

Kerfisáætlun

2014 - 2023





Landsnet hf. | Gylfaflöt 9 | 112 Reykjavík | landsnet.is

Ábyrgðarmaður: Þórður Guðmundsson
Ritstjórn: Kerfispróunardeild Landsnets
Unnið af: Kerfispróunardeild Landsnets og Verkfræðistofunni EFLU
Umsjón með útgáfu: Athygli
Útlitshönnun og umbrot: Þórhallur Kristjánsson
Ljósmyndir: Hreinn Magnússon
Prentun: Oddi





Samantekt

Kerfisáætlun Landsnets var í upphafi ætlað að vera spá um nauðsynlega uppbyggingu flutningskerfisins til að tryggja að flutningsfyrirtæki og stjórnvöld hefðu fulla sýn yfir þörf fyrir uppbyggingu kerfisins og að flutningsfyrirtækið gæti annað raforkuflutningum. Í raforkulögum nr. 65/2003 felast m.a. skyldur flutningsfyrirtæksins að sjá til þess að fyrir liggi áætlun um uppbyggingu flutningskerfisins.

Með hliðsjón af úrskurði umhverfis- og auðlindaráðherra 21. maí 2013 og þeim breytingum, sem fyrirhugaðar eru á lagaumhverfi, ákvað Landsnet að vinna umhverfismat fyrir kerfisáætlun 2014-2023 í samræmi við lög um umhverfismat áætlana. Þetta er í fyrsta sinn sem kerfisáætlun Landsnets fylgir slíku ferli.

Tíðkast hefur að kerfisáætlun innihaldi inntaksgrein sem greinir frá málefnum tengdum flutningskerfinu og uppbyggingu þess. Að þessu sinni er fjallað um samanburð á loftlínunum og jarðstrengjum. Síðast var fjallað um þetta málefni í kerfisáætlun árið 2008 og hafa þessi mál verið til skoðunar hjá Landsneti síðan þá og umræða í samfélaginu farið hátt. Því var talið nauðsynlegt að fjalla um þessi mál á nýjan leik.

Megininntak kerfisáætlunar er að þessu sinni greining á flutningsþörf meginflutningskerfisins á Íslandi til næstu 10 ára. Helstu niðurstöður þessara greininga eru m.a.:

- Styrkja þarf kerfið í öllum tilfellum, sérstaklega á landsbyggðinni.
- Mun sterkari tengingar þarf milli stærstu orkuvinnslusvæðanna.
- Styrkingar á 132 kV spennustigi eru óraunhæfar og liggur framtíð meginflutningskerfisins á 220 kV spennustigi eða hærra.
- Sveigjanleiki til aukningar flutningsgetu er til staðar í 220 kV kerfinu á SV-landi.

Samanburður á loftlínunum og jarðstrengjum

Framkvæmdar hafa verið greiningar þar sem líftímakostnaður loftlína og jarðstrengja hefur verið borinn saman m.v. mismunandi aðstæður á lagnaleið. Gerð hefur verið grein fyrir þeim kostnaðarþáttum sem ber að taka tillit til þegar líftímakostnaður er metinn og ljóst er að töluverð óvissa ríkir með þann kostnað sem kemur til með falla til vegna mannvirkis á líftíma þess. Niðurstöður þessara greininga sýna að líftímakostnaður jarðstrengja á hærri spennu er hærri en líftímakostnaður sambærilegra loftlína, jafnvel þótt tekið sé tillit til óvissuþátta. Stofnkostnaður er sá kostnaðarþáttur sem nokkur vísar er um á ákvörðunarstigi og hefur sá kostnaður bein áhrif á flutningsgjaldskrá. Eins og í tilviki líftímakostnaðar, þá er stofnkostnaður jarðstrengja á hærri spennu einnig hærri en loftlína með sambærilega flutningsgetu á sama spennustigi.

Tæknilegar áskoranir við lagningu og rekstur jarðstrengja á hærri spennu eru um margt ólíkar áskorunum við sam-

bærilegar loftlínur. Raftæknilegir eiginleikar loftlína og jarðstrengja eru ólíkir og til að mynda eru svokölluð rýmdaráhrif jarðstrengja margfalt meiri en loftlína sem veldur meiri framleiðslu launafis í strengjum. Þetta launafli getur valdið vandræðum við spennustýringu í flutningskerfinu. Takmörk eru því fyrir því hve langir strengir geta orðið án þess að grípa þurfi til útjöfnunar á rýmdaráhrifum með spólum. Með slíkum spólum eykst kostnaður við flutningskerfið og líkur á bilunum aukast. Varmaleiðni jarðvegs og fyllingarefnis, sem sett er umhverfis jarðstreng, hefur mikil áhrif á rekstrarskilyrði og flutningsgetu hans. Því hafa jarðvegsaðstæður mikið vægi þegar meta skal kostnað og fýsileika jarðstrengslagna, t.d. varðandi flutning og aðgengi að hentugu fyllingarefni. Vinna má á móti lakari varmaleiðni jarðvegs með því að leggja sverari jarðstrengi en það hækkar stofnkostnað við slíka framkvæmd og einnig eru takmarkanir á stærð strengja sem framleiddir eru í dag.

Forsendur og sviðsmyndir

Grunnforsendur kerfisáætlunar eru raforkuspá og rammaáætlun en einnig er mikilvægt að horfa til þróunar markaðar, þ.e. þess hvar raforkan er notuð á landinu.

Grunnforsendur kerfisáætlunarinnar voru notaðar til að stilla upp þremur sviðsmyndum til tíu ára. Sviðsmynd 1, eða hin svokallaða núllsviðsmynd, gerir eingöngu ráð fyrir þróun almenns

álags í samræmi við raforkuspá. Hinar tvær, sviðsmyndir 2 og 3 gerðu ráð fyrir nýtingu virkjanakosta úr orkunýtingarflokki rammaáætlunar og mismunandi umfangi, þ.e. 50% og 100% uppsetts afls virkjanakosta. Fyrir sviðsmyndir 2 og 3 var stillt upp mismunandi álagsdreifingartilfellum.

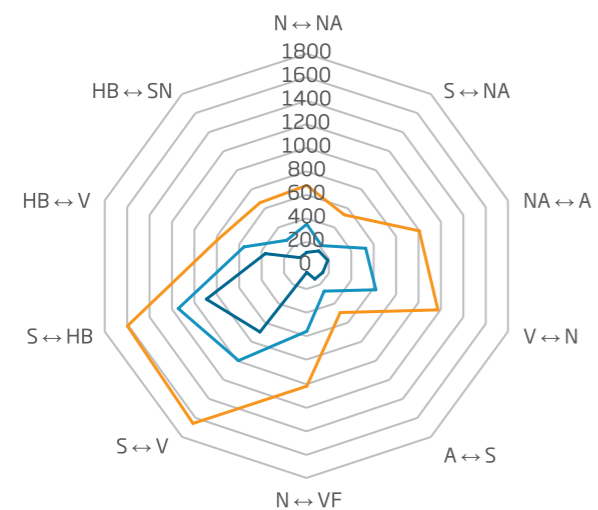
Niðurstöður kerfisrannsókna

Niðurstöður kerfisrannsókna sýna að víða er flutningsgeta ekki næg í flutningskerfinu, einkum á landsbyggðinni. Einnig eru sviðsmyndir sem gefa til kynna að flutningstakmarkanir eru þegar fyrir hendi eða skammt undan á Suðvesturlandi. Þær tengingar milli landsvæða, sem oftast reyndust takmarkandi og þarfnast styrkinga, eru:

- Suðurland ↔ Norðausturland
- Höfuðborgarsvæði ↔ Suðurnes
- Norðausturland ↔ Austurland
- Norðurland ↔ Norðausturland
- Höfuðborgarsvæði ↔ Vesturland

Tenging milli Suðurlands og norðausturluta landsins (Norðurlands, Norðausturlands og Austurlands) er nauðsynleg í öllum þremur sviðsmyndunum. Þessi tenging er nauðsynleg fyrir aflflutninga milli norðaustur- og suðurhluta landsins.

Flutningsþörf milli landshluta (MVA)



— Sviðsmynd 1 — Sviðsmynd 2 — Sviðsmynd 3

Myndin að ofan sýnir niðurstöður greiningar á flutningsþörf á tengingum milli landsvæða. Hornpunktarnir sýna mestu flutningsþörf sem getur skapast m.v. að allt það viðbótarálag, sem til kemur á móti afli úr nýtingarflokki rammaáætlunar, er sett í einn og sama landshlutann. Flutningsþörf er táknuð með lokuðum ferlum og styrkingar síðar bornar saman við flutningsþörfina með skyggðum geirum.

Ytri tveir ferlarnir (sviðsmyndir 2 og 3) sýna flutningsþörf með afli úr nýtingarflokki (50% og 100%) en sá innsti (sviðsmynd 1) sýnir grunnþörfina, þ.e. með engu virkjuðu viðbótarafli. Sýnt hefur þó verið fram á með greiningu á líkum á aflskorti

á tímabili áætlunarinnar að útlit sé fyrir að lágmark 70 MW uppsetts afls þarf að bæta við á tímabilinu til þess að líkur á aflkortu haldist innan æskilegra marka ef eingöngu er horft til almenns álags.

Sem dæmi má horfa á tenginguna milli Norðausturlands og Austurlands (NA ↔ A) á myndinni að ofan. Þar má lesa út að flutningsþörfin á þeirri tengingu er 200 MVA í grunnsviðsmyndinni. Með 50% nýtingu úr rammaáætlun hækkar hámarksþörfin í um 550 MVA og með öllum nýtingarflokki verður þörfin 1000 MVA. Samsvarandi tölur fyrir tenginguna milli Suðurlands og Norðausturlands (S ↔ NA) eru í sömu röð 170 MVA, 220 MVA og 550 MVA.

Niðurstöðurnar voru notaðar til að móta þrjá raunhæfa valkosti til tíu ára þar sem leitast er við að uppfylla þá flutningsþörf sem niðurstöðurnar leiða í ljós og bæta öryggi og stöðugleika kerfisins. Valkostirnir eiga það allir sameiginlegt að enginn þeirra leysir einn og sér þá þörf sem nýtingarflokkur rammaáætlunar hefur í för með sér. Þó ber að hafa hugfast að hér er horft til tíu ára uppbyggingar og sé horft enn lengra fram í tímann þarf að styrkja kerfið frekar verði nýtingarflokkur rammaáætlunar fullnýttur. Á myndunum að neðan eru yfirlitsmyndir af þessum þremur valkostum ásamt helstu kerfislegu kostum og göllum. Valkostirnir hafa einnig kosti og galla séð frá öðrum sjónarmiðum, til dæmis varðandi kostnað og umhverfisáhrif. Umhverfisáhrifum kostanna eru gerð skil í umhverfisskýrslu.

Styrkingu þessara þriggja valkosta má bera saman við flutningsþörfina með skyggðum geirum eins og sjá má hér að neðan. Samanburðurinn er framkvæmdur með þremur mismun-



Valkostur A

- + Samtenging stærstu vinnslusvæða
- + Bætt samnýting
- + Strax bættur stöðugleiki
- ÷ Ekki hringtengd styrking (N-1)



Valkostur B

- + Hringtenging
- + Samtenging stærstu vinnslusvæða
- ÷ Langar línur, töp og spennuvandi
- ÷ Bættur stöðugleiki, þó seint



Valkostur C

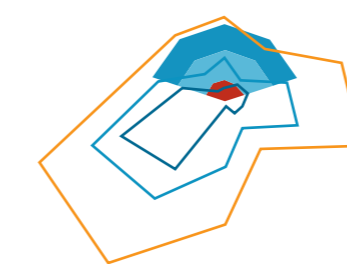
- + Samtenging stærstu vinnslusvæða
- + Bætt samnýting
- + Strax stórbættur stöðugleiki
- ÷ Ekki hringtengd styrking (N-1)

andi tæknilegum útfærslum, þ.e. mismunandi spennustigum og flutningsgetu. Sjá má að með því að velja línugerð með 623 MVA flutningsgetu (dökkblái geirinn) næst víðast hvar ekki alveg að uppfylla mestu flutningsþörf milli landsvæða en þó lætur það nærri. Einnig sést að flutningsgetan, sem fæst með 132 kV línunum (rauði geirinn), dugur skammt til að flytja afl sem fæst með nýtingu virkjanakosta í rammaáætlun. Samanburður var gerður á uppbyggingu meginflutningskerfisins á 132 kV og 220 kV. Niðurstöður sýna að óraunhæft er að reisa nýjar 132 kV flutningslínur sem hluta af meginflutningskerfinu. Flutningsgeta þeirra er lítil, margar samsíða línur þarf til að flytja sama afl og ein 220 kV lína getur flutt auk þess sem setja þarf upp stór þéttavirki til að halda spennu yfir rekstr-

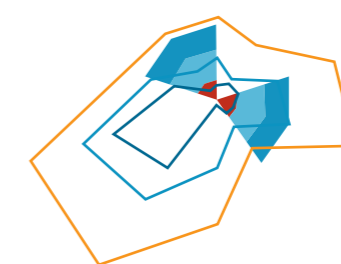
armörkum. Núverandi flutningskerfi fullnægir ekki álagsaukningu samkvæmt raforkuspá.

Styrkja þyrfti núverandi 220 kV kerfi á SV-landi, sérstaklega í sviðsmyndinni sem gerir ráð fyrir öllum nýtingarflokki rammaáætlunar þar sem flestar af flutningslínunum hafa aðeins flutningsgetu upp á rétt rúm 300 MVA. Í öllum tilfellum þarf að styrkja línuna milli Höfuðborgarsvæðis og Vesturlands annars vegar og hins vegar frá Höfuðborgarsvæði til Suðurnesja. Í einstaka tilfellum þarf styrkingar milli Höfuðborgarsvæðis og Suðurlands. Sveigjanleiki er til styrkingar á þessu svæði með spennuhækkun núverandi lína upp í 400 kV þegar þörf verður á. Því gera valkostirnir ekki ráð fyrir styrkingum á þessu svæði.

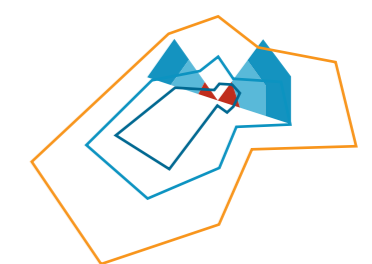
● 623MVA@220kV ● 415MVA@220kV ● 178MVA@132kV — Sviðsmynd 1 — Sviðsmynd 2 — Sviðsmynd 3



Valkostur A



Valkostur B



Valkostur C

Framkvæmdaáætlun næstu þriggja ára

Landsnet kynnr nú í fyrsta sinn þriggja ára framkvæmdaáætlun sem greinir frá öllum verkefnum sem Landsnet mun ráðast í til og með árinu 2016. Fram er lögð hófstíll en markviss áætl-

un með helstu verkefnum til styrkingar raforkukerfisins. Um er að ræða verkefni bæði í meginflutningskerfinu og svæðisflutningskerfunum og verkefni dreifast um landið.

1 Kerfisáætlun Landsnets 2014-2023.....	14	5 Kerfisrannsóknir í meginflutningskerfi	48
1.1 Stefna Landsnets og framtíðarsýn.....	14	5.1 Yfirlit yfir sviðsmyndir og álagstilfelli.....	49
1.2 Lagaumhverfi.....	14	5.2 Álagsflæði árin 2014-2023	50
1.2.1 Umhverfismat áætlana.....	15	5.3 Flutningsþörf	51
1.3 Breytingar frá fyrri áætlun	16	5.4 Aðrar sviðsmyndir.....	52
1.4 Grunnforsendur	16	5.5 Valkostir	52
1.4.1 Raforkuspá.....	16	5.5.1 Valkostur A - Hálandis-T.....	53
1.4.2 Rammaáætlun	16	5.5.2 Valkostur B - Styrking byggðalínuhrings.....	54
1.4.3 Óvissa um þróun markaðar	17	5.5.3 Valkostur C - Hálandislína ásamt vesturvæng.....	56
1.5 Arðsemismat fjárfestinga.....	17	5.5.4 400 kV spennuhækkun	58
1.5.1 Tekjumörk, gjaldskrá og áhrif framkvæmdakostnaðar	17	5.5.5 Þróun innan landsvæða	58
1.6 Lykilhugtök.....	18	5.6 Samanburður á sviðsmyndum.....	59
1.7 Óvissa og endurskoðun.....	18		
2 Loftlínur og jarðstrengir	20	6 Framkvæmdaáætlun 2014-2016.....	60
2.1 Aðferðir við samanburð á milli útfærslna	20	6.1 Framkvæmdir 2014	60
2.2 Óvissa í áætlunum	21	6.1.1 Selfosslína 3.....	60
2.3 Sveigjanleiki mismunandi lausna.....	22	6.1.2 Suðurnesjalína 2.....	62
2.4 Dæmi um samanburð milli loftlína og jarðstrengja.....	22	6.1.3 Sigöldulína 3 - aukning flutningsgetu	63
2.5 Tæknilegar áskoranir	24	6.1.4 Seyðisfjörður	63
2.5.1 Rýmdaráhrif.....	24	6.1.5 Akranes - tengivirki	64
2.5.2 Rekstraröryggi.....	24	6.2 Framkvæmdir 2015.....	64
2.5.3 Orkutöp	25	6.2.1 Grundarfjörður - nýtt tengivirki.....	64
2.5.4 Varmaleiðni	25	6.2.2 Spennuhækkun til Vestmannaeyja.....	65
2.6 Samantekt.....	26	6.2.3 Hvolsvöllur - nýtt tengivirki	66
		6.2.4 Afhendingarstaður á Bakka	67
		6.2.5 Tenging Þeistareykja.....	68
		6.3 Framkvæmdir 2016.....	69
		6.3.1 Kröflulína 3.....	69
		6.3.2 Grundarfjarðarlína 2	70
		6.3.3 Tenging Húsavíkur	71
		6.4 Verkefni í framkvæmd	72
		6.4.1 Varaafli og tengivirki í Bolungarvík	72
		6.4.2 Ísafjörður - nýtt tengivirki	72
		6.4.3 Styrking Tálknafjarðarlínu 1.....	72
		6.4.4 Neskaupstaðarlína 1 - ídráttarrör í Norðfjarðargöng	72
3 Núverandi flutningskerfi	28	7 Samantekt umhverfisskýrslu.....	74
3.1 Núverandi raforkunotkun.....	29	7.1 Vinnan við umhverfismat kerfisáætlunar	74
3.2 Núverandi raforkuvinnsla	30	7.2 Niðurstaða matsvinnu.....	76
3.3 Öryggi flutningskerfisins	31	7.3 Samanburður á leið A og leið B.....	79
3.3.1 Samantekt frammistöðuskýrslu	31	7.4 Samræmi við áætlanir.....	79
3.3.2 Flöskuhálsar og tengingar milli svæða	32	7.5 Eftirfylgni og endurskoðun.....	79
3.3.3 Áreiðanleiki í flutningskerfinu.....	33		
3.4 Meginflutningskerfið.....	35		
3.5 Landsvæðaskipting.....	36		
4 Þróun meginflutningskerfis 2014-2023	42		
4.1 Málefni Vestfjarða.....	42		
4.2 Þróun framleiðslu árin 2014-2023.....	43		
4.3 Áætlun þróun álags á árunum 2014-2023	45		
4.4 Afligeta og líkur á aflskorti árin 2014-2023.....	45		

8 Heimildaskrá	80
-----------------------------	-----------

Viðaukar

A. Tengingar milli landsvæða..... 82

A.1 Yfirlit yfir sviðsmyndir og álagstilfelli.....	82
A.2 Tenging Norðurland ↔ Norðausturland	84
A.2.1 Spennustig styrkingar N ↔ NA.....	85
A.3 Tenging Suðurland ↔ Norðausturland	86
A.3.1 Spennustig styrkingar S ↔ NA.....	87
A.4 Tenging Norðausturland ↔ Austurland	88
A.4.1 Spennustig styrkingar NA ↔ A.....	89
A.5 Tenging Vesturland ↔ Norðurland	90
A.5.1 Spennustig styrkingar V ↔ N.....	91
A.6 Tenging Austurland ↔ Suðurland.....	92
A.6.1 Spennustig styrkingar A ↔ S.....	93
A.7 Tenging Norðurland ↔ Vestfirðir.....	94
A.7.1 Spennustig styrkingar N ↔ VF.....	95
A.8 Tenging Suðurland ↔ Vesturland.....	96
A.8.1 Spennustig styrkingar S ↔ V	97
A.9 Tenging Suðurland ↔ Höfuðborgarsvæði.....	98
A.9.1 Spennustig styrkingar S ↔ HB	99
A.10 Tenging Höfuðborgarsvæði ↔ Vesturland.....	100
A.10.1 Spennustig styrkingar HB ↔ V.....	101
A.11 Tenging Höfuðborgarsvæði ↔ Suðurnes	102
A.11.1 Spennustig styrkingar HB ↔ SN.....	103

B. Skammhlaupsafl í flutningskerfinu

C. Eignir Landsnets..... 108

C.1 Háspennulínur flutningskerfisins í árslok 2013.....	108
C.2 Tengivirki flutningskerfisins í árslok 2013.....	112

D. Kort af flutningskerfi Landsnets

í árslok 2013	115
----------------------------	------------

Mynd 1.1	16	Mynd 3.13	39	Mynd 5.12	57	Mynd A-6	88
Áætluð samanlögð aflgeta virkjanakosta í nýtingarflokki innan landsvæða		Álagsþróun á Norðausturlandi frá árinu 2005 og áætluð þróun álags á tímabili 10 ára áætlunar. Vinnsla óbreytt til 2023		Samanburður styrkinga valkosta C við flutningsþörf		Flutningsþörf milli Norðausturlands og Austurlands þar sem notkun er öll í sama landshluta	
Mynd 2.1	23	Mynd 3.14	40	Mynd 5.13	58	Mynd A-7	90
Framkvæmdakostnaður við lagningu 5 km 220 kV jarðstrengs við mismunandi aðstæður og flutningsgetu. Framkvæmdakostnaður við sambærilega loftlínu til samanburðar		Álagsþróun á Austurlandi frá árinu 2005 og áætluð þróun álags á tímabili 10 ára áætlunar. Vinnsla óbreytt til 2023		Styrkingarkompás 400 kV spennuhækkun á Suðvesturlandi		Tenging milli Vesturlands og Norðurlands	
Mynd 2.2	24	Mynd 3.15	40	Mynd 6.1	61	Mynd A-8	90
Líftímakostnaður jarðstrengja og loftlínu við breyttar forsendur fyrir hagkvæmar aðstæður		Svæðisflutningskerfin og tengingar notenda		Lagnaleið jarðstrengs, Selfosslínu 3		Flutningsþörf milli Vesturlands og Norðurlands þar sem notkun er öll í sama landshluta	
Mynd 3.1	30	Mynd 4.1	44	Mynd 6.2	62	Mynd A-9	92
Uppsett afl í ársbyrjun 2014, skipt í vatnsafl og jarðhita		Virkjanakostir í nýtingarflokki, sviðsmyndir 2 og 3		Línuleið Suðurnesjalínu 2 frá Hamranesi í Rauðamel		Tenging milli Austurlands og Suðurlands	
Mynd 3.2	32	Mynd 4.2	45	Mynd 6.3	63	Mynd A-10	92
Straumleysismínútur vegna fyrirvaralausra rekstrartruflana árin 2004-2013		Áætluð þróun almenns álags á tímabili 10 ára áætlunar		Lega Sigöldulínu 3		Flutningsþörf milli Austurlands og Suðurlands þar sem notkun er öll í sama landshluta	
Mynd 3.3	33	Mynd 4.3	46	Mynd 6.4	64	Mynd A-11	94
Skilgreind flutningssnið í meginflutningskerfinu 2014		Líkur á aflskorti árin 2014-2019		Staðsetning nýs tengivirkis á Akranesi		Tenging milli Norðurlands og Vestfjarða	
Mynd 3.4	34	Mynd 4.4	46	Mynd 6.5	65	Mynd A-12	94
Samanburður á ótíltækisstuðlum loftlína fyrir árin 2005, 2008 og 2011		Möguleg árleg viðbótaraukning á álagi stórnotenda í raforkukerfinu árin 2014-2023		Tenging Vestmannaeyja		Flutningsþörf milli Norðurlands og Vestfjarða þar sem notkun er öll í sama landshluta	
Mynd 3.5	35	Mynd 5.1	50	Mynd 6.6	66	Mynd A-13	96
Áreiðanleikastuðull kerfisins árin 2004-2013		Landfræðileg skýring á einfölduðu kerfislíkani		Hvolsvöllur		Tenging milli Vesturlands og Suðurlands	
Mynd 3.6	36	Mynd 5.2	51	Mynd 6.7	67	Mynd A-14	96
Meginflutningskerfið árið 2014 ásamt landshlutaskiptingu		Flutningsþarvakompás sviðsmynda 1, 2 og 3		Afhendingarstaður á Bakka og tenging hans frá Peistareykjum		Flutningsþörf milli Vesturlands og Suðurlands þar sem notkun er öll í sama landshluta	
Mynd 3.7	36	Mynd 5.3	51	Mynd 6.8	68	Mynd A-15	98
Álagsþróun á Höfuðborgarsvæði frá árinu 2005 og áætluð þróun álags á tímabili 10 ára áætlunar. Vinnsla óbreytt til 2023		Samanburður á flutningsgetu núverandi kerfis og flutningsþarfar sviðsmynda		Tenging Peistareykja við Kröflu		Tenging milli Höfuðborgarsvæðis og Suðurlands	
Mynd 3.8	37	Mynd 5.4	53	Mynd 6.9	69	Mynd A-16	98
Álagsþróun á Suðurnesjum frá árinu 2005 og áætluð þróun álags á tímabili 10 ára áætlunar. Vinnsla óbreytt til 2023		Valkostur A		Áætluð línuleið Kröflulínu 3 með fram gömlu Kröflulínu 2		Flutningsþörf milli Suðurlands og Höfuðborgarsvæðis þar sem notkun er öll í sama landshluta	
Mynd 3.9	37	Mynd 5.5	53	Mynd 6.10	70	Mynd A-17	100
Álagsþróun á Suðurlandi frá árinu 2005 og áætluð þróun álags á tímabili 10 ára áætlunar. Vinnsla óbreytt til 2023		Styrkingarkompás valkostar A miðað við mismundandi spennustig og leiðaragerð		Strengleið Grundarfjarðarlínu 2		Tenging milli Höfuðborgarsvæðis og Vesturlands	
Mynd 3.10	38	Mynd 5.6	54	Mynd 6.11	71	Mynd A-18	100
Álagsþróun á Vesturlandi frá árinu 2005 og áætluð þróun álags á tímabili 10 ára áætlunar. Vinnsla óbreytt til 2023		Samanburður styrkinga valkosta A við flutningsþörf		Ný tenging við Húsavík		Flutningsþörf milli Höfuðborgarsvæðis og Vesturlands þar sem notkun er öll í sama landshluta	
Mynd 3.11	38	Mynd 5.7	54	Mynd 7.1	74	Mynd A-19	102
Álagsþróun á Vestfjörðum frá árinu 2005 og áætluð þróun álags á tímabili 10 ára áætlunar. Vinnsla óbreytt til 2023		Valkostur B		Mögulegar leiðir til styrkingar flutningskerfis		Tenging milli Höfuðborgarsvæðis og Suðurnesja	
Mynd 3.12	39	Mynd 5.8	55	Mynd 7.2	78	Mynd A-20	102
Álagsþróun á Norðurlandi frá árinu 2005 og áætluð þróun álags á tímabili 10 ára áætlunar. Vinnsla óbreytt til 2023		Styrkingarkompás valkostar B miðað við mismunandi spennustig og leiðaragerð		Umhverfisþættir		Flutningsþörf milli Höfuðborgarsvæðis og Suðurlands þar sem notkun er öll í sama landshluta	
		Mynd 5.9	55	Mynd A-1	84		
		Samanburður styrkinga valkosta B við flutningsþörf		Tenging Norðurlands og Norðausturlands			
		Mynd 5.10	56	Mynd A-2	84		
		Valkostur C		Flutningsþörf milli Norðurlands og Norðausturlands í álagstílfellinu með notkun í sama landshluta			
		Mynd 5.11	57	Mynd A-3	86		
		Styrkingarkompás valkostar C miðað við mismunandi spennustig og leiðaragerð		Tenging Suðurlands og Norðausturlands			
				Mynd A-4	86		
				Flutningsþörf milli Suðurlands og Norðausturlands þar sem notkun er öll í sama landshluta			
				Mynd A-5	88		
				Tenging Norðausturlands og Austurlands			

Töfluyfirlit

Tafla 3.1	31	Tafla A-12	94
Markmið varðandi afhendingaröryggi		Hámarksafflutningur milli Norðurlands og Vestfjarða miðað við mismunandi álagsdreifingu og fyrir þrjár mismunandi sviðsmyndir	
Tafla 3.2	32	Tafla A-13	95
Tölulegar upplýsingar úr rekstri flutningskerfisins		Fjöldi nýrra flutningslína eftir spennustigi	
Tafla 4.1	44	Tafla A-14	96
Nýtingarflokkur rammaáætlunar (lagað að landsvæðaskiptingu kerfisáætlunar)		Hámarksafflutningur milli Suðurlands og Vesturlands miðað við mismunandi álagsdreifingu og fyrir þrjár mismunandi sviðsmyndir	
Tafla 5.1	49	Tafla A-15	97
Yfirlit yfir sviðsmyndir og álagstilfelli kerfisrannsóknna		Fjöldi nýrra flutningslína eftir spennustigi	
Tafla 7.1	76	Tafla A-16	98
Samanburður helstu áhrifa flutningsleiða A, B og C		Hámarksafflutningur milli Suðurlands og Höfuðborgarsvæðis miðað við mismunandi álagsdreifingu og fyrir þrjár mismunandi sviðsmyndir	
Tafla A-1	83	Tafla A-17	99
Yfirlit yfir sviðsmyndir og álagstilfelli kerfisrannsóknna		Fjöldi nýrra flutningslína eftir spennustigi	
Tafla A-2	84	Tafla A-18	100
Hámarksafflutningur milli Norðurlands og Norðausturlands miðað við mismunandi álagsdreifingu og fyrir þrjár mismunandi sviðsmyndir		Hámarksafflutningur milli Höfuðborgarsvæðis og Vesturlands miðað við mismunandi álagsdreifingu og fyrir þrjár mismunandi sviðsmyndir	
Tafla A-3	85	Tafla A-19	101
Fjöldi nýrra flutningslína eftir spennustigi		Fjöldi nýrra flutningslína eftir spennustigi	
Tafla A-4	86	Tafla A-20	102
Hámarksafflutningur milli Suðurlands og Norðausturlands miðað við mismunandi álagsdreifingu og fyrir þrjár mismunandi sviðsmyndir		Hámarksafflutningur milli Höfuðborgarsvæðis og Suðurnesja miðað við mismunandi álagsdreifingu og fyrir þrjár mismunandi sviðsmyndir	
Tafla A-5	87	Tafla A-21	103
Fjöldi nýrra flutningslína eftir spennustigi		Fjöldi nýrra flutningslína eftir spennustigi	
Tafla A-6	88		
Hámarksafflutningur milli Norðausturlands og Austurlands miðað við mismunandi álagsdreifingu og fyrir þrjár mismunandi sviðsmyndir			
Tafla A-7	89		
Fjöldi nýrra flutningslína eftir spennustigi			
Tafla A-8	90		
Hámarksafflutningur milli Vesturlands og Norðurlands miðað við mismunandi álagsdreifingu og fyrir þrjár mismunandi sviðsmyndir			
Tafla A-9	91		
Fjöldi nýrra flutningslína eftir spennustigi			
Tafla A-10	92		
Hámarksafflutningur milli Austurlands og Suðurlands miðað við mismunandi álagsdreifingu og fyrir þrjár mismunandi sviðsmyndir			
Tafla A-11	93		
Fjöldi nýrra flutningslína eftir spennustigi			





Kerfisáætlun Landsnets 2014-2023

1.1 Stefna Landsnets og framtíðarsýn

Landsneti ber samkvæmt raforkulögum nr. 65/2003 að byggja flutningskerfið upp á hagkvæman hátt að teknu tilliti til öruggis, skilvirkni, áreiðanleika afhendingar og gæða raforku. Þá hefur fyrirtækið eitt heimild til að reisa ný flutningsvirki.[1] Framtíðarsýn Landsnets er að vera traust raforkuflutningsfyrirtæki sem styður við verðmætasköpun í samfélaginu og starfar í sátt við umhverfið. Til að framfylgja þessari framtíðarsýn hefur Landsnet sett sér eftirfarandi stefnumarkandi áherslur:

- Tryggja öryggi afhendingar og auka verðmætasköpun í samfélaginu.
- Stuðla að hagkvæmri uppbyggingu flutningskerfis sem uppfyllir væntingar hagsmunaaðila til lengri tíma.
- Virða umhverfið með vönduðum vinnubrögðum og nýsköpun í mannvirkjagerð.
- Próa fyrirtækið Landsnet og tryggja sátt og skilning á hlutverki þess og stefnu.

Stefna Landsnets er þannig að mæta þörfum raforkumarkaðarins til lengri tíma með uppbyggingu næstu kynslóðar flutningskerfis sem byggir á umhverfisvænum lausnum.

1.2 Lagaumhverfi

Samkvæmt raforkulögum nr. 65/2003 felst m.a. í skyldum flutningsfyrirtæksins að sjá til þess að fyrir liggja áætlun um uppbyggingu flutningskerfisins. Í reglugerð nr. 1040/2005 um framkvæmd raforkulaga er nánar kveðið á um að flutningsfyrirtækið skuli gera áætlun um uppbyggingu flutningskerfisins til a.m.k. næstu fimm ára eða lengur ef það telur þörf á. Kerfis-

áætlun 2014-2023 tekur mið af gildandi laga- og reglugerðar-ákvæðum en í þriðju raforkutílskipun Evrópusambandsins nr. 2009/72 er að finna nokkur nýmæli varðandi kerfisáætlanir flutningsfyrirtækja. Tílskipunin hefur hvorki verið tekin upp í EES samninginn né innleidd hér á landi en í undirbúningi eru breytingar á raforkulögum vegna ákvæða tílskipunarinnar.

1.2.1 Umhverfismat áætlana

Kerfisáætlun var í upphafi ætlað að vera spá um nauðsynlega uppbyggingu flutningskerfisins til að tryggja að flutningsfyrirtæki og stjórnvöld hefðu fulla sýn yfir þörf fyrir uppbyggingu kerfisins og að flutningsfyrirtækið gæti annað raforkuflutningum. Fyrri kerfisáætlanir Landsnets voru ekki taldar falla undir gildissvið laga nr. 105/2006 um umhverfismat áætlana.[6] Staðfesti Skipulagsstofnun þá niðurstöðu varðandi kerfisáætlun 2012-2016 með ákvörðun sinni frá 13. nóvember 2012. Ákvörðun Skipulagsstofnunar var kærð til umhverfis- og auðlindaráðherra sem úrskurðaði 21. maí 2013 að kerfisáætlun Landsnets hf. 2012-2016 félli undir gildissvið 1. mgr. 3. gr. laga um umhverfismat áætlana. Í niðurstöðum úrskurðarins kemur m.a. fram að það sé mat ráðuneytisins að kerfisáætlun Landsnets feli í sér framkvæmdaáætlun sem markar stefnu um tilteknar framkvæmdir á ákveðnu svæði. Það sé því mat ráðuneytisins að kerfisáætlunin setji leiðbeinandi viðmið við leyfisveitingar til tiltekinna framkvæmda. Þá taldi ráðuneytið að Landsnet félli undir það hugtak að vera stjórnvald skv. 1. mgr. 3. gr. laganna með vísan til túlkunar á hugtakinu í stjórn-

sýslulögum og hlutverki Landsnets samkvæmt raforkulögum. Loks var það mat ráðuneytisins að kerfisáætlun 2012-2016 uppfyllti það skilyrði að vera unnin skv. lögum þar sem áætlunin væri unnin í samræmi við ákvæði 5. tölul. 3. mgr. 9. gr. raforkulaga.

Í forsendum úrskurðar umhverfis- og auðlindaráðherra er m.a. tekið fram að málið varði eingöngu kerfisáætlun Landsnets 2012-2016 en að ekki sé unnt að leggja mat á þær áætlanir sem Landsnet mun síðar gera um uppbyggingu flutningskerfisins og hafnaði kröfu um að úrskurða um framtíðaráætlanir Landsnets. Með hliðsjón af úrskurði umhverfis- og auðlindaráðherra og þeim breytingum, sem eru fyrirhugaðar á lagaumhverfi, ákvað Landsnet að vinna umhverfismat fyrir kerfisáætlun 2014-2023 í samræmi við lög um umhverfismat áætlana. Kerfisáætlun 2014-2023 byggir því á ákvæðum núgildandi laga með sama hætti og fyrri kerfisáætlanir Landsnets.

1.3 Breytingar frá fyrri áætlun

Kerfisáætlun kemur nú í fyrsta sinn út með nýju sniði þar sem áhersla er lögð á þróun meginflutningskerfisins og tengingar milli landsvæða. Þar er beitt nýrri aðferðafræði við að draga fram flutningsþörf í flutningskerfinu m.v. grunnforsendur áætlunarinnar. Aðferðafræði þessi er mótuð til að niðurstöðurnar verði yfirgripsmiklar og fangi mikinn fjölda þróunarsviðsmynda (þróun í notkun, framleiðslu og staðsetningu hvoru tveggja) og gefi jafnframt vísbendingar um þau tilfelli sem ekki hljóta beina umfjöllun.

Til viðbótar við áætlun um þróun meginflutningskerfisins til tíu ára er kynnt áætlun Landsnets um framkvæmdir næstu þrjú ár ásamt útlistun á þeim verkefnum sem fyrirtækið er þegar komið með í framkvæmd.

Þrátt fyrir nýtt snið kerfisáætlunar er þó enn að finna ýmsa liði sem voru í fyrri áætlunum og er uppbygging skýrslunnar í anda fyrri áætlana þó að áherslum hafi verið breytt til að falla betur að kröfum um umhverfismat áætlana.

1.4 Grunnforsendur

1.4.1 Raforkuspá

Kerfisáætlun verður að byggja á föstum grunni þegar kemur að ákvörðun á framtíðarþróun flutningskerfisins og skv. raforkulögum ber kerfisáætlunin að vinnast í samráði við raforkuhóp Orkusparnefndar. Þetta samráð er með þeim hætti að nýjasta raforkuspá er kölluð grunnfrenda kerfisáætlunar hverju sinni þar sem traust spá um aukningu almenns álags er leiðarvísir að lágmarksuppbyggingu raforkukerfisins, þ.e. þar sem engin aukning á sér stað í orkufrekum iðnaði. Þetta lágmark, minnsta mögulega uppbyggingarlausnin, kallast núllkostur í samhengi flutningskerfisins.

Forsenda kerfisáætlunar 2014-2023: Raforkuspá 2013-2050 – endurreikningur á spá frá 2010 frá nýjum gögnum og breyttum forsendum. [3]

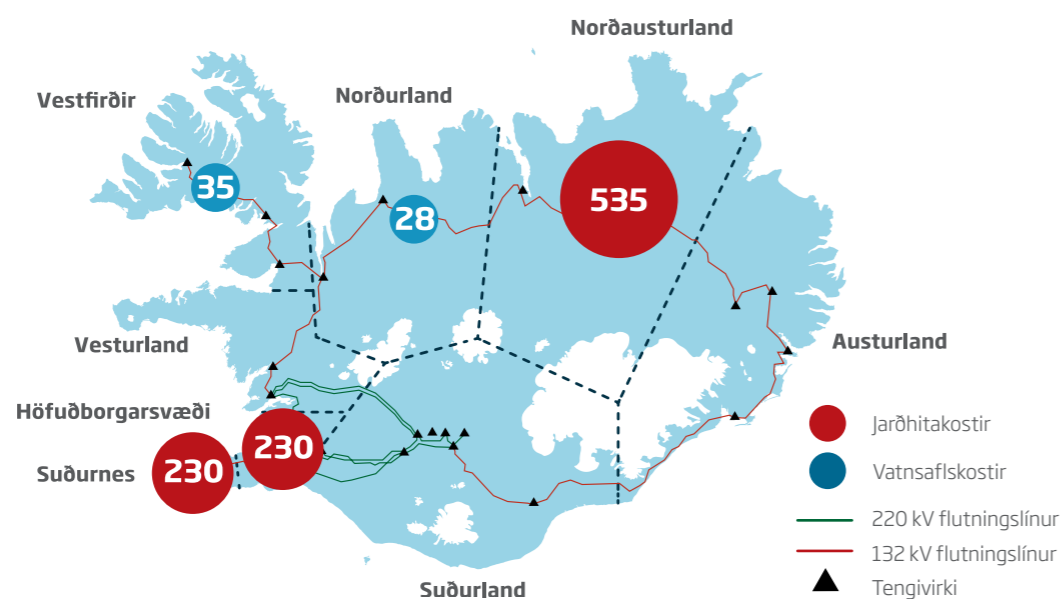
1.4.2 Rammaáætlun

Rammaáætlun um vernd og orkunýtingu landsvæða var samþykkt á Alþingi vorið 2013. Þar voru settir í orkunýtingarflokk 16 virkjanakostir, tveir vatnsaflskostir og 14 jarðvarmakostir. Þar sem ekki er gert ráð fyrir tengingum virkjanakosta við flutningskerfið í rammaáætlun er það hlutverk kerfisáætlunar að fjalla um þann þátt í beinu framhaldi af rammaáætlun.

Forsendur kerfisáætlunar 2014-2023: Þingsályktun samþykkt frá Alþingi 14. janúar 2013 skv. lögum nr. 48/2011 [4] og skýrsla um niðurstöður 2. áfanga rammaáætlunar. [5]

Áætlun samantöl af aflgeta virkjanakosta í nýtingarflokki innan landsvæða

Mynd 1.1



1.4.3 Óvissa um þróun markaðar

Hafðar eru til hliðsjónar hinum grunnforsendunum markaðsaðstæður og mögulega þróun á markaði sem Landsnet hefur vísbendingar um. Þessu er öllu stillt upp miðað við að staðsetning

notkunar er óljós sem er stærsta óvissan við gerð kerfisáætlunar. Landsnet horfir einnig til skipulagsáætlana sveitarfélaga sem skipuleggja svæði undir iðnaðarstarfsemi.

1.5 Arðsemismat fjárfestinga

Við mat á hagkvæmni fjárfestinga í flutningskerfinu er bæði horft til arðsemi Landsnets sem og þjóðhagslegrar hagkvæmni framkvæmdar. Við mat á arðsemi verkefnis gagnvart Landsneti er tekið tillit til eftirfarandi þátta eftir því sem við á:

- Framkvæmda- og fjármagnskostnaðar.
- Rekstrar- og viðhaldskostnaðar.
- Flutningstekna.
- Mögulegra tapaðra tekna vegna straumleysis.

Við mat á þjóðhagslegri arðsemi framkvæmda þarf að líta til fleiri þátta og áhrifa á aðila beggja vegna flutningskerfisins, þ.e. vinnsluáðila og notenda, auk ýmissa annarra samfélagslegra áhrifa. Þjóðhagslegt mat tekur því tillit til mun fleiri þátta

en hefðbundið arðsemismat Landsnets. Eftirfarandi þætti er reynt að meta til fjárhæða þegar þjóðhagsleg arðsemi er áætluð:

- Framkvæmda- og fjármagnskostnaðar.
- Rekstrar- og viðhaldskostnaðar.
- Flutningstekjur.
- Kostnaður vegna flutningstapa og kerfisþjónustu.
- Þjóðhagslegur kostnaður vegna straumleysis.
- Kostnaður vegna orku sem ekki er afhent viðskiptavinum.
- Kostnaður vegna keyrslu varaafsl.

