



HÁSKÓLI ÍSLANDS

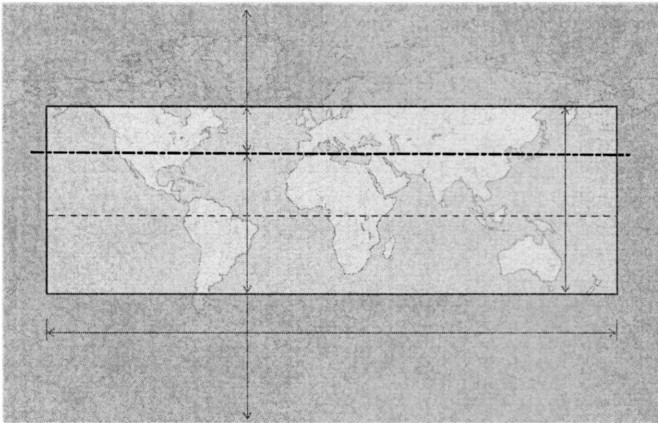
UMHVERFIS- OG BYGGINGARVERKFRÆÐIÐEILD

Áhrif hnattrænnar hlýnunar á byggð og samgöngukerfi jarðar

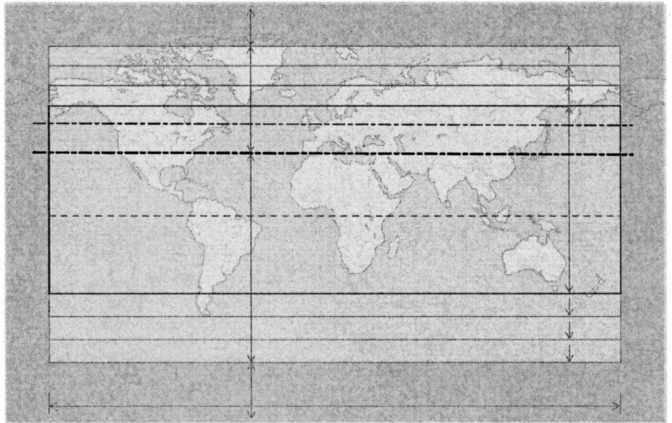
Trausti Valsson og Guðmundur Freyr Úlfarsson

Inngangur

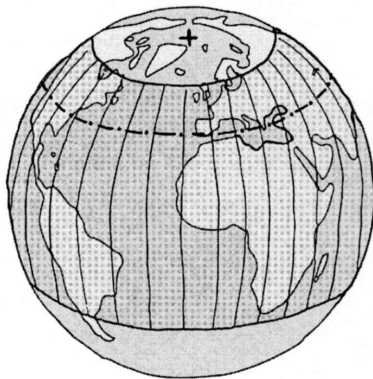
Í dag takmarkast byggð og umsvif á jörðinni að mestu leiði við borða sem umvefur jörðina miðja. Miðlína íbúabyggðar liggur nálægt 35° N breiddar (mynd 1). Áhrif hnattrænnar hlýnunar gætu orðið að þegar heit svæði hitna enn frekar verða þau erfið til búsetu en köld svæði að sama skapi henti betur til byggðar. Þar sem landmassi jarðar liggur að mestum hluta á norðurhveli jarðar mun byggð líklegast færast þangað frá heitu svæðunum. Ef borðinn er útvíkkaður norður og suður (mynd 2) sést að vegna landmassans munu norðurslóðir bjóða upp á betri aðstæður til byggðar. Einnig gæti byggð jarðar skipts í tvö svæði með eyðimörk á milli.



