

# DRÖG

## INNVIÐIRNIR OKKAR- LEIÐIN AÐ RAFVÆDDRI FRAMTÍÐ

Kerfisáætlun Landsnets 2016-2025



## Samantekt

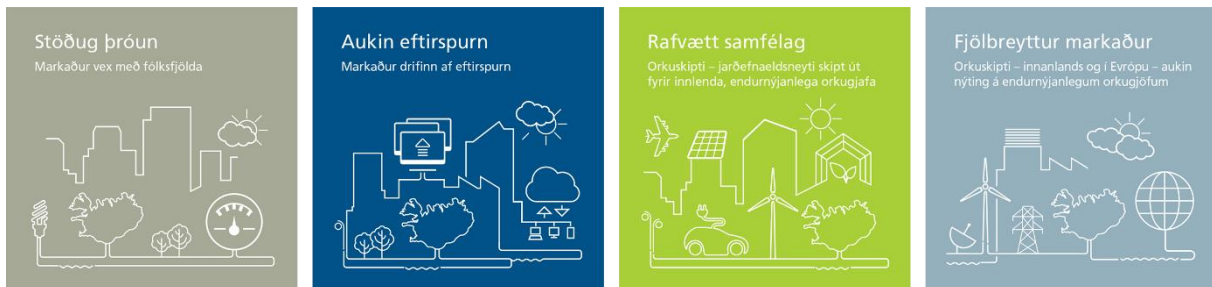
Samkvæmt raforkulögum nr. 65/2003 er það m.a. skylda flutningsfyrirtækis raforku að leggja fram áætlun um uppbyggingu flutningskerfisins. Með lögum nr. 26/2015, sem öðluðust gildi 6. júní 2015, var ákvæðum raforkulaga breytt og innleidd ákvæði 22. gr. þriðju raforkutílskipunar Evrópusambandsins nr. 2009/72/EB 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.

Með lagabreytingunum hefur kerfisáætlun flutningsfyrirtækisins öðlast bæði skýran lagagrundvöll og stöðu í regluverki raforkumála. Breytingarnar fela einnig í sér að áætlunin er háð samþykki Orkustofnunar. Kerfisáætlun markar þannig stefnu um leyfisveitingar til framkvæmda sem tilgreindar eru í lögum um mat á umhverfisáhrifum, nr. 105/2000. Kerfisáætlanir flutningsfyrirtækisins falla þannig undir lög um umhverfismat áætlana, nr. 106/2005.

Seint á vinnslutíma áætlunarinnar tók gildi reglugerð um kerfisáætlun fyrir uppbyggingu flutningskerfis raforku, nr. 870/2016, sem inniheldur kröfur um vinnslu, samþykktir og innihald kerfisáætlunar.

## Sviðsmyndir

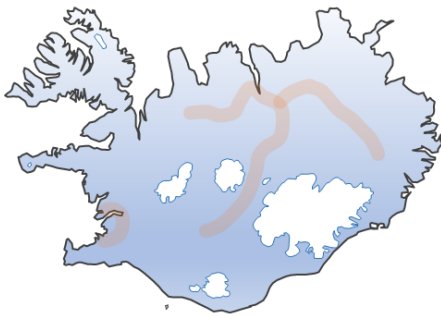
Fjórar nýjar sviðsmyndir hafa verið skilgreindar sem grunnforsendur kerfisáætlunar Landsnets. Í vinnsluferli síðustu kerfisáætlunar snéru þó nokkrar umsagnir að forsenduhluta kerfisáætlunarinnar og um nauðsyn á styrkingu hans. Til að bregðast við þessum umsögnum var ákveðið að ráðast í viðamikla þarfagreiningu þar sem reynt var að kortleggja betur mögulega framtíðarþróun raforkumarkaðar á Íslandi og ná þannig fram skýrari mynd af þeim þörfum sem framtíðarflutningskerfi raforku þarf að fullnægja. Í þarfagreiningunni var meðal annars haft samráð við aðila á raforkumarkaði um eftirspurn eftir orku, ráðist í athugun á mögulegum orkuskiptum úr jarðefnaeldsneyti yfir í innlenda endurnýjanlega orkugjafa um leið og spár og fyrirliggjandi áætlanir voru rýndar. Niðurstaða þarfagreiningarinnar eru fjórar nýjar sviðsmyndir sem samanlangt ná yfir þá þætti sem flutningskerfi raforku til framtíðar þarf að uppfylla; allt frá þeirri þörf sem lýst er í raforkuspá til mögulegrar tengingar íslenska raforkukerfisins við Evrópu.



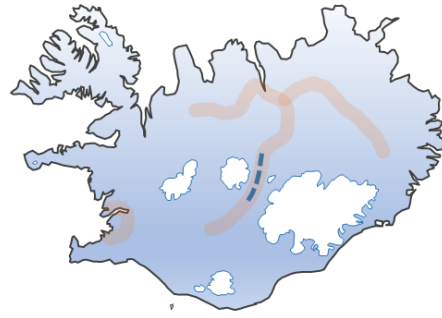
## Valkostir kerfisáætlunar

Valkostir kerfisáætlunar eru með svipuðu sniði og í síðustu áætlun. Lagðir eru fram tveir aðalvalkostir sem fela í sér annað hvort tengingu yfir hálendið eða uppbyggingu á nýjum byggðalínuhring. Undir þessum aðalvalkostum eru lagðar til mismunandi útfærslur sem eru blanda af nýbyggingum og endurnýjun á núverandi byggðalínu. Undirvalkostir eru þó færri því nú er sleppt þeim kostum sem komu verst út í valkostagreiningu síðustu kerfisáætlunar. Þar er um að ræða valkosti sem byggja á 132 kílóvolta styrkingum, og valkost sem snéri að hálendislínu og vesturvæng. Þessir þrír valkostir teljast ekki uppfylla markmið raforkulaga á fullnægjandi hátt og eru því ekki til umfjöllun í þessari kerfisáætlun. Á móti hafa verið teknir til umfjöllunar tveir nýjir valkostir. Einn sem snýr að jafnstraumstengingu yfir hálendið og annar sem inniheldur hálendislínu með 50 km löngum jarðstrengskafla, sem fær nú sess sem sér valkostur. Einnig hefur valkostum sem fólu í sér spennuhækkun á byggðalínu verið breytt á þann hátt að í stað endurnýtingar á núverandi línümöstrum er nú horft til endurbyggingar með því að byggja nýjar línur við hlið þeirra gömlu og fjarlægja svo gömlu línurnar. Með þessu verklagi fást svipaðir kerfislægir eiginleikar og við spennuhækkun byggðalínunnar og sambærileg umhverfisáhrif. Ástæðan fyrir þessum breytingum er sú að valkostagreining í síðustu kerfisáætlun leiddi í ljós að kostir sem byggðust á spennuhækkun byggðalínunnar, þar sem núverandi línümöstrum væri breytt, væru vart framkvæmanlegir.

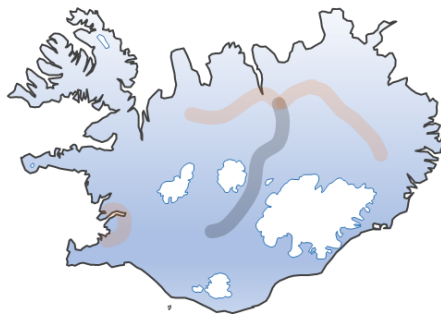
### A valkostir - Hálandisleið



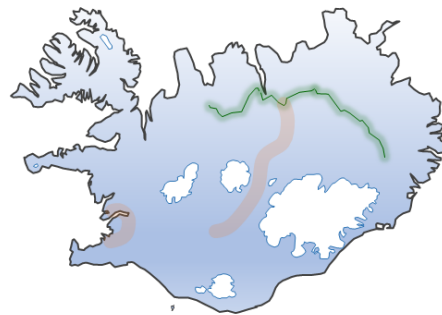
A.1







A.1-J<sub>50</sub>



A.1-DC



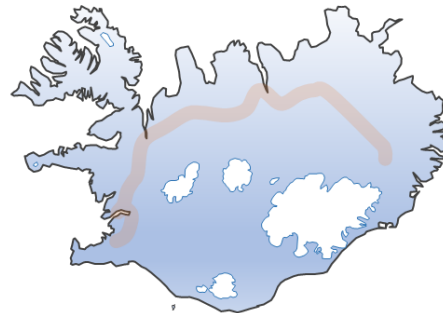
A.2

-  Nýjar 220 kV línur
-  HVDC
-  220 kV endurbygging á byggðalínu
-  220 kV jarðstrengur

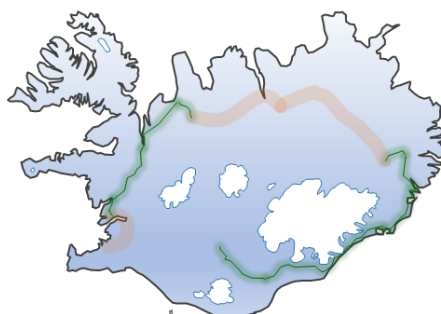
### B valkostir - Byggðaleið



B.1



B.2



B.3



B.4



## Niðurstaða mats á valkostum

Allir framlagðir valkostir hafa verið metnir á grunni markmiða raforkulaga og umhverfisáhrif þeirra metin. Niðurstaða mats á markmiðum raforkulaga er birt fyrir þrjár ólíkar sviðsmyndir um þróun raforkumarkaðar. Niðurstaðan er birt með fjögurra þrepa litakóða, þar sem dökkgrátt skorar lægst, ljósgrátt næstlægst, ljósgrænt næsthæst og dökkgrænt hæst.

<i>Stöðug þróun Samanburður valkosta</i>	<i>Núll</i>	<i>A.1</i>	<i>A.2</i>	<i>A.1- J50</i>	<i>A.1- DC</i>	<i>B.1</i>	<i>B.2</i>	<i>B.3</i>	<i>B.4</i>
<b>Öryggi</b>									
<b>Skilvirkni</b>									
<b>Áreiðanleiki afhendingar</b>									
<b>Hagkvæmni</b>									
<b>Gæði Raforku</b>									
<i>Aukin eftirspurn Samanburður valkosta</i>	<i>Núll</i>	<i>A.1</i>	<i>A.2</i>	<i>A.1- J50</i>	<i>A.1- DC</i>	<i>B.1</i>	<i>B.2</i>	<i>B.3</i>	<i>B.4</i>
<b>Öryggi</b>									
<b>Skilvirkni</b>									
<b>Áreiðanleiki afhendingar</b>									
<b>Hagkvæmni</b>									
<b>Gæði Raforku</b>									
<i>Rafvætt samfélag Samanburður valkosta</i>	<i>Núll</i>	<i>A.1</i>	<i>A.2</i>	<i>A.1- J50</i>	<i>A.1- DC</i>	<i>B.1</i>	<i>B.2</i>	<i>B.3</i>	<i>B.4</i>
<b>Öryggi</b>									
<b>Skilvirkni</b>									
<b>Áreiðanleiki afhendingar</b>									
<b>Hagkvæmni</b>									
<b>Gæði Raforku</b>									

Út frá greiningum valkosta er ljóst að erfitt er að hámarka á sama tíma niðurstöður markmiða fyrir tæknileg, hagræn og umhverfisleg sjónarmið. Skoðaðir hafa verið tveir höfuðvalkostir fyrir þróun flutningskerfisins sem skiptast í átta mögulegar útfærsluleiðir. Þessir átta valkostir hafa verið greindir ítarlega fyrir þrjár sviðsmyndir sem gera ráð fyrir mismiklum vexti og þróun raforkumarkaðar á Íslandi. Valkostir A.1 og A.1-J<sub>50</sub> eru, þegar litið er yfir allt sviðið, þeir valkostir sem tekst best að sameina tæknileg og hagræn sjónarmið en valkostur A.1-DC er áhugaverður kostur til að ná samhljómi við markmið umhverfisverndar, en á kostnað hagrænna sjónarmiða. Lágmarka má enn frekar sjónræn

áhrif valkosta með því að leggja valda kafla styrkinga sem jarðstrengi en greindar hafa verið þær lengdir sem unnt er að leggja í jörð, án þess að ganga verulega á tæknileg markmið.

Það er því niðurstaða Landsnets, með tilliti til niðurstöðu kerfisáætlunar og umhverfismats áætlunarinnar að leggja til að ráðist verði í framkvæmdir á þeim línuleiðum sem eru sameiginlegar þeim fjórum valkostum sem taldir eru uppfylla markmið raforkulaga. Þessar framkvæmdir eru Krafla – Fljótisdalur, Akureyri - Krafla, Blanda- Akureyri og Geitháls-Brennimelur (Höfuðborgarsvæði – Vesturland).

Hvað varðar framkvæmdir sem ekki eru sameiginlegar framangreindum valkostum þ.e. hvort eigi að stefna á hálendisleiðina og þá riðstraums eða jafnstraumstengingu, eða hvort eigi að fara byggðalínuleiðina og klára hringinn, telur Landsnet að mikilvægt sé að afla frekari gagna um áhrif þessarar framkvæmda og öðlast þannig betri upplýsingar um möguleg umhverfisáhrif þeirra og byggja þannig sterkari grunn undir ákvarðanatöku um val á milli einstakra valkosta, útfærslur á þeim og mögulegar mótvægisáðgerðir.

## Framkvæmdaáætlun næstu þriggja ára

Næstu þrjú ár verða stór fjárfestingarár hjá Landsneti. Í kafla 5 er lögð fram áætlun um framkvæmdir á næstu þremur árum og í hvaða röð þær eru fyrirhugaðar. Tvær þeirra, Kröflulína 3 og Hólasandslína 3, tilheyra styrkingu meginflutningskerfisins sem lesa má um í kafla um langtímaþróun meginflutningskerfisins. Auk þessara tveggja stórfamkvæmda er einnig fjallað um styrkingar og endurnýjunarframkvæmdir í svæðisflutningskerfum víðsvegar um landið í framkvæmdaáætluninni.

# Efnisyfirlit

1	Kerfisáætlun Landsnets 2016-2025.....	13
1.1	Framtíðarsýn Landsnets og stefna .....	13
1.2	Lagaumhverfi.....	13
1.3	Breytingar frá fyrri áætlun.....	14
1.4	Grunnforsendur.....	14
1.5	Þjóðhagsleg hagkvæmni við styrkingu á flutningskerfi raforku .....	19
1.6	Tekjumörk og gjaldskrá .....	19
1.7	Fjárfestingar í framkvæmdaáætlun.....	22
1.8	Lykilhugtök .....	25
2	Núverandi flutningskerfi .....	27
2.1	Núverandi raforkunotkun.....	27
2.2	Núverandi raforkuvinnsla.....	27
2.3	Öryggi flutningskerfisins.....	28
2.4	Meginflutningskerfið .....	35
2.5	Flöskuhálsar og tengingar milli svæða .....	36
2.6	Núverandi flutningsgeta til afhendingarstaða.....	38
3	Svæðisbundnu kerfin .....	38
3.1	Höfuðborgarsvæðið og Suðurnes.....	39
3.2	Suðurland .....	40
3.3	Vesturland .....	43
3.4	Vestfirðir .....	44
3.5	Norður- og norðausturland .....	46
3.6	Austfirðir.....	47
4	Langtímaáætlun um þróun meginflutningskerfis .....	49
4.1	Sviðsmyndir .....	49
4.2	Valkostir kerfisáætlunar .....	53
4.3	Hagrænt mat á valkostum .....	61
4.4	Tæknilegt mat á valkostum .....	68
4.5	400 kV spennuhækkun .....	90
4.6	Umhverfisleg áhrif valkosta.....	91
4.7	Samanburður valkosta.....	91
4.8	Niðurstaða valkostagreiningar .....	93

5	Framkvæmdaáætlun 2017-2019.....	95
5.1	Framkvæmdir á yfirstandandi ári 2016 .....	95
5.2	Framkvæmdir 2017 .....	102
5.3	Framkvæmdir 2018 .....	112
5.4	Framkvæmdir 2019 .....	115
5.5	Aðrar breytingar á framkvæmdaáætlun .....	119
6	Niðurstaða umhverfisskýrslu .....	120
7	Heimildaskrá.....	121
A.	Þjóðhagslegt gildi uppbyggingar flutningskerfis Landsnets .....	122
7.1	Þjóðhagslegt mat á kostnaði við flutning raforku .....	122
B.	Næmnigreining á breytingum í endurgreiðslutíma vegna jarðstrengja.....	129
C.	Aflskiptinga dreifiveitna og stórnotenda .....	130
D.	Möguleg tímalína uppbyggingar í langtímaáætlun .....	131
E.	Skammhlaupsafl í flutningskerfinu.....	133
F.	Eignir Landsnets .....	136
F.1	Háspennulínur flutningskerfisins í árslok 2015 .....	136
F.2	Tengivirki flutningskerfisins í árslok 2015 .....	139
G.	Kort af flutningskerfi Landsnets .....	141

## Myndayfirlit

Mynd 1-1: Tákmyndir fyrir nýjar sviðsmyndir .....	18
Mynd 1-2 : Afskriftir og fjárfestingar Landsnets árin 2011-2015 .....	20
Mynd 1-3 : Þróun gjaldskrár Landsnets til stórnotenda .....	21
Mynd 1-4 : Þróun gjaldskrár Landsnets til dreifiveitna frá stofnun félagsins.....	21
Mynd 2-1: Uppsett afl í ársbyrjun 2015, skipt í vatnsafl og jarðhita .....	28
Mynd 2-2: Straumleysismínútur vegna fyrirvaralausra rekstrartruflana árin 2006-2015.....	30
Mynd 2-3 : Þróun stuðuls um rofið álag .....	31
Mynd 2-4: Skerðing og vinnsla í varaafsstöðvum vegna fyrirvaralausra truflana í kerfi landsnets árið 2015.....	33
Mynd 2-5: Samanburður á ótíltækisstuðlum loftlína fyrir árin 2005, 2008, 2011 og 2014. ....	34
Mynd 2-6: Áreiðanleikastuðull kerfisins árin 2006-2015. ....	34
Mynd 2-7: Meginflutningskerfið árið 2016 ásamt landshlutaskiptingu .....	36
Mynd 2-8: Skilgreind flutningssnið í meginflutningskerfinu 2016 .....	37
Mynd 3-1 : Svæðisbundin flutningskerfi og tengingar við stórnotendur .....	39
Mynd 3-2 : Flutningskerfi raforku á Suðurnesjum og á Höfuðborgarsvæðinu.....	40
Mynd 3-3: Svæðisflutningskerfið á Suðurlandi .....	41
Mynd 3-4: Svæðisflutningskerfið á Vesturlandi. ....	43
Mynd 3-5: Svæðisflutningskerfið á Vestfjörðum.....	44
Mynd 3-6: Einföld skýringarmynd af Áttunni og Hringnum .....	46
Mynd 3-7: Flutningskerfi raforku á norður- og norðausturlandi.....	46
Mynd 3-8: Flutningskerfi raforku á Austurlandi. ....	48
Mynd 4-1 : Valkostir til skoðunar í kerfisáætlun 2016-2025 .....	55
Mynd 4-2 : Uppfylling markmiða.....	55
Mynd 4-3: Litakóðar fyrir aukinn flutning .....	59
Mynd 4-4 Aflgeta afhendingarstaða árið 2030 við núllkost .....	69
Mynd 4-5: Valkostur A.1.....	69
Mynd 4-6 : A.1 - Aflgeta afhendingarstaða miðað við <i>Rafvætt samfélag</i> .....	72
Mynd 4-7: Valkostur A.1-J <sub>50</sub> .....	73
Mynd 4-8 : A.1-J <sub>50</sub> - Aflgeta afhendingarstaða miðað við <i>Rafvætt samfélag</i> .....	75
Mynd 4-9 : Valkostur A.1-DC .....	75
Mynd 4-10 : Valkostur A.1-DC Aflgeta afhendingarstaða .....	77
Mynd 4-11: Valkostur A.2.....	78
Mynd 4-12 : Valkostur A.2 - Aflgeta afhendingarstaða .....	79
Mynd 4-13 : Valkostur B.1 .....	80
Mynd 4-14 : Valkostur B.1 - Aflgeta afhendingarstaða .....	82
Mynd 4-15: Valkostur B.2.....	83
Mynd 4-16 : Valkostur B.2 - Aflgeta afhendingarstaða .....	85
Mynd 4-17: Valkostur B.3.....	85
Mynd 4-18 : Valkostur B.3 - Aflgeta afhendingarstaða .....	87
Mynd 4-20: Valkostur B.4.....	88
Mynd 4-20 : Valkostur B.4 - Aflgeta afhendingarstaða .....	90

Mynd 4-22: Möguleg 400 kV spennuhækkun með styrkingu milli Vesturlands og Höfuðborgarsvæðis.	90
Mynd 5-1: Staðsetning nýs tengivirkis í Grundarfirði ásamt Grundarfjarðarlínu 2, sjá k. 5.2.6.	95
Mynd 5-2: Tenging Vestmannaeyja	96
Mynd 5-3: Strengleið Fitjalínu 2 ásamt legu tengivirkisins Stakks	97
Mynd 5-4: Tengivirkid við Mjólka	98
Mynd 5-5: Afhendingarstaður á Bakka og tenging hans frá Þeistareykjum.	99
Mynd 5-6: Tenging Þeistareykja við Kröflu.	100
Mynd 5-7: Línuleið Suðurnesjalínu 2 frá Hamranesi í Rauðamel.	102
Mynd 5-8: Áætluð línuleið Kröflulínu 3 í megindráttum meðfram gömlu Kröflulínu 2.	103
Mynd 5-9: Sandskeiðslína 1, tengivirki á Sandskeiði og niðurrif Hamraneslína.	105
Mynd 5-10: Möguleg útfærsla jarðstrengs frá Búrfellsvirkjun II.	106
Mynd 5-11: Nýtt tengivirki á Hvolsvelli	107
Mynd 5-12 : Lega Ísallínu 3	109
Mynd 5-13 : Nýr 33 kv jarðstrengur frá Fitjum að Ásbrú	110
Mynd 5-14 : Nýr jarðstrengur um Dýrafjarðargöng	111
Mynd 5-15 : Möguleg staðsetning á nýjum afhendingarstað í Örafum	112
Mynd 5-16: Ný tenging við Húsavík.	113
Mynd 5-17: Ný Sauðárkrókslína - Möguleg útfærsla nýs jarðstrengs	114
Mynd 5-18 : Stækkun á tengivirki við Reykjanesvirkjun.	115
Mynd 5-19: Línuleið Hólasandslínu 3.	116
Mynd 5-20 : Mögulegur fyrsti áfangi styrkingar á sunnanverðum Vestfjörðum.	117
Mynd 5-21 : Hringtenging á Austurlandi	118
Mynd 5-22 : Tengivirki við Írafossvirkjun	119
Mynd 7-1 : Hlutfall dreifiveitna í aflskiptingu.	131
Mynd 7-2 : Möguleg tímalína fyrir framlagða valkosti	132

## Töfluyfirlit

Tafla 1-1 : Yfirlit sviðsmynda .....	19
Tafla 1-2 Fjárfestingar í eignagrunn Landsnets .....	22
Tafla 1-3 : Áætlun um þróun eignastofns tekjumarka, afskrifta og orkuflutnings .....	23
Tafla 1-4 : Eignasstofn tekjumarka sem hlutfall af orkuflutningi .....	23
Tafla 2-1: Markmið varðandi afhendingaröryggi.....	29
Tafla 2-2 : Tölulegar upplýsingar úr rekstri flutningskerfisins 2015.....	31
Tafla 2-3 : Straumleysismínútur 2015 .....	32
Tafla 4-1 : <i>Stöðug þróun</i> - tölulegar upplýsingar .....	50
Tafla 4-2 : <i>Aukin eftirspurn</i> - tölulegar upplýsingar .....	51
Tafla 4-3 : <i>Rafvætt samfélag</i> - tölulegar upplýsingar .....	52
Tafla 4-4 : <i>Fjölbreyttur markaður</i> - tölulegar upplýsingar .....	53
Tafla 4-5 : Mælikvarðar fyrir markmið um öryggi .....	56
Tafla 4-6 : Mælikvarðar fyrir markmið um skilvirkni .....	56
Tafla 4-7 : Mælikvarðar fyrir markmið um áreiðanleika afhendingar .....	57
Tafla 4-8 : Mælikvarðar fyrir markmið um hagkvæmni .....	57
Tafla 4-9 : Mælikvarðar fyrir markmið um gæði raforku .....	58
Tafla 4-10: Mælikvarði fyrir stöðugleika flutningskerfisins .....	58
Tafla 4-11: Mælikvarði fyrir kerfisstyrk .....	59
Tafla 4-12: Mælikvarði fyrir aukinn flutning.....	59
Tafla 4-13: Mælikvarði fyrir sveigjanleika orkuafhendingar.....	59
Tafla 4-14: Mælikvarði fyrir rekstraröryggi .....	60
Tafla 4-15: Mælikvarði fyrir nánd við virkjanakosti.....	60
Tafla 4-16: Mælikvarði fyrir áhrif á gjaldskrá .....	60
Tafla 4-17: Mælikvarði fyrir þjóðhagslega hagkvæmni .....	61
Tafla 4-18 : Núvirtur þjóðhagslegur kostnaður í milljónum króna - samanburður valkosta við sviðsmyndina <i>Stöðug þróun</i> .....	62
Tafla 4-19 : Ávinningur og endurgreiðslutími valkosta ef sviðsmyndin <i>Stöðug þróun</i> gengur eftir.....	62
Tafla 4-20 : Núvirtur þjóðhagslegur kostnaður í milljónum króna – samanburður valkosta við sviðsmyndina <i>Aukin eftirspurn</i> .....	64
Tafla 4-21 : Ávinningur og endurgreiðslutími valkosta ef sviðsmyndin <i>Aukin eftirspurn</i> gengur eftir..	64
Tafla 4-22 : Núvirtur þjóðhagslegur kostnaður í milljónum króna - samanburður valkosta við sviðsmyndina <i>Rafvætt samfélag</i> .....	65
Tafla 4-23 : Ávinningur og endurgreiðslutími valkosta ef sviðsmyndin <i>Rafvætt samfélag</i> gengur eftir	65
Tafla 4-24 : Áhrif valkosta á gjaldskrá ef sviðsmyndin <i>Stöðug þróun</i> gengur eftir .....	66
Tafla 4-25 : Áhrif valkosta á gjaldskrá ef sviðsmyndin <i>Aukin eftirspurn</i> gengur eftir .....	67
Tafla 4-26 : Áhrif valkosta á gjaldskrá ef sviðsmyndin <i>Rafvætt samfélag</i> gengur eftir .....	67
Tafla 4-27 : Mat á því hvernig núllkostur uppfyllir markmið raforkulaga .....	68
Tafla 4-28 : A.1 - Hámarks lengd jarðstrengslagna á einstökum línuleiðum.....	70
Tafla 4-29 : Mat á því hvernig valkostur A.1 uppfyllir markmið raforkulaga .....	71
Tafla 4-30 : A.1-J <sub>50</sub> - Hámarks lengd jarðstrengslagna á einstökum línuleiðum.....	73
Tafla 4-31 : Mat á því hvernig valkostur A.1-J <sub>50</sub> uppfyllir markmið raforkulaga .....	74
Tafla 4-34 : A.1-DC - Hámarks lengd jarðstrengslagna á einstökum línuleiðum.....	76

Tafla 4-35 : Mat á því hvernig valkostur A.1-DC uppfyllir markmið raforkulaga.....	76
Tafla 4-32 : A.2 - Hámarks lengd jarðstrengslagna á einstökum línuleiðum .....	78
Tafla 4-33 : Mat á því hvernig valkostur A.2 uppfyllir markmið raforkulaga.....	79
Tafla 4-36 : B.1 - Hámarks lengd jarðstrengslagna á einstökum línuleiðum .....	81
Tafla 4-37 : Mat á því hvernig valkostur A.1-DC uppfyllir markmið raforkulaga.....	81
Tafla 4-38 : B.2 - Hámarks lengd jarðstrengslagna á einstökum línuleiðum .....	83
Tafla 4-39 : Mat á því hvernig valkostur B.2 uppfyllir markmið raforkulaga.....	84
Tafla 4-40 : B.3 - Hámarks lengd jarðstrengslagna á einstökum línuleiðum .....	86
Tafla 4-41 : Mat á því hvernig valkostur B.3 uppfyllir markmið raforkulaga.....	86
Tafla 4-42 : B.4 - Hámarks lengd jarðstrengslagna á einstökum línuleiðum .....	88
Tafla 4-43 : Mat á því hvernig valkostur B.4 uppfyllir markmið raforkulaga.....	89
Tafla 4-44: Niðurstaða mats á umhverfisáhrifum valkosta .....	91
Tafla 4-45 : Yfirlit yfir mat á valkostum þegar horft er til sviðsmyndarinnar <i>Stöðug þróun</i> .....	92
Tafla 4-46 : Yfirlit yfir mat á valkostum þegar horft er til sviðsmyndarinnar <i>Aukin eftirspurn</i> .....	92
Tafla 4-47 : Yfirlit yfir mat á valkostum þegar horft er til sviðsmyndarinnar <i>Rafvætt samfélag</i> .....	93
Tafla 7-1 : Núvirtur þjóðhagslegur kostnaður í milljónum króna - samanburður valkosta við sviðsmyndina <i>Stöðug þróun</i> .....	125
Tafla 7-2 : Ávinningur og endurgreiðslutími valkosta ef sviðsmyndin <i>Stöðug þróun</i> gengur eftir.....	125
Tafla 7-3 : Núvirtur þjóðhagslegur kostnaður í milljónum króna – samanburður valkosta við sviðsmyndina <i>Aukin eftirspurn</i> .....	126
Tafla 7-4 : Ávinningur og endurgreiðslutími valkosta ef sviðsmyndin <i>Aukin eftirspurn</i> gengur eftir..	127
Tafla 7-5 : Núvirtur þjóðhagslegur kostnaður í milljónum króna - samanburður valkosta við sviðsmyndina <i>Rafvætt samfélag</i> .....	127
Tafla 7-6 : Ávinningur og endurgreiðslutími valkosta ef sviðsmyndin <i>Rafvætt samfélag</i> gengur eftir	128
Tafla 7-7 Núvirtur framkvæmdakostnaður miðað við mismunandi lengd jarðstrengja .....	129
Tafla 7-8 Endurgreiðslutími valkosta í <i>Stöðug þróun</i> miðað við mismunandi lengd jarðstrengja .....	129
Tafla 7-9 Endurgreiðslutími valkosta í <i>Aukin eftirspurn</i> miðað við mismunandi lengd jarðstrengja ..	130
Tafla 7-10 Endurgreiðslutími valkosta í <i>Rafvætt samfélag</i> miðað við mismunandi lengd jarðstrengja .....	130



# 1 Kerfisáætlun Landsnets 2016-2025

## 1.1 Framtíðarsýn Landsnets og stefna

Rafvædd framtíð í takt við samfélagið er kjarninn í framtíðarsýn Landsnets. Nútímasamfélög reiða sig í æ ríkari mæli á örugga afhendingu raforku og því er nauðsynlegt að treysta rekstur flutningskerfis raforku.

Landsnet hefur sett sér það markmið að tryggja örugga afhendingu á raforku til framtíðar og að viðhalda jafnvægi milli framleiðslu og notkunar. Fyrirtækið ætlar að ná eins breiðri sátt og mögulegt er um þær leiðir sem farnar verða og taka tillit til þarfa samfélagsins á hverjum tíma ásamt því að sýna ábyrgð í umgengni við náttúruna.

Landnet einsetur sér jafnframt að stuðla að heilbrigðu markaðsumhverfi á raforkumarkaði og hagkvæmri nýtingu fjármuna.

Stefna Landsnets byggir á hlutverki fyrirtækisins og framtíðarsýn og er ætlað að stuðla að því að það ræki hlutverk sitt af natni og í sem víðtækastri sátt við samfélag og umhverfi.

Stefnan kristallast í loforðum til samfélagsins um öruggt rafmagn og gæði og öryggi flutningskerfisins til framtíðar, sátt við samfélag og umhverfi, skilvirkan rekstur, upplýsta umræðu og markvissa stjórnun og skipulag. Loforðin eru:

- Öruggt rafmagn – gæði og öryggi flutningskerfisins til framtíðar
- Í sátt við samfélag og umhverfi
- Góð nýting fjármuna – skilvirkur rekstur
- Skýr ímynd
- Markviss stjórnun og skipulag
- Góður vinnustaður

## 1.2 Lagaumhverfi

Samkvæmt raforkulögum nr. 65/2003 er það m.a. skylda flutningsfyrirtæks raforku að leggja fram áætlun um uppbyggingu flutningskerfisins [1]. 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 kerfisáætlunir. 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.

Seint á vinnslutíma áætlunarinnar tók gildi reglugerð um kerfisáætlun fyrir uppbyggingu flutningskerfis raforku, nr. 870/2016, sem inniheldur kröfur um vinnslu, samþykktir og innihald kerfisáætlunar.

### 1.2.1 Umhverfismat áætlana

Með lagabreytingunum hefur kerfisáætlun flutningsfyrirtækisins öðlast bæði skýran lagagrundvöll og stöðu í regluverki raforkumála. Breytingarnar fela einnig í sér að áætlunin er háð samþykki Orkustofnunar. Kerfisáætlunin markar þannig stefnu um leyfisveitingar til framkvæmda sem tilgreindar eru í lögum um mat á umhverfisáhrifum, nr. 105/2000. Kerfisáætlunir flutningsfyrirtækisins falla þannig undir lög um umhverfismat áætlana, nr. 106/2005.

## 1.3 Breytingar frá fyrri áætlun

Talsverðar breytingar eru á kerfisáætlun frá síðustu útgáfu hennar. Stærsta breytingin snýr að forsendum hennar en mikil áhersla hefur verið lögð á endurskilgreiningu þeirra. Litið var til reynslu annarra þjóða í þeirri vinnu og skilgreinar nýjar sviðsmyndir sem er ætlað að gefa vísbendingar um mögulega þróun raforkumarkaðarins. Valkostum hefur einnig verið fækkað frá síðustu áætlun og sleppt að fjalla frekar um þá valkosti sem ekki uppfylltu markmið raforkulaga í síðustu áætlun. Þeim valkostum sem snúa að spennuhækkun á núverandi 132 kV byggðalínu með trémöstrum hefur t.d. verið sleppt þar sem slík lausn var ekki talin framkvæmanleg. Í staðinn eru settir fram valkostir sem fela í sér byggingu nýrra 220 kV háspennulína við hlið núverandi lína, sem verða svo fjarlægðar þegar að nýjar línur hafa verið spennusettar. Einnig hefur jafnstraumstengingu yfir hálendið verið bætt við sem valkosti. Breytingar hafa einnig verið gerðar á framsetningu umfjöllunar um valkosti. Allir valkostir eru prófaðir í kerfislíkani Landsnets og metnir út frá þremur sviðsmyndum og birtar niðurstöður fyrir hverja sviðsmynd fyrir sig.

Umfjöllun um fjárhagslega þætti hefur einnig verið augin til muna. Ákveðið var að reikna út þjóðhagslega hagkvæmni, byggða á skilgreindum sviðsmyndum, fyrir alla valkosti. Sama gildir um áhrif valkosta á gjaldskrá. Þau eru metin fyrir alla framlagða valkosti, byggt á ólíkum sviðsmyndir um þróun raforkumarkaðar. Umfjöllunin leiddi í ljós að ekki voru til staðar nægilega traustar forsendur fyrir hagrænu mati valkosta m.t.t. sviðsmyndarinnar *Fjölbreyttur markaður* þar sem töluverð óvissa ríkir um hvernig tekjur af streng yrðu og hvernig þær skiptust. Því var ákveðið að sleppa allri fjárhagslegri umfjöllun um valkosti sem byggja á sviðsmyndinni.

Helstu breytingar á umhverfisskýrslu kerfisáætlunar eru þær að umfjöllun um jarðstrengslagnir er augin, umhverfisáhrif jafnstraumstengingar yfir hálendið eru metin og eins er umfjöllun um loftslagsmál augin til muna.

## 1.4 Grunnforsendur

Forsendur styrkinga á flutningskerfinu hafa verið endurskilgreindar frá síðustu kerfisáætlun. Þá var notast við raforkuspá og rammaáætlun um vernd og orkunýtingu landsvæða sem grunnforsendur fyrir þrjár ólíkar framleiðsluviðsmyndir. Í þeirri von að skapa meiri sátt um forsendur kerfisáætlunar er nú horfið frá þeirri aðferðarfræði en þess í stað var farið í viðamikla greiningu á raunhæfum sviðsmyndum sem lýsa mögulegri þróun næstu áratugina á íslenskum raforkumarkaði.

Megintilgangur sviðsmyndanna er að lýsa tilteknum framtíðaraðstæðum í samfélaginu, s.s. framtíð með hagvexti og hagsæld eða framtíð þar sem ríkir stöðnun. Þær þurfa einnig að ná yfir mögulegar áherslubreytingar í samfélaginu, eins og t.d. orkuskipti. Til framtíðar litið er ákveðin óvissa falin í slíkri

sviðsmyndagreiningu, þar sem möguleikarnir eru margir og háðir fjölmörgum breytum, og mikilvægt að hafa það í huga við sviðsmyndagreininguna.

Eigi að síður er nauðsynlegt að skilgreina og fastsetja einhverjar þessara sviðsmynda sem síðan er unnið eftir, eigi þær að þjóna hlutverki sínu sem ákveðnar vísbendingar um framtíðaraðstæður. Slíkt er m.a. gert í kerfisáætlunum í Skotlandi, Þýskalandi, Noregi, Danmörku, Kanada og á Írlandi. Landsnet hefur ákveðið að fylgja sömu leið og skilgreint fjórar sviðsmyndir sem meginforsendur fyrir þessa kerfisáætlun.

Það skal áréttað að skilgreindar sviðsmyndir eru ekki spár um þróun raforkumarkaðar eða útlistun á einhvers konar óskastöðu eða vali á ákveðinni framtíð. Tilgangurinn er öllu fremur að öðlast sameiginlegan skilning á þeim áskorunum sem framtíðin gæti borið í skauti sér og hvaða ákvarðanir í dag séu best til þess fallnar að undirbúa þá framtíð sem best.

Við sviðsmyndagreininguna var tekið mið af fyrirmælum raforkulaga en þar segir: „Við gerð kerfisáætlunar skal byggja á raunhæfum sviðsmyndum um þróun raforkuframleiðslu, raforkunotkunar, markaðspróunar og raforkuflutnings til annarra landa eftir því sem við á.“

Til að uppfylla skilyrðin í lögunum var ákveðið að byggja á eftirfarandi atriðum við sviðsmyndagreininguna:

- Raforkuspá
  - Notuð sem vísbending um lágmarksþróun raforkumarkaðar á Íslandi næstu árin.
- Upplýsingasamráð við aðila á markaði
  - Sú leið var farin að hafa samráð við aðila á raforkumarkaði við skilgreiningu á mögulegri sviðsmynd. Samband var haft við dreifiveitur og framleiðsluaðila og þeim boðið að kynna væntingar um sölu og eftirspurn, ásamt áætlunum um framleiðsluaukningu og annað sem þeir vildu koma á framfæri í þessu samhengi. Viðbrögðin voru góð og tóku allir boðaðir aðilar þátt í samráðinu.
- Aukin áhersla á loftslagsmál
  - Aukin áhersla á loftslagsmál og aðgerðir til að uppfylla Parísarsamkomulagið auka kröfur um afhendingaröryggi og flutningsgetu raforkuflutningskerfisins. Því var ákveðið að skilgreina eina sviðsmynd sem nær yfir mögulegar áherslubreytingar því samfara.
  - Horft var til þingsályktunartillögu um aðgerðaráætlun um orkuskipti sem var lögð fram á alþingi af iðnaðar- og viðskiptaráðherra í júníbyrjun 2016.
  - Ráðist var í athugun á því hvað orkuskipti innibera. Horft var til orkuöflunar, væntanlegs aflflutnings og reynt að leggja mat á að hve miklu leyti er hægt að minnka losun á gróðurhúsalofttegundum, ef ráðist verður í frekari orkuskipti á Íslandi.

- Umræður í samfélaginu um millilandatengingu og uppbyggingu vindorku á Íslandi
  - Í síðustu kerfisáætlun var fjallað um sæstreng til Evrópu í svokölluðum þemakafla. Til að uppfylla betur ákvæði raforkulaga var ákveðið að fella þá umfjöllun inn í sviðsmyndagreininguna og ná þannig fram hönnunargrundvelli fyrir þeim styrkingum á flutningskerfi raforku sem til þarf, ef ráðist yrði í slíka framkvæmd. Að sama skapi var ákveðið að kanna hver áhrif vindorku í talsverðu magni yrðu á kerfið.

Á fyrirbyggjandi gögnum voru sem fyrr segir skilgreindar fjórar sviðsmyndir sem ná yfir tiltölulega breitt svið fyrir mögulega þróun. Vegna langs líftíma raforkuflutningsmannvirkja var jafnframt ákveðið að miða sjóndeildarhring sviðsmyndanna við árið 2030 til að ná yfir framkvæmdatíma allra verkefna á langtímaáætlun, óháð því um hvaða valkost er fjallað. Skilgreindar sviðsmyndir eru:

- Stöðug þróun



- Sviðsmyndin grundvallast á nýjustu raforkuspá og þeim samningum sem gerðir hafa verið
- Markaður vex í takt við aukinn fólksfjölda
- Sjóndeildarhringur til ársins 2030

- Aukin eftirspurn



- Sviðsmyndin er grundvölluð á samráði við aðila á raforkumarkaði
- Markaður er drifinn af eftirspurn og auknum fólksfjölda
- Gerir ráð fyrir hraðari uppbyggingu á atvinnulífi en *Stöðug þróun*
- Sjóndeildarhringur til ársins 2030

- Rafvætt samfélag



- Sviðsmyndin samræmist stefnu stjórnvalda um orkuskipti
- Jarðefnaeldsneyti skipt út fyrir endurnýjanlega orkugjafa
- Tekur til rafvæðingar samgangna, orkuskipta í sjávarútvegi og annarri matvælaframleiðslu ásamt landtengingu skipa
- Sjóndeildarhringur til ársins 2030

- Fjölbreyttur markaður



- Sviðsmyndin er grundvölluð á orkuskiptum – á Íslandi og í Evrópu
- Aukin nýting á endurnýjanlegum orkugjöfum
- Millilandatenging
- Sett fram til að skoða nauðsynlegar styrkingar á flutningskerfinu ef til millilandatengingar kæmi
- Einnig notuð til að skoða áhrif mikillar vindorku á kerfið
- Sviðsmyndin hefur lengri sjóndeildarhring en aðrar sviðsmyndir





Vegna óvissu um framtíðartekjur af millilandatengingu var ákveðið að gera ekki hagrænt mat á valkostum fyrir sviðsmyndina *Fjölbreyttur markaður*. Einnig er líklegt að útfærslur valkosta um styrkingar á meginflutningskerfinu uppfylli ekki kröfur um flutningsmagn sem sviðsmyndin felur í sér. Sviðsmyndin hefur að svo stöddu aðeins verið skilgreind en ekki er unnið nánar með hana m.t.t. til valkosta í þessari kerfisáætlun. Vísað er til þemakafla (2. kafli) kerfisáætlunar 2015-2024 þar sem kynntar voru mögulegar lausnir vegna tengingar sæstrengs til Evrópu en umrædd sviðsmynd verður tekin til nánari skoðunar í kerfisáætlun síðar, ef frekari forsendur eða upplýsingar um millilandatengingu koma fram.

## Skilgreindar sviðsmyndir



## MYND 1-1: TÁKNMYNDIR FYRIR NÝJAR SVIÐSMYNDIR

Saman ná sviðsmyndirnar yfir tiltölulega breitt svið mögulegrar þróunar raforkumarkaðarins. Tölulegar upplýsingar um orkunotkun, hámarksálag og uppsett afl má finna í Tafla 1-1. Þær upplýsingar sem þar koma fram eru settar inn í kerfislíkön Landsnets og notaðar til að að meta hvernig framsettir valkostir bregðast við þeirri álagsaukningu sem fram kemur í sviðsmyndunum.

Yfirlit yfir sviðsmyndir	2016				
Sjóndeilarhringur til ársins:		2030	2030	2030	>2030
Árleg orkunotkun í GWst	18.883	20.647	23.558	25.537	30.793
Hámarks álag í MW	2.347	2.595	2.942	3.258	4.258
Uppsett afl í MW	2.593	2.878	3.195	3.570	4.400
Vatnsafl í MW	1.938	2.133	2.300	2.420	2.561
Jarðvarmi í MW	655	745	895	1.030	1.030
Vindorka í MW	0	0	0	120	460
Óskilgreind vinnsla í MW					350

TAFLA 1-1 : YFIRLIT SVIÐSMYNDNA

Tafla 1-1 sýnir lykilstærðir fyrir skilgreindar sviðsmyndir, samanborðið við núverandi ástand. Í töflunni má finna áætlanir um orkunotkun og hámarksálag á flutningskerfið, ásamt þeirri framleiðslugetu sem fylgir hverri sviðsmynd. Tölur um hámarksálag innihalda flutningstöp. Með uppsettu afli er einungis átt við framleiðslueiningar sem eru tengdar flutningskerfinu. Í sviðsmyndinni *Fjölbreyttur markaður* er vinnsluþörf upp á 350 MW sem Landsnet hefur ekki forsendur til að flokka eftir uppruna og er hún því flokkuð sem óskilgreind vinnsla.

## 1.5 Þjóðhagsleg hagkvæmni við styrkingu á flutningskerfi raforku

Í fyrstu grein raforkulaga nr. 65/2003 er tilgreint að markmið laganna sé að stuðla að þjóðhagslega hagkvæmu raforkukerfi og efla þannig atvinnulíf og byggð í landinu. Þessu markmiði skal meðal annars ná fram með því að stuðla að skilvirkni og hagkvæmni í flutningi og dreifingu raforku. Í því augnamiði að meta hvernig valkostir kerfisáætlunar falla að þessu markmiði laganna er umfjöllum um þjóðhagslega hagkvæmni valkosta aukin frá fyrri áætlun. Þjóðhagslegur ávinningur allra framlagðra valkosta er metinn út frá mismunandi sviðsmyndum og síðan er það notað til að greina hvernig framlagðir valkostir styrkinga uppfylla markmið raforkulaga um hagkvæmni. Um mat á þjóðhagslegri hagkvæmni framlagðra valkosta er fjallað í kafla 4.3.

## 1.6 Tekjumörk og gjaldskrá

Samkvæmt raforkulögum setur Orkustofnun Landsneti tekjumörk vegna raforkuflutnings á grundvelli eftirfarandi megin þátta:

- Framlagi eignastofns, sem saman stendur af afskriftum fastafjármuna og arðsemi (WACC<sup>1</sup>) þeirra fastafjármuna sem nauðsynlegir eru til reksturs flutningskerfisins.

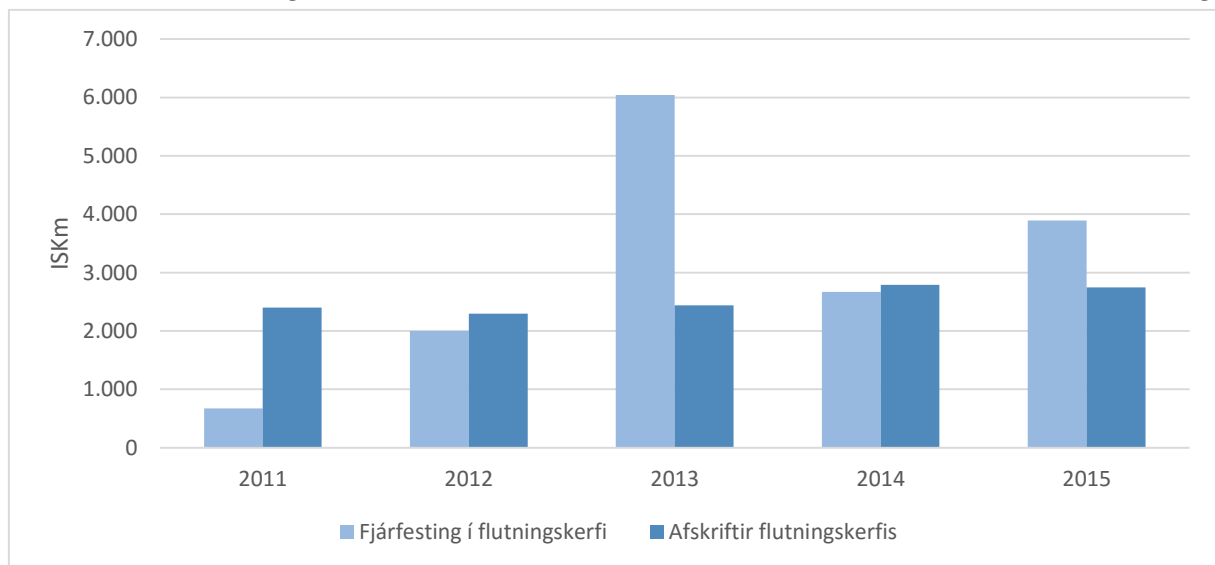
<sup>1</sup> Veginn fjármagnskostnaður (e. weighted average cost of capital)

- Rekstrarkostnaði, sem tengist flutningsstarfsemi fyrirtækisins, þ.m.t. kostnaði vegna viðhalds, leigukostnaði vegna flutningsvirkja, almennum rekstrarkostnaði og kostnaði við kerfisstjórnun.
- Kostnaði vegna veltufjármuna.

Tekjumörkunum er jafnframt skipt í tvennt, annars vegar tekjumörk til dreifiveitna og hins vegar tekjumörk til stórnotenda. Framlag eignastofnsins til tekjumarkna er hinn ráðandi þáttur, en um 80% tekjumarkna fyrir stórnotendur og 65% tekjumarkna fyrir dreifiveitur má rekja til hans. Í heildina er framlag eignastofns til tekjumarkna um 75%. Eignastofninn hefur því afgerandi áhrif á tekjumörk félagsins, gjaldskrárgrunn og þar með gjaldskrá sem fundin er á grundvelli orku- og afláætlana ársins. Gjaldskrá Landsnets er líkt og tekjumörkunum skipt í tvo hluta. Annars vegar fyrir úttekt dreifiveitna frá flutningskerfi og hins vegar fyrir úttekt stórnotenda sem ákvörðuð er í Bandaríkjadöllum.

Almennt hefur Landsnet svigrúm til að fjárfesta árlega sem nemur afskriftum flutningskerfisins. Allar fjárfestingar umfram þá upphæð stækka eignastofn félagsins og leiða til gjaldskrárhækkana, nema aukinn flutningur komi þar á móti. Kostnaðarsamari útfærslur á fjárfestingum hafa því bein áhrif á stærð eignastofns félagsins og þar með á gjaldskrá þess.

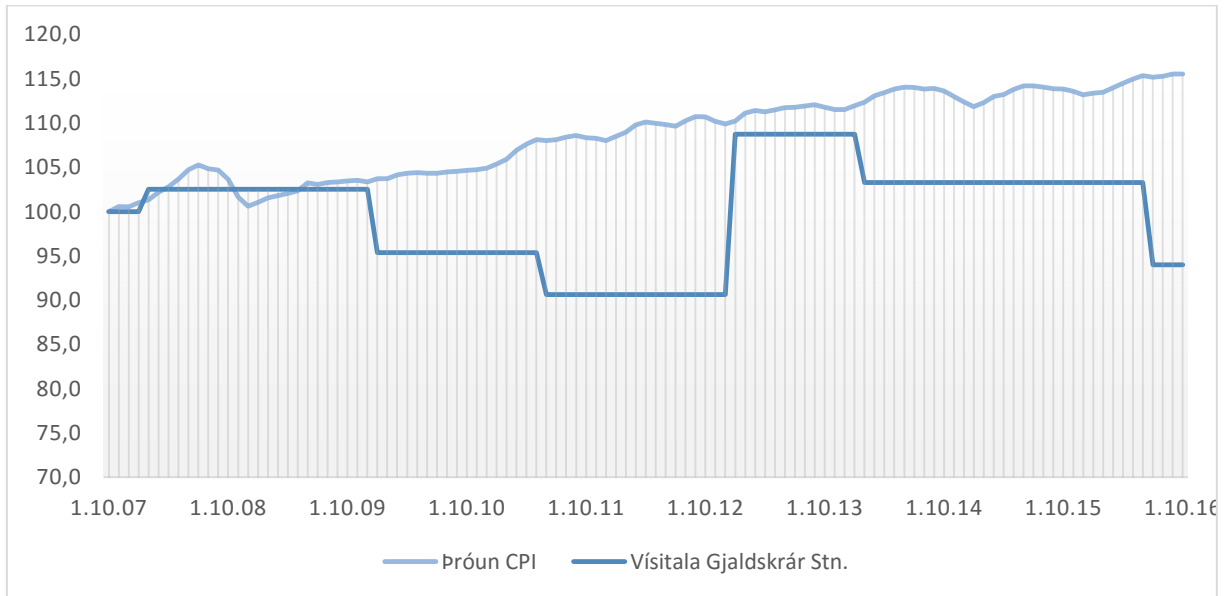
Undanfarin fimm ár hafa fjárfestingahreyfingar numið samtals 18 milljörðum ISK á meðan afskriftir hafa numið 13,5 milljarði. Nettó fjárfestingahreyfing hefur því einungis verið 4,5 milljarður á þessu tímabili. Á sama tíma og útmötun orku úr kerfinu hefur aukist um 1,45 GWst sem er um 9% aukning.



