



LANDSNET

KERFISÁÆTLUN LANDSNETS 2019-2028

**LANGTÍMAÁÆTLUN
UM ÞRÓUN
MEGINFLUTNINGSKERFIS
RAFORKU**

Landsnet-19010

Drög

Kerfisáætlun Landsnets 2019-2028

Langtímaáætlun um þróun meginflutningskerfis raforku

Landsnet-19010

Samantekt

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

Forsendur

Sem grunnforsenda við áætlun á flutningsþörf til framtíðar er notuð Raforkuspá 2018-2050 [3] og Sviðsmyndir um raforkunotkun [4] frá Raforkuhópi orkuspárnefndar. Raforkuspá 2018-2050 er endurreikningur á spá frá 2015 og kom út í ágúst 2018. Sviðsmyndir um raforkunotkun 2018-2050 er uppfærsla frá fyrra ári og kom út í desember 2018. Sviðsmyndirnar eru gefnar út sem viðbót við Raforkuspá 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 þeir sömu nema að nú hefur verið bætt við valkosti sem ekki gerir ráð fyrir samtengingu landshluta. Gerð hefur verið sú breyting í valkostagreiningu að mat á því hvernig valkostir uppfylla markmið raforkulaga hefur verið uppfært frá síðustu áætlun. Það er gert í kjölfar umsagnaferlis vegna kerfisáætlunar 2018-2027, en sem liður í viðbrögðum Landsnets við innkomnum athugasemdum var ákveðið að endurskilgreina aðferðafræði við mælikvarða sem markmiðin eru metin eftir.

Í valkostagreiningunni eru skoðaðar þrjár meginleiðir til uppbyggingar meginflutningskerfisins, ein byggir á tengingu yfir miðhálandið (A-kostir), önnur á styrkingum meðfram núverandi byggðalínu (B-kostir) og sú þriðja þar sem ekki er gert ráð fyrir samtengingu landshluta (C-kostur). Allir valkostir 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

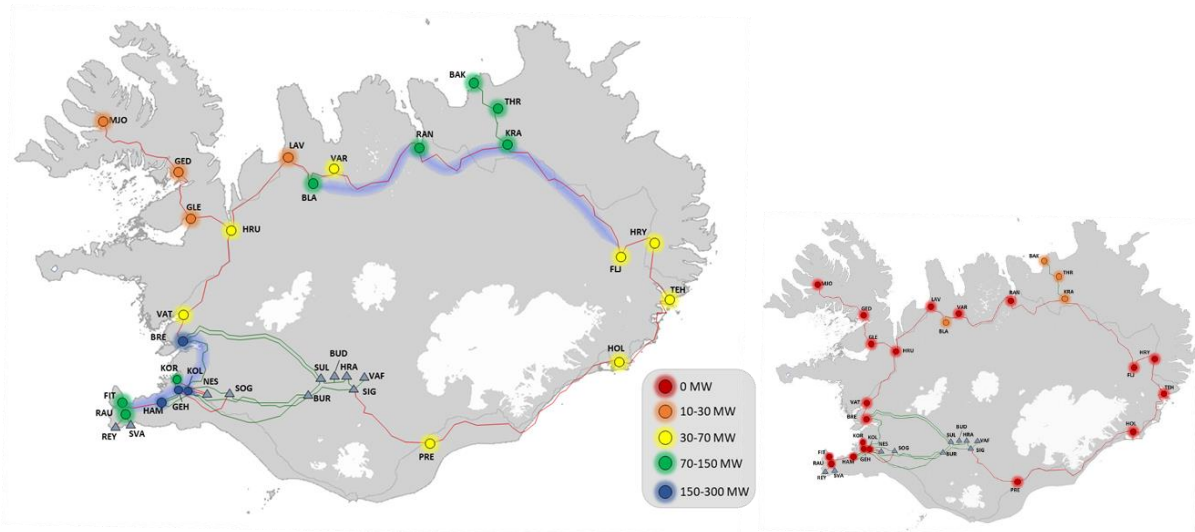
Niðurstaða mats á því hvernig framlagðir valkostir uppfylla ofangreind markmið er birt í vægisgrafi sem sýnir bæði grunnstöðu og áhrif viðkomandi valkosts á ofangreind markmið.

Áætlun um þróun meginflutningskerfis 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. Einnig er fyrirsjáanlegt að auka þurfi flutningsgetu á milli höfuðborgarsvæðis og Vesturlands, annað hvort með uppfærslu á Brennimeislínu 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 tilgangi að leggja mat á aflgetu afhendingarstaða í lok tímabils áætlunarinnar eftir að lokið hefur verið við þær framkvæmdir taldar eru upp hér að ofan. Miðað er við Raforkuspá og horft til stöðunnar eins og hún verður í lok árs 2029 samkvæmt spánni og er niðurstaðan eftirfarandi ásamt núverandi stöðu til samanburðar.



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 miðað við flestar forsendur um valkosti og sviðsmyndir eru fjárfestingar í flutningskerfinu hagkvæmar í þjóðhagslegu tilliti. Bætt hefur verið við greininguna nýjum valkosti sem snýr að því að framkvæma eingöngu lykilmjárfestingar í meginflutningskerfinu og án samtenginga landshluta. Að auki eru tekin til skoðunar áhrif þess að flýta samtengingu landshluta, á þann hátt að slík samtenging verði tekin til framkvæmdar í beinu framhaldi af lykilmjárfestingum á Norður- og Austurlandi. Niðurstaða greininga sýna að það er þjóðhagslega hagkvæmt að samtengja landshluta og því fyrr sem samtenging á sér stað því hagkvæmara.

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 að þessu sinni 15 ár. Ástæða lengingar sjóndeildarhrings útreikninga á áhrifum framkvæmda á gjaldskrá er sú að gera greiningu á áhrifum samtengingar landshluta á gjaldskrá mögulega. Skoðuð er næmni mismunandi hraða samtengingar á gjaldskrárþróun og eins er horft til mismunandi sviðsmynda um aukningu á flutningsmagni yfir tímabilið og hvaða áhrif það hefur á gjaldskrá.

Framkvæmdaáætlun

Framkvæmdaáætlun nær yfir framkvæmdaverk Landsnets næstu þrjú árin auk þess sem gerð er grein fyrir verkefnum á yfirstandandi ári. Með öllum verkefnum á framkvæmdaáætlun fylgja ítarlegar lýsingar á umfangi verkefnis og rafbúnaði framlagðs aðalvalkosti. Fyrir öll ný verkefni á

framkvæmdaáætlun hefur verið framkvæmd ítarleg valkostagreining sem byggir á þeim markmiðum sem getið er í raforkulögum og viðmiðum í stefnu stjórnvalda um uppbyggingu flutningskerfis raforku og lagningu raflína. Það er nálgun Landsnets í kerfisáætlun að leggja fram sem aðalvalkost verkefna á framkvæmdaáætlun þann valkost sem best uppfyllir þessi markmið og er í samræmi við stefnu stjórnvalda. Ef niðurstaða umhverfismats einstakra framkvæmda skilar annarri niðurstöðu en fæst með valkostagreiningu í framkvæmdaáætlun mun það verða afgreitt í öðru ferli en kerfisáætlun.

Efnisyfirlit

1	Kerfisáætlun Landsnets 2019–2028.....	9
1.1	Breytingar frá síðustu áætlun.....	9
1.2	Gildistími kerfisáætlunar.....	10
1.3	Lykilhugtök.....	10
1.4	Sviðsmyndir um raforkunotkun.....	13
1.5	Uppbyggingarsviðsmyndir.....	14
2	Flutningsgeta og afhendingaröryggi flutningskerfisins.....	15
2.1	Flutningskerfi raforku á Íslandi.....	15
2.2	Aflgeta afhendingarstaða í flutningskerfinu.....	16
2.3	Markmið um afhendingaröryggi.....	16
2.4	Flöskuhálsar og tengingar á milli svæða.....	17
2.5	Núverandi og framtíðarflutningsgeta til afhendingarstaða.....	19
2.6	Þróun flutningsþarfar á milli landsvæða.....	21
2.6.1	Vindorka.....	22
2.6.2	Vindorkusviðsmyndir.....	22
2.6.3	Grunntilfelli: Græn framtíð.....	23
2.6.4	Aðrar vinnslusviðsmyndir.....	25
2.6.5	Flutningsþörf fyrir <i>Aukna stórnotkun</i>	26
2.6.6	Áhrif hálandistengingar á flutningsþörf.....	27
3	Uppbygging í svæðisbundnum flutningskerfum.....	30
3.1	Höfuðborgarsvæðið og Suðurnes.....	30
3.1.1	Núverandi staða.....	31
3.1.2	Þróun álags og vinnslu.....	31
3.1.3	Rekstrartengdar áskoranir.....	33

3.1.4	Uppbyggingarleiðir	33
3.2	Suðurland	33
3.2.1	Núverandi staða	34
3.2.2	Þróun álags og vinnslu	35
3.2.3	Rekstartengdar áskoranir	36
3.2.4	Uppbyggingarleiðir	37
3.3	Norður- og Norðausturland	37
3.3.1	Núverandi staða	38
3.3.2	Þróun álags og vinnslu	39
3.3.3	Rekstartengdar áskoranir	40
3.3.4	Uppbyggingarleiðir	40
3.4	Vesturland	41
3.4.1	Núverandi staða	41
3.4.2	Þróun álags og vinnslu	42
3.4.3	Rekstartengdar áskoranir	43
3.4.4	Uppbyggingarleiðir	43
3.5	Vestfirðir	44
3.5.1	Núverandi staða	45
3.5.2	Þróun álags og vinnslu	45
3.5.3	Rekstartengdar áskoranir	46
3.5.4	Uppbyggingarleiðir	47
3.6	Austurland	48
3.6.1	Núverandi staða	48
3.6.2	Þróun álags og vinnslu	49
3.6.3	Rekstartengdar áskoranir	50
3.6.4	Uppbyggingarleiðir	51
4	Langtímaáætlun um þróun meginflutningskerfis	52
4.1	Forsendur útreikninga	52
4.2	Stefna stjórnvalda um uppbyggingu flutningskerfis raforku	53
4.2.1	Almenn atriði er varða uppbyggingu flutningskerfis raforku	53
4.2.2	Rannsóknir og greiningar	53

4.2.3	Viðmið og meginreglur varðandi lagningu raflína	53
4.3	Valkostir um styrkingu meginflutningskerfisins	53
4.3.1	Yfirlit yfir valkosti:.....	55
4.3.2	Mat á valkostum	55
4.4	Valkostagreining	58
4.4.1	Almennar forsendur	59
4.4.2	Mat á grunnástandi	59
4.4.3	Styrkingar á SV-landi.....	62
4.4.4	Valkostir með hálandistengingu – A.....	63
4.4.5	Samanburður A-valkosta.....	77
4.4.6	Valkostir með hringtengingu – B	78
4.4.7	Samanburður B-valkosta	95
4.4.8	Valkostur án samtengingar – C.....	96
4.4.9	Samantekt valkostagreiningar	99
4.5	Mögulegar jarðstrengslagnir í línuleiðum valkosta	102
4.5.1	Umfang jarðstrengslagna í meginflutningskerfinu á Norðurlandi.....	103
4.5.2	Umfang jarðstrengslagna á Suðvesturlandi.....	103
4.5.3	Hámarkslengdir jarðstrengja í valkostum langtímaáætlunar	104
4.5.4	Jarðstrengslagnir í jafnstraumskerfi	105
4.6	Hagrænt mat á valkostum	106
4.6.1	Raforkuspá.....	108
4.6.2	Hægar framfarir.....	109
4.6.3	Græn framtíð	110
4.6.4	Aukin stórnotkun.....	112
4.6.5	Samantekt á niðurstöðum.....	113
4.7	Umhverfismat valkosta.....	116
5	Þróun meginflutningskerfisins næstu 10 árin	117
5.1	Styrkingar til næstu 10 ára	117
5.1.1	Áætluð aflgeta afhendingarstaða eftir 10 ár	118
5.1.2	Áhrif af uppbyggingu vindorku	118
6	Áhrif áætlaðra fjárfestinga á flutningskostnað	119

6.1	Staða flutningsgjaldskrár og áhrif uppbyggingar flutningskerfisins	119
6.2	Áhrif framkvæmda næstu 15 ára á flutningsgjaldskrá	120
6.2.1	Valkostur A – Tenging yfir hálendið.....	122
6.2.2	Valkostur B – Tenging milli Hvalfjarðar og Blöndu	126
6.2.3	Valkostur C – Engin samtenging	130
6.3	Töluleg samantekt á áhrifum á flutningskostnað eftir valkostum og sviðsmyndum	133
6.4	Samantekt á áhrifum framkvæmda á flutningskostnað.....	134
7	Samtenging landshluta.....	135
8	Heimildaskrá.....	137
9	Viðaukar	138
9.1	matstöflur fyrir valkostagreiningu.....	138
9.1.1	Valkostur A.1 – Hálendislína og nýbygging Fljótsdalur – Blanda.....	138
9.1.2	Valkostur A.1-J ₅₀ – Hálendislína með 50 km jarðstreng og nýbygging Fljótsdalur – Blanda	139
9.1.3	Valkostur A.1-DC – Jafnstraumstenging yfir hálendið og nýbygging Fljótsdalur – Blanda	141
9.1.4	Valkostur A.2 – Hálendislína og endurbygging Fljótsdalur – Blanda	142
9.1.5	Valkostur B.1 – 220 kV hringtenging, nýbygging.....	144
9.1.6	Valkostur B.2 – 220 kV nýbygging Brennimerur – Fljótsdalur	145
9.1.7	Valkostur B.3 – 220 kV endurbygging á vængjum, nýbygging Blanda – Fljótsdalur....	147
9.1.8	Valkostur B.4 – 220 kV endurbygging byggðalínu	148
9.1.9	Valkostur C.1 – Lykilfjárfestingar eingöngu.....	150

1 Kerfisáætlun Landsnets 2019–2028

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

Kerfisáætlunin er þannig uppbyggð að í langtímaáætluninni má finna umfjöllun um núverandi flutningskerfi, þar sem farið er yfir þætti eins og flutningsgetu og afhendingaröryggi, ásamt þeim kröfum sem gerðar eru til kerfisins. Fyrirferðarmesti hlutinn er kafli sem snýr að langtímapróun 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 áætlun 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 uppbyggingu flutningskerfis raforku og lagningu raflína, auk þess sem gerð er grein fyrir umhverfisáhrifum allra valkosta. Fyrir öll ný verkefni er lagður fram sá valkostur sem best uppfyllir áðurnefnd markmið og samræmist stefnunni.

Í umhverfisskýrslu er gerð grein fyrir áhrifaþáttum kerfisáætlunar. Hámarkslengdir jarðstrengja í nýjum 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 á framkvæmdaáætlun metin í umhverfisskýrslu.

1.1 Breytingar frá síðustu áætlun

Stærsta breytingin sem orðið hefur á kerfisáætlun frá síðustu útgáfu snýr að mælikvörðum sem notaðir eru við að meta valkosti, bæði í langtímaáætlun og eins í framkvæmdahluta áætlunarinnar. Þróuð hefur verið ný aðferðafræði við mat á því hvernig framkvæmdir og/eða valkostir uppfylla markmið raforkulaga. Í langtímaáætlun hefur verið bætt við einum valkosti fyrir styrkingu meginflutningskerfisins. Sá valkostur er frábrugðinn A-valkostunum að því leyttinu að hann gerir ekki ráð fyrir því að um samtengingu á milli landshluta sé að ræða. Er valkosturinn borinn saman við aðra valkosti m.t.t. tæknilegra eiginleika, fjárhagslegra þátta sem og umhverfisáhrifa. Í kaflanum um þróun

flutningsþarfar hefur verið bætt við umfjöllun um áhrif vindorku á flutningskerfið, en vaxandi umræða hefur verið um uppbyggingu vindorku í samfélaginu.

1.2 Gildistími kerfisáætlunar

Kerfisáætlun þessi gildir fyrir tímabilið frá 2019 til ársins 2028. Í þeim hluta áætlunarinnar sem fjallar um langtímapróun 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 2020 til 2022 auk þess sem fjallað er um verkefni sem munu hefjast við á yfirstandandi ári, 2019.

1.3 Lykilhugtök

Í kerfisáætlun eru notuð ákveðin lykilhugtök sem mikilvægt er að gefa greinargóða skýringu á svo að efni áætlunarinnar komist sem best til skila. Hugtökina hafa sum hver aðra merkingu í þessum texta en almenn notkun þeirra og önnur krefjast skýringa sökum tæknilega flókens eðlis þeirra.

Sviðsmynd

Hugtakinu sviðsmynd er ætlað að lýsa mögulegri þróun raforkumarkaðar á Íslandi. Tilgangur sviðsmynda er að skapa grunnhönnunarforsendur fyrir styrkingum á flutningskerfinu og verkfæri til að meta ólíka valkosti m.t.t. til kerfislægra eiginleika og þjóðhagslegrar hagkvæmni. Sviðsmyndir eru ekki spár um væntanlega þróun og ætti ekki að túlkast sem slíkar.

Flutningsþörf

Tiltekin sviðsmynd hefur í för með sér ákveðna flutningsþörf raforku milli landsvæða, á bæði núverandi meginæðum raforkuflutnings og ef til vill nauðsynlegum nýjum meginæðum.

Valkostur

Valkostur í skilningi langtímaáætlunar kerfisáætlunar er sú samsetning af uppbyggingarleiðum flutningskerfisins sem lýsir viðbrögðum Landsnets við tiltekinni sviðsmynd. Í framkvæmdahluta kerfisáætlunar nær valkostur yfir þá möguleika sem skoðaðir eru í undirbúningi framkvæmdar sem mögulegar leiðir til að uppfylla markmið framkvæmdarinnar.

Kerfislíkan

Líkan sem notað er af Landsneti og ráðgjöfum þess til að líkja eftir aflflæði í flutningskerfi raforku. Líkanið er byggt upp í orkukerfis herminum PSSE frá Siemens.

Flutningstöp

Orka sem tapast í flutningskerfi raforku. Töpin eru háð viðnámi í leiðurum flutningslína og því afli sem línan flytur.

N-1

Sú krafa Landsnets að öryggi afhendingar sé með þeim hætti að ein eining geti fallið úr rekstri tímabundið án þess að straumleysi eigi sér stað.

Kerfishönnun

Hönnun flutningskerfisins tekur mið af mörgum hönnunarpáttum. Afhendingaröryggi (N-1), áreiðanleiki, gæði raforku, virkni raforkumarkaðar, hagkvæmni og áhrif á umhverfi og náttúru eru þættir sem móta valkosti. Taka ber tillit til þess að kerfishönnun tekur mið af afli (MW) umfram orku (MWst) sem er sú vara sem skipt er með á raforkumarkaði. Þetta þýðir að raforkukerfið verður að hanna þannig að rými sé fyrir afltoppa, þ.e. hæsta augnabliksgildi orkunnar.

Núllkostur

Sá valkostur sem felur ekki sér neina uppbyggingu á flutningskerfinu (burtséð frá nauðsynlegu svæðisbundnu viðhaldi) ásamt þróun í almennu álagi skv. Raforkuspá.

Kerfisöng/flöskuháls

Það ástand þegar flutningsleið annar ekki þeim flutningi sem nauðsynlegur er til að aðilar raforkumarkaðar geti stundað raforkuviðskipti sín óhindrað, óháð öðrum aðstæðum. Einnig kallað flöskuháls í daglegu tali.

Skammhlaupsafl

Mælikvarði á styrk raforkukerfis í tilteknum punkti. Skammhlaupsafl er það afl sem hleypur til jarðar í þriggja fasa jarðhlaupi og eftir því sem kerfið er sterkara í þeim punkti er aflíð meira. Þegar kerfið er sterkt og skammhlaupsafl hátt er spennan í þeim tiltekna punkti síður næm fyrir sveiflum í álagi og minnkar þörf fyrir stýranlega launafslframléiðslu til að halda spennunni innan rekstrarmarka. Skammhlaupsafl hækkar með málspennu og er hæst næst innmötunarstöðum.

Skerðanlegur flutningur

Skerðanlegur flutningur á við raforkunotkun sem Landsneti er heimilt að láta skerða vegna tilvika sem tilgreind eru í gr. 5.1 í Netmála B5, Skilmálar um skerðanlegan flutning.

Jafnstraumstenging

Jafnstraumstenging eða HVDC (High Voltage Direct Current) er aðferð sem felst í því að flytja raforku á milli staða í formi jafnspennu en ekki riðspennu eins og í hefðbundnum raforkuflutningskerfum. Það er framkvæmt með því að breyta spennunni í jafnspennu og til baka í sérstökum umbreytistöðvum í sitt hvorum enda tengingarinnar. Leiðarar slíkrar tengingar eru alla jafna tveir í stað þriggja í hefðbundnum riðstraumslínum.

Meginflutningskerfi

Sá hluti flutningskerfisins sem nýtist öllum notendahópum.

Svæðisbundið flutningskerfi

Svæðisbundnu kerfin eru þeir hlutar flutningskerfisins sem eingöngu nýtast notendum á tilteknum svæðum á landinu. Þau eru yfirleitt rekin á lægri spennustigum og aldrei á hæsta spennustigi.

Tenging stórnotenda

Hluti flutningskerfisins sem hefur þann tilgang einan að afhenda raforku til stórnotenda. Stórnotandi er notandi sem greiðir fyrir flutning raforku skv. gjaldskrá stórnotanda og þarf til þess að uppfylla það skilyrði að nota á einum stað 80 GWh eða meira á ársgrundvelli.

SMS, straumleysismínútur

Stuðull um meðallengd skerðingar. Stuðullinn metur hve lengi skerðing hefur staðið yfir miðað við orkuskerðingu og heildarorkuafhendingu. Eftirfarandi jafna gildir um þennan stuðul:

$$SMS = \frac{\sum E_i}{E_{Alls}} * 8760 * 60 \text{ mínútur/ár}$$

Þar sem

E_i : Orkuskerðing í rekstrartruflun i (MWh)

E_{Alls} : Heildarorkuafhending til viðskiptavina (MWh)

SRA, stuðull um rofið álag

Stuðull sem lýsir hlutfalli samanlagðrar aflskerðingar og mesta álags á flutningskerfið. Eftirfarandi jafna gildir um þennan stuðul:

$$SRA = \frac{\sum P_i}{P_{Max}} MW/MW\text{ár}$$

Þar sem

P_i : Aflskerðing í skerðingartilviki i (MW)

P_{Max} : Hámarksafli heildarinnmötunar ársins inn á kerfi flutningsfyrirtækis/dreifiveitu (MW)

KM, kerfismínútur

Stuðull sem lýsir hlutfalli orkuskerðingar, ef afl hefði verið óbreytt allan skerðingartímann, og heildarafls á kerfið. Eftirfarandi jafna gildir um þennan stuðul:

$$KM = \frac{E * 60}{P_{Max}} \text{mínútur}$$

Þar sem

E : Orkuskerðing í rekstrartruflun (MWh)

P_{Max} : Hámarksafli viðkomandi kerfis, flutningfyrirtækis/dreifiveitu (MW)

1.4 Sviðsmyndir um raforkunotkun

Grunnurinn að sviðsmyndunum er Raforkuspá 2018-2050 [3]. Raforkuspáin myndar eina af fjórum sviðsmyndum og eru hinar þrjár afbrigði við Raforkuspána.



MYND 1-1 : GRAFÍSK TÚLKUN Á SVIÐSMYNDUM UM RAFORKUNOTKUN

Í sviðsmyndinni *Hægar framfarir* er gert ráð fyrir minni hagvexti en í Raforkuspá auk þess sem stuðst er við forsendur sem leiða til minni áherslu á umhverfismál og orkuskipti. Þessi mynd sýnir hægari vöxt almennrar raforkunotkunar en í Raforkuspá eða að meðaltali 0,9% árlegan vöxt en í Raforkuspá er hann um 1,7%. Notkunin eykst um 35% og verður um 5.450 GWh árið 2050 en í Raforkuspá er aukningin rúm 70% og notkun 7.000 GWh. Heildarorkuþörf kerfisins er áætluð um 22.627 GWh skv. þessari sviðsmynd eða um 1.600 GWh lægri en fyrir grunnsviðsmynd Raforkuspár árið 2050.

Í sviðsmyndinni *Græn framtíð* er gert ráð fyrir meiri hagvexti en í Raforkuspá og aukinni áherslu á umhverfismál. Má t.d. nefna að orkuskipti ganga hraðar fyrir sig í sviðsmyndinni en í Raforkuspá og er árlegur vöxtur almennrar raforkunotkunar í þessari mynd um 2,2%. Notkunin rúmlega tvöfaldast hér til loka spátímabilsins og verður um 8.400 GWh á ári. Heildarorkuþörf kerfisins er áætluð um 25.650 GWh eða um 1.400 GWh hærri en fyrir grunnsviðsmynd Raforkuspár árið 2050.

Í sviðsmyndinni *Aukin stórnotkun* er byggt á forsendum Raforkuspár en gert er ráð fyrir aukinni stórnotkun raforku. Til að setja fram dæmi um mögulega þróun stórnotkunar er horft á tímabilið frá 2008 til 2020 og notast við mat á aukningunni á því tímabili sem svarar til 36 MW aukningar á ári. Samkvæmt þessari forsendu verður aflþörf stórnotenda orðin rúmlega 3.000 MW árið 2050 og orkuþörf almenna markaðarins og stórnotkunar um 33.400 GWh. Það gerir heildarorkuþörf kerfisins 9.200 GWh hærri en fyrir grunnsviðsmynd Raforkuspár árið 2050.

1.5 Uppbyggingarsviðsmyndir

Skilgreindar hafa verið sviðsmyndir um uppbyggingu meginflutningskerfisins. Uppbyggingarsviðsmyndirnar ná yfir þá þætti í meginflutningskerfinu sem á að uppfæra á næstu 10 árum og kallast lykilmjálffestingar. Í þeim tilgangi að bera saman mismunandi hraða á uppbyggingu meginflutningskerfisins og áhrif þess á gjaldskrá eru sviðsmyndirnar látnar ná yfir 15 ára tímabil. Á þann hátt er mögulegt að láta sviðsmyndirnar innihalda fjárfestingar sem ná yfir samtengingar landshluta í þeim tilgangi að áætla áhrif slíkrar tengingar á gjaldskrár. Í greiningunni er horft til samtengingar landshluta, annars vegar um hálendislínu og hins vegar um svokallaðan vesturvæng, og það svo borið saman við uppbyggingu án samtengingar. Auk þess er svo framkvæmd næmnigreining þar sem framkvæmdum við samtengingar er flýtt og áhrif þess á gjaldskrá skoðuð. Niðurstöður greininga eru svo birtar myndrænt með gröfum og í töflu.

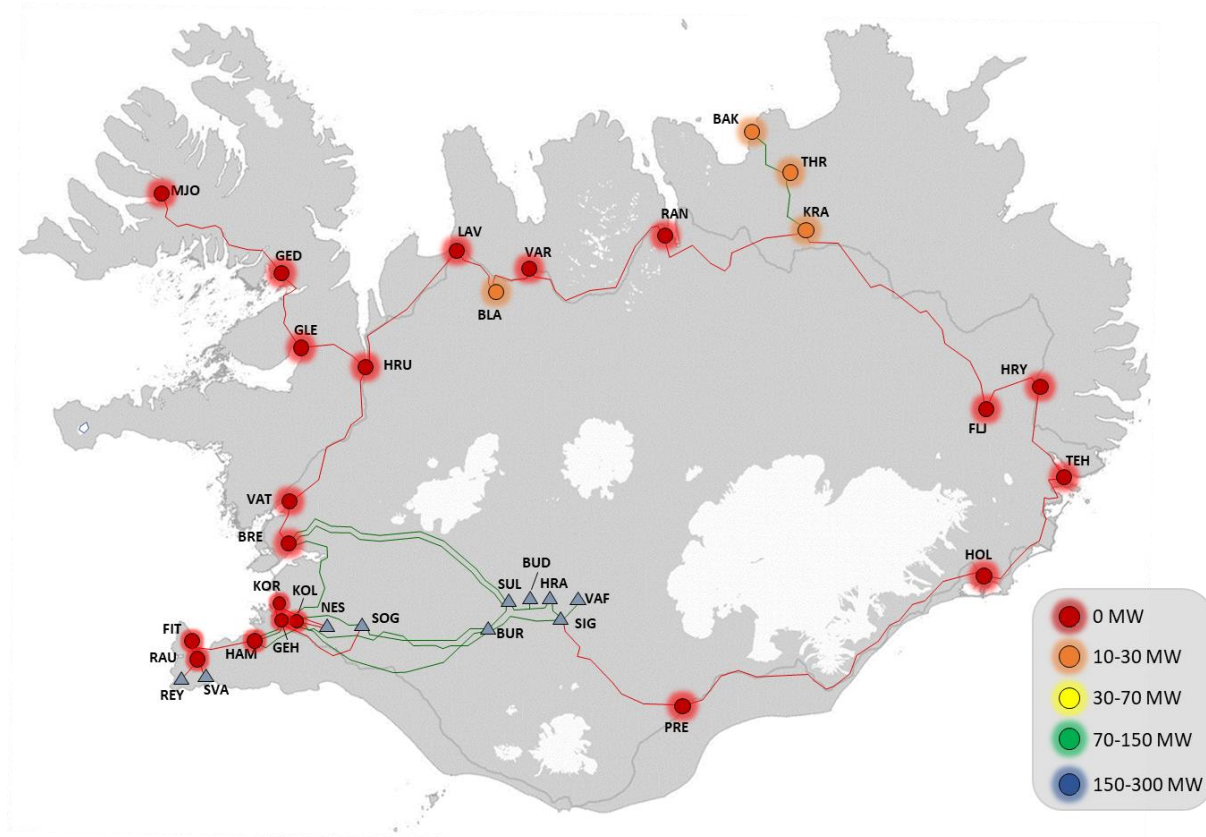
2 Flutningsgeta og afhendingaröryggi flutningskerfisins

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 2019 skv. Raforkuspá. Utan höfuðborgarsvæðisins er svigrúmið afar lítið og víðast hvar er engu forgangsálagi hægt að bæta við. Það sem vekur athygli er að staðan innan höfuðborgarsvæðisins er farin að versna og er víðast hvar eingöngu hægt að bæta við um 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. Svigrúm, upp á 10 til 30 MW, sem var til staðar á vesturhluta byggðalínu, hefur nú verið nýtt við Laxárvatn. Á norðausturhluta landsins er svo hægt að bæta við allt að 30 MW þar sem Þeistareykjavirkjun annar álagi svæðisbundið og nettó útflutningur er frá nýju 220 kV kerfi út frá Kröflu. Annars staðar á landinu er ekki svigrúm til aukningar nema komi til styrkinga flutningskerfisins og/eða byggingar nýrra virkjana.

2.3 Markmið um afhendingaröryggi

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

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

Stuðlarnir eru eftirfarandi:

- Stuðull um rofið álag (SRA)
- Stuðull um meðallengd skerðingar, straumleysismínútur (SMS)
- Kerfismínútur (KM)

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

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

TAFLA 2-1 MARKMIÐ UM AFHENDINGARÖRYGGI

Markmiðin eru sett fram fyrir raforkuflutningskerfið sem heild. Til þess að uppfylla þessi markmið eru settir fram valkostir um styrkingar á flutningskerfinu sem eiga að tryggja það að markmiðum þessum sé náð á því tímabili sem áætlunin nær yfir. Greiningar á valkostum styrkinga í langtímaáætlun og framkvæmdaáætlun taka mið af því, að hver einstakur valkostur og hver einstök framkvæmd stuðli að því að heildarmarkmiðum um afhendingaröryggi verði náð. Árlega er gefin út frammistöðuskýrsla sem inniheldur samantekt upplýsinga úr flutningskerfinu fyrir nýliðið ár. Þar er meðal annars farið yfir truflanir, skerðingar og annað sem snýr að frammistöðu flutningskerfisins ásamt því hvernig markmið um afhendingaröryggi voru uppfyllt á liðnu ári. Frammistöðuskýrslu ársins 2018 má finna á vef Landsnets [11].

2.4 Flöskuhálsar og tengingar á milli svæða

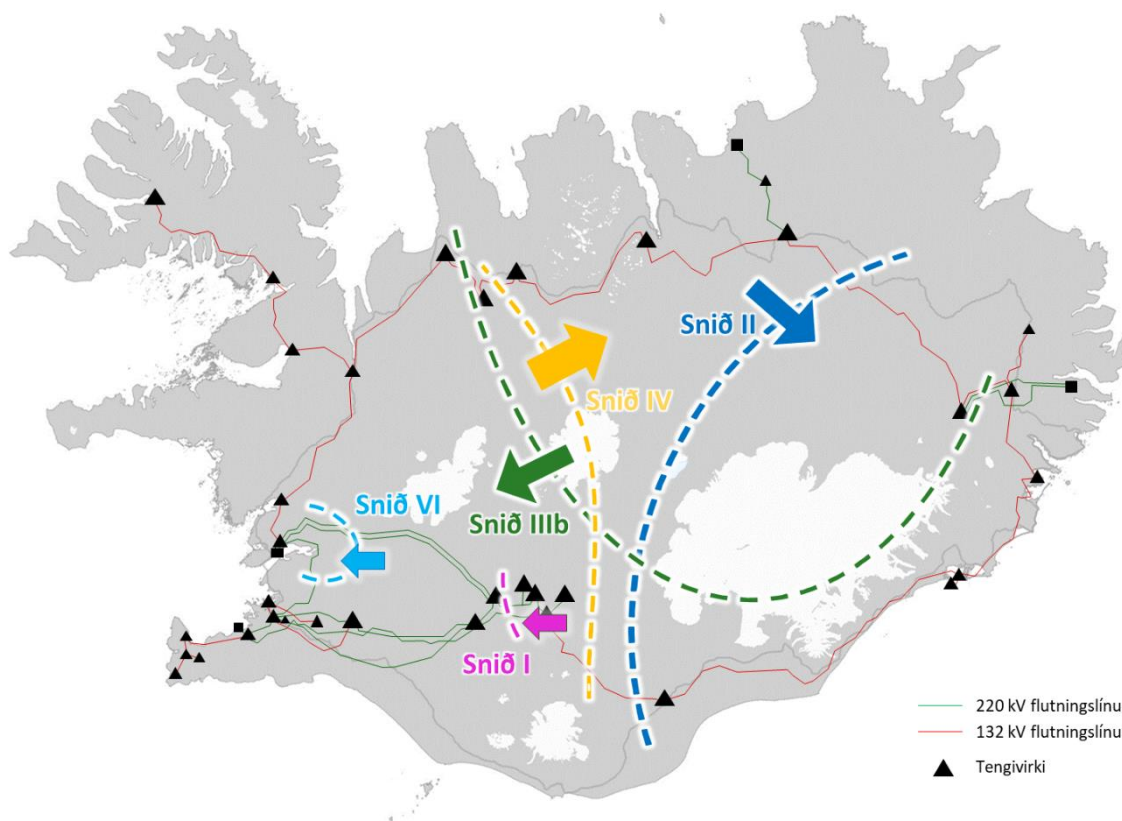
Flutningskerfið á Íslandi er mikið lestað og er afhendingaröryggi víða á landinu stefnt í hættu af þeim sökum. Þunglestun kerfisins leiðir af sér aukna hættu á truflunum, t.d. sökum óstöðugleika (aflsveiflna), yfirálags og/eða spennuvandamála. Til þess að tryggja afhendingaröryggi við stjórnun kerfisins 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 eru það sem átt er við þegar talað er um flöskuhálsa í flutningskerfinu.

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

Sveiflur í vatnsbúskap uppistöðulóna milli ára geta haft áhrif á afhendingu raforku þar sem flutningsnæði geta takmarkað möguleika á að flytja raforku milli landshluta. Um árabíl 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 Búðarhálsstöð. Aflflæði til vesturs um sniðið takmarkast af endabúnaði Hrauneyjafosslínu 1 og eru efri mörk þess 475 MW. Hitaflutningsmörk beggja flutningslína eru tæp 600 MW og er því mögulegt að hækka sniðmörkin með uppfærslu á endabúnaði.

Snið II

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

Snið IIIb

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

Snið IV

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

Snið VI

Sker Sultartangalínu 1, Sultartangalínu 3 og Brennimeislínu 1. Sultartangalínur 1 og 3 liggja frá Þjórsársvæðinu að tengivirkinu á Brennimeil og Brennimeislína 1 liggur frá tengivirkinu á Geithálsi að tengivirkinu á Brennimeil. Snið VI takmarkar aflflutning til vesturs að Brennimeil, en þar eru stórnotendur eins og Norðurál og Elkem. Brennimeislína 1 og Sultartangalína 1 takmarka aflflutning að Brennimeil þar sem flutningsgeta þeirra er töluvert minni en flutningsgeta Sultartangalínu 3. Í truflanatilfellum, þegar Sultartangalína 3 leysir út, þurfa Sultartangalína 1 og Brennimeislína 1 að geta flutt aflið í gegnum snið VI og eru stöðugleikamörk því 650 MW, sem er samanlögð flutningsgeta Sultartangalínu 1 og Brennimeislínu 1.

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

2.5 Núverandi og framtíðarflutningsgeta til afhendingarstaða

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

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

Til að gefa hugmynd um flutningsgetu einstakra lína í byggðalínunni, sem er hringtengd, er best að horfa á áðurnefnd flutningsnið. Í byggðalínunni má finna þrjú flutningsnið, snið II, snið IIIB og snið IV og er þeim lýst hér á undan. Flutningsniðin 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 línar og varnarbúnaður hennar getur leyst út með tilheyrandi hættu á víðtæku rafmagnsleysi og/eða spennuflökki með tilheyrandi tjóni. Flutningsmörk um þessi þrjú snið eru að hámarki 100 til 130 MW eins og fram kemur að ofan. Það þýðir að hámarksflæði um hvora línu sem mynda hvert snið er að jafnaði 50 til 65 MW.

Mismunandi spennustig

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

Samkvæmt kerfisgreiningum Landsnets, sem taka mið af sviðsmyndum um raforkunotkun fram til ársins 2050, er flutningsgeta 132 kV byggðalínu ófullnægjandi fyrir næstu kynslóð byggðalínunnar. Auk ófullnægjandi flutningsgetu núverandi byggðalínu veldur veikleiki hennar óstöðugleika sem kemur fram í aflsveiflum milli landsvæða. Þetta gerist einkum ef byggðalínuhringurinn rofnar. Aflsveiflur þessar valda um leið spennusveiflum sem geta og hafa valdið tjóni á raftækjum notenda, einkum á landsbyggðinni. Heildarmarkmið með endurnýjun byggðalínunnar er að bæta flutningsgetu til þess að geta tekist á við aukna flutningsþörf í kerfinu, ásamt því að bæta stöðugleika raforkukerfisins næstu 50 árin hið minnsta. Að auki mun sveigjanleiki í kerfinu, m.t.t. staðsetningar orkuvinnslu annars vegar og orkunotkunar hins vegar, aukast verulega. Þessi sveigjanleiki mun auka hagkvæmni í kerfinu og bæta nýtingu 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 hönnunarþáttum 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 flutningsniða 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 niðurrið, eða breytt notkun, eldri lína hafa áhrif á sniðin. Sé hins vegar tekið mið af hitaflutningsmörkum núverandi

lína í byggðalínurhringnum 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 miðað við orkugetu¹ 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 og 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 færri skyndilega úr rekstri af einhverjum orsökum þyrfti að flytja allt að 300 MW afls annars staðar að ef ekki ættu að koma til takmarkanir til notenda. Óvíst er að þetta afl sé til staðar í kerfinu og einnig er það breytilegt eftir árstíðum, en mjög líklega þyrfti að fullnýta 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 ef forgangsnotendur nærri höfuðborginni sæju 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 er æskilegt að þær séu í stakk búnar til að taka við slíkri tímabundinni álagsaukningu. Hið gagnstæða gildir einnig, þ.e. ef stórar framleiðslueiningar færu úr rekstri á Norður-

¹ Fræðileg orkugeta flutningseiningar í MWh er flutningur afls sem nemur hámarksaflgetu í heila klukkustund samfleytt.

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.

2.6.1 Vindorka

Síðustu misserin hefur áhugi aðila á uppsetningu vindorkuvera til raforkuvinnslu hér á landi farið vaxandi og eru svæðin sem þessir aðilar hafa haft til skoðunar víða um landið.

Þegar allt er talið er um að ræða nokkur hundruð megawött í uppsettu nýju afli. Þarna er því um að ræða töluverða viðbót í vinnslugetu, en hún mun koma inn í smærri einingum yfir nokkurra ára tímabil. Svæðin sem eru til skoðunar eru afar misjafnlega í stakk búin til þess að taka við aukinni orkuvinnslu af þessu tagi. Þar kemur ýmislegt til, s.s. styrkur kerfisins á svæðinu (þ.e. skammhlaupsafl) sem hefur bein áhrif á mögulega stærð vindorkuversins. Aðrir þættir, s.s. spennugæði og flutningsgeta frá svæðinu, koma einnig við sögu.

Þessi viðbót hefur í för með sér nýjar áskoranir fyrir rekstur flutningskerfisins vegna sveiflna í vinnslu vindorkuveranna. Orkuvinnsla þeirra er háð því hversu mikið blæs og viðbúið að þurfi að haga rekstri vatnsafls- og jarðvarmavirkjana með öðrum hætti en nú er til þess að anna eftirspurn eftir raforku. Mögulega þarf að endurskoða fyrirkomulagið varðandi jöfnunarorku og reglunarafl til þess að taka mið af breyttu vinnslumynstri. Nýtingarhlutfall vindorkuvera hér á landi gæti verið á bilinu 30–40% á meðan það er á bilinu 70–90% í vatnsafls- og jarðvarmavirkjununum.

Vegna framleiðslusveiflna vindorkuvera má gera ráð fyrir því að þörfin fyrir orkuflutninga milli svæða og landshluta aukist verulega frá því sem nú er. Það kallar á að uppræta eftir fönngum þá flöskuhálsa sem eru í núverandi flutningskerfi og hamla eðlilegum aflflutningi milli svæða. Tengimöguleikar við flutningskerfið eru afar misjafnir milli landsvæða og flutningskerfið getur ekki, að öðru óbreyttu, tekið við nýrri orkuvinnslu hvar sem er á landinu. Meta þarf með heildstæðum hætti hvað íslenska raforkukerfið „rúmar“ mikla vindorku.

Þróun vindrafstöðva hefur verið afar hröð síðustu árin. Bæði hafa þær stækkað að aflgetu og stýringar orðið fullkomnari. Algeng stærð er nú á bilinu 3–5 MW og möguleikar til að stýra vinnslu raun- og launafls (og þar með taka þátt í reglun tíðni og spennu í kerfinu) eru miklir.

Almennt gera flutningsfyrirtæki kröfur um að vindorkuver, jafnt sem annars konar orkuver, standist (upp að vissu marki) þá áraun sem þau geta orðið fyrir við truflanir í kerfinu. Þessar kröfur, ásamt öðrum kröfum sem lúta að tæknilegum eiginleikum og tæknilegri getu vinnslueininga, eru settar fram í svokölluðum Netmálum (e. Grid Codes). 1. júlí sl. tók gildi endurskoðaður Netmáli Landsnets, D1, sem heitir „Skilmálar um tæknilegar kröfur til vinnslueininga“. Þessi netmáli er byggður á samevrópskum reglum og telst til nýbreytni að í honum er sérstaklega tekið á tengingum vindorkuvera við flutningskerfið.

2.6.2 Vindorkusviðsmyndir

Landsnet gerir ráð fyrir að þróun orkuöflunar næstu áratugi gætu mögulega einkennst af virkjun vindorku. Mikilvægt er þegar mögulegir valkostir eru greindir að velja upp annars konar möguleikum í þróun vinnslu til framtíðar þar sem staðsetning vinnslunnar hefur veruleg áhrif á þróun flutningsþarfar eins og vikið hefur verið að. Vegna þess hve ólík áhrif vindorkuframleiðsla hefur á kerfið er mikilvægt

að skoða næmni flutningsparfar m.t.t. þess breytileika sem er í mismunandi staðsetningu og gerðar raforkuvinnslunnar.

Nágrannaþjóðir eru komnar töluvert á veg í nýtingu vindorku sem meginorkugjafa og Landsnet hefur einnig fengið nokkuð af fyrirspurnum frá aðilum sem hafa áhuga á að koma á fót vindorkuverum víðs vegar á landinu. Ljóst er að aukin notkun vindorku mun kalla á aukna flutningsþörf í meginflutningskerfinu, sérstaklega í ljósi reynslu og áætlana annarra þjóða af vindorkunýtingu sinni. Vindorka er mjög sveiflukennnd og flutningskerfið þarf að vera tilbúið að ráða við umtalsverðar dagsveiflur í aflflæði þar sem innmötun frá vindorkugörðum er ekki eins áreiðanleg og frá hefðbundnum orkuverum á Íslandi.

Í greiningu á valkostum og sviðsmyndum í kafla 4 er unnið með ákveðnar uppsetningar á vinnslu sem fyrst og fremst eru miðaðar við hefðbundið íslenskt orkuvinnumynstur en í stærstu sviðsmyndinni *Aukinni stórnotkun* þurfti einnig að nota óskilgreinda vinnslu og var henni dreift niður á landshluta. Í greiningu á þróun flutningsparfar með framþróun í nýtingu vindorku er unnið með og byggt ofan á sviðsmyndina *Græna framtíð* þar sem hugmyndafræðin á bak við hana fer vel saman við aukna vindorku. Stíllt er upp þremur útfærslum af uppsetningu nýrrar vinnslu á móti álagi *Grænnar framtíðar*.

Skoðaðar eru þrjár útfærslur af vindorkuþróun:

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

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

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

Ekki er gert ráð fyrir að dregið sé úr vinnslu jarðhitavirkjana á móti vindorkuvinnslu þar sem ekki er hægt að spara orku í slíkum stöðvum og þær sinna vissri grunnvinnslu. Þó að dregið sé úr vatnsaflsorku á móti vindorkunni er ljóst að reglunarstyrkur vatnsaflsvirkjana verður mjög mikilvægur þegar kemur að breytileika vindorkuvinnslunnar. Sá fyrirvari er hafður hér á að ekki er vitað hvort og hvernig raforkumarkaður verður lagaður að innkomu stærra hlutfalls vindorkuframleiðslu. Hér þarf því að gera ráð fyrir tilfellum sem teljast tæknilega skynsamlegir og út frá líklegu hagræði.

2.6.3 Grunntilfelli: Græn framtíð

Grunntilfellið sem skoðað er í þessari greiningu er sviðsmyndin *Græn framtíð* og sú vinnsluuppsetning sem fylgir henni í mati valkosta í 4. kafla. Fyrir grunntilfellið og þær þrjár útfærslur af vinnsluþróun sem lagðar eru til grundvallar er flutningsþörf eftir vissum flutningsleiðum meginflutningskerfisins skoðuð

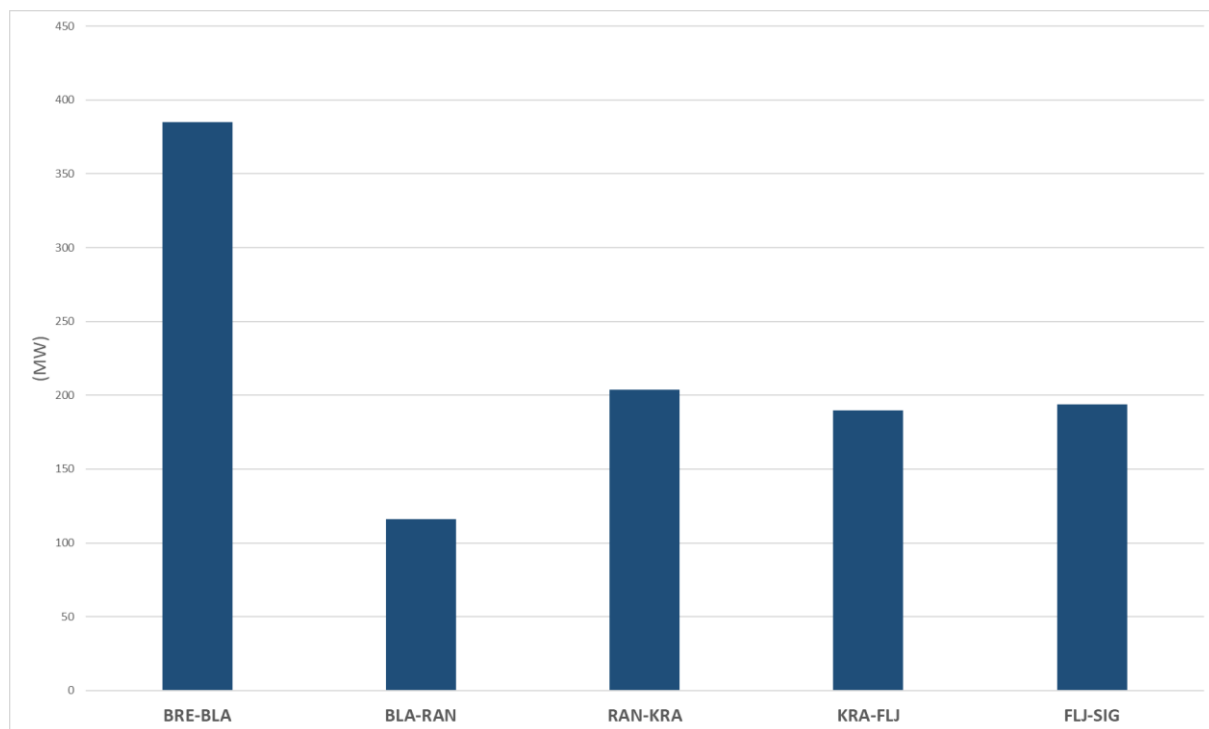
með N-1 greiningu, þ.e. þörf fyrir flutning að því gefnu að ein flutningsleið detti út. Mikilvægt er fyrir áreiðanleika kerfisins að flutningslínur framtíðar ráði við aflflutning við truflanarekstur.

Landshluti	Uppsett afl (MW)
Höfuðborgarsvæði og Suðurnes	160
Suðurland	351,9
Norðausturland	135
Norðurland	161
Vestfirðir	126,9
Samtals	934,8

TAFLA 2-2 : AUKIN VINNSLA TIL AÐ MÆTA GRÆNNI FRAMTÍÐ

Tafla 2-2 sýnir staðsetningu framtíðarorkuvinnslu sem skilgreind var til að mæta notkunaraukningu í sviðsmyndinni *Græn framtíð*, skipt eftir landsvæðum. Til að mæta þeirri notkun er bætt við vinnslugetu upp á 935 MW.

Til að meta flutningsþörf á milli tengipunkta er framkvæmd greining á aflflæði miðað við þær forsendur sem hefur verið lýst. Einungis er tekið mið af núverandi flutningsleiðum, en með hálandislínu væri hægt að létta á flutningi á milli Brennimels og Blöndu og Fljótsdals og Sigöldu.



MYND 2-3 : HÁMARKSFLUTNINGUR UM MEGINFLUTNINGSKERFI VIÐ GRÆNA FRAMTÍÐ

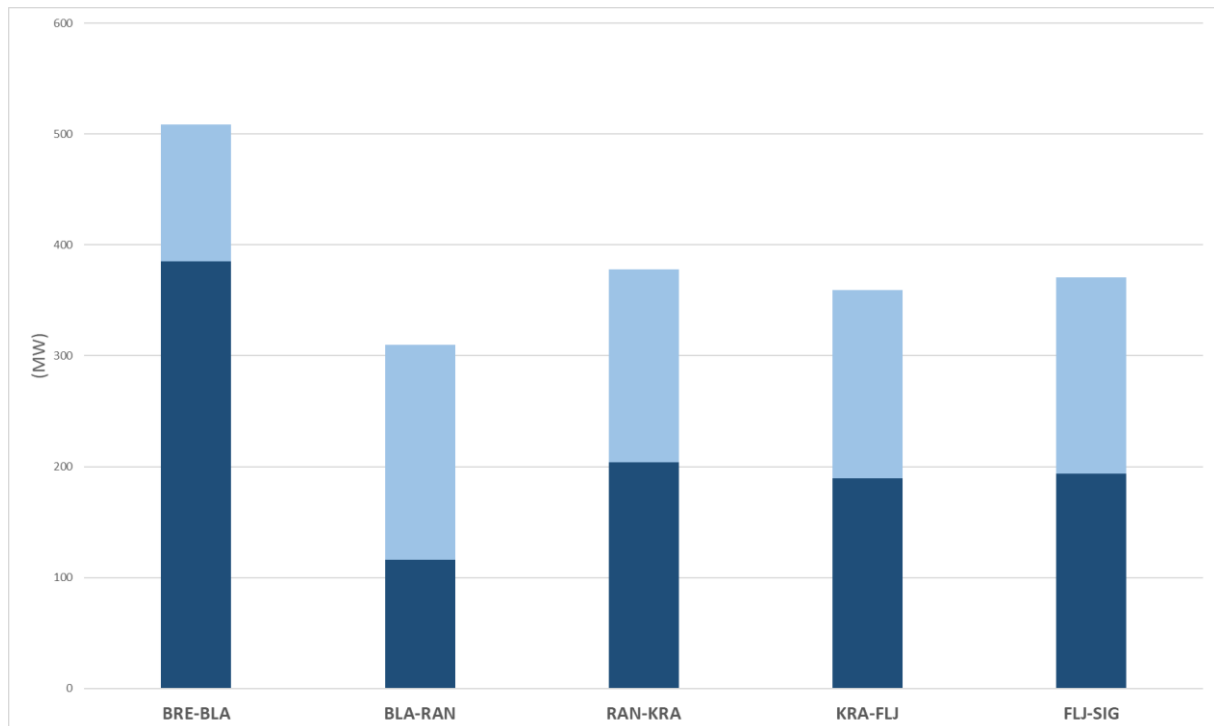
Mynd 2-3 sýnir niðurstöðu kerfisgreininga á grunnflutningsþörf á helstu flutningsleiðum á byggðalínuhringnum miðað við þá notkun sem lýst er í *Grænni framtíð* og þá uppsetningu vinnslu sem lýst er hér að ofan. Á milli flestra tengipunkta liggur flutningurinn í kringum 200 MW, nema á milli

Brennimels og Blöndu þar sem hann er hátt í 400 MW og á milli Blöndu og Rangárvalla þar sem hann er rúmlega 100 MW.

