

Orkugeta raforkukerfisins og breytileiki í rennsli vatnsfalla

Eftir Skúla Jóhannsson

Raforkugeirinn á Íslandi hefur frá upphafi byggst á ríkiseinokun með úthlutun ríkisvaldsins á sérleyfum til virkunar vatnsafls og jarðvarma til fyrirtækja í eigin eigu, en frá 2003 og fram á þennan dag með markaðsráðandi stöðu fyrirtækja í opinberri eigu.

Árið 2003 voru sett raforkulög um vinnslu, flutning, dreifingu og viðskipti með raforku og þá með samkeppni í vinnslu og viðskiptum í huga.

Til að ná markmiðum raforkulaga var leitað við að koma á sjálfræði aðgreindra eininga innan raforkufyrirtækja með eigin bókhaldi og rekstri.

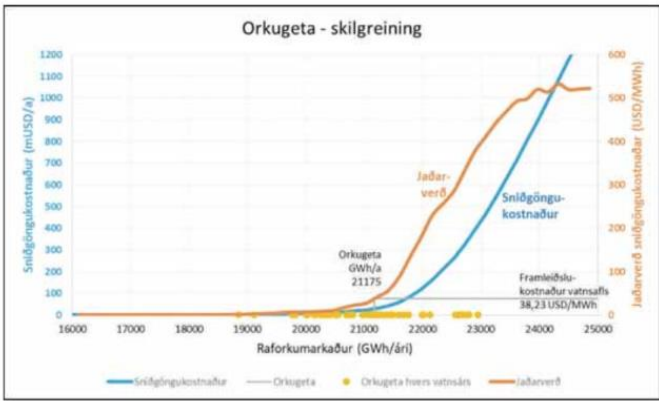
Sem dæmi var Landsnet stofnað við að flutningskerfið var fært frá Landsvirkjun yfir í sjálfstætt fyrirtæki sem nú er í meirihluta eigu Landsvirkjunar, en ríkið hyggst taka til sín eignarhlutann á næstunni.

Enn sem komið er hefur ekki tekist að koma á virkri samkeppni á raforkumarkaði. Til þess að svo verði er nauðsynlegt að koma á markaði með raforku sem byggist t.d. á daglegum uppboðum fyrir markað morgundagsins. Það er verkefni Landsnets.

Tímasetning orkuframkvæmda

Samkvæmt fræðinni ætti ný vatnsaflsvirkjun að vera tímasett þegar breytilegur rekstrarkostnaður kerfisins er orðinn meiri en fjármagns- og rekstrarkostnaður virkjunarinnar.

Ný vatnsaflsvirkjun gæti kostað 3,5 mUSD/MW (mUSD: milljónir bandaríkjadollara). Með 40 ára fjárhagslegum endingartíma, 6% árleg-



» Leidd eru rök að því að orkugeta raforkukerfisins í dag sé 21.175 GWh/a. Mikilvægt er að átta sig á því hvernig óvissa í vatnsrennsli spilar þar inn.

um reiknivöxtum og kostnaði vegna reksturs og viðhalds sem nemur 1% af stofnkostnaði á ári, má áætla að árlegar jafngreiddur til að greiða niður fjárfestinguna á 40 ára endingartíma þurfi að vera 0,268 mUSD/ári/MW. Tekjur til þess koma frá raforkusölu. Ef gert er ráð fyrir 80% nýtni á uppsettu afli (7.000 klt. nýtingartíma á ári) verður framleiðsluverð raforku frá virkjun 0,268*1000/7 = 38,30 USD/MWh.