MYND 1-2 : AFSKRIFTIR OG FJÁRFESTINGAR LANDSNETS ÁRIN 2011-2015

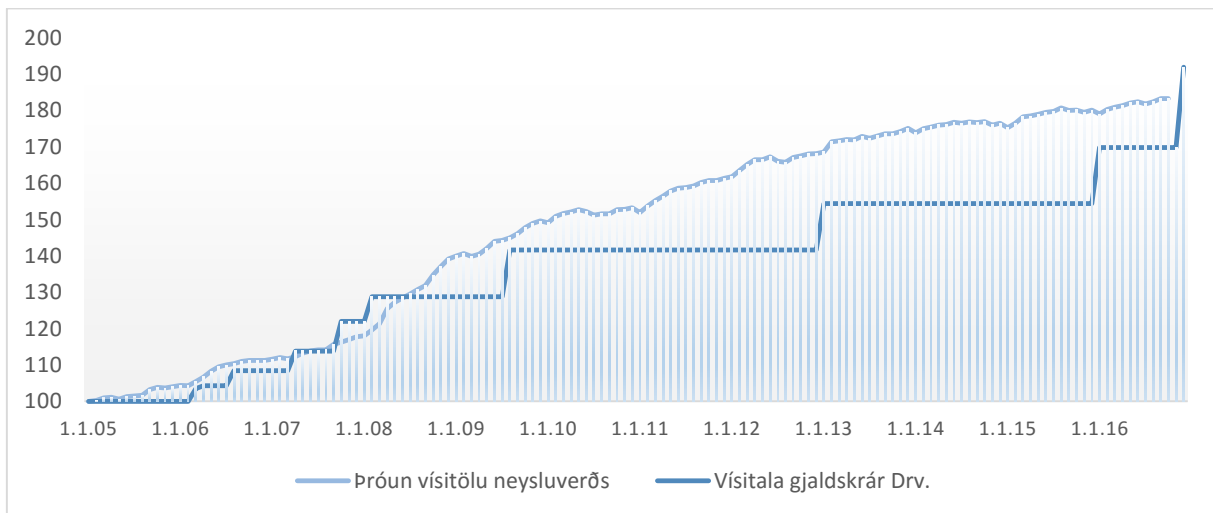
Raunhæft er fyrir Landsnet að fjárfesta fyrir um 8-10 milljarða króna á ári og miðar fjárfestingin bæði að því að viðhalda og styrkja núverandi kerfi til að mæta aukinni orkupörf og bæta afhendingaröryggi. Fjárfestingaáætlanir eru þó jafnan þannig gerðar að þær setji ekki of mikla hækkunarpessu á gjaldskrá félagsins. Þróun gjaldskrár félagsins má sjá á meðfylgjandi myndum.





**MYND 1-3 : PRÓUN GJALDSKRÁR LANDSNETS TIL STÓRNOTENDA**

Mynd 1-3 sýnir hvernig vísitala gjaldskrár stórnotenda og dreifiveitna hafa þróast frá október 2007 til október 2016. Til samanburðar er graf yfir þróun vísitölu neysluverðs í Bandaríkjunum (CPI).



**MYND 1-4 : PRÓUN GJALDSKRÁR LANDSNETS TIL DREIFIVEITNA FRÁ STOFNUN FÉLAGSINS**

Mynd 1-4 sýnir hvernig gjaldskrá til dreifiveitna hefur þróast frá stofnun Landsnets og til loka árs 2016.

## 1.7 Fjárfestingar í framkvæmdaáætlun

Tafla 1-2 hér að neðan sýnir hvernig áætlað er að fjárfestingar í flutningskerfinu komi inn í eignagrunn til tekjumarka Landsnets á næstu árum, en eignir bætast ekki við eignagrunninn fyrr en þær eru spennusetnar. Allar fjárhæðir eru í milljónum ISK.

Verkefni í framkvæmdaáætlun	2016	2017	2018	2019	2020
<b>Stórnotendur:</b>					
Tenging Búrfellsvirkjunar II		670			
Ný tenging Fitjar - Ásbrú		140			
Afhendingarstaður á Bakka		2.600			
Fitjalína 3			1.940		
<b>Meginflutningskerfið:</b>					
Nýr spennir í Mjólka	310				
Nýtt 220 kV tengivirki á Írafossi					850
Nýr afhendingarstaður í Örafum		330			
Kröflulína 3				7.380	
Sandskeið - tengivirki			1.690		
Sandskeiðslína 1			1.600		
Stækkun tengivirkis á Reykjanesi			250		
Suðurnesjalína 2*			2.360		
Tenging Þeistareykja**		4.460			
Spennuhækkun á Austurlandi				740	
ISAL - Nýr teinatengisrofi		110			
Tenging Hvammsvirkjunar					720
IS3 Ísallína 3 : ný 220 kV háspennulína			420		
<b>Svæðisbundnu kerfin:</b>					
Spennuhækkun til Vestmannaeyja	180				
Tenging Húsavíkur			90		
Sauðárkrókur - ný tenging				1.620	
Hvolsvöllur - nýtt tengivirki		360			
Jarðstrengur í Dýrafjarðargöng			160		
Styrking á suðurfjörðum Vestfjarða					750
Grundarfjarðarlína 2		655			
Grundarfjörður - Nýtt tengivirki		360			
Ólafsvík - tengivirki		420			
<b>Önnur verkefni frá síðustu áætlun</b>					
Heildarupphæð eignfærð 2016	2.135				
<b>Samtals</b>	<b>2.625</b>	<b>10.085</b>	<b>8.510</b>	<b>9.740</b>	<b>2.320</b>

\*HÁÐ ÓVISSU UM FRAMHALD, SJÁ NÁNAR Í KAFLA 5.1.7

\*\*HLUTI AF VERKEFNINU TENGIST LAGNINGU KRÖFLULÍNU 3 (TENGIVIRKI Í KRÖFLU)

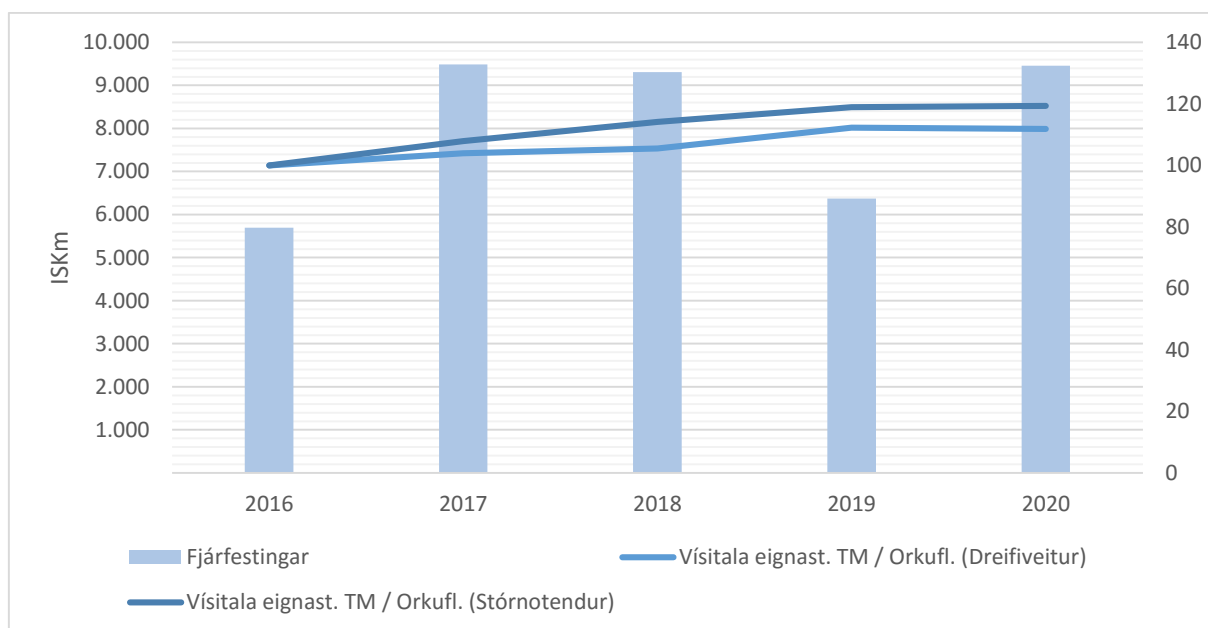
TAFLA 1-2 FJÁRFESTINGAR Í EIGNAGRUNN LANDSNETS

Tafla 1-3 sýnir áætlun um þróun eignastofns tekjumarka, afskrifta og áætlaðs orkuflutnings skv. raforkuspá auk viðbóta vegna nýrra stórnotenda í milljónum ISK.

Áætlaður eignastofn TM	2016	2017	2018	2019	2020
Dreifiveitur	28.151	30.033	30.501	33.412	33.119
Stórnotendur	56.377	55.201	59.456	62.475	61.246
<b>Samtals</b>	<b>84.527</b>	<b>85.235</b>	<b>89.957</b>	<b>95.887</b>	<b>94.365</b>
<b>Áætlaðar afskriftir af eignastofni TM</b>					
	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>
Dreifiveitur	1.376	1.338	1.300	1.238	1.181
Stórnotendur	4.200	3.662	3.556	3.351	3.181
<b>Samtals</b>	<b>5.576</b>	<b>5.000</b>	<b>4.856</b>	<b>4.589</b>	<b>4.362</b>
<b>Áætlaður orkuflutningur</b>					
	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>
Dreifiveitur	3.454	3.541	3.592	3.634	3.681
Stórnotendur	14.485	14.704	15.084	15.114	15.144
<b>Samtals</b>	<b>17.939</b>	<b>18.245</b>	<b>18.676</b>	<b>18.748</b>	<b>18.826</b>
<b>Eignastofn TM / Orkuflutningur</b>					
	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>
Dreifiveitur [ISK/GWH]	8.149.386	8.482.301	8.492.318	9.194.862	8.996.412
Stórnotendur [USD/GWH]	31.705	34.128	35.832	37.577	36.765
<b>Samtals [ISK/GWH]</b>	<b>4.711.906</b>	<b>4.671.629</b>	<b>4.816.688</b>	<b>5.114.444</b>	<b>5.012.528</b>

TAFLA 1-3 : ÁÆTLUN UM ÞRÓUN EIGNASTOFNS TEKJUMARKA, AFSKRIFTA OG ORKUFLUTNINGS

Spá fyrir þróun vísitölu eignastofns tekjumarka á mótí orkuflutningi er einnig sýnd myndrænt hér að neðan (vísitalan er fest sem 100 í árslok 2016), ásamt áætluðum fjárfestingum á sama tímabili í milljónum ISK.



TAFLA 1-4 : EIGNASTOFN TEKJUMARKA SEM HLUTFALL AF ORKUFLUTNINGI

Eins og sést á grafinu eru áætlaðar fjárfestingar næstu ára nokkuð miklar miðað við fjárfestingar undanfarinna ára. Þetta er tilkomið vegna uppsafnaðar fjárfestingarþarfar ásamt dýrum framkvæmdum vegna tenginga nýrra notenda. Athuga ber að upphæðir í grafi eru ekki þær sömu og birtast í Tafla 1-2. Í henni birtast viðbætur við eignastofn TM, þar sem heildarframkvæmdarkostnaður kemur inn í stofninn við áætlaða spennusetningu á meðan grafið sýnir fjárfestingar á viðkomandi ári.

Áætlað er að eignastofn tekjumarka, sem hlutfall af flutningi, muni hækka nokkuð á næstu árum fyrir bæði stórnotendur og dreifiveitur. Hafa ber í huga að breytingar á hlutfalli á milli eignastofns tekjumarka og orkuflutnings jafngildir ekki breytingum á gjaldskrá en til að reikna áhrif á gjaldskrár þarf að auki að taka tillit til gengis á dollara, arðsemi, afskrifta, rekstrarkostnaðar og fleiri þátta.

Í kafla 4.3.5 er mat á áhrifum framlagðra valkosta í langtímaáætlun á gjaldskrá m.t.t. ólíkra sviðsmynda. Við matið er litið til fjárfestinga sem fylgja valkostum og mögulegrar tímasetningar þeirra, ásamt flutningsmagni sem fylgir mismunandi sviðsmyndum.

## 1.8 Lykilhugtök

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

### 1.8.1 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.

### 1.8.2 Flutningsþörf

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

### 1.8.3 Valkostur

Valkostur í skilningi kerfisáætlunar er sú samsetning af uppbyggingarleiðum flutningskerfisins sem lýsir viðbrögðum Landsnets við tiltekinni sviðsmynd.

### 1.8.4 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.

### 1.8.5 Flutningstöp

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

### 1.8.6 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.

### 1.8.7 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.

### 1.8.8 Núllkostur

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

### 1.8.9 Kerfisöng

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.

### 1.8.10 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 aflið 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.

### 1.8.11 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.

### 1.8.12 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 tilbaka í sérstökum umbreytistöðvum í sitt hvorum enda tengingarinnar. Leiðarar slíkrar tengingar eru alla jafna tveir í stað þriggja í hefðbundnum riðstraumslínum.

## 2 Núverandi flutningskerfi

Flutningskerfi Landsnets tilheyr öll flutningsvirki sem rekin eru á 66 kV spennu og hærri auk 33 kV tenginga til Vestmannaeyja, Húsavíkur og að Ásbrú. Hæsta nafnspenna kerfisins er 220 kV en nokkrar línur eru byggðar sem 400 kV línur en reknar á 220 kV þar til þörf verður á aukinni flutningsgetu.

Viðskiptavinir Landsnets eru raforkuframleiðendur, dreifiveitur og stórnotendur og allar virkjanir sem eru 10 MW og stærri eiga að tengjast flutningskerfinu. Innmötunarstaðir eru 20 talsins og orkan er afhent til dreifiveitna á 59 stöðum víðs vegar um landið og til stórnotenda á sex stöðum. Dreifiveitur flytja rafmagnið síðan áfram um sitt dreifikerfi til notenda. Eftirfarandi dreifiveitur tengjast kerfi Landsnets: RARIK ohf., Veitur ohf., HS veitur hf., Norðurorka hf., Orkubú Vestfjarða hf. og Rafveita Reyðarfjarðar hf.

Stórnotendur, þeir sem nota að lágmarki 80 GWst eða meira árlega, fá raforkuna afhenta beint frá flutningskerfi Landsnets. Stórnotendur í upphafi árs 2016 voru eftirfarandi: Rio Tinto á Íslandi hf., Elkem Ísland ehf., Norðurál Grundartangi ehf., Alcoa Fjarðaál sf., Becromal Iceland ehf. og Verne Holdings ehf.

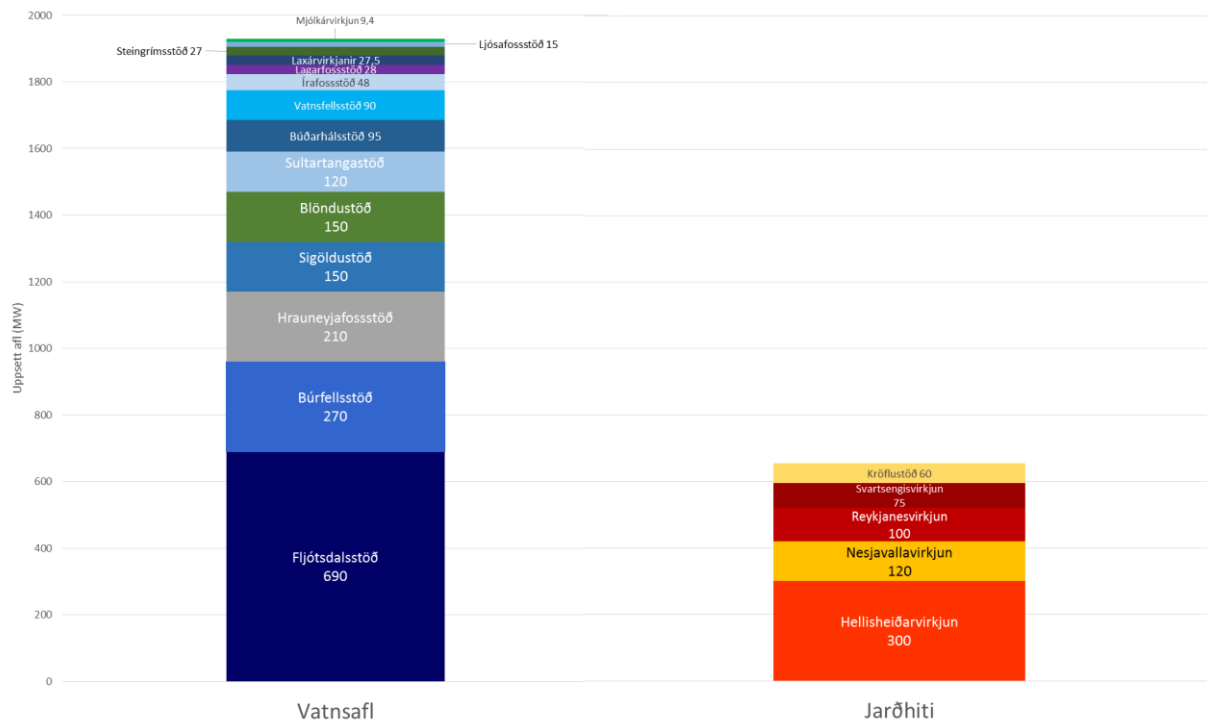
### 2.1 Núverandi raforkunotkun

Árið 2015 var heildarmötun inn á kerfi Landsnets 18,11 TWst, þar af fóru 3,39 TWst til dreifiveitna og 14,36 TWst til stórnotenda. Þetta er 3,59% hækkun frá fyrra ári. Afhending til dreifiveitna í gegnum kerfi Landsnets jókst um 7,6% milli árana 2014 og 2015 en aukning milli árana 2013 og 2014 var talsvert minni, eða 0,05%. Afhending til stórnotenda sem tengjast beint inn á kerfi Landsnets jókst einnig töluvert frá árinu 2014, eða 2,18% samanborið við 0,03% aukningu árið á undan. Heildarúttekt úr kerfi Landsnets á árinu 2015 var um 17,74 TWst með hámarksaflopp upp á 2.301 MW.

Flutningstöp í kerfi Landsnets námu um 370 GWst árið 2015 sem eru 2,04% af heildarinnmötun. Samanborið við árin á undan voru töpin 361 GWst árið 2014, eða 2,06%, og 385 GWst árið 2013, eða 2,2%.

### 2.2 Núverandi raforkuvinnsla

Í ársbyrjun 2016 var uppsett afl í virkjunum framleiðenda, tengdum flutningskerfinu, samanlagt 2593 MW og skiptist eins og sýnt er á Mynd 2-1.



MYND 2-1: UPPSETT AFL Í ÁRSBYRJUN 2015, SKIPT Í VATNSAFL OG JARÐHITA

## 2.3 Öryggi flutningskerfisins

Nútímaþjóðfélag gerir miklar kröfur til afhendingaröryggis rafmagns. Svo til öll atvinnustarfsemi á landinu er háð rafmagni og þegar rafmagnslaust verður á háannatíma stöðvast öll starfsemi á því svæði sem straumrofið nær til. Íbúar á landsbyggðinni þurfa að þola rof á afhendingu rafmagns í mun meiri mæli en íbúar höfuðborgarsvæðisins og nágrennis þar sem áreiðanleiki flutningskerfisins úti á landi er mun lakari.

Hjá Landsneti er almennt stefnt að því að kerfið sé rekið sem N-1 kerfi, sem þýðir að þó að ein eining í kerfinu fari úr rekstri hafi það ekki áhrif á afhendingu raforku til viðskiptavina Landsnets. Hlutar 66 kV og 33 kV kerfanna eru þó reknir sem takmörkuð N-1 kerfi, þ.e.a.s. ákveðnar truflanir valda straumleysi hjá hluta notenda ef ekki er nægilegt varaafli, eða staðbundin vinnslugeta, fyrir hendi. Þetta á einnig við um alla geislatengda afhendingarstaði í flutningskerfinu.

Skerðing forgangsálags er ávallt mjög viðkvæm aðgerð og ekki framkvæmd nema í ytrustu neyð. Í samningum um skerðanlegan flutning er miðað við að nýta rétt til skerðingar orkuafhendingar til að tryggja fullnægjandi rekstur flutningskerfisins.

Öryggi sem tengist stöðugleika raforkukerfisins hefur síðustu ár verið sívaxandi áhyggjuefni. Leitast er við að viðhalda stöðugleika með því að halda flutningi milli landsvæða undir ákveðnum mörkum og er flutningsgeta kerfisins milli landsvæða þess vegna afar takmörkuð. Notast er við kerfisvarnir og kerfisherma, sem sérfræðingar Landsnets hafa byggt upp eftir áralangar ítarlegar prófanir á hegðun kerfisins, til að viðhalda stöðugleika kerfisins. Þetta hefur borið góðan árangur og margsinnis dregið úr alvarleika stórra truflana. Nánar er fjallað um málefni tengd stöðugleika raforkukerfisins í kafla 2.5.



### 2.3.1 Samantekt frammistöðuskýrslu

Í frammistöðuskýrslu Landsnets fyrir árið 2015 [6] er að finna samantekt upplýsinga úr flutningskerfinu og sýnir tölfræði ársins 2015, samanborið við 10 ár þar á undan. Skýrslan tekur jafnframt mið af skyldum Landsnets samkvæmt reglugerð nr. 1048/2004 [2] um gæði raforku og afhendingaröryggi.

Skráðum rekstrartruflunum fjölgaði nokkuð á milli ára, eða úr 69 árið 2014 í 94 árið 2015. Bilunum fjölgaði einnig verulega á milli ára, eða úr 83 árið 2014 í 158 árið 2015. Í tengivirkjum fjölgaði skráðum rekstrartruflunum aðeins. Truflunum á háspennulínunum fjölgaði mun meira en í tengivirkjum. 10 ára meðalgildi rekstrartruflana er 65 truflanir á ári.

Fjöldi truflana þar sem til skerðingar kom var 63 á árinu, miðað við 50 árið áður. Skerðing á orkuafhendingu vegna fyrirvaralausra rekstrartruflana í flutningskerfinu nam samtals 897 MWst árið 2015. Reiknað straumleysi var um 27 mínútur en árið á undan var það heldur minna, eða um 23 straumleysismínútur. Markmið ársins var 50 mínútur eða minna og stóðst því markmiðið þetta árið.

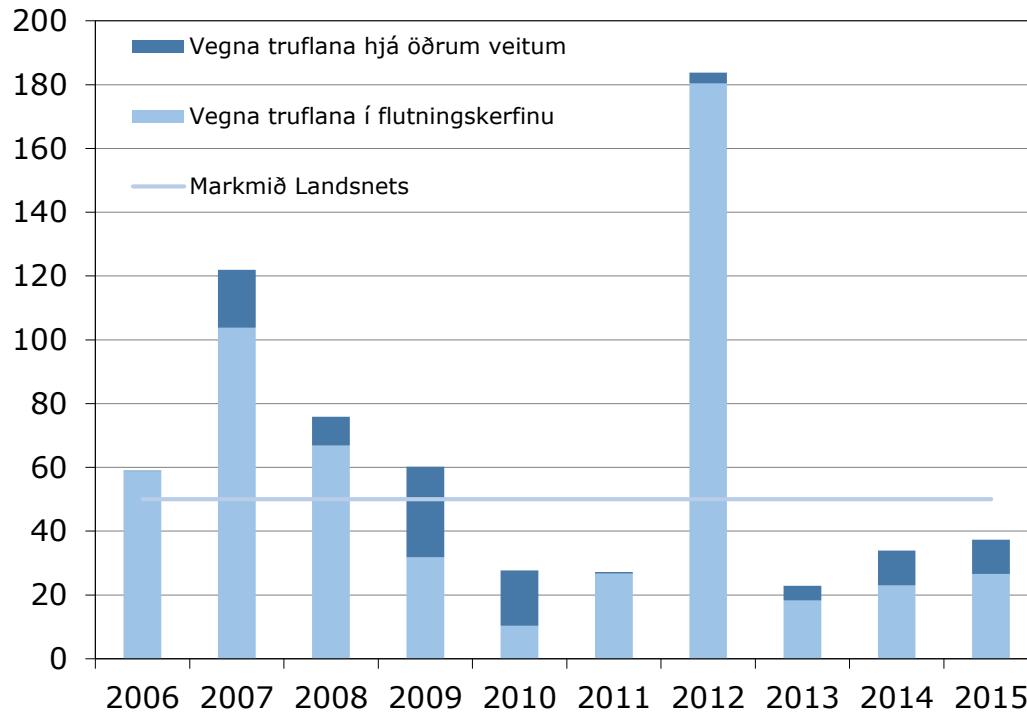
Stuðull fyrir rofið álag (SRA) fyrir flutningskerfið var 1,67 árið 2015. Markmið Landsnets er 0,85. Það er því ekki uppfyllt og var það ekki heldur árið áður. SRA er hlutfall samanlagðrar aflskerðingar og mesta álags á kerfið.

	2015	Markmið
<b>Stuðull um rofið álag (SRA)</b>	1,67	Undir 0,85
<b>Stuðull um meðallengd skerðingar, straumleysismínútur (SMS)</b>	26,6	Undir 50
<b>Kerfismínútur (KM)</b>	Engin truflun lengri en 10 kerfismínútur	Engin truflun lengri en 10 kerfismínútur

TAFLA 2-1: MARKMIÐ VARÐANDI AFHENDINGARÖRYGGI

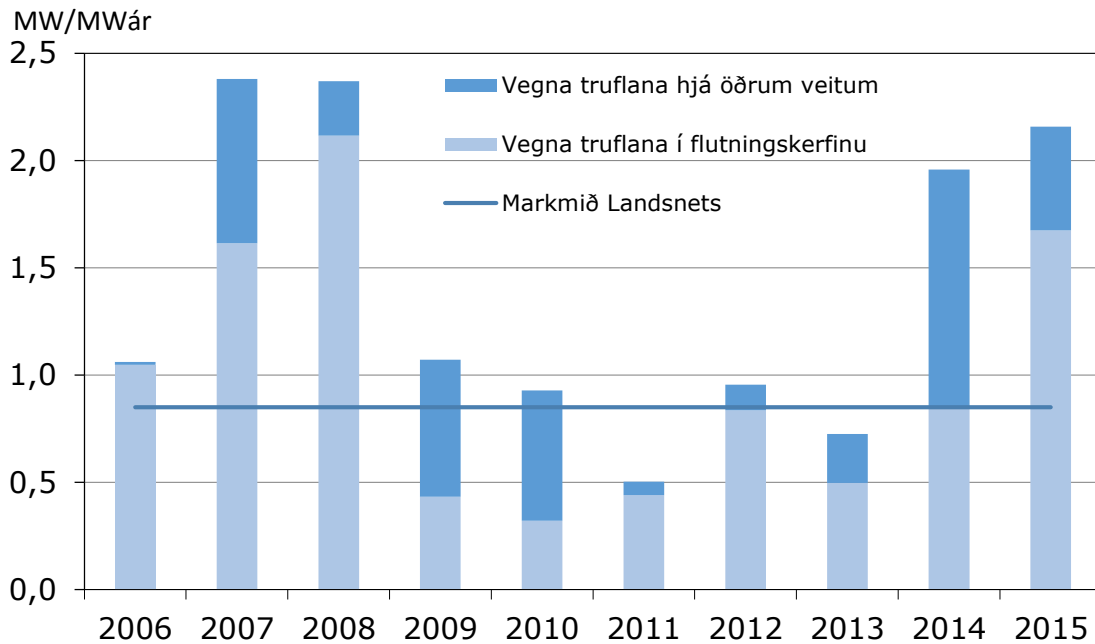
Á Mynd 2-2 má sjá hvernig stuðull um meðallengd skerðingar hefur þróast frá árinu 2006 og fram til ársins 2015. Eins og sjá má á grafinu hafa straumleysismínútur verið undir markmiði Landsnets síðastliðin 3 ár. Ekki er tekið tillit til notenda á skerðanlegum flutningi við mat á straumleysismínútum flutningskerfisins.

### Straumleysis -mínútur



**MYND 2-2: STRAUMLEYSISMÍNÚTUR VEGNA FYRIRVARALÁUSRA REKSTRARTRUFLANA ÁRIN 2006-2015.**

Mynd 2-3 sýnir hvernig stuðull um rofið álag hefur þróast á árunum 2006 til 2015. Á myndinni sést að markmið Landsnets sem er 0,85 var ekki uppfyllt á árinu 2015, sökum óvenjumargra truflana á árinu.



MYND 2-3 : ÞRÓUN STUÐULS UM ROFIÐ ÁLAG

Tafla 2-2 sýnir tölulegar upplýsingar úr rekstri flutningskerfisins árið 2015. Fyrirvaralausar truflanir á árinu voru 94, þar af 63 sem ollu skerðingu.

Þáttur	Stærð / fjöldi
Heildarinnmötun í flutningskerfið	18.114 GWst
Hæsti aftoppur innmötunar (klukkustundargildi)	2.301 MW
Heildarúttekt úr flutningskerfinu	17.744 GWst
Hæsti aftoppur úttektar (klukkustundargildi)	2.248 MW
Flutningstöp	370 GWst
Fjöldi fyrirvaralausra rekstrartruflana	94
Fjöldi fyrirvaralausra rekstrartruflana sem ollu skerðingu	63
Fjöldi fyrirvaralausra bilana	159
Fjöldi fyrirvaralausra bilana sem ollu skerðingu	73
Samtals orkuskerðing vegna fyrirvaralausra bilana	897 MWst
Vinnsla varastöðva vegna fyrirvaralausra bilana	1.951 MWst
Samtals orkuskerðing til notenda á skerðanlegum flutningi vegna fyrirvaralausra bilana	4.376 MWst

TAFLA 2-2 : TÖLULEGAR UPPLÝSINGAR ÚR REKSTRI FLUTNINGSKERFISINS 2015

### 2.3.2 Afhendingaröryggi að teknu tilliti til vinnslu varastöðva og skerðinga

Með aukinni áraun á flutningskerfið hafa skerðingar aukist á undanföllum árum til notenda sem kaupa skerðanlegan flutning. Skerðingar eru ýmist framkvæmdar með beiðni frá stjórnstöð til viðkomandi rafveitu eða sjálfvirkt með iðntölvum og varnarbúnaði. Undanfarin ár hefur Landsnet unnið að því að

setja upp sjálfvirkar útleysingar hjá skerðanlegum notendum, til að auka rekstraröryggi og nýta betur flutningsgetu kerfisins. Skerðing vegna rekstrartruflana á rafmagni til notenda á skerðanlegum flutningi hefur aukist um 98% á síðustu þremur árum. Sú raforka sem skert var hjá þessum notendum í kjölfar truflana nam 4.376 MWst á síðasta ári. Þessi skerðing samsvarar 130 straumleysismínútum og hefði straumleysismínútum fjölgað sem því nemur fyrir árið 2015, ef ekki væri til staðar heimild til skerðinga.

Á þeim svæðum þar sem flutnings- eða dreifikerfið er veikt fyrir hafa dreifiveitur komið fyrir varaafsstöðvum sem framleiða raforku þegar truflanir verða á afhendingu. Landsnet hefur aðgang að þessum stöðvum þegar truflanir koma upp í flutningskerfinu. Stöðvarnar eru þá keyrðar til að anna forgangsálagi sem og þegar sinnt er viðgerðum og viðhaldi.

Það tekur vissan tíma að ræsa slíkar varastöðvar og því verður yfirleitt straumlaust til að byrja með við fyrirvaralausar truflanir, uns varastöð hefur verið ræst.

Á Vestfjörðum hefur Landsnet sett upp nýja og öflugra varaafsstöð sem keyrir upp með sjálfvirkum hætti, að jafnaði á innan við 90 sekúndum.

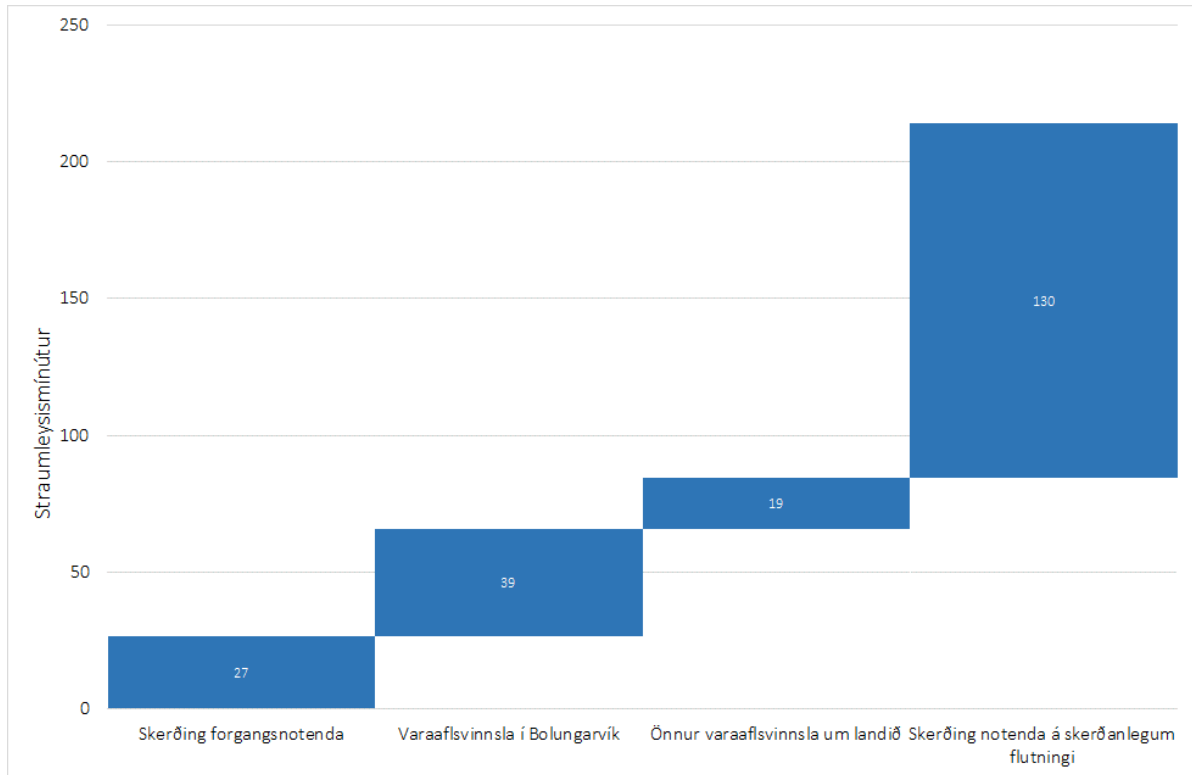
Keyrsla varafstöðva vegna rekstrartruflana hefur aukist um 96% á síðustu þremur árum. Vinnsla varaafstöðva á síðasta ári nam 1.951 MWst. Ef aðgengi væri ekki að varaafli má ætla að straumleysismínútur til forgangsnotenda hefðu verið 84 mínútur á síðasta ári í stað um 27 mínútna, eða aukning um 58 mínútur.

Með aukinni áraun á flutningskerfið og fjölgun rekstrartruflana hefur varaafleyskeyrsla AUKIST. Sama gildir um skerðingar hjá notendum á skerðanlegum flutningi. Mörg dæmi eru um að snjallnetslausnir og hröð viðbrögð stjórnstöðvar hafi náð að lágmarka, eða afstýra alfarið, straumleysi til forgangsnotenda og náðust markmið um afhendingaröryggi árið 2015, þrátt fyrir mikinn fjölda truflana. Tafla 2-3 sýnir varaafsvinnslu og skerðingu til notenda á skerðanlegum flutningi, umbreytt í straumleysismínútur. Það sýnir hver áhrif þessara tveggja þátta eru á afhendingaröryggi kerfisins og hvernig niðurstaðan væri ef ekki væri aðgengi að varaafli né heimildir til skerðinga. Straumleysismínútur kerfisins væru þá 214 mínútur í stað 27 mínútna eins og mælist nú fyrir árið 2015.

Þáttur	MWst	SMS í mín
<b>Straumleysi forgangsnotenda</b>	897,1	26,6
<b>Varaafsvinnsla í Bolungarvík</b>	1.322,9	39,2
<b>Önnur varaafsvinnsla um landið</b>	627,7	18,6
<b>Skerðing notenda á skerðanlegum flutningi</b>	4.375,6	129,6
<b>Samtals (straumleysi, skerðing og varaafsvinnsla)</b>	7.223,3	214,0

TAFLA 2-3 : STRAUMLEYSISMÍNÚTUR 2015

Mynd 2-4 sýnir áhrif skerðinga og vinnslu varastöðva og straumleysismínútur ársins 2015.



**MYND 2-4: SKERÐING OG VINNSLA Í VARAAFLSTÖÐVUM VEGNA FYRIRVARALAUSRA TRUFLANA Í KERFI LANDSNETS ÁRIÐ 2015**

Mynd 2-4 sýnir hver áhrif aðgengis að varaafli og skerðing notenda á skerðanlegum flutningi eru á afhendingaröryggi kerfisins og hvernig staðan væri ef ekki væri aðgengi að varaafli né heimildir til skerðinga. Straumleysismínútur kerfisins væru þá 214 mínútur í stað 27 mínútna eins og mælist nú fyrir árið 2015.

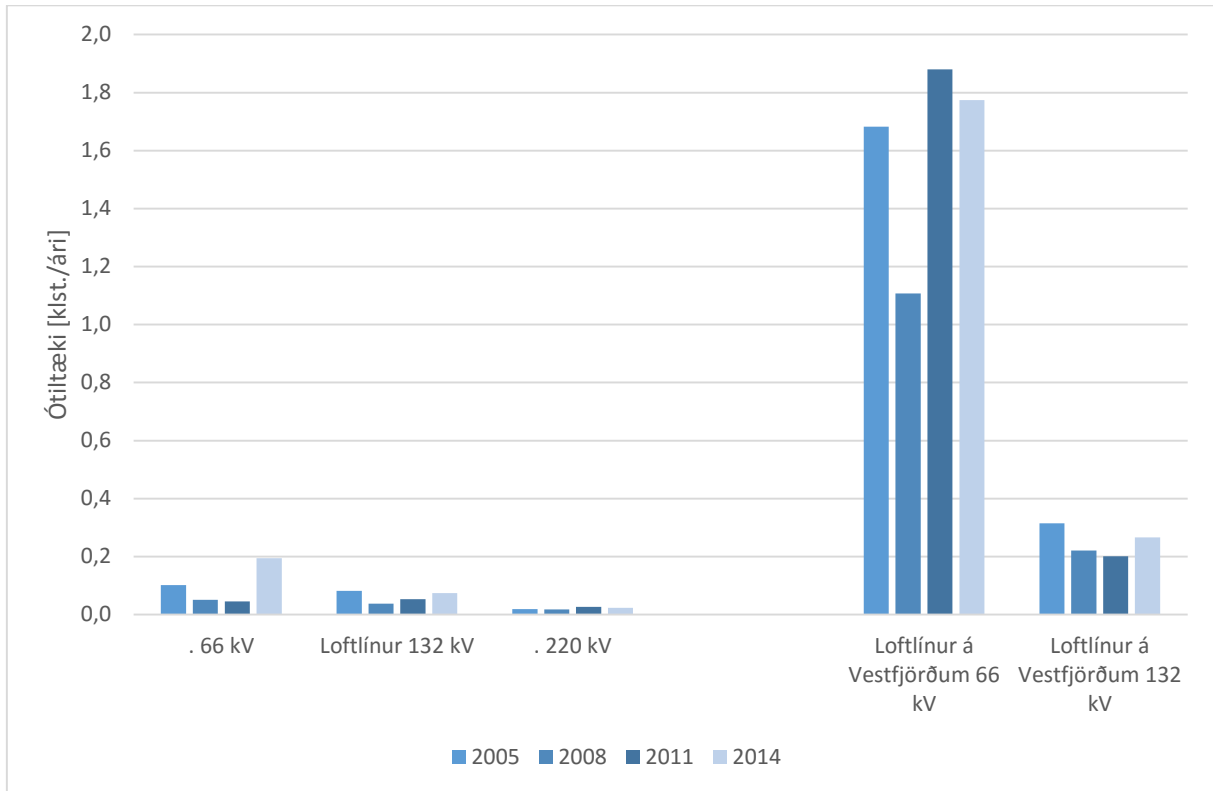
### 2.3.3 Áreiðanleiki í flutningskerfinu

Landnet stefnir markvisst að því að auka áreiðanleika í flutningskerfinu og uppfylla skilgreind markmið um áreiðanleika afhendingar, sem sett eru fram árlega í Frammistöðuskýrslu Landsnets.

Til að meta þetta hefur áreiðanleiki allra afhendingarstaða Landsnets verið reiknaður á þriggja ára fresti, árið 2005, 2008, 2011 og nú síðast 2014. Stuðst var við truflanaskráningu síðustu 10 ára og þannig eru allir útreikningar áreiðanleika í flutningskerfinu fyrir árið 2014 byggðir á raungögnum frá tímabilinu 2004-2013.

Það er eðlilegt að nokkrar breytingar verði á áreiðanleika eininga milli tímabila og stafar það af því hve kerfi Landsnets er lítið, þ.e. einingarnar eru fáar og þarf ekki margar stórar truflanir til að valda miklum breytingum í útreiknuðum áreiðanleika.

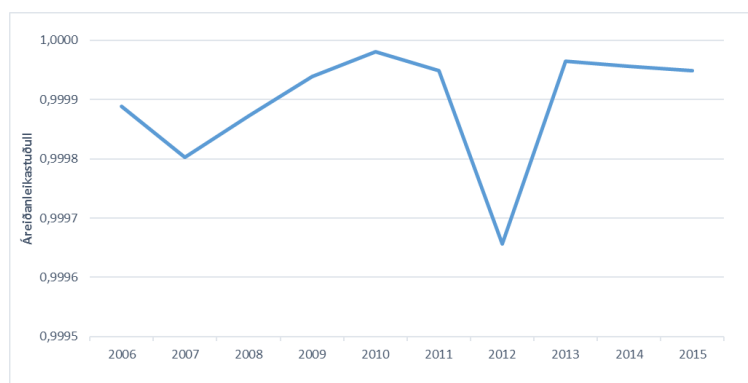
Minna ótiltæki einstakra eininga gefur að sama skapi betri áreiðanleika á afhendingarstöðum. Auk betri áreiðanleika eininga hefur nálægð við framleiðslueiningar einnig umtalsverð áhrif á afhendingaröryggi einstakra svæða. Með tengingu Fljótsdalsstöðvar við flutningskerfið á Austurlandi jókst t.d. áreiðanleiki möskvatengdra afhendingarstaða þar um kring mun meira en annarra möskvatengdra afhendingarstaða í flutningskerfinu. Mynd 2-5 sýnir ótiltæki flutningslína í kerfi Landsnets árið 2005, 2008, 2011 og 2014.



MYND 2-5: SAMANBURÐUR Á ÓTILTÆKISSTUÐLUM LOFTLÍNA FYRIR ÁRIN 2005, 2008, 2011 OG 2014.

Niðurstöður sýna, þegar ótíltæki fyrir árið 2014 er reiknað út eftir landshlutum, að ótíltæki er minnst á Suðvesturlandi þar sem afhendingarstaðir eru flestir möskvatengdir og því minni líkur á skerðingu á flutningi, þar sem oftast þarf fleiri en eina truflun til að svo verði. Á Norðurlandi, Austurlandi og Suðurlandi eru afhendingarstaðir flestir geislatengdir og ótíltæki því mun meira þar. Afhendingarstaðir á sunnanverðum Vestfjörðum eru eftir sem áður geislatengdir og Vestfirðir sem heild er geislatengt afhendingarsvæði.

Sem mælikvarða á áreiðanleika flutningskerfisins reiknar Landsnet árlega svokallaðan áreiðanleikastuðul. Hann er hlutfall skerðinga af heildarflutningi ársins, reiknaður sem hlutfall af fjölda klukkustunda ársins. Mynd 2-6 sýnir hvernig áreiðanleikastuðullinn hefur þróast síðastliðin tíu ár.



Mynd 2-6: Áreiðanleikastuðull kerfisins árin 2006-2015.

Árin 2007-2010 óx áreiðanleikastuðullinn jafnt og þétt, en árið 2011 lækkaði hann aðeins og aftur árið 2012. Lækkunin 2012 var mjög skörp og skýrist af mjög mörgum truflunum það ár með miklum orkuskerðingum. Árið 2013 hækkaði stuðullinn svo verulega á ný og hefur haldist svipaður síðastliðin þrjú ár.

Ótíltæki geislatengdra afhendingarstaða er almennt hærra, þar sem einföld truflun veldur straumleysi, en á möskvatengdum afhendingarstöðum.

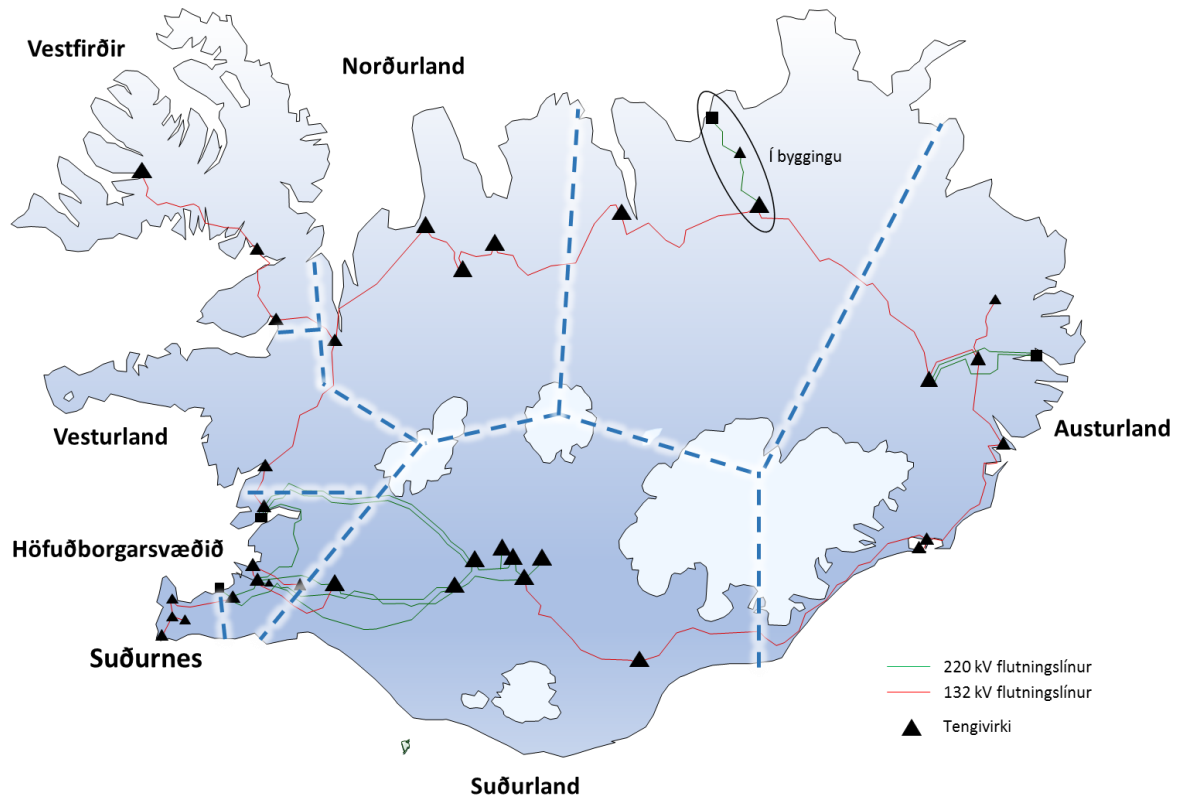
Á Vestfjörðum eru lægstu áreiðanleikastuðlar allra afhendingarstaða í flutningskerfi Landsnets. Meginástæðan er sú að þangað liggur aðeins ein flutningsleið sem að hluta liggur um svæði þar sem slæmt veðurfar veldur ítrekað truflunum á rekstri og staðhættir torvelda viðgerðarstörf í slæmum veðrum. Hjá Landsneti hefur verið unnið að leiðum til að bæta áreiðanleika á Vestfjörðum og var t.d. byggðvaraafstöð á Bolungarvík sem afkastar um 10 MW. Hún var tekin í rekstur á árinu 2014.

Nánari upplýsingar um áreiðanleika flutningskerfisins má finna í Frammistöðuskýrslu Landsnets [6] sem kemur út árlega.

## 2.4 Meginflutningskerfið

Í flutningskerfi Landsnets eru um 3.300 km af háspennulínnum í lofti, jörðu og sjó. Þar teljast rétt um 2.100 km, eða um 2/3 hlutar kerfisins, til hins svokallaða meginflutningskerfis sem er meginæð raforkuflutnings og tengir saman vinnslu og notkun, bæði almenna notkun svæðisflutningskerfa og stórnotendur sem tengdir eru beint inn á kerfið á hærri spennu. Mynd 2-7 sýnir meginflutningskerfið eins og það er árið 2016.

Meginflutningskerfinu er skipt í átta landsvæði sem hafa bæði sögulega skírskotun og taka mið af svæðisskiptingu Raforkuspár. Landsvæðaskiptinguna má einnig sjá á Mynd 2-7 en skiptingin er einnig með þessum hætti til að draga sem best fram flutningstakmarkanir á milli svæða. Í kerfisrannsóknunum meginflutningskerfisins er sjónum aðallega beint að flutningi milli svæða og flutningsþörf framtíðar metin út frá þeim. Eðli máls samkvæmt er mestra úrbóta þörf þar sem veigamestu flutningstakmarkanirnar eru í núverandi kerfi.



Mynd 2-7: Meginflutningskerfið árið 2016 ásamt landshlutaskiptingu

## 2.5 Flöskuhálsar og tengingar milli svæða

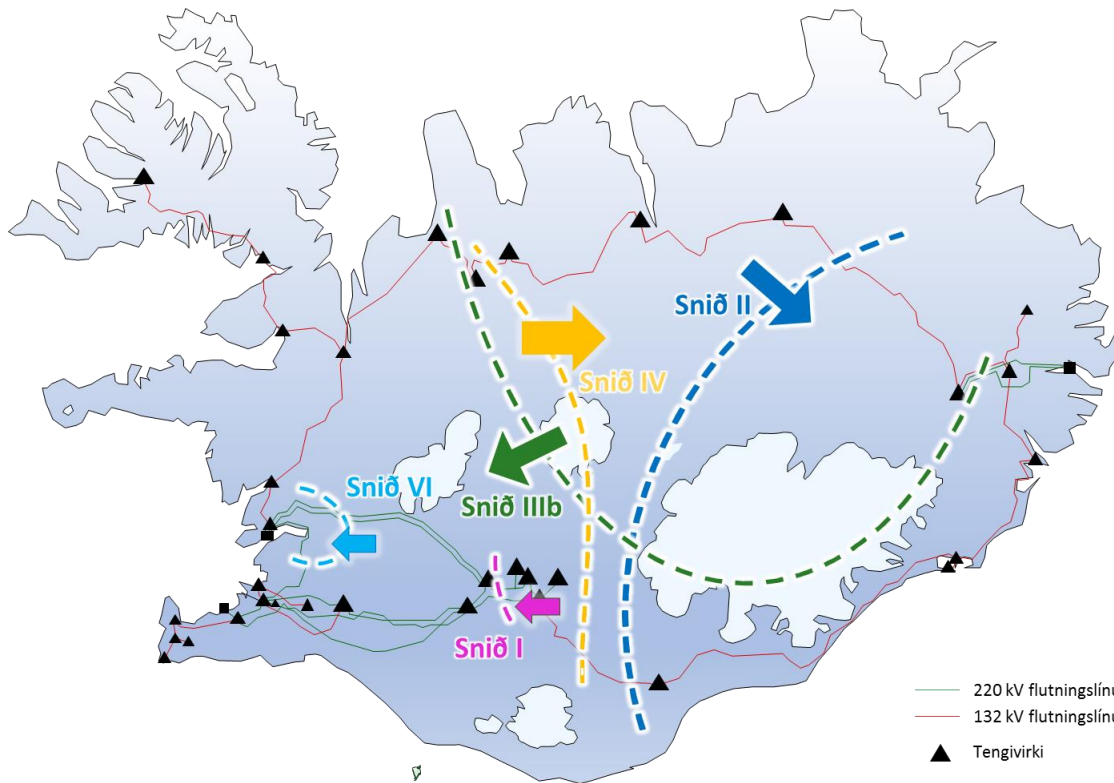
Flutningskerfið á Íslandi er orðið mikið lestað og hefur Landsnet skilgreint flutningsnið í meginflutningskerfinu sem segja til um hámarksafflutning milli svæða og landshluta.