Einnig er reynt að leggja mat á aðra þætti sem áhrif hafa á framkvæmdina þótt ekki sé unnt að gefa þeim tölulegt gildi.

1.5.1 Tekjumörk, gjaldskrá og áhrif framkvæmdakostnaðar

Samkvæmt raforkulögum setur Orkustofnun Landsneti tekjumörk vegna flutnings á raforku. Eftirfarandi meginþættir eru lagðir til grundvallar:

- Rekstrarkostnaður sem tengist flutningsstarfsemi fyrirtækisins, þ.m.t. kostnaður vegna viðhalds, leigukostnaður vegna flutningsvirkja, almennur rekstrarkostnaður og kostnaður við kerfisstjórnun.
- Framlag eignastofns sem samanstendur af afskriftum fastafjármuna og arðsemi (WACC) þeirra fastafjármuna sem nauðsynlegir eru til reksturs flutningskerfisins. Arðsemisprósantan, WACC, er ákvörðuð af Orkustofnun.
- Kostnaður vegna veltufjármuna.

Tekjumörkunum er skipt í tvennt, annars vegar tekjumörk til dreifiveitna og hins vegar tekjumörk til stórnotenda, og byggist skiptingin að mestu leyti á skiptingu eignastofnsins í þessa tvo flokka. Framlag eignastofnsins til tekjumarkna er hinn

ráðandi þáttur en um 81% tekjumarkna fyrir stórnotendur og 64% tekjumarkna fyrir dreifiveitur má rekja til hans. Í heildina er framlag eignastofns til tekjumarkna um 77%.

Í raforkulögum segir að flutningsfyrirtækið skuli setja gjaldskrá vegna þjónustu sinnar í samræmi við tekjumörk og mynda tekjumörkin því gjaldskrárgrunn félagsins. Gjaldskrárgrunni er skipt milli afl- og orkugjalda í hlutföllunum 70/30 og eru gjöld á afl (MW) og orku (MWh) fundin á grundvelli orku- og afláætlana ársins. Gjaldskráin gildir annars vegar fyrir úttekt dreifiveitna frá flutningskerfi og hins vegar fyrir úttekt stórnotenda sem ákvörðuð er í Bandaríkjadöllum.

Eignastofn Landsnets hefur afgerandi áhrif á tekjumörk félagsins, gjaldskrárgrunn og þar með gjaldskrá. Dýrari útfærslur á fjárfestingum, svo sem að nota jarðstrengi í stað loftlína, hafa því bein áhrif á gjaldskrá félagsins. Almenn séð hefur Landsnet svigrúm til að fjárfesta árlega því sem nemur afskriftum á flutningskerfinu, allar fjárfestingar umfram þá upphæð stækka eignastofn félagsins og leiða til gjaldskrárhækkana nema að aukinn flutningur komi á mót.

1.6 Lykilhugtök

Í kerfisáætlun verða notuð ákveðin lykilhugtök sem mikilvægt er að gefa greinargóða skýringu á til þess að efni áætlunarinnar komist sem best til skila. Hugtökín hafa sum hver aðra

Sviðsmynd

Hugtakið sviðsmynd verður hér á eftir ekki notað í skilningi uppbyggingar flutningskerfisins. Tiltækin sviðsmynd mun lýsa þróun í orkuframleiðslu (byggt á rammaáætlun) og orkunotkun. Með öðrum orðum, sviðsmynd verður sú hlið framtíðarþróunar sem Landsnet mun ekki hafa stjórn á og þarf þ.a.l. að bregðast við. Sviðsmynd mun ekki lýsa tiltækinni útfærslu á þróun flutningskerfisins.

Flutningsþörf

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

Valkostur

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

N-1

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

merkingu í þessum texta en í almennri notkun þeirra og önnur krefjast skýringa sökum tæknilega flókans eðlis þeirra.

Kerfishönnun

Hönnun flutningskerfisins tekur mið af mörgum hönnunarbáttum. 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 aflu (MW) umfram orku (MWh) sem er sú vara sem skipt er með á raforkumarkaði. Þetta þýðir að raforkuferfið verður að hanna svo að rými sé fyrir afltoppa, þ.e. hæsta augnabliksgildi orkunnar.

Núllkostur

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

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.

1.7 Óvissa og endurskoðun

Helsti óvissuþáttur þessarar áætlunar er staðsetning þeirrar notkunar sem kemur með nýjum virkjunum. Einnig eru tíma- setningar nýtingar virkjanakosta og nýrrar notkunar stór óvissuþáttur og er samspil staðsetningar framleiðslu og notkunar stærsti áhrifaþáttur þróunar flutningskerfisins. Þar sem raforkumannvirki hafa gjarnan líftíma upp á 40 til 60 ár verður að líta á forsendur til tíu ára einnig sem langtímaforsendur.

Þess vegna er nauðsynlegt að horfa til sviðsmynda sem tekur tillit til allra virkjanakosta nýtingarflokks. Reynt er að draga úr þessum óvissuþáttum með greiningu sviðsmynda samkvæmt grunnforsendum eins og greint var frá í kafla 1.4. Áætlun þessi er endurskoðuð skv. lögum og mun koma út árlega ásamt umhverfisskýrslu.





Loftlínur og jarðstrengir

Raforka er undirstaða nútímabjóðfélags og mikilvægt að allir landsmenn hafi góðan aðgang að henni til heimilisnota og atvinnurekstrar. Til að tryggja það þarf flutnings- og dreifikerfi raforku að vera traust og geta annað flutningum á mesta annatíma. Í flutningskerfi raforku liggur mikið fjármagn og því hefur verið talið rétt að hafa einungis eitt kerfi til að flytja raforku um landið og veitir hið opinbera því sérleyfi til slíkrar starfsemi.

Við skipulagningu uppbyggingar flutningskerfisins þarf að meta hvar þörf er á nýjum flutningsvirkjum út frá þróun orku-

notkunar og orkuframleiðslu næstu áratuginna á mismunandi stöðum á landinu. Þegar fyrir liggur hvar efla þarf raforkukerfið þarf að huga að því hvernig standa eigi að þeirri styrkingu, svo sem fyrir hvaða spennu og flutningsgetu byggja á nýtt flutningsvirki og hvort um verði að ræða loftlínu, jarðstreng, blöndu af hvoru tveggja eða aðra tæknilega valkosti. Mikilvægt er að hvert tilvik sé skoðað gaumgæfilega þar sem staðbundnar aðstæður eru mjög mismunandi sem getur haft veruleg áhrif á kostnað.

2.1 Aðferðir við samanburð á milli útfærslna

Á undanföllum árum hefur oft verið borinn saman kostnaður við loftlínu og jarðstrengi og þá hefur oftast verið horft á stofnkostnað mannvirkjana. Stofnkostnaður er það fjármagn sem leggja þarf fram í upphafi sem síðan á að skila sér til baka yfir líftíma mannvirkisins í gegnum gjaldskrá flutningsfyrirtækisins. Undanfarna áratugi hefur einnig í mörgum tilvikum verið skoðaður kostnaður til lengri tíma lítið og dæmi um slíkt eru t.d. ítarlegar skýrslur Orkustofnunar um uppbyggingu raforkukerfisins frá árinu 1981 þar sem borinn var saman kostnaður við mismunandi leiðir yfir um 20 ára tímabil. Að undanförunu hafa verið unnar skýrslur um samanburð milli loftlína og jarðstrengja þar sem reynt er að horfa á allan kostnað til margra áratuga og verður hér notað hugtakið líftímakostnaður um slíka útreikninga. Eftirfarandi eru helstu kostnaðarþættir sem taka þarf inn í líftímaútreikninga:

- Stofnkostnaður. Þar ráða viðmiðunarverðlag og -gengi miklu auk aðstæðna á lagnaleið.
- Rekstrarkostnaður mannvirkja.
- Kostnaður vegna orku sem tapast við flutning um virkið.
- Landbætur.
- Líftími mannvirkis.
- Lengd athugunartímabils.
- Hrakvirði eða kostnaður við förgun mannvirkis við lok nýtingar.

Jafnframt þarf að huga að þáttum eins og þróun flutninga um mannvirkið yfir athugunartímabilið, flutningsgetu mannvirkis, nýtingartíma álagsins og tapa, þróun raforkuverðs og reiknivöxtum.

Töluverð óvissa ríkir með þann kostnað sem kemur til með að falla til vegna mannvirkis á líftíma þess, til dæmis þróun tapakostnaðar. Stofnkostnaður er hins vegar kostnaðarþáttur sem nokkur vísar er um á ákvörðunarstigi og út frá honum má meta áhrif framkvæmdar á flutningsgjaldskrá.

Þegar kostnaður við mannvirkið yfir allt athugunartímabilið liggur fyrir þarf að taka saman líftímakostnaðinn og er hann núvirtur til upphafs tímabilsins með þeim reiknivöxtum sem ákveðið er að nota. Sú leið, sem gefur lægst núvirði, er talin hagkvæmasta leiðin.

2.2 Óvissa í áætlunum

Í öllum áætlunum er einhver óvissa og því er mikilvægt að slíkt sé metið þegar verið er að skoða mismunandi leiðir við uppbyggingu kerfisins. Óvissa stafar t.d. af því að aðstæður eru ekki að fullu þekktar en einnig af því að ástand á fjármagnsmörkuðum getur breyst, orkuverð er breytilegt, ending mannvirkis er óviss og fleira mætti nefna. Mikilvægt er að

skoðuð séu áhrif slíkrar óvissu á niðurstöður samanburðar kosta til að sjá hve mikil áhrif breyting á einstökum forsendum gæti haft á niðurstöður útreikninga. Óvissu við framkvæmd er að vissu leyti mætt með útbóði framkvæmda eða einstakra framkvæmdaþátta.

2.3 Sveigjanleiki mismunandi lausna

Loftlínur gefa meiri sveigjanleika við uppbyggingu kerfisins en jarðstrengir og auðvelt er að hanna línurnar þannig að hægt sé að auka flutningsgetu þeirra með tiltölulega litlum tilkostnaði síðar meir ef aðstæður kalla á það. Við hönnun háspennulína er horft til framtíðar til að skapa möguleika á að auka flutningsgetuna án þess að ráðast þurfi í miklar framkvæmdir. Í sumum tilfellum hafa flutningsmannvirki verið hönnuð og byggð fyrir hærra spennustig en þau eru rekin á. Stofnkostnaður getur aukist nokkuð ef miða á við mikinn sveigjanleika við hönnun línu.

Landsnet hefur látið framkvæma mat á flutningsgetu margra flutningslína með það að markmiði að nýta betur núverandi mannvirki og fresta þannig kostnaðarsómum framkvæmdum í flutningskerfinu. RARIK hefur í gegnum tíðina lagt margar loftlínur sem reknar hafa verið á 66 kV spennu en voru byggðar fyrir 132 kV. Þetta á t.d. við á Austur- og Norðausturlandi. Breytingar á spennustigi línanna kalla yfirleitt á lítinn útlagðan kostnað. Nokkur kostnaður fellur hins vegar til við enda línanna þar sem búnaður í tengivirkjum miðast við það spennustig sem mannvirkin hafa verið rekin á frá því að þau voru tekin í notkun.

2.4 Dæmi um samanburð milli loftlína og jarðstrengja

Í skýrslu Landsnets frá því í janúar 2014 [8] er gerð grein fyrir niðurstöðum verkefnis sem fólst í samanburði á líftíma-kostnaði 220 kV loftlína og jarðstrengja. Skoðaðar voru fimm mismunandi aðstæður með tilliti til jarðstrengjalagna, hagkvæmar aðstæður, dalur og á, hraun og útjaðar íbúðabyggðar. Fimmta tilfellið í samanburðinum var ímyndað besta tilfelli sem endurspeglar aðstæður á lagnaleið sem varla finnast hér á landi. Það var sett fram til að sýna hvað kostnaður gæti mögulega verið ef allir þættir framkvæmdar gengju upp samtímis.

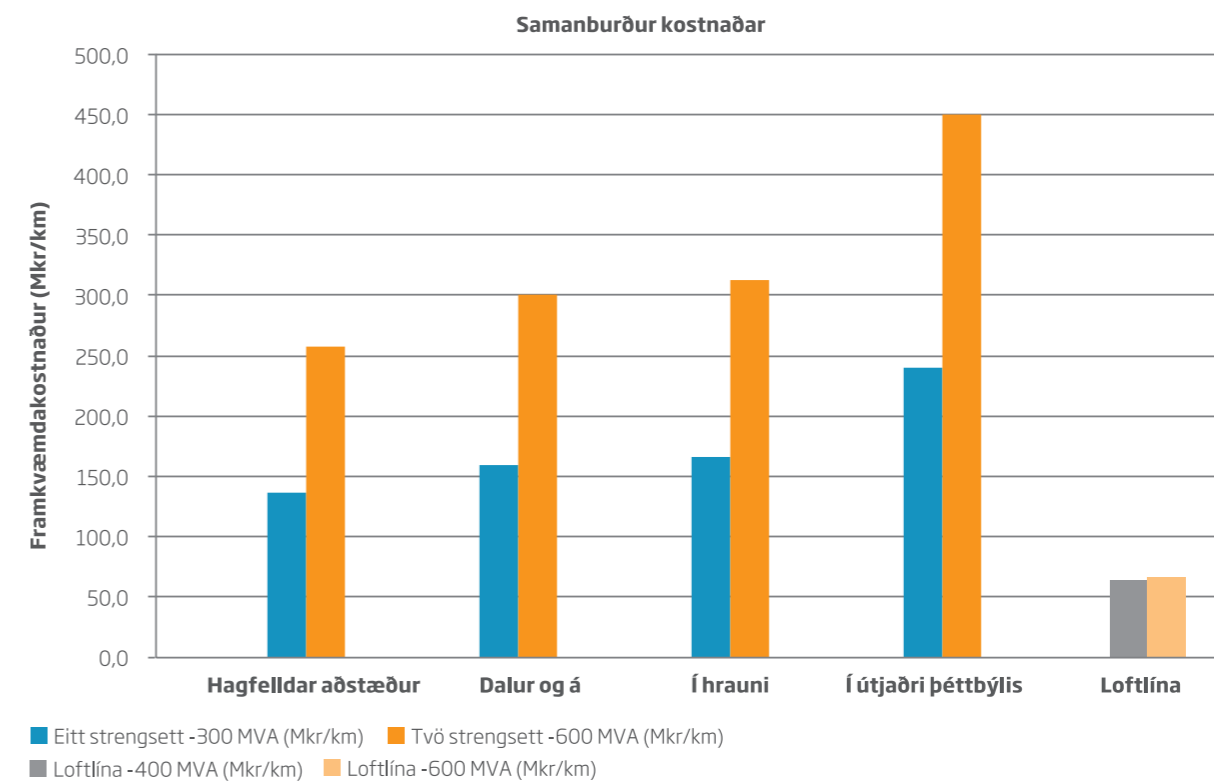
Til þess að ná um 400 MVA flutningsgetu við bestu íslensku aðstæður á 220 kV spennu þarf jarðstreng með að minnsta kosti 2.000 mm² þversnið. Strengur af þeim sverleika er allt að því flutningsmesti jarðstrengur sem völ er á. Lengsti strengur, sem lagður hefur verið þessarar tegundar í Evrópu, er um 65 km. Í skýrslunni, sem vitnað er í, var samanburður gerð-

ur á jarðstrengslögnum upp á 5 km (1 km í tilfallinu „í útjaðri þéttbýlis“). Tölur fyrir kostnað á kílómetrafjölda af jarðstreng er ekki hægt að heimfæra á miklar lengdir þar sem útförnuarstöðvar og annar hjálparbúnaður, sem þarf til á löngum strengjum, hækka kostnað nokkuð.

Sé þörf á meiri flutningsgetu en þessari þarf að leggja fleiri strengsett. Ef tvö strengsett eru lögð samtímis má reikna með að framkvæmdakostnaður aukist um allt að 90%. Mynd 2.1 sýnir samanburð á framkvæmdakostnaði fyrir lagningu jarðstrengs annars vegar og loftlínu hins vegar. Sýndar eru kostnaðartölur vegna lagningar jarðstrengs með 300 MVA flutningsgetu annars vegar og 600 MVA flutningsgetu hins vegar. Í síðara tilvikinu er þörf á að leggja tvöfalt sett af strengjum. Til samanburðar er sýndur framkvæmdakostnaður við byggingu loftlínu með 400 MVA flutningsgetu annars vegar og 600 MVA flutningsgetu hins vegar.

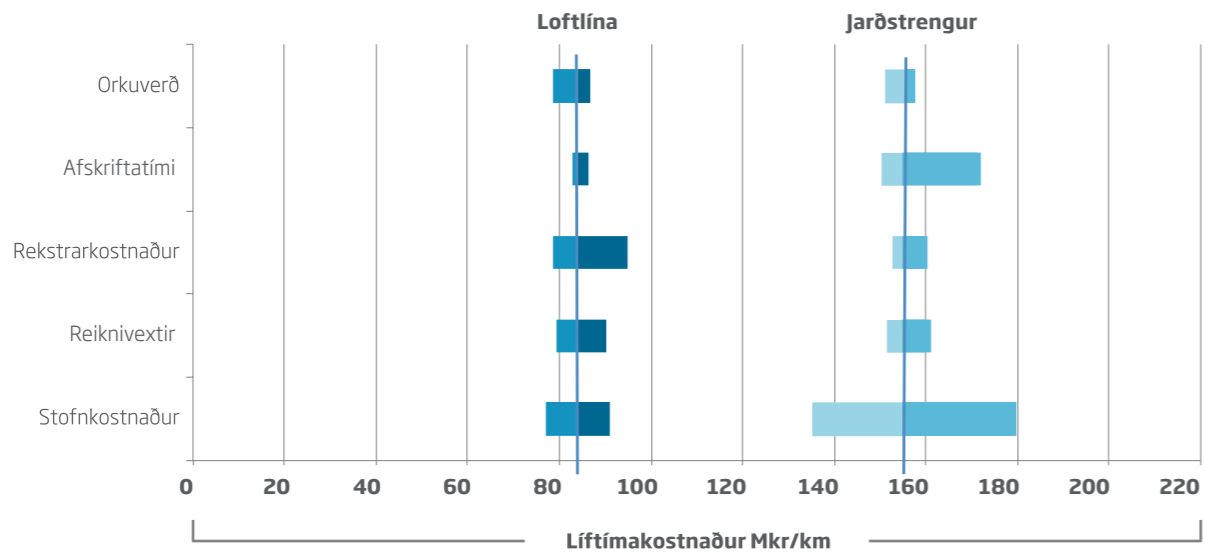
Framkvæmdakostnaður við lagningu 5 km 220 kV jarðstrengs við mismunandi aðstæður og flutningsgetu. Framkvæmdakostnaður við sambærilega loftlínu til samanburðar

Mynd 2.1



Af myndinni má ráða að aðstæður geta haft veruleg áhrif á framkvæmdakostnað. Til að mynda kalla þveranir jarðstrengja (undir vegi, ár o.fl.) iðulega á sértækar lausnir (til dæmis stefnuborun, röralagnir). Lagning jarðstrengs um hraunsvæði gerir sérstaklega miklar kröfur til skurðsins. Í slíkum tilfellum gæti þurft að klæða skurðbotninn og skurðbarmana með dúk til þess að sandurinn umhverfis strenginn hripi ekki niður í hraunið. Afar lítill munur er á framkvæmdakostnaði við loftlínuna, hvort sem valið er að byggja 400 MVA línu eða 600 MVA.

Á mynd 2.2 er sjónum beint að líftímakostnaði jarðstrengja og loftlína sem felur í sér stofnkostnað meðal annarra þátta. Þar er sýndur líftímakostnaður á kílómetra fyrir það tilvik þar sem aðstæður eru hagstæðar fyrir lagningu jarðstrengs auk þess sem sýnd eru áhrif þess að breyta einstökum forsendum. Jarðstrengurinn í þessum samanburði er 220 kV strengur með þversnið 2.000 mm². Eins og áður segir hefur slíkur strengur um það bil 400 MVA flutningsgetu við bestu íslensku aðstæður á þessari spennu.

Líftímakostnaður jarðstrengja og loftlínu við breyttar forsendur fyrir hagkvæmar aðstæður **Mynd 2.2**

Flutningsþörf getur haft veruleg áhrif á samanburð sem þennan, eins og sýnt er á mynd 2.1, og er þá mikilvægt að skoða hvort hægt sé að áfangaskipta framkvæmdinni. Ef álag vex jafnt og þétt þannig að einn strengur getur ekki annað

flutningunum til lengri tíma er mikilvægt að skoða hvort ef til vill sé hagstæðara að leggja seinni streng þegar álag kallar á það fremur en að gera það strax í upphafi.

2.5 Tæknilegar áskoranir

Við hönnun og uppbyggingu flutningskerfis raforku þarf að taka tillit til þess að tölurverður munur er á tæknilegum eiginleikum loftlína og jarðstrengja. Munurinn vex með hærri spennu og aukinni flutningsþörf og þarf því að kanna áhrif strenglagningar á flutningskerfið í hvert sinn sem slíkur kostur er til skoðunar.

2.5.1 Rýmdaráhrif

Raftæknilegir eiginleikar loftlína og jarðstrengja eru gjörólíkir og til að mynda eru svokölluð rýmdaráhrif jarðstrengja margfalt meiri en loftlína en þau auka töp og gera spennustýringu í flutningskerfinu erfiðari þegar lengd strengja eykst. Með rýmdaráhrifum er átt við það að strengurinn virkar eins og þéttir, þ.e. framleiðir launafli. Þetta launafli veldur spennuhækkun í flutningskerfinu, sérstaklega ef orkuflutningur um strenginn er lítill. Takmörk eru því fyrir því hve langir strengir geta orðið án þess að grípa þurfi til útfjöfnunar á rýmdaráhrifum.

Slík útfjöfnun er gerð með því að tengja sérstakar spólur við strengina með vissu millibili til þess að eyða launafliu sem myndast í strengnum. Eftir því sem rekstrarspennan er hærri þeim mun styttra er á milli slíkra stöðva. Einnig ræðst stærð

strengja og spólna sem hægt er að setja í flutningskerfi af styrkleika kerfisins. Mælikvarði á styrkleika raforkukerfis er svokallað skammhlaupsafli, því hærra sem skammhlaupsaflið í kerfinu er því sterkara er kerfið. Í íslenska flutningskerfinu er skammhlaupsaflið mjög lágt samanborið við mörg önnur Evrópulönd en það skýrist fyrst og fremst af miklum fjarlægðum milli afhendingarstaða og virkjana og veikum tengingum þar á milli.

2.5.2 Rekstraröryggi

Þar sem jarðstrengir eru grafnir í jörðu eru þeir ekki jafnviðkvæmir og loftlínur fyrir veðurbáttum, svo sem vindi og ísingu sem eru helstu bilanavaldar í íslenska flutningskerfinu. Bilanatiðni jarðstrengja er því yfirleitt lægri en loftlína en nýjustu tölur gefa til kynna að hún sé u.þ.b. 0,3 bilanir á hverja 100 km af jarðstrengjum árlega. Helstu bilanabættir jarðstrengja með yfir 80% tilvika eru bilanir í samskeytum og endabúnaði en ekki strengnum sjálfum. [9]

Það sem hefur mestu áhrifin á rekstraröryggið er viðgerðartíminn. Viðgerðartími strengja er töluvert lengri en viðgerðartími loftlína en það stafar m.a. af lengri tíma sem tekur að staðsetja nákvæmlega bilun í jarðstreng og viðgerð á strengj-

um fylgir yfirleitt mikil sérhæfð vinna, bæði jarðvinnu og ekki síður tengivinna ef um er að ræða strengi á hárrí spennu. Einnig getur aðgengi að bilanastað verið mismunandi eftir landsvæðum og árstíðum.

Rannsóknir á bilunum í strengjum gefa til kynna að viðgerðartími jarðstrengjabilana er meira en vika í yfir 75% tilvika og meira en mánuður í u.þ.b. 50% tilvika. [9] Slíkur viðgerðartími er óviðunandi í íslenska meginflutningskerfinu sem og á geislatengdum afhendingarstöðum. Sé hins vegar nauðsynlegt vegna aðstæðna að leggja jarðstreng í þannig kerfum er venjan að notast við tvöföld jarðstrengjasett. Kostnaðurinn við að leggja tvöfalt jarðstrengjasett er mjög nálægt því að vera tvöfaldur á við einfalt sett, sbr. umfjöllun að ofan.

2.5.3 Orkutöp

Orkutöp í loftlínu eru fyrst og fremst varmatöp (óhmsk) sem koma til vegna raunviðnámsins í leiðaranum. Þau töp vaxa í öðru veldi með straumnum í leiðaranum, þ.e. tvöföldun straums þýðir fjórföldun tapa. Í jarðstreng eru þessi óhmsku töp til staðar en að auki verða töp í einangruninni sem eru háð spennunni á strengnum í öðru veldi og eru til staðar þó lítill eða enginn straumur sé um strenginn. Þriðji tapabátturinn, sem huga þarf að í jarðstrengjum, eru töp vegna strauma sem spanast upp í skerminum utan um leiðarann.

2.5.4 Varmaleiðni

Við lagningu háspennustrengja í jörð er varmaleiðni jarðvegs og fyllingarefna umhverfis streng einn af ráðandi þáttum við ákvörðun flutningsgetu strengsins. Hitamyndun í jarðstrengjum er veruleg og því ræðst flutningsgeta viðkomandi strengja meðal annars af getu umhverfisins til að leiða burtu hitann. Varmaleiðni fyllingarefna umhverfis streng ræður því miklu um val á sverleika jarðstrengs sem þarf að nota hverju sinni. Ofhitnun jarðstrengja hefur skaðleg áhrif á einangrun þeirra og flýttir fyrir öldrun.

Eiginleikar efna til að leiða varma eru mismunandi. Helstu breytur eru efnisgerð, rakainnihald, kornastærð í jarðvegi og kornastærðardreifing. Gerð jarðefnis skiptir miklu máli. Lífrænn jarðvegur er alltaf slæmur varmaleiðir enda hefur torf verið notað sem einangrun í gegnum aldirnar, þá skiptir raka-stig eða þjöppun litlu. Kornastærðardreifing efnis er mikilvæg. Besti varmaleiðarinn er efni með mikla kornadreifingu og því hærra hlutfall sem er af fínun kornum, þ.e. silti og leir, því betri er varmaleiðnin.

Erfitt er að skilgreina kröfur til fyllingarefna sem geta gilt fyrir hvað streng sem er, hvar sem er á landinu. Slíkar kröfur gætu leitt til þess að ómögulegt væri að uppfylla þær án mikils kostnaðar, annaðhvort við efnisvinnslu og/eða flutning efnis um langan veg. Nauðsynlegt er því að kanna aðstæður á hverjum stað og rannsaka hvaða efni er í boði í nágrenni strengleiðarinnar áður en kröfur til strengsins eru endanlega skilgreindar og strengurinn boðinn út. Komi í ljós að ekki sé ákjósanlegur strengjasandur í hentugri fjarlægð frá strengleið þarf að vega saman kostnað við vinnslu og/eða flutning á fyllingarefni á móti kostnaði við að kaupa „stærri“ streng sem hitnar minna við þann flutning sem áætlaður er á líftíma strengsins.

Leiðarar loftlínu eru loftkældir og því er hitamyndun að jafnaði ekki vandamál. Leiðarar loftlína geta hins vegar sigið þegar þeir hitna á sólríkum dögum og/eða við mikinn flutning. Í skógi vöxnum löndum Evrópu er hætta á að hitasignir leiðarar rekist í trjátoppa og valdi jarðhlaupi (skammhlaupi til jarðar). Því þarf sums staðar að stunda markvisst skógarhögg á línuvegum til að koma í veg fyrir truflanir eða hanna burðarmöstur talsvert hærrí. Þetta er síður vandamál á Íslandi þar sem loftlínur hafa óviða verið lagðar um skógi vaxið land enda lítið um skóga, þó svo að slík tilfelli séu fyrir hendi. Hér er almennt kaldara loftslag en í Evrópu og leiðarar því betur kældir. Mikilvægt er að hafa í huga að ofhitnun á leiðurum loftlína hefur engin bein áhrif á líftíma loftlínunnar, ólíkt áhrifum af ofhitnun í jarðstrengjum. [10]

2.6 Samantekt

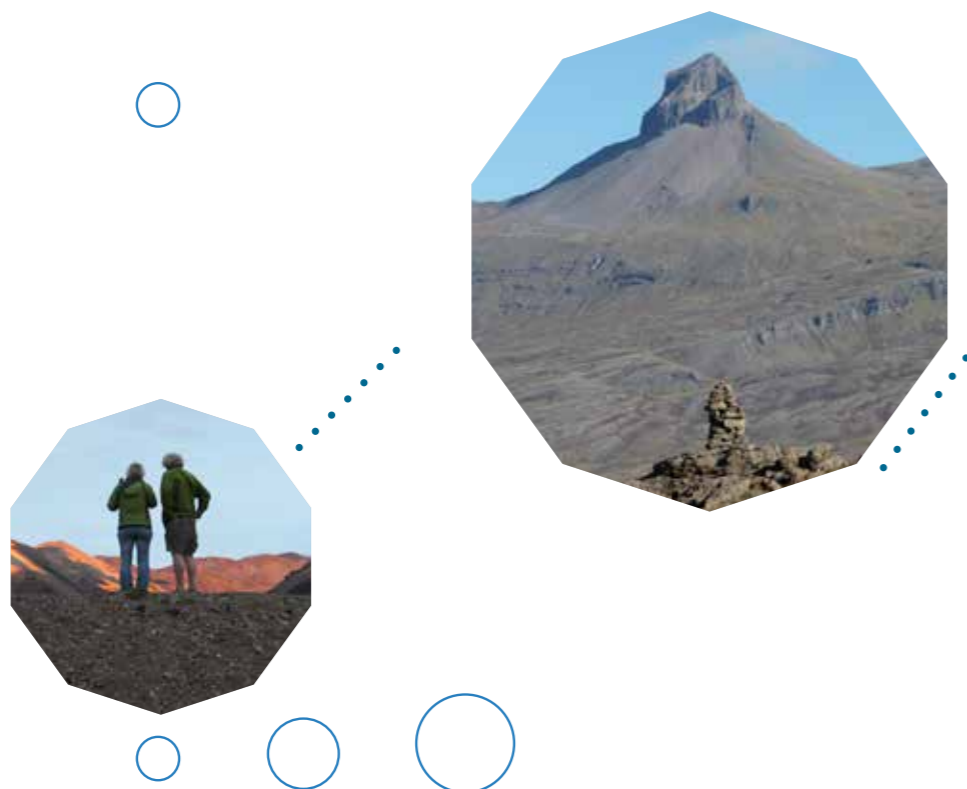
Nokkrar ólíkar leiðir eru við kostnaðarsamanburð á loftlínunum og jarðstrengjum en ekki er til ein rétt aðferð. Í þessum kafla hefur þessi verið freistað að benda á helstu þætti sem hafa þarf í huga við slíkan samanburð.

Forsendur stofnkostnaðar eru flestar tiltölulega auðmælanlegar og óvissa tiltölulega lítil. Öðru máli gegnir um ýmsa þá þætti sem koma inn í mat á líftímakostnaði enda er þá verið að líta til stærða sem munu þróast um ókomna framtíð. Dæmi um þetta er kostnaður vegna tapaðrar orku. Kostnaður vegna tapar í dag er ekki nauðsynlega sá sami og eftir nokkra áratugi sem er líftími flutningsmannvirkja. Því þarf að gefa sér ákveðnar forsendur um þróun þessa kostnaðarþáttar svo hægt sé að leggja mat á tapakostnaðinn. Eins er umhverfiskostnaður í mörgum tilfellum illa skilgreinanlegur. Þeir þættir, sem leggja þarf huglæg mat á, geta því haft veruleg áhrif á niðurstöðu útreikninganna.

Tæknilegir eiginleikar loftlína og jarðstrengja eru afar ólíkir og geta haft mikil áhrif á stofn- og líftímakostnað. Skoða þarf áhrif jarðstrengslagna á flutningskerfið, til dæmis á spennujafnvægi þess. Meta þarf hvort grípa þurfi til ráðstafana, svo sem að setja upp útjöfnunarstöðvar fyrir launafl.

Þegar öllu er á botninn hvolft þarf að skoða hvert tilvik fyrir sig. Þó að það henti vel að leggja 50 km af 220 kV jarðstreng í einu landi er ekki sjálfgefið að slíkt sé heppilegt í öðru þar sem aðstæður geta verið allt aðrar. Þá er bæði átt við kerfislegar aðstæður, þ.e. tæknilega getu flutningskerfisins, og ekki síður landfræðilegar aðstæður.

Það er mikilvægt að vanda allan samanburð á þessum lausnum því á grundvelli þess samanburðar er valin lausn sem þarf að þjóna samfélaginu í marga áratugi.





Núverandi flutningskerfi

Flutningskerfi Landsnets tilheyra öll flutningsvirki sem rek-in eru á 66 kV spennu og hærri auk 33 kV tenginga til Vestmannaeyja og Húsavíkur. Hæsta nafnspenna kerfisins er 220 kV en nokkrar línur eru byggðar sem 400 kV línur en eru reknar á 220 kV þar til þörf verður á aukinni flutningsgetu.

Allar virkjanir, sem eru 10 MW og stærri, eiga að tengjast flutningskerfinu og eru innmötunarstaðir 20 talsins og hefur þeim fjölgað um einn frá síðustu áætlun. Flutningskerfið afhendir orkuna víðs vegar um landið, til dreifiveitna á 59 stöðum (fjölgun um þrjá frá síðustu áætlun) og til stórnotenda á sex stöðum (óbreytt). Dreifiveitur flytja rafmagnið síðan áfram

um sitt dreifikerfi til notenda. Eftirfarandi dreifiveitur tengjast kerfi Landsnets: RARIK ohf., Orkuveita Reykjavíkur, HS veitur hf., Norðurorka hf., Orkubú Vestfjarða hf. og Rafveita Reyðarfjarðar hf.

Stórnotendur, það eru þeir sem nota að lágmarki 80 GWh eða meira árlega, fá raforkuna afhenta beint frá flutningskerfi Landsnets. Viðskiptavinir Landsnets eru því vinnslufyrirtæki, dreifiveitur og stórnotendur. Stórnotendur árið 2013 voru eftirfarandi: ALCAN á Íslandi hf., Íslenska járnblendifélagið hf., Norðurál hf., Fjarðaál hf., Becromal Iceland hf. og Verne Holdings ehf.

3.1 Núverandi raforkunotkun

Árið 2013 var heildarmötun inn á kerfi Landsnets 17,49 TWh, þar af fóru 3,12 TWh til dreifiveitna og 13,98 TWh til stórnotenda. Er þetta 3,2% aukning miðað við árið 2012. Afhending til dreifiveitna í gegnum kerfi Landsnets jókst um 2,3% milli ára 2012 og 2013 en aukning milli ára 2011 og 2012 var ívið minni, eða 1,7%. Afhending til stórnotenda, sem tengjast beint inn á kerfi Landsnets, jókst nokkuð frá fyrra ári, eða um 3,2% en 2,0% árið á undan. Heildarúttekt úr kerfi Landsnets á árinu 2013 var um 17,11 TWh með hámarksaflopp upp á 2.193 MW.

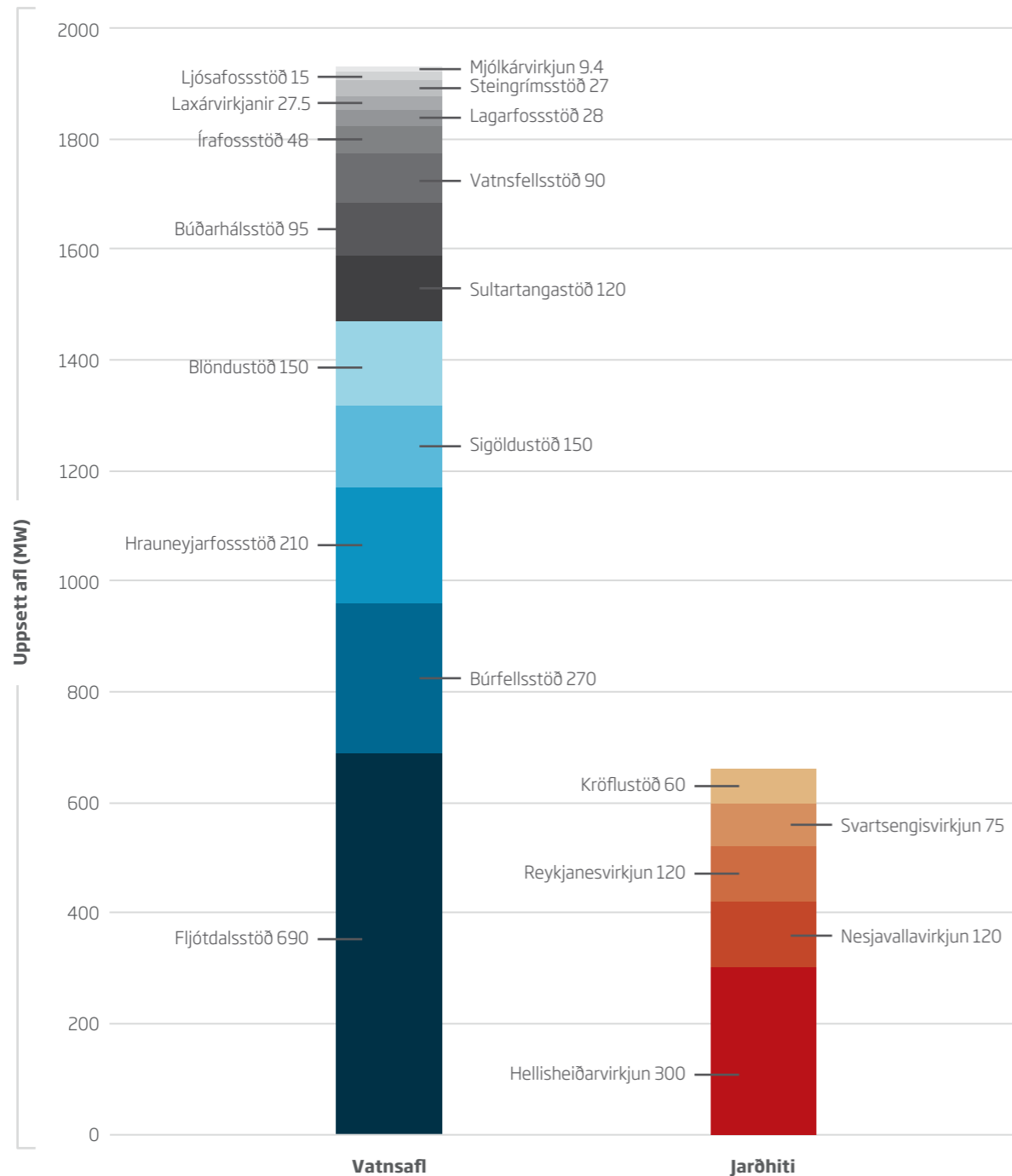
Flutningstöp í kerfi Landsnets námu um 374 GWh árið 2013 sem eru 2,1% af heildarinnmötun. Samanborið við árin á undan voru töpin 353 GWh árið 2012, eða 2,1%, og 331 GWh árið 2011, eða 2,0%. Þannig má sjá að töpin hafa aukist með auknum flutningi en hlutfall þeirra af heildarinnmötun hefur einnig hækkað síðustu tvö ár eftir að hafa verið á niðurleið fram að því.

3.2 Núverandi raforkuvinnsla

Í ársbyrjun 2014 var uppsett afl í virkjunum framleiðenda, tengdum flutningskerfinu, samanlagt 2592,9 MW og skiptist eins og sýnt er á mynd 3.1.

Uppsett afl í ársbyrjun 2014, skipt í vatnsafl og jarðhita

Mynd 3.1



3.3 Öryggi flutningskerfisins

Nútímaþjóðfélag gerir miklar kröfur til afhendingaröryggis rafmagns og má í því sambandi nefna að tjón af völdum fyrirvaralausra rekstrartruflana er metið um 2,8 milljarðar króna árið 2012 skv. skýrslu starfshóps um rekstrartruflanir í raforkukerfinu. [7] Svo til öll atvinnustarfsemi á landinu er háð rafmagni og þegar rafmagnsleysi á sér stað á háannatíma stöðvast öll starfsemi á áhrifasvæðum straumrofsins og milljónir byrja að tapast á hverri mínútu sem líður. Íbúar á landsbyggðinni þurfa að þola rof á afhendingu rafmagns í mun meiri mæli en íbúar höfuðborgarsvæðisins og nágrennis þar sem áreiðanleiki flutningskerfisins er mun betri.

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 hefur 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.

3.3.1 Samantekt frammistöðuskýrslu

Árið 2013 hófst hjá Landsneti á sama hátt og árinu 2012 lauk - með miklum lagfæringum á flutningsvirkjum félagsins en á heildina litið voru truflanir í flutningskerfinu í meðallagi yfir árið. Mikið álag var á starfsfólki Landsnets vegna bilana auk þess sem árið einkenndist af umfangsmiklum framkvæmdaverkefnum. Þrátt fyrir mikið álag tókst jafnframt að ljúka hefðbundnu viðhaldi á tengivirkjum og háspennulínunum. Viðhalds- og rekstrarverk gengu einnig vel og náðist að sinna áætluðum skoðunum og lagfæringum.

Skerðing forgangsalags er ávallt mjög viðkvæm aðgerð og ekki framkvæmd nema í ítrustu neyð. Í samningum um skerðanlegan flutning er gengið út frá því 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 sem sérfræðingar Landsnets hafa stillt eftir ítarlegar prófanir á hegðun kerfisins og með kerfishermunum. Áralöng reynsla af rekstri kerfisvarnaáætlaða hefur borið góðan árangur og margsinns haldið alvarleika stórra truflana minni en ella. Nánar er fjallað um málefni tengd stöðugleika raforkukerfisins í kafla 3.3.2.

Fyrirvaralausar rekstrartruflanir í flutningskerfinu voru alls 52 talsins en bilanir, sem tengdust rekstrartruflunum, voru 56 sem þýðir að fleiri en ein bilun kom fram í nokkrum tilvikum. Flestar áttu sér stað í janúar, september og desember og voru oftast vegna veðurs. Skerðing vegna fyrirvaralausra truflana í flutningskerfinu nam samtals 596 MWh sem samsvarar 17,9 straumleysismínútum. Skerðing rafmagns vegna truflana í kerfi annarra veitna nam samtals 160 MWh.

