



Skýrsla nr. C13:03

Þjóðhagsleg áhrif sæstrengs

Maí 2013

HAGFRÆÐISTOFNUN



HÁSKÓLI ÍSLANDS

HAGFRÆÐISTOFNUN HÁSKÓLA ÍSLANDS

Hagfræðistofnun Háskóla Íslands

Odda v/Sturlugötu

Sími: 525-4535

Fax nr. 552-6806

Heimasíða: www.hhi.hi.is

Tölvufang: gunnarha@hi.is

Skýrsla nr. C13:03

Þjóðhagsleg áhrif sæstrengs

Maí 2013

Formáli

Í lok janúar 2013 tók Hagfræðistofnun að sér að gera úttekt á þjóðhagslegum áhrifum sæstrengs fyrir flutning á raforku fyrir Nýsköpunar- og atvinnuvegaráðuneytið og ráðgjafahóp þess. Hagfræðistofnun hefur átt gott samstarf við ráðgjafahópinn auk þess sem Landsvirkjun, Landsnet og HS Orka veittu mikilvægar upplýsingar. Er þessum aðilum öllum færðar kærar þakkir fyrir samstarfið.

Af hálfu Hagfræðistofnunar unnu Jónas Hlynur Hallgrímsson, MSc, og dr. Marías H. Gestsson, auk undirritaðs, aðallega að skýrslunni, auk þess sem ýmsir aðrir lögðu hönd á plóg og komu með mikilvægar athugasemdir. Þá átti dr. Ragnar Árnason, prófessor, stóran hlut að máli við undirbúning og uppsetningu verkefnisins.

Reykjavík, 21. maí, 2013.

Gunnar Haraldsson

Efnisyfirlit

Samantekt.....	6
Inngangur	10
Kaflí 1. Helstu atriði varðandi hagfræði tenginga raforkukerfa.....	11
1.1 Flutningskerfi raforku.....	11
1.2 Regluverk Evrópusambandsins fyrir tengingar	12
1.3 Mögulegur ábati tenginga	12
1.4 Stíflurenta og stíflukostnaður	17
1.5 Mögulegt tap af tengingum.....	19
1.6 Viðskiptalíkön sæstrengja.....	19
1.7 Viðskiptalíkön sæstrengja í Evrópu og Bretlandi.....	20
Heimildaskrá.....	23
Kaflí 2. Hagrænn rammi til greiningar á þjóðhagslegum áhrifum sæstrengs	24
2.1. Tímabundin áhrif	26
2.1.1. Framleiðslu- og vinnumarkaðsáhrif og ruðningsáhrif	26
2.1.2. Byggðaáhrif.....	28
2.1.3. Tímabundin áhrif: samantekt	28
2.2. Varanleg áhrif	29
2.2.1. Framleiðsluáhrif og raforkuverðs- og ruðningsáhrif.....	29
2.2.2. Áhrif vegna sveiflujöfnunar og betri nýtingar auðlindar	31
2.2.3. Áhrif vegna náttúrauðlinda	31
2.2.4. Áhrif vegna opinberra ábyrgða	32
2.2.5. Varanleg áhrif: samantekt	32
2.4. Samanburður á arðsemi í sölu raforku til stóriðju eða um sæstreng	34
2.5. Frekari rannsóknir.....	35
Heimildir.....	36

Kaflí 3. Mat á þjóðhagslegum áhrifum sæstrengs	37
3.1. Forsendur	37
3.2. Útgjöld og tekjur.....	40
3.3. Áhrif á innlendar hagstærðir	44
3.3. Þjóðhagsleg arðsemi	45
3.4 Skilaleið auðlindaarðsins	47
Heimildir.....	51
Kaflí 4. Erlendar greiningar á áhrifum sæstrengja	53
4.1 NorNed	53
4.1.1 Frekari strengir frá Noregi fyrirhugaðir	54
4.1.2 Velferðaráhrif af nýjum strengjum	55
4.2 Basslink – Sæstrengur milli Tasmaníu og Viktoríu.....	58
4.2.1 Ástæður tengingar Tasmaníu og Viktoríu.....	60
4.2.2 Eignarhald Basslink	61
4.2.3 Rekstur og árangur Basslink	61
4.2.4 Áhrif Basslinks á raforkuverð og iðnað	62
Heimildir.....	64
Kaflí 5. Samantekt helstu niðurstaðna.....	66
Viðauki 1. Forsendur um raforkuverð	69
Inngangur.....	69
V1 Mismunasamningar.....	69
V2 Mat á viðmiðunarverði	72
Spá um raforkuverð	73
Heimildir.....	77

Samantekt

Lengi hefur verið rætt um möguleikann á að selja raforku frá Íslandi um sæstreng á erlendan markað. Á undanförunum árum hefur sú umræða aukist m.a. fyrir tilstilli Landsvirkjunar. Ljóst er að slík fjárfesting getur haft veruleg áhrif á íslenskt þjóðarþú. Í þessari skýrslu er sett fram mat á þeim áhrifum sem slíkur strengur til Bretlands getur haft að gefnum ákveðnum forsendum.

Tenging raforkumarkaða leiðir, alla jafna, til hagkvæmari vinnslu og dreifingar orku en ella. Helstu ástæður þessa eru að þær geta leitt til frestunar á fjárfestingu í vinnslu, minni þörf er fyrir varaafli, betri nýting raforku og minni kostnaður við stjórnun kerfisins. Evrópusambandið hefur meðal annars haft það að markmiði að tengja betur saman raforkumarkaði með fyrrnefnda aukna hagkvæmni í huga.

Fjölmargir hagrænir þættir hafa áhrif á þjóðhagsleg áhrif lagningu sæstrengs frá Íslandi. Fjárfestingin er stór á íslenskan mælikvarða þó svo að stór hluti hennar falli til erlendis. Til dæmis má benda á fjárfestingar í virkjunum, umbreytistöðvum og í flutningskerfinu. Þó svo að stór hluti fjárfestingarinnar falli til erlendis eru þær fjárfestingar sem ráðast þarf í hérlendis verulegar.

Áhrif lagningar sæstrengs má skipta í annars vegar tímabundin og hins vegar varanleg áhrif. Hin tímabundnu áhrif eru á bæði á framleiðslu og vinnumarkað en einnig geta komið fram byggðaáhrif. Varanlegu áhrifin geta verið aukin framleiðsla, bætt nýting auðlinda, kostnaður vegna notkunar náttúruauðlinda og ábyrgða hins opinbera. Ekki er lagt mat á byggðaáhrif, áhrif á náttúruauðlindir né kostnað vegna ábyrgða hins opinbera að svo stöddu. Ekki er heldur lagt mat á áhrif á afhendingaröryggi orku.

Þeir útreikningar sem birtast í þessari skýrslu á þjóðhagslegum áhrifum byggja á ýmsum forsendum sem tíundaðar eru í skýrslunni sjálfri. Rétt er að áréttu að óvissa ríkir um margar forsendurnar og því verður að taka niðurstöðum útreikninganna með varúð.

Til þess að taka tillit til óvissunnar í verkefni sem þessu eru settar fram þrjár sviðsmyndir. Í þeim er reynt að draga fram lágt og hátt mat auk miðjumats. Í stuttu máli er gert ráð fyrir 700-900 MW streng á til Bretlands þar sem heildarkostnaður er á bilinu 288-553 milljarðar króna. Raforkuverð á árinu 2030 er metið á bilinu €94-130/MWst. Eins og áður segir ríkir mikil óvissa um þær forsendur sem notast er við og því ber að líta á niðurstöðurnar sem eingöngu vísbendingar um áhrif verkefnisins.

Raforkuverð erlendis í framtíðinni er ein meginforsendan í þeim útreikningum sem hér er lagðir fram. Eðli málsins samkvæmt ríkir mikil óvissa um raforkuverðið á árinu 2030. Auk þess hafa bresk stjórnvöld ekki endanlega úfært orkustefnu sína og því liggur ekki fyrir hverjar áherslurnar verða. Ef litið er til þeirra gagna sem þó liggja frammi má áætla að raforkuverð hækki og stuðningur við endurnýjanlega orkugjafa skapi tækifæri fyrir hérlenda aðila í útflutningi raforku þegar markaðsverð í Bretlandi eru há og að sama skapi innflutningi þegar markaðsverð er lágt.

Miðað við þær forsendur sem notast er við getur sala á raforku um sæstreng á breskan markað haft í för með sér verulegan ávinning fyrir íslensk raforkufyrirtæki. Áætlaðar nettó útflutningstekjur eru á bilinu 4-76 milljarðar króna árlega. Mögulegt er að þrýstingur skapist til herra raforkuverðs hérlendis með streng á erlendan markað. Hvort og hversu mikið raforkuverðið hérlendis á eftir að hækka er óljóst. Vegna þess að stærstur hluti íslenskra raforkufyrirtækja er í opinberri eigu geta verulegar skatt- og arðgreiðslur runnið frá raforkufyrirtækjunum til eigenda sinna. Heildarávinningur, samanlögð áhrif fyrir neytendur og framleiðendur, fyrir íslenskt þjóðarþú verður þar af leiðandi líklega jákvæður.

Þá skiptir uppbygging viðskiptasamninga skiptu miklu máli fyrir þjóðhagsleg arðsemi, sérstaklega hvað varðar myndun og dreifingu tekna og áhættu.

Ávinningur neytenda og framleiðenda er ólíkur með tilkomu strengs. Til dæmis, ef raforkuverð hækkar þá mun ávinningur neytenda dragast saman með nýjum streng en að sama skapi mun ávinningur framleiðenda aukast. Ef raforkuverð lækkar með tilkomu nýs strengs mun ávinningur neytenda aukast en framleiðenda minnka. Tilkoma nýs strengs getur þar af leiðandi haft áhrif á mismunandi hagsmunahópa í hverju landi. Heildarvelferðin, samanlagður ávinningur neytenda og framleiðenda í löndunum tveimur, mun þó aukast með nýjum tengingum.

Samkvæmt niðurstöðum almenns jafnvægislíkans má ætla framleiðsla aukist varanlega um ½ -1,2% í samanburði við langtímaþróun ef ekki væri lagður strengur, en það samsvarar 11-27 milljörðum króna á verðlagi ársins 2013. Niðurstaðan er háð því hvaða forsendur eru gefnar um umfang fjárfestingar og tekna af raforkusölu. Að sama skapi má ætla að fjöldi vinnustunda aukist varanlega um 0,2-1,1% frá langtímajafnvægi. Þá má búast við að vextir hækki á framkvæmdatíma og gengi krónunnar veikist lítillega. Langtímaraugengið gæti þó verið all nokkru herra í kjölfar fjárfestingarinnar.

Reynslan erlendis frá veitir nokkra innsýn í hvað gæti gerst hér á landi við tengingu, bæði hvað varðar ábata og óvissuþætti.

Í Noregi hefur reynslan af sölu raforku um sæstreng verið góð. Fjárfestingin hefur reynst ábatasöm og hefur skilað sér í lægri skattheimtu og í arðgreiðslum til almennings. Aðstæður hér og í Noregi eru þó nokkuð ólíkar, sérstaklega hvað varðar umfang viðskiptanna af heildarorkuframleiðslu í Noregi, sem er mun minna en hér yrði, auk þess sem strengurinn er mun styttri og á minna dýpi en strengur milli Íslands og Bretlands.

Norðmenn hafa töluverða reynslu af rekstri sæstrengja og hefur NorNed strengurinn til Hollands verið arðbær og er annar strengur frá Noregi til Hollands fyrirhugaður. Auk þess líta Norðmenn einnig til þess að leggja sæstrengi til Bretlanda og Þýskalands. Í þeirri greiningarvinnu sem farið hefur fram fyrir hina nýju strengi kemur fram að þeir hafi jákvæð velferðaráhrif, nettó ávinningur neytenda og framleiðenda er jákvæður, og þar af leiðandi sé skynsamlegt út frá þjóðhagslegum forsendum að leggja strengina. Frekari strengir frá Noregi skapa þrýsting á hærri raforkuverð í Noregi en vænt framboð nýrrar endurnýjanlegrar raforku vegur á móti hækkuninni.

Aðstæður í Tasmaníu er að mörgu leyti líkar og á Íslandi. Vatnsaflskerfi þeirra tengdist með sæstreng meginlandi Ástralíu árið 2006. Upphaflega var fyrirhugað að flytja að mestu leyti raforku til meginlandsins en lítil úrkoma hefur orðið til þess að flytja hefur þurft inn mun meiri raforku heldur en áætlað hafði verið. Slíkur innflutningur hefur leitt til lægra raforkuverðs heldur en ef strengurinn hefði ekki verið. Að mati raforkufyrirtækis Tasmaníu hefur strengurinn aukið tiltrú aðila í iðnaði og verið hvati fyrir þá til þess að fara í frekari fjárfestingar og semja til langs tíma.

Niðurstöður skýrslunnar benda til að rétt sé að skoða nánar ýmis atriði varðandi lagningu rafstrengs frá Íslandi til Evrópu.

- Í fyrsta lagi þyrfti að skoða nánar forsendur um raforkuverð og spár þar um. Það verður best gert með því að leita samninga um raforkuverð til langs tíma.
- Í öðru lagi þarf að greina ítarlega hvernig hagstæðast sé að koma fyrir samningum varðandi eignarhald og skiptingu ábata og áhættu.
- Í þriðja lagi er vert að skoða nánar hvort og hve mikið raforkuverð innanland hækkar við sölu um rafstreng og áhrif þess á aðrar iðngreinar í landinu sem nýta raforku í meira eða minna magni. Það verður ekki gert nema með ítarlegri

kostnaðar- og ábatagreiningu. Hér er nauðsynlegt að skoða einnig hvaða áhrif hærra raforkuverð og hærra raungengi hefði á rekstrarumhverfi og samkeppnishæfni þeirra atvinnugreina sem þjóna stórnotendum raforku eða tengjast með beinum eða óbeinum hætti.

Fjöldmargar forsendur eru notaðar til þess að kanna þjóðhagslega arðsemi lagningar sæstrengs og sölu raforku gegnum hann. Meðal þessara forsendna eru áætlanir um kostnað vegna verkefnisins og tekjuflæði hans eftir að rekstur hefst. Mikil óvissa ríkir um alla þessa þætti. Við þessa útreikninga á arðsemi er sleppt ýmsum þáttum sem geta haft jákvæð eða neikvæð áhrif á niðurstöðuna. Þar má nefna kostnað vegna nýtingar náttúruauðlinda, aukin áhættudreifing og orkuöryggi innanlands. Slíka þætti þyrfti að vega og meta innbyrðis.

Í þeirri greiningu sem hér birtist eru borin saman áhrif þess að tengjast erlendum mörkuðum gegnum sæstreng við þá ákvörðun að gera það ekki. Áhugavert væri að skoða hvernig þessi framkvæmd kemur út í samanburði við aðra möguleika, svo sem auknar fjárfestingar í orkufrekum iðnaði hér á landi.

Inngangur

Í þessari skýrslu er fjallað um þjóðhagsleg áhrif þess að leggja sæstreng til raforkuflutninga milli Íslands og Bretlands og um leið varpa ljósi á ljósi á þau atriði sem mestu máli skipta og slá máli á umfang þeirra. Umfjöllun og útreikningar þeir sem hér birtast eru fyrsta skref í að meta þjóðhagsleg áhrif slíkrar fjárfestingar og byggja á ýmsum forsendum. Hér er ekki gerð tilraun til að meta þjóðhagslegan ábata af slíkri fjárfestingu heldur reynt að varpa ljósi á þau atriði sem skipta máli hvað varðar þjóðhagsleg áhrif og slá máli á umfang þeirra.

Hér er sjónum beint að þjóðhagslegum áhrifum lagningar sæstrengs sem er ekki það sama og að meta fjárhagslegan ávinning eins og hann horfir við fjárfestum. Væntanlegir fjárfestar myndu einungis líta til vænts hagnaðar og kostnaðar eins og hann horfir við þeim, en líta framhjá áhrifum fjárfestingarinnar á þjóðarhag, s.s. hvað varðar hagvöxt, atvinnustig, gengi krónunnar, nýtingu náttúruauðlinda og skattlagningu, svo eitthvað sé nefnt. Sú greining sem hér birtist reynir eftir megni að taka tillit til slíkra þátta, eftir því sem aðstæður leyfa.

Þá er gaumur gefinn að þeim atriðum sem skoða þarf nánar og næstu skrefum sem nauðsynleg eru til að öðlast frekari vitneskju um hvort framkvæmd sem þessi er þjóðhagslega hagkvæm eður ei.

Skýrslan er þannig uppbyggð að fyrst er ágríp af hagfræði raforkukerfa (kaflí 1) þar sem útskýrð eru ýmis hugtök auk þess sem sérstaða raforkukerfa er tíunduð. Því næst er fjallað um þann hagræna ramma sem notaður er til að greina áhrif viðfangsefnisins (kaflí 2). Í þriðja kafla er kynnt mat á þjóðhagslegum áhrifum sæstrengs og kynntar niðurstöður þjóðhagslíkans þar sem sett eru fram þrjú ólík tilvik sem byggja á ólíkum forsendum. Í fjórða kafla er fjallað um reynsluna í öðrum löndum og litið þar sérstaklega til Noregs og Ástralíu. Að lokum (kaflí 5) er stiklað á stóru um helstu niðurstöður skýrslunnar.

Kafli 1. Helstu atriði varðandi hagfræði tenginga raforkukerfa

Raforka er mikilvæg fyrir efnahagsstarfsemi flestra landa og þjóðhagsleg hagkvæmni felst í hagkvæmri orkuvinnslu og rekstri hagkvæms flutningskerfis raforku. Því er ekki að undra þótt margar þjóðir séu að leita leiða til að auka þessa hagkvæmni. Þannig er það markmið Evrópusambandsins að sameina markaði. Til þess að sameina raforkumarkaði innan sambandsins hefur athyglin beinst að flutningskerfi raforkunnar vegna þess að í frekari sameiningu flutningskerfa margra landa felst hagræðing. Vænta má að með aukinni hagræðingu í flutningskerfum og samkeppni milli raforkusala muni raforkuverð til neytenda verða lægra og stöðugra.

Til þess að stuðla að aukinni fjárfestingu í flutningskerfum milli landa hefur Evrópusambandið sett reglur sem auðvelda þriðja aðila slíka fjárfestingu. Gjaldskrá vegna slíkra fjárfestinga er ekki nauðsynlega háð tekjureglun, t.d. tekjumörkum, líkt og hefðbundin flutningskerfi eru vegna náttúrulegar einokunar. Tengingar í eigu þriðja aðila geta haft tekjur sínar af því að bjóða út flutningsgetu til áhugasamra aðila með tilheyrandi óvissu.

1.1 Flutningskerfi raforku

Lengi vel var megináhersla lögð á uppbyggingu flutningskerfa innan landamæra hvers lands frekar en tengingu raforkumarkaða milli landa. Áherslan á uppbyggingu innanlands var einna helst til að tryggja stöðugt flutningskerfi sem gat þjónað neytendum með miklum áreiðanleika. Afleiðing þessa varð sú að hvert land þurfti að byggja upp mikið varaafll og aðrar flutningsleiðir raforku til nota í viðlögum. Af þessu leiðir óhagræði, en skynsamlegra er að nýta hagkvæmari vinnslukosti raforku í öðrum löndum og njóta að auki stuðnings frá flutningskerfi annarra landa.

Eðli málsins samkvæmt eiga eyríki erfiðara með að byggja upp raforkukerfi sín í samvinnu við önnur lönd. Til dæmis, í tilfalli Íslands, hefur það vart þótt tæknilega mögulegt að tengjast við önnur lönd fyrr en á síðustu áratugum og ljóst að samtenging væri ekki arðbær ef einungis ætti að nýta hana til stuðnings við íslenska flutningskerfið. Þar af leiðandi eru flest eyríki neydd til að byggja upp sín eigin raforkukerfi og byggja upp stærra hlutfall varaaflls en nauðsynlegt væri ef hægt væri að tengjast öðrum mörkuðum. Hugsanlega er hægt að draga tímabundið úr orkunotkun hér á landi þegar sveiflur verða í orkuframleiðslu, og komast þannig af með minna varaafll en ella. Eftir stendur að með tengingu við annan markað, eða markaði, er hægt að stækka kaupendahópin og nýta þannig betur það varaafll sem er í kerfinu.

1.2 Regluverk Evrópusambandsins fyrir tengingar

Reglur Evrópusambandsins leyfa almennar fjárfestingar í tengingum (e. interconnections) milli flutningskerfa, svo sem sæstrengjum, á vegum annarra en rekstraraðila flutningskerfa að vissum skilyrðum uppfylltum. Meðal annars má nefna að rekstur tengingarinnar er aðskilinn rekstri flutningskerfisins sjálfs. Þar af leiðandi er girt fyrir að aðrir notendur raforkukerfisins en þeir sem not hafa af tengingunni greiði fyrir hana, auk þess sem reksetraráhætta tengingarinnar er flutt frá almennum notendum flutningskerfanna til eigenda tengingarinnar.

Í grein 16 í reglugerð Framkvæmdastjórnar Evrópusambandsins 714/2009 kemur fram að notast þarf við markaðslausnir, eins og t.d. uppboð, þegar flutningsgeta tenginga milli landa er takmarkandi. Grein 17 leyfir nýrri tengingu að vera undanskilin reglum um tekjur og ráðstöfun þeirra ef ákveðnum skilyrðum er fullnægt (Framkvæmdastjórn Evrópusambandsins, 2013):

- Fjárfestingin eykur samkeppni í raforkuvinnslu.
- Áhætta við fjárfestinguna er slík að ætla megi að ekki verði ráðist í hana án undanþágu.
- Eignarhald tengingarinnar er að minnsta kosti lagalega aðskilið frá rekstraraðilum flutningskerfa í þeim raforkukerfum sem tengd eru saman. Þetta skilyrði er í samræmi við raforkulöggjöf Evrópusambandsins um aðskilnað í raforkuvinnslu og flutningi.
- Gjöld eru lögð á notendur tengingarinnar.
- Fjármagns- og rekstarkostnaði tengingarinnar er að engu leyti mætt með gjöldum fyrir notkun á flutnings- eða dreifikerfum sem tengd eru saman.

Skilyrðið um aukna samkeppni á raforkumarkaði er óljóst enda er ekki ljóst hvort átt er við aukna samkeppni á báðum endum tengingarinnar eða einungis öðrum þeirra. Grein 17 tiltekur ekki viðbrögð þegar, til dæmis, eftirspurnarteygni raforkunnar er lítil og þar af leiðandi er velferðaraukningin lítil við aukna samkeppni.

1.3 Mögulegur ábati tenginga

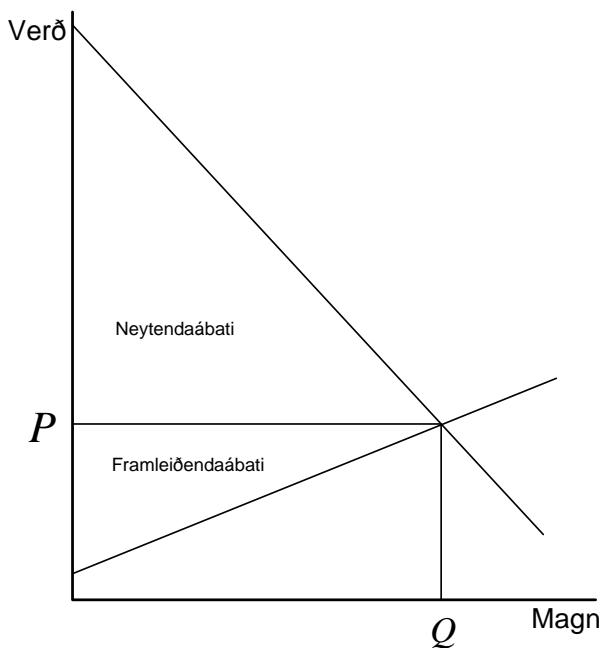
Til að sameina markaði þarf tengingu með nægilega flutningsgetu sem þannig brýtur upp hina hefðbundnu uppbyggingu raforkukerfa. Ávinningur af tengingu sem getur sameinað raforkumarkaði kemur fram í sparnaði á einu eða fleiri eftirfarandi atriðum (Turvey, 2006):

- Frestun á nýrri fjárfestingu í raforkuvinnslu

- Minni þörf fyrir varaafli
- Minni notkun eldsneytis og lækkun á öðrum breytilegum rekstrarkostnaði með því að notast við hagkvæmari vinnsluáferðir raforku og þannig verður til ávinningur fyrir þá aðila sem búa yfir hagkvæmustu vinnslukostunum.
- Minni kostnaður við reiðuafli (e. spinning reserve).

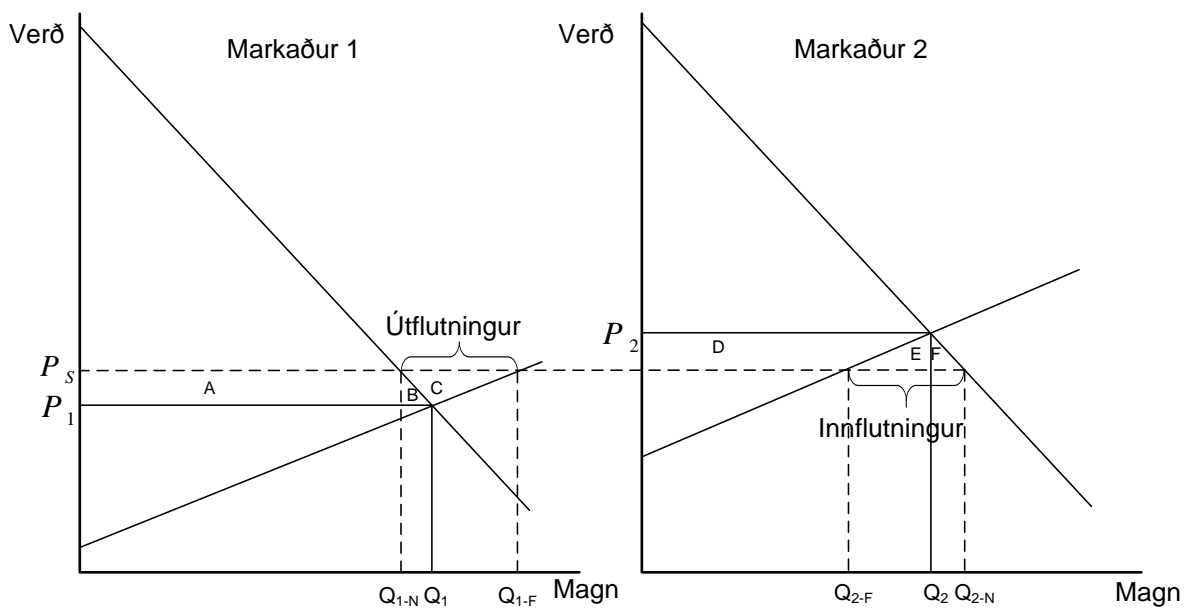
Á mynd 1 má sjá framboðs- og eftirspurnarföll þar sem ásarnir tveir tákna annars vegar magn og hins vegar verð. Eftirspurnarfallið er niðurhallandi og táknað vilja neytenda, þar sem vilji neytenda til kaupa fer minnkandi eftir því sem verðið er hærra. Að sama skapi er framboðsfallið upphallandi þar sem vilji framleiðenda til að framleiða vörur sínar eykst eftir því sem verðið hækkar. Almenn markaðslausn fæst þar sem þessi tvö föll skerast eða í punkti P og Q á myndinni. Í þessari lausn er magn Q framleitt á verði P.

