

LANDSNET

KERFISÁÆTLUN LANDSNETS 2020-2029

LANGTÍMAÁÆTLUN UM ÞRÓUN MEGINFLUTNINGSKERFIS RAFORKU

LANDSNET 20028

Samantekt

Samkvæmt raforkulögum nr. 65/2003 [1] er það m.a. skylda flutningsfyrirtækis raforku að leggja fram áætlun um uppbyggingu flutningskerfisins. Með lögum nr. 26/2015, sem öðluðust gildi 6. júní 2015, var ákvæðum raforkulaga breytt og innleidd ákvæði 22. gr. þriðju raforkutilskipunar Evrópusambandsins nr. 2009/72/EB um kerfisáætlanir. Í raforkulögum er flutningsfyrirtækinu gert að leggja árlega fyrir Orkustofnun til samþykktar kerfisáætlun um uppbyggingu flutningskerfisins sem feli í sér annars vegar 10 ára langtímaáætlun og hins vegar framkvæmdaáætlun til næstu þriggja ára. Í raforkulögum eru einnig ýmis ákvæði tengd kerfisáætlun, s.s. um undirbúning, málsmeðferð, eftirlit og stöðu kerfisáætlunar gagnvart skipulagi sveitarfélaga. Kerfisáætlun markar þannig stefnu um leyfisveitingar til framkvæmda sem tilgreindar eru í lögum um mat á umhverfisáhrifum, nr. 106/2000. Kerfisáætlanir flutningsfyrirtækisins falla þannig undir lög um umhverfismat áætlana, nr. 105/2006. Efnistöð kerfisáætlunar eru nánar tilgreind í reglugerð um kerfisáætlun fyrir uppbyggingu flutningskerfis raforku, nr. 870/2016 [6], sem inniheldur kröfur um vinnslu, samþykktir og innihald kerfisáætlunar.

Forsendur

Sem grunnforsenda við áætlun á flutningsþörf til framtíðar er notuð Raforkuspá 2019-2050 [3], ásamt sviðsmyndum um raforkunotkun [3] frá Raforkuhópi orkusparnefndar. Raforkuspá 2019-2050 er endurreikningur á spá frá 2015 og kom út í ágúst 2019. Sviðsmyndir um raforkunotkun 2019-2050 eru hluti af Raforkuspá 2019-2050 og er þeim ætlað að sýna óvissubilið í raforkunotkun sem leiðir af þeim breytileika sem getur verið í þeim þáttum sem ganga inn í spána.

10 ára áætlun um þróun meginflutningskerfisins

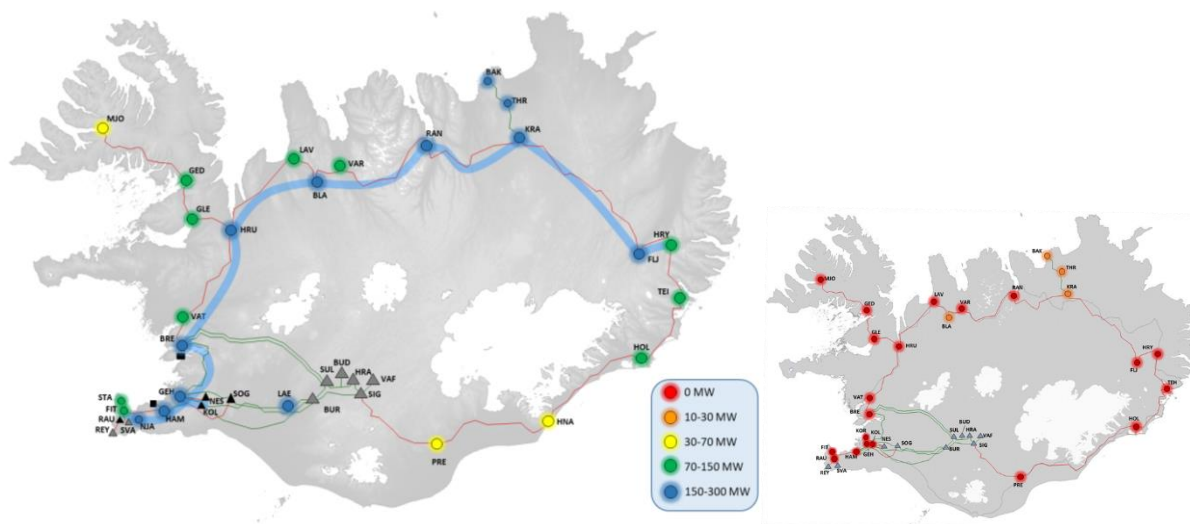
Í samræmi við raforkulög er lögð fram áætlun um uppbyggingu meginflutningskerfisins næstu 10 árin.

Á áætluninni er að finna uppfærslur og nýbyggingar á 220 kV línulögnum sem munu mynda nýja kynslóð byggðalínu. Línurnar munu ná samfelldu frá Suðurnesjum til Höfuðborgarsvæðis, til Hvalfjarðar og þaðan um Vesturland, Norðurland og austur að Fljótsdalsstöð. Einnig eru á áætlun frekari styrkingar við höfuðborgina ásamt 220 kV fæðingu inn á Austurlandið á Hryggstekk.

Þær línur sem um ræðir eru Kröflulína 3 á milli Kröflu og Fljótsdals, en framkvæmdir við hana eru þegar hafnar, Hólasandslína 3 á milli Akureyrar og Kröflu og Blöndulína 3 á milli Blöndu og Akureyrar. Þessu til viðbótar koma tvær línur sem enn hafa ekki fengið nafn, þ.e. ný 220 kV lína frá Hvalfirði í Hrútafjörð og 220 kV lína á milli Hrútafjarðar og Blöndu. Á suðvesturhorninu þarf að byggja Lyklafellslínu 1 og Suðurnesjalínu 2. Einnig er fyrirsjáanlegt að auka þurfi flutningsgetu á milli höfuðborgarsvæðis og Vesturlands, annað hvort með uppfærslu á Brennimelslínu 1 eða með byggingu nýrrar línu þar á milli. Það sama gildir um tengingu á milli Hellisheiðar og höfuðborgarsvæðis en kerfisrannsóknir sýna að þar muni fljótlega myndast flöskuháls í fæðingu höfuðborgarinnar. Þessu til viðbótar eru þrjú ný tengivirki á áætlun, eitt á Suðurnesjum, Njarðvíkurheiði, sem mun gera það kleift að reka Suðurnesjalínu 2 á 220 kV spennu, 220 kV tengivirki á Klafastöðum í Hvalfirði sem mun auka afhendingaröryggi í Hvalfirði til muna, ásamt því að verða tengipunktur fyrir nýja línu norður í land. Að lokum er ráðgert að koma á

220 kV tengingu á Austurlandskerfið, með því að byggja nýtt tengivirki á Hryggstekki og tengja það inn á Fljótsdalslínu 3 eða 4.

Framkvæmdar voru kerfisrannsóknir í þeim tilgangi að leggja mat á aflgetu afhendingarstaða í lok tímabils áætlunarinnar eftir að lokið hefur verið við þær framkvæmdir taldar eru upp hér að ofan. Miðað er við Raforkuspá og horft til stöðunnar eins og hún verður í lok árs 2029 samkvæmt spánni og er niðurstaðan eftirfarandi ásamt núverandi stöðu til samanburðar.



Valkostagreining

Allir valkostir eru metnir m.t.t. til ólíkra sviðsmynda og bornir saman á grundvelli markmiða sem getið er í raforkulögum nr. 65/2003, 9. gr. Þau eru:

- Hagkvæmni
- Öryggi
- Skilvirkni
- Áreiðanleiki afhendingar
- Gæði raforku
- Jafnframt skal horfa til stefnu stjórnvalda um uppbyggingu flutningskerfis raforku

Niðurstaða mats á því hvernig framlagðir valkostir uppfylla ofangreind markmið er birt í vægisgrafi sem sýnir bæði grunnstöðu og áhrif viðkomandi valkosts á ofangreind markmið.

Frekari þróun flutningskerfis

Lagðir eru fram fjórir valkostir til frekari þróunar flutningskerfinu eftir að 10 ára áætlun Landsnets hefur verið hrundið í framkvæmd. Þeir eru greindir fyrir allar sviðsmyndir eftir árið 2029 til þess að varpa ljósi á hvort og hvenær þörf sé á frekari styrkingum fyrir mismunandi sviðsmyndir. Valkostina má sjá í eftirfarandi töflu.

Hálendisleið	Byggðalínuleið	„Engar frekari styrkingar byggðalínu“
H.1 220 kV línulögn yfir hálendið með 50 km jarðstreng yfir valið svæði.	B Endurbygging lína milli Fljótsdals og Sigöldu sem 220 kV línur	E 10 ára framkvæmdaáætlun – engar frekari styrkingar.
H.2 Jafnstraumstenging yfir hálendið.		

Niðurstöður valkostagreiningar gáfu ekki tilefni til að leggja til að ráðast strax í frekari styrkingar eftir að 10 ára framkvæmdaáætlun hefur verið komið til framkvæmda. Sterkar vísbendingar eru þó um að þörf gæti verið fyrir frekari styrkingar nokkrum árum síðar ef álagsþyngri sviðsmyndir rætast frekar en þær sem gera ráð fyrir minni vexti. Þó er undirstrikað mikilvægi þess að 10 ára framkvæmdaáætlunin nái fram að ganga.

Hagræn áhrif uppbyggingar

Mikið er lagt upp úr því að meta hagræn áhrif þeirrar uppbyggingar í flutningskerfinu sem kynnt er í kerfisáætlun. Mat á þjóðhagslegri hagkvæmni þess að byggja upp flutningskerfið hefur verið uppfært í takt við nýjar forsendur kerfisáætlunar. Sjóndeildarhringur matsins er sá hinn sami og sjóndeildarhringur sviðsmynda Raforkuhóps orkuspárnefndar eða fram til ársins 2050.

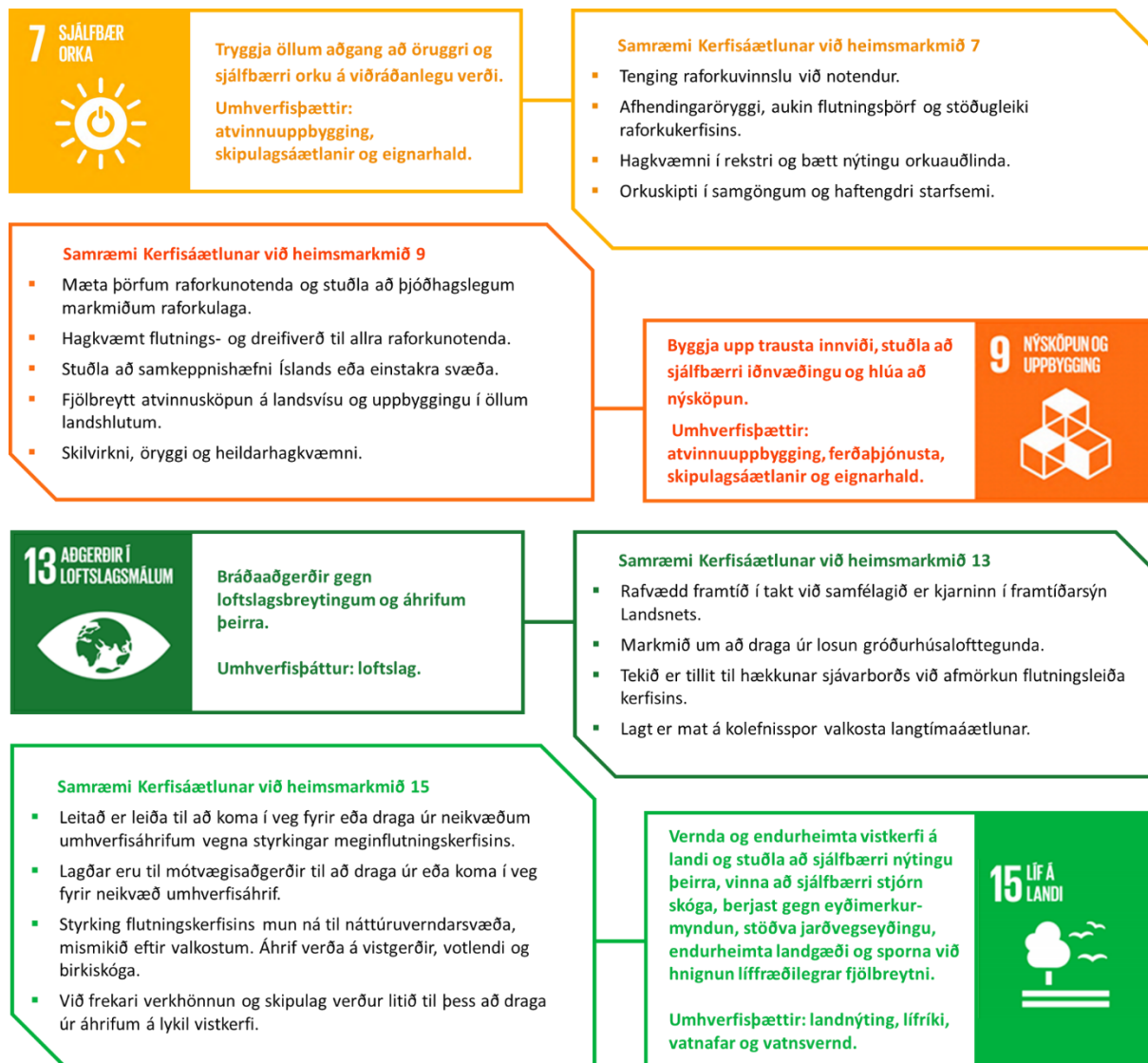
Niðurstaða matsins sýnir að fyrirætlaðar fjárfestingar eru hagkvæmar miðað við flestar forsendur um uppbyggingarvalkosti og orkunotkunarsviðsmyndir. Mikið þarf til að koma svo að verði ekki og ef sviðsmynd um aukna stórnotkun raungerist munu fjárfestingar borga sig á 21-24 árum, minna en hálfum afskriftartíma háspennulínu.

Til að meta áhrif kerfisáætlunar á gjaldskrá er unnin greining á því hvaða áhrif boðaðar fjárfestingar í flutningskerfinu gætu haft á gjaldskrá. Horft er til fjárfestinga í meginflutningskerfinu og eins til fjárfestinga í svæðisbundnu flutningskerfunum og er sjóndeildarhringurinn 10 ár. Við matið er horft til mismunandi sviðsmynda raforkuspár og hvaða áhrif þær hafa á gjaldskrá.

Langtímamarkmið Landsnets frá árinu 2016 um að halda gjaldskrá stöðugri mun ekki nást fyrir dreifiveitur vegna mikilla fjárfestinga í bæði aukinni afhendingargetu og -öryggi. Gjaldskrá stórnotenda mun ná langtímajafnvægi eftir tímabundna hækkun á næstu 4-6 árum. Hún mun þó haldast lægri en hún var árin áður en gjaldskrármarkmið Landsnets var sett árið 2016

Samræmi við heimsmarkmið Sameinuðu þjóðanna

Tenging Kerfisáætlunar 2020 - 2029 við heimsmarkmið Sameinuðu þjóðanna er sett fram í töflu 38 í umhverfisskýrslu. Þar kemur fram hvaða markmið eru til skoðunar og dæmi um hvaða undirmarkmið og mælikvarðar tengjast umhverfispáttum. Alls eru fjögur heimsmarkmið til skoðunar.



Framkvæmdaáætlun

Framkvæmdaáætlun nær yfir framkvæmdaverk Landsnets næstu þrjú árin auk þess sem gerð er grein fyrir verkefnum á yfirstandandi ári. Með öllum verkefnum á framkvæmdaáætlun fylgja ítarlegar lýsingar á umfangi verkefnis og háspennubúnaði framlagðs aðalvalkosti. Fyrir öll ný verkefni á framkvæmdaáætlun hefur verið framkvæmd ítarleg valkostagreining sem byggir á þeim markmiðum sem getið er í raforkulögum og viðmiðum í stefnu stjórnvalda um uppbyggingu flutningskerfis raforku og lagningu raflína. Það er nálgun Landsnets í kerfisáætlun að leggja fram sem aðalvalkost verkefna á framkvæmdaáætlun þann valkost sem best uppfyllir þessi markmið og er í samræmi við stefnu stjórnvalda. Ef niðurstaða umhverfismats einstakra framkvæmda skilar annarri niðurstöðu en fæst með valkostagreiningu í framkvæmdaáætlun mun það verða afgreitt í öðru ferli en kerfisáætlun.

Hagsmunaráð Landsnets

Hagsmunaráð Landsnets var stofnað í ágúst árið 2018 að tillögu ferðamála-, iðnaðar- og nýsköpunarráðherra, Þórdísar Kolbrúnar R. Gylfadóttur. Megintilgangur ráðsins er að skapa vettvang umræðna milli hagaðila í samfélaginu um uppbyggingu raforkukerfisins. Í hagsmunaráðinu sitja fulltrúar mismunandi hagsmuna, sem tengjast meginflutningskerfi raforku. Ráðið fær upplýsingar um framtíðaráætlanir Landsnets og þriggja ára framkvæmdaáætlun, helstu áherslur Landsnets og ágreiningsmál sem upp hafa komið. Ráðið ræðir og skiptist á skoðunum um áætlanir og viðfangsefnin með það að leiðarljósi að draga fram helstu hagsmuni sem felast í áætlunum. Landsnet nýtir umræðu og ábendingar í ráðinu til að leggja fram heildstæða kerfisáætlun, dregur fram áherslur, vandamál og áskoranir við mótun og framkvæmd áætlunarinnar.

Efnisyfirlit

1	Kerfisáætlun Landsnets 2020–2029.....	11
1.1	Breytingar frá síðustu áætlun.....	11
1.2	Gildistími kerfisáætlunar.....	12
1.3	Sviðsmyndir um raforkunotkun.....	13
2	Flutningsgeta og afhendingaröryggi flutningskerfisins.....	14
2.1	Flutningskerfi raforku á Íslandi.....	14
2.2	Tiltæk afhendingargeta í flutningskerfinu.....	15
2.3	Markmið um afhendingaröryggi.....	15
2.4	Flöskuhálsar og tengingar á milli svæða.....	16
2.5	Núverandi og framtíðarflutningsgeta til afhendingarstaða.....	18
2.6	Þróun flutningsþarfar á milli landsvæða.....	20
2.6.1	Vænt flæði á milli landsvæða skv. niðurstöðu kerfisgreininga.....	22
3	Uppbygging í svæðisbundnum flutningskerfum.....	25
3.1	Höfuðborgarsvæðið og Suðurnes.....	26
3.1.1	Núverandi staða.....	27
3.1.2	Þróun álags og vinnslu.....	27
3.1.3	Endurnýjunarþörf.....	28
3.1.4	Uppbyggingarleiðir.....	29
3.2	Suðurland.....	29
3.2.1	Núverandi staða.....	30
3.2.2	Þróun álags og vinnslu.....	31
3.2.3	Rekstartengdar áskoranir.....	31
3.2.4	Endurnýjunarþörf.....	31
3.2.5	Uppbyggingarleiðir.....	32
3.3	Norður- og Norðausturland.....	33
3.3.1	Núverandi staða.....	34
3.3.2	Þróun álags og vinnslu.....	34
3.3.3	Rekstartengdar áskoranir.....	35
3.3.4	Endurnýjunarþörf.....	35
3.3.5	Uppbyggingarleiðir.....	36

3.4	Vesturland	37
3.4.1	Núverandi staða	37
3.4.2	Þróun álags og vinnslu	38
3.4.3	Rekstrartengdar áskoranir.....	38
3.4.4	Endurnýjunarþörf	38
3.4.5	Uppbyggingarleiðir	39
3.5	Vestfirðir	40
3.5.1	Núverandi staða	41
3.5.2	Þróun álags og vinnslu	41
3.5.3	Rekstrartengdar áskoranir.....	42
3.5.4	Endurnýjunarþörf	42
3.5.5	Uppbyggingarleiðir	43
3.6	Austurland	43
3.6.1	Núverandi staða	44
3.6.2	Þróun álags og vinnslu	45
3.6.3	Rekstrartengdar áskoranir.....	45
3.6.4	Endurnýjunarþörf	46
3.6.5	Uppbyggingarleiðir	46
4	Langtímaáætlun um þróun meginflutningskerfis	48
4.1	Framtíðarstaða raforkumála á Íslandi	48
4.2	Valkostir í Kerfisáætlun 2019-2028 um styrkingu meginflutningskerfisins.....	49
4.2.1	Niðurstöður valkostagreininga	50
4.3	Þróun meginflutningskerfisins næstu 10 árin	52
4.3.1	Styrkingar til næstu 10 ára	52
4.3.2	Áætluð aflgeta afhendingarstaða eftir 10 ár	52
4.3.3	Samanburður við fjögur atriði sem voru talin hæst í forgangi	54
4.4	Áframhaldandi þróun flutningskerfisins.....	55
4.4.1	Forsendur	55
4.5	Stefna stjórnvalda um uppbyggingu flutningskerfis raforku	56
4.5.1	Almenn atriði er varða uppbyggingu flutningskerfis raforku	56
4.5.2	Rannsóknir og greiningar.....	56

4.5.3	Viðmið og meginreglur varðandi lagningu raflína	56
4.6	Valkostir um styrkingu meginflutningskerfisins	56
4.6.1	Yfirlit yfir valkosti	58
4.6.2	Mat á valkostum	58
4.6.3	Nýr mælikvarði fyrir hagkvæmni	61
4.7	Mat Hagsmunaráðs Landsnets á valkostum	63
4.8	Valkostagreining	63
4.8.1	Almennar forsendur	64
4.8.2	Mat á grunnástandi	64
4.8.3	Valkostir með hálendistengingu – H.....	68
4.8.4	Samantekt á mati H-valkosta	75
4.8.5	Niðurstaða SVÓT greiningar H-valkosta	75
4.8.6	Valkostur með hringtengingu – B.....	76
4.8.7	Samantekt á mati B-valkosta	79
4.8.8	Niðurstaða SVÓT greiningar Hagsmunaráðs fyrir Byggðalínuleið	79
4.8.9	Valkostur E.1 - 10 ára áætlun	79
4.8.10	Niðurstaða SVÓT greiningar Hagsmunaráðs á 10 ára áætlun	83
4.8.11	Samantekt valkostagreiningar	83
4.9	Mögulegar jarðstrengslagnir í línuleiðum valkosta	85
4.9.1	Umfang jarðstrengslagna í meginflutningskerfinu á Norðurlandi.....	85
4.9.2	Umfang jarðstrengslagna á Suðvesturlandi.....	86
4.9.3	Hámarkslengdir jarðstrengja í valkostum langtímaáætlunar	86
4.9.4	Jarðstrengslagnir í jafnstraumskerfi	88
4.9.5	Skýrsla stjórnvalda um jarðstrengi í flutningskerfi raforku	89
4.10	Hagrænt mat á valkostum	91
4.10.1	Raforkuspá.....	93
4.10.2	Hægar framfarir.....	94
4.10.3	Græn framtíð	95
4.10.4	Aukin stórnotkun	96
4.10.5	Samantekt á niðurstöðum	96
4.11	Umhverfismat valkosta.....	98

5	Áhrif áætlaðra fjárfestinga á flutningskostnað	100
5.1	Staða flutningsgjaldskrár og áhrif uppbyggingar flutningskerfisins	100
5.2	Áhrif framkvæmda næstu 10 ára á flutningsgjaldskrá	100
5.3	Samantekt á áhrifum framkvæmda á flutningskostnað	103
6	Heimildaskrá.....	104
7	Viðaukar	105
7.1	Matstöflur fyrir valkostagreiningu.....	105
7.1.1	Grunnástand – eftir 10 ára framkvæmdaáætlun	105
7.1.2	Valkostur H.1 – Hálendislína með 50 km jarðstreng	106
7.1.3	Valkostur H.2 – Hálendislína sem jafnstraumstenging (DC).....	108
7.1.4	Valkostur B – Valkostur með hringtengingu.....	110
7.1.5	Valkostur E – Engar frekari styrkingar Byggðalínu.....	111
7.2	Niðurstöður PESTLE greiningar Hagsmunaráðs Landsnets	114

Breytingasaga

Dagsetning	Útgáfa
12.06.2020	Drög að Kerfisáætlun Landsnets 2020-2029 – Langtímaáætlun um þróun meginflutningskerfis raforku í opið umsagnarferli
30.09.2020	Kerfisáætlun Landsnets 2020-2029 – Langtímaáætlun um þróun meginflutningskerfis raforku til samþykktar Orkustofnunnar
10.12.2020	að Kerfisáætlun Landsnets 2020-2029 – Langtímaáætlun um þróun meginflutningskerfis raforku til samþykktar eftir umsagnir viðskiptavina
13.01.2021	Kerfisáætlun Landsnets 2020-2029 – Langtímaáætlun um þróun meginflutningskerfis raforku til samþykktar eftir athugasemdir Orkustofnunnar
10.02.2021	Kerfisáætlun Landsnets 2020-2029 – Langtímaáætlun um þróun meginflutningskerfis raforku - Lokaútgáfa Breytingar: 1. Bætt við umfjöllun um Valkosti Kerfisáætlunar 2019-2028 (bls. 49-51)

1 Kerfisáætlun Landsnets 2020–2029

Kerfisáætlun Landsnets skiptist í þrjá meginhluta, langtímaáætlun um þróun meginflutningskerfisins, framkvæmdaáætlun Landsnets og umhverfisskýrslu. Megintilgangur kerfisáætlunar er að kynna fyrir hagaðilum framtíðaráform fyrirtækisins um uppbyggingu flutningskerfisins. Að auki eru í framkvæmdahluta áætlunarinnar lögð fram til afgreiðslu Orkustofnunar þau framkvæmdaverkefni næstu þriggja ára sem ekki hafa hlotið afgreiðslu áður.

Kerfisáætlunin er þannig uppbyggð að í langtímaáætluninni má finna umfjöllun um núverandi flutningskerfi, þar sem farið er yfir þætti eins og flutningsgetu og afhendingaröryggi, ásamt þeim kröfum sem gerðar eru til kerfisins. Þar er einnig að finna 10 ára áætlun Landsnet um uppbyggingu í meginflutningskerfinu og er þar gerð grein fyrir helstu verkefnum í meginflutningskerfinu sem fyrirhuguð eru á gildistíma áætlunarinnar og áætluð áhrif þeirra á flutningsgetu kerfisins. Farið er vandlega yfir þau áhrif sem fyrirhugaðar framkvæmdir munu hafa á gjaldskrá fyrirtækisins og hvernig mögulegar gjaldskrárviðsmyndir gætu litið út. Langtímaáætlunin inniheldur einnig kafla sem snýr að langtímaþróun meginflutningskerfisins með 30 ára sjóndeildarhring í takt við sjóndeildarhring Raforkuspár. Þar eru til umfjöllunar þeir valkostir sem lagðir eru fram til frekari þróunar meginflutningskerfisins umfram 10 ára áætlun. Farið er yfir greiningu á öllum valkostum og þeir metnir út frá þeim markmiðum sem getið er um í raforkulögum og umhverfisáhrif þeirra metin. Farið eru yfir möguleika til jarðstrengslagna í meginflutningskerfinu og gerð grein fyrir þeim tæknilegu annmörkum sem þar gilda. Helstu niðurstöðum mats á þjóðhagslegum ávinningi þess að byggja upp öruggt flutningskerfi raforku eru gerð skil í langtímaáætlun, en nákvæmari útlistun á matinu má finna í skýrslu á heimasíðu Landsnets.

Í framkvæmdahluta áætlunarinnar má finna umfjöllun um verkefni sem fyrirhugað er að byrja framkvæmdir við næstu þrjú árin, ásamt þeim verkefnum sem framkvæmdir munu hefjast við á árinu. Umfjöllun um einstök verkefni í framkvæmdaáætlun inniheldur lýsingu á umfangi verkefna og ýtarlega valkostagreiningu fyrir öll ný verkefni. Valkostagreiningin tekur mið af markmiðum raforkulaga og stefnu stjórnvalda um uppbyggingu flutningskerfis raforku og lagningu raflína, auk þess sem gerð er grein fyrir umhverfisáhrifum allra valkosta. Fyrir öll ný verkefni er lagður fram sá valkostur sem best uppfyllir áðurnefnd markmið og samræmist stefnunni.

Í umhverfisskýrslu er gerð grein fyrir áhrifaþáttum kerfisáætlunar. Hámarkslengdir jarðstrengja í nýjum línun í meginflutningskerfinu eru tilgreindar og umhverfisáhrif framkvæmda á 10 ára áætlun metin sem og valkosta um frekari þróun meginflutningskerfis. Við matið er horft til umhverfisþáttanna landslags og ásýndar, jarðminja, vatnafars, lífríkis, menningarminja, loftslags og atvinnuuppbyggingar, annarrar en ferðaþjónustu ásamt landnotkun, heilsu og ferðaþjónustu sem atvinnugreinar. Einnig eru umhverfisáhrif verkefna á framkvæmdaáætlun metin í umhverfisskýrslu.

1.1 Breytingar frá síðustu áætlun

Stærsta breytingin sem hefur orðið á kerfisáætlun frá síðustu útgáfu snýr að 10 ára áætlun um uppbyggingu meginflutningskerfisins. Núna er áætlað að samfelldri 220 kV tengingu verði komið á, sem mun ná frá Hvalfirði, norður í land og inn á Austurlandskerfið, en slíkt hefur ekki verið á 10 ára áætlun áður. Einnig hefur orðið breyting á kaflanum um langtímaþróun flutningskerfisins, sem inniheldur núna

tvær meginleiðir að frekari þróun flutningskerfisins. Annars vegar að koma á annarri tengingu á milli landshluta um hálendið, ýmist með riðstraums eða jafnstraumstengingu, og hins vegar að tengja saman kerfin suður fyrir jökla.

1.2 Gildistími kerfisáætlunar

Kerfisáætlun þessi gildir fyrir tímabilið frá 2020 til ársins 2029. Í þeim hluta áætlunarinnar sem fjallar um langtímaþróun meginflutningskerfisins er gert grein fyrir 10 ára áætlun Landsnets um uppbyggingu meginflutningskerfisins. Að auki er fjallað um langtímaþróun meginflutningskerfisins fram yfir 10 ár og þá með 30 ára sjóndeildarhring. Í þeim hluta er valkostagreiningu um frekari þróun lýst. Sá hluti áætlunarinnar sem inniheldur framkvæmdaáætlun gildir fyrir árin 2021 til 2023 auk þess sem fjallað er um verkefni sem munu hefjast við á yfirstandandi ári, 2020.

1.3 Sviðsmyndir um raforkunotkun

Grunnurinn að sviðsmyndunum er Raforkuspá 2019-2050 [3]. Raforkuspáin myndar eina af fjórum sviðsmyndum og eru hinar þrjár afbrigði við Raforkuspána.



MYND 1-1 : GRAFÍSK TÚLKUN Á SVIÐSMYNDUM UM RAFORKUNOTKUN

Í sviðsmyndinni *Hægar framfarir* er gert ráð fyrir minni hagvexti en í *Raforkuspá* auk þess sem stuðst er við forsendur sem leiða til minni áherslu á umhverfismál og orkuskipti. Þessi mynd sýnir hægari vöxt almennrar raforkunotkunar en í *Raforkuspá* eða að meðaltali 0,7% árlegan vöxt en í *Raforkuspá* er hann um 1,6% að meðaltali á ári. Notkunin eykst um 33% og verður um 5.200 GWh árið 2050 en í *Raforkuspá* er aukningin rúm 70% og notkun um 6.700 GWh. Heildarorkupörf kerfisins er áætluð um 22.170 GWh skv. þessari sviðsmynd eða um 1.500 GWh lægri en fyrir grunnsviðsmynd *Raforkuspár* árið 2050.

Í sviðsmyndinni *Græn framtíð* er gert ráð fyrir meiri hagvexti en í *Raforkuspá* og aukinni áherslu á umhverfismál. Má t.d. nefna að orkuskipti ganga hraðar fyrir sig í sviðsmyndinni en í *Raforkuspá* og er árlegur vöxtur almennrar raforkunotkunar í þessari mynd um 2,2%. Notkunin rúmlega tvöfaldast hér til loka spátímabilsins og verður um 8.350 GWh á ári. Heildarorkupörf kerfisins er áætluð um 25.400 GWh eða um 1.700 GWh hærri en fyrir grunnsviðsmynd *Raforkuspár* árið 2050.

Í sviðsmyndinni *Aukin stórnotkun* er byggt á forsendum *Raforkuspár* en gert er ráð fyrir aukinni stórnotkun raforku. Til að setja fram dæmi um mögulega þróun stórnotkunar er horft á tímabilið frá 2008 til 2020 og notast við mat á aukningunni á því tímabili sem svarar til 33 MW aukningar á ári. Samkvæmt þessari forsendu verður aflþörf stórnotenda orðin rúmlega 2.900 MW árið 2050 og orkupörf almenna markaðarins og stórnotkunar um 32.500 GWh. Það gerir heildarorkupörf kerfisins 8.800 GWh hærri en fyrir grunnsviðsmynd *Raforkuspár* árið 2050.

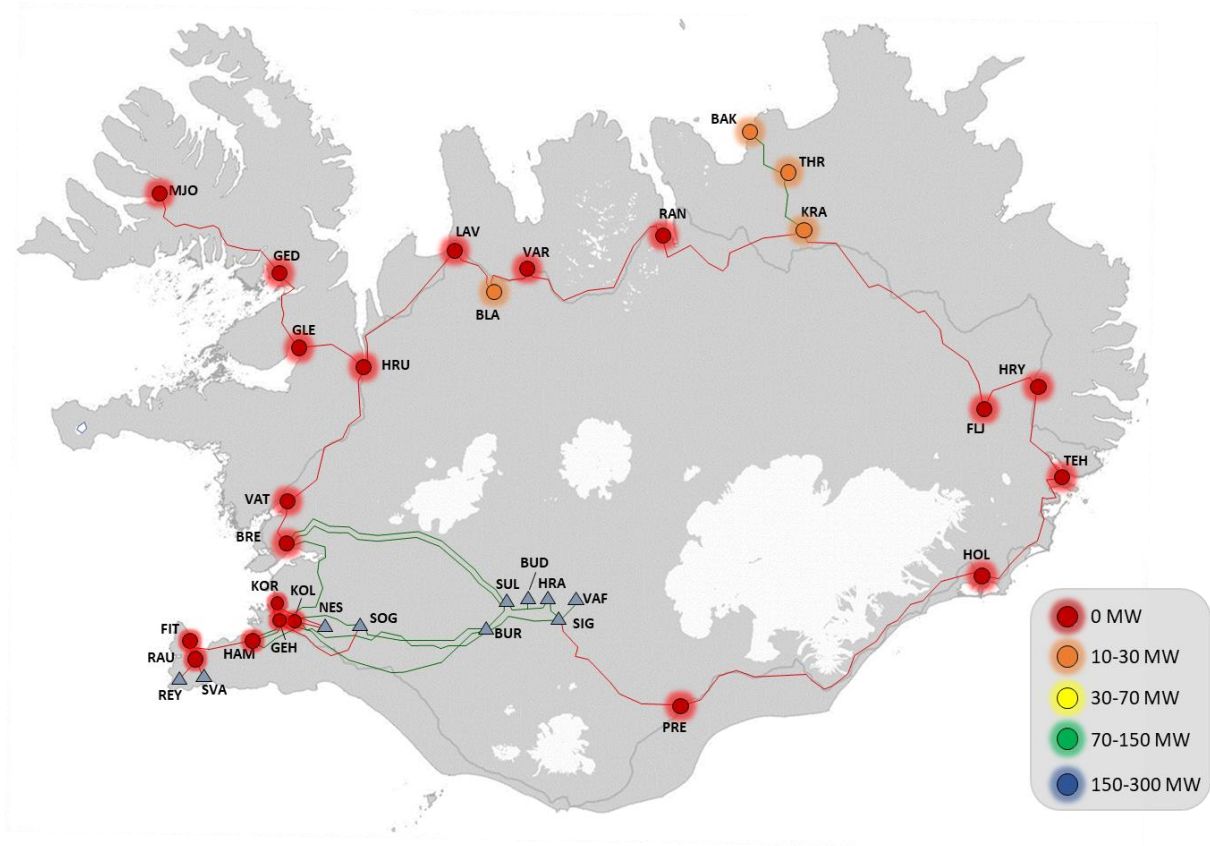
2 Flutningsgeta og afhendingaröryggi flutningskerfisins

Í kaflanum er farið yfir þær kröfur sem gerðar eru til flutningskerfis raforku. Gerð er grein fyrir núverandi stöðu kerfisins og núverandi flöskuhálsar útskýrðir. Fjallað er um flutningsgetu á milli landsvæða og munurinn á flutningsgetu 132 kV og 220 kV flutningskerfa útskýrður. Að lokum er þörfin fyrir nægjanlega flutningsgetu nýrrar kynslóðar byggðalínu á milli landsvæða útskýrð og farið yfir hvernig búist er við að slík þörf muni þróast næstu áratugi.

2.1 Flutningskerfi raforku á Íslandi

Flutningskerfi Landsnets samanstendur af flutningslínunum og tengivirkjum sem þjóna þeim tilgangi að tengja vinnslu raforku við notendur, hvort sem um ræðir dreifiveitur eða stórnotendur. Landsnet á og rekur flutningslínur á 66 kV spennu og hærri, ásamt nokkrum einstökum línunum á 33 kV spennu sem þjóna svæðisbundnum kerfum. Hæsta rekstrarspenna flutningslína er 220 kV en nokkrar af þeim eru byggðar fyrir 400 kV spennu og því hægt að hækka rekstrarspennuna til að auka flutningsgetu ef þörf krefur. Heildarlengd flutningslína Landsnets er 3.360 km, sem er rétt rúmlega vegalengdin frá Reykjavík til Rómar, þar af eru 261 km í jörðu eða sjó. Lengd línukerfa eftir spennu er eftirfarandi: 220 kV línur eru 919 km, 132 kV línur eru 1.336 km, 66 kV línur eru 1.047 km og 33 kV línur eru 58 km.

2.2 Tiltæk afhendingargeta í flutningskerfinu



MYND 2-1 :TILTÆK AFHENDINGARGETA Í MEGINFLUTNINGSKERFINU

Á Mynd 2-1 má sjá mat á því afli sem hægt er að flytja til viðbótar við það álag sem verður á þeim tímapunkti sem álag er mest á kerfið í heild árið 2019 skv. Raforkuspá. Utan höfuðborgarsvæðisins er svigrúmið afar lítið og víðast hvar er engu forgangsálagi hægt að bæta við. Það sem vekur athygli er að staðan innan höfuðborgarsvæðisins er farin að versna og er víðast hvar eingöngu hægt að bæta við um 0-10 MW af forgangsálagi. Ástæðan fyrir þessu er sú að þær 220 kV línur sem liggja til höfuðborgarsvæðisins eru afar misjafnar í flutningsgetu vegna leiðaragerðar og hönnunar þeirra. Þær sem lægsta flutningsgetu hafa eru að verða fulllestaðar þegar álag er mikið í Reykjavík og nágrenni.

Staðan á landsbyggðinni er svipuð og hefur áður verið. Svigrúm, upp á 10 til 30 MW, sem var til staðar á vesturhluta byggðalínu, hefur nú verið nýtt við Laxárvatn. Á norðausturhluta landsins er svo hægt að bæta við allt að 30 MW þar sem Þeistareykjavirkjun annar álagi svæðisbundið og nettó útflutningur er frá nýju 220 kV kerfi út frá Kröflu. Annars staðar á landinu er ekki svigrúm til aukningar nema komi til styrkinga flutningskerfisins og/eða byggingar nýrra virkjana.

2.3 Markmið um afhendingaröryggi

Samkvæmt raforkulögum skulu markmið um afhendingaröryggi skilgreind fyrir tímabil kerfisáætlunarinnar og koma skal fram hvernig þeim verði náð með fullnægjandi hætti. Meta skal

afhendingaröryggi eftir þremur stuðlum sem tilgreindir eru í reglugerð 1048/2004 [2] um gæði raforku og afhendingaröryggi.

Stuðlarnir eru eftirfarandi:

- Stuðull um rofið álag (SRA) í einungunni MW/MW-ár
- Stuðull um meðallengd skerðingar, straumleysismínútur (SMS)
- Kerfismínútur (KM)

Landsnet hefur sett sér markmið varðandi þessa þrjá stuðla og eru þau eftirfarandi:

	Markmið
Stuðull um rofið álag (SRA)	Undir 0,85
Stuðull um meðallengd skerðingar, straumleysismínútur (SMS)	Undir 50 mínútur
Kerfismínútur (KM)	Engin truflun lengri en 10 kerfismínútur

TAFLA 2-1 MARKMIÐ UM AFHENDINGARÖRYGGI

Markmiðin eru sett fram fyrir raforkuflutningskerfið sem heild. Til þess að uppfylla þessi markmið eru settir fram valkostir um styrkingar á flutningskerfinu sem eiga að tryggja það að markmiðum þessum sé náð á því tímabili sem áætlunin nær yfir. Greiningar á valkostum styrkinga í langtímaáætlun og framkvæmdaáætlun taka mið af því, að hver einstakur valkostur og hver einstök framkvæmd stuðli að því að heildarmarkmiðum um afhendingaröryggi verði náð. Árlega er gefin út frammistöðuskýrsla sem inniheldur samantekt upplýsinga úr flutningskerfinu fyrir nýliðið ár. Þar er meðal annars farið yfir truflanir, skerðingar og annað sem snýr að frammistöðu flutningskerfisins ásamt því hvernig markmið um afhendingaröryggi voru uppfyllt á liðnu ári. Frammistöðuskýrslu ársins 2019 má finna á vef Landsnets [11].

2.4 Flöskuhálsar og tengingar á milli svæða

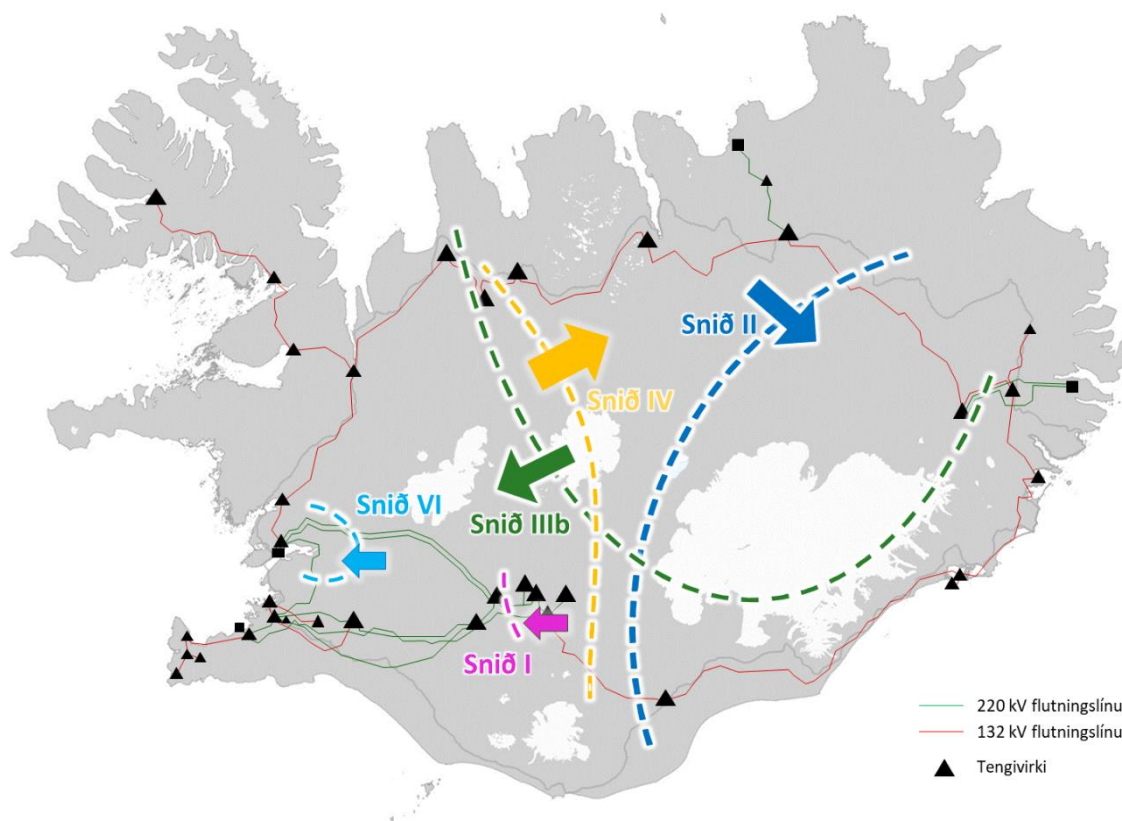
Flutningskerfið á Íslandi er mikið lestað og er afhendingaröryggi víða á landinu stefnt í hættu af þeim sökum. Þunglestun kerfisins leiðir af sér aukna hættu á truflunum, t.d. sökum óstöðugleika (aflsveiflna), yfirálags og/eða spennuvandamála. Til þess að tryggja afhendingaröryggi við stjórnun kerfisins hafa verið skilgreind flutningsnið í meginflutningskerfinu sem segja til um hámarksafflutning milli svæða og landshluta.

Alls eru skilgreind fimm snið í meginflutningskerfinu og flutningsmörk þeirra tilgreind. Flutningsmörkin í sniðum eru stefnuháð, eins og sjá má á Mynd 2-2. Flutningsniðin eru háð uppsetningu kerfisins hverju sinni og hafa styrkingar á meginflutningskerfinu, sem leiða af sér aukna möskvun kerfisins þau áhrif að sniðin breytast og ekki víst að núverandi snið verði til staðar. Því eru þau snið sem fjallað er um hér

miðuð við að engar styrkingar eigi sér stað í meginflutningskerfinu. Flutningstakmarkanir um þessi snið eru það sem átt er við þegar talað er um flöskuhálsa í flutningskerfinu.

Megintilgangur með skilgreiningu sniðanna er að fylgjast með því að aflflutningur um sniðið verði ekki það mikill að einföld truflun valdi óstöðugleika í kerfinu, eða kerfishruni. Flutningur innan þessara svokölluðu stöðugleikamarka sniðanna tryggir að kerfisreksturinn haldist stöðugur við einfalda truflun og ekki þurfi að skerða raforku til notenda. Flutningstakmarkanir í gegnum snið miðast oftast við flutningsgetu þeirrar línu sem minnsta flutningsgetu hefur af þeim línunum sem sniðið sker.

Sveiflur í vatnsbúskap uppistöðulóna milli ára geta haft áhrif á afhendingu raforku þar sem flutningssnið geta takmarkað möguleika á að flytja raforku milli landshluta. Um árábil hafa flutningstakmarkanir og óstöðugleiki verið vandamál í rekstri byggðalínunnar og hafa skerðingar á orkuafhendingu aukist ár frá ári.



MYND 2-2: SKILGREIND FLUTNINGSSNIÐ Í MEGINFLUTNINGSKERFINU 2019

Snið I

Sker Hrauneyjafosslínu 1 og Sigöldulínu 3. Hrauneyjafosslína 1 liggur frá Hrauneyjafossstöð að Sultartangastöð og Sigöldulína 3 liggur frá Sigöldustöð að Búrfellsstöð. Um þessar línur fer mestöll orkuvinnsla frá Sigöldustöð, Vatnsfellsstöð, Hrauneyjafossstöð og Búðarhálsstöð. Aflflæði til vesturs um sniðið takmarkast af endabúnaði Hrauneyjafosslínu 1 og eru efri mörk þess 475 MW. Hitaflutningsmörk beggja flutningslína eru tæp 600 MW og er því mögulegt að hækka sniðmörkin með uppfærslu á endabúnaði.

Snið II

Sker Kröflulínu 2 og Sigöldulínu 4. Kröflulína 2 liggur frá Kröflustöð að Fljótsdalsstöð og Sigöldulína 4 liggur frá Sigöldustöð að tengivirkinu á Prestbakka. Afhlæði til austurs um snið II takmarkast bæði af endabúnaði Kröflulínu 2 og 220/132 kV aflspennis í Sigöldustöð og eru núverandi stöðugleikamörk 100 MW. Með aukinni orkuvinnslu á Norðausturlandi, t.d. á Þeistareykjum, eykst pressan á snið II töluvert en að sama skapi minnkar pressan á snið IV, þar sem þessi vinnsla er staðsett innan sniðs IV.

Snið IIIb

Sker Blöndulínu 1 og Fljótsdalslínu 2. Blöndulína 1 liggur frá Laxárvatni að Blöndustöð og Fljótsdalslína 2 frá Fljótsdalsstöð að Hryggstekk. Snið IIIb takmarkar aflflutning í vesturátt frá Blöndu og til suðurs frá Fljótsdal, þ.e. öfugt miðað við snið II og snið IV. Núverandi stöðugleikamörk eru 130 MW og takmarkar það flutning frá Fljótsdalsstöð, Kröflu- og Þeistareykjastöð ásamt Blöndustöð eftir byggðalínunni til vesturs.

Snið IV

Sker Blöndulínu 2 og Sigöldulínu 4. Blöndulína 2 liggur frá Blöndustöð að Varmahlíð og Sigöldulína 4 liggur frá Sigöldustöð að tengivirkinu á Prestbakka. Um árábil hafa flutningstakmarkanir og óstöðugleiki verið mikið vandamál í rekstri byggðalínunnar, þá helst vegna flutnings til austurs um snið IV. Skerðingar á orkuafhendingu verða tíðari með hverju árinu. Helsta ástæða þess er aukið álag á Norðausturlandi og rafvæðing fiskimjölsverksmiðja á Austurlandi. Nú er svo komið að ástandið hamlar atvinnuuppbyggingu á landsbyggðinni, s.s. rafvæðingu fiskiðjuvera og virkni raforkumarkaðar. Stöðugleikamörk sniðs IV eru 100 MW.

