

LANDSNET

FLUTNINGSKERFIÐ Á VESTFJÖRÐUM

Greining á afhendingaröryggi

LANDSNET 19020

LANDSNET

Landsnet 19020

FLUTNINGSKERFIÐ Á VESTFJÖRÐUM

Greining á afhendingaröryggi

Unnið af: Verkfræðistofunni Eflu

Unnið fyrir: Landsnet hf.

Mars
2019

SAMANTEKT OG HELSTU NIÐURSTÖÐUR

Á Vestfjörðum hefur afhendingaröryggi lengi verið heldur lakara en víðast annars staðar á landinu. Til að bæta afhendingaröryggið hafa á undanförnum árum verið gerðar ýmsar endurbætur á flutningskerfinu, eins og bygging nýrrar varafstöðvar í Bolungarvík, sem hefur bætt afhendingaröryggið mikið á norðanverðum Vestfjörðum. Einnig hefur Bolungarvíkurlína 2, milli Bolungarvíkur og Ísafjarðar verið endurnýjuð sem jarðstrengur og spennaafl aukið í Mjólká. Tengivirkin í Bolungarvík og á Ísafirði hafa bæði verið endurnýjuð og Ísafjarðarlína 1 hefur verið endurnýjuð að hluta sem jarðstrengur. Tálknafjarðarlína 1 frá Mjólká að Keldeyri hefur verið styrkt og endurbætt að hluta og ýmsar lagfæringar gerðar á Vesturlínu.

Varastöðin í Bolungarvík nýtist mest á norðanverðum Vestfjörðum, og því eru einkum áformaðar aðgerðir til að bæta afhendingaröryggi á sunnanverðum Vestfjörðum. Talsverð uppbygging hefur verið í atvinnulífi á sunnanverðum Vestfjörðum á undanförnum árum og fjölbreytni atvinnutækifæra hefur aukist, t.d. með tilkomu fiskeldis og kalkþörungaverksmiðju. Mikilvægt er að takmarkanir á afhendingu raforku hamli ekki frekari uppbyggingu atvinnulífs á svæðinu. Til að bæta afhendingaröryggið hefur verið litið til þess að hringtengja 66 kV kerfið sem tengist Mjólká. Tvær útfærslur hafa verið til skoðunar og er í minni hringtengingunni reiknað með að mynda hring frá Mjólká í Keldeyri, um Bíldudal, yfir Arnarfjörð og aftur inn í Mjólká. Í stærri hringtengingunni er reiknað með að tengja Keldeyri við Breiðadal og mynda þannig hring sem nær bæði til sunnan- og norðanverðra Vestfjarða.

Einnig hefur verið bent á það að afhendingaröryggið á sunnanverðum Vestfjörðum myndi aukast við það að setja upp svipaða varaflstöð á Keldeyri og er nú í Bolungarvík.

Í þessari skýrslu eru einnig metin áhrif þess að til komi aukin orkuvinnsla innan svæðis sem tengist í hugsanlegan tengipunkt Landsnets í Ísafjarðardjúpi og þaðan með línu í Kollafjörð á Barðaströnd, þar sem hún yrði tengd við Mjólkárlínu 1. Nokkrir nýir virkjunarkostir hafa verið til skoðunar á þessum slóðum m.a. Skúfnavötn, Austurgil og Hvalá. Af þessum virkjunarkostum er Hvalárvirkjun komin lengst í undirbúningi; hún er í nýtingarflokki 3. áfanga Rammaáætlunar og framkvæmdaaðili hefur óskað eftir tengingu hennar við flutningskerfið. Af þeim sökum er hún notuð í útreikningunum í þessari skýrslu.

Tengipunktur Landsnets í Ísafjarðardjúpi gefur möguleika til frekari styrkinga í flutningskerfinu á norðanverðum Vestfjörðum síðar, til dæmis með tengingu yfir á Ísafjörð. Áhrif þeirrar tengingar eru einnig metin hér. Í öllum útreikningum er reiknað með að Hvalá geti keyrt í eyju, þ.e. að ef Vestfirðir einangrast frá meginflutningskerfinu, þá geti virkjunin haldið upp spennu og tíðni á Vestfjörðum, en það er meginforsenda þess að afhendingaröryggi batni með tilkomu nýrrar orkuvinnslu á svæðinu. Tengipunktur í Ísafjarðardjúpi gæfi möguleika á tengingu um Hólmavík til Geiradals sem liður í tvöföldun tengingar til Vestfjarða, en auk þess gæti hann tengst dreifikerfi raforku í Ísafjarðardjúpi. Einnig hafa komið upp hugmyndir um að tvöfalda tengingu Mjólkárlínu 1 frá Kollafirði yfir í Mjólká og áfram til Ísafjarðar, sem valkostur á móti tengingu úr Ísafjarðardjúpi til Ísafjarðar. Sú tenging er ekki í skoðun í þessari skýrslu, en verður skoðuð í framhaldinu.

Þessi skýrsla sýnir að tilkoma aukinnar orkuvinnslu í nágrenni Ísafjarðardjúps og tenging hennar um tengipunktinn í Ísafjarðardjúpi við Mjólkárlínu 1, með þeim hætti sem lýst er í þessari skýrslu, hefur

áhrif á öllum afhendingarstöðunum og það hefur einnig áhrif á afhendingaröryggið að tengja tengipunktinnvið Ísafjörð.

Ef tengipunkturinn í Ísafjarðardjúpi yrði tengdur til Ísafjarðar auk þess að vera tengdur í Kollafjörð, hefur það veruleg áhrif á norðanverðum Vestfjörðum og á Mjólká, en hefur minni áhrif á afhendingaröryggi á sunnanverðum Vestfjörðum

Það að reisa snjallvaraaflstöð á sunnanverðum Vestfjörðum, bætir verulega afhendingaröryggið á Keldeyri og Mjólká en hefur ekki áhrif á aðra afhendingarstaði á Vestfjörðum né á Vesturlínu. Hafa þarf þó í huga að tíðni truflana breytist lítið við slíka framkvæmd en lengd skerðinga styttist til muna.

Hringtengingarnar á sunnanverðum Vestfjörðum, bæði minni og stærri hringur, hafa báðar mikil áhrif á Keldeyri, en minni hringurinn þó meiri, því þá er leiðin styttri að Mjólká. Á öðrum afhendingarstöðum eru áhrifin minni. Hringtengingarnar hafa ekki mikil áhrif á Mjólká, Geiradal eða Glerárskóga. Minni hringtengingin hefur heldur ekki áhrif á norðanverðum Vestfjörðum en sú stærri hefur einhver áhrif þar.

EFNISYFIRLIT

SAMANTEKT OG HELSTU NIÐURSTÖÐUR 3
EFNISYFIRLIT 5
1 ALMENNT UM FLUTNINGSKERFIÐ Á VESTFJÖRÐUM 9
1.1 Raforkunotkun á Vestfjörðum og Glerárskógum 12
2 BREYTINGAR Á KERFINU 14
2.1 Hringtenging á sunnanverðum Vestfjörðum. 14
2.1.1 Minni hringtenging 14
2.1.2 Stærri hringtenging. 15
2.2 Varaafl með snjallstýringum á Keldeyri í stað hringtenginga 16
2.3 Tenging nýrrar orkuvinnslu. 17
2.3.1 Tenging úr tengipunkti í Ísafjarðadjúpi á Ísafjörð 18
3 ÚTREIKNINGAR Á AFHENDINGARÖRYGGI 20
3.1 Afhendingaröryggi 20
3.2 Áhrif veðurs á áreiðanleika. 21
3.3 Varafl 22
4 NOKKRAR MISMUNANDI SVIÐSMYNDIR 23
4.1.1 Hringtenging sunnan- og norðanverðra Vestfjarða 23
4.1.2 Ný orkuvinnsla og tenging hennar í tengipunkt í Ísafjarðardjúpi og þaðan í Kollafjörð 25
4.1.3 Ný orkuvinnsla og tenging hennar í tengipunkt í Ísafjarðardjúpi þaðan svo tenging annars vegar í Kollafjörð og hins vegar á Ísafjörð. 26
4.1.4 Samanburður á snjallvaraaflstöð, nýrri orkuvinnslu með Ísafjarðardjúpi tengt í Kollafjörð og hringtengingum á sunnanverðum Vestfjörðum. 29
5 NIÐURSTÖÐUR 31
5.1 Glerárskógar 31
5.2 Geiradalur 32
5.3 Mjólká 33
5.4 Keldeyri 34
5.5 Breiðidalur 36
5.6 Bolungarvík 37
5.7 Ísafjörður 38
6 HEIMILDASKRÁ 39
7 VIÐAUKI 40

MYNDASKRÁ

MYND 1 Kerfi Landsnets á Vestfjörðum. 9
MYND 2 Raforkukerfi Vestfjarða, bæði kerfi Landsnets og Orkubús Vestfjarða. 10
MYND 3 Ótiltæki á afhendingarstöðum Landsnets á árunum 2009-2018 11
MYND 4 5 ára meðaltal ótiltækis á afhendingarstöðum Landsnets, annars vegar á árunum 2009-2013 og hins vegar á árunum 2014-2018 11
MYND 5 Ótiltæki á Vestfjörðum 2013-2017 12
MYND 6 Minni hringtenging á sunanverðum Vestfjörðum (ótiltæki og tíðni). 15
MYND 7 Stærri hringtenging á Vestfjörðum (ótiltæki og tíðni). 16
MYND 8 Ótiltæki / tíðni á afhendingarstöðum með tilkomu „snjallvaraflstöðvar“ á Keldeyri. 17
MYND 9 Tenging Hvalárvirkjunar í Kollafjörð (ótiltæki og tíðni). 18
MYND 10 Tenging Hvalárvirkjunar í Kollafjörð og tenging úr Ísafjarðadjúpi til Ísafjarðar (ótiltæki og tíðni). 19
MYND 11 Sá tími sem líður á milli þess sem truflun hefst og vinnsla varaafls hefst. 22
MYND 12 Samanburður á fjölda truflana á ári í núverandi kerfi og minni og stærri hringtengingar á sunnanverðum Vestfjörðum. 24
MYND 13 Samanburður á ótiltæki í núverandi kerfi og minni og stærri hringtengingar á sunnanverðum Vestfjörðum. 24
MYND 14 Áhrif nýrrar orkuvinnslu á fjölda truflana á Vestfjörðum. 25
MYND 15 Áhrif nýrrar orkuvinnslu á ótiltæki á Vestfjörðum. 26
MYND 16 Áhrif þess á fjölda truflana að tengja nýja orkuvinnslu í Ísafjarðardjúp og þaðan bæði á Ísafjörð og í Kollafjörð, auk hringtengingar, borin saman við núverandi kerfi og kerfi með tengipunkt í Ísafjarðardjúpi eingöngu tengdan í Kollafjörð. 27
MYND 17 Áhrif þess á ótiltæki að tengja nýja orkuvinnslu í Ísafjarðardjúp og þaðan bæði á Ísafjörð og í Kollafjörð, auk hringtengingar, borin saman við núverandi kerfi og kerfi með tengipunkt í Ísafjarðardjúpi eingöngu tengdan í Kollafjörð. 27
MYND 18 Samanburður á fjölda truflana í núverandi kerfi, með snjallvaraaflstöð á Keldeyri og í kerfi með nýrri orkuvinnslu tengdri í Kollafjörð . 28
MYND 19 Samanburður á ótiltæki í núverandi kerfi, með snjallvaraaflstöð á Keldeyri og í kerfi með nýrri orkuvinnslu. 29
MYND 20 Samanburður á fjölda truflana á ári í núverandi kerfi og með snjallvaraaflstöð á Keldeyri og hringtengingu á sunnanverðum Vestfjörðum. 30
MYND 21 Ótiltæki í núverandi kerfi borin saman við kerfi með snjallvararafstöð á keldeyri og hringtengingu á sunnanverðum Vestfjörðum. 30
MYND 22 Fjöldi truflana á Glerárskógum í mismunandi sviðsmyndum. 31
MYND 23 Ótiltæki á Glerárskógum í mismunandi sviðsmyndum. 32
MYND 24 Ótiltæki á Geiradal í mismunandi sviðsmyndum. 33
MYND 25 Ótiltæki á Geiradal í mismunandi sviðsmyndum. 33
MYND 26 Fjöldi truflana í Mjólká í mismunandi sviðsmyndum. 34
MYND 27 Ótiltæki í Mjólká í mismunandi sviðsmyndum. 34
MYND 28 Fjöldi árlegra truflana á Keldeyri í mismunandi sviðsmyndum. 35
MYND 29 Ótiltæki á Keldeyri í mismunandi sviðsmyndum. 35
MYND 30 Fjöldi truflana í Breiðadal í mismunandi sviðsmyndum. 36
MYND 31 Ótiltæki í Breiðadal í mismunandi sviðsmyndum. 36
MYND 32 Ótiltæki á Bolungarvík í mismunandi sviðsmyndum. 37

MYND 33 Ótiltæki á Bolungarvík í mismunandi sviðsmyndum. 37
MYND 34 Fjöldi truflana á Ísafirði í mismunandi sviðsmyndum. 38
MYND 35 Ótiltæki á Ísafirði í mismunandi sviðsmyndum. 38
MYND 36 Hvalárvirkjun tengd í Kollafjörð auk minni hringtengingar á sunnanverðum Vestfjörðum (ótiltæki og tíðni). 40
MYND 37 Hvalárvirkjun tengd í Kollafjörð auk stærri hringtengingar á sunnanverðum Vestfjörðum (ótiltæki og tíðni). 41
MYND 38 Hvalárvirkjun tengd í Kollafjörð, tenging frá Tengipunkti í Ísafjörð auk minni hringtengingar á sunnanverðum Vestfjörðum (ótiltæki og tíðni). 42
MYND 39 Hvalárvirkjun tengd í Kollafjörð, tenging frá Tengipunkti í Ísafjörð auk stærri hringtengingar á sunnanverðum Vestfjörðum (ótiltæki og tíðni). 43

TÖFLUSKRÁ

Tafla 1 Raforkunotkun á Vestfjörðum og Glerárskógum árin 2014-2018 eftir afhendingarstöðum Landsnets, forgangsorka að meðtöldum dreifikerfistöpum. 13
Tafla 2 Forgangsálag á afhendingarstöðum Landsnets á Vestfjörðum og Glerárskógum árin 2014-2018, þegar álag er mest á kerfið í heild. 13
Tafla 3 Fjöldi truflana á línum á Vesturlínu og skerðingartilfelli á Vestfjörðum síðastliðin 10 ár 2009-2018. 20

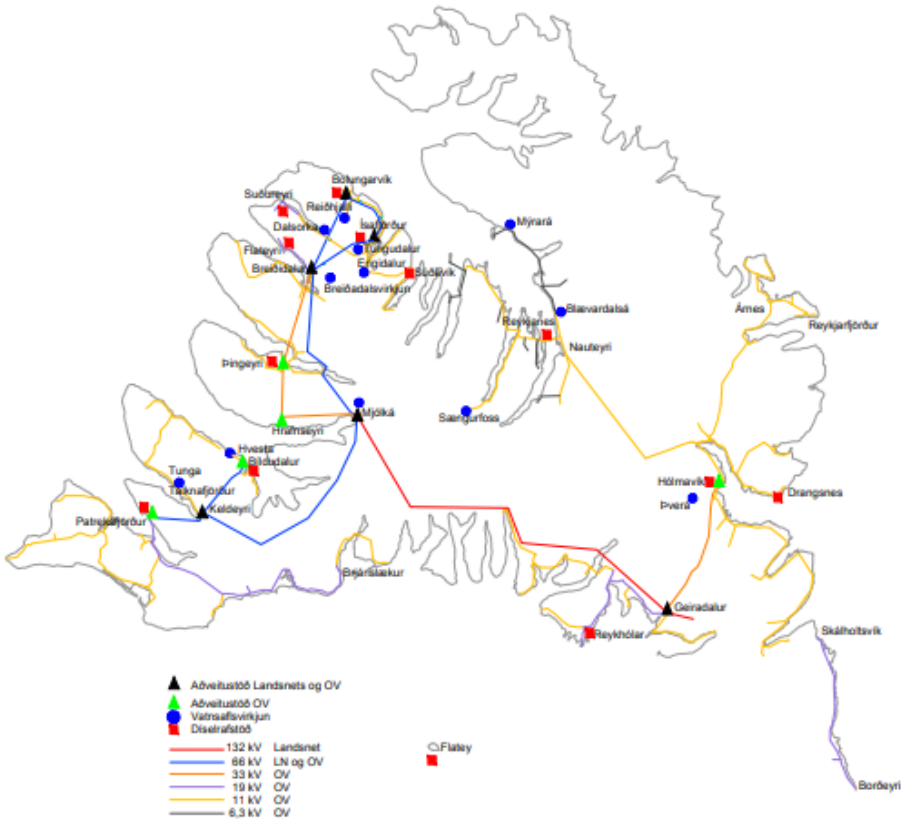
1 ALMENNT UM FLUTNINGSKERFIÐ Á VESTFJÖRÐUM



Flutningskerfi Landsnets á Vestfjörðum er tengt við byggðalínuhring Landsnets, með einni 161 km langri 132 kV línu frá Hrútatungu í Mjólká, svokallaðri Vesturlínu. Á línunni eru tveir tengipunktar, en þeir eru við Glerárskóga í Dölum og í Geiradal í Reykhólasveit. Frá Mjólká liggur annars vegar 45,1 km, 66 kV lína að Keldeyri við Tálknafjörð og hins vegar 36,4 km 66 kV lína í Breiðadal við Önundarfjörð. Frá Breiðadal er svo 66 kV hringur um Bolungarvík og Ísafjörð. Mynd 1 sýnir kerfi Landsnets frá Hrútatungu og á Vestfjörðum.

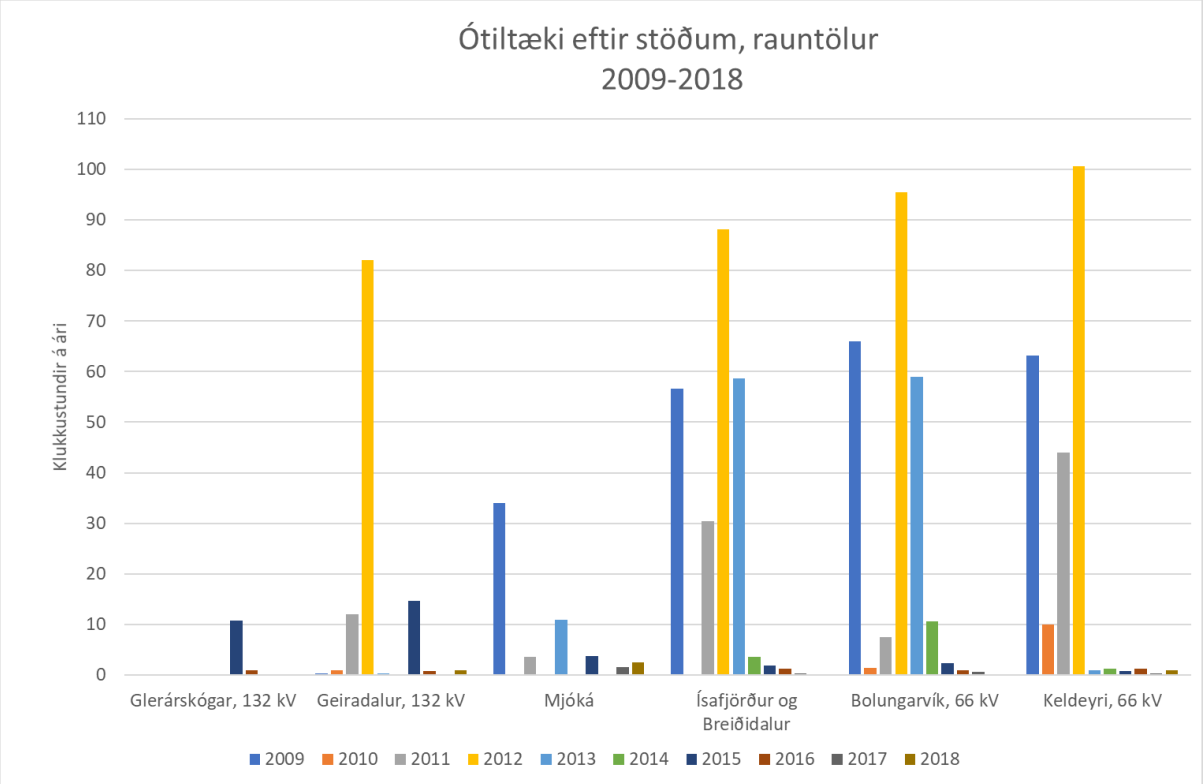
MYND 1 Kerfi Landsnets á Vestfjörðum.

Dreifikerfi Orkubús Vestfjarða tekur við þar sem kerfi Landsnets sleppir og tengist inn í tengivirkin sex sem Landsnet rekur á svæðinu. Frá Geiradal liggur 33 kV lína til Hólmavíkur og þaðan liggja svo 11 kV línur á Strandirnar og inn í Ísafjarðardjúp. Frá Geiradal liggja einnig 19/11 kV línur á Reykhóla og sveitirnar þar í kring. Frá Keldeyri liggur 66 kV lína í Patreksfjörð og önnur í Bíldudal. Frá Mjólká liggur svo 33 kV lína sem kemur við á Hrafnseyri og að Þingeyri. Frá Ísafirði, Bolungarvík, Breiðadal auk sunnanverðra Vestfjarða þ.e. frá Patreksfirði, Keldeyri og Bíldudal liggja svo 11 kV línur um sveitirnar. Mynd 2 sýnir raforkukerfi Vestfjarða, bæði kerfi Landsnets og kerfi Orkubúsins.