Neytendaábatí (e. consumer surplus) lýsir efnislegri velsæld út frá sjónarmiði neytenda og myndast þegar neytandinn fær vöru eða þjónustu fyrir lægra verð heldur en hann væri tilbúinn að greiða. Mismunurinn á upphæðinni sem neytandinn er tilbúinn að greiða (eftirspurnarfallinu) og þess verðs sem greitt er fyrir vöruna eða þjónustuna er þar af leiðandi neytendaábatinn sem er dreginn upp á mynd 1. Á sams konar hátt er ábatí framleiðenda (e. producer surplus) mismunur á framboðsfallinu og þess verðs sem greitt er fyrir vöruna eða þjónustuna og kemur einnig fram á mynd 1.



Mynd 1 Ábatí neytenda og framleiðanda

Forsenda þess að ábati myndist við sameiningu raforkumarkaða er að áður en af tengingunni verður sé raforkuverðið ólíkt á mörkuðunum. Á mynd 2 má sjá áhrif tengingar milli tveggja raforkumarkaða þar sem áður voru mismunandi raforkuverð. Með tengingu kemst á sama verð á báðum mörkuðum þar sem er gert ráð fyrir ótakmarkaðri flutningsgetu. Með sameiginlega verðinu breytist bæði nýting raforkunnar og vinnsla á báðum mörkuðum. Niðurhallandi eftirspurnarfallið hefur verið dregið eins fyrir markaðina tvo. Hins vegar er framboðsfallið mismunandi að því leyti að á markaði tvö er vinnslukostnaður raforkunnar hærri. Sameiginlegt raforkuverð hefur verið ákvarðað og er það hærra heldur en markaðsverð á markaði eitt en lægra heldur en markaðsverð á markaði tvö áður en viðskipti urðu möguleg. Vinnsluáðilar á markaði eitt munu vinna raforku þangað til ekki er hagkvæmt að framleiða meira eða í punkt Q_{1-F} sem er meira heldur en áður. Neytendur á markaði eitt munu nýta sér raforku upp að Q_{1-N} sem er minna heldur en áður. Þar af leiðandi verður útflutningur á raforku sem nemur mismun á Q_{1-F} og Q_{1-N} .



Mynd 2 Breytingar á ábata neytenda og framleiðenda við samtengingu markaða

Breyting verður einnig á markaði tvö en þar eru það neytendur sem nýta meiri raforku heldur en áður og raforkuvinnsla er minni. Innflutningur raforku verður því mismunur Q_{2-N} og Q_{2-F} á markaði tvö og jafngildir útflutningi frá markaði eitt. Ábati framleiðenda eykst um $A+B+C$ á þeim markaði sem flytur út raforku en minnkar um D á þeim markaði sem flytur inn raforku. Að sama skapi dregst ábati neytenda saman um $A+B$ á markaði eitt sem flytur út raforku en

eykst um $D+E+F$ á markaði tvö. Samtals verður því aukalegur ábati sem samsvarar C á útflutningsmarkaðnum en $E+F$ á innflutningsmarkaðnum og í heildina $C+E+F$ fyrir markaðina tvo. Á einfaldri mynd sem þessari sést vel hvers vegna lönd og ríkjasambönd eins og Evrópusambandið hafa reynt að tengja raforkumarkaði sína saman. Ljóst er einnig að tilfærsla verður milli neytenda og framleiðenda á mörkuðunum tveimur að því leyti að sumir neytendur munu greiða hærra raforkuverð (meðan verð til annarra neytenda lækkar) og að sama skapi munu sumir framleiðendur fá meira greitt fyrir framleiðslu sína, meðan aðrir fá minna.

Miðað við þær einföldu forsendur sem notaðar hafa verið til að draga upp mynd 2 sést að eftir að tenging kom milli markaðanna er ekki þörf fyrir frekari uppbyggingu vinnslukosta á markaði tvö þar sem notast er við raforku frá markaði eitt. Því má líta svo á að tengingin virki líkt og ígildi virkjunar á markaði tvö og á markaði eitt virkar hún líkt og nýr stórnotandi.

Með tengingu getur samkeppni meðal raforkuframleiðenda aukist. Möguleikinn á aukinni samkeppni stafar bæði af því að vinnsluaðilar innanlands færu að keppa sín á milli og einnig við utanaðkomandi aðila. Með tengingu við erlendan markað getur t.d. myndast mikill hvati til þess að stofna skyndimarkað með raforku. Slíkur markaður myndi auka enn frekar þjóðhagslega hagkvæmni á raforkumarkaði hérlendis. Að öllu óbreyttu ætti því aukin samkeppni að skila sér í lægra verði eða betri þjónustu. Velferð neytenda getur þannig aukist með samkeppni vinnsluaðila, en ekki hefur verið tekið tillit til þessa á mynd 2.

Ef flutningsgetan er nægileg myndast möguleikar fyrir fleiri vinnsluaðila að selja raforku inn á heildsölumarkað. Með auknu framboði má vænta þess að raforkuverðið lækki og þá sérstaklega á álagstímum (e. peak and super-peak hours). Tenging getur því stuðlað að minni verðsveiflum á heildsölumörkuðum sem hafa oft á tíðum verðsveiflu innan dags og dregið úr verðtöppum á álagstímum. Að lokum ætti lækkun og jöfnun raforkuverðs á heildsölumarkaði að skila sér til neytenda.

Eins og áður hefur verið lýst var flutningskerfi raforku oft skipulagt fyrir hvert og eitt land í samræmi við væntar þarfir viðskiptavina. Við slíkar aðstæður geta markaðsaðilar komist í markaðsráðandi stöður. Þeir vinnsluaðilar sem ekki hafa þurft að vera í samkeppni um kaupendur, og hagað verðlagi og þjónustu í samræmi við það, geta því með aukinni samkeppni misst markaðsráðandi stöðu sína. Ljóst er að velferð neytenda eykst þegar slíkir vankantar á raforkumarkaði hafa verið fjarlægðir.

Enn frekari ávinnings af tengingum má vænta fyrir tilstilli aukins öryggis í framboði raforkunnar fyrir minni tilkostnað. Á aðskildum mörkuðum þarf heildaruppsett afl (e. installed generation capacity) að vera meira en ella til að bregðast við áföllum, heldur en ef markaðir eru tengdir saman. Raforkuverð verður einna hæst þegar óvænt bilun hefur átt sér stað í annað hvort vinnslu eða flutningi. Í þeim einangruðu raforkukerfum sem búa við skilvirka verðmyndun á markaði er engin leið fær til að mæta stórum og óvæntum áföllum nema með herra raforkuverði og/eða skerðingu á orkuafhendingu. Sem dæmi má nefna strenginn milli Noregs og Hollands, þar sem bæði lönd geta dregið úr varaafli sínu enda er unnt að flytja raforku milli landanna ef brestir verða í vinnslu eða flutningi í öðru hvoru landinu. Til langs tíma litið mun samtenging leiða til minna uppsetts afls með tilheyrandi sparnaði.

Hvernig ábata af tengingu raforkumarkaða er dreift er síðan önnur spurning. Á þeim markaði þar sem raforkuverð lækkar skilar ábatinn sér beint til kaupenda raforkunnar. Þar sem verðið hækkar getur hins vegar myndast ábati hjá framleiðendum. Það er síðan ákvörðun stjórnvalda hvort og hvernig þeim ábata er dreift, t.a.m. í gegnum skattkerfið.

Ísland og Bretland

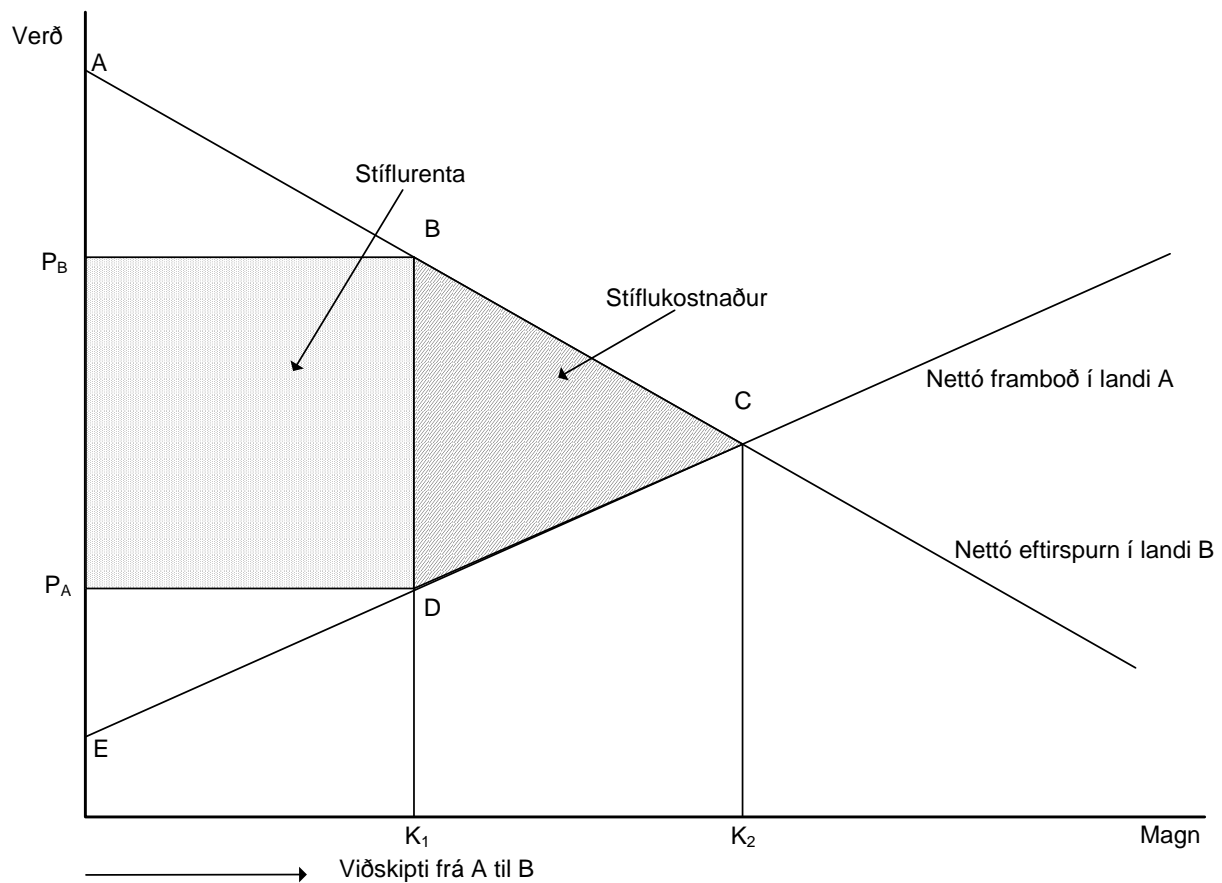
Með einföldun má líta á markaði eitt og tvö á mynd 2 sem t.d. Ísland og Bretland. Raforkuvinnsla er margfalt meiri í Bretlandi, eða um 368 TWst árið 2011, samanborið við á Íslandi, 17 TWst (DECC, 2013; Hagstofa Íslands, 2013). Raforkuverð á Íslandi er lægra heldur en á Bretlandi og því má vænta þess að meginhluti raforkunnar um sæstreng á milli landanna fari frá Íslandi til Bretlands.

Á mynd 2 kemur fram að raforkuverðið í löndunum báðum verði hið sama. Ef sæstrengurinn væri með nægilega flutningsgetu yrði það raunin. Fyrir Ísland og Bretland er mjög ólíklegt að raforkuverðið verði hið sama í báðum löndum vegna þess að flutningsgetan um sæstrenginn er takmörkuð, eins og fjallað er um í kafla 2. Ljóst er hins vegar að þrýstingur verður til herra raforkuverðs héraendis. Vegna smæðar íslenska raforkukerfisins miðað við hið breska er líklegt að tenging við Ísland hafi lítil sem engin áhrif á raforkuverð þarlendis.

Með tengingu Íslands við breska markaðinn getur ábati neytenda og framleiðenda í löndunum tveimur breyst. Ef litið er til markaðar eitt á mynd 2, sést að ávinningur neytenda minnkar. Í því samhengi má benda á áhyggjur héraendra orkufrekra aðila og neytenda um það að raforkuverð hækki með tilheyrandi neikvæðum áhrifum fyrir þá. Langstærstur hluti raforkusölu til stórnotenda héraendis er bundinn í langtímasamningum og þar af leiðandi mun ekki áhrifa gæta fyrir en þeir eru útrunnir. Ávinningur framleiðenda eykst aftur á móti og líklega meira heldur en tap neytenda. Þar af leiðandi er heildarávinningur Íslands líklega jákvæður af lagningu sæstrengs. Þó svo að heildarávinningur sé jákvæður er ljóst að herra raforkuverð getur haft röskunaráhrif, sérstaklega á þá hópa sem nota mikla raforku héraendis. Mögulegt er að taka tillit til röskunaráhrifanna með mótvægisáðgerðum.

1.4 Stíflurenta og stíflukostnaður

Þegar tenging er lögð milli tveggja landa þar sem verðmunur er á raforkunni verður ábatinn ólíkur frá samfélagslegu sjónarhorni annars vegar og sjónarhorni fjárfesta hins vegar. Á mynd 3 koma fram nettó eftirspurnar- og framboðsföll fyrir tvö lönd, eða svæði, A og B. Gert er ráð fyrir að samkeppni ríki í báðum löndum í raforkuvinnslu þar sem hlutfallslega ódýr raforkuvinnsla er í landi A en hlutfallslega dýr í landi B. Þegar engin flutningsgeta er á milli landanna tveggja (við skurðpunkt ásanna) verður verðmismunurinn óbreyttur.



Mynd 3 Stíflurenta og stíflukostnaður miðað við mismunandi flutningsgetu

Ef hins vegar tenging er lögð með flutningsgetu K_1 verður raforkuverðið P_B í landi B en P_A í landi A. Þríhyrningurinn BCD á myndinni táknar samfélagslegan kostnað við flutningsgetuna K_1 sem nær ekki að sameina markaðina tvo og þarf því að notast við dýrari raforkuvinnslu í landi B vegna þess að flutningsgetan er ekki nægjanleg. Þríhyrningurinn BCD er almennt kallaður allra tap (e. deadweight loss) í hefðbundinni hagfræði.

Út frá sjónarhorni fjárfesta í strengnum þá er ávinningur við tenginguna stíflurenta (e. congestion rent). Stíflurentan er margfeldið af því magni sem fer um tenginguna og verðmismunarins milli markaðanna sem tengdir eru saman. Til dæmis við flutningsgetu K_1 er stíflurentan margfeldið af flutningsgetunni og jaðarverðinu, eða rétthyrningurinn P_BBDP_A . Út frá samfélagslegu sjónarmiði er virði tengingarinnar enn meira því áður en hún var lögð má líta á stíflukostnaðinn sem þríhyrninginn ACE. Stíflukostnaðurinn er sá kostnaður sem er til staðar vegna þess að fyllileg samnýting raforkukerfa er ekki til staðar. Hins vegar eftir að tenging með flutningsgetu K_1 hefur verið komið á er stíflukostnaðurinn minni, eða þríhyrningurinn BCD. Með tilkomu tengingar hefur því ábati neytenda og framleiðenda aukist sem samsvarar ABDE á mynd 3.

Skipting aukins ábata neytenda og framleiðenda veltur á því hver það er sem greiðir fyrir nýtingu á tengingunni og hvaða aðilar fá ábata af tekjum hennar. Út frá samfélagslegu sjónarmiði getur tenging einnig haft þau áhrif að velferð eykst sökum þess að raforkumarkaðir verða kvikari og raforkuverð stöðugra auk þess sem framboð raforku verður öruggara. Vandasamt er að leggja tölulegt mat á betri virkni raforkumarkaða og aukið framboðsöryggi.

Ef flutningsgeta tengingar er nægileg til að verðmismunur milli landa verði enginn, táknað á mynd 3 sem K_2 , þá verður raforkuverð á báðum mörkuðum hið sama. Við slíkar kringumstæður er samfélagslegur ábati, þríhyrningurinn ACE, hámarkaður en að sama skapi er ekki nein stíflurenta. Það tilvik sýnir því hvernig hagsmunir samfélagsins sem heildar fara ekki nauðsynlega saman við hagsmuni fjárfesta. Verðmismunur er forsenda fyrir arðbærri fjárfestingu í tengingu og því gætu fjárfestar haft hag af því að koma í veg fyrir algera sameiningu raforkumarkaða með því að stuðla að nýtingu flutningsgetu tengingarinnar á þann veg að viðvarandi verðmismunur verði á milli enda hennar.

1.5 Mögulegt tap af tengingum

Lagning tenginga milli landa er í eðli sínu krefjandi verkefni bæði hvað varðar tæknilegar útfærslur og fjármögnun. Þar af leiðandi er mikil óvissa í slíkum verkefnum sem hefur áhrif á arðsemi þeirra. Beinan kostnað við framkvæmdir og skipulag er hins vegar mun auðveldara að áætla heldur en væntan ávinning (Turvey, 2006).

Tengingar byggja á viðskiptum milli tveggja staða. Almennt séð gildir það um verðlagningu á stíflum, sem fjallað var um hér á undan, að við hagkvæmustu stærð er verðmunur endanna tveggja jafn jaðarkostnaði við stækkun tengingarinnar. Ef tenging er eingöngu byggð á stíflurentu þá verður flutningsgetan að vera minni heldur en hagkvæmasta stærð til að halda eftir nægilega miklum verðmismun til að fjárfestingin verði arðbær (Brunekreeft, 2005).

1.6 Viðskiptalíkön sæstrengja

Almennt má segja að strengir milli landa byggja á að nýta verðmismun milli landa. Útfærsla viðskiptalíkans strengs getur verið á tvo vegu. Annars vegar eru það strengir með reglaðar¹ tekjur og hins vegar eru það strengir sem byggja eingöngu á verðmismuninum. Bæði viðskiptalíkin byggja á því að tekjur fáiist við flutning raforku milli landa. Til þess að stuðla að sem bestum rekstri skapast því hvati til þess að flytja raforku í hvert skipti sem

¹ Reglun er þýðing á ensku sögninni regulate og hefur þá merkingu hér að verð er ákveðið af opinberum aðila

verðmismunurinn er nægjanlegur. Þar af leiðandi er hvati fyrir eigendur strengsins til að bjóða út afnot af honum eins oft og mögulegt er og þar af leiðandi sinna nægilegu viðhaldi.

Þeir strengir sem eru með reglaðar tekjur eru vanalega lagðir af flutningsfyrirtæki í hverju landi þar sem tekjurnar eru tryggðar af notendum flutningskerfisins. Vegna þess að flutningur raforku er í eðli sínu „náttúruleg“ einokunarstarfsemi eru tekjur flutningsfyrirtækja jafnan ákvarðaðar af eftirlitsaðilum, líkt og Orkustofnun gerir hérlandis. Í slíkum tilfellum fellur tengingin undir eignagrunn flutningsfyrirtækisins og arðsemi strengsins er ekki tilgreind sérstaklega. NorNed sæstrengurinn milli Noregs og Hollands er í eigu flutningsfyrirtækjanna í löndunum tveimur er dæmi um sæstreng sem er innifalinn í eignagrunni flutningsfyrirtækjanna. Ef litið er til myndar 3 sést að ávinningur neytenda í innflutningslandinu er þríhyrningurinn ABP_B og framleiðenda í útflutningslandinu P_ADE . Ávinningur flutningsfyrirtækjanna sem eiga strenginn er rétthyrningurinn P_BBDP_A . Ef ávinningur flutningsfyrirtækjanna er umfram leyfða arðsemi þá munu þær tekjur sem eru umfram renna til lækkunar á almennri flutningsgjaldskrá og því er í raun ávinningur neytenda meiri sem nemur eingöngu þríhyrningnum ABP_B . Ef stíflurentan er hins vegar ekki nægileg til þess að mæta lágmarksarðseminni mun ávinningur neytenda minnka vegna þess að hækka þarf almenna gjaldskrá. Hitt viðskiptalíkanið er grundað á viðskiptalegum forsendum og byggir eins og áður á verðmismun milli hinna samtengdu markaða. Arðsemi slíks strengs byggist þar af leiðandi á bæði flutningsmagni og verðmismun hverju sinni, með tilheyrandi breytileika í tekjum. Eigendur slíkra strengja njóta alls ávinningsins ef vel gengur en bera að sama skapi einnig allt tapið ef illa fer. Ef aftur er litið til myndar 3 sést að ávinningur eigenda strengsins er stíflurentan P_BBDP_A . Ef stíflurentan er umfram lágmarksarðsemi rennur hún að engu leyti til neytenda heldur eingöngu til eigenda strengsins. Að sama skapi bera eigendur strengsins allan kostnað af því að ef arðsemin er ekki nægileg. Ávinningur neytenda í innflutningslandi og framleiðenda í útflutningslandi er hins vegar áfram hinn sami en neytendur njóta þess að engu leyti ef arðsemin er umfram lágmarksarðsemi og að sama skapi bera enga áhættu ef arðsemin er ekki nægileg.

1.7 Viðskiptalíkön sæstrengja í Evrópu og Bretlandi

Tilskipun Evrópusambandsins (nr. 714/900) leyfir þriðja aðila að fjárfesta í flutningskerfum ef það stuðlar að aukinni samkeppni og skilvirkni raforkumarkaða. Mögulegt er fyrir eigendur nýrra tenginga að sækja um undanþágu frá því að lúta regluðum tekjum líkt og vaninn er fyrir flutningsfyrirtæki. Ef tekjurnar væru reglaðar og þær umfram arðsemismörk myndu þær leiða til lækkunar almennrar flutningsgjaldskrár á milli þeirra markaða sem tengd eru saman líkt og

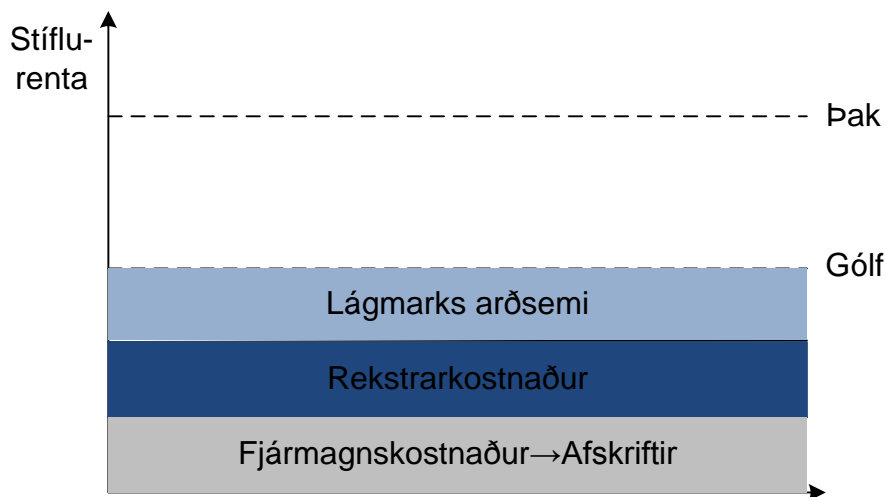
vanalega á við flutningsfyrirtæki og er raunin fyrir NorNed strenginn. Undanþágan frá regluðum tekjum tryggir því í raun að allur sá verðmismunur sem er til staðar milli markaða renni til eigenda strengsins.

BritNed sæstrengurinn var lagður af National Grid í Bretlandi og TenneT í Hollandi. Viðskiptalíkan þess strengs byggði á verðmismun milli landanna tveggja og sóttu eigendur strengsins um undanþágur skv. heimildum í reglum Evrópusambandsins. Framkvæmdastjórn Evrópusambandsins veitti undanþágurnar en með þeim skilyrðum að þak yrði sett á arðsemi strengsins, þó án tryggingar lágmarksarðsemi (Framkvæmdastjórn Evrópusambandsins, 2007).

Í kjölfarið á undanþágu Framkvæmdastjórnarinnar hafa áhugasamir aðilar um lagningu sæstrengs til Bretlands lýst yfir áhyggjum sínum við Ofgem vegna þess að óvissa hafi verið aukin í undanþáguferlinu og að Framkvæmdastjórnin sé ekki jafn fús að veita undanþágur og áður og muni jafnvel setja viðbótarskilyrði, líkt og gert var fyrir BritNed.

Ofgem, eftirlitsaðili gas- og raforkumarkaða í Bretlandi, hefur nýlega kynnt drög að nýrri útfærslu á reglun sæstrengja sem tengjast við Bretland, þar sem m.a. er brugðist við reynslunni af BritNed. Útfærslan er sett fram sérstaklega fyrir sæstreng milli Bretlands og Belgíu, svokallaðan Nemo streng (Ofgem, 2013). Reglun Nemo er þróuð sérstaklega fyrir þann streng af Ofgem en getur gefið vísbendingar um hvernig bresk stjórnvöld hugsa sér reglun sæstrengja í framtíðinni.

Enn sem komið er liggja einungis fyrir drög að regluninni en stefnt er að því að endanleg útfærsla liggi fyrir undir lok árs 2013. Reglunin mun gilda í 20-25 ár fyrir strenginn. Núverandi drög byggja á því að sett verði bæði gólf og þak á stíflutekjur. Gólfíð samanstendur af fjármagns- og rekstarkostnaði auk skilgreindrar lágmarksarðsemi. Fjármagnskostnaður á framkvæmdatíma er innifalinn í fjármagnskostnaðinum og er afskrifaður á líftíma strengsins. Þakið mun taka mið af arðsemi eigin fjár virkjana. Á mynd 4 má sjá drögin að útfærslu reglunarinnar fyrir Nemo:



Mynd 4 Drög að útfærslu Ofgem á reglun Nemo

Tekjur Nemo myndast við uppboð á flutningsgetu um strenginn. Þegar rekstur sæstrengsins er hafinn mun Ofgem athuga tekjur Nemo reglulega og kanna hvort arðsemin liggji undir gólfinu eða yfir þakinu. Ef tekjurnar eru fyrir ofan þakið mun umframtekjunum verða skilað til neytenda í gegnum flutningsfyrirtæki raforku, National Grid í Bretlandi og Elia í Belgíu, með því að lækka flutningsgjaldskrá. Ef tekjurnar eru fyrir neðan gólfið þá mun Nemo fá greitt frá flutningsfyrirtækjunum tveimur mismuninn á raunverulegum tekjum og þeim tekjum sem þarf til að ná lágmarks arðsemi af fjárfestingunni, eða gólfinu. Tekjurnar sem Nemo fær frá flutningsfyrirtækjunum koma til með því að hækka flutningsgjaldskrá í löndunum tveimur með tilheyrandi kostnaðarauka fyrir notendur.