Snið VI

Sker Sultartangalínu 1, Sultartangalínu 3 og Brennimelslínu 1. Sultartangalínur 1 og 3 liggja frá Þjórsársvæðinu að tengivirkinu á Brennimel og Brennimelslína 1 liggur frá tengivirkinu á Geithálsi að tengivirkinu á Brennimel. Snið VI takmarkar aflflutning til vesturs að Brennimel, en þar eru stórnotendur eins og Norðurál og Elkem. Brennimelslína 1 og Sultartangalína 1 takmarka aflflutning að Brennimel þar sem flutningsgeta þeirra er töluvert minni en flutningsgeta Sultartangalínu 3. Í truflanatilfellum, þegar Sultartangalína 3 leysir út, þurfa Sultartangalína 1 og Brennimelslína 1 að geta flutt aflið í gegnum snið VI og eru stöðugleikamörk því 580 MW, sem er samanlögð flutningsgeta Sultartangalínu 1 og Brennimelslínu 1.

Kerfisvarnir eru staðsettar víðsvegar í flutningskerfinu og er hlutverk þeirra að mæla afhlæði eftir flutningslínunum og koma í veg fyrir yfirlestun á flutningslínunum, aflsveiflur og undirtíðni á afhendingarstöðum Landsnets. Afhlæði eftir byggðalínunni hefur aukist með auknu álagi á Norðurlandi, Norðausturlandi og Austurlandi. Til að mögulegt sé að minnka afhlæðið á byggðalínunni, og þar með afhlæði í gegnum sniðin, þarf að auka framleiðslu inn á kerfið innan þessara tilteknu sniða.

2.5 Núverandi og framtíðarflutningsgeta til afhendingarstaða

Flutningsgeta einstakra lína í núverandi byggðalínu er á bilinu 100 MVA til 150 MVA, sem segir til um það afl sem línan getur flutt án þess að ofhitna (hitaflutningsmörk). Það þýðir þó ekki að hægt sé að lesta einstaka línur upp að því marki í venjubundnum rekstri, þar sem ávallt verður að vera tiltæk næg

flutningsgeta til að geta tekið við því afli sem flyst lína á milli í bilanatilfellum eða vegna reglubundins viðhalds.

Til að gefa hugmynd um flutningsgetu einstakra lína í byggðalínunni, sem er hringtengd, er best að horfa á áðurnefnd flutningssnið. Í byggðalínunni má finna þrjú flutningssnið, snið II, snið IIIB og snið IV og er þeim lýst hér á undan. Flutningssniðin eru skilgreind sem flæði um tvær flutningslínur inn á tiltekið landsvæði. Ef önnur línanna sem mynda sniðið bilar, eða er tekin út vegna viðhalds þá færast allt það afl sem flæðir um sniðið yfir á hina línuna á einu augnabliki og því verður ávallt að vera til staðar næg flutningsgeta á þeirri línu til að taka við því afli. Ef flutningsgetan er ekki til staðar, þá yfirlestast línan og varnarbúnaður hennar getur leyst út með tilheyrandi hættu á víðtæku rafmagnsleysi og/eða spennuflökki með tilheyrandi tjóni. Flutningsmörk um þessi þrjú snið eru að hámarki 100 til 130 MW eins og fram kemur að ofan. Það þýðir að hámarksflæði um hvora línu sem mynda hvert snið er að jafnaði 50 til 65 MW.

Mismunandi spennustig

Meginflutningskerfi Landsnets er rekið á tveimur spennustigum í dag, 132 kV og 220 kV. Að bæta við nýjum flutningslínunum í meginflutningskerfið til framtíðar er umfangsmikil og dýr framkvæmd og því er æskilegt að sú uppbygging sem fram fer á kerfinu sé á þeim spennustigum sem fyrir eru í kerfinu. Í grunninn er kerfið byggt upp fyrir þessi spennustig og fælist í því margvíslegt óhagræði ef bæta ætti við öðru („nýju“) spennustigi og reka kerfi á mörgum spennustigum, m.a. m.t.t. viðhalds og varahlutahalds.

Samkvæmt kerfisgreiningum Landsnets, sem taka mið af sviðsmyndum um raforkunotkun fram til ársins 2050, er flutningsgeta 132 kV byggðalínu ófullnægjandi fyrir næstu kynslóð byggðalínunnar. Auk ófullnægjandi flutningsgetu núverandi byggðalínu veldur veikleiki hennar óstöðugleika sem kemur fram í aflsveiflum milli landsvæða. Þetta gerist einkum ef byggðalínuhringurinn rofnar. Aflsveiflur þessar valda um leið spennusveiflum sem geta og hafa valdið tjóni á raftækjum notenda, einkum á landsbyggðinni. Heildarmarkmið með endurnýjun byggðalínunnar er að bæta flutningsgetu til þess að geta tekist á við aukna flutningsþörf í kerfinu, ásamt því að bæta stöðugleika raforkukerfisins næstu 50 árin hið minnsta. Að auki mun sveigjanleiki í kerfinu, m.t.t. staðsetningar orkuvinnslu annars vegar og orkunotkunar hins vegar, aukast verulega. Þessi sveigjanleiki mun auka hagkvæmni í kerfinu og bæta nýtingu orkuaðlinda. Það er því talið nauðsynlegt að ný kynslóð byggðalínu sé afkastameiri en hægt er að ná fram, með hagkvæmum hætti, á 132 kV spennustigi og er þá 220 kV næsta spennustig sem notast er við hér á landi.

Flutningsgeta 220 kV lína

Flutningsgeta 220 kV lína er breytileg eftir hönnunarpáttum eins og vali á leiðurum, hæð mastra og fjarlægð milli þeirra. Viðmið Landsnets er að byggja nýjar línur í meginflutningskerfinu sem geta flutt allt að 550 MVA af afli. Ekki er hægt að segja beint til um hver flutningsgeta hringtengdra lína með 550 MVA hitaflutningsmörk er í MW, þar sem horfa þarf til kerfisins í heild. Ef meta þarf flutningsgetu einstakra lína í hringtengdu kerfi þarf því að horfa til heildarsamsetningar kerfisins, flöskuhálsa og þeirra flutningssniða sem skilgreind eru vegna þeirra. Hver ný lína sem bætist við kerfið hefur áhrif á flöskuhálsana og því munu snið í framtíðarkerfi líta öðruvísi út en þau gera í dag. Eins mun niðurri, eða breytt notkun, eldri lína hafa áhrif á sniðin. Sé hins vegar tekið mið af hitaflutningsmörkum núverandi

lína í byggðalínuhringnum og hámarksflæði um núverandi snið mætti áætla að hægt yrði að flytja um og yfir 200 MW um stakar línur á hringnum að jafnaði, án þess að ógna stöðugleika og afhendingaröryggi kerfisins.

Við ákvörðun um 550 MVA flutningsgetu fyrir nýja 220 kV byggðalínu er ekki eingöngu horft til krafna um aukna flutningsgetu milli svæða, getu kerfisins til að bregðast við bilanatilvikum eða möguleika til að taka línur úr rekstri vegna viðhalds. Ákvörðun um val á slíkri flutningsgetu byggir einnig á eðli hringtengds kerfis til að minnka viðnám tenginga milli landsvæða (minni straumur flæðir um 220 kV línu en 132 kV línu fyrir sama aflflutning) til að stuðla að bættum stöðugleika og spennugæðum. Einnig hefur minni straumur fyrir sama aflflutning áhrif til lækkunar á flutningstöp í leiðara. Niðurstöður kerfisgreininga sem unnar hafa verið í aðdraganda kerfisáætlunar og taka mið af mögulegri langtímaþróun meginflutningskerfisins leiða í ljós að dæmigerður leiðari í línu með 550 MVA hitaflutningsmörk uppfyllir markmið raforkulaga um öryggi, skilvirkni, hagkvæmni, gæði raforku og áreiðanleika afhendingar fyrir metnar sviðsmyndir.

Flutningsgeta nýrrar kynslóðar byggðalínu á 220 kV spennu mun anna vaxandi flutningsþörf allra næstu áratuga. Flutningsþörfin mun aukast jafnt og þétt í takt við fjölgun íbúa á landinu og þann vöxt í atvinnulífi sem fylgir fjölgun íbúa. Nýting á flutningsgetu nýrrar byggðalínu mun aukast í samræmi við þennan vöxt líkt og raunin var með núverandi byggðalínu sem byggð var á árunum 1972-1984 og er nú fulllestuð.

2.6 Þróun flutningsþarfar á milli landsvæða

Erfitt er að spá fyrir um það hvernig flutningsþörf á milli landsvæða muni þróast í framtíðinni. Flutningsþörfin ræðst m.a. af þróun orkunotkunar og staðsetningu hennar ásamt uppbyggingu orkuframleiðslueininga og staðsetningu þeirra. Einnig hafa þættir eins og uppbygging flutningskerfis áhrif, þar sem að til staðar í kerfinu þarf að vera sveigjanleiki til að geta sinnt eðlilegu viðhaldi á flutningsmannvirkjum og kerfið þarf líka að vera í stakk búið að bregðast við truflunum. Einnig mun framtíðar hlutfall vindorku í heildarorkuvinnslugetu landsins hafa stór áhrif á það hvernig þörfin mun þróast. Vindorka hefur verið talsvert í umræðunni síðustu misseri og hefur áhugi á uppsetningu vindorkuvera til raforkuvinnslu hér á landi farið ört vaxandi. Svæðin sem hafa verið til skoðunar til vindorkuvinnslu eru víða um landið sem endurspeglar þörf fyrir flutningskerfi raforku sem hefur fullnægjandi sveigjanleika til að sinna breytilegu orkuflæði á milli landssvæða.

Til að kortleggja mögulega þróun raforkuflutninga á milli landsvæða næstu áratugina hafa verið framkvæmdar kerfisgreiningar sem ná yfir flæði á milli tengipunkta á byggðalínuhringnum. Um svokallaða N-1 greiningu er að ræða, sem fer þannig fram að stillt er upp mismunandi álagstilfellum í kerfislíkani og svo eru krítískar flutningseiningar teknar úr rekstri, líkt og um truflun sé að ræða, og hámarksflæði á milli tengipunkta skráð.

Á notkunarhlíðinni var stuðst við þróun raforkunotkunar eins og henni er lýst í Raforkuspá og Sviðsmyndum um raforkunotkun frá raforkuhópi Orkusparnefndar. Á framleiðsluhlíðinni var notast við nokkrar ólíkar sviðsmyndir um staðsetningu framleiðslueininga. Meðal annars var stillt upp þremur mismunandi sviðsmyndum um vindorkuframleiðslu ásamt sviðsmynd um aukningu á jarðhitavinnslu á

Norðurlandi. Einnig var skilgreint grunntilfelli, þar sem hefðbundinni orkuvinnslu var dreift um landið, m.a. með hliðsjóna af Rammaáætlun.

Vinnsluviðsmyndir í kerfisgreiningu voru eftirfarandi:

- i) 400 MW vindlundir á Vesturlandi
- ii) 200 MW vindlundir á Vesturlandi og 200 MW vindlundir á Suðurlandi
- iii) 100 MW vindlundir á Norðurlandi, Suðurlandi, Vesturlandi og Austurlandi, samtals 400 MW
- iv) 200 MW umframaukning í vinnslu á Norðurlandi (í stað vinnslu á Suðurlandi)

Útfærslur i-iii gera ráð fyrir 400 MW af vindafla inn á kerfið. Útfærsla iv gerði ráð fyrir hefðbundnari þróun en var ætlað að sýna breytingu á flutningsþörf ef meiri þungi yrði í þróun vinnslu á Norðurlandi umfram Suðurland. Ljóst er að einhvers staðar þarf að draga úr annarri vinnslu á móti vindorkuvinnslunni í i-iii. Fyrir hverja og eina þessara þriggja uppsetninga voru skoðuð tvö mismunandi tilfelli þar sem dregið er úr annarri vinnslu á móti. Atriði a og b að neðan eiga þó ekki við um útfærslu iv.

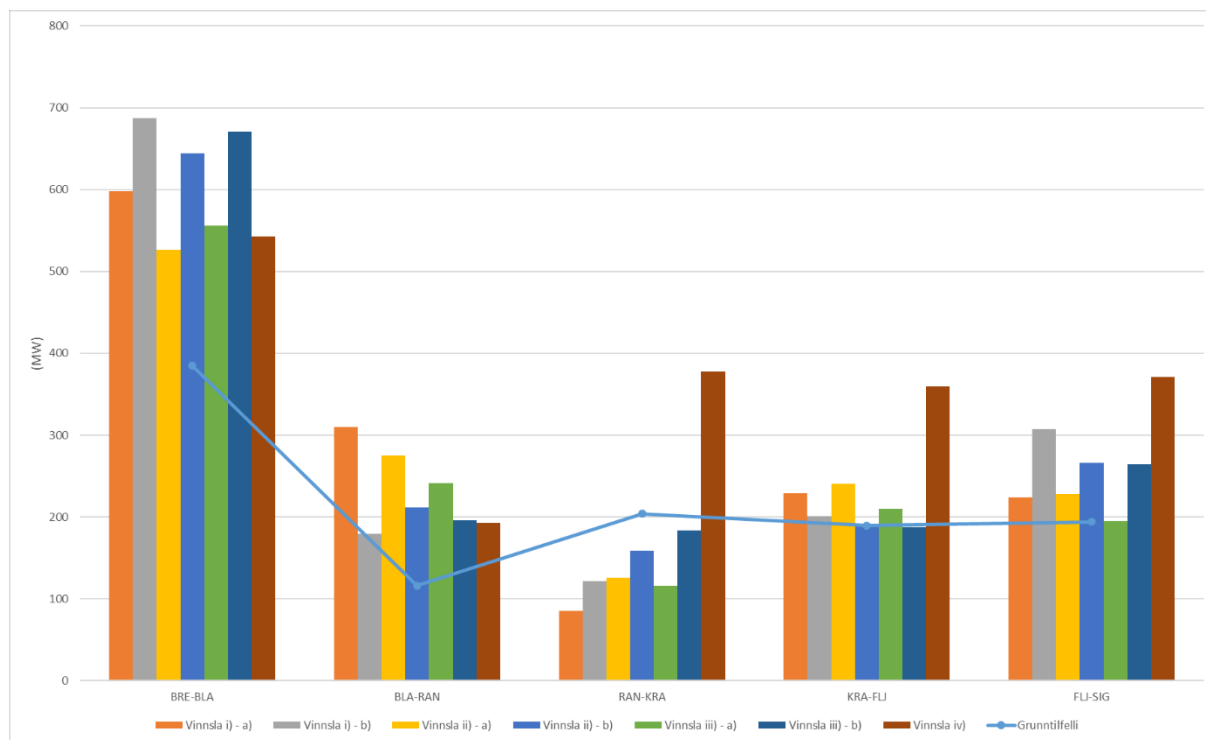
- a) Dregið úr um 400 MW á Suðurlandi
- b) Dregið úr um 200 MW á Suðurlandi og 200 MW á Austurlandi

Sá fyrirvari var hafður á að ekki er vitað hvort og hvernig raforkumarkaður verður lagaður að innkomu stærra hlutfalls vindorkuframleiðslu. Var því gert ráð fyrir tilfellum sem teljast tæknilega skynsamlegir og út frá líklegu hagræði. Óvissa ríkir á þessu stigi um fyrirkomulag raforkumarkaðar með tilkomu vindorkuvinnslu og er ekki tekin nokkur afstaða til þess í þessari greiningu hver markaðsleg áhrif af slíkri vinnslu verða.

Nánari lýsingu á greiningunni má finna í Kerfisáætlun Landsnets fyrir tímabilið 2019-2028 á heimasíðu Landsnets [4].

2.6.1 Vænt flæði á milli landsvæða skv. niðurstöðu kerfisgreininga

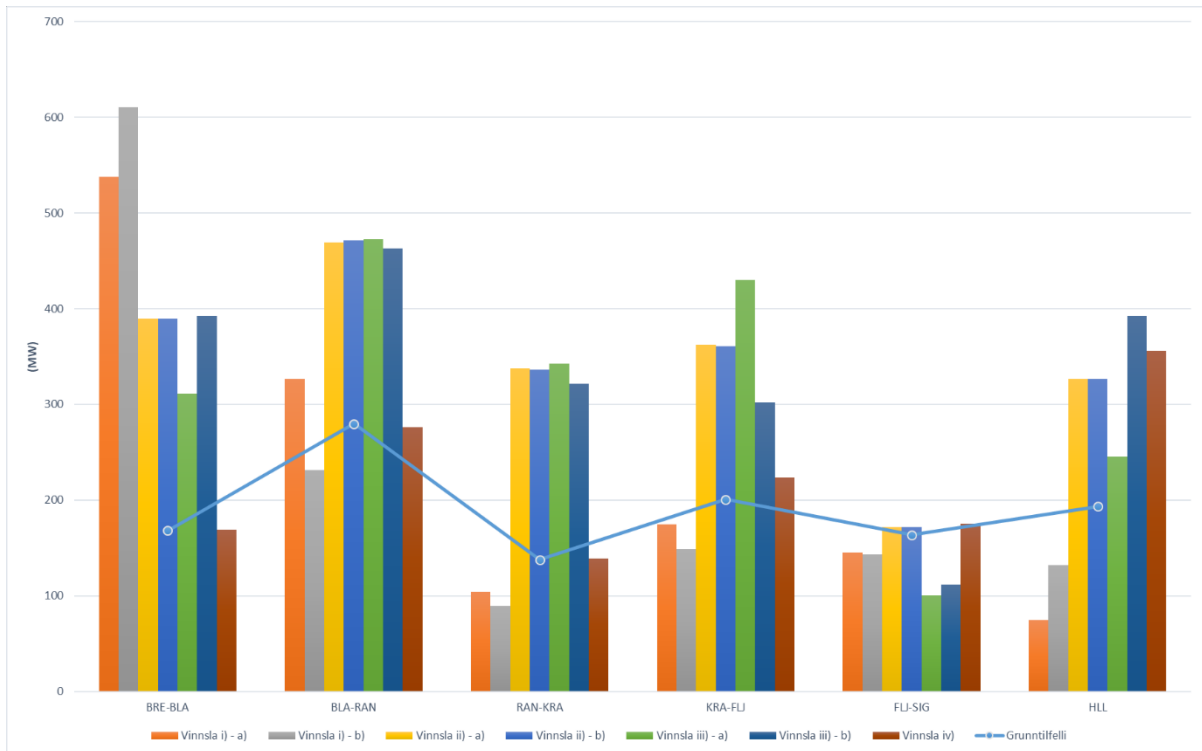
Niðurstöður greininga eru teknar saman í eitt graf. Notast er við fjórar vinnsluviðsmýndir eins og þeim er lýst hér að ofan og í kerfisáætlun 2019-2028



MYND 2-3 : HÁMARKSFLUTNINGUR UM MEGINFLUTNINGSKERFI — ALLAR NIÐURSTÖÐUR

Mynd 2-3 sýnir niðurstöður allra greininga á flutningsþörf á milli tengipunkta á byggðalínuhringnum. Á myndinni má sjá hvernig flutningsþörfin á austari hluta byggðalínunnar hækkar þegar 200 MW vinnsla er færð frá Suðurlandi yfir á Norðausturland. Af greiningunum mátti að jafnaði sjá mikla flutningsþörf á tengingunni milli Blöndu og Brennimeis, jafnvel í grunntilfellinu þar sem ekki er búið að bæta við vindorkuvinnslunni á Vesturlandi umfram grunnforsendur *Grænnar framtíðar*. Flutningsþörf á þessari tengingu endurspeglar flutningsþörf samtengingar milli Norðurlands og Suðurlands, tengingu sem nú er hluti af 10 ára áætlun Landsnets. Ef bætt yrði við tengingu yfir hálendið myndi það létta á flutningsþörfinni eftir vesturvængnum (BRE-BLA), sérstaklega í grunntilfellinu. Ef mikilli vinnslu yrði bætt við á Vesturlandi eins og vindorkuútfærslurnar gera ráð fyrir yrði styrking vesturvængsins mun betri tæknileg lausn en tenging yfir hálendið ein og sér. Hafa þarf í huga að umfang flutningsparfar um vesturvæng byggðalínunnar er umfram flutningsgetu þeirra 220 kV lína sem almennt eru lagðar til í kerfisáætlun (550 MVA) og því gæti þurft að grípa til öflugri 220 kV línulagna um vesturvæng ef þróun verður skv. þeim vinnsluútfærslum.

Til að leggja mat á það hvernig hálendislína muni hafa áhrif á flæði milli landsvæða voru kerfisgreiningar framkvæmdar með hálendislinu uppsetta í kerfislíkani. Niðurstöðurnar hermana með hálendistengingu uppsetta má sjá á mynd 2-4.



MYND 2-4: FLUTNINGSPÖRF EFTIR LÍNULEIÐUM VALKOSTA AÐ TEKNU TILLITI TIL HÁLENDISTENGINGAR (HLL: HÁLENDISLÍNA)

Sjá má að flutningsþörfin eins og hún kemur fram á mynd 2-4 er jafnari en á mynd 2-3. Ennþá er mikil þörf fyrir styrkingu milli Brennimels og Blöndu (BRE-BLA) í vinnslutilfelli **i)** þar sem mikil vindorkuframleiðsla er á Vesturlandi. Greiningar sýndu að sú styrking er beinlínis nauðsynleg ef þróun vindorkuvinnslu á því svæði verður slík að umfangi. Einnig má sjá að þessi aukning um 400 MW í vindafla á Vesturlandi flæðir öll um tenginguna BRE-BLA suður, þ.e. aflflæði um aðrar tengingar verður í flestum tilfellum lægra en grunntilfelli. Sjá má í tilfellum **ii)** og **iii)** að tengingin milli Blöndu og Rangárvalla (BLA-RAN) ber mesta álagið og hálendistengingin skiptir mestu máli í vinnslutilfelli **iii)** með jafnt dregið úr í vinnslu á Suður- og Austurlandi. Í vinnslutilfelli **iv)** þar sem breyting frá grunntilfelli er að nýjar jarðhitavirkjanir koma til á Norðausturlandi í stað vatnsafls á Suðurlandi, flytur hálendistenging um tvöfalt meira en tengingin milli BRE-BLA.

Í ofangreindri umfjöllun má sjá glögglega að breytileiki í þróun vinnslu frá þeim forsendum sem gefnar eru í greiningum kerfisáætlunar hefur afar mikil áhrif á þróun flutningsþarfar eftir hverri línuleið byggðalínu. Við þetta bætist svo óvissan í álagsþróun, þ.e. hvaða sviðsmynd er réttust. Þetta sýnir vel að byggja þarf upp sveigjanlegt kerfi til þess að styðja við þá þróun sem verða vill í orkuvinnslu og atvinnuuppbyggingu. Því er mikilvægt að byggja ekki nýja flöskuhálsa með því að hanna línur með takmarkandi flutningsgetu.

Í ljósi niðurstaðna greiningarinnar í þessum kafla og að undangengnu opnu umsagnarferli var ákveðið að endurskoða forgangsöröðun framkvæmda við styrkingu meginflutningskerfisins. Landsnet telur að niðurstöðurnar sýni nokkuð óbyggjandi að þörf fari fyrir vaxandi flutning um vesturvæng byggðalínu á næstu árum. Samfelld tengingu á milli SV-lands og Austurlands er því komin á 10 ára áætlun Landsnets

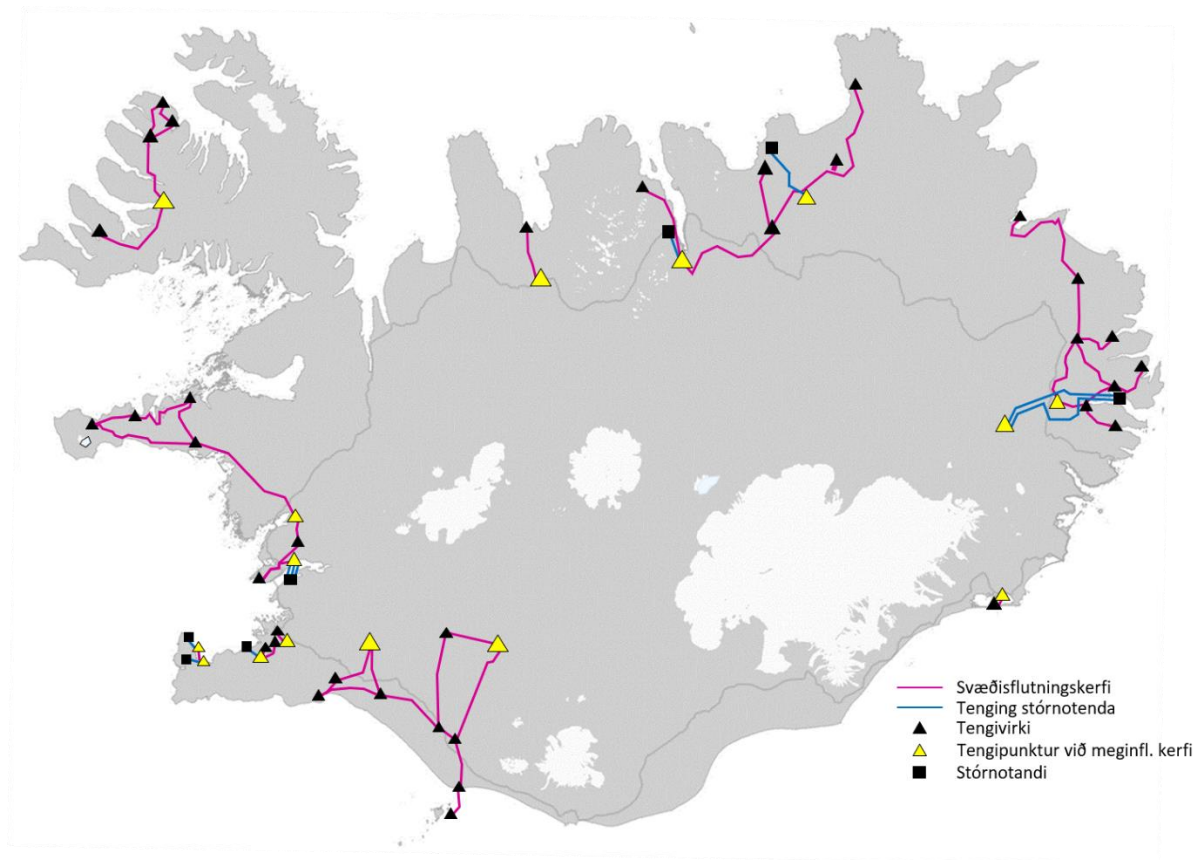
um þróun meginflutningskerfisins, í því augnamiði að bregðast við vaxandi flutningsþörf í þessum hluta kerfisins, ásamt því að tryggja afhendingaröryggi á landinu öllu.

3 Uppbygging í svæðisbundnum flutningskerfum

Svæðisbundnu flutningskerfin eru samnefnari fyrir þann hluta flutningskerfisins sem ekki telst til meginflutningskerfisins. Þau eru að mestu rekin á 66 kV spennu en einstaka hlutar þeirrar eru á 33 kV og 132 kV spennu. Mörg verkefni sem eru á framkvæmdaáætlun Landsnets eiga uppruna sinn í kerfisgreiningum sem eru framkvæmdar á svæðisbundnu flutningskerfunum og því mikilvægt að umfjöllun um svæðisbundnu flutningskerfin í kerfisáætlun sé nákvæm og hnitmiðuð. Tilgangur með þessum kafla er að gefa greinargott yfirlit yfir niðurstöður þessara kerfisgreininga ásamt því að birta yfirlit yfir þær uppbyggingarleiðir sem hafa verið til skoðunar.

Lýsing á hverju svæðisbundnu flutningskerfi byrjar á stuttri lýsingu á viðkomandi kerfi ásamt einlínumynd. Gerð er grein fyrir aflgetu afhendingarstaða í viðkomandi kerfi og hverjir helstu flöskuhálsar eru. Gerð er grein fyrir hvernig talið er að álag muni þróast á svæðinu samkvæmt Raforkuspá og hvaða uppbyggingarleiðir eru á framkvæmdaáætlun eða til skoðunar.

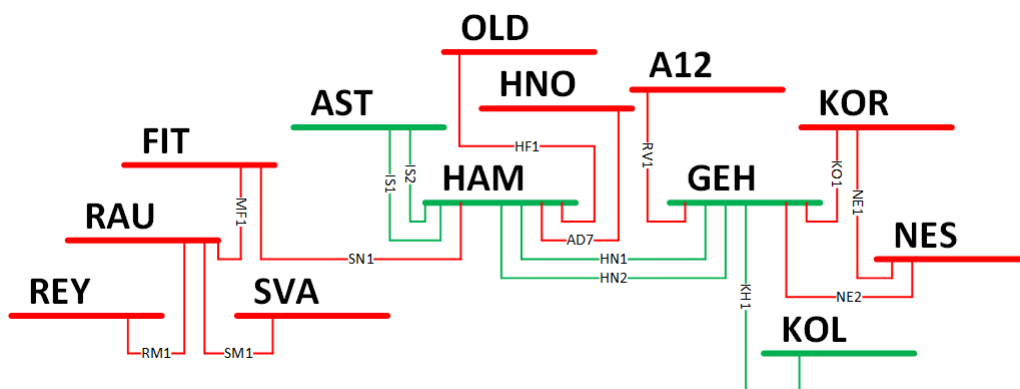
Sú nýlunda er viðhöfð í þessari kerfisáætlun að búið er að fella umfjöllun um endurnýjunaráætlun flutningsvirkja inn í umfjöllun um svæðisbundnu flutningskerfin. Fyrir hvert kerfi er birt grafískt yfirlit yfir öll virki í viðkomandi kerfi sem nær yfir aldur viðkomandi virkis og svokallaðan heilsufarsstuðul virkisins. Heilsufarsstuðullinn er afleidd stærð sem reiknuð er út frá rekstrarlegum þáttum virkisins, s.s. truflanasögu, rekstrarkostnaði og ástandi viðkomandi virkis.



MYND 3-1 : SVÆÐISBUNDIN FLUTNINGSKERFI OG TENGINGAR VIÐ STÓRNOTENDUR

3.1 Höfuðborgarsvæðið og Suðurnes

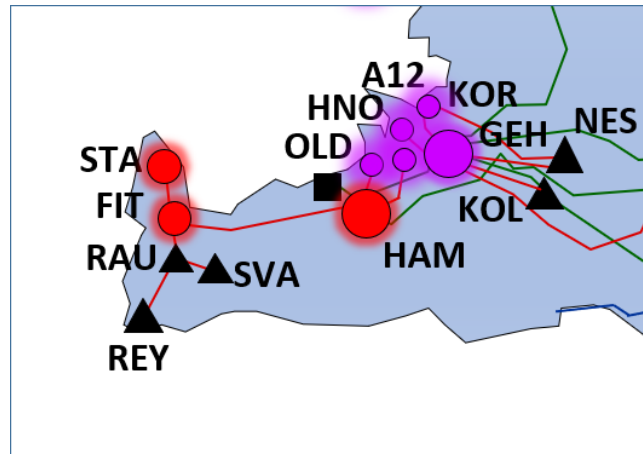
Höfuðborgarsvæðið og Suðurnes eru að mestu leyti fædd beint frá meginflutningskerfinu. Þeir hlutar sem teljast til svæðisbundinna kerfa í eigu Landsnets eru 132 kV tenging frá Hamranesi að Öldugötu í Hafnarfirði, 132 kV tenging frá Hamranesi að Hnoðraholti í Kópavogi og 132 kV tengingar frá Geithálsi að Aðveitustöð 12 við Rauðavatn og í Korpu. Önnur kerfi á 132 kV og lægri spennum eru í eigu Veitna í Reykjavík og HS Veitna í Hafnarfirði. Út frá Hamranesi er tenging út á Suðurnes þar sem jarðhita-virkjanir HS Orku eru tengdar ásamt dreifikerfi HS Veitna. Auk þess afhendir Landsnet þar orku til gagnavera Verne og Advania.



MYND 3-2 : EINLÍNUMYND AF FLUTNINGSKERFINU Á HÖFUÐBORGARSVÆÐINU OG SUÐURNESJUM

3.1.1 Núverandi staða

Vegna aukinnar raforkunotkunar á Suðurnesjum er 132 kV flutningskerfið á SV-horninu orðið þungt lestað. Áhrifanna gætir einnig í 132 kV kerfi Veitna og er nú svo komið að það er ekki lengur rekið hringtengt, til þess að koma í veg fyrir að það sinni hlutverki flutningskerfis, með tilheyrandi skerðingu afhendingaröryggis á höfuðborgarsvæðinu. Truflanir í vinnslukerfinu á Suðurnesjum hefðu enn fremur getað valdið yfirlestunum og útleysingum á höfuðborgarsvæðinu í hringtengdu kerfi Veitna.



MYND 3-3 : AFLGETA AFHENDINGARSTAÐA Á HÖFUÐBORGARSVÆÐINU OG SUÐURNESJUM

Mynd 3-3 sýnir afhendingargetuna á afhendingarstöðum Landsnets á höfuðborgarsvæðinu og Suðurnesjum. Fjólublár litur þýðir að hægt er að bæta við afhendingu upp á 0–10 MW, en rauður litur að ekki sé hægt að auka afhendingu frá því sem nú er. Eins og kemur fram á myndinni er hægt að bæta við um 0–10 MW á afhendingarstöðunum á höfuðborgarsvæðinu en það er ekkert svigrúm á Suðurnesjunum.

3.1.2 Þróun álags og vinnslu

Ýmislegt hefur verið í umræðunni varðandi þróun raforkunotkunar og -vinnslu. Má þar nefna aukna uppbyggingu kísilvera í Helguvík, gagnaver bæði á Suðurnesjum og í Reykjavík (Hólmsheiði og Korpu), svo dæmi séu tekin. Hvað varðar orkuvinnslu hafa stækkun Reykjanesvirkjunar, Eldvörp og vindorkuver á Mosfellsheiði helst verið í umræðunni.

Aukning á almennri notkun

Í Raforkuspá er gert ráð fyrir talsverðri aukningu í almennri orkunotkun á svæðinu. Raforkuspá nær ekki yfir aukningu hjá stórnotendum nema þegar samningur um notkun er til staðar, en engu að síðar er gert ráð fyrir því í Raforkuspá að álag muni rúmlega tvöfaldast á tímabilinu fram til ársins 2050. Á Reykjanesi gerir Raforkuspá ráð fyrir því að notkun muni aukast um 70%.

Vinnsluþróun

HS Orka stefnir að því að auka vinnslugetu í Reykjanesvirkjun með því að bæta við 30 MW gufutúrbínu. Enn fremur stefnir HS Orka að endurnýjun vélbúnaðar í Svartsengisvirkjun og þar með mun afkastageta hennar aukast um 15 MW.

Rekstrartengdar áskoranir

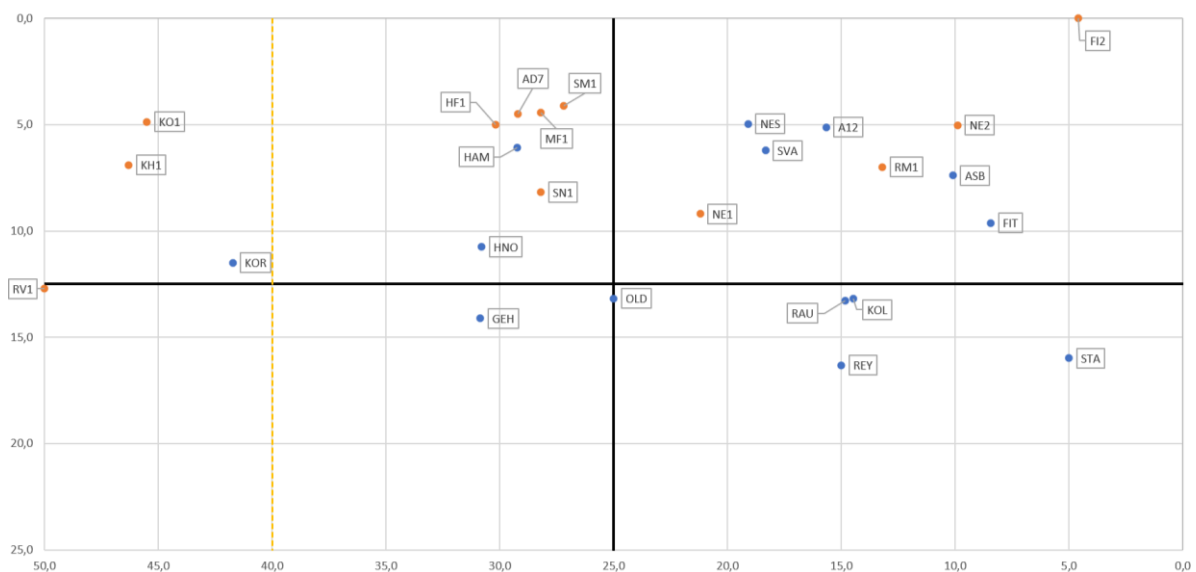
Innmötunargeta af 220 kV kerfinu inn á 132 kV kerfið (á Geithálsi og í Hamranesi) stefnir í það að verða takmarkandi. Útleysing á einni einingu getur valdið keðjuverkun sem gæti endað í straumleysi um stóran hluta SV-hornsins. Versta tilvik af þessu tagi er útleysing Fitjalínu 1 (MF1) sem veldur því að rúmlega 150 MW vinnslugeta frátengist kerfinu. Þetta veldur yfirlestun í 132 kV kerfi Veitna (milli A.1 og A.2) og sú tenging fer út sem veldur yfirlestun á spennum SP1 og SP2 í Hamranesi. Þeir fara þá báðir út með þeim afleiðingum að algert straumleysi verður á Suðurnesjum, Hafnarfirði og stórum hluta Kópavogs, Garðabæjar og Reykjavíkur.

3.1.3 Endurnýjunarþörf

Við forgangsroðun endurnýjunarverkefna er beitt þeirri aðferð að metin er heilsufarstuðull viðkomandi eignar og honum varpað á lóðréttan ás grafs. Á láréttan ás er svo aldri viðkomandi eign varpað. Grafinu er svo skipt í fjóra fjórðunga sem sýna hvaða áherslur á að leggja á viðkomandi eign. Efri fjórðungur hægra megin sýnir yngri eignir með lágan heilsufarsstuðul (góðan), sem skila góðri frammistöðu og þarfnast hefðbundins viðhalds og eftirlits. Neðri fjórðungur til hægri eru eignir sem eru ungar, skila slæmri frammistöðu og kalla á ítargreiningu um ástand til að leggja fram aðgerðaráætlun sem miðar að því að bæta frammistöðu þeirra. Efri fjórðungur til vinstri eru eignir sem eru gamlar, skila góðri frammistöðu og þarfnast hefðbundins viðhalds en þó lögð áhersla á aukið eftirlit. Í neðri fjórðungi til vinstri má svo finna eignir með háan heilsufarsstuðul, eru gamlar, skila slæmri frammistöðu og kalla á ítargreiningu um ástand til að leggja fram aðgerðaráætlun, t.d. um endurnýjun eða styrkingu á núverandi eign.

Með þessari aðferðafræði fæst skýrari sýn á hvaða eignir eru að stuðla að áhættusömum rekstri og forgangsraða þeim mótvægisáðgerðum sem til eru lagðar.

Myndin hér að neðan sýnir eignir Landsnets á Suðurnesjum og á Höfuðborgarsvæðinu og hvernig þær skiptast á milli fjórðunga.



MYND 3-4: ÁSTANDSMAT EIGNA Á HÖFUÐBORGARSVÆÐINU OG SUÐURNESJUM

Mynd 3-4 sýnir myndrænt ástandsmat og aldur eigna á höfuðborgarsvæðinu og á Suðurnesjum. Gula línan er sett við 40 ára aldur. Eignir sem eru í neðri fjórðungi vinstra megin eru Geithálstengivirkið (GEH) og Rauðavatnslína 1 (RV1), sem er á mörkunum. Endurnýjun Rauðavatnslínu er á framkvæmdaáætlun 2020, en endurnýjun á tengivirkinu á Geithálsi er á langtímaáætlun en hefur ekki verið tímasett ennþá. Önnur verkefni sem eru vinstra megin við 40 ára línuna eru Korpulína 1 (KO1), sem er á framkvæmdaáætlun 2020, ásamt Kolviðarhólslínu 1 (KH1) og tengivirkinu við Korpu. Endurnýjun tengivirkisins við Korpu er komið á þriggja ára framkvæmdaáætlun og endurnýjun/uppfærsla Kolviðarhólsslínu 1 er á 10 ára áætlun.

3.1.4 Uppbyggingarleiðir

Bygging Suðurnesjalínu 2 (SN2) sem er hluti af meginflutningskerfinu er á framkvæmdaáætlun og er fyrirhugað að framkvæmdir við hana hefjist í lok árs 2020 eða árið 2021.

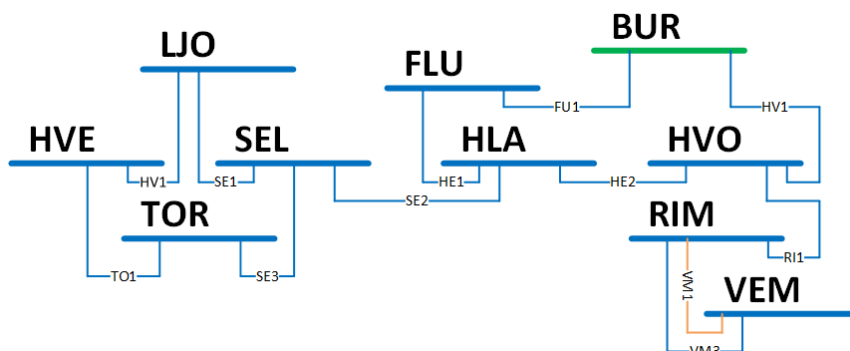
Stækkun Reykjanesvirkjunar stendur fyrir dyrum innan tveggja ára. Flutningsgeta frá Rauðamel að Fitjum um Fitjalínu 1 (MF1) er ófullnægjandi fyrir þá stækkun og því er úrbóta þörf. Nærtækast væri að tvöfalda tenginguna milli Rauðamels og Fitja, en stækkun Rauðamels er ekki góður kostur því að virkið stendur inni á vatnsverndarsvæði. Því hefur verið ákveðið að byggja tengivirki á Njarðvíkurheiði samhliða lagningu SN2.

Í framhaldinu stendur til að klára endurnýjun á tengivirkinu á Fitjum ásamt því að leggja 132 kV jarðstreng á milli Njarðvíkurheiðar og Fitja. Það verkefni er einnig komið á framkvæmdaáætlun.

Yfirlestunarvandamál spenna á Geithálsi verða leyst með endurnýjun spennanna (og auknu spennaafls). Spennarnir eru nú þegar rúmlega 50 ára gamlir og styttest því í endurnýjun þeirra. Auka þarf flutningsgetu Rauðavatnslínu 1, en það verkefni er hluti af framkvæmdaáætlun þessarar kerfisáætlunar.

3.2 Suðurland

Svæðisbundna flutningskerfið á Suðurlandi afmarkast af svæði sem nær á milli Þorlákshafnar, Flúða og Vestmannaeyja. Kerfið samanstendur af 66 kV loftlínunum og jarðstrengjum og átta afhendingarstöðum. Kerfið tengist meginflutningskerfinu í tveimur tengipunktum, í Sogi og í Búrfelli.

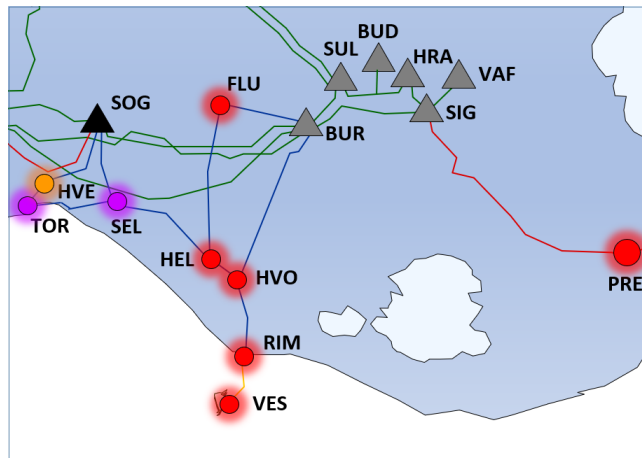


MYND 3-5 : EINLÍNUMYND AF FLUTNINGSKERFINU Á SUÐURLANDI

Mynd 3-5 sýnir einlínumynd af svæðisbundna flutningskerfinu á Suðurlandi. Eins og sést á myndinni er kerfið fætt frá tveimur stöðum, vesturhlutinn frá Soginu um Selfosslínu 1 og Hveragerðislínu 1 og austurhlutinn frá Búrfelli um Hvolsvallarlínu 1 og Flúðalínu 1. Eystri og vestri hlutinn eru svo samtengdir á milli Selfoss og Hellu með Selfosslínu 2. Vestmannaeyjar eru tengdar við Hvolsvöll gegnum Rimakot og tvo sæstrengi þaðan til Eyja.

3.2.1 Núverandi staða

Álag á 66 kV svæðisflutningskerfið á eystri hluta Suðurlands hefur aukist mikið á síðari árum, mun meira en fyrri áætlanir gerðu ráð fyrir. Nú er svo komið að flutningsgeta einstakra hluta er orðin takmarkandi þáttur og að auki eru spennuvandamál vaxandi.



MYND 3-6 : AFLGETA AFHENDINGARSTAÐA Á SUÐURLANDI

Mynd 3-6 sýnir mat á aflgetu afhendingarstaða í svæðisbundna flutningskerfinu á Suðurlandi. Í núverandi ástandi er ekki mögulegt að bæta við afli í austari hluta kerfisins en ástandið í vesturhlutanum er örlítið skár. Í Þorlákshöfn og á Selfossi er mögulegt að bæta við 0–10 MW en í Hveragerði 10-30 MW.

Spennuhækkun flutnings um Vestmannaeyjalínu 3 (VM3) milli lands og Eyja hefur lagfært stöðuna lítillega, en þó eru líkur á að spennuvandamál (t.d. vegna útleysingar skerðanlegs álags í Eyjum) verði viðvarandi. Spennuhækkun VM3 var hugsuð sem fyrsti áfanginn í því að auka flutningsgetu um 66 kV svæðisflutningskerfið á Suðurlandi til Eyja, enda er mesta notkunin á svæðinu þar.

Fram til þessa hefur verið horft á flutningskerfið á Suðurlandi sem tvö aðskilin kerfi. Hringurinn Búrfell-Flúðir-Hella-Hvolsvöllur-Búrfell (með „totu“ frá Hvolsvelli um Rimakot til Eyja) hefur verið rekinn frá Búrfelli á meðan hringurinn Sog-Selfoss-Hveragerði-Þorlákshöfn-Sog hefur verið rekinn frá Soginu. Þetta rekstrarfyrirkomulag hefur verið að breytast og hefur Selfosslína 2 verið rekin inni um nokkurt skeið. Aðalástæða þess er að hjálpa til við spennustýringu á Suðurlandi „eystra“. Selfosslína 2 hefur ekki verið í rekstri nema í truflanatilvikum og rétt annar forgangsálagi á Selfossi. Þegar Selfosslína 3 (Selfoss-Þorlákshöfn) bættist við getur einföld truflun á Ljósafossi valdið því að Selfosslína 2 þarf að anna forgangsálagi á Selfossi, Þorlákshöfn og í Hveragerði. Núverandi lína hefur ekki næga flutningsgetu til að anna því álagi og því er ljóst að einhverra úrbóta er þörf til að viðhalda afhendingaröryggi á svæðinu.

3.2.2 Þróun álags og vinnslu

Við undirbúning kerfisgreininga og áætlanagerðar þarf að líta bæði til skemmri og lengri tíma hvað varðar þróun álags. Við áætlanir um uppbyggingu og styrkingar þarf því að huga að lausnum sem gera kleift að flutningskerfið sé rekið á þann hátt að almennir notendur forgangsálags verði fyrir sem minnstum truflunum. Á hinn veginn þarf einnig að huga að því hvernig framtíðaruppbyggingu kerfisins verði best háttáð. Gert er ráð fyrir að nýframkvæmdir í flutningskerfinu muni standa að minnsta kosti næstu 50 árin og því mikilvægt að vanda vel allan undirbúning. Varðandi álagsþróun er litið til Raforkuspár sem nær til ársins 2050 og gerir hún ráð fyrir þéttri en hægfara aukningu í notkun yfir tímabilið.

Vinnsluþróun

HS Orka hefur nýlega tekið í notkun 9,9 MW virkjun í Tungufljóti sem hefur fengið nafnið Brúarvirkjun. Í neðri hluta Þjórsár eru virkjanakostir sem eru í nýtingarflokki rammaáætlunar. Einhver umræða hefur verið um vindorkugarða á svæðinu, en Landsneti er ekki kunnugt um að neinar ákvarðanir hafi verið teknar um slíkt ennþá.

3.2.3 Rekstrartengdar áskoranir

Álag á 66 kV svæðisflutningskerfið á eystri hluta Suðurlands hefur aukist mikið á síðari árum, ekki síst vegna aukinnar raforkunotkunar notenda á skerðanlegum flutningi í Vestmannaeyjum. Flutningsgeta einstakra hluta kerfisins er orðin takmarkandi þáttur og að auki fara spennuvandamál vaxandi.

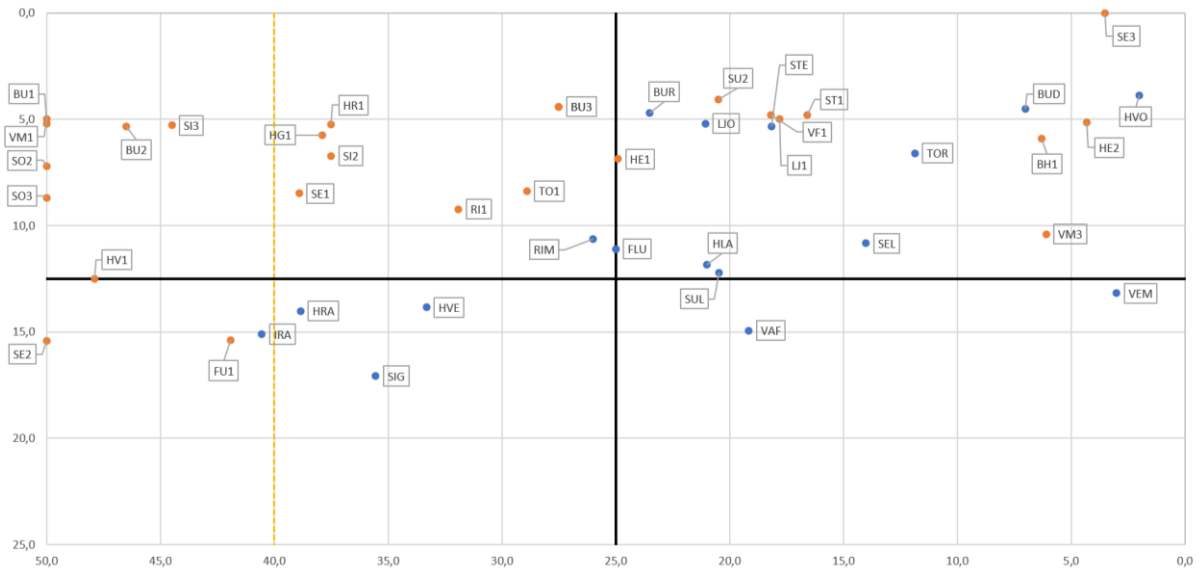
Aukning flutningsgetu einstakra takmarkandi strengenda ásamt spennuhækkun flutnings um Vestmannaeyjastreng 3 til Eyja hefur lagfært stöðuna lítillega en þó eru líkur á að spennuvandamál verði viðvarandi.