Breytilegur rekstrarkostnaður er áætlaður með rekstrarhermun þar sem mismunandi flokkar varaafis (sýndarvirkjanir, enska: VPP virtual power plants) eru gangsettir ef virkjunarkerfið annar ekki eftirspurn. Varafé með lægsta verð jafngildir verði á ótryggðri raforku til stóriðjuvera 15 USD/MWh og hæsta verð á orkuskerðingu er sett 500 USD/MWh (mín ákvörðun). Kalla mætti breytilegan rekstrarkostnað úr hermuninni sníðgöngukostnað (enska: avoided cost). Jáðarverð sníðgöngukostnaðar lýsir því hvernig meðaltal þess kostnaðar yfir öll vatnsár breytist með stærð raforku-

markaðar mælt í USD/MWh. Reglan er sú að meðan jáðarverð sníðgöngukostnaðar er minna en framleiðsluverð virkjunar ætti að biða með gangsetningu þar til jáðarverð nær framleiðsluverði. Þar er skilgreind orkugeta sem í þessu tilviki er 21.175 GWh/a.

Sjá meðfylgjandi skýringarmynd. Rétt er að taka fram að raforkuverð spilar ekki inn í þessa mynd en mun gera það með þriðja orkupakkannum.

Staðhæfingar Bjarna Bjarnasonar

Bjarni Bjarnason, forstjóri Orkuveitu Reykjavíkur, skoðaði hlutina á þessum nótum í blaðagrein í Morgunblaðinu 14.10. 2020 þar sem hann hélt fram að núverandi markaðssálág á raforkukerfið væri 7% undir orkugetu, þó án þess að geta um hvaðan þær upplýsingar komu. Þessar staðhæfingar Bjarna urðu ódauðlegar með ávarpi Jóns Kalmanns Stefánssonar rithöfundar á ráðstefnu um hálendisþjóðgarð 1.12. 2020.

Tökum nú mið af ofangreindri orkugetu upp á 21.175 GWh/a. Samkvæmt upplýsingum frá raforkuspárnefnd var raforkumarkaðurinn 19.829 GWh árið 2018 eða 6,4% lægri en orkugetan og 19.489 GWh/a árið 2019 eða 8,0% lægri en orkugetan. Það rímar ágætlega við grein Bjarna.

Óvissan

Á skýringarmyndinni er lárétti ássinn eða raforkumarkaðurinn sýndur á bili frá 16.000 GWh/a þegar fyrsti snefillkostnaður fer að koma fram og upp í 25.000 GWh/a þegar jáðarverð sníðgöngukostnaðar hefur beygt af í grennd við verðlag orku-

skerðingar á 500 USD/MWh, en þá er aukning markaðar að öllu leyti tekin upp með orkuskerðingu.

Ef reiknuð er orkugeta fyrir hvert vatnsár sem notað er í hermuninni og stillt inn á meðaltalið 21.175 GWh/a þá verður að hafa miðlanir í upphafi hvers árs 80% af fullri miðlun. Lægsta gildi orkugetu verður 18.850 GWh/a og hæsta gildið 22.950 GWh/a eða með breytileika upp á 4.100 GWh/a. Staðalfrávik reyndist vera 955 GWh/a.

Niðurstöður fyrir hvert vatnsár eru sýndar á myndinni með 55 gulum kúlum á láréttu ásnum.

Óvissuna hefið alveg eins mátt sýna með því hvernig niðurstöður einstakra vatnsára mynda meðaltal sníðgöngukostnaðar en það var látið ógert að sinni.

Meðaltalið segir því ekki allt og þarf jafnan að hafa breytileikann í huga.

Reynsla síðustu ára og loftslagsspár benda til að ófgar í veðurfari og þar af leiðandi í rennsli vatnsfalla eigi eftir að aukast og þarf vissulega að huga að því.

Svo að lokum

Nefndir atvinnuvega- og nýsköpunarráðuneytisins um raforkuöryggi og orkustefnu til 2050, sem nýlega skiluðu áliti í skýrslum, hefðu gjarnan mátt taka tillit til þessarar óvissu við sína umfjöllun.

Vonandi verður aðferðum við tímasetningu virkjunarframkvæmda breytt á næstunni og orkuverð á raforkumarkaði látið ráða meiru þar um, en það er í samræmi við ákvæði þriðja orkupakkans.

