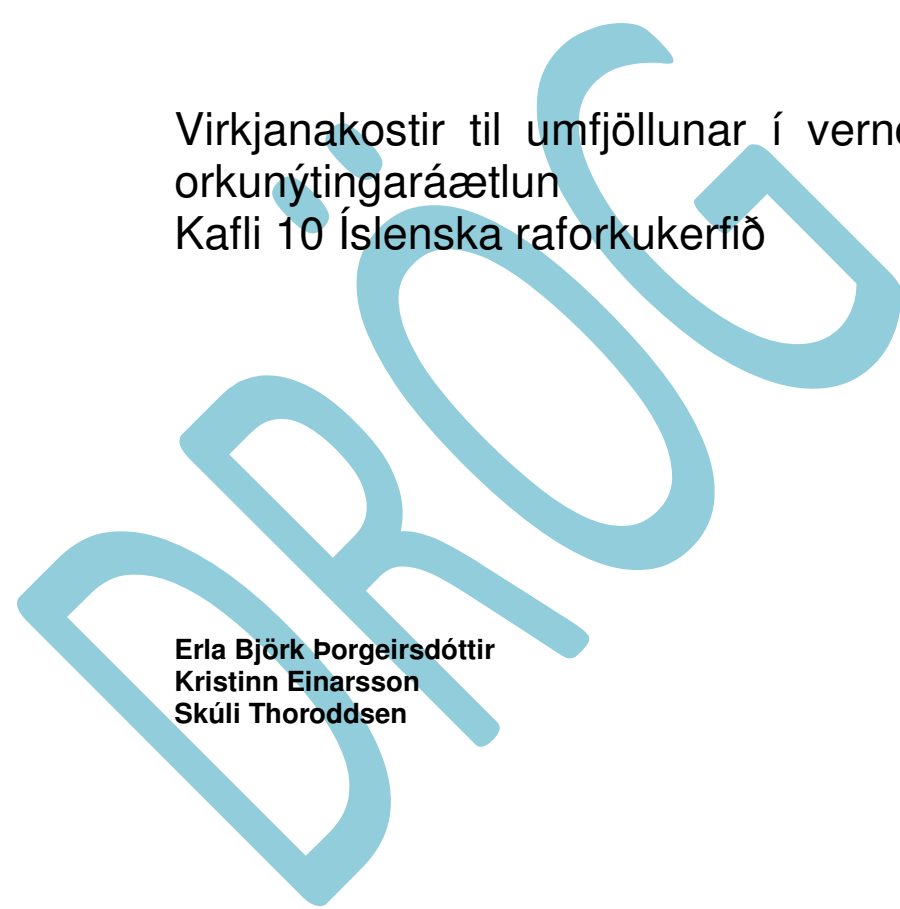


Virkjanakostir til umfjöllunar í verndar- og  
orkunýtingaráætlun  
Kafli 10 Íslenska raforkukerfið



**Erla Björk Þorgeirsdóttir  
Kristinn Einarsson  
Skúli Thoroddsen**

DRÖG

## EFNISYFIRLIT

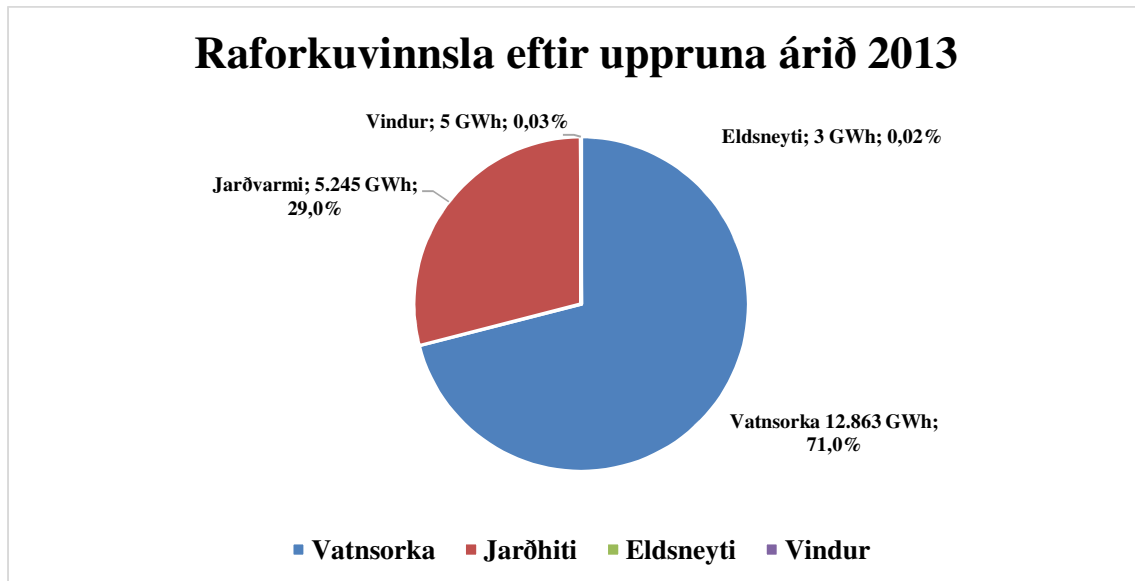
<b>1</b>	<b>ÍSLENSKA RAFORKUKERFIÐ</b> .....	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>RAFORKUVINNSLA</b> .....	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>FLUTNINGSKERFIÐ</b> .....	<b>10</b>
<b>4</b>	<b>RAFORKUÞÖRF OG ÖRYGGI RAFORKUKERFISINS</b> .....	<b>11</b>
<b>5</b>	<b>GÆÐI RAFORKU OG AFHENDINGARÖRYGGI</b> .....	<b>12</b>
<b>6</b>	<b>NÝIR ORKUGJAFAR</b> .....	<b>12</b>