Eins og áður segir er reglun Nemo í þróun og endanleg útfærsla mun ekki liggja fyrir fyrr en undir lok árs 2013. Hér hefur því verið farið yfir þau drög sem nú liggja fyrir. Vitaskuld þarf útfærsla á tekjureglun fyrir sæstreng frá Bretlandi til Íslands ekki að vera sú sama og fyrir Nemo en tekjureglunin gefur þó vísbendingar um þá útfærslu sem Ofgem telur álitlegasta. Líkt og um fleiri óvissuþætti sem farið er yfir í þessari skýrslu þá er eina leiðin til að fá úr þessu skorið að ganga til viðræðna við bresk stjórnvöld. Til dæmis má benda á það að í ljósi stærðarmunar á íslensku og bresku raforkumörkuðunum og umfangs fjárfestingarinnar væri eðlilegt að skoða sérstaklega útfærslu á greiðslum til rekstraraðila sæstrengsins ef tekjur vera undir lágmarksarðseminni. Ef Ísland tæki t.d. jafnan þátt í þeirri tryggingu getur það skapað verulega áhættu fyrir notendur íslenska flutningskerfisins.

Heimildaskrá

Brunekreeft, G. (2005). Regulatory issues in merchant transmission investment. *Utilities policy*, 13, 175-186.

Brunekreeft, G. og Newbery, D. (2006). Should merchant transmission investment be subject to mustoffer provision? *Journal of Regulatory Economics*, 30(3), 233-260.

DECC (2013) Section 5 – Electricity

https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/170697/energy_trends_5_electricity.pdf

Framkvæmdastjórn Evrópusambandsins (2007) Exemption decision on the BritNed interconnector. http://ec.europa.eu/energy/infrastructure/exemptions/doc/doc/electricity/2007_britned_decision_en.pdf

Framkvæmdastjórn Evrópusambandsins (2013) Energy infrastructure

http://ec.europa.eu/energy/infrastructure/exemptions/exemptions_en.htm

Hagstofa Íslands (2013) Afl og orkuvinnsla almenningsrafstöðva 1976-2011,

<http://hagstofa.is/Hagtolar/Idnadir-og-orkumal/Orkumal>

Ofgem (2007). BritNed amended exemption order. Skoðað 25. nóvember 2010 á

<http://www.ofgem.gov.uk/Markets/WhlMkts/CompanEff/TPAccess/Documents1/Britned%20amended%20exemption%20order.pdf>

Ofgem (2013) Cap and Floor Regime for Regulated Electricity Interconnector Investment for application to project Nemo www.ofgem.gov.uk

Turvey, R. (2006). The economics of interconnectors. *Energy Policy*, 34 (13), 1457-1472.

Kafla 2. Hagrænn rammi til greiningar á þjóðhagslegum áhrifum sæstrengs

Í þessum kafla er fjallað um þá hagrænu þætti sem mestu máli skipta þegar meta skal áhrif af lagningu sæstrengs og viðskiptum með raforku á íslenskan þjóðarbúskap. Í kafla 3 er lagt tölulegt mat á þessa þætti eftir því sem umfang greiningarinnar leyfir.

Lagning sæstrengs frá Íslandi mun leiða af sér miklar fjárfestingar á íslenskan mælikvarða. Hér er um að ræða fjárfestingar í sæstrengnum sjálfum, umbreytistöðvum Íslands- og Bretlandsmegin strengsins, virkjunum innanlands og styrkingu flutningskerfis raforku innanlands sem ráðast þarf í til þess að unnt sé að flytja raforkuna frá virkjunum að umbreytistöð Íslandsmegin strengsins. Að framkvæmdatíma loknum og þegar strengurinn hefur verið tekinn í notkun, mun þurfa að leggja í fjárfestingar til að viðhalda flutningsgetu hans og flutningskerfis raforku innanlands auk framleiðslugetu virkjana.

Eins og fjallað er um í kafla 3 (sjá töflu 3.3) er gert ráð fyrir heildarfjárfesting á Íslandi vegna verkefnisins verði í kringum 147 milljarðar íslenskra króna á verðlagi ársins 2013 (sviðsmynd B). Þar af er fjárfesting í virkjunum innanlands áætluð 132 milljarðar. Gert ráð fyrir að reisa þurfi virkjanir til að framleiða 3 TWst af raforku á ári sem verða seldar um sæstrenginn auk þeirra 2 TWst sem liggja ónýttar í kerfinu. Til samanburðar má nefna að fjárfesting vegna Kárahnjúkavirkjunar er talin hafa numið 272 milljörðum íslenskra króna á verðlagi ársins 2013 og vegna álvers Alcoa á Reyðarfirði 169 milljörðum, og framleiðslugeta Kárahnjúkavirkjunar er 4,9 TWst af raforku ár ári.² Þessi samanburður er tekinn saman í eftirfarandi töflu:

Tafla 2.1. Samanburður á framkvæmdum á Íslandi vegna sæstrengs og Kárahnjúkavirkjunar

	Virkjanir og umbreytistöð	Kárahnjúka- virkjun og álver
járfesting (ma. ISK á verðlagi 2013)	147	441
Framleiðsla á raforku (TWst á ári)	5	5

Erfitt er að spá fyrir um hversu hátt flutningsgjaldið um strenginn verður, sér í lagi þar sem fleiri en eitt tekjumódel koma til greina s.s. daglegt uppboð á flutningsgetu, verðskrá eða

² Samkvæmt skýrslu Sjórnarráðs fyrir Fjármálaráðuneytið stóð stofnkostnaður vegna Kárahnjúkavirkjunar í 2.154 milljónum bandaríkjadala árið 2011 (sjá Sjórnarrönd, 2011). Samkvæmt skýrslu Bygðarannsóknarstofnunar Íslands stóð stofnkostnaður vegna Álvers Alcoa á Reyðarfirði í 126 milljörðum íslenskra króna árið 2008 (sjá Bygðarannsóknarstofnun Íslands, 2010).

langtíma flutningssamningar. Vænta má hins vegar að flutningsgjaldið standi undir bæði fjármagnskostnaði og rekstrar- og viðhaldskostnaði hið minnsta, til langs tíma litið. Verð raforkunnar mun ráðast annars vegar af þeim samningum sem gerðir verða við bresk stjórnvöld, t.d. um verð á umhverfisvænni orku frá Íslandi, og hins vegar af verði raforku á heildsölumarkaði í Bretlandi á hverjum tíma þar sem unnt verður að selja um strenginn raforku héðan eða kaupa raforku frá Bretlandi um strenginn. Með þessu móti er hægt að nýta betur virkjanakosti og auðlindir í samræmi við markaðsverð á hverjum tíma.

Verkefnið mun hafa margvíslegar efnahagslegar afleiðingar í för með sér. Í fyrsta lagi má gera ráð fyrir að aukin umsvif verði í hagkerfinu á framkvæmdatíma sem leiði tímabundið til aukinnar eftirspurnar eftir vörum og þjónustu og þar af leiðandi vinnuafli. Í öðru lagi má ætla að fjárfesting á framkvæmdatímanum og þar af leiðandi stærri fjármagnsstofn, þ.e. fleiri virkjanir, sterkara flutningsnet raforku o.s.frv. og auknar nettó útflutningstekjur á notkunartíma strengsins, hafi varanleg áhrif á framleiðslu í hagkerfinu. Í þriðja lagi má gera ráð fyrir að lagning sæstrengs muni hafa tímabundin byggðaáhrif í för með sér þar sem aukning umsvifa verða mest á þeim landssvæðum þar sem framkvæmdir verða á Íslandi. Í fjórða lagi munu náttúrauðlindir verða notaðar vegna verkefnisins, sem felur í sér kostnað frá þjóðhagslegu sjónarhorni. Í fimmta lagi má gera ráð fyrir að framkvæmdir vegna virkjana og flutningsnets verði eftir atvikum fjármagnaðar af hinu opinbera og með lántökum með ríkisábyrgð, sem kann að fela í sér kostnað frá þjóðhagslegu sjónarhorni.

Í þeirri umfjöllun sem hér fer á eftir er gert ráð fyrir að sæstrengurinn verði almennt í erlendri eigu og að fjármögnun hans verði erlend, og þar af leiðandi að framkvæmdir við og fjármögnun strengsins sjálfs hafi í raun enga þýðingu fyrir íslenskt hagkerfi fyrir utan þau eftirspurnaráhrif sem framkvæmdir vegna umbreytistöðvar Íslandsmegin strengsins hafa. Í lok kaflans er fjallað um þann möguleika að innlendir aðilar eigi hlut í strengnum og þau áhrif sem það kann að hafa fyrir innlent hagkerfi ef hann verður að hluta til í innlandri eigu.

Þegar áhrif verkefnisins á innlent efnahagslíf eru greind er nauðsynlegt að greina á milli tímabundinna og varanlegra áhrifa. Til tímabundinna áhrif teljast þau áhrif sem hljótast af vinnu og framkvæmdum vegna verkefnisins á framkvæmdatíma þess og hverfa eftir að honum lýkur. Til varanlegra áhrifa teljast þau sem verða á líftíma strengsins vegna aukinna umsvifa á framkvæmdatíma hans og vegna notkunar strengsins eftir að því lýkur.

2.1. Tímabundin áhrif

Tímabundnum áhrifum vegna verkefnisins má skipta í tvennt:

- framleiðslu- og vinnumarkaðsáhrif auk ruðningsáhrifa, og
- byggðaáhrif.

2.1.1. Framleiðslu- og vinnumarkaðsáhrif og ruðningsáhrif

Á undirbúnings- og framkvæmdatímabilinu eykst eftirspurn í hagkerfinu vegna útgjalda við undirbúning verkefnisins og útgjalda vegna framkvæmda. Stærsti hluti útgjalda vegna undirbúnings er vegna rannsókna á sjávarbotni þar sem leggja á strenginn og má því gera ráð fyrir að lítil hluti þeirra útgjalda hafi áhrif til aukinnar eftirspurnar innanlands. Útgjöldum vegna framkvæmda sem gera má ráð fyrir að hafi áhrif á innlent hagkerfi má skipta í þrennt:

- umbreytistöð á Íslandi,
- virkjanir (vatnsafls- og jarðvarmavirkjanir og vindmyllur) á Íslandi og
- flutningskerfi raforku á Íslandi.

Áhrif þessara útgjalda á innlent hagkerfi eru mismunandi eftir því hvort þau eru notuð til að greiða fyrir vöru og þjónustu innanlands eða eru notuð til að greiða fyrir innflutt aðföng.

Sá hluti útgjaldanna sem fer í að greiða fyrir sérhæfð innflutt aðföng (eins og t.d. spenna, túrbínur og tæknibúnað) hefur ekki bein áhrif á innlenda eftirspurn. Hins vegar má gera ráð fyrir að kaup á innfluttum aðföngum leiði til aukinnar eftirspurnar eftir erlendum gjaldeyri og þar af leiðandi til lægra gengis íslensku krónunnar en ella sem hefur síðan þau áhrif að innlendir neytendur færa neyslu úr innfluttum vörum yfir í innlendar og eftirspurn eftir innlendum vörum eykst auk þess sem tekjur útflutningsfyrirtækja í íslensku krónum aukast sem veldur einnig aukinni eftirspurn innanlands.³ Hins vegar leiðir lægra gengi til þess að innlent verðlag hækkar, verðbólga eykst og erlendar skuldir þjóðarbúsins aukast (mælt í krónum) sem leiðir til minni eftirspurnar á móti þar sem innlendir aðilar þurfa að verja fleiri krónum til þess að greiða vexti og afborganir af erlendum lánum.

Sá hluti útgjaldanna sem fer í að greiða fyrir vöru og þjónustu innanlands leiðir beint til aukinnar eftirspurnar eftir innlendum vörum og vinnuafli. Aukin eftirspurn leiðir til þess að selt magn vöru eykst svo og vinnuaflopsnotkun, sem leiðir alla jafna til minna atvinnuleysis,

³ Hér er gert ráð fyrir að hluti þessara kaupa sé fjármagnaður innanlands þannig að nettó áhrif á eftirspurn eftir erlendum gjaldeyri séu jákvæð.

aukinna tekna heimila og fyrirtækja sem síðan leiðir aftur til aukinnar eftirspurnar, eða svokallaðra margföldunaráhrifa. Afleiðing þessa er aukin framleiðsla og hagvöxtur.

Aukinn þrýstingur á vinnumarkaði bætir samningsstöðu starfsmanna og stéttarféлага sem leiðir til hærri launa og aukins framleiðslukostnaðar hjá fyrirtækjum. Aukinn kostnaður fyrirtækja og aukin eftirspurn eftir vörum þeirra leiðir síðan til þess að verðlag hækkar og verðbólga eykst. Auknar tekjur heimila og fyrirtækja leiða auk þess til aukins innflutnings til neyslu og vegna aðfanga til framleiðslu, sem leiðir til aukinnar eftirspurnar eftir erlendum gjaldeyri, lægra gengis íslensku krónunnar, hærra verðlags og aukinnar verðbólgu. Hins vegar má gera ráð fyrir framkvæmdir vegna umbreytistöðvar Íslandsmegin strengsins og erlendar lántökur vegna fjárfestingar í virkjunum og flutningskerfi raforku muni leiða til innstreymis fjármagns sem dregur úr gengislækkun krónunnar.

Gera má ráð fyrir að fjárfestingar innanlands í virkjunum og flutningskerfi raforku muni leiða til hærri vaxta þar sem eftirspurn eftir lánsfjármagni á innlendum fjármagnsmarkaði eykst og/eða erlendar lántökur aukast, en gera má ráð fyrir að því meiri sem erlendar skuldir þjóðarbúsins eru því hærra áhættuálags krefjist erlendir lánveitendur af innlendum aðilum þrátt fyrir að væntingar um aukið gjaldeyrisinnstreymi samhliða raforkusölu um sæstrenginn kunni að leiða til þess að hækkun álagsins verði minni en ella. Auk þess má gera ráð fyrir að aukin eftirspurn í hagkerfinu ásamt aukinni verðbólgu leiði til þess Seðlabankinn hækki vexti. Hærri vextir leiða síðan til minni aukningar eftirspurnar, framleiðslu og hagvaxtar, og minni launahækkunar, minni gengislækkunar, dregur úr hækkunum verðlags og slær þannig á verðbólgu. Minni aukning eftirspurnar skýrist þannig að hluta til af svokölluðum *ruðningsáhrifum* þar sem ekki verður ráðist í fjárfestingar sem annars hefði verið ráðist í ef vextir hefðu ekki hækkað. Þannig er talað um að hærri vextir sem leiða af þessari ákveðnu fjárfestingu ryðji burt öðrum minna ábatasömum fjárfestingum.

Samkvæmt umfjölluninni hér að ofan má gera ráð fyrir að aukin eftirspurn vegna verkefnisins leiði til aukinnar framleiðslu, hagvaxtar og vinnuafslnotkunar en að hærri vextir dragi úr þessari aukningu. Hversu mikil nettó áhrifin verða er meðal annars háð því hversu mikið vextir hækka innanlands vegna verkefnisins. Formerki áhrifanna eru sýnd í töflu 2.2 á næstu blaðsíðu.

Almennt má því segja að óvíst sé hver áhrifin verða á gengi íslensku krónunnar þar sem að tveir kraftar togast á. Annars vegar aukinn innflutningur, sem leiðir til lægra gengis, og hins

vegar auknar lántökur erlendis, sem leiða til hærra gengis. Nettó áhrifin eru því óljós í töflunni.

Tafla 2.2. Vænt tímabundin áhrif verkefnisins á innlendar hagstærðir

Áhrif á framkvæmdatíma

Hagstærð	Áhrif
Laun	+
Verðbólga	+
Gengi	+/-
Vextir	+
Verg landsframleiðsla	+
Hagvöxtur	+
Vinnuafslnotkun	+
Atvinnuleysi	-
Ruðningsáhrif	+

2.1.2. Byggðaáhrif

Gera má ráð fyrir að aukning útgjalda á framkvæmdatíma verkefnisins verði mest á þeim stöðum á landinu þar sem framkvæmdir verða vegna umbreytistöðvar, virkjana og flutningskerfis raforku. Það má því gera ráð fyrir að tímabundin byggðaáhrif hljótist af verkefninu. Einkum má gera ráð fyrir að þetta leiði til aukinnar eftirspurnar eftir vinnuafli, vinnuafslnotkunar og minna atvinnuleysis á viðkomandi stöðum þó svo að staðbundin eftirspurn eftir vörum og þjónustu aukist einnig. Slík byggðaáhrif leiða af sér þjóðhagslegan ábata af framkvæmdunum ef efnahagsástand á viðkomandi svæðum er verra en almennt gerist í landinu þar sem jaðarábati af auknum umsvifum á viðkomandi svæði er meiri. Til dæmis má gera ráð fyrir að ef atvinnuleysi á viðkomandi svæðum er meira en gengur og gerist á landinu muni byggðaáhrif hafa þjóðhagslegan ábata í för með sér.

2.1.3. Tímabundin áhrif: samantekt

Tímabundin áhrif vegna verkefnisins eru tekin saman í eftirfarandi töflu auk þess sem tilgreint er hvort tekið sé tillit til þeirra í útreikningunum í kafla 3:

Tafla 2.3. Vænt tímabundin áhrif verkefnisins á þjóðarhag

Áhrif á framkvæmdatíma

	Vænt áhrif á þjóðarhagslegan ábata verkefnis	Tekið tillit til í útreikningunum í kafla 3?
Framleiðslu- og vinnumarkaðsáhrif þar af ruðningsáhrif v/hærri vaxta	+	Já
Byggðaáhrif	+/-	Nei

Eins og sýnt er í töflu 2.3 munu ruðningsáhrif hafa neikvæð áhrif á væntan þjóðhagslegan ábata vegna verkefnisins þar sem framleiðsla mun aukast minna en ella vegna þeirra. Mikilvægt er að hafa í huga að útreikningarnir í kafla 3 taka ekki tillit til byggðáhrifa.

2.2. Varanleg áhrif

Varanlegum áhrifum vegna verkefnisins má skipta á eftirfarandi hátt:

- framleiðsluáhrif, raforkuverðs- og ruðningsáhrif,
- áhrif vegna sveiflujöfnunar og betri nýtingar auðlindar,
- áhrif vegna notkunar náttúruauðlinda og
- áhrif vegna ábyrgða hins opinbera.

2.2.1. Framleiðsluáhrif og raforkuverðs- og ruðningsáhrif

Eins og áður segir eykst fjárfesting á undirbúningstímanum sem leiðir til þess að fjármagnsstofninn stækkar varanlega. Stærri fjármagnsstofn leiðir síðan af sér aukna framleiðslu og tekjur í kjölfar aukins hagvaxtar á framkvæmdatímanum og aukinna tekna fyrir hagkerfið sem viðskipti með raforku um strenginn munu fela í sér. Sala á raforku um strenginn mun fela í sér auknar útflutningstekjur fyrir íslenskt hagkerfi samhliða auknum innflutningi á þjónustu þar sem greiða þarf erlendum eigendum sæstrengsins fyrir notkun á honum. Jákvæð áhrif þessara viðskipta á viðskiptajöfnuð munu leiða til þess að raungengi íslensku krónunnar hækkar. Þetta hefur þau áhrif að það dregur úr samkeppnishæfni annarra innlendra fyrirtækja og þar með fjárfestingu og framleiðslu í þeim greinum. Þessi áhrif eru oft nefnd hollenska veikin vegna þeirra áhrifa sem olú- og jarðgasfundir Hollands í kringum 1960 höfðu til hækkunar á gengi hollenska gyllinsins. Raungengishækkunin leiðir því til þess að varanleg áhrif á framleiðslu verða minni en ella. Hér er því um ruðningsáhrif að ræða þar sem framleiðsla eykst minna en ella vegna hærra raungengis.

Í þessari greiningu er gert ráð fyrir að reistar verði virkjanir sem framleitt geta 3 TWst á ári. Þessar 3 TWst auk þeirra 2 TWst sem ónýttar eru í kerfinu munu síðan verða fluttar út um strenginn að jafnaði. Hins vegar er flutningsgeta þeirra sæstrengja sem til skoðunar er að leggja mun meiri, eða 6,1-7,8 TWst.⁴ Það má því gera ráð fyrir að unnt verði að flytja meira út af raforku en sem nemur auknu framboði vegna nýrra virkjana og ónýttar raforku í kerfinu.

⁴ Eins og fjallað er um í kafla 3 er gert ráð fyrir að 700 – 900 MW strengur verði lagður.

Af þessum sökum er líklegt að verð á raforku muni hækka innanlands þar sem innlendir raforkuframleiðendur geta valið að nýta umframflutningsgetu strengsins (1,1-2,8 TWst) og dregið með því úr framboði á rafmagn innanlands. Því er líklegt að viðskipti með raforku um strenginn leiði til hækkunar á verði á raforku til innlendra raforkukaupenda. Auk þess má færa rök fyrir því að viðskipti með raforku um strenginn leiði til þess að raforkuverð verði hærra þar sem erfiðara verður að mæta aukinni eftirspurn innanlands í framtíðinni með aukinni framleiðslu á raforku þegar búið verður að nýta hluta þeirra virkjunarmöguleika, sem annars hefðu verið til staðar í framtíðinni, til þess að framleiða og selja rafmagn um sæstreng. Á móti kemur að ef t.d. hluti af ábatanum af sölu raforku um sæstrenginn verður notaður til rannsóknar og þróunar í raforkuframleiðslu gæti það leitt til aukins framboðs á raforku í framtíðinni og þar af leiðandi leitt til minni hækkunar á raforkuverði innanlands.

Hækki raforkuverð innanlands í kjölfar viðskipta með raforku um sæstreng má gera ráð fyrir að samkeppnishæfni annarra innlendra atvinnugreina minnki og þar af leiðandi fjárfesting og framleiðsla í þeim greinum einnig. M.ö.o. veldur hærra raforkuverð ruðningsáhrifum þar sem fjárfesting í öðrum greinum verður minni en ella. Gera má ráð fyrir að áhrifin yrðu mest í atvinnugreinum sem stunda raforkufreka framleiðslu, eins og t.d. stóriðju, garðyrkju og framleiðslu á fiskimjöli. Auk þess myndi hærra raforkuverð innanlands leiða til þess að rafmagnskostnaður innlendra heimila ykist, ekki síst hjá heimilum á þeim svæðum á landinu þar sem rafmagn er notað til vatns- og húshitunar.

Hækki raforkuverð innanlands er ekki sjálfgefið að það leiði til verri afkomu annarra atvinnugreina en raforkuframleiðslu og aukins kostnaðar fyrir heimilin í landinu þar sem a.m.k. fræðilega er mögulegt að bæta samkeppnisstöðu fyrirtækja og lækka kostnað heimila með því að nota hluta af ábatanum af sölu raforku um sæstreng til þess að lækka rafmagnskostnað fyrirtækja og heimila. Hvernig slíkt er framkvæmt er ákvörðun stjórnvalda. Frá hagfræðilegu sjónarmiði er æskilegt að framkvæmdin yrði þannig að hlutfallsleg verð í hagkerfinu séu sem minnst bjöguð þannig að sem minnst áhrif séu á ákvarðanir fyrirtækja um framleiðslu og heimila um neyslu. Þannig væru beingreiðslur til heimila og fyrirtækja og/eða lækkun á framleiðslu- og neyslubjagandi sköttum heppilegastar frá hagfræðilegu sjónarmiði.

Hækki raforkuverð kunna að skapast tækifæri fyrir rekstur smávirkjana innanlands. Slíkar virkjanir eru mögulegar víðs vegar um landið og geta selt raforku inn á raforkumarkað. Slík raforkuframleiðsla gæti því mögulega haft jákvæð áhrif á innlenda framleiðslu. Í Noregi hefur

til að mynda verið mikil aukning í byggingu smávirkjana í kjölfar hærra raforkuverðs og öflugri raforkumarkaða.

Ef koma á í veg fyrir hækkun raforkuverðs innanlands samhliða útflutningi á raforku um strenginn og tryggja með því að innlendum raforkunotendum standi til boða að kaupa jafn mikið magn af raforku á sama verði og ef strengurinn yrði ekki lagður er nauðsynlegt að tryggja að tilkoma strengsins hafi ekki áhrif á framboð á rafmagni til innlendra raforkukaupenda. Slíkt mætti til dæmis gera með því að setja takmörk á flutning rafmagns um strenginn þannig að ekki verði flutt meira út en sem nemur þeirri raforkuframleiðslu sem fæst með þeim virkjunum sem reisa á að viðbætti þeirri ónýttu raforku sem er í kerfinu. Einnig væri mögulegt að krefjast þess að reistar yrðu virkjanir þannig að tryggt væri að framboð á rafmagni ykist sem nemur flutningsgetu strengsins.

2.2.2. Áhrif vegna sveiflujöfnunar og betri nýtingar auðlindar

Eins og staðan er í dag er íslenska raforkukerfið lokað og að mestu leyti drifið áfram af vatnsaflsvirkjunum. Eðli raforkukerfa sem byggja á vatnsaflsvirkjunum er að það býr bæði yfir sveigjanleika í raforkuvinnslu til að mæta eftirspurn og stöðugu framboði raforku ef uppistöðulón búa yfir nægri geymslugetu með nægilegu vatni. Þar af leiðandi henta vatnsaflsvirkjanir vel til þess að mæta sveiflum í eftirspurn og einnig getur orkuafhending orðið stöðug ef fyrrnefnd skilyrði eru uppfyllt. Hinn mikli sveigjanleiki í vatnsaflsvirkjunum er eingöngu að litlu leyti nýttur í dag vegna þess að stærstur hluti raforku hérlendis er nýttur af stórnotendum sem byggja starfsemi sína á stöðugri notkun allt árið. Sveigjanleikinn er því vannýttur í hinu lokaða vatnsaflskerfi sem við búum við. Með því að tengjast erlendum raforkumarkaði væri hægt að nýta sveigjanleikann sem felst í kerfinu með því að selja um strenginn þegar raforkuverð er hátt og auka þar með afrakstur og virði auðlinda okkar og virkjana. Auk þess þarf ákveðið varaafli að vera til staðar í lokuðu raforkukerfi sem unnt væri að nýta til útflutnings ef kerfið yrði tengt við erlenda markaði.

