niðurstöður.....	73
	Heimildaskrá.....	76

# 1 Inngangur

Fyrst verður farið yfir skilgreiningar á norðurslóðum og hvaða lönd eiga í hlut. Því næst verður rætt um breytingar sem hafa orðið á norðurslóðum undanfarna áratugi og varpað ljósi á hvernig aðstæður á svæðinu muni breytast. Að lokum verður viðfangsefnum skýrslunnar lýst og farið yfir uppbyggingu hennar.

## 1.1 Um norðurslóðir

### 1.1.1 Norðurslóðir í víðum skilningi

Þegar talað er um norðurslóðir er gróflega átt við nyrstu svæði jarðkringlunnar. Algengt er að skilgreina norðurslóðir einfaldlega sem það svæði jarðar sem liggur norðan heimskautsbaugs, eða 66°32' breiddargráðu. Norðurslóðir hafa einnig verið skilgreindar með hliðsjón af umhverfisþáttum eins og hitastigi og gróðurþekju. Þannig eru norðurslóðir til dæmis stundum skilgreindar sem svæðið þar sem hitastig í júlí nær ekki upp fyrir 10°C, eða út frá trjálínunni þar sem suðrænir skógar víkja fyrir túndru (Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP), á.á.). Í þessari skýrslu verða norðurslóðir ekki skilgreindar þröngt þar sem umfjöllunarefni hennar er ekki eingöngu svæðið norðan við heimskautsbaug. Ísland er vitaskuld í forgrunni, en svæði í Norður-Atlantshafi, Norður-Kyrrahafi og fleiri svæði norðarlega á jörðinni koma einnig til skoðunar, sem og viðskiptalönd Íslands og Evrópu sem liggja sunnar, líkt og Kína.

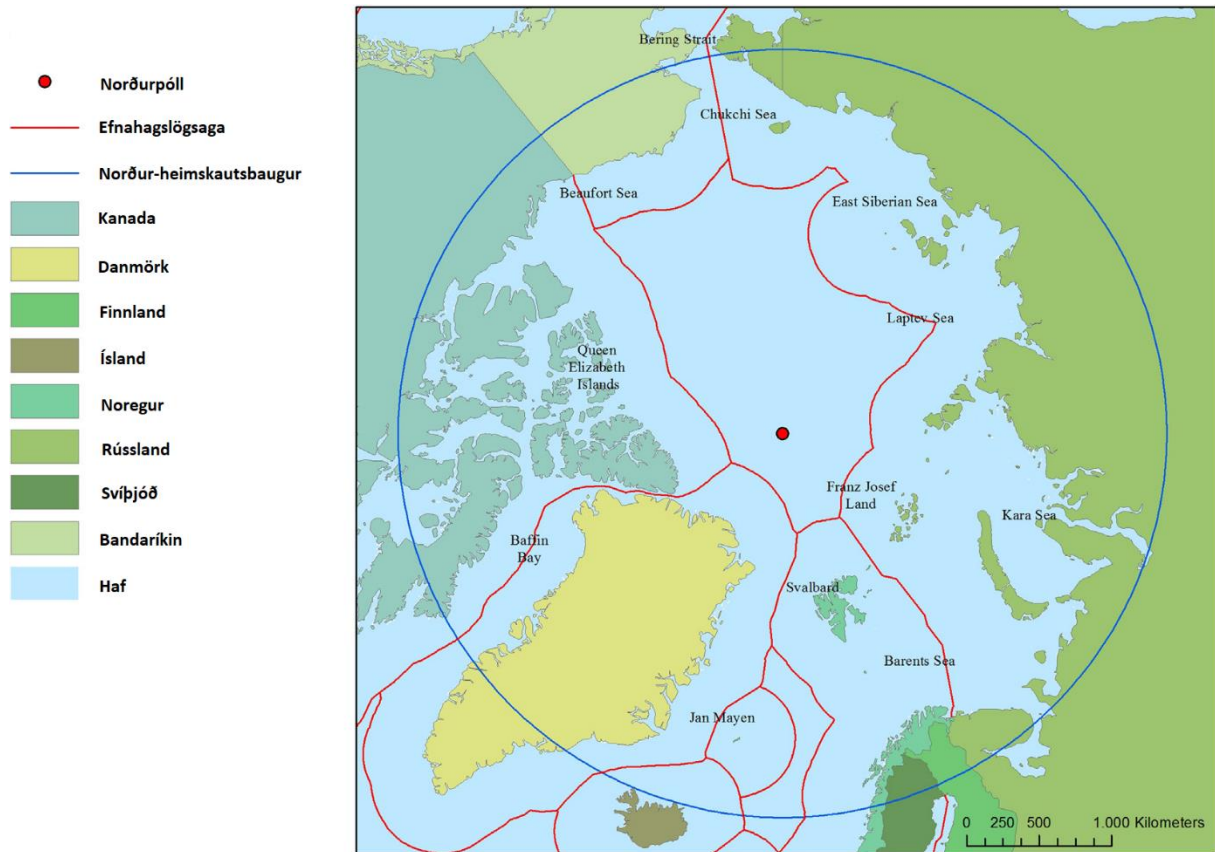
### 1.1.2 Átta lönd ná norður fyrir heimskautsbaug

Átta lönd eiga annað hvort land eða haflögsögu innan heimskautsbaugs. Þau eru Bandaríkin, Kanada, Danmörk (Grænland), Ísland, Noregur, Svíþjóð, Finnland og Rússland. Þessi lönd vinna saman að málefnum norðurslóða á vettvangi Norðurskautsráðsins. (The Arctic Council, 2016). Sex fjölþjóðleg hagsmunasamtök frumbyggja á norðurslóðum eiga líka aðild að Norðurskautsráðinu sem fastafulltrúar (The Arctic Council, 2015). Á mynd 1 má sjá legu landanna, efnahagslögsögu þeirra og Norðurheimskautsbauginn.

### 1.1.3 Hafís hopar hratt á komandi áratugum

Loftslagsbreytingar hafa mikil áhrif á norðurslóðum, en hiti, útbreiðsla og þykkt hafíss hefur breyst mikið undanfarna áratugi. Erfitt er að segja til um með nákvæmni hve mikið hiti hefur

hækkað á norðurslóðum á liðnum áratugum og öldum. Bæði hækkar hitinn mismikið eftir svæðum og eftir tímabilum. Nýleg rannsókn bendir til þess að hiti hafi hækkað um 0,7°C að meðaltali á öld á Norðurslóðum frá 1820, en hvað mest eftir 1990. Hitastig virðist hafa hækkað meira í Síberíu, Alaska og Vestur-Kanada, en minna í Austur-Kanada, á Grænlandi og á Íslandi (van Wijngaarden, 2015).



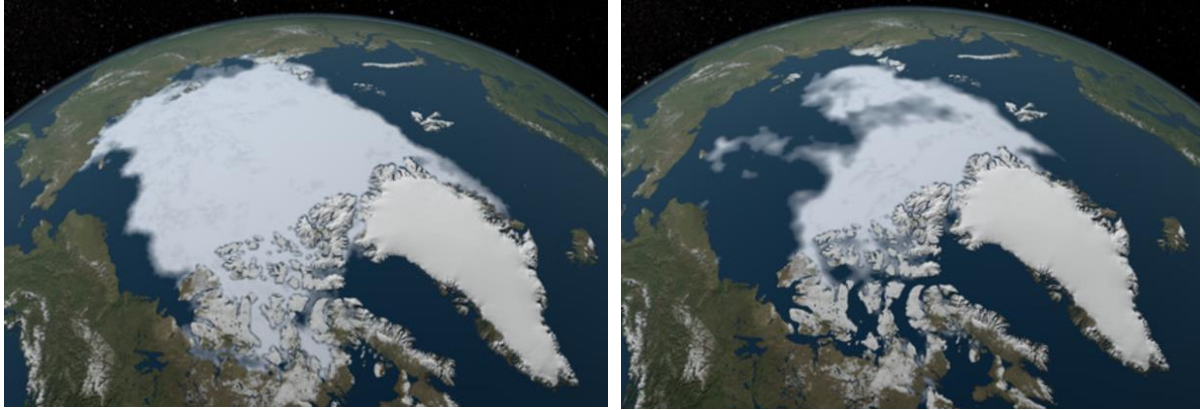
Mynd 1. Norðurslóðir. Norðurheimskaupsbaugur er sýndur með blárrí línu, ásamt þeim löndum sem eiga landsvæði eða efnahagslögsögu innan hans (Kjartan Elíasson, Guðmundur F. Úlfarsson, Trausti Valsson og Sigurður M. Garðarsson, 2016).

Ennfremur benda gögn frá hinum ýmsu veðurathugunarstöðvum nærri Norðurlpólnum frá 1893 til 2017, til þess að hitastig fari oftar út fyrir tiltekin skilgreind mörk (til dæmis -5°C eða -10°C) og að frávikin vari lengur en fyrir þremur áratugum (Graham o.fl., 2017).

Hafís hefur sömuleiðis hupað umtalsvert undanfarna áratugi. Geimferðastofnun Bandaríkjanna telur hafísinn hafa minnkað um ríflega 13% á áratug síðastliðna þrjá til fjóra áratugi. Milli 1980 og 1990 var hafísþekjan um 7 til 8 milljónir km<sup>2</sup> í september, en þá er hún minnst. Síðastliðinn áratug hefur þekjan í september verið 4 til 5 milljónir km<sup>2</sup> (NASA, 2017). Fjölær ís<sup>2</sup> er á miklu

<sup>2</sup> Ís sem er eldri en eins vetra.

undanaldi. Árið 1980 var fjölær ís um 20% af heildaríspekjunni, en í dag er hann um 3%. Ís sem er að minnsta kosti fjögurra ára gamall þakti enn fremur um 1,9 milljónir km<sup>2</sup> árið 1984, en nú þekur hann einungis ríflega 0,1 milljón km<sup>2</sup> (Viñas, 2016). Á mynd 2 er hafísþekja í september 1979 borin saman við hafísþekju í sama mánuði 2016.



*Mynd 2. Til vinstri má sjá hafísþekjuna á norðurslóðum í september 1979, til hægri í september 2016 (NASA, 2017).*

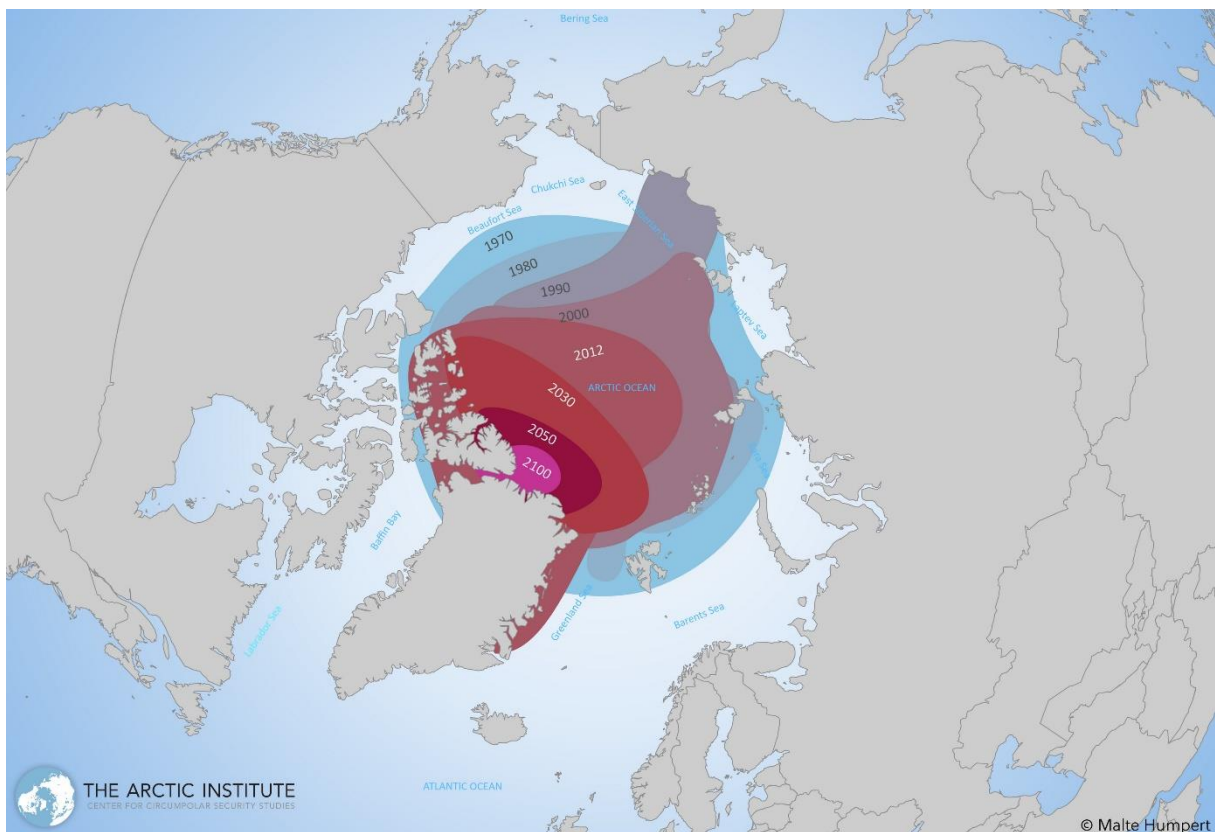
Telja verður líklegt að þessi þróun haldi áfram á komandi áratugum. Miðað við niðurstöður van Wijngaarden (2015) hefur hitastig hækkað hraðar eftir 1990 en árin á undan, svo að leiða má líkur að því að ísinn hörfi hratt. Einnig benda rannsóknir til þess að hafís bráðni hraðar en fyrri spár kváðu um, sjá til dæmis Nandan o.fl. (2017). Fjölær ís mun líklega hörfa í átt að norðurstönd Grænlands og Kanada. Útbreiðsla einærs íss mun enn fremur ná skemmra og skemmra út á hafið á veturna. Ísbreiðan mun þynnast og brotna fyrir upp á vorin og hafið leggja seinna á haustin. Ísbreiðan minnkar þó ekki alveg línulega þar til hún hverfur. Eins og flest annað í náttúrunni sveiflast ísbreiðan frá ári til árs. Þannig koma ár þar sem ísbreiðan stendur í stað eða eykst jafnvel frá fyrra ári, en til langs tíma minnkar hún.

Ísbreiðan breytist mikið frá einum árstíma til annars. Þekjan er minnst í september en mest í febrúar/mars. Síðastliðinn áratug hefur hún verið í kringum 15 milljónir km<sup>2</sup> þegar hún er mest (Met Office, 2016). Þannig eru meiri líkur á að Norður-Íshaf verði opið til siglinga að sumri til en á veturna. Þannig gætu þróast árstíðabundnar siglingar.

Bráðnun íss er ekki eingöngu tengd hækkandi lofthitastigi. Sót og aðrar agnir setjast á ísinn og verða til þess að yfirborðið gleypir meiri sólgeislun. Hið dökka lag hitar ísinn út frá sér að neðanverðu og bræðir efsta yfirborð hans. Agnirnar eiga að miklu leyti rætur að rekja til bruna jarðefnaeldsneytis. Ef sótlagið verður nógu þykkt (eins og getur til dæmis gerst þegar eldfjallaaska fellur á jökul), getur það einangrað ísinn fyrir hita í stað þess að flýta fyrir bráðnun hans. Einnig má nefna að eftir því sem ísinn bráðnar endurkastast minna af sólgeislun aftur út í

geim, en hafið drekkur í sig mun meiri geislun en hafís og snjór. Við þetta hlýnar lofthjúpurinn meira, ísinn bráðnar hraðar og þannig koll af kolli. Þetta má kalla sjálfstyrkjandi svörun („positive feedback“ á ensku) (Harvey, 2019; Marshak, 2008).

Á mynd 3 má sjá hvernig The Arctic Institute, miðstöð sem sérhæfir sig í rannsóknum á öryggismálum á norðurslóðum, sér fyrir sér útbreiðslu sumarhafíss á komandi áratugum. Eins og sjá má er til að mynda gert ráð fyrir að sumarið 2030 komi hafís ekki í veg fyrir siglingar meðfram ströndum Síberíu. En þótt hafísbreiðan sjálf verði eins og hér er gert ráð fyrir er ekki gott að segja til um brotna hafísþekju, ísjaka, óveður og aðrar umhverfisaðstæður sem geta torveldað umferð skipa.



Mynd 3. Útbreiðsla hafíss á komandi áratugum samkvæmt The Arctic Institute (2016).

## 1.2 Viðfangsefni og uppbygging skýrslu

### 1.2.1 Viðfangsefni

Eins og ljóst er af því sem fer hér á undan hafa loftslagsbreytingar mikil áhrif á aðstæður á norðurslóðum og þær geta því ógnað lífríki og vistkerfum svæðisins. En breytingarnar gætu einnig haft í för með sér tækifæri. Minni útbreiðsla hafíss og betri aðstæður almennt auðvelda siglingar um Íshafið. Milli sumra hafna í Vestur-Evrópu og Austur-Asíu er styttri leið, í

sjómílum talið, yfir Norður-Íshaf en um Súezskurð (eða Panamaskurð ef ferðinni er heitið til Norður-Ameríku). Í fyrsta hluta skýrslunnar verður varpað ljósi á hvernig líklegt er að siglingar á norðurslóðum þróist á komandi árum. Meginathyglin verður á siglingar með gáma þar sem kerfi gámaflutninga er formfast og hefur verið lengi við lýði. En einnig verður varpað ljósi á umferð annars konar skipa en gámaflutningaskipa.

Þegar vörur eru fluttar um langan veg sigla stór skip oft milli umskipunarhafna þar sem vörum er deilt á önnur skip sem sigla áfram með vörurnar til nærliggjandi hafna. Ef siglingar yfir Norður-Íshaf aukast gæti verið hagkvæmt að hafa umskipunarhöfn á Íslandi. Þar yrðu vörur fluttar úr dýrum, sérútbúnum skipum fyrir Íshafssiglingar í venjuleg skip. Vangaveltur um hvort Ísland getur boðið samkeppnishæfa umskipunarþjónustu, eða aðra þjónustu við skip á svæðinu, er annað viðfangsefni þessarar skýrslu.

Uppbygging umskipunarhafnar á Íslandi mundi hafa áhrif á þjóðarhag og hag nærliggjandi byggða. Þriðja viðfangsefni skýrslunnar er að skoða þessi áhrif.

Markmið skýrslunnar eru því þrjú:

- i. Að meta umferð skipa yfir Norður-Íshaf.
- ii. Að gefa hugmynd um samkeppnishæfni umskipunarhafnar á Íslandi.
- iii. Að varpa ljósi á hagræn áhrif af stórskipahöfn hér á landi.

### **1.2.2 Uppbygging skýrslu**

Í næsta kafla verða siglingaleiðir um Íshafið skoðaðar og þær bornar saman við siglingaleiðir sem mest eru farnar nú. Í þriðja kafla verður farið yfir athuganir og vangaveltur fræðimanna um þróun skipasiglinga á norðurslóðum, bæði innlent og erlent efni. Einnig verður farið yfir spá Hagfræðistofnunar um fjölda gámaflutningaskipa á norðurslóðum.

Í fjórða kafla verður velt vöngum yfir hagkvæmni umskipunarhafnar á Íslandi. Annars vegar er horft á breytilegan kostnað við siglingar eftir því hvar umskipað er – og hvort það er gert yfirhöfuð – og hins vegar er horft á kostnað við rekstur hafna og það sem gæti skilið íslenska höfn frá erlendum höfnum.

Í fimmta kafla verður farið yfir nokkra kostnaðar- og ábataliði stórskipahafnar í því skyni að kanna áhrif flutninganna á hag Íslands. Áhrif hafnar á næsta nágrenni verða einnig könnuð.

Í viðaukum má finna forsendur og nánari útlistun á spálíkanagerð, forsendur samanburðar á kostnaði við að umskipa á Íslandi eða í skilgreindum samkeppnishöfnum og könnun á breytilegum kostnaði við hverja gámaeiningu í nokkrum evrópskum viðmiðunarhöfnum.

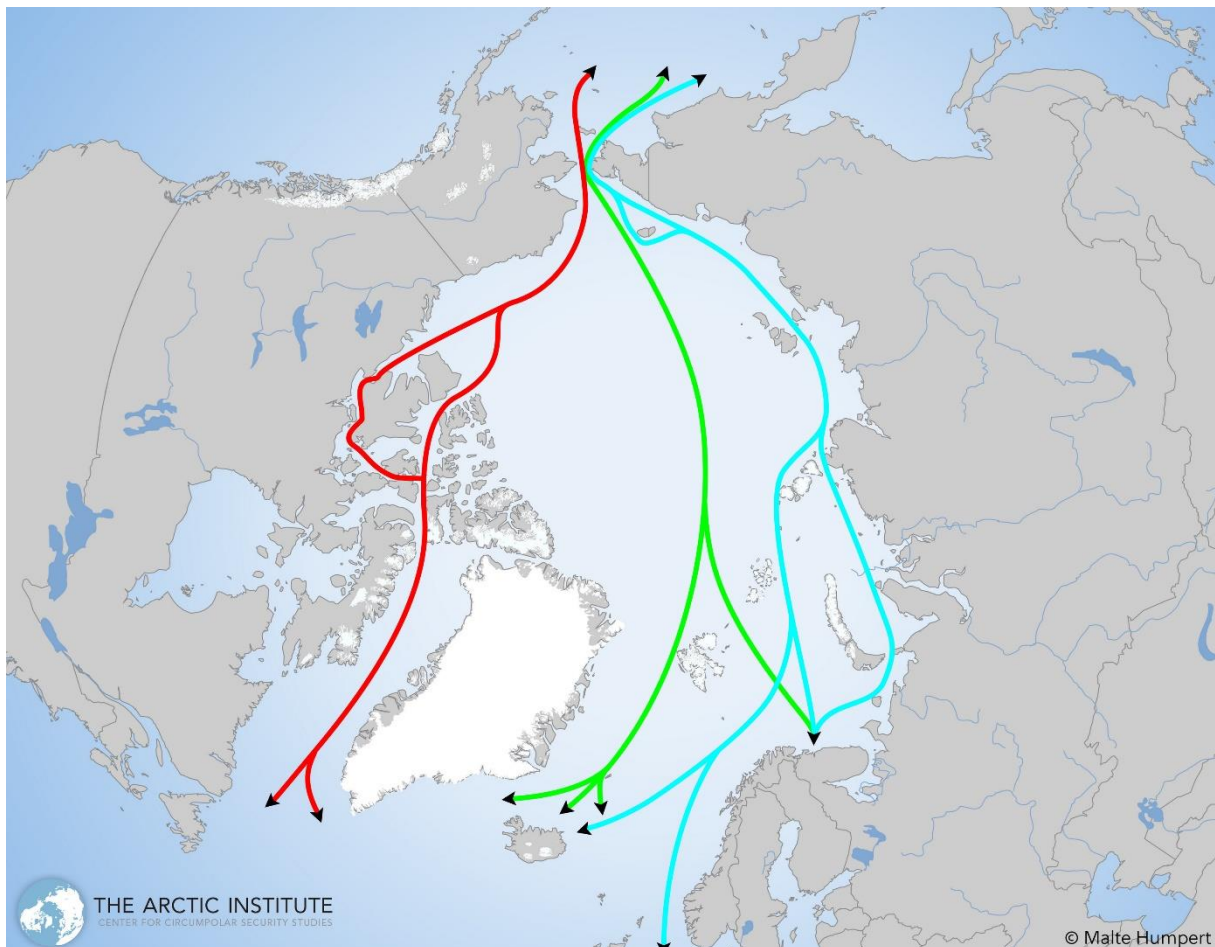


## 2 Siglingaleiðir gámaflutningaskipa

Fyrst verða sýndar helstu siglingaleiðir yfir Norður-Íshaf. Síðan verður leiðin um Súezskurð skoðuð og vegalengdir bornar saman. Flutningar undanfarinna ára verða skoðaðir og farið verður yfir það sem helst mælir með hvorri leið.

### 2.1 Þrjár meginleiðir yfir Íshaf

Gróflega er hægt að skipta siglingaleiðum yfir Íshaf í þrennt eins og sjá má á mynd 4. Allar liggja þær í gegnum Beringsund í austri, en í vestri koma þær suður í Atlantshaf á nokkrum stöðum.



Mynd 4. Helstu siglingaleiðir yfir N-Íshafið (The Arctic Institute, 2016).

Í fyrsta lagi liggur norðausturleiðin meðfram ströndum Síberíu (ljósblá á mynd 4). Hægt er að sigla bæði inn fyrir eyjar, sem liggja út af strönd meginlandsins (innri norðausturleið), og út fyrir þær (ytri norðausturleið), en þessi leið liggur suður í Atlantshaf nærri ströndum Noregs. Norðausturleiðin var fyrst farin árið 1935, en þá var aðeins hægt að sigla hlýjstu mánuði ársins. Um 1970 var hægt að fara þessa leið allan ársins hring með hjálp rússneskra ísbrjóta (Schøyen og Bråthen, 2010).

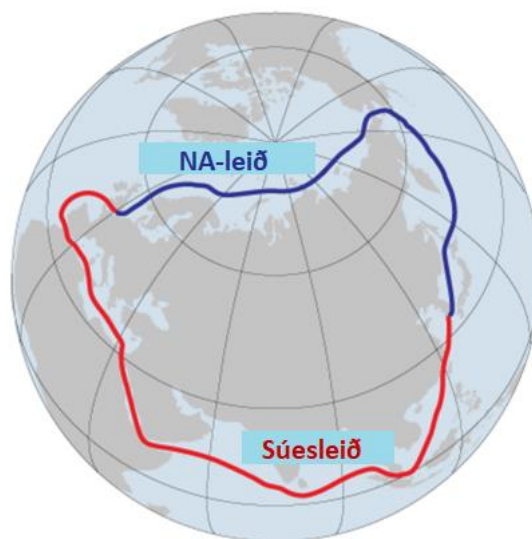
Í öðru lagi er miðleiðin, stysta leið yfir Íshafið frá Beringssundi (græn á mynd 4). Þessi leið liggur út í Atlantshaf fyrir vestan Svalbarða og er því nálægt Íslandi. Um þessar mundir liggur leiðin í gegnum hafís. Hún hefur ekki enn verið nýtt sem siglingaleið fyrir flutningaskip. Leiðin liggur að miklu leyti á alþjóðlegu hafsvæði. Það dregur verulega úr lagalegum flækjum og möguleikum ríkja til að leggja toll á skip (Humpert og Raspotnik, 2012).

Í þriðja lagi liggur norðvesturleiðin meðfram ströndum Alaska, meðfram kanadísku eyjunum og suður í Atlantshaf milli Kanada og Grænlands (rauð á mynd 4). Þessi leið er fjarri Íslandi og hefur að öllum líkindum hverfandi þýðingu fyrir Ísland, ef hún verður einhvern tíma mikið farin. Ef hún keppir við aðrar leiðir yfir Íshafið getur hún þó haft áhrif á hag Íslands á óbeinan hátt.

## 2.2 Hvaða leið er styst: um Súezskurð, norðausturleið eða miðleið?

Á mynd 5 má sjá siglingaleiðir milli Rotterdam og Suður-Kóreu, annars vegar um norðausturleiðina gegnum Íshafið, og hins vegar um Súezskurð.

Ekki er einhlítt hvort styttra er að sigla um Íshaf eða um Súezskurð milli hafna í Asíu og Evrópu. Það fer eftir því hvar hafnirnar eru. Því norðar sem höfn er í Evrópu og því norðar eða austar sem hún er í Asíu, þeim mun meiri líkur eru á að styttra sé að sigla yfir Íshafið. Í töflu 1 má sjá yfirlit yfir vegalengdir milli Rotterdam í Hollandi og Halifax í Kanada og nokkurra borga í Asíu. Eins og sjá má munar umtalsverðu hvort hafnir í Asíu eru norðarlega eins og Yokohama í Japan, eða sunnar og vestar eins Hong Kong. Litlu munar á vegalengdum um Íshaf eða Panamaskurð þegar farið er frá Asíu til Halifax. Miðleið um Íshafið er að jafnaði um 1.500 km styttri en norðausturleiðin.



Mynd 5. Siglingaleiðir milli Suður-Kóreu og Rotterdam um annars vegar NA-leiðina (blá leið) og leiðina um Súezskurð (rauð leið) (The Economist Intelligence Unit, 2014).

Tafla 1. Vegalengdir milli Rotterdam og Halifax og valdra borga í Austur-Asíu um Súezskurð og um norðausturleið og miðleið um Norður-Íshaf (Jón Þorvaldur Heiðarsson, 2007; Utanríkisráðuneytið, 2005, eigin útreikningar). Allar tölur eru í km.

Siglt um	Súez	Rotterdam (norðausturleið)		Rotterdam (miðleið)		Halifax (norðausturleið)		
		Íshaf	Munur	Íshaf	Munur	Panama	Íshaf	Munur
<b>Yokohama/Tokyo</b>	20.800	13.200	7.600	11.700	9.100	18.560	16.760	1.800
<b>Busan (S-Kórea)</b>	20.000	14.400	5.600	12.900	7.100	19.340	17.990	1.350
<b>Shanghai (Kína)</b>	19.600	14.700	4.900	13.200	6.400	20.190	18.690	1.500
<b>Hong Kong</b>	18.000	16.200	1.800	14.700	3.300	21.360 <sup>3</sup>	19.700	1.030 <sup>4</sup>

### 2.2.1 Enn fara fá skip um Íshafið

Í töflu 2 er borinn saman fjöldi skipa sem sigla norðausturleið yfir Íshafið og um Súezskurð. Eins og sjá má er norðausturleiðin sjaldan farin. Í báðum tilfellum er um að ræða allar tegundir skipa; gámaflutningaskip, olíu- og kolaflutningaskip, farþegaskip, ísbrjóta og annars konar skip. Áhugi á norðausturleiðinni virðist hafa dvínað miðað við metárið 2013, en það má að hluta til rekja til þess að olíuverð tók að lækka 2014 (Marcrotrends, 2017). Þó hefur umferð um Íshafið aukist þegar tekið er tillit til siglinga innan þess (e. non-transit). Mest munar þar um umsvif Rússa, til dæmis í tengslum við gasvinnslu (Staalesen, 2018).