Mynd 1 Byggilegi borði jarðar með miðlínu íbúabyggðar



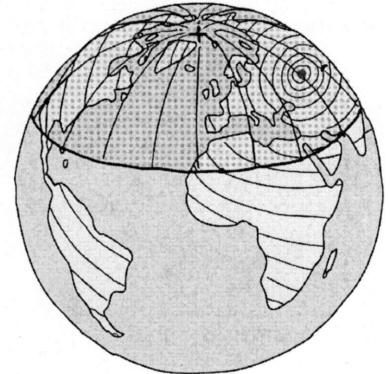
Mynd 2 Byggilegi borði jarðar útvíkkaður til norðurs og suðurs



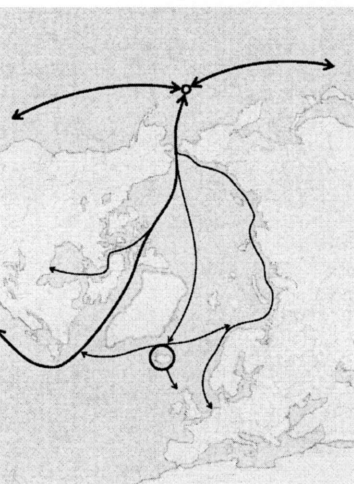
Mynd 3 Byggilegi borði jarðar á hnetti

Þróun byggðaborðans í átt að hálfkúlu

Áhrif hlýnunar, og þar með bráðnun íss á norðurslóðum, ásamt tækniframförum á sviðum siglinga og fjarkönnunar gætu leitt til meiri byggðar á norðurhveli jarðar. Hin nýja heimsmynd gæti orðið hálfkúla frekar en borði (myndir 3 og 4). Samhliða þessari þróun breytast aðstæður þar sem stór hluti samgöngukerfis norðurslóða er hannaður með sífrera í huga sem ekki lengur nýtur við. Aukin flóð gætu einnig breytt aðstæðum. Það er ekki einungis hlýnandi veðurfar sem mun ýta undir mikilvægi norðurslóða heldur einnig miðlæg staðsetning ef þróun byggðar í átt að hálfkúlu á sér stað.



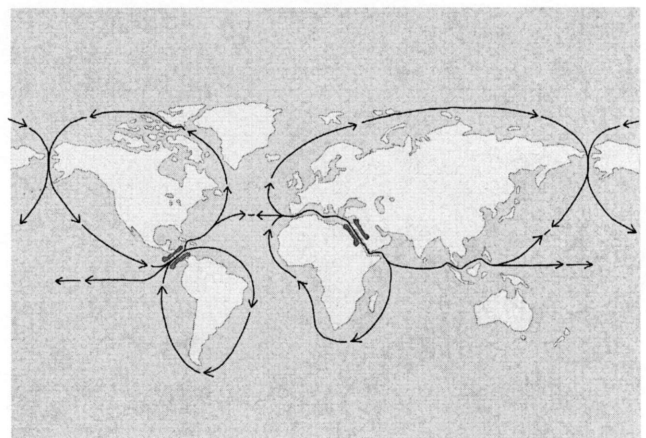
Mynd 4 Byggileg svæði jarðar sem hálfkúla á norðurhveli



Mynd 5 Siglingaleiðir á norðurslóðum með mögulegum umskipunarhöfnum á Íslandi og Aleut eyjum við Alaska

Nýjar siglingaleiðir

Flest veðurfarslíkön spá því að megnið af norður-ishellunni verði horfið á sumrin um árið 2040. Auk styttingar siglingaleiða eru nýju siglingaleiðirnar nálægt auðlindum norðurslóða sem þannig tengjast mörkuðum og opna möguleika á vinnslu. Einnig hafa þessar siglingaleiðir það fram yfir skipaskurðaleiðirnar að þar eru engar stærðar- og fjölda takmarkanir. Nýjar siglingaleiðir opna hringleiðir sem jafnar aðstöðu fyrrverandi jaðarsvæða norðurslóðanna sem nú eru miðlæg, auka öryggi og geta haft áhrif á valdajafnvægi í heiminum.



Mynd 6 Hringleiðir sem gætu myndast í alþjóðlegum skipafutningum með minni hafis á norðurslóðum

Byggt á:

T. Valsson, G. F. Úlfarsson, 2009: Adaptation and change with global warming: The emerging spatial world-structure and transportation impacts. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, No. 2139, National Research Council, Washington, D.C., U.S.A., pp. 117–124. DOI: 10.3141/2139-14.