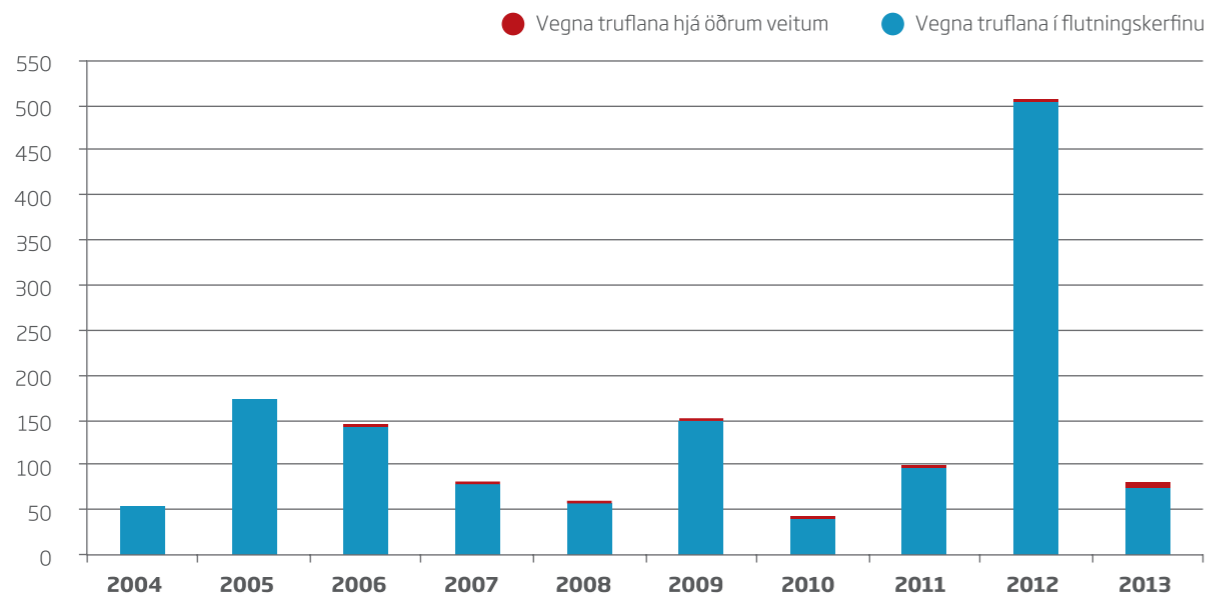
Markmið varðandi afhendingaröryggi

Tafla 3.1

	2013	Markmið
Stuðull um rofið álag (SRA)	0,50	Undir 0,85
Stuðull um meðallengd skerðingar, straumleysismínútur (SMS)	17,9	Undir 50
Kerfismínútur (KM)	Ein truflun var lengri en 10 kerfismínútur	Engin truflun lengri en 10 kerfismínútur

Straumleysismínútur vegna fyrirvaralausra rekstrartruflana árin 2004-2013

Mynd 3.2



Tölulegar upplýsingar úr rekstri flutningskerfisins

Tafla 3.2

Hæsti aftoppur innmötunar (klukkustundargildi)	2.236 MW
Hæsti aftoppur úttektar (klukkustundargildi)	2.193 MW
Fjöldi fyrirvaralausra rekstrartruflana	52
Fjöldi fyrirvaralausra rekstrartruflana sem valda skerðingu	30
Fjöldi fyrirvaralausra bilana	56
Fjöldi fyrirvaralausra bilana sem valda skerðingu	30
Samtals orkuskerðing vegna fyrirvaralausra bilana	596 MWh
Vinnsla varastöðva vegna fyrirvaralausra bilana	1.379 MWh

3.3.2 Flöskuhálsar og tengingar milli svæða

Skilgreind hafa verið þrjú snið í flutningskerfinu og flutningsmörk þeirra. Sniðin og skilgreind mörk eru í gildi allt tímabil þessarar kerfisáætlunar eða til ársloka 2023 m.v. að engar styrkingar eigi sér stað í meginflutningskerfinu (byggðalínu). Sniðin, sem einnig má nefna flöskuhálsa, orsakast af svipulum stöðugleikamörkum kerfisins og eru þau eftirfarandi:

- Snið II: Sker Kröflulínu 2 og Sigöldulínu 4.
 - Stöðugleikamörk eru við 100 MW innflutning inn í sniðið, þ.e. inn á Austurland.
- Snið IIIb: Sker Blöndulínu 1 og Fljótsdalslínu 2.
 - Stöðugleikamörk eru við 130 MW útflutning út úr sniðinu, þ.e. út af Norðausturlandi.
- Snið IV: Sker Blöndulínu 2 og Sigöldulínu 4.
 - Stöðugleikamörk eru við 100 MW innflutning inn í sniðið, þ.e. inn á Norðausturland.

Skilgreind flutnings-snið í meginflutningskerfinu 2014

Mynd 3.3



Í þeim tilgangi að tryggja stöðugleika við truflanir, þegar flutningur er mikill um sniðin, hafa verið settar upp kerfisvarnir í Blöndu, Fljótsdal og á Hólum. Flutningur um sniðin er mældur í rauntíma til þess að hafa eftirlit með stöðugleika kerfisins. Kerfisvarnirnar koma í veg fyrir óstöðugleika og jafnvel kerfshrun við tiltekna truflanir. Þær gera það einnig mögulegt að flytja afl yfir flutningsmörkum í ákveðnum tilvikum en það er mjög háð rekstraraðstæðum hversu mikið yfir flutningsmörk má fara og er ekki sérstaklega greint hér heldur eingöngu miðað við þau mörk sem gefin eru hér að ofan.

Afhlæði eftir byggðalínunni hefur verið að breytast með auknu álagi á Norðurlandi, Norðausturlandi og Austurlandi. Stærri hluti framleiðslu á Norðurlandi mun nýtast innan svæðis sem og sú framleiðsluaukning sem áætluð er á Norðausturlandi. Aukin raforkuvinnsla á Norður- og Norðausturlandi hefur áhrif á stöðugleikamörkin sem leiðir til þess að endurskoða þarf gildandi útleysimörk kerfisvarna aukist raforkuvinnsla innan sniðsins.

3.3.3 Áreiðanleiki í flutningskerfinu

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

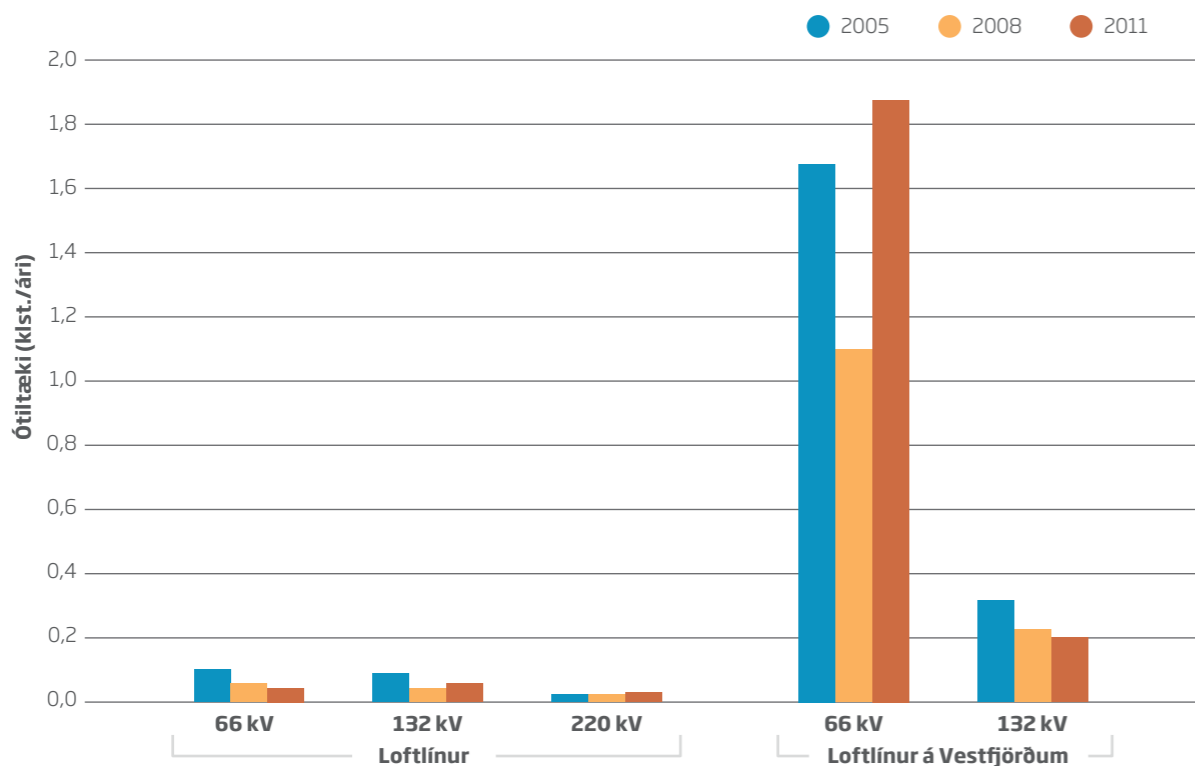
Til að meta áreiðanleika í flutningskerfi Landsnets hefur áreiðanleiki allra afhendingarstaða Landsnets verið reiknaður á þriggja ára fresti, árið 2005, 2008 og síðan 2011, og notuð hefur verið til þess truflanaskráning síðustu tíu ára á undan. Þannig eru allir útreikningar áreiðanleika fyrir árið 2011 byggðir á raungögnum frá tímabilinu 2001-2010.

Sé ótíltæki fyrir flutningskerfið árið 2014 áætlað ætti það að vera svipað árin 2011 og 2013 þar sem litlar breytingar eru fyrirhugaðar á flutningskerfinu en árið 2012 var óvenjulegt vegna mikilla truflana sem urðu vegna mikilla óveðra á landinu.

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

Minna ótíltæki einstakra eininga gefur að sama skapi meiri 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 hefur áreiðanleiki möskvatengdra afhendingarstaða þar um kring aukist mun meira en á öðrum möskvatengdum afhendingarstöðum í flutningskerfinu. Mynd 3.4 sýnir ótíltæki flutningslína í kerfi Landsnets árin 2005, 2008 og 2011.

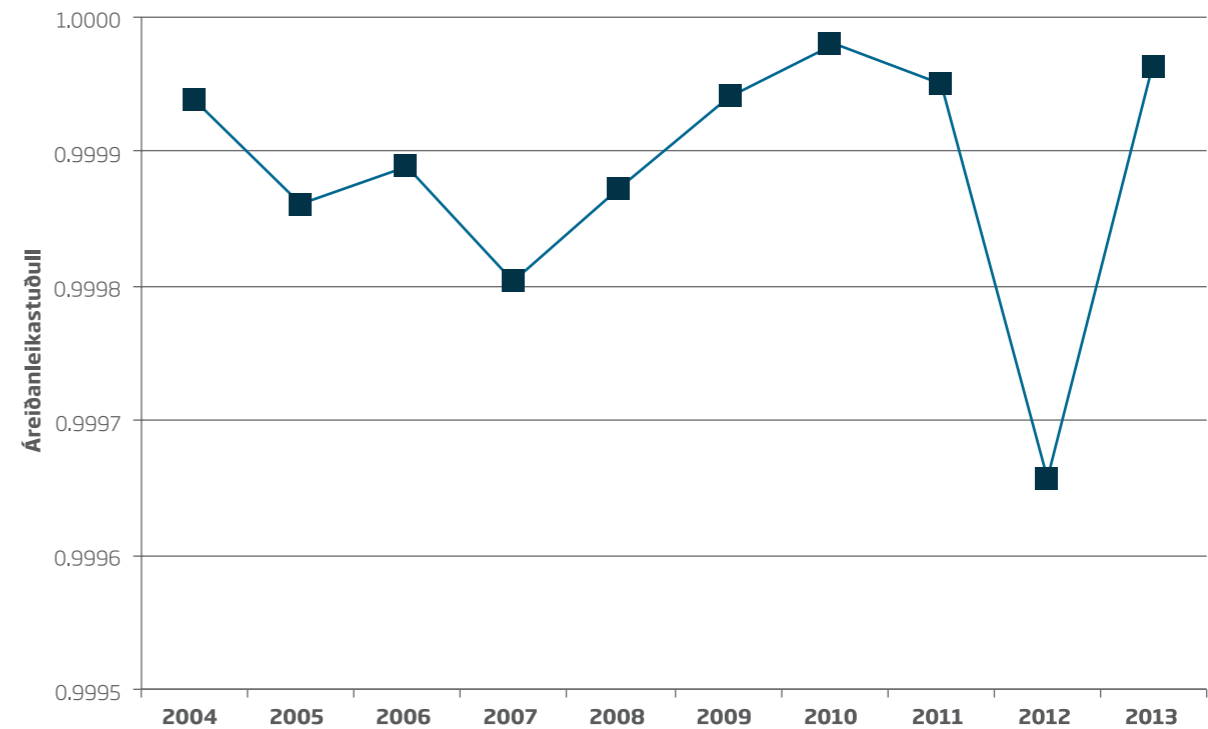
Samanburður á ótíltækisstuðlum loftlína fyrir árin 2005, 2008 og 2011 Mynd 3.4



Niðurstöður sýna þegar ótíltæki fyrir árið 2011 var 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 fleiri en eina truflun þarf til að svo verði. Á Norðurlandi, Austurlandi og Suðurlandi eru afhendingarstaðir flestir geislatengdir og ótíltæki mun meira þar. Með tilkomu Bolungarvíkurlínu 2 var komið á hringtengingu á milli afhendingarstaðanna Ísafjarðar, Bolungarvíkur og Breiðadals sem eykur afhendingaröryggi á

þessum stöðum þar sem þeir eru ekki lengur geislatengdir. Afhendingarstaðir á sunnanverðum Vestfirðum eru eftir sem áður geislatengdir og Vestfirðir sem heild er geislatengt afhendingarsvæði. Sem mælikvarða á áreiðanleika flutningskerfisins reiknar Landsnet árlega svokallaðan áreiðanleikastuðul. Hann er reiknaður sem hlutfall af fjölda klukkustunda ársins. Mynd 3.5 sýnir hvernig áreiðanleikastuðullinn hefur þróast síðastliðin tíu ár.

Áreiðanleikastuðull kerfisins árin 2004-2013 Mynd 3.5



Á árabílinu 2007-2010 hefur áreiðanleikastuðullinn vaxið jafnt og þétt en árið 2011 lækkaði hann aðeins og aftur árið 2012 en þá lækkaði hann skarpt og stafar það af því að árið 2012 urðu mjög margar truflanir með miklum orkuskerðingum. Ótíltæki geislatengdra afhendingarstaða er almennt herra en á möskvatengdum afhendingarstöðum þar sem einföld truflun veldur straumleysi þar. Þetta á þó síður við um afhendingarstaði þar sem framleiðslueiningar eru einnig tengdar við flutningskerfið á sama stað og afhendingarstaðirnir.

Á Vestfirðum er lægstur áreiðanleikastuðull allra afhendingarstaða í flutningskerfi Landsnets. Meginástæðan fyrir því er að þangað liggur aðeins ein flutningsleið, Vesturlína, sem að hluta liggur um svæði þar sem veðurfar getur valdið truflunum á rekstri og staðhættir torvelað viðgerðarstörf í slæmum veðrum. Hjá Landsneti hefur verið unnið að leiðum til að bæta áreiðanleika á Vestfirðum, t.d. er verið að byggja 10 MW varaafstöð á Bolungarvík eins og fram kemur í kafla 6.4.1. Nánari upplýsingar um áreiðanleika flutningskerfisins má finna í Frammistöðuskýrslu Landsnets sem kemur út árlega.



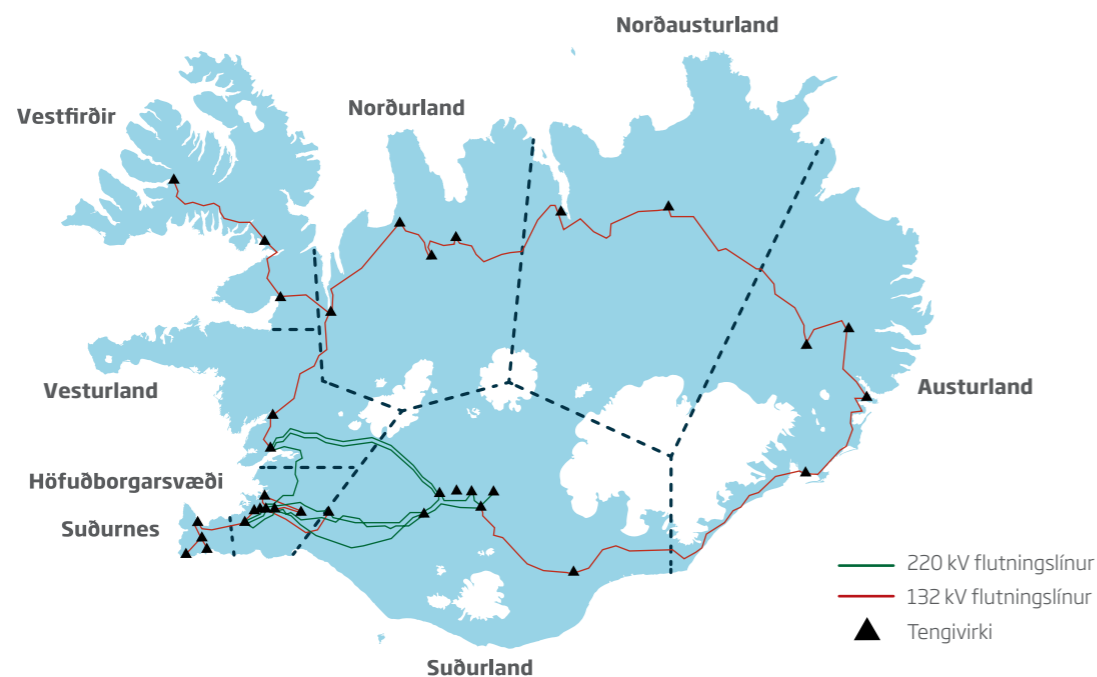
3.4 Meginflutningskerfið

Í flutningskerfi Landsnets eru um 3.200 km af háspennulínunum í lofti og í jörðu. Þar teljast rétt um 2.000 km eða um 2/3 hlutar kerfisins til hins svokallaða meginflutningskerfis sem er meginæð raforkuflutnings og tengir saman vinnslu og notkun, almenna notkun svæðisflutningskerfa eða stórnotenda sem tengdir eru beint inn á kerfið á hærri spennum. Mynd 3.6 sýnir meginflutningskerfið eins og það er árið 2014. Meginflutningskerfinu er skipt niður í átta landsvæði sem bæði hafa sögulega skírskotun ásamt því að taka mið af svæðis-

isskiptingu raforkuspár og rammaáætlunar. Landsvæðaskiptinguna má einnig sjá á mynd 3.6 og er skiptingin einnig valin með þessum hætti til þess að draga sem best fram flutningstakmarkanir á milli svæða. Sjónum verður aðallega beint að flutningi milli svæða í kerfisrannsóknun meginflutningskerfis og flutningsþörf framtíðar metin út frá þeim. Eðli málsins samkvæmt er mestra úrbóta þörf þar sem veigamestu flutningstakmarkanirnar eru staðsettar í núverandi kerfi.

Meginflutningskerfið árið 2014 ásamt landshlutaskiptingu

Mynd 3.6



3.5 Landsvæðaskipting

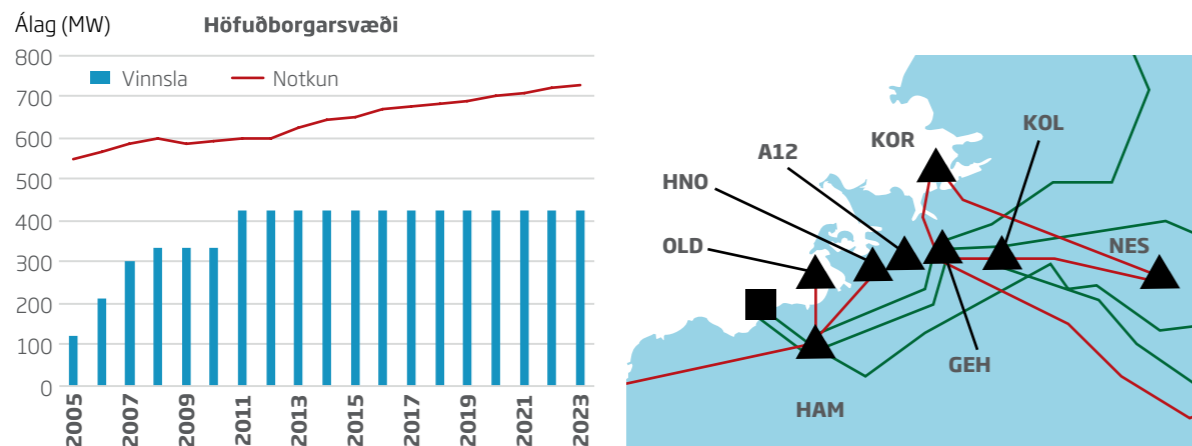
Höfuðborgarsvæði (HB)

Afhending raforku til 132 kV dreifikerfis Orkuveitu Reykjavíkur ásamt stóriðjunotkun út frá Hamranesi á 220 kV eru helstu einkenni þessa svæðis. Innmötun kerfisins er hér mun minni en úttekt og er svæðið að öllu jöfnu háð innflutningi frá

Suðurlandi sem og frá Norðurlandi í gegnum Vesturland. Þær virkjanir, sem tengjast inn á flutningskerfið, eru jarðvarma- virkjanir á Hellisheiði og Nesjavöllum (tengist inn á aðveitustöðvar Reykjavíkur, Geitháls og Korpu).

Álagsþróun á Höfuðborgarsvæði frá árinu 2005 og áætluð þróun álags á tímabili 10 ára áætlunar. Vinnsla óbreytt til 2023

Mynd 3.7



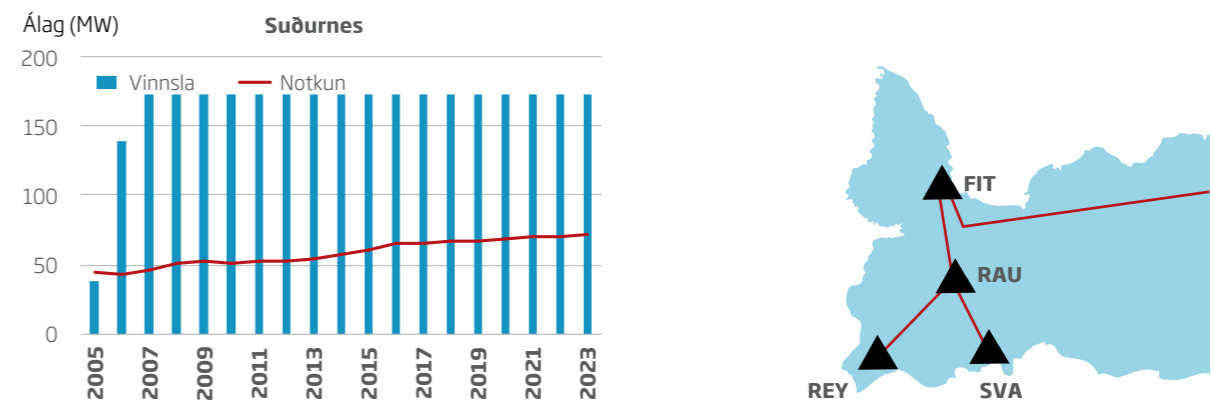
Suðurnes (SN)

Í Hamranesi er tenging 132 kV kerfis Suðurnesja við 220 kV kerfi Höfuðborgarsvæðis um eina línu, Suðurnesjalínu 1, og er svæðið því ekki N-1 tengt við Höfuðborgarsvæði. Á Suðurnesjum er umtalsvert meiri raforkuvinnsla en notkun og því er flutningur inn í Hamranes. Vinnslan í Svartsengisvirkjun og Reykjanesvirkjun er þó öll frá jarðvarma sem hentar illa til

að keyra einangrað kerfi vegna þess að eðli jarðgufuvirkjana er með þeim hætti að erfitt er að nota þær til að bregðast hratt við álagsbreytingum. Því er erfitt að staðhæfa að svæðið sé sjálfbært með rafmagn þó svo að afljöfnuður svæðisins gefi það til kynna.

Álagsþróun á Suðurnesjum frá árinu 2005 og áætluð þróun álags á tímabili 10 ára áætlunar. Vinnsla óbreytt til 2023

Mynd 3.8



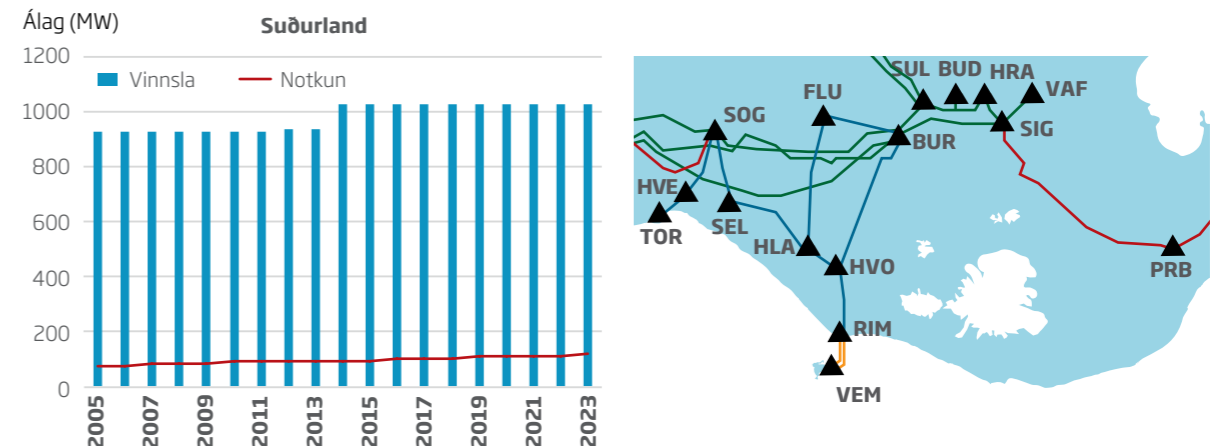
Suðurland (S)

Suðurland einkennist af sterku og tiltölulega möskvuðu 220 kV kerfi sem flytur mikið afl framleitt í fjölda vatnsaflsvirkjana á svæðinu. Innmötun kerfisins á Suðurlandi er mun meiri en úttekt og er því mikill aflflutningur út af landshlutanum til Höfuðborgarsvæðis og Vesturlands.

Á Suðurlandi er einnig hluti 132 kV kerfis Landsnets í Soginu og hluti byggðalínu út frá Sigöldu. Einnig er nokkuð umfangsmikið 66 kV kerfi sem þjónar byggðum Suðurlands auk 33 kV tengingar til Vestmannaeyja.

Álagsþróun á Suðurlandi frá árinu 2005 og áætluð þróun álags á tímabili 10 ára áætlunar. Vinnsla óbreytt til 2023

Mynd 3.9

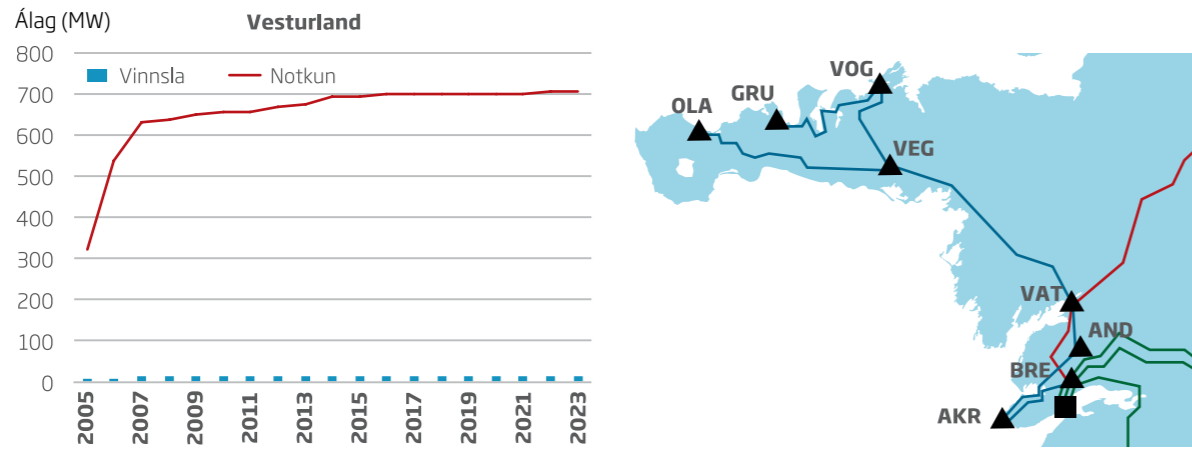


Vesturland (V)

Töluvert mikill innflutningur er inn á Vesturland frá Suðurlandi og Höfuðborgarsvæði þar sem engin svæðisbundin framleiðsla raforku á sér stað á Vesturlandi. Stærsti afhendingarstaður flutningskerfisins er á Grundartanga út frá Brennimeil.

Svæðisflutningskerfið á Vesturlandi er 66 kV kerfið á Snæfellsnesi sem tengist Vatnshörmum. Vatnshamrar tengjast Brennimeil með 132 kV línu. Andakílsárvirkjun tengist inn á Vatnshamra.

Álagsþróun á Vesturlandi frá árinu 2005 og áætluð þróun álags á tímabili 10 ára áætlunar. Vinnsla óbreytt til 2023 **Mynd 3.10**

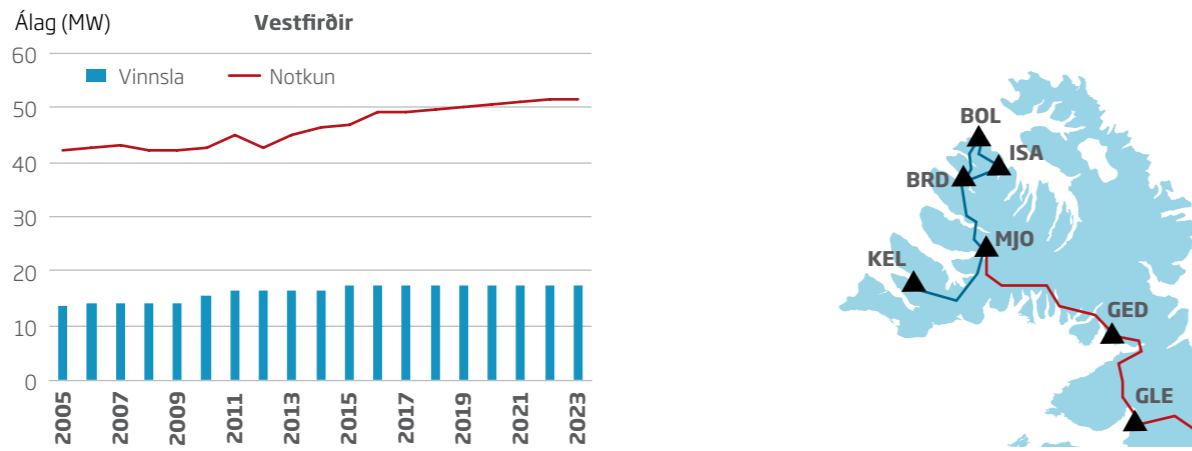


Vestfirðir (VF)

Vestfirðir einkennast af veiku 132 kV kerfi, þ.e. langri 132 kV línu sem liggur frá Hrutatungu að Mjólka. Hér er vinnslugeta af skornum skammti og álag að mestu leyti almenn notkun. Aflflutningur til svæðisins er einkum frá Norðurlandi. Á Vestfjörðum er 66 kV kerfi sem tengir Ísafjörð, Bolungarvík, Breiðadal

og Keldeyri við flutningskerfið. Mjólkárveikun er tengipunktur svæðisins við meginflutningskerfið og getur séð svæðinu fyrir hluta orkuþarfar en svæðið er töluvert frá því að vera sjálfbært með raforku. Töluvert er af uppsettum varaafslvélum á Vestfjörðum vegna þessa.

Álagsþróun á Vestfjörðum frá árinu 2005 og áætluð þróun álags á tímabili 10 ára áætlunar. Vinnsla óbreytt til 2023 **Mynd 3.11**

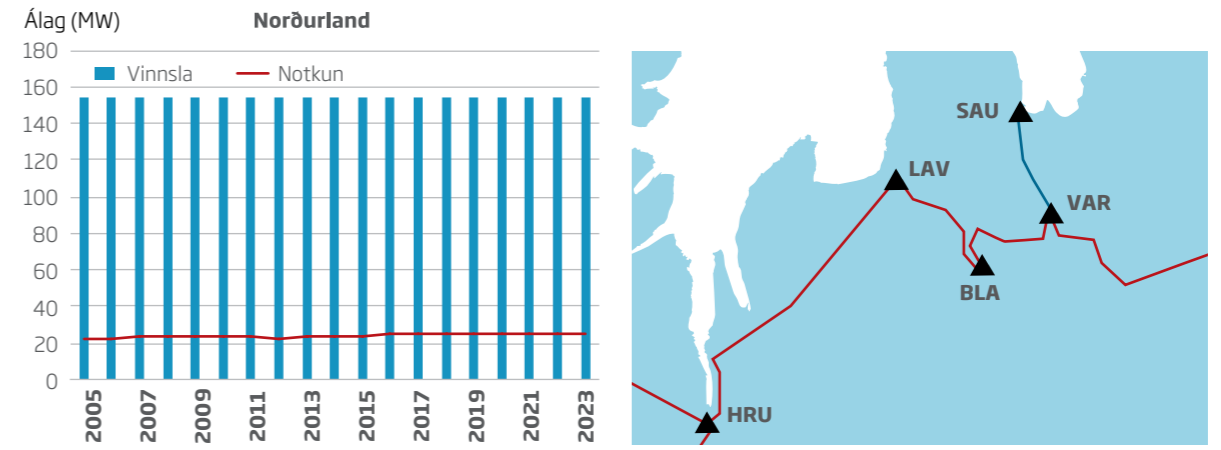


Norðurland (N)

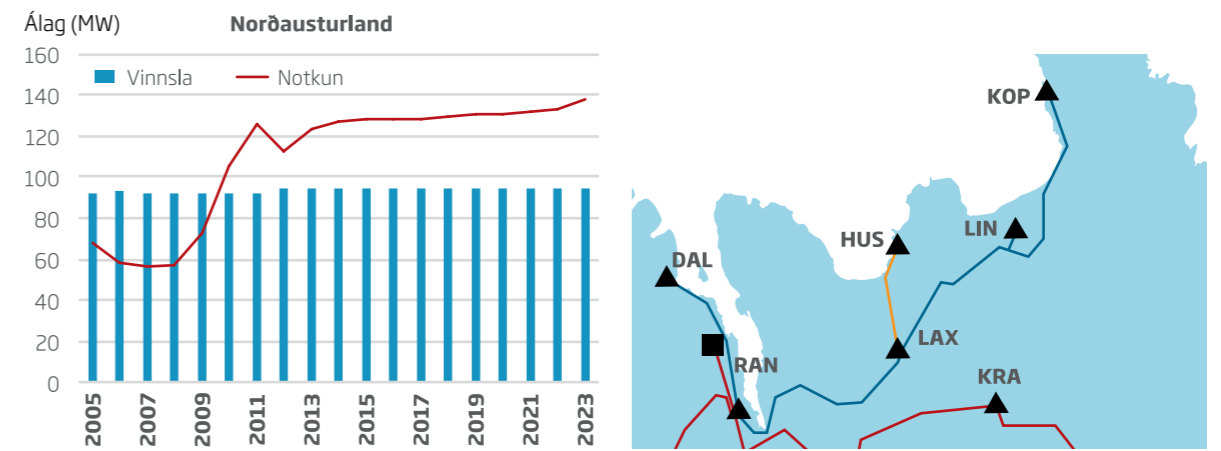
Norðurland og Norðausturland einkennast af löngum 132 kV línunum sem mynda hluta af byggðalínunni. Flutningsgeta þessara lína er lítil, eða frá 117 til 178 MVA. Kerfislægar ástæður valda því að raunveruleg flutningsmörk þessara lína geta verið enn lægri og er norðurhluta landsins skipt í tvö svæði vegna flutningstakmarkana á norðurlegg byggðalínunnar milli

þessara svæða. Á Norðurlandi er úttekt minni en innmötun á kerfið og er umframafi á þessu svæði ýmist flutt til austurs eða vesturs eftir álags- og framleiðsluveiflum annars staðar á landinu. Á Norðurlandi er 66 kV kerfi út frá Varmahlíð til Sauðárkróks. Stærsta virkjun Norðurlands er Blanda með aflgetu upp á 150 MW.

Álagsþróun á Norðurlandi frá árinu 2005 og áætluð þróun álags á tímabili 10 ára áætlunar. Vinnsla óbreytt til 2023 **Mynd 3.12**



Álagsþróun á Norðausturlandi frá árinu 2005 og áætluð þróun álags á tímabili 10 ára áætlunar. Vinnsla óbreytt til 2023 **Mynd 3.13**



Norðausturland (NA)

Svæðisflutningskerfi Norðausturlands er nokkuð umfangsmikið og liggur út frá Rangárvöllum á Akureyri allt norðaustur á Kópasker og þaðan tengist Laxárvirkjun flutningskerfinu.

Kröfluvirkjun tilheyrir Norðausturlandi og hefur 60 MW aflgetu.

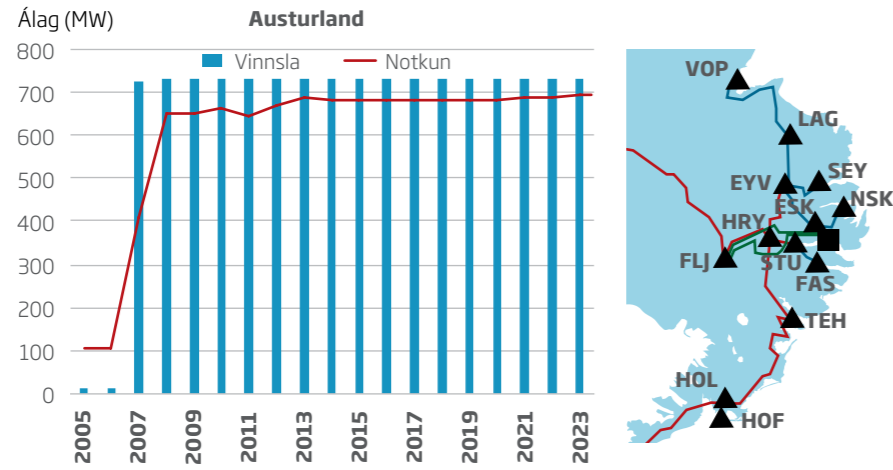
Austurland (A)

Austurland einkennist af löngum 132 kV línunum ásamt 220 kV flutningsvirkjum frá Fljótsdal að Fjarðaáli. Stóriðjuálag landslutans nýtir að mestu leyti það afl sem framleitt er í Fljótsdalsstöð en að auki nýtir stóriðjan að einhverju leyti það afl sem framleitt er annars staðar í raforkukerfinu. Þar af leiðandi

eru nokkrir flutningar frá Suður- og Suðvesturlandi inn á Austurland og eru þeir háðir árstíðabundinni sveiflu í framleiðslu vatnsaflsvirkjana og reglubundnu viðhaldi jarðvarmavirkjana. Á Austurlandi er 66 kV kerfi sem tengir afhendingarstaði til dreifiveitna við meginflutningskerfið.

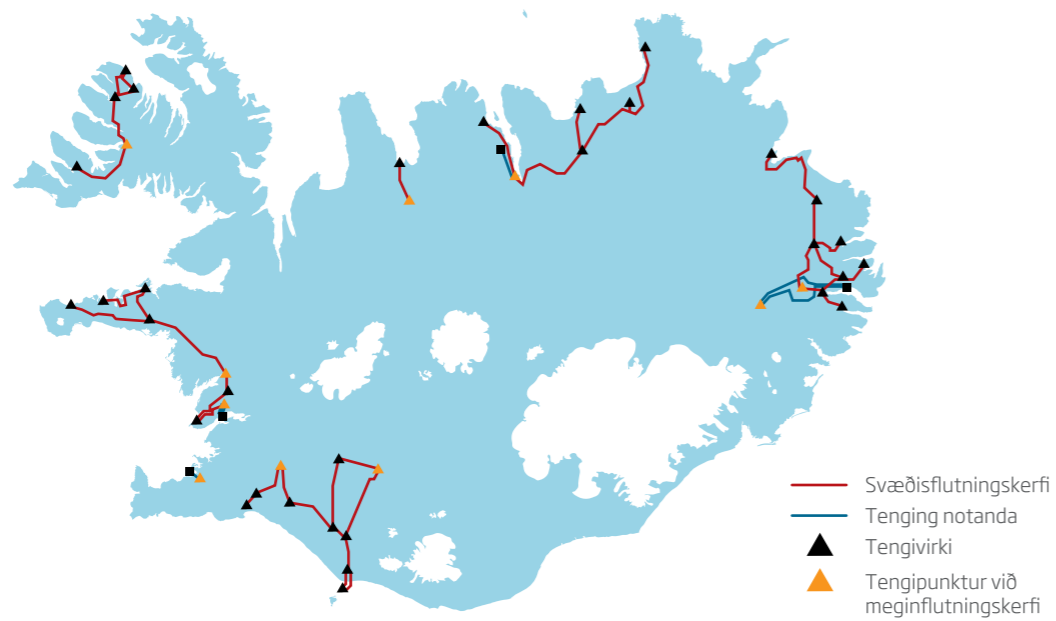
Álagsþróun á Austurlandi frá árinu 2005 og áætluð þróun álags á tímabili 10 ára áætlunar. Vinnsla óbreytt til 2023

Mynd 3.14



Svæðisflutningskerfin og tengingar notenda

Mynd 3.15



Á mynd 3.15 má sjá kerfishluta sem ekki tilheyra meginflutningskerfinu og hvar þeir tengjast meginflutningskerfinu.





Þróun meginflutningskerfis 2014-2023

Byggðalínan, sem var reist í áföngum frá 1974 til 1984, er 927 km langt 132 kV hringtengt línakerfi sem nær frá Brennimer í Hvalfirði að Sigölduvirkjun. Um árabíl hafa flutningstakmarkanir og óstöðugleiki verið mikið vandamál í rekstri hennar og skerðingar á orkuafhendingu farnar að vera tíðari. Nú er svo komið að ástandið er farið að hamla atvinnuuppbyggingu, rafvæðingu fiskiðjuvera, þróun í rafhitun og virkni raforkumarkaðar.

Tenging frá raforkuvinnslukjarnanum á Suðurlandi við norðurhluta landsins er ein áhrifamesta styrkingarframkvæmd sem gæti verið farið í, sérstaklega ef kostnaður hennar og kerfisleg áhrif eru borin saman við tengingar eftir öðrum leiðum. Óstöð-

ugleiki raforkukerfisins er tilkominn vegna þess að við truflun í kerfinu geta framleiðslueiningar á Austurlandi og Suðurlandi farið að „kasta á milli sín“ afli þegar aflið hefur ekkert nema veikar, mjög langar leiðir að fara eftir sem gerir það að verkum að sveiflurnar, sem myndast, dempast ekki eða magnast. Með því að bæta við þriðju tengingunni milli þessara landsvæða myndi stöðugleiki aukast með betri dempun í kerfinu auk þess sem kerfið þyldi mun betur að lína á byggðalínunni færi úr rekstri. Truflun á einni línu á byggðalínuhringnum eru aðstæður sem kerfið ræður illa við í dag og eru nú þegar nokkur tilfelli þess að kerfishrun hafi átt sér stað við slíkar aðstæður vegna óstöðugleika og ójafnvægis í framleiðslu og álagi.