Tafla 2. Fjöldi skipa sem sigldu norðausturleiðina yfir N-Íshafið og um Súezskurð frá 2011 til 2016 (CHNL Information Office, 2018; Suez Canal Authority, 2018a).

Ár	NA-leið	Súezskurður
<b>2011</b>	41	17.800
<b>2012</b>	46	17.224
<b>2013</b>	71	16.596
<b>2014</b>	31	17.148
<b>2015</b>	18	17.483
<b>2016</b>	19	16.833
<b>2017</b>	27	17.550
<b>2018</b>	27	18.174

<sup>3</sup> Í þessu tilfalli er styttra að sigla um Súezskurð, en sú leið er 20.726 km.

<sup>4</sup> Mismunur á Súezleið og norðausturleið.

### 2.3 Siglingatími er óviss í Íshafssiglingum

Þegar ákveðið er hvort siglt skuli um Súezleið eða norðausturleið milli Evrópu og Asíu skiptir fleira máli en lengd leiðanna. Aðstæður á leiðinni, aðgengi að þjónustu og margt fleira hefur sitt að segja. Hér verður í stuttu máli farið yfir það sem helst hefur áhrif á það hvor leiðin er hagkvæmari. Í töflu 3 má sjá yfirlit yfir þetta. Hafís, vont veður og fleira leiðir til þess að siglingatími yfir Íshafið er óviss. Gámaflutningaskip hafa siglt milli Evrópu og Asíu um Súezskurð áratugum saman svo að góð reynsla er komin á þá siglingaleið. Hægt er að spá fyrir um ferðatíma með talsverðri nákvæmni. Í gámasiglingum skiptir áreiðanleiki oft mun meira máli en endanlegur siglingatími (Frederic Lasserre, 2015; Páll Hermannsson, 2014; Schøyen og Bråthen, 2010). Þegar um er að ræða flutning á olíu, gasi, málmgryti eða öðru slíku skiptir nákvæm tímasetning oft minna máli. Almennt eru gámaflutningar viðkvæmari fyrir ytri aðstæðum en annars konar flutningar.

Erfiðar aðstæður og óvissa skapa áhættu og hún er ekki ókeypis í rekstri fyrirtækja. Mörg fyrirtæki reyna til dæmis að lifa með áhættu með því að tryggja sig fyrir henni, bæði hættu á töf á afhendingu vara og hættu á tjóni. Tryggingagjöld á norðausturleið eru hærri en þegar farið er um Súezskurð. Á leið yfir Íshafið er áhættan aðallega til komin vegna hafíss, illviðra og skorts á innviðum og aðbúnaði á leiðinni. Fáar hafnir eru í Síberíu og þær eru illa búnar til þess að taka við stórskipum. Einnig er net björgunar og leitar gisnara á norðurslóðum en á Súezleið.

Tryggingagjöld á Súezleið geta þó verið hærri en á mörgum öðrum siglingaleiðum vegna sjórána undan austurströnd Afríku og í sundunum milli Malasíu, Singapúr og Indónesíu. Sjórán undan austurströnd Afríku voru algengust fyrir um áratug. Þeim fækkaði síðan, en fyrir nokkru tók þeim aftur að fjölga (Luce, 2016). Sjóránnum í kringum Malasíu, Singapúr og Indónesíu hefur fjölgað á allra síðustu árum, en þau eru þó mun færri en í kringum 2000 (JIANG, á.á.; Zhang, 2018).

Í könnun á vegum samráðsvettvangs strangæslna á norðurslóðum kemur fram að helstu áhættuþættir fyrir skip á norðurslóðum væru árekstrar við ís, eldhætta og olíuslys (Ikonen, 2017). Með vaxandi skipaumferð er sífellt meira rætt um aðstæður til leitar og björgunar. Innlegg inn í þá umræðu kom óvænt fyrr á þessu ári þegar norska skemmtiferðaskipið Viking sky varð vélarvana úti fyrir ströndum Noregs í óveðri og brotsjó. Skipið var einungis um 100 metra frá gryttri strönd þegar tókst að ræsa eina vél skipsins á nýjan leik. Skipið er sérhæft í ferðum um norðurslóðir svo að það var í raun einskær heppni að það missti vélarafli þar sem björgun var ekki óhóflega langt undan. Fimm norskar björgunarþyrlur komu á staðinn og tókst að bjarga um þriðjung fólks um borð áður en aðstæður bötnuðu og hægt var að nýta aðstoð

dráttarbáta og koma skipinu til hafnar. Sambærilegar aðstæður á afskekktara hafsvæði gætu endað með stórslysi. Eftir þennan atburð hefur þörf á innviðafjárfestingu í leit og björgun á norðurslóðum verið sett í forgrunn (Cullinane, Chavez og Mackintosh, 2019; Quinn, 2019; Solsvik, 2019). Fyrsti samningur um samvinnu í leit og björgun á norðurslóðum, sem hefur lagagildi, var undirritaður árið 2011, en nefnd á vegum Norræna ráðherraráðisins setti hann saman. Samningurinn þótti sýna eindreginn stuðning norðurslóðaríkja við sameiginleg bjargráð á norðurslóðum. Ísland er aðili að samningnum, en íslenska leitar og björgunarsvæðið er um 1,9 milljónir km<sup>2</sup> að stærð. Þar bera Íslendingar ábyrgð á öllum aðgerðum vegna flugslysa og sjóslysa (Arctic Council, 2011; Landhelgisgæsla Íslands, á. á.). Ríki á norðurslóðum eru sum hver byrjuð að bregðast við þessum vanda. Í fjárlögum norska ríkisins fyrir árið 2020 er gert ráð fyrir nýrri leitar- og björgunarmiðstöð í Tromsø vegna aukinna umsvifa á norðurslóðum (Nilsen, 2019). Þá má nefna að Bandaríkin munu á næstu árum auka við ísbrjótaflota sinn (Homeland Security, 2018).

Tollar vegna siglinga um rússneska efnahagslögsögu eru háir. Árið 2016 var munurinn á tollum og gjöldum á norðausturleið og tollum sem greiða þarf þegar farið er um Súezskurð um 10% af líklegum kostnaði við að sigla norðausturleiðina fyrir viðmiðunarskip (MarineTraffic, 2016). Að sögn Liu og Kronbak (2010) er aðalástæðan fyrir háum tollum við strendur Rússlands sú að tvö einkafyrirtæki sjá um alla skipaumferð á þeim slóðum og svo virðist sem rússneska samgönguráðuneytið innheimti tolla með rekstrarsjónarmið þeirra að leiðarljósi. Auk þess krefjast Rússar þess stundum að rússneskir ísbrjótar fari á undan flutningaskipum og þá eykst siglingakostnaður enn meira.

Á leiðinni um Súezskurð eru margar stórar hafnir. Þannig næst góð nýting á skipum, því að víða má skipa gámum á land og taka inn nýja. Á leiðinni yfir Íshafið eru engar stórar hafnir þar sem hægt er að koma við og losa og lesta farm fyrir en komið er til Evrópu. Því þarf að fylla skipin eins vel og hægt er með varningi sem fer alla leið.

Stærð flutningaskipa er takmörkuð, bæði á innri norðausturleið og um Súezskurð. Sérstaklega eru takmörk fyrir því hvað þau mega rista djúpt. Mesta djúprista skipa í Súezskurði er nú 16,2 m. Skurðurinn er 20,1 m djúpur en áform eru uppi um að dýpka hann í 21,3 m. Flest stærstu skip heims geta siglt um skurðinn um þessar mundir. Í lok árs 2017 fór til að mynda stærsta gámaskip heims um hann með 21.400 gáma. Alstærstu tankskipin komast hins vegar ekki fullhlaðin um skurðinn (Al-Masry Al-Youm, 2017; Maritime Connector, á.á.). Á ytri norðausturleið og miðleið eru hins vegar eiginlega engar stærðartakmarkanir og gætu þær því

orðið álitlegur kostur í fjarlægri framtíð ef enn stærri skip líta dagsins ljós, því að þar nýtist best stærðarhagkvæmni í flutningum.

Einnig gætu umferðarteppur orðið tíðari um Súezskurð. Þær yrðu líklega ekki teljandi vandamál á norðausturleiðinni, að minnsta kosti ekki á næstunni. Uppi eru áform um að stækka Súezskurð til að anna betur framtíðarumferð (Suez Canal Authority, 2017b). Umferðarteppur lengja að öðru jöfnu ferðatíma og auka óvissu um afhendingartíma með tilheyrandi kostnaði.

Að lokum er röskun ósnerts umhverfis líklega meiri á norðausturleið en á leið um Súezskurð. Umhverfi norðurslóða er ennfremur viðkvæmara, til dæmis fyrir olíuslysum, en olía brotnar hægt niður í köldum sjó. Sót frá skipum sest á ísinn og flýtir fyrir bráðnun. En á mótí kemur að losun gróðurhúsalofttegunda minnkar ef siglingaleiðir stytast.

Tafla 3. Yfirlit yfir helstu þætti sem hafa áhrif á hvort skipafélög velji Súezleið eða leið um N-Íshaf.

	Súezskurður	N-Íshaf	Jákv. fyrir
<b>Lengd leiðar</b>	Styttra fyrir hafnir u.þ.b. vestan við Taívan	Styttra fyrir hafnir u.þ.b. austan og norðan við Taívan	Óljóst
<b>Aðstæður (veldur óvissu um komutíma)</b>			
<b>Náttúrulegar</b>	Betri	Verri	Súez*
<b>Mannlegar (t.d. sjórán)</b>	Verra	Betra	N-Íshaf
<b>Innviðir</b>	Betri	Verri	Súez
<b>Reynsla</b>	Meiri	Minni	Súez
<b>Tollar</b>	Lægri	Hærri	Súez
<b>Nýting</b>	Betri	Verri	Súez
<b>Stærð skipa</b>	Stór, en þó eru takmörk á stærð.	Minni á innri NA-leið, mjög stór á ytri NA-leið og á miðleið.	Óljóst**
<b>Umferð</b>	Meiri	Minni	N-Íshaf
<b>Röskun umhverfis</b>	Minni	Meiri	Súez
<b>Losun gróðurhúsaloftteg.</b>	Meiri	Minni	N-Íshaf***

\*Monsúnringingar geta verið til trafala á Indlandshafi, en aðstæður á Íshafinu hljóta þó að vera erfiðari að meðaltali.

\*\*Ræðst af því hvaða leið er farin yfir N-Íshaf. Ef miðleið er farin hefur N-Íshafsleið vinninginn en Súezleið ef farin er norðausturleið um grynningar undan ströndum Síberíu.

\*\*\*Að því gefnu að viðbótareldsneytisbrennsla vegna lengri leiðar um Súezskurð sé ekki meiri en brennsla vegna hægari ferðar þyngri skipa, ísbrjóta o.fl. á leið um Íshafið.

### 3 Væntanlegar skipasiglingar á norðurslóðum

Hér verður fyrst fjallað um fyrri rannsóknir og spár um umfang gámaskipasiglinga á norðurslóðum. Því næst verður farið yfir líkan sem Hagfræðistofnun setti upp til að spá fyrir um umferð gámaskipa á norðurslóðum næstu áratugi. Að lokum verður varpað ljósi á þróun siglinga annars konar skipa.

#### 3.1 Fyrri rannsóknir

Hér verður fjallað um helstu niðurstöður fræðimanna um umferð flutningaskipa á norðurslóðum á komandi árum. Áhersla er lögð á siglingu gámaflutningaskipa. Fyrst verður farið yfir erlent efni, en að því búnu stuttlega yfir niðurstöður skýrslna og annars efnis sem birst hefur á íslensku.

##### 3.1.1 Erlendar rannsóknir

Lasserre (2015) bendir á að með tækniframförum síðustu ára ráðist norðurslóðasiglingar ekki lengur af tæknistigi heldur hagkvæmni og hagnaðarmöguleikum. Ýmsar rannsóknir hafa verið gerðar á efnahagslegum möguleikum norðurslóðasiglinga. Rannsóknirnar, sem skoðaðar voru, benda til þess að mestur áhugi sé á norðausturleiðinni. Líklegast er að hún verði hagkvæmur kostur, enda er ís minnst til trafala þar. Örfáar rannsóknir hafa verið gerðar á miðleiðinni.

Lasserre (2015) gefur yfirlit yfir 23 rannsóknir sem gerðar voru á Íshafssiglingum á árunum 1991-2012. Rannsóknirnar benda til þess að beinn kostnaður sé minni ef siglt er yfir Íshafið en ef hefðbundnari leiðir eru farnar. Þá benda niðurstöður 13 af 23 rannsóknum til þess að arðbærar flutningaleiðir gætu legið um Íshafið. Þessar rannsóknir byggjast oft og tíðum á fremur einföldum líkönum sem taka ekki til alls kostnaðar sem getur fallið til við norðurslóðasiglingar (Lasserre, 2015). Páll Hermannsson (2014), Schøyen og Bråthen (2010) og fleiri halda því fram að gámaflutningar um Norðurslóðir séu ekki hagkvæmir meðan umtalsverður ís sé á siglingaleiðunum. Að dómi þeirra er áreiðanlegur komutími mun mikilvægari en styttri flutningstími. Vænlegra sé að skoða stórflutninga um Íshafið, til dæmis með olú-, gas, eða aðrar náttúruafurðir, en þess konar flutningar krefjast yfirleitt ekki eins mikillar nákvæmni í tímasetningu. Norðausturleiðin myndi því líklega koma verr út í samanburði við Súezleið.

Lasserre (2015) kemst að þeirri niðurstöðu að hagkvæmni Norðurslóðasiglinga tengist ekki beint eldsneytiskostnaði heldur ráðist hún af meðalhraða skipanna. Hraðinn ræður mestu um það hve margar ferðir hvert skip getur farið á ári hverju. Einnig varðar miklu hve vel er hægt að fylla skipin í hverri ferð. Skilgreint er svokallað nýtnishlutfall (e. load factor) til að segja til um hve vel tekst að fylla skipin. Nýtnishlutfall er hlutfall gáma á skipi af hámarksfjölda sem

það getur borið. Mikilvægt er að skipafélög vinni með nægjanlega stóra markaði báðum megin við Íshafið til að tryggja að skipin fyllist vel.

AMSA (The Arctic Marine Shipping Assessment) hefur ekki verið mjög bjartsýnt á möguleika miðleiðarinnar. AMSA telur að meira skipti fyrir hag af sjóflutningum að hægt sé að koma við á mörgum stöðum frekar en að fara hratt yfir. Þess vegna sé sigling þvert yfir Norður-Íshaf ekki mjög hagkvæm (Global Business Network, 2007; Ho, 2010). Svipað gildir um norðausturleiðina í þessu samhengi þar sem ekki eru margar hafnir meðfram ströndum Síberíu þar sem vænlegt væri að koma við.

Det Norske Veritas (2010) kannaði möguleika á gámaflutningum eftir leið yfir Íshafið sem liggur á milli miðleiðar og ytri norðausturleiðar. Notast var við líkan sem ber saman kostnað við að sigla tiltekna leið yfir Norður-Íshaf og hina hefðbundnu leið um Súezskurð. Inn í líkanið voru teknar spár um hafís, siglingahraði, eldsneytisnotkun, sem og kostnaður vegna smíði og rekstrar skipa sem geta siglt yfir Íshafið. Bornar voru saman leiðir frá nokkrum borgum í Asíu. Niðurstöður benda til þess að gámasiglingar til norðlægra hafna í Austur-Asíu (eins og Yokohama/Tokyo) geti orðið hagkvæmar einhvern tíma á tímabilinu frá 2030 til 2050. Siglingar eru eingöngu hagkvæmar ef siglt er 100-120 daga á ári yfir sumartímenn. Í grunntilfelli er ennfremur gert ráð fyrir að olúverð sé 750 \$/tonn (verðið var 400-500 \$/tonn 2019). Spáð er að í kringum 1,4 milljónir gámaeininga fari skilgreinda leið árið 2030, en það jafngildir um 480 gámaflutningaskipum. Sumarið 2050 er talið að skipin verði orðin um 850 og að þau beri um 2,5 milljónir gámaeininga. Þá kemur fram að siglingar um norðurslóðir dragi úr útblæstri koldíoxíðs um 1,2 megatonn á ári fram til 2030 en um 2,9 megatonn á ári fram til 2050 miðað við siglingar sem fara nú um Súesskurð.

Árið 2010 töldu Schøyen og Bråthen að siglingar í viðskiptaskyni eftir norðausturleiðinni gætu jafnvel verið hagkvæmar að sumri til þá þegar. Þegar eldsneyti hækkar í verði verður norðausturleiðin hagkvæmari. Fram kemur að miðleiðin leyfi meiri sveigjanleika í flutningaleiðum. Jafnframt er því haldið því fram að rússnesk stjórnarmál séu helsta orsök óvissu um hagkvæmni Íshafssiglinga þar sem stjórnvöld í Rússlandi séu almennt „óútreiknanleg“. Til að mynda krefjist þau þes að skipstjóri sé rússneskur þegar siglt er um landhelgi Rússlands. Einnig fylgi mikið skrifræði umsókn um leyfi til að sigla um rússneska lögsögu þar sem mörg ráðuneyti og stofnanir þurfi að fjalla um málið. Óvissa um tæknileg atriði, til dæmis um siglingu um ís, er talin minna vandamál.



Chernova og Volkov (2010) eru sammála um að norðausturleiðin sé enn sem komið er ekki samkeppnishæf við Súezleiðina fyrir gámaflutninga en hún geti orðið það þegar ísinn hefur hopað enn meira og lagalegt umhverfi, tollar og skattar í Rússlandi verða hagstæðari.

Verny og Grigentin (2009) könnuðu tæknilega og hagræna möguleika á reglulegum gámaflutningum eftir norðausturleiðinni og báru saman við aðrar flutningsleiðir. Það var gert með því að skoða kostnað við að flytja eina gámaeiningu frá Shanghai til Hamborgar. Því er haldið fram að gámaflutningar um Súezskurð séu enn sem komið er hagkvæmari kostur en flutningar um norðausturleiðina, en hún er talinn jafngóður kostur og flutningar með Síberíulestinni. Hins vegar er talið að reglulegir gámaflutningar um norðausturleiðina kunni að verða í boði í náninni framtíð.

Liu og Kronbak (2010) könnuðu horfur á arðsemi norðausturleiðarinnar samanborið við Súezleiðina. Þeir gerðu ráð fyrir 4.300 gámaeininga ísstyrktu gámaskipi á norðausturleiðinni en hefðbundnu skipi á Súezleiðinni. Gert var ráð fyrir því að ísstyrktu skipin sigldu norðausturleiðina yfir sumartímamann en Súezleið á öðrum árstímum. Niðurstöður benda til þess að norðausturleiðin sé ekki samkeppnishæf miðað við núverandi gjöld sem Rússar leggja á ísbrjótaþjónustu sína. Ef gjöldin yrðu felld niður yrði norðausturleiðin samkeppnishæf og ef til vill yrði meiri hagnaður af henni en Súezleið. Einnig er bent á að norðausturleiðin yrði hagstæðari ef aðrir þættir sem helst voru til skoðunar (olíuverð og siglingatími) yrðu hagstæðari.

Arpiainen og Kiili (2006) skoðuðu tæknilega og hagræna möguleika á gámaflutningum á milli Aljútaeyja í Alaska (e. Aleutian Islands) og Íslands eftir norðausturleið. Mat þeirra á kostnaði á hvern gám við að sigla norðausturleið hljóðaði upp á 354 til 526 \$/gámaeiningu fyrir 5.000 gáma skip, en 1.244 til 1.887 \$/gámaeiningu fyrir 750 gáma skip (lægri talan miðast við meðalrekstrarár, sú hærri við erfitt ár). Að þessu gefnu telja þeir vera ódýrara að fara norðausturleiðina en um Súezskurð frá Japan til Evrópu. Þeir taka þó fram að ýmislegt vanti í athugunina, svo sem kostnað vegna ísbrjóta, hafnarkostnað í Rússlandi og fleira.

Bekkers, Francois og Rojas-Romagosa (2017) könnuðu efnahagsleg áhrif hörfandi hafíss og tilkomu norðausturleiðarinnar. Þau benda á að í fyrri rannsóknum hafi bráðnun íss verið vanmetin og að Norður-Íshaf verði íslaust, að minnsta kosti að sumri, fyrr en talið hefur verið. Þau telja að batnandi aðstæður og sú staðreynd að sigling eftir norðausturleið geti verið styttri en eftir Súezleið leiði til þess að skipafélög neyðist til þess að velja norðausturleiðina til að vera áfram samkeppnishæf. Gert er ráð fyrir að lagt sé upp frá Busan í Suður-Kóreu eða Yokohama í Japan, en það eru nokkuð norðlæggar borgir í Austur-Asíu og tiltölulega lítil hluti

heildarviðskipta Evrópusambandslanda við Asíu er við þessi lönd.<sup>5</sup> Þau halda því einnig fram að vegna þess hve ísinn hefur bráðnað hratt að undanfögnu, hafi margir fræðimenn styrkst í þeirri skoðun sinni að norðausturleiðin verði hagkvæm í nálægri framtíð.

Niðurstöður Bekkers o.fl. (2017) benda til þess að flutningskostnaður minnki um 20-30% þegar norðausturleiðin er farin og þess vegna eigi umferð um Súezskurð eftir að minnka um tvo þriðju. Þar sem um 15.000 flutningaskip (e. commercial ships) fóru að meðaltali um Súezskurð á ári frá 2008 til 2012, þýðir þetta að ekki færi en 10.000 skip fari norðausturleiðina á ári. Þess ber að geta að hér er um að ræða allar tegundir skipa, ekki eingöngu gámaflutningaskip. Þar sem gámaskip eru að meðaltali ríflega þriðjungur skipa sem sigla um Súezskurð (Suez Canal Authority, 2017a), má túlka spá höfundanna þannig að 3.000-4.000 gámaflutningaskip fari norðausturleiðina á ári.

Bekkers o.fl. (2017) gera ráð fyrir að árið 2030 verði Íshafið orðið nægilega íslaust og að þættir eins og siglingatækni, innviðir, opinber gjöld og fleira verði svo hagstæðir að hægt verði að fara um það allt árið. Framangreindir þættir hafa bæði áhrif á tryggingagjöld og áreiðanleika siglinganna, en áreiðanleikinn skiptir sérstaklega miklu máli í flutningum. Með tíðari ferðum skipa um norðausturleiðina fæst meiri reynsla, siglingatækni batnar og innviðir ættu að byggjast upp í takt við umferð. Höfundar benda á að í fyrri rannsóknum beri á milli forsendna um það hvenær Norður-Íshaf verði nægjanlega íslaust. Í greininni er meðalvegur sagður farinn og gert ráð fyrir að norðausturleiðin verði alveg fær (e. fully operational) allan ársins hring árið 2030. Árið 2030 leikur þó ekki lykilhlutverk þar sem niðurstöður breytast lítið þó að horft sé á árin 2020 eða 2040. Bekkers o.fl. gera enn fremur ráð fyrir að norðausturleið sé fullkominn staðgengill Súezleiðar, með öðrum orðum að öll skip fari um Íshafið um leið og ódýrara verður að fara um það.

Tavasszy o.fl. (2011) meta flæði gámaflutninga um allan heim á komandi árum. Eitt sértílfelli í líkaninu er opnun norðausturleiðar. Þrátt fyrir að siglingaleiðir styttest leiðir það ekki endilega til minni heildarkostnaðar. Dýrara verður að smíða skip, óvíst er hvenær leiðin verður greiðfær, sigling er hægari og sennilega meiri hættur á leiðinni. Niðurstaðan er sú að flæði gáma um Íshafið verði aðeins um 1,5% af heildarflæði gáma í heiminum.

Bensassi o.fl. (2016) könnuðu hvort minnkandi hafís á norðurslóðum hefði áhrif á viðskipti milli Evrópu og Asíu. Notast var við þyngdarafslíkan til að kanna siglingar gámaskipa. Tekið var tillit til breytileika í veðurfari, hafíss, rússneskra tolla, hárra tryggingagjalda og fárra

---

<sup>5</sup> Viðmiðunarvegalengd norðausturleiðarinnar er því nokkru styttri en í öðrum rannsóknum sem hér eru til umfjöllunar.

tækifæra til að losa og lesta gáma á leiðinni. Litið er svo á að leiðin sé fær ef það eru meira en helmings líkur á að ísinn sé innan við 15 cm þykkur. Spáð er dreifingu hafíss á öldinni með því að nýta gögn um útblástur gróðurhúsalofttegunda og breytingar á hafísþekju. Ef gert er ráð fyrir mikilli hlýnun vegna gróðurhúsaáhrifa verður leiðin fær einn mánuð á ári til 2020, þrjá mánuði frá 2020 til 2060, fjóra frá 2060 til 2070 og fimm mánuði frá 2070 til 2100. En jafnvel þó að hindrunum yrði rutt úr vegi er ekki hægt að nota norðausturleiðina nógu marga mánuði á ári til að viðskipti landa Evrópu og Asíu aukist að ráði. En eftir því sem tíminn líður og leiðin opnast meira fer stærrí hluti skipa um hana. Því er spáð að hin nýja siglingaleið verði til þess að viðskipti Evrópulanda og Asíu aukist um 7% til loka aldarinnar, en það þýðir umferð 1.000-1.500 skipa árið 2100.

Alþjóðaráðið um hreinar samgöngur (e. The International Council on Clean Transportation) (2015) spáði árið 2015 fyrir um skipaumferð í grennd við Alaska, en þar með talin er umferð um Beringssund. Nokkrar sviðsmyndir eru dregnar fram þar sem gert er ráð fyrir mismiklum hagvexti, að mismörg skip sigli um Íshafið í stað hefðbundinna leiða og mismikilli auðlindanýtingu á norðurslóðum. Niðurstöður benda til þess að árið 2025 sigli á bilinu 1.100 til 2.600 skip um Íshafið undan ströndum Alaska (Beringssund meðtalið), þar af 200 til 900 gámaskip.

Smith og Stephenson (2013) notuðu tölulegar aðferðir til þess að meta bestu siglingaleiðina yfir Íshafið til Rotterdams eða Nýfundnalands, ár fyrir ár til ársins 2050. Niðurstöður bentu til þess að miðleiðin yrði fær haustið 2050, eða jafnvel fyrr.

Eins og sjá má af þessari umfjöllun eru fræðimenn ekki sammála um hvort siglingar um norðausturleiðina eru hagkvæmar eins og sakir standa. Hins vegar er nokkur samhljómur um að ekki sé útilokað að Íshafssiglingar gætu orðið ábatasamar.

### **3.1.2 Skoðanir Íslendinga**

Ráðamenn á Íslandi hafa lengi haft áhuga á málefnum norðurslóða. Lagðar hafa verið fram tvær þingsályktunartillögur um málefni norðurslóða á undanförunum árum. Fyrst var það gert árið 2011 þegar heildarstefna Íslands í málefnum norðurslóða var birt. Tillögunni var ætlað að tryggja hagsmuni Íslands og stuðla að samvinnu (Þingsályktun um stefnu Íslands í málefnum norðurslóða, 2011). Ári síðar var lögð fram önnur þingsályktunartillaga sem ætlað var að tryggja hagsmuni Íslands sem lúta að skipasiglingum (Tillaga til þingsályktunar um umskipunarhöfn á Íslandi vegna siglinga á norðurslóðum 2012).

Nokkrar skýrslur hafa komið út á íslensku um málefni norðurslóða og þá sérstaklega um siglingar, umskipunarhöfn og tækifæri Íslands vegna aukinna umsvifa. Hvergi er þó lagt mat á fjölda skipa, líkur á að umskipunarhöfn verði valinn staður á Íslandi eða hagræn áhrif hennar hér á landi.

Skýrsla utanríkisráðuneytisins (2005) átti að vera fyrsta skrefið til þess að meta hagsmuni Íslands á norðurslóðum. Skýrsluhöfundar eru bjartsýnir á að umferð um Norður-Íshaf aukist í framtíðinni, til dæmis vegna þess að flutningaleiðirnar sem nú eru farnar anna ekki eftirspurn.

Jón Þorvaldur Heiðarsson (2007) hjá Rannsóknarmiðstöð Háskólans á Akureyri bar saman nokkra staði á Íslandi sem gætu hentað sem umskipunarhafnir. Hann er bjartsýnn á norðurslóðasiglingar og telur líklegt að þær aukist, en leggur ekki mat á fjölda skipa.

Árið 2009 kom út önnur skýrsla á vegum utanríkisráðuneytisins sem skyldi að sögn þáverandi utanríkisráðherra leggja línurnar í umræðu og heildstæðri stefnumótun varðandi norðurslóðamál (Utanríkisráðuneytið, 2009). Skýrslan fer vítt og breitt yfir málefni norðurslóða, hin ýmsu samstarfssvið og fleira, en ekki er lagt mat á fjölda skipa sem sigla muni um norðurslóðir, líkur á að umskipunarhöfn verði hér á landi eða von um hagnað af henni.