### Myndir

Mynd 10.1: Raforkuvinnsla eftir uppruna	4
Mynd 10.2: Raforkunotkun á Íslandi árin 1994 til 2013	4
Mynd 10.3: Skipting raforkunotkunar árið 2013	5
Mynd 10.4: Skipting almennrar raforkunotkunar árið 2013	6
Mynd 10.5: Þróun raforkuvinnslu frá árinu 2012 til 2013	7
Mynd 10.6: Skipting raforkuvinnslu milli vinnslufyrirtækja árið 2013	7
Mynd 10.7: Þróun á uppsettu afli vatnsafls- og jarðvarmavirkjana frá 1930 til 2013	9
Mynd 10.8: Flutningskerfi Landsnets í upphafi árs 2013	10
Mynd 10.9: Spá um raforkuþörf fyrir almennan markað, stóriðju og flutningstöp árin 2013 til 2017, ásamt raunnotkun fyrir árin 2006 til 2013	11

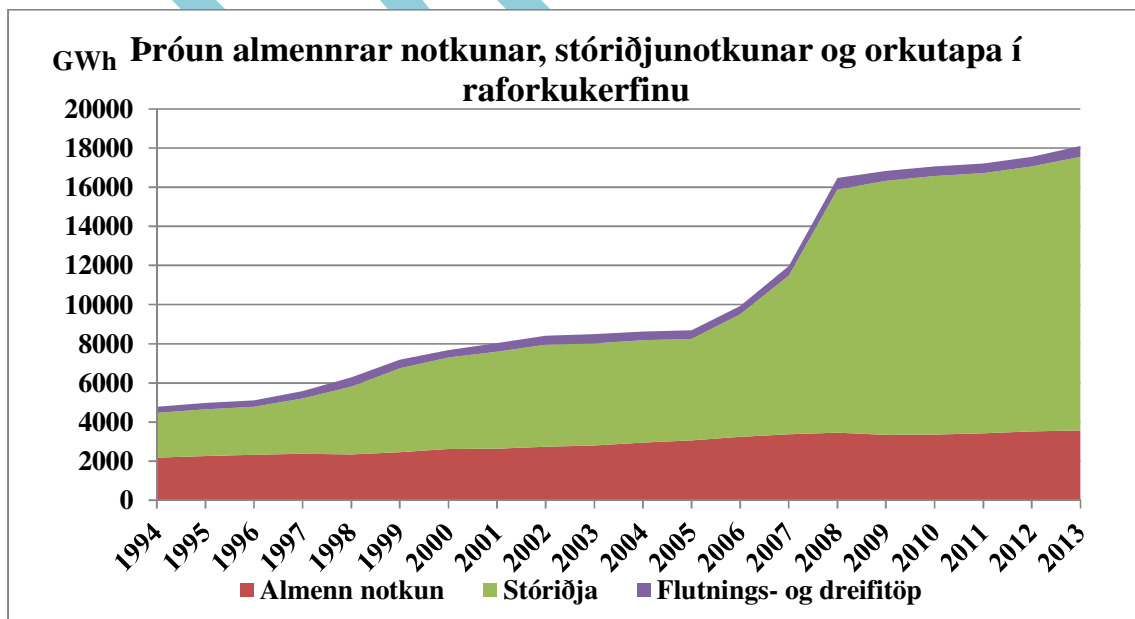
# 1 ÍSLENSKA RAFORKUKERFIÐ

Raforkunotkun Íslendinga hefur aukist mikið frá því að rafvæðing landsins hófst á fyrrihluta síðustu aldar. Á árinu 2012 nam heildarraforkunotkunin tæpri 17,1 TWh og hafði þá ríflega tvöfaldast frá árinu 2005, sbr. Mynd 10.3. Almenn notkun raforku hefur verið í hægum en stöðugum vexti en raforkunotkun stóriðju óx gríðarlega á fyrsta áratug þessarar aldar vegna tilkomu Kárahnjúkavirkjunar og Fjarðaáls.



Mynd 10.3 Raforkuvinnsla á Íslandi eftir uppruna

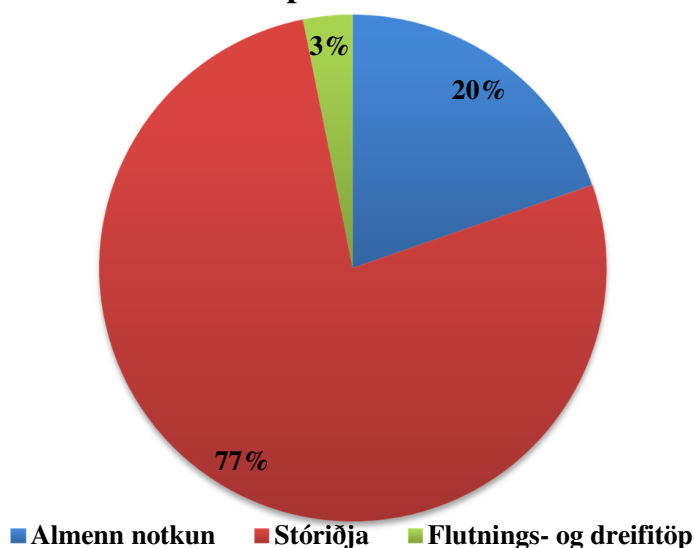
Árið 2013 var 71% af raforku á Íslandi framleidd í vatnsaflsvirkjunum sem lengi hafa séð um stærsta hluta raforkuframleiðslu í landinu. Jarðvarmavirkjanir hafa aukið hlut sinn á síðari árum og áttu 29% af markaðnum árið 2013. Aðrir orkugjafar eins og vindur og eldsneyti samsvara ekki nema broti úr prósentu.



