

Kortlagning á eftirspurn innlendra aðila eftir raforku næstu árin og mat á afgangssorku í íslenska raforkukerfinu

Skýrsla til iðnaðar- og viðskiptaráðherra



Júní

2016

Kortlagning á eftirspurn innlendra aðila eftir raforku næstu árin og mat á afgangsorku í íslenska raforkukerfinu

Skýrsla til iðnaðar- og viðskiptaráðherra

Orkustofnun

Júní

2016

Útgefandi:
Orkustofnun, Grensásvegi 9, 108 Reykjavík
Sími: 569 6000, Fax, 568 8896
Tölvupóstur: os@os.is
Heimasíða: www.os.is
Hönnun og uppsetning: Orkustofnun

Ritstjórn:
Guðni A. Jóhannesson - Orkustofnun
Magnús Júlíusson - Orkustofnun
Þórður Hilmarsson – Íslandsstofa
Bjarni Már Gylfason – Samtök Iðnaðarins
Þórólfur Nielsen – Landsvirkjun
Björgvin Skúli Sigurðsson – Landsvirkjun

OS-2016-06
ISBN 978-9979-68-386-5

Þessi skýrsla er gefin út á vef Orkustofnunar og iðnaðar- og viðskiptaráðuneytis.
Efni skýrslunnar má nota, en krafist er þessa að heimildar sé getið.

Júní 2016

Efnisyfirlit

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | INNGANGUR | 4 |
| 2 | UPPBYGGING ORKUMARKAÐAR Á ÍSLANDI 1969 – 2014 | 5 |
| 3 | RAFORKUSPÁ – AUKNING Í ALMENNRI NOTKUN TIL 2050 | 6 |
| 4 | UPPLÝSINGAR ÚR RAMMAÁÆTLUN | 7 |
| 5 | HAGKVÆMNIFLOKKUN VIRKJUNARKOSTA | 8 |
| 6 | FLOKKUN VIRKJUNARKOSTA EFTIR LCOE | 8 |
| 7 | NIÐURSTÖÐUR FLOKKUNAR | 9 |
| 8 | EFTIRSPURN INNLENDRA AÐILA Á NÆSTU ÁRUM | 10 |
| 9 | AFGANGSORKA Í ORKUKERFINU | 12 |
| 9.1 | FJÓRIR FLOKKAR AFGANGSORKU..... | 12 |
| 9.2 | NIÐURSTAÐA..... | 14 |

1 Inngangur

Á haustmánuðum 2014 skipaði atvinnuvega- og nýsköpunarráðherra verkefnastjórn til að hafa yfirumsjón með átta verkefnum er lúta að mögulegri lagningu sæstrengs til Bretlands. Verkefnastjórnin fól Orkustofnun þrjú af þessum verkefnum.

Verkefnið sem fjallað er um í þessari skýrslu á rætur að rekja til nefndarálits atvinnuveganefndar og felur í sér

- a. kortlagningu á eftirspurn innlendra aðila næstu árin miðað við þróun raforkumarkaðar og spá um þróun í uppbyggingu atvinnulífs.
- b. að leggja mat á afgangorku sem hugsanlega yrði til staðar í kerfinu á hverjum tíma.

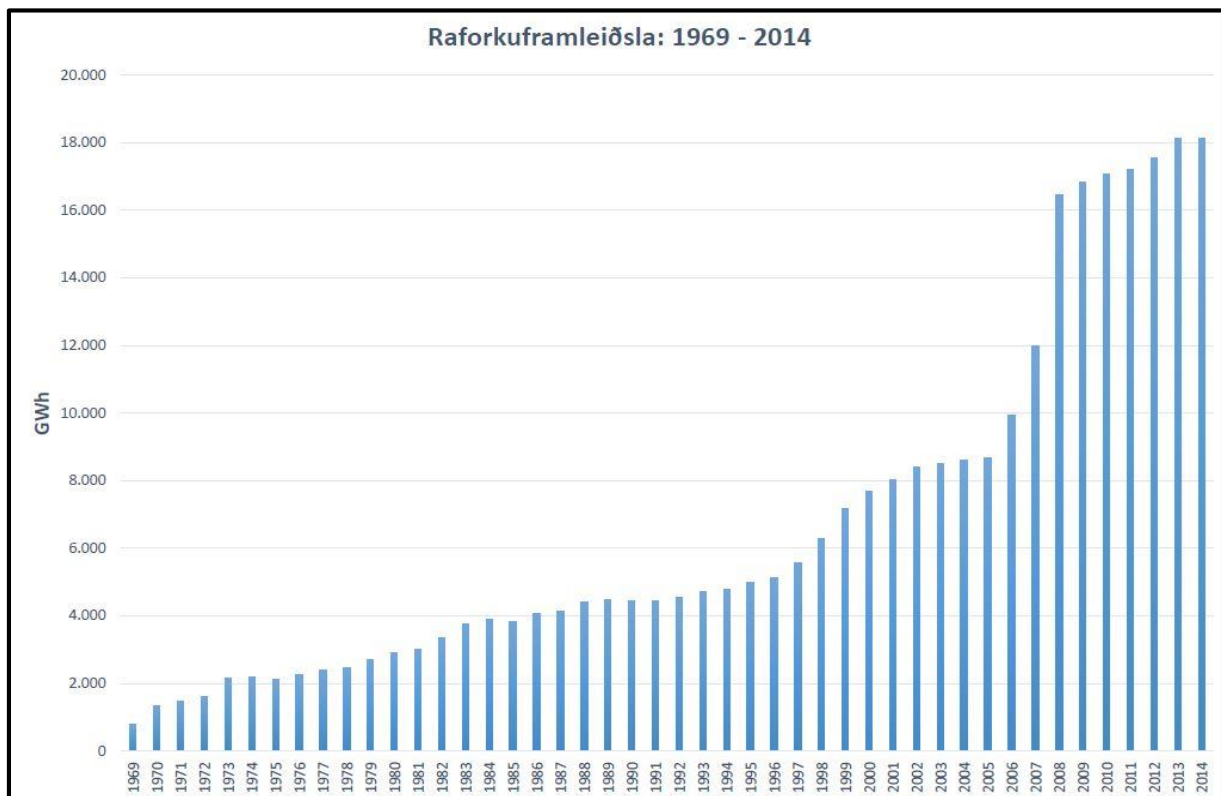
Bent hefur verið á að auðlindir til raforkuframleiðslu eru þjóðarauður sem mikilvægt er að nýtist þjóðinni sem best um ókomin ár. Það er ljóst að margir þættir hafa áhrif á eftirspurn iðnaðar eftir rafmagni á Íslandi. Íslenskir raforkuframleiðendur eru í samkeppni við alþjóðlegan markað fyrir raforku til stóriðju.