Hafa þarf í huga að 132 kV línurnar sem mynda núverandi byggðalínu eru búnar með megnið af líftíma sínum og gera þarf ráð fyrir að hluti þeirra verði fjarlægður á einhverjum tímapunkti í framtíðinni án endurnýjunar en aðrar mikilvægari línur gætu verið endurnýjaðar, t.d. sem jarðstrengir ef tæknilegt rými verður fyrir það í meginflutningskerfinu. Sjá má að flestar leiðirnar sýna flutningsþörf sem er umfram flutningsgetu núverandi lína (153 MVA) í grunntilfelli *Grænnar framtíðar*.

2.6.4 Aðrar vinnslusviðsmyndir

Þegar aðrar samsetningar vinnsluuppbyggingar eru skoðaðar breytist flutningsþörf meginflutningskerfisins töluvert. Flutningsleiðirnar sem sýndar eru í kaflanum á undan sýna í flestum tilfellum aukna flutningsþörf en í einhverjum tilfellum léttir á vissum línuleiðum, en það er vegna þess að vinnslujafnvægið færir til í meginflutningskerfinu. Flutningsþörfin færir þá til í kerfinu en hverfur ekki.



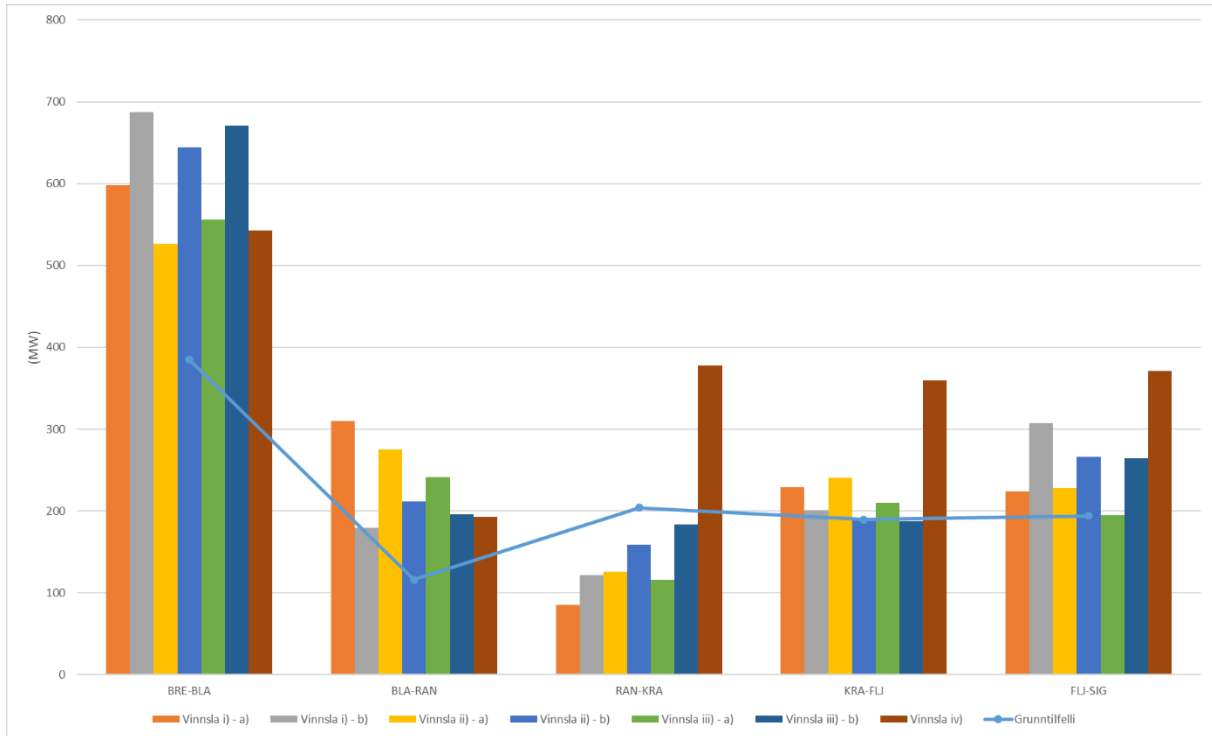
MYND 2-4 : HÁMARKSFLUTNINGUR UM MEGINFLUTNINGSKERFI – ALLAR ÚTFÆRSLUR

Mynd 2-4 sýnir flutningsþörf á línuleiðum núverandi byggðalínu samanborið við þörfina í grunntilfellinu sem sýnd var á Mynd 2-3 þar sem sjá má talsverða aukningu á flutningsþörf miðað við breyttar forsendur í gerð og staðsetningu vinnslunnar en við óbreytt heildarálag.

Ef niðurstöður greininganna eru skoðaðar betur má sjá glögglega hve mikilvæg staðsetning vinnslunnar er þegar kemur að því að áætla flutningsþörf meginflutningskerfisins. Mikið umfang vindorkuframleiðslu á vesturhluta landsins þrýstir á flutningsgetu á línunum á vestanverðri byggðalínunni og hátt í 100 MVA munur er á þörfinni eftir því hvort dregið er úr vinnslu á sunnanverðu landinu að öllu leyti eða hluta. Ekki má telja ólíklegt að breytilegt verði hvar á landinu verði dregið úr á mótí

vindorkuframleiðslu sem endurspeglar þann sveigjanleika sem meginflutningskerfi framtíðarinnar gæti þurft að búa yfir til að uppfylla áreiðanleikakröfur.

Til að hægt sé að glöggva sig betur á þessu eru niðurstöður allra greininga birtar á sama grafinu. Notast er við fjórar vinnsluviðsmýndir eins og þeim er lýst í kafla 2.6.2 og dregið úr framleiðslu á móti vindorku á tvenns konar hátt eins og lýst er í kaflanum.

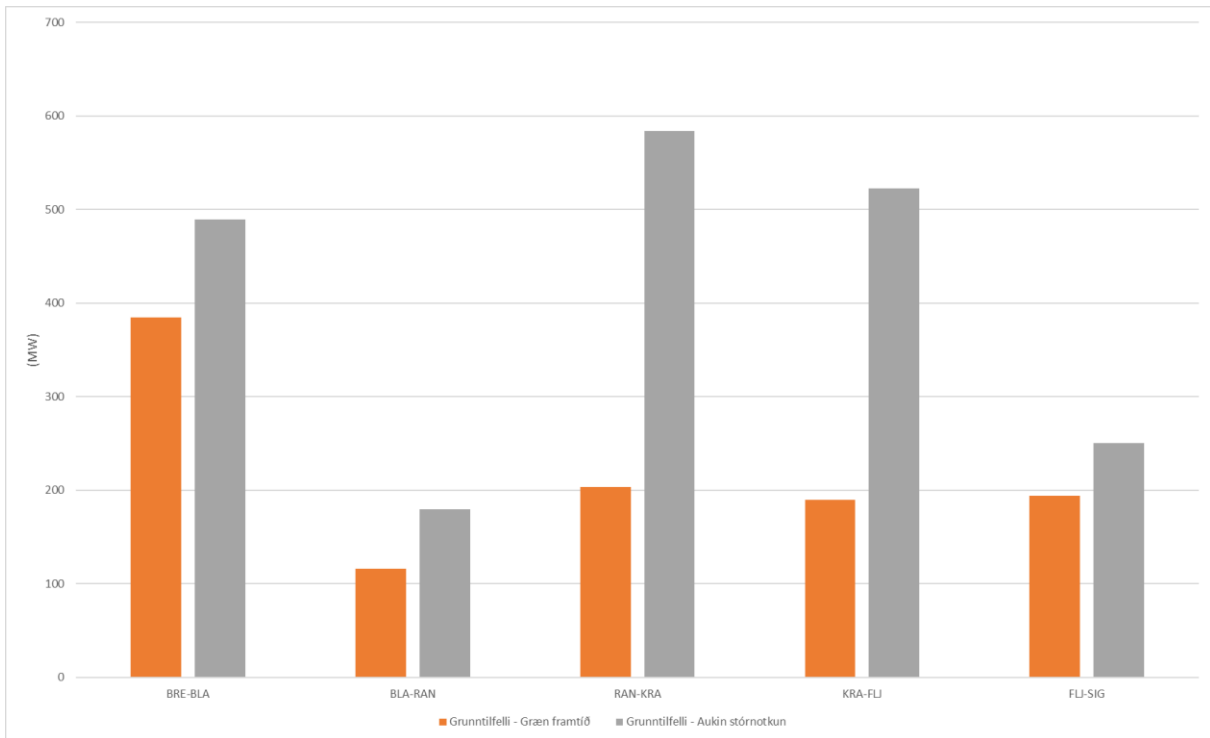


MYND 2-5 : HÁMARKSFLUTNINGUR UM MEGINFLUTNINGSKERFI – ALLAR NIÐURSTÖÐUR

Mynd 2-5 sýnir niðurstöður allra greininga á flutningsþörf á milli tengipunkta á byggðalínurhringnum. Á myndinni má sjá hvernig flutningsþörfin á austari hluta byggðalínunnar hækkar þegar 200 MW vinnsla er færð frá Suðurlandi yfir á Norðausturland. Í greiningunum hér á undan má að jafnaði sjá mikla flutningsþörf á tengingunni milli Blöndu og Brennimeis, jafnvel í grunntilfellinu þar sem ekki er búið að bæta við vindorkuvinnslunni á Vesturlandi umfram grunnforsendur *Grænnar framtíðar*. Flutningsþörf á þessari tengingu endurspeglar flutningsþörf samtengingar milli Norðurlands og Suðurlands. Ef bætt yrði við tengingu yfir hálendið myndi það létta á flutningsþörfinni eftir vesturvængnum, sérstaklega í grunntilfellinu. Ef mikilli vinnslu yrði bætt við á Vesturlandi eins og vindorkuútfærslurnar gera ráð fyrir yrði styrking vesturvængsins mun betri tæknileg lausn en tenging yfir hálendið ein og sér. Hafa þarf í huga að umfang flutningsþarfar um vesturvæng byggðalínunnar er umfram flutningsgetu þeirra 220 kV lína sem almennt eru lagðar til í kerfisáætlun (550 MVA) og því gæti þurft að grípa til öflugri 220 kV línulagna um vesturvæng ef þróun verður skv. þeim vinnsluútfærslum.

2.6.5 Flutningsþörf fyrir Aukna stórnotkun

Í sviðsmýndinni *Græn framtíð* er ekki gert ráð fyrir neinni aukningu í notkun stórnotenda frá því sem nú er. Ef litið er til þróunar raforkunotkunar síðustu ár og áratugi er ólíklegt að sú verði raunin. Því er til samanburðar við ofangreindar greiningar borin saman möguleg flutningsþörf fyrir *Græna framtíð* og *Aukna stórnotkun*.



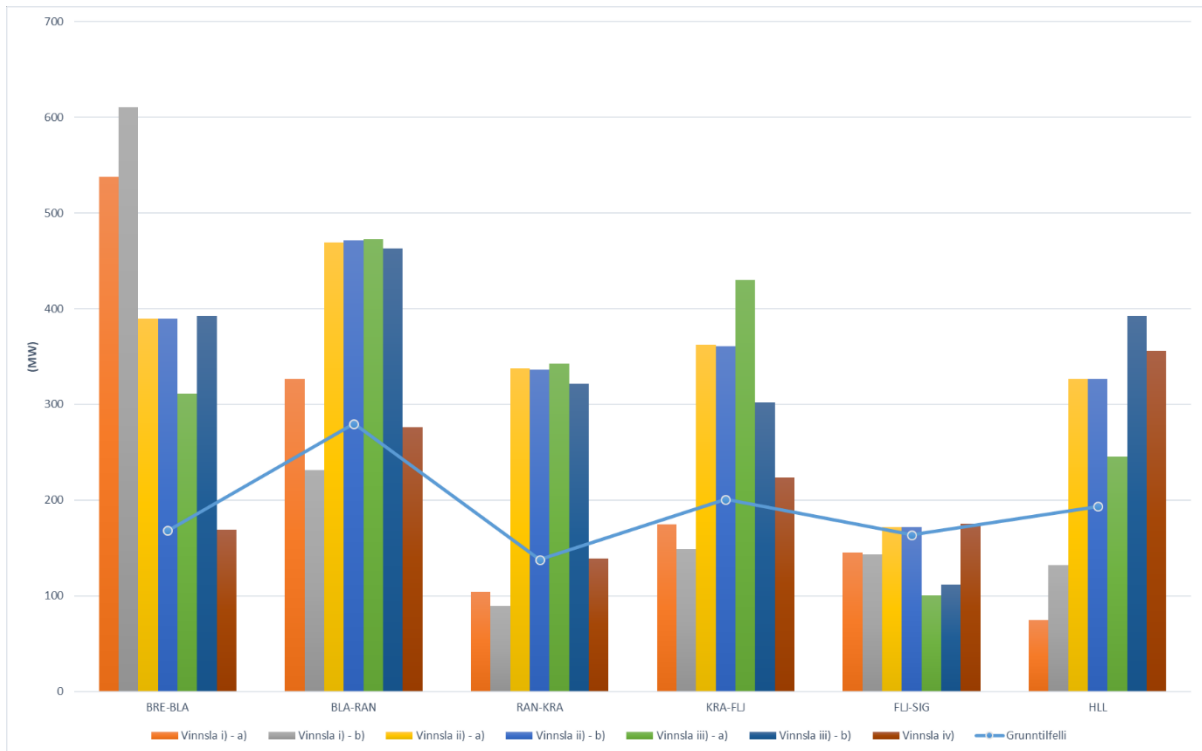
MYND 2-6 : HÁMARKSFLUTNINGUR UM MEGINFLUTNINGSKERFI – GRÆN FRAMTÍÐ OG AUKIN STÓRNOTKUN

Mynd 2-6 sýnir samanburð á flutningi á milli tengipunkta í tveimur sviðsmyndum. Á myndinni má sjá að grunnur flutningsþarfar er talsvert hærri fyrir *Aukna stórnotkun* en fyrir *Græna framtíð*. Sviðsmyndirnar eru settar upp með þeim hætti að eingöngu er litið grænna markmiða varðandi rafvæðingu o.fl. í *Grænni framtíð* en eingöngu horft til áframhaldandi uppbyggingar í orkufrekum iðnaði og þjónustugreinum fyrir *Aukna stórnotkun* í takt við álagsaukningar stórnotenda síðustu áratugi. Það má leiða að því líkur að ef þróun í orkunotkun verði í takt við hugmyndafræðina með *Grænni framtíð* muni eiga sér stað uppbygging í orkufrekari iðnaði á sama tíma og öfugt. Með öðrum orðum útilokar önnur sviðsmyndin ekki hina. Hvort sem álagsþróun reynist að lokum nær *Grænni framtíð* eða *Aukinni stórnotkun* er vissulega einnig til staðar sá möguleiki að raunin verði einhvers staðar á milli.

Í þeim greiningum sem framkvæmdar hafa verið og greint frá í þessum kafla er ljóst að við hönnun nýs meginflutningskerfis þarf að horfa til þess að ýmsir þættir geta haft veruleg áhrif á það hver flutningsþörf tengileiða komi til með að verða á tímibili áætlunarinnar og hvar hún kemur til með að verða mest eða minnst. Staðsetning og umfang álagsaukningar og orkuvinnslu myndar saman fjórvítt óvissufylki sem mæta þarf með innbyggðum sveigjanleika í hönnun kerfisins.

2.6.6 Áhrif hálendistengingar á flutningsþörf

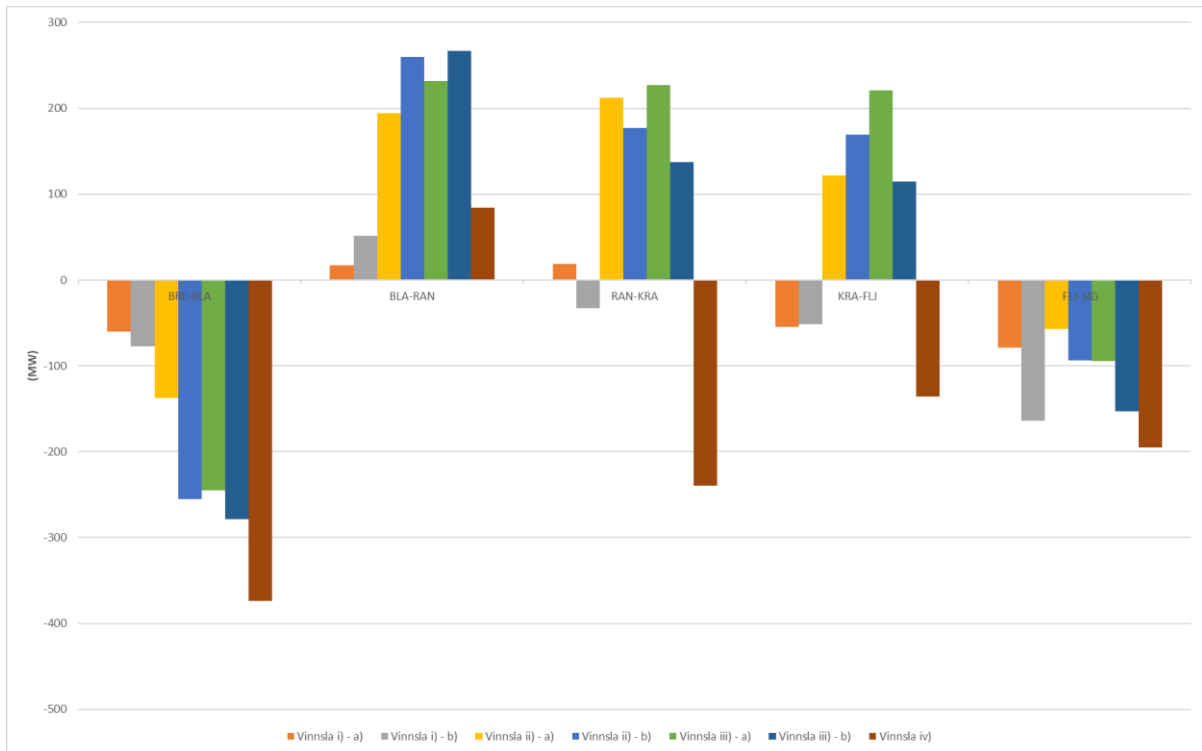
Í ofangreindri umfjöllun hefur verið fjallað um þróun flutningsþarfar eftir núverandi línuleiðum byggðalínu. Í langtímaáætlun eru einnig lagðir fram valkostir með tengingu yfir hálendið, A-valkostir. Skoðuð voru áhrif hálendistengingar á flutningsþörfina eins og hún kemur fram á mynd 2-5 og má sjá niðurstöðurnar á mynd 2-7.



MYND 2-7: FLUTNINGSPÖRF EFTIR LÍNULEIÐUM VALKOSTA AÐ TEKNU TILLITI TIL HÁLENDISTENGINGAR (HLL: HÁLENDISLÍNA)

Sjá má að flutningsþörfin eins og hún kemur fram á mynd 2-7 er jafnari en á mynd 2-5. Ennþá er mikil þörf fyrir styrking milli Brennimeis og Blöndu (BRE-BLA) í vinnslutilfelli **i)** þar sem mikil vindorkuframleiðsla er á Vesturlandi. Greiningar sýndu að sú styrking er beinlínis nauðsynleg ef þróun vindorkuvinnslu á því svæði verður slík að umfangi. Einnig má sjá að þessi aukning um 400 MW í vindafli á Vesturlandi flæðir öll um tenginguna BRE-BLA suður, þ.e. aflflæði um aðrar tengingar verður í flestum tilfellum lægra en grunntilfelli. Sjá má í tilfellum **ii)** og **iii)** að tengingin milli Blöndu og Rangárvalla (BLA-RAN) ber mesta álagið og hálendistengingin skiptir mestu máli í vinnslutilfelli **iii)** með jafnt dregið úr í vatnsafli á Suður- og Austurlandi. Í vinnslutilfelli **iv)** þar sem breyting frá grunntilfelli er að nýjar jarðhitavirkjanir koma til á Norðausturlandi í stað vatnsafis á Suðurlandi, flytur hálendistenging um tvöfalt meira en tengingin milli BRE-BLA.

Betur má sjá breytinguna með hálendistengingunni á mynd 2-8 en þar er búið að reikna mismuninn milli flutnings á hverjum línulegg frá því sem var án HLL.



MYND 2-8: MISMUNUR Á FLUTNINGI EFTIR NÚVERANDI LÍNULEIÐUM BYGGÐALÍNU MEÐ HÁLENDISTENGINGU. NEIKVÆTT GILDI ÞÝÐIR AÐ HÁLENDISTENGING LÉTTIR Á FLUTNINGI UM LÍNU.

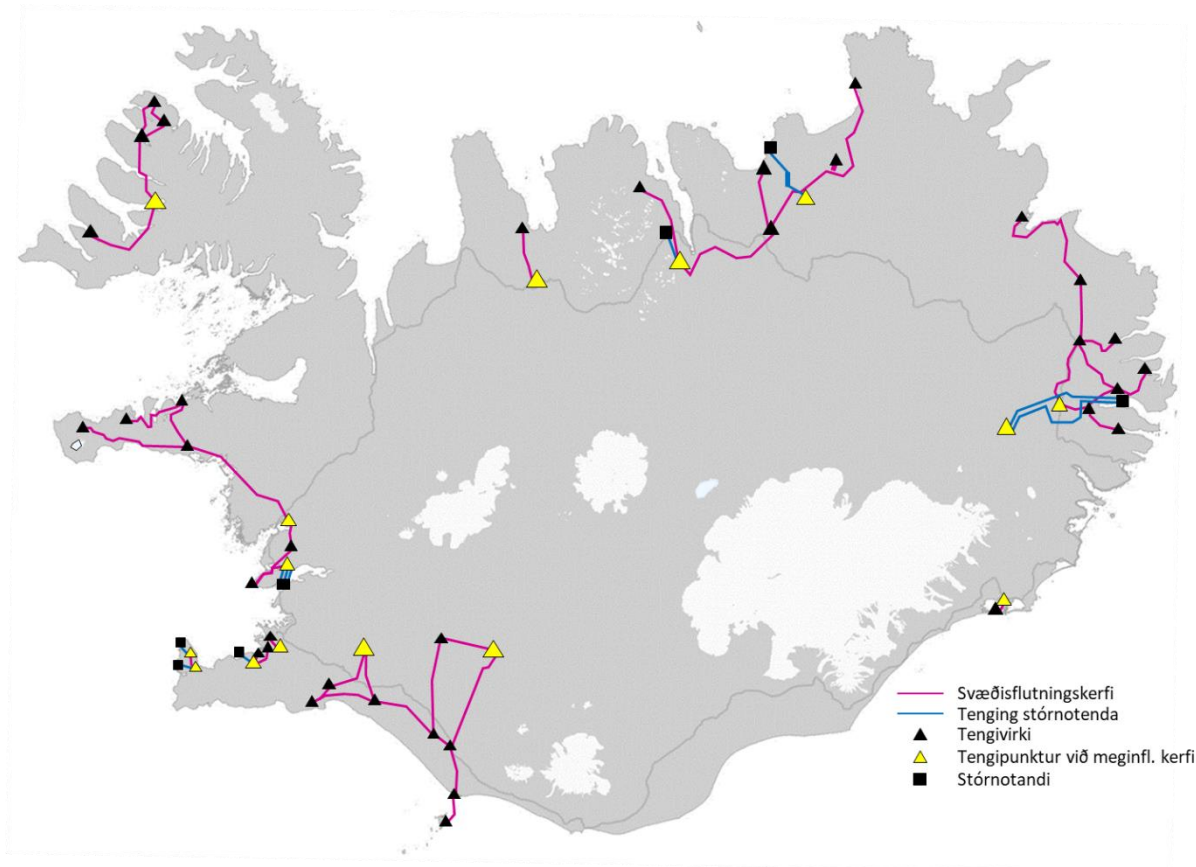
Á mynd 2-8 má sjá að hálendistengingin hefur ekki mikið að segja þegar mikill þungi vindorkuframleiðslu er staðsettur á Vesturlandi en eins og áður hefur komið fram er styrking á vesturvængnum nauðsynleg í því tilfalli þar sem aflíð leitar suður vesturvænginn sem hefur lægsta viðnámið. Ef breytileikinn er hins vegar milli þessara hefðbundnu svæða eins og Suðurlands og Norðausturlands verður hálendistenging mun álitlegri kostur enda vegalengdin milli þessara svæða löng ef hringurinn er farinn. Hægt væri að nýta hálendistengingu í tilfalli i) en til þess þyrfti þó að auki tengingu milli Hrutatungu og Blöndu (norðurhluti BRE-BLA) og útfæra hálendistenginguna með DC-laun (valkostur A.1-DC). Með því móti er hægt að stýra aflflæði milli landshluta yfir hálendið sem annars myndi leita beint suður eins og komið hefur fram.

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

3 Uppbygging í svæðisbundnum flutningskerfum

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

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

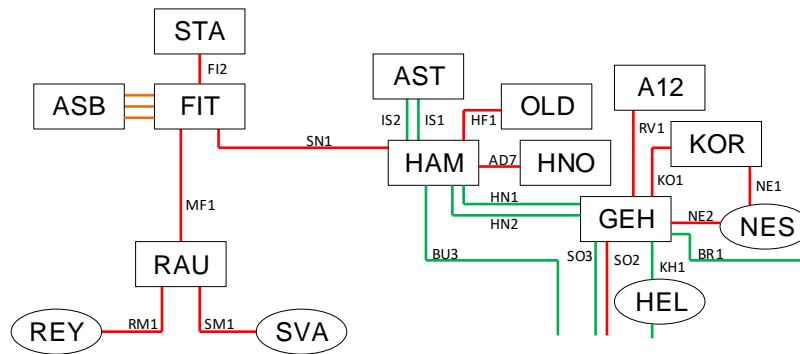


MYND 3-1 : SVÆÐISBUNDIN FLUTNINGSKERFI OG TENGINGAR VIÐ STÓRNOTENDUR

3.1 Höfuðborgarsvæðið og Suðurnes

Höfuðborgarsvæðið og Suðurnes eru að mestu leyti fædd beint frá meginflutningskerfinu. Þeir hlutar sem teljast til svæðisbundinna kerfa í eigu Landsnets eru 132 kV tenging frá Hamranesi að Öldugötu í Hafnarfirði, 132 kV tenging frá Hamranesi að Hnoðraholti í Kópavogi og 132 kV tengingar frá Geithálsi að Aðveitustöð 12 við Rauðavatn og í Korpu. Önnur kerfi á 132 kV og lægri spennum eru í eigu Veitna

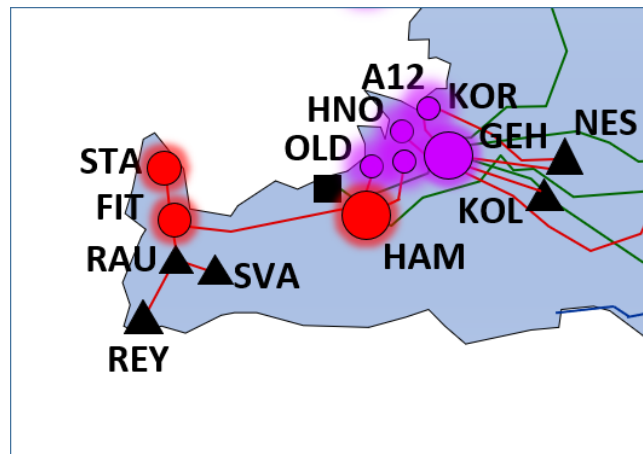
í Reykjavík og HS Veitna í Hafnarfirði. Út frá Hamranesi er tenging út á Suðurnes þar sem jarðhita-virkjanir HS Orku eru tengdar ásamt dreifikerfi HS Veitna. Auk þess afhendir Landsnet þar orku til gagnavera Verne og Advania.



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

3.1.1 Núverandi staða

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



MYND 3-3 : AFLGETA AFHENDINGARSTAÐA Á HÖFUÐBORGARSVÆÐINU OG SUÐURNESJUM

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

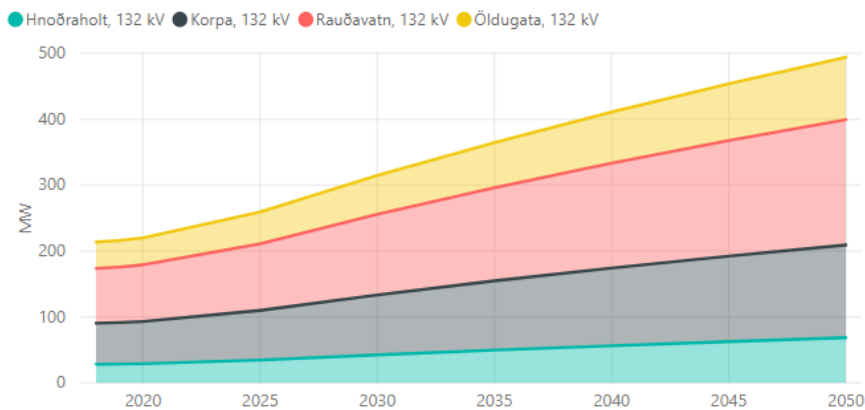
3.1.2 Þróun álags og vinnslu

Ýmislegt hefur verið í umræðunni varðandi þróun raforkunotkunar og -vinnslu. Má þar nefna aukna uppbyggingu kísilvera í Helguvík, gagnaver bæði á Suðurnesjum og í Reykjavík (Hólmsheiði og Korpu),

svo dæmi séu tekin. Hvað varðar orkuvinnslu hafa stækkun Reykjanesvirkjunar, Eldvörp og vindorkuver á Mosfellsheiði helst verið í umræðunni.

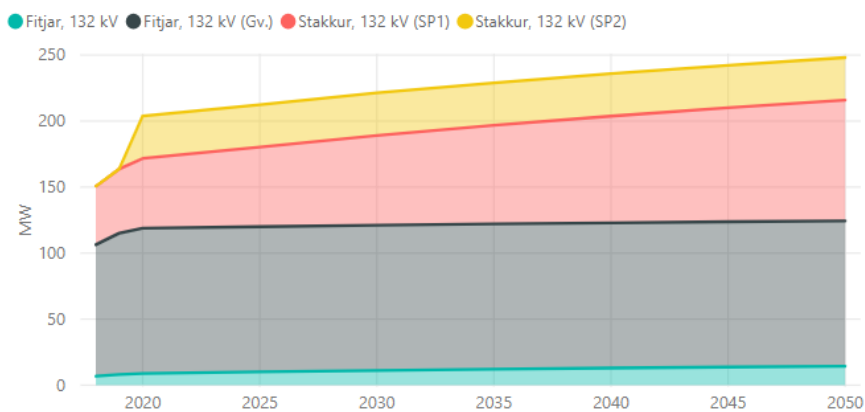
Aukning á almennri notkun

Í Raforkuspá er gert ráð fyrir talsverðri aukningu í almennri orkunotkun á svæðinu. Raforkuspá nær ekki yfir aukningu hjá stórnotendum nema þegar samningur um notkun er til staðar og því ná meðfylgjandi gróf eingöngu aukningu í almennri notkun.



MYND 3-4 : ÁLAGSÞRÓUN Á HÖFUÐBORGARSVÆÐINU

Mynd 3-4 sýnir hvernig talið er að almennt álag muni þróast á höfuðborgarsvæðinu fram til ársins 2050 skv. Raforkuspá 2018. Eins og sést á myndinni mun álagið aukast töluvert, eða rúmlega tvöfaldast á tímabilinu.



MYND 3-5 : ÁLAGSÞRÓUN Á REYKJANESI

Mynd 3-5 sýnir hvernig talið er að almennt álag muni þróast á Suðurnesjum fram til 2050 skv. Raforkuspá. Heildarnotkunaraukning yfir tímabilið er um 70%.

Vinnsluþróun

HS Orka stefnir að því að auka vinnslugetu í Reykjanesvirkjun með því að bæta við 30 MW gufutúrbínu. Gert er ráð fyrir að hún verði komin í rekstur fyrri hluta árs 2021. Enn fremur stefnir HS Orka að

endurnýjun vélbúnaðar í Svartsengisvirkjun og þar með mun afkastageta hennar aukast um 15 MW. Gert er ráð fyrir að sú stækkun verði komin í gagnið í ársbyrjun 2022.

3.1.3 Rekstrartengdar áskoranir

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

3.1.4 Uppbyggingarleiðir

Bygging Suðurnesjalínu 2 (SN2) sem er hluti af meginflutningskerfinu er á framkvæmdaáætlun og er fyrirhugað að framkvæmdir við hana hefjist í lok árs 2019.

Stækkun Reykjanesvirkjunar stendur fyrir dyrum innan tveggja ára. Flutningsgeta frá Rauðamel að Fitjum um Fitjalínu 1 (MF1) er ófullnægjandi fyrir þá stækkun og því er úrbóta þörf. Nærtækast væri að tvöfalda tenginguna milli Rauðamels og Fitja, en stækkun Rauðamels er ekki góður kostur því að virkið stendur inni á vatnsverndarsvæði. Heppilegt væri því að byggja tengivirki á Njarðvíkurheiði samhliða lagningu SN2. Leika mætti „millileik“ með tvöföldun milli Fitja og Rauðamels. Sú tenging myndi svo nýtast í framhaldinu með því að taka hana inn í Njarðvíkurheiði.

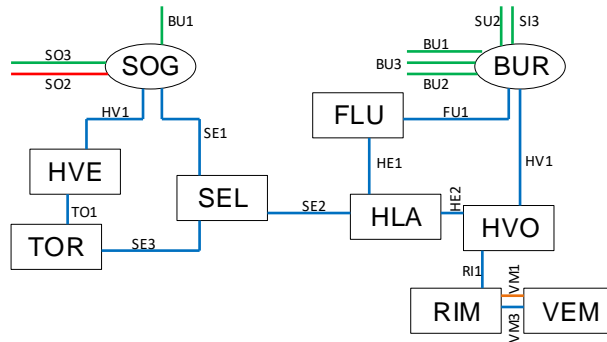
Aðrar útfærslur eru mögulegar, t.d. að byggja SN2 milli Rauðamels og Njarðvíkurheiðar og tengja hana inn á Suðurnesjalínu 1 (SN1). Í næsta áfanga yrði tengivirki á Njarðvíkurheiði byggt samhliða byggingu SN2 og Rauðamelslína 1 spennuhækkuð í 220 kV og tengd SN2 frá Rauðamel að Njarðvíkurheiði. Svartsengislína myndi tengjast inn á MF1 milli Rauðamels og Njarðvíkurheiðar og tekin þar inn. Fitjalína 1 yrði tekin inn í Njarðvíkurheiði og bætt við nýrri 132 kV tengingu milli Njarðvíkurheiðar og Fitja (eða jafnvel Stakks).

Hvaða leið verður fyrir valinu er ennþá til skoðunar og er verkefnið því ekki komið á framkvæmdaáætlun ennþá.

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

3.2 Suðurland

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

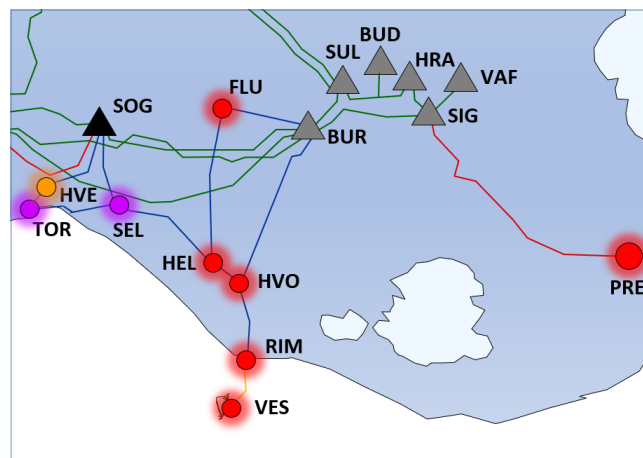


MYND 3-6 : EINLÍNUNYND AF FLUTNINGSKERFINU Á SUÐURLANDI

Mynd 3-6 sýnir einlínuneynd af svæðisbundna flutningskerfinu á Suðurlandi. Eins og sést á myndinni er kerfið fætt frá tveimur stöðum, vesturhlutinn frá Soginu um Selfosslínu 1 og Hveragerðislínu 1 og austurhlutinn frá Búrfelli um Hvolsvallarlínu 1 og Flúðalínu 1. Eystri og vestri hlutinn eru svo samtengdir á milli Selfoss og Hellu með Selfosslínu 2. Vestmannaeyjar eru tengdar við Hvolsvöll gegnum Rimakot og tvo sæstrengi þaðan til Eyja.

3.2.1 Núverandi staða

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



MYND 3-7 : AFLGETA AFHENDINGARSTAÐA Á SUÐURLANDI

Mynd 3-7 sýnir mat á aflgetu afhendingarstaða í svæðisbundna flutningskerfinu á Suðurlandi. Í núverandi ástandi er ekki mögulegt að bæta við afli í austari hluta kerfisins en ástandið í vesturhlutanum er örliðið skárra. Í Þorlákshöfn og á Selfossi er mögulegt að bæta við 0–10 MW en í Hveragerði 10-30 MW.

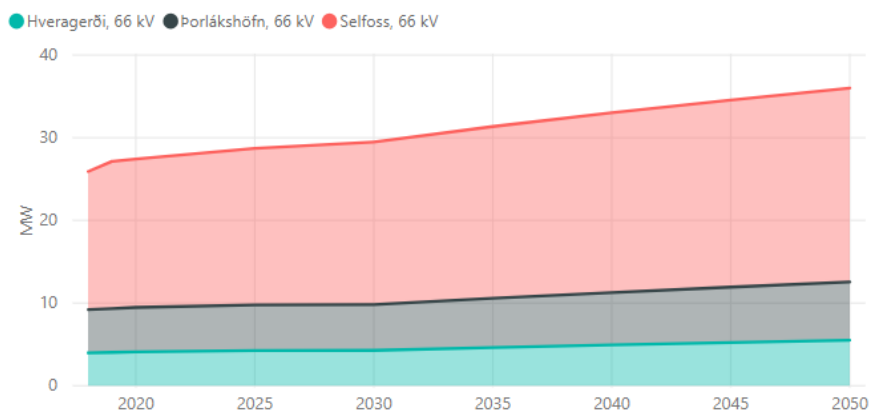
Spennuhækkun flutnings um Vestmannaeyjalínu 3 (VM3) milli lands og Eyja hefur lagfært stöðuna lítillega, en þó eru líkur á að spennuvandamál (t.d. vegna útleysingar skerðanlegs álags í Eyjum) verði viðvarandi. Spennuhækkun VM3 var hugsuð sem fyrsti áfanginn í því að auka flutningsgetu um 66 kV svæðisflutningskerfið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

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

3.2.2 Þróun álags og vinnslu

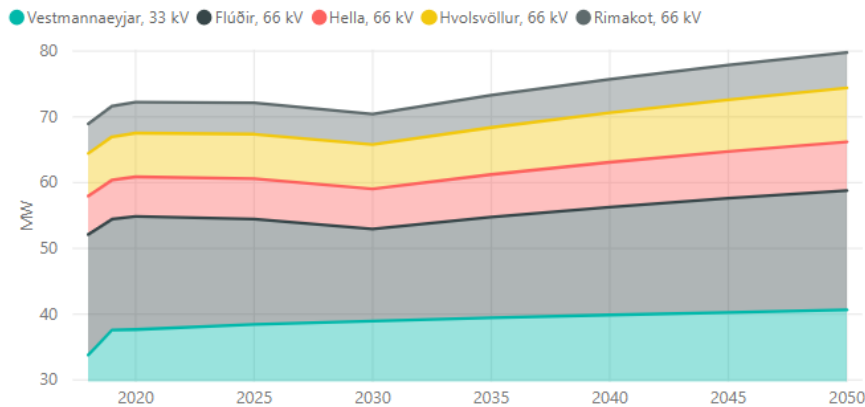
Við undirbúning kerfisgreininga og áætlanagerðar þarf að líta bæði til skemmri og lengri tíma hvað varðar þróun álags. Við áætlanir um uppbyggingu og styrkingar þarf því að huga að lausnum sem gera kleift að flutningskerfið sé rekið á þann hátt að almennir notendur forgangsálags verði fyrir sem minnstum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

Aukning á almennri notkun



MYND 3-8 : ÁLAGSÞRÓUN Í VESTARI HLUTA SUÐURLANDS

Mynd 3-8 sýnir mat á því hvernig almennt álag muni þróast í vestari hluta Suðurlandskerfisins fram til 2050 skv. Raforkuspá. Spáin gerir ráð fyrir hægfara aukningu í notkun yfir tímabilið.



MYND 3-9 : ÁLAGSPRÓUN Í AUSTARI HLUTA SUÐURLANDS

Mynd 3-9 sýnir hvernig Raforkuspá gerir ráð fyrir að almennt álag muni þróast í austurhluta Suðurlandskerfisins fram til ársins 2050.

Vinnsluþróun

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

3.2.3 Rekstrartengdar áskoranir

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

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

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

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

3.2.4 Uppbyggingarleiðir

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

- Uppbygging á 66 kV frá Búrfelli. Þessi leið kallar á úrbætur á spennaafli í Búrfelli og styrkingar/endurbyggingar á línunum (a.m.k. HV1 og FU1).
- Uppbygging á 66 kV frá nýju tengivirki við Búrfellslínu 2. Hugmyndir hafa komið fram um að byggja mætti tengivirki við Búrfellslínu 2, einhvers staðar á „vinstri hlið þríhyrningsins“ sem myndast af Hellulínu 1, Búrfellslínu 2 og Selfosslínu 2. Það tengivirki yrði þá (í þessu tilviki) 220/66 kV.
- Uppbygging á 132 kV frá nýju tengivirki við Búrfellslínu 2. Í raun sama útgáfa og hér að ofan, nema nú er tengivirkið 220/132 kV og með tengingu við Hellu. Þá þarf að skoða hvert 132 kV kerfið ætti að teygja sig lengra en til Hellu og horfa þá jafnvel til Hvolsvallar og Rimakots.

Sú leið sem ákveðið var að fara var að byggja nýtt tengivirki við Lækjartún í nágrenni Þjósár sem tengist við Búrfellslínu 2. Einnig stendur til að leggja 132 kV streng frá tengivirkinu og að Hellu sem kæmi í stað þess hluta af Selfosslínu 2. Verkefnin eru á framkvæmdaáætlun Landsnets og má finna nánari lýsingu á þeim þar.

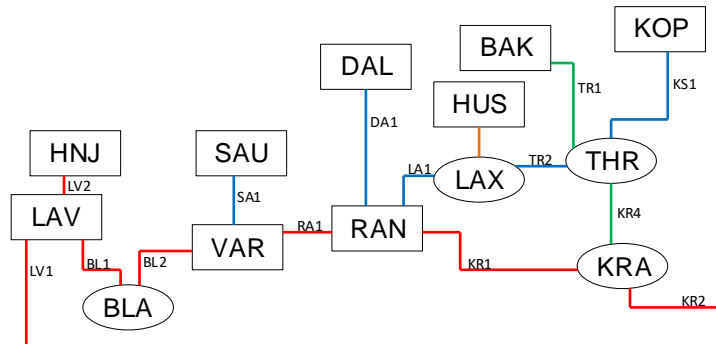
Líkt og með austari hluta Suðurlandskerfisins hafa verið skoðaðar nokkrar leiðir til uppbyggingar í vestari hluta Suðurlandskerfisins. Stíllt hefur verið upp nokkrum valkostum og kerfisleg áhrif þeirra skoðuð.

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

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

3.3 Norður- og Norðausturland

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



MYND 3-10 : EINLÍNUMYND AF FLUTNINGSKERFINU Á NORÐUR- OG NORÐAUSTURLANDI

Mynd 3-10 sýnir einlínumynd á flutningskerfinu á Norðurlandi. Vestan til er einföld 66 kV tenging frá Varmahlíð til Sauðárkróks. Á Norðausturlandi er umfangsmikið 66 kV kerfi frá Rangárvöllum á Akureyri að Laxárvirkjun og allt norðaustur á Kópasker. Inn á línuna milli Laxárvirkjunar og Kópaskers tengist 66 kV jarðstrengur sem tengir 220 kV kerfið á Þeistareykjum um 220/66 kV aflspenni. Húsavík tengist flutningskerfinu frá Laxá með einfaldri 33 kV tengingu. Einnig liggur 66 kV lína frá Rangárvöllum til Dalvíkur.

3.3.1 Núverandi staða

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

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



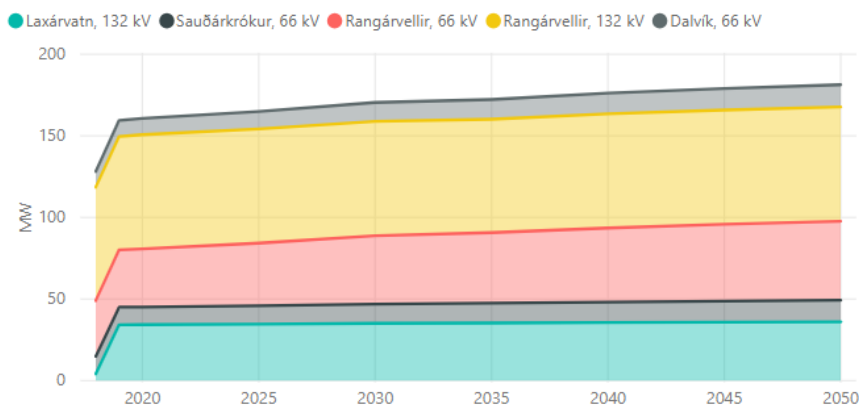
MYND 3-11 : AFHENDINGARGETA ÚR FLUTNINGSKERFINU Á NORÐUR- OG NORÐAUSTURLANDI

Mynd 3-11 sýnir aflgetu allra afhendingarstaða á Norður- og Norðausturlandi. Rauður litur þýðir að ekki sé hægt að bæta við neinni notkun á viðkomandi afhendingarstað. Fjólublár litur þýðir að hægt er að bæta við álagi upp á 0–10 MW og appelsínugulur að hægt sé að bæta við álagi upp á 10–30 MW.

3.3.2 Þróun álags og vinnslu

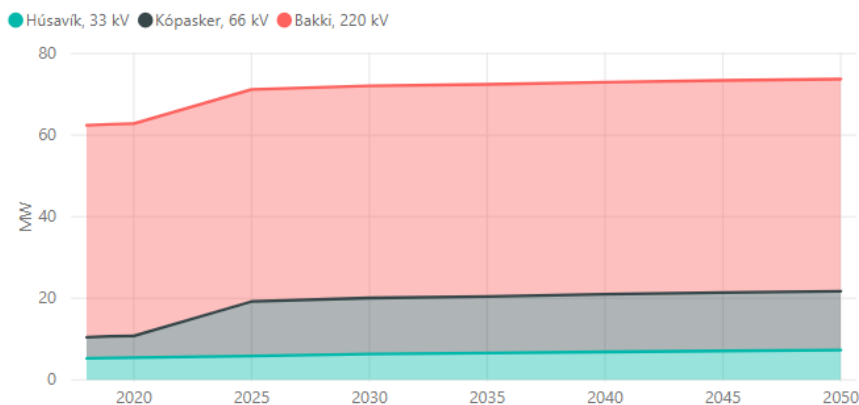
Forsendur fyrir þróun álags og vinnslu til næstu ára byggja á Raforkuspá og gögnum sem hafa orðið til hjá svokallaðri Norðausturnefnd sem er samráðsvettvangur Orkustofnunar, RARIK og Landsnets.

Aukning á almennri notkun



MYND 3-12 : ÁLAGSPRÓUN Á VESTARI HLUTA NORÐURLANDS

Mynd 3-12 sýnir hvernig gert er ráð fyrir að almennt álag muni þróast á Norðurlandi fram til ársins 2050 skipt niður á afhendingarstaði Landsnets. Eins og sést á myndinni er gert ráð fyrir hægri og jafnri aukningu á álagi yfir tímabilið. Notkun stórnotenda er ekki á grafinu, þar sem Raforkuspá nær ekki yfir spá um slíka notkun.



MYND 3-13 : ÁLAGSPRÓUN Á NORÐURLANDI EYSTRA

Mynd 3-13 sýnir vænta þróun á Norðurlandi eystra skv. því sem fram kemur í Raforkuspá.

Vinnsluþróun

Nokkrir jarðvarmavirkjunarkostir á Norðausturlandi eru í nýtingarflokki Rammaáætlunar. Á Norðurlandi eru einnig vindlundir við Blöndu í nýtingarflokki ásamt veituleiðum Blönduvirkjunar. Einnig hafa verið í umræðunni ýmsar smávirkjanir sem ýmist gætu tengst dreifikerfinu og jafnvel flutningskerfinu. Vindorkugarðar aðrir en Blöndulundur hafa verið nefndir til sögunnar og þá helst á Langanesi. Slíkar framkvæmdir myndu kalla á sértækar aðgerðir í flutningskerfinu sem verða teknar til skoðunar þegar að því kemur.

3.3.3 Rekstrartengdar áskoranir

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

Til stendur að styrkja meginflutningskerfið á Norður- og Norðausturlandi með lagningu þriggja nýrra 220 kV lína á milli Blöndu og Fljótsdals og talið er að með tilkomu þeirra muni aflgeta afhendingarstaða lagast til muna. Tvær þessara lína, Kröflulína 3 og Hólasandslína 3, eru á framkvæmdaáætlun Landsnets en sú þriðja, Blöndulína 3, mun fara á framkvæmdaáætlun næstu kerfisáætlunar, en áætlað er að framkvæmdir við hana munu hefjast árið 2023.

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

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

3.3.4 Uppbyggingarleiðir

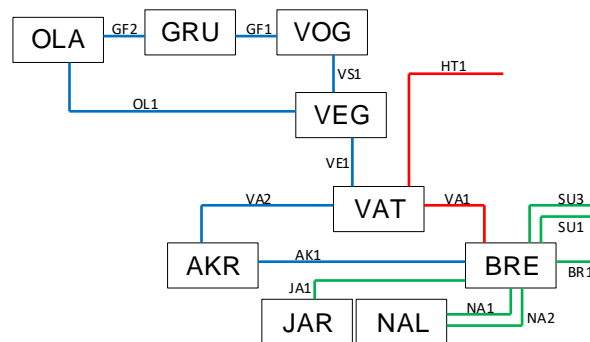
Til stendur að tvöfalda tengingu til Sauðárkróks frá Varmahlíð og auka þannig aflgetu og afhendingaröryggi á Sauðárkróki. Verkefnið er á framkvæmdaáætlun, en byrjun framkvæmda hefur tafist af ýmsum orsökum. Gert er ráð fyrir að framkvæmdir hefjist á árinu 2019.

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

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

3.4 Vesturland

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

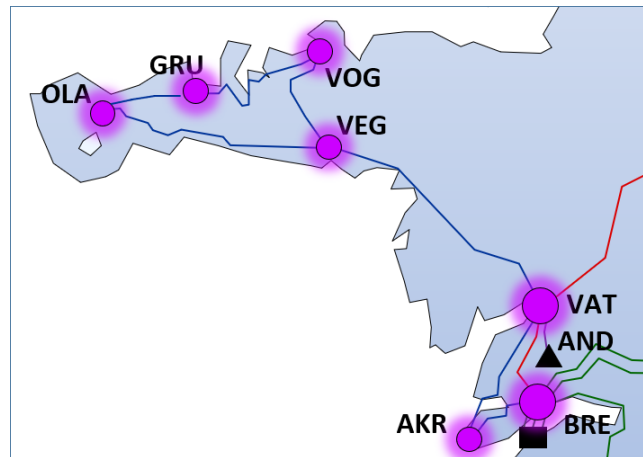


MYND 3-14 : EINLÍNEMYND AF FLUTNINGSKERFINU Á VESTURLANDI

Mynd 3-14 sýnir einlínemynd af svæðisbundna flutningskerfinu á Vesturlandi ásamt tengingum þess við meginflutningskerfið. Á Snæfellsnesi eru fjórir hringtengdir afhendingarstaðir sem eru geislatengdir við meginflutningskerfið um Vegamótalínu 1. Þeir eru Ólafsvík, Grundarfjörður, Vogaskeið (Stykkishólmur) og Vegamót. Sunnar er Akranes sem tengist meginflutningskerfinu annars vegar á Brennifel um Akraneslínu 2, 66 kV jarðstreng, og hins vegar á Vatnshömrum um Vatnshamralínu 2 (sem hét áður Andakíslína 1).