Kenning um þróun byggðamynstra

Ísland sem rannsóknartilfelli

HÁSKÓLI ÍSLANDS

UMHVÆRFIS- OG BYGGINGARVERKFRÆÐIÐEILD

Trausti Valsson, Guðmundur Freyr Úlfarsson
og Sigurður M. Garðarsson

Inngangur

Í greininni verður sett fram kenning um hvernig byggð þróast með því að finna tilfærslukrafta sem hafa áhrif á byggðamynstur. Veðurfar, auðlindir og staðsetning eru helstu kraftarnir. Þegar þessir kraftar breytast hafa þeir áhrif á byggðamynstur. Hægt er að nota aðferðina í greininni til að spá fyrir um hvernig byggð breytist byggt á spá um breytingu kraftana. Í greininni er Ísland notað sem dæmi.

Niðurstöður greinarinnar benda til þess að almennt mun hlýnandi veðurfar ýta byggð inn á hálendi vegna minni snjós, betra aðgengis og meiri gróðurmyndunar. Hækkandi yfirborð sjávar mun hjálpa til við þessa þróun. Þetta er ekki algilt mynstur því á sumum stöðum á Íslandi gæti byggð dregist að ströndinni vegna umskipunarhafna og olíuvinnslusvæða.

Tilfærslukraftar byggðamynsturs drifnir af hnattrænni hlýnun eða kólnun:	Kraftar sem toga:	Kraftar sem ýta:
 Tilfærslukraftur 1: Við hlýnun: Í átt til hálendra svæða	Aukinn togkraftur hálendra svæða við hlýnun. Minni snjóþekja gerir flutninga auðveldari og auðlindir aðgengilegri. Gróðurþekjan stækkar sem gefur möguleika á auknum landbúnaði	Fráhrinding frá ströndum þar sem sjávarborð hækkar, og sjávarflóð aukast vegna aukinna vinda—leiðir hvorutveggja til aukins strandrofs. Hátt landverð við sumar strendur ýtir líka í átt innsvæða.
 Tilfærslukraftur 2: Við kólnun: Til stranda, í burt frá hálendum svæðum	Hiti sjávar við strendur fer sjaldan niður fyrir 0°C, jafnvel þótt lofthiti sé mjög lágt. Strendur í mjög köldum löndum vermast því af hafinu á veturnum og draga því fólk og athafnir til sín, sérstaklega á mjög köldum tímasteiðum.	Hátt liggjandi miðlæg svæði verða mjög köld og hlaðin snjó á mjög köldum tímabilum. Þetta leiðir til litillar eða engar grassprettu, svo að bændur þar neyðast til að flytja sig niður á hlýrri lágland svæði, eða að ströndum.

Tafla 1 Tilfærslukraftar byggðamynsturs drifnir af hnattrænni hlýnun eða kólnun

Tilfærslukraftar byggðamynsturs drifnir af staðsetningu:	Kraftar sem toga:	Kraftar sem ýta:
 Tilfærslukraftur 8: Í átt til mikilvægra byggða eða miðstöðva í innlöndum.	Mikilvægar byggðir og miðstöðvar hafa afl sem togar fólk og starfsemi að sér. Svona miðstöðvar byrjuðu að þróast inn til landsins á Íslandi eftir aðeins einnar aldar búsetu í landinu.	Ofseta og ofsetning standarinnar þegar eftir hið fyrsta landnám þar, leiddi til að þetta ástand tók að ýta fólk og athöfnun frá ströndum til innlanda og byggðasvæða þar, sem buðu upp á nýja möguleika. Þetta gerðist þrátt fyrir að lítil sjávarþorp voru byrjuð að myndast á ströndinni á seinni hluta miðalda.
 Tilfærslukraftur 9: Í átt til hinnar linulegu miðju hringvegarins.	Árið 1974 var linuleg miðja búin til í landinu með tilkomu hringvegarins. Þetta leiddi til þróunar "búsetuborða" kringum Ísland, sem togar fólk og starfsemi að sér frá báðum áttum.	Staðsetning langt frá hinum virka "búsetuborða" er óvinsæl hjá mörgu fólk og margskonar starfsemi, sem ýtir þessvegna í átt að hringveginum. Í dag dregur Internetið og önnur samskiptatækni úr ókostum afskekktar staðsetningar, sem dregur úr áhrifum þessa.
 Tilfærslukraftur 10: Í átt til rýmislegrar miðju landa.	Miðja landmassa landsins mun togar fólk og starfsemi að sér, sérstaklega í köldum löndum sem fara hlýnandi, og í löndum með háttliggjandi og köldum innlöndum, sem voru áður óbúsetuhæf.	Óskín um að vera staðsettur miðlægt—en ekki á afskekktum stöðum—ýtir fólk og starfsemi frá afskekktum stöðum í átt til miðju landmassa svæða.
 Tilfærslukraftur 11: Í átt til mikilvægra strandsvæða eða miðstöðva.	Meiriháttar nýjar miðstöðvar fólksfjölda og starfsemi á strönd Íslands, t.d. umskipunarhafnir fyrir íshafsiglingar, eða hafarsvæði vegna olíuvinnslu, mundu toga fólk og starfsemi að sér.	Sum gömul innlandasvæði og miðstöðvar kynnu að bjóða lítil tækifæri í framtíðinni, og þannig ýta nokkru af fólk og starfsemi frá sér í átt til strandsvæða og strandstöðva þeirra sem bjóða upp á ný tækifæri.