2.2.3. Áhrif vegna náttúrauðlinda

Ljóst er að framkvæmdir innanlands, a.m.k. vegna virkjana, flutningskerfis og umbreytistöðvar á Íslandi munu krefjast notkunar lands og vatnsfalla. Slíkt leiðir til óafturkræfra breytinga á náttúrunni og myndar kostnað þar sem möguleikar til annarrar nýtingar náttúrunnar hverfa eða minnka mjög mikið. Mat á umhverfiskostnaði vegna framkvæmda á borð við þær sem hér er litið til er viðamikil verkefni og hefur hér ekki verið

gerð nein tilraun til slíks. Hve mikill þessi kostnaður er fer meðal annars eftir staðsetningu viðkomandi náttúrufyrirbæris og eiginleika þess.

Þess ber þó að geta að Alþingi hefur nú nýlega afgreitt rammaáætlun um vernd og nýtingu náttúrusvæða í fyrsta skipti. Við það urðu orkunýtingakostir í vatnsafli og jarðvarma sem talið eru geta gefið um 9 TWst á ári flokkaðir í nýtingaflokk. Við frekari úrvinnslu biðflokksins er líklegt að sú tala muni hækka eitthvað í framtíðinni. Þetta er mun meiri orka en almennt er talið að virkja þurfi fyrir sæstreng.

2.2.4. Áhrif vegna opinberra ábyrgða

Framkvæmdir innlendra raforkufyrirtækja á Íslandi hafa í flestum tilfellum verið fjármagnaðar með ábyrgð eigenda fyrirtækjanna, sem hafa verið ríki eða sveitarfélög. Vænta má að ábyrgðinni hafi fylgt betri lánskjör heldur en ella. Ef nýframkvæmdir í tengslum við sæstreng, þ.e. vegna nýrra virkjana og endurbóta á flutningskerfi, verða með sama fyrirkomulagi má segja að stjórnvöld hafi skuldbundið sig til þess að ábyrgjast lántöku nýframkvæmdanna með tilheyrandi áhættu. Möguleikinn á að reynt geti á ábyrgðina kann að leiða til þess að áhættuálag á lán íslenska ríkisins hækki sem leiðir af sér kostnað fyrir íslenska skattgreiðendur. Á móti kemur að raforkufyrirtæki þurfa að greiða gjald, svonefnt ábyrgðagjald, til hins opinbera, sem ætlað er að mæta væntum útgjöldum hins opinbera vegna ábyrgðanna. Ef þetta gjald endurspeglar þá auknu áhættu sem hið opinbera verður fyrir vegna ábyrgðanna eru áhrif ábyrgðanna hverfandi á þjóðhagslegan ábata verkefnisins. Hins vegar, ef gjaldið endurspeglar ekki þessa áhættu, hlýst af því þjóðhagslegur kostnaður.

2.2.5. Varanleg áhrif: samantekt

Varanleg áhrif vegna verkefnisins eru tekin saman í töflu 2.4 auk þess sem tilgreint er hvort tekið sé tillit til þeirra í útreikningunum í kafla 3:

Tafla 2.4. Vænt varanleg áhrif verkefnisins		
<i>Áhrif á notkunartíma strengs</i>		
	Vænt áhrif á þjóðhagslegan ábata verkefnis	Tekið tillit til í útreikningunum í kafla 3?
Framleiðsluáhrif	+	Að hluta
þ.a. ruðningsáhrif v/ herra raungengis	-	Já
þ.a. ruðningsáhrif v/ herra raforkuverðs	0/-	Nei
Áhrif v/ sveiflujöfnunar og betri nýtingar auðlindar	+	Já
Áhrif vegna náttúrauðlinda	-	Nei
Áhrif vegna opinberra ábyrgða	0/-	Nei

Eins og sjá má af töflunni má gera ráð fyrir að varanleg áhrif á framleiðslu verði jákvæð þó svo að áhrif mögulegrar hækkunar raforkuverðs og raungengis á aðrar atvinnugreinar en framleiðslu raforku leiði til þess að aukning framleiðslu í hagkerfinu verði minni en ella.

Mikilvægt er að hafa í huga að útreikningarnir í kafla 3 taka ekki tillit til (i) neikvæðra áhrifa mögulegrar hækkunar raforkuverðs á framleiðslu í öðrum greinum en raforku, (ii) kostnaðar vegna nýtingar náttúruauðlinda og (iii) mögulegs kostnaðar vegna ábygðra hins opinbera. Þessir þættir geta haft veruleg áhrif á niðurstöður útreikninganna og eingöngu sleppt vegna þess að þeir falla utan ramma þessa verkefnis en ekki vegna þess að þeir séu endilega léttvægari fyrir þjóðhagslega arðsemi. 2.3. Fjárfesting innlendra aðila í strengnum

Umfjöllunin að framan byggir á því að sæstrengurinn og umbreytistöðvarnar Íslands- og Bretlandsmegin verði almennt fjármagnaður af erlendum aðilum. Verði strengurinn að hluta til í innlendri eigu og/eða fjármagnaður með innlendu lánsfé myndu tímabundin áhrif þess verða þau að gengi krónunnar myndi lækka þar sem eftirspurn eftir erlendum gjaldeyri myndi aukast, sem myndi síðan hafa áhrif á innlendar hagstærðir eins og fjallað er um í kafla 2.1. Varanleg áhrif slíkrar fjárfestingar eru jákvæð fyrir innlendan efnahag ef ákvörðun um fjárfestingu í strengnum er tekin á skynsamlegan hátt með arðsemi og dreifingu áhættu að leiðarljósi. Hins vegar er athugunarefni hvort fjárfesting innlendra aðila í strengnum geti samrýmst skynsamlegri ákvörðun um áhættudreifingu þar sem gera má ráð fyrir að sterk jákvæð fylgni sé á milli sumra stórra áfalla í íslensku hagkerfi og arðsemi strengsins. Sem dæmi um þetta má nefna bilanir í strengnum eða náttúruhamfarir sem myndu draga úr raforkuframleiðslu innanlands og leiða til minni raforkuflutnings um strenginn og þar af leiðandi minni arðsemi strengsins.

Sá möguleiki er fyrir hendi að íslensk stjórnvöld sækist eftir því að eignarhald á strengnum falli t.d. að hálfu leiti Landsneti til eignar að ákveðnum tíma liðnum. Slík fjármögnunarmódel eru þekkt þar sem framkvæmdaraðilinn sækist eftir sérleyfi á rekstrartímanum s.s. Hvalfjarðargöng og nefnast BOT-fjármögnun (e. Build Operate Transfer). Margar útfærslur eru mögulegar á fjármögnun og eignarhaldi strengsins með mögulegri aðkomu innlendra aðila. Frekari rannsóknir þyrftu að fara fram á öðrum möguleikum með aðkomu innlendra aðila til þess að meta hin þjóðhagslegu áhrif.

Komi innlendir aðilar að fjármögnun verkefnisins má vel hugsa sér að Landsnet komi að slíku verkefni og/eða t.d. lífeyrissjóðir. Líkt og í öllum fjárfestingarverkefnum þarf að veða saman áhættu og arðsemi í þessu verkefni. Ef arðsemin er metin nægjanlega há miðað við áhættuna

getur það verið þjóðhagslega hagkvæmt fyrir innlenda aðila að leggja í fjárfestinguna. Eins og áður hefur komið fram er mögulegt að útfæra samninga á þann veg að strengurinn falli innlendum aðilum í skaut eftir fyrirframákveðinn tíma. Að sama skapi er mögulegt að innlendir aðilar fari í samstarf með erlendum aðilum og eignarhald verði sameiginlegt. Margvíslegar útfærslur eru þar af leiðandi mögulegar þegar kemur að aðkomu innlendra aðila.

Ein röksemd fyrir innlendri eignaraðild að strengnum er að innlendir aðilar hafi með henni eitthvað að segja um notkun strengsins. Innlendir aðilar þurfi að leggja í miklar fjárfestingar í virkjunum vegna verkefnisins og eignaraðild að strengnum tryggji betur að strengurinn verði notaður með hagsmuni innlendra aðila að leiðarljósi. Til dæmis geti eigendur strengsins ekki tekið einhliða ákvörðun að hætta að flytja raforku til og frá Íslandi um strenginn. Við þessa röksemdarfærslu er tvennt að athuga. Í fyrsta lagi þarf að hafa í huga að eigendur strengsins munu ekki geta notað hann til neins annars en að flytja raforku milli Íslands og Bretlands og þar af leiðandi ekki fengið tekjur af notkun hans á annan hátt. Erlendir eigendur strengsins myndu því alltaf sjá sér hag í að selja innlendum aðilum aðgang að strengnum. Í öðru lagi er hættan á að flutningur á raforku um strenginn leggist af og þjóðarþúið fái ekki þá arðsemi sem vænst er vegna fjárfestingar í virkjunum innanlands fyrst og fremst til komin vegna möguleikans á að breskir raforkukaupendur hætti viðskiptum við Ísland. Komi sú staða upp mun innlend eignaraðild að strengnum ekki skipta neinu máli fyrir það hversu mikilla tekna innlent þjóðarþúi nær að afla vegna fjárfestingar í virkjunum innanlands. Innlend fjármögnun strengsins myndi leiða til verri niðurstöðu fyrir íslenskt þjóðarþúi í slíku tilviki þar sem tap yrði á fjárfestingu í strengnum hvort sem slíkt væri í formi lánsfjár eða beinnar eignaraðildar.

2.4. Samanburður á arðsemi í sölu raforku til stóriðju eða um sæstreng

Til þess að leggja mat á hvort þjóðhagslegur ábati af sölu raforku um sæstreng sé meiri eða minni en af sölu raforku til stóriðju skal í fyrsta lagi hafa í huga að til þess að selja sama magn af raforku til stóriðju og um sæstreng þarf mun meiri fjárfestingu í virkjunum vegna sölu til stóriðju þar sem varafli þarf að vera til staðar í kerfinu ef ekki verður af tengingu við erlendan raforkumarkað. Í öðru lagi má gera ráð fyrir að nettó tekjur af sölu raforku um strenginn verði mun meiri en tekjur af sölu til stóriðju.⁵ Í þriðja lagi má gera ráð fyrir að kostnaður vegna nýtingar náttúruauðlinda verði meiri af sölu til stóriðju þar sem byggja þarf fleiri og/eða stærri

⁵ Sem dæmi má nefna að verð á raforku til iðnaðar var 26,2 bandaríkjadóllarar fyrir hverja MWst á árinu 2012 (sjá Landsvirkjun, 2013), eða rúmlega 3.400 krónur, á meðan gert er ráð fyrir að nettó tekjur vegna sölu á raforku um sæstreng, þ.e. söluverðmæti að frádregnum kostnaði fyrir afnot af sæstrengnum, verði í kringum 9.200 krónur fyrir hverja MWst (sjá sviðsmynd B í töflu 3.3 í kafla 3)..

virkanir vegna varaafliþarfarnnar auk þess sem nýta þarf landsvæði undir stóriðju. Í fjórða lagi mágera ráð fyrir að fleiri og betur launuð störf innanlands leiði af sölu á raforku til stóriðju auk þess sem óbein áhrif fjárfestingarinnar á hagkerfið verði meiri þar sem ýmis konar atvinnustarfsemi þrífst vel í kringum stóriðju.⁶ Áhrif þessara þátta á þjóðhagslegan ábata hvors verkefnis eru borin saman í eftirfarandi töflu:

Tafla 2.5. Sæstrengur og stóriðja

<i>Sala á rafmangi</i>	Fjárfesting	Tekjur	Auðlinda-kostnaður	Störf og óbein áhrif
Um sæstreng	minni	meiri	minni	minni
Til stóriðju	meiri	minni	meiri	meiri

Eins og sjá má af töflunni er því óljóst hvort þjóðhagslegur ábati af sölu raforku um sæstreng sem meiri eða minni en sölu til stóriðju. Til þess að unnt sé að segja til um hvort sé arðbærara út frá þjóðhagslegu sjónarmiði eru frekari rannsóknir nauðsynlegar.

2.5. Frekari rannsóknir

Af umfjölluninni í þessum kafla er ljóst að útreikningarnir í kafla 3 taka aðeins tillit til hluta þeirra áhrifa sem nauðsynlegt er að skoða þegar þjóðhagslegur ábati verkefnisins er kannaður og hann borinn saman við aðra mögulega nýtingu virkjanakosta. Því er nauðsynlegt að ráðast í frekari rannsóknir til þess fá nákvæmara mat á þessu. Þessar rannsóknir eru helstar:

- Áhrif verkefnis á raforkuverð innanlands og hagkvæmasta ráðstöfun hagnaðar af sölu raforku um sæstrenginn.
- Tímabundin byggðaáhrif og þjóðhagsleg áhrif þeirra.
- Þjóðhagslegur kostnaður vegna nýtingar náttúruauðlinda.
- Áhrif ábyrgða hins opinbera á lánskjör þess og þjóðhagslegur kostnaður sem af því hlýst.
- Ábati og kostnaður af þátttöku innlendra aðila í fjármögnun sæstrengsins.
- Samanburður á þjóðhagslegum ábata þess að selja raforku um sæstreng miðað við að selja orkuna til framleiðslu innanlands.

⁶ Sjá umfjöllun um beint og óbeint framlag áliðnaðar til landsframleiðslu í Hagfræðistofnun (2011).

Heimildir

Byggðarannsóknarstofnun Íslands (2010). *Rannsókn á samfélagsáhrifum álvers- og virkjunarframkvæmda á Austurlandi*, rannsóknarskýrsla nr. 9.

Hagfræðistofnun (2011). *Beint og óbeint framlag áliðnaðar til landsframleiðslu*, skýrsla nr. C11:06.

Landsvirkjun (2013). *Árskýrsla Landsvirkjunar 2012*.

<http://www.landsvirkjun.is/Arsskyrsla2012>

Sjónarrönd (2013). *Mat á arðsemi Orkusölu til stóriðju*, önnur áfangaskýrsla.

Kafli 3. Mat á þjóðhagslegum áhrifum sæstrengs

Í þessum kafla er fjallað um áhrif lagningar sæstrengs, og sölu rafmagns í gegnum hann á erlenda markað, á innlent hagkerfi. Í þessu felst að gerð er grein fyrir:

- (i) áætluðum útgjöldum og fjárfestingum vegna lagningar sæstrengs, þ.m.t. vegna sæstrengs og umbreytistöðva, virkjana og flutningskerfis raforku,
- (ii) áætluðu nettó tekjuflæði sem sala á rafmagni á erlendan markað leiðir af sér,
- (iii) líklegum áhrifum af útgjöldum, fjárfestingum og tekjum í (i) og (ii) á innlendar þjóðhagsstærðir eins og t.d. raungengi, verðbólgu, vexti, vinnuafslnotkun, hagvöxt og
- (iv) áætlaðri þjóðhagslegri arðsemi verkefnisins.

Byrjað er á að gera grein fyrir þeim forsendum sem liggja að baki útreikningunum í kaflanum. Síðan er gerð grein fyrir áætluðum útgjöldum og nettó tekjum sem hljótast af verkefninu og fjallað um áhrif þeirra á helstu hagstærðir. Að lokum er fjallað um þjóðhagslega arðsemi verkefnisins. Mikilvægt er að hafa í huga í þeirri umfjöllun sem á eftir fer, sérstaklega við mat á þjóðhagslegri arðsemi, að ýmsa mikilvæga þætta vantar í útreikninga eins fjallað er um í kafla 2 auk þess sem mikil óvissa ríkir um margar forsendur.

3.1. Forsendur

Mikil óvissa ríkir um þær forsendur sem nauðsynlegt er að notast við til þess að meta þjóðhagsleg áhrif sæstrengsins. Til dæmis ríkir óvissa um raforkuverð, fjármögnun á strengnum og útfærslu á viðskiptalíkanu. Öll þessi atriði geta gjörbreytt niðurstöðum í þjóðhagslegu mati á áhrifum sæstrengsins.

Forsendur að baki útgjalda-, fjárfestingar- og tekjuferlum vegna verkefnisins eru alfarið mat Hagfræðistofnunar, og er þetta mat byggt á samtölum við starfsmenn Landsvirkjunar og Landsnets, gögnum sem kynnt voru á ársfundi Landsvirkjunar 21. mars 2013⁷ og reynslu af erlendum sæstrengsverkefnum. Helstu forsendurnar eru eftirfarandi:

1. Strengur og umbreytistöðvar

- 1.1. Undirbúnings- og framkvæmdavinna tekur átta ár þar sem fyrstu þrjú árin fara í undirbúning (hér eftir kallað undirbúningstími), strengurinn er síðan lagður á fimm árum (hér eftir kallað framkvæmdatími) og umbreytistöðvar settar upp á síðustu þremur árum framkvæmdatímans.⁸ Að undirbúnings- og framkvæmdatíma liðnum er strengurinn tekinn í notkun (hér eftir kallað notkunartími).

⁷ Sjá Hörður Arnarson (2013).

⁸ Þetta er sami framkvæmdatími og gert er ráð fyrir í skýrslu Valdimars K. Jónssonar og Skúla Jóhannssonar (2013).

- 1.2. Útgjöld vegna undirbúnings eru 20-50 milljónir evra á verðlagi ársins 2013 og dreifast jafnt á undirbúningstímamann.⁹ Undirbúningsvinnan felst meðal annars í rannsóknum á hafsbótningum, hönnunartöðum og viðskiptaþróun. Af þessum útgjöldum eru 22,5% innlend.
- 1.3. Strengurinn og umbreytistöðvarnar eru alfarið fjármagnaðar af erlendum aðilum. Aðeins umbreytistöð Íslandsmegin strengsins er innlend fjárfesting og telst til innlendra útgjalda. Af þeirri fjárfestingu er gert ráð fyrir að 50% hennar fari beint í innflutning, t.d. á tæknibúnaði.
- 1.4. Sæstrengurinn er 700-900 MW og 1000-1200 km langur.
- 1.5. Útgjöldum vegna strengs er dreift jafnt yfir framkvæmdatímamann og útgjöldum vegna umbreytistöðva er dreift jafnt yfir síðustu þrjú ár framkvæmdatímans. Gert er ráð fyrir að verkefnastaða strengfyrirtækja, þ.e. fyrirtækja sem framleiða og leggja strenginn, hafi áhrif á kostnað vegna strengsins á þann veg að ef hún er slæm fáist allt að 30% afsláttur af strengnum og lagningu hans en allt að 30% álag leggist ofan á kostnaðinn ef hún er góð.
- 1.6. Árlegur rekstrar- og viðhaldskostnaður¹⁰ vegna strengsins á notkunartíma hans er 1,75% af útgjöldum vegna framkvæmda við hann (fjárfestingu).¹¹ 1,75% af útgjöldum vegna umbreytistöðvar Íslandsmegin strengsins eru því árleg innlend útgjöld á notkunartíma hans. Af þessum útgjöldum fara 50% beint í innflutning, t.d. á tæknibúnaði.

2. Virkjanir

- 2.1. Reisa þarf virkjanir til að framleiða 3 TWst af rafmagni á ári vegna verkefnisins. Þar af gefa vatnsaflsvirkjanir 0,75 TWst, jarðvarmavirkjanir 1,5 TWst og vindmyllur 0,75 TWst.
- 2.2. Byggingarkostnaður er 2,5-3,1 milljónir bandaríkjadala á verðlagi ársins 2013 á hvert MW uppsetts aflu fyrir vatnsaflsvirkjanir, 2,6-3,2 milljónir fyrir jarðvarmavirkjanir og 1,35-1,65 fyrir vindmyllur.
- 2.3. Nýtingartími vatnsaflsvirkjana er 79%, jarðvarmavirkjana 94% og vindmylla 45%.
- 2.4. Af útgjöldum vegna byggingar vatnsaflsvirkjana fara 40% beint í innflutning, 60% af útgjöldum vegna jarðvarmavirkjana og 80% vegna vindmylla.
- 2.5. Fjögur ár tekur að reisa vatnsafls- og jarðvarmavirkjanir og er útgjöldum vegna þeirra framkvæmda dreift jafnt á síðustu fjögur ár framkvæmdatímans. Tvö ár tekur að reisa vindmyllur og er útgjöldum vegna þeirra dreift jafnt á síðustu tvö ár framkvæmdatímans.

⁹ Í þessari upptalningu eru upphæðir gefnar upp í mismunandi myntum í samræmi við frumheimildir. Í útreikningunum í köflum 3.2-3.4 eru allar upphæðir í íslenskum krónum.

¹⁰ Viðhaldskostnaðurinn er sá kostnaður sem leggja þarf í til þess að strengurinn haldi framleiðslugetu sinni og er nátengdur líftíma hans. Sem dæmi má nefna að ef líftími strengsins er 50 ár þá er viðhaldskostnaður hans $1/50 = 0,02 = 2\%$ á ári af útgjöldum vegna strengsins.

¹¹ Þetta er sama hlutfall og notað er í skýrslu Valdimars K. Jónssonar og Skúla Jóhannssonar (2013).

- 2.6. Árlegur rekstrar- og viðhaldskostnaður vegna vatnsaflsvirkjana á notkunartímanum er 3,5% af útgjöldum vegna framkvæmda við þær, 6% á ári vegna jarðvarmavirkjana og 8% vegna vindorkuvirkjana.¹² Af þessum útgjöldum fara 10% beint í innflutning.
3. *Flutningskerfi raforku*
- 3.1. Útgjöld vegna framkvæmda við flutningskerfi raforku samhliða lagningu sæstrengs hljóða upp á 20-60 milljarða íslenskra króna á verðlagi ársins 2013.
- 3.2. Landsnet hefur í hyggju að fara út í viðamiklar fjárfestingar í flutningskerfi sínu á næstu áratugum. Verði ekki farið í lagningu sæstrengsins er miðað við að þær fjárfestingar komi til framkvæmda jafnt á næstu 20 árum. Verði hins vegar farið í lagningu strengsins er fjárfestingunni flýtt og útgjöldum vegna hennar dreift jafnt á framkvæmdatímann.
- 3.3. Af útgjöldum vegna þessara framkvæmda fer 50% beint í innflutning.
- 3.4. Árlegur rekstrar- og viðhaldskostnaður flutningskerfisins er 1,75% af útgjöldum vegna framkvæmda við það. Af þessum útgjöldum fara 50% beint í innflutning.
4. *Tekjur og kostnaður vegna notkunar sæstrengs*
- 4.1. Nettó útflutningur á raforku um strenginn verður 5 TWst á ári að meðaltali þar sem 3 TWst fást með nýjum virkjunum og 2 TWst fást með því að nota ónýtta orku sem er í kerfinu. Gert er ráð fyrir að 0,4 TWst tapist í flutningum um strenginn.
- 4.2. Við ákvörðun á raforkuverði sem hérlend vinnslufyrirtæki fá fyrir raforku sína í Bretlandi er litið til spáa breskra aðila fyrir árin 2020-2030. Slík nálgun er valin vegna þess tíma sem tekur að leggja strenginn auk þess sem vænta má að vilji breskra stjórnvalda til greiðslu fyrir hina endurnýjanlegu íslensku raforku byggist á samburði við t.d. breska endurnýjanlega orku. Meðalverð sem hérlend vinnslufyrirtæki fá fyrir hverja MWst sem þau selja af raforku um strenginn eftir að hann er tekinn í notkun til Bretlands er 94-130 evrur á verðlagi ársins 2013 (sjá umfjöllun í viðauka). Þetta verð er hærra heldur en spáð meðalverð skv. mynd V3 þar sem litið er til verðsveiflna innan ársins (sjá mynd V4) og gert ráð fyrir að sveigjanleiki vatnsaflsvirkjana hérlendis verði nýttur til þess að selja raforku þegar raforkuverðið er hátt í Bretlandi.
- 4.3. Flutningskostnaður er ákvarðaður með því að líta til árlegs raunvaxtakostnaðar og rekstrar og viðhaldskostnaðar vegna strengs og umbreytistöðva. Gert er ráð fyrir að árlegur raunvaxtakostnaður verði 6-10% af útgjöldum vegna undirbúnings og framkvæmda við hann og rekstrar- og viðhaldskostnaður 1,75% af útgjöldum vegna framkvæmda eins og áður segir.¹³ Hér er notast við svokallaðan veginn fjármagnskostnað (e. weighted average cost of capital) og er því bæði tekið tillit til vaxtakostnaðar vegna lána og ávöxtunarkröfu eigin fjár. Í öllum tilvikum er gert ráð fyrir að fjárfestar nái ávöxtunarkröfu sinni á eigið fé og þar af leiðandi viðunandi

¹² Athugið að þessar tölur taka tillit til rekstrar- og viðhaldskostnaðar þar sem viðhaldskostnaður er í samræmi við áætlaðan líftíma viðkomandi virkjana (sjá neðanmálsgrein hér að framan).

¹³ Brattle Group (2004) var ráðgjafi stjórnvalda í Hollandi og taldi að veginn fjármagnskostnaður fyrir NorNed strenginn skyldu vera 8,0-12,2%, aðrir ráðgjafar ákvörðuðu fjármagnskostnaðinn 9%. Statnett (2004) leggur til að notast verði við 6% raunvexti og tekur fram að í umsókn sinni til yfirvalda í Noregi hafi sú tala verið notuð þar. TenneT (2004) telur að rétt sé að miða við 5,8-6,8% vexti. Fyrir East-West sæstrenginn milli Wales og Írlands er gert ráð fyrir að fjármagnskostnaður sé 5,75% (CER, 2012).

arðsemi. Hver ávöxtunarkrafa fjárfesta verður ef af lagningu sæstrengs verður er með öllu óljóst en hér er byggt á mati annarra fjárfestinga í sambærilegum rekstri.

Ekki liggur fyrir hvernig ákvörðun um greiðslur til rekstraraðila strengsins fyrir afnot af strengnum verður háttáð. Í útreikningunum sem á eftir koma eru því greiðslur fyrir notkun strengs áætlaðar þannig að þær nægi til að greiða viðhalds- og rekstrarkostnað ásamt fjármagnskostnað vegna lána og eigin fjár vegna strengs og umbreytistöðva til langs tíma litið.

Þau verð sem gert er ráð fyrir að fáist fyrir þá orku sem seld er um strenginn gera ráð fyrir stuðningi breskra stjórnvalda við endurnýjanlega orku. Ef ekki verður af þessum stuðningi má gera ráð fyrir að það verð sem fæst fyrir orkuna verði á bilinu 98 – 113 evrur fyrir hverja MWst. Um þetta er nánar fjalla í viðauka.