#### Mynd 10.4 Raforkunotkun á Íslandi árin 1994 til 2013

Með vísan til Mynd 10.4 skiptist fyrrgreind notkun þannig að almenn notkun nemur 3.523 GWh, sem svarar til 20% af heildarnotkuninni meðan notkun stórnotenda nemur 13.545 GWh sem svarar til 77% af heildarnotkuninni. Árið 1996 var raforkunotkun stóriðju um 50% af heildarnotkuninni.

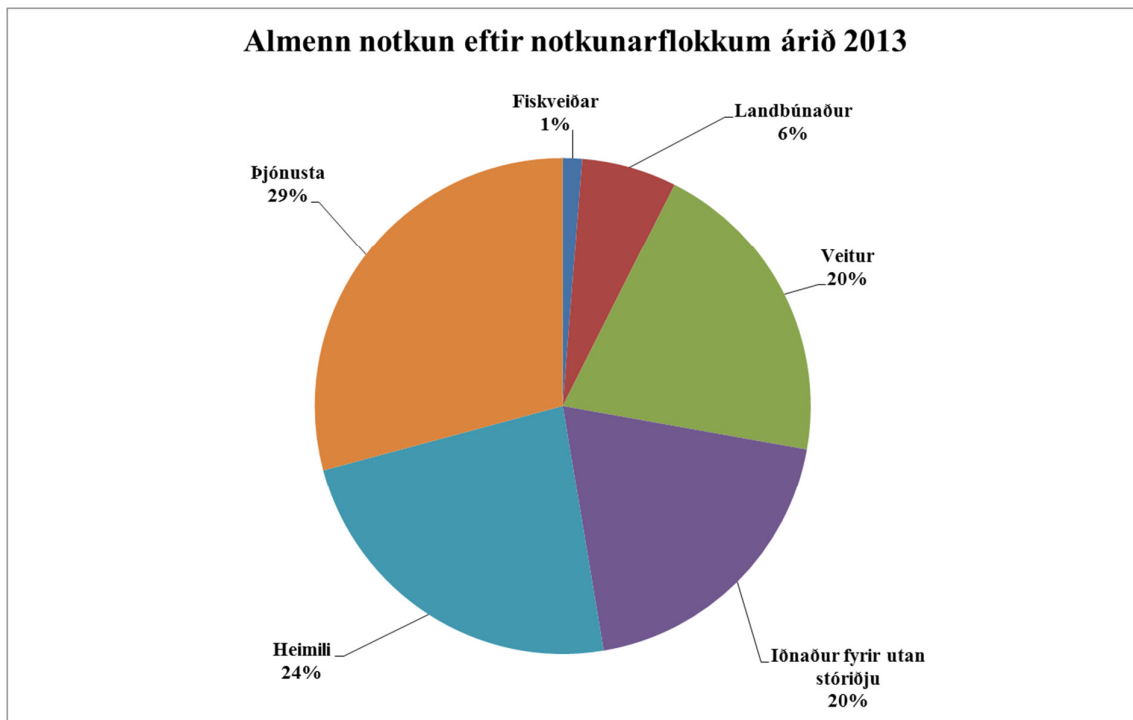
#### Almenn notkun, stóriðjunotkun og flutnings- og dreifitöp árið 2013



#### Mynd 10.5 Skipting raforkunotkunar árið 2013

Í Raforkuspá 2013-2050 er gert ráð fyrir að heildarnotkun raforku aukist úr 17,55 TWst í 19,14 TWst á árinu 2020 en það svarar til 1,1% árlegrar aukningar. Í raforkuspánni er aðeins tekin með notkun sem þegar gerðir samningar við stóriðjufyrirtækin fela í sér. Til stóriðju teljast nú álver Alcan í Straumsvík, álver Norðuráls á Grundartanga, álver Alcoa í Reyðarfirði, verksmiðja Íslenska járnblendifélagsins á Grundartanga og aflþynnuverksmiðja Becromal á Akureyri.