4.1 Málefni Vestfjarða

Samkvæmt skilgreiningu á meginflutningskerfi Landsnets, sem fjallað er um í kafla 3.4, tilheyrir 132 kV tenging frá Hríutungu vestur í Mjólka meginflutningskerfinu. Mikið hefur verið fjallað um tengingu Vestfjarða við meginflutningskerfið á síðustu áratugum og það afhendingaröryggi sem svæðið hefur búið við. Tvöföldun tengingar Vestfjarða við byggðalínuna væri afar kostnaðarsöm framkvæmd og fæli í sér langar línulagnir sem lægju um svipað svæði og núverandi Vesturlína (Glerárskógalína 1, Geiradalslína 1 og Mjólkárína 1) og veðuráráun hennar því svipuð. Ekki hafa verið forsendur fyrir skoðun

línubygginga á hærra spennustigi en 132 kV og hefur því mikið verið unnið að skoðun annarra lausna með það stefnumið að bæta öryggi afhendingar á svæðinu. Í því skyni er starfrækt sérstök samráðsnefnd sem Landsnet á aðild að og hefur það hlutverk að vinna að greiningu þessara lausna.

Nú þegar er komin í framkvæmd bygging nýs tengivirkis í Bolungarvík ásamt stórra varaafstöð í eigu Landsnets sem ætlað er að leysa aðrar mun kostnaðarsamari framkvæmdir í meginflutningskerfinu af hólmi. Aðrar lausnir, sem þykja álitlegar en tilheyrja þó ekki umfjöllun um þróun meginflutningskerfis, eru

styrkingar innan svæðis í 66 og 33 kV svæðisflutningskerfinu á Vestfjörðum ásamt því sem grunnrannsóknir eru komnar í gang varðandi mögulega tengingu Vestfjarða við svæðisflutningskerfið á Vesturlandi. Einnig er, eins og fram kemur í kafla

6.4.3, í framkvæmd styrking á Tálknafjarðarlínu 1 milli Mjólkár og Keldeyrar sem er sú lína sem einna verst hefur orðið fyrir barðinu á veðri og vindum á undanförunum misserum.

4.2 Þróun framleiðslu árin 2014-2023

Þegar horft er á virkjanakosti sem ekki hafa verið flokkaðir í verndarflokk Rammaáætlunar má sjá að samanlagt afl kostar er mest á suðvesturhorninu og á Norðausturlandi. Þetta gefur tilefni til að þessum svæðum sé gefinn sérstakur gaumur í framtíðarþróun flutningskerfis raforku. Þó er allt kapp lagt á það stefnumið að hægt verði að nota orkuna hvar sem er óháð staðsetningu raforkuvinnslu sem er grunnforsenda fyrir þjóðhagslega hagkvæmu raforkukerfi.

Til að meta þá flutningsþörf, sem flutningskerfi framtíðarinnar skal uppfylla, verður að leggja mat á þá virkjanakosti, sem nýttir verða á næstu tíu árum, og stilla upp með hliðsjón af mögulegri staðsetningu notkunar. Tafla 4.1 sýnir afl þeirra virkjanakosta innan landshluta sem notast verður við í sviðsmyndum þessarar áætlunar.

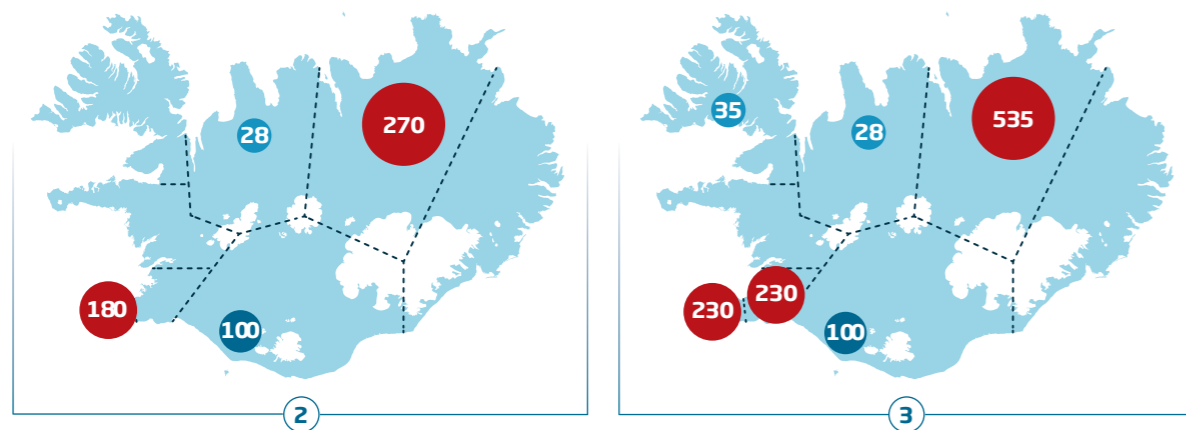
Nýtingarflokk rammaáætlunar, sem lagður er til grundvallar, má sjá í töflu 4.1.

Framleiðslusviðsmyndum verður stillt upp með þrennum hætti eins og sjá má í eftirfarandi lista:

- i) Framleiðsluþróun fyrir almenna álagsþróun – núllsviðs mynd. Þessi sviðsmynd gerir eingöngu ráð fyrir því að virkjað verði til að anna þróun á almennum markaði.
- ii) Nýting 50% úr nýtingarflokki rammaáætlunar. Gert er ráð fyrir því að nýttur verði um helmingur virkjanakosta í nýtingarflokki rammaáætlunar. Þó er gert ráð fyrir að stækkun Búrfellsvirkjunar verði að veruleika en hún er ekki í rammaáætlun og liggja tilskilin leyfi fyrir.
- iii) Nýting 100% úr nýtingarflokki rammaáætlunar. Allir virkjunarkostir úr nýtingarflokki rammaáætlunar hafa verið nýttir að 10 árum liðnum.

Virðjanakostir í nýtingarflokki, sviðsmyndir 2 og 3

Mynd 4.1



Nýtingarflokkur rammaáætlunar (lagað að landsvæðaskiptingu kerfisáætlunar)

Tafla 4.1

A. Vatnasvið			
Landshluti	Vatnasvið	Virðjunarkostur	Áætlað afl (MW)
Vestfirðir	Ófeigsfjörður	4 Hvalárvirkjun	35
Norðurland	Blanda	5 Blönduveita	28
B. Háhitasvæði			
Landshluti	Háhitasvæði	Virðjunarkostur	Áætlað afl (MW)
Suðurnes	Reykjanesvæði	61 Reykjanes	80
Suðurnes	Reykjanesvæði	62 Stóra-Sandvík	50
Suðurnes	Svartsengissvæði	63 Eldvörp	50
Suðurnes	Krýsuvíkursvæði	64 Sandfell	50
Höfuðborgarsvæði	Krýsuvíkursvæði	66 Sveifluháls	50
Höfuðborgarsvæði	Hengilssvæði	69 Meitillinn	45
Höfuðborgarsvæði	Hengilssvæði	70 Gráuhnúkar	45
Höfuðborgarsvæði	Hengilssvæði	71 Hverahlíð	90
Norðausturland	Námafjallssvæði	97 Bjarnarflög	90
Norðausturland	Kröflusvæði	98 Krafla I, stækkun	40
Norðausturland	Kröflusvæði	99 Krafla II, 1. áfangi	45
Norðausturland	Kröflusvæði	103 Krafla II, 2. áfangi	90
Norðausturland	Þeistareykjasvæði	102 Þeistareykir	180
Norðausturland	Þeistareykjasvæði	101 Þeistareykir, vestursvæði	90
Samtals afl			1.058

Auk þeirra virðjanakosta, sem til teknir eru í rammaáætlun, er gert ráð fyrir að ráðist verði í stækkun Búrfellsvirkjunar en nægar forsendur eru taldar liggja fyrir til þess að gera ráð fyrir því.

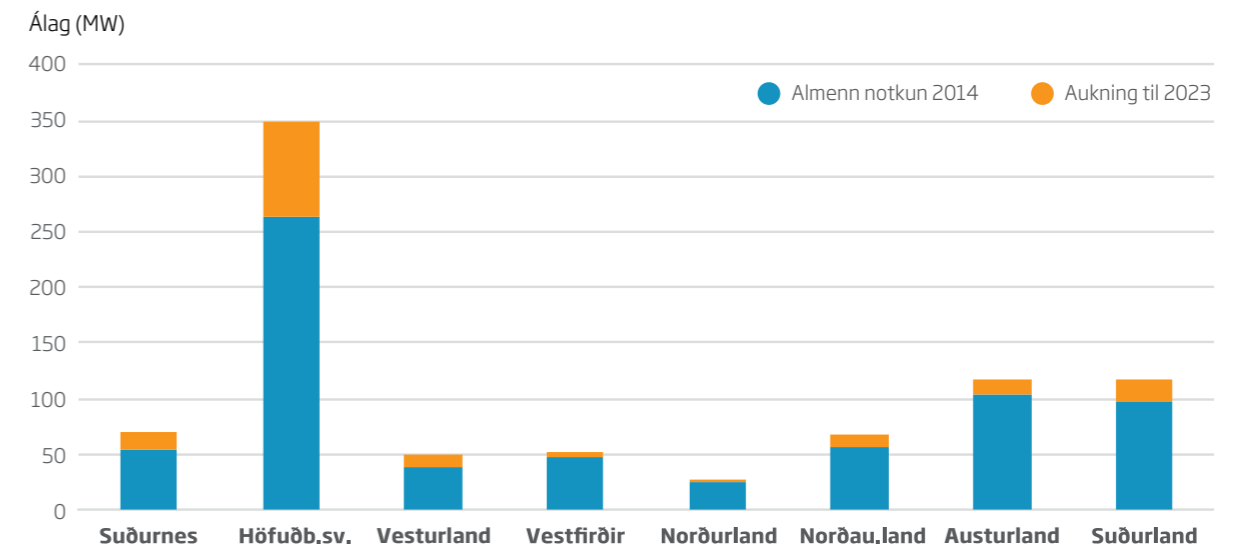
4.3 Áætluð þróun álags á árunum 2014-2023

Þróun álags raforkukerfisins er sú hlið raforkuflutnings sem erfiðara er að spá fyrir um en framleiðsluna, sérstaklega ef horfa skal til tíu ára. Landsnet hefur um árabíl fylgst grannt með aðalskipulagi sveitarfélaga á landinu og hver þeirra hafa skipulagt svæði undir iðnaðarstarfsemi. Sum þessara skipu-

lögðu iðnaðarsvæða hafa farið hærra í almennri umræðu og samskiptum Landsnets við viðkomandi sveitarfélög og verður óhjákvæmilegt að taka mið af því þegar sviðsmyndum fyrir stærri álagspunkta í raforkukerfinu verður stillt upp.

Áætluð þróun almenns álags á tímabili 10 ára áætlunar

Mynd 4.2



Mynd 4.2 sýnir hvernig raforkuspá gerir ráð fyrir aukningu í almennu álagi næstu 10 ár eftir landsvæðaskiptingu kerfisáætlunar. Mest er aukningin í afl á Höfuðborgarsvæðinu, tæplega 90 MW, eða 15% af álagi 2014. Hæsta hlutfallslega aukningin

í almennu álagi er áætluð á Suðurnesjum, um 25% aukning sem gera 14 MW. Þessar tölur gera ráð fyrir því álagi sem er á hverjum afhendingarstað þegar álag er hæst í kerfinu öllu.

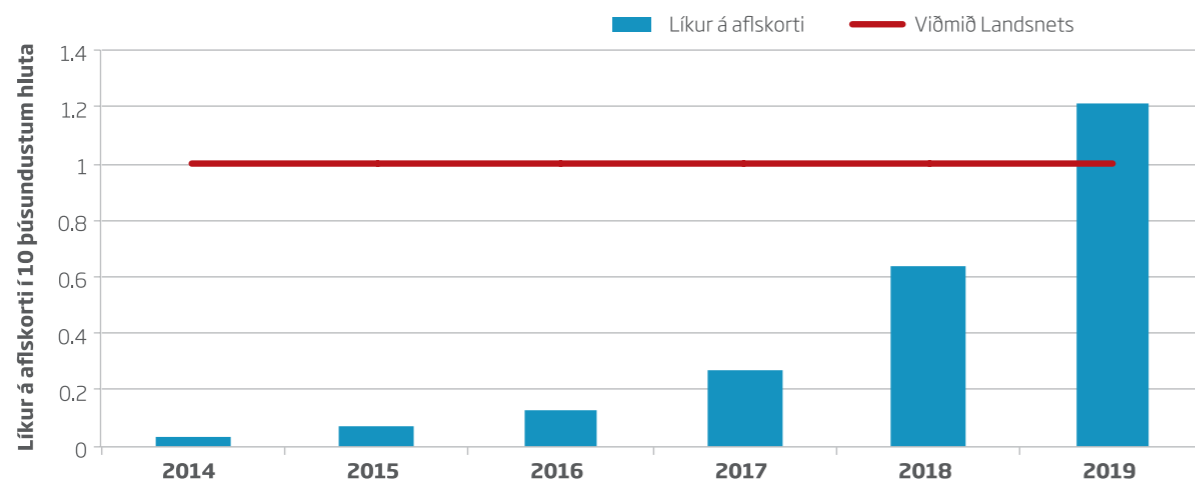
4.4 Aflgeta og líkur á aflskorti árin 2014-2023

Líkindi þess að aflskortur verði er samspil aflþarfar raforkunotenda og bilunar vinnslueiningar eða annars búnaðar í aflstöð. Aflþörfin er breytileg innan ársins og er að vissu leyti ófyrirsjáanleg. Landsnet hefur haft þá viðmiðunarreglu að aflskortur í raforkukerfinu skuli vera innan við ein klukkustund á ári. Það samsvarar því að líkurnar á aflskorti séu minni en 1 á móti 10.000.

Líkur á aflskorti í raforkukerfinu hafa verið áætlaðar fram til ársins 2019 með líkindaafllíkani, sjá mynd 4.3 þar sem líkur á aflskorti eru sýndar í tíu þúsundstu hlutum, það er 1/10.000 sem samsvarar einum á línuritinu. Ein klukkustund samsvarar 1,14 á myndinni. Reikningarnir sýna að árið 2019 muni verða þörf á meira afl í kerfið þar sem líkur á aflskorti verða komnar yfir viðmiðunarmörk.

Líkur á aflskorti árin 2014-2019

Mynd 4.3

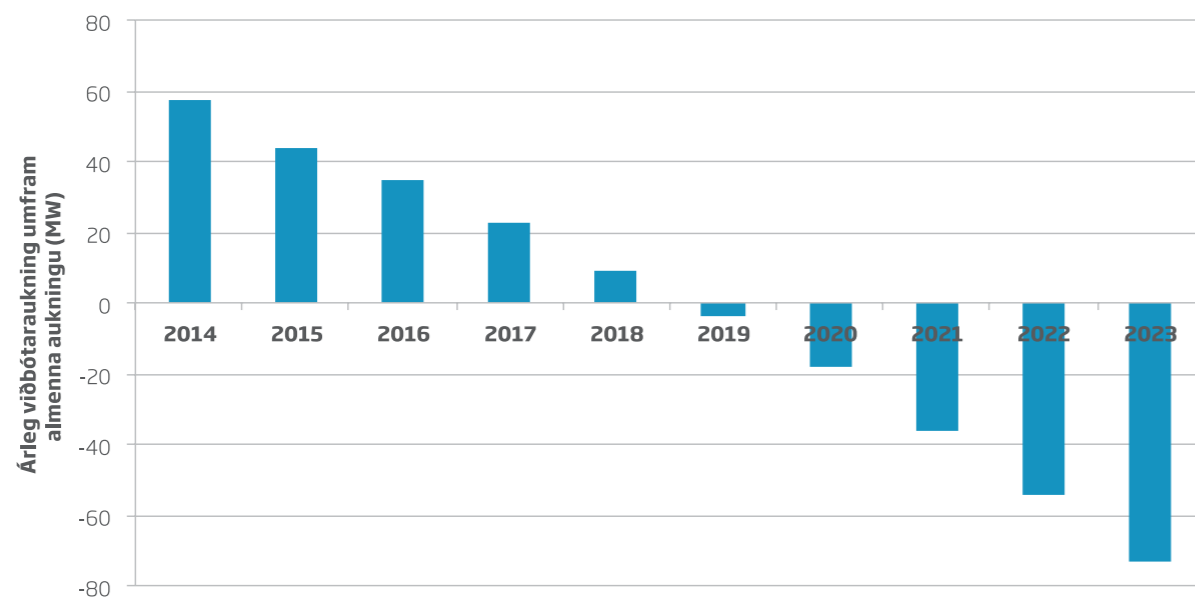


Möguleg viðbótaraukning álags stórnotenda á hverju ári er sýnd á mynd 4.4. Hér er miðað við þær forsendur sem fjallað er um í köflum 4.2 og 4.3 og hver umframálagsaukningin gæti orðið hvert ár fyrir sig. Þar sést einnig að árið 2019 er mögulegt viðbótarálag umfram raforkuspá orðin neikvæð stærð, þ.e. draga þarf úr afli (skerða þarf) um 4 MW til þess að líkur á

aflskorti séu innan viðmiðunarmarka Landsnets. Í lok tímabils þessarar áætlunar er þessi stærð yfir 70 MW svo að álykta má að bæta þurfi samsvarandi eða meira af virkjuðu afli fyrir þann tíma til þess að líkur á aflskorti haldist innan ásættanlegra marka.

Möguleg árleg viðbótaraukning á álagi stórnotenda í raforkukerfinu árin 2014-2023

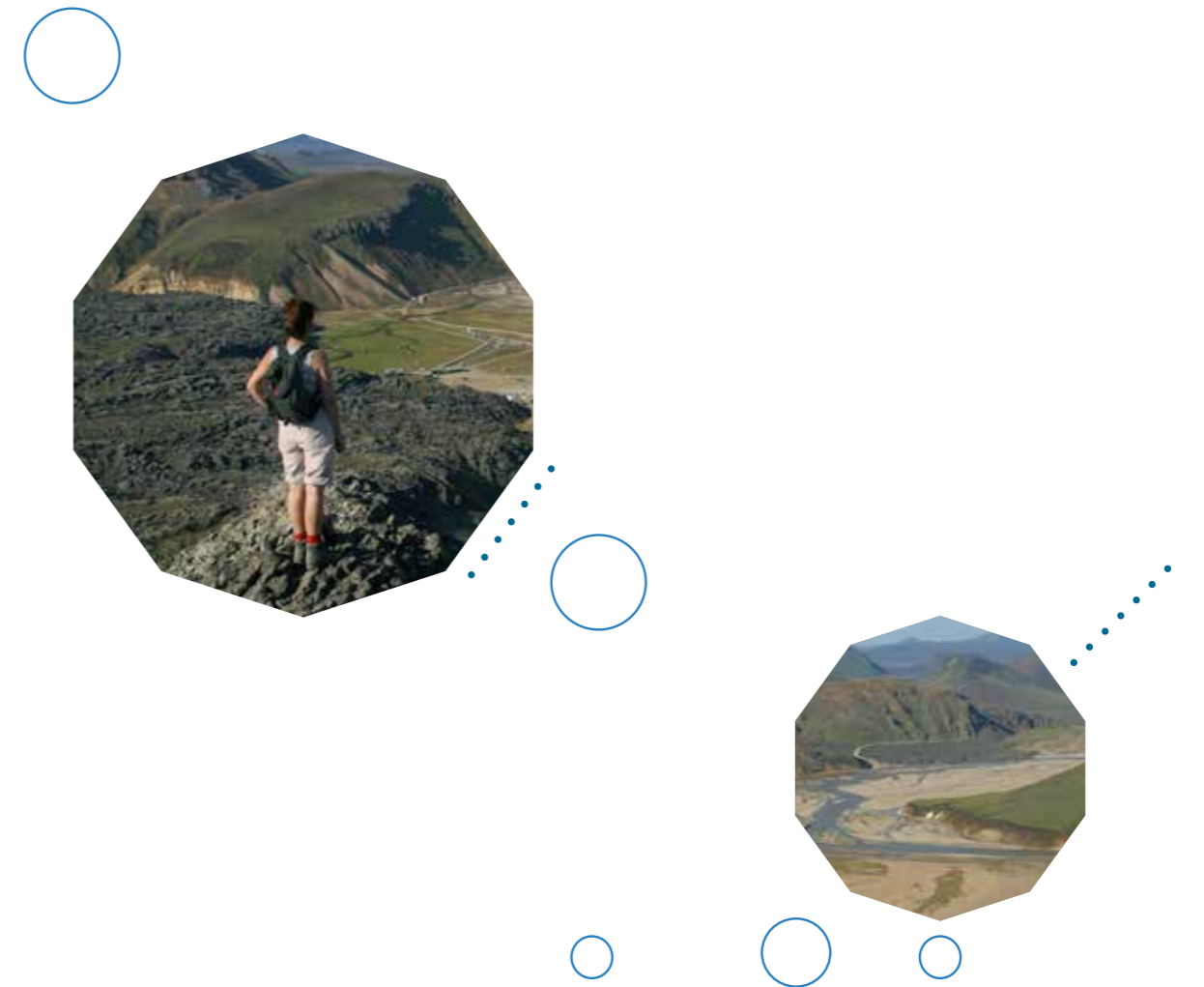
Mynd 4.4



Niðurstöður þessara útreikninga sýna að ekki er þörf á framleiðsluaukningu í kerfinu til að líkur á aflskorti séu innan viðmiðunarmarka ef álagið þróast eins og raforkuspá segir til um og ef ekki kemur til nýtt álag og engar kerfisöngvar eru til staðar í kerfinu.

Hafa þarf í huga að með aukinni hlutdeild jarðvarmavirkjana í heildarraforkuframleiðslu landsins dregur úr hlutfalli tiltækis á

uppsettu afli þar sem eigin notkun jarðvarmavirkjana er töluvert hærri en vatnsaflsvirkjana og viðhald meira. Hér er reiknað með að eigin notkun jarðvarmavirkjana sé 5% af uppsettu afli. Skipulag á viðhaldi vinnslueininga getur haft töluverð áhrif á líkur á aflskorti og huga þarf vel að því og hagræða eins og best verður á kosið til að halda líkum á aflskorti sem lægstum.





Kerfisránnsóknir í meginflutningskerfi

Flutningsgeta háspennulínu veltur á ýmsum þáttum, þ.á m. þáttum sem snerta eðlisfræðilega eiginleika línunnar sjálfrrar lítið. Þegar allt kemur til alls ræður það kerfi, sem línan er tengd í, mestu um það hvað hægt er að flytja eftir línunni með góðu móti. Eðlisfræðilegir eiginleikar loftlínu ráða því hversu mikil orka tapast í henni við tiltekinn flutning ásamt sigi leiðara milli burðarvirkja. Sé kerfið veikt í nágrenni tiltekinnar línu tekur spenna að hrapa mun fyrr en ella við mikinn aflflutning og aflsveiflur myndast gjarnan í kerfi sem samanstendur af löngum línunum með tiltölulega lága flutningsgetu.

Vegna þessara mörgu þátta, sem hafa takmarkandi áhrif á flutningsgetu háspennulína, þarf að gera ráð fyrir nokkuð hærra flutningsgetu á flutningsmannvirki sem þarf að anna tiltekinni flutningsþörf. Því verður ávallt að tala um lágmarks-

flutningsþörf. Í þessu tilliti er sá eiginleiki flutningsmannvirkis að geta yfirlestað það tímabundið mjög dýrmætur og er hann einnig þáttur sem tekinn er með í reikninginn þegar þörf fyrir flutningsgetu á milli svæða er metin.

Flutningsþörf og flutningsgeta

Ef 200 MW eru flutt um línu með 200 MW flutningsgetu í veiku kerfi má reikna með því að spenna á móttökuendinum falli verulega og orkutöpp í leiðara línunnar verði mikil (reyndar óháð styrk kerfis). Talsvert meira en 200 MW yrðu að fara inn á línuna til þess að 200 MW skiluðu sér í móttökuendann.

5.1 Yfirlit yfir sviðsmyndir og álagstílfelli

Þrjár sviðsmyndir eru skoðaðar eins og fjallað var um í kafla 4.2. Þrjú mismunandi álagstílfelli eru skoðuð:

- 1. Núllkerfi:** Álag og vinnsla miðast við raforkuspá fyrir árið 2023. Engin ný vinnsla eða aukning á stóriðjuálagi.
- 2. 50% rammaáætlun:** Sami grunnur og í núllkerfi en 50% af virkjanakostum rammaáætlunar sett inn (rúmlega 500 MW).
- 3. 100% rammaáætlun:** Sami grunnur og í núllkerfi en 100% af virkjanakostum rammaáætlunar sett inn (rúmlega 1000 MW).

- A. Jafndreift álag á landshluta:** Álagi dreift jafnt á alla átta landshluta, 62,5 MW í 50% rammaáætlunar tilfellinu (500MW samtals) og 125 MW í 100% rammaáætlunar tilfellinu (1000 MW samtals).
- B. Hlutfallslegt álag út frá nýrri vinnslu:** Álagi dreift hlutfallslega á landshluta miðað við nýja vinnslu rammaáætlunar innan sama landshluta.
- C. Allt álag á einum stað:** Allt álag sett á einn landshluta fyrir sig, einn í einu (500 eða 1000 MW).

Álagstílfellin þrjú eru skoðuð fyrir allar þrjár sviðsmyndirnar en þó þarf að hafa hugfast að álagstílfelli C á ekki við um núllkerfið, þ.e. sviðsmynd 1 er eins fyrir allar útfærslur álagsdreifingar þar sem engu álagi er bætt við umfram almenna aukningu skv. Raforkuspá.

Yfirlit yfir sviðsmyndir og álagstílfelli kerfisránnsóknna

Tafla 5.1

Sviðsmynd	Álagsdreifing	A	B	C
1		Almenn aukning skv. raforkuspá		
2		500 MW álagi skipt jafnt niður á alla landshluta	500 MW álagi skipt hlutfallslega eftir staðsetningu nýrrar vinnslu	500 MW allt í sama landshluta
3		1000 MW álagi skipt jafnt niður á alla landshluta	1000 MW álagi skipt niður hlutfallslega eftir staðsetningu nýrrar vinnslu	1000 MW allt í sama landshluta

5.2 Álagsflæði árin 2014-2023

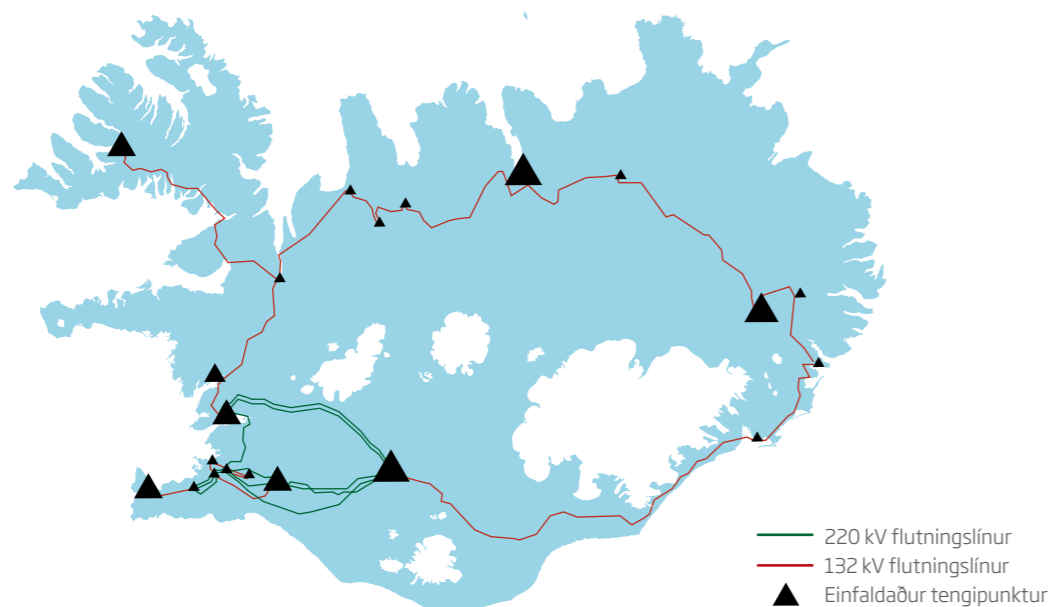
Þróun í álagsflæði yfir tímabil áætlunarinnar er skoðuð í einfölduðu kerfislíkani þar sem meginflutningskerfinu er stillt upp og sjónum beint að flæði milli landsvæða. Forsendum áætlunarinnar er stillt upp í þetta líkan, aukið álag skv. raforkuspá (samþölur álags innan landsvæða) og aukin framleiðsla vegna rammaáætlunar í mismiklu umfangi eftir sviðsmyndum. Í þeim sviðsmyndum, sem gera ráð fyrir virkjunum í nýtingarflokki rammaáætlunar, er leitast við að greina flutningsþörfina sem skapast. Í þeim sviðsmyndum (2 og 3) er notkunin sett upp í heild sinni í sérhverjum landshluta. Í núllsviðsmyndinni er markmiðið að meta þá óuppfylltu flutningsþörf sem er til staðar í kerfinu miðað við almenna álagsþróun til ársins 2023. Þá er einnig litið til skerðingar á vinnslugetu aflstöðva í kerfinu

ásamt N-1 skilyrðinu að hægt sé að flytja allt virkjað afl þó svo að ein kerfiseining falli úr rekstri.

Ofangreindri aðferðafræði er ætlað að varpa ljósi á jaðargildi flutningsþarfur sem er öflugt tól til að meta hvaða valkostir falla best að öllum sviðsmyndum. Sem dæmi má nefna að ef ein tiltekin tenging er hluti af lausninni í svo til öllum sviðsmyndum má færa fyrir því sterk rök að sú tenging sé besti valkosturinn og hefur sú tenging þ.a.l. ákveðna flutningsþörf. Gera þarf greinarmun á aflþörf tiltekinn svæðis og flutningsþörfinni til landshlutans. Flutningsþörfin er gjarnan hærrí þar sem raforkukerfið er allt samtengt og ákveðið afl flæðir í gegn án þess að vera að anna aflþörf þess tiltekna svæðis.

Landfræðileg skýring á einfölduðu kerfislíkani

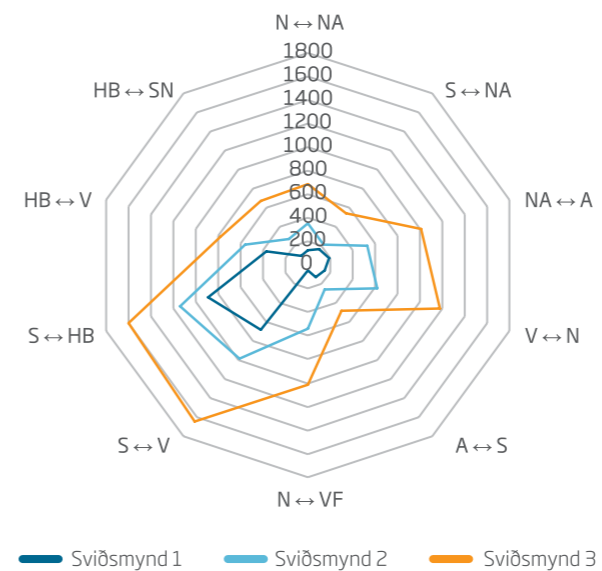
Mynd 5.1



5.3 Flutningsþörf

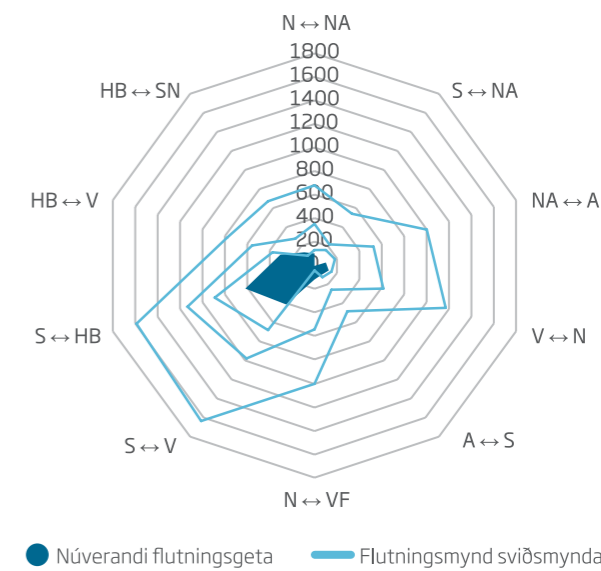
Flutningsþarfakompás sviðsmynda 1, 2 og 3 Mynd 5.2

Flutnings þörf milli landshluta (MW)



Samanburður á flutningsgetu núverandi kerfis og flutningsþarfur sviðsmynda Mynd 5.3

Flutnings þörf milli landshluta (MW)



Tilgangurinn með framsetningu flutningsþarfur í kompás, eins og sýnt er á mynd 5.2, er að sýna jaðar þeirrar flutningsþarfur miðað við þær sviðsmyndir sem stillt er upp. Einnig kemur þetta töl að gagni þegar flutningsþörfin er borin saman við valkosti í næsta kafla. Ítarlegri umfjöllun um flutningsþörf hverrar og einnar tengingar má finna í Viðauka A. Þar má sjá nánar hvernig flutningsþörf hverrar tengingar þróast miðað við þau þrjú álagstífelli sem eru til skoðunar. Hornpunktar flutningsþarfurferlanna á mynd 5.2 ákvarðast af hámarki álagstíffellis C. Með sama hætti má draga flutningsgetu valkosta inn sem sýnir hvernig og í hversu miklum mæli unnið er á flutningsþörfinni. Sjá nánar í köflum 5.5.1 - 5.5.4.

Ytri tveir ferlarnir (sviðsmyndir 2 og 3) sýna flutningsþörf með afli úr nýtingarflokki (50% og 100%) en sá innsti (sviðsmynd 1) sýnir grunnþörfina, þ.e. með engu virkjuðu viðbótaraflí. Sýnt hefur þó verið fram á með greiningu á líkum á aflskorti á tímabili áætlunarinnar að útlit sé fyrir að lágmark 70 MW uppsetts afli þurfi að bæta við á tímabilinu til þess að líkur á aflskorti haldist innan æskilegra marka ef eingöngu er horft til almenns álags.

Sem dæmi má horfa á tenginguna milli Norðausturlands og Austurlands (NA↔A) á myndinni að ofan. Þar má lesa út að flutningsþörfin á þeirri tengingu er 200 MVA í grunnsviðsmyndinni. Með 50% nýtingu úr rammaáætlun hækkar hámarksþörfin í um 550 MVA og með öllum nýtingarflokki verður þörfin 1000 MVA. Samsvarandi tölur fyrir tenginguna milli Suðurlands og Norðausturlands (S↔NA) eru í sömu röð 170 MVA, 220 MVA og 550 MVA.

Flutningsþörfin á mynd 5.2 sýnir mestu þörfina milli Suðurlands og Höfuðborgarsvæðis og Suðurlands og Vesturlands en hafa ber í huga að þetta eru þær tengingar sem í núverandi kerfi hafa mestu flutningsgetuna. Í þessu tilliti er fróðlegt að bera flutningsþörfina saman við þá flutningsgetu sem er á þessum tengingum í núverandi kerfi eins og hún birtist m.t.t. N-1 afhendingaröryggis og stöðugleika. Þennan samanburð má sjá á mynd 5.3.

5.4 Aðrar sviðsmyndir

Við mótun þessarar áætlunar var fjallað um hvort horfa ætti til sviðsmynda sem tæki mið af lagningu sæstrengs til Bretlands. Eins og kemur fram í kafla 1.4 byggir kerfisáætlun á raforkuspá, rammaáætlun og þróun á raforkumarkaði. Að mati verkefnisstjórnar kerfisáætlunar eru möguleg áform um sæstreng til Bretlands enn á hugmyndastigi og eru komin of stutt á veg til að unnt sé að fjalla sérstaklega um þau í þessari áætlun.

Þó má nefna að nálgun kerfisránnsóknar þessarar áætlunar var með þeim hætti að hægt er að lesa út úr niðurstöðunum styrkingarþörf miðað við álagstilfalli sem passar við landtöku sæstrengs af tveimur stærðargráðum í hvaða landshluta sem

er. Þar sem sæstrengur er ekki hluti af sviðsmyndum eða kerfisáætlun Landsnets var ekki beint lagt mat á möguleg umhverfisáhrif vegna hans að þessu sinni.

Tenging milli Suðurlands og Norðurlands um Kjöl hefur verið skoðuð kerfislega. Kerfislegur ávinningur þeirrar tengingar er umtalsvert minni en tenging milli Suðurlands og Norðausturlands. Tengingin liggur auk þess mun verr við virkjanakostum í nýtingarflokki rammaáætlunar. Af þeim sökum og í ljósi þess að svæðisskipulag miðhálandisins sem og aðalskipulag viðkomandi sveitarfélaga hafa um langt skeið gert ráð fyrir að tengingin liggji um Sprengisand hefur valkosturinn um Kjöl ekki fengið frekari umfjöllun.

5.5 Valkostir

Út frá niðurstöðum kerfisránnsóknna, sem fjallað er um í köflunum hér á undan, hafa verið mótaðir þrjú valkostir til tíu ára sem ætlað er að uppfylla þá flutningsþörf sem er til staðar í kerfinu ásamt því að búa kerfið undir að flytja það afl sem kann að verða virkjað á komandi áratugum. Um þessa valkosti er fjallað í umhverfismati þessarar áætlunar.

Niðurstöður kerfisránnsóknna sýndu í öllum tilfellum að þörf væri á styrkingu tenginga milli Höfuðborgarsvæðis og Suðurnesja annars vegar og Höfuðborgarsvæðis og Vesturlands hins vegar. Af þessum sökum eru styrkingar á þessum tengingum hluti af öllum valkostum.

Mikilvæg viðmið sem komu í ljósi í kerfisránnsóknnum og tekið er mið af við mótun valkosta eru:

- Styrkja þarf meginflutningskerfið beggja vegna Blöndu.
- Sterkari tengingar þarf milli framleiðslukjarnanna.
- Efla þarf tengingu við Suðurnes.
- Leysa þarf flutningstakmarkanir í N-1 tilfellum milli Höfuðborgarsvæðis og Vesturlands.

Þær tengingar, sem sýndu sig að þyrftu styrkingar í flestum sviðsmyndum og álagstilfellum, eru:

- **Suðurland ↔ Norðausturland** (viðauki A.3, bls. 86)
- **Höfuðborgarsvæði ↔ Suðurnes** (viðauki A.11, bls. 102)
- **Norðausturland ↔ Austurland** (viðauki A.4, bls. 88)
- **Norðurland ↔ Norðausturland** (viðauki A.2, bls. 84)
- **Höfuðborgarsvæði ↔ Vesturland** (viðauki A.10, bls. 100)

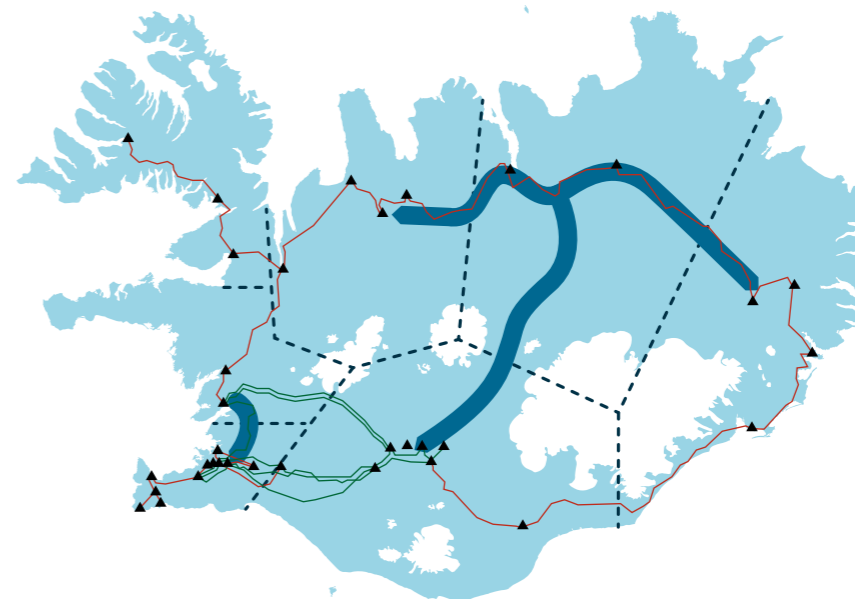
Tengingin Austurland - Suðurland sýndi einnig umtalsverða flutningsþörf í álagsþyngri sviðsmyndum en tenging þessara svæða yfir hálandið um Norðausturland sem er betri kerfisleg-

ur kostur með styttri flutningsleiðum. Því er óþarfi að telja upp bæði tilfalli.

5.5.1 Valkostur A - Hálandis-T

Valkostur A

Mynd 5.4

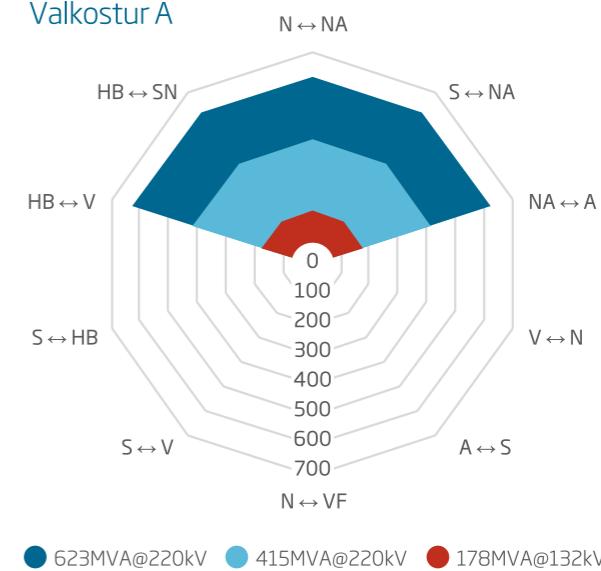


Valkostur A er samsettur af styrkingum sem bæta tengingar allra vinnslukjarna byggðalínunnar og stærsta vinnslukjarnans á Suðurlandi. Einnig verður unnt að nýta þá miklu aflgetu sem er í nýtingarflokki á Norðausturlandi sem, ef af verður, gæti orðið einn stærsti framleiðslupunkturinn í raforkukerfinu. Þetta liðkar einnig fyrir bættri samnýtingu þeirra virkjana sem fyrir eru og opnar töluverða möguleika á orkufrekri iðnaðarstarfsemi í þeim landshlutum sem njóta styrkari tengingar. Mjög mikil notkun á þessum svæðum gæti þó enn verið vandamál þar sem þessi valkostur felur ekki í sér sterka hringtengingu en stöðugleiki landsbyggðarkerfisins væri aukinn með tengingu frá Suðurlandi til Norðausturlands. Sjá má hvernig styrkingarkompás þessa valkostar lítur út á mynd 5.5. Einnig er gert ráð fyrir styrkingum frá Höfuðborgarsvæði til Suðurnesja annars vegar og til Vesturlands hins vegar sem hluta af þessum valkosti. Þar með væri kerfið styrkt allt frá vinnslukjarna á Suðurnesjum og Höfuðborgarsvæði að þungri álagsmiðju Vesturlands og Höfuðborgarsvæðis. Samanburð þessa valkostar við þörf fyrir aukna flutningsgetu má sjá á mynd 5.6. Hafa ber í huga flutningsgetu núverandi kerfis, sbr. mynd 5.3.