Alls eru skilgreind fimm snið í meginflutningskerfinu og flutningsmörk þeirra tilgreind. Þau eru í gildi allt tímabil þessarar kerfisáætlunar miðað við að engar styrkingar eigi sér stað í meginflutningskerfinu (byggðalínu) á tímabilinu.

Megintilgangur sniðanna er að takmarka aflflutning í gegnum eina að fleiri flutningslínur til að tryggja að einföld truflun valdi ekki óstöðugleika í kerfinu, eða kerfishruni. Svokölluð stöðugleikamörk sniðanna tryggja að kerfið haldist stöðugt og ekki þurfi að skerða raforku til notenda við einfalda truflun. Flutningstakmarkanir í gegnum snið miðast oftast við flutningsgetu þeirrar línu sem minnsta flutningsgetu hefur af þeim línur sem sniðið sker.

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





MYND 2-8: SKILGREIND FLUTNINGSSNIÐ Í MEGINFLUTNINGSKERFINU 2016

#### 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 mest öll framleiðsla frá Sigöldustöð, Vatnsfellsstöð, Hrauneyjafossstöð og Búðarhálsstöð. Afhlæðið um sniðið takmarkast af endabúnaði Hrauneyjafosslínu 1 og eru efri mörk þess 475 MW. Hitaflutningsmörk beggja flutningslína eru tæp 600 MW og er því mögulegt að hækka sniðmörkin með uppfærslu á endabúnaði.

#### Snið II

Sker Kröflulínu 2 og Sigöldulínu 4. Kröflulína 2 liggur frá Kröflustöð að Fljótsdalsstöð og Sigöldulína 4 liggur frá Sigöldustöð að tengivirkinu á Prestbakka. Afhlæði um snið II takmarkast bæði af endabúnaði Kröflulínu 1 og 220/132 kV aflspennis í Sigöldustöð og eru núverandi stöðugleikamörk 100 MW. Með aukinni orkuvinnslu á Norðausturlandi, bæði í Kröflustöð og 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 Kröflustöð að Fljótsdalsstöð. Snið IIIb takmarkar aflflutning í Vesturátt, þ.e. öfugt miðað við snið II og snið IV. Núverandi stöðugleikamörk eru 130 MW og takmarkar það flutning frá Fljótsdalsstöð og Blöndustöð inn á byggðalínuna til vesturs.

#### Snið IV

Skar 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 sniðs IV. Skerðingar á orkuafhendingu eru farnar að vera tíðari. Helsta ástæða þess er aukið álag á Norðausturlandi og rafvæðing fiskimjölsværsmiðja á Austurlandi. Nú er svo komið að ástandið er farið að hamla atvinnuuppbyggingu á landsbyggðinni, svo sem rafvæðingu fiskiðjuvera og virkni raforkumarkaðar. Stöðugleikamörk sniðs IV eru 100 MW og takmarkandi fyrir sniðið eru flutningsgeta Rangárvallarlínu 1 og aflgeta 220/132 kV aflspennis í Sigöldu.

#### Snið VI

Skar Sultartangalínu 1, Sultatangalínu 3 og Brennimelslínu 1. Sultartangalínu 1 og 3 liggja frá Þjórsársvæðinu að tengivirkinu á Brennimel og Brennimelslína 1 liggur frá tengivirkinu á Geithálsi að tengivirkinu á Brennimel. Snið VI takmarkar aflflutning að Brennimel, en þar eru stórnotendur eins og Norðurál og Elkem. Brennimelslína 1 og Sultartangalína 1 takmarka aflflutning að Brennimel þar sem flutningsgeta þeirra er töluvert minni en flutningsgeta Sultartangalínu 3. Í truflanatilfellum, þegar Sultartangalína 3 leysir út, þurfa Sultatangalína 1 og Brennimelslína 1 að geta flutt aflið í gegnum snið VI og eru stöðugleikamörk því 650 MW, sem er samanlögð flutningsgeta Sultartangalínu 1 og Brennimelslínu 1.

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

## 2.6 Núverandi flutningsgeta til afhendingarstaða

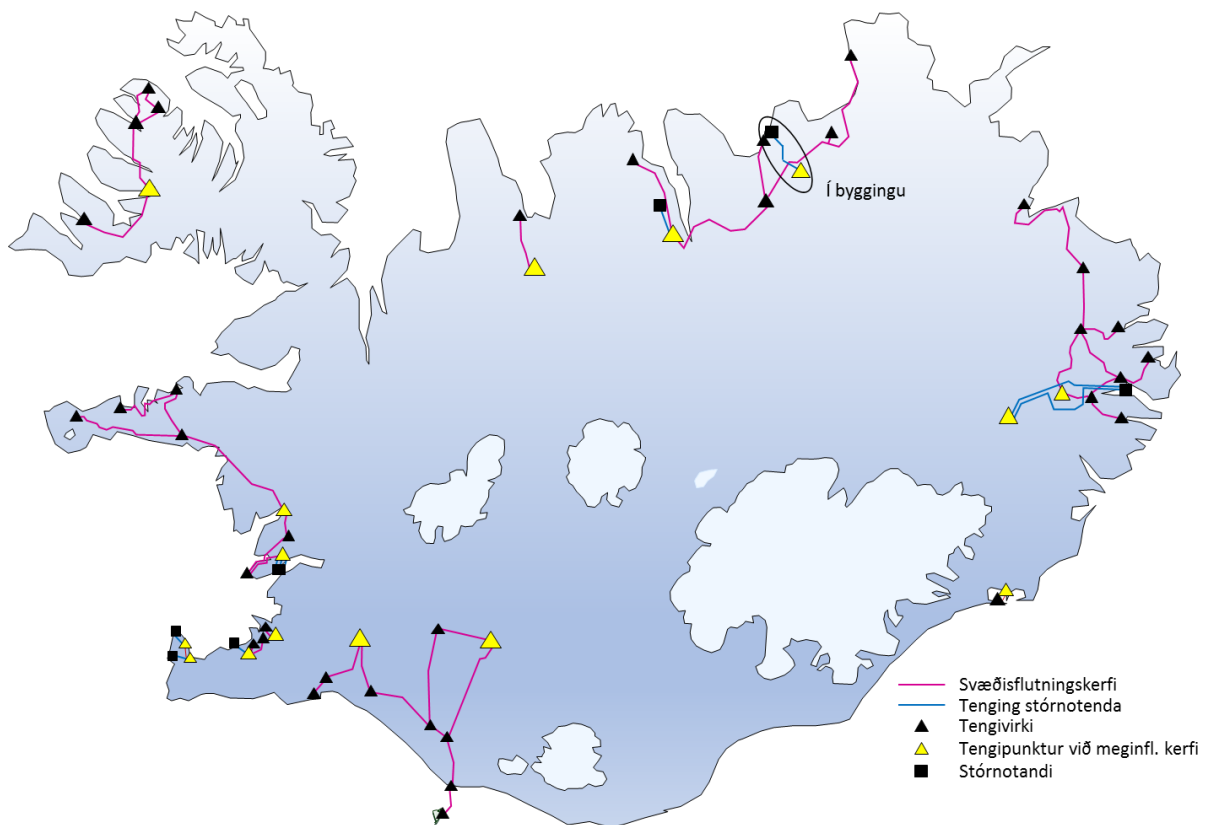
Landsnet hefur tekið út ástand afhendingarstaða flutningskerfisins m.t.t. þess hversu mikið viðbótar afl er unnt að afhenda í núverandi kerfi. Niðurstöðurnar sýna að hvergi er hægt að afhenda meira afl þegar tekið er fullt tillit til stöðugleikamarka sniða í kerfinu. Við útreikningana voru notaðar þær forsendur að fyrir sé hámarksálag á viðkomandi stað og athugað með hermunum hvort væri hægt að auka álagið enn frekar og þá hve mikið. Yfirlitsmynd yfir mögulega álagsaukningu afhendingarstaða er í kafla 4.4.1, sem fjallar um mat á svokölluðum núllkosti.

## 3 Svæðisbundnu kerfin

Í umsagnarferli fyrir kerfisáætlun 2015-2024 komu fram þau sjónarmið að auka þyrfti umfjöllun um svæðisbundnu kerfin í kerfisáætlun. Svæðisbundnu kerfin er samnefni fyrir þau kerfi sem ekki teljast til meginflutningskerfisins. Þau eru að mestu rekin á 66 kV spennu en einstaka hlutar þeirrar eru á 33 kV og 132 kV spennu. Við undirbúning kerfisáætlunar 2016-2025 var ákveðið að bregðast við ábendingum um aukna umfjöllun um svæðisbundnu kerfin. Tilgangur er að gefa lesendum kerfisáætlunar mynd af stöðu kerfanna, stutt yfirlit yfir verkefnastöðu á viðkomandi svæði og hvaða rekstrartengdu áskoranir eru til staðar. Viðfangsefnið er nálgast á þann hátt að hver kafli byrjar á stuttri lýsingu á viðkomandi kerfi og síðan er farið lauslega yfir þau rekstrartengdu vandamál sem eru lýsandi

fyrir hvert einstakt kerfi. Einnig er farið lauslega yfir þau verkefni sem hafa verið framkvæmd í kerfinu síðustu árin og þau verkefni sem eru í burðarliðnum. Að lokum er svo farið yfir þær úrbótaleiðir sem hafa verið skoðaðar, eða eru í skoðun, til frekari úrlausnar á þeim vandamálum sem hrjá viðkomandi kerfi.

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



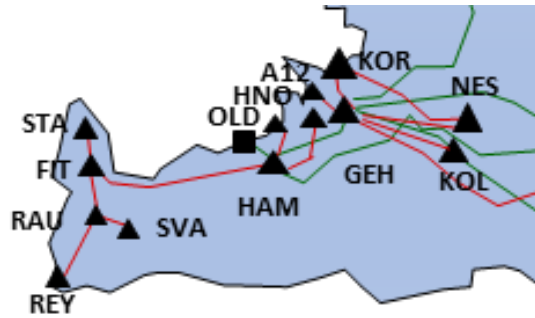
MYND 3-1 : SVÆÐISBUNDIN FLUTNINGSKERFI OG TENGINGAR VIÐ STÓRNOTENDUR

### 3.1 Höfuðborgarsvæðið og Suðurnes

#### 3.1.1 Lýsing á kerfi

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

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



MYND 3-2 : FLUTNINGSKERFI RAFORKU Á SUÐURNESJUM OG Á HÖFUÐBORGARSVÆÐINU

### 3.1.2 Helstu rekstartengdu áskoranir

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

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

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

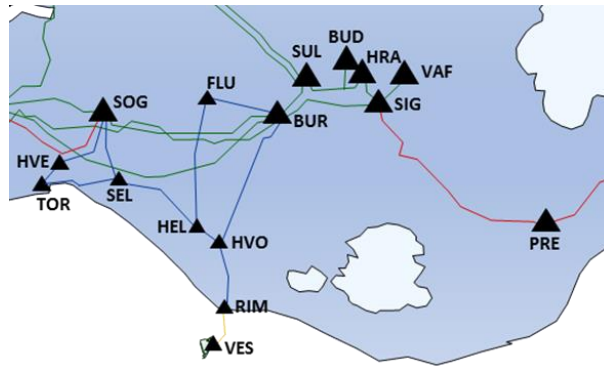
### 3.1.4 Önnur verkefni í skoðun

Til að tryggja afhendingaröryggi í Hafnarfirði og auka flutningsgetu til HS Veitna er til skoðunar að bæta við nýjum afhendingarstað í Hafnarfirði, sem kæmi í eða við núverandi tengivirki í Hamranesi, og myndi tengjast þar við meginflutningskerfið. Ekki liggur fyrir á þessu stigi hvert spennustig þessa nýja afhendingarstaðar yrði né nákvæm staðsetning.

## 3.2 Suðurland

### 3.2.1 Lýsing á kerfi

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



MYND 3-3: SVÆÐISFLUTNINGSKERFIÐ Á SUÐURLANDI

### 3.2.2 Helstu rekstartengdu 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 mun lagfæra stöðuna lítillega en þó eru líkur á að spennuvandamál verði viðvarandi.

Spennuhækkunin hefur frá upphafi verið hugsuð sem fyrsti áfanginn í því að auka flutningsgetu um 66 kV svæðisflutningskerfið á Suðurlandi til Eyja, enda er langmesta notkunin þar.

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

### 3.2.3 Stutt yfirlit yfir framkvæmdir síðustu ára

Aukin flutningsgeta einstakra línuhluta

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

Selfosslína 3

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

## Hellulína 2

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

### 3.2.4 Verkefni í undirbúningi eða framkvæmd

#### Nýtt tengivirki á Hvolsvelli

Árið 2017 er stefnt að byggingu nýs tengivirkis á Hvolsvelli sem verður yfirbyggt. Það leysir af hólmi tengivirki sem var byggt árið 1957 og gegnir mikilvægu hlutverki í svæðisflutningskerfi Suðurlands.

#### Spennuhækkun Vestmannaeyjalínu 3 og nýtt tengivirki í Vestmannaeyjum

Árið 2013 var nýr 66 kV sæstrengur, Vestmannaeyjalína 3, tekinn í rekstur á 33 kV spennustigi. Með spennuhækkun strengsins verður hægt að tvöfalda flutningsgetu hans og fylgja þannig eftir aukinni raforkuþörf með uppbyggingu fiskvinnslufyrirtækja í Vestmannaeyjum. Til þess að þetta sé hægt þarf að byggja nýtt 66 kV tengivirki í Vestmannaeyjum og gera nokkrar breytingar á tengivirki í Rimakoti, sem tengir land við Eyjar. Framkvæmdir hófust árið 2015 og eru samstarfsverkefni Landsnets og HS Veitna.

### 3.2.5 Frekari verkefni í skoðun

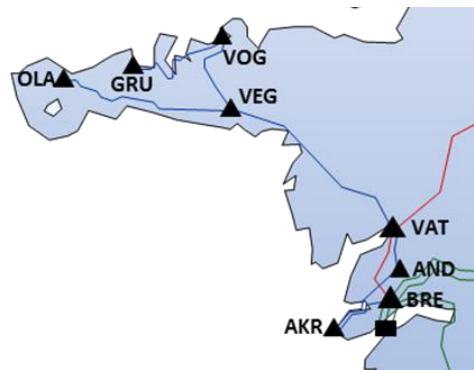
#### Þéttir í Rimakot

Þegar heildarálag í Vestmannaeyjum fer yfir 30 MW verður nauðsynlegt að setja inn þéttavirki í kerfið á Suðurlandi, til að halda rekstrarspennunni yfir neðri mörkum (90%). Staðsetning og stærð þéttavirkja ræðst af stærð álags og benda kerfisrannsóknir til þess að æskilegt sé að setja slíkt þéttavirki upp í Rimakoti.

### 3.3 Vesturland

#### 3.3.1 Lýsing á kerfi

Svæðisflutningskerfið á Vesturlandi er 66 kV kerfi á Snæfellsnesi sem tengist Vatnshömrum og er fætt með 132 kV línunum frá Brennimel og Hrútatungu. Á Snæfellsnesi eru fjórir geislatengdir afhendingarstaðir, Vegamót, Vogaskeið, Grundarfjörður og Ólafsvík, sjá Mynd 3-4. Auk þess tengist Andakílsárvirkjun inn á Vatnshamra og Akranes sem tengist bæði Brennimel og Andakílsárvirkjun á 66 kV.



MYND 3-4: SVÆÐISFLUTNINGSKERFIÐ Á VESTURLANDI.

#### 3.3.2 Helstu rekstrartengdu áskoranir

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

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

#### 3.3.3 Framkvæmdir síðustu ára

Grundarfjörður – nýtt tengivirki

Árið 2016 hófust framkvæmdir við nýja spennistöð á Grundarfirði. Framkvæmdin er fyrsti áfangi í lagningu nýs 66 kV jarðstrengs milli Grundarfjarðar og Ólafsvíkur.

Tengivirki Akranesi

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

#### 3.3.4 Verkefni í undirbúningi eða framkvæmd

Grundarfjarðarlína 2

Loftlínan milli Vegamóta og Ólafsvíkur liggur um veðurfarslega mjög erfitt svæði og hafa truflanir verið tíðar síðustu ár. Til að draga úr straumleysi á Vesturlandi hyggst Landsnet leggja jarðstreng,



Grundarfjarðarlínu 2, milli Grundarfjarðar og Ólafsvíkur. Með því eykst afhendingaráreiðanleiki á Vogaskeiði, í Grundarfirði og Ólafsvík.

Lagning Grundarfjarðarlínu 2 er áætluð á árunum 2016-2018 og er meginþungi framkvæmdanna áætlaður á árinu 2017. Ef tekið er mið af sambærilegum verkefnum má reikna með að lagning strengsins taki að lágmarki eitt ár. Ráðgert er að hefja framkvæmdir við þveranir síðla sumars eða haustið 2016 og ljúka verkinu endanlega með lokafrágangi yfirborðs vorið 2018.

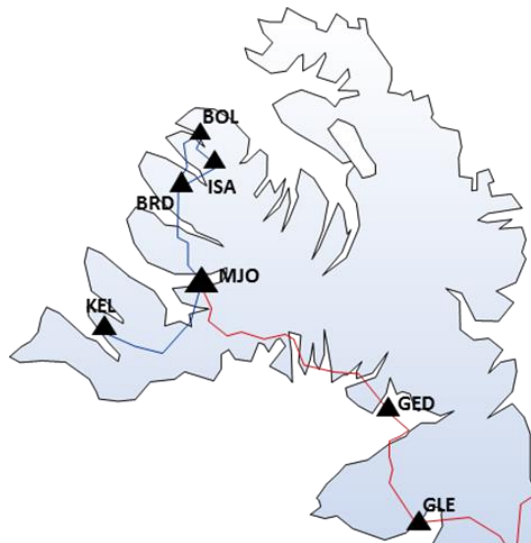
Ólafsvík – tengivirki

Í tengslum við lagningu jarðstrengs milli Grundarfjarðar og Ólafsvíkur hyggst Landsnet byggja nýtt tengivirki í Ólafsvík. Áætlað er að bygging tengivirkisins fari fram á svipuðum tíma og lagning jarðstrengsins.

## 3.4 Vestfirðir

### 3.4.1 Lýsing á kerfi

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



MYND 3-5: SVÆDISFLUTNINGSKERFIÐ Á VESTFJÖRÐUM.

### 3.4.2 Helstu rekstrartengdu áskoranir

Flutningsgeta 66 kV lína á Vestfjörðum er nægjanleg til að flytja allt að 10 MW til viðbótar að afhendingarstöðum en spennan fer undir leyfileg rekstrarmörk ef álagið er aukið óháð afhendingarstað. Spennuvandamálið mætti leysa með þéttavirkjum.

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

Varavélarnar í Bolungarvík anna vel forgangsortorkunotkun norðanverðra Vestfjarða en leysa ekki vanda í bilanatilfellum á Suðurfjörðum.



### 3.4.3 Framkvæmdir síðustu ára

#### Bolungarvík – Ný varaafsstöð og tengivirki

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

#### Nýtt tengivirki á Ísafirði

Framkvæmdum við nýtt tengivirki Landsnets á Ísafirði lauk sumarið 2014. Það leysti af hólmi gamalt virki sem var úr sér gengið tæknilega, auk þess sem það var staðsett á snjóflóðahættusvæði í Stóruð og var þar fyrir nýjum ofanflóðavarnargarði.

### 3.4.4 Verkefni í undirbúningi eða framkvæmd

#### Nýr spennir í Mjólka

66 kV kerfið á Vestfjörðum er tengt við 132 kV línukerfið til Vestfjarða um einn 132/66 kV aflspenni. Á háálagstímum er flutningur til Vestfjarða orðinn umfram flutningsmörk spennisins, sérstaklega þegar Mjólkárviðkjun er ekki í rekstri. Því hefur verið ákveðið að stækka tengivirkið við Mjólka og bæta þar við öðrum spennir. Framkvæmdir hófust í byrjun sumars 2016 og er afhending spennisins áætluð seinna sama ár.

### 3.4.5 Önnur verkefni í skoðun

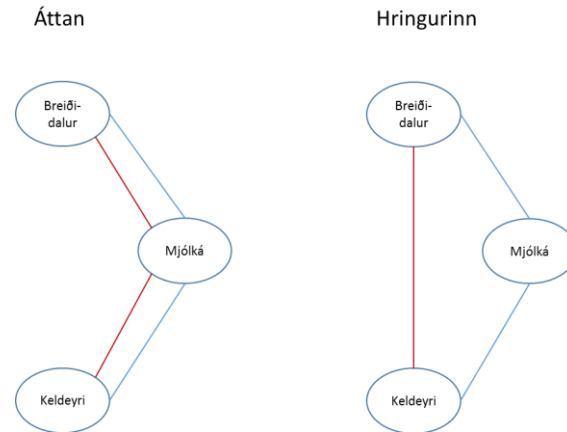
#### Nýr afhendingarstaður í Ísafjarðardjúpi

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

#### Styrking á Suðurfjörðum

Mikil uppbygging á sér stað á Suðurfjörðum Vestfjarða í tengslum við laxeldi og kalkþörungavinnslu.

Tveir kostir hafa verið skoðaðir til styrkingar á flutningskerfi Landsnets á Vestfjörðum, milli Breiðadals, Mjólkárviðkjunar og Tálknafjarðar. Annars vegar er tenging í áttu með hnútpunkti í Mjólkárviðkjun og hins vegar hringtenging.



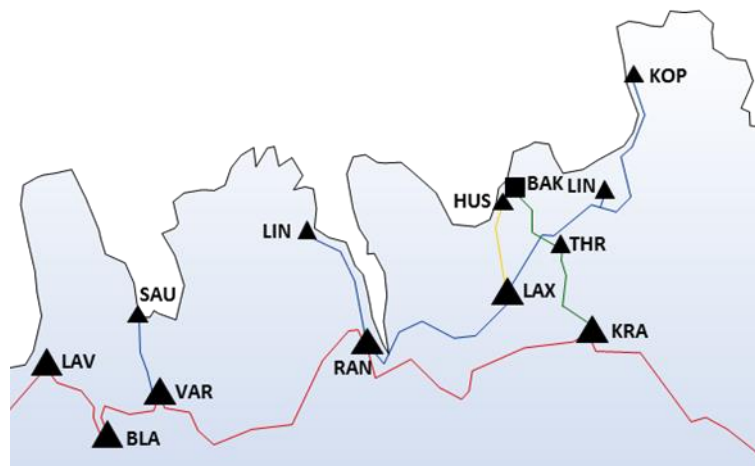
MYND 3-6: EINFÖLD SKÝRINGARMYND AF ÁTTUNNI OG HRINGNUM

Fyrri valkosturinn, sem kallaður er Áttan, tengir saman Keldeyri og Breiðadal með viðkomu í Mjólka. Seinni valkosturinn er kallaður Hringurinn og þar er einnig gert ráð fyrir 66 kV tengingu milli Keldeyrar og Breiðadals, en án viðkomu í Mjólka.

### 3.5 Norður- og norðausturland

#### 3.5.1 Lýsing á kerfi

Á norðurhluta landsins eru langar 132 kV línur sem eru hluti af byggðalínunni. Í landshlutanum eru tvö svæðisbundin flutningskerfi sem tengjast meginflutningskerfinu, annars vegar í Varmahlíð og hins vegar á Rangárvöllum á Akureyri. Vestan til er einföld 66 kV tenging frá Varmahlíð til Sauðárkróks. Á Norðausturlandi er umfangsmikið 66 kV kerfi frá Rangárvöllum á Akureyri að Laxárvirkjun og allt norðaustur á Kópasker. Húsavík tengist flutningskerfinu frá Laxá með einfaldri 33 kV tengingu. Einnig liggur 66 kV lína frá Rangárvöllum til Dalvíkur.



MYND 3-7: FLUTNINGSKERFI RAFORKU Á NORÐUR- OG NORÐAUSTURLANDI

#### 3.5.2 Helstu rekstartengdu áskoranir

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

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

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

### 3.5.3 Verkefni í undirbúningi eða framkvæmd

#### Tenging Húsavíkur

Húsavíkurlína 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 væntanlegt iðnaðarsvæði á Bakka, eða leggja nýja línu frá Kópaskerslínu 1 við Höfuðreiðarmúla.

#### Tenging Þeistareykjavirkjunar við 66 kV kerfið

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

#### Tvöföldun tengingar við Sauðárkrók

Sauðárkrókur er tengdur með einni 66 kV línu sem er komin nokkuð til ára sinna. Til skoðunar er að tvöfalda tengingu flutningskerfisins við Sauðárkrók ásamt því að endurnýja tengivirkið þar. Auk þess að skoða þann möguleika að tvöfalda tenginguna frá Varmahlíð (þaðan sem núverandi lína liggur) hefur sá möguleiki einnig verið kannaður að hringtengja Sauðárkrók með annarri línu frá Laxárvatni. Fyrsta skoðun gefur til kynna að þessi kostur sé töluvert dýrari.

## 3.6 Austfirðir

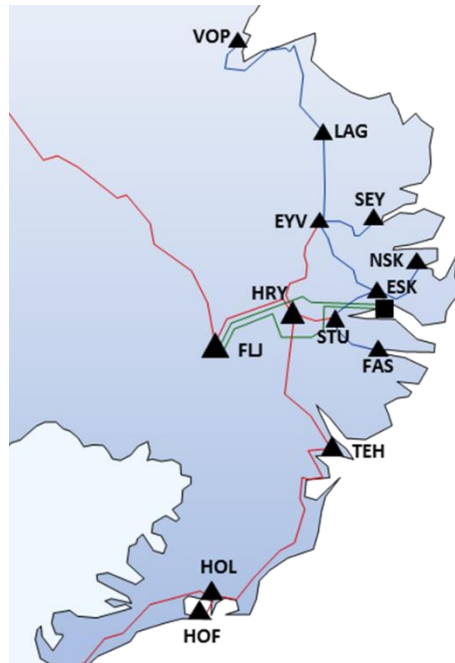
### 3.6.1 Lýsing á kerfi

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

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

---

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



MYND 3-8: FLUTNINGSKERFI RAFORKU Á AUSTURLANDI.

### 3.6.2 Helstu rekstartengdu áskoranir

Á Austurlandi hafa flestar 66 kV flutningslínur/strengir nægjanlega flutningsgetu. Afflutningur inn á svæðið takmarkast annars vegar af aflspennum í Eyvindará og á Stuðlum, sem samtals geta flutt að hámarki 103 MVA, og hins vegar af flutningstakmörkunum í 66 kV kerfinu á Austfjörðum en samanlagður afflutningur um Stuðlalínu 2 og Eskifjarðarlínu 1 má að hámarki vera 79 MVA.

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

### 3.6.3 Framkvæmdir síðustu ára

Endurnýjun jarðstrengja í línuendum

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

### 3.6.4 Önnur verkefni í undirbúningi eða framkvæmd

Spennuhækkun hringsins

Til að auka flutningsgetu hringsins Hryggstekkur-Stuðlar-Eskifjörður-Eyvindará-Hryggstekkur eru uppi hugmyndir um spennuhækkun lína úr 66 kV í 132 kV. Til undirbúnings að þessu verkefni er þegar búið er að skipta út 66 kV strengendum með 132 kV strengjum í Stuðlalínu 2 og Eskifjarðarlínu 1. Næsta

skref er að stækka tengivirki á Eskifirði með 132 kV rofum og spennum, svo hægt verði að reka hringinn á 132 kV spennu.

### 3.6.5 Önnur verkefni í skoðun

Tvöföldun tenginga

Tvöföldun tengingar til Neskaupsstaðar og Fáskrúðsfjarðar hefur verið skoðuð. Búið er að leggja streng í göng á milli Reyðarfjarðar og Fáskrúðsfjarðar og er hugmyndin sú að framlengja hann í báðar áttir og ná þannig tvöfaldri tengingu milli Stuðla og Fáskrúðsfjarðar. Jafnframt er búið að leggja ídráttarrör í Norðfjarðargöng fyrir tenginu við Neskaupstað.

## 4 Langtímaáætlun um þróun meginflutningskerfis

### 4.1 Sviðsmyndir

Til að meta þá flutningsþörf sem flutningskerfið verður að anna til framtíðar, og uppfylla þannig markmið raforkulaga, er nauðsynlegt að horfa til væntanlegrar þróunar raforkumarkaðarins. Þar sem uppbygging raforkuflutningsmannvirkja eru í eðli sínu langtímafjárfesting er talsverð óvissa ávallt innbyggð í ferlið þegar þörfin fyrir slík mannvirki er greind. Til að bregðast við þeirri óvissu var farin sú leið að skilgreina raunhæfar sviðsmyndir sem ná yfir mögulega þróun, bæði í notkun og framleiðslu á raforku á næstu árum og áratugum.

Hlutverk þessara sviðsmynda er annars vegar að búa til verkfæri fyrir sérfræðinga í þróun flutningskerfisins til að hanna mögulega valkosti þegar kemur að styrkingum í flutningskerfinu og hins vegar að mynda grundvöll fyrir mati á valkostum, bæði hvað varðar mat á kerfislægum eiginleikum og á þjóðhagslegri hagkvæmni styrkinga.

Skilgreindar sviðsmyndir eru ekki spár um væntanlega þróun og ætti ekki að túlka þær þannig. Þær geta hins vegar verið byggðar á spám, áætlunum, stefnu stjórnvalda og annarri umfjöllun sem fram fer í þjóðfélaginu hverju sinni. Mögulegar sviðsmyndir eru í eðli sínu óendanlega margar en til að þær þjóni hlutverki sínu sem forsendur fyrir hönnun styrkinga og grundvöllur fyrir mati á valkostum styrkinga, er nauðsynlegt að skilgreina og fastsetja einhverjar þeirra sem síðan er unnið eftir.

Því hafa verið skilgreinar fjórar sviðsmyndir fyrir langtímaþróun flutningskerfisins og ná þær yfir tiltölulega breytt svið hvað varðar mögulega þróun þess. Sviðsmyndirnar eru kynntar í kafla 1.4 en hér á eftir fylgir nánari lýsing á þeim.

#### 4.1.1 Stöðug þróun

Hlutverk sviðsmyndarinnar *Stöðug þróun* er að gefa mynd af þróuninni ef ekki kemur til meiri notkun en sem leiðir af mannfjöldaaukningu og hæfum breytingum á orkunotkunarmynstri fólks. Grundvöllur sviðsmyndarinnar er sú aukning í raforkunotkun sem reiknuð er út samkvæmt nýjustu útgáfu raforkuspár [3]. Sjóndeildarhringur sviðsmyndarinnar er til ársins 2030 og horft til álags á kerfið eins og það myndi verða á því ári, samkvæmt raforkuspá. Tekinn er með í reikninginn sá hluti orkuskipta sem snýr að rafvæðingu samgangna og skilgreindur er í raforkuspá fyrir árið 2030.

Eingöngu var horft til forgangsortku við skilgreiningu á sviðsmyndinni sem þýðir að frekari rafvæðing fiskimjölsverksmiðja er ekki innifalin þar sem þær eru á skerðanlegum flutningi. Því mun frekari rafvæðing verksmiðjanna bætast við það hámarksálag sem gefið er upp í sviðsmyndinni.

Til að mæta þeirri auknu raforkunotkun sem kemur fram í sviðsmyndinni er nauðsynlegri orkuframleiðsla, til að viðhalda jafnvægi á milli notkunar og framleiðslu, bætt inn í kerfislíkön Landsnets. Við staðsetningu á þeirri framleiðslu er aðallega horft til áætlana orkuframleiðslufyrirtækja, sem upplýst var um í samráðsferli við gerð sviðsmyndanna.

Stöðug þróun	
Sjóndeildarhringur til ársins	2030
Árleg orkunotkun í GWst	20.647
Hámarksálag í MW	2.595
Uppsett afl virkjana í MW	2.878

TAFLA 4-1 : STÖÐUG ÞRÓUN - TÖLULEGAR UPPLÝSINGAR

Tafla 4-1 sýnir sviðsmyndina, *Stöðug þróun* í tölum.

#### 4.1.2 Aukin eftirspurn

Tilgangur sviðsmyndarinnar *Aukin eftirspurn* er að skoða álag á flutningskerfið ef atvinnuuppbygging verður hraðari en gert er ráð fyrir í raforkuspá.

Sviðsmyndin grundvallast á upplýsingasamráði sem fram fór á vormánuðum 2016 við kaupendur og seljendur á raforkumarkaði.

Sjóndeildarhringur sviðsmyndarinnar er til ársins 2030. Hún tekur til þeirrar eftirspurnar sem aðilar á raforkumarkaði gera ráð fyrir og áætlunum um orkuöflun sem þeir hafa gert til að mæta henni.

Við skilgreiningu á sviðsmyndinni var gengið út frá sömu forsendum og í sviðsmyndinni *Stöðug þróun*, jafnframt því sem gert var ráð fyrir hraðari uppbyggingu atvinnulífs, s.s. iðnaðar og þjónustu.

Við uppsetningu á sviðsmyndinni í kerfislíkön Landsnets er nýju álagi dreift eftir íbúafjölda á landsvæði, ásamt því að horfa til núverandi atvinnusvæða fyrir þá atvinnuuppbyggingu sem sviðsmyndin gerir ráð fyrir.

Aukin eftirspurn	
Sjóndeildarhringur til ársins	<b>2030</b>
Árleg orkunotkun í GWst	<b>23.558</b>
Hámarksálag í MW	<b>2.942</b>
Uppsett afl virkjana í MW	<b>3.195</b>

TAFLA 4-2 : AUKIN EFTIRSPURN - TÖLULEGAR UPPLÝSINGAR

Tafla 4-2 sýnir tölulegar upplýsingar um sviðsmyndina *Aukin eftirspurn*. Hámarksálag er 2.942 MW og árleg orkunotkun 23.558 GWst.

#### 4.1.3 Rafvætt samfélag

Sviðsmyndin *Rafvætt samfélag* tekur á þeirri áskorun að skipta út jarðefnaeldsneyti fyrir innlenda, endurnýjanlega orkugjafa. Hún samræmist aðgerðaráætlun stjórnvalda um orkuskipti og er í takt við aukna umæðu um loftslagsmál og tæknibreytingar sem hafa átt eða eru að eiga sér stað um þessar mundir og auðvelda möguleg orkuskipti.

Tilgangurinn með að skilgreina þessa sviðsmynd var að kortleggja hve mikil álagsaukningin yrði á flutningskerfi raforku ef ráðist verður í frekari orkuskipti á Íslandi.

Aukið álag á kerfið kæmi m.a. til vegna rafvæðingar samgangna, orkuskipta í sjávarútvegi og annarri matvælaframleiðslu, landtenginga skipa og fleiri þátta.

Landsnet hefur ásamt ráðgjöfum sínum lagt í vinnu til að kortleggja hvað orkuskiptin geti þýtt fyrir raforkukerfi landsins, bæði aukna framleiðsluþörf og aukna flutningsþörf.

Þau atriði sem tekin voru til skoðunar voru:

- Rafbílavæðing fólksbíla í eigu almennings
- Rafbílavæðing fólksbíla í eigu bílaleiga
- Rafvæðing annarra samgangna og flutninga
- Rafvæðingu fiskimjölsverksmiðja
- Matvælaframleiðsla
- Landtenging skipa í höfnum
- Aukin rafvæðing í iðnaði

Niðurstaða þessarar kortlagningar var svo varpað yfir í sviðsmyndina í formi hámarksálags á flutningskerfið. Erfitt er að segja til um hve langur yfirgagnstími orkuskiptanna yrði en til að hafa eitthvað viðmið var ákveðið að fastsetja stöðuna við ákveðið gildi árið 2030. Þar sem að ekki var gert ráð fyrir að orkuskiptum væri að fullu lokið á þeim tímapunkti var haldið til haga tölum fyrir full orkuskipti, til að hafa til hliðsjónar við mat á valkostum styrkinga. Nánari upplýsingar um orkuskipti má finna í umhverfisskýrslu kerfisáætlunar í þemakafla um áhrif orkuskipta á aflþörf og loftslag.

Meginmunurinn á þessari sviðsmynd og hinum tveimur er öðruvísi álagsdreifing um landið. Stór hluti af því álagi sem fylgir orkuskiptum er á dreifiveitur, sem að öllu jöfnu hefur í för með sér aðra álagsdreifingu yfir landið heldur en álag vegna stórnotenda.

Gert er ráð fyrir að álag vegna rafvæðingar fólksbíla í eigu almennings dreifist um landið í samræmi við fólksfjölda. Álag vegna rafvæðingar bílaleigubíla og hópferðabifreiða dreifist um landið í takt við útbreiðslu ferðamanna. Þá hefur rafvæðing landflutninga og matvælaframleiðslu í för með sér jafna álagsdreifingu yfir landið. Rafvæðing fiskimjölsverksmiðja hefur mest áhrif á flutningskerfið á Austurlandi og landtenging skipa hefur mest áhrif í nánd við stærstu hafnir á landinu.

Rafvætt samfélag	
Sjóndeildarhringur til ársins	2030
Árleg orkunotkun í GWst	25.537
Hámarksálag í MW	3.258
Uppsett afl virkjana í MW	3.570

TAFLA 4-3 : RAFVÆTT SAMFÉLAG - TÖLULEGAR UPPLÝSINGAR

Þegar hámarksálag sviðsmyndarinnar *Rafvætt samfélag* (Tafla 4-3) er borið saman við hámarksálag *Aukinnar eftirspurnar*, felur *Rafvætt samfélag* í sér aukningu upp á 316 MW. Aukningin nær einungis yfir hluta þess álags sem talið er að muni lesta flutningskerfið þegar að orkuskiptum er að mestu lokið. Ástæða þess að ekki er farið alla leið með orkuskipti við greiningu sviðsmyndarinnar er sú að erfitt er að áætla hve hratt orkuskiptin gætu gengið fyrir sig. Hvað varðar rafvæðingu samgangna er líklegast að um einhvers konar veldisvöxt verði að ræða sem erfitt er að spá fyrir um langt fram í tímann.

#### 4.1.4 Fjölbreyttur markaður

Hagkvæmni þess að tengja Ísland við raforkukerfi Evrópu með lagningu sæstrengs til Bretlands hefur verið mikið í umræðunni síðustu misseri og hafa stjórnvöld rannsakað hagkvæmni slíkrar tengingar.

Ef að tengingu Íslands við Bretland verður mun það koma í hlut Landsnets að styrkja flutningskerfi raforku. Nauðsynlegt er því að halda til haga í umræðunni þeim lágmarkskröfum sem flutningskerfið þarf að uppfylla, verði slík tenging að veruleika. Í síðustu kerfisáætlun var fjallað um sæstrengslagningu í svokölluðum þemakafli og mögulegar styrkingar flutningskerfisins reifaðar. Nú hefur verið ákveðið að útbúa sviðsmyndina *Fjölbreyttur markaður* þar sem millilandatenging yrði að veruleika, enda fellur sæstrengsumræðan vel að hugmyndum um eðli og tilgang sviðsmynda. Þessi sviðsmynd verður þó ekki lögð til grundvallar valkostagreiningu að svo stöddu, eins og áður hefur komið fram.

Auk millilandatengingar er mögulegt að nota þessa sviðsmynd til að kortleggja áhrif mikillar virkjunar vindorku á flutningskerfið, enda hafa slík orkuver einnig verið mikið til umræðu síðustu misseri.

Sviðsmyndin *Fjölbreyttur markaður* tekur einnig til orkuskipta innanlands í sama magni og sviðsmyndin *Rafvætt samfélag*, en ekki er metinn sérstaklega þáttur millilandatengingarinnar í orkuskiptum Bretlands og Evrópu.

Ekki var talin þörf á að fastsetja sjóndeildarhring sviðsmyndarinnar að þessu sinni, þar sem hún stendur utan við útreikninga í þessari kerfisáætlun, en þó er gert ráð fyrir að hann sé að lágmarki til ársins 2030. Miðast almennt álag við það ár.



Fjölbreyttur markaður	
Sjóndeildarhringur til ársins	>2030
Árleg orkunotkun í GWst	30.793
Hámarksálag í MW	4.258
Uppsett afl virkjana í MW	4.400

TAFLA 4-4 : FJÖLBREYTTUR MARKAÐUR - TÖLULEGAR UPPLÝSINGAR

## 4.2 Valkostir kerfisáætlunar

Valkostir kerfisáætlunar eru með svipuðu sniði og í síðustu áætlun. Lagðir eru fram tveir aðalvalkostir sem fela í sér annað hvort tengingu yfir hálendið eða uppbyggingu á nýjum byggðalínurhúring. Undir þessum aðalvalkostum eru lagðar til mismunandi útfærslur sem eru blanda af nýbyggingum og endurnýjun á núverandi byggðalínu. Undirvalkostir eru þó færri því nú er sleppt þeim kostum sem komu verst út í valkostagreiningu síðustu kerfisáætlunar. Þar er um að ræða valkosti A.4 og B.5 í síðustu áætlun, sem byggja á 132 kV styrkingum, og valkost A.3, hálendislína og vesturvængur. Þessir þrír valkostir teljast ekki uppfylla markmið raforkulaga á fullnægjandi hátt og eru því ekki til umfjöllunar í þessari kerfisáætlun. Á móti hafa verið teknir til umfjöllunar tveir nýjir valkostir. Einn sem snýr að jafnstraumstengingu yfir hálendið og annar sem inniheldur hálendislínu með 50 km löngum jarðstrengskafla, sem fær nú sess sem sér valkostur. Einnig hefur valkostum sem fólu í sér spennuhækkun á byggðalínu verið breytt. Í stað endurnýtingar á núverandi línumöstrum er nú horft til endurbyggingar með því að byggja nýjar línur við hlið þeirra gömlu og fjarlægja svo gömlu línurnar. Með þessu verklagi fást svipaðir kerfislægir eiginleikar og við spennuhækkun byggðalínunnar og sambærileg umhverfisáhrif. Ástæðan fyrir þessum breytingum er sú að valkostagreining í síðustu kerfisáætlun leiddi í ljós að kostir sem byggðust á spennuhækkun byggðalínunnar, þar sem núverandi línumöstrum væri breytt, væru vart framkvæmanlegir.

Ekki er gerður greinarmunur í tæknilegu mati á valkostum á því hvort línur eru lagðar sem loftlínur eða jarðstrengir. Valkostagreiningin snýr fyrst og fremst að tengingu svæða með ákveðinni flutningsgetu. Við mat á valkostum í kerfislíkönnum eru línuleiðir settar inn sem loftlínur og hermdar sem slíkar. Nánari útfærslur lína, svo sem endanlegt leiðarval, val á mastragerðum og val á milli loftlína og jarðstrengja, fer fram í framkvæmdamati viðkomandi verkefnis.

### 4.2.1 Mögulegar jarðstrengslagnir í línuleiðum valkosta

Við vinnslu þessarar kerfisáætlunar var ákveðið að tilgreina þá vegalengd sem er tæknilega mögulegt að leggja sem jarðstreng af hverri línuleið sem tilheyrir valkostum áætlunarinnar en Landsnet hefur að undanförunni unnið að greiningu á mögulegum hámarks lengdum jarðstrengja í nýjum 220 kV raflínum sem kynntar eru í þessari kerfisáætlun. Mikilvægt er að hafa í huga að þó sett hafi verið fram mat á hámarks lengd jarðstrengja fyrir hverja línuleið fyrir sig, þá er þar með ekki sagt að hægt sé að nýta þær hámarks lengdir í öllum línum. Lengd jarðstrengshlutanna þarf að skoða í kerfislegu samhengi, meðal annars með öðrum loftlínunum og jarðstrengjum. Uppbyggingarröð skiptir einnig máli, þ.e. í hvaða röð

farið er í framkvæmdir við nýjar línulagnir. Virkjanaframkvæmdir hafa einnig mikil áhrif á mögulegar strenglagnir í flutningskerfinu því nýjar virkjanir auka skammhlaupsafl (og þar með styrk) í kerfinu. Enn fremur hafa framkvæmdir í dreifikerfum áhrif á flutningskerfið. Miklar strenglagnir hjá dreifiveitum geta valdið töluverðri launaflsaukningu í flutningskerfinu, sem aftur getur dregið úr mögulegum strenglögnum í flutningskerfinu. Á sama hátt geta strenglagnir í flutningskerfinu skert möguleika dreifiveitna til að koma sínum dreifikerfum í jörð.

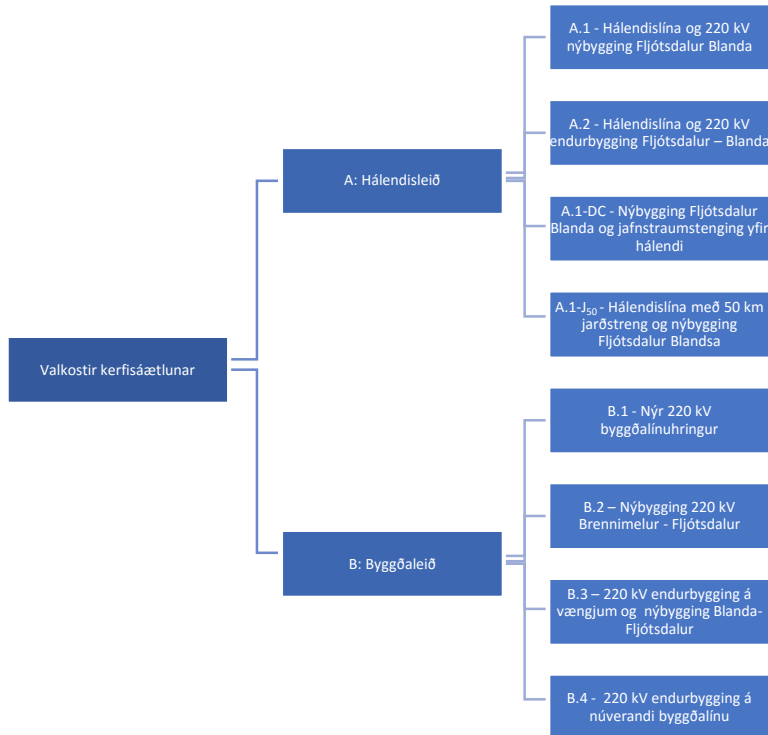
Sem dæmi um áhrif strenglagnar í einni línu á mögulega strenglengd í annarri línu á sama svæði má benda á að greining á nýju 220 kV flutningskerfi á Norðurlandi. Hún sýnir að mögulega sé hægt að leggja allt að 10 km af Blöndulínu 3 í jarðstreng, ef eingöngu er horft til lagningar þeirrar línu. Að sama skapi sýna greiningarniðurstöður að hægt sé að leggja allt að 12 km sem jarðstreng af nýrri 220 kV línu milli Rangárvalla og Kröflu.

Ef horft er á þessar línur saman kemur hins vegar í ljós að jarðstrengur í annarri línunni hefur veruleg áhrif á mögulega jarðstrengslengd í hinni. 12 km jarðstrengur á línuleiðinni Rangárvellir-Krafla stytta þannig mögulegan jarðstreng í Blöndulínu 3 niður í að hámarki 1 km. Á sama hátt stytta 10 km jarðstrengur í Blöndulínu 3 mögulegan jarðstreng á línuleiðinni Rangárvellir-Krafla niður í að hámarki 3 km. Heildarkvótinn fyrir þessar tvær línur, ef segja má svo, er því að hámarki um 13 km, þó með þeim takmörkunum hvorrar línu sem nefndar eru hér á undan.

Það er styrkur kerfisins á viðkomandi svæði sem ræður mestu um mögulegar strenglengdir. Kerfið er sterkast í námunda við stórar virkjanir og þar af leiðandi er sterkasti hlutinn í íslenska flutningskerfinu á Suður- og Suðvesturlandi. Til að auka möguleika á jarðstrengslögnum í flutningskerfinu norðanlands þarf því að auka styrk þess. Það verður helst gert með bættum tengingum milli Suður- og Norðurlands.

#### 4.2.2 Yfirlit yfir valkosti:

Alls eru lagðir fram átta valkostir í langtímaáætlun:



Mynd 4-1 : Valkostir til skoðunar í kerfisáætlun 2016-2025

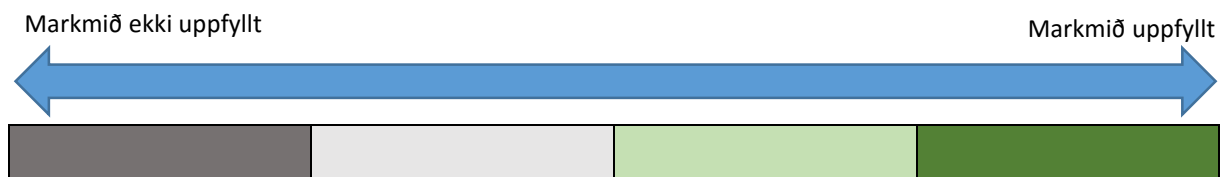
Sem hluti af forsendum hagræns mats á valkostum er sett fram möguleg tímalína valkosta í langtímaáætlun. Tímalínuna má finna í viðhengi D.

#### 4.2.3 Mat á valkostum

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

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

Niðurstaða mats á því hvernig framlagðir valkostir uppfylla ofangreind markmið er birt með litakóða sem segir til um að hvaða marki hvert markmið er uppfyllt:



MYND 4-2 : UPPFYLLING MARKMIÐA

Við greiningu á markmiðum eru notaðir eftirfarandi mælikvarðar:

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

Horfið hefur verið frá notkun á mælikvarða um framkvæmanleika, sem notaður var í síðustu áætlun, þar sem eingöngu eru teknir til skoðunar í þessari áætlun valkostir sem taldir eru framkvæmanlegir.

Út frá mælikvörðunum, sem hver um sig hefur fyrirfram skilgreint vægi, er svo metið hvernig valkostir uppfylla markmið raforkulaga. Tafla 4-5 til Tafla 4-9 sýna hvernig markmiðin eru metin, bæði út frá mælikvörðum og vægi hvers mælikvarða út af fyrir sig, ásamt rökstuðningi fyrir ákvörðun á því vægi:

Markmið um öryggi

Mælikvarði	vægi	Rökstuðningur
<b>Stöðugleiki flutningskerfis</b>	30%	Stöðugt flutningskerfi hefur mikið að segja fyrir öryggi orkuafhendingar og gæði þeirrar raforku sem afhent er. Einkum á þetta við um viðbrögð kerfisins við truflunum. Því er rétt að meta hærra mikilvægi stöðugleika en mælikvarða fyrir aukinn flutning.
<b>Aukinn flutningur</b>	20%	Aukinn flutningur hefur í för með sér auknar tekjur fyrir Landsnet. Það skapar fyrirtækinu fjárhagslegt öryggi og svigrúm til framkvæmda, til að bæta öryggi kerfisins, án þess að það komi niður á gjaldskránni. Þetta er þó talið vega lægst í markmiði um öryggi.
<b>Rekstraröryggi (N-1)</b>	50%	Til að hægt hægt sé að reka flutningskerfið á sem öruggastan hátt, þannig að það geti sinnt hlutverki sínu sem skyldi, er nauðsynlegt að hægt sé að reka það samkvæmt N-1 meginreglunni. Þess vegna var ákveðið að N-1 mælikvarðinn hafi 50% vægi í markmiði um öryggi.