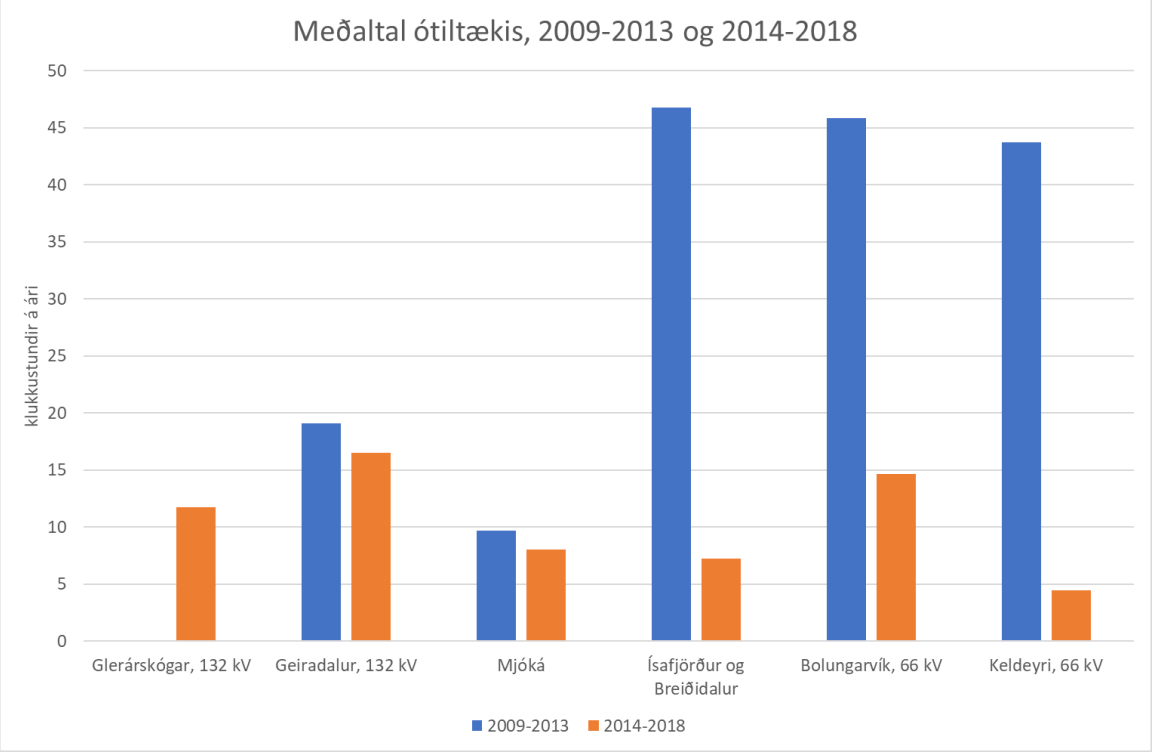


MYND 2 Raforkukerfi Vestfjarða, bæði kerfi Landsnets og Orkubús Vestfjarða.

Ef litið er á skerðingar á afhendingarstöðum Landsnets undafarin 10 ár, þ.e. frá 2009-2018 sést að alls hafa truflanir í kerfi Landsnets valdið skerðingum 383 sinnum á Vestfjörðum eða rúmlega 38 sinnum á ári og skerðingin hefur að meðaltali verið tæplega 300 MWh á ári eða sem samsvarar um 19 klukkustundum á ári. Á mynd 3 er ótiltæki á afhendingarstöðum Landsnets á Vestfjörðum árin 2009-2018 flokkað eftir afhendingarstöðum, hér eru teknar saman skerðingar á Breiðadal og á Ísafirði. Á mynd 5 má sjá samantekið meðaltal af ótiltæki í klukkustundum annars vegar 2009-2013 og hins vegar 2014-2018. Eins og sjá má eru seinni 5 árin mun betri með tilliti til afhendingaröryggis. „Snjallvaraaflsstöðin“ sem fór í rekstur á Bolungavík 2015 er ástæða þess að staðan er betri á norðanverðum Vestfjörðum á seinna tímbilinu. Farið var í styrkingar á Tálknafjarðarlínu og má skýra aukið afhendingaröryggi á Keldeyri að einhverju leyti með því, en einnig hafa undanfarin ár verið frekar góð með tilliti til veðráttu, þ.e. að stormar hafa ekki verið eins skæðir og oft áður. Á myndum 3 og 4 er sýnt ótiltæki til endanlegra notenda að teknu tilliti til vinnslu varaaflstöðva.

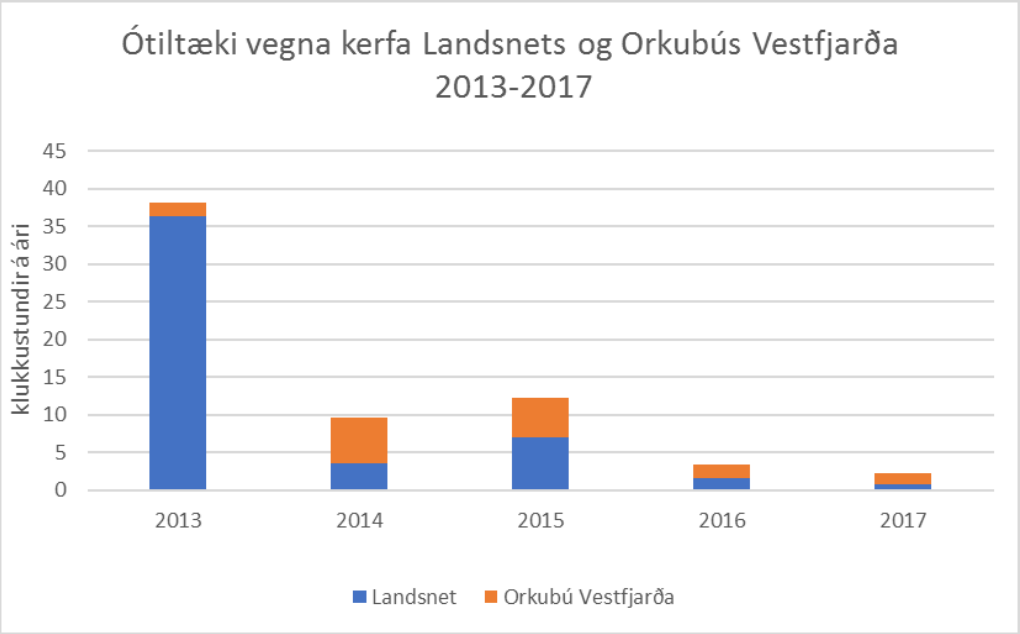


MYND 3 Ótiltæki á afhendingarstöðum Landsnets á árunum 2009-2018



MYND 4 5 ára meðaltal ótiltækis á afhendingarstöðum Landsnets, annars vegar á árunum 2009-2013 og hins vegar á árunum 2014-2018

Tölurnar hér að framan eiga aðeins við kerfi Landsnets en truflanir í kerfi Orkubús Vestfjarða valda einnig skerðingum á afhendingu til notenda, en ótiltæki vegna kerfis Orkubúsins allnokkuð.[1] Á mynd 5 má sjá heildarótiltækið á Vestfjörðum eftir árum frá 2013 til 2017. Í febrúar 2019 voru tölur um skerðingu frá Orkubúi Vestfjarða fyrir árið 2018 ekki tilbúnar og því er tímabilið á mynd 5, 2013-2017.



MYND 5 Ótiltæki á Vestfjörðum 2013-2017

1.1 Raforkunotkun á Vestfjörðum og Glerárskógum í Dölum

Á hverju ári er gefin út raforkuspá og þar kemur fram notkun á Vestjörðum og Glerárskógum, bæði í afli og orku. Þar eru rauntölur fyrir síðustu ár, en einnig er þar spá fram til 2050.

Tafla 3 sýnir notkun forgangsorku á Vestfjörðum. Til viðbótar við þessa notkun koma rafkyntar hitaveitur, sem eru á skerðanlegum flutningi og því ekki með í þessari töflu.

[1] www.truflun.is

Tafla 1 Raforkunotkun á Vestfjörðum og Glerárskógum árin 2014-2018 eftir afhendingarstöðum Landsnets, forgangsorka að meðtöldum dreifikerfistöpum.

	2013 GWH	2014 GWH	2015 GWH	2016 GWH	2017 GWH	2018 GWH
Glerárskógar, 132 kV	12,8	12,6	13,2	12,7	12,5	11,9
Vestfirðir						
Geiradalur, 132 kV	23,8	23,2	24,5	22,9	23,0	23,6
Mjólká, 132 kV	16,8	16,6	24,3	20,3	20,5	16,8
Breiðadalur, 66 kV	0,0	0,1	-2,2	4,6	4,8	4,5
Ísafjörður, 66 kV	43,9	42,1	43,8	42,0	42,4	43,6
Bolungarvík, 66 kV	15,4	15,8	16,2	15,9	16,2	16,2
Keldeyri, 66 kV	28,6	30,9	33,6	31,8	34,1	34,9
Samtals Vestfirðir	**128,5**	**128,7**	**140,06**	**137,4**	**141,0**	**139,7**

Tafla 2 Forgangsálag á afhendingarstöðum Landsnets á Vestfjörðum og Glerárskógum árin 2014-2018, þegar álag er mest á kerfið í heild.

	2013 MW	2014 MW	2015 MW	2016 MW	2017 MW	2018 MW
Glerárskógar, 132 kV	2,3	2,1	2,3	2,1	2,2	2,0
Vestfirðir						
Geiradalur, 132 kV	4,0	4,0	3,9	3,9	3,8	3,8
Mjólká, 132 kV	2,3	0,0	2,5	3,0	3,3	2,7
Keldeyri, 66 kV	5,2	5,1	4,9	5,3	5,7	5,6
Breiðadalur, 66 kV	0,6	2,7	0,8	0,7	0,9	0,9
Bolungarvík, 66 kV	2,8	2,4	2,7	2,5	2,8	2,7
Ísafjörður, 66 kV	7,3	7,3	7,3	6,8	7,2	7,2
Samtals Vestfirðir	**22,2**	**21,6**	**22,1**	**22,4**	**23,6**	**22,8**

2 BREYTINGAR Á KERFINU

Landsnet segir í kerfisáætlun sinni fyrir árin 2018-2027 frá nokkrum framkvæmdum sem eru í athugun. Þar er talað um tengingu Hvalárvirkjunar við kerfið og styrkingu á sunnanverðum Vestfjörðum. Þessar framkvæmdir eru enn í skoðun og eru ekki komnar á þriggja ára framkvæmdaáætlun.

2.1 Hringtenging á sunnanverðum Vestfjörðum.

Tvær hringtengingar hafa verið í skoðun og verða þær kallaðar minni hringur og stærri hringur hér í þessari skýrslu. Minni hringtengingin nær til sunnanverðra Vestfjarða frá Mjólká og í þeirri stærri nær hringurinn einnig til norðanverðra Vestfjarða.

2.1.1 Minni hringtenging

Þessi útfærsla er tenging frá Mjólká um Hrafnseyri og þaðan suður yfir Arnarfjörð til Bíldudals. Frá Bíldudal að Keldeyri og svo með Tálknafjarðarlínu 1 til Mjólkár.

Mynd 6 sýnir drög að þessari tengingu, auk þess er sýnd hlutfallsleg breyting í ótiltæki, þar sem gulur litur táknar óbreytt ástand en grænn litur ef ótiltækið minnkar.

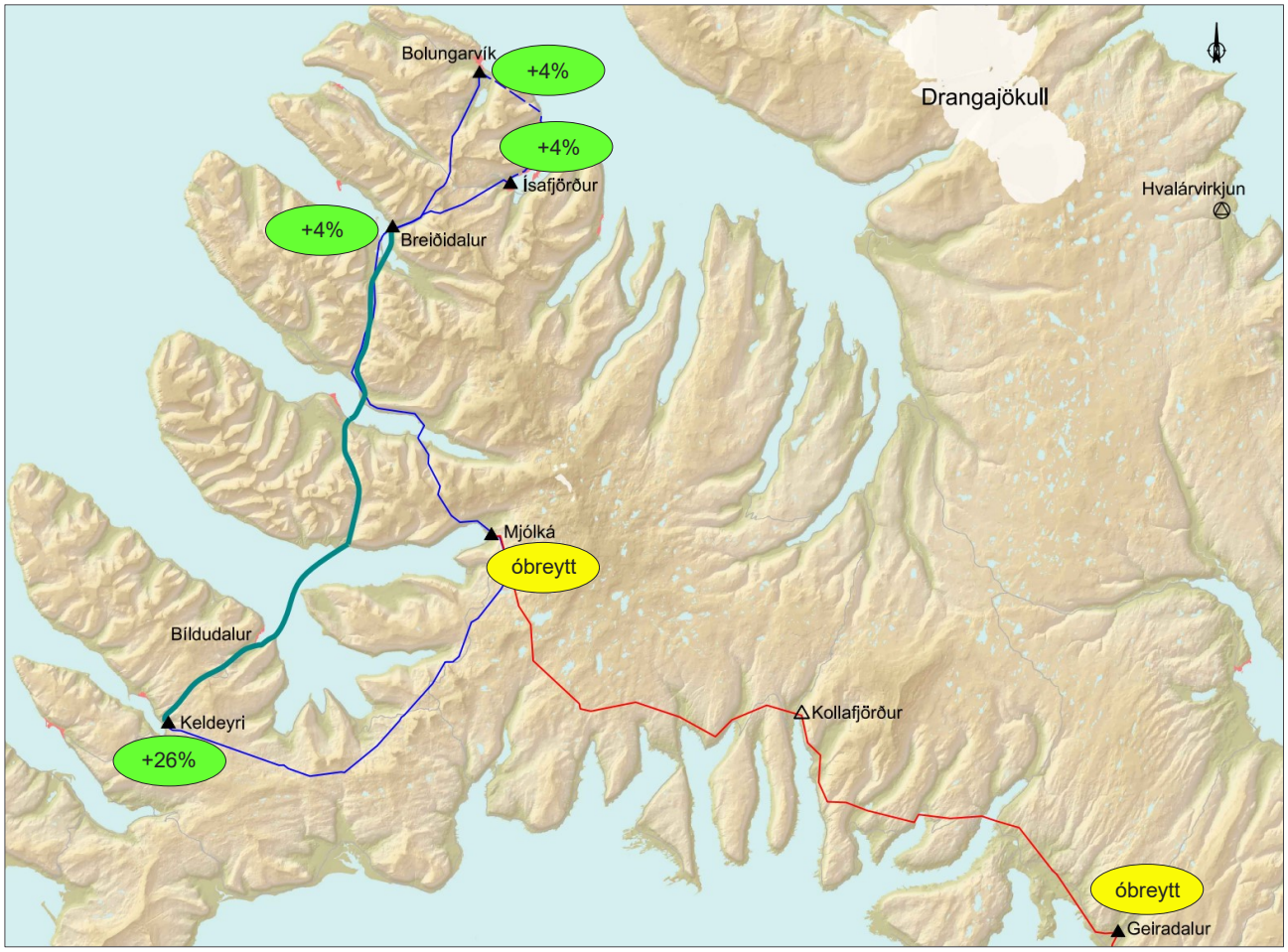


MYND 6 Minni hringtenging á sunnanverðum Vestfjörðum (ótiltæki og tíðni).

Við þessa framkvæmd verður Keldeyri ekki lengur geislatengdur afhendingarstaður frá Mjólká og við það eykst afhendingaröryggið til muna á Keldeyri. Ef truflanir síðustu 10 ára á Tálknafjarðarlínu 1 (TA1) eru teknar saman, þá sést að árlega hafa verið að meðaltali 4,7 fyrirvaralausar truflanir sem staðið hafa að meðaltali í 4,6 klst hver. Tæplega tvö viðhaldstilvik hafa verið árlega og hafa þau staðið í rúmlega 35 klst. að meðaltali. Skerðingar sem þessar truflanir hafa valdið að teknu tilliti til varaafls eru 7,4 MWh/ári vegna viðhalds og 52,7 MWh/ári vegna fyrirvaralausra truflana.

2.1.2 Stærri hringtenging.

Stærri hringtenging er ný tenging milli Keldeyrar og Breiðadals, sjá mynd 7. Þá yrði kominn 66 kV hringur Mjólká-Keldeyri-Breiðidalur-Mjólká. Á kortinu á mynd 7 má einnig sjá hlutfallslega breytingu í ótiltæki við þessa framkvæmd.



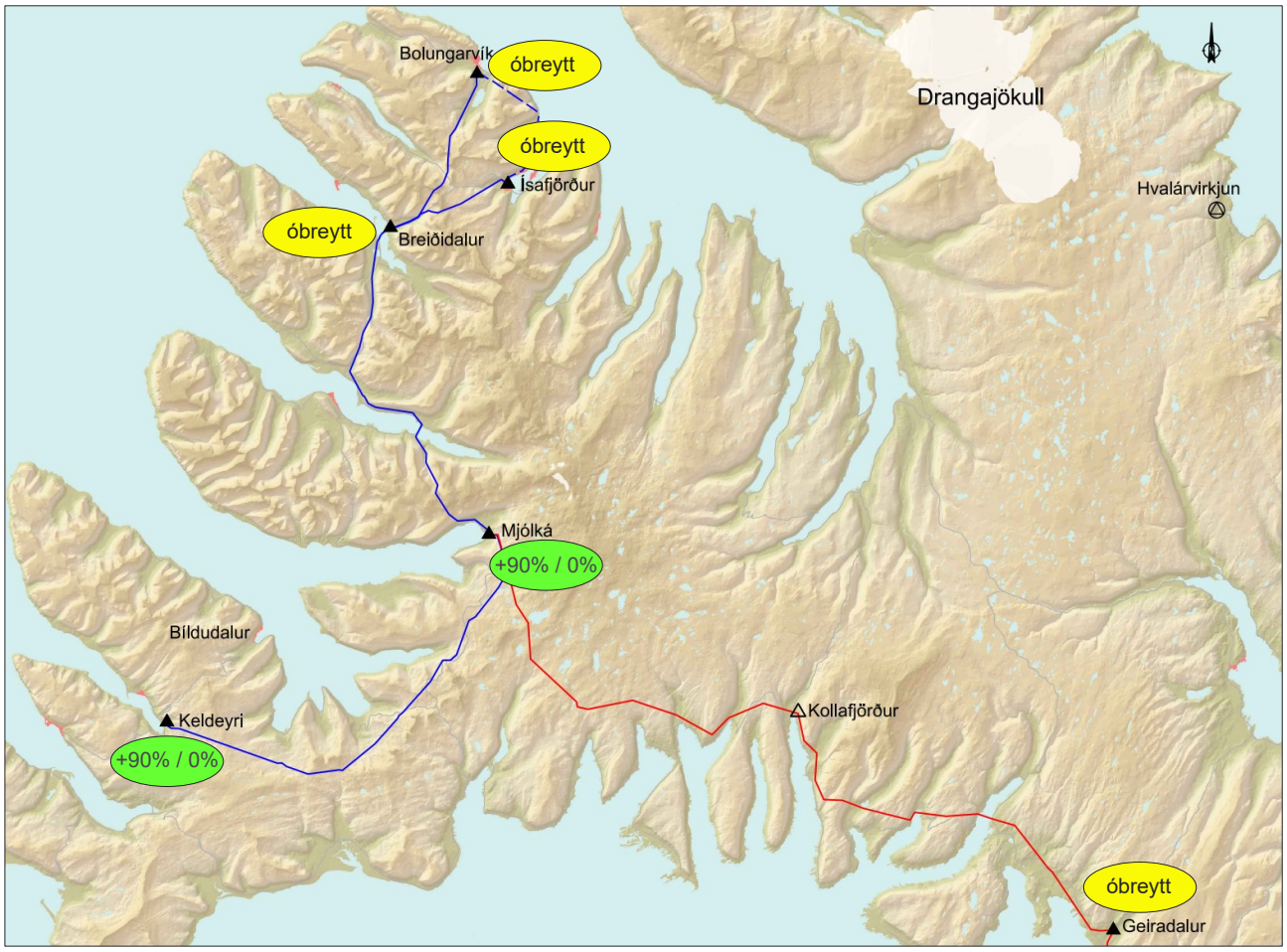
MYND 7 Stærri hringtenging á Vestfjörðum (ótiltæki og tíðni).

Við þessa framkvæmd verða hvorki Breiðidalur né Keldeyri lengur geislatengdir frá Mjólká, en við það eykst afhendingaröryggið á bæði norðan- og sunnanverðum Vestfjörðum. Truflanir á Breiðadalslínu 1 (BD1) og á Tálknafjarðarlínu (TA1) ættu því að valda minni skerðingu en áður. Ef truflanir á BD1 síðustu 10 ár eru teknar saman, hefur að meðaltali verið um ein truflun á ári sem hefur staðið að meðaltali í 44 klst. Að meðaltali hefur verið tæplega eitt viðhaldstilvik á ári sem hefur staðið í um 6 klst. Skerðingar sem fyrirvaralausar truflanir hafa valdið að meðaltali eru tæplega 115 MWh á ári. Ef truflanir síðustu 10 ára á Tálknafjarðarlínu 1 (TA1) eru teknar saman, þá sést að árlega hafa verið að meðaltali 4,7 fyrirvaralausar truflanir sem staðið hafa í 4,6 klst. Tæplega tvö viðhaldstilvik hafa verið árlega og hafa þau staðið í rúmlega 35 klst. að meðaltali. Skerðingar sem þessar truflanir hafa valdið að teknu tilliti til varaafls eru 7,4 MWh/ári vegna viðhalds og 52,7 MWh/ári vegna fyrirvaralausra truflana.

2.2 Varaafl með snjallstýringum á Keldeyri í stað hringtenginga

Hægt væri að setja upp varaafl á sunnanverðum Vestfjörðum og samhliða að setja snjallstýringar á það svo vélarnar keyrðu sjálfkrafa upp við truflanir. Slíkt varaafl var sett upp í Bolungarvík árið 2015 og hefur haft mikil áhrif á afhendingaröryggi á norðanverðum Vestfjörðum.

Með nýrri „snjallvaraaflstöð“ á Keldeyri styttist viðbragðstími á uppkeyrslu varaafls verulega og eykst því afhendingaröryggi til muna. Hafa þarf þó í huga að tíðni truflana breytist ekki við slíka framkvæmd en lengd skerðinga styttist verulega. Þessi framkvæmd myndi bæta afhendingaröryggið á Keldeyri og á Mjólká ef truflanir verða á Vesturlínu. Á mynd 8 er einnig sýnd hlutfallsleg bæting í ótiltæki og tíðni á hverjum afhendingarstað.

