



Drög

LANDSNET

Örugg endurnýjanleg orka fyrir þig

Kerfisáætlun Landsnets

2018-2027

Langtímaáætlun um þróun  
meginflutningskerfis raforku

Landsnet-18017

## Örugg endurnýjanleg orka fyrir þig

Kerfisáætlun Landsnets 2018-2027



Við hjá Landsneti stefnum hratt í átt að rafvæddri framtíð í takt við samfélagið um leið og við erum að byggja upp innviði byggða á langtíma hugsun og nýrri tækni. Orkuskipti þar sem hrein endurnýjanleg orka kemur í stað mengandi orkugjafa og ný tækni knýja þessar breytingar áfram.

Viðskiptaumhverfið og markaðurinn er að ganga í gegnum miklar breytingar þar sem við förum úr miðlægu, miðstýrðu kerfi yfir í að neytendur verða virkir þátttakendur á orkumarkaði þar sem snjalltæknin spilar stórt hlutverk.

Við erum þjónustufyrirtæki og höfum sett okkur það markmið að byggja upp flutningskerfi raforku til framtíðar á sama tíma og við viljum tryggja jafnt aðgengi allra að öruggu rafmagni með skilvirkan rekstur og fjárfestingar að leiðarljósi.

Á síðasta ári hafnaði Orkustofnun kerfisáætlun okkar og í kjölfarið höfum við gert viðamiklar breytingar á áætluninni sem miðast við það að birta nákvæmari upplýsingar um verkefnin. Þar sem megintilgangur kerfisáætlunarinnar er að gefa skýra mynd af framtíðarsýn á flutningskerfið og auka gagnsæi höfum við skipt áætluninni upp. Langtímaáætlunin er þannig sambærileg kerfisáætlunum annara landa í Evrópu en framkvæmdaáætlunin mun ítarlegri.

Kerfisáætlun 2018–2027 endurspeglar markmið okkar og hvernig við ætlum að bregðast við þeim breytingum sem eru framundan.

Guðmundur Ingi Ásmundsson,

forstjóri Landsnets

## 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 raforkutíðskipunar 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, svo sem 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 áætlaða, 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

Sú breyting hefur orðið frá útgáfu síðustu kerfisáætlunar að notast er við nýjar grunnforsendur við áætlun á flutningsþörf til framtíðar. Í stað sviðsmynda um þróun raforkumarkaða á Íslandi sem þróaðar voru af Landsneti í samvinnu við hagaðila í tengslum við vinnslu kerfisáætlunar 2016-2025 er nú notast við sviðsmyndir um raforkunotkun 2017-2050 [4] sem skilgreindar voru og gefnar út af Raforkuhópi orkuspárnefndar í október 2017. Sviðsmyndirnar eru gefnar út sem viðbót við Raforkuspá [3] og er ætlað að sýna óvissubilið í raforkunotkun sem leiðir af þeim breytileika sem getur verið í þeim þáttum sem ganga inn í spána.

## Valkostagreining

Valkostagreining er með sama sniði og í síðustu áætlun ásamt því að framlagðir valkostir eru áfram í megindráttum þeir sömu. Framsetning niðurstaðna er þó með öðrum hætti en áður í þeim tilgangi að auka gagnsæi og samræma á heildstæðan hátt aðferðarfræði mats í öllum hlutum kerfisáætlunar.

Í valkostagreiningunni eru skoðaðar tvær meginleiðir til uppbyggingar meginflutningskerfisins, önnur byggir á tengingu yfir miðhálendið (A kostir) og hin á styrkingum meðfram núverandi byggðalínu (B kostir). Allir valkostir (aðrir en núllkostur) fela í sér nauðsynlegar framkvæmdir á Suðvesturhorninu. Þessar framkvæmdir eru styrking til Suðurnesja, styrking milli Höfuðborgarsvæðisins og Hellisheiðar, styrking frá Höfuðborgarsvæðinu til Vesturlands og styrking frá Hellisheiði í Hafnarfjörð þegar gert er ráð fyrir niðurrifi núverandi lína (Hamraneslína 1 og 2).

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 með einkunnagjöf sem nær frá verulega neikvæðum áhrifum og upp til verulegra jákvæðra áhrifa.

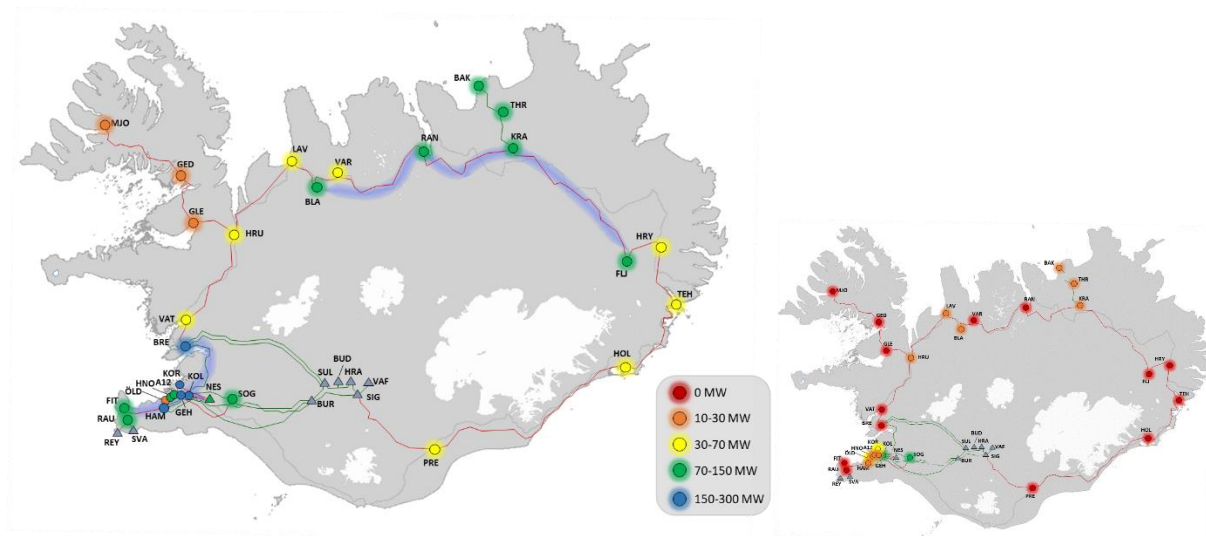
## Áætlun um þróun flutningskerfis næstu 10 árin

Niðurstaða valkostagreiningar í langtímaáætlun kerfisáætlunar, sem snýr að þróun meginflutningskerfisins, er sú að þær línulagnir sem sameiginlegar eru öllum valkostum og kynntar eru í kafla 4 verði fullkláraðar á því tímabili sem áætlunin nær yfir.

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 sem nú er í umhverfismati. 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.

Framkvæmdar voru kerfisrannsóknir í þeim tilgagni 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 2027 samkvæmt spánni og er niðurstaðan eftirfarandi ásamt núverandi stöðu til samanburðar.





## 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 í öllum sviðsmyndum reiknast það þjóðhagslega hagkvæmt að byggja upp flutningskerfið og gildir það fyrir alla valkosti á langtímaáætlun.

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 gildistími kerfisáætlunar eða næstu 10 ár. Skoðuð er næmni mismunandi uppbyggingarhraða á gjaldskrárþróun og eins er horft til mismunandi sviðsmynda um aukningu á flutningsmagni yfir tímabilið og hvaða áhrif það hefur á gjaldskrá.

## Framkvæmdaáætlun

Miklar breytingar hafa orðið á framkvæmdaáætlun frá síðustu útgáfu kerfisáætlunar. Með öllum verkefnum á framkvæmdaáætlun fylgja ítarlegar lýsingar á umfangi verkefnis og rafbúnaði framlagðs aðalvalkosti. Fyrir öll ný verkefni á framkvæmdaáætlun hefur verið skilgreind ítarleg valkostagreining sem byggir á þeim markmiðum sem getið er í raforkulögum og viðmiðum í stefnu stjórnvalda um lagningu raflína. Það er nálgun Landsnets í þessari 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 annari niðurstöðu en fæst með valkostagreiningu í framkvæmdaáætlun mun það verða afgreitt í öðru ferli en kerfisáætlun.

## Efnisyfirlit

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 1     | Kerfisáætlun Landsnets 2018-2027.....                          | 9  |
| 1.1   | Synjun kerfisáætlunar 2016-2025 .....                          | 9  |
| 1.2   | Breytingar frá síðustu áætlun.....                             | 10 |
| 1.3   | Gildistími kerfisáætlunar .....                                | 10 |
| 1.4   | Sviðsmyndir um raforkunotkun.....                              | 10 |
| 1.5   | Uppbyggingarsviðsmyndir .....                                  | 11 |
| 2     | Flutningsgeta og afhendingaröryggi flutningskerfisins .....    | 12 |
| 2.1   | Flutningskerfi raforku á Íslandi.....                          | 12 |
| 2.2   | Aflgeta afhendingarstaða í flutningskerfinu .....              | 13 |
| 2.3   | Markmið um afhendingaröryggi.....                              | 13 |
| 2.4   | Flöskuhálsar og tengingar á milli svæða.....                   | 14 |
| 2.5   | Núverandi og framtíðarflutningsgeta til afhendingarstaða ..... | 16 |
| 2.6   | Þróun flutningsþarfar á milli landsvæða .....                  | 18 |
| 3     | Uppbygging í svæðisbundnum flutningskerfum .....               | 22 |
| 3.1   | Höfuðborgarsvæðið og Suðurnes.....                             | 23 |
| 3.1.1 | Helstu rekstartengdu áskoranir .....                           | 24 |
| 3.1.2 | Verkefni til úrbóta í undirbúningi eða í framkvæmd.....        | 24 |
| 3.1.3 | Önnur verkefni í skoðun .....                                  | 24 |
| 3.2   | Suðurland .....  | 24 |
| 3.2.1 | Helstu rekstartengdu áskoranir .....                           | 24 |
| 3.2.2 | Stutt yfirlit yfir framkvæmdir síðustu ára .....               | 25 |
| 3.2.3 | Verkefni í undirbúningi eða framkvæmd .....                    | 26 |
| 3.2.4 | Frekari verkefni í skoðun .....                                | 26 |
| 3.3   | Vesturland .....   | 26 |
| 3.3.1 | Helstu rekstartengdu áskoranir .....                           | 26 |
| 3.3.2 | Framkvæmdir síðustu ára.....                                   | 27 |
| 3.3.3 | Verkefni í undirbúningi eða framkvæmd .....                    | 27 |
| 3.4   | Vestfirðir.....  | 27 |
| 3.4.1 | Helstu rekstartengdu áskoranir .....                           | 28 |

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 3.4.2 | Framkvæmdir síðustu ára.....                                       | 28 |
| 3.4.3 | Verkefni í undirbúningi eða framkvæmd .....                        | 28 |
| 3.4.4 | Önnur verkefni í skoðun .....                                      | 29 |
| 3.5   | Norður- og Norðausturland.....                                     | 29 |
| 3.5.1 | Helstu rekstartengdu áskoranir .....                               | 29 |
| 3.5.2 | Framkvæmdir síðustu ára.....                                       | 30 |
| 3.5.3 | Verkefni í undirbúningi eða framkvæmd .....                        | 30 |
| 3.5.4 | Önnur verkefni í skoðun .....                                      | 30 |
| 3.6   | Austfirðir.....  | 31 |
| 3.6.1 | Helstu rekstartengdu áskoranir .....                               | 31 |
| 3.6.2 | Framkvæmdir síðustu ára.....                                       | 31 |
| 3.6.3 | Önnur verkefni í undirbúningi eða framkvæmd.....                   | 32 |
| 3.6.4 | Önnur verkefni í skoðun .....                                      | 32 |
| 4     | Langtímaáætlun um þróun meginflutningskerfis .....                 | 33 |
| 4.1   | Forsendur útreikninga .....  | 33 |
| 4.2   | Valkostir um styrkingu meginflutningskerfisins .....               | 35 |
| 4.2.1 | Yfirlit yfir valkosti:.....  | 37 |
| 4.2.2 | Mat á valkostum .....  | 37 |
| 4.3   | Valkostagreining .....   | 40 |
| 4.3.1 | Almennar forsendur .....   | 40 |
| 4.3.2 | Núllkostur .....   | 41 |
| 4.3.3 | Valkostir með hálendistengingu - A.....                            | 45 |
| 4.3.4 | Valkostir með hringtengingu - B.....                               | 60 |
| 4.4   | Mögulegar jarðstrengslagnir í línuleiðum valkosta .....            | 75 |
| 4.4.1 | Umfang jarðstrengslagna í meginflutningskerfinu á Norðurlandi..... | 76 |
| 4.4.2 | Umfang jarðstrengslagna á Suðvesturlandi.....                      | 76 |
| 4.4.3 | Hámarkslengdir jarðstrengja í valkostum langtímaáætlunar .....     | 77 |
| 4.5   | Hagrænt mat á valkostum .....                                      | 79 |
| 4.5.1 | Raforkuspá.....  | 80 |
| 4.5.2 | Hægar framfarir.....   | 81 |
| 4.5.3 | Græn framtíð .....   | 82 |

|       |  |     |
|-------|--|-----|
| 4.5.4 | Aukin stórnotkun .....   | 83  |
| 4.5.5 | Samantekt á niðurstöðum .....                                    | 84  |
| 4.6   | Umhverfismat valkosta .....                                      | 86  |
| 5     | Þróun meginflutningskerfisins næstu 10 árin .....                | 88  |
| 5.1   | Styrkingar til næstu 10 ára .....                                | 88  |
| 5.1.1 | Áætluð aflgeta afhendingarstaða eftir 10 ár .....                | 89  |
| 6     | Áhrif áætlaðra fjárfestinga í flutningskerfinu á gjaldskrá ..... | 90  |
| 6.1   | Staða gjaldskrár og þróun .....                                  | 90  |
| 6.2   | Áhrif uppbyggingar á gjaldskrá .....                             | 90  |
| 6.3   | Áhrif framkvæmda næstu 10 ára á flutningsgjaldskrá .....         | 91  |
| 6.3.1 | Uppbyggingarsviðsmynd I .....                                    | 92  |
| 6.3.2 | Uppbyggingarsviðsmynd II .....                                   | 95  |
| 6.4   | Samantekt á áhrifum lykilframkvæmda á gjaldskrá .....            | 99  |
| 7     | Heimildaskrá .....   | 101 |



# 1 Kerfisáætlun Landsnets 2018-2027

Kerfisáætlun Landsnets sem að þessu sinni ber heitið *Öruggr endurnýjanleg orka fyrir þig* kemur nú út í tólfta sinn. Hún 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 framkvæmdaverkefni næstu þriggja ára.

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. Fyrirferðarmesti hlutinn er kafli sem snýr að langtímaþróun meginflutningskerfisins og umfjöllun um þá valkosti sem þar eru lagðir fram. 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. Gerð er grein fyrir helstu verkefnum í meginflutningskerfinu sem fyrirhuguð eru á gildistíma áætlunarinnar og áætluð áhrif þeirra á flutningsgetu kerfisins. Að lokum er farið vandlega yfir þau áhrif sem fyrirhugaðar framkvæmdir munu hafa á gjaldskrá fyrirtækisins og hvernig mögulegar gjaldskrársviðsmyndir gætu litið út.

Í framkvæmdahluta áætlunarinnar má finna umfjöllun um verkefni sem fyrirhugað er að byrja framkvæmdir við næstu þrjú árin, ásamt þeim verkefnum sem eru í framkvæmd eða 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 lagningu raflína, auk þess sem gerð er grein fyrir umhverfisáhrifum allra valkosta. Fyrir öll ný verkefni er lagður fram til samþykktar sá valkostur sem best uppfyllir áður nefnd markmið og samræmist stefnunni.

Í umhverfisskýrslu er gerð grein fyrir áhrifaþáttum kerfisáætlunar. Hámarkslengdir jarðstrengja í nýjum línunum í meginflutningskerfinu eru tilgreindar og umhverfisáhrif valkosta í langtímaáætlun metin. 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 í framkvæmdaáætlun metin í umhverfisskýrslu og birt í fylgiskýrslu.

## 1.1 Synjun kerfisáætlunar 2016-2025

Kerfisáætlun 2016-2025 var synjað af Orkustofnun með bréfi dagsettu 8. september 2017. Helstu ástæður synjunarinnar eru annmarkar sem einkum fólust í því að áætlunargerð vegna einstakra framkvæmda á framkvæmdaáætlun væri í einhverjum tilvikum ekki lokið eða fullnægjandi upplýsingar lægju ekki fyrir. Þessi annmarkar snéru að atriðum eins og valkostagreiningu, stefnu stjórnvalda, hagkvæmni, afhendingaröryggi, lýsingu á flutningsvirkjum, áhrifum á töp og afskriftartíma jarðstrengja.

## 1.2 Breytingar frá síðustu áætlun

Kerfisáætlun 2018-2027 kemur nú út með talsvert breyttu sniði. Stærsta breytingin snýr að þeim hluta sem inniheldur framkvæmdaáætlun flutningsfyrirtækisins, en viðamiklar breytingar hafa verið gerðar á framsetningu verkefna á framkvæmdaáætlun. Sú breyting hefur orðið á langtímaáætlun að nú er stuðst við nýjar sviðsmyndir [4] útgefnar af Raforkuhópi orkuspárnefndar vegna skilgreiningar á framtíðarflutningsþörf meginflutningskerfisins. Koma sviðsmyndirnar í stað sviðsmynda um þróun raforkumarkaða á Íslandi sem þróaðar voru af Landsneti í samráði við hagaðila í aðdraganda kerfisáætlunar 2016-2025. Sviðsmyndirnar eru alls fjórar og mynda grunn að þeim kerfisrannsóknnum sem langtímaáætlun kerfisáætlunar byggir á ásamt mati á þjóðhagslegri hagkvæmni við uppbyggingu meginflutningskerfisins og áhrifum framkvæmda á gjaldskrár.

## 1.3 Gildistími kerfisáætlunar

Kerfisáætlun þessi gildir fyrir tímabilið 2018 til ársins 2027. Í þeim hluta áætlunarinnar sem fjallar um langtímaþróun meginflutningskerfisins er fjallað um þá valkosti sem ná yfir styrkingu á meginflutningskerfinu sem ætlað er að mæta þróun í raforkuflutningum til næstu áratuga. Einnig inniheldur hann tímasetta áætlun um þá þætti í meginflutningskerfinu sem ætlunin er að uppfæra á gildistíma áætlunarinnar. Sá hluti áætlunarinnar sem inniheldur framkvæmdaáætlun gildir fyrir árin 2019 til 2021 auk þess sem fjallað er um verkefni sem eru í framkvæmd, eða framkvæmdir munu hefjast við á yfirstandandi ári, 2018.

## 1.4 Sviðsmyndir um raforkunotkun

Grunnurinn að sviðsmyndunum er Raforkuspá 2017-2050 [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 1,5% árlegan vöxt en í Raforkuspá er hann um 1,8%. Notkunin eykst um rúm 50% og verður um 5.900 GWh árið 2050 en í Raforkuspá er aukningin rúm 80% og notkun 7.100 GWh. Heildarorkupörf kerfisins er áætluð um 22.200 GWh skv. þessari sviðsmynd eða um 1.200 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 2,3%. Notkunin rúmlega tvöfaldast hér til loka spátímabilsins og verður um 8.200 GWh á ári. Heildarorkupörf kerfisins er áætluð um 24.700 GWh eða um 1.200 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 2017 og notast við mat á aukningunni á því tímabili sem svarar til 29 MW aukningar á ári. Samkvæmt þessari forsendu verður aflpörf stórnotenda orðin rúmlega 2.720 MW árið 2050 og orkupörf almenna markaðarins og stórnotkunar um 32.800 GWh. Það gerir heildarorkupörf kerfisins 9.300 GWh hærri en fyrir grunnsviðsmynd Raforkuspár árið 2050.

## 1.5 Uppbyggingarsviðsmyndir

Umfjöllun um áhrif uppbyggingar á gjaldskrá hefur verið aukin frá síðustu áætlun. Farin er sú leið að stilla upp mögulegum sviðsmyndum um uppbyggingarhraða. Sviðsmyndirnar sem ná yfir gildistíma áætlunarinnar innihalda mismiklar fjárfestingar auk þess sem tímalína lykilfjárfestinga er mismunandi. Út frá þessum tveimur uppbyggingarsviðsmyndum og fjórum notkunar sviðsmyndum frá Raforkuhópi orkusparnefndar er svo gildi gjaldskrár næstu 10 árin metið, bæði fyrir stórnotendur og dreifiveitur. Til að leggja mat á áhrif aukinnar jarðstrengsvæðingar í meginflutningskerfinu á gjaldskrá er stillt upp mismunandi útfærslum af uppbyggingarsviðsmyndunum, annars vegar þar sem magn jarðstrengja er nálægt því sem meta þarf skv. viðmiðum í stefnu stjórnvalda um lagningu raflína og hins vegar þegar magn jarðstrengja er nálægt því sem er tæknilega mögulegt. Áhrif þess á gjaldskrár eru svo birt myndrænt og borin saman.

## 2 Flutningsgeta og afhendingaröryggi flutningskerfisins

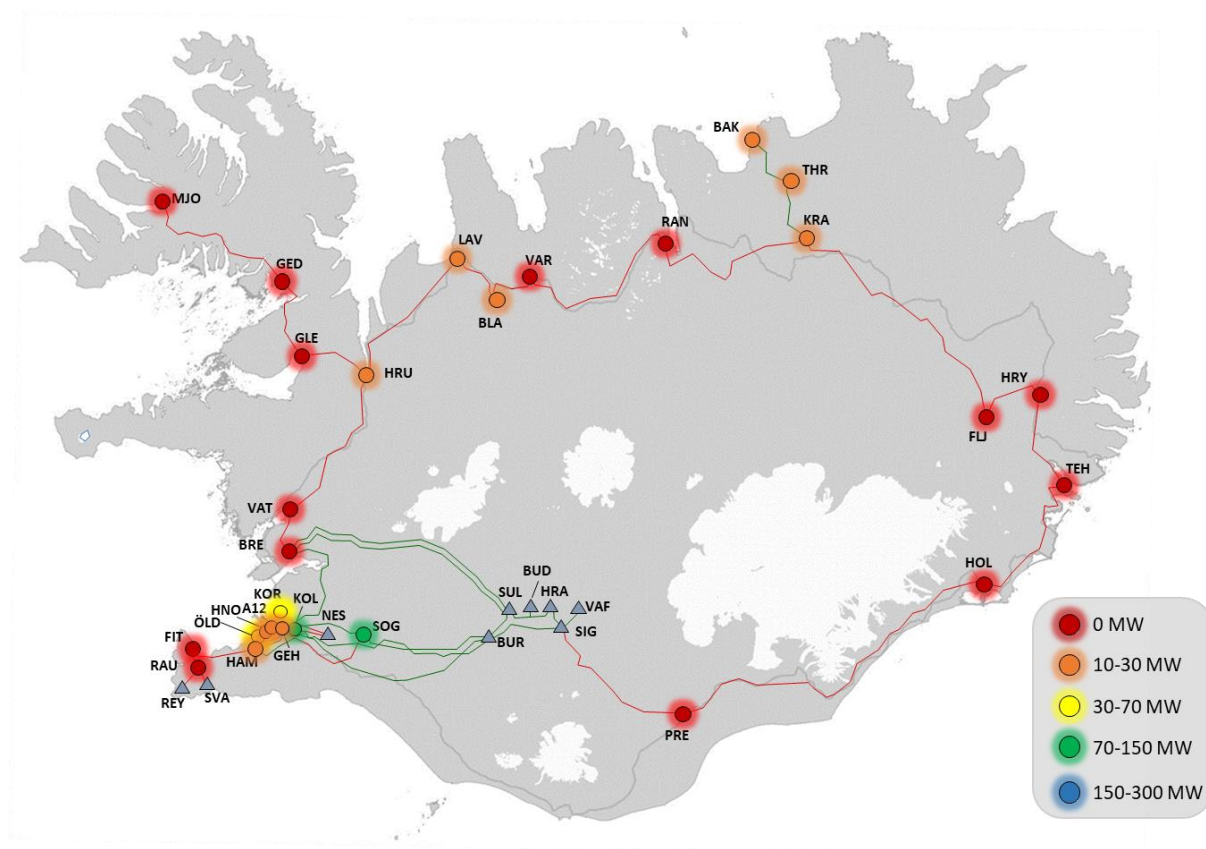


Í kaflanum er farið yfir þær kröfur sem gerðar eru til flutningskerfis raforku. Gerð er grein fyrir núverandi stöðu kerfisins og núverandi flöskuhálsar útskýrðir. Fjallað er um flutningsgetu á milli landsvæða og munurinn á flutningsgetu 132 kV og 220 kV flutningskerfa útskýrður. Að lokum er þörfin fyrir nægjanlega flutningsgetu 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 3.343 km, sem er rétt rúmlega vegalengdin frá Reykjavík til Rómar, þar af eru 245 km í jörðu. Lengd línukerfa eftir spennu er eftirfarandi: 220 kV línur eru 918 km, 132 kV línur eru 1.333 km, 66 kV línur eru 1.018 km og 33 kV línur eru 74 km.

## 2.2 Aflgeta afhendingarstaða í flutningskerfinu



MYND 2-1 : AFLGETA AFHENDINGARSTAÐA LANDSNETS

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 2018 skv. Raforkuspá. Utan höfuðborgarsvæðið er svigrúmið afar lítið og víðast hvar er engu forgangsálagi hægt að bæta við. Það sem vekur athygli nú er að staðan innan höfuðborgarsvæðisins er farin að versna og er víðast hvar eingöngu hægt að bæta við um 10-30 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. Hægt er að bæta lítilsháttar álagi, rúmum 10 MW, við á vesturhluta byggðalínu. 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)
- Stuðull um meðallengd skerðingar, straumleysismínútur (SMS)
- Kerfismínútur (KM)

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

|  | Markmið                                  |
|--|--|
| <b>Stuðull um rofið álag (SRA)</b>                                 | Undir 0,85                               |
| <b>Stuðull um meðallengd skerðingar, straumleysismínútur (SMS)</b> | Undir 50                                 |
| <b>Kerfismínútur (KM)</b>  | 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 2017 má finna á vef Landsnets [10].

## 2.4 Flöskuhálsar og tengingar á milli svæða

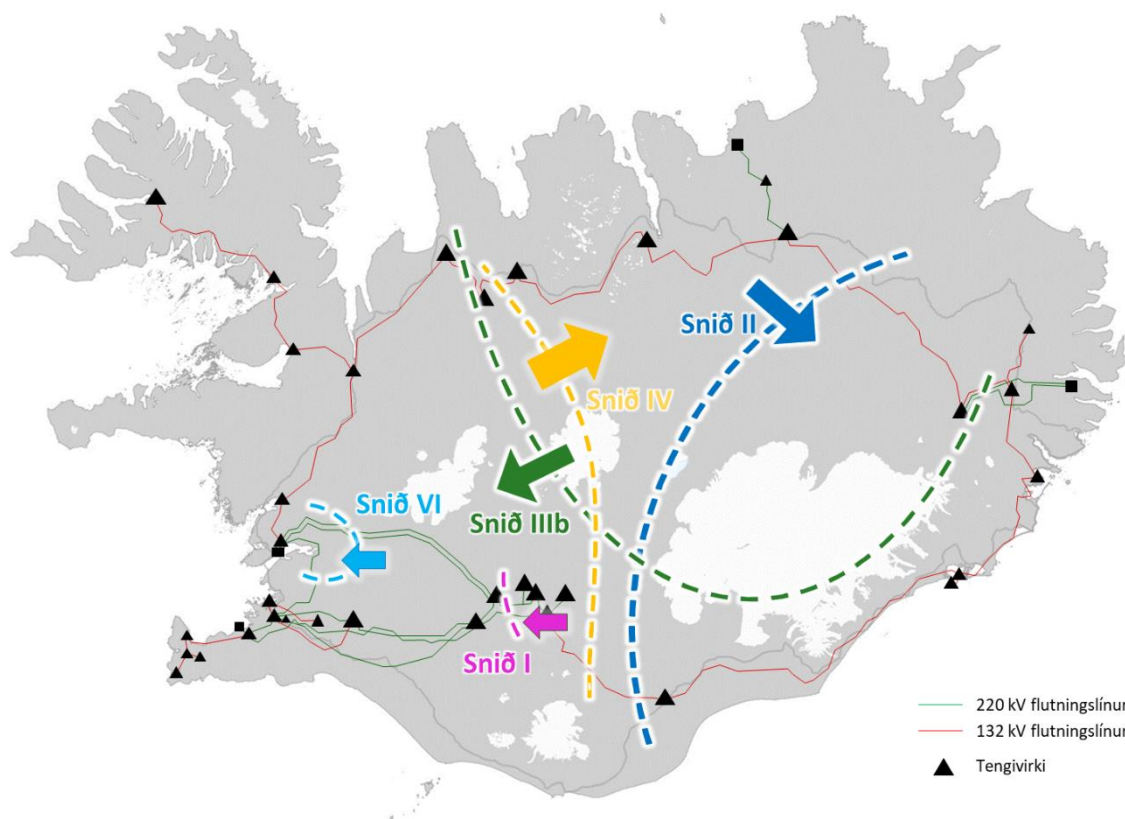
Flutningskerfið á Íslandi er mikið lestað og er afhendingaröryggi víða á landinu stefnt í hættu af þeim sökum. Til þess að tryggja afhendingaröryggi við stjórnun kerfisins hefur Landsnet skilgreint flutningssnið í meginflutningskerfinu sem segja til um hámarksafflutning milli svæða og landshluta.

Alls eru skilgreind fimm snið í meginflutningskerfinu og flutningsmörk þeirra tilgreind. Flutningsmörkin í sniðum eru stefnuháð, eins og sjá má á Mynd 2-2. Flutningssniðin 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 er 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 2017

### 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 Búðarhálstöð. 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 m.v. 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, svo sem 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 650 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 áður nefnd 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 línun og varnarbúnaður hennar getur leyst út með tilheyrandi hættu á viðtæku rafmagnsleysi og/eða spennuflökti 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. með tilliti til 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, með tilliti til staðsetningar orkuvinnslu annars vegar og orkunotkunar hins vegar, aukast verulega. Þessi sveigjanleiki mun auka hagkvæmni í kerfinu og bæta nýtingu orkuauðlinda. 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 nýs 220 kV byggðalínukerfis 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.

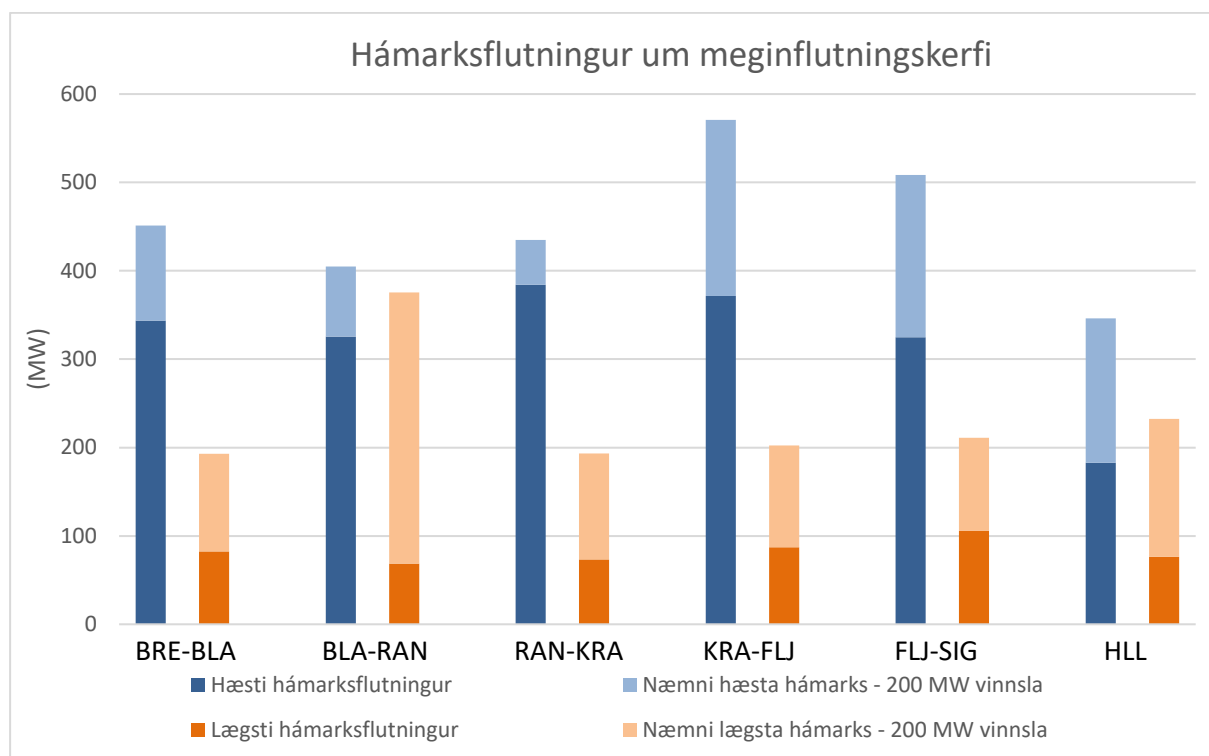
## 2.6 Þróun flutningsþarfar á milli landsvæða

Hafa þarf í huga að flutningskerfi raforku er hannað út frá aflgetu búnaðar en ekki orkugetu. Það þýðir að flutningseiningar þurfa að geta þolað toppa í aflflutningi þó svo að orkuflutningur sé almennt í meðallagi eða jafnvel lítill m.v. orkugetu<sup>1</sup> þeirra. Margvísleg atvik geta orðið til þess að stórar framleiðslu- eða flutningseiningar detta úr rekstri í lengri eða skemmri tíma m.a. vegna bilana, veðurfars, mannlegra mistaka svo eitthvað sé nefnt. Til að mæta þeirri staðbundnu þörf sem getur myndast við slík atvik þarf því oft að nýta betur þá framleiðslugetu sem er til staðar í öðrum virkjunum óháð staðsetningu á landinu. Þetta er einungis hægt ef tiltæk er nægileg ónýtt flutningsgeta til að flytja þessa orku óhindrað á milli landsvæða. Sem dæmi um stærðargráðuna má nefna að ef stór virkjun í nágrenni höfuðborgarinnar færi skyndilega úr rekstri af einhverjum orsökum þyrfti að flytja allt að 300 MW afsl annars staðar frá ef ekki þyrfti að koma til takmarkana til notenda. Hvort þetta afl sé til staðar í kerfinu er óvíst og einnig breytilegt eftir árstíðum, en mjög líklegt væri að fullnýta þyrfti framleiðslugetu flestra virkjana á landinu. Einnig eru stærri notendur á skerðanlegum flutningi einkum staðsettir á landsbyggðinni og því helst hægt að losa um orku úti á landi í því tilfalli að forgangsnotendur nærri höfuðborginni sjá fram á skort vegna truflana af þessum toga. Það afl sem kæmi frá virkjunum á Norður-, Norðaustur- og Austurlandi myndi flæða um þær línur sem tengja þessi svæði við Suðvesturland og bætast við það álag sem er á línunum í eðlilegum rekstri og því æskilegt að þær séu í stakk búnar að taka við slíkri tímabundinni álagsaukningu. Hið gagnstæða gildir einnig, þ.e. ef stórar framleiðslueiningar færu úr rekstri á Norður- eða Austurlandi er mikilvægt að geta nýtt framleiðslugetu á Suður- og Suðvesturlandi til að þjóna viðskiptavinum á Norður- og Austurlandi án þess að koma þurfi til skerðinga.

Þróun flutningsþarfar var skoðuð fyrir þá valkosti sem eru til skoðunar í 5. kafla. Þær sjö meginleiðir sem gert er ráð fyrir að verði styrktar skv. valkostum voru skoðaðar hver og ein sérstaklega og metinn hámarksflutningur fyrir hverja og eina sviðsmynd ásamt valkostunum. Niðurstaðan var svið

<sup>1</sup> Fræðileg orkugeta flutningseiningar í MWh er flutningur afsl sem nemur hámarksaflgetu í heila klukkustund samfleytt.

flutningsþarfar sem spannar frá lægsta hámarksflutningi línuleiðar til mesta hámarksflutnings m.v. að ein flutningsleið detti úr rekstri (N-1).



**MYND 2-3: HÁMARKSFLUTNINGUR (N-1) UM MEGINFLUTNINGSKERFI FYRIR ALLAR LÍNULEIÐIR, REIKNAD FYRIR ALLA VALKOSTI. HLL STENDUR FYRIR HÁLENDISLÍNA.**

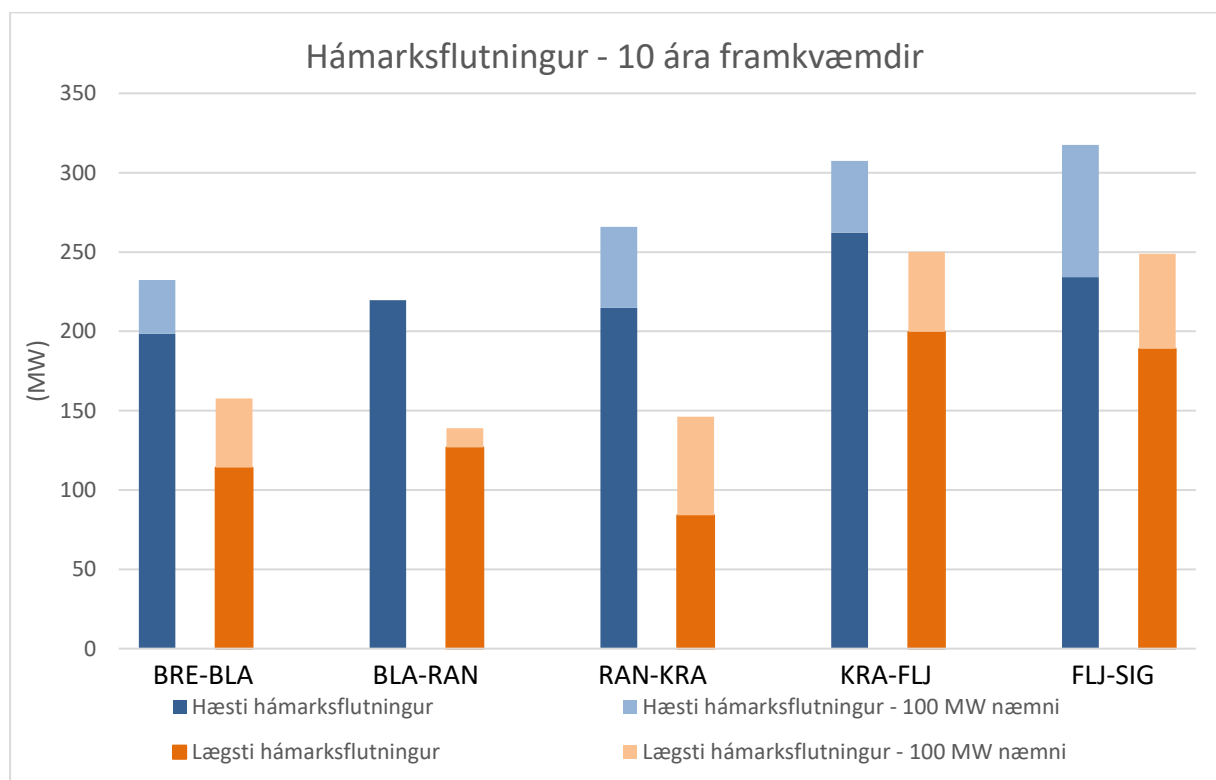
Við rannsóknina voru allar sviðsmyndir um notkun frá Raforkuhópi orkuspárnefndar settar upp í kerfislíkan, ásamt því álagi og þeirri framleiðslu sem skilgreind er í kafla 4.1. Síðan voru framkvæmdar svokallaðar N-1 greiningar (contingency analysis), þar sem einstakar einingar eru teknar úr rekstri og hámarksflutningur á einstökum leggjum kerfisins skráð. Þau tilfelli sem gáfu lægstu gildin voru í þeim sviðsmyndum þar sem að álag og vinnsla raðast upp á sem ákjósanlegastan hátt, þ.e.a.s. þegar stór hluti álags og vinnslu eru staðsett í nágrenni hvors annars. Að auki léttir möguleg hálendistenging talsvert á línunum meðfram núverandi byggðalínu. Með öðrum orðum dregur hálendistenging verulega úr líkum á þunglestuðum línunum við truflanatilvik. T.d. má nefna að lægsti hámarksflutningur á línuleið BLA-RAN (Blöndulína 3) reiknast um 70 MW við ákjósanlegustu staðsetningu álags og framleiðslu og þegar hálendistengingar nýtur við, en er annars talsvert hærri.