Í grein sinni lýsir Páll Hermannsson (2014), hafnarstjóri í Nuuk á Grænlandi, efasemdum um að siglingum gámaflutningaskipa um norðurslóðir eigi eftir að fjölga. Hann gerir lítið úr því sem hann kallar helstu rök fyrir siglingum og þátttöku Íslands í auknum umsvifum, en þau eru að norðausturleiðin yfir Norður-Íshafið sé styttri og ódýrari en leiðin um Súezskurð, Súezskurðurinn muni ekki anna eftirspurn, stærstu skipin verði of stór fyrir hann og ákjósanlegt sé að umskipunarhöfn verði á Íslandi. Áreiðanleiki sé lykilþáttur í flutningastarfsemi og hann fái ekki á siglingaleið sem svo mikil óvissa ríki um, til dæmis vegna hafíss. Einnig verði gámanýting aldrei góð þegar siglt er fyrir ströndum Síberíu, þar sem lítið er hægt að losa og lesta, en á hinn bóginn séu margar hafnir á leiðinni um Súezskurð. Hann telur að Súezskurður anni flutningsþörf um fyrirsjáanlega framtíð og að Ísland sé of mikið úr leið, þegar siglt er eftir norðausturleiðinni, til að skynsamlegt sé að hafa umskipunarhöfn þar. Gámaflutningar muni því ekki færast í vöxt á norðurslóðum, en heilfarmsflutningar (flutningar með mikið af einsleitu efni) með náttúruafurðir gætu aukist þegar hafís hörfar og aðgengi batnar að stöðum þar sem vinna megi olíu, gas og málmgrýti.

Árið 2016 kom út skýrsla ráðherranefndar um tækifæri og aukin umsvif á norðurslóðum (Forsætisráðuneytið, 2016). Skýrslan átti að vera heildrænt mat á hagsmunum Íslands af norðurslóðasiglingum. Þar er farið yfir víðan völl í kortlagningu tækifæra og áskorana og sett fram nokkur meginstef sem talin eru mikilvæg í hagsmunagæslu Íslands á komandi árum.

Eins og sést af þessari umfjöllun eru íslenskir sérfræðingar ekki samhljóma um hvort umsvif á norðurslóðum muni aukast mikið í framtíðinni. Enginn spáir fyrir um fjölda skipa í Íshafssiglingum.

## 3.2 Umferð metin með þyngdarafslíkani

Hagfræðistofnun setti upp þyngdarafslíkan til að varpa ljósi á ferðir gámaflutningaskipa á norðurslóðum á komandi árum. Líkanið er einfalt, en það hefur gefist vel við að útskýra áhrif fjarlægða milli hagkerfa og stærðar þeirra á viðskipti.

### 3.2.1 Líkanið

Líkanið er byggt á þyngdarlögmáli Newtons þar sem kraftur milli tveggja massa er í öfugu hlutfalli við fjarlægð á milli þeirra í öðru veldi. Í þessu samhengi er massi hlutanna sambærilegur við framleiðslu landanna sem um ræðir og þyngdarkrafturinn ígildi viðskipta þeirra. Líkanið má sjá í jöfnu (1).

$$\ln(\text{Viðskipti}_{ab}) = k + h * \ln(\text{Framleiðsla}_a) + i * \ln(\text{Framleiðsla}_b) + j * \ln(\text{Fjarlægð}_{ab}) \quad (1)$$

Hér stendur  $\ln$  fyrir logra (lógariþma),  $\text{Viðskipti}_{ab}$  tákna viðskipti milli landa  $a$  og  $b$ ,  $\text{Framleiðsla}_a$  og  $\text{Framleiðsla}_b$  tákna landsframleiðslu í löndunum tveimur og  $\text{Fjarlægð}_{ab}$  táknar fjarlægð milli landanna. Þess má vænta að stuðlar við framleiðslu landanna séu stærri en núll þar sem viðskipti aukast jafnan þegar hagkerfi stækka og að stuðullinn við fjarlægð sé frádrægur (negatívvur) þar sem fjarlægð milli landa ætti að öðru jöfnu að draga úr viðskiptum þeirra. Nánari umfjöllun um líkanið má finna til dæmis hjá Feenstra (2002) og í Viðauka A.

Horft var til fleiri áhrifaþátta en stærðar hagkerfanna og fjarlægðar á milli þeirra. Ís, vond veður, tollar og margt fleira sem gerir norðausturleiðina torfærari var tekið með í reikninginn. Kostnaði af þessu var breytt í fjarlægð til þess að koma honum inn í líkanið. Nánar tiltekið var reiknað út hversu langt 12.000 gámaeininga viðmiðunarskip á Súezleið gæti komist á eldsneyti sem væri jafnt andvirði aukakostnaðarins. Þannig má segja að torfærur á Íshafsleið séu „þýddar“ yfir í fjarlægð. Eftir því sem meiri hindranir eru á milli staða, þeim mun lengra verður á milli þeirra í líkaninu. Stuðlar líkansins eru metnir með aðfallsgreiningu, sjá Viðauka A. Í kjölfarið voru stuðlar líkansins,  $k$ ,  $h$ ,  $i$  og  $j$ , metnir með línulegri aðhvarfsgreiningu. Umfjöllun um niðurstöður aðhvarfsgreiningar og fleira tengt líkaninu má finna í Viðauka A.

Eðlilegast er að gera ráð fyrir því að gámaflutningar fari norðausturleiðina þegar ódýrara er að fara hana en um Súezskurð. En varla er raunhæft að það gerist á einni nóttu. Ómögulegt er að segja hve langan tíma slíkt tæki (ef það gerist á annað borð). Hér er annars vegar skoðuð sú

niðurstaða að allir gámaflutningar fari hagkvæmari leiðina og hins vegar að hana fari aðeins skip sem bætast við í siglingum milli Vestur-Evrópu og Austur-Asíu. Íshafssiglingar kalla á fjárfestingar í skipum og höfnum og fjárfestingar taka tíma. Einnig mætti sjá fyrir sér að skipum í förum um Íshafið fjölgaði sífellt þar til allir hagkvæmir flutningar færu þá leið.

### 3.2.1.1 *Forsendur*

Meðal forsendna er að ódýrara verði að sigla yfir Norður-Íshaf þegar hafís bráðnar og loftslag hlýnar á norðurslóðum. En eins og rakið hefur verið er afar erfitt að spá fyrir um þróun mála og það verður torveldara eftir því sem lengra er horft fram í tímann. Hér var brugðið á það ráð að fylgja fordæmi Liu og Kronbak (2010) og Lassarre (2015) og setja upp þrjú tilvik þar sem aðstæður voru skilgreindar mislangt fram í tímann. Í töflu 4 má sjá hvernig tilvikin voru skilgreind. Í grófum dráttum er gert er ráð fyrir að leiðin verði æ lengur fær eftir því sem tíminn líður og hafís á leiðinni minnkar.<sup>6</sup>

*Tafla 4. Skilgreining dæma um aðstæður til siglinga á norðurslóðum í framtíðinni.*

Tímabil	Ár fram í tímann	Leið opin	Hafís (hlutfall leiðar)
<b>Náin framtíð (tilvik 1)</b>	0-10	3 mánuði á ári	700 sjómíllur (um 24%)
<b>Næstu áratugir (tilv. 2)</b>	10-25	6 mánuði á ári	300 sjómíllur (um 10%)
<b>Fjarlæg framtíð (tilv. 3)</b>	25+	9 mánuði á ári	100 sjómíllur (um 3%)

Í líkaninu er gert ráð fyrir að ísbrjótar ryðji leiðina um Íshafið. Ekki eru allir sammála um þörf fyrir ísbrjóta í siglingunum. Sumir telja nóg að skipin verði sérstaklega styrkt, þannig að þau brjóti ísinn sjálf. Flestar spár fræðimanna hafa til þessa vanmetið hraða ísbráðnunar, en náttúran er sveiflukennnd. Ef hafís er meiri en skipin ráða við festast þau og kalla þarf til ísbrjóta. Leiðin er ekki alltaf greið þó að hafís minnki **að meðaltali**. Nokkur bjartsýni er að gera ráð fyrir því að sérstyrkt skip sigli alltaf greiðlega í gegnum ísinn og haldi áætlun. Þegar ísinn hörfar þurfa skip sjaldnar á þjónustu ísbrjóta að halda, en óvissa um veður og ís skapar alltaf óhagræði samanborið við aðrar leiðir.

<sup>6</sup> Nánari umfjöllun um forsendur og heimildir fyrir þeim má sjá í viðauka.

Viðskipti Austur-Asíulanda og Vestur-Evrópu aukast ekki aðeins vegna greiðari siglinga um Norður-Íshaf. Millilandaviðskipti hafa um áratugabil farið vaxandi og líklegt er að þau geri það áfram hvort sem nýjar siglingaleiðir opnast eða ekki.

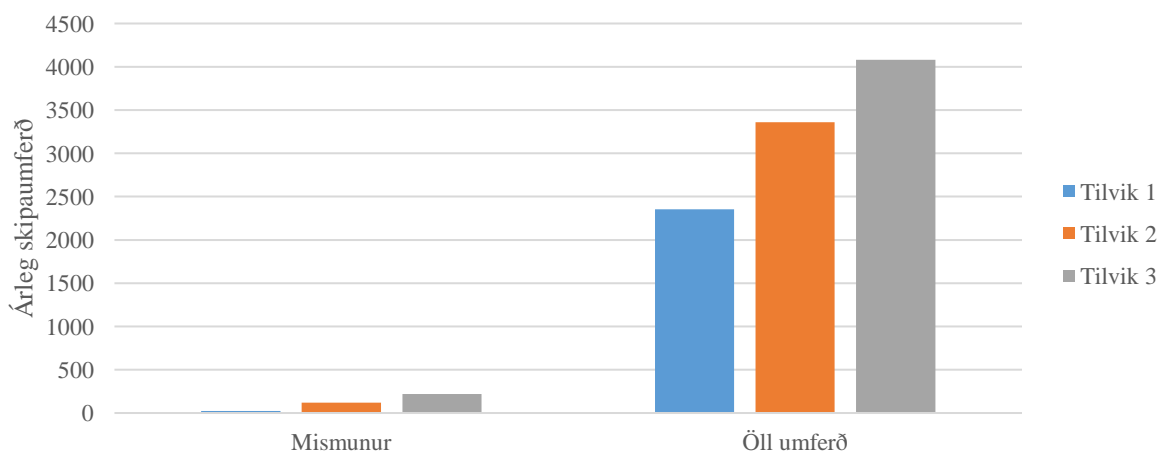
Í líkaninu er ekki horft til óvissu vegna illviðra, hafíss og pólitísku óstöðugleika. Þetta hefur allt áhrif á hagkvæmni siglinga og þegar þessum óvissuþáttum er sleppt skekkjast niðurstöður.

### 3.2.2 Niðurstöður

#### 3.2.2.1 *Japanssiglingum fjölgar um nokkur hundruð á ári, en ferðir um Íshafið gætu skipt þúsundum*

Á mynd 6 má sjá spá líkansins um fjölgun siglinga milli Evrópusambandsins og Japan í hverju tilviki fyrir sig (sjá töflu 4). Alltaf er útkoman sú að viðskipti aukist. Það er í takt við þá staðreynd að Japan er austasta og nyrsta landið í Asíu og vegalengdin þaðan til Vestur-Evrópu stýttist mest. Notast var við verðmat svissneska bankans SwissRe á meðalvirði hveirrar gámaeiningar í vöruflutningi milli Evrópu og Asíu. Mat bankans er 21.663 \$/gámaeiningu (Cowie, 2007). Áætlað er gróflega hve mörg 4.300 gámaeininga flutningaskip myndu sigla norðausturleiðina.

Í heildina fjölgar skipum um 240 á ári. Ef gert er ráð fyrir að öll umferð, sem á annað borð er hagkvæm, fari þessa leið fara á 5. þúsund skip á ári um Íshafið (tilfelli 3). Þess ber að geta að skipin eru nokkuð mörg miðað við umfang flutninganna. Vegna stærðartakmarkana á leiðinni er gert ráð fyrir 4.300 gámaeininga skipum. Ef skipin stækka má gera ráð fyrir að þeim fækki.



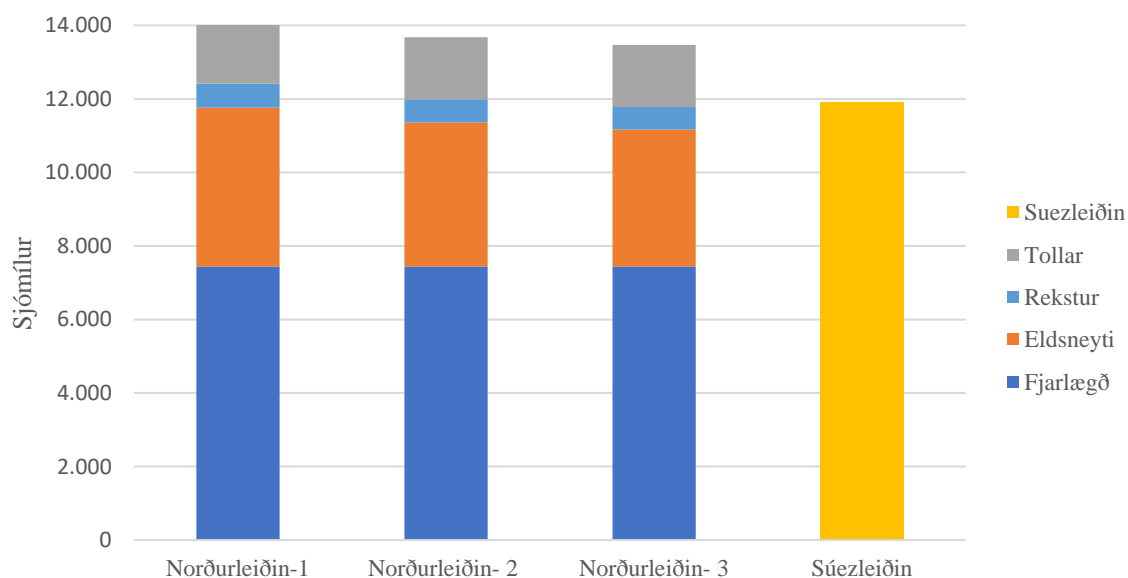
Mynd 6. Skipaumferð milli Evrópusambandslanda og Japans eftir því hvort einungis er gert ráð fyrir að nýjar siglingar fari um N-Íshaf, ef sú leið er hagkvæmari, eða að allir fari þá leið.

Rétt er að benda á að hér er bara horft á ferðir flutningaskipa með vörur milli Evrópusambandslanda og Austur-Asíu. Líklegt er að mörg skip á norðausturleiðinni sinni staðbundinni þjónustu vegna náttúruauðlinda á svæðinu. Spáin nær ekki til siglinga þeirra.

### 3.2.2.2 Óvissa um siglingar til Kína

Þar sem Evrópusambandið á meiri viðskipti við Kína en önnur Asíulönd (um tveir þriðju af heildarviðskiptum Evrópusambandsins og landanna sem eru til skoðunar hér), er hér borinn saman kostnaður við tvær siglingaleiðir milli stærstu hafna álfanna tveggja. Með öðrum orðum er horft á kostnað við Íshafsleið og Súezleið í tilvikunum þremur (sjá kafla 3.2.1.1 um forsendur). Á norðausturleið hefur öllum aukakostnaði miðað við Súezleið verið breytt í sjómílnur. Eins og sést á mynd 7 er alltaf dýrara að sigla yfir Íshafið en Súezskurð. Tollar sem lagðir eru á í rússneskri lögsögu eru mun hærri en tollar á skip sem fara um Súezskurð. Ef tollar í rússneskri lögsögu yrðu sambærilegir og á Súezleið yrði norðausturleiðin til Kína álíkadýr og leiðin um Súezskurð. Rétt er að ítreka að í líkaninu er ekki horft á allt sem getur haft áhrif á niðurstöður.

Rétt er að benda á að Kínverjar telja nú norðurslóðir hluta af innviða- og fjárfestingaverkefninu Belti og braut og því má ætla að mikill pólitískur vilji sé meðal þeirra til þess að nýta norðurslóðir í flutningum. Kínverska skipafélagið COSCO er þegar farið að nýta sér norðausturleiðina. Fyrsta ferðin var farin árið 2013, en síðan þá hafa 22 ferðir verið farnar, þar af 8 árið 2018 (Staalesen, 2019; Tillman, Jian og Nielsson, 2018). Kínverjar hafa sérstaklega kvartað yfir því að Rússar krefjist þess að rússneskir ísbrjótar fylgi skipunum, en Kína ræður sjálfst yfir tveimur ísbrjótum (Eiterjord, 2019; Over the Circle, 2019).

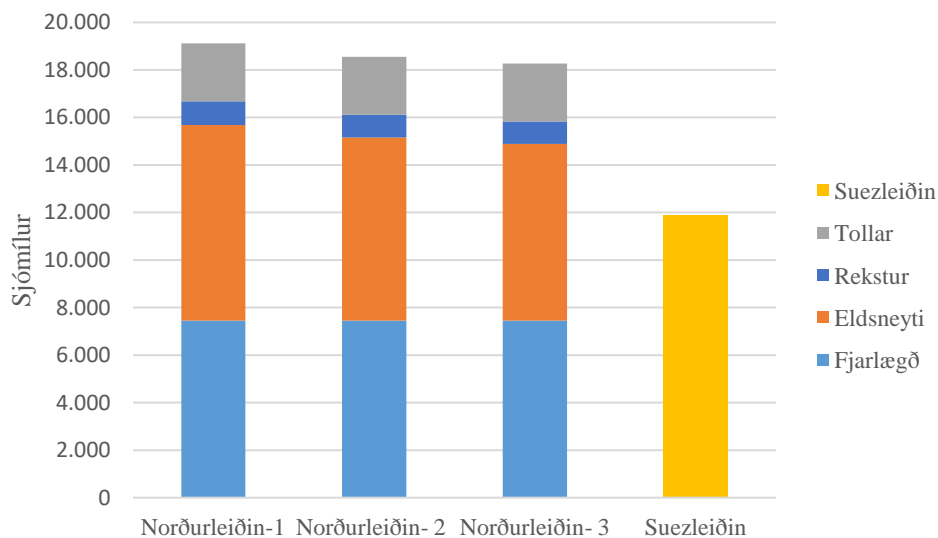


Mynd 7. Niðurstöður kostnaðargreiningar á siglingu milli Rotterdam og Shanghai yfir Norður-Íshaf í tilvikunum þremur og um Súezskurð.



### 3.2.2.3 Verri gámanýting í siglingum yfir Íshafið?

Ákveðið var að notast við sömu forsendu og Liu og Kronbak (2010) um gámanýtingu á norðausturleið og gera ráð fyrir að hún sé eins og á Súezleið, eða 80%. Deilt hefur verið á þá forsendu, til dæmis af Lasserre (2015), enda er ekki hægt koma við í mörgum stórum höfnum á leið yfir Íshafið eins og þegar siglt er undan ströndum Suður-Asíu og Evrópu. Sem fyrr segir er auðveldara að fylla skip þegar bæði er hægt að senda vörur um langan veg og til hafnar í næsta nágrenni. Ennfremur er minni óvissa á styttri leiðum. Þess vegna var brugðið á það ráð að endurreikna kostnaðinn miðað við að gámanýting á norðausturleið væri aðeins 60%. Útkomuna má sjá á mynd 8. Kostnaður er nokkru meiri á norðausturleiðinni vegna þess að þar deilist kostnaðurinn á færri gáma. Súezleiðin verður þá ódýrari en norðausturleiðin, sama við hvaða tilvik er miðað.

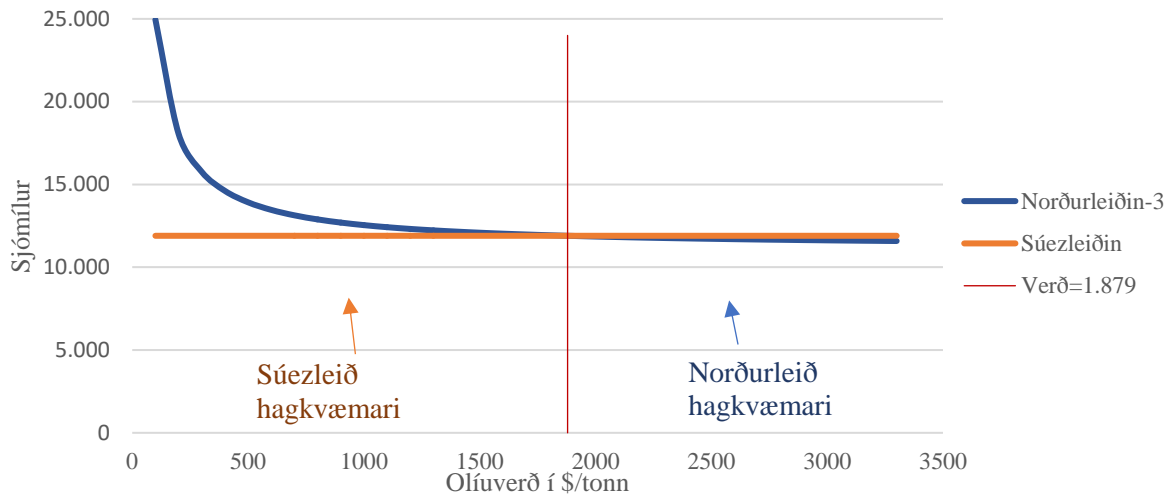


Mynd 8. Niðurstöður kostnaðargreiningar fyrir Íshafsleið og Súesleið milli Shanghai og Rotterdam þegar gámanýting á norðausturleið er 60% í stað 80%.

### 3.2.2.4 Hærra olúverð vinnur með Íshafssiglingum

Ekki er hægt að spá fyrir um olúverð með mikilli nákvæmni. Hér er stuðst við spá Orkumálastofnunar Bandaríkjanna (U.S. Energy Information Administration, EIA) sem gerði ráð fyrir að tonn af olíu kostaði 600 \$ (EIA, 2016). Notast er við það mat í öllum tilfellum á norðausturleið. Þegar farið er yfir Íshafið þarf minna eldsneyti en þegar farin er lengri leið. Í því felst stór hluti sparnaðarins. Þar af leiðandi verður norðausturleiðin vænlegri eftir því sem olúverð hækkar. Á mynd 9 má sjá kostnað við að fara um Norður-Íshaf og Súezleið milli Shanghai og Rotterdam, mældan í sjómílum, sem fall af olúverði. Sem fyrr er aukakostnaður í íshafssiglingum reiknaður yfir í vegalengd. Eins og sést þarf olúverð að hækka meira en þrefalt miðað við spá orkumálayfirfalda í Bandaríkjunum til þess að norðausturleiðin milli Shanghai

og Rotterdam verði ódýrari en Súezleiðin. Jafnvel þótt það gerist munar ekki miklu á kostnaði við að fara þessar tvær leiðir.



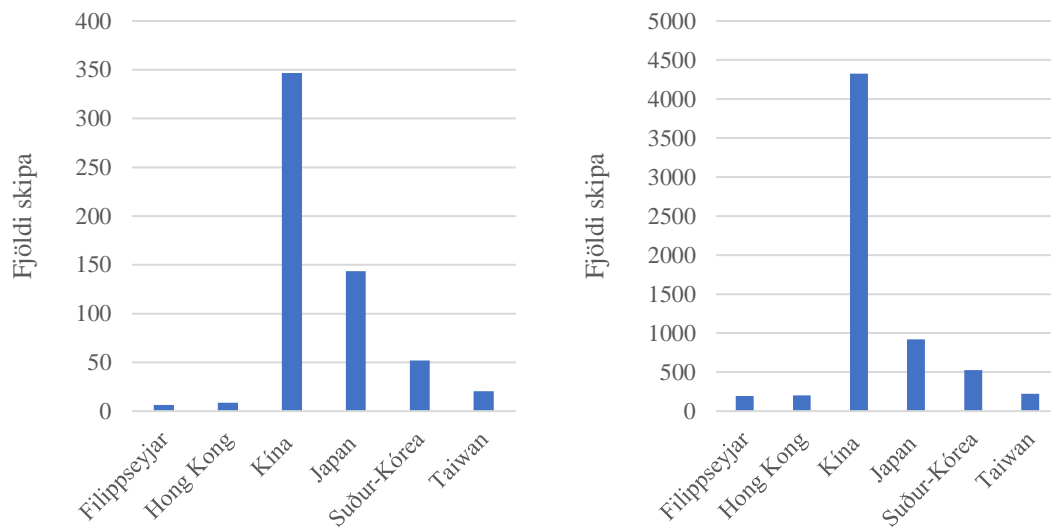
Mynd 9. Kostnaður við leið yfir N-Íshaf (blár ferill) og Súezleið (appelsínugulur ferill) milli Shanghai og Rotterdam sem fall af olíuverði. Lóðrétt lína sýnir það olíuverð sem markar skilin milli þess hvor leiðin er dýrari.

### 3.2.2.5 Íshafssiglingar aukast þegar miðleiðin opnast

Líkanið var einnig notað til að spá fyrir um skipaumferð yfir Norður-Íshaf um miðleiðina. Hún verður ekki fær fyrr en að nokkrum áratugum liðnum svo að spár um skipasiglingar um hana eru háðar enn meiri óvissu en spár um norðausturleið. Ennfremur er vert að benda á að innviði skortir enn frekar á miðju Íshafinu en undan ströndum Síberíu. Fyrir miðleið var gert ráð fyrir að olíuverð væri 800 \$/tonn en ekki 600 \$/tonn eins og fyrir norðausturleið þar sem hér er horft mjög langt fram í tímann (2040) og samhljómur er um það hjá fræðimönnum að olíuverð hækki þegar tímar líða.

Á mynd 10 má sjá spá um umferð gámaflutningaskipa um miðleið, bæði þegar gert er ráð fyrir því að um hana fari aðeins skip sem bætast við í Asíusiglingum þegar leiðin styttist (vinstra graf) og þegar gert er ráð fyrir að öll skip fari miðleiðina, ef það borgar sig á annað borð. Íshafssiglingar kalla sem fyrr segir á fjárfestingar í skipum og innviðum og því er ekki raunhæft að gera ráð fyrir að allar Asíusiglingar fari um Íshafið um leið og það er fært. Ef aðeins er miðað við að ný skip fari miðleiðina fara tæplega 600 skip þá leið árið 2040. Það er meira en tvöföld aukning miðað við tilvik þrjú á norðausturleið, en þó ekki nema brot af umferðinni sem nú fer um Súezskurð. En ef gert er ráð fyrir að allir fari miðleiðina ef það borgar sig, verða skipin fleiri en 6.000. Helsta ástæða þess að fleiri skip fara miðleið en norðausturleið er sú að tollar eru mun lægri á miðleið. Beitt er sömu aðferðum og við greiningu á umferð um norðausturleið og

forsendur eru áþekkar. Helsti munurinn er að hér er gert ráð fyrir að stærri skip sigli um Íshafið þar sem stærðartakmarkanir eru minni á miðleiðinni, tollar eru lægri og að gert er ráð fyrir að olíuverð hafi hækkað. Meiri upplýsingar um forsendur líkans má finna í töflu 22 í viðauka.



Mynd 10. Fjöldi skipa sem sigla um norðurslóðir eftir miðleið árið 2040 eftir að ís hörfar samkvæmt líkani. Graf til vinstri sýnir siglingarnar ef aðeins er gert ráð fyrir að þau skip sem bætast við þegar leiðin styttest, fari um Íshafið. Grafið til hægri sýnir siglingar um miðleið ef gert er ráð fyrir að öll skip í Asíusiglingum fari þá leið ef það borgar sig á annað borð.

### 3.3 Tvö hundruð til 6.500 skip

Líkt og sjá má af fyrrgreindri umfjöllun ber niðurstöðum líkans Det Norske Veritas (2010) ágætlega saman við niðurstöður þyngdarafslíkans þegar aðeins er gert er ráð fyrir að ný skip í Asíusiglingum fari norðausturleið. Í báðum spám er gert ráð fyrir að nokkur hundruð skip sigli yfir Íshafið á ári. Mest spáir Det Norske Veritas ríflega 800 skipum, en gert er ráð fyrir að farið sé milli miðleiðar og norðausturleiðar. Niðurstöðum Hagfræðistofnunar ber sæmilega vel saman við niðurstöður Alþjóðaráðsins um hreinar samgöngur. Bekkers o.fl. (2017) spá mun meiri skipaumferð, eða um 3.000-4.000 gámaskipum á ári, 10.000 skipum í heildina. Þeim niðurstöðum ber ágætlega saman við niðurstöður þyngdarafslíkans þegar gert er ráð fyrir að allar siglingar fari norðausturleiðina þegar það er á annað borð hagkvæmt. Niðurstaða þyngdarafslíkans Hagfræðistofnunar rímar einnig ágætlega við niðurstöður Bensassi o.fl. þar sem sama líkan var notað (2016). Þar er þó ekki lagt mat á fjölda skipa, en spáð er að viðskipti vaxi um 7% frá 2016 til 2100 vegna betri aðgangs um norðausturleiðina. Gróflega má áætla að það samsvari því að skipaumferð aukist um 1.000-1.500 skip á ári frá því sem nú er til ársins 2100. Í töflu 6 hér að neðan má sjá yfirlit yfir spár um fjölda flutningaskipa. Tölurnar merkja skip á ári. Skipum fjölgar í Íshafssiglingum þegar fram líða stundir. Hindranir minnka í Norður-Íshafi þegar tímar líða og innviðir batna.

