



Landsnet-05038

Kerfisáætlun 2005

fyrir árin
2006 – 2010

Nóvember
2005



Upplýsingablað

Skýrsla nr: Landsnet-05038

Dags: 25.11.2005

Fjöldi síðna: 44 Upplag: á vef Dreifing: ☒ Opin ☐ Lokuð til

Titill: Kerfisáætlun - fyrir árin 2006 - 2010

Höfundar: Eymundur Sigurðsson, Margrét E. Ragnarsdóttir og Ólöf Helgadóttir

Verkefnisstjóri: Eymundur Sigurðsson

Unnið fyrir: Landsnet hf

Samvinnuaðilar: _____

Útdráttur: Í Kerfisáætlun Landsnets fyrir árin 2006-2010 er gerð grein fyrir þeim framkvæmdum sem ráðgerðar eru til að tryggja afhendingaröryggi og endurnýjunarþörf flutningskerfisins. Skýrslan á að gefa yfirlit yfir framkvæmdir Landsnets næstu fimm árin.

Lykilorð: Kerfisáætlun 2005

ISBN nr: _____

ISSN nr: _____

Undirskrift verkefnastjóra

Eymundur Sigurðsson

Efnisyfirlit

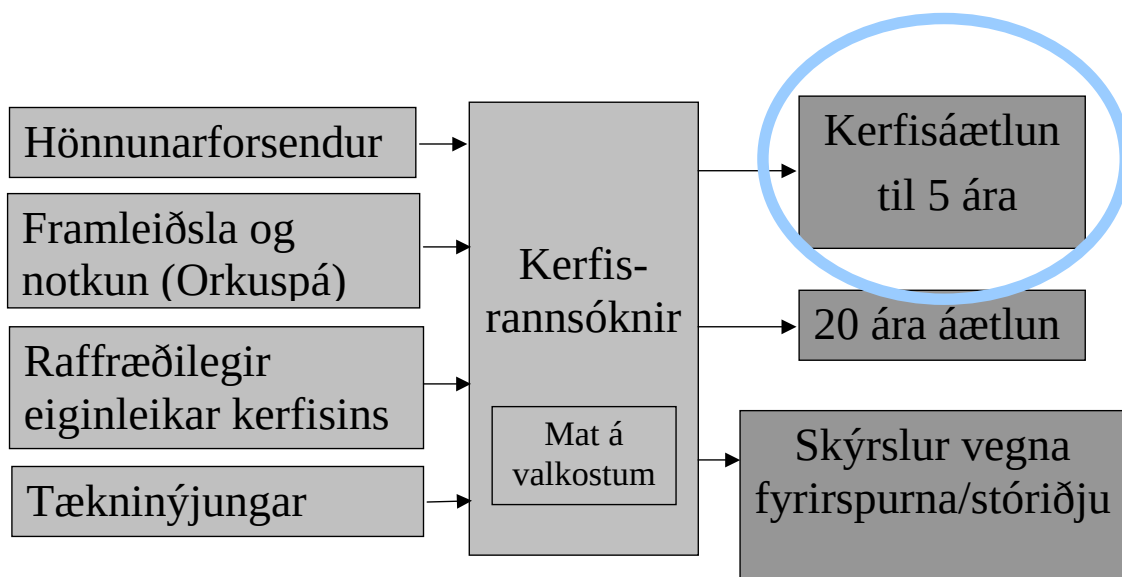
EFNISYFIRLIT	3
1. KERFISÁÆTLUN LANDSNETS 2005.	5
1.1. SAMANTEKT OG HELSTU NIÐURSTÖÐUR	6
1.1.1. Árið 2006	7
1.1.2. Árið 2007	7
1.1.3. Árið 2008	8
1.1.4. Árið 2009	8
1.1.5. Árið 2010	8
2. INNGANGUR.....	9
3. FORSENDUR	11
3.1.1. Tímabil áætlunarinnar	12
3.1.2. Kostnaðargrundvöllur.....	12
3.1.3. Forsendur áætlana um þróun markaðarins	12
3.1.4. Bilanarekstur – atburðir	13
3.1.5. Óvissa og endurskoðun.	14
4. FLUTNINGSKERFIÐ	15
4.1. FLUTNINGSKERFIÐ OG HELSTU TAKMARKANIR ÞESS	15
4.1.1. Truflanir í flutningskerfinu.....	17
4.1.2. Aflgeta og líkur á reiðuafnskorti árin 2006 til 2010.....	19
4.1.3. Álagsflæði á árunum 2006 til 2010.....	21
4.1.4. Flutningskerfið á SV-landi.....	22
4.1.5. Kerfið utan SV-lands.....	24
4.1.6. Töþ í flutningskerfinu.....	26
4.2. UM FLÖSKUHÁLSA OG TENGINGAR MILLI SVÆÐA.....	27
4.3. LAUNAFLSPÖRF OG LAUNAFLSFRAMLEIÐSLA.....	29
4.4. RANNSÓKNIR OG FRAMTÍÐARSÝN.....	31
4.4.1. Jarðvarmavirkjanir á SV-landi	31
4.4.2. Stækkun stóriðju.....	31
4.4.3. Hermun véla í Matlab-Simulink.....	31
4.4.4. Hagnýting raðþéttis úr BU3.....	32
4.4.5. Úrvinnsla úr seltumælingum.	34
4.4.6. Grunnrannsóknir.....	34
4.4.7. Umhverfis- og skipulagsmál.....	34
5. UPPBYGGING OG ÞRÓUN FLUTNINGSKERFISINS ÁRIN 2006 – 2010.....	36
5.1. SULTARTANGALÍNA 3	37
5.2. NORÐURÁLSLÍNUR 1 OG 2	37
5.3. AÐVEITUSTÖÐIN Á BRENNIMEL	37
5.4. TENGIVIRKI VIÐ KOLVIÐARHÓL.....	37
5.5. TENGIVIRKI Á SANDAFELLI.....	37
5.6. RAÐÞÉTTIR Í BRENNIMELSLÍNU 1	38

5.7.	FLJÓTS DALSLÍNUR 3 OG 4	39
5.8.	KRÖFLULÍNA 2 OG FLJÓTS DALSLÍNA 2	39
5.9.	AÐVEITUSTÖÐIN VIÐ BESSASTAÐI	39
5.10.	AÐVEITUSTÖÐIN Á HRYGGSTEKK	39
5.11.	TENGIVIRKI Í FLJÓTS DAL	40
5.12.	AÐVEITUSTÖÐ VIÐ TEIGARHORN	40
5.13.	TENGIVIRKI VIÐ LAGARFOSS	40
5.14.	BRENNIMELSLÍNA 1.....	42
5.15.	BJARNARFLAGSLÍNA 1 OG TENGIVIRKI BJARNARFLAGI	42
5.16.	KRÖFLULÍNA 3	42
5.17.	SPRENGISANDSLÍNA	42
5.18.	TENGIVIRKI VIÐ HVAMM OG BREYTING Á BÚRFELLSLÍNU 1	43
6.	YFIRLIT YFIR VIÐAUKA.....	44
	<i>VIÐAUKI – A</i> FORSENDUR	44
	<i>VIÐAUKI – B</i> AFLFLÆÐITÖFLUR	44
	<i>VIÐAUKI – C</i> LANGTÍMAÁÆTLUN	44
	<i>VIÐAUKI – D</i> RAÐPÉTTIR HAGNÝTING	44
	<i>VIÐAUKI – E</i> MATLAB – SIMULINK STÖÐUSKÝRSLA	44
	<i>VIÐAUKI – F</i> STRENGUR FRÁ NESJAVÖLLUM	44
	<i>VIÐAUKI – G</i> SELTUSKÝRSLA	44
	<i>VIÐAUKI – H</i> SVARBRÉF FRÁ VIÐSKIPTAVINUM LANDSNETS	44
	<i>VIÐAUKI – I</i> KKS MERKINGAR HÁSPENNULÍNA.....	44
	<i>VIÐAUKI – J</i> ATHUGUN Á 66 kV KERFI Á AUSTURLANDI OG MÖGULEIKUM Á SPENNUHÆKKUN ÞAR.....	44

1. Kerfisáætlun Landsnets 2005.

Í Kerfisáætlun Landsnets fyrir árin 2006-2010 er gerð grein fyrir þeim framkvæmdum sem ráðgerðar eru til að tryggja afhendingaröryggi og endurnýjunarþörf flutningskerfisins. Skýrslan á að gefa yfirlit yfir framkvæmdir Landsnets næstu fimm árin.

Þegar vinna hófst við áætlunina í ár sendi Landsnet út bréf til viðskiptavina sinna þar sem óskað var eftir yfirliti yfir áætlaðar framkvæmdir þeirra tengdar flutningskerfinu næstu fimm árin. Nokkur svarbréf bárust og má sjá yfirlit yfir þau í viðauka.



mynd 1-1: Flæðirit kerfisáætlunar

Miklar framkvæmdir eru nú í gangi á Austurlandi vegna byggingar álvers Fjarðaáls á Reyðarfirði og á Suðvesturlandi vegna stækkunar álvers Norðuráls. Í áætluninni er eingöngu gert ráð fyrir þeirri aukningu í orkusölu sem þegar hefur verið samið um.



Helstu breytingar frá kerfisáætlun síðasta árs er mikil stækkun Norðuráls, alls um tæp 300 MW til ársins 2008 (samsvarar allri notkun ALCAN í dag)

Við gerð þessarar áætlunar er gengið út frá þeim hönnunarforsendum sem Landsnet miðar nú við. Þær hönnunarforsendur eru í sífelldri endurskoðun og reynt að taka tillit til þeirra breytinga sem þörf er fyrir vegna stækkunar raforkukerfisins.

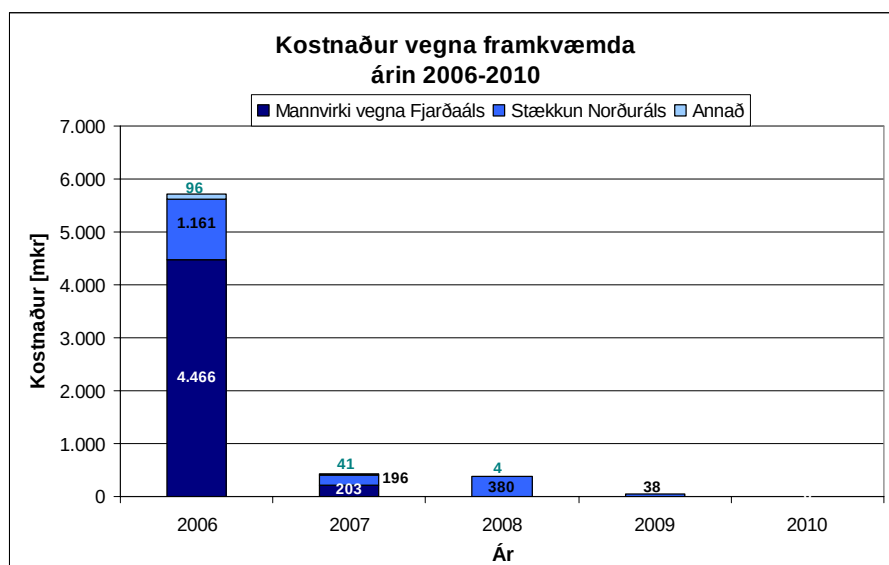
Landsnet stefnir að góðu samstarfi við viðskiptavini, opinbera aðila sem og aðra hagsmunaaðila við þróun og viðhald flutningskerfisins.

Áætlunin hefur verið unnin af Landsneti auk ráðgjafa sem gerðu einstaka athuganir.

1.1. Samantekt og helstu niðurstöður

Hér á eftir má finna stutt yfirlit yfir þær framkvæmdir sem áætlaðar eru árin 2006 til 2010, miðað við forsendur áætlunarinnar.

Hluti af útgjöldum Landsnets á umræddu tímabili fellur til vegna hugsanlegra framkvæmda, sem tengjast áformun viðskiptavina, sem mikil óvissa ríkir um. Landsnet verður að gera ráð fyrir slíkum kostnaði til að fyrirtækið geti hafið framkvæmdir með stuttum fyrirvara, verði af áformum viðskiptavina. Ýmiss undirbúningur svo sem vegna mats á umhverfisáhrifum krefst a.m.k. 3 ára tímaramma.



mynd 1-2: Samantekt kostnaðar fyrir árin 2006-2010

1.1.1. Árið 2006

Árið 2006 eru framkvæmdir vegna Fjarðaáls í hámarki. Auk þess eru umtalsverðar framkvæmdir vegna Norðuráls þetta ár.

Fyrirhugaðar framkvæmdir 2006	Kostnaður [mkr.]
Verkefni vegna Fjarðaáls	
Fljótsdalslínur 3 og 4	2182
Kröflulína 2 og Fljótsdalslína 2	186
Tengivirki í Fljótsdal og aðveitustöð Bessastöðum	1527,3
Aðveitustöð á Hryggstekk	571
Verkefni vegna stækkunar Norðuráls	
Sultartangalína 3	319
Breytingar í aðveitustöðvum vegna SU3 og á NA1 og NA2	78
Tengivirki við Kolviðarhól	764
Önnur verkefni	
Tengivirki við Lagarfoss	96
Útlagður kostnaður Landsnets v. undirbúnings hugsanlegrar stóriðju eftir 2010	2
Heildarkostnaður	5.725

1.1.2. Árið 2007

Í lok ársins 2007 hefur Fjarðaál hafið vinnslu áls. Talsverður kostnaður fellur til þetta árið en mun minni en árið á undan.

Fyrirhugaðar framkvæmdir 2007	Kostnaður [mkr.]
Verkefni vegna Fjarðaáls	
Fljótsdalslínur 3 og 4	80
Kröflulína 2	5
Aðveitustöð á Bessastöðum	4
Aðveitustöð á Hryggstekk	32
Tengivirki í Fljótsdal	82
Verkefni vegna stækkunar Norðuráls	
Tengivirki við Kolviðarhól	166
Raðþéttir í Brennimelslínu 1	30
Önnur verkefni	
Tengivirki við Lagarfoss	41
Útlagður kostnaður Landsnets v. undirbúnings hugsanlegrar stóriðju eftir 2010	2
Heildarkostnaður	442

1.1.3. Árið 2008

Árið 2008 er framkvæmdum vegna Fjarðaáls lokið en ólokið nokkrum framkvæmdum sem tengjast stækkun Norðuráls. Lokið verður við flutning raðþéttis frá Sandskeiði í BR1 þetta ár.

Fyrirhugaðar framkvæmdir 2008	Kostnaður [mkr.]
Tengivirki við Kolviðarhól	300
Raðþéttir í Brennimelslínu 1	80
Útlagður kostnaður Landsnets v. undirbúnings hugsanlegrar stóriðju eftir 2010	22
Heildarkostnaður	402

1.1.4. Árið 2009

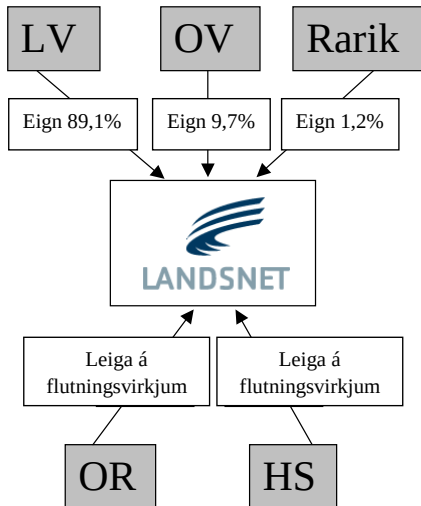
Árið 2008 verður lokið við framkvæmdir sem tengjast stækkun Norðuráls.

Fyrirhugaðar framkvæmdir 2009	Kostnaður [mkr.]
Tengivirki við Kolviðarhól	38
Útlagður kostnaður Landsnets v. undirbúnings hugsanlegrar stóriðju eftir 2010	63
Heildarkostnaður	101

1.1.5. Árið 2010

Fyrirhugaðar framkvæmdir 2010	Kostnaður [mkr.]
Útlagður kostnaður Landsnets v. undirbúnings hugsanlegrar stóriðju eftir 2010	68

2. Inngangur



Þessi kerfisáætlun er fyrsta áætlun Landsnets í nýju umhverfi raforkulaga en fyrirtækið tók til starfa þann 1. janúar 2005. Þá var stofnað nýtt flutningsfyrirtæki, Landsnet hf. og öll starfsemi flutningssviðs Landsvirkjunar var færð yfir til Landsnets ásamt hluta af starfsemi Rarik og OV. Á sama tíma var flutningssvið Landsvirkjunar lagt niður.

Landsnet hf. er stofnað á grundvelli raforkulaga¹ sem Alþingi samþykkti á vormánuðum 2003.

Þar segir m.a. um fyrirtækið:

Hlutverk þess er að annast flutning raforku og kerfisstjórnun, og er því óheimilt að stunda aðra starfsemi en þá sem því er nauðsynleg til að geta rækt skyldur sínar samkvæmt raforkulögum. Hlutafélaginu er þó heimilt að reka raforkumarkað. Stjórn Landsnets hf. skal vera sjálfstæð gagnvart öðrum fyrirtækjum sem stunda vinnslu, dreifingu eða sölu raforku eftir því sem nánar er ákveðið í samþykktum þess.

Þar eð Landsnet hf. starfar í sérleyfisumhverfi er starfsemi fyrirtækisins háð eftirliti sem Orkustofnun annast. Orkustofnun ákvarðar Landsneti hf. tekjuramma sem endurskoðaður verður með reglubundnum hætti og ræðst að miklu leyti af þeim framkvæmdum sem lagðar eru til í þessari áætlun. Landsnet hf. mun gefa út gjaldskrá sem gerir fyrirtækinu kleift að ná inn þeim tekjum sem tekjuramminn heimilar.

Eigendur Landsnets hf. eru Landsvirkjun, Rafmagnsveitur ríkisins og Orkubú Vestfjarða, en þessir aðilar hafa lagt flutningsvirki sín inn sem hlutafé í fyrirtækið. Orkuveita Reykjavíkur og Hitaveita Suðurnesja hafa ákveðið að leggja flutningsvirki sín ekki inn í fyrirtækið og mun Landsnet hf. því leigja flutningsvirki þessara aðila eins og kveðið er á um í raforkulögunum. Landsnet hefur samkvæmt lögum einkaleyfi á byggingu nýrra flutningsmannvirkja.



Þann 1. janúar 2005 tók til starfa nýtt flutningsfyrirtæki undir nafninu Landsnet hf.

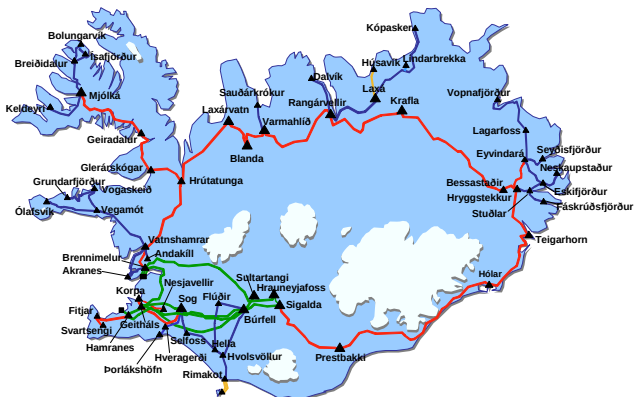
Allar dreifiveitur og stórnotendur eru tengdir flutningskerfi Landsnets hf. Flutningskerfið inniheldur öll flutningsvirki á spennu sem er 66 kV og hærri. Nokkur flutningsvirki á 33 kV spennu tilheyra einnig flutningskerfi Landsnets hf. Allar virkjanir sem eru 7,0 MW og stærri eiga að tengjast flutningskerfinu.

¹ Sjá III. kafla raforkulaga, nr. 65/2003

Í 9. gr. raforkulaga er kveðið á um „Skyldur flutningsfyrirtækisins“. Þar kemur meðal annars fram að flutningsfyrirtækið, það er Landsnet, skal sjá til þess að fyrir liggi spá um raforkuþörf og áætlun um uppbyggingu flutningskerfisins, eins og það er orðað í lögnum. Einnig eru ákvæði um upplýsingaskyldu fyrirtækisins gagnvart stjórnvöldum, viðskiptavinum og almenningi til að hægt sé að leggja mat á jafnræði og almenn gæði áætlunarinnar. Þessi áætlun er gerð í þeim tilgangi að svara þessari kröfu laganna.



Flutningskerfi Landsvirkjunar flutningssviðs fyrir innleiðingu nýrra raforkulaga



Flutningskerfi Landsnets eftir innleiðingu nýrra raforkulaga 1.1.2005

Landsnet mun vinna í nánú samstarfi við dreifiveitur, orkuframleiðendur og sala, sem nýta sér flutningskerfi Landsnets, greina framtíðarþörf þeirra og byggja flutningskerfið upp á hagkvæman hátt að teknu tilliti til öryggis, skilvirkni, áreiðanleika afhendingar og gæði raforku. Auk þessa er það stefna Landsnets að huga að umhverfisvernd við allar framkvæmdir. Skýrslunni er ætlað að gefa heildarsýn yfir þróun og áætlanir Landsnets næstu árin en forðast er að fara mjög ýtarlega í einstaka þætti. Skýrslunni fylgja aftur á móti viðaukar þar sem farið er ýtarlegar í einstaka hluti.

3.Forsendur

Ýtarlega umfjöllum um forsendur skýrslunnar má finna í viðauka A. Helstu forsendur eru dregnar hér fram.

Markmið skýrslunnar og þeirra áætlana sem hún byggir á eru eftirfarandi:

- mæta þörfum viðskiptavina
- viðhalda eignum fyrirtækisins eftir því sem við á
- taka tillit til hagkvæmnisjónarmiða
- sjá til að geta kerfisins sé nægjanleg á hverjum tíma til að standa undir þeim lágmarkskröfum sem til þess eru gerðar
- taka tillit til þeirra þjóðhagslegu markmiða sem fram koma í raforkulögum.



Landsnet sér um að reka öll flutningsmannvirki landsins á 220 kV, 132 kV og 66 kV spennum, og auk þess þrjár 33 kV línur

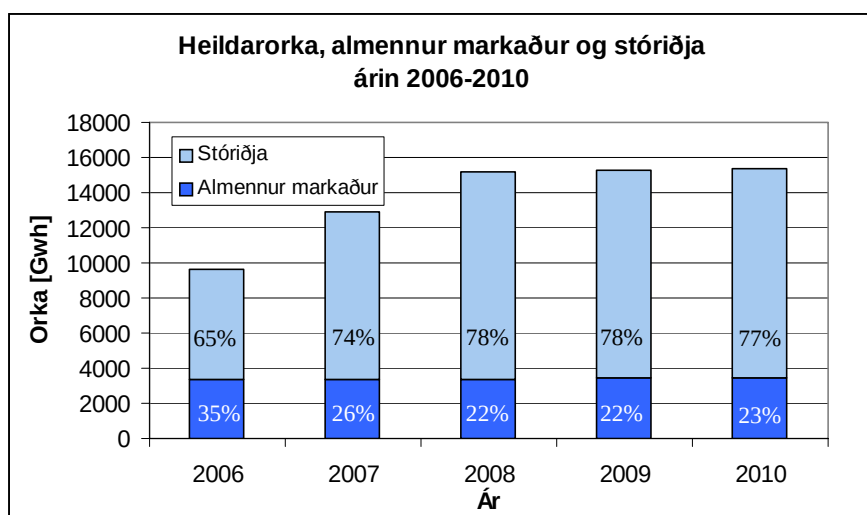
Viðskiptavinir og orkukaupendur úr flutningskerfi Landsvirkjunar árið 2004 eru 8, en það eru:

Almennur markaður – stærð árið 2004: 2.304 GWh.:

Hitaveita Suðurnesja, Norðurorka, Orkubú Vestfjarða, Orkuveita Reykjavíkur, Rafmagnsveitur ríkisins.

Stóriðja – stærð árið 2004: 5.233 GWh.:

ALCAN á Íslandi hf., Íslenska járnblendifélagið hf., Norðurál hf.



mynd 3-1: Áætlaður vöxtur árin 2006-2010, almennur markaður og stóriðja

Landsvirkjun framleiðir mestan hluta þeirrar orku sem þessir notendur þurfa, eða 7.260 GWh árið 2004. Helstu framleiðendur fyrir utan Landsvirkjun eru Orkuveita Reykjavíkur og Hitaveita Suðurnesja.

3.1.1. Tímabil áætlunarinnar

Áætlunin nær yfir fimm ára tímabil, frá janúar 2006 og til desember 2010.

3.1.2. Kostnaðargrundvöllur

Allar kostnaðartölur í áætluninni eru miðaðar við byggingavísitölu í janúar 2005 (BV: 304,7 stig).

3.1.3. Forsendur áætlana um þróun markaðarins

Hornsteinar kerfisáætlunar eru:

- Raforkuspá
- Sérstakar óskir viðskiptavina
- Kerfisrannsóknir

Áætlanir um álagsþróun almenna markaðarins eru byggðar á raforkuspá frá raforkuhópi Orkuspánefndar, sem gefin er út árlega.

Raforkuspáin er á heimasíðu Orkuspárnefndar: <http://www.orkuspa.is>.

Einnig er leitað eftir upplýsingum beint frá viðskiptavinum Landsnets.

Kerfisrannsóknir byggjast á áætlunum um álag í afhendingarstöðum (aðveitu- eða spennistöðvum), þar sem orkuafhending á sér stað, og framleiðslu aflstöðva. Með þessum hætti er unnt að meta getu flutningskerfisins á hverjum tíma og flöskuhálsa þess. Áætlunin tekur mið af gildandi lögum og reglugerðum ásamt vinnureglum og hönnunarforsendum Landsnets. Einnig er tekið mið af vinnureglum sambærilegra fyrirtækja á Norðurlöndunum.

Til að meta ástand flutningskerfisins við eðlileg rekstrarskilyrði voru gerðir aflflæðiútreikningar sem byggðust á orkuspá áráanna 2006 til 2010 og var miðað við hámarksálag kerfisins á hverjum tíma við gerð útreikningana.

Sjá umfjöllum um þá þróun sem þessi áætlun miðast við í kafla 4.1

3.1.4. Bilanarekstur – atburðir

Hjá Landsneti er almennt gert ráð fyrir því að kerfið sé rekið sem N-1 kerfi sem þýðir að þó ein eining í kerfinu fari úr rekstri hefur það ekki áhrif á afhendingu raforku til viðskiptavina Landsnets². Þó ber að geta þess að byggðalínakerfið (132 kV) er í mörgum tilfellum rekið sem takmarkað N-1 kerfi. Hægt er að skerða álag, til að hjálpa kerfinu á ná stöðugleika, slíkar aðgerðir eru þó ávallt mjög viðkvæmar og ekki framkvæmdar nema með fullu samþykki viðskipavina. Í samningum um ótryggt afl er gengið út frá því að nýta skerðingar til að tryggja fullnægjandi rekstur flutningskerfisins.



N-1 kerfi þýðir að það hefur ekki áhrif á afhendingu raforku til viðskiptavina þó ein eining í kerfinu fari úr rekstri

Í þessari áætlun voru athuguð áhrif þess að helstu 220 kV og 132 kV línur flutningskerfisins fari úr rekstri. eru það eftirfarandi línur eftir því sem við á:

- BR1³
- BU1
- BU2
- BU3
- KH1 (Kolviðarhóll - Geitháls)
- HN1
- HR1
- SO3
- SU1
- SU2
- SU3
- SI4
- PB1
- HO1
- TE1
- BL1
- BL2
- KR1
- KR2
- FL2

² Það þýðir hinsvegar ekki, að allar einingar séu með "backup" ef þær bila. Þetta á eingöngu við um afhendingargæði ef einhver eining í kerfinu er úr rekstri.

³ Nánari skýringar á KKS skammstöfunum má finna í viðauka I

Um álagsflæðið og bilanatilvikin er fjallað nánar í næsta kafla.

3.1.5. Óvissa og endurskoðun.

Helstu óvissuþættir áætlunarinnar eru þeir að endurskoða þarf skýrsluna ef nýir stóriðjusamningar verða gerðir á áætlunartímabilinu. Þetta stafar af því að lítil- eða meðalstór stóriðja er á við 10 ára vöxt almenna markaðarins (100 MW). Svipaða sögu er að segja um rannsóknir en þær eru mjög háðar mati annarra veitufyrirtækja út frá þeim viðræðum sem eru eða hafa verið í gangi. Rannsóknir á línuleiðum þurfa t.d. að liggja fyrir, þó svo að ekkert hafi verið ákveðið um byggingu viðkomandi lína, ef líklegt er talið að á þeim þurfi að halda fyrir hugsanlega stóriðju í framtíðinni.

Áætlun sem þessi er því í stöðugri endurskoðun og er gefin út árlega í svipuðu formi.

4. Flutningskerfið

4.1. Flutningskerfið og helstu takmarkanir þess

Niðurstöður aflflæðiútreikninga má sjá í viðauka B. Þegar álag er lítið og hlutfallslega fáar vélar eru tengdar inn á flutningskerfið er það viðkvæmt gagnvart truflunum. Viðbrögð kerfisins í kjölfar skyndilegra álagsbreytinga, eða til dæmis ef eining fer fyrirvaralaust út, eru skoðuð sérstaklega við þessar aðstæður, en ekki við háálag eins og athuganirnar er lúta að flutningsgetu kerfisins ganga út á.

Helstu niðurstöður eru þær að unnt er að anna allri eftirspurn og halda rekstrarspennu/afhendingarspennu innan viðmiðunarmarka á öllum teinum án mikilla framkvæmda í flutningskerfinu sé tekið mið af hönnunarforsendum.

Í rekstrareftirlíkingunum er reiknað með:

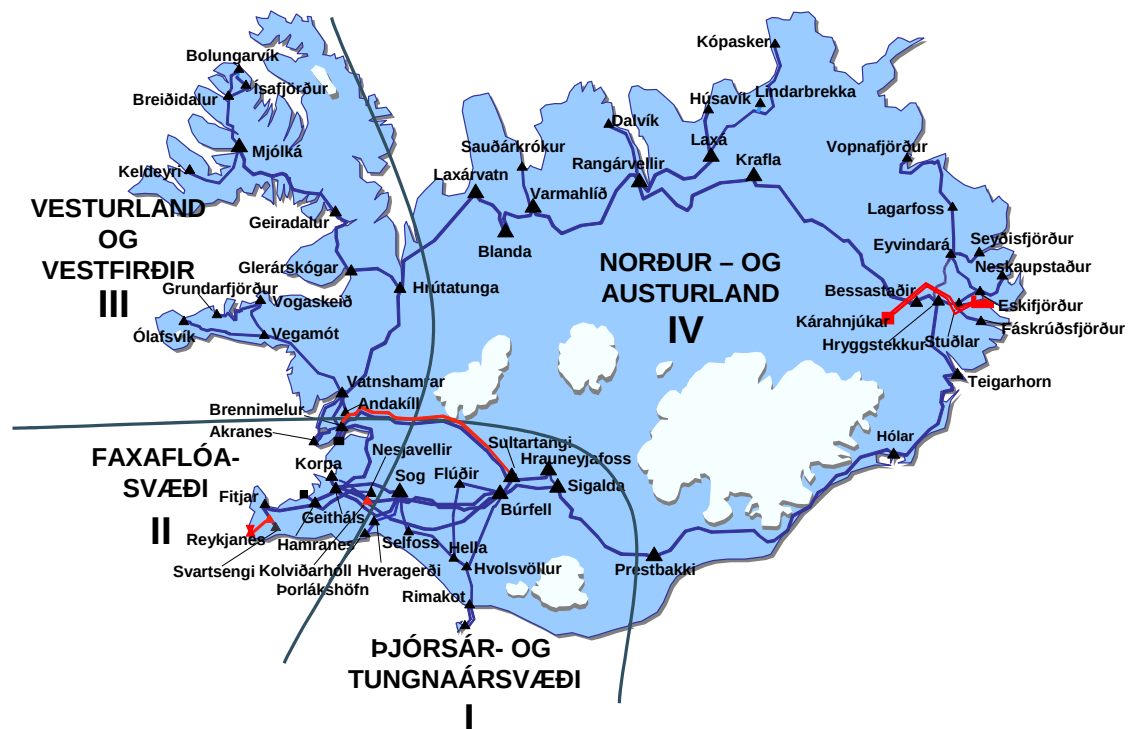
- Tilkomu Kárahnjúkavirkjunar árið 2007 og 322 þúsund tonna álvers (535 MW) á Reyðarfirði, Fjarðaáli.
- Tveimur stækkunum hjá Norðuráli árið 2006, þar sem fyrri stækkun nemur um 90 þúsund tonna framleiðsluaukningu eða 153 MW (áfangi 3) og seinni stækkunin (áfangi 4) um 40 þúsund tonn eða 69 MW. Einnig er gert ráð fyrir 40 þúsund tonna eða 70 MW stækkun (áfangi 5) árið 2008.

Miðað er við eftirfarandi þróun stóriðjunotkunar::

- Alcan: Ekki er reiknað með aukinni aflúttekt hjá Alcan á tímabili áætlunarinnar.
- Alcoa: Reiknað er með að uppkeyrsla hefjist í apríl 2007 og verið lokið í október 2007. Þá verður aflúttektin 535 MW að jafnaði.
- Norðurál: Reiknað er með að uppkeyrsla nýrra kerja hjá Norðuráli hefjist í febrúar 2006 og að í lok árs 2006 verði aflúttekt Norðuráls orðin 222 MW umfram þau 155 MW sem Norðurál tekur í dag. Jafnframt er reiknað með 70 MW í viðbót árið 2008.
- Auk þessa er gert ráð fyrir 30-40 MW aukingu á Rangárvöllum vegna iðnaðaruppbyggingar á Akureyri árið 2008.

Helstu framkvæmdir í flutningskerfinu á umræddu tímabili tengjast þessum virkjana- og álversáformum.

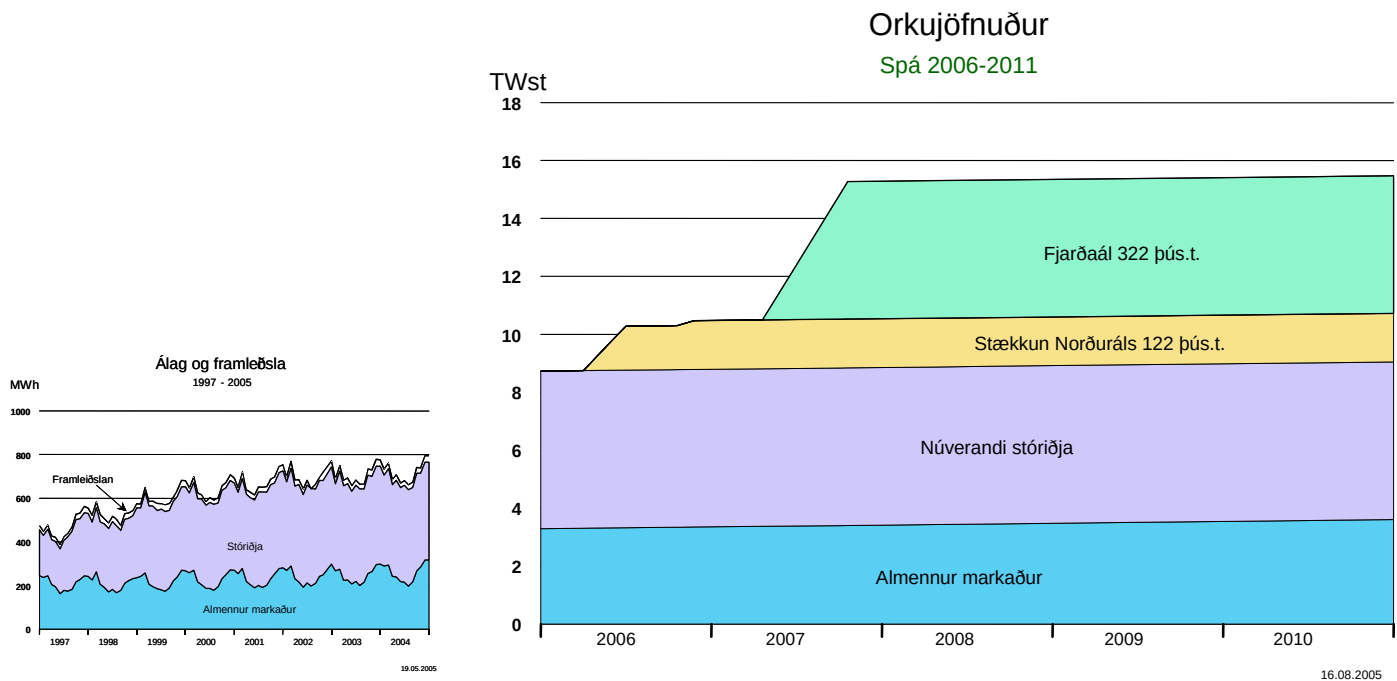
Þumalputtaregla:
100 MW ~ 60 þúsund tonn



mynd 4.1-1: Svæðisskipting flutningskerfisins í kerfisáætlun.

Eins og sýnt er á mynd 4.1-1 þá er flutningskerfinu skipt upp í fjögur svæði. Svæðin eru: Þjórsár-Tungnaársvæðið að Sogi⁴ (I), Faxaflóasvæðið að Vatnshömrum (II), Vesturland, Vestfirðir og hluti Norðurlands að Laxárvatni (III) og eystri hluti Norðurlands og Austfirðir og Suðausturland að Sigöldu (IV). Svæði I og II ná yfir 220 kV kerfið meðan svæði III og IV ná yfir 132 kV kerfið. Á myndinni eru áætlaðar framkvæmdir á tímabilinu 2006-2010 sýndar með rauðum lit.

⁴ Í fyrri áætlunum var Sog látið tilheyra svæði II en því er nú breytt til samræmis við raforkuspá.



mynd 4.1-2: Áætluð orkugeta kerfisins til ársins 2010

4.1.1. Truflanir í flutningskerfinu.

Í frammistöðuskýrslu Landsnets má finna ýtarlegar upplýsingar um truflanir í flutningskerfinu og er eftirfarandi texti sóttur þaðan.

Ef rekstrarbilun veldur skerðingu á orkuafhendingu til viðskiptavina, er skerðingin metin um leið og hver bilun er skráð. Út frá þessum upplýsingum er straumleysistíminn reiknaður. Oftast valda örfáar en umfangsmiklar truflanir stærstum hluta straumleysis.

Á mynd 4.1-3 má sjá straumleysismínútur vegna fyrirvaralausra bilana í flutningskerfi Landsnets og í vinnslukerfi Landsvirkjunar (LV) 1995-2004⁵. Á myndinni er flutningskerfinu skipt upp í aðveitustöðvar og línur. Straumleysismínútur sem birtar eru á myndinni eru reiknaðar út sem hlutfall skertrar orku til viðskiptavina og orkusölu Landsvirkjunar í heild yfir árið, margfaldað með fjölda mínútna í ári. Eins og sjá má reiknast fleiri straumleysismínútur vegna bilana í aðveitustöðvum árið 2004 heldur en í línunum, sem er óvenjulegt sé litið til árána þar á undan.

⁵ Hér er um söguleg gögn að ræða, því eru gögnin frá því fyrir 2005 frá Landsvirkjun en ekki Landsneti.

	Landsvirkjun - 2004						Aðveitu- og flutningskerfi LV - 2004					
	Allt kerfið			Án Orkubús Vestfjarða			Allt kerfið			Án Orkubús Vestfjarða		
	Forgangs	Ótryggt	Samtals	Forgangs	Ótryggt	Samtals	Forgangs	Ótryggt	Samtals	Forgangs	Ótryggt	Samtals
Skert orkuafh	451,84	33,21	485,05	342,13	5,99	348,12	451,8	33,21	485,05	342,13	5,99	348,12
Straumleysi	33,34	44,46	33,92	25,41	10,09	24,76	31,61	44,46	32,25	24,08	10,09	23,52

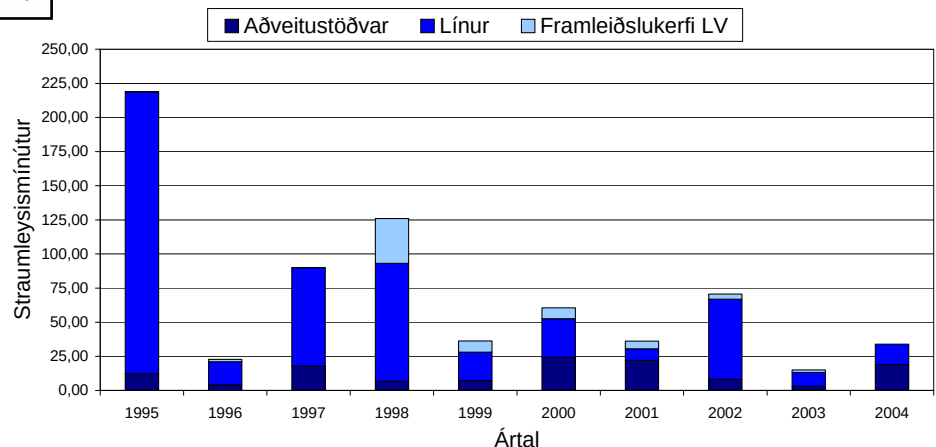
NB! Straumleysismínútur fyrir LV reiknaðar út frá seldri orku, straumleysismínútur fyrir aðveitu- og flutningskerfi LV reiknaðar út frá fluttri orku.

Tafla 4-1: Skert orkuafhending og straumleysismínútur

Tafla 4-1 sýnir skerta orkuafhendingu og straumleysismínútur fyrir heildarkerfi Landsvirkjunar annars vegar og aðveitu- og flutningskerfi Landsvirkjunar (nú Landsnet) hins vegar árið 2004. Árin 2003 og 2004 hafa straumleysismínútur verið reiknaðar sérstaklega fyrir aðveitu- og flutningskerfi Landsvirkjunar og mun Landsnet framvegis halda sérstaklega utan um upplýsingar sem varða flutningskerfið, þar með talið straumleysismínútur vegna bilana í því. Engin truflun, sem orsakaði skerðingu á afhendingu til viðskiptavina, varð í vinnslukerfi Landsvirkjunar árið 2004. Í töflunni er bæði sýnd skerðing vegna forgangsorku og ótryggðar orku.

Straumleysismínútur vegna fyrirvaralausra bilana í aðveitu-
flutnings og vinnslukerfi Landsvirkjunar

$$\text{Straumleysismínútur} = 8760[\text{kst}] \times 60[\text{mín}] \times \frac{\text{Skert orka [GWh]}}{\text{Flutt orka [GWh]}}$$

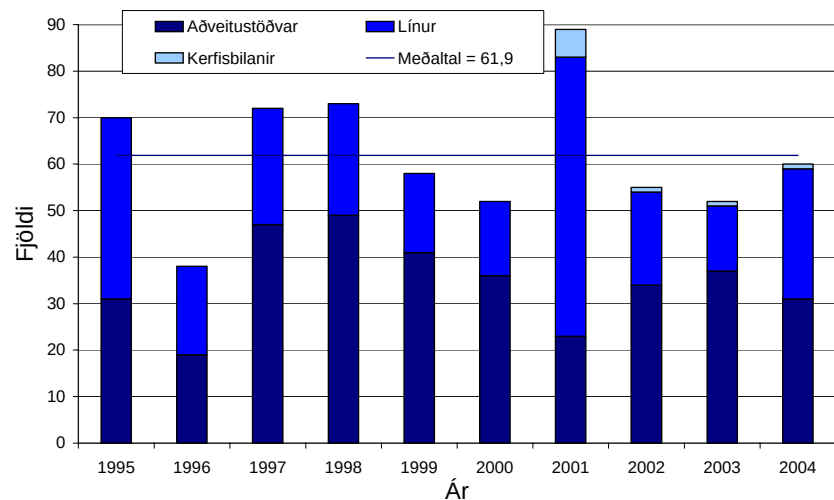


mynd 4.1-3: Straumleysismínútur v. fyrirvaralausra truflana 1995-2004⁶

Á mynd 4.1-4 má sjá fjölda fyrirvaralausra bilana í aðveitu og flutningskerfi Landsvirkjunar. Meðalfjöldi bilana á þessum tíu árum eru 62 bilanir.

⁶ Heimild: "Frammistöðuskýrsla árið 2004"

Fjöldi fyrirvaralausra bilana í aðveitu- og flutningskerfi Landsvirkjunar 1995 - 2004



mynd 4.1-4: Fjöldi fyrirvaralausra bilana 1995-2004

Þessa miklu fjölgun á útleysingum árið 2001 má fyrst og fremst rekja til tveggja seltuvedra sem gengu yfir landið það árið. Einnig var skráningarreglunum breytt sem getur að einhverju leyti skýrt aukninguna.



Oftast valda örfáar en umfangsmiklar truflanir stærstum hluta straumleysisins

4.1.2. Aflgeta og líkur á reiðuafnskorti árin 2006 til 2010

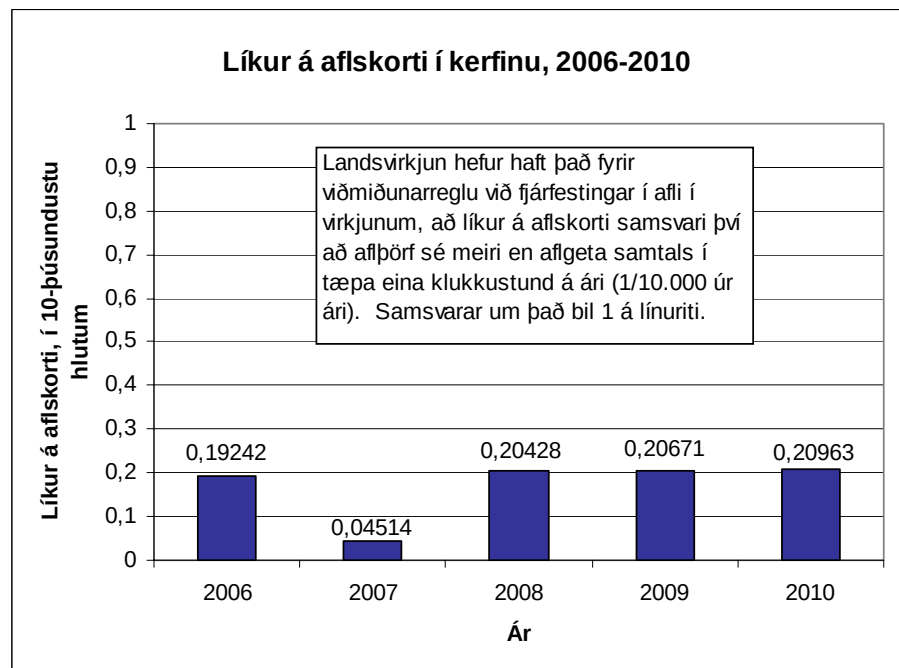
Samkvæmt 9.gr. raforkulaga þá ber Landsnet ábyrgð á öruggri stýringu raforkukerfisins og skal tryggja öryggi og gæði við raforkuafhengingu. Í slíkri kerfisstjórnun felst m.a. að tryggja nægjanlegt framboð reiðuafls vegna aflskorts við rekstur kerfisins.

Líkurnar á að slíkur aflskortur eigi sér stað eru samspil líkinda á að aflvél í virkjun eða annar búnaður bili fyrirvaralaust og líkum á aflþörf raforkunotenda. Aflþörfin er breytileg innan ársins og er að vissu marki ófyrirsjáanleg. Landsnet hefur haft það fyrir viðmiðunarreglu að líkur á aflskorti samsvari því að *aflþörf sé meiri en aflgeta* samtals í tæpa eina klukkustund á ári (1/10.000 úr ári).

Við daglegan rekstur raforkukerfisins er þess ávallt gætt að reiðuafli geti þolað að stærsta vél kerfisins detti út, sem nú er 70 MW vél í Hrauneyjum. Stærsta einstaka eining er hinsvegar vélaspennir í Búrfelli með 96 MW á bak við sig og Vatnsfellslína 1 með 90 MW á bak við sig og þarf að hafa það í huga þegar mikil framleiðsla er í þessum virkjunum.

Líkur á aflskorti í raforkukerfinu hafa verið áætlaðar fram til ársins 2010 með líkindaafllíkani. Þær munu næstu árin verða verulega lægri en viðmiðunarmörk Landsnets. Þetta kemur fram á mynd 4.1-5 þar sem líkur á aflskorti eru sýndar í tíuþúsunda hlutum, þ.e. 1/10.000 samsvarar einum á línuritinu. Ein klst samsvarar 1,14 á myndinni. Útreikningar voru gerðir miðað við eftirfarandi forsendur:

- Endurreiknuð raforkuspá þar sem tekið hefur verið tillit til byggingarrafmagns í Kárahnjúkum og í álveri við Reyðarfjörð.
- Núverandi stóriðjusamningum að viðbættum 3-5 áf. stækkunar Norðuráls. 3 og 4 áfangi stækkunar hefur uppkeyrslu 15. febrúar 2006 til 12. júní 2006 (188 MW) og önnur uppkeyrsla 27. september 2006 til 17. október 2006 (20 MW) og sú síðasta 1. júlí 2007 til 15. júlí 2007 (14 MW), 5 áfangi stækkunar hefur uppkeyrslu 1. september 2008 (35 MW) og seinni uppkeyrsla 1. nóvember 2008 (35 MW). Fjarðaál hefur uppkeyrslu 7. apríl 2007 sem lýkur 1. október 2007 (535 MW).
- Miðað er við að 4. vél á Nesjavöllum komi í rekstur 1. nóvember 2005
- Miðað er við að Reykjanesvirkjun komi inn 2x38,5 MW 30. apríl 2006 og 20 MW 15. maí 2006.
- Miðað er við að Hellisheiðarvirkjun komi inn 38,5 MW 1. september 2006 og 38,5 MW auk 14 MW yfirkeyrslu 1. október 2006. 30 MW skiljuvatnsvirkjun í Hellisheiði kemur í rekstur 1. nóvember 2007. Til viðbótar koma inn tvær 40 MW vélar með möguleika á uppkeyrslu í 45 MW árið 2008, sú fyrri kemur 1. september 2008 og sú seinni þann 1. nóvember 2008.
- Vélar í Kárahnjúkavirkjun koma inn ein í einu árið 2007 sú fyrsta 1. apríl sú næsta 1. júní og síðan ein á mánuði til 1. október. Kárahnjúkavirkjun er reiknuð sem 6x115 MW, en þó þannig að virkjunin nýtist aldrei meira en 600 MW gagnvart heildarkerfinu vegna flutningstakmarkana. Austurland er tengt við raforkukerfið með tveimur 132 kV línum þ.e. Kröflulínu 2 og Sigöldulínu 4.
- Miðað er við að Lagarfossvirkjun, 18 MW, komi í rekstur 1. júlí 2007.



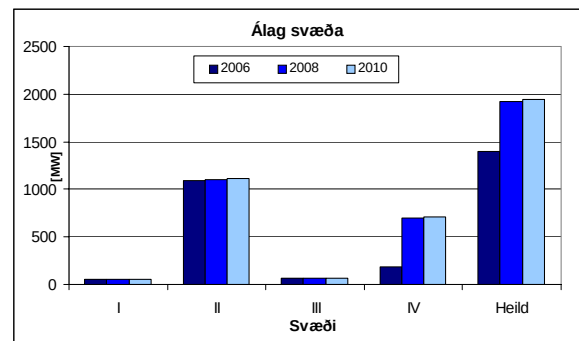
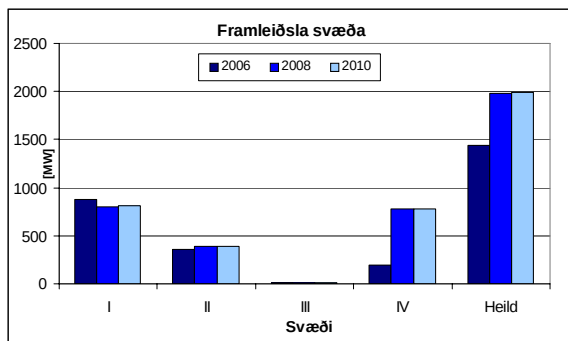
mynd 4.1-5: Líkur á aflskorti í kerfinu árin 2006-2010

Eins og sést á línuritinu, eru líkur á aflskorti vel innan marka. Líkur á aflskorti eru meiri árið 2006 en 2007 og er ástæða þess fyrst og fremst sú að Hellisheiðarvirkjun kemur ekki í rekstur fyrr en 1. september, en Norðurál hefur lokið fyrri uppkeyrslu í byrjun sumars og þeirri síðari um haustið.

4.1.3. Álagsflæði á árunum 2006 til 2010

Verði ekki gerðir fleiri orkusölusamningar um stóriðju fram til ársins 2010, er ekki talin þörf á öðrum framkvæmdum í flutningskerfinu en lagt er til í þessari skýrslu. Framleiðsla og töp kerfisins miðað við áætlað hámarksálag, annars vegar fyrir árið 2006 og hins vegar fyrir árið 2010, er sýnd á myndum hér á eftir. Tímabilið sem skýrslan nær yfir einkennist af því að Alcoa ætlar að taka í notkun álver á Reyðarfirði árið 2007 og Norðurál ætlar að stækka úr 90 þúsund tonnum í 220 þúsund tonn árið 2006 og í 260 þúsund tonn árið 2008. Allar framkvæmdir í flutningskerfinu á umræddu tímabili tengjast þessum stóriðjuáformum. Hefur verið fjallað um þær og gerðar sérstakar áætlanir þeim tengdum í sérstökum skýrslum. Hér verður því aðeins stiklað á stóru í því sambandi.

Í skýrslunni var álag og dreifing þess endurskoðað frá fyrri skýrslum, eins og venja er, ein breyting er þó frá fyrri skýrslum og hún er sú að Sogið tilheyrir nú svæði I en ekki svæði II eins og áður.



mynd 4.1-6: Framleiðsla og álag eftir svæðum

Reiknað var álagsflæði í hermílkani sem gert er í PSS/E⁷ forritinu svokallaða sem er í eigu Landsnets. Yfirlit yfir atburði sem skoðaðir voru má finna í kafla 3.1.4.

Í samræmi við ný raforkulög tók Landsnet við ábyrgðinni á 66 kV kerfinu, sem hingað til hefur verið rekið af RARIK, OV og fleiri aðilum. 66 kV kerfin eru í eðli sínu svæðistengd og skiptast í nokkur aðskilin kerfin. Gerð var ítarleg athugun á 66 kV flutningskerfinu á Austurlandi en reiknað er með að skoða öll þessi kerfi á næstu misserum. Suðurland næst og svo áfram vestur og norður. Í kafla 4.1.5 er stutt umfjöllun um 66 kV kerfið á Austurlandi.



4.1.4. Flutningskerfið á SV-landi

Helstu framkvæmdir á SV-landi tengjast stækkun Norðuráls árin 2006 og 2008. Virkjanir á Hellisheiði á vegum Orkuveitu Reykjavíkur og á Reykjanesi á vegum Hitaveitu Suðurnesja verða byggðar vegna þessarar stækkunar og munu tengjast flutningskerfinu.

Hingað til hefur SV-horn landsins verið eina svæðið þar sem 220 kV kerfi hefur verið í rekstri. Nú verður nýtt 220kV kerfi á Austurlandi komið í rekstur vegna Fjarðaáls árið 2006, en um það er fjallað aftur í þessum kafla.

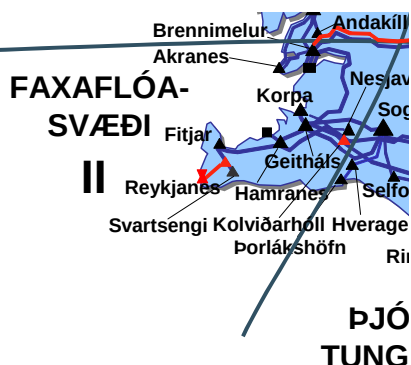
Djórsár-Tungnaáarsvæðið og Sog (Svæði I)

Ekki eru miklar framkvæmdir á þessu svæði fyrir utan frágang eftir byggingu Sultartangalínu 3 (SU3), sem fram fer að mestu árið 2005.

Faxaflóasvæðið að Vatnshömrum (Svæði II)

Framkvæmdir á þessu svæði ráðast að miklu leyti af samningi við Norðurál um aukin orkukaup eins og fram kemur í kafla 4.1.

Árið 2006 er gert ráð fyrir að komin verði 118 MW virkjun á Hellisheiði, sem tengist nýju tengivirki við Kolviðarhól. Gert er ráð fyrir að virkjunin verði tengd inn á BU2 og að línan frá Kolviðarhóli að Geithálsi fái nafnið Kolviðarhólslína 1 (KH1). Virkjunin verður í eigu Orkuveitu Reykjavíkur (OR).



⁷ Sjá www.pti-us.com

Á sama tíma er gert ráð fyrir 97 MW virkjun á Reykjanesi. Sú virkjun tengist nýju tengivirki í eigu Hitaveitu Suðurnesja (HS) og þaðan með nýrri línu í Fitjar. Þetta nýja tengivirki og þessi nýja lína (Reykjaneslína) er ekki inni í kostnaði áætlunarinnar þar sem Hitaveita Suðurnesja sér um kostnaðinn og mun eiga þessi mannvirki. Landsnet mun aftur á móti leigja þau af HS og sjá um rekstur þeirra. Hér fyrir neðan má sjá hvernig Reykjanesvirkjun tengist flutningskerfi Landsnets.



mynd 4.1-7: Tenging Reykjanesvirkjunar við flutningskerfi Landsnets

Einnig er gert ráð fyrir 15MW framleiðsluaukningu í Svartsengi.

Árið 2006 verður lokið við endurnýjun á Norðuráslínum 1 og 2.

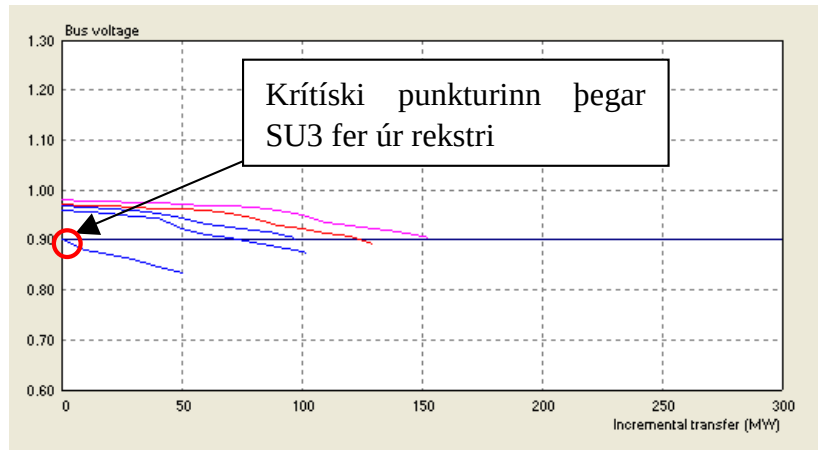
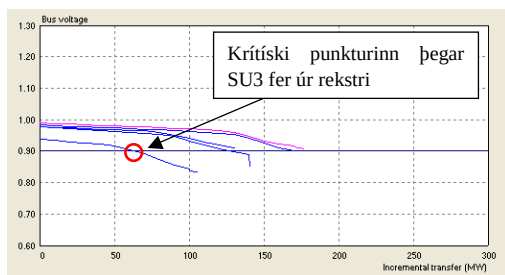
Allar ofangreindar framkvæmdir tengjast stækkun Norðuráls árið 2006.

Flytja þarf raðþéttinn á Sandskeiði í Brennimelslínu 1 til að fyrirbyggja spennuvandamál á Brennimel árið 2010.

Auka þarf flutningsgetu frá Nesjavöllum í tengslum við stækkun virkjunarinnar þar. Í kerfisrannsóknnum hefur komið í ljós að hagkvæmast sé að leggja 132 kV loftlínu eða streng frá Nesjavöllum að Geithálsi.

Í lok tímabilsins sem áætlunin nær til þarf að fara að huga að mati á umhverfisáhrifum vegna endurnýjunar á BR1.

Gerð var næmniathugun fyrir kerfið árið 2010 sem er lokaár kerfisáætlunar sem sýnir hvernig spennan á 220 kV teini á Brennimel fellur ef álagið er aukið á sama stað. Það sem mynd 4.1-8 segir er að árið 2010 er ekkert svigrúm til að auka álagið á Brennimel þar sem spennan á staðnum fer strax niður að minnstu leyfilegu mörkum eða -9% (200kV). Til samanburðar má sjá sömu útreikninga fyrir árið 2009 úr síðustu kerfisáætlun, en þá var ekki búið að semja um 4. og 5. áfanga Norðuráls. Samkvæmt þessu er nauðsynlegt að hefja undirbúning, ekki seinna en árið 2008 fyrir framkvæmdir sem þyrftu að vera lokið árið 2011. Gerð var athugun á flutningskerfinu til að leysa spennuvandamál á Brennimel og má finna þá athugun í viðauka D.



mynd 4.1-8: Spennan á 220 kV teini á Brennimel þegar álagið er aukið ($\Delta P_{\text{álag}}$) umfram áætlað hámarksálag 2010 ($x=0$).

4.1.5. Kerfið utan SV-lands

Um alllangt skeið hafa litlar framkvæmdir verið í flutningskerfinu á umræddu svæði. Nú verður veruleg breyting þar á með tilkomu álvers Alcoa á Reyðarfirði og tilheyrandi aflflutningi þangað.



Vesturland, Vestfirðir og Norðurland að Laxárvatni (Svæði III)

Engar nýframkvæmdir eru áætlaðar á þessu svæði á tímabili áætlunarinnar.

Skoðað hefur verið hvaða áhrif það hefði t.d. á töp að spennuhækka línurnar frá Brennimel að Blöndu. Er áhrifin umtalsverð en tvísýnt um hagkvæmni enn sem komið er. Það er hinsvegar háð ýmsum ytri aðstæðum og gæti breyst.

Álagsflæðiathuganir sýna sem fyrr að rekstrarspenna getur orðið lág í spennistöðinni við Mjólka. Vísast til fyrri Kerfisáætlaða um umfjöllum um þetta.



Eystri hluti Norðurlands, Austfirðir og Suðausturland að Sigöldu (Svæði IV)

Á þessu svæði verða umfangsmestu framkvæmdir í flutningskerfinu næstu árin. Ástæðan er bygging Fjarðaáls og Kárahnjúkavirkjunar.

Meta þarf nánar ástand línunnar milli Varmahlíðar og Rangárvalla, RA1. Línan er 87,4 km að lengd (668 stæður) og var byggð árið 1974. Á henni er leiðari, 18 mm í þvermál, sem hefur minni flutningsgetu en aðrir hlutar byggðalínunnar. Lausleg athugun⁸ á því hvort hagkvæmt væri að skipta um leiðara á línunni og fara upp í 24 mm leiðara benti til þess að það væri of kostnaðarsamt miðað við nýja línu. Álagsflæðiútreikningar benda til að línan verði flöskuháls í kerfinu og myndi hún t.d. hindra fulla nýtingu hálendislínu ef hún yrði byggð.

⁸ Línuhönnun

Árin 2006 – 2007, framkvæmdatími Kárahnjúkavirkjunar og álvers.

Byggt hefur verið sérstakt tengivirki við Bessastaði í Fljótsdal til að þjóna framkvæmdum við virkjunina.

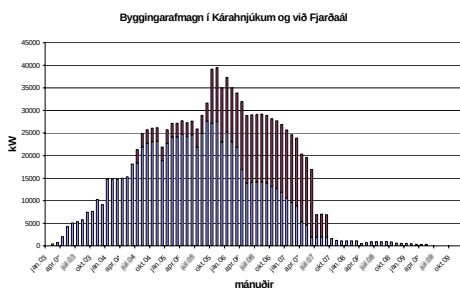
Vegna þess hve kerfið á Austurlandi er viðkvæmt fyrir útleysingum á framkvæmdatíma veturna 2005-2006 og 2006-2007 er nauðsynlegt að fjárfesta í sjálfvirkum fjarútleysingarbúnaði fyrir álagið. Þörfin fyrir þennan búnað er einnig nauðsynleg eftir 2007.

Reist verður +/- 30 Mvar týristorstýrt þéttavirki fyrir lok árs 2006 til að styrkja kerfið vegna tilkomu Fjarðaáls.

Árin 2007 – 2010, rekstur Kárahnjúka og álvers

Seinni part árs 2007 mun 322 þúsund tonna álver á Reyðarfirði (Fjarðaál) koma í fullan rekstur. Í tengslum við það verður reist 220 kV tengivirki í Fljótsdal og tvær 400 kV flutningslínur, sambærilegar við Búrfellslínu 3A, niður í Reyðarfjörð.

Á myndinni hér til hliðar má sjá áætlað byggingarafmagn vegna framkvæmda við Kárahnjúka (bláir stöplar) og byggingarafmagn álversins (rauðir stöplar) á árunum 2003-2009.



Með tilkomu Kárahnjúka mun Lagarfossvirkjun verða stækkuð um c.a 20 MW árið 2007.

Til að fresta enn frekar þörf á tengingu yfir hálendið hefur Landsnet verið að rannsaka möguleika á fjarútleysingum tengdum ákveðnum atburðum í kerfinu. Slíkar aðgerðir geta verið áhrifaríkar en viss áhætta felst í flóknu stjórnerfi og sjálfvirkni sem fylgir slíkum búnaði.

66 kV kerfið á Austurlandi

Í samræmi við ný raforkulög tók Landsnet við ábyrgðinni á 66 kV kerfinu, sem hingað til hefur verið rekið af RARIK, OV og fleiri aðilum. Gerð var ítarleg athugun á 66 kV flutningskerfinu á Austurlandi en reiknað er með að skoða öll þessi kerfi á næstu misserum. Athugað var hvort tilefni væri til að spennuhækka í 132 kV.

Kom í ljós að næstu tvö árin er hætta á yfirlestun spennu á Hryggstekk og Eyvindará vegna raforkunotkunar við byggingarframkvæmdir á svæðinu.

Þetta tímabundna vandamál vegna yfirálags stafar m.a. af sölu ótryggðar orku og erfitt er að færa rök fyrir því að leggja út í fjárfestingar til styrkingar á kerfinu vegna sölu ótryggðar orku.

Rekstur á hringnum árið 2006 og fram til september 2007 er hins vegar nokkuð ótryggur þar sem útleysing á línu milli Eyvindarár og Hryggstekks eða spennis á Eyvindará veldur 20% yfirálagi á spennu á Hryggstekk enda þótt hringurinn sé aðeins rekinn á forgangsafli. Langvarandi yfirálag á spennu á Hryggstekk gæti valdið því að hringurinn falli úr rekstri og eftir stæði Lagarfoss í eyjarekstri. Koma má í veg fyrir þetta með því að fæða

Fáskrúðsfjörð og Stöðvarfjörð frá Teigarhorni í stað Stuðla ef fyrrgreindir atburðir koma upp, þar sem það myndi léttu verulega álagi af spennu á Hryggstekk eða úr 20% yfirálagi í 1% yfirálag.

Af ofangreindum ástæðum er lagt til að álagi sé létt af Stuðlum þegar mikið álag greinist í hringnum.

Ekki er talin þörf á spennuhækkun þar sem umrætt aflvandamál er tímabundið og ekki er fyrirsjáanleg aukning á aflnotkun í hringnum fram til ársins 2030 samkvæmt orkuspá Orkuspárnefndar.

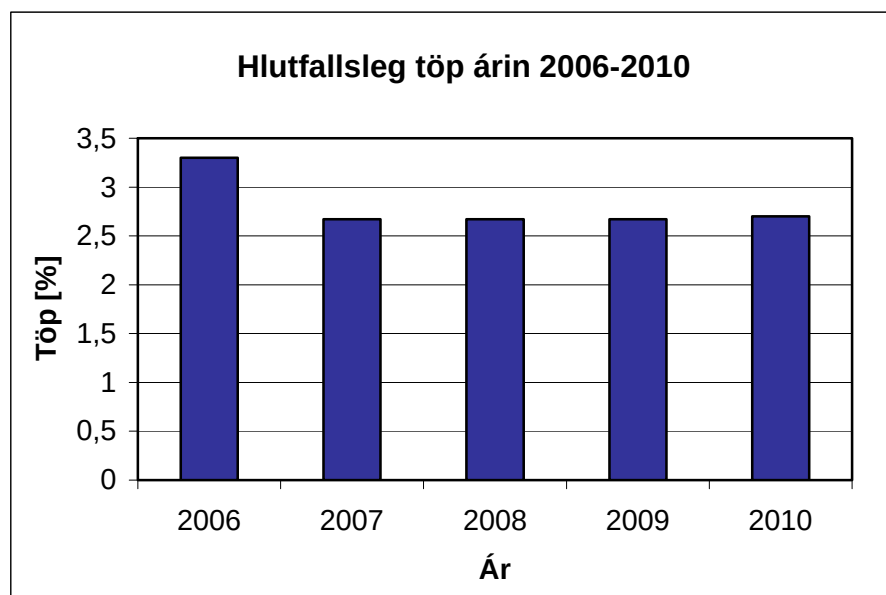
Skýrslu um þessa athugun má finna í viðauka.

4.1.6. Töp í flutningskerfinu

Jaðartöp kerfisins, þ.e.a.s. áhrif breytinga í framleiðslu eða notkun á heildartöp kerfisins eru mismunandi milli landshluta. Ræður þar mestu nýting flutningskerfisins. Þannig er hægt að minnka heildartöp kerfisins með því að auka álag á Norðurlandi eða auka framleiðslu raforku á suðvestur horni landsins. Á þennan hátt myndi flutningur afls milli landshluta takmarkast og því myndu skapast minni töp í flutningslínunum kerfisins. Jaðartöp virkjana eru því minnst á Suðvesturlandi en jaðartöp nýrra notenda eru minnst á Norðvesturlandi. Þó ber að geta þess að gjaldskrá miðast við meðaltöp.

Niðurstaða á útreikningi bendir til þess að töp í kerfinu séu um 408 GWh, en í orkuspá er gert ráð fyrir 393 GWh heildartöpum fyrir landið allt árið 2010 og má því segja að þetta sé í góðu samræmi við orkuspána. Framleiðsla Blöndu- og Kröflustöðva ræður miklu um töp kerfisins.

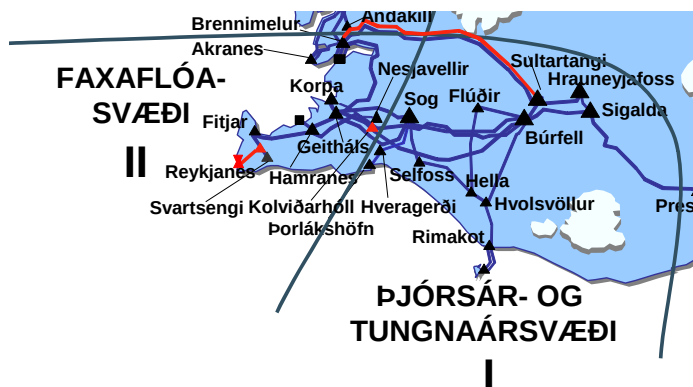
$$\text{Töp [\%]} = \frac{\text{Töp við háálag [MW]}}{\text{Framleiðsla við háálag [MW]}}$$



mynd 4.1-9: Töp í flutningskerfinu á árunum 2006-2010

Rafmagn inn á net árið 2004 var 7.894 GWh og út af neti var 7.538 GWh. Töp og eiginnotkun voru því 356 GWh eða 4,5 %. Eiginnotkun er um 0,7 %. Á mynd 4.1-9 eru reiknuð hlutfallsleg töp í kerfinu fyrir árin 2006 – 2010, þar má sjá hvernig *hlutfallsleg töp í kerfinu minnka með komu Kárahnjúkavirkjunar árið 2007*.

4.2. Um flöskuhálsa og tengingar milli svæða



Mikill hluti af raforkuframleiðslu landsins fer fram á Suðurlandi. Raforkunotkun er hinsvegar mest á höfuðborgarsvæðinu um 100 km frá framleiðslunni. Flöskuhálsar sem svo eru kallaðir milli þessara markaðssvæða eru ekki miklir enda mikill fjöldi 220 kV lína sem tengir svæðin saman og fleiri á leiðinni þ.e. áður nefnd Sultartangalína 3 (sjá mynd).

Ljóst er af umfjöllun í Kerfisáætlunum undanfarinna ára að ýmis vandkvæði eru á rekstri svokallaðra byggðalína. Um þær er að vísu ekki mikill flutningur í dag, því reynt hefur verið að halda framleiðslu og raforkunotkun í jafnvægi á viðkomandi svæðum þó með Blönduvirkjun sem undantekningu. Gerð var athugun sem miðast við núverandi flutningskerfi, sjá viðauka F í kerfisáætlun 2004, sem leiðir í ljós að 30-60 MW álagsaukning á Norðurlandi væri heppileg með viðeigandi framleiðslu á Suðurlandi. Slík lausn leiðir til meiri stöðugleika og minnkar hlutfallsleg töp kerfisins. Samsvarandi raforkunotkun fyrir norðan með framleiðslu þar hefði hinsvegar lítil áhrif á töp og myndi auka þann tíma sem kerfið væri rekið yfir stöðugleikamörkum.

Fyrirsjáanlegt er að raforkulög geti leitt til synjunar á tengingum hvort heldur sem er vegna framleiðslu eða aflúttöku í tengivirkjum sem tengjast 132 kV byggðalínunum. Því er það svo að núverandi ástand flutningskerfisins býður ekki upp á „jafnræði í viðskiptum með raforku“. Þeir sem búa við nálægð 220 kV kerfisins hafa meiri viðskiptamöguleika á raforkumarkaðinum.



Verði ekki gerðir fleiri orkusölusamningar um stóriðju fram til ársins 2010, er ekki talin þörf á öðrum framkvæmdum í flutningskerfinu en lagt er til í þessari skýrslu

Vandinn við rekstur byggðalínunnar er tvíþættur. Bæði er um að ræða 132 kV línu sem í sumum tilvikum er með nokkuð grönnum vír og þar af leiðandi takmarkaða flutningsgetu og umtalsverð töp. Hinsvegar er um að ræða tæknileg vandamál vegna lengdar línanna.

Nokkrar lausnir hafa verið til athugunar undanfarin misseri. Hefur þar helst verið rætt um tengingu frá Búðarhálsi yfir Sprengisand í Svartárvot eða Kröflu. Sú lausn styrkir kerfið verulega og jafnar aðstöðu viðskiptavina flutningskerfisins til muna. Í þessu sambandi hafa verið skoðaðir ýmsir valkostir. Það er mun vænlegra ef litið er til mikils orkuflutnings milli svæða að byggja loftlínu, hinsvegar má leysa tæknileg vandamál kerfisins með jarðstreng. Síðari lausnin gefur augljóslega ekki af sér miklar tekjur og ekki er reiknað með að viðskiptavinir flutningskerfisins séu tilbúnir til að greiða hærri gjaldskrá fyrir hærri áreiðanleika umfram það sem hann er í dag. Niðurstaða athuganna sem gerðar hafa verið erlendis á þörfum viðskipta benda til að svo sé.

Til að fresta enn frekar þörf á tengingu yfir hálendið hefur Landsnet verið að rannsaka möguleika á fjarútleysingum tengdum ákveðnum atburðum í kerfinu. Slíkar aðgerðir eru mjög áhrifaríkar en viss áhætta felst í flóknu stjórnkerfi og sjálfvirkni sem fylgir slíkum búnaði.

4.3. Launaflspörf og launaflsframleiðsla

Launafl er nauðsynlegt í raforkukerfum til spennustýringar. Í virkjunum hefur verið framleitt launafl þar sem aflstuðlar véla hafa verið frá 0,85 til 0,9. Þessu fylgir í sumum tilvikum kostnaður í virkjunum, vegna þess að lægri aflstuðull og þá meiri launaflsframleiðslugeta kallar á stærri vélar. Í nýju raforkuumhverfi þar sem sitt hvor aðilinn á virkjanir og flutningskerfið getur þessi launaflsframleiðsla orðið mun flóknara mál en hún hefur verið hingað til. Þetta gæti leitt til þess að kerfisstjórinn vilji sjálfur framleiða meira af launafli eða taka verður tillit til þessa í samningagerð við framleiðendur.

Undanfarin ár hefur þéttum í flutningskerfinu farið ört fjölgandi. Auk þess mun verða byggt týristorstýrt þéttavirki á Hryggstekk innan tíðar. Þykir því rétt að ræða þetta fyrirbrigði nánar í þessari kerfisáætlun.

Þéttarnir skiptast í tvær gerðir raðþétta og samsíðaþétta.

Þar sem hér á landi er nær eingöngu notuð vatnsorka og hana þarf að flytja um nokkurn veg til viðskiptavinanna (sama gildir um jarðvarmavirkjanir). Spennufallið yfir langar flutningslínur með talsverðu álagi er aðalega svokallað spanspennufall (vegna spóluáhrifa). Til að bæta upp þetta spennufall má setja inn samsíðaþétta við enda línunnar nálægt álaginu. Þannig má seinka þörf fyrir nýjar línur, en þéttavirki eru yfirleitt stærðargráðu lægri í stofnkostnaði og munar því mikið um frestunina og jafnvel duga þéttavirkin áratugi ef uppbygging er mjög hæg. Þessu fylgja að vísu nokkur vandamál í rekstri þar sem spenna getur hækkað of mikið ef álag minnkar tímabundið og því þarf að vera að hægt að setja þétta inn og út með rofabúnaði. Þannig má nota þessa þétta til spennureglunar þó spennuþreppin geti í sumum tilvikum verið óþægilega stór þegar verið er að setja þau inn og út. Ef mikil þörf er á slíkri reglun og álag er hlutfallslega lítið getur verið gott að nota rafeindastýringu svokallaða týristorstýringu (SVC) til að opna inn á þéttinn. Slíkur búnaður er fyrirhugaður á Hryggstekk á næsta ári. Hér skal bent á umfjöllun um inn- og útsetningu þéttavirkja á höfuðborgarsvæðinu í Kerfisáætlun Landsvirkjunar 1996 (VK9602) kafla 5.3.

Raðþéttar eru settir inn í flutningslínur, einnig til að draga úr spanáhrifum og þar með „styttu“ línurnar raffræðilega. Þeir eru hinsvegar inni í línunum og fara þar af leiðandi líka út með þeim í bilanatilvikum og nýtast því ekki með sama hætti og samsíðaþéttar til spennustýringar.

Nokkur þéttavirki hafa verið í notkun hjá Landsvirkjun frá því á níunda áratugnum. Þau eru:

- Hamranes: 2x10 Mvar á 11kV spennu.
- Rangárvellir: 3x10 Mvar á 132kV spennu.
- Hólar: Raðþéttir 70Ω (mælt 19/11'92) á 132kV - gefur 0,4pu miðað við 100MVA grunn.

Auk þess hefur gasaflsstöðin í Straumsvík verið notuð til launafisframleiðslu. Þær geta framleitt um 15Mvar hvor (2x15Mvar).

Árið 1997 og 1998 var svo bætt við eftirfarandi launafisvirkjum:

- 100 Mvar samsíðaþéttar á 132 kV teinum á Geithálsi.
- 35 Mvar samsíðaþéttir á 132 kV teinum í Hamranesi.
- 2x8 Mvar samsíðaþéttar á 11 kV í Hamranesi.
- 18,4 Ω raðþéttir við Lyklafell á Sandskeiði (25km frá Hamranesi).

Árið 2001 var síðan bætt við eftirfarandi þétti:

- 75 Mvar samsíðaþéttir á 220 kV teinum á Brennimel.

Árið 2004 var síðan 20 Mvar þéttaeining á Geithálsi flutt austur á Hryggstekk til að styrkja kerfið þar sérstaklega meðan á framkvæmdum stendur og þegar KR2 er ekki í rekstri. Athuganir vegna þessa má finna í viðauka E í Kerfisáætlun Landsvirkjunar árið 2003. Þar má einnig finna umfjöllun um fleiri þéttavirki t.d. í viðauka F.

Síðan er gert ráð fyrir að í árslok 2006 verði kominn í rekstur týristorstýrt þéttavirki (SVC) á Hryggstekk. Mun það styrkja verulega alla spennustýringu á Austurlandi.

Hagræðing í flutningskerfinu ræðst að miklu leyti af því hve vel gengur að ná niður stofnkostnaði mannvirkja og þar með fjármagnskostnaði. Ljóst er að þéttavirkin hafa aukið hagræðingu í flutningskerfinu til muna. Má í því sambandi benda á að orkunotkun í landinu hefur farið úr 5.113 GWh í 8.861 GWh á 8 árum sem samsvarar um 75% aukningu. Á sama tíma hafa litlar línuframkvæmdir verið í flutningskerfinu. Fyrir utan stuttar tengilínur í virkjanir má segja að Búrfellslína 3A sé eina stóra línan byggð á þessu tímabili. Hagræðingin er ekki eini ávinningurinn af þéttavirkjunum heldur eru mun minni umhverfisáhrif af þeim en háspennulínunum.

Helstu ókostir þéttavirkjana er að þeim fylgir meiri rekstur. Stjórnendur kerfisins þurfa að taka ákvarðanir, stundum daglega, um út- og innsetningu þeirra. Þéttavirkin eru auk þess viðkvæm gagnvart yfirtónum og færast viðkvæmi punkturinn auk þess til með stækkun raforkukerfisins. Því þarf alltaf að fara yfir hönnunar og rekstrarforsendur þéttavirkjana með reglulegu millibili, sérstaklega meðan kerfið er að vaxa jafn ört og undanfarið. Almennt viðhald þeirra er auk þess talsvert meira en spenna og lína.

4.4. Rannsóknir og framtíðarsýn

4.4.1. Jarðvarmavirkjanir á SV-landi

Áhugi fyrir uppbyggingu jarðvarmavirkjana hefur aukist mikið síðustu ár meðal orkuveitna. Fyrirhugað er að virkja á Hellisheiði, Reykjanesi og stækka enn frekar virkjunina á Nesjavöllum. Einnig hefur verið rætt um mikla uppbyggingu á Norðausturlandi í nágrenni Kröflu. Gerðar hafa verið margar kerfisrannsóknir vegna þessa. Sumar lauslegar en aðrar ítarlegar. Nokkrar voru kynntar í viðaukum síðustu áætlunar, en þessari vinnu hefur verið framhaldið og reiknað er með að svo verði næstu árin. Hér á eftir er gert lauslega grein fyrir nokkrum athugunum sem nýlega hafa verið gerðar.

Ef verður af frekari stækkun virkjunarinnar á Nesjavöllum er nauðsynlegt að auka flutningsleiðir frá virkjuninni, nokkrir möguleikar voru skoðaðir og hagkvæmasta leiðin er að byggja 132 kV streng frá virkjuninni að Geithálsi.

Skoðaðir hafa verið möguleikar á nýju tengivirki á Norðausturlandi til að draga úr umhverfisáhrifum við Mývatn, en framkvæmdir við jarðvarmavirkjanir á svæðinu kalla á nýjar háspennulínur þar.

Kerfisrannsóknir sýna að ástæða er til þess að hafa áhyggjur af áformum um uppbyggingu jarðvarmavirkjana í tengslum við stóriðju ef ekki er um sterka tengingu við vatnsorkuver. Vatnsorkuver láta betur að stjórn þegar bregðast þarf við snöggum en umtalsverðum álagsbreytingum. Slíkar álagssveiflur eru algengar svo sem í álverum sem fara út í heilu lagi (skáli) að meðaltali 6 sinnum á ári, t.d. þegar leki kemur í ker.

Þessar rannsóknir geta leitt til þess að verulegar breytingar verða milli ára á kerfisáætlunum ef samningar nást um þá flutninga sem þarna hafa verið rannsakaðir. Gera má ráð fyrir að lágmarkstími, miðað við núverandi laga- og reglugerðarumhverfi, frá því að ákveðið er að fara einhverjar framkvæmdir og þar til þær eru teknar í notkun sé um 5 ár.

4.4.2. Stækkun stóriðju

Frekari aukning stóriðju á Íslandi hefur mikið verið í umræðunni síðustu mánuði. Þeir staðir sem vakið hafa áhuga fyrirtækja til að reisa ný álver er á Norðurlandi annars vegar og svo á Suðurnesjum hins vegar. Einnig hefur verið í umræðunni frekari stækkun núverandi álvera, Norðuráls á Grundartanga og Alcan í Straumsvík. Stærri og minniháttar rannsóknir hafa verið gerðar í tengslum við stóriðju á ofangreindum stöðum og liggja skýrslur fyrir sem m.a. er hægt að finna sem viðauka við fyrri kerfisáætlanir. Ekki er einungis verið að rannsaka kerfið m.t.t. byggingu álvers því á Norðurlandi hefur einnig verið skoðuð tilkoma álþéttaverksmiðju (c.a 70 MW) og hafa fleiri en eitt erlent fyrirtæki sýnt þeirri tegund af stóriðju mikinn áhuga.