Höfundur er verkfræðingur. skuli@veldi.is

Orkugeta raforkukerfisins og breytileiki í rennsli vatnsfalla

15. janúar 2021
Málstofa á vegum
Hagfræðistofnunar Háskóla Íslands

Skúli Jóhannsson
skuli@veldi.is



Raforkukerfið og vatnsmiðlanir

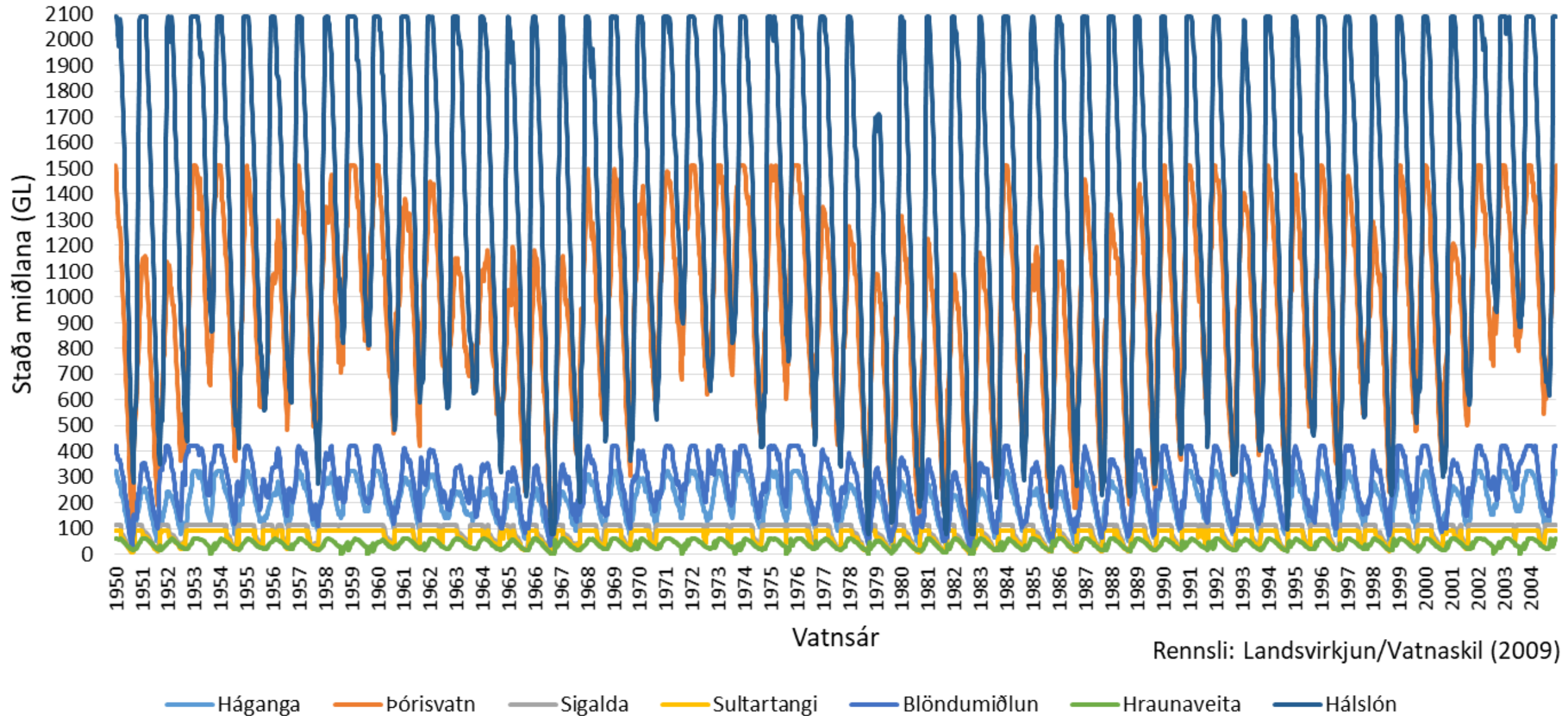
Kort: Landsnet



Aðferðafræðin

1. Orkugeta er afkastageta landskerfisins mæld í GWh/a. Farið er yfir núverandi aðferðir við að ákvarða orkugetu, en þær eru færðar í nýjan búning.
2. Um þessar mundir er Landsnet að vinna að því að taka upp nýjar markaðsreglur við verðlagningu á raforku í samræmi við þriðja orkupakkann, en hann gerir ráð fyrir