Mesti hámarksflutningur kemur aðallega fram í álagsþungu sviðsmyndinni *AUKIN STÓRNOTKUN* og valkostum þar sem um einfaldar 220 kV tengingar í hringtengingu er að ræða. Nánar tiltekið segir það að flutningsþörfin sé hærri um 220 kV línurnar ef núverandi 132 kV línur eru fjarlægðar. Flutningsþörfin er misjöfn eftir línuleiðum og mun verða misjöfn eftir því í hvaða röð línurnar verða byggðar. Umfangið nær frá um 325 MW allt upp í 570 MW sem gefur til kynna að í flestum tilfellum er val á 550 MVA leiðara nægjanlegt.

Stærsti óvissuþátturinn í mati á framtíðarflutningsþörf eru staðsetningar álags og orkuframleiðslu. Flæði eftir línunum er afar háð því hvar ný vinnsla verður staðsett á landinu og er það því stór óvissuþáttur

í kerfisgreiningum þessarar áætlunar. Þegar sviðsmyndir um raforkunotkun voru settar upp í kerfislíkön Landsnets, var það gert með þeim hætti að nýrri vinnsla og nýju álagi var raðað saman á hagstæðan hátt með tilliti til flæðis. Þar sem að þróun álags og vinnsla er háð mörgum utanaðkomandi þáttum er því ljóst að mikil óvissa er bundin í niðurstöðum greininga, sem sýna minna flæði milli landsvæða en hæglega getur orðið. Við þessu er brugðist með næmnigreiningu sem sett er fram í þeim tilgangi að rannsaka hver áhrif staðsetningar framleiðslueininga eru á hámarksflæðið. Næmnigreiningin fór þannig fram að 200 MW vinnsla var færð á milli landshluta, þ.e. frá Suðurlandi til Norðausturlands. Var þetta gert fyrir allar sviðsmyndir og N-1 greiningin endurtekin og hámarksflæði skráð. Niðurstaðan er einnig sýnd sýnd á Mynd 2-4 og sýnir skýrt að framtíðarflutningsþörf meginflutningskerfisins er mjög háð staðsetningu nýrrar vinnslu. Ef viðbótarvinnsla er ekki staðsett nærri þeim stöðum sem mesta álagsaukningin er þá eykst flutningsþörfin.

Einnig var skoðað hvaða áhrif samtengingar landshluta, annað hvort með hálendislinu eða með nýjum byggðalínuhring hefur á niðurstöður flæðisútreikninga. Í kafla 5 eru kynntar þær styrkingar á meginflutningskerfinu sem fyrirhugaðar eru á næstu 10 árum og eru það þær sjö línuleiðir sem eru sameiginlegar öllum valkostum. Skoðað var hver flutningsþörfin verður á Byggðalínuhringnum ef ekki verður ráðist í frekari styrkingar á meginflutningskerfinu til ársins 2050. Niðurstöðuna má sjá á Mynd 2-4



**MYND 2-4: HÁMARKSFLUTNINGUR UM MEGINFLUTNINGSKERFI FYRIR ALLAR LÍNULEIÐIR, REIKNAD MEÐ FORGANGSRAMKVÆMDIR LANDSNETS INNI.**

Af þeim línuleiðum sem sýndar eru á Mynd 2-4 verða eingöngu BLA-RAN, RAN-KRA og KRA-FLJ styrktar ef ekki verður af samtengingu landshluta. Það sem vekur athygli er að lægsti hámarksflutningur fyrir þær línuleiðir sem ekki er gert ráð fyrir að styrkja sem hluta af forgangsverkefnum er mjög nærri



hitaflutningsmörkum þeirra 132 kV lína sem spanna þær línuleiðir eða jafnvel hærri þegar gert er ráð fyrir næmni vegna staðsetningar orkuvinnslu. Vegna ófullnægjandi flutningsgetu milli Norður- og Suðurlands var eingöngu hægt að framkvæma næmigreiningu af stærðargráðunni 100 MW (í stað 200 MW fyrir valkosti að ofan) sem gefur vísbendingu um að sveigjanleika vantar ef eingöngu forgangsverkefnin verða kláruð fyrir árið 2050. Niðurstaða næmigreiningar sýnir að mesti hámarksflutningur á þessum leiðum er yfir 300 MW og kemur m.a. fram á leiðunum KRA-FLJ og FLJ-SIG. Hámarksflutningur á leiðinni BRE-BLA reiknast yfir 230 MW. Línuleiðir á milli Brennimels og Blöndu og á milli Fljótsdals og Sigöldu hafa flutningsgetu (hitaflutningsmörk) upp á 153 MVA. Þetta sýnir að nauðsynlegt verður til langs tíma að styrkja kerfið milli landshluta með 220 kV línunum, annaðhvort með A eða B valkostum sem kynntir eru í þessari áætlun.

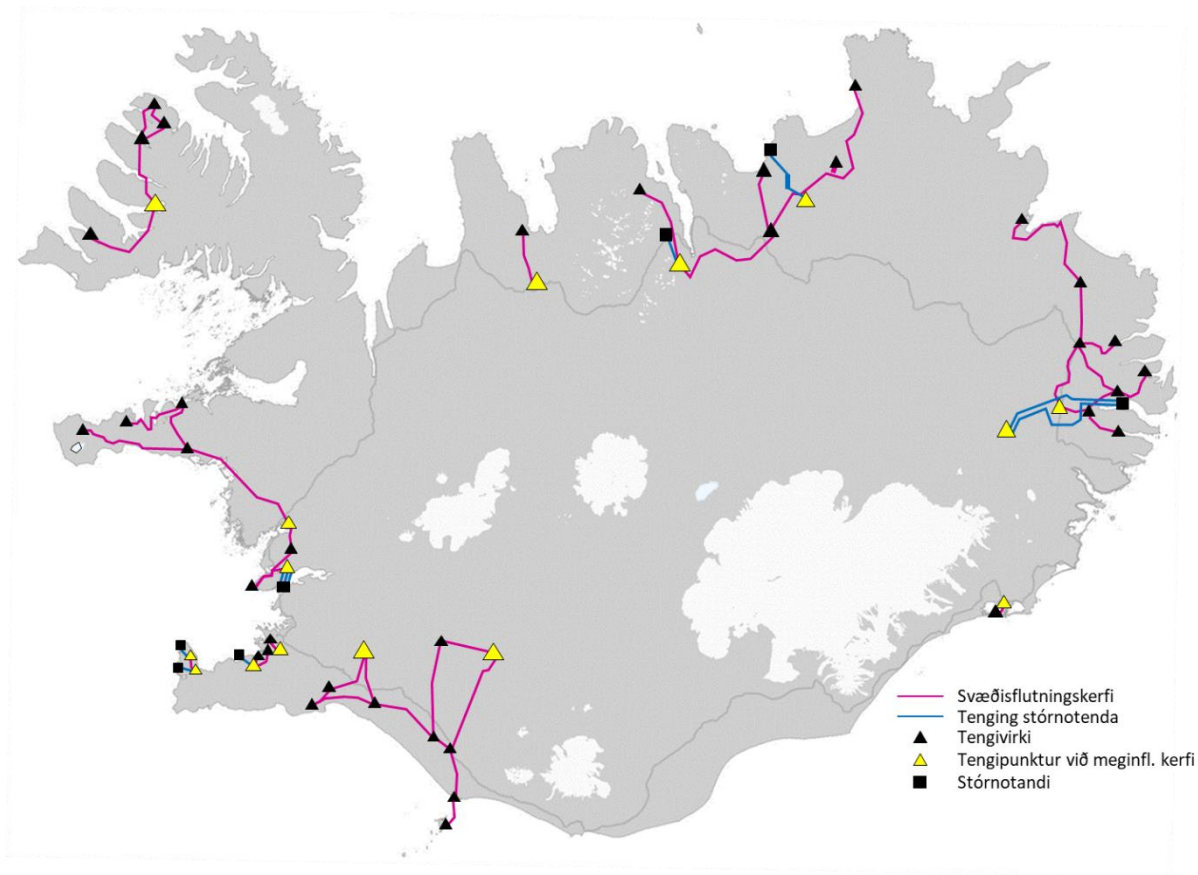
Niðurstaða þessara útreikninga er að val á 550 MVA leiðara er nægjanlegt fyrir öll raunhæf álagstílfelli skv. forsendum sviðsmynda. Þessar sviðsmyndir ná til ársins 2050, þegar núverandi 132 kV línur byggðalínunnar verða orðnar 70-80 ára. Mikilvægt er að flutningsþörf nýrra lína í meginflutningskerfinu verði miðuð við það svigrúm að geta fjarlægt núverandi 132 línur að loknum líftíma þeirra.

### 3 Uppbygging í svæðisbundnum flutningskerfum



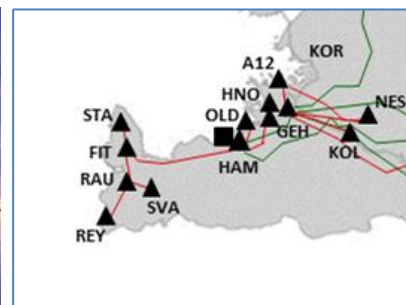
Svæðisbundnu flutningskerfin eru samnefnari fyrir þann hluta flutningskerfisins sem ekki telst til meginflutningskerfisins. Þau eru að mestu rekin á 66 kV spennu en einstaka hlutar þeirrar eru á 33 kV og 132 kV spennu. Í þessum kafla má finna stutt yfirlit yfir verkefnastöðu í svæðisbundnu flutningskerfunum og hvaða rekstartengdu áskoranir eru til staðar á viðkomandi svæði. Hver undir kafla byrjar á stutttri lýsingu á viðkomandi kerfi og síðan er farið lauslega yfir þau rekstartengdu vandamál sem eru lýsandi fyrir hvert einstakt kerfi. Einnig er farið lauslega yfir þau verkefni sem hafa verið framkvæmd í kerfinu síðustu árin og þau verkefni sem eru í burðarliðnum. Að lokum er svo farið yfir þær úrbótaleiðir sem hafa verið skoðaðar, eða eru í skoðun, til frekari úrlausnar á þeim vandamálum sem hrjá viðkomandi kerfi.

Þau verkefni sem falla undir þann lið að vera til skoðunar, til lausnar á rekstartengdum vandamálum, eru á því stigi að ekki hefur verið gerð ítarleg valkostagreining né framkvæmt mat á umhverfisáhrifum fyrir þau. Það verður gert þegar og ef ákveðið verður að fara lengra með greiningu á viðkomandi verkefni.



MYND 3-1 : SVÆÐISBUNDIN FLUTNINGSKERFI OG TENGINGAR VIÐ STÓRNÓTENDUR

### 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 jarðhitavirkjanir HS Orku eru tengdar ásamt dreifikerfi HS Veitna. Auk þess afhendir Landsnet þar orku til gagnavera Verne og Advania og kísilvers United Silicon út frá Stakki í Helguvík.

### 3.1.1 Helstu rekstrartengdu áskoranir

Helstu vandamál tengjast takmörkunum í meginflutningskerfinu. Á Suðvesturlandi, þar með talið á Suðurnesjum, er erfitt að auka álag á afhendingarstöðum þar sem Kolviðarhólslína 1 og Brennimelslína 1 yfirleyst þegar Sultartangalína 3 leysir út og þéttavirkni á Klafastöðum er komið í full rýmdarvirk afköst. Einnig eru vandamál með afhendingaröryggi á Suðurnesjum sem stafa af einfaldri tengingu við Hamranes. Sömu leiðis í Hafnarfirði vegna einfaldrar tengingar bæjarins við meginflutningskerfið.

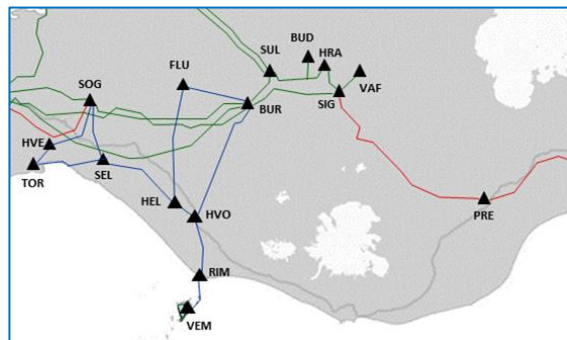
### 3.1.2 Verkefni til úrbóta í undirbúningi eða í framkvæmd

Flest þau rekstrartengdu vandamál sem talin eru að ofan leysast með styrkingum á meginflutningskerfinu. Afhendingaröryggi á Suðurnesjum verður bætt með byggingu Suðurnesjalínu 2 og flutningsgeta á Suðvesturlandi aukin með byggingu nýrrar línu á milli höfuðborgarsvæðisins og Vesturlands og mögulegum styrkingum á línunum á milli Kolviðarhóls og höfuðborgarsvæðis.

### 3.1.3 Önnur verkefni í skoðun

Til að tryggja afhendingaröryggi í Hafnarfirði og auka flutningsgetu til HS Veitna er áformað að bæta við nýjum afhendingarstað í Hafnarfirði, sem kæmi við hlið núverandi tengivirkis í Hamranesi, og myndi tengjast þar við meginflutningskerfið. Nýr afhendingarstaður HS Veitna mun tengjast Hamranesi með 132 kV tengingu.

## 3.2 Suðurland



Svæðisflutningskerfinu á Suðurlandi má skipta upp í tvö aðskilin kerfi. Annars vegar hringinn Búrfell-Flúðir-Hella-Hvolsvöllur-Búrfell, ásamt tengingu frá Hvolsvelli um Rimakot til Eyja, sem rekinn hefur verið frá Búrfelli. Hins vegar eru Selfoss, Hveragerði og Þorlákshöfn rekin frá Soginu. Selfosslína 2, frá Selfossi að Helli, tengir kerfin tvö saman og er flutningsgeta hennar mjög lítil. Mikilvægi hennar hefur þó aukist mikið síðustu misseri, aðallega vegna þáttar hennar í spennustýringu á svæðinu.

### 3.2.1 Helstu rekstrartengdu 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 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 ótryggt álag væri að ræða væri mögulega hægt að bæta við álagi.

### 3.2.2 Stutt yfirlit yfir framkvæmdir síðustu ára

Spennuhækkun Vestmannaeyjalínu 3 og nýtt tengivirki í Vestmannaeyjum

Árið 2013 var nýr 66 kV sæstrengur, Vestmannaeyjalína 3, tekinn í rekstur á 33 kV spennustigi. Á árinu 2017 var rekstrarspenna strengsins hækkuð í 66 kV og flutningsgeta hans því tvöfölduð til þess að fylgja eftir aukinni raforkuþörf með uppbyggingu fiskvinnslufyrirtækja í Vestmannaeyjum. Þessari spennuhækkun fylgdi nýtt 66 kV tengivirki í Vestmannaeyjum og nokkrar breytingar á tengivirki í Rimakoti, sem tengir land við Eyjar. Framkvæmdir hófust árið 2015 og voru samstarfsverkefni Landsnets og HS Veitna.

Aukin flutningsgeta einstakra línuhluta

Árið 2016 var unnið að því að auka flutningsgetu einstakra línuhluta. Um er að ræða línuhluta sem eru næstir tengivirkjum sem lagðir hafa verið í jörðu og hafa minni flutningsgetu en aðliggjandi loftlínur. Þær línur sem um ræðir eru Hellulína 1, Flúðalína 1 og Rimakotslína 1.

Selfosslína 3

Árið 2016 var tekinn í gagnið nýr 66 kV jarðstrengur milli Selfoss og Þorlákshafnar, Selfosslína 3. Strengurinn eykur afhendingaröryggi raforku í Hveragerði, Þorlákshöfn og á Selfossi og styrkir áreiðanleika vestari hluta svæðiskerfisins á Suðurlandi og eykur flutningsgetu þess.

Hellulína 2

Árið 2015 var Hellulína 2 endurnýjuð og var ákveðið að leggja línuna í jarðstreng. Gamla línun, sem var frá árinu 1948 og upphaflega rekin sem 11 kV lína, þarfnaðist endurnýjunar. Einnig þurfti að breyta henni vegna færslu á þjóðvegi nr. 1 við Hellu og vegna framtíðarskipulags á svæðinu.



### 3.2.3 Verkefni í undirbúningi eða framkvæmd

#### Nýtt tengivirki á Hvolsvelli

Árið 2018 er stefnt að byggingu nýs tengivirkis á Hvolsvelli sem verður yfirbyggt. Það leysir af hólmi tengivirki sem var byggt árið 1957 og gegnir mikilvægu hlutverki í svæðisflutningskerfi Suðurlands.

#### Aukin flutningsgeta inn á Suðurland - Lækjartún

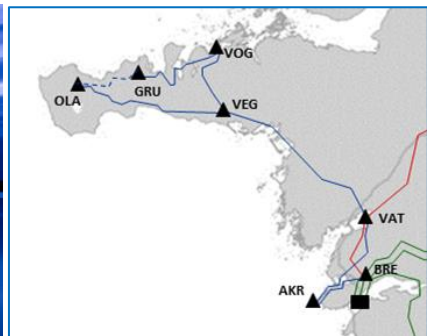
Til þess að bregðast við auknu álagi á Suðurlandi, sérstaklega á eystri helmingnum, þá hefur Landsnet hafið skoðun á byggingu nýs 220 kV tengivirkis sem tengjast mun inn á Búrfellslínu 2. Stefnt er að því að nýjar tengingar til Hellu og Selfoss verði lagðar frá þessu nýja tengivirki sem kallað er Lækjartún.

### 3.2.4 Frekari verkefni í skoðun

#### Ný 66 kV tenging til Vestmannaeyja

Í skoðun er að tengja annan sæstreng til Vestmannaeyja sem kallaður verður Vestmannaeyjalína 4. Þetta er til að mæta aukinni eftirspurn í Vestmannaeyjum en fiskvinnslustöðin hefur verið að auka notkun sína auk þess sem framkvæmdin myndi auka til muna afhendingaröryggi til Eyja.

## 3.3 Vesturland



Svæðisflutningskerfið á Vesturlandi er 66 kV kerfi á Snæfellsnesi sem tengist Vatnshömrur og er fætt með 132 kV línunum frá Brennimer og Hrutatungu. Á Snæfellsnesi eru fjórir geislatengdir afhendingarstaðir, Vegamót, Vogasheiði, Grundarfjörður og Ólafsvík. Auk þess tengist Andakílsárvirkjun inn á Vatnshömrur um kerfi RARIK.

### 3.3.1 Helstu rekstrartengdu áskoranir

Það sem hindrar mögulega aukningu á forgangsnotkun á svæðinu er að aðeins ein flutningslína tengir 66 kV kerfið á Snæfellsnesi við meginflutningskerfið og því er ekki hægt að hafa N-1 afhendingaröryggi á raforkuflutningi til notenda á Snæfellsnesi. Einnig eru spennuvandamál þekkt á svæðinu.

Flutningslínur á Vesturlandi hafa næga flutningsgetu (hitaflutningsþol) til að flytja 10 MW til viðbótar inn á svæðið en spennuvandamál eru á svæðinu og fer spennan undir leyfileg rekstrarmörk. Laga mætti spennuvandamál á svæðinu með því að setja upp lítil þéttavirki á þeim afhendingarstöðum þar sem auka á álagið.



### 3.3.2 Framkvæmdir síðustu ára

#### Grundarfjörður – nýtt tengivirki

Árið 2016 hófust framkvæmdir við nýtt tengivirki á Grundarfirði og var það spennusett árið 2017. Framkvæmdin er fyrsti áfangi í lagningu nýs 66 kV jarðstrengs milli Grundarfjarðar og Ólafsvíkur.

#### Tengivirki Akranesi

Í samstarfi við Veitur vann Landsnet að framkvæmdum við nýtt tengivirki á Akranesi árin 2015-2016. Nýja virkið er á iðnaðarsvæði vestan til í bænum og leysir af hólmi tengivirki sem var bæði orðið gamalt og staðsett á svæði sem hefur verið skipulagt sem íbúðasvæði.

### 3.3.3 Verkefni í undirbúningi eða framkvæmd

#### Grundarfjarðarlína 2

Loftlínan milli Vegamóta og Ólafsvíkur liggur um veðurfarslega mjög erfitt svæði og hafa truflanir verið tíðar síðustu ár. Til að draga úr straumleysi á Vesturlandi réðst Landsnet í að leggja jarðstreng, Grundarfjarðarlínu 2, milli Grundarfjarðar og Ólafsvíkur. Með því eykst afhendingaráreiðanleiki á Vogaskeiði, á Grundarfirði og Ólafsvík.

Lagning Grundarfjarðarlínu 2 er hafin og reiknað með að spennusetning fari fram vorið 2019.

#### Ólafsvík – tengivirki

Í tengslum við lagningu jarðstrengs milli Grundarfjarðar og Ólafsvíkur hyggst Landsnet byggja nýtt tengivirki í Ólafsvík. Áætlað er að bygging tengivirkisins hefjist um mitt ár 2018 og ljúki vorið 2019.

## 3.4 Vestfirðir



Á Vestfjörðum er 66 kV kerfi sem tengir Ísafjörð, Bolungarvík, Breiðadal og Keldeyri við flutningskerfið. Tengipunktur svæðisins við meginflutningskerfið er tengivirkið við Mjólkárvírkjun. Hún getur séð svæðinu fyrir hluta orkuþarfar þess en svæðið er töluvert frá því að vera sjálfbært með raforku. Til að auka afhendingaröryggi á svæðinu setti Landsnet upp varaafsstöð í Bolungarvík.

### 3.4.1 Helstu rekstrartengdu 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 leysa með þéttavirkjum.

Helsti flöskuháls svæðisins er sá að afhending á forgangsorku er ekki með N-1 afhendingaröryggi þar sem Vestfirðir eru geislatengdir meginflutningskerfinu.

Varavélarnar í Bolungarvík anna vel forgangsorkunotkun norðanverðra Vestfjarða en leysa ekki vanda í bilanatilfellum á suðurfjörðum.

### 3.4.2 Framkvæmdir síðustu ára

#### Nýr spennir í Mjólka

66 kV kerfið á Vestfjörðum er tengt við 132 kV meginflutningskerfið til Vestfjarða um tvo 132/66 kV aflspenna. Fyrir 2017 var aðeins einn spennir í Mjólka og á háálagstímum var flutningur til Vestfjarða orðinn umfram flutningsmörk spennisins, sérstaklega þegar Mjólkávirkjun er ekki í rekstri. Því var tengivirkið við Mjólka stækkað með því að bæta þar við öðrum spennni. Framkvæmdir hófust í byrjun sumars 2016 og var spennirinn tekinn í ársbyrjun 2017.

#### Bolungarvík – ný varaafsstöð og tengivirki

Byggð var dísilnúin varaafsstöð í Bolungarvík og nýtt tengivirki Landsnets og Orkubús Vestfjarða (OV) var tekið formlega í notkun árið 2015 ásamt snjallnetskerfi fyrir Vestfirði. Tilkoma snjallnetsins og varaafsstöðvarinnar styrkir raforkukerfið og eykur afhendingaröryggi raforku vestra, einkum út frá afhendingarstöðum Landsnets í Bolungarvík, á Ísafirði og í Breiðadal. Nýlunda er að varaafsstöð þjóni stórum landshluta en afkastageta hennar samsvarar forgangsorkunotkun norðanverðra Vestfjarða. Uppsett afl er um 10,8 MW, framleitt með sex dísilvélum.

#### Nýtt tengivirki á Ísafirði

Byggingu nýs tengivirkis á Ísafirði lauk sumarið 2014. Það leysti af hólmi gamalt virki sem var úr sér gengið tæknilega, auk þess sem það var staðsett á snjóflóðahættusvæði í Stóruð og var þar fyrir nýjum ofanflóðavarnargarði.

### 3.4.3 Verkefni í undirbúningi eða framkvæmd

#### Jarðstrengur í Dýrafjarðargöng

Vegagerðin hefur hafið framkvæmdir við jarðgöng á milli Arnarfjarðar og Dýrafjarðar á Vestfjörðum. Heildarlengd ganga með vegskálum er 5,6 km. Með því að nýta þessa framkvæmd hjá Vegagerðinni er möguleiki á að leggja jarðstreng í göngin sem seinna meir mun leysa af hólmi hluta BD1 þar sem línan liggur yfir Flatsfjall í allt að 750 metra hæð yfir sjávarmáli og aðstæður eru erfiðar til viðhalds og viðgerða auk þess sem línan er afar útsett fyrir áraun vegna veðurfars.

#### Sæstrengur yfir Arnarfjörð

Til þess að styrkja flutningskerfið inn á sunnanverða Vestfirði þá hafa verið skoðaðar nokkrar útfærslur á nýrri tengingu inn á Keldeyri. Niðurstaðan var að tengja saman Keldeyri og Breiðadal og mynda þar með hringtenginguna Keldeyri-Breiðdalur-Mjólká. Fyrsti áfangi í þessar tengingu er að leggja sæstreng yfir Arnarfjörð milli Hrafnseyrar og Bíldudals. Hægt verður að tengja sæstrenginn inn á núverandi 33 kV kerfi OV og ná þar með nýrri tengingu frá Mjólká og út á Bíldudal og þaðan niður á Keldeyri. Til þess að gera þessa áfangaskiptingu mögulega þarf að setja upp til bráðabirgða 66/33 kV spennni á Bíldudal þar sem OV mun spennuhækka Bíldudalslínu 1 (Keldeyri-Bíldudalur) úr núverandi 33 kV rekstrarspennu í 66 kV sumarið 2018.

### 3.4.4 Önnur verkefni í skoðun

#### Nýr afhendingarstaður í Ísafjarðardjúpi

Landsnet hefur hafið skoðun á mögulegum nýjum afhendingarstað í botni Ísafjarðardjúps í tengslum við virkjanaáform á svæðinu. Hvalárvirkjun er nú þegar í nýtingarflokki rammaáætlunar og fjölmargir aðrir virkjanakostir á svæðinu eru í skoðun, svo sem Skúfnavötn og Austurgil. Ef einhver af þessum áformum verða að veruleika er ljóst að flytja þarf orkuna inn á flutningskerfi Landsnets og eru möguleikar það varðandi til skoðunar.

## 3.5 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. 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.

### 3.5.1 Helstu rekstartengdu áskoranir

Afhendingarstaður á Sauðárkróki er geislatengdur við meginflutningskerfið og því er ekki um að ræða N-1 rekstur fyrir Sauðárkrók. Einnig er flutningsgeta á Sauðárkrók takmörkuð af 132/66 kV spennu í Varmahlíð.

Svæðisbundnu kerfin frá Rangárvöllum að Kópaskeri og Dalvík hafa næga flutningsgetu til að bæta við 10 MW álagi en það er ekki mögulegt vegna takmarkana sem bundnar eru við meginflutningskerfið, þ.e. aflflutningur um snið IV<sup>2</sup>, inn á Norðausturland, má ekki fara yfir 100 MW.

Flæði um snið IV er oftast en ekki yfir mörkum yfir háálagstímann og bregðast þarf við því með skerðingu á raforku til notenda á skerðanlegri orku. Af þeim sökum er ekki hægt að bæta við 10 MW álagi austan sniðs IV, nema vinnsla innan svæðisins verði aukin með stækkun núverandi virkjana eða með byggingu nýrra.

### 3.5.2 Framkvæmdir síðustu ára

Tenging Þeistareykjavirkjunar við 66 kV kerfið

Í tengslum við byggingu nýs tengivirkis á Þeistareykjum var settur upp 220/66 kV aflspennir sem tengdur var inn á Þeistareykjalínu 2, jarðstrengur á milli Þeistareykja og Kópaskerslínu 1. Þannig er nú virkjunin tengd með 220 kV línunni upp á Bakka og í Kröflu og við 66 kV kerfið á Norðausturlandi. Þessi tenging er enn fremur hugsuð sem framtíðartenging 66 kV kerfisins frá Laxá inn á meginflutningskerfið.

### 3.5.3 Verkefni í undirbúningi eða framkvæmd

Tenging Húsavíkur

Húsavíkurlína 1, tenging Húsavíkur frá Laxá, er með allra elstu flutningslínunni 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.

Tvöföldun tengingar við Sauðárkrók

Sauðárkrókur er tengdur með einni 66 kV línu sem er komin nokkuð til ára sinna. Undirbúningur er hafinn að því að tvöfalda tengingu flutningskerfisins við Sauðárkrók ásamt því að endurnýja tengivirkin á Sauðárkróki og í Varmahlíð.

### 3.5.4 Önnur verkefni í skoðun

Nýr spennir á Rangárvöllum

Á Rangárvöllum eru tveir spennar sem tengja saman 132 og 66 kV spennustigin á Norðausturlandi. Nú er útlit fyrir að álag þessa kerfis verði meira en svo að hægt sé að missa annan spenninn úr rekstri án skerðinga, sérstaklega þar sem farið er að styttest í að Laxárlína 1 verði rifin. Þess vegna er það til skoðunar að bæta við 132/66 kV aflspenni til þess að afhending almenns álag á Norðausturlandi verði trygg til framtíðar.

<sup>2</sup> Snið IV: Sker Blöndulínu 2 og Sigöldulínu 4. Stöðugleikamörk eru við 100 MW innflutning inn í sniðið, þ.e. inn á Norðausturland.

## 3.6 Austfirðir



Á Austurlandi er hringtenging; Hryggstekkur-Eyvindará-Eskifjörður-Stuðlar-Hryggstekkur. Línurnar milli Hryggstekks og Eyvindarár annars vegar og Hryggstekks og Stuðla hins vegar eru reknar á 132 kV en aðrar línur á 66 kV. Frá þessum afhendingarstöðum eru svo 66 kV línur sem geislatengja afhendingarstaði við svæðisflutningskerfið.

Stóriðjuálag á Austurlandi nýtir að mestu það afl sem framleitt er í Fljótsdalsstöð. Nokkur flutningur er því frá Suður- og Suðvesturlandi inn á Austurland sem þó er háður árstíðabundinni sveiflu í framleiðslu vatnsaflsvirkjana, notkun í svæðisflutningskerfinu á Austurlandi og reglubundnu viðhaldi jarðvarmavirkjana.

### 3.6.1 Helstu rekstartengdu áskoranir

Á Austurlandi hafa flestar 66 kV flutningslínur/strengir nægjanlega flutningsgetu. Afflutningur 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 afflutningur 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.

### 3.6.2 Framkvæmdir síðustu ára

Endurnýjun jarðstrengja í línuendum

Sumarið 2015 voru framkvæmdar hitamælingar í jarðstrengsendum á Austfjörðum. Í framhaldi af þeim var skipt út öllum strengbútunum í Stuðlalínu 2, Eskifjarðarlínu 1 og Neskaupstaðalínu 1. Í Eskifjarðarlínu 1 og Stuðlalínu 2 var 66 kV jarðstrengjum skipt út fyrir 132 kV jarðstrengi til að undirbúa hækkun á rekstrarspennu línanna.



## Ídráttarrör í Norðfjarðargöng

Landsnet kostaði lagningu ídráttarrörs í Norðfjarðargöng svo hægt sé að leggja þar síðar jarðstreng til Neskaupstaðar.

### 3.6.3 Önnur verkefni í undirbúningi eða framkvæmd

#### Spennuhækkun hringsins

Til að auka flutningsgetu hringsins Hryggstekkur-Stuðlar-Eskifjörður-Eyvindará-Hryggstekkur hefur Landsnet hafið undirbúning að spennuhækkun lína úr 66 kV í 132 kV. Til undirbúnings að þessu verkefni er þegar búið að skipta út 66 kV strengendum með 132 kV strengjum í Stuðlalínu 2 og Eskifjarðarlínu 1. Næsta skref er að stækka tengivirki á Eskifirði með 132 kV rofum og spennum, svo hægt verði að reka hringinn á 132 kV spennu. Einnig þarf að bæta við tveimur 132 kV rofareitum á Eyvindará.

### 3.6.4 Önnur verkefni í skoðun

#### Tvöföldun tenginga

Tvöföldun tenginga til Neskaupstaðar og Fáskrúðsfjarðar hafa verið skoðaðar. Búið er að leggja streng í göng á milli Reyðarfjarðar og Fáskrúðsfjarðar og er hugmyndin sú að framlengja hann í báðar áttir og ná þannig tvöfaldri tengingu milli Stuðla og Fáskrúðsfjarðar. Jafnframt er búið að leggja ídráttarrör í Norðfjarðargöng fyrir tengingu við Neskaupstað.



## 4 Langtímaáætlun um þróun meginflutningskerfis



Þessi hluti af kerfisáætlun snýr að meginflutningskerfinu og þróun þess. Farið er yfir væntanlega þróun raforkunotkunar á Íslandi til næstu áratuga og settir fram valkostir um æskilega uppbyggingu meginflutningskerfisins til að mæta þeirri þróun. Framlagðir valkostir eru settir upp í kerfislíkan Landsnets, ásamt forsendum um framtíðarnotkun kerfisins, og niðurstöður kerfisrannsóknna 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. Einnig er framkvæmt mat á umhverfisáhrifum valkosta og það birt fyrir hvern valkost fyrir sig.

### 4.1 Forsendur útreikninga

Sem grunnforsendur kerfisrannsóknna sem tæknilegt mat á valkostum byggir á er notast við sviðsmyndir um raforkunotkun 2017–2050 frá Raforkuhópi orkuspárnefndar eins og fram kom í kafla 1.4. Sviðsmyndirnar eru alls fjórar og ná yfir orku- og aflþörf á tímabilinu fram til ársins 2050.

| Yfirlit yfir sviðsmyndir orkuspárnefndar | 2017   | Raforkuspá | Hægar framfarir | Græn framtíð | Aukin stórnotkun |
|--|--------|------------|-----------------|--------------|------------------|
| Sjóndeildarhringur til ársins:           |        | 2050       | 2050            | 2050         | 2050             |
| Árleg orkunotkun í GWh                   | 18.512 | 23.451     | 22.204          | 24.659       | 32.790           |
| Hámarks álag í MW                        | 2.298  | 3.050      | 2.846           | 3.247        | 4.099            |

TAFLA 4-1: ORKUNOTKUN OG HÁMARKSAFL EFTIR SVIÐSMYNDUM

Tafla 4-1 sýnir árlega orkunotkun í GW stundum ásamt hámarksálagi á kerfið á árinu 2050 eftir mismunandi sviðsmyndum frá Raforkuhóði orkuspárnefndar. Til samanburðar er birt orkunotkun og hámarksálag eins og það var á árinu 2017.

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. Þessi svæði eru á Vesturlandi, Austurlandi, höfuðborgarsvæði og Suðurnesjum. Hlutar stórnotkunar er þó einnig dreift á önnur landsvæði.

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.