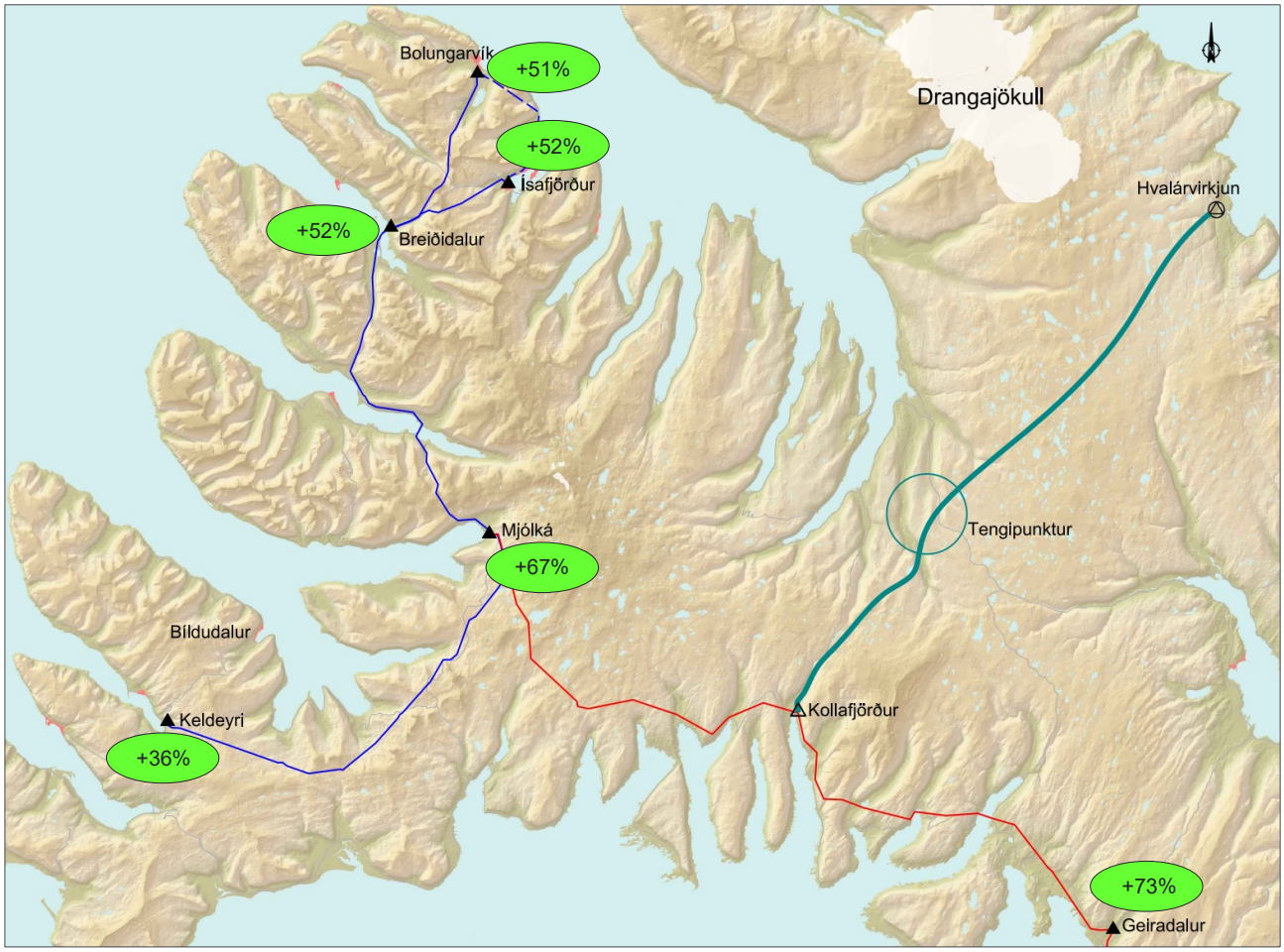


MYND 8 Ótiltæki / tíðni á afhendingarstöðum með tilkomu „snjallvaraflstöðvar“ á Keldeyri.

2.3 Tenging nýrrar orkuvinnslu.

Eins og getið er hér að framan er Hvalárvirkjun í Árneshreppi í nýtingarflokki í Rammaáætlun, auk þess sem óskað hefur verið eftir því að hún verði tengd flutningskerfinu. Hún er því notuð við útreikninga á áhrifum nýrrar orkuvinnslu á afhendingaröryggi. Áætlanir gera ráð fyrir að uppsett afl í Hvalárvirkjun verði um 55 MW. Til að tengja þessa virkjun við kerfi Landsnets er gengið út frá því að tengja virkjunina við nýjan tengipunkt Landsnets í Ísafjarðardjúpi. Tengipunkturinn mun síðan tengjast inn á Mjólkárlínu 1 í Kollafirði, sjá mynd 9. Einnig er sýnd hlutfallsleg bæting í ótiltæki á hverjum afhendingarstað með tilkomu nýrrar orkuvinnslu.

Útreikningar sýna að með þessari tengingu batnar afhendingaröryggið í Mjólká og samhliða í öllum öðrum afhendingarstöðum á Vestfjörðum auk Glerárskóga og Geiradals.

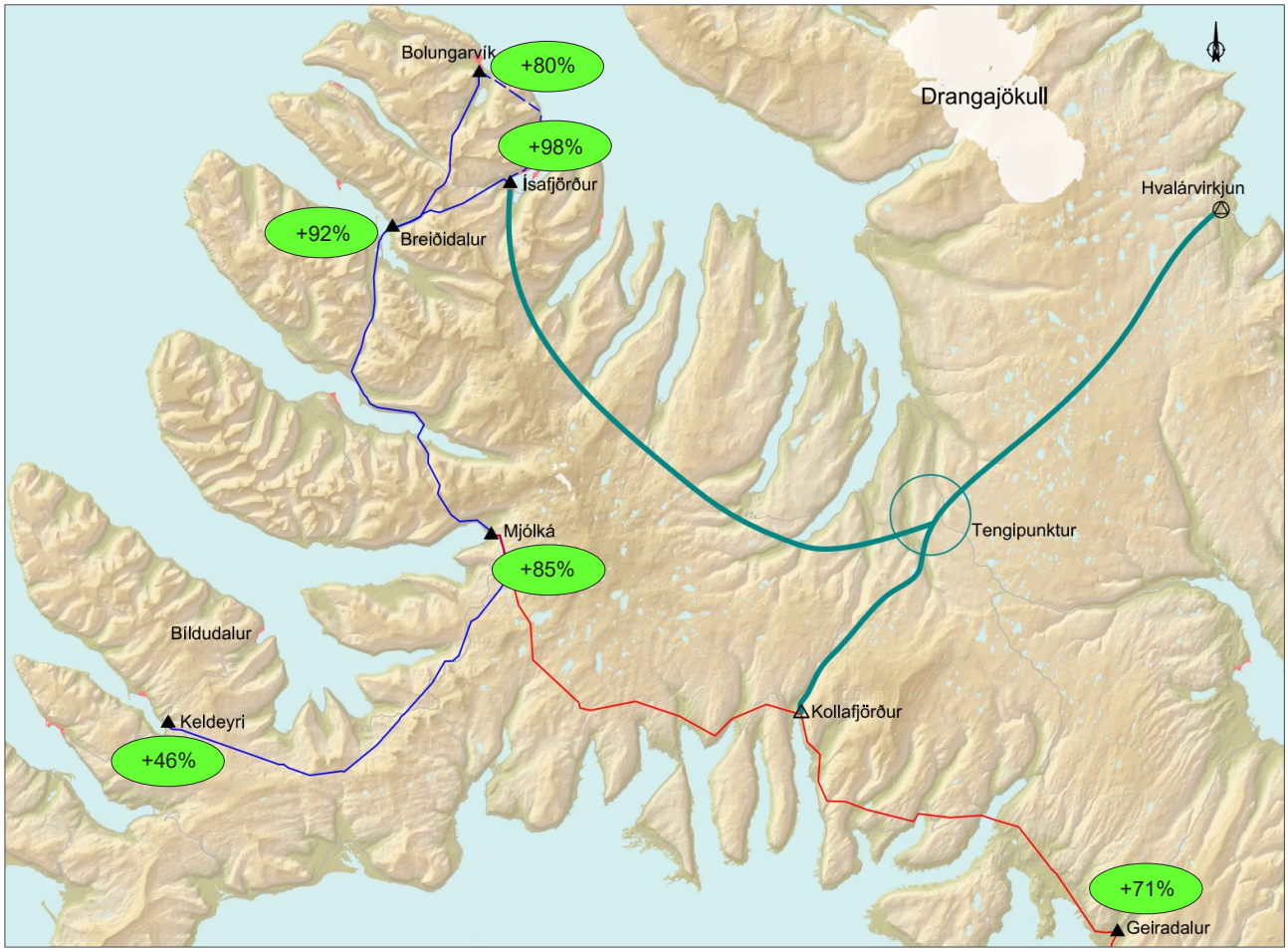


MYND 9 Tenging Hvalárvirkjunar í Kollafjörð (ótiltæki og tíðni).

2.3.1 Tenging úr tengipunkti í Ísafjarðadjúpi til Ísafjarðar

Til að styrkja norðanverða Vestfirði hefur verið skoðaður sá möguleiki að tengja frá tengipunktinum í Ísafjarðardjúpi til Ísafjarðar.

Á mynd 10 má sjá drög að þeirri tengingu gróflega teiknaða inn á kort af Vestfjörðum og einnig er sýnd hlutfallsleg bæting í ótiltæki með tilkomu þessarar tengingar.



MYND 10 Tenging Hvalárvirkjunar um tengipunkt í Kollafjörð og tenging úr tengipunkti til Ísafjarðar (ótiltæki og tíðni).

Með þessari viðbótar tengingu kemur fæðing úr tveimur áttum að norðanverðum Vestfjörðum og þeir því ekki lengur geislatengdir frá Mjólká og því myndi afhendingaröryggið batna enn frekar á norðanverðum Vestfjörðum.

3 ÚTREIKNINGAR Á AFHENDINGARÖRYGGI

Til að meta að hve miklu leyti afhendingaröryggið myndi aukast með hinum ýmsu framkvæmdum var beitt aðferðarfræði sem notuð hefur verið í útreikningi á áreiðanleika í kerfi Landsnets. Reiknaður er áreiðanleiki núverandi kerfis og síðan bætt við hverri framkvæmd fyrir sig og áreiðanleikinn reiknaður að nýju, auk þess sem framkvæmdirnar eru metnar saman þegar það á við. Aðferðarfræðinni er lýst nánar í viðauka 2.

Skoðaðar voru truflanir á Vesturlínu (Glerárskógalína 1 (GL1), Geiradalslína 1 (GE1) og Mjólkárlína 1 (MJ1)) og borin saman skráð skerðing á Vestfjörðum. Sjá má fjölda skerðingartilfella vegna truflanatilvika síðustu 10 árin í töflu 3.

Tafla 3 Fjöldi truflana á línum á Vesturlínu og skerðingartilfelli á Vestfjörðum síðastliðin 10 ár 2009-2018.

		Fjöldi skerðingartilfella 2009-2018							
Lína	**Fjöldi truflana**	**Breiðadal**		**Ísafjörður**		**Bolungavík**		**Keldeyri**	
GL1	4	3		3		3		4	
GE1	17	12		11		12		9	
MJ1	27	25		26		26		22	
Heild	**48**	**40**	**83%**	**40**	**83%**	**41**	**85%**	**35**	**73%**

Við útreikning á ótiltæki á hverjum afhendingarstað væri réttara að nota þessi hlutföll og gæti því ótiltækið verið aðeins ofmetið í útreikningunum.

3.1 Afhendingaröryggi

Þegar talað er um afhendingaröryggi er oftast litið til orkuskerðinga, og þá eru það straumleysismínútur sem er algengasta mælieiningin, en sá stuðull gefur góða mynd af því hve lengi straumleysi hefur varað á árinu. Fjöldi straumleysistilvika hefur líka mikil áhrif þó þau teljist minniháttar, því hver truflun á afhendingu rafmagns veldur miklum óþægindum þó hún vari stutt. Spennan getur hækkað eða lækkað óeðlilega mikið og óvænt straumrof getur valdið skemmdum á ýmsum búnaði, ljós slökkna og víða

fellur vinna niður tímabundið, afurðir í framleiðslulínum geta skemmst, langan tíma getur tekið að koma framleiðslunni í gang að nýju og fleira mætti nefna.

Á Vestfjörðum eru frekar tíðar truflanir í flutnings- og dreifikerfinu, enda er þetta víðfeðmt svæði og oft langar vegalengdir á milli þéttbýlisstaða. Vegna þessa hefur víða verið komið upp varaafli sem gengur fyrir olíu, og eru þessar vélar ræstar þegar orkuskerðingar verða. Á Bolungarvík var sett upp varaaflstöð sem keyrir sjálfvirkt upp á mjög stuttum tíma. Varaflstöðvar stytta tímann sem orkuskerðing varir, en eftir sem áður er fjöldi truflana sá sami. Hver truflun sem verður í raforkukerfinu veldur viðskiptavinum óþægindum, en mismiklum eftir lengd orkuskerðingarinnar.

Ein lausnin sem hér hefur verið skoðuð væri að setja upp svipaða „snjallvaraaflstöð“ og er á Bolungarvík á Keldeyri. Það styttir tímann sem truflunin varir en það fækkar ekki truflunartilvikunum, þannig að truflanir sem verða í kerfinu og valda spennurisi/spennufalli eða öðrum óþægindum fækkar ekki þó varaafl sé aukið og ræsingu þess flýtt.

3.2 Áhrif veðurs á áreiðanleika.

Margar einingar flutningskerfisins bila frekar ef veður er vont og oft margfaldast bilanalíkurnar við slíkar aðstæður. Það er því mikilvægt að taka tillit til áhrifa veðurs á áreiðanleika kerfisins.

Einn helsti orsakavaldur truflana á Vestfjörðum er veður. Í þessu verkefni var veður sérstaklega skoðað og áhrif þess á truflanir á línum. Það sem hefur mikil áhrif á líkur á ótiltæki er ef veður eru það slæm eða eru á það stóru svæði að fleiri en ein lína fer út á sama tíma. Þá hefur það minni áhrif á afhendingaröryggið þó að flutningslínum sé fjölgað ef tíðni þess að fleiri línur fara út í einu er há.

Í greiningum á áhrifum veðurs á flutningskerfið á Vestfjörðum kemur fram að á Vestfjörðum eru algengustu veður sem valda truflunum eða bilunum NA-stormar með samslætti og/eða ísingu. Tíðustu truflanirnar eru á MJ1. SA- eða S-veður með samslætti samfara hlýnandi veðri þar sem ísing getur einnig komið við sögu eru álíka algeng tilvik og NA-stormarnir. Þær truflanir verða ekki síður á Geiradalslínu 1 en Mjólkárlínu 1. Í þriðja lagi eru SV-veður með ísingu og samslætti. Hér undir eru einnig truflanir af völdum seltu. Að síðustu eru önnur tilvik af völdum veðurs og þar á meðal truflanir vegna eldinga.

Hér hefur einnig verið farið í truflanaskráningu allt frá árinu 1985 og sérstaklega skoðaðar alvarlegar truflanir, þ.e. þegar stæður hafa brotnað og eignatjón hefur orðið í kerfi Landsnets. Greint hefur verið hvar þessar stóru truflanir hafa orðið á línunum og í ljós kemur að um 73% þessara truflana sem hafa orðið á Vesturlínu eru austan Kollafjarðar. Það þýðir að tenging nýrrar orkuvinnslu í Kollafjörð hefur nokkuð mikil áhrif á afhendingaröryggið á Vestfjörðum.

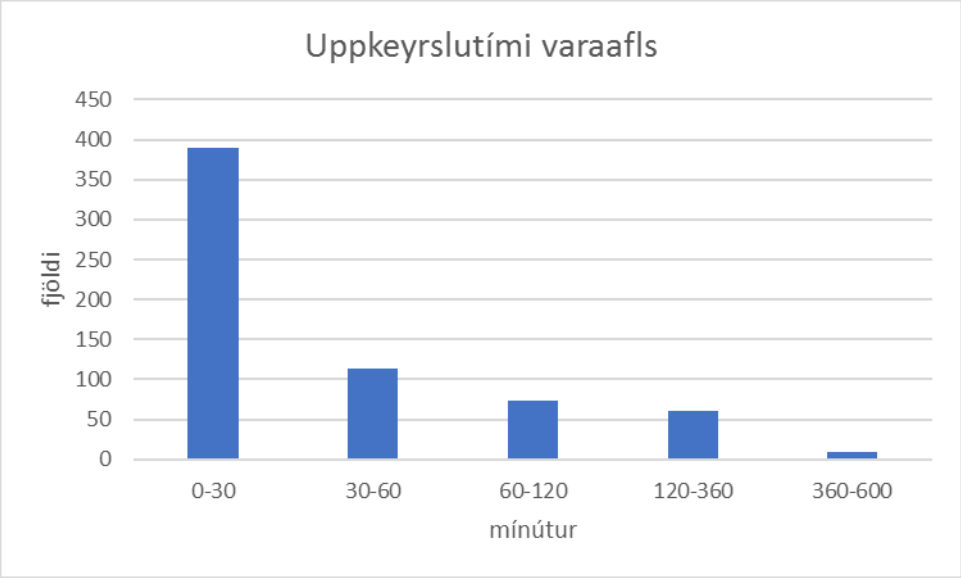
Það veðurlag sem hefur áhrif á bilanalíkurnar kemur sjaldan og varir stutt, en á þessu stutta tímabili margfaldast bilanalíkurnar og líkur á bilunum á fleiri en einni einingu í einu margfaldast einnig.

Í kerfi eins og er á Vestfjörðum, þar sem flutningskerfið samanstendur af loftlínum og veður eru válynd, eru mörg dæmi þess að í vondum veðrum fari margar einingar út í einu.

3.3 Varafl

Á Vestfjörðum eru varaaflstöðvar í flestum þéttbýlisstöðum, í útreikningum hér er reiknað með að nægt varaafl sé til staðar við hverja truflun. Það tekur hefðbundnar varaaflsvélar nokkurn tíma að keyra upp og er hér reiknað með 30 mínútum. Í Bolungarvík er „snjallvaraaflstöð“ sem keyrir sjálfkrafa upp og er hér reiknað með að sú uppkeyrsla taki 3 mínútur. Þegar áhrif „snjallvaraaflstöðvar“ á sunnanverðum Vestfjörðum voru metin var notaður sami tími.

Muninn á hefðbundinni varaaflstöð og „snjallvaraaflstöð“ má skýra með því að sú „snjalla“ ræsir sig sjálfvirkt upp þegar ákveðnar aðstæður skapast í netinu t.d. við truflanir. Hefðbundna varastöð þarf að ræsa handvirkt og fara þarf á staðinn til að keyra hana upp, þetta getur tekið nokkurn tíma t.d. ef truflun verður að nóttu til og bakvaktarmaður er sofandi og þarf að koma sér að stöðinni og setja hana í gang. Til að meta þennan tíma var uppkeyrslutími hefðbundinna varaaflstöðva á Vestfjörðum skoðaður, en í truflanaskráningu Orkubús Vestfjarða er tíminn sem varaaflstöðin fer í gang skráður og einnig sá tími þegar truflunin hefst, mismun á þessum tíma má sjá á mynd 11. Þar sést að flestar varaaflstöðvar eru keyrðar upp á innan við 30 mínútum.



MYND 11 Sá tími sem líður á milli þess sem truflun hefst og vinnsla varaafls hefst.

4 NOKKRAR MISMUNANDI SVIÐSMYNDIR

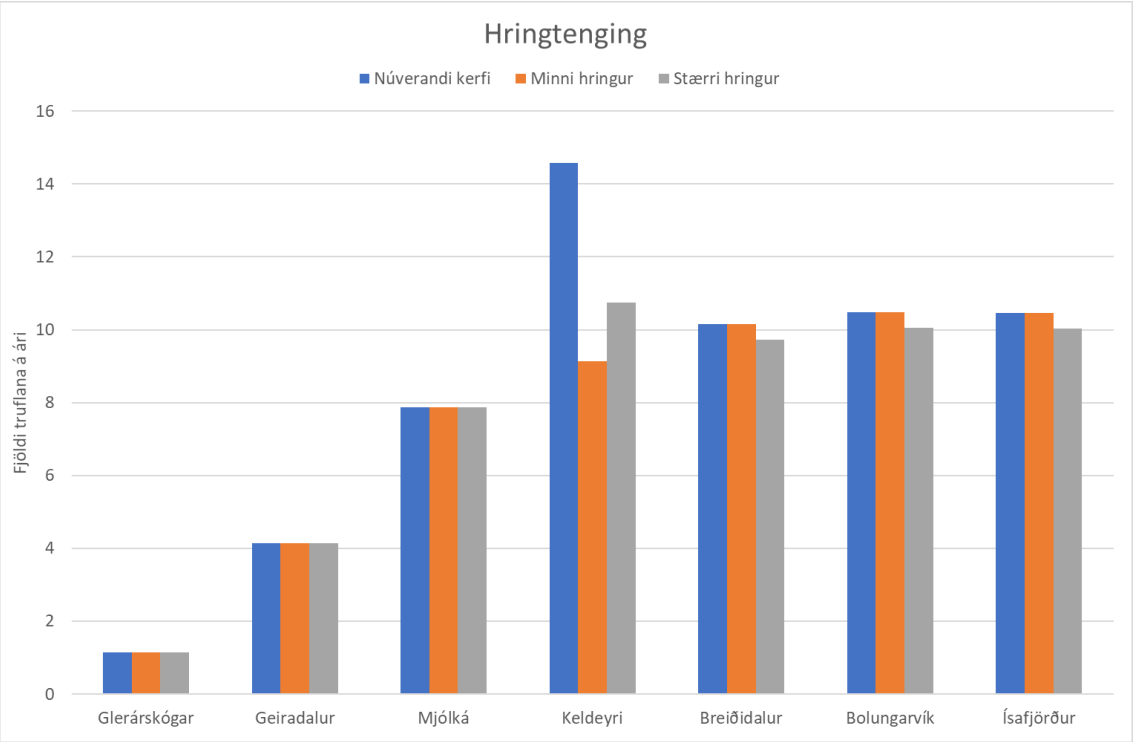
Afhendingaröryggi var reiknað út á afhendingarstöðum á Vestfjörðum fyrir hinar ýmsu sviðsmyndir. Hér á eftir verða sýndar myndir þar sem fram kemur samanburður á áreiðanleika fyrir og eftir þær framkvæmdir sem hér eru skoðaðar.