Tafla 3 Tilfærslukraftar byggðamynsturs drifnir af staðsetningu

Tilfærslukraftar byggðamynsturs drifnir af meiri tækni og auðlindum:	Kraftar sem toga:	Kraftar sem ýta:
 Tilfærslukraftur 3: Meðfram ströndum vegna flutninga á sjó	Íslensku landsnámsmennirnir komu á bátum frá Noregi. Þeir voru í upphafi safnara og veiðimenn sem notuðu báta sína til að fara með ströndum til að finna fengsæla staði. Eftir þetta tímabil þróast "föst" búseta sem byggðist á stofni húsdýra.	Breytileg tímabil í fiskveiði sem og fugla- og selatekju, ýtti á landsnámsmennina að breyta um staðsetningu á ströndum. Hafis og slæmir vetur fyrir norðan og austan höfðu sömu áhrif.
 Tilfærslukraftur 4: Stefna inn til landsins vegna auðveldari samgangna þangað	Bættar land-, fljóta- og vatna samgöngur draga því fólk og athafnir frá ströndum til innlanda. Hinar auðveldari landsamgöngur koma t.d. til vegna betri þekkingar á leiðum og vöðum, vegna vega- og brúargerðar, osfrv.	Það að byggð ýtist frá strönd verður þegar haf- og strandflutningar verða óhagkvæmari og einnig vegna hafís og verra veðurfars á köldum tímabilum, eða vegna skorts á bátum á mörgum tímum.
 Tilfærslukraftur 5: Auðlinda-orsökuð hreyfing inn til landsins	Lítið notuð, gjöful innlönd, draga fólk og athafnir til sín frá ströndum, sérstaklega þegar landbúnaður og húsdýraeign eykst, en þá er þörf á auðlindum innlanda og þess mikla rýmis sem þar er.	Fólk og athafnir kunna að ýtast frá stönd vegna minnkaðs gildis auðlinda hafis og stranda, vegna ofnotkunar þeirra eða vegna kólnandi veðurfars, sérstaklega í köldum löndum.
 Tilfærslukraftur 6: Stefna til stranda vegna auðveldari samgangna þar	Tilkoma góðra seglskipa á 17du og 18du öld drógu byggð að strönd. Hugsanlegar umskipunarhafnir vegna siglingaleiða um Íshafíð kunna að draga fólk og athafnir til stranda í framtíðinni.	Köld tímabil á miðöldum ollu vandamálum í flutningum inn í landinu vegna snjófengis og illviðra. Þetta ýtti fólk í átt til stranda.
 Tilfærslukraftur 7: Auðlinda orsökúð hreyfing til stranda.	Fólk og athafnir dróust að ströndum þegar sjávarutvegur hófst á 19du öld. Framtíðar hagnýting auðlinda, t.d. olíu, gass og jarðefna, við strendur Íslands, NA-Graenlands og Jan Mayen, mun draga fólk til nærliggjandi stranda.	Ofnotkun og minnkun bithaga, eða minnkað gildi þeirra, á síðustu öld, hefur ýtt sumu fólk og athöfnun frá innlöndum til stranda.