Orkustofnun kallaði til sex einstaklinga með þekkingu og reynslu á viðkomandi sviði. Verkefnahópurinn var þannig samansettur:

- Guðni A. Jóhannesson - Orkustofnun
- Magnús Júlíusson - Orkustofnun
- Þórður Hilmarsson – Íslandsstofa
- Bjarni Már Gylfason – Samtök Iðnaðarins
- Þórólfur Nielsen – Landsvirkjun
- Björgvin Skúli Sigurðsson - Landsvirkjun

2 Uppbygging orkumarkaðar á Íslandi 1969 – 2014

Við stofnun Landsvirkjunar árið 1965 var ákveðið að ráðast í byggingu Búrfellsvirkjunar og byrjaði stöðin að vinna rafmagn árið 1969. Í byrjun var uppsett afl Búrfellsvirkjunar 210 MW en á árunum 1997 – 1999 var búnaður Búrfellsstöðvar endurnýjaður að hluta. Við það jókst uppsett afl úr 210 MW í 270 MW. Mikið vatn hefur runnið til sjávar síðan árið 1969 og margar nýjar virkjanir litið dagsins ljós síðan þá. Í ársbyrjun 2014 var uppsett afl í virkjunum framleiðenda, tengdum flutningskerfinu, samanlagt 2.767 MW og heildarframleiðsla þeirra 18.122 GWh árið 2014. Ef litið er til uppsetts afls milli árana 1969 og 2014 fæst að meðal aflaukning hefur verið um 55 MW/ári. Mynd 1 sýnir raforkuframleiðslu í GWh frá árinu 1969 til 2014. Meðaltalsaukning í raforkuframleiðslu á ári hefur verið 8% á þessu tímabili.



Mynd 1: Raforkuframleiðsla á Íslandi frá 1969 – 2014.

Það er ljóst að uppbygging á raforkumarkaði hefur ekki verið línuleg þ.e. 55 MW/ári. Stór skref hafa verið stigin í virkjanaf framkvæmdum og uppbyggingu raforkukerfisins þegar álbræðslur og járnblendir hafa hafið starfsemi sína hér á landi. Þetta er iðnaður sem krefst mikillar raforku og mesta uppbyggingin hefur verið í kringum þennan iðnað. Um 80% af raforkunotkun á Íslandi stafar frá stórnotendum¹ en 20% er notkun annarra fyrirtækja og almennings. Almennungur notar um 5% af heildarframleiðslunni.