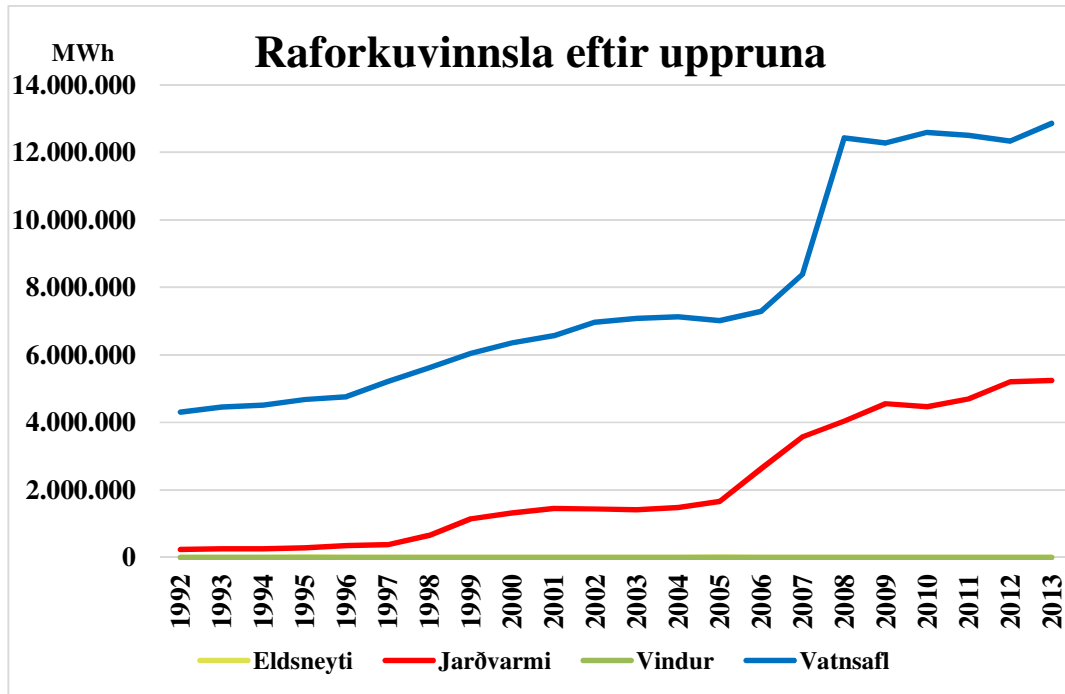
Þegar meginflokkar almennrar raforkunotkunar á árinu 2012 eru skoðaðir nánar, sbr. Mynd 10.6, sést að hlutur þjónustu var 30% af heildarnotkun og hlutur heimila 24% en sá hluti hefur lækkað um 2% frá síðustu skýrslu. Hlutur veitustarfsemi, en undir þann lið fellur m.a. dæling á heitu vatni hjá hitaveitum er þriðji stærsti flokkur raforkunotkunar með 19% af raforkunotkuninni. Almennur iðnaður tekur um 19% af heildarnotkun.



*Mynd 10.6 Skipting almennrar raforkunotkunar árið 2013*

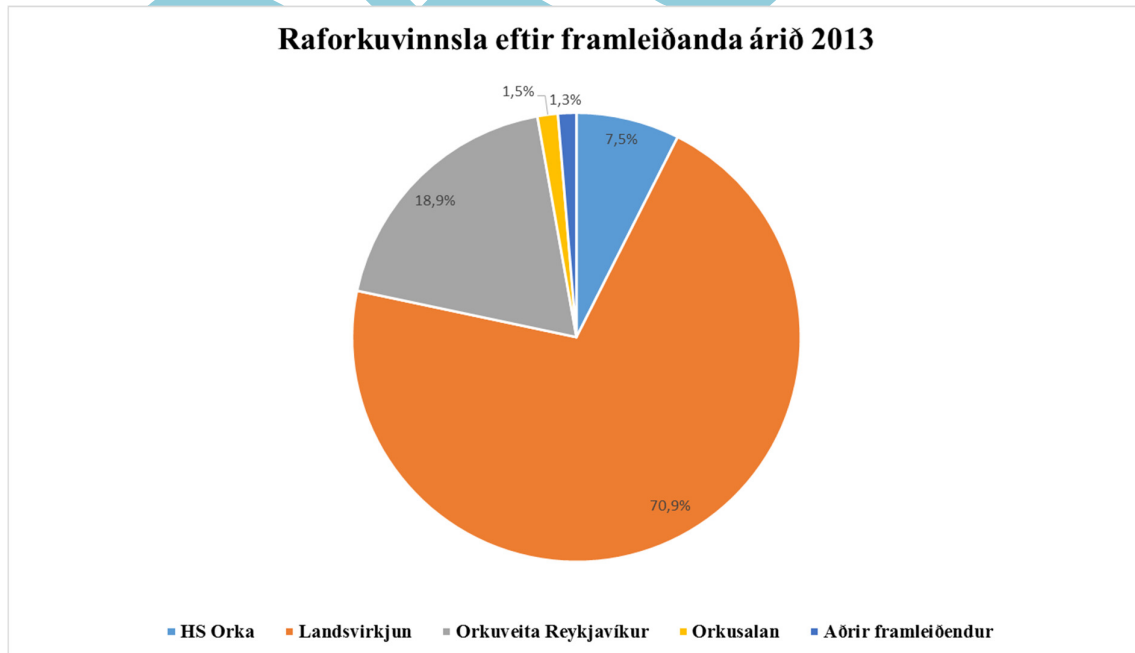
## 2 RAFORKUVINNSLA

Meginhluti raforkuvinnslu Íslendinga kemur frá endurnýjanlegum orkulindum, eins og sjá má á Mynd 10.7. Langstærsti hluti heildarvinnslu raforku eða rúmlega 70 % á sér uppruna í vatnsaflí. Raforkuframleiðsla jarðgufuvirkjana, sem hófst árið 1969, hefur aukist mjög mikið síðastliðin ár og var tæp 30 % af allri raforkuvinnslu árið 2012 eða um 5.210 GWh sem er um það bil tvöföldun á framleiðslu frá árinu 2006 þegar raforkuvinnsla úr jarðhita nam 2.631 GWh.