Tafla 2 Tilfærslukraftar byggðamynsturs drifnir af meiri tækni og auðlindum

Byggt á:

Valsson, T., G. F. Úlfarsson, and S. M. Garðarsson, submitted: A study of the evolution of settlement structures—Identification and use of patterns for prediction. Under review for possible publication.

Kortlagning tilfærslukrafta í mótun byggðamynsturs hlýnandi jarðar

Trausti Valsson og Guðmundur Freyr Úlfarsson

Inngangur

Í sögu jarðarinnar hafa loftslagsbreytingar haft mikil áhrif á fólksflutninga og þannig leitt til breytinga á byggðamynstri hnattarins. Í seinni tíð hafa tækniframfarir og breytingar á búsetuþróun, sem og breytingar á starfsemi, einnig verið undirliggjandi öfl í breytingum á hnattrænum, jafnt sem svæðisbundnum, byggðamynstrum. Helstu breytingar sem hafa orðið á fyrri hlýskeiðum jarðar eru tilfærsla loftslags-, líf- og byggðabelta í átt til heimsskautasvæðanna. Þessi tilfærsla er nú, enn einu sinni, byrjuð að eiga sér stað vegna verulegrar hlýnunar í seinni tíð. Um Tilfærslukraft 1: Í átt að pólsvæðunum - sem er hvað mikilvirkastur - hefur verið mikið fjallað í vísindaritum hvað tilfærslu lífbelta varðar.

Tilfærslukraftar drifnir af hnattrænni hlýnun:	Kraftar sem toga:	Kraftar sem ýta:
 Tilfærslukraftur 1: Í átt að pólsvæðunum.	Aukið aðdráttarafi pólsvæðanna vegna hinna gífurlegu auðlinda, sem og bættra samgangna á sjó og landi, vegna minni snjós og íss.	Fráhrinding frá miðju svæðum jarðarinnar vegna hita, skorts á vatni, þrængsla, minnkandi auðlinda, mengunar og árekstra.
 Tilfærslukraftur 2: Í átt til stranda á heitum svæðum.	Aukið aðdráttarafi í mjög heitum löndum, og löndum sem munu enn hitna. Aukið tog stranda: Hin mikla fjölbreytni í veðurfari til að velja úr.	Starfsemi og fólk ýtist í burtu frá innlöndum, vegna aukins hita þar, og oft aukinna þurrka, á miðlægum svæðum sem nú þegar eru mjög heit.
 Tilfærslukraftur 3: Í átt til miðlægra svæða á köldum en hlýnandi svæðum.	Köld innlönd í köldum löndum, eru að mestu óbúsetuhæf á veturnum. Með aukinni hlýnun munu þau draga að sér meiri starfsemi og fleira fólk.	Fráhrinding frá sumum innlöndum vegna þrængsla, minnkandi auðlinda, mengunar og árekstra við strendur – en minna vegna hlýnunarinnar.
 Tilfærslukraftur 4: Í átt til miðja á heitum, hlýnandi svæðum.	Hátt liggjandi „svöli“ innlönd í mjög heitum löndum verða þægilegri en strendur í þessum löndum. Þess vegna mun tog þessara innlanda aukast.	Það ýtir undir flutninga til innlanda í mjög heitum löndum þegar þrængsla, minnkun auðlinda, mengun og árekstrar, eru við strendur.