Spennuhækkunin til Vestmannaeyja hefur frá upphafi verið hugsuð sem fyrsti áfanginn í því að auka flutningsgetu um 66 kV svæðisflutningskerfið á Suðurlandi til Eyja, enda er mesta notkunin í Vestmannaeyjum innan svæðisflutningskerfisins á Suðurlandi.

Afhendingaröryggi hefur aukist með tilkomu Selfosslínu 3, sem liggur á milli Selfoss og Þorlákshafnar. N-1 afhendingaröryggi næst þó ekki með tilkomu Selfosslínu 3 því að Selfosslína 1 og Hveragerðislína 1 koma báðar frá sama 66 kV teininum á Ljósafossi. Teinabilun þar tekur því út báðar línurnar. Ekki er hægt að bæta við forgangsálagi á Flúðum, Hellu, Hvolsvelli, í Rimakoti og Vestmannaeyjum þar sem talsverð yfirlestunvandamál verða ef Flúðalína 1 eða Hvolsvallarlína 1 leysa út ásamt því að mikil spennuvandamál koma fram við línuútleysingar á svæðinu. Einnig eru spennar í Búrfelli sem þjóna kerfinu á Suðurlandi orðnir fulllestaðir. Ef um skerðanlegt álag væri að ræða væri mögulega hægt að bæta við álagi á svæðinu.

3.2.4 Endurnýjunarþörf

Eignir Landsnets á Suðurlandi, bæði tengivirki og flutningslínur, eru teiknaðar inn á graf sem sýnir aldur og ástand viðkomandi eignar.



MYND 3-7 : ÁSTANDSMAT EIGNA Á SUÐURLANDI

Mynd 3-7 sýnir ástandsmat eigna Landsnets á Suðurlandi ásamt aldri. Þær eignir sem eru í neðri fjórðungi vinstra megin eru: Selfosslína 2 (SE2), Flúðalína 1 (FU1), ásamt tengivirkjunum við Írafoss, Hrauneyjum, Sigöldu og í Hveragerði. Hluti Selfosslínu 2 verður endurnýjaður með nýjum jarðstreng frá Lækjartúni og að Hellu. Endurbætur á Flúðalínu 1 eru á áætlun næstu árin. Endurnýjun tengivirkisins á Írafossi er á langtímaáætlun en ótímasett. Til stendur að endurnýja tengivirkið við Sigöldu á næstu þremur til fimm árum. Búið er að endurnýja alla rofa í tengivirkinu á Hrauneyjum og má því búast við að það muni færast í efri fjórðung grafsins. Endurnýjun tengivirkisins í Hveragerði er ekki komið á áætlun ennþá. Hvolsvallarlína 1 (HV1) er á mörkum efri og neðri fjórðungs vinstra megin og aldur hennar nálgast 50 ár. Með byggingu Lækjartúns og Lækjartúnslínu 2, minnkar mikilvægi Hvolsvallarlínu 1 fyrir fæðingu austari hluta Suðurlandskerfisins og verða í framhaldinu gerðar áætlanir um hvernig endurnýjun línunnar verður háttað.

3.2.5 Uppbyggingarleiðir

Skoðaðar hafa verið nokkrar leiðir til uppbyggingar í austari hluta Suðurlandskerfisins og kerfisleg áhrif þeirra metin. Við matið er horft til raftæknilegra þátta og má þar nefna flutningsgetu, spennugildi, áhrif breytilegrar vinnslu eins og t.d. vindorkuvera, N-1 ásamt fleiri þáttum. Einnig er tekið tillit til þróunar í notkun og þá lagt mat á það hversu vel uppbyggingin styður við framtíðarrekstur kerfisins. Í þeim tilgangi að leysa vandamál varðandi aukna flutningsgetu inn á austari hluta Suðurlandskerfisins voru skoðaðir mismunandi möguleikar og fer lýsing á þeim hér á eftir.

- Uppbygging á 66 kV frá Búrfelli. Þessi leið kallar á úrbætur á spennaafl í Búrfelli og styrkingar/endurbyggingar á línun (a.m.k. HV1 og FU1).
- Uppbygging á 66 kV frá nýju tengivirki við Búrfellslínu 2. Hugmyndir hafa komið fram um að byggja mætti tengivirki við Búrfellslínu 2, einhvers staðar á „vinstri hlið þríhyrningsins“ sem myndast af Hellulínu 1, Búrfellslínu 2 og Selfosslínu 2. Það tengivirki yrði þá (í þessu tilviki) 220/66 kV.

- Uppbygging á 132 kV frá nýju tengivirki við Búrfellslínu 2. Í raun sama útgáfa og hér að ofan, nema nú er tengivirkið 220/132 kV og með tengingu við Hellu. Þá þarf að skoða hvert 132 kV kerfið ætti að teygja sig lengra en til Hellu og horfa þá jafnvel til Hvolsvallar og Rimakots.

Sú leið sem ákveðið var að fara var að byggja nýtt tengivirki við Lækjartún í nágrenni Þjórásar sem tengist við Búrfellslínu 2. Einnig stendur til að leggja 132 kV streng frá tengivirkinu og að Hellu sem kæmi í stað þess hluta af Selfosslínu 2. Verkefnin eru á framkvæmdaáætlun Landsnets og má finna nánari lýsingu á þeim þar. Einnig hefur verið sett á framkvæmdaáætlun ný tenging á milli Hellu og Rimakots, sem er fyrsti áfanginn í að bæta afhendingaröryggi í Vestmannaeyjum.

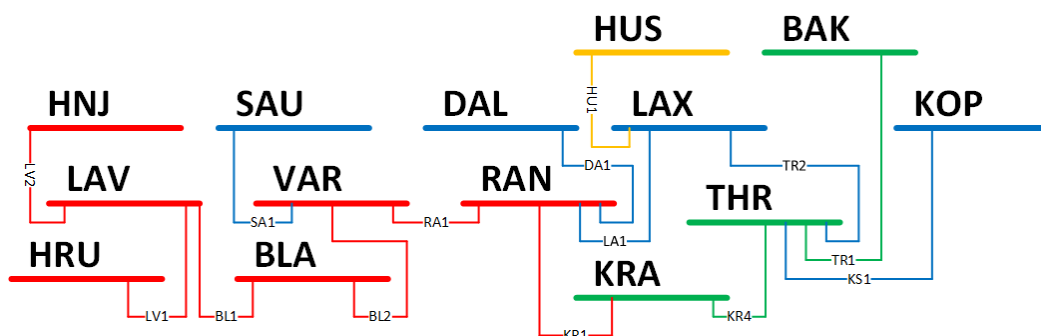
Líkt og með austari hluta Suðurlandskerfisins hafa verið skoðaðar nokkrar leiðir til uppbyggingar í vestari hluta Suðurlandskerfisins. Stílt hefur verið upp nokkrum valkostum og kerfisleg áhrif þeirra skoðuð.

- Sogslína 2 (132 kV) látin enda í Hveragerði (þ.e. tekin niður milli Hveragerðis og Geitháls). Settur upp spennir (132/66 kV) í Hveragerði. Með því fæst öflug 132 kV tenging inn á vestari hringinn í Hveragerði.
- Sogslína 2 (132 kV) tekin öll niður. Selfosslína 1, sem er byggð sem 132 kV lína að mestu, tengd í hennar stað á Írafossi (þ.e. á 132 kV) og 132/66 kV spennir settur upp á Selfossi. Með því fæst 132 kV fæðing á Selfoss.
- Í framhaldinu mætti svo samtengja austari og vestari hluta kerfisins með því að tengja saman Selfoss og Lækjartún með 132 kV jarðstreng sem kæmi þá í stað vestari hluta Selfosslínu 2.

Ekki hefur verið tekin ákvörðun um það ennþá hvaða leið verður fyrir valinu við styrkingu á vestari hluta Suðurlandskerfisins.

3.3 Norður- og Norðausturland

Á norðurhluta landsins eru langar 132 kV línur sem eru hluti af byggðalínunni. Í landshlutanum eru tvö svæðisbundin flutningskerfi sem tengjast meginflutningskerfinu, annars vegar í Varmahlíð og hins vegar á Rangárvöllum á Akureyri. Einnig tengist austari hluti kerfisins meginflutningskerfinu við Þeistareyki.



MYND 3-8 : EINLÍNUMYND AF FLUTNINGSKERFINU Á NORÐUR- OG NORÐAUSTURLANDI

Mynd 3-8 sýnir einlínumynd á flutningskerfinu á Norðurlandi. Vestan til er einföld 66 kV tenging frá Varmahlíð til Sauðárkróks. Á Norðausturlandi er umfangsmikið 66 kV kerfi frá Rangárvöllum á Akureyri að Laxárvirkjun og allt norðaustur á Kópasker. Inn á línuna milli Laxárvirkjunar og Kópaskers tengist 66

kV jarðstrengur sem tengir 220 kV kerfið á Þeistareykjum um 220/66 kV aflspenni. Húsavík tengist flutningskerfinu frá Laxá með einfaldri 33 kV tengingu. Einnig liggur 66 kV lína frá Rangárvöllum til Dalvíkur.

3.3.1 Núverandi staða

Svipuð staða er uppi á Norðurlandi og víða annars staðar þegar kemur að tiltækri afhendingargetu. Á Eyjafjarðarsvæðinu er ekki mögulegt að bæta við neinni notkun. Það sama gildir um Sauðárkrók, Húsavík og Kópasker. Í árslok 2017 bættist við 220 kV tenging inn á svæðið frá Kröflu yfir á Þeistareyki og áfram að Bakka við Húsavík og er mögulegt að bæta við notkun þar. Blönduós og Hnjúkar njóta góðs af nálægð við Blönduvirkjun og þar er hægt að bæta við notkun upp á 0–10 MW. Virkjanir sem tengjast inn á flutningskerfið á Norðurlandi og Norðausturlandi eru Blanda, sem er stór vatnsaflsvirkjun, og á Norðausturlandi vatnsaflsvirkjun í Laxá og gufuaflsvirkjun á Þeistareykjum sem var gangsett í árslok 2017, ásamt gufuaflsvirkjun í Kröflu.

Fyrir utan flutningskerfi Landsnets rekur RARIK dreifikerfi á svæðinu sem þjónar Raufarhöfn, Þórshöfn og Bakkafirði ásamt dreifbýli.



MYND 3-9 : AFHENDINGARGETA ÚR FLUTNINGSKERFINU Á NORÐUR- OG NORÐAUSTURLANDI

Mynd 3-9 sýnir tiltæka afhendingargetu allra afhendingarstaða á Norður- og Norðausturlandi. Rauður litur þýðir að ekki sé hægt að bæta við neinni notkun á viðkomandi afhendingarstað. Fjólublár litur þýðir að hægt er að bæta við álagi upp á 0–10 MW og appelsínugulur að hægt sé að bæta við álagi upp á 10–30 MW.

3.3.2 Þróun álags og vinnslu

Forsendur fyrir þróun álags og vinnslu til næstu ára byggja á Raforkuspá og Rammaáætlun. Gert er ráð fyrir hægri og jafnri aukningu á álagi yfir tímabilið fram til ársins 2050, sem er það tímabil sem Raforkuspá nær yfir. Raforkuspá nær eingöngu yfir almennt álag, en aukning notkunar stórnotenda er ekki hluti af spánni.

Vinnsluþróun

Nokkrir jarðvarmavirkjunarkostir á Norðausturlandi eru í nýtingarflokki Rammaáætlunar. Á Norðurlandi eru einnig vindlundir við Blöndu í nýtingarflokki ásamt veituleiðum Blönduvirkjunar. Einnig

hafa verið í umræðunni ýmsar smávirkjanir sem ýmist gætu tengst dreifikerfinu og jafnvel flutningskerfinu. Vindorkugarðar aðrir en Blöndulundur hafa verið nefndir til sögunnar og þá helst á Langanesi. Slíkar framkvæmdir myndu kalla á sértækar aðgerðir í flutningskerfinu sem verða teknar til skoðunar þegar að því kemur.

3.3.3 Rekstrartengdar áskoranir

Helsta hindrunin fyrir aukinni afhendingargetu afhendingarstaða á svæðinu er takmarkanir sem bundnar eru við meginflutningskerfið, þ.e. aflflutningur um snið IV, þar sem aflflutningur frá Vesturlandi inn á Austurland má ekki fara yfir 100 MW. Flæði um snið IV fer oftast en ekki yfir skilgreind stöðugleikamörk á háálagstíma og er brugðist við því með skerðingu á raforku til notenda á skerðanlegri orku. Af þeim sökum er ekki hægt að bæta við 10 MW álagi innan sniðs IV nema með aukinni raforkuvinnslu innan svæðis eða með styrkingu flutningskerfisins.

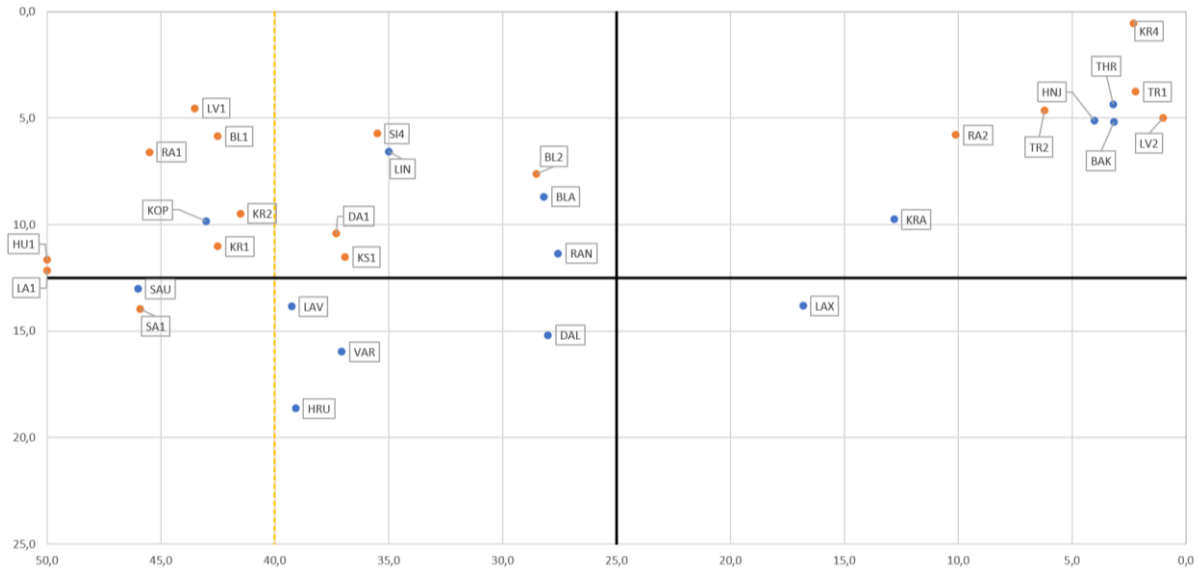
Til stendur að styrkja meginflutningskerfið á Norður- og Norðausturlandi með lagningu þriggja nýrra 220 kV lína á milli Blöndu og Fljótsdals og talið er að með tilkomu þeirra muni aflgeta afhendingarstaða lagast til muna. Framkvæmdir við Kröflulínu 3 eru hafnar og áætlað er að framkvæmdir við Hólasandslínu 3 hefjist á árinu 2020. Sú þriðja, Blöndulína 3, er á framkvæmdaáætlun Landsnets, en áætlað er að framkvæmdir við hana munu hefjast árið 2023.

Í kjölfar spennusetningar Hólasandslínu 3 verður Laxárlína 1 sem byggð var árið 1953 rifin. Sá kafli línunnar sem liggur yfir Vaðlaheiði hefur oft orðið fyrir ísingar- og vindálagi. 17 af þeim 21 fyrirvaralausum bilunum sem hafa átt sér stað á línunni síðastliðin 10 ár má rekja til veðurfarslegra orsaka, s.s. vinds, ísingar og eldinga. Gert er ráð fyrir því að Þeistareykjalína 2 sé arftaki Laxárlínu 1 og þjónar þá Laxárvirkjun aðallega Norðausturlandi en þó með tengingu við meginflutningskerfið um 220/66 kV kerfið á Þeistareykjum til Kröflu.

Húsavíurlína 1 frá Laxá til Húsavíkur er 33 kV lína sem orðin er tæplega 70 ára gömul, byggð 1948 og ljóst að endurnýja þarf línuna á næstu árum. Samkvæmt kerfisáætlun er áætlað að leysa það vandamál með því að tengja Húsavík við Bakka sem er tengdur 220 kV línu frá Þeistareykjum og er það verkefni á framkvæmdaáætlun.

3.3.4 Endurnýjunarþörf

Núverandi eignir Landsnets í flutningskerfinu á Norður- og Norðausturlandi er teiknaðar upp á graf sem sýnir aldur og ástandsmat viðkomandi eigna.



MYND 3-10 : ÁSTANDSMAT EIGNA Á NORÐUR- OG NORÐAUSTURLANDI

Mynd 3-10 sýnir aldur og ástandsmat eigna á Norður- og Norðausturlandi. Eignir sem eru í neðri fjórðungi vinstra megin og eru komnar yfir fjörutíu ára aldur eru tengivirkið á Sauðárkróki og Sauðárkrókslína 1 (SA1). Nýtt tengivirki á Sauðárkróki er í byggingu og eins stendur yfir lagning Sauðárkrókslínu 2, sem minnkar mikilvægi Sauðárkrókslínu 1. Aðrar línur sem komnar eru til ára sinna, eru Húsavíurlína 1 og Laxárlína 1 (LA1). Til stendur að taka Laxárlínu 1 úr rekstri og rífa hana niður eftir spennusetningu á Hólasandslínu 3. Tvöföldun tengingar til Húsavíkur er einnig á áætlun. Endurnýjun tengivirkisins í Hrutatungu er komið á framkvæmdaáætlun, en verkefninu var flýtt í kjölfar óveðursins í desember 2019.

3.3.5 Uppbyggingarleiðir

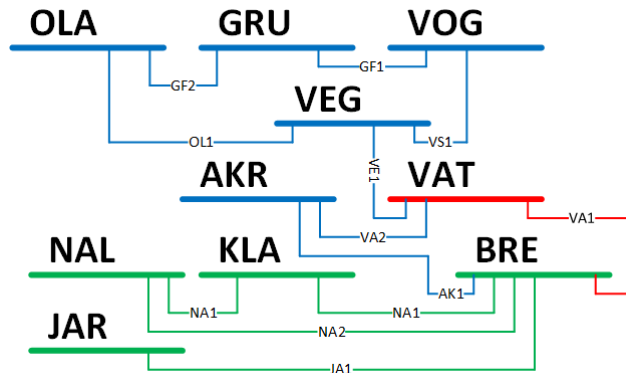
Tvöföldun tengingar til Sauðárkróks frá Varmahlíð er í framkvæmd og er markmið framkvæmdarinnar að auka aflgetu og afhendingaröryggi á Sauðárkróki.

Húsavíurlína 1, tenging Húsavíkur frá Laxá, er með allra elstu flutningslínunum í kerfinu og hefur um nokkurn tíma staðið til að endurnýja hana. Af þeim kostum sem skoðaðir hafa verið stendur valið um að tengja bæjarfélagið frá nýjum afhendingarstað við iðnaðarsvæðið á Bakka eða leggja nýja línu frá Kópaskerslínu 1 við Höfuðreiðarmúla. Sú lausn er hagkvæmari er tenging frá Bakka, en sú tenging er háð spennugæðum á Bakka. Mælingar á spennugæðum standa yfir, en framkvæmdir munu ekki hefjast fyrr en ljóst er að spennugæði standist þær kröfur sem settar eru fram í netmálum og reglugerð.

Á Rangárvöllum eru tveir spennar sem tengja saman 132 og 66 kV spennustigin á Norðausturlandi. Vaxandi álag á Eyjafjarðarsvæðinu veldur því að álag þessa kerfis verður meira en svo að hægt sé að missa annan spenninn úr rekstri án skerðinga, sérstaklega þegar Laxárlína 1 verður rifin. Þess vegna er það verkefni í undirbúningi að bæta við 132/66 kV aflspenni í þeim tilgangi að afhending almenns álag á Norðausturlandi verði trygg til framtíðar. Verkefnið er komið á framkvæmdaáætlun en framkvæmd tengist spennusetningu Hólasandslínu 3 og niðurrifi á Laxárlínu 1.

3.4 Vesturland

Svæðisflutningskerfið á Vesturlandi er 66 kV kerfi á Snæfellsnesi og Akranesi sem tengist annars vegar Vatnshömrum og hins vegar Brennimel. Það samanstendur af fimm afhendingarstöðum, Einum á Akranesi og fjórum á Snæfellsnesi. Kerfið samanstendur af jarðstrengjum.

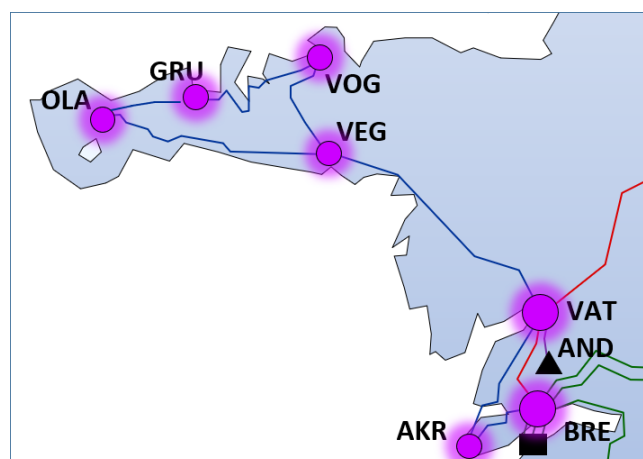


MYND 3-11 : EINLÍNUMYND AF FLUTNINGSKERFINU Á VESTURLANDI

Mynd 3-11 sýnir einlínúmynd af svæðisbundna flutningskerfinu á Vesturlandi ásamt tengingum þess við meginflutningskerfið. Á Snæfellsnesi eru fjórir hringtengdir afhendingarstaðir sem eru geislatengdir við meginflutningskerfið um Vegamótalínu 1. Þeir eru Ólafsvík, Grundarfjörður, Vogaskeið (Stykkishólmur) og Vegamót. Sunnar er Akranes sem tengist meginflutningskerfinu annars vegar á Brennimel um Akraneslínu 2, 66 kV jarðstreng, og hins vegar á Vatnshömrum um Vatnshamralínu 2 (sem hét áður Andakílslína 1).

3.4.1 Núverandi staða

Flutningur inn á Vesturland er 5-12 MW. Hæst hefur flutningur inn á Vesturland frá 2010 farið í 16 MW fyrir heildarálag og 14 MW í forgangsálagi.



MYND 3-12 : TILTÆK AFHENDINGARGETA Á VESTURLANDI

Mynd 3-12 sýnir tiltæka afhendingargetu afhendingarstaða á Vesturlandi. Eins og sést á myndinni er aflgeta allra afhendingarstaða á bilinu 0–10 MW. Það skal þó áréttað að afhendingargeta afhendingarstaða er innbyrðis háð, sem þýðir að aukin afhending á einum stað hefur neikvæð áhrif á

aflgetu annarra í sama kerfi. Á svæðinu er talsvert um smávirkjanir og á lágálagstímum ætti að vera nægilegt staðbundið afl á svæðinu til að ráða við eyjarekstur ef skerðanlegt álag er frátalið. Brýn þörf er þó á aðgerðum sem gera kleift að stýra launafla á svæðinu þannig að mögulegt sé að reka kerfið í eyjarekstri. Núverandi staða er þannig að þrátt fyrir að komið væri upp snjallstýringum sem virkja sjálfvirkar útleysingar allt eða hluta af því álagi gæti kerfið ekki lifað af eftir útleysingu Vegamótalínu 1 nema gerðar séu nauðsynlegar úrbætur á stýringu smávirkjana, útjöfnun launafls og tilkomu snjallnets. Einnig er mjög líklegt að sjálfvirk útleysing á Grundarfjarðarlínu 2 í báðum endum jarðstrengsins yrði nauðsynleg vegna mikillar launaflsframleiðslu jarðstrengsins.

Sjálfvirkar útleysingar á skerðanlegu álagi á Vesturlandi með hjálp snjallnets myndu auka afhendingaröryggi á svæðinu en koma þó ekki í stað nauðsynlegrar uppbyggingar á svæðinu, með tvítengingu Snæfellsness við meginflutningskerfið.

3.4.2 Þróun álags og vinnslu

Við kerfisgreiningar er tekið tillit til væntrar þróunar álags á Vesturlandi. Horft er til Raforkuspár 2018 fram til ársins 2050, sem er það tímabil sem spáin nær yfir. Samkvæmt henni er gert ráð fyrir hægum, en jöfnum vexti yfir tímabilið, með heildarvexti almennrar notkunar á svæðinu á tímabilinu í kringum 20%.

Vinnsluþróun

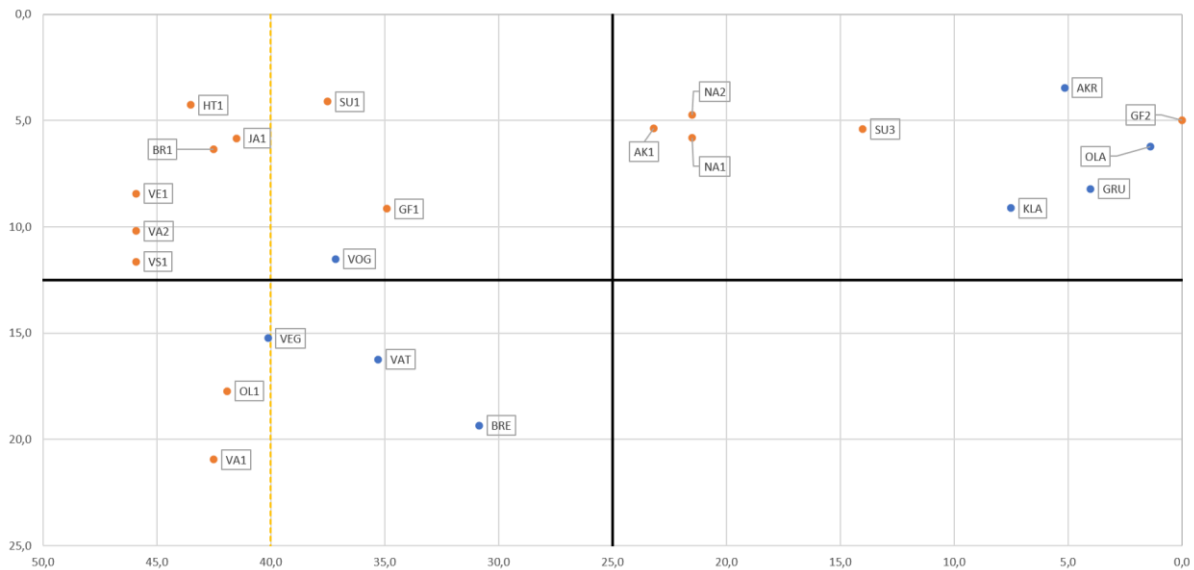
Ekki er gert ráð fyrir að reistar verði stærri virkjanir á svæðinu næstu árin. Þá er ekki ólíklegt að smávirkjunum muni fjölga eitthvað og eins hefur áhugi á vindorkuframleiðslu á svæðinu farið vaxandi.

3.4.3 Rekstrartengdar áskoranir

Framkvæmd hefur verið úttekt á tiltæku skerðanlegu afli, varaafli og framkvæmdar kerfisgreiningar í þeim tilgangi að meta svæðisbundna flutningskerfið á Vesturlandi. Niðurstöður greininga koma ekki vel út þar sem kerfið þolir í flestum tilfellum ekki útleysingu á Vegamótalínu 1 út frá Vatnshömrum þó svo að nóg raunaflsframleiðsla sé fyrir hendi í eyjunni. Úrbætur á kerfinu eru nauðsynlegar til að geta tryggt afhendingaröryggi og eyjakeyslu á Snæfellsnesi. Framleiðslugeta á svæðinu er samtals tæplega 11 MW, sem skiptist í díselknúið varaafli upp á um 4,6 MW og vatnsaflvirkjanir upp á um 6,3 MW. Nýr 66 kV jarðstrengur, Grundarfjarðarlína 2 sem liggur á milli Ólafsvíkur og Grundarfjarðar, var tekinn í notkun sumarið 2019 og mun hann auka afhendingaröryggi á svæðinu. Niðurstöður kerfisgreiningar sýna að nauðsynlegt er að breyta umsetningu á straummælispennum á nokkrum stöðum, en flutningsgeta takmarkast af straummælispennum í Grundarfirði, Vogaskeiði, Vegamótum og Ólafsvík.

3.4.4 Endurnýjunarþörf

Búið er að teikna upp graf sem sýnir aldur og ástand eigna í flutningskerfinu á Vesturlandi.



MYND 3-13 : ÁSTANDSMAT EIGNA Á VESTURLANDI

Mynd 3-13 sýnir aldur og ástandsmat tengivirkja og flutningslína í eigu Landsnets á Vesturlandi. Þær eignir sem helst þarfnast endurnýjunar eru í neðri fjórðungi vinstra megin og þá helst þær sem komnar eru á aldur. Má þar nefna Vatnshamralínu 1 (VA1) og Ólafsvíkurlínu 1 (OL1) og tengivirkið á Vegamótum, en endurnýjun þess er á framkvæmdaáætlun. Mikilvægi Ólafsvíkurlínu 1 hefur minnkað með tilkomu Grundarfjarðarlínu 2 (GF2). Með tilkomu nýrrar tengingar á milli Hvalfjarðar og Hrútafjarðar, sem er á framkvæmdaáætlun, gefst svigrúm til að huga að endurbótum eða endurnýjun á Vatnshamralínu 1. Tengivirkin á Vatnshömrum og á Brennimei eru einnig í sama fjórðungi. Endurnýjun Vatnshamra er ekki á áætlun, en til stendur að endurnýja 132 kV hluta tengivirkisins á Brennimei á næstu 10 árum. 220 kV hluti virkisins verður færður í nýtt tengivirki á Klafastöðum sem er komið á framkvæmdaáætlun. Einnig eru nokkrar flutningslínur á svæðinu sem náð hafa 40 ára aldri, en afskriftartími lína er 50 ár, og þarf því að fara að huga að endurnýjun þeirra og eða aðgerða sem leiða til minnkunar á mikilvægi, svo sem aukinni möskvun. Til stendur að rífa niður Vatnshamralínu 2 (VA2), eftir uppsetningu Akraneslínu 2, sem er á 10 ára áætlun. Tvítenging Snæfellsness er á 10 ára áætlun sem mun auðvelda endurnýjun og eða endurbætur á bæði Vegamótalínu 1 (VE1) og Vogaskeiðslínu 1 (VS1). Endurnýjun/styrking á flutningsleiðinni á milli höfuðborgarsvæðisins og Hvalfjarðar er á 10 ára áætlun (BR1) og sömuleiðis ný tenging á milli Hvalfjarðar og Hrútafjarðar, sem léttu mun á Hrútatungulínu 1 (HT1).

3.4.5 Uppbyggingarleiðir

Á árinu 2019 voru tekin í notkun ný tengivirki á Grundarfirði og Ólafsvík ásamt nýjum jarðstreng á milli þessara tveggja virkja, GF2. Eftir stendur að Snæfellsnes verður áfram geislatengt svæði með skert afhendingaröryggi. Til þess að bæta úr því hefur verið skoðað að bæta tengingu við meginflutningskerfið, t.d. með því að tengja saman Vogaskeið og Glerárskóga, eða með tvöföldun tengingar til Vatnshamra. verkefnið er komið á 10 ára áætlun en útfærsla liggur ekki fyrir ennþá.

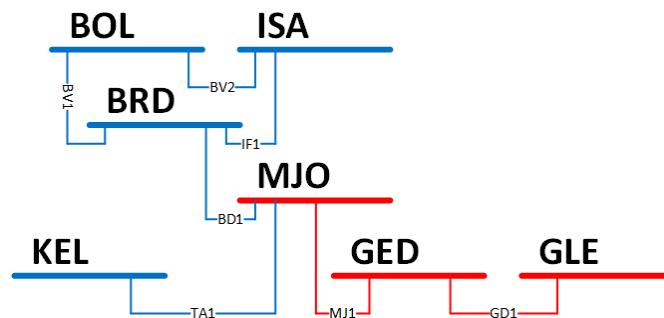
Önnur möguleg leið er að bæta við varaafli á svæðinu og hefur Landsnet m.a. pantað færanlegar varaafleiðingar til þess að bæta afhendingaröryggið tímabundið þar til tvítenging Snæfellsness fer í framkvæmd.

Endurnýjun tengivirkis á Vegamótum er á framkvæmdaáætlun næstu þriggja ára en tengivirkið, sem er yfir 40 ára og í slæmu ástandi, er á endurnýjunaráætlun Landsnets.

Vatnshamralína 2 milli Akraness og Vatnshamra er komin til ára sinna, úr sér gengin og þarfnast endurnýjunar. Hafinn er undirbúningur að því að leggja nýja línu í stað hennar og verður sú lína lögð á milli Akraness og Brennimeis. Mun hún heita Akraneslína 2 og er fyrsti áfangi hennar komin á framkvæmdaáætlun Landsnets.

3.5 Vestfirðir

Svæðisbundna flutningskerfið á Vestfjörðum er 66 kV flutningskerfi sem tengir Ísafjörð, Bolungarvík, Breiðadal og Keldeyri við meginflutningskerfið. Tengipunkturinn er við Mjólkárveikjun, en virkjunin getur séð svæðinu fyrir hluta orkuþarfar þess. Orkuframleiðsla á Vestfjörðum er ekki nægileg til að anna orkuþörf svæðisins og er heildarinnflutningar inn á svæðið frá byggðalínuhringnum í Hrútatungu. Afhendingaröryggi á Vestfjörðum hefur í gegnum tíðina verið bágborið og í þeim tilgangi að auka afhendingaröryggi á svæðinu byggði Landsnet 10 MW díselknúna varaafstöð í Bolungarvík árið 2014.

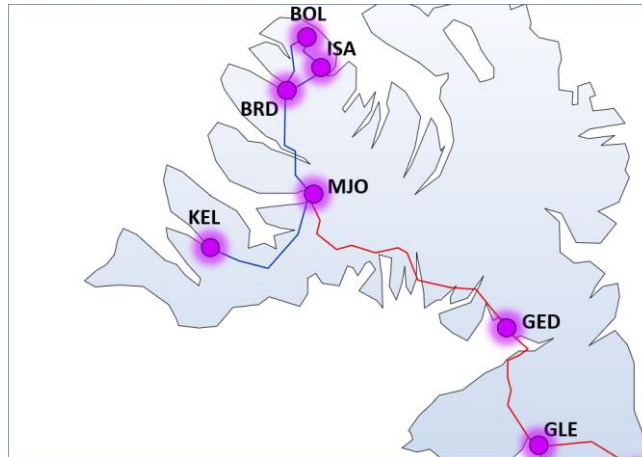


MYND 3-14 : EINLÍNUNMYND AF FLUTNINGSKERFINU Á VESTFJÖRÐUM

Mynd 3-14 sýnir einlínunmynd af svæðisbundna flutningskerfinu á Vestfjörðum ásamt tengingu þess við meginflutningskerfið. Mjólkárveikja tengist byggðalínuhringnum í Hrútatungu um þrjár 132 kV loftlínur sem heita Glerárskógalína 1, Geiradalslína 1 og Mjólkár lína 1, sem saman eru stundum kallaðar Vesturlína. Við Mjólkárveikju tekur svo við 66 kV kerfi sem tengist annars vegar Keldeyri (við Tálknafjörð) og hins vegar Breiðadal. Á norðanverðum Vestfjörðum er svo 66 kV hringtenging á milli Breiðadals, Bolungarvíkur og Ísafjarðar.

3.5.1 Núverandi staða

Þó svo að flutningsgeta Vesturlínu sé langt frá því að vera fullnýtt eru til staðar flutningstakmarkanir á svæðinu. Eru þær fyrst og fremst tilkomnar vegna spennuvandamála, en vegna lágs kerfisstyrks þolir kerfið illa aukinn flutning.



MYND 3-15 : AFLGETA AFHENDINGARSTAÐA Á VESTFJÖRÐUM

Mynd 3-15 sýnir útreiknaða aflgetu afhendingarstaða á Vestfjörðum. Fjólublátt ljós þýðir að hægt er bæta við afhendingu upp á 0–10 MW. Þetta þýðir þó ekki að hægt sé að bæta slíku álagi við á hverjum afhendingarstað, þar sem stærðirnar eru innbyrðis háðar. Á Vestfjörðum hefur afhendingaröryggi í sögulegu samhengi verið heldur lakara en víðast annars staðar á landinu. Til að bæta afhendingaröryggið hafa á undanförunum árum verið gerðar ýmsar endurbætur á flutningskerfinu, s.s. bygging nýrrar vararafstöðvar í Bolungarvík, sem hefur bætt afhendingaröryggið mikið á norðanverðum Vestfjörðum. Einnig hefur Bolungarvíkurlína 2, milli Bolungarvíkur og Ísafjarðar, verið endurnýjuð sem jarðstrengur og spennaafli aukið í Mjólká. Tengivirkin í Bolungarvík og á Ísafirði hafa bæði verið endurnýjuð og Ísafjarðarlína 1 hefur verið endurnýjuð að hluta sem jarðstrengur. Tálknafjarðarlína 1 frá Mjólká að Keldeyri hefur verið styrkt og endurbætt að hluta og ýmsar lagfæringar gerðar á Vesturlínu, sem hafa minnkað truflanir á línunni vegna veðurs.

3.5.2 Þróun álags og vinnslu

Gert er ráð fyrir aukningu á raforkunotkun á Vestfjörðum líkt og annars staðar á landinu. Ekki er gerð spá um aukningu í stórnotkun og kemur öll slík notkun ofan á fyrirliggjandi spá frá Raforkuhópi orkuspárnefndar. Samkvæmt Raforkuspánni er heildarvöxtur svæðisins á tímabilinu fram til ársins 2050 í kringum 16% og er hann að mestu leyti tilkominn vegna aukningar í notkun á Ísafirði. Ekki er gert ráð fyrir í Raforkuspá að notkun muni aukast mikið á öðrum stöðum á Vestfjörðum.

Vinnsluþróun

Talsverð umræða hefur verið um virkjanir á Vestfjörðum. Hvalárvirkjun er í nýtingarflokki rammaáætlunar og er hún í undirbúningi. Austurgilsvirkjun í Djúpi er einnig í nýtingarflokki í þriðja áfanga rammaáætlunar og eins hafa fleiri, smærri vatnsaflsvirkjanir í Djúpi verið í umræðunni. Landsnet hefur fundið fyrir miklum áhuga á beislun vindorku á Vestfjörðum og einnig eru uppi hugmyndir um ýmsar smávirkanir á svæðinu. Landsnet hefur bent á það sem ákjósanlega leið til að auka

afhendingaröryggi á Vestfjörðum að auka framleiðslu á svæðinu, samfara styrkingum á flutningskerfinu.

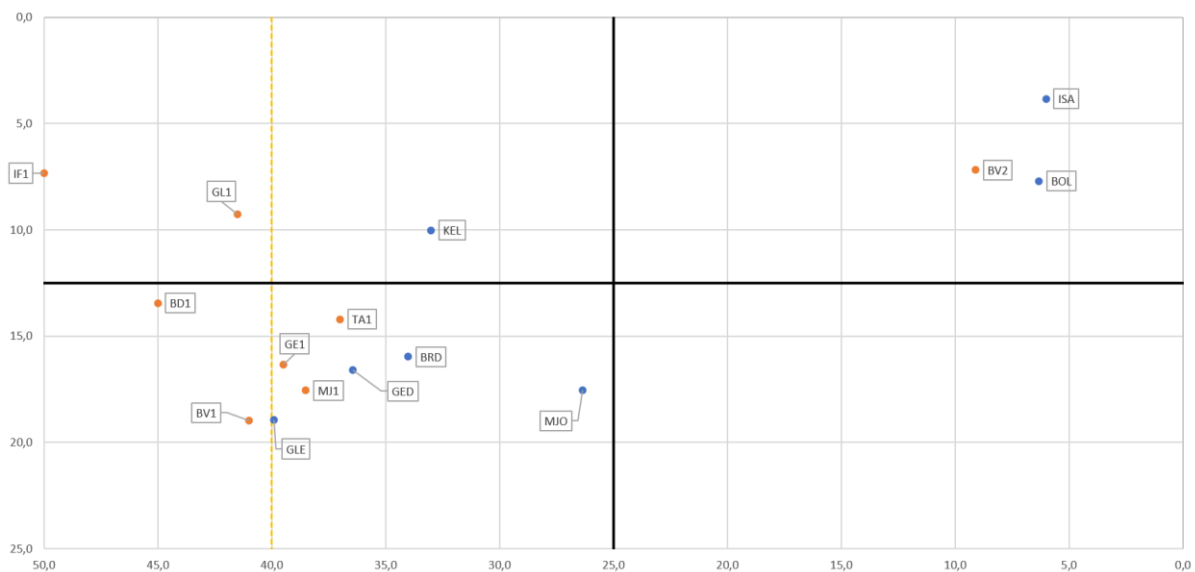
3.5.3 Rekstrartengdar áskoranir

Flutningsgeta 66 kV lína á Vestfjörðum er nægjanleg til að flytja allt að 10 MW til viðbótar inn á svæðið en spennan fer undir leyfileg rekstrarmörk ef álagið er aukið óháð afhendingarstað. Spennuvandamálið mætti laga að einhverju leyti með uppsetningu þéttavirkja.

Helsti flöskuháls svæðisins er sá að afhending á forgangsorku er ekki með N-1 afhendingaröryggi þar sem Vestfirðir eru geislatengdir meginflutningskerfinu um Vesturlínu. Varaafstöð í Bolungarvík annar vel forgangsorkunotkun á norðanverðum Vestfjörðum en leysir ekki vanda í bilanatilfellum á suðurfjörðum. Eins koma varaafstöðvar ekki í veg fyrir afhendingarrof þar sem þær þurfa að ræsa sig upp og tengjast inn á netið við Straumrof. Snjallstýringar varaafstöðva hafa þó stýtt tímann verulega sem tekur að koma rafmagni aftur á við afhendingarrof. Frekari upplýsingar um afhendingaröryggi á Vestfjörðum má finna í skýrslu Landsnets um greiningu á afhendingaröryggi í flutningskerfinu á Vestfjörðum.¹

3.5.4 Endurnýjunarþörf

Búið er að teikna upp graf sem sýnir aldur og ástand eigna í flutningskerfinu á Vestfjörðum.



MYND 3-16 . ÁSTANDSMAT EIGNA Á VESTFJÖRÐUM

Mynd 3-16 sýnir ástandsmat eigna á Vestfjörðum. Áberandi hátt hlutfall af eignum eru í neðri fjórðungi vinstra megin sem er bein afleiðing af truflanasögu flutningsmannvirkja á Vestfjörðum. Talsvert af verkefnum eru á áætlunum Landsnets sem miða að því að bæta þetta ástand. Má þar nefna hringtengingu á Sunnanverðum Vestfjörðum sem munu minnka mikilvægi Tálknafjarðarlínu 1 (TA1). Búið er að minnka mikilvægi Bolungarvíkurlínu 1 (BV1) með tilkomu Bolungarvíkurlínu 2, sem er jarðstrengur á milli Ísafjarðar og Bolungarvíkur. Tvöföldun á milli Mjólkár og Breiðadals er komin á 10

¹ <https://www.landsnet.is/um-okkur/utgafa-og-samskipti/kynningarrit-og-skyrslur/>

ára áætlun Landsnets en útfærsla tengingarinnar liggur ekki fyrir. Þó mun jarðstrengur sem verið er að leggja í Dýrafjarðargöng verða hluti af þeirri tengingu. Styrkingar á Ísafjarðarlínu 1 (IF1), sem er komin á aldur, er á áætlun og snýr hún að því að leggja hluta af leiðinni sem jarðstreng. Vegna takmarkana á jarðstrengsmöguleikum á svæðinu vegna lágs skammhlaupsafl, verður þó að skoða það verkefni í samhengi við tvöföldun á tengingu á milli Mjólkar og Breiðadals og aðrar styrkingar á svæðinu.

3.5.5 Uppbyggingarleiðir

Til að auka afhendingaröryggi á sunnanverðum Vestfjörðum hafa ýmsir möguleikar til styrkinga verið til skoðunar. Má þar nefna tvær mögulegar hringtengingar, aðra minni sem nær til sunnanverðra Vestfjarða frá Mjólka og hins vegar stærri hring sem einnig nær til norðanverðra Vestfjarða og myndi þá tengjast við Breiðadal í norðri. Aðrir möguleikar voru einnig til skoðunar, þar á meðal svokölluðu Átta, sem nú hefur verið ákveðið að ráðast í. Áttan samanstendur af tveimur hringtengingum, Sem mætast í Mjólka. Minni hringtengingin er tenging frá Mjólka um Hrafnseyri og þaðan suður yfir Arnarfjörð til Bíldudals. Þaðan fer hún svo frá Bíldudal að Keldeyri og svo með Tálknafjarðarlínu 1 til Mjólkar. Við þessa framkvæmd verður Keldeyri ekki lengur geislatengdur afhendingarstaður frá Mjólka og við það eykst afhendingaröryggið til muna á Keldeyri. Verkefnið er núna komið á framkvæmdaáætlun og felur það í sér uppsetningu á nýju afhendingarstað á Bíldudal.

Stærri hringtenging er ný tenging milli Mjólkar og Breiðadals. Þá yrði kominn 66 kV hringur Mjólka--Breiðdalur-Mjólka. Við þessa framkvæmd verða allir afhendingarstaði á Vestfjörðum hringtengdir og afhendingaröryggi bætt til muna. Ný tenging á milli Mjólkar og Breiðadals er á 10 ára áætlun Landsnets.

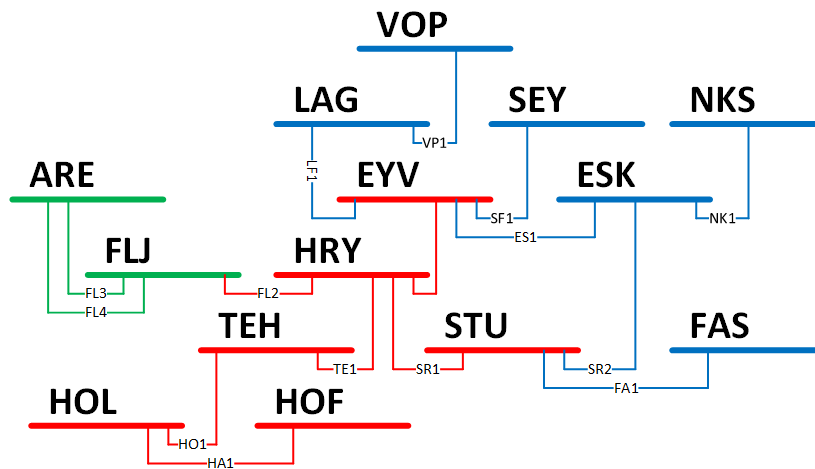
Á framkvæmdaáætlun Landsnets má einnig finna uppsetningu á nýjum tengipunkti í Ísafjarðardjúpi. Tengipunkturinn verður hluti af meginflutningskerfi raforku og mun tengjast með 132 kV loftlínu inn á Mjólkurlínu 1 í Kollafirði. Samkvæmt greiningum sem Landsnet hefur látið framkvæma mun afhendingaröryggi á öllum Vestfjörðum batna með tilkomu tengipunktsins, að því tilskildu að inn á hann verði tengd/ar virkjun eða virkjanir sem séu útbúnar á þann hátt að þær geti keyrt í eyjarekstri. Tengipunkturinn verður settur upp samhliða nýrri tengingu við Hvalárvirkjun sem nú er í undirbúningi með uppsett afl um 55 MW.

Í tengslum við áætlun um nýjan afhendingarstað hefur einnig verið skoðaður sá möguleiki að setja upp tengingu frá Ísafjarðardjúpi og til Ísafjarðar. Með þessari viðbótartengingu kæmi til fæðing úr tveimur áttum inn á Vestfjarðakerfið. Við þetta myndi afhendingaröryggið batna enn frekar á Vestfjörðum og tíðni truflana minnka talsvert.

Þeim uppbyggingarleiðum sem hér hafa verið gerð skil er lýst í áður nefndri skýrslu sem finna má á heimasíðu Landsnets. Í henni má finna nánari lýsingu á mögulegum uppbyggingarleiðum og niðurstöður greininga á áhrifum hvernar leiðar á afhendingaröryggi.

3.6 Austurland

Svæðisbundna flutningskerfið á Austurlandi samanstendur af hringtengingu á milli Hryggstekks, Eyvindarár, Eskifjarðar, Stuðla og Hryggstekks. Hluti af þessum hring, þ.e. línur á milli Hryggstekks og Eyvindarár annars vegar og Hryggstekks og Stuðla hins vegar, er rekinn á 132 kV en aðrar línur á 66 kV. Frá afhendingarstöðum í hringnum eru svo aðrir afhendingarstaðir á Austurlandi geislatengdir með 66 kV við svæðisflutningskerfið.

