

## Sæstrengur til raforkuflutninga

### Minnisblað um umhverfisþætti

#### 12. febrúar 2012

### Inngangur

Orðið *sæstrengur* er notað annars vegar yfir fjarskiptastrengi og hins vegar yfir rafstrengi. Þau umhverfisáhrif sem nefnd eru í þessu minnisblaði geta átt við um hvora gerðina sem er. Hins vegar eru umhverfisáhrif rafstrengja yfirleitt töluvert meiri en áhrif fjarskiptastrengja, þar sem rafstrengir hafa alla jafna stærra þvermál, eru þyngri og flytja mun meiri orku.

Eins og í landlínunum er raforku miðlað um sæstrengi annað hvort í formi riðstraums (AC) eða háspennu-jafnstraums (HVDC) í gegnum allt að 15 cm þykkar einstefnu-, tvístefnu eða þriggja fasa rafstreng. Strengurinn er yfirleitt grafinn niður í set á hafsbotni, nema þar sem um er að ræða óvarinn bergrunn, en í slíkum tilvikum er strengurinn lagður á bergrunninn og hulinn grjóti („grjótgarði“).

Sæstrengur af því tagi sem rætt er um að koma upp er alla jafna nýttur sem miðlunarstrengur. Því er ekki endilega rétt að tala um „seljanda“ og „kaupanda“ raforku eftir því við hvorn enda strengsins þeir eru staðsettir. Fræðilega séð eru bein umhverfisáhrif því í grundvallaratriðum hin sömu við báða enda, eða í báðum löndum, (t.d. Íslandi og Bretlandi í þessu tilviki). Umræðan um strenginn hefur hins vegar verið á þann veg, að enda þótt um gagnkvæma miðlun verði að ræða sé tilgangurinn öðru fremur að miðla endurnýjanlegri raforku frá Íslandi til að auka hlutfall endurnýjanlegrar orku í raforkunotkun á Bretlandseyjum. Því er farin sú leið í þessu minnisblaði að líta á Ísland sem aðalsendanda (seljanda) raforku og Bretland sem aðalmóttakanda (kaupanda). Sé litið þannig á málið er ljóst að strengurinn hefur nokkuð mismunandi umhverfisleg-, samfélagsleg- og efnahagsleg áhrif í þessum tveimur löndum.

Þegar umhverfisáhrif sæstrengsins eru skoðuð er mikilvægt að hafa í huga að verði strengurinn lagður, verður hann lengsti rafstrengur í sjó í heiminum (um 1.200 km) og að takmörkuð reynsla er því til staðar af framkvæmdum af slíkri stærðargráðu. Þau umhverfisáhrif sem nefnd eru í þessu minnisblaði byggjast að mestu leyti á rannsóknum sem gerðar hafa verið á rannsóknarstofum og á rafstrengjum sem lagðir hafa verið frá vindorkuverum á hafi úti. Vegna þess hve lítil reynsla er til staðar er ógerlegt að áætla umhverfisáhrifin af nokkurri nákvæmni. Því er nauðsynlegt að hafa varúðarregluna í huga og leita allra leiða til að draga úr óvissu um áhrifin áður en ákvarðanir um lagningu strengsins eru teknar. Í þeirri vinnu þarf m.a. að leggja áherslu á lífsferilsgreiningar og vandaða útreikninga á líftímakostnaði. Hér er um ákveðið frumkvöðlastarf að ræða og enginn tæmandi leiðarvísir til fyrir mat á umhverfisáhrifum framkvæmdarinnar.

## 1. Áhrif á Íslandi (í landi sendanda)

Þegar meta skal hvaða áhrif lagning sæstrengs hefur innanlands er mikilvægt að horfa ekki einungis til beinna umhverfisáhrifa, heldur einnig til samfélagslegra og efnahagslegra þátta í samræmi við hugmyndafræði sjálfbærrar þróunar.