TAFLA 4-5 : MÆLIKVARÐAR FYRIR MARKMIÐ UM ÖRYGGI

Markmið um skilvirkni

Mælikvarði	vægi	Rökstuðningur
<b>Flutningstöp</b>	25%	Raforkutöp eru sóun á auðlindum og Landsnet ætti að leita allra leiða til að draga úr þeim. Þetta er talið jafnt mikilvægt og nánd við virkjanakosti.
<b>Nánd við virkjanakosti</b>	25%	Ákveðin skynsemi felst í því að þurfa ekki að leggja langar línur til að tengja virkjanir við flutningskerfið, m.a. til að lágmarka flutningstöp. Mælikvarðinn er því metinn jafn hátt og mælikvarði um flutningstöp.
<b>Aukinn flutningur</b>	20%	Aukinn flutningur hefur í för með sér auknar tekjur fyrir Landsnet. Það skapar fyrirtækinu fjárhagslegt öryggi og svigrúm til framkvæmda, til að bæta skilvirkni kerfisins, án þess að það komi niður á gjaldskránni. Þetta er þó talið vega sýnu minnst í markmiði um skilvirkni.
<b>Sveigjanleiki orkuafhendingar</b>	30%	Ef virkur orkumarkaður á að vera héraendis þurfa framleiðendur og orkunotendur að hafa aðgang að flutningskerfi, óháð því hvar á landinu þeir eru staðsettir. Einnig þarf að vera til staðar næg flutningsgeta til að anna framtíðarþróun í orkuflutningi. Þessi mælikvarði er talinn segja mest um skilvirkni kerfisins og er því metinn hærra en hinir.

TAFLA 4-6 : MÆLIKVARÐAR FYRIR MARKMIÐ UM SKILVIRKNI

## Markmið um áreiðanleika afhendingar

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

TAFLA 4-7 : MÆLIKVARÐAR FYRIR MARKMIÐ UM ÁREIÐANLEIKA AFHENDINGAR

## Markmið um hagkvæmni

Mælikvarði	Vægi	Rökstuðningur
<b>Þjóðhagslega hagkvæmni</b>	70%	Markmið raforkulaga er að stuðla að þjóðhagslega hagkvæmu raforkukerfi og efla þannig atvinnulíf og byggð í landinu. Útreikningar á þjóðhagslegri hagkvæmni innifela flesta þætti sem styðja við þetta markmið. Af leiðir að mælikvarði um þjóðhagslega hagkvæmni er talinn veða talsvert meira en mælikvarði um áhrif á gjaldskrá þegar markmið um hagkvæmni er metið
<b>Áhrif á gjaldskrá</b>	30%	Til að tryggja samkeppni í vinnslu og viðskiptum með raforku er mikilvægt að haga uppbyggingu flutningskerfisins með þeim hætti að hún hafi sem minnst áhrif til hækkunar á gjaldskrá. Áhrif kerfisstyrkinga á gjaldskrá eru ekki innifalin í útreikningum á þjóðhagslegri hagkvæmni en talið er rétt að meta þau sem 30% af heildarmati á uppfyllingu markmiðs um hagkvæmni.

TAFLA 4-8 : MÆLIKVARÐAR FYRIR MARKMIÐ UM HAGKVÆMNI

## Markmið um gæði raforku

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

TAFLA 4-9 : MÆLIKVARÐAR FYRIR MARKMIÐ UM GÆÐI RAFORKU

Mælikvarðarnir, sem notaðir eru til að mæla hve vítt valkostir uppfylla markmiðin, eru á fjögurra stiga skala og auðkenndir með litakóða á sama hátt og gert var í síðustu kerfisáætlun. Matið byggir á hermunum með kerfislíkani Landsnets, útreiknuðum áhrifum á gjaldskrá og þjóðhagslegri hagkvæmni valkosta.

**Stöðugleiki flutningskerfisins** er mælikvarði sem leggur mat á það að hve miklu leyti væri hægt að leysa núverandi stöðugleikavandamál flutningskerfisins með þeim kerfisstyrkingum sem valkosturinn gerir ráð fyrir.

Ástand óbreytt. Kerfi áfram rekið yfir stöðugleikamörkum
Bæting en truflanir valda enn óstöðugleika þar sem krítískar flutningsleiðir eru enn í kerfi. Þörf er ennþá á kerfisvörnum til uppskiptingar kerfis. Byggðalína enn að stóru leyti einföld rás.
Mikil bæting, svo ekki er teljandi von á aflsveiflum. Uppskipting kerfis með kerfisvörnum er ekki algeng en langar flutningsleiðir geta valdið óróleika. Ennþá til staðar krítísk truflanatilfelli.
Stöðugleikavandamál að mestu leyti úr sögunni. Einungis mjög alvarlegar og víðtækar truflanir valda stöðugleikavandálum.

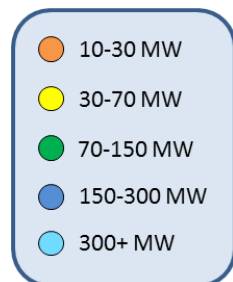
TAFLA 4-10: MÆLIKVARÐI FYRIR STÖÐUGLEIKA FLUTNINGSKERFISINS

**Kerfisstyrkur** er byggður á spennugæðum og skammhlaupsafli sem eru samofnir þættir. Lagt er mat á hann með því að meta launafliþörf kerfisins í heild, til að viðhalda gæðum afhendingarspennu.

Skammhlaupsafli veikustu staða ennþá það lágt að spennuflökt og spennuris geta enn valdið tjóni í truflunum. Veruleg þörf fyrir stýranlegt launafl.
Bæting á skammhlaupsafli og spennugæðum veikra staða. Ennþá þarf þó nokkuð stýrt launafl í veikum tengipunktum og á stöðum sem eru þegar mjög álagsþungir.
Veruleg bæting á skammhlaupsafli veikustu tengipunkta. Lítil þörf fyrir stýrt launafl í þessum punktum.
Skammhlaupsafli veikustu staða hefur hækkað svo að þeir teljist nú sterkir. Þörf fyrir stýrt launafl mjög lítil, eða engin, í þessum punktum.

TAFLA 4-11: MÆLIKVARÐI FYRIR KERFISSTYRK

**Aukinn flutningur** er mælikvarði sem segir til um hversu mikið afl er hægt að afhenda á núverandi afhendingarstöðum í óskertu meginflutningskerfi raforku. Ekki er gert ráð fyrir N-1 skilyrði í þessum mælikvarða þar sem sérstakur mælikvarði tekur á því. Í umfjöllun um valkosti er að finna yfirlitskort sem sýnir áhrif á aukinn flutning í meginflutningskerfinu með litakóða fyrir aflgetu, skv. Mynd 4-3.



MYND 4-3: LITAKÓÐAR FYRIR AUKINN FLUTNING

Lítil sem engin bæting vegna viðvarandi takmarkana í meginflutningskerfi
Nokkur bæting, þó eru svæði þar sem ekki er hægt að bæta við álagi vegna flutningstakmarkana
Mikil bæting á öllum stöðum en þó finnast staðir sem dragast nokkuð aftur úr er varðar þjónustu frá meginflutningskerfi.
Allir staðir þar sem styrkingar eiga sér stað fara í hæsta afhendingarflokk. Styrkingar hafa einnig mikla hækkun í för með sér utan þeirra svæða þar sem þær eiga sér stað.

TAFLA 4-12: MÆLIKVARÐI FYRIR AUKINN FLUTNING

**Sveigjanleiki orkuafhendingar** er geta kerfisins til aflflutninga milli landshluta. Mikil geta til aflflutninga þýðir meiri sveigjanleiki til að nýta orku, óháð staðsetningu orkuvinnslunnar.

Nýtt afl skv. viðkomandi sviðsmynd. Ekki hægt að flytja milli landshluta að neinu leyti.
Nýtt afl skv. viðkomandi sviðsmynd sem er hægt að flytja að nokkru leyti milli landshluta. Rof á flutningsleiðum loka fyrir slíkan aflflutning.
Nýtt afl sem er hægt að flytja milli landshluta að öllu leyti en skerðist við missi flutningsleiðar.
Nýtt afl sem er hægt að nýta hvar sem er, þó svo að flutningsleið falli úr rekstri.

TAFLA 4-13: MÆLIKVARÐI FYRIR SVEIGJANLEIKA ORKUAFHENDINGAR

**Rekstraröryggi**, eða N-1 afhendingaröryggi, lýsir því hvernig skilyrði um fulla orkuafhendingu er viðhaldið þó svo að ein rekstrareining falli úr rekstri. Þetta skilyrði spilar stórt hlutverk í mati á stöðugleika, en stöðugleikavandamál koma helst fram þegar ein eining á byggðalínu fellur úr rekstri.

Veruleg skerðing á rekstraröryggi við útfall einnar einingar. Miklar líkur á skerðingum á orkuafhendingu í slíkum tilfellum.
Skerðing á rekstraröryggi við útfall einnar einingar. Mjög líklegt að þörf sé á framleiðslu fleiri virkjana eða varaafisstöðva til að anna aflþörf svæðisbundið vegna slíkrar hættu.
Enn eru til staðar tilfelli þar sem hagræða þarf framleiðslu til að anna svæðisbundinni aflþörf, vegna brottfalls einnar flutningseiningar.
Engin ein rekstrareining sem veldur því að breyta þarf kerfisrekstri verulega við útleysingu.

**TAFLA 4-14: MÆLIKVARÐI FYRIR REKSTRARÖRYGGI**

**Nánd við virkjanakosti** er landfræðileg fjarlægð virkjanakosta rammaáætlunar frá þeim flutningsleiðum sem gert er ráð fyrir að styrktar verði. Valkostir fá stig fyrir nánd við virkjanakosti. 3 stig fást fyrir hagstæða nánd við kost í nýtingarflokki og 1 stig fyrir kost í biðflokki.

Athugun á nánd styrkingar flutningskerfis við virkjanakosti gaf minna en 20 stig.
Athugun á nánd styrkingar flutningskerfis við virkjanakosti gaf 20-25 stig.
Athugun á nánd styrkingar flutningskerfis við virkjanakosti gaf 25-30 stig.
Athugun á nánd styrkingar flutningskerfi gaf 35 stig eða meira.

**TAFLA 4-15: MÆLIKVARÐI FYRIR NÁND VIÐ VIRKJANAKOSTI**

**Áhrif á gjaldskrá** er mælikvarði á hve mikil áhrif viðkomandi valkostur mun hafa á gjaldskrá Landsnets. Við matið er horft til gildi gjaldskrárvísitölu árið 2030 og stuðuls fyrir uppsöfnuð áhrif með jafnt vægi. Annars vegar er horft til áhrifa á gjaldskrá stórnotenda og hins vegar gjaldskrá dreifiveitna.

Gjaldskrárvísitala yfir 120 og stuðull fyrir uppsöfnuð áhrif yfir 20
Gjaldskrárvísitala á milli 110 og 120 og stuðull fyrir uppsöfnuð áhrif á milli 10 og 20.
Gjaldskrárvísitala á milli 100 og 110 og stuðull fyrir uppsöfnuð áhrif á milli 0 og 10.
Gjaldskrárvísitala undir 100 og stuðull fyrir uppsöfnuð áhrif undir 0.

**TAFLA 4-16: MÆLIKVARÐI FYRIR ÁHRIF Á GJALDSKRÁ**



**Þjóðhagsleg hagkvæmni** segir til um útreiknaða þjóðhagslega hagkvæmni af valkostinum miðað við tiltekna sviðsmynd.

Endurgreiðslutími fjárfestinga vegna valkostsins er lengri en 40 ár.
Endurgreiðslutími fjárfestinga vegna valkostsins er 31-40 ár.
Endurgreiðslutími fjárfestinga vegna valkostsins er 21-30 ár.
Endurgreiðslutími fjárfestinga vegna valkostsins er 20 ár eða skemmri.

**TAFLA 4-17: MÆLIKVARÐI FYRIR ÞJÓÐHAGSLEGA HAGKVÆMNI**

### 4.3 Hagrænt mat á valkostum

#### 4.3.1 Mat á þjóðhagslegri hagkvæmni valkosta

Skilvirkt flutningskerfi raforku hefur verulegan þjóðhagslegan ávinning í för með sér þar sem takmarkandi flutningskerfi getur skapað bæði beinan og óbeinan kostnað fyrir notendur. Beini kostnaðurinn er t.d. fólgin í töpum sem falla til í flutningskerfinu en mun erfiðara er að meta óbeina kostnaðinn. Hann getur t.d. verið fólgin í tæknilegum þáttum flutningskerfisins eða óþægindum og tjóni sem neytendur verða fyrir. Í útreikningunum sem hér fylgja er núvirtur þjóðhagslegur kostnaður uppbyggingarvalkosta reiknaður út frá flutningstöpum, flutningstakmörkunum, minni fjárfestingum í virkjunum, betri nýtingu virkjana og rekstrartruflunum. Þjóðhagslegur kostnaður valkostanna er síðan borinn saman við þjóðhagslegan kostnað núllkerfis, þ.e. núverandi flutningskerfi án allrar uppbyggingar. Kostnaðurinn er reiknaður fyrir sviðsmyndir kerfisáætlunar og tekur mið af einkennum hverrar fyrir sig. Einnig er framkvæmt varfærið mat fyrir hverja sviðsmynd á endurgreiðslutíma allra valkostanna. Nánari útskýringar á forsendum og reiknuðum liðum má nálgast í viðauka A.

#### 4.3.2 Mat á valkostum ef sviðsmyndin *Stöðug þróun* rætist

Flutningstöp hafa verið metin í sviðsmyndinni *Stöðug þróun*, bæði miðað við núllkerfið og valkostina. Eins og fyrr segir eru flutningstöp óhjákvæmilegur hluti flutnings raforku en umfangið er þó breytilegt eftir uppbyggingu og skilvirkni kerfisins. Í núllkerfinu hefur núvirtur kostnaður við flutningstöpin verið metinn um 650-1.050 milljónum meiri á 15 ára tímabili en í þeim valkostum sem litið er til (Tafla 4-18).

Í valkostum fyrir uppbyggingu flutningskerfisins sem metnir hafa verið þegar horft er til sviðsmyndarinnar *Stöðug þróun* er möguleg álagsaukning að lágmarki 10-30 MW í öllum afhendingarstöðum meginflutningskerfisins árið 2030, umfram þá aflþörf sem spáð er í raforkuspá fyrir árið 2030. Þar af leiðandi eru ekki takmarkanir á afhendingu raforku vegna flutningstakmarkana í meginflutningskerfinu í valkostunum fram til 2030, líkt og í núllkerfinu. Þjóðhagslegur kostnaður vegna takmarkaðrar afhendingu raforku er því ekki til staðar í valkostunum sem metnir hafa verið.

Í sviðsmyndinni *Stöðug þróun* er eftirspurn eftir raforku hin sama í núllkerfinu og í valkostunum. Nauðsynlegt afl til að mæta eftirspurninni er hins vegar breytilegt á milli sviðsmyndanna og það fer eftir eiginleikum hvers valkosts hversu mikið aflið þarf að vera. Í valkostunum átta er nauðsynlegt afl um 7-12 MW minna en í núllkerfinu árið 2030. Kostnaði við fjárfestingar hefur verið dreift jafnt á umrætt tímabil og núvirði hans reiknað. Því má segja að sparnaður í formi minni fjárfestinga í virkjunum, sem nemur um 2,0-3,6 milljörðum króna, felist í valkostunum miðað við núllkerfið.

Erfitt er að meta nákvæmlega hvernig rekstrartruflanir þróast í valkostunum átta en ómögulegt er að byggja upp kerfi sem lendir aldrei í rekstrartruflunum. Allir valkostirnir auka rekstraröryggi kerfisins, samanborið við núllkerfið. Ekki var farið út í ítarlega útreikninga á áreiðanleika kerfisins en hér er miðað við að fyrir valkostina aukist hann um 10-30%.

Tafla 4-18 sýnir í milljónum króna mat á þjóðhagslegum kostnaði fyrir valkostina átta og núllkerfið yfir 15 ára tímabil. Matið miðað við að valkostirnir verði byggðir upp í samræmi við mögulega tímalínu valkosta (sjá viðhengi D) og samkvæmt því lækkar kostnaðurinn um 41-57% í öllum valkostunum sem skoðaðir voru:

Valkostur	Núll	A.1	A.1-DC	A.1-J <sub>50</sub>	A.2	B.1	B.2	B.3	B.4
<b>Flutningstöp</b>	14.606	13.751	13.751	13.751	13.487	13.551	13.942	13.424	13.287
<b>Flutningstakmarkanir</b>	5.718	1.982	1.982	1.982	1.983	1.982	1.982	1.982	1.982
<b>Minni fjárfesting í virkjunum</b>	0	-2.669	-2.669	-2.669	-2.965	-3.558	-2.076	-3.855	-4.448
<b>Betri nýting virkjana</b>	0	-3.924	-3.924	-3.924	-2.616	-3.644	-3.481	-3.644	-3.481
<b>Rekstrartruflanir</b>	8.832	7.066	7.066	7.066	7.949	6.183	7.949	7.066	7.066
<b>Samtals</b>	29.157	16.207	16.207	16.207	17.838	14.514	18.317	14.973	14.407
<b>Hlutfall, %</b>		55,6	55,6	55,6	61,2	49,8	62,8	51,4	49,4

TAFLA 4-18 : NÚVIRTUR ÞJÓÐHAGSLEGUR KOSTNAÐUR Í MILLJÓNUM KRÓNA - SAMANBURÐUR VALKOSTA VIÐ SVIÐSMYNDINA STÖÐUG ÞRÓUN

Heildarkostnaður við uppbyggingu valkostanna er mismunandi jafnframt því sem veigamiklar framkvæmdir í valkostunum, sem koma fram á mismunandi tímamörkum, hafa áhrif á núvirði heildarkostnaðar. Tafla 4-19 hér fyrir neðan sýnir núvirði heildarkostnaðar allra áætlaðra framkvæmda í valkostunum:

Valkostur	A.1	A.1-DC	A.1-J <sub>50</sub>	A.2	B.1	B.2	B.3	B.4
<b>Núvirtur kostnaður uppbyggingar valkosta</b>	32.889	47.155	36.143	31.285	45.512	31.239	44.747	43.124
<b>Áætlaður árlegur núvirtur ávinningur valkosta m.v. núllkost</b>	1.264	1.264	1.264	1.145	1.366	1.097	1.351	1.312
<b>Endurgreiðslutími í árum m.v. upphaf árið 2016</b>	30 ár	41 ár	32 ár	31 ár	37 ár	33 ár	37 ár	36 ár

TAFLA 4-19 : ÁVINNINGUR OG ENDURGREIÐSLUTÍMI VALKOSTA EF SVIÐSMYNDIN STÖÐUG ÞRÓUN GENGUR EFTIR

Ef litið er til þess ávinnings sem hlýst af valkostunum fyrir tímabilið 2016-2030 (Tafla 4-18), í samanburði við núllkostinn, er ljóst að hann er minni en núvirði framkvæmdarkostnaðurinn sem fram

kemur í Tafla 4-19. Hér ber að hafa í huga að skv. valkostunum eru veigamiklar framkvæmdir fyrirhugaðar á tímabilinu 2025-2029. Þær munu skapa verulegan þjóðhagslegan ávinning á líftíma sínum sem kemur þó að litlu leyti fram í Tafla 4-19. Þar er einungis horft fram til ársins 2030 en líftími þeirra flutningsvirkja sem fyrirhugað er að byggja er að lágmarki 50 ár.

Þjóðhagslegur kostnaður hefur ekki verið metinn ítarlega eftir árið 2030 af núllkerfinu og valkostunum. Lítið hefur verið til þess þjóðhagslega kostnaðar sem fram kemur í núllkostinum árið 2030 og hann borinn saman við þjóðhagslegan kostnað vegna valkostanna fyrir sama árabíl. Í framhaldinu er gert ráð fyrir að ávinningur valkostanna, þ.e. mismunur kostnaðar í núllkostinum og valkostunum, verði hinn sami á árunum þar á eftir. Að öllum líkindum er hér um varfærið mat að ræða á ávinningi. Gera má ráð fyrir að flutningstakmarkanir eigi eftir að aukast í núllkostinum eftir árið 2030, með tilheyrandi þjóðhagslegum kostnaði, auk þess sem gera má ráð fyrir að olíuverð hækki á tímabilinu. Enn fremur er miðað við að ekki verði flutningstakmarkanir til staðar eftir 2030 í valkostunum, líkt og á því tímabili sem ítarlega hefur verið metið og Tafla 4-19 sýnir.

Endurgreiðslutími valkostanna hefur verið metinn með því að líta annars vegar til hins ítarlega mats fyrir tímabilið 2016-2030 og hins vegar fyrrnefndra forsenda um ávinning valkostanna á árunum þar á eftir. Þar sem um varfærið mat er að ræða er endurgreiðslutími sem fram kemur líklega of hár. Endurgreiðslutími valkostanna í sviðsmyndinni *Stöðug þróun* um 30 til 41 ár þar sem miðað er við að grunnárið sé 2016 (Tafla 4ö19). Það þýðir að ávinningur af allri uppbyggingu valkostanna, líka þeirri uppbyggingu sem fyrirhuguð er á árunum 2025-2029, verði orðinn meiri en framkvæmdakostnaðurinn á árunum 2044-2058.

#### 4.3.3 Mat á valkostum ef sviðsmyndin *Aukin eftirspurn* rætist

Sviðsmyndin *Aukin eftirspurn* gerir bæði ráð fyrir auknu álagi og að sama skapi aukinni raforkuvinnslu. Metið var hvernig flutningskerfið myndi sinna hlutverki sínu í óbreyttu kerfi (núllkerfinu) og sömu valkostum og áður.

Í sviðsmyndinni *Aukin eftirspurn* hefur þjóðhagslegur kostnaður verið reiknaður í samræmi við breyttar forsendur um raforkuvinnslu og –notkun en að öðru leyti er notuð sama aðferðarfræði og sömu forsendur og áður. Álagið, sem og raforkuvinnslan, er meiri en lýst er í sviðsmyndinni *Stöðug þróun*. Aukningin byggir á forsendum um staðsetningu virkjana og aukna raforkunotkun. Í sumum tilfellum eru virkjanir og raforkunotkun, sem gert er ráð fyrir, innan þeirra sniða þar sem þurft hefur að skerða raforkuflutning í sviðsmyndinni *Stöðug þróun*.

Tafla 4-20 sýnir niðurstöður matsins á þjóðhagslegum kostnaði fyrir sviðsmyndina *Aukin eftirspurn*:

Valkostur	Núll	A.1	A.1-DC	A.1-J <sub>50</sub>	A.2	B.1	B.2	B.3	B.4
<b>Flutningstöp</b>	16.261	15.133	15.133	15.133	15.124	14.824	15.370	14.660	14.415
<b>Flutningstakmarkanir</b>	4.927	2.478	2.478	2.478	2.459	2.478	2.478	2.478	2.478
<b>Minni fjárfesting í virkjunum</b>		-3.558	-3.558	-3.558	-3.855	-4.744	-2.965	-5.337	-6.227
<b>Betri nýting virkjana</b>		-3.924	-3.924	-3.924	-2.616	-3.644	-3.481	-3.644	-3.481
<b>Rekstrartruflanir</b>	9.302	7.441	7.441	7.441	8.372	6.511	8.372	7.441	7.441
<b>Samtals</b>	30.490	17.571	17.571	17.571	19.485	15.425	19.773	15.599	14.627
<b>Hlutfall, %</b>		57,6	57,6	57,6	63,9	50,6	64,9	51,2	48,0

TAFLA 4-20 : NÚVIRTUR ÞJÓÐHAGSLEGUR KOSTNAÐUR Í MILLJÓNUM KRÓNA – SAMANBURÐUR VALKOSTA VIÐ SVIÐSMYNDINA *AUKIN EFTIRSPURN*

Niðurstöður matsins benda til að kostnaðurinn verði um 40-60% lægri í valkostunum, samanborið við núllkerfið.

Tafla 4-21 sýnir áætlaðan árlegan ávinning valkostanna og endurgreiðslutíma fyrir *Aukna eftirspurn*. Þar sem hinn áætlaði árlegi núvirti ávinningur valkostanna er meiri en í *Stöðugri þróun* verður endurgreiðslutími valkostanna styttri.

Valkostur	A.1	A.1-DC	A.1-J <sub>50</sub>	A.2	B.1	B.2	B.3	B.4
<b>Núvirtur kostnaður uppbyggingar valkosta</b>	32.889	47.155	36.143	31.285	45.512	31.239	44.747	43.124
<b>Áætlaður árlegur núvirtur ávinningur valkosta m.v. núllkost</b>	2.115	2.115	2.115	1.963	2.247	1.937	2.243	2.229
<b>Endurgreiðslutími í árum m.v. upphaf árið 2016</b>	23 ár	30 ár	25 ár	24 ár	28 ár	25 ár	27 ár	26 ár

TAFLA 4-21 : ÁVINNINGUR OG ENDURGREIÐSLUTÍMI VALKOSTA EF SVIÐSMYNDIN *AUKIN EFTIRSPURN* GENGUR EFTIR

Við mat á áætluðum ávinningi og endurgreiðslutíma valkosta er gert ráð fyrir að allar 220 kV línur séu loftlínur. Ástæðan er sú að ekki er gerlegt á þessu stigi að fastsetja hlutfall jarðstrengja í valkostunum, samanber það sem fram kom í kafla 4.2. Þess í stað er framkvæmd næmnigreining þar sem metin eru áhrif mismunandi magns strengja á bæði framkvæmdakostnað og endurgreiðslutíma. Niðurstöðu greiningarinnar, sem gildir fyrir allar þrjár sviðsmyndirnar, er að finna í viðauka B.

4.3.4 Mat á valkostum ef sviðsmyndin *Rafvætt samfélag* rætist

Líkt og fyrir sviðsmyndina *Aukin eftirspurn* hefur með sömu aðferðum verið lagt mat á kostnaðinn fyrir sviðsmyndina *Rafvætt samfélag* og þær forsendur sem lagðar voru til grundvallar fyrir sviðsmyndina. Tafla 4-22 sýnir niðurstöður matsins:

Valkostur	Núll	A.1	A.1-DC	A.1-J <sub>50</sub>	A.2	B.1	B.2	B.3	B.4
<b>Flutningstöp</b>	18.998	16.788	16.788	16.788	16.761	15.870	16.152	15.761	15.433
<b>Yfirlestun flutningsvirkja</b>	23.815	2.509	2.509	2.509	3.038	2.509	2.509	2.509	2.509
<b>Minni fjárfesting í virkjunum</b>		-5.930	-5.930	-5.930	-6.227	-8.895	-8.006	-9.488	-10.674
<b>Betri nýting virkjana</b>		-3.924	-3.924	-3.924	-2.616	-3.644	-3.481	-3.644	-3.481
<b>Rekstrartruflanir</b>	9.846	7.877	7.877	7.877	8.861	6.892	8.861	7.877	7.877
<b>Samtals</b>	52.659	17.320	17.320	17.320	19.818	12.732	16.036	13.014	11.664
<b>Hlutfall, %</b>		32,9	32,9	32,9	37,6	24,2	30,5	24,7	22,2

TAFLA 4-22 : NÚVIRTUR ÞJÓÐHAGSLEGUR KOSTNAÐUR Í MILLJÓNUM KRÓNA - SAMANBURÐUR VALKOSTA VIÐ SVIÐSMYNDINA *RAFVÆTT SAMFÉLAG*

Niðurstöður matsins benda til að umtalsverður kostnaður felist í núllkerfinu, samanborið við valkostina. Með uppbyggingu þeirra gæti þjóðhagslegi kostnaðurinn orðið um 65-80% lægri.

Tafla 4-23 sýnir áætlaðan árlegan ávinning valkostanna m.v. núllkostinn og endurgreiðslutíma í árum fyrir *Rafvætt samfélag*. Þar sem hinn áætlaði árlegi núvirti ávinningur valkostanna er meiri en í sviðsmyndunum *Stöðug þróun* og *Aukin eftirspurn* verður endurgreiðslutími valkostanna styttri.

Valkostur	A.1	A.1-DC	A.1-J <sub>50</sub>	A.2	B.1	B.2	B.3	B.4
<b>Núvirtur kostnaður uppbyggingar valkosts</b>	32.889	47.155	36.143	31.285	45.512	31.239	44.747	43.124
<b>Áætlaður árlegur núvirtur ávinningur valkosts m.v. núllkost</b>	4.828	4.828	4.828	4.673	5.108	4.856	5.094	5.102
<b>Endurgreiðslutími í árum m.v. upphaf árið 2016</b>	13 ár	16 ár	14 ár	14 ár	15 ár	13 ár	15 ár	14 ár

TAFLA 4-23 : ÁVINNINGUR OG ENDURGREIÐSLUTÍMI VALKOSTA EF SVIÐSMYNDIN *RAFVÆTT SAMFÉLAG* GENGUR EFTIR

samantekt um niðurstöður mats á þjóðhagslegri hagkvæmni og samanburði valkosta má finna í viðauka A.

#### 4.3.5 Áhrif valkosta á gjaldskrá

Áhrif allra valkosta á gjaldskrá voru metin sérstaklega sem liður í því að kanna hvernig valkostirnir uppfylltu markmið raforkulaga um hagkvæmni. Matið var þannig útfært að vísitala gjaldskrár fyrir báða notendahópa, dreifiveitur og stórnotendur, var sett á 100 í lok árs 2016 og árleg hækkun vísitölunnar síðan reiknuð út fram til ársins 2030. Við útreikningana var litið til fjárfestinga sem fylgja mismunandi valkostum, mögulegrar tímalínu valkosta (sjá viðhengi D) og þeirrar flutningsaukningar sem fylgja myndi hverri sviðsmynd fyrir sig. Við útreikninga var einnig tekið tillit til fjárfestinga í svæðisbundnum kerfum, sem finna má í 10 ára fjárfestingaráætlun (sjá kafla 1.7). Þar sem breytingar á vísitölu eru nátengdar fjárfestingum í flutningskerfinu, auknum flutningi, afskriftum, og skiptingu afls á milli notendahópa er mikilvægt að fá það fram á hvaða tímum breytingar á vísitölunni komi fram. Í því augnamiði var skilgreindur stuðull sem segir til um uppsöfnuð áhrif breytinga á gjaldskrárvísitölu á milli ára. Hann er þannig samsettur að fyrir hvert reiknað ár fær stuðulinn gildi í samræmi við reiknaða breytingu á vísitölunni það árið. Þannig verður gildi stuðulsins hærra, eftir því sem breytingar á vísitölunni koma fyrr til framkvæmda, en lægra eftir því sem áhrifin koma síðar fram á tímabilinu.

Tafla 4-24 sýnir áhrif mismunandi valkosta á gjaldskrárvísitölu og stuðul fyrir uppsöfnuð áhrif gjaldskrárbreytinga á föstu verðlagi fyrir sviðsmyndina *Stöðug þróun*:

<i>Stöðug þróun</i>	A.1	A.1-DC	A.1-J <sub>50</sub>	A.2	B.1	B.2	B.3	B.4
Lokagildi vísitölu gjaldskrár og stuðull fyrir uppsöfnuð áhrif fyrir dreifiveitur	91	97	95	90	96	88	96	95
	4	27	4	4	22	-8	20	12
Lokagildi vísitölu gjaldskrár og stuðull fyrir uppsöfnuð áhrif fyrir stórnotendur	124	133	130	124	131	120	131	130
	184	214	202	183	207	168	205	191
Vegin áhrif á gjaldskrá								

TAFLA 4-24 : ÁHRIF VALKOSTA Á GJALDSKRÁ EF SVIÐSMYNDIN *STÖÐUG ÞRÓUN* GENGUR EFTIR

Tafla 4-24 sýnir að áhrif framkvæmda á gjaldskrá dreifiveitna eru mun vægari en áhrif á stórnotendur. Það helst í hendur við að fjárfestingar, sem metnar eru til breytinga á eignastofni tekjumarka, tilheyra að langmestu leyti meginflutningskerfinu en samkvæmt sviðsmyndinni *Stöðug þróun* er stærsti hluti aukningar á flutningsmagni til dreifiveitna og leiðir það til hagstæðari áhrifa á dreifiveitur en stórnotendur.

Þegar litið er til sviðsmyndarinnar *Aukin eftirspurn* eykst álag á flutningskerfið, nýtni fjárfestinga eykst og hlutfall orkuflutnings á móti eignastofni tekjumarka breytist.

<i>Aukin eftirspurn</i>	A.1	A.1-DC	A.1-J <sub>50</sub>	A.2	B.1	B.2	B.3	B.4
Lokagildi vísitölu gjaldskrár og stuðull fyrir uppsöfnuð áhrif fyrir dreifiveitur	74 -99	80 -77	78 -86	74 -98	79 -82	72 -110	79 -83	78 -91
Lokagildi vísitölu gjaldskrár og stuðull fyrir uppsöfnuð áhrif fyrir stórnotendur	112 -15	125 27	116 -1	113 -15	123 21	110 -20	122 19	122 5
Vegin áhrif á gjaldskrá								

TAFLA 4-25 : ÁHRIF VALKOSTA Á GJALDSKRÁ EF SVIÐSMYNDIN *AUKIN EFTIRSPURN* GENGUR EFTIR

Tafla 4-25 sýnir hver áhrifin verða á gjaldskrá dreifiveitna og stórnotenda ef sviðsmyndin *Aukin eftirspurn* rætist. Sviðsmyndin sýnir einnig meiri flutning vegna stórnotenda sem leiðir af sér að áhrif framkvæmda á gjaldskrá stórnotenda eru mun vægari en fyrir sviðsmyndina *Stöðug þróun*. Þetta aukna flutningsmagn hefur einnig áhrif á gjaldskrá til dreifiveitna á þann hátt að gjaldskrárvísitala lækkar umtalsvert.

<i>Rafvætt samfélag</i>	A.1	A.1-DC	A.1-J <sub>50</sub>	A.2	B.1	B.2	B.3	B.4
Lokagildi vísitölu gjaldskrár og stuðull fyrir uppsöfnuð áhrif fyrir dreifiveitur	37 -322	43 -298	40 -310	37 -323	42 -303	35 -331	41 -304	41 118
Lokagildi vísitölu gjaldskrár og stuðull fyrir uppsöfnuð áhrif fyrir stórnotendur	109 -27	121 13	113 -14	109 -28	119 6	107 -33	118 4	118 -9
Vegin áhrif á gjaldskrá								

TAFLA 4-26 : ÁHRIF VALKOSTA Á GJALDSKRÁ EF SVIÐSMYNDIN *RAFVÆTT SAMFÉLAG* GENGUR EFTIR




Tafla 4-26 sýnir áhrif á gjaldskrá ef sviðsmyndin *Rafvætt samfélag* gengur eftir. Aukinn flutningur sem fylgir frekari rafvæðingu er mestur til dreifiveitna og hefur því jákvæð gjaldskráráhrif á dreifiveitur. Aukin raforkunotkun dreifiveitna myndi þar að auki hafa áhrif á hlutfallslega aflskiptingu á milli þessa tveggja notendahópa, sem hefði bein áhrif á skiptingu eignastofns tekjumarka. Þar af leiðir að stórnotendur myndu einnig njóta góðs af þeirri flutningsaukningu sem fylgir sviðsmyndinni. Yfirlit yfir hlutfallslega aflskiptingu á milli notendahópa eftir sviðsmyndum má finna í viðhengi C.

## 4.4 Tæknilegt mat á valkostum

### 4.4.1 Núllkostur

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

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

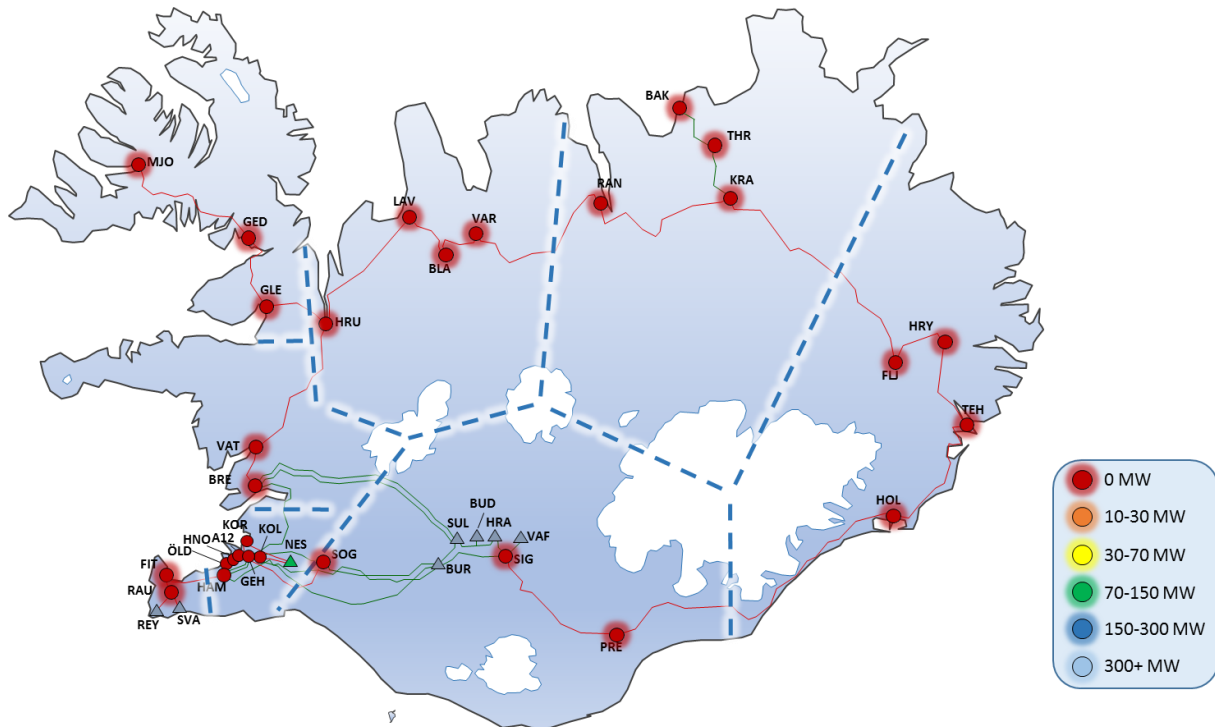
<p>Núllkostur</p> <p>Uppfylling markmiða</p>			
Öryggi			
Skilvirkni			
Áreiðanleiki afhendingar			
Hagkvæmni			
Gæði Raforku			

TAFLA 4-27 : MAT Á ÞVÍ HVERNIG NÚLLKOSTUR UPPFYLLIR MARKMIÐ RAFORKULAGA

Tafla 4-27 sýnir að núllkosturinn kemur illa út m.t.t. markmiða raforkulaga. Uppfylling þeirra skilar lægstu einkunn fyrir öll markmiðin, þó svo að einstaka mælikvarðar sem láu til grundvallar hafi fengið næstlægstu einkunn. Vægi mælikvarðanna við mat á uppfyllingu markmiða raforkulaga leiddi til þess að niðurstaðan varð sem raun ber vitni. Markmið um hagkvæmni er ekki metið fyrir núllkostinn þar sem að hann er skilgreindur sem grunnur að mati á þjóðhagslegu gildi annara valkosta.



Til að meta aflgetu afhendingarstaða er horft til sviðsmyndarinnar *Stöðug þróun* og álags, eins og það verður árið 2030 skv. raforkuspá.

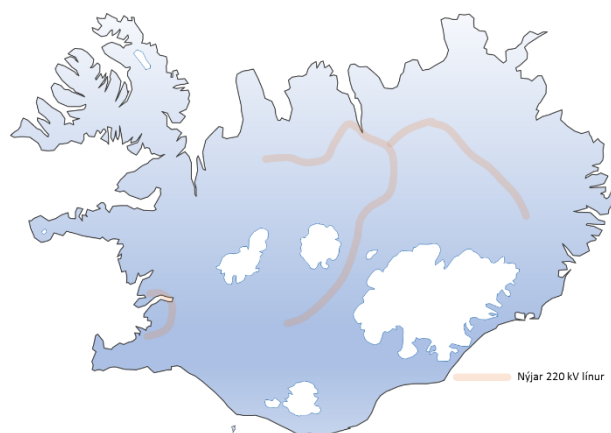


MYND 4-4 AFLGETA AFHENDINGARSTAÐA ÁRIÐ 2030 VIÐ NÚLLKOST

Mynd 4-4 sýnir að allir afhendingarstaðir verða fulllestaðir árið 2030, ef ekki koma til neinar styrkingar á flutningskerfinu. Í síðustu kerfisáætlun var sambærileg mynd kynnt til sögunnar sem sýndi afhendingargetu nokkurra úttektaarstaða á Suðvesturhorninu. Við gerð þeirrar myndar var horft burt frá takmörkunum sniða I og VI, þar sem þau eru gjarnan rekin yfir mörkum sínum í núverandi rekstri. Mynd 4-4 sýnir stöðuna eins og hún yrði í raun, að teknu tilliti til takmarkana í sniðum I og VI og sem eru þegar til staðar í 220 kV kerfinu á SV-horninu. Eins og sjá má er ekki unnt að bæta við neinni notkun á landsvísu ef ekki verður af styrkingu meginflutningskerfisins.

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

Valkostur A.1 er lagður fram með heildarstöðugleika að leiðarljósi. Hann gerir ráð fyrir að stóru virkjanirnar sem tengdar eru byggðalínunni verði tengdar saman með sterkum tengingum, jafnframt því sem þær yrðu tengdar við stærsta framleiðslukjarnann á Suðurlandi með línu yfir hálendið. 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 afl í



MYND 4-5: VALKOSTUR A.1

gegnum álagspunga staði, sem gæti mögulega falið í sér aukna þörf fyrir stýrt launafl til spennustýringar.

Valkosturinn samanstendur af alls fjórum nýjum línulögnum á 220 kV spennustigi, ásamt fimmtu línunni milli Höfuðborgarsvæðisins og Vesturlands\* og kemur til greina að leggja hana sem 400 kV línu, sjá kafla 4.4.10.

Eins og fram kom í kafla 0 hafa farið fram rannsóknir á því að hve miklu leyti er tæknilega mögulegt að leggja nýjar 220 kV línur sem jarðstrengi. Tafla 4-28 sýnir línuleiðir sem tilheyrja valkosti A.1 og hver hámarks lengd jarðstrengja getur verið á hverri línuleið fyrir sig. Vakin er athygli á því að full nýting á jarðstrengsmöguleikum einnar línuleiðar í valkostinum, hefur bein áhrif á mögulega heildalengd jarðstrengja á annarri línuleið.

\*Valkostagreining vegna tengingar á milli höfuðborgarsvæðis og Vesturlands er ennþá í vinnslu. Núverandi tenging er Brennimelslína 1, 220 kV loftlína, sem liggur á milli Geitháls í Reykjavík og Brennimels í norðanverðum Hvalfirði. Mögulegir tengipunktur nýrrar tengingar á höfuðborgarsvæðinu eru annars vegar Geitháls eða nýtt tengivirki á Sandskeiði og hins vegar Brennimelur eða nýtt tengivirki á Klafastöðum í norðanverðum Hvalfirði.

Línuleið	Heildarl. línu	Hámarks. jarðstrengs	Athugasemd
Höfuðborgarsv. - Vesturland	58 km	50 km	Miðast við að byggð sé 220 kV lína og strengur verði lagður frá Geithálsi. Eingöngu verður hægt að spennusetja streng frá Geithálsi.
Blanda - Akureyri	107 km	10 km	Algert hámark, m.a. vegna undirsegulmögnunar véla í Blönduvirkjun.
Akureyri - Krafla	82 km	12 km	Æskilegt skilyrði fyrir jarðstreng er að Kröflulína 3 sé komin í rekstur.
Krafla - Fljótisdalur	123 km	15 km	Þessi strenglengd "klárar kvótann" á Norðurlandi nema frekari styrkingar hafi átt sér stað, þ.e. bætt tenging milli Suður- og Norðurlands.
Hálendislína	200 km	50 km	Hámarks lengd 220 kV jarðstrengs.

TAFLA 4-28 : A.1 - HÁMARKSLENGD JARÐSTRENGSLAGNA Á EINSTÖKUM LÍNULEIÐUM




Tafla 4-28 sýnir vegalengdir sem er tæknilega mögulegt að leggja sem jarðstreng. Eins og sjá má á athugasemdum í töflunni eru vegalengdirnar innbyrðis tengdar og háðar ýmsum skilyrðum. Það er því ekki raunhæft að leggja saman vegalengdir sem gefnar eru upp í töflunni og fá þannig út heildarlengd mögulegra jarðstrengskafla í valkostinum.

Mikilvægt er einnig að hafa í huga að eftir því sem meira af 220 kV flutningskerfinu er lagt í jörðu, takmarkar það hversu langa kafla af 132 kV kerfinu er hægt að leggja sem jarðstrengi. Því hærra sem

hlutfall loftlína er í 220 kV kerfinu skapast þeim mun meiri möguleikar til að leggja lengri jarðstrengskafla í 132 kV kerfinu heldur en er tæknilega mögulegt í 220 kV kerfinu.

Fjallað er nánar um útfærslu á hverri línuleið fyrir sig í framkvæmdarmati viðkomandi verkefnis.

Tafla 4-29 sýnir að hve miklu leyti valkosturinn uppfyllir markmið raforkulaga. Matið er byggt á þeim mælikvörðum sem kynntir eru í kafla 4.3, út frá því vægi sem þar er tilgreint. Valkosturinn er metinn út frá þremur mismunandi sviðsmyndum.

Valkostur A.1 Uppfylling markmiða			
Öryggi			
Skilvirkni			
Áreiðanleiki afhendingar			
Hagkvæmni			
Gæði Raforku			

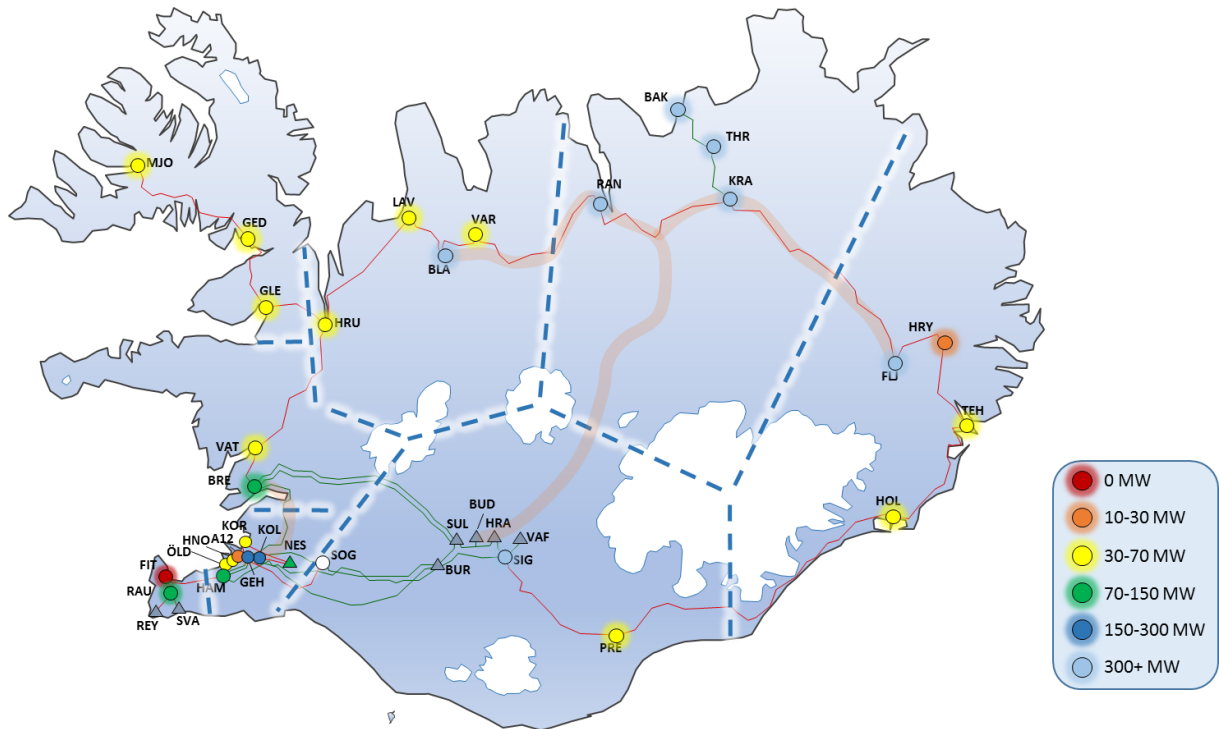
TAFLA 4-29 : MAT Á ÞVÍ HVERNIG VALKOSTUR A.1 UPPFYLLIR MARKMIÐ RAFORKULAGA

Tafla 4-29 sýnir að valkostur A.1 fær sama mat í tæknilegum markmiðum fyrir allar sviðsmyndir. Valkosturinn fær næsthæsta mat á markmiðum fyrir öryggi og áreiðanleika og er það sökum þess hversu háð kerfið verður norður-suður tengingunni þegar horft er til rekstraröryggis (N-1). Valkosturinn fær hæstu einkunn fyrir markmið um gæði raforku og það stafar af mikilli bætingu í stöðugleika og kerfisstyrk með samteningu norður- og suðursvæðanna. Eftir því sem álag bætist við kerfið vinnur hagkvæmni valkostarins á eins og raunin er með alla valkosti.

Við þetta má bæta að hægt væri að ná meiri flutningi til staða eins og Hryggstekks og Varmahlíðar með því að reka núverandi 132 kV kerfi opið og í venjulegum rekstri en það myndi leiða til þess að aflgeta afhendingarstaða yrði meiri en sýnt er á Mynd 4-6.

Þar sem hinar skilgreindu sviðsmyndir eru með sjóndeildarhring til ársins 2030 er nauðsynlegt að meta hvernig flutningskerfið er í stakk búið til að mæta framtíðarkröfum um aukin flutning. Ekki er gert ráð fyrir að orkuskipti verði að fullu yfirstaðin árið 2030 og því er svigrúm fyrir frekari flutningsgetu nauðsynlegt. Aukin flutningsgeta afhendingarstaða er metin út frá þremur sviðsmyndum en

yfirlitsmynd er eingöngu birt fyrir sviðsmyndina *Rafvætt samfélag*, þar sem hún sýnir álagsþyngsta tilfallið.



MYND 4-6 : A.1 - AFLGETA AFHENDINGARSTAÐA MIÐAÐ VIÐ RAFVÆTT SAMFÉLAG

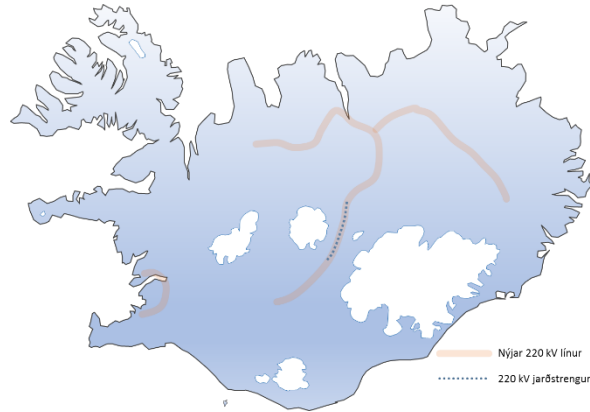
Árið 2030 er sjóndeildarhringur sviðsmyndarinnar sem hér er horft til. Eins og sjá má á yfirlitsmyndinni verður á þeim tímapunkti svigrúm til aukins flutnings, á bilinu 30 til 70 MW, á norðvestur- og suðausturhluta landsins. Á Hryggstekk í Skriðdal og í A12 í Reykjavík er aukin aflgeta undir 30 MW og hún er fullnýtt á Fitjum. Aðrir afhendingarstaðir hafa meira svigrúm fyrir aukna aflgetu, eða frá 70 MW upp í yfir 300 MW á kerfislega sterkum afhendingarstöðum. Tekið skal fram að aukin lestun á einum afhendingarstað hefur bein áhrif á aflgetu annarra afhendingarstaða og því er ekki hægt að leggja

saman þá aflgetu sem sett er fram í þessari greiningu. Þetta gildir um alla valkostina sem eru til skoðunar.

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

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

Valkosturinn samanstendur af alls fjórum nýjum línulögnum á 220 kV spennustigi, ásamt fimmtu línunni milli Höfuðborgarsvæðisins og Vesturlands\*, en til greina kemur að leggja hana sem 400 kV línu, sjá kafla 4.4.10.



MYND 4-7: VALKOSTUR A.1-J<sub>50</sub>

Eins og getið var í 0 hefur verið rannsakað að hve miklu leyti nýjar 220 kV línur er tæknilega mögulegt að leggja sem jarðstrengi. Tafla 4-30 sýnir hvaða línuleiðir tilheyra valkosti A.1 og hver hámarks lengd jarðstrengja er á hverri línuleið fyrir sig. Vakinn er athygli á því að full nýting á jarðstrengsmöguleikum einnar línuleiðar í valkostinum, hefur bein áhrif á mögulega heildalengd jarðstrengja á annari línuleið.