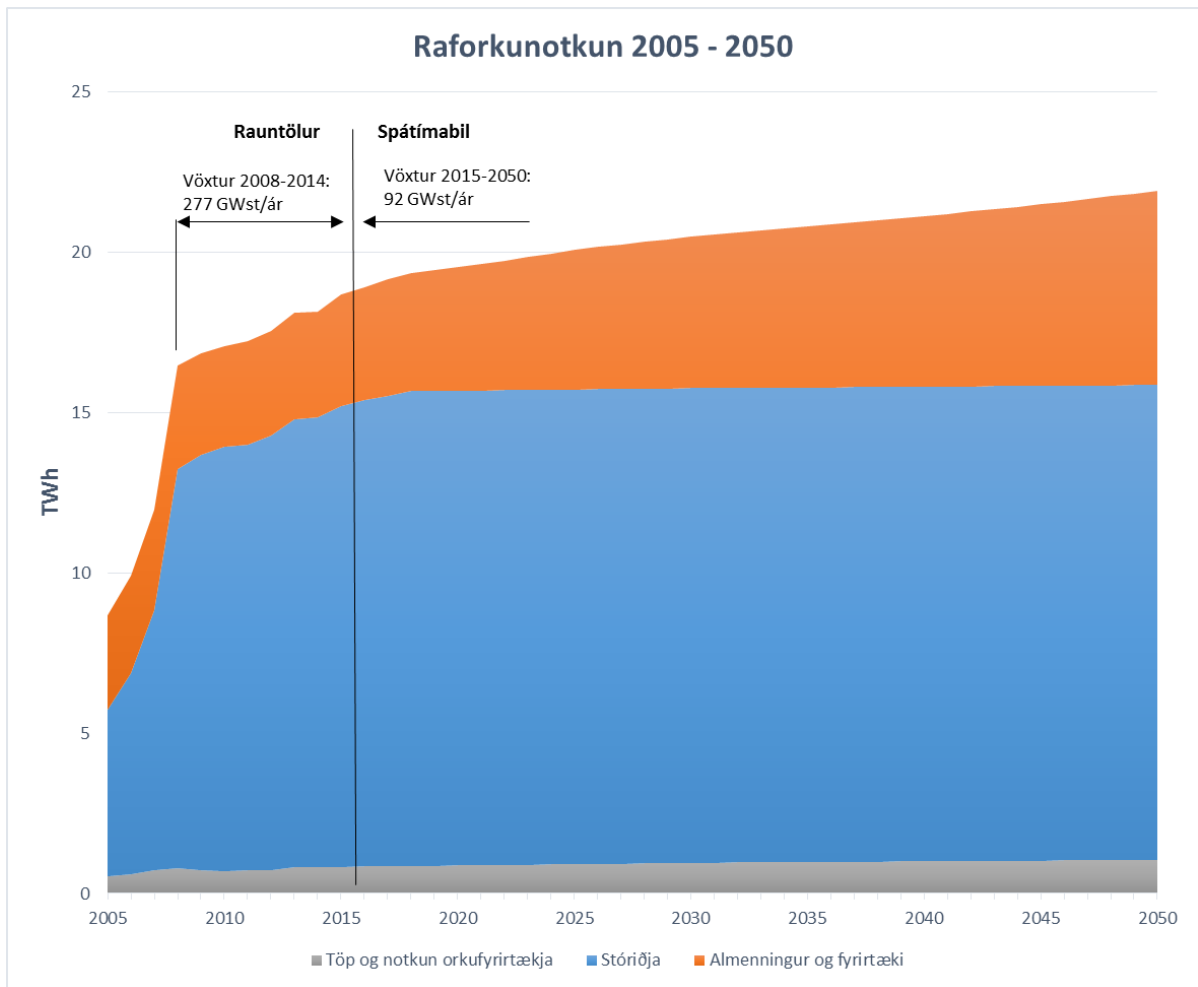
¹ Stórnotandi er notandi sem notar innan þriggja ára á einum stað a.m.k. 80 GWh á ári sbr. netmála B.8 hjá Landsneti.

3 Raforkuspá – aukning í almennri notkun til 2050

Raforkuhópur Orkuspárnefndar gefur árlega út raforkuspá. Spáin var síðast gefin út í júlí 2014 og nær sú spá til ársins 2050. Raforkuspáin er endurreikningur á spá frá 2010 út frá nýjum gögnum og breyttum forsendum. Spáin er byggð á forsendum um mannfjölda, fjölda heimila, landsframleiðslu og framleiðslu einstakra atvinnugreina. Almennri raforkunotkun er skipt niður í sex flokka auk dreifi- og flutningstapa. Notkun er þar að auki skipt eftir því frá hvaða kerfishluta notkunin er afhent, þ.e. beint frá virkjun, frá flutningskerfinu eða frá dreifikerfinu. Fyrir stóriðju er miðað við samninga sem þegar hafa verið gerðir þ.e. ekki er spáð fyrir neina frekari uppbyggingu stóriðju en þá sem er til staðar í landinu nú þegar. Það má því í raun segja að spáin sé *business as usual* spá þar sem verið sé að skoða framtíðarnotkun almennings og fyrirtækja sem eru ekki stórnotendur þ.e.a.s. þess hóps sem notar um 20% af raforkuframleiðslu Íslands.

Samkvæmt endurreikningnum mun almenn notkun forgangsorku², þ.e. notkun almennings og fyrirtækja annarra en stóriðju á forgangsorku, aukast um 6% fram til 2015 og um 87% alls til 2050. Aukning þessarar notkunar er að meðaltali 1,7% á ári. Almenn notkun að meðtöldum dreifitöpum, skerðanlegri orku og núverandi og samþykkt ný stóriðja er sýnd á Mynd 2. Eins og áður segir var heildarraforkunotkun Íslands 18.122 GWh árið 2014 en spáin gerir ráð fyrir að notkunin verði orðin 21.915 GWh árið 2050. Aukningin nemur tæpum 3.800 GWh sem er t.d. um 75% af orkuvinnslugetu Fljótsdalsstöðvar.