Í eftirfarandi töflum má sjá hvernig heildarvinnsla og álag dreifist niður á landsvæði í kerfisgreiningum fyrir sviðsmyndir og alla valkosti.

| Raforkuspá        |         |         |                   |
|-------------------|---------|---------|-------------------|
|                   | Vinnsla | Álag    | Mismunur (inn/út) |
| Höfuðborgarsvæði  | 425 MW  | 928 MW  | 502 MW            |
| Vesturland        | 10 MW   | 741 MW  | 731 MW            |
| Vestfirðir        | 108 MW  | 71 MW   | 37 MW             |
| Norðurland vestra | 128 MW  | 25 MW   | 102 MW            |
| Norðurland eystra | 290 MW  | 193 MW  | 96 MW             |
| Austurland        | 628 MW  | 754 MW  | 126 MW            |
| Suðurland         | 1247 MW | 134 MW  | 1113 MW           |
| Suðurnes          | 253 MW  | 204 MW  | 50 MW             |
| Samtals           | 3089 MW | 3050 MW |                   |

TAFLA 4-2: DREIFING ÁLAGS OG VINNSLU FYRIR SVIÐSMYNDINA RAFORKUSPÁ

| Hægar framfarir   |         |         |                   |
|-------------------|---------|---------|-------------------|
|                   | Vinnsla | Álag    | Mismunur (inn/út) |
| Höfuðborgarsvæði  | 424 MW  | 836 MW  | 412 MW            |
| Vesturland        | 10 MW   | 726 MW  | 716 MW            |
| Vestfirðir        | 65 MW   | 57 MW   | 7 MW              |
| Norðurland vestra | 158 MW  | 14 MW   | 144 MW            |
| Norðurland eystra | 258 MW  | 193 MW  | 66 MW             |
| Austurland        | 625 MW  | 719 MW  | 94 MW             |
| Suðurland         | 1170 MW | 109 MW  | 1061 MW           |
| Suðurnes          | 142 MW  | 192 MW  | 49 MW             |
| Samtals           | 2852 MW | 2846 MW |                   |

TAFLA 4-3: DREIFING ÁLAGS OG VINNSLU FYRIR SVIÐSMYNDINA HÆGAR FRAMFARIR

| Græn framtíð      |         |         |                   |
|-------------------|---------|---------|-------------------|
|                   | Vinnsla | Álag    | Mismunur (inn/út) |
| Höfuðborgarsvæði  | 433 MW  | 1081 MW | 648 MW            |
| Vesturland        | 10 MW   | 755 MW  | 745 MW            |
| Vestfirðir        | 110 MW  | 76 MW   | 34 MW             |
| Norðurland vestra | 162 MW  | 23 MW   | 139 MW            |
| Norðurland eystra | 388 MW  | 164 MW  | 224 MW            |
| Austurland        | 639 MW  | 777 MW  | 137 MW            |
| Suðurland         | 1273 MW | 151 MW  | 1122 MW           |
| Suðurnes          | 259 MW  | 221 MW  | 38 MW             |
| Samtals           | 3274 MW | 3248 MW |                   |

TAFLA 4-4: DREIFING ÁLAGS OG VINNSLU FYRIR SVIÐSMYNDINA GRÆNA FRAMTÍÐ

| Aukin stórnotkun  |         |         |                   |
|-------------------|---------|---------|-------------------|
|                   | Vinnsla | Álag    | Mismunur (inn/út) |
| Höfuðborgarsvæði  | 614 MW  | 1084 MW | 470 MW            |
| Vesturland        | 10 MW   | 933 MW  | 923 MW            |
| Vestfirðir        | 139 MW  | 75 MW   | 63 MW             |
| Norðurland vestra | 282 MW  | 31 MW   | 251 MW            |
| Norðurland eystra | 488 MW  | 416 MW  | 72 MW             |
| Austurland        | 713 MW  | 1005 MW | 292 MW            |
| Suðurland         | 1520 MW | 150 MW  | 1369 MW           |
| Suðurnes          | 338 MW  | 405 MW  | 67 MW             |
| Samtals           | 4104 MW | 4099 MW |                   |

TAFLA 4-5: DREIFING ÁLAGS OG VINNSLU FYRIR SVIÐSMYNDINA AUKIN STÓRNOTKUN

## 4.2 Valkostir um styrkingu meginflutningskerfisins

Valkostir kerfisáætlunar eru með svipuðu sniði og í síðustu áætlun. Helsta breytingin er tilkomin vegna línulagna á SV-horni landsins sem nú eru hlutar af öllum framlögðum valkostum. Er þar um að ræða tvær línuleiðir sem voru komnar á framkvæmdaáætlun áður og eina nýja línuleið. Sem fyrr eru lagðir fram tveir aðalvalkostir sem fela í sér annað hvort tengingu yfir hálendið eða uppbyggingu á nýrri hringtengingu. Undir þessum aðalvalkostum eru lagðar til mismunandi útfærslur sem eru blanda af nýbyggingum og endurnýjun á núverandi meginflutningskerfi. 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. Valkostum sem fólu í sér spennuhækkun á byggðalínu hefur verið breytt frá því sem upphaflega var. Í stað endurnýtingar á núverandi línumöstrum er horft til endurbyggingar með því að byggja nýjar línur við hlið þeirra gömlu og fjarlægja gömlu línurnar. Með þessu verklagi fást betri kerfislagir eiginleikar en við spennuhækkun byggðalínunnar og minni umhverfisáhrif en við tvöfaldar línulagnir. Ástæðan fyrir þessum breytingum er sú að valkostagreiningar fyrri kerfisáætlana leiddu í ljós að kostir sem byggðust á spennuhækkun byggðalínunnar, þar sem núverandi línumöstrum væri breytt, væru vart framkvæmanlegir.

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 kerfislíkönum eru línuleiðir settar inn sem loftlínur og hermdar sem slíkar. Nánari útfærslur lína, svo sem 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 4.4 varðandi þá valkosti sem hér eru til kynningar.

Auk þeirra leiða sem lagðar eru til í valkostum til úrbóta á veikleikum núverandi byggðalínu eru lagðar til styrkingar á meginflutningskerfinu á Suðvesturlandi. Styrkingarnar sem lagðar eru til liggja allar til höfuðborgarsvæðisins enda er á tímabili áætlunarinnar fyrir séð að kerfið í kringum höfuðborgina verði afar þunglestað, m.a. vegna töluverðrar uppbyggingar í atvinnulífi. Framlagðir valkostir munu allir fela í sér styrkingar milli höfuðborgarsvæðisins og Suðurnesja, Hellisheiðar og Vesturlands en sú síðastnefnda var einnig hluti af öllum valkostum fyrri kerfisáætlana. Fjórdá línan er svo tenging á milli nýs tengivirkis við Lyklafell og Hamraness. Styrking til Suðurnesja ásamt tengingu á milli Lyklafells og hamraness voru komin á framkvæmdaáætlun en eru nú hluti af valkostum langtímaáætlunar þar sem endurtaka þurfti undirbúningsferla framkvæmdanna. Styrking milli höfuðborgarsvæðis og Hellisheiðar er nú kynnt í fyrsta sinn sem hluti af valkostum enda er sú tenging sem nú er þar á milli afar þungt lestuð og hafa kerfisrannsóknir sýnt að án aðgerða muni þessi flöskuháls standa í vegi fyrir álagsaukningu á öllu höfuðborgarsvæðinu.

#### 4.2.1 Yfirlit yfir valkosti:

Alls eru lagðir fram átta valkostir í langtímaáætlun:

| A-valkostir: Hálendisleið  | B-valkostir: Byggðaleið   |
|--|---|
| A.1<br>Hálendislína og 220 kV nýbygging á milli Blöndu og Fljótsdals                     | B.1<br>Nýr 220 kV byggðalínuhringur, frá Brennimel og að Sigöldu                            |
| A.1-J <sub>50</sub><br>Hálendislína með 50 km jarðstreng og á milli Blöndu og Fljótsdals | B.2<br>Nýbygging 220 kV á milli Brennimels og Fljótsdals                                    |
| A.1-DC<br>Nýbygging á milli Blöndu og Fljótsdals og jafnstraumstenging yfir hálendi      | B.3<br>220 kV endurbygging á vængjum <sup>3</sup> og nýbygging á milli Blöndu og Fljótsdals |
| A.2<br>Hálendislína og 220 kV endurbygging á milli Blöndu og Fljótsdals                  | B.4<br>220 kV endurbygging á núverandi byggðalínu   |

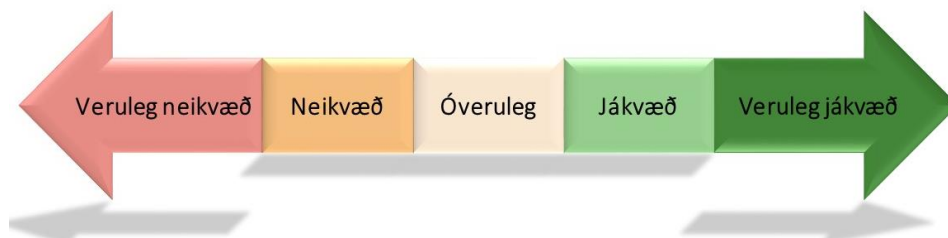
TAFLA 4-6 : VALKOSTIR TIL SKOÐUNAR Í KERFISÁÆTLUN 2018-2027

#### 4.2.2 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

Niðurstaða mats á því hvernig framlagðir valkostir uppfylla ofangreind markmið er birt með einkunnagjöf sem nær frá verulegum neikvæðum áhrifum og til verulegra jákvæðra áhrifa.



MYND 4-1 : MÆLIKVARÐI YFIR ÞAÐ HVERNIG VALKOSTIR UPPFYLLA MARKMIÐ

<sup>3</sup> Hugtakið „vængir“ er hér notað um línuleiðir á vestur- og austurhlíðum núverandi hringtengingar og tengja saman landsvæði. Nánar tiltekið frá Blöndu í Brennimel annars vegar og hins vegar frá Fljótsdal í Sigöldu.

Mynd 4-1 sýnir myndrænt mat á því hvaða áhrif framlagðir valkostir eru taldir hafa á uppfyllingu markmiða raforkulaga. Mælikvarðinn er ýmist táknaður í orðum eða með táknum og er eftirfarandi:

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

Við greiningu á markmiðum eru notaðir eftirfarandi mælikvarðar:

- Stöðugleiki flutningskerfisins
- Kerfisstyrkur
- Aukinn flutningur
- Sveigjanleiki orkuafhendingar
- Rekstraröryggi (N-1)
- Flutningstöp
- Áhrif framkvæmdar á gjaldskrá
- Þjóðhagsleg hagkvæmni

Út frá mælikvörðunum, sem hver um sig hefur fyrirfram skilgreint vægi, er svo metið hvernig valkostir uppfylla markmið raforkulaga. Tafla 4-7 til Tafla 4-11 sýna hvernig markmiðin eru metin, bæði út frá mælikvörðum og vægi hvers mælikvarða út af fyrir sig, ásamt rökstuðningi fyrir ákvörðun á því vægi:

#### Markmið um öryggi

| Mælikvarði                         | Vægi | Rökstuðningur   |
|------------------------------------|------|---|
| <b>Stöðugleiki flutningskerfis</b> | 30%  | Stöðugt flutningskerfi hefur mikið að segja fyrir öryggi orkuafhendingar og gæði þeirrar raforku sem afhent er. Einkum á þetta við um viðbrögð kerfisins við truflunum. Mikilvægi stöðugleika er því metið meira en aukin flutningsgeta.                        |
| <b>Aukinn flutningur</b>           | 20%  | Aukinn flutningur hefur í för með sér auknar tekjur fyrir Landsnet. Það skapar fyrirtækinu fjárhagslegt öryggi og svigrúm til framkvæmda, til að bæta öryggi kerfisins, án þess að það hækki gjaldskrá. Þetta er þó talið vega lægst í markmiði um öryggi.      |
| <b>Rekstraröryggi (N-1)</b>        | 50%  | Til að hægt sé að reka flutningskerfið á sem öruggastan hátt, þannig að það geti sinnt hlutverki sínu sem skyldi, er nauðsynlegt að hægt sé að reka það skv. N-1 meginreglunni. Þess vegna var ákveðið að N-1 mælikvarðinn hefði 50% vægi í markmiði um öryggi. |

TAFLA 4-7 : MÆLIKVARÐAR FYRIR MARKMIÐ UM ÖRYGGI

#### Markmið um skilvirkni

| Mælikvarði               | Vægi | Rökstuðningur  |
|--------------------------|------|--|
| <b>Flutningstöp</b>      | 35%  | Raforkutöp eru sóun á auðlindum og Landsnet ætti að leita allra leiða til að draga úr þeim.  |
| <b>Aukinn flutningur</b> | 25%  | Aukinn flutningur hefur í för með sér auknar tekjur fyrir Landsnet. Það skapar fyrirtækinu fjárhagslegt öryggi og svigrúm til framkvæmda, til að bæta skilvirkni kerfisins, án þess að það komi niður á gjaldskránni. Þetta er þó talið vega sýnu minnst í markmiði um skilvirkni. |



|                                      |     |  |
|--------------------------------------|-----|--|
| <b>Sveigjanleiki orkuafhendingar</b> | 40% | Ef virkur orkumarkaður á að vera hérlandis þurfa framleiðendur og orkunotendur að hafa aðgang að flutningskerfi. Einnig þarf að vera til staðar næg flutningsgeta til að anna framtíðarþróun í orkuflutningi. Þessi mælikvarði er talinn segja mest um skilvirkni kerfisins og er því metinn hærra en hinir. |
|--------------------------------------|-----|--|

TAFLA 4-8 : MÆLIKVARÐAR FYRIR MARKMIÐ UM SKILVIRKNI

## Markmið um áreiðanleika afhendingar

| Mælikvarði                           | Vægi | Rökstuðningur   |
|--------------------------------------|------|---|
| <b>Stöðugleiki flutningskerfis</b>   | 20%  | Stöðugt flutningskerfi hefur mikið að segja um öryggi orkuafhendingar og gæði þeirrar raforku sem afhent er. Einkum á þetta við um viðbrögð kerfisins við truflunum. Því er rétt að meta mikilvægi stöðugleika hærra en aðra mælikvarða sem mæla áreiðanleika, að undanskildum mælikvarða fyrir N-1.  |
| <b>Aukinn flutningur</b>             | 10%  | Aukinn flutningur hefur í för með sér auknar tekjur fyrir Landsnet. Það skapar fyrirtækinu fjárhagslegt öryggi og svigrúm til framkvæmda, til að bæta öryggi kerfisins, án þess að það komi niður á gjaldskránni. Þetta markmið er þó talið vega minnst í áreiðanleika afhendingar.   |
| <b>Rekstraröryggi (N-1)</b>          | 40%  | Til að reka flutningskerfið á sem öruggastan hátt, þannig að það geti sinnt hlutverki sínu sem skyldi, er nauðsynlegt að hægt sé að reka það skv. N-1 meginreglunni. Rökrétt er því að mælikvarðinn vegi mest í mati á markmiði um áreiðanleika afhendingar.  |
| <b>Kerfisstyrkur</b>                 | 15%  | Beint samhengi er milli kerfisstyrks, rekstraröryggis og stöðugleika. Aukinn kerfisstyrkur, t.d. með tengingum milli svæða, eykur áreiðanleika afhendingar og bætir spennugæði. Því var ákveðið að vægi kerfisstyrks væri það sama og fyrir sveigjanleika orkuafhendingar.  |
| <b>Sveigjanleiki orkuafhendingar</b> | 15%  | Ef virkur orkumarkaður á að vera hérlandis þurfa framleiðendur og orkunotendur að hafa aðgang að flutningskerfi, óháð því hvar á landinu þeir eru staðsettir. Sveigjanleiki í orkuafhendingu felur líka í sér fleiri leiðir til að afhenda orkuna. Við mælingu áreiðanleika telst sveigjanleiki orkuafhendingar hafa sama vægi og kerfisstyrkur, 15%. |

TAFLA 4-9 : MÆLIKVARÐAR FYRIR MARKMIÐ UM ÁREIÐANLEIKA AFHENDINGAR

## Markmið um hagkvæmni

| Mælikvarði                   | Vægi | Rökstuðningur  |
|------------------------------|------|--|
| <b>Þjóðhagsleg hagkvæmni</b> | 70%  | Markmið raforkulaga er að stuðla að þjóðhagslega hagkvæmu raforkukerfi og efla þannig atvinnulíf og byggð í landinu. Útreikningar á þjóðhagslegri hagkvæmni innifela flesta þætti sem styðja við þetta markmið. Af því leiðir að mælikvarði um þjóðhagslega hagkvæmni er talinn vega |

|                          |     |   |
|--------------------------|-----|---|
|                          |     | talsvert meira en mælikvarði um áhrif á gjaldskrá þegar markmið um hagkvæmni er metið   |
| <b>Áhrif á gjaldskrá</b> | 30% | Til að tryggja samkeppni í vinnslu og viðskiptum með raforku er mikilvægt að haga uppbyggingu flutningskerfisins með þeim hætti að hún hafi sem minnst áhrif til hækkunar á gjaldskrá. Áhrif kerfisstyrkinga á gjaldskrá eru ekki innifalin í útreikningum á þjóðhagslegri hagkvæmni en talið er rétt að meta þau sem 30% af heildarmati á uppfyllingu markmiðs um hagkvæmni. |

TAFLA 4-10 : MÆLIKVARÐAR FYRIR MARKMIÐ UM HAGKVÆMNI

### Markmið um gæði raforku

| Mælikvarði                         | Vægi | Rökstuðningur  |
|------------------------------------|------|--|
| <b>Stöðugleiki flutningskerfis</b> | 50%  | Stöðugt flutningskerfi hefur mikið að segja fyrir orkuafhendingu og gæði þeirrar raforku sem afhent er. Einkum á þetta við um viðbrögð flutningskerfisins í truflunum. Þegar meta skal hvernig kerfið uppfyllir markmið um gæði raforku er stöðugleiki kerfisins metinn til jafns við kerfisstyrk. |
| <b>Kerfisstyrkur</b>               | 50%  | Beint samhengi er milli kerfisstyrks, rekstraröryggis og stöðugleika. Aukinn kerfisstyrkur, t.d. með tengingum milli svæða, eykur afhendingaráreiðanleika raforku og bætir spennugæði. Við mat á markmiði um gæði raforku er kerfisstyrkur metinn til jafns við stöðugleika kerfisins.             |

TAFLA 4-11 : MÆLIKVARÐAR FYRIR MARKMIÐ UM GÆÐI RAFORKU

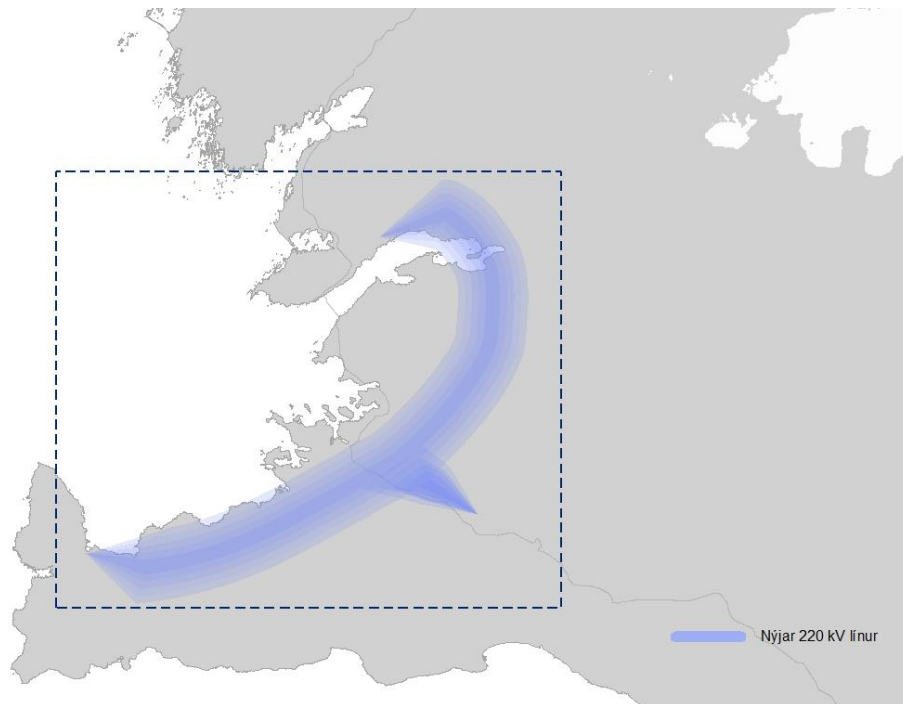
Mat valkosta kemur fram í matstöflum og er hvert og eitt markmið raforkulaga metið fyrir hverja sviðsmynd. Mat fyrir sviðsmynd miðast alltaf við matið fyrir grunnsviðsmyndina sem er *Raforkuspá* og tekur mat fyrir aðrar sviðsmyndir mið af því. Mikilvægt er því að töflurnar lesist með því sjónarmiði.

## 4.3 Valkostagreining

Í framangreindu 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 miðhálendið (A kostir) og hin á styrkingum meðfram núverandi byggðalínu (B kostir). Útgangspunktur matsins er þó umfjöllun um núllkost sem felur í sér engar frekari styrkingar á meginflutningskerfinu frá því sem nú er

### 4.3.1 Almennar forsendur

Vinnsla og álag miðast við gögn úr Raforkuspá 2017. 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.



**MYND 4-2 : NAUÐSYNLEGAR STYRKINGAR Á SV-LANDI, SAMEIGINEGAR ÖLLUM VALKOSTUM**

Allir valkostir (aðrir en núllkostur) fela í sér nauðsynlegar framkvæmdir á suðvesturhorninu. Í skýringarmyndum valkosta koma þessar framkvæmdir fram en á Mynd 4-2 má sjá þær leiðir sem kerfisrannsóknir hafa sýnt að krefjast styrkinga. Þessar framkvæmdir eru styrking til Suðurnesja, styrking milli höfuðborgarsvæðisins og Hellisheiðar, styrking frá höfuðborgarsvæðinu til Vesturlands og styrking frá Hellisheiði í Hafnarfjörð þegar gert er ráð fyrir niðurrifi núverandi lína (Hamraneslína 1 og 2).

### 4.3.2 Núllkostur

Núllkostur er lýsing á þeim aðstæðum ef ekki verður af neinum framkvæmdum í flutningskerfinu. Tilgangur þess að skilgreina þennan valkost er að öðlast grunn til að meta aðra valkosti, m.a. vegna mats á þjóðhagslegu gildi uppbyggingar flutningskerfisins. Fram kemur í mati á þjóðhagslegu gildi að núllkosturinn hefur ýmis óæskileg áhrif og kostnað í för með sér fyrir notendur raforku. Þessi kostnaður felst m.a. í hærri töpum í flutningskerfinu, uppbyggingu og keyrslu disilknúinna vararafstöðva, skerðingu bæði til forgangsnotenda og notenda á skertum flutningi. Einnig kallar hann á keyrslu olíukatla hitaveitna og iðnfyrirtækja ásamt annarri brennslu jarðefnaeldsneytis með tilheyrandi losun gróðurhúsalofttegunda. Þar að auki leiðir hann af sér óhagkvæman rekstur núverandi virkjana og nýtingu óhagkvæmari virkjanakosta sökum flutningstakmarkana. Nánari lýsingu á þessum þjóðhagslega kostnaði má finna í skýrslu sem ber heitið *Mat á þjóðhagslegri arðsemi uppbyggingar flutningskerfis raforku* og má finna á heimasíðu Landsnets<sup>4</sup>.

<sup>4</sup> landsnet.is – um okkur – kynningarrit og skýrslur – kerfisáætlun – kerfisáætlun 2018-2027 ásamt fylgigögnum

---

Núllkostur er metinn m.t.t. markmiða raforkulaga, líkt og aðrir framlagðir valkostir, þannig að þeir séu samanburðarhæfir. Horft er til sviðsmynda Raforkuhóps orkuspárnefndar um þróun raforkunotkunar við matið.

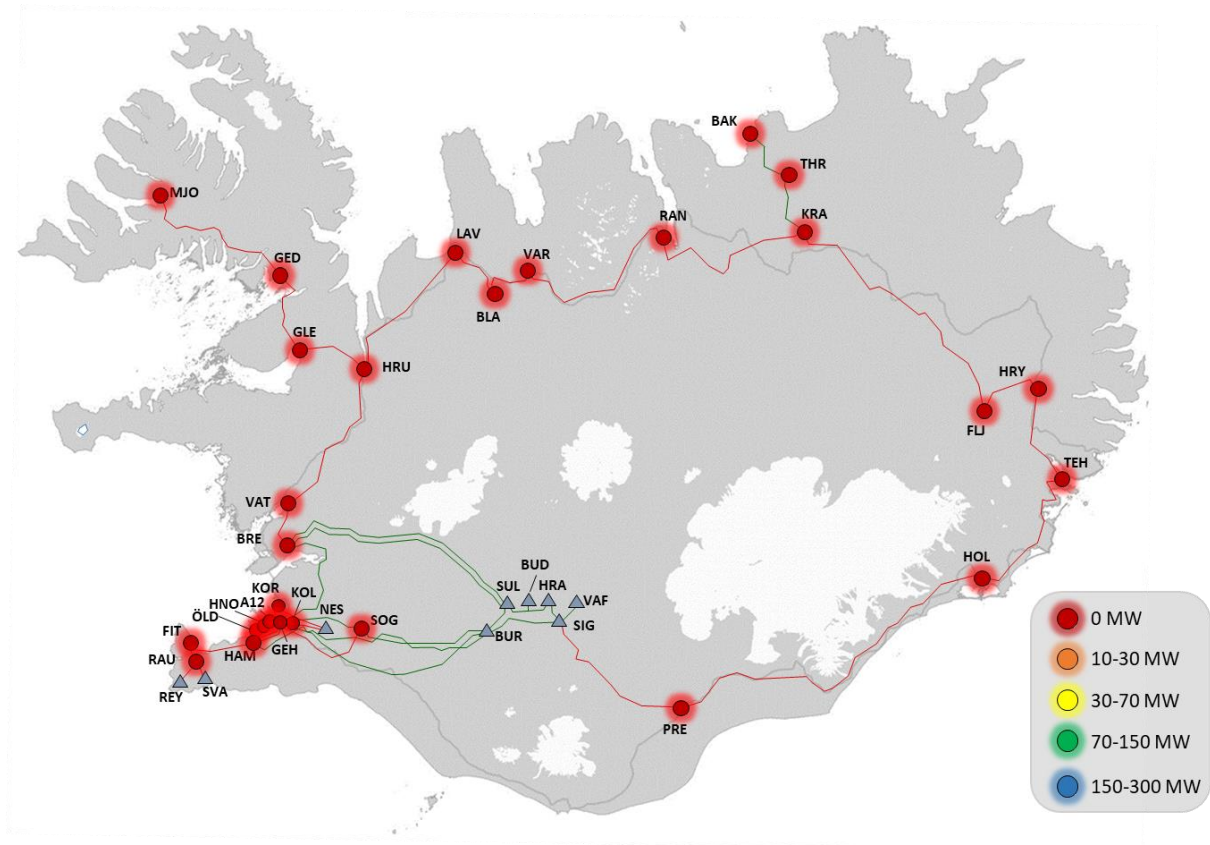
## Markmið raforkulaga

|                          | Raforkuspá  |      | Hægar framfarir   |      | Græn framtíð  |      | Aukin stórnotkun  |      |
|--------------------------|---|------|---|------|---|------|---|------|
| Mælikvarðar              | umsögn  | stig | umsögn  | stig | umsögn  | stig | umsögn  | stig |
| Öryggi                   | Núllkosturinn kemur illa út m.t.t. markmiða raforkulaga. Uppfylling þeirra skilar lægstu einkunn fyrir öll markmiðin. | --   | Núllkosturinn kemur illa út m.t.t. markmiða raforkulaga. Uppfylling þeirra skilar lægstu einkunn fyrir öll markmiðin. | --   | Núllkosturinn kemur illa út m.t.t. markmiða raforkulaga. Uppfylling þeirra skilar lægstu einkunn fyrir öll markmiðin. | --   | Núllkosturinn kemur illa út m.t.t. markmiða raforkulaga. Uppfylling þeirra skilar lægstu einkunn fyrir öll markmiðin. | --   |
| Áreiðanleiki afhendingar |   |      |   |      |   |      |   |      |
| Gæði raforku             |   |      |   |      |   |      |   |      |
| Skilvirkni               |   |      |   |      |   |      |   |      |
| Hagkvæmni                | Grunntilfelli hagkvæmniútreikninga  |      |   |      |   |      |   |      |

TAFLA 4-12: MAT Á MARKMIÐUM RAFORKULAGA FYRIR NÚLLKOST.

Tafla 4-12 sýnir að núllkosturinn kemur illa út m.t.t. markmiða raforkulaga. Uppfylling þeirra skilar lægstu einkunn fyrir öll markmiðin, þó svo að einstaka mælikvarðar sem lágu til grundvallar hafi fengið næstlægstu einkunn. Vægi mælikvarðanna við mat á uppfyllingu markmiða raforkulaga leiddi til þess að niðurstaðan varð sem raun ber vitni. Markmið um hagkvæmni er ekki metið fyrir núllkostinn þar sem hann er skilgreindur sem grunnur að mati á þjóðhagslegu gildi annara valkosta.

Til að meta aflgetu afhendingarstaða er horft til sviðsmyndarinnar *Raforkuspá* og álags, eins og það verður árið 2050 skv. raforkuspá.



#### MYND 4-3 AFLGETA AFHENDINGARSTAÐA ÁRIÐ 2050 VIÐ NÚLLKOST

Mynd 4-3 sýnir að allir afhendingarstaðir verða fulllestaðir árið 2050, ef ekki koma til neinar styrkingar á flutningskerfinu. Myndin sýnir stöðuna eins og hún yrði í raun, að teknu tilliti til takmarkana í sniðum I og VI og sem eru þegar til staðar í 220 kV kerfinu á SV-horninu. Eins og sjá má er ekki unnt að bæta við neinni notkun á landsvísu ef ekki verður af styrkingu meginflutningskerfisins.

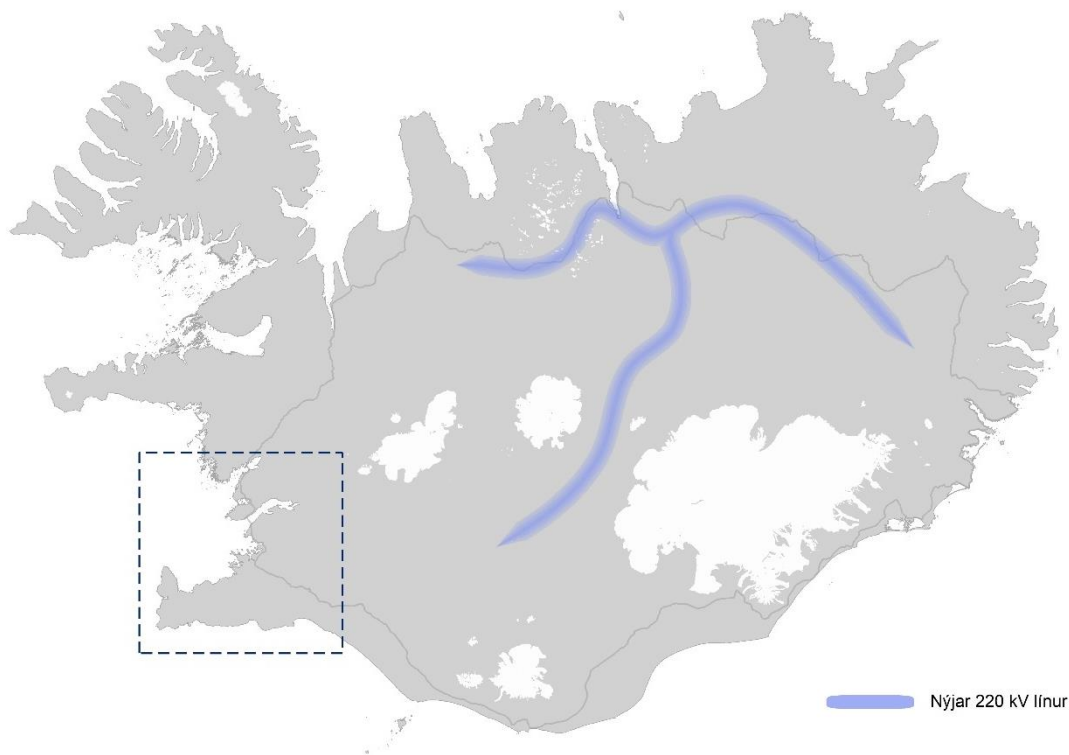


### 4.3.3 Valkostir með hálendistengingu - A

Valkostir með hálendistengingu eru fjórir talsins en fela í sér þrjár mögulegar útfærslur á tengingunni yfir miðhálandið.

#### Valkostur A.1 – Hálendislína og nýbygging Fljótsdalur – Blanda

Valkostur A.1 er lagður fram með heildarstöðugleika að leiðarljósi. Hann gerir ráð fyrir að stóru virkjanirnar sem tengdar eru byggðalínunni verði tengdar saman með sterkum tengingum, jafnframt því sem þær yrðu tengdar við stærsta framleiðslukjarnann á Suðurlandi með línu yfir hálandið. 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 álagsþunga staði, sem gæti mögulega falið í sér aukna þörf fyrir stýrt launafl til spennustýringar.

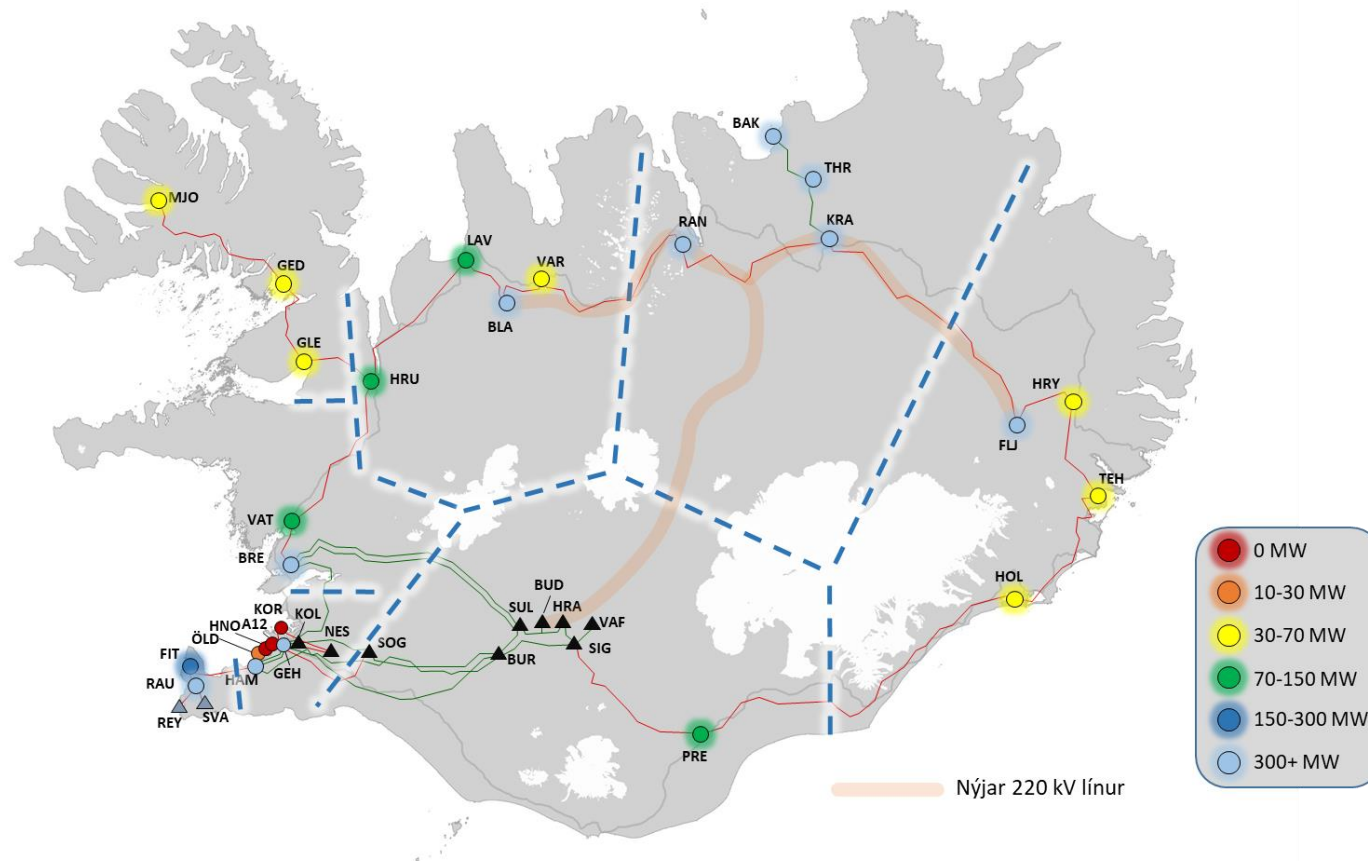


MYND 4-4 : VALKOSTUR A.1

## Markmið raforkulaga

|                          | Raforkuspá   |      | Hægar framfarir  |      | Græn framtíð   |      | Aukin stórnotkun   |      |
|--------------------------|--|------|--|------|--|------|--|------|
| Mælikvarðar              | Umsögn   | Stig | Umsögn   | Stig | Umsögn   | Stig | Umsögn   | Stig |
| Öryggi                   | Í óskertu kerfi verður hér um stöðugt (++) og sveigjanlegt kerfi að ræða. Þessir tveir eiginleikar verða þó háðir tengingunni yfir hálendið og því gengur það á N-1 öryggi (+) þessa valkosta. | +    | Sama gildir og fyrir sviðsmyndina Raforkuspá þótt álag og vinnsla séu minni. | +    | Þættir sem hafa áhrif á öryggi lækka ekki þótt álag aukist nokkuð vegna orkuskipta.  | +    | Álagsaukning þessarar sviðsmyndar hefur áhrif á stöðugleika kerfisins þrátt fyrir að þessi valkostur verði að veruleika. Möguleikar til aukins flutnings eru minni en fyrir aðrar sviðsmyndir en N-1 öryggi sem hefur mest áhrif á þennan mælikvarða er óbreytt. | +    |
| Áreiðanleiki afhendingar | Áreiðanlegt kerfi sem fæst með þeim stöðugleika, kerfisstyrk og sveigjanleika sem þessi valkostur færir.   | ++   | Sjá: Raforkuspá  | ++   | Kerfisstyrkur lækkar um eitt þrep vegna orkuskiptaálagsins og veldur því að áreiðanleiki er minni en fyrir álagsminni sviðsmyndir.   | +    | Miðað við Græna framtíð lækkar kerfisstyrkur og möguleikar á auknum flutningi vegna þessa stóra stökks í álagi og vinnslu. Valkosturinn hefur þó sveigjanleikann og N-1 öryggið til að halda nokkuð góðu mati á þessum mælikvarða.                               | +    |
| Gæði raforku             | Samtenging norðurs og suðurs færir mikla bætingu á kerfisstyrk og stöðugleika sem eru þeir þættir sem skila raforkugæðum.  | ++   | Sjá: Raforkuspá  | ++   | Þótt kerfisstyrkur lækki er þessi valkostur heppilegur fyrir orkuskipta-sviðmyndina vegna þess stöðugleika sem af honum hlýst.   | ++   | Vegna lækkandi stöðugleika af völdum pressaðs kerfis ásamt lækkandi kerfisstyrk stendur þessi valkostur ekki jafn vel er varðar raforkugæði.   | +    |
| Skilvirkni               | Þessi valkostur nær miklu út úr kerfinu með tiltölulega stuttum línubyggingum m.v. aðra umfangsmeiri kosti. Flutningstöp hlutfallslega lág og mikill sveigjanleiki í samtengingu landsvæða.    | +    | Sjá: Raforkuspá  | +    | Hærri flutningstöp þar sem kerfið er orðið lestaðra en góður sveigjanleiki og mjög áþekkir möguleikar fyrir aukningu á flutningi skilar óbreyttu mati á mælikvarðanum frá Raforkuspá | +    | Mikið álag og möguleikar á þungt lestuðu meginflutningskerfi skilar hlutfallslega háum flutningstöpum, minna pláss er fyrir aukinn flutning til afhendingarstaða en sveigjanleiki hálendistengingar er mótvægi að nokkru leyti.                                  | 0/+  |
| Hagkvæmni                | Sjá umfjöllun um áhrif framkvæmda á gjaldskrá og Hagkvæmniskýrslu.   | 0/+  | Sjá umfjöllun um áhrif framkvæmda á gjaldskrá og Hagkvæmniskýrslu.           | +    | Sjá umfjöllun um áhrif framkvæmda á gjaldskrá og Hagkvæmniskýrslu.   | ++   | Sjá umfjöllun um áhrif framkvæmda á gjaldskrá og Hagkvæmniskýrslu.   | ++   |

TAFLA 4-13: MAT Á MARKMIÐUM RAFORKULAGA FYRIR VALKOST A.1



MYND 4-5: MÖGULEIKAR Á AUKNUM FLUTNINGI TIL AFHENDINGARSTAÐA M.V. VALKOST A.1 OG SVIÐSMYNDINA *GRÆNA FRAMTÍÐ*

## Umhverfisáhrif A.1

Helstu umhverfisáhrif valkosts A.1 eru annars vegar á landslag og ásýnd og hins vegar á atvinnuuppbyggingu. Þau eru metin sem veruleg neikvæð á landslag en veruleg jákvæð á atvinnuuppbyggingu. Auk þess er niðurstaða matsins að áhrifin verði neikvæð á jarðminjar, lífríki og ferðaþjónustu. Varðandi áhrif á vatnafar er talið að þar sem jarðstrengskostir fari um vatnsverndarsvæði kunni áhrifin að verða neikvæð, en að öðrum kosti óveruleg neikvæð.

| Valkostur A.1        | Loftlína                         | Áhrif vegna mögulegra jarðstrengja* |
|----------------------|----------------------------------|-------------------------------------|
| Land                 | Neikvæð (-)                      | Óveruleg (-/0)                      |
| Landslag og ásýnd    | Veruleg neikvæð (--)             |                                     |
| Jarðminjar           | Neikvæð (-)                      |                                     |
| Vatnafar             | Óveruleg (-/0)                   | Neikvæð (-)                         |
| Lífríki              | Neikvæð (-)                      |                                     |
| Menningarminjar      | Óveruleg (-/0)                   |                                     |
| Loftslag             | Óveruleg jákvæð og neikvæð (+/-) |                                     |
| Atvinnuuppbygging    | Veruleg jákvæð (++)              |                                     |
| Landnotkun og heilsa | Óveruleg (-/0)                   |                                     |
| Ferðaþjónusta        | Neikvæð (-)                      |                                     |

\* Áhrif m.t.t. mögulegra jarðstrengja. Umfang þeirra er óljóst og áhrifamatið fyrst og fremst vísbending.