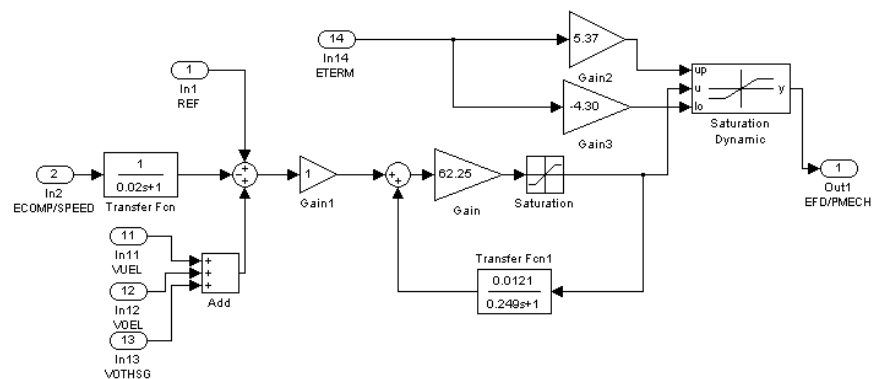
4.4.3. Hermun véla í Matlab-Simulink

Eins og áður hefur komið fram notar Landsnet hermi af raforkukerfinu, PSS/E frá PTI Siemens. Hermirinn er nákvæmt líkan af raforkukerfinu í

heild sinni og með honum er hægt að framkvæma útreikninga í stöðugu ástandi (Load flow) og einnig er hægt að skoða svipula svörun (dynamic) kerfisins nokkuð nákvæma. En til að gera svipula útreikninga enn nákvæmari var settur af stað vinnuhópur til að færa módel vélanna í kerfinu úr Fortran umhverfi yfir í Matlab-Simulink umhverfi. Þegar þeirri vinnu er lokið munu vélarmódel hermisins verða mun aðgengilegri þannig að ef stilling vélanna í kerfinu yrði breytt verður leikur einn að samræma herminn með sömu stillingum. Þessi vinna fór af stað á haustmánuðum 2004 og gengur vel, flestar vélar kerfisins hafa verið settar upp í Matlab-Simulink en öll fínþússun og prófanir eru eftir. Hér fyrir neðan má sjá dæmi um vélarmódel í Fortran annarsvegar og svo hinsvegar í Matlab-Simulink.

```
1021 'BBSEX1' 1 0.20000E-01 250.00 1.0000 0.24900
      0.0000 0.0000 5.3700 -4.3000 5.3700
      -4.3000 1.0000 /
```

mynd 4.4-1: Segulmögnunarbúnaður vélar í Sigöldu sett upp í Fortran



mynd 4.4-2: Segulmögnunarbúnaður vélar í Sigöldu sett upp í Matlab - Simulink

Áætluð verklok vinnuhópsins er snemma árs 2006, ýtarlega skýrslu um stöðu verkefnisins má finna í viðauka E.

4.4.4. Hagnýting raðþéttis úr BU3

Þegar lagt var til að setja upp raðþétti í BU2A-BU3B⁹ var ekki fyrirsjáanleg sú uppbygging sem nú hefur átt sér stað á Brennimel og kölluðu á byggingu BU3A á sínum tíma. Ef þessi uppbygging hefði ekki orðið heldur eingöngu aukning í almennu álagi var reiknað með að raðþéttirinn gæti frestað byggingu BU3 til 2010. Með tilkomu BU3 varð þéttirinn of lítill, þ.e. straumþol hans er minna en sá straumur sem fer um BU3, þannig að ef nýta

⁹ Fyrir 1998 var BU2 tengd inn á BU3 á Sandskeiði. Á þeim tíma fékk sá hluti BU2 heitið BU2A. Endinn frá Sandskeiði niður á Geitháls sem þá var ótengdur fékk heitið BU2B. Línan sem byggð var frá Hamranesi upp á Sandskeið fékk heitið BU3B.

hefði átt hann þar hefði þurft að stækka hann, einnig væri möguleiki að nota hann annars staðar.

Gerð var greinargerð þar sem athugað var hvort raðþéttirinn gæti komið að notum annars staðar í kerfinu og þá hvort ekki þyrfti að stækka hann. Í dag er þéttirinn á Sandskeiði ónotaður og ef hann verður ekki notaður annars staðar þarf að farga honum með tilsvarendi kostnaði.

Nýjar staðsetningar á raðþéttinum voru skoðaðar og þá helst í BR1 í tengslum við stækkun Norðuráls árið 2006 um 130 þ. tonn og árin 2007-2008 um 40 þ.tonn til viðbótar þ.e. 5. áfangi stækkunar Norðuráls. Einnig var athugað hver áhrifin af raðþéttinum yrðu ef BR1 yrði endurnýjuð í tengslum við þessar stækkanir. Aðrar staðsetningar voru einnig skoðaðar og kom þá helst til greina að nýta þéttinn í KH1 (Kolviðarhólslínu 1 en svo kallast BU2 frá Kolviðarhóli að Geithálsi), ef frekari stækkun yrði í ALCAN.

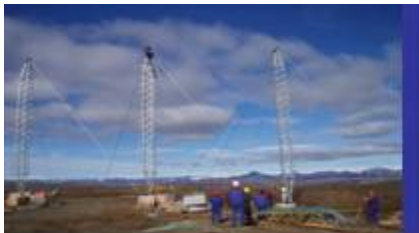


Athugun leiddi í ljós að hagkvæmt er að flytja raðþéttinn frá Sandskeiði og staðsetja hann í Brennimelslínu 1

Athuginin leiddi í ljós að hagkvæmt gæti reynst að nota raðþéttinn í tengslum við stækkun í Norðuráli. Með því að setja hann í BR1 eykur það möguleika á að auka álag á Brennimel, en nauðsynlegt yrði að stækka þéttinn ef af alls 170 þ.tonna stækkun yrði í Norðuráli.

Komið hefur til tals að endurnýja BR1. Ekkert kom fram í þessari athugun sem kallar á slíka framkvæmd. Áhrif þess á kerfið eru mjög lítil, fyrir utan það að hitaflutningsmörk línunnar hækka, þar sem nýja línan er um 20 km. lengri en sú gamla og vegur það upp á móti lægra viðnámi í nýjum leiðurum. Það væru því aðrir þættir sem ráða myndu þeirri framkvæmd.

Ef álag á Höfuðborgarsvæðinu verður aukið enn frekar t.d. með stóriðjuálagi er reiknað með að virkjanirnar að Urriðafossi og Núpi verði reistar. Skv. nágildandi áætlunum mun Urriðafossvirkjun tengjast inn á BU2 og Núpsvirkjun inn á BU1. Þar með yrðu bæði Urriðafossvirkjun og Hellisheiðarvirkjun tengdar inn á BU2. Skoðað var hvaða áhrif það hefði að setja raðþéttinn í KH1. Það yrði tiltölulega einföld aðgerð þar sem KH1 liggur við Sandskeið þar sem þéttirinn er staðsettur og aðeins þyrfti að umtengja hann. Í ljós kom að áhrif raðþéttisins á að bæta ástand kerfisins með þessari aðgerð voru ekki mikil og þar að auki þyrfti að stækka hann verulega til að hann þyldi þann flutning sem fer um KH1 skv. útreikningum eftir að hann yrði tengdur í KH1. Ýtarlega greinargerð um hagnýtingu raðþéttisins má finna í viðauka D.



Ef álag á Höfuðborgarsvæðinu verður aukið enn frekar t.d. með auknu stóriðjuálagi er reiknað með að virkjanirnar að Urriðafossi og Núpi verði reistar

4.4.5. Úrvinnsla úr seltumælingum.

Landsvirkjun hefur frá árinu 1993 rekið þrjár seltumælistöðvar þar sem selta á yfirborði einangrara er mæld með skipulegum hætti. Þessar stöðvar eru við Svartáarkot í Bárðardal, Írafossstöð og Hrauneyjafossstöð. Einnig hafa verið settir upp gamlir spennumælaspennar og lekastraumurinn yfir þá notaður við mat á seltu. Árið 2002 fór af stað vinna við úrvinnslu úr þessum gögnum. Nokkrar athyglisverðar niðurstöður hafa komið út úr þessari vinnu og má sjá ýtarlega skýrslu um málið í viðauka G.

4.4.6. Grunnrannsóknir.

Nokkrar grunnrannsóknir hafa verið í gangi sem reknar eru af Landsneti. Helstar eru:

Ísingarannsóknir

Selturannsóknir

Eldingarannsóknir

Þessar rannsóknir eru unnar í samstarfi við fyrirtæki og stofnanir hér á landi og í samstarfi og samráði við erlend samtök. Þetta samstarf hefur reynst vel.

Eins og fram hefur komið hér áður þá er nauðsynlegt að endurskoða þessar rannsóknir með nýja viðskiptavinum t.d. á Norðurlandi í huga.

Lagt er til að rannsóknir á varmaleiðni jarðvegs verði hafnar á nokkrum stöðum á landinu, þar sem líklegt er talið að strengir verði lagðir í jörðu í nágrenni framtíð.

4.4.7. Umhverfis- og skipulagsmál.

Nokkur mál eru nú sem endra nær í vinnslu sem tengjast umhverfis- og skipulagsmálum. Undanfarin ár hafa margar fyrirhugaðar framkvæmdir Landsnets farið í gegnum ferli mats á umhverfisáhrifum. Slíkt ferli endar með úrskurði yfirvalda og ákvæðum um hvaða skilyrðum framkvæmdir eigi að verða háðar. Nú er framkvæmdatími margra þessara verkefna runnin upp og tímabært að taka næstu skref. Landsnet hefur tekið upp strangar kröfur varðandi umhverfis og -öryggismál í öllum útboðsgögnum sínum. Eftirlit sér svo til þess að þessum útboðskröfum sé framfylgt sem og öðrum skilyrðum í útboði. Flestar framkvæmdir sem eru í kerfisáætlun eru matsskildar framkvæmdir skv. lögum um mat á umhverfisáhrifum og munu þær að sjálfsögðu fara í þetta ferli ef af framkvæmd þeirra verður.

Landsnet hefur verið í samstarfi við sveitarfélög sem vinna að gerð aðalskipulags og einnig í sumum tilfellum þeirra sem eru að skipuleggja

deiliskipulag innan afmarkaðra svæða í nágrenni við flutningsvirki fyrirtækisins. Landsnet stefnir á vottun gæðakerfis síns skv. alþjóðlega staðlinum ISO 9001 fyrir árslok 2005. Samhliða þessari vinnu hefur verið unnið að undirbúningi vottunarhæfs umhverfisstjórnunarkerfis, sem yrði viðbót við áður nefnda rekstrarstýringu Landsnets.

5. Uppbygging og þróun flutningskerfisins árin 2006 – 2010

MANNVIRKI VEGNA STÆKKUNAR NORÐURÁLS

Forsendur kostnaðarmats vegna mannvirkja í tengslum við stækkun Norðuráls eru eftirfarandi:

Gangsetning véla hjá Orkuveitu Reykjavíkur						
Vélar	Málafl		Mögulegt hámarksafl út á Landsnet	Áætlun orkuframleiðsla	Gangsetning	
Nesjavallavirkjun vél 4	30	MW	28 MW	253 GWh	1. nóvember 2005	
Hellisheiðarvirkjun vél 1	40	MW	45 MW	406 GWh	1. september 2006	
Hellisheiðarvirkjun vél 2	40	MW	45 MW	406 GWh	1. október 2006	
Hellisheiðarvirkjun vél 11	30	MW	28 MW	255 GWh	1. nóvember 2007	
Hellisheiðarvirkjun vél 3	40	MW	45 MW	408 GWh	1. september 2008	
Hellisheiðarvirkjun vél 4	40	MW	45 MW	408 GWh	1. nóvember 2008	

Gangsetning véla hjá Hitaveitu Suðurnesja			
Vélar	Málafl		Gangsetning
Svartsengi	15	MW	Lok árs 2006
Reykjanes	38,5	MW	30. apríl 2006
Reykjanes	38,5	MW	30. apríl 2006
Reykjanes	20	MW	15. maí 2006

Yfirlit yfir áfanga	Áfangi	MW	Ár
Stækkun úr 90 í 180 þús.tonn	3	153	2006
Stækkun úr 180 í 220 þús.tonn	4	69	2006
Stækkun úr 220 í 260 þús.tonn	5	70	2008

Í töflunni hér fyrir neðan má sjá kostnað viðkomandi mannvirkis í milljónum króna. Kostnaðurinn er sýndur fyrir þau ár sem falla undir áætlunina, árin 2006-2010. Einnig má sjá kostnaðinn sem fellur á mannvirkin fyrir tíma áætlunarinnar (<2006) og svo heildarkostnað viðkomandi mannvirkis.

Mannvirki	<2006	2006	2007	2008	2009	2010	Heild á tímabili	Heild verkefnisins
Sultartangalína 3	3.198	319					319	3.517
Norðurálslínur 1 og 2 - Breyting	86	6					6	92
Aðveitustöð á Brennimeil	40	53					53	93
Tengivirki við Kolviðarhól	487	764	166	300	38		1.268	1.755
Tengivirki á Sandafelli	396	19					19	415
Raðþéttir í Brennimeislínu 1			30	80			110	110

5.1. Sultartangalína 3

Sultartangalína 3 er 400 kV háspennulína sem liggur frá tengivirkinu á Sandafelli að aðveitustöðinni á Brennimel, rúma 120 km leið. Þörf er fyrir línuna vegna stækkunar Norðuráls á Grundartanga árið 2006. Innifalið í þessum kostnaði er kostnaður vegna breytinga á BR1 og SU1.

5.2. Norðurálslínur 1 og 2

Vegna stækkunar Norðuráls á Grundartanga árið 2006 er nauðsynlegt að auka flutningsgetu, þ.e. endurnýja núverandi Norðurálslínur 1 og 2 sem liggja frá tengivirkinu á Brennimel að álverinu á Grundartanga.

5.3. Aðveitustöðin á Brennimel

Vegna stækkunar Norðuráls er nauðsynlegt að stækka 245 kV tengivirkið vegna tengingar Sultartangalínu 3

5.4. Tengivirki við Kolviðarhól.

Vegna stækkunar Norðuráls 2006 mun Orkuveita Reykjavíkur (OR) taka í notkun fyrsta áfanga virkjunar á Hellisheiði. Tengivirkið mun vera staðsett við Kolviðarhól og fær línun, sem mun liggja frá Kolviðarhóli að Geithálsi, nafnið Kolviðarhólslína 1 (KH1). Tengivirkið er nægjanlega stórt fyrir allar þær 9 vélar sem gert er ráð fyrir á svæðinu en inni í kostnaðinum hér að ofan er gert ráð fyrir rofum fyrir 5 þeirra.

5.5. Tengivirki á Sandafelli

Vegna stækkunar álvers Norðuráls á Grundartanga er nauðsynlegt að stækka 245 kV tengivirkið á Sandafelli vegna tengingar Sultartangalínu 3. Gert er ráð fyrir rými fyrir rofabúnað fyrir Búðarhálslínu 1, sem fylgir Búðarhálsvirkjun, en hún er ekki fyrirhuguð á tímabilinu sem áætlunin nær til.

5.6. Raðþéttir í Brennimelslínu 1

Farið verður í að setja raðþéttinn á Sandskeiði í Brennimelslínu 1 til að fyrirbyggja spennuvandamál á Brennimel árið 2010.

Fleiri framkvæmdir munu eiga sér stað vegna stækkunar Norðuráls á vegum Hitaveitu Suðurnesja. Þau mannvirki munu tilheyra flutningskerfinu og mun Landsnet leigja þau af Hitaveitunni. Talfan sýnir kostnað framkvæmdanna.

Mannvirki	Áfangi	Kostnaður [mkr]
Aðveitustöð Reykjanesi	3	495
Aðveitustöð Rauðamel	3	206
Línubreytingar Fitjar SVA	3	70
Lína Reykjanes-Rauðamelur	3	263
Eftirlit hönnun	3	32

MANNVIRKI VEGNA BYGGINGU FJARÐAÁLS

Í töflunni hér fyrir neðan má sjá kostnað viðkomandi mannvirkis í milljónum króna. Kostnaðurinn er sýndur fyrir þau ár sem falla undir áætlunina, árin 2006-2010. Einnig má sjá kostnaðinn sem fellur á mannvirkin fyrir tíma áætlunarinnar (<2006) og svo heildarkostnað viðkomandi mannvirkis.

Mannvirki	<2006	2006	2007	2008	2009	2010	Heild á tímabili	Heild verkefnisins
Fljótsdalslínur 3 og 4	2.613	2.182	80				2.262	4.875
Kröflulína 2 og Fljótsdalslína 2	90	186	5				191	281
Aðveitustöð á Bessastöðum	232	0,3	4				4	236
Aðveitustöð á Hryggstekk	74	571	32				603	677
Tengivirki í Fljótsdal	715	1.527	82				1.609	2.324

5.7. Fljótsdalslínur 3 og 4

Fljótsdalslínur 3 og 4 liggja frá tengivirkinu í Fljótsdal að álveri Fjarðaáls að Hrauni í Reyðarfirði. Fljótsdalslína 3 er um 49,3 km að lengd og Fljótsdalslína 4 um 52,9 km. Tilgangur með byggingu línanna er að flytja orku frá tengivirkinu í Fljótsdal til væntanlegs álvers í Reyðarfirði.

5.8. Kröflulína 2 og Fljótsdalslína 2

Framkvæmdir eru hafnar við að tengja 132 kV Kröflulínu 2 við tengivirkið í Fljótsdal. Kröflulína 2 verður lögð yfir Fljótsdalsheiði fram af Teigsbjargi að fyrirhuguðu tengivirki í Fljótsdal. Þessi breyting á línunni er um 10 km. Frá tengivirkinu er gert ráð fyrir að Kröflulína 2 verði lögð sem strengur að Brattagerði í Fljótsdal sem er um 9 km og tengist þar Kröflulínu 2, en frá tengivirkinu í Fljótsdal að aðveitustöðinni á Hryggstekk í Skriðdal fær línan við þessa breytingu heitið Fljótsdalslína 2.

5.9. Aðveitustöðin við Bessastaði

Aðveitustöðin við Bessastaði í Fljótsdal þjónar byggingu Kárahnjúkavirkjunar og hófst orkuafhending frá henni í byrjun júlí 2003. Smávægilegur kostnaður mun falla á þegar tengivirkið verður tekið niður árið 2007.

5.10. Aðveitustöðin á Hryggstekk

Byggja verður +/- 30 Mvar týristorstýrt þéttavirki á Hryggstekk fyrir haustið 2006. Athugun leiddi auk þess í ljós að þörf væri á þétti strax haustið 2004. Því var fluttur 20 Mvar þéttir frá Geithálsi að aðveitustöðinni á Hryggstekk sumarið 2004. Reiknað er með að settur verði upp fjarútleysibúnaður fyrir ótryggt afl á Austurlandi til að mæta truflunum.

5.11. Tengivirki í Fljótsdal

Framkvæmdir eru í fullum gangi vegna byggingar 245/145 kV tengivirkisins í Fljótsdal, en reisa þarf tengivirkið vegna byggingar Kárahnjúkavirkjunar og álvers Fjarðaáls í Reyðarfirði.

AÐRAR FRAMKVÆMDIR

Í töflunni hér fyrir neðan má sjá kostnað viðkomandi mannvirkis í milljónum króna. Kostnaðurinn er sýndur fyrir þau ár sem falla undir áætlunina, árin 2006-2010. Einnig má sjá kostnaðinn sem fellur á mannvirkin fyrir tíma áætlunarinnar (<2006) og svo heildarkostnað viðkomandi mannvirkis.

Mannvirki	<2006	2006	2007	2008	2009	2010	Heild á tímabili	Heild verkefnisins
Aðveitustöð við Teigarhorn	191							191
Tengivirki við Lagarfoss	23	96	41	4			141	164

5.12. Aðveitustöð við Teigarhorn

Unnið hefur verið við byggingu 145/36/12 kV aðveitustöðvar við Teigarhorn í stað bráðabirgðastöðvarinnar sem er þar nú. Aðveitustöðin er sameign Landsvirkjunar og Rafmagnsveitna ríkisins og annast Rafmagnsveiturnar framkvæmd verksins fyrir hönd beggja eignaraðila.

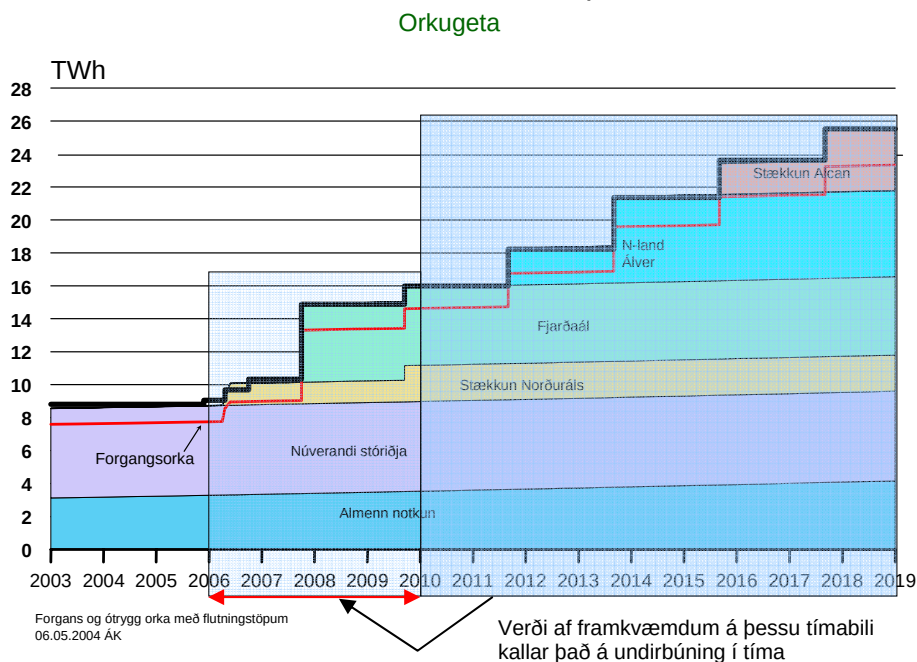
5.13. Tengivirki við Lagarfoss

Með tilkomu Kárahnjúkavirkjunar mun Rarik fara í u.þ.b. 20 MW stækkun á virkjun sinni við Lagarfoss. Vegna þessa er nauðsynlegt að stækka núverandi tengivirki.

ÖNNUR MANNVIRKI Í UNDIRBÚNINGI

Eins og sjá má á mynd 5-1 þarf Landsnet að undirbúa sig fyrir miklar framkvæmdir á næstu áratugum. Ef tímaáætlun sem sett er upp á myndinni gengur eftir þá þarf að huga að hluta þessara framkvæmda fyrir árið 2010 og fellur sú vinna innan þessarar kerfisáætlunar. Hér á eftir er stiklað á nokkrum helstu verkefnum sem gera má ráð fyrir að hefjist fyrir 2010. Mikilvægt er að gera sér grein fyrir að hér er verið að tala um langtímaáform og því mun meiri óvissa með þessa þætti en þá sem tíundaðir eru hér að framan. Einnig skal bent á að ekki er gerð grein fyrir endurnýjunaráformum en eignastýring Landsnets er að meta þau. Reiknað er með að sá kostnaðarliður aukist mjög á komandi árum þar sem mörg flutningsmannvirki Landsnets eru orðin nokkuð vel við aldur miðað við líf- og afskriftartíma þeirra.

Raforkumarkaður - spá



mynd 5-1: Orkugeta kerfisins til ársins 2019

Í töflunni hér fyrir neðan má sjá yfirlit yfir kostnað í milljónum króna vegna mannvirkja, sem tengjast hugsanlegri stóriðju eftir 2010, sem verður að hefja undirbúning að á umræddu áætlunartímabili.

Mannvirki	<2006	2006	2007	2008	2009	2010	Heild á tímabili	Heild verkefnis
Brennimelslína 1					36	31	67	3.008
Bjarnarflagslína 1	10				1	1	2	281
Tengivirki í Bjarnarflagi	5			2	6	6	14	295
Sprengisandslína	127			18	18	18	54	4.756
Tengiv. við Hvamm/Holt	19	2	2	2	2	12	20	1.328
Samtals	161	2	2	22	63	68	157	9.668

5.14. Brennimelslína 1

Fyrirsjáanlegt er að BR1 verður orðinn flöskuháls í kerfinu innan 10 – 15 ára. Því er talið tímabært að hefja vinnu við mat á umhverfisáhrifum nýrrar línu frá Brennimel og til höfuðborgarsvæðisins. Rannsóknir sem gerðar hafa verið undanfarið benda til þess að 400 kV lína frá Brennimel að Hamranesi sé heppilegasti kosturinn.

5.15. Bjarnarflagslína 1 og tengivirki Bjarnarflagi

Bjarnarflagslína 1 mun liggja frá fyrirhugðu tengivirki við Bjarnarflagsvirkjun að tengivirkinu við Kröflustöð, um 11 km leið, og verður málspenna línunnar 132 kV. Heildarkostnaðurinn inniheldur einnig þann kostnað sem fellur á mannvirkið eftir tíma áætlunarinnar.

5.16. Kröflulína 3

Áformuð 220 kV Kröflulína 3 liggur frá tengivirkinu við Kröflustöð samhliða Kröflulínu 2 alla leið austur á Fljótsdalsheiði og yrði tekin ofan af Teigsbjargi að tengivirki Landsnets í Fljótsdal. Lengd línunnar er 122 km. Tilgangur með byggingu línunnar er að flytja orku frá gufuaflsvirkjunum á Bjarnarflags- og Kröflusvæðinu til Austfjarða vegna orkufreks iðnaðar þar og til að tryggja og viðhalda afhendingaröryggi raforkukerfisins. Eins og staðan er í dag er ólíklegt að af byggingu þessarar línu verði fyrr en eftir 2015 og hefur verkefnið því verið lagt til hliðar í bili. Ekki er reiknað með að kostnaður falli á þetta verkefni á árunum 2006 - 2010.

5.17. Sprengisandslína

Sprengisandslína er 220 kV háspennulína sem liggur yfir hálendið frá tengivirki við Búðarháls yfir Sprengisand um Bárðardal, norðan Mývatns að tengivirki við Kröflustöð. Heildarlengd línunnar er 239 km. Heildarkostnaðurinn inniheldur einnig þann kostnað sem fellur á mannvirkið eftir tíma áætlunarinnar.

5.18. Tengivirki við Hvamm og breyting á Búrfellslínu 1

Fyrirhugað er að tengja virkjanir í Þjórsá við Núp við 220 kV Búrfellslínu 1. Unnið er að undirbúningi og er miðað við tvær mismunandi útfærslur virkjunarinnar. Önnur útfærslan er í einu þrepi (Skarðsvirkjun) og hin í tveimur þrepum (Hvammsvirkjun og Holtavirkjun). Í fyrri útfærslunni er gert ráð fyrir að staðsetja tengivirkið undir Búrfellslínu 1 og tengja virkjunina með 2,5 km löngum jarðstreng. Í hinni útfærslunni er miðað við að tengivirkið verði staðsett undir Búrfellslínu 1 og Hvammsvirkjun muni tengjast því með 300 m löngum jarðstreng. Holtavirkjun tengist tengivirkinu með 16 km löngum 66 kV jarðstreng. Einnig hefur verið könnuð kerfisleg áhrif þess að tengja virkjunina inn á 66 kV kerfi Landsnets á Suðurlandi. Var niðurstaða þeirrar athugunnar jákvæð. Unnið hefur verið að mati á umhverfisáhrifum og var úrskurður Skipulagsstofnunar vegna mats á umhverfisáhrifum birtur í ágúst 2003. Samhliða vinnu við mat á umhverfisáhrifum hefur verið unnið að verkhönnun og setningu hönnunarforsenda. Heildarkostnaðurinn inniheldur einnig þann kostnað sem fellur á mannvirkið eftir tíma áætlunarinnar.

6. Yfirlit yfir viðauka

Viðauki:	Skýring
VIÐAUKI – A	Forsendur
VIÐAUKI – B	Aflflæðitöflur Árið 2006 Árið 2007 Árið 2008 Árið 2009 Árið 2010
VIÐAUKI – C	Langtímaáætlun
VIÐAUKI – D	Raðþéttir hagnýting
VIÐAUKI – E	Matlab – Simulink stöðuskýrsla
VIÐAUKI – F	Strengur frá Nesjavöllum
VIÐAUKI – G	Seltuskýrsla
VIÐAUKI – H	Svarbréf frá viðskiptavinum Landsnets
VIÐAUKI – I	KKS merkingar háspennulína
VIÐAUKI – J	Athugun á 66 kV kerfi á Austurlandi og möguleikum á spennuhækkun þar

Forsendur

Frekari þróun flutningskerfisins

Í 9. gr raforkulaga nr. 65/2003 frá 27. mars 2003, sem tóku gildi 1. júlí það ár, stendur:

„Skyldur flutningsfyrirtækisins.

Flutningsfyrirtækið skal byggja flutningskerfið upp á hagkvæman hátt að teknu tilliti til öryggis, skilvirkni, áreiðanleika afhendingar og gæða raforku. Fyrirtækið hefur eitt heimild til að reisa ný flutningsvirki.

Leyfi ráðherra þarf ef reisa á línur sem flytja raforku á 66 kV spennu eða hærri. Ráðherra getur bundið leyfið skilyrðum er lúta að þeim atriðum sem greinir í 1. mgr. auk skilyrða er lúta að umhverfisvernd og landnýtingu.

Í rekstri flutningskerfisins felst m.a. að:

1. Tengja alla þá sem eftir því sækjast við flutningskerfið, enda uppfylli þeir tæknileg skilyrði fyrir því og greiði tengigjald samkvæmt ákvæðum í gjaldskrá, sbr. 12. gr. Þó er heimilt að synja nýjum aðilum um aðgang að flutningskerfinu á grundvelli sjónarmiða um flutningsgetu, öryggi og gæði kerfisins. Synjun skal vera skrifleg og rökstudd.

2. Útvega rafmagn í stað þess sem tapast í kerfinu.

3. Útvega launafl fyrir kerfið til að nýta flutningsgetu og tryggja spennugæði.

4. Tryggja áreiðanleika í rekstri kerfisins.

5. Sjá til þess að fyrir liggi spá um raforkuþörf og áætlun um uppbyggingu flutningskerfisins.

Flutningsfyrirtækið ber ábyrgð á öruggri stýringu raforkukerfisins og skal tryggja öryggi og gæði við raforkuafhendingu. Í slíkri kerfisstjórnun felst m.a. að:

1. Stilla saman raforkuvinnslu og raforkuþörf svo að hægt sé að mæta frávikum milli umsaminna kaupa og raforkunotkunar, sem og að gera samninga við vinnslufyrirtæki í þessu sambandi.

2. Tryggja nægjanlegt framboð reiðuafls við rekstur kerfisins.

3. Ákvarða notkunarferla þar sem aflmæling fer ekki fram.

4. Mæla það rafmagn sem afhent er inn á og út af flutningskerfinu í samræmi við reglugerð þar að lútandi, halda utan um mælingar og skila gögnum til viðkomandi aðila svo að unnt sé að gera upp viðskipti með raforku.

5. Veita stjórnvöldum, viðskiptavinum og almenningi upplýsingar sem nauðsynlegar eru við mat á því hvort fyrirtækið fullnægi skyldum sínum og til að tryggja jafnræði í viðskiptum með raforku.

Flutningsfyrirtækið skal í samráði við raforkufyrirtæki setja reglur um kerfisstjórnunina sem ráðherra staðfestir. Í reglunum skal m.a. kveðið nánar á um þau atriði sem tilgreind eru í 1.–5. tölul. 4. mgr.

Flutningsfyrirtækið skal hafa aðgang að öllum upplýsingum hjá vinnslufyrirtækjum, dreifiveitum og raforkusölum sem nauðsynlegar eru til að það geti rækt hlutverk sitt.

Flutningsfyrirtækið skal gæta jafnræðis við starfrækslu sína og trúnaðar um upplýsingar er varða viðskiptahagsmuni og aðrar þær upplýsingar sem sanngjarnt er og eðlilegt að leynt fari.

Ef ófyrirséð og óviðráðanleg atvik valda því að framboð raforku fullnægir ekki eftirspurn ber flutningsfyrirtækinu að grípa til skömmtnar raforku til dreifiveitna og notenda. Við skömmtnun skal gæta jafnræðis og byggja á málefnalegum sjónarmiðum sem nánar skulu útfærð í reglugerð.

Ráðherra skal í reglugerð1) setja nánari ákvæði um hlutverk og starfsemi flutningsfyrirtækisins, kerfisstjórnun og tengingu virkjana við flutningskerfið.

1)Rg. 511/2003, rg. 513/2003.”

Jafnframt kemur fram í 12. grein:

„Gjaldskrá.

Flutningsfyrirtækið skal setja gjaldskrá vegna þjónustu sinnar í samræmi við tekjumörk sem Orkustofnun ákveður, sbr. 2. mgr., og kröfur um uppbyggingu gjaldskrárinnar, sbr. 3. mgr. Tveimur mánuðum áður en gjaldskráin á að taka gildi skal hún send Orkustofnun. Flutningsfyrirtækið skal birta gjaldskrána opinberlega.

Orkustofnun skal árlega ákveða tekjumörk flutningsfyrirtækisins út frá eftirfarandi viðmiðum:

1. Kostnaði sem tengist starfsemi fyrirtækisins, þ.m.t. kostnaði vegna viðhalds, afskrifta á nauðsynlegum eignum til reksturs kerfisins, leigukostnaði vegna flutningsvirkja, kostnaði við orkutöp, almennum rekstrarkostnaði og kostnaði við kerfisstjórnun.

2. Arðsemi flutningsfyrirtækisins skal að jafnaði vera 2% eða hærri en þó ekki hærri en tveimur prósentustigum yfir markaðsávöxtun óverðtryggðra ríkisskuldabréfa til fimm ára eða sambærilegra verðbréfa. Arðsemi reiknast sem hlutfall hagnaðar fyrir fjármunatekjur, fjármagnsgjöld og skatta (EBIT) og bókfærðs verðs fastafjármuna.

3. Hagræðingarkröfu sem skal taka mið af eðlilegum kostnaði samkvæmt mati Orkustofnunar að teknu tilliti til þeirrar þjónustu sem fyrirtækið veitir.

4. Komi í ljós að arðsemi hjá fyrirtækinu síðastliðin þrjú ár er utan þeirra marka sem fram koma í 2. tölul. skal taka tillit til þess við gerð gjaldskrár á næsta ári.

Gjaldskráin skal byggð upp á eftirfarandi hátt:

1. Skilgreina skal gjald fyrir tengingu við flutningskerfið og gjald fyrir mötun og úttekt í hverjum tengipunkti flutningskerfisins. Sama gjaldskrá skal gilda fyrir mötun í öllum tengipunktum flutningskerfisins og fyrir úttekt í öllum tengipunktum meginflutningskerfisins. Þó skal taka tillit til afhendingaröryggis. Gjald fyrir úttekt í öðrum hlutum flutningskerfisins skal metið út frá eðlilegum kostnaði, sbr. 1. tölul. 2. mgr., vegna viðkomandi flutningsvirkja og afhendingaröryggis, auk kostnaðar í viðkomandi tengipunkti meginflutningskerfisins.

2. Einstakir notendur sem tengjast flutningskerfinu skulu njóta betri kjara ef þeir sýna fram á að viðskipti þeirra leiða eða hafa leitt til hagkvæmari uppbyggingar og nýtingar kerfisins.

Standi væntanlegar tekjur vegna nýs viðskiptavinar ekki undir eðlilegum stofn- eða rekstrarkostnaði er heimilt að krefja hann um greiðslu viðbótarkostnaðar. Sama á við hafi forsendur viðskipta breyst verulega.

Í reglugerð skal setja frekari ákvæði um tekjumörk, viðskiptaskilmála og gjaldskrá, þ.m.t. um afskriftareglur, arðsemismarkmið og kröfur um hagræðingu.”

Hagrænar og að hluta til tæknilegar forsendur fyrir uppbyggingu flutningskerfisins eru samkvæmt þessu lagðar til af löggjafanum. Eignastýring hefur jafnframt sett sér markmið um að flutningskerfið og þróun þess skuli miðast við eftirfarandi:

- Að það styðji skilvirka raforkuframleiðslu og rekstur raforkukerfisins í heild til að geta mætt þörfum viðskiptavina um allt land
- Að það geti staðist áraun vegna bilana í raforkuframleiðslu eða í flutningskerfi.
- Að það sé sveigjanlegt með tilliti til stækkana og endurbóta.
- Að fylgt sé lögum og reglum, s.s. um umhverfis- og skipulagsmál, sem meðal annars kveða á um hvernig samfélagið skuli virkjað til ákvörðunartöku.
- Að leitað tækifæra til að ná fram hagræðingu, minnka orkutöp og auka afhendingaröryggi.

Hagrænir þættir

Hagrænir þættir ráða miklu varðandi þróun flutningskerfisins, en tímasetningar taka einkum mið af eftirfarandi:

- Stofn- og fjármagnskostnaði¹ búnaðar, þ.á.m. af fasteignum, hönnun og verkefnastjórnun.
- Rekstrar- og viðhaldskostnaði, líftíma búnaðar.
- Kostnaði vegna hugsanlegs tjóns samkvæmt áhættumati.
- Ávinningi af samtengingu svæða.
- Sparnaði vegna staðbundinnar orkuframleiðslu.
- Áætluðum kostnaði vegna óafhentrar orku

Einnig getur mat á öðrum atriðum haft áhrif á tímasetningu og val aðgerða.

Í vissum tilvikum þegar kostnaður er mikill getur verið erfitt að færa hagræn rök fyrir úrbótum sem miða að því að auka áreiðanleika orkuafhendingar. Þetta kann að þýða að hagkvæmara sé að greiða sektir vegna orku sem ekki er afhent á gefnu tímabili frekar en að byggja ný mannvirki. Þó skal þess gætt að ekki sé gengið á ímynd Landsnet.

Sé um meiri háttar fjárfestingu að ræða er unnin áhættugreining og hún notuð við ákvörðunartöku.

Umhverfisþætti

Lög um mat á umhverfisáhrifum og umhverfisstefna Landsnets gera kröfur um að tekið sé tillit til umhverfisþátta og hagsmuna samfélagsins við gerð áætlana um uppbyggingu og rekstur flutningskerfisins.

Lögin gera ráð fyrir verulegri opinberri kynningu til að finna þann kost sem samfélagið og Landsnet geta helst sameinast um.

¹ Sbr. Kostnaðarlíkan Landsvirkjunar útg. 3.1

Meðal þeirra umhverfisþátta sem taka þarf tillit til eru samfélagsleg og sjónræn áhrif ásamt áhrifum á dýr og gróður.

Kostnaði og umhverfisáhrifum er haldið í lágmarki með því að:

- Leitast við að staðsetja nýja tengipunkta þar sem línur eru þegar fyrir hendi .
- Stækka spennistöðvar í rekstri
- Auka flutningsgetu núverandi flutningslína

Áætlanagerð

Aðferðafræði greininga

Til að koma til móts við raforkubörf einstakra landssvæða er nauðsynlegt að orku- og aflbörf sé áætluð miðað við hvern tengipunkt (aflkröfu m.v. orkuspa). Þetta leggur grunninn að ákvörðunum um stækkun netsins. Einnig er tekið tillit til hugsanlegra stórnotenda.

Yfirleitt er ekki þörf á að gera umfangsmikla kostnaðargreiningu til að finna hagkvæmasta flutningskostinn þar sem hann er oftast nokkuð augljós að teknu tilliti til notkunarstaðar, umhverfissjónarmiða og almennrar hagkvæmni.

Samráð við viðskiptavinum flutningskerfisins

Í því rekstrarumhverfi sem nú er við lýði á visst samráð sér stað milli aðila til að ákveða úrbætur í kerfinu. Á þetta bæði við um almenningsveitur og stórnotendur. Í nýju rekstrarumhverfi munu hagsmunaaðilar markaðarins ráða að mestu um ákvörðun nýrra mannvirkja og mun samráð við þá aukast.

Grundvöllur áætlanagerðar

Við gerð langtímaáætlunar árið 1996 var lögð áhersla á að skilgreina þær hönnunarforsendur sem notaðar yrðu á næstu misserum hjá Landsvirkjun. Þessar áætlanir eru í sífelldri endurskoðun. Hér á eftir fer samantekt á helstu hönnunarforsendum flutningskerfisins. Til stendur að endurskoða þær. Við endurskoðun verður m.a. litið til reynslu annarra þjóða vegna markaðsvæðingar í raforkugeiranum.

Fundir með viðskiptavinum eða upplýsingar sem þeir hafa lagt fram.

Eins og fram hefur komið er almennt stuðst við opinbera raforkuspá fyrir landið. Orkusvið Landsvirkjunar sem og verkfræði- og framkvæmdasvið hafa lagt til upplýsingar er varða samninga, sem Landsvirkjun hafa gert eða eru að vinna við þessa daganna. Einnig hefur verið rætt við Orkuveitu Reykjavíkur um þeirra áform við Norðlingaholt í Reykjavík og á Hellisheiði.

Helstu hönnunarforsendur flutningskerfisins

Þær tillögur að hönnunarforsendum sem unnið hefur verið eftir síðan 1996 miða að því að tryggja svipað afhendingaröryggi í flutningskerfinu um allt land. Þó mun ekki vera unnt að tryggja að afhending til Vestfjarða í Mjólka verði sambærileg þar sem þangað liggur einungis ein lína. Í forsendunum er skilgreind lágmarksgeta kerfisins gagnvart truflunum í flutningskerfinu. Einnig er mikilvægt að staðið sé þannig að rekstri flutningskerfisins að meginmarkmið um afhendingaröryggi náist.

Hönnunarforsendur eiga að tryggja tæknileg gæði orkunnar á afhendingarstað. Með tæknilegum gæðum er átt við:

- Að spenna sé innan viðmiðunarmarka á afhendingarstað á hverjum tíma.
- Að tíðni kerfisins sé innan viðmiðunarmarka á hverjum tíma,.
- Að yfirtónar séu innan viðmiðunarmarka á afhendingarstað á hverjum tíma.
- Að áhrif truflana séu gerð eins staðbundin og unnt er.

Helstu hönnunar- og hermunarforsendur eru eftirfarandi:

- Kárahnjúkavirkjun verður tekin í notkun árið 2007.
- Fjarðaál, 322 þúsund tonna álver í Reyðarfirði, mun verða tekið í notkun árið 2007.
- Þróun í raforkunotkun á almennum markaði verði í samræmi við raforkuspá.
- Kerfið þarf að þola bilun á einni einingu, rafala, spennu eða flutningslínu, án þess að truflun verði á orkuafhendingu á mesta álagstíma.
- Tvær samtíma bilanir af sömu ástæðu, t.d. truflanir á samsíða línunum vegna veðurs, mega einungis leiða til svæðisbundinna áhrifa.
- Stefnt skal að því að fyrir afhendingarstaði, þar sem aðflutningur raforku er úr tveimur eða fleiri áttum, verði eftirfarandi skilyrðum fullnægt:
 - Fjöldi fyrirvaralausra truflana, sem vara lengur en *eina mínútu*, og valda forgangsorkuskerðingu skulu ekki vera fleiri en *ein* á ári að meðaltali síðustu þrjú árin.
 - Samanlagður meðalskerðingartími (straumleysismínútur) forgangsorku á sérhverjum afhendingarstað Landsnets skal ekki vera lengri en *ein og hálf klukkustund* (90 mínútur) yfir árið.
- 90 % eða meira af öllum fyrirvaralausum truflunum, sem valda skerðingu á forgangsorku skulu vara skemur en 400 mínútur.

- Straumleysismínútur á heildarkerfinu vegna annarra orsaka en veðurs skulu ekki vera fleiri en 30 á ári.

Ef eining fer úr rekstri vegna bilunar skal kerfisreksturinn endurskipulagður innan ákveðins tíma til að koma honum inn fyrir þau öryggismörk sem gilda í slíku tilfelli.

Hvert verkefni er metið sér. Tekið er tillit til m.a. hagrænna þátta og áreiðanleika.

Helstu hagrænu áhrifin eru flutningsgeta, verðmæti ekki afhentar orku og flutningstöp. Þau eru reiknuð út fyrir líftíma verkefnisins.

Stækkun tengivirkja fyrir einstaka viðskiptavin

Þar sem viðskiptavinur óskar eftir nýju úttaki í aðveitustöð í rekstri og möguleiki er til stækkunar, er í flestum tilfellum hægt að verða fljótt við slíkum óskum.

Áætlanir varðandi flutningskerfið

Yfirleitt líður langur tími frá því að sjá má fyrir þörf á framkvæmd innan flutningskerfisins og þar til hún er tekin í notkun. Þetta er að hluta til vegna hinnar miklu undirbúningsvinnu sem þarf að fara fram, eins og tæknileg hönnun, mat á umhverfisáhrifum o.s.frv.

Staðarval verður framkvæmt í náninni samvinnu Landsnets, viðkomandi viðskiptavinar, yfirvalda og samfélagsins.

Samningar við stórnotendur

Í samningum milli þeirra er tengjast flutningskerfinu og rekstraraðila netsins koma fram tæknilegar kröfur sem aðilar verða að uppfylla.

2006 STAÐUR	TEINN	NAFN SPENNA [Kv]	REKSTRAR SPENNA [Kv]	SKAMM.AFL VETUR [MVA]	SKAMM.AFL SUMAR [MVA]	BL1 ÚTI [kv]	BL2 ÚTI [kv]	KR2 ÚTI [kv]	FL2 ÚTI [kv]
BRE	2100	220	217,8	2275	2054	216,9	217,4	217,3	217,5
BRE	2101	132	135,9	936	892	135,3	134,0	133,7	134,4
GEH	2010	220	219,8	2909	2535	219,9	219,6	219,6	219,7
GEH	2011	132	131,3	1660	1552	132,7	131,2	131,2	131,3
HAM	2050	220	217,5	2735	2417	217,7	217,4	217,4	133,8
KOR	2030	132	132,3	1452	1375	133,5	132,2	132,2	132,3
KOL	1140	220	222,6	2441	2125	222,7	222,5	222,4	222,5
BUR	1010	220	229,2	3594	2976	229,0	229,2	229,2	229,2
PRE	5040	132	133,5	411	388	131,1	130,2	132,2	133,1
HOL	5030	132	130,5	384	374	133,5	120,1	123,2	126,3
TEI	5020	132	131,3	336	319	132,6	124,6	127,7	129,2
HRY	5010	132	132,0	342	314	132,0	129,6	132,0	132,0
KAR	5060	220	206,3	292	273	205,4	204,1	207,2	213,2
KRA	4060	132	132,0	507	406	132,0	136,0	136,0	136,0
RAN	4050	132	128,7	475	456	125,7	129,9	131,5	131,6
VAR	4040	132	131,0	582	647	130,1	127,6	131,3	131,5
BLA	4030	132	132,0	762	952	132,0	132,0	132,0	132,0
LXV	4020	132	131,0	597	662	126,8	129,5	129,2	129,7
HRU	4010	132	130,2	545	543	127,5	127,2	126,6	127,7
VAT	3120	132	134,4	766	738	133,2	132,0	131,7	132,5

2006 STAÐUR	TEINN	BU3 ÚTI [kV]	SU3 ÚTI [kV]	SU1 ÚTI [kV]	BR1 ÚTI [kV]	SI3 ÚTI [kV]	HR1 ÚTI [kV]	SI4 ÚTI [kV]	BU2 ÚTI [kV]	KH1 ÚTI [kV]	BU1 ÚTI [kV]	HA1 ÚTI [kV]	SO3 ÚTI [kV]
BRE	2100	216,2	202,7	211,2	213,2	216,7	212,9	217,7	217,1	216,2	217,0	217,7	216,7
BRE	2101	135,0	129,8	134,7	135,8	137,8	135,6	138,0	136,7	136,2	136,7	137,1	136,5
GEH	2010	216,5	214,3	217,5	220,4	219,3	217,0	220,4	218,5	216,9	218,3	219,9	217,6
GEH	2011	131,4	131,5	131,8	131,6	132,5	132,5	132,9	132,2	132,4	132,0	131,3	132,0
HAM	2050	213,3	212,4	215,4	218,1	217,0	214,8	218,1	216,4	215,0	216,2	215,7	215,6
KOR	2030	132,4	132,4	132,7	132,5	133,3	133,4	133,7	133,0	133,3	132,9	132,3	132,9
KOL	1140	219,7	217,6	220,5	223,0	211,9	219,5	223,1	219,9	234,4	221,3	222,7	220,7
BUR	1010	229,4	227,4	228,4	228,5	227,7	224,8	229,1	229,3	229,3	229,5	229,1	229,4
PRE	5040	134,3	134,1	134,2	134,2	134,5	134,1	135,9	134,3	134,3	134,3	134,3	134,3
HOL	5030	132,0	131,0	131,6	131,6	132,1	131,3	138,5	132,0	131,9	132,0	132,1	132,0
TEI	5020	134,4	133,6	134,1	134,1	134,5	133,8	138,0	134,4	134,3	134,4	134,4	134,4
HRY	5010	136,0	135,5	135,8	135,8	136,1	135,6	137,6	136,0	136,0	136,0	136,1	136,0
KAR	5060	212,7	212,0	212,5	212,4	212,8	212,2	214,1	212,7	212,6	212,7	212,7	212,7
KRA	4060	136,0	136,0	136,0	136,0	136,0	136,0	136,0	136,0	136,0	136,0	136,0	136,0
RAN	4050	131,0	131,3	131,1	131,1	131,1	131,1	128,6	131,0	131,0	131,0	131,0	131,0
VAR	4040	131,6	131,6	131,6	131,6	131,6	131,6	130,9	131,6	131,6	131,6	131,6	131,6
BLA	4030	132,0	132,0	132,0	132,0	132,0	132,0	132,0	132,0	132,0	132,0	132,0	132,0
LXV	4020	130,8	129,8	130,7	130,9	131,3	130,8	131,8	131,1	131,0	131,1	131,2	131,1
HRU	4010	129,7	126,6	129,5	130,0	131,1	129,9	131,9	130,6	130,3	130,6	130,8	130,5
VAT	3120	133,5	128,7	133,3	134,3	136,1	134,0	136,3	135,1	134,7	135,1	135,5	134,9

2007 STAÐUR	TEINN	NAFN SPENNA [Kv]	REKSTRAR SPENNA [Kv]	SKAMM.AFL VETUR [MVA]	SKAMM.AFL SUMAR [MVA]	BL1 ÚTI [kv]	BL2 ÚTI [kv]	KR2 ÚTI [kv]	FL2 ÚTI [kv]
BRE	2100	220	216,0	2305	1203	217,8	217,6	215,0	214,7
BRE	2101	132	133,3	942	902	138,4	135,3	129,5	130,2
GEH	2010	220	218,4	2980	2661	219,5	219,5	218,8	218,7
GEH	2011	132	131,2	1650	1571	132,1	132,1	132,8	132,7
HAM	2050	220	216,1	2791	2520	217,2	217,3	216,5	216,4
KOR	2030	132	131,8	1441	1384	133,1	133,2	133,2	133,1
KOL	1140	220	221,5	2535	2264	222,0	222,0	221,8	221,7
BUR	1010	220	131,5	3641	3078	226,6	226,6	226,6	226,6
PRE	5040	132	132,6	500	490	120,5	133,5	132,8	135,1
HOL	5030	132	132,6	488	493	133,9	139,6	128,4	130,3
TEI	5020	132	132,5	562	565	131,0	137,2	130,4	131,0
HRV	5010	132	122,3	863	857	132,0	135,6	132,0	132,0
KAR	5060	220	222,3	3021	3009	222,9	222,9	222,2	222,2
KRA	4060	132	132,0	656	642	132,0	132,0	132,0	132,0
RAN	4050	132	131,3	546	521	131,3	131,9	130,9	130,5
VAR	4040	132	136,0	715	612	137,4	131,3	133,9	133,6
BLA	4030	132	137,8	1040	795	139,2	139,4	135,8	135,6
LXV	4020	132	134,6	711	612	139,4	137,6	130,1	129,8
HRU	4010	132	130,2	577	539	139,4	135,6	123,3	123,1
VAT	3120	132	132,2	775	745	138,6	135,1	127,3	127,8

2007 STAÐUR	TEINN	BU3 ÚTI [kV]	SU3 ÚTI [kV]	SU1 ÚTI [kV]	BR1 ÚTI [kV]	SI3 ÚTI [kV]	HR1 ÚTI [kV]	SI4 ÚTI [kV]	BU2 ÚTI [kV]	KH1 ÚTI [kV]	BU1 ÚTI [kV]	HA1 ÚTI [kV]	SO3 ÚTI [kV]
BRE	2100	214,3	202,3	210,3	211,1	215,8	214,8	215,9	215,2	213,4	215,2	216,0	214,8
BRE	2101	133,5	130,2	135,1	135,6	138,3	137,6	137,8	136,7	135,6	136,7	137,2	136,5
GEH	2010	215,3	214,1	217,3	219,8	218,4	218,7	218,3	217,4	214,1	217,5	219	216,8
GEH	2011	131,4	130,9	132,1	131,8	131,2	132,7	131,2	132,2	130,9	132,2	131,4	132,0
HAM	2050	212,1	212,2	215,1	217,4	216,0	216,3	216,0	215,2	212,2	215,4	214,7	214,7
KOR	2030	131,9	131,6	132,6	132,3	131,8	133,1	131,8	132,7	131,5	132,7	132,0	132,5
KOL	1140	218,8	217,8	220,5	222,7	221,4	221,7	221,4	219,4	233,9	220,6	221,9	220,1
BUR	1010	226,6	226,5	226,6	226,6	226,6	226,6	226,6	226,6	226,6	226,6	226,6	226,6
PRE	5040	134,1	134,5	134,3	134,2	135,1	134,7	130,0	132,8	132,8	132,8	132,8	132,8
HOL	5030	135,1	134,9	135,1	134,9	136,0	135,4	132,5	133,8	133,7	133,8	133,9	133,8
TEI	5020	134,0	133,9	134,0	133,9	134,5	134,2	132,2	133,2	133,2	133,2	133,2	133,2
HRY	5010	133,1	133,1	133,1	133,1	133,4	133,3	132,0	132,7	132,7	132,7	132,7	132,7
KAR	5060	222,4	222,4	222,4	222,4	222,4	222,4	222,2	222,3	222,3	222,3	222,3	222,3
KRA	4060	132,0	132,0	132,0	132,0	132,0	132,0	132,0	132,0	132,0	132,0	132,0	132,0
RAN	4050	131,1	131,0	131,2	131,2	131,3	131,3	130,9	131,2	131,2	131,2	131,2	131,2
VAR	4040	135,9	135,5	136,0	136,1	136,3	136,2	136,5	136,2	136,1	136,2	136,3	136,2
BLA	4030	137,7	137,3	137,9	137,9	138,2	138,1	138,5	138,1	138,0	138,1	138,1	138,1
LXV	4020	134,5	133,4	134,8	135,0	135,8	135,5	136,4	135,4	135,1	135,4	135,6	135,4
HRU	4010	130,3	127,8	131,0	131,5	133,1	132,6	133,9	132,3	131,6	132,3	132,6	132,2
VAT	3120	132,3	129,2	133,7	134,3	136,8	136,1	136,6	135,3	134,3	135,3	135,7	135,1

2008 STAÐUR	TEINN	NAFN SPENNA [Kv]	REKSTRAR SPENNA [Kv]	SKAMM.AFL VETUR [MVA]	SKAMM.AFL SUMAR [MVA]	BL1 ÚTI [kv]	BL2 ÚTI [kv]	KR2 ÚTI [kv]	FL2 ÚTI [kv]
BRE	2100	220	216,2	2288	2098	214,1	216,1	215,8	215,7
BRE	2101	132	133,1	933	895	131,7	133,0	132,2	131,9
GEH	2010	220	219,1	2967	2659	218,3	219,1	219,0	218,9
GEH	2011	132	132,8	1639	1571	132,5	132,8	132,7	132,7
HAM	2050	220	216,7	2782	2518	216,0	216,7	216,6	216,6
KOR	2030	132	133,1	1434	1384	132,9	133,1	133,1	133,1
KOL	1140	220	222,0	2529	2262	221,4	222,0	221,9	221,9
BUR	1010	220	226,6	3625	3074	226,6	226,6	226,6	226,6
PRE	5040	132	134,1	503	487	124,4	132,9	132,7	132,7
HOL	5030	132	135,7	487	490	133,5	129,5	128,8	128,1
TEI	5020	132	134,7	562	563	131,7	131,1	130,6	130,2
HRV	5010	132	133,9	862	855	132,0	132,3	132,0	132,0
KAR	5060	220	222,5	3018	3007	222,0	222,3	222,2	222,2
KRA	4060	132	132,0	647	641	129,7	132,0	132,0	132,0
RAN	4050	132	130,2	523	519	123,1	125,8	130,4	130,2
VAR	4040	132	134,8	612	605	132,6	123,4	133,0	132,7
BLA	4030	132	136,5	796	784	136,7	136,5	134,7	134,4
LXV	4020	132	133,3	612	601	122,2	133,3	131,4	130,9
HRU	4010	132	129,3	537	520	122,9	128,6	126,9	126,2
VAT	3120	132	131,8	762	736	129,3	131,6	130,6	130,2

2008 STAÐUR	TEINN	BU3 ÚTI [kV]	SU3 ÚTI [kV]	SU1 ÚTI [kV]	BR1 ÚTI [kV]	SI3 ÚTI [kV]	HR1 ÚTI [kV]	SI4 ÚTI [kV]	BU2 ÚTI [kV]	KH1 ÚTI [kV]	BU1 ÚTI [kV]	HA1 ÚTI [kV]	SO3 ÚTI [kV]
BRE	2100	214,2	201,4	210,2	211,1	216,3	214,8	215,9	215,0	213,2	215,0	215,9	214,7
BRE	2101	132,4	128,9	134,4	134,9	138,0	137,8	138,5	137,3	136,2	137,3	137,8	137,1
GEH	2010	215,1	213,5	217,1	219,7	219,1	218,6	218,9	217,3	213,9	217,3	218,8	216,6
GEH	2011	131,2	130,6	132,0	131,7	132,8	132,6	132,7	132,1	130,7	132,0	131,3	131,9
HAM	2050	211,9	211,6	215,0	217,3	216,7	132,6	216,6	215,0	212,0	215,2	214,6	214,5
KOR	2030	131,8	131,3	132,5	132,2	133,2	216,2	133,1	132,5	131,4	132,5	131,8	132,4
KOL	1140	218,6	217,2	220,3	222,6	222,1	133,2	221,9	219,3	233,9	220,5	221,8	219,9
BUR	1010	226,6	226,1	226,6	226,6	226,6	221,6	226,6	226,6	226,9	226,6	226,6	226,6
PRE	5040	132,5	132,6	132,6	132,5	133,4	226,6	131,0	132,5	132,5	132,5	132,5	132,5
HOL	5030	132,3	131,8	132,2	132,0	133,2	134,4	133,5	132,3	132,2	132,3	132,4	132,3
TEI	5020	132,9	132,6	132,8	132,7	133,4	133,8	133,3	132,9	132,8	132,9	132,9	132,9
HRY	5010	133,1	133,0	133,1	133,1	133,4	133,8	133,1	133,2	133,1	133,1	133,2	133,1
KAR	5060	222,4	222,4	222,4	222,4	222,4	222,5	222,4	222,4	222,4	222,4	222,4	222,4
KRA	4060	132,0	132,0	132,0	132,0	132,0	132,0	132,0	132,0	132,0	132,0	132,0	132,0
RAN	4050	130,5	130,2	130,5	130,6	130,7	130,7	130,3	130,7	130,6	130,7	130,7	130,7
VAR	4040	134,2	133,5	134,3	134,4	134,8	134,7	132,2	134,8	134,6	134,8	132,8	134,7
BLA	4030	135,8	135,0	136,0	136,0	136,5	136,3	136,9	136,4	136,3	136,4	136,5	136,4
LXV	4020	133,3	131,6	133,7	133,8	134,8	134,4	135,7	134,7	134,3	134,7	132,8	134,1
HRU	4010	129,3	125,8	130,2	130,5	132,6	131,9	133,8	132,2	131,4	132,2	132,6	132,1
VAT	3120	131,7	127,8	133,1	133,6	136,5	135,6	137,2	135,9	134,8	135,8	136,3	135,7

2009 STAÐUR	TEINN	NAFN SPENNA [Kv]	REKSTRAR SPENNA [Kv]	SKAMM.AFL VETUR [MVA]	SKAMM.AFL SUMAR [MVA]	BL1 ÚTI [kv]	BL2 ÚTI [kv]	KR2 ÚTI [kv]	FL2 ÚTI [kv]
BRE	2100	220	216,2	2298	2103	214,0	216,3	216,1	216,0
BRE	2101	132	133,2	941	901	131,6	133,6	133,1	132,7
GEH	2010	220	219,0	2947	2661	218,2	219,0	218,9	218,9
GEH	2011	132	132,6	1641	1572	132,4	132,6	132,6	132,6
HAM	2050	220	216,6	2786	2520	215,9	216,6	216,6	216,6
KOR	2030	132	133,0	1437	1384	132,8	133,0	133,0	133,0
KOL	1140	220	221,6	2532	2264	221,3	222,0	221,9	221,9
BUR	1010	220	226,6	3633	3077	226,6	226,6	226,6	226,6
PRE	5040	132	131,6	500	486	124,9	135,6	135,5	135,1
HOL	5030	132	133,0	490	489	133,7	132,4	132,2	131,2
TEI	5020	132	133,1	563	562	131,9	132,7	132,6	131,5
HRY	5010	132	133,1	863	854	132,0	133,1	132,9	132,0
KAR	5060	220	222,4	3020	3007	222,4	222,4	222,4	222,2
KRA	4060	132	132,0	657	642	129,9	132,0	132,0	132,0
RAN	4050	132	130,5	545	520	123,1	124,8	129,3	129,5
VAR	4040	132	134,9	710	608	132,6	122,3	133,1	132,8
BLA	4030	132	136,6	1032	790	136,7	136,9	135,0	134,7
LXV	4020	132	133,5	706	608	122,0	134,1	132,3	131,8
HRU	4010	132	129,5	574	537	122,8	130,2	129,0	128,2
VAT	3120	132	131,9	774	743	129,2	132,4	131,7	131,3

2009 STAÐUR	TEINN	BU3 ÚTI [kV]	SU3 ÚTI [kV]	SU1 ÚTI [kV]	BR1 ÚTI [kV]	SI3 ÚTI [kV]	HR1 ÚTI [kV]	SI4 ÚTI [kV]	BU2 ÚTI [kV]	KH1 ÚTI [kV]	BU1 ÚTI [kV]	HA1 ÚTI [kV]	SO3 ÚTI [kV]
BRE	2100	214,3	300,2	210,2	211,4	216,3	214,6	215,9	214,9	213,0	214,9	216,1	214,6
BRE	2101	133,3	130,1	136,1	135,4	138,3	135,9	137,4	136,3	135,2	136,3	137,1	136,1
GEH	2010	215,0	212,1	217,0	219,6	219,0	218,5	218,9	217,1	213,8	217,2	219,6	216,5
GEH	2011	131,1	130,0	131,9	131,5	132,7	132,5	132,6	131,9	130,6	131,9	132,9	131,7
HAM	2050	211,8	210,2	214,9	217,1	211,7	216,1	216,5	214,9	211,8	215,1	215,2	214,1
KOR	2030	131,7	130,7	132,3	132,0	133,0	132,9	133,0	132,4	131,2	132,4	133,2	132,2
KOL	1140	218,5	215,8	220,2	222,5	222,0	221,5	221,9	219,1	233,9	229,4	222,4	219,8
BUR	1010	226,6	225,0	226,6	226,6	226,6	226,6	226,6	226,6	226,6	226,6	226,6	226,6
PRE	5040	135,0	134,8	135,1	135,0	134,5	134,8	130,8	132,9	132,9	132,9	132,9	132,9
HOL	5030	134,9	134,1	134,8	134,7	134,4	135,8	133,3	134,2	134,1	134,2	134,3	134,2
TEI	5020	134,3	133,8	134,3	134,7	134,0	134,8	133,1	133,8	133,8	133,8	133,8	133,8
HRY	5010	133,8	133,6	133,8	133,8	133,7	134,0	132,9	133,4	133,4	133,4	133,4	133,4
KAR	5060	222,5	222,5	222,5	222,5	222,5	222,5	222,4	222,4	222,4	222,4	222,4	222,4
KRA	4060	132,0	132,0	132,0	132,0	132,0	132,0	132,0	132,0	132,0	132,0	132,0	132,0
RAN	4050	130,0	129,8	130,1	130,1	130,2	130,1	129,9	130,1	130,0	130,1	130,1	130,0
VAR	4040	134,2	133,7	134,5	134,4	134,8	134,8	135,1	135,0	134,8	135,0	135,0	135,0
BLA	4030	136,0	135,4	136,3	136,2	136,6	136,7	137,2	136,8	136,7	136,8	136,9	136,8
LXV	4020	133,8	132,0	134,6	134,4	135,2	133,9	135,1	134,3	133,9	134,2	134,5	134,2
HRU	4010	130,6	128,3	132,3	131,9	133,7	130,8	132,8	131,4	130,5	131,4	131,9	131,3
VAT	3120	132,3	126,3	134,9	134,3	137,0	134,3	136,0	134,8	133,7	134,8	135,5	134,6

2010 STAÐUR	TEINN	NAFN SPENNA [Kv]	REKSTRAR SPENNA [Kv]	SKAMM.AFL VETUR [MVA]	SKAMM.AFL SUMAR [MVA]	BL1 ÚTI [kv]	BL2 ÚTI [kv]	KR2 ÚTI [kv]	FL2 ÚTI [kv]
BRE	2100	220	216,2	2299	2105	213,9	216,1	215,9	215,8
BRE	2101	132	133,4	943	903	131,4	133,2	132,7	132,4
GEH	2010	220	218,9	2976	2663	218,0	218,9	218,8	218,8
GEH	2011	132	132,5	1642	1573	132,2	132,5	132,5	132,5
HAM	2050	220	133,2	2788	2522	215,7	216,5	216,4	216,4
KOR	2030	132	132,9	1438	1385	132,6	132,9	132,8	132,8
KOL	1140	220	221,9	2534	2266	221,1	221,8	221,8	221,8
BUR	1010	220	226,6	3634	3080	226,6	226,6	226,6	226,6
PRE	5040	132	131,6	500	490	125,2	135,5	135,4	135,0
HOL	5030	132	132,9	490	493	133,7	132,1	132,1	131,1
TEI	5020	132	133,0	563	565	131,9	132,5	132,4	131,5
HRV	5010	132	133,0	863	856	132,0	132,9	132,9	132,0
KAR	5060	220	222,4	3020	3007	221,9	222,4	222,4	222,2
KRA	4060	132	132,0	653	643	128,3	132,0	132,0	132,0
RAN	4050	132	130,7	547	521	120,6	123,5	128,3	128,2
VAR	4040	132	135,8	715	618	130,8	120,8	131,8	131,6
BLA	4030	132	137,7	1040	796	135,2	135,7	133,8	133,5
LXV	4020	132	134,5	712	612	121,7	133,0	131,2	130,7
HRU	4010	132	130,2	577	539	122,5	129,4	128,0	127,5
VAT	3120	132	132,2	762	745	129,0	132,0	131,3	130,9

2010 STAÐUR	TEINN	BU3 ÚTI [kV]	SU3 ÚTI [kV]	SU1 ÚTI [kV]	BR1 ÚTI [kV]	SI3 ÚTI [kV]	HR1 ÚTI [kV]	SI4 ÚTI [kV]	BU2 ÚTI [kV]	KH1 ÚTI [kV]	BU1 ÚTI [kV]	HA1 ÚTI [kV]	SO3 ÚTI [kV]
BRE	2100	214,1	200,4	209,8	210,7	216,1	214,4	215,8	214,9	212,8	214,6	215,9	214,3
BRE	2101	132,9	131,3	137,0	137,5	138,0	135,6	137,2	136,0	134,8	135,9	136,7	135,7
GEH	2010	214,8	212,6	216,8	219,4	218,9	218,3	218,7	217,4	213,6	217,0	219,4	216,3
GEH	2011	130,9	130,1	131,7	131,4	132,5	132,3	132,5	131,9	130,4	131,7	132,7	131,6
HAM	2050	211,6	210,8	214,6	217,0	216,5	216,0	216,4	215,2	211,6	214,8	215,1	214,2
KOR	2030	131,5	130,8	132,2	131,9	132,9	132,7	132,8	132,3	131,0	132,2	133,0	132,1
KOL	1140	218,4	216,3	220,0	222,4	221,9	221,4	221,7	219,4	233,9	220,2	222,3	219,6
BUR	1010	226,6	225,2	226,6	226,6	226,6	226,6	226,6	226,6	226,6	226,6	226,6	226,6
PRE	5040	135,0	134,8	135,1	134,9	134,5	134,8	130,6	132,9	132,9	132,9	132,9	132,9
HOL	5030	134,8	134,0	134,7	134,5	134,3	135,7	133,1	134,1	134,0	134,1	134,2	134,1
TEI	5020	134,2	133,8	134,2	134,1	133,9	134,7	132,9	133,7	133,7	133,7	133,8	133,7
HRY	5010	133,8	133,6	133,7	133,7	133,6	133,9	132,8	133,4	133,4	133,4	133,4	133,4
KAR	5060	222,5	222,5	222,5	222,5	222,5	222,5	222,3	222,4	222,4	222,4	222,4	222,4
KRA	4060	132,0	132,0	132,0	132,0	132,0	132,0	132,0	132,0	132,0	132,0	132,0	132,0
RAN	4050	128,5	128,5	128,8	128,8	128,9	128,7	128,5	128,7	128,6	128,7	128,7	128,7
VAR	4040	132,9	132,5	133,3	133,4	133,5	133,5	133,9	133,6	133,5	133,6	133,7	133,6
BLA	4030	134,7	134,3	135,2	135,3	135,4	135,4	135,9	135,5	135,4	135,5	135,6	135,5
LXV	4020	132,7	131,9	133,8	133,9	134,1	132,8	134,0	133,0	132,7	133,0	133,2	133,0
HRU	4010	129,7	128,3	132,2	132,5	132,9	130,0	132,0	130,4	129,7	130,3	130,8	130,2
VAT	3120	131,9	130,2	135,6	136,1	136,5	133,9	135,7	134,4	133,3	134,2	135,0	134,1

Landsnet

Langtímaáætlun

2008-2020

Reykjavík, 8. apríl 2005

DRÖG

Skráning skjals:

N:\150_Landsnet\04_Langtimaaetlanir\Langtímaáætlun
2005\drög1_langtímaáætlun.doc

Höfundur skjals:

Kolbrún Reinholdsdóttir

Yfirllestur og samræming:

(Verkfræðistofan AFL ehf – Jón Bergmundsson)

(Landsnet ehf – Eymundur Sigurðsson)

Útgáfa:	Dags:	Unnið af:	Upplýsingar um breytingar:
1			

EFNISYFIRLIT

EFNISYFIRLIT	1
1 SAMANTEKT OG NIÐURSTAÐA	4
1.1 INNGANGUR.....	4
1.2 SAMANTEKT OG NIÐURSTÖÐUR.....	4
2 KERFIÐ ÁRIÐ 2010	6
3 FORSENDUR ATHUGUNARINNAR OG FRAMKVÆMDIR Á ÁRUNUM 2005-2025	12
3.1 ORKUMARKAÐUR	12
3.1.1 Almenn orkueftirspurn.....	13
3.1.2 Stóriðjuuppbygging.	13
3.2 VIRKJANIR	15
4 FRAMKVÆMDIR Í FLUTNINGSKERFINU.....	16
5 TÖP	24
6 FREKARI HUGMYNDIR UM FRAMKVÆMDIR+	25
6.1 STÓRIÐJA Á AKUREYRI.	25
6.2 FREKARI FRAMKVÆMDIR Í KERFI LANDSNETS	25

MYNDSKRÁ

MYND 1	ORKUVÆGI KERFIS LANDSNETS TIL ÁRSINS 2019.....	4
MYND 2	REYKJANES EINS OG ÞAÐ LÍTUR ÚT EFTIR AÐ REYKJANESVIRKJUN ER KOMIN Í REKSTUR.	6
MYND 3	EINLÍNUMYND AF KERFINU Á REYKJANESI EFTIR FRAMKVÆMDIR ÁRSINS 2006.....	7
MYND 4	SVÆÐIÐ Í KRING UM REYÐARFJÖRÐ.....	8
MYND 5	EINLÍNUMYND AF KERFINU AÐ KÁRAHNJÚKUM OG FLJÓTSDAL EFTIR AÐ REKSTUR ER HAFINN Í FJARÐAÁLI.....	8
MYND 6	KERFIÐ Á SV LANDI EFTIR FRAMKVÆMDIR Á ÁRINU 2007.	9
MYND 7	SPENNUPRÓUN Á HAMRANESI ÞEGAR ÁLAG ER AUKIÐ HJÁ ÍSAL OG VINNSLAN ER AUKIN Á ÞJÓRSÁRSVÆÐINU OG Í HELLISHEIÐI.	10
MYND 8	SPENNUPRÓUN Á BRENNIMEL ÞEGAR ÁLAG ER AUKIÐ Á NORÐURÁLI OG FRAMLEIÐSLA AUKIN Á NESJAVÖLLUM OG HELLISHEIÐI.....	11
MYND 9	SPENNUPRÓUN Á RANGÁRVÖLLUM ÞEGAR ÁLAG ER AUKIÐ Á RANGÁRVÖLLUM OG FRAMLEIÐSLA AUKIN Í BLÖNDU OG KRÖFLU.	11
MYND 10	ORKUVÆGI KERFIS LANDSNETS TIL ÁRSINS 2019.....	12
MYND 11	UPPBYGGING STÓRIÐJU SEM MIÐAÐ ER VIÐ Í ÞESSARI ÁÆTLUN.	15
MYND 12	KERFI Á NORÐURLANDI EFTIR AÐ FYRRI ÁFANGI ÁLVERS Á HÚSAVÍK HEFUR VERIÐ GANGSETTUR.	17
MYND 13	KERFIÐ Á NORÐURLANDI EFTIR AÐ SEINNI ÁFANGI ÁLVERS Á HÚSAVÍK HEFUR HAFIÐ REKSTUR.	18
MYND 14	KERFIÐ Á SV LANDI EFTIR FRAMKVÆMDIR Á ÁRINU 2007.	19
MYND 15	EINLÍNUMYND AF 220 kV KERFINU Á SV LANDI EFTIR AÐ ÞÆR VIRKJANIR ERU KOMNAR INN SEM ERU Á ÁÆTLUN.	20
MYND 16	KERFIÐ Á SV LANDI EFTIR ÞÆR FRAMKVÆMDIR SEM KOMA MEÐ SEINNI STÆKKUN ÁLCAN. 21	
MYND 17	EINLÍNUMYND AF KERFINU Í KRING UM SKAFTÁ OG SIGÖLDU EFTIR AÐ NÝJU VIRKJANIRNAR, BJALLAR OG SKAFTÁ ERU KOMNAR Í REKSTUR.	21
MYND 18	HLUTFALLSLEG TÖP Í HEILDARKERFI LANDSNETS Á TÍMABILINU SEM LANGTÍMAÁÆTLUN NÆR TIL.	24

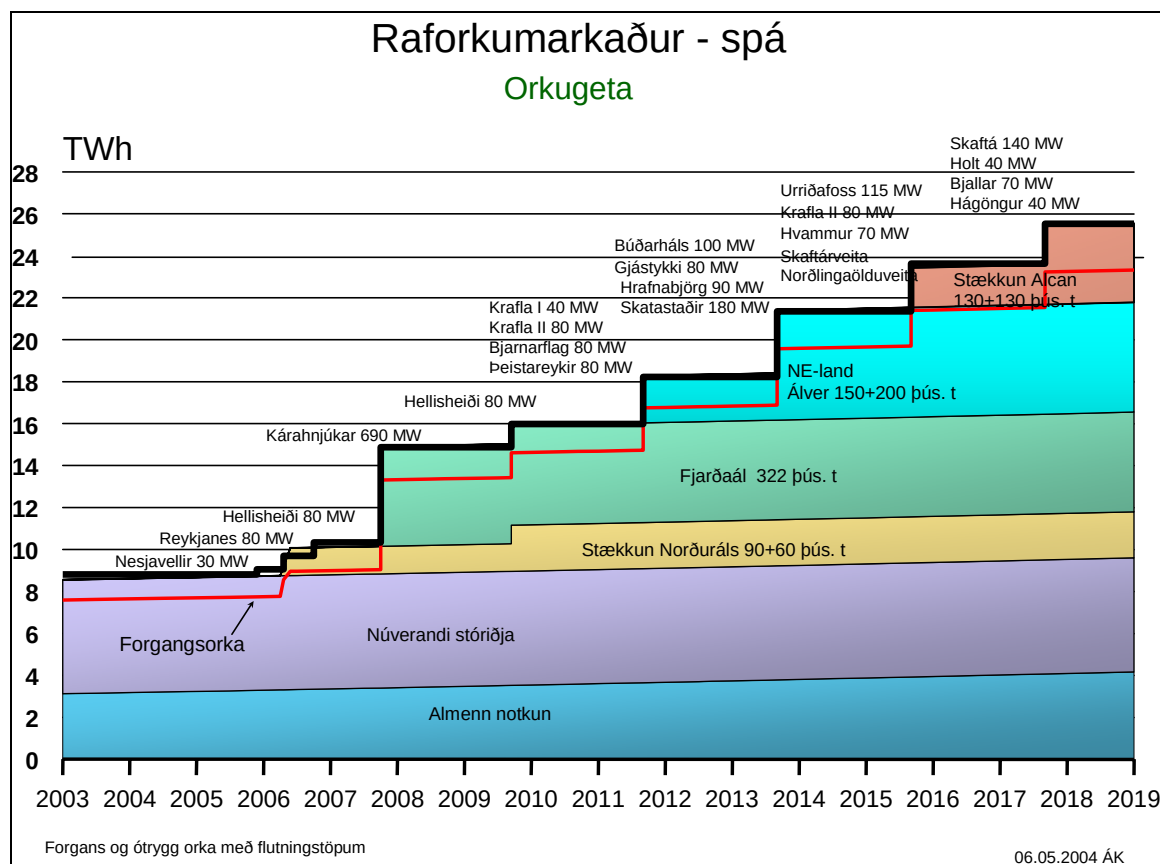
TÖFLUSKRÁ

TAFLA 1 RÖÐ FRAMKVÆMDA FYRIR ÁRIÐ 2010.	9
TAFLA 2 ALMENN ÁLAGSAUKNING MILLI ÁRA SKV. RAFORKUSPÁ 2005-2025.....	13
TAFLA 3 UPPBYGGING STÓRIÐJU SEM MIÐAÐ ER VIÐ Í ÞESSARI ÁÆTLUN	14
TAFLA 4 RÖÐ FRAMKVÆMDA EINS OG ÞEIM ER LÝST Í LANGTÍMAÁÆTLUN.	22
TAFLA 5 TÖPIN Í KERFINU SEM HLUTFALL AF FRAMLEIÐSLU HVERS ÁRS.	24

1 SAMANTEKT OG NIÐURSTAÐA

1.1 Inngangur

Þessi skýrsla er unnin fyrir Landsnet til að sýna þær framkvæmdir sem nauðsynlegar eru á næstu 10-15 árum í flutningsneti Landsvirkjunar, eða til ársins 2025, í samræmi við spá um uppbyggingu orkufreks iðnaðar og nýrra virkjana á þeim tíma. Þessar spár hafa verið að breytast töluvert á undanförunum misserum, en forsendur þessarar greinargerðar eru að það verði af Norðurlátsstækkun og stækkun ALCAN á þessu tímabili auk þess sem gert er ráð fyrir 350 þ.tonna álveri á Norðurlandi. Gert er ráð fyrir um 16 TWh aukningu í orkunotkun stóriðjuvera fram til ársins 2015. Þessa uppbyggingu orkumarkaðar og virkjana má sjá á mynd 1.



mynd 1 Orkuvægi kerfis Landsnets til ársins 2019.

Ekki er farið í nákvæma kostnaðargreiningu á framkvæmdum hér heldur er frekar fjallað um hugsanlegar stóriðjuframkvæmdir og þær framkvæmdir í línukerfinu sem nauðsynlegar eru og hagkvæmastar til að kerfið uppfylli skilyrði um raforkuafhendingu.

1.2 Samantekt og niðurstöður

Helstu niðurstöður eru þær að þrátt fyrir þær framkvæmdir sem eru hugsanlegar á SV horninu er ekki þörf á að spennuhækka 220 kV kerfið í 400 kV, heldur er unnt að halda kerfinu áfram á 220 kV með því að fjölga um eina línu frá Sandskeiði að Hamranesi, endurnýja BR1 þannig að hún endi í Hamranesi í stað Geitháls og með því að setja raðþétta í helstu flutningslínur. Þ.e. í BR1, BÚ3 og SU1.

Auk þessa hefur þéttavirkið á Brennimel verið stækkað í 100 MVAR og 50 MVAR SVC hefur verið sett á Brennimel og í Hamranesi. Hugsanlega væri hægt að hafa SVC aðeins á öðrum staðnum og er það líklega ódýrari leið.

2 KERFIÐ ÁRIÐ 2010

Miklar framkvæmdir eru áætlaðar á árunum 2005 – 2007 og ber þar hæst Kárahnjúkavirkjun og Fjarðaál auk framkvæmda við stækkun Norðuráls. Í þessari áætlun mun ekki vera farið í smáatriði í þessum framkvæmdum enda er vel gert grein fyrir þeim í Kerfisáætlun. Þessi áætlun tekur við af Kerfisáætlun sem nær yfir tímabilið nú 2006-2010 þannig að byrjað er að líta til þess árs. Á þeim tíma er Fjarðaál komið í rekstur og 5. áfanga stækkunar Norðuráls einnig.

Hér eru listuð upp þau stóriðjuáform, virkjanaframkvæmdir og framkvæmdir í flutningskerfinu sem áætlaðar eru á tímabilinu sem Kerfisáætlun nær til.

2006:

Stóriðja:

Norðurál stækkun um 130 þ.tonn eða 212 MW.

Virkjanir:

Hellisheiði 2*40 MW + 14 MW yfirkeyrsla

Reykjanes 2*50 MW

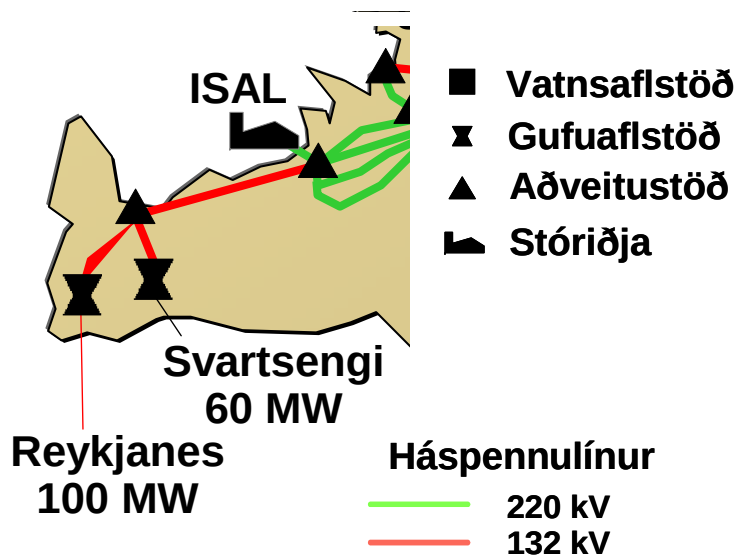
Svartsengi 15 MW aukin orkuöflun

Flutningskerfi:

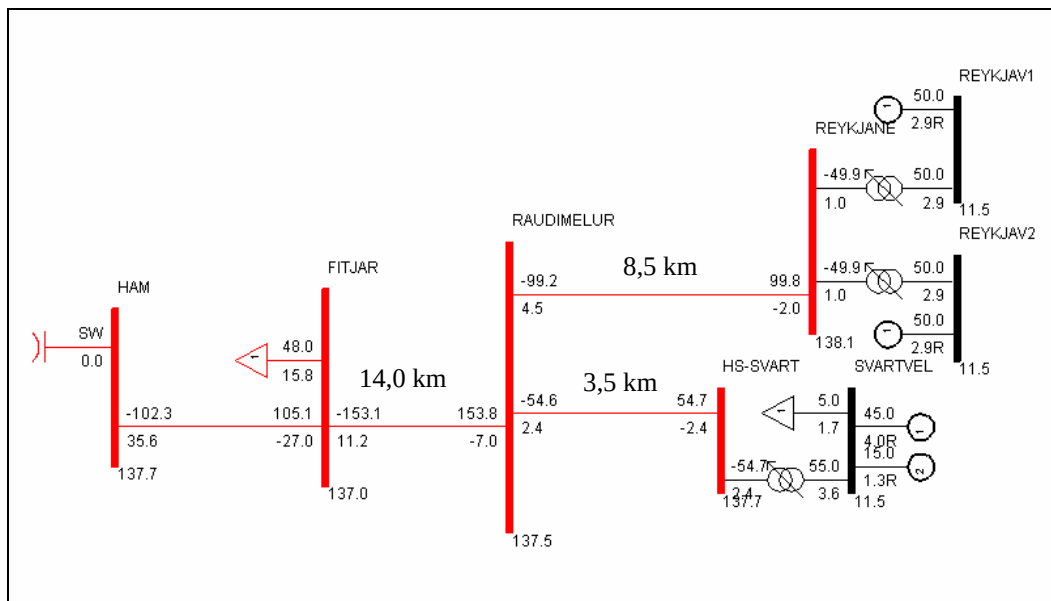
Tengivirki að Rauðamel reist og tengt við Fitjar, 132 kV, 8,5 km.

Svartsengi tengt við Rauðamel, 132kV, 3,5 km.

Reykjanesvirkjun tengd við Rauðamel, 220 kV rekin sem 132 kV, 14 km.



mynd 2 Reykjanes eins og það lítur út eftir að Reykjanesvirkjun er komin í rekstur.



mynd 3 Einlínuneynd af kerfinu á Reykjanesi eftir framkvæmdir ársins 2006

Sultartangalína 3 tekin í rekstur sem snertir tengivirkin við Sultartanga og Brennifel, en hún er 400 kV duplex rekin sem 220 kV, 120 km.

Tengivirki við Kolviðarhól, 220 kV, tengja þarf 2 nýjar vélar Hellisheiðavirkjunar við Kolviðarhól. Einnig þarf að tengja Kolviðarhól við BÚ2, 86,4 km frá Búrfelli og 17 km frá Geithálsi

2007:

Stóriðja:

Norðurál stækkun um 40 þ.tonn eða 70 MW.