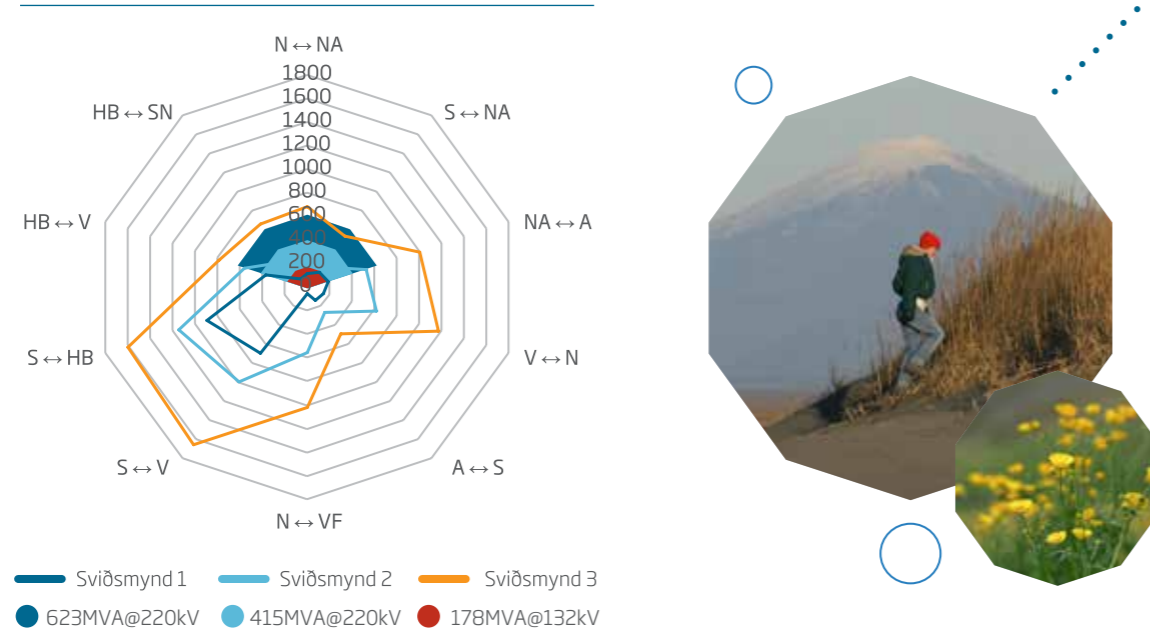
Styrkingarkompás valkostar A miðað við mismundandi spennustig og leiðaragerð

Mynd 5.5

Valkostur A

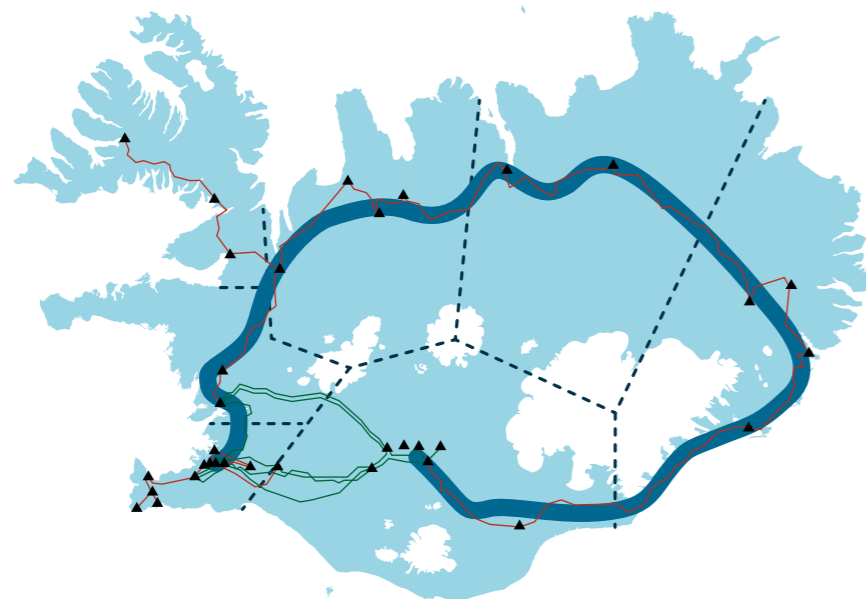


Samanburður styrkinga valkosta A við flutningsþörf **Mynd 5.6**



5.5.2 Valkostur B - Styrking byggðalínuhrings

Valkostur B **Mynd 5.7**



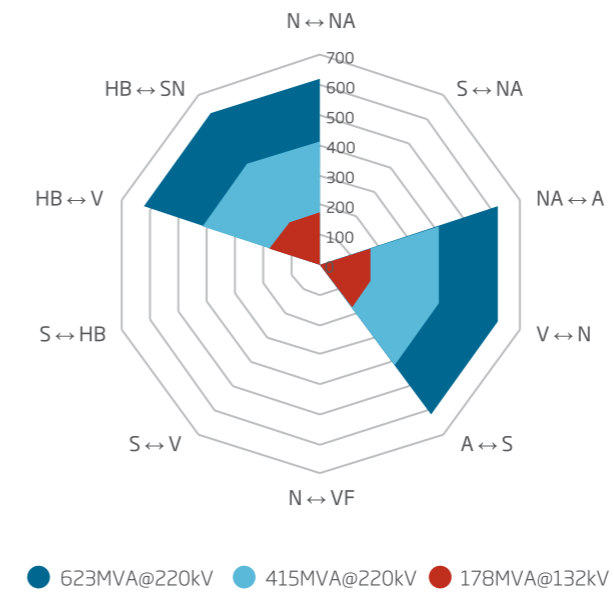
Valkostur B felur í sér styrkingu á núverandi byggðalínu án þess að tengja yfir hálandið auk styrkinga á tengingum frá Höfuðborgarsvæði til Suðurnesja og Vesturlands sem tilheyra öllum valkostum vegna brýnnar þarfar fyrir þessa styrkingu. Kostir þess að styrkja kerfið á þennan hátt er að öflug hringtenging myndast sem kemur best út fyrir N-1 afhendingaröryggi hvarvetna á byggðalínakerfinu. Stærstu ókostirnir eru þeir að enn eru tengingar um lengstu leiðirnar og stöðugleiki kerfisins yrði ekki bættur fyrr en styrking hringsins er langt á veg komin. Jafnvel er það svo að til skemmri tíma yrði stöðugleiki heldur lakari áður en hann batnar.

Samanburður styrkinga valkosta B og flutningsþarfar má sjá á mynd 5.9. Hafa ber í huga flutningsgetu núverandi kerfis, sbr. mynd 5.3.

Þó svo að styrking valkosta B á mynd 5.8 og mynd 5.9 sýni skarð á ás tengingar milli Suðurlands og Norðausturlands má ekki skilja það sem svo að flutningi til Norðausturlands sé ekki skilja það sem svo að flutningi til Norðausturlands sé ekki annað. Þetta segir einfaldlega að flutningsþörf á viðkomandi sniði sé ekki sinnt. Flutningi til þessara landsvæða er sinnt eftir öðrum leiðum þó að um lengri flutningsleiðir sé að ræða.

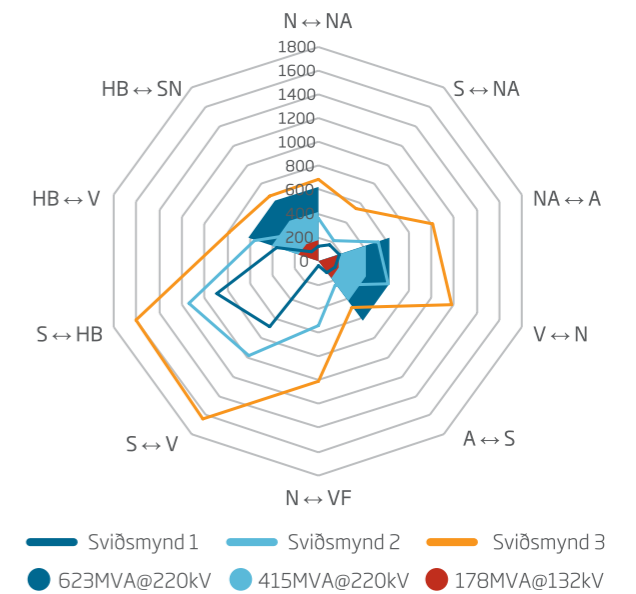
Styrkingarkompás valkosta B miðað við mismunandi spennustig og leiðaragerð **Mynd 5.8**

Valkostur B



Samanburður styrkinga valkosta B við flutningsþörf **Mynd 5.9**

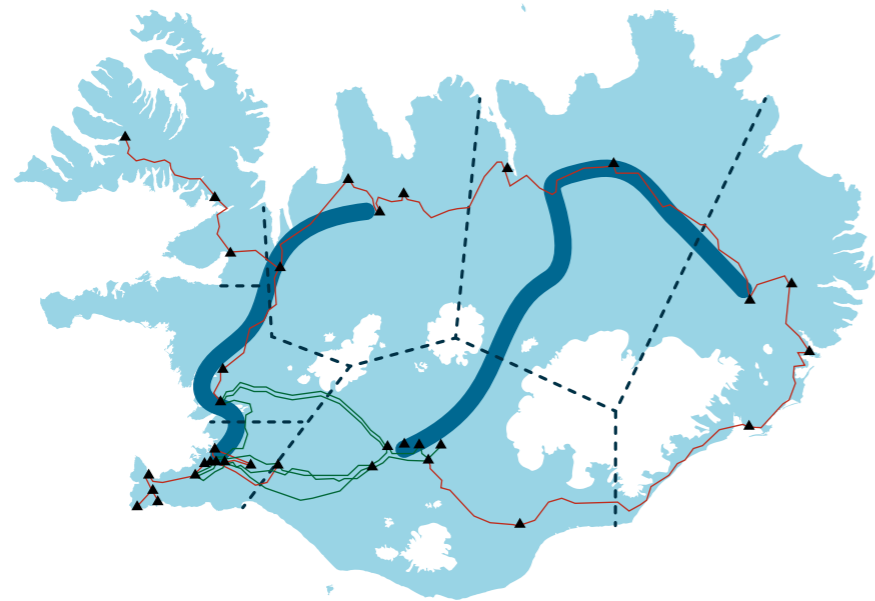
Valkostur B - Uppfylling flutningsþarfar



5.5.3 Valkostur C - Hálandislína ásamt vesturvæng

Valkostur C

Mynd 5.10

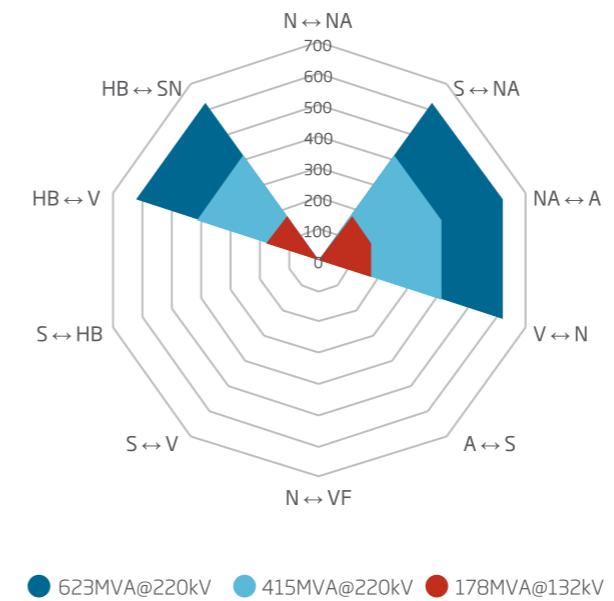


Hálandiskrókur er vel til þess fallinn að tengja saman framleiðslumassana á Austurlandi og Suðurlandi ásamt mögulegu framleiðsluvæði á Norðausturlandi samkvæmt nýtingarflokki rammaáætlunar. Styrking á vesturvæng samkvæmt þessum valkosti kemur í stað styrkingar frá Norðurlandi til austurs til að hægt sé að nýta virkjanakosti á Norðurlandi og nýta betur núverandi framleiðslugetu þar. Þannig myndast sterk tenging frá Blöndu og suður að álagsmiðjunni á Suðvesturlandi. Sterk tenging myndast þó frá Blöndu og austur löngu leiðina vestur fyrir, gegnum Suðurland og þaðan yfir hálandið. Því má segja að sterkri tengingu hafi verið komið á milli allra stærstu fram-

leiðslukjarnanna þar sem þessi valkostur, eins og aðrir, gerir ráð fyrir styrkingu frá Höfuðborgarsvæði út á Suðurnes og til Vesturlands. Þessi valkostur felur ekki sér neinar hringtengingar til tíu ára sem gerir N-1 afhendingaröryggi ekki tryggt á landsbyggðinni ef um mikið álag er að ræða. Stöðugleiki er þó umtalsvert bættur með tengingu yfir hálandið og þar með sterk tenging milli framleiðslunnar á Suðurlandi og Austurlandi. Samanburð styrkingar valkosta B og flutningsþarfar má sjá á mynd 5.12. Hafa ber í huga flutningsgetu núverandi kerfis, sbr. mynd 5.3.

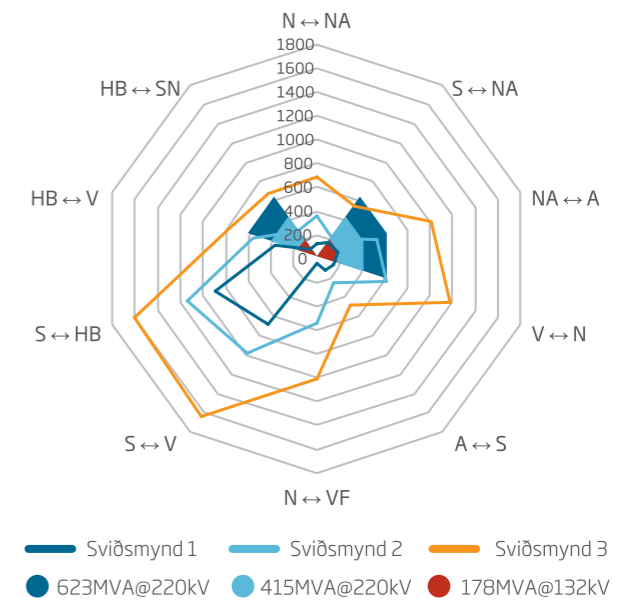
Styrkingarkompás valkosta C miðað við mismunandi spennustig og leiðaragerð **Mynd 5.11**

Valkostur C



Samanburður styrkinga valkosta C við flutningsþarf **Mynd 5.12**

Valkostur C - Uppfylling flutningsþarfar



5.5.4 400 kV spennuhækkun

Ástæða þess að styrking frá Höfuðborgarsvæði til Vesturlands 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. Af þeim sökum gera valkostirnir til 10 ára ekki ráð fyrir að uppfylla flutningsþörf á þessum svæðum þar sem sveigjanleiki er þegar til staðar í kerfinu.

Án spennuhækkunar er töluverðri flutningsþörf samt annað þar sem tengingin milli Höfuðborgarsvæðis og Vesturlands yfirlestast í N-1 tilfellum í grunnsviðsmyndinni, Sviðsmynd 1. Sjá má á mynd 5.13 hvernig 400 kV spennuhækkun nær að svara flutningsþörf sem getur myndast á SV-horninu í þungu álagstilfalli sviðsmynda 2 og 3.

Háspennulínur milli Suðurlands og Vesturlands annars vegar og Suðurlands og Höfuðborgarsvæðis (og einnig innan Suðurlands) hins vegar eru gott dæmi um línur sem hafa 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 Höfuðborgarsvæðis og Vesturlands til að sterkur 400 kV hringur geti orðið að veruleika í framtíðinni.

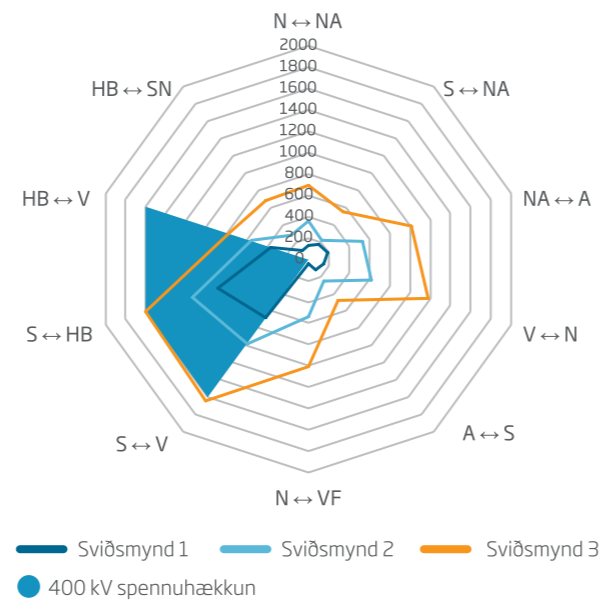
Þar sem flutningsþörf reyndist vera um eða nálægt 1.000 MW og tvær eða fleiri 220 kV línur reyndist þurfa í styrkingu er 400 kV farið að vera álitlegur kostur í spennustigi.

5.5.5 Þróun innan landsvæða

Með þeirri aðferðafræði, sem notuð er í kerfisránnsóknum til að meta flutningsþörf, er gert ráð fyrir að hugað sé sérstaklega að uppbyggingu innan landsvæðis í hverju tilfalli. Þannig er ekki gert ráð fyrir þeim í sviðsmyndunum en vitaskuld þarf umtalsverða uppbyggingu innan svæðis, sérstaklega þar sem um er að ræða svæðisbundnu álagstilfallin A og B. Í einhverjum tilfellum myndu slíkar tengingar flokkast sem tengingar notenda og því ekki falla undir meginflutningskerfið.

Styrkingarkompás 400 kV spennuhækkun á Suðvesturlandi **Mynd 5.13**

Styrking með 400 kV spennuhækkun (MVA)



Við kerfisránnsóknir kom í ljós að mögulegt er að styrking innan svæðis geti bætt úr tengingum milli landsvæða í einstaka tilfellum en þetta einskorðast við möskvaðasta hluta kerfisins, þ.e. kerfið á Höfuðborgarsvæði og Suðurlandi. Dæmi um þetta er línulögn milli Kolviðarhóls og Hamraness sem liggur innan Höfuðborgarsvæðis. Þessi tenging myndi styrkja tenginguna milli Höfuðborgarsvæðis og Suðurlands þar sem sterk tenging milli svæðanna liggur milli Hamraness og Búrfells.

5.6 Samanburður á sviðsmyndum

Núverandi 132 kV flutningskerfi á Norðurlandi er takmarkandi í núllkerfinu þar sem flutningslínur austan Blönduvirkjunar geta ekki flutt uppsett afl Blönduvirkjunar (150 MW) ef Blöndulína 1 leysir út. Með því að styrkja tenginguna milli Norðurlands og Norðausturlands er komið fyrir þetta vandamál og að auki væri hugsanlega hægt að hækka stöðugleikamörk fyrir snið IV sem takmarka aflflutning að Austurlandi.

Nauðsynlegt er að tengja saman Suðurland og Norðausturland í öllum þremur sviðsmyndunum en niðurstöður sýna að lágmarksflutningsþörf milli landshlutanna er um 160 MW í núllkerfinu. Þessi flutningslína tengir saman tvo stóra framleiðslukjarna sem auðveldar mjög aflflutninga milli norður- og suðurhluta landsins. Gera má ráð fyrir um 200 km langri flutningslínu yfir hálandið samanborið við 400-500 km ef farin yrði leið núverandi byggðalínu til þess að tengja saman þessa tvo landshluta. Slík vegalengd eykur spennuvandamál og flutningstöp.

Flutningsþörf milli landshluta eykst töluvert þegar virkjanakostir rammaáætlunar eru settir inn í flutningskerfið, sviðsmyndir 2 og 3. Niðurstöður kerfisránnsóknna sýna að

nauðsynlegt er að leggja a.m.k. tvær 220 kV flutningslínur að viðbótarálaginu (álagsdreifing C) í báðum tilfellum til að uppfylla N-1 afhendingaröryggi, þ.e. alltaf verður að vera varaleið fyrir aflið ef ein flutningslína leysir út. Augljóslega er flutningsþörf milli landshluta töluvert minni þegar 50% af virkjanakostum rammaáætlunar eru nýttir, sviðsmynd 2, en samt sem áður þarf svipaðan fjölda flutningslína í báðum tilfellum þó með nokkuð minni flutningsgetu.

Niðurstöður sýna að óraunhæft er að reisa nýjar 132 kV flutningslínur fyrir sviðsmyndir 2 og 3 þar sem flutningsgeta þeirra er lítil. Margar samsíða línur þarf til að flytja sama afl og ein 220 kV getur flutt auk þess sem setja þarf upp stór þéttavirki til að halda spennu yfir rekstrarmörkum. Nánari greiningu á samanburði milli spennustiga má finna í Viðauka A.

Styrkja þyrfti núverandi 220 kV kerfi á SV-landi, sérstaklega í sviðsmynd 3, þar sem flestar af flutningslínunum hafa aðeins flutningsgetu upp á rétt rúm 300 MVA. Í öllum tilfellum þarf að styrkja línuna milli Höfuðborgarsvæðis og Vesturlands og í einstaka tilfellum milli Höfuðborgarsvæðis og Suðurlands.





Framkvæmdaáætlun 2014-2016

Landsnet kynnir nú í fyrsta sinn þriggja ára framkvæmdaáætlun sem greinir frá öllum verkefnum sem Landsnet mun ráðast í til og með árinu 2016. Horft er til evrópskrar reglugerðar (sem þó hefur ekki tekið gildi hér landi eins og áður hefur komið fram) þar sem fram kemur að flutningsfyrirtækið skuli stilla upp bindandi áætlun til þriggja ára um framkvæmdir sínar. Þrjú ár er stuttur tími í samhengi framkvæmda í raforkuflutningskerfinu og vegna takmarkana, sem Landsnet býr við

vegna gjaldskráráhrifa, mannaúðs og fjármögnunar, hefur farið fram ítarleg greining á fjárfestingarþörf og verkefnum forgangsraðað. Markmiðið er hófstíllt en markviss áætlun með brýnustu styrkingarþörf raforkukerfisins að leiðarljósi. Í framkvæmdaáætlun er miðað við það ártal sem áætlað er að framkvæmdir hefjist, þ.e. mannvirkin verða ekki (endilega) sett í rekstur á því ári sem tilgreint er.

6.1 Framkvæmdir 2014

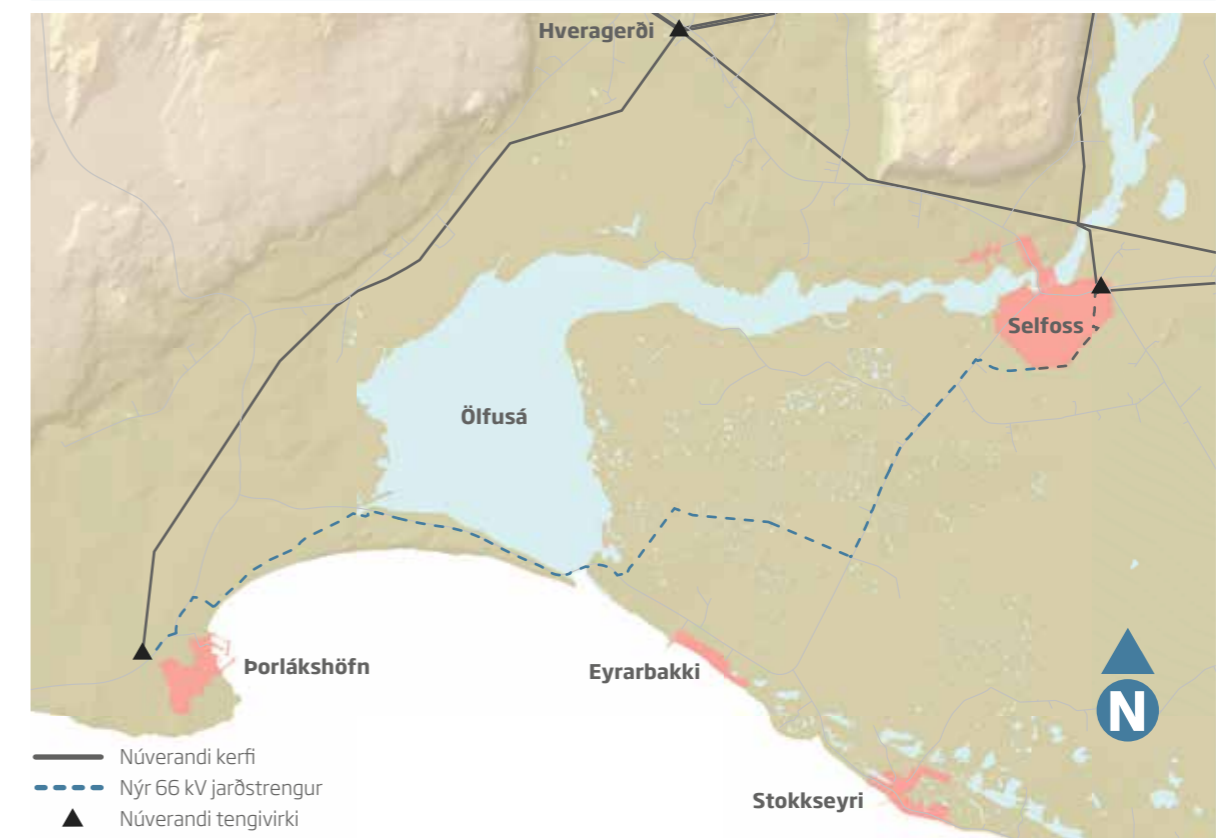
6.1.1 Selfosslína 3

Í vestari hluta 66 kV kerfisins á Suðurlandi er áreiðanleiki í rekstri frekar takmarkaður. Hveragerði og Þorlákshöfn uppfylla ekki N-1 skilyrði Landsnets og Selfoss er í venjulegum rekstri ekki með N-1 tengingu. Þó er hægt að setja Selfosslínu 2 milli Selfoss og Hellu í rekstur sem hefur mjög takmarkaða

flutningsgetu. Með því að tengja saman Selfoss og Þorlákshöfn er áreiðanleiki aukinn á Suðurlandi. Fyrirhugað er að tengingin milli Selfoss og Þorlákshafnar verði í jarðstreng á 66 kV rekstrarspennu.

Lagnaleið jarðstrengs, Selfosslínu 3

Mynd 6.1



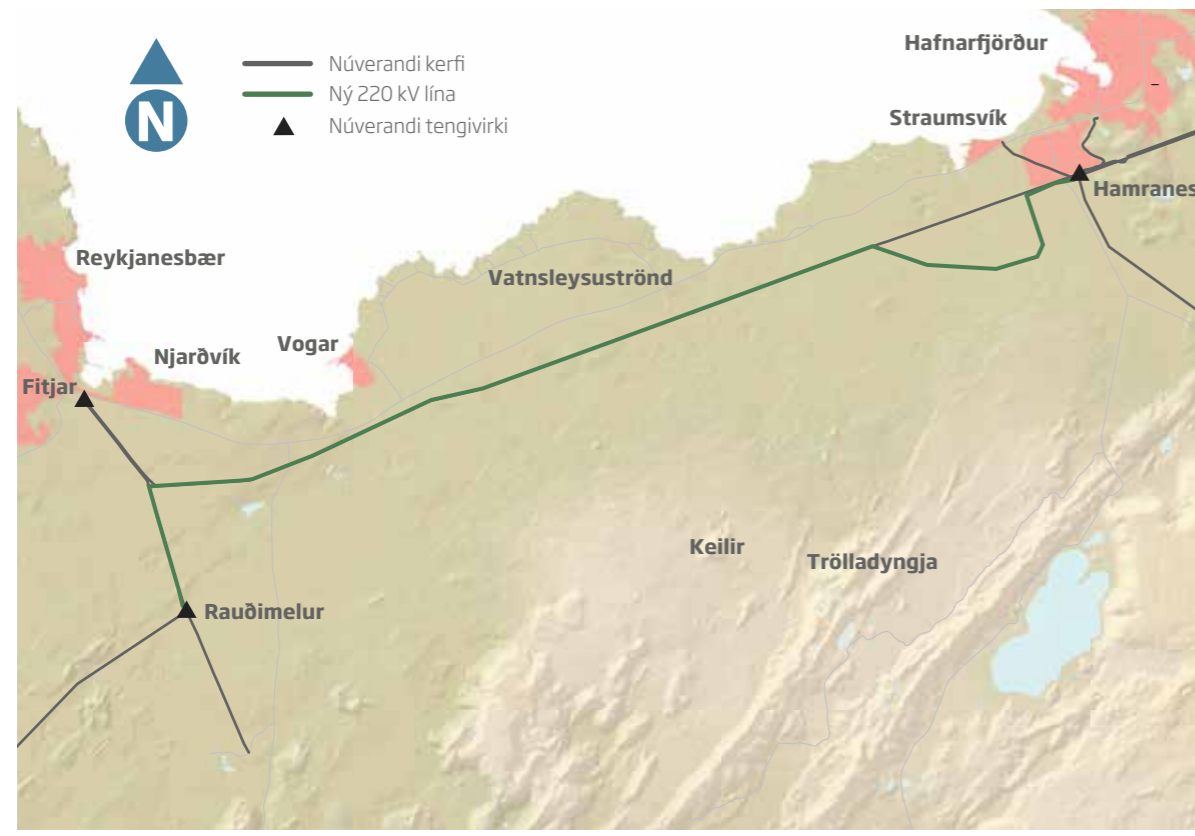
6.1.2 Suðurnesjalína 2

Eina tenging Reykjanes 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. Í nýtingarflokki rammaáætlunar eru margir jarðhitakostir á Suðurnesjum sem ekki verður unnt að nýta án

þeirrar flutningsgetu sem 220 kV lína færir ásamt því að N-1 afhendingaröryggi er ekki fullnægt. Því er það niðurstaðan eftir mikla skoðun að hagkvæmasta lausnin til framtíðar sé loftlína á þessu spennustigi. Umhverfismati og skipulagsmálum vegna línunnar er lokið auk þess að leyfis Orkustofnunar hefur verið aflað.

Línuleið Suðurnesjalínu 2 frá Hamranesi í Rauðamel

Mynd 6.2



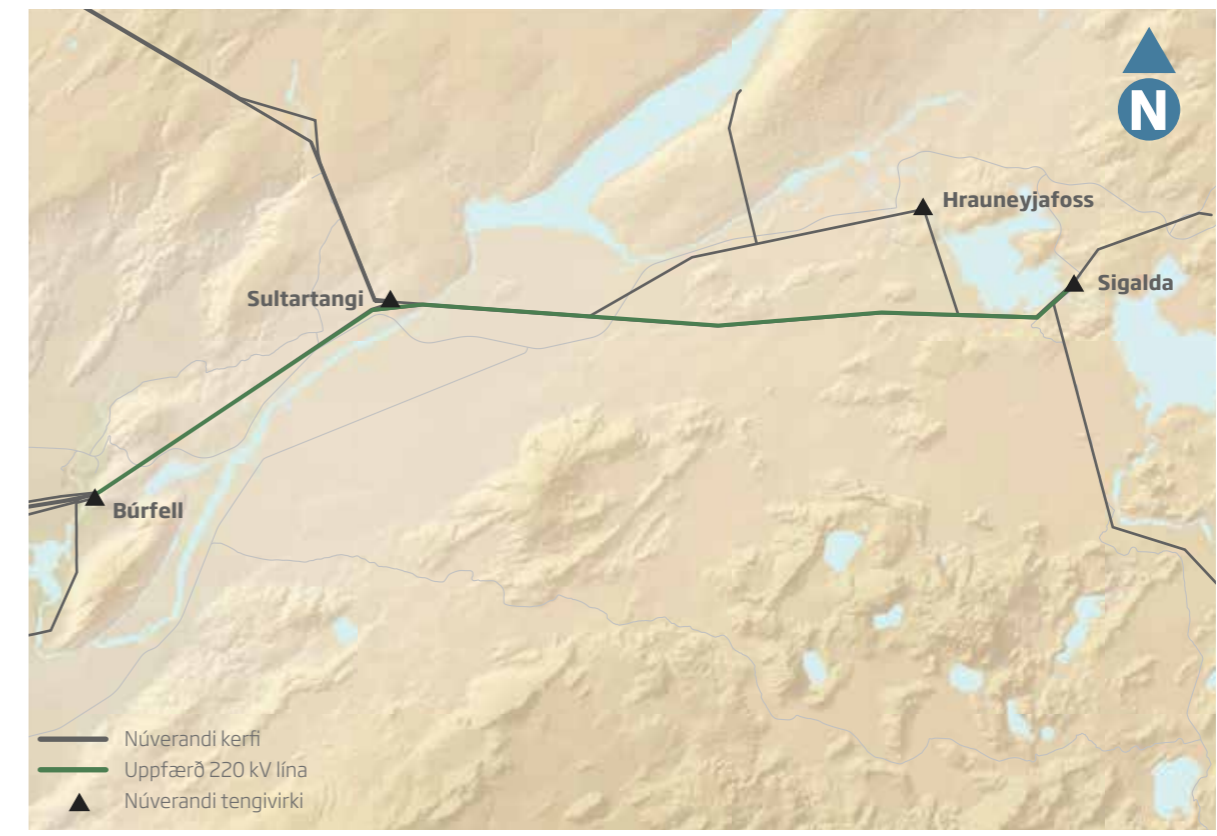
6.1.3 Sigöldulína 3 - aukning flutningsgetu

Sigöldulína 3, sem tengir Sigölduvirkjun við Búrfellsvirkjun, er 220 kV loftlína sem hefur reynst flutningstakmarkandi í vissum truflanatilvikum í gegnum tíðina. Ákveðið hefur verið að ráðast í umfangsmiklar styrkingar á þessari línu með útskipt-

ingu leiðara á nokkrum köflum og er þá með tiltölulega lágum tilkostnaði hægt að auka flutningsgetuna á 220 kV milli Sigöldu og Búrfells umtalsvert án þess að reisa nýja línu.

Legu Sigöldulínu 3

Mynd 6.3



6.1.4 Seyðisfjörður

Rafbúnaður í 66 kV tengivirkjun á Seyðisfirði er nokkuð kominn til ára sinna og er erfiður í rekstri. Ákveðið hefur verið að

skipta út rofabúnaði til að bæta áreiðanleika tengivirkisins.

6.1.5 Akranes - tengivirki

Endurnýjun tengivirkisins á Akranesi hefur staðið fyrir dyrum um þó nokkurt skeið. Núverandi tengivirki er frá árinu 1987. Tengivirkið er sameign Landsnets og Orkuveitu Reykjavíkur og verður nýframkvæmdin sameiginleg framkvæmd á nýju iðnaðarsvæði.

Staðsetning nýs tengivirkis á Akranesi

Mynd 6.4



6.2 Framkvæmdir 2015

6.2.1 Grundarfjörður - nýtt tengivirki

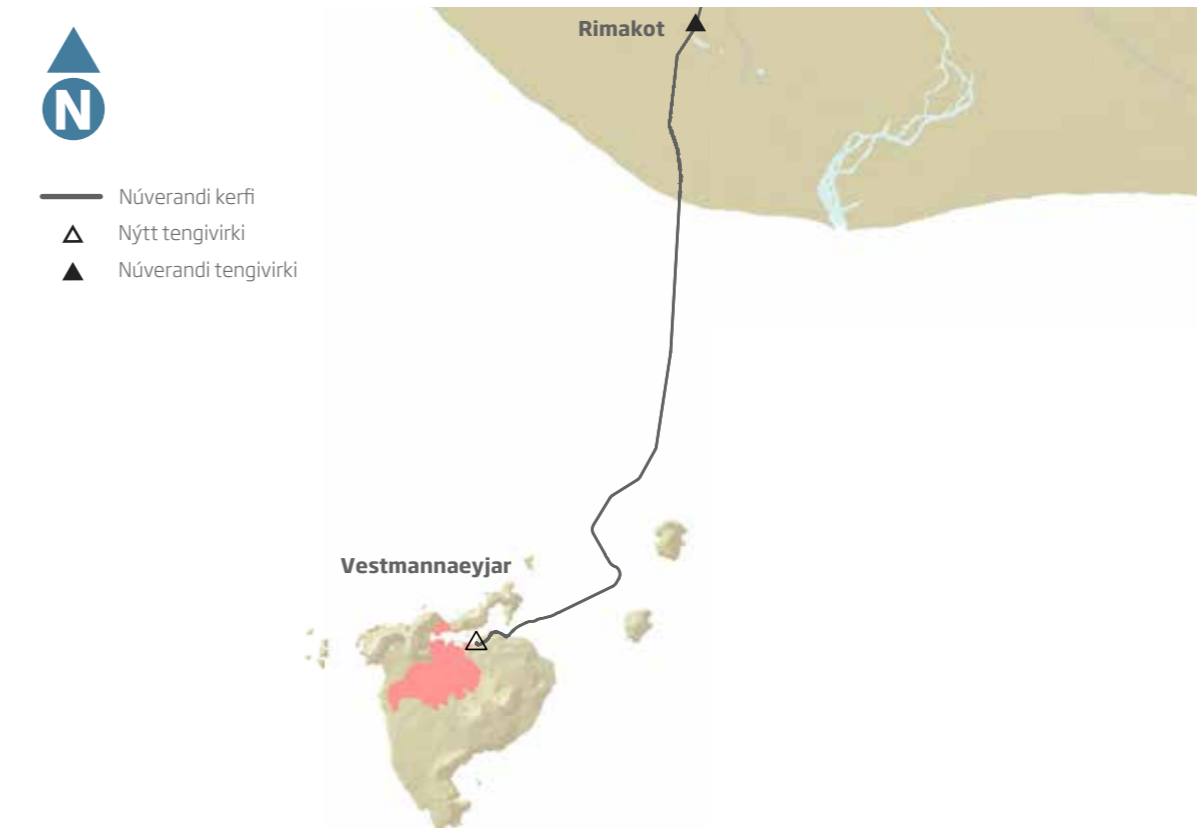
Um nokkur skeið hefur verið unnið að undirbúningi nýs jarðstrengs á 66 kV spennu milli Grundarfjarðar og Ólafsvíkur vegna tíðra bilana á Ólafsvíkurlínu 1. Fyrsti áfangi að lagningu strengsins er að stækka núverandi tengivirki eða byggja nýtt í Grundarfirði. Ráðgert er að hefja byggingu nýja tengivirkisins árið 2014 svo leggja megi nýjan jarðstreng árið 2015.

6.2.2 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 rafvæðingu fiskiðjuvera í Vestmannaeyjum og þá verðmætasköpun sem henni fylgir. Til þess að þetta sé hægt þarf að byggja nýtt 66 kV tengivirki í Vestmannaeyjum og gera nokkrar breytingar á núverandi tengivirki í Rimakoti sem tengir land við Eyjar. Landsnet hefur hafið undirbúning að verkinu og stefnir að því að hefja framkvæmdir á árinu 2014.

Tenging Vestmannaeyja

Mynd 6.5

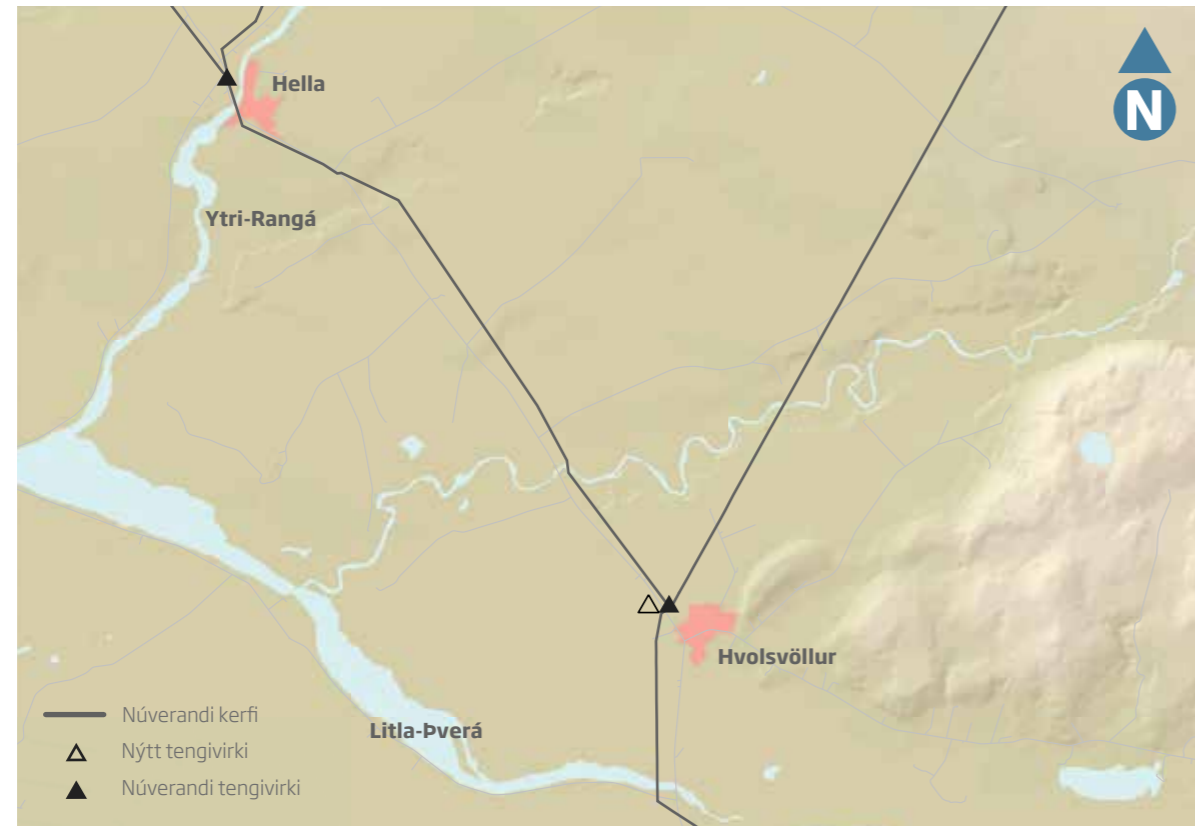


6.2.3 Hvolsvöllur - nýtt tengivirki

Útitengivirkið á Hvolsvelli gegnir mikilvægu hlutverki í svæðisflutningskerfi Suðurlands og er tengivirkið, sem byggt var árið 1957, komið nokkuð fram yfir líftíma sinn. Í ljósi þess verður ekki mikið lengur hægt að búa við bággt ástand tengivirkisins á Hvolsvelli.