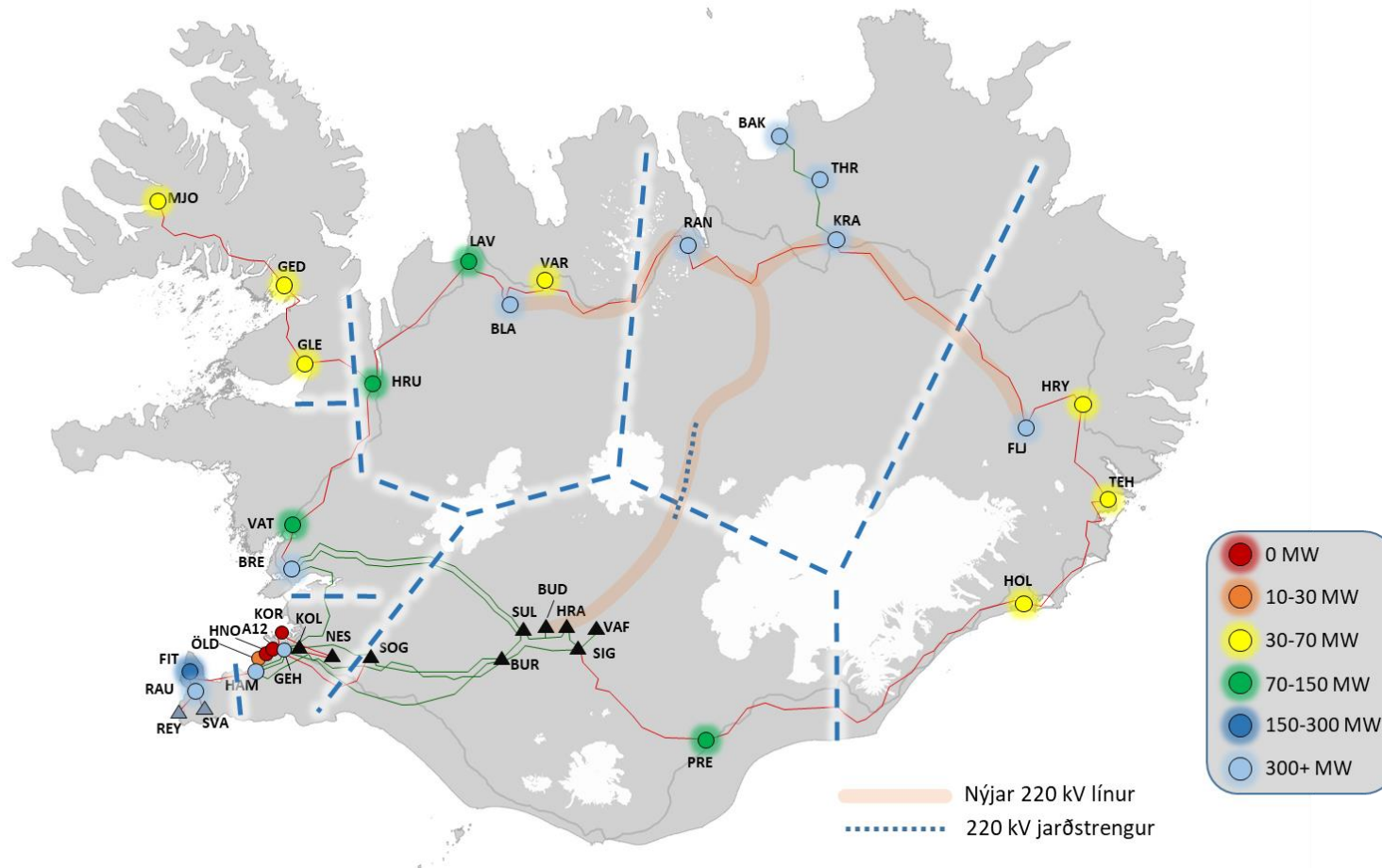
### Valkostur A.1-J<sub>50</sub> – Hálendislína með 50 km jarðstreng og nýbygging Fljótsdalur – Blanda

Valkostur A.1-J<sub>50</sub> gerir ráð fyrir hámarkslengd jarðstrengs sem er 50 km af leiðinni yfir hálendið. Valkosturinn er að öðru leyti eins og valkostur A.1 kerfislega en lagning jarðstrengsins mun þó hafa áhrif á hagræna þætti.

## Markmið raforkulaga

|                          | Raforkuspá   |      | Hægar framfarir  |      | Græn framtíð  |      | Aukin stórnotkun   |      |
|--------------------------|--|------|--|------|---|------|--|------|
| Mælikvarðar              | Umsögn   | Stig | Umsögn   | Stig | Umsögn  | Stig | Umsögn   | Stig |
| Öryggi                   | Í óskertu kerfi verður hér um stöðugt (++) og sveigjanlegt kerfi að ræða. Þessir tveir eiginleikar verða þó háðir tengingunni yfir hálendið og því gengur það á N-1 öryggi (+) þessa valkosta. | +    | Sama gildir og fyrir sviðsmyndina Raforkuspá þótt álag og vinnsla séu minni. | +    | Þættir sem hafa áhrif á öryggi lækka ekki þótt álag aukist nokkuð vegna orkuskipta.   | +    | Álagsaukning þessarar sviðsmyndar hefur áhrif á stöðugleika kerfisins þrátt fyrir að þessi valkostur verði að veruleika. Möguleikar til aukins flutnings eru minni en fyrir aðrar sviðsmyndir en N-1 öryggi sem hefur mest áhrif á þennan mælikvarða er óbreytt. | +    |
| Áreiðanleiki afhendingar | Áreiðanlegt kerfi sem fæst með þeim stöðugleika, kerfisstyrk og sveigjanleika sem þessi valkostur færir.   | ++   | Sjá: Raforkuspá  | ++   | Kerfisstyrkur lækkar um eitt þrep vegna orkuskiptaálagsins og veldur því að áreiðanleiki er minni en fyrir álagsminni sviðsmyndir   | +    | Miðað við Græna framtíð lækkar kerfisstyrkur og möguleikar á auknum flutningi vegna þessa stóra stökks í álagi og vinnslu. Valkosturinn hefur þó sveigjanleikann og N-1 öryggið til að halda nokkuð góðu mati á þessum mælikvarða.                               | +    |
| Gæði raforku             | Samtenging norðurs og suðurs færir mikla bætingu á kerfisstyrk og stöðugleika sem eru þeir þættir sem skila raforkugæðum.  | ++   | Sjá: Raforkuspá  | ++   | Þótt kerfisstyrkur lækki er þessi valkostur heppilegur fyrir orkuskipta-sviðsmyndina vegna þess stöðugleika sem af honum hlýst.   | ++   | Vegna lækkandi stöðugleika af völdum pressaðs kerfis ásamt lækkandi kerfisstyrk stendur þessi valkostur ekki jafn vel er varðar raforkugæði.   | +    |
| Skilvirkni               | Þessi valkostur nær miklu út úr kerfinu með tiltölulega stuttum línubýggingum m.v. aðra umfangsmeiri kosti. Flutningstöp hlutfallslega lág og mikill sveigjanleiki í samtengingu landsvæða.    | +    | Sjá: Raforkuspá  | +    | Hærri flutningstöp þar sem kerfið er orðið lestaðra en góður sveigjanleiki og mjög áþekkir möguleikar fyrir aukningu á flutningi skilar óbeyttu mati á mælikvarðanum frá Raforkuspá | +    | Mikið álag og möguleikar á þungt lestuðu meginflutningskerfi skilar hlutfallslega háum flutningstöpum, minna pláss er fyrir aukinn flutning til afhendingarstaða en sveigjanleiki hálendistengingar er mótvægi að nokkru leyti.                                  | 0/+  |
| Hagkvæmni                | Sjá umfjöllun um áhrif framkvæmda á gjaldskrá og Hagkvæmniskýrslu.   | 0/-  | Sjá umfjöllun um áhrif framkvæmda á gjaldskrá og Hagkvæmniskýrslu.           | 0/+  | Sjá umfjöllun um áhrif framkvæmda á gjaldskrá og Hagkvæmniskýrslu.  | +    | Sjá umfjöllun um áhrif framkvæmda á gjaldskrá og Hagkvæmniskýrslu.   | +    |

TAFLA 4-14: MAT Á MARKMIÐUM RAFORKULAGA FYRIR VALKOST A.1-J<sub>50</sub>



MYND 4-6: MÖGULEIKAR Á AUKNUM FLUTNINGI TIL AFHENDINGARSTAÐA M.V. VALKOST A.1-J<sub>50</sub> OG SVIÐSMYNDINA GRÆNA FRAMTÍÐ



## Umhverfisáhrif A.1-J50

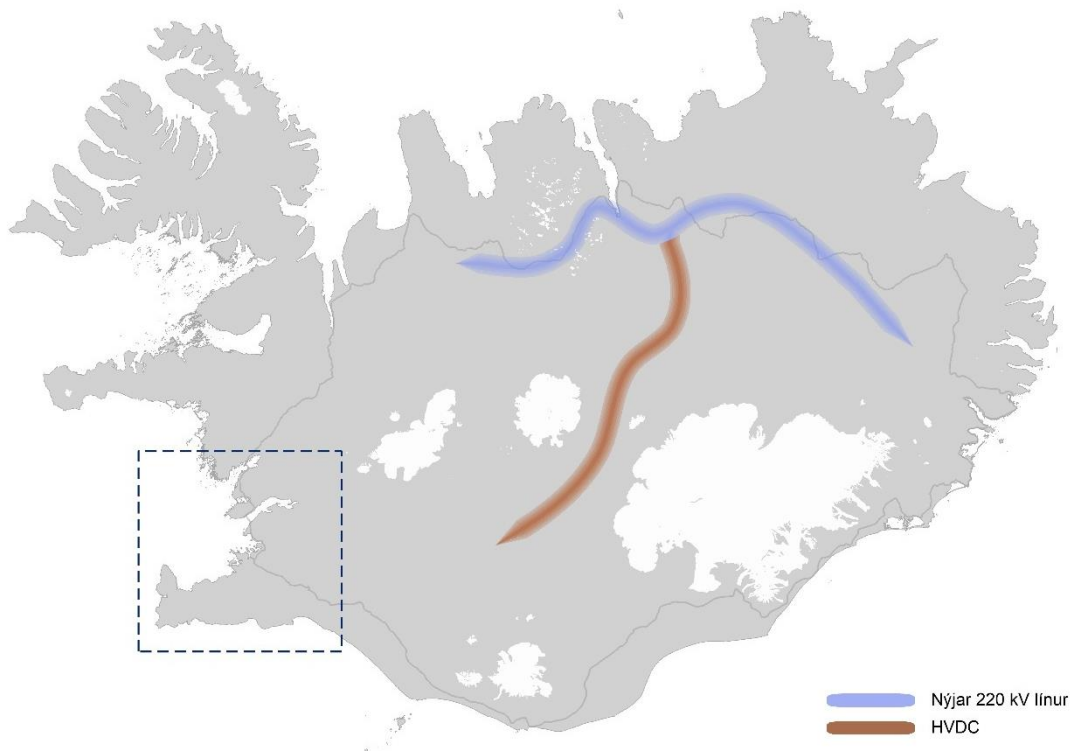
Helstu umhverfisáhrif valkosta A.1-J<sub>50</sub> eru á landslag og ásynd, jarðminjar og lífríki. Áhrifin eru metin neikvæð. Varðandi atvinnuuppbyggingu eru áhrifin metin sem veruleg jákvæð. Varðandi áhrif á vatnafar er talið að þar sem jarðstrengskostir fari um vatnsverndarsvæði kunni áhrifin að verða neikvæð, en að öðrum kosti óveruleg neikvæð.

| Valkostur A.1-J <sub>50</sub> | Loftlína og 50 km jarðstrengur á hálendi | Áhrif vegna mögulegra jarðstrengja* |
|-------------------------------|--|-------------------------------------|
| Land                          | Neikvæð (-)                              | Óveruleg (-/0)                      |
| Landslag og ásynd             | Neikvæð (-)                              |                                     |
| Jarðminjar                    | Neikvæð (-)                              |                                     |
| Vatnafar                      | Óveruleg (-/0)                           | Neikvæð (-)                         |
| Lífríki                       | Neikvæð (-)                              |                                     |
| Menningarminjar               | Óveruleg (-/0)                           |                                     |
| Loftslag                      | Óveruleg jákvæð og neikvæð (+/-)         |                                     |
| Atvinnuuppbygging             | Veruleg jákvæð (++)                      |                                     |
| Landnotkun og heilsa          | Óveruleg (-/0)                           |                                     |
| Ferðaþjónusta                 | Óveruleg (-/0)                           |                                     |

\* Áhrif m.t.t. mögulegra jarðstrengja. Umfang þeirra er óljóst og áhrifamatið fyrst og fremst vísbending.

### Valkostur A.1DC – Jafnstraumstenging yfir hálendið og nýbygging Fljótsdalur – Blanda

Valkostur A.1-DC er útfærsla af valkosti A.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-/Tungnaár svæðinu og að nýju tengivirki á Norðurlandi. Auk jafnstraumstengingarinnar yfir hálendið er gert ráð fyrir byggingu nýrra 220 kV lína frá Blöndu og að Fljótsdal og nýrrar tengingar á milli höfuðborgarsvæðis og Vesturlands.

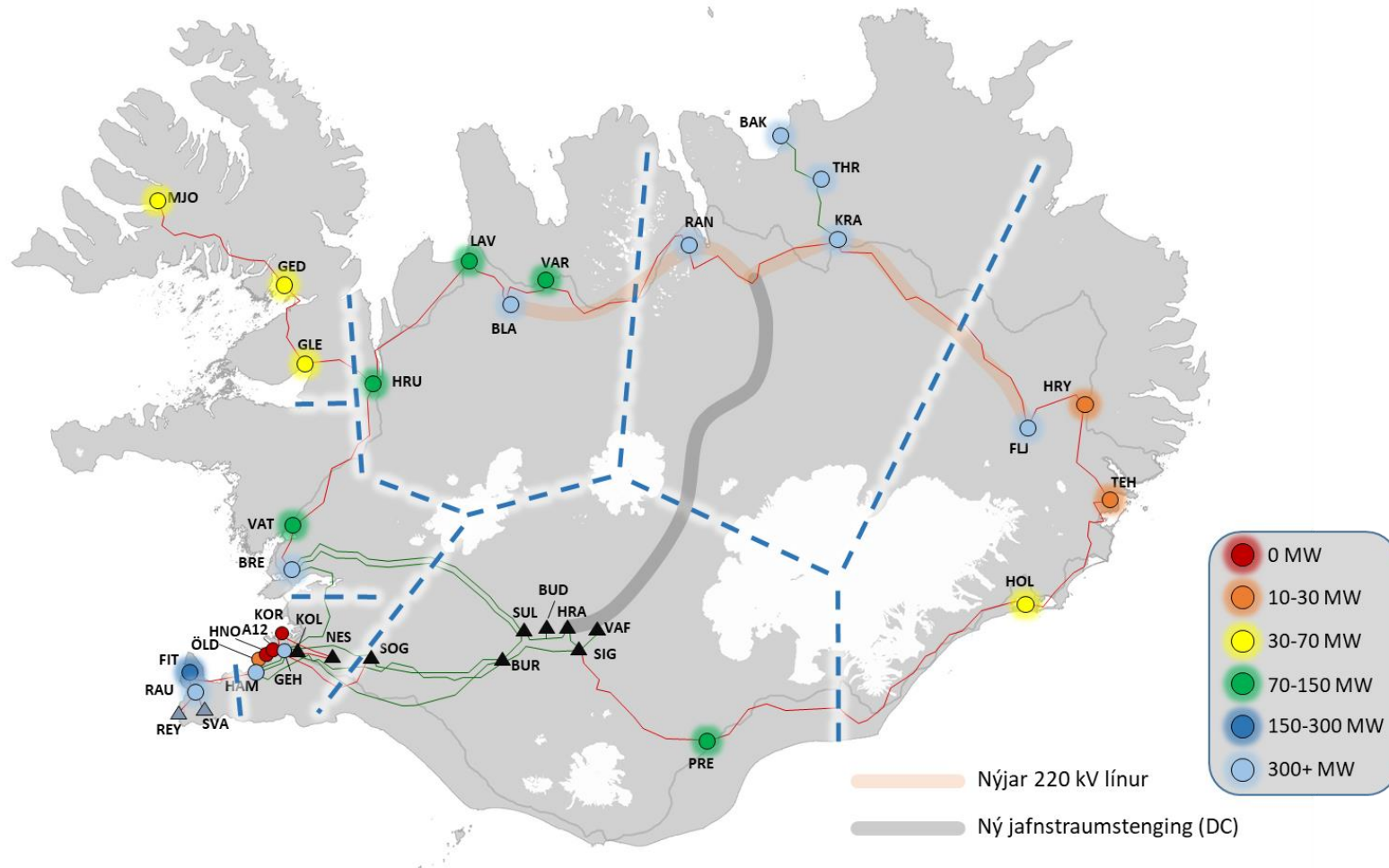


MYND 4-7 : VALKOSTUR A.1-DC

## Markmið raforkulaga

|                          | Raforkuspá  |      | Hægar framfarir  |      | Græn framtíð  |      | Aukin stórnotkun  |      |
|--------------------------|---|------|--|------|---|------|---|------|
| Mælikvarðar              | Umsögn  | Stig | Umsögn   | Stig | Umsögn  | Stig | Umsögn  | Stig |
| Öryggi                   | Þessi valkostur er að flestu leyti jafngildur A.1 varðandi öryggi. Kerfið er jafn háð hálendistengingunni en stöðugleiki er jafnvel ögn betri en fyrir A.1 þar sem endastöðvar jafnstraumstengingar hafa mjög jákvæð áhrif þar.               | +    | Léttara álag en í sviðsmynd Raforkuspár. Sama mat á við.           | +    | Hærra álag en fyrir sviðsmyndina Raforkuspá. Ekki af þeirri stærðargráðu að það hafi áhrif á mat. Sama gildir og fyrir Raforkuspá.                                  | +    | Þrátt fyrir mikla aukningu á álagi og vinnslu breytist ekki mat á kerfislegu eiginleikum sem liggja til grundvallar m.v. Raforkuspá.  | +    |
| Áreiðanleiki afhendingar | Afar sveigjanlegur valkostur þar sem aflflæði um jafnstraumstengingu er fullkomlega stillanlegt. N-1 öryggi hefur hér mest áhrif á útkomu. Kerfisstyrkur ekki á hæsta stigi þar sem dreifing skammhlaupsafls fer ekki um jafnstraumstengingu. | +    | Léttara álag en í sviðsmynd Raforkuspár. Sama mat á við.           | +    | Hærra álag en fyrir sviðsmyndina Raforkuspá. Ekki af þeirri stærðargráðu að það hafi áhrif á mat. Sama gildir og fyrir Raforkuspá.                                  | +    | Lægri kerfisstyrkur þar sem kerfið er orðið þunglestað beggja vegna hálendistengingar m.v. forsendur. Lækkar þó ekki lokamat á mælikvarða þar sem annað er óbreytt m.v. Raforkuspá. | +    |
| Gæði raforku             | Mjög góður stöðugleiki (++) vegna stýranlegs launafis frá endabúnaði jafnstraumstengingar. Jákvæð áhrif á kerfisstyrk (+) þar sem jafnstaums-tenging flytur ekki skammhlaupsafl.  | ++   | Léttara álag en í sviðsmynd Raforkuspár. Sama mat á við.           | ++   | Hærra álag en fyrir sviðsmyndina Raforkuspá. Ekki af þeirri stærðargráðu að það hafi áhrif á mat. Sama gildir og fyrir Raforkuspá.                                  | ++   | Kerfisstyrkur lækkar m.v. hinar sviðsmyndirnar og því lækkar mat á mælikvarða um gæði raforku. Mat á stöðugleika óbreytt.   | +    |
| Skilvirkni               | Hálendistenging er (svo til) tapalaus og hægt að stýra flæði um aðra hluta kerfis og lækka þar með töp (++).  | ++   | Léttara álag en í sviðsmynd Raforkuspár. Sama mat á við.           | ++   | Töp hækka (+) sem hefur áhrif á heildarmat fyrir skilvirkni til lækkunar um eitt þrep. Að öðru leyti gildir sama mat á kerfislegum eiginleikum og fyrir Raforkuspá. | +    | Töp hærri en fyrir Græna framtíð. Hár sveigjanleiki skilar óbreyttu lokamati fyrir mælikvarðann.  | +    |
| Hagkvæmni                | Sjá umfjöllun um áhrif framkvæmda á gjaldskrá og Hagkvæmniskýrslu.  | -    | Sjá umfjöllun um áhrif framkvæmda á gjaldskrá og Hagkvæmniskýrslu. | -    | Sjá umfjöllun um áhrif framkvæmda á gjaldskrá og Hagkvæmniskýrslu.  | 0/-  | Sjá umfjöllun um áhrif framkvæmda á gjaldskrá og Hagkvæmniskýrslu.  | 0/+  |

TAFLA 4-15: MAT Á MARKMIÐUM RAFORKULAGA FYRIR VALKOST A.1-DC



MYND 4-8: MÖGULEIKAR Á AUKNUM FLUTNINGI TIL AFHENDINGARSTAÐA M.V. VALKOST A.1-DC OG SVIÐSMYNDINA GRÆNA FRAMTÍÐ

## Umhverfisáhrif A.1-DC

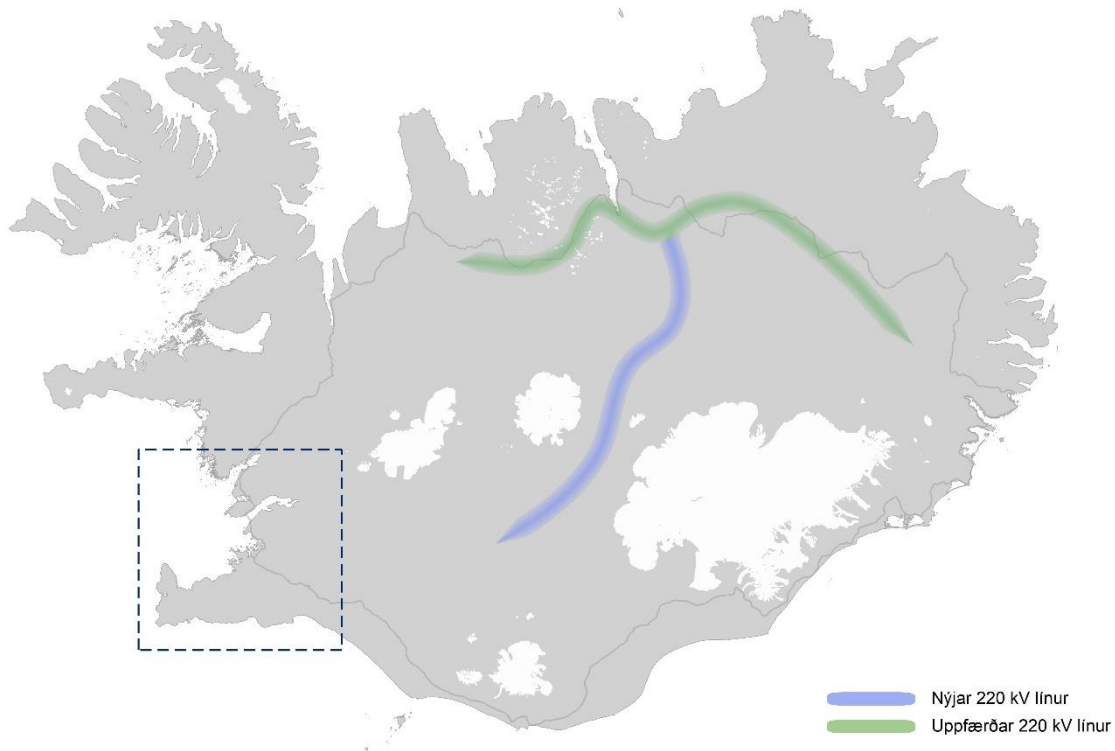
Helstu umhverfisáhrif valkosta A.1-DC eru á landslag og ásjúnd, jarðminjar og lífríki. Áhrifin eru metin neikvæð. Með DC streng um hálendið er dregið verulega úr áhrifum raflína á landslag og ásjúnd. Áhrif á atvinnuuppbyggingu eru metin sem veruleg jákvæð. Varðandi áhrif á vatnafar er talið að þar sem jarðstrengskostir fari um vatnsverndarsvæði kunni áhrifin að verða neikvæð, en að öðrum kosti óveruleg neikvæð.

| Valkostur A.1-DC     | Loftlína og DC jarðstrengur á hálendi | Áhrif vegna mögulegra jarðstrengja* |
|----------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|
| Land                 | Óveruleg (-/0)                        |                                     |
| Landslag og ásjúnd   | Neikvæð (-)                           | Óveruleg (-/0)                      |
| Jarðminjar           | Neikvæð (-)                           |                                     |
| Vatnafar             | Óveruleg (-/0)                        | Neikvæð (-)                         |
| Lífríki              | Neikvæð (-)                           |                                     |
| Menningarminjar      | Óveruleg (-/0)                        |                                     |
| Loftslag             | Óveruleg jákvæð og neikvæð (+/-)      |                                     |
| Atvinnuuppbygging    | Veruleg jákvæð (++)                   |                                     |
| Landnotkun og heilsa | Óveruleg (-/0)                        |                                     |
| Ferðaþjónusta        | Óveruleg (-/0)                        |                                     |

\* Áhrif m.t.t. mögulegra jarðstrengja. Umfang þeirra er óljóst og áhrifamatið fyrst og fremst vísbending.

### Valkostur A.2 – Hálendislína og endurbygging Fljótsdalur – Blanda

Valkostur A.2 felur í sér lagningu háspennulínu yfir hálendið og endurbyggingu núverandi byggðalínu frá Blöndu í Fljótsdal. Gert er ráð fyrir að byggðar verði nýjar 220 kV línur á milli Blöndu og Fljótsdals við hlið núverandi byggðalínu og hún rifin í kjölfarið. Helsti munurinn á þessum kosti og valkosti A.1 er sá að eingöngu verður um einfalda línu að ræða sem hefur aðra kerfislega eiginleika í för með sér heldur en væri ef gamla 132 kV byggðalínan væri ennþá í rekstri. Þar að auki munu umhverfisleg áhrif verða önnur en af valkosti A.1.



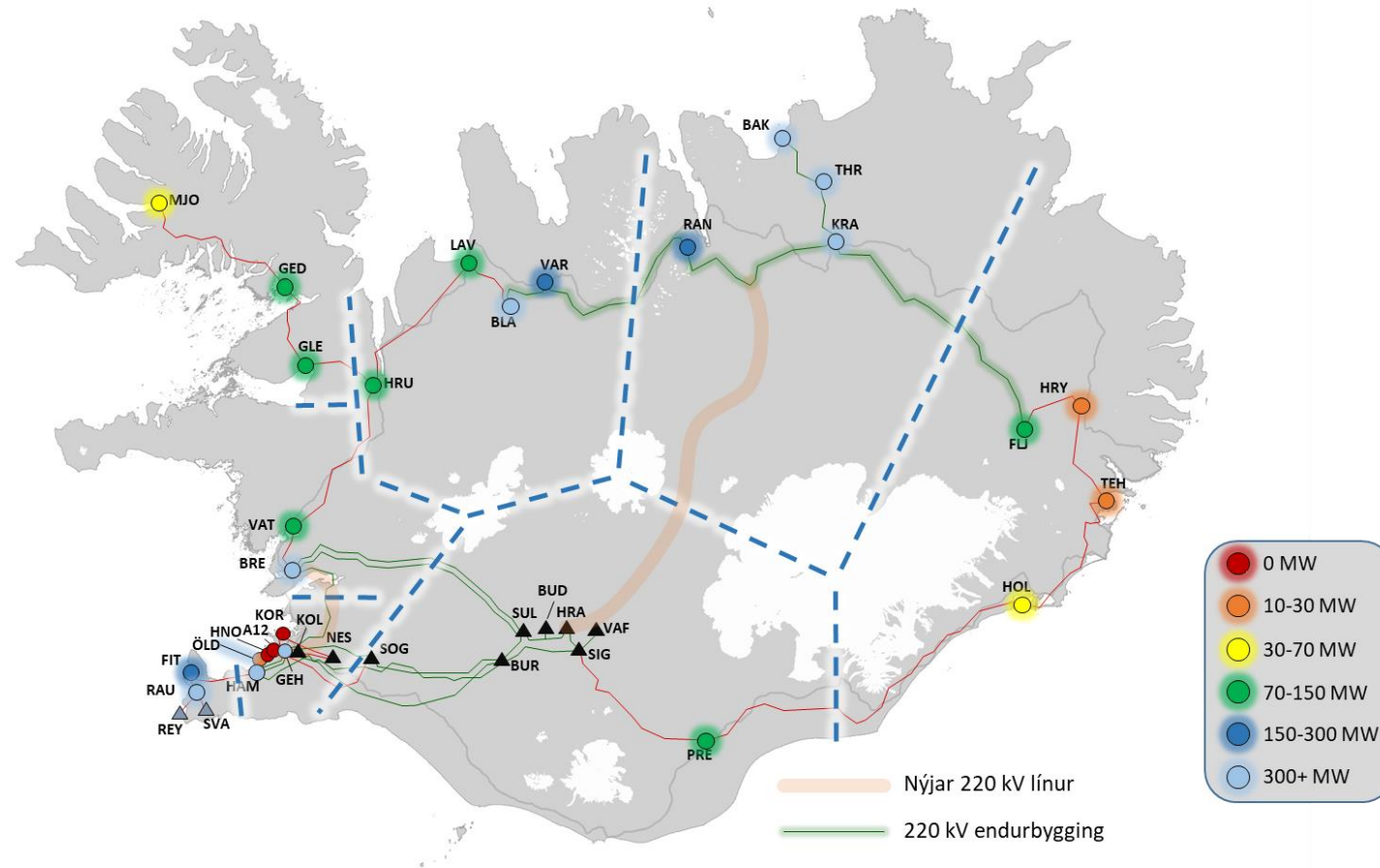
MYND 4-9 : VALKOSTUR A.2



## Markmið raforkulaga

|                          | Raforkuspá   |      | Hægar framfarir  |      | Græn framtíð  |      | Aukin stórnotkun  |      |
|--------------------------|--|------|--|------|---|------|---|------|
| Mælikvarðar              | Umsögn   | Stig | Umsögn   | Stig | Umsögn  | Stig | Umsögn  | Stig |
| Öryggi                   | Tengingin frá Blöndu í Fljótsdal orðin einföld í þessum valkosti sem lækkar N-1 öryggi (0) og stöðugleika (+). Rof meginflutningskerfisins á þessum stað ekki hagstæð fyrir báða þessa eiginleika. Sambærileg geta til flutningsaukningar til afhendingarstaða.                  | +    | Léttara álag en í sviðsmynd Raforkuspár. Sama mat á við.           | +    | Hærra álag en fyrir sviðsmyndina Raforkuspá. Ekki af þeirri stærðargráðu að það hafi áhrif á mat. Sama gildir og fyrir Raforkuspá.  | +    | Stöðugleiki farinn að vera vandamál (0) á nýjan leik þegar hætta er á rofi mikilvægra tengileiða meginflutningskerfisins. Minni möguleikar til flutningsaukningar til afhendingarstaða. | 0/+  |
| Áreiðanleiki afhendingar | Miðað við valkost A.1 er mat fyrir þennan valkost stiginu lægra fyrir stöðugleika (+), sveigjanleika (+), N-1 öryggi (0) og kerfisstyrk (+) sem leiðir af sér lægra mat fyrir áreiðanleika afhendingar en A.1. Lokamat þó sama og fyrir A.1-DC en í reynd er A.2 þó sýnu lakari. | +    | Léttara álag en í sviðsmynd Raforkuspár. Sama mat á við.           | +    | Hærra álag en fyrir sviðsmyndina Raforkuspá. Ekki af þeirri stærðargráðu að það hafi áhrif á mat. Sama gildir og fyrir Raforkuspá.  | +    | Auk þess sem talið er fyrir mælikvarðann öryggi er kerfisstyrkur farinn að vera vandamál í þessari sviðsmynd, kerfið mjög veikt fyrir áföllum í svo álagsþungri sviðsmynd.              | 0/+  |
| Gæði raforku             | Af ástæðum sem taldar eru hér að ofan lækka gæði raforku m.v. valkost A.1 þar sem kerfislegir eiginleikar sem móta matið á mælikvarðanum lækka í samanburði.   | +    | Léttara álag en í sviðsmynd Raforkuspár. Sama mat á við.           | +    | Hærra álag en fyrir sviðsmyndina Raforkuspá. Ekki af þeirri stærðargráðu að það hafi áhrif á mat. Sama gildir og fyrir Raforkuspá.  | +    | Vegna laks kerfisstyrks og viðkvæms stöðugleika hefur þörun þessa valkosti við þessa sviðsmynd neikvæða útkomu í gæðum raforku.   | -    |
| Skilvirkni               | Þeir þættir sem móta matið á skilvirkni standa allir í (+). Flutningstöp sambærileg við A.1 en minni sveigjanleiki en í A.1.   | +    | Léttara álag en í sviðsmynd Raforkuspár. Sama mat á við.           | +    | Kerfisgreiningar sýndu að 132 kV hlutar meginflutningskerfis eiga á hættu að vera afar þunglestaðir fyrir þessar sviðsmynd sem veldur hlutfallslega háum flutningstöpum, sérstaklega ef reynir á sveigjanleika kerfisins. | 0/+  | Þunglestað kerfi með línur reknar nærri hitaflutningsmörkum er ávísun á há flutningstöp. Því er orðin þörf á hærri rekstrarspennu þessara þunglestuðu hluta kerfisins.                  | 0/-  |
| Hagkvæmni                | Sjá umfjöllun um áhrif framkvæmda á gjaldskrá og Hagkvæmniskýrslu.   | +    | Sjá umfjöllun um áhrif framkvæmda á gjaldskrá og Hagkvæmniskýrslu. | +    | Sjá umfjöllun um áhrif framkvæmda á gjaldskrá og Hagkvæmniskýrslu.  | +    | Sjá umfjöllun um áhrif framkvæmda á gjaldskrá og Hagkvæmniskýrslu.  | +    |

TAFLA 4-16: MAT Á MARKMIÐUM RAFORKULAGA FYRIR VALKOST A.2



MYND 4-10: MÖGULEIKAR Á AUKNUM FLUTNINGI TIL AFHENDINGARSTAÐA M.V. VALKOST A.2 OG SVIÐSMYNDINA GRÆNA FRAMTÍÐ

## Umhverfisáhrif A.2

Helstu umhverfisáhrif valkosta A.2 eru á landslag og ásýnd, þar sem áhrifin eru metin sem verulega neikvæð, og neikvæð áhrif á lífríki. Dregið er úr neikvæðum áhrifum með lagningu jarðstrengskosta. Valkosturinn hefur hins vegar óveruleg áhrif á jarðminjar og vatnafar. Áhrifin eru metin jákvæð á atvinnuuppbyggingu en neikvæð á ferðaþjónustu ef ekki verður jarðstrengur um miðhálendið.

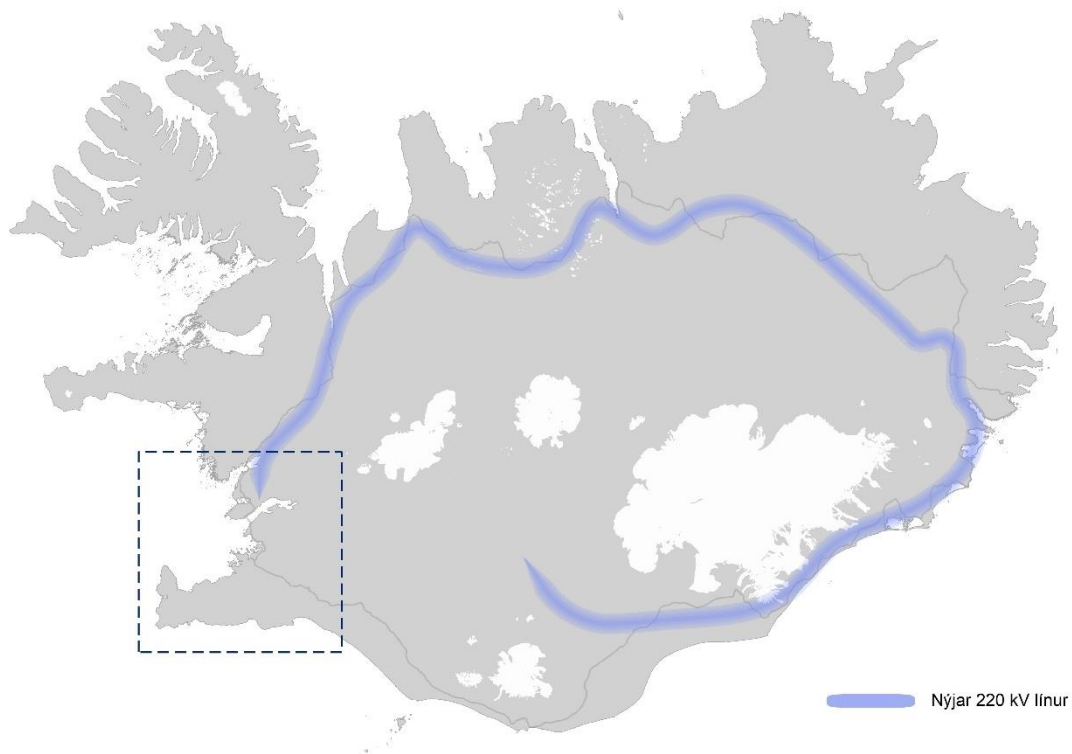
| Valkostur A.2        | Loftlína og endurbygging         | Áhrif vegna mögulegra jarðstrengja* |
|----------------------|----------------------------------|-------------------------------------|
| Land                 | Óveruleg (-/0)                   |                                     |
| Landslag og ásýnd    | Veruleg neikvæð (-)              | Neikvæð (-)                         |
| Jarðminjar           | Óveruleg (-/0)                   |                                     |
| Vatnafar             | Óveruleg (-/0)                   |                                     |
| Lífríki              | Neikvæð (-)                      |                                     |
| Menningarminjar      | Óveruleg (-/0)                   |                                     |
| Loftslag             | Óveruleg jákvæð og neikvæð (+/-) |                                     |
| Atvinnuuppbygging    | Jákvæð (+)                       |                                     |
| Landnotkun og heilsa | Óveruleg (-/0)                   |                                     |
| Ferðaþjónusta        | Neikvæð (-)                      | Óveruleg (-/0)                      |

\* Áhrif m.t.t. mögulegra jarðstrengja. Umfang þeirra er óljóst og áhrifamatið fyrst og fremst vísbending.