Fjarðaál nýbygging 330 þ.tonn eða 540 MW

Virkjanir:

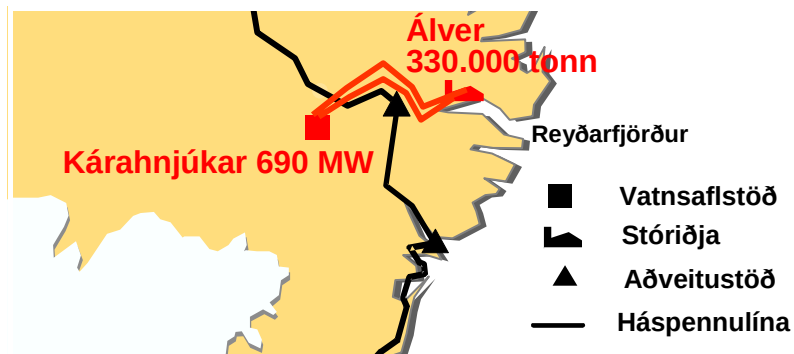
Hellisheiði/Kolviðarhóll	2*40 MW
Kárahnjúkavirkjun	6*115 MW

Flutningskerfi:

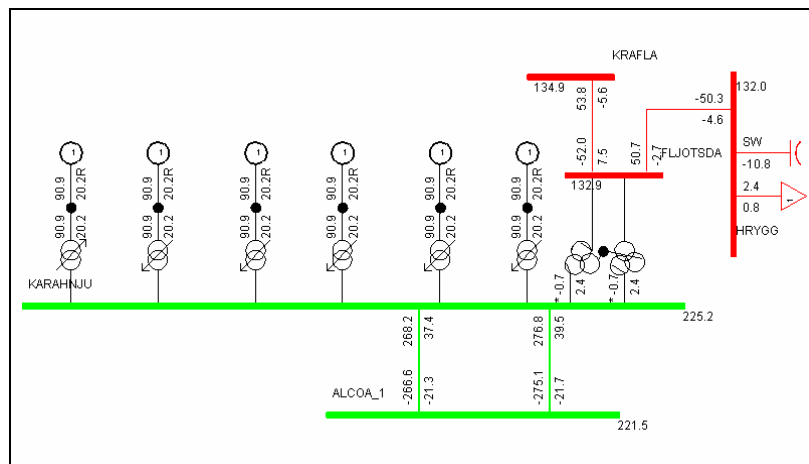
Tengivirkið að Fljótsdal tekið í notkun, 132 kV/220 kV tengist inn á KR2 126 km frá Kröflu og 26 km frá Hryggstekk.

Fljótsdalslínur 3 og 4 teknar í notkun, 400 kV duplex, reknar á 220 kV, FL3 49,4 km og FL4 53 km.

SVC á Hryggstekk, stærð ekki ákveðin enn en verður ca +30/-30 MVar



mynd 4 Svæðið í kring um Reyðarfjörð



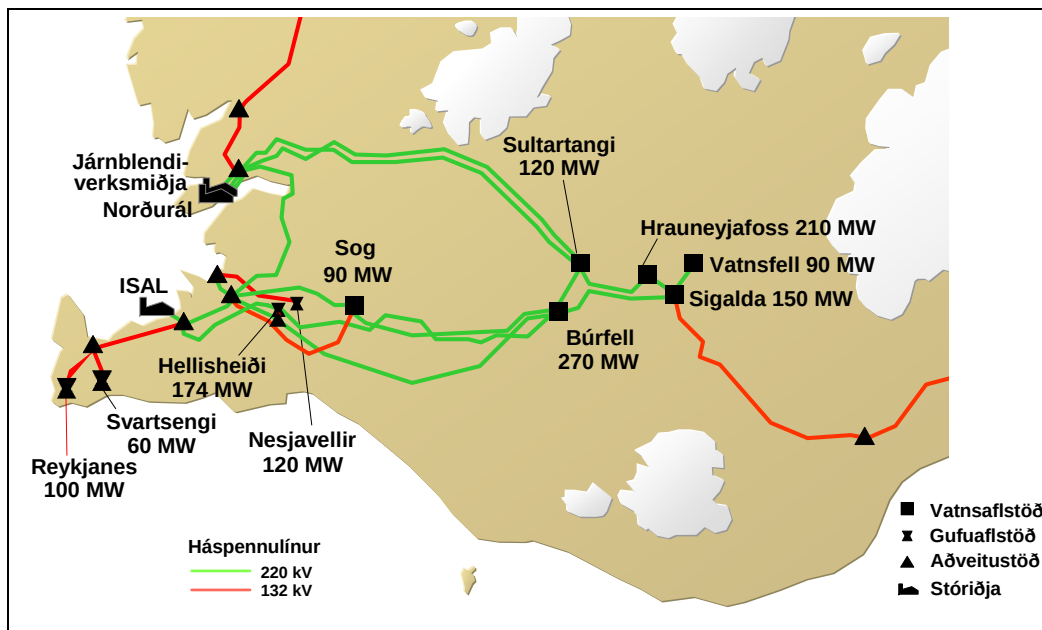
mynd 5 Einlínunmynd af kerfinu að Kárahnjúkum og Fljótsdal eftir að rekstur er hafinn í Fjarðaáli.

Tengivirkið að Kolviðarhóli, 220 kV, 2 nýjar vélar tengdar.

Raðþéttir fluttur frá Sandskeiði og í BR1 einnig þarf að stækka hann, þar sem hann yfirlestast við truflanir á SU3. Einnig þarf að huga að BR1 þar sem hún hefur hitaflutningsmörk sem eru 304 MVA en við truflanir á SU3 yfirlestast hún í 375 MVA auk þess sem töp í henni verða mikil við slíkar truflanir.

Ein lausn væri að leggja fyrsta hluta nýrrar BR1 þannig að hún komi við á Sandskeiði og tengist þar inn á KH2 sem er gamla BÚ3B.

Einnig er hugmynd að lausn að endurnýja BR1 að Sandskeiði og endurnýja BÚ3B þannig að hún verði heil alla leið frá Hamranesi að Búrfelli. Leggja tvírása línu frá Hellisheiði að Sandskeiði og halda áfram með hana í Geitháls annars vegar en hins vega tengja hana við hina nýju BR1 og gömlu BÚ3B.



mynd 6 Kerfið á SV landi eftir framkvæmdir á árinu 2007.

Þær framkvæmdir sem áætlaðar eru hefur verið stillt upp í töflu.

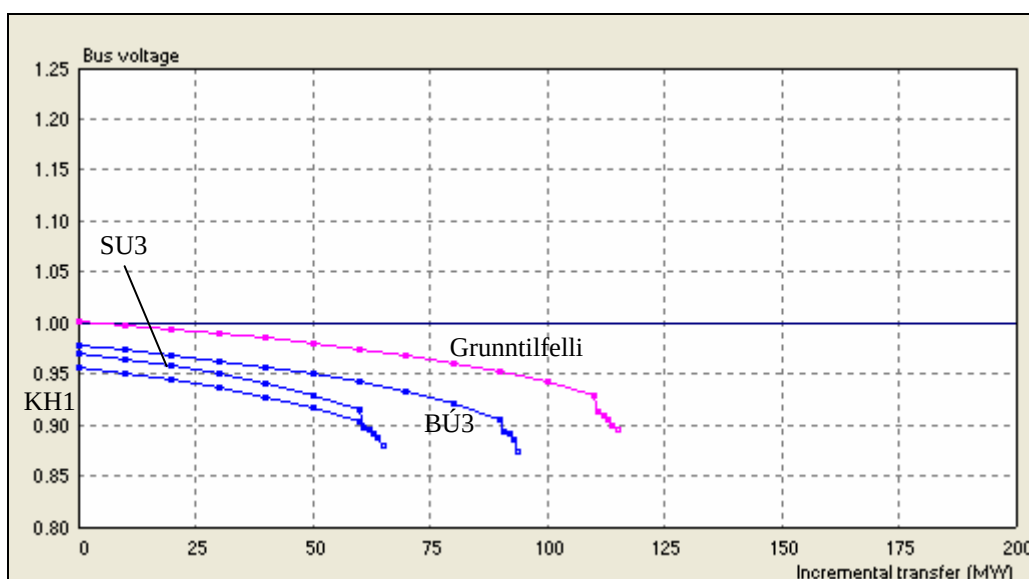
tafla 1 Röð framkvæmda fyrir árið 2010.

Ár	Framkvæmd	Lengdir og spennur
2006	Tengivirki að Rauðamel reist og tengt við Fitjar	8,5 km 220 kV lína frá nýrri aðveitustöð að Fitjum rekin á 132 kV
	Reykjnesvirkjun tengd við Rauðamel.	14 km 220 kV lína að nýrri aðveitustöð rekin á 132 kV
	Svartsengi tengt við Rauðamel	3,5 km 132 kV lína.
	Sultartangalína 3	120 km 400 kV lína 220 kV rekstur
	Aðveitustöðin að Kolviðarhól reist og tengd inn á BÚ2.	Tengd inn á BÚ2 86,4 km frá Búrfelli og 17 km frá Geithálsi
2007	Tvær Reyðarárlínur	49,4 km og 53 km 400 kV línur 220 kV rekstur
	Tengivirki í Fljótsdal og breyting á byggðalínu	Tengd inn á KR2 126 km frá Kröflu og 26 km frá Hryggstekk, 2*75 MVA spennar
	SVC reist á Hryggstekk.	Sennilega +/- 30 MVAR SVC
	Raðþéttir í BR1	Flytja þarf raðþéttinn sem er að Sandskeiði og setja í BR1, einnig þarf að stækka hann

Í þessari langtímaáætlun er litið til áraanna eftir 2010 og þeirra áætlana sem eru í stóriðjuuppbyggingu á tímabilinu frá 2010-2025. Á tímabilinu verða reistar margar nýjar virkjanir vegna þeirrar gríðarlegu stóriðjuuppbyggingu sem í bígerð er og einkennist uppbygging kerfisins af henni.

Til að geta metið ástand kerfisins eftir 2010 voru gerðar nokkrar PV myndir til að sýna hvernig spennan þróast á Hamranesi, Brennimel og á Akureyri ef álag er aukið hjá ÍSAL, Norðurál og á Akureyri.

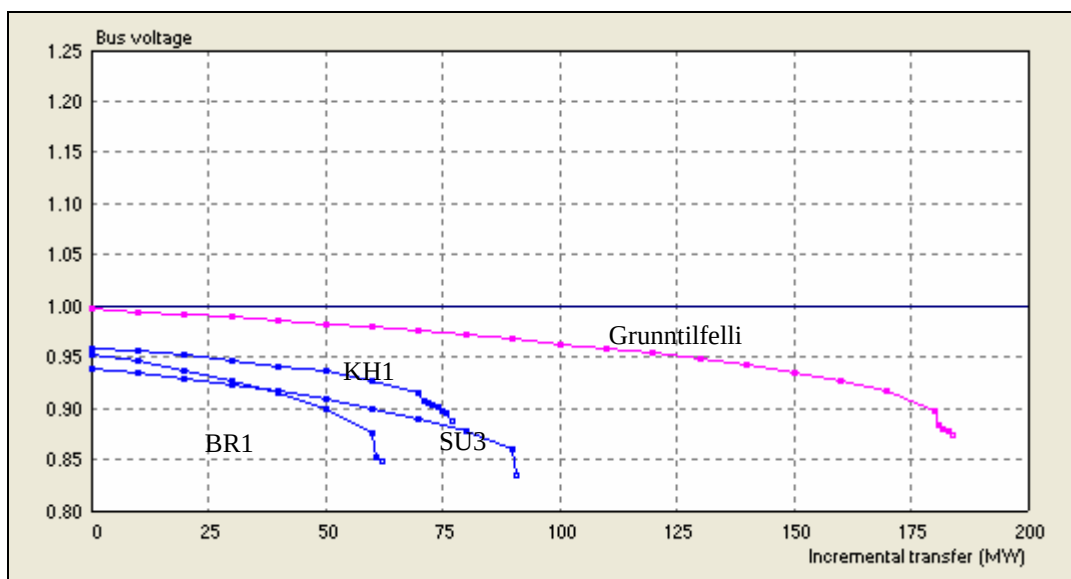
Fyrsta myndin sýnir hvernig spennan þróast í Hamranesi þegar álag er aukið hjá ÍSAL.



mynd 7 Spennuþróun á Hamranesi þegar álag er aukið hjá Ísal og vinnslan er aukin á Þjórsársvæðinu og í Hellisheiði.

Á mynd 6 má sjá að truflanir á Kolviðarhóslínu 1 þ.e. línan frá Kolviðarhóli að Geithálsi og á Sultartangalínu 3 og Búrfellslínu 3 hafa mest áhrif á spennuna í Hamranesi. Myndin sýnir að ekki er hægt að auka álagi hjá Ísal nema um u.þ.b. 50 MW án frekari framkvæmda.

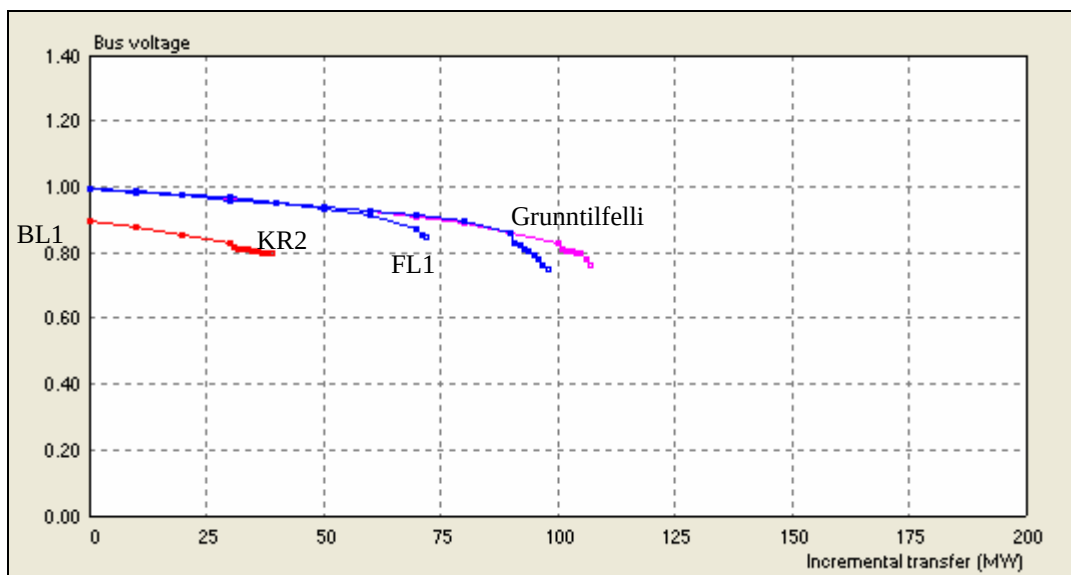
Einnig var athugað hvernig spennan á Brennimel þróaðist ef álag er aukið hjá Norðuráli enn frekar, umfram 5. áfanga sem er nú ekki á dagskrá eins og er en það er ágætt að sjá það svigrúm sem er til álagsaukningar.



mynd 8 Spennuþróun á Brennimel þegar álag er aukið á Norðuráli og framleiðsla aukin á Nesjavöllum og Hellisheiði.

Á mynd 3 má sjá að truflanir á Brennimelslínu 1, Kolviðarhólslínu 1 og Sultartangalínu 3 hafa mest áhrif á spennuna á Brennimel. Myndin sýnir að ekki er hægt að auka álagi hjá Norðuráli nema um u.þ.b. 50 MW án frekari framkvæmda.

Að lokum var spennuþróunin skoðuð á Akureyri ef álag er aukið þar, en miklar umræður eru um að auka iðnað á Akureyri.



mynd 9 Spennuþróun á Rangárvöllum þegar álag er aukið á Rangárvöllum og framleiðsla aukin í Blöndu og Kröflu.

Á mynd 4 má sjá að truflanir á Blöndulínu 1 og Kröflulínu 2 hafa mest áhrif á spennuna á Rangárvöllum. Myndin sýnir að ekki er neitt svigrúm til álagsaukningar á Akureyri þar sem truflanir á BL1 á árinu 2010 hafa þau áhrif að spenna á Rangárvöllum fellur í 0,9 pu.

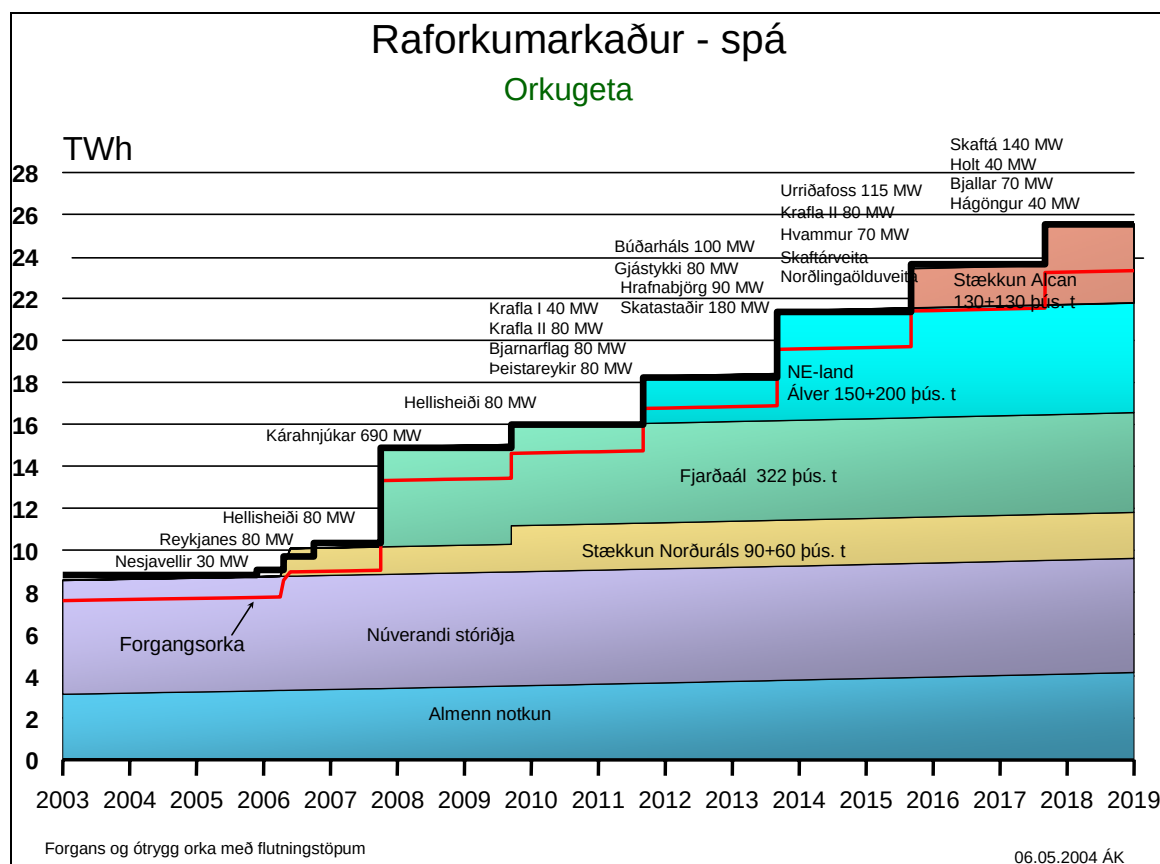
3 FORSENDUR ATHUGUNARINNAR OG FRAMKVÆMDIR Á ÁRUNUM 2005-2025

Hér er reiknað með ákveðinni uppbyggingu á stóriðju. Röð framkvæmdanna gæti breyst auk þess sem alls er óvíst að farið verði í allar þessar framkvæmdir, þar að auki eru virkjanakostirnir sem settir eru fram, langt frá því að vera fullkannaðir. Margar af þeim línuleiðum sem kynntar eru til sögunnar eru ókannaðar og því gætu lengdir á línu breyst, auk þess sem ekki er fullvíst að þær séu raunhæfar út frá umhverfissjónarmiðum.

3.1 Orkumarkaður

Miklar framkvæmdir eru áætlaðar á árunum 2005 – 2007 og ber þar hæst Kárahnjúkavirkjun og Fjarðaál auk framkvæmda við stækkun Norðuráls. Í þessari áætlun mun ekki vera farið í smáatriði í þessum framkvæmdum enda er vel gert grein fyrir þeim í Kerfisáætlun. Hér verður litið til enn frekari framkvæmda, þ.e. stóriðjuáform sem enn eru á teikniborðinu eða í hugaskotum manna.

Á mynd 2 má sjá orkuvægi kerfisins. Þar er gert ráð fyrir enn frekari stækkun Norðuráls árið 2007, einnig er reiknað með stóriðju á Norðurlandi og frekari stækkun ALCAN. Almenna álagið er skv. orkuspa.



mynd 10 Orkuvægi kerfis Landsnets til ársins 2019.

Fyrir almenna álagið og stækkun Norðurláls er gert ráð fyrir frekari virkjunum á Reykjanesi, Hellisheiði og á Nesjavöllum. Fyrir stóriðju á Norðurlandi er gert ráð fyrir virkjanakostum þar og vegna stækkunar ALCAN er reiknað með frekari virkjunum á Suðurlandi.

3.1.1 Almenn orkueftirspurn

Gengið er út frá nýrri orkuspá sem kom út í apríl 2005.

Álagsþróunin eftir landshlutum er misjöfn á tímabilinu og sýnir *tafla 2* hana og eins og við má búast er álagsaukningin mest á höfuðborgarsvæðinu.

<i>tafla 2 Almenn álagsaukning milli ára skv. raforkuspá 2005-2025</i>					
	Breytingar á álagsaukningu á milli ára				
	2005-2010	2010-2015	2015-2020	2020-2025	Á tímabilinu
Suðurland	1,6%	4,8%	6,3%	2,7%	16,2%
Höfuðborgarsvæðið	12,4%	12,4%	12,5%	12,7%	60,1%
Vesturland og Vestfirðir	3,1%	4,3%	0,1%	0,4%	8,1%
Norður- og Austurland	-3,9%	4,6%	2,4%	2,6%	5,7%

Eins og tafla 1 sýnir eykst álagið í öllum landshlutum á milli ára og á tímabilinu. Ástæða þess að álagið á Austurlandi minnkar á milli ára er sú að byggingarafmagn vegna Kárahnjúka og Fjarðaáls er það stór hluti álagsins á svæðinu, byggingunni lýkur fyrir árið 2007.

3.1.2 Stóriðjuuppbygging.

Eins og áður sagði einkennist tímabilið fyrir árið 2010 af mikilli stóriðjuuppbyggingu, bæði stækkun Norðurláls og byggingu Fjarðaáls.

2011: Fyrri áfangi álvers á Norðurlandi

Reiknað er með að alls 350 þ.tonna álver á Norðurlandi, staðsetning er ekki ákveðin en hér er reiknað með að það komi í tveimur áföngum og verði staðsett á Húsavík. Þ.e. 150 þ. tonn í fyrri áfanga. Virkjanir á Norðausturlandi aðallega gufuaflsvirkjanir munu verða reistar til að anna álverinu. Það eru virkjanir í Kröflu, Bjarnarlagi og Þeystareykjum.

2013: Seinni áfangi álvers á Norðurlandi

Reiknað er með að seinni áfangi álvers á Norðurlandi þ.e. 200 þ. tonn verði reist árið 2013. Virkjanir á norðaustur og á norðvesturlandi munu anna álverinu, auk virkjunar á Suðurlandi. Það eru vatnsaflsvirkjanir á Skatastöðum, Hrafnabjörgum og í Búðarhálsi auk gufuaflsvirkjana í Gjástykki.

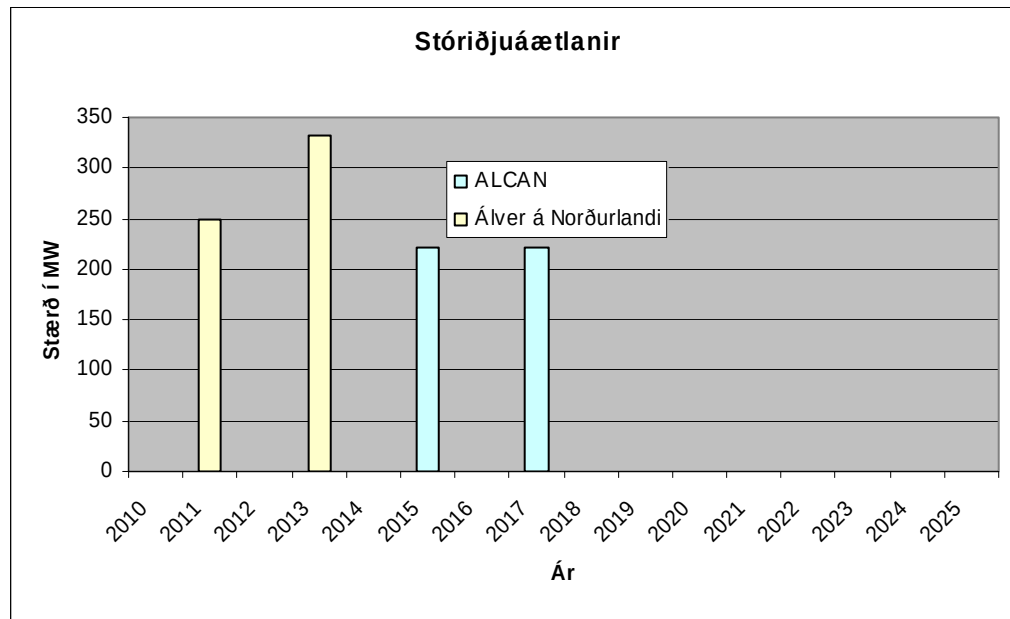
2015: Fyrri áfangi stækkunar ALCAN

Reiknað er með stækkun ALCAN um 2* 130 þ.tonn og að fyrri áfanginn verði reistur árið 2015. Virkjanir á Suðurlandi munu verða reistar til að anna þessari stækkun.

2017: Seinni áfangi stækkunar ALCAN

Reiknað er með að seinni áfangi stækkunar ALCAN verði reist árið 2017. Virkjanir á Suðurlandi munu verða reistar til að anna þessari stækkun álversins.

<i>tafla 3 Uppbygging stóriðju sem miðað er við í þessari áætlun</i>								
	Ný og stækkuð stóriðja á tímabilinu.							
	Norðurál		Fjarðaál		Álver Norðurlandi á		ALCAN	
	Þ.tonn	MW	Þ.tonn	MW	Þ.tonn	MW	Þ.tonn	MW
2010								
2011					150	250		
2012								
2013					200	333		
2014								
2015							130	222
2016								
2017							130	222
2018								
2019								
2020								
2021								
2022								
2023								
2024								
2025								



mynd 11 Uppbygging stóriðju sem miðað er við í þessari áætlun.

3.2 Virkjanir

Vegna álvers á Norðurlandi:

2011:

Krafla I.	40 MW
Krafla II	2*40 MW
Bjarnarflag	2*40 MW
Þeistareykir	2*40 MW

2013:

Búðarháls	100 MW
Gjástykki	2*40 MW
Hrafnabjörg	90 MW
Skatastaðir	180 MW

Vegna stækkunar ALCAN:

2015:

Urriðafoss	115 MW
Hvammur	70 MW
Krafla II	80 MW
Skaftárveita	

2017:

Skaftá	140 MW
Holt	40 MW
Bjallar	70 MW
Hágöngur	40 MW

4 FRAMKVÆMDIR Í FLUTNINGSKERFINU

Í þessum kafla verða raktar þær framkvæmdir í flutningskerfinu sem uppbyggingin kallar á, hér eru þær raktar eftir árum.

2011:

Stóriðja:

Álver á Húsavík 150 þ.tonn eða 250 MW.

Virkjanir:

Krafla I.	40 MW
Krafla II	2*40 MW
Bjarnarflag	2*40 MW
Þeistareykir	2*40 MW

Flutningskerfi:

Tengivirkið að Bjarnarflagi, 132 kV tengja þarf 2 nýjar vélar við kerfið og leggja nýja 132 kV línu að Kröflu.

Tengivirkið að Kröflu I, 132 kV, tengja þarf 2 nýjar vélar og setja upp tvo 132/220 kV spennu 2*90 MVA.

Tengivirkið að Kröflu II, 220 kV, Tengja þarf 2 vélar og 2 spennu 132/220 kV 2*90 MVA.

Tengivirki að Þeistareykjum, 220 kV, Tvær línur koma inn í tengivirkið þ.e. lína að Kröflu og að Húsavík auk 2ja véla sem tengja þarf við tengivirkið.

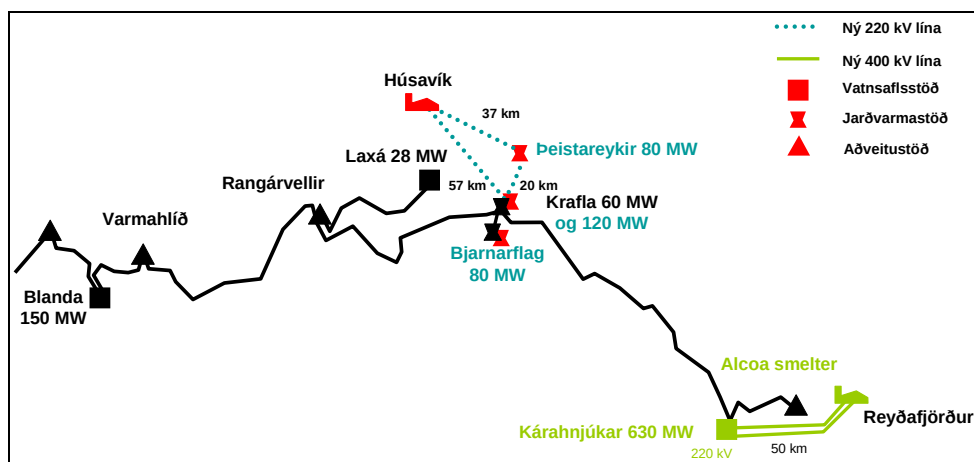
Tengivirki álversins á Húsavík, 220 kV, tengja þarf álverið, auk 2ja lína frá Kröflu og Þeistareykjum, auk þess þarf 90 MVAr þéttavirki að Húsavík.

Reist Bjarnarflagslína 1, 132 kV

Krafla – Þeistareykir, 220 kV, 20 km (vír eins og í BÚ2)

Krafla – Húsavík, 220 kV, 57 km (vír eins og í SU1)

Þeistareykir – Húsavík, 220 kV, 37 km (vír eins og í SU1)



mynd 12 Kerfi á Norðurlandi eftir að fyrri áfangi álvers á Húsavík hefur verið gangsettur.

2013:

Stóriðja:

Álver á Húsavík 200 þ.tonn eða 333 MW.

Virkjanir:

Búðarháls	100 MW
Gjástykki	2*40 MW
Hrafnabjörg	90 MW
Skatastaðir	180 MW

Flutningskerfi:

Ný aðveitustöð að Silfrastöðum 132/220 kV, 4 línur koma inn að Silfrastöðum, af 132 kV línunum tengjast VA1 og RA1 Silfrastöðum 132 kV og af 220 kV línunum kemur lína frá álverinu að Húsavík og frá virkjuninni að Skatastöðum. Einnig þarf að setja upp penni 1*70 MVA 132/220 kV.

Stækka þarf þéttavirki að Húsavík að verða 150 MVAr. Þéttavirki á Húsavík þá orðið alls 240 MVAr.

Ný virkjun að Búðarhálsi en þar tengjast 2 vélar og 220 kV tenging að Sultartanga

Ný virkjun að Gjástykki en þar tengjast 2 vélar og 220 kV tenging að Þeistareykjum.

Ný virkjun að Hrafnabjörgum, en þar tengjast 2 vélar og 2 220 kV línur, önnur að Kröflu en hin að Skatastöðum.

Ný virkjun að Skatastöðum en þar tengjast 3 vélar og 2 220 kV línur, önnur að Silfrastöðum en hin að Hrafnabjörgum.

Línan Varmahlíð – Rangárvellir (RA1), 132 kV, tengd við Silfrastaði, 19 km frá Varmahlíð, en líklegast þarf að endurbyggja hana vegna aldurs.

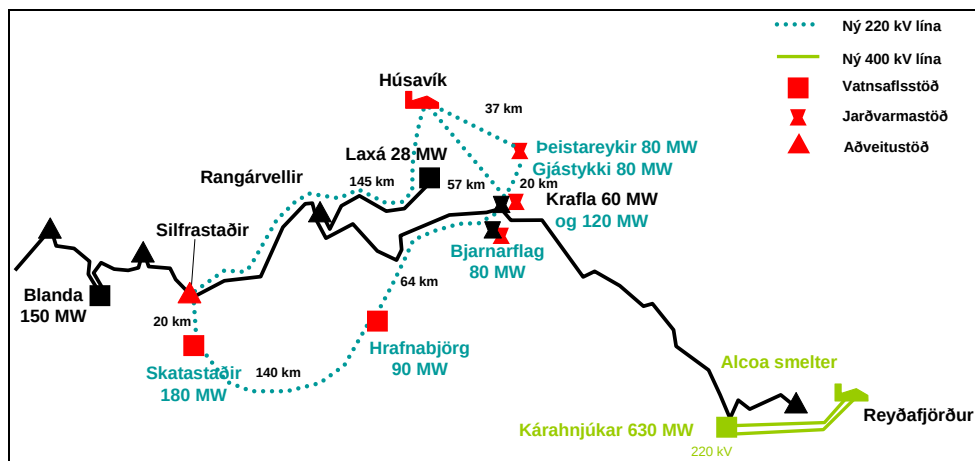
Silfrastaðir – Skatastaðir, 220 kV, 20 km

Skatastaðir – Hrafnabjörg, 220 kV, 140 km

Hrafnabjörg – Krafla, 220 kV, 64 km
 Silfrastaðir – Húsavík, 220 kV, 145 km (vír eins og í SU1)
 Búðarháls-Sultartangi, 220 kV, 16 km
 Einnig þarf tengingu frá Gjástykkki að Þeistareykjum, 220 kV, 7 km.

Aðrar 220 kV línur að ofan með sama leiðara og BÚ2.

220/132 kV spennar á Kröflu þurfa að vera 90 MVA til að þola truflanir frá Silfrastöðum að álverinu.



mynd 13 Kerfið á Norðurlandi eftir að seinni áfangi álvers á Húsavík hefur hafið rekstur.

2015:

Stóriðja:

Stækkun ALCAN um 130 þ.tonn eða 220 MW

Virkjanir:

Urriðafoss	115 MW
Hvammur	70 MW
Krafla II	2*40 MW
Skaftárveita	

Flutningskerfi:

Tengja Urriðafoss inná BÚ2 upb. 50 km frá Búrfelli 36 km frá Hellisheiði, auk þess þarf að tengja 2 vélar við Urriðafoss.

Hvammur er annar hluti af svokölluðum Núpsvirkjunum, þær tengjast inn á BÚ1 upb. 10 km frá Búrfelli og rúmlega 50 km frá Írafossi, auk þess þarf að tengja eina vél við Núp, en seinni hlutinn Holt 40 MW er áætlaður með seinni hluta stækkunar ALCAN þ.e. árið 2017.

Endurnýja BÚ3B sem 400 kV línu frá Sandskeiði að Hamranesi, það er leggja nýja línu frá Sandskeiði að Hamranesi sem 400 kV línu en láta gömlu línuna standa.

Endurnýja BR1 sem 400 kV línu og leggja hana í Hamranes í stað Geitháls sem lengir hana um uþb. 20 km.

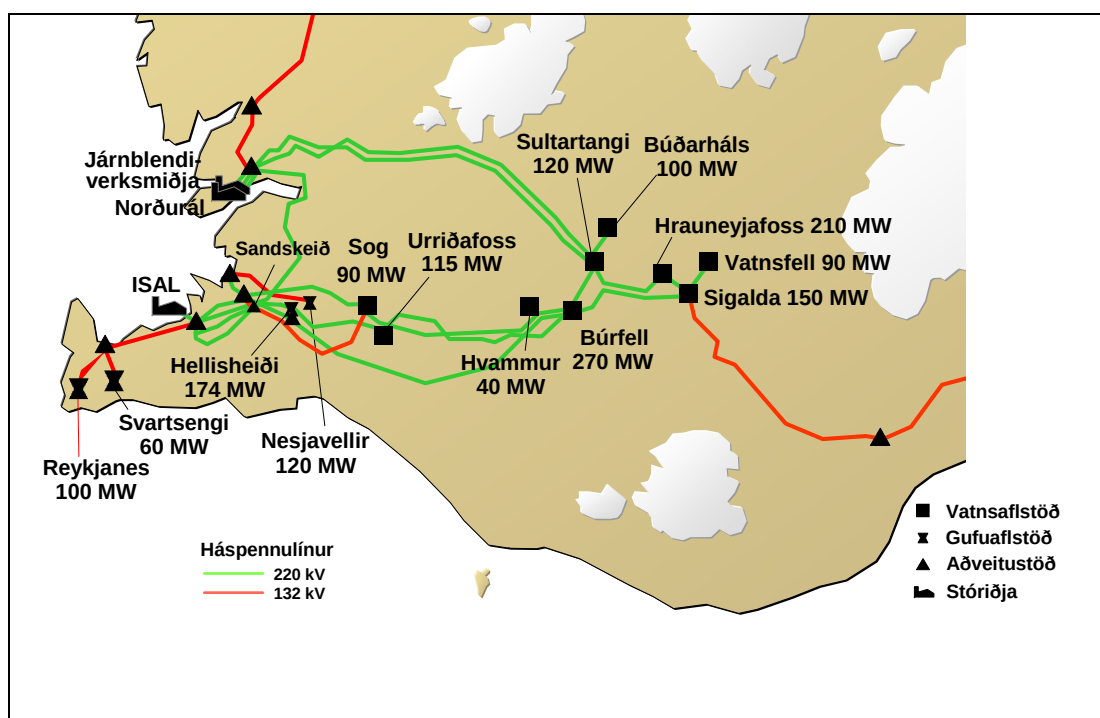
Raðþéttar í SU1 og í BÚ3 sem samsvara ca 18 MVAR.

Þéttavirki á Brennimel er orðið fast 100 MVAR.

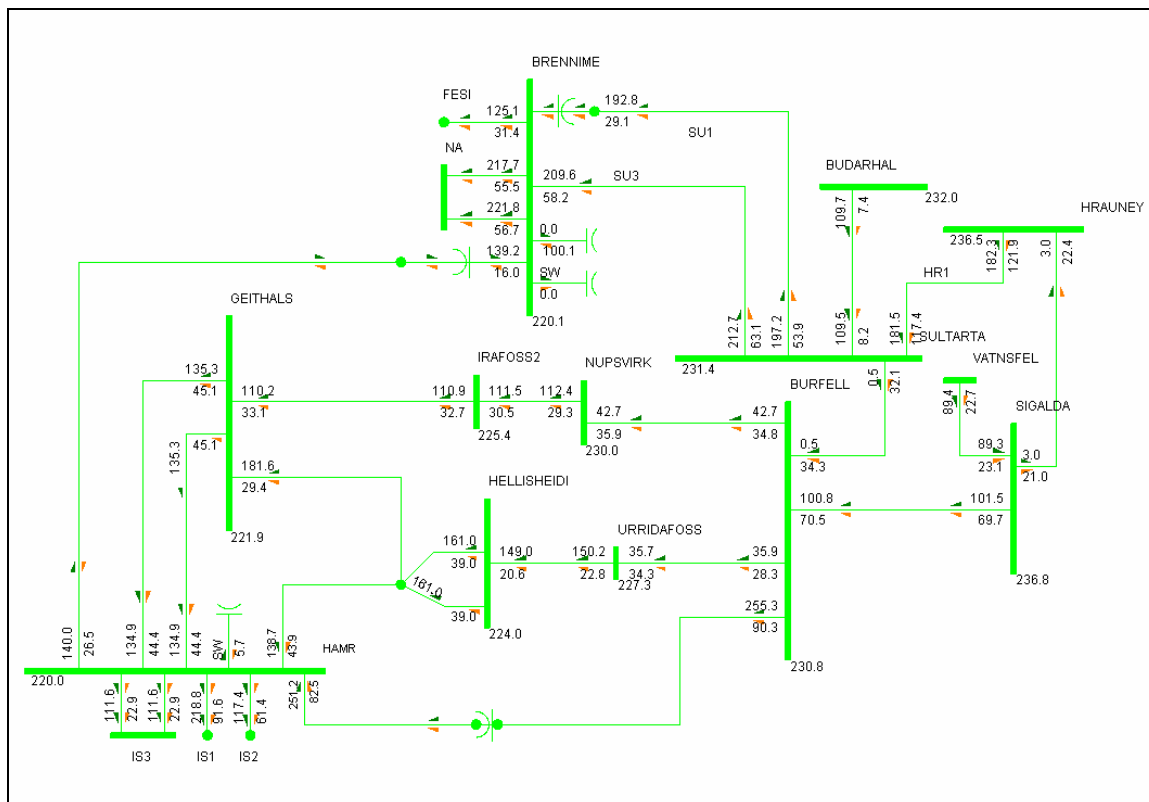
Þéttavirki á Hamranesi er orðið 50 MVAR SVC.

Ein lausn á kerfinu eins og það er orðið á þessum tíma er að nota gömlu BÚ3B áfram og tengja 2 línur endurnýjaðar frá Hellisheiði að Sandskeiði, láta svo gömlu BÚ2 liggja frá Sandskeiði að Geithálsi og gömlu BÚ3B liggja áfram frá Sandskeiði að Hamranesi.

Í Kröflu II þarf að tengja inn 2 vélar. Með 2 nýjum vélum í Kröflu verður framleiðsla á norðurhluta landsins það mikil að ekki er hægt að nýta allt aflið á því svæði og flytja þarf mikið afl suður og kerfið þolir ekki truflanir á línunum frá Norðurlandi þ.e. á austurhluta kerfisins þ.e. KR2 og FL2, auk BL1 á vesturhluta landsins. Auk þess yfirleystast KR2 og FL2 mjög mikið þ.e. 60 % við truflanir á Blöndulínu 1 þ.e. línan frá Blöndu að Laxárvatni. Flutningur suður er þá orðinn 168 MW. Betra væri að bíða með vélarnar tvær þar til seinni áfangi stækkunar ÍSAL fer í rekstur. Það er annað hvort að sleppa þessum tveimur nýju vélum í Kröflu eða setja hálendislínu, sem myndi þá koma í Hágöngur sem reistar verða árið 2017. Skynsamlegast virðist vera að fresta vélunum í Kröflu uns hægt er að byggja hálendislínu sem kemur frá Kröflu að Hágöngum.



mynd 14 Kerfið á SV landi eftir framkvæmdir á árinu 2007.



mynd 15 Einlínamynd af 220 kV kerfinu á SV landi eftir að þær virkjanir eru komnar inn sem eru á áætlun.

2017:

Stóriðja:

Stækkun ALCAN um 130 þ.tonn eða 220 MW

Virkjanir:

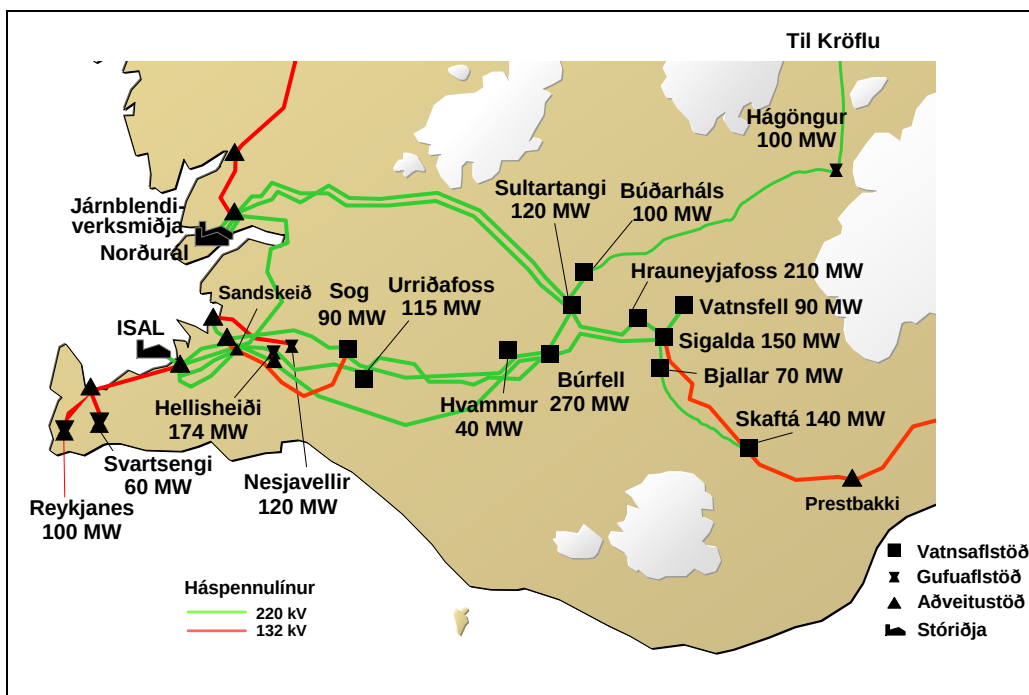
Skaftá	140 MW
Holt	40 MW
Bjallar	70 MW
Hágöngur	40 MW

Flutningskerfi:

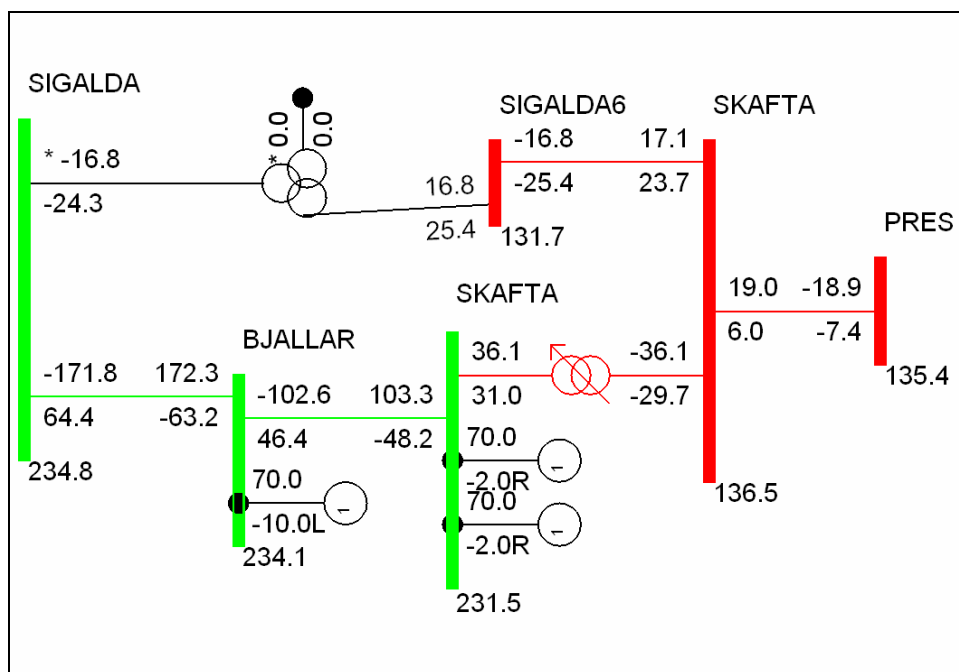
Við Núpsvirkjun þarf að tengja inn seinni hlutann þ.e. Holt. 40 MW

Frá tengivirkinu við Skaftárvirkjun þarf að leggja 55 km langa 220 kV línu frá Skaftá að Sigöldu. Tengja þarf 2 vélar og 220/132 kV spenni. Skaftá er tengd inn á SI4 55 km frá Sigöldu og 33 km frá Prestbakka. Bjallavirkjun er upb. 7 km frá Sigöldu. Hún yrði að öllum líkindum tengd inn á 220 kV línuna sem liggur í Skaftá. Ein vél yrði í virkjuninni.

Hágönguvirkjun er tengd við Búðarháls en leggja þarf 65 km langa nýja 220 kV línu frá Hágöngum að Búðarhálsi en við Hágöngur er tengd ein vél. Einnig er lögð lína frá Hágöngum að Kröflu og þá um leið er komin hálendislína.



mynd 16 Kerfið á SV landi eftir þær framkvæmdir sem koma með seinni stækkun ALCAN.



mynd 17 Einlínamynd af kerfinu í kring um Skaftá og Sigöldu eftir að nýju virkjanirnar, Bjallar og Skaftá eru komnar í rekstur.

Thyristorstýrðir þéttar eru settir upp í Brennimel 50 MVar en fyrir eru 50 MVA SVC í Hamranesi.

Hér að framan hefur verið talin upp röð framkvæmda, tafla 4 sýnir þetta einnig en hún gefur betri yfirsýni yfir framkvæmdir.

tafla 4 Röð framkvæmda eins og þeim er lýst í Langtímaáætlun.		
Ár	Framkvæmd	Lengdir og spennur
2011	Bjarnarflag	Leggja þarf nýja 132 kV línu frá Bjarnarflagi að Kröflu
	Tengivirki Krafla I og Krafla II	2 * 90 MVA 220/132 kV spennar 57 km 220 kV lína frá Kröflu að álverinu á Húsavík.
	Þeistareykir	20 km 220 kV lína frá Kröflu að Þeistareykjum. 37 km 220 kV lína frá Þeistareykjum að álverinu í Húsavík
	Húsavík	90 MVAR þéttavirki auk álversins.
2013	Silfrastaðir	70 MVAR 220/132 kV spennir. Tengja Silfrastaði inn á byggðalínuna 19 km frá Varmahlíð og 71,25 km frá Rangárvöllum, sennilega þarf að endurbyggja línuna vegna aldurs. 20 km 220 kV lína að Skatastöðum og 145 km 220 kv lína að álverinu á Húsavík.
	Skatastaðir	Ný virkjun, 140 km 220 kV lína frá Skatastöðum að Hrafnabjörgum.
	Hrafnabjörg	Ný virkjun, 64 km löng lína að Kröflu
	Þeistareykir	7 km 220 kV lína að Gjástykki
	Tenging Búðarhálsvirkjunar við Sultartanga	16 km 220 kV lína að Sultartanga
2015		
	Þéttavirki á Brennimer	100 MVAR fastir þéttar og svo 150

		MVAr thyristorstýrðir, fyrir er 75 MVAr fastur þéttir.
	Urriðafoss	Tengja þarf Urriðafoss inn á BÚ2 upb. 50 km frá Búrfelli og 36 km frá Kolviðarhóli
	Holt, Núpsvirkjun	Tengja þarf Núpsvirkjun inn á BÚ1 upb. 10 km frá Búrfelli og 50 km frá Írafossi
	Ljúka við 400 kV BÚ3	24 km 400 kV lína 220 kV rekstur, en láta gömlu BÚ3B standa
	Endurnýja Brennimelslínu 1 og tengja niður í Hamranes, leggja gömlu 220 kV línuna niður.	80 km 400 kV lína 220 kV rekstur
	Raðþéttir í BU3	u.þ.b. 30% af impedansi línunnar
	Raðþéttir í SU1	u.þ.b. 30% af impedansi línunnar
	Brennimelur	100 MVAr þéttir kominn. Þ.e. 25 MVAr til viðbótar.
	Hamranes	50 MVAR SVC
2017	Tenging Skaftárvirkjunar við Sigöldu	55,1 km 220 kV lína
	Tenging Skaftárvirkjunar við Byggðalínuna Tenging Skaftárvirkjunar við Byggðalínuna milli Prestbakka og Sigöldu um 50,0 km frá Sigöldu við bætast 2*5 km línur sem tengjast inn í virkjunina frá byggðalínunni setja þarf 100 MVA 132/220 kV spennir við Skaftárvirkjun.	2*5 km 132 kVtengilínur 100 MVA 220/132 kV spennir
	Tenging Hágönguvirkjunar við Búðarháls	65 km 220 kV lína
	Hálendisvína frá Hágöngum að Kröflu	159 km 220 kV lína

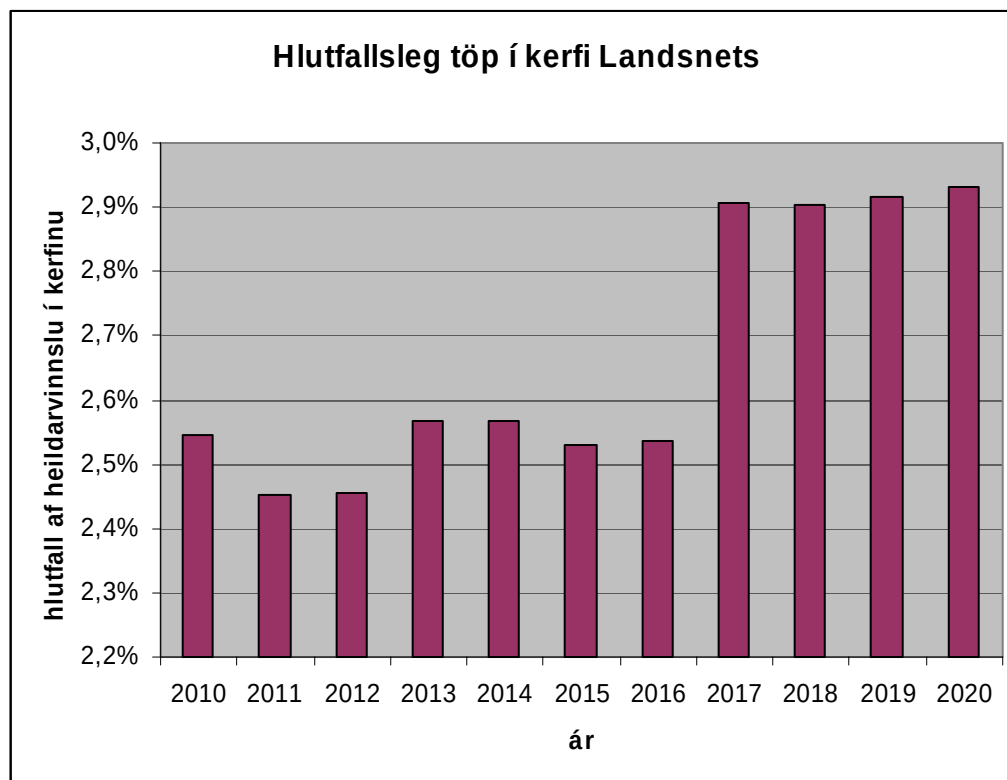
5 TÖP

Reiknuð voru töpin í kerfinu fyrir öll árin sem áætlunin nær yfir og *tafla 5* sýnir heildartöp í kerfinu sem hlutfall af heildarframleiðslu fyrir hvert ár.

tafla 5 Töpin í kerfinu sem hlutfall af framleiðslu hvers árs.

Ár	Framleiðsla MW	Töp MW	Hlutfallsleg töp
2007	2037,7	65,6	3,2%
2008	2065,2	53,1	2,6%
2009	2067,7	52,9	2,6%
2010	2070,2	52,7	2,5%
2011	2333,2	57,2	2,5%
2012	2341,9	57,5	2,5%
2013	2695,0	69,2	2,6%
2014	2703,8	69,4	2,6%
2015	2939,8	74,4	2,5%
2016	2949,2	74,8	2,5%
2017	3198,9	93,0	2,9%
2018	3208,0	93,1	2,9%
2019	3217,7	93,8	2,9%
2020	3227,5	94,6	2,9%

Þetta má einnig sjá á grafi á mynd 18.



mynd 18 *Hlutfallsleg töp í heildarkerfi Landsnets á tímabilinu sem Langtímaáætlun nær til.*

6 FREKARI HUGMYNDIR UM FRAMKVÆMDIR+

6.1 Stóriðja á Akureyri.

Í umræðunni hefur verið að reisa stóriðju á Akureyri sem yrði upp. 70 – 100 MW að stærð. Slík stóriðja myndi að öllum líkindum nýta sér orku framleidda á Kröflusvæðinu auk þess sem mikið af orku framleiddri í Blöndu er nú flutt suður sem hægt væri að nýta á Akureyri. Ef slík stóriðja yrði reist þyrftu aðrir stóriðjukostir að taka tillit til þessarar stóriðju og kanna þyrfti hvort Kröflusvæðið ætti inni frekari orku sem hægt væri að nýta í þær. Skv. Virkjanaröðinni er einnig gert ráð fyrir 2 vélum í Kröflu II við stækkun ALCAN árið 2015. Nýta mætti þá virkanakosti fyrir norðan og auka svo framleiðslu á Suðurlandi í staðni. Einnig mætti leggja hálendislínu fyrr þannig að hægt sé að virkja á Suðurlandi fyrir stóriðju á Norðurlandi eða virkja á Norðurlandi fyrir stóriðju á Suðurlandi.

6.2 Frekari framkvæmdir í kerfi Landsnets

Þar sem þessi áætlun byggir á hugmyndum um frekari stóriðju er alls óvíst að til allra þessara framkvæmda komi einnig gæti röðunin á þeim breyst ef virkjanakostir eru aðrir eða stærð stóriðju önnur en hér er fjallað um.

Frekari framkvæmdir í kerfinu gætu einnig orðið en hafa nokkrar framkvæmdir verið nefndar helstar til að bæta kerfi Landsnets.

Má þar nefna m.a.

Spennuhækkun byggðalínunnar frá Brennimel að Kröflu, þetta er frekar dýr framkvæmd og hefur hún aðallega áhrif á töp í kerfinu en ekki svo mikið á stöðugleikann. Þetta stafar af því að eins og kerfið er í dag eru miklir flutningar af orku sem framleidd er m.a. í Blöndu flutt suður og veldur þetta frekar miklum töpum í kerfinu, með því að spennuhækka línuna frá Brennimel að Blöndu eða jafnvel Kröflu minnka þessi töp verulega. Það má einnig líta svo á að ef af miklum stóriðjuframkvæmdum verður fyrir norðan þá er mjög vænlegt að tengja saman 220 kV kerfi á SV horninu við 220 kV kerfi á Norðurlandi.

Spennuhækkun eða ný lína frá Kröflu að Kárahnjúkum (KR3), myndi styrkja kerfið mjög að tengja saman 220 kV kerfin. Við það myndi stöðugleikinn aukast til muna og flutningar inn í snið III gætu aukist nokkuð.

Hálendislína hefur oft verið nefnd og mun hún hafa mikil áhrif á stöðugleikann en eins og framkvæmdir eru í dag hefur hún þótt dýr og ekki eru miklir flutningar eftir henni, einnig er flöskuháls á 132 kV kerfinu fyrir norðan, þ.e. línan frá Varmahlíð að Rangárvöllum. Ef nýta á orku sem framleidd er fyrir norðan hér fyrir sunnan kemur hálendislína sterk inn, þar sem þarmeð aukast flutningar eftir henni einnig ber 132 kV kerfið ekki mikla flutninga. Einnig er hálendislína orðin mjög vænleg ef reist verður 220 kV kerfi fyrir norðan eða ef búið er að spennuhækkun að Kröflu. Einn kostur við hálendislínu er einnig að stóriðja sem nýtir sér að mestu gufuafl sem mikið er af á norðurhluta landsins hefði þá möguleika á að nýta sér vatnsafl, þar sem mikið meiri reglunarmöguleikar eru í vatnsaflsvirkjunum en gufuaflsvirkjunum. Þetta á svo sem við um þær framkvæmdir aðrar sem hér hafa verið nefndar þ.e. spennuhækkun byggðalínunnar og/eða spennuhækkun Kröflulínu.



Landsnet_05039

Raðpéttir

Hagnýting

Nóvember
2005



Upplýsingablað

Skýrsla nr: Landsnet-05039

Dags: 25.11.2005

Fjöldi síðna:	29	Upplag: 0	Dreifing: ☒ Opin ☐ Lokuð til
---------------	----	-----------	---

Titill: Raðpéttir - Hagnýting

Höfundar: Kolbrún Reinholdsdóttir

Verkefnisstjóri: Eymundur Sigurðsson

Unnið fyrir: Landsnet hf

Samvinnuaðilar: _____

Útdráttur: Þegar lagt var til að setja upp raðpétti í Búrfellslínu 2A-3B var ekki fyrirsjáanleg sú uppbygging sem nú hefur átt sér stað á Brennifel og hafa kallað á byggingu BÚ3. Í þessari greinargerð er athugað hvort raðpéttirinn gæti komið að notum annars staðar í kerfinu og þá hvort ekki þyrfti að stækka hann. Í dag er péttirinn á Sandskeiði ónotaður og fyrirsjáanlegt að ef hann verður ekki notaður annars staðar þarf að farga honum með tilsvarendi kostnaði.

Lykilorð: Raðpéttir, hagnýting, Búrfell

ISBN nr: _____

ISSN nr: _____

Undirskrift verkefnastjóra

1. Inngangur

Þegar lagt var til að setja upp raðþétti í Búrfellslínu 2A-3B var ekki fyrirsjáanleg sú uppbygging sem nú hefur átt sér stað á Brennimel og hafa kallað á byggingu BÚ3. Ef þessi uppbygging hefði ekki orðið heldur eingöngu hefði orðið aukning í almennu álagi var reiknað með að raðþéttirinn gæti frestað byggingu BÚ3 til 2010. Með tilkomu BÚ3 varð þéttirinn of lítill, þ.e. straumþol hans er minna en sá straumur sem fer um BÚ3, þannig að ef nýta hefði átt hann þar hefði þurft að stækka hann, einnig væri möguleiki að nota hann annars staðar. Þéttirinn er nú ónotaður og ótengdur en er staðsettur við tengivirkni á Sandskeiði.

Bygging Nesjavallavirkjunar og stækkun í Svartsengi hafa dregið enn frekar úr þörf á raðþéttinum í BÚ3.

Í þessari greinargerð er athugað hvort raðþéttirinn gæti komið að notum annars staðar í kerfinu og þá hvort ekki þyrfti að stækka hann. Í dag er þéttirinn á Sandskeiði ónotaður og fyrirsjáanlegt að ef hann verður ekki notaður annars staðar þarf að farga honum með tilsvarendi kostnaði.

Nýjar staðsetningar á raðþéttinum voru skoðaðar og þá helst í BR1 í tengslum við stækkun Norðuráls, nú árið 2006 um 90 þ. tonn og árin 2006-2007 um 80 þ.tonn til viðbótar þ.e. 4. og 5. áfangi stækkunar Norðuráls. Einnig var athugað hver áhrifin af raðþéttinum yrðu ef BR1 yrði endurnýjuð í tengslum við þessar stækkanir. Aðrar staðsetningar voru einnig skoðaðar og kom þá helst til greina að nýta þéttinn í KH1 (Kolviðarhóslínu 1 en svo kallast BÚ2 frá Kolviðarhóli að Geithálsi), ef frekari stækkun yrði í ALCAN. Til að skoða þetta var stillt upp kerfi með nýjum virkjunum í Urriðafossi og Núpsvirkjunum og áhrif raðþéttis í KH1 skoðuð.

- BR1 óbreyttir og 90 þ.tonna stækkun í Norðuráli þ.e. 3. áf. stækkunar
- BR1 endurnýjaðri og 90 þ.tonna stækkun í Norðuráli þ.e. 3. áf. stækkunar
- BR1 óbreyttir og 130 þ.tonna stækkun í Norðuráli á árinu 2006, þ.e. 40 þ.tonn til viðbótar þeim 90 þ.tonnum sem áður voru talin upp þ.e. 4 áf. Stækkunar.
- KH1 með tilkomu Urriðafossvirkjunar og Núpsvirkjunar auk stækkunar í ALCAN.

2. Helstu niðurstöður

Athugunin leiddi í ljós að hagkvæmt gæti reynst að nota raðpétinn í tengslum við stækkun í Norðuráli. Með því að setja hann í BR1 eykur það möguleika á að auka álag á Brennimel, en nauðsynlegt yrði að stækka þéttinn ef af alls 170 þ.tonna stækkun yrði í Norðuráli.

Komið hefur til tals að endurnýja BR1. Ekkert kom fram í þessari athugun sem kallar á slíka framkvæmd. Áhrif þess á kerfið eru mjög lítil, fyrir utan það að hitaflutningsmörk línunnar hækka, þar sem nýja línan er um 20 km. lengri en sú gamla og vegur það upp á móti lægra viðnámi í nýjum leiðurum. Það væru því aðrir þættir sem ráða myndu þeirri framkvæmd.

Ef álag á Höfuðborgarsvæðinu verður aukið enn frekar t.d. með stækkun ALCAN er reiknað með að virkjanirnar að Urriðafossi og Núpi verði reistar. Skv. nógildandi áætlunum mun Urriðafossvirkjun tengjast inn á BÚ2 og Núpsvirkjun inn á BÚ1. Þar með yrðu bæði Urriðafossvirkjun og Hellisheiðarvirkjun tengdar inn á BÚ2. Skoðað var hvaða áhrif það hefði að setja raðpétinn í KH1. Það yrði tiltölulega einföld aðgerð þar sem KH1 liggur við Sandskeið þar sem þéttirinn er staðsettur og aðeins þyrfti að umtengja hann. Í ljós kom að áhrif raðpéttsins á að bæta ástand kerfisins með þessari aðgerð voru ekki mikil og þar að auki þyrfti að stækka hann verulega til að hann þylði þann flutning sem fer um KH1 skv. útreikningum eftir að hann yrði tengdur í KH1.

3. Raðþéttirinn

Þegar raðþéttirinn var hannaður var tekið mið að því að hann uppfyllti fyrirsjáanlegar rekstrarkröfur næstu árin, en með breyttum forsendum um flutningsþörf var undir vissum kringumstæðum hætt á að straumurinn í BÚ3 og þá um leið í raðþéttinum fari yfir leyfileg mörk, hann var því tekinn úr rekstri. Straumþol raðþéttisins og flutningsgeta í MVA er listuð upp og sýnir tafla 1 þau gildi.

tafla 1 <i>Straumþol raðþéttis.</i>		
Tími	Flutningsgeta	Straumþol
Stöðugt álag	278 MVA	730 A
8 klst.	306 MVA	803 A
30 mín	370 MVA	971 A
10 mín	400 MVA	1050 A

Hægt er að auka straumþol þéttisins með uppsetningu samsíða eininga.

Raðþéttisins var hannaður þannig að hann myndi vega upp á móti 35% af viðnámi línunnar Búrfell-Hamranes eða:

$$X_C = -0,03801 \text{ p.u.}$$

eða í ohmum:

$$X_C = -0,03801 * \frac{(220kV)^2}{100MVA}$$

$$X_C = -18,4 \text{ ohms}$$

Nokkur kostnaður fylgir því að taka hann niður, flytja og setja upp að nýju á öðrum stað, en í dag er hann ónotaður og ef ekki er þörf fyrir hann annars staðar í kerfinu þarf að taka hann niður, flytja og farga honum með tilsvarendi kostnaði.

4. 3. áfangi stækkunar Norðuráls um 90 þ.tonn.

Mesta álagsaukningin á Höfuðborgarsvæðinu hefur verið á Brennimel, þar er til staðar 75 MVAr þéttavirki sem sett var upp þegar Norðurál var reist. Nú liggur fyrir að Norðurál verði stækkað um a.m.k. 90 þús. tonn árið 2006. Virkjað verður fyrir þessari stækkun á Hellisheiði og á Reykjanesi auk þess sem ein vél bætist við á Nesjavöllum. Auk tenginga sem tilheyra virkjunum þá mun verða reist ný lína SU3 sem liggur frá Sultartanga að Brennimel, en hún verður 400 kV lína með tvöföldum leiðara og rekin á 220 kV spennu. Þessar framkvæmdir einar og sér nægja til að hægt sé að afhenda orku til Norðuráls með þeim spennugæðum sem skilgreind eru.

Tengingin frá Brennimel að Geithálsi þ.e. BR1 er veikasti hlekkurinn í flutningsleiðum að Brennimel. Til stendur að endurnýja BR1 á næstu árum, en ekkert í þessari greinagerð bendir til þess að það sé nauðsynlegt vegna þeirra framkvæmda sem hér er um rætt, en aðrir þættir gætu ráðið meiru þar um. Með endurnýjun á BR1 sem 400 kV línu, þ.e. settur yrði í hana tvöfaldan leiðara og hún síðan rekin sem 220 kV lína í fyrstu, myndi viðnám línunnar á hvern kílómetr minnka um ca 20% en einnig breytist línuleiðinni þannig að í stað þess að enda á Geithálsi myndi hún enda í Hamranesi og við það lengist hún um ca 20 km. sem vegur þá upp á móti lægra viðnámi.

4.1. Kerfi með BR1 óbreyttri án raðþéttis

Fyrst var gerð athugun þar sem gert var ráð fyrir að BR1 yrði óbreytt og 3. áfangi stækkunar í Norðuráli þ.e. um 90 þ.tonn, kominn í rekstur. Athugað var hvernig spennur breyttust í kerfinu við truflanir á línunum.

Tafla 2 Spennur á nokkrum 220 kV teinum við hin ýmsu ástönd í kerfinu. Grunnkerfi, án raðþéttis óbreyttri BR1 og álag 2009, með 90 þ.tonna stækkun í Norðuráli.						
Nafn á teini	Grunnkerfi	BR1 úti	BU1 og SO3 úti	BÚ3 úti	SU3 úti	SU1 úti
Brennimelur 220 kV	0,988	0,978	0,987	0,983	0,939	0,965
Hamranes 220 kV	0,980	0,982	0,983	0,971	0,974	0,975
Geitháls 220 kV	0,991	0,994	0,992	0,984	0,982	0,986

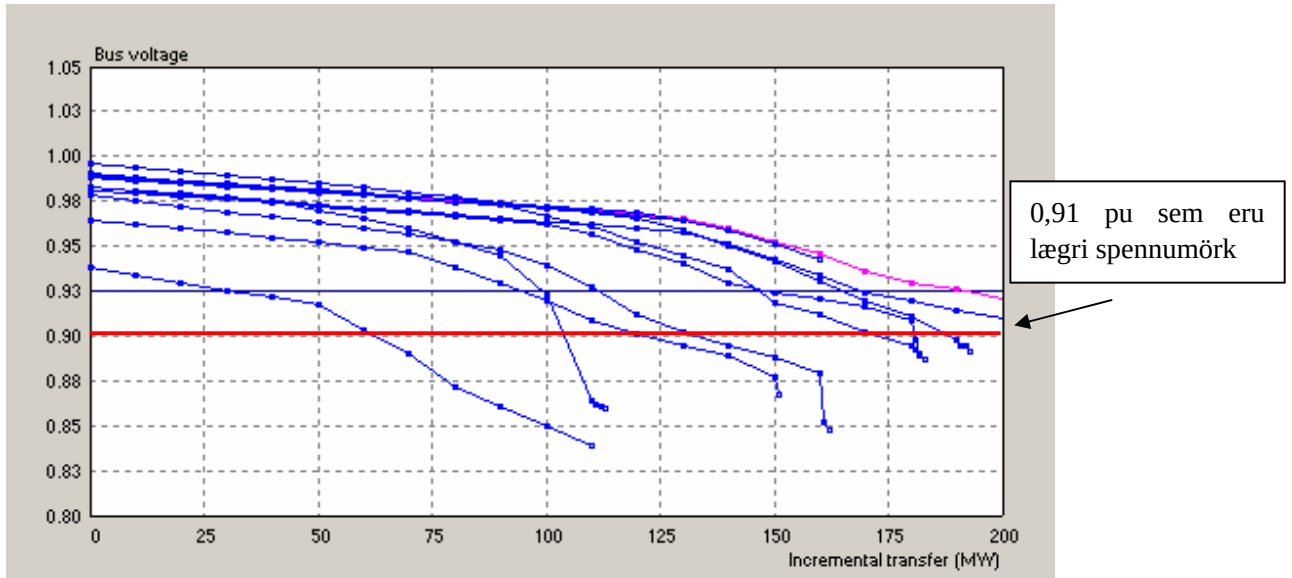
Töp í kerfinu eru 2,55% af heildarframleiðslu í kerfinu miðað við álag ársins 2009.

Notuð er P-V athugun til að átta sig frekar á hvernig staðan er í kerfinu, þ.e. álag er aukið umfram áætlað hámarksálag á Brennimel og skoðað hvernig spennan breytist við truflanir á línunum og þá sést hvað kerfið þolir mikla álagsaukningu á Brennimel.

Gallinn við P-V athuganir er að það gefur nokkuð misjafna niðurstöðu eftir því hvar er reiknað með að viðbótaraflíð sé framleitt. Þ.e. það munar þó nokkru hvort reiknað sé með að viðbótaraflíð

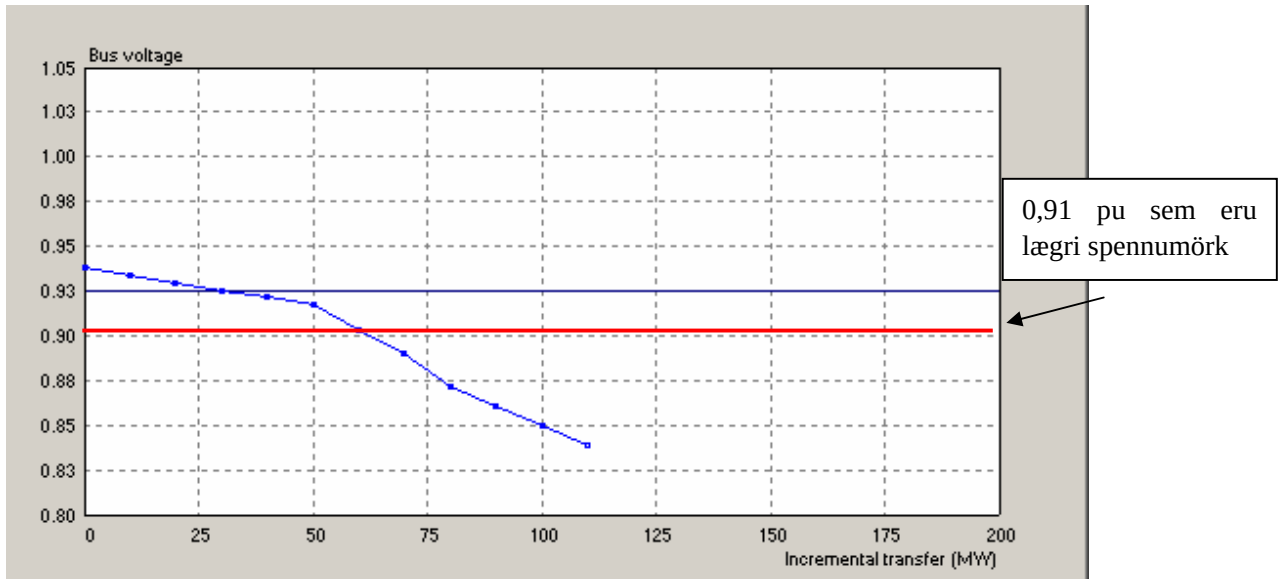
komi alla leið frá Þjórsársvæðinu eða hvort reiknað er með að það verði framleitt nær álagsstaðnum eins og t.d. á Hellisheiði, Nesjavöllum eða á Reykjanesi. Þetta er nánar sýnt á nokkrum myndum.

Á mynd 1 og á mynd 2 má sjá PV gröf sem sýnir hvernig spennan á Brennimel lækkar með auknu álagi við mismunandi truflanir, hér er reiknað með að viðbótaraflið sé framleitt á Þjórsársvæðinu.



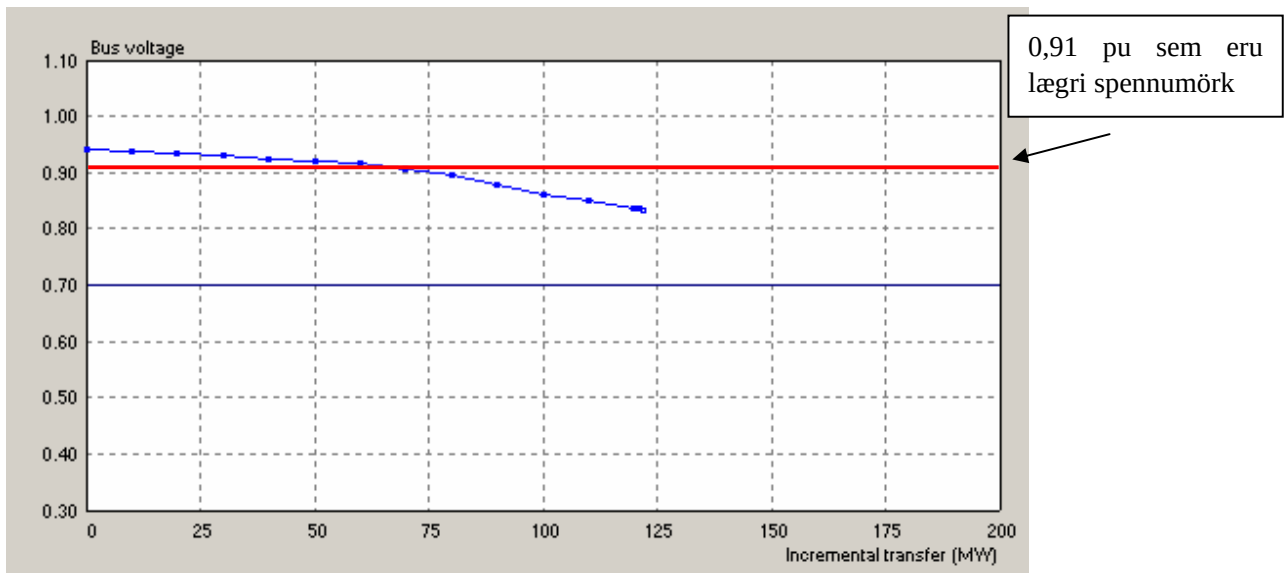
mynd 1 PV graf sem sýnir spennuna á Brennimel við ýmsar truflanir og aukið álag og viðbótaraflið er framleitt á Þjórsársvæðinu. Grunnkerfið er kerfi með 90 þ.tonna stækkun í Norðuráli í óbreyttri BR1 og án raðþéttis.

Á mynd 2 má sjá spennuna á Brennimel við truflanir á SU3 eftir því sem álagið er aukið þar. Ef myndin er skoðuð sést að álag á Brennimel má aukast um u.þ.b. 55 MW án þess að spennan fari neðar en 0,91 pu á Brennimel við truflanir á SU3.



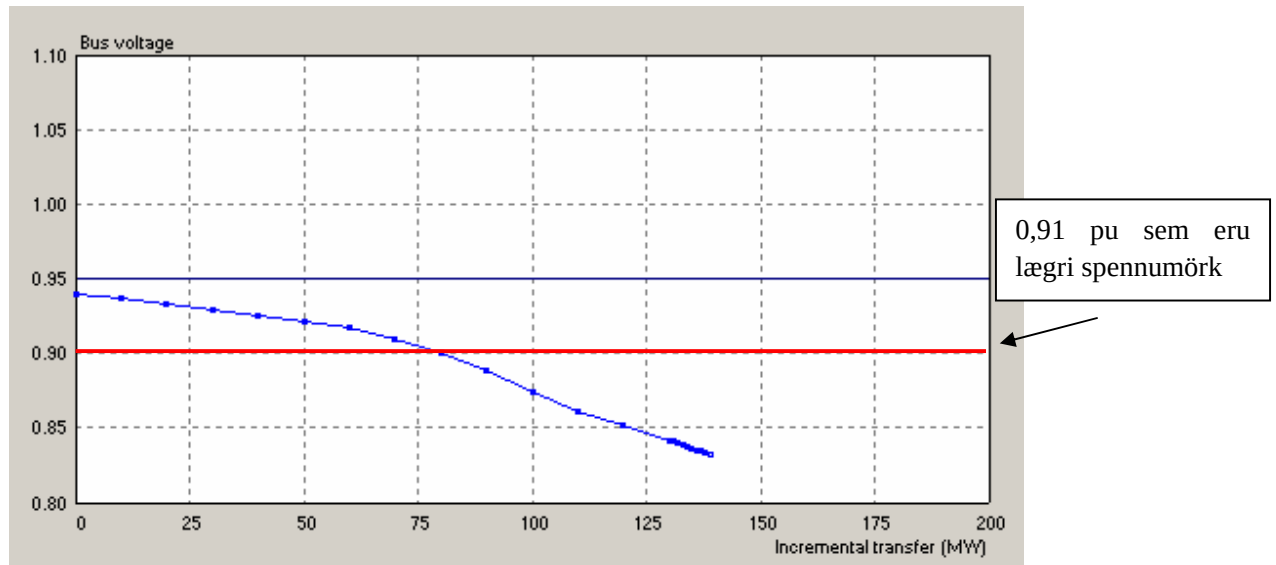
mynd 2 PV graf sem sýnir spennuna á Brennimel með auknu álagi og truflun á SU3 og viðbótarframleiðslan er á Þjórsársvæðinu. Grunnkerfið er kerfi með 90 þ.tonna stækkun í Norðuráli í óbreyttri BR1 og án raðþéttis..

Á mynd 3 má sjá PV graf sem sýnir spennuna á Brennimel við truflun á SU3, hér er viðbótaraflið framleitt í Hellisheiðavirkjun. Á mynd 4 er sýnt sama PV graf en hér er viðbótaraflið framleitt á fleiri stöðum, þ.e. Hellisheiði, Nesjavöllum og á Reykjanesi.



mynd 3 PV graf sem sýnir spennuna á Brennimel með auknu álagi og truflun á SU3 og viðbótarframleiðslan er í Hellisheiðavirkjun. Grunnkerfið er kerfi með 90 þ.tonna stækkun í Norðuráli í óbreyttri BR1 og án raðþéttis.

Ef viðbótarframleiðslan er flutt að Hellisheiði sést að kerfið þolir ívið meira álag á Brennimel eða 70 MW án þess að spennan á Brennimel fari niður fyrir 0,91 pu við truflanir á SU3.



mynd 4 PV graf sem sýnir spennuna á Brennimel með auknu álagi og truflun á SU3 og viðbótarframleiðslan er í Hellisheiðarvirkjun, Nesjavöllum, Búrfelli og á Reykjanesi. Grunnkerfið er kerfi með 90 þ.tonna stækkun í Norðuráli í óbreyttri BR1 og án raðþéttis.

Ef viðbótarframleiðslunni er dreift á fleiri staði, svo sem Nesjavelli og Reykjanes auk Hellisheiði sést að viðbótarálag á Brennimel getur orðið allt að 80 MW.

Þetta sýnir að PV-graf er ekki alveg óskeikult þar sem kerfið er mjög háð því hvar hin aukna framleiðsla er staðsett. Hægt er þó að fullyrða að bæta megi við 55-80 MW viðbótarálagi.

4.2. Kerfi með raðþétti nálægt Brennimel í BR1 óbreyttri.

Kannað hvernig kerfið bregst við því að setja raðþéttinn í BR1. En með raðþétti minnkar spennufallið í línunni.

tafla 3 Spennur á nokkrum 220 kV teinum við hin ýmsu ástönd í kerfinu. Grunnkerfi, með raðþétti í óbreyttri BR1 og álag 2009, með 90 þ.tonna stækkun í Norðuráli.

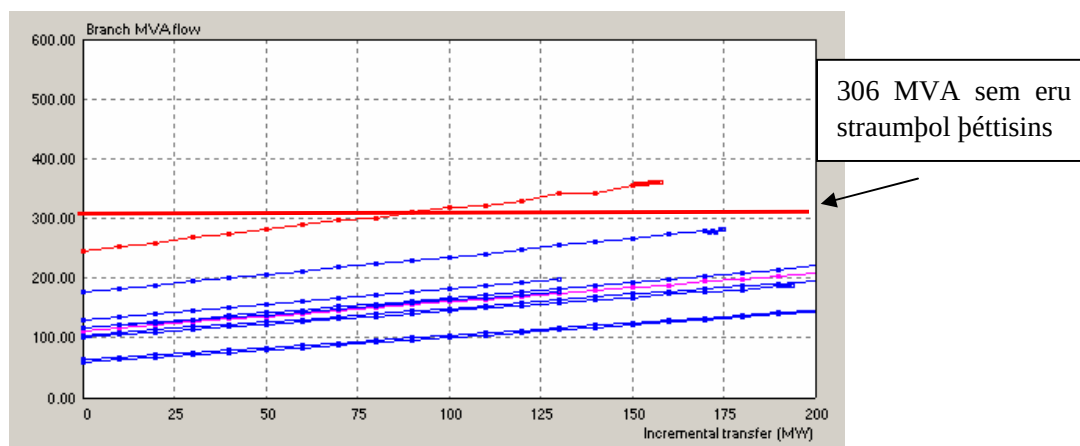
Nafn á teini	Grunnkerfi	BU1 og SO3 úti	BÚ3 úti	SU3 úti	SU1 úti
Brennimelur 220 kV	0,986	0,987	0,982	0,957	0,970
Hamranes 220 kV	0,981	0,982	0,971	0,975	0,975
Geitháls 220 kV	0,992	0,991	0,984	0,983	0,986

Þar sem flutningsgeta raðþéttisins er takmörkuð þarf að athuga það hvort hætta sé á að þéttirinn yfirlestist. En tafla 4 sýnir hvert flæðið yrði í raðþéttinum við hin ýmsu ástönd í kerfinu.

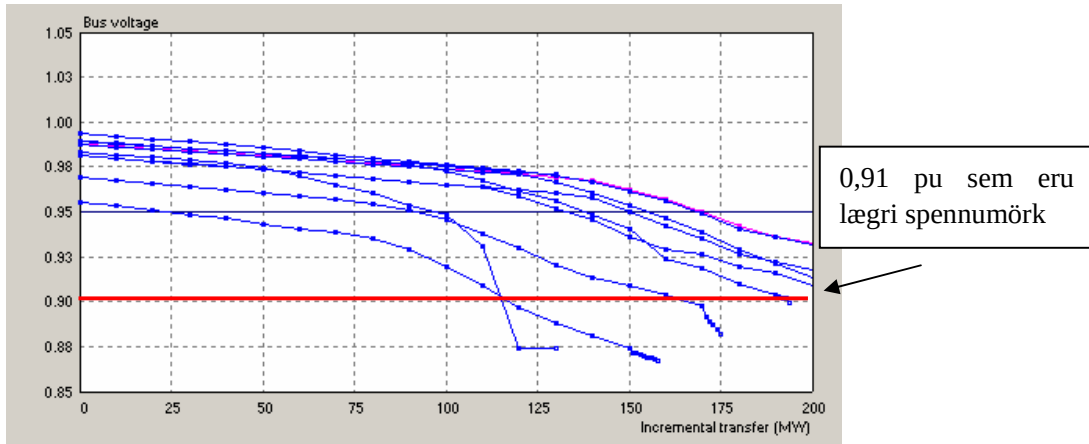
tafla 4 Flæði í raðþéttinum við hin ýmsu ástönd í kerfinu. Grunnkerfi, með raðþétti í óbreyttri BR1 og álagi 2009, með 90 þ.tonna stækkun í Norðuráli.					
	Grunnkerfi	BU1 og SO3 úti	BÚ3 úti	SU3 úti	SU1 úti
Raðþéttir	112,7 MVA	63,4 MVA	59,3MVA	244,8MVA	179,2MVA
Raðþéttir í %	38,4%	23,3%	21,6%	92,8%	60,7%

Töp í kerfinu eru 2,58% af heildarframleiðslu kerfisins miðað við álag ársins 2009.