3.4.1 Núverandi staða

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



MYND 3-15 : AFLGETA AFHENDINGARSTAÐA Á VESTURLANDI

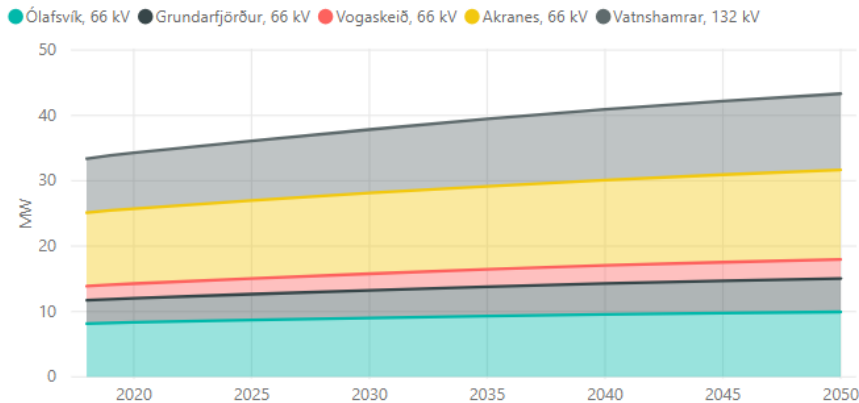
Mynd 3-15 sýnir aflgetu afhendingarstaða á Vesturlandi. Eins og sést á myndinni er aflgeta allra afhendingarstaða á bilinu 0–10 MW. Það skal þó áréttað að afhendingargeta afhendingarstaða er innbyrðis háð, sem þýðir að aukin afhending á einum stað hefur neikvæð áhrif á aflgetu annarra í sama kerfi. Á svæðinu er talsvert um smávirkjanir og á lágálagstímum ætti að vera nægilegt staðbundið afl á svæðinu til að ráða við eyjarekstur ef skerðanlegt álag er frátalið. Brýn þörf er þó á aðgerðum sem gera kleift að stýra launafli á svæðinu þannig að mögulegt sé að reka kerfið í eyjarekstri. Núverandi staða er þannig að þrátt fyrir að komið væri upp snjallstýringum sem virkja sjálfvirkar útleysingar allt eða hluta af því álagi gæti kerfið ekki lifað af eftir útleysingu Vegamótalínu 1 nema gerðar séu nauðsynlegar úrbætur á stýringu smávirkjana, útjöfnun launafls og tilkomu snjallnets. Einnig er mjög líklegt að sjálfvirk útleysing á Grundarfjarðarlínu 2 í báðum endum jarðstrengsins yrði nauðsynleg vegna mikillar launaflsframleiðslu jarðstrengsins.

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

3.4.2 Próun álags og vinnslu

Við kerfisgreiningar er tekið tillit til væntrar próunar álags á Vesturlandi. Horft er til Raforkuspár 2018 fram til ársins 2050, sem er það tímabil sem spáin nær yfir.

Aukning á almennri notkun



MYND 3-16 : ÁLAGSPRÓUN Á VESTURLANDI

Mynd 3-16 sýnir álagsþróunina á Vesturlandi samkvæmt Raforkuspá, skipt á afhendingarstaði Landsnets. Samkvæmt henni er heildarvöxtur svæðisins á tímabilinu í kringum 20%.

Vinnsluþróun

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

3.4.3 Rekstrartengdar áskoranir

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

3.4.4 Uppbyggingarleiðir

Á árinu 2019 verða tekin í notkun ný tengivirki á Grundarfirði og Ólafsvík ásamt nýjum jarðstreng á milli þessara tveggja virkja, GF2. Eftir stendur að Snæfellsnes verður áfram geislatengt svæði með skert afhendingaröryggi. Til þess að bæta úr því hefur verið skoðað að bæta tengingu við meginflutningskerfið, t.d. með því að tengja saman Vogaskeið og Glerárskóga, eða með tvöföldun tengingar til Vatnshamra, en þær hugmyndir eru þó enn á frumathugunarstigi og ekki komnar á framkvæmdaáætlun Landsnets.

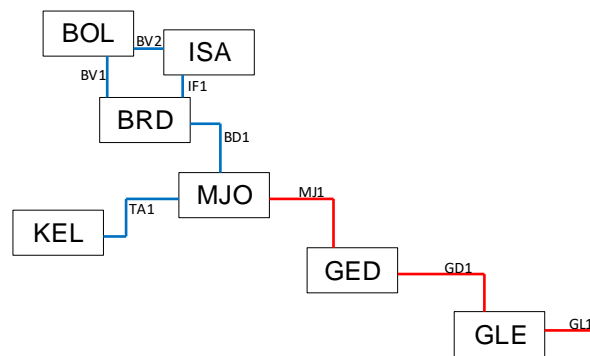
Önnur möguleg leið er að bæta við varaafli á svæðinu og hefur Landsnet m.a. hafið skoðun á færanlegum varaafleiningum til þess að bæta afhendingaröryggið tímabundið þar til tvítenging Snæfellsness fer í framkvæmd.

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

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

3.5 Vestfirðir

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

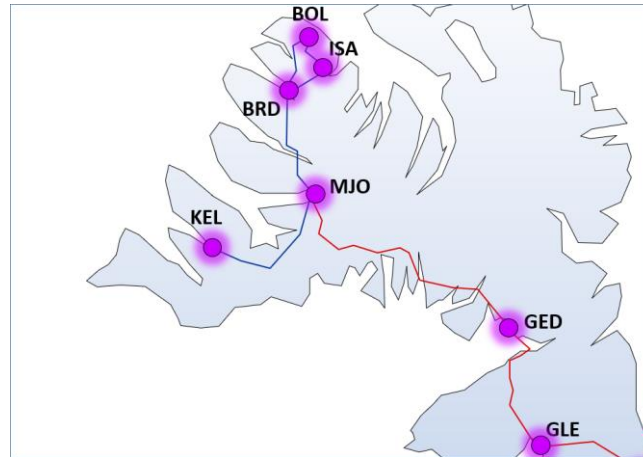


MYND 3-17 : EINLÍNUMYND AF FLUTNINGSKERFINU Á VESTFJÖRÐUM

Mynd 3-17 sýnir einlínumynd af svæðisbundna flutningskerfinu á Vestfjörðum ásamt tengingu þess við meginflutningskerfið. Mjólká tengist byggðalínuhringnum í Hrútatungu um þrjár 132 kV loftlínur sem heita Glerárskógalína 1, Geiradalslína 1 og Mjólkár lína 1, sem saman eru stundum kallaðar Vesturlína. Við Mjólká tekur svo við 66 kV kerfi sem tengist annars vegar Keldeyri (við Tálknafjörð) og hins vegar Breiðadal. Á norðanverðum Vestfjörðum er svo 66 kV hringtenging á milli Breiðadals, Bolungarvíkur og Ísafjarðar.

3.5.1 Núverandi staða

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



MYND 3-18 : AFLGETA AFHENDINGARSTAÐA Á VESTFJÖRÐUM

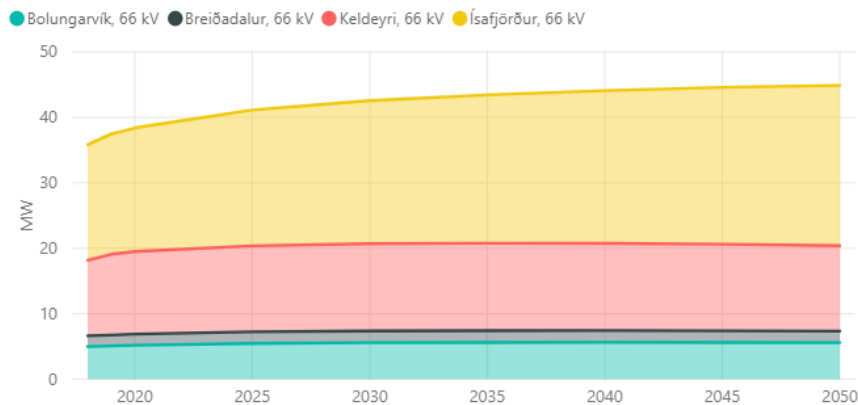
Mynd 3-18 sýnir útreiknaða aflgetu afhendingarstaða á Vestfjörðum. Fjólublátt ljós þýðir að hægt er bæta við afhendingu upp á 0–10 MW. Þetta þýðir þó ekki að hægt sé að bæta slíku álagi við á hverjum afhendingarstað, þar sem stærðirnar eru innbyrðis háðar. Á Vestfjörðum hefur afhendingaröryggi í sögulegu samhengi verið heldur lakara en víðast annars staðar á landinu. Til að bæta afhendingaröryggið hafa á undanförunum árum verið gerðar ýmsar endurbætur á flutningskerfinu, s.s. bygging nýrrar vararafstöðvar í Bolungarvík, sem hefur bætt afhendingaröryggið mikið á norðanverðum Vestfjörðum. Einnig hefur Bolungarvíkurlína 2, milli Bolungarvíkur og Ísafjarðar, verið endurnýjuð sem jarðstrengur og spennaafli aukið í Mjólka. Tengivirkin í Bolungarvík og á Ísafirði hafa bæði verið endurnýjuð og Ísafjarðarlína 1 hefur verið endurnýjuð að hluta sem jarðstrengur. Tálknafjarðarlína 1 frá Mjólka að Keldeyri hefur verið styrkt og endurbætt að hluta og ýmsar lagfæringar gerðar á Vesturlínu, sem hafa minnkað truflanir á línunni vegna veðurs.

3.5.2 Þróun álags og vinnslu

Gert er ráð fyrir aukningu á raforkunotkun á Vestfjörðum líkt og annars staðar á landinu. Ekki er gerð spá um aukningu í stórnotkun og kemur öll slík notkun ofan á fyrirbyggjandi spá frá Raforkuhópi orkusparnefndar.

Aukning á almennri notkun

Sú aukning sem Raforkuspá 2018 gerir ráð fyrir er teiknuð inn á graf sem nær fram til ársins 2050. Notkuninni er skipt niður á afhendingarstaði Landsnets.



MYND 3-19 : ÁLAGSÞRÓUN Á VESTFJÖRÐUM

Mynd 3-19 sýnir álagsþróunina á Vesturlandi samkvæmt Raforkuspá. Samkvæmt henni er heildarvöxtur svæðisins á tímabilinu í kringum 16% og er hann að mestu leyti tilkominn vegna aukningar í notkun á Ísafirði. Ekki er gert ráð fyrir að notkun muni aukast mikið á öðrum stöðum á Vestfjörðum.

Vinnsluþróun

Talsverð umræða hefur verið um virkjanir á Vestfjörðum. Hvalárvirkjun er í nýtingarflokki rammaáætlunar og er hún í undirbúningi. Austurgilsvirkjun í Djúpi er einnig í nýtingarflokki í þriðja áfanga rammaáætlunar og eins hafa fleiri, smærri vatnsaflsvirkjanir í Djúpi verið í umræðunni. Einnig eru uppi hugmyndir um ýmsar smávirkanir á svæðinu og er því líklegt að smávirkunum muni fjölga eitthvað. Landsnet hefur bent á það sem ákjósanlega leið til að auka afhendingaröryggi á Vestfjörðum að auka framleiðslu á svæðinu, samfara styrkingum á flutningskerfinu.

3.5.3 Rekstrartengdar áskoranir

Ef litið er á skerðingar á afhendingarstöðum Landsnets undafarin 10 ár, þ.e. frá 2009–2018, sést að alls hafa truflanir í kerfi Landsnets valdið skerðingum 383 sinnum á Vestfjörðum eða rúmlega 38 sinnum á ári og hefur skerðingin að meðaltali verið tæplega 300 MWh á ári. Það samsvarar um 19 klukkustundum á ári.

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

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

Vestfjörðum má finna í skýrslu Landsnets um greiningu á afhendingaröryggi í flutningskerfinu á Vestfjörðum.²

3.5.4 Uppbyggingarleiðir

Til að auka afhendingaröryggi á sunnanverðum Vestfjörðum hafa ýmsir möguleikar verið til skoðunar. Má þar nefna tvær mögulegar hringtengingar, aðra minni sem nær til sunnanverðra Vestfjarða frá Mjólka og hins vegar stærri hring sem einnig nær til norðanverðra Vestfjarða og myndi þá tengjast við Breiðadal í norðri.

Minni hringtengingin er tenging frá Mjólka um Hrafnseyri og þaðan suður yfir Arnarfjörð til Bíldudals. Þaðan fer hún svo frá Bíldudal að Keldeyri og svo með Tálknafjarðarlínu 1 til Mjólka. Við þessa framkvæmd verður Keldeyri ekki lengur geislatengdur afhendingarstaður frá Mjólka og við það eykst afhendingaröryggið til muna á Keldeyri.

Stærri hringtenging er ný tenging milli Keldeyrar og Breiðadals. Þá yrði kominn 66 kV hringur Mjólka-Keldeyri-Breiðidalur-Mjólka. Við þessa framkvæmd verða hvorki Breiðidalur né Keldeyri lengur geislatengdir frá Mjólka, en við það eykst afhendingaröryggið á sunnanverðum Vestfjörðum talsvert og eins fengist takmörkuð bæting á afhendingaröryggi á norðanverðum Vestfjörðum.

Annar möguleiki er að setja upp varaafstöð á sunnanverðum Vestfjörðum sem útbúin yrði með snjallstýringum. Slíkt varaafli var sett upp í Bolungarvík árið 2015 og hefur haft mikil áhrif á afhendingaröryggi á norðanverðum Vestfjörðum.

Með nýrri snjallstýrðri varaafstöð á Keldeyri myndir viðbragðstími á uppkeyrslu varaafli stytta verulega og afhendingaröryggi aukast til muna. Hafa þarf þó í huga að tíðni truflana breytist ekki við slíka framkvæmd en lengd skerðinga stytta verulega. Þessi framkvæmd myndi bæta afhendingaröryggið á Keldeyri og á Mjólka ef truflanir verða á Vesturlínu.

Verkefni sem snýr að styrkingum á sunnanverðum Vestfjörðum mátti finna í tillögu að framkvæmdaáætlun Landsnets fyrir árin 2019-2021, en var tekin út þegar áætlunin var lögð fyrir Orkustofnun til afgreiðslu. Ástæður þess voru meðal annars óvissa um forræði verkefnisins og hvaða viðmið skyldi ráða varðandi það hvort og þá hvar yrðu settir upp nýir afhendingarstaðir í flutningskerfinu. Reikna má með að verkefnið fari aftur á framkvæmdaáætlun þegar leyst hefur verið úr þessari óvissu.

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

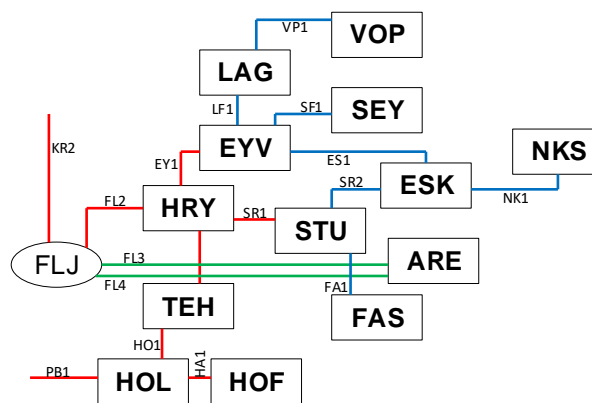
² <https://www.landsnet.is/um-okkur/utgafa-og-samskipti/kynningarrit-og-skyrslur/>

Í tengslum við áætlun um nýjan afhendingarstað hefur einnig verið skoðaður sá möguleiki að setja upp tengingu frá Ísafjarðardjúpi og til Ísafjarðar. Með þessari viðbótartengingu kæmi til fæðing úr tveimur áttum til norðanverðra Vestfjarða og þeir yrðu því ekki lengur geislatengdir frá Mjólka eins og nú er. Við þetta myndi afhendingaröryggið batna enn frekar á norðanverðum Vestfjörðum og tíðni truflana minnka talsvert.

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

3.6 Austurland

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

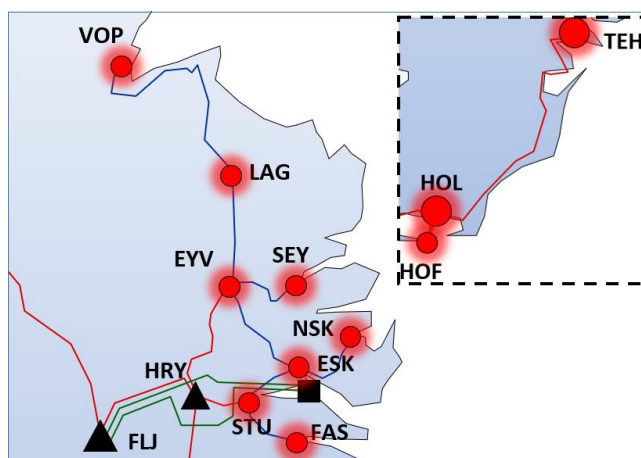


MYND 3-20 : EINLÍNUNYND AF FLUTNINGSKERFINU Á AUSTFJÖRÐUM

Mynd 3-20 sýnir einlínunmynd af flutningskerfinu á Austfjörðum. Tengipunktur svæðisbundna flutningskerfisins við meginflutningskerfið er á Hryggstekk, en Hryggstekkur er hluti af byggðalínurhningnum og er með tengingar við Fljótsdal og Teigarhorn. Á Austurlandi er einn stórnotandi sem tengist beint við Fljótsdal og nýtir að mestu það afl sem framleitt er í Fljótsdalsstöð. Nokkur flutningur er frá Suður- og Suðvesturlandi inn á Austurland um byggðalínuna og er sá flutningur háður nokkrum þáttum, s.s. árstíðabundinni sveiflu í framleiðslu vatnsaflsvirkjana, notkun í svæðisflutningskerfinu á Austurlandi og reglubundnu viðhaldi jarðvarmavirkjana.

3.6.1 Núverandi staða

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



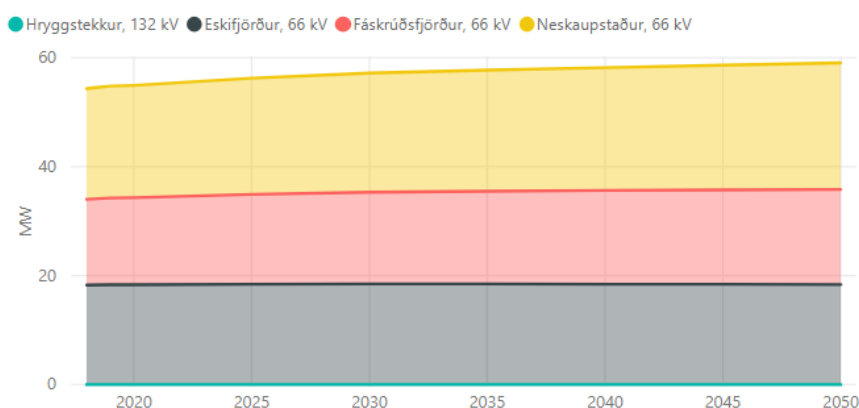
MYND 3-21 : AFLGETA AFHENDINGARSTAÐA Á AUSTURLANDI

Mynd 3-21 sýnir yfirlitsmynd af aflgetu afhendingarstaða á Austurlandi. Eins og sést á myndinni er ekki hægt að auka afhendingu á neinum afhendingarstað á svæðinu. Helstu ástæður þess eru tengdar flutningstakmörkunum í meginflutningskerfinu og í svæðisbundna flutningskerfinu. Heildarinnmötunargeta inn á 66 kV kerfið frá 132 kV kerfinu er um 90 MW. Framleiðslugeta innan svæðisins er um 40 MW. Heildarálag er komið í um 125 MW og því ljóst að ekki er til staðar svigrúm til aukningar á afhendingu nema til komi styrkingar á kerfinu.

3.6.2 Þróun álags og vinnslu

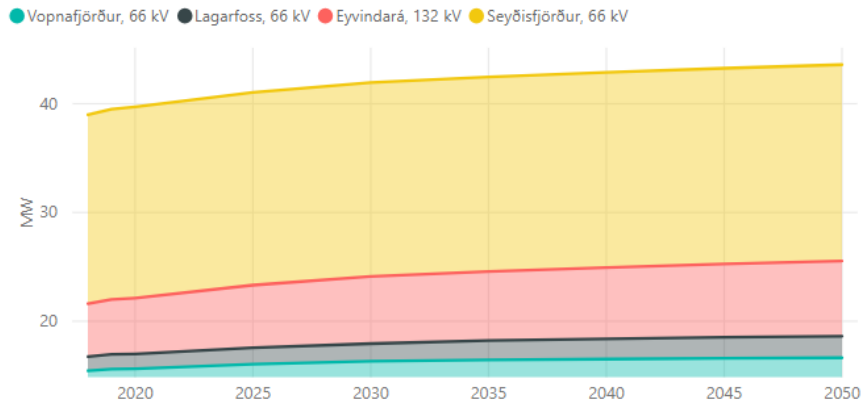
Raforkuspá gerir ráð fyrir aukningu í almennri notkun, bæði forgangsortku og eins orku á skerðanlegum flutningi.

Aukning á almennri notkun



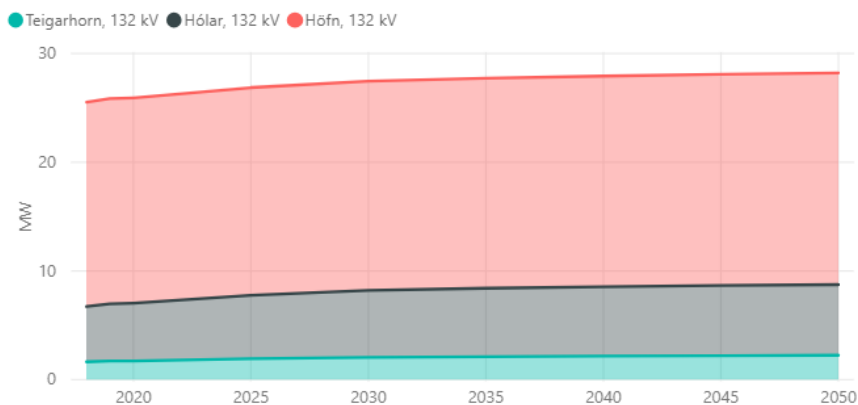
MYND 3-22 : ÁLAGSÞRÓUN Á AUSTURLANDI

Mynd 3-22 sýnir væntanlega þróun hámarksálags á fjórum afhendingarstöðum Landsnets skv. Raforkuspá. Gert er ráð fyrir að heildarálag muni aukast nálægt 5 MW á tímabilinu og er stærsti hlutinn tilkominn vegna afhendingar í Neskaupstað.



MYND 3-23 : ÁLAGSPRÓUN Á NORÐURHLUTA AUSTURLANDS

Mynd 3-23 sýnir svo hvernig talið er að álag muni aukast í norðurhluta Austurlands. Gert er ráð fyrir nokkuð jafnri aukningu á öllum fjórum afhendingarstöðunum.



MYND 3-24 : ÁLAGSPRÓUN Á SUÐAUSTURLANDI

Álagspróunin á Suðausturlandi er svo sýnd á Mynd 3-24 en þar er gert ráð fyrir að notkunin aukist ekki mikið næstu árin.

Vinnsluþróun

Enginn virkjunarkostur er í nýtingarflokki rammaáætlunar á Austurlandi. Einhver umræða hefur þó verið um smávirkanir á svæðinu og má þar t.d. nefna 6 MW vatnsaflsvirkjun í Þverá í Vopnafirði, sem nú er í umhverfismati. Að sama skapi hafa vindorkuver á Austurlandi verið nefnd, en Landsneti er ekki kunnugt um neinar ákvarðanir þar að lútandi.

3.6.3 Rekstrartengdar áskoranir

Á Austurlandi hafa flestar flutningslínur á 66 kV spennu, hvort sem um ræðir loftlínur eða jarðstrengi, 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.

3.6.4 Uppbyggingarleiðir

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

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

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

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

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

4 Langtímaáætlun um þróun meginflutningskerfis

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 kerfisrannsókna síðan notaðar við að meta og bera saman valkosti með hliðsjón af þeim markmiðum sem getið er um í raforkulögum. Á svipaðan hátt eru hagkvæmnisþættir mismunandi valkosta bornir saman, bæði á grundvelli þjóðhagslegrar hagkvæmni og eins hver væntanleg áhrif uppbyggingar á flutningsgjaldskrá yrðu. Einnig er framkvæmt mat á umhverfisáhrifum valkosta og það birt fyrir hvern valkost fyrir sig.

4.1 Forsendur útreikninga

Sem grunnforsendur kerfisrannsókna sem tæknilegt mat á valkostum byggir á er notast við sviðsmyndir um raforkunotkun 2017–2050 frá Raforkuhópi orkuspárnefndar eins og fram kom í kafla 0. Sviðsmyndirnar eru alls fjórar og ná yfir orku- og aflþörf á tímabilinu fram til ársins 2050.

Yfirlit yfir sviðsmyndir orkuspárnefndar	2018	Raforkuspá	Hægar framfarir	Græn framtíð	Aukin stórnotkun
Sjóndeildarhringur til ársins:		2050	2050	2050	2050
Árleg orkunotkun í GWh	19.065	24.248	22.627	25.655	33.428
Hámarks álag í MW	2.362	3.134	2.868	3.364	4.254

TAFLA 4-1: ÖRKUNOTKUN OG HÁMARKSAFL EFTIR SVIÐSMYNDUM

Tafla 4-1 sýnir árlega orkunotkun í GW stundum ásamt hámarksálagi á kerfið á árinu 2050 eftir mismunandi sviðsmyndum frá Raforkuhópi orkuspárnefndar. Til samanburðar er birt orkunotkun og hámarksálag eins og það var á árinu 2018.

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

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

4.2 Stefna stjórnvalda um uppbyggingu flutningskerfis raforku

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

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

4.2.1 Almenn atriði er varða uppbyggingu flutningskerfis raforku

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

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

4.2.2 Rannsóknir og greiningar

B-liður stefnunnar snýr að rannsóknum og greiningum á jarðstrengsmöguleikum. Samkvæmt henni skulu sérfróðir aðilar gera óháðar og sjálfstæðar rannsóknir á áhrifum mismunandi tæknilegra lausna við lagningu raflína. Jafnframt skuli fari fram óháð greining á þjóðhagslegri hagkvæmni þess að aukið hlutfall flutningskerfis raforku verði lagt í jörð, m.t.t. áhrifa á raforkuverð, afhendingaröryggis, hagkvæmni, byggðaþróunar, tæknilegra lausna og umhverfiskostnaðar. Skýrslur um framangreind rannsóknarefni skulu lagðar fram á Alþingi eigi síðar en 1. október 2019.

Landsnet gerir ráð fyrir að fjallað verði um niðurstöðu þessara greininga í kerfisáætlun 2020-2029 sem ráðgert er að komi út á fyrrihluta árs 2020.

4.2.3 Viðmið og meginreglur varðandi lagningu raflína

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

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

4.3 Valkostir um styrkingu meginflutningskerfisins

Valkostir kerfisáætlunar eru með svipuðu sniði og í síðustu áætlun nema að bætt hefur verið við valkosti þar sem ekki er gert ráð fyrir samtengingu landshluta. Lagðir eru fram tveir aðalvalkostir sem fela í sér annað hvort tengingu yfir hálendið eða uppbyggingu á nýrri hringtengingu, ásamt valkosti sem ekki gerir ráð fyrir samtengingu. 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. Í valkostum sem fela í sér endurbyggingu er horft til þess að byggja nýjar línur við hlið þeirra gömlu og fjarlægja gömlu línurnar. Með þessu verklagi fást betri kerfislægir eiginleikar en við núverandi kerfi og minni umhverfisáhrif en við tvöfaldar línulagnir.

Ekki er gerður greinarmunur í tæknilegu mati á valkostum á því hvort línur eru lagðar sem loftlínur eða jarðstrengir. Valkostagreiningin snýr fyrst og fremst að tengingu svæða með bættri flutningsgetu. Við mat á valkostum í kerfislíkönunum eru línuleiðir settar inn sem loftlínur og hermdar sem slíkar. Nánari útfærslur lína, s.s. endanlegt leiðarval, val á mastragerðum og val á milli loftlína og jarðstrengja, fara fram í framkvæmdamati viðkomandi verkefnis. Þó skal hafa hugfast að ekki er hægt að heimfæra niðurstöðurnar á styrkingar sem að öllu leyti koma í formi jarðstrengja þar sem strangar tæknilegar takmarkanir eru á þeim lengdum sem hægt er að leggja í jörð og takmarkar nýting jarðstrengja mögulega nýtingu annars staðar. Um þetta verður nánar fjallað í kafla 4.5 varðandi þá valkosti sem hér eru til umfjöllunar.

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 höfuðborgarinnar og Hellisheiðar og Vesturlands. Fjórða línan er svo tenging á milli nýs tengivirkis við Lyklafell og Hamraness. Styrking til Suðurnesja ásamt tengingu á milli Lyklafells og Hamraness eru einnig á framkvæmdaáætlun, en endurtaka þarf mat á umhverfisáhrifum fyrir tenginguna á milli Lyklafells og Hamraness. Styrking milli höfuðborgarsvæðis og Hellisheiðar er hluti af öllum valkostum enda er núverandi tenging þar á milli afar þungt lestuð og hafa kerfisrannsóknir sýnt að án aðgerða muni þessi flöskuháls standa í vegi fyrir álagsaukningu á öllu höfuðborgarsvæðinu.

4.3.1 Yfirlit yfir valkosti:

Alls eru lagðir fram níu valkostir í langtímaáætlun:

A-valkostir: Hálandisleið	B-valkostir: Byggðaleið	C-valkostur: Lykilfjárfestingar
A.1 Hálandislína og 220 kV nýbygging á milli Blöndu og Fljótsdals. Styrkingar á SV-landi	B.1 Nýr 220 kV byggðalínuhringur, frá Brennimel og að Sigöldu. Styrkingar á SV-landi	C.1 nýbygging á milli Blöndu og Fljótsdals. Styrkingar á SV-landi
A.1-J₅₀ Hálandislína með 50 km jarðstreng og á milli Blöndu og Fljótsdals. Styrkingar á SV-landi	B.2 Nýbygging 220 kV á milli Brennimels og Fljótsdals. Styrkingar á SV-landi	
A.1-DC Nýbygging á milli Blöndu og Fljótsdals og jafnstraumstenging yfir hálandi. Styrkingar á SV-landi	B.3 220 kV endurbygging á vængjum ³ og nýbygging á milli Blöndu og Fljótsdals. Styrkingar á SV-landi	
A.2 Hálandislína og 220 kV endurbygging á milli Blöndu og Fljótsdals. Styrkingar á SV-landi	B.4 220 kV endurbygging á núverandi byggðalínu. Styrkingar á SV-landi	

TAFLA 4-2 : VALKOSTIR TIL SKOÐUNAR Í KERFISÁÆTLUN 2019-2028

4.3.2 Mat á valkostum

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

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

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

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

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

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

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

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

Vægismat

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

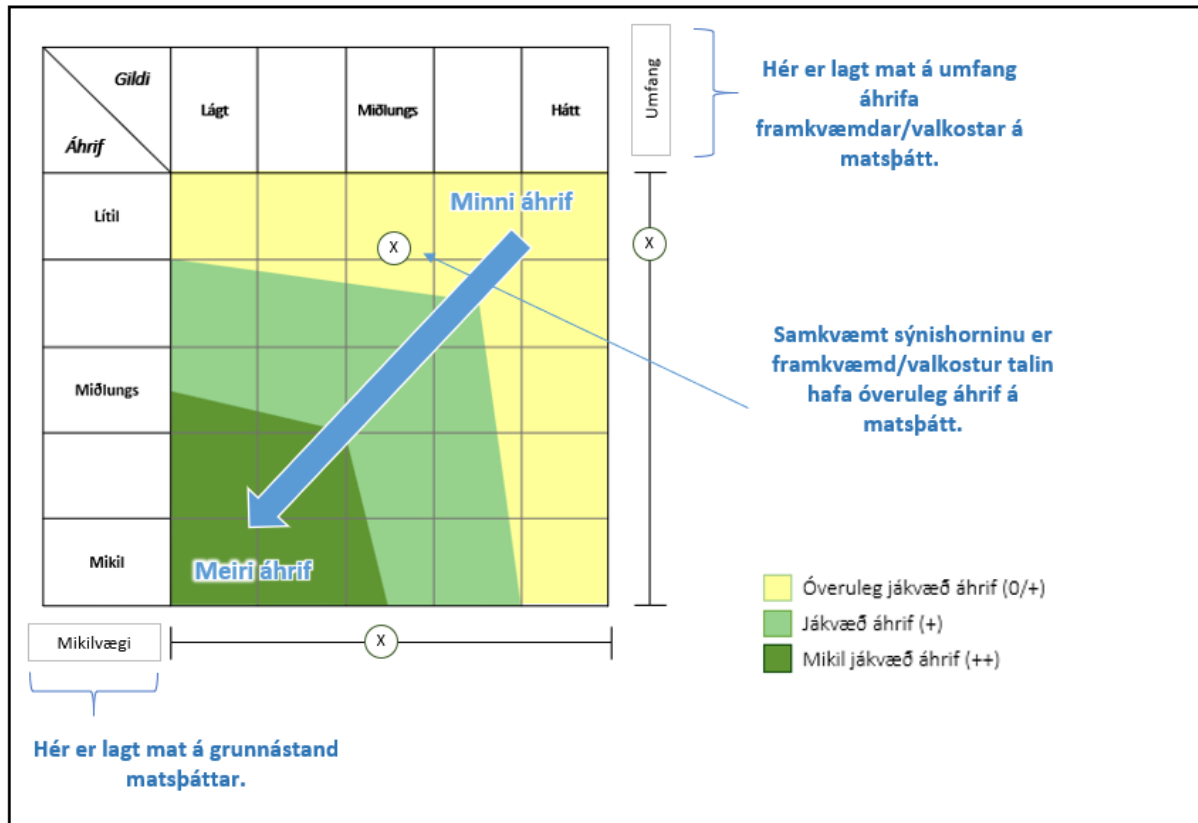
Við framsetningu matsins eru útfylltar töflur sem sýna annars vegar grunnástand matsþátta fyrir viðkomandi markmið á 5 þrepa skala og hins vegar áhrif viðkomandi framkvæmdar eða valkosts.

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

TAFLA 4-3 : SKRÁNINGARTAFLA FYRIR MAT Á MATSPÁTTUM

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

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



MYND 4-1 : DÆMI UM FRAMSETNINGU MATS

Mynd 4-1 sýnir dæmi um framsetningu vægismats. Viðmið fyrir grunnástand og áhrif eru breytileg eftir matspáttum. Þar sem áhrif framkvæmda á markmið raforkulaga eru í fæstum tilfellum neikvæð hefur grafið verið aðlagð þannig að einungis eru sýnd lítill eða jákvæð áhrif.

Fyrir markmið raforkulaga hafa verið skilgreindir eftirfarandi matspáttir:

Markmið	Skilgreindir matsþættir
Öryggi	Tvítenging afhendingarstaðar Stöðugleiki flutningskerfis Náttúruvá
Áreiðanleiki afhendingar	Flöskuhálsar Ótíltæki Áreiðanleikastuðlar
Gæði raforku	Kerfisstyrkur Aflsveiflur* Spennusveiflur/spennuþrep** Afhendingarspenna/vikmörk
Skilvirkni	Flutningstöp Flutningsgeta Nýting virkjana
Hagkvæmni	Truflanir og skerðingar** Losun gróðurhúsalofttegunda** Aukning flutningsmagns** Endurgreiðslutími í árum*

TAFLA 4-4 : SKILGREINDIR MATSPÆTTIR FYRIR MARKMIÐ

* Matsþáttur einungis notaður fyrir valkosti á langtímaáætlun

** Matsþáttur einungis notaður fyrir verkefni á framkvæmdaáætlun

Tafla 4-4 sýnir yfirlit yfir hvaða matsþættir hafa verið skilgreindir fyrir uppfyllingu markmiða raforkulaga. Nánari upplýsingar um aðferðafræðina og mat á grunnástandi matsþátta og áhrifum framkvæmda má finna í skýrslu á heimasíðu Landsnets⁴.

4.4 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 valkostamatsins hefur til þessa verið mat á núllkosti sem felur í sér mat á því ástandi sem skapast ef engar styrkingar eru framkvæmdar á meginflutningskerfinu í gildistíma áætlunarinnar. Í nýrri aðferðafræði valkostamatsins er núllkostur metinn sem grunnástand fyrir allar sviðsmyndir. Ítarlega umfjöllun um grunnástand matsþátta er að finna í kafla 4.4.2.

Í áhrifamati valkosta eru matstöflur sýndar fyrir hvert markmið. Fjallað er um niðurstöður mats fyrir A-valkosti eftir undirkafla allra slíkra kosta þar sem fjallað er um valkostina með innbyrðis samanburði í

⁴ landsnet.is

kafla 4.4.5. A-, B- og C-valkostir eru loks bornir saman og niðurstöður valkostagreiningar dregnar saman í kafla 4.4.9.

4.4.1 Almennar forsendur

Vinnsla og álag miðast við gögn úr Raforkuspá 2018 og Sviðsmyndum um raforkunotkun 2018-2050. Tekinn er dagur með mestu heildarinnmötun í kerfið árið 2050. Við kerfishermanir er litið framhjá staðbundnum takmörkunum sem koma til vegna endabúnaðar (t.d. straumspenna) sem hægt er að skipta út með litlum tilkostnaði og fyrirhöfn. Hitaflutningsmörk eru notuð fyrir loftlínur og jarðstrengi.

4.4.2 Mat á grunnástandi

Í fyrri kerfisáætlunum hefur verið lagt mat á svokallaðan núllkost sem er sá kostur sem felst í því að engar styrkingar verði framkvæmdar á meginflutningskerfinu á gildistíma áætlunarinnar. Skv. þeirri matsaðferð⁵ sem nú hefur verið innleidd mun núllkosturinn verða endurspegladur með mati á grunnástandi valkostanna. Þetta grunnástand er lagt til grundvallar mati á umfangi áhrifa valkostanna á skilgreinda mælikvarða. Grunnástand er metið sérstaklega fyrir hverja og eina sviðsmynd.

Öryggi

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

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

TAFLA 4-5 : MAT Á GRUNNÁSTANDI MATSPÁTTA FYRIR ÖRYGGI

Tafla 4-5 sýnir niðurstöðu mats á grunnástandi allra matsþátta sem ná yfir öryggi. Eins og sést á töflunni er grunnástand *Tvítengingar afhendingarstaða* metið miðlungs. Ástæða þess er sú að í meginflutningskerfinu er ekki víða að finna staði sem njóta einungis einnar tengingar en þó er um að ræða takmarkað N-1 ástand þar sem línurnar sem mynda byggðalínuna eru ekki nógu sterkar til að taka við flutningi við truflanir annarra lína. Við það bætist að Suðurnes og Vestfirðir uppfylla ekki N-1 kröfuna eins og staðan er í dag. Grunnástand *Stöðugleika* er metið lágt og er ástæða þess að meginflutningskerfið er rekið yfir stöðugleikamörkum stóran hluta tímans. Viðunandi rekstrarástandi hefur undanfarin ár verið viðhaldið með þróun ýmissa snjallausna og stillingum á varnarbúnaði sem skiptir meginflutningskerfinu upp í eyjar til að tryggja öryggi í truflanatilfellum. Grunnástand *Náttúruvá* er metið undir meðallagi og er ástæða þess sú að flutningstakmarkanir eru til staðar í meginflutningskerfinu heilt yfir en þó er meginflutningskerfið í grunninn tvítengt allan hringinn og því hægt að halda því samtengdu í tilfelli náttúruvá.

Áreiðanleiki afhendingar

⁵ Tilvísun í fylgiskjal um aðferðafræði mats.

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

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

TAFLA 4-6 : MAT Á GRUNNÁSTANDI MATSPÁTTA FYRIR ÁREIÐANLEIKA AFHENDINGAR

Tafla 4-6 sýnir niðurstöðu mats á grunnástandi allra matsþátta sem ná yfir áreiðanleika afhendingar. Eins og sést á töflunni er grunnástand *Flöskuhálsa* með lágt gildi. Ástæða þess er að flutningssnið í meginflutningskerfinu takmarka verulega flutninga milli landsvæða og yfir mikilvægar flutningsleiðir stóran hluta tímans og takmarka uppbyggingarmöguleika í atvinnulífi, sérstaklega á landsbyggðinni. Flöskuhálsar hafa óæskileg áhrif á þróun á raforkumarkaði og koma í veg fyrir að auðlindir megi nýta með sem hagkvæmustum hætti. Grunnástand fyrir matsþáttinn *Ótíltæki* er metið undir meðallagi sem orsakast af því að meginflutningskerfið er samsett af löngum 132 kV línur sem hafa töluvert hærra útreiknað ótíltæki en 220 kV línur. Samanlagt útreiknað ótíltæki byggðalínunnar er rúmlega 19 klukkustundir á ári og er undir meðallagi skv. skilgreindum matsskala. Grunnástand fyrir áreiðanleikastuðla er metið í meðallagi fyrir sviðsmyndirnar *Hægar framfarir* og *Raforkuspá* þar sem markmið fyrir stuðlana hafa síðustu ár verið að nást að hluta eða öllu leyti. Sá árangur er þó að töluverðu leyti háður ytri aðstæðum eins og veðri. Það er metið svo að með vaxandi álagi og óstyrktu kerfi komi þessi árangur til með að versna og því er metið lægra fyrir stærri sviðsmyndirnar *Græna framtíð* og *Aukna stórnotkun*.

Gæði raforku

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

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

TAFLA 4-7 : MAT Á GRUNNÁSTANDI MATSPÁTTA FYRIR GÆÐI RAFORKU

Tafla 4-7 sýnir niðurstöðu mats á grunnástandi allra matsþátta sem ná yfir gæði raforku. Eins og sést á töflunni er grunnástand *Kerfisstyrks* metið miðlungs til lágt. Meginflutningskerfið á landsbyggðinni er afar víða mjög veikt, þ.e. skammhlaupsafl er lágt en hins vegar fáeinir sterkir punktar eins og t.d. 220 kV kerfin á Austurlandi og Norðausturlandi. Meginflutningskerfið á Suðvesturhorninu er aftur á móti sterkt. Það má segja að styrkur meginflutningskerfisins sé afar köflóttur. Mikið væri unnið með því að jafna styrk þess sem á móti myndi bæta stöðugleika kerfisins og þar með öryggi þess. Grunnástand

vegna *Aflsveiflna* er metið lágt og er ástæða þess að samsetning meginflutningskerfisins skapar kjöraðstæður fyrir myndun aflsveiflna, þ.e. nokkrir stórir vinnslumassar sem tengdir eru saman með afar löngum (viðnámsháum) og veikum línum. Miklu hefur verið kostað til til að koma á öflugu vöktunarkerfi á aflsveiflur á ýmsum tíðnibilum og uppsetningu svokallaðs rounarbúnaðar í aflstöðvum sem, eins og nafnið gefur til kynna, hefur það hlutverk að „róa“ aflsveiflur í kerfinu. Stýring flutningskerfisins snýst að töluverðu leyti um að bregðast við kerfisaðstæðum sem myndað geta aflsveiflur. Grunnástand fyrir matsþáttinn *Spennusveiflur/spennuprep* er ekki metið fyrir valkosti í heild. Þessi matsþáttur á eingöngu við stakar framkvæmdir í framkvæmdaáætlun enda er honum ætlað að varpa á ljósi á staðbundin áhrif af nýjum búnaði. Fyrir *Afhendingarspennu/vikmörk* er grunnástandið metið miðlungs til lágt. Það er vegna þess að spenna á afhendingarstöðum í meginflutningskerfinu er víða mjög viðkvæm fyrir útleysingum á línunum og öðrum einingum. Í prófunum á grunnástandi komu fram tilvik þar sem afhendingarspenna fer út fyrir 10% vikmörk sem kveðið er á um í reglugerð. Allir valkostir eru metnir á þennan hátt með stöðluðum truflunum og því eru matstilfellin að fullu samanburðarhæf.

Skilvirkni

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

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

TAFLA 4-8 : MAT Á GRUNNÁSTANDI MATSPÁTTA FYRIR SKILVIRKNI

Tafla 4-8 sýnir niðurstöðu mats á grunnástandi allra matsþátta sem ná yfir skilvirkni. Eins og sést á töflunni er grunnástand *Flutningstapa* metið lágt. Ástæða þess er að yfir athugunartímabilið sem nær til ársins 2050 er fyrir séð að án styrkinga á meginflutningskerfinu koma hlutfallsleg flutningstöp til með að aukast úr u.þ.b. 2% sem nú er upp í 3-4% eftir því til hvaða sviðsmyndar er horft. Slík aukning á töpum í kerfinu er alfarið óásættanleg m.t.t. skilvirknimarkmiðs raforkulaga. Það er augljóst að það vinnur gegn uppbyggingu raforkunotkunar í landinu að allt að 4% innmataðrar orku á ársgrundvelli fari í að hita upp leiðara flutningslína í flutningskerfinu en slíkt umfang er sambærilegt orkugetu Sigöldustöðvar í heilt ár. Grunnástand fyrir *Flutningsgetu* er einnig metið lágt og er ástæða þess að ef horft er til athugunartímabilsins mun viðbótarflutningsgeta til afhendingarstaða verða engin og í raun verri því að fyrir séð er að ekki verði hægt að afhenda til allrar þeirrar notkunar sem sviðsmyndir gera ráð fyrir að komi til. Það gildir einnig um sviðsmyndina *Hægar framfarir* sem spáir hægustum vexti í raforkunotkun í landinu. Nóg er að horfa á núverandi ástand til að sjá að núverandi kerfi getur ekki sinnt þeirri aukningu sem mun óhjákvæmilega verða. Grunnástand fyrir *Nýtingu virkjana* er metið í lágu gildi fyrir stærri sviðsmyndirnar þar sem flutningstakmarkanir um meginflutningskerfið koma til með að versna með hækkandi álagi og hefur í för með sér vaxandi óhagræði í samrekstri virkjana og veituleiða.

Hagkvæmni

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

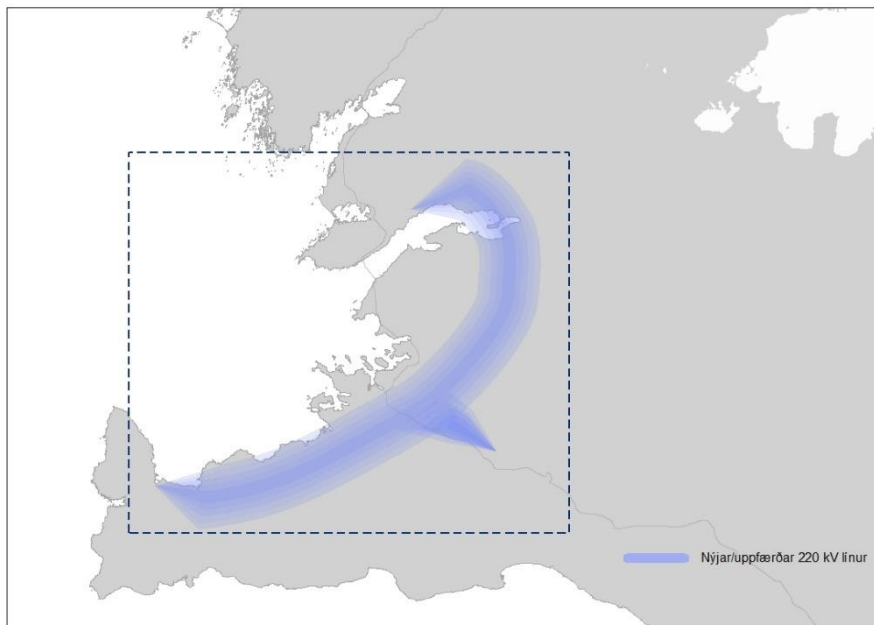
Matsþáttur	Hægar framfarir			Raforkuspá			Græn framtíð			Aukin stórnotkun		
	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H
Endurgreiðslutími	X			X			X			X		

TAFLA 4-9 : MAT Á GRUNNÁSTANDI MATSÞÁTTA FYRIR HAGKVÆMNI

Sbr. umfjöllun í kafla 4.6 er gengið er út frá því fyrir alla valkosti og sviðsmyndir að það sé afar óhagkvæmt að framkvæma engar styrkingar í meginflutningskerfinu og fær því matsþáttur hagkvæmni lágt grunnástandsgildi.

4.4.3 Styrkingar á SV-landi

Allir valkostir (aðrir en núllkostur) fela í sér nauðsynlegar framkvæmdir á suðvesturhorninu til styrkinga á meginflutningskerfinu. Í skýringarmyndum valkosta eru þessar framkvæmdir ekki teiknaðar inn á, heldur einungis táknaðar með strikálínu um svæðið sem við á.



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

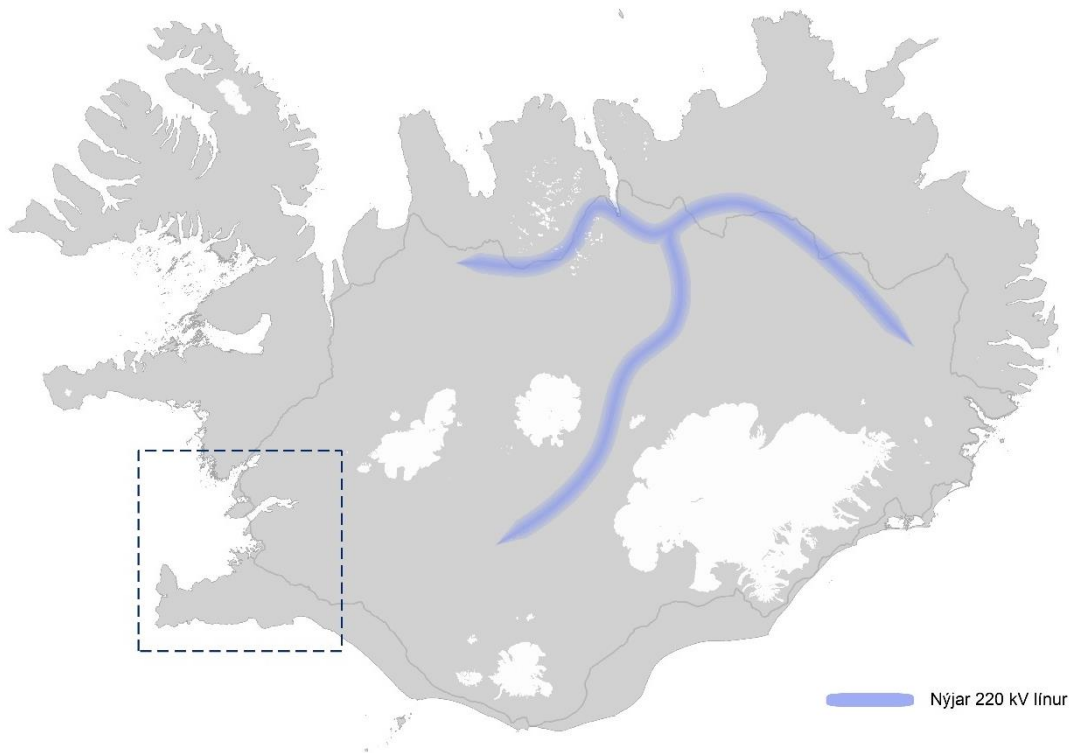
Á Mynd 4-2 má sjá þær leiðir á SV-horninu sem kerfisrannsóknir hafa sýnt að krefjst styrkinga. Þessar framkvæmdir eru styrking til Suðurnesja, styrking milli höfuðborgarsvæðisins og Hellisheiðar, styrking frá höfuðborgarsvæðinu til Vesturlands og styrking frá Hellisheiði í Hafnarfjörð þegar gert er ráð fyrir niðurrifi núverandi lína (Hamraneslína 1 og 2).

4.4.4 Valkostir með hálandstengingu – A

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

Valkostur A.1 – Hálandislína 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 álagspunga staði, sem gæti mögulega falið í sér aukna þörf fyrir stýrt launafli til spennustýringar.



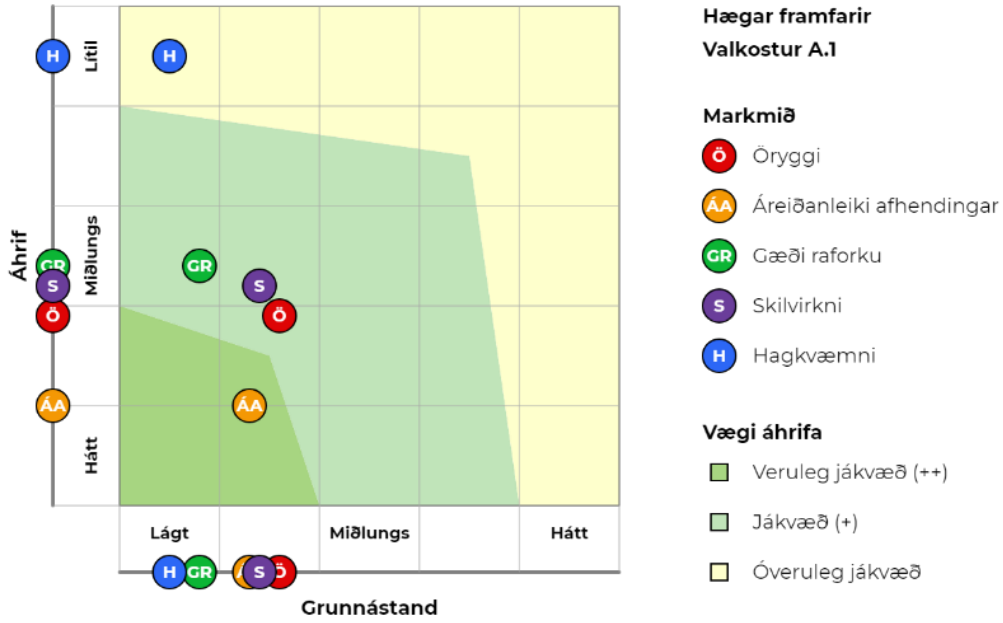
MYND 4-3 : VALKOSTUR A.1

Markmið raforkulaga

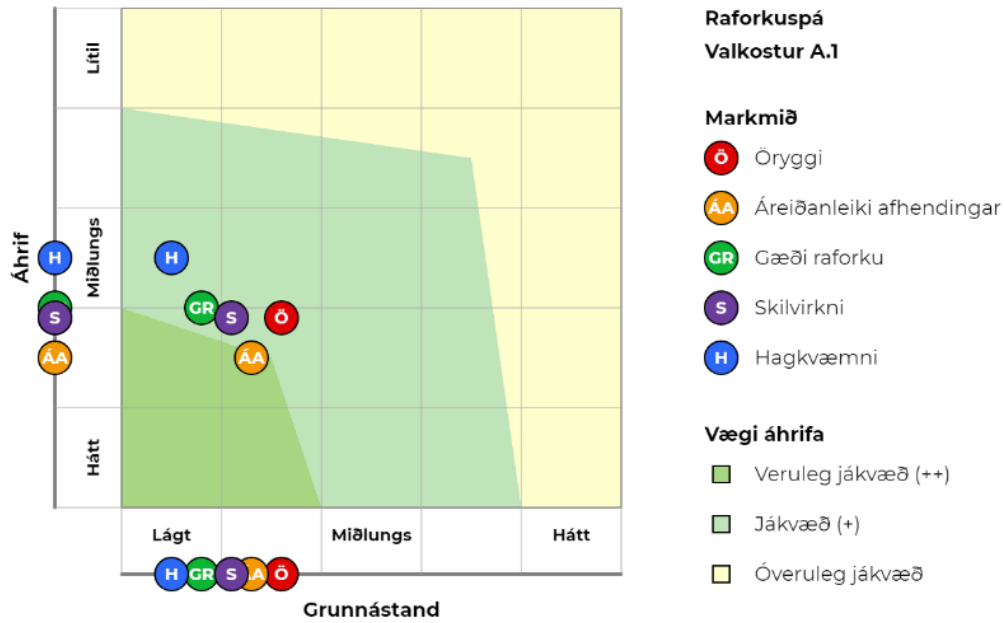
Framkvæmt er mat á því hvernig valkostur A.1 uppfyllir þau markmið sem sett eru fram í raforkulögum. Við matið er stuðst við nýja aðferðafræði sem þróuð hefur verið af sérfræðingum Landsnets og ráðgjöfum þeirra. Markmiðunum og aðferðafræði við mat á því hvernig framkvæmdir og/eða valkostir uppfylla þau er lýst í kafla 4.3.2. Tölur með niðurstöðu matsins má finna í kafla 9.