² Raforkunotkun er oft greind niður á tvo meginþætti, þ.e. í forgangsorku og ótryggða orku. Meginhluti notkunarinnar er forgangsorka en með ótryggðri orku er átt við notkun þar sem samið hefur verið um að skerða megi notkunina svo sem þegar erfiðleikar eru í vatnabúskap virkjana eða vegna flutningstakmarkana.



Mynd 2: Almenn notkun að meðtöldum dreifitöpum, skerðanlegri orku og núverandi og samþykkt ný stóriðja.

4 Upplýsingar úr rammaáætlun

Í rammaáætlun eru virkjunarkostir flokkaðir í orkunýtingar-, bið- og verndarflokk. Þann 14. janúar 2013 var samþykkt á Alþingi tillaga til þingsályktunar um áætlun um vernd og nýtingu landsvæða. Þar með öðlaðist rammaáætlun lögformlegt gildi.

Í orkunýtingarflokki eru 16 virkjunarkostir, 2 vatnsaflskostir og 14 jarðvarmakostir. Samtals áætlað uppsett afl þessara virkjunarkosta er um 1.058 MW. Í biðflokki eru 31 virkjunarkostir, 22 vatnsaflskostir og 9 jarðvarmakostir. Samtals áætlað uppsett afl þessara virkjunarkosta er 1.928 MW. Taka skal fram að vindorkukostir hafa ekki verið teknir til skoðunar í rammaáætlun.

Til þess að meta eftirspurn raforku til uppbyggingar atvinnulífs til næstu ára er nauðsynlegt að gera grein fyrir þeim kostnaði sem fylgir þeim virkjunarkostum sem kveðið er á um í orkunýtingar- og biðflokki. Líkt og lýst var í inngangi skýrslunnar er erfitt að finna áreiðanlegan mælikvarða á eftirspurn fyrirtækja eftir raforku á Íslandi. Því er nærtækara að líta á kostnaðarfall virkjunarkosta í rammaáætlun og reyna að meta út frá því hvað iðnaður muni þurfa að greiða fyrir framleidda raforku á Íslandi til næstu ára.

5 Hagkvæmniflokkun virkjunarkosta

Í mars 2010 voru niðurstöður faghópa 2. áfanga rammaáætlunar kynntar. Faghópur IV. skilgreindi 6 hagkvæmniflokka sem byggja á hlutfalli áætlaðs stofnkostnaðar virkjunar í íslenskum krónum og orkugetu kr/(kWh/ár), falli hann til á einu ári. Mat faghópsins á hagkvæmni virkjunarframkvæmda tók tillit til stofnkostnaðar og byggði á innsendum gögnum frá orkuvinnsluaðilum. Hagkvæmniflokkar faghóps IV. eru:

1. Undir 27 kr/(kWh/ár)
2. 27 - 33 kr/(kWh/ár)
3. 33 – 40 kr/(kWh/ár)
4. 40 – 53 kr/(kWh/ár)
5. 53 – 66 kr/(kWh/ár)
6. Yfir 66 kr/(kWh/ár)

6 Flokkun virkjunarkosta eftir LCOE

Levelized Cost of Electricity (LCOE) aðferðin er notuð hér til þess að áætla kostnaðarverð raforkuvinnslu yfir líftíma virkjunar mældan í verði á orkueiningu USD/MWh. Aðferðin er þekkt og er mikið notuð við að flokka og bera saman virkjunarkosti sem byggja á mismunandi orkuvinnsluaðferðum³.

Greiningin byggir á gögnum sem virkjanafyrirtæki lögðu fram til verkefnisstjórnar rammaáætlunar. Til viðbótar er stuðst við gögn frá Hagfræðistofnun Háskóla Íslands varðandi framkvæmdatíma og skiptingu á innlendum og erlendum kostnaði virkjana, og forsendur frá *International Renewable Energy Agency* (IRENA) um líftíma virkjana og áætlaðan kostnað við fjármögnun.