Tafla 6. Yfirlit um spár um siglingar flutningaskipa yfir Norður-Íshaf. Tölur merkja skip á hverju ári.

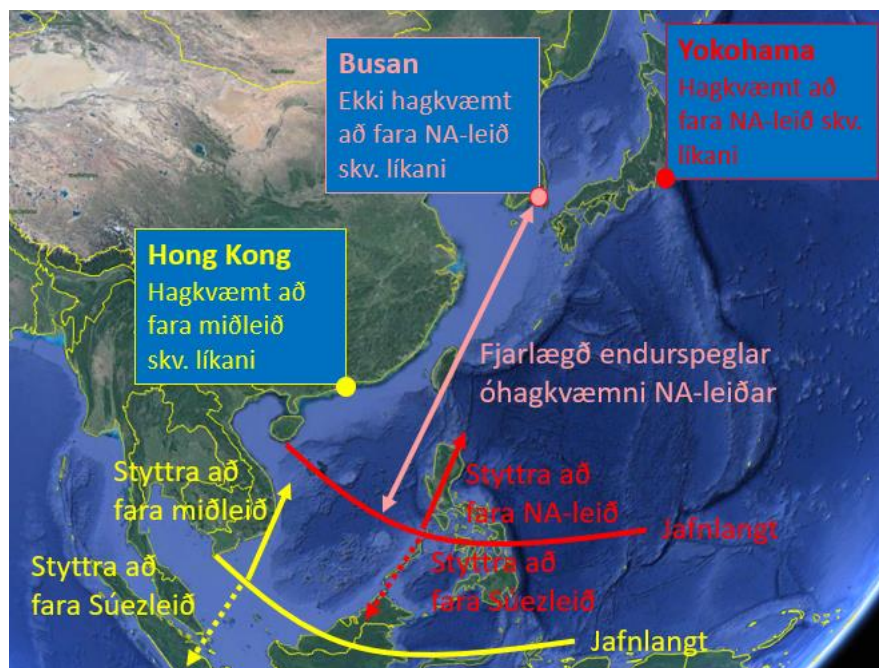
		Árið 2030	Árið 2050
<b>Det Norske Veritas</b>		480	850
<b>Bekkers o.fl.</b>		3.000-4.000	
<b>Bensassi o.fl.</b>		200	400
<b>Alþjóðaráðið um hreinar samgöngur</b>		200-800 (árið 2025)	
	<b>0-10 ár</b>	<b>10-25 ár</b>	<b>25+ ár</b>
<b>Hagfræðistofnun</b>			
norðausturleið – ný skip	22	118	218
norðausturleið – alltaf ef borgar sig	2.350	3.360	4.080
miðleið – ný skip			580
miðleið – alltaf ef borgar sig			6.400

\* Munur á skipum

Bekkers o.fl. (2017) gera ráð fyrir að heimskautsísinn bráðni hratt og að víða verði íslaust á sumrin eftir fáein ár. Þau gera enn fremur ráð fyrir að spár um veður og hafís batni hratt þegar umferð eykst um Íshafið. Tollar í rússneskri lögsögu lækki, siglingatækni í hafís batni og einnig aðstaða til leitar og björgunar, innviðir á leiðinni styrkist og þannig má áfram telja. Þegar skipum fjölgar lærir fólk hraðar á aðstaður. Gert er ráð fyrir að ekki líði á löngu þar til nýja leiðin verði talin alveg jafngild Súezleið (fullkominn staðgengill) og hún verði því alltaf farin þegar ódýrara er að fara hana. Det Norske Veritas (2010) gerir ekki ráð fyrir að hafís á svæðinu bráðni jafnhvatt og þar er almennt er ekki sama bjartsýnin um siglingatækni og fleira er viðkemur siglingum. Ekki er heldur gert ráð fyrir að norðurleiðin verði farin allan ársins hring. Einungis er reiknað með 100 siglingadögum árið 2030 og 120 dögum árið 2050. Alþjóðaráðið um hreinar samgöngur (2015) gerir síðan ráð fyrir mismiklum hagvexti, mismikilli nýtingu norðausturleiðar og mismikilli nýtingu náttúruauðlinda á norðurslóðum og skýrir það breitt bil í spánni. Benassi o.fl. (2016) notast við þyngdarafslíkan og líta svo á að leiðin sé fær ef meira en helmings líkur eru á að þéttleiki íss sé innan við 15% eða að ísinn sé innan við 15 cm þykkur. Jafnvel þó að höfundar geri ráð fyrir mikilli hlýnun búast þeir aðeins við að leiðin sé fær einn mánuð á ári til 2020, þrjá mánuði frá 2020 til 2060, fjóra frá 2060 til 2070 og fimm mánuði frá 2070 til 2100.

Samkvæmt niðurstöðum Hagfræðistofnunar borgar sig að flytja vörur milli Yokohama og Rotterdam um norðausturleið og milli Hong Kong og Rotterdam um miðleið. Því ætti einnig að vera hagkvæmt að flytja vörur um norðausturleið frá höfnum sem eru austar og norðar en Yokohama og höfnum austan við Hong Kong eftir miðleið. En hve langt vestur er í allra mesta

lagi hagkvæmt að flytja vörur til Rotterdam með því að sigla um Íshafið? Ef gert er ráð fyrir að aðstæður séu aldrei auðveldari á leiðum um Íshafið en á Súezleið munu skip ekki sigla lengri leið yfir Norður-Íshaf. Á mynd 11 má sjá hvar í Austur-Asíu er um það bil jafnlangt að fara Súezleið og um Íshafið eftir norðausturleið eða miðleið. Ef norðausturleið er farin er í mesta lagi hagkvæmt að sigla um það bil frá vestustu strönd Kína og miðhluta Filippseyja (rautt), en ef miðleið er farin borgar sig í mesta lagi að sigla frá suðurodda Víetnams og nyrsta hluta Indónesíu (gult). Tekið er skýrt fram að þetta eru jaðartilfelli þar sem vegalengd sker ein og sér úr um hagkvæmni (aðstæður að öðru leyti jafngóðar). Til að hagkvæmt sé að skera línurnar á mynd 11 (sigla lengri leið um Norður-Íshaf) þurfa aðstæður að vera orðnar verri á Súezleið.



Mynd 11. Samanburður á siglingavegalengdum eftir því hvort siglt er yfir Norður-Íshaf eða farin Súezleið. Norðausturleið er táknuð með rauðum lit en miðleið með gulum.

### 3.4 Meiri bjartsýni um siglingar annars konar skipa en gámaskipa

Flestar vörur eru fluttar með gámaskipum, en olía, gas, kol og annað eldsneyti, annars konar jarðefni og efni í iðnað (e. bulk), sem og stór tæki, tól og byggingarefni og byggingareiningar (e. break bulk), er yfirleitt flutt með annars konar skipum. Í þessum kaflahluta verður varpað ljósi á þessa flutninga.

Hægt er að gefa hugmynd um stærðargráðu gámaflutninga á komandi árum þar sem stór hluti neysluvarnings verður að öllum líkindum fluttur með gámum, sama hvaða leið er farin. Vesturlandabúar munu halda áfram að eiga viðskipti við Austur-Asíu. Erfiðara er að segja til um flutninga vegna nýtingar náttúruauðlinda vegna þess að ekki liggur fyrir hve auðvelt verður að vinna auðlindir á norðurslóðum og erfitt er að segja hve mikið verður unnið. Til að mynda

er ekki hægt að segja til um hve mikil olía verður unnin undan ströndum Síberíu og hve mikið af henni verður flutt til Vesturlanda, en flutningar um þá leið gætu skipt Ísland máli. Vinna hefur verið lögð í að kortleggja þessar auðlindir og áhrifasvæði þeirra, sjá til dæmis Kjartan Elíasson o.fl. (2016). Einnig er erfitt að segja til um umfang stóreiningaflutninga í framtíðinni. Hagfræðistofnun taldi ekki forsendur til að meta umfang flutninga með náttúruafurðir og stóreiningaflutninga. Hér á eftir verður stiklað á stóru um skoðanir sérfræðinga á hagkvæmni flutninga með náttúruafurðir sem og varnings sem fluttur er í stórum einingum. Talið er að slíkir flutningar aukist nokkuð á norðurslóðum á næstunni, áður en flutningar með gáma ná flugi. Ekki eru gerðar jafnmiklar kröfur um nákvæmni í tímasetningum í slíkum flutningum og þegar siglt er með gáma.

Í skýrslu utanríkisráðuneytisins, *Fyrir stafni haf* (2005), er talað um mikil tækifæri vegna aukinna umsvifa í Síberíu og flutnings olíu og gass frá Rússlandi og vestur um haf, en þá er Ísland nánast á miðri flutningaleiðinni. Rætt er um að ef til vill yrðu olíuhreinsunarstöðvar og birgðastöðvar á Íslandi.

Í annarri skýrslu Utanríkisráðuneytisins (2009) er talað um flutninga á olíu og gasi frá Norðvestur-Rússlandi til Bandaríkjanna. Líklegt sé að umferðin aukist með nýjum vinnslusvæðum. Ennfremur er talið líklegt að þó nokkrir flutningar muni tengjast námavinnslu á austurströnd Grænlands. Þá er að finna olíu á grænlenku hafsvæði sem verður ef til vill unnin líka. Allt kallar þetta á meiri hráefnisflutninga nærri Íslandi.

Páll Hermannssonar (2014) heldur því meðal annars fram að líklegra sé að heilfarmaflutningar nái fótfestu á norðurslóðum en gámaflutningar. Íslendingar ættu að horfa til þess að þjóna málmvinnslu á Grænlandi.

Í skýrslu forsætisráðuneytisins (2016) er talað um líkur á vinnslu á Drekasvæðinu (Jan Mayen-hrygg) og í nágrenni þess. Mikil óvissa ríki um magn olíu og gass og hvort vinnsla verði að veruleika. Vinnsla á svæðinu hefði óneitanlega í för með sér flutninga í nágrenni Íslands. Hagkvæmt gæti verið að flytja byggingarefni í borpalla í stórum einingum yfir Íshafið frá Kína (e. „break bulk“). Einnig er rætt um að málmvinnsla á Grænlandi kalli á meiri flutninga um norðurslóðir. Við þetta má bæta að nýlega skiluðu norska olíufélagið Petero og hið kínverska CNOOC inn sérleyfi til að vinna olíu á Drekasvæðinu. Telja félögin að líkur á að finna arðbæra olíulind á svæðinu séu of litlar til að réttlæta meiri leit (Kristján Már Unnarsson, 2018).

Raza og Schøyen (2014) kanna hvort hagkvæmt er að flytja gas á fljótandi formi (e. liquid natural gas, LNG) eftir norðausturleið og álykta að norðausturleiðin sé rúmlega 40% ódýrari en Súezleið.

Schöyen og Brethen (2010) könnuðu arðsemi stórflutninga um norðausturleið. Þeir skoðuðu sérstaklega útblástur koldíoxíðs og benda á að umhverfissjónarmið kunni að mæla með norðausturleið. Niðurstöður þeirra eru að notað sé helmingi minna eldsneyti á norðausturleið en á Súezleiðinni. Miðað við gefnar forsendur sé norðausturleiðin samkeppnishæf og raunar hagkvæmari kostur að sumri til en Súezleið.

Lasserre (2011) bendir á að nýting náttúruauðlinda eigi líklega eftir að aukast á norðurslóðum og efnisflutningar aukist í kjölfarið. Hann telur að flutningarnir geti orðið töluverðir og renndi fleiri stoðun undir þá skoðun í grein með Pelletier (2011), en þeir könnuðu áhuga 98 flutningsfyrirtækja á siglingum um Íshafið. Rannsókn þeirra benti til þess að hjá gámaflutningsfyrirtækjum væri lítill áhugi á siglingum um Norður-Íshaf en stjórnendur stórflutningafyrirtækja væru áhugasamari, þótt þeir væru enn efins um hagkvæmni siglinganna.

Humbert og Raspotnik (2012) beindu sérstaklega sjónum að miðleiðinni í sinni athugun. Þar væri minni óvissa um tolla og lagalegt umhverfi en þegar siglt væri með ströndum Síberíu. Þeir telja mestar líkur á að siglingar um miðleiðina séu hagkvæmar fyrir stórflutninga. Mikilvægt skref til þess að byrja að nýta leiðina sé vinnsla jarðefnaeldsneytis og flutningar sem tengjast henni.

Eins og fram kom í kafla 3.1.1 telja Bekkers o.fl. (2017) að um 10.000 skip eigi eftir að fara norðausturleiðina á ári. Af þessum 10.000 skipum flytji um 4.500 olíu, gas, annars konar náttúruafurðir og annan heilfarm. Þá er miðað við að um 45% skipanna séu heilfarmsskip, en það er í samræmi við hlutfall þeirra á Súezleið (Suez Canal Authority, 2017a).

Á ráðstefnunni Arctic Shipping Forum árið 2016 var tekið dæmi af siglingu skips með kolafarm milli Rotterdam og Shanghai eftir norðausturleið annars vegar og hins vegar um Súezskurð. Því er haldið fram að jafndýrt sé að fara báðar leiðir þegar tekið er tillit til gjalda vegna ferðar um Súezskurð og ráðstafana vegna sjórána við Adenflóa sem og kostnaðar vegna fylgdarskips um norðausturleið. Aftur á móti er skip átta dögum fljótara að fara norðausturleið (Korchanov, 2016).

Á Arctic Shipping Forum árið 2014 kom fram í máli David Bull að ódýrara væri að flytja flestar vörur um norðausturleið, þrátt fyrir umtalsverðar dýptartakmarkanir. Þar eru gámaskip undanskilin. Tekið var tillit til gjalda vegna siglingar um Súesskurð og kostnaðar vegna þjónustu ísbrjóta (Bull, 2014). Felix Tschudi telur að til meðallangs tíma verði helst siglt með olíu, gas og steindir um norðurslóðir. Gámaskip sigli í mesta lagi stuttan hluta ársins (Tschudi, 2014). Svipað kom fram í máli Toumas Kiiski sem telur að siglingar tankskipa og annarra

heilfarmaskipa nái fyrst fótfestu. Síðan komi skip sem flytja gas á fljótandi formi (e. liquid natural gas, LNG), bílaflutningaskip og að lokum gámaskip um árið 2040 (Kiiski, 2014).

Eins og sjá má virðist ríkja meiri bjartsýni um flutninga á jarðefnum og stóreiningum á sérútbúnum skipum en gámaflutningum. Viðkvæðið er að vísu enn svolítið svipað og þegar rætt er um gámaflutninga: Að tækifæri séu fyrir hendi og að ekkert sé því til fyrirstöðu að siglingar aukist ef aðstæður leyfa – en fáir hafi þó stigið skrefið enn. En hvaða hlutverk mundi Ísland leika í slíkum flutningum? Fyrir tíu árum var olíuhreinsunarstöð í Arnarfirði mikið í fréttum, en nokkuð er síðan heyrst hefur af henni. Ekki má gleyma því að í næsta nágrenni, í Noregi, hafa menn áralanga reynslu af að vinna olú og gas. Einnig hefur verið talað um birgðastöðvar með jarðefni. Alveg er óljóst hvort hagkvæmt er að skipa hér á land jarðefnum á leið til meginlands Evrópu. Það er raunar svipað viðfangsefni og það hvort vit sé í að umskipa hér gámum á leið til meginlandsins. Um þetta hvort tveggja er rætt í næsta kafla.

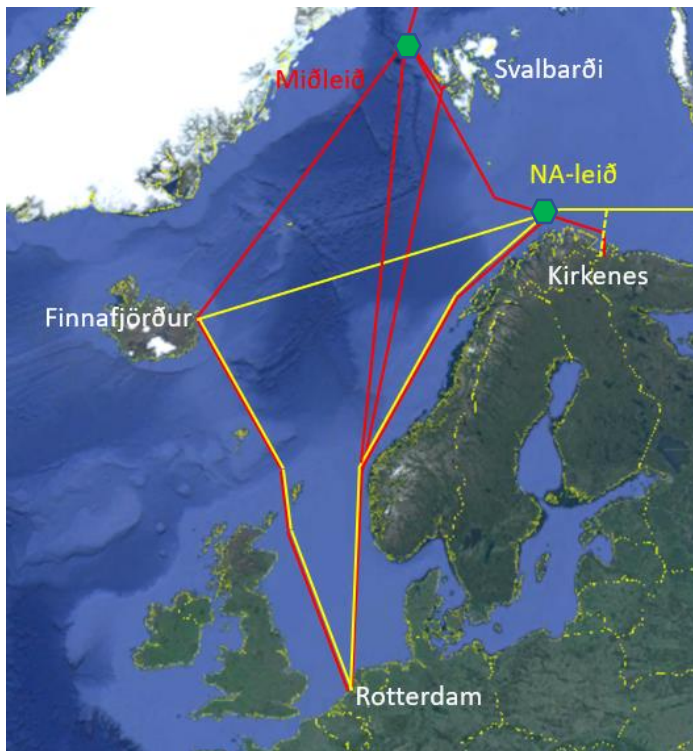


## 4 Umskipunarhöfn á Íslandi

Skip í Íshafssiglingum þurfa að koma við á Íslandi ef siglingarnar eiga að hafa áhrif hér.<sup>7</sup> Borgar sig að umskipa farmi á leið til Rotterdam í Hollandi á Íslandi? Hér verður varpað ljósi á það. Fyrst verður fjallað um siglingaleiðir og hafnarstæði sem koma til greina við Norður-Atlantshaf. Hér á eftir er gert ráð fyrir að hafnir séu reknar með hagnað að leiðarljósi. Byggðasjónarmið hafa stundum ráðið för í hafnargerð, en almennt má segja að betra sé að framfylgja byggðastefnu með almennari hætti en með ríkisstyrk til umskipunarhafnar, til dæmis í gegnum skattkerfið.

### 4.1 Siglingaleiðir

Tvær siglingaleiðir yfir Norður-Íshaf eru skoðaðar. Annars vegar er norðausturleiðin. Þegar hún er farin er styst að fara með ströndum Noregs til borga á meginlandi Evrópu. Hins vegar er miðleiðin. Þá er farið vestan við Svalbarða, svo að Ísland er meira í leið, eins og sjá má á mynd 4. Á mynd 12 má sjá samanburð á því hvernig siglingaleiðirnar liggja úr Norður-Íshafi og suður í Atlantshaf eftir því hvar er umskipað, ef umskipað er á annað borð.



Mynd 12. Siglingaleiðir þegar komið er suður úr Norður-Íshafi í Atlantshaf. Norðausturleið (gul) getur greinst í tvennt þar sem komið er við í Norður-Noregi eða á Íslandi, og Miðleið (rauð) getur greinst í þrennt, með viðkomu á Íslandi, Svalbarða og Norður-Noregi (Google Earth). Gul brotalína sýnir siglingaleið til Kirkenes. Grænir punktar sýna hvar leiðir skilja.

<sup>7</sup> Umfram þátttöku í leit og björgun, líkur á umhverfisslysum og þess háttar.

Hægt er að skipta norðausturleiðinni gróflega í tvennt, í innri og ytri leið (mynd 4). Innri leiðin þræðir að mestu stendur Síberíu, en ytri leiðin liggur út fyrir sumar eyjar úti fyrir ströndinni. Miðleiðin er stysta leiðin yfir Íshafið. Um þessar mundir er raunhæfast að skip fari innri norðausturleiðina, en eftir því sem heimskautsísinn hörfar geta skipin fíkrað sig lengra út á Íshafið, nær ytri norðausturleiðinni og loks nær miðleiðinni. Innri norðausturleið og miðleið eru því eins konar útjaðrar siglingaleiðanna, og ef siglingakostnaður er metinn um þær fæst hámark og lágmark kostnaðar.

Hafa ber í huga að mikil óvissa er um það hvort miðleið verður opnuð fyrir stöðugri umferð stórra flutningaskipa. Óvissa er bæði um tíma og umfang. Til að mynda er ekki hægt að segja með vissu hvað hafísinn hörfar hratt. Einnig skiptir máli hvernig hann hörfar. Ekki er hægt að gera ráð fyrir að erfiðasti partur Íshafsins verði skyndilega íslaus og verði það framvegis. Líklegra er að aðstæður til siglinga batni með tímanum, þó að öðru hverju komi slæm ár. Ennfremur er ljóst að Íshafið verður alltaf greiðfærara á sumrin en á veturna.

Eins og sjá má á mynd 12 lengir viðkoma á Íslandi beinustu leið skips til Rotterdam í Hollandi hvort sem farin er norðausturleið eða miðleið. Ef norðausturleið er farin þarf skip að sigla talsvert í vestur til að komast til Íslands, en Norður-Noregur er í leiðinni. Ef miðleið er farin þarf einnig að taka krók til vesturs.

Hér er annars vegar gert ráð fyrir að siglt sé yfir Íshafið á sérútbúnum, ísstyrktum skipum sem eru dýrari og hæggengari en venjuleg skip. Þá er fengur í að umskipa eins norðarlega og kostur er til að koma farminum sem fyrst í ódýrari og hraðskreiðari skip. Hins vegar er gert ráð fyrir að siglt sé yfir Norður-Íshaf á skipum sem svipar til venjulegra, hraðskreiðra flutningaskipa sem almennt eru notuð nú. Þá er minni fengur í að umskipa þegar komið er yfir Íshafið. Ef ís hörfar jafnhvort og hann hefur gert á undanförunum árum eru líkur á að óþarft verði að nota sérstyrkt skip þegar tímar líða.

Þar sem gert er ráð fyrir því í þessum kafla að Íshafssiglingar borgi sig er einungis skoðað (i) hvort hagkvæmt er að umskipa farmi á leiðinni, og (ii) hvort höfn á Íslandi stenst samkeppni við aðrar umskipunarhafnir. Reiknaður er munur á breytilegum rekstrarkostnaði skipa eftir því hvar er umskipað (ef umskipað er á annað borð) og sá kostnaður borinn saman við líklegt umskipunargjald. Jafnan er miðað við að farmurinn sé á leið til Rotterdam. Einnig er skoðað hvort hagkvæmt er að umskipa farmi á Íslandi á leið til Halifax í Kanada.

## 4.2 Umskipunarstaðir og aðstæður

Ef hagkvæmt er að umskipa liggur beinast við að skoða umskipunarhafnir á Íslandi, Svalbarða og í Norður-Noregi. Longyearbyen á Svalbarða er til dæmis um 1.300 km norðar en norðausturhluti Íslands og hefur því talsvert forskot að því leyti ef notast er við hægfara sérstyrkt skip (Páll Hermannsson, 2014). Svalbarði er ekki alveg íslaus allt árið um kring, en Longyearbyen er inni í Isfjorden sem er vestan megin á Svalbarða og þar er minna um hafís en austan megin. Raunar er ekki um að ræða fasta íshellu heldur ósamfelldan ís (Norwegian Meteorological Institute, 2018).

Í Noregi hefur helst verið rætt um umskipunarhöfn í Kirkenes. Norður-Noregur hefur þann kost, rétt eins og Austfirðir, að þar frýs sjórin ekki og skip geta siglt þangað allt árið. Í Kirkenes er nú þegar til aðstaða fyrir skipi með heilfarm (e. bulk terminal) sem Tschudi Shipping Company rekur. Þar má afgreiða skip allt að 100 þúsund DWT (e. deadweight tonnage), en áform eru um að stækka höfnina þannig að hún geti tekið á móti skipum sem eru 170 þúsund DWT. Panamax og New Panamax skipin, sem eru mikið notuð í flutningum um þessar mundir, eru á bilinu 55-120 þúsund DWT. Einnig er við höfnina í Kirkenes 370.000 m<sup>3</sup> geymslurými (e. silo storage capacity) þar sem geyma má jarðefni (e. bulk minerals) frá Rússlandi og Norður-Skandinavíu. Ágætt dýpi er í höfninni, eða ríflega 20 m. Enn meiri stækkunaráform hafa verið kynnt undir nafninu „Kirkenes Industrial Logistics Area“ (KILA). Um er að ræða 1 km<sup>2</sup> athafnasvæði sem má nýta sem miðstöð og þjónustuhöfn fyrir olíuleit og vinnslu og annan iðnað úti á hafi. KILA var samþykkt árið 2012 af sveitarfélaginu sem Kirkenes tilheyrir (Sörvaranger). Menn sjá fyrir sér að aðstaða við höfnina verði byggð upp í þrepum. Hægt verði að þjóna margs konar skipum, til að mynda stórum tankskipum og skipum með heilfarm (e. bulk carriers) og skipum sem flytja gas á fljótandi formi. Einnig megi umskipa farmi og geyma búnað fyrir borun og námagröft sem siglt yrði með frá Asíu – og meðhöndla hann. Tschudi Arctic Transit hefur mikla reynslu af umskipun á olíu og gasi frá Rússlandi í Norður-Noregi. Menn sjá svo fyrir sér að hinum megin í Íshafinu verði önnur umskipunarhöfn, til dæmis á Aleut-eyjum. Einnig sjá menn fyrir sér aðstöðu fyrir olíu- og gasflutninga í Finnörku vestur af Kirkenes (Shipping Portlet, 2012; Tschudi, 2014).

Nokkuð hefur verið rætt um hvort höfnin í Kirkenes ætti að tengjast Finnlandi, nánar tiltekið Rovaniemi, höfuðborg Lapplands, með lestarteinum. Þannig myndi höfnin tengjast betur meginlandi Evrópu. Verkefnið eða hluti þess gæti fallið undir innviða- og fjárfestingaverkefni Kínverja, Belti og braut (Asia Pacific Foundation of Canada, 2018; Over the Circle, 2019).

Múrmansk í Rússlandi, sem er ríflega 100 km frá norsku landamærunum, hefur einnig verið nefnd sem kostur fyrir umskipunarhöfn. Þar er íslaust allan ársins hring og ýmsir innviðir þegar fyrir hendi, til dæmis fyrir geymslu hráefna. Múrmansk er sem stendur stærsta höfnin á norðurslóðum og getur tekið á móti öllum tegundum skipa upp að 130.000 DWT. Höfnin hefur verið endurbætt á undanförunum árum og til stendur að taka höfnina frekar í gegn, en það er hluti af áætlun stjórnvalda í Rússlandi að byggja upp iðnað á Kólaskaga. Höfnin er upp undir 15 m djúp og viðlegukantar fyrir stór flutningaskip eru alls ríflega 3 km. Þar fyrir utan er viðlegukanntur fyrir olúskip 336 m. Um höfnina fara alls kyns hráefni (olía, málmgrýti t.d.) (Shipping Portlet, 2012)(ARCTIS Knowledge Hub, á.á.; CJSC "Belraht", á.á.; Rosmorport, á.á.; Tschudi, 2014). Nýjustu fréttir herma enn fremur að Primorskiy Universal Transfers Complex sé að velja stað fyrir umskipunarhöfn fyrir gámaskip þar sem á endanum á að vera hægt að umskipa um 5 milljónum gámaeininga á ári. Höfnin á að þjóna skipum sem fara norðausturleiðina og stefnt er að því að fyrsta stigi framkvæmda verði lokið 2024, en þá á höfnin að ráða við 3 milljónir gámaeininga á ári. Einnig stendur til að auka við geymslugetu á gasi á fljótandi formi og getu til að umskipa því á Múrmansk-svæðinu (CHNL Information Office, 2019). Vesturlandabúar myndu líkast til kjósa höfn annars staðar en í Rússlandi vegna stjórn málaástandsins þar. Aftur á móti virðast Rússar vilja halda sínum umsvifum eins mikið innan sinnar lögsögu og hægt er, bæði til að halda yfirráðum og halda sem mestum virðisauka í landinu.

Þegar rætt er um besta stað fyrir höfn þarf að líta til fleiri atriða en vegalengda. Ýmis náttúruleg skilyrði þurfa helst að vera fyrir hendi. Stórskip þurfa langa viðlegukanta, mikið dýpi og stórt svæði til að geta snúið sér og athafnað sig. Umskipunarhöfn krefst einnig mikils landflæmis sem þarf að vera eins flatt og kostur er. Því verri sem náttúruleg skilyrði eru, þeim mun dýrari verður höfnin og þeim mun hærri gjöld þyrfti hún að innheimta til að ná upp í kostnað. Í Finnafirði eru að mörgu leyti góðar aðstæður frá náttúrunnar hendi. Verkfræðistofan EFLA hefur um nokkurra ára bil unnið að rannsóknum vegna hafnar og athafnasvæðis þar. Bremenports, ein stærsta höfn Evrópu, kemur að verkefninu. Aðrir staðir hafa líka verið skoðaðir, en nefna má Reyðarfjörð og Eyjafjörð sem dæmi. Að því er best er vitað er könnun á aðstæðum í Finnafirði komin lengst, en Bremenports, EFLA, Langanesbyggð og Vopnafjarðarhreppur hafa ritað undir samstarfssamning um verkefnið (Humpert, 2019). Finnafjörður er íslaus allt árið um kring líkt og Isfjorden á Svalbarða og Kirkenes á meginlandi Noregs. Minni alda er og hægari vindur en víðast hvar. Nokkuð aðdjúpt er í firðinum (um 70 m þar sem dýpst er), hann er víður þannig að skip hafa nægt pláss til að athafna sig og leggjast að bryggju. Fjörðurinn við Kirkenes er hins vegar sums staðar innan við 500 m breiður. Gott og

flatt land er við Finna fjörð, en slíkt flatlendi beint upp af djúpum firði er óvenjulegt. Frumkannanir í Finna firði benda til þess að mikið sé þar af lausum setlögum (jökulruðningi) sem henta til mannvirkjagerðar. Ennfremur er land líklega ódýrara en víðast hvar annars staðar þar sem lítil byggð er í firðinum (EFLA verkfræðistofa, 2012; Forsætisráðuneytið, 2016; Stemmler, 2018).