uppboðsmarkaði á raforku. Þar verða vonandi skilgreindar nýjar aðferðir við rekstur virkjanakerfisins og tímasetningu nýrra virkjana.
3. Nauðsynlegt er að þekkja gamla kerfið vel til að tryggja farsæla yfirfærslu yfir í nýtt fyrirkomulag.

Vatnsmiðlanir í hermilíkani - Sögulegar rennslisraðir vatnsárin 1950-2004



Íslenska raforkukerfið og varaafli (í formi sýndarafls)

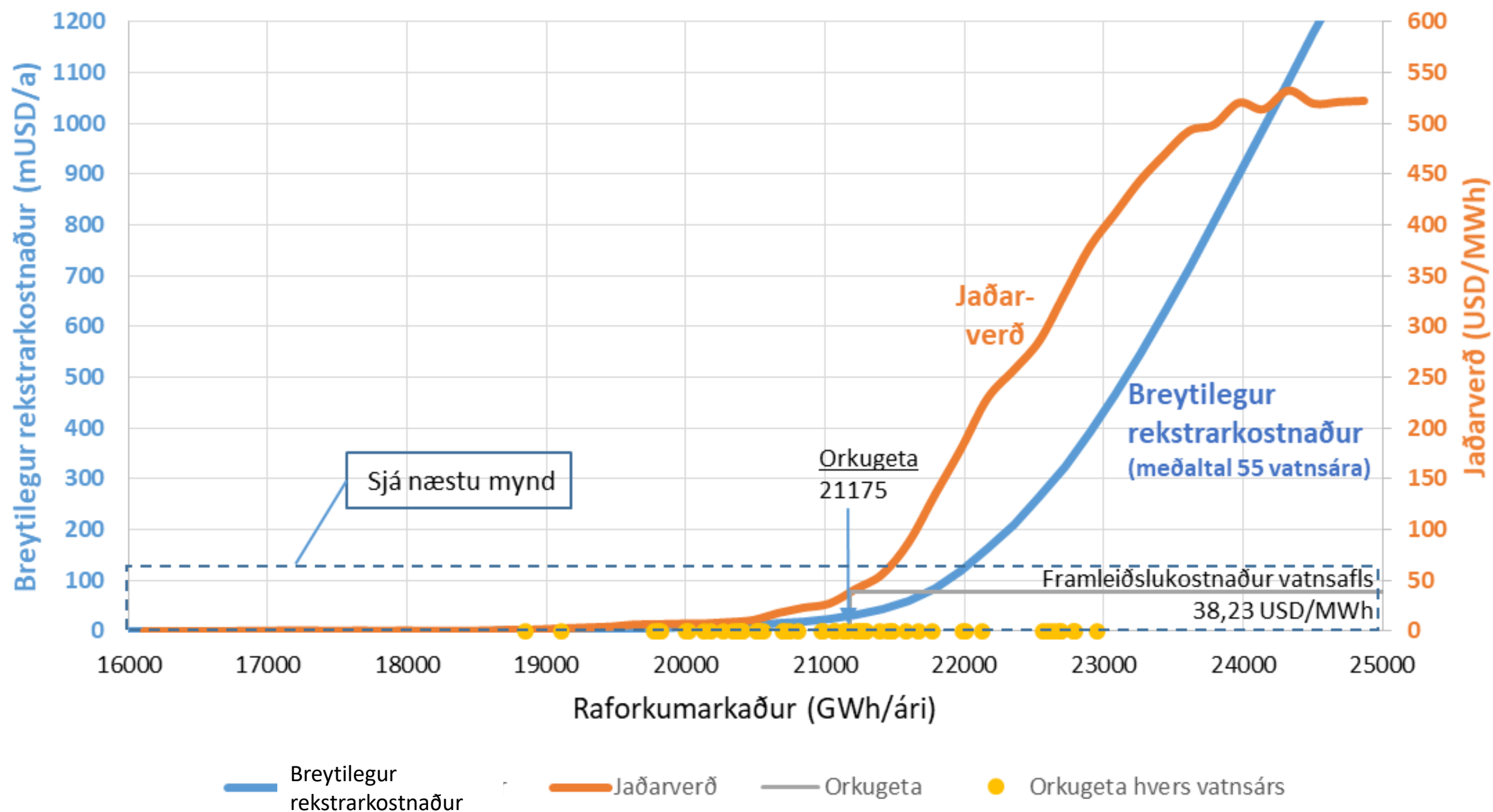
Orkugeta 21175 GWh/a - Aflgeta 2850 MW				
Varaafli	USD/MWh	MW Aflgeta		
Gerð	Verð	Samtals	Almenn	Stóriðja
Sýndarafl 1	15	70	0	70
Sýndarafl 2	40	89	19	70
Sýndarafl 3	80	13	13	0
Orkuskortur	500			
Samtals		172	32	140