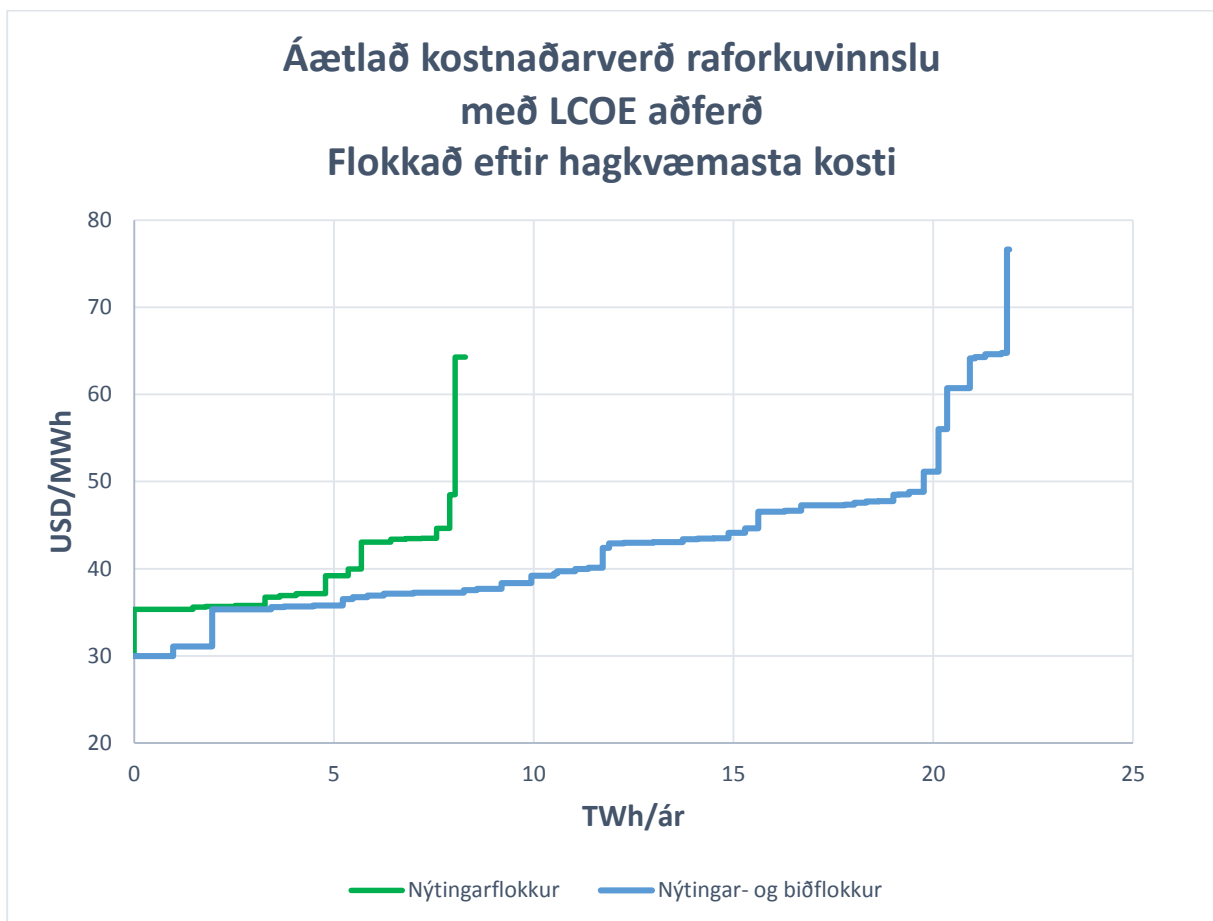
Hafa ber í huga að LCOE aðferðin er notuð til að mynda samanburðargrundvöll á milli virkjanakosta. Kostnaður einstakra virkjana getur orðið mismunandi eftir aðstæðum, t.d. vegna mismunandi ávöxtunarkröfu virkjunaraðila og fjármagnskostnaðar þeirra.

³ Sjá m.a. International Energy Agency, „Projected Costs of Generating Electricity: 2010 Edition“ (https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/projected_costs.pdf) og International Renewable Energy Agency, „Renewable power generation costs in 2014“ (http://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/IRENA_RE_Power_Costs_2014_report.pdf)

7 Niðurstöður flokkunar

Niðurstöður LCOE flokkunarinnar eru á þann veg að áætlað kostnaðarverð mælt í USD/MWh er á bilinu 30 – 76,6. Niðurstöðurnar eru sýndar á Mynd 3 þar sem fram koma bæði niðurstöður fyrir orkunýtingarflokk eingöngu, og auk þess þegar litið er til bæði nýtingar- og biðflokks rammaáætlunar. Samtals eru virkjanakostir fyrir rúmar 8 TWh/ár í núverandi orkunýtingarflokki en tæplega 22 TWh/ár í báðum flokkum.

Á myndinni sést að kostnaðurinn, sé litið til orkunýtingar- og biðflokks, skiptist nokkurn vegin í fjögur þrep. Fyrsta þrepið er í kringum 30 USD/MWh og felur í sér framleiðsluaukningu sem nemur tæpum 2 TWh/ári. Annað þrepið nær frá 35 – 40 USD/MWh og felur í sér aukna framleiðslugetu sem nemur tæpum 10 TWh/ári. Þriðja þrepið er í kringum 45 USD/MWh og felur í sér aukna framleiðslugetu sem nemur tæpum 4 TWh/ári. Fjórða þrepið er á bilinu 45 – 50 USD/MWh og felur í sér aukna framleiðslugetu sem nemur rúmum 4 TWh/ári. Frá fjórða þrepi tekur grafið stökk og hæsti punktur þess er 76,6 USD/MWh.