\*Valkostagreining vegna tengingar á milli höfuðborgarsvæðis og Vesturlands er ennþá í vinnslu. Núverandi tenging er Brennimelslína 1, 220 kV loftlína, sem liggur á milli Geitháls í Reykjavík og Brennimels í norðanverðum Hvalfirði. Mögulegir tengipunktur nýrrar tengingar eru annars vegar á Geithálsi eða nýju tengivirki á Sandskeiði á höfuðborgarsvæðinu og hins vegar á Brennimel eða nýju tengivirki á Klafastöðum í norðanverðum Hvalfirði.

Línuleið	Heildarl. línu	Hámarks l. jarðstrengs	Athugasemd
Höfuðborgarsv. - Vesturland	58 km	50 km	Miðast við að byggð sé 220 kV lína og strengur sé lagður frá Geithálsi. Eingöngu verður hægt að spennusetja streng frá Geithálsi
Blanda - Akureyri	107 km	< 10 km	Athugun á hámarks lengd hefur ekki farið fram.
Akureyri - Krafla	82 km	< 12 km	Athugun á hámarks lengd hefur ekki farið fram.
Krafla - Fljótisdalur	123 km	< 15 km	Athugun á hámarks lengd hefur ekki farið fram.
Hálendislína	200 km	50 km	Hámarks lengd á 220 kV jarðstreng, hluti af þessum valkost.




TAFLA 4-30 : A.1-J<sub>50</sub> - HÁMARKSLENGD JARÐSTRENGSLAGNA Á EINSTÖKUM LÍNULEIÐUM

Tafla 4-30 sýnir tæknilega mögulegar vegalengdir sem hægt er að leggja sem jarðstreng. Þegar 50 km jarðstrengur er lagður yfir hálendið styttest þær vegalengdir sem hægt er að leggja í jörð á hinum þremur leggjum byggðalínunnar. Ekki er vitað á þessu stigi hverjar þessar vegalengdir eru en

kerfisrannsóknnum á þessu atriðið er ólokið ennþá. Frumniðurstöður kerfisrannsókna hafa þó gefið þær vísbendingar að vegna hærra skammhlaupsafis á norðurlandi sé ekki um verulegar styttingar á uppgefnum vegalengdum að ræða.

Um nánari útfærslu á hverri línuleið fyrir sig er fjallað um í framkvæmdarmati viðkomandi verkefnis.

Að hve miklu leyti valkosturinn uppfyllir markmið raforkulaga er sýnt í Tafla 4-31. Matið er byggt á mælikvörðum þeim sem kynntir eru í kafla 4.3 og út frá því vægi sem þar er tilgreint. Valkosturinn er metinn út frá 3 mismunandi sviðsmyndum.

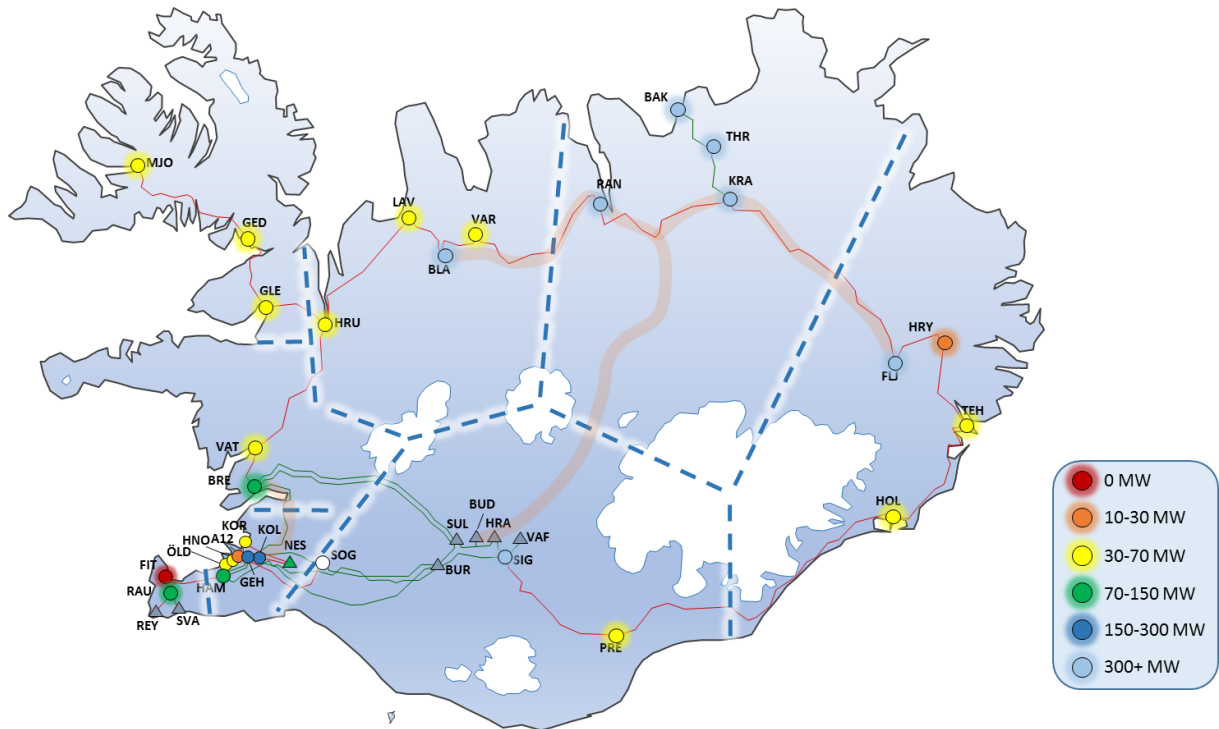
Valkostur A.1-J <sub>50</sub> Uppfylling markmiða			
Öryggi			
Skilvirkni			
Áreiðanleiki afhendingar			
Hagkvæmni			
Gæði Raforku			

TAFLA 4-31 : MAT Á ÞVÍ HVERNIG VALKOSTUR A.1-J<sub>50</sub> UPPFYLLIR MARKMIÐ RAFORKULAGA

Sjá má á Tafla 4-31 að valkostur A.1-J<sub>50</sub> fær nærri því sama mat og valkostur A.1 að undanskilinni hagkvæmni fyrir sviðsmyndina *Rafvætt samfélag*. Það skýrist af kostnaðaraukanum við það að leggja 50 km af línu yfir hálendið í jörð.

Þar sem skilgreindar sviðsmyndir hafa sjóndeildarhring til ársins 2030 er nauðsynlegt að meta hvernig flutningskerfið er í stakk búið að mæta framtíðarþörfum um aukin flutning. Ekki er gert ráð fyrir að orkuskipti sé að fullu yfirstaðin árið 2030 og er svigrúm fyrir frekari flutningsgetu því nauðsynlegt. Aukin

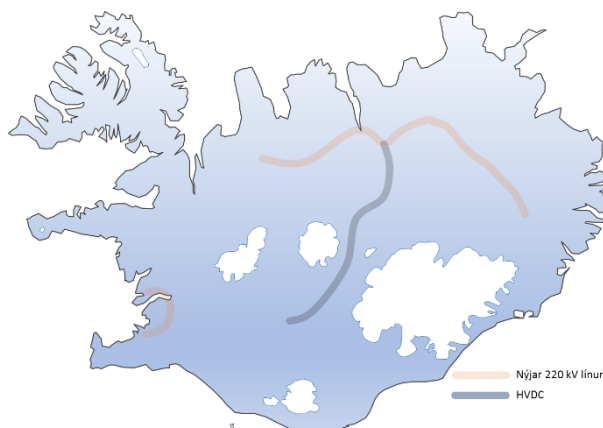
flutningsgeta afhendingarstaða er metin út frá þremur sviðsmyndum en eingöngu er birt yfirlitsmynd fyrir sviðsmyndina *Rafvætt samfélag* þar sem hún sýnir álagsþyngsta tilfellið.



MYND 4-8 : A.1-J<sub>50</sub> - AFLGETA AFHENDINGARSTAÐA MIÐAÐ VIÐ *RAFVÆTT SAMFÉLAG*

Sjóndeildarhringur sviðsmyndarinnar sem horft er til er árið 2030. Eins og sjá má á yfirlitsmyndinni verður á þeim tímapunkti svigrúm til aukins flutnings á norðvestur- og suðausturluta landsins á bilinu 30 til 70 MW. Á Hryggstekk í Skriðdal og í A12 í Reykjavík er aukin aflgeta undir 30 MW og á Fitjum er hún fullnýtt. Aðrir afhendingarstaðir hafa meira svigrúm fyrir aukna aflgetu, frá 70 MW og upp í yfir 300 MW á kerfislega sterkum afhendingarstöðum. Taka skal fram að aukin lestun á einum afhendingarstað hefur bein áhrif á aflgetu annara afhendingarstaða og því er ekki hægt að leggja saman þá aflgetu sem kemur fram í þessari greiningu. Gildir þetta um alla valkosti sem eru til skoðunar.

#### 4.4.4 Valkostur A.1-DC – Jafnstraumstenging yfir hálandið og nýbygging Fljótsdalur-Blanda



MYND 4-9 : VALKOSTUR A.1-DC

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/Tungnár svæðinu 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 nýrrar tengingar á milli Höfuðborgarsvæðis og Vesturlands.






Tafla 4-32 sýnir hvaða línuleiðir tilheyra valkostinum, heildarlengd línanna og hámarks lengd jarðstrengslagna á viðkomandi línuleiðum.

Línuleið	Heildarl. línu	Hámarks. jarðstrengs	Athugasemd
Höfuðborgarsv. - Vesturland	58 km	50 km	Miðast við að byggð sé 220 kV lína og strengur sé lagður frá Geithálsi. Eingöngu verður hægt að spennusetja streng frá Geithálsi
Blanda - Akureyri	107 km	10 km	Algert hámark, m.a. vegna undirsegulmögnunar véla í Blönduvirkjun.
Akureyri - Krafla	82 km	12 km	Æskilegt skilyrði fyrir jarðstreng er að Kröflulína 3 sé komin í rekstur
Krafla - Fljótsdalur	123 km	15 km	Þessi strenglengd "klárar kvótann" á Norðurlandi áður en frekari styrkingar hafa verið gerðar, þ.e. bætt tenging milli Suður- og Norðurlands
Hálendislína	200-220 km	200-220 km	Með jafnstraumstækni yrði öll línan lögð sem jarðstrengur

TAFLA 4-32 : A.1-DC - HÁMARKSLENGD JARÐSTRENGSLAGNA Á EINSTÖKUM LÍNULEIÐUM

Á sitt hvorum enda jafnstraumstengingarinnar þarf að byggja svokallaðar umbreytistöðar sem breyta riðstraum yfir í jafnstraum og öfugt. Þessar umbreytistöðvar má einnig nota til spennustýringar á veikari hluta tengingarinnar, þ.e. á Norðausturlandi og má því segja að jafnstraumstenging muni hafa jákvæð áhrif á jarðstrengsvæðingu á Norðurlandi.

Tafla 4-33 sýnir mat á því hvernig jafnstraumsvalkosturinn uppfyllir markmið raforkulaga þegar horft er til þriggja ólíkra sviðsmynda.

Valkostur A.1-DC Uppfylling markmiða			
Öryggi	Light Green	Light Green	Light Green
Skilvirkni	Light Green	Dark Green	Dark Green
Áreiðanleiki afhendingar	Light Green	Light Green	Light Green
Hagkvæmni	Dark Grey	Light Grey	Light Green
Gæði Raforku	Light Green	Dark Green	Dark Green

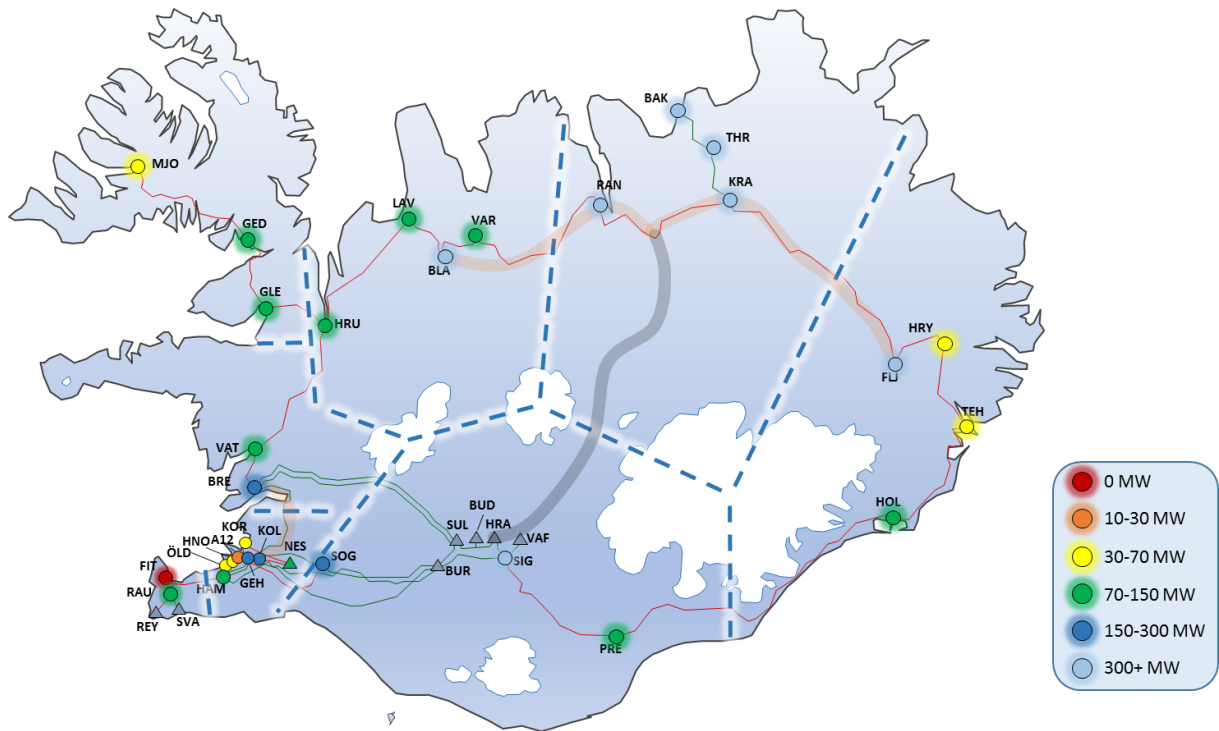
TAFLA 4-33 : MAT Á ÞVÍ HVERNIG VALKOSTUR A.1-DC UPPFYLLIR MARKMIÐ RAFORKULAGA

Valkostur sem inniheldur jafnstraumstengingu yfir hálendið uppfyllir vel þau markmið sem ná til tæknilegra atriða og eins og sjá má mun þessi valkostur vinna á í álagsþyngri sviðsmyndunum. Lagning jafnstraumstengingar yfir hálendið myndi hafa verulega jákvæð áhrif á stöðugleika kerfisins og að nokkru leyti gæði raforku. Ókosturinn er hins vegar sá að endabúnaður jafnstraumstengingar sem er flókinn búnaður sem engin reynsla er af hálendis. Sá þáttur hefur nokkur áhrif á mat á mælikvarðanum um rekstraröryggi (N-1) sem hefur töluvert vægi. Jafnstraumstengingar eru jafnan notaðar erlendis þar sem flytja á mikið magn orku yfir lengri vegalengdir og skilar það sér í matinu þar sem horft er til meira



álags til framtíðar eins og í sviðsmyndunum *Aukin eftirspurn* og *Rafvætt samfélag*. Kosturinn er þó það dýr í framkvæmd að hann nær ekki hæstu einkunn fyrir hagkvæmni fyrir *Rafvætt samfélag*.

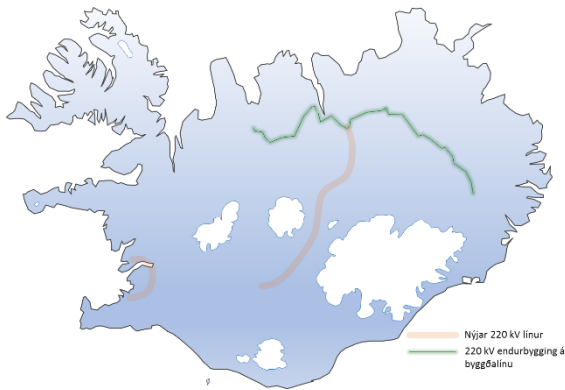
Þegar kemur að markmiðum um hagkvæmni skorar valkosturinn hins vegar ekki eins hátt og aðrir valkostir. Ástæða þess er hár framkvæmdakostnaður, einkum vegna umbreytistöðva, samborið við lagningu loftlína eða hefðbundinna riðstraumsjarðstrengja. Við álagsminnstu sviðsmyndina skorar valkosturinn lægstu mögulegu einkunn fyrir hagkvæmni, næstlægstu fyrir *Aukin eftirspurn* og næsthæstu einkunn fyrir sviðsmyndina *Rafvætt samfélag*.



#### MYND 4-10 : VALKOSTUR A.1-DC AFLGETA AFHENDINGARSTAÐA

Kerfisrannsóknir með jafnstraumstengingu yfir hálendið gefa betri niðurstöðu en valkostur A.1 þegar horft er til meiri álagsaukningar. Helsti munurinn er meiri aflgeta afhendingarstaða á Norðvesturlandi og Suðausturlandi en þar hækka flestir afhendingarstaðir um einn flokk. Helsta ástæða þessa eru tæknilegir eiginleikar jafnstraumstengingarinnar en með henni nást fram meiri möguleikar á stýringum á aflflæði á milli landshluta.

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



MYND 4-11: VALKOSTUR A.2

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

Valkosturinn samanstendur af alls fjórum nýjum línulögnum á 220 kV spennustigi, ásamt tengingu á milli höfuðborgarsvæðisins og Vesturlands. Eftir að byggingu 220 kV línur á Norðurlandi lýkur, munu tilsvarendi 132 kV línur verða teknar úr rekstri og rifnar í kjölfarið.

Hámarks lengd jarðstrengja á línuleiðum er ívið minni en í valkosti A.1 þar sem niðurrif 132 kV kerfis hefur þau áhrif að skammhlaupsafl á afhendingarstöðum er minna, sem hefur bein áhrif á hve kerfið þolir mikið rýmdarálag frá jarðstrengjum.

Línuleið	Heildarl. línu	Hámarks- jarðstrengs	Athugasemd
Höfuðborgarsv. - Vesturland	58 km	50 km	Miðast við að byggð sé 220 kV lína og strengur sé lagður frá Geithálsi. Eingöngu verður hægt að spennusetja streng frá Geithálsi
Blanda - Akureyri	107 km	8 km	Stytttri vegalengd en í A.1 vegna lægra skammhlaupsafls.
Akureyri - Krafla	82 km	10 km	Stytttri vegalengd en í A.1 vegna lægra skammhlaupsafls. Æskilegt skilyrði fyrir jarðstreng er að Kröflulína 3 sé komin í rekstur
Krafla - Fljótsdalur	123 km	12 km	Stytttri vegalengd en í A.1 vegna lægra skammhlaupsafls. Þessi strenglengd "klárar kvótann" á Norðurlandi áður en frekari styrkingar hafa verið gerðar, þ.e. bætt tenging milli Suður- og Norðurlands
Hálendislína	200 km	50 km	Hámarks lengd á 220 kV jarðstreng

TAFLA 4-34 : A.2 - HÁMARKSLENGD JARÐSRENGSLAGNA Á EINSTÖKUM LÍNULEIÐUM

Tafla 4-34 sýnir hve langar vegalengdir er tæknilega mögulegt að leggja nýjar 220 kV línur í valkostinum sem jarðstrengi. Sökum lægra skammhlaupsafls eru útreiknaðar vegalengdir styttri en í valkosti A.1. Að öðru leyti gilda sömu fyrirvarar og getið var í umfjöllun um valkost A.1. Mat á því hvernig valkosturinn uppfyllir markmið raforkulaga er sýnt í Tafla 4-33.

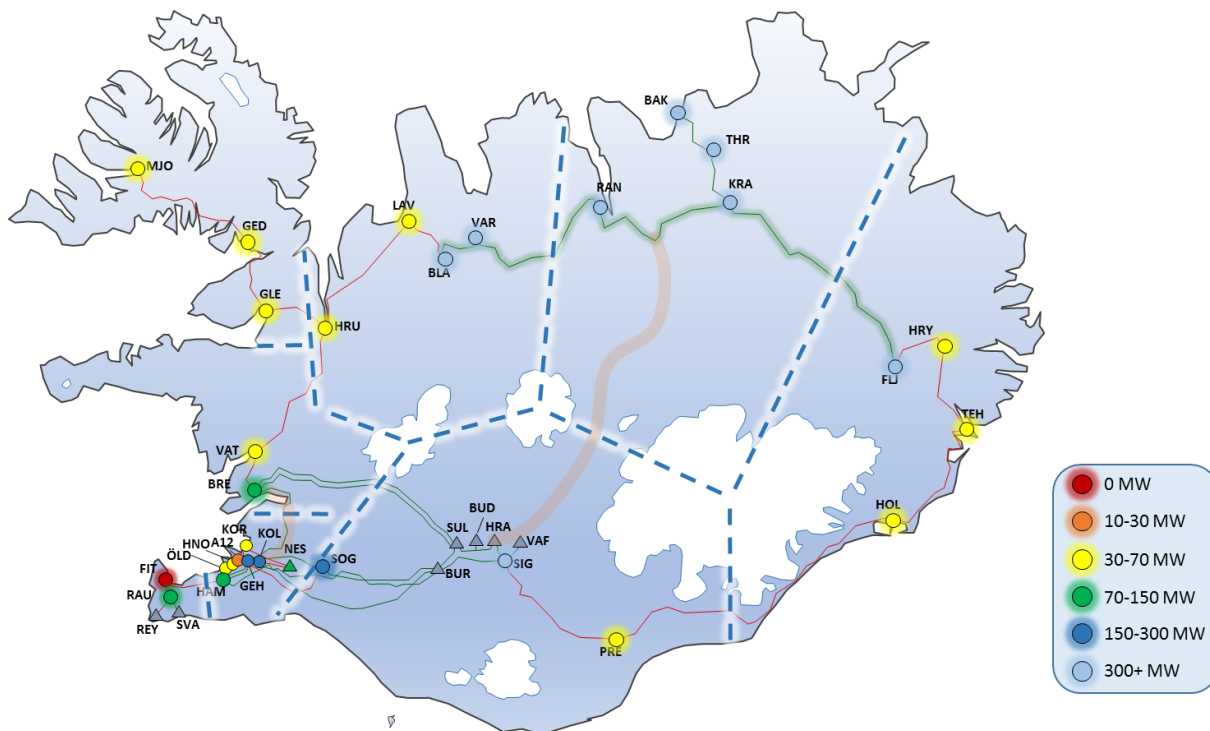
Valkostur A.2 Uppfylling markmiða			
Öryggi			
Skilvirkni			
Áreiðanleiki afhendingar			
Hagkvæmni			
Gæði Raforku			

TAFLA 4-35 : MAT Á ÞVÍ HVERNIG VALKOSTUR A.2 UPPFYLLIR MARKMIÐ RAFORKULAGA

Helsti munurinn á einkunn valkosta A.1 og A.2 liggur í því að mikilvægar tengingar á norðurhluta landsins verða einfaldar þar sem gert er ráð fyrir því að núverandi 132 kV línur verði fjarlægðar. Þar sem N-1 rekstraröryggi hefur mikið vægi í mati á markmiðum raforkulaga skilar það lægri einkunnum fyrir flest markmið. Þó nokkur afhendingargeta er þó enn til staðar með brottnámi 132 kV línanna sem og eru gæði raforku með ágætum fyrir allar þrjár sviðsmýndirnar.

Komið hefur verið inn á að með valkostum um hálendið verður kerfið nokkuð háð hálendistengingunni og að viðbættum einföldum tengingum á norðurhlutanum verða áhrif á N-1 rekstraröryggi ennþá tilfinnanlegri.

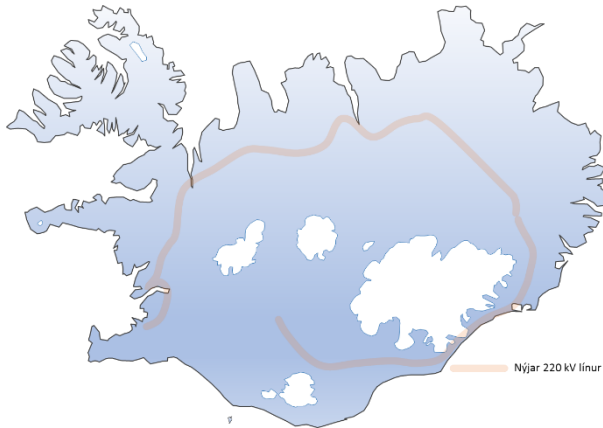
Þegar litið er til aflgetu afhendingarstaða er sem fyrr horft til álagsins eins og það yrði árið 2030 ef sviðmyndin *Rafvætt samfélag* myndi rætast.



MYND 4-12 : VALKOSTUR A.2 - AFLGETA AFHENDINGARSTAÐA

Kerfislega hefur það bæði kosti og ókosti að taka 132 kV línur úr rekstri. Helsti kosturinn er mögulega betri nýting 220 kV línum sem kemur ákveðnum afhendingarstöðum til góða, á meðan ókosturinn er að aflgeta afhendingarstaða á Norðurlandi minnkar frá því sem er í valkosti A.1.

#### 4.4.6 Valkostur B.1 – Nýr 220 kV byggðalínuhringur



MYND 4-13 : VALKOSTUR B.1

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

Línuleiðirnar sem valkosturinn inniheldur eru samtals 6 talsins og liggja samfelld frá Höfuðborgarsvæði og að Sigöldu. Einni línuleiðinni þarf þó að skipta í tvo hluta, en það er leiðin frá Fljótsdal og að Sigöldu. Það yrði gert með uppsetningu á 220 kV tengivirki á Hólum með einum 220/132 kV spennu. Á öllum línuleiðum verða lagðar 220 kV línur, nema á milli Höfuðborgarsvæðis og Vesturlands þar sem til greina kemur að leggja 400 kV línu, sjá kafla 4.4.10.

Hámarsklengd jarðstrengja á 220 kV línum, samkvæmt rannsókn er birtur í Tafla 4-36




Línuleið	Heildarl. línu	Hámarks- jarðstrengs	Athugasemd
–Höfuðborgarsv. - Vesturland	58 km	50 km	Miðast við að byggð sé 200 kV lína og strengur sé lagður frá Geithálsi. Eingöngu verður hægt að spennusetja streng frá Geithálsi
Brennimelur - Blanda	170 km	30 km	Strengur lagður út frá Brennimel. Línan þarf að koma við í Hrútatungu, þ.e. setja þarf upp 220 kV tengivirki þar.
Blanda - Akureyri	107 km	10 km	Algert hámark, m.a. vegna undirsegulmögnunar véla í Blönduvirkjun.
Akureyri - Krafla	82 km	12 km	Æskilegt skilyrði fyrir jarðstreng er að Kröflulína 3 sé komin í rekstur
Krafla - Fljótisdalur	123 km	15 km	Þessi strenglengd "klárar kvótann" á Norðurlandi áður en frekari styrkingar hafa verið gerðar, þ.e. bætt tenging milli Suður- og Norðurlands.
Sigalda - Fljótisdalur	370 km	30 km	Miðast við að leggja streng frá Sigöldu. Er tæpt og spennusetning aðeins möguleg frá Fljótisdal. Heppilegra að skipta línunni í tvennt, þ.e. að setja upp 220 kV tengivirki á Hólum.

TAFLA 4-36 : B.1 - HÁMARSKLENGD JARÐSTRENGSLAGNA Á EINSTÖKUM LÍNULEIÐUM

Ef fullnýta á hámarks lengd jarðstrengs á línuleiðinni Brennimelur – Blanda, þarf einnig að skipta þeirri línuleið í tvo hluta, með uppsetningu á 220 kV tengivirki í Hrútatungu.

Fyrir hámarks lengd jarðstrengja á línuleiðum gilda sömu fyrirvarar og í valkostum A. Í valkosti B.1 er gert ráð fyrir að halda núverandi 132 kV kerfi í rekstri sem svæðisbundnu flutningskerfi og því þarf að meta hvort svigrúmi fyrir strenglagningu sé betur verið í lengri vegalengdir á 132 kV línunum.

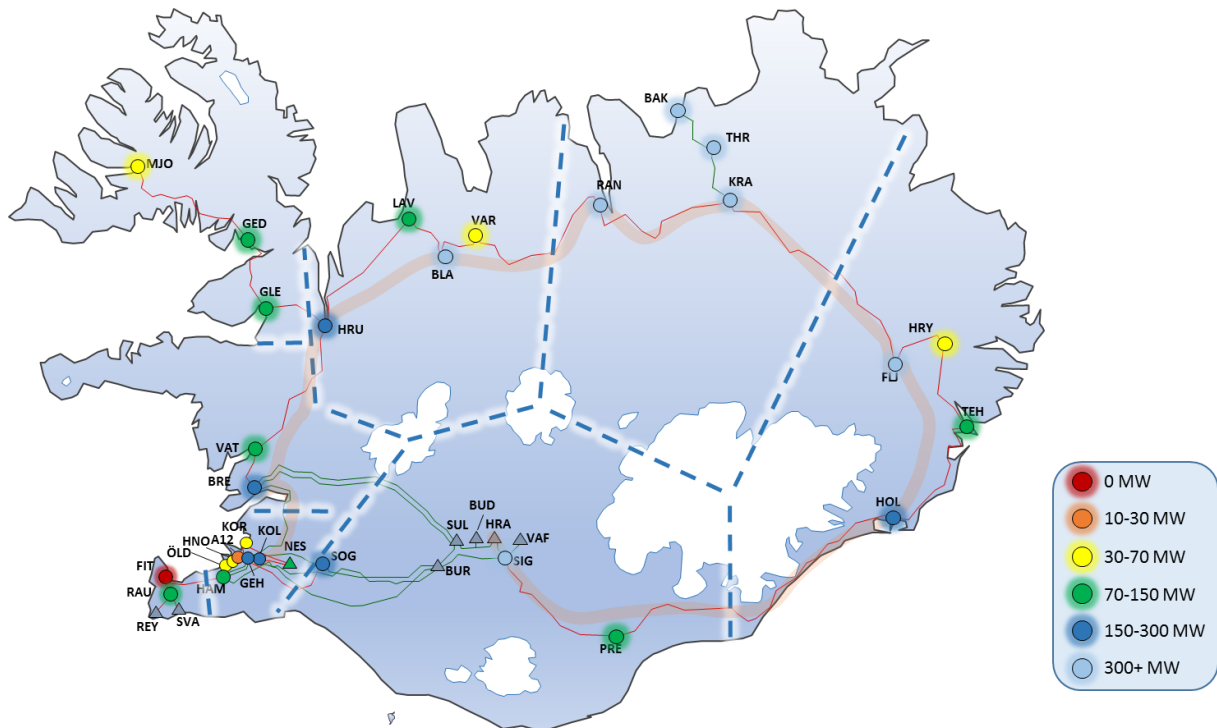
Að hve miklu leyti valkosturinn uppfyllir markmið raforkulaga er sýnt í Tafla 4-37.

Valkostur B.1 Uppfylling markmiða			
Öryggi			
Skilvirkni			
Áreiðanleiki afhendingar			
Hagkvæmni			
Gæði Raforku			

TAFLA 4-37 : MAT Á ÞVÍ HVERNIG VALKOSTUR A.1-DC UPPFYLIR MARKMIÐ RAFORKULAGA

Tafla 4-37 sýnir mat á því hvernig valkostur B.1 uppfyllir markmið raforkulaga. Hér má sjá að matið er nokkuð samfellt yfir allar þrjár sviðsmyndirnar sem hér eru til skoðunar nema fyrir hagkvæmni. Þegar þetta mat er borið saman við matið fyrir valkost A.1 má sjá að þegar horft er til sviðsmyndarinnar *Stöðug þróun* fær valkostur B.1 lægri einkunn á markmiði um gæði raforku. Það skýrist einfaldlega af

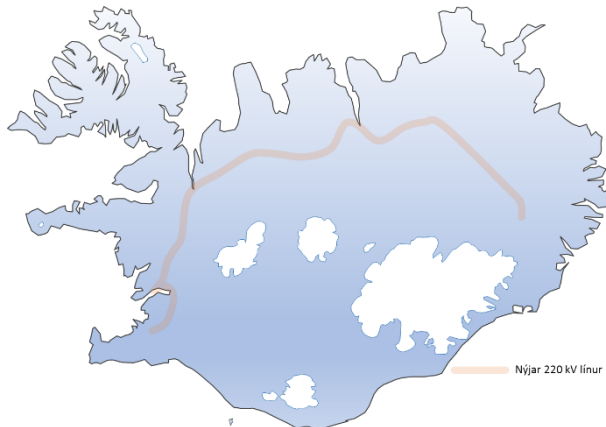
Því að meiri stöðugleiki fæst af valkosti A.1 en B.1 með beintengingu norður- og suðursvæðanna. Valkostur B.1 er hins vegar betri en A.1, vegna hringtengingarinnar, þegar horft er til áreiðanleika afhendingar. Þegar litið er til hagkvæmni sést að valkosturinn skorar lægstu einkunn fyrir hagkvæmni þegar litið er til sviðsmyndarinnar *Stöðug þróun* en hækkar svo um einn flokk fyrir hvora sviðsmynd umfram það. Valkosturinn fær svo hæstu einkunn fyrir skilvirkni í sviðsmyndinni *Rafvætt samfélag*. Við álag þeirrar sviðsmyndar fer flutningsgetan og sveigjanleikinn sem valkosturinn býður upp á að skipta miklu máli.



MYND 4-14 : VALKOSTUR B.1 - AFLGETA AFHENDINGARSTAÐA

Sem fyrr er horft til ársins 2030 og álags sem fylgir sviðsmyndinni *Rafvætt samfélag* þegar aflgeta afhendingarstaða er metin. Eins og sést á yfirlitsmyndinni er aflgeta yfir heildina meiri en í valkostum A. Samkvæmt þessu ætti flutningskerfið að ráða við það aukna álag sem fylgir frekari þróun orkuskipta fram yfir það sem sviðsmyndin innfelur ásamt því að anna framtíðaruppbyggingu atvinnulífs að einhverju marki.

## 4.4.7 Valkostur B.2 – Nýbygging 220 kV Brennimelur – Fljótsdalur



MYND 4-15: VALKOSTUR B.2

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




Þær línuleiðir sem valkosturinn samanstendur af, ásamt þeim hámarks lengdum sem er tæknilega möglegt að leggja sem jarðstrengi á hverri leið fyrir sig eru sýndar í Tafla 4-38

Línuleið	Heildarl. línu	Hámarks. jarðstrengs	Athugasemd
<b>Geithöfuðborgarsv. - Vesturland</b>	58 km	50 km	Miðast við að byggð sé 200 kV lína og strengur sé lagður frá Geithálsi. Eingöngu verður hægt að spennusetja streng frá Geithálsi
<b>Brennimelur - Blanda</b>	170 km	30 km	Strengur lagður út frá Brennimel. Línan þarf að koma við í Hrutatungu, þ.e. setja þarf upp 220 kV tengivirki þar.
<b>Blanda - Akureyri</b>	107 km	8 km	Algert hámark, m.a. vegna undirsegulmögnunar véla í Blönduvirkjun.
<b>Akureyri - Krafla</b>	82 km	10 km	Æskilegt skilyrði fyrir jarðstreng er að Kröflulína 3 sé komin í rekstur
<b>Krafla - Fljótsdalur</b>	123 km	15 km	Þessi strenglengd "klárar kvótann" á Norðurlandi áður en frekari styrkingar hafa verið gerðar, þ.e. bætt tenging milli Suður- og Norðurlands.

TAFLA 4-38 : B.2 - HÁMARKSLENGD JARÐSTRENGSLAGNA Á EINSTÖKUM LÍNULEIÐUM



Niðurstöður mats á valkostinum má sjá í Tafla 4-39, en þar má sjá að hve miklu leyti valkosturinn uppfyllir markmið raforkulaga.

Valkostur B.2 Uppfylling markmiða			
Öryggi			
Skilvirkni			
Áreiðanleiki afhendingar			
Hagkvæmni			
Gæði Raforku			

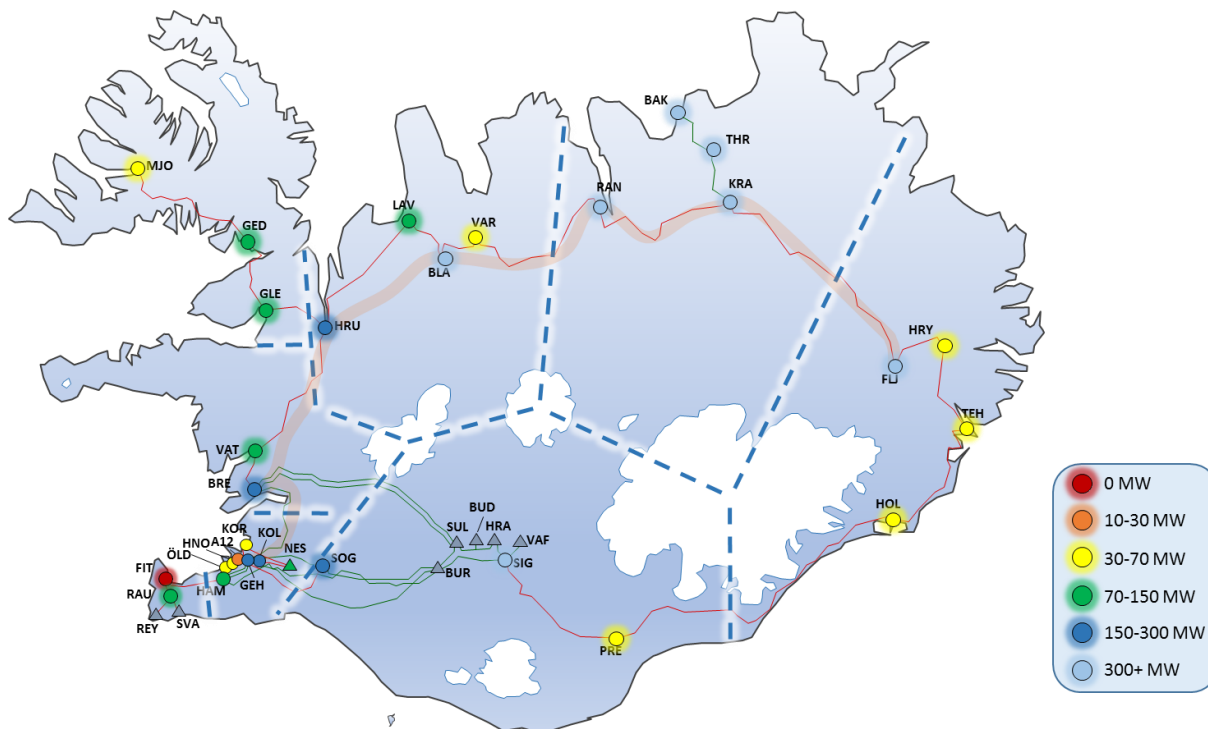
TAFLA 4-39 : MAT Á ÞVÍ HVERNIG VALKOSTUR B.2 UPPFYLLIR MARKMIÐ RAFORKULAGA

Tafla 4-39 sýnir að hve miklu leyti valkostur B.2 uppfyllir markmið raforkulaga miðað við sviðsmyndirnar þrjár. Eins og sjá má þá er þessi valkostur nokkuð lakari en B.1 í matinu. Munurinn á valkostunum er ný tenging milli Sigöldu og Fljótsdals. Í staðinn tengist Fljótsdalur enn um langa leið norður fyrir og að Brennifel. Þessi langa tenging milli norðurs og suðurs er meginástæða fyrir þeim óstöðugleika sem er til staðar í kerfinu í dag og verður kerfið nokkuð útsett áfram fyrir nokkrum óstöðugleika auk þess að vera viðkvæmt fyrir útleysingum á línunum þessa leið. Tenging norðursvæðis um vesturvænginn að Brennifel er því umtalsvert lakari kostur en tenging norðurs og suðurs yfir hálendið hvað stöðugleika varðar og hefur það neikvæð áhrif á markmið um öryggi og áreiðanleika.

Einnig vantar nokkuð upp á að markmið um gæði raforku sé ásættanlegt með þessum valkosti samanborið við A valkosti og valkost B.1. Enn má rekja það til langrar tengingar suðursvæðis við Norður- og Austurland þar sem bæting á styrk kerfis skilar sér ekki jafn vel til norðurs eins og ef farið er með línutengingu beint yfir hálendið.

Markmið um skilvirkni og hagkvæmni eru á sama stigi og fyrir valkost A.1 þar sem þessi valkostur er ódýrari í framkvæmd en B.1 og skilar því hærri einkunn fyrir hagkvæmni en flestir aðrir valkostir að undanskildum A.1 sem er álíka hagkvæmur skv. matinu.

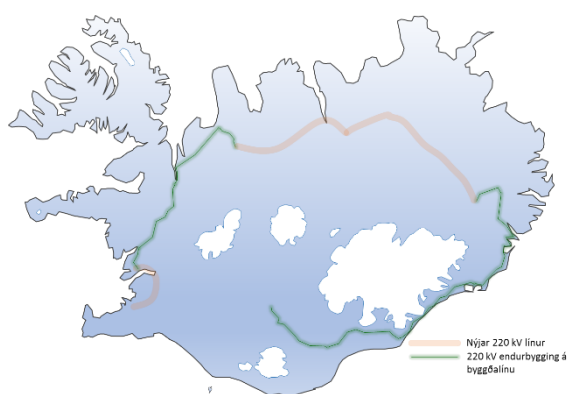




MYND 4-16 : VALKOSTUR B.2 - AFLGETA AFHENDINGARSTAÐA

Yfirlitsmyndinni svipar til þeirrar sem gildir fyrir valkost B.1. Segja má að stærsti mundurinn liggir í talsvert minni aflgetu á Hólum (Hornafirði), en það er sá staður sem 220 kV lína kæmi við á í valkosti B.1. Aðrir staðir á suðausturlandi breytast ekki þegar horft er til aflgetu eingöngu, en tvöföld flutningsleið hefur hins vegar jákvæð áhrif á afhendingaröryggi, sem verður þar af leiðandi minna en í valkosti B.1.

#### 4.4.8 Valkostur B.3 – 220 kV endurbygging á vængjum og 220 kV nýbygging Blanda - Fljótsdalur



MYND 4-17: VALKOSTUR B.3




Tafla 4-40 sýnir yfirlit yfir þær línur sem tilheyra valkosti B.3 ásamt hámarks lengd á mögulegum jarðstrengjum.

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

Línuleið	Heildarl. línu	Hámarks. jarðstrengs	Athugasemd
Höfuðborgarsv. - Vesturland	58 km	50 km	Miðast við að byggð sé 200 kV lína og strengur sé lagður frá Geithálsi. Eingöngu verður hægt að spennusetja streng frá Geithálsi
Brennimelur - Blanda	203 km	30 km	Strengur lagður út frá Brennimel. Línan kemur við í Hrútatungu og sett verður upp 220 kV tengivirki þar.
Blanda - Akureyri	107 km	10 km	Algert hámark, m.a. vegna undirsegulmögnunar véla í Blönduvirkjun.
Akureyri - Krafla	82 km	12 km	Æskilegt skilyrði fyrir jarðstreng er að Kröflulína 3 sé komin í rekstur
Krafla - Fljótisdalur	123 km	15 km	Þessi strenglengd "klárar kvótann" á Norðurlandi áður en frekari styrkingar hafa verið gerðar, þ.e. bætt tenging milli Suður- og Norðurlands.
Sigalda - Fljótisdalur	399 km	30 km	Miðast við að leggja streng frá Sigöldu. Spennusetning aðeins möguleg frá Fljótisdal. Línunni verður skipt í tvennt og sett verður upp 220 kV tengivirki á Hólum.

TAFLA 4-40 : B.3 - HÁMARKSLENGD JARÐSTRENGSLAGNA Á EINSTÖKUM LÍNULEIÐUM

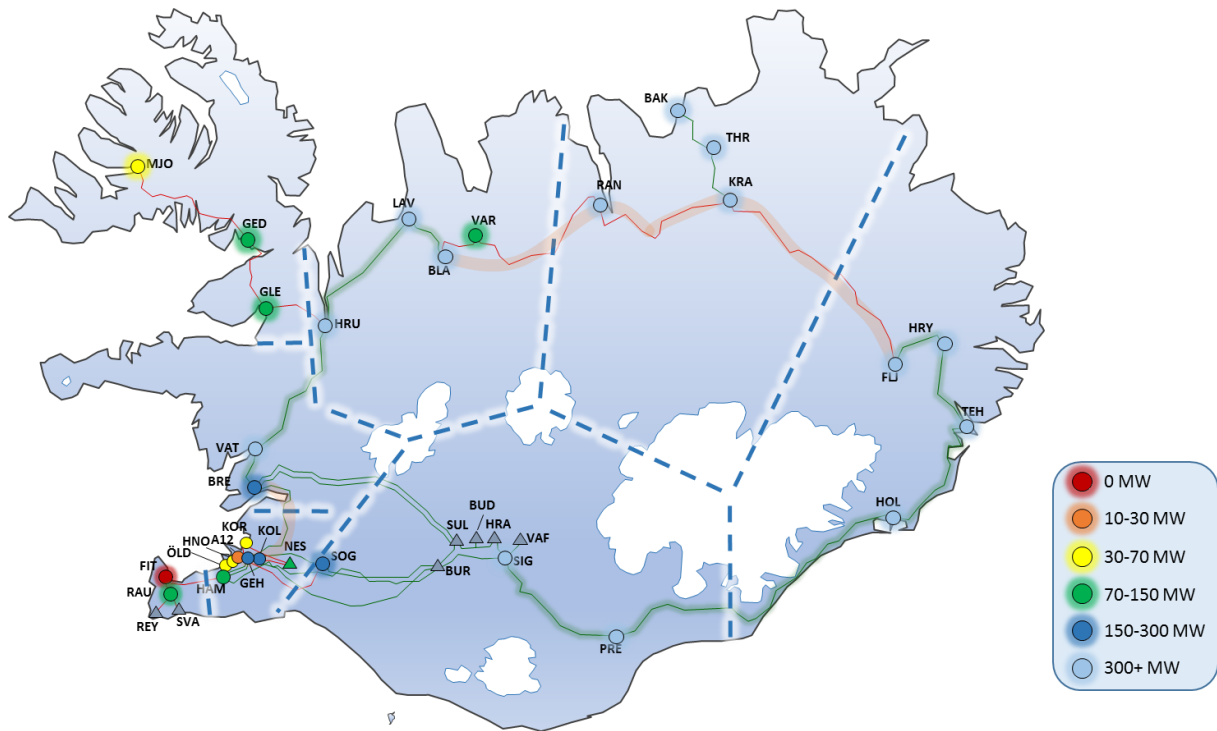
Mat á því hvernig valkosturinn uppfyllir markmið raforkulaga er sýnt í Tafla 4-41

Valkostur B.3 Uppfylling markmiða			
Öryggi			
Skilvirkni			
Áreiðanleiki afhendingar			
Hagkvæmni			
Gæði Raforku			

TAFLA 4-41 : MAT Á ÞVÍ HVERNIG VALKOSTUR B.3 UPPFYLLIR MARKMIÐ RAFORKULAGA

Tafla 4-41 sýnir að hve miklu leyti valkostur B.3 uppfyllir markmið raforkulaga. Hér má sjá að valkostur B.3 er fær almennt betri niðurstöðu en B.2 að undanskildum markmiðum um hagkvæmni og skilvirkni. Þar munar mestu um samfellda styrkingu frá Brennimel í Sigöldu og er í stórum dráttum samanburðarhæfur við valkost A.2. Þó munar því að valkostur B.3 kemur betur út en A.2 þegar litið er á öryggi þar sem sterkar 220 kV línur væru komnar hringinn í kringum landið sem betur þola veðuráraun en 132 kV línur í núverandi byggðalínu. Þó kemur á móti að kerfið verður samansett af einföldum tengingum á vestur- og austurvængjum sem getur valdið óstöðugleika við útleysingar á línunum á hringnum.

Tilltölulega lök útkoma markmiða um hagkvæmni og skilvirkni skýrast af því að þessi valkostur ber með sér háan framkvæmdakostnað í samanburði við t.d. valkosti A.2 og B.2 og kemur þar af leiðandi verr út m.t.t. áhrifa á gjaldskrá Landsnets og þjóðhagslegrar hagkvæmni. Nokkuð nánar er fjallað um mat valkostar B.3 í næsta undirkafli.

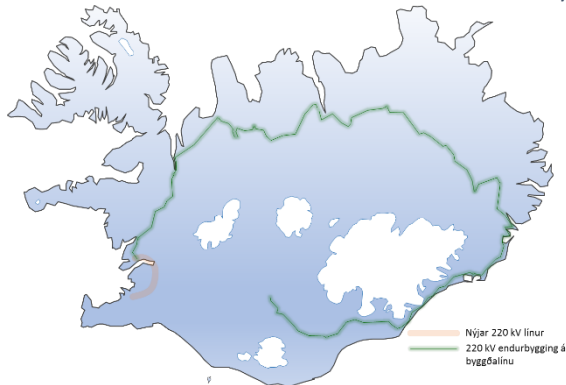


#### MYND 4-18 : VALKOSTUR B.3 - AFLGETA AFHENDINGARSTAÐA

Helsti munur á aflgetu afhendingarstaða í valkostum B.2 og B.3 liggur í meiri aflgetu á suðaustur og austurlandi. Með því að endurbyggja byggðalínuna frá Sigöldu og að Fljótsdal sem 220 kV línu og reka hana sem einfalda línu, næst fram afhendingargeta til framtíðar á öllum afhendingarstöðum byggðalínunnar upp á yfir 300 MW. Sjá má að aflgeta afhendingarstaða á byggðalínunni lítur betur út fyrir valkosti B.3 og B.4 en t.d. B.1. Þetta er vegna þess að í valkostum B.3 og B.4 myndu nýjar línur tengjast inn á alla núverandi afhendingarstaði byggðalínu ólíkt B.1 sem liggur samsíða eldri byggðalínu sem myndi anna minni afhendingarstöðum áfram. Þetta er ein ástæða þess að valkostur B.1 kemur

betur út varðandi skilvirkni þar sem komist er hjá talsverðum fjölda kostnaðarsamra stækkana á tengivirkjum þar sem ekki er þörf fyrir mikla afhendingargetu.

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



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

MYND 4-19: VALKOSTUR B.4

Línuleiðir sem tilheyra valkostinum og hámarks lengdir mögulegra jarðstrengslagna má finna í Tafla 4-42




Línuleið	Heildarl. línu	Hámarks. jarðstrengs	Athugasemd
Höfuðborgarsv. - Vesturland	58 km	50 km	Miðast við að byggð sé 200 kV lína og strengur sé lagður frá Geithálsi. Eingöngu verður hægt að spennusetja streng frá Geithálsi
Brennimelur - Blanda	203 km	30 km	Strengur lagður út frá Brennimel. Línan kemur við í Hrutatungu og sett verður upp 220 kV tengivirki þar.
Blanda - Akureyri	120 km	8 km	Stytttri vegalengd en í B.3 vegna lægra skammhlaupsafis.
Akureyri - Krafla	82 km	10 km	Stytttri vegalengd en í B.3 vegna lægra skammhlaupsafis. Æskilegt skilyrði fyrir jarðstreng er að Kröflulína 3 sé komin í rekstur
Krafla - Fljótsdalur	123 km	12 km	Stytttri vegalengd en í B.3 vegna lægra skammhlaupsafis. Þessi strenglengd "klárar kvótann" á Norðurlandi áður en frekari styrkingar hafa verið gerðar, þ.e. bætt tenging milli Suður- og Norðurlands.
Sigalda - Fljótsdalur	399 km	30 km	Miðast við að leggja streng frá Sigöldu. Spennusetning aðeins möguleg frá Fljótsdal. Línunni verður skipt í tvennt og sett verður upp 220 kV tengivirki á Hólum.

TAFLA 4-42 : B.4 - HÁMARKSLENGD JARÐSTRENGSLAGNA Á EINSTÖKUM LÍNULEIÐUM

Helsti munurinn á þessum valkosti og valkosti B.1 er að kerfið verður rekið sem einfalt 220 kV kerfi. Línur í núverandi 132 kV byggðalínakerfi munu verða teknar úr rekstri og að því loknu rifnar niður. Þetta þýðir að setja þarf upp 220 kV tengivirki á öllum núverandi afhendingarstöðum byggðalínunar

ólíkt því sem gildir fyrir valkost B.1. Þetta þýðir einnig að afhendingaröryggi kerfisins verður minna en með lausn B.1 þar sem einungis er um einfaldar línur að ræða.