Hvolsvöllur

Mynd 6.6

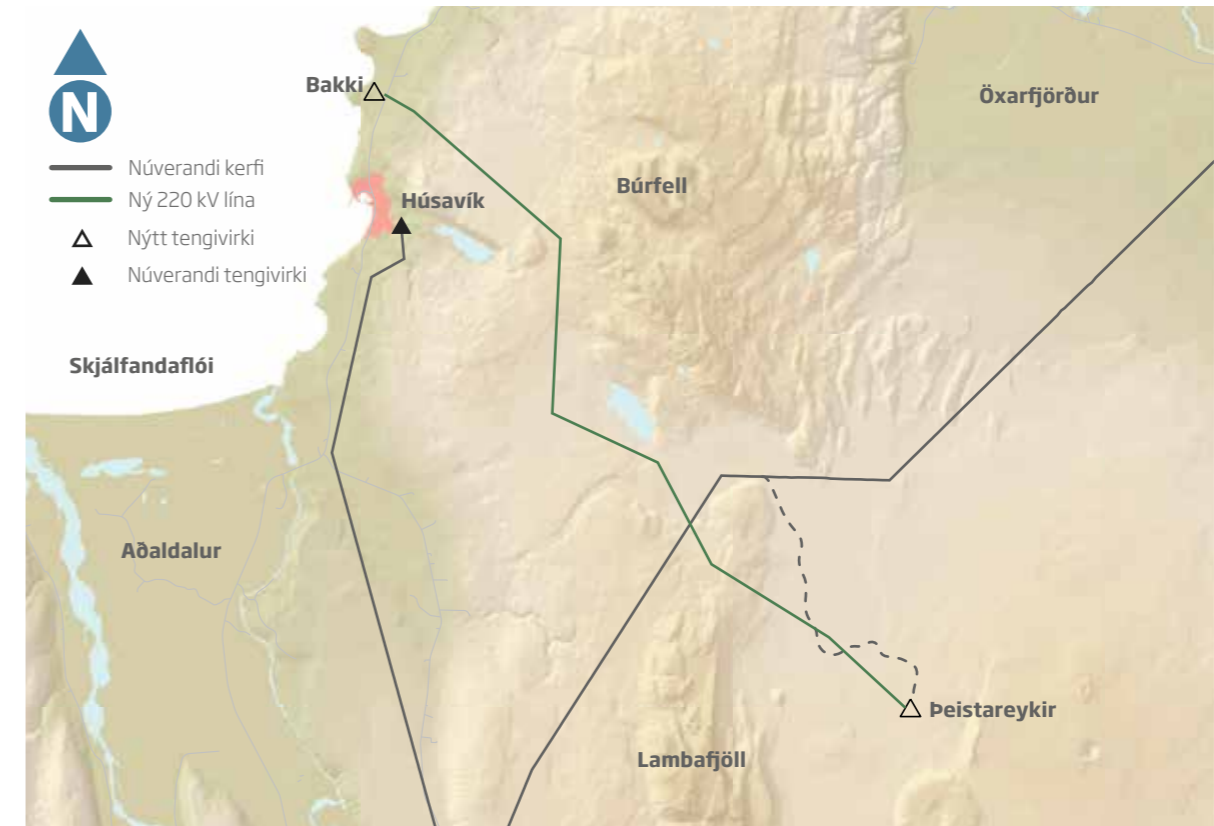


6.2.4 Afhendingarstaður á Bakka

Til stendur að reisa 220 kV línu milli Þeistareykja og Bakka. Á Bakka eru áform uppi um að byggja kísilver auk þess sem fleiri notendur hafa verið að horfa til svæðisins og þeirrar orku sem verður í boði í landshlutanum.

Afhendingarstaður á Bakka og tenging hans frá Þeistareykjum

Mynd 6.7



6.2.5 Tenging Þeistareykja

Landsvirkjun undirbýr nú virkjun á Þeistareykjum og hefur óskað eftir því að Landsnet tengi virkjunina við flutningskerfið. Gert er ráð fyrir að nýtt tengivirki rísi við Þeistareykjavirkjun og lögð verði ný loftlína frá Þeistareykjum að Kröflu þar sem tenging virkjunarinnar við flutningskerfið verður.

Tenging Þeistareykja við Kröflu

Mynd 6.8



6.3 Framkvæmdir 2016

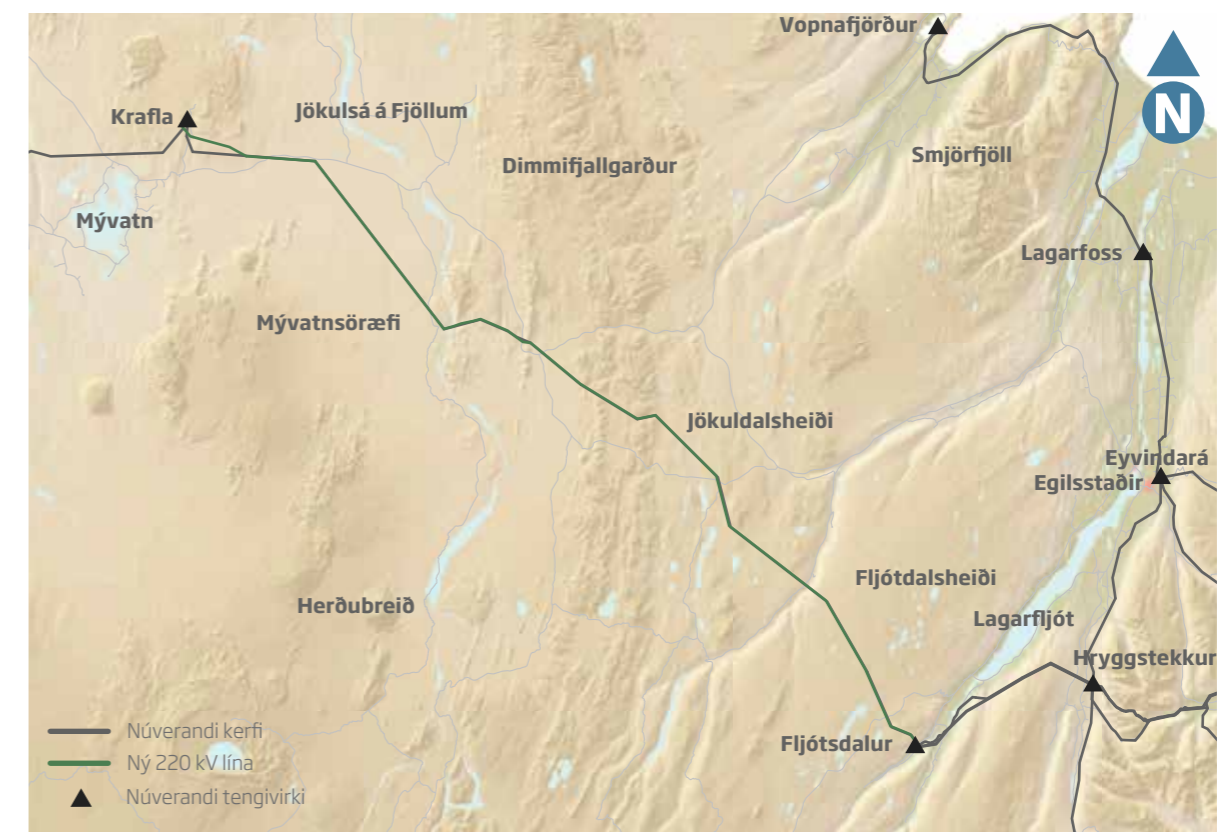
6.3.1 Kröflulína 3

Landsnet áformar byggingu nýrrar 220 kV háspennulínu frá tengivirki við Kröflustöð að tengivirki við Fljótsdalsstöð. Tilgangur framkvæmdarinnar er að tryggja stöðugleika raforku-kerfisins á Norður- og Austurlandi með betri samtengingu þessara landshluta og auka þannig öryggi raforkuafhendingar og gæði raforku. Framkvæmdin er mikilvægur hlekkur í styrk-

ingu flutningskerfisins í heild þar sem um er að ræða mikilvæga styrkingu á milli framleiðslueininga á norðaustur- og austurhluta landsins. Sterkari tenging milli Austurlands og Norðausturlands kom við sögu í öllum valkostum þeirrar greiningar í 10 ára áætlun meginflutningskerfisins í kafla 5.

Áætluð línuleið Kröflulínu 3 með fram gömlu Kröflulínu 2

Mynd 6.9



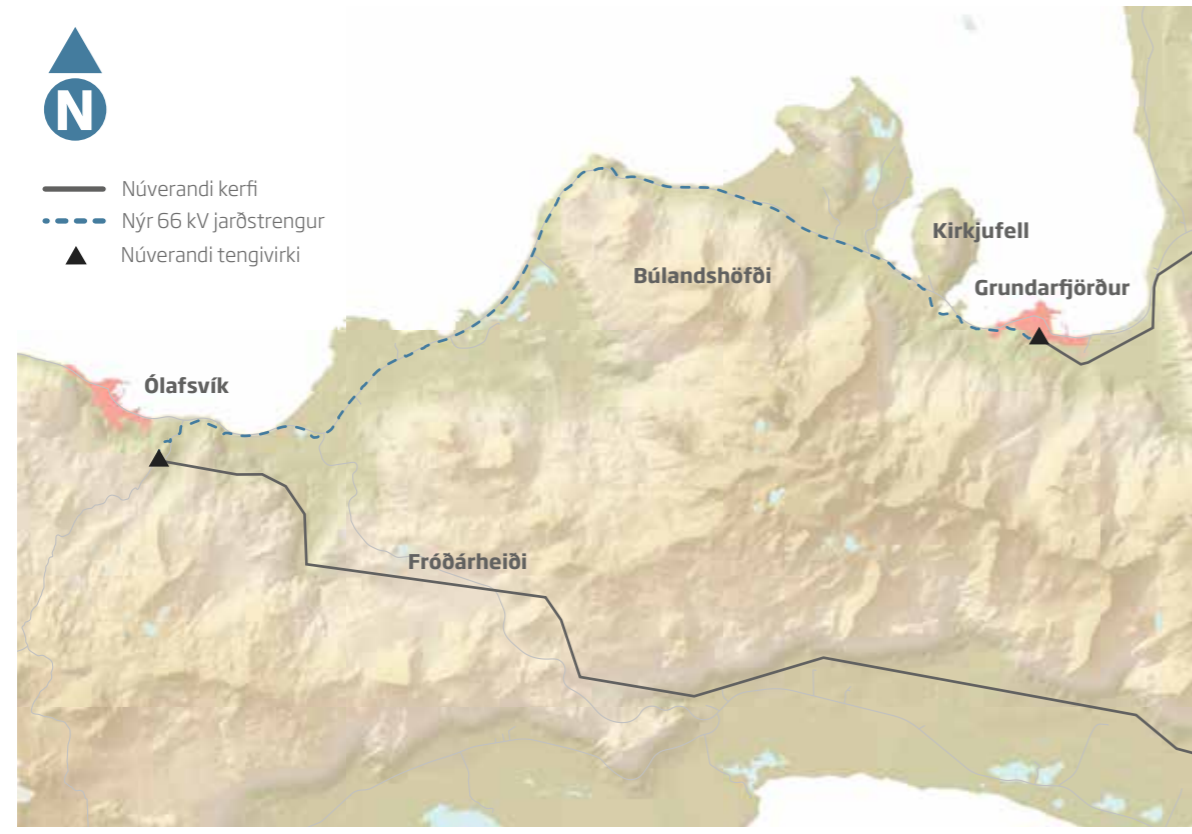
6.3.2 Grundarfjarðarlína 2

Á Snæfellsnesi eru þrjár geislatengdir afhendingarstaðir, 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.

Strengleið Grundarfjarðarlínu 2

Mynd 6.10



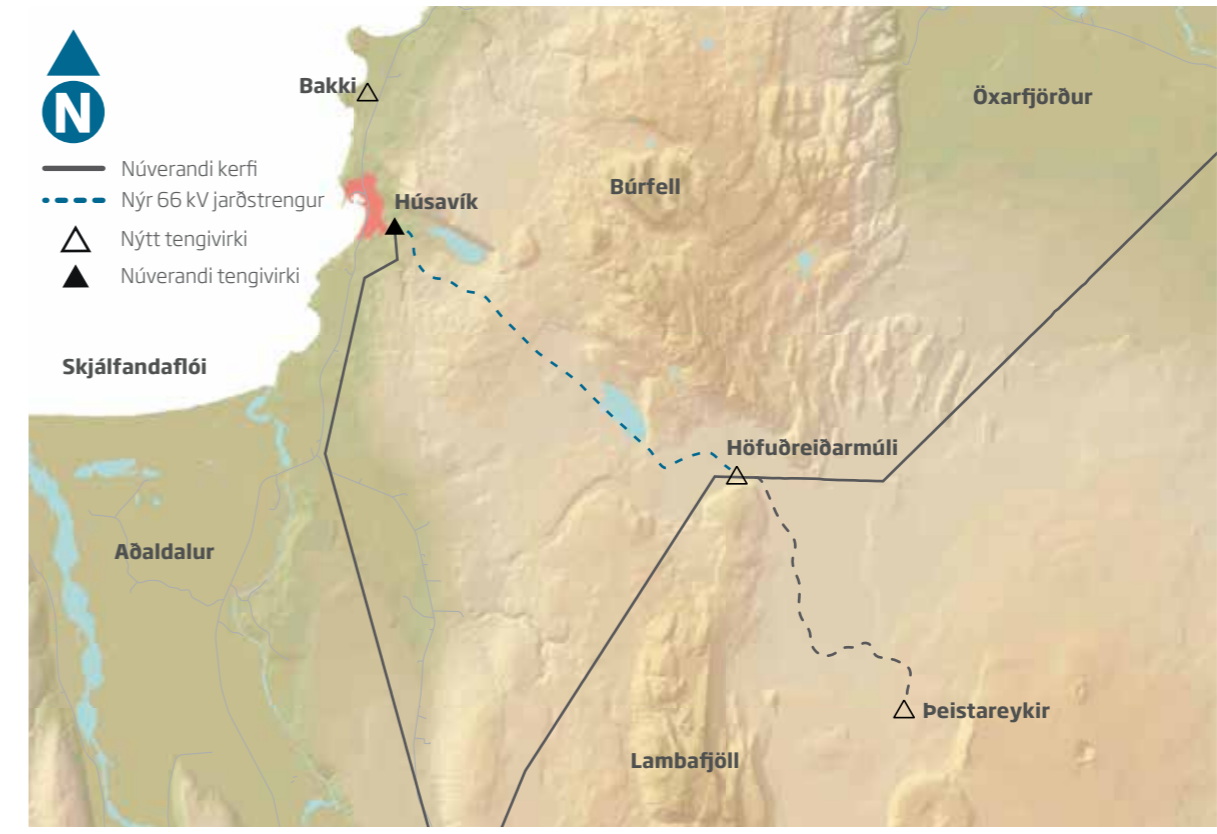
6.3.3 Tenging Húsavíkur

Tenging Húsavíkur frá Laxá, Húsavíkurlína 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 eða leggja nýja línu frá Kópaskerslínu 1 við Höfuðreiðarmúla.

Ný tenging við Húsavík

Mynd 6.11



6.4 Verkefni í framkvæmd

Nú þegar eru nokkur verkefni í framkvæmd hjá Landsneti og sæta ekki umfjöllun vegna umhverfisáhrifa í mati þessarar áætlunar. Ástæða er þó til að greina stuttlega frá þessum verkefnum. Eftirfarandi verkefni voru komin í framkvæmd þann 1. janúar 2014.

6.4.1 Varaafli og tengivirki í Bolungarvík

Fyrir liggur að afhendingaröryggi raforku á Vestfjörðum er minnst á landsvísi. Þar er líka hlutfallslega mest uppsett varaafli, þ.e. sem hlutfall af forgangsálagi. Þörf er á að endurnýja hluta af varaafslvélunum vegna aldurs. Núverandi hringrekstur flutningskerfisins milli Ísafjarðar, Bolungarvíkur og Breiðadals gefur færi á samnýtingu varaafls á þessum stöðum. Verkefnið snýst um uppsetningu á 10 MW varaafli í Bolungarvík auk nýs tengivirkis og stefnt er að því að taka mannvirkin í notkun haustið 2014.

6.4.2 Ísafjörður - nýtt tengivirki

Tengivirkið á Ísafirði er orðið gamalt og úr sér gengið og hefur byggingin sigið verulega vegna lélegrar undirstöðu. Einnig er tengivirkið fyrir vegna ofanflóðavarna og hefur verið óskað eftir færslu á því. Landsnet hefur unnið að framkvæmdinni

með Orkubúi Vestfjarða. Nýja tengivirkið verður staðsett við Tunguskeið sem er fyrir botni Skutulsfjarðar. Jafnframt hafa verið lagðar nýjar tengingar milli nýja og gamla tengivirkisins. Nýja tengivirkið verður tekið í notkun haustið 2014.

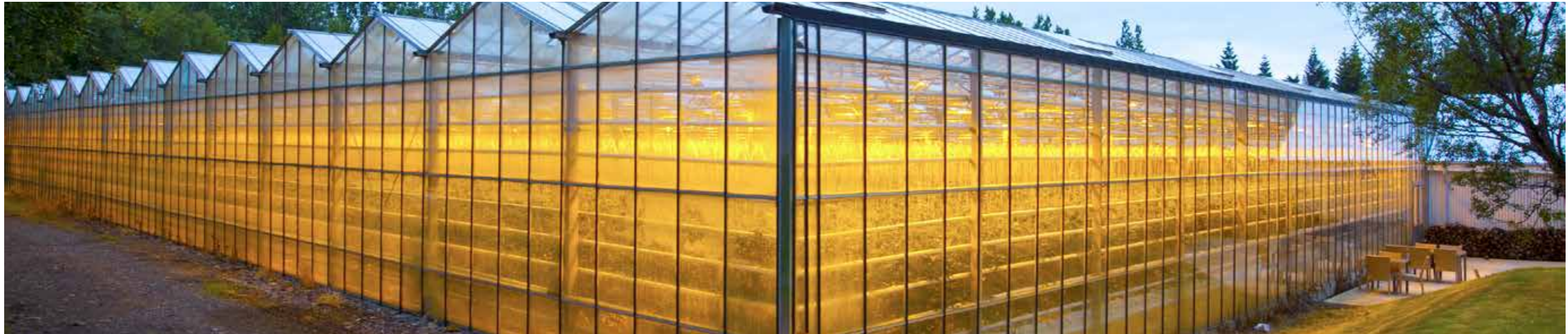
6.4.3 Styrking Tálknafjarðarlínu 1

Hafin er styrkingarframkvæmd á Tálknafjarðarlínu, milli Mjólkár og Keldeyrar. Truflanatiðni á línunni er með hæsta móti og í því skyni að draga úr skerðingum út frá Keldeyri var unnið að umtalsverðum endurbótum á línunni á síðasta ári og hélt framkvæmdin áfram sumarið 2014.

6.4.4. Neskaupstaðarlína 1 - ídráttarrör í Norðfjarðargöng

Framkvæmdir eru hafnar við jarðgöng milli Eskifjarðar og Norðfjarðar og hefur Landsnet látið gera ráð fyrir lagningu ídráttarröra í göngin í hönnun þeirra. Þetta opnar fyrir möguleika á lagningu jarðstrengs um þau síðar þegar endurnýja á (eða tvöfalda) tengingu við Neskaupstað.





Samantekt umhverfisskýrslu

Með kerfisáætlun 2014-2023 fylgir í fyrsta sinn umhverfisskýrsla sem er unnin í samræmi við lög nr. 105/2006 um umhverfismat áætlana.[6] Megintilgangur matsvinnunnar er að tryggja að tekið verði tillit til umhverfissjónarmiða við ákvarðanir um kerfisáætlunina, draga úr eða koma í veg fyrir nei-

kvæð umhverfisáhrif og upplýsa um hugsanlegar afleiðingar af framkvæmd kerfisáætlunar á umhverfið. Mikilvægur þáttur í nýju verklagi við mótun kerfisáætlunar er kynning og samráð við fagstofnanir, hagsmunaaðila og almenning.

7.1 Vinnan við umhverfismat kerfisáætlunar

Í umhverfismati kerfisáætlunar hefur verið lagt mat á umhverfisáhrif mögulegra leiða til að uppfylla þörf á styrkingu flutningskerfisins og áhrif þeirra borin saman. Megináherslan er lögð á valkosti um flutningsleiðir raforku sem eru:

Jafnframt er gerð grein fyrir helstu umhverfisáhrifum mismunandi spennustigs (132 kV, 220 kV og 400 kV) og mismunandi flutningsvirki sem eru loftlína og jarðstrengur.

- A Hálendislína og Norðurland**
- B Byggðalína**
- C Hálendislína og vesturvængur**

Mögulegar leiðir til styrkingar flutningskerfis

Mynd 7.1



Umhverfismatið var unnið samhliða mótun kerfisáætlunar og verkefnisstjórn kerfisáætlunar tók þátt í matsvinnu frá upphafi. Þannig hefur verið tryggt að umhverfissjónarmið og upplýsingar matsvinnu hafi verið til hliðsjónar á öllum stigum kerfisáætlunar.

Kerfisáætlun 2014-2023 er bæði stefnumótandi áætlun um framtíð flutningskerfisins og áætlun um einstök verkefni sem koma til framkvæmda á árunum 2014-2016. Mat á heildarumhverfisáhrifum kerfisáætlunar byggir á þessum tveimur þáttum áætlunarinnar.

Matsvinnan fólst í því að gera grein fyrir helstu umhverfisáhrifum kerfisáætlunar á ákveðna umhverfisþætti sem voru skilgreindir í matslýsingu. Þessir þættir eru:

1. Land
2. Landslag og ásjúnd
3. Jarðmyndanir
4. Vatnafar
5. Lífríki
6. Menningarminjar
7. Loftslag
8. Samfélag

Matið byggði á fyrirbyggjandi gögnum og var lögð áhersla á að nýta landupplýsingar sem ýmsar fagstofnanir og aðilar hafa aflað á undanförunum árum. Mat á áhrifum framkvæmdaáætlunar byggði á upplýsingum úr matsskýrslum, matsskyldufyrirspurnum og ákvörðunum og álitum Skipulagsstofnunar um mat á umhverfisáhrifum.

Í kynningu á matslýsingu komu fram ýmsar ábendingar og athugasemdir, m.a. um gögn, valkosti og áherslur sem mikilvægt væri að líta til við umhverfismat kerfisáætlunar. Tekið hefur verið tillit til þessara ábendinga sem hefur stuðlað að betri matsvinnu og umhverfisskýrslu. Þá munu án efa koma fram margvíslegar ábendingar um umhverfisskýrsluna á kynningartíma sem mun verða litið til við ákvörðun um kerfisáætlun 2014-2023.

7.2 Niðurstaða matsvinnu

Niðurstaða matsvinnu er að allar flutningsleiðir munu valda neikvæðum og verulegum neikvæðum áhrifum á einhvern þeirra umhverfisþátta sem var til skoðunar. Áhrifin eru ólík milli leiða en meginmunur liggur þó í því hvort flutningsleið fari um hálendið eða með fram núverandi byggðalínu.

Áhrif af mögulegum breytingum á upplifun og áhrif á uppbyggingu ferðaþjónustu eru vandmeðfarin þar sem það liggja ekki fyrir viðmið eins og fyrir aðra þætti. Talsverð umræða hefur verið um stefnumörkun um landnotkun á hálendinu, m.a. um stórar verndarheildir, vegagerð, legu raflína, orkuvinnslu og uppbyggingu ferðaþjónustu. Þær áætlanir, sem horft er til á hálendinu, eru m.a. rammaáætlun, náttúruuminjaskrá, náttúruverndaráætlun og skipulagsáætlanir. Til að bregðast við takmörkuðum gögnum um ferðaþjónustu hefur umfjöllun um áhrif á landslag og ásynd ásamt ferðaþjónustu fengið talsvert vægi í allri umfjöllun í matsvinnunni.

Helstu umhverfisáhrif hálendislínu (valkostir A og C) felast í framkvæmdum á hálendinu og breytingum á ásynd. Helstu umhverfisáhrif byggðalínu (valkostur B) felast í að meira land fer undir flutningsmannvirki, hún fer um mörg náttúru-

verndarsvæði og hefur áhrif á fleiri umhverfisþætti en aðrar leiðir.

Allir valkostir við uppbyggingu flutningskerfisins eru taldir hafa veruleg jákvæð áhrif á samfélag sem felast í að þeir tryggja að unnt sé að ráðast í virkjanir samkvæmt rammaáætlun, eru í samræmi við áform um uppbyggingu atvinnustarfsemi í landshlutum og stuðla að auknu afhendingaröryggi og gæðum raforku. Ekki var tekið tillit til stofnkostnaðar eða rekstrarkostnaðar flutningskerfisins en þó er ljóst að hann kann að vera talsvert ólíkur milli leiða og útfærslu á flutningskerfinu sem felur í sér ákvörðun um spennustig, flutningsgetu, loftlínu/jarðstrengi, endabúnað og aðra þætti.

Í matsvinnunni hafa verið lagðar til margvíslegar aðgerðir og áherslur sem líta þarf til við útfærslu, hönnun og legu flutningskerfisins og getur dregið úr eða komið í veg fyrir neikvæð umhverfisáhrif. Hluti af slíkum aðgerðum er að skoða möguleika á lagningu jarðstrengs á ákveðnum svæðum, val á gerðum mastra og að leiðaval taki mið af landslagseinkennum og mannvirkjum í nágrenninu.

Í samanburði milli valkosta hefur verið tekið saman yfirlit um fjölda umhverfisþátta sem verða fyrir mögulegum áhrifum á viðkomandi stað. Umhverfisþættirnir, fimm talsins, eru landslag og ásynd, jarðmyndanir, lífríki, vatnafar og samfélag. Í töflu 7.1 eru sýndir valkostir flutningsleiða, þ.e.a.s. hvar er þörf á að ráðast í styrkingu flutningskerfisins, og fjöldi umhverfisþátta sem eru innan 10 km beltis. Þannig sýnir vínráður litur (5) að flutningsleið kann að hafa áhrif á alla fimm umhverfisþættina en grænn (1) að mögulega nái áhrifin til eins umhverfisþátta.

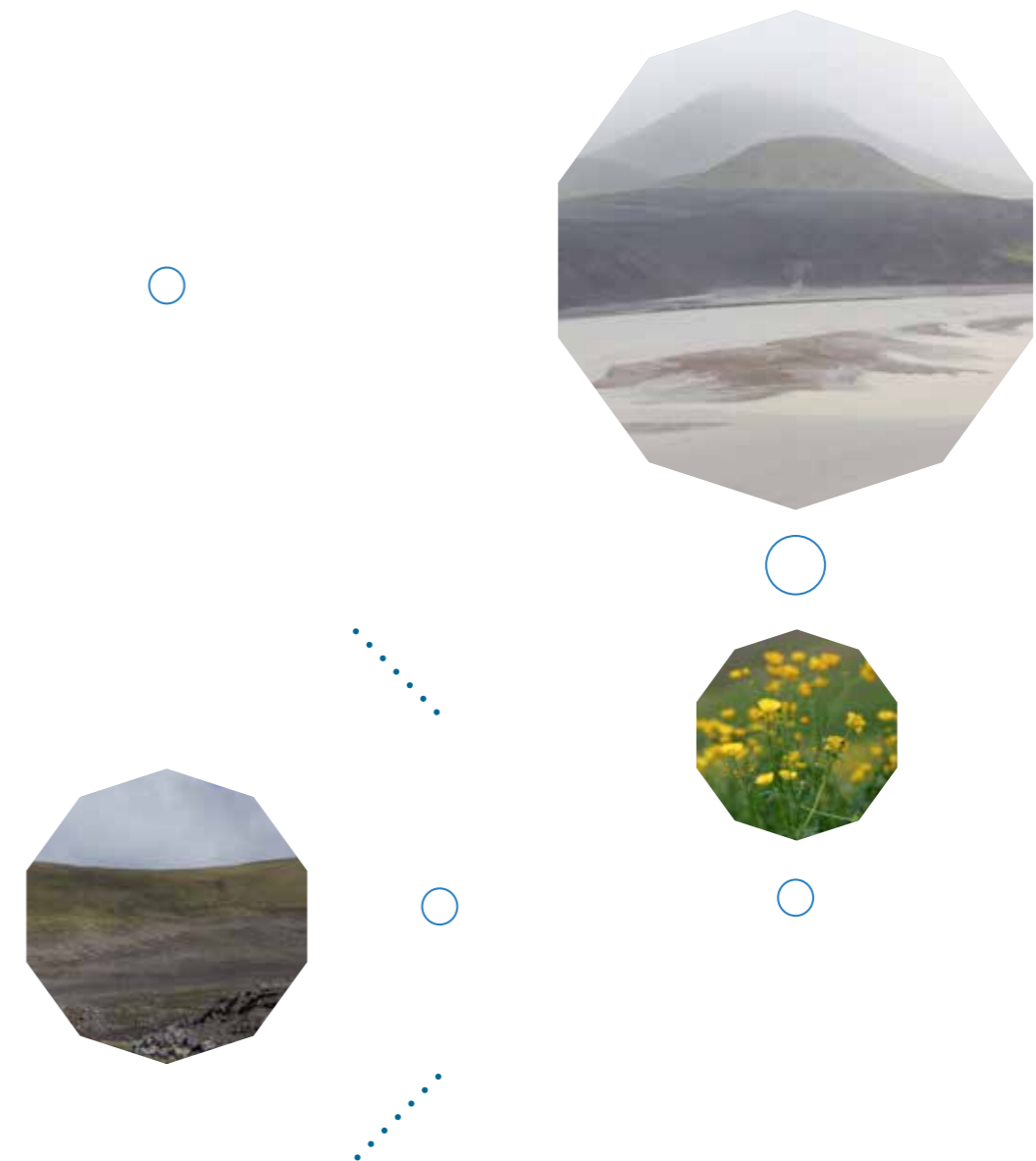
Tilgangurinn með þessari greiningu er að afmarka flutningsleiðirnar, hversu margir umhverfisþættir séu innan þessa 10 km beltis og hvort og hvar innan beltisins sé unnt að velja leið sem hafi áhrif á sem fæsta umhverfisþætti. Þessi kortlagning gefur til kynna að hægt sé að bregðast við á undirbúnings- og hönnunarstigi framkvæmda til að koma í veg fyrir að framkvæmdir vegna meginflutningskerfisins hafi áhrif á ákveðna umhverfisþætti.

Samanburður helstu áhrifa flutningsleiða A, B og C

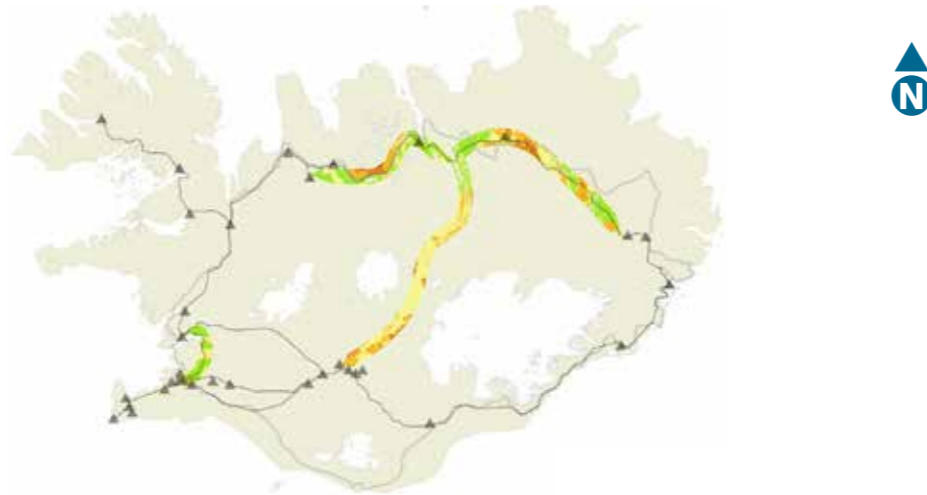
Tafla 7.1

	A	B	C
Umhverfisþáttur	Hálendislína og Norðurland	Byggðalína	Hálendislína og vesturvængur
1. Land	Neikvæð áhrif. Meira land fer undir flutningskerfi	Verulega neikvæð áhrif. Mun meira land fer undir flutningskerfi	Neikvæð áhrif. Meira land fer undir flutningskerfi
2. Landslag og ásynd	Veruleg neikvæð áhrif. Lína um Sprengisand	Neikvæð áhrif. Fer um svæði sem njóta verndar vegna landslags	Veruleg neikvæð áhrif. Lína um Sprengisand
3. Jarðmyndanir	Neikvæð áhrif	Neikvæð áhrif. Raskar nútímahrauni	Neikvæð áhrif
4. Vatnafar	Óveruleg áhrif	Óveruleg áhrif	Óveruleg áhrif
5. Lífríki	Neikvæð áhrif. Raskar friðlýstum svæðum, öðrum náttúruverndarsvæðum, sérstökum fuglaverndarsvæðum og votlendi	Veruleg neikvæð áhrif. Raskar friðlýstum svæðum, öðrum náttúruverndarsvæðum, sérstökum fuglaverndarsvæðum og votlendi	Neikvæð áhrif. Raskar friðlýstum svæðum, öðrum náttúruverndarsvæðum, sérstökum fuglaverndarsvæðum og votlendi
6. Menningarminjar	Óvissa um áhrif	Óvissa um áhrif	Óvissa um áhrif
7. Loftslag	Óveruleg jákvæð áhrif	Óveruleg jákvæð áhrif	Óveruleg jákvæð áhrif
8. Samfélag	Veruleg jákvæð áhrif. Samræmi við rammaáætlun og uppbyggingu atvinnustarfsemi. Styrkir samkeppnishæfni. Neikvæð áhrif á ferðaþjónustu ¹	Veruleg jákvæð áhrif. Samræmi við rammaáætlun og uppbyggingu atvinnustarfsemi. Styrkir samkeppnishæfni. Neikvæð áhrif á ferðaþjónustu	Veruleg jákvæð áhrif. Samræmi við rammaáætlun og uppbyggingu atvinnustarfsemi. Styrkir samkeppnishæfni. Neikvæð áhrif á ferðaþjónustu

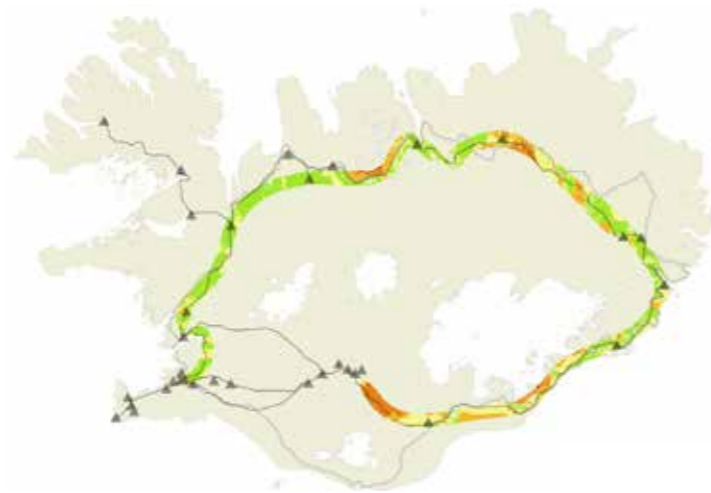
¹ Breyting á umhverfisskýrslu: Vægiseinkunn fyrir áhrif á ferðaþjónustu bætt við.



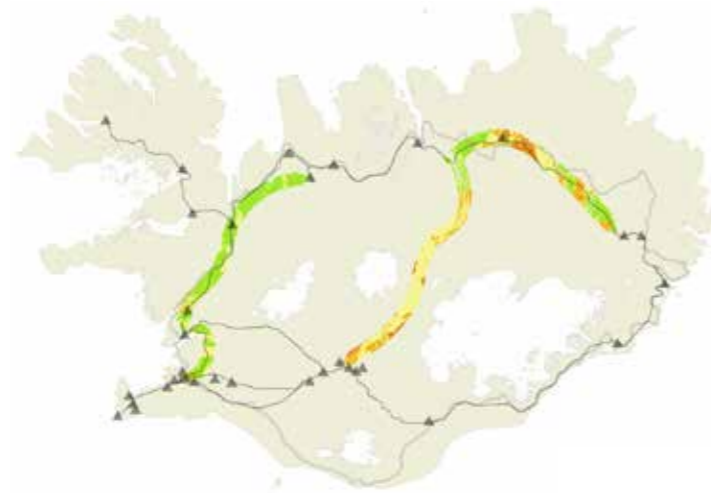
Valkostur A



Valkostur B



Valkostur C



Fjöldi: ● 1 ● 2 ● 3 ● 4 ● 5 — Meginflutningskerfi — Hringvegur 1 ▲ Tengivirki

Matsvinnan og samanburður áhrifa valkosta um flutningsleiðir, áhrifa af loftlínu og jarðstreng og samanburður ólíkra spennustiga hefur leitt í ljós meginumhverfisáhrif kerfisáæt-

unar sem eru neikvæð eða verulega neikvæð á umhverfi og náttúru en jákvæð og verulega jákvæð á samfélag.

7.3 Samanburður á leið A og leið B

Í kjölfar mats á mögulegum áhrifum leiða A, B og C var ákveðið að skoða nánar samanburð á leiðum A og B. Tilgangurinn var að gera betur grein fyrir þeim mun sem felst í umhverfisáhrifum þessara leiða við uppbyggingu flutningskerfisins, þ.e. að fara um hálendið eða byggðalínuna. Það eru þrjú kaflar sem eru ólíkir milli þessara leiða. Í fyrsta lagi er það leggurinn sem liggur um hálendið, í öðru lagi er það leggurinn frá Fljótsdal að Sigöldu og í þriðja lagi er það svokallaður vesturvængur. Niðurstaða samanburðar á leiðunum er að leið B er líklegri til að hafa neikvæðari áhrif á umhverfið þegar tekið er mið af

þeim mælikvörðum sem stuðst er við og byggja á stefnumiðum stjórnvalda, alþjóðlegum samþykktum, öðrum áætlunum og lögum og reglum. Leið B er líklegri til að hafa neikvæðari áhrif á umhverfisþættina land, lífríki, loftslag og samfélag en leið A er líklegri til að hafa neikvæðari áhrif á landslag og ásýnd. Þegar á heildina er litið er það því niðurstaða matsvinnu að áhrif þessara valkosta eru ólík en þegar tekið er mið af mælikvörðum umhverfismatsins mun leið A koma til með að valda minni neikvæðum umhverfisáhrifum en leið B.

7.4 Samræmi við áætlanir

Mikilvægur þáttur í mati á umfangi umhverfisáhrifa var að líta til laga og áætlana stjórnvalda, s.s. náttúruverndarlaga, náttúruverndaráætlana, Orkustefnu Íslands, rammaáætlunar og velferðar til framtíðar. Einnig var litið til alþjóðlegra samninga og skuldbindinga, s.s. Ramsarsamningsins, evrópska landslagssamningsins og Bernarsamningsins um villtar plöntur og dýr. Í matsvinnu var metið hvort og hvernig kerfisáætlun samræmdist áætlunum stjórnvalda og alþjóðlegum samningum.

Almennt er kerfisáætlun 2014-2023 í samræmi við flestar áætlanir stjórnvalda og alþjóðlega samninga. Mögulega kann kerfisáætlun að hafa áhrif á ósnortin víðerni og líffræðilegan fjölbreytileika sem getur verið í ósamræmi við stefnu stjórnvalda.

7.5 Eftirfylgni og endurskoðun

Kerfisáætlun Landsnets er endurskoðuð á hverju ári og er gert ráð fyrir því að umhverfisskýrsla verði endurskoðuð samhliða. Með umhverfisskýrslu er kominn mikilvægur grunnur margvíslegra gagna. Áhersla er lögð á skýra framsetningu, að byggja eins og kostur er á hlutlægum gögnum og móta þannig grunn sem gerir kleift að bera saman og meta breytingar á umhverfisáhrifum við endurskoðun eða breytingar á kerfisáætlun í framtíðinni. Þannig mun Landsnet leggja grunn að

framtíðarverklagi við mótun kerfisáætlunar og stuðla að því að umhverfissjónarmið verði ávallt til hliðsjónar við ákvarðanir um framtíðarþróun flutningskerfisins.

Í umhverfisskýrslu eru lagðar til margvíslegar aðgerðir til að draga úr neikvæðum umhverfisáhrifum sem líta beri til á seinni stigum og er m.a. við skipulag, undirbúning og mat á umhverfisáhrifum einstakra framkvæmda við styrkingu flutningskerfisins.



Heimildaskrá

1. Raforkulög nr. 65/2003, með síðari breytingum.
2. Reglugerð nr. 1048/2004 um gæði raforku og afhendingaröryggi.
3. Orkusparnefnd. 2013. *Raforkuspá 2013-2050. Endurreikningur á spá frá 2010 út frá nýjum gögnum og breyttum forsendum.* OS-2013/02, ISBN 978-9979-68-392-2.
4. Þingsályktun um áætlun um vernd og orkunýtingu landsvæða. Þingskjal 892. 14. janúar 2013.
5. Verkefnisstjórn um gerð rammaáætlunar og iðnaðarráðuneytið. 2011. *Skýrsla 2. áfanga rammaáætlunar.* ISBN 978-9979-68-298-1.
6. Lög um umhverfismat áætlana nr. 105/2006, með síðari breytingum.
7. Landsnet. 2014. *Frammistöðuskýrsla 2013.* Landsnet-14008.
8. Landsnet. 2014. *Löflínur og jarðstrengir, kostnaðarsamanburður 220 kV - fimm tilfelli.*
9. Andreini, Eric. RTE. *Experiences of Transmission Cable Performance 2006-2012.* ENTSO-E. 2014.
10. Baldvin Jónbjarnarson, Brynhildur Magnúsdóttir, Friðrika Marteinsdóttir og Jón Haukur Steingrímsson. *Rannsóknir á varmaleiðni í tengslum við lagningu jarðstrengja.* EFLA. 2012.
11. EFLA verkfræðistofa og starfshópur um rekstrartruflanir. 2013. *Kostnaður vegna raforkuskorts - tölur til notkunar árin 2013 og 2014.*





A. Tengingar milli landsvæða

A.1 Yfirlit yfir sviðsmyndir og álagstilfelli

Þrjár sviðsmyndir eru skoðaðar eins og fjallað var um í kafla 4.4. Þrjú mismunandi álagstilfelli eru skoðuð:

- 1. Núllkerfi:** Álag og vinnsla miðast við raforkuspá fyrir árið 2023. Engin ný vinnsla eða aukning á stóriðjuálagi.
 - 2. 50% rammaáætlun:** Sami grunnur og í núllkerfi en 50% af virkjanakostum rammaáætlunar sett inn (rúmlega 500 MW).
 - 3. 100% rammaáætlun:** Sami grunnur og í núllkerfi en 100% af virkjanakostum rammaáætlunar sett inn (rúmlega 1.000 MW).
- A. Jafndreift álag á landshluta:** Álagi dreift jafnt á alla átta landshluta, 62,5 MW í 50% rammaáætlunar tilfellinu (500MW samtals) og 125 MW í 100 % rammaáætlunar tilfellinu (1.000 MW samtals).
 - B. Hlutfallslegt álag út frá nýrri vinnslu:** Álagi dreift hlutfallslega á landshluta miðað við nýja vinnslu rammaáætlunar innan sama landshluta.
 - C. Allt álag á einum stað:** Allt álag sett á einn landshluta fyrir sig, einn í einu (500 eða 1.000 MW).

Álagstilfelli þrjú eru skoðuð fyrir allar þrjár sviðsmyndirnar en þó þarf að hafa hugfast að álagstilfelli C á ekki við um núllkerfið, þ.e. sviðsmynd 1 er eins fyrir allar útfærslur álagsdreifingar

þar sem engu álagi er bætt við umfram almenna aukningu skv. raforkuspá.