### Virkjanir og háspennulínur

Rætt hefur verið um að útflutningur raforku um sæstreng geti samsvarað allt að 800 MW afli. Til samanburðar má nefna að uppsett afl Fljótsdalsstöðvar (Kárahnjúkavirkjunar) er 690 MW, samanlagt uppsett afl allra aflstöðva Landsvirkjunar um 1.860 MW og samanlagt uppsett afl allra raforkuvera á Íslandi um 2.700 MW. Því er augljóst að áform um lagningu sæstrengs hljóta að auka mjög þrýsting á byggingu virkjana á Íslandi. Verkefnið er auk heldur mjög kostnaðarsamt og því mun verða lögð enn meiri áhersla en ella á mikilvægi þess að auka raforkuframleiðsluna innanlands, og þar með mögulega sölu raforku um sæstrenginn. Þannig nýtist fjárfestingin best og endurgreiðslutíminn verður sem stytstur.

Mikil samkeppni er nú þegar um auðlindir landsins og áætlanir eru til staðar um uppbyggingu vatnsafls- og jarðvarmavirkjana víða um land. Umhverfisáhrif virkjana verða ekki greind í smáatriðum í þessari samantekt, en ljóst er að umtalsverð umhverfisáhrif fylgja uppbyggingu virkjana af þeirri stærð sem kann að þykja nauðsynleg til að hámarka nýtingu sæstrengsins. Í þessu sambandi er vert að hafa í huga að margir helstu virkjunarkostir fyrir stórar vatnsafls- og jarðvarmavirkjanir eru staðsettir á viðkvæmum svæðum sem hafa jarðfræðilega og vistfræðilega sérstöðu í alþjóðlegu samhengi, svo sem á jarðhitasvæðum, eldvirkum svæðum og víðernum.

Að sama skapi og af sömu ástæðum er líklegt að framkvæmdin auki þrýsting á uppbyggingu vindorku. Rætt hefur verið um að allt að helmingur raforku sem flutt yrði út um sæstreng kæmi frá vindorkuverum. Slík uppbygging er ekki nauðsynleg til að svara innlendri eftirspurn eftir raforku, auk þess sem hún getur haft margvísleg umhverfisáhrif í för með sér.

Eins og fram hefur komið verður umræddur sæstrengur lengsti rafstrengur í sjó í heiminum og því takmörkuð reynsla til staðar af álíka framkvæmdum. Meðal annars ríkir nokkur óvissa um hugsanlegt orkutap á svo langri leið. Verði orkutap meira en búist er við, eykst þrýstingurinn á nýjar virkjanir umfram það sem annars væri.

Með tilkomu sæstrengs má með öðrum orðum telja yfirgnæfandi líkur á að uppbygging virkjana verði hraðari en ella og langt umfram það sem nauðsynlegt verður til að mæta innlendri eftirspurn eftir raforku. Þannig mun sæstrengurinn ýta undir aukna uppbyggingu mannvirkja sem væru annars ekki nauðsynleg. Þetta á einnig við um uppbyggingu háspennulína sem geta haft sjónræn áhrif, skaðað ferðaþjónustu, truflað flug farfugla o.s.frv.

### Félagshagfræðileg áhrif

Mikilvægt er huga að mögulegum félagshagfræðilegum áhrifum af lagningu sæstrengs, svo sem því hversu miklar tekjur sala raforku skapar, hvernig þær tekjur dreifast og hvernig þær skila sér til samfélagsins. Augljóst má telja að raforkuverð til heimila og smærri fyrirtækja muni hækka með

tilkomu sæstrengs og þar með tengingar við raforkumarkað Evrópu. Ætla má að framkvæmdin muni auka tekjur Landsvirkjunar verulega og þar með væntanlega arðgreiðslur fyrirtækisins til ríkissjóðs, þó að það sé í sjálfu sér ekki sjálfgefið. Þannig skapast tekjur sem nýta má til uppbyggingar velferðarkerfis og til að jafna þau neikvæðu áhrif sem fylgja hækkandi raforkuverði, með sérstakri áherslu á þá sem breytingin hefði mest áhrif á, svo sem lítil fyrirtæki sem nota tiltölulega mikla raforku, íbúa á köldum svæðum þar sem raforka er notuð til hitunar o.s.frv. Það er hins vegar engan veginn sjálfgefið að þessar væntanlegu auknu tekjur ríkissjóðs skili sér til þeirra sem hækkun raforkuverðs leggst þyngst á. Því er hugsanlegt að tilkoma sæstrengsins leiði til hærri útgjalda meginþorra almennings, án þess að það skili sér í betri opinberri þjónustu. Jafnvel þótt arðurinn skili sér til ríkissjóðs, kann hann að verða eftir hjá tiltölulega fáum einkaaðilum. Þessu fylgja neikvæð samfélagsleg áhrif sem birtast í ójafnari tekjuskiptinu en áður. Fræðilega séð er hægt að koma í veg fyrir þessi áhrif, en útilokað er að tryggja slíkt fyrirfram. Niðurstaðan ræðst af pólitískum ákvörðunum sem oft eru teknar undir verulegum þrýstingi frá fáum en stórum hagsmunaaðilum.