Niðurstaða mats á uppfyllingu markmiða

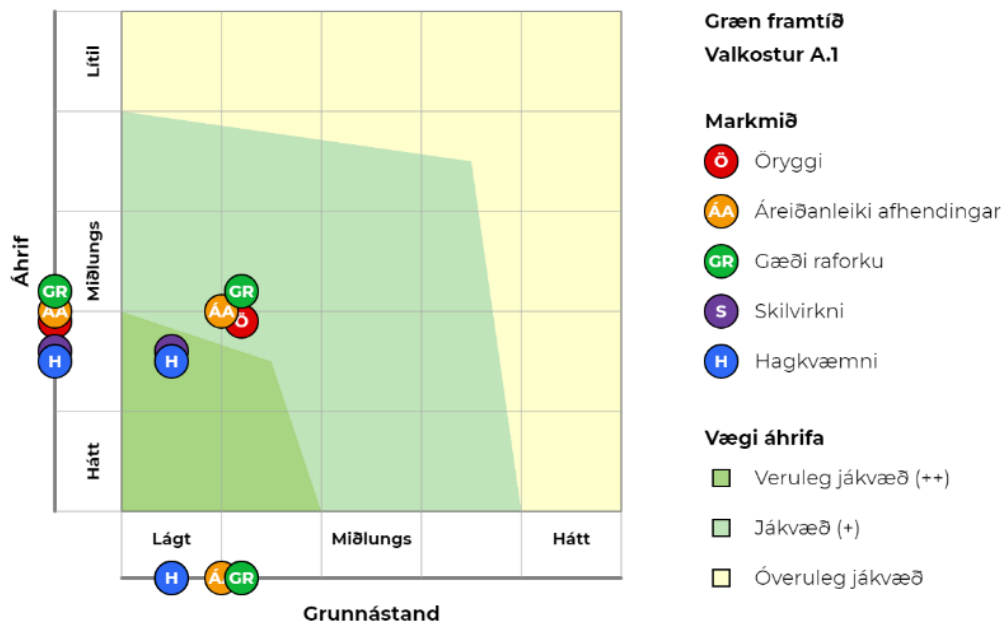
Öll fimm markmið eru teiknuð inn á sama graf. Staðsetning punkta er ákvörðuð eftir skurðpunkti grunnástands og áhrifum valkotsins á viðkomandi markmið.



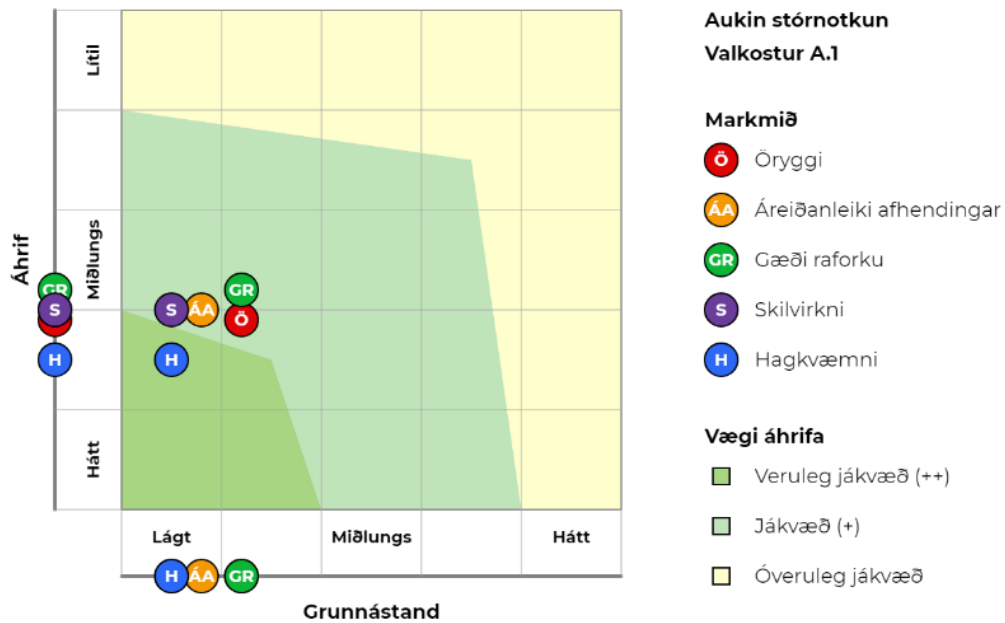
MYND 4-4: MAT Á MARKMIÐUM RAFORKULAGA FYRIR VALKOST A.1 OG SVIÐSMYNDINA HÆGAR FRAMFARIR



MYND 4-5: MAT Á MARKMIÐUM RAFORKULAGA FYRIR VALKOST A.1 OG SVIÐSMYNDINA *RAFORKUSPÁ*



MYND 4-6: MAT Á MARKMIÐUM RAFORKULAGA FYRIR VALKOST A.1 OG SVIÐSMYNDINA *GRÆNA FRAMTÍÐ*



MYND 4-7: MAT Á MARKMIÐUM RAFORKULAGA FYRIR VALKOST A.1 OG SVIÐSMYNDINA AUKIN STÓRNOTKUN

Myndir 4-4 til 4-7 sýna hvernig valkostur A.1 uppfyllir raforkulög m.v. allar fjórar sviðsmyndir. Sjá má á myndunum að fyrir sviðsmyndirnar *Hægar framfarir* og *Raforkuspá* eru áhrif á *Áreiðanleika* metin verulega jákvæð og telja þar helst hátt metin áhrif á *Flöskuhálsa*. Áhrif á skilvirkni eru verulega jákvæð fyrir sviðsmyndina *Græn framtíð* og er það vegna betri hlutfallslegra flutningstapa en fyrir aðrar sviðsmyndir. Hagkvæmni er metin verulega jákvæð fyrir *Aukna stórnotkun* þar sem útreiknaður endurgreiðslutími fjárfestinga er 23 ár, sjá nánar í kafla 4.6. Áhrif á Öryggi og gæði raforku eru metin jákvæð fyrir allar sviðsmyndir.

Valkostur A.1-J₅₀ – Hálandislína með 50 km jarðstreng og nýbygging Fljótsdalur – Blanda

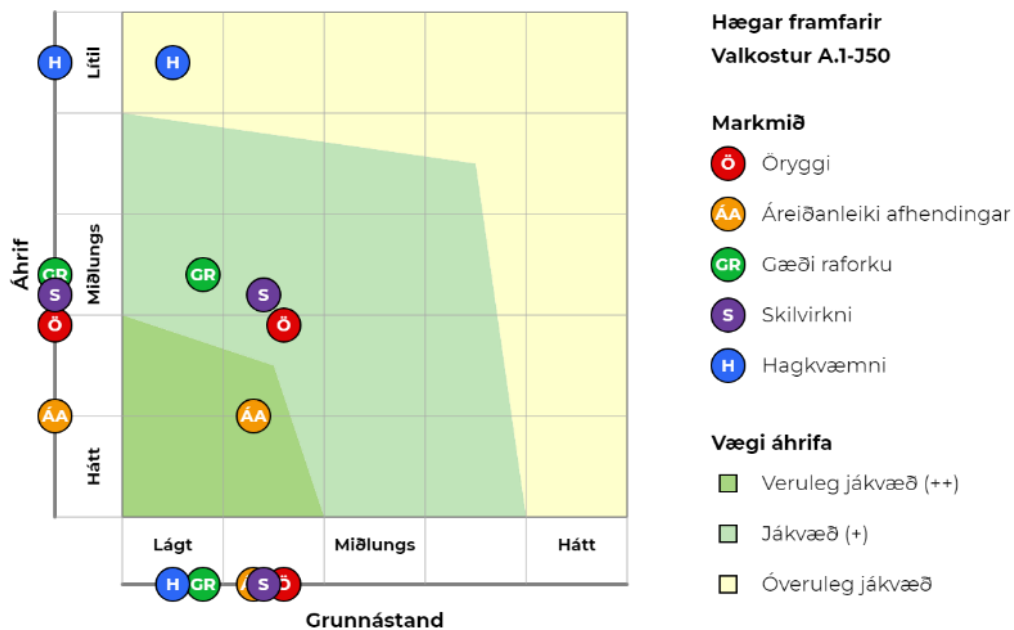
Valkostur A.1-J₅₀ gerir ráð fyrir hámarks lengd jarðstrengs sem er 50 km af leiðinni yfir hálandið. Valkosturinn er að öðru leyti eins og valkostur A.1 kerfislega en lagning jarðstrengsins mun þó hafa áhrif á hagræna þætti.

Markmið raforkulaga

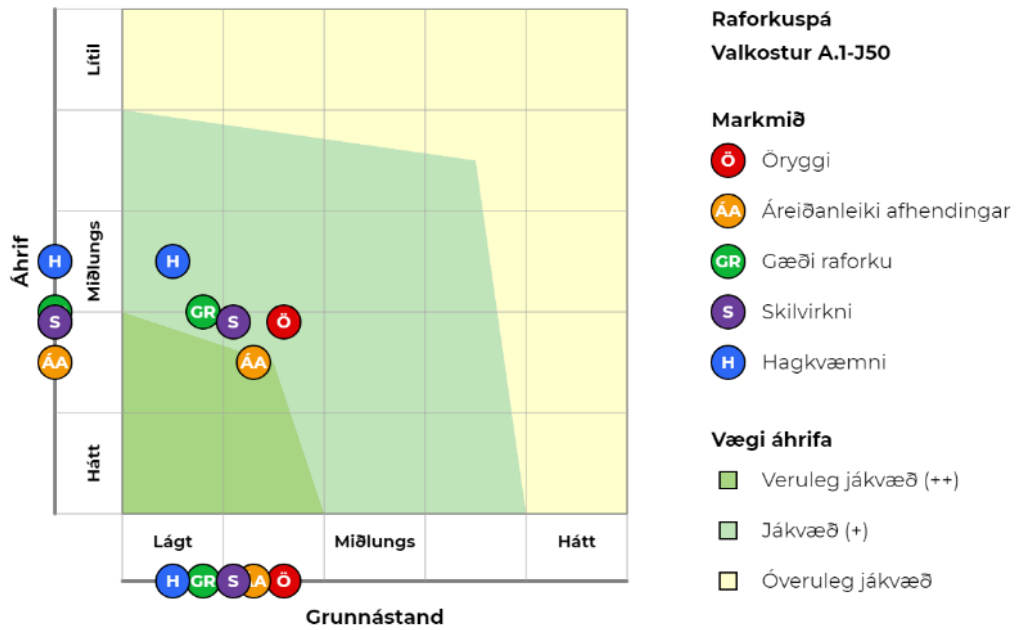
Framkvæmt hefur verið mat á því hvernig valkosturinn uppfyllir markmið raforkulaga. Tölur með niðurstöðu matsins má finna í kafla 9.

Niðurstaða mats á uppfyllingu markmiða

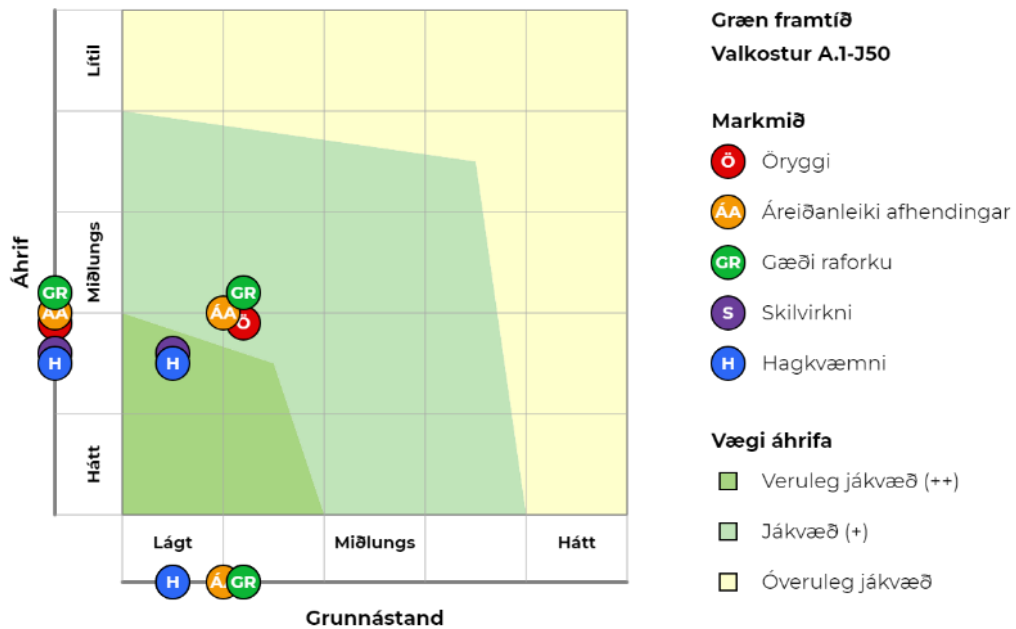
Öll fimm markmið eru teiknuð inn á sama graf. Staðsetning punkta er ákvörðuð eftir skurðpunkti grunnástands og áhrifa valkostsins á viðkomandi markmið.



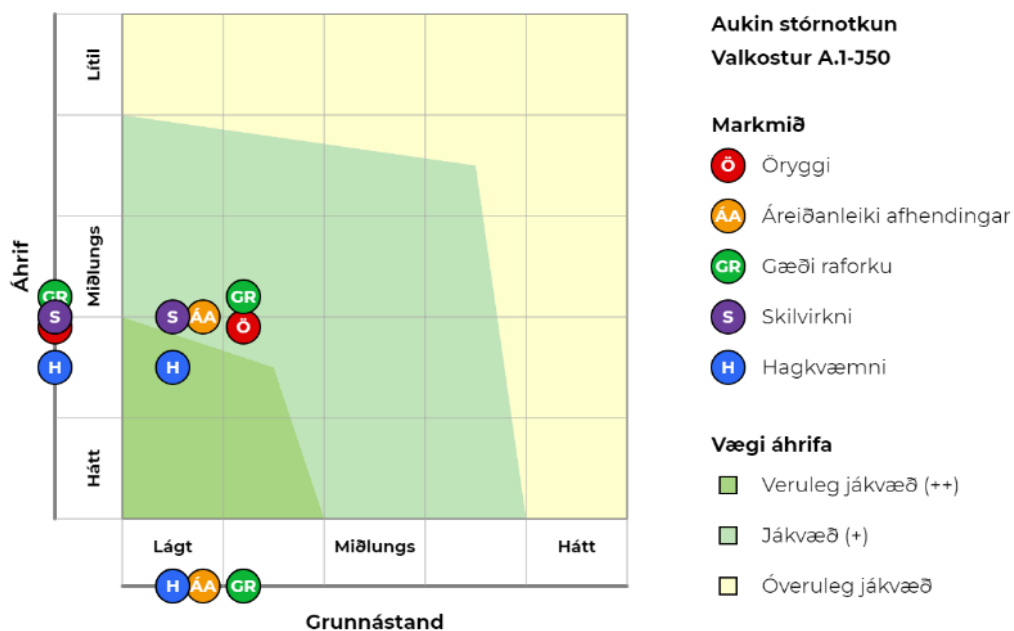
MYND 4-8: MAT Á MARKMIÐUM RAFORKULAGA FYRIR VALKOST A.1-J₅₀ OG SVIÐSMYNDINA HÆGAR FRAMFARIR



MYND 4-9: MAT Á MARKMIÐUM RAFORKULAGA FYRIR VALKOST A.1-J₅₀ OG SVIÐSMYNDINA RAFORKUSPÁ



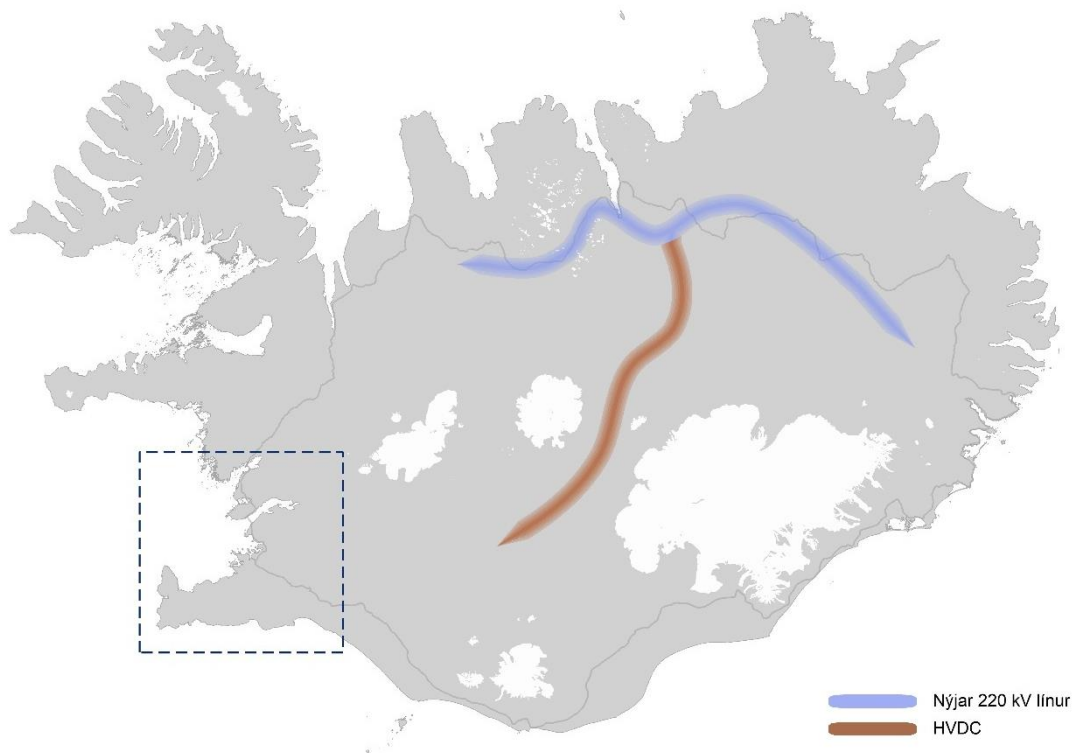
MYND 4-10: MAT Á MARKMIÐUM RAFORKULAGA FYRIR VALKOST A.1-J₅₀ OG SVIÐSMYNDINA GRÆN FRAMTÍÐ



MYND 4-11 : MAT Á MARKMIÐUM RAFORKULAGA FYRIR VALKOST A.1-J₅₀ OG SVIÐSMYNDINA AUKIN STÓRNOTKUN

Myndir 4-8 til 4-11 sýna hvernig valkostur A.1-J₅₀ uppfyllir markmið raforkulaga. Tæknilegt valkostamat fyrir valkost A.1-J₅₀ er hið sama og fyrir valkost A.1 en það byggir á því að útfærsla jarðstrengshluta hálandstengingar verði með þeim hætti að ekki skapist kerfisleg vandamál af launafisframléiðslu jarðstrengsins. Hámarkslengd jarðstrengsins, 50 km, er ein af þeim ráðstöfunum sem tryggir að svo verði ásamt nauðsynlegri útjöfnun á launafli.

Valkostur A.1-DC – Jafnstraumstenging yfir hálandið og nýbygging Fljótsdalur – Blanda
 Valkostur A.1-DC er útfærsla af valkosti A.1 þar sem hálandislína yrði lögð sem jafnstraumstenging. Á þann hátt er tæknilega mögulegt að leggja línuna sem jarðstreng alla leið, frá virkjunarsvæðinu á Þjórsár-/Tungnaásvæðinu og að nýju tengivirki á Norðurlandi. Auk jafnstraumstengingarinnar yfir hálandið er gert ráð fyrir byggingu nýrra 220 kV lína frá Blöndu og að Fljótsdal og fjögurra áðurnefndra framkvæmda á SV-horninu.



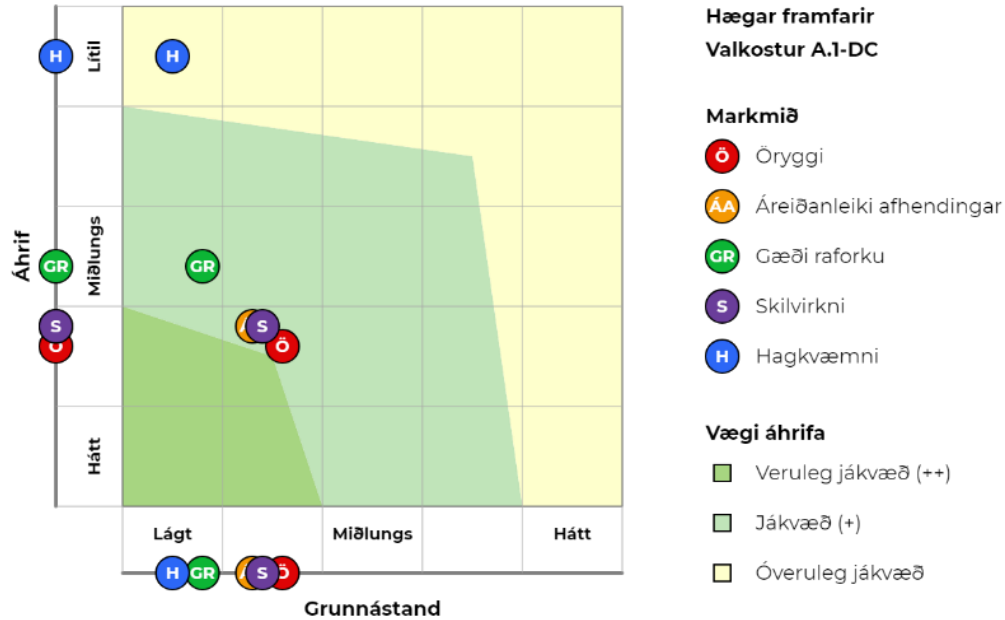
MYND 4-12 : VALKOSTUR A.1-DC

Markmið raforkulaga

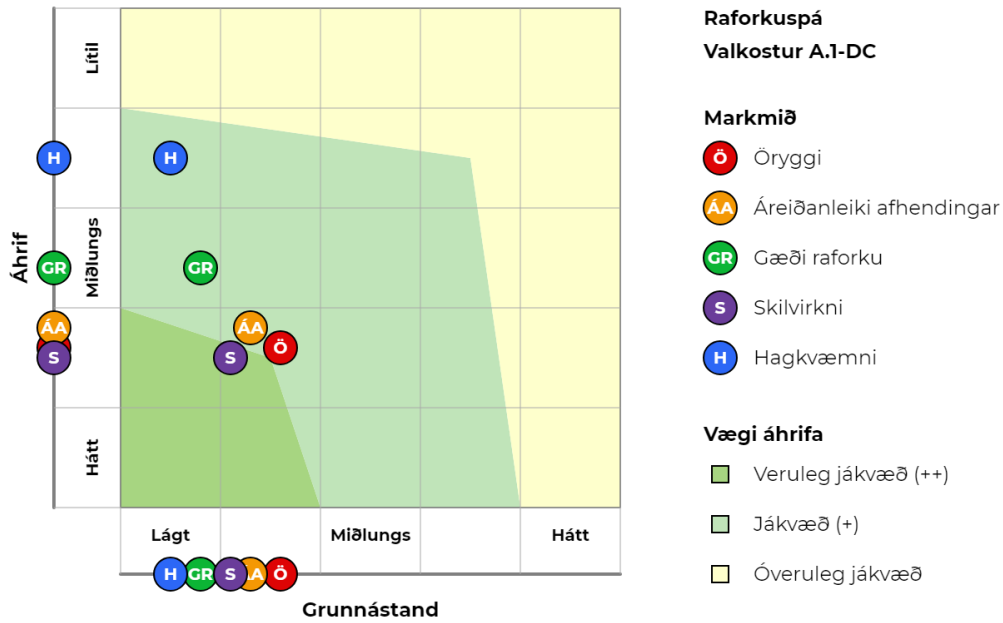
Framkvæmt hefur verið mat á því hvernig valkosturinn uppfyllir markmið raforkulaga. Töflur með niðurstöðu matsins má finna í kafla 9.

Niðurstaða mats á uppfyllingu markmiða

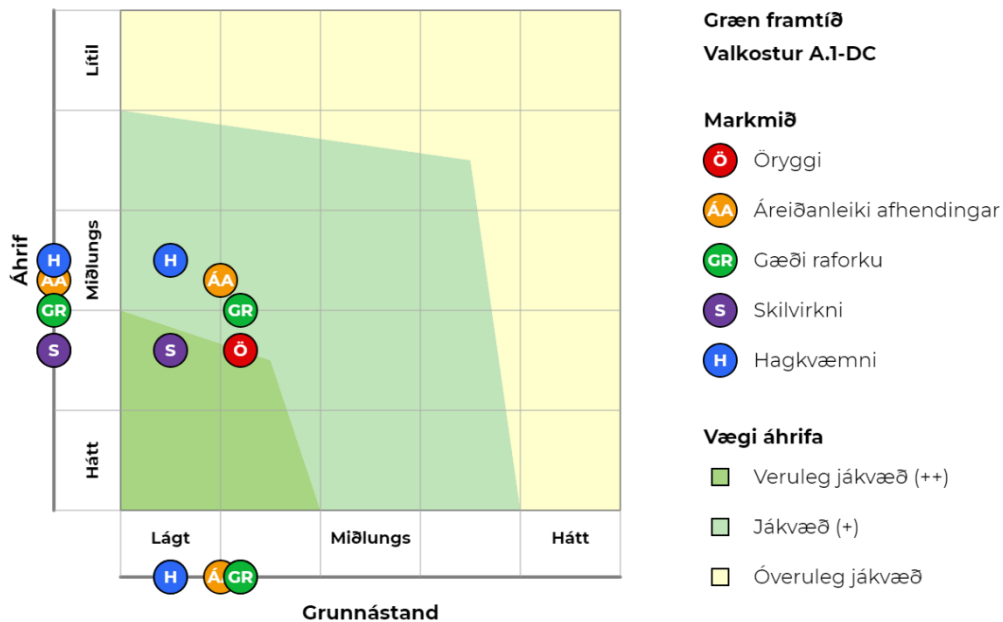
Öll fimm markmið eru teiknuð inn á sama graf. Staðsetning punkta er ákvörðuð eftir skurðpunkti grunnástands og áhrifa valkostsins á viðkomandi markmiði.



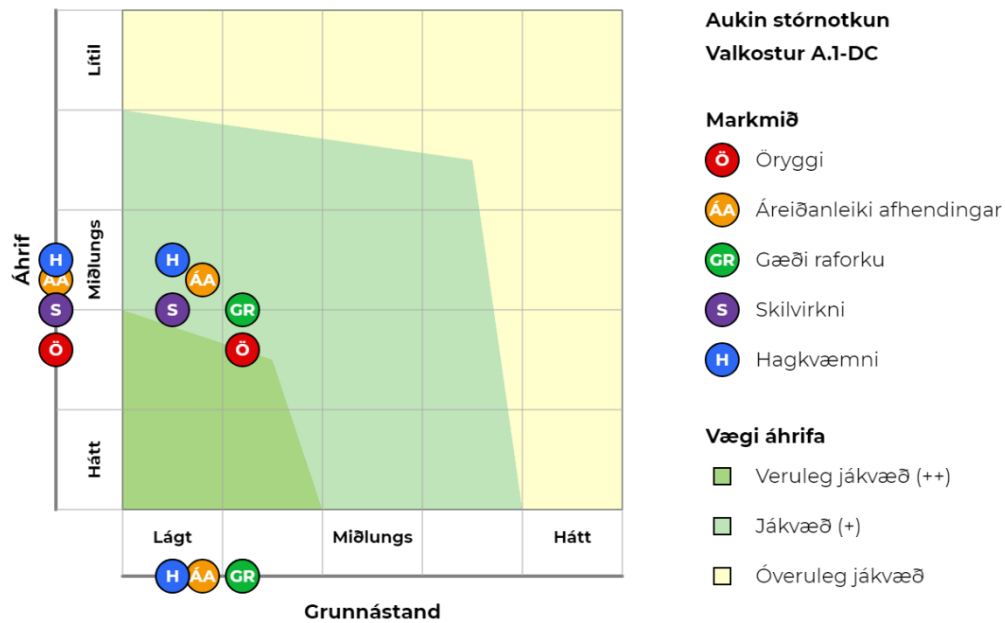
MYND 4-13: MAT Á MARKMIÐUM RAFORKULAGA FYRIR VALKOST A.1-DC OG SVIÐSMYNDINA HÆGAR FRAMFARIR



MYND 4-14: MAT Á MARKMIÐUM RAFORKULAGA FYRIR VALKOST A.1-DC OG SVIÐSMYNDINA RAFORKUSPÁ



MYND 4-15: MAT Á MARKMIÐUM RAFORKULAGA FYRIR VALKOST A.1-DC OG SVIÐSMYNDINA GRÆN FRAMTÍÐ

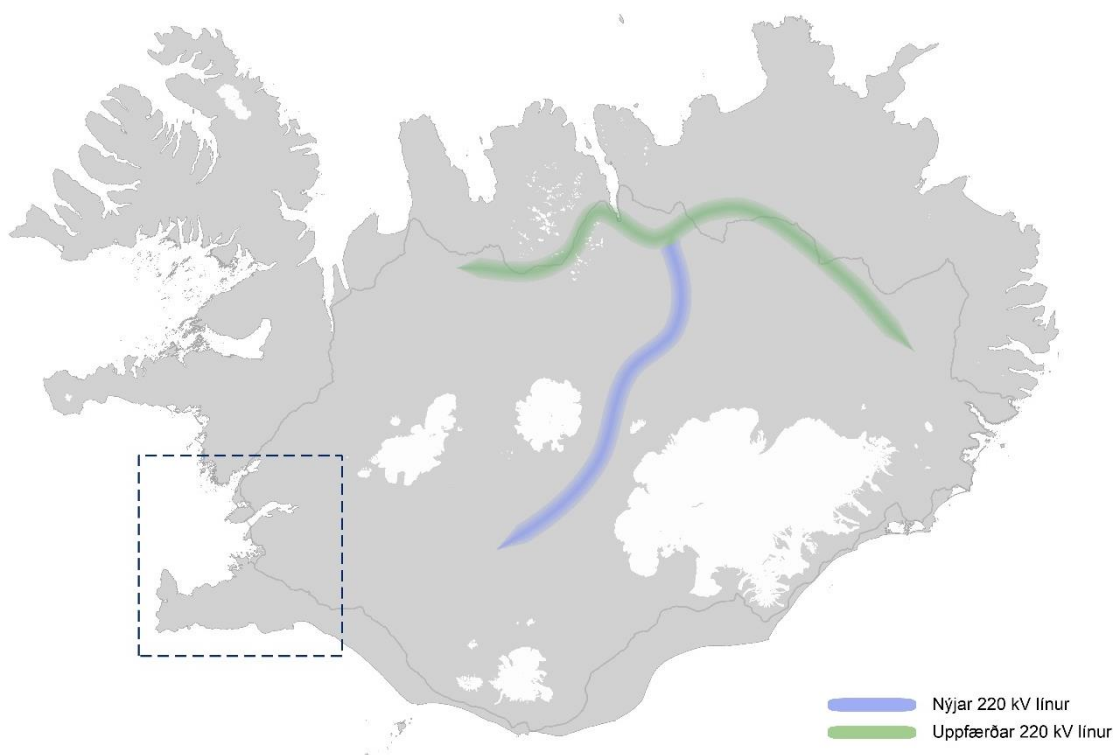


MYND 4-16 : MAT Á MARMÍÐUM RAFORKULAGA FYRIR VALKOST A.1-DC OG SVIÐSMYNDINA AUKIN STÓRNÓTKUN

Myndir 4-13 til 4-16 sýna hvernig valkostur A.1-DC uppfyllir markmið raforkulaga. Ef horft er á samanburð valkosta A.1 og A.1-DC má sjá að áhrifin eru jákvæðari á öryggi fyrir A.1-DC en þó ekki svo að þau nái að skilgreinast sem verulega jákvæð. Ástæðan fyrir auknu öryggi er sú að endastöðvar DC-tengingar geta bætt stöðugleika verulega, jafnvel umfram þau jákvæðu stöðugleikaáhrif sem AC-hálandstenging myndi hafa í för með sér. Áhrif á áreiðanleika eru minna jákvæð fyrir A.1-DC en A.1 þar sem ótíltæki DC-tenginga getur verið mun hærra en fyrir venjulegar loftlínur. Einnig er hagkvæmni lakari fyrir A.1-DC sökum mjög hás fjárfestingarkostnaðar við DC-tenginguna. Fyrir önnur markmiðin er matið áþekkt með báðum valkostum.

Valkostur A.2 – Hálandislína og endurbygging Fljótsdalur – Blanda

Valkostur A.2 felur í sér lagningu háspennulínu yfir hálandið 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.



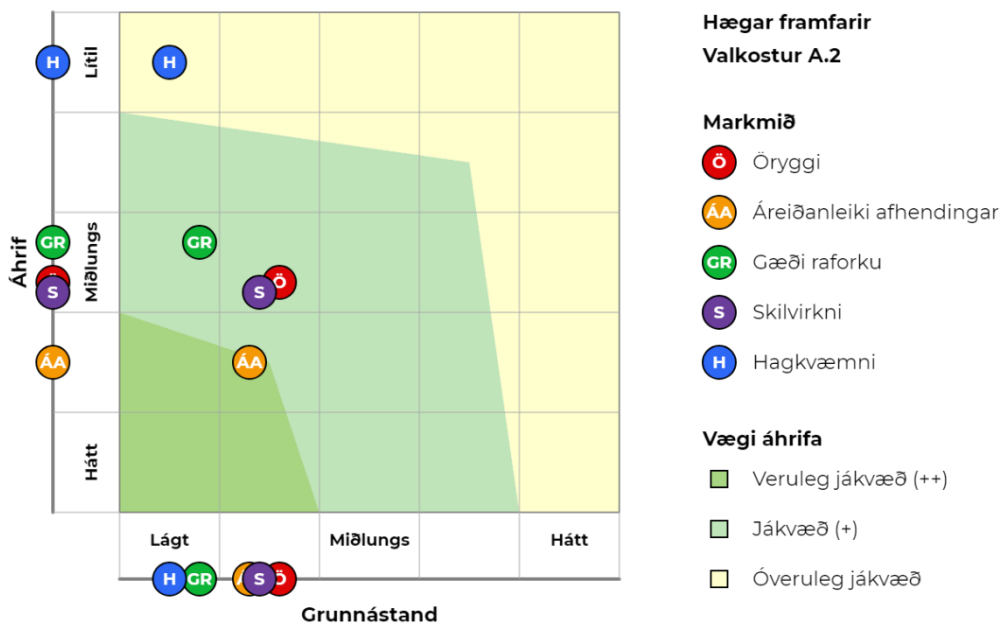
MYND 4-17 : VALKOSTUR A.2

Markmið raforkulaga

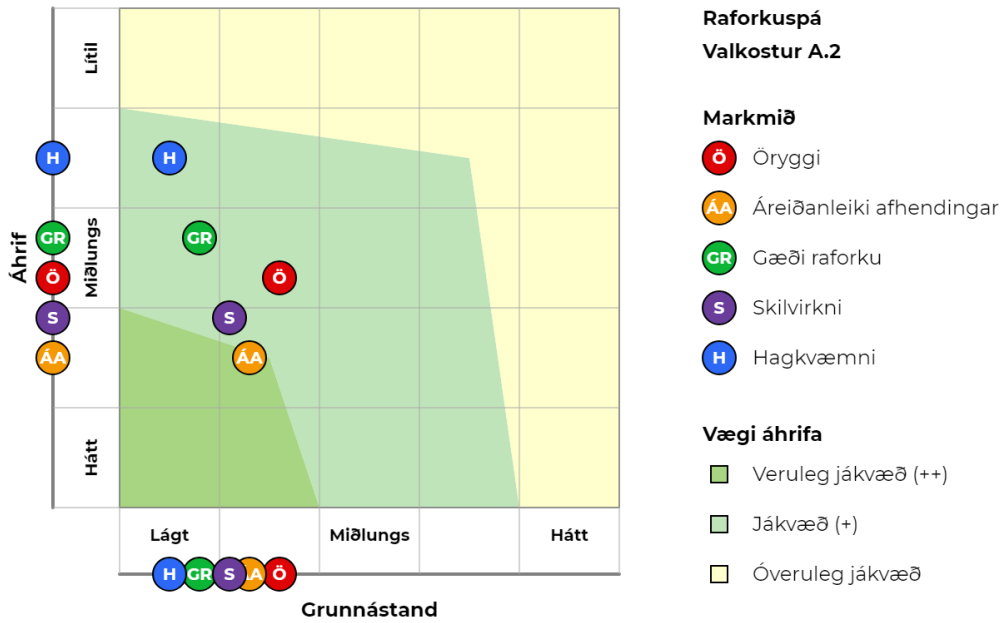
Framkvæmt hefur verið mat á því hvernig valkosturinn uppfyllir markmið raforkulaga. Tölur með niðurstöðu matsins má finna í kafla 9.

Niðurstaða mats á uppfyllingu markmiða

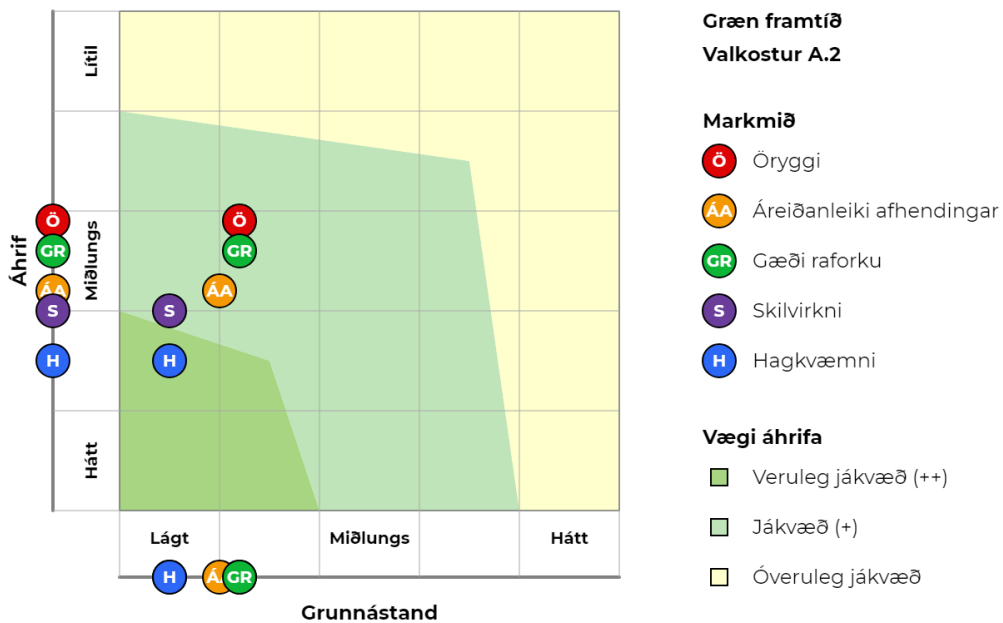
Öll fimm markmið eru teiknuð inn á sama graf. Staðsetning punkta er ákvörðuð eftir skurðpunkti grunnástands og áhrifa valkostsins á viðkomandi markmið.



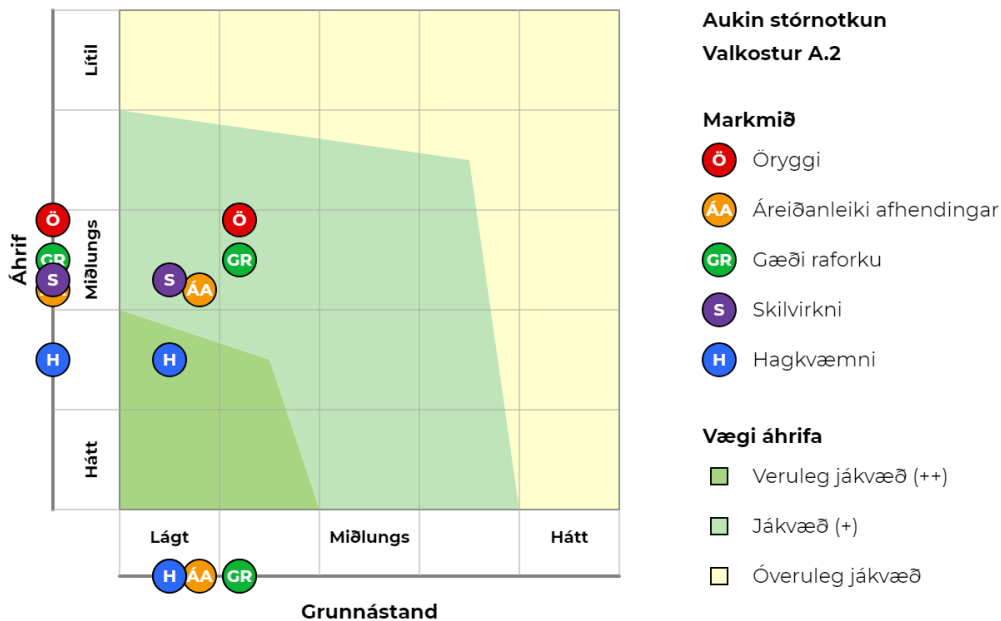
MYND 4-18: MAT Á MARKMIÐUM RAFORKULAGA FYRIR VALKOST A.2 OG SVIÐSMYNDINA HÆGAR FRAMFARIR



MYND 4-19: MAT Á MARKMIÐUM RAFORKULAGA FYRIR VALKOST A.2 OG SVIÐSMYNDINA *RAFORKUSPÁ*



MYND 4-20: MAT Á MARKMIÐUM RAFORKULAGA FYRIR VALKOST A.2 OG SVIÐSMYNDINA *GRÆN FRAMTÍÐ*



MYND 4-21 : MAT Á MARKMIÐUM RAFORKULAGA FYRIR VALKOST A.2 OG SVIÐSMYNDINA AUKIN STÓRNOTKUN

Myndir 4-18 til 4-21 sýna hvernig valkostur A.2 uppfyllir markmið raforkulaga. Í samanburði við valkost A.1 má sjá að valkostur A.2 kemur verr út þegar litið er á öryggi, skilvirkni og gæði raforku. Öryggi er metið lakara þar sem A.2 er með tvöfaldar tengingar á leiðinni milli Blöndu og Fljótsdals ásamt því að það gæti haft áhrif á stöðugleika í álagsþyngri sviðsmyndunum tveimur. Matsþættir gæða raforku eru allir að einhverju leyti metnir lægra fyrir A.2 en fyrir A.1 eftir því til hvaða sviðsmyndar er horft. Skilvirkni A.2 er lægri en A.1 vegna þess að hlutfallsleg flutningstöp eru hærri fyrir *Græna framtíð* og *Aukna stórnotkun*. Áreiðanleiki kemur svipaður út fyrir valkostina tvo þar sem útreiknað ótíltæki 220 kV lína er talsvert lægra en fyrir 132 kV línur og hafa þær því minna að segja varðandi þann matsþátt.

4.4.5 Samanburður A-valkosta

Öryggi

Sá valkostur meðal A-valkosta sem hefur mest jákvæð áhrif á öryggi er valkostur A.1-DC en niðurstaða matsins er þó svipuð fyrir A.1-DC, A.1 og A.1-J₅₀. Áhrif A.1-DC á öryggi eru rétt á mörkum þess að teljast verulega jákvæð fyrir sviðsmyndirnar *Græn framtíð* og *Aukin stórnotkun*. Ástæða þess er fyrst og fremst þau jákvæðu áhrif sem DC-tæknin hefur á stöðugleika kerfisins. Endastöðvar DC-tengingar virka eins og stýrð launafsvirki og bjóða slík virki upp á mikla möguleika í stöðugleikastýringu raforkukerfis. Lakasti valkosturinn þegar kemur að öryggi er A.2 þar sem hann skortir tvítengingu afhendingarstaða á núverandi byggðalínu sem hinir valkostirnir fela í sér. Allir A-valkostir hafa í för með sér mjög jákvæð áhrif á stöðugleika og náttúruvá.

Áreiðanleiki afhendingar

A.1 og A.1-J₅₀ koma best út þegar horft er til markmiðsins um áreiðanleika afhendingar en A.2 valkosturinn fylgir þó skammt á eftir. Jarðstrengir hafa hærra útreiknað ótíltæki en loftlínur vegna langs viðgerðartíma þeirra en jarðstrengshluti hálandistengingar í A.1-J₅₀. 50 km jarðstrengshlutinn hefur þó nægilega mikil útreiknuð áhrif á hálandistenginguna til þess að hafa áhrif til lækkunar á áreiðanleika fyrir valkostinn. A-valkostirnir hafa allir sambærileg jákvæð áhrif á flöskuhálsa, þó með eilítlum breytileika milli sviðsmynda og valkosta. A.1-DC hefur hvað best áhrif á flöskuhálsa í kerfinu vegna þess að flæði um DC-tengingar er fullkomlega stýranlegt og því hægt að hafa mikil áhrif á flæði um mögulega flöskuhálsa í meginflutningskerfinu. Loks er metið að A-valkostirnir hafi allir í meðallagi jákvæð áhrif á uppfyllingu áreiðanleikastuðla sem skilgreindir eru í reglugerð 1048/2004.

Gæði raforku

A valkostir hafa allir jákvæð áhrif á markmið um gæði raforku. Valkostir A.1 (A.1-J50) og A.1-DC koma afar svipaðir út í mati á gæðum raforku en A.2 er örlítið lakari. A.1-DC hefur mjög jákvæð áhrif á spennustýringarmöguleika í kerfinu en á móti vegur að DC-tenging leggur ekkert til skammhlaupsafls og þar með kerfisstyrks. Þann fyrirvara þarf þó að setja að hermilíkanið sem notað var við matið á valkostum gæti vanmetið áhrif DC tengingar á gæði raforku m.v. aðra valkosti, sérstaklega þegar kemur að aflsveiflum og afhendingarspennu. Því eru ákveðnar vísbendingar um að meðal A- valkosti sé A.1-DC bestur þegar kemur að gæðum raforku en matið hér leggur A.1 og A.1-DC nokkurn veginn að jöfnu.

Skilvirkni

A-valkostir hafa allir jákvæð áhrif á markmið um skilvirkni kerfisins. Þeir eru allir svipaðir þegar kemur að flutningstöpum. Vængir byggðalínunnar eru með A-valkostum tengdir með 132 kV línun sem hækkar töp að nokkru leyti en hálandistengingin léttir mikið á flutningi um þá. DC-tenging yfir hálandið er betur til þess fallin vegna stýranleika flutnings um hana en töp í endastöðvum DC-tengingar eru há og því kemur það á móti í samanburði flutningstapa milli A-valkostanna. Flutningsgeta kemur best út fyrir DC-kostinn en matið er mjög svipað fyrir alla kostina, miðlungs til hátt gildi. Nýting virkjana hefur hátt gildi jákvæðra áhrifa fyrir alla A-valkosti.

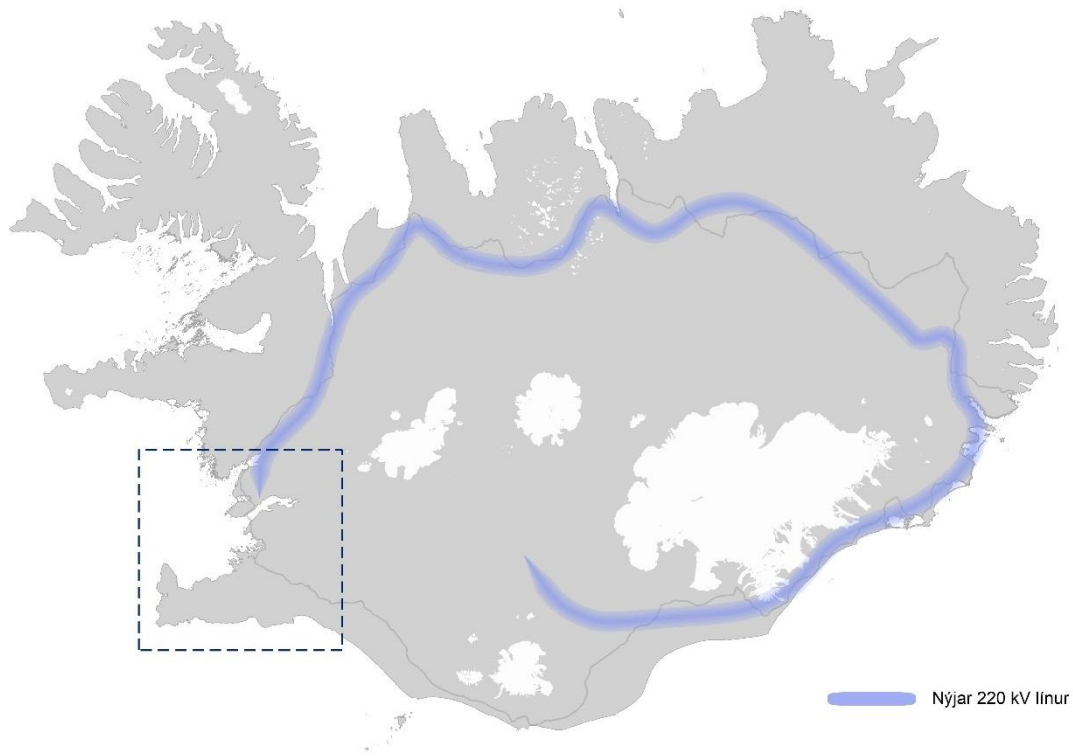
Hagkvæmni

Í ofangreindu mati er borinn saman endurgreiðslutími valkosta miðað við sviðsmyndirnar fjórar og er mynstur endurgreiðslutíma sambærilegt fyrir alla valkosti og sviðsmyndir með stöku undantekningum. Nánar er fjallað um hagrænan hluta mats á valkostum í kafla 4.6.

4.4.6 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 línun. 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 afhendingarstaði sem ekki verða tengdir beint við 220 kV kerfið. Framkvæmdir á SV-horninu eru þær sömu og í A-kostum, þ.e. þær fjórar línuleiðir sem tengjast höfuðborgarsvæðinu og lýst er í kafla 4.4.1.