Yfirlit yfir sviðsmyndir og álagstilfelli kerfisrannsóknna

Tafla A-1

Sviðsmynd	Álagsdreifing	A	B	C
1		Almenn aukning skv. raforkuspá		
2		500 MW álagi skipt jafnt niður á alla landshluta	500 MW álagi skipt hlutfallslega eftir staðsetningu nýrrar vinnslu	500 MW allt í sama landshluta
3		1000 MW álagi skipt jafnt niður á alla landshluta	1000 MW álagi skipt niður hlutfallslega eftir staðsetningu nýrrar vinnslu	1000 MW allt í sama landshluta

Mikilvægt er að hafa hugfast að hér er fjallað um ítarlega greiningu á flutningsþörf á milli landsvæða. Allar sviðsmyndir geta fallið í sér umfangsmikla styrkingarþörf innan landsvæða þar sem álagsaukning verður hverju sinni. Þetta á sérstaklega

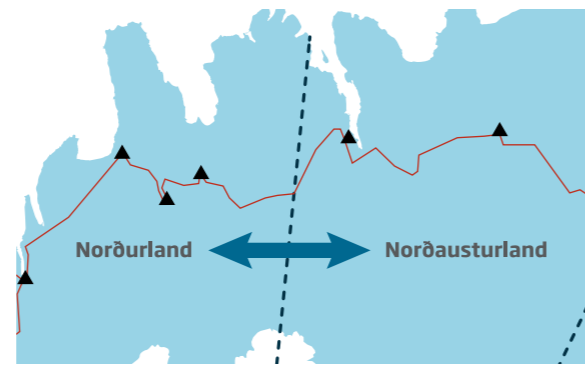
við um þau tilfelli þar sem virkjað er fyrir notkun sömu stærðar innan sama landsvæðis, þ.e. afjöfnuður svæðis breytist lítið eða ekkert.

A.2 Tenging Norðurland ↔ Norðausturland

Til skoðunar er tengingin milli Norðurlands og Norðausturlands en í núverandi kerfi er tenging takmarkandi fyrir flutningskerfið þar sem hámarksflutningur milli landshlutanna er 90 MW (stöðugleikamörk). Tafla A-2 sýnir áætlaðan hámarksafllutning milli Norðurlands og Norðausturlands miðað við gefnar forsendur í kafla A.1.

Niðurstöður kerfisrannsóknna sýna að flutningsþörfin milli Norðurlands og Norðausturlands er meiri en flutningsgeta línanna milli þessara landshluta í núllkerfinu. Í núllkerfinu er flutningsþörf þessarar tengingar nær alfarið háð framleiðslunni í Blönduvirkjun en sé miðað við uppbyggingarætlun rammaáætlunar þyrfti töluverðar styrkingar milli þessara landshluta.

Tenging Norðurlands og Norðausturlands **Mynd A-1**



Hámarksafllutningur milli Norðurlands og Norðausturlands miðað við mismunandi álagsdreifingu og fyrir þrjár mismunandi sviðsmyndir **Tafla A-2**

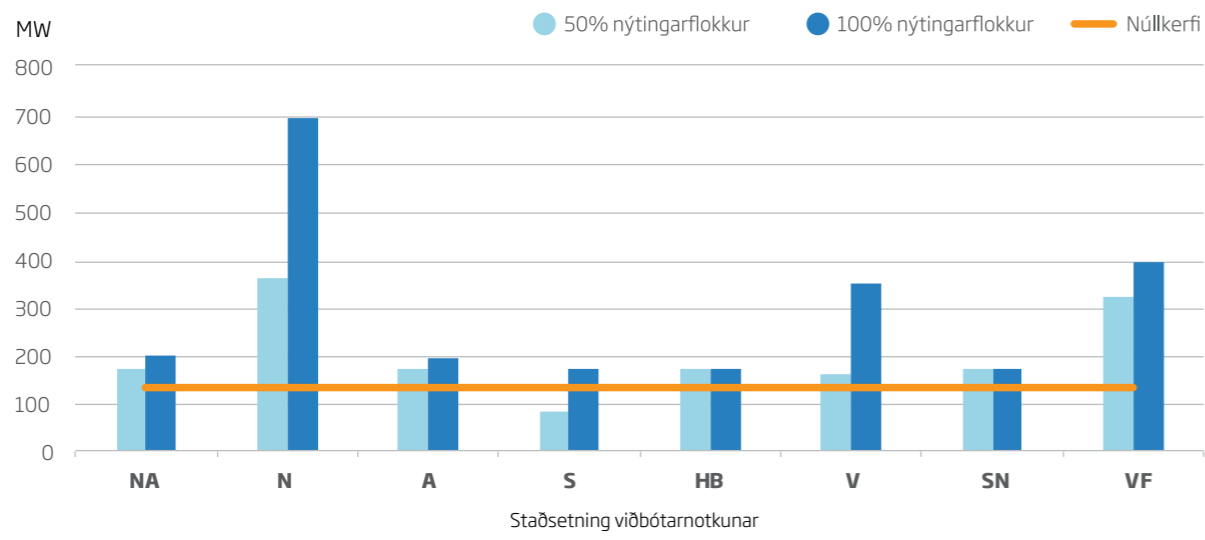
Sviðsmynd	Álagsdreifing		
	A	B	C
1		130 MW	
2	100 MW	138 MW	355 MW
3	151 MW	139 MW	687 MW

Niðurstöður kerfisrannsóknna sýna að flutningsþörfin milli Norðurlands og Norðausturlands er meiri en flutningsgeta línanna milli þessara landshluta í núllkerfinu. Í núllkerfinu er flutningsþörf þessarar tengingar nær alfarið háð framleiðslunni í Blönduvirkjun en sé miðað við uppbyggingarætlun

rammaáætlunar þyrfti töluverðar styrkingar milli þessara landshluta.

Mynd A-2 sýnir yfirlit yfir hámarksafllutning milli landshlutanna miðað við mismunandi framleiðslu og álagsforsendur í kafla A.1.

Flutningsþörf milli Norðurlands og Norðausturlands í álagstilfellinu með notkun í sama landshluta **Mynd A-2**



Niðurstöðurnar á mynd A-2 sýna að afllutningur milli landshlutanna er í öllum tilfellum nema einu yfir hámarksflæðinu í núllkerfinu. Þetta þýðir að í öllum tilfellum þyrfti að styrkja

þessa landshlutatengingu töluvert til að halda N-1 afhendingaröryggi.

A.2.1 Spennustig styrkingar N ↔ NA

Samanburður er gerður á því hversu margar nýjar flutningslínur þyrfti á milli Norðurlands og Norðausturlands eftir því hvort línurnar eru reknar á 132 kV spennu eða 220 kV spennu. Tafla

A-3 sýnir fjölda flutningslína sem þyrfti til þess að flytja sama afl milli Norðurlands og Norðausturlands:

Fjöldi nýrra flutningslína eftir spennustigi

Tafla A-3

Staðsetning álags	132 kV spennu		220 kV spennu	
	50% rammaáætlun	100% rammaáætlun	50% rammaáætlun	100% rammaáætlun
N	2	5	2	2
NA	1	1	1*	1
A	1	1	1*	1*
S	1	1	1*	1*
HB	1	1	1*	1*
V	1	2	1	1
SN	1	1	1*	1*
VF	2	3	1	1

Eins og niðurstöður í töflu A-3 sýna þyrfti alltaf að styrkja kerfið með nýrri flutningslínu þegar nýjar flutningslínur eru reknar á 132 kV. Þegar horft er á 100% rammaáætlun og álagið haft á Norðurlandi væri nauðsynlegt að hafa fimm 132 kV flutningslínur samhliða milli Norðurlands og Norðausturlands til þess að tryggja N-1 afhendingaröryggi. Slíkt fyrirkomulag er afar óraunhæft þar sem aldrei yrðu lagðar fimm samsíða háspennulínur/strengir og annars konar vandamál en flutningsvandamál væru komin upp vegna svo margra lína.

Kerfisrannsóknir sýndu einnig að ef nýjar flutningslínur yrðu reknar á 132 kV spennu þyrfti að setja inn 250-350 MVAR þéttavirki á Norðurlandi til þess að halda spennunni yfir rekstrarmörkum.

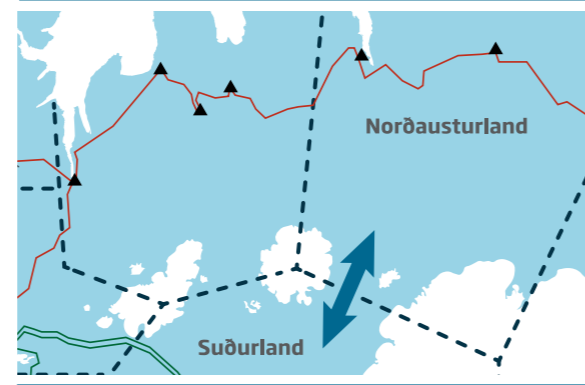
Í núllkerfinu er nauðsynlegt að styrkja flutningskerfið milli Norðurlands og Norðausturlands með að lágmarki nýrri 132 kV flutningslínu þar sem flutningsgeta núverandi lína er ekki næg. Þetta er að því gefnu að aðrar styrkingar ættu sér einnig stað.

*Hér þarf að setja inn eina 132 kV flutningslínu milli Norðurlands og Norðausturlands.

A.3 Tenging Suðurland ↔ Norðausturland

Til skoðunar er tengingin milli Suðurlands og Norðausturlands en í núverandi kerfi er þessi tenging ekki fyrir hendi. Tafla A-4 sýnir áætlaðan hámarksafflutning milli Suðurlands og Norðausturlands miðað við gefnar forsendur í kafla 5.1.1.

Tenging Suðurlands og Norðausturlands **Mynd A-3**



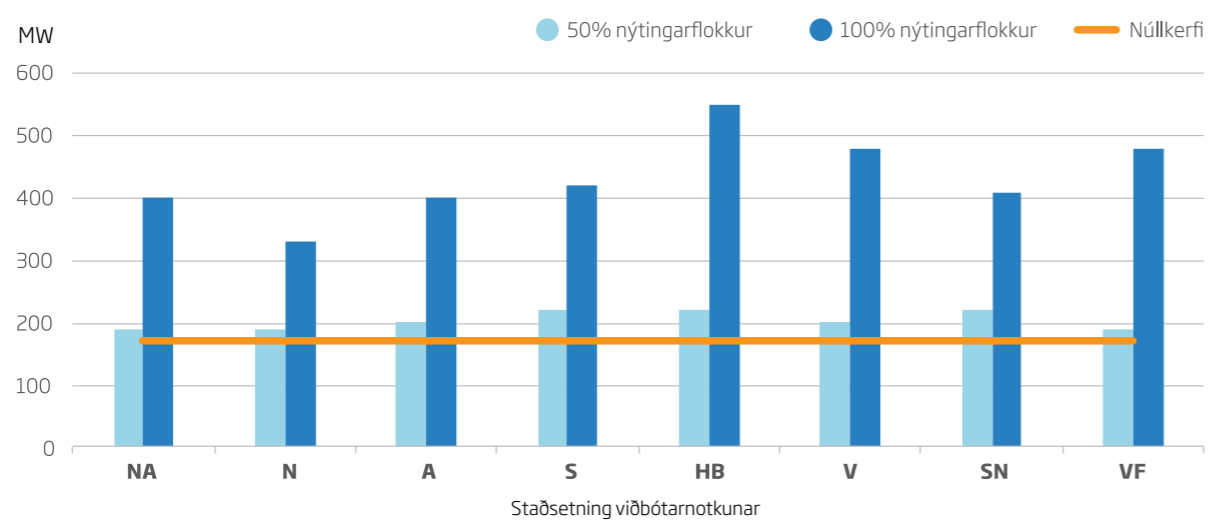
Hámarksafflutningur milli Suðurlands og Norðausturlands miðað við mismunandi álagsdreifingu og fyrir þrjár mismunandi sviðsmyndir **Tafla A-4**

Álagsdreifing / Sviðsmynd	A	B	C
1	165 MW		
2	121 MW	75 MW	212 MW
3	187 MW	95 MW	549 MW

Niðurstöður kerfisrannsóknna gefa til kynna umtalsverða flutningsþörf um mögulega tengingu milli Suðurlands og Norðausturlands þar sem um er að ræða 165 MW grunnþörf í núllkerfinu. Það er sérstaklega áhugavert í ljósi þess að ekki er tenging milli þessara svæða í núverandi kerfi. Álagstillfelli A og B sýna minni þörf á flutningi um þessa tengingu en það var

viðbúið þar sem þessi tilfelli gera ráð fyrir notkun nærri framleiðslueiningum. Þessi tenging er sérstaklega mikilvæg m.t.t. bætts stöðugleika í flutningskerfinu. Í þeim tilfellum, þar sem álag er allt á einum stað, óháð staðsetningu nýrrar vinnslu, kemur í ljós að þörfin er alltaf meiri en grunnþörfin eins og sjá má á mynd A-4.

Flutningsþörf milli Suðurlands og Norðausturlands þar sem notkun er öll í sama landshluta **Mynd A-4**



Niðurstöðurnar á mynd A-4 sýna að afflutningur milli landshlutanna er í öllum tilfellum yfir hámarksafiflæðinu í núllkerfinu. Þetta þýðir að í öllum tilfellum þyrfti að styrkja þessa landshlutatengingu töluvert umfram nægjanlega lausn fyrir núllkerfi til að halda N-1 afhendingaröryggi. Sé litið á hámarksafiflutning milli landshlutana fyrir sviðsmynd 3 sést að

flutningsþörfin er allt að 550 MW milli Suðurlands og Norðausturlands þegar allt álag er sett á einn stað, Höfuðborgarsvæði. Þessi mikli afiflutningur milli landshlutanna kallar á háspennulínur með umtalsverða flutningsgetu, að lágmarki 623 MVA á 220 kV spennu.

A.3.1 Spennustig styrkingar S ↔ NA

Samanburður er gerður á því hversu margar nýjar flutningslínur þyrfti á milli Suðurlands og Norðausturlands eftir því hvort flutningslínurnar eru reknar á 132 kV spennu eða 220 kV

spennu. Tafla A-5 sýnir fjölda flutningslína sem þyrfti til þess að flytja sama afl milli Suðurlands og Norðausturlands:

Fjöldi nýrra flutningslína eftir spennustigi **Tafla A-5**

Staðsetning álags	132 kV spennu		220 kV spennu	
	50% rammaáætlun	100% rammaáætlun	50% rammaáætlun	100% rammaáætlun
N	1	1	1	1
NA	2	3	1	1
A	2	2	2	2
S	2	3	1	1
HB	2	4	1	2
V	1	2	1	1
SN	2	3	1	1
VF	1	-	1	1

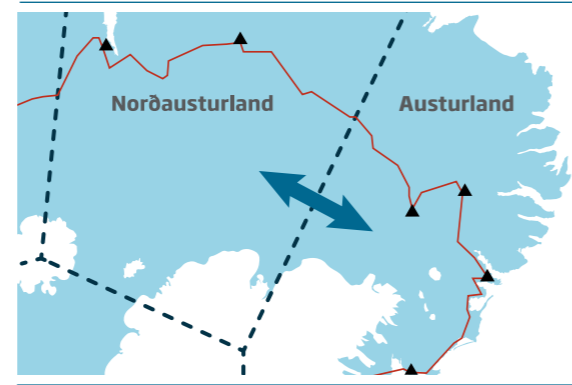
Niðurstöður í töflu A-5 sýna að í öllum tilfellum nema einu er þörf á því að leggja línu milli Suðurlands og Norðausturlands. Ef nota ætti 132 kV flutningslínur þyrfti tvær til fjórar samliggjandi línur í stað einnar til tveggja ef notaðar yrðu 220

kV línur. Fyrir utan minni flutningsgetu 132 kV línanna þyrfti 250-350 MVAr þéttavirki í flutningskerfið til þess að halda spennunni yfir rekstrarmörkum í bilanatilfellum.

A.4 Tenging Norðausturland ↔ Austurland

Til skoðunar er tengingin milli Norðausturlands og Austurlands en í núverandi kerfi er leyfilegur hámarksafflutningur milli landshlutanna um 100 MW (stöðugleikamörk). Tafla A-6 sýnir áætlaðan hámarksafflutning milli Norðausturlands og Austurlands miðað við gefnar forsendur í kafla A.1.

Tenging Norðausturlands og Austurlands **Mynd A-5**



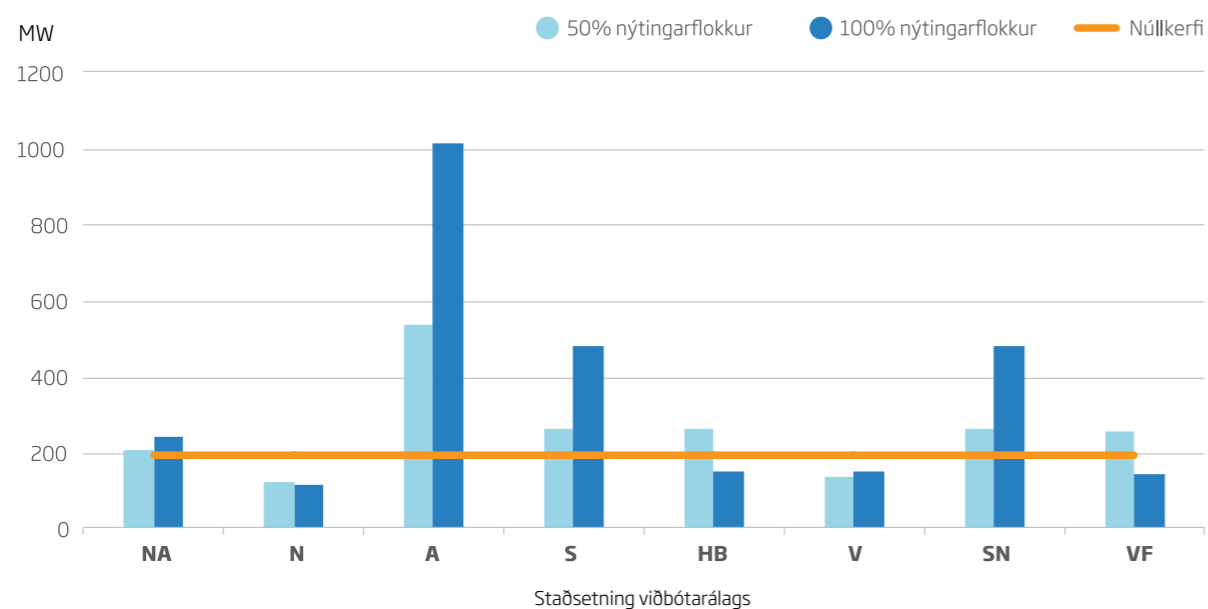
Hámarksafflutningur milli Norðausturlands og Austurlands miðað við mismunandi álagsdreifingu og fyrir þrjár mismunandi sviðsmyndir **Tafla A-6**

Álagsdreifing / Sviðsmynd	A	B	C
1		136 MW	
2	206 MW	138 MW	23 MW
3	278 MW	146 MW	1.007 MW

Niðurstöður í töflu A-6 sýna að almennt er afflutningur milli Norðausturlands og Austurlands frekar mikill miðað við hámarksflutningsgetu núverandi línu. Afflutningurinn er alltaf

yfir grunnþörf núllkerfisins sem er 136 MW. Þegar allt álagið er sett á einn landshluta, álagsdreifing C, er afþæðing hins vegar verulegt, eða um 1.007 MW eins og sjá má á mynd A-6.

Flutningsþörf milli Norðausturlands og Austurlands þar sem notkun er öll í sama landshluta **Mynd A-6**



Niðurstöðurnar á mynd A-6 sýna að hámarksafþæðing milli Norðausturlands og Austurlands er þegar allt álag er sett á Austurland. Þessi mikli afþæðing milli landshlutanna kallar á háspennulínu með mikla flutningsgetu, að lágmarki tvær

220 kV flutningslínur með 943 MVA flutningsgetu, hvor á 220 kV spennu, auk þess sem nauðsynlegt er að auka launaflystýringu á Norðausturlandi til þess að halda spennunni innan rekstrarmarka.

A.4.1 Spennustig styrkingar NA ↔ A

Samanburður er gerður á því hversu margar nýjar flutningslínur þyrfti á milli Norðausturlands og Austurlands eftir því

hvort flutningslínurnar eru reknar á 132 kV spennu eða 220 kV spennu.

Fjöldi nýrra flutningslína eftir spennustigi

Tafla A-7

Staðsetning álags	132 kV spennu		220 kV spennu	
	50% rammaáætlun	100% rammaáætlun	50% rammaáætlun	100% rammaáætlun
N	-	-	-	-
NA	1	2	1	1
A	5	5	2	2
S	1	1	1	1
HB	1	1	1	-
V	-	2	-	-
SN	1	1	1	1
VF	-	-	-	1

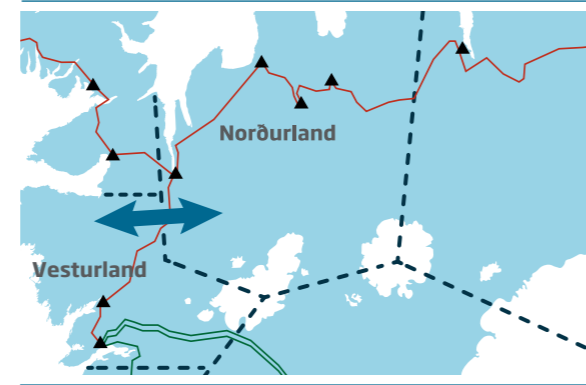
Niðurstöður í töflu A-7 sýna að í fimm tilfellum er þörf á því að leggja línu milli Norðausturlands og Austurlands. Ef nota ætti 132 kV flutningslínur þyrfti tvær til fimm samliggjandi línur í stað einnar til tveggja ef notaðar yrðu 220 kV línur. Fyrir utan

minni flutningsgetu 132 kV línanna þyrfti 250-350 MVA þetta virki í flutningskerfið til þess að halda spennunni yfir rekstrarmörkum í bilanatilfellum.

A.5 Tenging Vesturland ↔ Norðurland

Til skoðunar er tengingin milli Vesturlands og Norðurlands. Tafla A 8 sýnir áætlaðan hámarksafflutning milli Vesturlands og Norðurlands miðað við gefnar forsendur í kafla A.1.

Tenging milli Vesturlands og Norðurlands **Mynd A-7**

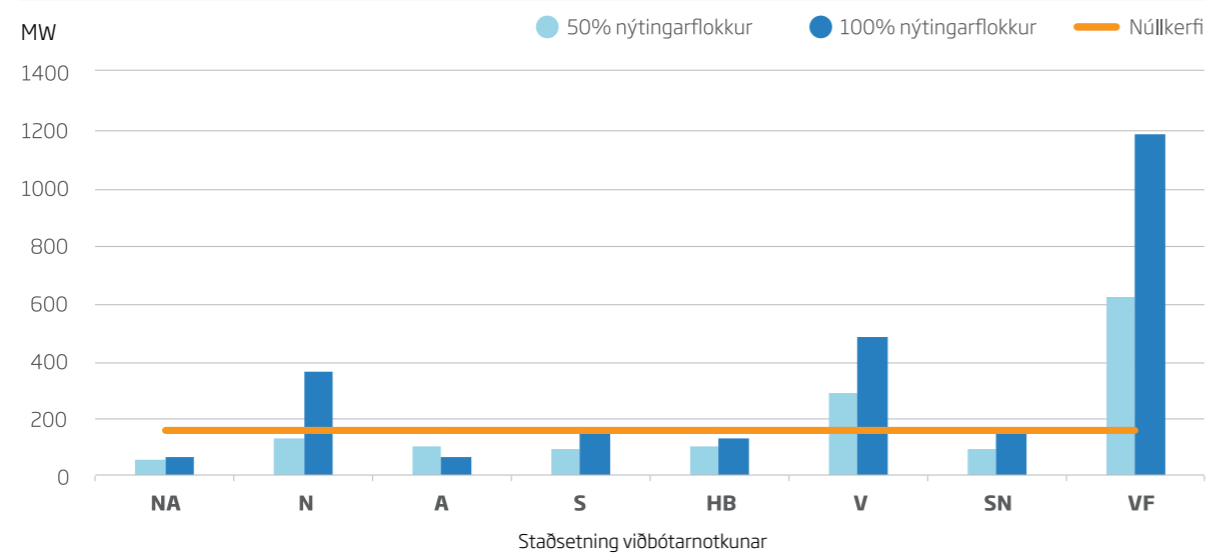


Hámarksafflutningur milli Vesturlands og Norðurlands miðað við mismunandi álagsdreifingu og fyrir þrjár mismunandi sviðsmyndir **Tafla A-8**

Sviðsmynd	Álagsdreifing		
	A	B	C
1		39 MW	
2	99 MW	57 MW	620 MW
3	137 MW	62 MW	1.174 MW

Niðurstöður í töflu A-8 sýna að almennt er aflflutningur milli Vesturlands og Norðurlands frekar lítil, þó alltaf yfir grunnþörf núllkerfisins sem er 39 MW. Þegar allt álagið er sett á einn stað, álagsdreifing C, er aflflæðið hins vegar mjög mikið þegar 1.000 MW álag er sett á Vestfirði, eða um 1.174 MW eins og sjá má á mynd A-8.

Flutningsþörf milli Vesturlands og Norðurlands þar sem notkun er öll í sama landshluta **Mynd A-8**



Niðurstöðurnar á mynd A-8 sýna að hámarksafflæðið milli Vesturlands og Norðurlands er þegar allt álag er sett á Vestfirði, 500 eða 1.000 MW. Þessi mikli aflflutningur milli landslutanna krefst háspennulína með umtalsverða flutnings-

getu, að lágmarki þarf tvær 220 kV flutningslínur með 623 MVA flutningsgetu á 220 kV spennu auk þess sem nauðsynlegt er að auka launafisframlæðslu á Norðurlandi til þess að halda spennunni innan rekstrarmarka.

A.5.1 Spennustig styrkingar V ↔ N

Samanburður var gerður á því hversu margar nýjar flutningslínur þyrfti á milli Vesturlands og Norðurlands eftir því hvort flutningslínurnar eru reknar á 132 kV spennu eða 220 kV

spennu. Tafla A-9 sýnir fjölda flutningslína sem þyrfti til þess að flytja sama afl milli Vesturlands og Norðurlands.

Fjöldi nýrra flutningslína eftir spennustigi **Tafla A-9**

Staðsetning álags	132 kV spenna		220 kV spenna	
	50% rammaáætlun	100% rammaáætlun	50% rammaáætlun	100% rammaáætlun
N	2	3	1	1
NA	-	-	-	-
A	-	-	-	-
S	-	-	-	-
HB	-	-	-	-
V	2	2	1	1
SN	-	-	-	-
VF	3	5	1	2

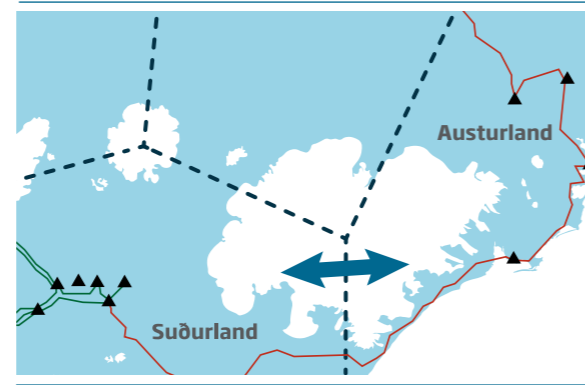
Niðurstöður í töflu A-9 sýna að í þremur álagstilfellum er þörf á styrkingu núverandi tenginga milli Vesturlands og Norðurlands. Ef nota ætti 132 kV flutningslínur þyrfti oftast tvær til fimm samliggjandi flutningslínur í stað einnar til tveggja

ef notaðar yrðu 220 kV línur. Fyrir utan minni flutningsgetu 132 kV línanna þyrfti um 300 MVA þéttavirki á Norðurlandi/Vestfjörðum til þess að halda spennunni yfir rekstrarmörkum í bilanatilfellum.

A.6 Tenging Austurland ↔ Suðurland

Til skoðunar er tengingin milli Austurlands og Suðurlands. Tafla A-10 sýnir áætlaðan hámarksafflutning milli Austurlands og Suðurlands miðað við gefnar forsendur í kafla A.1.

Tenging milli Austurlands og Suðurlands **Mynd A-9**



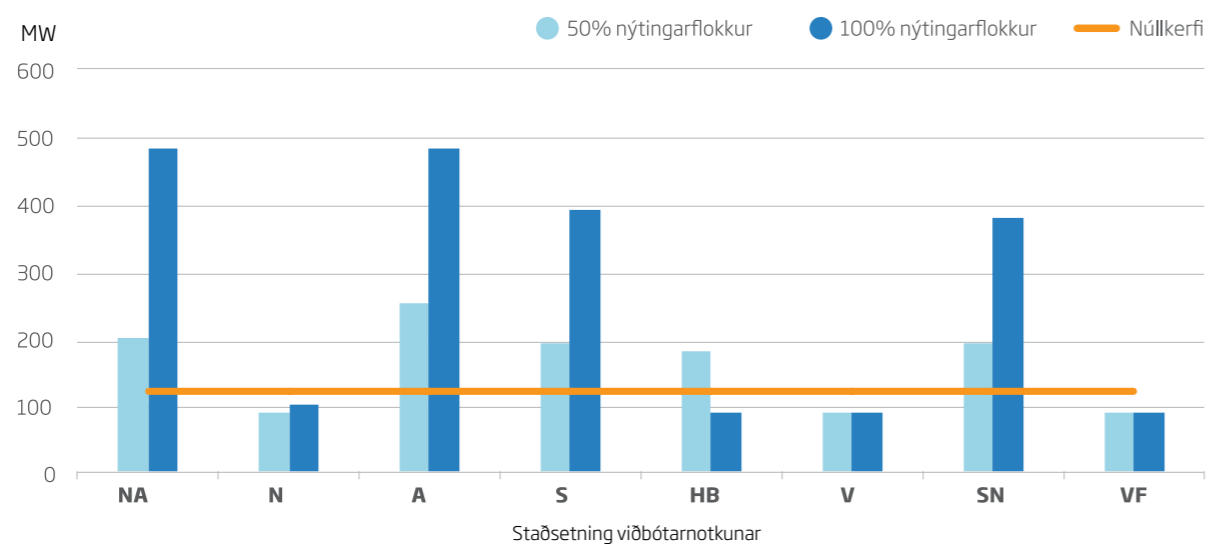
Hámarksafflutningur milli Austurlands og Suðurlands miðað við mismunandi álagsdreifingu og fyrir þrjár mismunandi sviðsmyndir **Tafla A-10**

Sviðsmynd	Álagsdreifing		
	A	B	C
1		115 MW	
2	78 MW	78 MW	246 MW
3	36 MW	78 MW	475 MW

Niðurstöður í töflu A-10 sýna að flutningsþörfin milli Austurlands og Suðurlands í grunnkerfinu er 115 MW og er aflflæðið fyrir álagsdreifingar A og B undir grunnþörfinni. Ástæða þess að aflflæðið er minna í þessum tilfellum er sú að með miklu

aflí á Norðausturlandi breytist jafnvægið í kerfinu og færir aflflutninginn frá þessari tengingu og norður. Þegar allt álagið er sett á einn landshluta, álagsdreifing C, er hámarksafflæðið milli landslutanna um 475 MW eins og sést á mynd A-10.

Flutningsþörf milli Austurlands og Suðurlands þar sem notkun er öll í sama landshluta **Mynd A-10**



Niðurstöður á mynd A-10 sýna að í þremur álagstilfellum er aflflutningur milli Austurlands og Suðurlands undir grunnþörfinni sem þýðir að í þeim tilfellum er hægt að notast við núverandi flutningslínur. Þegar allt álag er sett á Norðaustur-

landi, Austurlandi, Suðurlandi eða á Suðurnesin þyrfti að hafa flutningslínu með flutningsgetu upp á allt að 623 MVA á 220 kV spennu.

A.6.1 Spennustig styrkingar A ↔ S

Samanburður er gerður á því hversu margar nýjar flutningslínur þyrfti á milli Austurlands og Suðurlands eftir því hvort flutningslínurnar eru reknar á 132 kV spennu eða 220 kV spennu.

Tafla A-11 sýnir fjölda flutningslína sem þyrfti til þess að flytja sama afl milli Austurlands og Suðurlands.

Fjöldi nýrra flutningslína eftir spennustigi

Tafla A-11

Staðsetning álags	132 kV spenna		220 kV spenna	
	50% rammaáætlun	100% rammaáætlun	50% rammaáætlun	100% rammaáætlun
N	-	-	-	-
NA	1	2	1	1
A	2	4	-	1
S	1	1	1	1
HB	1	1	1	-
V	-	-	-	-
SN	1	1	1	1
VF	-	-	-	-

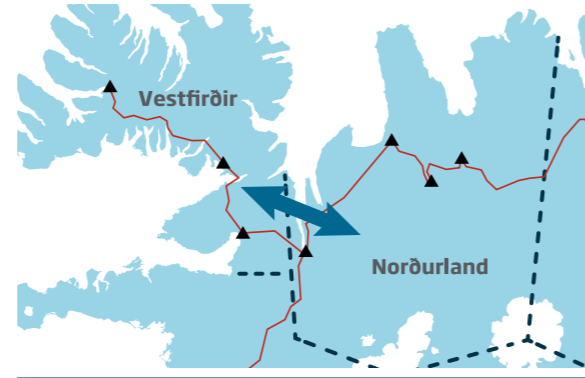
Niðurstöður í töflu A-11 sýna að þegar 220 kV línur eru notaðar þarf aldrei fleiri en eina flutningslínu. Ef nota ætti 132 kV flutningslínur þyrfti eina til fjórar samliggjandi flutningslínur til þess að hafa N-1 afhendingaröryggi. Fyrir utan minni flut-

ingsgetu 132 kV línanna þyrfti um 300 MVAr þéttavirki á Norðurlandi/Vestfjörðum til þess að halda spennunni yfir rekstrarmörkum í bilanatilfellum.

A.7 Tenging Norðurland ↔ Vestfirðir

Til skoðunar er tengingin milli Norðurlands og Vestfjarða. Tafla A-12 sýnir áætlaðan hámarksafflutning milli Norðurlands og Vestfjarða miðað við gefnar forsendur í kafla A.1.

Tenging milli Norðurlands og Vestfjarða **Mynd A-11**



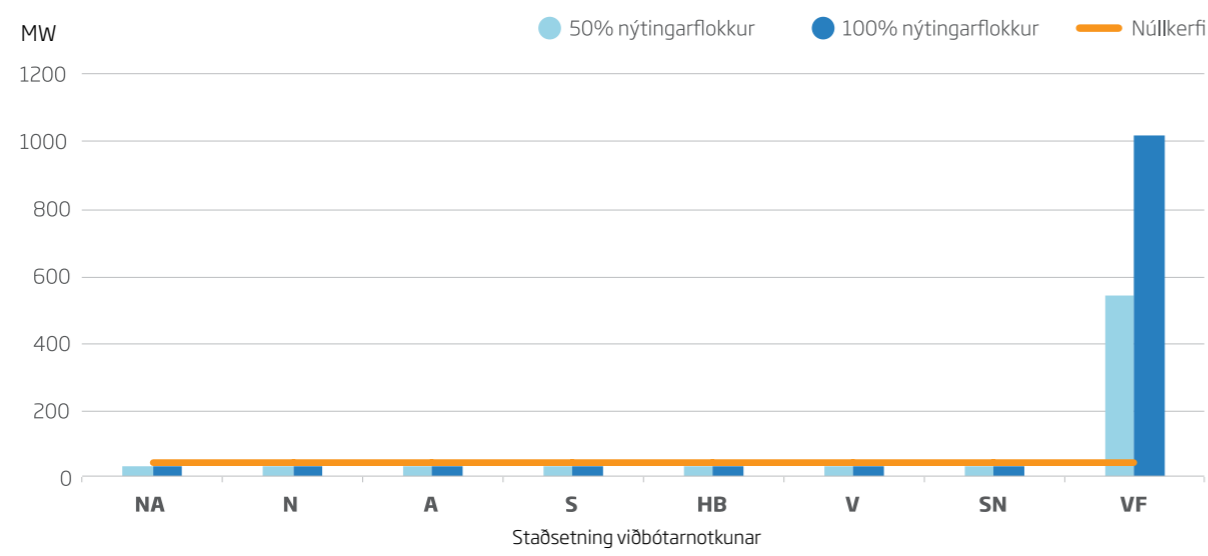
Hámarksafflutningur milli Norðurlands og Vestfjarða miðað við mismunandi álagsdreifingu og fyrir þrjár mismunandi sviðsmyndir **Tafla A-12**

Álagsdreifing Sviðsmynd	A	B	C
1		28 MW	
2	106 MW	44 MW	531 MW
3	153 MW	58 MW	1.007 MW

Niðurstöður í töflu A-12 sýna að flutningsþörfin milli Norðurlands og Vestfjarða í grunnkerfinu er um 28 MW og er aflflæðið fyrir álagsdreifingar A og B yfir grunnþörfinni í öllum tilfell-

um. Þegar allt álagið er sett á einn landshluta, álagsdreifing C, er hámarksaflflæðið milli landshlutanna rétt rúmlega 1.000 MW eins og sést á mynd A-10.

Flutningsþörf milli Norðurlands og Vestfjarða þar sem notkun er öll í sama landshluta **Mynd A-12**



Niðurstöðurnar á mynd A-12 sýna að aflflæði milli Norðurlands og Vestfjarða eru í öllum tilfellum nema einu undir grunnþörf-

inni sem þýðir að styrking milli þessara landshluta nýtist aðeins í einu tilfalli, þ.e. þegar allt álagið er sett á Vestfirði.

A.7.1 Spennustig styrkingar N ↔ VF

Samanburður er gerður á því hversu margar nýjar flutningslínur þyrfti á milli Norðurlands og Vestfjarða eftir því hvort flutningslínurnar eru reknar á 132 kV spennu eða 220 kV spennu.

Tafla A-13 sýnir fjölda flutningslína sem þyrfti til þess að flytja sama afl milli Norðurlands og Vestfjarða.

Fjöldi nýrra flutningslína eftir spennustigi **Tafla A-13**

Staðsetning álags	132 kV spenna		220 kV spenna	
	50% rammaáætlun	100% rammaáætlun	50% rammaáætlun	100% rammaáætlun
N	-	-	-	-
NA	-	-	-	-
A	-	-	-	-
S	-	-	-	-
HB	-	-	-	-
V	-	-	-	-
SN	-	-	-	-
VF	5	9	3	3

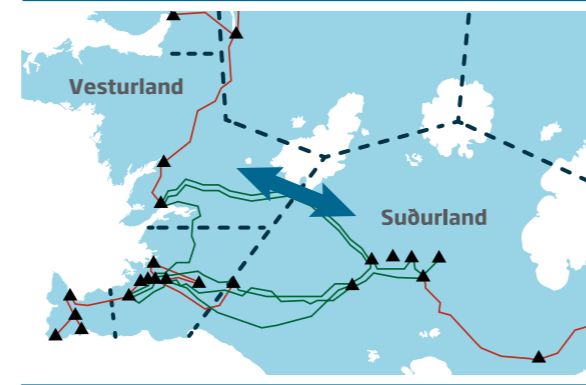
Niðurstöður í töflu A-13 sýna að þegar 220 kV línur eru notaðar þarf að hafa þrjár samsíða flutningslínur, hver með flutningsgetu upp á 943 MVA. Ef nota ætti 132 kV flutningslínur þyrfti fimm til níu samliggjandi flutningslínur til þess að hafa

N-1 afhendingaröryggi. Fyrir utan minni flutningsgetu 132 kV línanna þyrfti um 300 MVAr þéttavirki á Norðurlandi/Vestfjörðum til þess að halda spennunni yfir rekstrarmörkum í bilana-tilfellum.

A.8 Tenging Suðurland ↔ Vesturland

Til skoðunar er tengingin milli Suðurlands og Vesturlands. Tafla A-14 sýnir áætlaðan hámarksafflutning milli Suðurlands og Vesturlands miðað við gefnar forsendur í kafla A.1.

Tenging milli Vesturlands og Suðurlands **Mynd A-13**

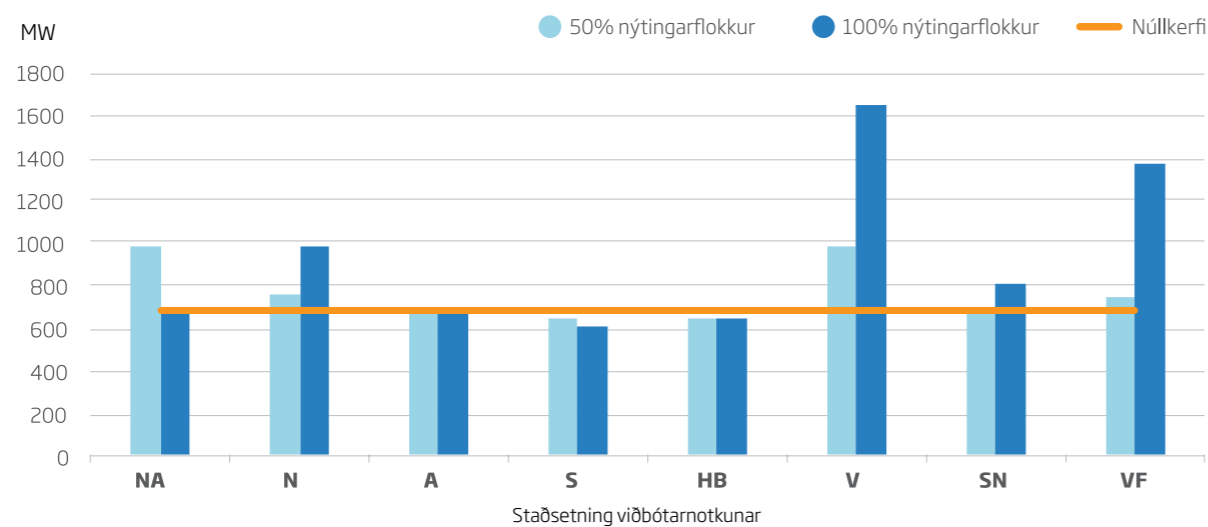


Hámarksafflutningur milli Suðurlands og Vesturlands miðað við mismunandi álagsdreifingu og fyrir þrjár mismunandi sviðsmyndir **Tafla A-14**

Álagsdreifing	A	B	C
1		678 MW	
2	762 MW	579 MW	974 MW
3	687 MW	651 MW	1.636 MW

Niðurstöður í töflu A-14 sýna að flutningsþörfin milli Suðurlands og Vesturlands í grunnkerfinu er um 680 MW. Þegar allt álagið er sett á einn landshluta, álagsdreifing C, er hámarks-
afflæðið milli landshlutanna rétt um 1.636 MW eins og sést á mynd A-14.

Flutningsþörf milli Vesturlands og Suðurlands þar sem notkun er öll í sama landshluta **Mynd A-14**



Í núverandi flutningskerfi eru tvær samsíða flutningslínur sem tengja saman Suðurland og Vesturland, SU1 og SU3. Flutningsgeta SU1 er 415 MVA og SU3 er 943 MVA en samanlögð flutningsgeta þeirra er ekki 1.358 MVA þar sem SU1 yfirlestar

löngu áður þar sem álagið deilist ekki niður á línurnar miðað við flutningsgetu þeirra. Athugun leiddi í ljós að heildarflutningur yfir 930 MVA yfirlestar SU1 og því þyrfti að styrkja SU1 í nokkrum álagstillfellum.

A.8.1 Spennustig styrkingar S ↔ V

Samanburður er gerður á því hversu margar nýjar flutningslínur þyrfti á milli Norðurlands og Vestfjarða eftir því hvort flutningslínurnar eru reknar á 132 kV spennu eða 220 kV spennu.

Tafla A-15 sýnir fjölda flutningslína sem þyrfti til þess að flytja sama afl milli Norðurlands og Vestfjarða.