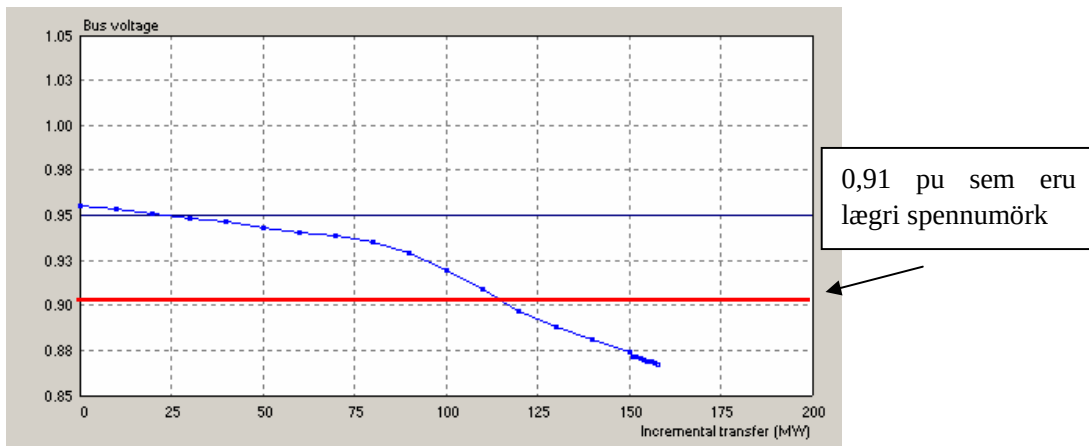
Ekki er þörf á að stækka raðþéttinn miðað við óbreytt álag á Brennimel eins og tafla 4 sýnir. Á mynd 5 sést að flæðið í þéttinum er mest við truflanir á SU3. Ef mynd 6 er skoðuð sést að hægt er að auka álagið á Brennimel um ca 110 MW án þess að spennan á Brennimel fari niður fyrir 0,91 pu við truflanir. Við þá álagsaukningu er flæðið í þéttinum orðið meira en 306 MVA svo stækka þyrfti þéttinn ef hann ætti að nýtast til þess að auka álagið á Brennimel um þá álagsaukningu án frekari framkvæmda.



mynd 5 Flæði í raðþéttinum við aukið álag á Brennimel og ýmsar truflanir. Grunnkerfið er með 90 þ.tonna stækkun í Norðuráli og óbreyttri BR1 með raðþétti.

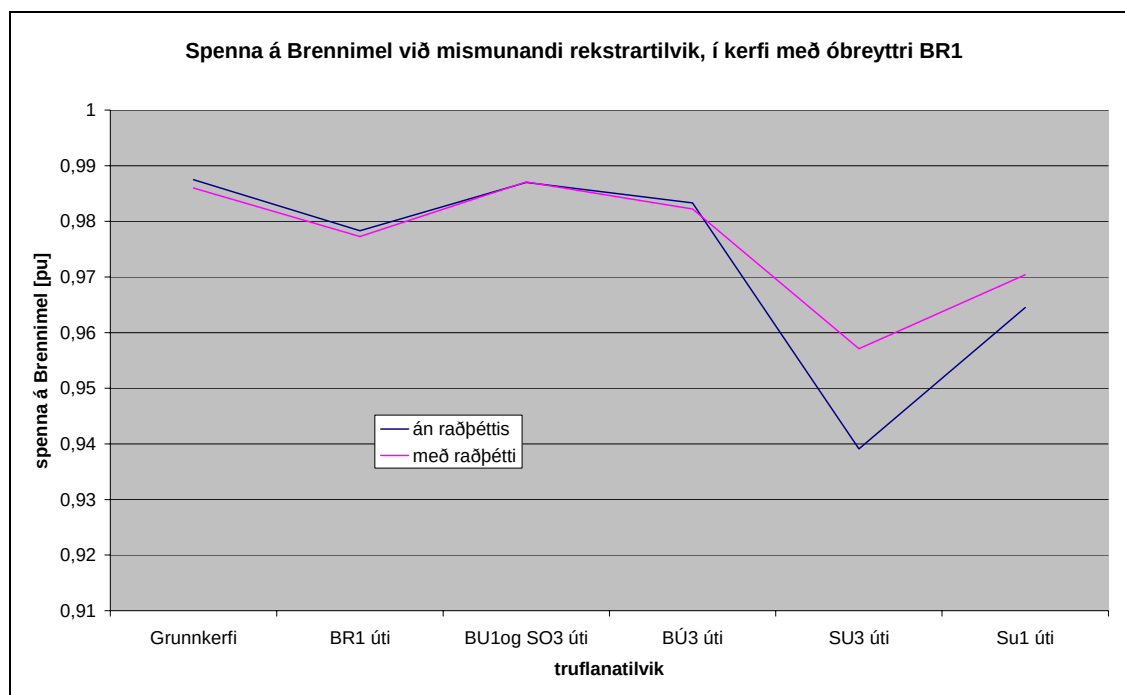


mynd 6 Spenna á Brennimel við aukið álag þar og ýmsar truflanir. Grunnkerfið er með 90 þ.tonna stækkun í Norðuráli og óbreytt BR1 með raðþétti.



mynd 7 Spenna á Brennimel við aukið álag á Brennimel og truflun og SU3. Grunnkerfið er með 90 þ.tonna stækkun í Norðuráli og óbreyttri BR1 með raðþétti.

Á mynd 1 mynd 8 má sjá spennuna á Brennimel við mismunandi rekstrartilvik án frekari álagsaukningar í kerfi með og án raðþétti í óbreyttri BR1.



mynd 8 Spenna á Brennimel í kerfi með 90 þ.tonna stækkun í Norðuráli og raðþétti í óbreyttri BR1.

Á mynd 8 sést að raðþéttirinn hefur mikil áhrif á spennu á Brennimel við truflanir á SU3, en ekki eins við aðrar truflanir.

4.3. Endurgerð BR1 án þéttis

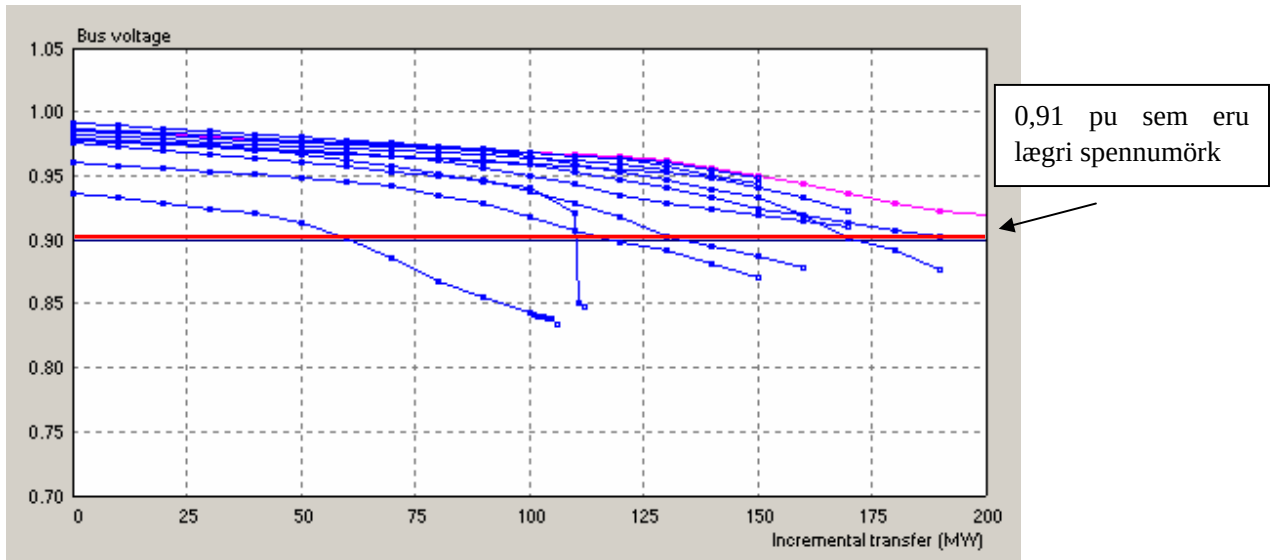
Ef af frekari stækkun verður í Norðuráli eru líkur til þess að BR1 yrði endurgerð, þannig að hún yrði 400 kV með tvöföldum leiðara, en rekin á 220 kV, þó að ekkert í þessari athugun kalli á endurgerð línunnar. Spennur á nokkrum 220 kV teinum á Höfuðborgarsvæðinu voru skoðaðar við ýmis ástönd í kerfinu og sýnir tafla 5 þær.

tafla 5 Spennur á nokkrum 220 kV teinum við hin ýmsu ástönd í kerfinu. Endurgerð BR1 án raðþéttis og álag 2009 með 90 þ.tonna stækkun í Norðuráli.

Nafn á teini	Grunnkerfi	BU1 og SO3 úti	BÚ3 úti	SU3 úti	SU1 úti
Brennimelur 220 kV	0,984	0,978	0,977	0,935	0,960
Hamranes 220 kV	0,984	0,974	0,973	0,968	0,975
Geitháls 220 kV	0,995	0,983	0,985	0,981	0,988

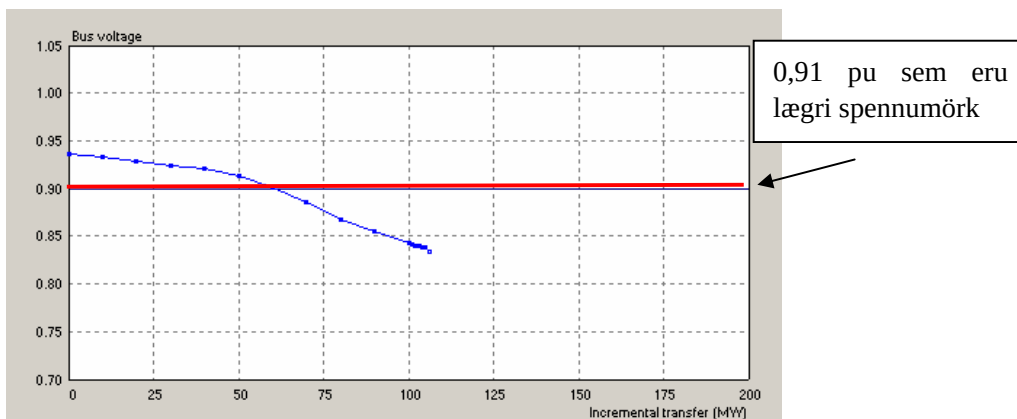
Töþ í kerfinu eru 2,55% af heildarframleiðslu í kerfinu miðað við álag ársins 2009.

Gerð var PV athugun á kerfinu með breytttri BR1 á svipaðan hátt og gert var fyrir óbreytta BR1. Á mynd 9 má sjá PV graf þar sem miðað er við að álag aukist á Brennimel og viðbótarframleiðslan sé á Þjórsársvæðinu.



mynd 9 Spenna á Brennimel, með endurgerðri BR1 og engum raðþétti, miðað er við að viðbótarframleiðslan sé á Þjórsársvæðinu. Grunnkerfið er 90 þ.tonna stækkun í Norðuráli og álag 2009.

Á mynd 10 má sjá spennuna á Brennimel við truflanir á SU3 eftir því sem álagið er aukið þar. Ef myndin er skoðuð sést að álag á Brennimel má aukast um u.þ.b. 50 MW án þess að spennan fari neðar en 0,91 pu á Brennimel við truflanir á SU3. Þetta er mjög svipuð niðurstaða og fékkst þegar línan var óbreytt. Það sem veldur þessu er að þó viðnámið í línunni pr. km. sé lægra þá er línan mun lengri eða rúmlega 20 km lengri og vegur það upp á móti lægra viðnámi. Þannig að litlu breytir þó línan sé endurbyggð, nema að með endurbyggingu er kerfið búið undir framtíðina, þannig að auðveldara verður að fara í 400 kV rekstur ef niðurstaðan verður sú að fara þá leið.



mynd 10 Spenna á Brennimel, með endurgerðri BR1 og engum raðþétti, álag er síðan aukið á Brennimel og truflun á SU3, viðbótarframleiðsla er á Þjórsársvæðinu. Grunnkerfið er 90 þ.tonna stækkun í Norðuráli og álag 2009.

4.4. Endurgerð BR1 með raðþétti, óbreytt álag

Ef af frekari stækkun verður í Norðuráli eru líkur til þess að BR1 yrði endurgerð, þannig að hún yrði 400 kV með tvöföldum leiðara, en rekin á 220 kV, hér er athugað hvort raðþéttirinn gæti nýst þar. Hér er kerfið skoðað með nýjum leiðara, og raðþéttirinn settur í hana án frekari stækkunar í Norðuráli. Ekkert í kerfisathugunum bendir til þess að endurnýjun sé nauðsynleg, en aðrir þættir gætu ráðið meiru þar um, eins og framtíðaruppbygging kerfisins.

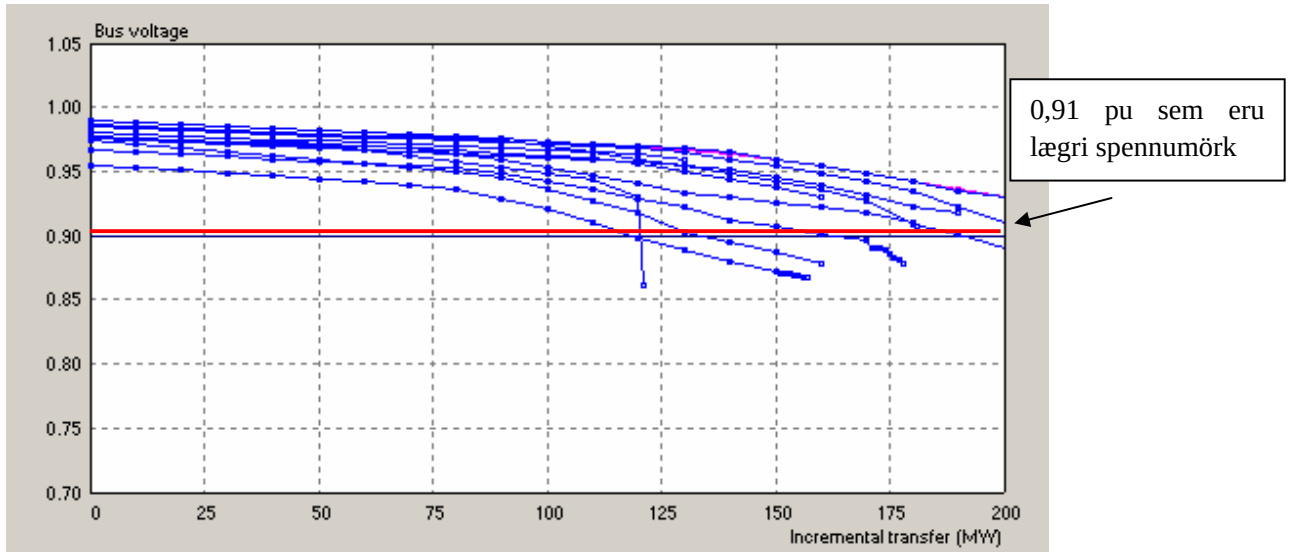
Skoðaðar voru spennur á nokkrum 220 kV teinum, en tafla 6 sýnir þær fyrir hin ýmsu ástönd í kerfinu. Einnig var skoðað flæðið í raðþéttinum við þessi sömu ástönd og sýnir tafla 7 það í kerfinu árið 2009. Ekkert bendir til þess að stækka þurfi raðþéttinn við þessar aðstæður.

tafla 6 <i>Spennur á nokkrum 220 kV teinum við hin ýmsu ástönd í kerfinu. Grunnkerfi er endurgerð BR1 með raðþétti og álag 2009 og 90 þ.tonna stækkun í Norðuráli.</i>						
Nafn á teini	Grunnkerfi	BR1 úti	BU1 og SO3 úti	BÚ3 úti	SU3 úti	SU1 úti
Brennimelur 220 kV	0,984	0,974	0,978	0,977	0,955	0,968
Hamranes 220 kV	0,984	0,985	0,975	0,973	0,968	0,974
Geitháls 220 kV	0,995	0,996	0,984	0,986	0,981	0,987

tafla 7 <i>Flæði í raðþéttinum við hin ýmsu ástönd í kerfinu. Grunnkerfi er endurgerð BR1 með raðþétti og álag 2009 og 90 þ.tonna stækkun í Norðuráli.</i>					
	Grunnkerfi	BU1 og SO3 úti	BÚ3 úti	SU3 úti	SU1 úti
Raðþéttir	99,6 MVA	58,7 MVA	44,3MVA	233,1MVA	162,4MVA
Raðþéttir í %	35,8%	21,1%	15,9%	83,8%	58,4%

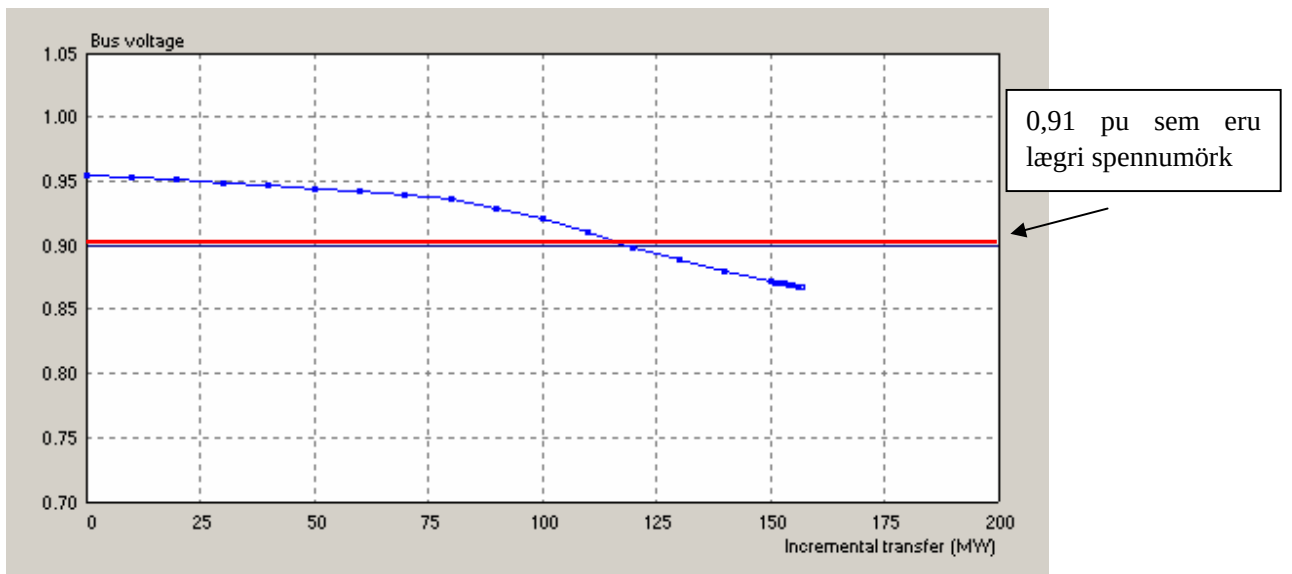
Töp í kerfinu eru 2,56% af heildarframleiðslu kerfisins miðað við álag ársins 2009.

Álagið er svo aukið umfram áætlað álag á Brennimel og skoðað P-V graf, við ýmsar truflanir, þar sem viðbótarframleiðslan er á Þjórsársvæðinu en sjá má PV gröfin á mynd 11.



mynd 11 PV graf Spenna á Brennimel við aukið álag. Grunnkerfið er álag 2009, endurgerð BR1 með raðþétti og 90 þ.tonna stækkun í Norðuráli.

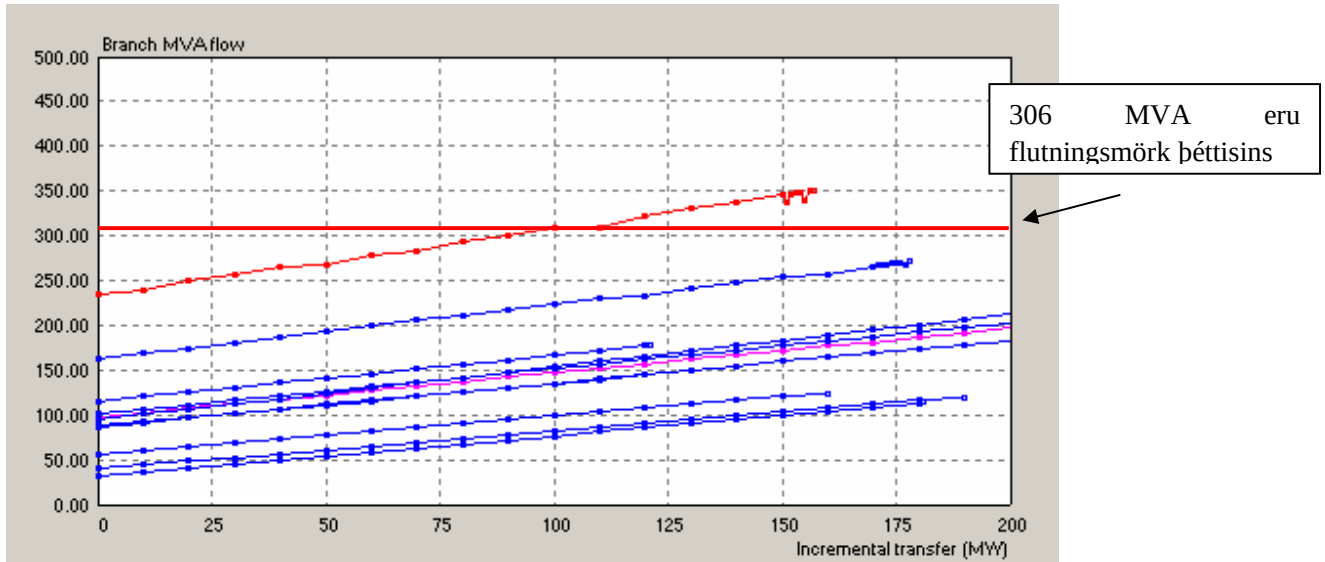
Ef skoðuð er mynd 11 sést að auka má álagið á Brennimel um u.þ.b. 110 MW án frekari framkvæmda í kerfinu. Þetta er næstum sama niðurstaða og fékkst í athugun á óbreyttri BR1.



mynd 12 Spenna á Brennimel við aukið álag á Brennimel og truflun á SU3. Grunnkerfið er álag 2009, endurgerð BR1 með raðþétti og 90 þ.tonna stækkun í Norðuráli.

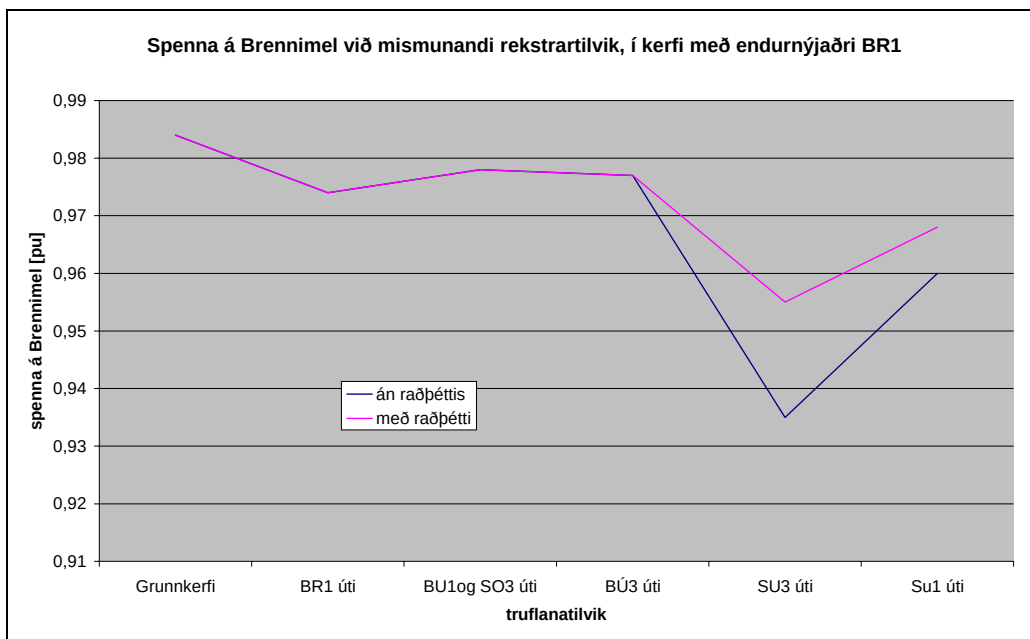
Flæði í þéttinum var skoðað við aukið álag á Brennimel sjá mynd 13. Ef skoðuð er tafla 7 sést að miðað við óbreytt álag á Brennimel er ekki þörf á að stækka þéttinn. Ef álagið er aukið á Brennimel má sjá á mynd 13 að flæðið í þéttinum er mest við truflanir á SU3. Ef mynd 11 er skoðuð sést að hægt er að auka álagið á Brennimel um ca 110 MW án þess að spennan á Brennimel fari niður fyrir 0,91 pu við truflanir. Við þá álagsaukningu er flæðið í þéttinum þó

orðið meira en 306 MVA svo stækka þyrfti þéttinn ef hann ætti að nýtast til þess að auka álagið á Brennimel það mikið án frekari framkvæmda.



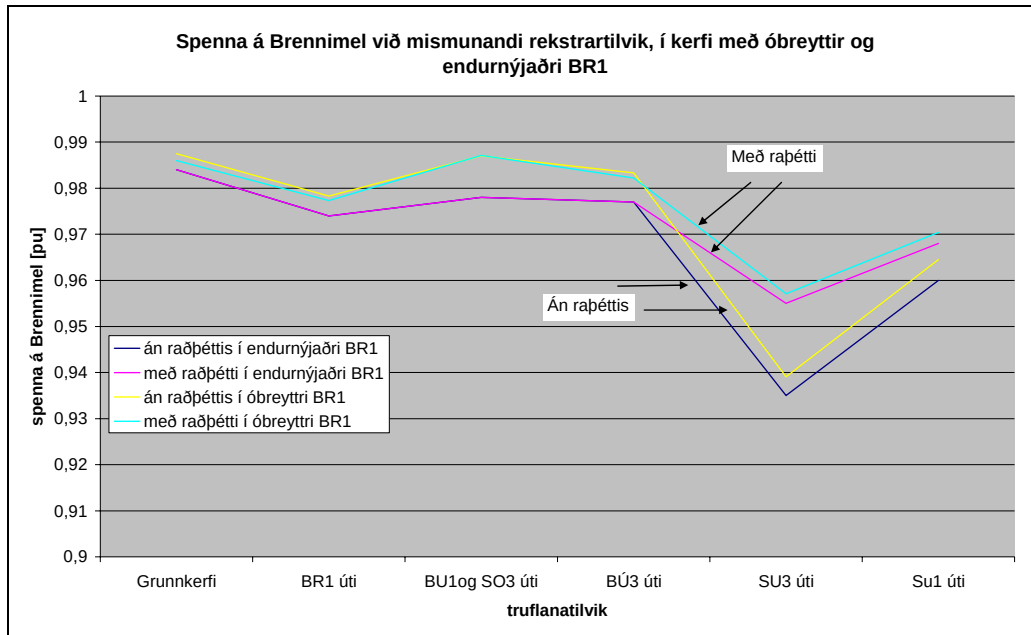
mynd 13 Flæði í raðþéttinum við aukið álag á Brennimel og ýmsar truflanir. Grunnkerfið er álag 2009, endurgerð BR1 með raðþétti og 90 þ.tonna stækkun í Norðuráli.

Á mynd 14 má sjá samanburð á spennunni á Brennimel við mismunandi rekstrartilvik án frekari álagsaukningar á Brennimel í kerfi með og án raðþétti í endurnýjaðri BR1.



mynd 14 Spenna á Brennimel með og án raðþétti í kerfi með endurnýjaðri BR1.

Á mynd 15 sést samanburður á kerfum með óbreyttri og endurnýjaðri BR1, með og án raðþéttis. Þar sést að ekki er mikill munur á því hvort línan er endurnýjuð eða ekki þannig að ekki réttlætir það svo kostnaðarsama aðgerð.



mynd 15 Spenna á Brennimel með og án raðþétti í kerfi með óbreyttir og endurnýjaðri BR1.

Á mynd 15 má sjá að mesta áhrifa vegna raðþéttis gætir við truflanir á SU3.

5. 4 áfangi stækkunar Norðuráls um 130 þ.tonn í desember 2006 og stærð Norðuráls þá komin í 220 þ.tonn.

Samþykkt hefur verið stækkun Norðuráls um 90 þ.tonn árið 2006. Fyrir þessari stækkun verður virkjað á Nesjavöllum, Hellisheiði og á Reykjanesi. Viðræður eru í gangi um enn frekari stækkun Norðuráls um 80 þ.tonn til viðbótar þ.e. 4. og 5. áfanga stækkunar í Norðuráli. Hér hefur verið stillt upp kerfi í lok árs 2006 þar sem Norðurál hefur verið stækkað um 130 þ.tonn í 220 þ.tonn, sem samsvara álagsaukningu hjá Norðuráli um ca 70 MW, og kannað er hve mikið álagið á Brennimel má aukast til viðbótar án þess að til frekari framkvæmda þurfi að koma til í flutningskerfinu.

5.1. Flutningsmörk BR1

Þegar um stækkun í Norðuráli er að ræða verða miklir flutningar eftir BR1 sérstaklega við truflanir á SU3 og háálag. Þá þarf að fara að athuga hitaflutningsmörk BR1 en tafla 8 sýnir þau eins og þau eru skilgreind fyrir mismunandi aðstæður¹.

tafla 8 Hitaflutningsmörk BR1 við tiltekna aðstæður				
	a) Viðmiðunargildi hitaflutningsmarka	b) Bilun að vetri	c) Viðhald að vetri	d) Viðhald að sumri
Útihiti	10 °C	5 °C	5°C	20 °C
Vindur	0,6 m/s, þvert	1,5 m/s, þvert	0,6 m/s, þvert	0,6 m/s, þvert
Sólgeislun	0	0	200 W/m ²	500 W/m ²
	MVA	MVA	MVA	MVA
BR1	304	399	319	223

Þar sem flutningur eftir BR1 er mestur við háálag, sem um leið er að vetri til, er óhætt að líta á flutningsmörk b), en þau mörk geta lýst aðstæðum eftir að bilun á sér stað vegna veðurs að vetri til. Þá er væntanlega réttlætanlegt að leyfa mörk fyrir hærri vindhraða á næsta sólarhring á eftir vegna vitneskju um vindafar.

¹ Skýrsla gefin út af Landsvirkjun "INCREASED GRID UTILISATION Preliminary evaluation of thermal rating of lines"

5.2. Án raðþéttis

Kerfið var fyrst skoðað með þeirri aukningu á álagi sem talað er um, þ.e. 4 áfanga stækkunar Norðuráls þ.e. 70 MW, án raðþéttis og í óbreyttri BR1. Þetta er nálægt þeim mörkum sem sýnd voru á mynd 3 en þar var einnig miðað við að framleiðslan yrði á Reykjanesi og Hellisheiði.

Eins og tafla 9 sýnir er spenna á Brennimel við truflanir á SU3 nálægt þeim mörkum sem gefin eru en þau eru 0,91 pu sem er í góðu samræmi við athuganir í kafla 4.

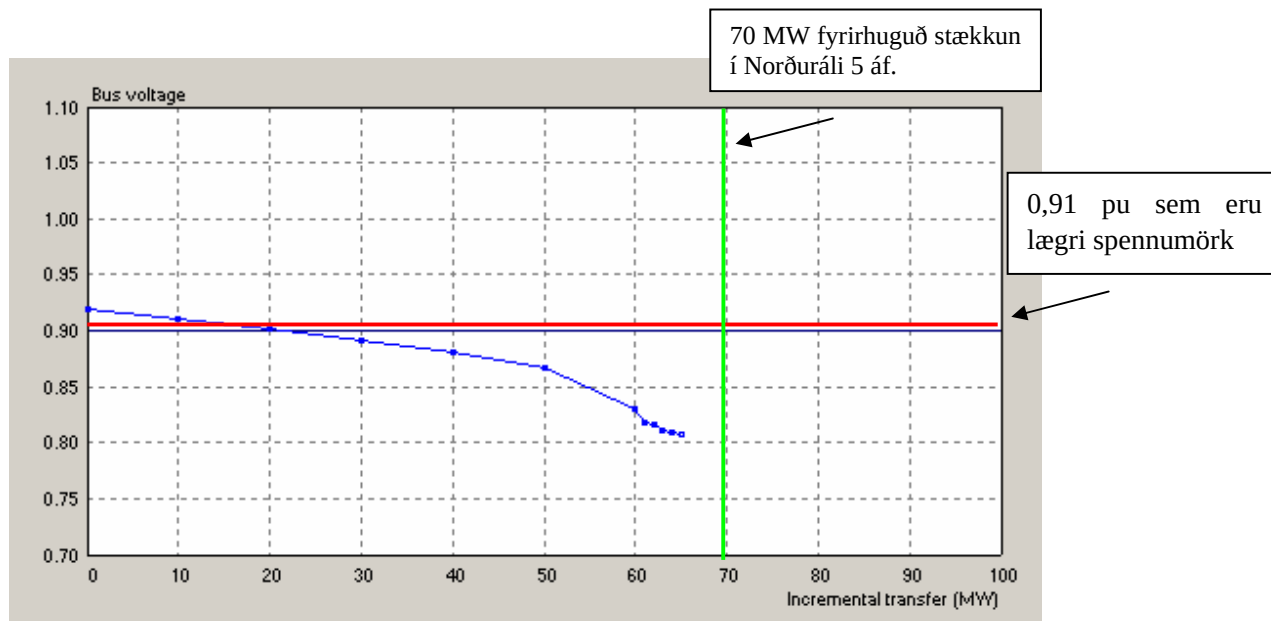
<i>tafla 9 Spennur á nokkrum 220 kV teinum við hin ýmsu ástönd í kerfinu. Grunnkerfi, með óbreyttri BR1 án raðþéttis og álag 2006, með 130 þ.tonna stækkun í Norðuráli 3. og 4. áf.</i>						
Nafn á teini	Grunnkerfi	BR1 úti	BU1 og SO3 úti	BÚ3 úti	SU3 úti	SU1 úti
Brennimelur 220 kV	0,996	0,972	0,990	0,989	0,919	0,965
Hamranes 220 kV	0,996	0,996	0,987	0,978	0,966	0,985
Geitháls 220 kV	1,006	1,007	0,996	0,993	0,974	0,995

Flæði í BR1 er líka í öllum tilfellum undir hitaflutningsmörkum eins og tafla 10 sýnir.

<i>tafla 10 Flæði í BR1 við hin ýmsu ástönd í kerfinu. við hin ýmsu ástönd í kerfinu. Grunnkerfi er með óbreyttri BR1 án raðþéttis og álag 2006, með 130 þ.tonna stækkun í Norðuráli 3. og 4. áf.</i>					
	Grunnkerfi	BU1 og SO3 úti	BÚ3 úti	SU3 úti	SU1 úti
BR1	118,2 MVA	88,6 MVA	84,8MVA	257,2MVA	178,4MVA
Raðþéttir í %	38,9%	29,1%	27,9%	84,6%	58,7%

Töp í kerfinu eru 2,60% af heildarframleiðslu kerfisins miðað við álag ársins 2009.

Með óbreytta BR1 og án raðþéttis má sjá að PV graf sýnir að frekari álagsaukning getur orðið u.þ.b. 15 MW án þess að það krefjist einhverra framkvæmda. Þannig að sú aukning sem fyrirhuguð er hjá Norðuráli þ.e. alls 80 þ.tonna stækkun til viðbótar við þau 90 þ.tonn sem þegar hafa verið samþykkt kalla á frekari framkvæmdur í flutningskerfinu, en flutningskerfið ber u.þ.b. helming af þessari álagsaukningu. Hér á eftir verður það athugað hvort það að setja raðþéttinn í BR1 geti leyst málin.



mynd 16 Spenna á Brennimel við aukið álag á Brennimel í kerfi án raðþéttis. Vinnsla er á Reykjanesi, Hellisheiði og á Nesjavöllum. Ljóst er að ekki er hægt að auka álag á Brennimel um meira en tæplega 20 MW án þess að til frekari framkvæmda komi. Grunnkerfi er með óbreyttri BR1 án raðþéttis og álag 2006, með 130 þ.tonna stækkun í Norðuráli 3. og 4. áf.

5.3. Með raðþétti

Sama kerfi var skoðað þegar raðþéttir var kominn í BR1.

tafla 11 Spennur á nokkrum 220 kV teinum við hin ýmsu ástönd í kerfinu. Grunnkerfi, með raðþétti í óbreyttri BR1 og álag 2006 og 130 þ.tonna stækkun í Norðuráli 3. og 4. áf.

Nafn á teini	Grunnkerfi	BR1 úti	BU1 og SO3 úti	BÚ3 úti	SU3 úti	SU1 úti
Brennimelur 220 kV	0,997	0,972	0,991	0,986	0,952	0,977
Hamranes 220 kV	0,998	0,996	0,988	0,976	0,976	0,989
Geitháls 220 kV	1,008	1,007	0,998	0,991	0,985	0,998

Þegar raðþéttir er kominn í kerfið þarf að athuga flutningsgetu BR1. Í kerfi í eðlilegum rekstri er flutningsgetan 304 MVA og við ákveðnar aðstæður getur hún farið í 399 MVA sjá þau flutningsmörk sem tafla 8 sýnir.

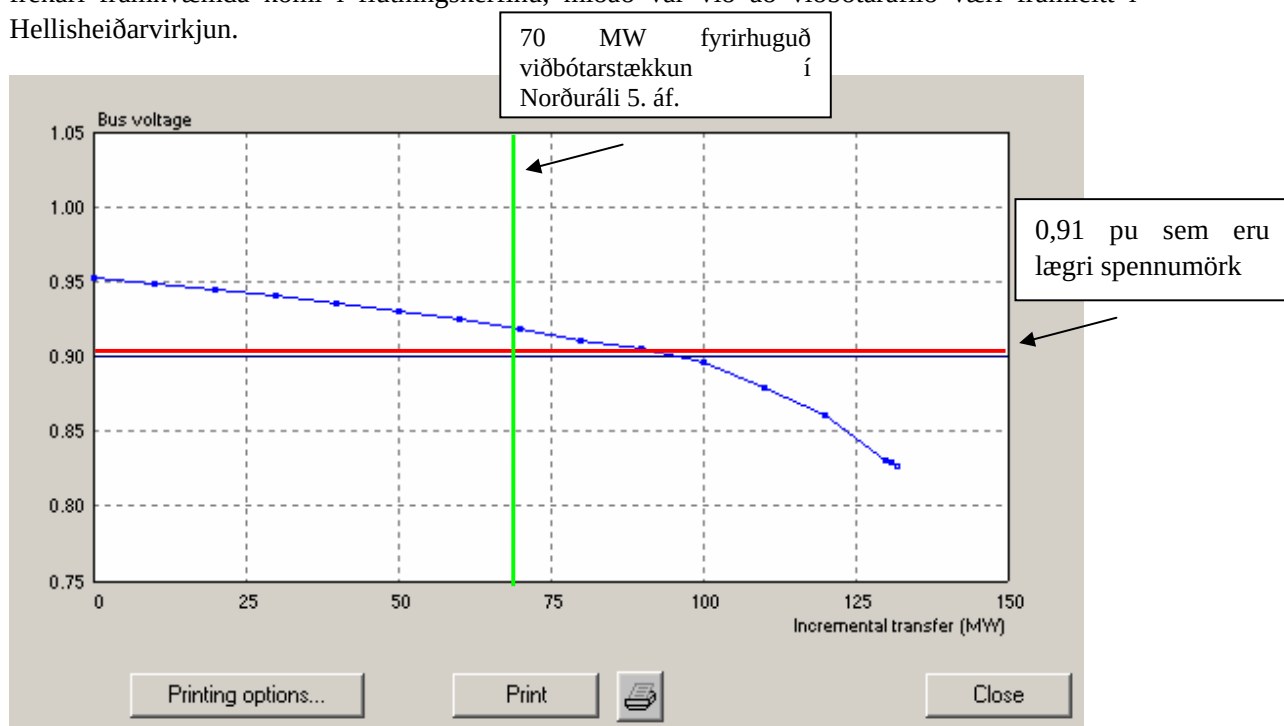
Ef tafla 12 er skoðuð sést flæði í BR1 og raðþéttinum við truflanir og 130 þ.tonna stækkun í Norðuráli. Ekki er flutningsgeta BR1 eða raðþéttisins takmarkandi við þessa stækkun en um leið og um frekari stækkun verður að ræða þarf að stækka þéttinn og línán verður takmarkandi ef álag eykst um meira en 100 MW.

tafla 12 Flæði í raðþéttinum við hin ýmsu ástönd í kerfinu. Grunnkerfi, óbreytt BR1 með raðþétti og álag 2006 og 130 þ.tonna stækkun í Norðuráli 3. og 4. áf.

	Grunnkerfi	BU1 og SO3 úti	BÚ3 úti	SU3 úti	SU1 úti
Raðþéttir	166,2 MVA	119,7 MVA	115,6 MVA	299,3 MVA	230,1 MVA
Raðþéttir í %	54,3%	39,1%	37,8%	97,8%	75,2%

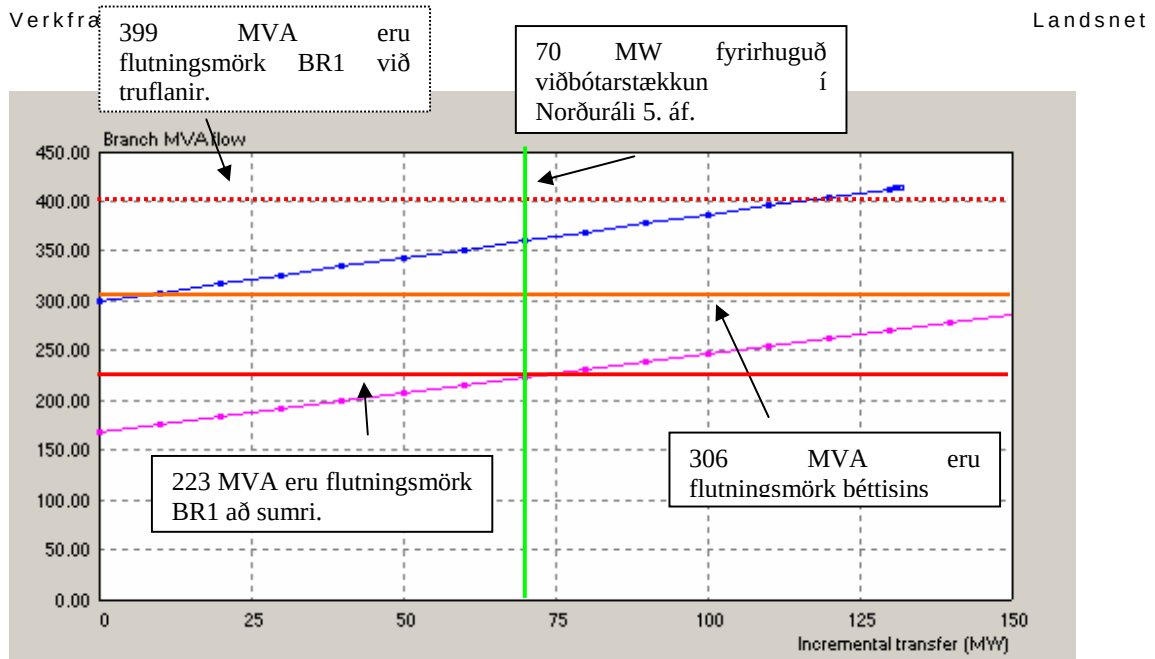
Töþ í kerfinu eru 2,64% af heildarframleiðslu kerfisins miðað við álag ársins 2009.

Skv. PV grafi á mynd 17 sést að auka má álagið á Brennimel um tæplega 100 MW án þess að til frekari framkvæmda komi í flutningskerfinu, miðað var við að viðbótaraflið væri framleitt í Hellsheiðarvirkjun.



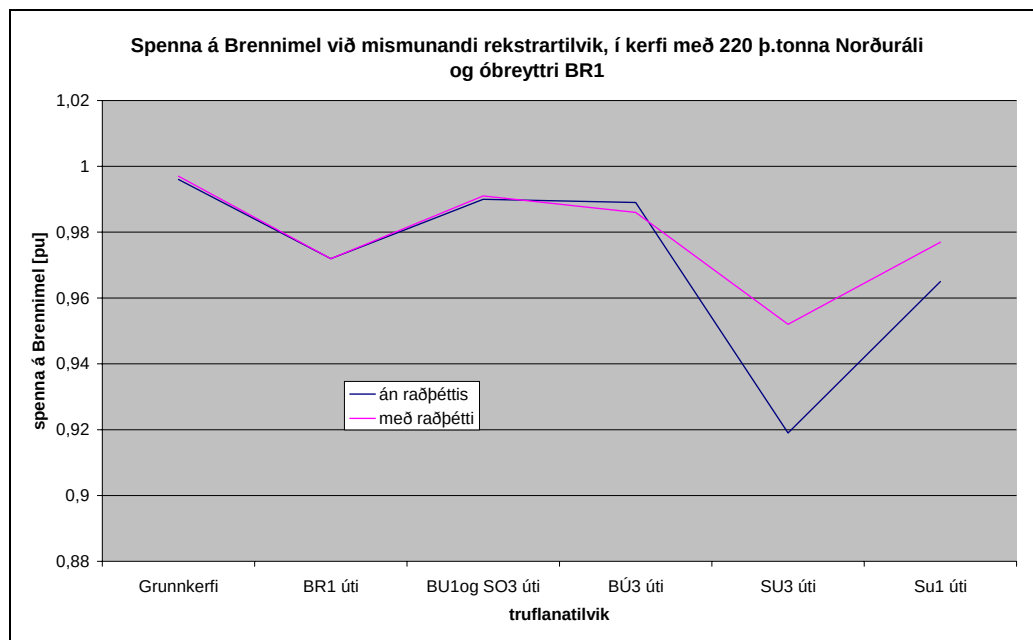
mynd 17 Spenna á Brennimel við aukið álag á Brennimel og truflun á SU3. Grunnkerfi er kerfi með raðþétti í óbreyttri BR1, álag 2006 og með 130 þ.tonna stækkun í Norðuráli 3. og 4. áf.

Flæði í þéttinum var skoðað við aukið álag á Brennimel umfram 130 þ.tonnin og truflanir á SU3 þegar flæðið er mest sjá mynd 18. Þörf er á að stækka þéttinn ef viðbótarstækkunin þ.e. 40 þ.tonn til viðbótar verða samþykkt, einnig sést að hægt er að auka álagið á Brennimel um tæplega 100 MW án þess að spennan á Brennimel fari niður fyrir 0,91 pu við truflanir. Sú stækkun sem helst er í umræðunni veldur u.þ.b. 70 MW auknu álagi á Brennimel. Við þá álagsaukningu er flæðið í þéttinum orðið meira en 306 MVA svo stækka þyrfti þéttinn ef hann ætti að nýtast til þess að hægt sé að auka álagið á Brennimel, en ekki er þörf á endurnýjun BR1.



mynd 18 Flæði í raðþéttinum við aukið álag á Brennimel og truflun á SU3. Grunnkerfi er kerfi með raðþétti í óbreyttri BR1, álag 2006 og með 130 þ.tonna stækkun í Norðuráli 3. og 4. áf.

Á mynd 19 má sjá spennuna á Brennimel við mismunandi rekstrartilvik og stækkun Norðuráls um 130 þ.tonn í 220 þ.tonn, borin er saman spennan með og án raðþéttis í BR1.



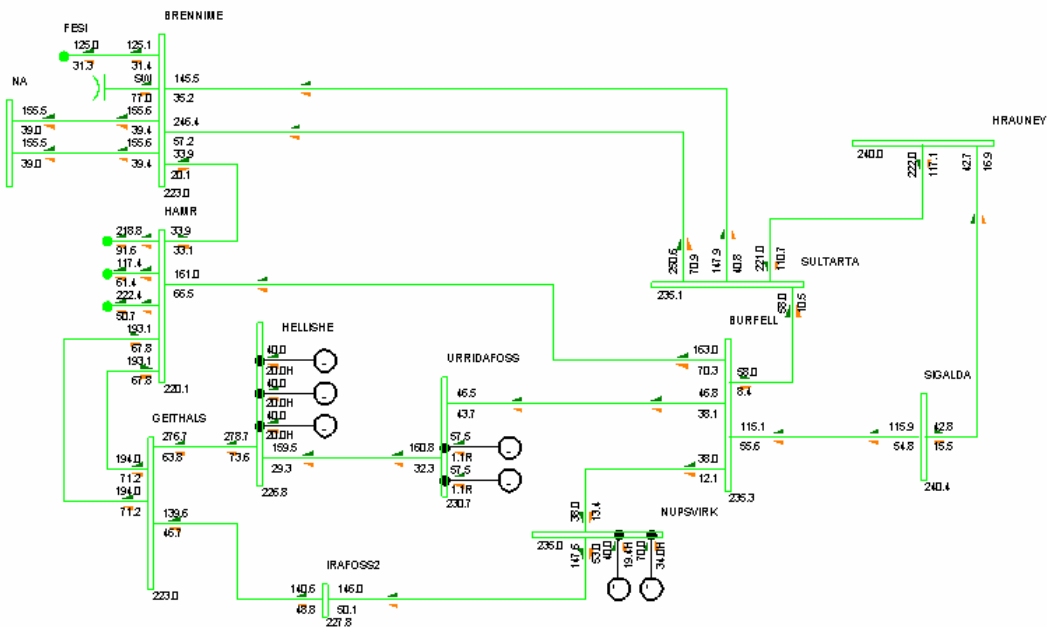
mynd 19 Spenna á Brennimel við mismunandi rekstrartilvik, stækkun Norðuráls um 130 þ.tonn 3. og 4. áf. og óbreyttri BR1 með og án raðþétti og álag 2006.

Á mynd 19 má sjá sömu niðurstöðu og áður að raðþéttir hefur mest áhrif við truflanir á SU3.

6. Aukið álag á SV horninu. Raðþéttir settur í KH1 þegar Urriðafossvirkjun og Núpsvirkjun eru komnar í kerfið og Hellisheiðarvirkjun orðin 120 MW.

Ef af aukningu í stóriðjuálagi á SV horninu, hér er skoðuð aukning hjá ALCAN um 220 MW eða sem samsvarar um 133 þ.tonnum. Að öllum líkindum yrði þá virkjað frekar í Hellisheiðarvirkjun, Urriðafossvirkjun yrði reist og Núpsvirkjun. Núpsvirkjun er tengd inn á BÚ1 og Urriðavirkjun yrði tengd inn á BÚ2 auk Hellisheiðarvirkjunar. Þetta sést betur á mynd 20. Einnig er líklegt að til þess kæmi að endurnýja BR1 hvort sem aukningin yrði á Brennimel eða á Hamranesi.

Hér var svo skoðað hvort hagkvæmt gæti reynst að nýta raðþéttinn í KH1.



mynd 20 220 kV kerfið á Suður- og Suðvesturlandi

6.1. Kerfi án raðþéttis

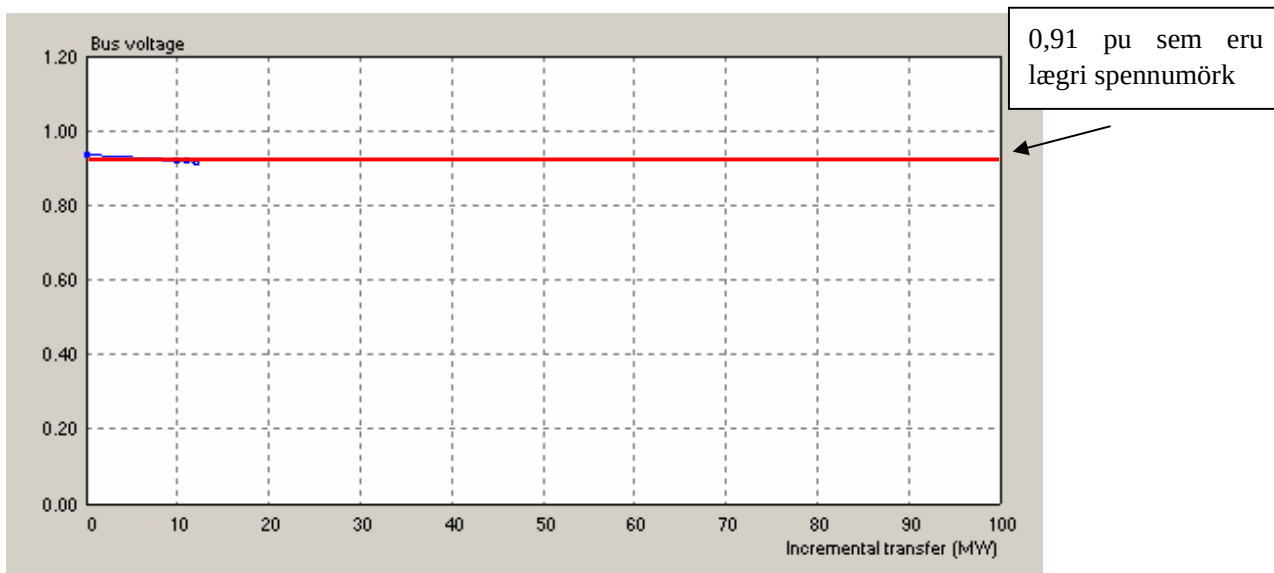
Skoðaðar voru spennur á nokkrum 220 kV teinum á Höfuðborgarsvæðinu, og sýnir tafla 13 þær fyrir mismunandi rekstrartilvik.

tafla 13

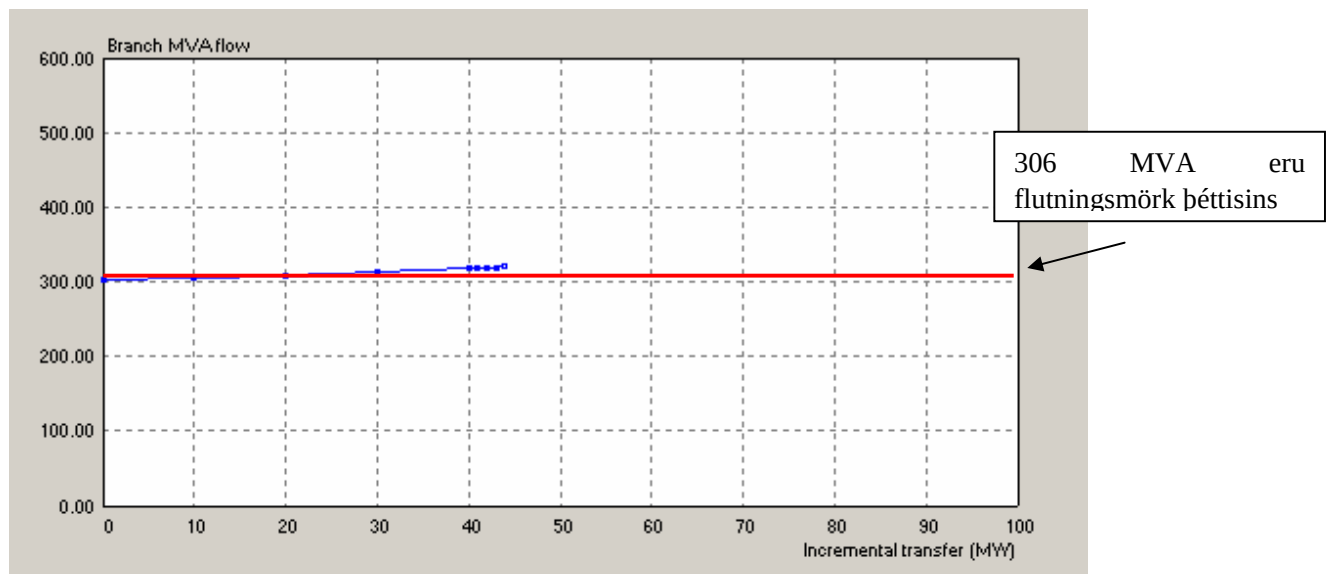
Spennur á nokkrum 220 kV teinum við hin ýmsu ástönd í kerfinu. Stækkun ÍSAL og nýjar virkjanir í Urriðafossi, Núpsvirkjun og ein vél til viðbótar í Hellisheiðavirkjun, álag 2012 KH1 án raðþéttis.

Nafn á teini	Grunnkerfi	BR1 úti	BU1 og SO3 úti	BÚ3 úti	SU3 úti	SU1 úti
Brennimelur 220 kV	0,996	1,006	0,980	0,989	0,914	0,975
Hamranes 220 kV	0,978	0,970	0,965	0,964	0,942	0,979
Geitháls 220 kV	1,003	0,997	0,985	0,994	0,973	1,005

Einnig var gerð PV athugun þar sem álagið á Hamranesi var aukið enn frekar en það sem áður var um rætt og er það sýnt á mynd 21. Eins og sést er einungis hægt að auka afl í Hamranesi um rúmlega 10 MW til viðbótar við þau rúmlega 220 MW sem álagið hefur þegar verið aukið.



mynd 21 PV graf sem sýnir spennu í Hamranesi við aukið álag og truflanir í SU3



mynd 22 Flæðið í KH1 við aukið álag á Hamranesi og truflanir í BÚ3.

Við að skoða myndina sést að flæði í KH1 línu er aðeins rétt um 300 MVA þegar truflun verður í BÚ3.

6.2. Kerfi með raðþétti

Mjög auðvelt yrði að setja þéttinn í KH1 þar sem hún fer um Sandskeið þar sem þéttirinn er staðsettur, ekki þyrfti að flytja þéttinn en það þyrfti að umtengja hann og bæta við einingum til að auka flutningsgetu hans. Ef settur yrði raðþéttir í KH1 myndi flæðið í henni aukast mikið og nauðsynlegt yrði að stækka þéttinn, áhrifin á Hamranes eru nokkur. Spennur á nokkrum 220 kV teinum á Höfuðborgarsvæðinu voru skoðaðar við mismunandi rekstrarástand í kerfinu.

tafla 14 Spennur á nokkrum 220 kV teinum við hin ýmsu ástönd í kerfinu. Stækkun ÍSAL og nýjar virkjanir í Urriðafossi, Núpsvirkjun og ein vél til viðbótar í Hellisheiðavirkjun, álag 2012. Raðþéttir í KH1 í Sandskeiði þ.e. í línunni frá Hellisheiði að Geitháls.

Nafn á teini	Grunnkerfi	BR1 úti	BU1 og SO3 úti	BÚ3 úti	SU3 úti	SU1 úti
Brennimelur 220 kV	0,994	0,998	0,988	0,982	0,931	0,970
Hamranes 220 kV	0,981	0,976	0,977	0,960	0,959	0,976
Geitháls 220 kV	1,008	1,005	1,000	0,993	0,992	1,004

Einnig var flæði í raðþéttinum skoðað við hin ýmsu truflanatilvik í kerfinu, tafla 15 sýnir lestun þéttisins og þá um leið KH1.

tafla 15 Flæði í raðþéttinum við hin ýmsu ástönd í kerfinu. Grunnkerfi. Stækkun ÍSAL og nýjar virkjanir í Urriðafossi, Núpsvirkjun og ein vél til viðbótar í Hellisheiðavirkjun, álag 2012. Raðþéttir í KH1 í Sandskeiði þ.e. í línunni frá Hellisheiði að Geitháls

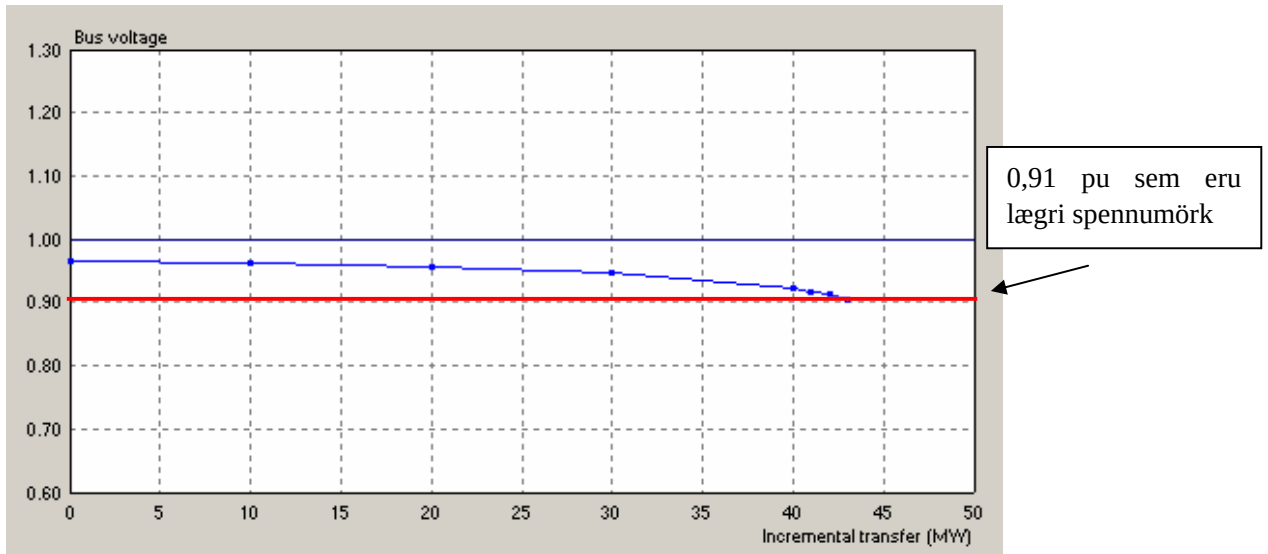
	Grunnkerfi	BU1 og SO3 úti	BÚ3 úti	SU3 úti	SU1 úti
Raðþéttir	355,8 MVA	394,0 MVA	409,2 MVA	403,2MVA	369,4MVA
Raðþéttir í %	128,0%	141,7%	147,2%	145,0%	132,9%

Greinilegt er að ef þéttirinn yrði settur í KH1 línu þyrfti að stækka hann um ca 50 %. Auk þess væri flutningsgeta BÚ2 ekki næg en tafla 16 sýnir hitaflutningsmörk BÚ2 við ýmsar aðstæður. Reyndar stendur til að styrkja þann hluta BÚ2 sem kemur til með að vera KH1. Skv skýrslu gefinni út af Landsvirkjun sem heitir “INCREASED GRID UTILISATION Preliminary evaluation of thermal rating of lines” er óhætt að miða við 399 MVA þegar um truflun að vetri er að ræða.

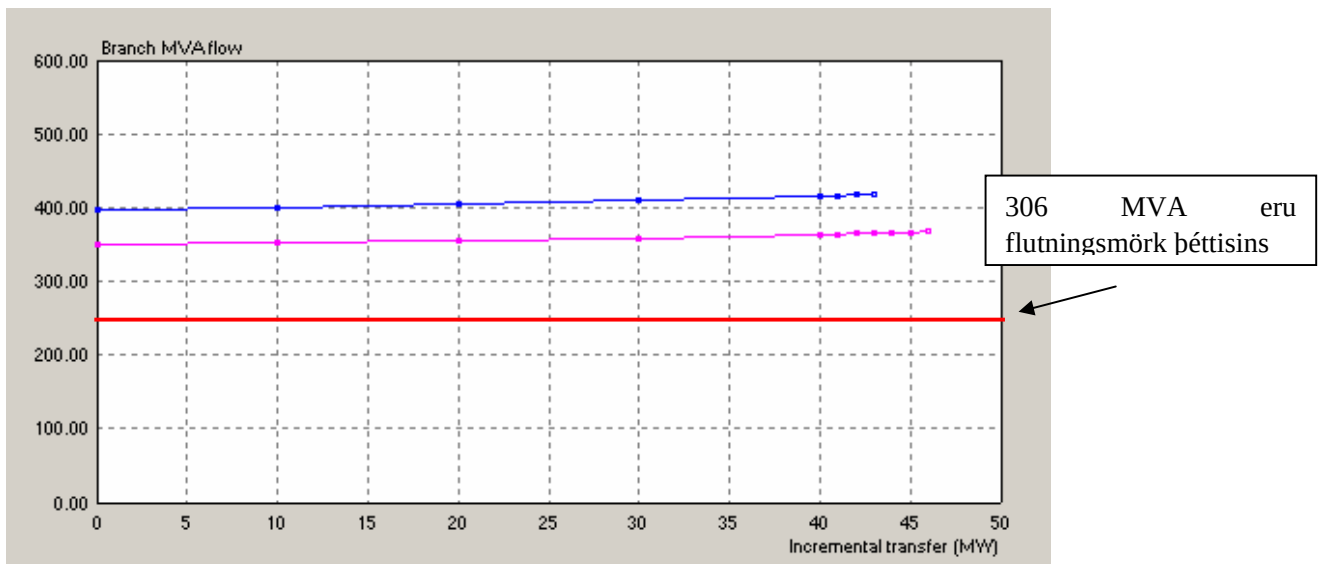
tafla 16 Hitaflutningsmörk lína við tilteknar aðstæður

	Viðmiðunargildi hitaflutningsmarka	Bilun að vetri	Viðhald að vetri	Viðhald að sumri
Útihiti	10 °C	5 °C	5°C	20 °C
Vindur	0,6 m/s, þvert	1,5 m/s, þvert	0,6 m/s, þvert	0,6 m/s, þvert
Sólgeislun	0	0	200 W/m ²	500 W/m ²
	MVA	MVA	MVA	MVA
BÚ2	304	399	319	223

Gerð var PV athugun þar sem álag var aukið á Hamranesi og má sjá það á mynd 23 í því tilfelli þar sem það er truflun á BÚ1 og SO3. Á mynd 24 má sjá flutning í gegn um raðþéttinn í grunnkerfi og við truflanir á BÚ1 og SO3.

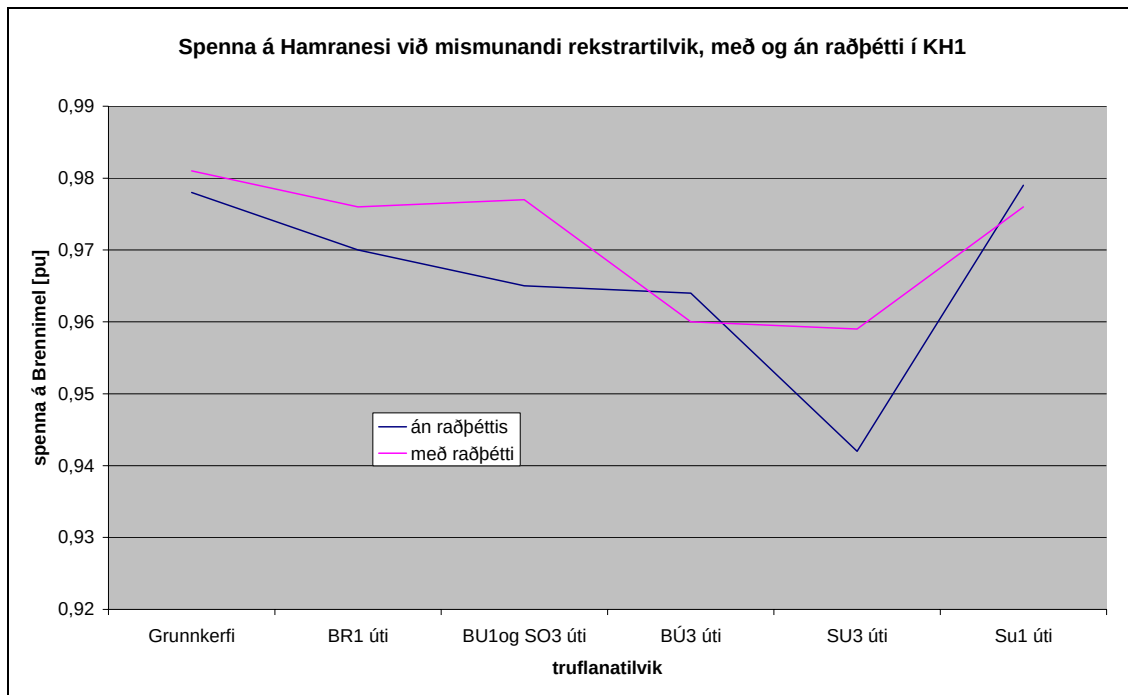


mynd 23 Spenna á Hamranesi þegar BÚ1 og SO3 eru úti og álag er aukið á Hamranesi. Ekki er unnt að auka álagið mikið til viðbótar á Hamranesi eða aðeins um ca 40 MW



mynd 24 Álag á raðþéttinn við truflanir á BÚ1 og SO3 og á grunnkerfi og aukið álag á Hamranesi.

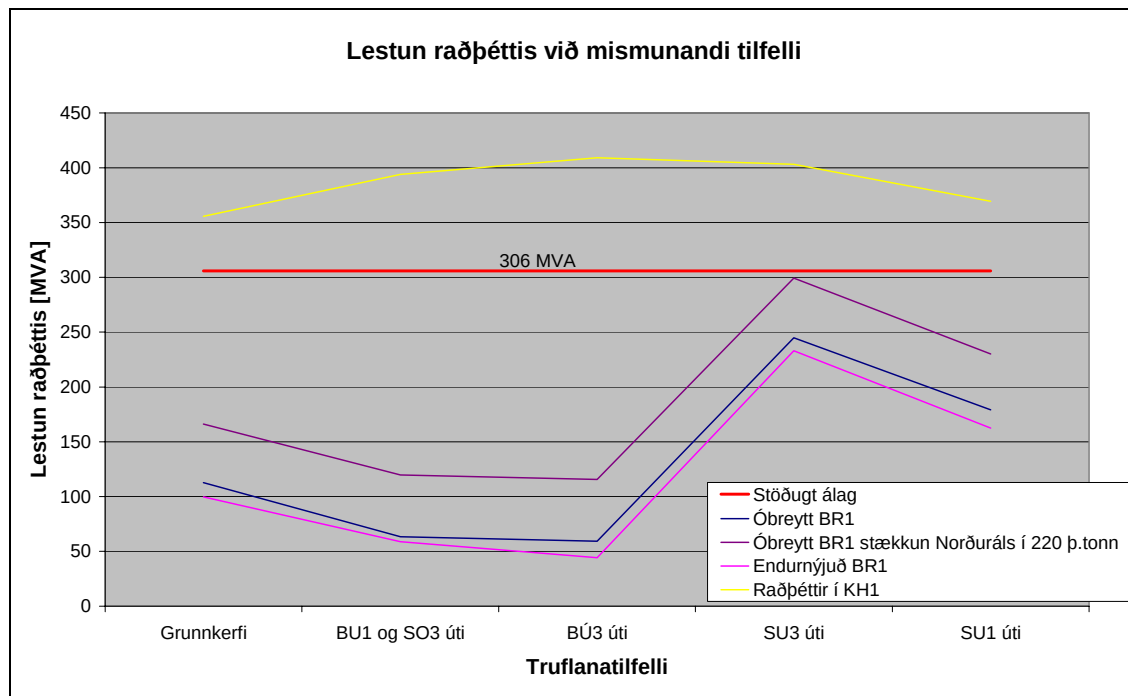
Í upphaflegu kerfi þ.e. með 220 MW álagsaukningu á Hamranesi og raðþétti í KH1 er lestun á raðþéttinum meiri en flutningsgeta hans. Flæðið í raðþéttinum er 356 MVA í kerfi án truflunar og við truflun í BÚ3 er það 409 MVA. Ef álag er aukið í Hamranesi umfram það sem að framan er talað um eykst einnig lestun þéttisins, þannig að greinilegt er að stækka þyrfti þéttinn ef nota ætti hann á þessum stað. Ávinningurinn við að setja þéttinn í KH1 er ekki mikill og hugsanlega yrði kostnaðurinn við að stækka hann meiri en sem svarar til ávinningsins við að setja hann í KH1.



mynd 25 Spenna á Hamranesi við mismunandi rekstrartilvik.

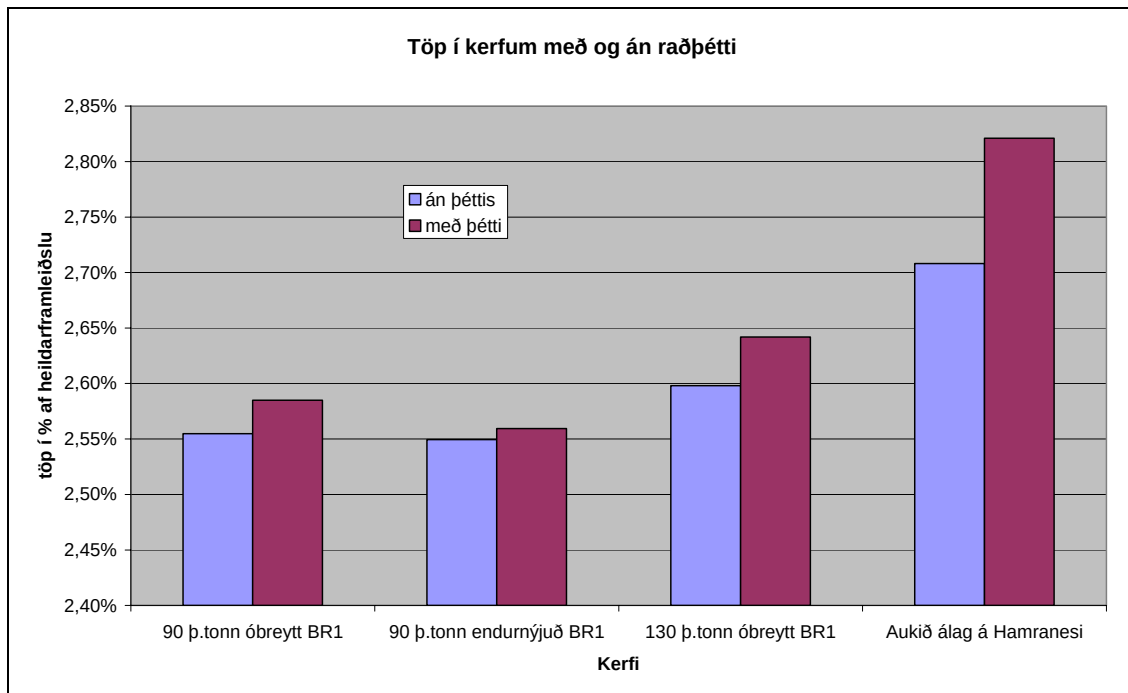
7.Samantekt og samanburður

Þegar meta þarf það hvort hægt sé að nýta raðþéttinn annars staðar í kerfinu þarf að bera saman möguleikana í stöðunni. Á mynd 26 má sjá lestun raðþéttisins fyrir þau tilfelli sem hafa verið skoðuð í greinargerðinni. Þar sést að þörf á að stækka raðþéttinn í því tilfelli sem hann yrði settur í KH1, einnig sést að með stækkun Norðuráls í 220 þ.tonn er komið að flutningsmörkum þéttisins þannig að ef um frekari stækkun yrði að ræða þ.e. þau 40 þ.tonn sem eru í umræðunni, þyrfti að stækka raðþéttinn.



mynd 26 Lestun raðþéttisins í mismunandi rekstrartilvikum og með misjöfnum forsendum.

Einnig voru töpin skoðuð fyrir hin ýmsu kerfi og borin saman töp í kerfunum með og án raðþétti. Eins og sjá má á mynd 27 eru heildartöpin meiri í kerfum með raðþétti en án. Það stafar af því að raðþéttirinn veldur því að launhluti viðnáms línunnar lækkar en raunhluti helst óbreyttur sem aftur veldur því að meiri flutningar fara eftir línunni en ef ekki væri raðþéttir í henni og því meiri rauntöp.



mynd 27 Töp í ýmsum kerfum með og án raðþétti. Töpin eru reiknuð sem hlutfall af heildarframleiðslu í kerfinu.

Matlab-simulink verkefni

Vinnuhópur:

Margrét Edda Ragnarsdóttir, Landsnet

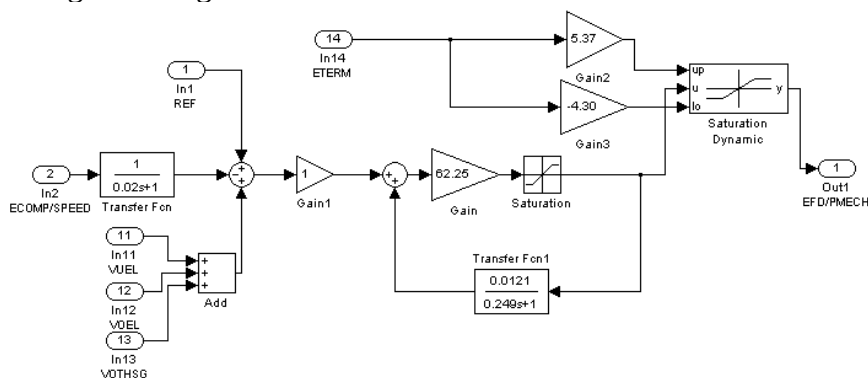
Ragnar Guðmannsson, Landsnet

Kolbrún Reinholdsdóttir, Verkfræðistofan Afl

Stöðuskýrsla 1.júní 2005

Inngangur:

Landsnet hefur notað hermi af raforkukerfinu til fjölda ára frá PTI siemens að nafni PSS/E. Hermirinn er nákvæmt líkan af raforkukerfinu í heild sinni og með honum er hægt að framkvæma útreikninga í stöðugu ástandi (Load flow) og einnig er hægt að reikna út svipula svörun (dynamic) kerfisins nokkuð nákvæma. En til að gera svipula útreikninga enn nákvæmari var settur af stað vinnuhópur til að færa Exciter og Governor módel vélanna í kerfinu úr Fortran umhverfi yfir í Matlab-Simulink umhverfi. Þegar þeirri vinnu er lokið munu Exciter og Governor vélarmódel kerfisins vera mun aðgengilegri og stuðlar vélanna verða auðbreytanlegir þannig að ef stilling vélanna í raforkukerfinu er breytt verður leikur einn að samræma herminn með sömu stillingum. Þessi vinna fór af stað á haustmánuðum 2004 og gengur vel, flestar vélarmódel kerfisins hafa verið sett upp í Matlab-Simulink en öll fínþússun og prófanir eru eftir. Hér fyrir neðan má sjá dæmi um vélarmódel í Matlab-Simulink annarsvegar og svo í Fortran forritunarmálinu hinsvegar.



Segulmögnunarbúnaður vélar í Sigöldu sett upp í Matlab-Simulink

```
1021 'BBSEX1' 1 0.20000E-01 250.00 1.0000 0.24900
0.0000 0.0000 5.3700 -4.3000 5.3700
-4.3000 1.0000 /
```

Segulmögnunarbúnaður vélar í Sigöldu sett upp í Fortran máli

Vinnan í vinnuhópnum hefur skiptst niður í eftirfarandi þætti:

- Kennslugögn fyrir Matlab-simulink og kennslugögn fyrir tengingu við PSS/E herminn
- Kennslugögn fyrir Exciter og Governor
- Uppsetning módel Landsnets í Simulink

Kennslugögn fyrir Matlab-Simulink

Hér má sjá kennslugögn sem unnin voru af hópnum, þessar leiðbeiningar eru sérstaklega sniðnar að þeim sem ekki hafa notað Matlab-Simulink forritið áður. Hér er farið yfir hvernig módel er sett upp í Matlab Simulink og einnig hvernig Matlab Simulink forritið er tengt við PSS/E herminn.