#### 4.3.4 Valkostir með hringtengingu - B

##### Valkostur B.1 – 220 kV hringtenging, nýbygging

Valkostur B.1 snýr að því að tvöfalda núverandi byggðalínuhring með nýjum 220 kV línunum. Nýjar línur yrðu lagðar meðfram núverandi byggðalínu að stærstum hluta. Á nokkrum köflum er þó fyrirhugað að fara styttri leiðir. Þessi leið felur ekki í sér viðkomu á öllum tengipunktum núverandi byggðalínu þar sem það myndi fela í sér kaup á allnokkrum 220 kV aflspennum. Því myndi núverandi byggðalína þjóna áfram sem svæðisflutningskerfi fyrir þá staði sem ekki verða tengdir beint frá 220 kV kerfinu.

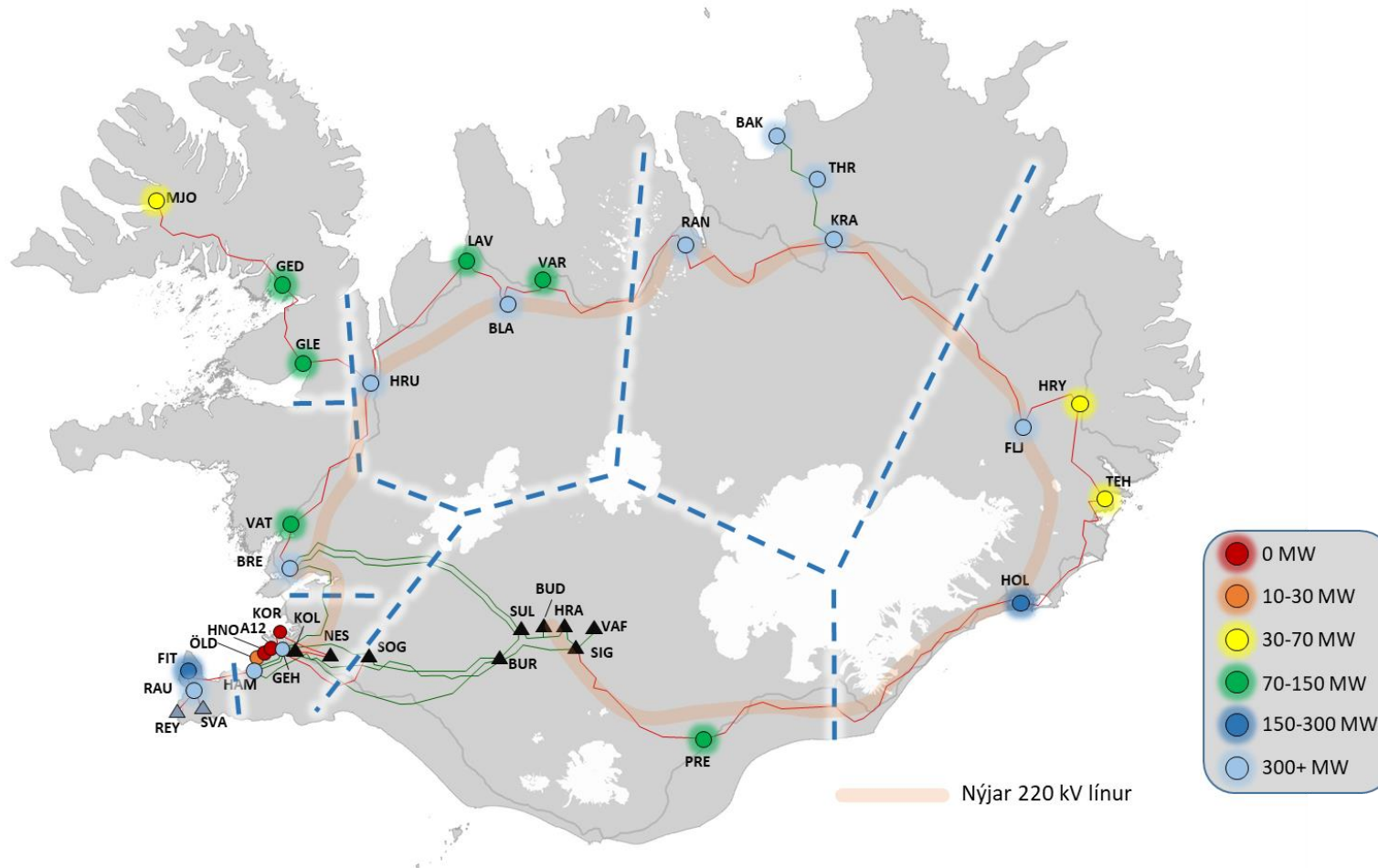


MYND 4-11 : VALKOSTUR B.1

## Markmið raforkulaga

|                          | Raforkuspá   |      | Hægar framfarir  |      | Græn framtíð   |      | Aukin stórnotkun  |      |
|--------------------------|--|------|--|------|--|------|---|------|
| Mælikvarðar              | Umsögn   | Stig | Umsögn   | Stig | Umsögn   | Stig | Umsögn  | Stig |
| Öryggi                   | Tvær tengingar hringinn um landið gefa mjög gott N-1 öryggi í meginflutningskerfinu (++) en stöðugleiki (+) jafnast ekki á við A.1 kost þar sem samtengingar milli landsvæða eru langar á borð við það sem er í dag. Nýjar línulagnir koma ekki við á öllum afhendingarstöðum hringkerfis og því eru möguleikar til aukningar flutnings til þeirra ekki eins miklir (+). Línurnar liggja þó víðast hvar nærri þessum stöðum og því mætti bæta úr þessu. N-1 öryggi hefur mest áhrif á þennan mælikvarða og skilar lokamati í hæsta þrep. | ++   | Sama gildir og fyrir sviðsmyndina Raforkuspá þótt álag og vinnsla séu minni. | ++   | Hærra álag og vinnsla en fyrir sviðsmyndina Raforkuspá. Sama gildir og fyrir Raforkuspá.   | ++   | Mjög álagsþung sviðsmynd kemur niður á stöðugleika (0). Mat á N-1 öryggi breytist ekki (++) við þessa hækkun á álagi og vinnslu sem aftur hefur áhrif á að möguleikar til aukningar á flutningi til afhendingarstaða helst óbreytt (+). | +    |
| Áreiðanleiki afhendingar | Mat á áreiðanleika þessarar lausnar er mjög jákvætt, N-1 öryggi (++) hefur þar mest að segja en einnig sveigjanleiki markaðar (++) Kerfisstyrkur (++) verður hár og þó að stöðugleiki og flutningsaukning séu ekki í hæsta þrepi er lokamat á áreiðanleika hér í hæsta þrepi.  | ++   | Sama gildir og fyrir sviðsmyndina Raforkuspá þótt álag og vinnsla séu minni. | ++   | Við þá álagsaukningu sem verður milli sviðsmynda lækkar mat á kerfisstyrk (+). Það lækkar þó ekki lokamat á áreiðanleika þessa valkostar fyrir sviðsmyndina.   | ++   | Miðað við Græna framtíð lækkar stöðugleiki (0) valkosti við þá álagsaukningu sem er á milli sviðsmyndanna. Langa hringtengingin sýnir veikleika sína á nýjan leik. Aðrir þættir er hafa áhrif á mælikvarðan eru óbreyttir.              | +    |
| Gæði raforku             | Kerfisstyrkur í hæsta þrepi vegur upp lægra mat á stöðugleika (+).   | ++   | Sama gildir og fyrir sviðsmyndina Raforkuspá þótt álag og vinnsla séu minni. | ++   | Lækkun á kerfisstyrk (+) verður til þess að mat á gæðum raforku lækkar um stig m.v. sviðsmyndirnar á undan.  | +    | Fyrir þessa þungu sviðsmynd eru kerfisstyrkur (+) og stöðugleiki (0) saman orðin lág m.v. Raforkuspá og rétt duga til að halda lokamati í (+).  | +    |
| Skilvirkni               | Hægt að reka 132 kV kerfið á hagkvæman hátt til að ná mjög góðri nýtni kerfisins og lækka flutningstöp. Sveigjanleiki til reksturs markaðar þ.a.l. mikill.   | ++   | Sama gildir og fyrir sviðsmyndina Raforkuspá þótt álag og vinnsla séu minni. | ++   | Þunglestaðra kerfi verður til þess að meira afl fer að leita eftir 132 kV kerfi og eykur flutningstöp (+). Hægt er að reka hluta af því með opnum línunum til að auka nýtni en viss hluti flæðis leitast þó alltaf við að flæða eftir spennulægri línunum. | +    | Töluvert þunglestaðra kerfi eykur á streitu kerfisins og nýtni þess versnar hvað flutningstöp varðar (0). Hár sveigjanleiki (++) þó enn til staðar og möguleikar á flutningsaukningu (+) enn óbreyttir m.v. minni sviðsmyndir.          | +    |
| Hagkvæmni                | Sjá umfjöllun um áhrif framkvæmda á gjaldskrá og Hagkvæmniskýrslu.   | -    | Sjá umfjöllun um áhrif framkvæmda á gjaldskrá og Hagkvæmniskýrslu.           | -    | Sjá umfjöllun um áhrif framkvæmda á gjaldskrá og Hagkvæmniskýrslu.   | 0/+  | Sjá umfjöllun um áhrif framkvæmda á gjaldskrá og Hagkvæmniskýrslu.  | +    |

TAFLA 4-17: MAT Á MARKMIÐUM RAFORKULAGA FYRIR VALKOST B.1



MYND 4-12: MÖGULEIKAR Á AUKNUM FLUTNINGI TIL AFHENDINGARSTAÐA M.V. VALKOST B.1 OG SVIÐSMYNDINA GRÆNA FRAMTÍÐ



## Umhverfisáhrif B.1

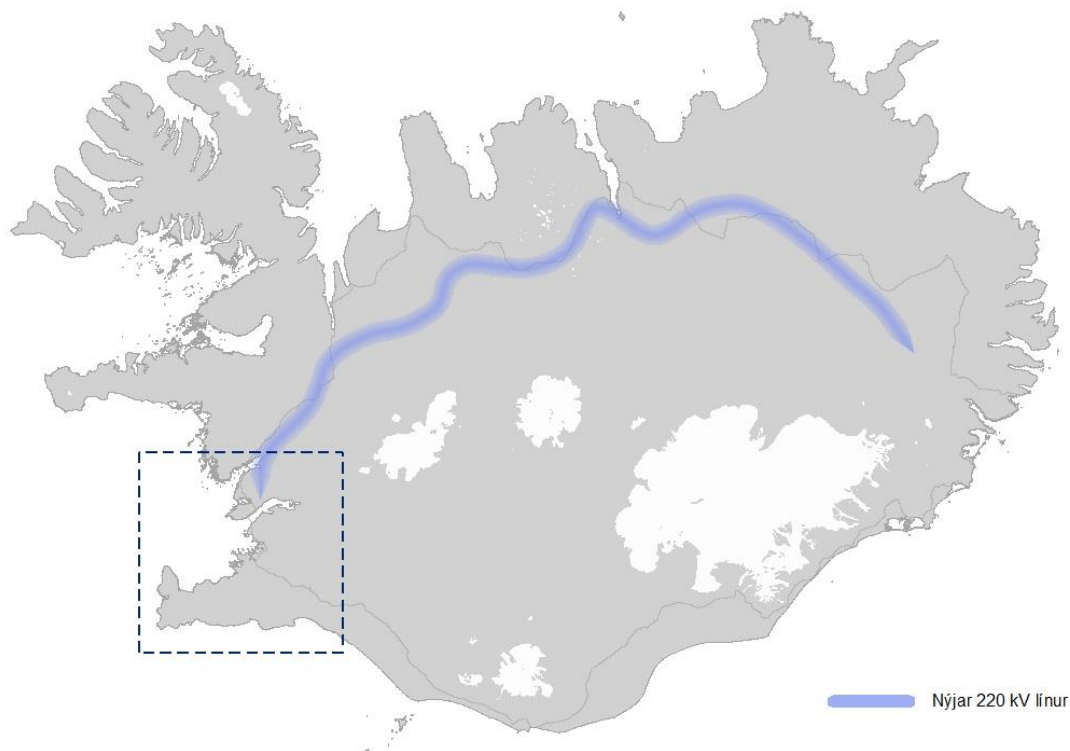
Helstu umhverfisáhrif valkosta B.1 eru á landslag og ásýnd, jarðminjar og lífríki. Eru áhrifin metin sem veruleg neikvæð, en unnt er að draga úr neikvæðum áhrifum á landslag og ásýnd með jarðstrengjum. Varðandi áhrif á vatnafar er talið að þar sem jarðstrengskostir fari um vatnsverndarsvæði kunni áhrifin að verða neikvæð, en að öðrum kosti óveruleg neikvæð. Áhrifin eru veruleg jákvæð á atvinnuuppbyggingu en neikvæð á ferðaþjónustu.

| Valkostur B.1        | Loftlína                         | Áhrif vegna mögulegra jarðstrengja* |
|----------------------|----------------------------------|-------------------------------------|
| Land                 | Neikvæð(-)                       | Óveruleg (-/0)                      |
| Landslag og ásýnd    | Veruleg neikvæð (--)             | Neikvæð (-)                         |
| Jarðminjar           | Veruleg neikvæð (--)             |                                     |
| Vatnafar             | Óveruleg (-/0)                   | Neikvæð (-)                         |
| Lífríki              | Veruleg neikvæð (- -)            |                                     |
| Menningarminjar      | Óveruleg (-/0)                   |                                     |
| Loftslag             | Óveruleg jákvæð og neikvæð (+/-) |                                     |
| Atvinnuuppbygging    | Veruleg jákvæð (++)              |                                     |
| Landnotkun og heilsa | Óveruleg (-/0)                   |                                     |
| Ferðaþjónusta        | Neikvæð (-)                      |                                     |

\* Áhrif m.t.t. mögulegra jarðstrengja. Umfang þeirra er óljóst og áhrifamatið fyrst og fremst vísbending.

### Valkostur B.2 – 220 kV nýbygging Brennimelur – Fljótsdalur

Þessi valkostur felur í sér nýbyggingu lína frá Geithálsi og að Fljótsdal. Gert er ráð fyrir því í valkostinum að nýjar línur frá Brennimel og að Fljótsdal séu 220 kV línur sem eru reknar samhliða núverandi 132 kV línunum. Þær línur myndu þá þjóna sem svæðisbundið kerfi við staði sem ekki tengjast beint 220 kV kerfinu. Útfærsla línu frá Geithálsi að Brennimel er sú sama og í öðrum valkostum, þ.e. annað hvort nýbygging 400 kV eða 220 kV línu, eða þá uppfærsla núverandi Brennimelslínu 1, með það fyrir augum að auka flutningsgetu hennar. Þessi valkostur gerir ekki ráð fyrir nýjum línubyggingum á leiðinni frá Fljótsdal í Sigöldu og því gert ráð fyrir að núverandi 132 kV kerfi tengi áfram saman Austurland og Suðurland.

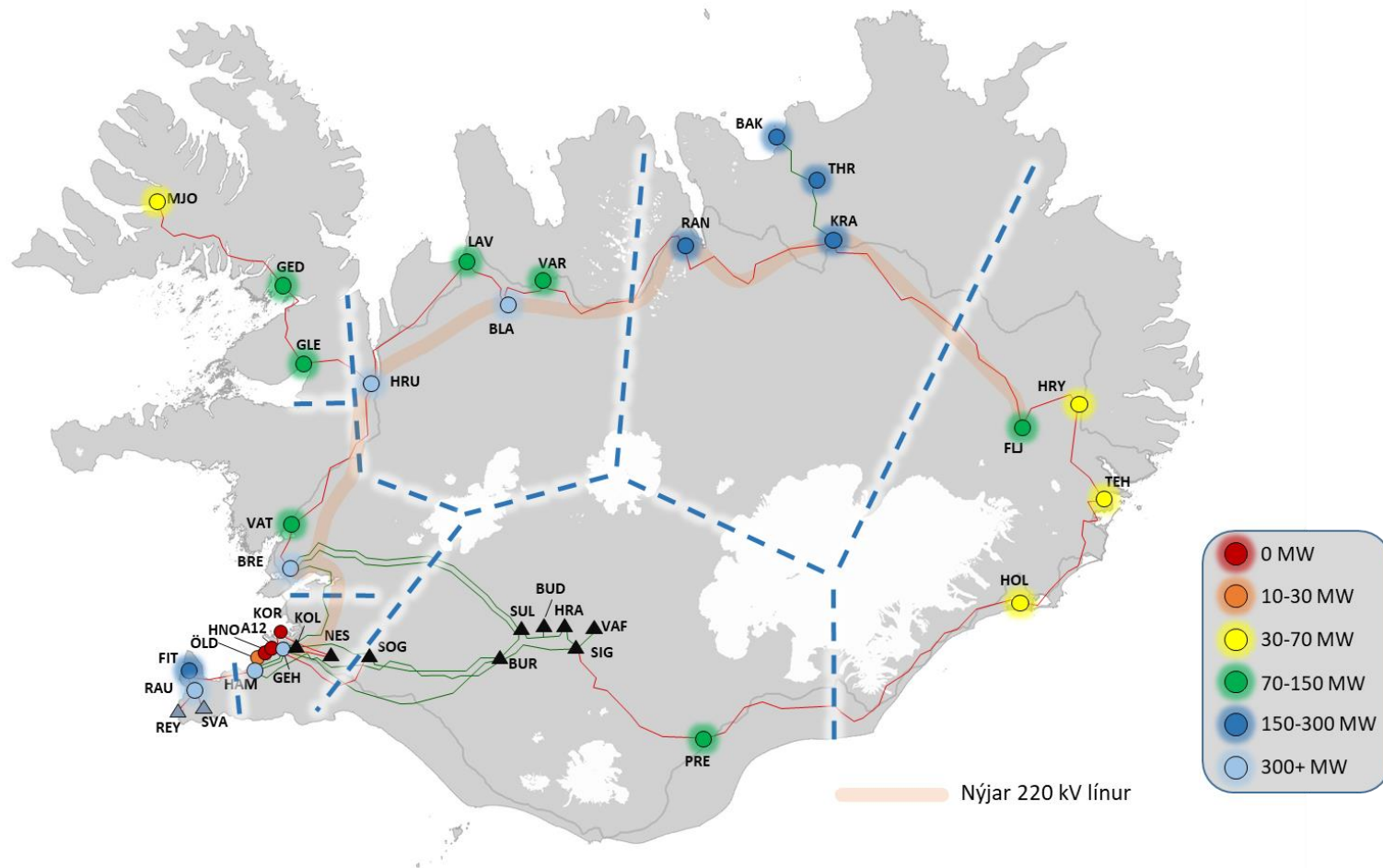


MYND 4-13 : VALKOSTUR B.2

## Markmið raforkulaga

|                          | Raforkuspá  |      | Hægar framfarir  |      | Græn framtíð  |      | Aukin stórnotkun   |      |
|--------------------------|---|------|--|------|---|------|--|------|
| Mælikvarðar              | Umsögn  | Stig | Umsögn   | Stig | Umsögn  | Stig | Umsögn   | Stig |
| Öryggi                   | Stöðugleiki (0) stenst ekki samanburð við B.1 þar sem 220 kV tengingin milli landsvæða fer lengstu leið. Möguleikar á flutnings- aukningu til afhendingarstaða eru lakari (0) en B.1 og N-1 öryggi (+) er einnig lakara þar sem treyst er á 132 kV kerfi í tilfelli útleysinga á 220 kV kerfi á leið Fljótsdalur-Blanda | +    | Sama gildir og fyrir sviðsmyndina Raforkuspá þótt álag og vinnsla séu minni. | +    | Aukningin á álagi og vinnslu fyrir þessa sviðsmynd hefur neikvæð áhrif á N-1 öryggi (0) þar sem kerfið er farið að ráða illa við rof á meginflutningskerfi við þetta flutningsmagn. Aðrir þættir óbreyttir m.v. Raforkuspá. | 0/+  | Mat á N-1 öryggi við það sama og fyrir Græna framtíð (0). Stöðugleiki versnar að því marki að útkoma hans er neikvæð (-). Þessi valkostur fellur ekki vel að þessari sviðsmynd.          | 0/-  |
| Áreiðanleiki afhendingar | Kerfisstyrkur (+) og sveigjanleiki markaðar (+) versna bæði með þessum valkosti í samanburði við B.1. Aðrir þættir eru þeir sömu og fyrir mælikvarðann öryggi sem einnig eru heilt yfir lakari en fyrir B.1.  | +    | Sama gildir og fyrir sviðsmyndina Raforkuspá þótt álag og vinnsla séu minni. | +    | Af sömu ástæðu og að ofan er áreiðanleiki skertur við flutningsmagnið sem fylgir sviðsmyndinni þar sem N-1 öryggi (0) vegur þýngst.   | 0/+  | Sjá mat fyrir öryggi.  | 0/+  |
| Gæði raforku             | Mat á mælikvarðanum fyrir gæði raforku nær að halda þessu stigi þrátt fyrir viðkvæman stöðugleika (0) og kerfisstyrk (+), sjá að ofan.  | +    | Sama gildir og fyrir sviðsmyndina Raforkuspá þótt álag og vinnsla séu minni. | +    | Þrátt fyrir mikla aukningu á vinnslu og álagi gildir hér hið sama og fyrir Raforkuspá.  | +    | Neikvæð niðurstaða fyrir stöðugleika (-) gerir það að verkum að áhrif af þessum valkosti með sviðsmyndinni Aukin stórnotkun telst lítil bæting m.v. núverandi kerfisástand.              | 0/+  |
| Skilvirkni               | Flutningstöp (+) hærri en B.1 þar sem hluti flæðis leitar um suðurtengingu sem er á 132 kV. Hægt að ná meiri nýtni úr kerfi með rofinni suðurtengingu með neikvæðum áhrifum á öryggi og áreiðanleika.   | +    | Sama gildir og fyrir sviðsmyndina Raforkuspá þótt álag og vinnsla séu minni. | +    | Nýtni kerfis er varðar flutningstöp (0) versnar m.v. Raforkuspá. Að öðru leyti eru kerfislegir eiginleikar sem hafa áhrif á skilvirkni þeir sömu.   | 0/+  | Línur eru víða reknar nálægt hitamörkum sem skilar háum hlutfallslegum töpum (-), einnig í samanburði við Græna framtíð. Sveigjanleiki (+) veitir þó mótvægi í mati á þessum mælikvarða. | 0/+  |
| Hagkvæmni                | Sjá umfjöllun um áhrif framkvæmda á gjaldskrá og Hagkvæmniskýrslu.  | 0/+  | Sjá umfjöllun um áhrif framkvæmda á gjaldskrá og Hagkvæmniskýrslu.           | 0/+  | Sjá umfjöllun um áhrif framkvæmda á gjaldskrá og Hagkvæmniskýrslu.  | +    | Sjá umfjöllun um áhrif framkvæmda á gjaldskrá og Hagkvæmniskýrslu.   | +    |

TAFLA 4-18: MAT Á MARKMIÐUM RAFORKULAGA FYRIR VALKOST B.2



MYND 4-14: MÖGULEIKAR Á AUKNUM FLUTNINGI TIL AFHENDINGARSTAÐA M.V. VALKOST B.2 OG SVIÐSMYNDINA GRÆNA FRAMTÍÐ

## Umhverfisáhrif B.2

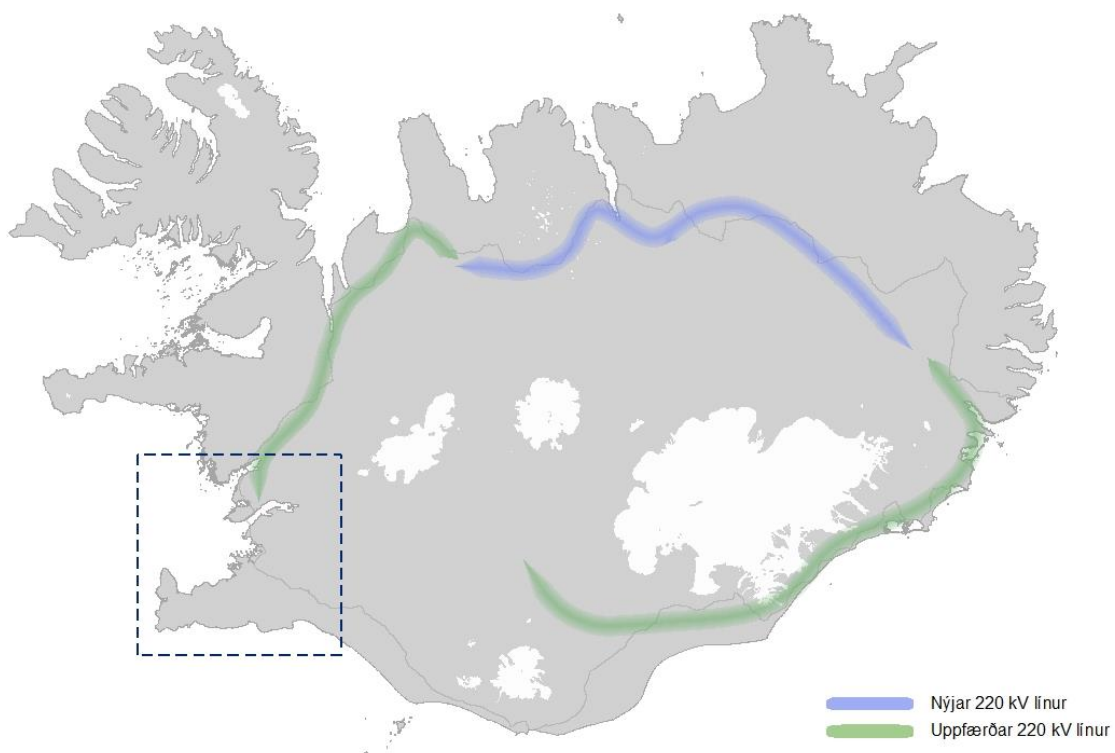
Helstu umhverfisáhrif valkosta B.2 eru á landslag og ásýnd, jarðminjar, lífríki og ferðaþjónustu. Eru áhrifin metin sem neikvæð, en unnt er að draga úr neikvæðum áhrifum á landslag og ásýnd með jarðstrengjum. Varðandi áhrif á vatnafar er talið að þar sem jarðstrengskostir fari um vatnsverndarsvæði kunni áhrifin að verða neikvæð, en að öðrum kosti óveruleg neikvæð. Áhrifin eru metin sem jákvæð á atvinnuuppbyggingu.

| Valkostur B.2        | Loftlína og endurbygging að hluta | Áhrif vegna mögulegra jarðstrengja* |
|----------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|
| Land                 | Neikvæð(-)                        | Óveruleg (-/0)                      |
| Landslag og ásýnd    | Neikvæð (-)                       | Óveruleg (-/0)                      |
| Jarðminjar           | Neikvæð (-)                       |                                     |
| Vatnafar             | Óveruleg (-/0)                    | Neikvæð (-)                         |
| Lífríki              | Neikvæð (-)                       |                                     |
| Menningarminjar      | Óveruleg (-/0)                    |                                     |
| Loftslag             | Óveruleg jákvæð og neikvæð (+/-)  |                                     |
| Atvinnuuppbygging    | Jákvæð (+)                        |                                     |
| Landnotkun og heilsa | Óveruleg (-/0)                    |                                     |
| Ferðaþjónusta        | Neikvæð (-)                       |                                     |

\* Áhrif m.t.t. mögulegra jarðstrengja. Umfang þeirra er óljóst og áhrifamatið fyrst og fremst vísbending.

### Valkostur B.3 – 220 kV endurbygging á vængjum, nýbygging Blanda – Fljótsdalur

Valkostur B.3 felur í sér nýbyggingu 220 kV lína milli Blöndu og Fljótsdals sem yrðu reknar samhliða núverandi 132 kV kerfi og endurbyggingu lína á vængjum<sup>3</sup> kerfisins. Einnig er gert ráð fyrir því að núverandi 132 kV byggðalínur á vængjum verði teknar úr rekstri og rifnar niður í framhaldinu. Að auki inniheldur valkosturinn nýbyggingu/endurbyggingu á línu á milli höfuðborgarsvæðis og Vesturlands líkt og allir aðrir valkostir.



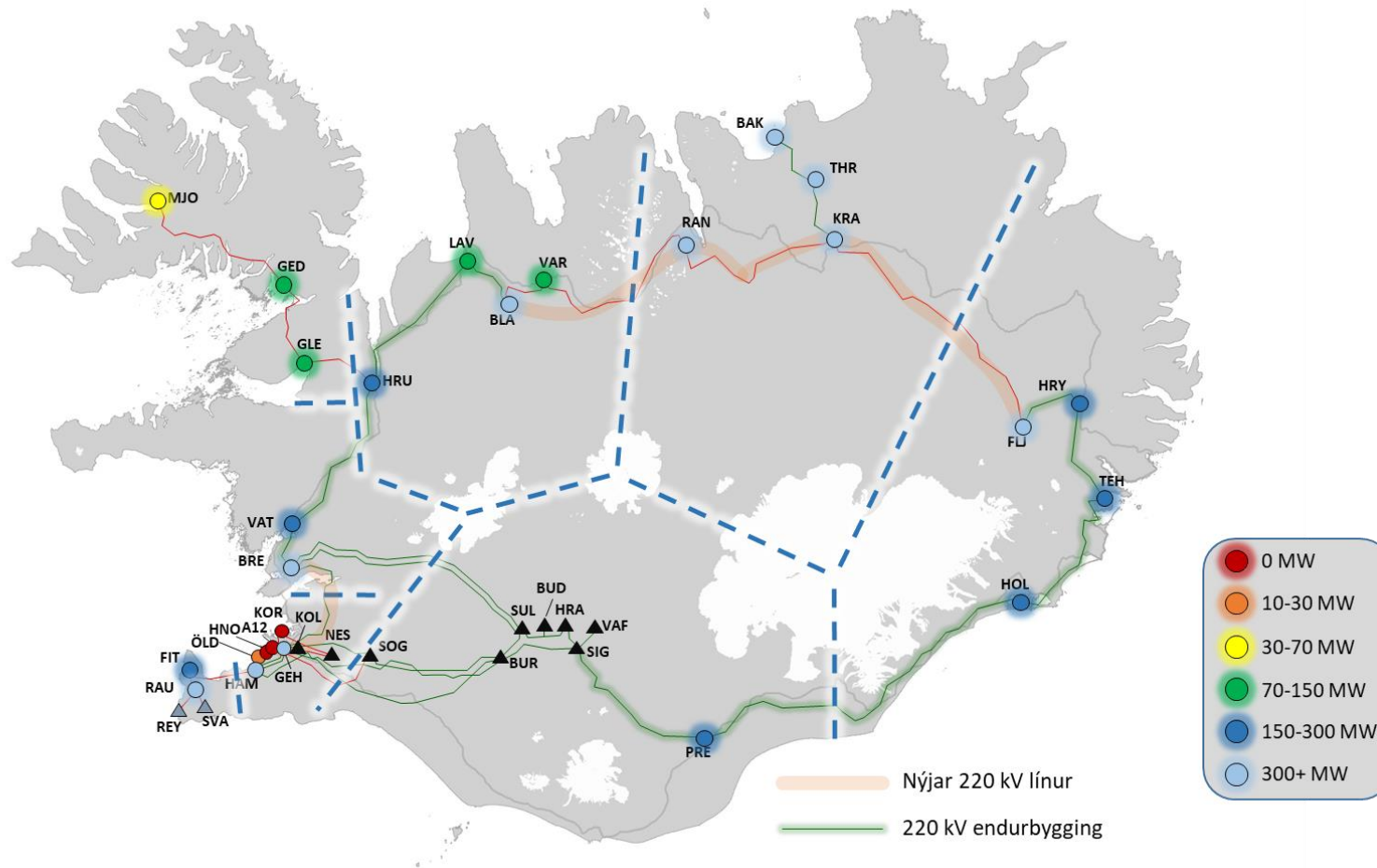
MYND 4-15 : VALKOSTUR B.3



## Markmið raforkulaga

|                          | Raforkuspá   |      | Hægar framfarir  |      | Græn framtíð  |      | Aukin stórnotkun  |      |
|--------------------------|--|------|--|------|---|------|---|------|
| Mælikvarðar              | Umsögn   | Stig | Umsögn   | Stig | Umsögn  | Stig | Umsögn  | Stig |
| Öryggi                   | Í samanburði við valkost B.1 er hér um að ræða einfaldar 220 kV línur í vestur- og suðurvæng sem lækkar N-1 öryggi niður (+). Enginn af valkostum að ofan hefur sýnt jafn góða niðurstöðu í aukningu á flutningi til afhendingarstaða (++) en aftur á móti er stöðugleiki hér í lægra lagi (0) þar sem hringtengingin hér er einföld á stórum hlutum og rof þar raskar stöðugleika talsvert. | +    | Sama gildir og fyrir sviðsmyndina Raforkuspá þótt álag og vinnsla séu minni. | +    | Hærra álag og vinnsla en fyrir sviðsmynd Raforkuspá. Sama gildir og fyrir Raforkuspá.         | +    | Þrátt fyrir mun hærra álag og vinnsla en fyrir sviðsmynd Raforkuspá eru kerfislegir þættir sem hér hafa áhrif óbreyttir, sem gefur til kynna að þetta sé stöðugur valkostur til lengri tíma. Sama gildir og fyrir Raforkuspá.               | +    |
| Áreiðanleiki afhendingar | Í viðbót við það sem kemur fram að ofan um öryggi er kerfisstyrkur með þessum valkosti mjög góður (++) og sveigjanleiki litlu lakari (+) en fyrir B.1 valkost.   | +    | Sama gildir og fyrir sviðsmyndina Raforkuspá þótt álag og vinnsla séu minni. | +    | Hærra álag og vinnsla en fyrir sviðsmyndina Raforkuspá. Sama gildir og fyrir Raforkuspá.      | +    | Ólíkt mati fyrir öryggi lækka hér þættir sem hafa áhrif á áreiðanleika. Sveigjanleiki er minni (0) fyrir þetta flutningsmagn og kerfisstyrkur er lægri (+). Lokamat þó óbreytt en fyrir aðrar sviðsmyndir þar sem þessir þættir vega minna. | +    |
| Gæði raforku             | Sterkt kerfi (++) með viðkvæmum stöðugleika (0) vega á móti hvoru öðru og lokamat því ágætt.   | +    | Sama gildir og fyrir sviðsmyndina Raforkuspá þótt álag og vinnsla séu minni. | +    | Hærra álag og vinnsla en fyrir sviðsmynd Raforkuspá. Sama gildir og fyrir Raforkuspá.         | +    | Vegna lækkaðs stöðugleika af völdum pressaðs kerfis ásamt lækkaðs kerfisstyrks stendur þessi valkostur ekki jafn vel er varðar raforkugæði. Sambærilegt við A.1 með Aukinni stórnotkun.   | +    |
| Skilvirkni               | Flutningstöp (++) áþekk því sem fram kom fyrir B.1 en á stærstum hluta kerfis án aukinnar flækju við að stýra nýtingu 132 kV kerfis að auki. Aukning á flutningi til afhendingarstaða mikil (++) og talsverður sveigjanleiki (+). Heilt yfir mjög skilvirkur valkostur fyrir þessa sviðsmynd.  | ++   | Sama gildir og fyrir sviðsmyndina Raforkuspá þótt álag og vinnsla séu minni. | ++   | Aukin flutningstöp (+) m.v. Raforkuspá lækka skilvirkni þessa valkosta fyrir þessa sviðsmynd. | +    | Mat fyrir flutningstöp (0) og sveigjanleika (0) lækka fyrir þessa sviðsmynd en skilvirkni helst ásættanleg vegna möguleika á aflaukningu á afhendingartöðum (++).   | +    |
| Hagkvæmni                | Sjá umfjöllun um áhrif framkvæmda á gjaldskrá og Hagkvæmniskýrslu.   | 0/+  | Sjá umfjöllun um áhrif framkvæmda á gjaldskrá og Hagkvæmniskýrslu.           | 0/+  | Sjá umfjöllun um áhrif framkvæmda á gjaldskrá og Hagkvæmniskýrslu.                            | +    | Sjá umfjöllun um áhrif framkvæmda á gjaldskrá og Hagkvæmniskýrslu.  | ++   |

TAFLA 4-19: MAT Á MARKMIÐUM RAFORKULAGA FYRIR VALKOST B.3



MYND 4-16: MÖGULEIKAR Á AUKNUM FLUTNINGI TIL AFHENDINGARSTAÐA M.V. VALKOST B.3 OG SVIÐSMYNDINA GRÆNA FRAMTÍÐ

## Umhverfisáhrif B.3

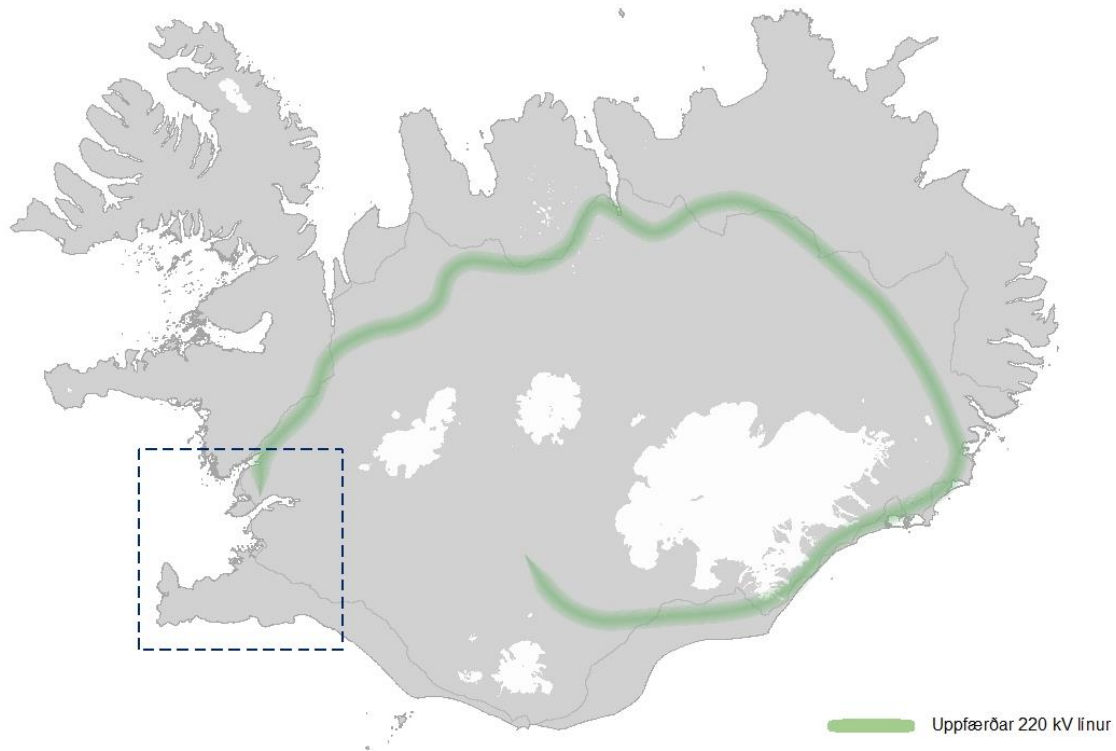
Helstu umhverfisáhrif valkosta B.3 eru á lífríki, sem eru metin sem veruleg neikvæð og á jarðminjar, sem eru metin sem neikvæð. Eru áhrifin metin sem neikvæð á landslag og ásýnd, en unnt er að draga úr neikvæðum áhrifum með jarðstrengjum. Varðandi áhrif á vatnafar er talið að þar sem jarðstrengskostir fari um vatnsverndarsvæði kunni áhrifin að verða neikvæð, en að öðrum kosti óveruleg neikvæð. Áhrifin eru metin sem veruleg jákvæð á atvinnuuppbyggingu.

| Valkostur B.3        | Loftlína og endurbygging að hluta | Áhrif vegna mögulegra jarðstrengja* |
|----------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|
| Land                 | Óveruleg (-/0)                    |                                     |
| Landslag og ásýnd    | Neikvæð (-)                       | Óveruleg (-/0)                      |
| Jarðminjar           | Neikvæð (-)                       |                                     |
| Vatnafar             | Óveruleg (-/0)                    | Neikvæð (-)                         |
| Lífríki              | Veruleg neikvæð (--)              |                                     |
| Menningarminjar      | Óveruleg (-/0)                    |                                     |
| Loftslag             | Óveruleg jákvæð og neikvæð (+/-)  |                                     |
| Atvinnuuppbygging    | Veruleg jákvæð (++)               |                                     |
| Landnotkun og heilsa | Óveruleg (-/0)                    |                                     |
| Ferðaþjónusta        | Óveruleg (-/0)                    |                                     |

\* Áhrif m.t.t. mögulegra jarðstrengja. Umfang þeirra er óljóst og áhrifamatið fyrst og fremst vísbending.