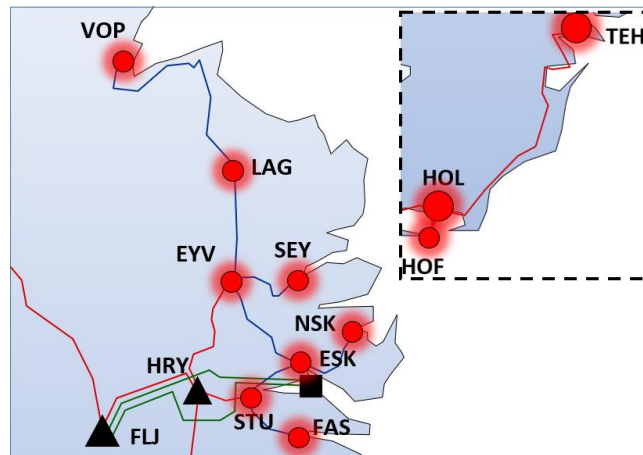


MYND 3-17 : EINLÍNUMYND AF FLUTNINGSKERFINU Á AUSTFJÖRÐUM

Mynd 3-17 sýnir einlínumynd af flutningskerfinu á Austfjörðum. Tengipunktur svæðisbundna flutningskerfisins við meginflutningskerfið er á Hryggstekk, en Hryggstekkur er hluti af byggðalínuhringnum og er með tengingar við Fljótsdal og Teigarhorn. Á Austurlandi er einn stórnotandi sem tengist beint við Fljótsdal og nýtir að mestu það afl sem framleitt er í Fljótsdalsstöð. Nokkur flutningur er frá Suður- og Suðvesturlandi inn á Austurland um byggðalínuna og er sá flutningur háður nokkrum þáttum, s.s. árstíðabundinni sveiflu í framleiðslu vatnsaflsvirkjana, notkun í svæðisflutningskerfinu á Austurlandi og reglubundnu viðhaldi jarðvarmavirkjana.

3.6.1 Núverandi staða

Mikil breyting hefur átt sér stað í raforkunotkun á Austfjörðum á undanförunum árum. Fiskimjölsværksmiðjur hafa í stórauðnum mæli skipt úr olíu yfir í ótryggt rafmagn og hafa þar með meira en tvöfaldað heildarálag á svæðinu. Þetta hefur í för með sér að styrkja þarf flutningskerfið enn frekar en hefur verið gert þar sem núverandi kerfi getur illa annað núverandi álagi. Til þess að tryggja afhendingaröryggi og hámarka afköst kerfisins hefur verið komið upp snjallstýringu sem getur sjálfvirkt stýrt álagi á fiskimjölsværksmiðjur ef rekstraraðstæður í kerfinu krefjast þess.



MYND 3-18 : TILTÆKRI AFHENDINGARGETA Á AUSTURLANDI

Mynd 3-18 sýnir yfirlitsmynd af Tiltækri afhendingargetu á Austurlandi. Eins og sést á myndinni er ekki hægt að auka afhendingu á neinum afhendingarstað á svæðinu. Helstu ástæður þess eru tengdar flutningstakmörkunum í meginflutningskerfinu og í svæðisbundna flutningskerfinu. Heildarinnmötunargeta inn á 66 kV kerfið frá 132 kV kerfinu er um 90 MW. Framleiðslugeta innan svæðisins er um 40 MW. Heildarálag er komið í um 125 MW og því ljóst að ekki er til staðar svigrúm til aukningar á afhendingu nema til komi styrkingar á kerfinu.

3.6.2 Þróun álags og vinnslu

Raforkuspá gerir ráð fyrir aukningu í almennri notkun, bæði forgangsorku og eins orku á skerðanlegum flutningi. Gert er ráð fyrir jafnri aukningu á öllum afhendingarstöðum út tímabilið sem Raforkuspá nær yfir.

Vinnsluþróun

Enginn virkjunarkostur er í nýtingarflokki rammaáætlunar á Austurlandi. Einhver umræða hefur þó verið um smávirðanir á svæðinu og má þar t.d. nefna 6 MW vatnsaflsvirkjun í Þverá í Vopnafirði, sem nú er í umhverfismati. Einnig er Landsneti kunnugt um hugmyndir aðila um virkjun vindorku í talsverðu magni í fjórðungnum.

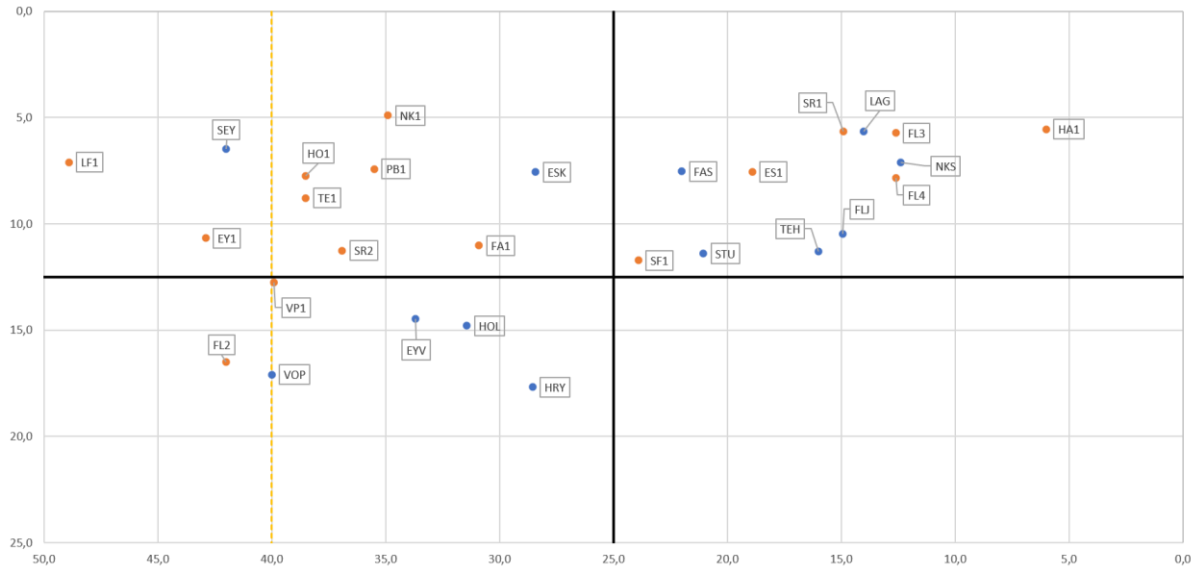
3.6.3 Rekstrartengdar áskoranir

Á Austurlandi hafa flestar flutningslínur á 66 kV spennu, hvort sem um ræðir loftlínur eða jarðstrengi, nægjanlega flutningsgetu. Aflflutningur inn á svæðið takmarkast annars vegar af aflspennum í Eyvindará og á Stuðlum, sem samtals geta flutt að hámarki 103 MVA, og hins vegar af flutningstakmörkunum í 66 kV kerfinu á Austfjörðum en samanlagður aflflutningur um Stuðlalínu 2 og Eskifjarðarlínu 1 má að hámarki vera 79 MVA.

Ef þessum takmörkunum er eytt þarf að horfa til takmarkana í meginflutningskerfinu en snið IV takmarkast við 100 MW. Staðan á byggðalínunni er þannig í dag að ekki er hægt að bæta við stærri notendum austan Blönduvirkjunar og Sigölduvirkjunar (snið IV), þar sem nú þegar er verið að skerða notendur á skerðanlegum flutningi.

3.6.4 Endurnýjunarþörf

Búið er að teikna upp graf sem sýnir aldur og ástand eigna í flutningskerfinu á Austurlandi.



MYND 3-19 : ÁSTANDSMAT EIGNA Á AUSTURLANDI

Mynd 3-19 sýnir aldur og ástand eigna í flutningskerfinu á Austurlandi. Línur sem eru í neðri fjórðungi vinstra megin eru Fljótsdalslína 2 (FL2) og Vopnafjarðarlína 1 (VP1), sem eru 42 ára og 40 ára gamlar. Endurbætur á Vopnafjarðarlínu 1 eru á þriggja ára framkvæmdaáætlun. Hvað varðar Fljótsdalslínu 2, er línan ekki á áætlun, en annað verkefni sem snýr að tengingu Hryggstekks við 220 kV meginflutningskerfið er á 10 ára áætlun, og mun það minnka mikilvægi Fljótsdalslínu 2 og auðvelda endurbætur á henni. Alls eru 4 tengivirki í fjórðungnum. Tengivirkið á Vopnafirði er 40 ára gamalt, en er ekki komið á endurnýjunaráætlun ennþá. Endurnýjun á 132 kV hluta tengivirkis við Eyvindará stendur yfir í tengslum við spennuhækkun á Austurlandsshringnum. Nýtt tengivirki á Hryggstekki er á 10 ára áætlun og er þá ætlunin að það muni tengjast 220 kV kerfinu.

3.6.5 Uppbyggingarleiðir

Á 10 ára áætlun um þróun meginflutningskerfisins á framkvæmdaáætlun eru kynntar nokkrar framkvæmdir í meginflutningskerfinu sem ætlað er útrýma hluta af núverandi flöskuhálsum á byggðalínuhringnum. Með þessum framkvæmdum verður komin ný öflug 220 kV tenging frá Blöndu og að Hryggstekki sem mun létta á flutningstakmörkunum frá meginflutningskerfinu og inn á Austurlandskerfið.

Spennuhækkun á Austfjarðahringnum er í framkvæmd. Í því felst að spennuhækka hringtenginguna Hryggstekkur-Stuðlar-Eskifjörður-Eyvindará í þeim tilgangi að auka flutningsgetu og áreiðanleika í svæðisflutningskerfinu á Austfjörðum.

Annað verkefni sem er í gangi er lagning Neskaupstaðarlínu 2, 66 kV jarðstrengs, sem er þá tvöföldun á tengingu á milli Eskifjarðar og Neskaupstaðar. Í framkvæmdinni er gert ráð fyrir að strengur verði lagður frá Eskifirði út á Neskaupstað í gegnum Norðfjarðargöng, en lögð voru rör í göngin fyrir strenginn þegar þau voru byggð. Með tvöfaldri tengingu verður afhendingaröryggi í Neskaupstað bætt til muna og flutningsgeta eykst samfara öðrum styrkingum, en núverandi lína til Neskaupstaðar er á tíðum þungt lestuð þegar vinnsla í fiskimjölsverksmiðju og frystihúsi er í hámarki.

Annað verkefni sem er á framkvæmdaáætlun snýr að endurbótum á Vopnafjarðarlínu 1, sem liggur á milli Lagarfoss og Vopnafjarðar. Verkefnið gengur út á að breyta línunni, sem er 66 kV háspennulína, í þeim tilgangi að auka afhendingaröryggi á Vopnafirði og einnig til að minnka slysaþættu við rekstur og viðhald línunnar. Línan er tréstaurlína og er heildarlengd rúmlega 58 km. Hún liggur meðfram Lagarfljóti og Jökulsá á Brú í Hróarstungu í átt til sjávar. Línan þverar Hellisheiði eystri, fer niður Skinnugil og upp Búrið, sem er afar torfarið og hættulegt á veturna.

Tvöföldun á tengingu til Fáskrúðsfjarðar er á frumstigi undirbúnings, en þó ekki komið á framkvæmdaáætlun ennþá. Við byggingu Fáskrúðsfjarðarganga á sínum tíma var lagður 66 kV jarðstrengur í göngin ætlaður til framtíðarstyrkinga. Núverandi tenging til Fáskrúðsfjarðar liggur frá tengivirkinu á Stuðlum í Reyðarfirði að tengivirkinu á Fáskrúðsfirði og er 66 kV loftlína sem liggur yfir Stuðlaheiði. Ef nýta á strenginn í göngunum þarf að tengja hann annars vegar frá norðurenda ganganna að tengivirkinu við Stuðla og hins vegar frá suðurenda ganganna inn á tengivirki við Fáskrúðsfjörð.

4 Langtímaáætlun um þróun meginflutningskerfis

Samkvæmt raforkulögum 9. gr. a. skal í kerfisáætlun m.a. felast langtímaáætlun sem sýnir þá þætti í meginflutningskerfinu sem fyrirhugað er að byggja upp eða uppfæra á næstu tíu árum og tímaáætlun þeirra. Þessum hluta af kerfisáætlun er ætlað að uppfylla þetta ákvæði og snýr hann að meginflutningskerfinu og þróun þess. Í kaflanum er farið yfir væntanlega þróun raforkunotkunar á Íslandi til næstu áratuga og aðrar forsendur sem metnar hafa verið. Í síðustu kerfisáætlunum hefur valkostagreining farið fram og út frá þeim greiningum hefur áætlun um þróun meginflutningskerfisins verið mótuð til næstu 10 ára. Farið er yfir þessa áætlun og mat á stöðu kerfisins að 10 árum liðnum nái þessi áætlun fram að ganga. Í öðrum hluta þessa kafla verður næsta skref valkostagreiningar um þróun meginflutningskerfisins kynnt. Stíllt verður upp valkostum um áframhald þróunar meginflutningskerfisins að 10 árum liðnum. Í þeim greiningum verður gengið út frá grunnástandi eins og það verður nái 10 ára áætlunin að raungerast. Framlagðir valkostir eru settir upp í kerfislíkan Landsnets, ásamt forsendum um framtíðarnotkun kerfisins, og niðurstöður kerfisrannsókna síðan notaðar við að meta og bera saman valkosti með hliðsjón af þeim markmiðum sem getið er um í raforkulögum. Á svipaðan hátt eru hagkvæmnisþættir mismunandi valkosta bornir saman, bæði á grundvelli þjóðhagslegrar hagkvæmni og eins hver væntanleg áhrif uppbyggingar á flutningsgjaldskrá yrðu. Bæði fyrir 10 ára áætlun og valkosti um áframhaldandi þróun verður farið ítarlega yfir hagræna þætti og umhverfismatið má finna í meðfylgjandi umhverfisskýrslu.

4.1 Framtíðarstaða raforkumála á Íslandi

Hagsmunaráð Landsnets kom saman í nóvember 2019 og tókust á við það verkefni að reyna að sjá fyrir sér mögulega framtíðarsýn orkumála á Íslandi árið 2030. Unnið var með kjarnaspurninguna „Á hvaða hátt er staða raforkumála á Íslandi gjörbreytt árið 2030?“ Á vinnustofu voru skilgreind 14 atriði sem fulltrúar í Hagsmunaráði höfðu komið sér saman um að myndu skipta mestu máli á komandi árum til að gerbreyta stöðu raforkumála á Íslandi árið 2030. Fyrir hvert og eitt atriði voru mikilvægi og núverandi staða eða frammistaða metin.

Atriðin sem voru skilgreind voru eftirfarandi:

1. Það hefur tekist að byggja raforkukerfið í samræmi við þarfir
2. Sátt náðist um skipulag orkumála í gegnum orkustefnu
3. Orkuskiptum í samgöngum úr jarðefnaeldsneyti er lokið
4. Bætt orkunýtni
5. Jafnt aðgengi sé að hagkvæmu þriggja fasa rafmagni um landið
6. Raforkuverð hefur verið jafnað um land allt
7. Aukin viðnámsgeta kerfisins vegna óvissu í alþjóðaumhverfi sem hefur ófyrirséð áhrif á Ísland
8. Fjölbreyttari notkun meðal stórnotenda
9. Aukin notkun jarðstrengja þar sem því er við komið
10. Raforkuframleiðslan er orðin fjölbreyttari
11. Alþjóðleg samkeppnisstaða íslenskrar raforkuframleiðslu hefur styrkst
12. Mengunarbótaregla innleidd í framleiðslu
13. Bitcoin gröftur er úr sögunni

14. Aukið flækjustig í orkukerfinu vegna vaxandi fjölda smárra orkuframleiðanda

Út frá þessu lista voru atriðum forgangsraðað og þeim fjórum sem talin voru hafa hæsta forgang af fulltrúum Hagsmunaráðsins og þau greind nánar. Greiningarrámminn sem notaður var kallast PESTLE og er þannig uppsettur að þátttakendur í greiningunni eru látnir greina ógnanir og tækifæri sem þeirra málefni stendur frammi fyrir eða getur nýtt sér út frá fimm sjónarhornum. Sjónarhornin fimm eru stjórn málalegir þættir sem geta haft áhrif á framvindu málefnsins, efnahagslegir þættir, samfélags og menningarlegir þættir, tæknilegir þættir, lagalegir þættir og umhverfislegir þættir.

Í viðauka má finna lýsingu á þeim fjórum atriðum sem talin voru hæst í forgangi ásamt niðurstöðu PESTLE greiningarinnar.

4.2 Valkostir í Kerfisáætlun 2019-2028 um styrkingu meginflutningskerfisins

Í kerfisáætlun 2019-2028 var fjallað um þrjá valkosti um styrkingu meginflutningskerfisins þar sem um var að ræða tvo aðalvalkosti sem fólu í sér annað hvort tengingu yfir hálendið eða uppbyggingu á nýrri hringtengingu, ásamt valkosti sem ekki gerði ráð fyrir samtengingu. Undir þessum aðalvalkostum voru lagðar til mismunandi útfærslur sem eru blanda af nýbyggingum og endurnýjun á núverandi meginflutningskerfi.

A-valkostir: Hálendisleið	B-valkostir: Byggðaleið	C-valkostur: Lykilfjárfestingar
A.1 Hálendislína og 220 kV nýbygging á milli Blöndu og Fljótsdals. Styrkingar á SV-landi	B.1 Nýr 220 kV byggðalínurhúringur, frá Brennimel og að Sigöldu. Styrkingar á SV-landi	C.1 nýbygging á milli Blöndu og Fljótsdals. Styrkingar á SV-landi
A.1-J ₅₀ Hálendislína með 50 km jarðstreng og á milli Blöndu og Fljótsdals. Styrkingar á SV-landi	B.2 Nýbygging 220 kV á milli Brennimels og Fljótsdals. Styrkingar á SV-landi	
A.1-DC Nýbygging á milli Blöndu og Fljótsdals og jafnstraumstenging yfir hálendi. Styrkingar á SV-landi	B.3 220 kV endurbygging á vængjum ² og nýbygging á milli Blöndu og Fljótsdals. Styrkingar á SV-landi	
A.2 Hálendislína og 220 kV endurbygging á milli Blöndu og Fljótsdals. Styrkingar á SV-landi	B.4 220 kV endurbygging á núverandi byggðalínu. Styrkingar á SV-landi	

TAFLA 4-1 : VALKOSTIR TIL SKOÐUNAR Í KERFISÁÆTLUN 2019-2028

Valkostir í Tafla 4-1 voru svo metnir m.t.t. til ólíkra sviðsmynda og bornir saman á grundvelli markmiða sem getið er í 9. gr. raforkulaga nr. 65/2003. Sviðsmyndirnar eru alls fjórar og ná yfir orku- og aflþörf á

² Hugtakið „vængir“ er hér notað um línuleiðir á vestur- og austurhliðum núverandi hringtengingar og tengja saman landsvæði. Nánar tiltekið frá Blöndu í Brennimel annars vegar og hins vegar frá Fljótsdal í Sigöldu.

tímabilinu fram til ársins 2050, *Raforkuspá, Hægar framfarir, Græn framtíð og Aukin stórnotkun*. Nánar um matið má sjá í Langtímaáætlun Kerfisáætlunar 2019-2028.

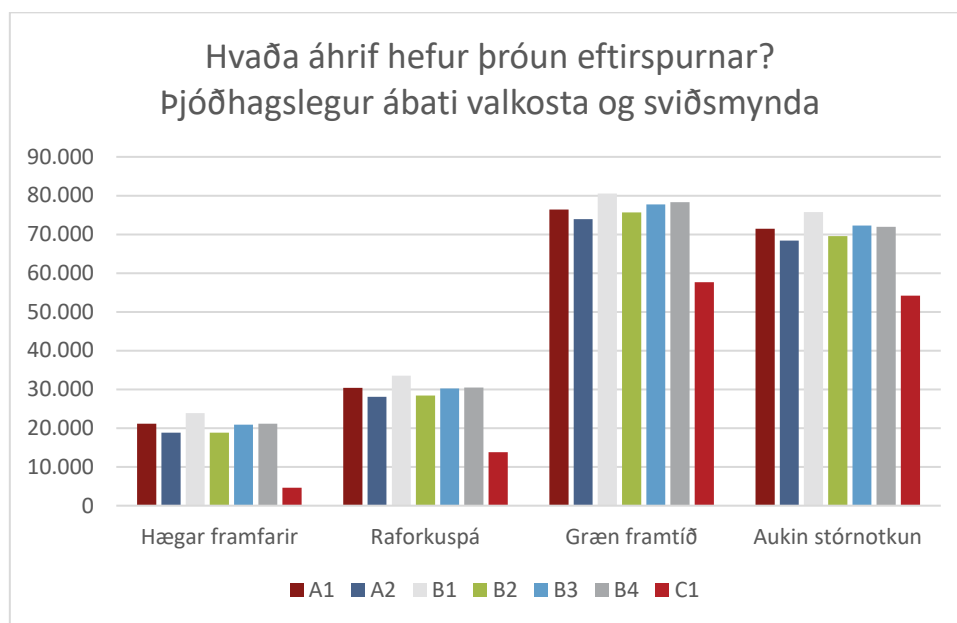
4.2.1 Niðurstöður valkostagreininga

Tæknilegur samanburður valkosta sýnir að valkostir sem tengja saman landshluta (A og B) eru umtalsvert betri fyrir tæknileg markmið raforkulaga en valkostur C.1. Horft var til endurgreiðslutíma valkostanna við mat á hagkvæmni og komu allir valkostir álíka út varðandi markmið um hagkvæmni eftir sviðsmyndum. Besti valkosturinn tæknilega er valkostur B.1 en hann hefur þó í för með sér mestu umhverfisáhrifin.

Þegar valkostir A, B og C eru bornir saman sést að valkostur C.1 felur í sér minnstu breytingar á flutningskostnaði. Gagnvart stórnotendum í valkosti C.1 mætti búast við allt frá 4% lækkun á flutningskostnaði upp í 8% hækkun eftir því hvaða raforkusviðmynd raungerist. Sambærilegar breytingar fyrir dreifiveitur yrðu á bilinu 13% lækkun upp í 6% hækkun. Sá valkostur sem hefði mest áhrif á flutningskostnað er valkostur A með hraðri uppbyggingu. Í þeim valkosti yrðu hækkar á flutningskostnaði stórnotenda á bilinu 4-22% og breytingar hjá dreifiveitum yrðu breytingarnar á bilinu 4% lækkun upp í 15% hækkun.

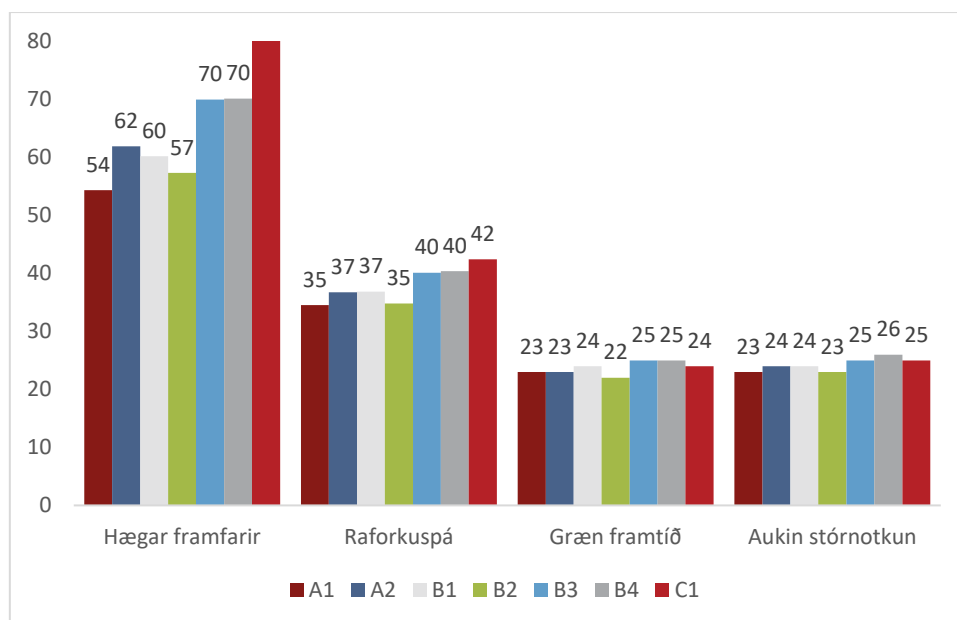
Samanburður á þjóðhagslegri arðsemi valkosta leiðir í ljós mikla arðsemi þess að klára samtengingu landshluta. Niðurstöður samráðs við vinnsluaðila raforku gefa til kynna að um 400 GWst geti fengist með bættri nýtingu virkjana árlega ef samtenging er kláruð. Árlegur ábati af bættri nýtingu nemur því tæpum tveimur milljörðum króna árlega. Aðrir ábataliðir koma einnig til og vega þeim mun þyngra sem raforkuflutningur vex meira. Væntur kostnaður við rekstrartruflanir á tímabilinu fram til 2050 er til dæmis 4,5 milljörðum meiri í valkosti C.1 en í valkosti A og 6,8 milljörðum meiri en í valkosti B ef sviðsmyndin Hægar framfarir raungerist. Ef Græn framtíð raungerist er kostnaður við rekstrartruflanir í valkosti C.1 hins vegar 5,3 og 7,9 milljörðum meiri en í valkostum A og B. Þá er munurinn á kostnaði við töp í valkosti C annars vegar og valkostum A og B hins vegar í sviðsmyndinni Græn framtíð 2 og 3,3 milljörðum hærri en í sviðsmyndinni Hægar framfarir.

Þegar allt er tekið saman er niðurstaðan sú að *valkostur C.1* er ótvírætt óhagkvæmari en aðrir valkostir. Þjóðhagslegur ábati er mismikill eftir sviðsmyndum en alltaf lægstur í *valkosti C.1*. Að meðaltali skilar hann ábata upp á 32,5 milljarða á tímabilinu fram til 2050 en *valkostir A.1* og *B.1* skila 49,9 og 48,1 milljarði hvor um sig.



MYND 4-1 ÞJÓÐGSLEGUR ÁBATI VALKOSTA

Þessi munur á ábata sem felst fyrst og fremst í bættri nýtingu virkjana skýrir hvers vegna *Valkostur C.1* er að jafnaði lengst að borga sig. *Valkostur C.1* er 58 ár að meðaltali yfir sviðsmyndirnar samanborið við 34 fyrir *valkost A1* og 36 *valkost B.1*. Mestu munar um sviðsmyndina *Hægar framfarir* þar sem endurgreiðslutíminn er 140 ár í *Valkosti C.1* en hann er einnig lengst að borga sig í hinum sviðsmyndunum þótt það dragi verulega saman með aukinni raforkunotkun.



MYND 4-2 ENDURGREIÐSLUTÍMI VALKOSTA

4.3 Þróun meginflutningskerfisins næstu 10 árin

Valkostagreiningin hefur snúið að heildarendurnýjun meginflutningskerfisins á því tímabili sem sviðsmyndir um raforkunotkun 2019–2050 ná yfir. Skv. 9. gr. a raforkulaga nr. 65/2003 og reglugerð 870/2016 um kerfisáætlun skal langtímaáætlun kerfisáætlunar sýna þá þætti í meginflutningskerfinu sem fyrirhugað er að byggja upp eða uppfæra á næstu 10 árum og tímaáætlun þeirra. Vísað er í fyrri kerfisáætlanir vegna valkostagreiningar til næstu 10 ára og verða hér útlistaðar þær framkvæmdir sem fyrirhugað er að ráðast í á þessu tímabili skv. valkostagreiningum. Í grófum dráttum er sú leið sem valin hefur verið til næstu 10 ára sá valkostur sem nefndur var B.2 ásamt nýrri 220 kV tengivirkisbyggingu á Hryggstekki en sú framkvæmd er talin mikilvæg til þess að hægt sé að létta á sniði IIIb á skemmri tíma en tekur að tengja saman Blöndu og Brennimer (Hvalfjörð).

4.3.1 Styrkingar til næstu 10 ára

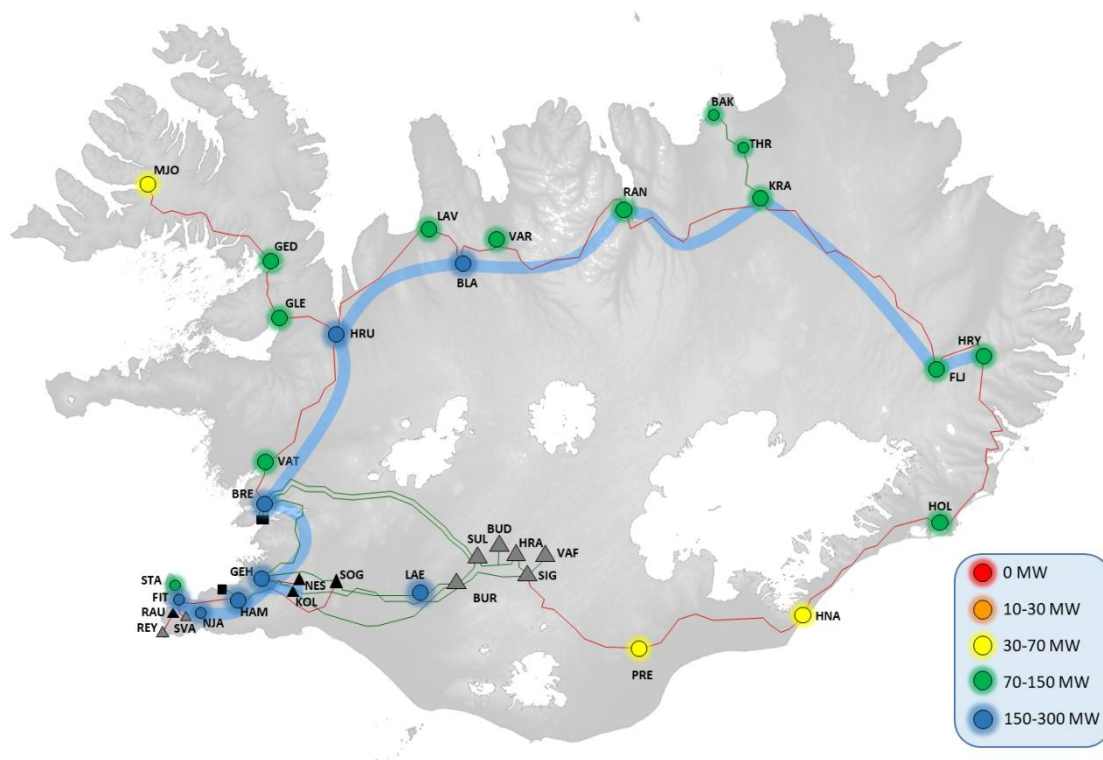
Niðurstaða valkostagreiningar í langtímaáætlun kerfisáætlunar 2019-2028, sem snýr að þróun meginflutningskerfisins, er sú að þær línulagnir sem sameiginlegar eru öllum valkostum nýrrar kynslóðar byggðalínu verði fullkláraðar á því tímabili sem áætlunin nær yfir, auk þess að styrkja flutningsleiðina á milli Hvalfjarðar og Hrútafjarðar og á milli Hrútafjarðar og Blöndum með byggingu nýrra 220 kV lína. Tengingunni frá Hvalfirði í Hrútafjörð var bætt við 10 ára áætlun eftir opið umsagnarferli kerfisáætlunar 2019-2028 þar sem Landsneti varð ljóst að mikill áhugi er til staðar fyrir beislun vindorku á Vestfjörðum.

Þær línur sem um ræðir eru á Norðurlandi; Kröflulína 3 á milli Kröflu og Fljótsdals, Hólasandslína 3 á milli Akureyrar og Kröflu og Blöndulína 3 á milli Blöndu og Akureyrar. Á suðvesturhorninu þarf að byggja Lyklafellslínu 1 og Suðurnesjalínu 2. Einnig er fyrirsjáanlegt að auka þurfi flutningsgetu á milli höfuðborgarsvæðis og Vesturlands, annað hvort með uppfærslu á Brennimerlínu 1 eða með byggingu nýrrar línu þar á milli. Það sama gildir um tengingu á milli Hellisheiðar og höfuðborgarsvæðis en kerfisrannsóknir sýna að þar muni fljótlega myndast flöskuháls í fæðingu höfuðborgarinnar. Ekki er ákveðið hvernig staðið verði að þeirri styrkingu en einhverjir möguleikar eru í stöðunni, m.a. uppfærsla á núverandi línunum eða með lagningu nýrrar línu. Samhliða þessum verkefnum er áætlað að byggja nýja 220 kV línu á milli Hvalfjarðar og Hrútafjarðar og á milli Hrútafjarðar og Blöndu auk þess að fjárfesta bæði í svæðisbundnu kerfunum og endurnýjun núverandi flutningsmannvirkja. Að auki er fyrirhugað að framlengja 220 kV styrkingar á byggðalínu á Hryggstekki en það er hægt með því að reisa nýtt 220 kV tengivirki við Hryggstekki og tengja í aðra af Fljótsdalslínum 3 eða 4 sem fer þar skammt hjá.

Gert er ráð fyrir að framkvæmdir í meginflutningskerfinu til 10 ára feli í sér nýja kynslóð byggðalínu á 220 kV spennustigi við hlið eldri 132 kV lína sem verða reknar áfram uns þær hafa lokið líftíma sínum. Teknar verða ákvarðanir um hverja línu fyrir sig í lok rekstrarlegs líftíma hvort þær verði endurbyggðar eða aflagðar.

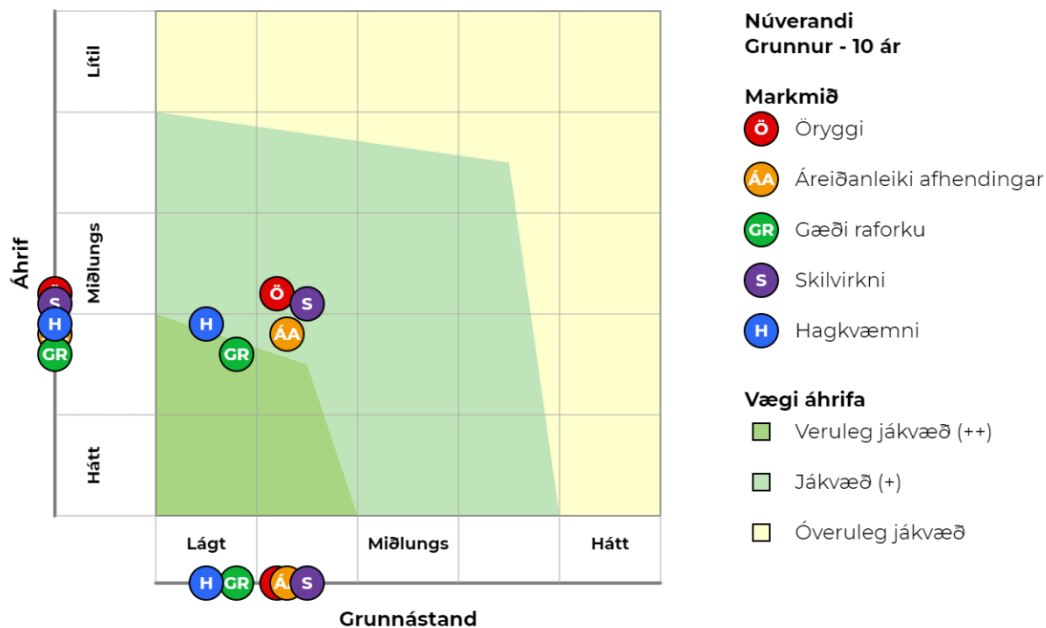
4.3.2 Áætluð aflgeta afhendingarstaða eftir 10 ár

Framkvæmdar hafa verið kerfisrannsóknir í þeim tilgangi að leggja mat á aflgetu afhendingarstaða á 10 ára tímabili eftir að lokið hefur verið við þær framkvæmdir sem taldar eru upp hér að ofan. Miðað er við Raforkuspá og horft til stöðunnar eins og hún verður í lok árs 2029 skv. spánni og er niðurstaðan eftirfarandi:



MYND 4-3 :TILTÆK AFHENGINDARGETA Í LOK TÍMABILS ÁÆTLUNARINNAR

Mynd 4-3 sýnir áætlaða tiltæka afhendingargetu afhendingarstaða í meginflutningskerfinu árið 2029. Mat á áhrifum á markmið raforkulaga m.v. núverandi ástand má sjá á Mynd 4-4.



MYND 4-4: MAT Á ÁHRIFUM 10 ÁRA ÁÆTLUNAR Á MARKMIÐ RAFORKULAGA

Munurinn á mati á 10 ára framkvæmdaáætlun nú og valkosta B.2 í síðustu kerfisáætlun er sá að útkoman er betri fyrir áreiðanleika afhendingar þar sem viðbót tengivirkis á Hryggstekk hefur talsverð áhrif á flöskuhálsa í kerfinu. Með framkvæmdinni er hinu svokallaða sniði IIIb að mestu leyti aflétt sem skýrir betra mat á markmiði um áreiðanleika afhendingar.

4.3.3 Samanburður við fjögur atriði sem voru talin hæst í forgangi

Ef áætluð staða raforkukerfisins eftir framgang verkefna á 10 ára áætlun er borin saman við þau fjögur atriði sem voru talin hæst í forgangi hjá Hagsmunaráði Landsnets, kemur í ljós að kerfið verður vel í stakk búið til að styðja við þá framtíðarsýn sem þar kemur fram. Aukin tiltæk afhendingargeta um allt land, ásamt bættu afhendingaröryggi (Mynd 4-3 og Mynd 4-8) og stöðugra kerfi mun styðja við 1. atriði í framtíðarsýninni sem snýr að því að byggja upp raforkukerfið í samræmi við þarfir. Það sama gildir um atriði 2, „Orkuskipti í samgöngum úr jarðefnaeldsneyti er lokið“ en hægt er að fullyrða að ef 10 ára áætlun nær fram að ganga, mun flutningskerfið sem slíkt styðja við orkuskipti í samgöngum, án þess að flöskuhálsar verði vandamál. Hvað varðar 3. atriðið um að sátt hafi náðst um skipulag orkumála í gegnum orkustefnu, er samanburður við kerfisáætlun erfiður, þar sem Orkustefnan hefur ekki enn verið birt. Það er þó von Landsnets að eðlilegri uppbyggingu flutningskerfisins verði gert hátt undir höfði í orkustefnunni og að hún muni styðja við þær áætlanir sem hér eru kynntar. 4. atriðið snýr svo að fjölbreyttari notkun á meðal stórnotenda. Landsnet telur að áform um uppbyggingu meginflutningskerfisins næstu 10 árin, ásamt öðrum framkvæmdum séu vel til þess fallinn að styðja við fjölbreytta notkun kerfisins, sem kemur jafnt almenningi, og atvinnulífi til góða hvort sem um ræðir minni eða stærri notendur.

4.4 Áframhaldandi þróun flutningskerfisins

Þessi kafli fjallar um framtíðarþróun meginflutningskerfisins næstu áratugina. Fjallað er um þá valkosti sem snúa að því hvernig mögulegt er að meginflutningskerfi raforku geti þróast umfram þá þróun á kerfinu sem nú hefur verið sett á 10 ára áætlun Landsnets.

Fyrir þessa framtíðaruppbyggingu flutningskerfisins er horft til tveggja meginvalkosta. Þeir eru annars vegar svokölluð byggðalínuleið og hins vegar hálendisleið. Báðar þessar leiðir eru skoðaðar í mismunandi útfærslum á svipaðan hátt og gert hefur verið í fyrri kerfisáætlunum.

Eins og áður hefur komið fram hafa valkostir til næstu 10 ára verið greindir og út frá þeirri greiningu hefur verið lögð fram röð framkvæmda næstu 10 ára til styrkingar meginflutningskerfisins. Þessar framkvæmdir má sjá myndrænt á Mynd 4-3.

Þessar framkvæmdir samanstanda í megindráttum af svokölluðum valkosti B.2 og vísað er til fyrri kerfisáætlunar [4] til nánari glöggvunar.

4.4.1 Forsendur

Sem grunnforsendur kerfisrannsóknna sem tæknilegt mat á valkostum byggir á er notast við sviðsmyndir um raforkunotkun 2019–2050 frá Raforkuhópi orkuspárnefndar eins og fram kom í kafla 1.3. Sviðsmyndirnar eru alls fjórar og ná yfir orku- og aflþörf á tímabilinu fram til ársins 2050.

Yfirlit yfir sviðsmyndir orkuspárnefndar	2019	Raforkuspá	Hægar framfarir	Græn framtíð	Aukin stórnotkun
Sjóndeildarhringur til ársins:		2050	2050	2050	2050
Árleg orkunotkun í GWh	20.723	23.715	22.170	25.378	32.527
Hámarks álag í MW	2.619	3.055	2.802	3.327	4.122

TAFLA 4-2: ORKUNOTKUN OG HÁMARKSÁFL EFTIR SVIÐSMYNDUM

Tafla 4-2 sýnir árlega orkunotkun í GWh ásamt hámarksálagi á kerfið á árinu 2050 eftir mismunandi sviðsmyndum frá Raforkuhópi orkuspárnefndar. Til samanburðar er birt orkunotkun og hámarksálag eins og það var á árinu 2018.

Sviðsmyndir Raforkuhóps orkuspárnefndar ná yfir raforkunotkun til ársins 2050. Sviðsmyndirnar staðsetja hvorki raforkunotkunina né þá orkuvinnslu sem þarf til að anna mismunandi þróun. Landsnet brást við þessu með því að dreifa almennri notkun í takt við íbúafjölda. Stórnotkun (í sviðsmyndinni *Aukin stórnotkun*) var fyrst og fremst dreift á þekkt iðnaðarsvæði þar sem núverandi stórnotendur eru staðsettir og hafa því sterkustu tengingarnar nú þegar. Þau iðnaðarsvæði sem um ræðir eru Helguvík á Suðurnesjum, Grundartangi á Vesturlandi, Bakki á Norðurlandi eystra og iðnaðarsvæðið á Reyðarfirði. Einnig var álaginu dreift í takt við fólksfjölda á höfuðborgarsvæðið, Suðurland, Vestfirði og Norðurland vestra þar sem eðlilegt er að í sviðsmynd sem lýsir aukinni stórnotkun sé gert ráð fyrir iðnaðaruppbyggingu annars staðar en á stærstu iðnaðarsvæðunum.

Varðandi orkuvinnslu þá var notast að hluta við þekkta orkuvinnslukosti úr nýtingarflokki rammaáætlunar ásamt því að notast var við óskilgreinda vinnslu þar sem upp á vantaði.

4.5 Stefna stjórnvalda um uppbyggingu flutningskerfis raforku

Þann 11. júní 2018 var samþykkt á Alþingi þingsályktun nr. 26/148. um stefnu stjórnvalda um uppbyggingu flutningskerfis raforku. Stefnan er ítarlegri en stefna stjórnvalda um lagningu raflína, nr. 11/144, en breytir þó ekki viðmiðum og meginreglum varðandi lagningu raflína.

Stefnan er í þremur liðum, þar sem fyrsti liðurinn, A-liður snýr að almennum atriðum er varða uppbyggingu flutningskerfis raforku. B-liður fjallar um rannsóknir og greiningar á jarðstrengjum í flutningskerfinu, en C-liður snýr að viðmiðum og meginreglum varðandi lagningu raflína.

4.5.1 Almenn atriði er varða uppbyggingu flutningskerfis raforku

Fyrir öll verkefni sem eru á framkvæmdaáætlun er lagt mat á það hvernig einstaka framkvæmdir og/eða valkostir samræmast almennum atriðum í stefnu stjórnvalda og stefnu um línutegund skv. stefnu um lagningu raflína.

Það sem snertir valkostagreiningu í langtímaáætlun með beinum hætti er hins vegar töluliður 4 í A-lið stefnunnar sem snýr að línulögnum yfir hálendið, en þar segir að „ekki verði ráðist í línulagnir yfir hálendið“. Mat á samræmi allra valkosta á langtímaáætlun við stefnuna má finna í umhverfisskýrslu í töflu 14.1.

4.5.2 Rannsóknir og greiningar

B-liður stefnunnar snýr að rannsóknum og greiningum á jarðstrengsmöguleikum. Samkvæmt henni skulu sérfróðir aðilar gera óháðar og sjálfstæðar rannsóknir á áhrifum mismunandi tæknilegra lausna við lagningu raflína. Jafnframt skuli fari fram óháð greining á þjóðhagslegri hagkvæmni þess að aukið hlutfall flutningskerfis raforku verði lagt í jörð, m.t.t. áhrifa á raforkuverð, afhendingaröryggis, hagkvæmni, byggðapróunar, tæknilegra lausna og umhverfiskostnaðar. Skýrsla um framangreind rannsóknarefni hefur verið lögð fram og er nánar fjallað um efni hennar í kafla 4.9.

4.5.3 Viðmið og meginreglur varðandi lagningu raflína

Í C-lið stefnunnar er kveðið á um að þingsályktunin skuli tekin til endurskoðunar á haustþingi 2019 og verði þá kveðið nánar á um viðmið og meginreglur varðandi lagningu raflína, til lengri tíma, m.a. með áherslu á að hve miklu leyti nýta skuli jarðstrengi með hagkvæmum hætti í flutningskerfi raforku.

Þar til framangreindri endurskoðun er lokið skulu gilda þau viðmið og þær meginreglur varðandi lagningu raflína sem fram koma í þingsályktun nr. 11/144 um stefnu stjórnvalda um lagningu raflína, líkt og gert er í þessari kerfisáætlun.

4.6 Valkostir um styrkingu meginflutningskerfisins

Valkostagreining um styrkingar meginflutningskerfisins snýr að þessu sinni að þeim styrkingum sem ráðast þarf í eftir að 10 ára framkvæmdamma hefur verið hrundið í framkvæmd. Í þessu sambandi verða greindir þrír meginvalkostir sem endurspeglar valkosti fyrri valkostagreiningar. Lagðir eru fram tveir framkvæmdakostir, frekari styrkingar yfir hálendið og meðfram núverandi byggðalínu eftir suðurhluta hennar. Í þriðja lagi verður lagður fram og greindur sá valkostur að láta staðar numið í

styrkingu meginflutningskerfisins á landsbyggðinni. Ástæðan fyrir þessari breytingu á forsendum valkostagreiningar er sú að Landsnet telur að með niðurstöðum síðustu valkostagreiningar hafi verið sýnt fram á að sá kostur að tengja ekki saman landshluta sé hvorki hagkvæmur né tæknilega ákjósanlegur.

Í hálendisvalkostum er fjallað um útfærslur sem snúa að jafnstraumstengingu yfir hálendið og hálendislínu með 50 km löngum jarðstrengskafla en um þá er fjallað sem valkosti hvorn um sig. Í valkostum sem fela í sér endurbyggingu er horft til þess að byggja nýjar línur við hlið þeirra gömlu og fjarlægja gömlu línurnar. Með þessu verklagi fást betri kerfislægir eiginleikar en við núverandi kerfi og minni umhverfisáhrif en við tvöfaldar línulagnir.

Ekki er gerður greinarmunur í tæknilegu mati á valkostum á því hvort línur eru lagðar sem loftlínur eða jarðstrengir. Valkostagreiningin snýr fyrst og fremst að tengingu svæða með bættri flutningsgetu. Við mat á valkostum í kerfislíkönunum eru línuleiðir settar inn sem loftlínur og hermdar sem slíkar. Nánari útfærslur lína, s.s. endanlegt leiðarval, val á mastragerðum og val á milli loftlína og jarðstrengja, fara fram í framkvæmdamati viðkomandi verkefnis. Þó skal hafa hugfast að ekki er hægt að heimfæra niðurstöðurnar á styrkingar sem að öllu leyti koma í formi jarðstrengja þar sem strangar tæknilegar takmarkanir eru á þeim lengdum sem hægt er að leggja í jörð og takmarkar nýting jarðstrengja mögulega nýtingu annars staðar. Um þetta verður nánar fjallað í kafla 4.9 varðandi þá valkosti sem hér eru til umfjöllunar auk mögulegar jarðstrengslengdir í þeim framkvæmdum sem áætlaðar eru til næstu 10 ára

4.6.1 Yfirlit yfir valkosti

Alls eru lagðir fram fjórir valkostir í langtímaáætlun:

Hálendisleið	Byggðalínuleið	Engar frekari styrkingar byggðalínu
H.1 220 kV línulögn yfir hálendið með 50 km jarðstreng yfir valið svæði.	B Endurbygging lína milli Fljótsdals og Sigöldu sem 220 kV línur	E 10 ára framkvæmdaáætlun – engar frekari styrkingar.
H.2 Jafnstraumstenging yfir hálendið.		

TAFLA 4-3 : VALKOSTIR TIL SKOÐUNAR Í KERFISÁÆTLUN 2019-2028

4.6.2 Mat á valkostum

Valkostir eru metnir m.t.t. til ólíkra sviðsmynda og bornir saman á grundvelli markmiða sem getið er í 9. gr. raforkulaga nr. 65/2003. Þau eru:

- Hagkvæmni
- Öryggi
- Skilvirkni
- Áreiðanleiki afhendingar
- Gæði raforku
- Jafnframt skal horfa til stefnu stjórnvalda um uppbyggingu flutningskerfis raforku

Við mat á því hvernig valkostir uppfylla markmið raforkulaga er notast við nýja aðferðafræði sem skilgreind var í vinnslu kerfisáætlunar 2019-2028. Aðferðarfræðin byggir í grunninn á:

- Viðmiðum fyrir grunnástand viðkomandi matsþáttar (t.d. stöðugleiki, N-1 eða kerfisstyrkur).
- Viðmiðum fyrir einkenni áhrifa vegna framkvæmdarinnar á viðkomandi matsþátt.

Grunnástand einstakra matsþátta er metið á fimm þrepa skala. Við matið er horft til þess ástands sem er ríkjandi á áhrifasvæði framkvæmdarinnar m.t.t. viðkomandi matsþáttar. Í sumum tilfellum þarf að horfa á grunnástandið í víðu samhengi, t.d. þegar kemur að stöðugleika, en í öðrum tilfellum er mögulegt að leggja þröngt mat á grunnástand viðkomandi matsþáttar.