Matlab-Simulink notkunarleiðbeiningar, módelgerð og tenging PSS/E við Matlab

Þeir aðilar sem unnu við gerð þessa leiðbeininga:

Margrét Edda Ragnarsdóttir, Landsnet

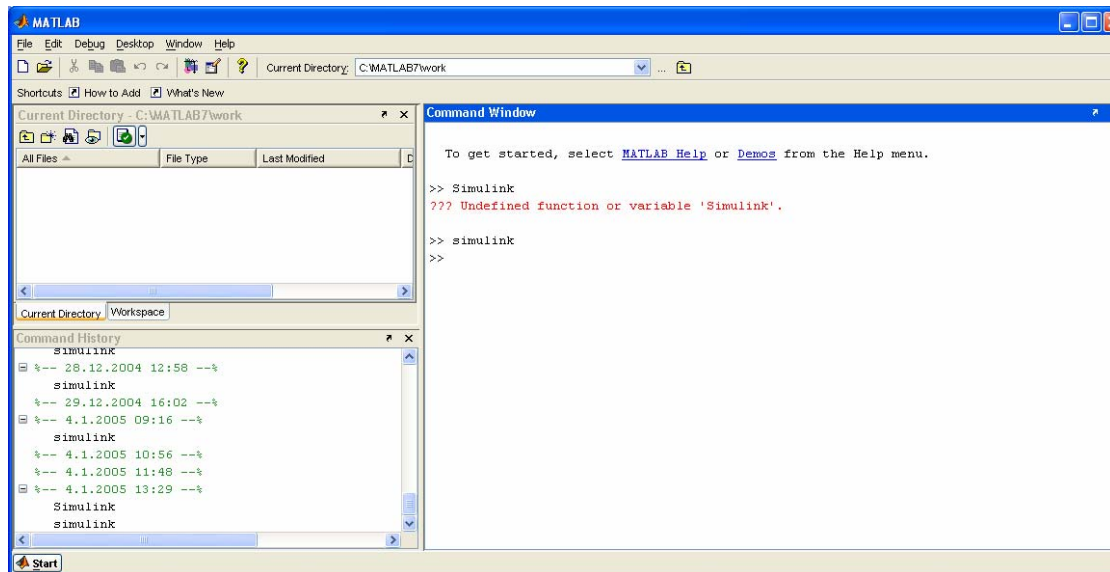
Ragnar Guðmannsson, Landsnet

Kolbrún Reinholdsdóttir, Afl verkfræðistofa

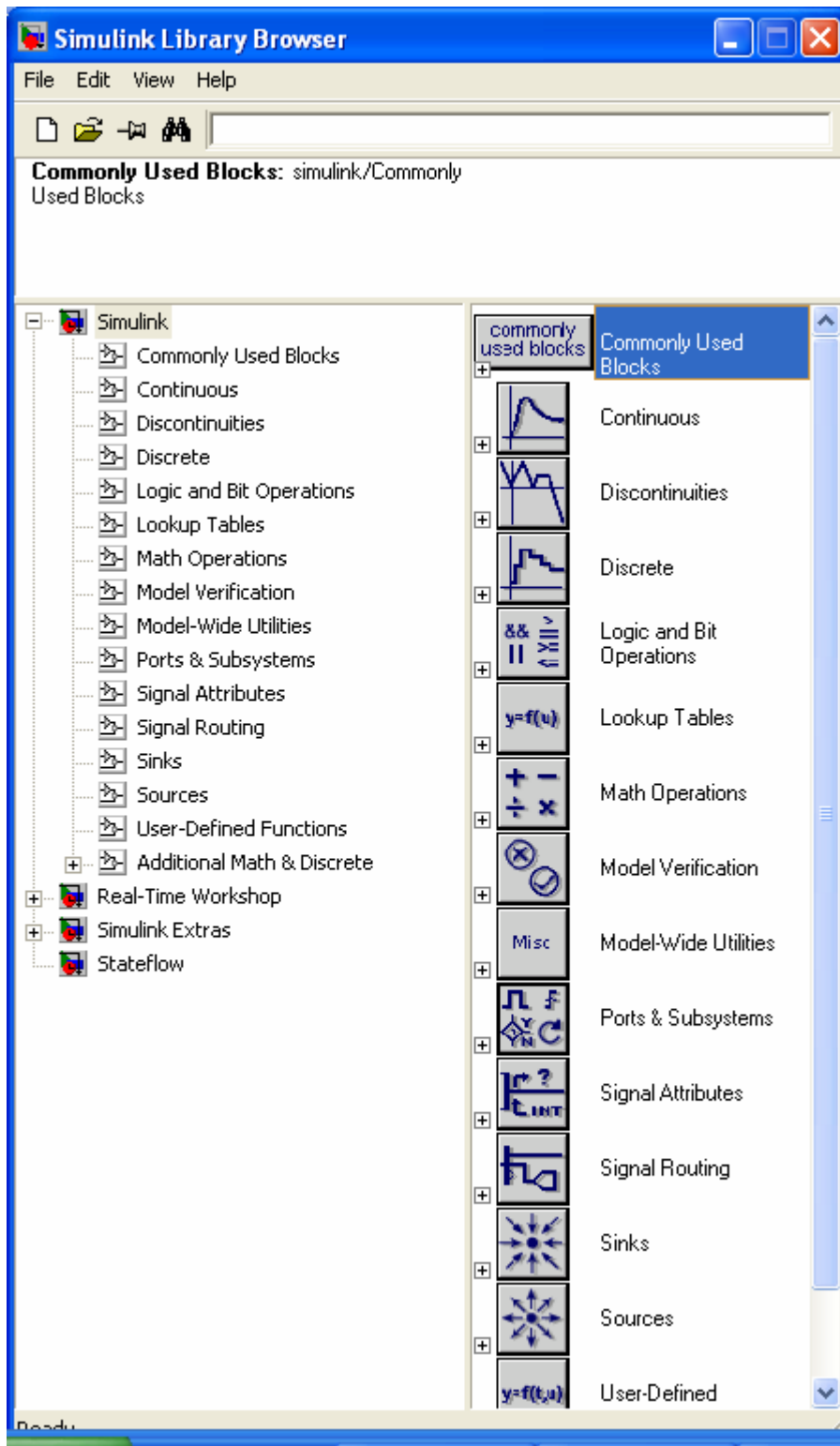
27.1.2005

Módelgerð

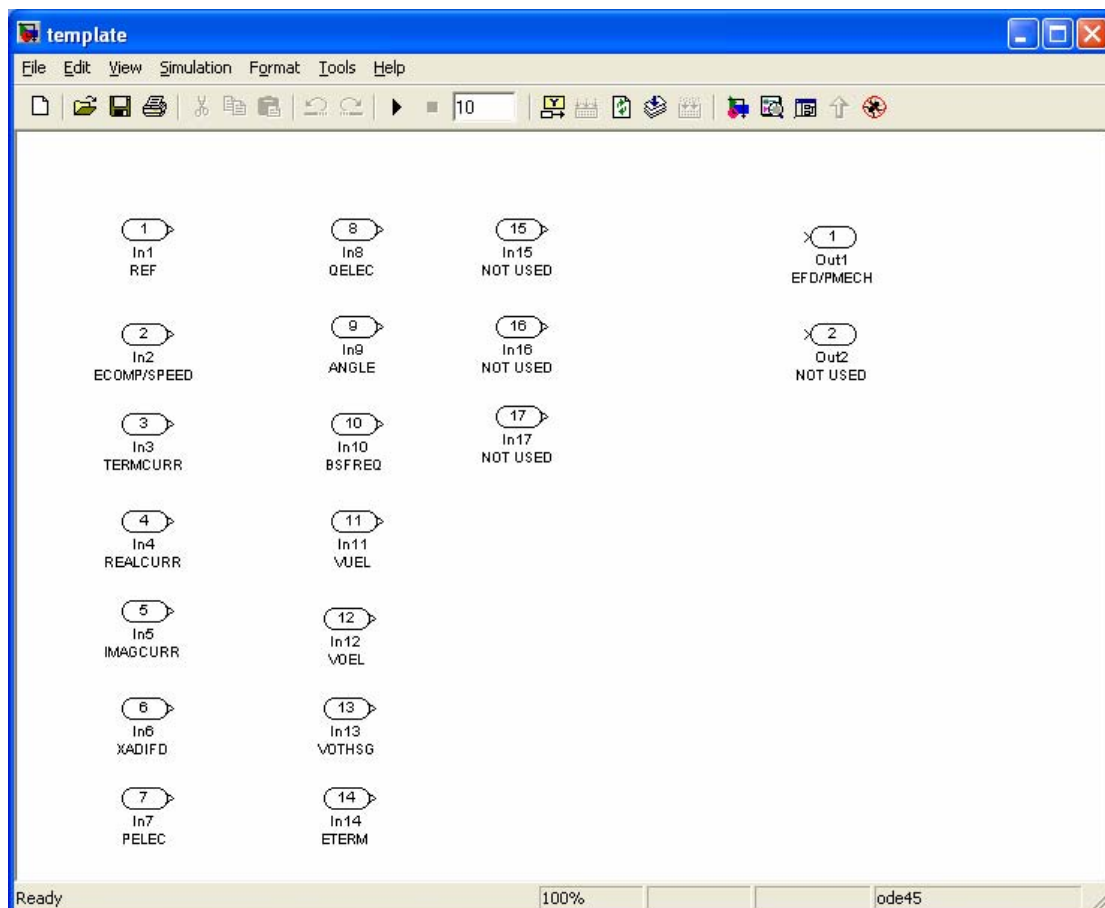
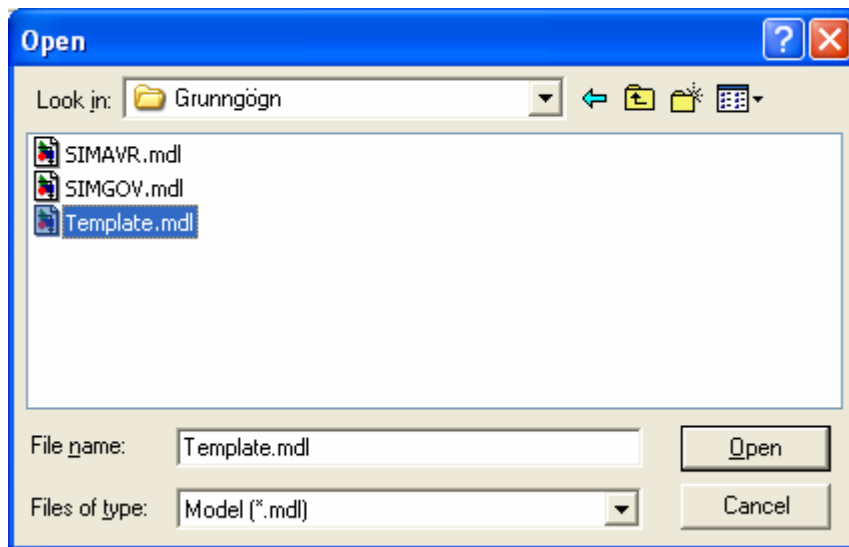
1. Ræsa Matlab



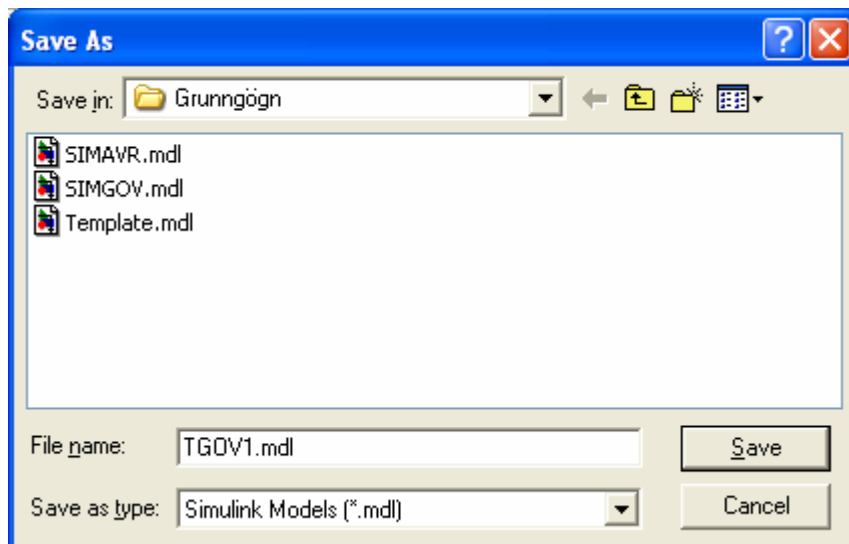
2. Skrá inn simulink og enter (Matlab er case sensitive og því verður að vera lítill stafur)



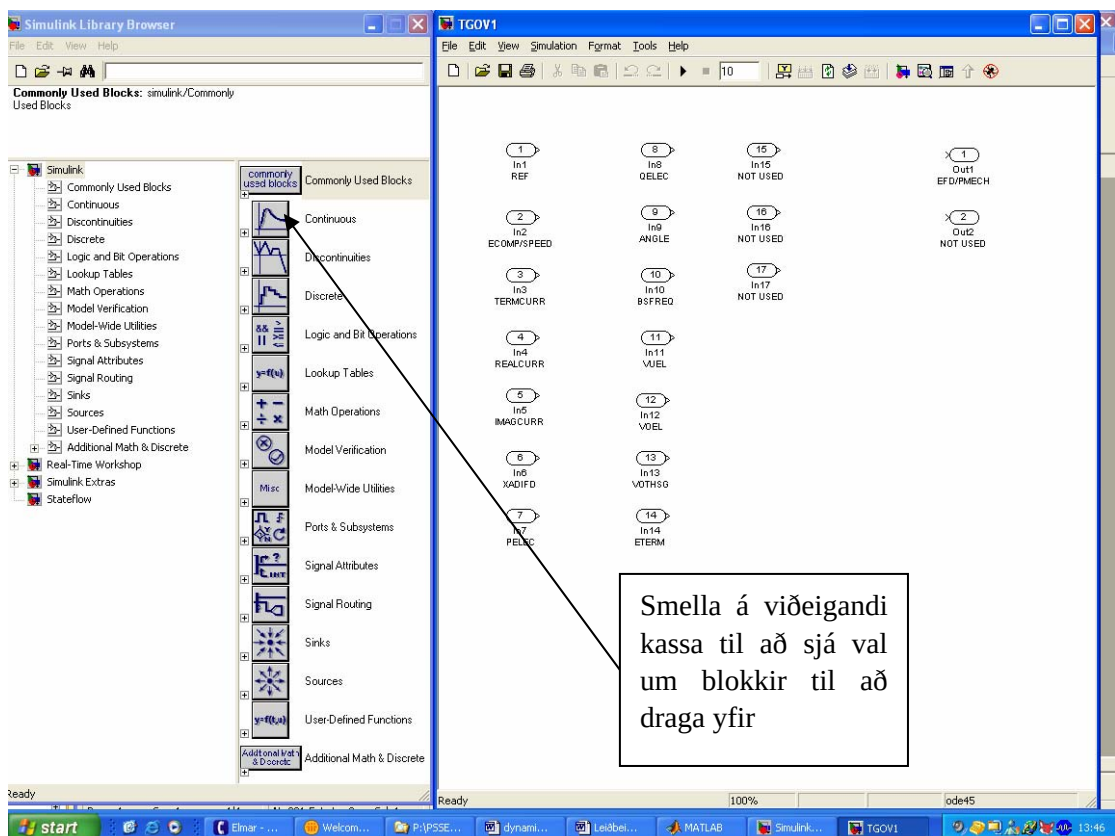
3. Sækja template í möppu: file open: P:\PSSE\Matlab_simulink\Grunngögn Template-ið notum við alltaf því það geymir innmerkin og útmerkin sem við tengjum svo við kassana okkar.



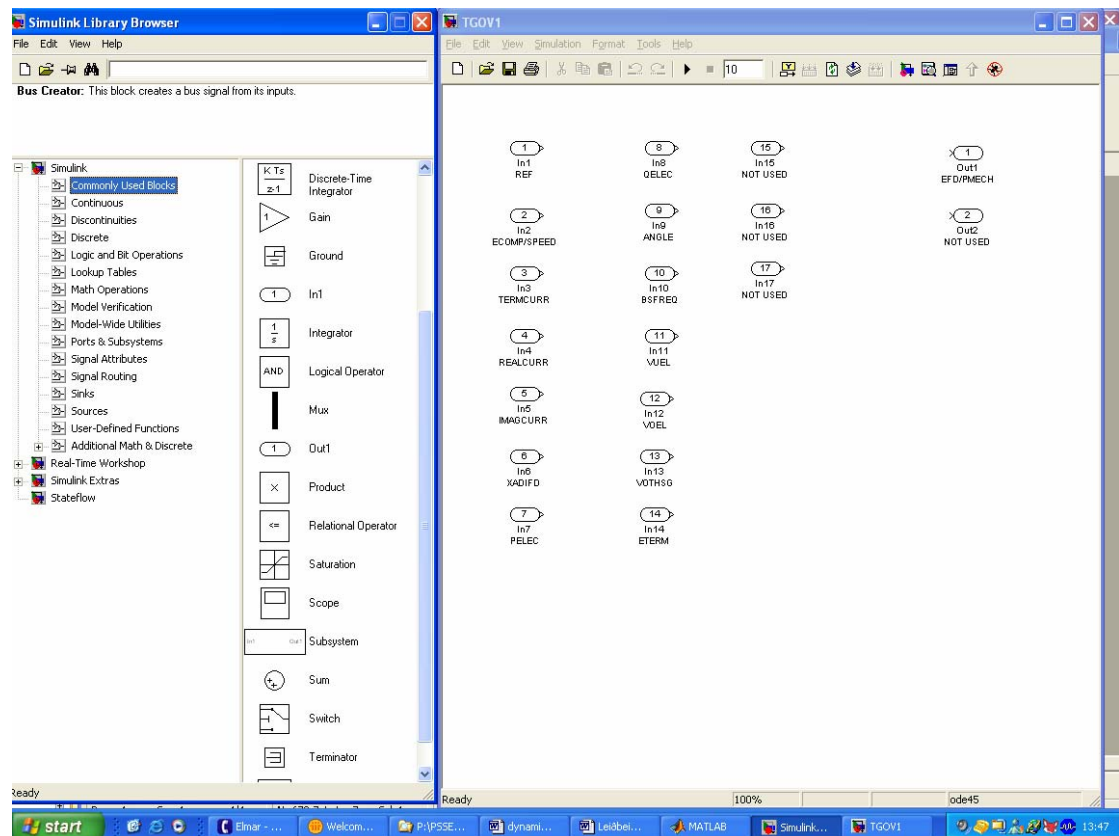
4. Nú er best að vista template-ið með öðru nafni og á þann stað sem verið er að vinna á, en passa skal upp á að upprunalega template-ið sé ekki yfirritað.



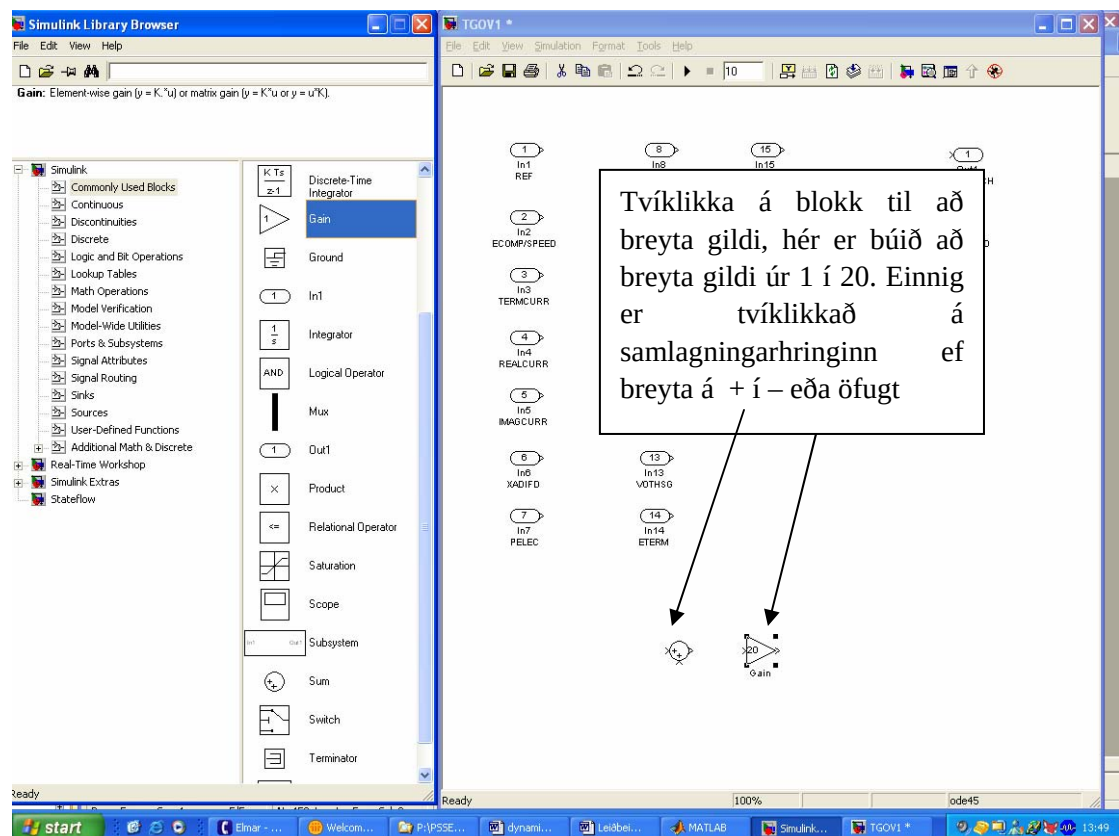
mynd: Hér er template-ið vistað undir öðru nafni.

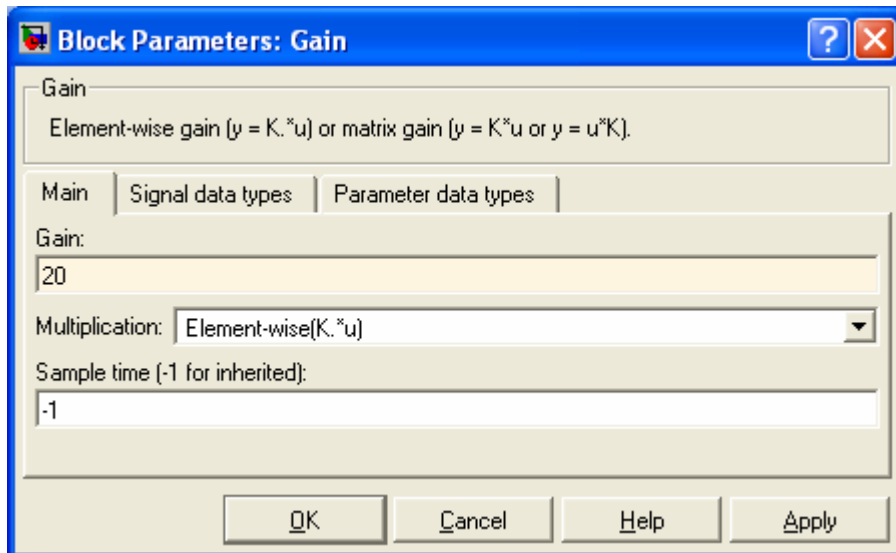


5. Finna viðeigandi blokk og draga yfir í gluggann með innmerkjunum í þessu tilfelli: TGOV1



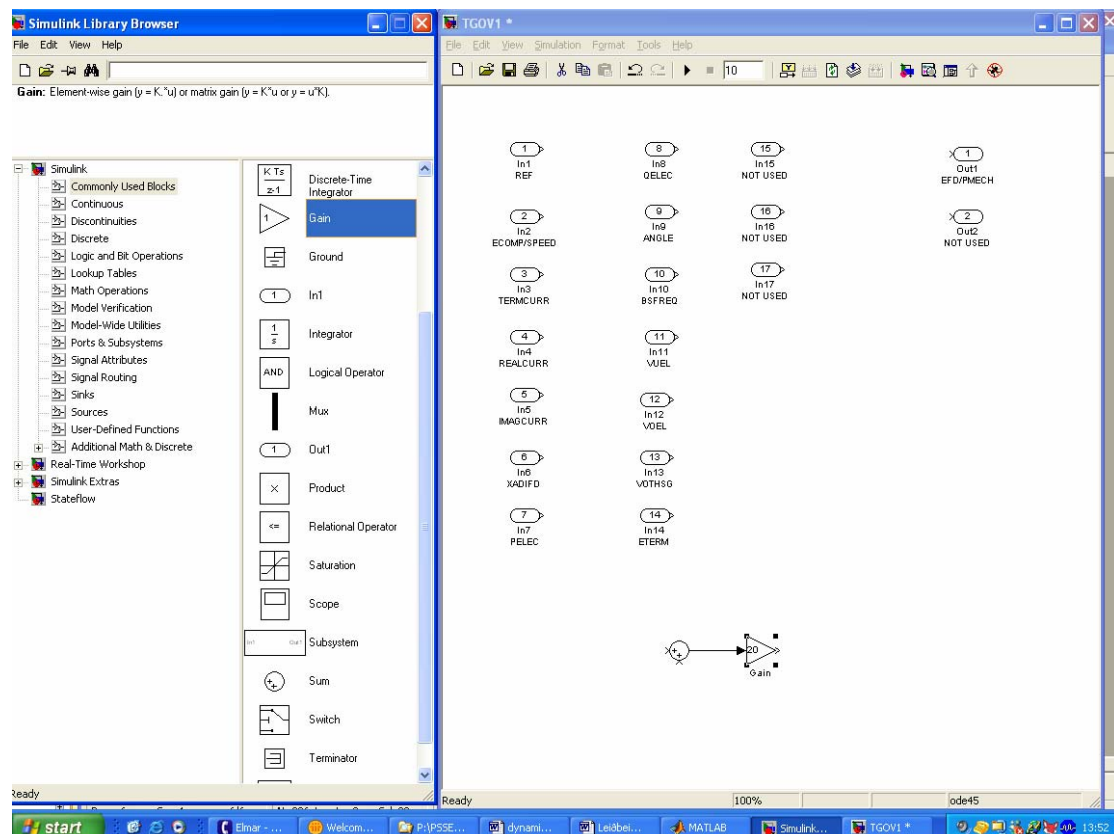
mynd: Hér sjáum við yfirlit yfir continous blokkirnar sem eru einna mest notaðar

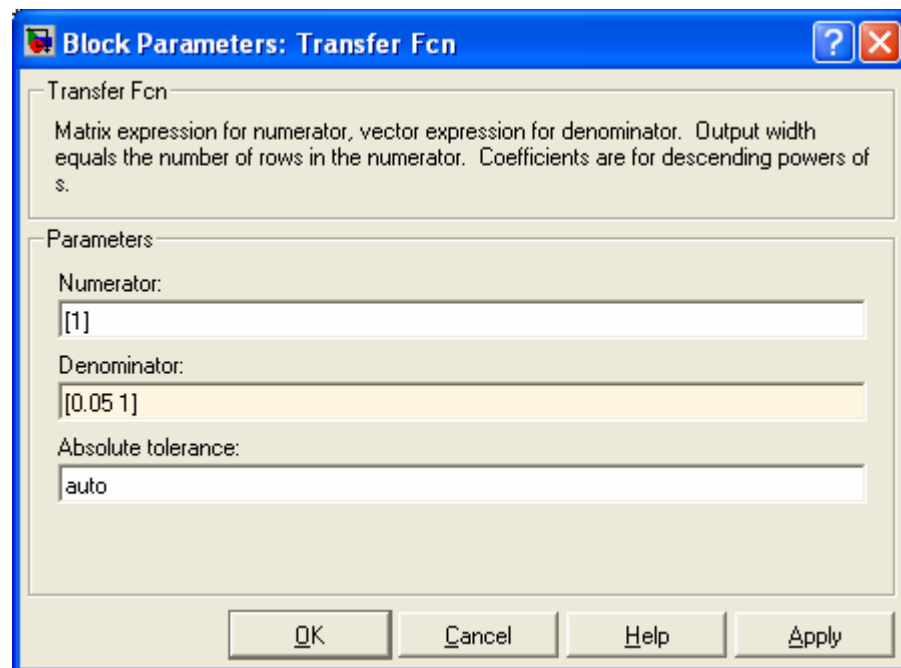
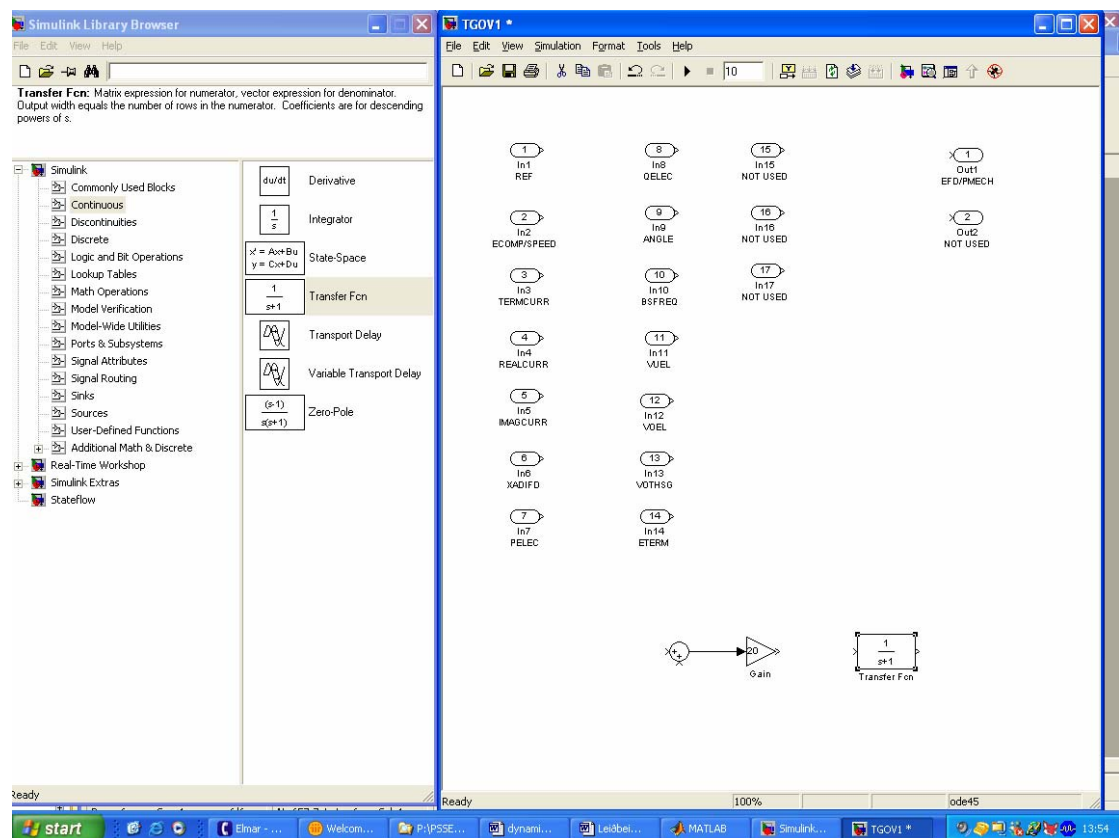




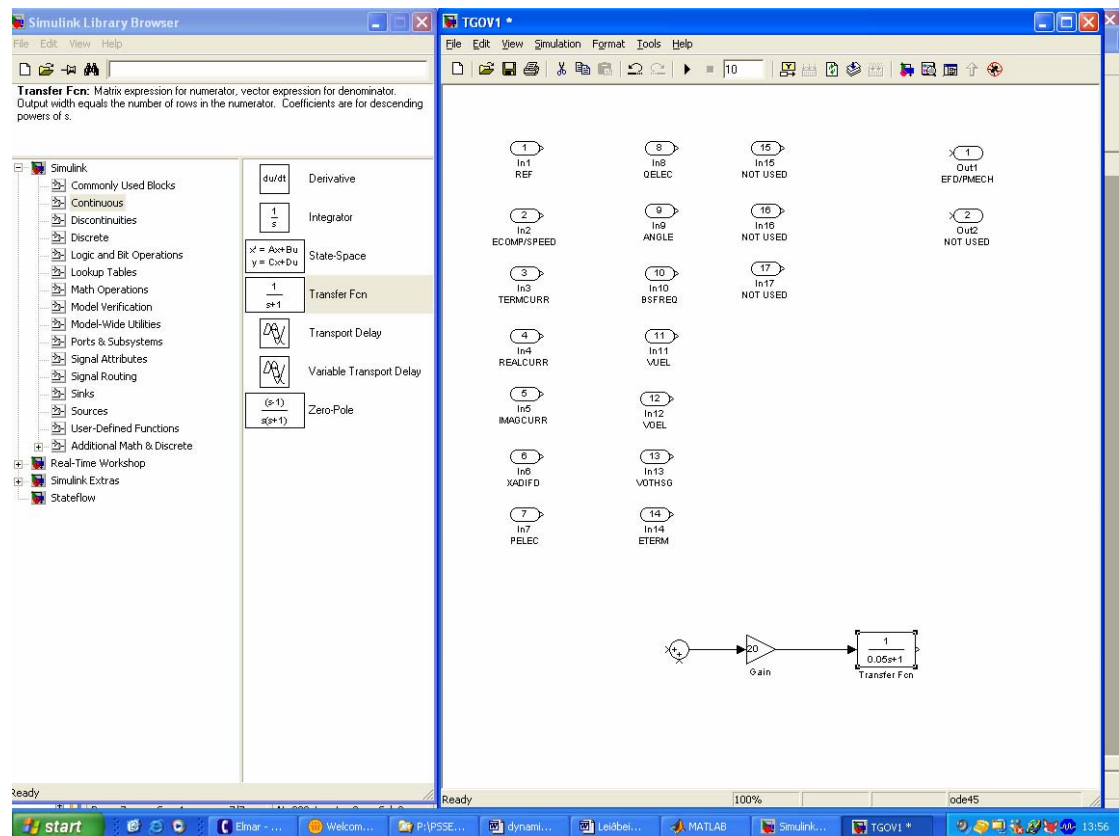
mynd: Svona gluggi kemur upp þegar tvíklukkað er á gain blokkina sem sést hér að ofan.

6. Tengja saman blokkir með því að velja fyrstu blokk halda “ctrl” niðri og klicka á næstu blokk og sleppa, sjá hér að neðan, tvær blokkir hafa verið tengdar saman.

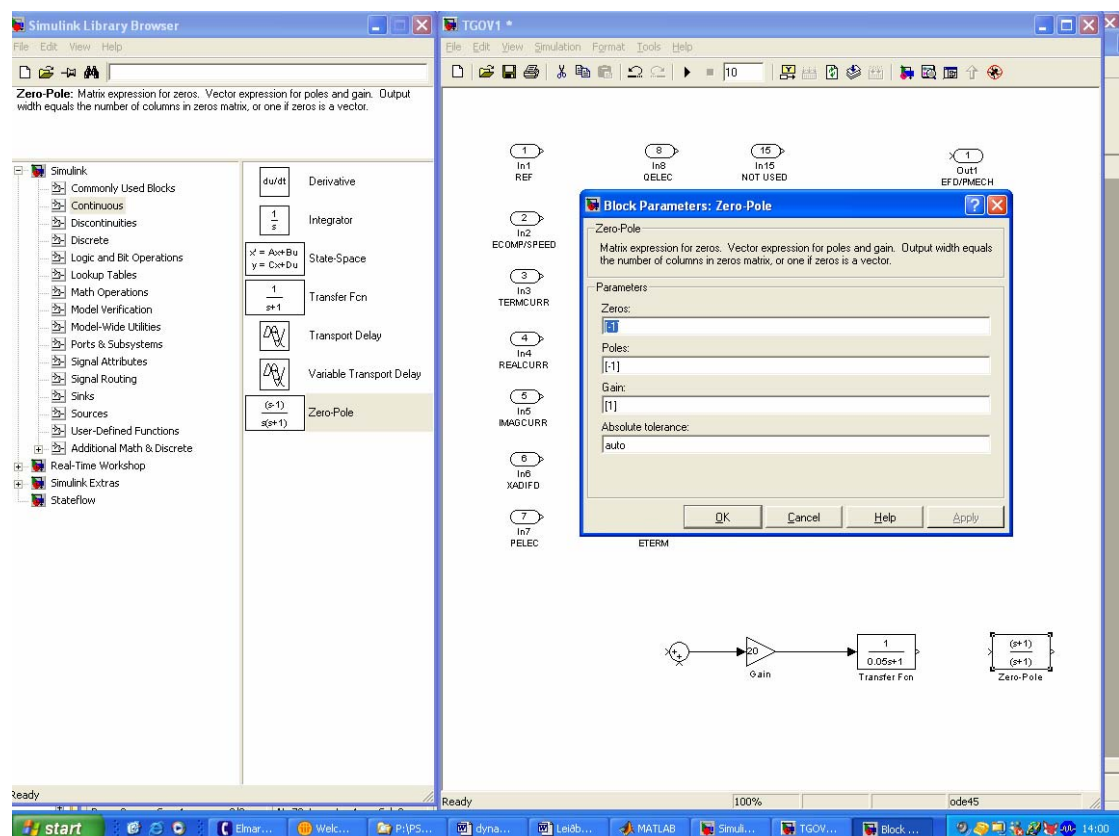


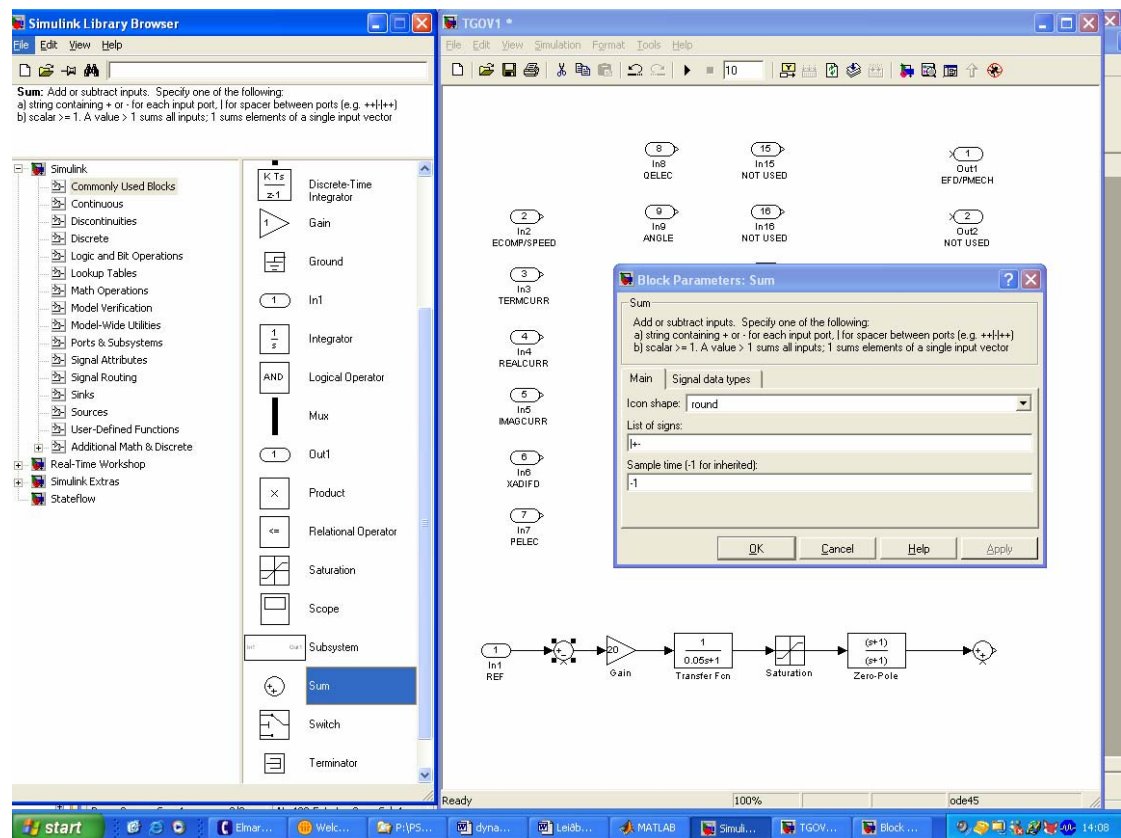
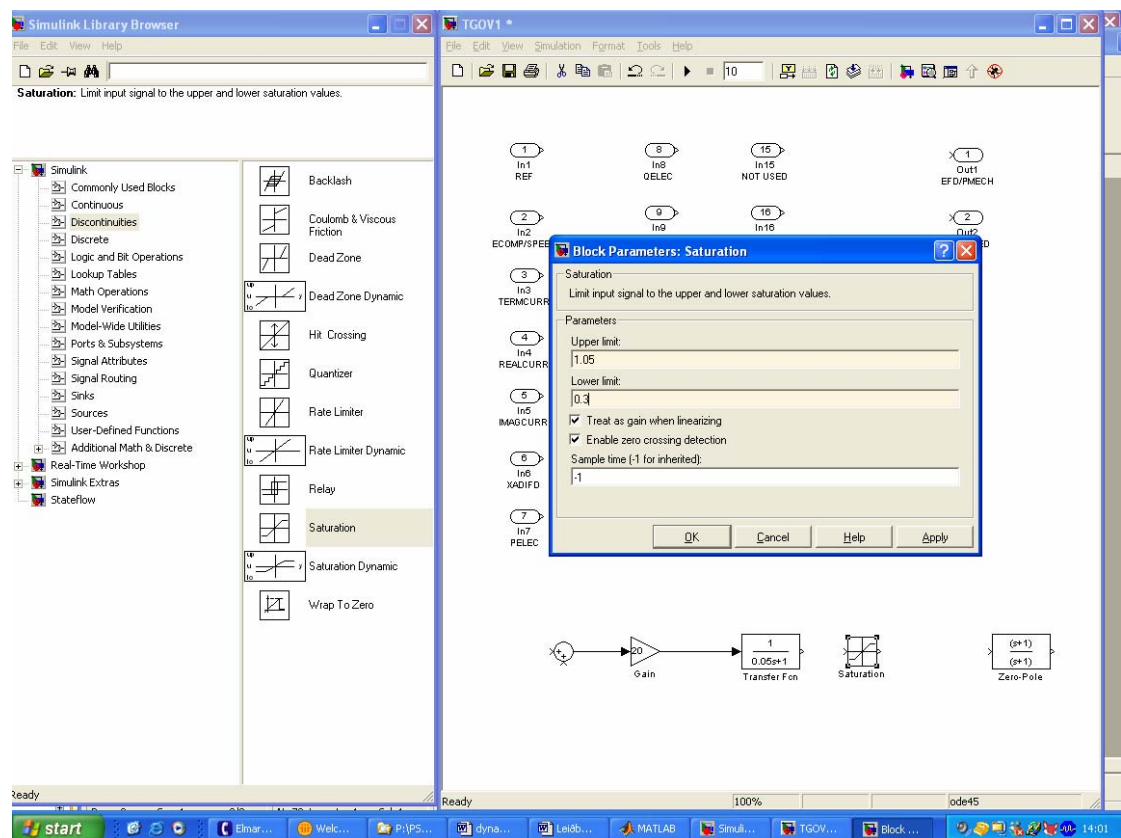


mynd: Hér eru gildum breytt fyrir transfer functionið eins og sést á myndinni hér að ofan.

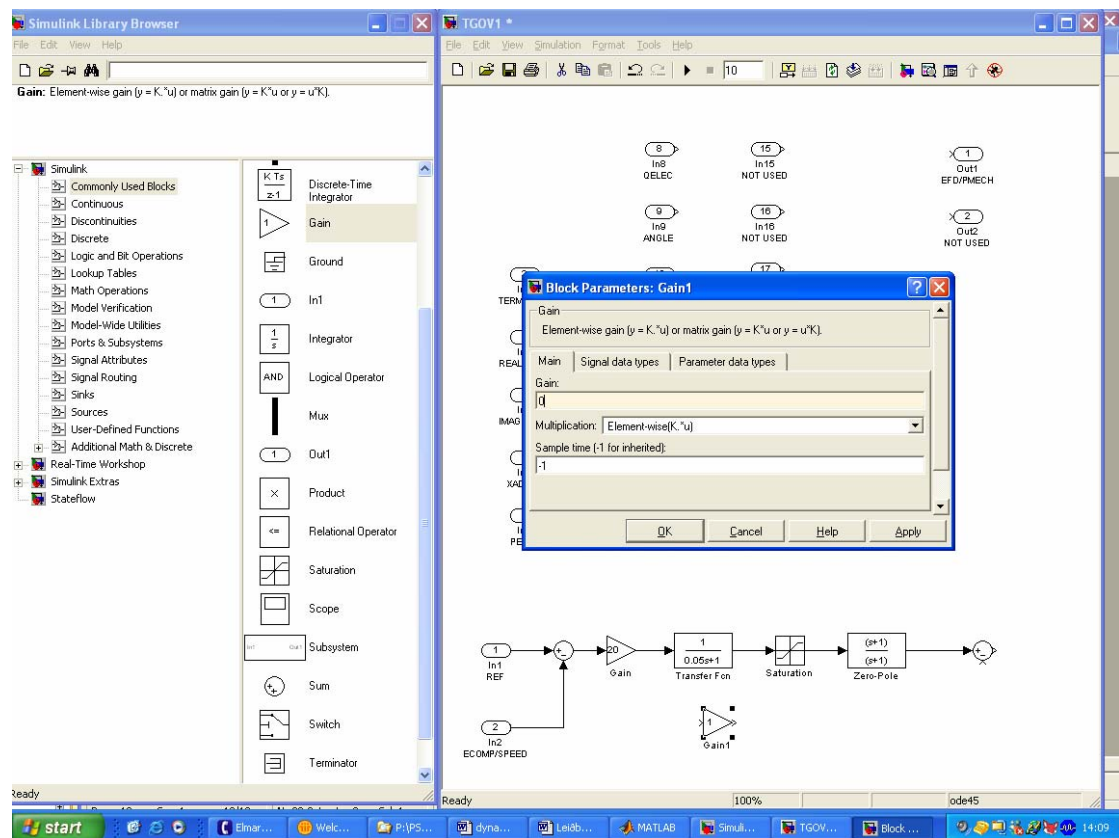


mynd: Hér er gain blokkinn tengd við transf. Function blokkina með ctrl aðferðinni

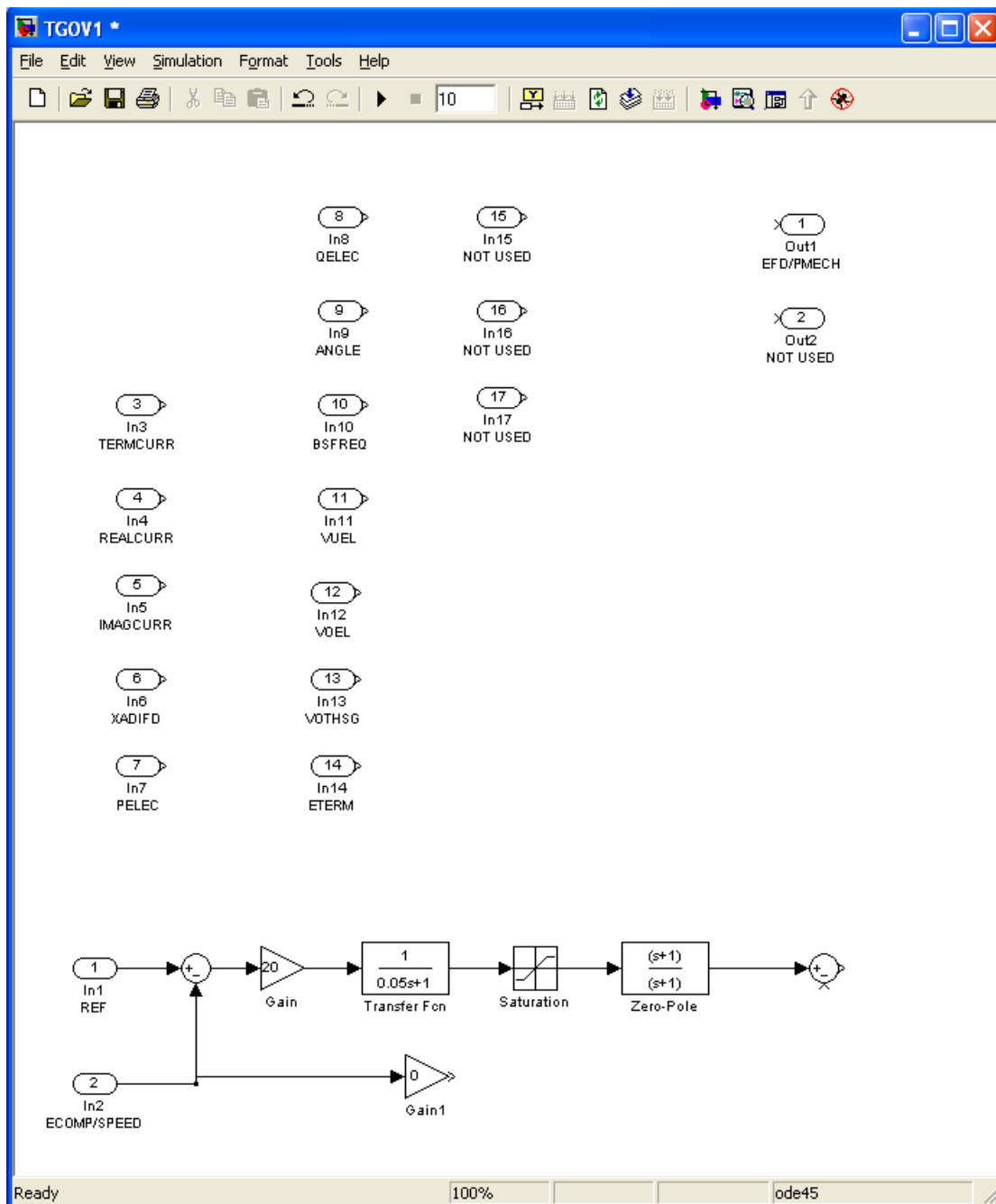




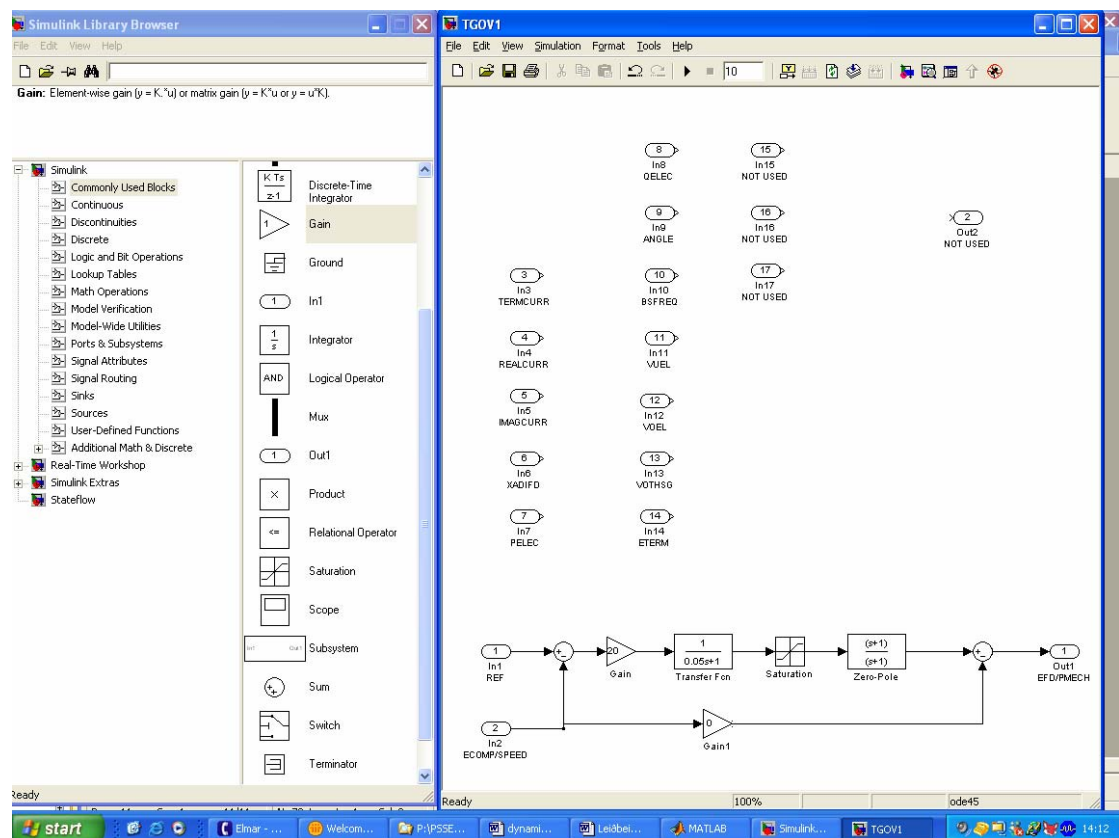
mynd: Hér er skipt um formerki í summu blokkinni.



7. Til að tengja tvo inn/út ganga við einn útgang er staki inn/út gangurinn valinn fyrst (í þessu tilviki gain blokkinn, sjá mynd að ofan) og lína dregin að viðkomandi tengipunkti. Sjá niðurstöðu á næstu mynd.

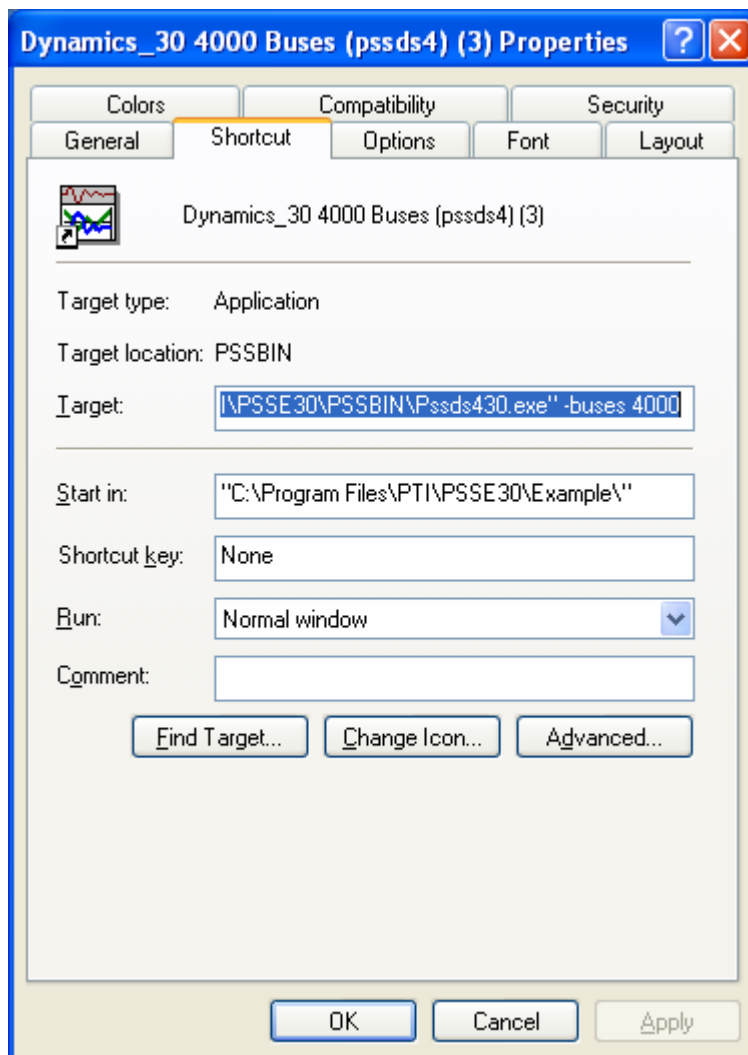


mynd: Hér sést þegar búið er að tengja tvo inn/út ganga við einn inngang.



mynd: Hér er alveg hrikalega fínt mól tilbúð tgov1

Tenging Matlab-simulink við PSS/E, búa til dsusr.dll file



1. Ræsa PSSE dynamik þannig að það vísi í dsusr.dll file PTI
2. Í einni og sömu möppu þurfa að vera .dyr skrá, öll simulink módel *.sav skrá og keyracload5.bat skráin. Í þessari skrá þurfa að vera önnur user model en þau sem eru gerð í matlab s.s blangv og svo framvegis.

savnw.dyr - Notepad

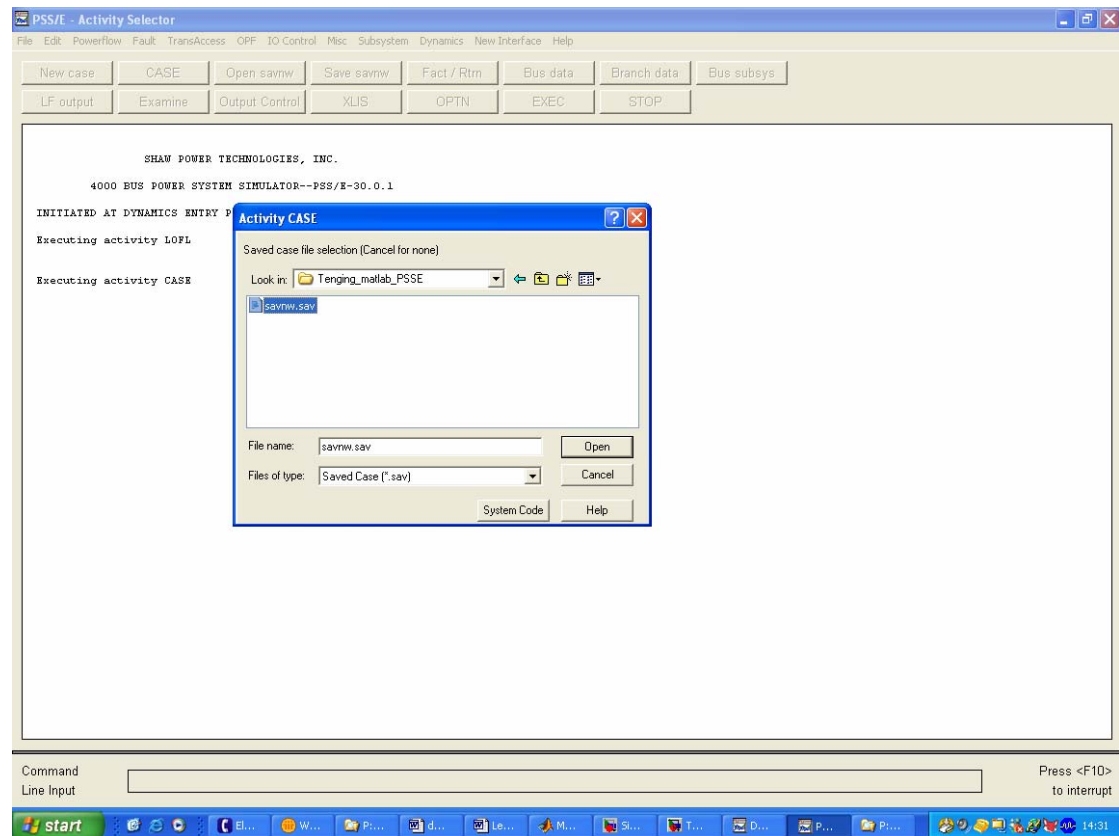
101	'GENROU'	1	6.5000	0.60000E-01	0.20000	0.50000E-01
			4.0000	0.0000	1.8000	0.60000
			0.80000	0.30000	0.15000	0.90000E-01
101	'IEEET1'	1	0.0000	0.15000	0.90000E-01	0.38000
			-7.3000	400.00	0.40000E-01	7.3000
			0.0000	0.80000	0.30000E-01	1.0000
101	'TGOV1'	1	2.4700	0.35000E-01	4.5000	0.47000
			0.50000E-01	0.50000E-01	1.0500	0.30000
			1.0000	0.0000		
102	'GENROU'	1	6.5000	0.60000E-01	0.20000	0.50000E-01
			4.0000	0.0000	1.8000	0.60000
			0.80000	0.30000	0.15000	0.90000E-01
102	'IEEET1'	1	0.0000	0.15000	0.90000E-01	0.38000
			-7.3000	400.00	0.40000E-01	7.3000
			0.0000	0.80000	0.30000E-01	1.0000
102	'TGOV1'	1	2.4700	0.35000E-01	4.5000	0.47000
			0.50000E-01	0.50000E-01	1.0500	0.30000
			1.0000	0.0000		
206	'GENROU'	1	4.5000	0.70000E-01	0.15000	0.50000E-01
			2.5000	0.0000	1.4000	0.50000
			0.70000	0.25000	0.10000	0.90000E-01
206	'IEEET1'	1	0.0000	0.10000	0.90000E-01	0.38000
			-2.1000	0.0000	0.60000E-01	2.1000
			0.0000	0.50000	0.80000E-01	0.80000
206	'TGOV1'	1	2.4700	0.35000E-01	3.5000	0.60000
			0.50000E-01	0.50000E-01	0.9000	0.30000
			3.0000	0.0000		
211	'GENSA'	1	5.0000	0.50000E-01	0.20000	5.0000
			0.0000	0.75000	0.40000	0.26000
			0.10000	0.62000		
211	'SCRX'	1	0.10000	10.000	200.00	0.50000E-01
			-5.0000	1.0000	10.000	
211	'HYGOV'	1	0.50000E-01	0.30000	5.0000	0.50000E-01
			0.50000	1.0000	0.0000	1.2500
			1.2000	0.50000	0.80000E-01	
3011	'GENROU'	1	5.0000	0.60000E-01	0.20000	0.60000E-01
			3.0000	0.0000	1.6000	0.70000
			0.85000	0.35000	0.20000	0.90000E-01
3011	'SEXS'	1	0.10000	10.000	100.00	0.10000
			0.0000	4.0000		
3018	'GENROU'	1	5.0000	0.60000E-01	0.20000	0.60000E-01
			3.0000	0.0000	1.6000	0.70000
			0.85000	0.35000	0.20000	0.90000E-01
3018	'SEXS'	1	0.10000	10.000	100.00	0.10000
			0.0000	4.0000		

3. Lagfærum .dyr skrána þ.a hún lesi simulink módelin, skrifum 'usrmat' fyrir framan nafnið talan 5 sem sést þarna á eftir user módelinu er IC talan og hún er 5 fyrir Governor en 4 fyrir exciter.

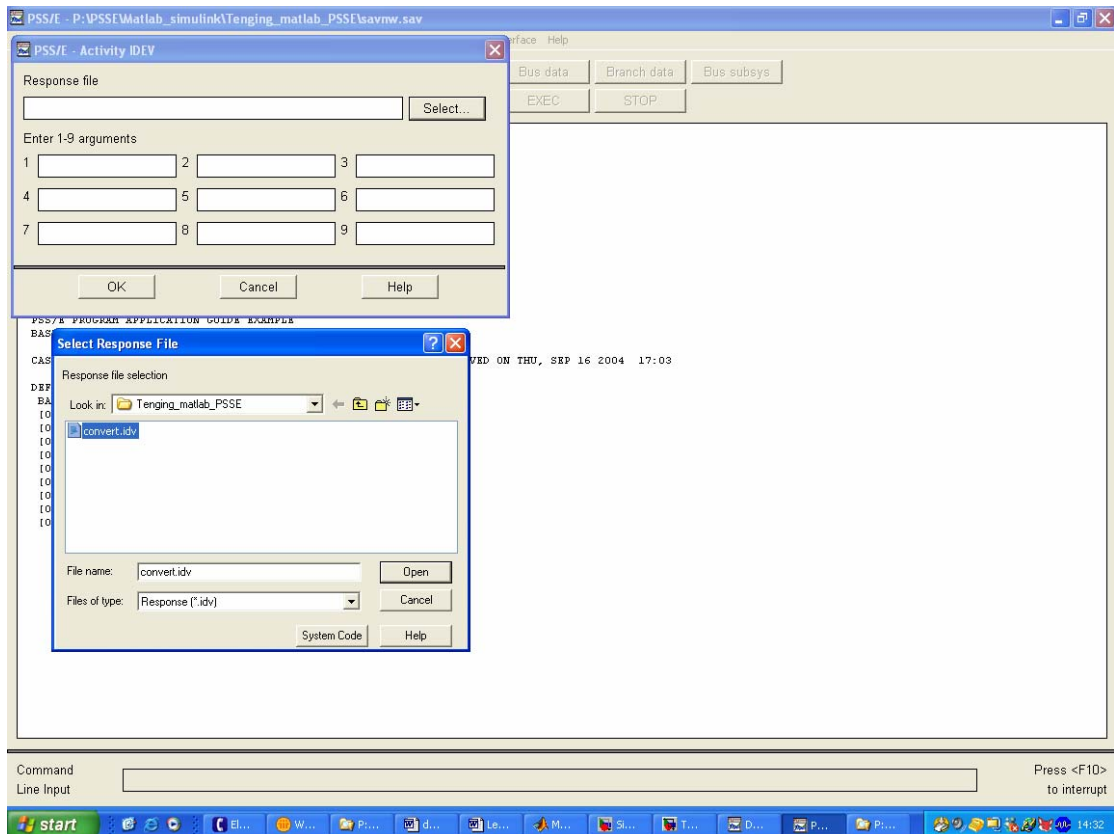
savnw_simul.dyr - Notepad

101	'GENROU'	1	6.5000	0.60000E-01	0.20000	0.50000E-01
			4.0000	0.0000	1.8000	0.60000
			0.80000	0.30000	0.15000	0.90000E-01
101	'IEEET1'	1	0.0000	0.15000	0.90000E-01	0.38000
			-7.3000	400.00	0.40000E-01	7.3000
			0.0000	0.80000	0.30000E-01	1.0000
101	'TGOV1'	1	2.4700	0.35000E-01	4.5000	0.47000
			0.50000E-01	0.50000E-01	1.0500	0.30000
			1.0000	0.0000		
102	'GENROU'	1	6.5000	0.60000E-01	0.20000	0.50000E-01
			4.0000	0.0000	1.8000	0.60000
			0.80000	0.30000	0.15000	0.90000E-01
102	'IEEET1'	1	0.0000	0.15000	0.90000E-01	0.38000
			-7.3000	400.00	0.40000E-01	7.3000
			0.0000	0.80000	0.30000E-01	1.0000
102	'TGOV1'	1	2.4700	0.35000E-01	4.5000	0.47000
			0.50000E-01	0.50000E-01	1.0500	0.30000
			1.0000	0.0000		
206	'GENROU'	1	4.5000	0.70000E-01	0.15000	0.50000E-01
			2.5000	0.0000	1.4000	0.50000
			0.70000	0.25000	0.10000	0.90000E-01
206	'IEEET1'	1	0.0000	0.10000	0.90000E-01	0.38000
			-2.1000	0.0000	0.60000E-01	2.1000
			0.0000	0.50000	0.80000E-01	0.80000
206	'TGOV1'	1	2.4700	0.35000E-01	3.5000	0.60000
			0.50000E-01	0.50000E-01	0.9000	0.30000
			3.0000	0.0000		
211	'GENSA'	1	5.0000	0.50000E-01	0.20000	5.0000
			0.0000	0.75000	0.40000	0.26000
			0.10000	0.62000		
211	'SCRX'	1	0.10000	10.000	200.00	0.50000E-01
			-5.0000	1.0000	10.000	
211	'HYGOV'	1	0.50000E-01	0.30000	5.0000	0.50000E-01
			0.50000	1.0000	0.0000	1.2500
			1.2000	0.50000	0.80000E-01	
3011	'GENROU'	1	5.0000	0.60000E-01	0.20000	0.60000E-01
			3.0000	0.0000	1.6000	0.70000
			0.85000	0.35000	0.20000	0.90000E-01
3011	'SEXS'	1	0.10000	10.000	100.00	0.10000
			0.0000	4.0000		
3018	'GENROU'	1	5.0000	0.60000E-01	0.20000	0.60000E-01
			3.0000	0.0000	1.6000	0.70000
			0.85000	0.35000	0.20000	0.90000E-01
3018	'SEXS'	1	0.10000	10.000	100.00	0.10000
			0.0000	4.0000		

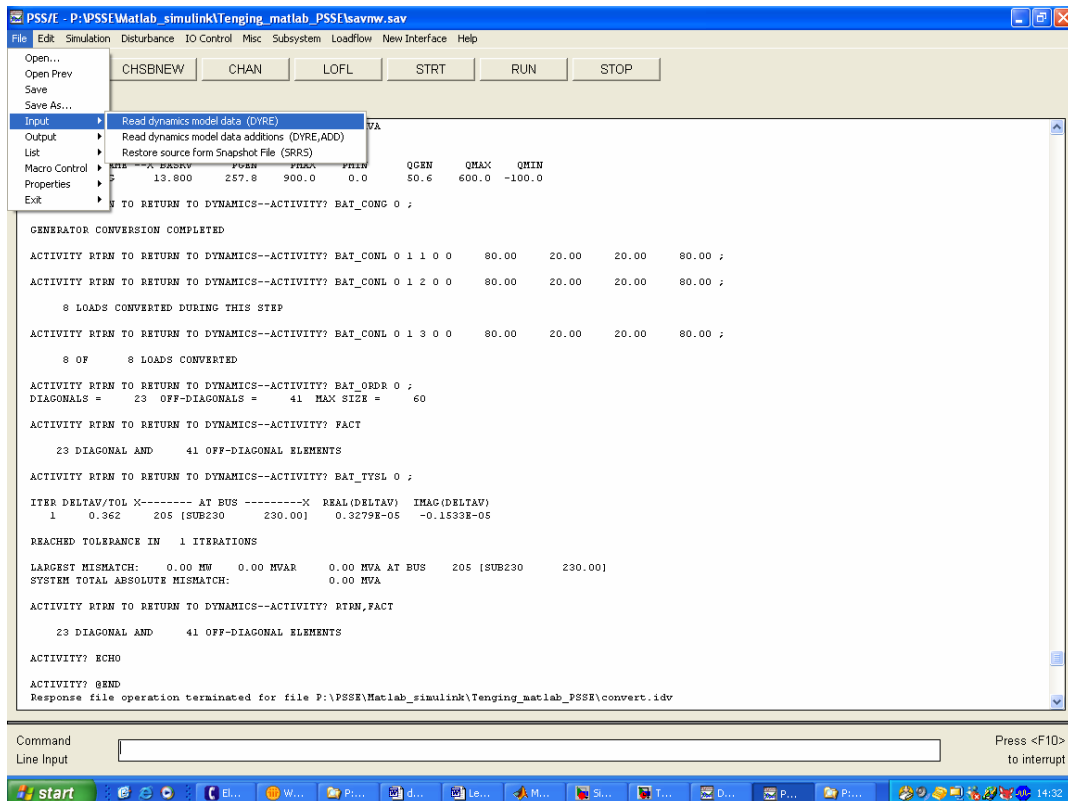
4. Förmur úr dynamiska hamnum í load flow haminn og náum í *.sav skrána okkar.



5. Convertum *.sav skránni með convert.idv skránni.

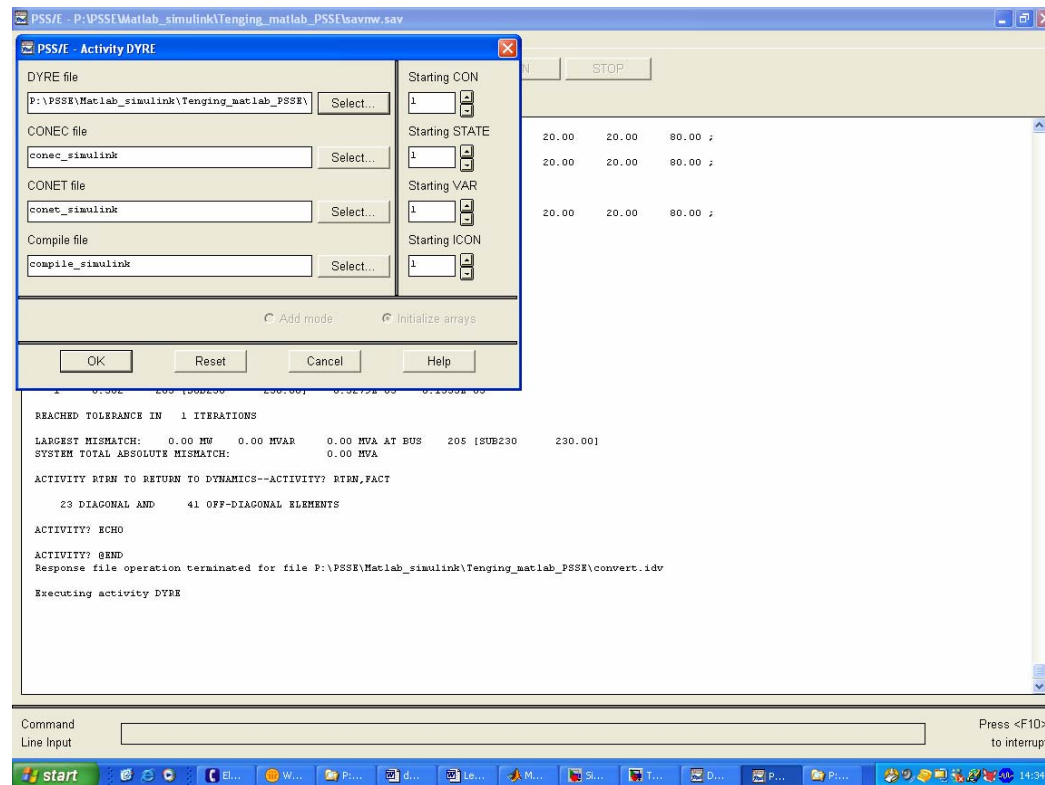


6. Náum í *.dyr skrána okkar sem við breyttum í lið 3.

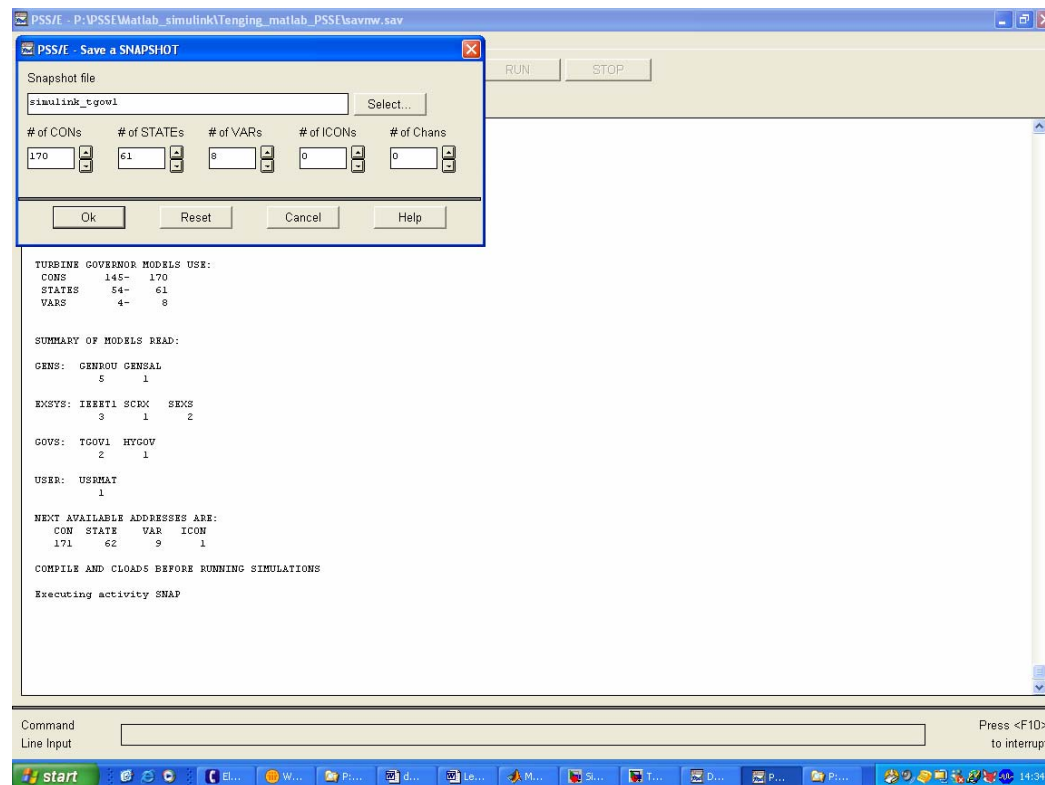


7. Náum í *.dyr skrána okkar sem við breyttum í lið 3. Setjum svo nöfn að eigin vali í conec, conet og compile gluggann. Compile glugginn er fyrst grár en verður hvítur þegar búið er að

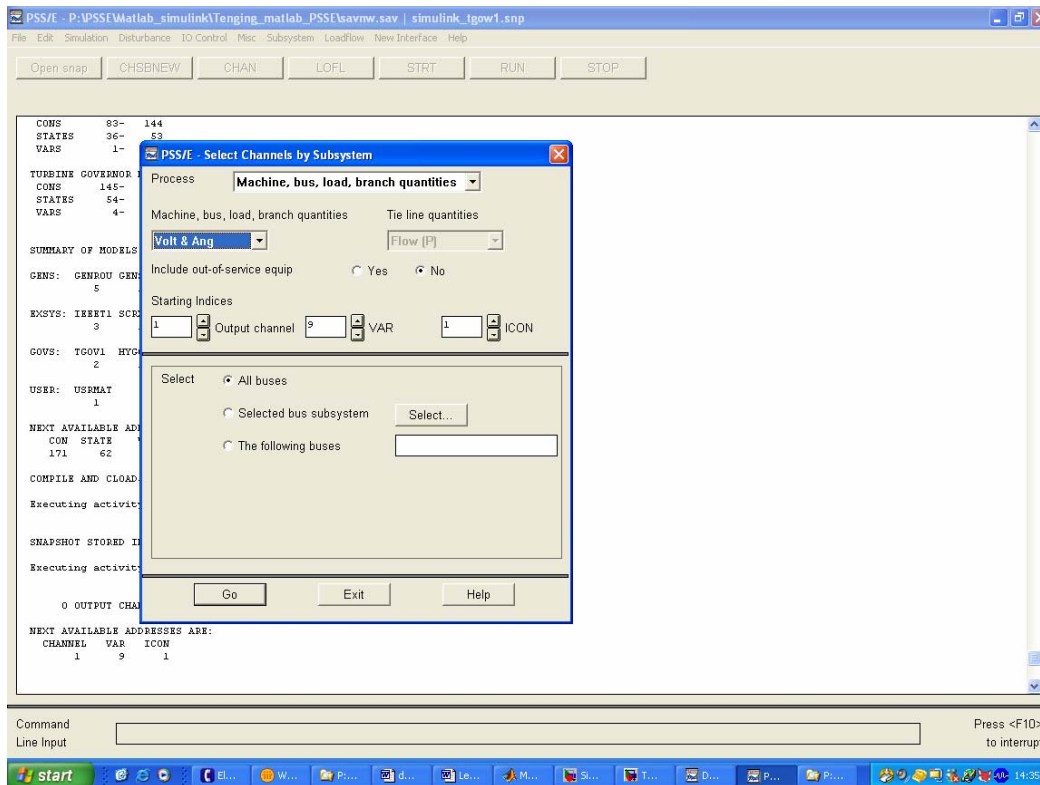
setja nöfn í conec og conet glugganna. Nú má velja OK og þá birtist compile skráin með nafninu sem við gáfum skránni á sama stað og við geymum *.sav skrána



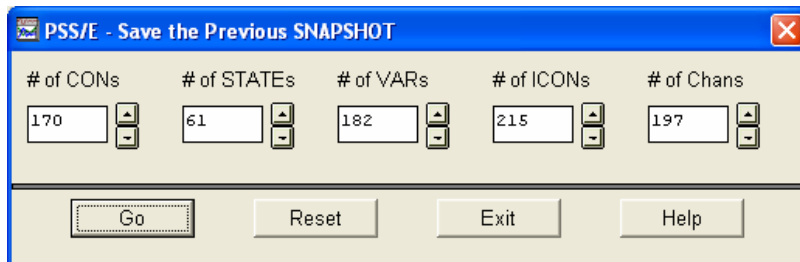
8. Vistum *.snp skrána okkar með því að fara í: file>save as



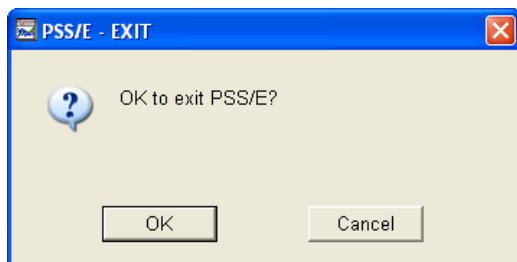
9. Förmum í CHSBNEW til að setja inn nýja channela því við vorum að vista nýja *.snp skrá sem inniheldur enga channela.



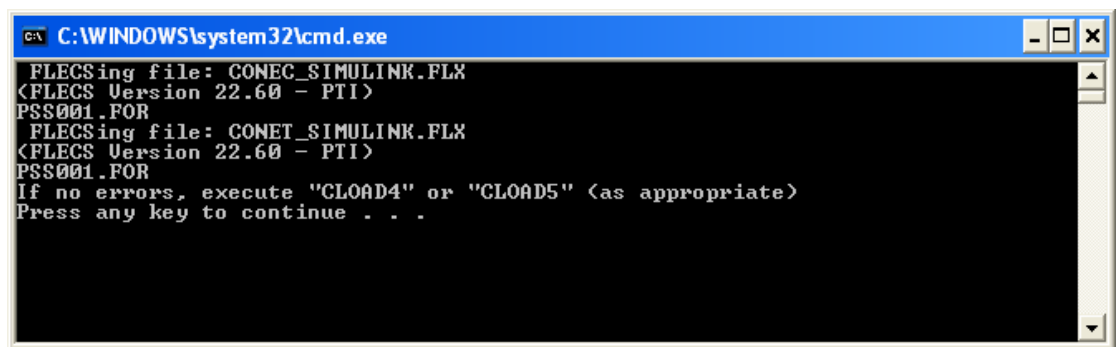
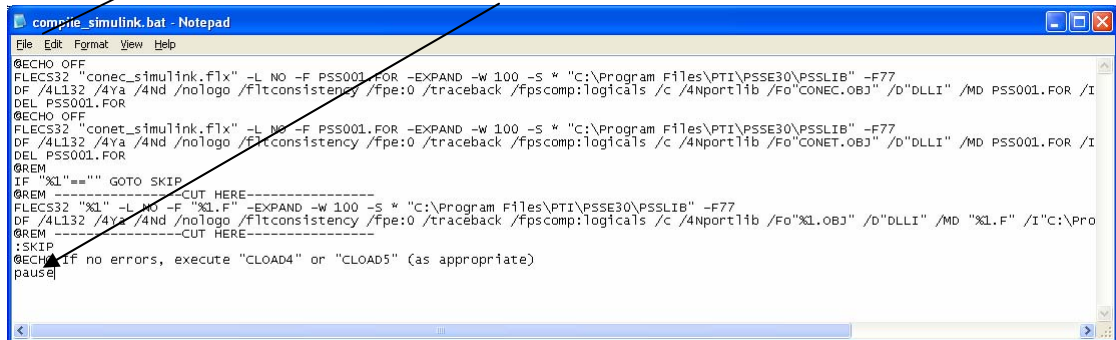
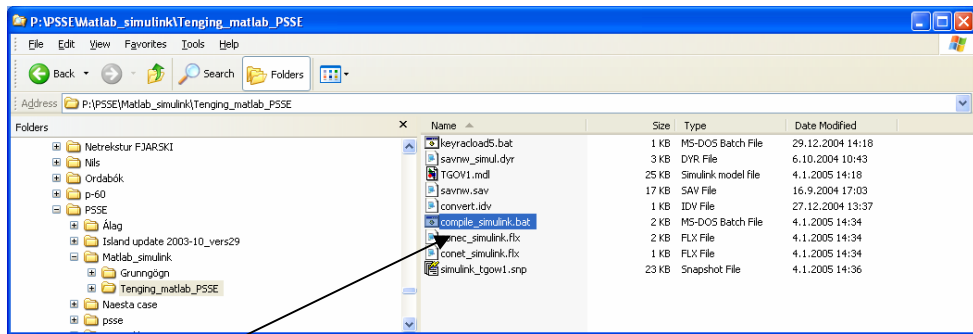
10. Vistum *.snp skrána aftur eftir að hafa valið channela við hæfi: File>save



11. Við höfum nú unnið okkar vinnu í dynamiska hamnum í bili og förum út úr forritinu með því að ýta á STOP takkann og svo OK.

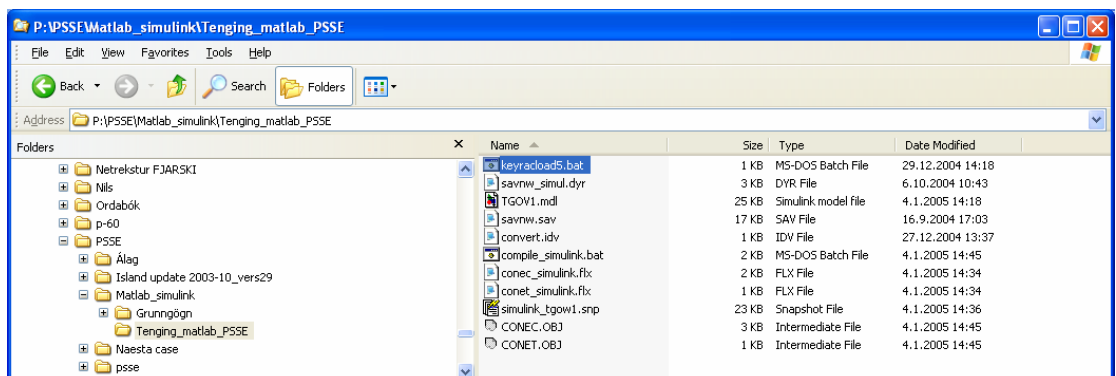


12. Nú förum við í möppuna sem við bjuggum til í lið 2. Því þar er compile skráin okkar sem við bjuggum til í lið 7. Hægri smellum á hana og veljum edit, setjum þar neðst í gluggann pause. Veljum svo save. Núna tvísmellum við á compile skrána okkar og ef engar villumeldingar koma þá er allt í góðu og við höldum áfram í lið 13



mynd: *Ef Dos glugginn lítur svona út eftir að við tvísmelltum á compile skrána okkar þá er allt í góðu lagi.*

13. Nú tvísmellum við á keyracload5.bat skrána (við notum cload5 alltaf fyrir simulink módel en ef við erum ekki að nota nein simulink módel þá notum við cload4)



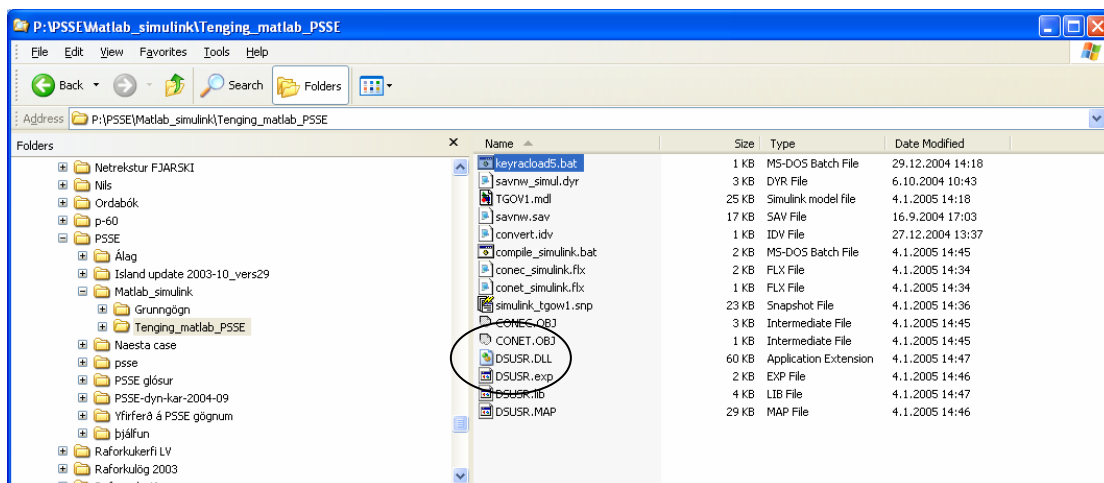
```

C:\WINDOWS\system32\cmd.exe

P:\PSSE\Matlab_simulink\Tenging_matlab_PSSE>call cload5
Creating library DSUSR.lib and object DSUSR.exp
Press any key to continue . . .

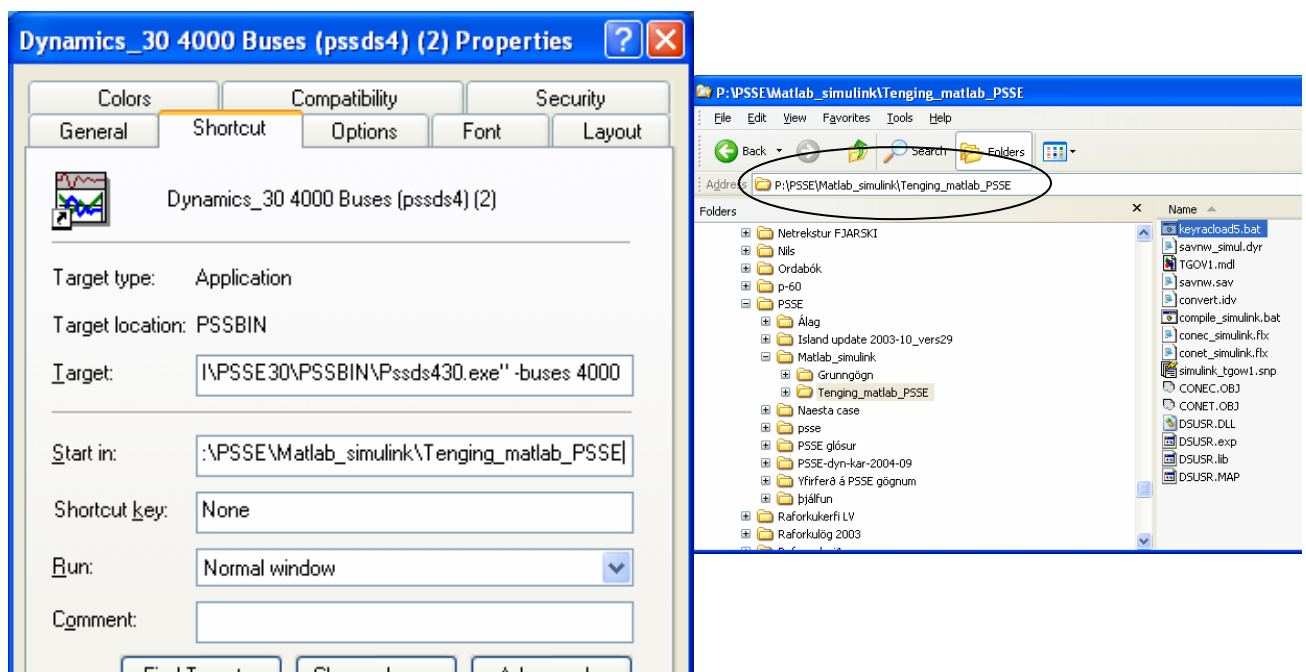
```

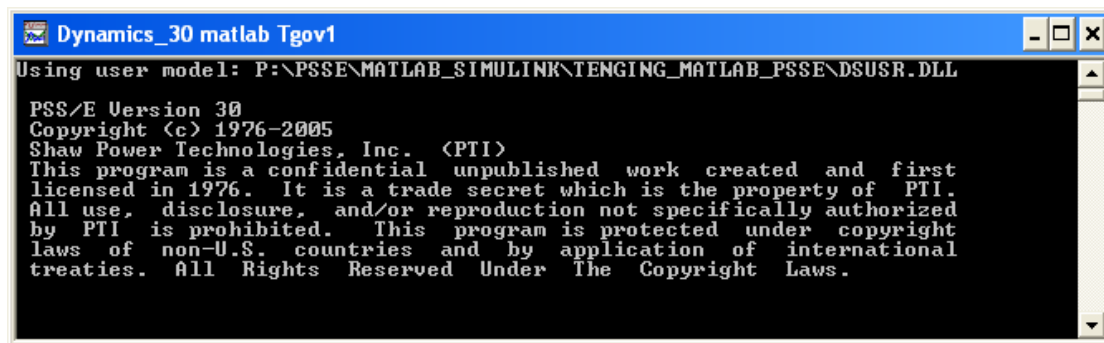
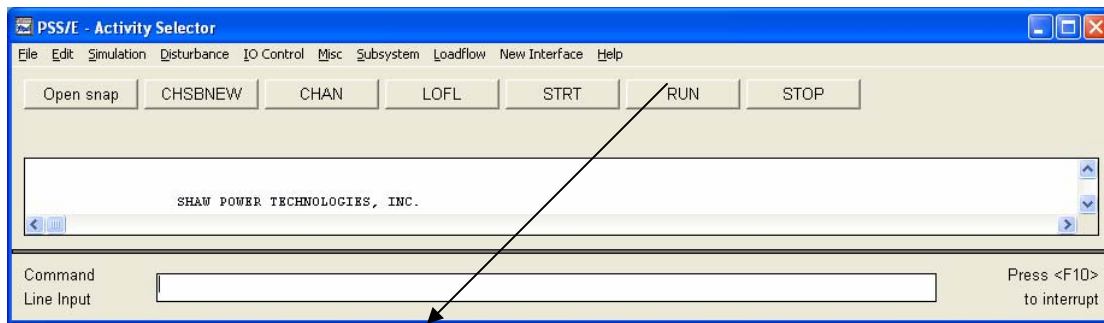
mynd: Ef allt er eins og það á að vera þegar við tvísmellum á keyracload5.bat þá lítur DOS glugginn svona út og dsusr.dll skráin er komin í möppuna okkar góðu.



mynd: Eins og sést hér er Dsusr.dll skráin okkar tilbúin í möppunni okkar

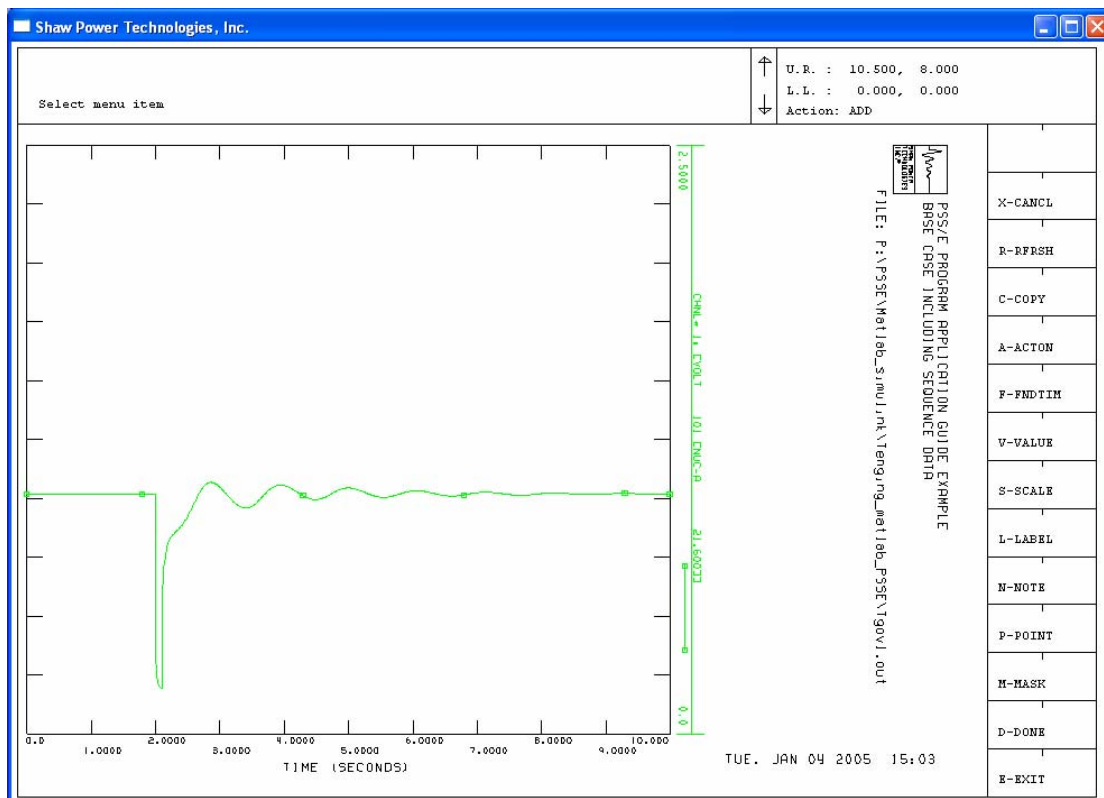
14. Nú Búum við til nýtt short cut fyrir PSSE dynamik til vísa í möppuna góðu svo dynamikin noti réttann dsusr.dll file. Hægri smellum á shortcutið og veljum properties.





mynd: Svona lítur DOS glugginn út þegar við opnum dynamicina sem vísar á nýja fína dsusr.dll skrána okkar.