### Valkostur B.4 – 220 kV endurbygging byggðalínu

Valkostur sem felur í sér endurbyggingu á allri núverandi byggðalínu og niðurrif á núverandi 132 kV tréstaurlínu. Þetta felur í sér áframhaldandi notkun á einfaldri byggðalínu með þeim mun að flutningsgetan verður meiri en er í dag. Einnig má álykta að afhendingaröryggi muni aukast talsvert þar sem truflanir á 220 háspennulínum eru mun fátíðari en á 132 kV byggðalínunni.

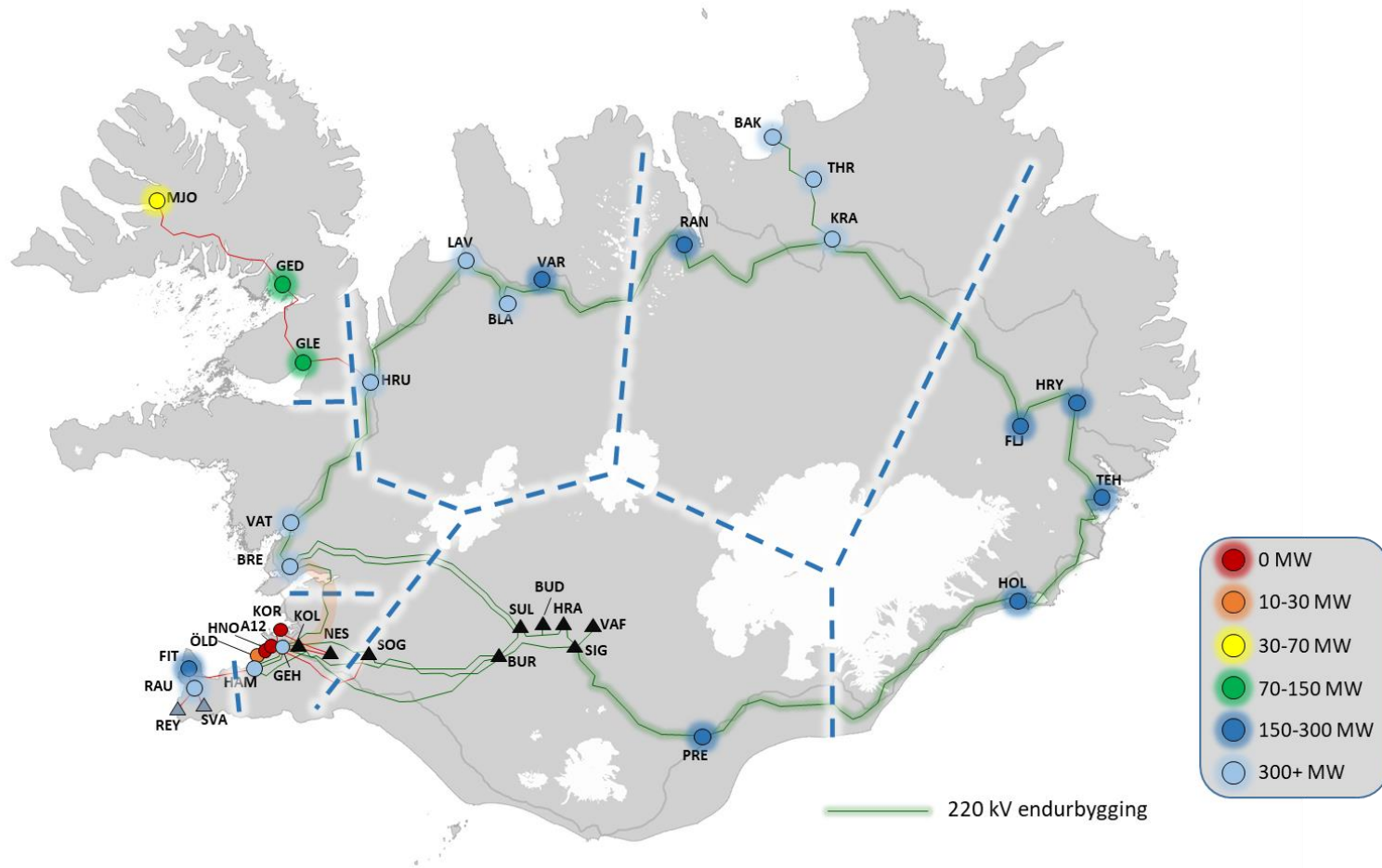


MYND 4-17 : VALKOSTUR B.4

## Markmið raforkulaga

|                          | Raforkuspá  |      | Hægar framfarir  |      | Græn framtíð   |      | Aukin stórnotkun   |      |
|--------------------------|---|------|--|------|--|------|--|------|
| Mælikvarðar              | Umsögn  | Stig | Umsögn   | Stig | Umsögn   | Stig | Umsögn   | Stig |
| Öryggi                   | Einfalt 220 kV kerfi allan hringinn verður til þess að stöðugleikavandinn sem er í núverandi kerfi er enn til staðar við rof á hringnum. Þess vegna er stöðugleiki metinn heldur neikvæður (-). N-1 öryggi lýtur sömu lögmálum og í núverandi kerfi en línurnar eru sterkari og því betra N-1 öryggi (+). Möguleikar á aflaukningu til afhendingarstaða mjög miklir (++) og línur á hringnum liggja til allra afhendingarstaða. | +    | Betri útkoma fyrir stöðugleika en fyrir sviðsmyndina Raforkuspá. Að öðru leyti óbreytt mat frá þeirri sviðsmynd. | +    | Hærra álag og vinnsla en fyrir sviðsmyndina Raforkuspá. Sama gildir og fyrir Raforkuspá.                         | +    | Í Aukinin stórnotkun fer þessi valkostur að sýna nokkra veikleika. N-1 öryggi lækkar (0) þar sem kerfið þolir verr línuútleysingar í meginflutningskerfi og stöðugleiki kerfisins er jafn lakur og fyrir Raforkuspá og Græna framtíð.  | 0/+  |
| Áreiðanleiki afhendingar | Hár kerfisstyrkur (++) og þrepi lakari sveigjanleiki en fyrir valkost B.1. Aðrir þættir sem hér hafa áhrif eru þeir sömu og fyrir mælikvarða öryggi.  | +    | Betri útkoma fyrir stöðugleika en fyrir sviðsmyndina Raforkuspá. Að öðru leyti óbreytt mat frá þeirri sviðsmynd. | +    | Hærra álag og vinnsla en fyrir sviðsmyndina Raforkuspá. Sama gildir og fyrir Raforkuspá.                         | +    | Kerfisstyrkur (+) og sveigjanleiki (0) lækka frá Raforkuspá og Grænni framtíð. Eins og áður sagði fellur þessi valkostur ekki nægjanlega vel að þeirri miklu lestun kerfis sem fylgir þessari sviðsmynd.   | 0/+  |
| Gæði raforku             | Verulega viðkvæmur stöðugleiki (-) veginn upp með miklum kerfisstyrk (++).  | +    | Betri útkoma fyrir stöðugleika en fyrir sviðsmyndina Raforkuspá. Að öðru leyti óbreytt mat frá þeirri sviðsmynd. | +    | Hærra álag og vinnsla en fyrir sviðsmyndina Raforkuspá. Sama gildir og fyrir Raforkuspá.                         | +    | Kerfisstyrkur (+) og stöðugleiki (-) vega hvort annað út til að skila hlutlausri niðurstöðu er varða raforkugæði.  | 0/+  |
| Skilvirkni               | Flutningstöp (++) áþekk því sem fram kom fyrir B.1 en á stærstum hluta kerfis án aukinnar flækju við að stýra nýtingu 132 kV kerfis að auki. Aukning á flutningi til afhendingarstaða mikil (++) og talsverður sveigjanleiki (+). Heilt yfir mjög skilvirkur valkostur fyrir þessa sviðsmynd.   | ++   | Sama gildir og fyrir sviðsmyndina Raforkuspá.  | ++   | Töluverð aukning á flutningstöpum (0) og m.v. Raforkuspá lækkar skilvirkni þessa valkosta fyrir þessa sviðsmynd. | +    | Skilvirkni lækkar vegna enn frekari aukningar á hlutfallslegum flutningstöpum (-), erfitt er að fá fram góða nýtni kerfis í þessari sviðsmynd. Þó er enn til staðar góð mynd af aukningu flutnings til afhendingarstaða (++) en sveigjanleiki hefur dalað (0) frá öðrum sviðsmyndum. | 0/+  |
| Hagkvæmni                | Sjá umfjöllun um áhrif framkvæmda á gjaldskrá og Hagkvæmniskýrslu.  | 0/+  | Sjá umfjöllun um áhrif framkvæmda á gjaldskrá og Hagkvæmniskýrslu.   | 0/+  | Sjá umfjöllun um áhrif framkvæmda á gjaldskrá og Hagkvæmniskýrslu.   | +    | Sjá umfjöllun um áhrif framkvæmda á gjaldskrá og Hagkvæmniskýrslu.   | ++   |

TAFLA 4-20: MAT Á MARKMIÐUM RAFORKULAGA FYRIR VALKOST B.4



MYND 4-18: MÖGULEIKAR Á AUKNUM FLUTNINGI TIL AFHENDINGARSTAÐA M.V. VALKOST B.4 OG SVIÐSMYNDINA GRÆNA FRAMTÍÐ

## Umhverfisáhrif B.4

Helstu umhverfisáhrif valkosta B.4 eru á lífríki, sem eru metin sem neikvæð og á jarðminjar, sem eru metin sem neikvæð. Áhrif eru einnig metin sem neikvæð á landslag og ásýnd, en unnt er að draga úr neikvæðum áhrifum með jarðstrengjum. Varðandi áhrif á vatnafar er talið að þar sem jarðstrengskostir fari um vatnsverndarsvæði kunni áhrifin að verða neikvæð, en að öðrum kosti óveruleg neikvæð. Áhrifin eru metin sem jákvæð á atvinnuuppbyggingu.

| Valkostur B.4        | Loftlína og endurbygging         | Áhrif vegna mögulegra jarðstrengja* |
|----------------------|----------------------------------|-------------------------------------|
| Land                 | Óveruleg (-/0)                   |                                     |
| Landslag og ásýnd    | Neikvæð (-)                      | Óveruleg (-/0)                      |
| Jarðminjar           | Óveruleg (-/0)                   | Neikvæð (-)                         |
| Vatnafar             | Óveruleg (-/0)                   |                                     |
| Lífríki              | Neikvæð (-)                      |                                     |
| Menningarminjar      | Óveruleg (-/0)                   |                                     |
| Loftslag             | Óveruleg jákvæð og neikvæð (+/-) |                                     |
| Atvinnuuppbygging    | Jákvæð (+)                       |                                     |
| Landnotkun og heilsa | Óveruleg (-/0)                   |                                     |
| Ferðaþjónusta        | Óveruleg (-/0)                   |                                     |

\* Áhrif m.t.t. mögulegra jarðstrengja. Umfang þeirra er óljóst og áhrifamatið fyrst og fremst vísending.

#### 4.4 Mögulegar jarðstrengslagnir í línuleiðum valkosta

Vegna tæknilegra takmarkana á hlutfalli jarðstrengja í flutningskerfinu má segja sem svo að jarðstrengir séu takmörkuð auðlind. Jarðstrengir framleiða launafl sem getur valdið spennuhækkun í kerfinu og þar með vandræðum við rekstur þess og því er takmarkað hversu hátt hlutfall af raflínunum 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 launaflsinnsþýtingin 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 lið 1.3 í stefnunni.



#### 4.4.1 Umfang jarðstrengslagna í meginflutningskerfinu á Norðurlandi

Landsnet hefur unnið greiningu á mögulegri lengd jarðstrengja í nýju meginflutningskerfi á Norðurlandi [9]. 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.

Ljóst er að í Eyjafirði fellur stórt svæði innan stefnu stjórnvalda um hvar meta eigi jarðstreng með tilliti til öryggissjónarmiða við flugvöll og þéttbýli og er þar metinn um 10 km langur jarðstrengur og í Laxárdal eru metnir tveir jarðstrengsvalkostir á bilinu 2- 3 km langir.

Í áætlun sem gerir ráð fyrir þremur löngum línuleiðum á milli Blöndu og Fljótsdals og takmarkað er hversu langa jarðstrengskafla hægt er að leggja má velta vöngum yfir hvort hægt væri að nota umhverfismat kerfisáætlunar til að staðsetja frekar hvar jarðstrengskostir kæmu helst til greina.

Líkt og greint er frá hér að framan er takmarkað hvað hægt er að leggja langa jarðstrengskafla milli Blöndu og Fljótsdals í nýjum flutningslínunum. Með tilliti til stefnu stjórnvalda er líklegt að þar hafi forgang lagning 10 km langs jarðstrengs í Eyjafirði. Það er þá með tilliti til flugöryggis og nálægðar við þéttbýli, auk þess sem á slíkum svæðum er ekki sett þak á mögulegan hámarkkostnað við stofnkostnað jarðstrengs eins og í tilfellum annarra svæða sem falla undir stefnu stjórnvalda um lagningu raflína.

Með tilliti til áætlaðs jarðstrengs í Eyjafirði, sem takmarkar enn frekar strenglagnir annars staðar í kerfinu og leiðir til þess að eingöngu gæti verið um stutta kafla að ræða, telur Landsnet eðlilegra að umhverfismat einstakra framkvæmda, verði notað til að draga fram þau svæði þar sem mestur staðbundinn ávinningur fælist í mögulegum strenglögnum.

#### 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 rekstrarspennu, 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 loftlínakerfi.

#### 4.4.2 Umfang jarðstrengslagna á Suðvesturlandi

Sterkasti hluti flutningskerfisins er á suðvesturhorninu, þ.e. svæðinu frá Þjórsár-/Tungnaáarsvæðinu að höfuðborgarsvæðinu (Geitháls og Hamranes) og Brennimer í Hvalfirði. Skammhlaupsflið á Geithálsi er

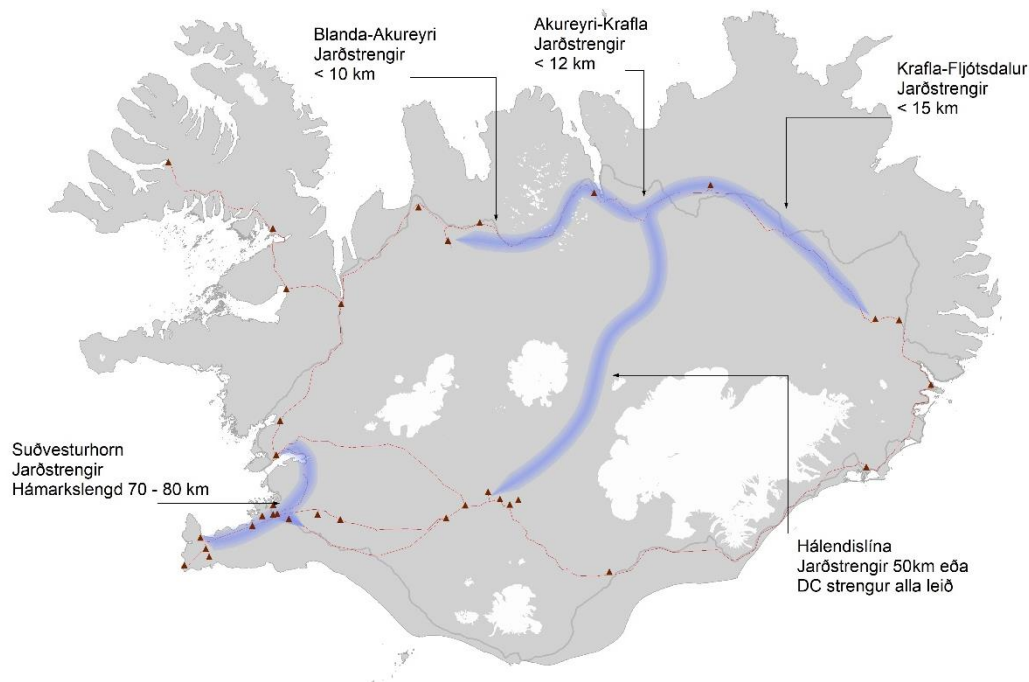
til að mynda fjórfalt herra en í Blöndu og um sexfalt herra en á Rangárvöllum á Akureyri. Kerfið á suðvesturhorninu er því betur í stakk búið til þess að taka við jarðstrengslögnum á hárri spennu en kerfið á Norðurlandi.

Ekki hafa verið gerðar greiningar á mögulegum jarðstrengslögnum í 220 kV kerfinu á Suðvesturlandi á jafn ítarlegan hátt og gerðar hafa verið fyrir Norðurlandið. Þær greiningar sem þó hafa verið gerðar benda til þess að möguleg jarðstrengslengd í núverandi Brennimelslínu 1 (milli Geitháls og Brennimels) gæti verið á bilinu 30 – 50 km, háð útfærslu og því hvort strengurinn lægi út frá Geithálsi eða Brennimel. Kerfið er sterkara Geithálmegin og því væri hægt að hafa strenginn lengri ef hann byrjaði þar.

Í tengslum við undirbúning Suðurnesjalínu 2 og Lyklafellslínu 1 hafa möguleikar á jarðstrengslögnum verið metnir. Í báðum tilvikum var það metið svo að strenglögna alla leið væri tæknilega möguleg, þ.e. með tilliti til kerfisrekstrar. Í Suðurnesjalínu 2 yrði um 35 km langan streng að ræða, en í Lyklafellslínu 1 um 30 km. Ekki hefur verið greint hvort hægt yrði að hafa báðar þessar línur sem jarðstrengslagnir að öllu leyti, en almennt má segja varðandi mögulegan samrekstur 220 kV jarðstrengja á Suðvesturlandi, að gróflega metið sé svigrúmið alls um 70 – 80 km, innan þess hluta kerfisins sem afmarkast af 220 kV (nýju) tengivirki á Njarðvíkurheiði, Brennimel og Kolviðarhól (Hellisheiði). Innan þessa svigrúms er til að mynda Kolviðarhólslína 1 (Kolviðarhóll – Geitháls), en það er metið svo að unnt sé að leggja hana að öllu leyti í jarðstreng (17 km).

#### 4.4.3 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.

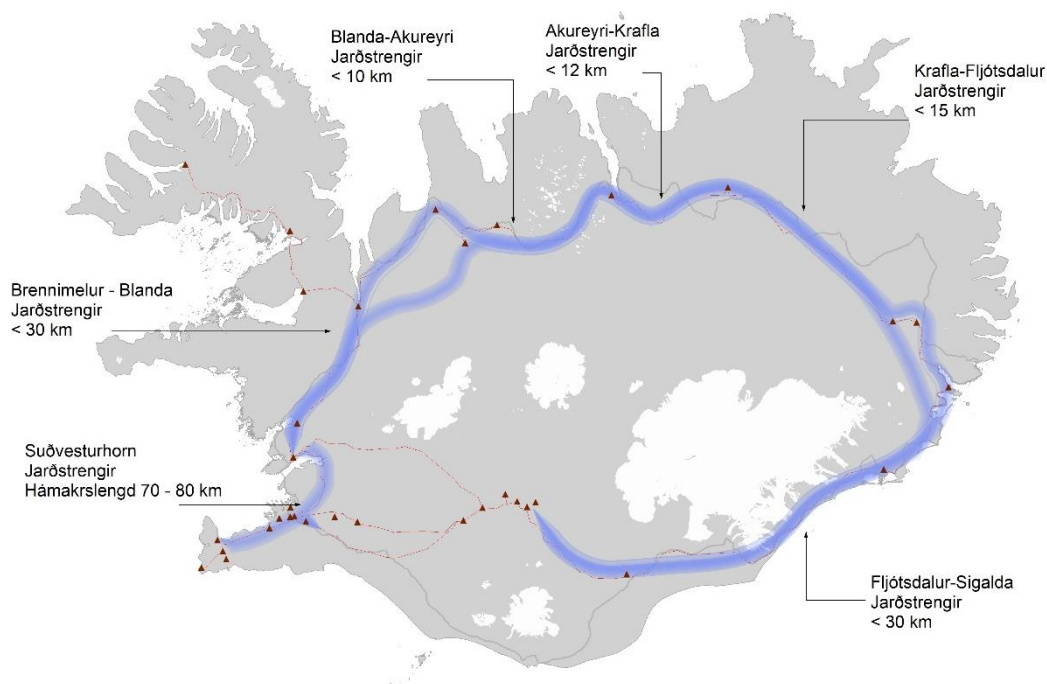


MYND 4-19 : HÁMARKSLENGDIR JARÐSTRENGJA Í A–VALKOSTUM

Mynd 4-19 sýnir hámarksvegalengdir jarðstrengja sem er tæknilega mögulegt að leggja í þeim línunum sem tilheyra A–valkostum, hverri fyrir sig. Samkvæmt kortinu eru hámarkslengdir á Norðurlandi 10 km í Blöndulínu 3, 12 km í Hólasandslínu 3 og 15 km í Kröflulínu 3. Þetta gildir fyrir hverja einstaka línu en jarðstrengur í einni línunni hefur veruleg áhrif á mögulega jarðstrengslengd í hinum tveimur. Hámarkslengd jarðstrengja í hálendislínu eru 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 hámarkslengdir jarðstrengja í línulögnum sem tilheyra B–valkostum.



MYND 4-20 : HÁMARKSLENGDIR JARÐSTRENGJA Í B - VALKOSTUM

Mynd 4-20 sýnir hámarkslengdir 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. Brennimelur – Blanda, er möguleg hámarkslengd jarðstrengs um 30 km. Sá strengur myndi þó hafa áhrif til skerðingar á mögulegum jarðstreng í Blöndulínu 3, sbr. það sem áður er sagt um innbyrðis áhrif jarðstrengslagna. Eins skiptir máli hvort spennusett er frá Brennimel eða Blöndu vegna mikils munar á skammhlaupsaflinu.

Suðurvængurinn, Sigalda – Fljótsdalur, er löng leið. Greiningar sýna að alger hámarkslengd 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.

## 4.5 Hagrænt mat á valkostum

Skilvirkt flutningskerfi hefur í för með sér þjóðhagslegan ávinning langt umfram bókhaldsleg umsvif. Þessi ávinningur er vandmetinn þar sem hann dreifist til allra notenda raforku og er mismikill eftir eðli notkunarinnar. Það er því ekki hægt að beita einföldum mælikvörðum á virði orku- eða afleininga heldur þarf að meta fjölbætt samspil ávinnings sem er háð þáttum eins og raforkunotkun og takmörkunum í kerfinu. Það þarf því að meta ýmsa kostnaðarpætti sem falla til við rekstur og fjárfestingar í flutningskerfinu enda er ávinningur fjárfestinga í því oft í formi kostnaðarlækkunar til lengri tíma. 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* [8] og drög að *kerfisáætlun 2016-2025*. Í því mati sem hér er lagt fram er sömu grunnaðferð beitt á þá valkosti sem kynntir eru í kerfisáætlun en forsendur hafa verið uppfærðar.

Þær forsendubreytingar sem mestu máli skipta eru:

- Breyttar sviðsmyndir um raforkunotkun.
- Breytingar á framkvæmdaáætlun.
- Breytt olíuverð.
- Breytingar á kostnaði við flutningstöp.

Lagt hefur verið hagrænt mat á þá valkosti sem kynntir eru í kerfisáætlun. Hver valkostur er metinn út frá fjórum sviðsmyndum um þróun raforkuflutnings á tímabilinu 2018-2050 og er matið sem fram kemur í eftirfarandi töflum byggt á núvirtum kostnaði á tímabilinu m.v. 5,5% reiknivexti. Í þeim tilfellum sem endurgreiðslutími er lengri en sviðsmynd um raforkuflutning er gert ráð fyrir óbreyttu ástandi frá árinu 2050 við mat á endurgreiðslutíma. En ár eftir 2050 eru ekki tekin með í reikninginn þegar borinn er saman kostnaður og ábati í valkostagreiningu, einungis við mat á endurgreiðslutíma.

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

- Flutningstöp.
- Flutningstakmarkanir í meginflutningskerfinu.
- Skert framleiðsla virkjana vegna flutningstakmarkana.
- Rekstrartruflanir.

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.

Sviðsmyndirnar um raforkunotkun eru byggðar á sviðsmyndum um raforkunotkun 2017-2050 sem þróaðar voru af Raforkuhópi orkuspárnefndar og gefnar út í desember 2017 [4]. 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 4.1 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. Sviðsmyndin *Aukin stórnotkun*.

gerir hins vegar ráð fyrir að notkun stórnotenda aukist einnig yfir tímabilið á meðan notkun þeirra eykst ekki í hinum þremur sviðsmyndunum. 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 háður tæknilegum eiginleikum þeirra. Til dæmis er valkostur A.1 til í nokkrum útfærslum sem eru jafngildar tæknilega og skila þess vegna jafn mikilli lækkun á þjóðhagslegum kostnaði. Þær eru hins vegar misdýrar og hafa þar af leiðandi mislangan endurgreiðslutíma. Gert er ráð fyrir sömu flutningstöpum í öllum útfærslum af valkosti A.1. Í raun er smávægilegur munur á töpum eftir útfærslum en mismunur á þjóðhagslegum kostnaði er hverfandi.

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

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 4.5.5.

#### 4.5.1 Raforkuspá

Í töflu Tafla 4-21 má sjá niðurstöður fyrir sviðsmyndina Raforkuspá. Samanlagður þjóðhagslegur kostnaður við núllkostinn er metinn nærri 65 milljörðum króna á tímabilinu. Til samanburðar var heildarkostnaður við valkostina á bilinu 31-39,5 milljarðar króna. Mismunur (eða ávinningur) valkosta var því á bilinu 26-34 milljarðar króna á tímabilinu þar sem valkostur B.1 kemur best út.

Ávinningurinn er að mestu leyti bundinn við losun á flutningstakmörkunum. Ætlað er að losun þeirra muni skila 15 milljörðum á tímabilinu, í öllum valkostum. Hvaða ávinningur er næstmestur er breytilegt eftir valkostum. Er ýmist betri nýting virkjana sem er metin á bilinu 5-7,5 milljarðar eða minni rekstrartruflanir sem gætu sparað á bilinu 5-9 milljarða króna. Kostnaðarhlutfall valkosta m.v. núllkost er svo á bilinu 48-60%.

|                              | Núll   | A.1    | A.1 J50 | A.1 DC | A.2    | B.1    | B.2    | B.3    | B.4    |
|------------------------------|--------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                              | Mkr.   | Mkr.   | Mkr.    | Mkr.   | Mkr.   | Mkr.   | Mkr.   | Mkr.   | Mkr.   |
| <b>Flutningstöp</b>          | 27.642 | 25.784 | 25.784  | 25.784 | 26.217 | 25.122 | 25.568 | 25.746 | 25.937 |
| <b>Flutningstakmarkanir</b>  | 15.218 | 283    | 283     | 283    | 283    | 283    | 283    | 283    | 283    |
| <b>Betri nýting virkjana</b> | 0      | -7.471 | -7.471  | -7.471 | -4.981 | -7.540 | -6.612 | -7.713 | -6.711 |
| <b>Rekstrartruflanir</b>     | 22.415 | 15.691 | 15.691  | 15.691 | 17.932 | 13.449 | 17.932 | 15.691 | 15.691 |
| <b>Samtals</b>               | 65.934 | 34.276 | 34.276  | 34.276 | 39.440 | 31.303 | 37.159 | 33.995 | 35.188 |
| <b>Hlutfall, %</b>           |        | 52,0   | 52,0    | 52,0   | 59,8   | 47,5   | 56,4   | 51,6   | 53,4   |

**TAFLA 4-21 : SAMANBURÐUR Á NÚVIRTUM ÞJÓÐHAGSLEGUM KOSTNAÐI VEGNA ÞEIRRA ÞÁTTA SEM METNIR HAFU VERIÐ FRÁ 2018-2050 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 35-41 ár ef hlutfall jarðstrengja í nýjum línunum er nálægt því magni sem meta skal skv. stefnu stjórnvalda um lagningu raflína<sup>5</sup>. Sé miðað við endurgreiðslutíma í stað þess að hámarka mismun á kostnaði valkostanna sést að valkostir A.1 og B.2 koma best út með endurgreiðslutíma upp á 35 ár.

|  | A.1    | A.1 J50 | A.1 DC | A.2    | B.1    | B.2    | B.3    | B.4    |
|--|--------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| <b>Núvirtur kostnaður uppbyggingar</b> | 35.468 | 40.163  | 46.385 | 37.315 | 45.477 | 32.653 | 45.661 | 46.684 |
| <b>Endurgreiðslutími í árum</b>        | 34     | 37      | 41     | 39     | 39     | 34     | 40     | 40     |

**TAFLA 4-22 : NÚVIRTUR KOSTNAÐUR VIÐ UPPBYGGINGU VALKOSTANNA (MKR.) OG ENDURGREIÐSLUTÍMI Í ÁRUM Í RAFORKUSPÁ.**

Tafla 4-22 sýnir núvirtan kostnað við uppbyggingu valkostanna og þann þjóðhagslega kostnað sem sparast samanborið við núllkostinn. Kostnaðurinn miðast við þær fjárfestingar í meginflutningskerfinu sem sameiginlegar eru öllum valkostum og kynntar eru sem *lykilfjárfestingar í meginflutningskerfinu* í kafla 6 Hraði uppbyggingar er skv. *Uppbyggingarsviðsmynd I*, sem kynnt er í sama kafla. Eins og fram kemur í kafla 4.4 eru möguleikar til jarðstrengslagna í nýjum línulögnum í meginflutningskerfinu. Í *Uppbyggingarsviðsmynd I* er gert ráð fyrir að hlutfall jarðstrengja í 220 kV línunum sé nálægt því sem þarf að meta skv. stefnu stjórnvalda um lagningu raflína.

Ef hins vegar litið er til þeirrar útfærslu sviðsmyndarinnarað magn jarðstrengja sé nálægt því sem er tæknilega mögulegt þá hækkar uppbyggingarkostnaður um allt að 8 milljörðum króna. Við það verður endurgreiðslutíminn 39-46 ár, eða 4-5 árum lengri en þegar stefnu stjórnvalda um lagningu jarðstrengja er fylgt.

|                                 | A.1    | A.1 J50 | A.1 DC | A.2    | B.1    | B.2    | B.3    | B.4    |
|---------------------------------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| <b>Núvirtur kostnaður</b>       | 41.786 | 44.146  | 52.703 | 43.633 | 53.366 | 40.542 | 53.550 | 54.573 |
| <b>Endurgreiðslutími í árum</b> | 38     | 41      | 44     | 43     | 43     | 39     | 45     | 43     |

**TAFLA 4-23 : NÚVIRTUR KOSTNAÐUR VIÐ UPPBYGGINGU VALKOSTANNA (MKR.) OG ENDURGREIÐSLUTÍMI Í ÁRUM Í RAFORKUSPÁ ÞAR SEM GERT HEFUR VERIÐ RÁÐ FYRIR HÁMARKSLENGD JARÐSTRENGJA**

#### 4.5.2 Hægar framfarir

Í töflu Tafla 4-24 má sjá niðurstöður fyrir sviðsmyndina *Hægar framfarir*. Heildarkostnaður við núllkostinn er metinn nærri 52 milljörðum króna. Til samanburðar er kostnaður við valkostina á bilinu 29-37 milljarðar þar sem kostur A.2 er dýrastur en B.1 ódýrastur. Mismunur á kostnaði við valkostina og núllkostinn er því á bilinu 15-23 milljarðar króna þ.e. 29-33% af kostnaði við núllkostinn. Mesti munurinn er á núllkosti og B.1.

Munurinn á kostnaði útskýrist að mestu með betri nýtingu virkjana en rekstrartruflanir vega einnig þungt. Betri nýting virkjana er metin á 5-8 milljarða en kostnaður við rekstrartruflanir minnkar um 4-9 milljarða.

<sup>5</sup> Samkvæmt stefnu stjórnvalda um lagningu raflína ber að meta jarðstrengskosti á ákveðnum stöðum, svo sem ef línuleiðin er innan skilgreinds þéttbýlis, er innan friðlands, er við flugvöll eða innan þjóðgarðs eða ef línuleið er innan friðlands sem verndað er af öðrum sökum en vegna sérstaks landslags.



|                              | Núll   | A.1    | A.1 J50 | A.1 DC | A.2    | B.1    | B.2    | B.3    | B.4    |
|------------------------------|--------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                              | Mkr.   | Mkr.   | Mkr.    | Mkr.   | Mkr.   | Mkr.   | Mkr.   | Mkr.   | Mkr.   |
| <b>Flutningstöp</b>          | 25.383 | 23.919 | 23.919  | 23.919 | 24.135 | 23.525 | 23.944 | 24.046 | 24.021 |
| <b>Flutnings-takmarkanir</b> | 4.608  | 164    | 164     | 164    | 164    | 164    | 164    | 164    | 164    |
| <b>Betri nýting virkjana</b> | 0      | -7.471 | -7.471  | -7.471 | -4.981 | -7.540 | -6.612 | -7.713 | -6.711 |
| <b>Rekstrartruflanir</b>     | 21.966 | 15.376 | 15.376  | 15.376 | 17.573 | 13.179 | 17.573 | 15.376 | 15.376 |
| <b>Samtals</b>               | 51.956 | 31.988 | 31.988  | 31.988 | 36.891 | 29.328 | 35.069 | 31.873 | 32.850 |
| <b>Hlutfall, %</b>           |        | 61,6   | 61,6    | 61,6   | 71,0   | 56,5   | 67,5   | 61,4   | 63,2   |

**TAFLA 4-24 : SAMANBURÐUR Á NÚVIRTUM ÞJÓÐHAGSLEGUM KOSTNAÐI VEGNA ÞEIRRA ÞÁTTA SEM METNIR HAFU VERIÐ FRÁ 2018-2050 FYRIR VALKOSTI OG HÆGAR FRAMFARIR EF VIÐKOMANDI VALKOSTUR VÆRI ÞRÓAÐUR Á TÍMABILINU Í SAMRÆMI VIÐ FRAMKVÆMDAÁÆTLUN**

Tafla 4-25 sýnir kostnað og endurgreiðslutíma fyrir valkosti í *Hægum framförum* sé lengd jarðstrenga í samræmi við það sem skal meta skv. stefnu stjórnvalda um lagningu raflína. Núvirtur kostnaður við uppbyggingu valkosta er eins og áður á bilinu 32-47 milljarðar króna. Þjóðhagslegur sparnaður miðað við núllkost er á bilinu 15-23 milljarðar sem þýðir að endurgreiðslutími í þessari sviðsmynd er á bilinu 50-65 ár.

|  | A.1    | A.1 J50 | A.1 DC | A.2    | B.1    | B.2    | B.3    | B.4    |
|--|--------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| <b>Núvirtur kostnaður uppbyggingar</b> | 35.468 | 40.163  | 46.385 | 37.315 | 45.477 | 32.653 | 45.661 | 46.684 |
| <b>Endurgreiðslutími í árum</b>        | 49     | 55      | 62     | 60     | 57     | 51     | 61     | 64     |

**TAFLA 4-25 : NÚVIRTUR KOSTNAÐUR VIÐ UPPBYGGINGU VALKOSTANNA (MKR.) OG ENDURGREIÐSLUTÍMI Í ÁRUM Í HÆGUM FRAMFÖRUM**

Sé gert ráð fyrir því að valið sé að leggja tæknilega hámarks lengd jarðstrengja lengist endurgreiðslutíminn um 7-10 ár, eftir sviðsmyndum, úr 50-65 árum í 57-75 ár.

|  | A.1    | A.1 J50 | A.1 DC | A.2    | B.1    | B.2    | B.3    | B.4    |
|--|--------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| <b>Núvirtur kostnaður uppbyggingar</b> | 41.786 | 46.481  | 52.703 | 43.633 | 53.366 | 40.542 | 53.550 | 54.573 |
| <b>Endurgreiðslutími í árum</b>        | 57     | 62      | 69     | 67     | 65     | 61     | 70     | 74     |

**TAFLA 4-26 : NÚVIRTUR KOSTNAÐUR VIÐ UPPBYGGINGU VALKOSTANNA (MKR.) OG ENDURGREIÐSLUTÍMI Í ÁRUM Í HÆGUM FRAMFÖRUM ÞAR SEM GERT HEFUR VERIÐ RÁÐ FYRIR HÁMARKSLENGD JARÐSTRENGJA**

### 4.5.3 Græn framtíð

Í *Grænni framtíð* er raforkunotkun meiri en í raforkuspá sem gerir fjárfestingar í kerfinu ábatasamari. Kostnaður við núllkostinn hækkar með auknum kostnaði við flutningstakmarkanir í núllkosti. Ávinningurinn af því að komast hjá flutningstakmörkunum er metinn um 37 milljarðar króna á tímabilinu og er jafn í öllum sviðsmyndum.