Í umfjölluninni sem á eftir fer eru settar fram þrjár sviðsmyndir, sviðsmyndir A, B og C, til þess að unnt verði að segja til um á hvaða bili líklegt er að þjóðhagslegur ábati verkefnisins verði:

	A	B	C
Útgjöld vegna undirbúnings, framkvæmdar og rekstrar	minnst	meðal	mest
Verð á raforku sem er seld um strenginn	hæst	meðal	lægst
Greiðslur fyrir notkun á streng	lægstar	meðal	hæstar

Sviðsmyndirnar eru settar saman út frá rekstrarhagfræðilegu sjónarmiði, þ.e. ekki er tekið tillit til áhrifa verkefnisins á aðrar hagstærðir, þar sem gera má ráð fyrir að arðsemi verkefnisins verði mest í sviðsmynd A, næst mest í sviðsmynd B og minnst í sviðsmynd C.

Í töflu 3.2 á næstu blaðsíðu er sýnt hvaða forsendur eru mismunandi og hvernig þær eru mismunandi eftir sviðsmyndum.¹⁴

3.2. Útgjöld og tekjur

Útgjöld og tekjur vegna verkefnisins eru áætlaðar úr frá forsendunum í kafla 3.1. Í töflu 3.3 eru sýndar áætlaðar heildarupphæðir vegna undirbúnings og framkvæmda vegna verkefnisins.¹⁵

¹⁴ Í upptalningunni eru upphæðir gefnar upp í mismunandi myntum í samræmi við frumheimildir. Í útreikningunum í köflum 3.2-3.4 eru allar upphæðir í íslenskum krónum.

Rétt er að benda á að heildarupphæð vegna fyrirhugaðra framkvæmda við flutningskerfi raforku er óháð því hvort strengurinn verði lagður eða ekki, aðeins tímasetning framkvæmdanna breytist ef ráðist verður í verkefnið eins og fjallað er um í umfjölluninni um forsendurnar í kafla 3.1.

Erlend útgjöld eru 77,5% af útgjöldum vegna undirbúnings ásamt útgjöldum vegna lagningar sæstrengsins og byggingar umbreytistöðvar í Bretlandi. Önnur útgjöld eru innlend og skiptast í innlenda eftirspurn og innflutning.

Tafla 3.2. Sviðsmyndir og forsendur

<i>Forsendur (liður í forsendum)</i>	A	B	C
Útgjöld v/ undirbúnings fyrir streng (liður 1.2)	20 m. EUR	35 m. EUR	50 m. EUR
Flutningsgeta strengs (liður 1.4)	700 MW	800 MW	900 MW
Lengd strengs (liður 1.4)	1000 km.	1100 km	1200 km.
Afsláttur (-)/álag (+) vegna stöðu strengfyrirtækja (liður 1.5)	-30%	0	+30%
Byggingarkostnaður vegna vatnsaflsvirkjana (liður 2.2)	2,5 m. USD	2,8 m. USD	3,1 m. USD
Byggingarkostnaður vegna jarðvarmavirkjana (liður 2.2)	2,6 m. USD	2,9 m. USD	3,2 m. USD
Byggingarkostnaður vegna vindmylla (liður 2.2)	1,35 m. USD	1,5 m. USD	1,65 m. USD
Útgjöld v/ framkvæmda við flutningskerfi (liður 3.1)	20 ma. ISK	40 ma. ISK	60 ma. ISK
Meðalverð á hverja MWst (liður 4.2)	130 EUR	112 EUR	94 EUR
Fjármagnskostnaður (raun) fyrir streng (liður 4.3)	6%	8%	10%

Tafla 3.3. Útgjöld vegna undirbúnings og framkvæmda

Allar tölur eru í milljörðum íslenskra króna á verðlagi ársins 2013

	Sviðsmynd A															Sviðsmynd B					Sviðsmynd C				
	Innlent					Erlent	Innlent					Erlent	Innlent					Erlent							
	þ.a. innlend eftirspurn	þ.a. innflutt	Samtals				þ.a. innlend eftirspurn	þ.a. innflutt	Samtals				þ.a. innlend eftirspurn	þ.a. innflutt	Samtals										
Sæstrengur og umbreytistöðvar	5	5	10	160	170	8	7	16	262	278	12	10	22	386	408										
Virkjanir	48	71	118	0	118	53	78	132	0	132	58	86	145	0	145										
Flutningskerfi raforku	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0										
Samtals	53	75	128	160	288	61	86	147	262	409	70	97	167	386	553										

¹⁵ Athugið að á sumum stöðum passa samanlagðar tölur ekki við þær tölur sem lagðar eru saman. Það er vegna þess að tölurnar eru námundaðar og því myndast þessi mismunur.

Samkvæmt sviðsmynd B má gera ráð fyrir að í meðallagi verði heildarútgjöld vegna verkefnisins 409 milljarðar íslenskra króna á verðlagi ársins 2013.¹⁶ Þar af eru útgjöld innanlands 147 milljarðar og fara 61 milljarður af því í innlenda eftirspurn. Ef litið er til allra þriggja sviðsmyndanna má gera ráð fyrir að heildarumsvif vegna verkefnisins verði á bilinu 288 til 553 milljarðar króna, innlend útgjöld á bilinu 128 til 167 milljarðar og þar af verði innlend eftirspurn 53 til 70 milljarðar íslenskra króna á verðlagi ársins 2013.

Tafla 3.4 sýnir heildarútgjöld eftir árum og skiptingu þeirra í innlend og erlend útgjöld, annars vegar, og skiptingu innlendra útgjalda í innlenda eftirspurn og innflutning, hins vegar:

Tafla 3.4. Heildarútgjöld vegna lagningar sæstrengs: Ísland og Bretland																
Allar tölur eru í milljóðum íslenskra króna á verðlagi ársins 2013																
		Sviðsmynd A					Sviðsmynd B					Sviðsmynd C				
Stig	Tími	Innlent			Erlent	Samtals	Innlent			Erlent	Samtals	Innlent			Erlent	Samtals
		þ.a. innlend eftirspurn	þ.a. innflutt	Samtals			þ.a. innlend eftirspurn	þ.a. innflutt	Samtals			þ.a. innlend eftirspurn	þ.a. innflutt	Samtals		
Undirb.	T-8	0	-1	-1	1	0	-1	-1	-2	1	0	-1	-2	-2	2	0
	T-7	0	-1	-1	1	0	-1	-1	-2	1	0	-1	-2	-2	2	0
	T-6	0	-1	-1	1	0	-1	-1	-2	1	0	-1	-2	-2	2	0
	T-5	2	2	3	30	33	3	3	6	49	55	5	5	9	72	81
	T-4	12	13	25	30	55	15	16	30	49	79	17	19	36	72	108
	T-3	13	15	28	33	61	17	18	35	53	89	21	22	42	79	121
Notkun	T-2	16	27	43	33	76	20	32	52	53	105	24	37	61	79	140
	T-1	16	27	43	33	76	20	32	52	53	105	24	37	61	79	140
	T	6	0	6	3	9	6	0	6	5	11	6	0	6	7	13
	T+1	6	0	6	3	9	6	0	6	5	11	6	0	6	7	13
	T+2	6	0	6	3	9	6	0	6	5	11	6	0	6	7	13
	T+3	6	0	6	3	9	6	0	6	5	11	6	0	6	7	13
	T+4	6	0	6	3	9	6	0	6	5	11	6	0	6	7	13
	T+5	6	0	6	3	9	6	0	6	5	11	6	0	6	7	13
	T+6	6	0	6	3	9	6	0	6	5	11	6	0	6	7	13
	T+7	6	0	6	3	9	6	0	6	5	11	6	0	6	7	13
	T+8	6	0	6	3	9	6	0	6	5	11	6	0	6	7	13
	T+9	6	0	6	3	9	6	0	6	5	11	6	0	6	7	13
	T+10	6	0	6	3	9	6	0	6	5	11	6	0	6	7	13
	T+11	6	0	6	3	9	6	0	6	5	11	6	0	6	7	13
	T+12	6	1	7	3	10	7	1	8	5	12	8	1	9	7	15
	T+13	6	1	7	3	10	7	1	8	5	12	8	1	9	7	15
	T+14	6	1	7	3	10	7	1	8	5	12	8	1	9	7	15
	T+15	6	1	7	3	10	7	1	8	5	12	8	1	9	7	15
	T+16	6	1	7	3	10	7	1	8	5	12	8	1	9	7	15
	T+17	6	1	7	3	10	7	1	8	5	12	8	1	9	7	15
T+18	6	1	7	3	10	7	1	8	5	12	8	1	9	7	15	
T+19	6	1	7	3	10	7	1	8	5	12	8	1	9	7	15	
T+20	6	1	7	3	10	7	1	8	5	12	8	1	9	7	15	

Gert er ráð fyrir að framkvæmdir vegna flutningskerfis raforku dreifist á næstu 20 ár ef ekki verður af lagningu strengsins. Ef strengurinn verður lagður er gert ráð fyrir að framkvæmdir vegna flutningskerfisins verði á framkvæmdatímanum. Áhrif verkefnisins á útgjöld vegna framkvæmda við flutningskerfið eru því neikvæð á undirbúnings- og notkunartímanum en meiri sem því nemur á framkvæmdatímanum. Innlend útgjöld á undirbúningstímabilinu eru af þessum sökum neikvæð. Útgjöld á notkunartímanum eru vegna rekstrar- og viðhaldskostnaðar

¹⁶ Gert er ráð fyrir að föstu gengi íslensku krónunnar og miðað við gengisskráningu Seðlabanka Íslands í apríl/maí 2013.

sæstrengs, umbreytistöðva, virkjana og flutningskerfis raforku að frádregnum útgjöldum vegna framkvæmda við flutningskerfi raforku á Íslandi sem falla til á notkunartímanum ef ekki verður af lagningu sæstrengsins. Eins og við er að búast er gert ráð fyrir að útgjöld verði mest á framkvæmdatímanum.

Nauðsynlegt er að áætla tekjur og hagnað af raforkusölunni. Í slíkri áætlun er notast við mat á raforkuverði ásamt mati á raunvaxta-, rekstrar- og viðhaldskostnaði vegna strengsins. Greiðslur fyrir flutning raforkunnar um sæstrenginn eru miðaðar við að fjárfestar nái þeirri arðsemi á fjárfestingu sinni eins og áður hefur verið lýst. Í eftirfarandi töflu eru sýndar áætlaðar tekjur vegna notkunar strengs ásamt áætluðum greiðslum fyrir notkun hans:

Tafla 3.5. Árlegar tekjur af og greiðslur fyrir notkun sæstrengs á notkunartímanum: Ísland
Allar tölur eru í milljörðum íslenskra króna á verðlagi ársins 2013

Sviðsmynd A			Sviðsmynd B			Sviðsmynd C		
Tekjur	Greiðslur	Nettó	Tekjur	Greiðslur	Nettó	Tekjur	Greiðslur	Nettó
91	15	76	79	33	46	66	62	4

Samkvæmt sviðsmynd B má gera ráð fyrir tekjur af notkun strengsins verði í meðallagi 79 milljarðar íslenskra króna á verðlagi ársins 2013 og greiðslur fyrir notkun hans verði í meðallagi 33 milljarðar. Áætlaðar nettó útflutningstekjur vegna notkunar strengsins eru því í meðallagi 46 milljarðar íslenskra króna á ári.

Áætlaðar árlegar útflutningstekjur af notkun strengsins eru mestar 91 milljarður á ári og greiðslur fyrir notkun hann lægst 15 milljarðar. Áætlaðar hæstu nettó útflutningstekjur af notkun strengsins eru því 76 milljarðar króna á ári. Áætlaðar árlegar útflutningstekjur eru lægst 66 milljarðar og hæstu greiðslur fyrir notkun strengsins 62 milljarðar. Áætlaðar lægstu nettó útflutningstekjur af notkun strengsins eru því 4 milljarðar íslenskra króna á ári á verðlagi ársins 2013. Af þessu má draga þá ályktun að áætlaðar nettó útflutningstekjur af notkun strengsins verði á bilinu 4 til 76 milljarðar á ári.

Vert er að ítreka að mikil óvissa er falin í þeim sviðsmyndum sem hér hafa verið fram settar. Veigamikil atriði líkt og þau kjör sem bjóðast fyrir raforku, fjármögnun strengsins, og viðskiptalíkan strengsins eru mikilli óvissu háð. Til þess að taka tillit til þessarar óvissu eru þrjár sviðsmyndir settar fram. Eina leiðin til þess að fá betri vitneskju um óvissuatriðin er að ganga til samninga við bresk stjórnvöld og hugsanlega fjárfesta. Áður en þeim viðræðum er lokið ríkir óhjákvæmilega óvissa um ýmsar lykilforsendur verkefnisins.

3.3. Áhrif á innlendar hagstærðir

Eins og fjallað er um í kafla 2 má gera ráð fyrir að lagning sæstrengs hafi margvísleg efnahagsleg áhrif. Til þess að leggja mat á þessi áhrif er almennt jafnvægislíkan notað,¹⁷ en með því er unnt að greina áhrif útgjalda og fjárfestinga á undirbúnings- og framkvæmdatíma verkefnisins og nettó tekjuflæðis af sölu raforku um strenginn á notkunartíma hans á hinar ýmsu hagstærðir.

Líkanið er hermt fyrir sviðsmyndirnar þrjár sem fjallað er um að framan og gefa niðurstöðurnar mat á muninum á því hvernig viðkomandi efnahagsstærð mun þróast ef ráðist er í verkefnið og hvernig hún þróast ef ekki er ráðist í það:

Tafla 3.6. Áhrif verkefnis á innlendar hagstærðir
% frávik frá langtímaþróun hagkerfisins ef ekki er ráðist í verkefnið

Stig	Tími	Sviðsmynd A					Sviðsmynd B					Sviðsmynd C				
		VLF	Vinnust.	Verðb.	Vextir	Raug.	VLF	Vinnust.	Verðb.	Vextir	Raug.	VLF	Vinnust.	Verðb.	Vextir	Raug.
Framkvæmdir	T-5	0,0	0,0	0,1	0,1	-0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	-0,1	0,1	0,2	0,1	0,2	-0,2
	T-4	0,2	0,4	0,2	0,3	-0,1	0,3	0,5	0,3	0,4	-0,1	0,4	0,6	0,4	0,5	-0,1
	T-3	0,2	0,3	0,4	0,5	-0,1	0,3	0,4	0,4	0,6	-0,1	0,3	0,5	0,5	0,8	-0,2
	T-2	0,5	0,7	0,4	0,7	-0,2	0,6	0,8	0,5	0,9	-0,2	0,7	0,9	0,6	1,0	-0,2
	T-1	0,6	0,8	0,4	0,8	-0,2	0,7	0,9	0,5	0,9	-0,2	0,9	1,1	0,6	1,1	-0,3
Notkun	T	0,3	-0,1	0,2	0,4	0,9	0,6	0,2	0,3	0,4	0,6	1,0	0,7	0,3	0,5	0,1
	T+1	0,3	-0,1	0,0	0,1	1,0	0,5	0,2	0,0	0,1	0,6	0,9	0,7	0,0	0,2	0,2
	T+2	0,2	0,0	0,0	0,0	1,0	0,5	0,3	0,0	0,0	0,7	0,9	0,8	-0,1	0,0	0,2
	T+3	0,3	0,1	0,0	-0,1	1,0	0,5	0,4	0,0	-0,1	0,7	0,9	1,0	-0,1	-0,1	0,2
	T+4	0,3	0,2	0,0	-0,1	1,0	0,5	0,5	0,0	-0,1	0,7	0,9	1,0	0,0	-0,1	0,2
	T+5	0,3	0,2	0,0	0,0	1,0	0,6	0,5	0,0	0,0	0,7	1,0	1,1	0,0	0,0	0,2
	T+6	0,3	0,2	0,0	0,0	1,0	0,6	0,6	0,0	0,0	0,7	1,0	1,1	0,0	0,0	0,2
	T+7	0,4	0,2	0,0	0,0	1,0	0,6	0,6	0,0	0,0	0,7	1,0	1,1	0,1	0,0	0,2
	T+8	0,4	0,2	0,0	0,0	1,0	0,6	0,6	0,1	0,1	0,7	1,1	1,1	0,1	0,1	0,2
	T+9	0,4	0,2	0,0	0,1	1,0	0,6	0,6	0,1	0,1	0,7	1,1	1,1	0,1	0,1	0,2
	T+10	0,4	0,2	0,0	0,1	1,0	0,7	0,6	0,1	0,1	0,7	1,1	1,1	0,1	0,1	0,2
	T+11	0,4	0,2	0,0	0,0	1,0	0,7	0,6	0,0	0,1	0,7	1,1	1,1	0,1	0,1	0,2
	T+12	0,4	0,2	0,0	0,0	1,0	0,7	0,6	0,0	0,1	0,7	1,1	1,1	0,0	0,1	0,2
	T+13	0,4	0,2	0,0	0,0	1,0	0,7	0,6	0,0	0,0	0,7	1,1	1,1	0,0	0,1	0,2
	T+14	0,4	0,2	0,0	0,0	1,0	0,7	0,6	0,0	0,0	0,7	1,1	1,1	0,0	0,0	0,2
	T+15	0,4	0,2	0,0	0,0	1,0	0,7	0,6	0,0	0,0	0,7	1,1	1,1	0,0	0,0	0,2
	T+16	0,4	0,2	0,0	0,0	1,0	0,7	0,6	0,0	0,0	0,7	1,1	1,1	0,0	0,0	0,2
	T+17	0,4	0,2	0,0	0,0	1,0	0,7	0,6	0,0	0,0	0,7	1,1	1,1	0,0	0,0	0,2
	T+18	0,4	0,2	0,0	0,0	1,0	0,7	0,6	0,0	0,0	0,7	1,1	1,1	0,0	0,0	0,2
	T+19	0,4	0,2	0,0	0,0	1,0	0,7	0,6	0,0	0,0	0,7	1,1	1,1	0,0	0,0	0,2
	T+20	0,4	0,2	0,0	0,0	1,0	0,7	0,6	0,0	0,0	0,7	1,1	1,1	0,0	0,0	0,2
	T+21	0,4	0,2	0,0	0,0	1,0	0,7	0,6	0,0	0,0	0,7	1,1	1,1	0,0	0,0	0,2
	T+22	0,4	0,2	0,0	0,0	1,0	0,7	0,6	0,0	0,0	0,7	1,2	1,1	0,0	0,0	0,2
	T+23	0,4	0,2	0,0	0,0	1,0	0,7	0,6	0,0	0,0	0,7	1,2	1,1	0,0	0,0	0,2
	T+24	0,4	0,2	0,0	0,0	1,0	0,7	0,6	0,0	0,0	0,7	1,2	1,1	0,0	0,0	0,2
	T+25	0,5	0,2	0,0	0,0	1,0	0,7	0,6	0,0	0,0	0,7	1,2	1,1	0,0	0,0	0,2
	T+26	0,5	0,2	0,0	0,0	1,0	0,7	0,6	0,0	0,0	0,7	1,2	1,1	0,0	0,0	0,2
	T+27	0,5	0,2	0,0	0,0	1,0	0,7	0,6	0,0	0,0	0,7	1,2	1,1	0,0	0,0	0,2
	T+28	0,5	0,2	0,0	0,0	1,0	0,7	0,6	0,0	0,0	0,7	1,2	1,1	0,0	0,0	0,2
	T+29	0,5	0,2	0,0	0,0	1,0	0,7	0,6	0,0	0,0	0,7	1,2	1,1	0,0	0,0	0,2
T+30	0,5	0,2	#REF!	0,0	1,0	0,7	0,6	0,0	0,0	0,7	1,2	1,1	0,0	0,0	0,2	

¹⁷ Líkanið sem hér er notað byggir á DSGE líkani Seðlabanka Íslands (sjá Seneca, 2010)).

Eins og sjá má af töflunni eykst verg landsframleiðsla (VLF) á framkvæmdatímanum, vinnustundum fjölgar, verðbólga eykst, vextir hækka og raungengi lækkar samkvæmt líkaninu. Varanleg áhrif verkefnisins eru á þá leið að framleiðsla eykst, vinnustundum fjölgar og raungengi hækkar samkvæmt líkaninu. Varanleg aukning vergrar landsframleiðslu er 0,5-1,2% í samanburði við langtímaþróun hagkerfisins ef strengurinn verður ekki lagður samkvæmt líkaninu, en það samsvarar 11-27 milljörðum króna á verðlagi ársins 2013.¹⁸

Samkvæmt líkaninu er varanleg aukning vergrar landsframleiðslu meiri í sviðsmynd C en í sviðsmynd A þrátt fyrir að aukning nettó útflutningstekna sé mun meiri í sviðsmynd A. Ástæðan fyrir þessari niðurstöðu er sú að gert er ráð fyrir jafnvægi í utanríkisviðskiptum til langs tíma þannig að útflutningur sé jafn innflutningi. Því meiri sem afgangur verður á utanríkisviðskiptum með sölu á raforku um sæstreng því meira þarf raungengi íslensku krónunnar að hækka til þess að jafnvægi náist í utanríkisviðskiptum og því meira versnar samkeppnisstaða annarra atvinnugreina en raforkuframleiðenda. Þetta leiðir af sér að fjárfesting og framleiðsla í öðrum greinum dregst saman að öðru óbreyttu. Hér er því um ruðningsáhrif að ræða eins og rætt er um í kafla 2.

Niðurstöðurnar í töflu 3.6 sýna að raungengið hækkar mun meira í sviðsmynd A en í sviðsmynd C sem útskýrir af hverju framleiðsluaukning er meiri í sviðsmynd C. Vinna má á móti þessum áhrifum og tryggja meiri framleiðsluaukningu í sviðsmynd A með því að hluti þess afgangis sem verður á viðskiptajöfnuði með sölu á raforku um sæstreng verði notaður til erlendra fjárfestingar eða greiðslu erlendra skulda, en með því yrði minni þrýstingur til hækkunar raungengis og verri samkeppnisstöðu annarra atvinnugreina. Þannig mætti draga úr ruðningsáhrifunum.

3.3. Þjóðhagsleg arðsemi

Við mat á þjóðhaglegri arðsemi verkefnisins verður, eins og áður hefur verið fjallað um, að hafa í huga að ekki er tekið tillit til tímabundinna byggðaáhrifa, mögulegs kostnaðar vegna herra raforkuverðs til annarra atvinnugreina en raforkuframleiðenda, kostnaðar vegna nýtingar náttúruauðlinda og mögulegs kostnaðar vegna ábyrgða hins opinbera. Jafnframt er ekki tekið tillit til jákvæðra áhrifa vegna aukins orkuöryggis Íslands og framlags til baráttunnar gegn auknum gróðurhúsaáhrifum.

¹⁸ Hér er miðað við verga landsframleiðslu samkvæmt áætlaðri langtímaþróun hagkerfisins í líkaninu.

Lagning sæstrengs og notkun hans er stórt verkefni á íslenskan mælikvarða og leiðir af sér mikil útgjöld og miklar tekjur í samanburði við íslenskar hagstærðir. Sem dæmi má nefna að heildarútgjöld innanlands á framkvæmdatímanum eru áætluð á bilinu 142-209 milljarðar íslenskra króna á verðlagi ársins 2013 (sjá töflu 3.4). Til samanburðar má nefna að fjárfesting á Íslandi árið 2013 er áætluð 261 milljarðar og landsframleiðsla 1.827 milljarðar samkvæmt Þjóðhagsspá Seðlabanka Íslands frá því í febrúar síðastliðnum (sjá Seðlabanki Íslands, 2013). Samkvæmt þessu má því gera ráð fyrir að árleg fjárfesting innanlands vegna verkefnisins á framkvæmdatímanum verði á bilinu 11-16% af fjárfestingu ársins 2013 og 1,6-2,3% af vergri landsframleiðslu ársins 2013.

Í ljósi umfangs verkefnisins má gera ráð fyrir að það hafi áhrif á hinar ýmsu hagstærðir. Þar af leiðandi má færa fyrir því rök að það gefi ekki rétta mynd af þjóðhagslegum ábata vegna verkefnisins að skoða aðeins útgjöld innlendra aðila vegna fjárfestingarinnar og nettó tekjur innlendra aðila af sölu raforku um strenginn til Bretlands heldur verði einnig að taka tillit til áhrif verkefnisins á aðrar hagstærðir. Eftirfarandi útreikningar gera það með því að taka tillit til áhrifa verkefnisins á verga landsframleiðslu fremur en nettó tekjur af sölu raforku um strenginn til Bretlands:

Tafla 3.7. Þjóðhagsleg arðsemi verkefnisins			
	Sviðsmynd A	Sviðsmynd B	Sviðsmynd C
Innri raunvextir	5%	9%	16%

Taflan sýnir innri raunvexti verkefnisins fyrir hagkerfið að teknu tilliti til afskrifta miðað við sviðsmyndirnar þrjár. Samkvæmt niðurstöðunum í töflunni, og að gefnum forsendunum að framan og almenna jafnvægislíkaninu, má gera ráð fyrir að innri raunvextir verkefnisins séu á bilinu 5-16%.

Það gæti komið einhverjum á óvart, þegar niðurstöðurnar í töflunni eru skoðaðar, að mesta þjóðhagslega arðsemi verkefnisins skuli vera í sviðsmynd C en ekki A eins og gera má ráð fyrir þegar verkefnið er skoðað út frá rekstrarhagfræðilegu sjónarmiði. Helstu ástæður þessa eru að í sviðsmynd C eykst verg landsframleiðsla mun meira á framkvæmdatímanum vegna meiri eftirspurnar auk þess sem varanleg aukning vergrar landsframleiðslu eins og fjallað er um hér að framan.

Notkun á vergri landsframleiðslu sem mælikvarða á tekjur er ekki gallalaus, sérstaklega þar sem með því að notast við hana eru auknar launatekjur teknar sem hreinn ábati án þess að taka tillit til fórnarkostnaðar einstaklinga af aukinni vinnu.

3.4 Skilaleið auðlindaarðsins

Líklegt þykir að þrýstingur verði til herra raforkuverðs fyrir almenning og atvinnulíf ef sæstrengur verður lagður til Bretlands. Margir þættir munu ráðan endanlegu raforkuverð héraendis ef strengur er lagður. Má þar t.d. nefna útfærslu viðskiptalíkansins og hvort samningar um fasta afhendingu raforku árlega í Bretlandi verða gerðir. Önnur tæknileg atriði varðandi strenginn, eins og t.d. sá tími sem fer í að snúa flæði raforkunnar við, mun einnig hafa áhrif á raforkuverð héraendis. Erfitt er því að spá fyrir um raforkuverðshækkunina.