15. Nú getum við farið að herma eins og okkur er einum lagið í dynamiska hamnum. Ef það er óljóst hvernig dynamisk hermun er framkvæmd er vísað hér með í PSS/E glósur: P:\PSSE\PSSE glósur

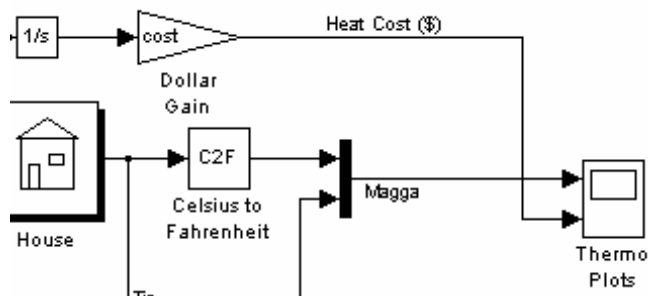


Kennslugögn fyrir Simulink

Simulink - kennsla

Unnið með seiflusjá

- Tvö gröf í einni sveiflusjá
- Tvö merki á sama grafi í sveiflusjánni
- Nafn sett á grafið í sveiflusjánni



1. Tvö gröf á einni sveiflusjá

Náð er í sveiflusjá úr standard kössunum í Simulink.

Því næst er tvísmellt á sveiflusjána og smellt á kassann (parameters) sem er við hliðina á prentara kassanum og í numbers of axes er skrifað 2 í stað 1.

Þá fær sveiflusjáin tvö innmerki í staðinn fyrir eitt áður.

2. Tvö merki á sama grafi í sveiflusjánni

Fyrst er náð í “mux” businn (þennan svarta þykka á myndinni) hann er undir “signal routing” hann er með tveimur innmerkjum og skilar einu útmerki. Þvínæst eru þau merki sem þú vilt að verði á einu og sama grafinu send inn á þennan “mux” og útmerkið tengt við annað innmerkið á sveiflusjánni.

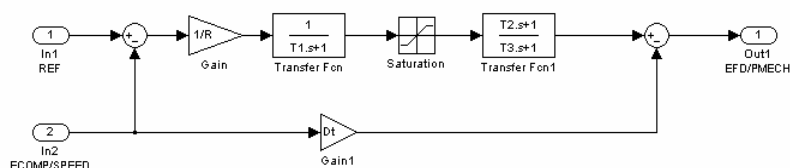
3. Nafn sett á grafið/gröfin í sveiflusjánni

Þetta er mjög einfalt, fyrst er tvísmellt á örina sem vísar inn í sveiflusjána og þá opnast lítill kassi sem hægt er að skrifa í, sjá á mynd hér að ofan ég hef nefnt aðra örina “Magga” hin heitir “Heat cost”. Til að breyta þessum nöfnum er einfaldlega tvísmellt aftur á örvarnar. Þvínæst er tvísmellt á sveiflusjána og smellt á parameters takkann (hliðina á prentara takkanum) ekki hreyfa við neinu heldur smelltu bara á ok, þá sést að uppfærða nafnið á grafinu er komið.

Stuðlar í módeli

1. Stuðlar í módeli lesnir inn eftir á

Í stað þess að setja tölur inn í kassana í módelinu eru settir þeir stuðlar sem tölurnar standa fyrir, R, K1, K2 og svo framvegis.



Síðan er búin til *.m skrá sem heitir sama nafni og *.mdl skráin nema með param í enda nafnsins, þetta er gert til að vita hvaða stuðla ská passar við hvaða módel. T.d ef módelið heitir tgov1.mdl þá heitir stuðlaskráin tgov1param.m.

Innihald *.m skráarinnar gæti verið eftirfarandi:

R = 0.05;

T1 = 0.05;

Vmax = 1.05;

Vmin = (-0.1);

T2 = 1.00;

T3 = 1.00;

Dt = 0;

Ekkert meira þarf að vera í *.m skránni, en ef um mínus tölur er að ræða er gott að hafa þær í sviga eins og sýnt er hér að ofan.

Svo til að lesa stuðlana inn í módelið notum við “Callback routines” til þess þá er skráin með parametrunum geymd í módel properties og stuðlarnir lesnir þaðan.

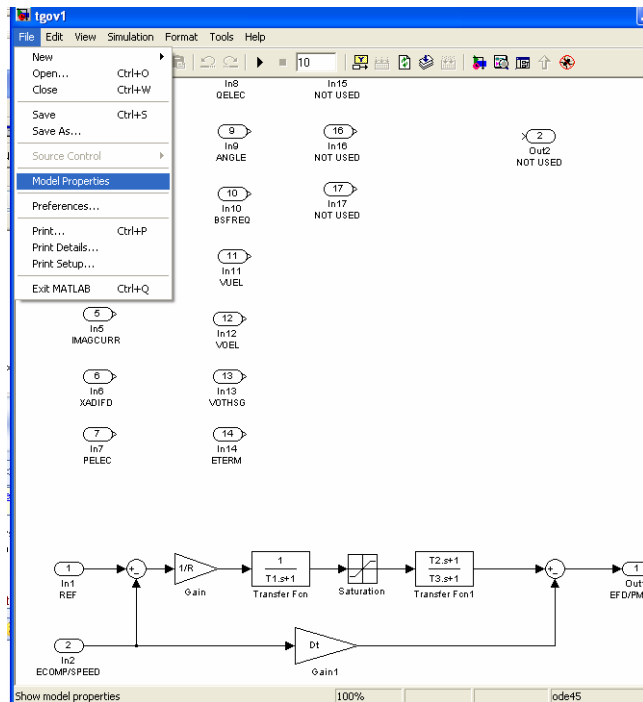
En fyrst þarf að breyta tgov1param.m skránni í tgov1param.mat skrá það er gert með eftirfarandi skipun í matlab:

`save tgov1param` (þá vistast *.m skráin sem *.mat skrá)

Svo til að fullvissa sig um að rétt gildi eru komin í *.mat skrána þá er hægt að opna hana með eftirfarandi skipun:

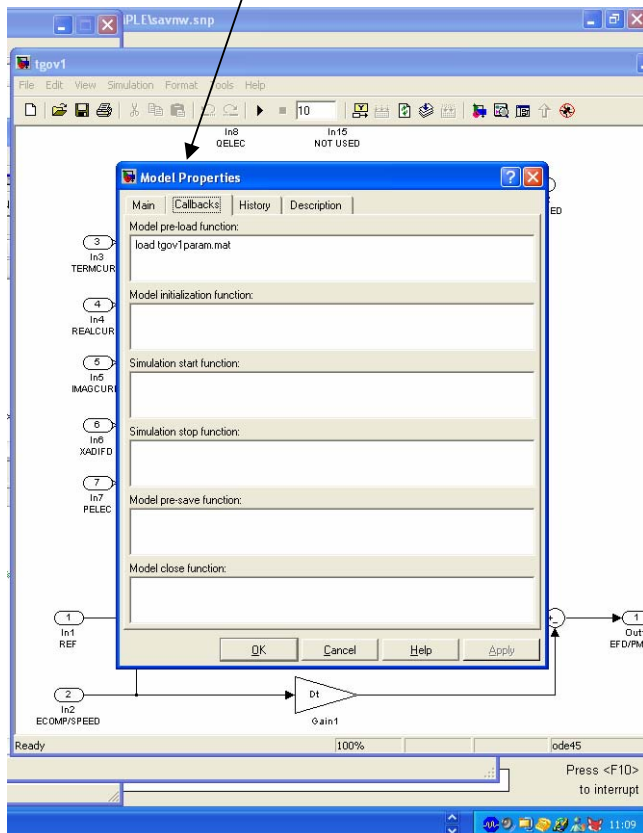
`open tgov1param.mat`

Þegar *.mat skráin er tilbúin er farið í File>model properties eins og sést á myndinni hér fyrir neðan:



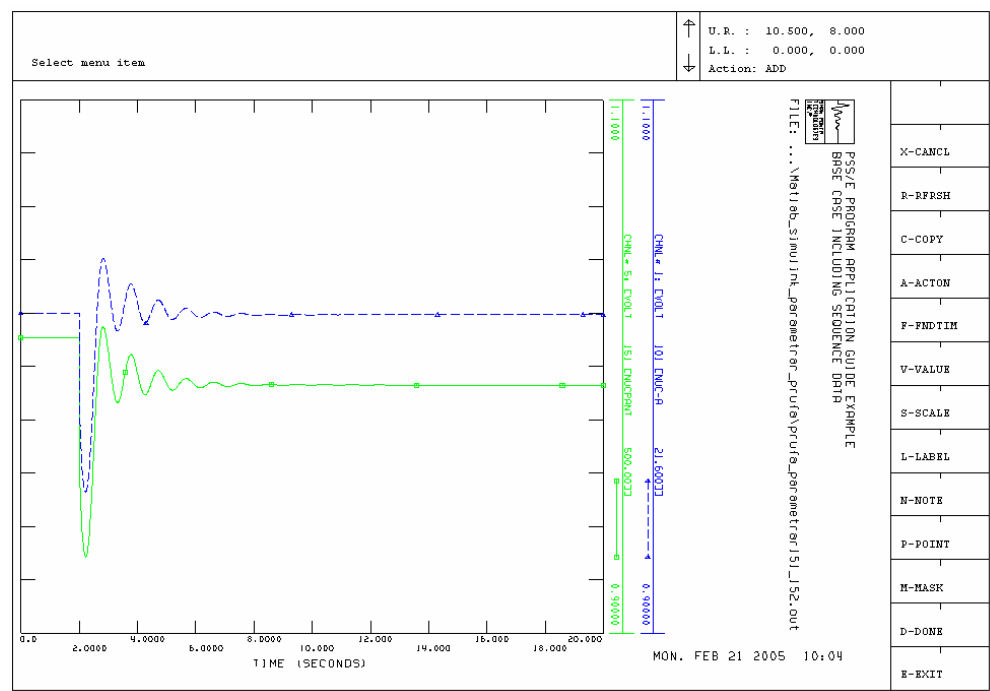
Því næst er farið í Callback flipann.

Hér er skráð nafnið á *.mat skránni sem inniheldur parametrana og sett load fyrir framan.

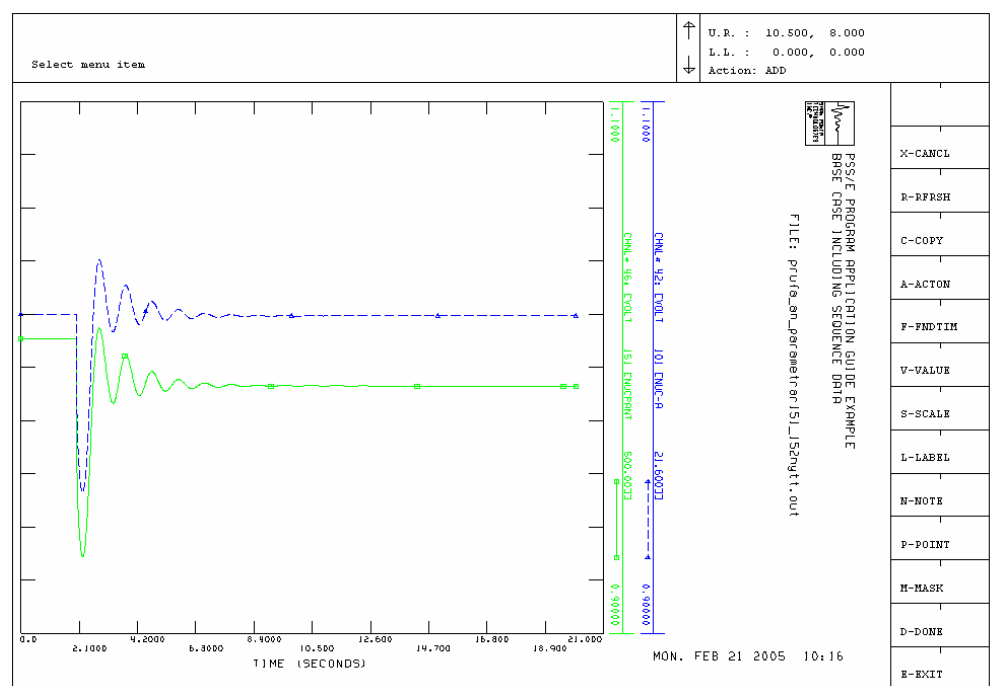


Þá er allt tilbúið og eina sem eftir er er að búa til nýjan dsusr.dll file, en það þarf að gera í hvert sinn sem parametrinum er breytt.

Hér fyrir neðan má sjá myndir þar sem fyrri myndin er með tgov1 módeli úr simulink með parametrana lesna inn með callback routines en seinni myndin er með hinu hefðbundna fortran máli. Það þarf ekki glöggst auga til að sjá að þessar myndir sýna nákvæmlega sömu niðurstöðu.



mynd1: Parametrar í *.mat skrá, 151-152 úr rekstri og spennan skoðuð á teinum 151 og 101 (vélateini)



mynd2: Ekki matlab model heldur fortran kóði, 151-152 úr rekstri og spennan skoðuð á teinum 151 og 101 (vélateini)

Kennslugögn fyrir Exciter og Governor

Hér á eftir eru sýnd þau gögn sem unnin voru af hópnum til að útskýra nánar hvaða hlutverki Exciter og Governor hafa í kerfinu, aftur er reynt að hafa það að leiðarljósi að leikmaður hafi litla þekkingu á þessu tvennu.

Excitation systems

The basic function of an excitation system is to provide direct current to the synchronous machine field (rotor) winding. In addition, the excitation system performs control and protective functions essential to the satisfactory performance of the power system by controlling the field voltage and thereby the field current.

The control functions include the control of voltage and reactive power flow, and the enhancement of system stability. The protective functions ensure that the capability limits of the synchronous machine, excitation system, and other equipment are not exceeded.

Some of the generator requirements are:

- ✓ Excitation systems should supply the required field current/voltage to keep terminal voltage at its schedule value as the output power varies
- ✓ Maintain/adjust terminal voltage (within the limits) for different operating conditions
- ✓ Field-forcing capability to respond to disturbances without exceeding generator reactive limits.

Some of the system requirements are:

- ✓ Contribute to effective control of bus voltages.
- ✓ Enhance system stability: transient and small signal.
- ✓ Provide a path for the use of stabilizing signals.

To meet generator/system requirements, the excitation system must satisfy the following:

- ✓ Meet specified criteria regarding dynamic response.
- ✓ Meet specified operating criteria.
- ✓ Meet specified reliability and availability criteria.

In Figure 1 and in Figure 2 there is shown components of an excitation system.

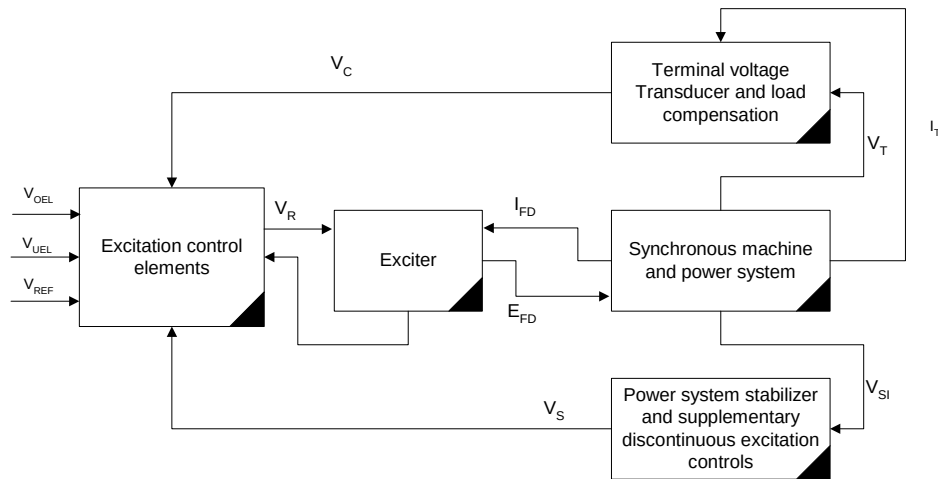


Figure 1 General functional block diagram for synchronous machine excitation control systems.

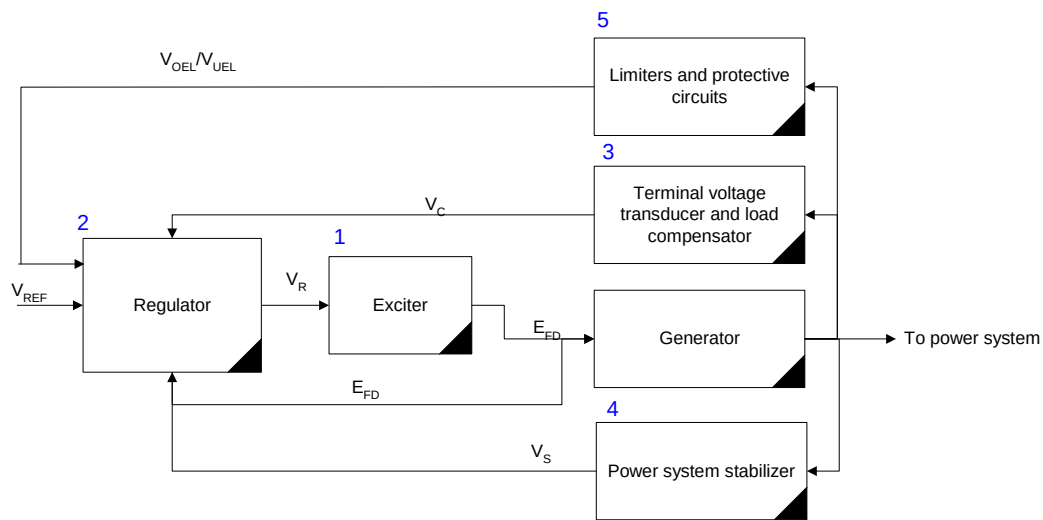
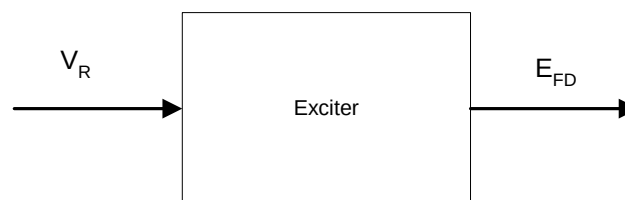


Figure 2 Functional block diagram of a synchronous generator excitation control system.

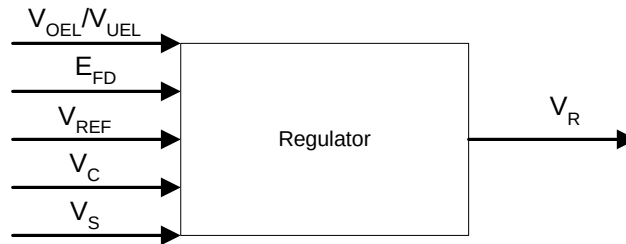
The numbers on Figure 2 indicate the different components of the system:

1. *Exciter:* Provides DC power to the synchronous machine field winding, constituting the power stage of the excitation system.



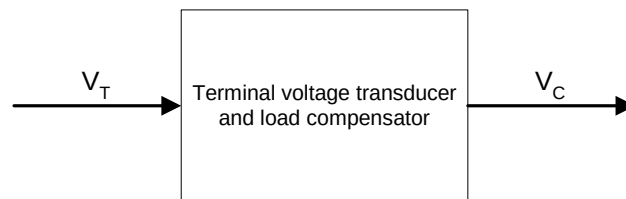
V_R is the voltage from the regulator and E_{FD} is the DC field voltage from the exciter.

2. **Regulator:** Processes and amplifies input control signals to a level and form appropriate for control of the exciter. This includes both regulating and excitation system stabilizing functions (rate feedback or lead-lag compensation).



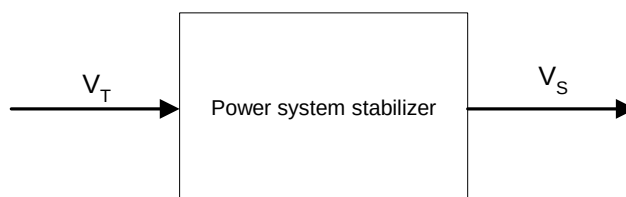
V_{OEL}/V_{UEL} are the voltage from the under/over excitation limiters, E_{FD} is the DC field voltage from the exciter. V_{REF} is the reference voltage. V_C is the voltage that comes from the load compensator and V_S comes from the power system stabilizer. V_R is the regulating voltage that input to the exciter.

3. **Terminal voltage transducer and load compensator:** Senses generator terminal voltage, rectifies and filters it to DC quantity, and compares it with a reference which represents the desired terminal voltage. In addition, load (or line-drop, or reactive) compensation may be provided, if it is desired to hold constant voltage at some point electrically remote from the generator terminal (for example, partway through the step-up transformer).



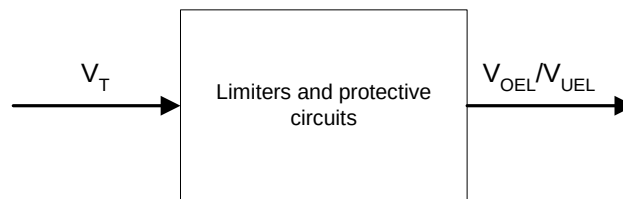
V_T is the terminal voltage and V_C is the voltage that comes from the load compensator.

4. **Power system stabilizer:** Provides an additional input signal to the regulator to damp power system oscillations. Some commonly used input signals are rotor speed deviation, accelerating power, and frequency deviation.



V_T is the terminal voltage and V_S comes from the power system stabilizer

5. *Limiters and protective circuits:* These include a wide array of control and protective functions which ensure that the capability limits of the exciter and synchronous generator are not exceeded. Some of the commonly used functions are the field-current limiter, maximum excitation limiter, terminal voltage limiter, volts-per-Hertz regulator and protection, and underexcitation limiter. These are normally distinct circuits and their output signals may be applied to the excitation system at various locations as a summing input or a gated input. For convenience, they have been grouped and shown in Figure 2 Functional block diagram of a synchronous generator excitation control system. as a single block.



V_T is the terminal voltage and V_{OEL}/V_{UEL} are the maximum/minimum excitation limits.

There are three main categories of excitation systems:

- ✓ DC excitation systems
- ✓ AC excitation systems
- ✓ Static excitation systems.

In the following chapters these categories will be explained.

DC exciter system

This type of excitation system is common in old generating units.

- ✓ It uses a DC generator as the exciter (provides current to the field through slip rings).
- ✓ It may be driven by a motor or by the generator main shaft.

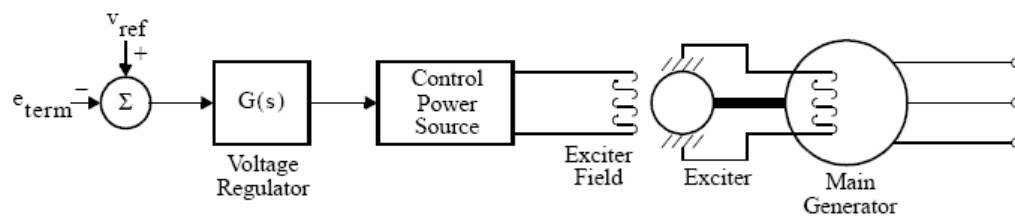


Figure 3 Rotating DC exciter.

- ✓ The DC exciter may be separately excited

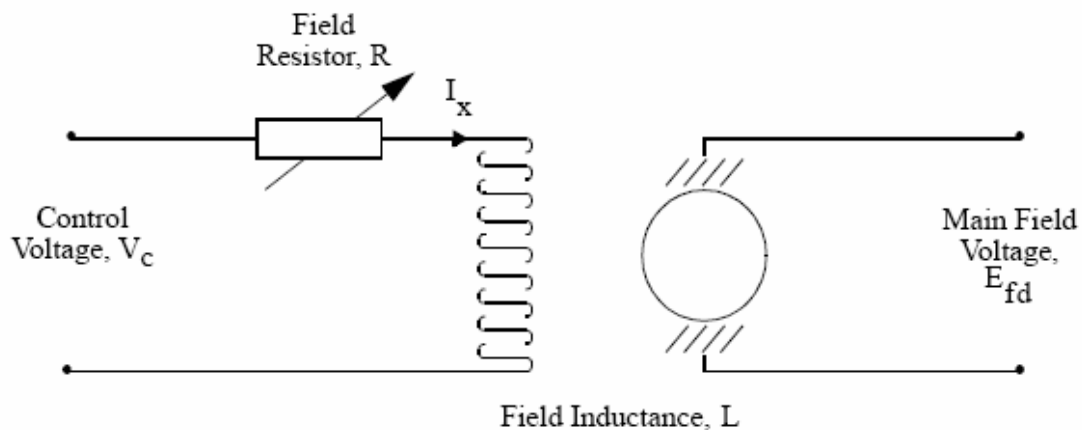


Figure 4 Separately –excited exciter.

✓ Or shunt excited

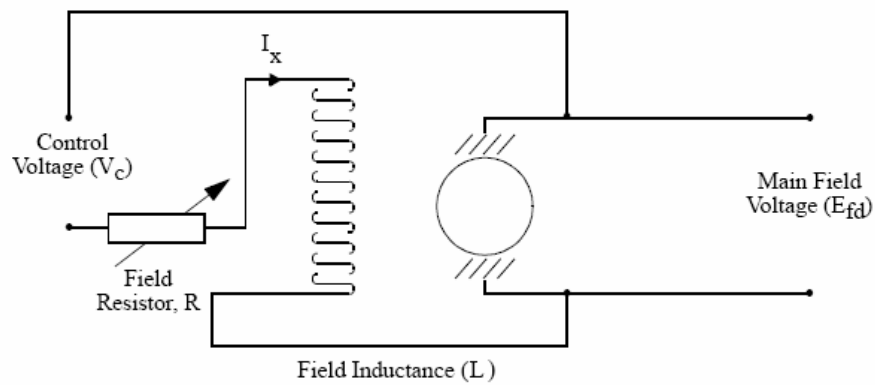


Figure 5 Shunt excited exciter

The IEEE recommended models for this type of excitation systems is shown in Figure 6

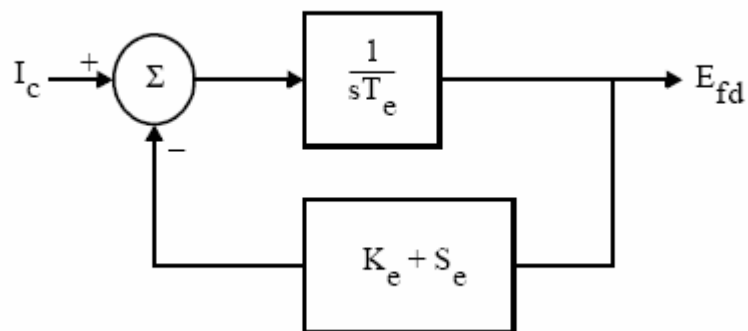


Figure 6 Rotating exciter block diagram

Where S_E is the saturation function, as defined by the next figure

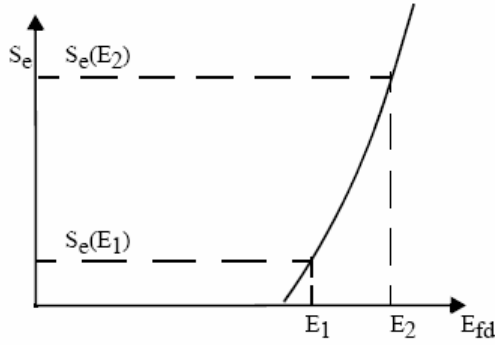


Figure 7 **Exciter saturation function**

The saturation function S_e is specified by the values $S_e(E_1)$ og $S_e(E_2)$.

The exciter control voltage, E_{fd} , is related to exciter field current, I_x by the open circuit characteristic shown in Figure 8.

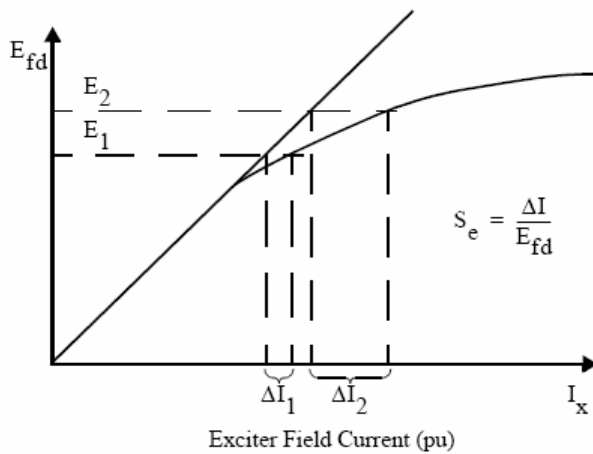


Figure 8 **Relation of saturation factor to exciter magnetization curve.**

The parameters for the model in Figure 6 can be computed as follows.

1. The exciter output voltage, E_{fd}

$$E_{fd} = (I_x - \Delta I)$$

and

$$\frac{\Delta I}{E_{fd}} = S_e$$

so that

$$E_{fd}(1 + S_e) = I_x$$

2. The output voltage V_C and E_{fd} are related by:

$$RI_x + L' \frac{dI_x}{dt} = v_c$$

Where L' is the saturated value of exciter field inductance:

$$L' = \frac{L}{1 + S_e}$$

and L is the unsaturated field inductance. Using L' , the voltage V_C can be compute as follows:

$$RE_{fd}(1 + S_e) + L \frac{dE_{fd}}{dt} = v_c$$

or

$$\frac{L}{R} \frac{dE_{fd}}{dt} = \frac{v_c}{R} - E_{fd} - S_e E_{fd}$$

This equation is described by the block diagram in Figure 6

We can now define the parameters for the separately excited excitation system model

$$I_c = \frac{V_C}{R}$$

$$T_e = L/R$$

$$K_e = 1$$

For the shunt excited exciter, V_C must be replaced with $E_{fd} + V_C$ and $K_e = 1 - (1/R)$ and then we get:

$$RI_x + L' \frac{dI_x}{dt} = E_{fd} + v_c$$

$$\frac{L}{R} \frac{dE_{fd}}{dt} = \frac{1}{R} v_c - \left(1 - \frac{1}{R}\right) E_{fd} - S_e E_{fd}$$

And the parameters will be:

$$T_e = L/R$$

$$K_e = (1 - 1/R)$$

$$(v_c/R) = I_c$$

A commonly used model to represent DC excitation systems is the IEEE type DC1A model shown below.

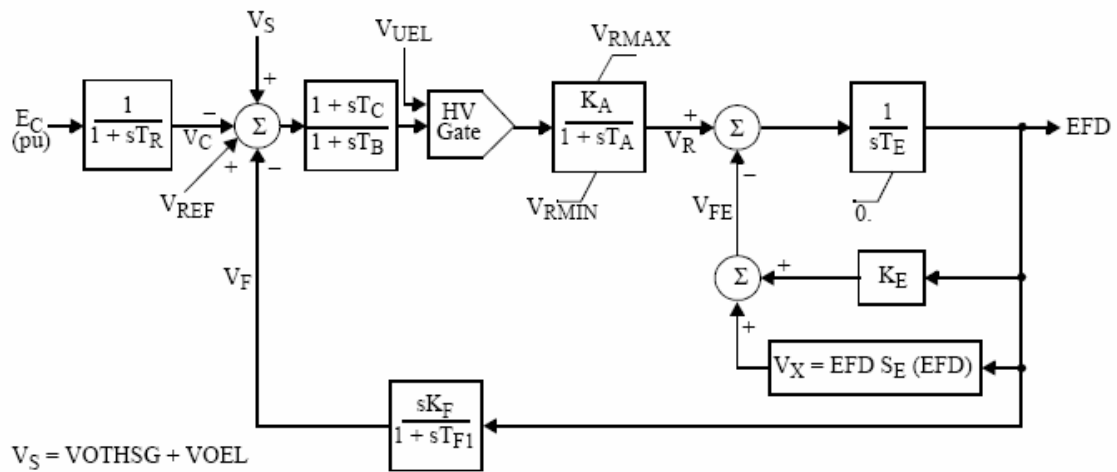


Figure 9 IEEE type DC1A excitation system.

AC exciter system

For AC excitation systems, an alternator (AC machine) with a rectifier bridge provides the required DC power to the main generator field.

- ✓ The alternator is usually mounted on the collector end of the main generator shaft.
- ✓ The rectifier bridge may use either uncontrolled (diodes) or controlled elements (thyristor).
- ✓ It may also be stationary or rotating
- ✓ There is great variety of AC exciters classified according to:
 - Excitation type.
 - The source of excitation for the exciter.
 - The method of excitation control.

Generally, AC exciters are separately excited.

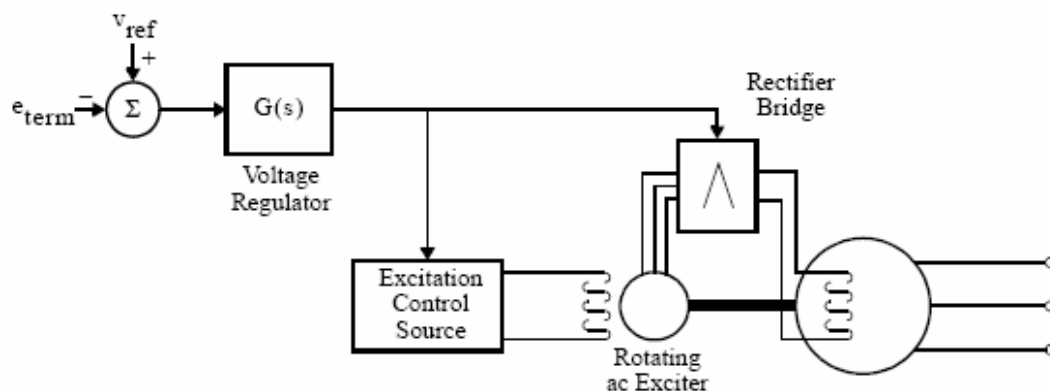


Figure 10 Alternator-supplied controlled stationary rectifier AC excitation system

The alternator used in AC exciters may have a large synchronous reactance; hence, a significant drop in terminal voltage would occur as alternator load current, i.e. a field current of the main generator, is increased.

The AC exciter armature reaction is recognized by an additional block diagram in this model.

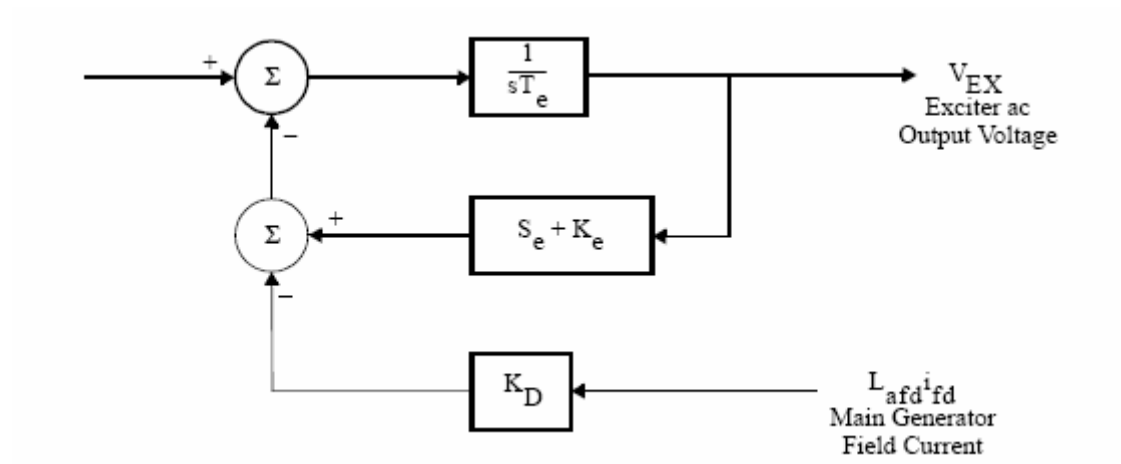


Figure 11 Transfer function for an AC exciter

The output of the uncontrolled rectifier bridge depends upon the AC voltage provided by the exciter and on its own commutation voltage drop. This factor is included in the model as follows:

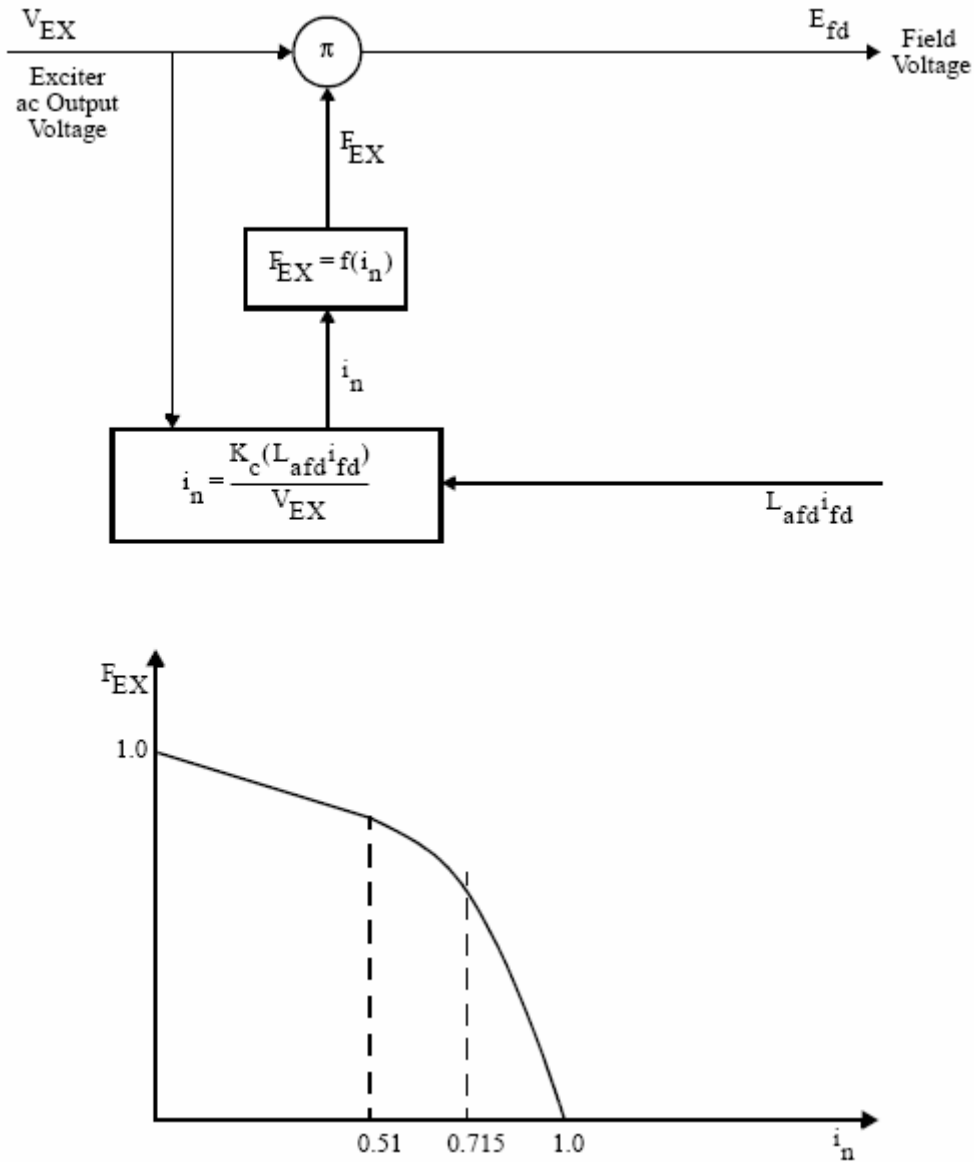


Figure 12 Characterization of excitation rectifier commutation voltage drop.

- The curve of $F_{ex} = f(i_n)$ has been approximated in different ways in various IEEE models where the rectifier bridge commutation drop is included
- K_c is an equipment design parameter, that is independent of generator operating conditions.
- Most controlled rectifier bridges, however, operate only with current in the lower range of the curve in Figure 12, and can be often modelled as a linear relationship between F_{ex} and i_n .
- The rectifier bridge model Figure 12, is combined with the alternator-exciter model Figure 11 to give the alternator rectifier model shown in the next figure:

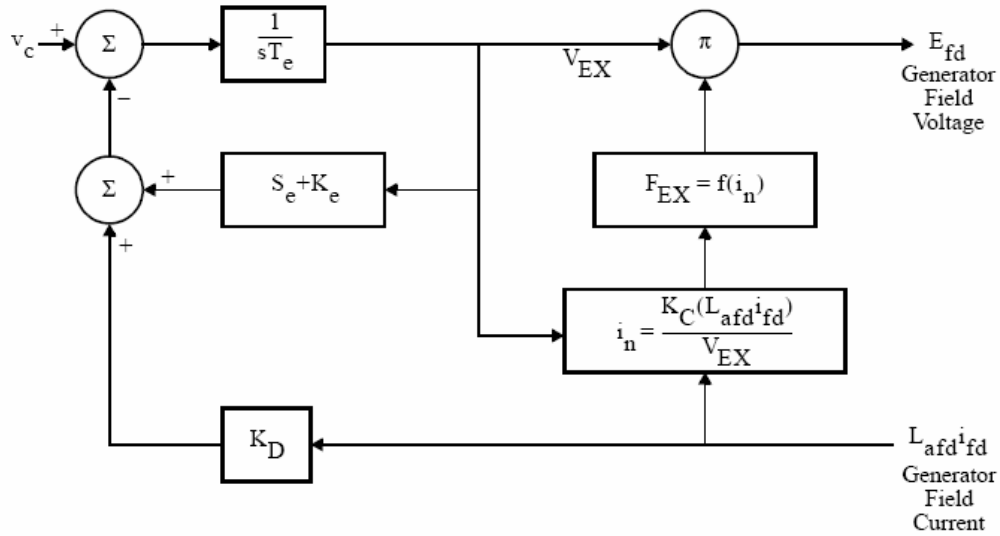


Figure 13 Combined alternator-rectifier model for representation of AC exciter with uncontrolled rectifier bridge at output.

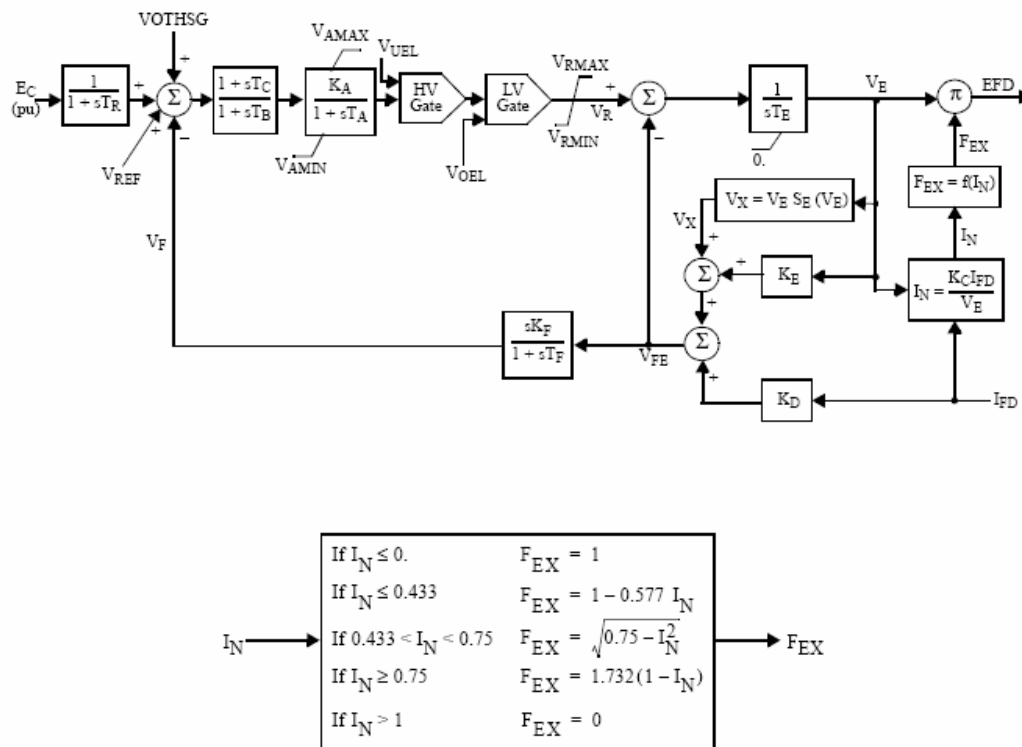


Figure 14 IEEE type AC1A exciter.

Static excitation systems

An alternative to rotating AC exciters is a bus fed exciter where the rectifier bridge is fed through a transformer connected to the terminals of the main generator.

This type of exciter may use a current-compounding transformer where its secondary voltage is dependent on both I_T and V_T of the main generator.

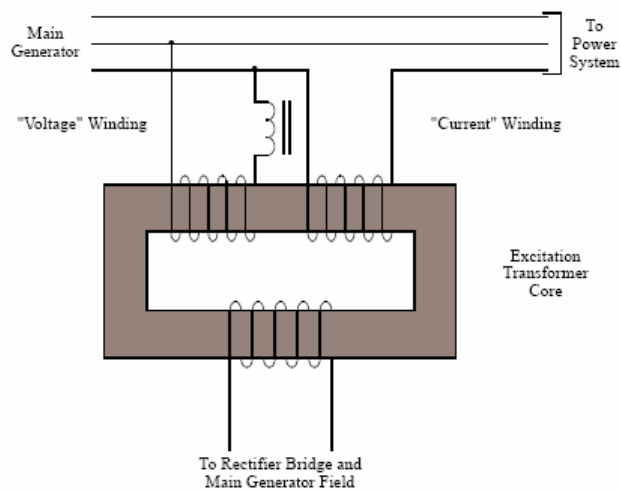


Figure 15 Current-compounded excitation transformer

The rectifier bridge model Figure 12 is combined with the compounded transformer model Figure 15 to produce the transformer-rectifier model of the next figure.

This model corresponds to IEEE type ST2 and ST3 models

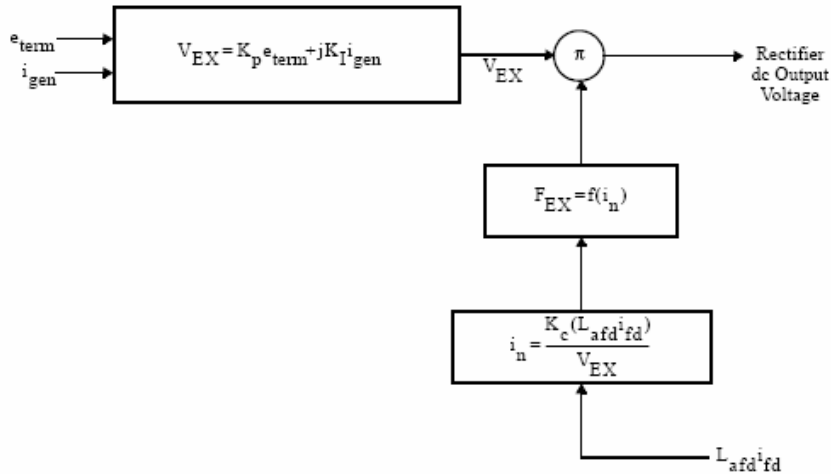


Figure 16 Combined compounding transformer-rectifier model for representation of AC excitation system.

- In static excitation systems, the source of DC current is a rectifier bridge (controlled or uncontrolled).
- The excitation current is fed directly to the generator through collector rings.
- All components are stationary.
- The supply of power to the rectifier bridge can be:
 - From the main generator (through a transformer), or
 - From auxiliary generator windings (GENERREX)

The compound-source rectifier excitation system utilizes a rectifier it the exciter output and the compounding of voltage and current from the main generator to provide excitation field forcing action.

Main characteristic is high initial response with full “fault-on” field forcing capabilities.

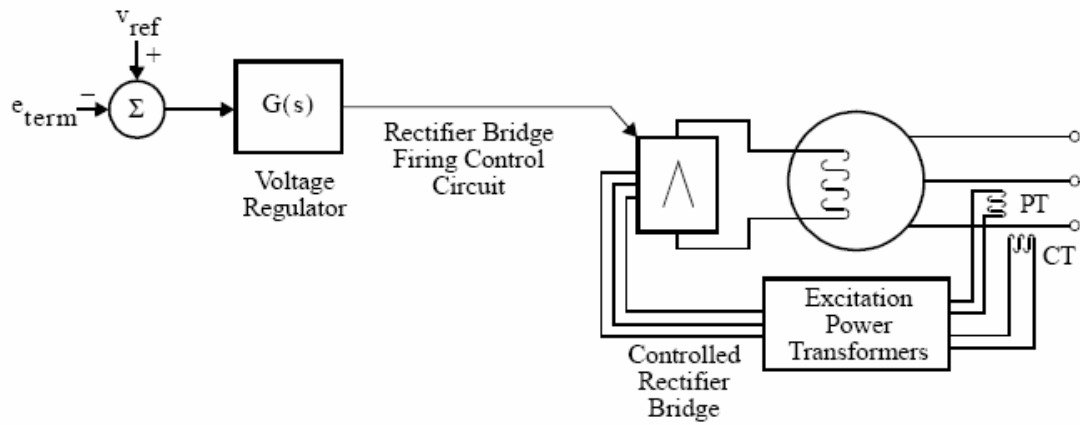


Figure 17 **Excitation power fed from generator terminals. Compound-source rectifier excitation system**

In the current compounding transformer, the secondary voltage is dependent on both the current and the terminal voltage of the main generator.

The excitation required by the loaded generator is given by:

$$E_{fd} = V_T + jX_q I_T$$

The secondary voltage of the compounding transformer is given by:

$$V_2 = K_p V_T + jK_I I_T$$

The output of the compounding transformer is proportional to the excitation voltage required by the main generator when $K_p = 1$, and $K_I = X_q$

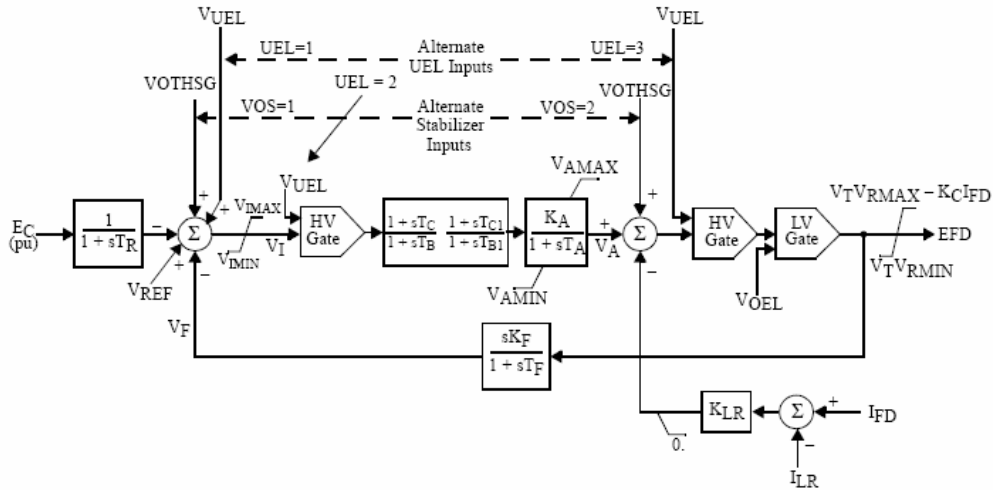


Figure 18 IEEE type ST1A Exciter

Dynamic performance measures

The effectiveness of an excitation system in enhancing power system stability is determined by some of its key characteristics. In this section we identify and define performance measures which determine these characteristics and serve as a basis for evaluating and specifying the performance of the excitation control system.

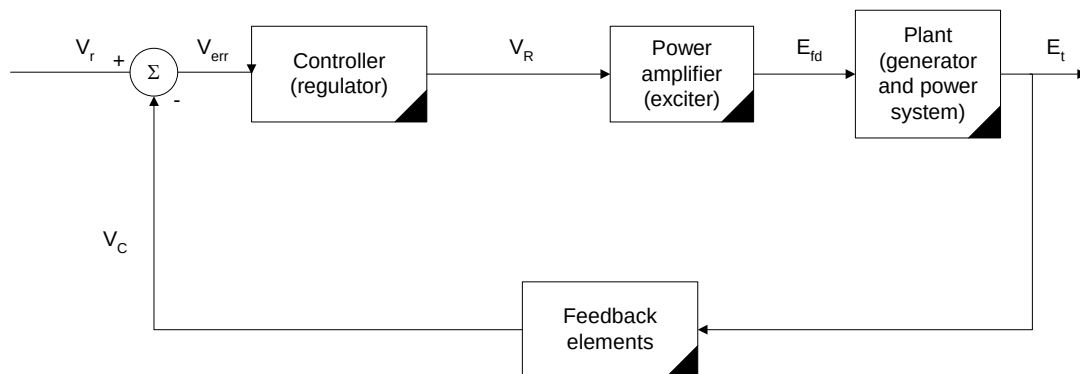


Figure 19 Excitation control system in the classical feedback control form..

The performance of the excitation control system depends on

- ✓ The control characteristics of excitation system,
- ✓ The generator, and the power systems electrical characteristics

Since the system is nonlinear, it is convenient to classify its dynamic performance into large-signal performance and small-signal performance. For large-signal performance, the nonlinearities are significant; for small-signal performance, the response is effectively linear.

Large-signal performance measures provide a means of assessing the excitation system performance for severe transients such as those encountered in the consideration of transient, mid-term and long-term stability of the power system.

They are based on the following quantities:

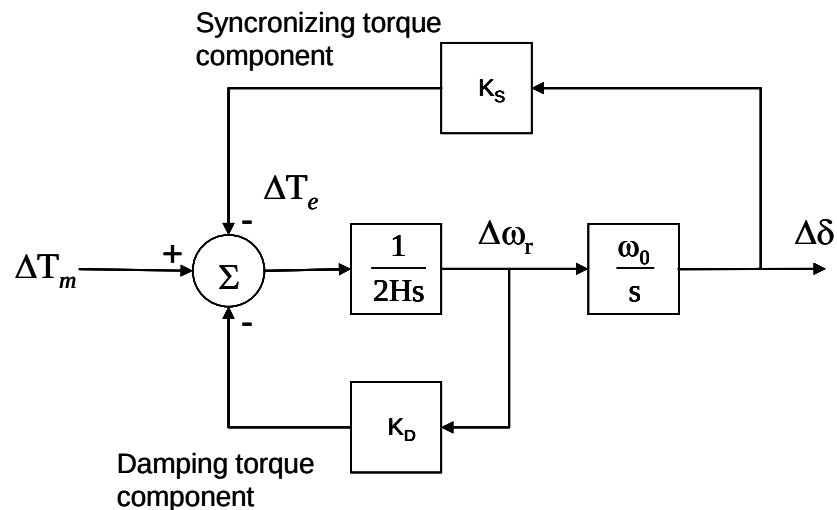
- ✓ Excitation system ceiling voltage.
- ✓ Excitation system ceiling current.
- ✓ Excitation system voltage response time.
- ✓ Rated load field voltage.
- ✓ High initial response system.

Small-signal performance measures:

- They evaluate the response of excitation controls systems to small changes in system conditions or voltage reference set-point.
- Also, they provide convenient means to verify adequate selection of exciter parameters used in dynamic simulation.

Small signal stability.

For explaining the effects of excitation system and others parts of the generator there is a closer look at small signal stability of the generator. At first there is a single machine infinite bus system.



- K_S = synchronizing torque coefficient in pu torque/rad
- K_D = damping torque coefficient in pu torque/pu speed deviation
- H = inertia constant in MW*s/MVA
- $\Delta \omega_r$ = speed deviation in pu = $(\omega_r - \omega_0)/\omega_0$
- $\Delta \delta$ = rotor angle deviation in elec. rad
- s = Laplace operator
- ω_0 = rated speed in elec. rad/s = $2\pi f_0 = 314$ for a 50 Hz system

Figure 20 Block diagram of a single-machine infinite bus system with classical generator model.

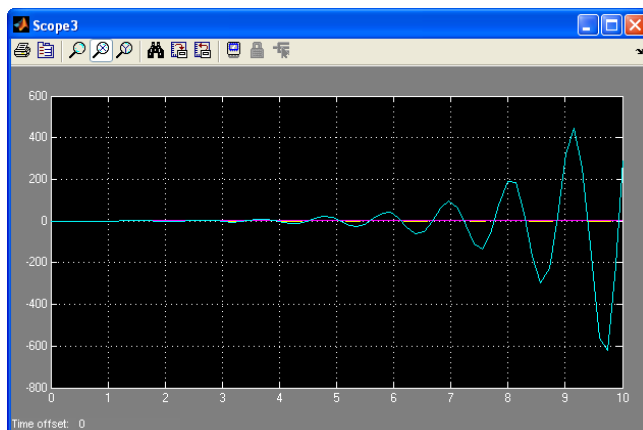


Figure 21 The step response of the block diagram on Figure 20 Block diagram of a single-machine infinite bus system with classical generator model. Figure 20 for different KD. KD=-10 is very unstable, for KD=0 the response is oscillating and for KD=10 the system is stable.

Effects of synchronous machine field circuit dynamics

The representation of the small-signal performance of the system of a synchronous machine is shown in the next figure. In this representation the dynamic characteristics of the system are expressed in terms of the so-called K constants.

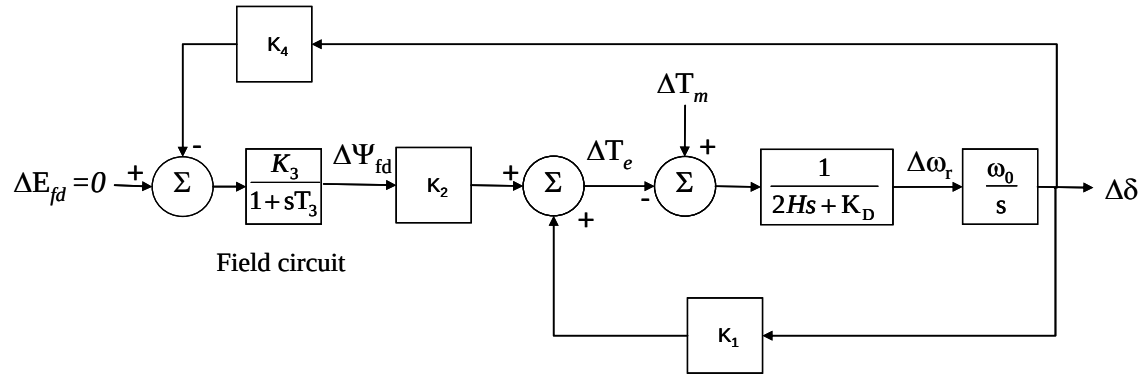


Figure 22 Block diagram representation with constant E_{fd}

Where

Ψ_{fd} is the field flux index

$$K_1 = \Delta T_e / \Delta \delta \text{ with constant } \Psi_{fd}$$

$$K_2 = \Delta T_e / \Delta \Psi_{fd} \text{ with constant rotor angle } \delta$$

$$K_3 = -\frac{b_{32}}{a_{33}}$$

$$K_4 = -\frac{a_{32}}{b_{32}}$$

$$T_3 = -\frac{1}{a_{33}} = K_3 T'_{d0} \frac{L_{adu}}{L_{ffd}}$$

where

$$a_{32} = -\frac{\omega_0 R_{fd}}{L_{fd}} m_1 L'_{ads}$$

$$a_{33} = -\frac{\omega_0 R_{fd}}{L_{fd}} \left[1 - \frac{L'_{ads}}{L_{fd}} + m_2 L'_{ads} \right]$$

$$b_{32} = \frac{\omega_0 R_{fd}}{L_{adu}}$$

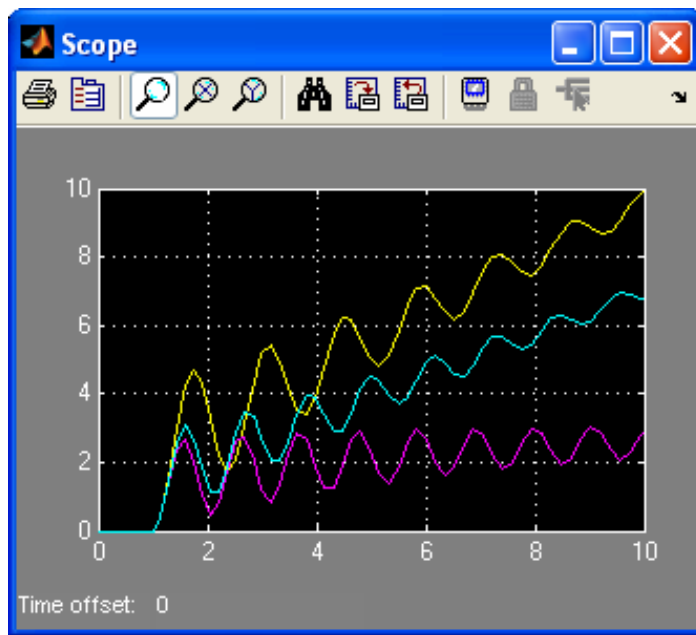


Figure 23 The step response of the block diagram in Figure 22 for $KD=0$ and saturation effect included and excluded. The pink line shows the response with the saturation effects included and the yellow line shows the response with the saturation effects excluded.

Effects of excitation system

Here the block diagram developed in the previous section will be extended to include the excitation system and the effect of it on the small signal stability performance will be examined.

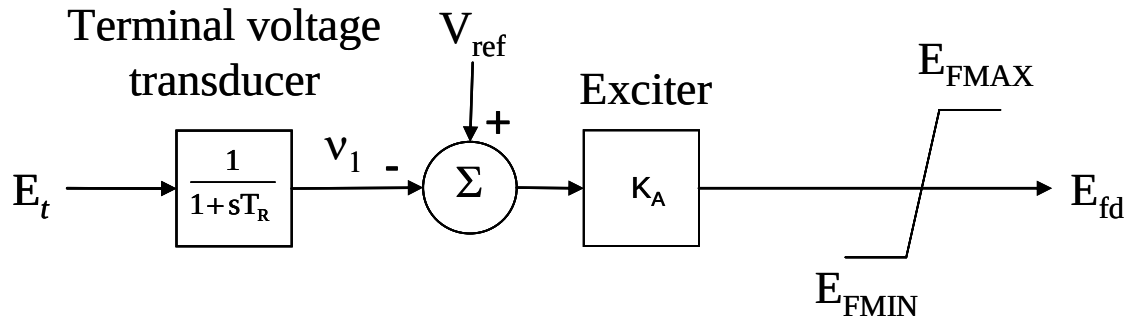


Figure 24 Thyristor excitation system with AVR

E_t is the generator terminal voltage.

E_{FMAX} and E_{FMIN} are the ceiling on the exciter output voltage. For a small-disturbance studies, these limits are ignored. Limiters and protective circuits (UEL, OXL, V/Hz) are not modelled as they do not affect small-signal stability.

$$E_{fd} = K_A(V_{ref} - \Delta v_1)$$

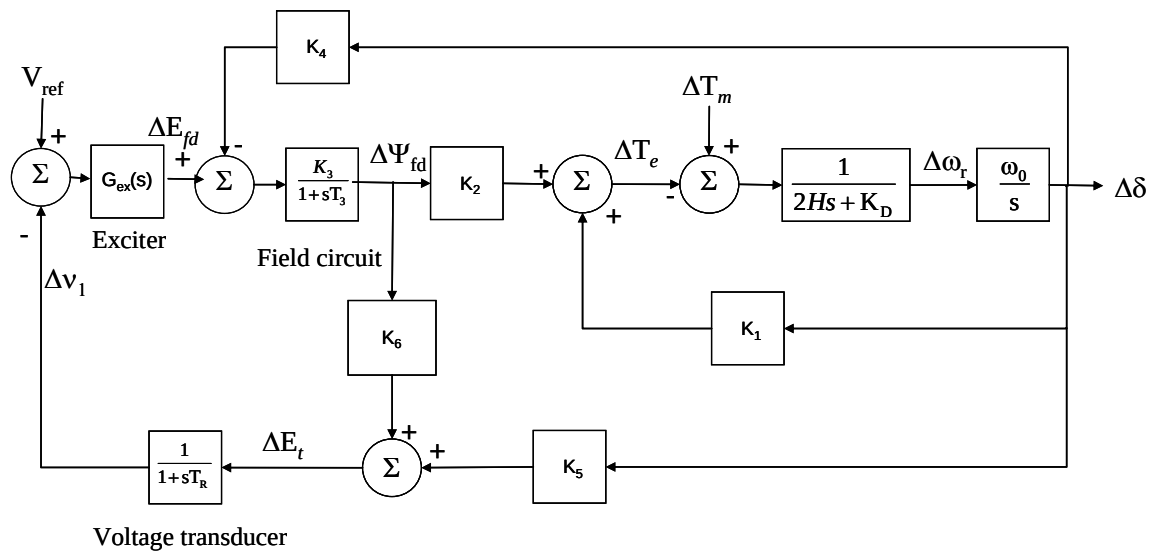


Figure 25 Block diagram representation with exciter and AVR

This representation is applicable to any type of exciter, with $G_{ex}(s)$ representing the transfer function of the AVR and exciter. For a thyristor exciter

$$G_{ex}(s) = K_A$$

The terminal voltage error signal, which forms the input to the voltage transducer block is given by

$$\Delta E_t = K_5 \Delta \delta + K_6 \Delta \psi_{fd}$$

The coefficient K_6 is always positive, whereas K_5 can be either positive or negative, depending on the operating condition and the external network impedance $R_E + jX_E$. The value of K_5 has a significant bearing on the influence of the AVR on the damping of system oscillations as illustrated below.

K_2 , K_3 , K_4 and K_6 are usually positive; however, K_5 may take either positive or negative values. The effect of the AVR on damping and synchronizing torque components is therefore primarily influenced by K_5 and $G_{ex}(s)$.

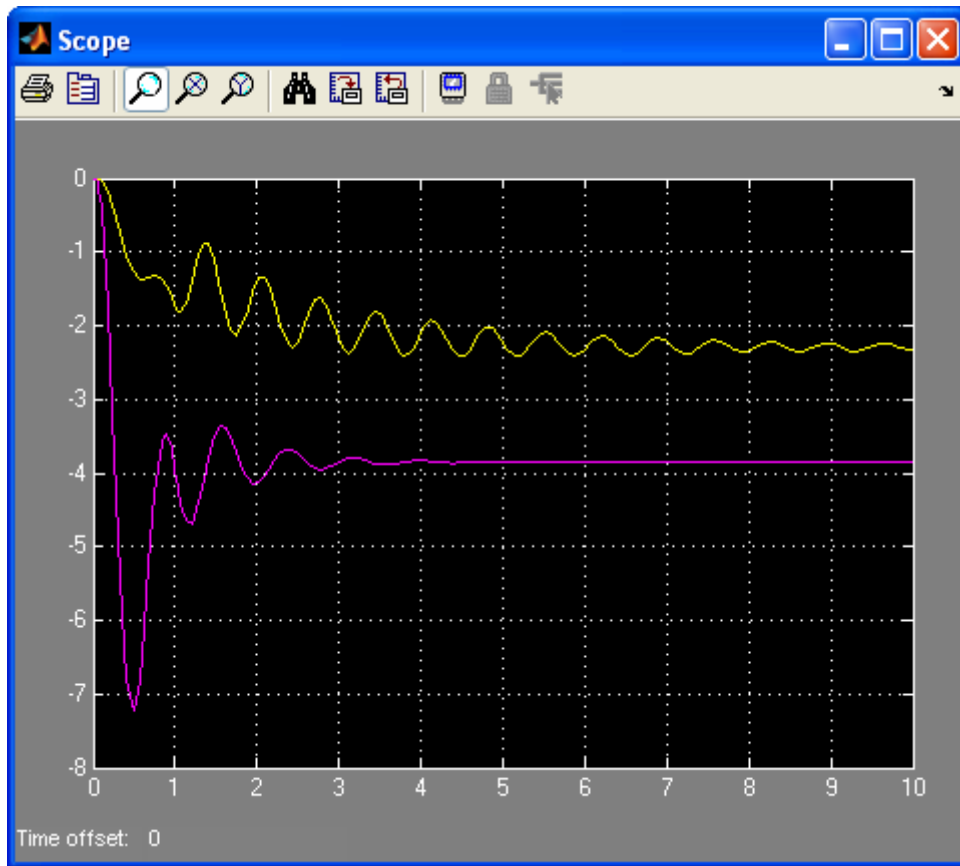
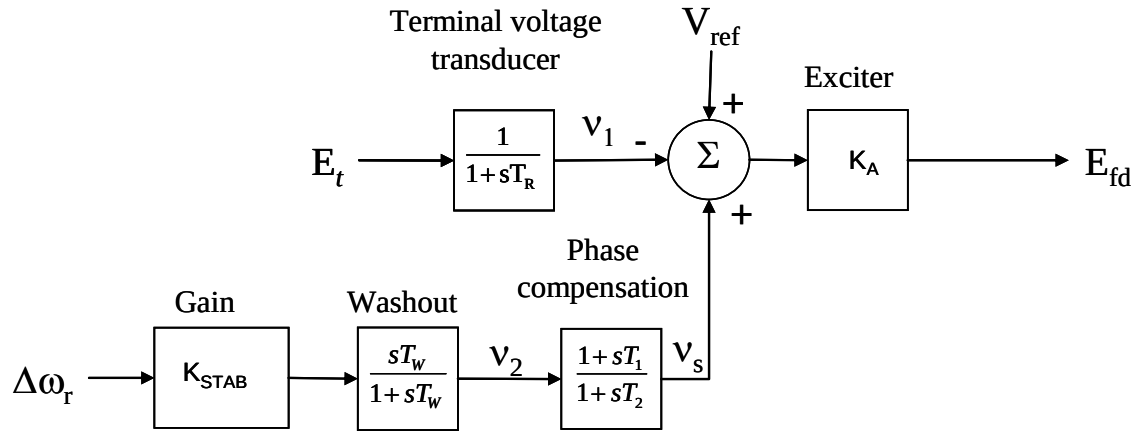


Figure 26 Step response of the block diagram in Figure 25 with $G_{ex}(s) = 15$ (yellow) and $G_{ex}(s)=200$ (pink).

Power system stabilizer



Power system stabilizer

Figure 27 Thyristor excitation system with AVR and PSS.

The signal washout block serves as a high-pass filter, with the time constant T_w high enough to allow signals associated with oscillations in ω_r to pass unchanged. Without it, steady changes in speed would modify the terminal voltage. It allows the PSS to respond only in changes in speed. From the viewpoint of the washout function, the value of T_w is not critical and may be in the range of 1 to 20 seconds. The main consideration is that it be long enough to pass stabilizing signals at the frequencies of interest unchanged, but not so long that it leads to undesirable generator voltage excursions during system-islanding conditions.

The stabilizer gain K_{STAB} determines the amount of damping introduced by the PSS. Ideally, the gain should be set at a value corresponding to maximum damping; however, it is often limited by other considerations.

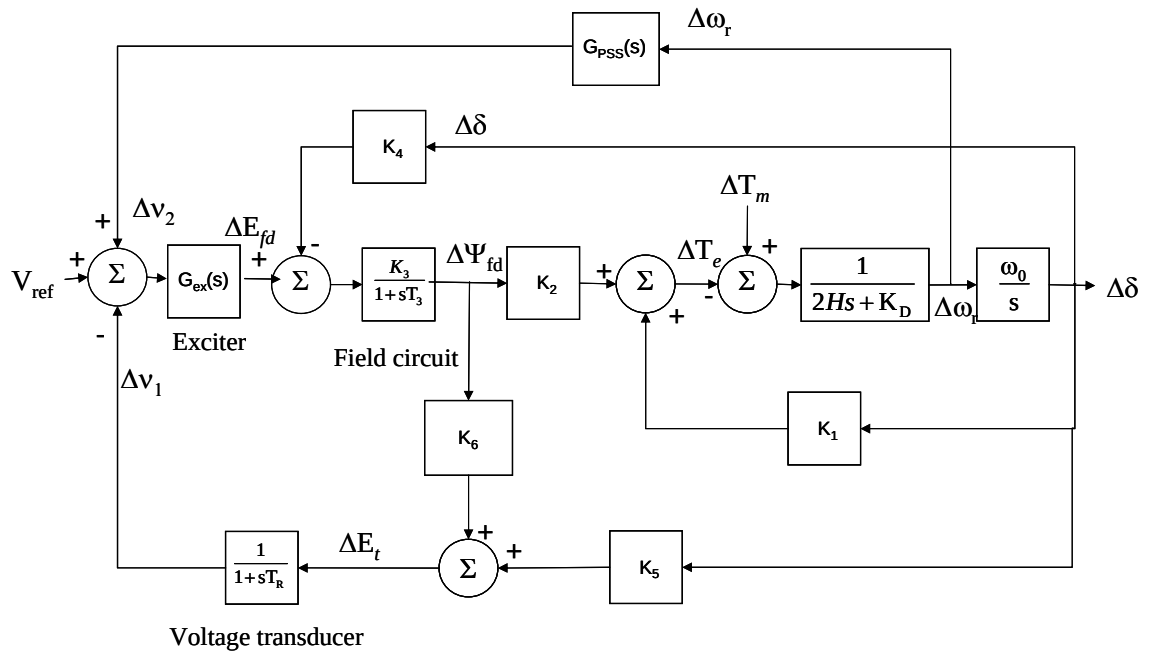


Figure 28 Block diagram with PSS

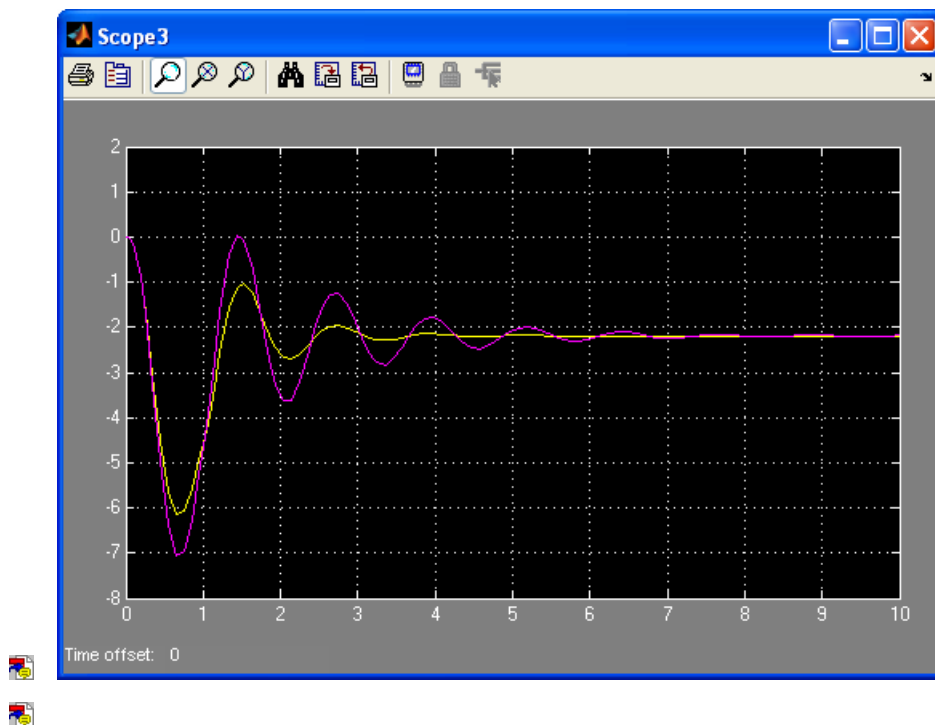


Figure 29 Step response of the block diagram in Figure 28 with PSS (yellow line) and without PSS (pink line)

Uppsetning móðela Landsnets í Simulink

Yfirlit yfir Governor og Exciter móðel í flutningskerfi Landsnets:

Yfirlit yfir þau móðel sem þegar hafa verið unnin í Simulink eru:



Landsnet 05019

Nesjavellir-Geitháls 132 kV strengur

Greinagerð

Maí 2005



Upplýsingablað

Skýrsla nr: Landsnet-05019

Dags: 24.05.2005

Fjöldi síðna:

6

Upplag:

Dreifing: ☒ Opin ☐ Lokuð til

Titill:

Nesjavellir-Geitháls 132 kV strengur

Höfundar:

Rafhönnun hf

Verkefnisstjóri:

Eymundur Sigurðsson

Unnið fyrir:

Landsnet

Samvinnuaðilar:

Útdráttur:

Auka þarf flutningsgetu frá Nesjavöllum í tengslum við stækkun virkjunarinnar þar. Í kerfisrannsóknnum hefur komið í ljós að hagkvæmast sé að stefna að 132 kV streng frá Nesjavöllum að Geithálsi. Þessi skýrsla á að svara eftirfarandi atriðum:

Hverskonar strengir eru heppilegir.

Hvernig er heppilegt að standa að framkvæmdinni annars vegar á Geithálsi og hins vegar á Nesjavöllum.

Kostnaður við hvern lagðan km og hvaða annar kostnaður fylgir.

Reikna þarf með flutningsgetu annars vegar fyrir 150 MVA og hins vegar fyrir 170 MVA og bera saman kostnað.

Lykilorð: Nesjavellir, Geitháls, Strengur

ISBN nr:

ISSN nr:

Undirskrift verkefnastjóra

1. Almennt	2
2. Strengir	2
2.1 Lagning strengs	2
2.2 Frágangur skermleiðis	3
2.3 Varmaviðnám jarðvegs	3
2.4 Val á streng	4
2.5 Töþ í streng	5
3. Framkvæmdir á Geithálsi og á Nesjavöllum	5
3.1 Geitháls	5
3.2 Nesjavellir	5
4. Kostnaðaráætlun	5
5. Niðurstöður	6

1. Almenn

Auka þarf flutningsgetu frá Nesjavöllum í tengslum við stækkun virkjunarinnar þar. Í kerfisrannsóknnum hefur komið í ljós að hagkvæmast sé að stefna að 132 kV streng frá Nesjavöllum að Geithálsi. Þessi skýrsla á að svara eftirfarandi atriðum:

- Hverskonar strengir eru heppilegir.
- Hvernig er heppilegt að standa að framkvæmdinni annars vegar á Geithálsi og hins vegar á Nesjavöllum.
- Kostnaður við hvern lagðan km og hvaða annar kostnaður fylgir.
- Reikna þarf með flutningsgetu annars vegar fyrir 150 MVA og hins vegar fyrir 170 MVA og bera saman kostnað.

2. Strengir

2.1 Lagning strengs

Strengur af þeirri spennu sem hér um ræðir er einleiðari. Reiknað er með að strengir verði grafnir og sandaðir til að tryggja fullnægjandi frágang strengjanna.

Talið er tæknilega framkvæmanlegt að plægja þrjá einleiðara ásamt röri fyrir ljósleiðara og viðvörunarborða með sérsníðuðum plóg. Þvermál strengja er um 86 mm (m.v. 1000 mm² Al) og þvermál rörs fyrir ljósleiðara er 40 mm. Kostnaður við plægingu er talinn vera á bilinu 1000 til 1200 kr /m (án VSK) þar sem land hentar til plægingar. Hins vegar er talið að þetta land henti frekar illa fyrir plægingu og strengir af þessari stærð hafa ekki verið plægðir svo vitað sé. Því er ekki reiknað með að strengir verði plægðir.

Kostnaður við gröft, söndun, lagningu strengs og lokafrágang á landi er um 3300 kr/m skurðs (án VSK) og er þá miðað við að sprengja og/eða fleyga þurfi um 25 % leiðarinnar.

Nokkrir kostir eru samfara því að grafa og sanda strengina, umfram plægingu, m.a.:

- Mun betri frágangur á strengjum og öruggari gagnvart bilunum síðar meir.
- Kæling er betri og öruggari þannig að hætta á ofhitun strengja á einstökum stöðum leiðarinnar er mun minni.
- Strengirnir verða grennri sem nemur a.m.k. einum flokki, t.d. 1000 mm² Al í stað 1200 mm² Al þar sem kæling strengjanna er öruggari og hægt að ákveða með meiri nákvæmni hitafall frá strengjum út í umhverfið.

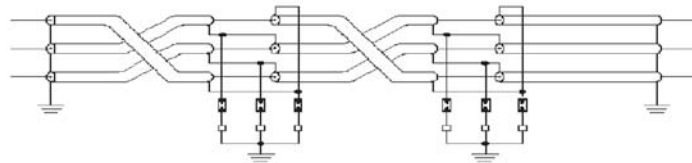
Þar sem múffur tengja strengi saman þarf að grafa tengiholur, c.a. 2,5 x 2,5 m að stærð. Þegar strengir hafa verið tengdir þarf að sanda yfir tengimúffur og verja þær með hlífum.