4.1.1 Hringtenging sunnan- og norðanverðra Vestfjarða

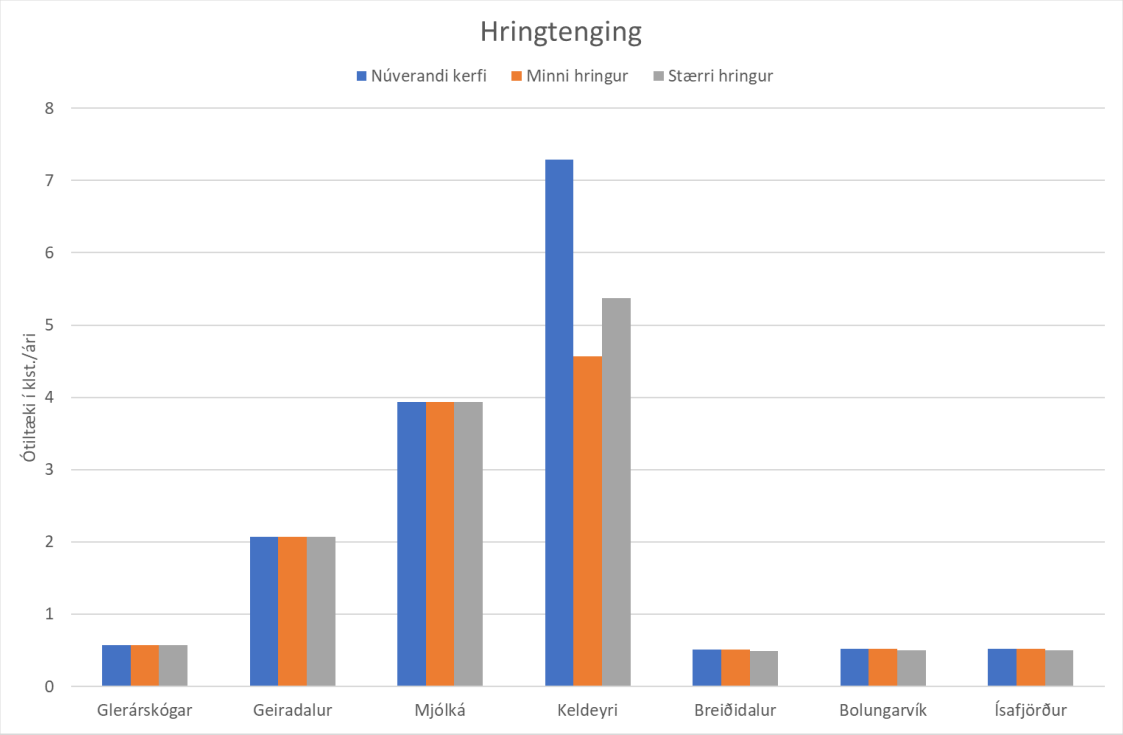
Hér er aðeins litið á minni og stærri hringtenginga á sunnan- og norðanverðum Vestfjörðum.

Á mynd 12 má sjá samanburð á fjölda truflana í núverandi kerfi og í kerfi með minni og stærri hringtengingu.

Eins og sjá má á mynd 13 hafa báðar hringtengingarnar mest áhrif á afhendingaröryggi á Keldeyri. Ef myndir 12 og 13 eru bornar saman sést að fjöldi truflana á norðanverðum Vestfjörðum er mun hærri en ótiltækið og stafar það af því hve skerðing til notenda varir stutt vegna „snjallvaraaflstöðvarinnar“ á Bolungarvík.



MYND 12 Samanburður á fjölda truflana á ári í núverandi kerfi og minni og stærri hringtengingar á sunnanverðum Vestfjörðum.



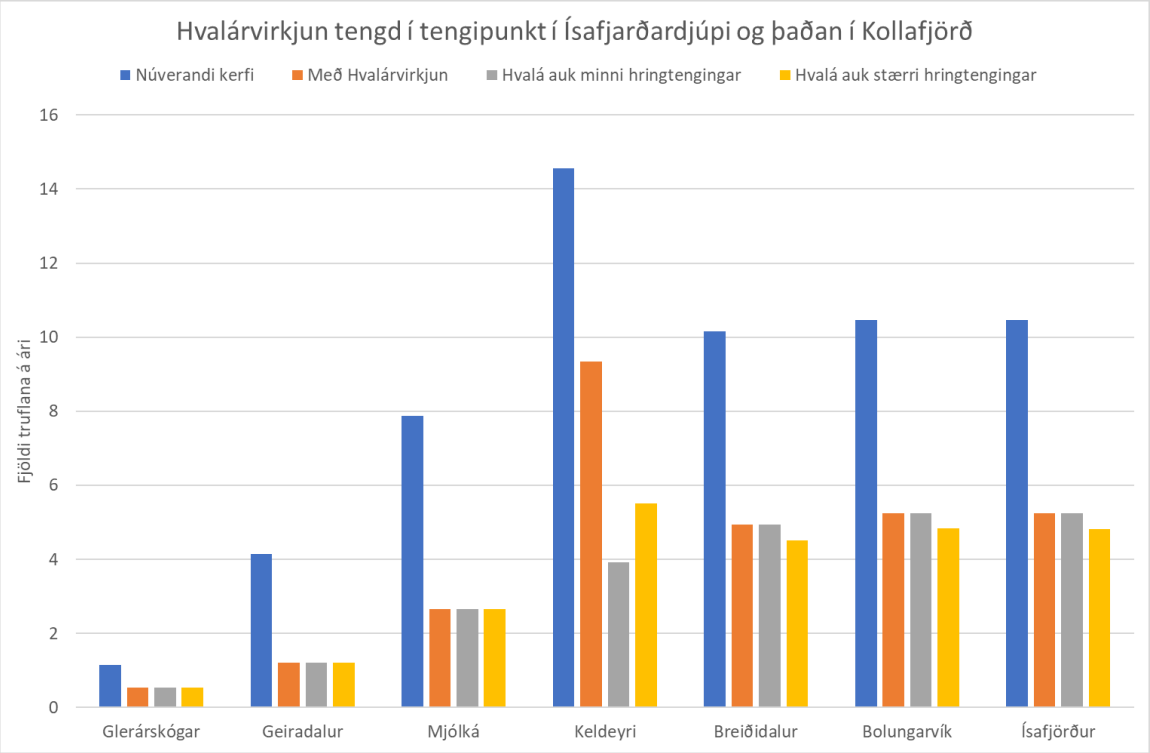
MYND 13 Samanburður á ótiltæki í núverandi kerfi og minni og stærri hringtengingar á sunnanverðum Vestfjörðum.

4.1.2 Ný orkuvinnsla og tenging hennar í tengipunkt í Ísafjarðardjúpi og þaðan í Kollafjörð

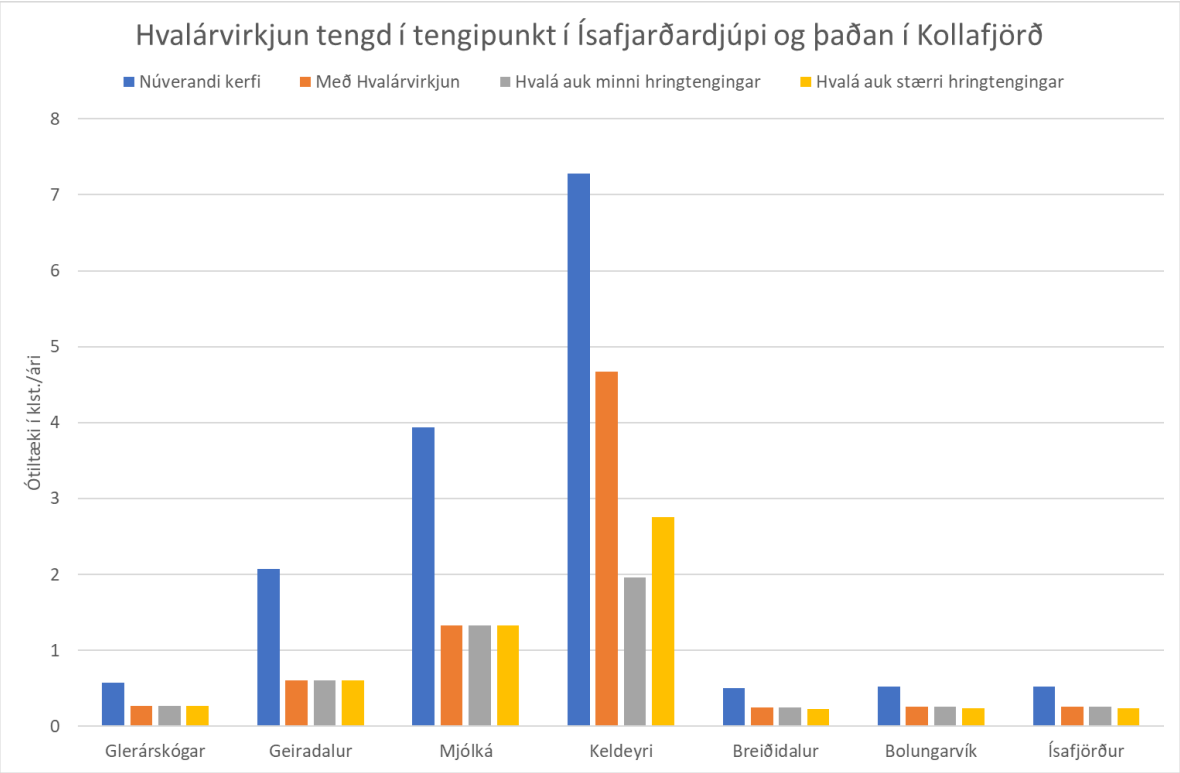
Hér eru skoðuð áhrif nýrrar orkuvinnslu á afhendingaröryggið. Horft er á afhendingaröryggi í núverandi kerfi, kerfi með nýrri orkuvinnslu (Hvalárvirkjun) tengdri í tengipunkt í Ísafjarðardjúpi og þaðan í Kollafjörð, og svo stærri og minni hringtengingar með nýju orkuvinnslunni.

Forsenda útreikninganna eru þær að Hvalárvirkjun geti rekið kerfið á Vestfjörðum ef það einangrast frá meginflutningskerfinu án þess að til truflunar komi á afhendingu raforku.

Á mynd 14 eru sýnd hvaða áhrif á fjölda truflana á Vestfjörðum það hefði að tengja Hvalárvirkjun í tengipunktinn í Djúpinu og þaðan í Kollafjörð.



MYND 14 Áhrif nýrrar orkuvinnslu á fjölda truflana á Vestfjörðum.



MYND 15 Áhrif nýrrar orkuvinnslu á ótiltæki á Vestfjörðum.

Á myndinni sést að tilkoma Hvalárvirkjunar hefur áhrif á afhendingaröryggið um alla Vestfirði. Það stafar af því að ótiltækið í Mjólká minnkar og þar með á öllum afhendingarstöðum sem tengjast Mjólká, en auk þess í Geiradal og Glerárskógum, þar sem þessir afhendingarstaðir eru ekki lengur geislatengdir frá Hrútatungu. Með hringtengingu eykst afhendingaröryggið mest á sunnanverðum Vestfjörðum, en hefur minni áhrif annars staðar.

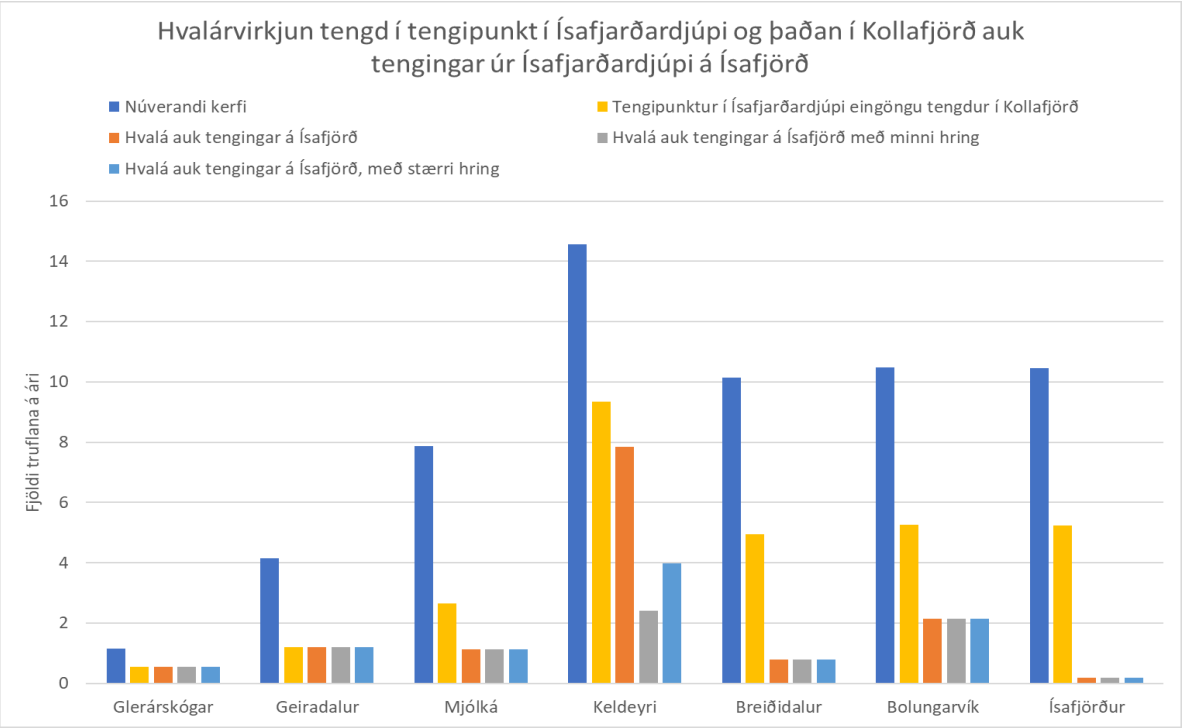
4.1.3 Ný orkuvinnsla og tenging hennar í tengipunkt í Ísafjarðardjúpi og þaðan tenging annars vegar í Kollafjörð og hins vegar á Ísafjörð.

Hér er skoðuð tenging nýrrar orkuvinnslu í tengipunkt í Ísafjarðadjúpi og þaðan í Kollafjörð og hún borin saman við ef tenging úr tengipunkti í Ísafjarðardjúpi til Ísafjarðar kæmi einnig til, og svo með minni og stærri hringtengingu á sunnanverðum Vestfjörðum.

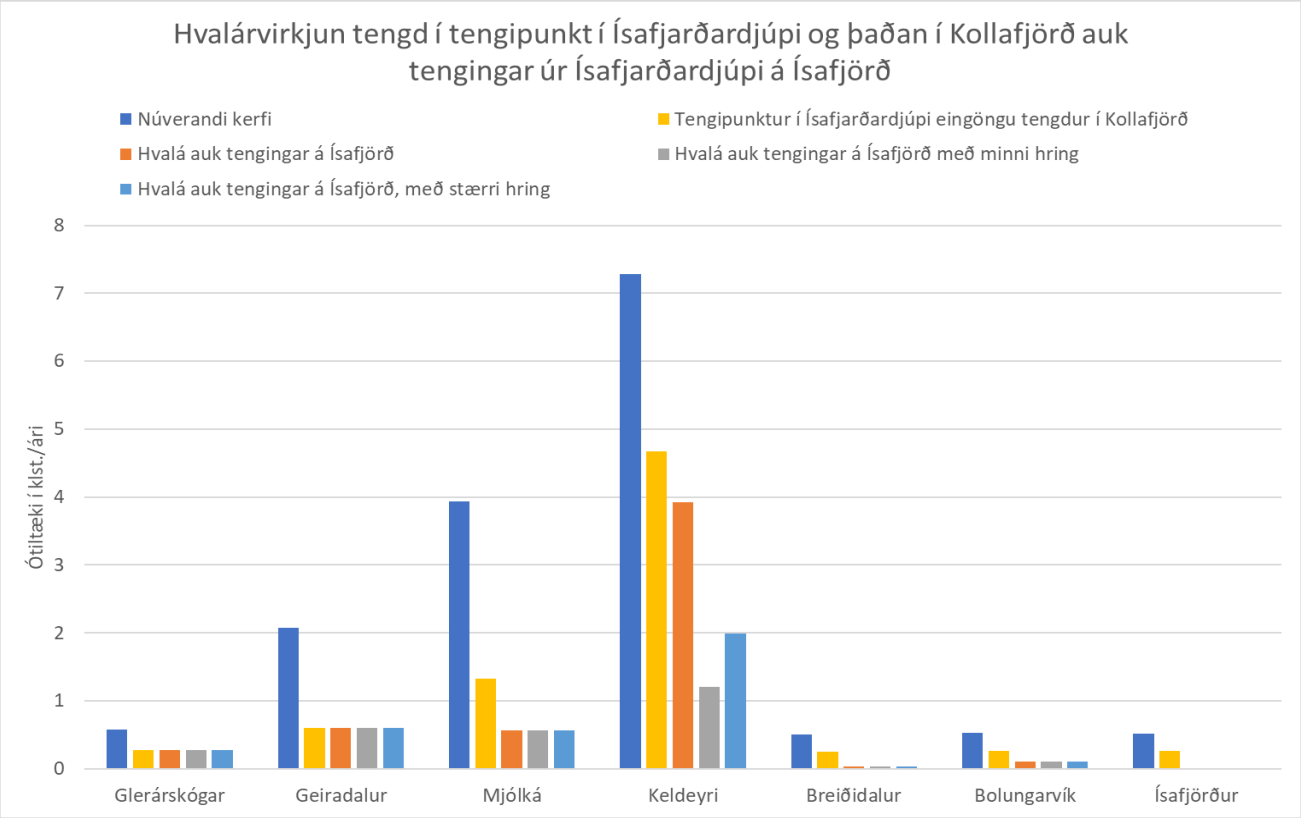
Forsendur útreikninganna eru þær að nýja virkjunin geti rekið kerfið á Vestfjörðum ef það einangrast frá meginflutningskerfinu án þess að til truflunar komi á afhendingu raforku.

Það að tengja frá tengipunkti í Ísafjarðardjúpi til Ísafjarðar hefur mikil áhrif á Ísafirði og á öðrum afhendingaratöðum á norðanverðum Vestfjörðum, en áhrifin eru líka þó nokkur á sunnanverðum Vestfjörðum.

Á mynd 16 eru sýnd hvaða áhrif á fjölda truflana á Vestfjörðum það hefði að tengja nýja orkuvinnslu í í tengipunkt í Ísafjarðardjúpi og áfram í Kollafjörð og frá tengipunkti til Ísafjarðar.



MYND 16 Áhrif þess á fjölda truflana að tengja nýja orkuvinnslu í Ísafjarðardjúp og þaðan bæði á Ísafjörð og í Kollafjörð, auk hringtengingar, borin saman við núverandi kerfi og kerfi með tengipunkt í Ísafjarðardjúpi eingöngu tengdan í Kollafjörð.



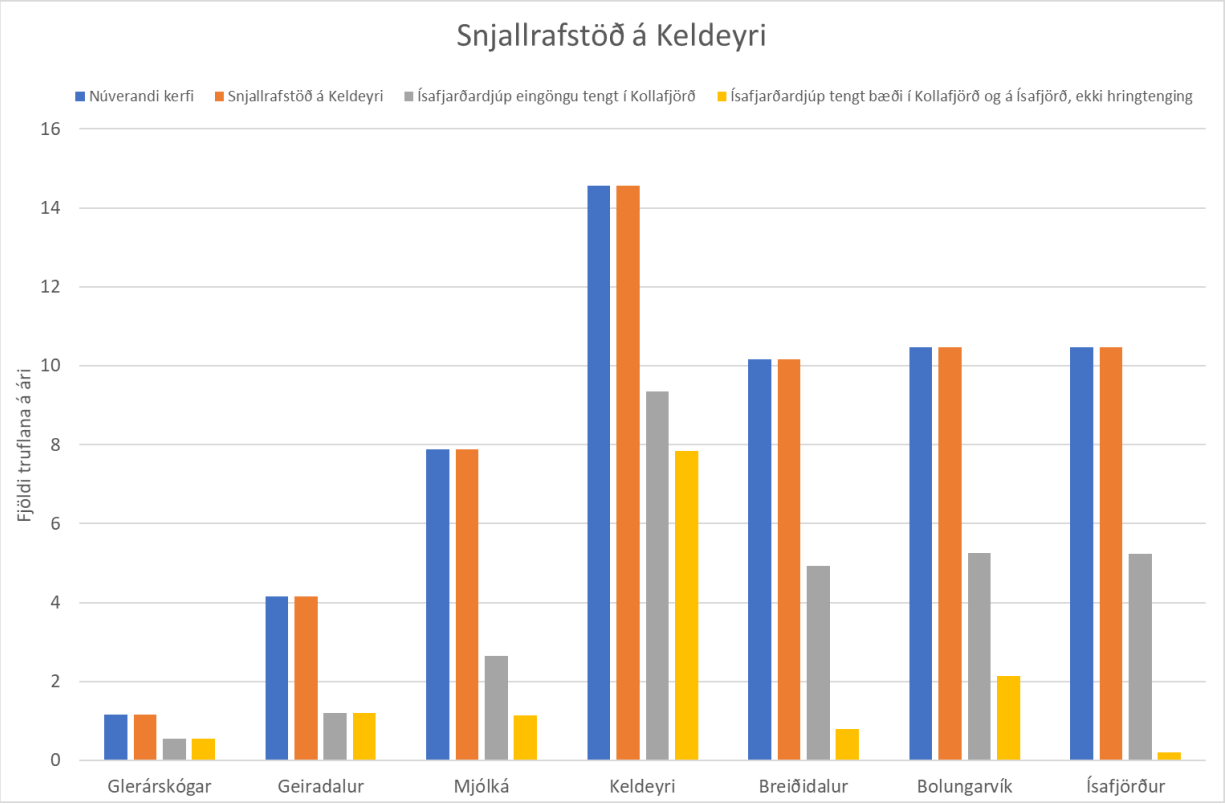
MYND 17 Áhrif þess á ótiltæki að tengja nýja orkuvinnslu í tengipunkt í Ísafjarðardjúpi og þaðan bæði á Ísafjörð og í Kollafjörð, auk hringtengingar, borin saman við núverandi kerfi og kerfi með tengipunkt í Ísafjarðardjúpi eingöngu tengdan í Kollafjörð.