Miklar líkur eru á að hækkað raforkuverð til heimila og smærri fyrirtækja á Íslandi hafi tiltekin ruðningsáhrif sem dragi úr afkomumöguleikum sprotafyrirtækja og annarra fyrirtækja, svo sem örfyrirtækja í smærri byggðum. Ruðningsáhrif af svipuðu tagi eru þekktur fylgifiskur stórframkvæmda, þar sem smærri starfsemi sem fyrir er getur ekki keppt við hina nýju starfsemi, t.d. í launum, vaxtakjörum eða húsaleigu. Þannig getur tilkoma sæstrengs óbeint leitt til veiklunar tiltekinna atvinnugreina á landsvísu eða staðbundið, svo sem á svæðum þar sem raforka er nýtt til hitunar (svokölluðum „köldum svæðum“).

Auk þeirra félagshagfræðilegu áhrifa sem hér hefur verið dregið á, má nefna að fjárfesting af þeirri stærðargráðu sem hér um ræðir mun væntanlega með einum eða öðrum hætti takmarka það fjármagn sem verður til ráðstöfunar í aðrar framkvæmdir, viðhald og rekstur þeirra innviða sem fyrir eru.

Þegar rætt er um áhrif sæstrengs á hinn umhverfislega þátt sjálfbærrar þróunar er mikilvægt að gera greinarmun á rekstrarhagfræðilegum ávinningi annars vegar og þjóðhagslegum ávinningi hins vegar. Ávinningurinn fyrir einstök fyrirtæki kann að liggja í augum uppi þó að óvissa ríki um þjóðhagsleg áhrif til lengri tíma litið. Eðlilegt verður að telja að þjóðhagsleg áhrif vegi þyngra við ákvarðanatöku stjórnvalda, hvert sem verkefnið er.

### **Grænt hagkerfi**

Framleiðsla endurnýjanlegrar raforku og útflutningur hennar um sæstreng fellur að mörgu leyti vel að áherslum græns hagkerfis. Hér verður þó að gera þann fyrirvara að orkuvinnslan leiði ekki til óásættanlegs álags á náttúruauðlindir, sbr. umfjöllun hér að framan um umhverfisáhrif virkjana. Frá sjónarhóli græna hagkerfisins virðist einnig liggja beinna við að sú orka sem annars væri seld úr landi væri þess í stað nýtt til að gera Ísland óháðara innflutningi eldsneytis. Um leið væri orkuöryggi landsins aukið. Ástæða er til að óttast að útflutningur raforku leiði til lengri tíma litið til óþarfa innflutnings jarðefnaeldsneytis. Þar með væri hugmyndin komin í andstöðu við áherslur græns hagkerfis um uppbyggingu grænna starfa innanlands, auk þess sem nýting raforku til

fjölpættrar framleiðslu innanlands hefur fljótt á litið burði til að skapa meiri virðisauka í þjóðarþúinu en útflutningur sömu raforku til nýtingar erlendis.

Auðvelt er að færa fyrir því rök að sæstrengur til miðlunar raforku auki afhendingaröryggi, svo sem á tímum eldgosa eða annarra náttúruhamfara, sem geta skaðað innlenda raforkuframleiðslu. Þetta er þó nokkuð háð því hvar strengurinn kæmi á land og hvernig staðið yrði að styrkingu dreifikerfis innanlands. Þar sem strengurinn yrði væntanlega ekki lagður í þessum tilgangi, er eðlilegt að líta á þetta sem jákvæða aukaverkun. Sé strengurinn öðru fremur nýttur til verulegs útflutnings á raforku gildir eftir sem áður það sem fyrr var sagt um umhverfisleg og félagslegfræðileg áhrif.