Eins og farið var yfir í kafla 1 verður sama raforkuverð á mörkuðum þar sem flutningsgetan er ótakmörkuð. Raunveruleikinn er hins vegar sá að flutningsgeta raforku milli landa er í fæstum tilfellum ótakmörkuð. Í tilfelli sæstrengs frá Íslandi er flutningsgetan takmörkuð og mögulega verður töluverður hluti nýtingar strengsins skilyrtur í langtímasamningum frá Íslandi. Þar af leiðandi minnkar enn frekar það svigrúm sem mögulega getur leitt til sama raforkuverðs héraendis og á t.d. breskum markaði. Segja má því að þrýstingur myndist til herra raforkuverðs héraendis en óvíst er hver verðhækkunin verður. Mjög ólíklegt verður að teljast að raforkuverðið héraendis verði hið sama og á t.d. breskum markaði.

Í töflu 3.8 má sjá algengan raforkureikning heimilis á árinu 2013 sem notar 5000 kWst á ári skv. reiknivél Orkuseturs miðað við núverandi raforkuverð, flutnings- og dreifigjöld og skatta. Einnig kemur fram möguleg samsetning raforkureiknings heimilis árið 2030 sem notar 5000 kWst en raforkuverðið hefur hækkað 10%, 30% og 50% en flutnings- og dreifigjöldum hefur verið haldið hinum sömu. Reikningsdæmið er fyrst og fremst sett fram til þess að kanna áhrif hækkandi raforkuverðs fyrir algengt heimili og ekki er verið að spá þessari hækkun. Ef skattar og flutnings- og dreifigjöld árið 2030 eru þau sömu og nú sést að algengur raforkureikningur heimilis hækkar um rúmlega 16.000 kr. ef 50% hækkun raforkuverðs á sér stað.

Tafla 3.8 Samsetning algengs raforkureiknings heimilis

Hækkun	2013	2030		
		10%	30%	50%
Raforkuverð (kr/kWst)	4,97	5,47	6,46	7,46
Orkuskiptur (kr/kWst)	0,12	0,12	0,12	0,12
Samtals (kr)	25.450	27.935	32.905	37.875
Virðisaukaskattur (25,5%)(kr)	6.490	7.123	8.391	9.658
Samtals m. vsk. (kr)	31.940	35.058	41.296	47.533
Fastagjald (kr/dag)	32	32	32	32
Flutningur og dreifing orku (kr/kWst)	5,43	5,43	5,43	5,43
Samtals (kr)	38.830	38.830	38.830	38.830
Virðisaukaskattur (25,5%) (kr)	9.902	9.902	9.902	9.902
Samtals m. vsk. (kr)	48.732	48.732	48.732	48.732
Samtals (kr)	80.671	83.790	90.027	96.265

Í töflu 3.9 má sjá hvernig samsetning raforkureikningsins breytist við 50% hækkun raforkuverðsins:

Tafla 3.9 Vægi mismunandi verðþátta á algengum raforkureikningi heimilis ef miðað er við 50% hækkun raforkuverðs á árinu 2030

Verðþáttur	2013		2030	
	Upphæð	Vægi	Upphæð	Vægi
Raforkukaup	24.850	31%	37.275	39%
Flutningur, dreifing og fastagjald	38.830	48%	38.830	40%
Skattar	16.991	21%	20.160	21%

Með hækkandi raforkuverði er áhugavert að skoða hvert sá ávinningur ratar að lokum. Mikill meirihluti íslenskra raforkufyrirtækja er í eigu ríkis eða sveitarfélaga. Í raun er eina raforkufyrirtækið sem er ekki í fullri eigu opinberra aðila HS Orka og er það félag í um þriðjungs eigu íslenskra lífeyrissjóða (HS Orka, 2013; Lífeyrissjóður verslunarmanna, 2011). Með auknum tekjum héraðsraforkufyrirtækja eykst geta þeirra til að greiða eigendum sínum arð.

Breytingar í umgjörð og eignarhaldi raforkufyrirtækja geta einnig átt sér stað. Má þar til dæmis nefna að einkaaðilar sjái færi á að byggja minni virkjanir og að virkjanir verði fjármagnaðar í svokallaðri verkefnafjármögnun þar sem stofnuð eru sérstök félög um tiltekna framkvæmd. Í slíkum tilfellum mætti aðlaga skattkerfið að breyttum forsendum líkt og gert

hefur verið í Noregi þar sem jaðarskattar vatnsaflsvirkjana eru 58% (Norwegian Ministry of Finance, 2012). Með þessu móti má stuðla að því að auðlindaarðurinn renni til opinberra aðila.

Ávinningur af sölu um streng m.v. þær sviðsmyndir sem fram hafa verið settar eru um 10-84 milljarðar króna. Ef miðað er við fólksfjöldaspá og sama fjölda í hverri fjölskyldu má ætla að heimilin í landinu árið 2030 verði um 153 þúsund. Samkvæmt sviðsmynd B verður því ábati á hverja fjölskyldu af sölu raforku um sæstreng um 340 þúsund krónur ef einungis er miðað við sölu um strenginn. Hærri raforkukostnaður heimila auk viðeigandi skatta mun vitaskuld að einhverju leyti enda hjá opinberum aðilum vegna núverandi eignarhalds stórs hluta raforkufyrirtækja. Ef breytingar eru gerðar á skattkerfinu geta hinar auknu tekjur af sölu raforku einnig skilað sér til opinberra aðila. Hvernig opinberir aðilar ráðstafa svo hinum auknu tekjum er stjórnvalda að ákveða í umboði þjóðarinnar en ljóst er að svigrúm gæti myndast til t.d. skattalækkana fyrir hvert heimili sem gætu verið umtalsvert umfram það sem heimilin borga aukalega í formi hærri raforkureiknings. Ávinningur skv. sviðsmynd B er til dæmis um helmingur af öllum álögðum almennum tekjuskatti einstaklinga 2012 (Fjármálaráðuneytið, 2012).

Eins og áður hefur verið fjallað um mun hækkandi raforkuverð koma illa við þá sem notast við mikla raforku og þar má til dæmis nefna þau heimili sem notast við rafhitun. Mögulega gætu stjórnvöld komið til móts við þau heimili sem notast við mikla raforku með því að t.d. lækka virðisaukaskatt eða önnur gjöld á raforku.

Þegar um er að ræða auðlind í opinberri eigu er mikilvægt að huga að því hvernig auðlindarentan er innheimt og dreift. Það eru ýmsar leiðir færar til að innheimta auðlindarentu, s.s. með sérstakri skattlagningu orkufyrirtækja eða annars konar gjaldtöku.¹⁹ Þar sem um opinberar auðlindir er að ræða skiptir miklu að auðlindarentan verði sem mest og renni til eigendanna, óháð eignarhaldi orkufyrirtækjanna sjálfra. Eins og áður hefur verið nefnt eru flest orkufyrirtæki nú í opinberri eigu, en ekki er víst að svo verði um alla framtíð og því er rétt að huga að þessum málum sem fyrst.

Í þessu sambandi er einnig rétt að benda á að ólíkt fyrirkomulag á raforkumarkaði getur auðveldað eða torveldað skattlagningu auðlindaarðs af orkuframleiðslu og sölu. Þar sem raforkumarkaðir eru gegnsæir er auðveldara að meta auðlindarentuna, þar sem hún

¹⁹ Auðlindastefnunefnd (2012), bls. 12-14 og Friðrik Már Baldursson og Daði Már Kristófersson (2009).

endurspeglast í verði á markaði. Þannig er t.d. auðveldara að skattleggja auðlindarentu í Noregi, þar sem raforkuverðið á hverjum tíma birtist á markaði, en hér á landi þar sem raforkuverðið er ólíkt eftir kaupendum og markaðsaðstæðum.

Heimildir

Auðlindastefnunefnd (2012). *Stefnumörkun í auðlindamálum*. Skýrsla til forsætisráðherra.

<http://www.forsaetisraduneyti.is/media/Skyrslur/drog-skyrsla-audlindanefndar.pdf>

CER (2012), East West Interconnector Revenue Requirement Public Information Note,

<http://www.cer.ie/GetAttachment.aspx?id=c742460f-f00d-456e-9400-f92198fe7149>

Fjármálaráðuneytið (2012). Álagning á einstaklinga 2012

<http://www.fjarmalaraduneyti.is/frettatilkynningar/nr/15684>.

Friðrik Már Baldursson og Daði Már Kristófersson (2009). *Hagkvæmt fyrirkomulag á leigu*

og gjaldtöku fyrir vatns- og jarðhitaréttindi í eigu ríkisins. Unnið að beiðni nefndar um

fyrirkomulag leigu á vatns- og jarðhitaréttindum í eigu ríkisins.

<http://www.forsaetisraduneyti.is/media/Skyrslur/hagkvaemt-fyrirkomulag-a-leigu-a-vatni-jadhita.pdf>

HS Orka (2013), Eigendur <http://hsorka.is/HSCCompanyInfo/HSCCompanyOwners.aspx>

Hörður Arnarson (2013). Orka til framtíðar, ársfundur Landsvirkjunar 21. mars 2013.

Lífeyrissjóður verslunarmanna (2011)., Lífeyrissjóður verslunarmanna eignast hluti í HS Orku

<http://www.live.is/sjodurinn/frettir/nr/833>

Norwegian Ministry of Finance (2012). Taxing Natural Resources – Basic Principles and Norwegian Experience.

Seðlabanki Íslands (2013). Peningamál 2013/1, febrúar 2013.

Seneca, M. (2010). A DSGE model for Iceland, Central Bank of Iceland, *Working Paper No. 50*.

Statnett (2004). Comments regarding the NorNed project

[http://www.statnett.no/Documents/Projekter/Kabel%20til%20Nederland%20\(NorNed\)/Dokumentliste/Andre%20dokumenter/Brev-NorNed.pdf](http://www.statnett.no/Documents/Projekter/Kabel%20til%20Nederland%20(NorNed)/Dokumentliste/Andre%20dokumenter/Brev-NorNed.pdf)

TenneT (2004). Determining appropriate WACC for NorNed investment

<http://www.mit.edu/~jparsons/current%20downloads/mckinsey%20on%20norway%20netherlands%20cable.pdf>

The Brattle Group (2004). *The Cost of Capital for the Nor-Ned Cable*. The Brattle Group, Ltd. London.

Valdimar K. Jónsson og Skúli Jóhannsson (2013). *The Iceland-UK Subsea Power Cable*, skýrsla til sæstrengsnefndar.

<http://www.oecd.org/greengrowth/12%20Semningsen%20231112%20OECD.pdf>

Kafli 4. Erlendar greiningar á áhrifum sæstrengja

Víða erlendis hafa strengir verið lagðir milli landa og landsvæða. Sérstaða Íslands felst í því að raforkukerfi okkar er byggt að mestu leyti upp á vatnsaflsvirkjunum. Til þess að varpa ljósi á þá sérstöðu er litið til annars vegar Noregs og hins vegar Tasmaníu í Ástralíu. Bæði búa þau yfir miklu vatnsafl og hefur uppbygging raforkukerfa þeirra verið að mörgu leyti svipuð og hérlendis. Bæði Noregur og Tasmanía hafa tengst öðrum mörkuðum á undanförunum árum og Noregur hefur í hyggju að tengjast enn fleiri mörkuðum.

4.1 NorNed

Sæstrengur milli Noregs og Hollands, svokallaður NorNed strengur, var tekinn í notkun í maí 2008. Strengurinn er 580 km langur og með flutningsgetu 700 MW. Eigendur strengsins eru flutningsfyrirtækin í löndunum tveimur, Statnett og TenneT. Fyrirtækin tvö deila ávinningi af viðskiptum um strenginn.

Stærstur hluti norskra raforkufyrirtækja er í opinberri eigu auk þess sem sérstakur auðlindaskattur, 58%, er lagður á vatnsaflsvirkjanir. Auðlindarenta af raforkusölu skilar sér því að miklu leyti til opinberra aðila í Noregi.

Stålsett og Holm (2011) leggja mat á velferðaráhrif NorNed strengsins frá maí 2008 til september 2011. Ekki er litið til áhrifa skatta þar sem flest raforkufyrirtæki eru í opinberri eigu og þar af leiðandi færsla innan norska hagkerfisins. Að mati þeirra hefur NorNed dregið úr velferð neytenda um 1810 milljónir norskra króna á tímabilinu en aukið velferð framleiðenda og flutningsfyrirtækisins um 2802 milljónir norskra króna. Þar af leiðandi eru heildaráhrifin jákvæð sem nemur 992 milljónum norskra króna. Ef tekið er tillit til skattgreiðsla norsku raforkufyrirtækjanna má búast við því að dreifing ábatans hafi verið jafnari milli neytenda og framleiðenda. Ef litið er til þessa samanburðar sést að strengurinn hefur haft jákvæð áhrif á norskt samfélag þó vissulega séu neikvæð áhrif til staðar fyrir ákveðna hópa. Ef litið er til hreins núvirðis (e. net present value) af tekjum yfir líftíma NorNed, 2008-2047, áætla þeir það um 6000 milljónir norskra króna ef miðað er við 4,5% vexti, eða um 120 milljarðar íslenskra króna.

Flutningsfyrirtækin í löndunum tveimur hafa sótt um leyfi til að leggja annan sæstreng milli Noregs og Hollands (Statnett, 2010).

4.1.1 Frekari strengir frá Noregi fyrirhugaðir

Norðmenn hafa í hyggju að tengjast frekar öðrum nálægum mörkuðum. Samkvæmt norska flutningsfyrirtækinu, Statnett, er einna helst litið til Bretlands og Þýskalands fyrir næstu strengi á erlenda markaði:

Tafla 4.1 Áætlun Statnett fyrir næstu sæstrengi

<i>Strengur</i>	<i>Viðskiptaland</i>	<i>Flutningsgeta</i>	<i>Stefnt að notkun</i>
NSN	Bretland	1400 MW	2020
NORD.LINK	Þýskaland	1400 MW	2018
NorGer	Þýskaland	1400 MW	2028

Heimild: Statnett (2012; 2013).

Innan tíu ára frá því að Nordlink hefur verið tekinn í gagnið hyggst Statnett klára að leggja annan 1400 MW streng, svokallaðan NorGer streng, til Þýskalands. Einnig hefur svokallaður NorthConnect strengur verið fyrirhugaður á milli Skotlands og Noregs sem gæti verið 1400 MW. Þeir aðilar sem standa að þeim streng eru norræn orkufyrirtæki og er Statnett ekki hluti af þeim hópi. Lögð hefur verið fram í norska þinginu lagabreyting til þess að tryggja að Statnett ráði yfir raforkuflæði í Noregi og þar með er í raun lagt bann við strengjum í einkaeigu sem liggja frá Noregi til erlends markaðar (Bloomberg, 2013). Breska orkufélagið SSE var upphaflega einn af meðeigendum í NorthConnect en dró sig útúr verkefninu og ein af ástæðunum var óskýrt regluverk í kringum sæstrenginn (BBC, 2013).

Hinir nýju sæstrengir tengja saman ólík raforkukerfi. Í Noregi eru fyrst og fremst vatnsaflsvirkjanir en í Bretlandi og Þýskalandi eru raforkukerfi sem notast að miklu leyti við jarðefnaeldsneyti fyrir raforkuvinnslu. Viðskiptatækifæri fyrirhugaðra sæstrengja frá Noregi eru einna helst byggð á (Pyory og Thema, 2010):

- Tekjum vegna verðmismunar milli raforkukerfis þar sem vatnsaflsvirkjanir eru ríkjandi á og raforkukerfis þar sem jarðefnaeldsneyti er ríkjandi
- Auknu raforkuframboð í hinum norrænu löndum vegna pólitískra markmiða um endurnýjanlega raforkuvinnslu.
- Aukinni þörf fyrir sveigjanleika í raforkukerfi þar sem jarðefnaeldsneyti er ríkjandi vegna aukningar í nýrri óreglubundinni endurnýjanlegri raforku

Tekjur af sölu um strenginn, svokallaðar stíflutekjur, byggjast á verðmismuninum á milli Noregs og hins erlenda markaðar. Stíflutekjurnar eru samalagðar tekjur af

verðmismunaviðskiptum á hverri klukkustund og þar af leiðandi er nauðsynlegt að líta til verðmismunarins fyrir hverja klukkustund. Þó svo að meðalverð geti verið svipað í Noregi og hinum löndunum tveimur getur verið töluverður verðmismunur innan dags og á milli árstíða. Slíkur verðmismunur skapar tækifæri fyrir norsk fyrirtæki bæði til þess að kaupa þegar verðið á erlenda markaðnum er lágt og vitaskuld að selja raforku á erlendan markað þegar verðið er hátt. Verðmismunaviðskiptin er helsta ástæðan fyrir frekari strengjum frá Noregi.

Noregur og Svíþjóð hafa sett sér markmið um að auka raforkuvinnslu með endurnýjanlegum orkugjöfum um 26,4 TWst fyrir 2020 og hafa löndin komið á fót sérstökum markaði með slík vottorð. Markaðurinn stuðlar að því að notast verði við hagkvæmustu orkukostina í hvoru landi sem er. Nú þegar fer stærsti hluti raforkuvinnslu í löndunum tveimur með vatnsafl og kjarnorku og þar af leiðandi mun nýleg áhersla landanna tveggja leiða til þess að vænta má aukins framboðs raforku.

Öflugt vatnsaflskerfi, líkt og í Noregi, getur leikið mikilvægt hlutverk í framtíðinni til þess að mæta sveiflum í framboði raforku. Eðli málsins samkvæmt þá er raforkuvinnsla t.d. vindmylla óregluleg og til þess að mæta eftirspurn á hverjum tíma þarf einhvern veginn að skapa mótvægi við óreglulegu raforkuvinnsluna. Vatnsaflsvirkjanir eru einn allra besta kosturinn til þess að jafna út framboð og eftirspurn. Með aukinni áherslu evrópskra landa á endurnýjanlega orku, t.d. vindmyllur í Bretlandi, þá sér Thema fram á að vatnsaflsvirkjanir Noregs eigi eftir að vera enn verðmætari í framtíðinni vegna sveigjanleikans.

4.1.2 Velferðaráhrif af nýjum strengjum

Við undirbúning nýrra sæstrengja frá Noregi til annarra markaða hefur töluverð greiningarvinna farið fram á áhrifum tenginganna. Hér á eftir verður farið yfir nokkrar nýlegar greiningar og gerð grein fyrir helstu niðurstöðum þeirra.

Eins og áður hefur farið yfir má líta á velferðaráhrif sem samanlagðan ábata framleiðenda og neytanda. Með því að skoða áhrif t.d. sæstrengja út frá velferðinni má meta hvort fjárfestingin sé þjóðhagslega hagkvæm. Litið hefur verið til þessa þáttar í mati greiningaraðila í Noregi af væntum sæstrengjum til annarra markaða.

Thema skiptir mælanlegum ávinningi af nýjum strengjum í tvo grunnflokka. Í fyrsta lagi eru það stíflutekjurnar, verðmismunaviðskiptin á milli markaða, og í öðru lagi eru það verðáhrifin sem myndast með nýjum streng vegna þess að slík áhrif hafa mismunandi áhrif á hagsmunaaðila. Líklegt er að verðáhrifin verði meiri eftir því sem upphaflegur

meðalverðmismunur var á milli landanna áður en strengur er lagður. Að mati Thema mun hið aukna framboð á norræna markaðnum ráða mestu um verðmismuninn á milli landanna en ekki frekari strengir.

Auk þess er ómælanlegur ávinningur og gera má ráð fyrir að sé jákvæður. Má í því sambandi nefna verðstöðugleika og notkun endurnýjanlegra orkukosta til að stemma stigu við loftslagsáhrif.

Thema (2012) framkvæmir velferðargreiningu á tveimur og fjórum nýjum sæstrengjum frá Noregi til Þýskalands og Bretlands miðað við mismunandi sviðsmyndir. Sviðsmyndirnar eru annars vegar þar sem framboð er mikið og sveigjanleiki í raforkukerfi mikill og lítill, auk þess sem skoðað er þegar eftirspurn og framboð er í jafnvægi og verðsveiflur eru miklar og litlar í Þýskalandi og Bretlandi. Greiningin innifelur hvernig breyting í velferð dreifist á milli framleiðanda og neytenda. Niðurstaðan er að sæstrengir hafa jákvæð velferðaráhrif, þ.e. ávinningur er meiri heldur en kostnaðurinn, í öllum sviðsmyndum og þess vegna ætti að ráðast í lagningu þeirra fyrir en seinna.

Tafla 1.2 Breyting í velferð neytenda og framleiðenda (milljónir evra á ári) og meðalverðs raforku (€/Mwst)

<i>2 strengir</i>	<i>Mikið framboð/mikill sveigjanleiki</i>	<i>Mikið framboð/lítill sveigjanleiki</i>	<i>Jafnvægi/miklar verðsveiflur</i>	<i>Jafnvægi/litlar verðsveiflur</i>
Verðhækkun í Noregi (€/Mwst)	6,1	4,0	2,1	1,1
Breyting í ábata framleiðenda	980	624	388	212
Breyting í ábata neytenda	-818	-524	-332	-174
Nettó breyting	162	100	56	38
<i>4 strengir</i>	<i>Mikið framboð/mikill sveigjanleiki</i>	<i>Mikið framboð/lítill sveigjanleiki</i>	<i>Jafnvægi/miklar verðsveiflur</i>	<i>Jafnvægi/litlar verðsveiflur</i>
Verðhækkun í Noregi (€/Mwst)	8,0	5,3	2,5	1,5
Breyting í ábata framleiðenda	1330	868	513	293
Breyting í ábata neytenda	-1081	-707	-408	-226
Nettó breyting	249	161	105	67

Niðurstöður Thema benda til þess að sæstrengir eru góð og stöndug (e. robust) fjárfesting fyrir Noreg. Virði sæstrengja byggir á jafnvægi framboðs og eftirspurnar á norræna markaðnum og svo virði sveigjanleika á erlenda markaðnum sem má sækja í verðmismunaviðskiptum. Almennt má því segja að því meira sem framboðið er á norræna markaðnum er og því breytilegri sem verðin á erlenda markaðnum eru, þeim mun arðvænni er aukin flutningsgeta um sæstrengi.

Augljóst er að áhrif sæstrengjanna hafa mismundi áhrif á bæði neytendur og framleiðendur. Skiljanlega eru því neytendur og aðilar í atvinnulífinu sem nota mikla raforku áhyggjufullir um hag sinn vegna mögulega hækkandi raforkureiknings. Ljóst er að fleiri strengir frá Noregi skapa verðþrýsting til hækkunar en hið aukna framboð endurnýjanlegrar orku vegur á móti. Þar af leiðandi ættu ekki, að mati Thema, að verða veruleg hækkun á raforkuverði. Í þeim tilfellum þegar raforkuverð hækki í Noregi megi rekja það til þess að mögulegt framboð sé nærri eftirspurn, eins og t.d. þegar úrkoma er lítil, en ekki til aukinna viðskipta um sæstreng. Niðurstaða Thema er því að með auknum strengjum við erlenda markaði munu verðin á erlenda markaðnum ekki fylgja með.

Ávinningur af auknum tekjum við raforkusölu skila sér að mestu leyti til norsks almennings í formi annað hvort skatt- eða arðgreiðslna. Flestar vatnsaflsvirkjanir eru í eigu opinberra aðila og því munu auknar tekjur af raforkuvinnslu að miklu leyti enda hjá opinberum aðilum annað hvort í formi skatttekna eða arðgreiðslna. Þeir einkaaðilar sem eru í raforkuvinnslu greiða auðlindarentuskatta af rekstri sínum og þar af leiðandi fari lítill hluti af hinum aukna ávinningi af frekari tengingum norska markaðarins við erlenda markaði til einakaaðila. Þar af leiðandi er í Noregi stórum hluta endurdreift til almennings í gegnum eignarhald og skatta og því til neytenda að lokum (Thema, 2012; Pyory og Thema, 2010).

Norska Vatns- og orkustofnunin (NVE) lét vinna skýrslu fyrir sig með það að markmiði að svara því að hve miklu mæli gæti innri flöskuhálsar í flutningskerfum Þýskalands og Bretlands haft áhrif á ávinning af viðskiptum um mögulega nýja sæstrengi frá Noregi. Uppbygging og framþróun flutningskerfa bæði Noregs, Þýskalands og Bretlands eru mikilvæg fyrir arðsemi hinna nýju tenginga. Mögulegt er að innri flöskuhálsar í flutningskerfum landanna geti haft áhrif á starfsemi strengjanna og þeir nái ekki að öllum þeim ávinningi sem stefnt er að.

Bæði Þýskalandi og Bretlandi er skipt upp í mismunandi verðsvæði í líkani Thema en með því móti er tekið tillit til flöskuhálsa í flutningskerfinu. Til dæmis er Bretlandi skipt í annars

vegar England og Wales og hins vegar Skotland. Þýskalandi er skipt í þrennt. Thema notar líkan sitt til þess að meta stíflutekjur og ávinningur neytenda og framleiðenda auk breytinga í stíflutekjum annarra sæstrengja. Með líkaninu eru kannað með hermun ávinningurinn af nýjum strengjum til Þýskalands og Bretlands þar sem annars vegar ekki er gert ráð fyrir neinum flöskuhálsum og einnig þar sem gert er ráð fyrir flöskuhálsum.

Flöskuhálsar í Þýskalandi hafa ekki veruleg áhrif á verð í norður Þýskalandi. Flöskuhálsar í Bretlandi geta hins vegar haft veruleg áhrif á verð, og sérstaklega í Skotlandi, en þrátt fyrir það eru heildarávinningur af nýjum streng talinn traustur. Almennt er sæstrengur til Englands eða Wales minna útsettur fyrir verðáhættu sem skapast af flöskuhálsum heldur en sæstrengur til Skotlands.

Annar ávinningur er enn til staðar af sæstreng þrátt fyrir flöskuhálsa. Aukið afhendingaröryggi, aukin samkeppni og samþætting markaða, aukning notkun endurnýjanlegra orkugjafa. Einnig er hægt að nota strengina á varaafslmarkaði (e. reserve market) og innandags markaði (e. intra-day market) (Thema og E-bridge, 2012)

4.2 Basslink – Sæstrengur milli Tasmaníu og Viktoríu

Tasmanía er eyja fyrir sunnan Ástralíu og er svipuð Íslandi að því leyti að fólksfjöldi þar er um 512 þúsund (Department of Treasury and Finance, 2012), raforkuvinnsla fer að 81% leyti fram með vatnsafsvirkjunum og eitt ríkisfyrirtæki, Hydro Tasmania (HT), sinnir um 80% af raforkuvinnslunni en fyrirtækið á og rekur nærri 2300 MW í vatnsafsvirkjunum

Um fyrri hluta síðustu aldar hófu mörg orkufrek fyrirtæki starfsemi á Tasmaníu vegna m.a. lágs raforkuverðs og góðs afhendingaröryggis. Um þessar mundir nota tuttugu orkufrekir aðilar í iðnaði um 60% af raforku í Tasmaníu og þar af nota fjórir stærstu notendurnir um helming af allri raforkunni. Fjórir stærstu notendur raforku eru Norske Skog, Nystar, Rio Tinto Alcan og BHP Temco sem nýta um 5800 GWst árlega. Samanlögð notkun orkufrekra iðnfyrirtækja er vanalega um 700 MW eða um það bil 40% af mestu eftirspurn og um 50% af heildareftirspurn raforku. Jafnvægi framboðs og eftirspurnar getur breyst verulega ef breyting verður á starfsemi eins af fjórum stærstu notendum raforkunnar (ESIEP, 2011).