Mynd 10.7 Þróun raforkuvinnslu frá árinu 2002 til 2013

Á Mynd 10.7 má sjá þróun í raforkuvinnslu frá árinu 2002 til 2012. Á árabílinu 2005 til 2008 var aukning raforkuvinnslu mjög hröð, bæði á jarðhita- og vatnsorkusviðinu, en síðan hefur aukningin staðið í stað. Myndin endurspeglar einnig aukinn áhuga fyrirtækja á raforkuvinnslu með jarðvarma þar sem á árabílinu 2002 til 2012 hefur raforkuvinnsla með vatnsafla aukist um 77% meðan vinnsla raforku með jarðvarma fyrir sama tímabil hefur aukist um 263%.



Mynd 10.8 Skipting raforkuvinnslu milli vinnslufyrirtækja árið 2013

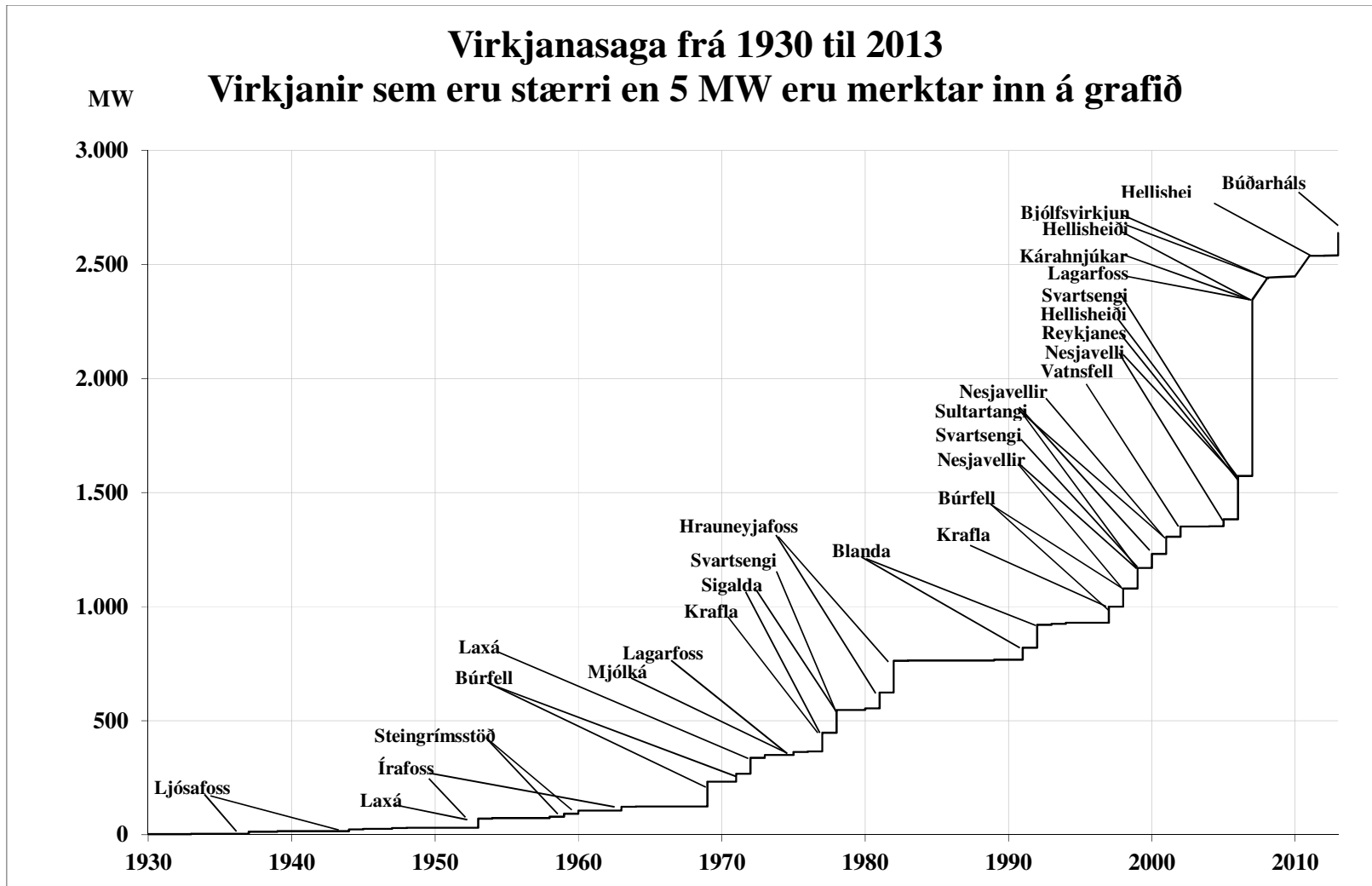
Á Mynd 10.8 má sjá hvernig raforkuvinnsla á árinu 2013 skiptist milli stærstu vinnslufyrirtækjanna. Eins og sést á myndinni var hlutdeild Landsvirkjunar ríflega 70% af raforkuvinnslu landsins árið 2013, hlutdeild Orkuveitu Reykjavíkur var tæp 19% og hlutdeild HS Orku nam rúmum 7%. Nokkur breyting hefur orðið á hlutdeild fyrirtækja í raforkuvinnslu frá árinu 2010 þegar hlutur Landsvirkjunar var 74% og Orkuveitu Reykjavíkur var rúm 15%.