## 2. Bein áhrif af byggingu og rekstri sæstrengs

Greina má á milli tvenns konar umhverfisáhrifa sæstrengs á hafsbotni eftir því hvenær þau eiga sér stað. Annars vegar hefur uppbygging/lagning strengsins tiltekin áhrif á framkvæmdatímanum, og hins vegar hefur strengurinn tiltekin áhrif á rekstrartíma sínum. Þessi tvíþættu áhrif eru að mörgu leyti ólík, sérstaklega hvað varanleika varðar. Þannig eru áhrif framkvæmdarinnar sem slíkrar yfirleitt tímabundin en áhrif rekstrarins hugsanlega varanleg.

### 1.1 Á framkvæmdatíma

Við mannvirkjagerð af þeirri stærðargráðu sem hér um ræðir er ljóst að töluverð truflun getur orðið á lífríki strandar og hafsbotns á svæðum þar sem framkvæmdin á sér stað. Umferð vinnuvéla á viðkvæmum strandsvæðum og á hafsbotni vegna framkvæmda, viðgerða og flutnings veldur töluverðu álagi á gróður og dýralíf. Slíkt álag getur orðið til þess að vissar tegundir yfirgefi þessi svæði eða deyi út ef þær hafa ekki möguleika á að aðlagast trufluninni. Rannsóknir hafa sýnt að vissar tegundir lindýra og annarra hryggleysingja eru sérstaklega viðkvæmar fyrir slíkum truflunum þó að raskið hafi sjaldan varanleg áhrif á þróun einstakra stofna.

Framkvæmdir í tengslum við lagningu sæstrengja geta einnig haft óbein áhrif á búsvæði strandar og hafsbotns. Hér er aðallega átt við dreifingu sets sem eykur grugg á framkvæmdasvæðum. Aukið grugg getur haft tímabundin áhrif á síunarferli uppsjávar- og botndýra og í sumum tilfellum leitt til dauða eða takmarkaðs vaxtar vissra tegunda smárra botndýra. Framkvæmdirnar geta einnig losað um og þyrlað upp mengunarefnum í seti þar sem um slíkt er að ræða. Þetta getur m.a. átt við um þungmálma og önnur mengunarefni sem gera lítinn skaða á meðan þau eru stöðug í seti, en geta haft veruleg neikvæð áhrif á gróður og dýralíf ef þau eru uppleyst í sjónum.

Bein umhverfisáhrif á hafsbotn ráðast að talsverðu leyti af aðferðum við lagningu strengsins, einkum því hvort hann er plægður niður í hafsbotninn eða lagður á botninn og varinn með grjóti. Plægingin hefur væntanlega meiri neikvæð áhrif til skamms tíma, hvort sem litið er á bein áhrif eða óbein áhrif vegna gruggs og tilfærslu efna. Þetta kann hins vegar að snúast við á rekstrartímanum (sjá síðar).

Sjónræn áhrif vegna framkvæmda við sæstreng verða varla veruleg. Þó hefur sýnt sig að tilteknir sjófuglar, svo sem fuglar af brúsaætt (t.d. lómur og himbrimi) eru viðkvæmir fyrir slíkum

truflunum. Sjónrænar truflanir geta meðal annars falist í aukinni skipaumferð á meðan á framkvæmdum stendur, auk aukinnar umferðar vinnuvéla á strandsvæðum. Hljóðmengun vegna framkvæmda mun varla hafa veruleg áhrif, en áhrif slíkrar mengunar á lífríki sjávar og stranda hefur þó lítt verið rannsökuð.