Mat á því hvernig valkosturinn uppfyllir markmið raforkulaga má finna í Tafla 4-43

Valkostur B.4 Uppfylling markmiða			
Öryggi			
Skilvirkni			
Áreiðanleiki afhendingar			
Hagkvæmni			
Gæði Raforku			

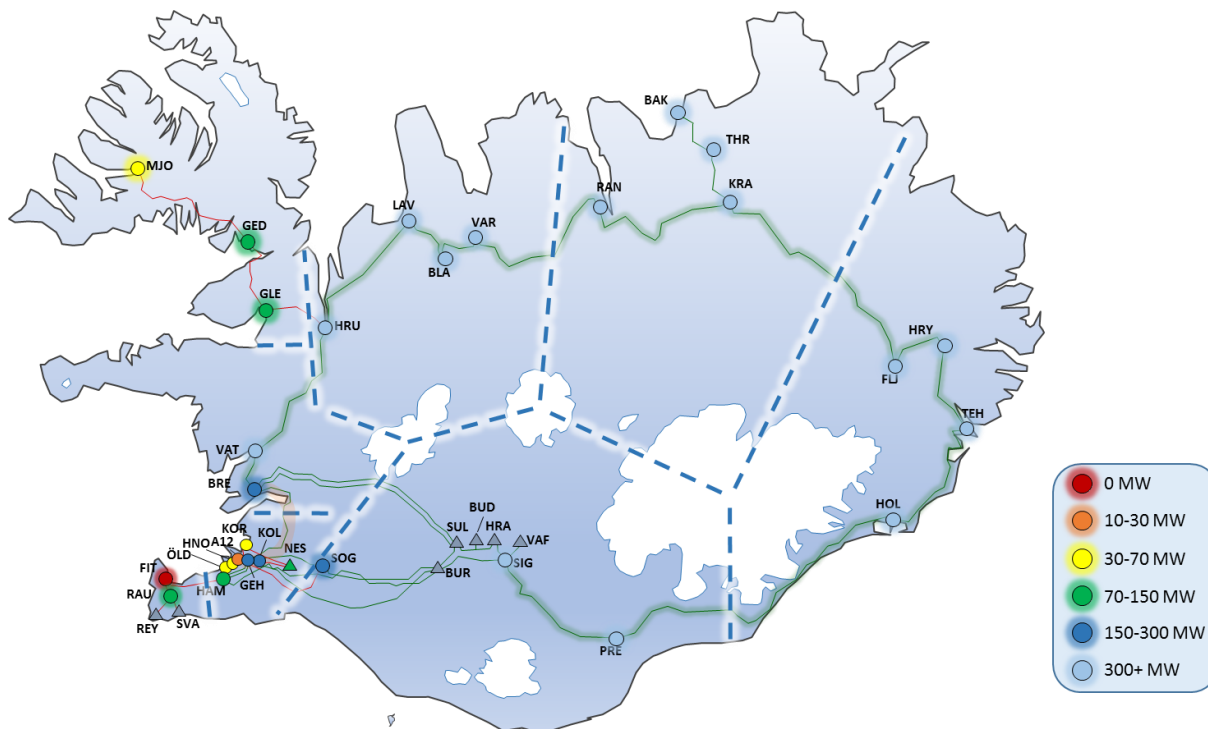
TAFLA 4-43 : MAT Á ÞVÍ HVERNIG VALKOSTUR B.4 UPPFYLLIR MARKMIÐ RAFORKULAGA

Tafla 4-43 sýnr að hve miklu leyti valkostur B.4 uppfyllir markmið raforkulaga. Niðurstaða matsins er sú að valkosturinn er afar áþekkur valkosti B.3 að flestu leyti. Þessi niðurstaða gefur til kynna að ekki virðist skipta máli hvort gamla 132 kV byggðalínan standi áfram milli Blöndu og Fljótsdals ef endurbyggingarleiðin yrði valin á allri byggðalínunni. Mælikvarðarnir að baki matsins skoruðu mjög svipað fyrir báða valkosti en þó ekki alveg eins. Niðurstaðan er sú að einungis markmiðið um gæði raforku skoraði hærra fyrir valkost B.3 fyrir sviðsmyndina *Aukin eftirspurn*.

Helsti styrkleiki valkosta B.3 og B.4 er afhendingargeta útmötunarstaða en sá mælikvarði (Aukinn flutningur) vóg nokkuð lágt til þeirra markmiða sem hann á við. Niðurstaða valkosta B.3 og B.4 væri nokkuð sterkt kerfi sem er útsett fyrir kerfislægum óstöðugleika. Því er matið fyrir markmiðin gæði raforku eins og raun ber vitni.

Hagkvæmni og skilvirkni koma eins og út fyrir valkosti B.3 og B.4 þar sem framkvæmdakostnaður er nokkurn veginn sá sami fyrir báða valkosti og ávinningur m.t.t. þessara markmiða afar svipaður.

Til að leggja mat á möguleika lausnarinnar sem kynnt er í valkostinum til að taka við vaxandi flutningsþörf fram yfir sjóndeildarhring sviðsmyndarinnar er lagt mat á aflgetu afhendingarstaða.



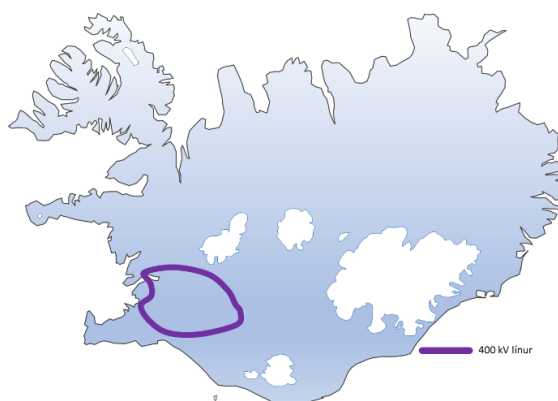
MYND 4-20 : VALKOSTUR B.4 - AFLGETA AFHENDINGARSTAÐA

Yfirlitsmyndin sýnir aflgetu afhendingarstaða árið 2030 ef sviðsmyndin „Rafvætt samfélag“ rætist. Eins og sést á yfirlitsmyndinni er talsverður möguleiki til staðar fyrir framtíðarþróun raforkumarkaðarins á þeim stöðum sem byggðalínuhringurinn nær til. Helsti munurinn á þessari lausn og laus B.1 liggur í afhendingaröryggi þar sem einungis er um einfaldar línur að ræða. Eins og rætt var um að ofan lítur aflgeta afhendingarstaða á byggðalínunni betur út fyrir valkosti B.3 og B.4 en t.d. B.1. Eins og fjallað hefur verið um er það m.a. vegna skilvirknisjónarmiða sem valkosti B.1 gerir ekki ráð fyrir að tengja alla afhendingarstaði byggðalínu inn á hinar nýju línur. Gamla byggðalínan myndi anna þeim afhendingarstöðum þar sem ekki er fyrir séð þörf fyrir mikla afhendingargetu.

#### 4.4.10 400 kV spennuhækkun

Ástæða þess að styrking frá Höfuðborgarsvæðinu til Vesturlands (línuleiðin Geitháls – Brennimelur) er sett inn sem hluti af öllum valkostum, þ.e. talin nauðsynleg, er sú að með því að reisa 400 kV háspennulínu á þessari leið opnast fyrir möguleika á spennuhækkun upp í 400 kV á hringnum Vesturland – Höfuðborgarsvæði – Suðurland sem fellur vel að möguleika á töluverðri álagsaukningu á SV-horninu.

Háspennulínur milli Suðurlands og Vesturlands annars vegar og Suðurlands og Höfuðborgarsvæðis (og einnig innan Suðurlands) eru gott dæmi um línur sem hafa



MYND 4-21: MÖGULEG 400 kV SPENNUHÆKKUN MEÐ STYRKINGU MILLI VESTURLANDS OG HÖFUÐBORGARSVÆÐIS.

verið hannaðar í flutningsgetu með sveigjanleika til framtíðar í huga. Þegar álag í kerfinu kallar á aukna flutningsgetu verður hægt að hækka spennustig línanna og auka flutningsgetu án þess að byggja nýjar flutningslínur. Eins og áður sagði vantar eingöngu sambærilega tengingu milli Höfuðborgarsvæðisins og Vesturlands til að sterkur 400 kV hringur geti orðið að veruleika í framtíðinni.

#### 4.5 Umhverfisleg áhrif valkosta

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

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

TAFLA 4-44: NIÐURSTAÐA MATS Á UMHVERFISÁHRIFUM VALKOSTA

Tafla 4-44 sýnir niðurstöðu mats á umhverfisáhrifum framlagðra valkosta í kerfisáætlun 2016-2025. Fyrir alla valkosti eru lagðar fram tvær útfærslur, önnur eingöngu með loftlínunum (að undanskildum A.1-J<sub>50</sub> og A.1-DC) og hin þar sem heildarmagn jarðstrengja er við mörk þess sem er tæknilega mögulegt og deilt niður á viðkvæm svæði. Niðurstaða samanburðar valkostanna með tilliti til umhverfisáhrifa er að þeir valkostir sem hafa minnst neikvæð áhrif er A.1-DC, B.4 og A.2 með jarðstrengjum á köflum. Þar á eftir koma valkostir A.1-J<sub>50</sub>, B.3, B.2 og B.4 með jarðstrengjum á köflum. Valkostur B.1 án jarðstrengja á köflum er talin hafa neikvæðustu áhrifin en þar á eftir kemur valkostur A.1 án jarðstrengskafila. Þeir valkostir sem taldir eru hafa veruleg jákvæð áhrif á atvinnuuppbyggingu eru B.1, A.1, B.3, A.1-J<sub>50</sub> og A.1-DC, hvort sem er með eða án jarðstrengskafila.

#### 4.6 Samanburður valkosta

Markmið raforkulaga ná yfir tæknilega og hagræna þætti valkosta. Búið er að fara yfir bæði tæknilegt og hagrænt mat allra þeirra valkosta sem lagðir eru fram í þessari kerfisáætlun ásamt því að meta umhverfisáhrif þeirra. Ólíkt mati á umhverfislegum þáttum er tæknilegt og hagrænt mat háð því til hvaða sviðsmyndar er litið við greininguna. Allir valkostir sem metnir voru eiga það sameiginlegt að hagkvæmni þeirra eykst eftir því sem horft er til álagsþyngri sviðsmyndar. Þetta gildir hins ekki þegar



horft er til þess hvernig valkostir uppfylla markmið um tæknilega þætti. Á meðan sumir valkostir standa í stað eða dala eftir því sem horft er til álagsþyngri sviðsmynda þá uppfylla aðrir betur markmiðin eftir því sem sviðsmyndin er álagsþyngri. Þetta gildir sérstaklega um valkostina A.1-DC og B.1 sem best uppfylla tæknileg markmið raforkulaga þegar horft er til sviðsmyndarinnar *Rafvætt samfélag*. Valkostirnir eru lagðir fram með því sjónarmiði að raforkumarkaður geti vaxið umfram það tímabil sem sviðsmyndir ná til án þess að ráðast þurfi í frekari styrkingar, þó að vissulega geti sú staða komið upp. Útreikningar fyrir allar sviðsmyndir eru miðaðir við árið 2030 og þó svo að *Stöðug þróun*, eða aðrar skilgreindar sviðsmyndir, hafi ræst á því ári mun markaðurinn halda áfram að vaxa eftir það, enda er mannvirkjum Landsnets ætlað að standa mun lengur en tímarammi útreikninga þessarar áætlunar.

Þegar horft er til sviðsmyndarinnar *Stöðug þróun* má sjá að þeir valkostir sem koma best út m.t.t. markmiða raforkulaga eru valkostur A.1 og A.1-J<sub>50</sub>. Þeir teljast báðir uppfylla öll markmið fyrir tæknilega þætti auk þess að vera metnir með hærri en lægstu einkunn fyrir hagkvæmni sem samanstendur af þjóðhagslegum áhrifum og áhrifum á flutningsgjaldskrá. Aðrir valkostir sem þetta á við eru A.2, B.2 og B.4 en þeir eru ekki taldir uppfylla markmið um tæknilega þætti. Valkostur A.1-DC skorar hæst þegar kemur að mati á umhverfislegum áhrifum valkosta. Hann hefur óveruleg áhrif á alla matsþætti, nema atvinnuuppbyggingu, sem hann hefur verulega jákvæð áhrif á sem og landslag og ásýnd, en þar er hann metin hafa frá neikvæðum áhrifum yfir í óverulega neikvæð, háð magni jarðstrengja á öðrum línuleiðum en yfir hálendið.

<i>Stöðug þróun</i>									
Samanburður valkosta	Núll	A.1	A.2	A.1-J <sub>50</sub>	A.1-DC	B.1	B.2	B.3	B.4
Öryggi									
Skilvirkni									
Áreiðanleiki afhendingar									
Hagkvæmni									
Gæði Raforku									

TAFLA 4-45 : YFIRLIT YFIR MAT Á VALKOSTUM ÞEGAR HORFT ER TIL SVIÐSMYNDARINNAR *STÖÐUG ÞRÓUN*

Tafla 4-46 sýnir mat á því hvernig valkostir uppfylla markmið raforkulaga þegar horft er til sviðsmyndarinnar *Aukin eftirspurn*.

<i>Aukin eftirspurn</i>									
Samanburður valkosta	Núll	A.1	A.2	A.1-J <sub>50</sub>	A.1-DC	B.1	B.2	B.3	B.4
Öryggi									
Skilvirkni									
Áreiðanleiki afhendingar									
Hagkvæmni									
Gæði Raforku									

TAFLA 4-46 : YFIRLIT YFIR MAT Á VALKOSTUM ÞEGAR HORFT ER TIL SVIÐSMYNDARINNAR *AUKIN EFTIRSPURN*



Þegar horft er til sviðsmyndarinnar *Aukin eftirspurn* koma fleiri valkostir til álita. Helstu breytingar á mati valkosta eru áhrif á markmið um hagkvæmni. Aukið flutningsmagn sem fylgir sviðsmyndinni nægir til að lyfta einkunn fyrir hagkvæmni allra valkosta um einn flokk. Sem fyrr eru það valkostir A.1, A.2, A.1-J<sub>50</sub>, B.2 og B.4 sem skora hæst fyrir hagkvæmni, eða næst hæstu einkunn. Hvað varðar tæknilega þætti þá hækka B.2, B.3 og B.4 um einn flokk fyrir skilvirkni en A.1-DC hækkar um einn flokk fyrir bæði skilvirkni og gæði raforku. Ástæða þess að A.1-DC hækkar meira en aðrir valkostir er sú að mögulegt er að stýra flæði um jafnstraumstenginguna til að lækka álag á öðrum flutningsleiðum, sem ekki er mögulegt með hefðbundinni riðstraumstengingu, ásamt því sem spennustýringarmöguleikar endabúnaðarins bæta gæði raforku. Umhverfisleg áhrif valkosta breytast ekki á milli sviðsmynda og því gildir sama mat og lýst var fyrir sviðsmyndina *Stöðug þróun*.

<b>Rafvætt samfélag</b>									
<b>Samanburður valkosta</b>	Núll	A.1	A.2	A.1-J <sub>50</sub>	A.1-DC	B.1	B.2	B.3	B.4
<b>Öryggi</b>									
<b>Skilvirkni</b>									
<b>Áreiðanleiki afhendingar</b>									
<b>Hagkvæmni</b>									
<b>Gæði Raforku</b>									

TAFLA 4-47 : YFIRLIT YFIR MAT Á VALKOSTUM ÞEGAR HORFT ER TIL SVIÐSMYNDARINNAR *RAFVÆTT SAMFÉLAG*

Tafla 4-47 sýnir yfirlit yfir mat á valkostum þegar horft er til sviðsmyndarinnar *Rafvætt samfélag*. Valkosturinn sem inniheldur jafnstraumstengingu yfir hálendið skorar næst hæst fyrir hagkvæmni og er sá valkostur sem skorar hæst þegar kemur að tæknilegum mælikvörðum um skilvirkni og gæði raforku, ásamt því að hafa vægari umhverfisáhrif en aðrir tæknilega sterkir valkostir. Sá valkostur sem skorar hæst fyrir áreiðanleika afhendingar er B.1 sem innifelur í sér nýjan byggðalínuhring. Þegar horft er til þessarar sviðsmyndar myndu allir valkostir sem eru til skoðunar teljast uppfylla á ásættanlegan hátt markmið um hagkvæmni. Valkostur A.1-DC kemur best út þegar horft er til tæknilegra sjónarmiða og umhverfislegra, eins og nánar er fjallað um í umhverfisskýrslu.

Á heildina litið eru það valkostir A.2 og B.2 sem reka lestina í matinu en valkostir A.1, A.1-J<sub>50</sub>, A.1-DC og B.1 eru álitnir fýsilegir fyrir *Rafvætt samfélag*.

#### 4.7 Niðurstaða valkostagreiningar

Niðurstaða valkostagreiningar sýnir að þegar horft er til þriggja ólíkra sviðsmynda þá eru fjórir valkostir, A.1, A.1-J<sub>50</sub>, A.1-DC og B.1, sem uppfylla þau markmið raforkulaga sem snúa að tæknilegum kröfum til flutningskerfisins. Hvað varðar markmið um hagkvæmni þá eru það valkostir A.1 og A.1-J<sub>50</sub> sem best uppfylla markmiðið af þessum fjórum. Ef horft er á tæknilega þætti teljast allir þessir fjórir valkostir fýsilegir fyrir sviðmyndina *Stöðug þróun* en með auknu álagi vinna valkostir B.1 og A.1-DC á og verða tæknilega fýsilegri þegar gert er ráð fyrir sviðsmyndinni *Rafvætt samfélag*. Sá valkostur sem hefur minnst umhverfisleg áhrif þessara fjögurrar valkostur A.1-DC, en hann er talinn hafa minni áhrif á land, landslag og ásýnd og ferðabjónustu en hinir þrír. Allir þessir fjórir valkostir eru taldir hafa verulega jákvæð áhrif á atvinnuuppbyggingu. Valkostir A.1 og B.1 hafa báðir verulega neikvæð áhrif á landslag

og ásýnd en A.1-J<sub>50</sub> neikvæð. Mögulegt er að milda þau áhrif með jarðstrengsbútum á viðkvæmum svæðum.

Ljóst er út frá greiningunum sem hér hafa verið gerð skil að erfitt getur verið að hámarka á sama tíma niðurstöður markmiða fyrir tæknileg, hagræn og umhverfisleg sjónarmið. Skoðaðir hafa verið tveir höfuðvalkostir fyrir þróun flutningskerfisins sem skiptast í átta mögulegar útfærsluleiðir. Þessir átta valkostir hafa verið greindir ítarlega fyrir þrjár sviðsmyndir sem gera ráð fyrir mismiklum vexti og þróun raforkumarkaðar á Íslandi. Valkostir A.1 og A.1-J<sub>50</sub> eru, þegar litið er yfir allt sviðið, þeir valkostir sem tekst best að sameina tæknileg og hagræn sjónarmið en valkostur A.1-DC er áhugaverður kostur til að ná samhljómi við markmið umhverfisverndar, en á kostnað hagrænna sjónarmiða eins og hér hefur komið fram. Lágmarka má enn frekar sjónræn áhrif valkosta með því að leggja valda kafla styrkinga sem jarðstrengi en greindar hafa verið þær lengdir sem unnt er að leggja í jörð, án þess að ganga verulega á tæknileg markmið.

Það er því niðurstaða Landsnets, með tilliti til niðurstöðu kerfisáætlunar og umhverfismats áætlunarinnar að leggja til að ráðist verði í framkvæmdir á þeim línuleiðum sem eru sameiginlegar þeim fjórum valkostum sem taldir eru uppfylla markmið raforkulaga. Þessar framkvæmdir eru Krafla – Fljótsdalur, Akureyri - Krafla, Blanda- Akureyri og Geitháls-Brennimelur (Höfuðborgarsvæði – Vesturland).

Hvað varðar framkvæmdir sem ekki eru sameiginlegar framangreindum valkostum þ.e. hvort eigi að stefna á hálendisleiðina og þá riðstraums eða jafnstraumstengingu, eða hvort eigi að fara byggðalínuleiðina og klára hringinn, telur Landsnet að mikilvægt sé að afla frekari gagna um áhrif þessarar framkvæmda og öðlast þannig betri upplýsingar um möguleg umhverfisáhrif þeirra og byggja þannig sterkari grunn undir ákvarðanatöku um val á milli einstakra valkosta, útfærslur á þeim og mögulegar mótvægisaðgerðir.

## 5 Framkvæmdaáætlun 2017-2019

Skv. raforkulögum leggur Landsnet fram þriggja ára framkvæmdaáætlun með kerfisáætlun og nær hún að þessu sinni til áraanna 2017 til og með 2019. Einnig er gerð grein fyrir framkvæmdum sem hefjast á yfirstandandi ári, 2016.

### 5.1 Framkvæmdir á yfirstandandi ári 2016

#### 5.1.1 Grundarfjörður – nýtt tengivirki

Um nokkurt skeið hefur verið unnið að undirbúningi nýs jarðstrengs á 66 kV spennu milli Grundarfjarðar og Ólafsvíkur vegna tíðra bilana á Ólafsvíkurlínu 1. Fyrsti áfangi að lagningu strengsins er að stækka núverandi eða byggja nýtt tengivirki í Grundarfirði. Ráðgert var að hefja byggingu nýja tengivirkisins árið 2015 og leggja svo nýjan jarðstreng í framhaldinu.

**Breyting frá síðustu áætlun:** Áætlað var að hefja framkvæmdir árið 2015 en þær hófust árið 2016.

Aðalhvati verkefnis	
X	Aukið öryggi
	Aukinn flutningur
	Tenging notanda

#### Valkostir

Tilurð þessa verkefnis var sem hluti af lagningu nýs jarðstrengs milli Grundarfjarðar og Ólafsvíkur. Í ljós kom að æskilegast væri að reisa nýtt tengivirki á Grundarfirði á nýjum stað í stað þess að stækka núverandi tengivirki. Þetta var einnig hentugt vegna skipulagsmála sveitarfélagsins.



MYND 5-1: STAÐSETNING NÝS TENGIVIRKIS Í GRUNDAFIRÐI ÁSAMT GRUNDAFJARÐARLÍNU 2, SJÁ K. 5.2.6.

### 5.1.2 Spennuhækkun til Vestmannaeyja

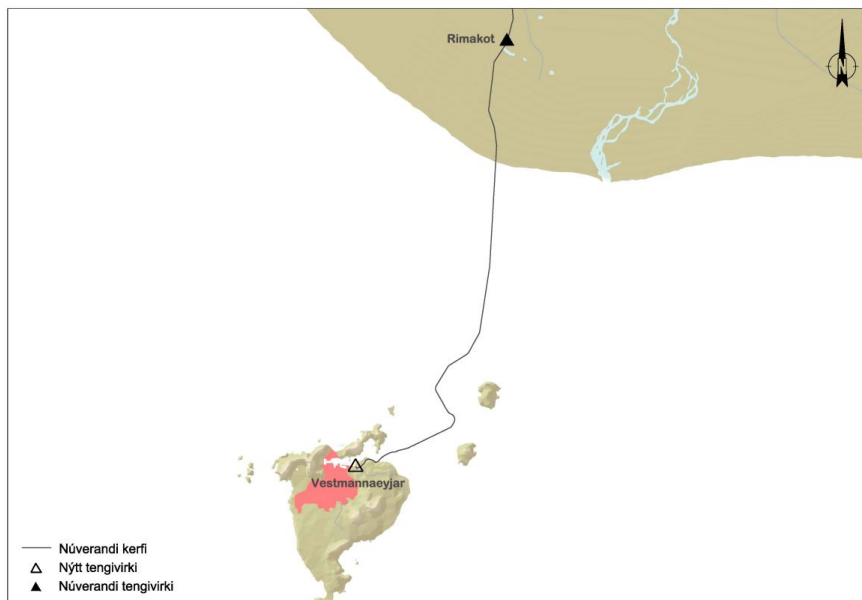
Á haustdögum 2013 var nýr sæstrengur til Vestmannaeyja tekinn í notkun á 33 kV spennu sem er það spennustig sem tenging til Vestmannaeyja hefur verið á síðan raforkuflutningur hófst þangað á sjöunda áratug síðustu aldar. Með spennuhækkun nýja strengsins er hægt að tvöfalda flutningsgetu hans og stuðla þannig að aukinni rafvæðingu fiskiðjuvera í Vestmannaeyjum. Einnig hlýst af framkvæmdinni aukið afhendingaröryggi í Eyjum þar sem niðurspenning til Vestmannaeyja á sér ekki einungis stað í Rimakoti. Til þess að þetta yrði hægt þurfti að byggja nýtt 66 kV tengivirki í Vestmannaeyjum og gera nokkrar breytingar á núverandi tengivirki í Rimakoti sem tengir land við Eyjar. Framkvæmdin er samstarfsverkefni Landsnets og HS Veitna.

**Óbreytt frá síðustu áætlun** nema að því leyti en að framkvæmdir hófust 2016 í stað 2015

Aðalhvati verkefnis	
X	Aukið öryggi
X	Aukinn flutningur
	Tenging notanda

#### Valkostir

Skoðaðir voru tveir valkostir fyrir staðsetningu nýs tengivirkis í Vestmannaeyjum. Fyrri kosturinn fól í sér nýja tengivirkisbyggingu að Strandgötu 18 og sá síðari fól í sér nýtingu á hluta núverandi húss að Tangagötu 7. Fyrri kosturinn varð fyrir valinu þar sem umtalsverðra breytinga hefði verið þörf á húsinu að Tangagötu til að hýsa nýja tengivirkið auk þess sem önnur óskyld starfssemi er í húsinu.



MYND 5-2: TENGING VESTMANNAEYJA

### 5.1.3 Tenging kísilvers í Helguvík

Landsnet hefur gert tengisamning við United Silicon vegna kísilvers í Helguvík. Landsnet reisti tengivirki við Helguvík sem hlaut nafnið Stakkur og er tengt með jarðstreng, Fitjalínu 2, frá Fitjum. Framkvæmdum lauk í byrjun árs 2016.

#### Óbreytt frá síðustu áætlun. Framkvæmdir hófust 2015.

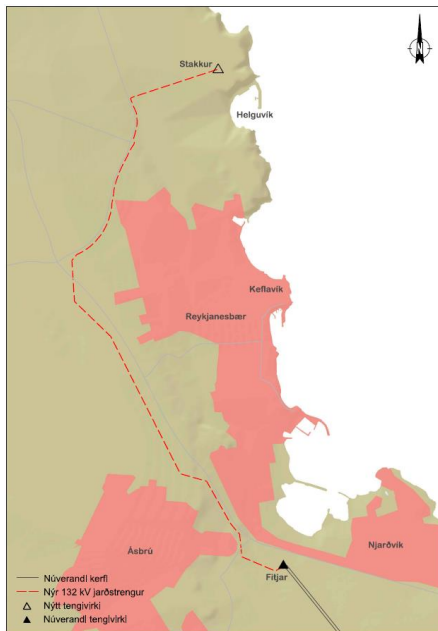
Aðalhvati verkefnis	
	Aukið öryggi
	Aukinn flutningur
X	Tenging notanda

#### Valkostir

Eftirfarandi valkostir voru skoðaðir vegna tengingar kísilvers á iðnaðarsvæðinu við Helguvík

- Tveir 132 kV strengir frá Fitjum að Helguvík
- Einn 132 kV strengur frá Fitjum að Helguvík
- Nota núverandi 33 kV strengi frá HS Veitum
- Einn eða tveir 220 kV strengir frá Fitjum, reknir á 132 kV til að byrja með og síðar spennuhækkaðir.

Að endingu var valinn sá kostur að leggja einn jarðstreng með 135 MVA flutningsgetu að nýrri aðveitustöð við iðnaðarsvæðið. Þetta gerir ráð fyrir möguleika á stækkun verksmiðjunnar. Kosturinn sem gerir ráð fyrir tveimur jarðstrengjum nýtist fyrir frekari iðnaðaruppbyggingu í Helguvík, sjá kafla 4.3.3



MYND 5-3: STRENGLEIÐ FITJALÍNU 2 ÁSAMT LEGU TENGIVIRKISINS STAKKS

#### 5.1.4 Nýr spennir í Mjólka

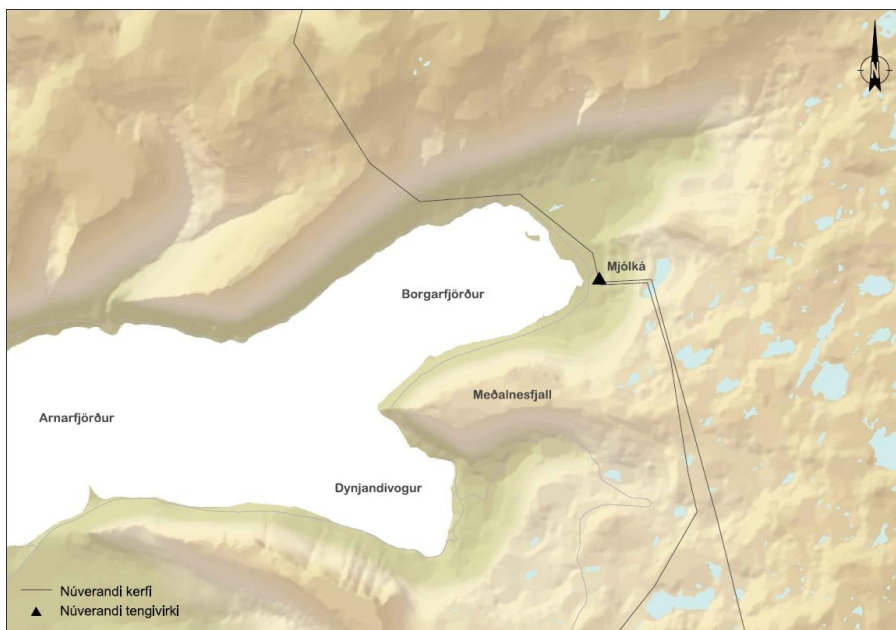
66 kV kerfið á Vestfjörðum er tengt við 132 kV línukerfið til Vestfjarða um einn 132/66 kV aflspenni. Nú er flutningur til Vestfjarða farinn að geta farið yfir flutningsmörk hans, sérstaklega þegar Mjólkárvirjun er ekki í rekstri. Því var ákveðið að bæta við öðrum spennu til viðbótar í tengivirkinu við Mjólka. Framkvæmdir við stækkun tengivirkisins hófust 2016 og eru á lokastigi í lok árs 2016.

**Óbreytt frá síðustu áætlun.**

Aðalhvati verkefnis	
X	Aukið öryggi
X	Aukinn flutningur
	Tenging notanda

#### Valkostir

Fyrir þetta verkefni var skoðað að skipta út núverandi spennu fyrir einn nýjan stærri spennu og sá kostur að bæta nýjum jafn stórum spennu við hlið þess gamla ásamt stækkun 132 kV og 66 kV tengivirkja. Ákveðið var að velja seinni kostinn að teknu tilliti til rekstraröryggis og flutningsgetu.



Mynd 5-4: Tengivirkid við Mjólka

#### 5.1.5 Afhendingarstaður á Bakka

Í byggingu er 220 kV lína milli Þeistareykja og Bakka. Á Bakka er kísilver í byggingu auk þess sem fleiri notendur hafa verið að horfa til svæðisins og þeirrar orku sem verður í boði í landshlutanum.

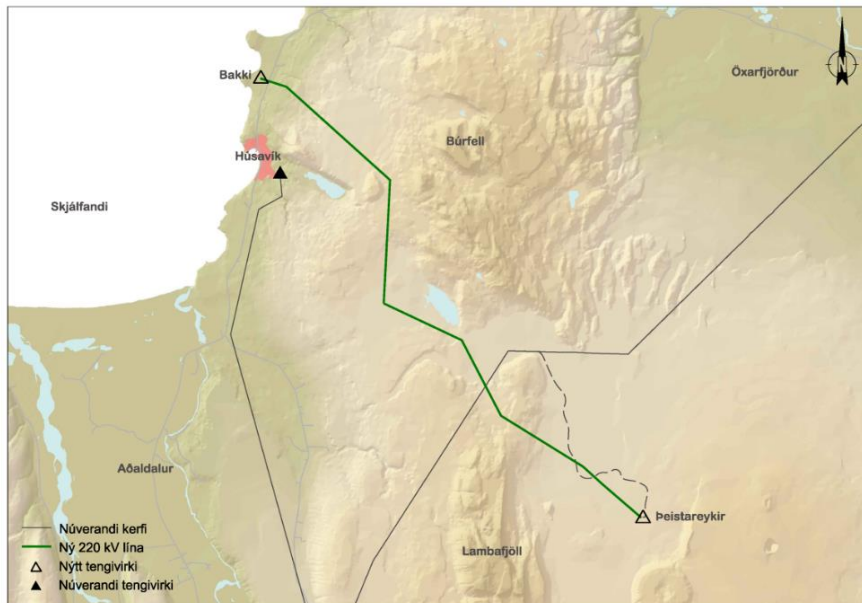
**Óbreytt frá síðustu áætlun.**

Aðalhvati verkefnis	
	Aukið öryggi
	Aukinn flutningur
X	Tenging notanda

### Valkostir

Skoðaðir voru tveir heildstæðir kostir um uppbyggingu kerfis að Bakka frá Kröflu, annars vegar á 132 kV og hins vegar 220 kV. Þetta fól í sér tengingu Þeistareykjavirkjunar eins og fram kemur í næsta kafla. Sá kostur var valinn að reisa kerfið á 220 kV spennu. Ástæðan fyrir því að þessi lausn var lögð til grundvallar er að gert er ráð fyrir talsverðri uppbyggingu iðnaðar á Bakka. Til þess að Landsnet sé í stakk búið til þess að afhenda næga orku var talið nauðsynlegt að byggja upp 220 kV flutningskerfi.

Lagt var til að byggð verði 220 kV loftlína frá tengivirki á Þeistareykjum að tengivirki á Bakka. Á Þeistareykjum þarf að bæta við einum 220 kV rofa í tengivirkið sem reist verður vegna virkjunarinnar. Á Bakka er í byggingu tengivirki sem rúmar þrjú 220 kV rofa; einn fyrir innkomandi línu og tvo fyrir spenna fyrir niðurspenningu (220/33 kV). Enn fremur verður rými fyrir umrædda spenna og nauðsynlegan 33 kV búnað. 132 kV lausnin sem ekki varð fyrir valinu var í grunninn eins nema á lægra spennustigi.



MYND 5-5: AFHENDINGARSTAÐUR Á BAKKA OG TENGING HANS FRÁ ÞEISTAREYKJUM.

#### 5.1.6 Tenging Þeistareykja

Landsvirkjun byggir virkjun á Þeistareykjum og óskaði eftir því að Landsnet tengdi virkjunina við flutningskerfið. Ákveðið var að byggja nýtt tengivirki við Þeistareykjavirkjun og ný 220 kV loftlína frá Þeistareykjum að Kröflu er í byggingu og verður Krafla tenging virkjunarinnar við flutningskerfið.

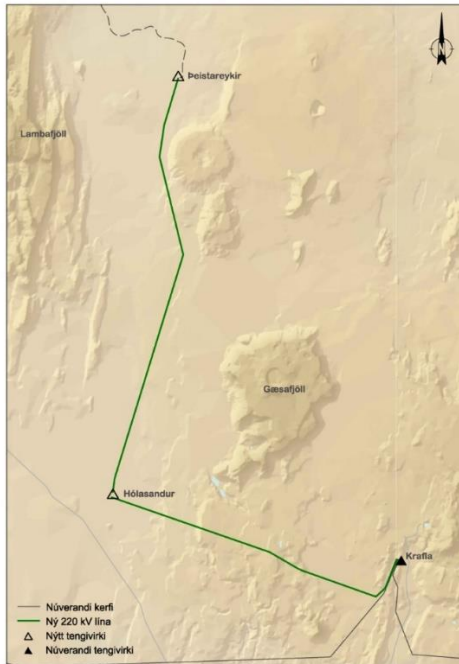
**Óbreytt frá síðustu áætlun.**



Aðalhvati verkefnis	
	<b>Aukið öryggi</b>
	<b>Aukinn flutningur</b>
X	<b>Tenging notanda</b>

## Valkostir

Sjá kafla 5.1.5.



**MYND 5-6: TENGING PEISTAREYKJA VIÐ KRÖFLU.**

### 5.1.7 Suðurnesjalína 2

Eina tenging Reykjaness við meginflutningskerfi Landsnets er um Suðurnesjalínu 1 sem er 132 kV. Þörf er á annarri tengingu fyrir Suðurnesin óháð sérstökum áformum um atvinnuuppbyggingu og hefur því verið ákveðið að ráðast í byggingu Suðurnesjalínu 2. Ferli og undirbúningur vegna Suðurnesjalínu 2 hefur staðið yfir í þó nokkur ár. Áður hafði Landsnet lagt fram kost um legu línu sem fór í mat á umhverfisáhrifum sem lauk með áliti Skipulagsstofnunar árið 2009.

**Breyting frá síðustu áætlun:** Í síðustu áætlun var áætlað að framkvæmdir hæfust árið 2015 og varð raunin að framkvæmdir hófust nú á árinu 2016. Síðan þá hafa tafir orðið vegna ógildinga



eignarnámsheimildar og leyfis Orkustofnunar og því ríkir óvissa um hvenær framkvæmdir hefjast að nýju.

Aðalhvati verkefnis	
X	Aukið öryggi
X	Aukinn flutningur
X	Tenging notanda

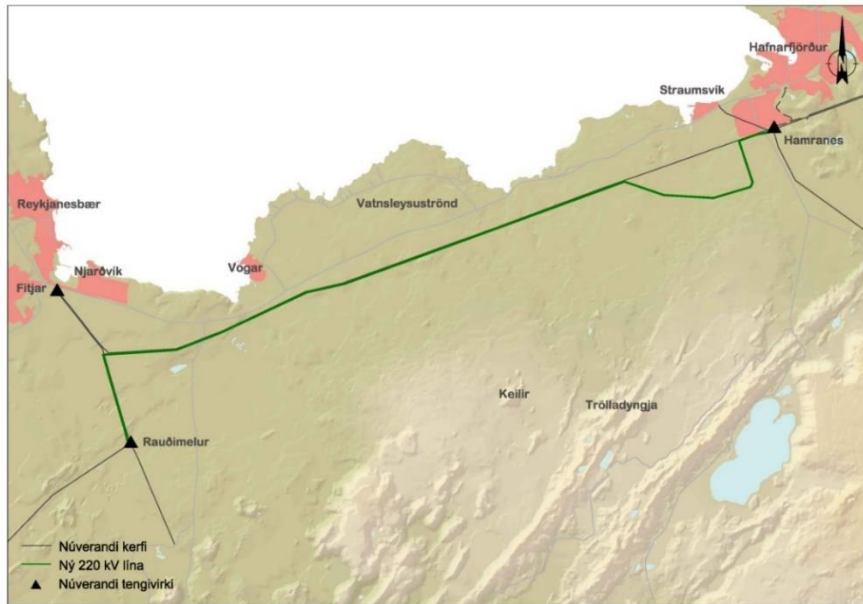
### Valkostir

Í mati á umhverfisáhrifum fyrir Suðurnesjalínu voru valkostir einkum byggðir á leiðarvali. Lagt var til að línan yrði lögð talsvert sunnan af núverandi Suðurnesjalínu 1, um Trölladyngjusvæðið til að auðvelda nýtingu virkjanakosta þar. Sveitarfélög lögðust gegn tillögunni og mun því línan liggja að stærstum hluta meðfram Suðurnesjalínu 1. Sá valkostur að reisa bráðabirgðamöstur inn að Hamranesi var uppi á borðinu um tíma en ákveðið var að leggja þennan síðasta 1,5 km línunnar í 220 kV jarðstreng þar sem það passar við framtíðartengingu milli Hamraness og framtíðartengivirkis að Hrauntungum.

Í kjölfar dóma hæstaréttar þar sem ákvarðanir um eignarnám voru ógildar var unnin valkostaskýrsla fyrir loftlínu og jarðstrengi [8]. Kostirnir voru eftirfarandi:

- A – Jarðstrengur sem liggur að mestu samsíða núverandi 132 kV háspennulínunum á svæðinu.
- B – Jarðstrengur sem hefur sömu upphafs- og endalegu og kostur A en liggur annars sem mest í veghelgunarsvæði Reykjanesbrautar.
- C – Loftlína sem liggur að mestu samsíða núverandi 132 kV háspennulínunum á svæðinu.

Ekki var tekin afstaða til þess hvaða kostur sé ákjósanlegur.



Mynd 5-7: Línuleið Suðurnesjalínu 2 frá Hamranesi í Rauðamel.

### 5.1.8 Tenging Þeistareykjavirkjunar við 66 kV kerfið

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

#### Nýtt frá síðustu áætlun.

Aðalhvati verkefnis	
X	Aukið öryggi
	Aukinn flutningur
	Tenging notanda

## 5.2 Framkvæmdir 2017

### 5.2.1 Kröflulína 3

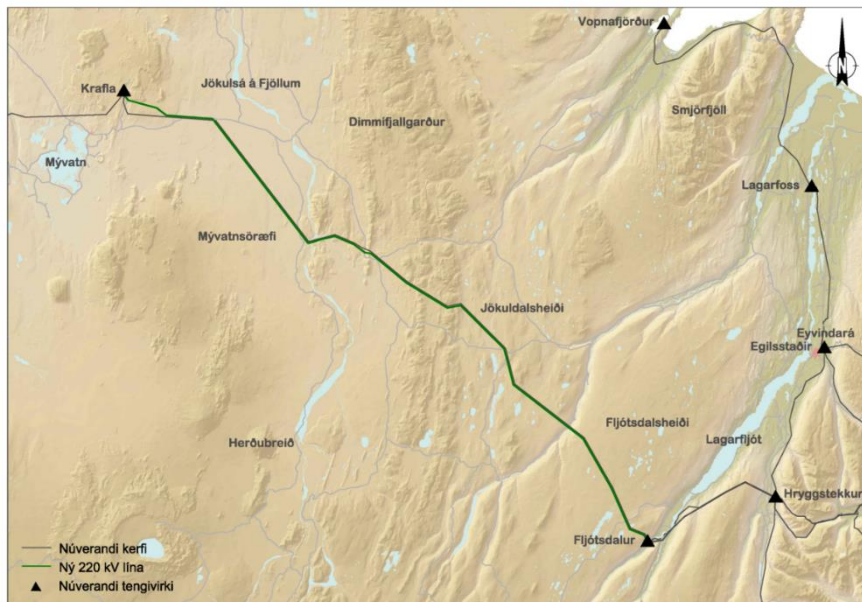
Landsnet áformar byggingu nýrrar 220 kV háspennulínu frá nýju tengivirki við Kröflustöð að tengivirki við Fljótsdalsstöð. Tilgangur framkvæmdarinnar er að tryggja stöðugleika raforkukerfisins á Norður- og Austurlandi með betri samtengingu þessara landshluta og auka þannig öryggi raforkuafhendingar og gæði raforku. Framkvæmdin er mikilvægur hlekkur í styrkingu flutningskerfisins í heild þar sem um er að ræða mikilvæga styrkingu á milli framleiðslueininga á norðaustur- og austurhluta landsins.

**Breyting frá síðustu áætlun:** Verkefnið fært frá árinu 2016 til ársins 2017.

Aðalhvati verkefnis	
X	Aukið öryggi
X	Aukinn flutningur
	Tenging notanda

### Valkostir

Auk þess valkosts að reisa nýja 220 kV flutningslínu samhliða eldri línu var skoðað ítarlega hvort nýta mætti núverandi innviði við styrkingu byggðalínunnar í heild. Það fól í sér umfangsmiklar breytingar á burðarvirkjum og útskiptum leiðara svo að spennuhækka mætti línurnar. Sá valkostur reyndist vera óæskilegur að mörgu leyti og má þar nefna þætti eins og útlit línunnar eftir spennuhækkun, mikinn útitíma línunnar á framkvæmdatíma og mikla skerðingu á afhendingaröryggi af þeim sökum. Einnig fengist afar takmörkuð flutningsbæting, sérstaklega í þeim útfærslum þar sem útskiptum á leiðara væri sleppt og núverandi leiðari nýttur áfram. Því hefur sjónum verið beint að byggingu nýrra 220 kV lína til að efla byggðalínakerfið að teknu tilliti til stefnu stjórnvalda varðandi lagningu raflína.



Mynd 5-8: Áætluð línuleið Kröflulínu 3 í megindráttum meðfram gömlu Kröflulínu 2.

#### 5.2.2 Sandskeið – tengivirki

Fyrirhugað er að byggja nýtt tengivirki á Sandskeiði sem í framtíðarsviðsmyndum mun létta af tengivirkinu Geitháls en þar hefur megintengipunktur höfuðborgarsvæðisins verið um áratugaskeið. Hið nýja tengivirki verður 220 kV tengivirki með 5 rofareitum en framtíðarsviðsmyndir gera ráð fyrir að síðar geti risið 400 kV tengivirki við hlið þess þegar 400 kV línur á SV-landi, sem nú eru reknar á 220 kV, verða spennuhækkaðar ef flutningsþörf kallar á það.

#### Óbreytt frá síðustu áætlun.

Aðalhvati verkefnis	
X	Aukið öryggi
X	Aukinn flutningur
	Tenging notanda

### Valkostir

Sá valkostur var fyrir hendi að sleppa byggingu tengivirkisins að Sandskeiði og tengja nýja línu, Sandskeiðslínu 1, frá Kolviðarhóli. Það hefði falið í sér flóknar framkvæmdir við Kolviðarhól, T-tengja þyrfti Búrfellslínu 3 inn í Kolviðarhól og tengja saman tvær vélar í Hellisheiðarvirkjun til þess að losa þannig rofareit. Að öðrum kosti hefði þurft að stækka tengivirkið að Kolviðarhóli sem er kostnaðarsöm og flókin framkvæmd. Tengivirkið að Sandskeiði fellur vel að framtíðarmynd 220 og 400 kV kerfisins á Suðvesturhorninu og var því ákveðið að framkvæma fyrsta áfangann af þeirri framtíðarsviðsmynd.

### 5.2.3 Sandskeiðslína 1

Niðurrif Hamraneslína 1 og 2 hefur staðið fyrir dyrum í tengslum við verkefnið Suðvesturlínur. Nú þegar byggð í Hafnarfirði hefur færst mjög nærri þessum línur er talið æskilegt að línurnar víki eins fljótt og kostur er og verður því að reisa nýja línu frá Sandskeiði til þess að þetta verði kerfislega mögulegt. Hin nýja lína mun verða hluti af núverandi Búrfellslínu 3 frá Sandskeiði í Hamranes og sá línuhluti Búrfellslínu 3 sem nú liggur frá Sandskeiði í Hamranes mun hljóta nafnið Sandskeiðslína 1.

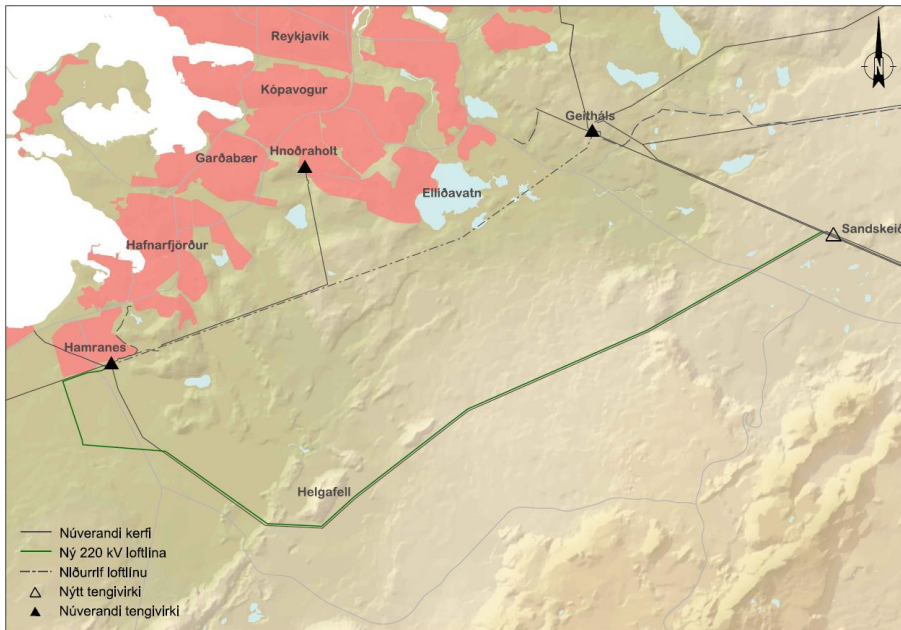
### Óbreytt frá síðustu áætlun.

Aðalhvati verkefnis	
X	Aukið öryggi
X	Aukinn flutningur
X	Tenging notanda

### Valkostir

Eins og kom fram í kafla 5.2.2 var það valkostur að tengja línuna frá Kolviðarhóli sem hefði krafist þess að framlengja línubygginguna upp að Kolviðarhóli ásamt þeim framkvæmdum sem áður hefur verið vikið að í k. 5.2.2. Þessi lína er byggð til að leysa af hólmi Hamraneslínur 1 og 2 sem víkja nú sökum skipulagsmála auk þess sem þær verða að fullu afskrifaðar árið 2019. Þær liggja um útvistarsvæðið í

Heiðmörk og eru komnar nálægt byggð í Hafnarfirði og Reykjavík og því hefur verið ákveðið að þær hverfi á braut.



MYND 5-9: SANDSKEIÐSLÍNA 1, TENGIVIRKI Á SANDSKEIÐI OG NIÐURRIF HAMRANESLÍNA

#### 5.2.4 Tenging Búrfellsvirkjunar II

Landsvirkjun hefur þegar hafið undirbúning að stækkun Búrfellsvirkjunar. Landsnet mun í því sambandi þurfa að gera breytingar á núverandi tengivirki við Búrfellsvirkjun.

**Breyting frá síðustu áætlun:** Verkefnið var fært fram um ár frá árinu 2018 til 2017 vegna gangsetningartíma Búrfellsvirkjunar II.

Aðalhvati verkefnis	
	Aukið öryggi
	Aukinn flutningur
X	Tenging notanda

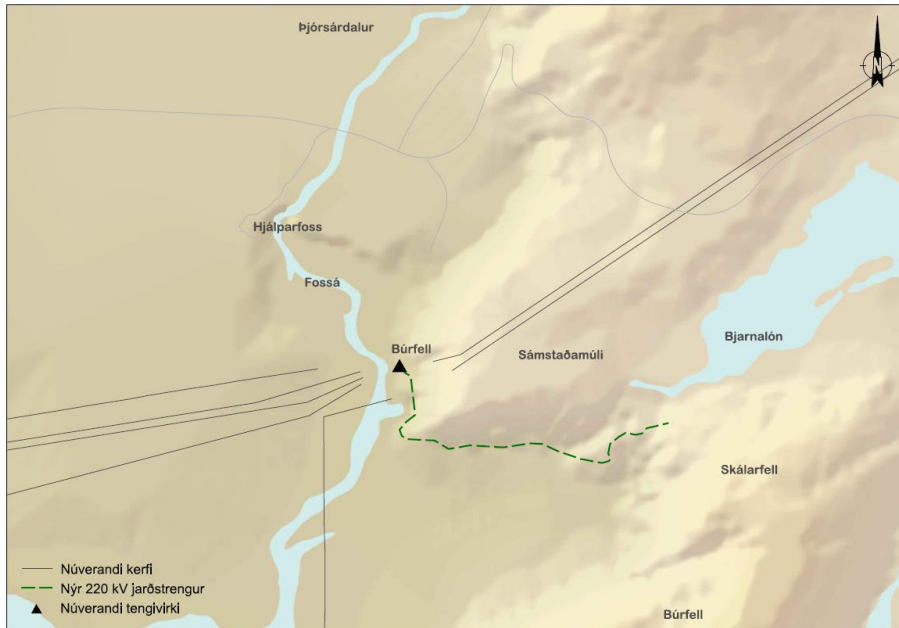
#### Valkostir

Ýmsir valkostir voru íhugaðir fyrir tengingu stækkunar Búrfellsvirkjunar. Þeir voru

- Stækkun á núverandi tengivirki
- Bygging nýs 220 kV tengivirkis
- Bygging nýs 400 kV tengivirkis, rekið á 220 kV í byrjun (fram tíðarlausn)
- Breyting á Sigöldulínu 3, viðkoma í tengivirki Búrfells 2
- Breyting á Sigöldulínu 3, tvöföld lína milli gamla og nýja Búrfells

Ákveðið var eftir ítarlega skoðun að tengja jarðstreng frá Búrfelli 2 inn í gamla tengivirkið án þess að stækka það. Það er gert með því að breyta tveimur teinatengisrofareitum virkisins. Með þessu næst

fram mjög hagkvæm lausn án þess þó að ganga á áreiðanleika virkisins. Landsvirkjun leggur til jarðstrengslögnina.