Þessi mynd sýnir glögglega hvernig samkeppnisumhverfið er á íslenskum raforkumarkaði. Þrjú stærstu fyrirtækin framleiða 97% afl allri raforku.

Vatnsafls- og jarðvarmavirkjunum hefur fjölgað með árunum og á Mynd 10.9 má sjá hvernig raforkuver hafa byggst upp í gegnum árin, allt frá 1930.

DRÖG





*Mynd 10.9 Þróun á uppsett afli vatnsafls- og jarðvarmavirkjana frá 1930 til 2013*

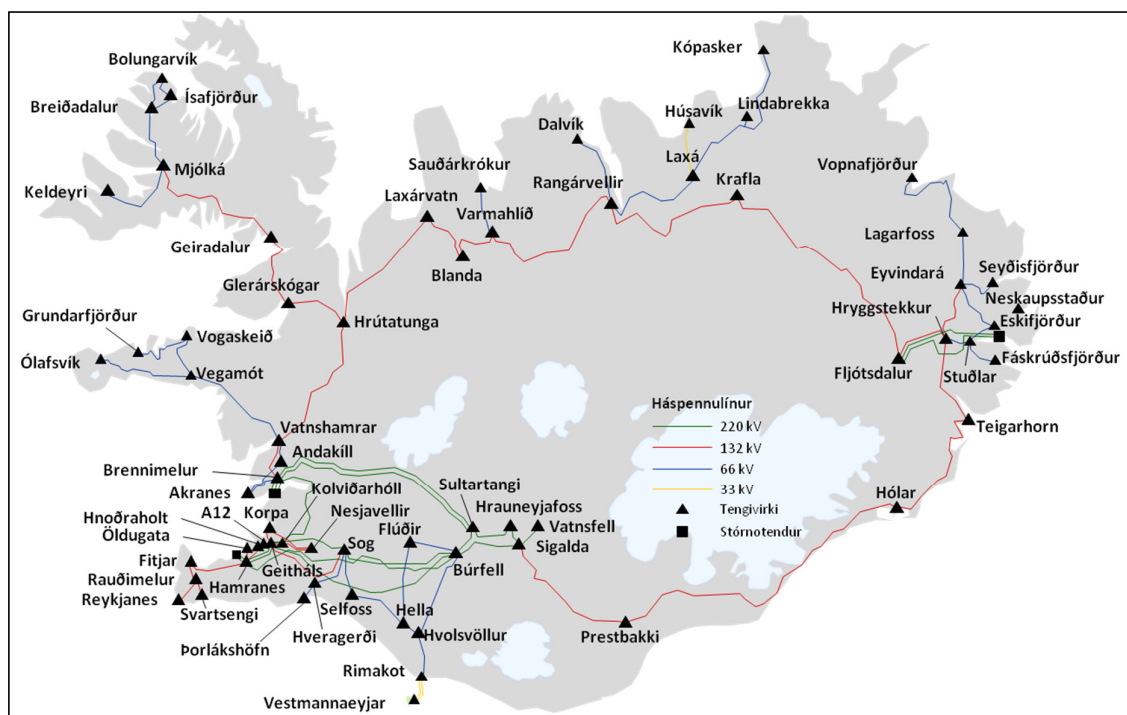
### 3 FLUTNINGSKERFIÐ

Flutningskerfið er það kerfi sem sér um að flytja raforku frá virkjunum til stórnotenda og til dreifiveitna, sem sjá síðan um dreifingu raforku til almennings og annarra fyrirtækja en stóriðju. Rekstur flutningskerfisins er sérleyfisstarfsemi sem er í höndum ríkisfyrirtækisins Landsnets hf sem er að stærstum hluta í eigu Landsvirkjunar og tilheyrði fyrir setningu raforkulaga nr. 65/2003 Landsvirkjun.

Kveðið er á um skyldur flutningsfyrirtækisins í þriðja kafla raforkulaga. Þar segir meðal annars í 9. gr. að tengja skuli alla þá sem eftir því sækjast við flutningskerfið enda uppfylli þeir tæknileg skilyrði fyrir því og greiði tengigjald. Flutningsfyrirtækið ber ábyrgð á öruggri stýringu raforkukerfisins og skal tryggja öryggi og gæði við raforkuafhendingu með því að stilla saman raforkuvinnslu og raforkuþörf. Fyrirtækinu ber skylda til þess að sjá til þess að fyrir liggi spá um raforkuþörf og áætlun um uppbyggingu flutningskerfisins.

Áætlun Landsnets um uppbyggingu flutningskerfisins er sjálfstæð áætlun á forræði fyrirtækisins. Tenging við flutningskerfið er því ekki á valdi virkjunaraðila heldur fellur áætlunargerð um flutningskerfi raforku undir Landsnet skv. raforkulögum, sem áður er lýst. Kerfisáætlun Landsnets fer í gegnum umsagnarferli í samræmi við lög nr. 105/2006 um umhverfismat áætlana, á sama hátt og Rammaáætlun. Ekki verður séð að tvíverknadur eigi við í því efni enda eru valdmörk hér skýr. Orkustofnun mun í útfærslu sinni á 6. tl. 3. gr. reglugerðar nr. 530/2014, takmarka gagnakröfur og umfjöllun sína vegna Rammaáætlunar við fyrirliggjandi upplýsingar á hverjum tíma frá Landsneti.