Önnur atriði á Tasmaníu eru hins vegar frábrugðin íslenskum aðstæðum eins og til dæmis er einungis eitt ráðandi fyrirtæki í smásölu sem selur til langstærsta hluta neytenda auk þess að eiga nærri 400 MW gasorkuver sem annar um 10% af eftirspurn raforku. Raforkuverðið er ákvarðað af opinberum aðilum en ekki á samkeppnismarkaði líkt og hérlendis. (ESIEP, 2011).

Árleg eftirspurn raforku er umfram mögulega raforkuvinnslu með vatnsaflsvirkjunum og þar af leiðandi var 400 MW gasorkuver tekið í notkun árið 2009. Raforkuvinnsla með vatnsaflsvirkjunum í Tasmaníu er þar af leiðandi takmörkuð af magni þess vatns sem fellur til á eyjunni en ekki uppsettu afli.

Sæstrengur, svokallaður Basslink, var lagður frá Tasmaníu til Viktoríu og tekinn í notkun árið 2006. Strengurinn dregur nafn sitt frá Bassundi milli Tasmaníu og Viktoríu. Strengurinn er 370 km langur og mögulegt er að flytja til Tasmaníu sem nemur 480 MW en flytja frá Tasmaníu 500 MW og getur flutt 630 MW til skamms tíma (ESIEP, 2012a).



Mynd 5 Ástralía

Með því að taka tillit til möguleika Basslink til þess að flytja raforku þá hefur Tasmanía aðgang að 3275 MW í uppsettu afli í heildina. Samsetning aflsins sem notast má við annars vegar með og hins vegar án Basslink kemur fram í töflu 4.3:

Tafla 4.3 Uppsett afl á Tasmaníu með og án Basslink

	<i>Án Basslink</i>	<i>Með Basslink</i>
Vatnsaflsvirkjanir	81%	69%
Vindmyllur	14%	4%
Jarðefnavirkjanir	5%	12%
Basslink		15%

Heimild: (ESIEP, 2011).

Sérstök nefnd var sett á fót árið 2010 til þess að fara yfir þá þróun sem orðið hafði á umhverfi raforkumála á Tasmaníu. Var þar meðal annars fjallað um áhrif Basslink á Tasmaníu og er umfjöllunin hér að mestu byggð á þeirri vinnu.

4.2.1 Ástæður tengingar Tasmaníu og Viktoríu

Tenging milli Tasmaníu og Ástralíu hafði verið rædd í um 50 ár áður en að endanlegri ákvörðun um að leggja strenginn var tekin árið 1997. Ákvörðun stjórnvalda í Tasmaníu að tengja saman raforkukerfi í Tasmaníu og Viktoríu var hluti af stærri breytingum á fyrirkomulagi raforkumála. Má þar nefna að stjórnvöld töldu að ekki væri hægt að byggja fleiri stórar vatnsaflsvirkjanir og því væri nauðsynlegt að huga að öðrum möguleikum til þess að útvega raforku á eygni. Önnur veigamikil ástæða var einnig að aðskilin var raforkuvinnsla og flutningur, dreifing og smásala.

Stjórnvöld skýrðu frá því að þau markmið sem stefnt væri að uppfylla með lagningu Basslink væru eftirfarandi (ESIEP, 2011a):

- Auka afhendingaröryggi raforku og draga úr varnarleysi á þurrkutímum í Tasmaníu
- Veita Tasmaníu aðgang að raforkuverðum sem ákvarðað var á samkeppnismarkaði í Ástralíu
- Skapa leið til þess að raforkuvinnsla í Tasmaníu væri seld á ástralska markaðnum og bjóða nýja orkukosti til að mæta álagstoppum á ástralska markaðnum.
- Tryggja með samkeppnisforvali að kostnaður við Basslink verði lágmarkaður
- Tryggja að arðsemi til Tasmaníu frá raforkufyrirtækjum í opinberri eigu verði háþyrkuð

Strengurinn var því bæði hugsaður til inn- og útflutnings raforku. Leiðir til þess að draga úr áhættu tengdri lónastöðu vatnsaflsvirkjana hafa verið helsti áhrifaþátturinn í orkumálum í Tasmaníu og hefur m.a. haft þau áhrif að ríkið lagðist í nærri kaup á gasorkuveri á árinu 2008.

4.2.2 Eignarhald Basslink

Stjórnvöld í Tasmaníu óskuðu eftir að fá einkaaðila til að leggja og reka Basslink og óskuðu eftir umsækjendum. Umsækjendur þurftu að geta uppfyllt tæknileg skilyrði eins og t.d. að flutningsgeta strengsins þyrfti að vera a.m.k. 200 MW, líftíminn að vera 40 ár, og bilanir væru innan ákveðinna marka. Einnig var umsækjendum um lagningu og rekstur strengsins frjálst að leggja til í umsóknum sínum hvort rekstrarfyrirkomulag strengsins væri reglað eður ei. Tekið var sérstaklega fram að stjórnvöld myndu ekki styðja fjárhagslega við verkefnið hvort sem það væri beint, óbeint eða þótt ófyrirséðir atburðir kæmu upp. Stjórnvöld í Tasmaníu mátu það sem svo að þau væru ekki í sterkri stöðu til þess að hafa áhrif á eða stjórna mikilvægum áhættum tengdum afkomu strengsins sem væru raforkuverðið á ástralska markaðnum og úrkoma.

HT leiddi samningaviðræður við mögulega rekstraraðila strengsins. Tveir aðilar, Australian Energy International (Basslink) consortium (AEI) og National Grid International Ltd (NGIL), lögðu fram sínar áætlanir fyrir lagningu og rekstur strengsins. Báðir aðilarnir lögð til að leggja fjarskiptastreng samhliða Basslink raforkustrengnum. Samskiptastrengurinn myndi skapa tekjustreymi sem væri aðskilið tekjunum af flutningi raforku.

Að lokum fór það svo að NGIL var valið til þess að leggja og reka strenginn. Kostnaður við strenginn hækkaði úr A\$500 milljónum í A\$875 milljónir aðallega vegna niðurstaðna í umhverfismati sem kölluðu á dýrari útfærslu tæknilegra atriða auk þess sem breyta þurfti tengingu sæstrengsins við flutningskerfið í Viktoríu vegna andstöðu við háspennulínur þar.²⁰ NGIL seinna meir seldi strenginn árið 2007 fyrir A\$1,175 milljarða til CitySpring Infrastructure Trust sem aftur er í eigu Temasek Holdings sem er ríkisfjárfestingarsjóður Singapors.²¹

4.2.3 Rekstur og árangur Basslink

HT og rekstrarfélag Basslink gerðu með sér samning (svokallaðan Basslink Service Agreement, BSA) sem tilgreindi kvaðir og skyldur hvors aðila við rekstur Basslink.. Samningurinn, BSA, felur í sér að eigendur Basslink fá í sinn hlut fastar mánaðarlegar greiðslur auk árangurstengdra greiðsla frá HT sem aftur á móti fær allar tekjur af strengnum sem ákvarðast af verðmismuninum og raforkuflutningnum, umfram greiðslurnar til eigenda

²⁰ Hér er notast við ástralska dali, A\$, þar sem upphæðir í heimildum eru uppgefnar í þeirri mynt. Á núverandi gengi er einn ástralskur dalur mjög nærri bandaríkjadal að verðgildi.

²¹ Sjá Electricity Supply Industry Expert Panel (ESIEP) (2011a), bls. 20.

Basslink. Auk þess hefur HT ákvörðunarvald yfir hvernig flutningsgeta strengsins er boðin á markaði. Upphaflega var BSA sett til 25 ára en með möguleika á framlengingu til 15 ára (ESIEP, 2011a)

Tekjur Basslink eru þar af leiðandi ekki reglaðar þó svo að þær séu nokkurn veginn fastar á milli ára og er hann sá eini sem er sem er rekinn undir slíku fyrirkomulagi í Ástralíu. Rekstrarfyrirkomulag strengsins er því á þá leið að hann er varinn að miklu leyti fyrir áhættu í tekjustreymi vegna samkomulagsins við HT. Fyrir eigendur Basslink er fjárfestingin þar af leiðandi líkari reglaðri fjárfestingu (Productivity Commission, 2012).

Fjárhagsleg afkoma af Basslink hefur ekki verið í samræmi við það viðskiptalíkan sem upphaflega var lagt fram. Kostnaður HT vegna Basslink hefur verið um A\$130 milljónir umfram hreinar tekjur vegna strengsins. Úrkoma hefur verið stærsti áhrifaþátturinn og hefur hún verið undir meðaltali á undanförunum áratug. Samkvæmt HT var úrkoman á fyrsta áratug aldarinnar með líkindin 1 sinni á hverjum 1000 árum. Meira hefur því verið flutt af raforku til Tasmaníu heldur en frá eyjunni allt frá því að strengurinn var tekinn í gagnid og fram á 2010-11. Á árunum 2009-2011 hefur úrkoma verið með eðlilegra móti og á þeim tíma hafa tekjur HT umfram kostnað verið A\$30 milljónir (ESIEP, 2011a).

4.2.4 Áhrif Basslinks á raforkuverð og iðnað

Áður en Basslink var lagður voru greiningar gerðar á mögulegum áhrifum á raforkuverð og var búist við að raforkuverð í heildsölu lækkaði um u.þ.b. 7% til skamms tíma og þar með heildarkostnaður við raforku um 3% en þó minna til stórra aðila í iðnaði (Basslink Joint Advisory Panel, 2002)

Vegna minni úrkomu en hafði verið vænst eftir að Basslink var kominn í gagnid er erfitt að bera saman þá verðþróun sem hefði verið með og án strengs. Eðli málsins samkvæmt skapaðist þrýstingur til hærri raforkuverðs með minna framboði sökum minni úrkomu. Að mati nefndarinnar hefur Basslink gert það kleyft að mæta eftirspurn raforku með lægri tilkostnaði heldur en mögulegt hefði verið samanborið við hvað hefði líklega raungerst ef strengurinn hefði ekki verið til staðar.

Ef miðað er við að raforkuvinnsla hefði þurft að fara fram með gasi auk þess sem semja hefði þurft við stórnotendur að taka á sig skerðingar. Að mati HT og nefndarinnar er kostnaðurinn við þessa sviðsmynd um hefði verið um \$A200-300 milljónum meiri heldur en með tilvist Basslink.

Nefndin telur að Basslink hafi því verið skilvirk (e. effective) og kostnaðarhagkvæm (e. cost efficient) leið til þess að tryggja öryggi þegar þurrkar hafa verið og að strengurinn hafi náð að anna eftirspurn á Tasmaníu fyrir lægri kostnað heldur en raunin hefði verið miðað við aðrar sviðsmyndir. Að mati nefndarinnar verður að líta til þess að sá kostnaður sem komist hefur verið hjá fyrir tilstilli Basslink hafi verið umtalsverður. Ekki hefur verið tekið tillit til hækkandi verða til orkufreks iðnaðar í þessu mati.

Að mati HT hefur verið hægt að fá betri niðurstöður í samningaviðræðum við stórnotendur með tilkomu Basslink og að strengurinn hafi náð að skapa tiltrú hjá iðnaðarfyrirtækjum til þess að fjárfesta frekar í fyrirtækjum sínum og ganga til langtímasamninga (ESIEP, 2012a).

Umræða hefur orðið um það í Tasmaníu að betra væri fyrir HT að selja að hluta eða öllu leyti þá raforku sem fer til iðnaðarfyrirtækja um Basslink í staðinn og með því móti auka verðmætin sem fyrirtækið ræður yfir. Nefndin leggur mat á þennan möguleika með því að kanna áhrif þess að auka mögulegan útflutning um Basslink um 100 MW í stað þess að selja til stórnotenda. Að mati nefndarinnar eykur slík tilfærsla á sölu ekki virðið fyrir HT vegna þess að Basslink er nú þegar nýttur til fulls þegar raforkuverðið er hátt í Viktoríu. Því væru þau 100 MW sem væru aukalega seld um strenginn seld þegar verðið er í meðallagi og svipað og það verð sem stórnotendur greiða (ESIEP, 2012a).

Heimildir

Basslink Joint Advisory Panel, (2002) Basslink- Proposed interconnector linking the Tasmanian and Victorian electricity grids

http://www.planning.tas.gov.au/_data/assets/pdf_file/0004/156631/Basslink_proposed_interconnector_linking_the_Tasmanian_and_Victorian_electricity_grids_-_Final_Panel_Report.pdf

BBC (2013) SSE withdraws from Scotland to Norway electricity project .

<http://www.bbc.co.uk/news/uk-scotland-scotland-business-21673299>

Bloomberg (2013) Norway Will Vote on Plan to Ban Merchant Power Links, UK Cable

<http://www.bloomberg.com/news/2013-04-12/norway-will-vote-on-plan-to-ban-merchant-power-links-u-k-cable.html>

Department of Treasury and Finance (2012) Population

[http://www.treasury.tas.gov.au/domino/df/df.nsf/LookupFiles/Population.pdf/\\$file/Population.pdf](http://www.treasury.tas.gov.au/domino/df/df.nsf/LookupFiles/Population.pdf/$file/Population.pdf)

Electricity Supply Industry Expert Panel (ESIEP) (2011) Tasmania's Energy Sector – An Overview

http://www.dpac.tas.gov.au/_data/assets/pdf_file/0017/141803/Tasmania_s_Energy_Sector_-_an_Overview.PDF

Electricity Supply Industry Expert Panel (ESIEP) (2011a) Basslink: Decision making, expectations and outcomes

http://www.electricity.dpac.tas.gov.au/_data/assets/pdf_file/0011/155297/Basslink_-_Decision_Making,_Expectations_and_Outcomes.pdf

Electricity Supply Industry Expert Panel (ESIEP) (2012a) An Independent Review of the Tasmanian Electricity Supply Industry – Final report Volume I

http://www.electricity.dpac.tas.gov.au/_data/assets/pdf_file/0006/160584/Final_Report_Volume_I.pdf

Electricity Supply Industry Expert Panel (ESIEP) (2012) An Independent Review of the Tasmanian Electricity Supply Industry – Final report Volume II

http://www.electricity.dpac.tas.gov.au/_data/assets/pdf_file/0007/160585/Final_Report_Volume_II.pdf

Productivity Commission, 2012 Electricity Network Regulatory Frameworks – Merchant Interconnectors http://www.pc.gov.au/_data/assets/pdf_file/0011/120071/23-electricity-draft-chapter20.pdf

Pyory og Thema (2010) Challenges for Nordic Power-How to handle the renewable electricity surplus http://www.t-cg.no/userfiles/file/Report_R-2010-003.pdf

Statnett (ódagsett) NorNed <http://www.statnett.no/en/Interconnectors/NorNed/>

Statnett (2010) A second interconnector between Norway and the Netherlands

<http://www.statnett.no/en/News/News-archive-Temp/News-archive-2010/NorNed-2---A-second-interconnector-between-Norway-and-the-Netherlands/>

Statnett 2012

http://www.statnett.no/Documents/Nyheter_og_media/Nyhetsarkiv/2012/Nordic%20Grid%20Development%20Plan%202012%20Auke%20Lont_Final.pdf

Statnett 2013 Joint Statement: Interconnector project NORD.LINK first developed

<http://www.statnett.no/en/News/News-archive-Temp/News-archive-2013/Joint-statement-Interconnector-project-NORDLINK-first-developed/>

Ståsett, Tor og Harald Holm (2011) The Economic impact of NorNed on Norway – who benefits? – a welfare analysis, http://brage.bibsys.no/nhh/bitstream/URN:NBN:no-bibsys_brage_27585/1/Staalsett%20og%20Holm%202011.pdf

Thema (2012) Fornybarutbygging og mellomlandsforbindelser mot 2020, http://www.t-cg.no/userfiles/MCS-2011-4-Fornybarutbygging%20og%20mellomlandsforbindelser_Final.pdf

Thema og E-bridge (2012) Internal Congestions and X-border trade. NVE, Oslo

Kafli 5. Samantekt helstu niðurstaðna

- Tenging raforkumarkaða leiðir, alla jafna, til hagkvæmari vinnslu og dreifingar orku en ella. Helstu ástæður þessa eru að tengingar geta leitt til frestunar á fjárfestingu í vinnslu, minni þörf er fyrir varaafli, betri nýtingar raforku og minni kostnaðar við stjórnun kerfisins.
- Fjölmargir hagrænir þættir hafa áhrif á þjóðhagsleg áhrif lagningu sæstrengs frá Íslandi. Fjárfestingin er stór á íslenskan mælikvarða þó svo að stór hluti hennar falli til erlendis. Til dæmis má benda á fjárfestingar í virkjunum, umbreytistöðvum og í flutningskerfinu. Þó svo að stór hluti fjárfestingarinnar falli til erlendis eru þær fjárfestingar sem ráðast þarf í hérlendis verulegar.
- Áhrif lagningar sæstrengs má skipta í annars vegar tímabundin og hins vegar varanleg áhrif. Hin tímabundnu áhrif eru á bæði á framleiðslu og vinnumarkað en einnig geta komið fram byggðaáhrif. Varanlegu áhrifin geta verið aukin framleiðsla, betri nýting náttúruauðlinda, kostnaður vegna notkunar náttúruauðlinda og kostnaður vegna ábyrgða hins opinbera. Ekki er lagt mat á kostnað vegna náttúruauðlinda, ábyrgða hins opinbera, né jákvæð áhrif vegna meira afhendingaröryggis orku.
- Þeir útreikningar sem birtast í þessari skýrslu á þjóðhagslegum áhrifum byggja á ýmsum forsendum sem tífundaðar eru í skýrslunni sjálfri. Rétt er að áréttta að óvissa ríkir um margar forsendurnar og því verður að taka niðurstöðum útreikninganna með varúð.
- Til þess að taka tillit til óvissunnar í verkefni sem þessu eru settar fram þrjár sviðsmyndir. Í þeim er reynt að draga fram lágt og hátt mat auk miðjumats. Í stuttu máli er gert ráð fyrir 700-900 MW streng á til Bretlands þar sem heildarkostnaður er á bilinu 288-553 milljarðar króna. Raforkuverð á árinu 2030 er metið á bilinu €94-130/MWst. Eins og áður segir ríkir mikil óvissa um þær forsendur sem notast er við og því ber að líta á niðurstöðurnar sem eingöngu vísbendingar um áhrif verkefnisins.
- Raforkuverð erlendis í framtíðinni er ein meginforsendan í þeim útreikningum sem hér er lagðir fram. Eðli málsins samkvæmt ríkir mikil óvissa um raforkuverðið á árinu 2030. Auk þess hafa bresk stjórnvöld ekki endanlega úfært orkustefnu sína og því liggur ekki fyrir hverjar áherslurnar verða. Ef litið er til þeirra gagna sem þó liggja frammi má áætla að raforkuverð hækki og stuðningur við endurnýjanlega orkugjafa skapi tækifæri fyrir hérlenda aðila í útflutningi raforku þegar markaðsverð í Bretlandi eru há og að sama skapi innflutningi þegar markaðsverð er lágt.

- Miðað við þær forsendur sem notast er við getur sala á raforku um sæstreng á breskan markað haft í för með sér verulegan ávinning fyrir íslensk raforkufyrirtæki. Áætlaðar nettó útflutningstekjur eru á bilinu 4-76 milljarðar króna árlega. Vegna þess að stærstur hluti íslenskra raforkufyrirtækja er í opinberri eigu geta verulegar skatt- og arðgreiðslur runnið frá raforkufyrirtækjunum til eigenda sinna. Heildarávinningur, samanlögð áhrif fyrir neytendur og framleiðendur, fyrir íslenskt þjóðarþú verður þar af leiðandi líklega jákvæður.
- Þá skiptir uppbygging viðskiptasamninga skiptu miklu máli fyrir þjóðhagsleg arðsemi, sérstaklega hvað varðar myndun og dreifingu tekna og áhættu.
- Ávinningur neytenda og framleiðenda er ólíkur með tilkomu strengs. Til dæmis, ef raforkuverð hækkar mun ávinningur neytenda dragast saman með nýjum streng en að sama skapi mun ávinningur framleiðenda aukast. Ef raforkuverð lækkar með tilkomu nýs strengs mun ávinningur neytenda aukast en framleiðenda minnka. Tilkoma nýs strengs getur þar af leiðandi haft áhrif á mismunandi hagsmunahópa í hverju landi. Heildarvelferðin, samanlagður ávinningur neytenda og framleiðenda í löndunum tveimur, mun þó aukast með nýjum tengingum.
- Samkvæmt niðurstöðum almenns jafnvægislíkans má ætla framleiðsla aukist varanlega um ½ -1,2% í samanburði við langtímaþróun ef ekki væri lagður strengur, en það samsvarar 11-27 milljörðum króna á verðlagi ársins 2013. Niðurstaðan er háð því hvaða forsendur eru gefnar um umfang fjárfestingar og tekna af raforkusölu. Að sama skapi má ætla að fjöldi vinnustunda aukist varanlega um 0,2-1,1% frá langtímajafnvægi. Þá má búast við að vextir hækki á framkvæmdatíma og gengi krónunnar veikist lítillega. Langtímaraugengið gæti þó verið all nokkru hærra í kjölfar fjárfestingarinnar.
- Tímasetning framkvæmda skiptir máli þar sem jákvæð áhrif verða trúlega meiri en ella ef slaki er í hagkerfinu frekar en þensla.
- Reynslan erlendis frá veitir nokkra innsýn í hvað gæti gerst hér á landi við tengingu, bæði hvað varðar ábata og óvissuþætti.
- Í Noregi hefur reynslan af sölu raforku um sæstreng verið góð. Fjárfestingin hefur reynst ábatasöm og hefur skilað sér í lægri skattheimtu og í arðgreiðslum til almennings. Aðstæður hér og í Noregi eru þó nokkuð ólíkar, sérstaklega hvað varðar umfang viðskiptanna af heildarorkuframleiðslu í Noregi, sem er mun minna en hér

yrði, auk þess sem strengurinn er mun styttri og á minna dýpi en strengur milli Íslands og Bretlands.

- Norðmenn hafa töluverða reynslu af rekstri sæstrengja og hefur NorNed strengurinn til Hollands verið arðbær og er annar strengur frá Noregi til Hollands fyrirhugaður. Auk þess líta Norðmenn einnig til þess að leggja sæstrengi til Bretlanda og Þýskalands. Í þeirri greiningarvinnu sem farið hefur fram fyrir hina nýju strengi kemur fram að þeir hafi jákvæð velferðaráhrif, nettó ávinningur neytenda og framleiðenda er jákvæður, og þar af leiðandi sé skynsamlegt út frá þjóðhagslegum forsendum að leggja strengina. Frekari strengir frá Noregi skapa þrýsting á hærri raforkuverð í Noregi en vænt framboð nýrrar endurnýjanlegrar raforku vegur á móti hækkuninni.
- Tasmanía í Ástralíu er að mörgu leyti lík Íslandi. Vatnsaflskerfi þeirra tengdist með sæstreng meginlandi Ástralíu árið 2006. Upphaflega var fyrirhugað að flytja að mestu leyti raforku til meginlandsins en lítil úrkoma hefur orðið til þess að flytja hefur þurft inn mun meiri raforku heldur en áætlað hafði verið. Slíkur innflutningur hefur leitt til lægra raforkuverðs heldur en ef strengurinn hefði ekki verið. Að mati raforkufyrirtækis Tasmaníu hefur strengurinn aukið tiltrú aðila í iðnaði og verið hvati fyrir þá til þess að fara í frekari fjárfestingar og semja til langs tíma.
- Niðurstöður skýrslunnar benda til að rétt sé að skoða nánar ýmis atriði varðandi lagningu rafstrengs frá Íslandi til Evrópu. Í fyrsta lagi þyrfti að skoða nánar forsendur um raforkuverð og spár þar um. Það verður best gert með því að leita samninga um raforkuverð til langs tíma. Í öðru lagi þarf að greina ítarlega hvernig hagstæðast sé að koma fyrir samningum varðandi eignarhald og skiptingu ábata og áhættu. Í þriðja lagi er vert að skoða nánar áhrif sölu um rafstreng á aðrar iðngreinar í landinu sem nýta raforku í meira eða minna magni. Það verður ekki gert nema með ítarlegri kostnaðar- og ábatagreiningu þar sem áhrifin eru skoðuð á þær atvinnugreinar sem nota raforku og þær atvinnugreinar sem þjóna þeim eða tengjast með beinum eða óbeinum hætti.

Viðauki 1. Forsendur um raforkuverð

Inngangur

Raforkuverðið er einn stærsti óvissuþátturinn í þeim útreikningum sem hér fara á eftir. Framboð og eftirspurn raforku eru nánast óteygjin og þar af leiðandi geta orðið miklar verðsveiflur t.d. innan dags en einnig á milli árstíða. Nærri 70% af raforkuvinnslu í Bretlandi fer fram með kolum, gasi og olú og um 25% með kjarnorku. Heimsmarkaðsverð jarðefnaeldsneytisins á hverju tíma hefur þar af leiðandi mikil áhrif á raforkuverð í Bretlandi. Mat á raforkuverði framtíðarinnar er mjög vandasamt vegna þess að ekki einungis þarf að taka tillit til heimsmarkaðsverðs jarðefnaeldsneytis heldur einnig t.d. hvaða virkjanakostir verða notaðir. Stefnumörkun varðandi frekari notkun endurnýjanlegrar orku til þess að stemma stigu við loftslagsbreytingum hefur því mikil áhrif á hvaða virkjanakostir verða í notkun t.d. árið 2030 og þar með samspil endurnýjanlegra og óendurnýjanlegra orkukosta á raforkumarkaði. Segja má því að mikil óvissa ríkir um raforkuverð framtíðarinnar í Bretlandi.