Mynd 3: Mat á áætluðu kostnaðarverði virkjanakosta í orkunýtingar- og biðflokki raðað eftir hagkvæmni.

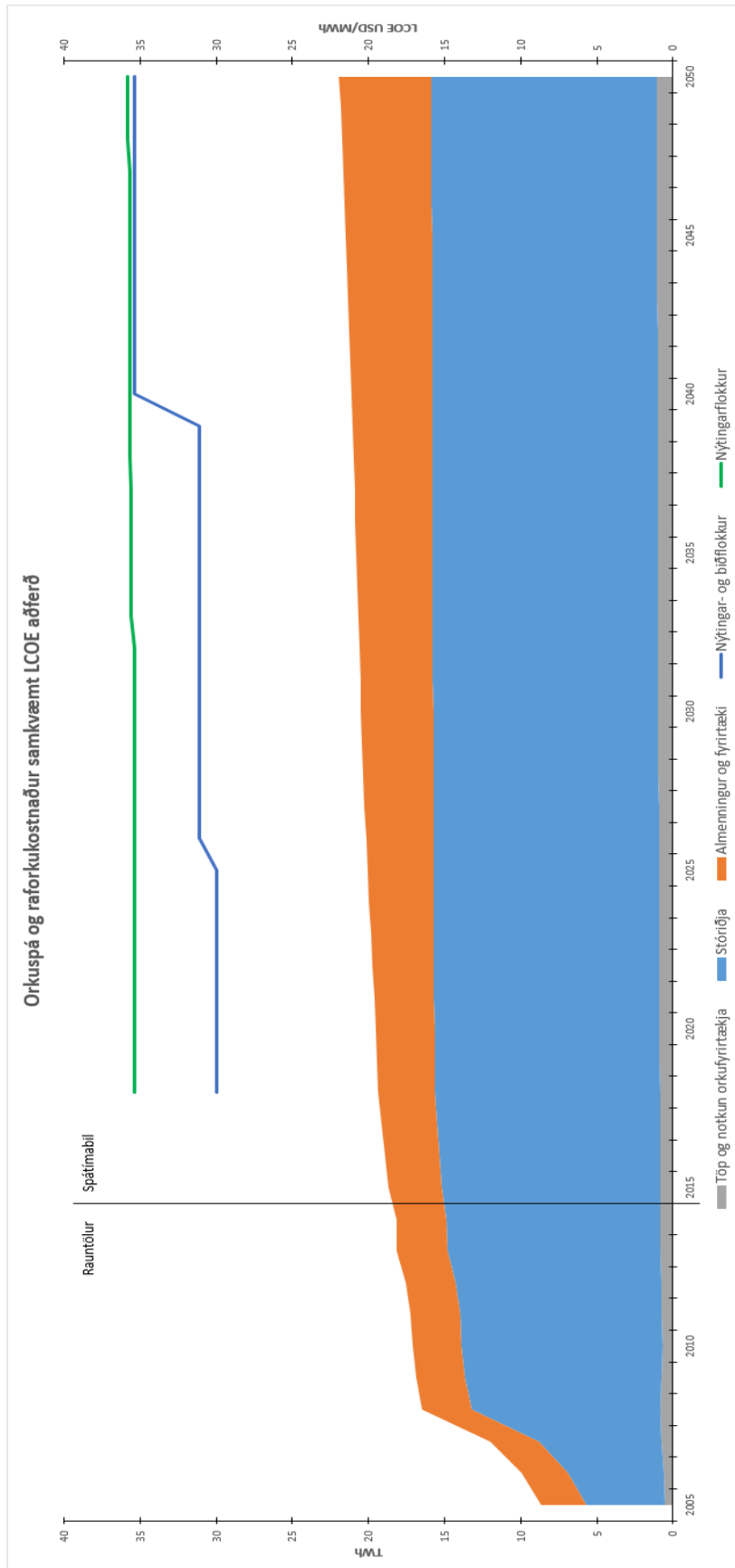
8 Eftirspurn innlendra aðila á næstu árum

Samkvæmt raforkuspá mun notkun forgangsorku til almennings og fyrirtækja annarra heldur en stóriðju aukast um 6% árið 2015 og um 87% alls til ársins 2050. Spáin gerir ráð fyrir því að almenn notkun í heild að meðtöldum dreifitöpum, skerðanlegri orku og núverandi og samþykkt ný stóriðja verði 21.915 GWh árið 2050. Það er aukning um tæpar 3.800 GWh eða 3,8 TWh frá því sem nú er.

Ef stuðst er við LCOE flokkunina sem byggir á núvirtum meðalkostnaði yfir líftíma virkjunar, mældan í einingunni USD/MWh, sést að til þess að anna þessari auknu eftirspurn sem raforkuspáin gerir ráð fyrir þurfi lágmarksverð til notenda að vera yfir kostnaðarverði orkunnar sem gæti numið 35-40 USD/MWh.