4.1.4 Snjallvaraaflstöð á sunnanverðum Vestfjörðum.

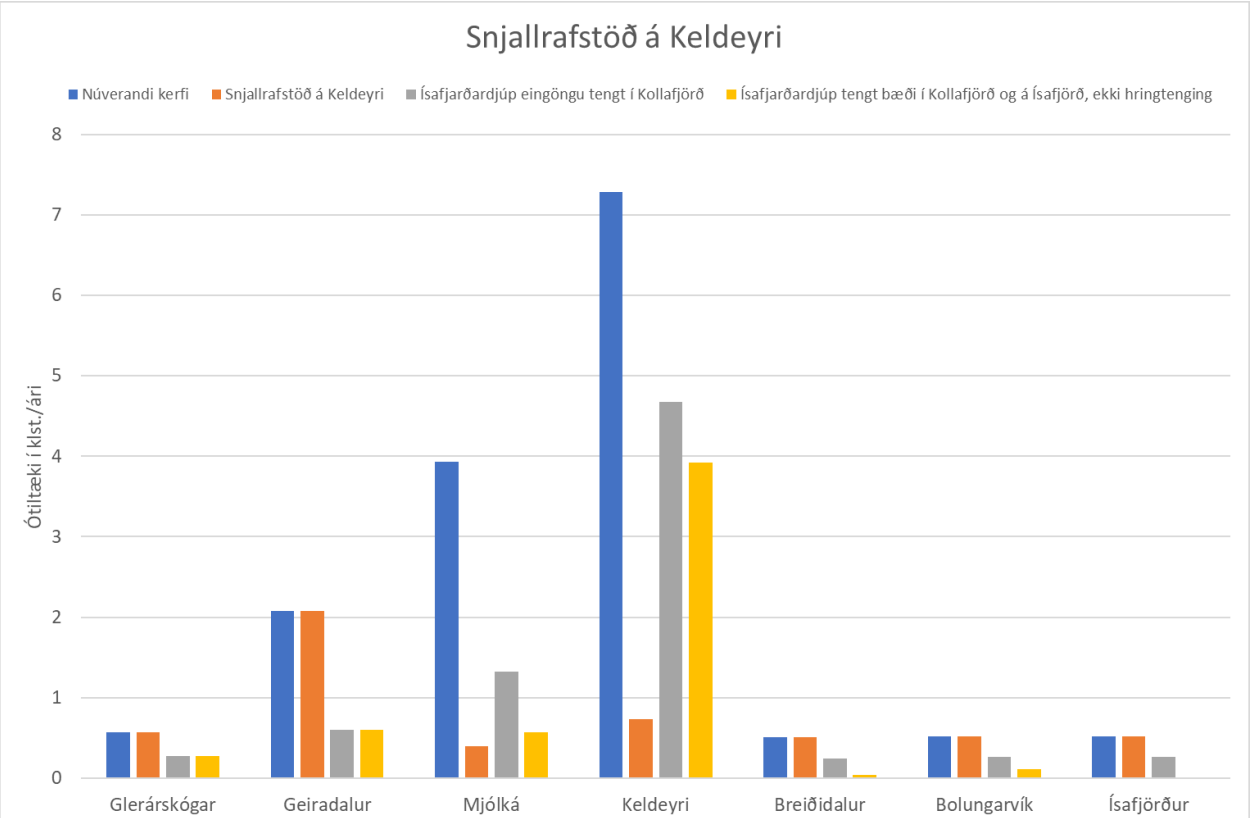
Með því að setja snjallvaraaflstöð á Keldeyri batnar ótiltækið þar til muna, en fjöldi truflana er sá sami. Það sem breytist með tilkomu snjallvaraaflstöðvar er að mjög stuttan tíma tekur að ræsa hana og því hefur það mikil áhrif á skerðingu og ótiltæki á svæðinu.

Á mynd 18 sjást áhrif snjallvaraaflstöðvar á fjölda truflana á afhendingarstöðum á Vestfjörðum. Eins og sést hefur stöðin engin áhrif á fjölda truflana.

Á mynd 19 sjást áhrif þess á ótiltæki að setja snjallvaraaflstöð og svo til viðbótar að tengja tengipunkt í Ísafjarðardjúpi auk nýrrar aflsvinnslu, annars vegar í Kollafjörð og hins vegar á Ísafjörð.



MYND 18 Samanburður á fjölda truflana í núverandi kerfi, með snjallvaraaflstöð á Keldeyri og í kerfi með nýrri orkuvinnslu tengdri í tengipunkt í Ísafjarðardjúpi og áfram í Kollafjörð .



MYND 19 Samanburður á ótiltæki í núverandi kerfi, með snjallvaraaflstöð á Keldeyri og í kerfi með nýrri orkuvinnslu.

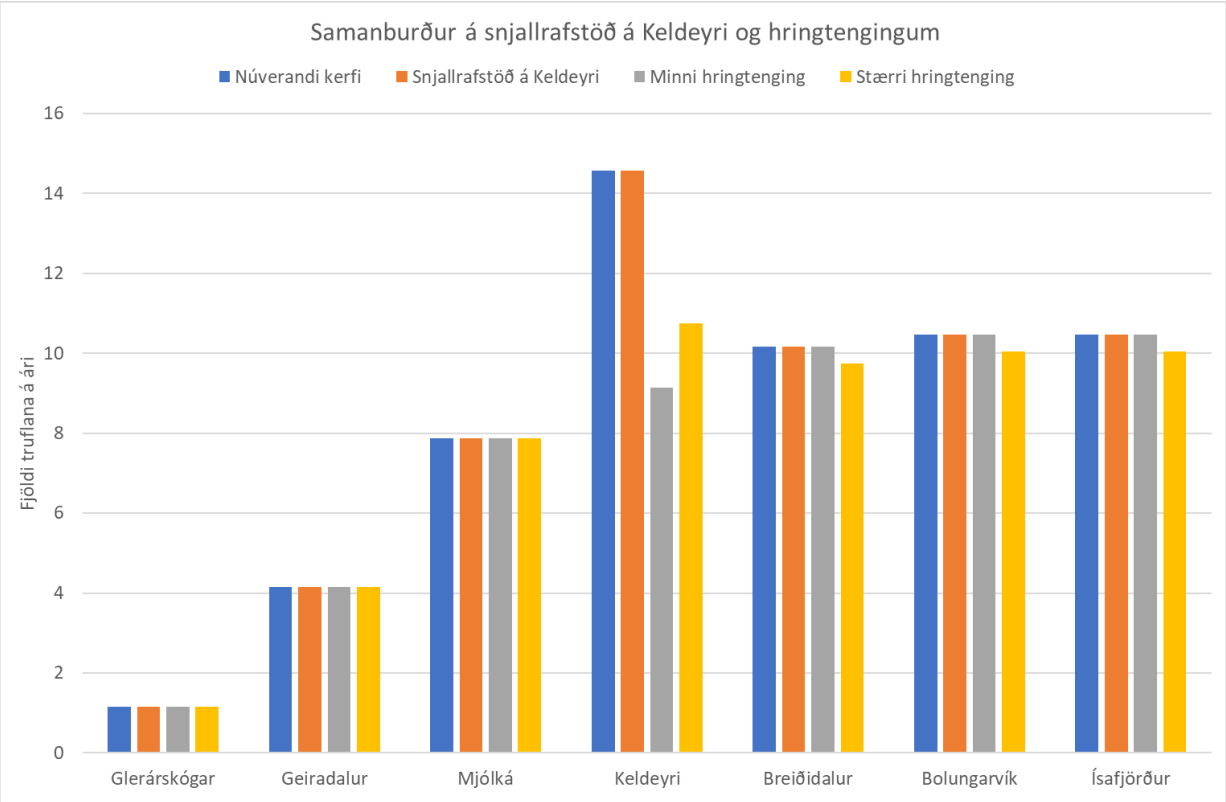
4.1.5 Samanburður á snjallvaraaflstöð, nýrri orkuvinnslu með Ísafjarðardjúpi tengt í Kollafjörð og hringtengingum á sunnanverðum Vestfjörðum.

Borin voru saman áhrif á afhendingaröryggi að setja snjallvaraaflstöð á Keldeyri, tengja nýja orkuvinnslu í tengipunkt í Ísafjarðardjúpi og áfram í Kollafjörð og að hringtengja sunnanverða Vestfirðina.

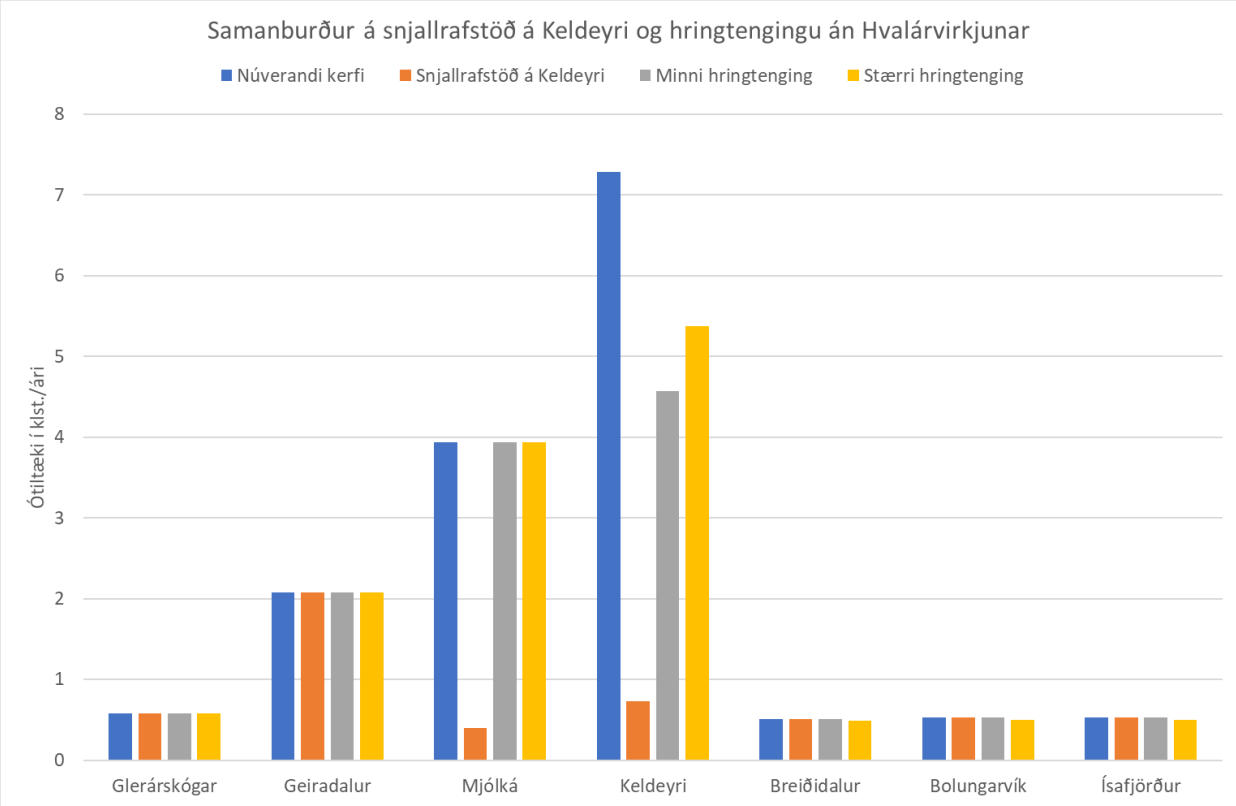
Á mynd 20 má sjá samanburð á áhrif þess á fjölda truflana á afhendingarstöðum að setja snjallvaraaflstöð á Keldeyri.

Á mynd 21 sést að snjallvaraaflstöð hefur mest áhrif á ótiltækið á Keldeyri og hefur mun meiri áhrif á ótiltæki þar en ef sunnan- og norðanverðir Vestfirðir væru hringtengdir. En hafa þarf í huga að snjallvaraaflstöð hefur áhrif á lengd straumleysis en fjöldi truflana er óbreyttur.

Forsenda útreikninganna eru þær að Hvalárvirkjun geti rekið kerfið á Vestfjörðum ef það einangrast frá meginflutningskerfinu án þess að til truflunar komi á afhendingu raforku.



MYND 20 Samanburður á fjölda truflana á ári í núverandi kerfi og með snjallvaraaflstöð á Keldeyri og hringtengingu á sunnanverðum Vestfjörðum.



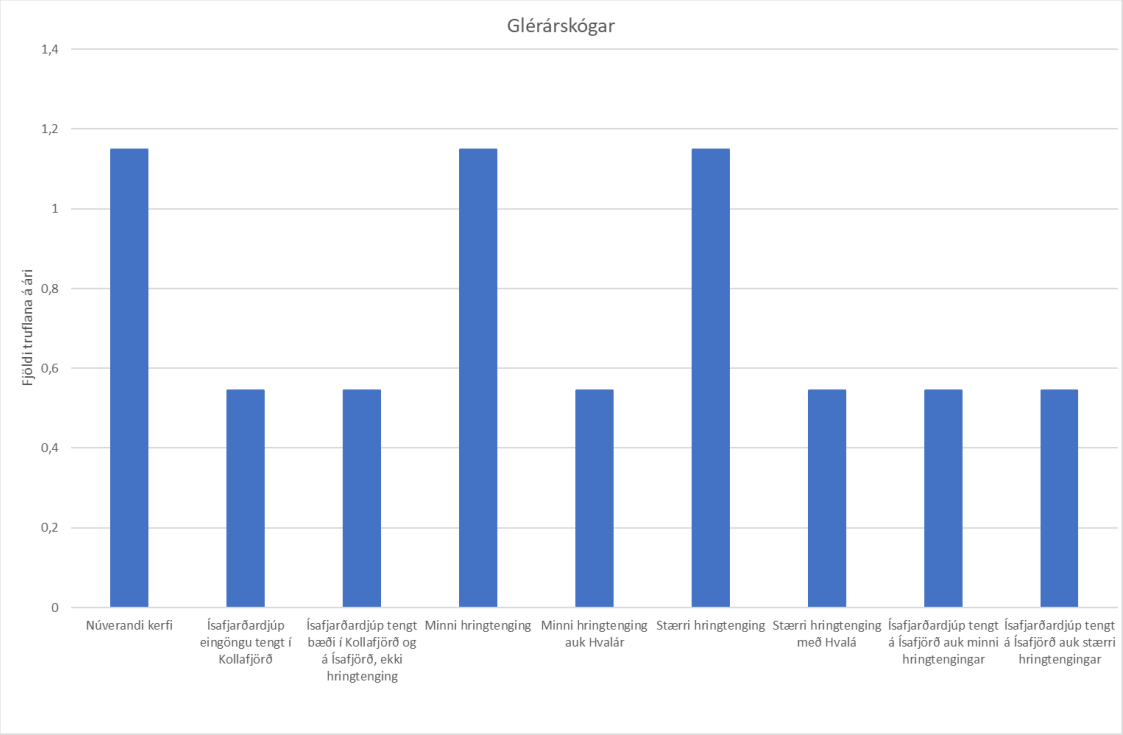
MYND 21 Ótiltæki í núverandi kerfi borin saman við kerfi með snjallvararafstöð á keldeyri og hringtengingu á sunnanverðum Vestfjörðum.

5 NIÐURSTÖÐUR

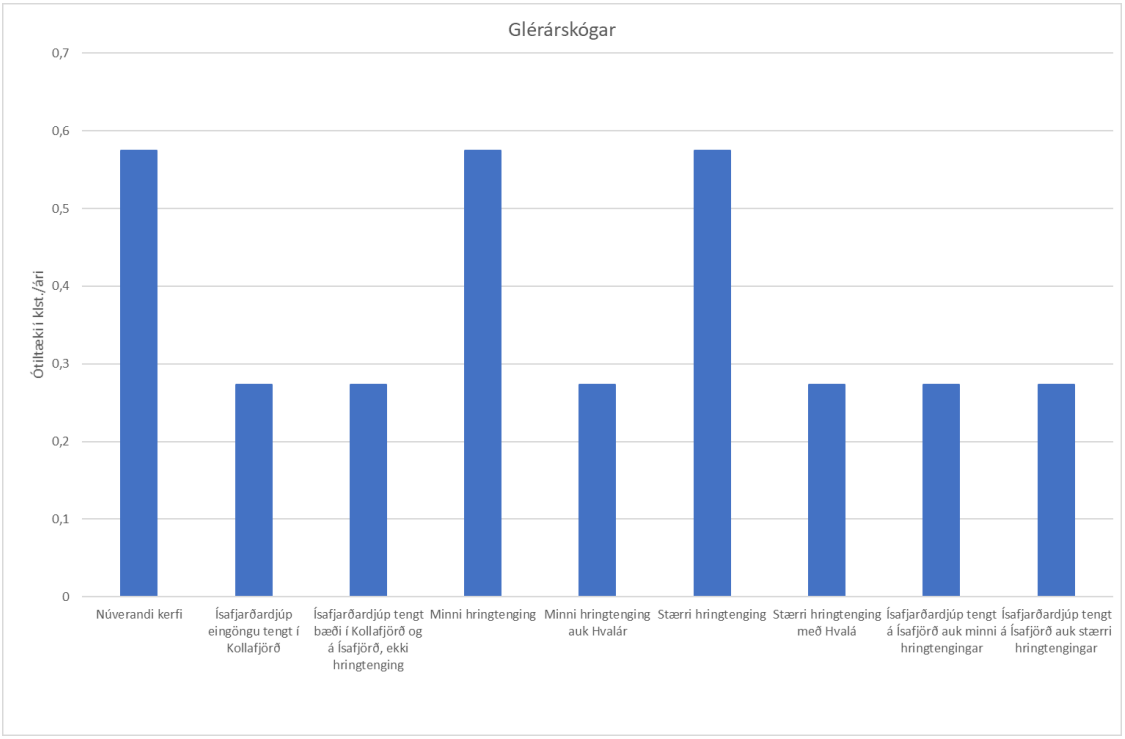
Ljóst er að allar þær sviðsmyndir sem hafa verið skoðaðar hér bæta afhendingaröryggið á öllum afhendingarstöðum á Vestfjörðum og einnig í Dalasýslu. Hver sviðsmynd hefur mismikil áhrif á hvern afhendingarstað fyrir sig. Afhendingarstaðirnir eru ólíkir og sú lausn sem er „best“ með tilliti til afhendingar á einum stað er það ekki endilega á öðrum stað.

5.1 Glerárskógar

Í Glerárskógum er það aðeins tilkoma nýrrar orkuvinnslu sem minnkar ótiltækið og fækkar truflunum, en aðrar breytingar í kerfinu á Vestfjörðum hafa ekki áhrif.



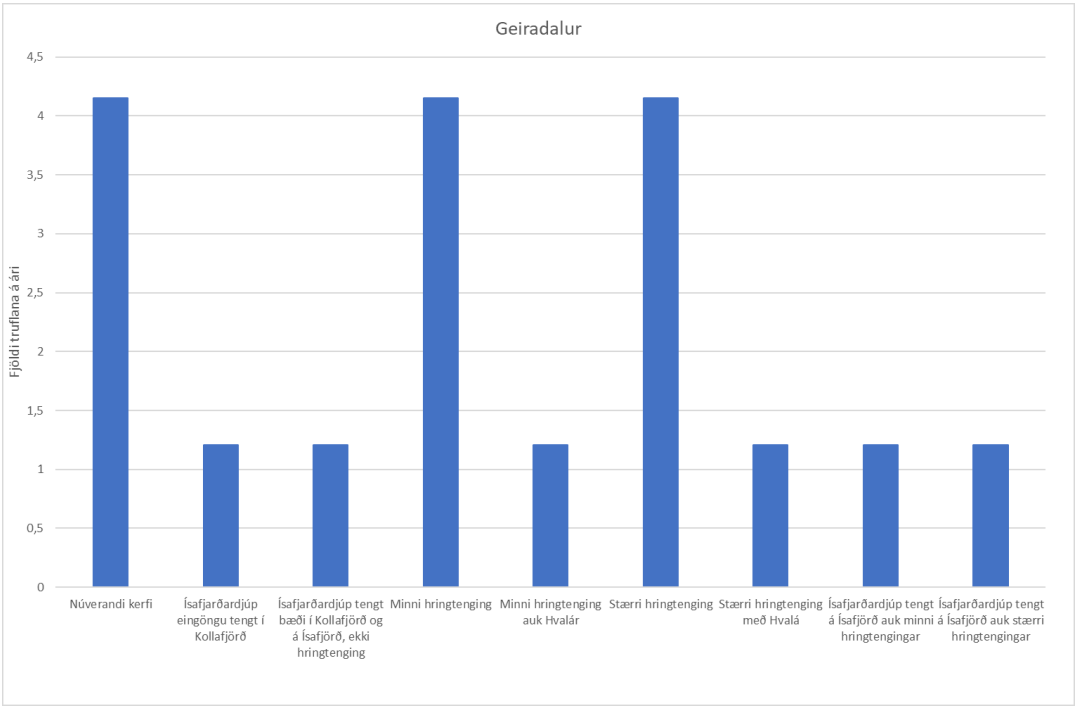
MYND 22 Fjöldi truflana á Glerárskógum í mismunandi sviðsmyndum.



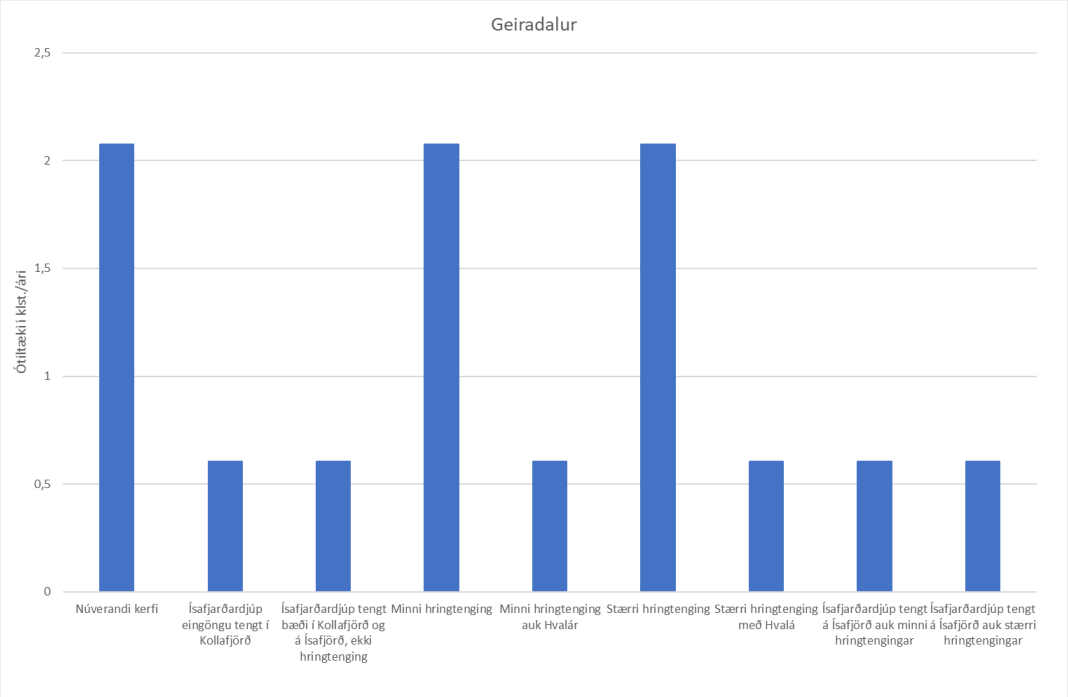
MYND 23 Ótiltæki á Glerárskógum í mismunandi sviðsmyndum.