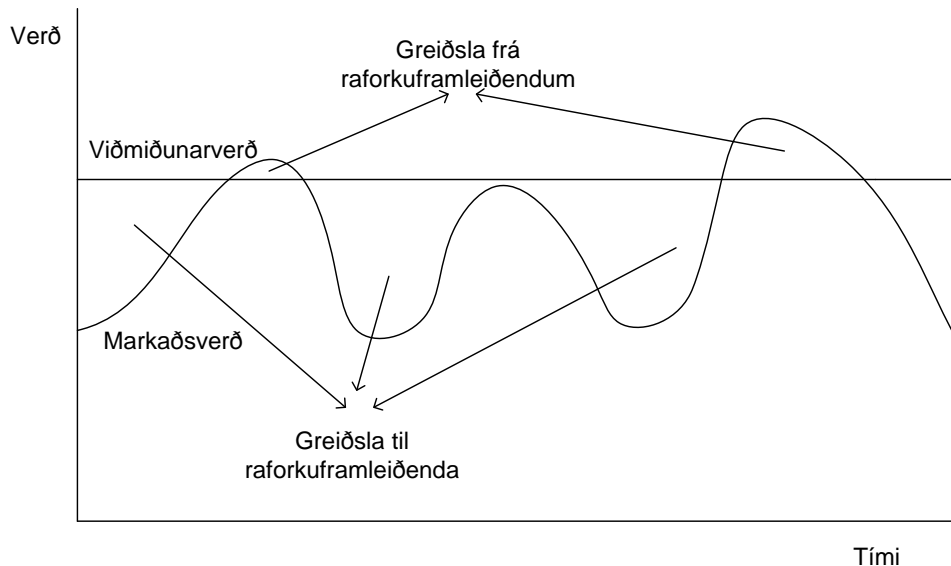
Bresk stjórnvöld hafa það að markmiði að 15% af orkunotkun verði frá endurnýjanlegum orkukostum árið 2020 (DECC, 201d). Á árinu 2011 var notkun endurnýjanlegrar orku 3,8% af heildarorkunotkun. Bresk stjórnvöld hafa álitnið að vindmyllur á landi og hafi auk lífmassa (e. biomass) verði helstu möguleikarnir til endurnýjanlegrar raforkuvinnslu til 2020 en einnig mikilvægir árið 2050 (DECC, 2011a). Vindmyllur á hafi hafa einna mestan möguleika að mati DECC, eða um 40 GW af 72 GW af endurnýjanlegum orkukostum (DECC, 2012d).

V1 Mismunasamningar

Bresk stjórnvöld hafa kynnt nýja orkustefnu (svokallaða Electricity Market Reform) og mun hún m.a. breyta stuðningskerfinu fyrir raforku sem framleidd er með endurnýjanlegum orkukostum. Breytingin felst í því að svokölluð græn vottorð verða aflögð og í stað þeirra verður stuðningskerfið í formi mismunasamninga (e. contract for difference). Almennt tryggja mismunasamningar aðilum í raforkuvinnslu ákveðið verð sem fer eftir þeim vinnslukostum sem þeir ráða yfir. Með einföldun má segja að markaðsaðilar selji raforku sína inn á heildsölumarkað og fái greitt fyrir hana í samræmi við markaðsverð á hverjum tíma en einnig er greiddur mismunur á markaðsverðinu og viðmiðunarverði (e. strike price) fyrir hvern orkukost. Ef markaðsverðið er lægra heldur en viðmiðunarverðið þá fá raforkuframleiðendur greiddan mismuninn en hins vegar ef markaðsverðið er hærra heldur en viðmiðunarverðið þá greiða raforkuframleiðendur mismuninn til stjórnvalda. Viðmiðunarverðin verða sett mishá fyrir hvern vinnslukost og uppfærð í samræmi við verðbólgu. Með þessu móti eru aðilum í

raforkuvinnslu tryggðar stöðugri tekjur og þar með umgjörð fjárfestinga í endurnýjanlegum orkugjöfum álitlegri (DECC, 2012). Mynd XX6XX sýnir hvernig greiðslurnar eru breytilegar milli stjórnvalda og raforkuframleiðenda eftir því hversu hátt heildsöluverðið er.

Mynd V1 Einföld útfærsla á mismunasamningi

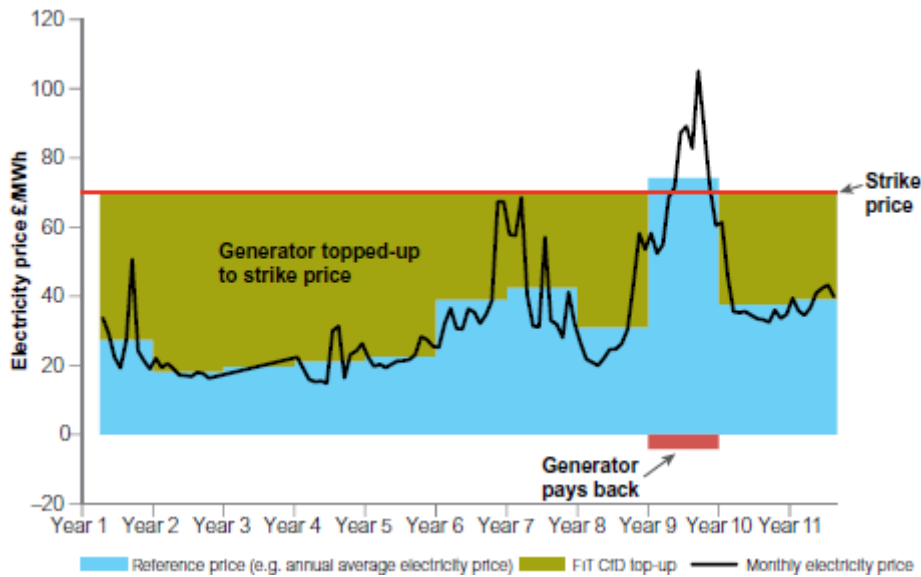


Viðmiðunarverðin verða ákvörðuð í samræmi við byggingar- og rekstrarkostnað fyrir hverja tegund af orkukosti fyrir sig auk þess að taka tillit til fjármagnskostnaðar. Þar af leiðandi verður viðmiðunarverðið ekki hið sama fyrir alla endurnýjanlega orkukosti (DECC, 2012c).

Vegna þess að virkjanakostir hafa mismunandi eiginleika telja bresk stjórnvöld nauðsynlegt að aðlaga stuðningskerfið að þeim sem sinna raforkuvinnslu óreglubundið (t.d. vindmyllur og sólarorkuver) og þeim sem geta sinnt grunnafla (e. baseload), eins og t.d. kjarnorka og lífmassi. Vegna eðlismunar virkjanakostana stefna bresk stjórnvöld að því að innbyggðir hvatar verðir ekki þeir sömu fyrir virkjanakosti sem búa yfir þessum eiginleikum. Meginmunurinn felst í því að sett verður upp markaðsviðmiðunarverð (e. market reference price) fyrir ósamfelldu (e. intermittent) virkjanakostina með næsta-dags markaðsverði en fyrir grunnaflsvirkjanakostina verði markaðsviðmiðunarverðið sett t.d. eitt ár fram í tímann (DECC, 2011b). Endanleg útfærsla á markaðsviðmiðunarverðinu fyrir grunnafl liggur hins vegar ekki fyrir en líklega verður litið til framvirks markaðar með raforku til þess að ákvarða markaðsviðmiðunarverðið fyrir grunnafl (DECC, 2012c).

Með því að setja markaðsviðmiðunarverðið til tiltölulega langs tíma skapast hvatar fyrir framleiðendur að setja framleiðslu sína á markað þegar verðið er hátt og haga viðhaldi í

samræmi við markaðsverð. Með þessu móti telja breks stjórnvöld að hinir hefðbundnu markaðskraftar nái að njóta sína að vissu leyti þrátt fyrir stuðningskerfi grænu orkunnar.



Mynd V2 Möguleg úrfærsla á mismunasamningum fyrir grunnafl

Á mynd V2 sést möguleg útfærsla breskra stjórnvalda á stuðningskerfi fyrir grunnafl (e. baseload). Þar sést hvernig framleiðendum er tryggt stöðugt verð samkvæmt mismunasamningunum en einnig sést hvernig stuðningskerfið virkar þegar markaðsviðmiðunarverðið og markaðsverðið verður hærra heldur en viðmiðunarverðið. Í slíkum tilfellum fá framleiðendur greitt í samræmi við markaðsverðið en greiða þó tilbaka mismuninn á markaðsviðmiðunarverðinu og viðmiðunarverðinu. Með þessu móti er viðhaldið hinum hefðbundnu hvötum markaða að framleiða sem mest þegar verð eru há þrátt fyrir stuðningskerfið.

Segja má því að miðað við þau drög sem eru á hinni nýju bresku orkustefnu að héraendrar raforkuframleiðendur hafi möguleika á því að fá stöðugt verð miðað við viðmiðunarverð en einnig hafi þann möguleika að framleiða raforku í samræmi við dægur- og árstíðarsveiflu á breska heildsölumarkaðinum.

Ljóst er að meginmáli skiptir hvert viðmiðunarverðið verður og einnig hversu oft markaðsverðið er líklegt til að fara upp fyrir það. Enn sem komið er hafa viðmiðunarverðin ekki verið gefin út en útgáfa þeirra er fyrirhuguð seinna á þessu ári (DECC, 2012c). Vegna þess að viðmiðunarverðið hefur ekki verið sett ríkir mikil óvissa um hvaða verð aðilar sem stunda raforkuvinnslu með endurnýjanlegum orkugjöfum geta fengið fyrir raforku sína.

V2 Mat á viðmiðunarverði

Í ljósi þess að ákvörðun viðmiðunarverðsins verður byggð á byggingar- og rekstrarkostnaði auk fjármagnskostnaðar mismunandi virkjanakosta er hægt að líta til svokallaðs núvirta meðalkostnaðs fyrir raforkuvinnslu (e. levelized cost of electricity, LCOE) þeirra vinnslukosta sem bresk stjórnvöld hafa einna helst litið til. Núvirtur meðalkostnaður tekur einmitt tillit til nýtingartíma, byggingar-, rekstrar- og fjármagnskostnaðar yfir líftíma orkukosta. DECC hefur metið núvirta meðalkostnaðinn á árinu 2013, 2020 og 2030 (á verðlagi ársins 2012) fyrir þá þrjá endurnýjanlegu orkukosti sem bresk stjórnvöld hafa einna helst litið til m.v. breskar aðstæður:

Tafla V1 Núvirtur meðalkostnaður árið 2013, 2020 og 2030 á verðlagi ársins 2012.

2013	Vindmyllur á hafi	Vindmyllur á landi	Lífmassi
Lágt mat	£ 135/MWst	£ 88/MWst	£ 102/MWst
Miðjumat	£ 153/MWst	£ 102/MWst	£ 122/MWst
Hátt mat	£ 174/MWst	£ 129/MWst	£ 157/MWst
2020			
Lágt mat	£ 104/MWst	£ 76/MWst	£ 100/MWst
Miðjumat	£ 129/MWst	£ 98/MWst	£ 119/MWst
Hátt mat	£ 162/MWst	£ 123/MWst	£ 154/MWst
2030			
Lágt mat	£ 85/MWst	£ 73/MWst	£ 99/MWst
Miðjumat	£ 102/MWst	£ 94/MWst	£ 118/MWst
Hátt mat	£ 125/MWst	£ 119/MWst	£ 152/MWst

Heimild: DECC (2012d).

DECC væntir þess að draga muni úr kostnaði við raforkuvinnslu með endurnýjanlegu orkugjöfunum m.a. vegna tækniframfara. Vegna þess að hið nýja stuðningskerfi verður sett upp með langtímahagsmuni að leiðarljósi er eðlilegt að gera ráð fyrir því að viðmiðunarverðið verði ákvarðað í námunda við væntan núvirtan kostnað. Ef miðað er við spár Orku- og loftslagsstofnunar Bretlands (DECC) um núvirtan kostnað annars vegar 2020 og hins vegar 2030 sést að fyrir vindmyllur á hafi úti má búast við um £ 115/MWst og um £ 120/MWst fyrir lífmassa.

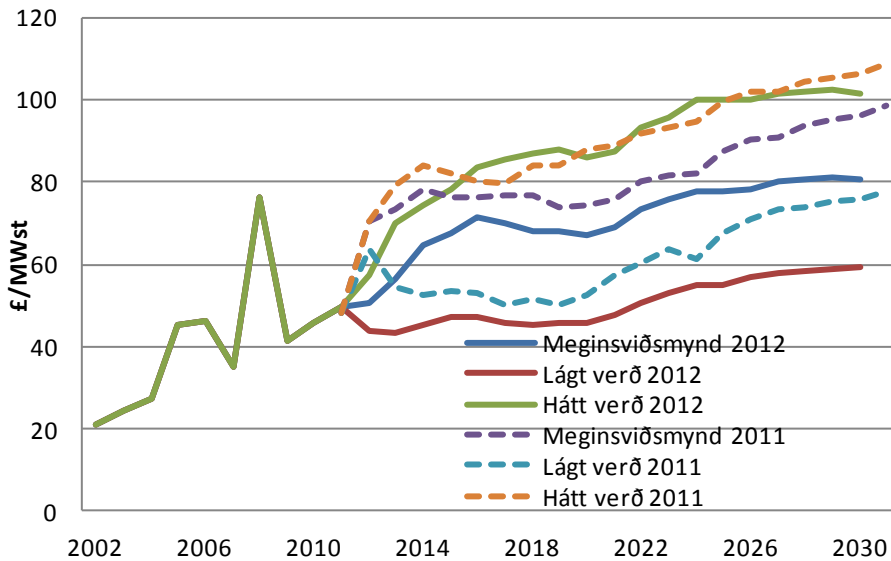
Möguleikar Íslands geta því falist í því að bjóða endurnýjanlega orku sem er ódýrari heldur en er að vænta fyrir vindmyllur á hafi og lífmassa. Með því móti eru bresk stjórnvöld að uppfylla sín markmið um nýtingu endurnýjanlegra orkugjafa og á sama tíma að draga úr orkukostnaði neytenda. Þátttaka hérlendra aðila í breskum raforkumarkaði getur einnig falið í sér aukið framboð raforku á álagstímum og þar með minni verðsveiflum á markaði, til hagsbóta fyrir neytendur.

Vert er að ítreka að bresk stjórnvöld hafa ekki útfært endanlega stuðningskerfi fyrir endurnýjanlega orkugjafa auk þess sem ekki er vitað hvaða bresk stjórnvöld eru tilbúin að bjóða. Þau gögn sem hafa verið höfð hér til hliðsjónar eru bestu fáanlegu gögn. Vitaskuld er það mat sem er hér sett fram á raforkuverð til hérlendra aðila töluvert matskennt en er sett fram á bili til þess að sýna þá möguleika sem eru í stöðunni fyrir innlenda aðila. Þangað til samningaviðræðum við bresk stjórnvöld er lokið mun ríkja mikil óvissa um það verð sem býðst hérlendum aðilum.

Spá um raforkuverð

Væntar verðsveiflur á breskum raforkumarkaði skipta miklu máli vegna þeirra möguleika að selja raforku á hærra verði heldur en viðmiðunarverði. Líkt og fram hefur komið áður er erfitt að spá fyrir um þróun raforkuverðs bæði vegna þess að spá þarf fyrir um heimsmarkaðsverð á jarðefnaeldsneyti auk þess sem spá þarf fyrir um eiginleika þeirra virkjana sem notaðir verða.

Til þess að taka tillit til allrar þeirra óvissu sem fylgir spám um raforkuverð hafa bæði Orku- og loftslagsstofnunin í Bretlandi og National Grid, flutningsfyrirtæki raforku í Bretlandi, birt raforkuspár sínar miðað við mismunandi forsendur t.d. markaðsverð jarðefnaeldsneytis. Á mynd V3 má sjá spá DECC á heildsöluverði raforku fram til ársins 2030 miðað við mismunandi forsendur og á verðlagi ársins 2012 (DECC, 2012a).



Mynd V3 Spá um þróun heildsöluverðs raforku til 2030

Heimild: DECC (2012a), DECC (2011c).

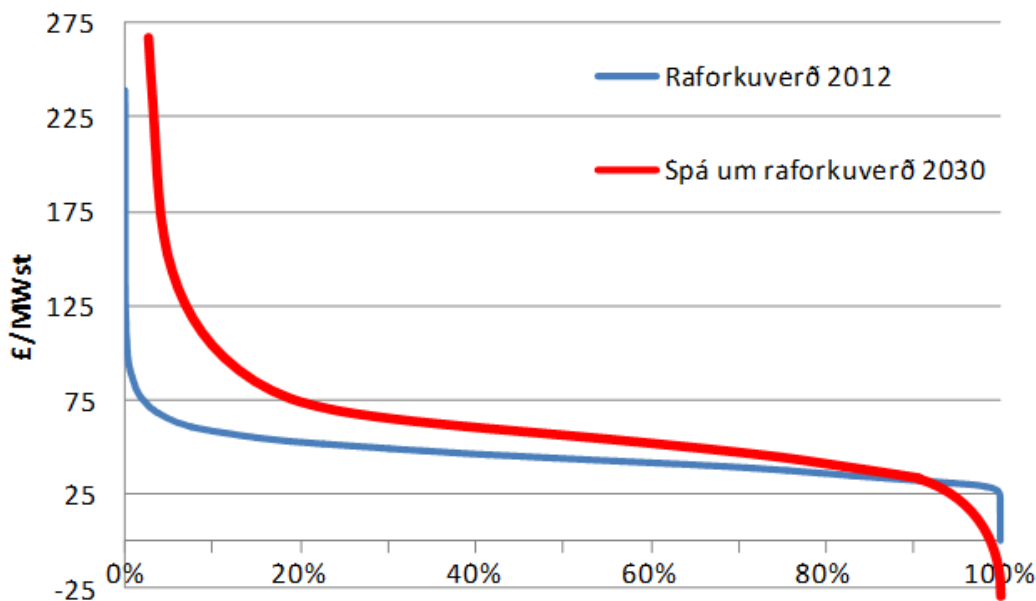
Meginsviðsmynd í spá DECC frá 2012 gefur til kynna að meðalheildsöluverð raforku hækki frá meðalverði ársins 2011, um £ 50/MWst (€ 59/MWst), upp í um £ 80/MWst (€ 94/MWst) árið 2030. DECC sér hins vegar fram á mismunandi verðþróun allt eftir því hvaða forsendur eru notaðar. Til dæmis getur raforkuverð orðið um £ 60/MWst (€ 59/MWst) árið 2030 ef heimsmarkaðsverð jarðefnaeldsneytis verður lágt en rúmlega £ 100/MWst (€ 117/MWst) ef heimsmarkaðsverðið verður hátt. Ef litið er til spár DECC frá árinu 2011 sést að heilt yfir lækkaði DECC spá sína um raforkuverð miðað við spána frá 2012. National Grid hefur einnig birt sínar spár fyrir þróun heildsöluverðs raforku og býst flutningsfyrirtækið við raforkuverði milli £ 50/MWst (€ 59/MWst) og £ 125/MWst (€ 146/MWst) árið 2030 á verðlagi ársins 2012 (National Grid, 2012).

Meðalverð ársins gefur hins vegar takmarkaða mynd á möguleika innlendra aðila vegna þess að raforkuverðið er margbreytilegt innan dags og eftir árstíðum. Eins og áður segir er bæði framboð og eftirspurn raforku nærri óteygjin sem felur í sér að litlar breytingar framboðs- eða eftirspurnarmegin á markaðnum geta haft veruleg verðáhrif.

Ef marka má áform breskra stjórnvalda um aukna nýtingu óendurnýjanlegra orkugjafa hefur verið áætlað að raforkuverð innan árs verði enn breytilegra heldur en það er í dag. Það er, raforkuverðið mun verða herra en áður þegar t.d. vindur blæs ekki og einnig lægra en áður þekkist þegar t.d. vindur blæs hressilega. Auk þess getur komið upp sú staða að neikvæð raforkuverð myndist vegna þess að núverandi stuðningskerfi endurnýjanlegra orkugjafa veitir

stuðning óháð markaðsverði og því getur það verðið ábatasamt fyrir eigendur vindmylla að framleiða raforku alltaf þegar vindur blæs.

Á mynd V4 hefur raforkuverðið í Bretlandi verið raðað frá því hæsta til þess lægsta miðað við uppgjörsvorð á hálf tímafresti á raforkumarkaði í Bretlandi (APX, 2013) og spá ráðgjafafyrirtækisins Pyory metin fyrir árið 2030 höfð til hliðsjónar (Pyory, 2009).



Mynd V4 Spá um langæislinu raforkuverðs 2030

Á myndinni sést hvernig raforkuverðið árið 2012 var oftast á milli £ 30/MWst og £ 50/MWst en lítinn tíma ársins eru verðin þó mun hærri, eða um og yfir £ 100/MWst. Einnig kemur upp sú staða að raforkuverð eru mjög lág, eða nærri núlli lítinn tíma ársins. Spá Pyory bendir til þess að raforkuverð eigi bæði eftir að verða herra og lægra stærri hluta ársins en miðað við núverandi verð og er það meðal annars vegna aukins vægis endurnýjanlegra orkugjafa sem framleiða raforku óreglulega.

Lauslega má áætla að 10-20% tímans verði raforkuverð hærri heldur en þau viðmiðunarverð sem áður voru metin fyrir innlenda aðila. Þar af leiðandi, m.v. það stuðningskerfi sem fyrirhugað er, fengið herra verð heldur en sem nemur viðmiðunarverðum. Meðalverð þær stundir sem markaðsverðið er herra heldur en viðmiðunarverðin getur verið nærri £ 150/MWst (€ 176/MWst) og því umtalsvert hærri heldur en viðmiðunarverðin.

Ef miðað er við að 10% hluta ársins sé markaðsverðið herra heldur en viðmiðunarverðið og hérlandir aðilar nýti sér þá tíma til útflutnings má áætla að meðalverðið verði um £ 150/MWst

(£ 176/MWst). Vegið meðalverð til innlendra aðila af fyrr framsettum viðmiðunarverðum og svo þess verðs sem fæst vegna t.d. dægursveifla getur verið á bilinu £ 80/MWst (€ 94/MWst)-£ 110/MWst (€ 130/MWst). Í þeim forsendum sem notaðar verða hér á eftir er miðað við að innlendir aðilar geti fengið £ 80/MWst (€ 94/MWst) í lágu mati, £ 95/MWst (€ 112/MWst) í miðjumati og £ 110/MWst (€ 130/MWst) í háu mati.

Eins og fram hefur komið hafa bresk stjórnvöld ekki útfært stuðningskerfi sitt fyrir endurnýjanlega orku. Ef ekkert verður úr stuðningi við endurnýjanlega orku munu skiljanlega verða miklar breytingar frá þeim spám sem settar hafa verið fram hér. Vænta má að hinir hefðbundnu orkugjafar, gas, kol og kjarnorka, munu í slíku tilfalli halda áfram að verða megin orkugjafarnir.

Ef litið er til núvirtis meðalkostnaðar fyrir ódýrustu raforkuvinnslu þessara þriggja orkukosta sést að raforkuverðið verður ekki mjög frábrugðið því verði sem fyrr hafa verið sett fram:

Tafla V2 Núvirtur meðalkostnaður árið 2020 og 2030 á verðlagi ársins 2012.

2020	Gasorkuver	Kolaorkuver	Kjarnorka
Lágt mat	£ 81/MWst	£ 101/MWst	£ 77/MWst
Miðjumat	£ 82/MWst	£ 104/MWst	£ 85/MWst
Hátt mat	£ 84/MWst	£ 107/MWst	£ 95/MWst
<hr/>			
2030			
Lágt mat	£ 87/MWst	£ 87/MWst	£ 65/MWst
Miðjumat	£ 89/MWst	£ 111/MWst	£ 73/MWst
Hátt mat	£ 91/MWst	£ 111/MWst	£ 85/MWst

Því má ætla að á milli 2020 og 2030 verði raforkuverð miðað við þessa þrjá orkugjafa £ 83/MWst fyrir lágt mat, £ 91/MWst fyrir miðjumat og £ 96/MWst fyrir hátt mat. Ef miðað er við verðið sem áætlað var í miðjumatinu einungis á samanburði við endurnýjanlega orkugjafa, £ 83/MWst, sést að það er hið sama og lága matið ef miðað er við kol, gas og kjarnorku.

Vert er að ítreka enn og aftur að margir óvissuþættir eru ríkjandi varðandi raforkuverðið. Samspil þess að bresk stjórnvöld hafa ekki útfært orkustefnu sína endanlega auk þess sem raforkuverð fram til ársins 2030 er mikilli óvissu háð gerir það að verkum að það mat sem hér er fram sett er einungis lauslegt mat. Óvissu um verðið verður ekki eytt nema með langtímasamningum við bresku kaupendurna.

Heimildir

APX (2013). UKPX Historical Data <http://www.apxgroup.com/market-results/apx-power-uk/ukpx-rpd-historical-data/>

DECC (2011a). UK Renewable Energy Roadmap
https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/48128/2167-uk-renewable-energy-roadmap.pdf

DECC (2011b). Planning our electric future: a White Paper for secure, affordable and low-carbon electricity
https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/48129/2176-emr-white-paper.pdf

DECC (2011c). Energy and Emissions Projections
http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/20130106105028/http://www.decc.gov.uk/en/content/cms/about/ec_social_res/analytic_projs/en_emis_projs/en_emis_projs.aspx#2012

DECC (2012a). 2012 Energy and emissions projections
<https://www.gov.uk/government/publications/2012-energy-and-emissions-projections>

DECC (2012b). Electricity Market Reform: policy overview
https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/65634/7090-electricity-market-reform-policy-overview-.pdf

DECC (2012c). Annex A Feed-in Tariff with Contracts for Difference: Operational Framework
https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/66554/7077-electricity-market-reform-annex-a.pdf

DECC (2012d). Uk Renewable Energy Roadmap Update 2012
https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/80246/11-02-13_UK_Renewable_Energy_Roadmap_Update_FINAL_DRAFT.pdf

DECC (2012e). Electricity Generation Costs
https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/65713/6883-electricity-generation-costs.pdf

DECC (2013a). Calculating Renewable Obligation Certificates (ROCs)

<https://www.gov.uk/calculating-renewable-obligation-certificates-rocs>

DECC (2013a). Increasing the use of low-carbon technologies

<https://www.gov.uk/government/policies/increasing-the-use-of-low-carbon-technologies/supporting-pages/the-renewables-obligation-ro>

National Grid (2012). <http://www.nationalgrid.com/NR/rdonlyres/332FFA28-6900-4214-92BB-D3AD4FA5DC01/56611/UKFutureEnergyScenarios2012.pdf>

Pyory (2013). Impact of intermittency: How wind variability could change the shape of the British and Irish electricity markets.

<http://www.poyry.com/sites/default/files/imce/files/impactofintermittencygbandi-july2009-energy.pdf>