MYND 5-10: MÖGULEG ÚTFÆRSLA JARÐSTRENGS FRÁ BÚRFELLSVIRKJUN II.

### 5.2.5 Hvolsvöllur – nýtt tengivirki

Útitingivirkið á Hvolsvelli gegnir mikilvægu hlutverki í svæðisflutningskerfi Suðurlands, en það var byggt árið 1957. Stefnt er að byggingu nýs tengivirkis sem mun vera yfirbyggt og leysa það eldra af hólmi.

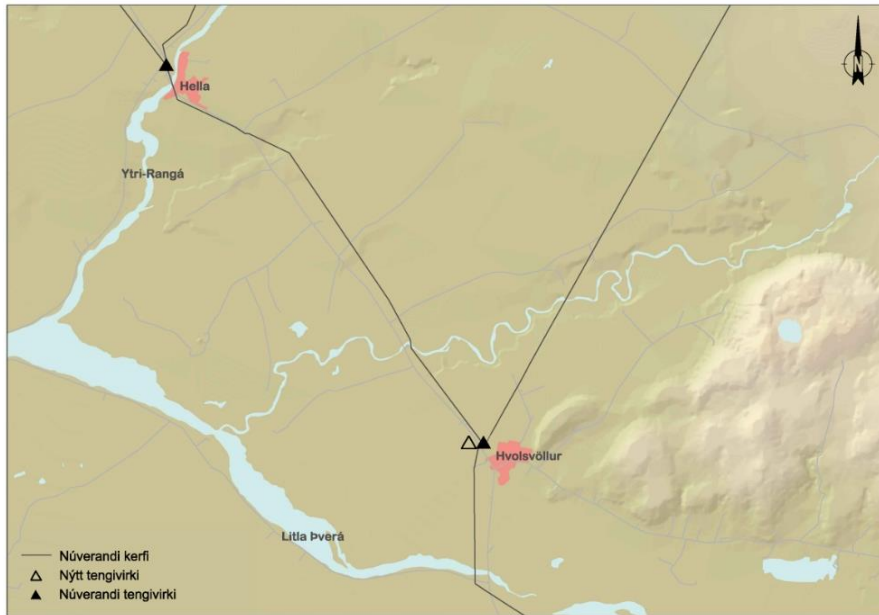
**Breyting frá síðustu áætlun:** Verkefnið fært frá árinu 2016 til ársins 2017.

Aðalhvati verkefnis	
X	Aukið öryggi
	Aukinn flutningur
	Tenging notanda

### Valkostir

Í tengslum við endurnýjun tengivirkisins á Hvolsvelli voru skoðaðir nokkrir kostir. Einn kostur fól í sér byggingu nýs 66 kV tengivirkis fyrir Landsnet, annar fól í sér sömu lausn en gerði ráð fyrir plássi fyrir búnað Rarik með þeirra þátttöku, þriðji fól í sér endurnýjun búnaðar í núverandi tengivirki og sá fjórði fól í sér endurbyggingu tengivirkisins með 132 kV búnaði með spennuhækkun síðar í huga. Fyrsti kosturinn varð fyrir valinu eftir ítarlega skoðun og samskipti við Rarik. Endurnýjun búnaðar í núverandi tengivirki fól í sér of mikla óvissu þar sem búnaður í núverandi virki er í heild afar illa farinn og myndi því nýtast að mjög takmörkuðu leyti. Framkvæmdin var einnig talin verða of flókin til að hún þætti ákjósanleg. Auk þessara kosta komu tvær staðsetningar til greina fyrir nýtt tengivirki. Við nánari athugun reyndust þær leiðir ekki fýsilegar og var því ákveðið að byggja nýtt virki á sömu iðnaðarlóð og núverandi virki stendur á. Á lóðinni er einnig pláss fyrir mögulega uppbyggingu á 132 kV tengivirki síðar.





MYND 5-11: NÝTT TENGIVIRKI Á HVOLSVELLI

### 5.2.6 Grundarfjarðarlína 2

Á Snæfellsnesi eru fjórir geislatengdir afhendingarstaðir, Vegamót, Vogaskeið, Grundarfjörður og Ólafsvík. Loftlínan milli Vegamóta og Ólafsvíkur liggur um veðurfarslega mjög erfitt svæði og truflanir hafa verið tíðar síðustu ár. Til að draga úr straumleysi á Vesturlandi hyggst Landsnet leggja jarðstreng, Grundarfjarðarlínu 2, milli Grundarfjarðar og Ólafsvíkur og eykst með því áreiðanleiki á Vogaskeiði, Grundarfirði og Ólafsvík.

**Breyting frá síðustu áætlun:** Verkefnið fært frá árinu 2016 til ársins 2017.

Aðalhvati verkefnis	
X	Aukið öryggi
	Aukinn flutningur
	Tenging notanda

#### Valkostir

Tveir valkostir komu til greina vegna þessarar nýju tengingar. Annars vegar 66 kV jarðstrengur alla leiðina milli Grundarfjarðar og Ólafsvíkur og hins vegar loftlína stærstan hluta leiðar og jarðstrengur næst Grundarfirði. Loftlínulausnin samræmist ekki stefnu stjórnvalda um lagningu 66 kV lína í jörð og reyndist í ofanálag vera metin sem dýrari lausn og varð því jarðstrengslaunin fyrir valinu.

### 5.2.7 Ólafsvík – tengivirki

Í tengslum við lagningu jarðstrengs milli Grundarfjarðar og Ólafsvíkur hyggst Landsnet endurnýja tengivirki í Ólafsvík. Áætlað er að bygging tengivirkisins verði nálægt lagningu strengsins í tíma.

**Breyting frá síðustu áætlun:** Verkefnið fært frá árinu 2016 til ársins 2017.

Aðalhvati verkefnis	
X	Aukið öryggi
	Aukinn flutningur
	Tenging notanda

### Valkostir

Til greina kom að stækka núverandi tengivirki í Ólafsvík en ákveðið var í tengslum við lagningu jarðstrengsins milli Grundarfjarðar og Ólafsvíkur að endurnýja tengivirkið á núverandi stað að höfðu samráði við sveitarfélagið.

#### 5.2.8 Ísallína 3

Núverandi Ísallínur 1 og 2 verða fjarlægðar sem hluti af verkefnum sem snúa að niðurrifi Hamraneslína 1 og 2. Hin nýja Sandskeiðslína 1 verður tengd inn í álverið í Straumsvík og ný lína í álverið verður reist og verður hún reist í sömu mastragerð við hlið Sandskeiðslínu 1 frá Hraunhelli, svokallaðri „Ballerínu“. Frá Hamranesi í Hraunhelli verður hún reist í formi stálrörasmastra en sá kafli er hugsaður til bráðabirgða þar til nýtt tengivirki í Hrauntungum verður að veruleika. Þessi nýja lína kemur til vegna kröfu um áreiðanleika í rekstri álversins, þ.e. að álverið sé tengt með tveimur línunum.

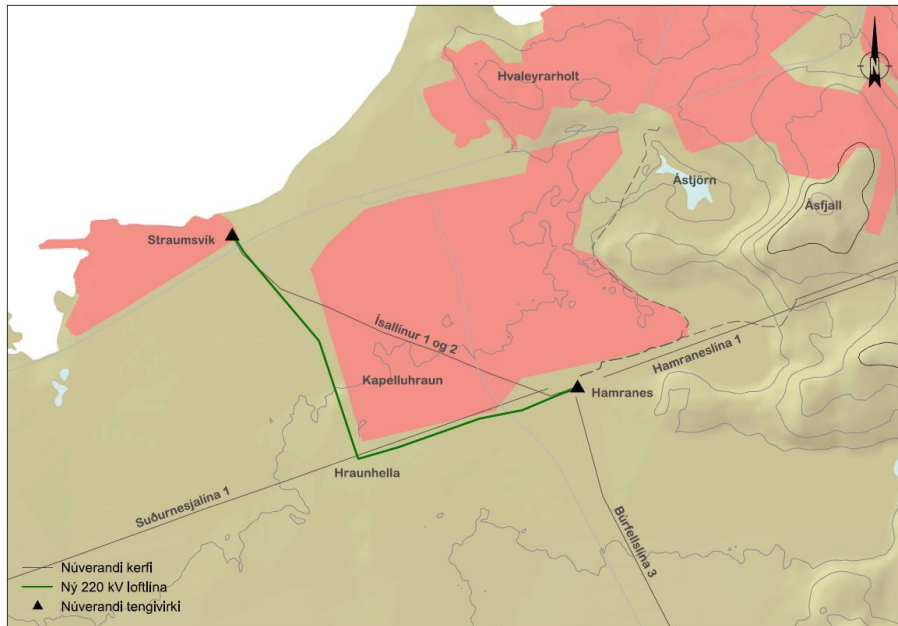
#### Nýtt frá síðustu áætlun.

Aðalhvati verkefnis	
X	Aukið öryggi
	Aukinn flutningur
X	Tenging notanda

### Valkostir

Hinn valkosturinn í þessu tilfalli hefði verið að flýta byggingu tengivirkisins í Hrauntungum en með henni hefði annar hluti línunnar samt þurft að rísa. Einnig hefði verið möguleiki að láta núverandi Ísallínu standa áfram.





MYND 5-12 : LEGA ÍSALLÍNU 3

### 5.2.9 Nýr teinatengisrofi í álverinu í Straumsvík

Eins og fram kom í kafla 5.2.3 er bygging nýrrar línu frá Sandskeiði í álverið í Straumsvík komin í framkvæmd hjá Landsneti. Línunni er ætlað að leysa af hólmi tvær línur, Hamraneslínur 1 og 2, sem liggja nú frá Geithálsi í Hamranes. Til þess að svo megi verða þarf tenging að vera til staðar milli teina í álverinu í Straumsvík svo aflflutningur geti orðið í gegnum spennustöð álversins inn í Hamranes og öfugt. Landsnet mun því koma fyrir rofabúnaði fyrir tengingu milli teinanna. Þessi tenging er nauðsynleg til að viðhalda áreiðanleika kerfisins eftir að Sandskeiðslína 1 hefur tekið við hlutverki Hamraneslína 1 og 2.

#### Nýtt frá síðustu áætlun.

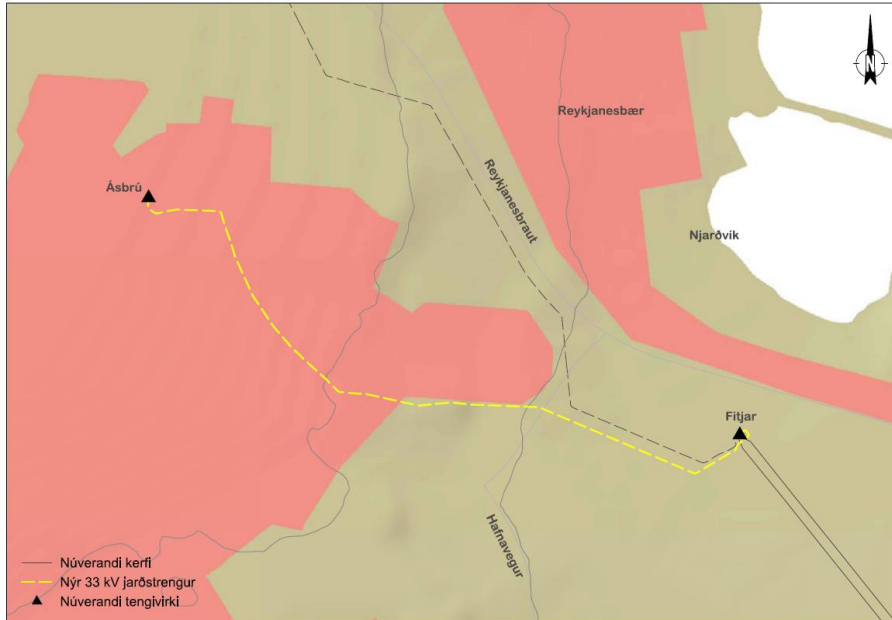
Aðalhvati verkefnis	
X	Aukið öryggi
	Aukinn flutningur
	Tenging notanda

### 5.2.10 Ný tenging Fitjar – Ásbrú

Gagnaver Verne að Ásbrú hefur á undanförunum misserum verið að auka umsvif og stefnir í að tveir 33 kV jarðstrengir frá Fitjum að Ásbrú verði fulllestaðir. Því hefur Landsnet hafið undirbúning að lagningu þriðja jarðstrengsins þar á milli einnig með öryggissjónarmið að leiðarljósi.

#### Nýtt frá síðustu áætlun.

Aðalhvati verkefnis	
X	Aukið öryggi
X	Aukinn flutningur
X	Tenging notanda



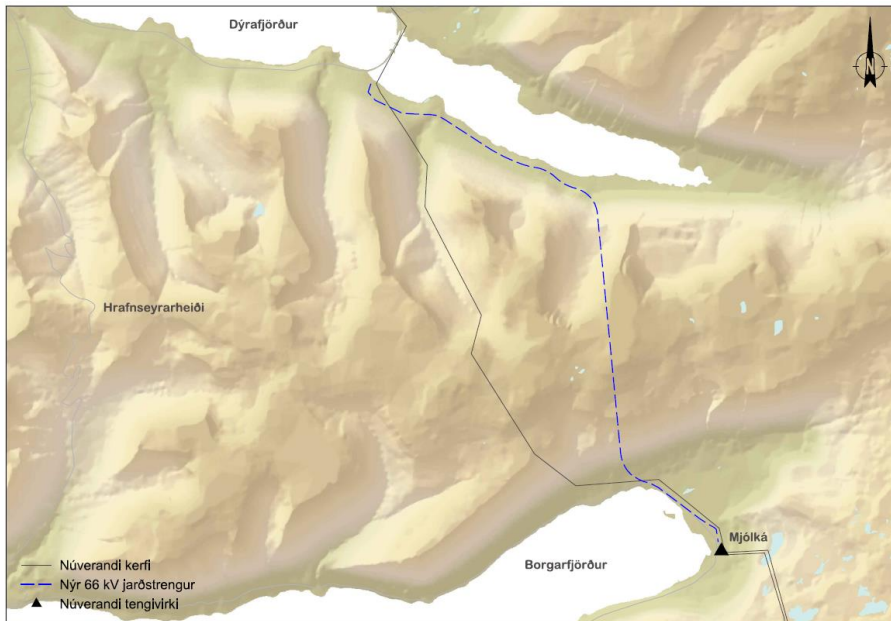
MYND 5-13 : NÝR 33 KV JARÐSTRENGUR FRÁ FITJUM AÐ ÁSBRÚ

### 5.2.11 Jarðstrengur í Dýrafjarðargöng

Breiðadalslína 1, rösklega 40 ára gömul 66 kV lína milli Mjólkár og Breiðadals, liggur yfir Flatsfjall í um 750 metra hæð yfir sjávarmáli þar sem aðstæður til viðhalds og viðgerða eru erfiðar. Lagning strengsins í Dýrafjarðargöng yrði samhliða gangnagerðinni. Jarðstrengurinn verður svo tengdur inn á Breiðadalslínu 1 og loftlína tekin niður á þessum kafla. Skoðað hefur verið að lagður verði 132 kV jarðstrengur þar sem núverandi loftlína er byggð fyrir þá spennu þrátt fyrir að vera rekin á 66 kV í dag. Með því yrði komið í veg fyrir mögulegan flöskuháls á þessari línu í framtíðinni. Heildar streng vegalengdin frá Mjólká og út í fyrstu stæðu í Dýrafirði þar sem loftlínan kemur niður af Flatsfjalli er tæpir 13 km.

#### Nýtt frá síðustu áætlun.

Aðalhvati verkefnis	
X	Aukið öryggi
	Aukinn flutningur
	Tenging notanda



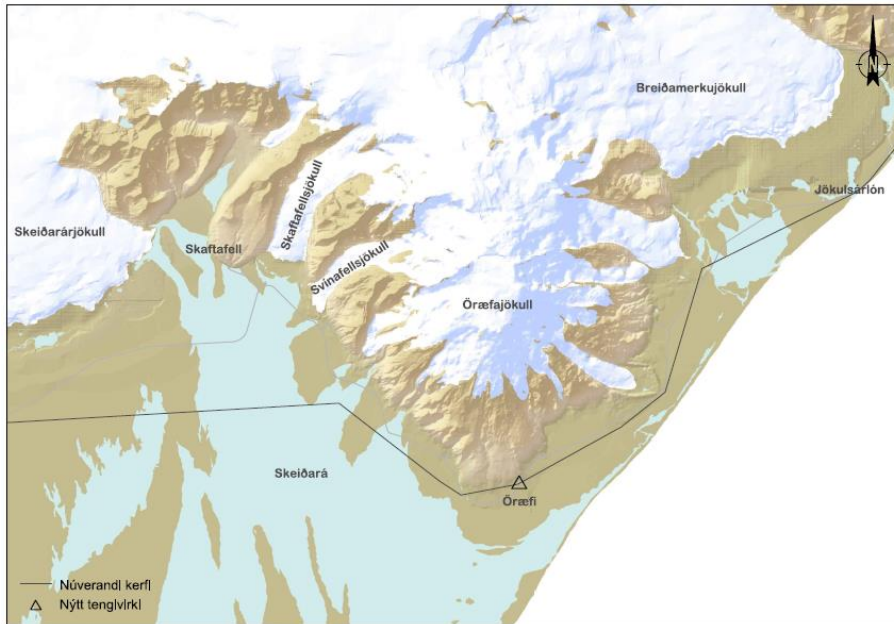
**MYND 5-14 : NÝR JARÐSTRENGUR UM DÝRAFJARÐARGÖNG**

### 5.2.12 Nýr afhendingarstaður í Öræfum

Vegna vaxandi þarfar og langrar vegalengdar í næsta afhendingarstað hefur verið ákveðið að bæta við útmötunarstað í Öræfum. Ekki er búið að ákveða endanlega staðsetningu á þessum nýja afhendingarstað.

#### Nýtt frá síðustu áætlun.

Aðalhvati verkefnis	
	<b>Aukið öryggi</b>
	<b>Aukinn flutningur</b>
X	<b>Tenging notanda</b>



MYND 5-15 : MÖGULEG STAÐSETNING Á NÝJUM AFHENDINGARSTAÐ Í ÖRÆFUM

## 5.3 Framkvæmdir 2018

### 5.3.1 Tenging Húsavíkur

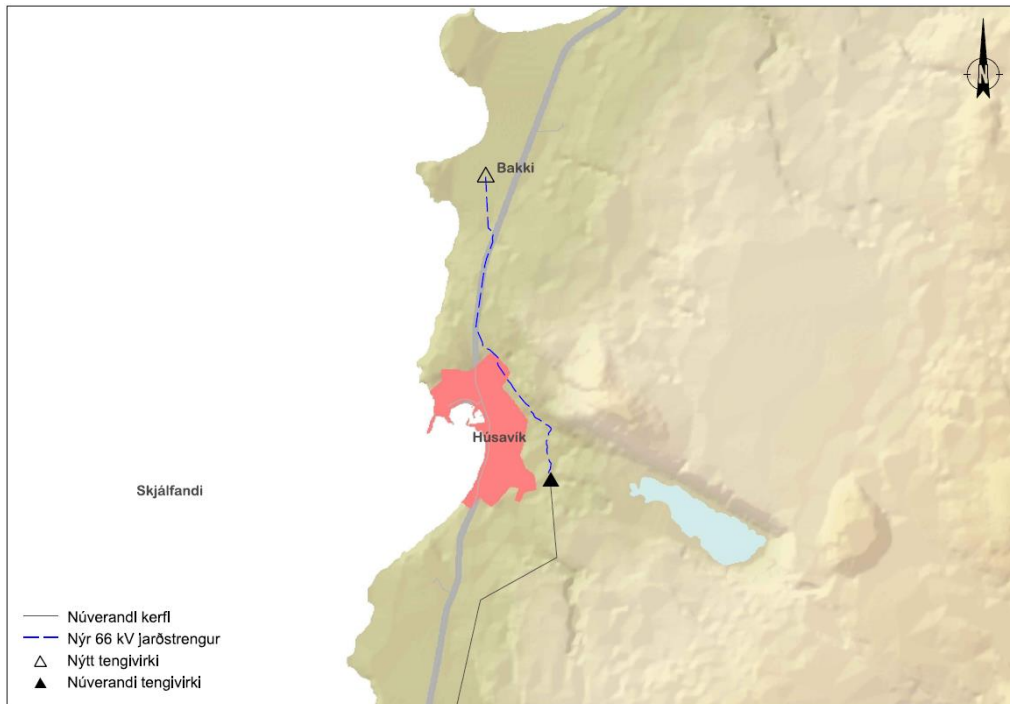
Tenging Húsavíkur frá Laxá, Húsavíurlína 1, er með allra elstu flutningslínunum í kerfinu og hefur um nokkurn tíma staðið fyrir dyrum að endurnýja tenginguna við bæinn. Nokkrir valkostir hafa verið skoðaðir í þeim efnum og stendur valið um að tengja bæjarfélagið frá nýjum afhendingarstað við væntanlegt iðnaðarsvæði á Bakka, leggja nýja línu frá Kópaskerslínu 1 við Höfuðreiðarmúla, eða endurnýja núverandi tengingu frá Laxá.

**Breyting frá síðustu áætlun:** Verkefnið fært til ársins 2018 frá árinu 2016.

Aðalhvati verkefnis	
X	Aukið öryggi
	Aukinn flutningur
	Tenging notanda

### Valkostir

Þeir kostir sem koma til greina fyrir endurbætta tengingu Húsavíkur eru endurnýjun núverandi Húsavíurlínu frá Laxá í jarðstreng, nýr jarðstrengur til Húsavíkur frá tengipunkti í Kópaskerslínu 1 við Höfuðreiðarmúla eða nýta væntanlegt tengivirkil á Bakka og tengja þaðan notkun bæjarins. Síðastnefndi kosturinn er hagkvæmastur og næst þannig fram góð samlegð með þeim umfangsmiklu framkvæmdum sem fram fara við tengingu iðnaðarsvæðisins.



**MYND 5-16: NÝ TENGING VIÐ HÚSAVÍK.**

### 5.3.2 Fitjalína 3

Til þess að auka afhendingargetu fyrir iðnað í Helguvík er fyrirhugað að leggja annan 132 kV jarðstreng frá Fitjum í Stakk við Helguvík sem nú er í byggingu. Nýi strengurinn mun liggja samhliða þeim fyrri, Fitjalínu 2. Samhliða þessu verður tengivirkni við Stakk stækkað sem nemur innkomandi rofareit Fitjalínu 3 og útganga fyrir iðnaðarstarfsemi.

**Breyting frá síðustu áætlun:** Verkefnið fært til ársins 2018 frá árinu 2017.

Aðalhvati verkefnis	
X	<b>Aukið öryggi</b>
X	<b>Aukinn flutningur</b>
X	<b>Tenging notanda</b>

### Valkostir

Sem hluti af greiningu valkosta fyrir tengingu iðnaðarsvæðisins í Helguvík var fjallað um þann kost að leggja tvo jarðstrengi milli Fitja og Helguvíkur. Annars strengs er þörf vegna aukningar í iðnaðaruppbyggingu í Helguvík og því kemur þessi valkostur inn sem annar áfangi þeirrar uppbyggingar.

### 5.3.3 Sauðárkrókur – ný tenging

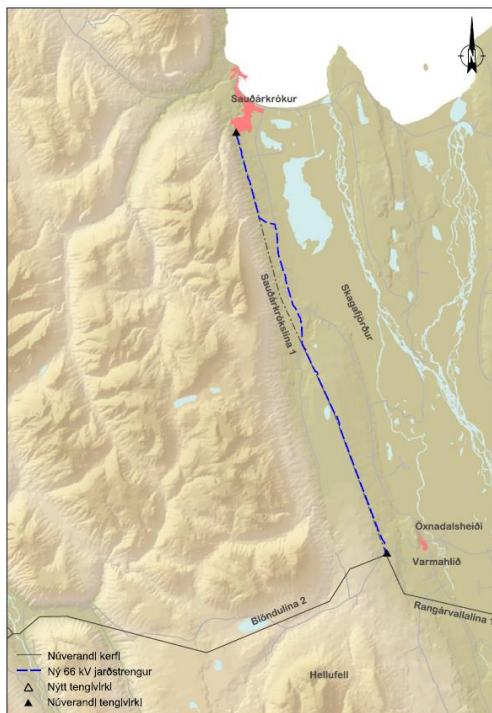
Sauðárkrókslína 1, 66 kV lína frá Varmahlíð á Sauðárkrók, er eina tenging Sauðárkróks við flutningskerfið. Línan er orðin rúmlega 40 ára gömul og því mikilvægt að styrkja þessa tengingu. Einnig hefur 132/66 kV spennirinn í Varmahlíð takmarkandi áhrif á flutning til Sauðárkróks.

**Óbreytt frá síðustu áætlun.**

Aðalhvati verkefnis	
X	Aukið öryggi
X	Aukinn flutningur
	Tenging notanda

### Valkostir

Til skoðunar er að leggja nýjan jarðstreng frá Varmahlíð að Sauðárkróki meðfram núverandi línu. Einnig kemur til greina að tengja Sauðárkrók frá Laxárvatni nýja línuleið. Ef fyrri leiðin verður valin þarf að skipta út spennu í Varmahlíð sem hefur lága flutningsgetu. Valkostagreiningu fyrir þetta verk er ekki lokið og tengist framtíðar línuleiðum og tengipunktum á svæðinu.



MYND 5-17: NÝ SAUÐÁRKRÓKSLÍNA - MÖGULEG ÚTFÆRSLA NÝS JARÐSTRENGS

#### 5.3.4 Stækkun tengivirkis Reykjanesvirkjunar

HS Orka hefur hafið undirbúning að uppsetningu nýrrar vélar 30 MW vélar og mun Landsnet í því skyni stækka núverandi tengivirki um einn rofa. Tengivirkið er hannað fyrir 220 kV en er rekið á 132 kV spennu sem er flutningsspenna kerfisins á Suðurnesjum. Hægt er að spennuhækka tengivirkið þar sem vélaspennar virkjunarinnar eru umtengjanlegir upp í 220 kV.

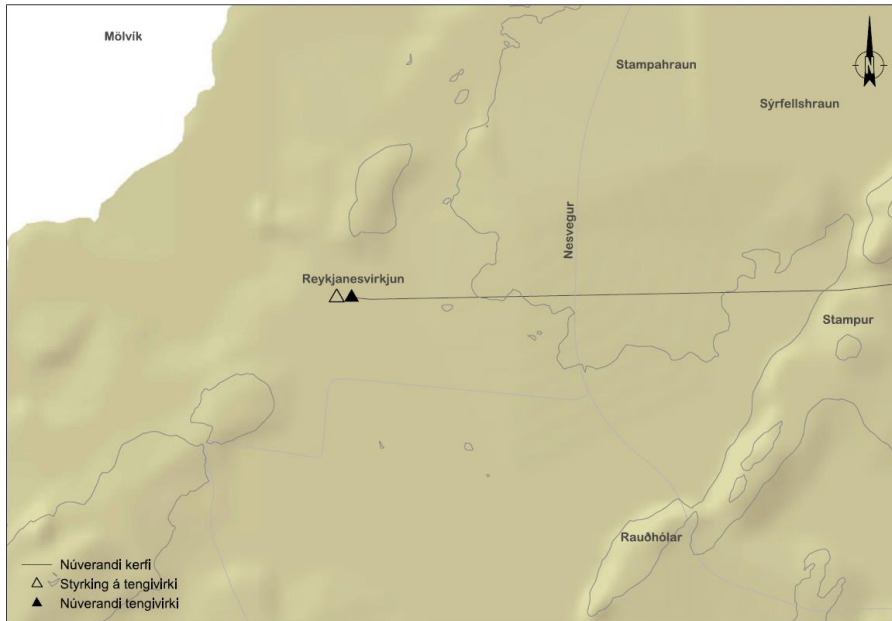
#### Nýtt frá síðustu áætlun.



Aðalhvati verkefnis	
	Aukið öryggi
	Aukinn flutningur
X	Tenging notanda

### Valkostir

Aðrir valkostir en stækkun núverandi tengivirkis voru ekki skoðaðir.



MYND 5-18 : STÆKKUN Á TENGIVIRKI VIÐ REYKJANESVIRKJUN

## 5.4 Framkvæmdir 2019

### 5.4.1 Hólasandslína 3

Landsnet hefur hafið undirbúning að byggingu nýrrar 220 kV háspennulínu, Hólasandslínu 3, frá Akureyri að Hólasandi. Flutingsgeta línunnar verður að lágmarki 550 MVA. Markmiðið með byggingu Hólasandslínu 3 er að tryggja stöðugleika raforkukerfisins á Norður- og Austurlandi gegn truflunum í orkuvinnslunni með því að tengja saman virkjanasvæði og þjóna uppbyggingu iðnaðar á Norður- og Austurlandi. Framkvæmdirnar skipta jafnframt flutningskerfi landsins í heild sinni miklu máli, þar sem um er að ræða mikilvægan hlekk í styrkingu tengsla sterkari hluta kerfisins á suðvesturhorninu við veikari hluta þess á Austurlandi.

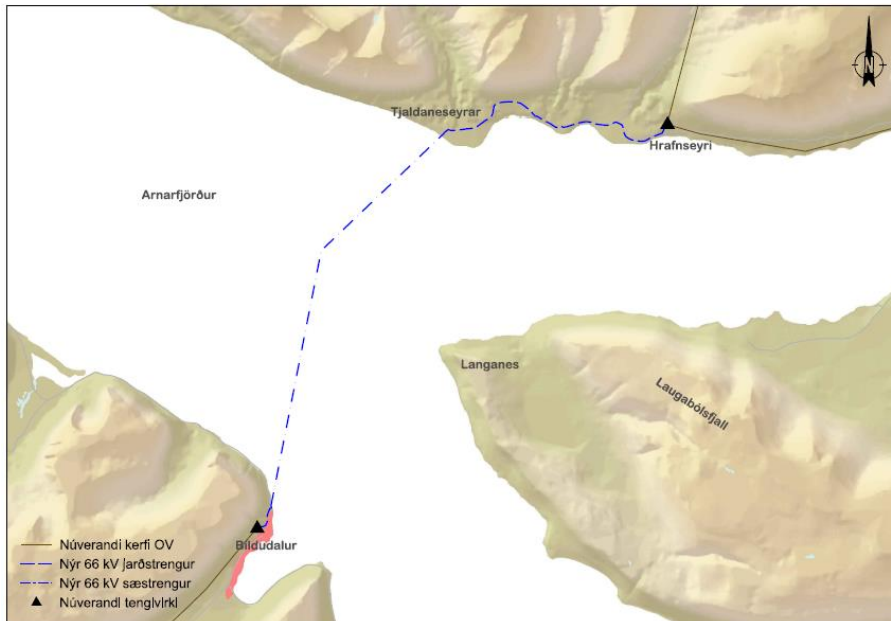
### Nýtt frá síðustu áætlun.

Aðalhvati verkefnis	
X	Aukið öryggi
X	Aukinn flutningur
	Tenging notanda

Valkostir







MYND 5-20 : MÖGULEGUR FYRSTI ÁFANGI STYRKINGAR Á SUNNANVERÐUM VESTFJÖRÐUM

### 5.4.3 Spennuhækkun Austurlandi

Til að auka flutningsgetu stendur til að spennuhækka línur í 132 kV úr 66 kV. Ávinningur af verkefninu er að möguleg innmötun á Austfjarðarkerfið eykst um rúmlega 20 MW. Skv. þingsályktunartillögu [5] að aðgerðaráætlun stjórnvalda í orkuskiptum sem lögð var fram í júní 2016 eiga raforkuinnviðir fyrir frekari rafvæðingu fiskimjölsverksmiðja að vera tilbúnir 1. janúar 2020 og fellur þetta verkefni að því markmiði.

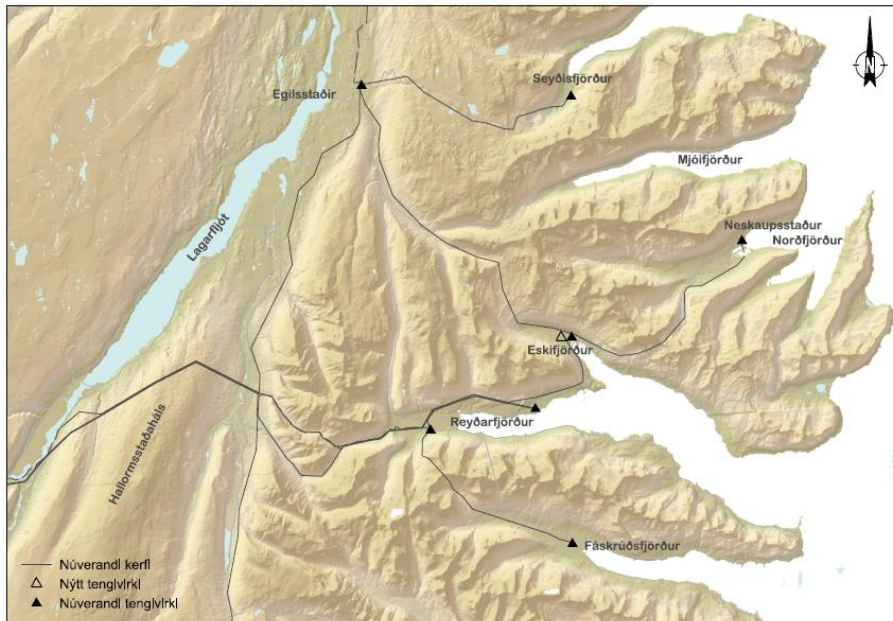
#### Nýtt frá síðustu áætlun.

Aðalhvati verkefnis	
X	Aukið öryggi
X	Aukinn flutningur
	Tenging notanda

#### Valkostir

Í kjölfar rafvæðingar fiskimjölsverksmiðja á austfjörðum hefur álag á svæðisbundna kerfið aukist mikið. Til að bregðast við þessu aukna álagi voru skoðaðar nokkrar mismunandi útfærslur til styrkinga á kerfinu. Niðurstaðan var sú að spennuhækka hringinn HRY-STU-ESK-EYV-HRY í 132 kV úr 66 kV. Fyrsti liðurinn í þeim áformum var að spennuhækka línu frá Hryggstekk og að Stuðlum í Reyðarfirði og er þetta verkefni beint framhald þess.

Verkefnið felur í sér byggingu nýs tengivirkis á Eskafirði með 132 kV rofum og spennum, uppsetningu nýs 132 kV aflrofa á Eyvindará og breytingum á tengivirki á Stuðlum. Til undirbúnings að verkefninu er nú þegar búið er að skipta út 66 kV strengendum í Stuðlalínu 2 og Eskifjarðarlínu 1 fyrir 132 kV strengi.



MYND 5-21 : HRINGTENGING Á AUSTURLANDI

#### 5.4.4 Tenging Hvammsvirkjunar

Landsvirkjun er með Hvammsvirkjun í undirbúningi sem er ein virkjana í Neðri-Þjórsá. Landsnet hyggst reisa tengivirki virkjunarinnar við Búrfellslínu 1 en hliðra þarf legu línunnar á kafla vegna stíflu og inntaksmannvirkja.

#### Nýtt frá síðustu áætlun.

Aðalhvati verkefnis	
	Aukið öryggi
	Aukinn flutningur
X	Tenging notanda

#### Valkostir

Valkostir sem hafa verið skoðaðir snúa að útfærslu tengivirkisins sjálfs. Til greina kemur að reisa 220 kV útvirki með DCB rofum, yfirbyggt 220 kV tengivirki með DCB rofum og yfirbyggt 220 kV tengivirki með gaseinangruðum rofabúnaði (GIS). Endanleg útfærsla hefur ekki verið ákveðin. Tenging inn á önnur spennustig er ekki möguleg þar sem virkjunin er of aflmikil fyrir 66 kV flutningsspennu.

#### 5.4.5 Nýtt 220 kV tengivirki á Írafossi

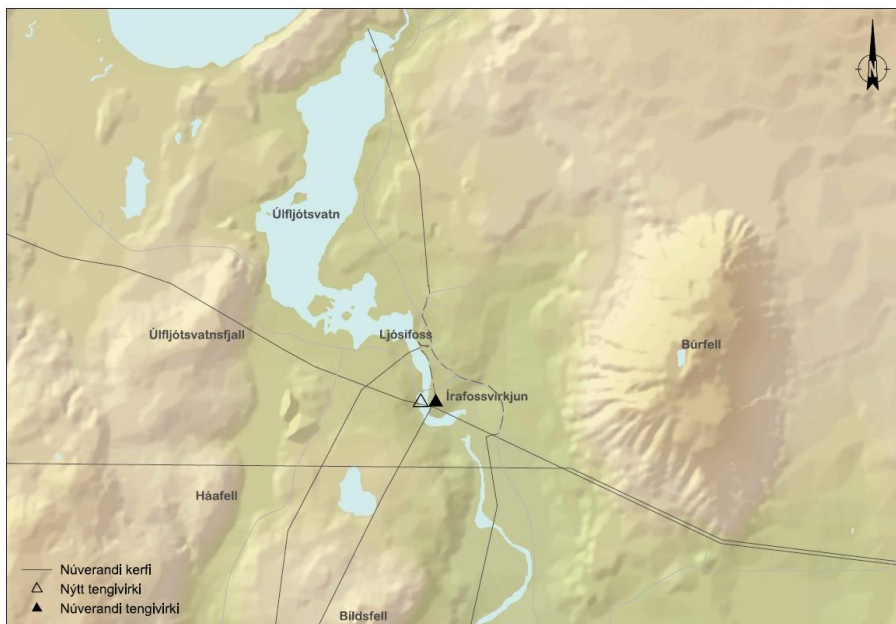
Vegagerðin hefur óskað eftir því að Sogslína 2, 132 kV loftlína frá árinu 1953, verði fjarlægð á kafla við Hveragerði vegna fyrirhugaðra vegaframkvæmda. Landsnet mun í því skyni rífa niður Sogslínu 2 frá Hveragerði til Reykjavíkur. Kerfislega er óæskilegt að línan sé fjarlægð án mótvægisáðgerða. Hagkvæmasti kosturinn til að gera niðurrif SO<sub>2</sub> mögulegt er að byggja nýtt 220 kV tengivirki á Írafossi. Til þessa hafa Búrfellslína 1 og Sogslína 3 verið reknar sem ein samfelld heild þannig að truflun á annarri þeirra tekur hina út. Þær hafa viðkomu á Írafossi þar sem tenging er við línurnar um 220/132 kV spennu. Með hinu nýja tengivirki verður línunum skipt upp þannig hvor um sig hefur sinn aflrofa á Írafossi með auknu rekstraröryggi fyrir kerfið út frá Sogsstöðvunum.

## Nýtt frá síðustu áætlun.

Aðalhvati verkefnis	
X	Aukið öryggi
	Aukinn flutningur
	Tenging notanda

### Valkostir

Ýmsir kostir voru skoðaðir vegna niðurrifs SO<sub>2</sub>. Skoðað var að geyma varaspenni bæði í og úr rekstri á Írafossi. Það að geyma varaspenni í rekstri hefði falið í sér viðbót á 220 kV aflrofa og því ekki hagkvæmt fyrir það sem yrði að teljast skammtímalausn. Þar að auki voru skoðaðir nokkrir jarðstrengskostir. Þ.á.m. var skoðað að leggja SO<sub>2</sub> í jörð frá Hveragerði í Geitháls, leggja 66 kV jarðstreng frá Ljósafossi á Flúðir og 132 kV jarðstreng frá Írafossi í Nesjavelli.



MYND 5-22 : TENGVIRKI VIÐ ÍRAFOSSVIRKJUN

## 5.5 Aðrar breytingar á framkvæmdaáætlun

### 5.5.1 Blöndulína 3

Verkefnið var fært síðar í langtíma fjárfestingaráætlun Landsnets og Hólasandslína færð fram. Blöndulína 3 er því ekki á framkvæmdaáætlun næstu þriggja ára

## 6 Niðurstaða umhverfisskýrslu

Landsnet hefur að undanförnu unnið að móttun kerfisáætlunar 2016-2025. Í kerfisáætlun Landsnets er að finna yfirlit yfir áætlaða þróun notkunar og framleiðslu raforku tengdri flutningskerfinu, auk þeirrar uppbyggingar sem ráðgerð er á flutningskerfinu til næstu 10 ára og framkvæmdaáætlun fyrir næstu 3 ár.

Umhverfisskýrslan er fylgiskjal með kerfisáætlun 2016-2025 og er unnin í samræmi við lög nr. 105/2006 um umhverfismat áætlaða. Í umhverfismati kerfisáætlunar 2016-2025 var lagt mat á umhverfisáhrif valkosta A hálendisleiðar og B byggðaleiðar.

Forsenda matsvinnu er samanburður valkosta

Grundvöllur matsvinnu vegna kerfisáætlunar er samanburður valkosta, sem er forsenda fyrir því að geta metið möguleg og líkleg umhverfisáhrif. Valkostirnir ná til mismunandi þátta s.s. legu, hvort um sé að ræða loftlínu eða jarðstreng og gerð jarðstrengs (riðstraumur eða jafnstraumur).

Umhverfisþættir sem verða fyrir mestum áhrifum

Af þeim umhverfisþáttum sem voru til umfjöllunar eru neikvæð áhrif uppbyggingar meginflutningskerfisins mest á landslag og ásýnd, lífríki og ferðaþjónustu. Sá umhverfisþáttur sem verður fyrir jákvæðum áhrifum er atvinnuuppbygging. Valkostir A.1, B.1 og B.2 án jarðstrengja hafa neikvæð áhrif á land en að öðru leyti eru áhrif á umhverfisþætti metin óveruleg neikvæð. Tafla 1 sýnir vægiseinkunnir áhrifa hvers valkosta á viðkomandi umhverfisþætti.

Valkostur A.1-DC hefur minnst umhverfisáhrif í samanburði

Það er niðurstaða umhverfismats kerfisáætlunar 2016-2025 að teknu tilliti til bæði neikvæðra og jákvæðra áhrifa að valkostur A.1-DC hafi minnst áhrif (sjá mynd) en því næst A.1-J<sub>50</sub>, B.3, B.4 og A.2 og með jarðstrengjum. Jafnframt er það metið sem svo að kostir A.2, B.2, B.1 og án jarðstrengja hafi mest áhrif.

Kerfisáætlun er að stærstum hluta í samræmi við stefnur og áætlanir

Einn liður í mati á umhverfisáhrifum er að meta samræmi við aðrar stefnur og áætlanir. Valkostir kerfisáætlunar 2016-2025 eru að mestu leyti í samræmi við aðrar stefnur og áætlanir. Mögulegt ósamræmi á einna helst við um þar sem valkostir fara um verndarsvæði, miðhálendi og víðerni.

Breytingar frá umhverfisskýrslu 2015-2024

Helsta breyting frá umhverfismati kerfisáætlunar frá fyrra ári er sú að niðurstaða í mati á áhrifum á landslag og ásýnd og ferðaþjónustu er önnur. Ástæðan er sú að fleiri jarðstrengjakostir eru til umfjöllunar í ár. Þar sem jarðstrengir sjást síður í landi en loftlínur er dregið úr áhrifum miðað við niðurstöðu í fyrra.

Önnur breyting er að lagt er mat á áhrif uppbyggingar meginflutningskerfisins á losun gróðurhúsalofttegunda en það hefur ekki verið gert áður. Jafnframt var lagt mat á aflþörf og óbein áhrif á losun gróðurhúsalofttegunda af völdum orkuskipta sem einnig er nýmæli.

Umhverfisáhrif framkvæmdaáætlunar 2017-2019

Alls eru 21 framkvæmd á framkvæmdaáætlun Landsnets 2017-2019. Þar af falla a.m.k. 10 undir 1. viðauka laga nr. 106/2000 um mat á umhverfisáhrifum. Undirbúningur þessara framkvæmda er mislangt kominn alveg frá því að vera á fyrstu stigum undirbúnings að því að álit eða ákvörðun

Skipulagsstofnunar liggur fyrir um mat á umhverfisáhrifum og málsmeðferð er lokið skv. skipulagslögum nr. 123/2010.

Helstu neikvæðu áhrif verkefna á framkvæmdaáætlun snúa að landslagi og ásýnd, lífríki og ferðaþjónustu og útivist.

## 7 Heimildaskrá

1. Raforkulög nr. 65/2003, með síðari breytingum.
2. Reglugerð nr. 1048/2004 um gæði raforku og afhendingaröryggi
3. Orkusparnefnd. 2015. *Raforkuspá 2015-2050*. OS-2015/05, ISBN 978-9979-68-377-3.
4. Lög um umhverfismat áætlana nr. 105/2006, með síðari breytingum.
5. Reglugerð um kerfisáætlun fyrir uppbyggingu flutningskerfis raforku. Nr. 870/2016 7. október 2016
6. Landsnet. 2016. *Afhendingaröryggi og gæði flutningskerfisins - Frammistöðuskýrsla 2015*.
7. Þingsályktun um stefnu stjórnvalda um lagningu raflína. Þingskjal 1355. 28. maí 2015.
8. Landsnet. 2016. *Suðurnesjalína 2 - Valkostaskýrsla – seinni hluti*.

## Viðaukar

### A. Þjóðhagslegt gildi uppbyggingar flutningskerfis Landsnets

#### 7.1 Þjóðhagslegt mat á kostnaði við flutning raforku

Skilvirkt flutningskerfi raforku hefur verulegan þjóðhagslegan ávinning í för með sér líkt og kom fram í skýrslu sem Landsnet lét vinna árið 2013 (sjá *Þjóðhagslegt gildi uppbyggingar flutningskerfis Landsnets*). Í skýrslunni var notast við raforkuspá Orkuspárnefndar um þróun orkunotkunar almenns markaðar til ársins 2040 og má þar nálgast þá aðferðarfræði sem notast er við til að meta þjóðhagslega kostnaðinn við að byggja ekki frekar upp flutningskerfið (sem kallað verður núllkerfið) sem og þá kostnaðarliði sem litið er til fyrir valkostina fyrir uppbyggingu flutningskerfisins.

Takmarkandi flutningskerfi raforku skapar bæði beinan og óbeinan kostnað fyrir notendur raforku. Hinn beini kostnaður er til dæmis fólgin í töpum í flutningskerfinu en það er kostnaður sem fellur á notendur kerfisins og var metinn í fyrrnefndri skýrslu. Óbeinn kostnaðurinn er ekki jafn áþreifanlegur og hinn beini en ekki er síður mikilvægt að meta hann þar sem notendur raforku greiða kostnaðinn með einum eða öðrum hætti að lokum. Hinn óbeina og óáþreifanlega kostnað getur í mörgum tilvikum verið vandasamt að meta vegna þess að hann liggur m.a. í tæknilegum atriðum flutningskerfisins og óþægindum og tjóni notenda. Óbeini og óáþreifanlegi kostnaðurinn getur verið umtalsverður í mörgum tilvikum og rangt er að líta framhjá honum (og þar af leiðandi gera ráð fyrir að hann sé ekki til staðar) einungis vegna þess að erfitt er að meta hann<sup>3</sup>. Hinn óbeini og óáþreifanlegi kostnaður sem metinn var í fyrrnefndri skýrslu er eftirfarandi:

1. Skert afhending raforku vegna þess að kerfið annar ekki notkuninni
2. Skerðing í framleiðslu virkjana vegna flutningstakmarkana
3. Rekstrartruflanir

Flutningstöp eru óhjákvæmileg í flutningskerfi raforku en umfang þeirra er mismunandi eftir því hvernig staðað er að uppbyggingu kerfisins. Flutningstöp eru sýnilegur þjóðhagslegur kostnaður sem krefst þess að kaupa raforku til að mæta töpunum. Miðað er við 5000 stunda nýtingartíma við útreikninga á flutningstöpum og að kostnaður raforku sé 4 kr./kWst. Reiknivextir eru 5,5%, líkt og í öðrum núvirtum kostnaðarliðum.

Flutningstakmarkanir leiða af sér að flutningskerfið nær ekki að anna raforkunotkuninni. Í meginflutningskerfinu má því segja að notendur vilji taka út meiri orku af afhendingarstöðvum en flutningskerfið nær að flytja á afhendingarstaðinn. Við slíkar aðstæður hefur kostnaðurinn við þá orku sem ekki kemst til endanlegra notenda verið metinn með því að reikna út hver kostnaðurinn hefði verið við að mæta eftirspurninni með jarðefnaeldsneyti í kötlum hitaveitna og iðnfyrirtækja. Með þeim hætti

---

<sup>3</sup> Sjá t.d. Brattle Group (2013) *The Benefits of Electric Transmission: Identifying and Analyzing the Value of Investment*



losnar flutningskerfið við að flytja raforku til þessara katla og aðrir notendur geta þá nýtt hana. Kostnaður við orkuvinnslu með kötlum er áætlaður miðað við eldsneytisverð héraendis um þessar mundir. Búist er við að kostnaður við orkuvinnsluna aukist í framtíðinni þar sem olíuverð er sögulega lágt um þessar mundir og er stuðst við spár Energy Information Agency sem gera ráð fyrir um 5% hækkun á ári fyrir þær tegundir eldsneytis sem notast þarf við. Hér hefur ekki verið litið til takmarkana í flutningi innan svæðakerfanna en sá kostnaður kæmi til viðbótar við takmarkanir í meginflutningskerfinu.

Takmarkanir í flutningi raforku geta leitt til þess að leggja verði í frekari fjárfestingar í virkjunum til að mæta eftirspurn raforku. Með skilvirkari flutningi raforku um flutningskerfið má því komast hjá frekari fjárfestingum í virkjunum sem leiðir til þjóðhagslegs sparnaðar. Hér er miðað við að fjárfestingarkostnaður sé 420 Mkr./MW og er hann með kostnaði við grunntengingu við flutningskerfið en engri styrkingu þess. Aukinn rekstrarkostnaður virkjananna samhliða auknu afli er ekki talinn með.

Flutningstakmarkanir raforku geta einnig leitt af sér frekari óhagkvæmni í nýtingu virkjana eða aukna fjárfestingu. Til dæmis getur verið að vatnsrennsli vatnsaflsvirkjana sé ekki hægt að nýta með hagkvæmasta hætti. Einnig getur verið að til þess að mæta eftirspurn verði nýjar virkjanir að koma nálægt álagspunktum í flutningskerfinu og að nálægir virkjanakostir séu lakari með tilheyrandi kostnaði fyrir notendur raforku. Að auki geta flutningstakmarkanirnar leitt af sér að nýjar virkjanir verði minni en ella til að anna eftirspurn innan sniða flutningskerfisins í stað þess að notast við stærri virkjanir og nota öflugt flutningskerfi til að koma raforkunni þar sem spurn er eftir henni. Einnig má benda á að vegna flutningstakmarkana getur verið að ekki sé hægt að nýta alla þá orku sem virkjun getur unnið þó svo að markaður sé til staðar á landinu fyrir orkuna. Takmarkanir í flutningskerfinu geta því haft áhrif á fjölmargar ákvarðanir varðandi fjárfestingu í virkjunum og nýtingu þeirra. Ítarlegt mat á fyrrnefndum þáttum hefur ekki verið gert sérstaklega og notast við fyrrnefnda forsendu um kostnað á hvert MW í þeim útreikningum sem hér fylgja á eftir.

Þegar rekstrartruflanir koma upp í flutnings- og dreifikerfum getur þurft að grípa til skerðinga á afhendingu raforku til endanlegra notenda. Skerðingarnar skapa heimilum og fyrirtækjum kostnað og óþægindi sem metin hafa verið til fjár um langt skeið héraendis. Kostnaðurinn felst m.a. í því að starfsemi flestra fyrirtækja lamast við skerðingar og heimili verða fyrir margvíslegum óþægindum og beinum kostnaði við að geta ekki notað raforku. Hér er notast við gögn Stafshóps um rekstrartruflanir sem er samstarfsvettvangur fyrirtækja sem sinna flutningi og dreifingu raforku um skráningu og upplýsingagjöf varðandi rekstrartruflanir og kostnað.