5.2 Geiradalur

Á Geiradal minnkar tilkoma nýrrar orkuvinnslu ótiltækið og fækkar truflunum, en aðrar breytingar hafa ekki áhrif.



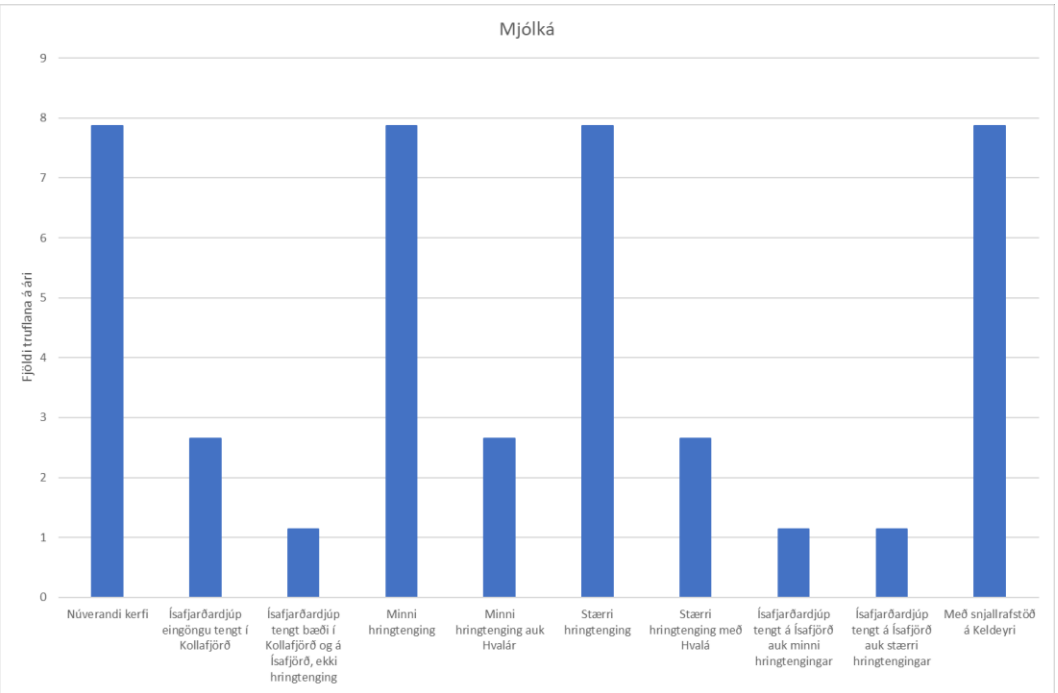
MYND 24 Ótiltæki á Geiradal í mismunandi sviðsmyndum.



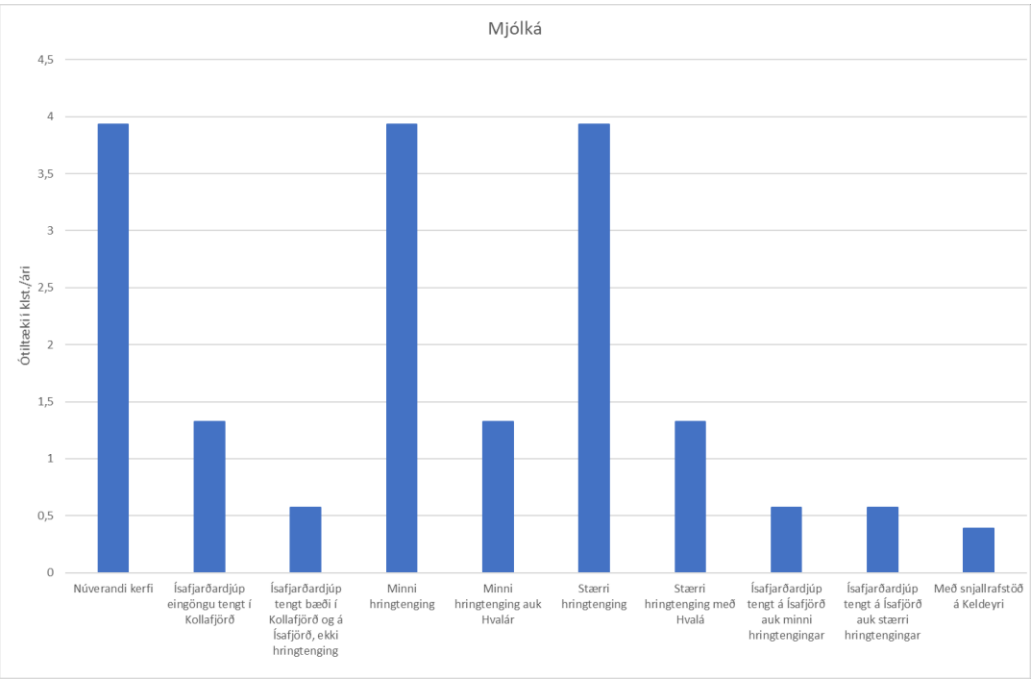
MYND 25 Ótiltæki á Geiradal í mismunandi sviðsmyndum.

5.3 Mjólká

Ef mynd 27 er skoðuð sést að ótiltæki í Mjólká er tæplega 4 klukkustundir árlega í núverandi kerfi, þá er það tilkoma nýrrar orkuvinnslu, sem tengist í Kollafirði, sem hefur áhrif á að minnka ótiltækið, stærri og minni hringtenging á Vestfjörðum hafa ekki áhrif, en með því að tengja úr Djúpi til Ísafjarðar batnar tiltækið enn frekar. Einnig hefði tilkoma snjallvaraaflstöðvar á Keldeyri mikil áhrif á ótiltækið en engin áhrif á fjölda truflana.



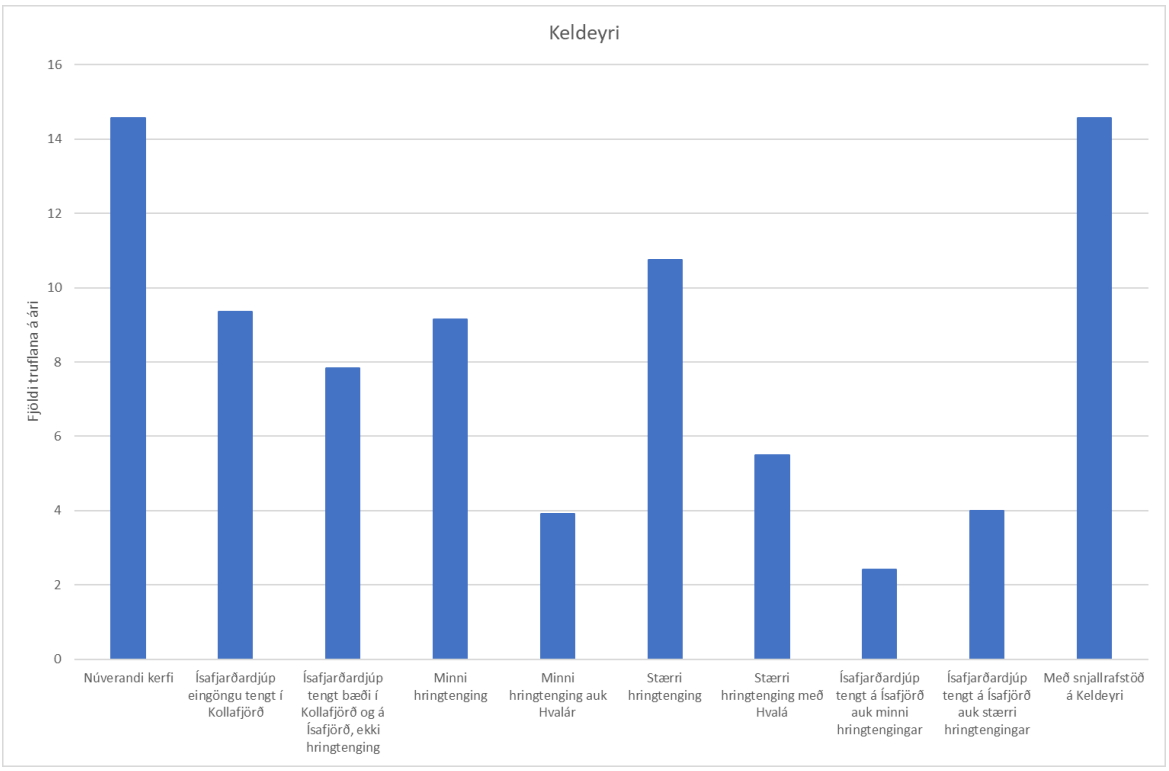
MYND 26 Fjöldi truflana í Mjólká í mismunandi sviðsmyndum.



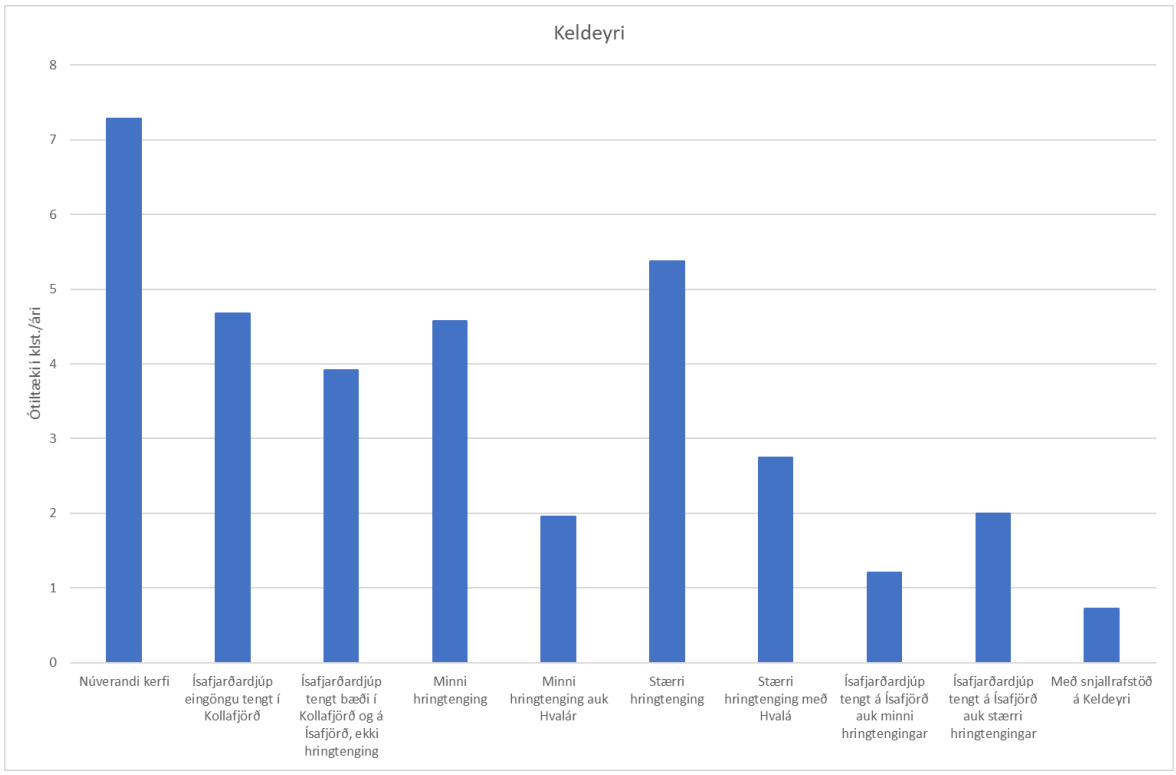
MYND 27 Ótiltæki í Mjólká í mismunandi sviðsmyndum.

5.4 Keldeyri

Ótiltæki á Keldeyri er rúmlega 7 klukkustundir árlega í núverandi kerfi. Sviðsmyndirnar hafa mismikil áhrif á ótiltækið á Keldeyri en tilkoma snjallvaraaflstöðvar á sunnanverðum Vestfjörðum hefur mest áhrif ef aðeins er horft á ótiltækið, en fjöldi truflana er sá sami og í núverandi kerfi. Ef horft er til ótiltækis eru hringtengingarnar og tilkoma nýrrar orkuvinnslu inn á kerfið í Kollafirði bestu kostirnir.



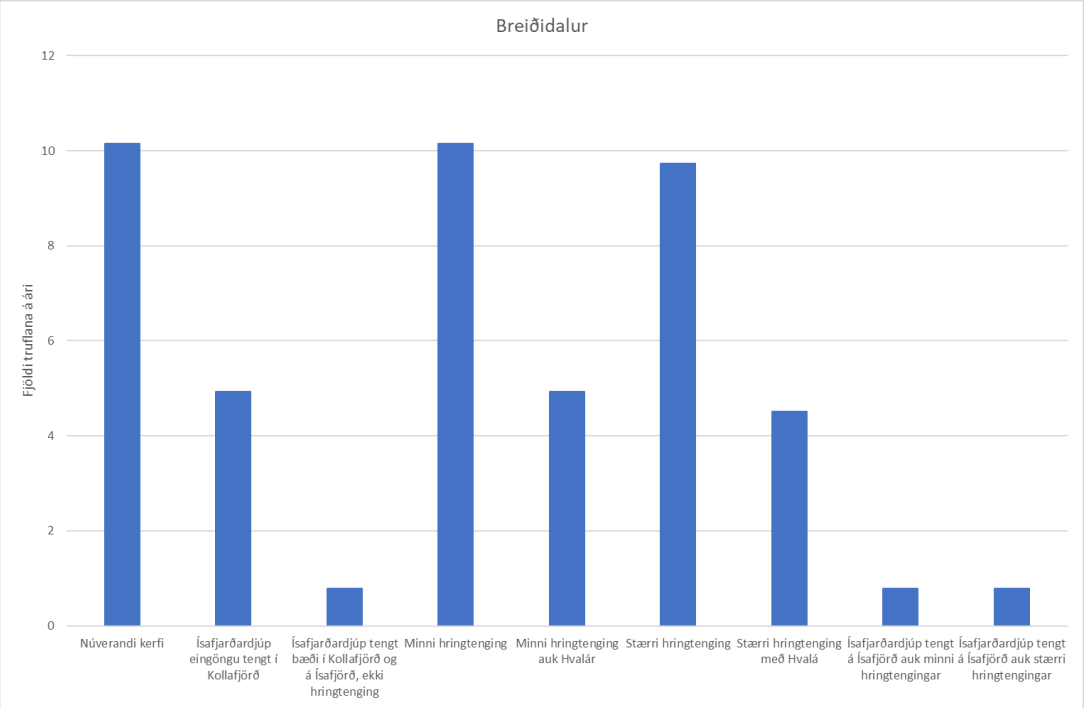
MYND 28 Fjöldi árlegra truflana á Keldeyri í mismunandi sviðsmyndum.



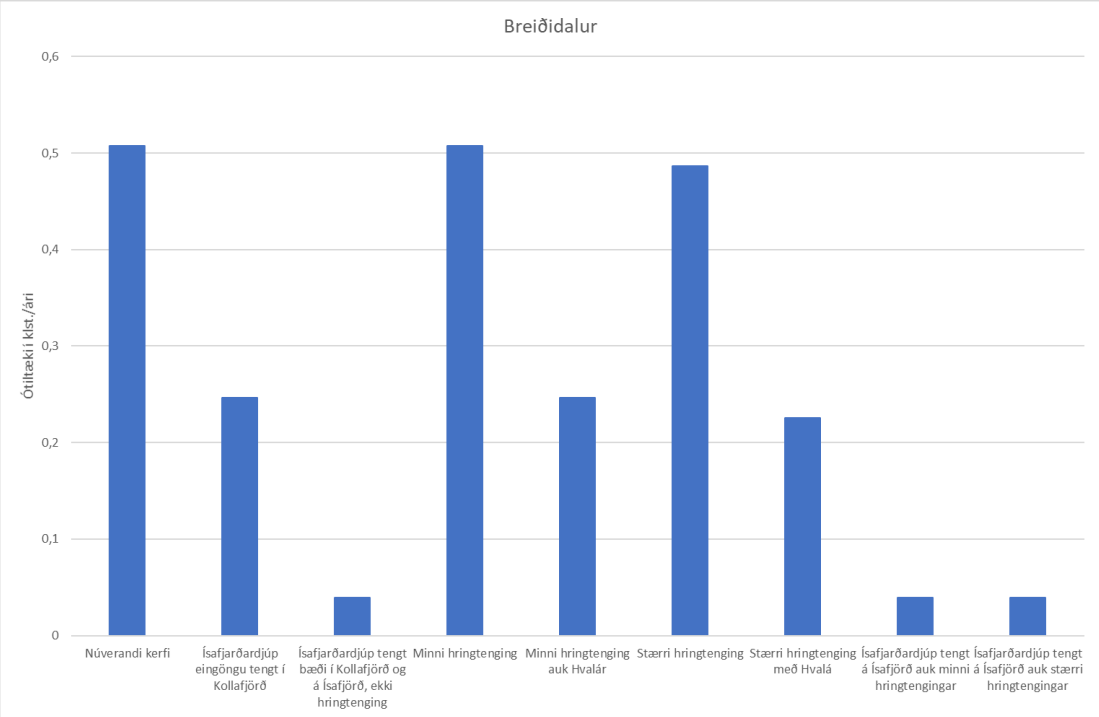
MYND 29 Ótiltæki á Keldeyri í mismunandi sviðsmyndum.

5.5 Breiðidalur

Ótiltæki í Breiðadal er rúmlega hálf klukkustund árlega í núverandi kerfi. Ný orkuvinnsla ásamt tengingu frá Djúpi inn á Ísafjörð hafa mest áhrif á ótiltækið í Breiðadal.



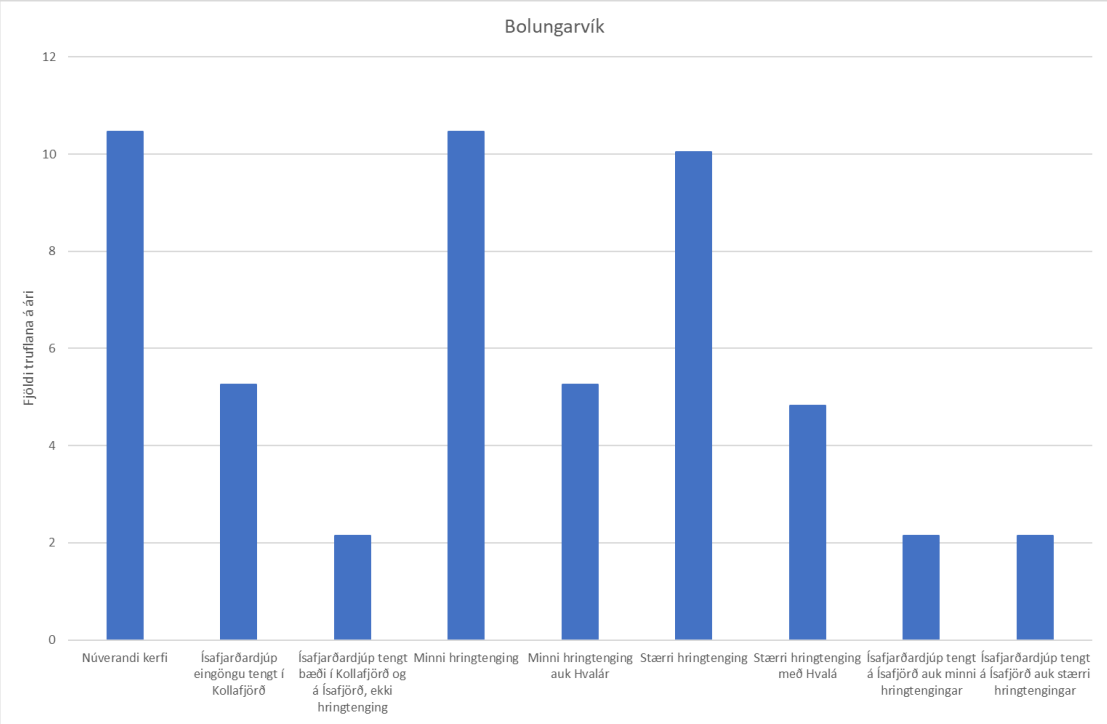
MYND 30 Fjöldi truflana í Breiðadal í mismunandi sviðsmyndum.