Annar hluti matsins snýr að áhrifum framkvæmdarinnar eða valkostsins og snýr að **áhrifum** á viðkomandi matsþátt á fimm þrepa skala. Við matið er horft til beinna og óbeinna áhrifa framkvæmdarinnar á viðkomandi matsþátt. Þar sem horft er til fleiri en eins matsþáttar við mat á uppfyllingu markmiðs er heildargildi áhrifa metið með hliðsjón af öllum matsþáttum.

Við mat á því hversu mikil áhrif framkvæmdin gæti haft í för með sér er vegin saman greining á grunnástandi og helstu einkennum áhrifa sem hlotist geta af framkvæmdinni á viðkomandi matsþátt (markmið). Niðurstöður greiningarinnar eru lagðar inn í vægiseinkunnagraf sem er það sama og notað er við umhverfismat kerfisáætlunarinnar.

Vægismat

Viðmiðin fyrir hvorn ás eru nokkur og er hvert þeirra kvarðað á skalanum lítið til mikið. Niðurstaða matsins, þ.e. vægiseinkunn fyrir áhrif á hvern matsþátt, er svo heildarsamantekt af þessum undirliggjandi viðmiðum. Sú samantekt byggir á mati sérfræðinga. Hún er ekki meðaltal heldur er lagt mat á innbyrðis vægi þessara viðmiða á hvorum ás fyrir sig.

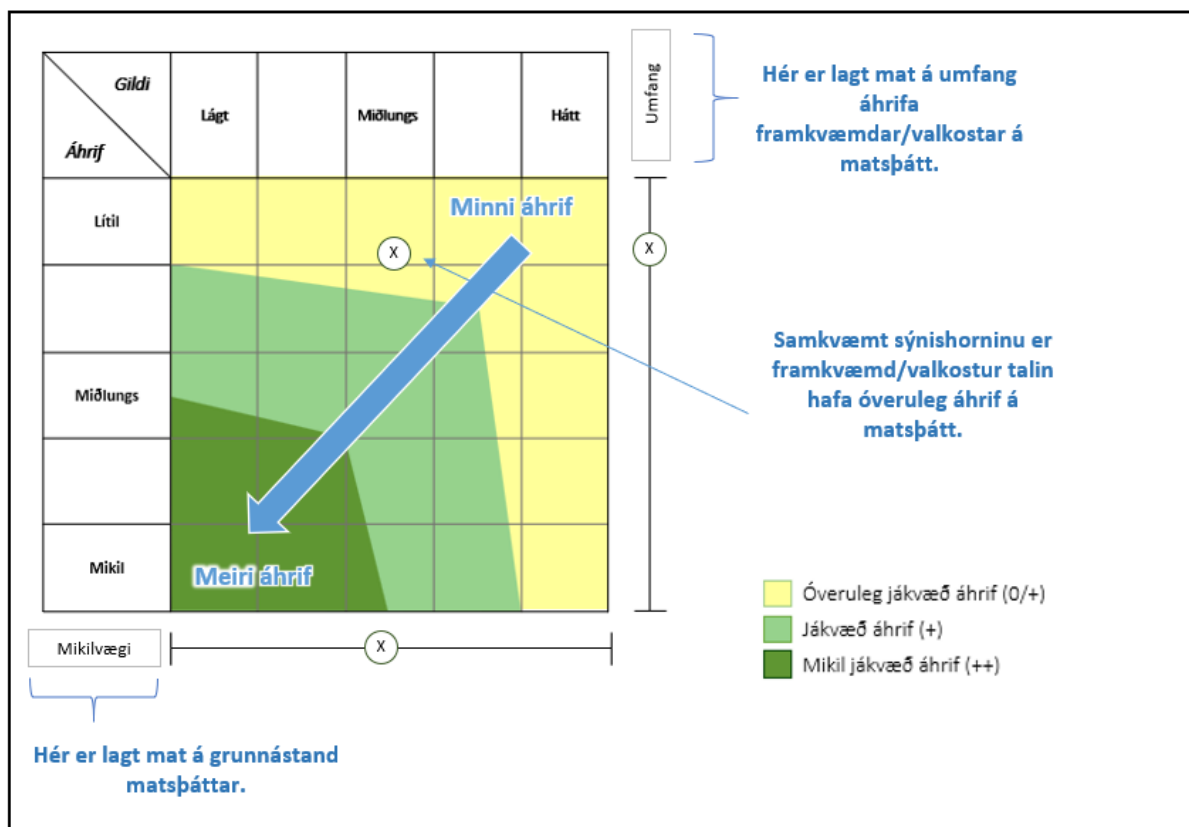
Við framsetningu matsins eru útfylltar töflur sem sýna annars vegar grunnástand matsþátta fyrir viðkomandi markmið á fimm þrepa skala og hins vegar áhrif viðkomandi framkvæmdar eða valkosti.

	Grunnstaða matsþátta				Áhrif framkvæmdar/valkosti				
Markmið	Lágt		Miðl.		Hátt	Lítill		Miðl.	Mikil
Matsþáttur 1									
Matsþáttur 2									
Matsþáttur 3									

TAFLA 4-4 : SKRÁNINGARTAFLA FYRIR MAT Á MATSPÁTTUM

Tafla 4-3 sýnir skráningartöflu fyrir mati á grunnástandi og áhrifum framkvæmdar og/eða valkosti. Matið er fimm þrepa, en einungis eru skilgreind þrjú þrep fyrir hvern matsþátt. Þrep 2 og 4 eru hugsuð fyrir gildi sem lenda á milli fyrirfram skilgreindra þrepa og er það þá útskýrt með texta á viðeigandi hátt.

Á grundvelli samspils grunnástands og einkenna áhrifa fæst mat á vægi áhrifanna, svokallaðra vægiseinkunna, með því að finna næsta skurðpunkt grunnástands og einkenna áhrifanna.



MYND 4-5 : DÆMI UM FRAMSETNINGU MATS

Mynd 4-5 sýnir dæmi um framsetningu vægismats. Viðmið fyrir grunnástand og áhrif eru breytileg eftir matsþáttum. Þar sem áhrif framkvæmda á markmið raforkulaga eru í fæstum tilfellum neikvæð hefur grafið verið aðlagð þannig að einungis eru sýnd lítil eða jákvæð áhrif.

Fyrir markmið raforkulaga hafa verið skilgreindir eftirfarandi matsþættir:

Markmið	Skilgreindir matsþættir
Öryggi	Tvítenging afhendingarstaðar Stöðugleiki flutningskerfis Náttúruvá
Áreiðanleiki afhendingar	Flöskuhálsar Ótíltæki Áreiðanleikastuðlar
Gæði raforku	Kerfisstyrkur Aflsveiflur* Spennusveiflur/spennuþrep** Afhendingarspenna/vikmörk
Skilvirkni	Flutningstöp Truflanir og skerðingar** Nýting virkjana
Hagkvæmni	Hlutfallsleg afhendingargeta (sjá kafla 4.6.3) Losun gróðurhúsalofttegunda** Endurgreiðslutími í árum*

TAFLA 4-5 : SKILGREINDIR MATSPÆTTIR FYRIR MARKMIÐ

* Matsþáttur einungis notaður fyrir valkosti á langtímaáætlun

** Matsþáttur einungis notaður fyrir verkefni á framkvæmdaáætlun

Tafla 4-5 sýnir yfirlit yfir hvaða matsþættir hafa verið skilgreindir fyrir uppfyllingu markmiða raforkulaga. Nánari upplýsingar um aðferðafræðina og mat á grunnástandi matsþátta og áhrifum framkvæmda má finna í skýrslu á heimasíðu Landsnets³.

Matsþættir sem skilgreina hvert og eitt markmið eru misvel mælanlegir og í sumum tilfellum þarf að grípa til huglægar nálgunar til þess að meta þá. Sem dæmi má nefna að matsþátturinn „Tvítenging afhendingarstaðar“ er afar skýrt mælanlegur en aftur á móti er matsþáttur eins og „Áreiðanleikastuðlar“ ekki jafn vel mælanlegur. Þess vegna hefur verið ákveðið að gefa matsþáttunum vægi, þ.a. mælanlegri matsþættir hafi aukið vægi á móti þess sem huglægu mati hefur verið gefið minna vægi. Í töflunni að neðan má sjá vægi einstakra matsþátta

³ landsnet.is

	Skilgreindir matsþættir	Vægi
Öryggi	Tvítenging afhendingarstaðar	1,2
	Stöðugleiki flutningskerfis	0,9
	Náttúruvá	0,9
Áreiðanleiki afhendingar	Flöskuhálsar	1,4
	Ótiltæki	0,8
	Áreiðanleikastuðlar	0,8
Gæði raforku	Kerfisstyrkur	1,2
	Aflsveiflur	0,9
	Spennusveiflur/spennuþrep	0,9
	Afhendingarspenna/vikmörk	0,9
Skil-virkni	Flutningstöp	1,1
	Nýting virkjana	0,9
Hagkvæmni	Hlutfallsleg afhendingargeta	1,1
	Endurgreiðslutími í árum	0,9

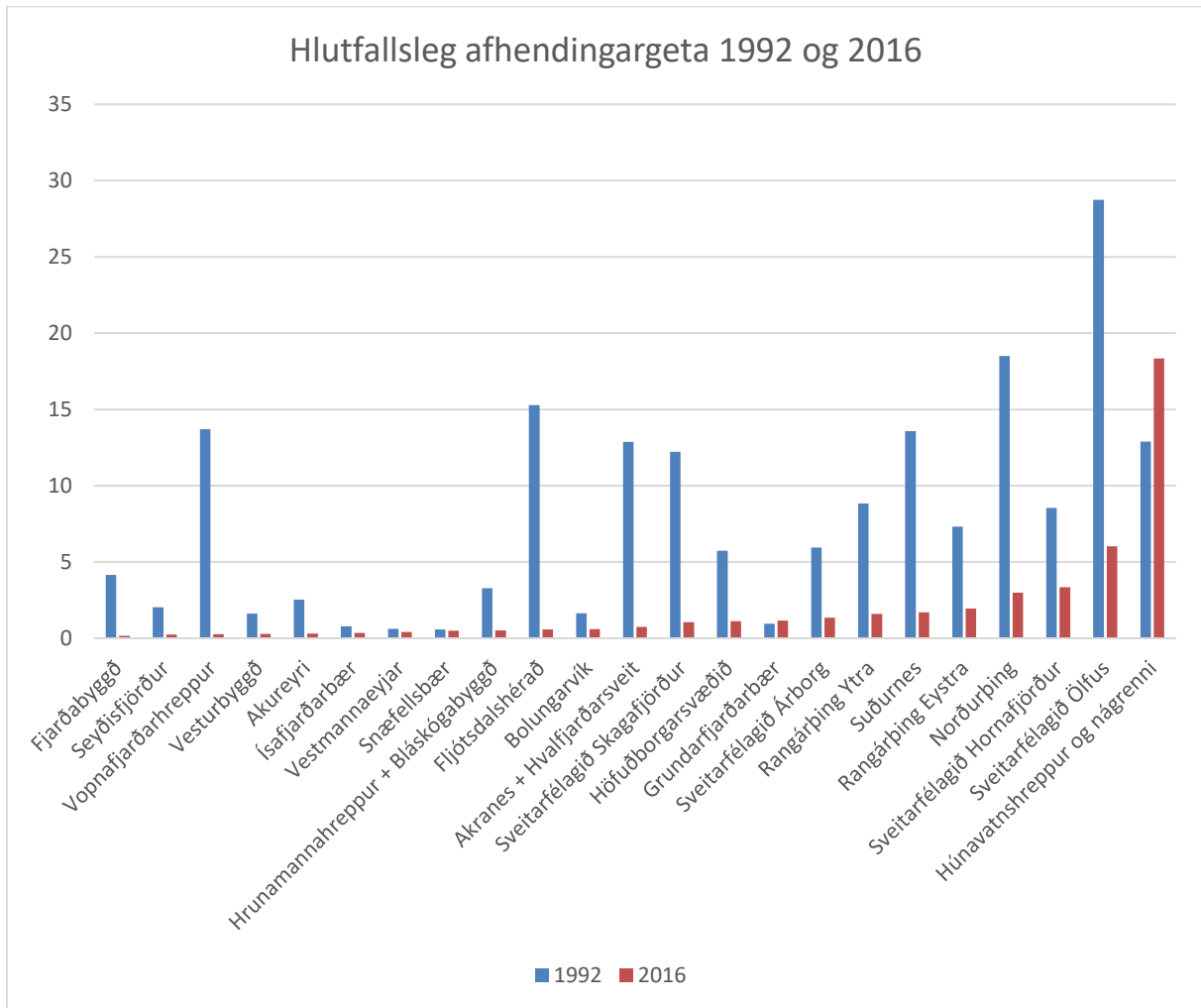
TAFLA 4-6 : MÆLIKVARÐAR SEM NOTAÐIR ERU TIL AÐ META VALKOSTI Í LANGTÍMAÁÆTLUN ÁSAMT VÆGI

4.6.3 Nýr mælikvarði fyrir hagkvæmni

Í ár er hefur verið bætt við nýjum mælikvarða fyrir hagkvæmni, hlutfallslegri afhendingargetu.

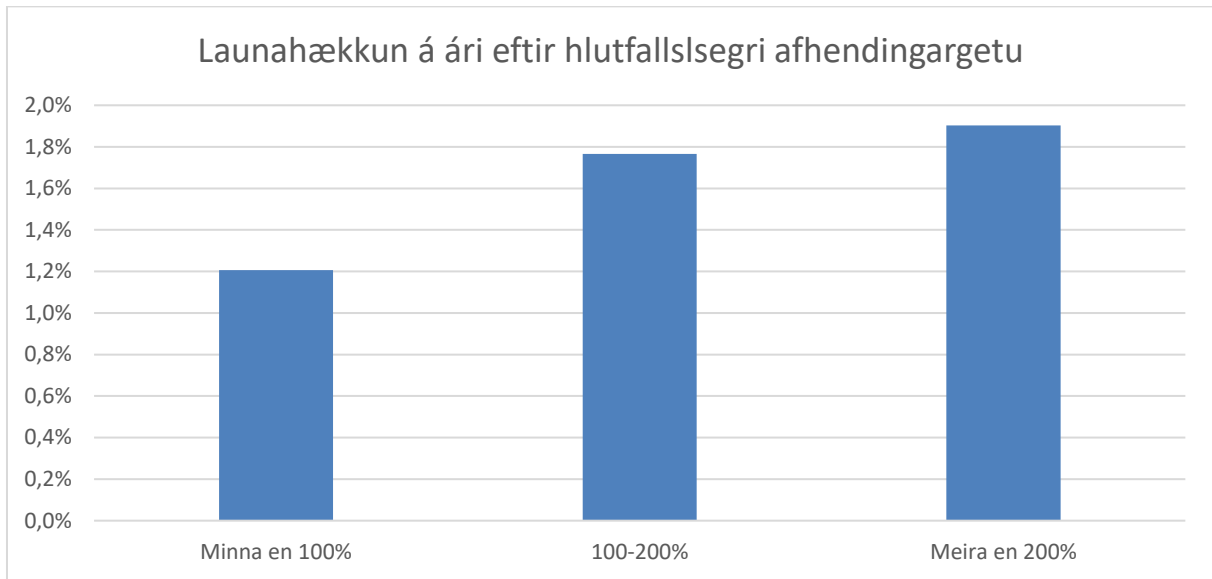
Mælikvarðinn er niðurstaða samstarfsverkefnis Landsnets og ráðgjafafyrirtækisins Frontier-Economics þar sem ráðist var í greiningar á sögulegum gögnum um afhendingu raforku og launatekjum almennings árin 1992-2016. Niðurstaða greininganna er að fylgni er milli þess að hafa nægan aðgang að afhendingargetu umfram hámarksnotkun og launahækkana almennings.

Við greininguna kom í ljós að hlutfallsleg afhendingargeta á Íslandi hefur farið lækkandi jafnt og þétt allt tímabilið frá 1992-2016 fer hlutfallsleg afhendingargeta lækkandi. Staðan árið 2016 var þannig að einungis tvö sveitarfélög höfðu meiri hlutfallslega afhendingargetu en árið 2016, Grundarfjörður og Húnavatnshreppur. Ljóst er að með tilkomu gagnavers ETIX við Blönduós hefur hlutfallsleg afhendingargeta lækkað á Blönduósi frá árinu 2016. Þessi staða er önnur birtingarmynd ljósamyndanna sem sýna tiltæka afhendingargetu á afhendingarstöðum Landsnets, sjá t.d. Mynd 4-3.



MYND 4-6: HLUTFALLSLEG AFHENDINGARGETA 1992 OG 2016

Greiningin leiddi enn fremur í ljós að þegar þessi þróun var sett í samhengi við launapróun almennings kom í ljós að laun almennings í þeim sveitarfélög sem bjuggu við takmarkaða afhendingargetu á tímabilinu uxu hægar en laun þar sem afhendingargetan var mikil. Eins og sjá má á Mynd 4-7 er munurinn milli þess að hafa hlutfallslega afhendingargetu minna en 100% yfir hámarksafhendingu og þess að hafa hlutfallslega afhendingargetu milli 100% og 200% 0,6% á ári. Hins vegar er munurinn á árlegum launahækkunum minni þegar hlutfallsleg afhendingargeta fer yfir 200% yfir hámarksafli. Það bendir því til þess að einhvers konar mettun sé náð í kring um 200%.



MYND 4-7: HÆKKUN LAUNA OG HLUTFALLSLEG AFHENDINGARGETA

Mælikvarðinn er því settur inn í hagkvæmnimat framkvæmda. Ítarlegri upplýsingar um greininguna má finna í skýrslu á heimasíðu Landsnets.⁴

4.7 Mat Hagsmunaráðs Landsnets á valkostum

Í þeim tilgangi að leggja mat á mismunandi valkosti við áframhaldandi uppbyggingu kerfisins hefur til viðbótar við mat á því hvernig valkostir uppfylla markmið raforkulaga, verið framkvæmd svokölluð SVÓT greining á báðum meginvalkostum sem kynntir eru hér að ofan ásamt þeim valkosti að gera ekki neitt þ.e. að framkvæma eingöngu þau verkefni sem eru á 10 ára áætlun og láta þar staðar numið. Greiningin var framkvæmd af Hagsmunaráði Landsnets og fór hún fram í vinnustofum þann 12. nóvember 2019 og þann 30. Janúar 2020.

SVÓT greining gengur út á það að reyna að kortleggja styrkleika, veikleika, ógnanir og eða tækifæri sem mismunandi lausnir bjóða upp á. Við greininguna var horft til þess hverjir væru núverandi styrkleikar í íslensku umhverfi sem valið leið getur byggt á þannig að vel takist til við uppbyggingu. Á sama hátt var reynt að leggja mat á það hverjir séu núverandi veikleikar í íslensku umhverfi sem geta virkað hamlandi á þessa leið við uppbygginguna. Einnig hvaða ógnanir séu til staðar í íslensku eða alþjóðlegu umhverfi, utan okkar áhrifasviðs, sem geta haft alvarlegar afleiðingar á farsælan árangur af því að velja viðkomandi valkost. Að lokum var svo reynt að leggja mat á það hvaða tækifæri gætu skapast á Íslandi ef viðkomandi valkostur yrði fyrir valinu.

4.8 Valkostagreining

Í köflunum hér að framan hafa sviðsmyndum Raforkuhóps orkuspárnefndar verið gerð skil og er tæknilegt mat á valkostum kerfisáætlunar framkvæmt fyrir árið 2050 þar sem líftími nýrra mannvirkja valkostanna nær töluvert umfram það ár. Í valkostagreiningunni eru skoðaðir tvær meginleiðir til uppbyggingar meginflutningskerfisins, önnur byggir á tengingu yfir miðhálandið og hin á styrkingum

⁴ Sjá Landsnet.is – Um okkur – Kyningarrit og skýrslur – Annað/blandað - THE ECONOMIC BENEFIT OF HEADROOM IN THE ICELANDIC POWER NETWORK

meðfram núverandi byggðalínu líkt og valkostir fyrri kerfisáætlana gerðu ráð fyrir. Þetta verður borið saman við þriðja kostinn sem felur ekki í sér frekari styrkingar á meginflutningskerfinu eftir tímabil þessarar langtímaáætlunar fram til 2050.

Í áhrifamati valkosta eru matstöflur sýndar fyrir hvert markmið. Fjallað er um niðurstöður mats fyrir A-valkosti eftir undirkafla allra slíkra kosta þar sem fjallað er um valkostina með innbyrðis samanburði í kafla 4.8.4. A-, B- og C-valkostir eru loks bornir saman og niðurstöður valkostagreiningar dregnar saman í kafla 4.8.11.

4.8.1 Almennar forsendur

Vinnsla og álag miðast við gögn úr Raforkuspá 2019 og Sviðsmyndum um raforkunotkun 2019-2050. Tekinn er dagur með mestu heildarinnmötun í kerfið árið 2050. Við kerfishermanir er litið framhjá staðbundnum takmörkunum sem koma til vegna endabúnaðar (t.d. straumspenna) sem hægt er að skipta út með litlum tilkostnaði og fyrirhöfn. Hitaflutningsmörk eru notuð fyrir loftlínur og jarðstrengi.

4.8.2 Mat á grunnástandi

Í fyrri kerfisáætlunum hefur verið lagt mat á svokallaðan núllkost sem er sá kostur sem felst í því að engar styrkingar verði framkvæmdar á meginflutningskerfinu á gildistíma áætlunarinnar. Skv. þeirri matsaðferð⁵ sem nú hefur verið innleidd mun núllkosturinn verða endurspegladur með mati á grunnástandi valkostanna. Grunnástand valkostagreiningarinnar að þessu sinni er ástandið að 10 árum liðnum þegar þær framkvæmdir sem útlistaðar eru í kafla 4.3 hafa náð fram að ganga. Vænta má að niðurstaða mats á því grunnástandi sé betri en grunnástand síðustu greiningar og því verða áhrif valkosta minni en áður. Á móti kemur þó að álag á kerfið mun aukast á tímabilinu 2029 til 2050 sem kemur til með að auka þörf á valkostunum og auka áhrif þeirra. Athuga ber að mismunandi sviðsmyndir hafa misjafnt grunnástand ólíkt valkostagreiningu síðustu kerfisáætlunar.

Matið á grunnástandi tekur mið af áhrifamati valkosta B.2 í síðustu langtímaáætlun auk annarra þátta sem gætu haft áhrif á tiltekna mælikvarða.

Öryggi

Grunnástand öryggis hefur verið metið fyrir alla matsþætti sem ná yfir öryggi.

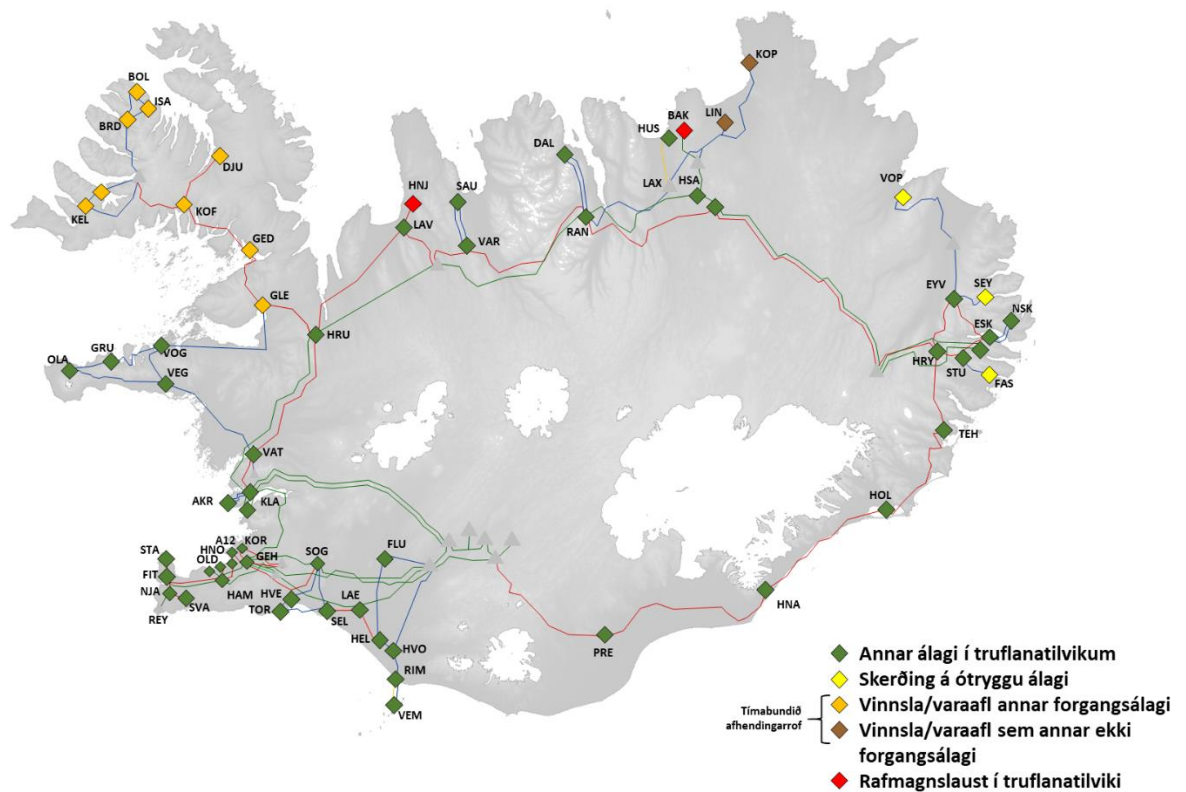
Matsþáttur	Hægar framfarir				Raforkuspá				Græn framtíð				Aukin stórnotkun			
	L		M	H	L		M	H	L		M	H	L		M	H
Tvítenging afhendingarstaða				X				X			X				X	
Stöðugleiki		X				X				X			X			
Náttúruvá				X				X				X				X

TAFLA 4-7 : MAT Á GRUNNÁSTANDI MATSPÁTTA FYRIR ÖRYGGI

Tafla 4-7 sýnir niðurstöðu mats á grunnástandi allra matsþátta sem ná yfir öryggi. Eins og sjá má á Mynd 4-8 má sjá að allir afhendingarstaðir í meginflutningskerfinu, að undanskildum Vestfjörðum, eru komnir með grænt merki sem táknar að afhendingarstaður annar álaga í N-1 truflanatilvikum.

⁵ Tilvísun í fylgiskjal um aðferðafræði mats.

Virkjanasvæði á Suðurlandi og Austurlandi verða tengd saman með 220 kV línunum um lengstu mögulegu leið og má reikna með að *Stöðugleika* verði enn ábótavant en þó verður búið að batna lítið eitt vegna samtengingar landssvæða. Töluverð flutningsgeta verður komin á milli landssvæða sem eykur getu kerfisins til þess að bregðast við frávikum í rekstri vegna *Náttúruvár*.



MYND 4-8: ÖRYGGI AFHENDINGARSTAÐA MIÐAÐ VIÐ 10 ÁRA ÁÆTLUN

Áreiðanleiki afhendingar

Grunnástand áreiðanleika afhendingar hefur verið metið fyrir alla matsþætti sem ná yfir áreiðanleika afhendingar.

Matsþáttur	Hægar framfarir			Raforkuspá			Græn framtíð			Aukin stórnotkun		
	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H
Flöskuhálsar			X			X			X		X	
Ótíltæki			X			X			X		X	
Áreiðanleikastuðlar			X			X		X		X		

TAFLA 4-8 : MAT Á GRUNNÁSTANDI MATSPÁTTA FYRIR ÁREIÐANLEIKA AFHENDINGAR

Tafla 4-8 sýnir niðurstöðu mats á grunnástandi allra matsþátta sem ná yfir áreiðanleika afhendingar. Eins og sést á töflunni er grunnástand *Flöskuhálsa* með miðlungs gildi. Komin verður á tenging milli landshluta og reiknað með því að búið verður að leysa úr helstu flutningstakmörkunum á byggðalínu,

þ.e. sniði II, sniði IIIb og sniði IV. Útlit er fyrir að enn verða nokkrar svæðisbundnar takmarkanir til staðar. Grunnástand fyrir matsþáttinn *Ótíltæki* er metið yfir meðallagi þar sem helstu flutningsleiðir í meginflutningskerfinu verða orðnar tvöfaldar og því aðeins um ótíltæki flutningsleiða að ræða þegar tvær leiðir rofna. Línur suður fyrir Vatnajökul verða þó enn einfaldar og sú leið sem reikna má með mestu ótíltæki í samtengingum landsvæða auk þess sem flutningsleiðir til Vestfjarða verða áfram með sama móti og nú er. Grunnástand fyrir áreiðanleikastuðla er metið yfir meðallagi fyrir sviðsmyndirnar *Hægar framfarir*, *Raforkuspá* og *Græna framtíð* þar sem markmið fyrir stuðlana hafa síðustu ár verið að nást að hluta eða öllu leyti. Sá árangur er þó að töluverðu leyti háður ytri aðstæðum eins og veðri. Það er metið svo að með því mikla álagi sem fylgir sviðsmyndinni *Aukin stórnotkun* að árangurinn verði ekki eins góður og því metinn í meðallagi.

Gæði raforku

Grunnástand öryggis hefur verið metið fyrir alla matsþætti sem ná yfir áreiðanleika afhendingar.

Matsþáttur	Hægar framfarir			Raforkuspá			Græn framtíð			Aukin stórnotkun		
	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H
Kerfisstyrkur		X			X			X			X	
Aflsveiflur		X			X			X			X	
Afhendingar-spenna/vikmörk			X			X		X			X	

TAFLA 4-9 : MAT Á GRUNNÁSTANDI MATSPÁTTA FYRIR GÆÐI RAFORKU

Tafla 4-9 sýnir niðurstöðu mats á grunnástandi allra matsþátta sem ná yfir gæði raforku. Eins og sést á töflunni er grunnástand *Kerfisstyrks* metið miðlungs til miðlungs lágt. Meginflutningskerfið á landsbyggðinni er víða mjög veikt í dag og aðgerðir næstu 10 ára munu hækka það eitthvað í öllum sviðsmyndum. Þessi matsþáttur er ekki eingöngu háður styrkingaraðgerðum Landsnets heldur einnig álagshækkun og þá helst nýrri vinnslu sem kemur inn með auknu álagi. Mikið er unnið með því að jafna styrk kerfisins sem á móti myndi bæta stöðugleika kerfisins og þar með öryggi þess. Grunnástand vegna *Aflsveiflna* er metið í meðallagi fyrir allar sviðsmyndir og er ástæða þess að samtenging verður komin á milli landsvæða og þar með helstu vinnslumassa kerfisins á 220 kV spennu. Þessi samtenging er þó eins löng og hún getur verið og því ekki loku fyrir það skotið að aflsveiflutilvik verði enn nokkuð algeng en þó með öðru móti en er í dag. Miklu hefur verið kostað til til að koma á öflugu vöktunarkerfi á aflsveiflur á ýmsum tíðnibilum og uppsetningu svokallaðs róunarbúnaðar í aflstöðvum sem, eins og nafnið gefur til kynna, hefur það hlutverk að „róa“ aflsveiflur í kerfinu. Stýring flutningskerfisins snýst að töluverðu leyti um að bregðast við kerfisaðstæðum sem myndað geta aflsveiflur og er reiknað með að rekstur og stillingar þessa kerfis þróist til hins betra þegar fram líða stundir. Grunnástand fyrir matsþáttinn *Spennusveiflur/spennuþrep* er ekki metið fyrir valkosti í heild. Þessi matsþáttur á eingöngu við stakar framkvæmdir í framkvæmdaáætlun enda er honum ætlað að varpa ljósi á staðbundin áhrif af nýjum búnaði. Fyrir *Afhendingarspennu/vikmörk* er grunnástandið metið miðlungshátt fyrir allar sviðsmyndir. Það er vegna þess að spenna á afhendingarstöðum í meginflutningskerfinu verður víðast hvar mun betur í stakk búið að bregðast við útleysingum á línunum og öðrum einingum. Í reglugerð er miðað við 10% vikmörk afhendingarspennu og við prófanir í kerfisherminu voru flest þekkt tilvik spennufrávika úr sögunni m.v. 10 ára áætlun. Þó má ætla að þessi tilvik geti verið fleiri eftir því sem hlutfall lengri jarðstrengslagna í styrkingum verður herra en það er háð töluverðri óvissu á þessu stigi. Miðað er við að styrkingar séu í formi loftlína í samræmi við stefnu stjórnvalda.

Skilvirkni

Grunnástand hefur verið metið fyrir alla matsþætti sem ná yfir skilvirkni.

Matsþáttur	Hægar framfarir				Raforkuspá				Græn framtíð				Aukin stórnotkun			
	L		M	H	L		M	H	L		M	H	L		M	H
Flutningstöp			X				X			X			X			
Nýting virkjana				X				X			X				X	

TAFLA 4-10 : MAT Á GRUNNÁSTANDI MATSPÁTTA FYRIR SKILVIRKNI

Tafla 4-10 sýnir niðurstöðu mats á grunnástandi allra matsþátta sem ná yfir skilvirkni. Eins og sést á töflunni er grunnástand *Flutningstapa* almennt metið í meðallagi en þó lágt fyrir *Aukna stórnotkun*. Ástæða þess er að yfir athugunartímabilið, sem nær frá 2029 til ársins 2050, haldast hlutfallsleg töp innan ásættanlegra marka en þegar álag er orðið eins hátt og það er í stærstu sviðsmyndinni eru töpin orðin mjög há á nýjan leik sem er vísbending um þörf fyrir frekari styrkingar. Grunnástand fyrir *Nýtingu virkjana* er metið yfir meðallagi fyrir *Hægar framfarir* og *Raforkuspá* en í meðallagi fyrir *Græna framtíð* og *Aukna stórnotkun*. Eftir því sem rýmd í kerfinu er meiri þeim mun meira er hægt að mata inn á kerfið af orku. Þessi matsþáttur fær þó hærra gildi þar sem hægt er að nota orku nálægt innmötun án þess að takmarkanir kerfisins hafi mikil áhrif.

Hagkvæmni

Grunnástand hefur verið metið fyrir alla matsþætti sem ná yfir hagkvæmni.

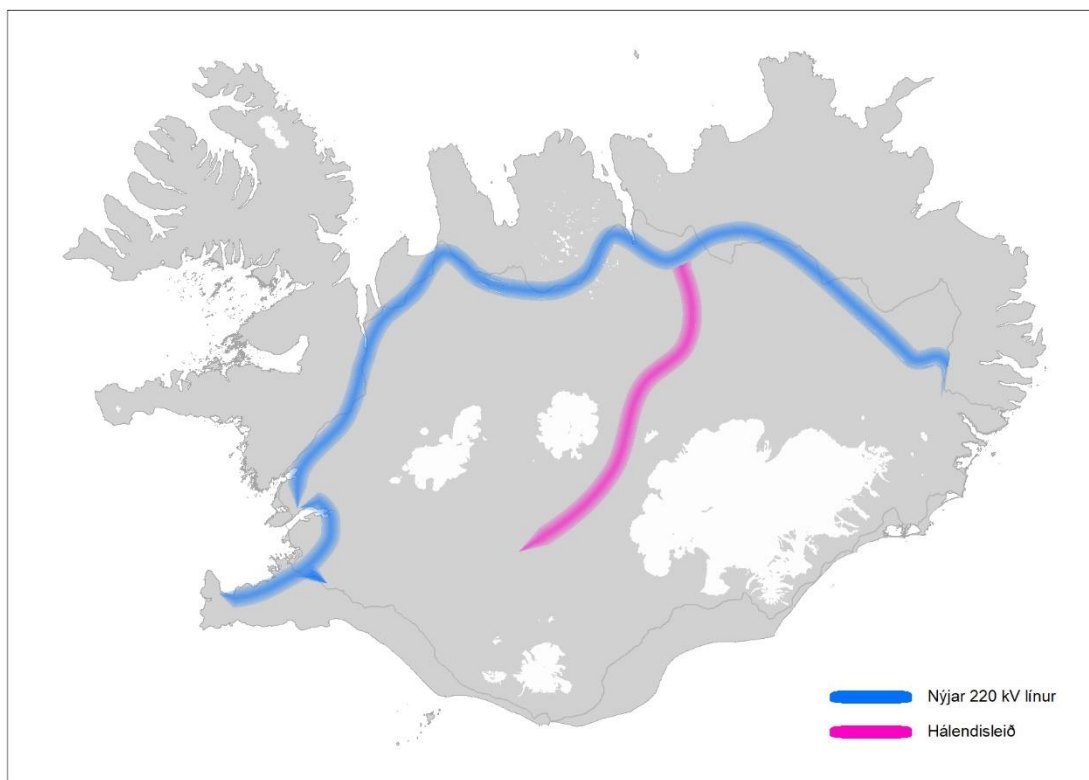
Matsþáttur	Hægar framfarir				Raforkuspá				Græn framtíð				Aukin stórnotkun			
	L		M	H	L		M	H	L		M	H	L		M	H
Hlutfallsleg afhendingargeta				X				X				X				X
Endurgreiðslutími			X				X				X				X	

TAFLA 4-11 : MAT Á GRUNNÁSTANDI MATSPÁTTA FYRIR HAGKVÆMNI

Í samanburði við núverandi ástand er *hlutfallsleg afhendingargeta* metin í meðallagi fyrir árið 2029 þar sem talsvert margir afhendingarstaðir verða þá komnir með þetta hlutfall yfir 200%. Það þýðir að þar sé hægt að bæta við álagi sem nemur tvöföldu toppálagi almennrar raforkunotkunar sem er viðmiðið fyrir hátt gildi í þessum nýja mælikvarða. *Endurgreiðslutími* er metinn í meðallagi fyrir allar sviðsmyndir þar sem eftirstöðvar endurgreiðslutíma vegna framkvæmda næstu 10 ára verða á þeim tímapunkti 27 ár sem er í meðallagi skv. skilgreiningu mælikvarðans.

4.8.3 Valkostir með hálendistengingu – H

Lagðir eru fram tveir valkostir með hálendistengingu sem fela í sér mismunandi tæknilega útfærslu tengingarinnar yfir hálendið. Annar gerir ráð fyrir loftlínu á stærstum hluta leiðarinnar auk 50 km jarðstrengskafla og hinn gerir ráð fyrir jafnstraumstengingu (DC) alla leiðina, um 200 km.



MYND 4-9 : H VALKOSTIR

Valkostur H.1 – Hálendislína með 50 km jarðstreng

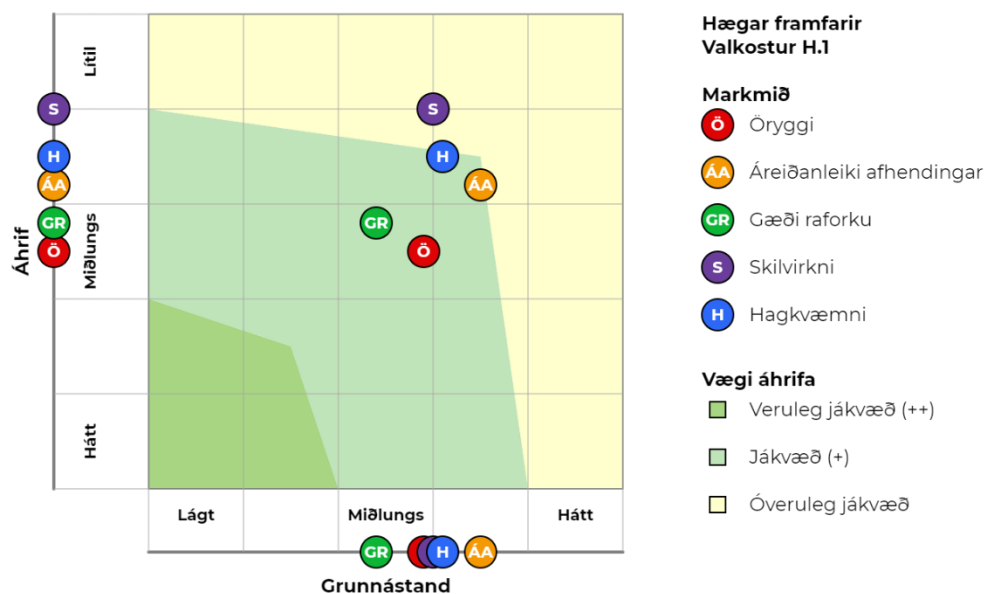
Valkostur H.1 gerir ráð fyrir að stóru virkjanirnar sem tengdar eru byggðalínunni verði tengdar saman með sterkum, tvöföldum tengingum, jafnframt því sem þær yrðu tengdar við stærsta framleiðslukjarnann á Suðurlandi með línu yfir hálendið, stystu mögulegu leið. Þessi kostur skilar mikilli stöðugleikaaukningu ásamt töluverðri getu til að flytja afl milli landshluta með stuttum línunum, samanborið við byggðalínuhring. Þessi útfærsla felur líka í sér að ekki er verið að flytja aflið í gegnum álagspunga staði, sem gæti mögulega falið í sér aukna þörf fyrir stýrt launafli til spennustýringar. Valkostur H.1 gerir ráð fyrir hámarks lengd jarðstrengs sem er 50 km af leiðinni yfir hálendið.

Markmið raforkulaga

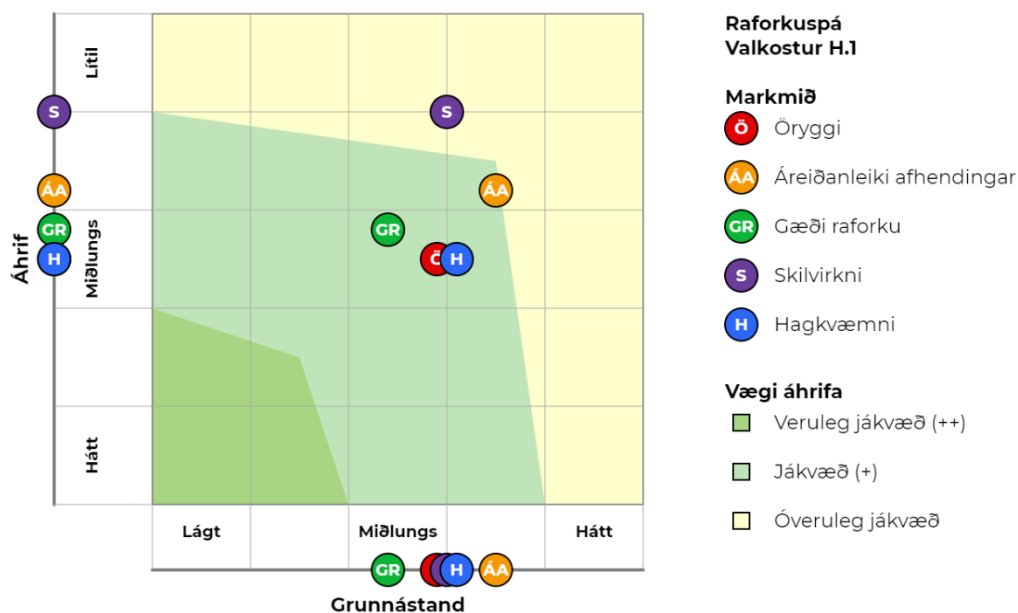
Framkvæmt hefur verið mat á því hvernig valkosturinn uppfyllir markmið raforkulaga. Töflur með niðurstöðu matsins má finna í kafla 7.

Niðurstaða mats á uppfyllingu markmiða

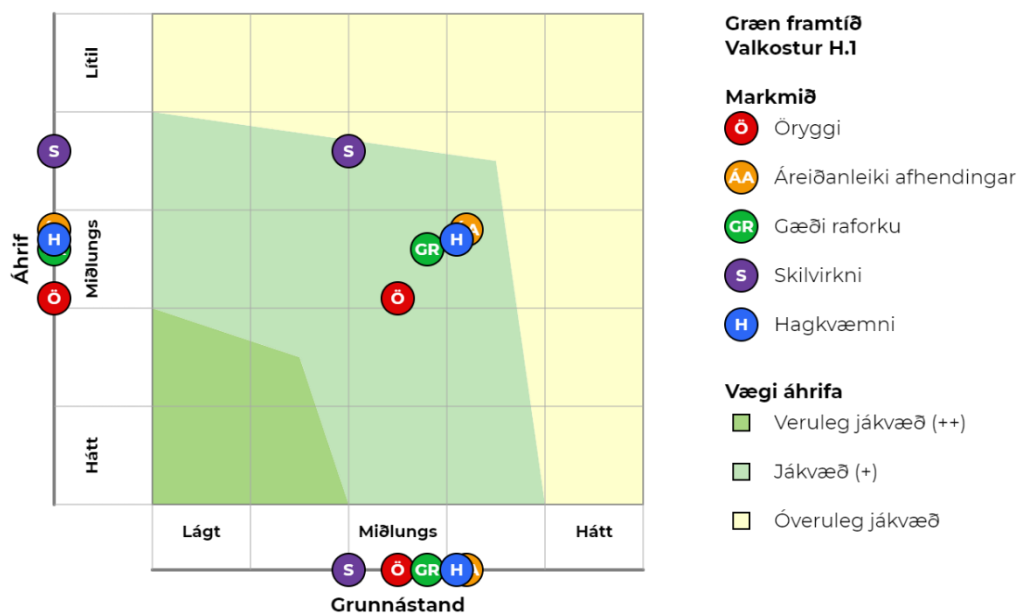
Öll fimm markmið eru teiknuð inn á sama graf. Staðsetning punkta er ákvörðuð eftir skurðpunkti grunnástands og áhrifa valkostsins á viðkomandi markmið.



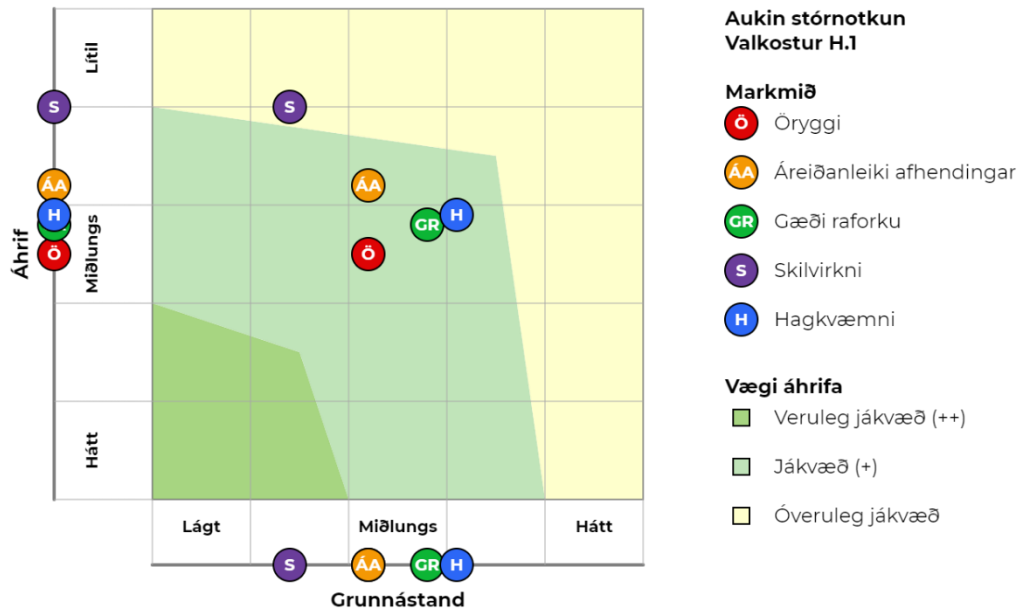
MYND 4-10: MAT Á MARKMIÐUM RAFORKULAGA FYRIR VALKOST H.1 OG SVIÐSMYNDINA HÆGAR FRAMFARIR



MYND 4-11: MAT Á MARKMIÐUM RAFORKULAGA FYRIR VALKOST H.1 OG SVIÐSMYNDINA *RAFORKUSPÁ*



MYND 4-12: MAT Á MARKMIÐUM RAFORKULAGA FYRIR VALKOST H.1 OG SVIÐSMYNDINA *GRÆN FRAMTÍÐ*



MYND 4-13 : MAT Á MARKMIÐUM RAFORKULAGA FYRIR VALKOST H.1 OG SVIÐSMYNDINA AUKIN STÓRNOTKUN

Mynd 4-10 til 4-11 sýna hvernig valkostur H.1 uppfyllir markmið raforkulaga. Tæknilegt valkostamat fyrir valkost H.1 byggir á því að útfærsla jarðstrengshluta hálendistengingar verði með þeim hætti að ekki skapist kerfisleg vandamál af launafslframleiðslu jarðstrengsins. Hámarks lengd jarðstrengsins, 50 km, er ein af þeim ráðstöfunum sem tryggir að svo verði ásamt nauðsynlegri útjöfnun á launafli.

Valkostur H.2 – Jafnstraumstenging yfir hálendið

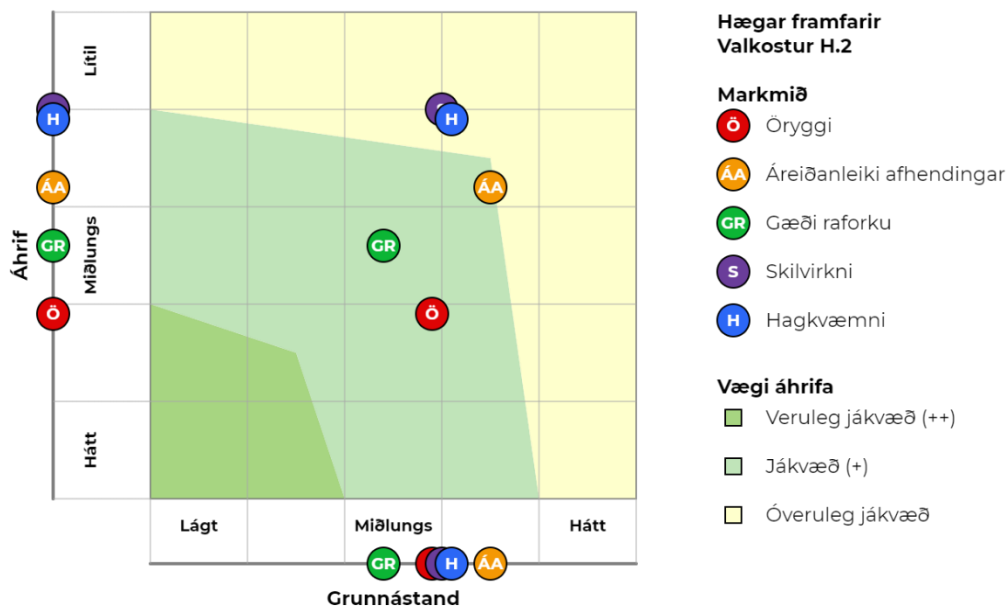
Valkostur H.2 er önnur útfærsla af valkosti H.1 þar sem hálendislína yrði lögð sem jafnstraumstenging. Á þann hátt er tæknilega mögulegt að leggja línuna sem jarðstreng alla leið, frá virkjunarsvæðinu á Þjórsár-/Tungnaárvæðinu og að nýju tengivirki á Norðurlandi.