Flutningstöp aukast einnig verulega í núllkosti og ávinningur við minnkun þeirra er á bilinu 3-4 milljarðar, mest við B.4 en minnst við A.2. Kostnaður við rekstrartruflanir dregst saman um 4-9 milljarða og þá er bætt nýting virkjana metin á 5-8 milljarða króna.

Mismunur á núllkosti og valkosti er mestur í B.1, þar sem munar 58 milljörðum, en minnst munar 50 milljörðum á valkosti A.2 og núllkosti.



|                              | Núll   | A.1    | A.1 J50 | A.1 DC | A.2    | B.1    | B.2    | B.3    | B.4    |
|------------------------------|--------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                              | Mkr.   | Mkr.   | Mkr.    | Mkr.   | Mkr.   | Mkr.   | Mkr.   | Mkr.   | Mkr.   |
| <b>Flutningstöp</b>          | 30.665 | 27.126 | 27.126  | 27.126 | 27.534 | 26.287 | 26.579 | 26.974 | 27.432 |
| <b>Flutnings-takmarkanir</b> | 39.423 | 276    | 276     | 276    | 276    | 276    | 276    | 276    | 276    |
| <b>Betri nýting virkjana</b> | 0      | -7.471 | -7.471  | -7.471 | -4.981 | -7.540 | -6.612 | -7.713 | -6.711 |
| <b>Rekstrartruflanir</b>     | 22.821 | 15.975 | 15.975  | 15.975 | 18.257 | 13.693 | 18.257 | 15.975 | 15.975 |
| <b>Samtals</b>               | 92.909 | 35.906 | 35.906  | 35.906 | 41.086 | 32.716 | 38.500 | 35.511 | 36.972 |
| <b>Hlutfall, %</b>           |        | 38,6   | 38,6    | 38,6   | 44,2   | 35,2   | 41,4   | 38,2   | 39,8   |

**TAFLA 4-27 : 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**

Hærri ávinningur valkostanna í þessari sviðsmynd leiðir af sér að endurgreiðslutími valkostanna er styttri, þ.e. 27-30 ár, stytur í valkosti A.1 en lengstur í kostum A.1-DC, B.3 og B.4

|  | A.1    | A.1 J50 | A.1 DC | A.2    | B.1    | B.2    | B.3    | B.4    |
|--|--------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| <b>Núvirtur kostnaður uppbyggingar</b> | 35.468 | 40.163  | 46.385 | 37.315 | 45.477 | 32.653 | 45.661 | 46.684 |
| <b>Endurgreiðslutími í árum</b>        | 26     | 28      | 30     | 28     | 29     | 26     | 29     | 30     |

**TAFLA 4-28 : NÚVIRTUR KOSTNAÐUR VIÐ UPPBYGGINGU VALKOSTANNA (MKR.) OG ENDURGREIÐSLUTÍMI Í ÁRUM Í GRÆNNI FRAMTÍÐ**

Ef miðað er við að lagning jarðstrengja fylgi því hámarki sem er tæknilega mögulegt lengist endurgreiðslutíminn um 1-4 ár eftir valkostum. Verður þá endurgreiðslutími valkosta A.1 og B.2 stytur, 29 ár. Valkostir A.1-DC og B.4 hafa lengstan endurgreiðslutíma, 33 ár.

|  | A.1    | A.1 J50 | A.1 DC | A.2    | B.1    | B.2    | B.3    | B.4    |
|--|--------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| <b>Núvirtur kostnaður uppbyggingar</b> | 41.786 | 52.703  | 55.439 | 43.633 | 53.366 | 40.542 | 53.550 | 54.573 |
| <b>Endurgreiðslutími í árum</b>        | 28     | 30      | 31     | 30     | 31     | 29     | 32     | 32     |

**TAFLA 4-29 : NÚVIRTUR KOSTNAÐUR VIÐ UPPBYGGINGU VALKOSTANNA (MKR.) OG ENDURGREIÐSLUTÍMI Í ÁRUM Í GRÆNNI FRAMTÍÐ ÞAR SEM GERT HEFUR VERIÐ RÁÐ FYRIR HÁMARKSLENGD JARÐSTRENGJA**

#### 4.5.4 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. Kostnaður við flutningstakmarkanir lækkar í öllum valkostum um rúmlega 58 milljarða á tímabilinu samanborið við núllkostinn.

Flutningstöp í núllkosti vaxa verulega í þessari sviðsmynd. Eru þau til að mynda 7 milljörðum hærri en í *Grænni framtíð* og 10 milljörðum hærri en í *Raforkuspá*. Ábatinn við takmörkun flutningstapa í hverjum valkosti eykst í beinu samhengi og verður á bilinu 7-8,5 milljarðar.

Kostnaður við rekstrartruflanir lækkar um 5-10 milljarða, mest í valkosti B.1 og minnst í valkosti A.2 og B.2. Bætt nýting virkjana er svo metin á bilinu 5-8 milljarðar króna.

Samtals er mismunur á valkostum því á núllkosti og valkostum á bilinu 75-85 milljarðar króna, mestur í valkosti B.1 og minnstur í A.2.

|                              | Núll    | A.1    | A.1 J50 | A.1 DC | A.2    | B.1    | B.2    | B.3    | B.4    |
|------------------------------|---------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                              | Mkr.    | Mkr.   | Mkr.    | Mkr.   | Mkr.   | Mkr.   | Mkr.   | Mkr.   | Mkr.   |
| <b>Flutningstöp</b>          | 37.827  | 30.051 | 30.051  | 30.051 | 31.692 | 29.134 | 29.223 | 29.669 | 30.929 |
| <b>Flutningstakmarkanir</b>  | 61.415  | 485    | 485     | 485    | 485    | 485    | 485    | 485    | 485    |
| <b>Betri nýting virkjana</b> | 0       | -7.471 | -7.471  | -7.471 | -4.981 | -7.540 | -6.612 | -7.713 | -6.711 |
| <b>Rekstrartruflanir</b>     | 25.735  | 18.015 | 18.015  | 18.015 | 20.588 | 15.441 | 20.588 | 18.015 | 18.015 |
| <b>Samtals</b>               | 124.977 | 41.079 | 41.079  | 41.079 | 47.785 | 37.521 | 43.684 | 40.455 | 42.717 |
| <b>Hlutfall, %</b>           | 0       | 32,9   | 32,9    | 32,9   | 38,2   | 30,0   | 35,0   | 32,4   | 34,2   |

**TAFLA 4-30 : SAMANBURÐUR Á NÚVIRTUM ÞJÓÐHAGSLEGUM KOSTNAÐI VEGNA ÞEIRRA ÞÁTTA SEM METNIR HAFU VERIÐ FRÁ 2018-2050 FYRIR ALLA VALKOSTI OG AUKNA STÓRNOTKUN EF VIÐKOMANDI VALKOSTUR VÆRI ÞRÓAÐUR Á TÍMABLINU Í SAMRÆMI VIÐ FRAMKVÆMDAÁÆTLUN**

Stóraukinn ábati styttir endurgreiðslutímann enn frekar og er nú 23-26 ár ef miðað er við stefnu stjórnvalda um lagningu raflína. Stýstur er hann valkostum A.1 og B.2 en lengstur í valkostum A.1-DC og B.4.

|  | A.1    | A.1 J50 | A.1 DC | A.2    | B.1    | B.2    | B.3    | B.4    |
|--|--------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| <b>Núvirtur kostnaður uppbyggingar</b> | 35.468 | 40.163  | 46.385 | 37.315 | 45.477 | 32.653 | 45.661 | 46.684 |
| <b>Endurgreiðslutími í árum</b>        | 23     | 24      | 25     | 24     | 24     | 22     | 25     | 26     |

**TAFLA 4-31 : NÚVIRTUR KOSTNAÐUR VIÐ UPPBYGGINGU VALKOSTANNA (MKR.) OG ENDURGREIÐSLUTÍMI Í ÁRUM Í AUKINNI STÓRNOTKUN**

Ef lagning jarðstrengja fer eftir því sem er tæknilega mögulegt eykst endurgreiðslutími valkosta um 1-2 ár. Þá verður kostur A.1 með stysta endurgreiðslutímann, 24 ár, en B.4. lengstan, 28 ár.

|  | A.1    | A.1 J50 | A.1 DC | A.2    | B.1    | B.2    | B.3    | B.4    |
|--|--------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| <b>Núvirtur kostnaður uppbyggingar</b> | 41.786 | 46.481  | 52.703 | 43.633 | 53.366 | 40.542 | 53.550 | 54.573 |
| <b>Endurgreiðslutími í árum</b>        | 24     | 25      | 27     | 26     | 26     | 24     | 27     | 27     |

**TAFLA 4-32 : NÚVIRTUR KOSTNAÐUR VIÐ UPPBYGGINGU VALKOSTANNA (MKR.) OG ENDURGREIÐSLUTÍMI Í ÁRUM Í AUKINNI STÓRNOTKUN ÞAR SEM GERT HEFUR VERIÐ RÁÐ FYRIR HÁMARKSLENGD JARÐSTRENGJA**

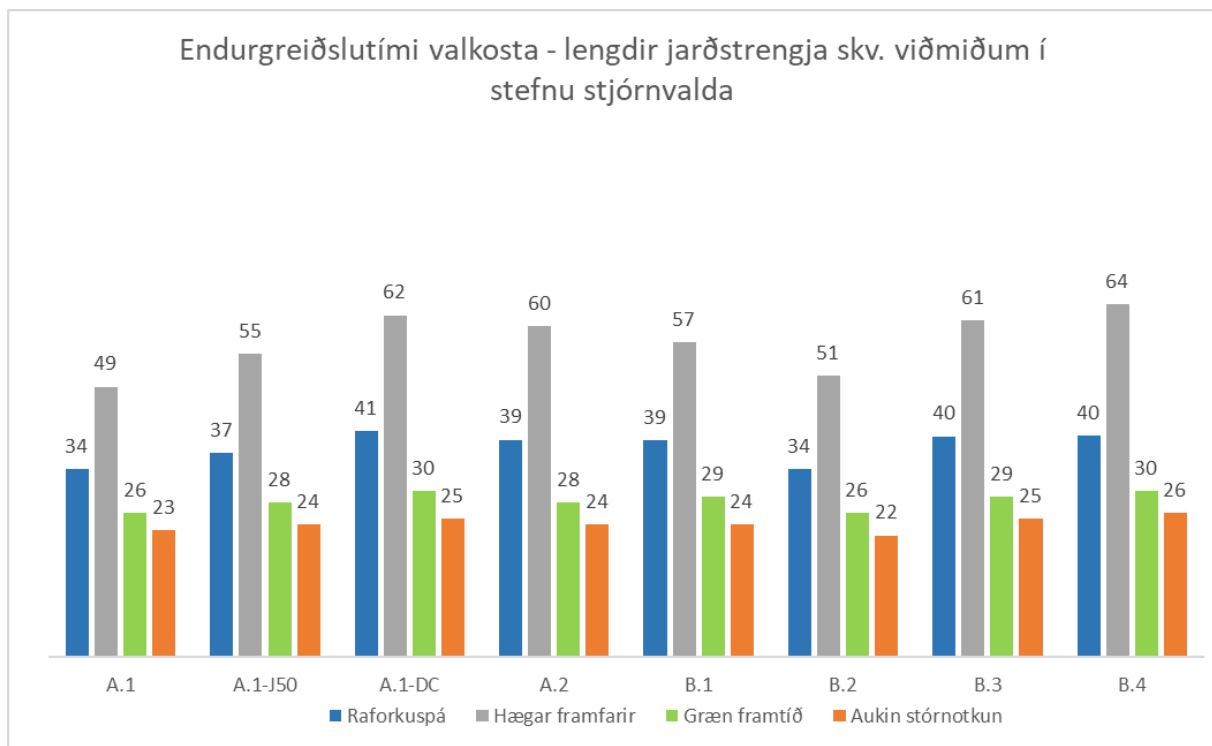
#### 4.5.5 Samantekt á niðurstöðum

Niðurstöður mats á hagrænum þáttum valkosta hafa breyst nokkuð frá síðustu kerfisáætlun. Það skýrist fyrst og fremst af þeim breyttu forsendum sem voru kynntar í byrjun þessa kafla. Niðurstöður skv. uppfærðum forsendum gefa til kynna að verulegur ávinningur sé í því að velja aðra valkosti en núllkostinn. Í öllum tilfellum er sá ávinningur nægjanlegur til að standa undir fjárfestingum nema í

sviðsmyndinni *Hægar framfarir*. Í þeirri sviðsmynd er valkostur A.1 á mörkum þess að standa undir kostnaði við uppbyggingu þar sem afskriftartími flutningslína er 50 ár. Eins og fram kemur í kafla 5 er það stefna Landsnets að fjárfestingar í flutningskerfinu leiði ekki til hækkunar á gjaldskrá til langs tíma og mun því uppbygging flutningskerfisins taka mið af því. Í því ljósi er óraunhæft að áætla að sú uppbygging sem lýst er í valkostunum muni ná fram að ganga ef þróun flutnings verður í takt við það sem lýst er í sviðsmyndinni *Hægar framfarir*.

Stóra myndin er þó sú að miðað við flestar forsendur um valkosti og sviðsmyndir eru fjárfestingar í flutningskerfinu hagkvæmar í þjóðhagslegu tilliti. Tafla 4-33 og Tafla 4-34 sýna samantekt á endurgreiðslutíma fyrir allar sviðsmyndirnar eftir því hvort lagning jarðstrengja yrði í samræmi við stefnu stjórnvalda um lagningu raflína eða eins mikil og er tæknilega mögulegt.

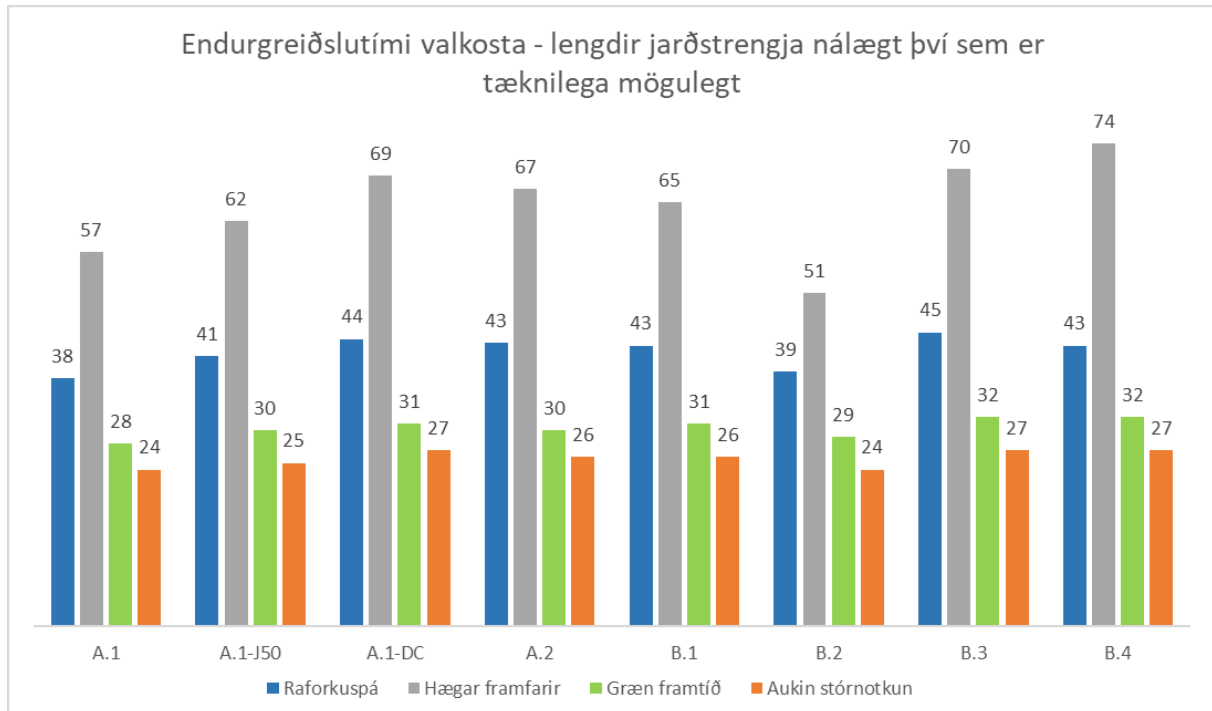
Það kemur varla á óvart að meðalendurgreiðslutími valkosta lækkar eftir því sem sviðsmynd gerir ráð fyrir meiri raforkunotkun. Eins og Tafla 4-33 sýnir er stysti endurgreiðslutími valkosta að jafnaði í *Aukinni stórnotkun* þar sem endurgreiðslutími er að jafnaði 24 ár samanborið við 57 ár að jafnaði í sviðsmyndinni *Hægar framfarir*. Einnig er vert að skoða hvaða valkostir koma að jafnaði best út. Í sömu töflu má sjá að endurgreiðslutími A.1 og B.2 beggja er 34 ár á meðan kostur B.4 er lengst að borga sig til baka, þ.e. 40 ár.



TAFLA 4-33 : ENDURGREIÐSLUTÍMI VALKOSTA EFTIR SVIÐSMYNDUM

Þegar litið er til áhrifa aukinnar jarðstrengsvæðingar á nýjum línun breytist endurgreiðslutími valkostanna. Þar sem kostnaður við meira magn jarðstrengja bætist við heildarkostnað framkvæmda lengist endurgreiðslutíminn samsvarandi en er þó áfram undir 50 ára viðmiðum um endurgreiðslutíma ef sviðsmyndin *Hægar framfarir* er undanskilin. Væntur endurgreiðslutími valkosta lengist um 3-5 ár við aukna jarðstrengsvæðingu, minnst í *Aukinni stórnotkun* en mest í *Hægum framförum*. Sé gert ráð

fyrir tæknilegri hámarkslengd jarðstrengja er stysti endurgreiðslutíminn fyrir valkost A.1 en sá lengsti fyrir valkost B.4 í Hægum framförum, 27 og 74 ár.



TAFLA 4-34 : ENDURGREIÐSLUTÍMI VALKOSTANNA MEÐ HÁMARKSLENGD JARÐSTRENGJA EFTIR SVIÐSMYNDUM

Í langtímaáætlun koma fram tímasetningar á einstökum framkvæmdum valkostanna yfir gildistíma kerfisáætlunar, sjá kafla 6.3.1. Þær tímasetningar ná yfir þær framkvæmdir sem eru sameiginlegar öllum valkostum og er gert ráð fyrir að þeim verði lokið á gildistíma áætlunarinnar. Umfram það eru aðrar veigamiklar framkvæmdir í valkostunum fyrirhugaðar á árunum nærri 2030. Hvaða framkvæmdir það verða er misjafnt eftir því hvaða valkostur verður endanlega fyrir valinu. Búast má við að þær línulagnir sem tilheyri þeim framkvæmdum verði í notkun umtalsvert lengur en tímabilið sem notast er við í matinu en hrakvirði kerfisins í lok tímabilsins er ekki metið. Væri það tekið með í reikninginn myndi endurgreiðslutími kerfisins líkast til styttest.

Nánari umfjöllun og ítarefni um hagræna matið má sjá á heimasíðu Landsnets<sup>6</sup>.

## 4.6 Umhverfismat valkosta

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

<sup>6</sup> landsnet.is – um okkur – kynningarrit og skýrslur – kerfisáætlun – kerfisáætlun 2018-2027 ásamt fylgigögnum

| UMHVERFISÞÆTTIR      | A.1<br>Jarðstrengir | A.1-J <sub>50</sub><br>Jarðstrengir | A.1 DC<br>Jarðstrengir | A.2<br>Jarðstrengir | B.1<br>Jarðstrengir | B.2<br>Jarðstrengir | B.3<br>Jarðstrengir | B.4<br>Jarðstrengir |
|----------------------|---------------------|-------------------------------------|------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Land                 | -<br>-/0            | -<br>-/0                            | -/0                    | -/0                 | -<br>-/0            | -<br>-/0            | -/0                 | -/0                 |
| Landslag og ásynd    | --                  | -                                   | -<br>-/0               | --                  | --                  | -<br>-/0            | -<br>-/0            | -<br>-/0            |
| Jarðminjar           | -                   | -                                   | -                      | -/0                 | --                  | -                   | -                   | -<br>-/0            |
| Vatnafar             | -/0                 | -/0                                 | -/0                    | -/0                 | -/0                 | -/0                 | -/0                 | -/0                 |
| Lífriki              | -                   | -                                   | -                      | -                   | --                  | -                   | --                  | -                   |
| Menningarminjar      | -/0                 | -/0                                 | -/0                    | -/0                 | -/0                 | -/0                 | -/0                 | -/0                 |
| Loftslag             | +/-                 | +/-                                 | +/-                    | +/-                 | +/-                 | +/-                 | +/-                 | +/-                 |
| SAMFÉLAG             | A.1<br>Jarðstrengir | A.1-J <sub>50</sub><br>Jarðstrengir | A.1 DC<br>Jarðstrengir | A.2<br>Jarðstrengir | B.1<br>Jarðstrengir | B.2<br>Jarðstrengir | B.3<br>Jarðstrengir | B.4<br>Jarðstrengir |
| Atvinnuuppbygging    | ++                  | ++                                  | ++                     | +                   | ++                  | +                   | ++                  | +                   |
| Landnotkun og heilsa | -/0                 | -/0                                 | -/0                    | -/0                 | -/0                 | -/0                 | -/0                 | -/0                 |
| Ferðapjónusta        | -                   | -/0                                 | -/0                    | -<br>-/0            | -                   | -                   | -/0                 | -/0                 |

■ Veruleg neikvæð (-) 
 ■ Neikvæð (-) 
 ■ Óveruleg (0/-) 
 ■ Veruleg jákvæð (++) 
 ■ Jákvæð (+) 
 ■ Óveruleg (0/+)

TAFLA 4-35 : UMHVERFISMAT VALKOSTA Á LANGTÍMAÁÆTLUN

Tafla 4-35 sýnir helstu niðurstöður umhverfismats kerfisáætlunar 2018-2027. Þar má sjá að allir valkostir munu valda neikvæðum og/eða verulegum neikvæðum áhrifum á einhvern þeirra umhverfisþátta sem var til skoðunar. Áhrifin eru ólík milli kosta, en megin munur liggur þó í því hvort flutningsleið fari um hálendið (A-kostir) eða meðfram núverandi byggðalínu (B-kostir). Helstu umhverfisáhrif hálendisleiðar felast í framkvæmdum á hálendinu og breytingum á ásynd og víðernum. Helstu umhverfisáhrif byggðaleiðar felast í að mun meira land fer undir flutningsmannvirki, hún fer um mörg náttúruverndarsvæði og hefur áhrif á fleiri umhverfisþætti en A-kostir.

Helstu neikvæðu umhverfisáhrif valkosta eru á landslag og ásynd, jarðminjar og lífríki. Allir kostir eru taldir hafa jákvæð áhrif á atvinnuuppbyggingu aðra en ferðapjónustu. Í samanburði valkosta kemur fram að unnt er að draga talsvert úr neikvæðum áhrifum með jarðstrengskostum eða öðrum útfærslum á framkvæmdum. Jafnframt eru lagðar til mótvægisáðgerðir sem huga þarf að við undirbúning framkvæmda, sem geta komið í veg fyrir eða dregið úr neikvæðum áhrifum t.d. á landslag og ásynd, lífríki og jarðmyndanir við uppbyggingu flutningskerfis raforku.

Valkostir kerfisáætlunar 2018-2027 eru að mestu leyti í samræmi við aðrar stefnur og áætlanir. Helst er að finna ákveðið ósamræmi þar sem valkostir fara um verndarsvæði, miðhálendi og skerða víðerni. Auk þess eru jarðstrengskostir skoðaðir á fleiri stöðum en kemur fram í viðmiðum stjórnvalda um lagningu raflína.

Að teknu tilliti til bæði neikvæðra og jákvæðra áhrifa er það niðurstaða að valkostur A.1-DC hafi minnst áhrif en því næst A.1-J<sub>50</sub>, B.3 og B.4. Jafnframt er það metið sem svo að kostir A.1 og B.1 án jarðstrengja hafi mestu neikvæðu umhverfisáhrifin í för með sér.

## 5 Þróun meginflutningskerfisins næstu 10 árin



Undangengin valkostagreining snýr að heildarendurnýjun meginflutningskerfisins á því tímabili sem sviðsmyndir um raforkunotkun 2017 – 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. Ekki er raunhæft að sú uppbygging á meginflutningskerfinu sem fjallað er um í valkostagreiningu langtímaáætlunar verði framkvæmd innan þess tímaramma. Um er að ræða viðamiklar fjárfestingar sem rúmast þurfa innan eðlilegs fjárfestingarramma flutningsfyrirtækisins. Að sama skapi þarf einnig að vera rúm fyrir aðrar fjárfestingar við flutningskerfið, bæði í svæðisbundnu kerfunum og eins vegna endurnýjunar núverandi flutningsmannvirkja í meginflutningskerfinu.

Það er yfirlýst stefna Landsnets að fjárfestingar í flutningskerfinu leiði ekki til hækkunar á gjaldskrá til langs tíma. Því mun hraði framkvæmda óhjákvæmilega taka mið af raunþróun notkunar kerfisins og kerfið byggjast upp hraðar eftir því sem heildarflutningsmagn þess eykst hraðar.

### 5.1 Styrkingar til næstu 10 ára

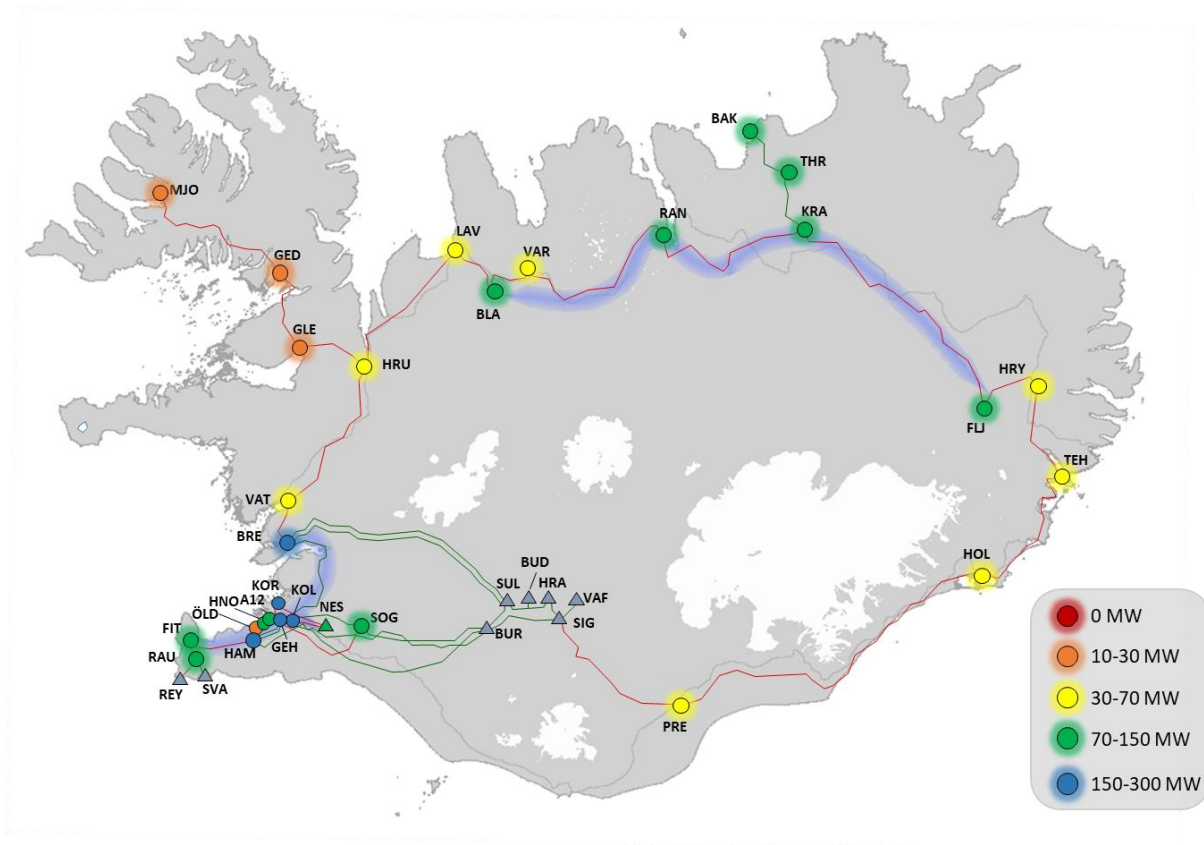
Niðurstaða valkostagreiningar í langtímaáætlun kerfisáætlunar, sem snýr að þróun meginflutningskerfisins, er sú að þær línulagnir sem sameiginlegar eru öllum valkostum og kynntar eru í kafla 4 verði fullkláraðar á því tímabili sem áætlunin nær yfir.

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 sem nú er í umhverfismati. 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. 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. Í umfjöllun sem fylgir um gjaldskráráhrif framkvæmda munu þessar sjö línuleiðir vera kallaðar *lykilfjárfestingar í meginflutningskerfinu*. Samhliða þessum verkefnum er áætlað að fjárfesta bæði í svæðisbundnu kerfunum og endurnýjun núverandi flutningsmannvirkja.



### 5.1.1 Áætluð aflgeta afhendingarstaða eftir 10 ár

Framkvæmdar hafa verið kerfisrannsóknir í þeim tilgangi að leggja mat á aflgetu afhendingarstaða í lok tímabils áætlunarinnar 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 2027 skv. spánni og er niðurstaðan eftirfarandi:



MYND 5-1 : AFLGETA AFHENDINGARSTAÐA Í LOK TÍMABILS ÁÆTLUNARINNAR

Mynd 5-1 sýnir áætlaða aflgetu afhendingarstaða árið 2027. Ef myndin er borin saman við sambærilegar myndir fyrir niðurstöðu valkosta sést að mikið verður áunnið með því að ráðast fyrst í byggingu lína sem sameiginlegar eru öllum valkostum. Sérstaklega munar litlu þegar þessi mynd er borin saman við niðurstöðu fyrir A-valkosti hvað varðar möguleika til aukins flutnings til afhendingarstaða. Það sem kemur þó ekki fram á myndinni er að tenging milli landshluta veitir stöðugleika og sveigjanleika sem mun alltaf vanta upp á meðan slíkri/slíkum tengingu/m er slegið á frest. Á meðan verður hægt að auka afhendingu, sérstaklega ef virkjanir eru byggðar innan sömu landshluta og notkunin er. Ef mynd 5.1 er borin saman við sambærilegar myndir fyrir B-valkosti má sjá að töluverðu munar á afhendingargetu kerfisins þar sem B-valkostir spanna allan hringinn í kringum landið en þó eru forgangsframkvæmdirnar á mynd 5-1 vel til þess fallnar að létta á núverandi kerfi og skapa svigrúm til skemmri tíma.



## 6 Áhrif áætlaðra fjárfestinga í flutningskerfinu á gjaldskrá

Í þessum kafla verður fjallað um áhrif áætlaðra fjárfestinga á gjaldskrá. Farið verður stuttlega yfir stöðu gjaldskrár og þá þætti sem hafa haft áhrif á þróun hennar undanfarinn áratug og þá sem munu að öðru óbreyttu ráða þróun hennar þann næsta.

Landsnet hefur lýst yfir því markmiði að fjárfestingar í flutningskerfinu leiði ekki til hækkunar á gjaldskrá til langs tíma. Í þeirri viðleitni hefur Landsnet reynt að halda fjárfestingum jöfnum til að koma í veg fyrir að eignastofn fyrirtækisins vaxi ekki of hratt m.v. flutta raforku. Því mun hraði framkvæmda almennt taka mið af raunþróun flutnings í kerfinu. Kerfið mun byggjast upp hraðar eftir því sem heildarflutningsmagn þess eykst hraðar. Gera má ráð fyrir að þetta markmið náist ekki alltaf og að skammtímasveiflur muni vera á gjaldskrá félagsins, enda eru undirliggjandi stærðir sem hafa áhrif á gjaldskrá þess eðlis að Landsnet getur ekki haft áhrif á þær eins og fjallað verður um hér á eftir.

### 6.1 Staða gjaldskrár og þróun

Gjaldskrá Landsnets er í grunninn byggð á samspili fluttrar raforku, rekstrarkostnaðar og arðsemi eignastofns sem er útskýrt betur í kafla 6.2. Það flækir hins vegar oft myndina að þessir þættir og aðrir sem skipta máli eru síbreytilegir og utan áhrifa fyrirtækisins. Gjaldskráin er því í raun byggð á kvikum grunni og mun óhjákvæmilega sveiflast í kringum meðaltal til lengri tíma.

Mikilvægir þættir sem gjaldskráin byggist á og fyrirtækið hefur engin áhrif á hafa haft afgerandi áhrif undanfarinn áratug. Ber þar helst að nefna breytingar á raforkulögum árið 2011, langvarandi óvissu um tekjumörk og leyfða arðsemi eignastofns á árunum 2006-2016 auk gengisfalls krónu gegn bandaríkjadollar í kringum efnahagshrunið 2008 og þeirrar ákvörðunar yfirvalda að Landsnet skyldi greiða stórnotendum gengishagnað til baka á 10 árum í formi lægri gjaldskrár.

Þessi langvarandi óvissa og óstöðugleiki hefur gert Landsneti erfitt fyrir að uppfylla markmið sitt um stöðuga gjaldskrá. Þessi saga er útskýrð með ítarlegri hætti á heimasíðu Landsnets<sup>7</sup>.

Í þeim útreikningum sem fylgja er ekki gert ráð fyrir breytingum á ytri aðstæðum eins og þeim sem hér hefur verið lýst. 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 gjaldskrármálum. Tilgangurinn með þessum útreikningum er að sýna samspil þeirra þátta sem hafa áhrif á þróun gjaldskrár.

### 6.2 Áhrif uppbyggingar á gjaldskrá

Til þess að meta áhrif fjárfestinga á gjaldskrá 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.

<sup>7</sup> landsnet.is-um okkur-fjármál

Framlag eignastofnsins til tekjumarka er ráðandi þáttur í útreikningum þeirra. Ef horft er til ársins 2018 má rekja u.þ.b. 80% tekjumarka stórnotenda og 65% tekjumarka dreifiveitna til eignastofnsins. Í heildina er vægi eignastofns í tekjumörkum um 75%. Hann hefur því afgerandi áhrif á tekjustofn félagsins og þar með á gjaldskrá.

### 6.3 Áhrif framkvæmda næstu 10 ára á flutningsgjaldskrá

Til að meta möguleg áhrif fjárfestinga á gjaldskrá eru settar fram tvær uppbyggingarsviðsmyndir sem gera ráð fyrir mishraðri uppbyggingu. Fyrir hvora þeirra eru áhrif fjárfestinga á gjaldskrá metin út frá fjórum mismunandi notkunar sviðsmyndum Raforkuhóps orkusparnefndar.

Til frekari samanburðar er stillt upp útfærslu af báðum uppbyggingarsviðsmyndum með mismikilli lengd jarðstrengja á þeim sjö línuleiðum sem tilheyra lykilfjárfestingum í meginflutningskerfinu, annars vegar þegar lengd jarðstrengja er nálægt því sem skal meta skv. viðmiðum í stefnu stjórnvalda um lagningu jarðstrengja og hins vegar við tæknilega hámarks lengd. Með því má bera saman áhrif jarðstrengsvæðingar á gjaldskrá. Niðurstöður eru sýndar í töflum sem gefa til kynna heildarfjárfestingu og myndritum sem sýna þróun gjaldskrár hingað til og spá fram í tímann.

Gert er ráð fyrir sömu heildarfjárfestingu í öllum sviðsmyndum nema í *Aukinni stórnotkun*. Þar er reiknað með hærri fjárfestingakostnaði en fyrir aðrar sviðsmyndir þar sem leggja þarf í meiri fjárfestingar við tengingar stórnotenda og nýrra framleiðslueininga en nauðsynlegt er ef einhver af hinum sviðsmyndunum raungerist.

Uppbyggingarsviðsmyndirnar eru settar fram sem dæmi um mögulegan uppbyggingarhraða í þeim tilgangi að meta áhrif uppbyggingarinnar á flutningsgjaldskrár. Líklegt má telja að raunþróun flutningsmagns verði einhvers staðar innan þeirra marka sem sviðsmyndir frá Raforkuhópi orkusparnefndar lýsa og munu lokaákvæðanir um fjárfestingar taka mið af þeirri raunþróun.

Áður hefur verið fjallað um stöðu gjaldskrár og langvarandi óvissu í rekstrarumhverfi Landsnets í kafla 6.1. Þetta ástand er nauðsynlegt að hafa í huga þegar söguleg þróun gjaldskrár er skoðuð í samhengi við mögulega framtíðarþróun enda hefur það leitt til þess að gjaldskrá hefur vikið frá lengri tíma meðaltali fyrir bæði dreifiveitur og stóriðju. Þessi frávik orsakast m.a. af uppsöfnuðum mismun á milli tekjumarka félagsins og rauntekna á undanförunum árum. Í tilviki dreifiveitna er gjaldskrá hærri en tekjumörk gefa til kynna þar sem félagið á inni vaninnheimtar tekjur frá fyrri árum. Í tilviki stórnotenda er gjaldskrá lægri en tekjumörkin þar sem verið er að borga til baka ofteknar tekjur, þar með talinn gengishagnað vegna lækkunar krónunnar í kringum efnahagshrunið 2008.