Framkvæmdir við sæstreng hafa í för með sér aukna orkunotkun, og þá aðallega olíunotkun, sem hefur í för með sér aukna losun gróðurhúsalofttegunda og annarra mengunarefna út í andrúmsloftið. Aukin umferð skipa hefur einnig í för með sér vissa hættu á losun olíu í hafið. Að lokum má nefna að framkvæmdir við sæstreng hafa í för með sér töluverða úrgangsmyndun, rétt eins og framkvæmdir við önnur mannvirki. Hér er aðallega um að ræða afgangsefni á borð við sement, steypu og málmúrgang. Stór hluti þessa úrgangs flokkast væntanlega sem óvirkur eða endurvinnanlegur úrgangur og ætti því varla að hafa veruleg áhrif á umhverfið ef úrgangurinn er rétt flokkaður og síðan komið í viðeigandi farvegi.

## 1.2 Á rekstrartíma

Þau umhverfisáhrif sem eiga sér stað á rekstrartíma rafstrengs á hafsbotni eru að mörgu leyti alvarlegri en þau sem eiga sér stað á meðan á framkvæmd stendur þar sem þau eru varanlegri og að verulegu leyti óafturkræf. Umfang þeirra ræðst m.a. af líftíma strengsins og skipulagi framkvæmdarinnar.

Við lagningu sæstrengs á hafsbotn skapast tilbúið hart yfirborð á svæðum sem áður einkenndust af mjúku setlagi. Þetta á bæði við þegar sæstrengur er plægður niður og þegar hann er lagður beint á hafsbotn og varinn með grjóti. Þessi svokölluðu „Rifáhrif“ eru mikilvæg í umræðunni um umhverfisáhrif rafstrengja á hafsbotni þar sem þetta harða yfirborð getur boðið heim framandi tegundum, sem síðan geta stuðlað að flóttu staðbundinna tegunda (sérstaklega botndýra) og þar af leiðandi breytingu á tegundasamsetningu í kringum rafstrenginn. Þetta hefur mest áhrif á smádyr, veiru- og bakteríustofna, svo og aðrar tegundir sem eru síður hreyfanlegar en fiskar og sjávarspendýr. Þess má einnig geta að áhrif á neðstu þrep fæðupýramídans breiðast með tímanum út um staðbundna fæðuvefi á svæðum í kringum rafstrenginn. Langtímaáhrif harðs undirlags ráðast að talsverðu leyti af leiðarvali strengs, því undirlagi sem fyrir er og einkennum þeirra tegunda sem lifa á svæðinu.

Rafsegulsvið myndast í kringum rafstrengi, hvar sem þeir liggja. Umhverfisáhrif vegna rafsegulsviðs í kringum rafstrengi á hafsbotni fara eftir styrk þess, sem ræðst af spennu, hönnun grjótvagnar og af straumum, auk fjarlægðar frá hafsbotni (þegar um er að ræða niðurgráfin streng). Tegund strengs skiptir líka máli, þar sem háspennu-jafnstraumsstrengir (HVDC) hafa meiri áhrif en riðstraumsstrengir (AC) hvað þetta varðar.

Áhrif rafsegulsviðs á lífríki eru mjög mismunandi eftir tegundum lífvera. Ekki hafa verið gerðar miklar rannsóknir á þessu sviði, en þó er vitað að rafsegulsvið hefur áhrif á ratvísi fiska og sjávarspendýra sem notast við segulsvið jarðar við stefnumörkun. Rafsegulsviðið getur einnig haft önnur áhrif á hegðun og far tiltekinna tegunda fiska og sjávarspendýra, auk þess sem vitað er að sterkt rafsvið getur haft í för með sér lífeðlisfræðilegar breytingar í smáfiskum. Sem dæmi um

viðkvæma stofna í landhelgi Íslands má nefna hákarla- og skötustofna, en einnig er hugsanlegt að rafsegulsviðið hafi áhrif á ratvísi laxfiska, svo dæmi séu tekin.

Ekki er hægt að útiloka að áhrif rafsegulssviðs á lífríkið í sjónum geti orðið umtalsverð. Þar sem rannsóknir eru af skornum skammti verður að álykta sem svo að vísindaleg óvissa ríki um þessi áhrif. Því er eðlilegt að varúðarreglunni sé beitt við ákvarðanatöku hvað þetta varðar.