Markmið raforkulaga

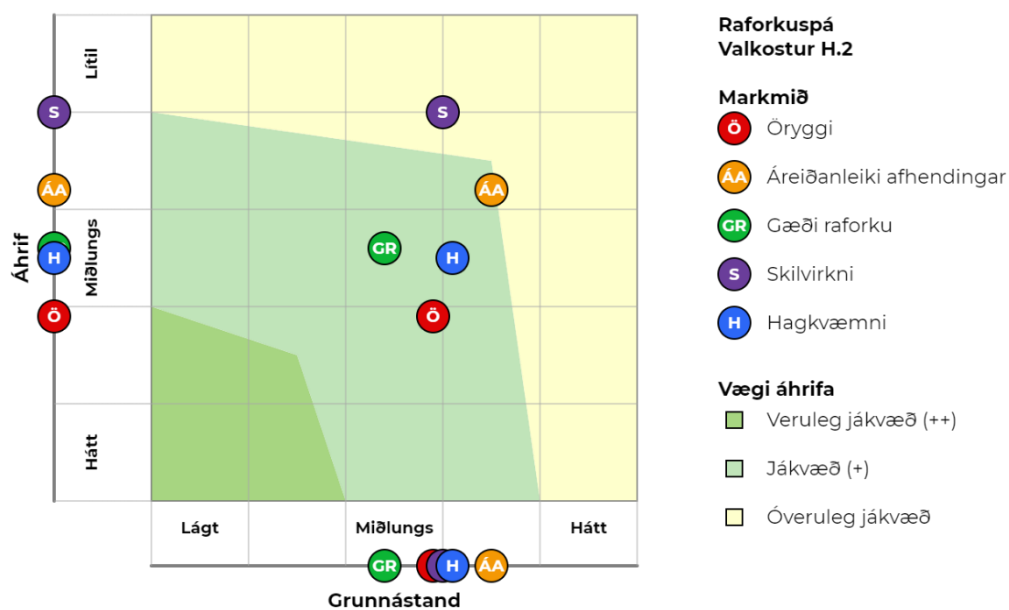
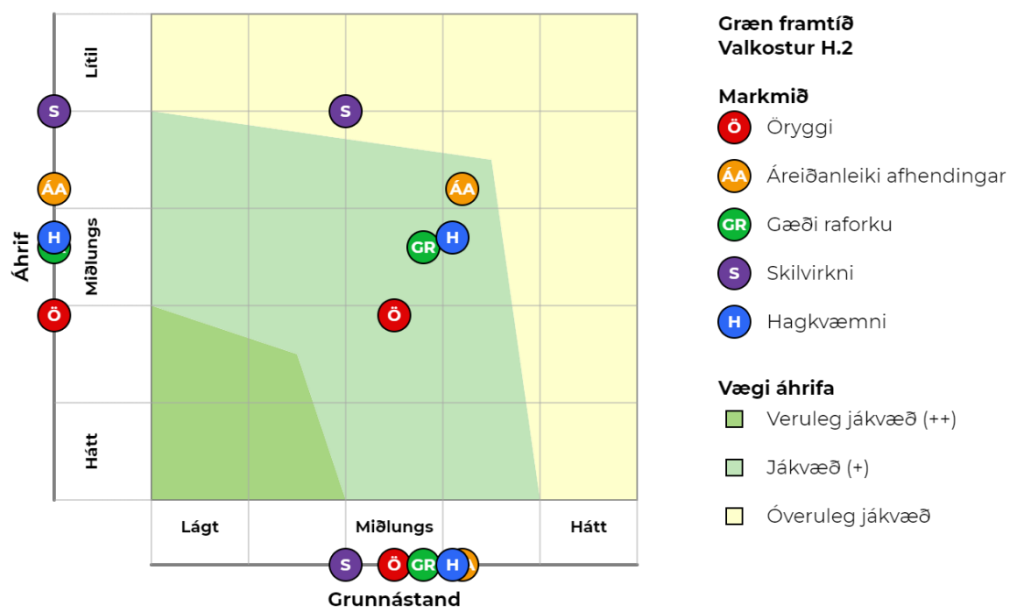
Framkvæmt hefur verið mat á því hvernig valkosturinn uppfyllir markmið raforkulaga. Tölur með niðurstöðu matsins má finna í kafla 7.

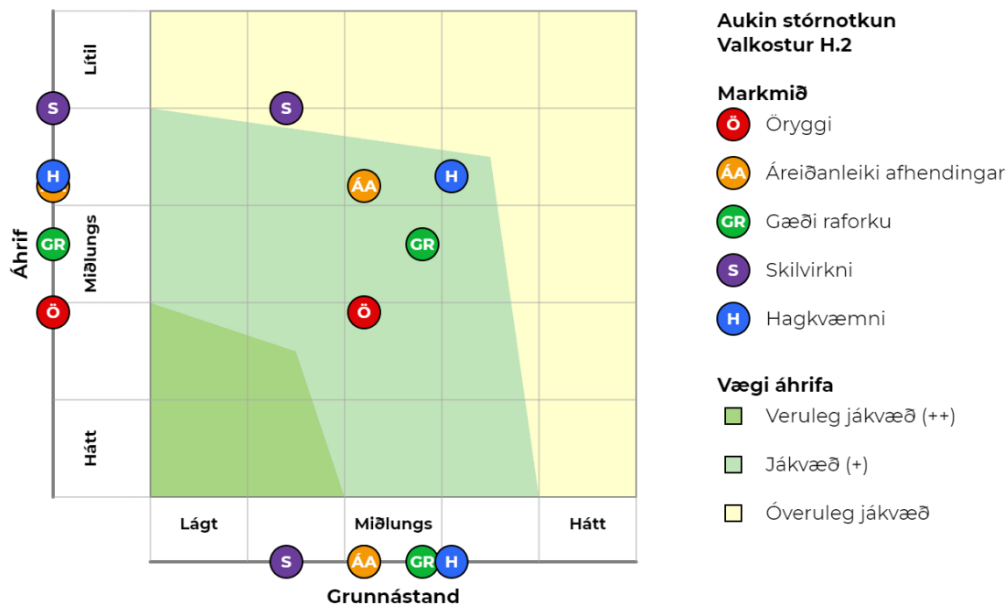
Niðurstaða mats á uppfyllingu markmiða

Öll fimm markmið eru teiknuð inn á sama graf. Staðsetning punkta er ákvörðuð eftir skurðpunkti grunnástands og áhrifa valkostiðsins á viðkomandi markmið.



MYND 4-14: MAT Á MARKMIÐUM RAFORKULAGA FYRIR VALKOST H.2 OG SVIÐSMYNDINA *HÆGAR FRAMFARIR*

MYND 4-15: MAT Á MARKMIÐUM RAFORKULAGA FYRIR VALKOST H.2 OG SVIÐSMYNDINA *RAFORKUSPÁ*MYND 4-16: MAT Á MARKMIÐUM RAFORKULAGA FYRIR VALKOST H.2 OG SVIÐSMYNDINA *GRÆN FRAMTÍÐ*



MYND 4-17 : MAT Á MARMÍÐUM RAFORKULAGA FYRIR VALKOST H.2 OG SVIÐSMYNDINA AUKIN STÓRNOTKUN

Mynd 4-14 til 4-15 sýna hvernig valkostur H.2 uppfyllir markmið raforkulaga. Ef horft er á samanburð valkosta H.1 og H.2 má sjá að áhrifin eru jákvæðari á öryggi fyrir H.2. Ástæðan fyrir auknu öryggi er sú að endastöðvar DC-tengingar geta bætt stöðugleika verulega, jafnvel umfram þau jákvæðu stöðugleikaáhrif sem AC-hálendistenging myndi hafa í för með sér. Sjá má að hagkvæmni fær lakari útkomu fyrir H.2 sökum mjög hás fjárfestingarkostnaðar við DC-tenginguna. Fyrir önnur markmið er matið áþekkt með báðum valkostum.

4.8.4 Samantekt á mati H-valkosta

Eins og sjá má hafa valkostir með hálendistengingu allir heilt yfir jákvæð áhrif á markmið um *öryggi, áreiðanleika afhendingar, gæði raforku og hagkvæmni* en óverulega jákvæða á *skilvirkni*. Fyrir sviðsmyndina *Hægar framfarir* lendir *hagkvæmni* utan svæði jákvæðra áhrifa sem þýðir í raun að valkosturinn er ekki æskilegur fyrir þá sviðsmynd. Þegar litið er til álagsþyngri sviðsmynda þá dugir hið aukna álag til að lækka *endurgreiðslutíma* framkvæmdanna. *Skilvirkni* fellur utan jákvæðra áhrifa fyrir flestar sviðsmyndirnar og stafar það einkum af því að grunnástand er ágætt og áhrif valkostanna á *flutningstöp og nýtingu virkjana* eru frekar lítil, þ.e. valkostirnir bæta litlu við þegar horft er til þessara þátta. Mest eru áhrif á valkostanna á *öryggi* og telja áhrif þeirra á *stöðugleika* þar mest. Grunnástand *stöðugleika* er metið lágt til miðlungslágt og áhrifin í meðallagi til há fyrir valkost með jafnstraumstengingu yfir hálendið. Endastöðvar jafnstraumstengingar bjóða upp á mikla möguleika í stöðugleikastýringu þar sem hvor endastöð fyrir sig er í raun stórt launaflsvirki, jafnvel þegar strengtengingin sjálf væri úr rekstri. Bæting á *áreiðanleika afhendingar* er á mörkum þess að vera jákvæð og óveruleg fyrir sviðsmyndir *Hægar framfarir* og *Raforkuspá* þar sem grunnástand er gott og áhrif til þess að gera lítil þegar ekki er um meira álag að ræða en sviðsmyndirnar reikna með. Áhrif valkostanna á markmið um *gæði raforku* eru í öllum tilfellum jákvæð.

4.8.5 Niðurstaða SVÓT greiningar H-valkosta

Helstu styrkleikar við hálendisleiðina eru að um er að ræða styðstu leiðina á milli megin orkuöflunarsvæða landsins. Einnig er talið að um lítil óafturkræf áhrif á umhverfi sé að ræða. Tengingin er talin auka afhendingaröryggi á Norður- og Austurlandi. Með tengingunni næst fram öflug tenging á milli Norður- og Austurlands við virkjanasvæðið við Þjórsá- og Tungnaá, sem auka mun nýtingarmöguleika virkjana og vatnasvæða auk þess sem það mun auka afhendingaröryggi enn frekar. Hægt verður að nýta tæknilegar lausnir til að vinna gegn umhverfisáhrifum og ef farin verður sú leið að leggja jafnstraumsstreng yfir hálendið mun það auka möguleika til stýringar á kerfinu sem talið er að muni auka nýtingu annara orkumannvirkja.

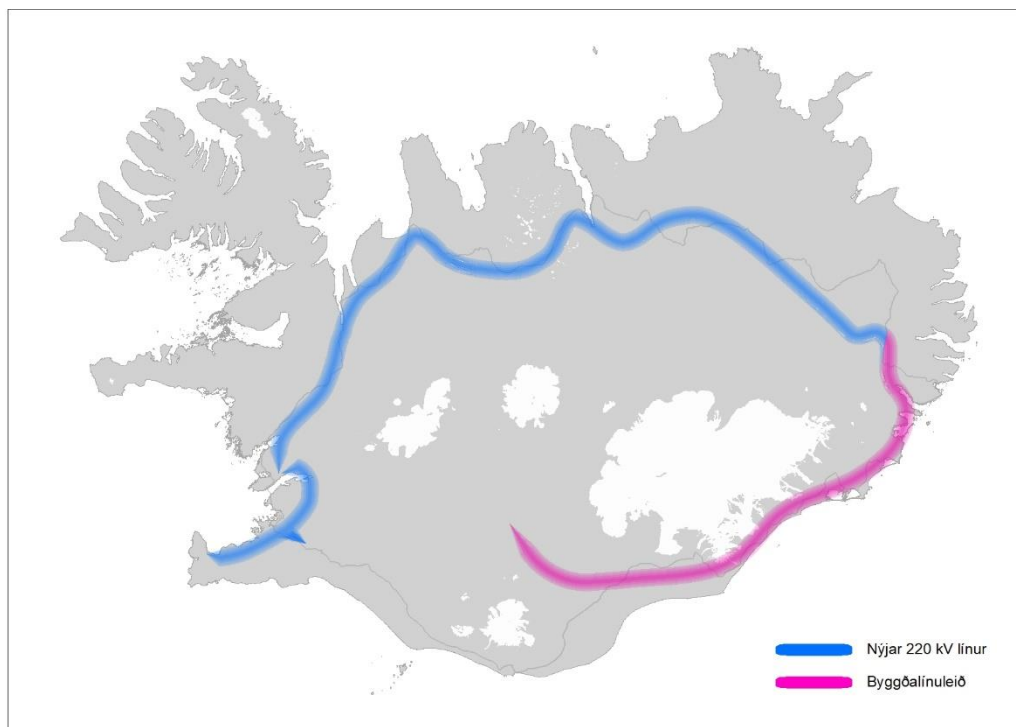
Helstu veikleikar við að fara þessa leið er að hún mun liggja yfir miðhálendisþjóðgarð sem nú er í umræðunni. Hún mun valda raski á óspilltu víðerni. Einnig er talið að aðgengi að línustæðum og veðurfar á hálendinu sé veikleiki á línuleiðinni. Annar veikleiki er að um kostnaðarsama leið er að ræða og þá sérstaklega ef farin er sú leið að leggja jafnstraumstengingu. Einn veikleiki sem tilgreindur var, er að línuleiðin tengist ekki byggðalögum og mun því ekki beint auka aðgengi almennings að auknum raforkuflutningi. Að lokum má nefna að skipulagsmál og hagsmunir sveitafélaga og landeiganda voru nefnd sem veikleikar.

Helstu ógnanir sem snúa að tengingu yfir hálendið eru taldar vera andstaða fólks og þrýstihópa við raski á ósnortnu víðerni. Einnig er talið að eldgos og aðrar jarðhræringar geti ógnað þessari leið. Langur málsferðartími er talin geta ógnað framkvæmdinni og búast má við mikilli umræðu m.a. vegna togstreitu um aukið aðgengi að hálendinu. Nefnt var að aðgengi að línunni gæti orðið erfitt vegna erfiðra veðurskilyrða sem myndi koma niður á viðgerðum og viðhaldi. Ef leggja ætti alla línuna í jörðu, þá þarf að notast við jafnstraumstækni sem er mjög kostnaðarsöm leið.

Helstu tækifæri við hálendistengingu eru talin vera möguleikar á uppbyggingu atvinnugreina á landsbyggðinni og aukið afhendingaröryggi í ákveðnum landshlutum. Skammhlaupsafl verður hærra,

sem þýðir sterkara og stöðugra kerfi. Einnig er tenging virkjanasvæðisins á Þjórsár- og Tungnaáarsvæðinu við virkjanir á Norður- og Austurlandi talin hafa mjög jákvæð áhrif ef náttúruhamfarir herja á virkjanir á fyrrnefnda svæðinu.

4.8.6 Valkostur með hringtengingu – B



MYND 4-18 : VALKOSTUR B

Valkostur B – 220 kV hring lokað

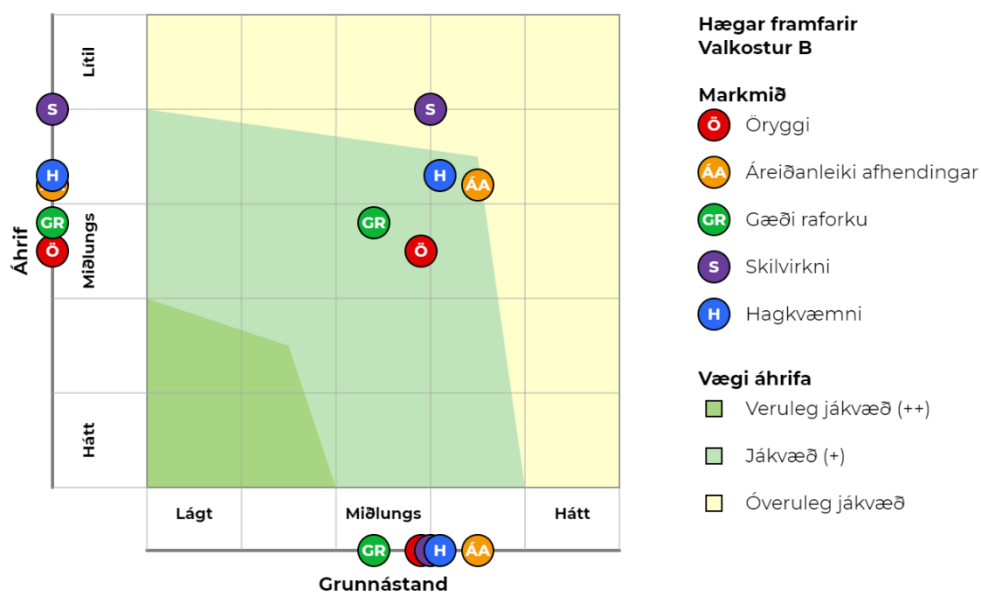
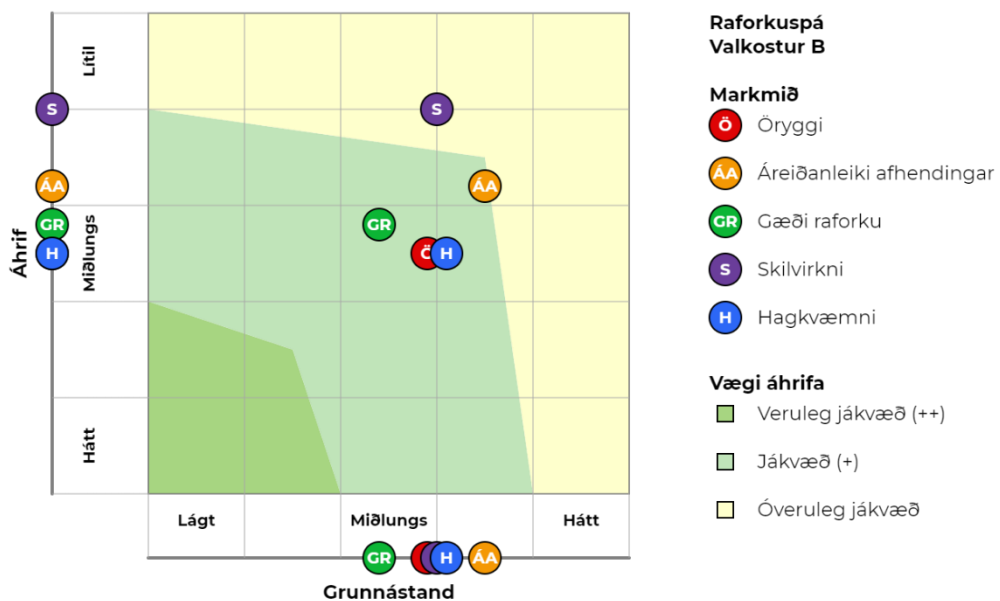
Valkostur B snýr að því að klára 220 kV hringtengingu með því að leggja línu frá Fljótsdal í Sigöldu, alls um 370 km leið. Gert er ráð fyrir því að línan yrði endurbygging núverandi 132 kV lína sem liggja þessa leið en þá yrði ný lína byggð og hinar gömlu rifnar í framhaldinu að mestu leyti. Þar sem eldri línur verða fjarlægðar sem hluti af framkvæmdinni þarf að byggja ný tengivirki á þeim stöðvum sem liggja á leiðinni, þ.e. Teigarhorni, Hólum, Hnappavöllum og Prestbakka.

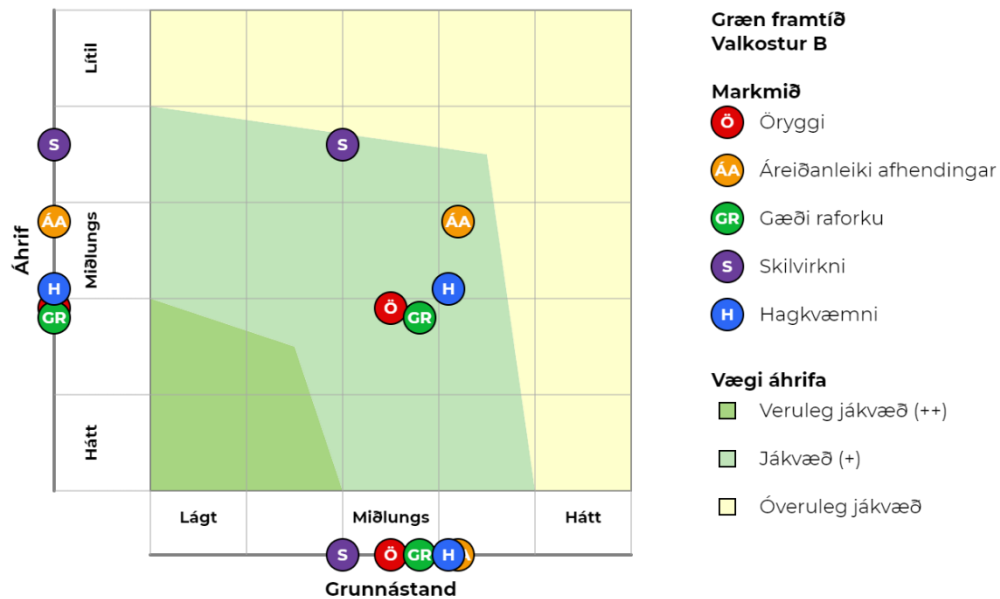
Markmið raforkulaga

Framkvæmt hefur verið mat á því hvernig valkosturinn uppfyllir markmið raforkulaga. Töflur með niðurstöðu matsins má finna í kafla 7.

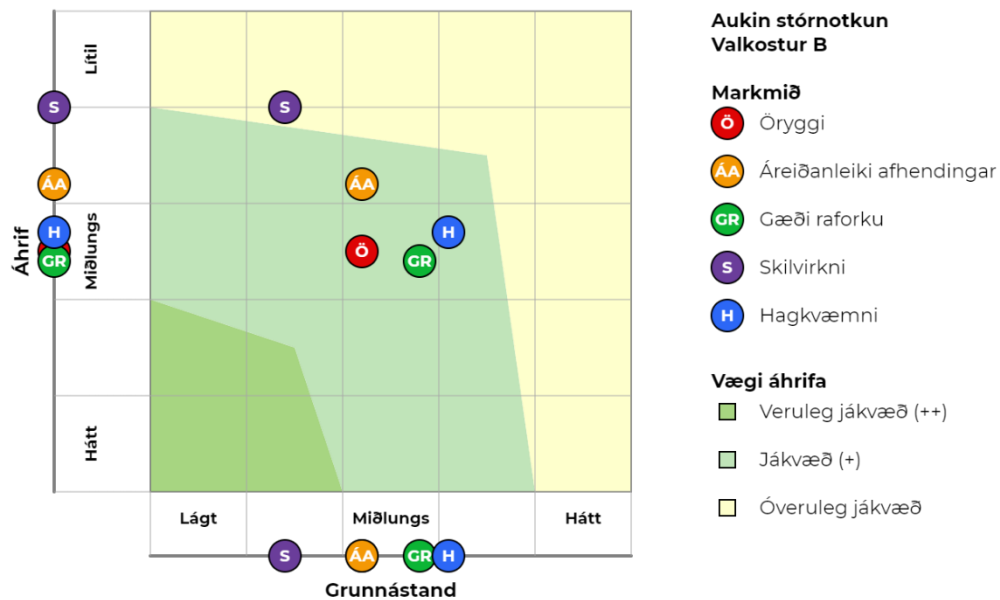
Niðurstaða mats á uppfyllingu markmiða

Öll fimm markmið eru teiknuð inn á sama graf. Staðsetning punkta er ákvörðuð eftir skurðpunkti grunnástands og áhrifa valkostiðsins á viðkomandi markmið.

MYND 4-19: MAT Á MARKMIÐUM RAFORKULAGA FYRIR VALKOST B OG SVIÐSMYNDINA *HÆGAR FRAMFARIR*MYND 4-20: MAT Á MARKMIÐUM RAFORKULAGA FYRIR VALKOST B OG SVIÐSMYNDINA *RAFORKUSPÁ*



MYND 4-21: MAT Á MARKMIÐUM RAFORKULAGA FYRIR VALKOST B OG SVIÐSMYNDINA GRÆN FRAMTÍÐ



MYND 4-22 : MAT Á MARKMIÐUM RAFORKULAGA FYRIR VALKOST B OG SVIÐSMYNDINA AUKIN STÓRNOTKUN

4.8.7 Samantekt á mati B-valkosti

Mynd 4-19 til 4-20 sýna hvernig valkostur B uppfyllir raforkulög m.v. allar fjórar sviðsmyndir. Valkosturinn fær lægri útkomu í *hagkvæmni* fyrir sviðsmyndina *Hægar framfarir* en fyrir aðrar sviðsmyndir, þ.m.t. *Raforkuspá*. Skilvirkni er óverulega jákvæð fyrir allar sviðsmyndir og stafar það fyrst og fremst af því að lítil bæting felst í valkostinum á nýtingu virkjana og flutningstöp samanborið við grunnástandið. Áhrif á tæknilegu markmiðin *öryggi*, *áreiðanleika afhendingar* og *gæði raforku* eru metin jákvæð fyrir allar sviðsmyndir og sést að meira gagn er af valkostinum eftir því sem meira álag er í sviðsmyndinni sem um ræðir. Sjá má að niðurstaða mats á B-valkosti er að mörgu leyti mjög áþekkt niðurstöðum fyrir H-valkosti.

4.8.8 Niðurstaða SVÓT greiningar Hagsmunaráðs fyrir Byggðalínuleið

Helstu styrkleikar þessarar leiðar eru taldir vera að auðveldara mun verða að taka einstaka hluta leiðarinnar úr rekstri til viðhalds og framkvæmda vegna hringtengingar. Einnig mun afhendingaröryggi aukast mikið á öllum hringnum og sveigjanleiki á raforkumarkaði aukast. Þetta mun einnig hafa í för með sér að kerfið á Suðausturlandi mun styrkjast talsvert mikið frá því sem nú er og Austurland mun hafa öfluga tengingu úr báðum áttum.

Helstu veikleikar eru taldir snúa að kostnaði vegna langrar línuleiðar suður fyrir Vatnajökul. Einnig mun áhætta aukast að sama skapi. Þessi langa leið mun einnig leiða til hás framkvæmdakostnaðar sem getur haft óæskileg áhrif á flutningsgjaldskrár til hækkunar. Sökum legu lína sunnan jökuls og um Fjallabak er hætta á að ekki náist sátt um þessa leið.

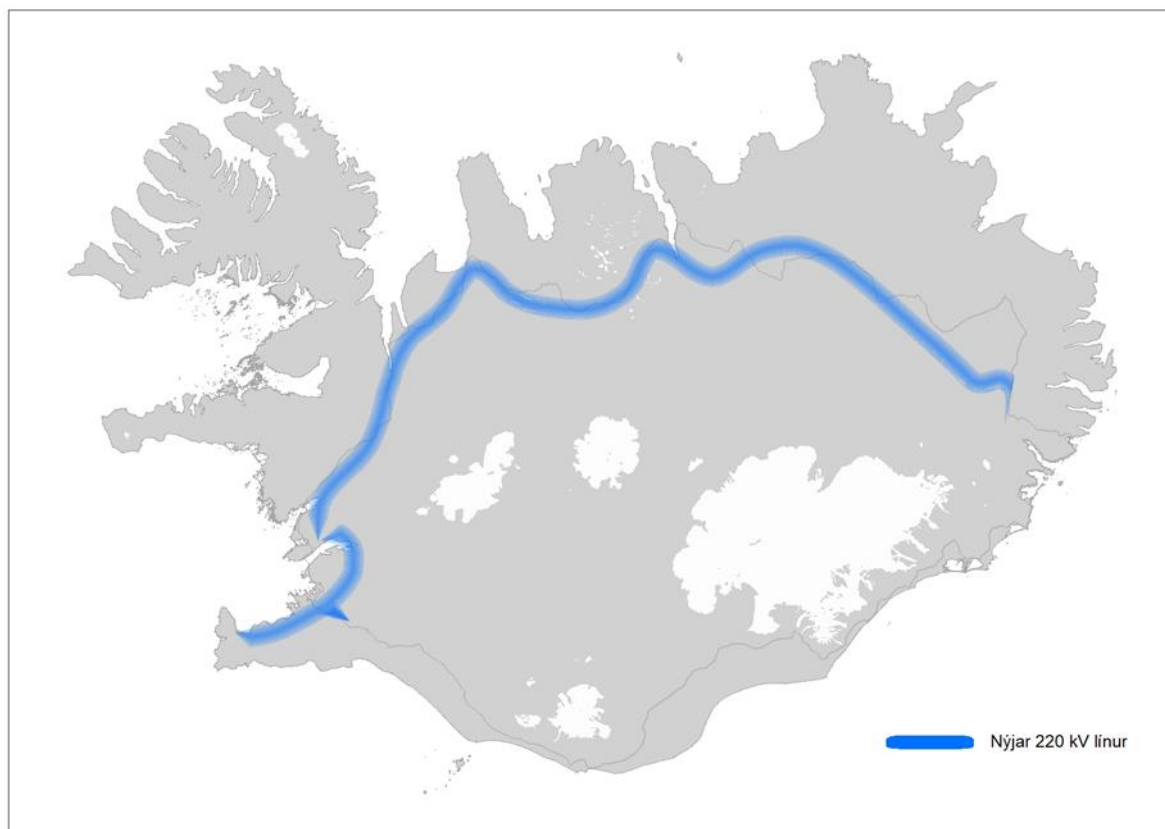
Helstu ógnir við leiðina eru að mikið er af friðlýstum svæðum á þessari leið og náttúruperlur sem ekki er sátt um að raska. Þetta er lengsta línuleiðin af þeim sem eru til skoðunar og þess vegna dýr framkvæmd. Ekki er um mikla raforkunotkun að ræða á því svæði sem suðurtengingin liggur um, eftirspurn er lítil, og því er þetta kostnaðarsöm leið miðað við staðbundna nýtingarmöguleika. Leiðin liggur um land sem er í nýtingu, um fjölda sveitarfélaga auk þess sem að málsmeðferðartími er langur.

Tækifærin sem talin eru skapast við það að fara þessa leið eru talin snúa að auknum möguleikum til staðbundinnar orkuafhendingar á Suðausturlandi, og aukinnar orkunotkunar á Austurlandi. Eins mun þessi tvöfalda tenging á milli landshluta leiða til aukinna tækifæra í orkustýringu landsins.

4.8.9 Valkostur E.1 - 10 ára áætlun

Valkostur E.1 – Styrkingar meginflutningskerfis 2020-2029

Valkostur E.1 er lagður fram í þeim tilgangi að leggja mat á hversu vel þær styrkingar sem fyrirhugaðar eru á tímabilinu 2020-2029 standast kröfur út tímabil Raforkuspár þ.e. til ársins 2050.



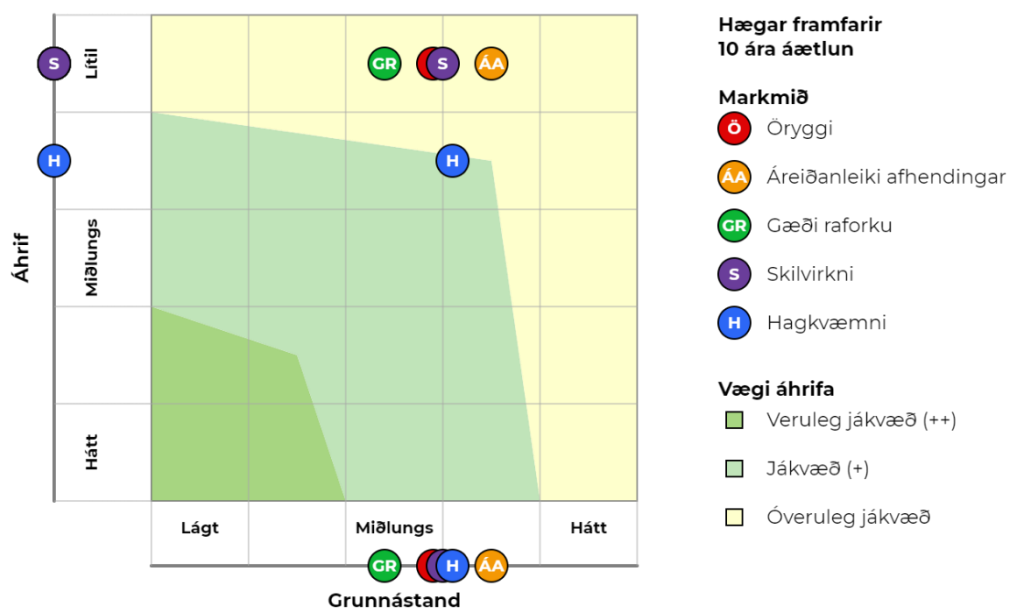
MYND 4-23: VALKOSTUR E.1

Markmið raforkulaga

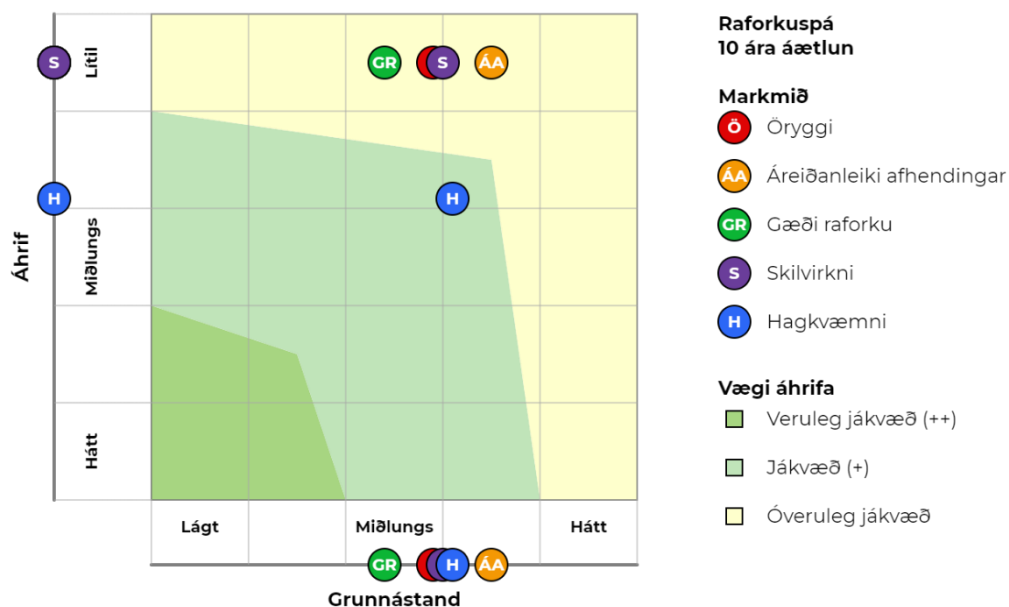
Framkvæmt er mat á því hvernig valkostur E.1 uppfyllir þau markmið sem sett eru fram í raforkulögum. Töflur með niðurstöðu matsins má finna í kafla 7.

Niðurstaða mats á uppfyllingu markmiða

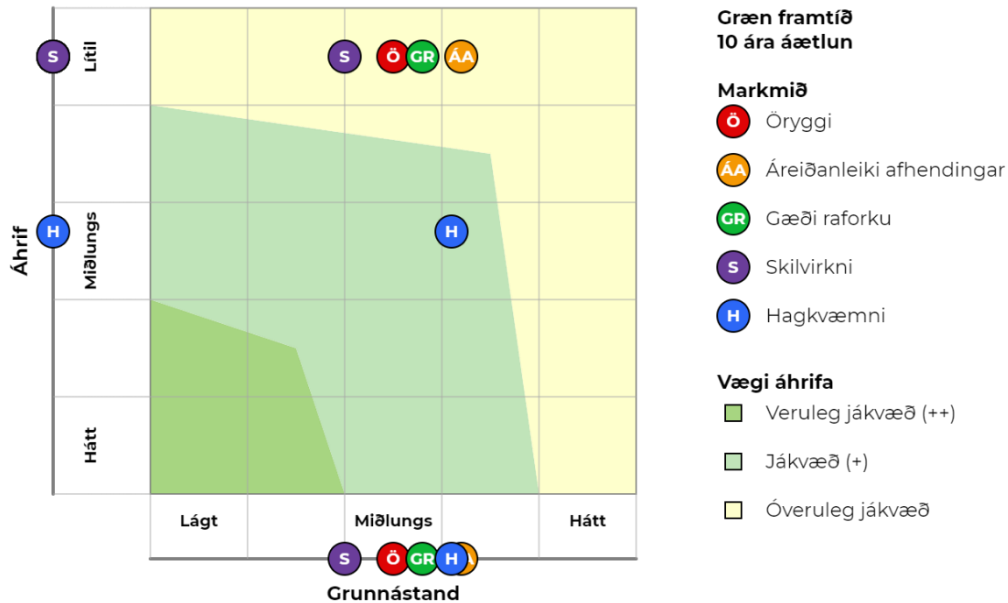
Öll fimm markmið eru teiknuð inn á sama graf. Staðsetning punkta er ákvörðuð eftir skurðpunkti grunnástands og áhrifa valkostiðsins á viðkomandi markmið.



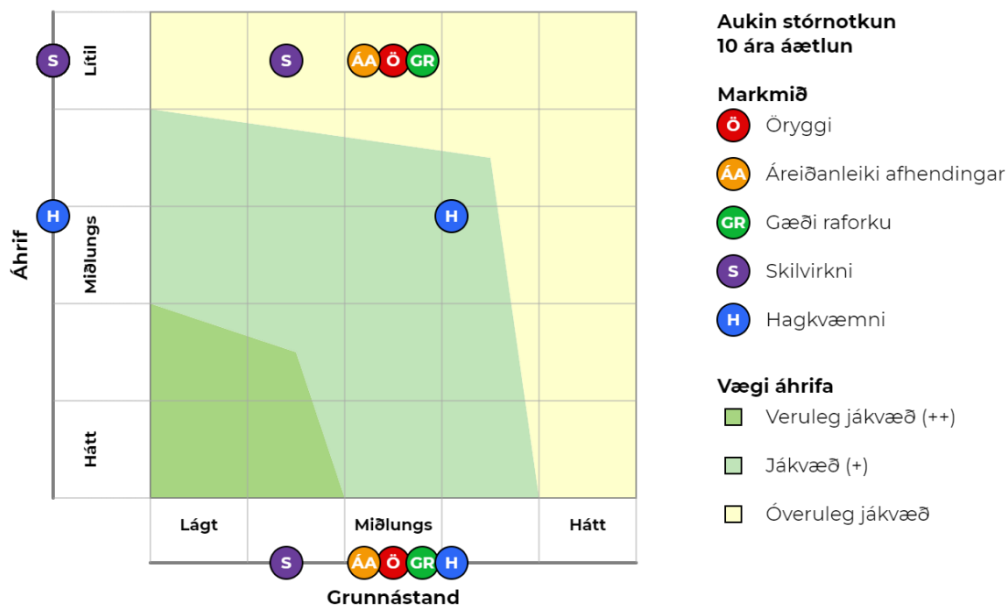
MYND 4-24: MAT Á MARKMIÐUM RAFORKULAGA FYRIR VALKOST E.1 OG SVIÐSMYNDINA HÆGAR FRAMFARIR



MYND 4-25: MAT Á MARKMIÐUM RAFORKULAGA FYRIR VALKOST E.1 OG SVIÐSMYNDINA RAFORKUSPÁ



MYND 4-26: MAT Á MARKMIÐUM RAFORKULAGA FYRIR VALKOST E.1 OG SVIÐSMYNDINA GRÆN FRAMTÍÐ



MYND 4-27 : MAT Á MARKMIÐUM RAFORKULAGA FYRIR VALKOST E.1 OG SVIÐSMYNDINA AUKIN STÓRNOTKUN

Mynd 4-24 til 4-25 sýna hvernig 10 ára framkvæmdaáætlun Landsnets uppfyllir markmið raforkulaga. Eins og gefur að skilja er niðurstaðan sú að engar styrkingar umfram 10 ára framkvæmdaáætlun hafa engin jákvæð áhrif á tæknilegu markmiðin öryggi, áreiðanleika afhendingar og gæði raforku né skilvirknimarkmiðið. Áhrif á hagkvæmni eru jákvæð sökum þess að endurgreiðslutími framkvæmda lengist ekki og tekjur af álagsaukningu sviðsmynda halda áfram að borga niður þær framkvæmdir sem

á undan eru gengnar. Auk þess heldur kerfið áfram að njóta góðs af þeirri hlutfallslegu afhendingargetu sem til kemur vegna styrkinga næstu 10 ára og álagsforsendur sviðsmyndanna draga ekki meira en svo úr henni.

4.8.10 Niðurstaða SVÓT greiningar Hagsmunaráðs á 10 ára áætlun

Styrkleikar sem voru nefndir voru að hægt væri að tryggja orku fyrir verksmiðjur á Austurlandi, aukið afhendingaröryggi ásamt aukinni rýmd í kerfinu fyrir bæði framleiðslu og notendur á byggðalínusvæðinu. Einnig var nefnt að hægt væri að ná fram betri nýtingu á núverandi virkjunum og mæta betur sveiflum á orkuþörf á Landsvísu.

Þegar horft er til hvaða núverandi veikleikar það eru sem geta virkað hamlandi fyrir því að þessi leið verði farsæl var andstaða við uppbygginguna vegna umhverfissjónarmiða nefnd. Sömuleiðis var nefnt að fjármögnun uppbyggingar í gegnum hækkandi flutningsgjaldskrár gæti virkað hamlandi. Annar veikleiki sem nefndur var er að með valkostinum er eingöngu um einfalda tenginga á milli landshluta að ræða, sem getur virkað hamlandi sérstaklega fyrir norðaustur og austurland. Á sama hátt vantar sterkari tengingu við Þjórsár- og Tungnaárvæðið. Að lokum var rætt um að skipulagsmál og hagsmunir sveitarfélaga og landeiganda gætu verið veikleikar sem hefðu áhrif á þessa leið til uppbyggingar.

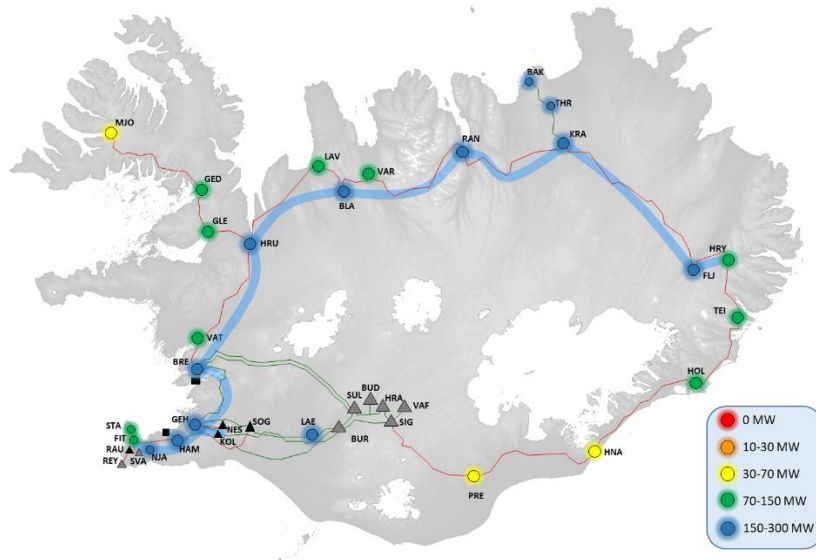
Það sem helst var talið ógna því að leiðin verði árangursrík er m.a. umhverfissjónarmið og þá andstaða við loftlínur en verulegar tæknilegar takmarkanir við lagningu jarðstrengja eru til staðar. Einnig er möguleg hækkun flutningskostnaðar hjá notendum talin geta ógnað uppbyggingaráformum og eins hætta á að um offjárfestingu sé að ræða. Flókin stjórnsýsla er talin geta ógnað áformum, en hafa þarf samráð við mörg sveitarfélög og semja þarf við marga landeigendur. Skipulagsmál geta verið flókin og málsmeðferðartími langur.

Margvísleg tækifæri eru þó talin skapast með uppbyggingarleiðinni, bæði fyrir notendur og eins framleiðendur á áhrifasvæði línanna. Þær munu auka orkuframboð á Norðurlandi og Austurlandi og geta þannig virkað atvinnuskapandi á svæðinu. Hún er talin styðja við orkuskipti á landsvísu og einnig að auðvelda aðgengi fleiri og fjölbreyttari orkuframleiðslukosta að kerfinu.

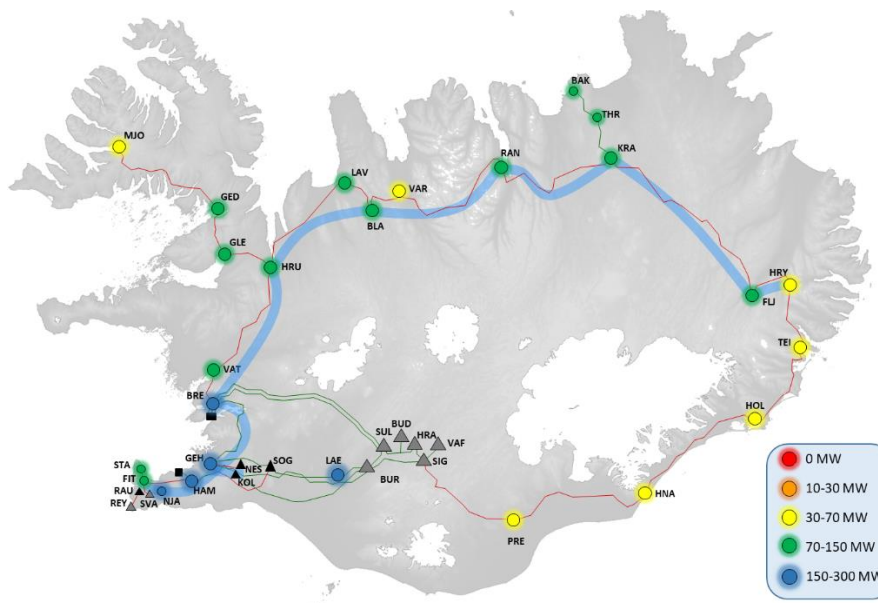
4.8.11 Samantekt valkostagreiningar

Það sem má lesa út úr ofangreindri valkostagreiningu er að miðað við núverandi forsendur er ekki ástæða til að leggja til að farið verði tafarlaust í frekari styrkingar á meginflutningskerfinu í samræmi við einn tiltekinn valkost. Annað hvort þurfa að koma til breyttar álagsforsendur sem gera kröfur um meiri styrkingar eða að beðið verði með áframhaldandi styrkingar um sinn eftir 2029. Þó má benda á að ef stærri sviðsmyndirnar rætast, þ.e. *Græn framtíð* eða *Aukin stórnotkun*, stytta þær endurgreiðslutíma framkvæmda umtalsvert auk þess að efla þörf fyrir auknar styrkingar. Ef miðað er við að *Hægar framfarir* rætist eru ekki forsendur til að fara í styrkingar umfram 10 ára áætlunina séð út frá *hagkvæmni*. Hins vegar má sjá að hægt er að auka öryggi kerfisins til muna með því að leggja jafnstraumstengingu yfir hálendið. Sá valkostur kemur mun betur út í *hagkvæmni* þegar horft er til

stærri sviðsmynda en endurgreiðslutími valkosta með jafnstraumstengingu er yfir 100 ár ef *Hægar framfarir* rætast sem er meira en tvöfaldur líftími slíks mannvirkis.



MYND 4-28: *RAFORKUSPÁ* – 2029



MYND 4-29: *AUKIN STÓRNOTKUN* - 2029

Á myndum 4-26 og 4-27 má sjá tiltæka afhendingargetu árið 2029 fyrir *Raforkuspá* og *Aukna stórnotkun*. Árið 2029 er yfir 300 MW munur í álagi á þessum tveimur sviðsmyndum. Þarna má sjá að

framkvæmdir næstu 10 ára veita nokkuð rými í kerfinu en sjá má að fljótt getur gengið á það ef álagsaukning er með mesta móti. Ef álagsaukning verður í samræmi við *Aukna stórnotkun* gæti farið að myndast þrýstingur á frekari styrkingar m.v. útlitið á mynd 4-25 en Landsnet mun endurmeta stöðuna með reglulegu móti. Þangað til verður róið öllum árum að því að koma 10 ára áætlun fyrirtækisins til framkvæmda þar sem stigið verður stórt skref í styrkingu kerfisins með tengingu milli landshluta.

4.9 Mögulegar jarðstrengslagnir í línuleiðum valkosta

Tæknilegar takmarkanir eru á hlutfalli jarðstrengja í flutningskerfinu. Jarðstrengir framleiða launafl sem getur valdið spennuhækkun í kerfinu og þar með vandræðum við rekstur þess og því er takmarkað hversu hátt hlutfall af raflínum er hægt að leggja sem jarðstrengi. Þetta hlutfall er m.a. háð rekstrarspennu línunnar, því hærra spennustig því meiri er launaflsframleiðsla jarðstrengja sem hefur þá takmarkandi áhrif á mögulegt hlutfall jarðstrengja. Styrkur kerfisins, þ.e. skammhlaupsafl, á viðkomandi svæði er einnig afgerandi þáttur. Því hærra sem skammhlaupsafl er, þeim mun betur er kerfið búið undir það að halda aftur af spennuhækkuninni sem launaflsinnspýting jarðstrengja getur valdið. Ólíkur styrkur kerfisins milli landsvæða er meginástæða þess að svigrúm til jarðstrengslagna er mismunandi. Þar sem kerfið er sterkt er meira rými til þess heldur en þar sem styrkurinn er lítill.