Sé miðað við áætlaðar tekjur á árinu 2018 og áætluð tekjumörk ársins 2018 nema þessi frávik 2,6% í tilviki dreifiveitna en 12,78% í tilfalli stórnotenda. Gröf sem sýna mögulega þróun gjaldskrár á næstu árum eru núllstillt fyrir þessari skekkju.

### 6.3.1 Uppbyggingarsviðsmynd I

Tímaáætlun framkvæmda við lykilverkefni í meginflutningskerfinu er eftirfarandi:

| Tímalína lykilverkefna í meginflutningskerfi - hraðari uppbygging |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Verkefni  | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 |
| Króflulína 3  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Suðurnesjalína 2  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Lyklafellslína 1  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Hólasandslína 3   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Brennimelur - höfuðborgarsvæði                                    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Hellisheiði - höfuðborgarsvæði                                    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Blöndulína 3  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |

#### MYND 6-1 : TÍMALÍNA VERKEFNA Í MEGINFLUTNINGSKERFINU

*Uppbyggingarsviðsmynd I* gerir ráð fyrir að öllum lykilverkefnum í meginflutningskerfinu ljúki á því tímabili sem kerfisáætlunin nær yfir. Það sem helst einkennir tímalínuna er að stóru verkefnið fyrir norðan og austan eru samhangandi og eitt tekur við af öðru. Samkvæmt tímalínunni mun síðasta verkefnið bætast við eignastofn tekjumarka í byrjun árs 2026.

Heildarfjárfestingar í flutningskerfinu á því tímabili sem langtímaáætlun nær yfir er á föstu verðlagi eftirfarandi:

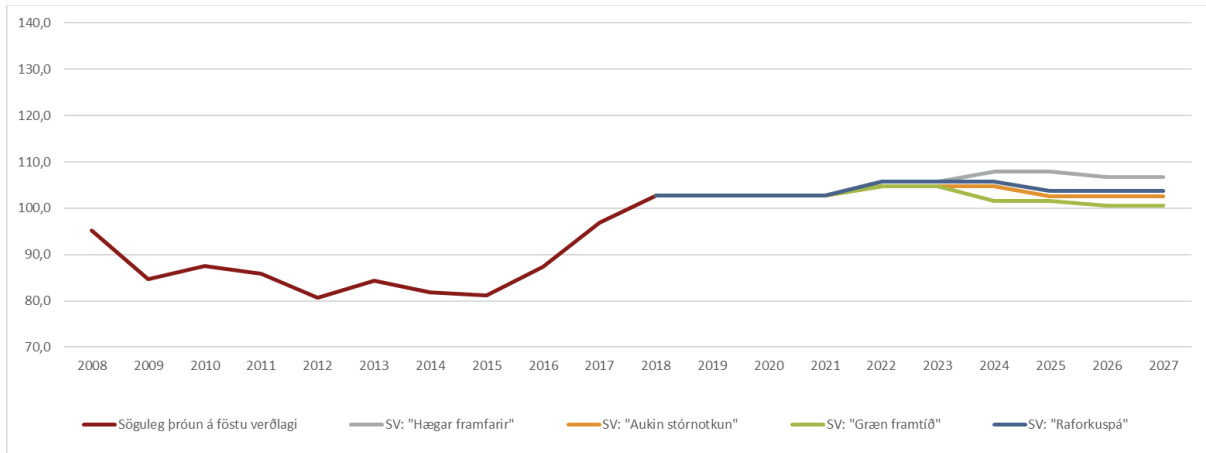
| Fjárfestingar / Notkunarviðsmyndir                | Aukin stórnotkun | Aðrar sviðsmyndir |
|---|------------------|-------------------|
| Lykilfjárfestingar í meginflutningskerfinu        | 33,2 mkr.        | 33,2 mkr.         |
| Aðrar fjárfestingar í meginflutningskerfinu       | 9,2 mkr.         | 9,2 mkr.          |
| Fjárfestingar í svæðisbundnum kerfum              | 14 mkr.          | 14 mkr.           |
| Viðbótarfjárfestingar vegna aukinnar stórnotkunar | 5 mkr.           |                   |
| <b>Heildarfjárfestingar</b>                       | <b>61,4 mkr.</b> | <b>56,4 mkr.</b>  |

TAFLA 6-1 : HEILDFJÁRFESTINGAR - HRAÐARI UPPBYGGINGARSVIÐSMYND, JARÐSTRENGIR SKV. VIÐMIÐUM Í STEFNU STJÓRNVALDA

Tafla 6-1 sýnir fjárfestingarkostnað á 10 ára tímabili fyrir hina ýmsu hluta flutningskerfisins. Til samanburðar hafa fjárfestingar í flutningskerfinu undanfarin 10 ár numið að jafnaði um 3,6 milljörðum króna á ári og undanfarin fimm ár hafa fjárfestingar að jafnaði verið 5,3 milljarðar króna á ári. Fjárfestingarkostnaður lykilfjárfestinga í meginflutningskerfinu er rúmlega helmingur af áætluðum kostnaði við uppbyggingu og endurnýjun flutningskerfisins næstu 10 árin. Aðrar fjárfestingar í meginflutningskerfinu snúa aðallega að endurnýjun núverandi flutningsvirkja samkvæmt endurnýjunaráætlun og er þar um nokkuð knappa endurnýjun að ræða, eða sem nemur 920 mkr. að jafnaði á ári. Um fimmtungur fjárfestingarþarfar er tilkominn vegna verkefna í svæðisbundnu flutningskerfunum, en þar er bæði um að ræða endurnýjun á núverandi flutningsvirkjum ásamt byggingu nýrra virkja, bæði flutningslína og tengivirkja. Þau verða byggð í þeim tilgangi að auka afhendingaröryggi og í einhverjum tilvikum að auka flutningsgetu. *Uppbyggingarsviðsmynd I* gerir einnig ráð fyrir nokkuð hraðri uppbyggingu í svæðisbundnu flutningskerfunum. Í kostnaðartölum vegna

lykilfjárfestinga í meginflutningskerfinu er gert ráð fyrir að hlutfall jarðstrengja í 220 kV línunum sé nálægt því magni sem þarf að meta samkvæmt viðmiðum í stefnu stjórnvalda um lagningu raflína<sup>8</sup>.

Áhrif fjárfestinga samkvæmt *uppbyggingarsviðsmynd 1* á flutningsgjaldskrár hafa verið metin til næstu 10 ára út frá því fjárfestingarmagni sem skilgreint er í Tafla 6-1 og út frá tímalínu lykilverkefna á Mynd 6-1 ásamt þeim fjórum notkunarviðmyndum sem Raforkuhópur orkuspárnefndar hefur skilgreint.

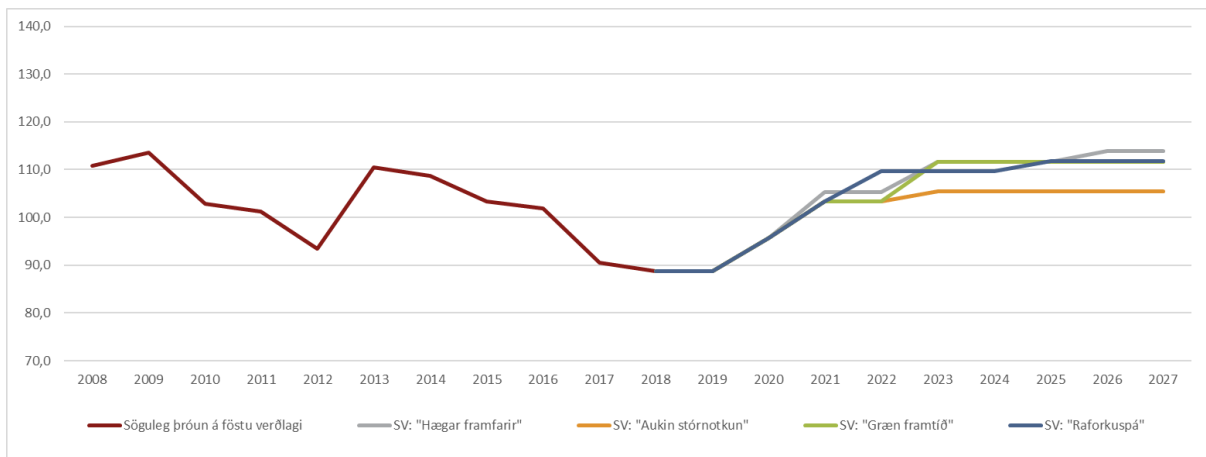


#### MYND 6-2 : ÁHRIF UPPBYGGINGAR Á GJALDSKRÁ DREIFIVEITNA, JARÐSTRENGIR SKV. VIÐMIÐUM Í STEFNU STJÓRNVALDA

Mynd 6-2 sýnir hvernig gjaldskrá til dreifiveitna gæti þróast m.v. mismunandi notkunarviðmyndir ef uppbygging verður á þann hátt sem lýst er í *uppbyggingarsviðsmynd 1* þar sem hlutfall jarðstrengja í nýjum línunum er nálægt því sem skal meta skv. viðmiðum í stefnu stjórnvalda. Grafið nær yfir 20 ára tímabil og er á föstu verðlagi. Fyrri hluti grafsins sýnir raunþróun gjaldskrárinnar síðustu 10 árin en seinni helmingurinn mögulega þróun yfir tímabil kerfisáætlunarinnar.

Áhrif á gjaldskrá til stórnotenda eru áætluð á sama hátt. Grafið nær yfir 20 ára tímabil þar sem fyrri helmingur þess sýnir raunþróun stórnotendagjaldskrár síðastliðin 10 ár á föstu verðlagi. Innheimtar tekjur skv. gjaldskrá til stórnotenda í byrjun árs 2018 eru tæplega 13% lægri en áætluð tekjumörk ársins 2018 gefa tilefni til.

<sup>8</sup> Samkvæmt stefnu stjórnvalda um lagningu raflína ber að meta jarðstrengskosti á ákveðnum stöðum, svo sem ef línuleiðin er innan skilgreinds þéttbýlis, er innan friðlands, er við flugvöll eða innan þjóðgarðs eða ef línuleið er innan friðlands sem verndað er af öðrum sökum en vegna sérstaks landslags.



### MYND 6-3 : ÁHRIF UPPBYGGINGAR Á GJALDSKRÁ STÓRNOTENDA, JARÐSTRENGIR SKV. VIÐMIÐUM Í STEFNU STJÓRNVALDA

Mynd 6-3 sýnir þróun gjaldskrár til stórnotenda síðustu 10 ár og áætlaða þróun næstu 10 ára eftir sviðsmyndum Raforkuhóps orkusparnefndar þegar fjárfestingar í flutningskerfinu eru í takt við *uppbyggingarsviðsmynd I*.

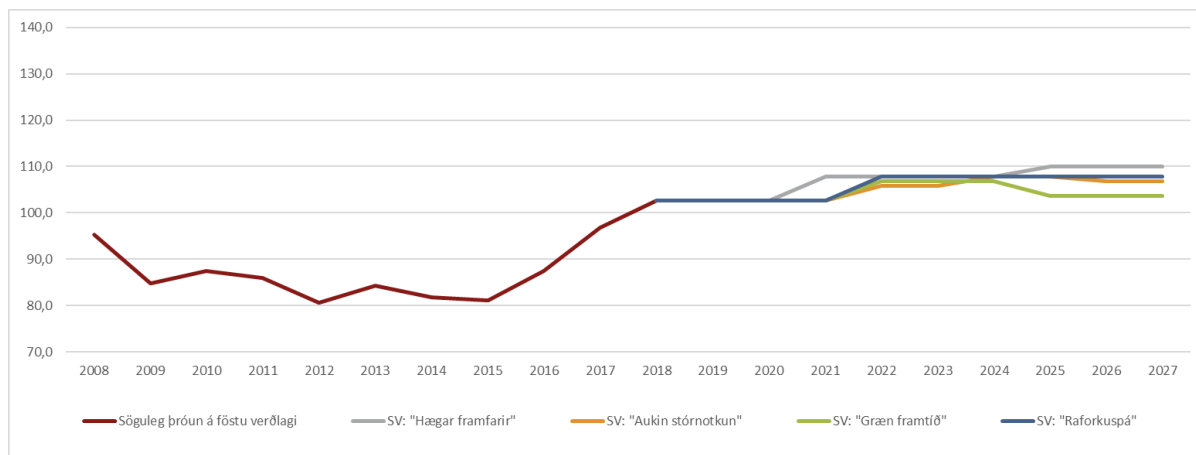
Eins og fram kemur í kafla 4.4 eru möguleikar til jarðstrengslagna í nýjum línulögnum í meginflutningskerfinu. Þó er ljóst að jarðstrengir auka kostnað við línulagnir talsvert, þó svo að munur á kostnaði við loftlínur og jarðstrengi hafi farið minnkandi á undanförunum árum. Í þeim tilgangi að meta áhrif mismunandi jarðstrengsvæðingar á gjaldskrá er skilgreind útgáfa af *uppbyggingarsviðsmynd I* þar sem lengdir jarðstrengja í nýjum línur í meginflutningskerfinu eru nálægt því sem er tæknilega mögulegt. Tímalína verkefna er sú sama og fyrr en kostnaðarmat hærra.

| Fjárfestingar / Notkunar sviðsmyndir               | Aukin stórnotkun  | Aðrar sviðsmyndir |
|--|-------------------|-------------------|
| Lykilfjárfestingar í meginflutningskerfinu         | 40,9 makr.        | 40,9 makr.        |
| Aðrar fjárfestingar í meginflutningskerfinu        | 9,2 makr.         | 9,2 makr.         |
| Fjárfestingar í svæðisbundnum kerfum               | 14 makr.          | 14 makr.          |
| Viðbótar fjárfestingar vegna aukinnar stórnotkunar | 5 makr.           |                   |
| <b>Heildarfjárfestingar</b>                        | <b>69,1 makr.</b> | <b>64,1 makr.</b> |

TAFLA 6-2 : HEILDARMAGN FJÁRFESTINGA - HÆGARI UPPBYGGINGARSVIÐSMYND, JARÐSTRENGIR NÁLÆGT TÆKNILEGU HÁMARKI

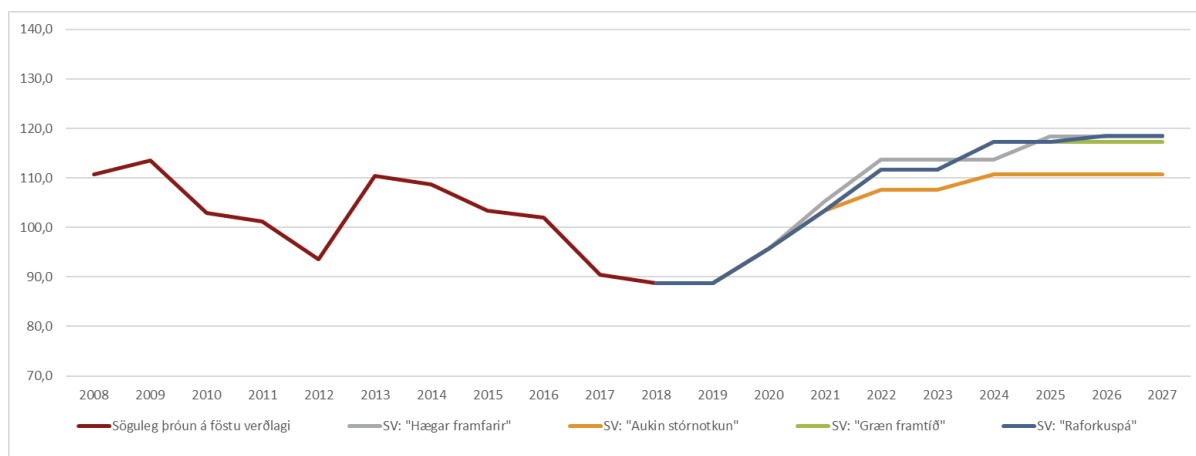
Tafla 6-2 sýnir heildarfjárfestingar ef lengdir jarðstrengja í nýjum línur eru nálægt því sem er tæknilega mögulegt. Eins og sjá má á töflunum tveimur er munurinn á heildarfjárfestingu yfir tímabilið 7,7 milljarðar króna á núvirði.

Út frá heildarfjárfestingu í Tafla 6-2 og tímalínu á Mynd 6-1, er gjaldskrá metin á sama hátt og fyrr m.v. þróun á flutningsmagni eins og því er lýst í sviðsmyndum Raforkuhóps orkuspárnefndar.



#### MYND 6-4 : ÁHRIF UPPBYGGINGAR Á GJALDSKRÁ DREIFIVEITNA, JARÐSTRENGIR NÁLÆGT TÆKNILEGU HÁMARKI

Mynd 6-4 sýnir hvað áhrif hærra hlutfall jarðstrengja í meginflutningskerfinu hefur á gjaldskrá til dreifiveitna. Samkvæmt matinu mun gjaldskráin í öllum notkunarsviðsmyndum hækka talsvert.



#### MYND 6-5 : ÁHRIF UPPBYGGINGAR Á GJALDSKRÁ STÓRNOTENDA, JARÐSTRENGIR NÁLÆGT TÆKNILEGU HÁMARKI

Mynd 6-5 sýnir áhrif hærra hlutfalls jarðstrengja í meginflutningskerfinu á gjaldskrá stórnotenda. Sama niðurstaða birtist í þessari uppbyggingarsviðsmynd og hjá dreifiveitunum nema hvað hækkunaráhrifin eru meiri. Helsta ástæða þess er að hærra hlutfall jarðstrengja leggst þyngra á stórnotendur en dreifiveitur þar sem viðbótarfjárfestingar í meginflutningskerfinu hafa meiri áhrif á gjaldskrár stórnotenda en dreifiveitna.

### 6.3.2 Uppbyggingarsviðsmynd II

Til að leggja mat á það hvernig mögulegt er að stýra þróun gjaldskrár með mismunandi uppbyggingarhraða flutningskerfisins er skilgreind sviðsmynd þar sem uppbygging kerfisins gengur hægar fyrir sig. Bæði er horft til þess að spennusetning lykilmannvirkja í meginflutningskerfinu verði síðar í tíma og eins að heildarfjárfestingar yfir tímabil kerfisáætlunarinnar sé að jafnaði 600 mkr. lægra á ári en í fyrra tilfelli, sem nemur í heildina 6 milljörðum króna yfir tímabil áætlunarinnar.

Tímaáætlun framkvæmda við lykilverkefni í meginflutningskerfinu við *uppbyggingarsviðsmynd II* er eftirfarandi:

| Tímalína lykilverkefna í meginflutningskerfi - hægari uppbygging |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Verkefni   | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 |
| Króflulína 3   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Suðurnesjalína 2   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Lyklafellslína 1   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Hólasandslína 3  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Brennimelur - höfuðborgarsvæði                                   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Hellisheiði - höfuðborgarsvæði                                   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Blöndulína 3   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |

#### MYND 6-6 : TÍMALÍNA VERKEFNA Í MEGINFLUTNINGSKERFINU – HÆGARI UPPBYGGING

Eins og í *uppbyggingarsviðsmynd I* eru öll lykilverkefni í meginflutningskerfinu framkvæmd á tímabili áætlunarinnar. Þó gerir *uppbyggingarsviðsmynd II* ráð fyrir því að vinna við línulagnir á Norður og Austurlandi verði ekki samhangandi og að Blöndulína 3 verði tekin í notkun tveimur árum síðar en í *uppbyggingarsviðsmynd I*.

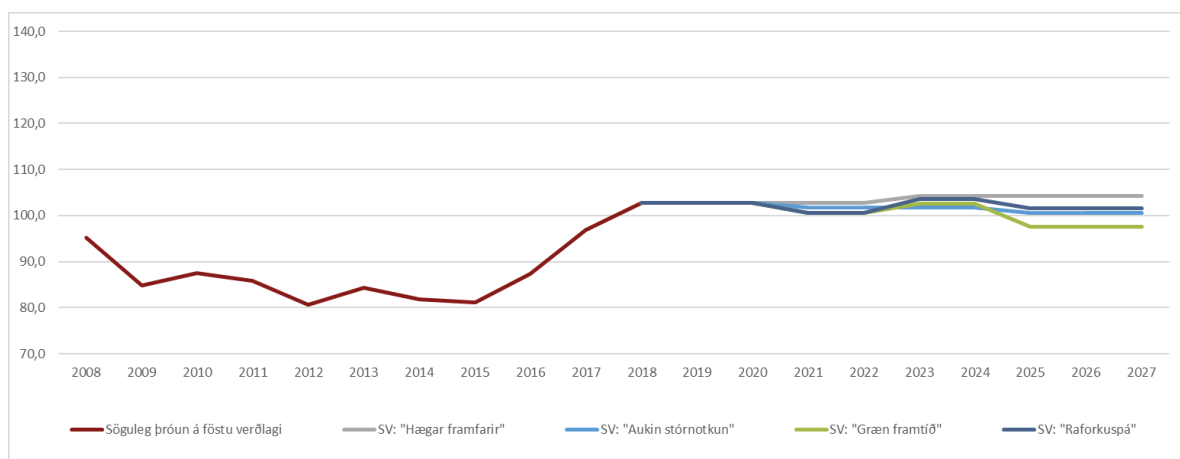
Heildarfjárfestingar í flutningskerfinu á tímabilinu í uppbyggingarsviðsmynd II eru eftirfarandi:

| Fjárfestingar / Notkunarviðsmyndir               | Aukin stórnotkun  | Aðrar sviðsmyndir |
|--|-------------------|-------------------|
| Lykilfjárfestingar í meginflutningskerfinu       | 33,2 makr.        | 33,2 makr.        |
| Aðrar fjárfestingar í meginflutningskerfinu      | 5,8 makr.         | 5,8 makr.         |
| Fjárfestingar í svæðisbundnum kerfum             | 11,4 makr.        | 11,4 makr.        |
| Auknar fjárfestingar vegna aukinnar stórnotkunar | 5 makr.           |                   |
| <b>Heildarfjárfestinga</b>                       | <b>55,4 makr.</b> | <b>50,4 makr.</b> |

TAFLA 6-3 : HEILDARMAGN FJÁRFESTINGA – HÆGARI UPPBYGGINGARSVIÐSMYND, JARÐSTRENGIR SKV. VIÐMIÐUM Í STEFNU STJÓRNVALDA

Munurinn á fjárfestingum í *uppbyggingarsviðsmyndum I* og *II* er 6 milljarðar króna og liggur sá munur í öðrum fjárfestingum í meginflutningskerfinu og í fjárfestingum í svæðisbundnum flutningskerfum. Er þar bæði um að ræða hægari endurnýjun núverandi virkja sem og byggingu nýrra flutningsvirkja sem er tilkomin vegna aukins afhendingaröryggis og/eða- krafna um aukna flutningsgetu.

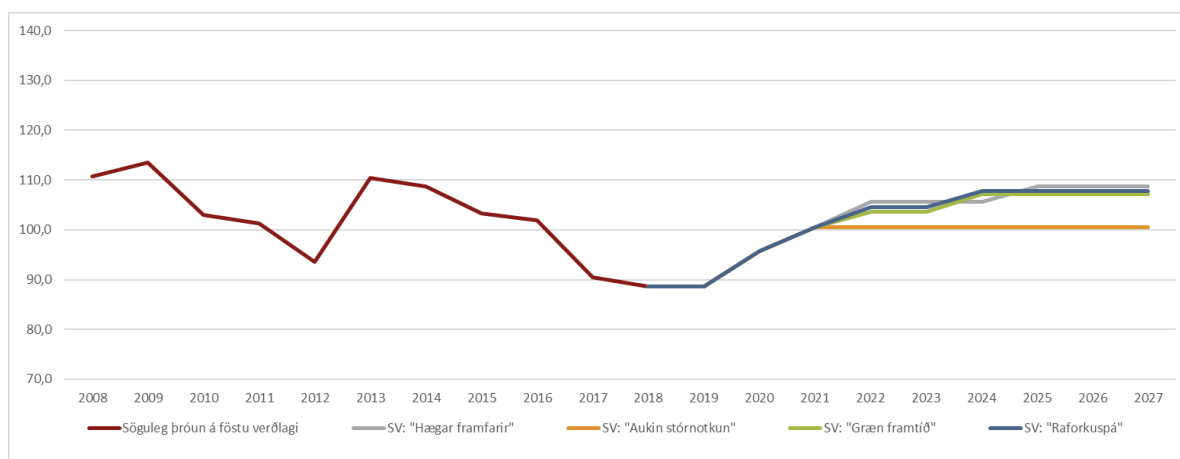




#### MYND 6-7 : ÁHRIF UPPBYGGINGAR Á GJALDSKRÁ DREIFIVEITNA - HÆGARI UPPBYGGING, JARÐSTRENGIR SKV. VIÐMIÐUM Í STEFNU STJÓRNVALDA

Mynd 6-7 sýnir hver áhrif hægari uppbyggingar verða á þróun gjaldskrár til dreifiveitna. Áhrif þessarar uppbyggingarsviðsmyndar á gjaldskrá eru umtalsvert vægari en í fyrri sviðsmynd.

Þegar litið er á hvernig gjaldskrá til stórnotenda muni þróast lítur myndin svona út:



#### MYND 6-8 : ÁHRIF UPPBYGGINGAR Á GJALDSKRÁ STÓRNOTENDA - HRAÐARI UPPBYGGING, JARÐSTRENGIR SKV. VIÐMIÐUM Í STEFNU STJÓRNVALDA

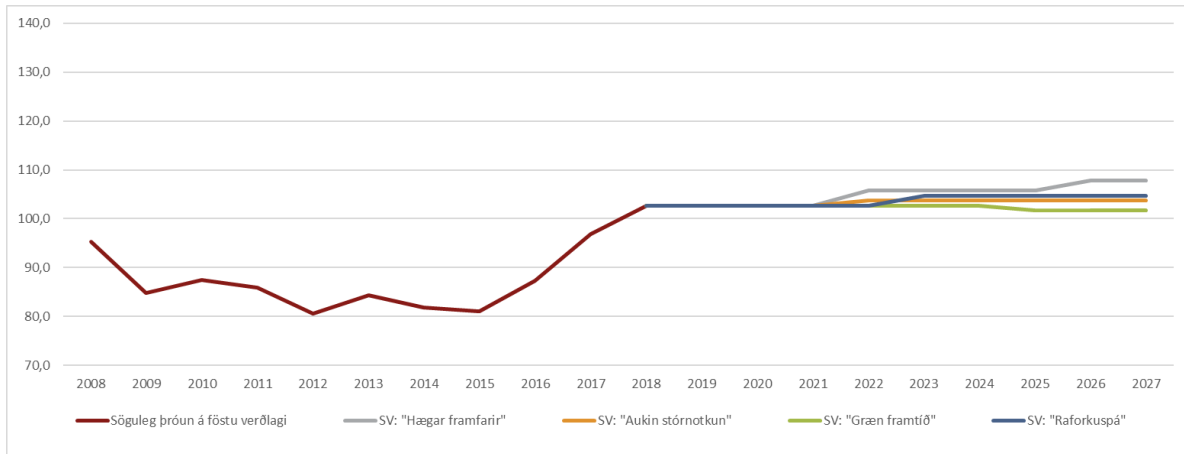
Mynd 6-8 sýnir hvaða áhrif hægari uppbygging hefur á þróun gjaldskrár til stórnotenda. Áhrifin hér eru að sama skapi mun vægari en í hraðari uppbyggingarsviðsmyndinni.

Á sama hátt og í *uppbyggingarsviðsmynd I* er lagt mat á það hvaða áhrif aukin lengd jarðstrengslagna í meginflutningskerfinu hafa á gjaldskrána.

| Fjárfestingar / Notkunarviðsmyndir               | Aukin stórnotkun  | Aðrar sviðsmyndir |
|--|-------------------|-------------------|
| Lykilfjárfestingar í meginflutningskerfinu       | 40,9 makr.        | 40,9 makr.        |
| Aðrar fjárfestingar í meginflutningskerfinu      | 5,8 makr.         | 5,8 makr.         |
| Fjárfestingar í svæðisbundnum kerfum             | 11,4 makr.        | 11,4 makr.        |
| Auknar fjárfestingar vegna aukinnar stórnotkunar | 5 makr.           |                   |
| <b>Heildarfjárfestingar</b>                      | <b>63,1 makr.</b> | <b>58,1 makr.</b> |

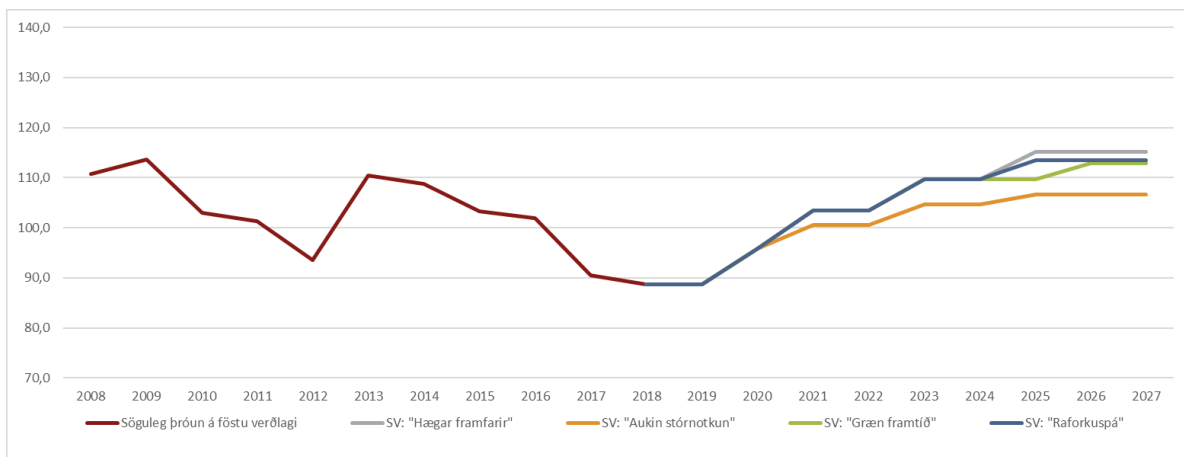
**TAFLA 6-4 : HEILDARMAGN FJÁRFESTINGA - HRAÐARI UPPBYGGINGARSVIÐSMYND, JARÐSTRENGIR NÁLÆGT TÆKNILEGU HÁMARKI**

Munurinn á heildarfjárfestingum er sá sami og fyrr eða 7,7 milljarðar króna og stafar af hærri kostnaði við línulagnir í meginflutningskerfinu. Mynd 6-9 sýnir þróun gjaldskrár dreifiveitna á föstu verðlagi m.v. þær forsendur.

**MYND 6-9 : ÁHRIF UPPBYGGINGAR Á GJALDSKRÁ DREIFIVEITNA - HÆGARI UPPBYGGING, JARÐSTRENGIR NÁLÆGT TÆKNILEGU HÁMARKI**

Helsti munurinn á þróun gjaldskrár dreifiveitna, eftir magni jarðstrengja er að lokagildi gjaldskrárinnar verða um 4% hærri fyrir allar notkunarviðsmyndir heldur en þegar magn jarðstrengja er í samræmi við það sem þarf að meta skv. viðmiðum í stefnu stjórnvalda.

Þegar litið er á gjaldskrá stórnotenda verður þróunin eftirfarandi:

**MYND 6-10 : ÁHRIF UPPBYGGINGAR Á GJALDSKRÁ STÓRNOTENDA - HÆGARI UPPBYGGING, JARÐSTRENGIR NÁLÆGT TÆKNILEGU HÁMARKI**

Helsti munurinn á þróun gjaldskrár stórnotenda, eftir magni jarðstrengja er að lokagildi gjaldskrárinnar verða um 7% hærri fyrir allar notkunarviðsmyndir heldur en þegar magn jarðstrengja er í samræmi við það sem þarf að meta skv. viðmiðum í stefnu stjórnvalda.

## 6.4 Samantekt á áhrifum lykilframkvæmda á gjaldskrá

Áhrif lykilframkvæmda í flutningskerfinu eru háð mikilvægum forsendum um raforkunotkun, uppbyggingarhraða og lengd jarðstrengja. Viðvarandi óvissuástand um tekjumörk og leyfða arðsemi Landsnets auk endurgreiðslu á gengishagnaði með lægri gjaldskrá til stórnotenda hefur einnig umtalsverð áhrif þar sem gjaldskrá er ekki í langtímajafnvægi. Þessir þættir skekkja myndina af gjaldskráráhrifum fram í tímann. Enn fremur þarf að líta til þess að þættir utan áhrifa Landsnets geta breytt niðurstöðum. Í samhengi umfjöllunar í þessum kafla mætti líta á mismunandi lengdir jarðstrengslagna sem slík áhrif.

Hér eru dregnar saman niðurstöður útreikninga eftir breytilegum forsendum sviðsmynda og uppbyggingarhraða og lengd jarðstrengja. Samanburðurinn á áhrifum er einungis metinn í lok tímabilsins og niðurstöður ætti að túlka með þeim fyrirvara að ekki er gert ráð fyrir því að brugðist yrði við þróun sem benti til mikillar hækkunar gjaldskrár með því að fresta eða hætta við uppbyggingu. Markmið Landsnets um að hækka ekki gjaldskrá til lengri tíma þýðir að slíkt yrði í raun gert ef ástæða þætti til.

Niðurstöður gefa til kynna að uppbyggingarhraði hafi meiri gjaldskráráhrif eftir því sem raforkunotkun eykst hægar. Það leiðir til hraðari stækkunar eignastofns Landsnets án þess að orkunotkun fylgi með. Eignastofninn er eins og áður hefur komið fram mikilvægasti þátturinn í tekjumörkum. Þá eru gjaldskráráhrif aukinnar jarðstrengsvæðingar veruleg enda hækkar hún fjárfestingarkostnað og þar með eignastofninn.

Samanburður á áhrifum uppbyggingarhraða á gjaldskrá dreifiveitna er svipaður milli sviðsmynda. Sé gert ráð fyrir *uppbyggingarsviðsmynd I* verður gjaldskrá 3-3,5 % hærri en í *uppbyggingarsviðsmynd II*.

Fyrir stórnotendur er meiri breytileiki milli sviðsmynda. Ef notkunar sviðsmyndin *Hægar framfarir* raungerist verður hækkun á gjaldskrá á bilinu 5,7% meiri í *uppbyggingarsviðsmynd I* en í *uppbyggingarsviðsmynd II*. Í öðrum sviðsmyndum er munurinn minni, minnstur í *Aukinni stórnotkun*. Þar hækkar gjaldskrá um rúmt prósent við hraðari uppbyggingu.

Áhrif sviðsmynda um raforkunotkun á gjaldskrá eru veruleg og hafa meiri áhrif á gjaldskrá stórnotenda. Ef uppbygging verður hröð á sama tíma og sviðsmyndin *Hægar framfarir* raungerist mun hækkun á gjaldskrá verða um 8% umfram það sem yrði í sviðsmyndinni *Aukin stórnotkun*. Fyrir gjaldskrá dreifiveitna er sami munur um 6%. Ef uppbygging verður hæg verður gjaldskrá lægri í öllum sviðsmyndum fyrir bæði dreifiveitur og stórnotendur en hlutfallslegur munur á gjaldskrá milli sviðsmynda yrði þá tæp 7% fyrir dreifiveitur en rúm 7% fyrir stórnotendur.

Aukin jarðstrengjavæðing hefur verið til umræðu í samfélaginu og því hefur verið lagt mat á gjaldskráráhrif þess að fylgja annars vegar þeim viðmiðum sem tilgreind eru í stefnu stjórnvalda um lagningu raflína og hins vegar þeim lengdum jarðstrengja sem er tæknilega mögulegt að leggja. Þar sem jarðstrengjalagning er umtalsvert dýrari leið hefur það bein áhrif til hækkunar gjaldskrár. Sé miðað við *uppbyggingarsviðsmynd I* hækkar hámarks lengd jarðstrengja gjaldskrá dreifiveitna um nálægt 3% í öllum sviðsmyndum. Áhrifin á gjaldskrá stórnotkunar við sömu aðstæður yrði yfir 5% hækkun ef sviðsmyndin *Aukin stórnotkun* raungerist en nálægt 7% í Raforkuspá.

Hægari uppbygging að öðru óbreyttu myndi draga úr hækkun á gjaldskrá en áhrif jarðstrengja á niðurstöðu sviðsmynda eru meiri. Hækkun á gjaldskrá dreifiveitna yrði þá á bilinu 3,7-4,2% eftir því hvaða sviðsmynd raungerist. Fyrir stórnotkun er hækkun vegna jarðstrengja við hægari uppbyggingu kerfisins á bilinu 6,2-7,4% eftir sviðsmyndum.

Eins og fram kemur í þessum niðurstöðum er væntanleg þróun gjaldskrár Landsnets háð breytilegum þáttum sem geta haft veruleg áhrif á gjaldskrá. Breytilegir þættir valda óvissu en geta Landsnets til að bregðast við og draga úr uppbyggingarhraða eða hætta við framkvæmdir minnkar hættu á miklum gjaldskrárhækkunum ef raforkunotkun eykst hægar en gert er ráð fyrir. Samspil þessara þátta getur leitt til mjög breytilegra niðurstaðna, bæði til lækkunar gjaldskrár og hækkunar. Markmið Landsnets er eftir sem áður að þeir þættir sem Landsnet hefur stjórn á leiði ekki til hækkunar á gjaldskrá til lengri tíma.

## 7 Heimildaskrá

1. Raforkulög nr. 65/2003, með síðari breytingum.
2. Reglugerð nr. 1048/2004 um gæði raforku og afhendingaröryggi
3. Orkuspárnefnd. 2017. *Raforkuspá 2017-2050 – Endurreikningur á spá frá 2015 út frá nýjum gögnum og breyttum forsendum*. OS-2017/01, ISBN 978-9979-68-422-0.
4. Orkuspárnefnd. 2017. *Sviðsmyndir um raforkunotkun 2017-2050*. OS-2017/10, ISBN 978-9979-68-434-3.
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. Jón Vilhjálmsson og Friðrik Már Baldursson. *Þjóðhagslegt gildi uppbyggingar flutningskerfis Landsnets*. Efla verkfræðistofa. 2013.
9. Landsnet, ARA Engineering og Efla verkfræðistofa. 2017. *Jarðstrengslengdir í meginflutningskerfinu – Mat á mögulegum jarðstrengslengdum í nýju flutningskerfi á Norðurlandi*. Landsnet-17003.
10. Landsnet. 2018. *Afhendingaröryggi og gæði flutningskerfisins – Frammistöðuskýrsla 2017*. Landsnet-18008.