Flutningskerfi Landsnets samanstendur af öllum flutningsvirkjum á 66 kV spennu og hærri ásamt flutningsvirkjum á 33 kV spennu sem tengja Vestmannaeyjar og Húsavík (sjá Mynd 10.10) við hærri spennur. Hæsta spenna kerfisins er í dag 220 kV en nokkrar línur eru byggðar sem 400 kV línur þótt þær séu reknar á 220 kV. Mögulegt er síðar að spennuhækka þær í 400 kV þegar þörf verður á að flytja enn meira afl eftir þeim.

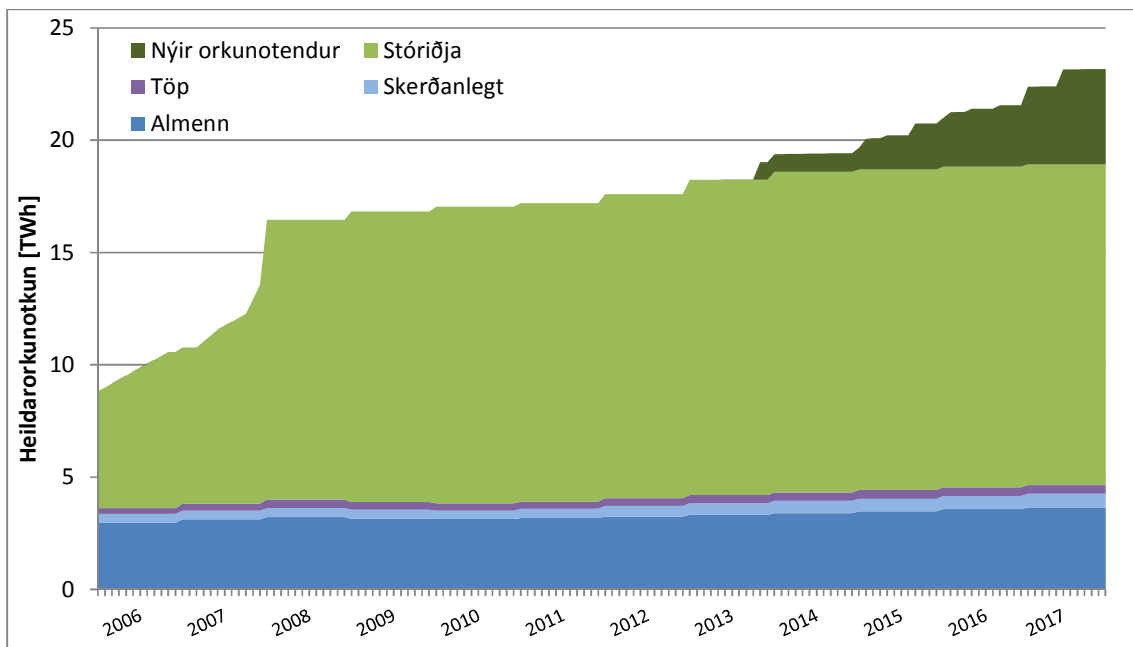


Mynd 10.10 Flutningskerfi Landsnets í upphafi árs 2013.

## 4 RAFORKUÞÖRF OG ÖRYGGI RAFORKUKERFISINS

Landsnet gefur árlega út Kerfisáætlun til fimm ára auk þess sem langtímaáætlun fyrir 15 ár er gefin út á fjögurra ára fresti. Í árlegri skýrslu um áætlaða orku- og afljöfnuð á Íslandi er fjallað um orkujöfnuð landsvæða og líkur á aflskorti miðað við áætlaða þróun til þriggja ára. Þær upplýsingar sem koma fram hér á eftir eru að mestu grundvallaðar á fyrrnefndum skýrslum<sup>1</sup>.

Mynd 10.11 sýnir spá um raforkuþörf fyrir almennan markað og stóriðju árin 2013-2017 ásamt raun raforkunotkun á árunum 2006-2012. Til grundvallar fyrir spána liggja annars vegar raforkuspá 2012 og hins vegar spá um aukna stórnotkun vegna nýrra notenda. Gert er ráð fyrir að heildarraforkuþörf aukist um 26% á spátímabilinu, eða úr 16,95 TWh árið 2012 í um 21,35 TWh árið 2017.



Mynd 10.11 Spá um raforkuþörf fyrir almennan markað, stóriðju og flutningstöþ árin 2013 til 2017, ásamt raunnotkun fyrir árin 2006 til 2012<sup>1</sup>

Árið 2012 var heildarmötun inn á kerfi Landsnets 16,95 TWh, þar af fóru 3,05 TWh til dreifiveitna og 13,55 TWh til stórnotenda. Er þetta 2,0% aukning milli ára, samanborið við árið 2011. Afhending til dreifiveitna í gegnum kerfi Landsnets jókst um 1,7% milli áruna 2011 og 2012 sem er aukning annað árið í röð en aukning milli áruna 2010 og 2011 var ívið minni eða 0,7%. Afhending til stórnotenda sem tengjast beint inn á kerfi Landsnets jókst nokkuð frá fyrra ári eða um 2,0% samanborið við 0,6% árið á undan. Heildarúttekt úr kerfi Landsnets á árinu 2012 var um 16,61 TWh með hámarksaflopp upp á 2.151 MW.