Í stefnu stjórnvalda um lagningu raflína segir að meginreglan í meginflutningskerfi raforku sé að notast við loftlínur, nema annað sé talið hagkvæmara eða æskilegra m.a. frá tæknilegum atriðum eða umhverfis- eða öryggissjónarmiðum. Með tilliti til umhverfis- og öryggissjónarmiða skuli í hverju tilviki fyrir sig meta hvort rétt sé að nota jarðstrengi á viðkomandi línuleið eða afmörkuðum köflum hennar á grundvelli viðmiða sem tíunduð eru í stefnunni.

Kaflar 4.8.1 – 4.8.4. fjalla um niðurstöður rannsókna Landsnets á umfangi mögulegra jarðstrengslagna og í kafla 4.8.5 verður stuttlega fjallað um niðurstöður óháðrar skýrslu um sama viðfangsefni sem unnin var fyrir atvinnuvega- og nýsköpunarráðuneytið.

4.9.1 Umfang jarðstrengslagna í meginflutningskerfinu á Norðurlandi

Landsnet hefur unnið greiningu á mögulegri lengd jarðstrengja í nýju meginflutningskerfi á Norðurlandi [10]. Í greiningunum var miðað við að flutningsgeta jarðstrengskaflanna væri sambærileg við flutningsgetu loftlínuhlutanna, eða 550 MVA. Niðurstaða þeirrar greiningar er að hámarks lengd jarðstrengs í Blöndulínu 3 sé um 10 km, fyrir Hólasandslínu 3 væri um að ræða 12 km og u.þ.b. 15 km á Kröflulínu 3. Vert er að hafa í huga að lengd jarðstrengs í einni línu í samtengdu kerfi fyrirhugaðra 220 kV lína meginflutningskerfisins hefur áhrif á mögulegar jarðstrengslagnir í hinum línunum og lagning strengs á einum stað getur takmarkað lengd strengkafla innan annarra lína. Auk þessa eru samverkandi áhrif milli spennustiga og milli flutnings- og dreifikerfa. Þetta þýðir að jarðstrengslagnir á einu spennustigi hafa áhrif á mögulegar strenglagnir á öðrum spennustigum. Til að mynda hafa jarðstrengslagnir í flutningskerfinu áhrif á það hversu mikið er hægt að leggja af jarðstrengjum í undirliggjandi dreifikerfi. Þetta gildir einnig í hina áttina.

Í skilgreindum aðalvalkosti vegna Kröflulínu 3 er um að ræða loftlínu alla leið, en framlagður aðalvalkostur Hólasandslínu 3 gerir ráð fyrir um 10 km löngum jarðstreng í Eyjafirði. Í ljósi þessa er hámarks lengd mögulegs jarðstrengs í Blöndulínu 3 á milli 4 og 7 km.

Jarðstrengir í núverandi 132 kV kerfi

Eins og fram kemur hér að framan hafa jarðstrengslagnir á mismunandi spennustigum innan sama svæðis áhrif hver á aðra. Jarðstrengslagnir í meginflutningskerfinu, með 220 kV rekstrar spennu, hafa bein áhrif á hversu langar vegalengdir má leggja af nálægu 132 kV kerfi í jörðu og jarðstrengir í 132 kV kerfi hafa að sama skapi áhrif á mögulegar jarðstrengslagnir í 220 kV kerfi. Landsnet hefur unnið að greiningum á möguleikum á því að leggja núverandi 132 kV flutningskerfi á Norðurlandi í jörðu. Niðurstöður þeirrar greiningar eru þær að óháð því hvort og hversu mikið af fyrirhuguðu 220 kV flutningskerfi verður sett í jörðu á Norðurlandi eru ákveðnar takmarkanir á möguleikum til að setja 132 kV kerfið í jörðu. Svigrúmið er mest ef nýtt 220 kV kerfi er byggt sem loftlínukerfi.

4.9.2 Umfang jarðstrengslagna á Suðvesturlandi

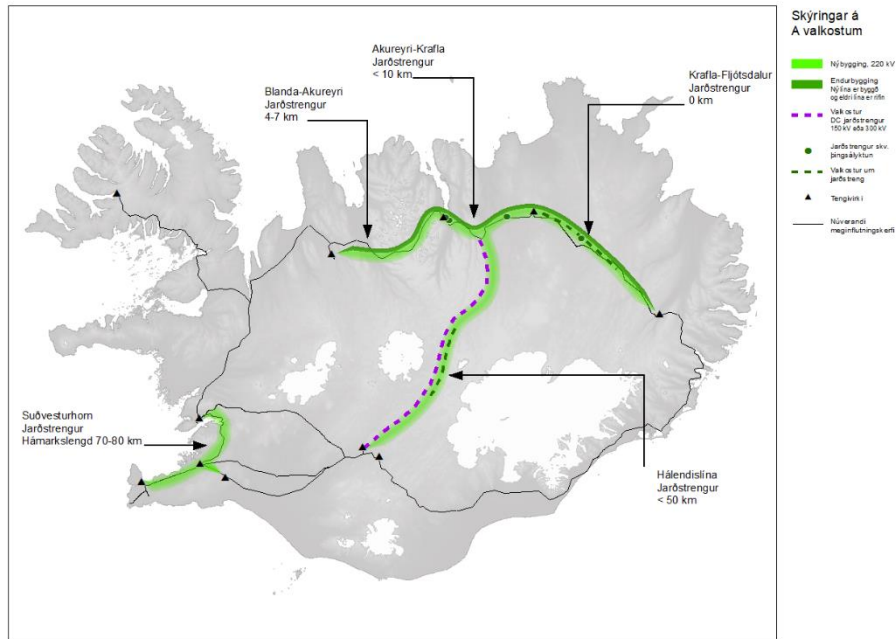
Sterkasti hluti flutningskerfisins er á suðvesturhorninu, þ.e. svæðinu frá Þjórsár-/Tungnaársvæðinu að höfuðborgarsvæðinu (Geitháls og Hamranes) og Brennimel í Hvalfirði. Skammhlaupsaflið á Geithálsi er til að mynda fjórfalt hærra en í Blöndu og um sexfalt hærra en á Rangárvöllum á Akureyri. Kerfið á suðvesturhorninu er því betur í stakk búið til þess að taka við jarðstrengslögnum á hárri spennu en kerfið á Norðurlandi.

Greiningar hafa farið fram á mögulegum jarðstrengslögnum í 220 kV kerfinu á Suðvesturlandi. Þær greiningar benda til þess að möguleg lengd nýrra jarðstrengslagna á 220 kV spennu sé á bilinu 70 – 80 km innan þess hluta kerfisins sem afmarkast af 220 kV (nýju) tengivirki á Njarðvíkurheiði, Brennimel og Kolviðarhól (Hellisheiði). Í þessu samhengi er einkum horft til Suðurnesjalínu 2, Lyklafellslínu 1 og Brennimelslínu 2.

Ef lengdir 220 kV jarðstrengja innan þessa svæðis fara yfir þessi mörk, hefur það í för með sér hækkun á rekstrar spennu í kerfinu og aukna hættu á því að nálægar vinnslueiningar í kerfinu fari yfir rekstrarmörk m.t.t. undirsegulmögnunar.

4.9.3 Hámarkslengdir jarðstrengja í valkostum langtímaáætlunar

Unnið hefur verið að mati á því hverjar eru hámarkslengdir jarðstrengja í þeim valkostum sem lagðir eru fram í langtímaáætlun kerfisáætlunar. Niðurstöður þess mats eru birtar í kortum af meginvalkostunum þar sem hámarkslengdir hverrar línu eru merktar inn á kortið.

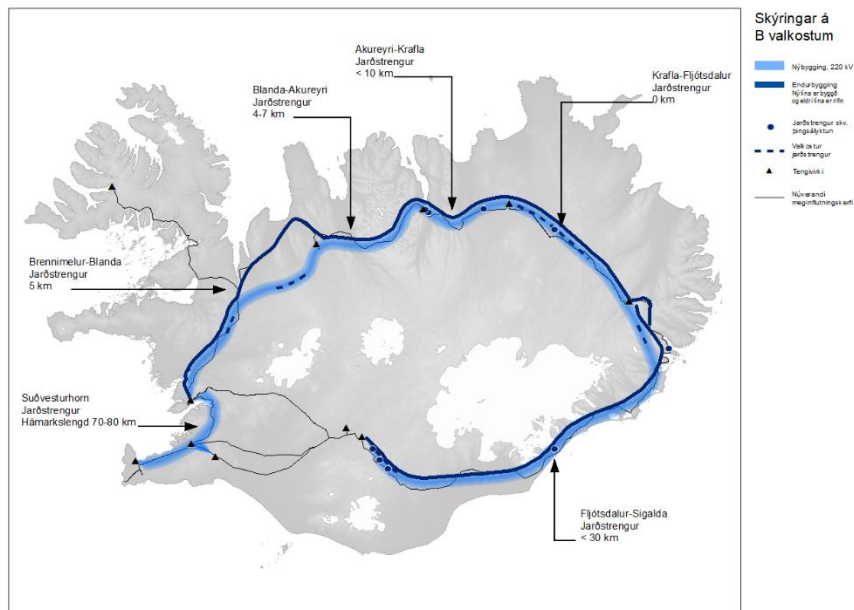


MYND 4-30 : HÁMARKSLENGDIR JARÐSTRENGJA Í A-VALKOSTUM

Mynd 4-30 sýnir hámarksvegalengdir jarðstrengja sem talið er tæknilega mögulegt að leggja í þeim línunum sem tilheyra A-alkostum, hverri fyrir sig. Ákveðið hefur verið að Kröflulína 3 verði lögð sem loftlína alla leið og að tæplega 10 km hluti af Hólasandslínu 3 verði lögð sem jarðstrengur. Í ljósi þess er mögulegt svigrúm fyrir jarðstreng í Blöndulínu 3 um 4-7 km. Hámarkslegd jarðstrengja í hálendislínu er um 50 km en ef lagður yrði jafnstraumsstrengur væri um jarðstreng að ræða alla leið.

Á suðvestur horninu, á svæði sem afmarkast af 220 kV (nýju) tengivirki á Njarðvíkurheiði, Brennimel og Kolviðarhól, er hámarkssvigrúm til jarðstrengslagna (á 220 kV) u.þ.b. 70-80 km.

Á sama hátt hafa verið metnar þær hámarkslegdir jarðstrengja í línulögnum sem tilheyra B-alkostum.



MYND 4-31 : HÁMARKSLENGDIR JARÐSTRENGJA Í B-VALKOSTUM

Mynd 4-31 sýnir hámarks lengdir jarðstrengja á þeim línuleiðum sem B-valkostir innihalda. Á tveimur stöðum á hringnum stendur valið á milli tveggja línuleiða, sem er breytilegt eftir valkostum en hefur þó ekki áhrif á mögulegar jarðstrengslengdir. Varðandi vesturhlutann, þ.e. Brennifelur – Blanda, er möguleg hámarks lengd jarðstrengs um 5 km.

Suðurvængurinn, Sigalda – Fljótsdalur, er löng leið. Greiningar sýna að alger hámarks lengd jarðstrengs á þessari leið er 30 km út frá Sigöldu. Afgangurinn af línuleiðinni þarf að vera í lofti og að auki verður línun að koma við á Hólum, þ.e. þar þarf að vera tengivirki. Þessi 30 km kafla styttest ef annar hluti línunnar yrði fyrir valinu en sá út frá Sigöldu. Möguleikar til strenglagningar í vesturátt út frá Hólum eru um 5 km.

4.9.4 Jarðstrengslagnir í jafnstraumskerfi

Í ljósi umræðu um lagningu jafnstraumstrengs yfir hálendið hefur komið upp sú umræða hvort ekki sé mögulegt að nýta jafnstraumslausnir á fleiri línuleiðum þar sem tæknilegir annmarkar eru á hámarks lengd hefðbundinna riðstraumsjarðstrengja. Jafnstraumstengingar eru alla jafna ekki notaðar inni í miðjum meginflutningskerfum eins og í þessu tilfelli sem hluti af byggðalínunni, þó hún sé tæknilega möguleg. Að auki yrði kostnaður við slíkar lausnir umtalsvert hærri en við hefðbundna riðstraumslausn og yrði slík lausn enn fremur metin óraunhæf á þeim forsendum.

Jafnstraumssamband samanstendur að jafnaði af flutningsrás sem getur ýmist verið loftlína, jarðstrengur, sæstrengur eða blanda af þessu þrennu og endabúnaði, svokallaðar umriðilsstöðvar, á sitthvorum enda. Í umriðilsstöðvunum er riðstraum breytt í jafnstraum öðrum megin og jafnstraum aftur í riðstraum hinum megin. Hægt er að stjórna flutningi á raforku í hvora átt sem er og því hve mikið er flutt með því að stýra umriðilsstöðvunum ólíkt því sem hægt er að gera við riðstraumstengingar.

Helstu kostir jafnstraumssambanda í raforkukerfum eru þeir að flutningsgeta loftlína er 30-40% meiri með jafnstraum en riðstraum miðað við sömu gerð leiðara. Þegar flytja þarf mikið magn raforku meira

en 6-700 km er jafnstraumstæknin yfirleitt hagkvæmari en riðstraumslausn. Jafnstraumssambönd má nota til að deyfa aflsveiflur í flutningskerfinu og bæta þar með rekstrarástand kerfisins og auka raforkugæðin.

Meginókostur jafnstraumssambanda er afar hár kostnaður við umriðilsstöðvarnar sem er óháður vegalengd línulagnarinnar og eins er minni áreiðanleiki jafnstraumstenginga en riðstraumstenginga einnig ókostur. Meginástæðan fyrir minni áreiðanleika er flókinn búnaður í umriðilsstöðvum og meiri viðhaldsþörf. Jafnstraumssamband hefur heldur ekki áhrif á styrk (þ.e. skammhlaupsafl) kerfisins í tengipunktum. Þetta er neikvætt ef skammhlaupsafl er almennt lágt (t.d. ef tengja á saman veikan og sterkan hluta kerfisins).

Með vaxandi orkuflutningi milli landa og landsvæða hefur áhugi á flutningi með jafnstraum aukist. Á alheimsvísu skiptist notkunin í nokkra meginflokk:

- Flutningur á miklu afli yfir langar vegalengdir. Hér er átt við aflflutning yfir 1.000 MW um nokkur hundruð kílómetra leið. Í slíkum tilfellum er oft hagstæðara að flytja orkuna með jafnstraum heldur en riðstraum þrátt fyrir háan kostnað við umriðlastöðvar sökum þess að jafnstraumslínurnar eru einfaldari og ódýrari en tilsvareandi riðstraumslínur.
- Tengingar með sæstrengjum. Í slíkum tilvikum koma riðstraumsloftlínur auðsjáanlega ekki til greina og tæknilegar takmarkanir eru fyrir því hvað hægt er að leggja langan riðstraumstreng. Því er jafnstraumstenging oft eini möguleikinn.
- Tenging vindmyllugarða á hafi úti við flutningskerfið. Þessi tilvik eru sértilfelli af því síðasta.
- Samtenging raforkukerfa með ólíka eiginleika („back-to-back“ tengingar). Hér getur verið um að ræða tengingu tveggja kerfa sem ekki eru í fasa, stundum með hvor sinn kerfisstjórn, og hugsanlega rekin á hvor sinni tíðninni.

Það tilvik sem hefur verið litið til héraendis sem möguleg jafnstraumstenging er tenging milli Suður- og Norðurlands yfir hálendið. Slíka tengingu má að einhverju leyti líta á sem tengingu milli svæða. Galli við slíka tengingu er að hún er háð upprunalegum endastöðvum og ekki er hægt að bæta við nýjum afhendingarstöðum á tenginguna eins og raunin er með riðstraumstengingar. Ef slík tenging væri notuð á byggðalínunni væri ekki hægt að bæta við nýjum afhendingarstað síðar meir. Kostnaður í jafnstraumssamböndum einkennist af háum kostnaði við umriðilsstöðvar í báðum endum, en lægri kostnaði á hvern km í línunni miðað við riðstraum. Ef litið er til aðstæðna héraendis varðandi meginflutningskerfið er ljóst að flutningur raforku með jafnstraum keppir ekki við riðstraumslausnir kostnaðarlega, til þess eru fjarlægðir að jafnaði einfaldlega of litlar.

4.9.5 Skýrsla stjórnvalda um jarðstrengi í flutningskerfi raforku

Landsnet hefur um nokkurra ára skeið lagt töluverða vinnu í að greina tæknilegar forsendur varðandi möguleika á lagningu jarðstrengja í flutningskerfinu. Meginniðurstöður úr þeirri vinnu eru þær að töluverðar takmarkanir eru á lagningu jarðstrengja, einkum á hærri spennustigum (132 kV og 220 kV). Takmarkanirnar eru mismiklar eftir landsvæðum og spilar þar helst inn í kerfisstyrkurinn á viðkomandi svæðum. Kerfisstyrkurinn ræðst af nálægð og fjölda orkuvinnslueininga (þ.e. virkjana) og því hversu móskað flutningskerfið er.

Niðurstöðum þessara greininga Landsnets hafa verið gerð skil í nokkrum skýrslum á undanförunum árum ^{6 7 8}. Enn fremur hefur verið leitað fanga hjá erlendum flutningsfyrirtækjum (t.d. EirGrid og Energinet) sem hafa unnið hliðstæðar athuganir á takmörkunum jarðstrengslagna í flutningskerfum.

Í stjórnarsáttmála ríkisstjórnar Katrínar Jakobsdóttur er kveðið á um að nýta með sem hagkvæmustum hætti þá orku sem þegar hefur verið virkjuð í landinu. Í þeim tilgangi þurfi að treysta betur flutnings- og dreifikerfi raforku í landinu, tengja betur lykilsvæði og tryggja afhendingaröryggi raforku um land allt. Skoða eigi að hve miklu leyti nýta megi jarðstrengi í þessar tengingar með hagkvæmum hætti. Á þessu er skerpt í þingsályktun nr. 26/148 frá 2018 þar sem lagt er upp með að gerð verði greining (tæknileg, umhverfisleg og þjóðhagsleg) á áhrifum jarðstrengslagna á uppbyggingu flutningskerfis raforku hér á landi. Sú greining verði síðan lögð til grundvallar breytingum á viðmiðum stjórnvalda varðandi jarðstrengslagnir.

Í desember síðastliðnum birtist í samráðsgátt stjórnvalda skýrsla sem dr. Hjörtur Jóhannsson vann um þessi mál að beiðni ráðuneyta Atvinnuvega- og nýsköpunarmála og Umhverfis- og auðlindamála. Meginniðurstöður í þessari skýrslu eru í fullu samræmi við það sem Landsnet hefur margoft bent á, þ.e. að svigrúm til jarðstrengslagna í fyrirhuguðu 220 kV meginflutningskerfi hringinn í kringum landið er afar lítið. Kerfisaðstæður á hverjum stað (þ.e. kerfisstyrkur) hefur grundvallaráhrif á möguleika til jarðstrengslagna, sérstaklega á hæstu spennustigum flutningskerfisins (132 kV og 220 kV). Sé kerfið ekki í stakk búið til þess að taka við strengnum er tomt mál að tala um strenglagnir þar. Þess vegna er nauðsynlegt að greina hvert tilvik vandlega. Undir þetta er tekið í skýrslunni á fleiri en einum stað, t.a.m. „*Umfjöllun um kosti og ókosti nýtingar jarðstrengja til styrkingar flutningskerfi raforku er gagnleg ef hún er sett fram í samhengi við tæknilegar hámarkslengdir jarðstrengja. Verkefni þar sem fjallað væri um hve neikvæð eða jákvæð áhrif það hefði á raforkuverð, afhendingaröryggi eða umhverfiskostnað ef allt flutningskerfi raforku væri lagt í jörðu hefði mjög takmarkað gildi ef ekki væri tæknilega mögulegt að leggja nema takmarkaðan hluta kerfisins í jörðu*“.

Niðurstöður skýrslunnar koma ekki á óvart. Raunar má segja að þær staðfesti að það svigrúm sem þó er til staðar til strenglagna á 220 kV eigi fyrst og fremst að nýta til þess að fullnægja skilyrðum sem stefna stjórnvalda um lagningu raflína setur.

6

https://www.landsnet.is/library/Skrar/Landsnet/Upplýsingatorg/Skýrslur/Jardstrengir/Skyrsla_Lagning%20jardstrengja%20a-%20haerri%20spennum.pdf

⁷ https://www.landsnet.is/library/Skjol/Um-okkur-/utgafa-og-samskipti/Skyrslur/Jardstrengir/Jar%C3%B0strengslengdir%20%C3%AD%20meginflutningskerfinu_sk%C3%BDrs_la_uppf.pdf

8

<https://www.landsnet.is/library/Skrar/Landsnet/Skýrslur/Tengipunktur%20vi%C3%B0%20%C3%8Dsafjar%C3%B0ardj%C3%BAp%20og%20tenging%20Hval%C3%A1r%20-%20Kerfisgreining%20-%20Lok.pdf>

4.10 Hagrænt mat á valkostum

Samkvæmt raforkulögum er Landsnet ábyrgt fyrir því að reka hagkvæmt og skilvirkt flutningskerfi. Erfitt er að meta þessi hugtök af nákvæmni því ávinningurinn af skilvirku flutningskerfi kemur fram hjá öllum raforkunotendum landsins, bæði fyrirtækjum og heimilum. Ávinningur þessi er mismikill eftir eðli notkunar en er langt umfram það sem notendur greiða fyrir flutninginn. Enn fremur eru tekjur Landsnets reglaðar sem flækir fyrir mati á ávinningi því það er ekkert jafnvægisverð á markaði. Til að meta ávinninginn þarf því að beita óbeinum aðferðum.

Enn fremur þarf að spá fyrir um þróun raforkueftirspurnar áratugi fram í tímann þar sem líftími flutningsmannvirkja getur vel farið yfir 50 ár. Þannig þarf að meta hvenær er orðið nauðsynlegt að ráðast í styrkingar á kerfinu svo ekki sé ráðist of snemma í að styrkja kerfið með óþarfa kostnaði fyrir notendur kerfisins.

Ávinningur af fjárfestingum í kerfinu skilar sér bæði í tekjum af auknum orkuflutningum og tilheyrandi atvinnustarfsemi en einnig í lækun ýmiss konar kostnaðar sem fellur til vegna takmarkana í flutningskerfinu. Þar vega þýngst minni flutningstakmarkanir og bætt nýting virkjana. Í þessum kafla verður fjallað um aðferðina sem beitt var við þetta þjóðhagslega mat, forsendur og sviðsmyndir.

Þjóðhagslegur ávinningur af starfsemi flutningskerfisins hefur áður verið metinn, sjá t.d. skýrslu Landsnets frá árinu 2013 sem nefnist Þjóðhagslegt gildi uppbyggingar flutningskerfis Landsnets [9] og í kerfisáætlunum undanfarinna ára. Áfram er byggt á sömu grunnaðferð en nýjum aðferðum bætt við og öðrum breytt. Forsendur hafa verið uppfærðar í samræmi við Raforkuspá og þá valkosti til uppbyggingar sem kynntir eru í kerfisáætlun.

Þær forsendubreytingar frá fyrra ári sem mestu máli skipta eru:

- Nýjar valkostagreiningar um uppbyggingu kerfisins.
- Uppfærðar sviðsmyndir um raforkunotkun.
- Breytt olíuverð.
- Breytingar á kostnaði við flutningstöp.

Nýjar valkostagreiningar hafa verið lagðar fram og þar er skýrasti munurinn frá síðasta ári að svokallaður c-valkostur sem gerði ekki ráð fyrir samtengingu frá Hvalfirði til Austurlands hefur verið felldur út enda var hann lakastur allra kosta, bæði tæknilega og þjóðhagslega. Þess í stað er nú unnið með þrjá valkosti í samtals fjórum útfærslum. Sá fyrsti er styrking frá Hvalfirði til Austurlands en sú styrking er sameiginleg öllum valkostum. Í honum er hvorki gert ráð fyrir tengingu yfir miðhálandið né styrkingu hringsins sunnan Vatnajökuls. Annar valkostur er útfærður með tveimur misdýrum lausnum á hálendistengingu til viðbótar við styrkingu frá Hvalfirði til Austurlands. Þriðji valkosturinn gerir ráð fyrir styrkingu á byggðalínunni sunnan Vatnajökuls til viðbótar við styrkingu frá Hvalfirði til Austurlands.

Lagt hefur verið hagrænt mat á þessa valkosti. Hver valkostur er metinn út frá fjórum sviðsmyndum Raforkuspár fram til ársins 2050. Matið sem fram kemur í eftirfarandi töflum byggist á núvirtum kostnaði á tímabilinu m.v. 5,32% reiknivexti.

Líftími rekstrareininga í flutningskerfinu er ýmist 40 eða 50 ár sem er vel umfram það tímabil sem Raforkuspá tekur til, sérstaklega ef litið er til þess að hér er verið að greina fjárfestingar sem munu koma til að nálægt 10 árum liðnum. Til að meta endurgreiðslutíma þeirra fjárfestinga sem hafa ekki borgað sig á þeim tíma er því miðað við óbreytt ástand í raforkumálum eftir árið 2050. En ár eftir 2050

eru ekki tekin með í reikninginn þegar borinn er saman kostnaður og ábati í valkostagreiningu, einungis við mat á endurgreiðslutíma.

Hvers kyns vandkvæði á raforkuflutningi mynda bæði beinan og óbeinan kostnað fyrir samfélagið. Í því mati sem hér er lagt fram er litið til eftirfarandi kostnaðar- og ábataliða:

- Kostnaður við flutningstöp.
- Kostnaður við flutningstakmarkanir í meginflutningskerfinu.
- Kostnaður við rekstrartruflanir.
- Ábati af bættri nýtingu virkjana.

Fyrirnefndir kostnaðarliðir hafa verið metnir fyrir óbreytt kerfi (svokallaðan núllkost) og alla valkosti í öllum sviðsmyndum. Matið er byggt á tæknilegum eiginleikum flutningskerfisins og út frá þeim er kostnaðurinn metinn. Kostnaður í valkostunum er borinn saman við núllkost skv. sviðsmynd um raforkunotkun.

Forsendur útreikninga eru byggðar nýjustu endurskoðun á sviðsmyndum um raforkunotkun 2017-2050 sem þróaðar voru af Raforkuhópi orkuspárnefndar og gefnar út í desember 2017 [3]. Grunnsviðsmyndin er *Raforkuspá* 2017 [3] en við hana bætast þrjár sviðsmyndir. Sviðsmyndirnar nefnast *Hægar framfarir*, *Græn framtíð* og *Aukin stórnotkun*. Lýsingu á sviðsmyndum má finna í kafla 1.3 en fyrir ítarlegar upplýsingar er vísað á skýrslu Raforkuhóps orkuspárnefndar sem vísað er til í textanum hér að ofan.

Í sviðsmyndinni *Hægar framfarir* vex raforkunotkun hægar en í *Raforkuspá* á meðan hún eykst hraðar í sviðsmyndinni *Græn framtíð*, m.a. vegna orkuskipta í samgöngum. Aukning umfram *Raforkuspá* kemur þá í gegnum dreifiveitur. Sviðsmyndin *Aukin stórnotkun* gerir hins vegar ráð fyrir að notkun almennings fylgi *Raforkuspá* en að notkun stórnotenda aukist einnig yfir tímabilið.

Mikilvægt er fyrir lesendur að hafa í huga að sviðsmyndir um raforkunotkun eru ekki ætlaðar til að lýsa framtíðarsýn Landsnets heldur til þess að ramma inn mögulega framtíðarþróun og gera mat á mismunandi valkostum mögulegt. Með ólíkum sviðsmyndum um bæði þróun raforkunotkunar og uppbyggingu kerfisins er lesanda auðveldað að skilja samhengi uppbyggingar kerfisins, raforkunotkunar og arðsemi, ásamt mögulegum áhrifum á gjaldskrá Landsnets.

Ávinningur valkosta er settur fram bæði í krónum og sem mat á endurgreiðslutíma valkostanna, þ.e. hversu mörg ár ávinningurinn er að borga fjárfestinguna til baka. Ávinningur valkostanna er að einhverju leyti háður tæknilegum eiginleikum þeirra en meira máli skiptir hvernig þróun raforkuflutnings verður. Hagkvæmni allra valkosta vex með auknum flutningi eins og sjá má í töflu 4-19 um endurgreiðslutíma valkosta eftir sviðsmyndum. En umtalsverður munur getur þó verið á ábata og endurgreiðslutíma valkosta innan hvernar sviðsmyndar.

Fyrir hverja sviðsmynd er kostnaður við hvern valkost borinn saman við sambærilegan kostnað við núllkostinn, óbreytt flutningskerfi. Ávinningur birtist í lækkuðum þjóðhagslegum kostnaði sem bætt flutningskerfi raforku stuðlar að.

Núvirtur kostnaður við uppbyggingu valkosta breytist ekki milli sviðsmynda þar sem verið er að bera ákveðnar lausnir saman við ólíkar sviðsmyndir. Aðrir þættir breytast hins vegar milli sviðsmynda, bæði munur á þjóðhagslegum kostnaði og endurgreiðslutími.

Ávinningurinn er í framhaldinu borinn saman við núvirtan kostnað framkvæmdaáætlunar til að ákvarða endurgreiðslutíma valkostanna.

Hér verður fjallað um hverja sviðsmynd fyrir sig og svo niðurstöður dregnar saman í kafla 4.10.5.

4.10.1 Raforkuspá

Í töflu Tafla 4-12 má sjá niðurstöður fyrir sviðsmyndina *Raforkuspá*. Án styrkinga á kerfinu væri samanlagður þjóðhagslegur kostnaður rúmir 63 milljarðar króna á tímabilinu. Til samanburðar yrði heildarkostnaður við valkostina á bilinu 36-49 milljarðar króna. Ávinningur valkosta er svipaður, á bilinu 30-31 milljarðar króna og mesti ávinningurinn í valkosti B. Ávinningurinn umfram hina valkostina er þó ekki mikill og metinn endurgreiðslutími er lengri fyrir þennan valkost en fyrir bæði 10 ára áætlun og H.1. Lengsti endurgreiðslutíminn er svo í valkosti H.2, 46 ár.

Mesti ávinningurinn fæst með bættri nýtingu virkjana sem gert er ráð fyrir að skili tæpum 17 milljörðum króna á tímabilinu. Einnig munar talsvert um minni kostnað flutningstakmarkanir sem lækkar um sem nemur 7 milljörðum króna. Sá ábati er jafn í öllum valkostum enda fæst hann með styrkingum sem eru sameiginlegar þeim öllum. Rekstrartruflanir lækka einnig um en gera má ráð fyrir því að kostnaður við þær lækki um 3,9-4,6 milljarða, mest í valkosti B en minnst í 10 ára áætlun.

Kostnaðarhlutfall valkosta m.v. núllkost er á bilinu 50,7-52,7% og endurgreiðslutími 37-46 ár.

	Núll	10 ára áætlun	H.1	H.2	B
	Mkr.	Mkr.	Mkr.	Mkr.	Mkr.
Flutningstöp	33.386	31.408	31.049	31.049	30.872
Flutningstakmarkanir	7.347	220	220	220	220
Betri nýting virkjana	0	-16.894	-16.894	-16.894	-16.894
Rekstrartruflanir	22.855	18.787	18.546	18.546	18.065
Samtals	63.587	33.521	32.922	32.922	32.263
Hlutfall m.v. núllkost	0	52,7%	51,8%	51,8%	50,7%

TAFLA 4-12 : SAMANBURÐUR Á NÚVIRTUM ÞJÓÐHAGSLEGUM KOSTNAÐI VEGNA ÞEIRRA ÞÁTTA SEM METNIR HAFU VERIÐ FRÁ 2020-2050 FYRIR VALKOSTI OG RAFORKUSPÁ EF VIÐKOMANDI VALKOSTUR VÆRI ÞRÓAÐUR Á TÍMABILINU Í SAMRÆMI VIÐ FRAMKVÆMDAÁÆTLUN

Núvirtur kostnaður við uppbyggingu valkosta breytist ekki milli sviðsmynda þar sem verið er að bera ákveðnar lausnir saman við ólíkar sviðsmyndir. Aðrir þættir breytast hins vegar milli sviðsmynda, bæði munur á þjóðhagslegum kostnaði og endurgreiðslutími.

Endurgreiðslutími valkosta ef miðað er við Raforkuspá er metinn á bilinu 37-46 ár, stýstur í fyrstu tveimur valkostunum en lengstur í valkostinum H.2 sem er dýrari útfærsla af H.1. Nettóábati er hins vegar mestur í fyrsta valkosti þar sem hann er ódýrastur og munar þar meiru en á ábata við aðra valkosti.

	10 ára áætlun	H.1	H.2	B
Heildarávinningur m.v. núllkost fram til 2050	30.066	30.666	30.666	31.324
Núvirtur kostnaður uppbyggingar	36.368	38.340	48.922	47.602
Endurgreiðslutími í árum	37	37	46	44

TAFLA 4-13 : NÚVIRTUR KOSTNAÐUR VIÐ UPPBYGGINGU VALKOSTANNA (MAKR.) OG ENDURGREIÐSLUTÍMI Í ÁRUM Í RAFORKUSPÁ.

Tafla 4-13 sýnir heildarávinning valkosta fram til ársins 2050, núvirtan kostnað við uppbyggingu valkostanna og þann þjóðhagslega kostnað sem sparast samanborið við núllkostinn. Eins og sést í töflunni er heildarávinningur vegna allra valkosta lægri fram til ársins 2050 en núvirtur kostnaður uppbyggingar. Þetta þýðir að valkostir verða ekki búnir að borga sig upp árið 2050. Þeir munu þó halda áfram að skila ávinningi eftir þann tíma. Miðað við þessa sviðsmynd mun t.d. 10 ára áætlun vera búinn að borga sig upp að 37 árum liðnum og skila hreinum ábata eftir það.

Sé miðað við 50 ára afskriftatíma loftlína gefur mat á endurgreiðslutíma því til kynna að allir valkostirnir séu hagkvæmir en meðalendurgreiðsutími valkosta miðað við *Raforkuspá* er er 40,8 ár.

4.10.2 Hægar framfarir

Í töflu Tafla 4-14 má sjá niðurstöður fyrir sviðsmyndina *Hægar framfarir*. Heildarkostnaður við núllkostinn er metinn nærri 54 milljörðum króna. Til samanburðar er fjárfestingakostnaður við valkostina 36-49 milljarðar.

Sparnaður sem næst fram með valkostunum er um 22-24 milljarðar þar en þar munar mikið um að kostnaður við flutningstakmarkanir er einungis um 573 milljónir í núllkosti ef þessi sviðsmynd rætist. Kostnaður við takmarkanir í hinum valkostunum er 165 og munurinn því einungis 408 milljónir. Munur á kostnaði við flutningstöp er á bilinu 1-1,7 milljarðar en stærsti ábataliðurinn er bætt nýting virkjana sem skilar 17 milljörðum. Næst stærsti ábataliðurinn er minni rekstrartruflanir. Virði minni rekstrartruflana er metið á bilinu 3,9-4,6 milljarðar króna.

Munurinn á núllkosti og valkostunum er því frekar lítill ef bætt nýting virkjana er undanskilin.

	Núll	10 ára áætlun	H.1	H.2	B
	Mkr.	Mkr.	Mkr.	Mkr.	Mkr.
Flutningstöp	30.941	29.913	29.381	29.381	29.257
Flutnings- takmarkanir	573	165	165	165	165
Betri nýting virkjana	0	-16.894	-16.894	-16.894	-16.894
Rekstrartruflanir	22.212	18.291	18.063	18.063	17.606
Samtals	53.726	31.475	30.716	30.716	30.136
Hlutfall, %		58,6%	57,2%	57,2%	56,1%

TAFLA 4-14 : SAMANBURÐUR Á NÚVIRTUM ÞJÓÐHAGSLEGUM KOSTNAÐI VEGNA ÞEIRRA ÞÁTTA SEM METNIR HAFU VERIÐ FRÁ 2020-2050 FYRIR VALKOSTI OG *HÆGAR FRAMFARIR* EF VIÐKOMANDI VALKOSTUR VÆRI ÞRÓAÐUR Á TÍMABILINU Í SAMRÆMI VIÐ FRAMKVÆMDAÁÆTLUN

Tafla 4-15 sýnir kostnað og endurgreiðslutíma fyrir valkosti í *Hægum framförum*. Núvirtur kostnaður við uppbyggingu valkosta er eins og áður á bilinu 36-49 milljarðar króna. Þjóðhagslegur sparnaður fram til ársins 2050 miðað við núllkost er á bilinu 22-24 milljarðar sem þýðir að endurgreiðslutími í þessari

sviðsmynd er á bilinu 57-117 ár eða 76 ár að meðaltali. Með öðrum orðum væru þessir valkostir ekki þjóðhagslega hagkvæmir ef sviðsmyndin um *Hægar framfarir* myndi raungerast.

	10 ára áætlun	H.1	H.2	B
Heildarávinningur m.v. núllkost fram til 2050	22.251	23.011	23.011	23.591
Núvirtur kostnaður uppbyggingar	36.368	38.340	48.922	47.602
Endurgreiðslutími í árum	57	57	117	72

TAFLA 4-15 : NÚVIRTUR KOSTNAÐUR VIÐ UPPBYGGINGU VALKOSTANNA (MKR.) OG ENDURGREIÐSLUTÍMI Í ÁRUM Í *HÆGUM FRAMFÖRUM*

4.10.3 Græn framtíð

Í *Grænni framtíð* er raforkunotkun í gegnum dreifiveitur meiri en í *Raforkuspá* sem gerir fjárfestingar í kerfinu ábatasamari. Kostnaður við núllkostinn hækkar með stóru auknum kostnaði við flutningstakmarkanir. Ávinningurinn af því að komast hjá flutningstakmörkunum er metinn um 32,6 milljarðar króna á tímabilinu og er jafn í öllum valkostum.

Flutningstöp aukast einnig verulega í núllkosti og ávinningur við minnkun þeirra er um 2,7-3,4 milljarðar króna sem er á bilinu 36-42% meira en í *Raforkuspá*. Kostnaður við rekstrartruflanir hækka um rúm 4% frá *Raforkuspá* og er á bilinu 4,2-5 milljarðar króna. Þá er bætt nýting virkjana metin á tæpa 17 milljarða króna.

	Núll	10 ára áætlun	H.1	H.2	B
	Mkr.	Mkr.	Mkr.	Mkr.	Mkr.
Flutningstöp	36.590	33.883	33.263	33.263	33.175
Flutningstakmarkanir	32.751	128	128	128	128
Betri nýting virkjana	0	-16.894	-16.894	-16.894	-16.894
Rekstrartruflanir	23.617	19.382	19.129	19.129	18.621
Samtals	92.958	36.499	35.626	35.626	35.030
Hlutfall m.v. núllkost	0	39,3%	38,3%	38,3%	37,7%

TAFLA 4-16 : SAMANBURÐUR Á NÚVIRTUM ÞJÓÐHAGSLEGUM KOSTNAÐI VEGNA ÞEIRRA ÞÁTTA SEM METNIR HAFU VERIÐ FRÁ 2018-2050 FYRIR VALKOSTI OG *GRÆNA FRAMTÍÐ* EF VIÐKOMANDI VALKOSTUR VÆRI ÞRÓAÐUR Á TÍMABILINU Í SAMRÆMI VIÐ FRAMKVÆMDAÁÆTLUN

Mismunur á núllkosti og valkosti er mestur í B þar sem munar 57,9 milljörðum en minnstu munar á 10 ára áætlunar og núllkosti, 56,5 milljörðum.

Hærri ávinningur valkostanna í þessari sviðsmynd leiðir af sér að endurgreiðslutími valkostanna er styttri, þ.e. 24-28 ár, stytur í 10 ára áætlun og H.1 en lengstur í H.2 og B. Meðalendurgreiðslutími valkosti í þessari sviðsmynd er 26 ár, rétt rúmlega hálfur afskriftartími loftlínu.

	10 ára áætlun	H.1	H.2	B
Heildarávinningur m.v. núllkost fram til 2050	56.459	57.332	57.332	57.928
Núvirtur kostnaður uppbyggingar	36.368	38.340	48.922	47.602
Endurgreiðslutími í árum	24	24	28	28

TAFLA 4-17 : NÚVIRTUR KOSTNAÐUR VIÐ UPPBYGGINGU VALKOSTANNA (MKR.) OG ENDURGREIÐSLUTÍMI Í ÁRUM Í *GRÆNNI FRAMTÍÐ*

4.10.4 Aukin stórnotkun

Í *Aukinni stórnotkun* er raforkunotkun þó nokkuð meiri en í *Raforkuspá* og *Grænni framtíð*. Kostnaður við flutningstakmarkanir í núllkosti er orðinn mun meiri en í öðrum sviðsmyndum. Sérstaklega verður hann hár undir lok tímabilsins, allt að 15 milljarðar króna árið 2050. Að núvirði er samanlagður kostnaður yfir tímabilið 39,9 milljarðar króna í núllkosti en sá kostnaður fellur í 762 milljónir í öllum valkostum. Ábatinn við að sleppa við þessar flutningstakmarkanir er því rúmir 39 milljarðar króna á tímabilinu.

Flutningstöp í núllkosti vaxa einnig verulega í þessari sviðsmynd og verða um 48 milljarðar, 15 milljörðum hærri en í *Raforkuspá*. Ábatinn við takmörkun flutningstapa í hverjum valkosti eykst í beinu samhengi og verður á bilinu 8-10 milljarðar.

Kostnaður við rekstrartruflanir lækkar um 4,8-5,7 milljarða, mest í valkosti B og minnst í 10 ára áætlun. Bætt nýting virkjana skilar svo tæpum 17 milljörðum króna ábata.

	Núll	10 ára áætlun	H.1	H.2	B
	Mkr.	Mkr.	Mkr.	Mkr.	Mkr.
Flutningstöp	47.975	39.672	37.943	37.943	37.571
Flutningstakmarkanir	39.873	762	762	762	762
Betri nýting virkjana	0	-16.894	-16.894	-16.894	-16.894
Rekstrartruflanir	25.937	21.141	20.834	20.834	20.220
Samtals	113.785	44.681	42.645	42.645	41.659
Hlutfall m.v. núllkost	0	393%	37,5%	37,5%	36,6%

TAFLA 4-18 : SAMANBURÐUR Á NÚVIRTUM ÞJÓÐHAGSLEGUM KOSTNAÐI VEGNA ÞEIRRA ÞÁTTA SEM METNIR HAFU VERIÐ FRÁ 2020-2050 FYRIR ALLA VALKOSTI OG AUKNA STÓRNOTKUN EF VIÐKOMANDI VALKOSTUR VÆRI ÞRÓAÐUR Á TÍMABLINU Í SAMRÆMI VIÐ FRAMKVÆMDAÁÆTLUN

Samtals er mismunur á valkostum og núllkosti á bilinu 69-72 milljarðar króna, mestur í valkosti mestur í B en minnstur í 10 ára áætlun.

Stóraukinn ábati stýttir endurgreiðslutímann enn frekar og er nú 21-27 ár, stýstur í valkostum 10 ára áætlun og H.1 en lengstur í H.2. Meðaltal endurgreiðslutíma í þessari sviðsmynd er 23,3 ár.

	10 ára áætlun	H.1	H.2	B
Heildarávinningur m.v. núllkost fram til 2050	69.104	71.139	71.139	72.126
Núvirtur kostnaður uppbyggingar	36.368	38.340	48.922	47.602
Endurgreiðslutími í árum	21	21	27	24

TAFLA 4-19 : NÚVIRTUR KOSTNAÐUR VIÐ UPPBYGGINGU VALKOSTANNA (MKR.) OG ENDURGREIÐSLUTÍMI Í ÁRUM Í AUKINNI STÓRNOTKUN

4.10.5 Samantekt á niðurstöðum

Niðurstöðurnar í ár sýna að líkt og undanfarin ár ræðst þjóðhagsleg arðsemi meira af sviðsmyndum um raforkunotkun en þeim valkostum sem eru til skoðunar um styrkingu flutningskerfisins. Ef sviðsmyndin *Hægar framfarir* raungerist munu fyrirætlaðar framkvæmdir ekki borga sig en Landsnet mun haga uppbyggingu sinni í samræmi við langtíma væntingar um raforkueftirspurn. Verði þróun raforkunotkunar í samræmi við *Raforkuspá* mun það borga sig að klára tengingu frá Hvalfirði til

Austurlands með eða án T-tengingar yfir hálendið. Þá mun einnig borga sig að klára hringinn, valkost B, en sá valkostur hefur lengri endurgreiðslutíma eða 44 ár. Í hinum tveimur sviðsmyndunum, *Græn framtíð* og *Aukin stórnotkun*, munu allir valkostir borga sig langt áður en líftíma þeirra líkur. 10 ára áætlun mun greiðast upp á 21-24 árum í þeim sviðsmyndum sem er innan við helmingur af afskriftartíma háspennulínu. Tafla 4-20 sýnir endurgreiðslutíma valkosta eftir sviðsmyndum. Greinilega má sjá ráðandi áhrif sviðsmyndarinnar á endurgreiðslutíma í dálknum meðaltal.

	10 ára áætlun	H.1	H.2	B	Meðaltal
Hægar framfarir	57	57	117	72	76
Raforkuspá	37	37	46	44	41
Græn framtíð	24	24	28	28	26
Aukin stórnotkun	21	21	27	24	23
Meðaltal	35	35	55	42	

TAFLA 4-20: ENDURGREIÐSLUTÍMI VALKOSTA EFTIR SVIÐSMYNDUM

Líkt og með endurgreiðslutímamann má sjá að heildarávinningur valkosta ræðst fyrst og fremst af sviðsmyndum um raforkunotkun. Eins og sjá má í dálknum Meðaltal þá er munurinn á ávinningi margfaldur milli sviðsmynda. Til dæmis er ávinningur valkosta að jafnaði 71 milljarður í *Aukinni stórnotkun* en 31 í *Raforkuspá*, hlutfallslegur aukning um 131%. Til samanburðar er meðalávinningur valkosta á bilinu 44,5-46,2 milljarðar eða 4%.

	10 ára áætlun	H.1	H.2	B	Meðaltal
Hægar framfarir	22.251	23.011	23.011	23.591	22.966
Raforkuspá	30.066	30.666	30.666	31.324	30.680
Græn framtíð	56.459	57.332	57.332	57.928	57.263
Aukin stórnotkun	69.104	71.139	71.139	72.126	70.877
Meðalávinningur	44.470	45.537	45.537	46.242	

TAFLA 4-21: HEILDARÁVINNINGUR VALKOSTA EFTIR SVIÐSMYNDUM

Tafla 4-20 og Tafla 4-21 sýna nokkuð skýrt að þeir valkostir sem lagðir eru fram í þessari kerfisáætlun geta allir verið þjóðhagslega hagkvæmir ef þróun raforkunotkunar fer fram í samræmi við sviðsmyndirnar *Græn framtíð* og *Aukin stórnotkun*. Engin þeirra virðist hins vegar hagkvæm ef sviðsmyndin *Hægar framfarir* rætist. Sé litið til *Raforkuspár* eru valkostirnir 10 ára áætlun og H.1 hagkvæmastir. Landsnet mun eftir sem áður halda áfram að fylgjast með þróun raforkunotkunar og haga uppbyggingu sinni þannig að kröfur um þjóðhagslega arðsemi sé uppfyllt.

4.11 Umhverfismat valkosta

Til samanburðar á valkostum er mat á umhverfisáhrifum allra valkosta sem eru til umfjöllunar í langtímaáætlun tekið saman í eina töflu:

Umhverfisþættir	10 ára áætlun	Hálendisleið (H.1)	Hálendisleið (H.2)	Byggðalínuleið (B)
Náttúrufar og auðlindir	Jarðstrengur			Jarðstrengur
Landslag og ásýnd	- / 0	-	-	- / 0
Jarðminjar	-	-	-	-
Vatnafar og vatnsvernd	- / 0	- / 0	- / 0	- / 0
Lífriki	- -	-	-	- -
Menningarminjar	- / 0	- / 0	- / 0	- / 0
Loftslag	- / 0	- / 0	- / 0	- / 0
Landnýting	-	- / 0	- / 0	- / 0
Samfélag				
Heilsa	- / 0	- / 0	- / 0	- / 0
Atvinnuuppbygging	+	++	++	++
Ferðaþjónusta	- / 0	-	-	-
Skipulagsáætlanir og eignarhald	- / 0	- / 0	- / 0	- / 0

Skýringar

Mikil jákvæð (+ +)	Jákvæð (+)	Óveruleg (-/0 +/0)	Neikvæð (-)	Mikil neikvæð (- -)
--------------------	------------	--------------------	-------------	---------------------

TAFLA 4-22 : UMHVERFISMAT VALKOSTA Á LANGTÍMAÁÆTLUN

Tafla 4-22 sýnir helstu niðurstöður umhverfismats kerfisáætlunar 2020-2029. Áætlun næstu 10 ára og valkostir um framtíðarþróun flutningskerfisins munu hafa **neikvæð og/eða mikil neikvæð** áhrif á einhvern þeirra umhverfisþátta sem var til skoðunar. Áhrif eru líkleg til að vera **óveruleg** á loftslag, heilsu og skipulagsáætlanir og eignarhald. **Óvissa** er um áhrif valkosta á menningarminjar.

Ef horft er til valkosta um framtíðarþróun flutningskerfisins til næstu 30 ára felst megin munur áhrifa í því hvort flutningsleið fari um hálendið (H kostir) eða fari meðfram núverandi byggðalínu (B kostur)

- Helstu umhverfisáhrif H | Hálendisleiðar felast í framkvæmdum á hálendinu og breytingum á ásýnd og víðernum. Valkostir fela báðir í sér jarðstrengi að hluta eða alla leið sem dregur úr áhrifum.
- Helstu umhverfisáhrif B | Byggðalínuleiðar felast í að hún fer um mörg náttúruverndarsvæði og hefur áhrif á fleiri umhverfisþætti en H kostir.