Sýndarafl (enska: VPP Virtual Power Plants) er varaafli í formi sveigjanlegra orkulausna, t.d. afgangskraftu og endurkaupum stóriðju, snjallausna eða framleiðslu lítilla vatnsafls- og jarðvarmastöðva.

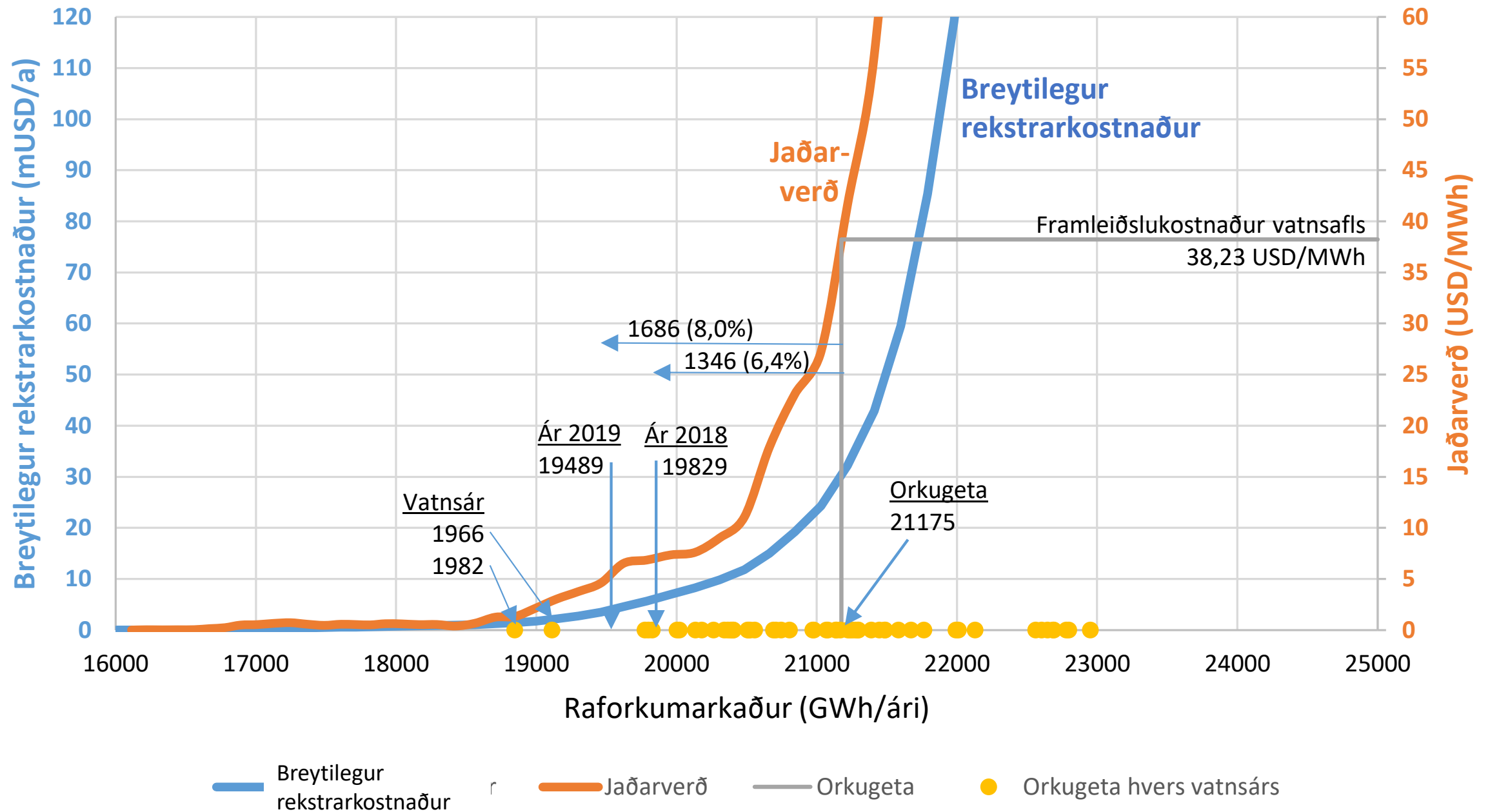
Tímasetning virkjana og skilgreining á orkugetu