Í kynningarefni EFLU er gert ráð fyrir að Finna fjörðarhöfn sinni fjölþættu hlutverki. Ráðgert er að land undir höfnina nái yfir 10 km<sup>2</sup>. Höfnin yrði miðstöð þjónustu vegna olú- og gasleitar á Dreka svæðinu, þjónustuhöfn vegna námugraftar á austurströnd Grænlands og umskipunar- og vinnslustöð fyrir gas á fljótandi formi (e. LNG liquefaction plant/terminal) og geymsla. Einnig sjá menn fyrir sér að þar yrðu jarðefni frá Grænlandi unnin og að hér yrði þjónusta við farabegaskip. Ennfremur yrði þar leitar- og björgunarmiðstöð og umskipun. Eins og nefnt hefur verið hafa handhafar vinnsluleyfa á Dreka svæðinu skilað þeim inn. Lítið virðist vera horft til Íslands þegar kemur að olú og gasi, geymslu þess eða vinnslu, samanber kafla 4.3.5 (Stemmler, 2018).

Ísland virðist vera ákjósanlegur staður fyrir höfn þegar umhverfisaðstæður eru skoðaðar, en eins og komið hefur fram (sbr. mynd 12) eru Svalbarði, Norður-Noregur og Rússland meira í leið og það vegur þungt. Sumir telja þó að hafnir gætu þrífist á öllum þremur stöðunum (Shipping Portlet, 2012).

#### **4.2.1 Kostnaður við umskipun skiptir líka máli – Samanburður við önnur hafnarstæði**

Skoða þarf málið frá sjónarhóli hafnareigenda til þess að fá hugmynd um hvort grundvöllur er fyrir umskipunarhöfn á Íslandi. Ekki er nóg að gera ráð fyrir að nægileg skipaumferð verði yfir Norður-Íshafið og að hagkvæmt sé fyrir skipin að koma við á Íslandi. Í töflu 15 má sjá það sem helst munar á höfn í Finna firði og samkeppnishöfnum í Kirkenes og á Svalbarða. Horft er á náttúrulegar aðstæður til hafnargerðar, raforkukostnað, eldsneytiskostnað og orkuskipti skipa yfir í rafmagn, stöðu innviða og launakostnað. Ekki eru taldar forsendur fyrir því að meta þessi áhrif til fjár og ekki er reynt að vega þættina innbyrðis. Vegna mikils ryks frá svartolíu má leiða líkur að því að skorður verði settar við notkun hennar í norðurslóðasiglingum. Sót er sérstaklega skaðlegt á norðurslóðum þar sem það sest á ísinn og flýtir fyrir bráðnun (samanber kafla 2.3). Ekki er útilokað að einhvern tímann verði þess krafist að skip í Íshafssiglingum verði rafknúin. Slíkar kröfur ættu að öðru jöfnu að vinna með umskipunarhöfn á Íslandi. Ísland hefur því ýmiss konar forskot þegar lítið er til náttúrulegra aðstæðna. Staða innviða er áþekk á Íslandi og í Kirkenes eins og sakir standa, en innviðir eru líklega verstir á Svalbarða.

Tafla 15. Þættir sem hafa áhrif á kostnað við höfn á Íslandi miðað við hafnir í Kirkenes og á Svalbarða. Plús merkir að viðkomandi þáttur sé hagkvæmur, mínus að hann sé óhagkvæmari og núll að hann sé hlutlaus.

Þáttur	Ísland	Kirkenes	Svalbarði
Náttúrulegar aðstæður til hafnargerðar	+	-	-
Raforkukostnaður	+	-	-
Eldsneyti á skip	0	0	0
Orkuskipti skipa yfir í raforku	+	-	-
Staða innviða	+	+	-
Launakostnaður	0	0	0

### 4.3 Samanburður á breytilegum kostnaði skipa

#### 4.3.1 Forsendur

Hér er málið hugsað frá sjónarhóli gámaflutningaskips sem siglir með farm milli Asíu og Evrópu annars vegar og til Norður-Ameríku hins vegar. Margt sem hér kemur fram ætti reyndar að gilda um aðra flutninga, líkt og á gasi á fljótandi formi, olíu og annan heilfarm, en síðar verður nánar rætt um þess konar flutninga. Nokkrar einfaldanir eru gerðar. Aðeins er borinn saman kostnaður skipaútgerða af siglingunum. Ennfremur er gert ráð fyrir því hér að hagstætt sé að sigla yfir Íshafið. Spurningin er þá einungis hvort hagkvæmt er að umskipa farminum og þá hvar. Munur á hagkvæmni ræðst aðeins af kostnaði við að umskipa á Íslandi eða annars staðar og kostnaði við að sigla með farminn beint til hafnar í Rotterdam.

Annars vegar er gert ráð fyrir að siglt sé yfir Íshafið á ísstyrktum, hægfara skipum og hins vegar venjulegum hraðskreiðari skipum. Ef gert er ráð fyrir að ákveðið hafi verið að kaupa ísstyrkt skip er fastur kostnaður skipafélags óháður umskipunarstað. Því nægir að skoða hvaða umskipunarhöfn fylgir lægstur breytilegur rekstrarkostnaður að gefnum tekjum og föstum kostnaði, ef á annað borð er hagstætt að umskipa.

Á norðausturleið eru umskipunarkostir á Íslandi og í Norður-Noregi. Ef farin er miðleið eru umskipunarskostir á Íslandi í Norður-Noregi og á Svalbarða. Rotterdam er alltaf lokaáfangastaður.

Breytilegur kostnaður fer fyrst og fremst eftir fjarlægð og tíma. Kostnaður vegna munar á vegalengd felst fyrst og fremst í kaupum á eldsneyti, en kostnaður sem tengist tíma er aðallega laun, tryggingar, viðhald, umsýsla og vextir, auk afskrifta. Þar sem munurinn á vegalengd sem þarf að fara ef umskipað er hér eða nær meginlandi Evrópu, er ekki svo mikill í samanburði við

endingu skipanna, er gert ráð fyrir að enginn munur sé á afskriftum eftir því hvar er umskipað. Skipin ganga álíka hratt úr sér hvort sem stutt vegalengd bætist við eða ekki. Til einföldunar er því gert ráð fyrir að breytilegur kostnaður skiptist annars vegar í eldsneytiskostnað, og hins vegar annan rekstrarkostnað sem samanstendur af launakostnaði, tryggingum, viðhaldi, umsýslukostnaði og fjármagnskostnaði. Yfirlit yfir forsendur má sjá í töflu 7.

*Tafla 7. Yfirlit yfir forsendur.*

1	Fyrirtækin/skipin eru öll eins.
2	Fyrirtækin/skipin leitast við að hámarka hagnað.
3	Ákveðið hefur verið að sigla yfir Íshafið óháð umskipunarstað. Þar af leiðandi eru tekjur óháðar umskipunarstað og er litið á þær sem fasta. Leitast er við að lágmarka kostnað að gefnum tekjum.
4	Fastur kostnaður er fastur, óháð umskipunarstað. Með öðrum orðum er fjárfesting í skipum og öðrum búnaði óháð því hvort umskipað er á Íslandi eða annars staðar. Hins vegar greiða fyrirtækin umskipunargjald sem getur verið breytilegt eftir staðsetningu. Fyrirtækin leitast því við að lágmarka summu breytilegs kostnaðar og umskipunargjalds.
5	Skip sem sigla yfir Íshafið sigla annað hvort beina leið til Rotterdam eða umskipa á leiðinni. Ef ekki er umskipað á Íslandi verður það í Norður-Noregi eða á Svalbarða (á eingöngu við ef miðleið er farin).

Ef íslensk höfn getur boðið nógu hagstætt umskipunargjald gætu skipaútgerðir séð sér hag í að koma í höfn á Íslandi frekar en annars staðar þar sem ekki þyrfti að taka eins langan krók. Þegar breytilegur kostnaður við að sigla til Íslands hækkar verður umskipunargjald hér á landi að vera lægra til að höfn á Íslandi sé samkeppnishæf. Og umskipunargjald verður eingöngu lægra hér en annars staðar ef ódýrara verður að reka höfn hér.

#### 4.3.2 Kostnaður metinn

Viðkoma í umskipunarhöfn lengir leið gáms um Norður-Íshaf að áfangastað. Það fer eftir lokaáfangastað gámsins og hvar höfn er á Íslandi hvað leiðin lengist mikið. Nokkur hafnarstæði fyrir stórskipahöfn koma til greina. Stungið hefur verið upp á Eyjafirði, Reyðarfirði, Hvalfirði og Dýrafirði (Jón Þorvaldur Heiðarsson, 2007), en undanfarið hefur mest verið rætt um Finna fjörð við Langanes, samanber umfjöllun hér að framan. Styttra er að sigla þangað á leið til meginlands Evrópu en til Dýrafjarðar eða Hvalfjarðar. Því er miðað við að höfnin sé þar.

Þegar farmi er umskipað úr hægfara, ísstyrktum skipum í stærri, hraðskreiðari skip lækkar flutningskostnaður á hverja einingu (hér hvern gám). Í töflu 8 má sjá yfirlit um hvern kost eftir þremur óvissuþáttum: Hvaða leið er farin, hvað skipin eru stór og hvað þau eru mikið styrkt. Ef innri norðausturleið er farin er ekki um annað að ræða en lítil skip vegna stærðartakmarkana, en ef miðleið er farin er hægt að nota stærri, hagkvæmari skip. Gert er ráð fyrir að um ytri

norðausturleið sé hægt að sigla á stórum skipum. Lítil skip eru 4.330 gámaeiningar, stór skip eru 12.000 gámaeiningar og mjög stór skip 20.000 gámaeiningar eða stærri. Ísstyrking verður til þess að skipin verða þyngri og hægari. Í töflu 8 merkir rauður litur, að kostur komi ekki til greina, grænn að hann sé inni í myndinni og gulur að hann komi stundum til greina. Reitir með (X) eru kostirnir sem eru teknir fyrir hér. Að lokum þýðir „Óh.“ að kosturinn sé óhagkvæmur (til dæmis að sigla litlum skipum eftir miðleið).

Ekki er hægt að gera ráð fyrir öðru en að stór og hraðskreið skip sem sigla yfir Íshafið fari beina leið til Rotterdam. Fyrir þau er lítill fengur í að umskipa varningnum. Hér er eingöngu reiknaður kostnaðarmunur þegar hugsast getur að hagur sé af umskipun. Það á við þegar farin er innri norðausturleið á litlum skipum, bæði sérstyrktum og ekki, og ef siglt er um ytri norðausturleið eða miðleið á styrktum skipum.

*Tafla 8. Yfirlit yfir tilfelli eftir óvissuþáttunum þremur, hvaða leið er farin, hvað skipin eru stór og hve mikið þau eru styrkt. Rauður litur þýðir að kosturinn komi ekki til greina, grænn að hann komi til greina og gulur að hann komi stundum til greina. Reitir með (X) eru svo tilfelli sem eru tekin fyrir hér. Að lokum þýðir „Óh.“ að kosturinn sé óhagkvæmur (að sigla litlum skipum eftir miðleið).*

NA-leið					Miðleið				
		Stærð					Stærð		
		Mjög stór	Stór	Lítill			Mjög stór	Stór	Lítill
Styrking	Mikil		Ytri NA-leið (X)	(X)	Styrking	Mikil		(X)	Óh.
	Lítill		Ytri-NA-leið	(X)		Lítill			Óh.

Í töflu 9 má sjá yfirlit yfir siglingavegalengdir frá skilgreindum punktum, annars vegar milli Svalbarða og Norður-Noregs (norðausturleið) og hins vegar Grænlands og Svalbarða (miðleið), þar sem gert er ráð fyrir að leiðir skilji eftir því hvar umskipað er (sjá græna punkta á mynd 12), og til Rotterdam. Sýnt er hve langur hluti leiðar er farinn fyrir og eftir umskipun, ef á annað borð er umskipað. Á innri norðausturleið er gert ráð fyrir 4.330 gámaeininga skipum, en sums staðar er grunnt undan ströndum Síberíu. Á miðleið eru litlar stærðartakmarkanir og þar er farið á 12.000 gámaeininga skipum. Þegar ísstyrkt skip eru notuð er siglt á þeim fram að umskipun. Reyndar má færa rök fyrir því að enn stærri skip en 12.000 gámaeiningar sigli miðleiðina til þess að nýta sem best skalahagkvæmni í siglingum. Innri norðausturleið og miðleið eru eins konar „endapunktur“, norðausturleiðin er lengst og háð mestum takmörkunum, en miðleið er styst og háð minnstum takmörkunum. Ytri norðausturleiðin fer síðan bil beggja.



Tafla 9. Yfirlit yfir siglingavegalengdir frá skilgreindum punkti milli Grænlands og Svalbarða, þar til leiðir skilja eftir því hvar umskipað er, og til Rotterdam. Allar tölur eru í km.

	Norðausturleið			Miðleið		
	Fyrir um-skipun	Eftir um-skipun	Samtals	Fyrir um-skipun	Eftir um-skipun	Samtals
<b>Umskipað á Svalbarða</b>				0*	3.050	3.050
<b>Umskipað á Íslandi</b>	1.650	1.850	3.500	1.600	1.900	3.500
<b>Umskipað í N-Noregi</b>	0*	2.500	2.500	1.400	2.850	4.250
<b>Sigt beint til Rotterdam án umskipunar</b>	-	-	2.500	-	-	3.050

\*Gert er ráð fyrir að punkturinn sé svo nálægt höfnunum að ekki þurfi að bæta við vegalegngd.

Við útreikninga á kostnaði var að miklu leyti notast við sömu forsendur og við uppsetningu þyngdarafslíkans, þó að nokkrar bætist við. Helstu forsendur má sjá í töflu 23 í viðauka.

#### 4.3.2.1 *Umskipun úr litlum hæggengum skipum aldrei hagkvæm hér*

Niðurstöður útreikninga má sjá í töflu 10. Fyrir norðausturleið er reiknaður munur á kostnaði við að umskipa á Íslandi og í Norður-Noregi fyrir 4.330 gámaeininga ísstyrkt skip og jafnstórt venjulegt skip sem fer innri norðausturleið. Fyrir miðleið er reiknaður munur á kostnaði við það að umskipa úr 12.000 gámaeininga ísstyrktu skipi, annars vegar á Íslandi og hins vegar á Svalbarða og í Norður-Noregi. Allir þessir kostir eru bornir saman við kostnað við að sigla beint til Rotterdam. Kostnaður skiptist í eldsneytiskostnað, laun, tryggingar, viðhald, yfirstjórn og fjármagnskostnað. Einnig er sýndur umskipunarkostnaður, en summa alls þessa er kölluð heildarkostnaður.

Svo að dæmi sé tekið er 66 \$/gámaeiningu dýrara að umskipa á Íslandi en í Noregi á leið til Rotterdam þegar innri norðausturleið er farin á sérstyrktum, litlum skipum. Af þessari fjárhæð vegur eldsneytiskostnaður langþyngst, eða yfir 80% af reiknuðum kostnaði. Af öðrum kostnaði munar mest um fjármagnskostnað, en hann er um 15% af reiknuðum kostnaði. Alltaf er gert ráð fyrir að fjármagnskostnaður fyrir skip sé 8,3% af verðmæti skipanna á ári (Damodaran, 2018).

Upplýsingar um heildarhafnargjöld voru fengin úr rannsókn Yetikili o.fl. (2015) á efnahagslegum áhrifum gámaumskipunar í austurhluta Miðjarðarhafs. Yetikili o.fl. vísa í alþjóðlega staðla og segja að umskipunargjald sé um 60 \$/gámaeiningu. Það er um það bil það sama og munar á kostnaði við að sigla með farm til Íslands og til hafnar í Norður-Noregi. Ódýrast er að sigla beint til Rotterdam og þar munar mikið um umskipunargjaldið. Um 70 \$/gámaeiningu dýrara er að umskipa á Íslandi en að sigla beint til Rotterdam, svo að ekki mundi nægja að fella niður umskipunargjald til þess að gera höfn á Íslandi samkeppnishæfa.

Tafla 10. Niðurstöður útreikninga á breytilegum kostnaði í Íshafssiglingum. Hlutfall kostnaðarmunar vísar í hlutfall af kostnaði við að sigla frá skilgreindum punkti til Íslands, umskipa þar og sigla áfram til Rotterdam.

	Kostnaður (\$/gáma- einingu)	Umskipunar- gjald (\$/gáma- einingu)	Heildar- kostnaður (\$/gáma- einingu)	Kostnaðar- munur (\$/gáma- einingu)	Hlutfall kostnaðar- munar
<b>Innri norðausturleið, 4.330 gámaeiningar, ísstyrkt skip</b>					
Umskipað á Íslandi	168	60	218		
Umskipað í N-Noregi	92	60	152	-66	-30%
Beint til Rotterdam	146	0	146	-72	-33%
<b>Innri norðausturleið, 4.330 gámaeiningar*</b>					
Umskipað á Íslandi	113	60	173		
Umskipað í N-Noregi	92	60	152	-21	-12%
Beint til Rotterdam	77	0	77	-96	-55%

\*Ekki notast við ísstyrkt skip á leið yfir N-Íshaf.

	Kostnaður (\$/TEU)	Umskipunar- gjald (\$/TEU)	Heildar- kostnaður (\$/TEU)	Kostnaðar- munur (\$/TEU)	Hlutfall kostnaðar- munar
<b>Miðleið</b>					
Umskipað á Íslandi	166	60	216		
Umskipað á Svalbarða	106	60	169	-47	-22%
Umskipað í N-Noregi	175	60	235	19	9%
Beint til Rotterdam	173	0	173	-43	-20%

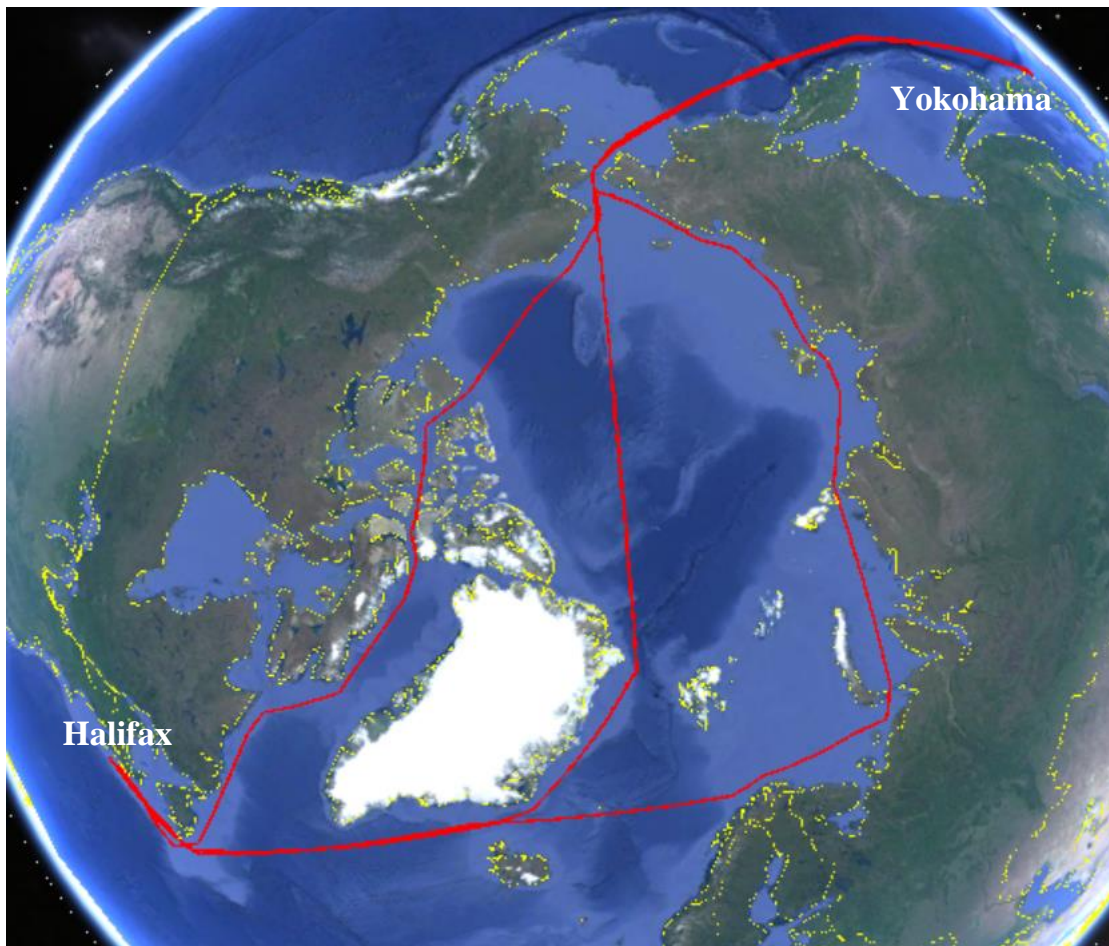
Þegar miðleið er farin munar heldur minna á kostnaði við að umskipa á Íslandi og hagstæðasta kosti (sem nú er umskipun á Svalbarða). Samkvæmt þessum útreikningum gæti Ísland að minnsta kosti innheimt hafnargjöld ef miðleið er farin, þar sem kostnaðarmunur er einungis um 43 \$/gámaeiningu.

Niðurstaðan er sú að aldrei er hagkvæmt að umskipa á Íslandi, ekki einu sinni þegar siglt er á litlum, hægfara skipum.

### 4.3.3 Ekki hagkvæmt að umskipa á Íslandi í siglingum til Norður-Ameríku

Þegar farið er milli Yokohama og Halifax er norðausturleiðin um 1.800 km styttri (rúmlega 10% af heildarveglangd) en leið um Panamaskurð. Halifax er ein nyrsta stórborg Norður-Ameríku, svo að hún er skoðuð hér sérstaklega. Flutningar til New York, sem er nokkru sunnar á austurströndinni, eru hins vegar mun meiri. Því eru einnig birtar tölur fyrir siglingar til New York.

Á mynd 13 má sjá siglingaleiðir milli Yokohama í Japan og Halifax í Kanada yfir Íshafið. Í töflu 11 má síðan sjá hvað leiðirnar eru langar. Eins og sjá má er norðvesturleið miklu styttri en norðausturleiðin.



Mynd 13. Siglingaleiðir milli Yokohama og Halifax eftir því hvort farin er norðvesturleið (lengst til vinstri í Norður-Íshafi), miðleið (fyrir miðju) eða norðausturleið (lengst til hægri).

Tafla 11. Lengd siglingaleiða milli Yokohama og Halifax eftir því hvaða leið er farin yfir Norður-Íshaf.

Leið	Lengd (km)
Norðvesturleið	12.800
Miðleið	14.000
Norðausturleið	16.800
Leið um Panamaskurð	18.600

Óvíst er hvenær norðvesturleið verður fær. Bent hefur verið á að norðvesturleiðin liggi verr við hafís en norðausturleið og að það torveldi siglingar stórra flutningaskipa (Det Norske Veritas, 2010). Hins vegar hefur norðvesturleiðin verið farin á nýliðnum árum þegar hún hefur verið nógu laus við ís. Ferðirnar eru ekki ýkja margar, um 240 á 110 árum (Liberto, 2016) miðað við 280 ferðir um norðausturleið frá 2011 (tafla 2). Árið 2015 sigldu systurskipin MSV Nordica og Fennica NV-leiðina meðfram kanadísku eyjunum. Ferðin var um 18 dögum styttri en ef farið hefði verið um Panamaskurð. Ferðin gekk vel, hafís var minni en talið var og einungis þurfti að nota um helming af afli skipins (Arctica Shipping, 2016). Einnig kom fram á Arctic Shipping Forum ráðstefnunni árið 2017 að norðvesturleiðin væri í það minnsta ekki afskekktari en úthafið og að bjargráð væru í takt við fjölda skipa á leiðinni. Sex ísbrjótar væru á norðurslóðum Kanada, svæðið hefði verið kortlagt nægilega vel og að fjarskipti hefðu batnað mikið (Cordeiro og Pera, 2017). Aftur á móti bendir skipstjórinn David Snider (2014) á að flestar íslausar leiðir framhjá eyjunum takmarki ristur skipa og að ís geti safnast fyrir vegna hafstrauma. Þetta gerist til dæmis í Beaufort-hafi. Einnig sé þjónusta (eldsneyti, dráttarbátar o.fl) af skornum skammti. Því verði norðvesturleið erfið næstu árin. Þó er hægt að benda á að nokkur umsvif eru á norðurslóðum Kanada, til að mynda voru um 200 virk námuverkefni í gangi á svæðinu 2014 (Cooligan, 2014). En ef norðvesturleið og norðausturleið opnast um svipað leyti liggur beinast við að taka norðvesturleið fram yfir á leið frá Yokohama til Halifax. Ólíklegt verður að teljast að margir fari norðausturleiðina milli þessara borga. Litlu munar á vegalengdum og skilyrði til siglinga eru verri í Íshafinu en á leiðinni um Panamaskurð. Með umskipun á Íslandi lengist leiðin enn meira, svo að hér um það bil jafnlangt verður að fara norðausturleiðina til Íslands og alla norðvesturleiðina (norðausturleiðin til Íslands er um 12.600 km á meðan norðvesturleið er um 12.800 km eins og sést í töflu 11.

Þó er ekki útilokað að seinna meir geti verið hagkvæmt að fara miðleið, umskipa á leiðinni (helst á Svalbarða eða Íslandi) úr hægfara, ísstyrktum skipum yfir í venjuleg ódýrari

flutningaskip og sigla þaðan til Norður-Ameríku. Þá er gert ráð fyrir að ekki verði komin umskipunaraðstaða í Norður-Kanada eða annars staðar á norðvesturleiðinni. Í töflu 12 má sjá lengd miðleiðar og norðvesturleiðar frá Beringssundi að áfangastað í Halifax. Legg frá höfnum í Austur-Asíu er hægt að sleppa þar sem hann er alltaf eins. Rétt er að ítreka að alltaf er gert ráð fyrir að fara þurfi á ísstyrktum skipum yfir Norður-Íshaf, sama hvaða leið er farin. Ef gert er ráð fyrir að farið sé á venjulegum skipum er minni hvati til að umskipa vegna þess að farmurinn er þegar í ódýru, hraðfara skipi.

*Tafla 12. Vegalengdir frá Beringssundi að áfangastað í Halifax. Vegalengdir á miðleið eru greindar eftir því hvort komið er við á Svalbarða eða á Íslandi.*

	Frá Beringssundi til umskipunarhafnar	Frá umskipunarhöfn til Halifax	Heildarlengd
<b>Miðleið – Ísland</b>	5.400	4.200	9.600
<b>Miðleið – Svalbarði</b>	3.800	5.500	9.300
<b>Norðvesturleið</b>	-	-	7.800

Eins og áður er gert ráð fyrir að hagkvæmt sé að sigla yfir Norður-Íshaf. Borinn er saman kostnaður við að umskipa á Íslandi, umskipa á Svalbarða og að sigla beina leið til Halifax. Frá Beringssundi að umskipunarhöfn er siglt á 12.000 gámaeininga ísstyrktu skipi, en eftir það á venjulegu 12.000 gámaeininga skipi eftir að umskipað hefur verið á Svalbarða eða Íslandi. Á norðvesturleið er öll leiðin farin með 12.000 gámaeininga ísstyrktu skipi. Í töflu 13 er kostnaður við leiðirnar borinn saman.

*Tafla 13. Niðurstöður á kostnaðarsamanburði leiða til Halifax í Kanada. Hlutfall kostnaðarmunar vísar í hlutfall af kostnaði við að sigla frá skilgreindum punkti til Íslands, umskipa þar og sigla áfram til Halifax.*

	Kostnaður (\$/TEU)	Umskipunargjald (\$/TEU)	Heildarkostnaður (\$/TEU)	Kostnaðarmunur (\$/TEU)	Hlutfall kostnaðarmunar
<b>Umskipað á Íslandi</b>	422	60	482		
<b>Umskipað á Svalbarða</b>	365	60	425	57	12%
<b>Norðvesturleið beint til Halifax</b>	418	0	418	64	13%

Tölurnar sýna mun á kostnaði við kostina þrjá, að umskipa á Íslandi, að umskipa á Svalbarða og að sigla beint norðvesturleið án umskipunar. Eins og við var að búast er ódýrara að koma við á Svalbarða en á Íslandi þar sem nokkru styttri vegalengd þarf að sigla á dýru ísstyrktu skipi.

Í ljós kemur einnig að litlu munar á kostnaði við að fara norðvesturleið beint á ísstyrktu skipi og að sigla til Svalbarða, umskipa þar og sigla síðan á leiðarenda á ódýrara flutningaskipi. Ef hægt væri að umskipa í Kanada nógu norðarlega á norðvesturleið gæti sá kostur reynst hagkvæmastur, en þá myndi aftur á móti bætast við kostnaður vegna umskipunar.

Í töflu 14 má sjá niðurstöður sams konar útreikninga þegar New York er áfangastaðurinn. Eini munurinn er að nú lengist leiðin um um það bil 1.000 km. Eins og sjá má minnkar munurinn á kostnaði við að umskipa á Íslandi og að umskipa á Svalbarða eða sigla beint á áfangastað. Ísland er þó eftir sem áður óhagstæðasti kosturinn.