Rétt er að geta þess að með styrkingu á meginflutningskerfinu geta skapast aðstæður til þess að taka niður aðrar línur. Niðurrif þeirra lína minnkar ekki neikvæð áhrif af nýrri línu og því ekki bein mótvægisáðgerð, en hefur óbein jákvæð áhrif þar sem línan er tekin niður. Nýjar línur þurfa því ekki að leiða til aukningar á heildarlengd loftlína á svæðisvísu.

Matsvinnan leiðir fram mun á milli valkosta og tillögur að mótvægisaðgerðum og áherslupáttum sem þarf að taka tillit til við hönnun og undirbúning einstakra framkvæmda sem geta nýst til að draga úr eða koma í veg fyrir neikvæð umhverfisáhrif.

5 Áhrif áætlaðra fjárfestinga á flutningskostnað

Það fór væntanlega ekki fram hjá mörgum að síðasti vetur reyndi mikið á flutningskerfi landsins, sem og aðra grunninnviði. Í ljós komu veikleikar sem urðu til þess að rafmagnsleysi varð á stórum hluta landsins. Viðbrögð stjórnvalda við þessum atburðum voru auknar kröfur um fjárfestingar í grunninnviðum til að styrkja þessi grunnkerfi þjóðarinnar þannig að þau standi betur af sér þá árun sem svona veður er. Að auki bættist við heimsfaraldur með tilheyrandi lokun landsins og efnahagssamdrætti. Styrking flutningskerfisins er einnig hluti af viðbrögðum stjórnvalda við þeim samdrætti. Það hefur því verið mótuð afgerandi stefna um uppbyggingu flutningskerfisins.

Landsnet setur nú fram einungis einn uppbyggingarvalkost þar sem breytingar á flutningskostnaði eru metnar út frá fjórum mismunandi orkunotkunarsviðmyndum sem gefnar eru út af orkuspárnefnd orkustofnunnar.

5.1 Staða flutningsgjaldskrár og áhrif uppbyggingar flutningskerfisins

Flutningsgjaldskrá Landsnets er í grunninn byggð á samspili fluttrar raforku, rekstrarkostnaðar, afskrifta og arðsemi eignastofns. Það flækir hins vegar oft myndina að þessir þættir og aðrir sem skipta máli eru síbreytilegir og utan áhrifa fyrirtækisins. Flutningsgjaldskráin er því í raun byggð á kvikum grunni og mun óhjákvæmilega sveiflast í kringum meðaltal til lengri tíma.

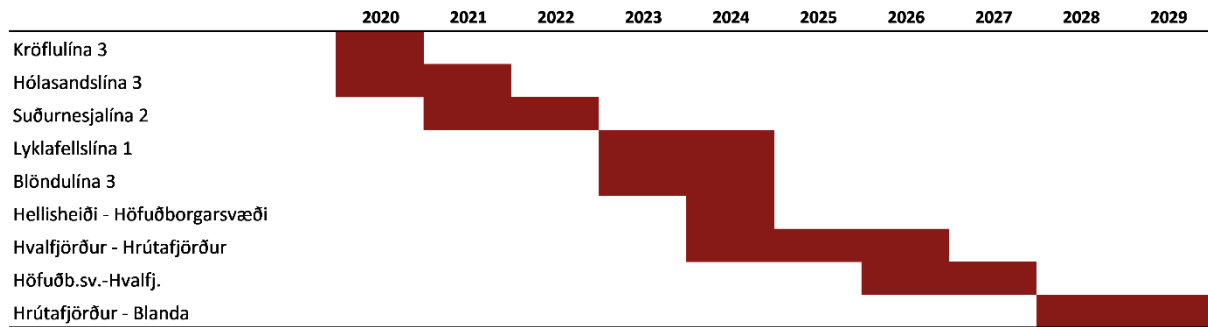
Í þeim útreikningum sem fylgja er ekki gert ráð fyrir breytingum á ytri aðstæðum. Þá er gert ráð fyrir því í þessari áætlun að flutt raforka fylgi þeim sviðsmyndum sem Raforkuhópur orkuspárnefndar hefur skilgreint, en niðurstöður þessara útreikninga lýsa hvorki markmiðum né stefnu Landsnets í flutningsgjaldskrármálum. Tilgangurinn með þessum útreikningum er að sýna samspil þeirra þátta sem hafa áhrif á mögulega þróun flutningskostnaðar.

5.2 Áhrif framkvæmda næstu 10 ára á flutningsgjaldskrá

Til þess að meta áhrif fjárfestinga á flutningsgjaldskrá vegna raforkuflutninga þarf í grunninn að huga að tveimur þáttum. Annars vegar hvernig áætlað er að orkuflutningur muni koma til með að þróast og hins vegar tekjumörkum Landsnets. Tekjumörk eru þær heildartekjur sem félaginu er heimilt að innheimta af viðskiptavinum sínum. Tekjumörkum er skipt í tvennt, annars vegar leyfðar tekjur af dreifiveitum og hins vegar af stórnotendum. Samkvæmt raforkulögum setur Orkustofnun Landsneti tekjumörk sem byggjast á eftirfarandi: sögulegum rekstrarkostnaði, afskriftum ásamt arðsemi eignastofns og veltufjármuna.

Framlag eignastofnsins til tekjumarkna er ráðandi þáttur í útreikningum þeirra en rekja má u.þ.b. 80% tekjumarkna stórnotenda og 70% tekjumarkna dreifiveitna til eignastofnsins. Í heildina er vægi eignastofns í tekjumörkum um 75%. Hann hefur hann því afgerandi áhrif á tekjustofn félagsins og þar með á flutningsgjaldskrá.

Tímaáætlun helstu línuframkvæmda í meginflutningskerfinu er eftirfarandi:



MYND 5-1: TÍMALÍNA LÍNUFRAMKVÆMDA

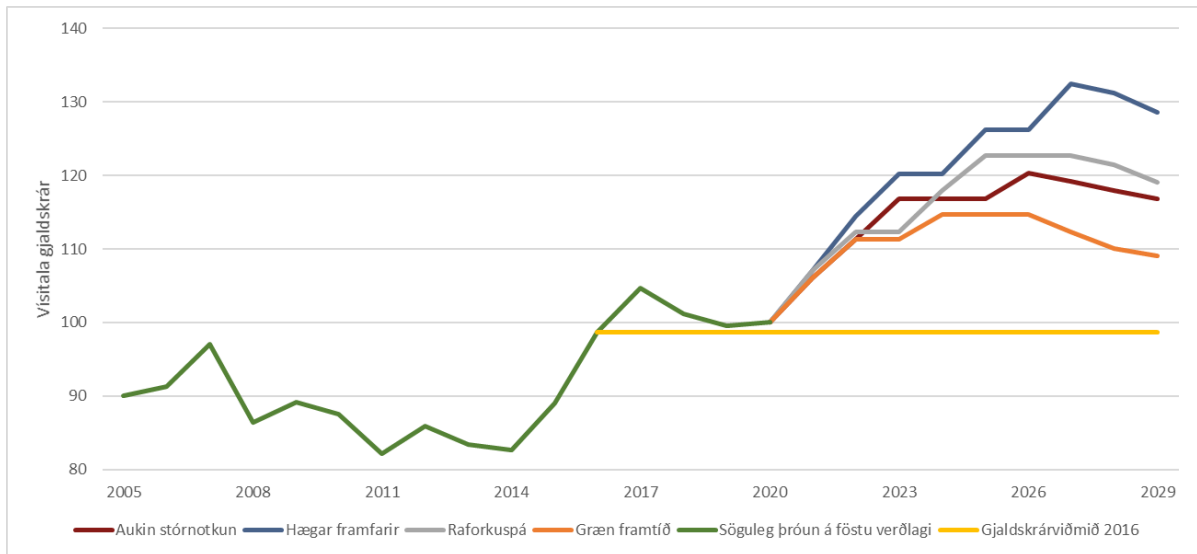
Tafla 5-1 sýnir fjárfestingarkostnað á 10 ára tímabili, en samtals nemur áætluð heildarfjárfesting rúmmum 90 milljörðum króna. Til samanburðar hafa fjárfestingar í flutningskerfinu undanfarin 10 ár numið að jafnaði um 3,4 milljörðum króna á ári og undanfarin fimm ár hafa fjárfestingar að jafnaði verið 4,7 milljarðar króna á ári. Stór verkefni sem áttu að vera komin til framkvæmda hafa frestast sem lækkar tölu undanfarinna ára og hækkar sömuleiðis fyrir séðan fjárfestingakostnað.

	Upphæð
Fjárfestingar í meginflutningskerfinu	72,2 mkr.
Fjárfestingar í svæðisbundnum kerfum	18,3 mkr.
Heildarfjárfesting	90,6 mkr.

TAFLA 5-1 : HEILDARMAGN FJÁRFESTINGA

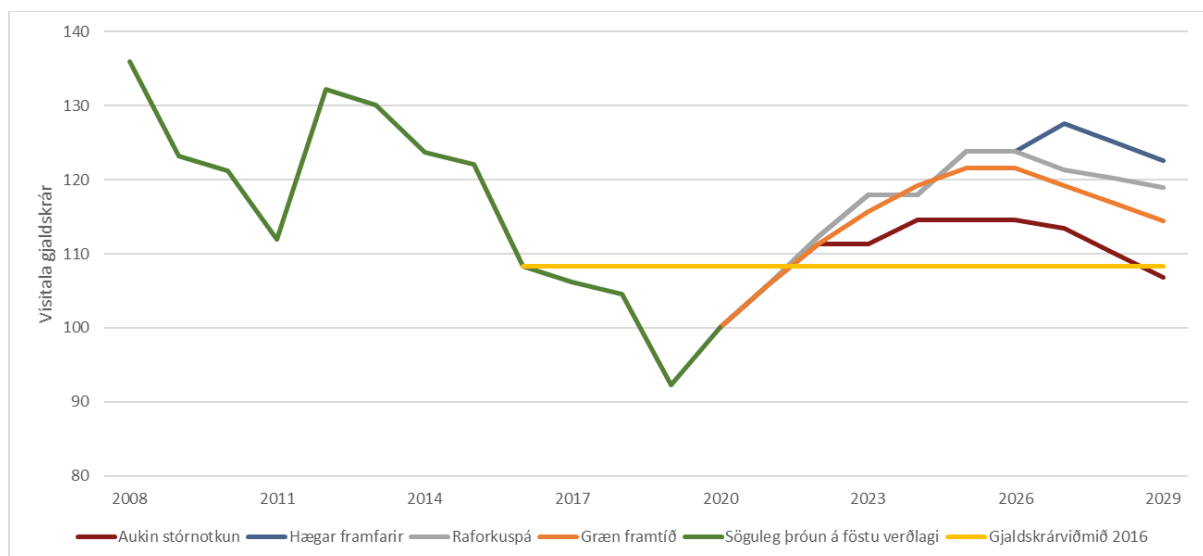
Tafla 5-1 sýnir hvernig fjárfestingar næstu 10 ára eru samsettar. Um fimmtung þeirra má rekja beint til fjárfestinga í svæðisbundnu kerfunum á meðan 80% fjárfestinga eru í meginflutningskerfinu. Fjárfestingum í meginflutningskerfinu er skipt upp á milli eignastofns stórnotenda og dreifiveitna þar sem um 28% fjárfestinga í meginflutningskerfinu falla undir eignastofn dreifiveitna og um 72% tilheyra eignastofni stórnotenda. Fjárfestingar í svæðisbundna kerfinu falla að öllu leiti undir eignastofn dreifiveitna og munu því samtals tæpur helmingur áætlaðra fjárfestinga næstu 10 ára tilheyra eignastofni dreifiveitna. Þegar haft er í huga að eignastofninn er ráðandi þáttur í tekjumarkað og gjaldskrárútreikningum og sömuleiðis að orkuflutningur til dreifiveitna er undir 20% af heildarflutningi má búast til að gjaldskrá dreifiveitna verði undir þrýstingi þegar fjárfestingar eru áætlaðar þetta miklar.

Mynd 5-2 sýnir mögulega þróun flutningskostnaðar til dreifiveitna. Frá árinu 2008 hafa fjárfestingar í flutningskerfinu snúið mikið að dreifiveitum. Viðbætur við eignastofn dreifiveitna hafa numið um 55% milli áranna 2009 og 2019. Á þessu tímabili hefur orkunotkun dreifiveitna einungis aukist um 10%. Þessi áhersla á fjárfestingar í kerfishluta dreifiveitna ásamt tiltölulega lítilli notkunaraukningu hafa átt sinn þátt í að þrýsta flutningsgjaldskrá dreifiveitna upp á við á undanfögnu. Eins og sést gera þær allar ráð fyrir gjaldskrárhækkunum á næstu 3-5 árum en að gjaldskrá muni ná stöðugleika og lækkunarfasi hefjast á ný að þessu uppbyggingartímabili loknu. Við lok þessa tímabils mun ný kynslóð byggðalínu opna fyrir alls kyns mögulega atvinnustarfsemi um land allt.



MYND 5-2: MÖGULEG GJALDSKRÁRÞRÓUN DREIFIVEITNA

Þegar litið er á hvernig flutningskostnaður til stórnotenda gæti þróast er myndin önnur. Sjá má miklar raunlækanir á undanförunum árum og gjaldskrá stórnotenda er því í sögulegu lágmarki. Komandi uppbyggingartímabil mun leiða af sér tímabundna hækkun á næstu 4-5 árum en fyrirséð er að gjaldskráin muni lækka aftur frá árinu 2027. Fyrirséð er að gjaldskrá muni fara tímabundið yfir sett langtíamarkmið Landsnets frá árinu 2016 en í lok spátímabilsins er lækkunarfasi hafinn í öllum sviðsmyndum. Þó er rétt að hafa í huga að samanburður til lengri tíma leiðir í ljós að gjaldskrá stórnotenda mun haldast lægri út spátímabilið en hún var að jafnaði áður en gjaldskrármarkmið var sett árið 2016, óháð því hvaða sviðsmynd raungerist. Raungerist sviðsmynd um aukna stórnotkun mun gjaldskrá stórnotenda fara undir viðmið í lok uppbyggingartímabilsins árið 2029.



MYND 5-3: MÖGULEG GJALDSKRÁRÞRÓUN STÓRNOTENDA

5.3 Samantekt á áhrifum framkvæmda á flutningskostnað

Áhrif sviðsmynda fyrir raforkunotkun eru veruleg á mögulega gjaldskrárþróun. Í stefnu stjórnvalda er lögð mikil áhersla á styrkingar svæðisbundnu kerfanna. Undanfarin ár hefur því mikið verið lagt í styrkingar á þeim og sú áhersla mun halda áfram í nágrenni framtíð. Fyrirséð er að markmið Landsnets um að hækka ekki flutningskostnað til lengri tíma mun að öllum líkindum ekki standast og flutningskostnaður til dreifiveitna mun hækka. Á móti kemur að afhendingaröryggi og afhendingargeta mun aukast. Hafa þarf jafnframt í huga að þættir utan áhrifa Landsnets geta breytt þessum niðurstöðum.

Í dag er flutningskostnaður stórnotenda í sögulegu lágmarki sé miðað við fast verðlag. Það kemur að hluta til vegna þess að Landsnet ákvað að lækka tímabundið gjaldskrá á stórnotendur til að endurgreiða umframtekjur fyrri ára. Fyrir liggur að sú lækkun muni ganga til baka 1. ágúst 2020. Ef litið er til næstu tíu ára má sjá að forsendur um raforkunotkun ráða miklu um hvernig gjaldskráin mun þróast en þó er flutningskostnaður í lok athugunartímabilsins í öllum sviðsmyndum lægri en hann var 2015. Sé horft til þeirra sviðsmynda þar sem aukning er í orkuflutningi til stórnotenda er ekki gert ráð fyrir miklum breytingum til lengri tíma litið.

Eins og fram kemur í þessum niðurstöðum er væntanleg þróun flutningskostnaðar háð breytilegum þáttum sem geta haft veruleg áhrif á flutningskostnað. Breytilegir þættir valda óvissu en geta Landsnets til að bregðast við og draga úr uppbyggingarhraða eða hætta við framkvæmdir minnkar hættu á of miklum flutningsgjaldskrárhækkunum ef raforkunotkun eykst hægar en gert er ráð fyrir. Samspil þessara þátta getur leitt til mjög breytilegra niðurstaðna, bæði til lækkunar flutningskostnaðar og hækkunar.

6 Heimildaskrá

1. Raforkulög nr. 65/2003, með síðari breytingum.
2. Reglugerð nr. 1048/2004 um gæði raforku og afhendingaröryggi.
3. Orkuspárnefnd. 2019. *Raforkuspá 2019-2050 – Endurreikningur á spá frá 2015 út frá nýjum gögnum og breyttum forsendum*. OS-2018/03, ISBN 978-9979-68-470-1.
4. Landsnet. 2019. *Kerfisáætlun Landsets 2019-2028 – Langtímaáætlun um þróun meginflutningskerfisins*. Landsnet-19010.
5. Lög um umhverfismat áætlana nr. 105/2006, með síðari breytingum.
6. Reglugerð um kerfisáætlun fyrir uppbyggingu flutningskerfis raforku nr. 870/2016. 7. október 2016.
7. Stefna stjórnvalda um lagningu raflína. Þingskjal 1355. 28. maí 2015.
8. Stefna stjórnvalda um uppbyggingu flutningskerfis raforku. Þingskjal 1244. 11. júní 2018.
9. Jón Vilhjálmsson og Friðrik Már Baldursson. 2013. *Þjóðhagslegt gildi uppbyggingar flutningskerfis Landsnets*. Efla verkfræðistofa.
10. Landsnet, ARA Engineering og Efla verkfræðistofa. 2017. *Jarðstrengslengdir í meginflutningskerfinu – Mat á mögulegum jarðstrengslengdum í nýju flutningskerfi á Norðurlandi*. Landsnet-17003.
11. <https://www.landsnet.is/arsskyrslur/arsskyrsla-2019/islenska/frammistoduskysrsla/yfirlit/>

7 Viðaukar

7.1 Matstöflur fyrir valkostagreiningu

Þessi kafli inniheldur matstöflur fyrir valkostagreiningu langtímaáætlunar. Fyrir hvern valkost sem fjallað er um í langtímaáætlun eru birtar niðurstöður matsþátta fyrir öll markmið.

7.1.1 Grunnástand – eftir 10 ára framkvæmdaáætlun

Öryggi

Með greiningum eru áhrif 10 ára framkvæmdaáætlunar á matsþætti öryggis metin og er niðurstaða matsins eftirfarandi:

Matsþáttur	Grunnur				2029				
	L		M		H	L	M		H
Tvítenging afhendingarstaða		X					X		
Stöðugleiki	X						X		
Náttúruvá		X						X	

TAFLA 7-1 : MAT Á EINKENNUM ÁHRIFA 10 ÁRA ÁÆTLUNAR Á NÚVERANDI STÖÐU

Áreiðanleiki afhendingar

Með greiningum eru áhrif 10 ára framkvæmdaáætlunar á matsþætti áreiðanleika afhendingar metin og er niðurstaða matsins eftirfarandi:

Matsþáttur	Grunnur			2029		
	L	M	H	L	M	H
Flöskuhálsar	X				X	
Ótíltæki		X			X	
Áreiðanleikastuðlar		X			X	

TAFLA 7-2 : MAT Á EINKENNUM ÁHRIFA 10 ÁRA ÁÆTLUNAR Á NÚVERANDI STÖÐU

Gæði raforku

Með greiningum eru áhrif 10 ára framkvæmdaáætlunar á matsþætti gæða raforku metin og er niðurstaða matsins eftirfarandi:

Matsþáttur	Grunnur				2029					
	L		M		H	L		M		H
Kerfisstyrkur	X							X		
Aflsveiflur	X								X	
Afhendingarspenna/ vikmörk		X								X

TAFLA 7-3 : MAT Á EINKENNUM ÁHRIFA 10 ÁRA ÁÆTLUNAR Á NÚVERANDI STÖÐU

Skilvirkni

Með greiningum eru áhrif 10 ára framkvæmdaáætlunar á matsþætti gæða raforku metin og er niðurstaða matsins eftirfarandi:

Matsþáttur	Grunnur			2029			
	L	M	H	L	M	H	
Flutningstöp	X			X			
Nýting virkjana	X						X

TAFLA 7-4 : MAT Á EINKENNUM ÁHRIFA 10 ÁRA ÁÆTLUNAR Á NÚVERANDI STÖÐU

Hagkvæmni

Með greiningum eru áhrif 10 ára framkvæmdaáætlunar á matsþætti hagkvæmni metin og er niðurstaða matsins eftirfarandi:

Matsþáttur	Grunnur			2029			
	L	M	H	L	M	H	
Hlutfallsleg afhendingargeta	X					X	
Endurgreiðslutími	X				X		

TAFLA 7-5 : MAT Á EINKENNUM ÁHRIFA 10 ÁRA ÁÆTLUNAR Á NÚVERANDI STÖÐU

7.1.2 Valkostur H.1 – Hálendisliða með 50 km jarðstreng

Öryggi

Með greiningum eru áhrif valkostiðsins á matsþætti öryggis metin og er niðurstaða matsins eftirfarandi:

Matsþáttur	Hægar framfarir			Raforkuspá			Græn framtíð				Aukin stórnotkun		
	L	M	H	L	M	H	L	M	H		L	M	H
Tvítenging afhendingarstaða		X			X				X			X	
Stöðugleiki		X			X			X				X	
Náttúruvá		X			X			X				X	

TAFLA 7-6 : MAT Á EINKENNUM ÁHRIFA VALKOSTS H.1 Á ÖRYGGI

Áreiðanleiki afhendingar

Með greiningum eru áhrif valkosti á matsþætti áreiðanleika afhendingar metin og er niðurstaða matsins eftirfarandi:

Matsþáttur	Hægar framfarir				Raforkuspá				Græn framtíð				Aukin stórnotkun			
	L		M		H	L		M		H	L		M		H	
Flöskuhálsar		X					X					X			X	
Ótíltæki			X					X				X				X
Áreiðanleikastuðlar		X					X				X				X	

TAFLA 7-7 : MAT Á EINKENNUM ÁHRIFA VALKOSTS H.1 Á ÁREIÐANLEIKA AFHENDINGAR

Gæði raforku

Með greiningum eru áhrif valkosti á matsþætti gæða raforku metin og er niðurstaða matsins eftirfarandi:

Matsþáttur	Hægar framfarir				Raforkuspá				Græn framtíð				Aukin stórnotkun			
	L		M		H	L		M		H	L		M		H	
Kerfisstyrkur			X					X			X				X	
Aflsveiflur			X					X				X			X	
Afhendingarspenna/ vikmörk		X					X					X			X	

TAFLA 7-8 : MAT Á EINKENNUM ÁHRIFA VALKOSTS H.1 Á GÆÐI RAFORKU

Skilvirkni

Með greiningum eru áhrif valkosti á matsþætti gæða raforku metin og er niðurstaða matsins eftirfarandi:

Matsþáttur	Hægar framfarir				Raforkuspá				Græn framtíð				Aukin stórnotkun			
	L		M		H	L		M		H	L		M		H	
Flutningstöp	X					X					X				X	
Nýting virkjana		X					X					X				X

TAFLA 7-9 : MAT Á EINKENNUM ÁHRIFA VALKOSTS H.1 Á SKILVIRKNI

Hagkvæmni

Með greiningum eru áhrif valkostiðsins á matsþætti hagkvæmni metin og er niðurstaða matsins eftirfarandi:

Matsþáttur	Hægar framfarir			Raforkuspá			Græn framtíð			Aukin stórnotkun		
	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H
Hlutfallsleg afhendingargeta	X				X		X			X		
Endurgreiðslutími	X				X			X				X

TAFLA 7-10 : MAT Á EINKENNUM ÁHRIFA VALKOSTS H.1 Á HAGKVÆMNI

7.1.3 Valkostur H.2 – Hálendisliða sem jafnstraumstenging (DC)

Öryggi

Með greiningum eru áhrif valkostiðsins á matsþætti öryggis metin og er niðurstaða matsins eftirfarandi:

Matsþáttur	Hægar framfarir			Raforkuspá			Græn framtíð			Aukin stórnotkun		
	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H
Tvítenging afhendingarstaða		X			X			X			X	
Stöðugleiki			X			X			X			X
Náttúruvá		X			X			X			X	

TAFLA 7-11 : MAT Á EINKENNUM ÁHRIFA VALKOSTS H.2 Á ÖRYGGI

Áreiðanleiki afhendingar

Með greiningum eru áhrif valkostiðsins á matsþætti áreiðanleika afhendingar metin og er niðurstaða matsins eftirfarandi:

Matsþáttur	Hægar framfarir			Raforkuspá			Græn framtíð			Aukin stórnotkun		
	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H
Flöskuhálsar	X			X			X			X		
Ótíltæki		X			X			X			X	
Áreiðanleikastuðlar	X			X			X			X		

TAFLA 7-12 : MAT Á EINKENNUM ÁHRIFA VALKOSTS H.2 Á ÁREIÐANLEIKA AFHENDINGAR

Gæði raforku

Með greiningum eru áhrif valkostiðsins á matsþætti gæða raforku metin og er niðurstaða matsins eftirfarandi:

Matsþáttur	Hægar framfarir				Raforkuspá				Græn framtíð				Aukin stórnotkun							
	L		M		H	L		M		H	L		M		H	L		M		H
Kerfisstyrkur		X					X					X					X			
Aflsveiflur				X				X					X						X	
Afhendingarspenna/ vikmörk			X					X					X					X		

TAFLA 7-13 : MAT Á EINKENNUM ÁHRIFA VALKOSTS H.2 Á GÆÐI RAFORKU

Skilvirkni

Með greiningum eru áhrif valkosti á matsþætti gæða raforku metin og er niðurstaða matsins eftirfarandi:

Matsþáttur	Hægar framfarir				Raforkuspá				Græn framtíð				Aukin stórnotkun							
	L		M		H	L		M		H	L		M		H	L		M		H
Flutningstöp	X					X					X					X				
Nýting virkjana		X					X					X					X			

TAFLA 7-14 : MAT Á EINKENNUM ÁHRIFA VALKOSTS H.2 Á SKILVIRKNI

Hagkvæmni

Með greiningum eru áhrif valkosti á matsþætti *hagkvæmni* metin og er niðurstaða matsins eftirfarandi:

Matsþáttur	Hægar framfarir				Raforkuspá			Græn framtíð				Aukin stórnotkun					
	L		M	H	L	M	H	L		M		H	L		M		H
Hlutfallsleg afhendingargeta		X				X			X				X				
Endurgreiðslutími	X					X					X					X	

TAFLA 7-15 : MAT Á EINKENNUM ÁHRIFA VALKOSTS H.2 Á HAGKVÆMNI

7.1.4 Valkostur B – Valkostur með hringtengingu

Öryggi

Með greiningum eru áhrif valkostsins á matsþætti öryggis metin og er niðurstaða matsins eftirfarandi:

Matsþáttur	Hægar framfarir			Raforkuspá			Græn framtíð			Aukin stórnotkun		
	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H
Tvítenging afhendingarstaða		X			X			X			X	
Stöðugleiki		X			X			X			X	
Náttúruvá		X			X			X			X	

TAFLA 7-16 : MAT Á EINKENNUM ÁHRIFA VALKOSTS B Á ÖRYGGI

Áreiðanleiki afhendingar

Með greiningum eru áhrif valkostsins á matsþætti áreiðanleika afhendingar metin og er niðurstaða matsins eftirfarandi:

Matsþáttur	Hægar framfarir			Raforkuspá			Græn framtíð			Aukin stórnotkun		
	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H
Flöskuhálsar		X			X			X			X	
Ótíltæki		X			X			X			X	
Áreiðanleikastuðlar		X			X			X			X	

TAFLA 7-17 : MAT Á EINKENNUM ÁHRIFA VALKOSTS B Á ÁREIÐANLEIKA AFHENDINGAR

Gæði raforku

Með greiningum eru áhrif valkostsins á matsþætti gæða raforku metin og er niðurstaða matsins eftirfarandi:

Matsþáttur	Hægar framfarir			Raforkuspá			Græn framtíð			Aukin stórnotkun		
	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H
Kerfisstyrkur		X			X			X			X	
Aflsveiflur		X			X			X			X	
Afhendingarspenna/ vikmörk		X			X			X			X	

TAFLA 7-18 : MAT Á EINKENNUM ÁHRIFA VALKOSTS B Á GÆÐI RAFORKU

Skilvirkni

Með greiningum eru áhrif valkostsins á matsþætti skilvirkni metin og er niðurstaða matsins eftirfarandi:

Matspáttur	Hægar framfarir				Raforkuspá				Græn framtíð				Aukin stórnotkun			
	L		M	H	L		M	H	L		M	H	L		M	H
Flutningstöp	X				X				X				X			
Nýting virkjana		X				X				X				X		

TAFLA 7-19 : MAT Á EINKENNUM ÁHRIFA VALKOSTS B Á SKILVIRKNI

Hagkvæmni

Með greiningum eru áhrif valkotsins á matsþætti hagkvæmni metin og er niðurstaða matsins eftirfarandi:

Matspáttur	Hægar framfarir				Raforkuspá				Græn framtíð				Aukin stórnotkun			
	L		M	H	L		M	H	L		M	H	L		M	H
Hlutfallsleg afhendingargeta			X				X				X			X		
Endurgreiðslutími	X						X				X				X	

TAFLA 7-20 : MAT Á EINKENNUM ÁHRIFA VALKOSTS B Á HAGKVÆMNI

7.1.5 Valkostur E – Engar frekari styrkingar Byggðalínu

Öryggi

Með greiningum eru áhrif valkotsins á matsþætti öryggis metin og er niðurstaða matsins eftirfarandi:

Matspáttur	Hægar framfarir				Raforkuspá				Græn framtíð				Aukin stórnotkun			
	L		M	H	L		M	H	L		M	H	L		M	H
Tvítenging afhendingarstaða	X				X				X				X			
Stöðugleiki	X				X				X				X			
Náttúruvá	X				X				X				X			

TAFLA 7-21 : MAT Á EINKENNUM ÁHRIFA VALKOSTS E Á ÖRYGGI

Áreiðanleiki afhendingar

Með greiningum eru áhrif valkotsins á matsþætti áreiðanleika afhendingar metin og er niðurstaða matsins eftirfarandi:

Matsþáttur	Hægar framfarir			Raforkuspá			Græn framtíð			Aukin stórnotkun		
	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H
Flöskuhálsar	X			X			X			X		
Ótíltæki	X			X			X			X		
Áreiðanleikastuðlar	X			X			X			X		

TAFLA 7-22 : MAT Á EINKENNUM ÁHRIFA VALKOTS E Á ÁREIÐANLEIKA AFHENDINGAR

Gæði raforku

Með greiningum eru áhrif valkotsins á matsþætti gæða raforku metin og er niðurstaða matsins eftirfarandi:

Matsþáttur	Hægar framfarir			Raforkuspá			Græn framtíð			Aukin stórnotkun		
	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H
Kerfisstyrkur	X			X			X			X		
Aflsveiflur	X			X			X			X		
Afhendingarspenna/ vikmörk	X			X			X			X		

TAFLA 7-23 : MAT Á EINKENNUM ÁHRIFA VALKOTS E Á GÆÐI RAFORKU

Skilvirkni

Með greiningum eru áhrif valkotsins á matsþætti skilvirkni metin og er niðurstaða matsins eftirfarandi:

Matsþáttur	Hægar framfarir			Raforkuspá			Græn framtíð			Aukin stórnotkun		
	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H
Flutningstöp	X			X			X			X		
Nýting virkjana	X			X			X			X		

TAFLA 7-24 : MAT Á EINKENNUM ÁHRIFA VALKOTS E Á SKILVIRKNI

Hagkvæmni

Með greiningum eru áhrif valkostiðs á matsþætti hagkvæmni metin og er niðurstaða matsins eftirfarandi:

Matsþáttur	Hægar framfarir				Raforkuspá				Græn framtíð				Aukin stórnotkun			
	L		M	H	L		M	H	L		M	H	L		M	H
Hlutfallsleg afhendingargeta		X				X				X			X			
Endurgreiðslutími		X					X					X				X

TAFLA 7-25 : MAT Á EINKENNUM ÁHRIFA VALKOSTS E Á HAGKVÆMNI

7.2 Niðurstöður PESTLE greiningar Hagsmunaráðs Landsnets

1. Það hefur tekist að byggja raforkukerfið í samræmi við þarfir

Raforka er hryggurinn í íslenskum hversdegi. Dagleg verkefni okkar byrja jafnan og enda með notkun rafmagns. Þá gildir einu hvort það er heima, í vinnu eða í félagslífi og áhugamálum. Það er góð hugarleikfimi að leita eftir og einangra þau verkefni sem krefjast ekki rafmagns en skapa á sama tíma verðmæti eða þróun í samfélaginu. Það hefur tekist að byggja upp raforkukerfið í samræmi við þarfir. Rafmagn er orka Íslands. Rafmagn er hreyfiaflið á bak við dagleg verkefni og verðmætasköpun. Það gerist ekkert án rafmagns. Það er því ótrúleg gæfa að hafa aðgengi að endurnýjanlegum orkuauðlindum sem hægt er að virkja með lágmarks eða afturkræfum áhrifum á náttúruna. Breytingar á næstu 10 árum geta átt sér ólíkan uppruna, eins og greiningar fulltrúa í Hagsmunaráði sýna. Efnahagslegar breytingar geta innihaldið bæði þrengingar og vöxt. En hvort sem gerist, þá þarf svæðisbundinn aðgangur að öruggu rafmagni liggja fyrir. Fyrir utan hina augljósu heildrænu uppbyggingu þá er ekki síður mikilvægt að leggja áherslu á smáar svæðisbundnar framkvæmdir, þannig að svæði verði ekki eins viðkvæm fyrir stóra kerfinu. Með traustu raforkukerfi þá geta atvinnusvæði um allt land nýtt möguleika, tækifæri og nauðsyn til vaxtar eða sjálfsbjargar.

Forgangur

Sviðsmyndin var valin hæst í forgangi með tuttugu forgangsstig. Í mati á mikilvægi fékk sviðsmyndin fullt hús stiga þegar þátttakendur mátu mikilvægi þess að sviðsmyndin yrði að raunveruleika árið 2030. Þátttakendur á fundinum töldu frammistöðuna slaka og nauðsynlegt sé að gera betur. Þegar borið er saman mikilvægi þessarar sviðsmyndar, þá þarf greinilega að gera betur, þar sem mikilvægi sviðsmyndarinnar um raforkuframleiðslu í samræmi við þarfir kom ótvírætt fram í mati þátttakenda. Miðað við það að verkefnið er fremst í forgangi en núverandi frammistaða er metin slök, þá er virkilega mikilvægt að spýta í lófana og greina hvað þarf að gera til að efla frammistöðuna.

Niðurstaða PESTLE greiningar

 Stjórnsmál	Jöfnun atkvæðisréttar landið eitt kjördæmi. Það þarf að taka tillit til þarfa íbúa á landsbyggðinni. Einkavæðing orkufyrirtækja gæti leitt til afskiptaleysis af veikasta hluta markaðarins. Tenging við Evrópu vegna þrýstings tilskipana sem leiði til minni áherslu á öryggi í byggðum og meiri á millilandatengingu en aukið erlent fjármagn gæti leitt til styrkingar..
 Efnahagsmál	Orkunotendur draga saman seglin þrátt fyrir nægt orkuframboð. Getur leitt til minnkandi tekna og frestun framkvæmda en getur einnig leitt til aukinnar fjölbreytni og nýjum notendum á markaði. Almennur samdráttur í þjóðfélaginu, getur þýtt seinkun úrbóta en einnig tækifæri til áherslu á smáar svæðisbundnar framkvæmdir og smærri orkuframleiðendum. Veiking krónu
 Samfélag & menning	Minnkandi skilningur á þörf fyrir jöfnun aðstöðu fyrir íbúa landsins (t.d. orkuverð, eldsneytisverð, orkuöryggi, ofl. Getur leitt til þess að minni fjármunir verði til framkvæmda á dreifbýlli svæðum.

 Tæknin	Engir punktar.
 Lagaumhverfi	Engir punktar.
 Náttúran	Engir punktar.

2. Orkuskiptum í samgöngum úr jarðefnaeldsneyti er lokið

Árið 2018 kostuðu Íslendingar til 115 milljörðum króna til innflutnings á eldsneyti og smurolíum. Hversu margar af þessum hundraðogfimmtánþúsund milljónum fara til samgagna og hvernig myndu þær þúsundir milljóna nýtast öðruvísi ef orkuskipti í samgöngum eru farsæl og frágengin? Orkuskiptum í samgöngum úr jarðefnaeldsneyti er lokið. Viðhorf til jarðefnaeldsneytis og áhrif bruna þess á loftslag jarðarinnar hvetja til skiptanna og jarðvegur breytinganna hefur verið undirbúinn. Ef orkuskiptum í samgöngum á að vera lokið árið 2030 þá er mikilvægt að hvatar og hindranir séu hannaðir til að flýta fyrir. Þar eru lög og reglugerðir áhrifaríkustu tækin sem geta falið í sér skattabreytingar og bönn sem heimili og atvinnulíf geta fært sér í nyt. Bættur hagur heimila og atvinnurekstrar er öflugur hvati. Á Íslandi getum við notað innlendan orkugjafa, sparað gjaldeyri, byggt upp þekkingu á nýrri tegund innviða. Á Íslandi getum við skapað störf við uppbyggingu nýrra innviða og styrkt ímynd Íslands. Ísland er græn eyja þar sem fólk kann að lifa í samlyndi við náttúruna. Fólk á eyju sem er sjálfbær um framleiðslu endurnýjanlegrar orku, til verðmætasköpunar og lífsgæða, finnur hugsanlega síður fyrir sveiflum á heimsmarkaðsverði jarðefnaeldsneytis þannig að atvinnulíf og daglegt fjölskyldulíf verður síður útsett fyrir áföllum í virðis_keðju jarðefnaeldsneytis.

Atriðið skoraði níu forgangsstig í forgangsörðun Hagsmunaráðs og mikilvægi þess að orkuskiptum sé lokið árið 2030 var talið mjög mikilvægt og fékk fullt hús stiga frá þátttakendum og sviðsmyndin hefur því ótvírætt mikilvægi í hugum þátttakenda.

Núveranda staða sviðsmyndarinnar um orkuskipti er talin vera heldur góð og þátttakendur mátu stöðu orkuskipta þannig að þau séu á réttri leið til að verða að raunveruleika árið 2030, þannig að jarðefnaeldsneyti sé ekki í notkun í samgöngum.

Niðurstaða PESTLE greiningar

 Stjórnsmál	Breyting á niðurfellingum á vsk. breytingar á hvatakerfi. Allar breytingar á hvatakerfi geta aukið eða dregið úr kraftinum. Bönn eða takmarkanir á mengandi orkugjafa sem getur leitt til hraðari þróunar en á sama tíma þá kann það að vera kostnaðarsamt að byggja upp Innviðina.
 Efnahagsmál	Innlendur orkugjafi en skortur á innviðum sem eru fjárfrekir en sparnaður á gjaldeyri kemur í móti. Almenn efnahagsástand og kaupmáttur getur hægt á innleiðingu vistvænna bíla en gott ástand með skýrum hvötum getur flýtt fyrir. Verð á eldsneyti og skilyrði í heiminum sem kalla á skýra hvata, sérstaklega ef eldsneytisverð hækkar lítið.
 Samfélag & menning	Kynslóðaskipti yngra fólks hefur minni fjárráð er kannski opnara fyrir breytingunni Minnkandi atvinnuþátttaka og fjórða iðnbyltingin sem hægir á innleiðingu vegna stöðunar í afkomu heimilanna, ásamt því sem bílaflotinn eldist.
 Tæknin	Tækniþróun vistvænna farartækja mögulega verður tækniþróun ekki nægilega ör eða framboð ekki nægjanlegt. Að sama skapi getur samspil verðs og drægni vistvænna ökutækja flýtt innleiðingu.
 Lagaumhverfi	Alþjóðleg löggjöf hefur áhrif á íslenska lagasetningu hún getur valdið tefjandi deildum og ósætti í samfélaginu sem hægir á breytingum en í henni geta líka falist tækifæri til aukins hraða.
 Náttúran	Loftslagsbreytingar hvetja alla til þess að draga úr losun. Þurrð á orkugjöfum getur hraðað breytingum. Hráefni í battery (kóbalt) hefur áhrif á verð, ekki síst ef hráefnið fer að takmarkast en á sama tíma felast tækifæri í því að finna aðrar lausnir.

3. Sátt náðist um skipulag orkumála í gegnum orkustefnu

Orkustefna er til leiðbeiningar fyrir stjórnvöld á hverjum tíma við ákvarðanatöku um beislun og miðlun orku til verðmætasköpunar og notkunar í atvinnulífi og fjölskyldulífi. Lagarammi um nýtingu orkuauðlinda þarf að vera í samræmi við þá hugmynd að eyju sem Íslendingar vilja byggja. Það felast lífsgæði í aðgengi að öruggri orku, hvort sem er í daglegum störfum eða á ögurstundu. Það felast lífsgæði og hugarró í vitundinni um fjölbreyttar undirstöður verðmætasköpunar í atvinnuháttum þjóðarinnar. Það felast lífsgæði í því að byggja eyju sem sér íbúum auðveldlega fyrir orku sem drífur áfram og veitir hryggjarstykkið í verðmætasköpun atvinnulífsins. Sátt náðist um skipulag orkumála í gegnum orkustefnu. Væntingar um lífsgæði og verðmætasköpun virðast vera í lykilhlutverki þegar rætt er um sátt um skipulag raforkumála. En ef væntingar eru ekki skýrar eða ekki hefur tekist að tengja væntingar við skilning á nauðsynlegum innviðum til að standa undir þeim væntingum, þá er ólíklegt að sátt verði til. Engu skiptir hverju skuli tjaldað til í orkustefnu eða öðrum stefnum ef væntingar til lífs og afkomu á Íslandi eru ekki þekktar. Hverju er þá stefnt að í orkustefnu ef þær væntingar eru ekki þekktar? Hvernig getur fólk orðið sátt um eitthvað sem hefur ekki verið skilgreint og ekki búið að mynda

nauðsynleg hugrenningatengsl milli nauðsynlegra innviða og væntinga til lífsskilyrða? Svörin við þessum spurningum leiða fram skilgreiningu á æskilegri notkun raforku. Er raforkunotkun á Íslandi í dag í samræmi við skilning fólks á „æskilegri notkun“? Hver eru lífsgæðin á Íslandi í dag þegar helstu þekktu mælivarðar eru spurðir? Orkustefna þarf að leiða fram ramma um ákvarðanir um skipulag orkumála þannig skammtímahugsun, arðgreiðslur, gjaldtaka eða skattlagning takmarki ekki sveigjanleika kerfisins til uppbyggingar og nýsköpunar. Stefna stjórnvalda í umhverfismálum verður að endurspeglast í orkustefnu þannig að orðspor Íslands einkennist af virðingu fyrir náttúrulífi, mannlífi og efnahagslífi sem saman mynda sterka heild sjálfbærni. Í hverju felst sátt um skipulag orkumála?

Sviðsmyndin um sátt um stöðu orkumála á grunni orkustefnunnar skoraði ný forgangsstig í vinnustofu Hagsmunaráðs og hlaut fullt hús stiga þegar þátttakendur voru beðnir að meta mikilvægi hennar og að hún yrði orðin að veruleika árið 2030. Frammistaðan er ekki nægilega góð, samkvæmt mati þátttakenda á fundinum. Sátt á grunni orkustefnu er því ekki langt komin og miðað við það, þá er nauðsynlegt að gera betur. Mikilvægi og frammistaða fara hér ekki saman, það er verk að vinna til að loka þessu bili. Sé sviðsmyndin svo mikilvæg sem fundurinn kemst að niðurstöðu um, þá þarf að tilgreina og framkvæma þau verkefni sem loka þessu bili milli mikilvægis og núverandi frammistöðu.

Niðurstaða PESTLE greiningar

 Stjórnsmál	Skilgreining á æskilegri notkun raforku getur leitt til sóunar og eyðileggingar á hagkvæmni en gæti líka þýtt að meiri orka fer í málefni sem eru þóknarleg. Sátt næst í orkumálum sem leiðir til betri fókuss í fjárfestingum en það getur tafist ef fjármagn skortir. Stefna stjórnvalda ekki í þágu umhverfismála sem veldur landinu orðsporsskaða.
 Efnahagsmál	Gjaldtaka og skattlagning geta hamlað eðlilegri þróun og uppbyggingu en geta að sama skapi skilað hagnaði til eigenda. Efnahagshrun getur leitt til skammtímahugsunar sem ógnar langtíma uppbyggingu. Arðgreiðslur orkufyrirtækja þar sem peningar eru teknir út úr geiranum en gæti leitt til samfélagslegrar sáttar.
 Samfélag & menning	Skipulagsstefna skýr sem leiði til betri fókuss og hnitmiðari fjárfestingu en hún standi ekki í vegi fyrir nýsköpun.
 Tæknin	Fjórða iðnbyltingin getur falið í sér hátt flækjustig, verið orkufrek og leitt af sér of marga framleiðendur. Á sama tíma gæti framleiðsla orðið fjölbreyttari og þróun rafhlaða birtir áður óséðar sviðsmyndir. Þá gæti hún leitt til þess að flutningskerfi þurfi ekki að vera jafn afkastamikið.
 Lagaumhverfi	Orkupakki 4 innleiddur getur leitt til hækkandi orkuverðs og aukinnar neytendaverndar.

 Náttúran	Öfgar í veðurfari halda áfram að aukast og því þarf meiri fjármuni til að byggja upp kerfi, sem leiðir þá til aukins hraða í uppbyggingu. Náttúruvá vegna jarðhræringa getur lagt heitavatnskerfi í hættu. Rafbílavæðing gerist hraðar en uppbygging innviða, sem leiði til þess að fólk letjist og missi áhugann.
---	--

4. Fjölbreyttari notkun meðal stórnotenda

Raforkukaupendur sem nota ákveðið magn af raforku yfir ákveðinn tíma, teljast til stórnotenda og þeir nota um 80% af raforkuframleiðslu á Íslandi. Aukin fjölbreytni í þeim hópi notenda sem teljast til stórnotenda er væntanlega eftirsótt vegna þess að þannig dreifist áhættan í atvinnulífinu, þannig að sveiflur eða skammtímaáhrif séu síður eins fyrir alla notendur, samtímis. Þær auðlindir sem stórnotendur þurfa eru orka, land, samgöngu og flutningainnviðir fyrir aðföng og fyrir sölu og markaðssetningu á framleiðsluvöru. Fjölbreyttari notkun meðal stórnotenda. Á Íslandi eru þessi skilyrði fyrir hendi en trúlega þarf að skoða hentugleika þeirra í samhengi við markaði og samkeppnishæfni fyrirtækja á alþjóðamarkaði sem geta starfað á forsendum íslenskrar orku, lögum, innviðum, eyjar með öllum kostum og göllum sem því fylgir. Í greiningu frá fulltrúum Hagsmunaráðs kemur fram ný verkefni verði að falla að skilyrðum um sterka sjálfbærni umhverfis, efnahags og samfélags. Á tímum hagvaxtar ætti að vera greiðara aðgengi að fjármagni til nýsköpunar í orkufrekum iðnaði. Hin hliðin á þeirri krönu er stuðningur ríkis og sveitarfélaga við ný verkefni með áherslu á nýsköpun á samdráttar eða erfiðleikatímabilum. Skammtímasjónarmið eða einstrengisleg stefna ráðandi stjórnmalaflokks ógna möguleikum til aukinnar fjölbreytni ef lausna er leitað á þröngu sviði eða leitað í einföldustu lausnirnar sem virka vel til skamms tíma, en síður til lengri. Fjölbreyttari notkun meðal stórnotenda getur falið í sér tækifæri til aukinna atvinnumöguleika á landsbyggðinni, þar sem hentugleiki til verðmætasköpunar veltur á fleiri þáttum en þeim sem þéttbýlið á Suðvesturlandi býður uppá. Það eru tækifæri og möguleikar til tæknivæðrar matvælaframleiðslu með lágmarks umhverfisspori, byggð á umbreytingu orku í fæðu.

Viðfangsefnið hlaut sex forgangsstig og þykir töluvert mikilvægt að mati þátttakenda og sem fyrr væri rétt að spyrja hvað Landsnet geti, eigi eða megi taka sér fyrir hendur til að fjölbreyttari notkun verði að veruleika meðal stórnotenda. Núverandi frammistaða er talin hvorki góð né slæm og spurning hvernig þátttakendur vilji túlka það „afstöðuleysi“ sitt. Er núverandi staða, sem hvorki né, er ásættanleg þá þarf ekkert að aðhafast. En ef Hagsmunaráð telur að frammistaðan þurfi að vera merkilegri en hvorki né, þá þarf að skilgreina það hvernig Landsnet geti farið að, við að auka fjölbreytnina.

Niðurstaða PESTLE greiningar

 Stjórnmal	Stefna þess flokks sem er við stjórn er ógn ef hún er einstrengisleg og aukið atvinnuleysi getur hjálpað til við að koma „slæmum“ kostum í gegn. Landsbyggðapólitíkin getur leitt af sér betri atvinnumöguleika á landsbyggðinni en neikvæðra umhverfisáhrifa á sama tíma. Umhverfispólitík sé einstrengisleg og fá verkefni komist í gegnum nálaraugað og Ísland tapi umhverfissvænum stórnotenda tækifærum sem hafa ekki neikvæð umhverfisáhrif.
--	--

 Efnahagsmál	Góður hagvöxtur með greiðara aðgengi að fjármagni til nýsköpunar í orkufrekum iðnaði en til hans ríki neikvætt viðhorf. Samdráttur leiði til erfiðleika við fjármögnun verkefna en þá gætu ríki og sveitarfélög reynst mikilvæg með því að liðka fyrir nýsköpunarverkefnum.
 Samfélag & menning	Engir punktar
 Tæknin	Engir punktar
 Lagaumhverfi	Engir punktar
 Náttúran	Engir punktar