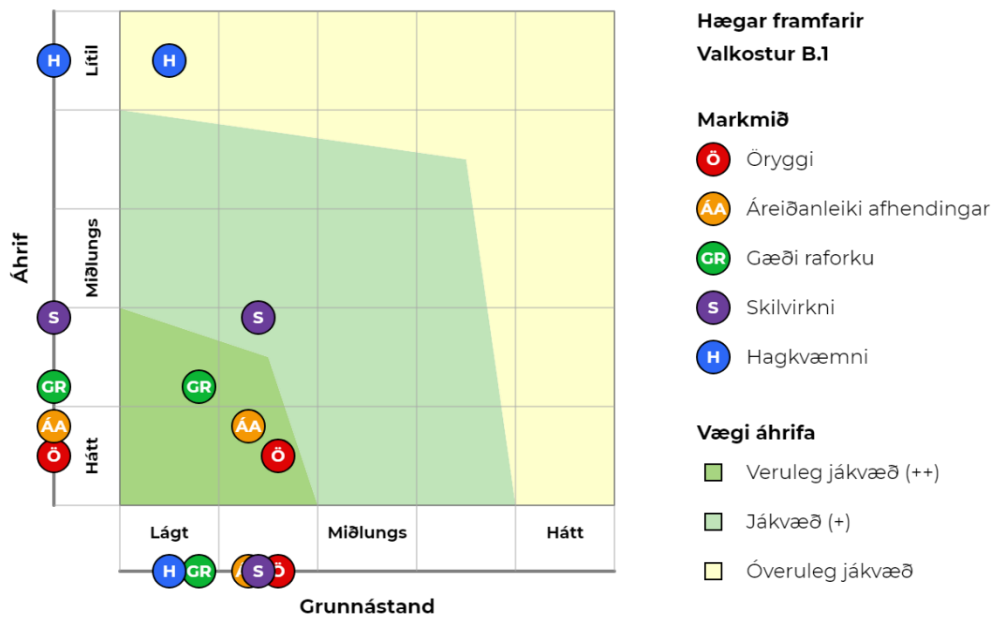
MYND 4-22 : VALKOSTUR B.1

Markmið raforkulaga

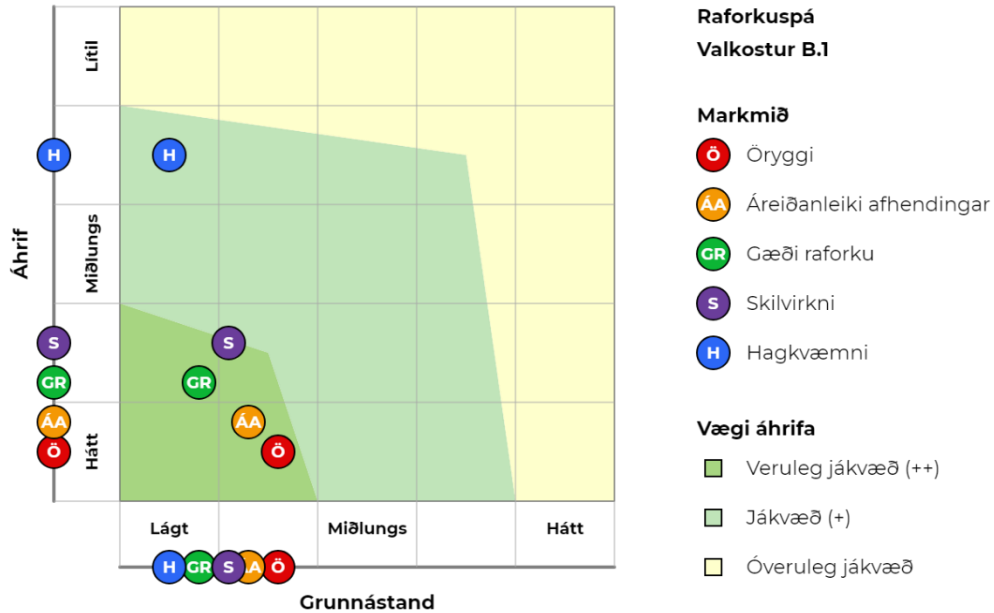
Framkvæmt hefur verið mat á því hvernig valkosturinn uppfyllir markmið raforkulaga. Tölur með niðurstöðu matsins má finna í kafla 9.

Niðurstaða mats á uppfyllingu markmiða

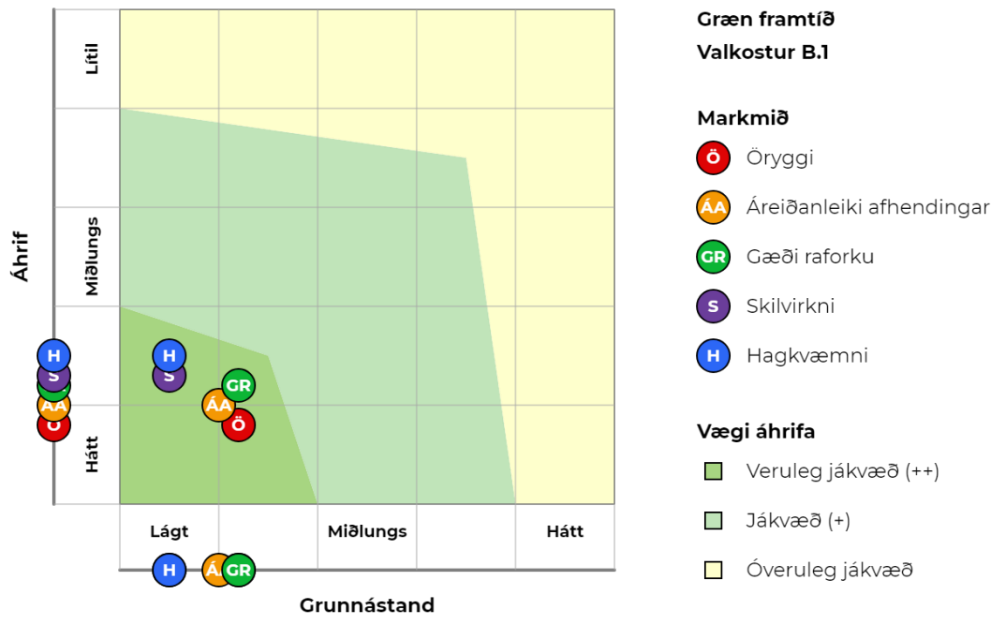
Öll fimm markmið eru teiknuð inn á sama graf. Staðsetning punkta er ákvörðuð eftir skurðpunkti grunnástands og áhrifa valkostsins á viðkomandi markmið.



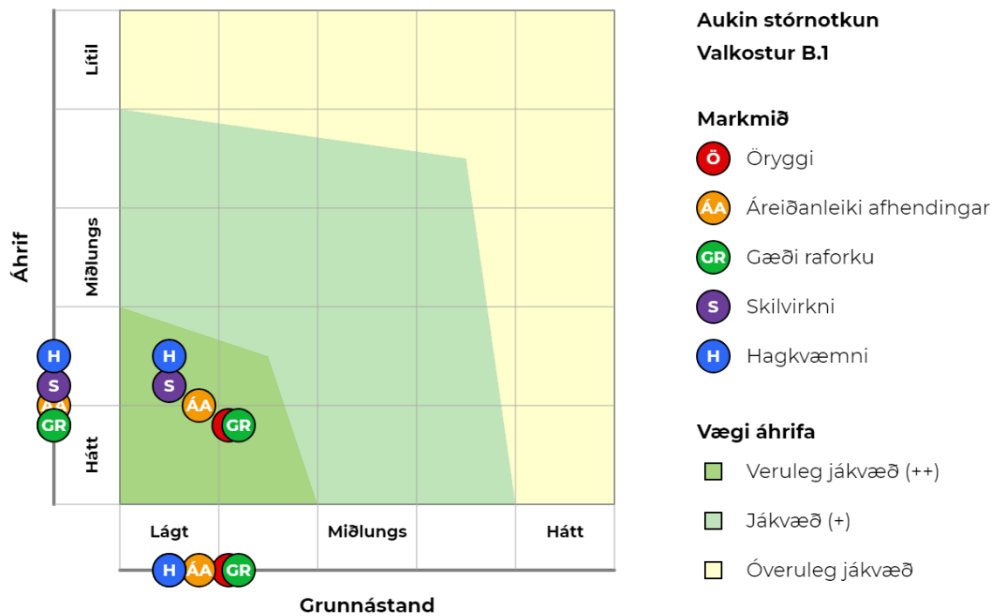
MYND 4-23: MAT Á MARKMIÐUM RAFORKULAGA FYRIR VALKOST B.1 OG SVIÐSMYNDINA HÆGAR FRAMFARIR



MYND 4-24: MAT Á MARKMIÐUM RAFORKULAGA FYRIR VALKOST B.1 OG SVIÐSMYNDINA RAFORKUSPÁ



MYND 4-25: MAT Á MARKMIÐUM RAFORKULAGA FYRIR VALKOST B.1 OG SVIÐSMYNDINA GRÆN FRAMTÍÐ

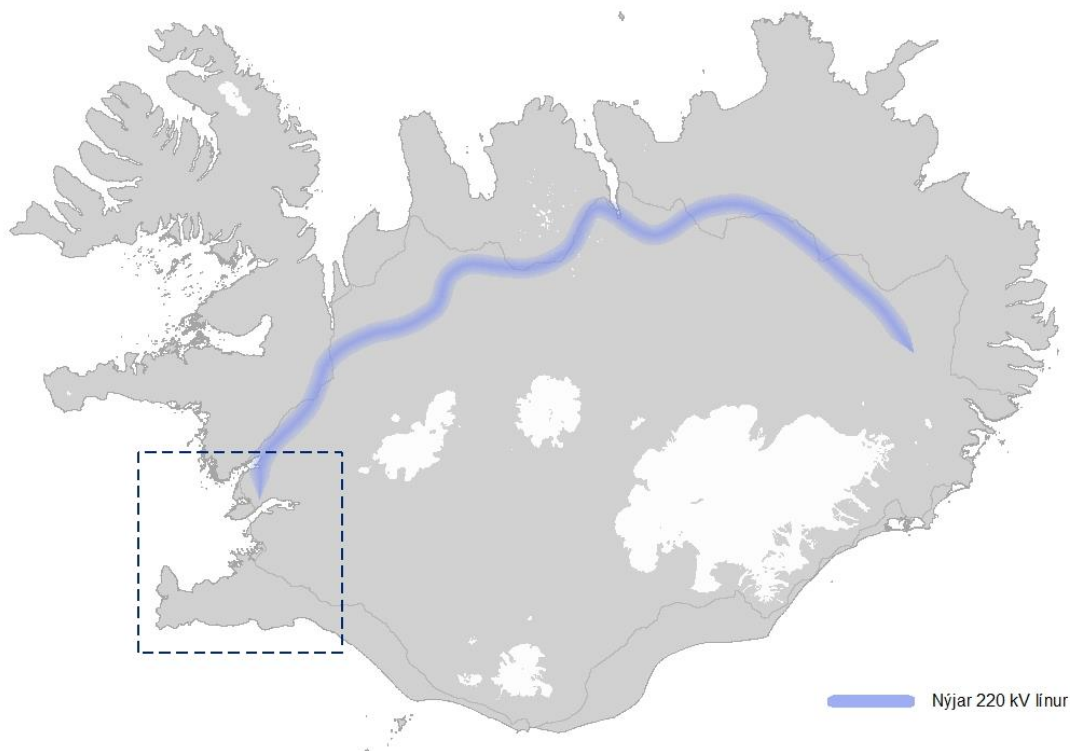


MYND 4-26 : MAT Á MARKMIÐUM RAFORKULAGA FYRIR VALKOST B.1 OG SVIÐSMYNDINA AUKIN STÓRNOTKUN

Mynd 4-23 til 4-26 sýna hvernig valkostur B.1 uppfyllir raforkulög m.v. allar fjórar sviðsmyndir. Áhrif á hagkvæmni fyrir sviðsmyndir *Hægar framfarir* og *Raforkuspá* eru metin lítil og nokkur samanborið við töluverð áhrif fyrir sviðsmyndir *Græn framtíð* og *Aukin stórnotkun*. Áhrif á skilvirkni eru verulega jákvæð fyrir sviðsmyndirnar *Græn framtíð* og *Aukin stórnotkun* og er það vegna betri hlutfallslegra flutningstapa en fyrir aðrar sviðsmyndir. Áhrif á öryggi og gæði raforku eru metin jákvæð fyrir allar sviðsmyndir. Áhrif *Áreiðanleika* eru metin verulega jákvæð fyrir allar sviðsmyndir og telja þar helst hátt metin áhrif á flöskuhálsa.

Valkostur B.2 – 220 kV nýbygging Brennimelur – Fljótsdalur

Valkostur B.2 felur í sér nýbyggingu flutningslína frá Brennimelur að Fljótsdal. Gert er ráð fyrir því að nýjar flutningslínur frá Brennimelur að Fljótsdal séu 220 kV línur sem reknar eru samhliða núverandi 132 kV byggðalínu. Núverandi flutningslínur myndu þjóna þeim afhendingarstöðum sem ekki tengjast beint 220 kV kerfinu. Valkostur B.2 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.



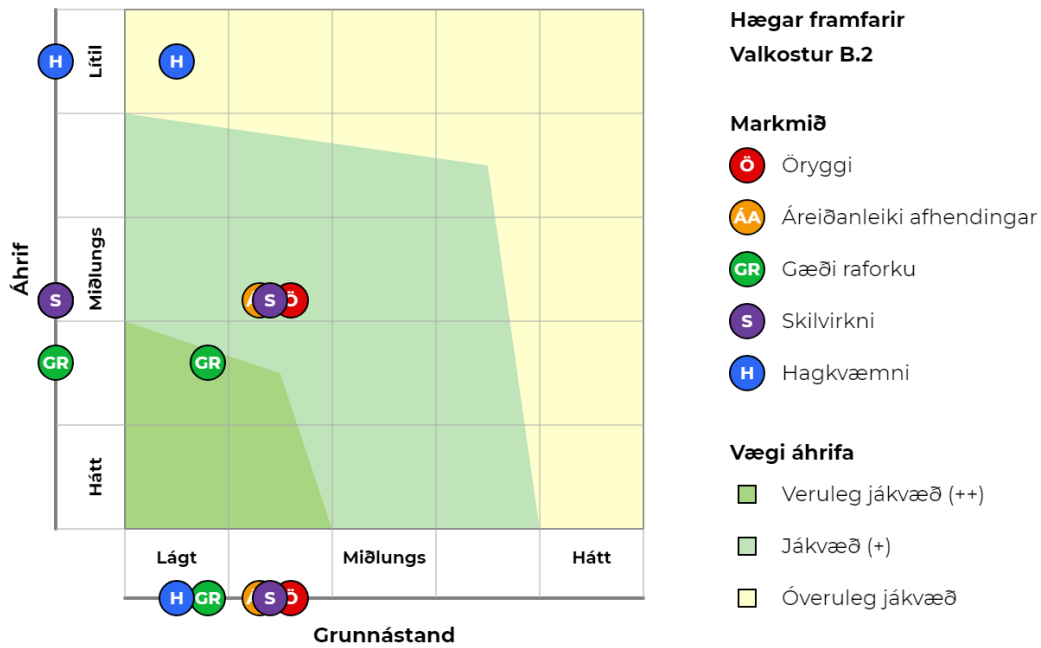
MYND 4-27 : VALKOSTUR B.2

Markmið raforkulaga

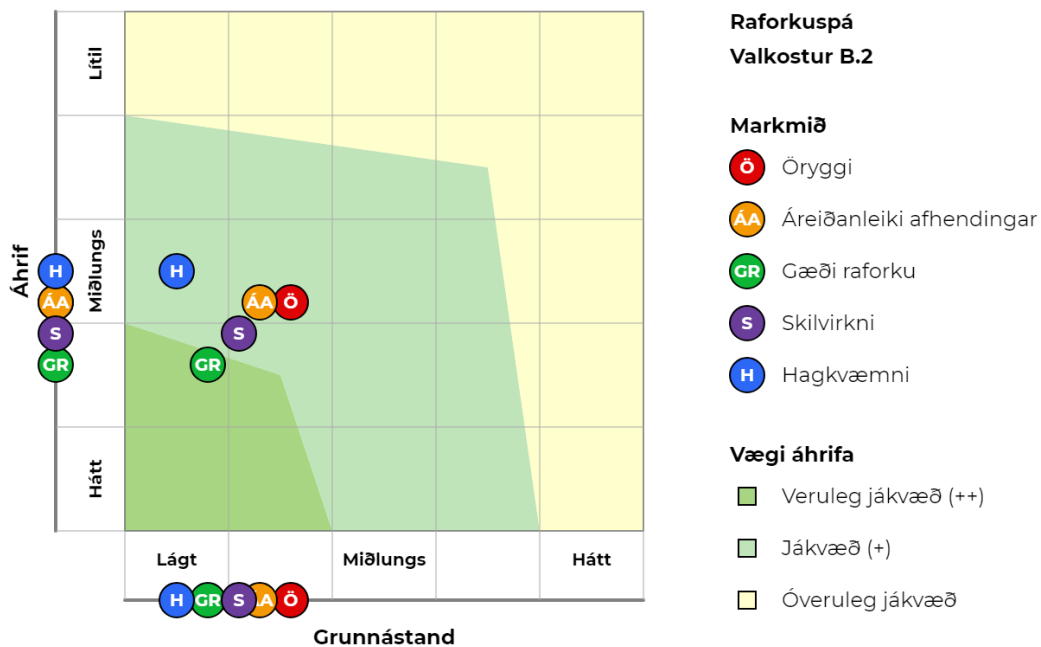
Framkvæmt hefur verið mat á því hvernig valkosturinn uppfyllir markmið raforkulaga. Tölur með niðurstöðu matsins má finna í kafla 9.

Niðurstaða mats á uppfyllingu markmiða

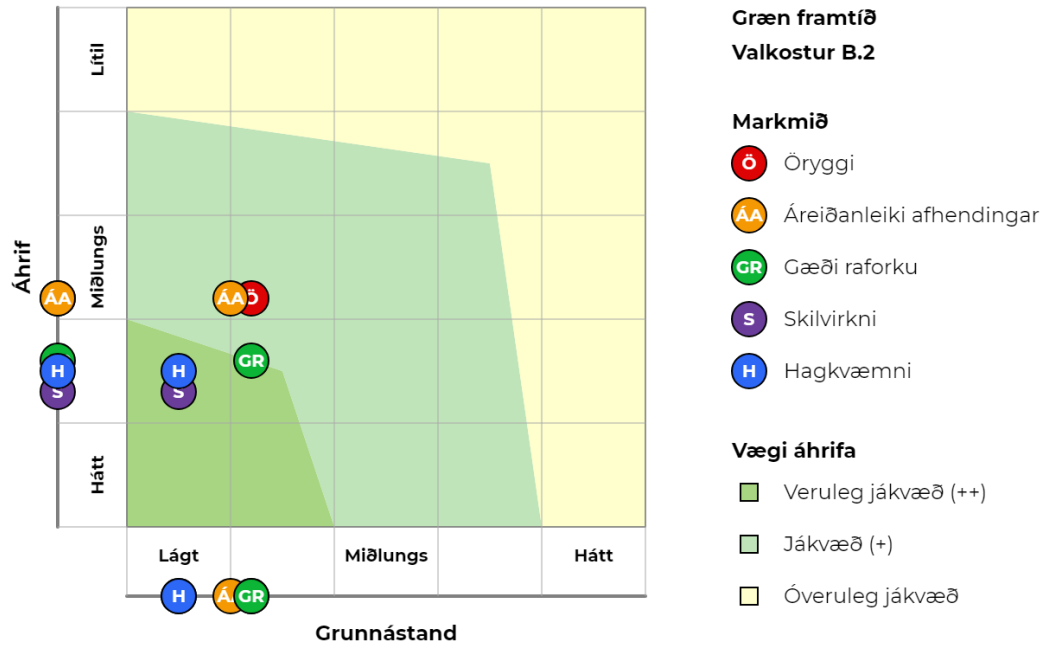
Öll fimm markmið eru teiknuð inn á sama graf. Staðsetning punkta er ákvörðuð eftir skurðpunkti grunnástands og áhrifa valkostsins á viðkomandi markmið.



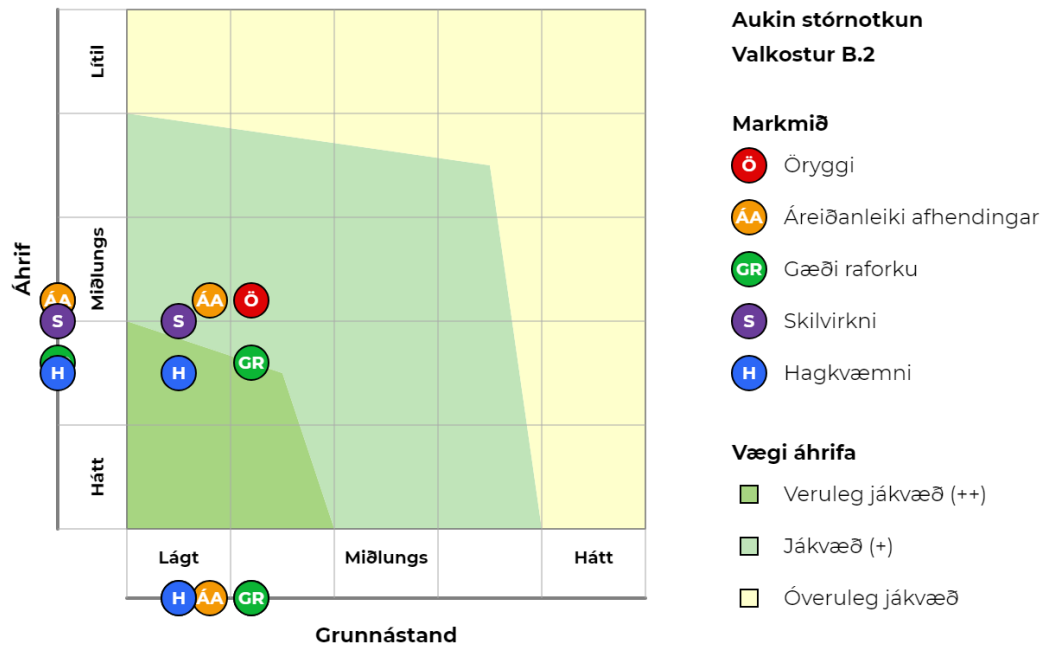
MYND 4-28: MAT Á MARKMIÐUM RAFORKULAGA FYRIR VALKOST B.2 OG SVIÐSMYNDINA HÆGAR FRAMFARIR



MYND 4-29: MAT Á MARKMIÐUM RAFORKULAGA FYRIR VALKOST B.2 OG SVIÐSMYNDINA RAFORKUSPÁ



MYND 4-30: MAT Á MARKMIÐUM RAFORKULAGA FYRIR VALKOST B.2 OG SVIÐSMYNDINA GRÆN FRAMTÍÐ

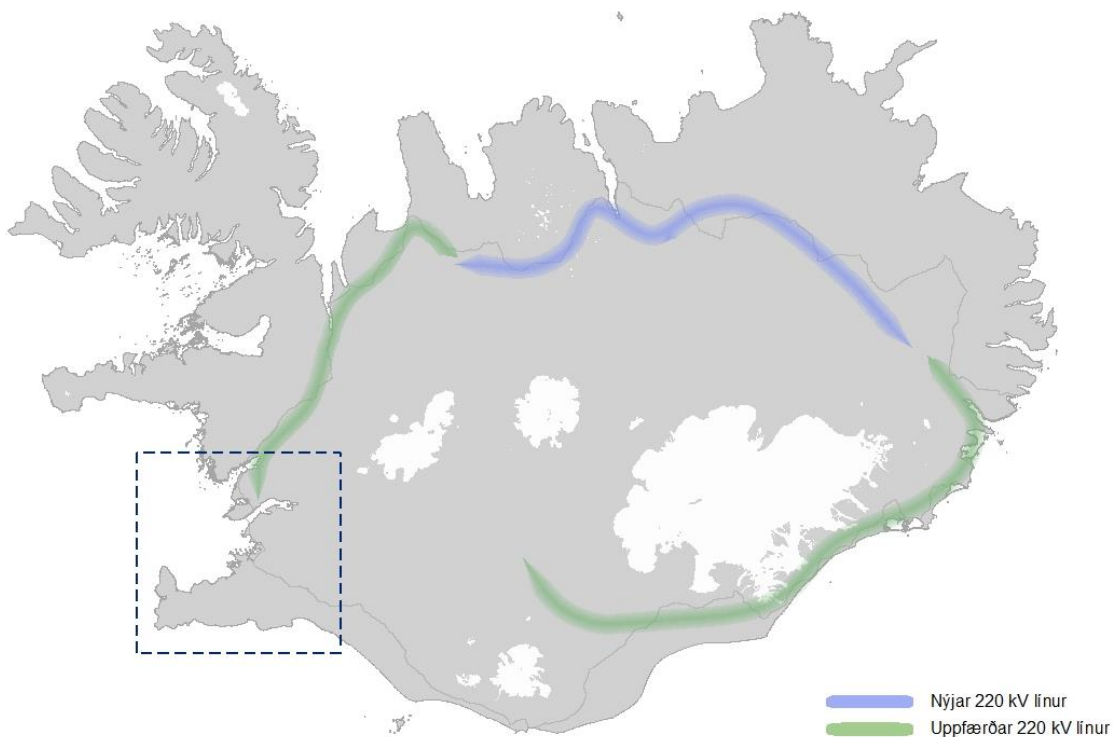


MYND 4-31: MAT Á MARKMIÐUM RAFORKULAGA FYRIR VALKOST B.2 OG SVIÐSMYNDINA AUKIN STÓRNOTKUN

*Mynd 4-28 til Mynd 4-31 sýna hvernig valkostur B.2 uppfyllir raforkulög m.v. allar fjórar sviðsmyndir. Áhrif á hagkvæmni fyrir sviðsmyndina *Hægar framfarir* eru metin lítil vegna langs endurgreiðslutíma framkvæmdar samanborið við miðlungs og töluverð fyrir aðrar sviðsmyndir. Áhrif á skilvirkni eru metin miðlungs eða töluverð fyrir allar sviðsmyndir þar sem flutningsgeta og nýting virkjana eykst í öllum tilfellum. Áhrif á öryggi og gæði raforku eru metin jákvæð fyrir allar sviðsmyndir. Áhrif *Áreiðanleika* eru metin miðlungs eða verulega jákvæð fyrir allar sviðsmyndir þar sem framkvæmdin hefur þau áhrif að flöskuhálsum fækkar í meginflutningskerfinu.*

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 vængjum³ kerfisins. Gert er ráð fyrir að núverandi 132 kV byggðalínur á vængjum verði rifnar að framkvæmd lokinni. Eins og fyrir aðra valkosti inniheldur valkosturinn framkvæmdir við fjórar línuleiðir á SV-horninu.



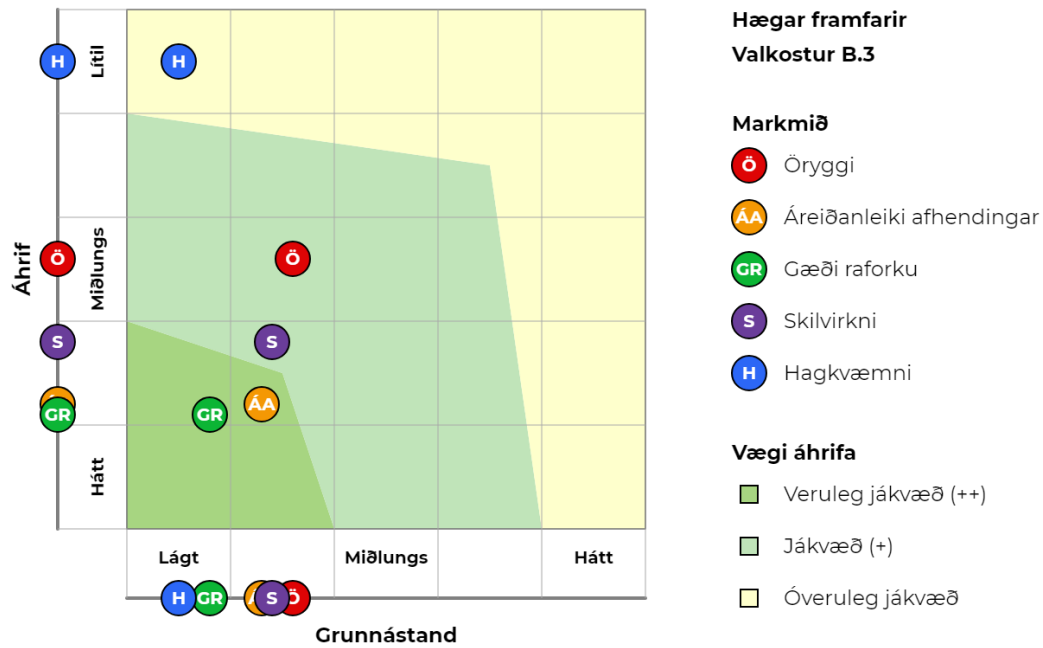
MYND 4-32 : VALKOSTUR B.3

Markmið raforkulaga

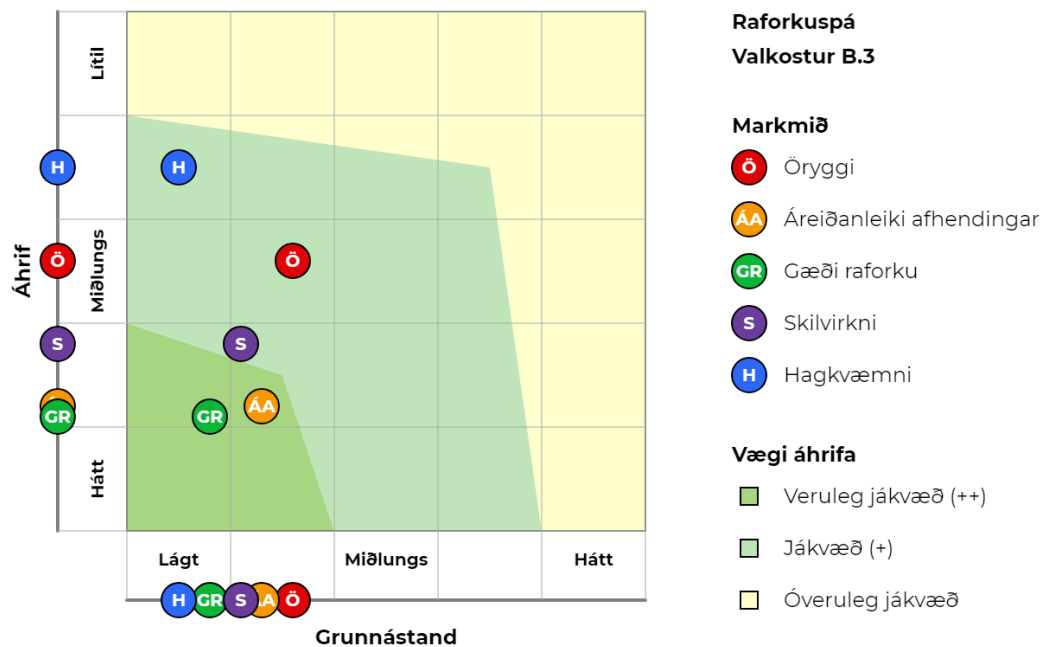
Framkvæmt hefur verið mat á því hvernig valkosturinn uppfyllir markmið raforkulaga. Töflur með niðurstöðu matsins má finna í kafla 9.

Niðurstaða mats á uppfyllingu markmiða

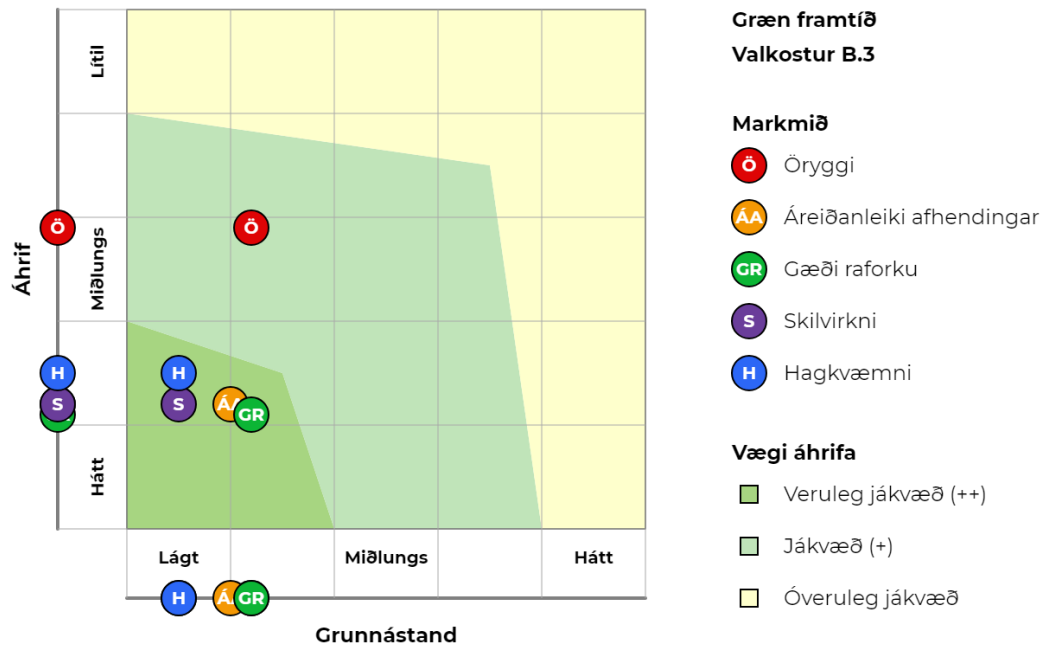
Öll fimm markmið eru teiknuð inn á sama graf. Staðsetning punkta er ákvörðuð eftir skurðpunkti grunnástands og áhrifa valkosti á viðkomandi markmið.



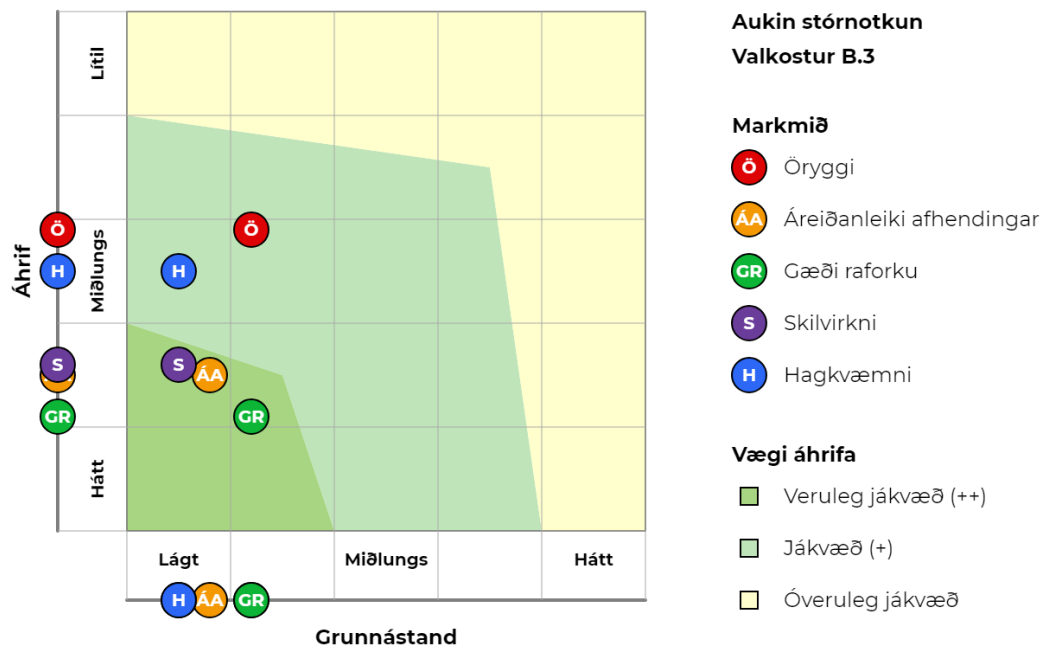
MYND 4-33: MAT Á MARKMIÐUM RAFORKULAGA FYRIR VALKOST B.3 OG SVIÐSMYNDINA HÆGAR FRAMFARIR



MYND 4-34: MAT Á MARKMIÐUM RAFORKULAGA FYRIR VALKOST B.3 OG SVIÐSMYNDINA RAFORKUSPÁ



MYND 4-35: MAT Á MARKMIÐUM RAFORKULAGA FYRIR VALKOST B.3 OG SVIÐSMYNDINA GRÆN FRAMTÍÐ

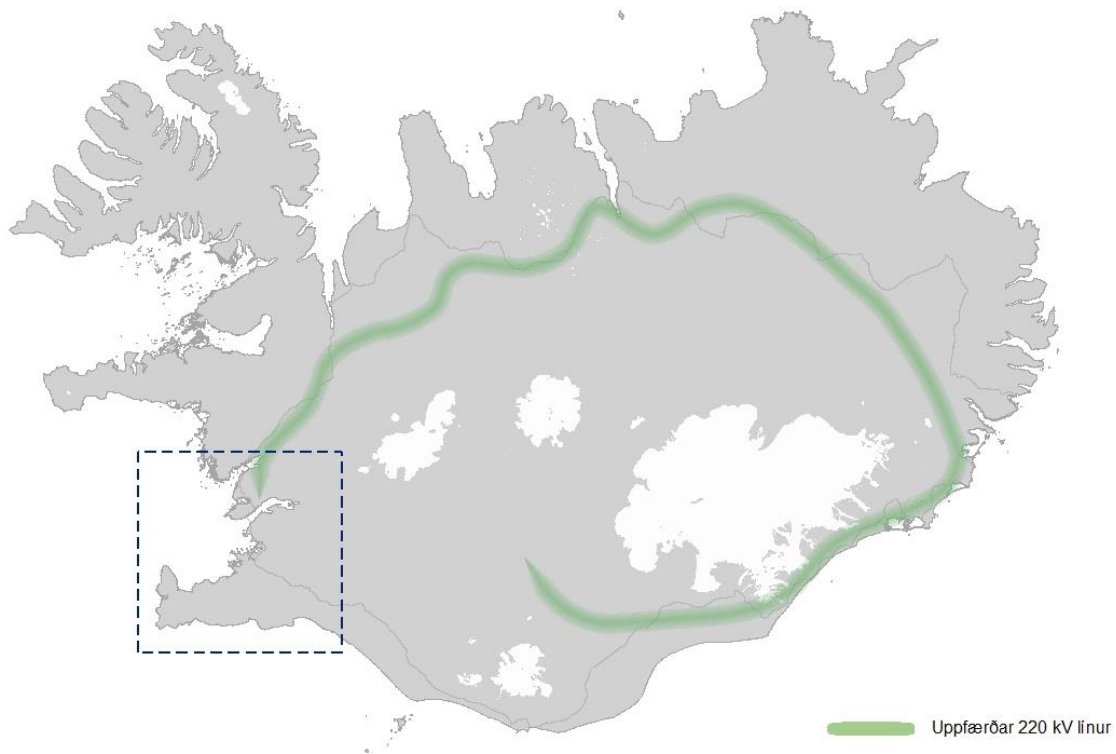


MYND 4-36: MAT Á MARKMIÐUM RAFORKULAGA FYRIR VALKOST B.3 OG SVIÐSMYNDINA AUKIN STÓRNOTKUN

*Mynd 4-33 til Mynd 4-36 sýna hvernig valkostur B.3 uppfyllir raforkulög m.v. allar fjórar sviðsmyndir. Áhrif á hagkvæmni fyrir sviðsmyndina *Hægar framfarir* og *Raforkuspá* eru metin lítil og nokkur vegna langs endurgreiðslutíma framkvæmdar samanborið við miðlungs og töluverð fyrir aðrar sviðsmyndir. Áhrif á skilvirkni eru metin töluverð fyrir allar sviðsmyndir þar sem flutningsgeta og nýting virkjana eykst í öllum tilfellum. Áhrif á öryggi eru metin miðlungs þar sem einföld útleysing getur valdið óstöðugleika í kerfinu. Áhrif á gæði raforku eru í öllum tilfellum metin töluverð þar sem framkvæmdirnar hafa mjög jákvæð áhrif á gæði raforku til afhendingarstaða. Áhrif *Áreiðanleika* eru metin verulega jákvæð fyrir allar sviðsmyndir þar sem framkvæmdin hefur þau áhrif að flöskuhálsum fækkar í meginflutningskerfinu.*

Valkostur B.4 – 220 kV endurbygging byggðalínu

Valkostur B.4 felur í sér endurbyggingu á allri núverandi byggðalínu þar sem reistar verða 220 kV línur og núverandi 132 kV tréstaurlínur rifnar. Flutningsgeta mun aukast umtalsvert og afhendingaröryggi aukast þar sem truflanir á 220 kV flutningslínunum eru mun fátíðari en á 132 kV flutningslínunum. Stöðugleiki kerfisins mun aukast nokkuð en samt sem áður er byggðalínuhringurinn einfaldur og því líkur á óstöðugleika við einfalda línuútleysingu.



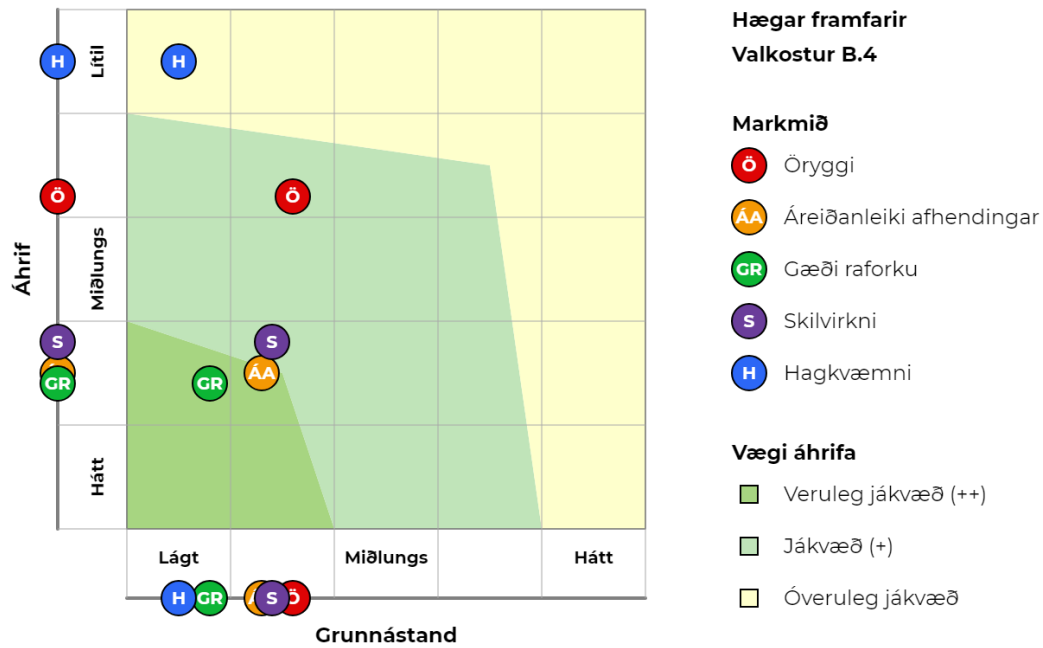
MYND 4-37 : VALKOSTUR B.4

Markmið raforkulaga

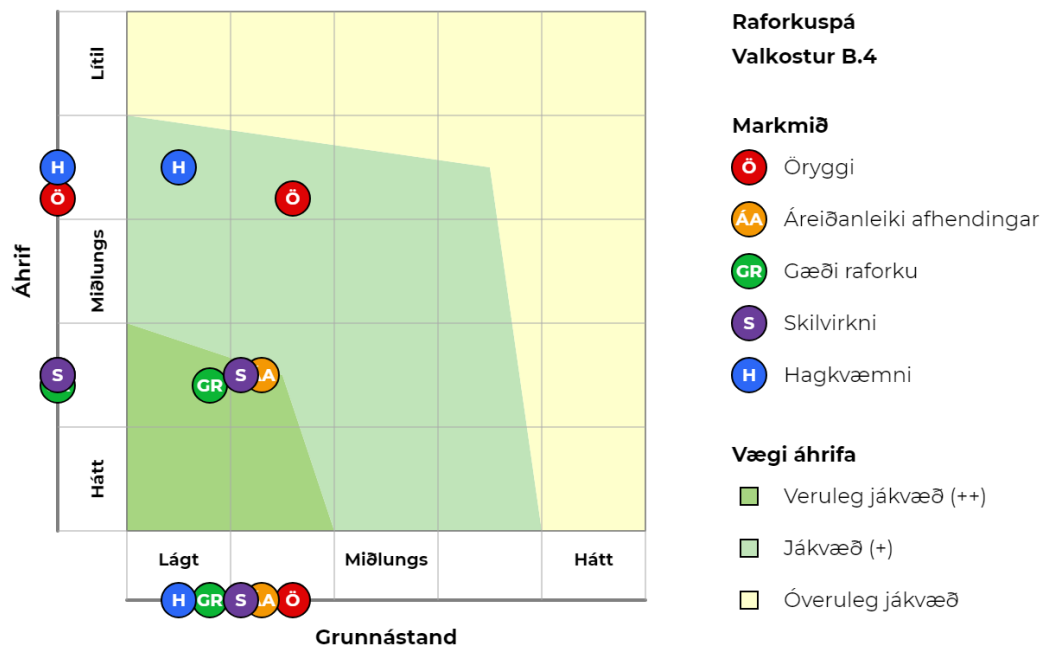
Framkvæmt hefur verið mat á því hvernig valkosturinn uppfyllir markmið raforkulaga. Tölur með niðurstöðu matsins má finna í kafla 9.

Niðurstaða mats á uppfyllingu markmiða

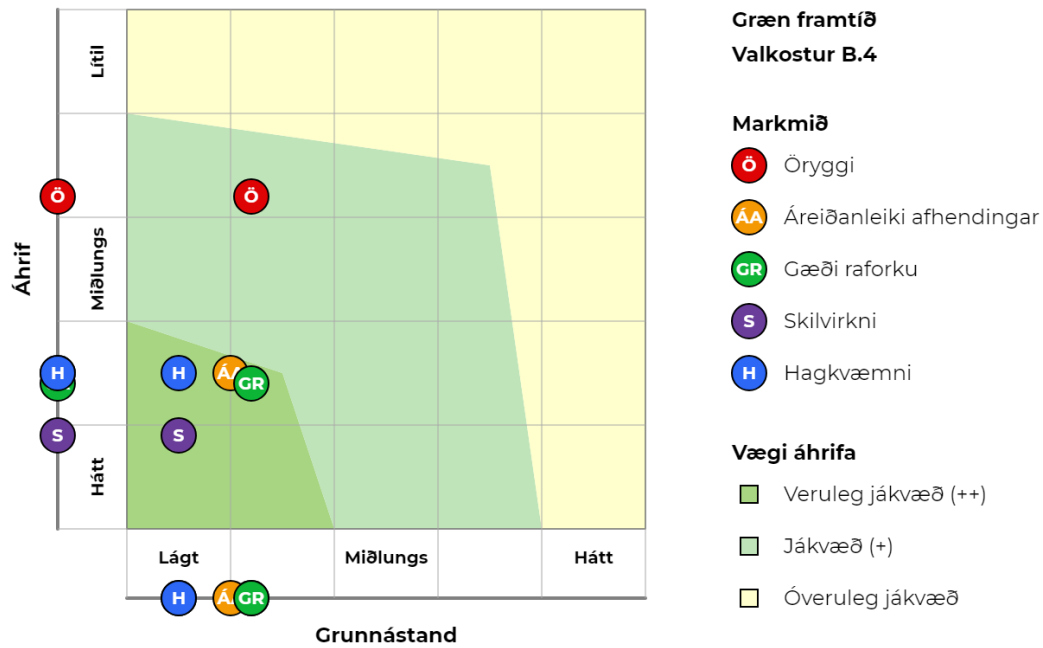
Öll fimm markmið eru teiknuð inn á sama graf. Staðsetning punkta er ákvörðuð eftir skurðpunkti grunnástands og áhrifa valkostsins á viðkomandi markmið.



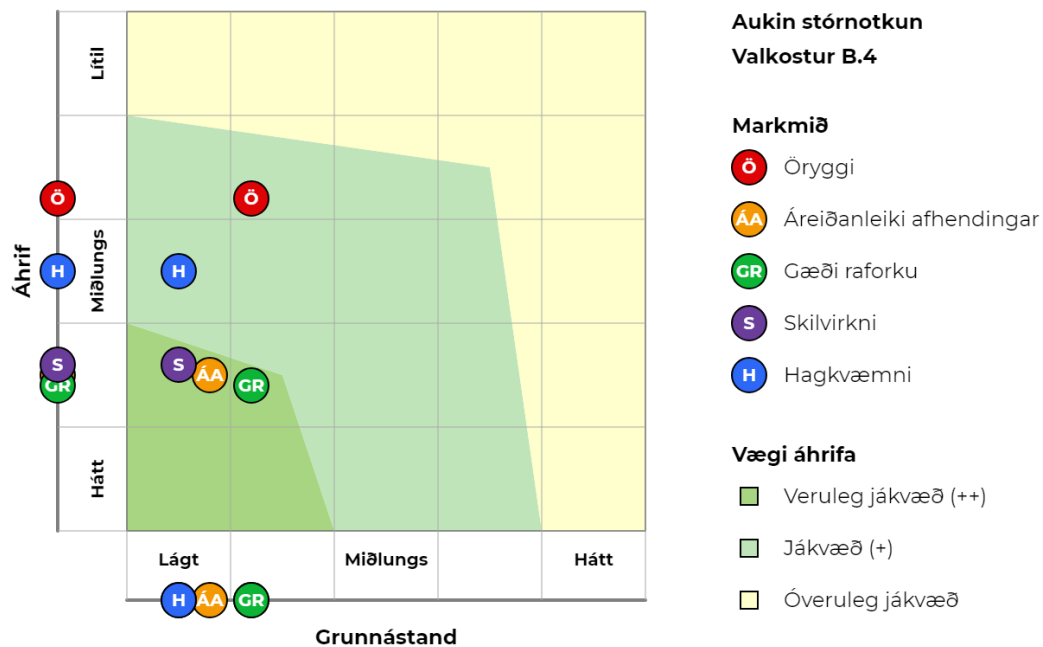
MYND 4-38: MAT Á MARKMIÐUM RAFORKULAGA FYRIR VALKOST B.4 OG SVIÐSMYNDINA HÆGAR FRAMFARIR



MYND 4-39: MAT Á MARKMIÐUM RAFORKULAGA FYRIR VALKOST B.4 OG SVIÐSMYNDINA RAFORKUSPÁ



MYND 4-40: MAT Á MARKMIÐUM RAFORKULAGA FYRIR VALKOST B.4 OG SVIÐSMYNDINA GRÆN FRAMTÍÐ



MYND 4-41: MAT Á MARKMIÐUM RAFORKULAGA FYRIR VALKOST B.4 OG SVIÐSMYNDINA AUKIN STÓRNOTKUN

Mynd 4-38 til Mynd 4-41 sýna hvernig valkostur B.4 uppfyllir raforkulög m.v. allar fjórar sviðsmyndir. Áhrif á hagkvæmni fyrir sviðsmyndina *Hægar framfarir* og *Raforkuspá* eru metin lítil og nokkur vegna langs endurgreiðslutíma framkvæmdar samanborið við miðlungs og töluverð fyrir aðrar sviðsmyndir. Áhrif á skilvirkni eru metin töluverð fyrir allar sviðsmyndir þar sem flutningsgeta og nýting virkjana eykst í öllum tilfellum. Áhrif á öryggi eru metin miðlungs þar sem einföld útleysing getur valdið óstöðugleika í kerfinu. Áhrif á gæði raforku eru í öllum tilfellum metin töluverð þar sem framkvæmdirnar hafa mjög jákvæð áhrif á gæði raforku til afhendingarstaða. Áhrif *Áreiðanleika* eru metin verulega jákvæð fyrir allar sviðsmyndir þar sem framkvæmdin hefur þau áhrif að flöskuhálsum fækkar í meginflutningskerfinu.

4.4.7 Samanburður B-valkosta

Öryggi

Áhrif styrkinga/valkosta á öryggi er töluvert mismunandi milli valkosta og skorar valkostur B.1 hæst hvað öryggi varðar og valkostur B.4 skorar lægst. Valkostur B.1 tvítengir langflesta afhendingarstaði á byggðalínunni, þ.e. með núverandi 132 kV línunum ásamt 220 kV tengingu. Valkostur B.4 gengur út á að endurbyggja núverandi línur og rífa 132 kV línur og því verður byggðalínuhringurinn áfram einfaldur. Stöðugleiki flutningskerfisins er metinn hæstur fyrir valkost B.1 og lægstur fyrir valkost B.4 og er ástæðan sú að valkostur B.1 tvítengir flesta afhendingarstaði á byggðalínunni. Allir B-valkostir hafa í för með sér mjög jákvæð áhrif á stöðugleika og náttúruvá.

Áreiðanleiki afhendingar

Valkostur B.1 kemur best út þegar horft er til áreiðanleika afhendingar en engu að síður sýna niðurstöður greininga að áhrif valkosta á áreiðanleika afhendingar eru töluverð í öllum tilfellum. Áreiðanleiki afhendingar er metinn lægstur fyrir valkost B.2 og er ástæða þess sú að kerfisstyrkingin nær aðeins frá tengivirkinu í Brennimel að Fljótsdal en ekki um suðurvæng kerfisins, þ.e. frá Sigölduvirkjun að Fljótsdal. Ein krítísk bilun í einingu getur því haft áhrif á öryggi kerfisins.

Gæði raforku

Allir valkostir hafa jákvæð áhrif á markmið um gæði raforku og sýna niðurstöður greininga að áhrif styrkinga/valkosta á gæði raforku eru töluverð í öllum tilfellum. Skammhlaupsafl afhendingarstaða á byggðalínunni eykst töluvert, minnst í sviðsmyndinni *Hægar framfarir* og mest í *Aukin stóriðja*. Skammhlaupsafl hækkar eftir því sem fleiri virkjanir tengjast flutningskerfinu. Gæði raforku eru metin lægt fyrir valkost B.2 og er ástæða þess sú að meiri líkur eru á afl- og spennusveiflum í kerfinu þar sem kerfisstyrkingin nær aðeins frá tengivirkinu í Brennimel að Fljótsdal og því engar styrkingar á suðurvæng kerfisins, þ.e. frá Sigölduvirkjun að Fljótsdal.

Skilvirkni

Niðurstöður sýna að skilvirkni er um eða yfir meðallagi fyrir alla valkosti B. Heilt yfir minnka flutningstöp í kerfinu, flutningsgeta milli landshluta eykst umtalsvert og möguleikar opnast fyrir betri nýtingu virkjana. Skilvirkni er metin hæst fyrir valkost B.1 og lægst fyrir valkost B.2 og er ástæða þess sú að valkosturinn er sá eini án samtengingar milli landshluta og því minna svigrúm fyrir aflflutning milli landshluta.