Tafla 1 Tilfærslukraftar byggðamynsturs drifnir af hnattrænni hlýnun

Tilfærslukraftar drifnir af tækni og auðlindum:	Kraftar sem toga:	Kraftar sem ýta:
 Tilfærslukraftur 5: Í átt til stranda.	Á eldri tímum drógu bættar strandsiglingar fólk frá innlöndum í átt til stranda. Þetta mun líka gerast á pólsvæðunum í framtíðinni.	Þrængsla, minnkun auðlinda, mengun, árekstrar og vandi strandsamgangna, ýtir frá innlöndum í átt til stranda.
 Tilfærslukraftur 6: Í átt til innlanda.	Auðlindir innlanda og bættar land- og flugsamgöngur munu draga fólk og starfsemi frá ströndum í átt til innlanda.	Fólk og starfsemi ýtast frá ströndum með minna gildi auðlinda hafs og strandar, og með minni hagkvæmni haf- og strandsamgangna.
 Tilfærslukraftur 7: Í átt að pólsvæðunum.	Betri skip, betri veður- og hafsspár og betri samskiptatækni, mun draga fólk og starfsemi lengra til suðurs og norðurs á hnettinum.	Rangar hugmyndir um köld svæði og félagsleg tregða, heldur aftur af sumu fólk og starfsemi í að flýttast í átt til pólsvæðanna.

Tafla 2 Tilfærslukraftar byggðamynsturs drifnir af meiri tækni og auðlindum

Tilfærslukraftar drifnir af tækni og auðlindum:	Kraftar sem toga:	Kraftar sem ýta:
 Tilfærslukraftur 8: Í átt að nýjum hnatt punktmíðjum.	Ný meiriháttar og lífandi kjarnasvæði á hnettinum hafa aðdráttarafi, sem dregur fólk og starfsemi í átt til sín.	Sum eldri svæði búa við vandamál eða bjóða uppá ónóg tækifæri, sem ýtir á sumt fólk að flýttja frá þeim í átt að nýju hnattmíðjunum.
 Tilfærslukraftur 9: Í átt að línulegri miðju á hnettinum.	Línuleg miðja – sem er í miðju „búsetuborða“ hnattarins – dregur fólk og starfsemi að sér frá báðum áttum.	Sum svæði utan línumiðju hnattarins, búa við vandamál eða lakar aðstæður, sem ýtir fólk og starfsemi frá þeim í átt að línumiðju hnattarins.
 Tilfærslukraftur 10: Í átt að miðju landmassa jarðar.	Miðja landmassa jarðarinnar í Úrafjöllum, mun draga fólk og starfsemi til sín, mest þó frá norðurhvelinu – vegna þess að landamæri verða opnari.	Hnattvæðingin og óskín um að búa miðlægt á landfleti hnattarins mun, í fjarlægri framtíð, ýta fólk í útjaðri, í átt til miðju landmassa jarðarinnar.

Tafla 3 Tilfærslukraftar byggðamynsturs drifnir af staðsetningu

Niðurstöður

Túlkun og mat á stórsæjum, rýmislægum þróunum er sjóngerð með tíu hnattrænum tilfærslukröftum í þessari grein. Tilfærslukraftarnir sýna að það eru fyrst og fremst svæði á norðurhliða norðurhvels jarðar og í hánorðrinu, sem verða viðtakendur fólks og þeirrar starfsemi sem nútímavæðing heimsins krefst. Þetta mun birtast sem aukin skipaumferð og aukin auðlindanýting á þessum svæðum. Spurningin um hversu miklu minni hafís verður á Norður Íshafinu er hér stærsti óvissuþátturinn. Aukning í olíu og gasvinnslu á Norðurskautssvæðinu mun verða mikil, aðallega vegna þess að um 22% af olíu- og gasbirgðum heimsins eru taldar vera þar.

Byggt á:

- T. Valsson, G. F. Úlfarsson, 2012: Megapatterns of global settlement: Typology and drivers in a warming world. *Futures*, 44(1):91–104. DOI: 10.1016/j.futures.2011.09.001.
- Trausti Valsson og Guðmundur Freyr Úlfarsson, 2012: Kortlagning tilfærslukrafta í mótun byggðamynsturs hlýnandi jarðar. ...upp í vindinn, tímarit umhverfis- og byggingarverkfræðinema við Háskóla Íslands, 31:44–48.