Uppbygging flutningskerfisins mun auka hagkvæmni virkjana þar sem meiri möguleikar verða á því að samnýta virkjanakostina áður. Til dæmis má búast við því að vatnsaflsvirkjanir á Suður- og Austurlandi verði samnýttar í samræmi við stöðu í vatnsbúskap þegar flutningstakmarkanir verða ekki til staðar með tilheyrandi ávinningi fyrir vinnsluáðila. Ávinninginn í formi aukinnar hagkvæmni við nýtingu virkjana er erfitt að meta nema með ítarlegum greiningum. Hér verður notast við einfalda nálgun og litið til þess umframafis (90 MW) sem er í Fljótsdalsstöð til þess að meta ávinning af uppbyggingu flutningskerfisins fyrir vinnsluáðila. Hér er um afar varfærna nálgun að ræða sem að öllum líkindum vanmetur raunverulegan ávinning.

Umframafli er í Fljótsdalsstöð vegna þeirra flutningstakmarkana sem verið hafa á Austurlandi. Í þeim valkostum sem metnir hafa verið er í öllum tilvikum um að ræða styrkingu flutningskerfisins frá Kröflu til Fljótsdals árið 2019. Í valkostum A.1 og A.2 er fyrirhugað að hálandslína verði tekin í notkun 2026 og í valkostum B1, B3 og B4 er til viðbótar um að ræða styrkingu flutningskerfisins frá Sigöldu til Fljótsdals árið 2029. Með auknum flutningum um annað hvort hálandið eða frá Fljótsdal til Sigöldu er búið að samtengja vatnsaflsvirkjanir á Suðurlandi og svo Fljótsdalsstöð og má þá nýta vatnsrennsli í vatnsaflsvirkjununum á hagkvæmari hátt en áður.

Í öllum valkostum má því gera ráð fyrir að mögulegt verði að auka raforkuflutninga frá Austurlandi og þar með nýta það umframafli sem er í Fljótsdalsstöð þegar lokið hefur verið við væntar styrkingar. Nákvæm nýting á umframafli í mismunandi valkostum er töluverðri óvissu háð og hér er nákvæmt mat á nýtingu þess ekki lagt fram. Í valkostum A.1, B.1 og B.3 má gera ráð fyrir að umframaflið verði að fullu nýtt á því tímabili sem litið er til og að umframaflið verði komið í nýtingu hraðast í valkosti A.1. Í valkostum A.2, B.2 og B.4 nægja fyrirhugaðar styrkingar ekki til að nýta umframaflið að fullu auk þess sem hægar gengur að nýta það snemma á tímabilinu samanboreið við aðra valkosti. Nýting umframafilsins mun leiða til minni fjárfestingarþarfar í nýjum virkjunum og því kemur nýting þess fram sem sparnaður í meðfylgjandi töflum.

#### 7.1.1 Mat á valkostum ef sviðsmyndin *Stöðug þróun* rætist

Flutningstöp hafa verið metin í sviðsmyndinni *Stöðug þróun*, bæði miðað við núllkerfið og valkostina. Eins og fyrr segir eru flutningstöp óhjákvæmilegur hluti flutnings raforku en umfangið er þó breytilegt eftir uppbyggingu og skilvirkni kerfisins. Í núllkerfinu hefur núvirtur kostnaður við flutningstöpin verið metinn um 650-1.050 milljónum meiri á 15 ára tímabili en í þeim valkostum sem litið er til (Tafla 4-18).

Í valkostum fyrir uppbyggingu flutningskerfisins sem metnir hafa verið þegar horft er til sviðsmyndarinnar *Stöðug þróun* er möguleg álagsaukning að lágmarki 10-30 MW í öllum afhendingarstöðum meginflutningskerfisins árið 2030, umfram þá aflþörf sem spáð er í raforkuspá fyrir árið 2030. Þar af leiðandi eru ekki takmarkanir á afhendingu raforku vegna flutningstakmarkana í meginflutningskerfinu í valkostunum fram til 2030, líkt og í núllkerfinu. Þjóðhagslegur kostnaður vegna takmarkaðrar afhendingu raforku er því ekki til staðar í valkostunum sem metnir hafa verið.

Í sviðsmyndinni *Stöðug þróun* er eftirspurn eftir raforku hin sama í núllkerfinu og í valkostunum. Nauðsynlegt afl til að mæta eftirspurninni er hins vegar breytilegt á milli sviðsmyndanna og það fer eftir eiginleikum hvers valkosti hversu mikið afl þarf að vera. Í valkostunum átta er nauðsynlegt afl um 7-12 MW minna en í núllkerfinu árið 2030. Kostnaði við fjárfestingar hefur verið dreift jafnt á umrætt tímabil og núvirði hans reiknað. Því má segja að sparnaður í formi minni fjárfestinga í virkjunum, sem nemur um 2,0-3,6 milljörðum króna, felist í valkostunum miðað við núllkerfið.

Erfitt er að meta nákvæmlega hvernig rekstrartruflanir þróast í valkostunum átta en ómögulegt er að byggja upp kerfi sem lendar aldrei í rekstrartruflunum. Allir valkostirnir auka rekstraröryggi kerfisins, samanboreið við núllkerfið. Ekki var farið út í ítarlega útreikninga á áreiðanleika kerfisins en hér er miðað við að fyrir valkostina aukist hann um 10-30%.

Tafla 7-1 sýnir í milljónum króna mat á þjóðhagslegum kostnaði fyrir valkostina átta og núllkerfið yfir 15 ára tímabil. Matið miðað við að valkostirnir verði byggðir upp í samræmi við mögulega tímalínu



valkosta (sjá viðhengi D) og samkvæmt því lækkar kostnaðurinn um 41-57% í öllum valkostunum sem skoðaðir voru:

Valkostur	Núll	A.1	A.1-DC	A.1-J <sub>50</sub>	A.2	B.1	B.2	B.3	B.4
<b>Flutningstöp</b>	14.606	13.751	13.751	13.751	13.487	13.551	13.942	13.424	13.287
<b>Flutningstakmarkanir</b>	5.718	1.982	1.982	1.982	1.983	1.982	1.982	1.982	1.982
<b>Minni fjárfesting í virkjunum</b>	0	-2.669	-2.669	-2.669	-2.965	-3.558	-2.076	-3.855	-4.448
<b>Betri nýting virkjana</b>	0	-3.924	-3.924	-3.924	-2.616	-3.644	-3.481	-3.644	-3.481
<b>Rekstrartruflanir</b>	8.832	7.066	7.066	7.066	7.949	6.183	7.949	7.066	7.066
<b>Samtals</b>	29.157	16.207	16.207	16.207	17.838	14.514	18.317	14.973	14.407
<b>Hlutfall, %</b>		55,6	55,6	55,6	61,2	49,8	62,8	51,4	49,4

TAFLA 7-1 : NÚVIRTUR ÞJÓÐHAGSLEGUR KOSTNAÐUR Í MILLJÓNUM KRÓNA - SAMANBURÐUR VALKOSTA VIÐ SVIÐSMYNDINA STÖÐUG ÞRÓUN

Heildarkostnaður við uppbyggingu valkostanna er mismunandi jafnframt því sem veigamiklar framkvæmdir í valkostunum, sem koma fram á mismunandi tímapiptum, hafa áhrif á núvirði heildarkostnaðar. Tafla 7-2 hér fyrir neðan sýnir núvirði heildarkostnaðar allra áætlaðra framkvæmda í valkostunum:

Valkostur	A.1	A.1-DC	A.1-J <sub>50</sub>	A.2	B.1	B.2	B.3	B.4
<b>Núvirtur kostnaður uppbyggingar valkosta</b>	32.889	47.155	36.143	31.285	45.512	31.239	44.747	43.124
<b>Áætlaður árlegur núvirtur ávinningur valkosta m.v. núllkost</b>	1.264	1.264	1.264	1.145	1.366	1.097	1.351	1.312
<b>Endurgreiðslutími í árum m.v. upphaf árið 2016</b>	30 ár	41 ár	32 ár	31 ár	37 ár	33 ár	37 ár	36 ár

TAFLA 7-2 : ÁVINNINGUR OG ENDURGREIÐSLUTÍMI VALKOSTA EF SVIÐSMYNDIN STÖÐUG ÞRÓUN GENGUR EFTIR

Ef litið er til þess ávinnings sem hlýst af valkostunum fyrir tímabilið 2016-2030 (Tafla 7-1), í samanburði við núllkostinn, er ljóst að hann er minni en núvirði framkvæmdarkostnaðurinn sem fram kemur í Tafla 7-1. Hér ber að hafa í huga að skv. valkostunum eru veigamiklar framkvæmdir fyrirhugaðar á tímabilinu 2025-2029. Þær munu skapa verulegan þjóðhagslegan ávinning á líftíma sínum sem kemur þó að litlu leyti fram í Tafla 7-2. Þar er einungis horft fram til ársins 2030 en líftími þeirra flutningsvirkja sem fyrirhugað er að byggja er að lágmarki 50 ár.

Þjóðhagslegur kostnaður hefur ekki verið metinn ítarlega eftir árið 2030 af núllkerfinu og valkostunum. Lítið hefur verið til þess þjóðhagslega kostnaðar sem fram kemur í núllkostinum árið 2030 og hann

borinn saman við þjóðhagslegan kostnað vegna valkostanna fyrir sama árabíl. Í framhaldinu er gert ráð fyrir að ávinningur valkostanna, þ.e. mismunur kostnaðar í núllkostinum og valkostunum, verði hinn sami á árunum þar á eftir. Að öllum líkindum er hér um varfærið mat að ræða á ávinningi. Gera má ráð fyrir að flutningstakmarkanir eigi eftir að aukast í núllkostinum eftir árið 2030, með tilheyrandi þjóðhagslegum kostnaði, auk þess sem gera má ráð fyrir að olíuverð hækki á tímabilinu. Enn fremur er miðað við að ekki verði flutningstakmarkanir til staðar eftir 2030 í valkostunum, líkt og á því tímabili sem ítarlega hefur verið metið og Tafla 7-2 sýnir.

Endurgreiðslutími valkostanna hefur verið metinn með því að líta annars vegar til hins ítarlega mats fyrir tímabilið 2016-2030 og hins vegar fyrrnefndra forsenda um ávinning valkostanna á árunum þar á eftir. Þar sem um varfærið mat er að ræða er endurgreiðslutími sem fram kemur líklega of hár. Endurgreiðslutími valkostanna í sviðsmyndinni *Stöðug þróun* um 30 til 41 ár þar sem miðað er við að grunnárið sé 2016 (Tafla 7-2). Það þýðir að ávinningur af allri uppbyggingu valkostanna, líka þeirri uppbyggingu sem fyrirhuguð er á árunum 2025-2029, verði orðinn meiri en framkvæmdakostnaðurinn á árunum 2044-2058.

#### 7.1.2 Mat á valkostum ef sviðsmyndin *Aukin eftirspurn* rætist

Sviðsmyndin *Aukin eftirspurn* gerir bæði ráð fyrir auknu álagi og að sama skapi aukinni raforkuvinnslu. Metið var hvernig flutningskerfið myndi sinna hlutverki sínu í óbreyttu kerfi (núllkerfinu) og sömu valkostum og áður.

Í sviðsmyndinni *Aukin eftirspurn* hefur þjóðhagslegur kostnaður verið reiknaður í samræmi við breyttar forsendur um raforkuvinnslu og –notkun en að öðru leyti er notuð sama aðferðarfræði og sömu forsendur og áður. Álagið, sem og raforkuvinnslan, er meiri en lýst er í sviðsmyndinni *Stöðug þróun*. Aukningin byggir á forsendum um staðsetningu virkjana og aukna raforkunotkun. Í sumum tilfellum eru virkjanir og raforkunotkun, sem gert er ráð fyrir, innan þeirra sniða þar sem þurft hefur að skerða raforkuflutning í sviðsmyndinni *Stöðug þróun*.

Tafla 7-3 sýnir niðurstöður matsins á þjóðhagslegum kostnaði fyrir sviðsmyndina *Aukin eftirspurn*:

Valkostur	Núll	A.1	A.1-DC	A.1-J <sub>50</sub>	A.2	B.1	B.2	B.3	B.4
<b>Flutningstöp</b>	16.261	15.133	15.133	15.133	15.124	14.824	15.370	14.660	14.415
<b>Flutningstakmarkanir</b>	4.927	2.478	2.478	2.478	2.459	2.478	2.478	2.478	2.478
<b>Minni fjárfesting í virkjunum</b>		-3.558	-3.558	-3.558	-3.855	-4.744	-2.965	-5.337	-6.227
<b>Betri nýting virkjana</b>		-3.924	-3.924	-3.924	-2.616	-3.644	-3.481	-3.644	-3.481
<b>Rekstrartruflanir</b>	9.302	7.441	7.441	7.441	8.372	6.511	8.372	7.441	7.441
<b>Samtals</b>	30.490	17.571	17.571	17.571	19.485	15.425	19.773	15.599	14.627
<b>Hlutfall, %</b>		57,6	57,6	57,6	63,9	50,6	64,9	51,2	48,0

TAFLA 7-3 : NÚVIRTUR ÞJÓÐHAGSLEGUR KOSTNAÐUR Í MILLJÓNUM KRÓNA – SAMANBURÐUR VALKOSTA VIÐ SVIÐSMYNDINA *AUKIN EFTIRSPURN*

Niðurstöður matsins benda til að kostnaðurinn verði um 48-65% af því sem er í núllkerfinu.

Tafla 7-4 sýnir áætlaðan árlegan ávinning valkostanna og endurgreiðslutíma fyrir *Aukna eftirspurn*. Þar sem hinn áætlaði árlegi núvirtur ávinningur valkostanna er meiri en í *Stöðugri þróun* verður endurgreiðslutími valkostanna styttri.

Valkostur	A.1	A.1-DC	A.1-J <sub>50</sub>	A.2	B.1	B.2	B.3	B.4
Núvirtur kostnaður uppbyggingar valkosta	32.889	47.155	36.143	31.285	45.512	31.239	44.747	43.124
Áætlaður árlegur núvirtur ávinningur valkosta m.v. núllkost	2.115	2.115	2.115	1.963	2.247	1.937	2.243	2.229
Endurgreiðslutími í árum m.v. upphaf árið 2016	23 ár	30 ár	25 ár	24 ár	28 ár	25 ár	27 ár	26 ár

TAFLA 7-4 : ÁVINNINGUR OG ENDURGREIÐSLUTÍMI VALKOSTA EF SVIÐSMYNDIN *AUKIN EFTIRSPURN* GENGUR EFTIR

Við mat á áætluðum ávinningi og endurgreiðslutíma valkosta er gert ráð fyrir að allar 220 kV línur séu loftlínur. Ástæðan er sú að ekki er gerlegt á þessu stigi að fastsetja hlutfall jarðstrengja í valkostunum, samanber það sem fram kom í kafla 4.2. Þess í stað er framkvæmd næmnigreining þar sem metin eru áhrif mismunandi magns strengja á bæði framkvæmdakostnað og endurgreiðslutíma.

### 7.1.3 Mat á valkostum ef sviðsmyndin *Rafvætt samfélag* rætist

Líkt og fyrir sviðsmyndina *Aukin eftirspurn* hefur með sömu aðferðum verið lagt mat á kostnaðinn fyrir sviðsmyndina *Rafvætt samfélag* og þær forsendur sem lagðar voru til grundvallar fyrir sviðsmyndina.

Tafla 7-5 sýnir niðurstöður matsins:

Valkostur	Núll	A.1	A.1-DC	A.1-J <sub>50</sub>	A.2	B.1	B.2	B.3	B.4
Flutningstöp	18.998	16.788	16.788	16.788	16.761	15.870	16.152	15.761	15.433
Yfirlestun flutningsvirkja	23.815	2.509	2.509	2.509	3.038	2.509	2.509	2.509	2.509
Minni fjárfesting í virkjunum		-5.930	-5.930	-5.930	-6.227	-8.895	-8.006	-9.488	-10.674
Betri nýting virkjana		-3.924	-3.924	-3.924	-2.616	-3.644	-3.481	-3.644	-3.481
Rekstrartruflanir	9.846	7.877	7.877	7.877	8.861	6.892	8.861	7.877	7.877
Samtals	52.659	17.320	17.320	17.320	19.818	12.732	16.036	13.014	11.664
Hlutfall, %		32,9	32,9	32,9	37,6	24,2	30,5	24,7	22,2

TAFLA 7-5 : NÚVIRTUR ÞJÓÐHAGSLEGUR KOSTNAÐUR Í MILLJÓNUM KRÓNA - SAMANBURÐUR VALKOSTA VIÐ SVIÐSMYNDINA *RAFVÆTT SAMFÉLAG*

Niðurstöður matsins benda til að umtalsverður kostnaður felist í núllkerfinu, samanborið við valkostina. Með uppbyggingu þeirra gæti þjóðhagslegi kostnaðurinn orðið um 65-80% lægri.

Tafla 7-6 sýnir áætlaðan árlegan ávinning valkostanna m.v. núllkostinn og endurgreiðslutíma í árum fyrir *Rafvætt samfélag*. Þar sem hinn áætlaði árlegi núvirtu ávinningur valkostanna er meiri en í sviðsmyndunum *Stöðug þróun* og *Aukin eftirspurn* verður endurgreiðslutími valkostanna styttri.

Valkostur	A.1	A.1-DC	A.1-J <sub>50</sub>	A.2	B.1	B.2	B.3	B.4
<b>Núvirtur kostnaður uppbyggingar valkosta</b>	32.889	47.155	36.143	31.285	45.512	31.239	44.747	43.124
<b>Áætlaður árlegur núvirtur ávinningur valkosta m.v. núllkost</b>	4.828	4.828	4.828	4.673	5.108	4.856	5.094	5.102
<b>Endurgreiðslutími í árum m.v. upphaf árið 2016</b>	13 ár	16 ár	14 ár	14 ár	15 ár	13 ár	15 ár	14 ár

Tafla 7-6 : Ávinningur og endurgreiðslutími valkosta ef sviðsmyndin *Rafvætt samfélag* gengur eftir

#### 7.1.4 Samantekt

Niðurstöður matsins á þeim þjóðhagslega kostnaði sem litið er til hér benda til þess að um 11- 16 milljarða króna ávinningur felist í uppbyggingu valkostanna fyrir báðar sviðsmyndirnar *Stöðuga þróun* og *Aukna eftirspurn* miðað við núllkostina á tímabilinu 2016-2030. Ef litið er til sviðsmyndarinnar *Rafvætt samfélag* er ávinningurinn mun meiri eða um 35 -41 milljarður króna. Eins og áður hefur verið nefnt er hér um neðri mörk að ræða á hinum þjóðhagslega kostnaði að ræða þar sem allir kostnaðarliðir eru ekki meðtaldir.

Álag og vinnsla er um 13% meiri í *Aukinni eftirspurn* samanborið við *Stöðuga þróun*. Hinn þjóðhagslegi kostnaður í núllkostinum er hins vegar litlu meiri í *Aukinni eftirspurn*. Niðurstöður fyrir sviðsmyndirnar *Stöðug þróun* og *Aukin eftirspurn* sýna að flutningstakmarkanir um snið meginflutningskerfisins valda um 5-6 milljarða króna þjóðhagslegum kostnaði vegna þess að ekki er hægt að mæta væntri álagsaukningu. Kostnaðurinn er lægri í sviðsmyndinni *Aukin eftirspurn* vegna þess að meiri uppbygging virkjana á sér stað í þeirri sviðsmynd innan þeirra sniða sem takmarka hefur þurft flutning um. Hafa ber hins vegar í huga að sá litli kostnaðarauki sem fram kemur byggir að verulegu leyti á því hvar álag og vinnsla er staðsett í kerfinu hvað varðar takmarkandi snið og ekki er víst að hagkvæmustu staðir til bæði raforkunotkunar og raforkuvinnslu séu endilega innan sama sniðs.

Fjárfestingarnar sem nauðsynlegar eru til að byggja flutningskerfið upp skv. valkostunum hafa líftíma um 50 ár (afskriftartími loftlína hjá Landsnet). Hinn þjóðhagslegi kostnaður sem metinn hefur verið hér spannar einungis 15 ár og því töluvert styttri tíma en líftími fjárfestinganna. Til þess að kanna endurgreiðslutíma valkostanna hefur verið notast við einfalda forsendu um ávinning valkostanna m.v. núllkostinn og er ávinningurinn að öllum líkindum varfærið mat. Endurgreiðslutími valkostanna er um 30-41 ár í sviðsmyndinni *Stöðug þróun* og um 23-30 ár í *Aukinni eftirspurn*. Þar sem ávinningurinn er varfærnislega metinn er endurgreiðslutíminn líklega of hár. Í *Rafvæddu samfélagi* er endurgreiðslutíminn enn styttri, eða um 13-16 ár.

## B. Næmnigreining á breytingum í endurgreiðslutíma vegna jarðstrengja

Framkvæmd hefur verið næmnigreining á núvirtum framkvæmdakostnaði og endurgreiðslutíma hvers valkosta ef lagðir verði 10-50 km af jarðstrengjum í sviðsmyndunum þremur. Miðað er við að aukalegur kostnaður við hverja 10 km af jarðstrengjum sé 700 milljónir króna en að öðru leyti er gert ráð fyrir fyrri útreikningum á skilvirkni og eiginleikum valkostanna í sviðsmyndunum þremur. Kostnaði við hverja 10 km af jarðstrengjum er skipt jafnt á fjölda þeirra framkvæmda sem ráðast þarf í til að valkosturinn verði að fullu uppbyggður. Gert er ráð fyrir því að kostnaður vegna jarðstrengja falli til á þriðja ári hvernar framkvæmdar ef framkvæmdakostnaður fyrsta framkvæmdaársins er hlutfallslega lítill en á öðru ári annars.

Í töflu 7 má sjá hvernig núvirtur framkvæmdakostnaður breytist með lengd jarðstrengja:

TAFLA 7-7 NÚVIRTUR FRAMKVÆMDAKOSTNAÐUR MIÐAÐ VIÐ MISMUNANDI LENGÐ JARÐSTRENGJA

Valkostur	A1 Mkr.	A1DC Mkr.	A.1-J <sub>50</sub>	A2 Mkr.	B1 Mkr.	B2 Mkr.	B3 Mkr.	B4 Mkr.
Óbreyttur	32.889	47.155	36.143	31.285	45.512	31.239	44.747	43.142
10 km jarðstrengir	33.434	47.700	36.688	31.824	46.031	31.783	45.265	43.661
20 km jarðstrengir	33.978	48.244	37.232	32.363	46.549	32.328	45.784	44.179
30 km jarðstrengir	34.523	48.789	37.777	32.903	47.068	32.872	46.302	44.698
40 km jarðstrengir	35.067	49.333	38.321	33.442	47.586	33.417	46.821	45.216
50 km jarðstrengir	35.612	49.878	38.866	33.982	48.105	33.961	47.339	45.735

Hinn árlegi ávinningur hvers árs hefur verið metinn og kemur fram í töflum 2, 4 og 6 fyrir allar þrjár sviðsmyndir. Í töflum 8-10 kemur fram endurgreiðslutími valkostanna í sviðsmyndunum þremur ef miðað er við sama árlega ávinning og áður en þann núvirta framkvæmdakostnað sem fram kemur í töflu 7:

TAFLA 7-8 ENDURGREIÐSLUTÍMI VALKOSTA Í STÖÐUG ÞRÓUN MIÐAÐ VIÐ MISMUNANDI LENGÐ JARÐSTRENGJA

Valkostur	A1 ár	A1-DC ár	A.1-J <sub>50</sub>	A2 ár	B1 ár	B2 ár.	B3 ár	B4 ár
Óbreyttur	28	39	32	31	37	33	37	36
10 km jarðstrengir	29	40	33	32	37	33	37	36
20 km jarðstrengir	29	40	33	32	37	34	37	36
30 km jarðstrengir	29	41	34	33	38	34	38	37
40 km jarðstrengir	30	41	34	33	38	35	38	37
50 km jarðstrengir	30	42	34	34	39	35	39	38

TAFLA 7-9 ENDURGREIÐSLUTÍMI VALKOSTA Í *AUKIN EFTIRSPURN* MIÐAÐ VIÐ MISMUNANDI LENGD  
JARÐSTRENGJA

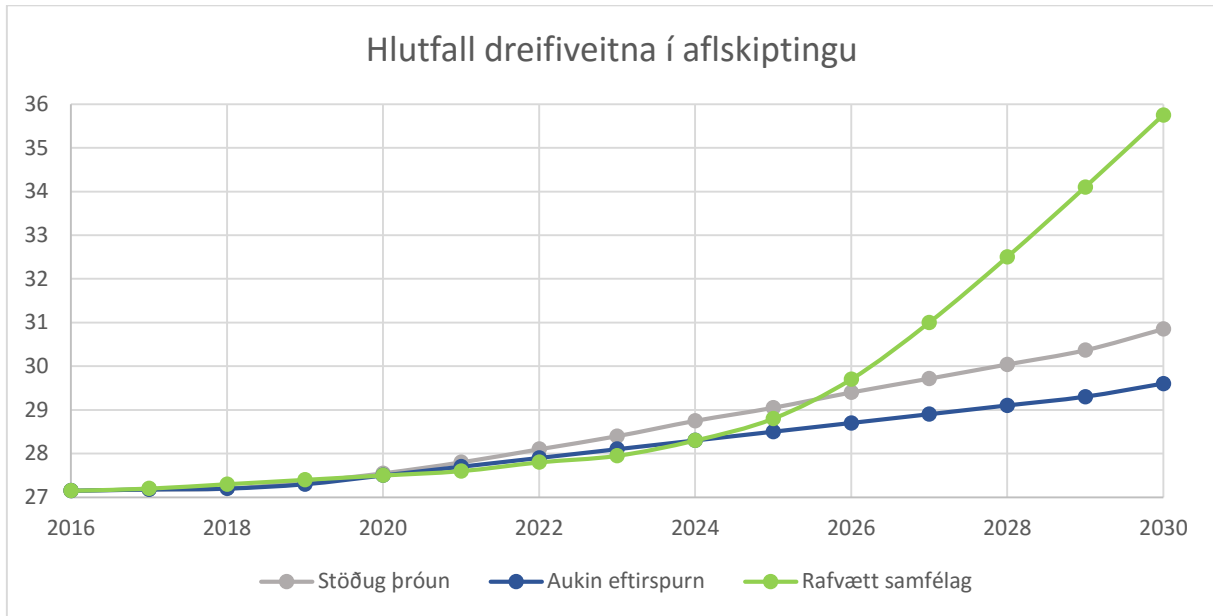
Valkostur	A1 ár	A1-DC ár	A.1-J <sub>50</sub>	A2 ár	B1 ár	B2 ár.	B3 ár	B4 ár
Óbreyttur	22	29	25	24	28	25	27	26
10 km jarðstrengir	23	29	25	25	28	25	28	26
20 km jarðstrengir	23	30	25	25	28	25	28	27
30 km jarðstrengir	23	30	26	25	28	25	28	27
40 km jarðstrengir	23	30	26	25	28	26	28	27
50 km jarðstrengir	24	30	26	26	29	26	28	27

TAFLA 7-10 ENDURGREIÐSLUTÍMI VALKOSTA Í *RAFVÆTT SAMFÉLAG* MIÐAÐ VIÐ MISMUNANDI LENGD  
JARÐSTRENGJA

Valkostur	A1 ár	A1DC ár	A.1-J <sub>50</sub>	A2 ár	B1 ár	B2 ár.	B3 ár	B4 ár
Óbreyttur	13	16	14	14	15	13	15	14
10 km jarðstrengir	13	16	14	14	15	13	15	15
20 km jarðstrengir	13	16	14	14	15	13	15	15
30 km jarðstrengir	13	16	14	14	15	13	15	15
40 km jarðstrengir	13	16	15	14	15	13	15	15
50 km jarðstrengir	14	16	15	14	16	13	15	15

## C. Aflskiptinga dreifiveitna og stórnotenda

Mynd 7-1 sýnir hvert hlutfall dreifiveitna í aflskiptingu verður fram til ársins 2030 ef sviðsmyndir ganga eftir. Hlutfallsleg aflskipting ræðst af nýtingu flutningskerfisins á milli þessara tveggja notendahópa. Hún hefur áhrif á eignastofn tekjumarka og þar með gjaldskrá.

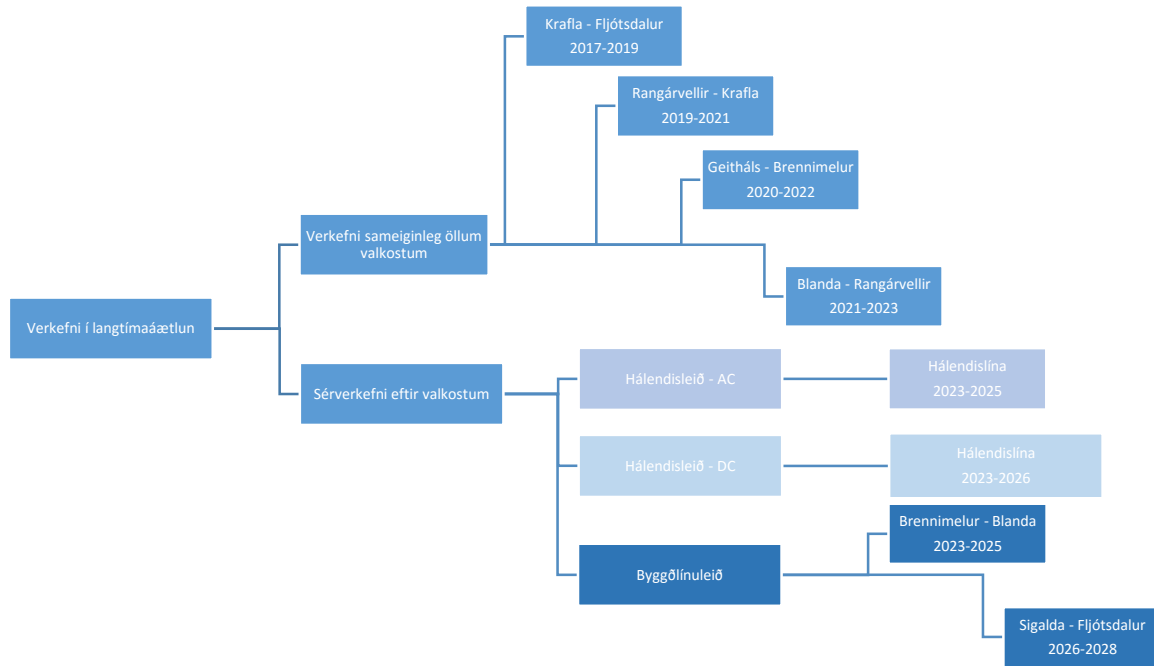


**MYND 7-1 : HLUTFALL DREIFIVEITNA Í AFLSKIPTINGU**

Hlutfall dreifiveitna var 27,14% í lok ársins 2015 og fer hækkandi fyrir allar sviðsmyndir fram til ársins 2030. Mesta hækkun hlutfallsins fylgir sviðsmyndinni *Rafvætt samfélag* og orsakast það af þeirri álagsaukningu til dreifiveitna sem fylgir rafvæðingu samfélagsins.

## D. Möguleg tímalína uppbyggingar í langtímaáætlun

Til að hægt sé að meta þjóðhagslega hagkvæmni þess að byggja upp flutningskerfi raforku og eins til að meta áætluð áhrif mismunandi valkosta á gjaldskrá er nauðsynlegt að þekkja áætlaðan tíma þeirra fjárfestinga sem tilheyra valkostunum. Vegna langs tímabils og margra óvissuþátta er ekki mögulegt að leggja fram nákvæma tímaáætlun fyrir valkosti og er því útbúin möguleg tímalína sem notuð er við útreikningana (sjá Mynd 7-2)



**MYND 7-2 : MÖGULEG TÍMALÍNA FYRIR FRAMLAGÐA VALKOSTI**

MYND 7-2 sýnir mögulega tímalínu fyrir þá valkosti sem lagðir eru fram og er eingöngu miðað við framkvæmdatíma. Hægt er að skipta tímalínunni í tvennt. Annar hluti hennar sýnir þau verkefni sem eru sameiginleg öllum valkostum, alls fjórar línuleiðir. Hinn hluti hennar sýnir hins vegar þrjár mögulegar útfærslur af leiðum. Þær línur sem eru sameiginlegar öllum valkostum hafa framkvæmdatíma sem spannar frá árinu 2017 og til ársins 2023. Framkvæmdatími annarra lína er hins vegar háður því hvað valkostur verður endanlega fyrir valinu. Skemmstan tíma tekur að leggja riðstraumslínu (loftlína og jarðstrengur) yfir hálendið og gæti slíkt verkefni klárast á árinu 2025. Sé hins vegar ákveðið að leggja jafstraumsstreng yfir hálendið myndi slíkt verkefni geta klárast á árinu 2026. Sé byggðalínuleiðin hins vegar valinn gæti hún klárast árið 2025 með lagningu línu á milli Brennimeris og Blöndu ef valkostur B.2 yrði fyrir valinu. Ef B.1 er valinn gæti hringnum hins vegar verið lokað með byggingu línu á milli Sigöldu og Fljótsdals árið 2028.



## E. Skammhlaupsafl í flutningskerfinu

Tengivirki	Spennustig [kV]	Skammhlaupsafl við mesta álag 2015 [MVA]	Minnsta skammhlaupsafl við minnsta álag 2015 [MVA]
Aðveitustöð ALCAN	220	2996	2620
Alcan Skáli 1-2	21	1147	1085
Alcan Skáli 3	21	1013	965
Andakílsvirkjun	66	476	197
Aðveitustöð Becromal	132	519	291
	11	406	261
Aðveitustöð Fjarðarás	220	1991	1767
	132	1310	1253
	69	922	865
Aðveitustöð Járblendis	220	2220	1563
Aðveitustöð Norðurás	220	2320	1612
Akranes	66	373	197
Blanda	132	1044	875
	11	93	92
Bolungarvík	66	95	39
Breiðadalur	66	108	40
Brennimelur	220	2417	1655
	132	1024	908
	66	356	193
	11	184	183
Búðarháls	220	2649	1753
Búrfell	220	4059	3387
	66	587	443
	11	252	251
Dalvík	66	140	129
Eskifjörður	66	349	212
Eyvindará	132	666	229
	66	438	252
Fáskrúðsfjörður	66	268	120
Fitjar	132	1435	657
Fljótsdalur	220	3302	2553
Flúðir	66	330	97
Geitháls	220	3858	3060
	132	2538	2201
Geiradalur	132	329	33
Tengivirki	Spennustig [kV]	Skammhlaupsafl við mesta álag 2015 [MVA]	Minnsta skammhlaupsafl við minnsta álag 2015 [MVA]
Glerárskógar	132	476	33

Grundarfjörður	66	69	56
Hamranes	220	3240	3060
	132	2230	1837
Hella	66	352	94
Hnoðraholt	132	2341	1321
Hólar	132	565	224
Hrauneyjar	220	3832	2644
Hrútatunga	132	535	304
Hryggstekkur	132	1048	251
Húsavík	33	39	37
Hveragerði	66	320	144
Hvolsvöllur	66	313	117
Höfn	132	532	222
	11	191	136
Írafoss	132	1322	1131
Ísafjörður	66	96	28
Keldeyri	66	118	38
Kolviðarhóll	220	3635	1598
Korpa	132	2205	1872
Kópasker	66	82	58
Krafla	132	687	427
	11	90	88
Lagarfoss	66	331	219
Laxá	66	241	106
	11	32	29
Laxárvatn	132	761	207
	33	79	62
Lindarbrekka	66	129	79
Ljósifoss	66	601	459
	11	285	102
Mjólká	132	231	37
	66	138	35
	33	67	25
Nesjavellir	132	2155	1458
Neskaupsstaður	66	216	162
Ólafsvík	66	79	62
Prestbakki	132	562	225
	19	151	110
Rangárvellir	132	525	291
	66	271	243
	11	200	108

Tengivirki	Spennustig [kV]	Skammhlaupsafi við mesta álag 2015 [MVA]	Minnsta skammhlaupsafi við minnsta álag 2015 [MVA]
Rauðavatn	132	2438	1792
Reykjanes	132	1224	697
Rimakot	66	196	99
	33	100	73
Sauðárkrókur	66	108	75
Selfoss	66	396	142
Seyðisfjörður	66	251	173
Sigalda	220	3724	2411
Silfurstjarna	66	101	68
Steingrímsstöð	66	477	407
Stuðlar	132	939	126
	66	417	143
Sultartangi	220	4276	2967
Svartsengi	132	1278	672
Tálknafjörður	66	101	38
Teigarhorn	132	648	183
	33	204	114
Varmahlíð	132	723	188
	66	136	90
	11	67	54
Vatnsfell	220	3203	2178
Vatnshamrar	132	851	241
	66	473	202
Vegamót	66	126	90
Vestmannaeyjar	33	88	68
Vogaskeið	66	92	71
Vopnafjörður	66	122	81
Þeistareykir	66	120	76
Þorlákshöfn	66	201	112
Öldugata Hafnafirði	132	2211	1692

## F. Eignir Landsnets

## F.1 Háspennulínur flutningskerfisins í árslok 2015

Nafnspenna [kV]	Heiti háspennulínu	KKS nr.	Tekið í notkun	Tengivirki	Lengd [km]	Par af strengur
220	Brennimelslína 1	BR1	1977	Geitháls - Brennimelur	58,6	
	Búðarháslína 1	BH1	2014	Búðarháls - HR1 (Langalda)	5,6	
	Búrfellslína 1	BU1	1969	Búrfell - Írafoss	60,8	
	Búrfellslína 2	BU2	1973	Búrfell - Kolviðarhóll	86	
	Búrfellslína 3 (byggð að hluta fyrir 400 kV)	BU3	1992/1998	Búrfell - Hamranes	119	
	Fljótsdalslína 3 (byggð fyrir 400 kV)	FL3	2007	Fljótsdalur - Reyðarfjörður	49	
	Fljótsdalslína 4 (byggð fyrir 400 kV)	FL4	2007	Fljótsdalur - Reyðarfjörður	53	
	Hamraneslína 1	HN1	1969	Geitháls - Hamranes	15,1	
	Hamraneslína 2	HN2	1969	Geitháls - Hamranes	15,1	
	Hrauneyjafosslína 1	HR1	1982	Hrauneyjafoss - Sultartangi	19,5	
	Ísallína 1	IS1	1969	Hamranes - Ísal	2,4	
	Ísallína 2	IS2	1969	Hamranes - Ísal	2,4	
	Járnblendilína 1	JA1	1978	Brennimelur - Járblendiv.	4,5	
	Kolviðarhóslína 1	KH1	1973	Kolviðarhóll - Geitháls	17,3	
	Norðuráslína 1	NA1	1998	Brennimelur - Norðurál	4,2	
	Norðuráslína 2	NA2	1998	Brennimelur - Norðurál	4	
	Sigöldulína 2	SI2	1982	Sigalda - Hrauneyjafoss	8,6	
	Sigöldulína 3	SI3	1975	Sigalda - Búrfell	36,8	
	Sogslína 3	SO3	1969	Írafoss - Geitháls	35,8	
	Sultartangalína 1	SU1	1982	Sultartangi - Brennimelur	121,6	
	Sultartangalína 2	SU2	1999	Sultartangi - Búrfell	12,5	
	Sultartangalína 3 (byggð fyrir 400 kV)	SU3	2006	Sultartangi - Brennimelur	119	
	Vatnsfellslína 1	VF1	2001	Vatnsfell - Sigalda	5,8	
<b>Samtals 220 kV</b>					<b>856,6</b>	<b>0</b>
132	Blöndulína 1	BL1	1977/1991	Blanda - Laxárvatn	32,7	
	Blöndulína 2	BL2	1977/1991	Blanda - Varmahlíð	32,4	
	Eyvindarárlína 1	EY1	1977	Hryggstekkur - Eyvindará	27,5	
	Fitjalína 1	MF1	1991	Rauðimelur - Fitjar	6,8	
	Fitjalína 2	FI2	2016	Fitjar – Stakkur	8,5	8,5
	Fljótsdalslína 2	FL2	1978	Fljótsdalur - Hryggstekkur	25	7
	Geiradalslína 1	GE1	1980	Glerárskógar - Geiradalur	46,7	
	Glerárskógalína 1	GL1	1983	Hrútatunga - Glerárskógar	33,5	
	Hafnarfjörður 1	HF1	1989	Hamranes - Óldugata	4	4
	Hafnarlína 1	HA1	1987/2014	Hólar - Höfn	7	1,5
	Hnoðraholtslína 1	AD7	1990	Hamranes - Hnoðraholt	9,7	2
	Hólalína 1	HO1	1981	Teigarhorn - Hólar	75,1	

Nafnspenna [kV]	Heiti háspennulínu	KKS nr.	Tekið í notkun	Tengivirki	Lengd [km]	Þar af strengur
132	Hrútatungulína 1	HT1	1976	Vatnshamrar - Hrútatunga	77,1	
	Korpuvína 1	KO1	1974	Geitháls - Korpa	6	0,3
	Kröflulína 1	KR1	1977	Krafla-Rangárvellir	82,1	
	Kröflulína 2	KR2	1978	Krafla - Fljótsdalur	123,2	
	Laxárvatnslína 1	LV1	1976	Hrútatunga - Laxárvatn	72,7	
	Mjólklína 1	MJ1	1981	Geiradalur - Mjólká	80,8	
	Nesjavallalína 1	NE1	1998	Nesjavellir - Korpa	32	16
	Nesjavallalína 2	NE2	2010	Nesjavellir - Geitháls	24,6	24,6
	Prestbakkalína 1	PB1	1984	Hólar- Prestbakki	171,4	
	Rangárvallalína 1	RA1	1974	Rangárvellir - Varmahlíð	87,5	
	Rangárvallalína 2	RA2	2009	Rangárvellir – Krossanes	4,5	4,5
	Rauðamelslína 1	RM1	2006	Reykjanes - Rauðimelur	15	
	Rauðavatnslína 1	RV1	1953	Geitháls - A12	3	1
	Sigöldulína 4	SI4	1984	Sigalda - Prestbakki	78,1	
	Sogslína 2	SO2	1953	Írafoss - Geitháls	44,4	
	Stuðlalína 1	SR1	2005	Hryggstekkur - Stuðlar	16	16
	Suðurnesjalína 1	SN1	1991	Hamranes - Fitjar	30,7	
	Svartsengslína 1	SM1	1991	Svartsengi - Rauðimelur	4,9	
	Teigarhornslína 1	TE1	1981	Hryggstekkur - Teigarhorn	49,7	
	Vatnshamralína 1	VA1	1977	Vatnshamrar - Brennimegur	20,2	
<b>Samtals 132 kV</b>					<b>1332,8</b>	<b>85,1</b>
66	Akraneslína 1	AK1	1996	Brennimegur - Akranes	18,5	18,5
	Andakíslína 1	AN1	1966	Andakílsvirkjun - Akranes	34,9	
	Bolungarvíkurlína 1	BV1	1979/2014	Breiðidalur - Bolungarvík	17,1	1
	Bolungarvíkurlína 2	BV2	2010/2014	Ísafjörður - Bolungarvík	15,3	15,3
	Breiðadalslína 1	BD1	1975	Mjólká - Breiðidalur	36,4	0,8
	Dalvíkurlína 1	DA1	1982	Rangárvellir - Dalvík	39	0,1
	Eskifjarðarlína 1	ES1	2001	Eyvindará - Eskifjörður	29,1	0,3
	Fáskrúðsfjarðarlína 1	FA1	1989	Stuðlar - Fáskrúðsfjörður	16,8	
	Flúðalína 1	FU1	1978	Búrfell - Flúðir	27,4	0,6
	Grundarfjarðarlína 1	GF1	1985	Vogaskeið - Grundarfjörður	35,4	
	Hellulína 1	HE1	1995	Flúðir - Hella	34,4	1,7
	Hellulína 2	HE2	2015	Hella - Hvolsvöllur	13	13
	Hveragerðislína 1	HG1	1982	Ljósifoss - Hveragerði	15,4	0,1
	Hvolsvallarlína 1	HV1	1972	Búrfell - Hvolsvöllur	45,1	0,3
	Ísafjarðarlína 1	IF1	1959	Breiðidalur - Ísafjörður	13	1
	Kópaskerslína 1	KS1	1983	Laxá - Kópasker	83,3	0,1

Nafnspenna [kV]	Heiti háspennulínu	KKS nr.	Tekið í notkun	Tengivirki	Lengd [km]	Þar af strengur
66	Lagarfosslína 1	LF1	1971/2011	Lagarfoss - Eyvindará	27	5,3
	Laxárlína 1	LA1	1953	Laxá - Rangárvellir	58,4	0,7
	Ljósafosslína 1 (jarðstrengur)	LJ1	2002	Ljósifoss - Írafoss	0,6	0,6
	Neskaupsstaðarlína 1	NK1	1985	Eskifjörður - Neskaupsstaður	18,2	1,9
	Ólafsvíkurlína 1	OL1	1978	Vegamót - Ólafsvík	48,8	
	Rimakotslína 1	RI1	1988	Hvolsvöllur - Rimakot	22,2	0,1
	Sauðárkrókslína 1	SA1	1974	Varmahlíð - Sauðárkrókur	21,8	
	Selfosslína 1	SE1	1981	Ljósifoss - Selfoss	20,3	2,7
	Selfosslína 2	SE2	1947	Selfoss - Hella	32	0,7
	Selfosslína 3	SE3	2016	Selfoss - Þorlákshöfn	28	28
	Seyðisfjarðarlína 1	SF1	1996	Eyvindará - Seyðisfjörður	19,8	
	Steingrímsstöðvarlína 1	ST1	2003	Steingrímsstöð - Ljósafoss	3,4	1
	Stuðlalína 2	SR2	1983	Stuðlar - Eskifjörður	18,2	2,4
	Tálknafjarðarlína 1	TA1	1985	Mjólka - Keldeyri	45,1	
	Vatnshamralína 2	VA2	1974	Andakilsvirkjun - Vatnshamrar	2	0,2
	Vegamotalína 1	VE1	1974	Vatnshamrar - Vegamót	63,8	
	Vogaskeiðslína 1	VS1	1974	Vegamót - Vogaskeið	24,8	
	Vopnafjarðarlína 1	VP1	1980	Lagarfoss - Vopnafjörður	58	
	Þeistareykjalína 2	TR2	2013	Þeistareykir - KS1 (Höfuðreiðarmúli)	11	11
	Þorlákshafnarlína 1	TO1	1991	Hveragerði - Þorlákshöfn	19,3	0,1
<b>Samtals 66 kV</b>					<b>1016,8</b>	<b>89,4</b>
33	Húsavíkurlína 1	HU1	1964	Laxá - Húsavík	26	0,1
	Vestmannaeyjalína 1 (sæstrengur)	VM1	1962	Vestmannaeyjar - Rimakot	16	16
	Vestmannaeyjalína 2 (sæstrengur)	VM2	1978	Vestmannaeyjar - Rimakot	15	15
	Vestmannaeyjalína 3 (sæstrengur)	VM3	2013	Vestmannaeyjar - Rimakot	16	16
<b>Samtals 33 kV</b>					<b>73</b>	<b>47,1</b>
<b>Samtals</b>					<b>3279,2</b>	<b>221,6</b>

## F.2 Tengivirki flutningskerfisins í árslok 2015

Heiti stöðvar	KKS nr.	Með-eigandi	Spenna [kV]	Tekin í notkun	Fjöldi rofautganga	Fjöldi spennna
Aðveitustöð 12	A12	OR	132	2006	1	1
Akranes	AKR	OR	66	1987	4	2
Andakíll	AND	OR	66	1974	3	1
Ásbrú	ASB		33	2011	6	2
Blanda	BLA	LV	132	1991	6	3
Bolungarvík	BOL	OV	66/11	2014	3/13	1
Breiðidalur	BRD	OV	66/33/19/11	1959	4/2/2/1	1
Brennimelur	BRE	RA	220/132/66/11	1978	9/4/2/10	3
Búðarháls	BUD		220	2013	2	0
Búrfell	BUR		220/66	1999	10/4	3
Dalvík	DAL	RA	66/33/11	1981	2/3/8	1
Eskifjörður	ESK	RA	66/33/11	1993	5/-/7	2
Eyvindará	EYV	RA	132/66/33/11	1975	1/6/1/8	3
Fáskrúðsfjörður	FAS	RA	66/33/11	1998	3/1/5	2
Fitjar	FIT	HS	132	1990	4	2
Fljótsdalur	FLJ		220/132	2007	4/10	2
Flúðir	FLU	RA	66/11	1995	3/7	1
Geiradalur	GED	OV	132/33/19	1983	3/1/4	1
Geitháls	GEH		220/132	1969	8/9/2	2
Glerárskógar	GLE	RA	132/19	1980	3/4	1
Grundarfjörður	GRU	RA	66/19	1987	1/6	1
Hamranes	HAM		220/132/11	1989	8/8/10	3
Hella	HLA	RA	66/11	1995	4/6	1
Hnoðraholt	HNO	OR	132	1990	4	2
Hólar	HOL	RA	132/19/11	1984	4/1/9	2
Hrauneyjafoss	HRA	LV	220	1981	6	3
Hrútatunga	HRU	RA	132/19	1980	4/5	1
Hryggstekkur	HRY	RA	132/66/11	1978	5/1/4	1
Húsavík	HUS	RA	33/11/6	1978	2/1/4	2
Hveragerði	HVE	RA	66/11	1983	3/6	1
Hvolsvöllur	HVO	RA	66/11	1995	5/7	1
Írafoss	IRA	LV	220/132/66/11	1953	2/7/-/7	5
Ísafjörður	ISA	OV	66/11	2014	4/-	2
Keldeyri	KEL	OV	66/33/11	1959	2/2/3	1
Klafastaðir	KLA		220/16	2013	1/4	1
Kolviðarhóll	KOL		220	2006	6	0
Korpa	KOR	OR	132/33/11	1976	7/6/-	3
Kópasker	KOP	RA	66/33/11	1980	1/3/5	3
Krafla	KRA	LV	132/11	1977	4/-	2

Heiti stöðvar	KKS nr.	Með-eigandi	Spenna [kV]	Tekin í notkun	Fjöldi rofaútganga	Fjöldi spenna
Lagarfoss	LAG	RA	66	2007	5	0
Laxá	LAX		66/33/11	1937	10/1/4	6
Laxárvatn	LAV	RA	132/33/11	1977	3/4/8	1
Lindarbrekka	LIN	RA	66/11	1985	1/4	1
Ljósafoss	LJO	LV	66/11	1937	6/7	2
Mjólká (neðra virki)	MJO	OV	66/33/11	1980	2/1/-	1
Mjólká (efra virki)	MJO	OV	132/66	1980	2/2	1
Nesjavellir	NES	OR	132	1998	7	4
Neskaupstaður	NKS	RA	66/11	1994	2/7	2
Ólafsvík	OLA	RA	66/19	1980	1/5	1
Prestbakki	PRB	RA	132/19	1984	3/1	1
Rangárvellir	RAN	RA	132/66/11	1974	9/8/8	3
Rauðimelur	RAU		132	2006	3	0
Reykjanes	REY	HS	132	2006	1	0
Rimakot	RIM	RA	66/33/11	1990	1/5/2	2
Sauðárkrókur	SAU	RA	66/33/11	1977	3/1/8	2
Selfoss	SEL	RA	66/11	2005	5/15	3
Seyðisfjörður	SEY	RA	66/11	1957	1/9	1
Sigalda	SIG	LV	220/132	1977	4/1	1
Silfurstjarnan	SIL	RA	66/11	1992	1/3	1
Stakkur	STA	HS	132/33	2016	3/-	2
Steingrímsstöð	STE	LV	66/11	1959	1/1	1
Stuðlar	STU	RA	132/66/11	1980	3/4/6	3
Sultartangi	SUL		220/11	1999	6/-	2
Svartsengi	SVA	HS	132	1997	4	2
Teigarhorn	TEH	RA	132/33/11	2005	3/2/-	1
Varmahlíð	VAR	RA	132/66/11	1977	3/1/5	1
Vatnsfell	VAF		220/11	2001	2	2
Vatnshamrar	VAT	RA	132/66/19	1976	3/5/6	3
Vegamót	VEG	RA	66/19	1975	4/4	1
Vestmannaeyjar	VEM	HS	33	2002	2	2
Vogaskeið	VOG	RA	66/19	1975	3/6	1
Vopnafjörður	VOP	RA	66/11	1982	1/6	1
Þeistareykir	THR		66	2013	1	1
Þorlákshöfn	TOR	RA	66/11	1991	1/6	1
Öldugata	OLD		132	1989	5	2



## G. Kort af flutningskerfi Landsnets