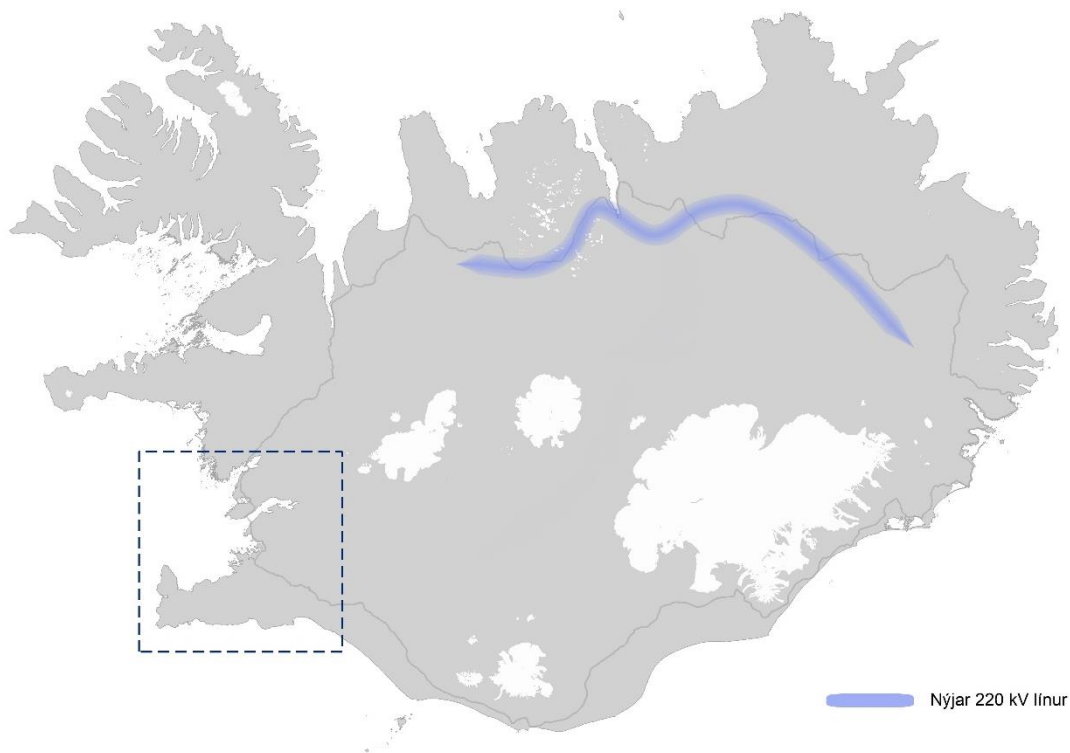
Hagkvæmni

Ákveðið mynstur er í áhrifum hagkvæmni milli sviðsmynda og valkosta. Í öllum tilfellum eru áhrif hagkvæmni lítil fyrir sviðsmyndina *Hægar framfarir* og er meginástæðan sú að endurgreiðslutími framkvæmdanna er langur þar sem álag er lágt og lítið flæði eftir nýjum línunum. Hagkvæmnin er hæst í þeim sviðsmyndum þar sem álag er hátt og mikið aflflæði milli landshluta, þ.e. *Græn framtíð* og *Aukin stórnotkun* og er endurgreiðslutími framkvæmdanna töluvert styttri en fyrir sviðsmyndina *Hægar framfarir*.

4.4.8 Valkostur án samtengingar – C

Valkostur C.1 – Lykilfjárfestingar eingöngu

Valkostur C.1 er lagður fram í þeim tilgangi að leggja mat á eiginleika kerfisins, bæði í tæknilegu tilliti og efnahagslegu, ef landshlutar eru ekki samtengdir. Þá yrði kerfið í raun rekið sem tvær sterkar eyjar með veikum tengingum sín á milli. Þessi kostur inniheldur eingöngu þær sjö lykilfjárfestingar í meginflutningskerfinu sem eru hluti af 10 ára langtímaáætlun. Helsti ókostur við valkostinn er að hann hefur lítil áhrif í þá átt að bæta stöðugleika kerfisins auk þess sem hann býður ekki upp á getu til þess að flytja afl á milli landshluta umfram það sem mögulegt er í núverandi kerfi.



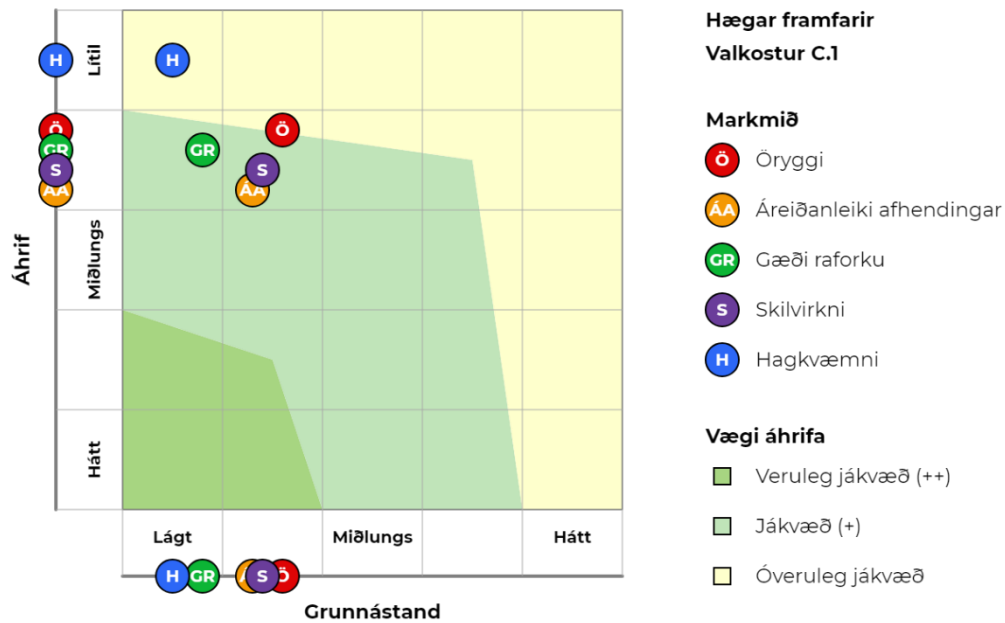
MYND 4-42: VALKOSTUR C.1

Markmið raforkulaga

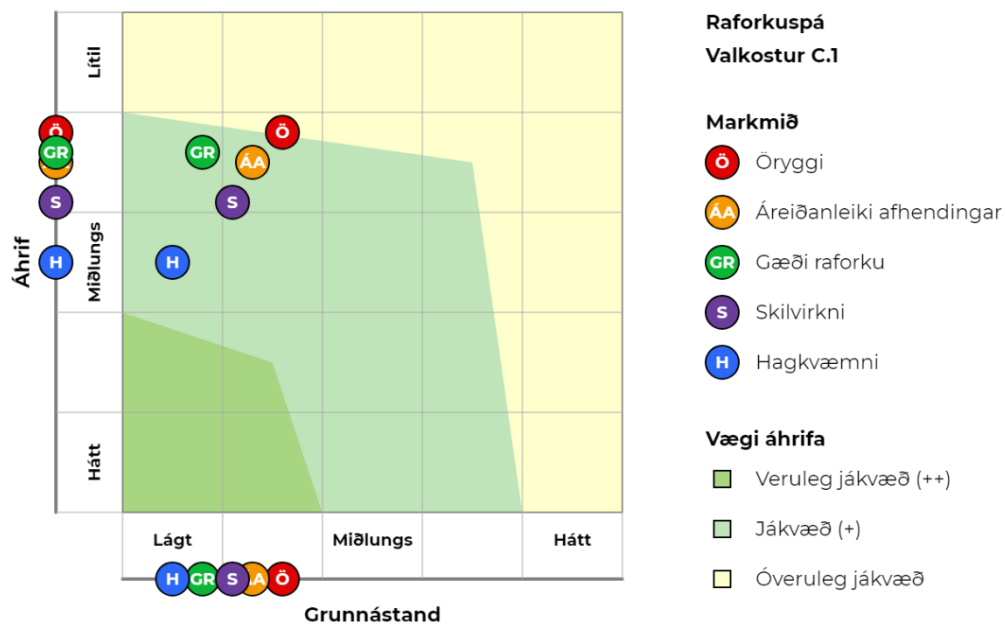
Framkvæmt er mat á því hvernig valkostur C.1 uppfyllir þau markmið sem sett eru fram í raforkulögum. Töflur með niðurstöðu matsins má finna í kafla 9.

Niðurstaða mats á uppfyllingu markmiða

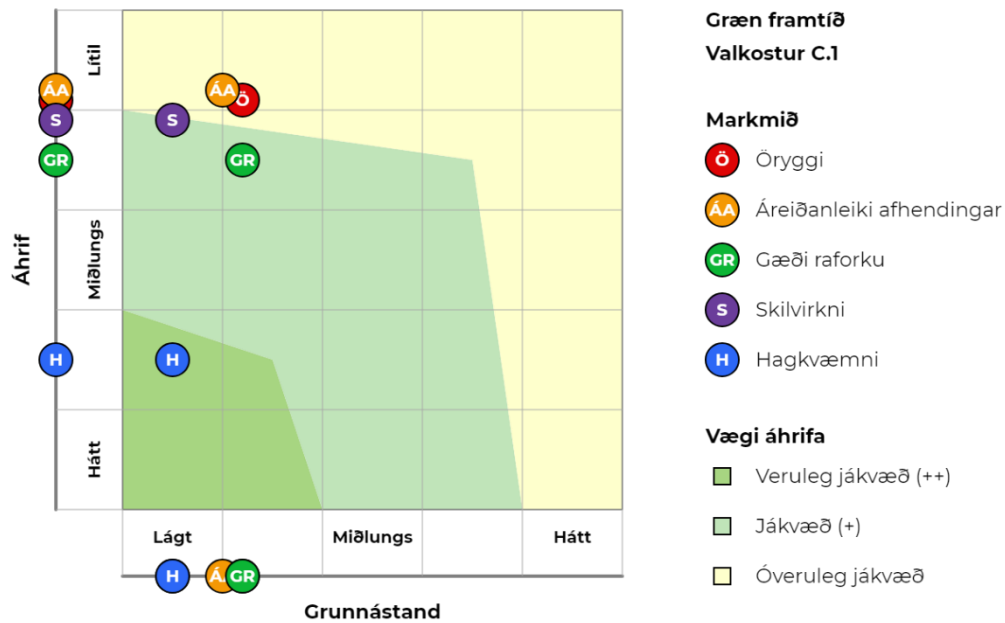
Öll fimm markmið eru teiknuð inn á sama graf. Staðsetning punkta er ákvörðuð eftir skurðpunkti grunnástands og áhrifa valkostsins á viðkomandi markmið.



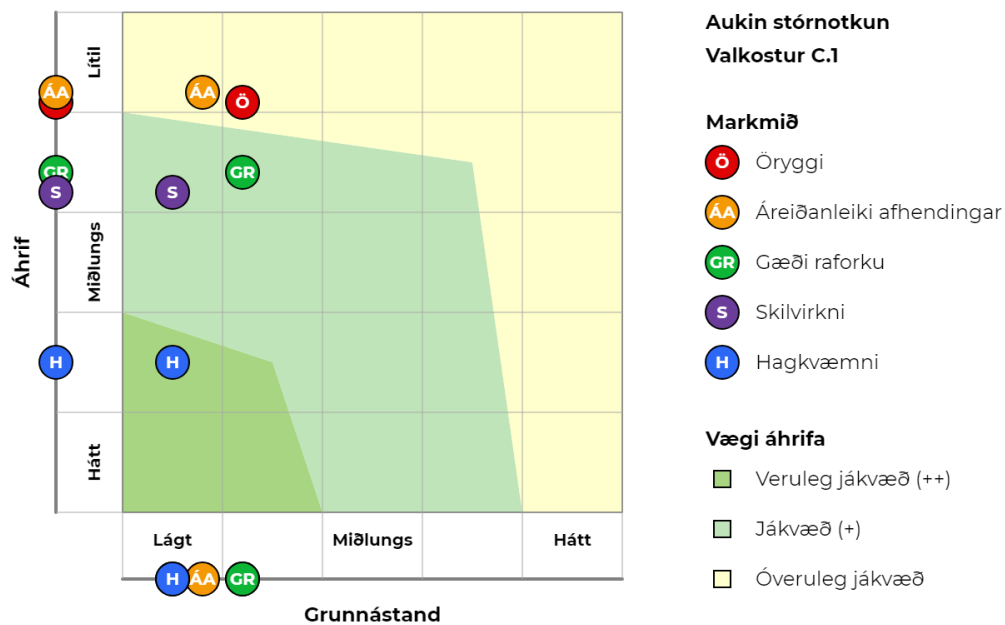
MYND 4-43: MAT Á MARKMIÐUM RAFORKULAGA FYRIR VALKOST C.1 OG SVIÐSMYNDINA HÆGAR FRAMFARIR



MYND 4-44: MAT Á MARKMIÐUM RAFORKULAGA FYRIR VALKOST C.1 OG SVIÐSMYNDINA RAFORKUSPÁ



MYND 4-45: MAT Á MARKMIÐUM RAFORKULAGA FYRIR VALKOST C.1 OG SVIÐSMYNDINA GRÆN FRAMTÍÐ

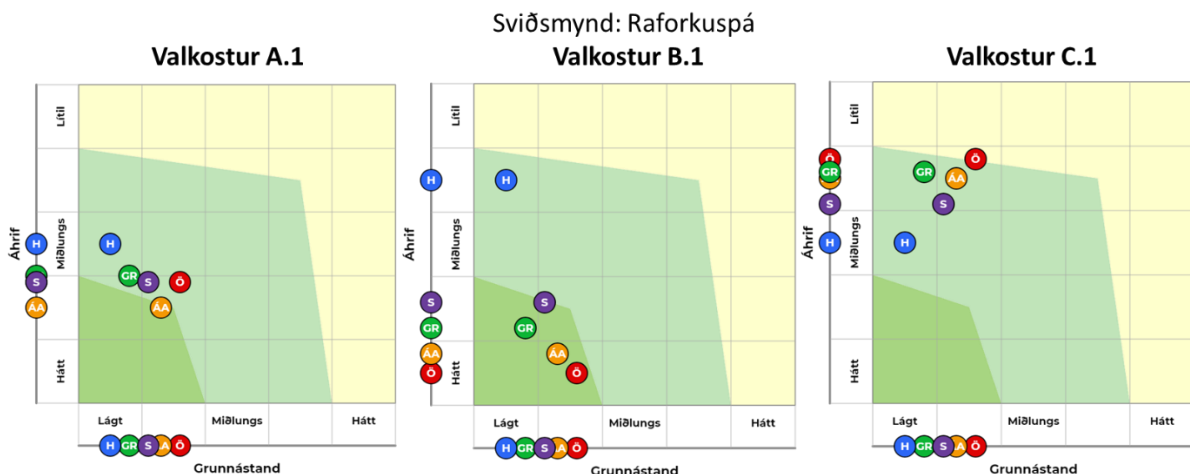


MYND 4-46 : MAT Á MARKMIÐUM RAFORKULAGA FYRIR VALKOST C.1 OG SVIÐSMYNDINA AUKIN STÓRNOTKUN

Myndir 4-43 til 4-46 sýna hvernig valkostur C.1 uppfyllir markmið raforkulaga. Best er að bera valkost C.1 saman við þá valkosti sem gera ráð fyrir samtengingu milli landshluta til viðbótar, þ.e. A.1⁶ og B.2. Í fyrsta lagi er niðurstaða mats fyrir öryggi óveruleg jákvæð áhrif fyrir allar sviðsmyndir með valkosti C.1 samanborið við jákvæð áhrif fyrir A.1 og B.2 og er munurinn nokkuð mikill. Ástæðan er að C.1 bætir lítið úr stöðugleika og veikar línur liggja um áhrifsvæði náttúruvár. Auk þess eru minni jákvæð áhrif á tvítengingu afhendingarstaða. Áhrif á áreiðanleika afhendingar eru einnig óveruleg jákvæð fyrir sviðsmyndirnar *Græn framtíð* og *Aukin stórnotkun* þar sem þau voru jákvæð í hinum tveimur. Veruleg jákvæð áhrif á áreiðanleika fyrir A.1 í *Hægar framfarir* og *Raforkuspá* eru töluvert lægri fyrir C.1 og eru nú á mörkum jákvæðra og óverulegra jákvæðra. Þar munar mest um ótíltæki 132 kV lína á vængjum byggðalínu og viðvarandi áhrif flöskuhálsa í C.1. Jákvæð áhrif á gæði raforku eru einnig töluvert minni fyrir C.1, sérstaklega miðað við valkost B.2 sem hefur í för með sér jákvæð til verulega jákvæð áhrif á gæði raforku. Þar munar sérstaklega um áframhaldandi áhrif af aflsveiflum og minni jákvæð áhrif á afhendingarspennu og kerfisstyrk. C.1 kemur einnig töluvert verr út í skilvirknimarkmiðinu en þar munar mikið um lægri flutningsgetu til afhendingarstaða og talsvert hærri hlutfallsleg flutningstöp en fyrir samanburðarvalkostina.

4.4.9 Samantekt valkostagreiningar

Ef horft er til valkosta C.1 sem útgangspunkts í samanburði allra valkosta má sjá tæknilegt mikilvægi þess að samtengja landsvæði til viðbótar við svæðisbundnar styrkingar á suðvesturhorninu og Norðausturlandi. A-valkostir og valkostur B.1 búa yfir samtengingum norður- og suðurhluta meginflutningskerfisins umfram C.1 og þarf ekki annað en að horfa á matsmyndir þessara valkosta saman til þess að sjá áhrif samtengingar.

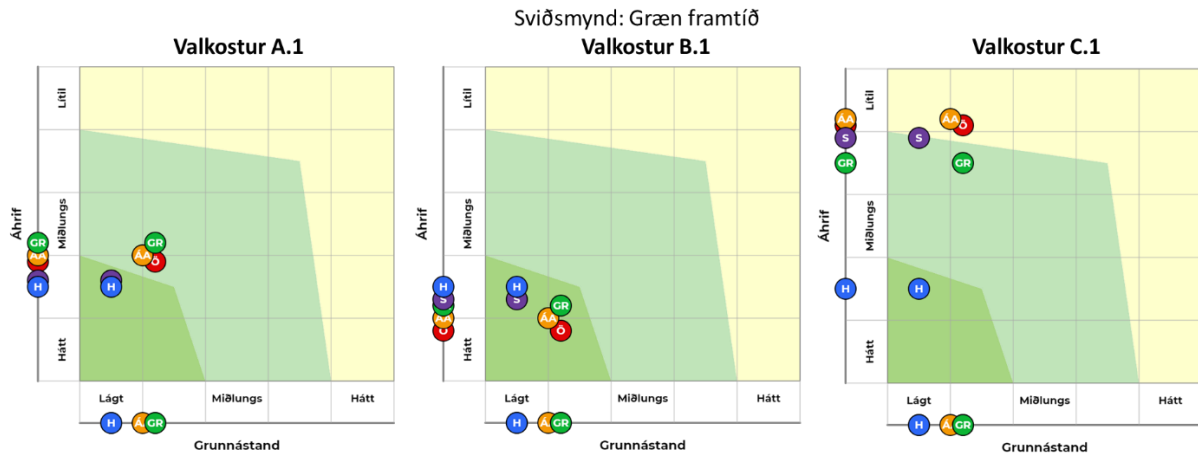


MYND 4-47: SAMANBURÐUR Á UPPFILLINGU MARKMIÐA RAFORKULAGA FYRIR VALKOSTI A.1, B.1 OG C.1 OG SVIÐSMYND RAFORKUSPÁ

Munurinn á valkosti C.1 og valkostum með samtengingu milli landshluta verður ennþá meiri eftir því sem horft er til stærri sviðsmyndanna *Græn framtíð* og *Aukin stórnotkun* en þá er t.d. mat á áhrifum á

⁶ Gert er ráð fyrir að A.1 og A.1-J₅₀ séu algjörlega tæknilega sambærilegir kostir m.v. umfjöllun um A.1-J₅₀ í kafla 4.4.4 og hámarkslengdir jarðstrengslagna í kafla 4.5

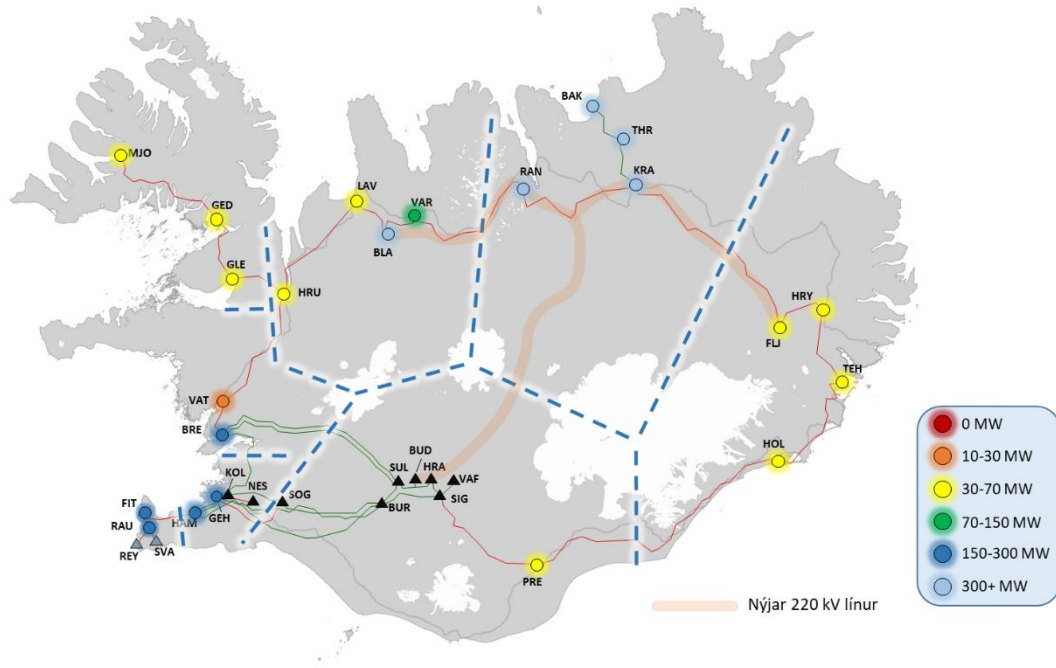
markmiðin um öryggi og áreiðanleika afhendingar komið í óverulega jákvæð. Hér að neðan má sjá hvernig matið lítur út fyrir *Græna framtíð*.



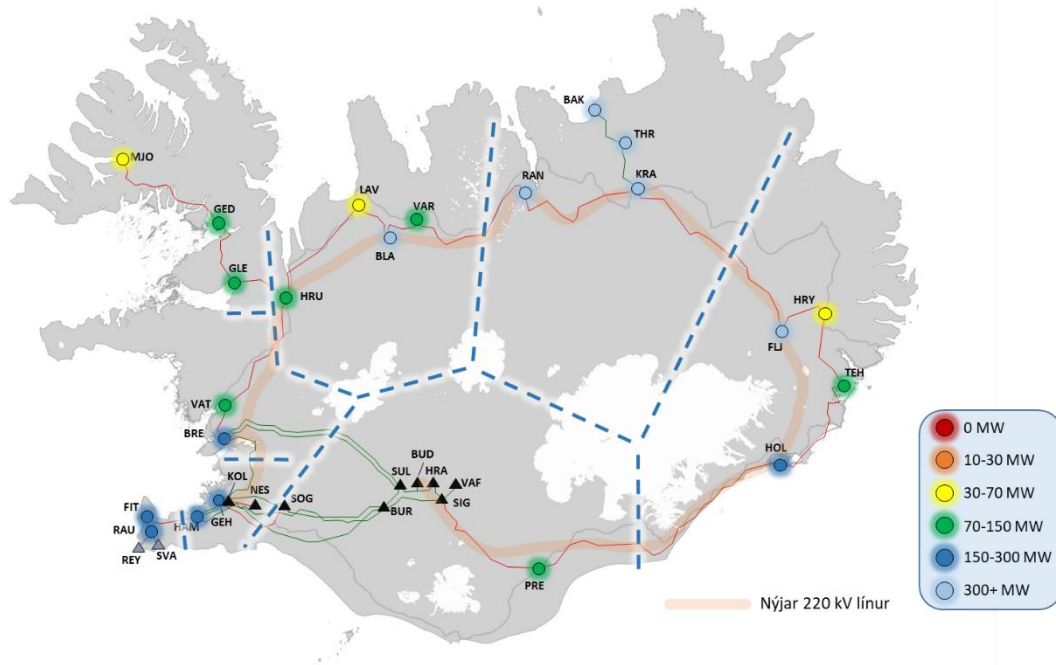
MYND 4-48: SAMANBURÐUR Á UPPFYLINGU MARKMIÐA RAFORKULAGA FYRIR VALKOSTI A.1, B.1 OG C.1

Besti valkosturinn tæknilega er B.1 en fyrir allar sviðsmyndir eru áhrif á markmiðin um öryggi, áreiðanleika afhendingar og gæði raforku metin verulega jákvæð. Hins vegar má sjá í meðfylgjandi umhverfisskýrslu (og samantekt í kafla 4.7) að valkosturinn hefur í för með sér mestu neikvæðu umhverfisáhrifin. Einnig má sjá á samanburði niðurstöðu umhverfismats og kerfisáætlunar að þeir valkostir sem hafa í för með sér minnst neikvæð umhverfisáhrif eru heilt yfir lökustu valkostirnir tæknilega. Mikilvægt er þó að velja leið til að tengja saman landshluta með sem bestri niðurstöðu tæknilega, umhverfislega og fjárhagslega. Nánari umfjöllun um hagrænan samanburð samtengingarmöguleika má finna í kafla 7.

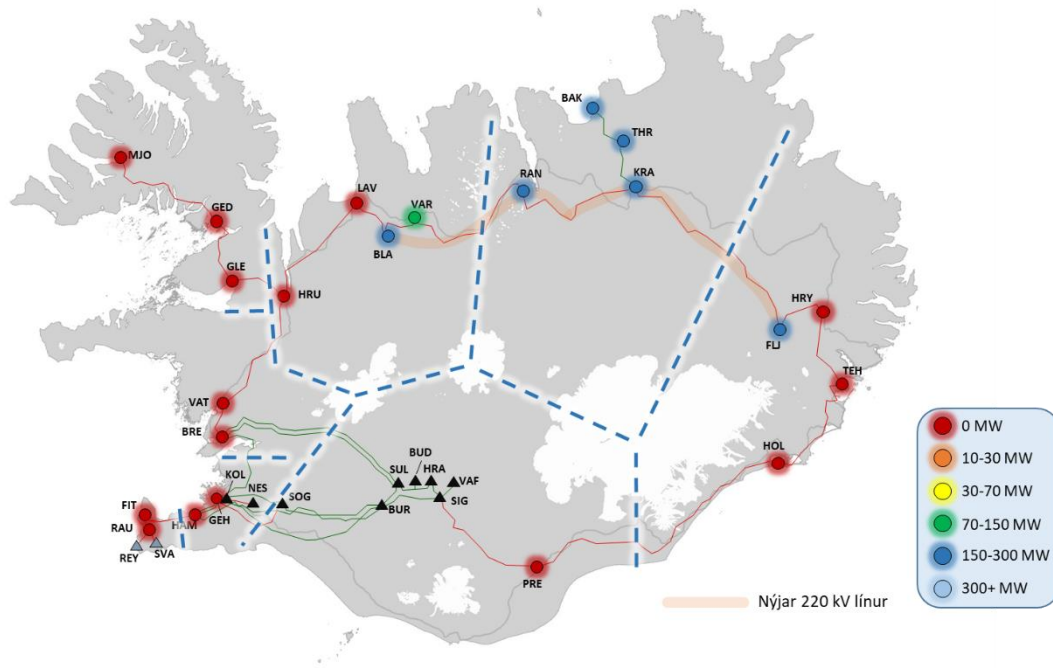
Hér að neðan má sjá samanburð á flutningsgetu afhendingarstaða **árið 2050** í meginflutningskerfinu miðað við valkosti A.1, B.1 og C.1 og sviðmynd *Græna framtíð*.



MYND 4-49: FLUTNINGSGETA TIL AFHENDINGARSTAÐA Í MEGINFLUTNINGSKERFINU FYRIR VALKOST A.1 OG GRÆNA FRAMTÍÐ



MYND 4-50: FLUTNINGSGETA TIL AFHENDINGARSTAÐA Í MEGINFLUTNINGSKERFINU FYRIR VALKOST B.1 OG GRÆNA FRAMTÍÐ



MYND 4-51: FLUTNINGSGETA TIL AFHENDINGARSTAÐA Í MEGINFLUTNINGSKERFINU FYRIR VALKOST C.1 OG GRÆNA FRAMTÍÐ

Á myndum 4-49 til 4-51 má sjá samanburð á flutningsgetu til afhendingarstaða meginflutningskerfisins skv. sviðsmyndinni Græn framtíð. Sjá má að afhendingargetu á höfuðborgarsvæðinu batnar mikið með A.1 og B.1 en aftur móti við lykilmjálfræðingum batnar ástandið í kringum höfuðborgina ekkert. C.1 bætir afhendingargetu svæðibundið á Norður- og Norðausturlandi en áhrif valkostsins ná ekki víðar en það. Nóg er að bera saman myndirnar fyrir A.1 og C.1 til þess að sjá áhrif einnar samtengingar. Valkostur B.1 sem tengir saman landsvæði með tveimur tengingum bætir svo flutningsgetu meginflutningskerfisins enn frekar.

4.5 Mögulegar jarðstrengslagnir í línuleiðum valkosta

Tæknilegar takmarkanir eru á hlutfalli jarðstrengja í flutningskerfinu. Jarðstrengir framleiða launafli sem getur valdið spennuhækkun í kerfinu og þar með vandræðum við rekstur þess og því er takmarkað hversu hátt hlutfall af raflínum er hægt að leggja sem jarðstrengi. Þetta hlutfall er m.a. háð rekstrarspennu línunnar, því hærra spennustig því meiri er launafli framleiðsla 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 launafliinnspýting jarðstrengja getur valdið. Ólíkur styrkur kerfisins milli landsvæða er meginástæða þess að svigrúm til jarðstrengslagna er mismunandi. Þar sem kerfið er sterkt er meira rými til þess heldur en þar sem styrkurinn er lítill.

Í stefnu stjórnvalda um lagningu raflína segir að meginreglan í meginflutningskerfi raforku sé að notast við loftlínur, nema annað sé talið hagkvæmara eða æskilegra m.a. frá tæknilegum atriðum eða umhverfis- eða öryggissjónarmiðum. Með tilliti til umhverfis- og öryggissjónarmiða skuli í hverju tilviki

fyrir sig meta hvort rétt sé að nota jarðstrengi á viðkomandi línuleið eða afmörkuðum köflum hennar á grundvelli viðmiða sem tíunduð eru í stefnunni.

4.5.1 Umfang jarðstrengslagna í meginflutningskerfinu á Norðurlandi

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

Í skilgreindum aðalvalkosti vegna Kröflulínu 3 er um að ræða loftlínu alla leið, en framlagður aðalvalkostur Hólasandslínu 3 gerir ráð fyrir um 10 km löngum jarðstreng í Eyjafirði. Í ljósi þessa er hámarks lengd mögulegs jarðstrengs í Blöndulínu 3 á milli 3 og 5 km.

Jarðstrengir í núverandi 132 kV kerfi

Eins og fram kemur hér að framan hafa jarðstrengslagnir á mismunandi spennustigum innan sama svæðis áhrif hver á aðra. Jarðstrengslagnir í meginflutningskerfinu, með 220 kV 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 loftlínukerfi.

4.5.2 Umfang jarðstrengslagna á Suðvesturlandi

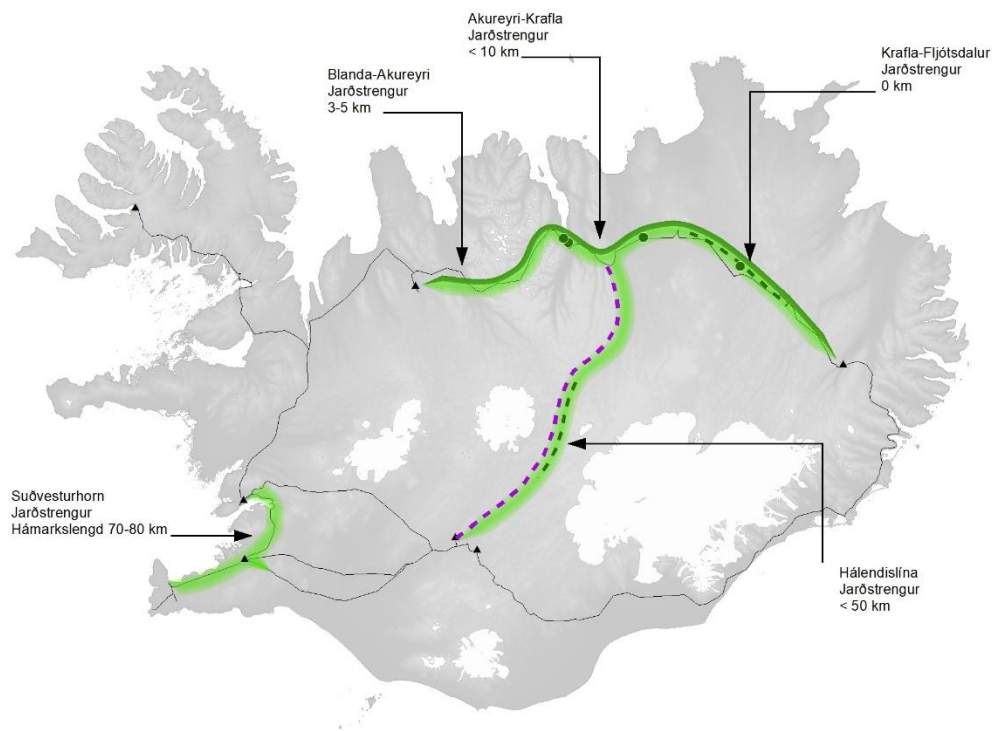
Sterkasti hluti flutningskerfisins er á suðvesturhorninu, þ.e. svæðinu frá Þjórsár-/Tungnaársvæðinu að höfuðborgarsvæðinu (Geitháls og Hamranes) og Brennifel í Hvalfirði. Skammhlaupsaflið á Geithálsi er til að mynda fjórfalt hærra en í Blöndu og um sexfalt hærra en á Rangárvöllum á Akureyri. Kerfið á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

Greiningar hafa farið fram á mögulegum jarðstrengslögnum í 220 kV kerfinu á Suðvesturlandi. Þær greiningar benda til þess að möguleg lengd nýrra jarðstrengslagna á 220 kV spennu sé á bilinu 70 – 100 km innan þess hluta kerfisins sem afmarkast af 220 kV (nýju) tengivirki á Njarðvíkurheiði, Brennifel og Kolviðarhól (Hellisheiði). Í þessu samhengi er einkum horft til Suðurnesjalínu 2, Lyklafellslínu 1 og Brennifelslínu 2.

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

4.5.3 Hámarks lengdir jarðstrengja í valkostum langtímaáætlunar

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

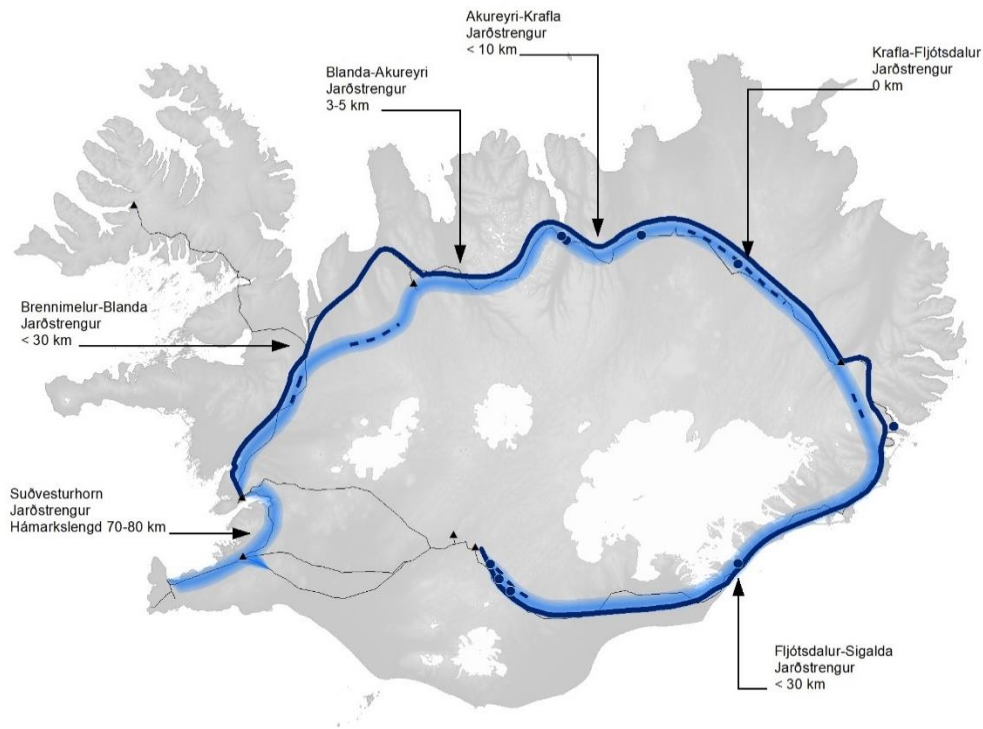


MYND 4-52 : HÁMARKSLENGDIR JARÐSTRENGJA Í A-VALKOSTUM

Mynd 4-52 sýnir hámarksvegalengdir jarðstrengja sem talið er tæknilega mögulegt að leggja í þeim línunum sem tilheyra A-valkostum, hverri fyrir sig. Ákveðið hefur verið að Kröflulína 3 verði lögð sem loftlína alla leið og að tæplega 10 km hluti af Hólasandslínu 3 verði lögð sem jarðstrengur. Í ljósi þess er mögulegt svigrúm fyrir jarðstreng í Blöndulínu 3 um 3 km. Hámarks lengd jarðstrengja í hálandislínu er um 50 km en ef lagður yrði jafnstraumsstrengur væri um jarðstreng að ræða alla leið.

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

Á sama hátt hafa verið metnar þær hámarks lengdir jarðstrengja í línulögnum sem tilheyra B-valkostum.



MYND 4-53 : HÁMARKSLENGDIR JARÐSTRENGJA Í B-VALKOSTUM

MYND 4-53 sýnir hámarks lengdir jarðstrengja á þeim línuleiðum sem B-valkostir innihalda. Á tveimur stöðum á hringnum stendur valið á milli tveggja línuleiða, sem er breytilegt eftir valkostum en hefur þó ekki áhrif á mögulegar jarðstrengslengdir. Varðandi vesturhlutann, þ.e. Brennimelur – Blanda, er möguleg hámarks lengd jarðstrengs um 30 km.

Suðurvængurinn, Sigalda – Fljótsdalur, er löng leið. Greiningar sýna að alger hámarks lengd jarðstrengs á þessari leið er 30 km út frá Sigöldu. Afgangurinn af línuleiðinni þarf að vera í lofti og að auki verður línun að koma við á Hólum, þ.e. þar þarf að vera tengivirki. Þessi 30 km kafli 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.

4.5.4 Jarðstrengslagnir í jafnstraumskerfi

Í ljósi umræðu um lagningu jafnstraumstrengs yfir hálendið hefur komið upp sú umræða hvort ekki sé mögulegt að nýta jafnstraumslausnir á fleiri línuleiðum þar sem tæknilegir annmarkar eru á hámarks lengd hefðbundinna riðstraumsjarðstrengja. Tæknilega er slíkt mögulegt en sé litið til kostnaðar eru slíkar lausnir metnar óraunhæfar.

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

Helstu kostir jafnstraumssambanda í raforkukerfum eru þeir að flutningsgeta loftlína er 30-40% meiri með jafnstraum en riðstraum, miðað við sömu gerð leiðara. Þegar flytja þarf mikið magn raforku meira en 6-700 km er jafnstraumstæknin yfirleitt hagkvæmari en riðstraumslausn. Jafnstraumssambönd má nota til að deyfa aflsveiflur í flutningskerfinu og bæta þar með rekstrarástand kerfisins og auka raforkugæðin.

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

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

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

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

4.6 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 afleiðinga heldur þarf að meta fjölbætt samspil ávinnings sem er háð þáttum eins og raforkunotkun og takmörkunum í kerfinu. Það þarf því að meta ýmsa kostnaðarþætti 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 þjóðhagslega mat, forsendur og sviðsmyndir.

Þjóðhagslegur ávinningur af starfsemi flutningskerfisins hefur áður verið metinn, sjá t.d. skýrslu Landsnets frá árinu 2013 sem nefnist *Þjóðhagslegt gildi uppbyggingar flutningskerfis Landsnets* [9] og Kerfisáætlunum undanfarinna ára. 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 2019-2050 og er matið sem fram kemur í eftirfarandi töflum byggt á núvirtum kostnaði á tímabilinu m.v. 5,32% 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 valkostagreiðningu, 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- og ábataliða:

- Flutningstöp.
- Flutningstakmarkanir í meginflutningskerfinu.
- Rekstrartruflanir.
- Bætt nýting virkjana.

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

Forsendur útreikninga eru byggðar á sviðsmyndum um raforkunotkun 2017-2050 sem þróaðar voru af Raforkuhópi orkusparnefndar 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 orkusparnefndar 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 mismilngan 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 4.6.5.

4.6.1 Raforkuspá

Ávinningurinn kemur að stærstum hluta fram sem betri nýting virkjana en einnig sem minni kostnaður við flutningstakmarkanir. Ávinningur af minni flutningstöpum og rekstrartruflunum vegur minna en er þó umtalsverður, á bilinu 1-2 milljarðar í töpum en 2,3-9,3 milljarðar við minni rekstrartruflanir. Kostnaðarhlutfall valkosta m.v. núllkost er svo á bilinu 47-78%.

	Núll	A.1	A.2	B.1	B.2	B.3	B.4	C.1
	Mkr.	Mkr.	Mkr.	Mkr.	Mkr.	Mkr.	Mkr.	Mkr.
Flutningstöp	29.462	28.121	28.080	27.333	27.817	28.273	28.093	28.204
Flutningstakmarkanir	10.367	192	192	192	192	192	192	192
Betri nýting virkjana	0	-11.886	-11.886	-11.886	-11.886	-11.886	-11.886	0
Rekstrartruflanir	23.404	16.383	18.723	14.042	18.723	16.383	16.383	21.064
Samtals	63.234	32.810	35.109	29.681	34.846	32.962	32.782	49.460
Hlutfall, %	0	51,9	55,5	46,9	55,1	52,1	51,8	78,2

TAFLA 4-10 : SAMANBURÐUR Á NÚVIRTUM ÞJÓÐHAGSLEGUM KOSTNAÐI FYRIR RAFORKUSPÁ

Tafla 4-10 sýnir niðurstöður fyrir samanburð á núvirtum þjóðhagslegum kostnaði vegna þeirra þátta sem metnir hafa verið fyrir *Raforkuspá*. Samanlagður þjóðhagslegur kostnaður við núllkostinn er metinn nærri 63 milljörðum króna á tímabilinu. Til samanburðar var heildarkostnaður við valkostina á bilinu 29-54 milljarðar króna. Mismunur (eða ávinningur) valkosta var því á bilinu 13,7-33,5 milljarðar króna á tímabilinu þar sem valkostur B.1 kemur best út en valkostur C.1 verst.

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 34-42 ár. Sé miðað við endurgreiðslutíma í stað þess að hámarka mismun á kostnaði valkostanna sést að valkostur B.2 kemur best út með endurgreiðslutíma upp á 34 ár.

	A.1	A.2	B.1	B.2	B.3	B.4	C.1
	Mkr.	Mkr.	Mkr.	Mkr.	Mkr.	Mkr.	Mkr.
Heildarávinningur m.v. núllkost fram til 2050 (mkr.)	30.424	28.125	33.552	28.388	30.272	30.451	13.774
Núvirtur kostnaður uppbyggingar (mkr.)	36.334	37.448	42.587	33.652	44.279	44.900	27.412
Endurgreiðslutími í árum	35	37	36	34	40	40	42

TAFLA 4-11 : KOSTNAÐUR VIÐ UPPBYGGINGU VALKOSTA OG ENDURGREIÐSLUTÍMI Í ÁRUM Í RAFORKUSPÁ

Tafla 4-11 sýnir heildarávinning valkosta fram til ársins 2050 og núvirtan kostnað við uppbyggingu valkostanna og þann þjóðhagslega kostnað sem sparast samanborið við núllkostinn. Eins og sést í töflunni er heildarávinningur vegna allra valkosta lægri fram til ársins 2050 en núvirtur kostnaður uppbyggingar. Þetta þýðir að valkostir verða ekki búnir að borga sig upp á næsta 31 ári. Þeir munu þó halda áfram að skila ávinningi eftir þann tíma og allir borga sig á líftíma sínum. Miðað við þessa sviðsmynd mun t.d. kostur A.1 vera búinn að borga sig upp að fullu á 35 árum og skila hreinum ábata eftir það.

Ef hins vegar er litið til þeirrar útfærslu sviðsmyndarinnar að samtengingu landshluta sé flýtt hækkar núvirtur uppbyggingarkostnaður um tæpa 2 milljarða króna í valkosti A.1 og 1,4 í valkosti B.1. Við það verður endurgreiðslutíminn 33-35 ár, eða tveimur árum styttri í valkosti A.1 en einu ári lengri í valkosti B.1. Styttri endurgreiðslutíma í valkosti A.1 má rekja til aukins ábata sem felst fyrst og fremst í bættri nýtingu virkjana.

	A.1	B.1
	Mkr.	Mkr.
Heildarávinningur m.v. núllkost	34.795	37.923
Núvirtur kostnaður uppbyggingar	38.361	44.025
Endurgreiðslutími í árum	33	35

TAFLA 4-12 : KOSTNAÐUR VIÐ VALKOSTI OG ENDURGREIÐSLUTÍMI Í RAFORKUSPÁ - HRAÐARI UPPBYGGING SAMTENGINGAR

4.6.2 Hægar framfarir

Tafla 4-13 sýnir niðurstöður fyrir sviðsmyndina *Hægar framfarir*. Heildarkostnaður við núllkostinn er metinn nærri 51 milljarði króna. Til samanburðar er kostnaður við valkostina á bilinu 27-46,4 milljarðar þar sem valkostur C.1 er dýrastur en B.1 ódýrastur. Mismunur á kostnaði við valkostina og núllkostinn er því á bilinu 5-24 milljarðar króna, þ.e. 9-47% af kostnaði við núllkostinn. Mesti munurinn er á núllkosti og B.1 en valkostur C.1 sker sig úr á hinn veginn þar sem betri nýting virkjana næst ekki í þessum valkosti.

Munurinn á kostnaði útskýrist að mestu með betri nýtingu virkjana en rekstrartruflanir vega einnig þungt. Betri nýting virkjana er metin á 12 milljarða en kostnaður við rekstrartruflanir minnkar um 2,3-7 milljarða.

	Núll	A.1	A.2	B.1	B.2	B.3	B.4	C.1
	Mkr.	Mkr.	Mkr.	Mkr.	Mkr.	Mkr.	Mkr.	Mkr.
Flutningstöp	26.616	25.773	25.759	25.261	25.745	25.994	25.773	25.800
Flutningstakmarkanir	1.802	212	212	212	212	212	212	212
Betri nýting virkjana	0	-11.886	-11.886	-11.886	-11.886	-11.886	-11.886	0
Rekstrartruflanir	22.663	15.864	18.131	13.598	18.131	15.864	15.864	20.397
Samtals	51.081	29.963	32.216	27.185	32.202	30.184	29.963	46.410
Hlutfall, %	0	58,7	63,1	53,2	63,0	59,1	58,7	90,9

TAFLA 4-13 : SAMANBURÐUR Á NÚVIRTUM ÞJÓÐHAGSLEGUM KOSTNAÐI FYRIR HÆGAR FRAMFARIR

Tafla 4-14 sýnir kostnað og endurgreiðslutíma fyrir valkosti í *Hægum framförum*. Núvirtur kostnaður við uppbyggingu valkosta er eins og áður á bilinu 27-45 milljarðar króna. Þjóðhagslegur sparnaður fram til ársins 2050 miðað við núllkost er á bilinu 4,7-24 milljarðar sem þýðir að endurgreiðslutími í þessari sviðsmynd er á bilinu 55-140 ár.

	A.1	A.2	B.1	B.2	B.3	B.4	C.1
	Mkr.	Mkr.	Mkr.	Mkr.	Mkr.	Mkr.	Mkr.
Heildarávinningur m.v. núllkost fram til 2050 (mkr.)	21.118	18.866	23.896	18.879	20.897	21.118	4.672
Núvirtur kostnaður uppbyggingar (mkr.)	36.334	37.448	42.587	33.652	44.279	44.900	27.412
Endurgreiðslutími í árum	55	62	59	56	69	69	140

TAFLA 4-14 : KOSTNAÐUR VIÐ UPPBYGGINGU VALKOSTA OG ENDURGREIÐSLUTÍMI Í HÆGUM FRAMFÖRUM

Sé gert ráð fyrir því að samtengingum sé flýtt styttest endurgreiðslutími valkosta A.1 og B.1 um fjögur ár annars vegar og fimm ár hins vegar.

	A.1	B.1
	Mkr.	Mkr.
Heildarávinningur m.v. núllkost fram til 2050	25.489	28.267
Núvirtur kostnaður uppbyggingar	38.361	44.025
Endurgreiðslutími í árum	51	54

TAFLA 4-15 : KOSTNAÐUR VIÐ VALKOSTI OG ENDURGREIÐSLUTÍMI Í HÆGUM FRAMFÖRUM - HRAÐARI UPPBYGGING SAMTENGINGAR

4.6.3 Græn framtíð

Í *Grænni framtíð* er raforkunotkun meiri en í raforkuspá sem gerir fjárfestingar í kerfinu ábatasamari. Kostnaður við núllkostinn eykst með auknum kostnaði við flutningstakmarkanir í núllkosti. Ávinningurinn af því að komast hjá flutningstakmörkunum er metinn yfir 52 milljarða króna á tímabilinu og er jafn í öllum valkostum.

	Núll	A.1	A.2	B.1	B.2	B.3	B.4	C.1
	Mkr.	Mkr.	Mkr.	Mkr.	Mkr.	Mkr.	Mkr.	Mkr.
Flutningstöp	35.978	31.429	31.484	29.687	29.784	30.115	29.549	33.503
Flutningstakmarkanir	52.971	226	226	226	226	226	226	226
Betri nýting virkjana	0	-11.886	-11.886	-11.886	-11.886	-11.886	-11.886	0
Rekstrartruflanir	24.110	16.877	19.288	14.466	19.288	16.877	16.877	21.699
Samtals	113.058	36.646	39.112	32.493	37.412	35.333	34.766	55.428
Hlutfall, %	0	32,4	34,6	28,7	33,1	31,3	30,8	49,0

TAFLA 4-16 : SAMANBURÐUR Á NÚVIRTUM ÞJÓÐHAGSLEGUM KOSTNAÐI FYRIR GRÆNA FRAMTÍÐ

Tafla 4-16 sýnir niðurstöðu fyrir sviðsmyndina *Græna framtíð*. Flutningstöp aukast verulega í núllkosti og ávinningur við minnkun þeirra er á bilinu 2,5 - 6,3 milljarðar. Kostnaður við rekstrartruflanir dregst saman um 4-9 milljarða og þá er bætt nýting virkjana metin á tæpa 12 milljarða króna. Í öllum tilvikum er ábatinn af þessum þáttum minnstur í valkosti C.

Mismunur á núllkosti og valkosti er mestur í B.1, þar sem munar 81 milljarði, en minnst munar um 54 milljörðum á valkosti C og núllkosti.

Hærrí ávinningur valkostanna í þessari sviðsmynd leiðir af sér að endurgreiðslutími valkostanna er styttri, þ.e. 23-24 ár, stytur í valkosti B2 en lengstur í A.1, B.3, B.4 og C.1.

	A.1	A.2	B.1	B.2	B.3	B.4	C.1
	Mkr.	Mkr.	Mkr.	Mkr.	Mkr.	Mkr.	Mkr.
Heildarávinningur m.v. núllkost fram til 2050	76.412	73.946	80.565	75.647	77.726	78.293	57.630
Núvirtur kostnaður uppbyggingar	36.334	37.448	42.587	33.652	44.279	44.900	27.412
Endurgreiðslutími í árum	23	23	23	22	24	24	24

TAFLA 4-17 : KOSTNAÐUR VIÐ UPPBYGGINGU VALKOSTA OG ENDURGREIÐSLUTÍMI Í GRÆNNI FRAMTÍÐ

Tafla 4-17 sýnir kostnað og endurgreiðslutíma fyrir valkosti í *Grænni framtíð*. Hærrí ávinningur valkostanna í þessari sviðsmynd leiðir af sér að endurgreiðslutími valkostanna er styttri, þ.e. 23-24 ár, stytur í valkosti B.2 en lengstur í A.1, B.3, B.4 og C.1.

Ef miðað er við að sé samtengingum flýtt styttist endurgreiðslutíminn ekki en heildarávinningur eykst um rúma 4 milljarða í báðum valkostum.