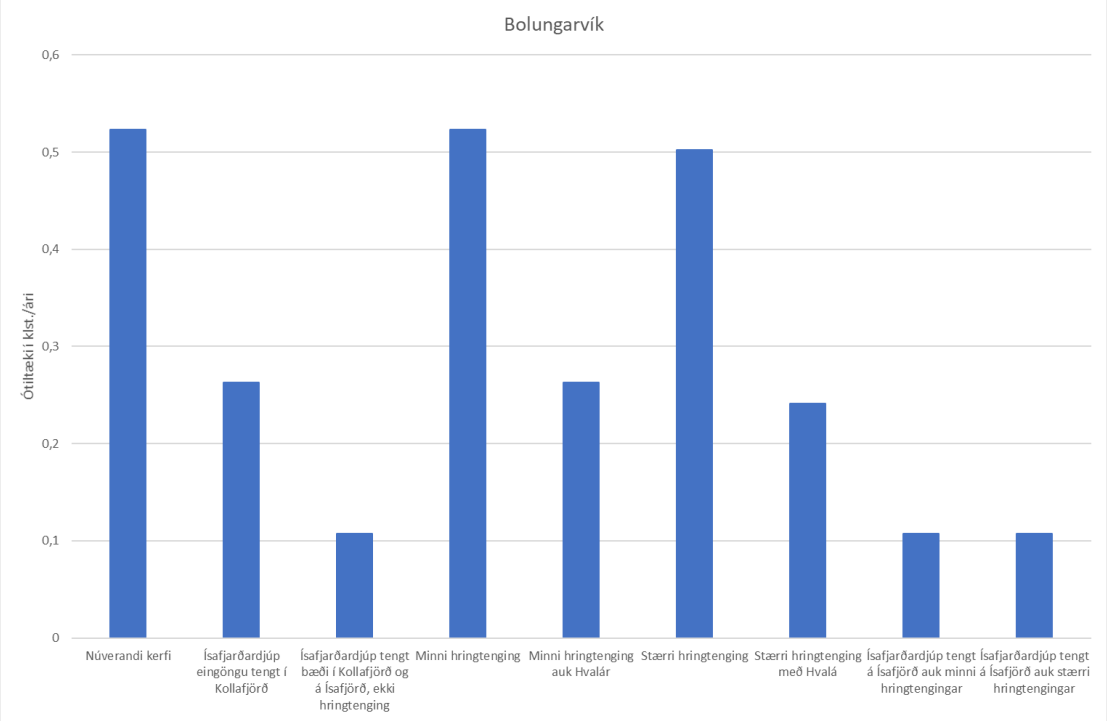
MYND 31 Ótiltæki í Breiðadal í mismunandi sviðsmyndum.

5.6 Bolungarvík

Ótiltæki í Bolungarvík er rúmlega hálf klukkustund árlega í núverandi kerfi. Ný orkuvinnsla ásamt tengingu frá Djúpi inn á Ísafjörð hafa mest áhrif á ótiltækið í Bolungarvík.



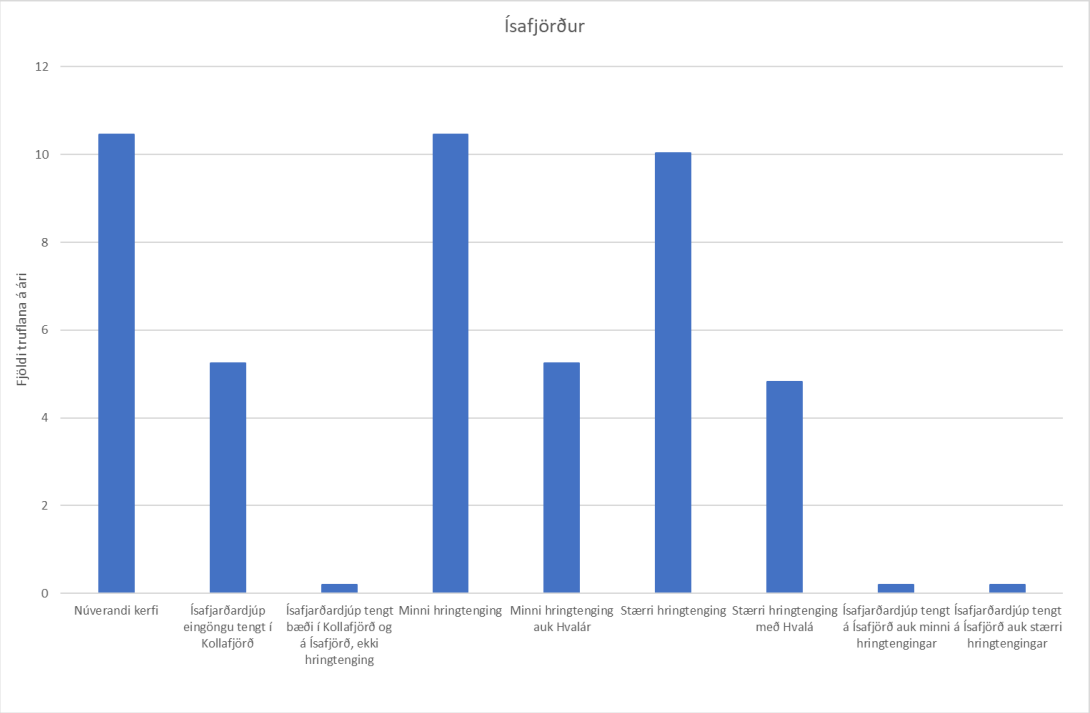
MYND 32 Ótiltæki á Bolungarvík í mismunandi sviðsmyndum.



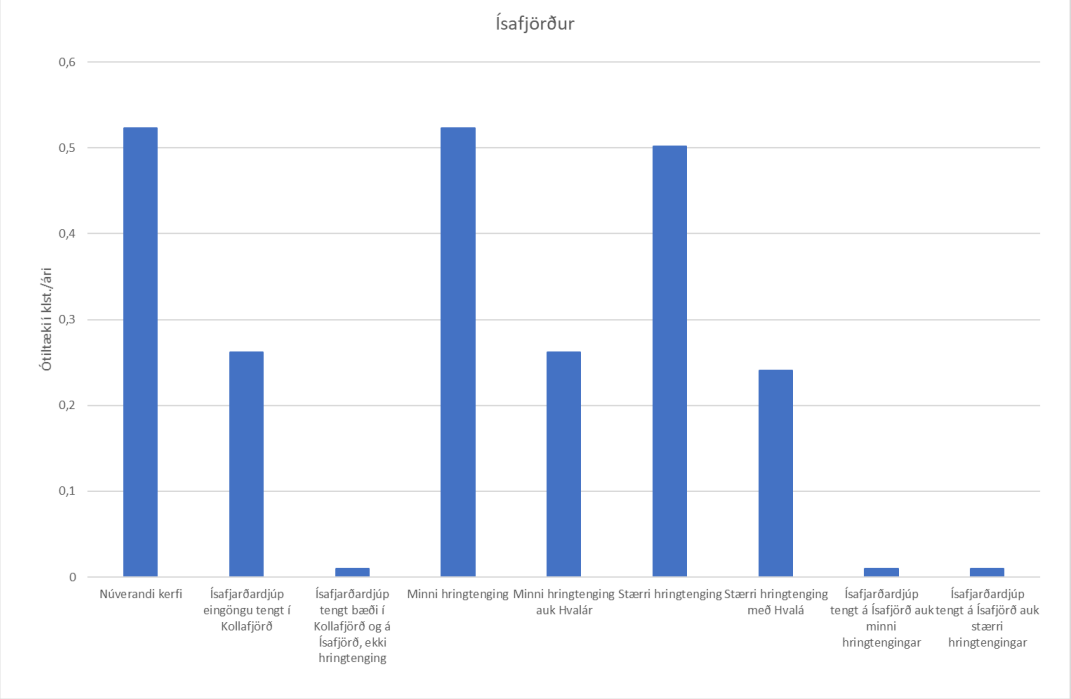
MYND 33 Ótiltæki á Bolungarvík í mismunandi sviðsmyndum.

5.7 Ísafjörður

Ótiltæki á Ísafirði er rúmlega hálf klukkustund árlega í núverandi kerfi. Ný orkuvinnsla ásamt tengingu frá Djúpi inn á Ísafjörð hafa mest áhrif á ótiltækið þar.



MYND 34 Fjöldi truflana á Ísafirði í mismunandi sviðsmyndum.



MYND 35 Ótiltæki á Ísafirði í mismunandi sviðsmyndum.

6 HEIMILDASKRÁ

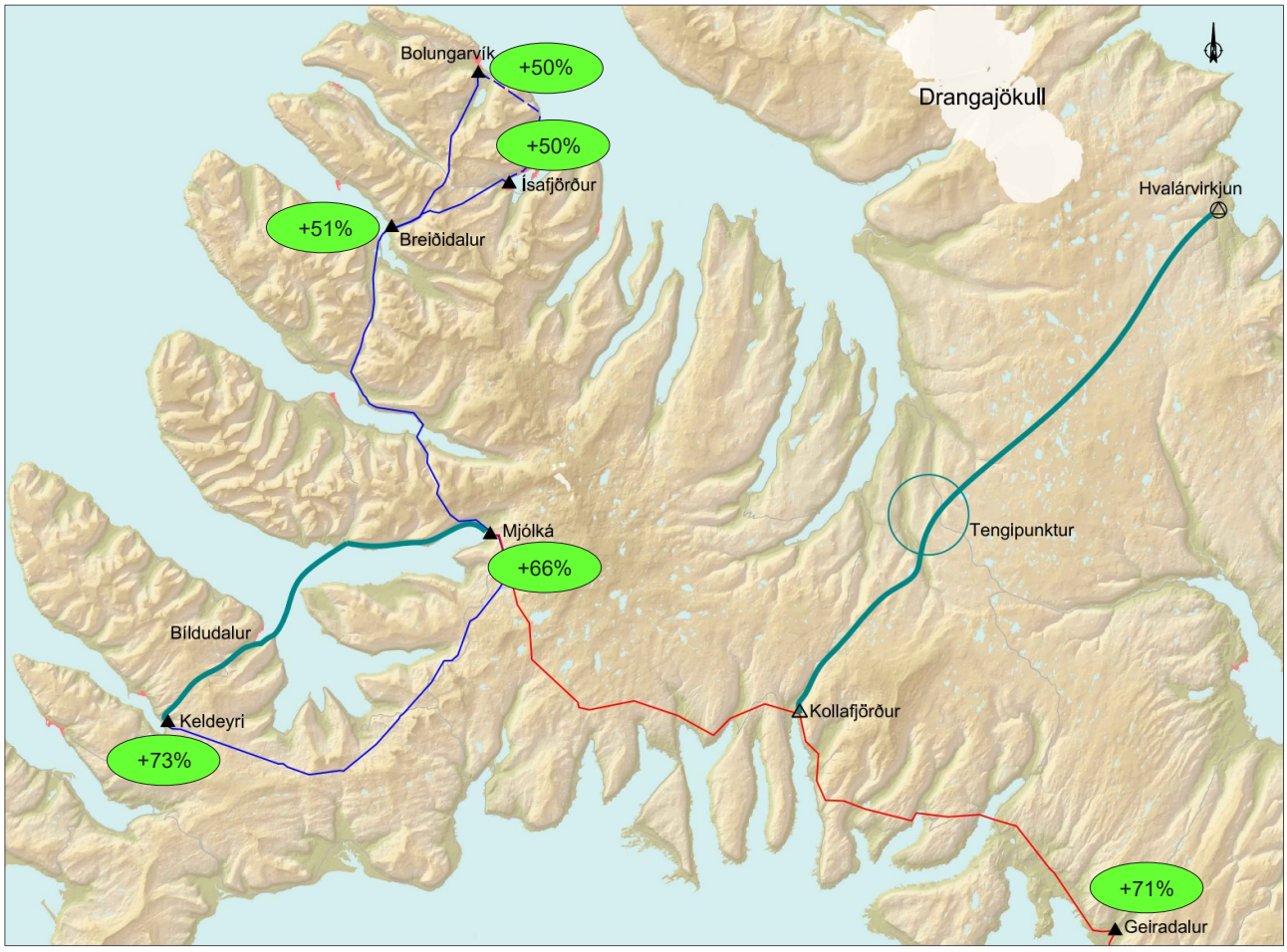
[1] Orkustofnun, Raforkuspá 2017-2050, „Endurreikningur á spá frá 2015 út frá nýjum gögnum og breyttum forsendum. Orkuspárnefnd OS 2017/01, ISBN 9789979684220 https://orkustofnun.is/gogn/Skyrslur/OS-2017/OS-2017-01.pdf

[2] Greiðslur Landsnets vegna varaaflsnotkunar árið 2014. Útgáfa 8. 02.1.2014

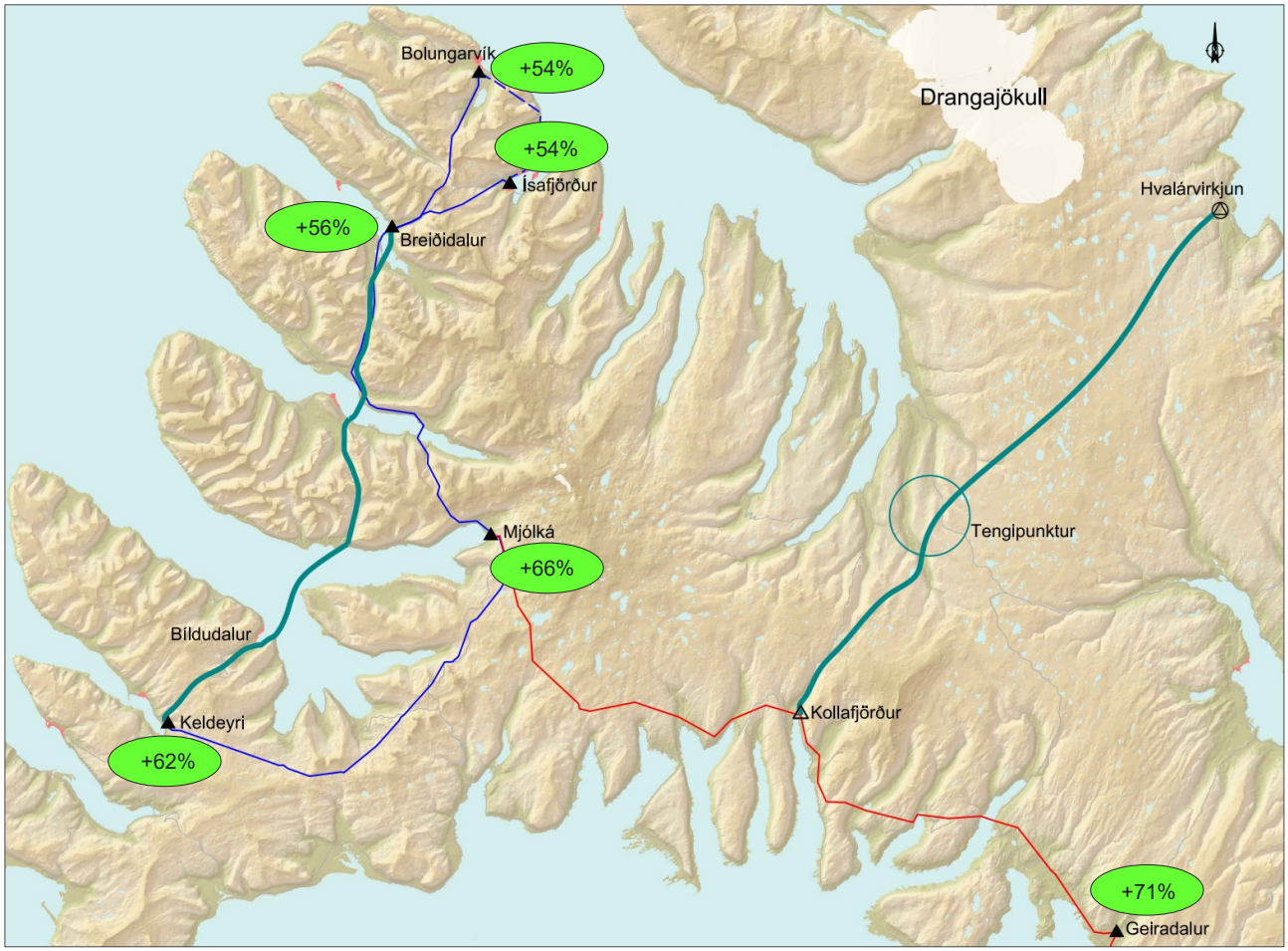
[3] START hópurinn: Ýmis gögn úr rekstrartruflanaskránni. http://truflun.is/

7 VIÐAUKI 1

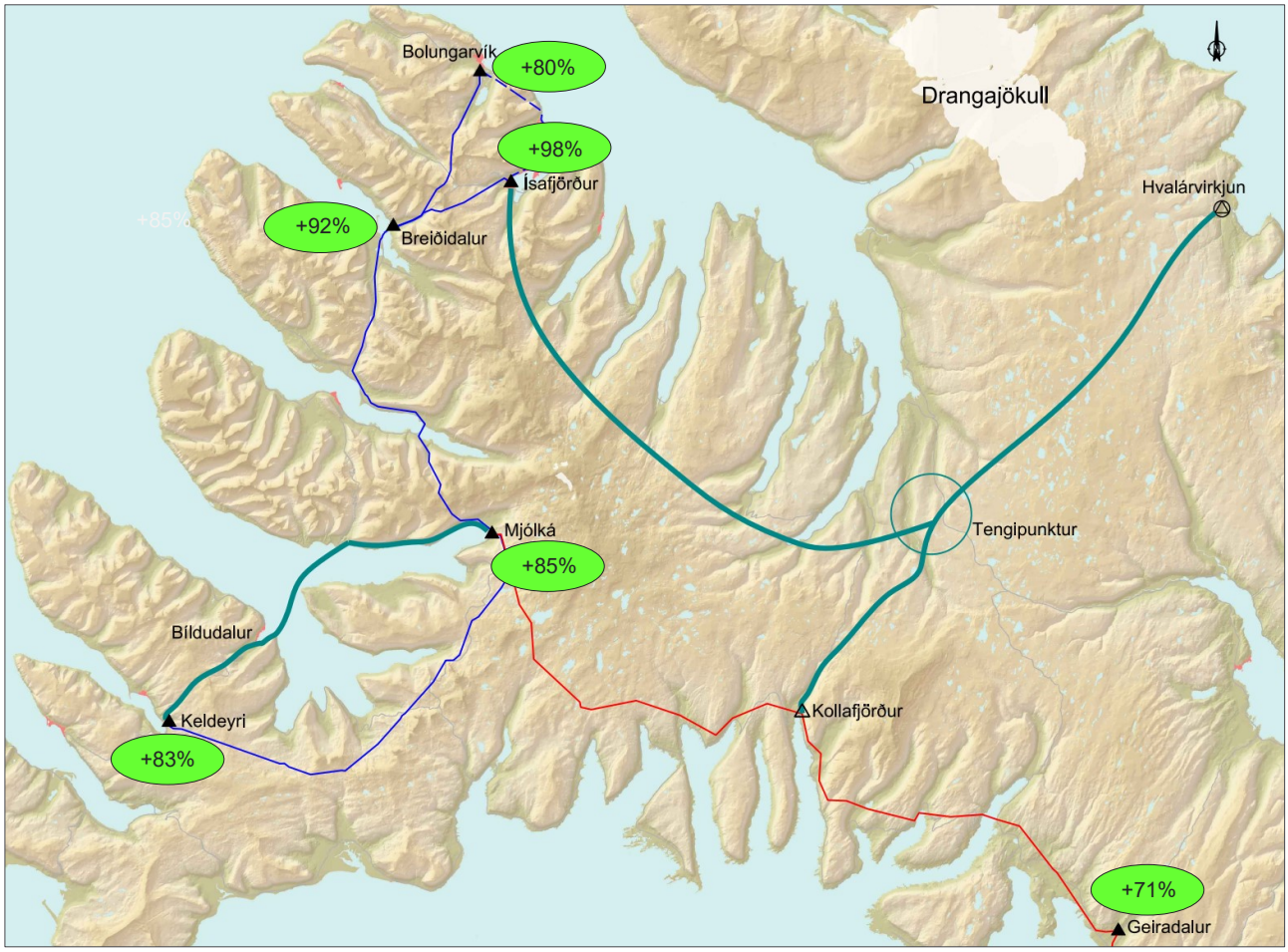
Í skýrslunni er talað um nokkrar mismunandi samsetningar á tengingum. Hér í þessum Viðauka verða sýndar myndir af ýmsum samsetningum og hlutfallsleg áhrif þeirra á ótiltæki á afhendingastöðum.



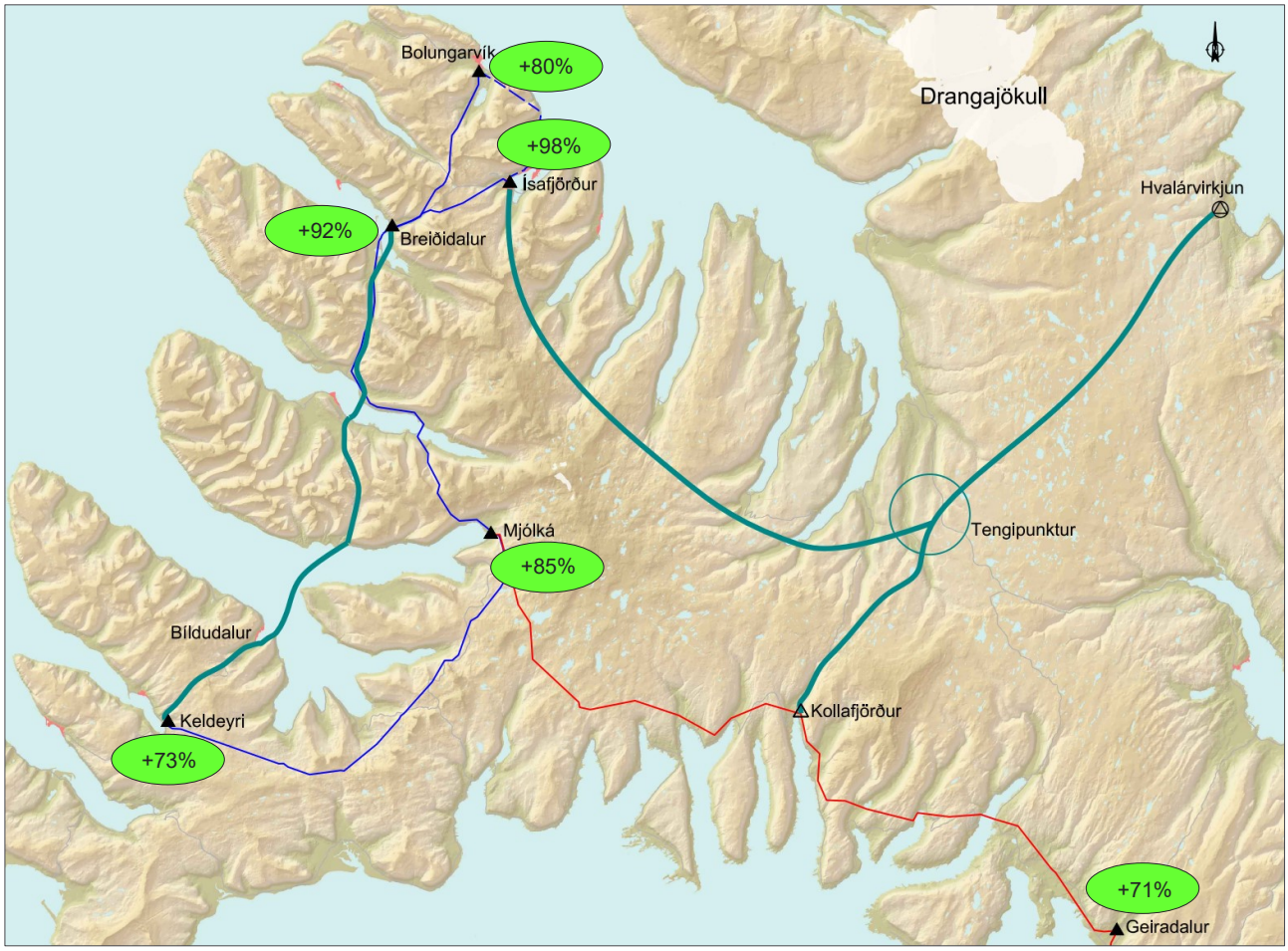
MYND 36 Hvalárvirkjun tengd í tengipunkt í Ísafjarðardjúpi og áfram í Kollafjörð auk minni hringtengingar á sunnanverðum Vestfjörðum (ótiltæki og tíðni).