Vegna orkutaps við flutning raforku um sæstreng skapast hitageislun (hækkað hitastig) á strengnum og í nánasta umhverfi hans. Áhrif hitageislunar á lífríki og gróður hafa verið rannsökuð, bæði í grennd við rafstrengi á hafsbotni og í öðru samhengi, svo sem í grennd við jarðvarmavirkjanir. Breyting hitastigs í grennd við rafstreng fer eftir gerð strengsins, einkum flutningsgetu og einangrun/orkutapi. Riðstraumsstrengir (AC) geisla alla jafna út meiri hita en háspennu-jafnstraumsstrengir (HVDC). Breyting hitastigs ræðst einnig af gerð og hönnun (grjót)varnar, rafleiðni setlaga, hafstraumum og öðrum eðlis- og efnafræðilegum þáttum í sjónum í kring. Hitageislun getur haft áhrif á afkomu og/eða þroska sjávardýra. Meðal annars hefur verið sýnt fram á að afkoma þorskstofna í Atlantshafi versnar með hækkingu hitastigi, á sama tíma og bakteríugróður getur breyst. Botndýr eru einstaklega viðkvæm fyrir hitageislun. Þannig getur varanleg hækking hitastigs á hafsbotni haft áhrif á æxlun, orsakað lífeðlisfræðilegar breytingar og aukið dánartíðni. Tiltekin botndýr forðast einnig svæði þar sem hiti í setlagi fer yfir ákveðinn þröskuld. Þá má nefna að hitageislun vegna rafstrengs getur haft í för með sér breytingu í efnasamsetningu setlaga og aukið virkni baktería í þeim. Slíkar breytingar í djúpum setlögum hafa áhrif á allt lífríki á hafsbotninum til lengri tíma lítið, þar sem forsendur til lífs breytast með breyttum búsvæðum.

Bein efnamengun frá rafstreng getur átt sér stað ef strengurinn er ekki fjarlægður eftir að hann er gerður óvirkur eða ef að skemmdir verða á kaplinum á meðan hann er í notkun. Hér er þó um að ræða frávík frá venjulegum rekstri og á nánast eingöngu við um vökvafyllta strengi.

### 3. Áhrif í Bretlandi (í landi móttakanda)

Ein af ástæðum þess að hagkvæmt kann að þykja að leggja rafstreng milli Íslands og Bretlands er að framkvæmdin getur dregið úr þörf fyrir óendurnýjanlega orkugjafa í Bretlandi og þannig stuðlað að samdrætti í losun gróðurhúsalofttegunda þarlendis. Að sama skapi getur framkvæmdin verið liður í að uppfylla markmið Bretlands (og Evrópusambandsins) um hlutfall endurnýjanlegrar orku. Hér þarf hins vegar að taka stærðarhlutföll til greina, en ljóst má vera að það magn raforku sem hægt er að flytja um streng frá Íslandi nemur tiltölulega mjög lágu hlutfalli af núverandi orkunotkun Bretlands. Að sama skapi er getu sæstrengsins til að uppfylla markmið um hlutfall endurnýjanlegra orkugjafa í Evrópu takmörk sett. Innflutningur raforku frá Íslandi gæti einnig grafið undan stuðningi við hugsanlegar innlendar lausnir og frumkvæði í framleiðslu á endurnýjanlegri orkuframleiðslu eða í orkusparnaði. Vandamál sem tengjast nýtingu óendurnýjanlegra orkugjafa eru því ekki leyst heldur flutt út landi.

## Helstu heimildir

Þetta minnisblað er einkum byggt á eftirtöldum heimildum.

1. Oskar Commission, (2009): *Assessment of the environmental impacts of cables*.  
[http://qsr2010.ospar.org/media/assessments/p00437\\_Cables.pdf](http://qsr2010.ospar.org/media/assessments/p00437_Cables.pdf).
2. UNEP World Conservation Monitoring Centre and International Cable Protection Committee Ltd (ICPC), (2009): *Submarine cables and the oceans: Connecting the world*.  
[http://www.iscpc.org/publications/ICPC-UNEP\\_Report.pdf](http://www.iscpc.org/publications/ICPC-UNEP_Report.pdf).