	A.1	B.1
	Mkr.	Mkr.
Heildarávinningur m.v. núllkost fram til 2050	80.783	84.936
Núvirtur kostnaður uppbyggingar	38.361	44.025
Endurgreiðslutími í árum	22	23

TAFLA 4-18 : KOSTNAÐUR VIÐ VALKOSTI OG ENDURGREIÐSLUTÍMI Í GRÆNNI FRAMTÍÐ – HRAÐARI UPPBYGGING SAMTENGINGAR

Tafla 4-18 sýnir hvaða áhrif flýting samtengingar hefur á endurgreiðslutíma valkosta A.1 og B.1. Í tilfalli A.1 styttist endurgreiðslutíminn um eitt ár en stendur í stað fyrir B.1, þrátt fyrir aukningu í núvirtum uppbyggingarkostnaði.

4.6.4 Aukin stórnotkun

Í *Aukinni stórnotkun* er raforkunotkun þó nokkuð meiri en í *Raforkuspá*. Kostnaður við flutningstakmarkanir í núllkosti er þá metinn á um 47,2 milljarða en lækkar niður í 270 milljónir í öllum valkostum.

	Núll	A.1	A.2	B.1	B.2	B.3	B.4	C.1
	Mkr.	Mkr.	Mkr.	Mkr.	Mkr.	Mkr.	Mkr.	Mkr.
Flutningstöp	41.362	36.634	37.034	35.030	35.942	35.832	36.122	36.758
Flutningstakmarkanir	47.200	270	270	270	270	270	270	270
Betri nýting virkjana	0	-11.886	-11.886	-11.886	-11.886	-11.886	-11.886	0
Rekstrartruflanir	26.452	18.516	21.161	15.871	21.161	18.516	18.516	23.807
Samtals	115.013	43.534	46.580	39.285	45.488	42.732	43.022	60.835
Hlutfall, %	0	37,9	40,5	34,2	39,5	37,2	37,4	52,9

TAFLA 4-19 : SAMANBURÐUR Á NÚVIRTUM ÞJÓÐHAGSLEGUM KOSTNAÐI FYRIR AUKNA STÓRNOTKUN

Tafla 4-19 sýnir niðurstöður fyrir sviðsmyndina *Aukin stórnotkun*. Flutningstöp í núllkosti vaxa verulega í þessari sviðsmynd. Eru þau til að mynda 7 milljörðum hærri en í *Grænni framtíð* og 12 milljörðum hærri en í *Raforkuspá*. Ábatinn við takmörkun flutningstapa í hverjum valkosti eykst í beinu samhengi og verður á bilinu 4,6-6,3 milljarðar.

Kostnaður við rekstrartruflanir lækkar um 2,6-11 milljarða, mest í valkosti B.1 og minnst í valkosti C.1. Virði betri nýtingar virkjana er svo metið á tæpa 12 milljarða króna fyrir alla valkosti nema C.1, eins og í öðrum sviðsmyndum.

Samtals er mismunur á valkostum því á núllkosti og valkostum á bilinu 54-76 milljarðar króna, mestur í valkosti B.1 og minnstur í C.1.

	A.1	A.2	B.1	B.2	B.3	B.4	C.1
	Mkr.	Mkr.	Mkr.	Mkr.	Mkr.	Mkr.	Mkr.
Heildarávinningur m.v. núllkost fram til 2050	71.480	68.433	75.729	69.526	72.282	71.991	54.179
Núvirtur kostnaður uppbyggingar	36.334	37.448	42.587	33.652	44.279	44.900	27.412
Endurgreiðslutími í árum	23	24	24	23	25	25	25

TAFLA 4-20 : KOSTNAÐUR VIÐ VALKOSTI OG ENDURGREIÐSLUTÍMI Í ÁRUM Í AUKINNI STÓRNOTKUN

Tafla 4-20 sýnir kostnað og endurgreiðslutíma fyrir valkosti í sviðsmyndinni *Aukin stórnotkun*. Stóraukinn ábati stýttir endurgreiðslutímamann enn frekar og er nú 23-26 ár. Stýstur er hann í valkostum A.1 og B.2 en lengstur í valkostum B.3, B.4 og C.1.

Ef samtengingum er flýtt stýttist endurgreiðslutími valkosti B.1 um eitt ár, úr 24 í 23. Þá eru valkostirnir jafnlengi að greiða sig upp en heildarávinningur er samt hærri í valkosti B.1.

	A.1	B.1
	Mkr.	Mkr.
Heildarávinningur m.v. núllkost fram til 2050	75.851	80.100
Núvirtur kostnaður uppbyggingar	38.361	44.025
Endurgreiðslutími í árum	23	23

TAFLA 4-21 : KOSTNAÐUR VIÐ VALKOSTI OG ENDURGREIÐSLUTÍMI Í AUKINNI STÓRNOTKUN – HRAÐARI
UPPBYGGING SAMTENGINGAR

Tafla 4-21 sýnir hvernig endurgreiðslutími breytist ef samtengingu landshluta er flýtt um fjögur ár. Þá stýttist endurgreiðslutími valkosti B.1 um eitt ár, úr 24 í 23, og verður þá hinn sami og í A.1. Engu að síður yrði heildarávinningur í valkosti B.1 þar sem um dýrari valkost er að ræða.

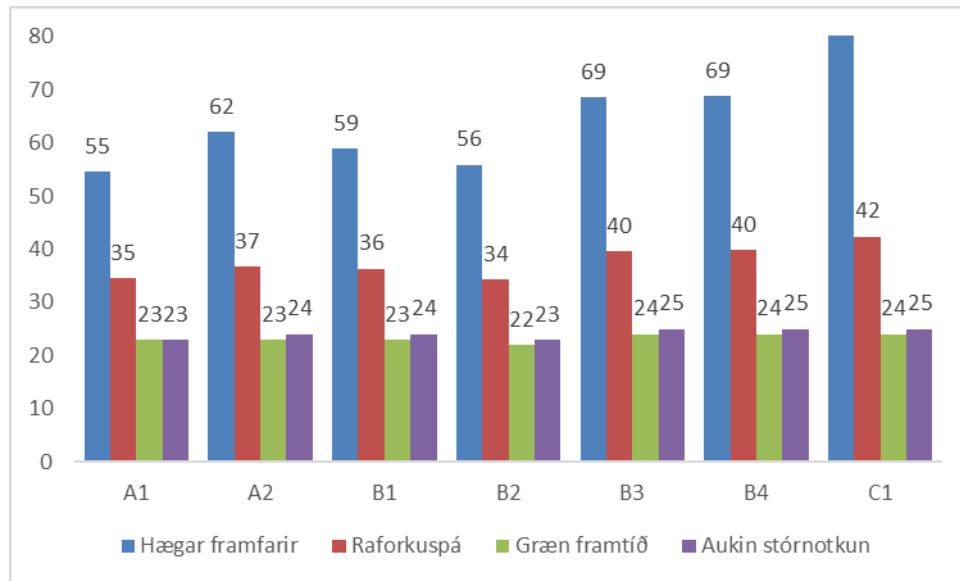
4.6.5 Samantekt á niðurstöðum

Niðurstöður mats á hagrænum þáttum valkosta hafa breyst nokkuð innbyrðis frá síðustu kerfisáætlun en skila þó svipuðum niðurstöðum. Breytingarnar skýrast 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 en þó þannig að valkostur C.1 skilar iðulega lægri ávinningi en allir A- og B-valkostir.

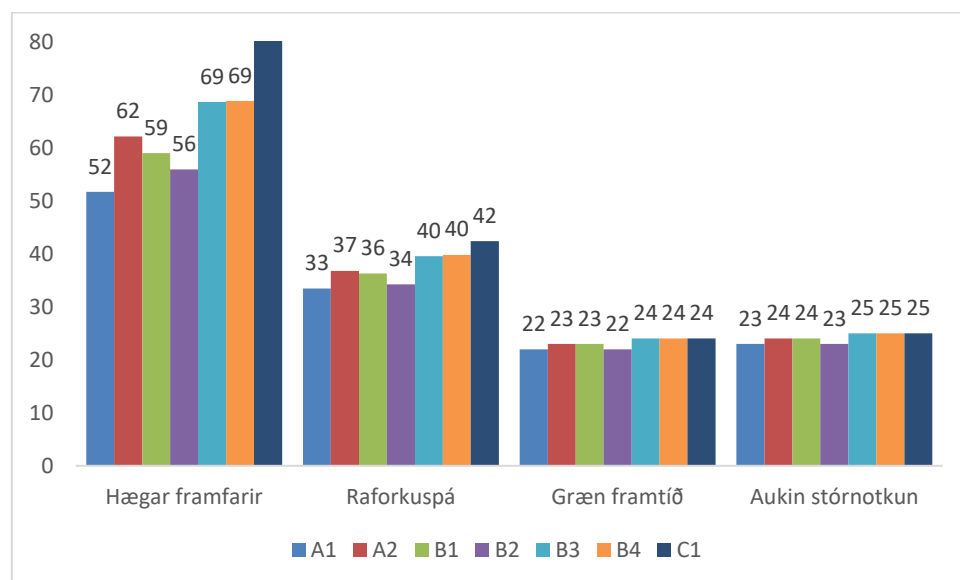
Í öllum tilfellum er ávinningur nægjanlegur til að standa undir fjárfestingum nema í sviðsmyndinni *Hægar framfarir* og skiptir þá ekki máli hvaða kostur er valinn. Í þeirri sviðsmynd er valkostur A.1 nokkuð frá því að standa undir kostnaði við uppbyggingu þar sem afskriftatími flutningslína er 50 ár en gert er ráð fyrir því að hann muni borga sig upp á 55 árum.

Eins og fram kemur í kafla 6 er það eitt af markmiðum Landsnets að fjárfestingar í flutningskerfinu leiði ekki til hækkunar á gjaldskrá til langs tíma og mun því uppbygging flutningskerfisins taka mið af því. Enn fremur kveða raforkulög á um hagkvæmni í þróun flutningskerfisins og í því ljósi er óraunhæft að áætla að sú uppbygging sem lýst er í valkostunum muni raungerast ef þróun flutnings verður í takt við það sem lýst er í sviðsmyndinni *Hægar framfarir*.



MYND 4-54 : ENDURGREIÐSLUTÍMI VALKOSTA EFTIR SVIÐSMYNDUM

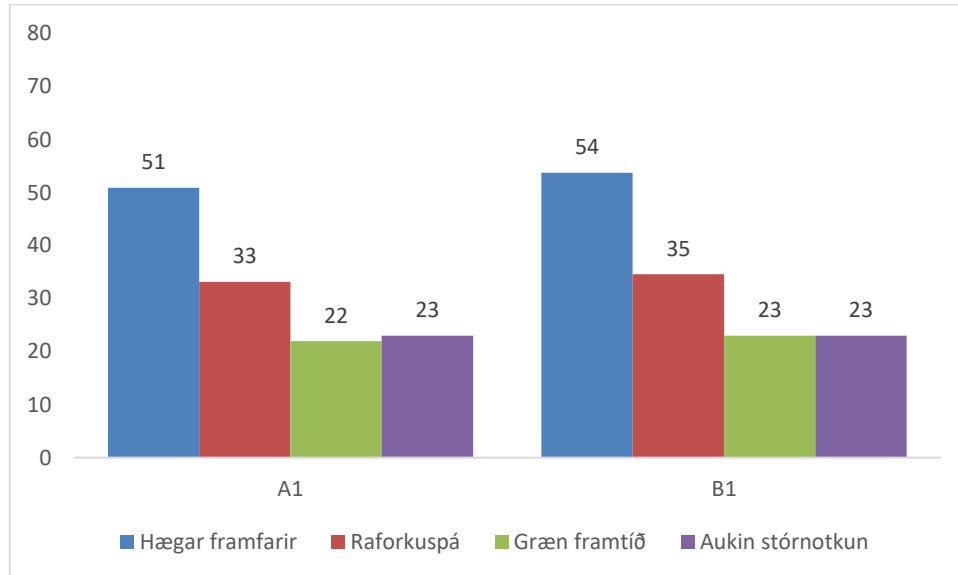
Mynd 4-54 sýnir endurgreiðslutíma allra valkosta eftir sviðsmyndum. Á myndinni sést að meðalendurgreiðslutími lækkar eftir því sem horft er til álagsþyngri notkunar sviðsmynda. Endurgreiðslutími valkosta er þegar horft er til sviðsmyndarinnar *Græn framtíð* að jafnaði 23 ár samanborið við 72 ár að jafnaði í sviðsmyndinni *Hægar framfarir*. Það er þó vert að hafa í huga að valkostur C.1 ýkir þann mun með 140 ára endurgreiðslutíma.



MYND 4-55 : ENDURGREIÐSLUTÍMI VALKOSTA Í MISMUNANDI SVIÐSMYNDUM

Mynd 4-55 sýnir svo samanburð á endurgreiðslutíma allra valkosta þegar horft er til mismunandi notkunar sviðsmynda. Samanburðurinn staðfestir að valkostir eru að jafnaði fljóttastir að borga sig upp þegar horft er til sviðsmyndanna *Græn framtíð* og *Aukin stórnotkun*.

Einnig er vert að skoða hvaða valkostir koma að jafnaði best út. Valkostur A.1 er að jafnaði fljótastur að borga sig eða 33 ár. Valkostur B.2 tekur að jafnaði 34 ár en valkostur C.1 er að jafnaði 58 ár að borga sig og munar þar mest um áhrif sviðsmyndarinnar *Hægar framfarir*.



MYND 4-56 : ENDURGREIÐSLUTÍMI VALKOSTA A.1 OG B.1 EF SAMTENGINGU LANDSHLUTA ER FLÝTT

Mynd 4-56 sýnir endurgreiðslutíma valkosta A.1 og B.1 ef samtengingu valkosta er lokið árið 2028, annað hvort með byggingu hálendislínu eða nýrri tengingu á milli Brennimels og Blöndu. Eins og sést á myndinni eru áhrif þess að flýta samteningum í valkostum A.1 og B.1 þau að endurgreiðslutími valkostanna breytist lítillega. Endurgreiðslutími A.1 lengist um eitt ár en í B.1 styttest hann um tvö ár. Í öllum sviðsmyndum nema *Hægum framförum* er endurgreiðslutíminn áfram undir 50 ára viðmiðum um endurgreiðslutíma.

Í langtímaáætlun koma fram tímasetningar á einstökum framkvæmdum valkostanna yfir gildistíma kerfisáætlunar, sjá kafla 6.2 . 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 Landsnets⁷.

⁷ landsnet.is – um okkur – kynningarrit og skýrslur – kerfisáætlun – kerfisáætlun 2018-2027 ásamt fylgigögnum

4.7 Umhverfismat valkosta

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

Umhverfisþættir	A.1	A.1-DC	A.1-J ₅₀	A.2	B.1	B.2	B.3	B.4	C.1
	Jarðstrengur	Jarðstrengur	Jarðstrengur	Jarðstrengur	Jarðstrengur	Jarðstrengur	Jarðstrengur	Jarðstrengur	Jarðstrengur
Náttúrufrar og auðlindir									
Landslag og ásýnd	--	-	-	--	--	-	-	-	-
Jarðminjar	-	-	-	-/0	-	-	-	-	-
Vatnafar og vatnsvernd	-/0	-/0	-/0	-/0	-/0	-/0	-/0	-/0	-/0
Lífriki	-	-	-/0	-/0	--	--	-	--	-/0
Menningarminjar	-/0	-/0	-/0	-/0	-/0	-/0	-/0	-/0	-/0
Loftslag	-/0	-/0	-/0	-/0	-/0	-/0	-/0	-/0	-/0
Landnýting	-/0	-/0	-/0	-/0	-	-/0	-/0	-/0	-/0
Samfélag									
Heilsa	-/0	-/0	-/0	-/0	-/0	-/0	-/0	-/0	-/0
Atvinnuuppbygging	++	++	++	+	++	+	++	++	+
Ferðapjónusta	-	-/0	-/0	-	-	-	-	-	-
Skipulagsáætlanir og eignarhald	-/0	-/0	-/0	-/0	-/0	-/0	-/0	-/0	-/0
Mikil jákvæð (+ +) Jákvæð (+) Óveruleg (-/0 +/0) Neikvæð (-) Mikil neikvæð (- -)									

TAFLA 4-22 : UMHVERFISMAT VALKOSTA Á LANGTÍMAÁÆTLUN

Tafla 4-22 sýnir helstu niðurstöður umhverfismats kerfisáætlunar 2019-2028. Þar má sjá að allir valkostir munu valda **neikvæðum og/eða miklum neikvæðum** áhrifum á einhvern þeirra umhverfisþátta sem var til skoðunar. Áhrif eru líkleg til að vera **óveruleg** á loftslag, heilsu og skipulagsáætlanir og eignarhald. **Óvissa** er um áhrif valkosta á menningarminjar.

Áhrifin eru ólík milli kosta, en megin munur liggur þó í því hvort flutningsleið fari um hálendið (A kostir), fari meðfram núverandi byggðalínu (B kostir) eða eingöngu verði farið í lykilmjálffestingar (C kostur).

- Helstu umhverfisáhrif A | Hálendisleiðar felast í framkvæmdum á hálendinu og breytingum á ásýnd og víðernum.
- Helstu umhverfisáhrif B | Byggðaleiðar felast í að mun meira land fer undir flutningsmannvirki, hún fer um mörg náttúruverndarsvæði og hefur áhrif á fleiri umhverfisþætti en A kostir.
- Valkostur C | Lykilmjálffestingar felast í þeim verkefnum sem eru sameiginleg í A og B kostum. Kosturinn hefur í eðli sínu minni áhrif þar sem hann er umfangsminni en fyrri tveir kostirnir.

Það er niðurstaða umhverfismats kerfisáætlunar 2019-2028, að teknu tilliti til bæði neikvæðra og jákvæðra áhrifa, að þeir valkostir sem hafi minnst umhverfisáhrif í för með sér séu A.1-DC, A.1-J₅₀, A.2 B.3, og B.4 og C með jarðstrengjum. Neikvæðustu áhrifin hafa valkostir B.1 án jarðstrengja auk A.1, B.2 og B.3 án jarðstrengja.

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

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

Nánari upplýsingar um umhverfisáhrif valkosta á langtímaáætlun má finna í umhverfisskýrslu.

5 Þróun meginflutningskerfisins næstu 10 árin

Undangengin valkostagreining snýr að heildarendurnýjun meginflutningskerfisins á því tímabili sem sviðsmyndir um raforkunotkun 2018–2050 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 stefna Landsnets að fjárfestingar í flutningskerfinu leiði ekki til hækkunar á gjaldskrá til lengri tíma. Því mun hraði framkvæmda að einhverju leyti taka mið af raunþróun notkunar kerfisins og kerfið byggjast upp hraðar eftir því sem heildarflutningsmagn þess eykst hraðar.

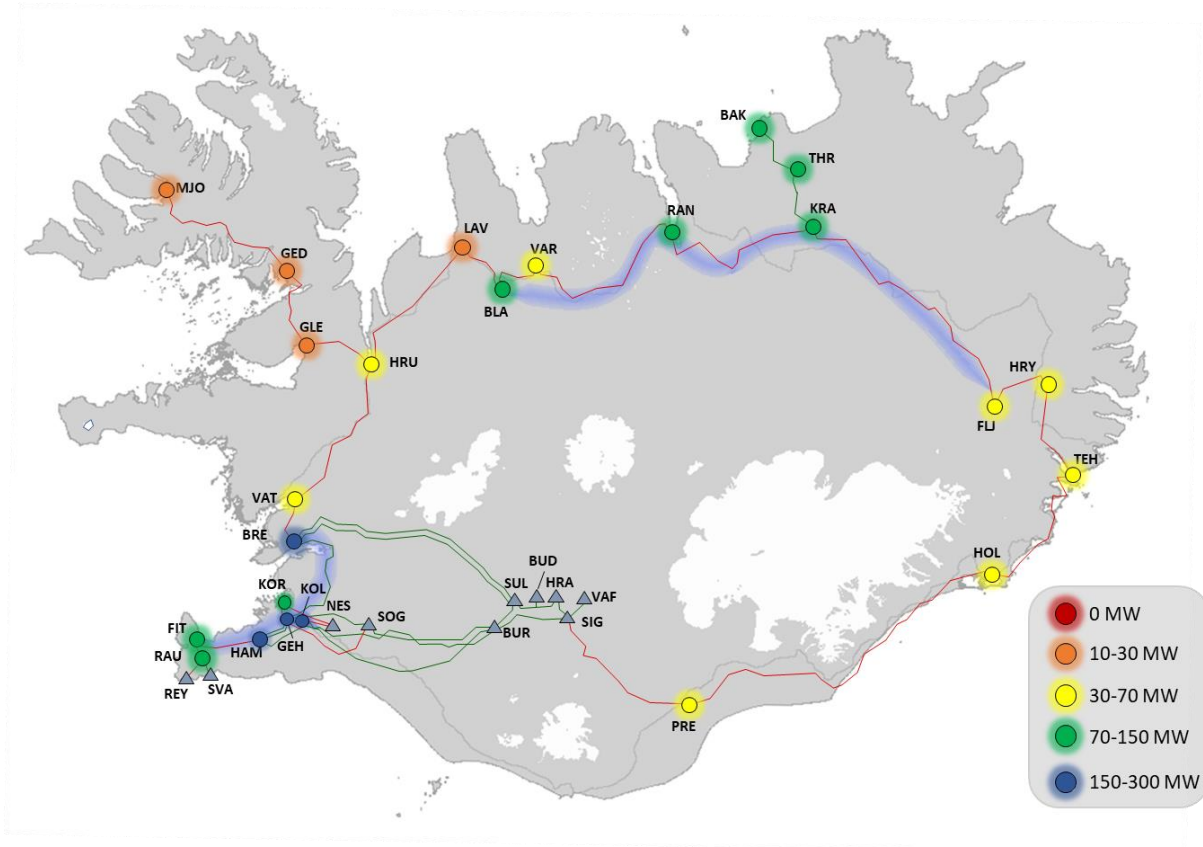
5.1 Styrkingar til næstu 10 ára

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 2028 skv. spánni og er niðurstaðan eftirfarandi:



MYND 5-1 : AFLGETA AFHENDINGARSTAÐA Í LOK TÍMABILS ÁÆTLUNARINNAR

Mynd 5-1 sýnir áætlaða aflgetu afhendingarstaða árið 2028. 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.

5.1.2 Áhrif af uppbyggingu vindorku

Undangengnar greiningar sýna að verði af uppbyggingu vindorkugarða mun það hafa mikil áhrif á flæði milli einstakra tengipunkta á núverandi línuleiðum. Þróun vindorkuverkefna í nánustu framtíð getur

Því haft áhrif á forgangsöröðun verkefna. Sem dæmi má nefna að hröð uppbygging vindlunda á Vesturlandi gætu orðið til þess að flýta styrkingu flutningskerfisins á Vesturlandi, til dæmis með bættri tengingu Hrútatungu við Hvalfjörð og Blöndu.

6 Áhrif áætlaðra fjárfestinga á flutningskostnað

Í þessum kafla verður fjallað um áhrif áætlaðra fjárfestinga á flutningskostnað. Farið verður stuttlega yfir stöðu flutningsgjaldskrár og þá þætti sem hafa haft áhrif á þróun hennar undanfarinn áratug og þá sem munu að öðru óbreyttu ráða þróun hennar næstu misseri.

Árið 2016 setti Landsnet sér það markmið að fjárfestingar í flutningskerfinu leiði ekki til hækkunar á flutningskostnaði til langs tíma. Í þeirri viðleitni hefur Landsnet reynt að halda fjárfestingum jöfnum til að koma í veg fyrir að eignastofn fyrirtækisins vaxi of hratt miðað við flutta raforku. Í ljósi þessa markmiðs mun Landsnet haga hraða framkvæmda þannig að mið sé tekið af raunþróun flutnings í kerfinu og kerfið mun því byggjast upp hraðar eftir því sem heildarflutningsmagn eykst hraðar. Gera má þó ráð fyrir að þetta markmið náist ekki alltaf og að tímabundnar sveiflur verði á flutningsgjaldskrá félagsins, enda eru undirliggjandi stærðir sem hafa áhrif á flutningsgjaldskrá þess eðlis að Landsnet getur ekki haft áhrif á þær eins og fjallað verður um hér á eftir.

Landsnet setur nú fram þrjú valkosti til uppbyggingar þar sem breytingar á flutningskostnaði eru metin, A, B og C. Valkostur C bætist við framsetningu síðasta árs. Landsnet er þannig að bregðast við athugasemdum frá viðskiptavinum í samráðsferli í fyrra. Valkostur C felur í sér að einungis er farið í svokallaðar lykilmjálfræðingar – þau verkefni sem eru sameiginleg öllum valkostum. Það verða því engar samtengingar milli virkjanasvæða ef valkostur C raungerist. Valkostur A gerir ráð fyrir hálendislinu með 50km löngum jarðstreng. Tölur um fjárfestingakostnað eru settar fram á nafnvirði.

Enn fremur eru hér settar fram niðurstöður tveggja sviðsmynda um uppbyggingarhraða í valkostum A og B. Í sviðsmyndum um hraða uppbyggingu er gert ráð fyrir því að samtengingum virkjanasvæða verði lokið árið 2028 en árið 2032 í hægri uppbyggingu. Til að ná að fanga áhrif beggja uppbyggingarsviðsmynda á gjaldskrá hefur tímabil gjaldskrárþróunar verið lengt úr 10 árum í 15.

6.1 Staða flutningsgjaldskrár og áhrif uppbyggingar flutningskerfisins

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

Mikilvægir þættir sem flutningsgjaldskráin 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 lækkaðrar gjaldskrár.

Þessi langvarandi óvissa og óstöðugleiki hefur gert Landsneti erfitt fyrir að uppfylla markmið sitt um stöðugan flutningskostnað. Þessi saga er útskýrð með ítarlegri hætti á heimasíðu Landsnets⁸.

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 flutningsgjaldskrármálum. Tilgangurinn með þessum útreikningum er að sýna samspil þeirra þátta sem hafa áhrif á þróun flutningskostnaðar. Landsnet setti sér á árinu 2016 markmið um að flutningskostnaður skyldi ekki hækka til langs tíma litið. Hefur þetta markmið verið sett inn á línurit vegna mögulegrar flutningsgjaldskrárþróunar sem birt eru síðar í þessum kafla.

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

Framlag eignastofnsins til tekjumarka er ráðandi þáttur í útreikningum þeirra. Ef horft er til ársins 2019 má rekja u.þ.b. 80% tekjumarka stórnotenda og 70% 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 flutningsgjaldskrá.

Frá árinu 2008 hafa fjárfestingar í flutningskerfinu snúið meira að dreifiveitum. Viðbætur við eignastofn dreifiveitna hafa numið um 50% milli árána 2008 og 2018 en á sama tíma hafa viðbætur við eignastofn stórnotenda numið 35%. Á þessu tímabili hefur orkunotkun dreifiveitna aukist um 10% en notkunaraukning stórnotenda hefur numið 24% á sama tímabili. Þessi áhersla á fjárfestingar í kerfishluta dreifiveitna ásamt tiltölulega lítilli notkunaraukningu hafa átt sinn þátt í að þrýsta flutningsgjaldskrá dreifiveitna upp á við á undanförunum áratug. Hins vegar hefur á þessum tíma flutningsgjaldskrá stórnotenda lækkað að raunvirði vegna aukins flutnings og lægri fjárfestinga.

6.2 Áhrif framkvæmda næstu 15 ára á flutningsgjaldskrá

Til að meta möguleg áhrif fjárfestinga á flutningskostnað eru settir fram þrjú valkostir. Einn valkosturinn gerir ekki ráð fyrir samtengingu en tveir valkostanna gera ráð fyrir samtengingu, annars vegar yfir hálendið og hins vegar með tengingu milli Hvalfjarðar og Blöndu. Fyrir valkostina sem innihalda samtengingar er gert ráð fyrir tveim uppbyggingarsviðsmyndum, það er mishraðri uppbyggingu á samtengingu. Metin eru möguleg áhrif þessa valkosta og sviðsmynda á flutningskostnað út frá fjórum mismunandi notkunar sviðsmyndum Raforkuhóps orkuspárnefndar.

Gert er ráð fyrir sömu heildarfjárfestingu í öllum notkunar sviðsmyndum nema í tilviki *Aukinnar stórnotkunar*. Þar er reiknað með hærri fjárfestingakostnaði en fyrir aðrar sviðsmyndir þar sem leggja

⁸ Landsnet.is - Um okkur - Fjármál

þarf í auknar fjárfestingar við tengingar stórnotenda en nauðsynlegt er ef einhver af hinum sviðsmyndunum raungerist.

Valkostirnir eru settir 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 orkuspárnefndar lýsa og munu lokaákvæðanir um fjárfestingar taka mið af þeirri raunþróun.

Í umfjölluninni sem hér fylgir er fyrst fjallað um nýjan valkost. Valkosti C var bætt við umfjöllunina til að bregðast við umsögnum við kerfisáætlun síðasta árs. Í honum er ekki gert ráð fyrir samtengingu virkjanasvæða, hvorki með hálandislínu né með tengingu frá Hvalfirði til Blöndu. Valkostur C er því í raun það sem er sameiginlegt með öllum valkostum A og B. Munurinn á hröðum og hægum uppbyggingarsviðsmyndum er svo hvenær samtenging á sér stað. Þau verkefni sem valkostur C samanstendur af hafa því verið nefnd lykilmjárfestingar.

Töflur 6-1 til 6-3 sýna fjárfestingarkostnað á 15 ára tímabili fyrir hina ýmsu hluta flutningskerfisins. Heildarkostnaður við valkostina er á bilinu 77,4-99,8 milljarðar króna eða 5,2-6,7 milljarðar á ári. Til samanburðar hafa fjárfestingar í flutningskerfinu undanfarin 10 ár numið að jafnaði um 3,4 milljörðum króna á ári og undanfarin fimm ár hafa fjárfestingar að jafnaði verið 4,4 milljarðar króna á ári. Stór verkefni sem áttu að vera komin til framkvæmda hafa frestast sem lækkar tölu undanfarinna ára og hækkar sömuleiðis fyrirséðan fjárfestingakostnað.

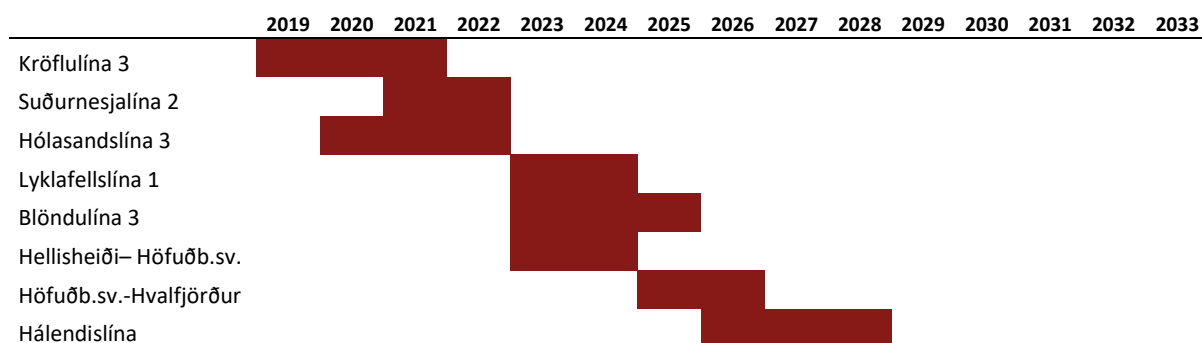
Fjárfestingarkostnaður lykilmjárfestinga í meginflutningskerfinu er um 40% af áætluðum kostnaði við uppbyggingu og endurnýjun flutningskerfisins næstu 15 árin. Aðrar fjárfestingar í meginflutningskerfinu snúa aðallega að endurnýjun núverandi flutningsvirkja samkvæmt endurnýjunaráætlun. Um fjórðungur 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. Í kostnaðartölum vegna lykilmjárfestinga í meginflutningskerfinu er gert ráð fyrir að hlutfall jarðstrengja í 220 kV línun sé í samræmi við stefnu stjórnvalda um lagningu raflína.

Nánari lýsingar á valkostum má finna í kafla 4.

6.2.1 Valkostur A – Tenging yfir hálendið

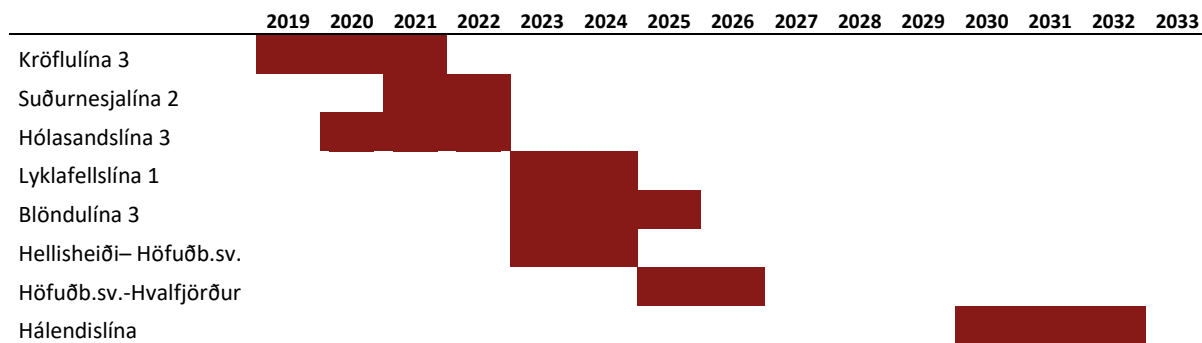
Í valkosti A er gert ráð fyrir öllum lykilfjárfestingum auk tengingar yfir hálendið. Fyrir þennan valkost er stillt upp tveim útfærslum, hraðari samtengingu og hægari. Fyrir hraðari útfærsluna er, á sama hátt og gert er fyrir valkost B, miðað við að samtenging klárast árið 2028 og við hægari útfærsluna er gert ráð fyrir að samtenging klárast 2032. Heildarkostnaður fjárfestinga fyrir þennan valkost er sá sami hvort sem um er að ræða hægari eða hraðari útfærsluna ef litið er framhjá áhrifum núvirðingar. Munurinn á fjárfestingum milli valkosta C og A er 16,4 milljarðar króna og liggur sá munur í samtengingunni. Kostnaður við valkost A er enn fremur 5 milljörðum hærri en kostnaður við valkost B.

Tímaáætlun framkvæmda við lykilfjárfestingar í meginflutningskerfinu samkvæmt valkosti A og *hraðari uppbyggingu* er eftirfarandi:



MYND 6-1: TÍMALÍNA LYKILFJÁRFESTINGA VIÐ VALKOST A – HRAÐARI UPPBYGGING

Tímaáætlun framkvæmda við lykilfjárfestingar í meginflutningskerfinu samkvæmt valkosti A og *hægari uppbyggingu* er eftirfarandi:



MYND 6-2: TÍMALÍNA LYKILFJÁRFESTINGA VIÐ VALKOST A – HÆGARI UPPBYGGING

Við samanburð á *hraðari* og *hægari uppbyggingu* má sjá að munurinn liggur eingöngu í framkvæmdatíma hálendisvínu.

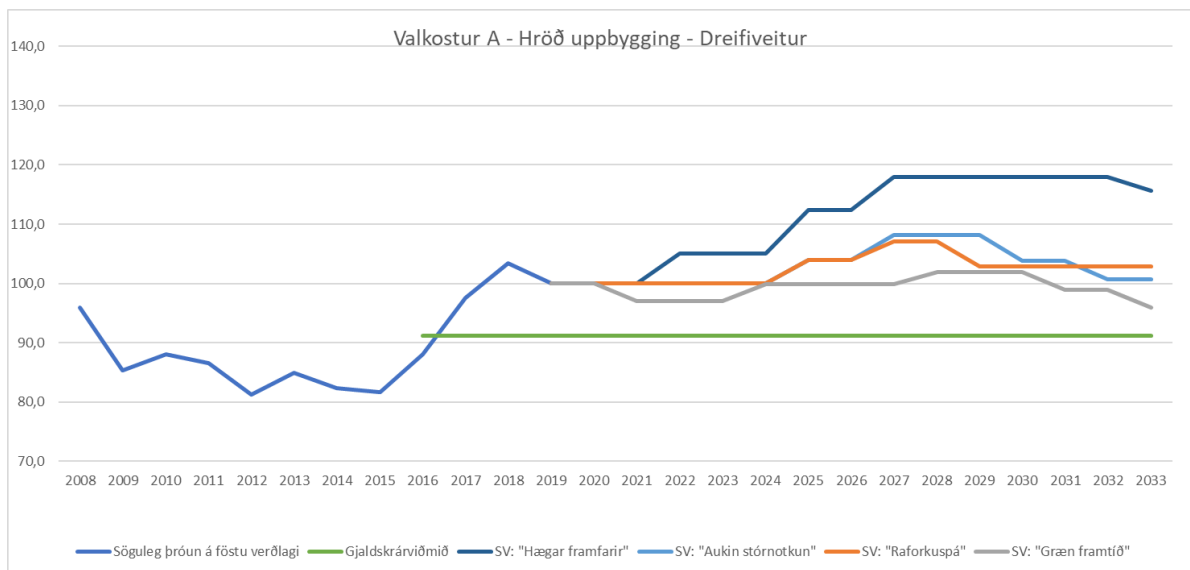
Heildarfjárfestingar í flutningskerfinu á tímabilinu í valkosti A eru eftirfarandi:

Fjárfestingar / Notkunar sviðsmyndir	Aukin stórnotkun	Aðrar sviðsmyndir
Lykilfjárfestingar í meginflutningskerfinu	48,4 makr.	48,4 makr.
Aðrar fjárfestingar í meginflutningskerfinu	26,0 makr.	26,0 makr.
Fjárfestingar í svæðisbundnum kerfum	19,1 makr.	19,1 makr.
Auknar fjárfestingar vegna aukinnar stórnotkunar	6,2 makr.	
Heildarfjárfesting	99,8 makr.	93,6 makr.

TAFLA 6-1 : HEILDARMAGN FJÁRFESTINGA – VALKOSTUR A

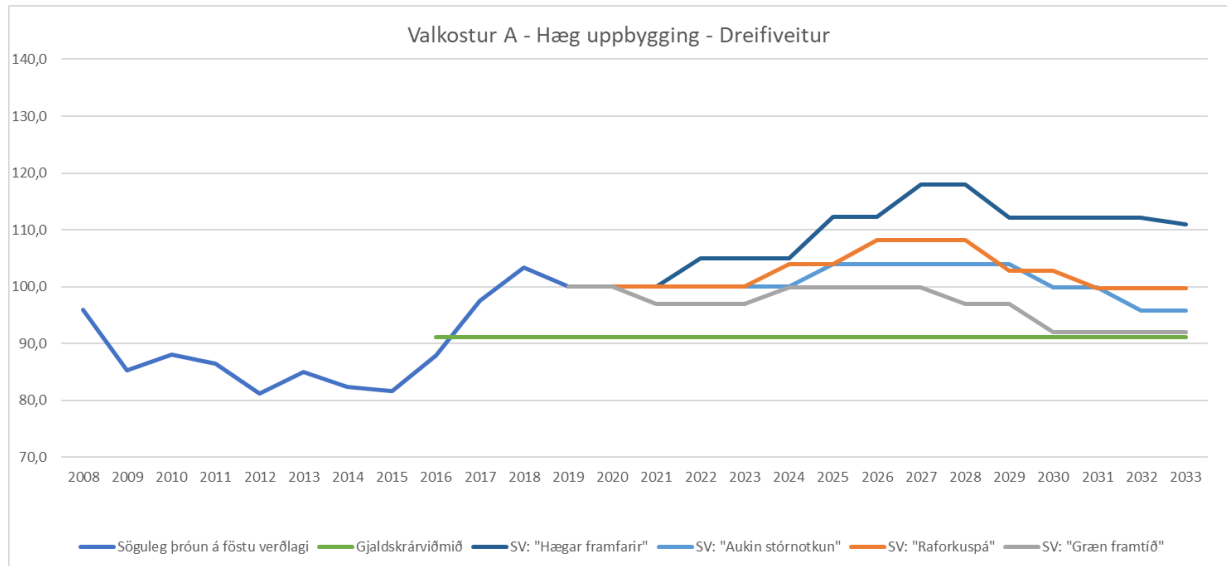
Tafla 6-1 sýnir hvernig fjárfestingar innan valkosti A eru samsettar. Um helming þeirra má rekja til lykilfjárfestinga í meginflutningskerfinu en þær fjárfestingar eru sameiginlegar öllum valkostum auk samtengingar. Aðrar fjárfestingar í meginflutningskerfinu eru um fjórðungur en fjárfestingar í svæðisbundnu kerfunum eru um fimmtungur. Við sviðsmyndina *Aukin stórnotkun* bætist svo 6 milljarða fjárfestingaþörf vegna verkefna sem snúa beint að stórnotendum. Heildarfjárfesting í þessum valkosti er því á bilinu 94-100 milljarðar króna.

Eins og áður hefur komið fram setti Landsnet sér markmið á árinu 2016 um að flutningsgjaldskrá ætti ekki að hækka til langs tíma litið. Gjaldskrárviðmiðið sem birt er í gröfunum í þessum kafla er byggt á tekjumörkum Landsnets á árinu 2016 á föstu verðlagi. Þetta er reiknað á þann hátt að núverandi flutningsgjaldskrá fær gildið 100. Söguleg gjaldskrá er svo reiknuð til baka með þeim gjaldskrárbreytingum sem hafa orðið frá 2008 og að lokum eru þessar vísitölur færðar upp á fast verðlag með neysluverðvísitölum. Flutningsgjaldskrárviðmiðið er sett sem uppreiknuð gjaldskrárvísitala árið 2016, en þó þannig að leiðrétt er fyrir frávikum rauntekna og tekjumarkna á því ári. Þessi leiðrétting er gerð svo ekki sé innbyggð skekkja í gjaldskrárviðmiðunum vegna endurgreiðslu á inneign eða skuld Landsnets við viðskiptavini. Flutningsgjaldskrárviðmið frá 2016 er birt með grænni línu á myndum sem sýna þróun flutningskostnaðar.



MYND 6-3: ÁHRIF FJÁRFESTINGA Í VALKOSTI A Á FLUTNINGSKOSTNAÐ DREIFIVEITNA, HRÖÐ UPPBYGGING

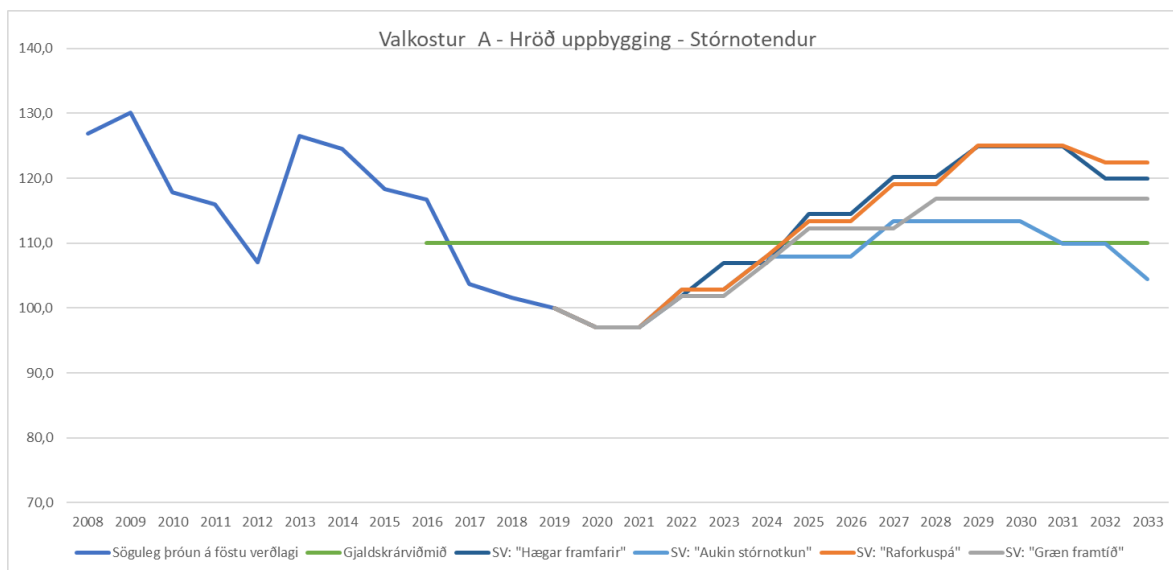
Mynd 6-3 sýnir hver áhrif *hraðari uppbyggingar* gætu verið á þróun flutningskostnaðar til dreifiveitna. Engin þessara sviðsmynda samræmist stefnu Landsnets um að flutningskostnaður hækki ekki til lengri tíma. Það er því ólíklegt að Landsnet myndi leyfa þessari þróun að raungerast heldur er líkleggra að framkvæmdir frestist svo flutningskostnaður verði nær markmiðum Landsnets.



MYND 6-4: ÁHRIF FJÁRFESTINGA Í VALKOST A Á FLUTNINGSKOSTNAÐ DREIFIVEITNA, HÆGARI UPPBYGGING

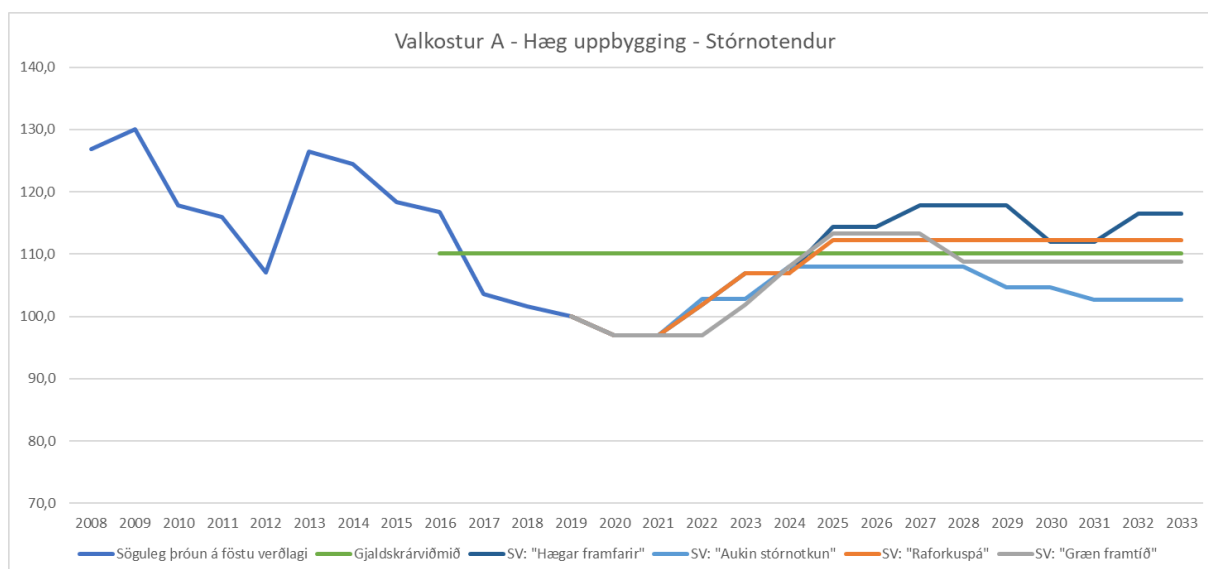
Mynd 6-4 sýnir svo hvernig flutningskostnaður gæti þróast fyrir dreifiveitur ef miðað er við *hægari uppbyggingu*. Sviðsmyndin *Hægar framfarir* leiðir enn til verulegrar hækkunar flutningskostnaðar og því ekki í samræmi við stefnu Landsnets um langtímaþróun flutningskostnaðar. Í öllum öðrum sviðsmyndum má gera ráð fyrir því að flutningskostnaður lækki frá því sem nú er eða standi í stað til lengri tíma. Í tilviki *grænnar framtíðar* er Landsnet rétt við langtímamarkmið sitt um óbreyttan flutningskostnað til lengri tíma litið.

Þegar litið er á hvernig flutningskostnaður til stórnotenda gæti þróast er myndin önnur. Mynd 6-5 sýnir hver áhrif *hraðari uppbyggingar* gætu orðið á þróun flutningskostnað stórnotenda. Mynd 6-6 sýnir svo hvernig flutningskostnaður gæti þróast fyrir stórnotendur ef miðað er við *hægari uppbyggingu*.



MYND 6-5: ÁHRIF FJÁRFESTINGA Í VALKOST A Á FLUTNINGSKOSTNAÐ STÓRNOTENDA, HRAÐARI UPPBYGGING

Eins og sjá má á Mynd 6-5 hafa sviðsmyndir nokkuð afgerandi áhrif á flutningskostnað stórnotenda. Raungerist forsendur *Raforkuspár* eða *Hægra framfara* er fyrirséð að flutningskostnaður muni hækka í skrefum um meira en 20% á næstu 15 árum áður en hann fer í lækunarfasa aftur. Í *Grænni framtíð* er fyrirséð hækkun minni en þó nokkur. Sviðsmyndin *Aukin stórnotkun* sker sig úr, enda sú eina sem gerir ráð fyrir aukningu á raforkuflutningi til stórnotenda. Þar má sjá mun minni hækkun auk þess sem lækunarfasa hefst fyrr en í öðrum sviðsmyndum. Rétt er þó að hafa í huga að flutningsgjaldskrá er um þessar mundir í sögulegu lágmarki eins og greinilega má sjá á myndunum. Í öllum tilfellum verður flutningskostnaður stórnotenda lægri en hann var á árunum 2009 og 2013.



MYND 6-6: ÁHRIF FJÁRFESTINGA Í VALKOSTI A Á FLUTNINGSKOSTNAÐ STÓRNOTENDA, HÆGARI UPPBYGGING

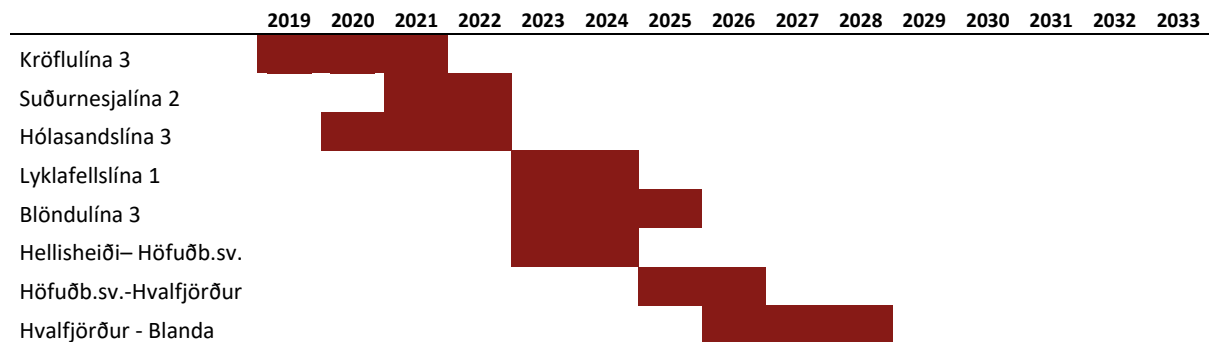
Á Mynd 6-6 má sjá áhrif *hægari uppbyggingar* á þróun flutningskostnaðar. Framan af eru áhrifin þau sömu en á árunum 2028-2032 koma áhrif samtengingarinnar inn. Flutningskostnaður lækkar þá tímabundið í sviðsmyndinni *Grænni framtíð* en helst nokkuð stöðugur út tímabilið í sviðsmyndunum

Raforkuspá og Græn framtíð. Á sama tíma fer flutningskostnaður í lækunarfasa ef sviðsmyndin *Aukin stórnotkun* raungerist og endar vel undir markmiðum Landsnets um stöðugan flutningskostnað.

6.2.2 Valkostur B – Tenging milli Hvalfjarðar og Blöndu

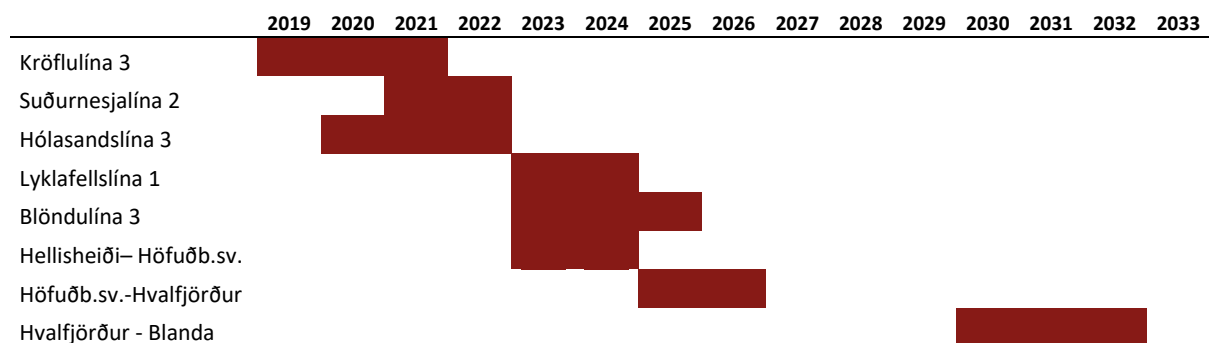
Valkostur B gerir ráð fyrir tengingu milli Hvalfjarðar og Blöndu. Fyrir þennan valkost er stillt upp tveim útfærslum, hraðari samtengingu og hægari. Fyrir hraðari útfærsluna er gert ráð fyrir að samtenging klárast árið 2028 og við hægari útfærsluna er gert ráð fyrir að samtenging klárast 2032. Heildarkostnaður fjárfestinga fyrir þennan valkost er sá sami hvort sem um er að ræða hægari og hraðari útfærsluna. Munurinn á fjárfestingum milli valkosta C og B er 11,4 milljarðar króna og liggur sá munur í samtengingunni. Valkostur B er því 5 milljörðum ódýrari en valkostur A.