*Tafla 14. Niðurstöður á kostnaðarsamanburði leiða til New York. Hlutfall kostnaðarmunar vísar í hlutfall af kostnaði við að sigla frá skilgreindum punkti til Íslands, umskipa þar og sigla áfram til New York.*

	<b>Kostnaður (\$/gáma- einingu)</b>	<b>Umskipunar- gjald (\$/gáma- einingu)</b>	<b>Heildar- kostnaður (\$/gáma- einingu)</b>	<b>Kostnaðar- munur (\$/gáma- einingu)</b>	<b>Hlutfall kostnaðar- munar</b>
<b>Umskipað á Íslandi</b>	451	60	511		
<b>Umskipað á Svalbarða</b>	394	60	454	57	11%
<b>NV-leið farin beint til New York</b>	466	0	466	16	3%

#### 4.4 Heilfarmaflutningar

Mikil óvissa er um umfang heilfarmaflutninga á norðurslóðum. Umfangið fer eftir því hve mikið verður unnið af olú, gasi og öðrum náttúruafurðum í framtíðinni og hvert þær verða fluttar. Einnig er nokkuð um flutninga á vélum og tækjum til borunar og námuvinnslu á norðurslóðum. Sýn fræðimanna var reifuð í kafla 3.4, en þar kom fram að meiri bjartsýni virðist ríkja um annars konar flutninga en gámaflutninga á norðurslóðum.

Nokkur skilyrði þurfa að vera uppfyllt til þess að skip í heilfarmasiglingum með náttúruafurðir komi við á Íslandi. Vinnsla auðlindanna þarf að vera ábatasöm, svo að hún hefjist (eða aukist) á annað borð. Afurðirnar þurfa að vera fluttar frá vinnslustað til meiri vinnslu, geymslu eða neyslu. Ísland þarf að vera nærri siglingaleiðum milli vinnslustaðar og áfangastaðar. Aðstæður á Íslandi þurfa að vera góðar fyrir höfn hvað varðar landshætti, innviði og viðskiptahætti.

Mikið af olú og jarðgasi er talið vera í berggrunninum undir Norður-Íshafinu, nánar tiltekið um 90 milljarðar tunna af olú og um 47 þúsundir milljarða m<sup>3</sup> af jarðgasi ( $4,7 \cdot 10^{12}$ ), að mati

Jarðfræðistofnunar Bandaríkjanna. Hvort tveggja miðast við þá tækni sem til er nú. Þetta eru um 22% af kolvetnum í heiminum sem enn eru ókönnuð, en bróðurparturinn er talinn vera í landgrunni Síberíu (USGS, 2008). Jafnvel þó að hægt sé að vinna þessar auðlindir er ekki þar með sagt að það sé hagkvæmt. Eftir því sem ís hörfar í Norður-Íshafinu verða skilyrði til vinnslu og flutnings betri.

Grænland er auðugt af málmgrýti og steindum. Nokkur námagröftur er á Grænlandi nú þegar og ráðgert er að grafa eftir fleiri jarðefnum til að mynda anorpósíti (notað í trefjagler), járn, sinki og blýi. Grænland er ríkt af fleiri málum, líkt og nikkell, kopar, títaníum, krómi og molybdenum sem og góðmálum líkt og gulli og platínu. Vitaskuld ræðst að miklu leyti af verði á mörkuðum hvort tiltekna námur reynast arðbærar. Grænlandska heimastjórnin hefur verið hlynnt námavinnslu, en árið 2014 kom út fimm ára áætlun um nýtingu olíu og steinda á Grænlandi. Land er enn fremur að miklu leyti í einkaeigu á Grænlandi, en það þýðir að einfaldara er að hefja vinnslu en ef landið væri almannaeign (Government of Greenland, n.y.; Hansen, Grønsedt, Graversen og Hendricksen, 2016; McGwin, 2018). Á mynd 14 má sjá hvaða flutningar skipta Íslendinga mestu máli. Annars vegar er um að ræða olíu og gas undan ströndum Síberíu, en hins vegar málmgrýti frá Grænlandi.



Mynd 14. Svæði þar sem auðlindir kunna að verða nýttar á norðurslóðum.

Skip með heilfarm mundu koma við á Íslandi til þess að geyma farminn, umskipa honum eða vinna hann. Í ljósi þess að í Noregi eru afkastamiklar olíuhreinsunarstöðvar er ólíklegt að hagkvæmt teljist að koma slíkum iðnaði í gagnið hér á landi (Exxon Mobil, 2018; Norwegian Petroleum, 2018). Einnig er líklegt að Rússar vilji halda vinnslu sem mest heima fyrir til að halda eftir sem mestu af virðisaukanum, en aðstaða er þegar fyrir hendi í Múrmansk. Ekki verður séð að hagkvæmt væri að dæla upp olíu og gasi á norðurslóðum, vinna það í Noregi eða Rússlandi en geyma það á Íslandi. Líklegra þykir að efnin yrðu geymd nær framleiðslustað og flutt beint. Eins og kom fram í kafla 4.3 er ekki talið hagkvæmt fyrir skip sem fara norðausturleið að umskipa gámum hér á landi ef ferðinni er heitið til Rotterdam vegna þess hvað Ísland er mikið úr leið. Umferð frá vinnslusvæði olíu og gass á ströndum Síberíu og undan þeim fer sömuleiðis norðausturleið ef farmurinn er á leið til Rotterdam. Þar með ætti svipað að gilda um þess konar flutninga og gámaflutninga. Líklegra er að málmgrýti eða steindir frá Grænlandi verði unnar eða geymdar hér á landi en olía eða gas. Ál hefur verið brætt hér frá 1969 (Rio Tinto Alcan, á.á.) og því hefur safnast upp talsverð reynsla. Til þess þyrfti þó varla stórskipahöfn. Nánar er rætt um þróun framleiðslu, iðnaðar og flutnings á norðausturleið í næsta kaflahluta.

#### **4.5 Skoðanir annarra sem snerta umskipunarhöfn á Íslandi**

Árið 2009 fór fram athugun á Norður-Íshafssiglingum á vegum Faxaflóahafna (PriceWaterhouseCoopers, 2009). Meðal annars var skoðað hvort hagstæðara væri að sigla með farm beint til Rotterdam eða umskipa á Íslandi. Gert var ráð fyrir að endastöð 80% farmsins væri í Rotterdam en 20% í New York. Virtist hér um bil koma út á eitt hvort umskipað væri á Íslandi eða siglt beint til Rotterdam. Ástæðan er fyrst og fremst sú að á móti lengri vegalengd kemur sú staðreynd að með umskipun á Íslandi er hægt að flytja farminn í skip sem eru ekki sérútbúin fyrir siglingar í ís og því léttari og hraðskreiðari en ísstyrkt skip.

Á ráðstefnunni Arctic Shipping Forum í Helsinki 2016 ræddi Mikko Niini (2016), stjórnarmaður í skipafélaginu Navidom Ltd. um olíu- og gasframleiðslu á og undan ströndum Síberíu. Af hans máli verður ekki annað séð en að siglt verði frá Sabetta-svæðinu á Yamal-skaga með jarðgas á fljótandi formi (e. liquid natural gas, LNG) til markaða í Vestur-Evrópu, með viðkomu í Múrmansk. Í máli Baozhi Cheng (2016) frá Alþjóðastofnun Shanghai kom fram að Kínverjar sjá fyrir sér að sigla bæði norðaustur- og norðvesturleiðir til Evrópu og Norður-Ameríku. Dregin var upp mynd þar sem farin er ytri norðausturleið til Íslands og þaðan áfram til Evrópu og Norður-Ameríku, og önnur þar sem siglt er til Kirkenes og Múrmansk. Ennfremur



er dregin upp mynd af flutningi á gasi á fljótandi formi frá Sabetta. Er þá er gert ráð fyrir að gasinu sé umskipað úr ísstyrktum skipum í Hollandi eða Belgíu og að síðan sé siglt áfram með farminn til Evrópu og Asíu.

Talsverð umsvif eru undan ströndum Síberíu og þau fara vaxandi (Belkin, 2016). Þar á meðal eru framleiðsla á gasi á fljótandi formi á Yamal-skaga, olíuframleiðsla í Novoport og Payakha (umskipað í Múrmansk), vinnsla á nikkel og öðrum málum í Norilsk og kolanámur í Taymyr (umskipað í Múrmansk). Oft er siglt með hráefnin til Evrópu. Hundruð skipa eru í förum á norðurslóðum (Balmasov, 2017) og sum flytja hráefni til Evrópu allan ársins hring (Kajosaari, 2017). Rússar eru um þessar mundir að bæta við ísbrjótum vegna aukinna umsvifa (Cheng, 2016). Einnig má nefna flutning á vélarhlutum frá Kína fyrir vinnslu á gasi á fljótandi formi á Yamal-skaga (Xiaohong, 2016). Mun styttra er að flytja olíu og gas frá Síberíu til markaða í Vestur-Evrópu með viðkomu í Múrmansk en frá Persaflóa (Belkin, 2016). Vladimir Korchanov (2016) hjá FESCO Transportation Group telur að á næstu árum muni ísbrjótar hreinlega ekki hafa undan vegna verkefna í olíu- og gasvinnslu undan ströndum Síberíu. Ennfremur segja Loliy Tsoy og Alexey Shtrek (2016) að mikið sé um að vera í Síberíu, en einfaldlega sé siglt með farm þaðan meðfram stöndum Noregs til markaða í Evrópu. Nú þegar hafa tankskip siglt frá Yamal-skaga til Vestur-Evrópu án vandræða.

Við þetta er að bæta að á ráðstefnunni Arctic Shipping Forum 2014 kom fram að Múrmansk er viðkomustaður gass frá Yamal-skaga og að farmstöðvar (e. Cargo bases) á norðausturleið eru í Múrmansk, Hammerfest og Narvik í Noregi. Allar þessar hafnir liggja mjög nærri beinni norðausturleið til Vestur-Evrópu (Belkin, 2014). Felix Tschudi sér svo fyrir sér geymslu bæði í Kirkenes og Múrmansk og bendir á að bein sigling að Beringsundi sé einungis um níu dagar (Tschudi, 2014).

Af ofantöldu má sjá að Ísland kemur afar lítið við sögu hjá þeim sem velta fyrir sér auðlindavinnslu og siglingum á norðurslóðum. Koma Íshafsskipa hingað til lands yrði líklega á grundvelli annars en hagkvæmni í siglingum. Kínverjar hafa til að mynda verið duglegir að fjárfesta erlendis undanfarin ár. Þeir hafa áhuga á að koma að hafnarfjárfestingum, til að mynda í gegnum innviða- og fjárfestingaverkefnið Belti og braut. Ekki er loku fyrir það skotið að áhugi þeirra muni stuðla að því að umskipunarhöfn verði gerð hér á landi. Kínverjar hafa styrkt stöðu sína á norðurslóðum á ýmsan hátt, til dæmis með fjárfestingum í gasvinnslu á Yamal-skaga (Cheng, 2016).

## 4.6 Umskipun úr risaskipum

Eins og nefnt hefur verið er hægt að fara miðleið á mjög stórum skipum ef hún er á annað borð fær fyrir ís. Margar hafnir í Evrópu og Asíu geta tekið á móti gámaflutningaskipum sem eru um og yfir 20.000 gámaeiningar. Ef umskipunarhöfn á Íslandi ætti að hafa samkeppnisforskot þyrftu skipin að vera enn stærri og höfnin á Íslandi þyrfti að geta tekið á móti þeim. Ekki er útilokað að hagkvæmt geti verið að risaskip komi hingað til lands til umskipunar ef þau eru nógu hægfara eða stór þannig að stærðarhagkvæmni sé sem mest.

Ekki er heldur loku fyrir það skotið að hagkvæmt geti verið að **fylla** risaskip sem best (og þá er átt við skip sem eru stærri en þau 20.000 gámaeiningaskip sem til eru nú), sigla þeim eftir miðleið yfir Íshafið og umskipa á Íslandi í skip sem færu til Ameríku og meginlands Evrópu. Þannig myndi kostnaður við hvern gám vera í lágmarki, að minnsta kosti á leið yfir Íshafið. Þá er gert ráð fyrir að miðleið sé orðin sæmilega greiðfær. Ef hún er fær er ekki ósennilegt að norðvesturleið sé það líka, og þá gæti verið hagkvæmara að koma varningi sem fer til Evrópu annars vegar og Norður-Ameríku hins vegar í tvö skip sem annars vegar mundu fara miðleið og hins vegar norðvesturleið. Þannig myndi heildarsiglingavegalengd styttest töluvert. Hvort reynist hagkvæmara fer eftir samspili aðstæðna á siglingaleiðum og stærðarhagkvæmni.

Ef áfram hlýnar og hafís heldur áfram að hörfa þannig að aðstæður á miðleið henti á endanum til siglinga liggur í augum uppi að miðleið sé valin. Hún er stutt og án takmarkana um djúpristu og þar má fara á mjög stórum skipum til að hámarka stærðarhagkvæmni. Þar gæti Ísland haft samkeppnisforskot vegna heppilegs hafnarstæðis í Finnafirði. En líkast til eru nokkrir áratugir í að miðleið verði fær risaskipum. Fram að því verður ekki annað séð en að ósennilegt sé að höfn á Íslandi muni leika stórt hlutverk í siglingum á norðurslóðum. Höfn í Finnafirði gæti hins vegar verið kostur fyrir Íshafsför þegar til langs tíma er litið, þegar stysta leið yfir Íshafið verður fær, án takmarkana um djúpristu skipa.

## 5 Hagsmunir Íslands

Af umfjölluninni hér að framan virðist mega álykta að fremur ólíklegt sé að vörum úr Íshafssiglingum verði umskipað á Íslandi í stórum stíl á næstunni. Að því gæti þó komið, sérstaklega þegar til langs tíma er litið. Í þessum kafla er skoðað hvaða hagsmuni Íslendingar mundu hafa af umskipun skipa í Íshafssiglingum. Kostnaðar- og ábatagreining er oft nýtt til þess að meta áhrif stefnubreytinga, ákvarðana eða framkvæmda líkt og hafnargerðar.<sup>8</sup> Hér verður aðeins varpað ljósi á hvað hefur áhrif á heildarábata af umskipunarhöfn og hvaða upplýsingar þyrfti til þess að geta gefið hugmynd um hann. Umfjöllun um gámaflutninga verður í forgrunni. Skoðað er hver afkoman gæti orðið í ljósi hagnaðar af öðrum höfnum. Jafnframt verða áhrif hafnarinnar á næsta nágrenni könnuð.

### 5.1 Kostnaðar- og ábataliðir

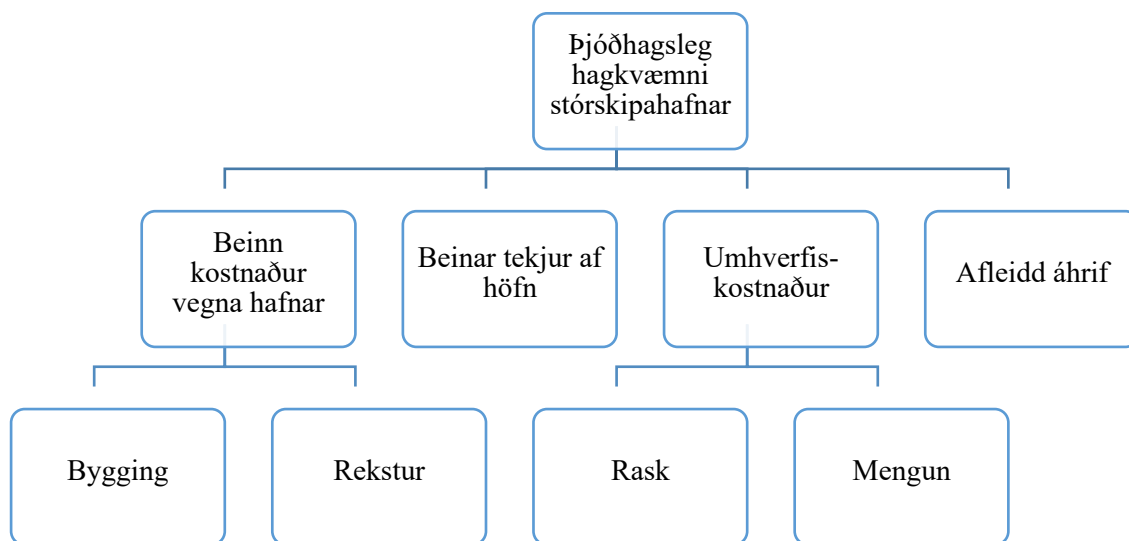
Á mynd 15 má sjá yfirlit yfir kostnaðar- og ábataliði sem hafa áhrif á þjóðhagslega hagkvæmni af umskipunarhöfn. Þeim má gróflega skipta í þrennt:

1. Atriði sem hafa bein áhrif á hagnað af höfninni. Annars vegar er um að ræða kostnað við hafnargerð, rekstur hennar og tengdra innviða, og hins vegar tekjur af umskipun og annarri þjónustu sem höfnin veitir, til dæmis í tengslum við vinnslu auðlinda eða öryggismál.
2. Umhverfiskostnaður. Þar á meðal eru ýmis sjónræn áhrif, rask og spillt náttúra, loftmengun og fleira.
3. Afleidd áhrif.

Fyrsta atriðið skýrir sig sjálft, en rétt er að fara nokkrum orðum um umhverfisáhrif og afleidd áhrif.

---

<sup>8</sup> Kostnaðar- og ábatagreining er aðferð til að meta kerfisbundið styrkleika og veikleika ákvörðunar, framkvæmdar eða stefnubreytingar. Kostnaðar- og ábatagreining gengur út á að telja upp á skipulagðan hátt öll áhrif ákvörðunar og flokka þessi áhrif sem jákvæð (ábata) eða neikvæð (kostnað) eftir því út frá hverjum greiningin er hugsuð. Áhrifin eru svo metin til fjár, í tilraun til að setja þau á sömu mælistikuna, og lögð saman fyrir það tímabil sem er til skoðunar. Yfirleitt er næsta ómögulegt að meta til fjár alla þætti sem skipta máli (sérstaklega erfitt í tilfalli umhverfiskostnaðar og afleiddra áhrifa). Reynt er þó að halda þeirri bjögun sem af þessu hlýst í lágmarki.



Mynd 15. Yfirlit yfir helstu þætti sem hafa áhrif á þjóðhagslega hagkvæmni hafnar.

### 5.1.1 Skipaumferð skapar hættu fyrir umhverfið

Ef kostnaðar- og ábatagreining á að gefa óbjagaða niðurstöðu þarf að meta til fjár allt sem hefur teljandi áhrif á hag af hafnargerðinni. Umhverfisáhrif falla þar undir. Stórskipahöfn tekur til að mynda mikið pláss og hún er áberandi í landslaginu. Hafnarrekstur kallar að öllum líkindum á útblástur eiturefna og svifryk í lofti. Ekki er hægt að segja til um hvort siglingar um Norður-Íshaf auka á útblástur gróðurhúsalofttegunda. Umsvif vegna auðlindanýtingar auka útblástur, en á móti dregur að öðru jöfnu úr útblæstri þegar siglingaleiðir styttest. En styttri leið gæti að vísu leitt til fjölgunar skipa. Þegar stórskipum fjölgar, og þá jafnvel skipum sem flytja hættuleg efni eins og olíu, jarðgas og afurðir námavinnslu, eykst hættu á umhverfisslysum. Olía brotnar hægt niður í köldum sjó. Stór hluti þjóðartekna Íslendinga er af fiskveiðum og umferð flutningaskipa getur sett þessa auðlind í hættu. Álit Íslands sem lands með hreina og óspillta náttúru er einnig mikilvægt, sérstaklega í ljósi straums ferðamanna hingað. Yfirgnæfandi meirihluti ferðamanna nefnir náttúruna sem aðalástæðu Íslandsferðar eða 83% (Ferðamálastofa, 2016).

### 5.1.2 Afleidd áhrif og hagsveiflan

Oft er gert ráð fyrir að áhrif á afleiddum mörkuðum séu að fullu mæld á frummörkuðum. Hér væri frummarkaður einfaldlega markaður fyrir umskipunarþjónustu og aðra þjónustu sem höfn á Íslandi myndi veita. En ef nýr iðnaður sprettur upp fyrir tilstilli hafnar verður að taka tillit til þess þegar heildaráhrif framkvæmdarinnar eru metin. En oft má leiða líkur að því að áhrif á afleiddum mörkuðum séu lítil (Boardman, Greenberg, Vining og Weimer, 2014, bls. 127).

Ef framkvæmd fellur vel inn í hagsveifluna, til dæmis ef umskipunarhöfn er gerð í langvinnri kreppu, verður að taka tillit til góðra áhrifa á samfélagið sem hljóttast af því. En ekkert bendir til þess að farið verði í þessa tilteknu framkvæmd á einum stað í hagsveiflunni frekar en öðrum. Á Íslandi hafa stórframkvæmdir staðið á öllum stigum hagsveiflunnar. Þegar framkvæmdir við Búrfellsvirkjun hófust, árið 1966, var góðari hér á landi, en árið eftir steiptist landið í djúpa kreppu. Þegar framkvæmdum lauk, 1972, var hagkerfið að ofhitna. Hellsheiðarvirkjun var gangsett 2006 og Kárahnjúkavirkjun 2007, báðar í efnahagsuppsveiflu. Meginallinn við að reyna að taka tillit til afleiddra áhrifa í kostnaðar- og ábatagreiningu er að þau eru mjög óviss (Vickerman, 2010). Fyrirfram er nánast ógerlegt að gera það af nokkru viti.

## **5.2 Margt þarf að ganga upp til þess að höfn á Íslandi verði góð fjárfesting**

Hér verður skoðað hvað helst stuðlar að góðri afkomu umskipunarhafnar. Skilgreind eru nokkur tilfelli sem byggja á niðurstöðum fyrri kafla. Í kafla 3 var spáð fyrir um umferð gámaflutningaskipa um norðurslóðir í framtíðinni. Niðurstaðan var nokkuð breitt bil, frá örfáum hundruðum skipa á ári upp í þrjú til fjögur þúsund. Eftir því sem umferð hingað eykst ætti íslensk höfn að geta innheimt hærra verð. Ef hagkvæmt er að koma við hér á landi ættu skipafélög líka að sætta sig við hátt verð.

Í kafla 4 var skoðað hvort hagkvæmt væri fyrir skip í Íshafssiglingum að koma með farminn hingað. Eldsneytisverð hefur áhrif á hag skipa af að koma til Íslands, en eldsneytiskostnaður er ráðandi þáttur í breytilegum kostnaði skipa. Hátt verð á eldsneyti leiðir að öðru jöfnu til þess að fýsilegra verður að sigla yfir Norður-Íshaf. Gera verður ráð fyrir að eldsneyti sé svo dýrt að það borgi sig að sigla yfir Íshafið á leið frá Austur-Asíu til Vestur-Evrópu. Þá ræður kostnaður við rekstur hafnar á Íslandi miklu um hvort hagkvæmt er að umskipa vörum hér. Í kafla 4 kom fram hvað helst hefur áhrif á kostnað við að umskipa hér og annars staðar. Landfræðilegar aðstæður skipta þar miklu. Eins og nefnt hefur verið má leiða líkur að því að landfræðilegar aðstæður í Finnafirði séu góðar – þar er aðdjúpt og mikið flatt land í grennd.

Út frá líklegum útmörkum sem þessar breytur geta tekið fást átta tilfelli sem skoðuð eru í töflu 16. Þar er mat lagt á líkur á að umskipunarhöfn á Íslandi skili hagnaði. Dökkgrænn litur sýnir hagstæðasta tilfellið þar sem umferð er mikil um Íshafið, olúverð er hagstætt og aðstæður til hafnarrekstrar góðar í samanburði við aðra staði. Óhagstæðasta tilfellið er rauðleitt, en þar er skipaumferð lítil, eldsneytisverð óhagstætt og erfitt er að reka höfn miðað við það sem gengur og gerist í grannlöndum. Í þessu tilfelli eru minnstar líkur á að hafnarrekstur skili hagnaði og minnstar líkur á að höfnin verði gerð. Tekið skal fram að litirnir eru einungis til glöggvunar. Þó að sami litur sé á tveimur reitum þýðir það ekki að úkoman verði sú sama, einungis að líklegt

er talið að hún versni í átt frá mörgum skipum, hagstæðu eldsneytisverði og lágum breytilegum kostnaði miðað við hafnir erlendis. Einnig skal nefnt að ekki er einhlítt hvað „fá skip“ eru mörg. Ef um átta hundruð skip sigla yfir Norður-Íshaf á ári og öll koma við á Íslandi eru það tæplega 3 milljónir gámaeininga, sem myndi þýða sæmilega stóra höfn, eða um tvöfalt stærri en höfnin í Sines í Portúgal.

*Tafla 16. Mat á hreinum ábata hafnar. Litir eiga að gefa vísbandingu um hvort höfn skilar góðum hagnaði. Dökkgrænn litur merkir að mestar líkur séu á hagnaði af átta dæmum, en rauður litur gefur til kynna minnstar líkur. Ljósgrænn og gulur eru þar á milli.*

	Nokkur hundruð skip / lítil höfn / lágt verð			10.000 skip / stór höfn / hátt verð	
	Hærri kostn.	Lægri kostn.		Hærri kostn.	Lægri kostn.
Hátt eldsneytisverð			Hátt eldsneytisverð		
Lágt eldsneytisverð			Lágt eldsneytisverð		

Allt þarf að vera umskipunarhöfn á Íslandi í hag til þess að hún geti talist fýsilegur kostur. Skip þurfa að sigla yfir Íshafið. Ákjósanlegt þarf að vera að umskipa farmi á Íslandi. Ef landið er mikið úr leið koma skipin ekki hingað nema höfn á Íslandi sé sérstaklega góð. Hafnarstæði í Finnafirði hefur ýmsa kosti miðað við önnur á norðurslóðum eins og nefnt hefur verið. En ekki er ljóst hvað kostirnir veга þungt í samanburði við aðrar hafnir.

### 5.3 Skalahagkvæmni er í hafnarrekstri

Hér verður afkoma íslenskrar umskipunarhafnar á hverja gámaeiningu áætluð með hliðsjón af hagnaði nokkurra erlendra hafna í Vestur-Evrópu. Höfnin myndi eflaust nýtast í annað en umskipun. Hún gæti þjónað jarðefnavinnslu á norðurslóðum, til dæmis gæti hún verið eins konar öryggismiðstöð vegna starfseminnar. Hér á eftir er gert ráð fyrir því að íslenska höfnin verði áþekkt „meðaltali“ nokkurra erlendra hafna.

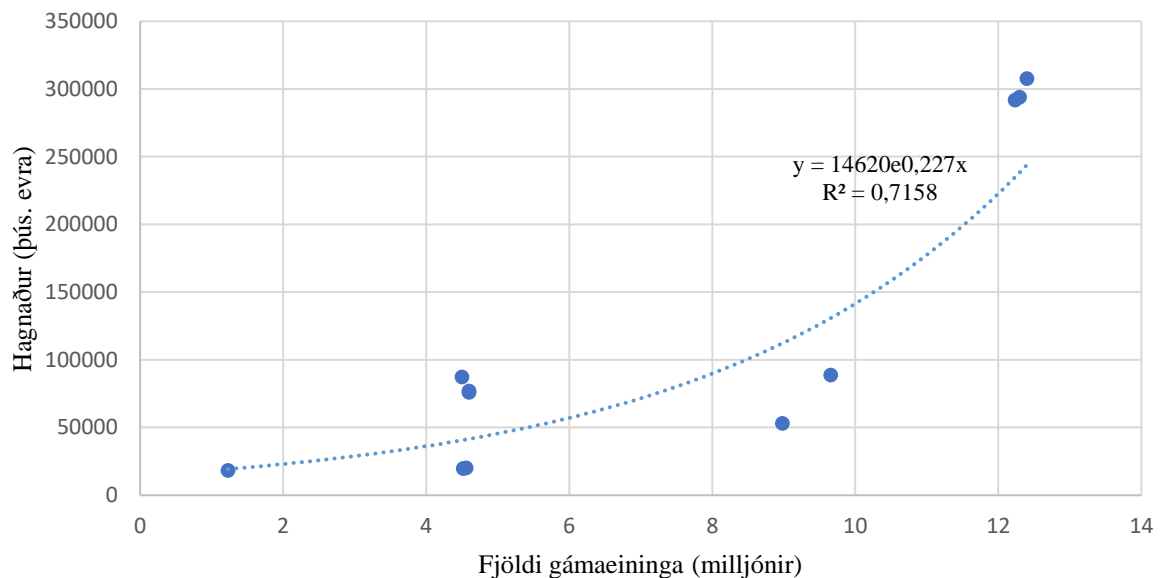
Í töflu 17 má sjá afkomu viðmiðurnarhafnanna þau ár sem voru skoðuð. Á mynd 16 má sjá hagnað hafnanna í Rotterdam, Felixstowe, Antwerpen, Algeciras og Sines árið 2014. Eins og sjá má virðist vera skalahagkvæmni í hafnarrekstrinum. Þegar umferð um höfn vex um milljón gáma eykst hagnaður um nálægt 23%.

Afar ósennilegt er að íslensk höfn verði jafnstór og hafnirnar í Rotterdam og Antwerpen. En ef umferð verður álíka mikil og um höfnina í Sines má reikna með að hagnaður af rekstrinum verði

tæplega 20 milljónir evra á ári. Hagnaður af þessari stærðargráðu stendur undir töluverðri fjárfestingu.

Tafla 17. Hagnaður viðmunarhafna 2014-2016.

Höfn	Hagnaður (þús. evra)			Gámafjöldi (TEU)		
	2014	2015	2016	2014	2015	2016
Rotterdam	293.741	291.676	307.396	12.297.570	12.234.525	12.400.000
Felixstowe	75.978	76.818	87.161	4.000.000	4.000.000	3.745.000
Antwerpen	53.045	88.582		8.980.000	9.660.000	
Sines	18.320			1.513.000		
Algeciras	20.059	19.681		4.560.000	4.520.000	



Mynd 16. Hagnaður viðmiðurnarhafna.