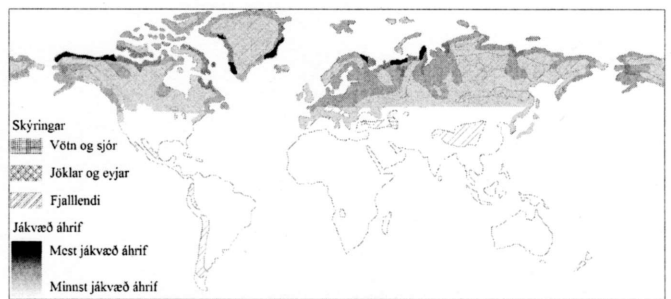
Inngangur

Áframhaldandi hnattræn hlýnun mun breyta núverandi ástandi á jörðinni og þar af leiðandi hvernig hún byggist. Markmið verkefnisins er að greina og kortleggja á stórum kvarða áhrifin sem hnattræn hlýnun mun hafa á byggðamynstur jarðarinnar með áherslu á breytingar á norðurslóðum svo sem skipaflutningaleiðir og olíuvinnslusvæði. Valdir voru fjórir þættir til að kortleggja og metið hvar þeir myndu hafa jákvæð og neikvæð áhrif með áframhaldandi hlýnun:

- 1) Hitastig og aðgengi að vatni:** Svæði sem áður voru of köld fyrir byggð til að myndast verða aðgengilegri og að sama skapi munu eyðimerkur við miðbaug stækka.
- 2) Nýjar skipaflutningaleiðir um norðurslóðir:** Tenging milli Evrópu og Asíu með tilkomu nýrra skipaleiða gæti breytt núverandi heimsmynd þar sem skipaumferðin fer nú að miklu leyti um Suez- og Panama skipaskurðina.
- 3) Olíuvinnslusvæði á norðurslóðum:** Talið er að allt að 22% af ófundnum olíu- og gasbirgðum jarðar sé að finna á norðurslóðum, aðalega á svæðum nálægt landi. Vinnsla á þessum auðlindum mun auka vægi norðurslóða og minnka vægi olíuvinnslu miðausturlanda.
- 4) Breytingar á miðju:** Miðlína íbúabyggðar liggur eins og borði umhverfis jörðina. Hlýnandi veðurfar mun breikka þennan borða í norður og suður. Meirihluti landmassa jarðar liggur á norðurhveli og því mun það svæði virkjust frekar með þessum breytingum og það getur leitt til vaxandi miðlægni norðurslóða sem í dag eru jaðarsvæði.



Mynd 1 Vaxtarsvæði með tilkomu nýrra olíuvinnslusvæða og siglingaleiða



Mynd 2 Vaxtarsvæði með hnattrænni hlýnun, nýjum siglingaleiðum og olíuvinnslusvæðum, og auknu mikilvægi norðurpólssvæðisins sem miðju



Mynd 3 Hnignunarsvæði vegna nýrra siglingaleiða og nýrrar miðju á norðurpólssvæðinu



Mynd 4 Hnignunarsvæði með hnattrænni hlýnun, nýjum siglingaleiðum og olíuvinnslusvæðum, og auknu mikilvægi norðurpólssvæðisins sem miðju

Niðurstöður

Helstu niðurstöður kortana eru að breytingarnar munu hafa jákvæð áhrif á svæði á norðurhveli jarðar en neikvæð áhrif á svæði við og sunnan við miðbaug. Það er ákveðin kaldhæði þar sem iðnvæddu löndin á norðurhveli jarðar hafa nýtt sér jarðefnaeldsneyti í um það bil 200 ár og munu græða mest á gróðurhúsaáhrifum. Svæðin sem koma verst út eru í mörgum tilfellum þróunarlönd sem eru nýlega byrjuð að nota jarðefnaeldsneyti og iðnvæðast. Mestu jákvæðu áhrifin eru á strandsvæðum á norðurslóðum en þó eru vandamál sem fylgja auknum umsvifum á svæðinu þar sem vistkerfi norðurslóða er mjög viðkvæmt og köld svæði eru almennt viðkvæmari fyrir olíulekum en heit.

Byggt á:

T. Valsson, G. F. Úlfarsson, 2011: Future Changes in Activity Structures of the Globe under a Receding Arctic Ice Scenario. *Futures*, 43(4):450–459. DOI: 10.1016/j.futures.2010.12.002.