Tímaáætlun framkvæmda við lykilfjárfestingar í meginflutningskerfinu samkvæmt valkosti B og *hraðari uppbyggingu* er eftirfarandi:



MYND 6-7: TÍMALÍNA LYKILFJÁRFESTINGA VIÐ VALKOST B – HRAÐARI UPPBYGGING

Tímaáætlun framkvæmda við lykilfjárfestingar í meginflutningskerfinu samkvæmt valkosti B og *hægari uppbyggingu* er eftirfarandi:



MYND 6-8: TÍMALÍNA LYKILFJÁRFESTINGA VIÐ VALKOST B – HÆGARI UPPBYGGING

Við samanburð á *hraðari og hægari uppbyggingu* má sjá að tengingin Hvalfjörður – Blanda kemur inn á síðar. Í *hraðara* tilfellinu er tenging komið á árið 2028 en 2032 í *seinna* tilfellinu.

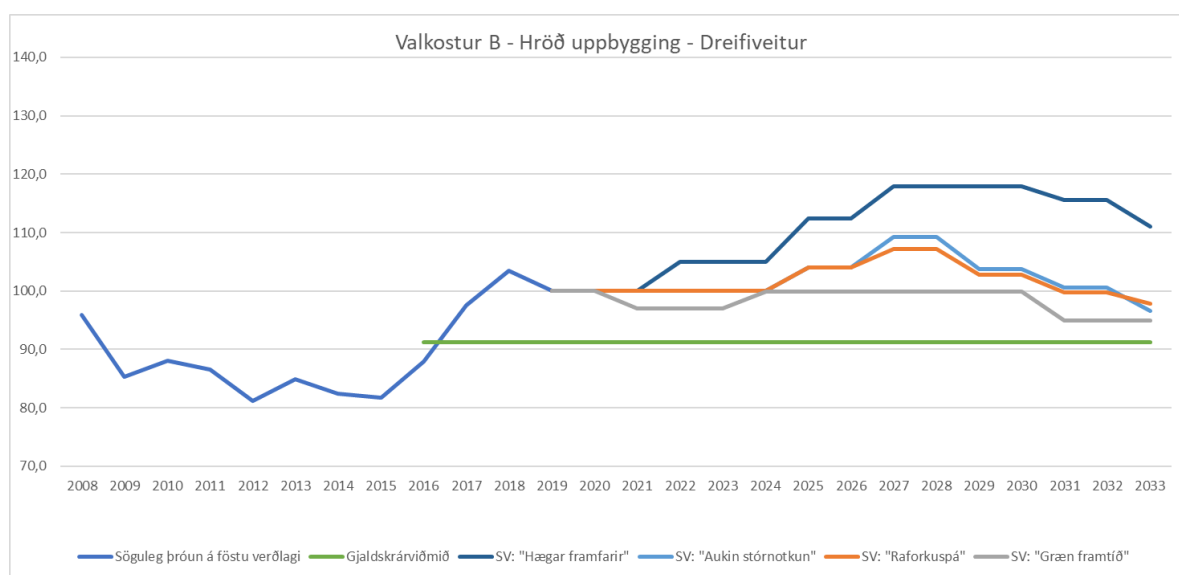
Heildarfjárfestingar í flutningskerfinu á tímabilinu í valkosti B eru eftirfarandi:

Fjárfestingar / Notkunar sviðsmyndir	Aukin stórnotkun	Aðrar sviðsmyndir
Lykilfjárfestingar í meginflutningskerfinu	43,4 makr.	43,4 makr.
Aðrar fjárfestingar í meginflutningskerfinu	26,0 makr.	26,0 makr.
Fjárfestingar í svæðisbundnum kerfum	19,1 makr.	19,1 makr.
Auknar fjárfestingar vegna aukinnar stórnotkunar	6,2 makr.	
Heildarfjárfesting	94,9 makr.	88,7 makr.

TAFLA 6-2: HEILDARMAGN FJÁRFESTINGA – VALKOSTUR B

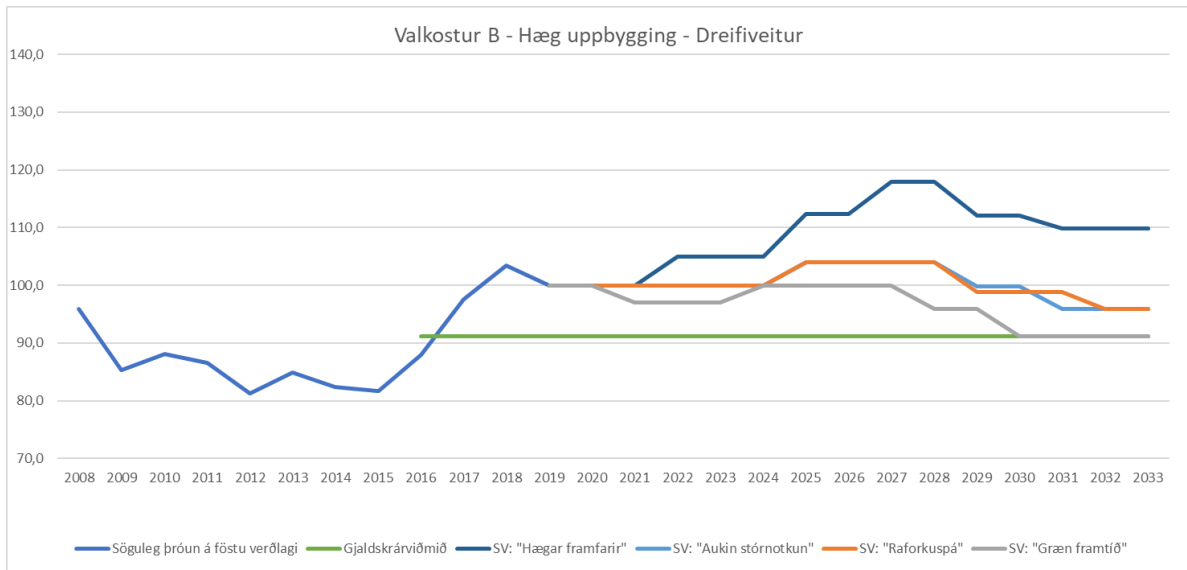
Tafla 6-2 sýnir hvernig fjárfestingar innan valkosti B eru samsettar. Rúmlega 69 milljarðar eru vegna fjárfestinga í meginflutningskerfinu. Þar af eru 43 milljarðar vegna svokallaðra lykilfjárfestinga auk samtengingar. Fjárfestingar í svæðisbundnum kerfum nema svo 19 milljörðum. Samtals eru fjárfestingar í valkosti B tæpir 89 milljarðar eða 95 milljarðar ef sviðsmyndin *Aukin stórnotkun* raungerist.

Mynd 6-9 sýnir hver áhrif hraðari uppbyggingar gætu orðið á þróun flutningskostnaðar dreifiveitna. Mynd 6-10 að neðan sýnir svo hvernig flutningskostnaður gæti þróast fyrir dreifiveitur ef miðað er við hægari uppbyggingu.



MYND 6-9: ÁHRIF FJÁRFESTINGA Í VALKOSTI B Á FLUTNINGSKOSTNAÐ DREIFIVEITNA, HRAÐARI UPPBYGGING

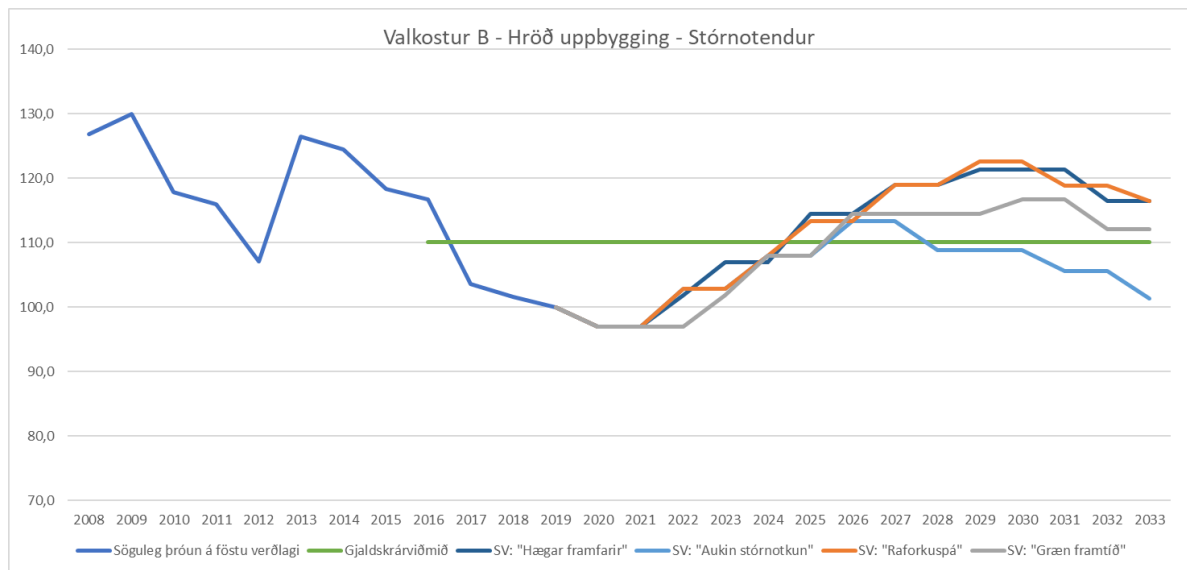
Eins og sjá má á Mynd 6-9 veltur gjaldskrárþróun mikið á því hvaða sviðsmynd um raforkunotkun raungerist. Ef sviðsmyndin *Hægar framfarir* raungerist mun gjaldskrá hækka verulega og ná hápunkti á árunum 2027-2030 áður en lækkunarfasi hefst. Hins vegar mun flutningskostnaður vera í meira jafnvægi í öðrum sviðsmyndum og enda lægri en hann er í dag, en þó ekki þannig að markmið Landsnets um flutningskostnað náist.



MYND 6-10: ÁHRIF FJÁRFESTINGA Í VALKOSTI B Á FLUTNINGSKOSTNAÐ DREIFIVEITNA, HÆGARI UPPBYGGING

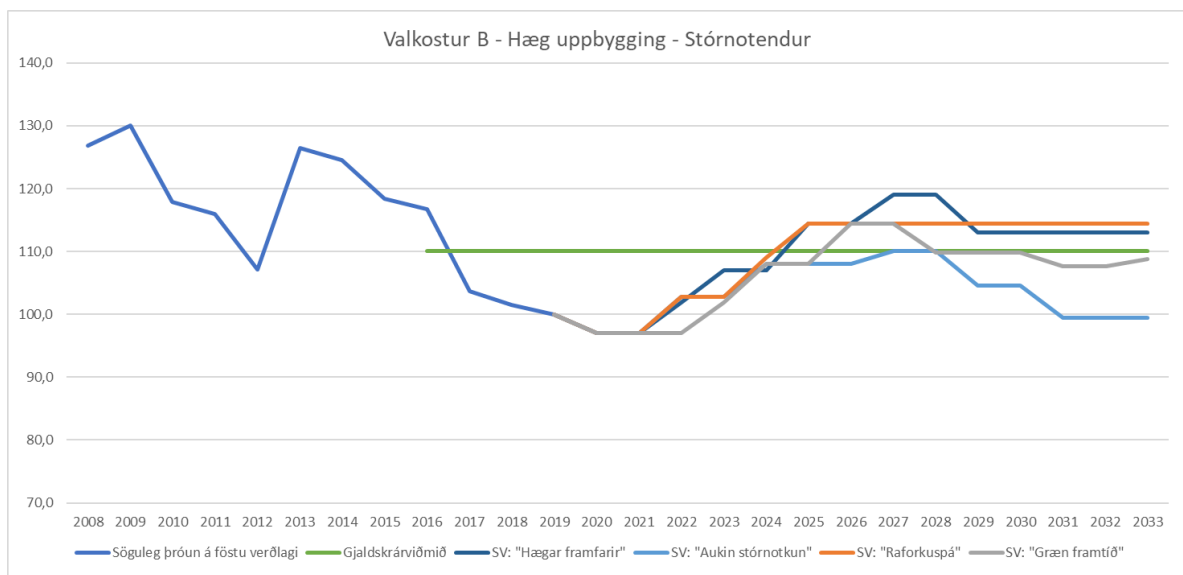
Áhrif þess að fara í hægari uppbyggingu koma fram í því að tímabundin hækkun er lægri í sviðsmyndunum *Aukin stórnotkun* og *Raforkuspá*. Þá hefst lækunarfasir flutningskostnaðar fyrr en hættir að sama bragði fyrr. Þannig má sjá að árin 2032-2033 er fyrirséð nokkuð stöðug flutningsgjaldskrá í öllum sviðsmyndum auk þess sem í sviðsmyndinni *Græn framtíð* næst langtímamarkmið Landsnets um flutningskostnað.

Þegar litið er á hvernig flutningskostnaður til stórnotenda geti þróast lítur myndin svona út. Mynd 6-11 sýnir hver áhrif hraðari uppbyggingar gætu orðið á þróun flutningskostnaðar stórnotenda. Mynd 6-12 sýnir svo hvernig flutningskostnaður gæti þróast fyrir stórnotendur ef miðað er við hægari uppbyggingu.



MYND 6-11: ÁHRIF FJÁRFESTINGA Í VALKOSTI B Á FLUTNINGSKOSTNAÐ STÓRNOTENDA, HRAÐARI UPPBYGGING

Eins og sjá má á hafa notkunarviðsmyndir nokkuð afgerandi áhrif á á flutningskostnað stórnotenda. Raungerist forsendur *Raforkuspár* eða *Hægra framfara* er fyrirséð að flutningskostnaður muni hækka í skrefum um meira en 20% frá því sem nú er á næstu 15 árum áður en hann fer í lækkunarfasa aftur. Í *Grænni framtíð* er nokkur hækkun fyrirséð en þó mun flutningskostnaður vera lægri en hann hefur oft verið. Viðsmyndin *Aukin stórnotkun* sker sig úr en þar má sjá mun minni hækkun auk þess sem lækkunarfasi hefst fyrr en í öðrum viðsmyndum. Rétt er þó að hafa í huga að flutningskostnaður er um þessar mundir í sögulegu lágmarki. Í öllum tilfellum verður flutningskostnaður stórnotenda lægri en hann var á árunum 2009 og 2013. Í notkunarviðsmyndinni *aukin stórnotkun* er áætlaður flutningskostnaður vel undir langtímamarkmiði Landsnets.



MYND 6-12: ÁHRIF FJÁRFESTINGA Í VALKOSTI B Á FLUTNINGSKOSTNAÐ STÓRNOTENDA, HÆGARI UPPBYGGING

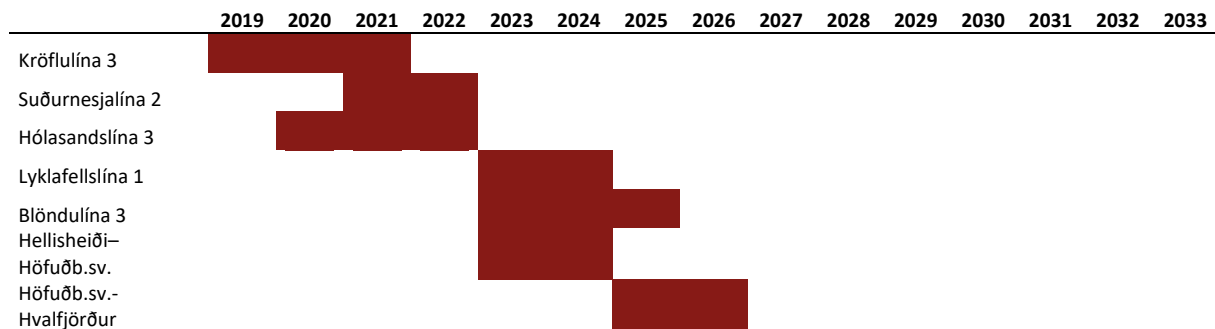
Ef hægari uppbygging er valin í valkosti B má sjá talsverð áhrif á flutningskostnað stórnotenda. Tímabundnar hækkanir á flutningskostnað verða minni í öllum viðsmyndum auk þess sem lækkunarfasi hefst fyrr. Í notkunarviðsmyndunum *Grænni framtíð* og *Aukinni stórnotkun* er áætlaður flutningskostnaður undir langtímamarkmiði Landsnets.

Sjá má að ef viðsmyndin *Aukin stórnotkun* raungerist verður vísitala flutningsgjaldskrárkomin aftur niður fyrir 100 árið 2031. Í öðrum viðsmyndum er fyrirséð hækkun flutningskostnaðar mestur í *Raforkuspá*, rúmlega 14% frá núverandi gildi, um 4% yfir langtímamarkmiði.

6.2.3 Valkostur C – Engin samtenging

Í valkosti C er gert ráð fyrir að fjárfestingar takmarkist við þau verkefni sem eru sameiginleg í hinum valkostunum tveimur. Styrkingar á milli Fljótsdals og Blöndu á Norðurlandi og styrkingar í kringum höfuðborgarsvæðið eru óbreyttar. Hins vegar er ekki gert ráð fyrir því að styrkja samtengingar landsvæða, hvorki með hálendislinu né á milli Hvalfjarðar og Blöndu. Kostnaður við þessar framkvæmdir er því 11,4-16,4 milljörðum lægri en við hina valkostina. Þar sem ekki er gert ráð fyrir samtengingum er engin sviðsmynd hér um hraðari uppbyggingu.

Tímaáætlun framkvæmda lykilmjáfestingar í meginflutningskerfinu er eftirfarandi:



MYND 6-13 : TÍMALÍNA LYKILMJÁRFESTINGA Í VALKOSTI C.1

Valkostur C gerir ráð fyrir að öllum lykilmjáfestingum í meginflutningskerfinu ljúki fyrir árið 2027. Heildarfjárfestingar í flutningskerfinu á því tímabili sem langtímaáætlun nær yfir eru á föstu verðlagi eftirfarandi:

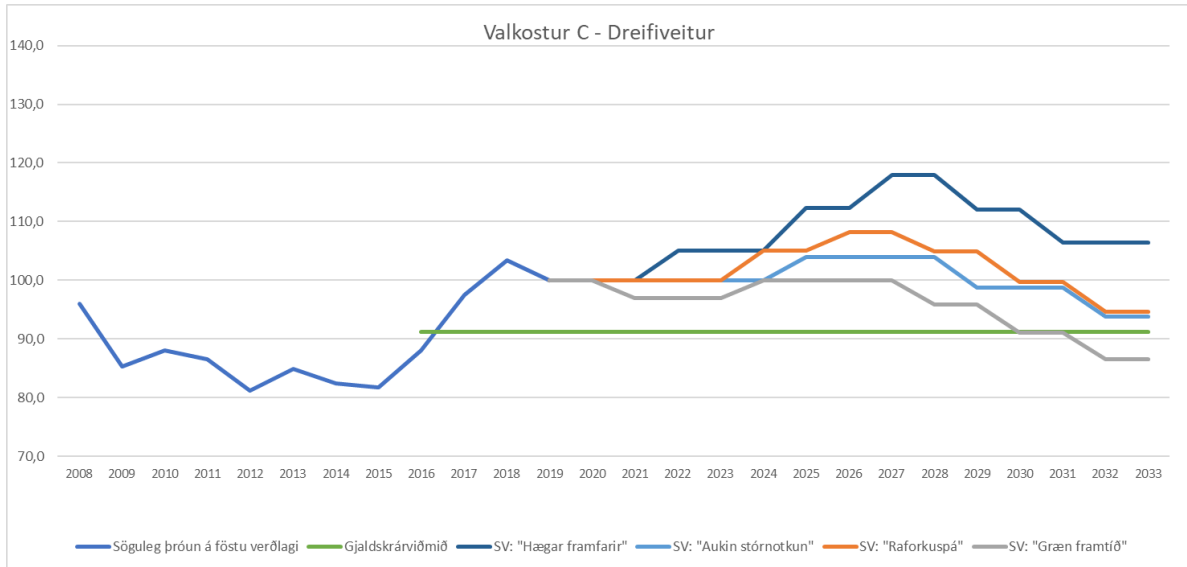
Fjárfestingar / Notkunarsviðsmyndir	Aukin stórnotkun	Aðrar sviðsmyndir
Lykilmjáfestingar í meginflutningskerfinu	32,0 makr.	32,0 makr.
Aðrar fjárfestingar í meginflutningskerfinu	26,1 makr.	26,1 makr.
Fjárfestingar í svæðisbundnum kerfum	19,1 makr.	19,1 makr.
Viðbótarfjárfestingar vegna aukinnar stórnotkunar	6,3 makr.	
Heildarfjárfesting	83,54 makr.	77,4 makr.

TAFLA 6-3 : HEILDFJÁRFESTING – VALKOSTUR C.1

Tafla 6-3 sýnir fjárfestingarkostnað á 15 ára tímabili fyrir hina ýmsu hluta flutningskerfisins. Fjárfestingarkostnaður lykilmjáfestinga í meginflutningskerfinu er um 40% af áætluðum kostnaði við uppbyggingu og endurnýjun flutningskerfisins næstu 15 árin.

Aðrar fjárfestingar í meginflutningskerfinu snúa aðallega að endurnýjun núverandi flutningsvirkja samkvæmt endurnýjunaráætlun. Um fjórðungur 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. Í kostnaðartölum vegna lykilmjáfestinga í meginflutningskerfinu er gert ráð fyrir að hlutfall jarðstrengja í 220 kV línun sé samkvæmt viðmiðum í stefnu stjórnvalda um lagningu raflína.

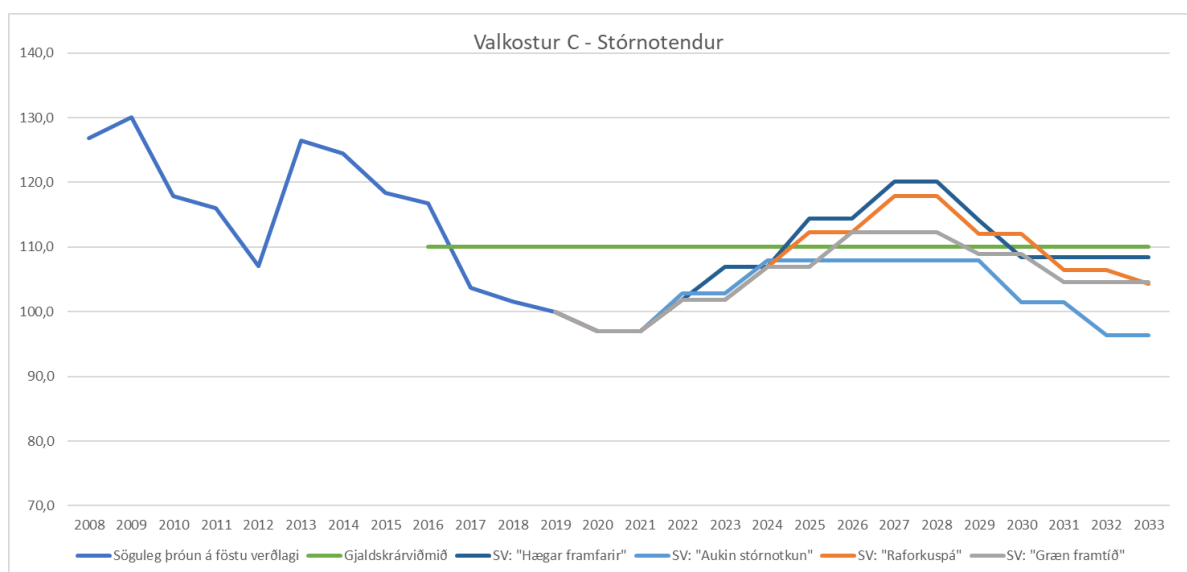
Áhrif fjárfestinga samkvæmt valkosti C.1 á flutningsgjaldskrár hafa verið metin til næstu 15 ára út frá þeim fjórum notkunarviðsmyndum sem Raforkuhópur orkusparnefndar hefur skilgreint.



MYND 6-14 : ÁHRIF FJÁRFESTINGA Í VALKOSTI C Á FLUTNINGSKOSTNAÐ DREIFIVEITNA

Mynd 6-14 sýnir hvernig flutningskostnaður dreifiveitna gæti þróast við mismunandi notkunarviðsmyndir ef uppbygging verður á þann hátt sem lýst er í valkosti C. þar sem ekki er gert ráð fyrir samtengingu. Eins og sjá má á grafinu mun flutningskostnaður enda nálægt langtímamarkmiðum Landsnets nema í tilviki *hægra framfara*. Í tilviki *hægra framfara* er þróunin langt yfir markmiðum og afar ólíklegt að Landsnet myndi leyfa þessari þróun að raungerast.

Áhrif á flutningskostnað stórnotenda eru áætlaður á sama hátt og má sjá niðurstöður þeirrar áætlunar á Mynd 6-15.



MYND 6-15: ÁHRIF FJÁRFESTINGA Í VALKOSTI C Á FLUTNINGSKOSTNAÐ STÓRNOTENDA

6.3 Töluleg samantekt á áhrifum á flutningskostnað eftir valkostum og sviðsmyndum

Meðfylgjandi tafla sýnir áætlaðar vísitölur flutningsgjaldskrár ásamt breytingum á flutningsgjaldskrá á hverjum tímapunkti.

Valkostur	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033		
Valkostur C	Dreifivetur	SV: "Aukin stórtotkun"	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	104,00	104,00	104,00	98,80	98,80	98,80	93,86	93,86	
		Gjaldskrárbreytingar	0%	0%	0%	0%	0%	0%	4%	0%	0%	-5%	0%	0%	-5%	0%	
		SV: "Hægar framfarir"	100,0	100,0	100,0	105,00	105,00	105,00	112,35	112,35	117,97	117,97	112,07	112,07	106,47	106,47	106,47
		Gjaldskrárbreytingar	0%	0%	0%	5%	0%	0%	7%	0%	5%	0%	-5%	0%	-5%	0%	0%
		SV: "Raforkuspá"	100,0	100,0	100,0	100,00	100,00	105,00	105,00	108,15	108,15	104,91	104,91	99,66	99,66	94,68	94,68
		Gjaldskrárbreytingar	0%	0%	0%	0%	0%	5%	0%	3%	0%	-3%	0%	-5%	0%	-5%	0%
	Stórtotendur	SV: "Græn framtíð"	100,0	100,0	97,00	97,00	97,00	99,91	99,91	99,91	99,91	95,91	95,91	91,12	91,12	86,56	86,56
		Gjaldskrárbreytingar	0%	0%	-3%	0%	0%	3%	0%	0%	0%	-4%	0%	-5%	0%	-5%	0%
		SV: "Aukin stórtotkun"	100,0	97,00	97,00	102,82	102,82	107,96	107,96	107,96	107,96	107,96	101,48	101,48	96,41	96,41	
		Gjaldskrárbreytingar	0%	-3%	0%	6%	0%	5%	0%	0%	0%	0%	-6%	0%	-5%	0%	
		SV: "Hægar framfarir"	100,0	97,00	97,00	101,85	106,94	106,94	114,43	114,43	120,15	120,15	114,14	108,44	108,44	102,44	108,44
		Gjaldskrárbreytingar	0%	-3%	0%	5%	5%	0%	7%	0%	5%	0%	-5%	-5%	0%	0%	
Valkostur A - Hróð uppbygging	Dreifivetur	SV: "Aukin stórtotkun"	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	104,00	104,00	108,16	108,16	103,83	103,83	100,72	100,72	
		Gjaldskrárbreytingar	0%	0%	0%	0%	0%	0%	4%	0%	4%	0%	-4%	0%	-3%	0%	
		SV: "Hægar framfarir"	100,0	100,0	100,0	105,00	105,00	105,00	112,35	112,35	117,97	117,97	117,97	117,97	117,97	115,61	
		Gjaldskrárbreytingar	0%	0%	0%	5%	0%	0%	7%	0%	5%	0%	0%	0%	0%	-2%	
		SV: "Raforkuspá"	100,0	100,0	100,0	100,00	100,00	104,00	104,00	107,12	107,12	102,84	102,84	102,84	102,84	102,84	
		Gjaldskrárbreytingar	0%	0%	0%	0%	0%	4%	0%	3%	0%	-4%	0%	0%	0%		
	Stórtotendur	SV: "Græn framtíð"	100,0	100,0	97,00	97,00	97,00	99,91	99,91	99,91	99,91	101,91	101,91	101,91	98,85	98,85	
		Gjaldskrárbreytingar	0%	0%	-3%	0%	0%	3%	0%	0%	2%	0%	0%	0%	-3%	0%	
		SV: "Aukin stórtotkun"	100,0	97,00	97,00	102,82	102,82	107,96	107,96	113,36	113,36	113,36	113,36	109,96	109,96	104,46	
		Gjaldskrárbreytingar	0%	-3%	0%	6%	0%	5%	0%	0%	5%	0%	0%	-3%	0%	-5%	
		SV: "Hægar framfarir"	100,0	97,00	97,00	101,85	106,94	106,94	114,43	114,43	120,15	120,15	124,96	124,96	124,96	119,96	
		Gjaldskrárbreytingar	0%	-3%	0%	5%	5%	0%	7%	0%	5%	0%	4%	0%	0%	-4%	
Valkostur A - Hæg uppbygging	Dreifivetur	SV: "Aukin stórtotkun"	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	104,00	104,00	104,00	104,00	99,84	99,84	95,85	95,85	
		Gjaldskrárbreytingar	0%	0%	0%	0%	0%	0%	4%	0%	0%	0%	-4%	0%	-4%	0%	
		SV: "Hægar framfarir"	100,0	100,0	100,0	105,00	105,00	105,00	112,35	112,35	117,97	117,97	112,07	112,07	112,07	110,95	
		Gjaldskrárbreytingar	0%	0%	0%	5%	0%	0%	7%	0%	5%	0%	-5%	0%	0%	-1%	
		SV: "Raforkuspá"	100,0	100,0	100,0	100,00	100,00	104,00	104,00	108,16	108,16	108,16	102,75	102,75	99,67	99,67	
		Gjaldskrárbreytingar	0%	0%	0%	0%	0%	4%	0%	4%	0%	0%	-5%	0%	-3%	0%	
	Stórtotendur	SV: "Græn framtíð"	100,0	100,0	97,00	97,00	97,00	99,91	99,91	99,91	99,91	96,91	96,91	92,07	92,07	92,07	
		Gjaldskrárbreytingar	0%	0%	-3%	0%	0%	3%	0%	0%	0%	-3%	0%	-5%	0%	0%	
		SV: "Aukin stórtotkun"	100,0	97,00	97,00	102,82	102,82	107,96	107,96	107,96	107,96	104,72	104,72	102,63	102,63	102,63	
		Gjaldskrárbreytingar	0%	-3%	0%	6%	0%	5%	0%	0%	0%	-3%	0%	-2%	0%	0%	
		SV: "Hægar framfarir"	100,0	97,00	97,00	101,85	106,94	106,94	114,43	114,43	117,86	117,86	111,97	111,97	116,45	116,45	
		Gjaldskrárbreytingar	0%	-3%	0%	5%	5%	0%	7%	0%	3%	0%	0%	-5%	0%	4%	
Valkostur B - Hróð uppbygging	Dreifivetur	SV: "Aukin stórtotkun"	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	104,00	104,00	109,20	109,20	103,74	103,74	100,63	96,60	
		Gjaldskrárbreytingar	0%	0%	0%	0%	0%	0%	4%	0%	5%	0%	-5%	0%	-3%	-4%	
		SV: "Hægar framfarir"	100,0	100,0	100,0	105,00	105,00	105,00	112,35	112,35	117,97	117,97	117,97	117,97	115,61	110,98	
		Gjaldskrárbreytingar	0%	0%	0%	5%	0%	0%	7%	0%	5%	0%	0%	0%	-2%	-4%	
		SV: "Raforkuspá"	100,0	100,0	100,0	100,00	100,00	104,00	104,00	107,12	107,12	102,84	102,84	99,75	99,75	97,76	
		Gjaldskrárbreytingar	0%	0%	0%	0%	0%	4%	0%	3%	0%	-4%	0%	0%	-3%	0%	
	Stórtotendur	SV: "Græn framtíð"	100,0	100,0	97,00	97,00	97,00	99,91	99,91	99,91	99,91	99,91	99,91	99,91	94,91	94,91	
		Gjaldskrárbreytingar	0%	0%	-3%	0%	0%	3%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	-5%	0%	
		SV: "Aukin stórtotkun"	100,0	97,00	97,00	102,82	102,82	107,96	113,36	113,36	108,82	108,82	108,82	105,56	105,56	101,34	
		Gjaldskrárbreytingar	0%	-3%	0%	6%	0%	5%	0%	5%	0%	-4%	0%	0%	-3%	-4%	
		SV: "Hægar framfarir"	100,0	97,00	97,00	101,85	106,94	106,94	114,43	114,43	119,01	119,01	121,39	121,39	116,53	116,53	
		Gjaldskrárbreytingar	0%	-3%	0%	5%	5%	0%	7%	0%	4%	0%	2%	0%	0%	-4%	
Valkostur B - Hæg uppbygging	Dreifivetur	SV: "Aukin stórtotkun"	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	104,00	104,00	104,00	104,00	99,84	99,84	95,85	95,85	95,85	
		Gjaldskrárbreytingar	0%	0%	0%	0%	0%	0%	4%	0%	0%	0%	-4%	0%	0%		
		SV: "Hægar framfarir"	100,0	100,0	100,0	105,00	105,00	105,00	112,35	112,35	117,97	117,97	112,07	112,07	109,83	109,83	
		Gjaldskrárbreytingar	0%	0%	0%	5%	0%	0%	7%	0%	5%	0%	-5%	0%	-2%	0%	
		SV: "Raforkuspá"	100,0	100,0	100,0	100,00	100,00	104,00	104,00	104,00	104,00	98,80	98,80	98,80	95,84	95,84	
		Gjaldskrárbreytingar	0%	0%	0%	0%	0%	4%	0%	0%	0%	0%	-5%	0%	0%	-3%	
	Stórtotendur	SV: "Græn framtíð"	100,0	100,0	97,00	97,00	97,00	99,91	99,91	99,91	99,91	95,91	95,91	91,12	91,12	91,12	
		Gjaldskrárbreytingar	0%	0%	-3%	0%	0%	3%	0%	0%	0%	-4%	0%	-5%	0%	0%	
		SV: "Aukin stórtotkun"	100,0	97,00	97,00	102,82	102,82	107,96	107,96	110,12	110,12	104,61	104,61	99,38	99,38	99,38	
		Gjaldskrárbreytingar	0%	-3%	0%	6%	0%	5%	0%	2%	0%	-5%	0%	-5%	0%	0%	
		SV: "Hægar framfarir"	100,0	97,00	97,00	101,85	106,94	106,94	114,43	114,43	119,01	119,01	113,06	113,06	113,06	113,06	
		Gjaldskrárbreytingar	0%	-3%	0%	5%	5%	0%	7%	0%	4%	0%	-5%	0%	0%	0%	

TAFLA 6-4 : SPÁR UM VÍSITÖLUR FLUTNINGSGJALDSKRÁA OG GJALDSKRÁRBREYTINGAR

6.4 Samantekt á áhrifum framkvæmda á flutningskostnað

Áhrif framkvæmda í flutningskerfinu eru háð mikilvægum forsendum um bæði raforkunotkun og uppbyggingarhraða. Markmið Landsnets um að hækka ekki flutningskostnað til lengri tíma þýðir að uppbygging í flutningskerfinu mun taka mið af eftirspurn. Þó þarf að hafa í huga að þættir utan áhrifa Landsnets geta breytt niðurstöðum. Niðurstöður ætti jafnframt að túlka með þeim fyrirvara að ekki er gert ráð fyrir því að brugðist yrði við þróun sem benti til mikillar hækkunar flutningskostnaðar með því að fresta eða hætta við uppbyggingu eftir því hvernig eftirspurn á raforku þróast. Markmið Landsnets um að hækka ekki flutningskostnað til lengri tíma þýðir að slíkt yrði í raun alltaf gert ef ástæða þætti til.

Niðurstöður sýna fram á að uppbyggingarhraði hefur nokkur áhrif á flutningskostnað og þeim mun meiri eftir því sem raforkunotkun eykst hægar. Hraðari uppbygging leiðir til hraðari stækkunar eignastofns Landsnets án þess að orkunotkun fylgi með. Eignastofninn er eins og áður hefur komið fram mikilvægasti þátturinn í tekjumörkum.

Áhrif sviðsmynda um raforkunotkun á flutningskostnað eru einnig veruleg og hafa meiri áhrif á flutningskostnað stórnotenda en flutningskostnað dreifiveitna. Ef uppbygging verður hröð á sama tíma og aðrar sviðsmyndir en *aukin stórnotkun* raungerist mun það kalla á nokkra hækkun flutningskostnaðar fyrir stórnotendur. Það verður þó að huga að því að í dag er flutningskostnaður stórnotenda í sögulegu lágmarki sé miðað við fast verðlag og eins að sviðsmyndin *aukin stórnotkun* er eina sviðsmyndin sem gerir ráð fyrir aukningu í orkunotkun stórnotenda. Sé horft til markmiðs Landsnets um að hækka ekki flutningskostnað til lengri tíma litið er afar ólíklegt að uppbygging kerfisins verði eins og lýst er í valkostum A, B og C ef engin aukning í orkunotkun stórnotenda raungerist.

Fyrir flutningskostnað dreifiveitna er í flestum notkunar sviðsmyndum og valkostum gert ráð fyrir flutningsgjaldskrárlækkunum til lengri tíma litið þó svo að spáð sé hækkunum yfir styttri tímabil. Það er ekki nema í notkunar sviðsmyndinni *hægar framfarir* sem gert er ráð fyrir flutningsgjaldskrárhækkunum til lengri tíma.

Eins og fram kemur í þessum niðurstöðum er væntanleg þróun flutningskostnaðar háð breytilegum þáttum sem geta haft veruleg áhrif á flutningskostnað. Breytilegir þættir valda óvissu en geta Landsnets til að bregðast við og draga úr uppbyggingarhraða eða hætta við framkvæmdir minnkar hættu á miklum flutningsgjaldskrárhækkunum ef raforkunotkun eykst hægar en gert er ráð fyrir. Samspil þessara þátta getur leitt til mjög breytilegra niðurstaðna, bæði til lækkunar flutningskostnaðar og hækkunar. Markmið Landsnets frá árinu 2016 er eftir sem áður að þeir þættir sem Landsnet hefur stjórn á leiði ekki til hækkunar á flutningskostnaði til lengri tíma.

7 Samtenging landshluta

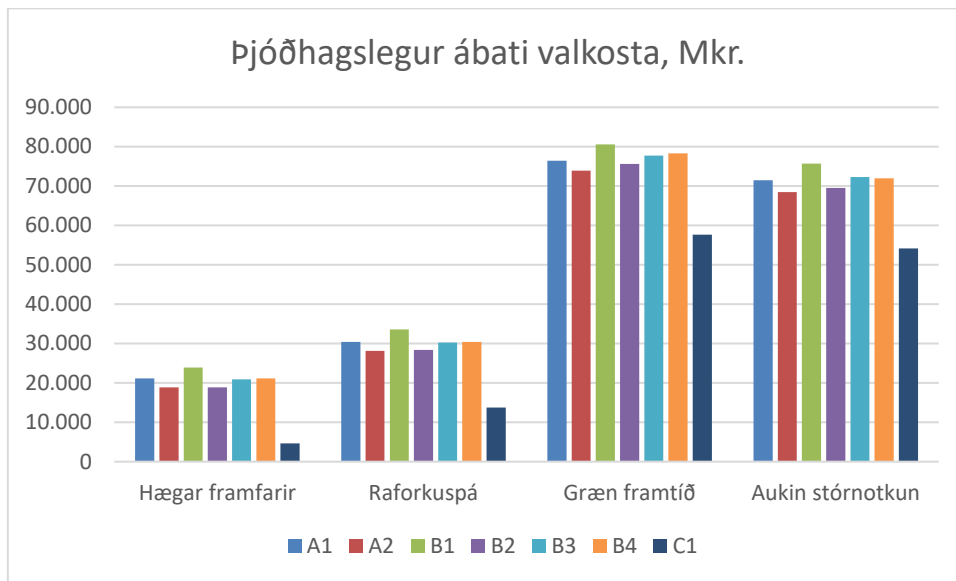
Tilgangur þessa kafla er að taka saman niðurstöður greininga á kostum þess að samtengja landshluta með nýjum öflugum flutningslínunum og þess að reka kerfin í tveimur eyjum með veikar tengingar sín á milli. Í þeim tilgangi að gera þennan samanburð mögulegan hefur verið skilgreindur sérstakur valkostur, valkostur C.1, þar sem einungis lykilframkvæmdir í meginflutningskerfinu koma til framkvæmda. Í köflum 4.4, 4.6 og 6.2 hefur verið lagt mat á tæknilegan samanburð ásamt því að bera saman áhrif á þjóðhagslega hagkvæmni og gjaldskrá. Auk þess hefur valkostur C.1 verið metinn í umhverfisskýrslu til jafns við aðra valkosti.

Tæknilegur samanburður valkosta sýnir valkostir sem tengja saman landshluta (A og B) eru umtalsvert betri fyrir tæknileg markmið raforkulaga en valkostur C.1. Horft var til endurgreiðslutíma valkostanna við mat á hagkvæmni og komu allir valkostir álíka út varðandi markmið um hagkvæmni eftir sviðsmyndum. Besti valkosturinn tæknilega er valkostur B.1 en hann hefur þó í för með sér mestu umhverfisáhrifin. Ítarlegri umfjöllun um tæknilegan samanburð valkosta má sjá í köflum 4.4.5, 4.4.7 og 4.4.9.

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

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

Þegar allt er tekið saman er niðurstaðan sú að *valkostur C.1* er ótvírætt óhagkvæmari en aðrir valkostir. Þjóðhagslegur ábati er mismikill eftir sviðsmyndum en alltaf lægstur í *valkosti C.1*. Að meðaltali skilar hann ábata upp á 32,5 milljarða á tímabilinu fram til 2050 en *valkostir A1* og *B1* skila 49,9 og 48,1 milljarði hvor um sig.



MYND 7-1 ÞJÓÐGSLEGUR ÁBATI VALKOSTA

Þessi munur á ábata sem felst fyrst og fremst í bættri nýtingu virkjana skýrir hvers vegna *Valkostur C* er að jafnaði lengst að borga sig. *Valkostur C* er 58 ár að meðaltali yfir sviðsmyndirnar samanborið við 34 fyrir *valkost A1* og 36 *valkost B1*. Mestu munar um sviðsmyndina *Hægar framfarir* þar sem endurgreiðslutíminn er 140 ár í *Valkosti C* en hann er einnig lengst að borga sig í hinum sviðsmyndunum þótt það dragi verulega saman með aukinni raforkunotkun.



MYND 7-2 ENDURGREIÐSLUTÍMI VALKOSTA

8 Heimildaskrá

1. Raforkulög nr. 65/2003, með síðari breytingum.
2. Reglugerð nr. 1048/2004 um gæði raforku og afhendingaröryggi.
3. Orkuspárnefnd. 2018. *Raforkuspá 2018-2050 – Endurreikningur á spá frá 2015 út frá nýjum gögnum og breyttum forsendum*. OS-2018/03, ISBN 978-9979-68-470-1.
4. Orkuspárnefnd. 2018. *Sviðsmyndir um raforkunotkun 2018-2050*. OS-2018/07, ISBN 978-9979-68-493-0.
5. Lög um umhverfismat áætlana nr. 105/2006, með síðari breytingum.
6. Reglugerð um kerfisáætlun fyrir uppbyggingu flutningskerfis raforku nr. 870/2016. 7. október 2016.
7. Stefna stjórnvalda um lagningu raflína. Þingskjal 1355. 28. maí 2015.
8. Stefna stjórnvalda um uppbyggingu flutningskerfis raforku. Þingskjal 1244. 11. júní 2018.
9. Jón Vilhjálmsson og Friðrik Már Baldursson. 2013. *Þjóðhagslegt gildi uppbyggingar flutningskerfis Landsnets*. Efla verkfræðistofa.
10. Landsnet, ARA Engineering og Efla verkfræðistofa. 2017. *Jarðstrengslengdir í meginflutningskerfinu – Mat á mögulegum jarðstrengslengdum í nýju flutningskerfi á Norðurlandi*. Landsnet-17003.
11. Landsnet. 2018. *Afhendingaröryggi og gæði flutningskerfisins – Frammistöðuskýrsla 2017*. Landsnet-18008.

9 Viðaukar

9.1 matstöflur fyrir valkostagreiðingu

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

9.1.1 Valkostur A.1 – Hálendisliða og nýbygging Fljótsdalur – Blanda

Öryggi

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

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

TAFLA 9-1 : MAT Á EINKENNUM ÁHRIFA VALKOSTS A.1 Á ÖRYGGI

Áreiðanleiki afhendingar

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

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

TAFLA 9-2 : MAT Á EINKENNUM ÁHRIFA VALKOSTS A.1 Á ÁREIÐANLEIKA AFHENDINGAR

Gæði raforku

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

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

TAFLA 9-3 : MAT Á EINKENNUM ÁHRIFA VALKOSTS A.1 Á GÆÐI RAFORKU

Skilvirkni

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

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

TAFLA 9-4 : MAT Á EINKENNUM ÁHRIFA VALKOSTS A.1 Á SKILVIRKNI

Hagkvæmni

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

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

TAFLA 9-5 : MAT Á EINKENNUM ÁHRIFA VALKOSTS A.1 Á HAGKVÆMNI

9.1.2 Valkostur A.1-J50 – Hálendislína með 50 km jarðstreng og nýbygging Fljótsdalur – Blanda

Öryggi

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

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

TAFLA 9-6 : MAT Á EINKENNUM ÁHRIFA VALKOSTS A.1-J50 Á ÖRYGGI

Áreiðanleiki afhendingar

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

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

TAFLA 9-7 : MAT Á EINKENNUM ÁHRIFA VALKOSTS A.1-J50 Á ÁREIÐANLEIKA AFHENDINGAR

Gæði raforku

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

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

TAFLA 9-8 : MAT Á EINKENNUM ÁHRIFA VALKOSTS A.1-J50 Á GÆÐI RAFORKU

Skilvirkni

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

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

TAFLA 9-9 : MAT Á EINKENNUM ÁHRIFA VALKOSTS A.1-J50 Á SKILVIRKNI

Hagkvæmni

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

Matsþáttur	Hægar framfarir			Raforkuspá			Græn framtíð			Aukin stórnotkun		
	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H

Endurgreiðslutími	X					X					X				X
--------------------------	---	--	--	--	--	---	--	--	--	--	---	--	--	--	---

TAFLA 9-10 : MAT Á EINKENNUM ÁHRIFA VALKOSTS A.1-J50 Á HAGKVÆMNI

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

Öryggi

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

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

TAFLA 9-11 : MAT Á EINKENNUM ÁHRIFA VALKOSTS A.1-DC Á ÖRYGGI

Áreiðanleiki afhendingar

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

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

TAFLA 9-12 : MAT Á EINKENNUM ÁHRIFA VALKOSTS A.1-DC Á ÁREIÐANLEIKA AFHENDINGAR

Gæði raforku

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

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

TAFLA 9-13 : MAT Á EINKENNUM ÁHRIFA VALKOSTS A.1-DC Á GÆÐI RAFORKU

Skilvirkni

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

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

TAFLA 9-14 : MAT Á EINKENNUM ÁHRIFA VALKOSTS A.1-DC Á SKILVIRKNI

Hagkvæmni

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

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

TAFLA 9-15 : MAT Á EINKENNUM ÁHRIFA VALKOSTS A.1-DC Á HAGKVÆMNI

9.1.4 Valkostur A.2 – Hálendisliða og endurbygging Fljótsdalur – Blanda Öryggi

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

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

TAFLA 9-16 : MAT Á EINKENNUM ÁHRIFA VALKOSTS A.2 Á ÖRYGGI

Áreiðanleiki afhendingar

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

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

TAFLA 9-17 : MAT Á EINKENNUM ÁHRIFA VALKOSTS A.2 Á ÁREIÐANLEIKA AFHENDINGAR

Gæði raforku

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

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

TAFLA 9-18 : MAT Á EINKENNUM ÁHRIFA VALKOSTS A.2 Á GÆÐI RAFORKU

Skilvirkni

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

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

TAFLA 9-19 : MAT Á EINKENNUM ÁHRIFA VALKOSTS A.2 Á SKILVIRKNI

Hagkvæmni

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

Matsþáttur	Hægar framfarir			Raforkuspá			Græn framtíð			Aukin stórnotkun		
	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H

Endurgreiðslutími	X					X									X
--------------------------	---	--	--	--	--	---	--	--	--	--	--	--	--	--	---

TAFLA 9-20 : MAT Á EINKENNUM ÁHRIFA VALKOSTS A.2 Á HAGKVÆMNI

9.1.5 Valkostur B.1 – 220 kV hringtenging, nýbygging

Öryggi

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

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

TAFLA 9-21 : MAT Á EINKENNUM ÁHRIFA VALKOSTS B.1 Á ÖRYGGI

Áreiðanleiki afhendingar

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

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

TAFLA 9-22 : MAT Á EINKENNUM ÁHRIFA VALKOSTS B.1 Á ÁREIÐANLEIKA AFHENDINGAR

Gæði raforku

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

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

TAFLA 9-23 : MAT Á EINKENNUM ÁHRIFA VALKOSTS B.1 Á GÆÐI RAFORKU

Skilvirkni

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

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

TAFLA 9-24 : MAT Á EINKENNUM ÁHRIFA VALKOSTS B.1 Á SKILVIRKNI

Hagkvæmni

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

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

TAFLA 9-25 : MAT Á EINKENNUM ÁHRIFA VALKOSTS B.1 Á HAGKVÆMNI

9.1.6 Valkostur B.2 – 220 kV nýbygging Brennimerur – Fljótsdalur

Öryggi

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

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

TAFLA 9-26 : MAT Á EINKENNUM ÁHRIFA VALKOSTS B.2 Á ÖRYGGI

Áreiðanleiki afhendingar

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

Matsþáttur	Hægar framfarir	Raforkuspá	Græn framtíð	Aukin stórnotkun

	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H
Flöskuhálsar		X			X			X			X	
Ótíltæki			X			X			X			X
Áreiðanleikastuðlar		X			X			X			X	

TAFLA 9-27 : MAT Á EINKENNUM ÁHRIFA VALKOSTS B.2 Á ÁREIÐANLEIKA AFHENDINGAR

Gæði raforku

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

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

TAFLA 9-28 : MAT Á EINKENNUM ÁHRIFA VALKOSTS B.2 Á GÆÐI RAFORKU

Skilvirkni

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

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

TAFLA 9-29 : MAT Á EINKENNUM ÁHRIFA VALKOSTS B.2 Á SKILVIRKNI

Hagkvæmni

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

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

TAFLA 9-30 : MAT Á EINKENNUM ÁHRIFA VALKOSTS B.2 Á HAGKVÆMNI

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

Öryggi

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

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

TAFLA 9-31 : MAT Á EINKENNUM ÁHRIFA VALKOSTS B.3 Á ÖRYGGI

Áreiðanleiki afhendingar

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

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

TAFLA 9-32 : MAT Á EINKENNUM ÁHRIFA VALKOSTS B.3 Á ÁREIÐANLEIKA AFHENDINGAR

Gæði raforku

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

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

TAFLA 9-33 : MAT Á EINKENNUM ÁHRIFA VALKOSTS B.3 Á GÆÐI RAFORKU

Skilvirkni

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

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

TAFLA 9-34 : MAT Á EINKENNUM ÁHRIFA VALKOSTS B.3 Á SKILVIRKNI

Hagkvæmni

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

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

TAFLA 9-35 : MAT Á EINKENNUM ÁHRIFA VALKOSTS B.3 Á HAGKVÆMNI

9.1.8 Valkostur B.4 – 220 kV endurbygging byggðalínu

Öryggi

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

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

TAFLA 9-36 : MAT Á EINKENNUM ÁHRIFA VALKOSTS B.4 Á ÖRYGGI

Áreiðanleiki afhendingar

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

Matsþáttur	Hægar framfarir	Raforkuspá	Græn framtíð	Aukin stórnotkun
------------	-----------------	------------	--------------	------------------

	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H
Flöskuhálsar			X			X				X		X
Ótíltæki			X			X				X		X
Áreiðanleikastuðlar			X			X				X		X

TAFLA 9-37 : MAT Á EINKENNUM ÁHRIFA VALKOSTS B.4 Á ÁREIÐANLEIKA AFHENDINGAR

Gæði raforku

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

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

TAFLA 9-38 : MAT Á EINKENNUM ÁHRIFA VALKOSTS B.4 Á GÆÐI RAFORKU

Skilvirkni

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

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

TAFLA 9-39 : MAT Á EINKENNUM ÁHRIFA VALKOSTS B.4 Á SKILVIRKNI

Hagkvæmni

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

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

TAFLA 9-40 : MAT Á EINKENNUM ÁHRIFA VALKOSTS B.4 Á HAGKVÆMNI

9.1.9 Valkostur C.1 – Lykilfjárfestingar eingöngu

Öryggi

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

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

TAFLA 9-41 : MAT Á EINKENNUM ÁHRIFA VALKOSTS C.1 Á ÖRYGGI

Áreiðanleiki afhendingar

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

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

TAFLA 9-42 : MAT Á EINKENNUM ÁHRIFA VALKOSTS C.1 Á ÁREIÐANLEIKA AFHENDINGAR

Gæði raforku

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

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

TAFLA 9-43 : MAT Á EINKENNUM ÁHRIFA VALKOSTS C.1 Á GÆÐI RAFORKU

Skilvirkni

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

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

TAFLA 9-44 : MAT Á EINKENNUM ÁHRIFA VALKOSTS C.1 Á SKILVIRKNI

Hagkvæmni

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

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

TAFLA 9-45 : MAT Á EINKENNUM ÁHRIFA VALKOSTS C.1 Á HAGKVÆMNI