## 5.4 Líklegt er að þorp byggist upp við umskipunarhöfn

Hér verður varpað ljósi á áhrif hafna á byggð í nánasta umhverfi.

Svæðið næst höfninni verður óumflýjanlega fyrir mestum áhrifum af henni, bæði góðum og slæmum. Tekjur af starfseminni verða mestar þar, en umhverfiskostnaður er einnig mestur. Ef höfnin er í eigu heimamanna geta þeir hagnast verulega, ef hagnaður er af höfninni á annað borð. En ef hún er ríkisrekin, eða í eigu fólks eða fyrirtækja utan svæðis, er ávinningur nærsveitar einkum fólgin í opinberum gjöldum sem renna til sveitarfélagsins. Mikil áhætta er af rekstri umskipunarhafnar og ekki á færi hvers sem er að eiga hana. Ekki er hægt að mæla með því að fámennir íslenskir hreppar leggi mikið fé í slíka framkvæmd.

Varla er eðlilegt að gera ráð fyrir því að heimamenn sem fá vinnu við höfnina hefðu að öðrum kosti allir verið atvinnulausir. Aftur á móti er vel hægt að reikna með því að störf flytjist til. Fólk sem vinnur nú annars staðar á landinu fær vinnu við höfnina og atvinnustig í sveitinni gæti batnað með tilkomu hafnar. Atvinnustig landsins í heild myndi sennilega ekki breytast að neinu ráði til langframa. Líklegt er að störf við höfnina verði mönnuð með erlendu vinnuafli að hluta til. Mörgum finnst mikils virði að byggð dafni sem víðast um landið. En hér og annars staðar er samt hæpið að líta á störf sem hreinan ágóða.

En hvað má gera ráð fyrir að byggðakjarni í kringum höfnina yrði stór? Fá má hugmynd um það með því að telja svokölluð grunnstörf sem yrðu til við nýja höfn í Finnafirði. Skilgreina má grunnstörf sem störf eða þjónustu í þágu utansveitarmanna. Afurðir landbúnaðar, sjávarútvegs, stóriðju og annars iðnaðar eru fyrst og fremst seldar utansveitarfólki og hið sama má segja um þjónustu umskipunarhafnar. Fjöldi starfa við höfnina er margfaldaður með hlutfalli allra starfa og grunnstarfa á landsbyggðinni yfirleitt (öll störf/grunnstörf). Þar með er komin ágiskun um heildarfjölda starfa á svæðinu og með hliðsjón af henni er hægt að áætla hve stórt þorp gæti byggst upp í kringum höfnina. Fjöldi grunnstarfa er áætlaður miðað við spá Hagfræðistofnunar um fjölgun skipa í Asíusiglingum eftir að Íshafið opnast. Gert er ráð fyrir að öll ný skip í Asíusiglingum umskipi farmi sínum í Finnafirði. Reiknað er með sama starfsmannafjölda á hverja gámaeiningu og í höfninni í Sines. Hér á eftir er teiknaður upp ferill sem sýnir stærð þorps sem fall af fjölda grunnstarfa miðað við tvenns konar hlutfall grunnstarfa og allra starfa á landsbyggðinni.

Horft er til skýrslu um hagvöxt landshluta fyrir árin 2008-2015 sem unnin var af Hagfræðistofnun og Byggðastofnun (2017), til að fá nálgun á hlutfall allra starfa og grunnstarfa á landsbyggðinni. Þar er skipting atvinnugreina árið 2015 sundurliðuð eftir landshlutum. Grunnstörf eru talin vera í landbúnaði, sjávarútvegi, stóriðju, veitum og öðrum iðnaði. Ef einungis er litið á Austurland eru störf í áðurnefndum grunnatvinnugreinum 65% af öllum störfum, en ef horft er á landsbyggðina alla er hlutfallið 43%. Þessar tölur mætti hugsa sem há- og lágildu hlutfalls grunnstarfa af öllum störfum. Í töflu 18 má sjá nánari greiningu.



Tafla 18. Hlutfall starfa eftir atvinnugreinum utan höfuðborgarsvæðis og á Austurlandi árið 2015.

	Utan höfuðborgarsvæðis	Austurland
<b>Landbúnaður</b>	3%	2%
<b>Sjávarútvegur</b>	20%	25%
<b>Stóriðja, veitur</b>	11%	27%
<b>Annar iðnaður</b>	9%	11%
<b>Samtals</b>	43%	65%

Með hjálp þessara talna er hægt að fá nálgun á stærð þorps sem myndi rísa í grennd við höfnina. Samkvæmt ársreikningi hafnarinnar í Sines í Portúgal störfuðu þar 150-200 manns á árunum 2013-2014 (APS, 2015), en um höfnina í Sines fara um 1,5 milljónir gámaeininga á ári. Ef öll gámaflutningaskip sem Hagfræðisstofnun gerir ráð fyrir að bætist við í Asíusiglingum umskipa í Finnafirði<sup>9</sup> má reikna með að 110 manns starfi við höfnina. Þá er miðað við starfsmannafjölda á gámaeiningu í Sines.

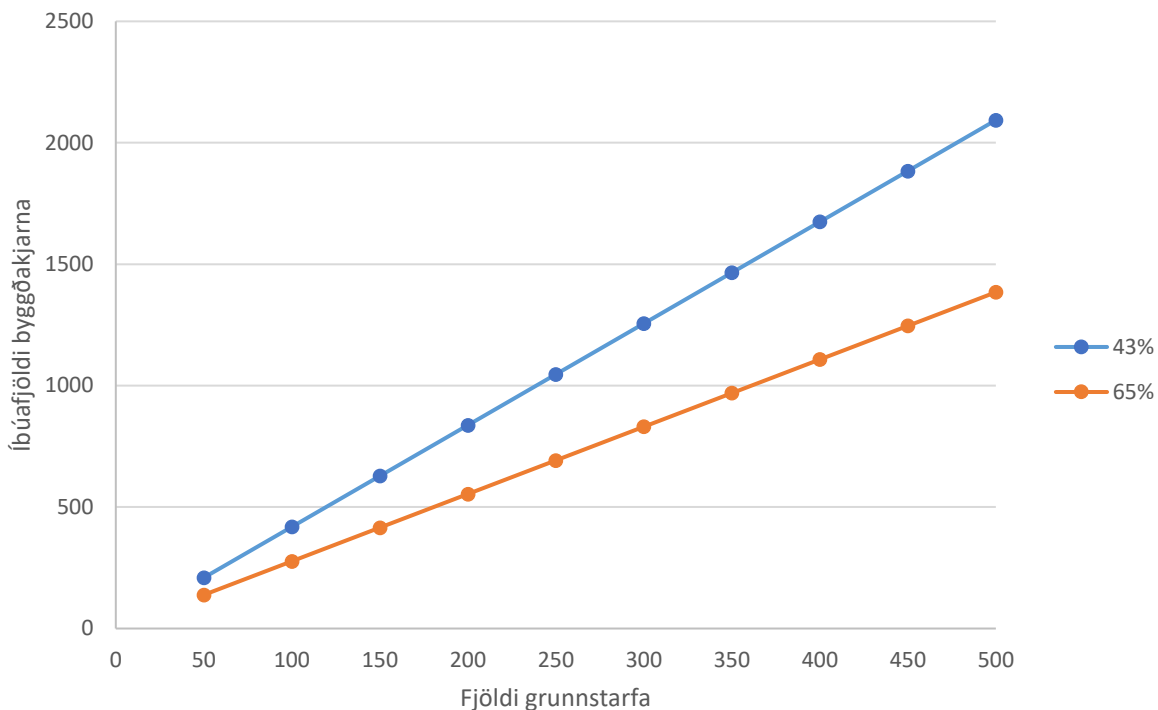
Í töflu 19 má annars vegar sjá heildarfjölda starfa og hins vegar hve stórt þorp yrði til í hvoru tilfalli fyrir sig, miðað við að hlutfall grunnstarfa af öllum störfum sé annars vegar 43% og hins vegar 65%. Íbúafjöldi fæst með því að margfalda heildarfjölda starfa með 1,8, en það er hlutfall mannfjölda á Íslandi og fjölda starfa.

Tafla 19. Íbúafjöldi þorps sem gæti byggst upp í nágrenni Finnafjarðar miðað við að hlutfall grunnstarfa af heildarfjölda starfa sé 43% og 65%.

	Fjöldi grunnstarfa	Heildarfjöldi starfa		Íbúafjöldi Þorps	
		43%	65%	43%	65%
<b>M.v. að höfn sé jafnstór og í Sines í Portúgal</b>	175	400	270	720	490
<b>M.v. að öll skip í spá HHÍ um ferðir um NA-leið umskipi hér</b>	110	260	170	460	310
<b>M.v. að öll skip í spá HHÍ um ferðir um miðleið umskipi hér</b>	250	580	380	1.050	680

Á mynd 17. má hvernig stærð þorpsins breytist með fjölda grunnstarfa. Reiknað er annars vegar með að grunnstörf séu 43% af öllum störfum og hins vegar að hlutfallið sé 65%.

<sup>9</sup> Athugið að þetta er aðeins viðbót í asíusiglingum, ekki öll umferð yfir Íshafið.



Mynd 17. Íbúafjöldi byggðakjarna sem fall af fjölda grunnstarfa, annars vegar þegar hlutfall grunnvinnuvega er 43% og hins vegar þegar það er 65%.

## 6 Ólíklegt er að Íshafssiglingar skapi grunn að stórskipahöfn á Íslandi

Umskipunarhöfn í Finnafirði yrði lyftistöng fyrir byggð á Langanesströnd. Líklegt er að nokkur hundruð íbúa þorp byggist upp í grennd við slíka höfn. En samkvæmt því sem að framan segir virðist ólíklegt að hagkvæmt sé fyrir skip í Íshafssiglingum að koma við hér á landi í náinni framtíð. Ef stórskipahöfn verður gerð hér yrði það líkast til á öðrum forsendum. En í fjarlægri framtíð, þegar miðleið verður greiðfærari og hægt verður að fara um hana á risaskipum, gæti höfn á Íslandi verið álitlegur kostur.

## Viðauki A

### Um þyngdarafslíkanið

Líkaninu svipar til þyngdarlögmáls Newtons þar sem kraftur milli tveggja massa er í öfugu hlutfalli við fjarlægðina á milli þeirra. Í þessu samhengi er massi hlutanna sambærilegur landsframleiðslu þeirra landa sem um ræðir og þyngdarkrafturinn ígildi viðskipta milli landanna. Líkanið má sjá í jöfnu eitt:

$$Viðskipti_{ab} = Framleiðsla_a^h * Framleiðsla_b^i * Fjarlægð_{ab}^j * e^{(k)} \quad (1)$$

Þar sem  $Viðskipti_{ab}$  táknar viðskipti milli landa  $a$  og  $b$ ,  $Framleiðsla_a$  og  $Framleiðsla_b$  tákna landsframleiðslu í löndunum tveimur og  $Fjarlægð_{ab}$  táknar fjarlægð milli landanna. Þess mætti vænta að stuðlar við framleiðslu landanna yrðu viðlægir (pósítívur) þar sem stærri hagkerfi leiða til meiri viðskipta og að stuðullinn við fjarlægð verði frádrægur (negatívir) þar sem meiri fjarlægð milli landa ætti að stuðla að minni viðskiptum.

Líkanið hefur þann kost að það er ákaflega einfalt og læsilegt ásamt því að það gefur ágæta nálgun á viðskipti milli landa. Helsti ókostur þess er hins vegar sá að það er ekki fullkomlega raunhæft. Ætla má að aðrir þættir en landsframleiðsla og fjarlægð milli landa hafi áhrif á milliríkjaviðskipti, til dæmis menningarmunur og tollar. Rækilegri umfjöllun um líkanið má til dæmis finna hjá Feenstra (2002).

Líkan var sett upp fyrir viðskipti milli Evrópusambandsins og sex landa í Asíu (Filippseyjar, Hong Kong, Japan, Kína, Suður-Kórea og Taiwan) árið 2014. Gert var ráð fyrir að í hverju landa Asíu færu öll milliríkjaviðskipti um eina höfn, nema í Kína, þar var gert ráð fyrir þrem höfnum. Í Evrópusambandinu var gert ráð fyrir fjórum höfnum: Rotterdam, Hamborg, Antwerpen og Bremerhaven. Mikilvægt er að hafa í huga að fjarlægðarmælingar skipaleiða eru ekki alveg nákvæmar og því aðeins nálgun á raunverulega fjarlægð. Með umritun á jöfnu (1) fæst:

$$\ln(\text{Viðskipti}_{ab}) = k + h * \ln(\text{Framleiðsla}_a) + i * \ln(\text{Framleiðsla}_b) + j * \ln(\text{Fjarlægð}_{ab}) \quad (2)$$

Með jöfnu (2) er hægt að meta stuðlana  $k$ ,  $h$ ,  $i$  og  $j$  með línulegri aðhvarfsgreiningu. Niðurstöður aðhvarfsgreiningar með hinum nýju forsendum má sjá í töflu 20.

*Tafla 20. Niðurstöður aðhvarfsgreiningar þyngdarafslíkans sem búið var að einfalda og laga.*

Table 1: Háð breyta:  $\log(\text{Viðskipti})$

Stýribreytur	Stuðlar
$\log(\text{VLF Evrópa})$	0.994*** (3.59)
$\log(\text{VLF Asía})$	0.726*** (9.10)
$\log(\text{Fjarlægð})$	-0.935 (-0.68)
Fasti	-6.732 (-0.51)
N	32
R <sup>2</sup>	0.813

Eins og sjá má í töflu 20 fást eftirfarandi gildi á stuðla líkansins:  $h = 0,99$ ,  $i = 0,73$ ,  $j = -0,94$  og  $k = -6,73$ . Ennfremur gefa niðurstöður greiningarinnar til kynna að líkanið útskýri 80% viðskipta milli Asíulandanna sex og Evrópusambandsins árið 2014.

### Forsendur líkans

Í töflu 21 má sjá þær forsendur sem lágu að baki líkaninu og heimildir. Einungis 4.300 gámaeininga (TEU) ísstyrkt skip fara norðausturleið, en það eru efri stærðartakmörk skipa sem fara þá leið vegna stærðar ísbrjóta. Auk þess er víða grunnt við norðurströnd Rússlands. Einungis 12.000 gámaeininga skip fara Súezleiðina, en sennilegt er að meðalstærð skipa á þeim slóðum verði svipuð í náinni framtíð. Á Súezleiðinni er gámanýting 85% þegar siglt er til Evrópu og 75% þegar siglt er til Asíu (80% að meðaltali). Á norðausturleiðinni er gámanýting 70% þegar siglt er til Evrópu og 50% (60% að meðaltali) þegar siglt er til Asíu. Misræmi í gámanýtingu til austurs og vesturs má rekja til misræmis í inn- og útflutningi milli suðausturAsíu og Evrópu. Tekið var tillit til þess að gámanýting gæti verið minni á norðausturleiðinni í sértílviki.

Í þessari greiningu er gert ráð fyrir að heimsmarkaðsverð á eldsneyti sé 600 \$/tonn. Árið 2019 hefur heimsmarkaðsverðið verið 400-500 \$/tonn, en samkvæmt spám orkumálayfirvalda í

Bandaríkjunum hækkar það svo að um munar þegar tímar líða. Eldsneytisnotkun ísstyrkra skipa er 0,3 tonn á sjómílu í sjó og 0,5 tonn á sjómílu í hafís. Meðalsiglingahraði skipanna er einnig 18 hnútar í sjó og 10 hnútar í hafís. Meðalhraði hefðbundins skips er 20 hnútar.

Smíðakostnaður miðlungsstórra ísstyrkra skipa er u.þ.b. 20% meiri en smíðakostnaður jafnstórra skipa án styrkingar. Hærri smíðakostnaður og rekstrarkostnaður ísstyrkra skipa miðað við gámafjölda samsvarar 2,97 \$ daglegum aukakostnaði á hverja gámaeiningu.

Gert er ráð fyrir 5% afskriftum og 25 ára líftíma skipa. Rússneskir tollar að frádregnum tolli sem þyrfti að borga vegna siglinga um Súezskurð eru rúmlega 200.000 \$ fyrir hverja ferð. Notast var við 12.000 gámaeininga skipið MSC Fabiola þegar Súeztollurinn var áætlaður.

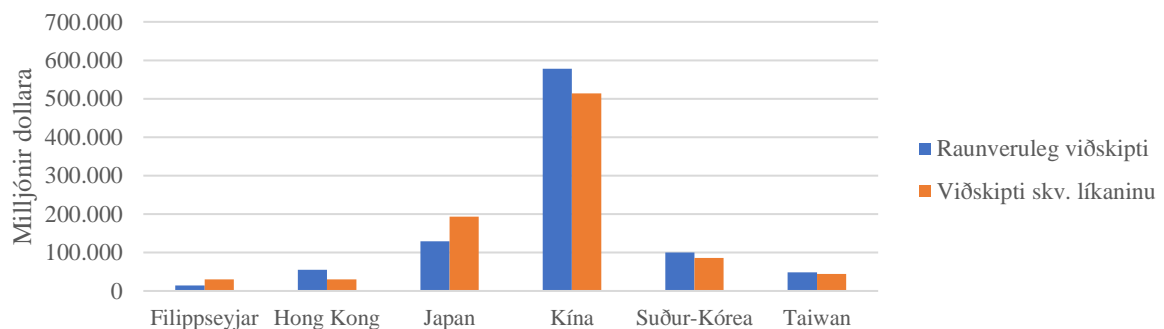
Fjölgun skipa var áætluð með hliðsjón af spá um landsframleiðslu fyrir hvert land í hverju tilviki fyrir sig. Í tilviki 1 var miðað við landsframleiðslu árið 2019, í tilviki 2 var miðað við árið 2032 og í tilviki 3 var miðað við árið 2040. Hagvaxtarspá fannst til 2040 fyrir Evrópusambandið og til 2020 fyrir Asíulöndin (OECD, 2016; Trading Economics, 2016a). Gögn um viðskipti milli landa voru fengin frá European Commission (2016) og landsframleiðsla hvers lands var fengin frá World Bank (2016) og Trading Economics (2016b). Fyrir tilvik 2 og 3 var gert ráð fyrir að hagvöxtur í Asíulöndunum á árunum 2020-2040 væri jafn spáðum meðaltalshagvexti á árunum 2014-2020. Að endingu var lengd siglingaleiða fengin frá Ports.com (2016) og forritinu Google Earth.

*Tafla 21. Forsendur sem notaðar voru í líkaninu.*

	Norðurskip		Súezskip		Heimildir
	Sjór	Hafís	Sjór	Einingar	
<b>Stærð</b>	4.300		12.000	TEU	(Liu og Kronbak, 2010; Rodrigue, 2016)
<b>Eldsneytisnotkun</b>	0.3	0.5	0.9	Tonn/sjómílu	(AECOM, 2012; Liu og Kronbak, 2010)
<b>Meðalhraði</b>	18	10	20	Hnútar	(Liu og Kronbak, 2010)
<b>Nýtni (load factor)</b>	80% (60% í sértilfelli)		80%		(Frederic Lasserre, 2015)
<b>Byggingakostnaður</b>	72,0		160,0	Milljónir \$	(Frederic Lasserre, 2015)
<b>Tollar og gjöld</b>	416.059		212.998	\$	(Suez Canal Authority, 2016; Российская газета, 2016).
<b>Rekstrarkostnaður</b>	10.135		14.463	\$/dag	(Liu og Kronbak, 2010) og tölvupóstur við starfsmann Allianz
<b>Reiknivextir</b>	5%		5%		Eigin forsendur
<b>Líftími skipa</b>	27		27	ár	(Asariotis o.fl., 2010)
<b>Eldsneytisverð</b>	600		600	\$/tonn	(EIA, 2016)

## Samanburður á raunverulegum viðskiptum og áætluðum viðskiptum með líkani

Til að gefa hugmynd um hvað líkanið er nákvæmt voru viðskipti Evrópusambandsins og þeirra sex landa í Asíu, sem greiningin náði til, áætluð fyrir árið 2014 og borin saman við raunveruleg viðskipti. Niðurstöður má sjá á mynd 18. Viðskipti Evrópusambandslanda við Kína eru langsamlega mest, raunar talsverðu meiri en við öll hin löndin til samans. Ef niðurstöður líkansins eru bornar saman við raunveruleg viðskipti má sjá að líkanið gefur nokkuð góða mynd af raunveruleikanum. Veigamestu frávikin eru líklega þau að viðskipti Evrópusambandslanda við Japan eru ofmetin en viðskipti við Kína eru vanmetin. Mikilvægt er að hafa þessi frávik í huga þegar viðskipti eru áætluð fram í tímann. Viðskipti við Japan yrðu þá líklega ofmetin með líkaninu en viðskipti við Kína vanmetin. Niðurstaða líkansins var þó á þann veg að dýrara væri að sigla milli Kína og Evrópu um Norður-Íshaf svo að viðskipti urðu til þegar siglingaleið opnaðist um það.



Mynd 18. Samanburður á raunverulegum viðskiptum Evrópusambandsins og Asíulandanna sex og viðskiptum áætluðum með þyngdarafslíkani.

## Miðleið

Forsendur útreikninga á aukakostnaði miðleiðar má sjá í töflu 22.

Tafla 22. Forsendur útreikninga á aukakostnaði miðleiðar.

	Norðurskip		Súezskip		Heimildir
	Sjór	Hafís	Sjór	Einingar	
<b>Stærð</b>	12.000		12000		(Liu og Kronbak, 2010; Rodrigue, 2016)
<b>Eldsneytisnotkun</b>	0.9	1,4	0.9	Tonn/sjómílu	(AECOM, 2012; Liu og Kronbak, 2010)
<b>Meðalhraði</b>	18	10	20	Hnútar	(Liu og Kronbak, 2010)
<b>Nýtni (load factor)</b>	80%		80%		(Frederic Lasserre, 2015)
<b>Byggingakostnaður</b>	168,0		140,0	Milljónir \$	(Frederic Lasserre, 2015)
<b>Tollar og gjöld</b>	345.6000		286.173	\$	(Suez Canal Authority, 2016; Российская газета, 2016).
<b>Rekstrarkostnaður</b>	41.014		33.721	\$/dag	(Liu og Kronbak, 2010; Murray, 2016; Sorgenfrei, 2013), tölvupóstur við starfsmann Allianz.
<b>Reiknivextir</b>	5%		5%		Eigin forsendur
<b>Líftími skipa</b>	27		27	ár	(Asariotis o.fl., 2010)
<b>Eldsneytisverð</b>	800		800	\$/tonn	(EIA, 2016)

## Viðauki B

Tafla 23. Forsendur útreikninga á kostnaðarmun þess fyrir skip að stoppa á Íslandi og í höfn sem er í leiðinni til Rotterdam.

Forsenda	Gildi	Eining
Stærð ísstyrkts skips á NA-leið	4.300	TEU*
Stærð ísstyrkts skips á miðleið	12.000	TEU*
Stærð venjulegs skips	12.000	TEU*
Meðalhraði ísstyrkts skips	18	Hnútar
Meðalhraði venjulegs skips	20	Hnútar
Eldsneytisnotkun 4.300 TEU* ísstyrkts skips á dag	221	Tonn/sjómílu
Eldsneytisnotkun 12.000 TEU* ísstyrkts skips á dag	612	Tonn/sjómílu
Dagleg eldsneytisnotkun venjulegs 12.000 TEU* skips	415	Tonn/sjómílu
Eldsneytisverð	600	\$/tonn
Mönnun skips	3.960	\$/dag á sjó
Tryggingar	2.275	\$/dag á sjó
Viðhald	2.400	\$/dag á sjó
Stjórn	1.500	\$/dag á sjó

\*Gámaeiningar.



## Viðauki C

Hér á eftir verður breytilegur kostnaður við hverja gámaeiningu hjá nokkrum evrópskum viðmiðunarhöfnum skoðaður og í framhaldi af því lagt mat á kostnað á hverja gámaeiningu sem fer um umskipunarhöfn á ári hverju. Þá er hægt að lesa upplýsingar um kostnað fyrir mismunandi stærð af umskipunarhöfn. Að því búnu verður bent á þætti sem eru ólíkir í höfn hér á Íslandi og í samkeppnishöfnum erlendis, en það er nauðsynlegt til að geta sagt eitthvað um mun á breytilegum kostnaði hafnar á Íslandi og samkeppnishafna.

Til að hægt sé að nálgast kostnað á hverja gámaeiningu út frá höfnum erlendis er mikilvægt að gefa sér ákveðna forsendu. Nær ómögulegt er að segja með nákvæmni hvernig starfsemi íslensku hafnarinnar yrði. Hluti yrði umskipun, en höfnin myndi eflaust nýttast í annað líka. Höfn á Íslandi myndi ef til vill þjóna jarðefnavinnslu á norðurslóðum, og hún gæti einnig verið öryggismiðstöð vegna aukinna umsvifa. Hér er gert ráð fyrir því að íslenska höfnin verði sambærileg þeim erlendu höfnum sem skoðaðar eru. Þær eru auðvitað eins mismunandi og þær eru margar og starfsemi erlendra hafna margbreytileg. Sumar eru fyrst og fremst umskipunarhafnir, starfsemi annarra hafna er blandaðri. Hér er hins vegar gert ráð fyrir að sú íslenska yrði „að meðaltali“ áþekk þeim erlendu. Þannig væri hægt að heimfæra kostnað erlendra hafna á hina íslensku höfn. Í þessari greiningu er þannig gert ráð fyrir að ekki sé mikill munur á starfsemi meðalhafnar erlendis og hinnar íslensku hafnar, í það minnsta ekki þegar horft er á kostnað á hverja gámaeiningu.

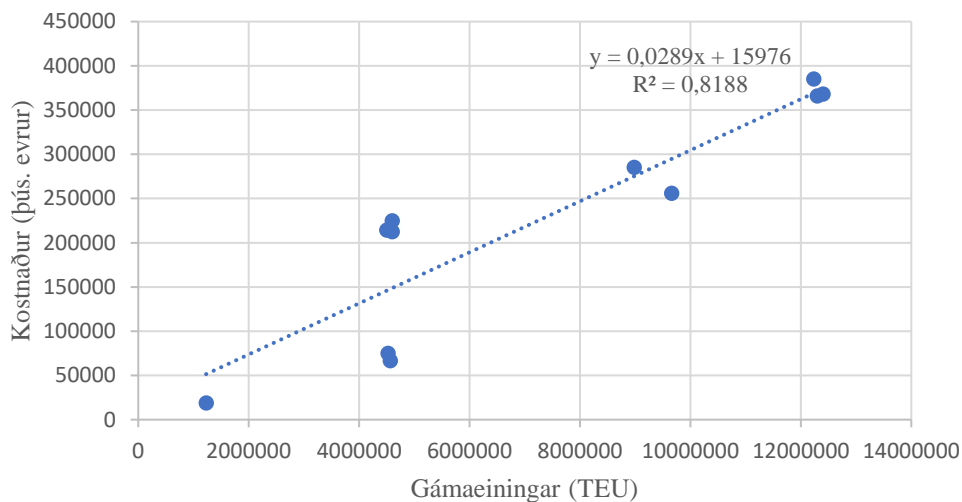
Gögn um breytilegan kostnað hafna voru fengin úr ársreikningum hafnanna og eru þau sjaldnast sundurliðuð eftir starfsemi. Ósk um að fá sundurliðaðar upplýsingar frá höfnunum var ítrekað hafnað og því var þessari aðferð beitt.

### Niðurstöður

Í töflu 24 má sjá niðurstöður fyrir breytilegan kostnað nokkurra evrópskra hafna við N-Atlantshaf, á hverja gámaeiningu. Á mynd 19 er dreginn upp ferill þar sem breytilegur kostnaður hafnar er sýndur á Y-ás en fjöldi gámaeininga á ári á X-ás. Með hjálp þessara gagna er hægt að nálgast breytilegan kostnað fyrir tiltekna stærð af höfn, mælda í fjölda gámaeininga á ári.

Tafla 24. Yfirlit yfir breytilegan kostnað hafna sem hafðar voru til viðmiðunar. Einnig er sýndur fjöldi gáma sem fór í gegnum viðkomandi höfn á árinu.

Höfn	Breytilegur kostnaður (evrur)			Gámafjöldi (TEU)		
	2014	2015	2016	2014	2015	2016
Rotterdam	366.088	385.346	368.045	12.297.570	12.234.525	12.400.000
Felixstowe	224.693	212.441	214.379	4.000.000	4.000.000	3.745.000
Antwerpen	285.361	255.790		8.980.000	9.660.000	
Sines	18.801			1.513.000		
Algerciras	66.744	75.058		4.560.000	4.520.000	



Mynd 19. Breytilegur kostnaður hafnar er á Y-ás (evrur) en fjöldi gámaeininga (TEU) á X-ás.

Í töflu 25 má sjá hvernig breytilegur kostnaður þróast með stærð hafnar í gámaeiningum samkvæmt bestu annars stigs margliðu á mynd 19, en jafna línunnar er

$y = -4 * 10^{-10}x^2 + 0,0353x$ . Eins og sjá má er stuðullinn við  $x^2$  frádrægur (negatívvur) svo að ferillinn sveigist niður. Það bendir til þess að það sé stærðarhagkvæmni í rekstri hafnanna.