MYND 37 Hvalárvirkjun tengd í tengipunkt í Ísafjarðardjúpi og áfram í Kollafjörð auk stærri hringtengingar á sunnanverðum Vestfjörðum (ótiltæki og tíðni).



MYND 38 Hvalárvirkjun tengd í tengipunkt í Ísafjarðardjúpi og áfram í Kollafjörð, tenging frá tengipunkti í Ísafjörð auk minni hringtengingar á sunnanverðum Vestfjörðum (ótiltæki og tíðni).



MYND 39 Hvalárvirkjun tengd í tengipunkt í Ísafjarðardjúpi og áfram í Kollafjörð, tenging frá tengipunkti á Ísafjörð auk stærri hringtengingar á sunnanverðum Vestfjörðum (ótiltæki og tíðni).

8 VIÐAUKI 2 - AÐFERÐARFRÆÐI VIÐ ÚTREIKNINGA Á ÁREIÐANLEIKA

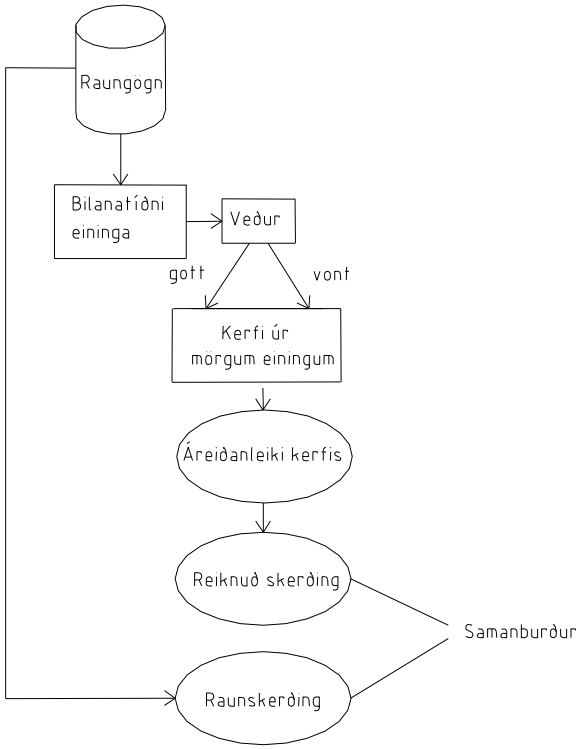
Við mat á áreiðanleika þarf að framkvæma eftirfarandi atriði:

1. *Útbúa líkan fyrir aðveitustöðvar þar sem allir helstu þættir sem áhrif hafa á afhendingu eru teknir með, eins og þegar ein orsök veldur því að fleiri en ein eining fer úr rekstri.*
2. *Finna áreiðanleikastuðla fyrir tengivirki, athuga í gögnum hvort eitthvað sérstakt eigi við um hvert tengivirki.*
3. *Finna áreiðanleikastuðla fyrir línur og endabúnað.*
4. *Lista tilvik sem valda skerðingu.*
5. *Meta kostnaðinn við skerðingu.*

Við útreikninga á áreiðanleika afhendingar til notenda ná útreikningar aðeins til afhendingarstaða Landsnets, sem í flestum tilfellum eru að háspennuhlið aflspenna. Því koma aflspennir og aflrofar á lágspennuhlið ekki inn í áreiðanleikamatið og er því ekki um endanlegan áreiðanleika afhendingar til notenda að ræða. Einungis er litið á þau tilvik þar sem ein eða tvær truflanir í einu valda skerðingu en ekki eru skoðaðir atburðir þar sem fleiri en tvær einingar fara úr rekstri í einu enda eru líkur á slíku mjög litlar.

Þegar skoðuð er ein aðveitustöð/afhendingarstaður, er línuleiðin rakin að næstu innmötun í kerfinu eða að stað þar sem kerfið er það sterkt að tvær eða fleiri truflanir þurfi til að skerðing eigi sér stað. Flutningslínur, endabúnaður þeirra og aðveitustöðvar á leiðinni frá innmötun að afhendingarstað koma inn í áreiðanleikamatið. Í tilfellum þar sem eyjakerfi myndast, t.d. við útleysingu á tveimur flutningslínum, er tekið tillit til þess ef framleiðsla á svæðinu annar ekki álaginu á svæðinu.

Á mynd 40 má sjá flæðirit sem sýnir aðferðarfræðina.



MYND 40 Flæðirit sem sýnir ferli útreikninga í stórum dráttum

8.1 Aðferð Billinton

Þær líkindafræðilegu aðferðir sem hér er beitt eru aðferðir sem m.a. Roy Billinton hefur þróað.

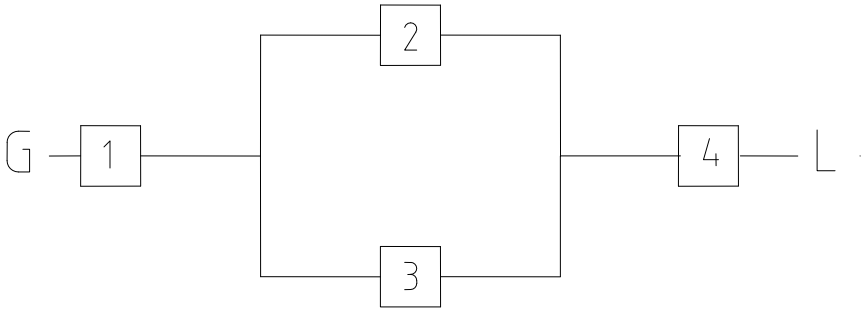
Í þessum aðferðum er miðað við að annað hvort sé eining virk eða óvirk og ekkert stig sé þar á milli. Þær upplýsingar sem þurfa að liggja fyrir til að hægt sé að reikna ótiltæki einninga og þar með áreiðanleika eru bilanatíðni og viðgerðartími. En ótiltæki er sá tími sem einingin er ekki tiltæk á ársgrundvelli og áreiðanleiki er mælikvarði á afhendingaröryggið. Ef um raðtengdar einingar er að ræða er einfalt að reikna áreiðanleikann því þá er kerfið óvirkt um leið og ein eining bilar. Bilanalíkur kerfisins verða því summan af bilanalíkum allra einninga í kerfinu. Ef um hliðtengdar einingar er að ræða þá þurfa allar einingar að bila til að kerfið verði óvirkt og til að reikna út bilanalíkur slíks kerfis þarf viðgerðartíminn að vera þekktur og koma inn í reikningana.

Sú aðferð sem beitt er hér kallast “Nálgun með minnsta þversniði” og verður henni lýst nánar hér.

8.2 “Nálgun með minnsta þversniði”

Í “nálgun með minnsta þversniði”, (“minimal cut set approach”), eru skoðaðar þær bilanir á einingum sem valda skerðingu í einum ákveðnum punkti, og það safn af einingum sem valda skerðingu er síðan kallað þversnið. Skilgreind eru 1., 2., 3.... stigs þversnið, en stigið segir til um það hve margar einingar eru í þversniðinu. Þá eru valin þau þversnið sem hafa lægsta stig og þau reiknuð, síðan eru tekin þversnið af hærra stigi og athugað hvort innan þeirra séu þversnið af lægri stigum og ef svo er þarf ekki að taka það með í reikningana. Hér verða aðeins tekin með 1. og 2. stigs þversnið, en 1. stigs þversniðin hafa mest áhrif og svo 2. stigs o.s.frv. Líkur á 3. og hærra stigs þversniðum eru mjög litlar og er þeim því sleppt í útreikningum hér.

Hér verður sýnt einfalt dæmi um nálgun með minnsta þversniði



MYND 41 Einföld rás með 4 einingum

Á mynd 41 má sjá einfalda rás með 4 einingum frá framleiðslupunkti G að álagspunkti L.

1. stigs þversnið í þessari rás eru einingarnar 1 og 4

2. stigs þversnið í þessari rás eru einingarnar 2-3, 1-2, 1-3, 1-4, 2-4 og 3-4

3. stigs þversnið í rásinni eru 1-2-3, 1-2-4, 1-3-4, 2-3-4

4. stigs þversnið í rásinni eru 1-2-3-4.

Af þessu má sjá að það eru mörg þversnið sem koma til greina þó rásin sé einföld, en ef litið eru á minnstu þversniðin þá eru þau ekki nema 3. Þ.e. 1 stigs þversniðin 1 og 4 og annars stigs þversniðið 2-3, en í öllum hinum þversniðunum koma fyrir þversnið af lægra stigi.

TAFLA 4 Þversniðin í rásinni

Stig þversniða	Þversnið	Minnsta þversnið
1. stig	1, 4	1, 4
2. stig	2-3, 1-2, 1-3, 1-4, 2-4, 3-4	2-3
3. stig	1-2-3, 1-2-4, 1-3-4, 2-3-4	ekkert
4. stig	1-2-3-4	ekkert

8.2.1 Fyrsta stigs þversnið.

Fyrsta stigs þversnið er þegar einn hluti í rás bilar og veldur skerðingu. Við fyrsta stigs þversnið, er tíðni bilana lögð saman og sama á við um ótiltæki, (“unavailability”), þannig að:

$$\lambda_s = \sum_i \lambda_i \qquad [8.1]$$

$$U_s = \sum_i \lambda_i r_i \qquad [8.2]$$

$$r_s = \frac{U_s}{\lambda_s} = \frac{\sum_i \lambda_i r_i}{\sum_i \lambda_i} \qquad [8.3]$$

Þar sem:

λ	er tíðni rofa,
U	er ótiltæki “unavailability”,
r	er viðgerðartími,

8.2.2 Annars stigs þversnið

Við annars stigs þversnið þurfa tveir hlutar í rás að bila samtímis til að skerðing verði. Við 2. stigs þversnið er tíðnin og ótiltækið (“unavailability”) eftirfarandi:

$$\lambda_{pp} = \frac{\lambda_1 \lambda_2 (r_1 + r_2)}{1 + \lambda_1 r_1 + \lambda_2 r_2} \approx \lambda_1 \lambda_2 (r_1 + r_2) \qquad [8.4]$$

$$r_{pp} = \frac{r_1 r_2}{r_1 + r_2} \qquad [8.5]$$

$$U_{pp} = f_{pp} r_{pp} \approx \lambda_{pp} r_{pp} = \lambda_1 \lambda_2 r_1 r_2 \qquad [8.6]$$

Sé tíðni rofa og ótiltæki gefið upp á ársgrundvelli verða einingarnar:

λ	rof /ári
r	klst
U	klst/ári
f	tíðni bilana

og jöfnurnar verða eftirfarandi

$$\lambda_{pp} = \frac{\lambda_1 \lambda_2 (r_1 + r_2)}{1 + \lambda_1 r_1 + \lambda_2 r_2} \approx \lambda_1 \lambda_2 (r_1 + r_2) / 8760 \qquad [8.7]$$

$$r_{pp} = \frac{r_1 r_2}{r_1 + r_2} \qquad [8.8]$$

$$U_{pp} = f_{pp} r_{pp} \approx \lambda_{pp} r_{pp} = {\lambda_1 \lambda_2 r_1 r_2}/{8760} \quad [8.9]$$

heildar ótiltækið og bilanatíðnin vegna 2. stigs þversniða er eftirfarandi:

$$\lambda_{TOTAL_{PP}} = \sum \lambda_{PP}$$
$$U_{TOTAL_{PP}} = \sum U_{PP}$$
$$r_{TOTAL_{PP}} = \frac{U_{TOTAL_{PP}}}{\lambda_{TOTAL_{PP}}} = \frac{\sum U_{PP}}{\sum \lambda_{PP}}$$

8.2.3 Heildaráreiðanleikinn

Til að finna heildar ótiltækið og bilanatíðnina úr kerfum sem innihalda fleiri en eitt minnsta þversnið, þarf að finna bilanatíðnina og ótiltækið úr öllum 1. stigs þversniðunum sem er λ_s og U_s og leggja við heildarbilanatíðnina og ótiltækið úr 2. stigs þversniðunum, sem er $\lambda_{TOTALpp}$ og $U_{TOTALpp}$. Þessu má lýsa með eftirfarandi jöfnum:

$$\lambda_{TOTAL} = \lambda_s + \lambda_{TOTALpp}$$

$$U_{TOTAL} = U_s + U_{TOTALpp}$$

$$r_{TOTAL} = \frac{U_{TOTAL}}{\lambda_{TOTAL}}$$

Áreiðanleiki er fundinn út frá ótiltæki U og má finna hann á eftirfarandi hátt.

$$\text{Áreiðanleiki} = 1 - {U}/{8760}$$

þar sem U er ótiltæki í klst/ári og 8760 eru klukkustundir á ári.

8.3 Tveggja veðra líkan

Margar einingar flutningskerfisins bila frekar ef veður er vont og oft margfaldast því bilanalíkurnar við slíkar aðstæður. Það er því nauðsynlegt að kanna frekar áhrif veðurs á áreiðanleika kerfisins. Hér á Íslandi eru það aðallega rok, selta og ísing sem valda truflunum í flutningskerfinu, en erlendis eru það oft eldingar.

Það veðurlag sem hefur áhrif á bilanalíkurnar kemur sjaldan og varir stutt, en á þessu stutta tímabili margfaldast bilanalíkurnar og líkur á bilunum á fleiri en einni einingu í einu margfaldast einnig.

Bilanalíkur einingar eru samfellt fall af veðrinu og þeim ætti þá að lýsa sem slíku eða með mörgum mismunandi ástöndum (e. states). Þetta er nær ógerlegt í raunveruleikanum, þar sem ástöndin verða að vera fá. Staðall alþjóðlega rafmagnsverkfræðingafélagsins (IEEE) skiptir veðurlagi í þrjá hluta eða í eðlilegt veður, vont og meiriháttar óveður.

Eðlilegt veður	*Veðurlag sem ekki flokkast undir vont veður eða meiriháttar óveður.*
Vont veður	*Veður sem veldur óvenju mörgum truflunum á meðan ástand varir, miklir vindar, stormar, ísingaveður, eldingaveður og þess háttar.*
Meiriháttar óveður	*Veðurlag sem er verra en hönnunarforsendur kerfisins gera ráð fyrir og sem uppfyllir eftirtalið:*

- *miklar skemmdir á raforkukerfinu*
- *meira en ákveðið hlutfall viðskiptavina án raforku*
- *viðgerðartími lengri en ákveðin tímamörk*

Í áreiðanleikareikningum er ástandið meiriháttar óveður sjaldan notuð og þá aðeins í rannsóknum á miklum kerfistruflunum. Veðurlagi er því oftast skipt í tvo þætti eða eðlilegt og vont veður. Mörkin á milli þáttanna liggja í því hvort veðurlagið hefur áhrif á bilanalíkur eða ekki. Einn mikilvægur hluti í athugun á veðri er sá að veður getur haft mikil áhrif á bilanalíkur eininga þó svo að ekki verði truflun. Við mat á veðurgögnum veldur það erfiðleikum hérlendis að flutningskerfið teygir sig svo víða og yfir misjöfn landssvæði og óveður í einum landshluta hefur einungis áhrif í þeim landshluta, en ekki á öðrum stöðum.

Hægt er að líta á tímalengd veðurástands sem slembiferli sem hægt er að lýsa með væntigildum, t.d. væntanlegri lengd á eðlilegu veðri er táknuð með N og væntanlegri tímalengd vonds veðurs sem táknuð er með S. Þessi gildi eru fundin með eftirfarandi jöfnum.

$$N = \sum_i n_i \,/\, T \qquad [8.10]$$

$$S = \sum_i s_i \,/\, T \qquad [8.11]$$

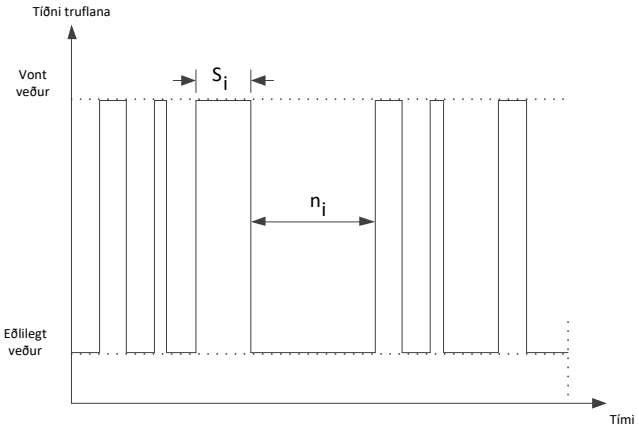
þar sem

n_i = lengd eðlilegs veðurs i

s_i = lengd vonds veðurs i

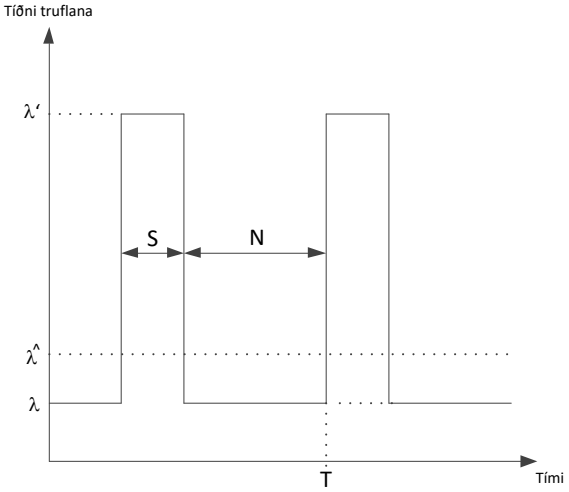
T = er lengd tímabils

En n_i og s_i má sjá á mynd 42. Þessi væntigildi tákna meðal veðurlag eins og sjá má á.



MYND 42 Breytingar í veðri

Mynd 43 sýnir meðalsveiflur í veðri:



MYND 43 Meðalsveiflur í veðri

Hér verða skilgreind þrjú hugtök sem sjá má á mynd 43 að ofan.

λ - Bilanalíkur eininga í eðlilegu veðri, táknaðar sem bilanir á ári með eðlilegu veðri.

λ' - Bilanalíkur eininga í vondu veðri, táknaðar sem bilanir á ári með vondu veðri.

$\hat{\lambda}$ - Meðalgildi á bilanalíkum er svo gildið sem fæst þegar heildarkerfið er tekið, bilanir á ári.

Meðalgildið er hægt að skrifa sem fall af hinum tveimur.

$$\hat{\lambda} = \frac{N}{N+S}\lambda + \frac{S}{N+S}\lambda' \qquad [8.12]$$

þar sem N>>S er $\hat{\lambda}$ næstum sama og λ, eins og sést á mynd 43 að ofan. λ og λ' geta verið leidd út frá meðalgildinu skv. eftirfarandi jöfnum.

$$\lambda = \hat{\lambda}\frac{N+S}{N}(1-F) \qquad [8.13]$$

$$\lambda' = \hat{\lambda}\frac{N+S}{S}F \qquad [8.14]$$

Þar sem hlutfallslegur fjöldi truflana vegna vonds veðurs er F.

Áhrif veðurs á áreiðanleika koma inn ef litið er á fleiri en eina truflun í einu, sem samt eru óháðar. Þeim er skipt í 4 hluta og gert er ráð fyrir að viðgerðartími sé óháður veðri.

(a) Báðar bilanir verða í góðu veðri

Reiknað er með að $r_i << N$ þá er:

$$\lambda_a = \frac{N}{N+S}\left[\lambda_1\lambda_2(r_1+r_2)\right] \qquad [8.15]$$

(b) Fyrsta bilun verður í góðu veðri en sú seinni í vondu veðri.

$$\lambda_b = \frac{N}{N+S}\left[\lambda_1\left(\frac{r_1}{N}\right)\left(\lambda'_2\frac{Sr_1}{S+r_1}\right)+\lambda_2\left(\frac{r_2}{N}\right)\left(\lambda'_1\frac{Sr_2}{S+r_2}\right)\right] \qquad [8.16]$$

(c) Fyrsta bilun verður í vondu veðri en sú seinni í góðu veðri.

Reiknað er með að $r_i << N$ þá fæst

$$\lambda_c = \frac{S}{N+S}\left[\lambda'_1\lambda_2 r_1+\lambda'_2\lambda_1 r_2\right] \qquad [8.17]$$

(d) Báðar bilanir verða í vondu veðri

$$\lambda_d = \frac{S}{N+S}\left[\lambda'_1\left(\lambda'_2\frac{Sr_1}{S+r_1}\right)+\lambda'_2\left(\lambda'_1\frac{Sr_2}{S+r_2}\right)\right] \qquad [8.18]$$

Heildarlíkurnar á bilunum verða þá:

$$\lambda_{pp} = \lambda_a + \lambda_b + \lambda_c + \lambda_d \qquad [8.19]$$

$$r_{pp} = \frac{r_1 r_2}{r_1 + r_2} \quad [8.20]$$

$$U_{pp} = \lambda_{pp} r_{pp} \quad [8.21]$$

LANDSNET

LANDSNET HF. - GYLFAFLÖT 9 - 112 REYKJAVÍK - SÍMI 563 9300 - LANDSNET@LANDSNET.IS