Með því að bera saman orkuspá á mynd 2 og LCOE greiningu á mynd 3 kemur fram sviðsmynd af þeim kostnaði sem orkuöflun orkuspárinnar þarf að standa undir. Þessi sviðsmynd kemur fram á mynd 4. Þar sem framkvæmdatími virkjunar er áætlaður 3 ár er gert ráð fyrir því að vexti í orkunotkun árin 2015-2017 sé mætt með raforku sem er til staðar nú þegar hjá orkufyrirtækjum. Vöxturinn árin 2015-2017 samsvarar um 1 TWh af orku.

Af sviðsmyndinni má gróflega áætla raforkuverð sem viðskiptavinir þurfa að greiða miðað við orkuspá Orkuspárnefndar. Hér verður að gera þann fyrirvara að greiningin byggir eingöngu á virkjanakostum úr rammaáætlun sem nú er í gildi og raforkuspá sem spáir eingöngu fyrir um aukningu í eftirspurn á almennum markaði (en ekki orkufrekum iðnaði). Ljóst er að breytingar hvort sem er á framboði eða eftirspurn myndu breyta sviðsmyndinni. Þannig er t.d. líklegt að sterk eftirspurn stóriðju og enn aukin uppbygging orkumannvirkja myndi skapa þrýsting til hækkunar innlends raforkuverðs þó allt útlit sé fyrir að raforkuverð á Íslandi yrði þó enn vel samkeppnishæft á við það sem gerist erlendis.



Mynd 4: Orkuspa og niðurstöður LCOE aðferðar vegna virkjanakosta í bið- og orkunýtingarflokki rammaáætlunar. Gert er ráð fyrir að 1TWh af vexti í orkunotkun á árunum 2015-2017 sé mætt með umframorku í núverandi raforkuvinnslukerfi.

9 Afgangssorka í orkukerfinu

Til þess að hægt sé að fá hugmynd um þá afgangssorku sem er í orkukerfinu á Íslandi á hverjum tíma er nauðsynlegt að skilgreina vel hvað hugtakið felur í sér. Á Íslandi er nánast allt rafmagn framleitt úr tveimur orkugjöfum, vatnsorku (~70%) og jarðvarma (~30%). Eðli þessara orkugjafa er ólíkt og eru jarðvarmaorkuver almennt keyrð nálægt hámarksafköstum hverju sinni á meðan sveigjanleiki vatnsorkuvera er nýttur til að m.a. haga vinnslu í samræmi við vatnafar hverju sinni, bregðast við bilunum í orkuvinnslukerfinu og bregðast við breytingum í eftirspurn. Þar eð jarðvarmaorkuver eru almennt keyrð á hámarksafköstum verður hér einblínt á vatnsorkukerfið til að meta afgangssorku í íslenska raforkukerfinu. Með hugtakinu „afgangssorka“ er hér átt við vatnsorku sem erfitt eða ómögulegt getur verið að beisla sökum mikillar óvissu í tilvist vatnsorkunnar frá einum tíma til annars og sökum þess að í lokuðu raforkukerfi er erfitt eða ómögulegt að koma slíkri orku í not með litlum eða engum fyrirvara. Til samanburðar hafa opin raforkukerfi þann möguleika á að flytja út slíka óvissa orku þegar hún er tiltæk. Á Íslandi er þessi afgangssorka sýnileg í því vatni sem rennur iðulega á yfirfalli og ónýtt framhjá íslenskum vatnsaflsvirkjunum.

9.1 Fjórir flokkar afgangssorku

Hér að neðan verður afgangssorka í íslenska raforkukerfinu flokkuð í fernt og er þar stuðst við skiptingu sem Landsvirkjun hefur notað til að meta afgangssorku í íslenska orkukerfinu, en fyrirtækið rekur flestar vatnsaflsvirkjanir landsins. Að neðan er lýsing á flokkunum fjórum og gróft mat á stærðargráðu afgangssorku eftir þessum sömu flokkum:

1. Ótekin orka (0,2-0,7 TWh - mismikil milli ára)

Orkukaupendum er heimilt að nýta ekki alla samningsbundna orku og reynslan sýnir að orkukaupendur nýta þá heimild reglulega með tilheyrandi óhagræði í för með sér fyrir orkufyrirtæki. Slík orkuskil koma gjarnan óvænt og með litlum fyrirvara og af þeim sökum reynist orkufyrirtækjum erfitt eða ómögulegt að finna orkunni nýja kaupendur með þeim afleiðingum að hún rennur til sjávar í formi framhjärennslis.