1. Með rekstrarhermunum fæst breytilegur rekstrarkostnaður $S(x)$ MUSD/a, þar sem x er markaðurinn í GWh/a.
2. Þá er reiknað jaðarverð $s(x) = dS(x)/dx$.
3. Með stofnkostnaði 3,5 MUSD/MW, fjárhagslegum líftíma 40 ár, 6% reiknivöxtum og kostnaði við rekstur og viðhald sem nemur 1% af stofnkostnaði á ári, verður framleiðslukostnaður virkjunar $c = 38,23$ USD/MWh.
4. Þar sem jaðarverð er jafnt framleiðslukostnaði nýrrar virkjunar, þ.e. $s(x) = c$, þar er orkugeta kerfisins og tímasetning nýrrar virkjunar.

Skilgreining orkugetu - 1



Skilgreining orkugetu - 2

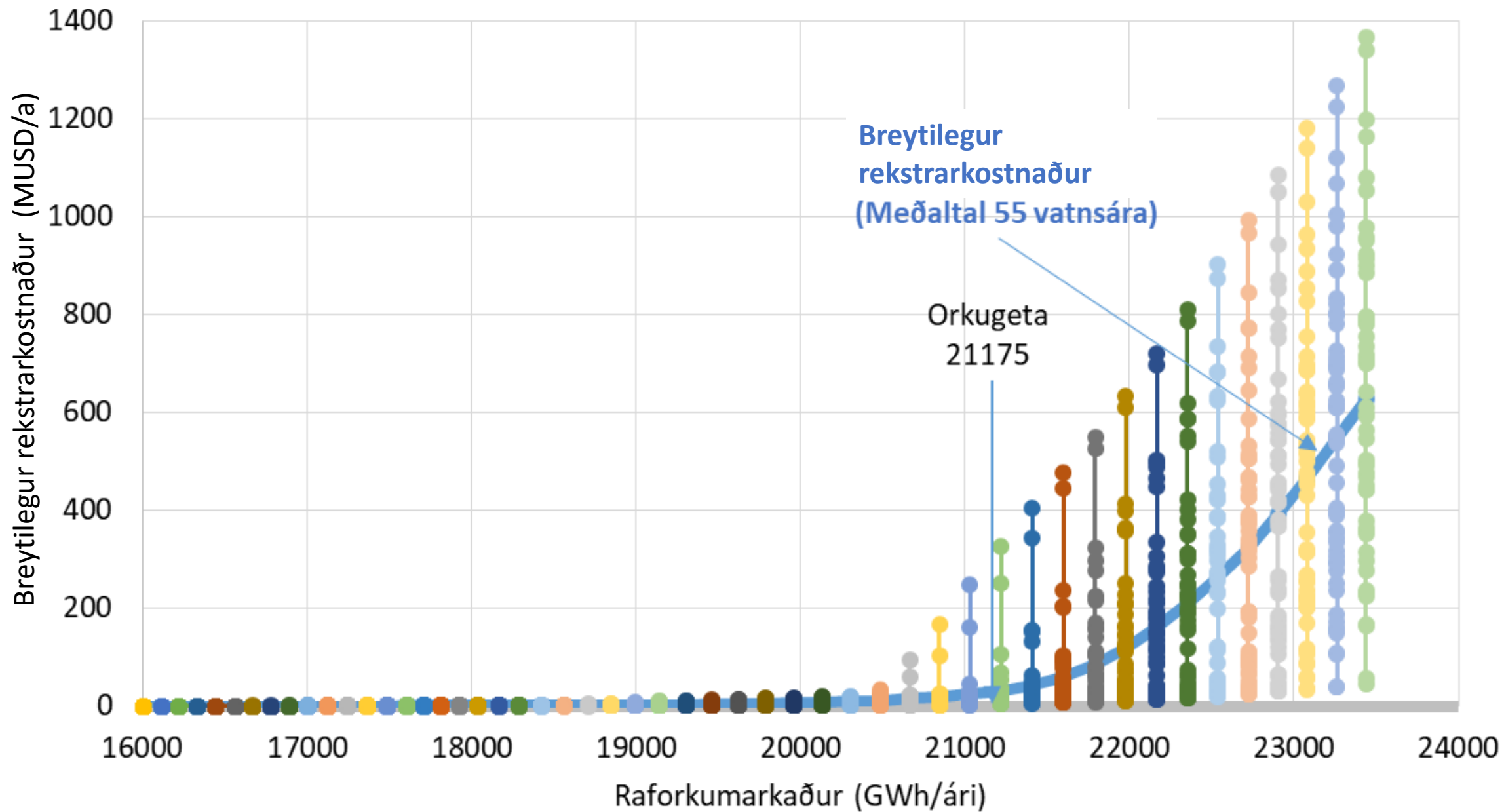


Til umhugsunar í lokin

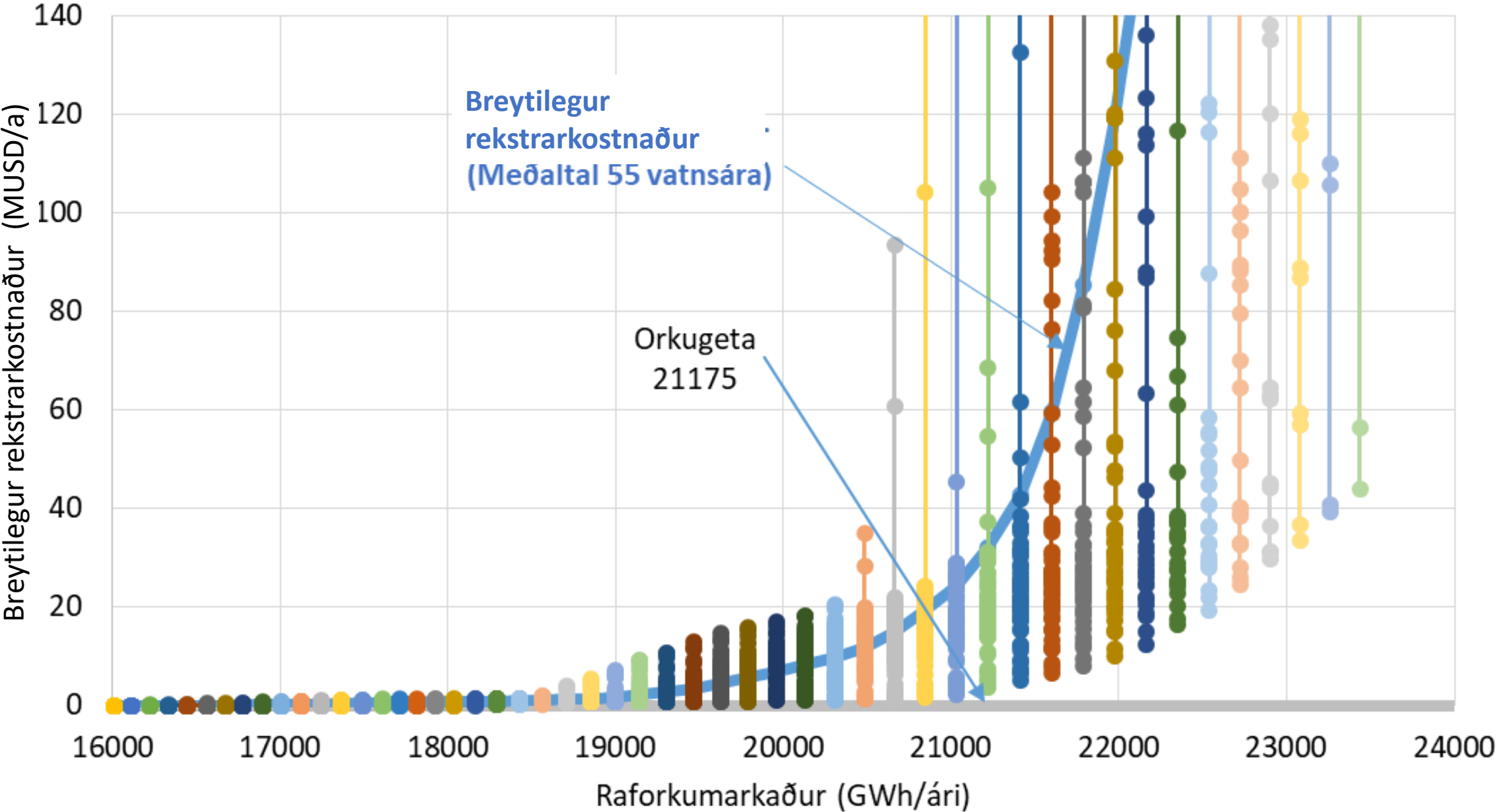
1. Í ljósi mikils breytileika í orkugetu kerfisins með breytilegu rennsli virkjaðra vatnafalla, er eðlilegt að spurt sé: „Ef vatnsaflsvirkjanir eiga að aðstoða vindrafstöðvar í logni, hver á þá að hjálpa vatnsaflinu í slæmum vatnsárum?“
2. Þyrfti kannski að huga að vararafstöðvum sem notuðu jarðefnaeldsneyti? Ætti að skoða hvort það gæti hugsanlega verið hagkvæmt að reisa þannig varastöðvar gagnvart almenna markaðnum?
3. Mun væntanlegur raforkumarkaður leysa samrekstur vatnsafls-, jarðvarma- og vindvirkjana?

Viðauki

Sniðgöngukostnaður - Meðaltal og breytileiki



Breytilegur rekstrarkostnaður – Meðaltal og breytileiki



Niðurstaða hermunar

Framleiðsla orkufyrirtækja í orkugetu		
Aðili	GWh/a	Prósent
Landsvirkjun	15498	73,2%
ON Orka náttúrunnar	2824	13,3%
HS-Orka	1780	8,4%
Aðrir	494	2,3%
Sýndarafl	579	2,7%
Samtals	21175	100,0%

Vatnsgildi - verðmat á vatni í miðlun