2.2 Frágangur skermleiðis

Rafstraumur í leiðara spanar upp spennu í skermleiðara, sem veldur rafstraumi í skermleiðara ef hann er jarðbundinn í báða enda. Skermstraumurinn eykur verulega töp í streng og þar með varmaflutning frá streng út í umhverfið.

Til að draga úr skermstraumnum þá liggur beinast við að víxla skermi á tveimur stöðum (hugsanlega fimm stöðum) á leiðinni í litlum tengibrunnum. Þetta er gert í þar til gerðum tengimúffum, þar sem skermleiðararnir eru teknir út úr múffunni og þeir settir saman í tengiboxi. Í tengiboxinu er einnig komið fyrir yfirspennuvörn á skermleiðara. Með þessu móti verður hverfandi skermstraumur og hefur það í för með sér minni töp og er þá hægt að velja mun grennri streng en ella, eða sem nemur nokkrum strengflokkum. Hugsanlega verður leiðurum einnig víxlað á sama stað til að jafna samviðnám leiðaranna en það hefur nær enga kostnaðaraukningu í för með sér og tryggir að spennukerfið verður jafnara. Óverulegur kostnaður er samfara því að víxla skermum á strengleiðinni.

Eftirfarandi skýringarmynd sýnir hvernig leiðurum og skermum strengja er víxlað á tveimur stöðum á lagnaleiðinni, þ.e. um 10 km verða í hverjum legg í þessu tilfelli. Nánari útreikningar sýna fram á hvort heppilegra er að víxla á fimm stöðum í stað tveggja.



Nauðsynlegt er að tengja yfirspennuvörn á hvern skermleiðir á víxlunarstað til að takmarka spennuhækkningar við einfasa bilun, til að verja ytri einangrunarkápu strengjanna.

2.3 Varmaviðnám jarðvegs

Varðandi varmaviðnám jarðvegs þá er vísað til heimildar “Varmaleiðni jarðvegs á línuleið Nesjavallalínu”, í árbók VFÍ/TFÍ 2004, höfundar Guðleifur M. Kristmundsson og Ásdís Kristinsdóttir. Væntanleg strengleið milli Nesjavalla og Geitháls hefur ekki endanlega verið ákveðin og jarðvegur á lagnaleiðinni hefur því ekki verið rannsakaður sérstaklega. Hins vegar gefur áður nefnd heimild góðar vísbindingar um það sem vænta má á þeirri leið. Miðað er við að varmaviðnám á lagnaleiðinni sé að öllu jöfnu ekki hærra en 1,2 Km/W.

2.4 Val á streng

Við val á streng þarf að taka tillit til hitamyndunar í streng og þar með þeirrar kælingar sem vænta má í því umhverfi sem strengurinn er í. Í þessu tilfelli er gert ráð fyrir að strengurinn verði grafinn og sandað með fínkornóttum svörtum sandi í kring til að tryggja góða kælingu.

Þeir þættir sem lækka/hækka flutningsgetu strengjanna eru eftirfarandi:

Dýpt í jörðu allt að 1,2 m	0,97
Jarðvegshiti allt að 20 °C	1,00
Varmaviðnám jarðvegs m.v. 1,2 Km/W	0,93
Bil á milli strengja meira en 7 cm	1,00
Víxlaðir skermleiðarar	1,00
heildarlækkun á flutningsgetu:	0,902

Heildarlækkun á flutningsgetu strengja frá málgildum í handbókum verður = **0,902**. M.v. 630 mm² Al streng sem er með víxlaða skerma þá er flutningsgetan um 615 A * 0,902 = 555 A (m.v. 65 °C leiðarahitastig).

Eftirfarandi er leyfilegt álag á XLPE-strengi með víxluðum skermi, m.v. mismunandi þversnið, þegar tekið hefur verið tillit til umhverfisaðstæðna eins og ofan greinir:

strengur (mm ² Al leiðari)	(A) m.v. flata lögn Tölur innan sviga vísa til flutningsgetu í MVA á 132 kV.	
	skermur víxlaður (65 °C leiðarahitastig)	skermur víxlaður (90 °C leiðarahitastig)
630	555 (127 MVA)	672 (154 MVA)
800	636 (145 MVA)	767 (175 MVA)
1000	695 (159 MVA)	848 (194 MVA)
1200	753 (172 MVA)	916 (209 MVA)

Hér er gert ráð fyrir að miða við mest 65 °C leiðarahitastig. Óvarlegt þykir að miða við hærri leiðarahitastig þar sem það eykur líkur á ofþornun jarðvegs næst strengjunum sem getur haft alvarlegar afleiðingar fyrir reksturinn, sérstaklega í langvarandi þurrkaköflum þegar jarðvegur þornar og varmaviðnám jarðvegs eykst. Lægra leiðarahitastig eykur einnig líftíma strengjanna.

Eins og kemur fram í töflunni hér fyrir ofan þá flytur 1000 mm² Al strengur við gefnar aðstæður um 159 MVA en 1200 mm² Al strengur flytur um 172 MVA.

2.5 Töp í streng

M.v. 1000 mm² Al streng, 150 MVA álag og víxlaða skerma þá verða heildartöp í streng eftirfarandi:

Töp	W/m	Fyrir 31 km strengleið (kW)
Leiðaratöp	37,6	1165,6
Töp í einangrun (dielectric)	0,24	7,4
Töp í skermleiðara (vixlaðir skermar)	≈ 0	≈ 0
heild:		1173

3. Framkvæmdir á Geithálsi og á Nesjavöllum

3.1 Geitháls

Bæta þarf við einum lofteinangruðum 132 kV rofareit. Tveir möguleikar eru fyrir hendi:

- Nægjanlegt rými er við enda núverandi 132 kV búnaðar, til að stækka tengivirkið og færa núverandi girðingu um nokkra metra. Framlengja þarf teina virkisins sem því nemur.
- Annar möguleiki er að nýta auðan reit í 132 kV virkinu sem varð til þegar ein þéttaeining var færð á Hryggstekk.

3.2 Nesjavellir

Bæta þarf við einum gaseinangruðum 132 kV rofareit. Nægjanlegt rými er í núverandi tengivirkishúsi fyrir þessa viðbót. Ætlunin er að halda núverandi tengingu frá Nesjavöllum sem er með streng að 132 kV háspennulínu að Korpu.

4. Kostnaðaráætlun

Kostnaðaráætlun miðast við sölugengi gjaldmiðla eins og það er 12.05.2005.

Kostnaðarliður	millj. Ikr
Nýr lofteinangraður 145 kV rofareitur á Geithálsi	29
Rafbúnaður fyrir nýjan reit	26
Jarðvinna / undirstöður. Nýta auðan rofareit, breyting á undirstöðum og undirstöður fyrir strengtengingu	3
Nýr gaseinangraður 145 kV rofareitur á Nesjavöllum	49,6

Rafbúnaður fyrir nýjan reit	49,6
145 kV XLPE strengur, lögn og tenging	487,1
145 kV XLPE strengur, 1000 mm ² Al, lagnaleið 31 km	351,8
Gröftur, söndun, lagning strengs og lokafrágangur	102,3
Tengimúffur, 108 stk	31,0
Víxlun skermleiðara, tengibrunnur, tengibox og yfirspennuvörn (2 stk)	2
Samtals verkkostnaður (a):	565,7
Ófyrirséður kostnaður (b) - 15 %	84,9
Verktakakostnaður (c)	650,6
Hönnunar og umsjónark. (d) – 10 %	65,1
Undirbúningskostnaður (e) – 5%	32,5
Annar verkkostnaður (f) – 0%	0
Framkvæmdakostnaður (g)	748,2
Fjármagnskostnaður (h) – 0%	0
Stofnkostnaður (án VSK) (k)	748,2

5. Niðurstöður

Miðað við gefnar forsendur þá flytur 1000 mm² Al strengur um 159 MVA. Framkvæmdakostnaður við streng og nauðsynlegan rofabúnað í báða enda er 748,2 Mkr.

Miðað er við að leiðarhitastig verði ekki hærra en 65 °C og að lagnaleið strengs sé 31 km. Miðað er við að nýta auðan 145 kV rofareit í tengivirkinu á Geithálsi. Hins vegar ef tengivirkið á Geithálsi verður stækkað, hækkar það framkvæmdakostnað lauslega áætlað um 13 Mkr.

Ef miðað er við lágmarksflutningsgetu 170 MVA, þá þarf að stækka streng í 1200 mm² Al. Miðað við gefnar forsendur þá flytur 1200 mm² Al strengur um 172 MVA. Framkvæmdakostnaður við streng og nauðsynlegan rofabúnað í báða enda er 793,6 Mkr, eða hækkun um 6,1 %.

Framkvæmdakostnaður á hvern lagðan km, án endabúnaðar, er:

strengur	framkvæmdakostnaður (Mkr)	kostnaður per km (Mkr/km)
1000 mm ² Al	644,2	20,78
1200 mm ² Al	689,7	22,25



Landsnet-05020

Seltumæling í flutningskerfinu

Úrvinnsla seltumælinga
Landsvirkjunar 1993-2002

Maí 2005

Skýrsla nr: Landsnet-05020Dags: 24.05.2005

Fjöldi síðna:	64	Upplag:	Dreifing: ☒ Opin ☐ Lokuð til
---------------	----	---------	---

Titill: Úrvinnsla seltumælinga Landsvirkjunar 1993-2002Höfundar: AFL verkfræðistofaVerkefnisstjóri: Eymundur SigurðssonUnnið fyrir: EignastýringuSamvinnuaðilar: Veðurstofa Íslands

Útdráttur: Í þessari skýrslu er unnið úr þeim gögnum sem fengist hafa með mælingum Landsvirkjunar á seltu síðustu 10 árin, en mælingar hafa verið gerðar á þrem stöðum, Írafossi, Svartárkoti og Hrauneyjafossi. Segja má að hámarks seltuáraun, bæði í Svartárkoti og á Hrauneyjafossi, er skammtíma seltuuppsöfnun en mikill munur skammtíma og langtíma seltuuppsöfnunar skýrist af seltuveðrinu í nóvember 2001. Að meðaltali er langtímaseltuuppsöfnun hins vegar hærri en skamtímaseltuuppsöfnun á öllum mælistöðum.

Lykilorð: Svartárkot, Írafoss, Hrauneyjafos, seltumælingar, selta

ISBN nr:

ISSN nr:

Undirskrift verkefnastjóra

INNGANGUR OG HELSTU NIÐURSTÖÐUR	5
MARKMIÐ	6
HELSTU NIÐURSTÖÐUR	6
TILLÖGUR AÐ ÁFRAMHALDI ÚRVINNSLU OG MÆLINGA Á SELTU	12
UM SELTUMÆLINGAR	13
UM FLOKKUN SELTUÁRAUNAR	15
AÐFERÐAÐFRÆÐI	19
ÚRVINNSLA MÆLINGA	20
NIÐURSTÖÐUR ÚRVINNSLU, FLOKKUN SELTU OG HÁMARKSGILDI	22
SKÁLAHENGIR 1, (VIKULEGAR MÆLINGAR)	22
Samanburður hæstu gilda seltu fyrir skálahengi 1, öll skálin	25
Samanburður á meðaltali gilda seltu mælinga fyrir skálahengi 1, öll skálin	26
SAMANBURÐUR SELTUMÆLINGA SKÁLAHENGIS 1 OG 3	27
Samanburður á hámarksgildum, efra borð skálar	27
Samanburður á meðalgildum, efra borð skálar	28
Samanburður á hámarksgildum, neðra borð skálar	29
Samanburður á meðalgildum, neðra borð skálar	30
Samanburður á hámarksgildum, öll skálin	31
Samanburður hámarksgilda allra ára fyrir skálahengi 1 og 3, öll skálin	32
Samanburður á meðalgildum, öll skálin	33
Samanburður meðalgilda allra ára fyrir skálahengi 1 og 3, öll skálin	34
SAMANBURÐUR SELTUMÆLINGA SKÁLAHENGIS 3 OG 4	35
Samanburður á hámarksgildum, efra borð skálar	35
Samanburður á meðalgildum, efra borð skálar	36
Samanburður á hámarksgildum, neðra borð skálar	37
Samanburður á meðalgildum, neðra borð skálar	38
Samanburður á hámarksgildum, öll skálin	39
Samanburður hámarksgilda allra ára fyrir skálahengi 3 og 4	40
Samanburður á meðalgildum, öll skálin	41
Samanburður meðalgilda allra ára fyrir skálahengi 3 og 4	42
Samantekt og niðurstaða samanburðar seltuuppsöfnunar á skálahengjum 1,3 og 4	43
SKÁLAHENGIR 2, MÆLING HÁMARKS SELTU	45
Samanburður við mælingar á öðrum skálahengjum, hámarksgildi allra staða fundin	45
SAMANBURÐUR SELTUMÆLINGA OG SPENNUMÆLINGA Á ÍRAFOSSI	47
ÁHRIF AÐÆTTIR SELTUUPPSÖFNUNAR, VEÐURFAR (ÍRAFOSS)	50
AÐDRAGANDI MIKILLAR SELTUUPPSÖFNUNAR	55
SAMHENGIR SPENNUMÆLINGA OG SELTUMÆLINGA, ÁHRIF VEÐURFARS	56
SAMSPIL VEÐURÞÁTTA, SELTU OG MÆLINGU SPENNUMÆLA	56
AÐDRAGANDI MIKILS ÚTSLAGS Á SPENNUMÆLINGU VEGNA SELTU	62

Inngangur og helstu niðurstöður

Tilgangur mælinga Landsvirkjunar á seltu var í upphafi tvíþættur, annars vegar að kanna raunverulega seltuáraun á Íslandi og bæta þannig forsendur við hönnun háspennulína og spennistöðva. Hins vegar var tilgangurinn sá að skoða hvort ástæða væri til að skipta landinu í svæði háð seltuáraun. Samhliða mælingu á seltu hafa svokallaðar “óbeinar seltumælingar” verið framkvæmdar en þær felast í því að mæla lekastrauma á yfirborði einangra með spennumæli. Tilgangur lekastraumsmælinga var að kanna möguleika slíkra mælinga á að leysa af hólmi seltumælingar með skálavotti, einkum þar sem erfitt eða dýrt er að koma honum við¹.

Í þessari skýrslu er unnið úr þeim gögnum sem fengist hafa með mælingum Landsvirkjunar á seltu síðustu 10 árin, en mælingar hafa verið gerðar á þrem stöðum, Írafossi, Svartáarkoti og Hrauneyjafossi. Um markmið mælinga segir m.a. í áfangaskýrslu frá 2002²:

“Markmið mælinganna er að bæta forsendur að raftæknilegri hönnun háspennulína. Megin tilgangur mælinganna er að kanna hámarks seltuáburð á einangrunarskálur fyrir háspennulínur á viðkomandi mælistað, en jafnframt er borin saman sjálfskolunarhæfni tveggja skálagerða.”

Um úrvinnslu segir jafnframt í sömu skýrslu:

“Næsta skref í úrvinnslu er tölfræðigreining mæligagna og samanburður mælistaða og skálagerða. Jafnframt þarf að bera niðurstöðurnar saman við aðrar skyldar mælingar, sem til eru og að gagni koma. Þar er helst að nefna niðurstöður efnagreiningar úrkomumælinga á Írafossi og víðar, sem gerð hefur verið á vegum Veðurstofu Íslands. Niðurstöður slíkra mælinga á Írafossi eru til allt frá árinu 1979. Jafnframt er nauðsynlegt að taka til samanburðar niðurstöður leiðnimælinga með spennumælispennum sem framkvæmd hefur verið allt mælitímabilið á Írafossi og víðar, en þær niðurstöður gefa vísbendingu um raunveruleg seltuvandamál í flutningskerfinu í rauntíma.

Að fengnum þessum niðurstöðum verður væntanlega hægt að meta hvort ástæða er til að halda mælingunum áfram og ef svo er að endurmeta fyrirkomulag mæliaðferða og val mælistaða.”

Í skýrslunni er tekið mið af ofangreindum markmiðum við úrvinnslu gagna og gerður er ýmis samanburður mæligagna: seltumælinga, leiðnimælinga og veðurfarsgagna. Við samanburð á seltumælingum milli staða er m.a. miðað við fundin hámarks og reiknuð meðaltöl. Við athugun og samanburð á t.d. seltumælingum og leiðnimælingum og áhrif veðurfars er stuðst við myndrænan samanburð. Með

¹ Raftæknileg Hönnun Háspennulína, Verkræðistofan AFL fyrir Landsvirkjun 1992.

² Seltumælingar, Írafoss – Hrauneyjafoss – Svartáarkot 1993 -2001, Áfangaskýrsla, Árni Jón Elíasson fyrir Landsvirkjun 2002.

samanburði á seltumælingum og leiðnimælingum er markmiðið að varpa ljósi á samhengi seltuáraunar og leiðnimælinga í meginráttum.

Niðurstaðan gæti verið einskonar undanfari nákvæmari tölfræðilegra aðferða við að finna samhengi og samspil þessarar þátta sem aftur gæti leitt til uppbyggingar reiknilíkans sem lýsti því hvernig yfriborðsleiðni einangrunarskála er háð seltuáraun og veðurfari í rauntíma svo dæmi sé tekið. Slíkt líkan mætti nota til að einfalda til muna mælingar á seltuáraun og jafnframt gefið vísbendingar um seltuáraun í rauntíma

Ef samhengi veðurþátta seltuáraunar og mælinga seltuáraunar væri þekkt mætti hugsanlega nota slíkt líkan til að spá fyrir um seltuáraun og aukið þannig möguleika á að bregðast tímanlega við rekstrartruflanum.

Markmið

Markmið úrvinnslunar má því greina í eftirfarandi tvo megin hluta þar sem fyrsti hluti fjallar um tölulega úrvinnslu seltumælinga en sá seinni um samanburð seltumælinga á Írafossi og mælinga veðurfars og lekastraums á sama stað:

Fyrri hluti:

- Skoða seltuáraun út frá meðaltali, hámarki og með flokkun þar sem alþjóðlegir staðlar eru hafðir til hliðsjónar.
- Samanburður seltuáraunar, skammtímauppsöfnun og langtímauppsöfnun.
- Bera saman sjálfskolunarhæfni tveggja skálagerða.
- Samantekt hámarksgilda seltumælinga
- Tímasetja hámarks seltuáraun innan ársins.
- Bera saman seltuáraun milli staða, þar sem byggt er á áður nefndri flokkun og tekið er tillit til hámarksgilda.

Seinni hluti:

- Samanburður seltuáraunar og spennumælinga á Írafossi.
 - ✓ Samhengi spennumælinga og seltumælinga
- Greina þá þætti sem hafa áhrif á seltuuppsöfnun, áhrif veðurfars (Írafoss)
 - ✓ Hvaða veðurfarsþættir hafa áhrif á seltuuppsöfnun og hvernig.
- Greina þá þætti sem hafa áhrif á spennumælingar (Írafoss)
 - ✓ Samhengi spennumælinga, seltumælinga og veðurfarsþátta.

Helstu niðurstöður

Í þessari samantekt á niðurstöðum er eingöngu miðað við fundin hámarksgildi allra ára og reiknuð meðaltaltöl allra ára en ítarlegri niðurstöður útreikninga á meðaltölum

og hámarki má finna í skýrslunni og í viðauka. Þegar fjallað er um skammtímaseltuuppsöfnun er átt við mælingar á seltu sem gerðar voru á vikufresti (mæling á skálahengi 1 í gögnum) en langtímaseltuuppsöfnun vísar til mælinga sem gerðar voru að jafnaði á 4 vikna fresti (bæði venjulegar skálar í skálahengi 3 og þokuskálar í skálhengi 4). Við samanburð seltuáraunar er hér gerður greinarmunnur á hvort um mælingar á efra- eða neðra borð skálar er að ræða en einnig er fjallað um seltuáraun allrar skálarinnar. Sú eining sem unnið er með í þessari úrvinnslu er mg NaCl/cm² eða seltuáraun á flatareiningu.

Samanburður skammtíma- og langtímaseltuuppsöfnunar.

Írafoss:

Samkvæmt mælingum á efra borði skálar er hámarksgildi skammtímaseltuuppsöfnunar allra ára hærra en hámarksgildi langtímaseltuuppsöfnunar. Hins vegar er meðaltal langtímaseltuuppsöfnunar lítilega hærra en skammtímaseltuuppsöfnunar.

Ef mælingar á neðra borði skálar er skoðað kemur í ljós að langtímaseltuuppsöfnun er hærri en skammtímaseltuuppsöfnun hvort heldur miðað er við hámark eða meðaltal.

Ef borin eru saman reiknuð gildi á seltuuppsöfnun fyrir alla skálina er óverulegur munur á mældum gildum langtímaseltuuppsöfnunar og skammtímauppsöfnunar en langtíma seltuuppsöfnun er þó litlu hærri.

Á Írafossi er seltuáraun því skammtíma uppsöfnun þar sem mælingar á langtímaseltuuppsöfnun er ekki hærri.

Svartárvot:

Í Svartárvoti er hámark skammtímaseltuuppsöfnunar allra ára fyrir efra borð skálar mun hærra en langtímaseltuuppsöfnun. Meðaltal langtíma og skammtímaseltuuppsöfnunar er hins vegar það sama.

Það sama á við ef gildi mælinga á neðra borði skálar er borið saman, hámark skammtímauppsöfnunar seltu er hærra en langtíma uppsöfnun en að meðaltali er langtímauppsöfnun litlu hærri.

Ef reiknuð gildi seltu áraunar allrar skálarinnar eru skoðuð er hámarksgildi skammtíma seltuuppsöfnunar mun hærra en hámarksgildi langtíma seltuuppsöfnunar. Meðaltal langtíma seltuuppsöfnunar allrar skálarinnar er hins vegar hærra en skammtímauppsöfnun.

Í Svartárvoti er mæld hámarks seltuáraun skammtímauppsöfnun en meðaltal langtímauppsöfnunar er hærra.

Hrauneyjafoss:

Hámarks gildi skammtímaseltuuppsöfnunar er um 4 sinnum hærra en hámarks gildi langtímauppsöfnunar ef miðað er við efra borð skálar. Meðaltal langtíma og skammtíma uppsöfnunar seltu er hins vegar það sama.

Ef skoðaðuð eru hámarks gildi fyrir neðra borð skálar er skammtíma seltuuppsöfnun á sama hátt um 4 sinnum hærri en langtíma seltuuppsöfnun. Meðaltal langtíma seltuuppsöfnunar er hins vegar lítillega lægra.

Miðað við reiknuð gildi fyrir alla skálina er hámark skammtímaseltuuppsöfnunar mun hærra en langtíma seltuuppsöfnunar en sé miðað við meðaltal er langtíma seltuuppsöfnun hærri.

Á Hrauneyjafossi er mæld hámarks seltuáraun skammtímauppsöfnun en meðaltal langtímauppsöfnunar er herra.

Í samantekt má segja að hámarks seltuáraun bæði í Svartárkoti og á Hrauneyjafossi er skammtíma seltuuppsöfnun en mikill munur skammtíma og langtíma seltuuppsöfnunar skýrist af seltuveðrinu í nóvember 2001. Að meðaltali er langtímaseltuuppsöfnun hins vegar hærri en skammtímaseltuuppsöfnun á öllum mælistöðum.

Samanburður á sjálfskolunarhæfni tveggja skálagerða, langtímaseltuuppsöfnun.

Efra borð

Á heildina litið er langtíma hámarks seltuuppsöfnun efra borðs skálar meiri í venjulegum skálum. Í einstaka tilvikum er seltuuppsöfnun efra borðs skálar þokuskála þó meira; á Írafossi árin 1998 og 2001 er hún lítilega hærri og árið 1998 er hún mun hærri á Hrauneyjafossi.

Ef meðaltal seltumælinga efra borðs er borið saman er seltuuppsöfnun venjulegrar skála meira í öllum tilvikum nema einu í Svartárkoti árið 1998.

Neðra borð

Ef hámarksgildi mælinga seltu uppsöfnunar neðra borðs skála er borið saman fyrir þessar tvær skálagerðir er seltuuppsöfnunin meiri á venjulegum skálum með undantekningu í Írafossi 1995 og í Hrauneyjafossi 1996.

Ef meðaltal mælinga seltuuppsöfnunar fyrir neðra borða skála er borið saman fyrir þessar tvær skálagerðir safnast að jafnaði meira á venjulegu skálarnar en með einni undantekningu á Írafossi 1995.

Öll skálin

Ef borin er saman gildi seltuuppsöfnunar fyrir alla skálina safnast greinilega meira á venjulegu skálina með örfáum undantekningum en sú helsta er á Írafossi 1995.

Uppsöfnun seltu á venjulegar og þokuskálar miðað við hámark allra ára á Írafossi er svipuð.

Það sama á við um Svartárvot og Hrauneyjafoss og Írafoss, seltuuppsöfnunin er meiri á venjulegum skálum en þokuskálum ef miðað er við hámark allra ára.

Ef skoðuð eru meðaltöl mælinga seltuuppsöfnunar fyrir alla skálina safnast í öllum tilvikum, nema einu, meira á venjulegu skálina en þokuskálina. Undantekningin er Írafoss 1995.

Samkvæmt þessum samanburði safnast því að jafnaði meiri selta á venjulegar skálar en þokuskálar hvort heldur miðað er við hámark allra ára eða meðaltöl allra ára.

Samanburður hámarks allra seltumælinga.

Til viðbótar mælingum á skammtíma og langtímauppsafnaðrar seltu venjulegra og þokuskála var selta einnig mæld á venjulegum skálum strax eftir að mikil seltuveður höfðu gengið yfir (skálahengi 2). Markmið þessara mælinga var að meta hámarksgildi seltuáraunar á mælistöðum. Samkvæmt mælingum seltu á þessu skálahengi og samanburði við seltumælingar á öðrum skálahengjum er mesta melda selta áranna 1993 – 2002 þessara þriggja staða eftirfarandi:

Írafoss	0,050 mg NaCl/cm ² .
Svartárvot	0,110 mg NaCl/cm ² .
Hrauneyjafoss	0,250 mg NaCl/cm ² .

Þessi mesta selta mælist í öllum tilvikum á skálahengi 2. Hámark í Svartárvoti og Hrauneyjafossi fengust í nóvember 2001 þegar “seltuvedrið” gekk yfir. Hámark í Írafossi fékkst hins vegar í janúar 1996 en hafa þar í huga að ekki var mæld seltuáraun á Írafossi á þessu skálahengi fyrr en nokkru eftir seltuvedrið 2001.

Ef hámark þessara staða eru flokkuð samkvæmt IEC flokkun telst seltuáraun bæði Svartárvots og Hrauneyjafoss til 3 flokks eða næst mesta seltuáraun samkvæmt þessari flokkun (Svartárvot er þó á mörkum 2 og 3 flokks). Þessi flokkur er nefndur “Heavy pullution level” eða “Mikil selta” en í þessum flokk er miðað við að lágmarks yfirborðslengd einangra þurfi að vera a.m.k. 25 mm/kV. Mun lægri hámarks selta á Írafossi skýrist af að ekki var mæld selta í seltuvedrinu 2001 eins og á hinum mælistöðunum. Ástæða er til að ætla að hámarks seltuáraun í Írafossi sé ekki minni en í Svartárvoti eða Hrauneyjafossi end bendir samanburður milli mælistaða á hámarksgildum mælinga skammtímaseltuuppsöfnunar til að seltuáraun þar sé jöfn eða meiri en á Hrauneyjafossi (undantekningar eru árin 1996 og 2001). Samkvæmt því telst seltuáraun á Írafossi einnig til 3 flokks þar sem krafist er 25 mm/kV lágmarksyfirborðslengdar einangra.

Tímasetning hámarks seltuáraunar innan ársins.

Ef tímasetning hámarka mældrar seltuáraunar er skoðuð má skipta árinu í tvö megin “seltuímabil” þ.e. tímabil þar sem vænta má mikillar seltuárunar. Fyrri tímabilið er fyrsti hluti ársins eða frá janúar fram í mars en það seinna er frá september til nóvember. Þessi sama skipting á árinu í tvö seltuímabil á við um alla mælistaðina.

Samanburður seltumælinga og lekastraums.

Ef borin eru saman niðurstöður seltumælinga með skálapvotti og spennumælinga á Írafossi virðist í mörgum tilvikum að um samhengi sé að ræða. Í fyrsta lagi virðist ákveðið samhengi vera á breytingu gilda seltumælinga og spennumælinga. Hins vegar virðist hlutfall milli breytinga seltumælinga og spennumælinga vera mjög mismunandi jafnvel innan ársins. Einnig má finna tímabil þar sem lítil sem engin breyting virðist vera á mældri seltu en töluverð breyting er á útslagi spennumæla (t.d. ársbyrjun 1993). Þá finnast tímabil þar sem veruleg breyting er á mældri seltu en lítil sem engin breyting er á mældri spennu.

Samkvæmt þessum samanburði er því ekkert beint samhengi á milli seltuáraunar og mælinga spennumæla. Það er því ljóst að aðrir þættir hafa veruleg áhrif á samband mældrar spennu og seltuáraunar.

Áhrif veðurfarsþátta á seltuuppsöfnun

Við athugun á áhrifum veðurfars á seltuuppsöfnun á Írafossi er sammerkt með öllum þeim tímabilum þar sem mikil seltan hefur mælst á umræddu 10 ára tímabili að forsendur mikillar seltuuppsöfnunar er samspil ákveðinna veðurskilyrða þ.e. að miklar hitasveiflur séu og gjarnan í kringum frostmark (hugsanlega ísing), vindátt sé S,SV eða V átt og úrkoma sé lítil og mjög breytileg.

Hinsvegar má finna undantekningar tilvik mikillar seltuuppsöfnunar þar sem ofangreind forsenda um hitastig hefur lítil áhrif en aðrir veðurþættir virðast hafa áhrif eins og til dæmis vindhraði (dæmi er haust 1997).

Við þennan samanburð hafa eingöngu verið fundin einskonar “bestu” skilyrði veðurþátta hitastigs, vindáttar og úrkomu til seltuuppsöfnunar en ekki verið lýst hvernig þessir þættir hafa áhrif á seltuuppsöfnun eða hvernig þeir eru háðir innbyrðis og hvernig samspil þeirra hefur áhrif.

Samhengi spennumælinga, seltumælinga og veðurfarsþátta

Eftir samanburð á seltumælingum, spennumælingum og nokkrum veðurþáttum er ljóst að samhengi mældrar spennu og seltuuppsöfnunar er flókið þar sem umhverfisþættir hafa veruleg áhrif. Þannig virðast umhverfisþættir bæði hafa bein og óbein áhrif á mælda spennu spennumælaspenna, beinu áhrifin eru t.d. áhrif hitastigs og hitamismunar innan sama sólarhrings, en þau óbeinu eru áhrif umhverfisþátta á seltuuppsöfnun og þannig áhrif á þá lekastrauma sem spennumælaspennir mælir.

Aðdragandi mikillar seltuuppsöfnunar.

Segja má að mikilvægasta forsendan fyrir mikla seltuuppsöfnun skála í Írafossi sé vindáttin þ.e. að það sé S,SV eða V átt.

Að því gefnu að á svæðinu sé S, SV eða V átt hefur hitastig mikil áhrif á sjálfa uppsöfnun seltu á skálarnar. Ef hitastig (meðalhiti dagsins) er í kringum frostmark virðist sem skilyrði fyrir uppsöfnun seltu sé best.

Til viðbótar ofangreindum atriðum um vindátt og hitastig hefur úrkomumagn mikil áhrif. Þannig virðast hagstæðustu skilyrðin fyrir seltusöfnun á skálum vera ef úrkoman er mjög óregluleg. Ekki virðist vera hagstæðari skilyrði fyrir seltusöfnun ef úrkoma er engin og ef hún er mjög mikil skolast seltan að sjálfsögðu burt.

Skilyrði fyrir mikilli seltusöfnun einangrunarskála á Írafossi eru því S, SV, eða V átt, hitastig rétt undir og í kringum frostmark og úrkoma mjög óregluleg. Því lengur sem þetta ástand varir, án teljandi úrkomu, því meiri er uppsöfnun seltu á skálum.

Aðdragandi mikils útslags á spennumælingu vegna seltu.

Grunnforsendan fyrir útslagi spennu er seltulag á skálum þannig að gildi mældrar spennu er háð magni uppsafnaðrar seltu að því gefnu að aðrir þættir séu óbreyttir. Hitastig hefur einnig mikil áhrif þannig að mesta útslagið fæst ef hitastigsmismunur innan sólarhrings er mikill (meðalhitin er þá að sveiflast í kringum frostmark). Áhrif úrkomu á útslag mælispennu er óbein. Þannig virðist sem óregluleg úrkoma í stuttan tíma hafi mikil jákvæð áhrif á útslag spennumælingar nokkra stund á eftir en oft er úrkoma lítil á þeim tíma sem mest útslag mælist (úrkoma það lítil að hún rétt nær að bleyta upp í seltulaginu en þvær það ekki af).

Mesta útslag spennumælaspenna er samkvæmt þessum samanburði þegar mikil selta hefur safnast á skálar (þ.e. langvarandi S, SV eða V átt samfara umhverfishitastigi fyrir neðan frostmark og úrkoma mjög óregluleg) og umhverfishitastig (meðaltal) hækkar skyndilega úr frostmarki þannig að hitinn fari rétt yfir frostmark þegar heitast er en er undir frostmarki þegar kaldast er samfara miklum hitamismun innan sólarhrings. Einnig hefur það jákvæð áhrif að óregluleg úrkoma sé en hún má ekki vera of mikil.

Einnig eykur það útslag spennumæla ef vindáttin helst S, V eða SV þegar önnur skilyrði eru hagstæð fyrir útleiðslu straums á skál.

Tillögur að áframhaldi úrvinnslu og mælinga á seltu.

Áhrif veðurfars bæði á seltuuppsöfnun og samhengi seluuppsöfnunar og lekastraums er ótvírætt. Þeir veðurþættir sem virðast hafa mest áhrif er vindátt, hitastig og rakastig/væg úrkoma.

Þeir Halldór Björnsson og Trausti Jónsson á Veðurstofu Íslands hafa lesið yfir skýrsluna og komið með tillögur að frekari athugunum á samhengi veðurfarsþátta og seltuáraunar (sjá viðauka). Þá hefur Birgir Guðmannsson hjá Landsvirkjun lesið yfir skýrsluna og lagt til að skoða nánar samhengi hitastigs og raka á seltuuppsöfnun.

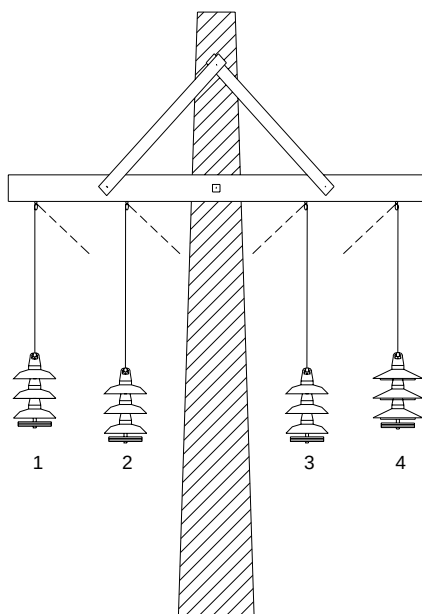
Að teknu tilliti til ofangreindra athugasemda er lagt til að áframhaldandi mælingar seltu og úrvinnsla gagna taki mið af eftirfarandi;

- 1) Áframhald á mælingu seltu með skálapvotti.
- 2) Skoða möguleika á að auka “úmaupplausn” í seltumælingum til dæmis með mælingum á seltu í úrkomu. Hugsanlega mætti þannig fá betri upplýsingar um seltuáraun t.d. frá degi til dags.
- 3) Samræma mælingar á veðurþáttum, seltuáraun og lekastraums þar sem tekið er tilliti til staðsetningar og þeirrar aðferðafræði sem beita á við úrvinnslu.
- 4) Sjálvvirkar mælingar á vindhraða og vindátt.
- 5) Mælingar á rakastigi.
- 6) Skoða áhrif hitastigsbreytinga á seltuuppsöfnun, meðal annars áhrif rakamyndunar á yfirborði einangra vegna varmarýmdar þeirra.
- 7) Úrvinnsla á mæligögnum í sammvinnu við Veðurstofu Íslands með aðferðarfræði sem þróuð hefur verið innan veður og veðurfarsfræði. Þá er tengin mikils “seltuveðurs” við sérstaka lægðarmyndun við suðurodda Grænlands áhugaverð en Haraldur Ólafsson á Veðurstofunni hefur ásamt stúdendum sínum rannsakað þá tegund mikið (sjá nánar í viðauka, Halldór Björnsson).

Um Seltumælingar.

Í áfangaskýrslu frá janúar 2002 “SELTUMÆLINGAR” er framkvæmd seltumælinga lýst svo :

“Í hverri mælistöð er reistur 10 m hár staur með þverslá í toppinn, þar sem komið er fyrir fjórum einangraskálahengjum númeruðum frá 1 til 4, en í hverju hengi eru 3 skálar (mynd 2). Í skálahengjum 1- 3 eru hefðbundnar skálar (SEDIVER-F160/146, standard), en í skálahengi 4 eru svonefndar þokuskálar (SEDIVER-F160/170, fog type), sem eiga að verja sig betur fyrir seltu og öðrum leiðandi efnum.



Mynd 2. Seltumælistöð [Heimild : Áfangaskýrsla SELTUMÆLINGAR janúar 2002 Árni Jón Elíasson.]

Rannsóknin felst í því að taka sýni af seltu og öðrum óhreinindum, sem sest á glerhluta einangraskálanna. Í öllum tilvikum eru einungis tekin sýni af miðskál í hverju skálahengi. Tvö sýni eru tekin af hverri skál, þ.e. af efra yfirborði skálar og af neðra yfirborði skálar. Öll selta og óhreinindi af viðkomandi fleti eru hreinsuð af með bómullarhnoðrum og eimuðu vatni. Bómullarhnoðrunum með sýnunum í er síðan komið fyrir í plastboxum.

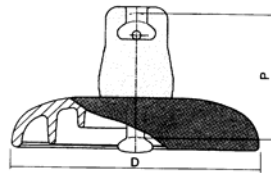
Tímasetningu sýnatökunnar er háttað sem hér segir: Fyrsta virkan dag herrar viku eru tekin sýni af miðskál í skálahengi nr.1. Fjórða hvern þeirra daga eru jafnframt tekin sýni af miðskál í skálahengjum nr. 3 og 4.

Sýnatökumönnum er ætlað að fylgjast með veðurfari og í miklum seltuveðrum taka þeir sýni af miðskál í skálahengi nr. 2. Reynt er að sæta lagi strax eftir að aðalveðrinu slotar, þ.e.a.s. áður en seltan og óhreinindin fara að leka af.

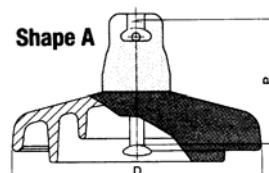
Um hver mánaðamót senda sýnatökumenn umsjónarmanni útfyllt eyðublöð um staðfestingu sýnatöku. Jafnframt senda þeir sýni liðins mánaðar til Iðntæknistofnunar, sem sér um greiningu sýnanna. Við móttöku á Iðntæknistofnun er 50 ml af eimuðu vatni bætt í hvert sýnabox, hrært upp og látið standa í um 2 sólarhringa. Sé bómullin blaut er hún þurrkuð áður en vatninu er bætt út í. Seltan er síðan ákvörðuð með leiðnimælingum, þar sem mæld leiðni er borin saman við leiðni þekktra saltlausna.

Niðurstöðutölur sýnanna eru umreiknaðar í NaCl-magn á flatareiningu og þannig notaðar í tölfræðilegri úrvinnslu”

Á eftirfarandi mynd má sjá þær SEDIVER skálar sem notaðar voru við mælingarnar, annars vegar Standard skál (F160/146) og hins vegar þokuskál (F160P/170).



Standard skál F160/146



Þokuskál F160P/170

Í samantekt má segja að markmið með sýnatöku á mismunandi skálahengjum sé eftirfarandi.

- Skálahengi 1 : Athugun á skammtímaseltuuppsöfnun venjulegrar skálar.
- Skálahengi 2 : Athugun á hámarks seltuuppsöfnun venjulegrar skálar.
- Skálahengi 3 : Athugun á langtímaseltuuppsöfnun venjulegrar skálar.
- Skálahengi 4 : Athugun á langtímaseltuuppsöfnun þokuskálar.

Um flokkun seltuáraunar.

Þar sem seltuáraun getur verið mjög mismunandi bæði á milli landa og eins á milli svæða innan sama lands hefur verið venja að skipta seltuáraun í ákveðna flokka háð seltu/mengunar-magni. Hugmyndin með þessari flokkun er að auðvelda og einfalda val á einangrun háspennubúnaðar eins og einangra háspennulína. Samkvæmt IEC staðli frá 1976³ var mengunar\selu-áraun skipt í fjóra mismunandi flokka.

Flokkun þessa staðals byggir á mismunandi mengunar/seltu svæðum sem voru skilgreind út frá “umhverfispáttum” eins og fjarlægð frá sjó eða vatni, ríkjandi vindátt, nálægð iðnaðar, umfangi og gerð hans og landslagi.

Með hliðsjón af línnum sem byggðar höfðu verið á svipuðum svæðum voru settar fram kröfur um lágmarks einangrun hvers svæðis þ.e. lágmarks fjölda einangraskála (miðað var við ákveðna skálagerð) til að koma í veg fyrir truflanir af völdum mengunar.

Út frá lágmarkskröfum um fjölda skála fyrir hvern flokk var síðan fundin lágmarks yfirborðslengd pr. kV spennu í einingunni [mm/kV]. Þannig er hægt að nota lágmarkskröfur um yfirborðslengd fyrir hvern flokk eða svæði til hliðsjónar við hönnun háspennulína. Lágmarkskrafa um yfirborðslengd er þó að jafnaði einungis höfð til hliðsjónar enda er nauðsynlegt að taka tillit til ýmissa annarra atriða við hönnun eins og til dæmis áhrif mismunandi skálagerða.

Til frekari glöggvunar á flokkun mengunar/seltuáraunar er í staðlinum fundið samband milli hvers flokks (eða lágmark yfirborðslengdar) og jafngildi hámarks seltuáraunar [$\text{mg NaCl}/\text{cm}^2$] með prófunum á tilraunastofu. Með hliðsjón af þessu sambandi milli jafngildi seltumagns [$\text{mg NaCl}/\text{cm}^2$] (ESDD⁴) og flokkun eða kröfum um lágmarks yfirborðslengd skálakeðja má til dæmis tengja mælingar á seltu á ákveðnum stöðum við flokkun seltuáraunar og lágmarkskröfum um yfirborðslengd einangra samkvæmt ofangreindum staðli.

³ IEC 71-2 “Insulation Co-ordination, Part 2 : Application Guide

⁴ Equivalent Salt Deposit Density)

Samkvæmt útgáfu tæknilegrar skýrslu IEC frá 1986⁵ er flokkun í seltuflokka samkvæmt eftirfarandi töflu:

Flokkur	Erlent heiti flokks (Pollution level)	Íslenskt heiti flokks	Lágmarks yfirborðslengd einangra	Mesta jafngilda selta mg NaCl/cm ²
1	Light	Lítill selta/mengun	16 mm/kV	0,03 – 0,06*
2	Medium	Meðal selta/mengun	20 mm/kV	0,1 – 0,2*
3	Heavy	Mikil selta/mengun	25 mm/kV	0,3 – 0,6*
4	Very Heavy	Mjög mikil selta/mengun	31 mm/kV	-

* hámarks jafngildi seltu sem telst til þessa flokks er á þessu bili, en gildin eru fundin með prófunum á tilraunastofu.

Samkvæmt þessari töflu er t.d krafa um lágmarks yfirborðslengd “Mikillar seltu” 25 mm/kV en slík einangrun þolir seltuáraun sem er að hámarki á bilinu 0,3 – 0,6 mg NaCl/cm². Nákvæm flokkun seltuáraunar út frá jafngildi seltu [mg NaCl/cm²] er því ekki möguleg án þess að ákvarða efri mörk þess jafngildis sem tilheyrir hverjum flokk. Við ákvörðun á slíku gildi væri þó eðlilegast að miða við meðaltal þeirra gilda sem gefin eru í töflunni og meta niðurstöðu flokkunar í ljósi þess.

Á Íslandi hefur hingað til verið miðað við fjóra flokka þegar seltuáraun hefur verið metin út frá mælingum á jafngildi seltu⁶. Þessi flokkun er byggð á kanadískum staðli (CAN3-C308-M85) sem gefinn var út 1986. Markmið þessa staðals var m.a. að bæta og útfæra frekar framkvæmd IEC 71-2 staðalsins frá 1976. Samkvæmt þessum staðli er flokkun mengunar/seltu áraunar eftirfarandi:

Flokkur	Erlent heiti flokks (Pollution level)	Íslenskt heiti flokks	Mesta jafngildi seltu mg NaCl /cm ²
1	Very Light	Mjög lítill selta/mengun	< 0,03
2	Light	Lítill selta/mengun	0,06
3	Moderate	Meðal selta/mengun	0,12
4	Heavy	Mikil selta/mengun	0,3
5	Extreme	Mjög mikil selta/mengun	> 0,3

Í samanburði við skiptingu IEC á flokkun er flokkun kanadíska staðalsins mun skýrari ef litið er á magn jafngildrar seltu og mörkin milli flokka. Á móti er í kanadíska staðlinum miðað við að lágmarkskröfur um yfirborðslengd séu breytilegar innan hvers

⁵ Publication 815

⁶ Raftæknileg Hönnun Háspennulína, Verkfræðistofan AFL fyrir Landsvirkjun 1992

flokks en ekki ein föst tala eins og IEC staðallinn gerir ráð fyrir. Því má segja að mismunandi aðferðafræði sé beitt við flokkun seltuáraunar í þessum tveim stöðlum.

Kanadíski staðallinn undirstrikar þannig að kröfur um yfirborðslengd geti verið breytilegar innan sama seltuflokks, til dæmis eru þær háðar skálagerð. IEC staðallinn undirstrikar aftur á móti að tenging á milli seltujafngildis og lágmarkskrafna um yfirborðslengd er ekki einhlít jafnvel fyrir sömu skálagerð.

Í samanburði er niðurstaða flokkunar þessara tveggja staðla mjög lík, þrátt fyrir það að kanadíski staðallinn miði við fleiri flokka. Þannig má segja að flokkur 2 samkvæmt kanadísku flokkuninni skiptist á milli flokks 1 og 2 í flokkun IEC. Að öðru leyti er um áþekka flokkun að ræða ef tekið er tillit til þess að seltujafngildis mörkin eru óljós hjá IEC.

Eins og áður hefur komið fram er eitt af markmiðum flokkunar seltu/áraunar mengunar að auðvelda ákvörðun um lágmarks yfirborðslengd einangra háspennulína við hönnun.

Ákvörðunarferlið hefst á því að fyrirhuguð línuleið er staðsett út frá umhverfisþáttum í einn af þeim flokkum sem IEC hefur tilgreint í sínum staðli (síðasta útgáfa flokkunar út frá umhverfisþáttum er reyndar í tæknilegri skýrslu, Publication 815 frá 1986). Þegar seltuflokkurinn sem línuleiðin tilheyrir er fundinn tilgreinir IEC gildi þeirrar lágmarks yfirborðslengdar sem miða á við. Þetta gildi er þó eingöngu haft til hliðsjónar við endanlegt val á kröfum um yfirborðslengd einangra en ýmsa aðra þætti þarf að taka tillit til eins og til dæmis mismunandi skálagerðir. Það er rétt að taka það fram að í þessu ákvörðunarferli sem hér er lýst hefur jafngildi seltuáraunar hvergi komið við sögu.

Mæling á seltu og flokkun seltuáraunar út frá fundnu seltujafngildi á ákveðnum stað (til dæmis línuleið) er önnur aðferð sem hafa má til hliðsjónar við að finna lágmarkskröfur um yfirborðslengd einangra á viðkomandi stað. Við mat á niðurstöðum slíkrar flokkunar sem byggir á einhverskonar tölfræðilegri úrvinnslu verður að taka tillit til óvissu í mælingum sem og þeirri óvissu sem liggur í því sambandi sem notað er til að tengja seltujafngildi við flokka og áfram við kröfur um lágmarks yfirborðslengd einangra. Óvissan í tengingu seltujafngildis og flokka liggur í að sú tenging er fundin með prófunum í tilbúnu umhverfi á tilraunastofu en ekki við raunverulegar aðstæður. Óvissa í mælingum liggur m.a. í framkvæmd mælinganna og einnig í fjölda þeirra m.a. þeim árafjölda sem mælingar hafa staðið yfir.

Flokkun seltu út frá seltumælingum gefur áhugaverðar upplýsingar um raunverulega seltuáraun og dreifingu hennar en það áhugaverðasta er þó mæling á hámarksgildi seltuáraunar þ.e. hve mikil seltuáraun getur orðið á viðkomandi svæði.

Þegar tekið er tilliti til þess hámarksgildis sem fæst við mælingar við ákvörðun á kröfum um lágmarks yfirborðslengd verður jafnframt að taka tillit til þess fjölda ára sem mælingar hafa staði yfir. Þannig er hámarksgildi seltu sem fæst með mælingum á 10 ára tímabili að öllum líkindum mun hærra en hámarksgildi sem fæst með mælingum á eins árs tímabili.

Við hönnun lína er þess jafnan krafist að hún uppfylli ákveðin skilyrði um áreiðanleika þ.e. að hún standist ákveðið álag t.d. ákveðin hámarks vindstyrk. Í CENELEC staðli sem gildir á Ísland (ÍST EN 50341-1:2001) er krafa um áreiðanleika skipt í 3 flokka þar sem miðað er við mismunandi endurkomutíma þeirra umhverfispáttá sem forsendur miða við eða með öðrum orðum verstu tilvik (til dæmis mesti vindastyrkur) sem búast má við á ákveðnum árafjölda. Þannig miðar lágmarkskrafan um áreiðanleika við forsendur sem taka mið af 50 ára endurkomutíma. Flokkur 2 miðar við 150 ára endurkomutíma en flokkur 3 við 500 ára endurkomutíma.

Ef þessi skilyrði um lágmarks áreiðanleika ætti að yfirfæra beint á lágmarkskröfur um yfirborðslengd einangra þyrfti að miða við hámarks seltu sem fæst með mælingum á 50 ára tímabili.

Ef tekið er tillit til þess að bilanir/truflanir sem geta orðið vegna annarra umhverfispáttá eins og mikils vindstyrks eða ísingar eru mun alvarlegri en truflanir vegna seltu má færa rök fyrir að óþarfi sé að miða við hámarks seltu með 50 ára endurkomutíma og miða frekar við t.d 25 ár eða jafnvel 10 ár.

Við flokkun seltuáraunar í þessari skýrslu er miðað við IEC flokkun. Miðað var við að mörk seltujafngilda milli flokka væri samkvæmt eftirfarandi töflu.

Flokkur	Erlent heiti flokks (Pollution level)	Íslenskt heiti flokks	Lágmarks yfirborðslengd einangra	Mesta jafngilda selta mg NaCl/cm ²
1	Light	Lítill selta/mengun	16 mm/kV	0,045
2	Medium	Meðal selta/mengun	20 mm/kV	0,15
3	Heavy	Mikil selta/mengun	25 mm/kV	> 0,45
4	Very Heavy	Mjög mikil selta/mengun	31 mm/kV	-

Efri mörk seltujafngildis hvers flokks miða við miðgildi þess bils seltujafngildis sem IEC gefur upp í sínum gögnum.

Aðferðafræði

Þau gögn sem ligga til grundvallar þessari úrvinnslu eru eins og áður segir seltumælingar sem gerðar voru árin 1993-2002 á vegum Landsvirkjunar á þremur stöðum ; Írafossi, Svartáarkoti og Hrauneyjafossi.

Bæði langtíma og skammtíma seltuuppsöfnun hefur verið mæld svo og áhrif mismunandi skálagerða annars vegar venjulegra skála og hins vegar þokuskála. Þá er gerður greinarmunur á seltuáraun efra borðs skálar og neðra borðs hennar. Seltuáraun allrar skálarinnar er svo reiknað út frá mældum gildum seltuáraunar efra borðs og neðra borðs skálarinnar.

Til viðbótar þessum seltumælingum hafa verið skoðaðar mælingar spennumælaspennis sem staðsettur er á Írafossi. Þessi spennumælaspennir mælir í raun lekastraum eftir yfirborði einangrunarskála sem verða fyrir sömu seltuáraun og þær skálar sem notaðar eru til mælinga á seltu.

Að auki hafa ýmis veðurgögn á Írafossi verið skoðuð fyrir sömu ár.

Sú aðferðafræði sem beitt er við úrvinnslu þessarra gagna til að meta seltuamagn á þessum stöðum er útreikningur á meðaltölum bæði heildar meðaltal þessarra 10 ára og eins meðaltal hvers árs. Einnig er hámark seltuárarunar allra staða bæði innan hvers árs og eins yfir allt tímabilið fundin og tímasett. Þessi meðaltöl og hámarksgildi eru svo notuð til að flokka seltuáraun í flokka háð seltumagni. Með athugun á bæði hámarksgildum og meðalgildum má varpa ljósi á sveiflur í seltuáraun þessara ára og auðvelda þannig mat á seltuáraun þessara mælistaða, samanburð og áhrif mismunandi skálagerða.

Samhengi seltumælinga og spennumælinga (lekastraums) er skoðað myndrænt þ.a. tímaröðir spennumælinga og seltumælinga fyrir hvert ár eru sýndar saman á mynd.

Á sama hátt eru áhrif veðurfarsþátta á seltumælingar og spennumælingar (lekastraums) skoðuð myndrænt þannig að niðurstöður þessarra mælinga eru sýndar saman á mynd, þar sem eitt ár er tekið fyrir í einu. Þetta er þó eingöngu gert fyrir Írafoss.

Með athugun á þessum þáttum saman á mynd í réttri tímaröð og skala er markmiðið að varpa ljósi á samhengi þessarra þátta í megindrátum. Niðurstaðan gæti verið einskonar undanfari nákvæmari tölfræðilegra aðferða við að finna samhengi og samspil þessarra þátta sem aftur gæti leitt til einhverskonar líkans af því hvernig seltuáraun er háð veðurfari í tíma svo dæmi sé tekið.

Úrvinnsla mælinga.

Eins og áður hefur komið fram eru niðurstöður mælinganna umreiknaðar í magn NaCl á flatareiningu. Greint er á milli þess hvort sýnið er af efra borði skálar eða af neðra borði hennar.

Tölfræðileg úrvinnsla byggir í fyrstu á því að fyrir hvert ár eru eftirfarandi stærðir fundnar;

- 1) Fyrir hvert ár:
 - a) Hámark ($\text{mg NaCl}/\text{cm}^2$).
 - b) Dagsetning hámarks.
 - c) Meðalgildi ($\text{mg NaCl}/\text{cm}^2$).
 - d) Flokkun í seltuflokka (% gildi af öllum mælingum þess árs en fjöldi mælinga er mjög misjafn milli ára).

Ofangreindar stærðir miða að því að einskorða úrvinnsluna í fyrstu við eitt ár í einu.

Til viðbótar eru eftirfarandi stærðir fundnar þar sem byggt er á ofangreindri úrvinnslu gagna fyrir hvert ár ;

- 1) Hámark allra ára fyrir.
 - a) Hámark hvers árs.
 - b) Dagssetning þess.
 - c) Meðaltal hvers árs.
 - d) Flokkun í flokka (% af öllum mælingum innan eins árs)

Þessi hluti úrvinnslunnar miðar að því að finna verstu tilvik seltuáraunar, bæði hámark allra ára og eins hámarks hlutfall sem flokkast hefur í hvern flokk.

Að lokum er fundið meðaltal fyrir öll ár seltumælinga eða;

- 2) Meðaltali allra ára fyrir.
 - e) Hámark hvers árs.
 - f) Meðaltal hvers árs.
 - g) Flokkun í flokka (% af öllum mælingum innan eins árs)

Markmið er að finna meðaltal allra ára og á hvaða bili það meðaltal er (bæði miðað við hámark og meðaltal allra ára). Jafnframt er meðaltalsflokkun seltuáraunar fundin hér. Þegar meðaltal allra ára er fundið er tekið tillit til þess að fjöldi mælinga hvers árs er mjög misjafn.

Þessi úrvinnsla sem lýst hefur verið hér að ofan er gerð í þrennu lagi, þ.e. fyrir hvert skálahengi 1,3 og 4, einu sinni fyrir efra borða skálar eingöngu, einu sinni fyrir neðra borð skálar eingöngu og að lokum fyrir “alla skálina” en sú úrvinnsla miðar við

einskonar meðaltal seltumælinga fyrir bæði efra borð og neðra borð skálar. Seltujafngildi fyrir alla skálina er reiknað sem summan af þeirri seltu sem mælist af efra og neðra borði deilt með heildarflatarmáli skálarinnar (flatarmál efri skálar og neðri skálar), en einingin er sem fyrr mg NaCl/cm².

Niðurstöður þessara útreikninga eru settar fram í 3 töflur, eina fyrir efra borð skálar ein fyrir neðra borð skálar og að lokum ein tafla sem gildir fyrir alla skálina.

Jafnframt eru niðurstöður mælinganna fyrir hvert ár sýndar á myndum.

Niðurstöður þessarar úrvinnslu eru teknar saman í þessari skýrslu og sýndar í heild sinni í viðaukum þar sem greint er á milli þeirra þriggja staða sem mælt var á og einnig númers þess skálahengis sem fjallað er um.

Niðurstöður úrvinnslu, flokkun seltu og hámarksgildi.

Skálahengi 1, (vikulegar mælingar).

Ef tekin er mælingar seltu á skálahengi 1 þ.e. venjulegar skálar sem mældar voru á vikufresti er flokkun seltu eftirfarandi á Írafossi.

Írafoss 1993 – 2002

Efra borð skálar, keðja 1

Ákvörðun hámarksgildis.			Úrvinnsla gagna og flokkun seltu					
	Hámark mg NaCl/cm ²	Dags. Hámarks		Meðaltal mg NaCl/cm ²	FL. 1 [%]	FL. 2 [%]	FL. 3 [%]	FL. 4 [%]
Hámark allra ára	0,049	15.02.1993	Hæsta meðaltal allra ára	0,004	100,00	2,00	0,00	0,00
Meðaltal allra ára	0,023		Meðaltal allra ára	0,004	99,72	0,28	0,00	0,00

Neðra borð skálar, keðja 1

Ákvörðun hámarksgildis.			Úrvinnsla gagna og flokkun seltu					
	Hámark mg NaCl/cm ²	Dags. Hámarks		Meðaltal mg NaCl/cm ²	FL. 1 [%]	FL. 2 [%]	FL. 3 [%]	FL. 4 [%]
Hámark allra ára	0,047	24.01.1994	Hæsta meðaltal allra ára	0,010	100,00	0,00	0,00	0,00
Meðaltal allra ára	0,030		Meðaltal allra ára	0,006	100,00	0,00	0,00	0,00

Öll skálin, keðja 1

Ákvörðun hámarksgildis.			Úrvinnsla gagna og flokkun seltu					
	Hámark mg NaCl/cm ²	Dags. Hámarks		Meðaltal mg NaCl/cm ²	FL. 1 [%]	FL. 2 [%]	FL. 3 [%]	FL. 4 [%]
Hámark allra ára	0,040	24.01.1994	Hæsta meðaltal allra ára	0,008	100,00	0,00	0,00	0,00
Meðaltal allra ára	0,024		Meðaltal allra ára	0,005	100,00	0,00	0,00	0,00

Ef skoðað er hámark allra ára mælist seltan mest 0,049 mg NaCl/cm² ef eingöngu er miðað við efra borð skálar en 0,047 mg NaCl/cm² ef miðað er eingöngu við neðra borð skálar. Ef miðað er við alla skálina er hæsta gildi seltu 0,040 mg NaCl/cm² á Írafossi í janúar 1994. Ef áfram er miðað við hámark allra ára, flokkast að hámarki tæp 2 % seltu í flokk 2 og 100 % í flokk 1 ef miðað er við alla skálina. Ef hins vegar meðaltal allra ára er tekið flokkast 0,28 % í flokk 2 og 99,72 % í flokk 1 ef miðað er við efra borð skálar. Ef hinsvegar er miðað við neðra borð skálar eða alla skálina flokkast 100 % í flokk 1. Samanburður á flokkun út frá meðaltali allra ára og hámarki allra ára sýnir að óverulegar sveiflur geta verið á seltu milli ára sé miðað við vikulegar seltumælingar á skálahengi 1.

Svartárvot 1993 – 2002

Efra borð skálar, keðja 1

Ákvörðun hámarksgildis.		Úrvinnsla gagna og flokkun seltu						
	Hámark mg NaCl/cm ²	Dags. Hámarks		Meðaltal mg NaCl/cm ²	FL. 1 [%]	FL. 2 [%]	FL. 3 [%]	FL. 4 [%]
Hámark allra ára	0,092	12.11.2001	Hæsta meðaltal allra ára	0,005	100,00	2,78	0,00	0,00
Meðaltal allra ára	0,018		Meðaltal allra ára	0,003	99,76	0,24	0,00	0,00

Neðra borð skálar, keðja 1

Ákvörðun hámarksgildis.		Úrvinnsla gagna og flokkun seltu						
	Hámark mg NaCl/cm ²	Dags. Hámarks		Meðaltal mg NaCl/cm ²	FL. 1 [%]	FL. 2 [%]	FL. 3 [%]	FL. 4 [%]
Hámark allra ára	0,098	12.11.2001	Hæsta meðaltal allra ára	0,006	100,00	2,78	0,00	0,00
Meðaltal allra ára	0,026		Meðaltal allra ára	0,004	99,52	0,48	0,00	0,00

Öll skálin, keðja 1

Ákvörðun hámarksgildis.		Úrvinnsla gagna og flokkun seltu						
	Hámark mg NaCl/cm ²	Dags. Hámarks		Meðaltal mg NaCl/cm ²	FL. 1 [%]	FL. 2 [%]	FL. 3 [%]	FL. 4 [%]
Hámark allra ára	0,096	12.11.2001	Hæsta meðaltal allra ára	0,006	100,00	2,78	0,00	0,00
Meðaltal allra ára	0,023		Meðaltal allra ára	0,003	99,76	0,24	0,00	0,00

Hámark seltu allra ára fæst um 0.092 – 0,098 mg NaCl/cm² ef eingöngu er miðað við annað hvort efra borð skálar eða neðra borð skálar. Ef tekið er mið af allri skálinni fæst að hæsta gildi seltu er 0,096 mg NaCl/cm² í nóvember 2001 þegar “seltuvedrið” gekk yfir en vedrið daganna 11 og 12 nóvember hefur verið nefnt versta seltuvedur sem gengið hefur yfir síðan mælingar hófust. Ef flokkun seltu í Svartárvoti er skoðuð miðað við hámark allra ára og seltu á allri skálinni flokkast tæp 3% í flokk 2 sem er næst minnsta selta og mest 100 % í 1 flokk sem er minnsta selta. Ef tekið er mið af meðaltali allra ára flokkast 99,76 % í 1 flokk og vel innan við 0,5 % í 2 flokk. Samanburður á flokkun annars vegar miðað við hámark allra ára og meðaltali allra ára hins vegar gefur til kynna að seltuáraun er mjög misjöfn milli ára og vegur þar þýngst áðurnefnt seltuvedur í nóvember 2001. Til dæmis er mesta selta miðað við hámark allra ára um 16 sinnum meiri en hámarks meðaltal einstaks árs og um 4 sinnum meiri en meðaltal hámarks allra ára.

Hrauneyjafoss 1993 – 2002

Efra borð skálar, keðja 1

Ákvörðun hámarksgildis.			Úrvinnsla gagna og flokkun seltu					
	Hámark mg NaCl/cm ²	Dags. Hámarks		Meðaltal mg NaCl/cm ²	FL. 1 [%]	FL. 2 [%]	FL. 3 [%]	FL. 4 [%]
Hámark allra ára	0,138	12.11.2001	Hæsta meðaltal allra ára	0,006	100,00	2,78	0,00	0,00
Meðaltal allra ára	0,031		Meðaltal allra ára	0,003	99,52	0,48	0,00	0,00

Neðra borð skálar, keðja 1

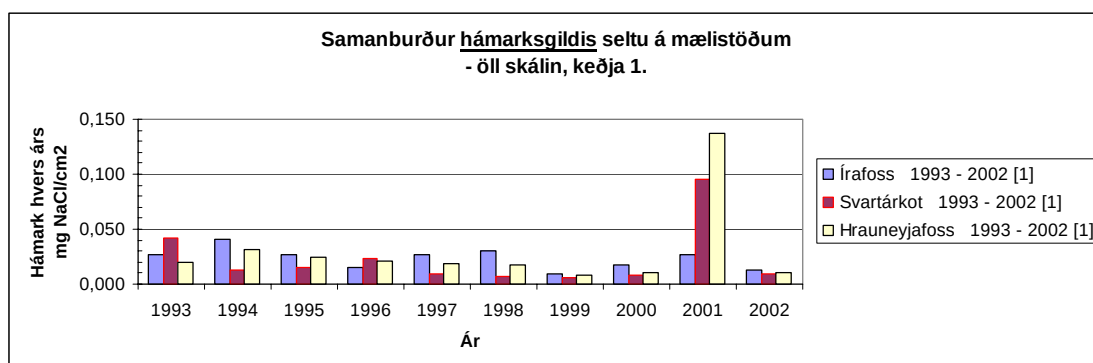
Ákvörðun hámarksgildis.			Úrvinnsla gagna og flokkun seltu					
	Hámark mg NaCl/cm ²	Dags. Hámarks		Meðaltal mg NaCl/cm ²	FL. 1 [%]	FL. 2 [%]	FL. 3 [%]	FL. 4 [%]
Hámark allra ára	0,137	12.11.2001	Hæsta meðaltal allra ára	0,008	100,00	2,78	0,00	0,00
Meðaltal allra ára	0,030		Meðaltal allra ára	0,004	99,76	0,24	0,00	0,00

Öll skálin, keðja 1

Ákvörðun hámarksgildis.			Úrvinnsla gagna og flokkun seltu					
	Hámark mg NaCl/cm ²	Dags. Hámarks		Meðaltal mg NaCl/cm ²	FL. 1 [%]	FL. 2 [%]	FL. 3 [%]	FL. 4 [%]
Hámark allra ára	0,137	12.11.2001	Hæsta meðaltal allra ára	0,007	100,00	2,78	0,00	0,00
Meðaltal allra ára	0,029		Meðaltal allra ára	0,003	99,76	0,24	0,00	0,00

Hámark seltu allra ára í Hrauneyjafossi mælist í “seltuvedrinu” 12 nóvember 2001, 0,137 – 0,138 mg NaCl/cm² sé eingöngu miðað við efra eða neðra borð skálar. Ef tekið er mið af allri skálinni fæst að hámarks selta mælist 0,137 mg NaCl/cm² þennan sama dag. Þetta mikla seltumagn kemur fram í flokkuninni ef skoðað er hámark allra ára og miðað er við alla skálina. Þannig flokkast mest tæp 3 % í flokk 4 sem er mesta seltan, mest tæp 2% í flokk 2 og mest 100 % í flokk 1 sem er minnsta seltan. Ef skoðað er meðaltal allra ára fyrir alla skálina flokkast vel innan við 0,5 % í flokka 2 og 4 og um 99,5 % í flokk 1 sem er minnsta seltan. Af þessu er ljóst að seltuáraunin í “seltuvedrinu” hefur verið veruleg, þannig er hámarkið tæplega 20 sinnum hærra en hámark meðaltals seltu allra ára og tæplega 5 sinnum hærra en meðaltal hámarks seltu allra ára.

Samanburður hæstu gilda seltu fyrir skálahengi 1, öll skálin.

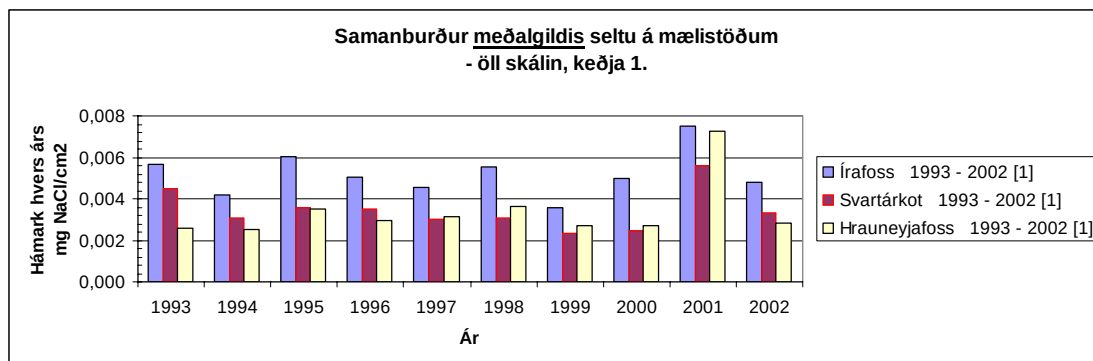


Ákvörðun hámarks gildis.			Úrvinnsla gagna og flokkun seltu					
	Hámark mg NaCl/cm ²	Dags. Hámarks		Meðaltal mg NaCl/cm ²	FL. 1 [%]	FL. 2 [%]	FL. 3 [%]	FL. 4 [%]
Írafoss								
Hámark allra ára	0,040	24.01.1994	Hæsta meðaltal allra ára	0,008	100,00	0,00	0,00	0,00
Svartárvot								
Hámark allra ára	0,096	12.11.2001	Hæsta meðaltal allra ára	0,006	100,00	2,78	0,00	0,00
Hrauneyjafoss								
Hámark allra ára	0,137	12.11.2001	Hæsta meðaltal allra ára	0,007	100,00	2,78	0,00	0,00

Ef borin eru saman hámarks gildi seltu milli mælistaða fæst mesta hámarks seltan í Hrauneyjafossi tæplega 1,4 sinnum meira en í Svartárvoti sem kemur næst. Þessi háu gildi mælast bæði í seltuvedrinu 12 nóvember 2001. Hæsta gildi á Írafossi er mun minna en á hinum stöðunum en skýrist það af því að ekki var tekin mæling á Írafossi fyrir en nokkru eftir að veðrið var um garð gengið. Ef flokkun samkvæmt hæstu gildum er borin saman milli staða flokkast tæp 3 % í flokk 4 í Svartárvoti og Hrauneyjafossi en ekkert flokkast í þennan flokk á Írafossi miðað við hámark seltu mælinga á skálahengi 1.

Að hámarki flokkast 100 % í flokk 1 á öllum stöðum sem er minnsta seltan.

Samanburður á meðaltali gilda seltu mælinga fyrir skálahengi 1, öll skálin.



Ákvörðun hámarksgildis.			Úrvinnsla gagna og flokkun seltu					
	Hámark mg NaCl/cm ²	Dags. Hámarks		Meðaltal mg NaCl/cm ²	FL. 1 [%]	FL. 2 [%]	FL. 3 [%]	FL. 4 [%]
Írafoss								
Meðaltal allra ára	0,024	24.01.1994	Meðaltal allra ára	0,005	100,00	0,00	0,00	0,00
Svartárvot								
Meðaltal allra ára	0,023	12.11.2001	Meðaltal allra ára	0,003	99,76	0,24	0,00	0,00
Hrauneyjafoss								
Meðaltal allra ára	0,029	12.11.2001	Meðaltal allra ára	99,76	0,24	0,00	0,00	99,76

Meðaltal hámarks allra ára er á bilinu 0,023 – 0,029 mg NaCl/cm², mest í Hrauneyjafossi en minnst í Svartárvoti. Sé flokkunin skoðuð og borið saman milli staða kemur í ljós að meðaltal seltu er hæst á Írafossi 0,005 en nokkru minna og jafnt í Svartárvoti og Hrauneyjafoss.

Samkvæmt töflunni flokkast 100 % í 1 flokk á Írafossi en tæp 100% í Svartárvoti og Hrauneyjafossi. Í flokk 2 flokkast óverulegt magn mældrar seltu eða vel innan við 0,5% í Svartárvoti og Hrauneyjafossi sé miðað við meðaltal allra ára.

Samkvæmt flokkuninni er jöfn selta í Svartárvoti og Hrauneyjafossi og örlitlu meiri en á Írafossi. Sé miðað við hámark allra ára er seltan mest í Hrauneyjafossi sé miðað við seltumælingar á skálahengi 1 sem framkvæmdar voru að jafnaði á vikufresti.

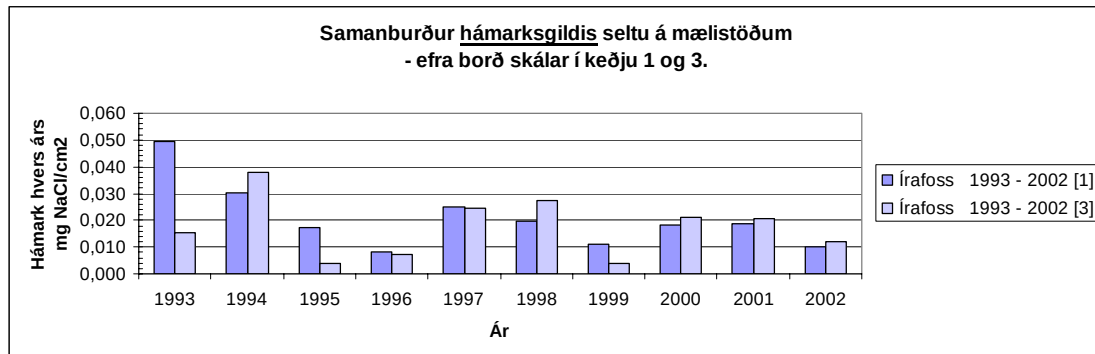
Þar sem mælingar á skálahengi 1 er á vikufresti er í raun um athugun á skammtíma uppsöfnun á seltu að ræða. Mælingar á skálahengi 3 segja meira til um langtíma uppsöfnun seltu og seltuáraun. Í eftirfarandi er niðurstöðum þessara mælinga bornar saman til að varpa frekara ljósi á eðli seltuuppsöfnunar þ.e. hvort um langtíma eða skammtímasöfnun seltu er að ræða.

Samanburður seltumælinga skálahengis 1 og 3.

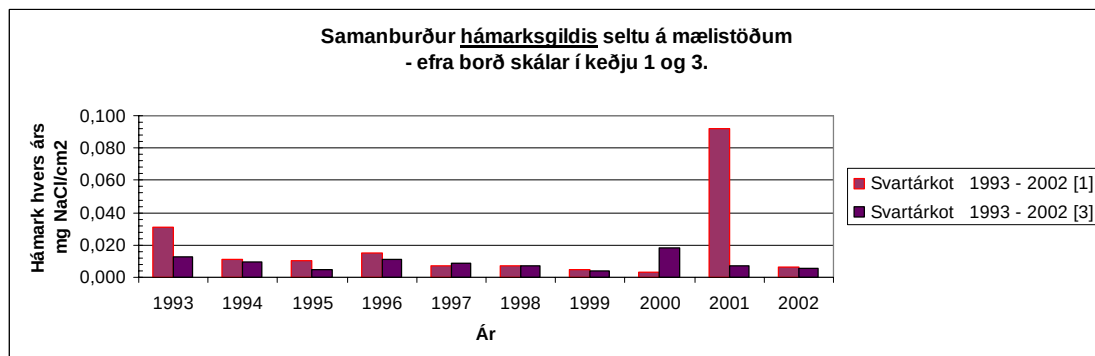
Samanburður á hámarksgildum, efra borð skálar.

Í fyrstu er bornar saman á mynd hámarksgildum mælinga fyrir hvert ár eingöngu af efra borði skála fyrir mælistaðina 3.

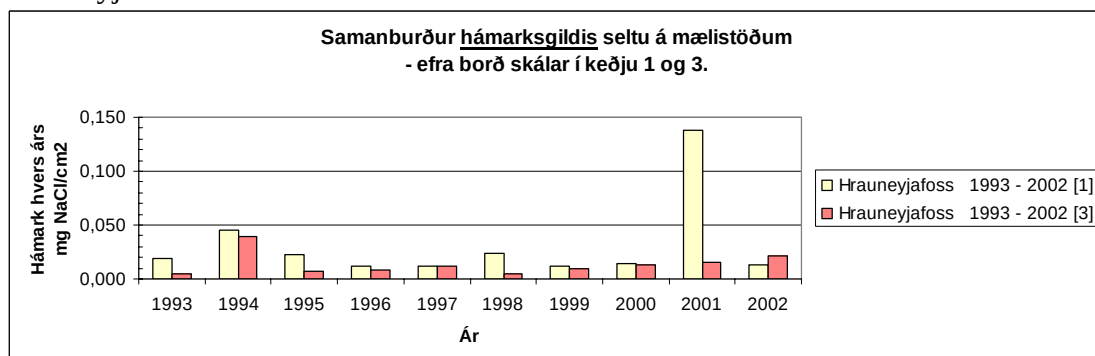
Írafoss.



Svartárvot



Hrauneyjafoss.



Við samanburð á hámarksgildum mælinga efra borðs skálahengis 1 og 3 á Írafossi fyrir öll árin finnast bæði ár þar sem selta mælist meiri á skálahengi 1 en 3 þ.e. mikil skammtímaseltuuppsöfnun og öfugt þ.e. mikil langtímauppsöfnun seltu samanborið við skammtímauppsöfnun. Það er rétt að taka fram að ekki er óeðlilegt að skammtímauppsöfnun sé meiri en langtímauppsöfnun innan eins árs þar sem sú hámarks mæling sem notuð er hér við samanburð er ekki endilega tekin á sama tíma.

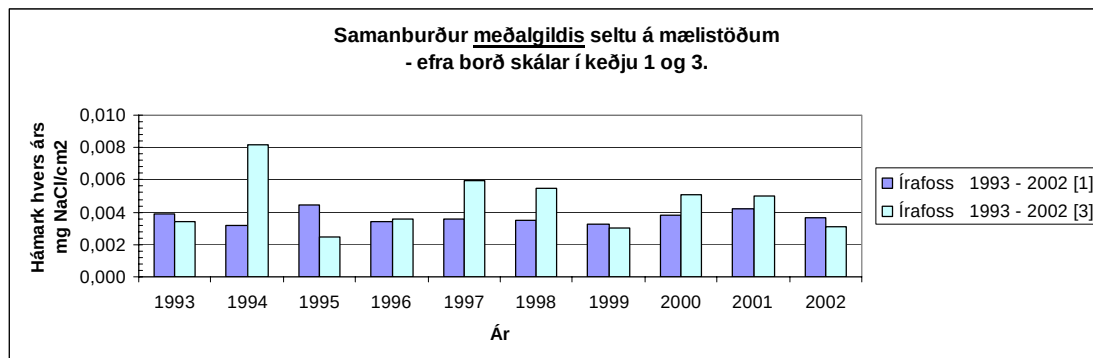
Þetta á einnig við um bæði Svartáarkot og Hrauneyjafoss, sum árin er gefur skammtímamæling seltu hærra hámarks gildi en langtímamæling efra borðs skálar og önnur ár er þetta öfugt.

Bæði í Svartáarkoti og einnig í Hrauneyjafossi sker árið 2001 sig verulega úr þar sem skammtímasöfnun seltu er langt yfir mældu gildi á langtímauppsöfnun seltu fyrir sama ár.

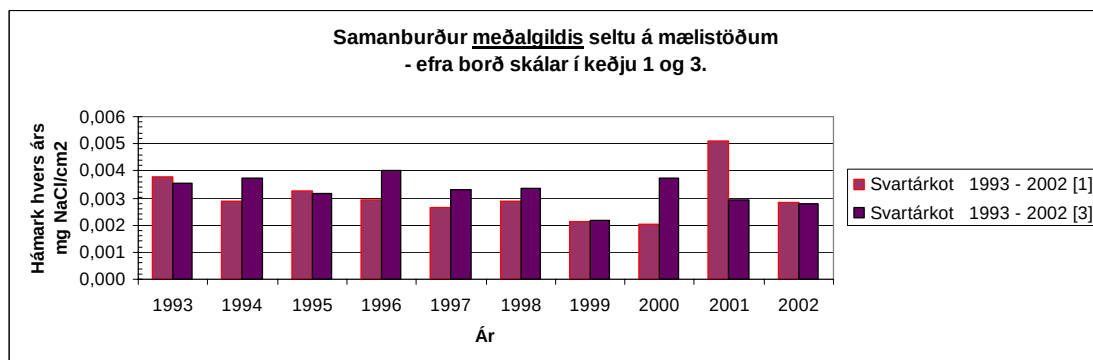
Samanburður á meðalgildum, efra borð skálar.

Á eftirfarandi myndum eru borin saman meðalgildi mælinga á efra borði skála skálahengis 1 og 3.

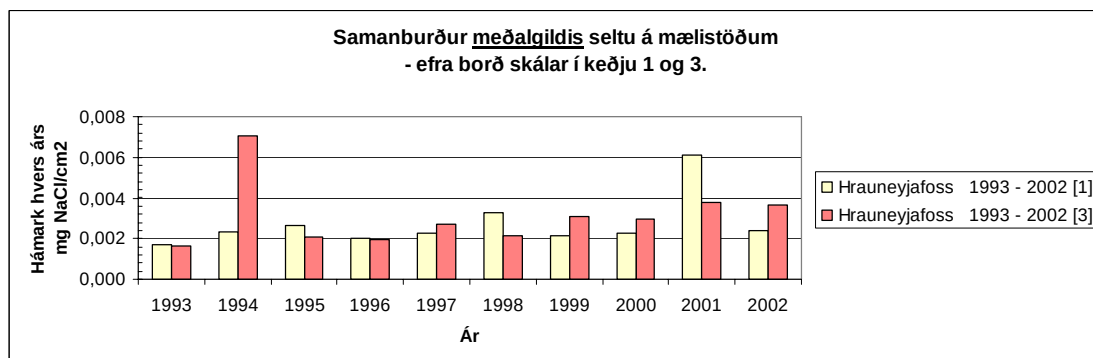
Írafoss.



Svartáarkot



Hrauneyjafoss.

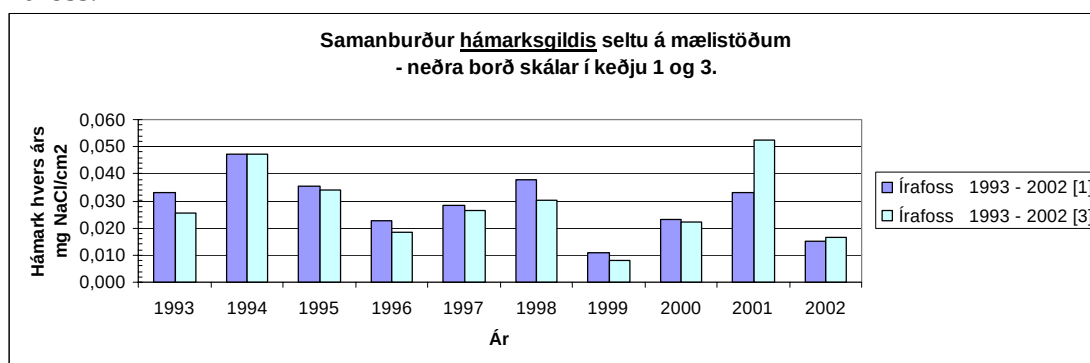


Ef meðalgildi eru skoðuð fyrir hvert ár og borin saman skammtímauppsöfnun og langtímauppsöfnun virðist langtímauppsöfnun vera að jafnaði meiri á öllum stöðum. Undantekning er árið 2001 í Svartárkoti og í Hrauneyjafossi þegar “seltuvedrið” gekk yfir en þá var skammtímasöfnun seltu á efra borði skálar gífurleg í samanburði við langtímauppsöfnun.

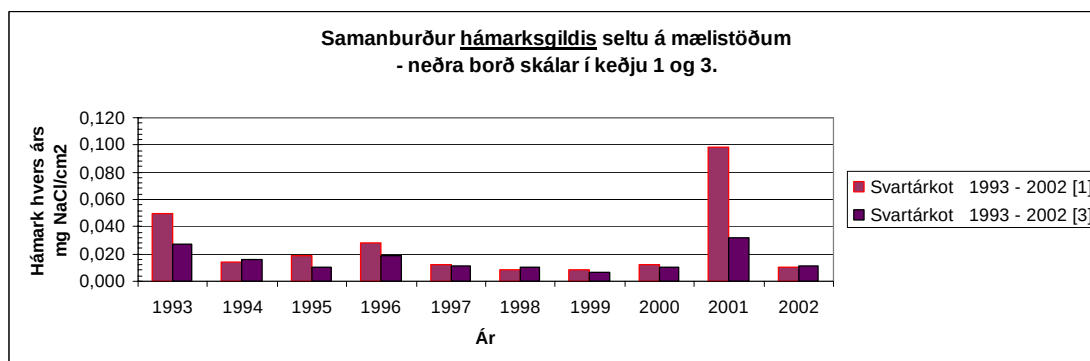
Á eftirfarandi myndum eru borin saman langtíma og skammtíma uppsöfnun seltu neðra borðs skálar bæði hámarksgildi og meðalgildi.

Samanburður á hámarksgildum, neðra borð skálar.

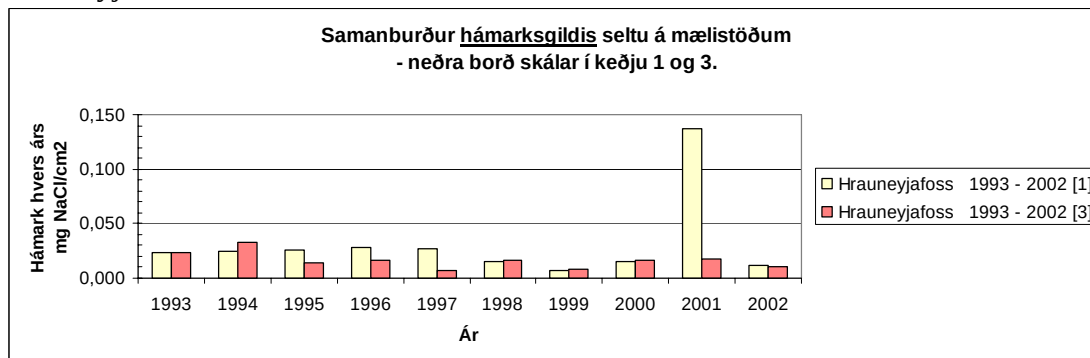
Írafoss.