Tafla 25. Breytilegur kostnaður á hverja gámaeiningu samkvæmt bestu línu sem dregin er í gegnum gagnapunktana sem hafnirnar mynda.

Gámaeiningar	Breytilegur kostnaður	Breytilegur kostnaður á gámaeiningu
	(þúsundir \$)	(\$/TEU)
<b>1.000.000</b>	34.900	34,9
<b>2.000.000</b>	69.000	34,5
<b>3.000.000</b>	102.300	34,1
<b>4.000.000</b>	134.800	33,7
<b>5.000.000</b>	166.500	33,3
<b>6.000.000</b>	197.400	32,9
<b>7.000.000</b>	227.500	32,5
<b>8.000.000</b>	256.800	32,1
<b>9.000.000</b>	285.300	31,7
<b>10.000.000</b>	313.000	31,3
<b>11.000.000</b>	339.900	30,9
<b>12.000.000</b>	366.000	30,5
<b>13.000.000</b>	391.300	30,1
<b>14.000.000</b>	415.800	29,7

Mikil óvissa er um flesta þætti verkefnisins, en þetta er leið til að fá gróft mat á breytilegan kostnað hafnar. Til samanburðar er horft á raunverulegar stórskipahafnir sem eru í rekstri.

Eins og sést er breytilegur kostnaður við höfnina í Felixstowe nokkru hærra en við höfnina í Algerciras þrátt fyrir að hafnirnar séu álíka stórar, miðað við gámafjölda. Það bendir til þess að umsvif rekstrarfyrirtækis hafnarinnar í Felixstowe, utan þjónustu við gámaskip, séu meiri en við höfnina í Algerciras. Ennfremur má gera ráð fyrir að sumar þessara hafna, sérstaklega Rotterdam og Antwerpen, séu mun stærri en höfn sem orðið gæti á Íslandi.

## Heimildaskrá

- AECOM. (2012). *North Carolina Maritime Strategy - Vessel Size vs. Cost*. Sótt af [https://www.ncdot.gov/download/business/committees/logistics/maritime/tmvesselsize\\_vscost\\_final.pdf](https://www.ncdot.gov/download/business/committees/logistics/maritime/tmvesselsize_vscost_final.pdf)
- Al-Masry Al-Youm. (2017). World's largest container ship crosses Suez Canal. *Egypt Independent*.
- APS. (2015). *Annual Report 2014*. Sótt af <http://www.apsinesalgarve.pt/media/2297/annual-report-2014.pdf>
- Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP). (á.á.). *The Arctic*.
- Arpiainen, M. og Kiili, R. (2006). *Arctic Shuttle Container Link from Alaska US to Europe. Project no. Report K-63*: Aker Arctic Technology Inc.,
- Asariotis, R., Benamara, H., Hoffmann, J., Miscovicova, M., Núñez, E., Premti, A., . . . Viohl, B. (2010). *Review of Maritime Transport*. á United Nations Conference on Trade and Development, Geneva. Sótt af [http://unctad.org/en/docs/rmt2010\\_en.pdf](http://unctad.org/en/docs/rmt2010_en.pdf)
- Bekkers, E., Fracois, J. F. og Rojas-Romagosa, H. (2017). Melting Ice Caps and the Economic Impact of Opening the Northern Sea Route. *The Economic Journal*. doi:10.1111/eoj.12460
- Boardman, Grennberg, Vining og Weimer. (2014). *Cost-Benefit Analysis: Concepts and Practice*. Edinburgh: Pearsons.
- Bonney, J. (2017). HHL open-hatch ship moves cranes via Northern Sea Route. *JOC*. Sótt af <https://www.joc.com/breakbulk/hhl-open-hatch-ship-moves-cranes-northern-sea-route-20170104.html>
- Chernova, S. og Volkov, A. (2010). *Economic Feasibility of the Northern Sea Route Container Shipping Dvelopment*. Høgskolen i Bodø.
- CHNL Information Office. (2017). Transit Statistics. Sótt af [http://www.arctic-lia.com/nsr\\_transits](http://www.arctic-lia.com/nsr_transits)
- Cowie, A. (2007). *Cargo Accumulation*. á AIMU/IMUA Seminar, New York, NY. Sótt af <http://static1.1.sqspcdn.com/static/f/1340097/17625392/1334198178757/Cowie07.pdf?token=eZWIExKqgQnmmkHf8Qa01wQjFS0%3D>
- Damodaran, A. (2018). Cost of Capital by Sector (US). Sótt af [http://people.stern.nyu.edu/adamodar/New\\_Home\\_Page/datafile/wacc.htm](http://people.stern.nyu.edu/adamodar/New_Home_Page/datafile/wacc.htm)
- Det Norske Veritas. (2010). Shipping Across the Arctic Ocean. A Feasible Option in 2013-2050 as a Result of Global Warming? *Research and Innovation Positions Paper 04*.
- EIA. (2016). Today in Energy - EIA projects rise in U.S. crude oil and other liquid fuels production beyond 2017. Sótt af <https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=27012>
- European commission. (2016). *Client and Supplier Countries of the EU28 in Merchandise Trade*. Sótt af [http://trade.ec.europa.eu/doclib/docs/2006/september/tradoc\\_122530.pdf](http://trade.ec.europa.eu/doclib/docs/2006/september/tradoc_122530.pdf)
- Exxon Mobil. (2018). Slagen Refinery. Sótt af <https://www.exxonmobil.no/en-no/company/operations/operating-locations/slagen-refinery>
- Feenstra, R. (2002). *Advanced International Trade: Theory and Evidence*. New Jersey: Princeton University Press.

- Ferðamálastofa. (2016). Foreign visitors in Iceland - Results from Iceland tourist board survey. Sótt af <http://maskina.is/maelabord/fms/>
- Forsætisráðuneytið. (2016). *Hagsmunir Íslands á Norðurslóðum - tækifæri og áskorarnir*. Sótt af [https://www.forsaetisraduneyti.is/media/Skyrslur/HAGsmunamat\\_Skyrsla-LR-.pdf](https://www.forsaetisraduneyti.is/media/Skyrslur/HAGsmunamat_Skyrsla-LR-.pdf)
- Global Business Network. (2007). *The Future of Arctic Marine Navigation in mid-21st Century - Interview Highlights*.: Arctic Marine Shipping Assessment, PAME. Sótt af [http://www.institutenorth.org/assets/images/uploads/articles/AMSA\\_Interview\\_Highlights.pdf](http://www.institutenorth.org/assets/images/uploads/articles/AMSA_Interview_Highlights.pdf)
- Government of Greenland. (n.y.). Exploration Projects. Sótt af <https://www.govmin.gl/minerals/geology-of-greenland/exploration-projects>
- Graham, R. M., L. Cohen, A. A. Petty, L. N. Boisvert, A. Rinke, S. R. H., M. Nicolaus og Granskog, M. A. (2017). Increasing frequency and duration of Arctic winterwarming events. *Geophysical Research Letters*, 44, 6974-6983. doi:doi:10.1002/2017GL073395
- Hansen, C. O., Grønsedt, P., Graversen, C. L. og Hendricksen, C. (2016). *Arctic shipping - Commercial opportunities and challenges*
- Ho, J. (2010). The Implications of Arctic Sea Ice Decline on Shipping. *Marine Policy*, 34, 713-715.
- Humpert, M. og Raspotnik, A. (2012). The Future of Arctic Shipping Along the Transpolar Sea Route. Í *Arctic Yearbook 2012* (bls. 281-307). Sótt af <http://arcticyearbook.com/2013-10-11-09-09-56>
- Jahn, A., E. Kay, J., M. Holland, M. og M. Hall, D. (2016). How predictable is the timing of a summer ice-free Arctic?: PREDICTING A SUMMER ICE-FREE ARCTIC. *Geophysical Research Letters*, 43(17), 9113-9120. doi:10.1002/2016GL070067
- JIANG, B. (á.á.). *MARITIME PIRACY IN MALACCA STRAIT AND SOUTH CHINA SEA: TESTING THE DETERRENCE AND REACTANCE MODELS*.: University of Maryland. Sótt af <https://ccjs.umd.edu/sites/ccjs.umd.edu/files/Bo%20Jiang%20Maritime%20Piracy%20in%20Malacca%20Strait%20and%20South%20China%20Sea.pdf>
- Jón Þorvaldur Heiðarsson. (2007). *Umskipunarhöfn á Íslandi fyrir Íshafssiglingar - Fjórir mögulegir staðir*. Sótt af [https://www.rha.is/static/files/Rannsoknir/2007/Skyrsla\\_lok.pdf](https://www.rha.is/static/files/Rannsoknir/2007/Skyrsla_lok.pdf)
- Kjartan Elíasson, Guðmundur F. Úlfarsson, Trausti Valsson og Sigurður M. Garðarsson. (2016). Identification of development areas in a warming Arctic with respect to natural resources, transportation, protected areas, and geography. *Futures*, 85, 14-29. Sótt af [http://ac.els-cdn.com/S0016328715300379/1-s2.0-S0016328715300379-main.pdf?\\_tid=fefdf668-50ec-11e7-9a06-00000aab0f6b&acdnat=1497436627\\_dae107e380519742a9ee2d1c9ac2eae5](http://ac.els-cdn.com/S0016328715300379/1-s2.0-S0016328715300379-main.pdf?_tid=fefdf668-50ec-11e7-9a06-00000aab0f6b&acdnat=1497436627_dae107e380519742a9ee2d1c9ac2eae5)
- Kristján Már Unnarsson. (2018). Segja líkur á arðbærri olíulind of litlar til að réttlæta frekari leit. *Vísir*. Sótt af <http://www.visir.is/g/2018180129114>
- Lasserre, F. (2011). Arctic Shipping Routes - From the Panama Myth to Reality. *International Journal*, 66(4), 793-808. Sótt af <http://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/002070201106600409>
- Lasserre, F. (2015). Simulations of shipping along Arctic routes: Comparison, analysis and economic perspectives. *Polar Record*, 51(258), 239-259. Sótt af <http://search.proquest.com/docview/1700082621/fulltextPDF/747D277801F54685PQ/1?accountid=28822>
- Lasserre, F. og Pelletier, S. (2011). Polar super seaways? Maritime transport in the Arctic: an analysis of shipowners' intentions. *Journal of Transport Geography*, 19(6), 1465-1473. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2011.08.006>

- Liberto, T. D. (2016). *Northwest Passage clear of ice again in 2016*: NOAA - Haf- og loftslagsrannóknastofnun Bandaríkjanna. Sótt af <https://www.climate.gov/news-features/event-tracker/northwest-passage-clear-ice-again-2016>
- Liu, M. og 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*, 18(3), 434-444. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2009.08.004>
- Luce, D. D. (2016). Why Is It So Hard to Stop West Africa's Vicious Pirates? *Foreign Policy*. Sótt af <http://foreignpolicy.com/2016/09/23/the-world-beat-somali-pirates-why-cant-it-stop-west-african-piracy/>
- Macrotrends. (2017). Crude Oil Prices - 70 Year Historical Chart. Sótt af <http://www.macrotrends.net/1369/crude-oil-price-history-chart>
- MarineTraffic. (2016). MSC FABIOLA. Sótt af [http://www.marinetraffic.com/is/ais/details/ships/shipid:758455/mmsi:255805798/imo:9447847/vessel:MSC\\_FABIOLA](http://www.marinetraffic.com/is/ais/details/ships/shipid:758455/mmsi:255805798/imo:9447847/vessel:MSC_FABIOLA)
- Maritime Connector. (á.á.). Suezmax. Sótt af <http://maritime-connector.com/wiki/suezmax/>
- Marshak, S. (2008). *Earth: A Portrait of a Planet* (3. útgáfa). New York: Norton.
- McGwin, K. (2018). As industry rebounds, likelihood of new Greenlandic mines grows. Sótt af <https://www.arctictoday.com/industry-rebounds-likelihood-new-greenlandic-mines-grows/>
- Met Office. (2016). Sea ice in the climate system. Sótt af <https://www.metoffice.gov.uk/research/climate/cryosphere-oceans/sea-ice>
- Murray, W. (2016). *Economies of Scale in Container Ship Costs*. Sótt af [https://www.usmma.edu/sites/usmma.edu/files/docs/CMA%20Paper%20Murray%20%20\(2\).pdf](https://www.usmma.edu/sites/usmma.edu/files/docs/CMA%20Paper%20Murray%20%20(2).pdf)
- Nandan, V., Geldsetzer, T., Yackel, J., Mahmud, M., Scharien, R., Howell, S., . . . Else, B. (2017). Effect of Snow Salinity on CryoSat-2 Arctic First-Year Sea Ice Freeboard Measurements. *Geophysical Research Letters*, 44(20). doi:10.1002/2017GL074506
- NASA. (2017). Arctic Sea Ice Minimum. Sótt af <https://climate.nasa.gov/vital-signs/arctic-sea-ice/>
- Norwegian Meteorological Institute. (2018). Icecharts & ice information. Sótt af <http://polarview.met.no/>
- Norwegian Petroleum. (2018). Onshore Facilities. Sótt af <https://www.norskipetroleum.no/en/production-and-exports/onshore-facilities/>
- OECD. (2016). GDP long-term forecast. Sótt af <https://data.oecd.org/gdp/gdp-long-term-forecast.htm>
- Páll Hermannsson. (2014). Tækifæri Íslendinga liggja ekki í Norðursiglingum Sótt af <http://kjarninn.s3.amazonaws.com/old/2014/05/nordursiglingar.pdf>
- Ports.com. (2016). Sea route & distance. Sótt af <http://ports.com/sea-route/>
- PriceWaterhouseCoopers. (2009). *Northern Sea Route*. Sótt af [http://library.arcticportal.org/1566/1/Skyrsla\\_um\\_Nordurishafssiglingar\\_2\\_feb\\_2009.pdf](http://library.arcticportal.org/1566/1/Skyrsla_um_Nordurishafssiglingar_2_feb_2009.pdf)
- Raza, Z. og Schøyen, H. (2014). THE COMMERCIAL POTENTIAL FOR LNG SHIPPING BETWEEN EUROPE AND ASIA VIA THE NORTHERN SEA ROUTE. *Journal of Maritime Research*(2), 67-79%V 11. Sótt af <https://www.jmr.unican.es/index.php/jmr/article/view/290>
- Rio Tinto Alcan. (á.á.). Upphafið. Sótt af <http://www.riotinto.is/?pageid=27>
- Rodrigue, J.-P. (2016). The Geography of Transport Systems. Sótt af <https://people.hofstra.edu/geotrans/eng/ch3en/conc3en/containerships.html>
- Schøyen, H. og Bråthen, S. (2010). Bulk Shipping via the Northern Sea Route Versus via the Suez Canal: Who Will Gain from a Shorter Transport Route? An Explorative Case

- Study. Sótt af <http://www.wctrs.leeds.ac.uk/wp/wp-content/uploads/abstracts/lisbon/general/01720.pdf>
- Shipping Portlet. (2012). The Arctic hub ports future trajectory predictions. Sótt af <https://portlets.arcticportal.org/hub-ports>
- Sigurður Jóhannesson. (2017). *Hagvöxtur landshluta 2008-2015*. Sótt af [http://hhi.hi.is/sites/hhi.hi.is/files/sjz/hagvoxtur\\_landshluta\\_2008-2015.pdf](http://hhi.hi.is/sites/hhi.hi.is/files/sjz/hagvoxtur_landshluta_2008-2015.pdf)
- Sorgenfrei, J. (2013). *Port Business*. Germany: BoD Books on Demand GMBH.
- Staalesen, A. (2018). Arctic seaports bustle as shipping on Northern Sea Route reaches new high. *The Barents Observer*. Sótt af <https://thebarentsobserver.com/en/arctic/2018/01/arctic-seaports-bustle-shipping-northern-sea-route-reaches-new-high>
- Suez Canal Authority. (2016). Toll Calculator. Sótt af <http://www.suezcanal.gov.eg/calc.aspx>
- Suez Canal Authority. (2017a). Navigation Statistics. Sótt af <http://www.suezcanal.gov.eg/English/Navigation/Pages/NavigationStatistics.aspx>
- Suez Canal Authority. (2017b). New Suez Canal. Sótt af <http://www.suezcanal.gov.eg/English/About/SuezCanal/Pages/NewSuezCanal.aspx>
- The Arctic Council. (2015). Member States. Sótt af <https://www.arctic-council.org/index.php/en/about-us/member-states>
- The Arctic Council. (2016). 20 years of the Arctic Council. Sótt af <https://www.arctic-council.org/index.php/en/our-work2/20th-anniversary/380-20-years-of-the-arctic-council>
- The Arctic Institute. (2016). Arctic Maps - Visualizing the Arctic. Sótt af <https://www.thearcticinstitute.org/arctic-maps/>
- The Economist Intelligence Unit. (2014). The Northern Sea Route: Rivalling Suez? Sótt af <http://www.eiu.com/industry/article/591780243/the-northern-sea-route-rivalling-suez/2014-05-02>
- Tillaga til þingsályktunar um umskipunarhöfn á Íslandi vegna siglinga á norðurslóðum (2012).
- Trading Economics. (2016a). GDP Annual Growth Rate | Forecast | 2017-2020. Sótt af <http://www.tradingeconomics.com/forecast/gdp-annual-growth-rate>
- Trading Economics. (2016b). Taiwan GDP. Sótt af <https://tradingeconomics.com/taiwan/gdp>
- USGS. (2008). 90 Billion Barrels of Oil and 1,670 Trillion Cubic Feet of Natural Gas Assessed in the Arctic. Sótt af <https://www.usgs.gov/media/audio/90-billion-barrels-oil-and-1670-trillion-cubic-feet-natural-gas-assessed-arctic>
- Utanríkisráðuneytið. (2005). *Fyrir stafni haf - Tækifæri tengd siglingum á norðurslóðum*. Sótt af [https://www.utanrikisraduneyti.is/media/Utgafa/vef\\_skyrsla.pdf](https://www.utanrikisraduneyti.is/media/Utgafa/vef_skyrsla.pdf)
- Utanríkisráðuneytið. (2009). *Ísland á norðurslóðum*. Sótt af [https://www.utanrikisraduneyti.is/media/Skyrslur/Skyrslan\\_Island\\_a\\_nordurslodumm.pdf](https://www.utanrikisraduneyti.is/media/Skyrslur/Skyrslan_Island_a_nordurslodumm.pdf)
- van Wijngaarden, W. A. (2015). Arctic temperature trends from the early nineteenth century to the present. *Theoretical and Applied Climatology*, 122(3), 567-580. doi:10.1007/s00704-014-1311-z
- Verny, J. og Grigentin, C. (2009). Container Shipping on the Northern Sea Route. *International Journal of Production Economics*, 122, 107-117.
- Vickerman, R. (2010). Myth and Reality in the Search for the Wider Benefits of Transport. Í V. d. Voorde og Vanelslander (ritstj.), *Applied transport economics*. Antwerpen: De Boeck.
- Viñas, M.-J. (2016). See how Arctic sea ice is losing its bulwark against warming summers. Sótt af <https://climate.nasa.gov/news/2510/see-how-arctic-sea-ice-is-losing-its-bulwark-against-warming-summers/>

- World Bank. (2016). GDP (current US\$). Sótt af <http://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.CD>
- Yetikili, E., Dogan, E., Baltaoglu, S. og Salihoglu, I. (2015). Economic Analysis of Container Transshipment in the Eastern Mediterranean Region. *International Journal of Environment and Geoinformatics*, 3(1), 12-21. Sótt af <http://dergipark.gov.tr/download/article-file/291681>
- Zhang, L. M. (2018). More piracy, robbery cases in Malacca and Singapore straits in 2017, as in rest of Asia. *The Straits Times*. Sótt af <https://www.straitstimes.com/singapore/more-piracy-robbery-cases-in-malacca-and-singapore-straits-in-2017-as-in-rest-of-asia>
- Pingsályktun um stefnu Íslands í málefnum norðurslóða. (2011).
- Российская газета. (2016). Тарифы на ледокольную проводку судов, оказываемую ФГУП «Атомфлот» в акватории Северного морского пути (lausleg þýðing: "Tariffs for icebreaking warships provided by FGUP Atomflot & quot; in the water area of the Northern Sea Route". Sótt af <https://rg.ru/2014/04/09/suda-dok.html>
- Arctic Council. (2011). Search and Rescue in the Arctic. Sótt af <https://arctic-council.org/index.php/en/our-work2/8-news-and-events/328-search-and-rescue-in-the-arctic>
- Arctica Shipping. (2016). *Northwest Passage 2015 MSV Fennica and Nordica*. á Arctic Shipping Forum 2016, Helsinki.
- ARCTIS Knowledge Hub. (á.á.). Port Murmansk. Sótt af <http://www.arctis-search.com/Murmansk>
- Asia Pacific Foundation of Canada. (2018). China's Polar Silk Road. Sótt af [https://www.asiapacific.ca/sites/default/files/chinapolarsilkroad\\_web.pdf](https://www.asiapacific.ca/sites/default/files/chinapolarsilkroad_web.pdf)
- Balmasov, S. (2017). *Detailed SOF of the 2016 season at the NSR Ship movements based on AIS data*. á Arctic Shipping Forum 2017, Helsinki.
- Belkin, M. (2014). *Atomic Icebreaking Fleet = Development of the Northern Sea Route*. á Arctic Shipping Forum 2014, Helsinki.
- Belkin, M. (2016). *Icebreaking Assistance to Major National Arctic Hydrocarbon Projects*. á Arctic Shipping Forum 2016, Helsinki.
- Bensassi, S., Stroeve, J., Martinez-Zarzoso, I. og Barrett, A. (2016). Melting ice, growing trade? *Elem Sci Anth*, 4. doi:<http://doi.org/10.12952/journal.elementa.000107>
- Bull, D. (2014). *Economic cost comparisons for the Northern Sea Route*. á Arctic Shipping Forum 2014, Helsinki.
- Cheng, B. (2016). *Recent Development of China's Policy towards the Arctic Germanance*. á Arctic Shipping Forum 2016, Helsinki.
- CHNL Information Office. (2019). News review of the events on the NSR #1 May 2019. Sótt af <http://arctic-lio.com/?p=1360>
- CJSC "Belfraht". (á.á.). Port of Murmansk. Sótt af [http://xn--80abmyznlk.xn--p1ai/upload/editor/fck/file/port\\_murm\\_en.pdf](http://xn--80abmyznlk.xn--p1ai/upload/editor/fck/file/port_murm_en.pdf)
- Cooligan, A. (2014). *Canada's Role in the Arctic*. á Arctic Shipping Forum 2014, Helsinki.
- Cordeiro, P. og Pera, M. (2017). *Happy Rover – case study*. á Arctic Shipping Forum 2017, Helsinki.
- Cullinane, S., Chavez, N. og Mackintosh, E. (2019). Passengers disembark cruise ship with tales of terrifying conditions. Sótt af <https://edition.cnn.com/2019/03/24/europe/norway-cruise-ship-stranded/index.html>
- EFLA verkfræðistofa. (2012). THE FINNAFJORD HARBOUR PROJECT. Sótt af [https://www.efla.is/media/utgefid-efni/finnajord\\_bkl\\_juni\\_13.pdf](https://www.efla.is/media/utgefid-efni/finnajord_bkl_juni_13.pdf)



- Eiterjord, T. A. (2019). Checking in on China's Nuclear Icebreaker - Speculation has trailed the news that China's first nuclear-powered icebreaker ship was in the works. *The Diplomat*. Sótt af <https://thediplomat.com/2019/09/checking-in-on-chinas-nuclear-icebreaker/>
- Forsætisráðuneytið. (2016). *Hagsmunir Íslands á Norðurlóðum - tækifæri og áskorarnir*. Sótt af [https://www.forsaetisraduneyti.is/media/Skyrslur/HAGsmunamat\\_Skyrsla-LR-.pdf](https://www.forsaetisraduneyti.is/media/Skyrslur/HAGsmunamat_Skyrsla-LR-.pdf)
- Harvey, C. (2019). Scientists Track the Source of Soot That Speeds Arctic Melt. *Scientific American*. Sótt af <https://www.scientificamerican.com/article/scientists-track-the-source-of-soot-that-speeds-arctic-melt/>
- Homeland Security. (2018). *Arctic Search and Rescue*. Sótt af [https://www.dhs.gov/sites/default/files/publications/USCG%20-%20Arctic%20Search%20and%20Rescue\\_1.pdf](https://www.dhs.gov/sites/default/files/publications/USCG%20-%20Arctic%20Search%20and%20Rescue_1.pdf)
- Humpert, M. (2019). Iceland invests in Arctic shipping with development of Finna fjord deepwater port. *Arctic Today*. Sótt af <https://www.arctictoday.com/iceland-invests-in-arctic-shipping-with-development-of-finna-fjord-deepwater-port/>
- Ikonen, E. (2017). Improving International Cooperation on Arctic Search and Rescue. *The Arctic Institute*. Sótt af <https://www.thearcticinstitute.org/improving-international-cooperation-arctic-search-rescue/>
- Kajosaari, M. (2017). *Case: EEDI for an Arctic tanker 44 000 DWT*. á Arctic Shipping Forum 2017, Helsinki.
- Kiiski, T. (2014). *Market Analysis Comment*. á Arctic Shipping Forum 2014, Helsinki.
- Korchanov, V. (2016). *Northern Sea Route - Fesco Recent Experience*. á Arctic Shipping Forum 2016, Helsinki.
- Landhelgisgæsla Íslands. (á. á.). Íslenska leitar- og björgunarsvæðið. Sótt af <http://www.lhg.is/leit-og-bjorgun/islenska-leitar-og-bjorgunarsvaedid/>
- Marshak, S. (2008). *Earth: A Portrait of a Planet* (3. útgáfa). New York: Norton.
- Niini, M. (2016). *The picture of Arctic projects for the next 5 -10 years*. á Arctic Shipping Forum 2016, Helsinki.
- Nilsen, T. (2019). Norway locates new rescue base in Tromsø as Arctic shipping increases. Sótt af <https://thebarentsobserver.com/en/arctic/2019/10/norway-locates-new-rescue-base-tromso-arctic-shipping-increases>
- Over the Circle. (2019). China and Finland: The Ice Road Cometh? Sótt af <https://overthecircle.com/2019/03/17/china-and-finland-the-ice-road-cometh/>
- Quinn, E. (2019). The Viking Sky incident – A wake-up call for the Arctic cruise industry? Sótt af <https://thebarentsobserver.com/en/travel/2019/03/viking-sky-incident-wake-call-arctic-cruise-industry>
- Rosmorport. (á.á.). Development of Port Infrastructure Facilities and Fleet of the Murmansk Branch. Sótt af [http://www.rosmorport.com/filials/mur\\_developmentofports/](http://www.rosmorport.com/filials/mur_developmentofports/)
- Shipping Portlet. (2012). The Arctic hub ports future trajectory predictions. Sótt af <https://portlets.arcticportal.org/hub-ports>
- Smith, L. C. og Stephenson, S. R. (2013). New Trans-Arctic shipping routes navigable by midcentury. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(13), E1191-E1195. doi:10.1073/pnas.1214212110
- Snider, D. (2014). *The Northwest Passage - An Ice Navigator's View*. á Arctic Shipping Forum 2014, Helsinki.
- Solsvik, T. (2019). A 1,400-person cruise ship returning from Norway's Arctic survived an engine failure that threatened disaster. Sótt af <https://www.arctictoday.com/a-1400-person-cruise-ship-returning-from-norways-arctic-survived-an-engine-failure-that-threatened-disaster/>

- Staalesen, A. (2019). China's COSCO to stay course on Arctic shipping. *The Barents Observer*. Sótt af <https://www.arctictoday.com/chinas-cosco-to-stay-course-on-arctic-shipping/>
- Stemmler, L. (2018). The Finna fjord Port Project - Erindi flutt í Edinborg 20. nóvember 2018.
- Tavasszy, L., Minderhoud, M., Perrin, J.-F. og Notteboom, T. (2011). A strategic network choice model for global container flows: specification, estimation and application. *Journal of Transport Geography*, 19, 1163-1172. doi:10.1016/j.jtrangeo.2011.05.005
- The International Council on Clean Transportation. (2015). *A 10-Year Projection Of Maritime Activity In The U.S. Arctic Region*. Washington. Sótt af [https://www.cmts.gov/downloads/CMTS\\_10-Year\\_Arctic\\_Vessel\\_Projection\\_Report\\_1.1.15.pdf](https://www.cmts.gov/downloads/CMTS_10-Year_Arctic_Vessel_Projection_Report_1.1.15.pdf)
- Tillman, H., Jian, Y. og Nielsson, E. T. (2018). The Polar Silk Road: China's New Frontier of International Cooperation. *China Quarterly of International Strategic Studies*, 4(3), 345-362. Sótt af [https://www.researchgate.net/publication/329369746\\_The\\_Polar\\_Silk\\_Road\\_China's\\_New\\_Frontier\\_of\\_International\\_Cooperation/link/5c7dac1b299bf1268d39159f/download](https://www.researchgate.net/publication/329369746_The_Polar_Silk_Road_China's_New_Frontier_of_International_Cooperation/link/5c7dac1b299bf1268d39159f/download)
- Tschudi, F. (2014, 8. apríl). *Building Infrastructure to Support Arctic Shipping - Case Study Kirkenes*  
 á Arctic Shipping Forum 2014, Helsinki.
- Tsoy, L. og Shtrek, A. (2016). *Investigation of Optimal Parameters of The Arctic Container Ship for Year-Round Transit Cargo Transportation Along The Northern Sea Route*. á Arctic Shipping Forum 2016, Helsinki.
- Xiaohong, Q. (2016). *M.V. Yongsheng - Arctic Navigation*. á Arctic Shipping Forum 2016, Helsinki.