Áætluð þróun eftirspurnar eftir raforku til næstu fimm ára byggir á raforkuspá, en þar er gert ráð fyrir að almennt álag aukist að jafnaði um 1,9% á ári og að almenn notkun aukist um 405 GWh á tímabilinu. Aukningin er þó mismikil eftir landsvæðum. Almenn raforkunotkun er nátengd hagvexti og því má búast við að sveiflur í hagvexti muni hafa töluverð áhrif á þróun raforkunotkunar. Auk þess er gert ráð fyrir því að notkun stórnotenda muni aukast umtalsvert á tímabilinu.

<sup>1</sup> Skýrsla Ragnheiðar Elínar Árnadóttur iðnaðar- og viðskiptaráðherra um raforkumálefni, sem lögð var fyrir Alþingi á 143. Lögjafafþingi 2013-2140

## 5 GÆÐI RAFORKU OG AFHENDINGARÖRYGGI

Raforka er ein af mikilvægustu grunnþörfum samfélagsins. Aðgangur að raforku er lykilatriði til að nútímaþjóðfélag geti gegnt sínu hlutverki og uppfyllt þær kröfur sem til þess eru gerðar. Megnið af tækjabúnaði hvort sem hann er á heimilum, skrifstofum eða hjá iðnaðarfyrirtækjum er háður raforku. Þá krefjast notendur þess að afhending raforkunnar sé samfelld og órofin og að raforkan sé afhent á réttri spennu og með réttri og stöðugri tíðni. Hvað þessi atriði varðar eru kröfur notenda, hvort sem þeir eru stórir eða smáir, heimili eða iðnaðar- og þjónustufyrirtæki, sífellt að aukast. Kröfurnar auka þrýsting á veitufyrirtækin um að bæta enn frekar afhendingaröryggi veitukerfa með styrkingu þeirra eða endurbyggingu ásamt aukinni sjálfvirkni og fullkomnari eftirlits- og varnarbúnaði.

Gagnsemi og verðmæti raforku fyrir notendur er háð gæðum hennar og afhendingaröryggi. Truflun á afhendingu hennar leiðir til margvíslegra óþæginda og framleiðslutaps hjá atvinnufyrirtækjum. Kostnaður af truflun á orkuafhendingu er mismunandi mikill hjá notendum og atvinnufyrirtækjum, háður eðli starfseminnar á hverjum stað og á hvaða tíma sólarhringsins truflunin verður.

Afhendingarþjónustu veitufyrirtækjanna má skipta í tvennt, annars vegar þeirrar er varða afhendingarspennu og tíðni og hins vegar þeirrar er tekur til áreiðanleika í afhendingu rafmagnsins. Nútímaþjóðfélag krefst þess að rekstraröryggi raforkukerfa sé mikið. Flókið og erfitt er að meta hinn raunverulega kostnað vegna truflunar á orkuafhendingu, en víða er unnið að þróun aðferðafræða til að komast nær því hver hann í reynd er.

Hönnun og uppbygging raforkukerfanna svo og viðhald þeirra og rekstur eru þættir, sem tryggja eiga áreiðanleika kerfanna. Tækniframfarir hafa leitt til breytinga á aðferðum við uppbyggingu veitukerfa, sem jafnframt auka rekstraröryggi. Í þessu tilliti þarf samt að hafa í huga heildarhagkvæmni, þ.e. annars vegar stofn- og rekstrarkostnað við veitukerfin og hins vegar kostnað sem tengist truflun á orkuafhendingu til notenda.

Samspil orkuframleiðslu og flutningskerfisins skiptir sköpum varðandi orkuöryggi í landinu og í dag er staðan sú að ekki er hægt að flytja raforku landshorna á milli eftir þörfum, þar sem flutningskerfið sem er á forræði Landsnets er rekið nærri stöðugleikamörkum.

## 6 NÝIR ORKUGJAFAR

Orkustofnun fylgist með þróun mála í virkjun vinds, sólar og sjávarfalla. Hagkvæmni og umhverfissvænleiki vatnsorku- og jarðvarmavirkjana í lokuðu raforkukerfi hér á landi skapa lítið svigrúm markaðslega fyrir aðra orkugjafa. Á Íslandi eru þó víða aðstæður til nýtingar á vind- og sjávarorku og á árið 2012 var stigið stórt skref í vindorkumálum þegar tvær vindrafstöðvar, í eigu Landsvirkjunar, risu norðan við Búrfell á hraunsléttu sem kölluð er Hafíð. Vindmyllurnar eru reistar í rannsóknarskyni og eru hvor um sig 900 kW og samanlögð raforkuframleiðsla þeirra er áætluð um 5,4 GWh á ári. Svæðið hentar vel til verkefnisins af ýmsum ástæðum. Náttúruleg vindgöng liggja um svæðið og þar er vindhraði í 55 metra hæð frá jörðu að jafnaði 10-12 metrar á sekúndu. Svæðið er fjarri byggð en skammt frá nauðsynlegum innviðum, línunum og vegum.

Af nýorkugjöfum má segja að vindorkan sé einna lengst komin varðandi hagkvæmni og vöxtur vindorku á heimsvísu hefur verið mikill undanfarin ár. Alþjóðlegu vindorkusamtökin (World Wind Energy Association) tilkynnti í ársskýrslu sinni, fyrir árið 2012, að Ísland sé hundraðasta landið í heiminum til að virkja vind til almennrar raforkuvinnslu. Í skýrslunni segir einnig að uppsett vindafli hafi aukist um 19% frá fyrra ári og er nú 282 þúsund MW um gjörvalla heim.