2. Óseld orka (0,3-0,9 TWh – mismikil milli ára)

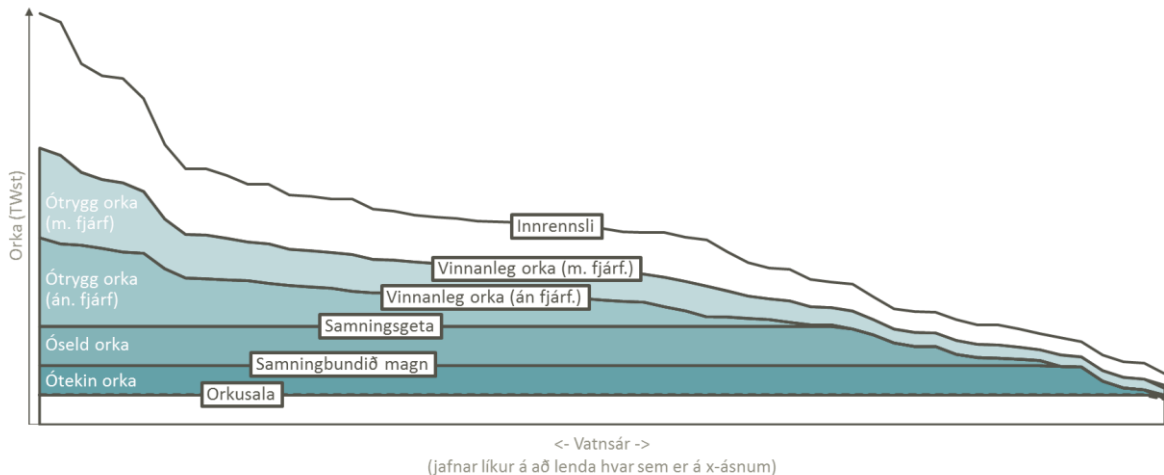
Skilmálar raforkusamninga gera ráð fyrir að orkufyrirtæki geti einhliða skert orkuafhendingu og býður slíkt upp á að orkufyrirtæki geta gert samninga um aukna orkusölu þrátt fyrir að líkur á skerðingum aukist. Reynslan sýnir að þrátt fyrir þennan samningsbundna rétt orkufyrirtækja þá hafa orkuskerðingar verið fátíðar og vel undir samningsbundnum rétti orkufyrirtækja. Með öðrum orðum þá hefur orkuöryggi verið tryggt með því að virkjanir hafa almennt verið byggðar umfram þörf sem hefur leitt af sér aukið magn ónýtrar vatnsorku sem fer á yfirfalli vatnsaflsvirkjana.

3. Ótrygg orka (án fjárfestingar) (0-1 TWh - mismikil milli ára)

Innrennsli í íslensk lón er mismikið á milli ára og orkufyrirtækin taka almennt mið af orkuvinnslugetu í slökustu árunum til að fastsetja hversu miklar skuldbindingar þau geta tekið á sig. Með öðrum orðum, í flestum árum er innrennsli í íslensk lón umfram þörf orkufyrirtækja til að uppfylla eigin íturstu skuldbindingar. Án nokkurrar fjárfestingar í íslenska raforkukerfinu væri engu að síður hægt að vinna hluta þessarar vatnsorku yfir í raforku en afhendingaröryggi þeirrar raforku yrði verulega skert. Sögulega hafa ekki verið kaupendur í lokuðu íslensku raforkukerfi að slíkri raforku og hefur þessi vatnsorka verið sýnileg í formi yfirfalls vatnsaflsvirkjana.

4. Ótrygg orka (með fjárfestingu) (0-1 TWh - mismikil milli ára)

Með fjölgun véla í núverandi vatnsaflsstöðvum mætti auka getu íslenskra orkufyrirtækja til að nýta það magn innrennslis í íslensk vatnslón sem er umfram það sem þau þurfa til að standa við íturstu skuldbindingar sínar. Slíkar fjárfestingar kynnu einnig að nokkru leiti að auka getu orkufyrirtækjanna til að selja raforku með ásættanlegu afhendingaröryggi en sú tryggja orka ein og sér stæði seint undir öllum þeim fjárfestingum.



Mynd 5: Skematísk mynd sem sýnir fjóra flokka afgangorku í einangruðu orkukerfi sem byggir á vatnsorku.

9.2 Niðurstaða

Í orkukerfinu á Íslandi er töluvert af afgangssorku og má af ofansögðu ætla að heildarmagn afgangssorku gæti í hverju ári verið allt frá um hálfri TWh þegar afgangssorkan er hvað minnst og um 4 TWh þegar afgangssorkan er hvað mest. Magn afgangssorku í hverju ári er háð veðurfari auk þess sem hegðan markaðsaðilaaðila hefur þar einnig áhrif. Líklegt væntigildi slíkrar afgangssorku kynni að liggja öðru hvoru megin við 2 TWh.

Eins og fram kemur hér að ofan þá er erfitt eða ómögulegt að hagnýta þessa orku í lokuðu íslensku raforkukerfi. Jafnvel þó öllum íslensku orkufyrirtækjunum tækist samtímis að skuldbinda sig til hins ítrasta og fullselja „óselda orku“ eins og hún er skilgreind að ofan þá væri enn að jafnaði eftir talsverð afgangssorka í íslenska raforkukerfinu. Í slíku kerfi yrðu að auki raforkuskerðingar algengur viðburður og bilanir í orkuvinnslu eða skyndileg og óvænt aukin eftirspurn kynni að raska verulega jafnvægi í framboði og eftirspurn með alvarlegum afleiðingum fyrir orkuöryggi.