Fjöldi nýrra flutningslína eftir spennustigi **Tafla A-15**

Staðsetning álags	132 kV spenna		220 kV spenna	
	50% rammaáætlun	100% rammaáætlun	50% rammaáætlun	100% rammaáætlun
N	-	-	-	1
NA	-	-	1	1
A	-	-	-	-
S	-	-	-	-
HB	-	-	-	-
V	-	-	1	1
SN	-	-	-	-
VF	-	-	-	1

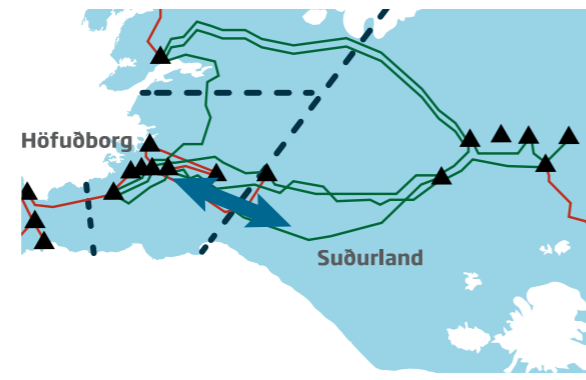
Niðurstöður í töflu A-13 sýna að þegar 220 kV línur eru notaðar þarf eina nýja flutningslínu samsíða núverandi línu (uppfærsla á SU1) upp í 943 MVA. Ekki er raunhæft að setja nýjar 132 kV línur á milli þessara landshluta þar sem núverandi

kerfi er rekið á 220 kV spennu. Að setja nýjar 132 kV línur milli landshluta, þar sem nú þegar er 220 kV kerfi, er algjörlega óraunhæft og yrði slíkt aldrei framkvæmt.

A.9 Tenging Suðurland ↔ Höfuðborgarsvæði

Til skoðunar er tengingin milli Suðurlands og Höfuðborgarsvæðis. Tafla A-16 sýnir áætlaðan hámarksafflutning milli Suðurlands og Höfuðborgarsvæðis miðað við gefnar forsendur í kafla A.1.

Tenging milli Höfuðborgarsvæðis og Suðurlands **Mynd A-15**



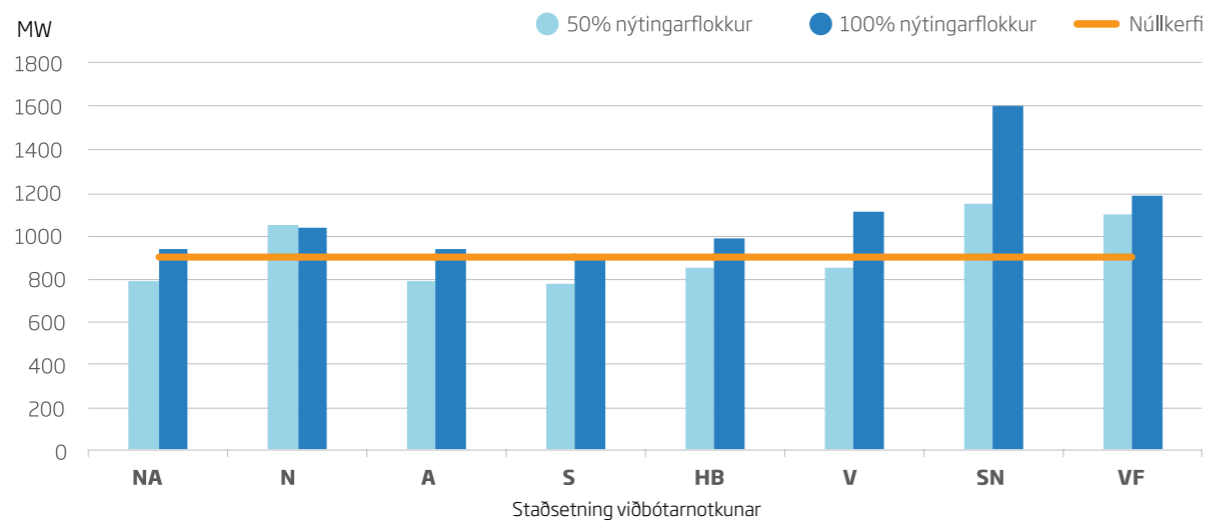
Hámarksafflutningur milli Suðurlands og Höfuðborgarsvæðis miðað við mismunandi álagsdreifingu og fyrir þrjár mismunandi sviðsmyndir **Tafla A-16**

Álagsdreifing / Sviðsmynd	A	B	C
1		888 MW	
2	792 MW	883 MW	1.132 MW
3	940 MW	906 MW	1.598 MW

Niðurstöður í töflu A-16 sýna að flutningsþörfin milli Suðurlands og Höfuðborgarsvæðis í grunnkerfinu er rétt tæp 890 MW. Þegar allt álagið er sett á einn landshluta, álagsdreifing

C, er hámarksafllæðið milli landshlutanna rétt tæp 1.600 MW eins og sést á mynd A-16.

Flutningsþörf milli Suðurlands og Höfuðborgarsvæðis þar sem notkun er öll í sama landshluta **Mynd A-16**



Flutningsgeta núverandi flutningslína er rétt um 1.000 MW sem þýðir að í fjórum álagstilfellum þyrfti að styrkja kerfið með nýjum flutningslínunum eða að styrkja núverandi línur töluvert.

Þetta á sérstaklega við þegar allt álag er sett á Suðurnes. Þá er mesta afllæðið milli þessara landshluta, eða rétt um 1.600 MW.

A.9.1 Spennustig styrkingar S ↔ HB

Samanburður er gerður á því hversu margar nýjar flutningslínur þyrfti á milli Suðurlands og Höfuðborgarsvæðis eftir því hvort nýjar flutningslínur eru reknar á 132 kV spennu eða 220

kV spennu. Tafla A-17 sýnir fjölda flutningslína sem þyrfti til þess að flytja sama afl milli Suðurlands og Höfuðborgarsvæðis.

Fjöldi nýrra flutningslína eftir spennustigi **Tafla A-17**

Staðsetning álags	132 kV spennu		220 kV spennu	
	50% rammaáætlun	100% rammaáætlun	50% rammaáætlun	100% rammaáætlun
N	-	-	1	1
NA	-	-	-	-
A	-	-	-	-
S	-	-	-	-
HB	-	-	-	-
V	-	-	-	1
SN	-	-	1	1
VF	-	-	1	1

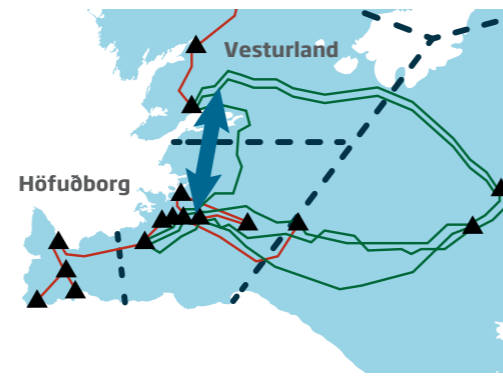
Niðurstöður í töflu A-17 sýna að þegar 220 kV línur eru notaðar þarf eina nýja flutningslínu samsíða núverandi línum eða að auka flutningsgetu núverandi lína. Ekki er raunhæft að setja nýjar 132 kV línur á milli þessara landshluta þar sem núverandi

kerfi er rekið á 220 kV spennu. Að setja nýjar 132 kV línur milli landshluta, þar sem nú þegar er 220 kV kerfi, er algjörlega óraunhæft og yrði slíkt aldrei framkvæmt.

A.10 Tenging Höfuðborgarsvæði ↔ Vesturland

Til skoðunar er tengingin milli Höfuðborgarsvæðis og Vesturlands. Tafla A-18 sýnir áætlaðan hámarksafflutning milli Höfuðborgarsvæðis og Vesturlands miðað við gefnar forsendur í kafla A.1.

Tenging milli Höfuðborgarsvæðis og Vesturlands **Mynd A-17**



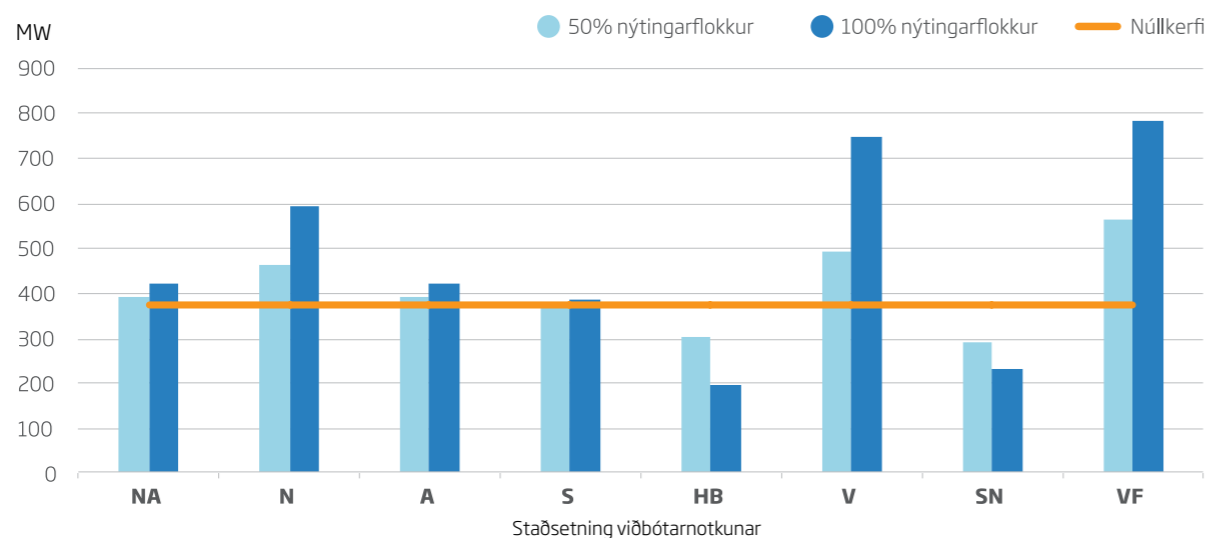
Hámarksafflutningur milli Höfuðborgarsvæðis og Vesturlands miðað við mismunandi álagsdreifingu og fyrir þrjár mismunandi sviðsmyndir **Tafla A-18**

Álagsdreifing / Sviðsmynd	A	B	C
1		362 MW	
2	415 MW	351 MW	551 MW
3	488 MW	351 MW	780 MW

Niðurstöður í töflu A-18 sýna að lágmarksflutningsþörfin milli Höfuðborgarsvæðis og Vesturlands er um 350 MW sem er yfir flutningsgetu núverandi flutningslínu sem er 304 MW. Niður-

stöður á mynd A-18 sýna að afflutningurinn er yfir 304 MW í sex tilfellum af átta.

Flutningsþörf milli Höfuðborgarsvæðis og Vesturlands þar sem notkun er öll í sama landshluta **Mynd A-18**



Til þess að mæta aukinni flutningsþörf milli landshlutanna þyrfti að auka flutningsgetu línunnar upp í að minnsta kosti 943 MVA.

A.10.1 Spennustig styrkingar HB ↔ V

Samanburður er gerður á því hversu margar nýjar flutningslínur þyrfti á milli Höfuðborgarsvæðis og Vesturlands eftir því hvort nýjar flutningslínur eru reknar á 132 kV spennu eða 220

kV spennu. Tafla A-19 sýnir fjölda flutningslína sem þyrfti til þess að flytja sama afl milli Höfuðborgarsvæðis og Vesturlands.

Fjöldi nýrra flutningslína eftir spennustigi **Tafla A-19**

Staðsetning álags	132 kV spenna		220 kV spenna	
	50% rammaáætlun	100% rammaáætlun	50% rammaáætlun	100% rammaáætlun
N	-	-	1	1
NA	-	-	1	1
A	-	-	1	1
S	-	-	1	1
HB	-	-	-	-
V	-	-	1	1
SN	-	-	-	-
VF	-	-	1	1

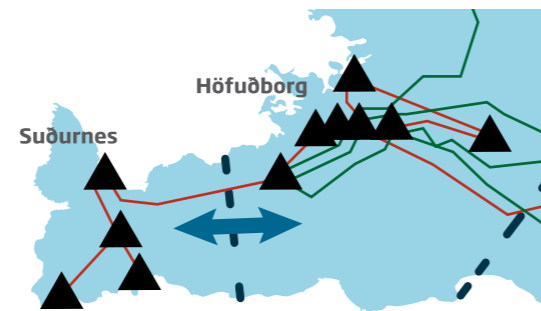
Niðurstöður í töflu A-19 sýna að auka þarf flutningsgetu núverandi flutningslínu upp í 943 MVA til þess að halda N-1 afhendingaröryggi í kerfinu. Ekki er raunhæft að setja nýjar 132 kV línur á milli þessara landshluta þar sem núverandi kerfi er

rekið á 220 kV spennu. Að setja nýjar 132 kV línur milli landshluta, þar sem nú þegar er 220 kV kerfi, er algjörlega óraunhæft og yrði slíkt aldrei framkvæmt.

A.11 Tenging Höfuðborgarsvæði ↔ Suðurnes

Til skoðunar er tengingin milli Höfuðborgarsvæðis og Suðurnesja. Tafla A-20 sýnir áætlaðan hámarksafflutning milli Höfuðborgarsvæðis og Suðurnesja miðað við gefnar forsendur í kafla A.1.

Tenging milli Höfuðborgarsvæðis og Suðurnesja **Mynd A-19**



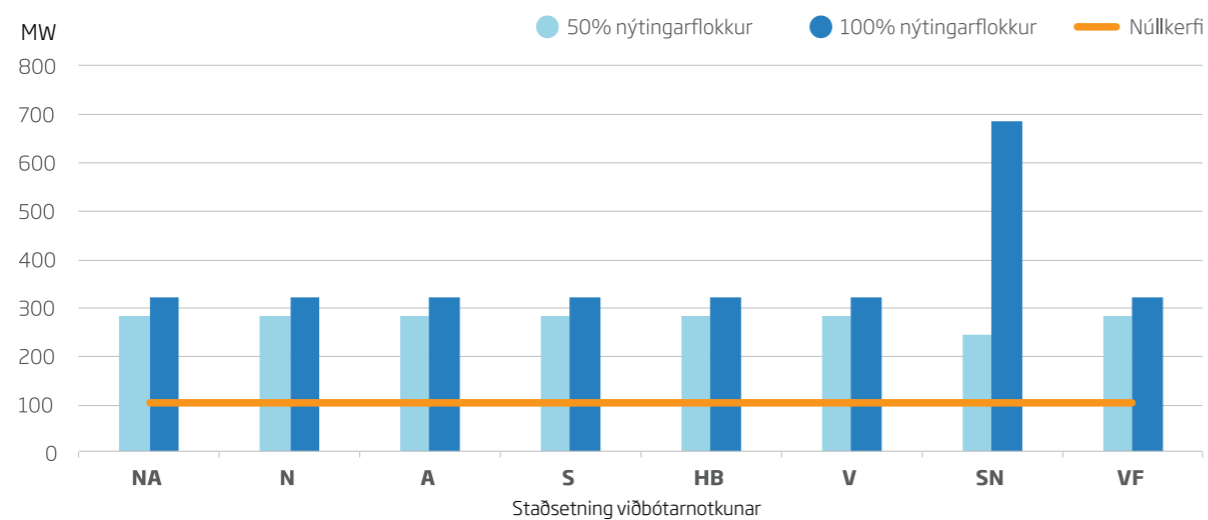
Hámarksafflutningur milli Höfuðborgarsvæðis og Suðurnesja miðað við mismunandi álagsdreifingu og fyrir þrjár mismunandi sviðsmyndir **Tafla A-20**

Álagsdreifing	A	B	C
1		98 MW	
2	277 MW	122 MW	277 MW
3	202 MW	128 MW	676 MW

Niðurstöður í töflu A-20 sýna að lágmarksflutningsþörfin milli Höfuðborgarsvæðis og Suðurnesjanna er um 98 MW í núllkerfinu og hámarksflutningsþörfin er 676 MW. Niðurstöður á

mynd A-20 sýna að aflflutningurinn er yfir grunnþörf núllkerfisins í öllum tilfellum.

Flutningsþörf milli Höfuðborgarsvæðis og Suðurnesja þar sem notkun er öll í sama landshluta **Mynd A-20**



Niðurstöður á mynd A-20 sýna að aflflæðið milli Höfuðborgarsvæðis og Suðurnesja er alltaf þó nokkuð yfir aflflæðinu í núllkerfinu sem orsakast af því að mikil vinnsla er áætluð á Suðurnesjunum í núverandi rammaáætlun. Til þess að hafa

N-1 afhendingaröryggi á orkunni þyrfti alltaf að hafa tvær eða fleiri flutningslínur frá vinnslunni á Suðurnesjunum að Höfuðborgarsvæði.

A.11.1 Spennustig styrkingar HB ↔ SN

Samanburður er gerður á því hversu margar nýjar flutningslínur þyrfti á milli Höfuðborgarsvæðis og Suðurnesja eftir því hvort nýjar flutningslínur eru reknar á 132 kV spennu eða 220

kV spennu. Tafla A-21 sýnir fjölda flutningslína sem þyrfti til þess að flytja sama afl milli Höfuðborgarsvæðis og Suðurnesja.

Fjöldi nýrra flutningslína eftir spennustigi **Tafla A-21**

Staðsetning álags	132 kV spennu		220 kV spennu	
	50% rammaáætlun	100% rammaáætlun	50% rammaáætlun	100% rammaáætlun
N	3	3	2	2
NA	3	3	2	2
A	3	3	2	2
S	3	3	2	2
HB	3	3	2	2
V	3	3	2	2
SN	3	6	2	2
VF	3	3	2	2

Niðurstöður í töflu A-21 sýna að alltaf þarf að minnsta kosti tvær flutningslínur milli Höfuðborgarsvæðis og Suðurnesja til þess að hafa N-1 afhendingaröryggi á orkunni. Þegar 220 kV

línur eru notaðar þarf tvær samsíða flutningslínur en ef 132 kV línur eru notaðar þarf að lágmarki þrjár samsíða línur og sex samsíða línur þegar 1.000 MW álag er staðsett á Suðurnesjum.



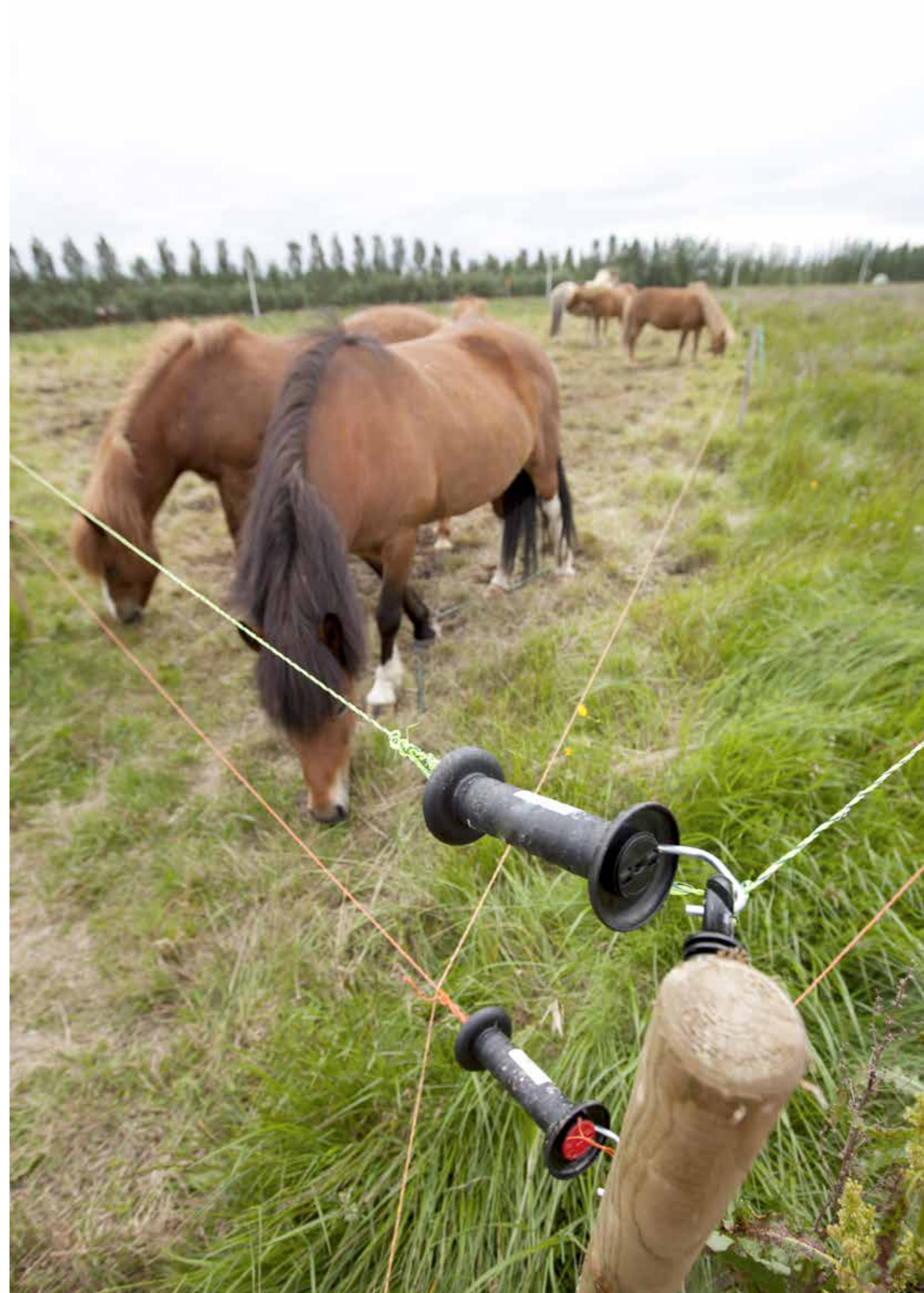
B. Skammhlaupsafi í flutningskerfinu

Útreiknað þriggja fasa skammhlaupsafi við mesta og minnsta álag árið 2013 fyrir öll spennustig í tengivirkjum Landsnets sem tilheyra flutningskerfinu.

Afhendingarstaður	Afhendingarspenna [kV]	Skammhlaupsafi við mesta álag 2014 [MVA]	Skammhlaupsafi við minnsta álag 2014 [MVA]
Aðveitustöð ALCAN	220	3035	2626
Alcan Skáli 1-2	21	1153	1086
Alcan Skáli 3	21	1018	965
Andakílvirkjun	66	380	187
Aðveitustöð Becromal	132	584	256
	11	444	242
Aðveitustöð Fjarðaáls	220	1997	1703
	132	1327	1157
	69	900	849
Aðveitustöð Járblendis	220	2225	1401
Aðveitustöð Norðuráls	220	2232	1444
Akranes	66	206	194
Blanda	132	1065	780
	11	93	91
Bolungarvík	66	104	40
Breiðadalur	66	119	42
Brennimelur	220	2424	1485
	132	1026	845
	66	246	234
	11	184	177

Afhendingarstaður	Afhendingarspenna [kV]	Skammhlaupsafi við mesta álag 2014 [MVA]	Skammhlaupsafi við minnsta álag 2014 [MVA]
Búðarháls	220	2534	1595
Búrfell	220	4067	3623
	66	495	446
	11	251	222
Dalvík	66	157	113
Eskifjörður	66	337	211
Eyvindará	132	687	159
	66	422	240
Fáskrúðsfjörður	66	254	132
Fitjar	132	1426	625
Fljótsdalur	220	2951	2446
Flúðir	66	261	87
Geiradalur	132	332	36
Glerárskógar	132	457	34
Grundarfjörður	66	65	52
Hamranes	220	3283	2811
	132	2185	1669
Hella	66	213	123
Hnoðraholt	132	2130	1250
Hólar	132	565	235
Hrauneyjar	220	3623	2523
Hrútatunga	132	639	274
Hryggstekkur	132	1005	274
Húsavík	33	45	37
Hveragerði	66	296	137
Hvolsvöllur	66	220	106
Höfn	132	525	230
	11	190	129
Írafoss	132	1283	705
Ísafjörður	66	105	24
Keldeyri	66	113	45
Kolviðarhóll	220	3378	1586
Korpa	132	2193	1797
Kópasker	66	80	56
Krafla	132	725	256
	11	90	60
Lagarfoss	66	325	221
Laxá	66	218	108
Laxá	11	32	28
Laxárvatn	132	769	208
	33	79	62
Lindarbrekka	66	119	75
Ljósafoff	66	510	449
Ljósafoff	11	66	74
Mjólka	132	232	38
	66	232	38
	33	71	24
Nesjavellir	132	2071	1433

Afhendingarstaður	Afhendingarspenna [kV]	Skammhlaupsafi við mesta álag 2014 [MVA]	Skammhlaupsafi við minnsta álag 2014 [MVA]
Neskaupstaður	66	213	152
Ólafsvík	66	77	60
Prestbakki	132	562	228
	19	151	109
Rangárvellir	132	591	285
	66	341	218
	11	239	100
Rauðavatn	132	2301	1696
Reykjanes	132	1193	697
Rimakot	66	155	87
	33	84	59
Sauðárkrókur	66	109	68
Selfoss	66	283	134
Seyðisfjörður	66	247	168
Sigalda	220	3535	2256
Silfurstjarnan	66	119	77
Steingrímsstöð	66	443	374
Stuðlar	132	897	123
	66	404	153
Sultartangi	220	3932	2733
Svartsengi	132	1273	671
Tálknafjörður	66	110	39
Teigarhorn	132	646	218
	33	183	139
Varmahlíð	132	748	151
	66	137	80
	11	67	49
Vatnsfell	220	3069	2031
Vatnshamrar	132	852	232
	66	400	187
Vegamót	66	121	86
Vestmannaeyjar	33	75	54
Vogaskeið	66	89	67
Vopnafjörður	66	118	75
Þorlákshöfn	66	192	108
Öldugata Hafnarfirði	132	1999	1547





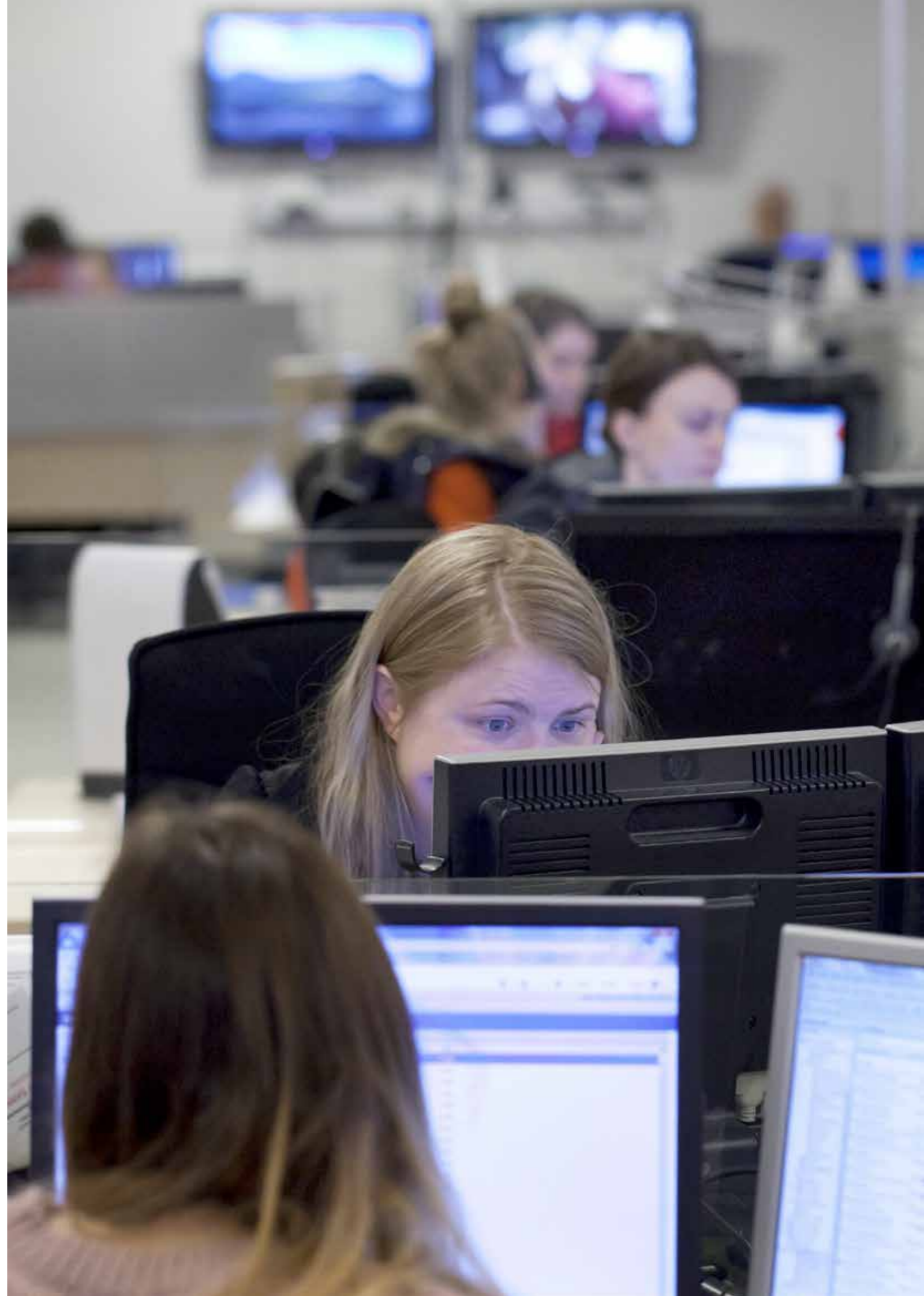
C. Eignir Landsnets

C.1 Háspennulínur flutningskerfisins í árslok 2013

Nafnspenna [kV]	Heiti háspennulínu	KKS. nr.	Tekin í notkun	Tengivirki	Lengd (km)	Par af strengur
220	Brennimeislína 1	BR1	1977	Geitháls - Brennimegur	59	
	Búðarháslína 1	BH1	2014	Búðarháls - HR1 (Langalda)	6	
	Búrfellslína 1	BU1	1969	Búrfell - Írafoss	61	
	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	
	Hamraneslína 2	HN2	1969	Geitháls - Hamranes	15	
	Hrauneyjafosslína 1	HR1	1982	Hrauneyjafoss - Sultartangi	20	
	Ísallína 1	IS1	1969	Hamranes - ÍSAL	2	
	Ísallína 2	IS2	1969	Hamranes - ÍSAL	2	
	Járnblendilína 1	JA1	1978	Brennimegur - Járnblendiv.	5	
	Kolviðarhóslína 1	KH1	1973	Kolviðarhóll - Geitháls	17	
	Norðuráslína 1	NA1	1998	Brennimegur - Norðurál	4	
	Norðuráslína 2	NA2	1998	Brennimegur - Norðurál	4	
	Sigöldulína 2	SI2	1982	Sigalda - Hrauneyjafoss	9	
	Sigöldulína 3	SI3	1975	Sigalda - Búrfell	37	

Nafnspenna [kV]	Heiti háspennulínu	KKS. nr.	Tekin í notkun	Tengivirki	Lengd (km)	Par af strengur
	Sogslína 3	SO3	1969	Írafoss - Geitháls	36	
	Sultartangalína 1	SU1	1982	Sultartangi - Brennimegur	122	
	Sultartangalína 2	SU2	1999	Sultartangi - Búrfell	13	
	Sultartangalína 3 (byggð fyrir 400 kV)	SU3	2006	Sultartangi - Brennimegur	119	
	Vatnsfellsína 1	VF1	2001	Vatnsfell - Sigalda	6	
Samtals 220 kV					859	0
132	Blöndulína 1	BL1	1977/1991	Blanda - Laxárvatn	33	
	Blöndulína 2	BL2	1977/1991	Blanda - Varmahlíð	32	
	Eyvindarárlína 1	EY1	1977	Hryggstekkur - Eyvindará	28	
	Fitjalína 1	MF1	1991	Rauðimegur - Fitjar	7	
	Fljótsdalslína 2 (lína/jarðstrengur)	FL2	1978	Fljótsdalur - Hryggstekkur	25	7
	Geiradalslína 1	GE1	1980	Glerárskógur - Geiradalur	47	
	Glerárskógalína 1	GL1	1983	Hrútatunga - Glerárskógur	34	
	Hafnarfjörður 1 (jarðstrengur)	HF1	1989	Hamranes - Öldugata	4	4
	Hafnarlína 1	HA1	2014	Hólar - Höfn	7	2
	Hnoðraholtslína 1	AD7	1990	Hamranes - Hnoðraholt	10	2
	Hólalína 1	HO1	1981	Teigarhorn - Hólar	75	
	Hrútatungulína 1	HT1	1976	Vatnshamrar - Hrútatunga	77	
	Korpulína 1	KO1	1974	Geitháls - Korpa	6	
	Kröflulína 1	KR1	1977	Krafla - Rangárvellir	82	
	Kröflulína 2	KR2	1978	Krafla - Fljótsdalur	123	
	Laxárvatnslína 1	LV1	1976	Hrútatunga - Laxárvatn	73	
	Mjólkárlína 1	MJ1	1981	Geiradalur - Mjólká	81	
	Nesjavallalína 1 (lína/jarðstrengur)	NE1	1998	Nesjavellir - Korpa	32	16
	Nesjavallalína 2 (jarðstrengur)	NE2	2010	Nesjavellir - Geitháls	25	25
	Prestbakkalína 1	PB1	1984	Hólar - Prestbakki	171	
Rangárvallalína 1	RA1	1974	Rangárvellir - Varmahlíð	88		
Rangárvallalína 2 (jarðstrengur)	RA2	2009	Rangárvellir - Krossanes	5	5	
Rauðamelslína 1	RM1	2006	Reykjanes - Rauðimegur	15		
Rauðavatnslína 1 (lína/strengur)	RV1	1953	Geitháls - A12	3	1	
Sigöldulína 4	SI4	1984	Sigalda - Prestbakki	78		
Sogslína 2	SO2	1953	Írafoss - Geitháls	44		
Stuðlalína 1 (jarðstrengur)	SR1	2005	Hryggstekkur - Stuðlar	16	16	
Suðurnesjalína 1	SN1	1991	Hamranes - Fitjar	31		
Svartsengislína 1	SM1	1991	Svartsengi - Rauðimegur	5		
Teigarhornslína 1	TE1	1981	Hryggstekkur - Teigarhorn	50		
Vatnshamralína 1	VA1	1977	Vatnshamrar - Brennimegur	20		
Samtals 132 kV					1327	78
66	Akraneslína 1 (jarðstrengur)	AK1	1996	Brennimegur - Akranes	17	17
	Andakíslína 1	AN1	1966	Andakísvirkjun - Akranes	35	
	Bolungarvíkurlína 1	BV1	1979	Breiðidalur - Bolungarvík	17	
	Bolungarvíkurlína 2 (jarðstrengur)	BV2	2010	Ísafjörður - Bolungarvík	12	12
	Breiðadalslína 1	BD1	1975	Mjólká - Breiðidalur	36	
	Dalvíkurlína 1	DA1	1982	Rangárvellir - Dalvík	39	
	Eskifjarðarlína 1	ES1	2001	Eyvindará - Eskifjörður	29	
	Fáskrúðsfjarðarlína 1	FA1	1989	Stuðlar - Fáskrúðsfjörður	17	

Nafnspenna [kV]	Heiti háspennulínu	KKS. nr.	Tekin í notkun	Tengivirki	Lengd (km)	Þar af strengur
	Flúðalína 1	FU1	1978	Búrfell - Flúðir	27	
	Grundarfjarðarlína 1	GF1	1985	Vogaskeið - Grundarfjörður	35	
	Hellulína 1	HE1	1995	Flúðir - Hella	34	1
	Hellulína 2	HE2	1948	Hella - Hvolsvöllur	13	
	Hveragerðislína 1	HG1	1982	Ljósifoss - Hveragerði	15	
	Hvolsvallarína 1	HV1	1972	Búrfell - Hvolsvöllur	45	
	Ísafjarðarlína 1 (lína/jarðstrengur)	IF1	1959	Breiðdalur - Ísafjörður	15	3
	Kópaskerslína 1	KS1	1983	Laxá - Kópasker	83	
	Lagarfosslína 1 (lína/jarðstrengur)	LF1	1971	Lagarfoss - Eyvindará	27	6
	Laxarlína 1	LA1	1953	Laxá - Rangárvellir	58	
	Ljósafosslína 1 (jarðstrengur)	LJ1	2002	Ljósifoss - Írafoss	1	1
	Neskaupstaðarlína 1	NK1	1985	Eskifjörður - Neskaupstaður	18	1
	Ólafsvíurlína 1	OL1	1978	Vegamót - Ólafsvík	49	
	Rimakotslína 1	RI1	1988	Hvolsvöllur - Rimakot	22	
	Sauðárkrókslína 1	SA1	1974	Varmahlíð - Sauðárkrúkur	22	
	Selfosslína 1	SE1	1981	Ljósifoss - Selfoss	20	2
	Selfosslína 2	SE2	1947	Selfoss - Hella	32	
	Seyðisfjarðarlína 1	SF1	1996	Eyvindará - Seyðisfjörður	20	
	Steingrímsstöðvarlína 1 (lína/jarðstrengur)	ST1	2003	Steingrímsstöð - Ljósafoss	3	1
	Stuðlalína 2	SR2	1983	Stuðlar - Eskifjörður	18	1
	Tálknafjarðarlína 1	TA1	1985	Mjólka - Keldeyri	45	
	Vatnshamralína 2	VA2	1974	Andakílsvirkjun - Vatnshamrar	2	
	Vegamótalína 1	VE1	1974	Vatnshamrar - Vegamót	64	
	Vogaskeiðslína 1	VS1	1974	Vegamót - Vogaskeið	25	
	Vopnafjarðarlína 1	VP1	1980	Lagarfoss - Vopnafjörður	58	
	Þeistareykjalína 2	TR2	2013	Þeistareykir - KS1 (Höfuðreiðarmúli)	11	11
	Þorlákshafnarlína 1	TO1	1991	Hveragerði - Þorlákhöfn	19	
				Samtals 66 kV	983	56
33	Húsavíurlína 1	HU1	1964	Laxá - Húsavík	26	
	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
				Samtals 33 kV	73	47
				Samtals	3242	181





C.2 Tengivirki flutningskerfisins í árslok 2013

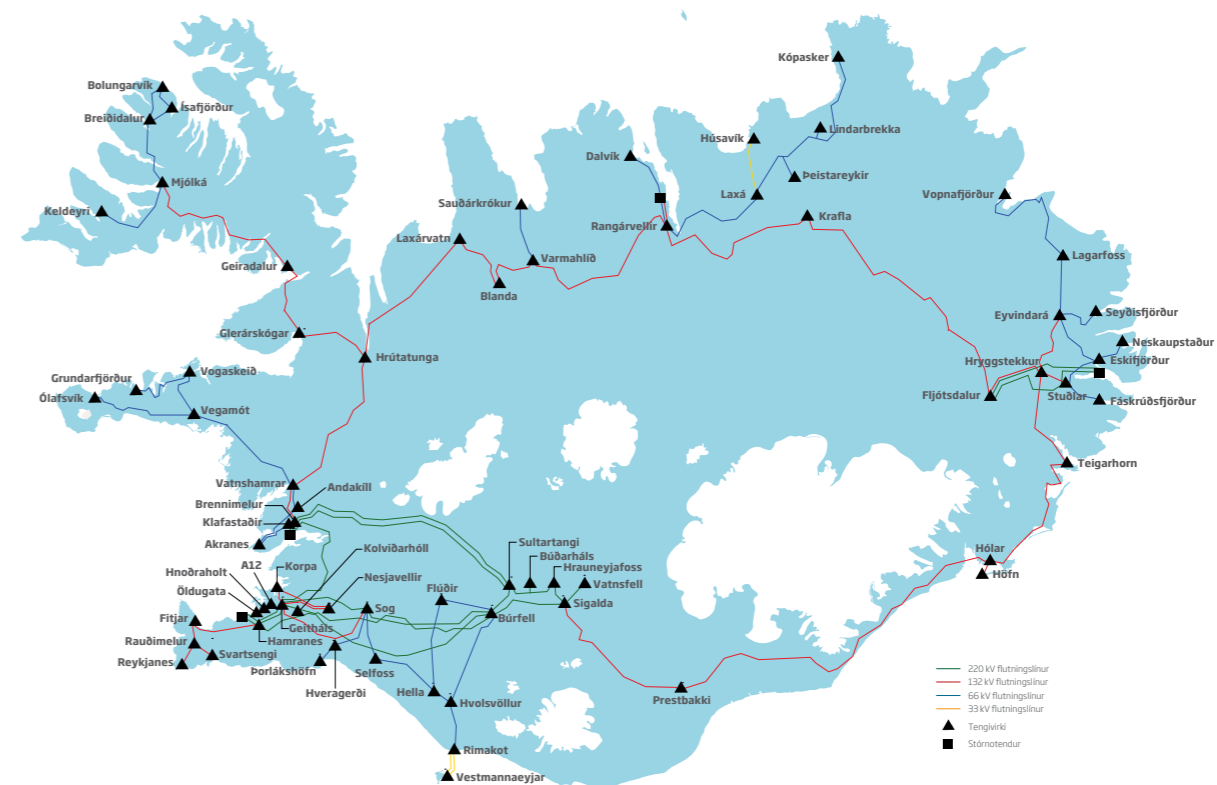
Heiti stöðvar	Kks. nr.	Meðeigandi*	Spenna (kV)	Tekin í notkun	Fjöldi rofa útganga	Fjöldi spenna
Aðveitustöð 12	A12	OR	132	2006	1	1
Akranes	AKR	OR	66	1987	4	2
Andakíll	AND	OR	66	1974	3	1
Ásbrú	ASB		33	2011	6	2
Blanda	BLA	LV	132	1991	6	3
Bolungarvík	BOL	OV	66/11	1977	2/6	1
Breiðidalur	BRD	OV	66/33/19/11	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
Fljótisdalur	FLJ		220/132	2007	4/10	2
Flúðir	FLU	RA	66/11	1981	3/7	1
Geiradalur	GED	OV	132/33/19	1983	3/1/4	1

Heiti stöðvar	Kks. nr.	Meðeigandi*	Spenna (kV)	Tekin í notkun	Fjöldi rofa útganga	Fjöldi spenna
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	1982	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	HRU	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	1980	3/6	1
Hvolsvöllur	HVO	RA	66/11	1957	5/7	1
Írafoss	IRA	LV	220/132/66/11	1953	2/7/-/7	5
Ísafjörður	ISA	OV	66/11	1959	4/9	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
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
Mjólka (neðra virki)	MJO	OV	66/33/11	1980	2/1/-	1
Mjólka (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
Rímakot	RIM	RA	66/33/11	1980	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
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

Heiti stöðvar	KKS. nr.	Meðeigandi*	Spenna (kV)	Tekin í notkun	Fjöldi rofa útganga	Fjöldi spenna
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	RA	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	1989	1/6	1
Öldugata Hafnarfirði	OLD		132	1989	5	2

* RA=Rarik
 OV=Orkubú Vestfjarða
 HS=Hítaveita Suðurnesja
 LV=Landsvirkjun
 OR=Orkuveita Reykjavíkur

D. Kort af flutningskerfi Landsnets í árslok 2013





LANDSNET