Svartárkot



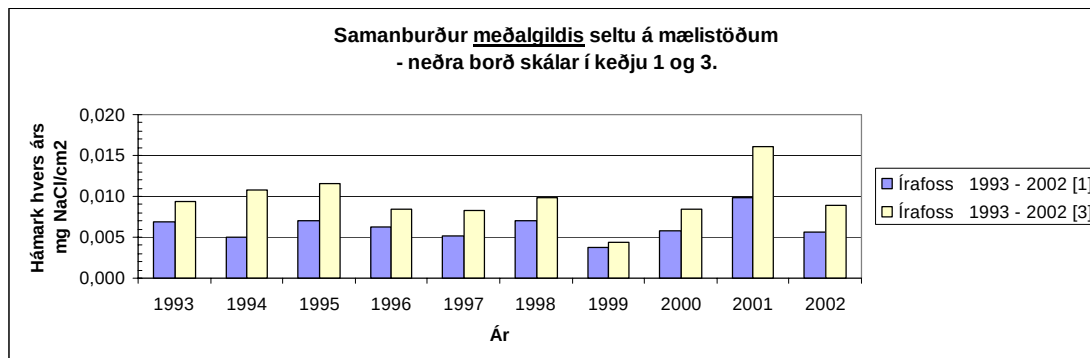
Hrauneyjafoss.



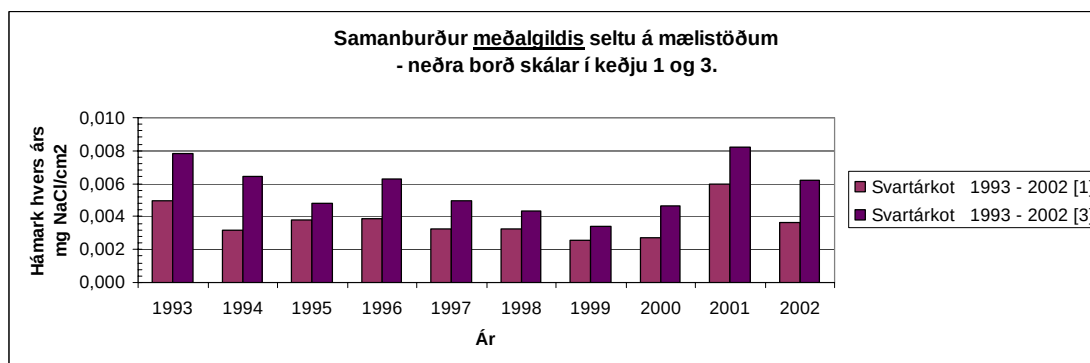
Ef borin eru saman mæld hámarksgildi langtíma og skammtíma seltuuppsöfnunar fyrir neðra borð skálar þá eru þessi gildi nokkuð sviðuð fyrir alla staðina að undanteknu árinu 2001 sem fyrr í Svartárkoti og í Hrauneyjafossi.

Samanburður á meðalgildum, neðra borð skálar.

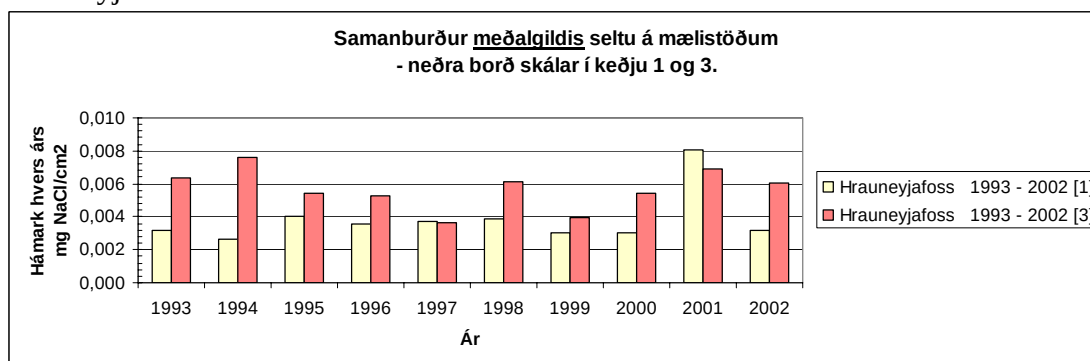
Írafoss.



Svartárkot



Hrauneyjafoss.

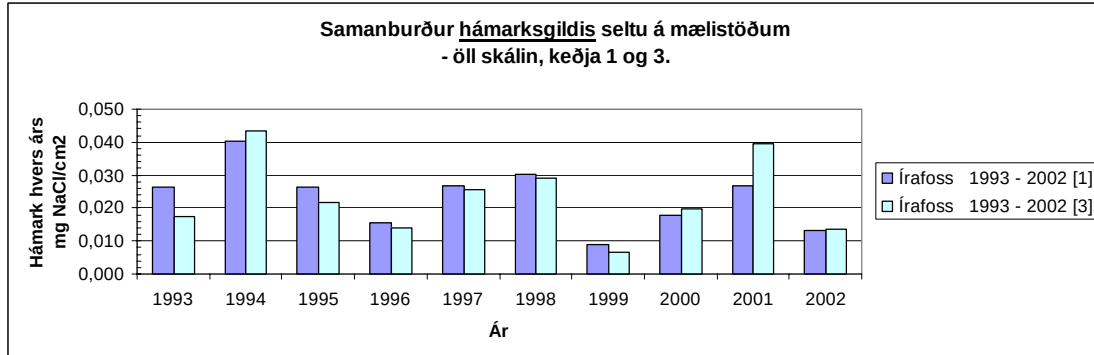


Ef borin eru saman meðalgildi mældrar langtíma og skammtíma seltuuppsöfnunar eru mæld langtíma uppsöfnun seltu meiri í öllum tilvikum á öllum stöðum með einni undantekningu. Skammtímauppsöfnun í Hrauneyjafossi er meiri árið 2001 en langtíma uppsöfnun.

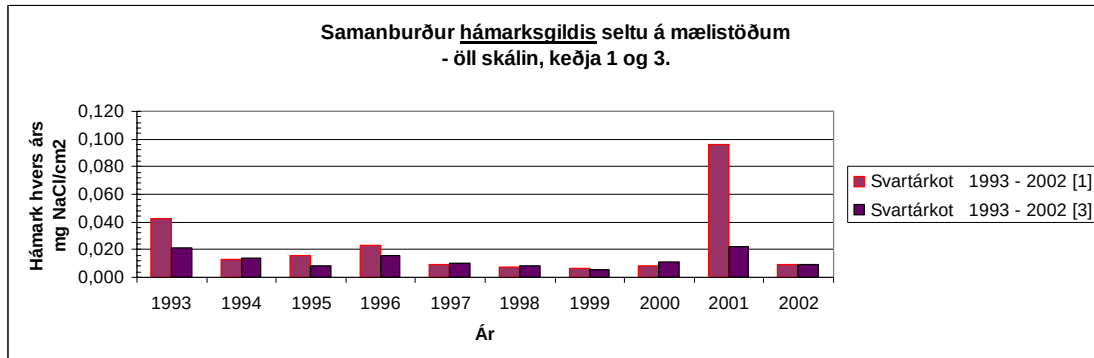
Á eftirfarandi myndum eru borin saman langtíma og skammtíma seltuuppsöfnun á allri skálinni bæði hámarksgildi og lágmarksgildi.

Samanburður á hámarksgildum, öll skálin.

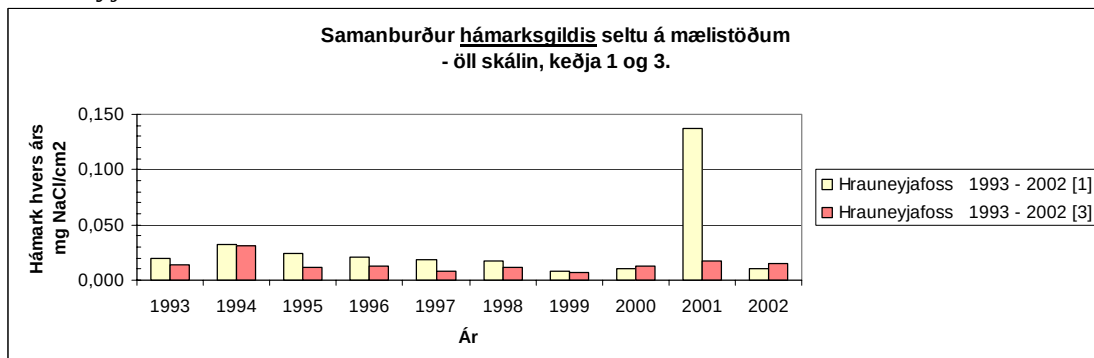
Írafoss.



Svartárvot



Hrauneyjafoss.



Ef borin eru saman hámarksgildi mældrar langtíma og skammtíma seltuuppsöfnunar fyrir alla skálina virðist sem skammtíma seltuuppsöfnun sé að jafnaði örlítið hærri en langtíma seltuuppsöfnun á Írafossi. Svipað er upp á teningnum í Svartárvoti og í Hrauneyjafossi en árið 2001 er óvenju mikil skammtíma uppsöfnun seltu eins og áður hefur komið fram.

Samanburður hámarksgilda allra ára fyrir skálahengi 1 og 3, öll skálin.

Skálahengi 1

Ákvörðun hámarksgildis.		Úrvinnsla gagna og flokkun seltu						
	Hámark mg NaCl/cm ²	Dags. Hámarks		Meðaltal mg NaCl/cm ²	FL. 1 [%]	FL. 2 [%]	FL. 3 [%]	FL. 4 [%]
Írafoss								
Hámark allra ára	0,040	24.01.1994	Hæsta meðaltal allra ára	0,008	100,00	0,00	0,00	0,00
Svartárkot								
Hámark allra ára	0,096	12.11.2001	Hæsta meðaltal allra ára	0,006	100,00	2,78	0,00	0,00
Hrauneyjafoss								
Hámark allra ára	0,137	12.11.2001	Hæsta meðaltal allra ára	0,007	100,00	2,78	0,00	0,00

Skálahengi 3

Ákvörðun hámarksgildis.		Úrvinnsla gagna og flokkun seltu						
	Hámark mg NaCl/cm ²	Dags. Hámarks		Meðaltal mg NaCl/cm ²	FL. 1 [%]	FL. 2 [%]	FL. 3 [%]	FL. 4 [%]
Írafoss								
Hámark allra ára	0,043	24.01.1994	Hæsta meðaltal allra ára	0,012	100,00	0,00	0,00	0,00
Svartárkot								
Hámark allra ára	0,022	26.11.2001	Hæsta meðaltal allra ára	0,006	100,00	0,00	0,00	0,00
Hrauneyjafoss								
Hámark allra ára	0,032	28.11.1994	Hæsta meðaltal allra ára	0,007	100,00	0,00	0,00	0,00

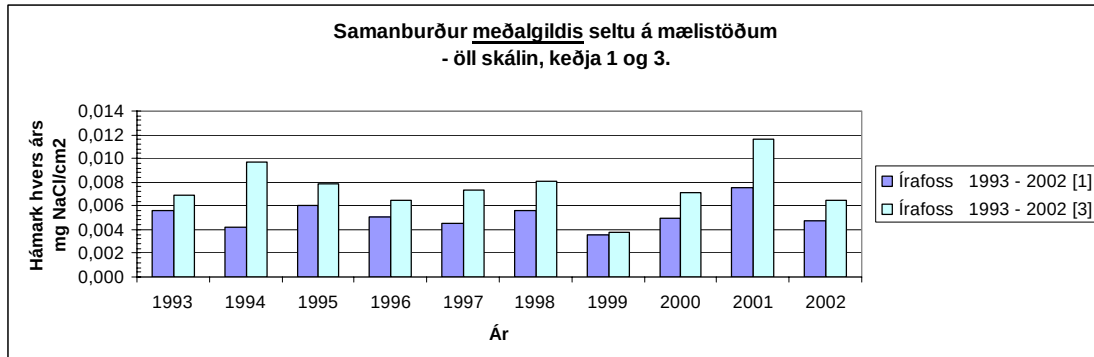
Ef borin eru saman hámarks seltuuppsöfnun allra ára á Írafossi fyrir skálahengi 1 og 3 kemur ljós að lítill munur er á hámarki langtíma- og skammtímaseltuuppsöfnunar sem aftur bendir til þess að mesta seltuuppsöfnunin getur hvort sem er gerst á tiltölulega skömmum tíma þ.e. innan við einni viku eða lengri tíma. Meðaltal þessara ára er hærra fyrir skálahengi 3 á Írafossi sem bendir til að langtímaseltuuppsöfnun sé hærri en skammtímaseltuuppsöfnun.

Í Svartárkoti er hámark allra ára fyrir skálahengi 1 mun hærra en mælist á skálahengi 3 eða rúmlega 4 sinnum hærra. Skammtímaseltuuppsöfnun í Svartárkoti er því mun hærri en skammtímaseltuuppsöfnun. Hins vegar er meðaltal hámarks allra ára jafnt þ.e. að meðaltal er skammtíma- og langtímaseltuuppsöfnun er það sama.

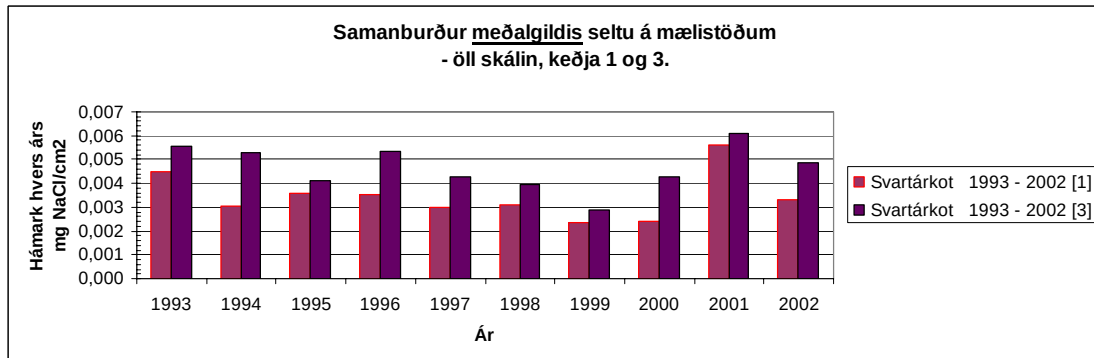
Á Hrauneyjafossi er hámark allra ára miðað við skálahengi 1 mun hærra en fyrir skálahengi 3 eða rúmlega 4 sinnum hærra. Þessi munur er sá sami og mælist í Svartárkoti og meðaltal hámarks allra ára er sömuleiðis jafnt fyrir skálahengi 1 og 3.

Samanburður á meðalgildum, öll skálin.

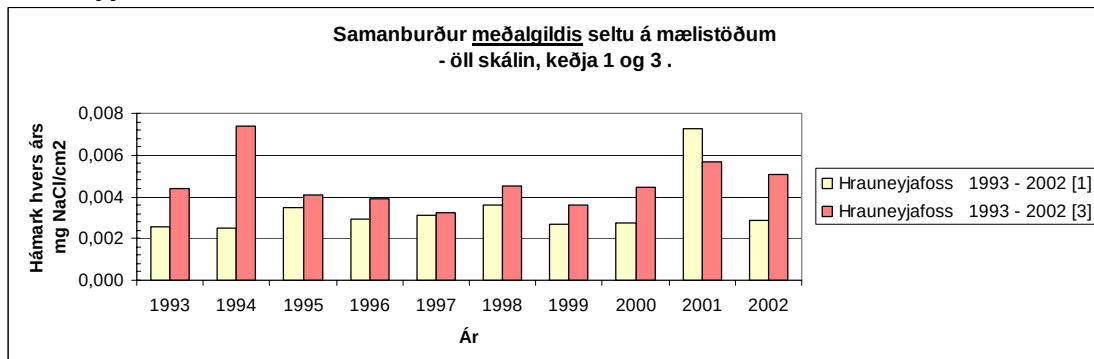
Írafoss.



Svartárvot



Hrauneyjafoss.



Ef borin eru saman meðalgildi seltuuppsöfnunar fyrir alla skálina er langtíma seltuuppsöfnun nær undantekningalaust mun meiri en skammtímauppsöfnun. Undantekningin er sem fyrr árið 2001 í Hrauneyjafossi þegar seltuveðrið gekk yfir.

Samanburður meðalgilda allra ára fyrir skálahengi 1 og 3, öll skálin.

Skálahengi 1

Ákvörðun hámarksgildis.		Úrvinnsla gagna og flokkun seltu					
	Hámark mg NaCl/cm ²		Meðaltal mg NaCl/cm ²	FL. 1 [%]	FL. 2 [%]	FL. 3 [%]	FL. 4 [%]
Írafoss							
Meðaltal allra ára	0,024		0,005	100,00	0,00	0,00	0,00
Svartárkot							
Meðaltal allra ára	0,023		0,003	99,76	0,24	0,00	0,00
Hrauneyjafoss							
Meðaltal allra ára	0,029		0,003	99,76	0,24	0,00	0,00

Skálahengi 3

Ákvörðun hámarksgildis.		Úrvinnsla gagna og flokkun seltu					
	Hámark mg NaCl/cm ²		Meðaltal mg NaCl/cm ²	FL. 1 [%]	FL. 2 [%]	FL. 3 [%]	FL. 4 [%]
Írafoss							
Meðaltal allra ára	0,024		0,008	100,00	0,000	0,000	0,000
Svartárkot							
Meðaltal allra ára	0,013		0,005	100,00	0,000	0,000	0,000
Hrauneyjafoss							
Meðaltal allra ára	0,015		0,005	100,00	0,000	0,000	0,000

Á Írafossi er hámarks meðaltal allra ára jafnt eða 0,024. Meðaltal allra ára er hins vegar hærra á skálahengi 3 samanborið við skálahengi 1. Að meðaltali er því langtímaseltuuppsöfnun hærri en skammtímaseltuuppsöfnun.

Hámarks meðaltal skálahengis 1 í Svartárkoti er helmingi hærra en skálhengis 3. Hinsvegar er meðaltal allra ára hærra á skálhengi 3 samanborið við 1. Það sama á við um Hrauneyjafoss þar er einnig meðaltal allra ára hærra á skálahengi 1 samanborið við skálahengi 3. Þá er meðaltal allra ára hærra fyrir skálahengi 3 en 1.

Niðurstaða, samanburður á langtíma og skammtímaseltuuppsöfnun.

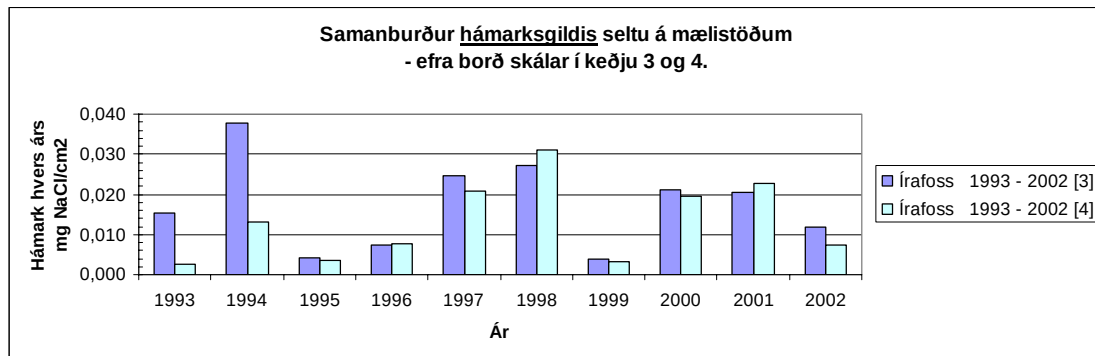
Samkvæmt þessum samanburði er hámarks seltuuppsöfnun í eðli sínu skammtíma söfnun þ.e. gerist á skömmum tíma en að meðaltali er langtímasöfnun hærri.

Samanburður seltumælinga skálahengis 3 og 4

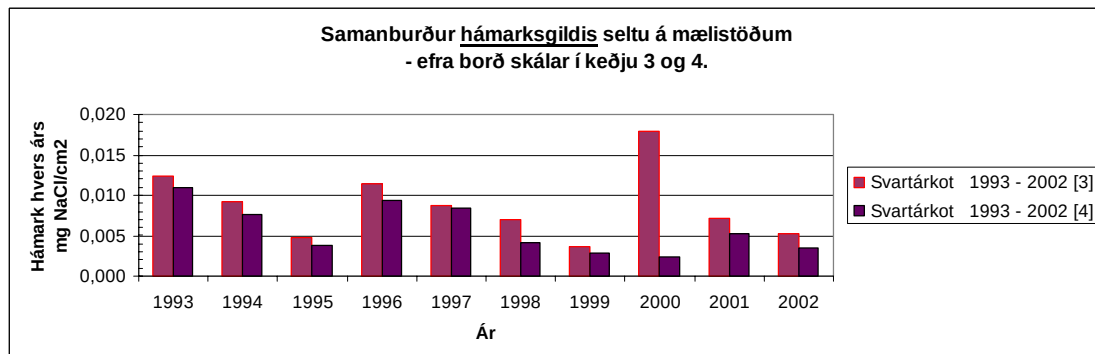
Á eftirfarandi myndum er borin saman langtíma seltuuppsöfnun á mismunandi skálagerðum þ.e. skálahengi 3 og 4. Fyrst er þessi samanburður skoðaður út frá hámarksgildum en svo er miðað við meðalgildi mælinga.

Samanburður á hámarksgildum, efra borðs skálar.

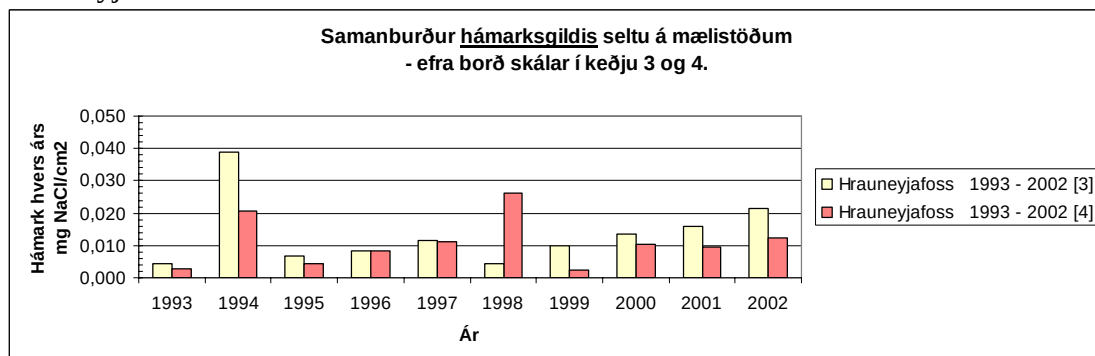
Írafoss.



Svartárvot



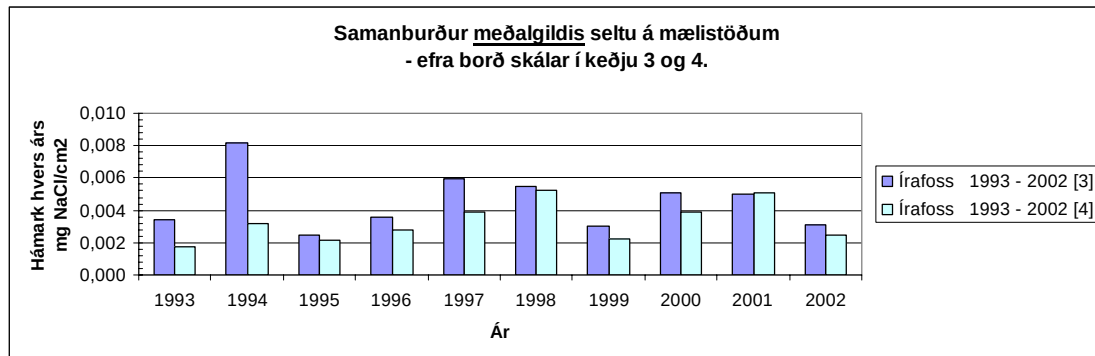
Hrauneyjafoss.



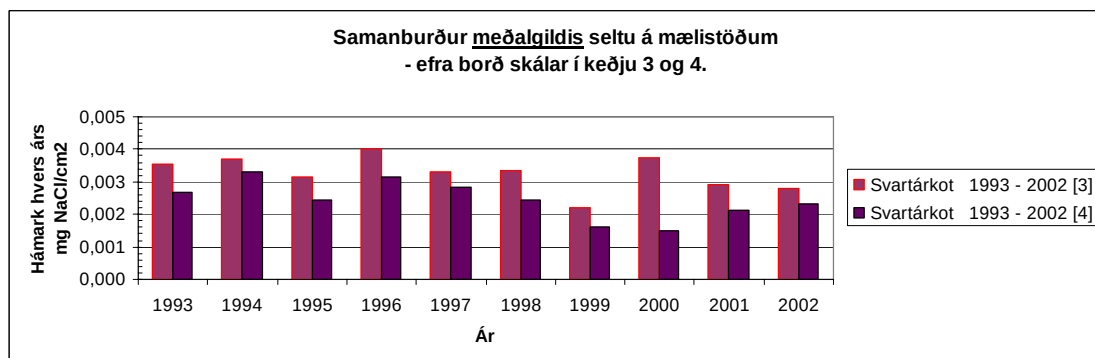
Á heildina litið er langtíma seltuuppsöfnun efra borðs skálar meiri í skálagerð 3 þ.e. venjulegum skálum. Í einstaka tilvikum er seltuuppsöfnun efra borðs skálar þokuskála (skálahengi 4) þó meira; á Írafossi árin 1998 og 2001 er hún lítillega hærri og árið 1998 er hún mun hærri í Hrauneyjafossi.

Samanburður á meðalgildum, efra borð skálar.

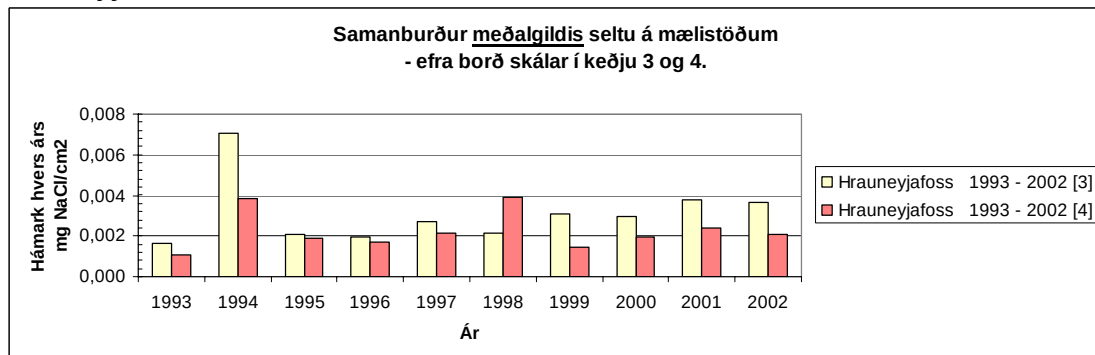
Írafoss.



Svartárvot



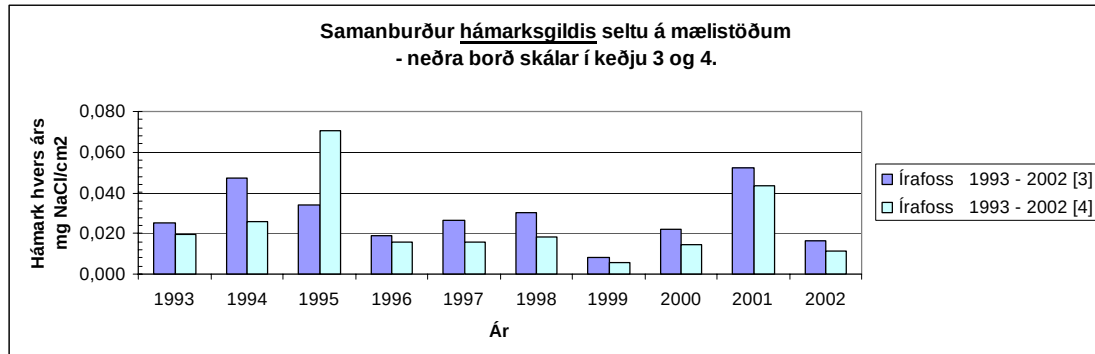
Hrauneyjafoss.



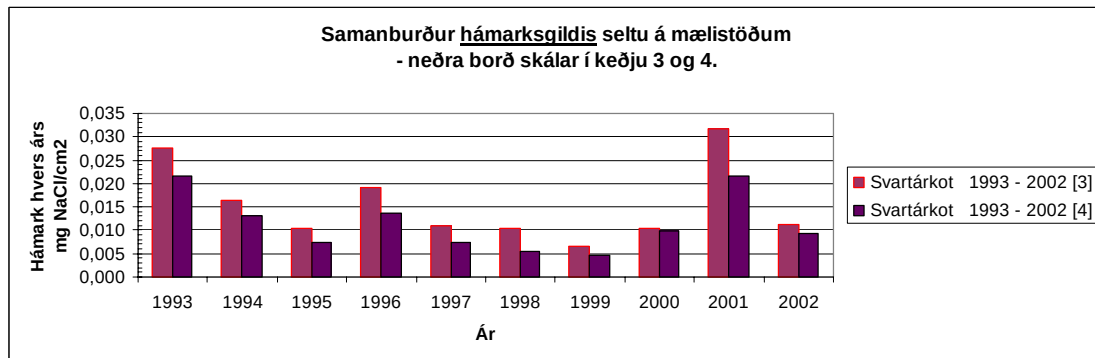
Ef meðalgildi seltumælinga efra borðs skálahengis 3 og 4 er borið saman er seltuuppsöfnun venjulegrar skála (skálahengi 3) meira í öllum tilvikum nema einu í Svartárvoti árið 1998.

Samanburður á hámarksgildum, neðra borð skálar.

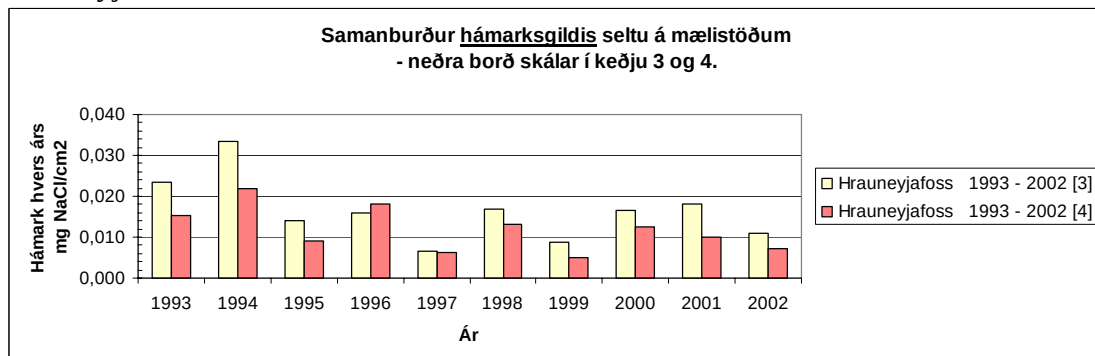
Írafoss.



Svartárvot



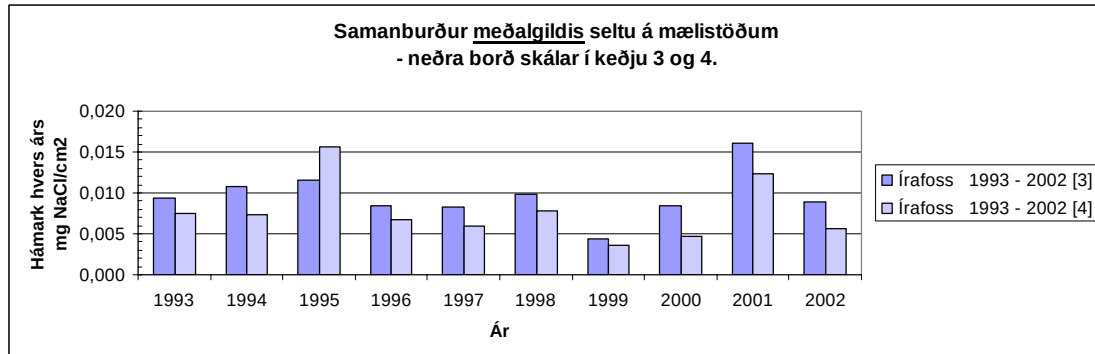
Hrauneyjafoss.



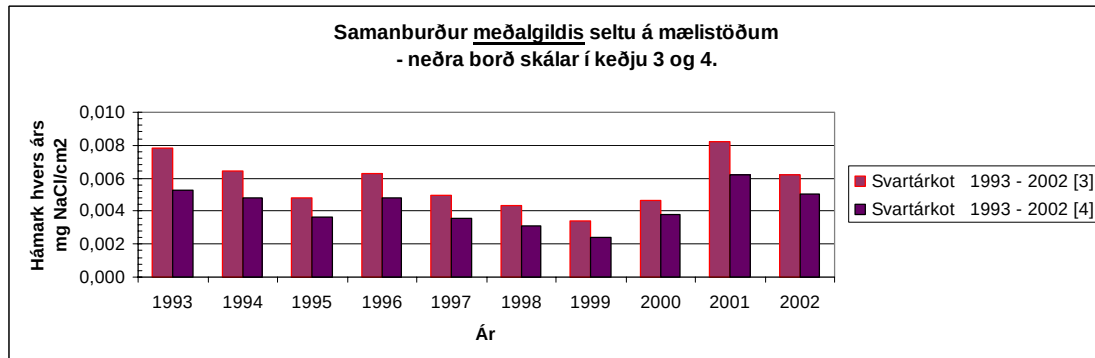
Ef hámarksgildi mælinga seltu uppsöfnunar neðra borðs skála er borið saman fyrir þessar tvær skálagerðir er seltuuppsöfnunin meiri á venjulegum skálum með undantekningu í Írafossi 1995 og í Hrauneyjafossi 1996.

Samanburður á meðalgildum, neðra borð skálar.

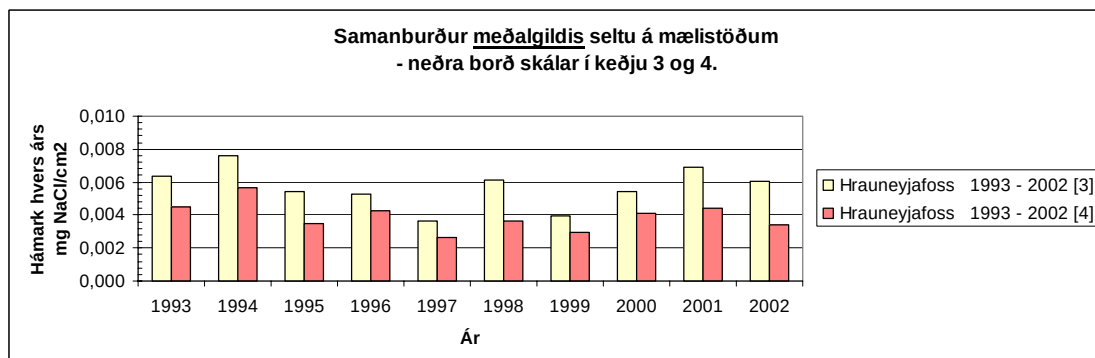
Írafoss.



Svartárkot



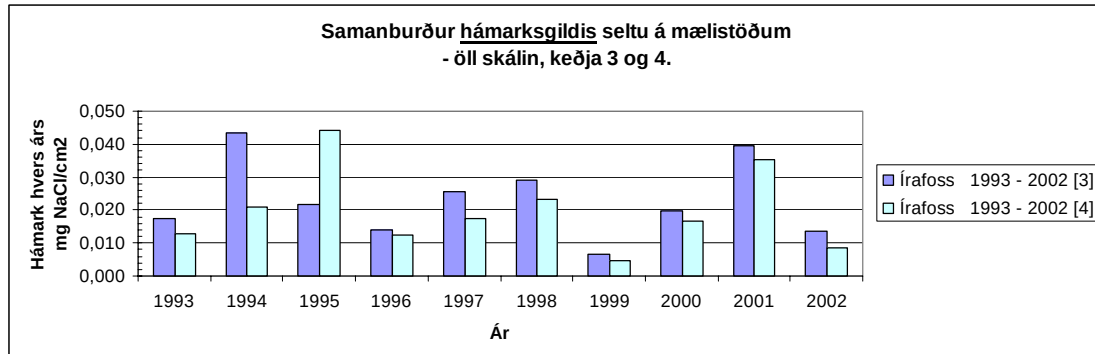
Hrauneyjafoss.



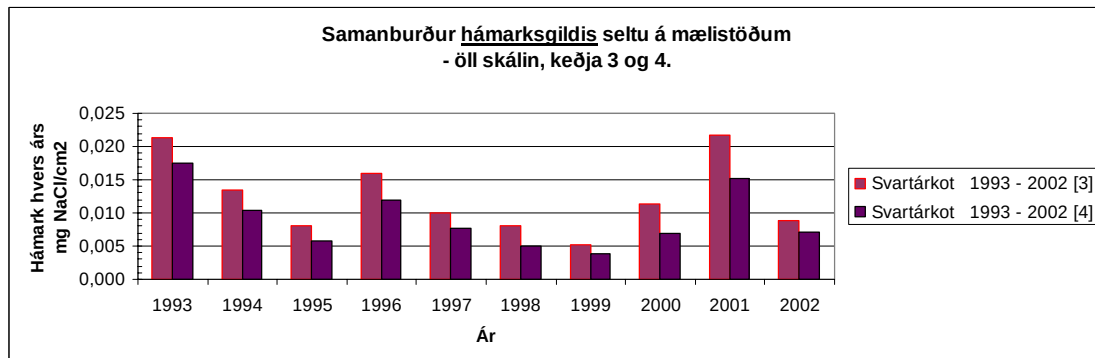
Ef meðalgildi mælinga seltuuppsöfnunar fyrir neðra borða skála er borið saman fyrir þessar tvær skálagerðir safnast að jafnaði meira á venjulegu skálarnar en með einni undantekningu á Írafossi 1995.

Samanburður á hámarksgildum, öll skálin.

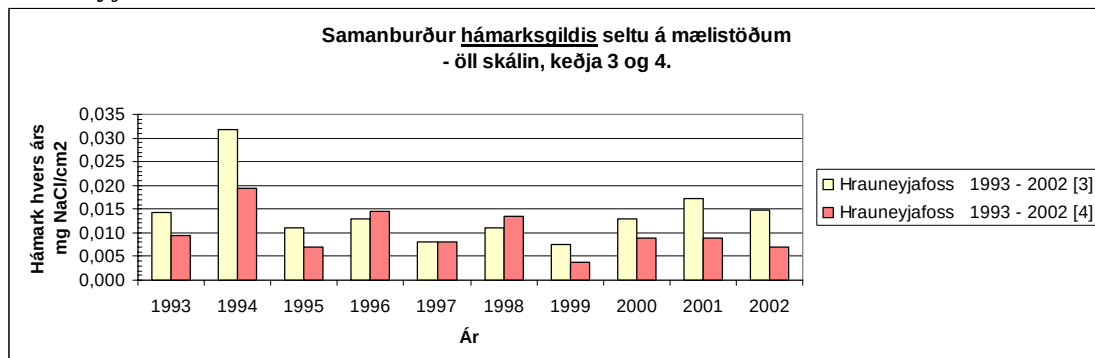
Írafoss.



Svartárvot



Hrauneyjafoss.



Ef borin er saman gildi seltuuppsöfnunar fyrir alla skálina safnast greinilega meira á venjulegu skálina með örfáum undantekningum en sú helsta er á Írafossi 1995.

Samanburður hámarksgilda allra ára fyrir skálahengi 3 og 4

Skálahengi 3

Ákvörðun hámarksgildis.			Úrvinnsla gagna og flokkun seltu					
	Hámark mg NaCl/cm ²	Dags. Hámars		Meðaltal mg NaCl/cm ²	FL. 1 [%]	FL. 2 [%]	FL. 3 [%]	FL. 4 [%]
Írafoss								
Hámark allra ára	0,043	24.01.1994	Hæsta meðaltal allra ára	0,012	100,00	0,00	0,00	0,00
Svartárvot								
Hámark allra ára	0,022	26.11.2001	Hæsta meðaltal allra ára	0,006	100,00	0,00	0,00	0,00
Hrauneyjafoss								
Hámark allra ára	0,032	28.11.1994	Hæsta meðaltal allra ára	0,007	100,00	0,00	0,00	0,00

Skálahengi 4

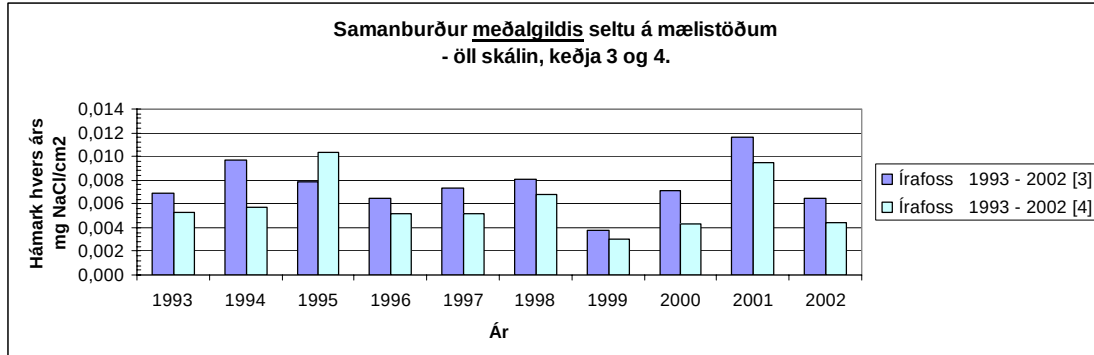
Ákvörðun hámarksgildis.			Úrvinnsla gagna og flokkun seltu					
	Hámark mg NaCl/cm ²	Dags. Hámars		Meðaltal mg NaCl/cm ²	FL. 1 [%]	FL. 2 [%]	FL. 3 [%]	FL. 4 [%]
Írafoss								
Hámark allra ára	0,044	23.01.1995	Hæsta meðaltal allra ára	0,010	100,00	7,69	0,00	0,00
Svartárvot								
Hámark allra ára	0,017	22.03.1993	Hæsta meðaltal allra ára	0,005	100,00	0,00	0,00	0,00
Hrauneyjafoss								
Hámark allra ára	0,019	28.11.1994	Hæsta meðaltal allra ára	0,005	100,00	0,00	0,00	0,00

Uppsöfnun seltu á skálahengi 3 og 4 miðað við hámark allra ára á Írafossi er svipuð. Meðaltal hámarks allra ára er hinsvegar örlítið hærra á skálahengi 3 þ.e. að meðaltali safnast örlítið meira á skálahengi 3 en 4 á Írafossi.

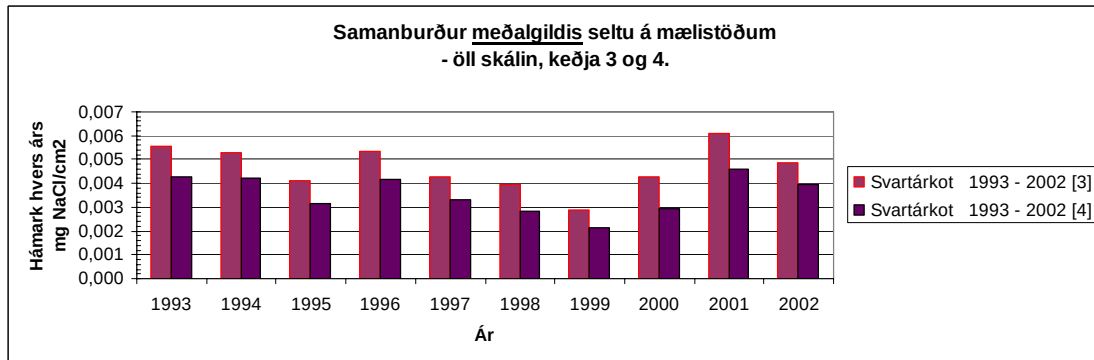
Það sama á við um bæði Svartárvot og Hrauneyjafoss og Írafoss, seltuupsöfnunin er meiri á skálahengi 3 en 4 hvort heldur miðað er við hámark allra ára eða meðaltal hámarks allra ára.

Samanburður á meðalgildum, öll skálin.

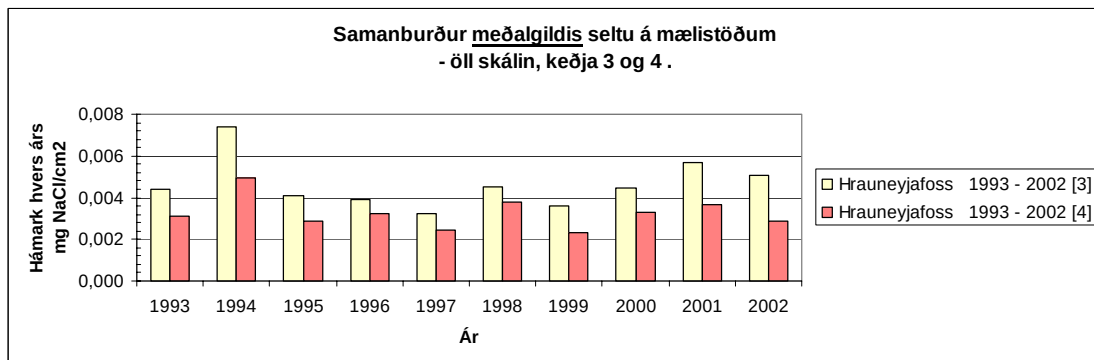
Írafoss.



Svartárkot



Hrauneyjafoss.



Ef skoðuð eru meðalgildi mælinga seltuuppsöfnunar fyrir alla skálina safnast í öllum tilvikum nema einu meira á venjulegu skálina en þokuskálina. Undantekningin er Írafoss 1995.

Samanburður meðalgilda allra ára fyrir skálahengi 3 og 4.

Skálahengi 3

Ákvörðun hámarksgildis.		Úrvinnsla gagna og flokkun seltu					
	Hámark mg NaCl/cm ²		Meðaltal mg NaCl/cm ²	FL. 1 [%]	FL. 2 [%]	FL. 3 [%]	FL. 4 [%]
Írafoss							
Meðaltal allra ára	0,024		0,008	100,00	0,000	0,000	0,000
Svartárkot							
Meðaltal allra ára	0,013		0,005	100,00	0,000	0,000	0,000
Hrauneyjafoss							
Meðaltal allra ára	0,015		0,005	100,00	0,000	0,000	0,000

Skálahengi 4

Ákvörðun hámarksgildis.		Úrvinnsla gagna og flokkun seltu					
	Hámark mg NaCl/cm ²		Meðaltal mg NaCl/cm ²	FL. 1 [%]	FL. 2 [%]	FL. 3 [%]	FL. 4 [%]
Írafoss							
Meðaltal allra ára	0,019		0,006	100,00	0,000	0,000	0,000
Svartárkot							
Meðaltal allra ára	0,009		0,004	100,00	0,000	0,000	0,000
Hrauneyjafoss							
Meðaltal allra ára	0,010		0,003	100,00	0,000	0,000	0,000

Ef meðaltöl mælinga eru borin saman fyrir skálahengi 3 og 4 er meðaltöl hámarks allra ára hærri á skálahengi 3 samanborið við skálahengi 4 fyrir alla staði. Þetta á einnig við um meðaltal allra ára en þar er seltuuppsöfnun hærri fyrir skálahengi 3 en 4 á öllum stöðum.

Niðurstaða, samanburður á seltuuppsöfnun venjulegrar skálar og þokuskálar.

Að meðaltali er því seltuuppsöfnun venjulegrar skála, skálahengi 3 hærri en þokuskála.

Samantekt og niðurstaða samanburðar seltuuppsöfnunar á skálahengjum 1,3 og 4.

Samanburður á hámarksgildum.

Skálahengi 1

Ákvörðun hámarksgildis.			Úrvinnsla gagna og flokkun seltu					
	Hámark mg NaCl/cm ²	Dags. Hámarks		Meðaltal mg NaCl/cm ²	FL. 1 [%]	FL. 2 [%]	FL. 3 [%]	FL. 4 [%]
Írafoss								
Hámark allra ára	0,040	24.01.1994	Hæsta meðaltal allra ára	0,008	100,00	0,00	0,00	0,00
Svartárkot								
Hámark allra ára	0,096	12.11.2001	Hæsta meðaltal allra ára	0,006	100,00	2,78	0,00	0,00
Hrauneyjafoss								
Hámark allra ára	0,137	12.11.2001	Hæsta meðaltal allra ára	0,007	100,00	2,78	0,00	0,00

Skálahengi 3

Ákvörðun hámarksgildis.			Úrvinnsla gagna og flokkun seltu					
	Hámark mg NaCl/cm ²	Dags. Hámarks		Meðaltal mg NaCl/cm ²	FL. 1 [%]	FL. 2 [%]	FL. 3 [%]	FL. 4 [%]
Írafoss								
Hámark allra ára	0,043	24.01.1994	Hæsta meðaltal allra ára	0,012	100,00	0,00	0,00	0,00
Svartárkot								
Hámark allra ára	0,022	26.11.2001	Hæsta meðaltal allra ára	0,006	100,00	0,00	0,00	0,00
Hrauneyjafoss								
Hámark allra ára	0,032	28.11.1994	Hæsta meðaltal allra ára	0,007	100,00	0,00	0,00	0,00

Skálahengi 4

Ákvörðun hámarksgildis.			Úrvinnsla gagna og flokkun seltu					
	Hámark mg NaCl/cm ²	Dags. Hámarks		Meðaltal mg NaCl/cm ²	FL. 1 [%]	FL. 2 [%]	FL. 3 [%]	FL. 4 [%]
Írafoss								
Hámark allra ára	0,044	23.01.1995	Hæsta meðaltal allra ára	0,010	100,00	7,69	0,00	0,00
Svartárkot								
Hámark allra ára	0,017	22.03.1993	Hæsta meðaltal allra ára	0,005	100,00	0,00	0,00	0,00
Hrauneyjafoss								
Hámark allra ára	0,019	28.11.1994	Hæsta meðaltal allra ára	0,005	100,00	0,00	0,00	0,00

Ef borin eru saman mælingar fyrir skálahengi 1,3 og 4 á Írafossi sést að hámarks selta er svipuð (á bilinu 0,04 –0,044 mg NaCl/cm²) á öllum þessum skálum. Meðaltal hámarks á Írafossi mælist hinsvegar mest á skálahengi 3 þ.e. langtímaselta en hámarks meðaltal seltu er minnst á skálahengi 1 þ.e. skammtímaseltuuppsöfnun.

Í Svartárkoti og í Hrauneyjafossi mælist mesta seltuuppsöfnunin á skálahengi 1 þ.e. skammtímaseltuuppsöfnun en minnst mælist hún á skálahengi 4 þ.e. langtímaseltuuppsöfnun á þokuskál. Að meðaltali mælist hámark seltuuppsöfnunar á skálahengjum 1 og 3 jafn mikið og litlu meira en á skálahengi 4.

Samanburður á meðalgildum.

Skálahengi 1

Ákvörðun hámarksgildis.		Úrvinnsla gagna og flokkun seltu					
	Hámark mg NaCl/cm ²		Meðaltal mg NaCl/cm ²	FL. 1 [%]	FL. 2 [%]	FL. 3 [%]	FL. 4 [%]
Írafoss							
Meðaltal allra ára	0,024		0,005	100,00	0,00	0,00	0,00
Svartárkot							
Meðaltal allra ára	0,023		0,003	99,76	0,24	0,00	0,00
Hrauneyjafoss							
Meðaltal allra ára	0,029		0,003	99,76	0,24	0,00	0,00

Skálahengi 3

Ákvörðun hámarksgildis.		Úrvinnsla gagna og flokkun seltu					
	Hámark mg NaCl/cm ²		Meðaltal mg NaCl/cm ²	FL. 1 [%]	FL. 2 [%]	FL. 3 [%]	FL. 4 [%]
Írafoss							
Meðaltal allra ára	0,024		0,008	100,00	0,000	0,000	0,000
Svartárkot							
Meðaltal allra ára	0,013		0,005	100,00	0,000	0,000	0,000
Hrauneyjafoss							
Meðaltal allra ára	0,015		0,005	100,00	0,000	0,000	0,000

Skálahengi 4

Ákvörðun hámarksgildis.		Úrvinnsla gagna og flokkun seltu					
	Hámark mg NaCl/cm ²		Meðaltal mg NaCl/cm ²	FL. 1 [%]	FL. 2 [%]	FL. 3 [%]	FL. 4 [%]
Írafoss							
Meðaltal allra ára	0,019		0,006	100,00	0,000	0,000	0,000
Svartárkot							
Meðaltal allra ára	0,009		0,004	100,00	0,000	0,000	0,000
Hrauneyjafoss							
Meðaltal allra ára	0,010		0,003	100,00	0,000	0,000	0,000

Ef borin eru saman hámarks meðaltöl allra ára þá mælast þau hæst á skálahengi 1 á öllum stöðum en minnst mælast þau á skálahengi á öllum stöðum. Meðaltal allra ára

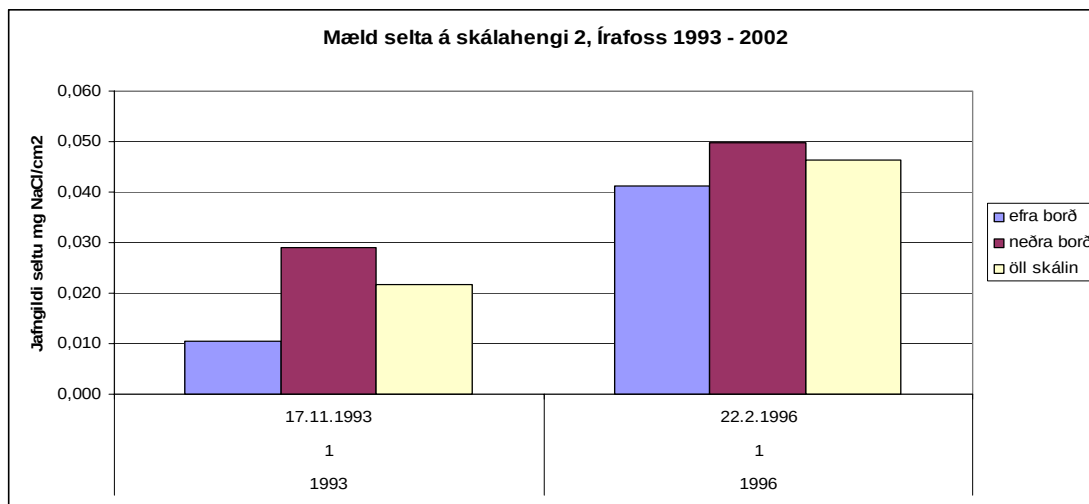
er hinsvegar hæst á öllum stöðum á skálahengi 3 þ.e. langtímaseltuupplausn á venjulegum skálum.

Skálahengi 2, mæling hámarks seltu.

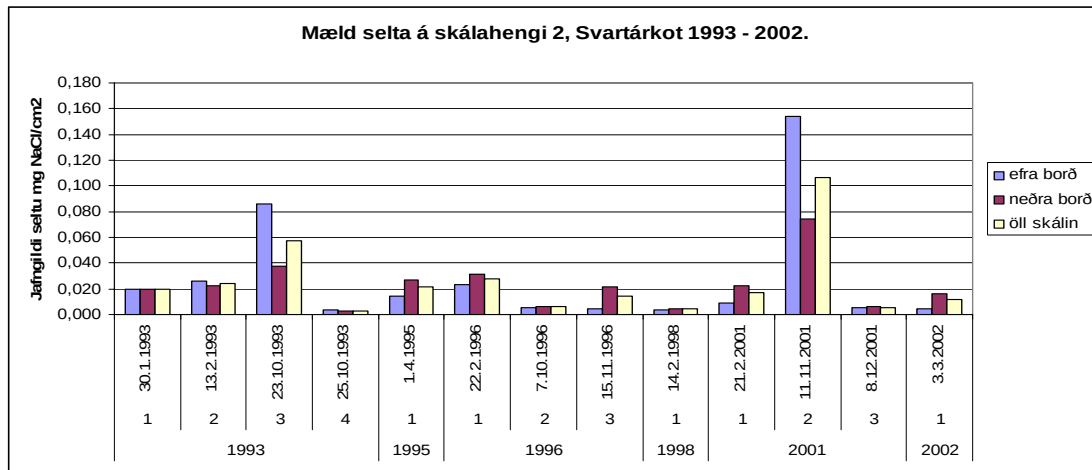
Samanburður við mælingar á öðrum skálahengjum, hámarksgildi allra staða fundin.

Um framkvæmd og markmið seltumælinga á skálahengi 2 segir í [2] “*Sýnatökumönnum er ætlað að fylgjast með veðurfari og í miklum seltuveðrum taka þeir sýni af miðskál í skálahengi nr. 2. Reynt er að sæta lagi strax eftir að aðal veðrinu slotar, þ.e.a.s. áður en seltan og óhreinindi fara að leka af.*”

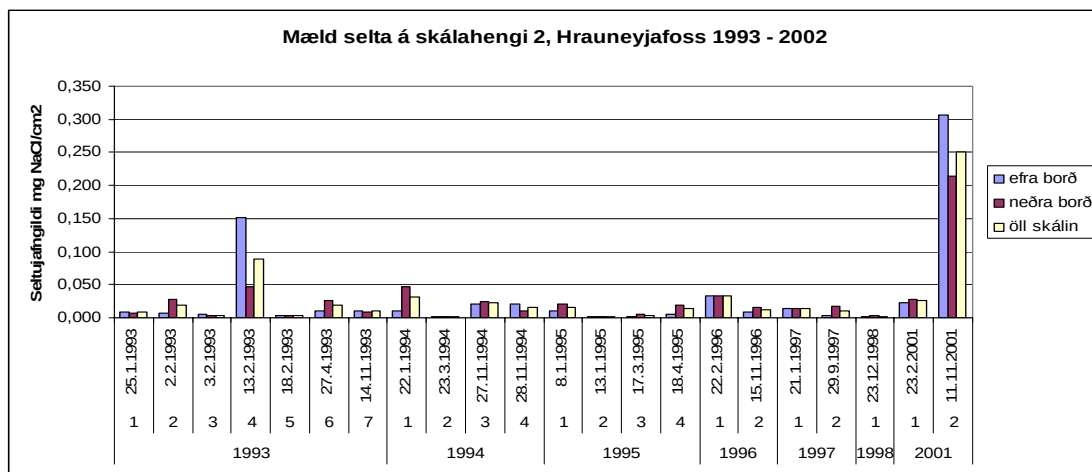
Á eftirfarandi myndum eru sýndar niðurstöður þessara mælinga á mælistöðunum þremur. Athyglivert er hversu fáar mælingar hafa verið gerðar á skálahengi 2 á Írafossi samanborið við Svartáarkot og Hrauneyjafoss. Sé undangengin samanburður á mælingum annarra skálahengja á þessum þremur stöðum hafðir í huga er líklegast að árvekni sýnatökumanna sé um að kenna fremur en eiginlegum fjölda mikilla seltuveðra á Írafossi síðustu 10 ár, en einungis 2 mælingar hafa verið gerðar á öllum þessum árafjölda. Það sem er þó kannski bagalegast í þessum samanburði er að öllum mælingum var með mikilli nákvæmni sleppt á Írafossi í seltuveðrinu sem gekk yfir í nóvember 2001 en rafmagnstruflanir af völdum seltu hreyfðu við megin þorra landsmanna með ýmsum hætti þessa daga.



Samkvæmt mælingum á skálahengi 2 á Írafossi er hámarks seltuáraun tæplega 0,050 mg NaCl/cm² sem er lítillega yfir því hámarki sem fékkst með mælingum á skálahengi 1 og 3. Hér ber þó að hafa í huga að algerlega vantar mælingar á seltu í seltuveðrinu 2001 að seltuáraun hafi verið með því mesta sem gengið hefur yfir síðan mælingar hófust.



Í Svartárkoti mælist mesta seltan miðað við alla skálina á skálahengi 2 í nóvember 2001 um 0,11 mg NaCl/cm² sem er örlítið herra en mælist mest á hinum skálahengjunum 0,096 mg NaCl/cm² (skálahengi 1). Næst mesta seltuáraun sem mælist á skálahengi 2 er í október 1993 tæplega 0,06 mg NaCl/cm² miðað við alla skálina.



Á Hrauneyjafossi mælist mesta seltuáraunin í seltuveðrinu 2001, 0,250 mg NaCl/cm² sem er tvöfalt meira en mælist mest á öðrum skálum (0,137 mg NaCl/cm² á skálahengi 1). Næst mesta selta á skálahengi 2 mælist tæplega 0,10 mg NaCl/cm² í febrúar 1993.

Samkvæmt mælingum á seltu á skálahengi 2 og samanburði við seltumælingar á örum skálahengjum er mesta melda selta áranna 1993 – 2002 þessara þriggja staða eftirfarandi:

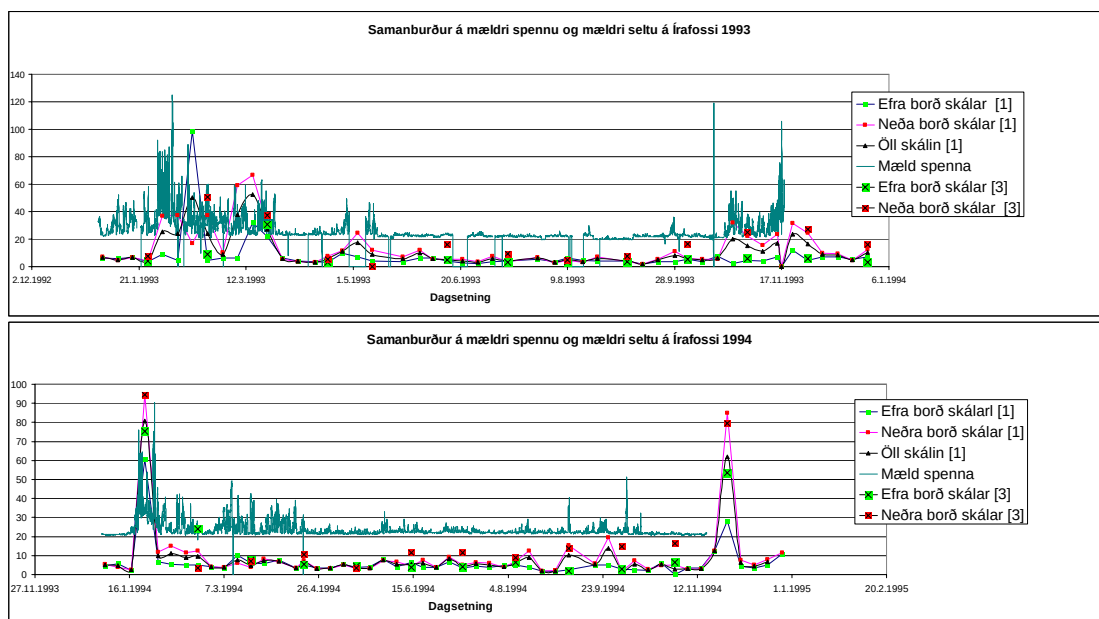
Írafoss	0,050 mg NaCl/cm ² .
Svartárkot	0,110 mg NaCl/cm ² .
Hrauneyjafoss	0,250 mg NaCl/cm ² .

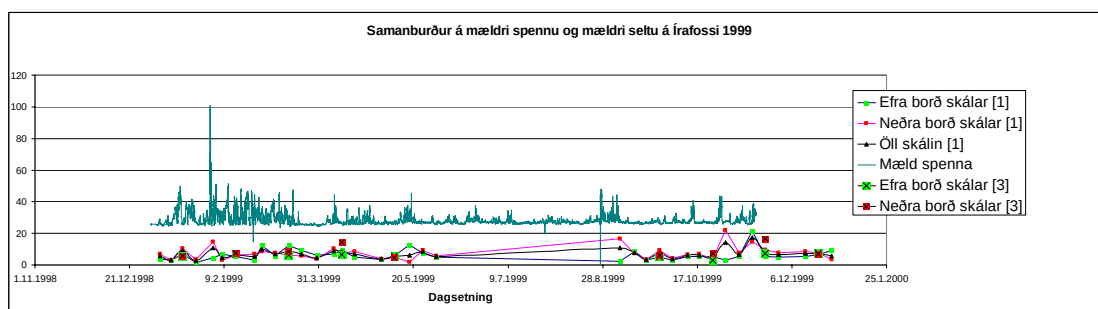
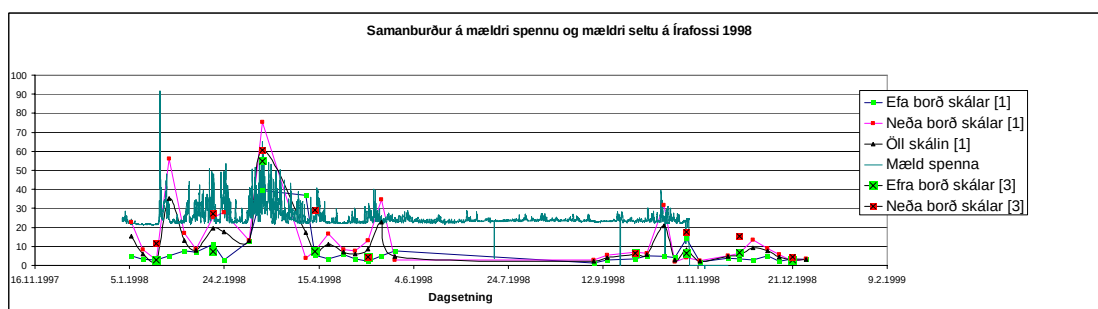
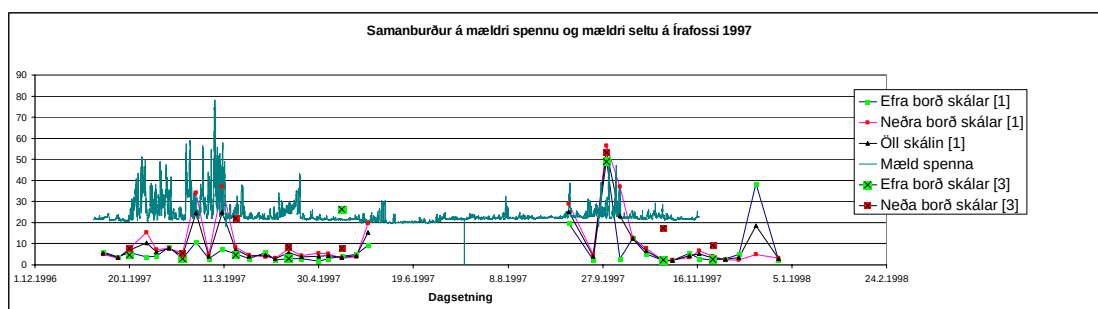
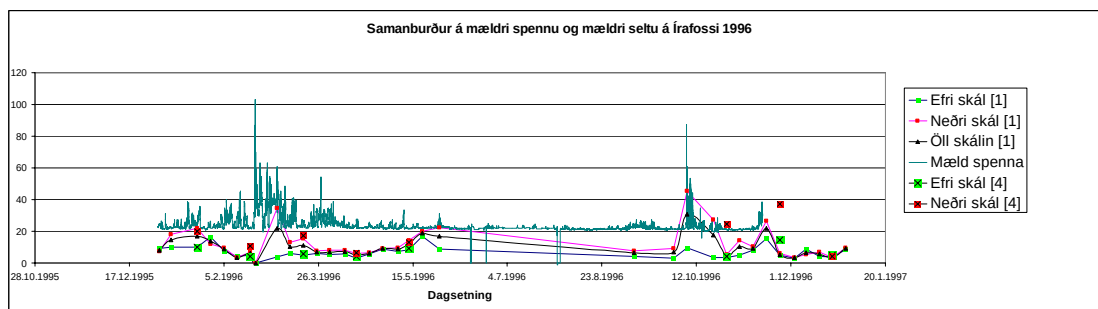
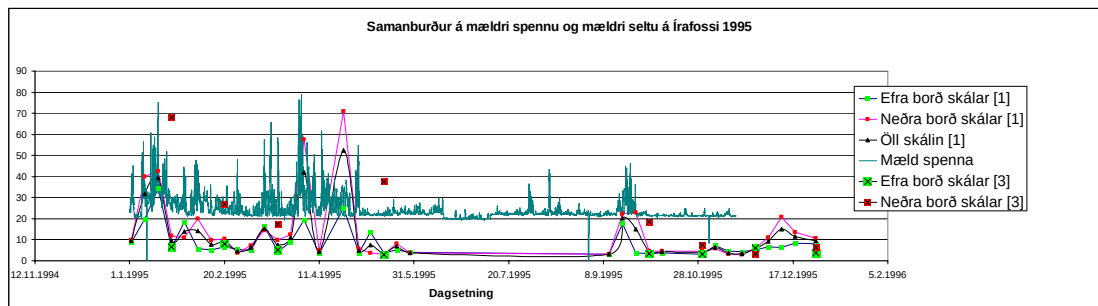
Hafa ber í huga að ekki var mæld seltuáraun á Írafossi í seltuveðrinu 2001 en hámark í Svartárkoti og Hrauneyjafossi fengust einmitt á þessum tíma í nóvember 2001.

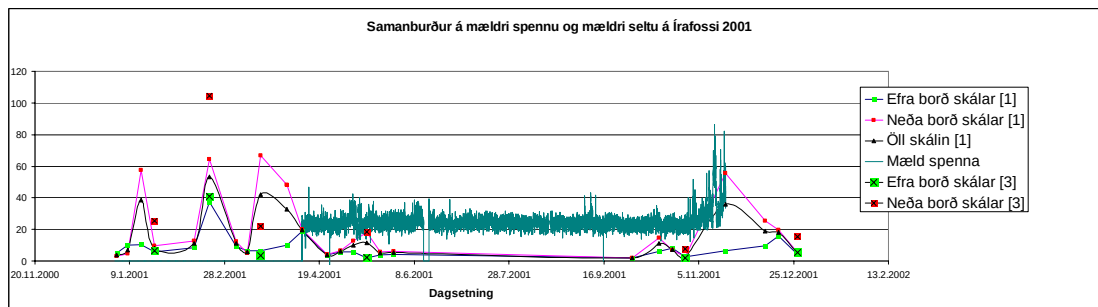
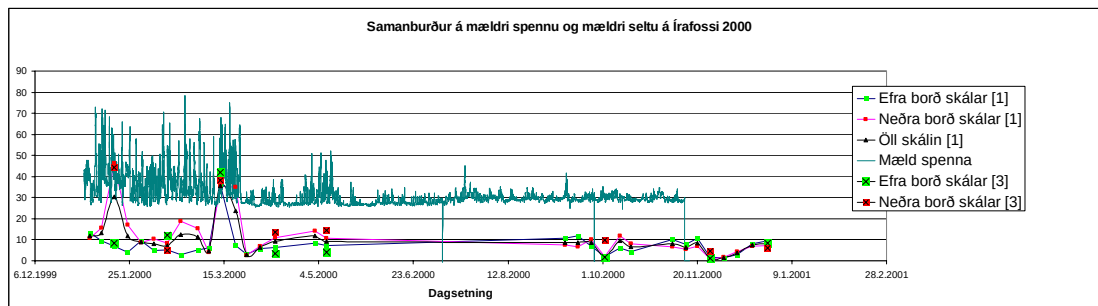
Samanburður seltumælinga og spennumælinga á Írafossi.

Eins og áður hefur komið fram hafa svokallaðar “spennumælingar” verið framkvæmdar á Írafossi samhliða mælingum á seltuupsöfnun. Spennumælingar þessar eru í raun mæling á lekastraum yfir einangrun sem verður fyrir sömu seltuáraun og þær skálar sem seltan er mæld á. Þar sem tímaupplausnin á spennumælingum er 30 mín er um að ræða mælingu nánast í “rauntíma” samanborið við þá seltumælingu sem framkvæmd er með skálapvotti. Þar sem mæling á spennu sem hér er lýst er mun auðveldari og gefur auk þess til kynna ástand kerfisins meðal annars m.t.t. seltuáraunar nánast í rauntíma er eitt af markmiðum úrvinnslu þessarar seltumælinga sem framkvæmd er í þessari skýrslu að skoða samhengi þessara tveggja mæliaðferða.

Á eftirfarandi myndum er sýndar til samanburðar niðurstöður spennumælinga og mælinga á seltu með skálapvotti innan eins árs. Við þennan samanburð ber að hafa í huga að tímaupplausn spennumælinga og seltumælinga er mjög mismunandi þar sem spennumæling er framkvæmd á 30 mín fresti en seltumæling er framkvæmd með viku millibili á skálahengi 1 merkt sem [1] og fjögurra vikna millibili skálahengi 3 merkt sem [3]. Jafnframt eru niðurstöður seltumælinga (skálapvottur) margfaldaðar með fasta til að gera samanburðinn auðveldari. Seltumælingar eru sýndar sem línurit þ.e. bein lína á milli þeirra punkta þar sem eiginleg mæling hefur farið fram. Þessi framsetning á seltumælingum er eingöngu gerð til einföldunar við þennan samanburð á spennumælingum og seltumælingum. Það skal tekið fram að mælingar á seltu sem sýndar eru með punktum á línu gilda eingöngu í þeim punktum en ekki á milli þeirra. Raunveruleg selta á skálum milli þessara tímapunkta er í raun óþekkt þó gert sé ráð fyrir hér í þessum einfalda samanburði að hún fylgi beinni línu.







Ef borin eru saman niðurstöður seltumælinga með skálabvotti og spennumælinga virðist í mörgum tilvikum að um samhengi sé að ræða. Í fyrsta lagi virðist ákveðið samhengi vera á breytingu gilda seltu mælinga og spennumælinga. Hins vegar virðist hlutfall milli breytinga seltumælinga og spennumælinga vera mjög mismunandi jafnvel innan ársins. Einnig má finna tímabil þar sem lítil sem engin breyting virðist vera á mældri seltu en töluverð breyting er á útslagi spennumæla (t.d. ársbyrjun 1993). Þá finnast tímabil þar sem veruleg breyting er á mældri seltu en lítil sem engin breyting er á mældri spennu.

Samkvæmt þessum einfalda samanburði er því ekkert beint samhengi á milli seltuáraunar og mælinga spennumæla. Það er því ljóst að aðrir þætti geta haft veruleg áhrif á þetta samband mældrar spennu og seltuáraunar.

Til að skoða nánar hvaða þættir og þá í hve miklum mæli þeir hafa áhrif á samhengi spennumælinga og seltumælinga voru áhrif veðurþátta skoðuð annars vegar á áhrif seltuuppsöfnunar og hins vegar á áhrif á mælingar spennumæla.

Áhrifabættir seltuuppsöfnunar, veðurfar (Írafoss).

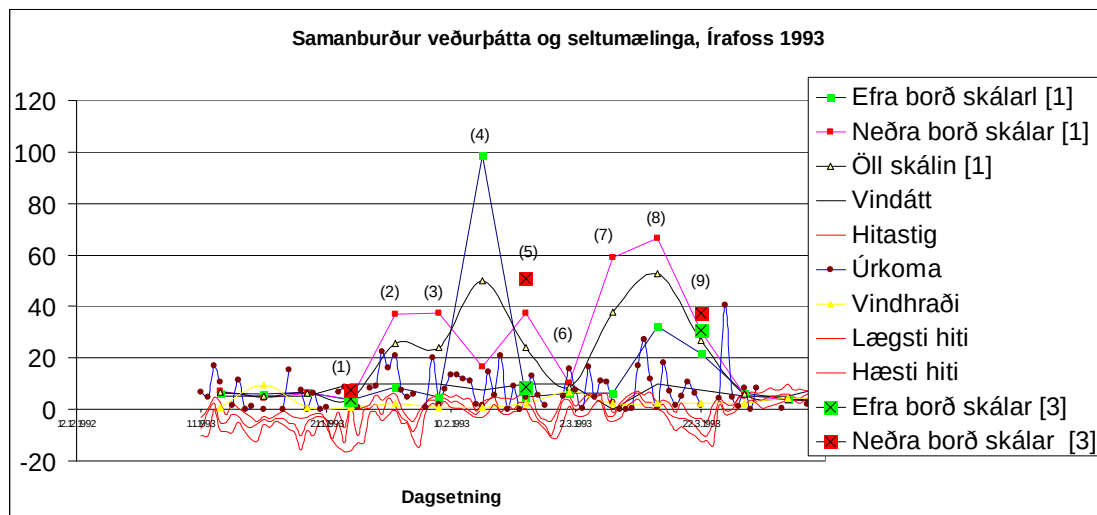
Til að greina þá veðurþætti sem hafa áhrif á seltuuppsöfnun hafa verið valin úr tímabil þar sem mikil seltuuppsöfnun hefur verið mæld og hún borin saman við mæld gildi ýmissa veðurfarsþátta. Þetta er gert með því að sýna alla aðgengilega þætti í tímaröð á sömu mynd og mæld selta. Bæði er sýnd mæld selta af skálahengi 1 og 3 (vikulegar [1] og mánaðarlegar mælingar [3]). Það sama á við um þær seltumælingar sem hér eru sýndar og áður þ.e. gildi mældrar seltu á eingöngu við um þann tímapunkt sem seltan er mæld (og sýnd á mynd með punkti) en seltuáraun er óþekkt milli þessara mælipunkta þó hér sé miðað við að seltuuppsöfnun fylgi beinni línu milli eiginlegra mælipunkta í tíma.

Þeir veðurfarsþættir sem sjást á myndinni eru vindátt en upplýsingar um hana er eingöngu til á sama tímapunkti og selta er mæld. Hverri vindátt hefur verið gefið ákveðið vægi frá 0 – 10. Mesta vægi er S, SV og V átt gefið eða 10 en NA fær minnsta vægið 0. N og A áttir hafa fengið vægið 5.

Vindhraði er sýndur miðað við upplýsingar um vindstig á sama tíma og selta var mæld en hér er vindhraði gefin í einingunni m/s (reiknað samkvæmt jöfnu sem gefin er upp á heimasíðu Veðurstofu Íslands).

Hitastig er sýnt sem sólarhrings gildi °C (hæsta gildi, lægsta gildi og meðaltal, alls þrjár kúrfur)

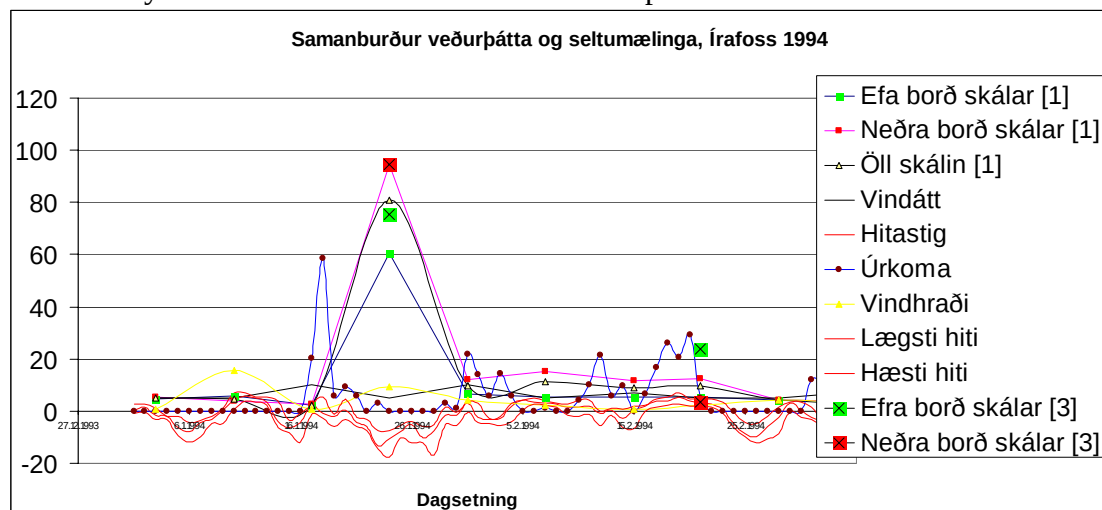
Úrkoma sem sýnt er miðast við sólarhringsgildi [mm]



Ef skoðuð er breytingin á mældri seltu í lok janúar 1993 og byrjun febrúar 1993 (merkt (1) til (2) á mynd) sést að lægsta hitastig er fyrir neðan frostmark á þessu tímabili (hæsti hiti og meðalhiti fer þó yfir frostmark í nokkra daga) á sama tíma er vindáttin S, SV eða V og úrkoma lítil og breytileg. Samkvæmt upplýsingum um vindhraða er hann ekki mikill á þessu tímabili en eykst þó lítillega. Eins og sjá má hækkar mæld selta neðra borðs skála mjög mikið við þessar aðstæður en mæld selta

efra borðs skálar mun minna og ræður sennilega úrkoman þar mestu þ.e. hún skolar efra borðið en er ekki nægjanleg til að skola neðra borðið. Um miðjan febrúar (mæling merkt með (4) á mynd) mælist hins vegar mikil selta á efra borði skálar á sama tíma og það mælist minna en áður á neðra borði skálar. Í samanburði við tímabilið á undan hefur hitastigið hækkað, en vindáttin er áfram S,SV eða V. Úrkoman er hins vegar minni (er þó jafnari) en á tímabilinu á undan og nær því ekki að skola skálarnar jafn mikið og áður. Hærra hitastig veldur því hugsanlega að ekki er eins mikil seltuuppsöfnun og áður á neðra borði skálar (hitastig ekki fyrir neðan frostmark nema lítinn hluta tímabilsins. Við mælingu í (5) á mynd hefur mæld selta á yfirborði minnkað aftur en selta á neðra borði aukist. Á þessu tímabili er meiri úrkoma samanborið við tímabilið á undan og þó hún sé stopullir virðist sem hún nægi til að skola yfirborð skálanna. Vindáttin er sem fyrr S,V eða SV átt. Einnig er minnsti hiti nú meira undir frostmarki en áður. Við seltumælingu (6) á mynd mælist lítil selta bæði á efra borði og neðra borði. Hér er hitastig mun lægra en á tímabilinu á undan, hæsti hiti undir frostmarki nær allan tíman. Þó vindáttin sé áfram S, V eða SV er greinilega ekki um seltuuppsöfnun að ræða. Í næstu mælingu (7) mælist verulega meiri selta á neðra borði skálar en lítið mælist á efra borði skálar. Hérna er hitastigið að sveiflast nokkuð yfir daginn, um og yfir frostmark. Úrkoman er líka breytileg sennilega nægjanleg til að skola seltu af efra borði skálar. Hins vegar breytist vindáttin þ.e. er ekki lengur S, SV eða V átt a.m.k. þegar mæling er gerð. Í næstu mælingu (8) hefur mæling seltu bæði á efra borði og neðra borði aukist verulega. Á þessu tímabili er úrkoma mjög breytileg (meiri sveiflur en áður) og lægsti hiti yfir frostmarki nær allan tíman. Vindáttin er að breytast í S, SV, eða V átt. Hugsanlega er helsta ástæða þessarar seltuuppsöfnunar mjög óregluleg úrkoma og vindátt á þessu tímabili. Við mælingu á seltu í (9) á mynd hefur selta minnkað verulega bæði á efra borði og neðra borði. Helsta breyting í veðri samanborið við tímabilið á undan er veruleg lækkun hitastigs en hæsti hiti er nær allan tíman undir frostmarki. Jafnframt er vindáttin ekki lengur S,SV eða V átt.

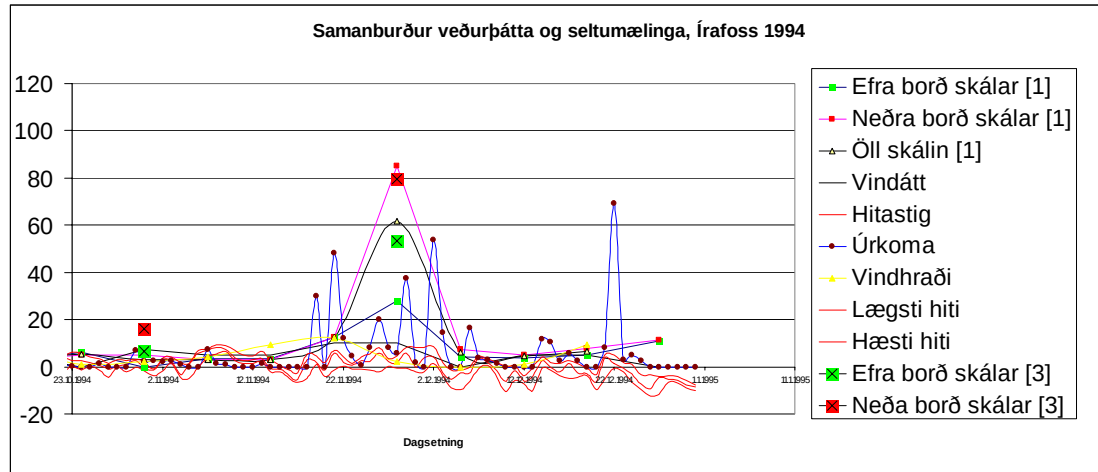
Á næstu mynd er annað tímabil skoðað árið 1994 þar sem mikil selta hefur mælst.



Á tímabilinu á undan þeirri miklu seltuáraun sem mælist í janúar 1994 er hitastigið að sveiflast nokkuð í kringum frostmark (hámark er yfir en lágmark er undir). Á þessu

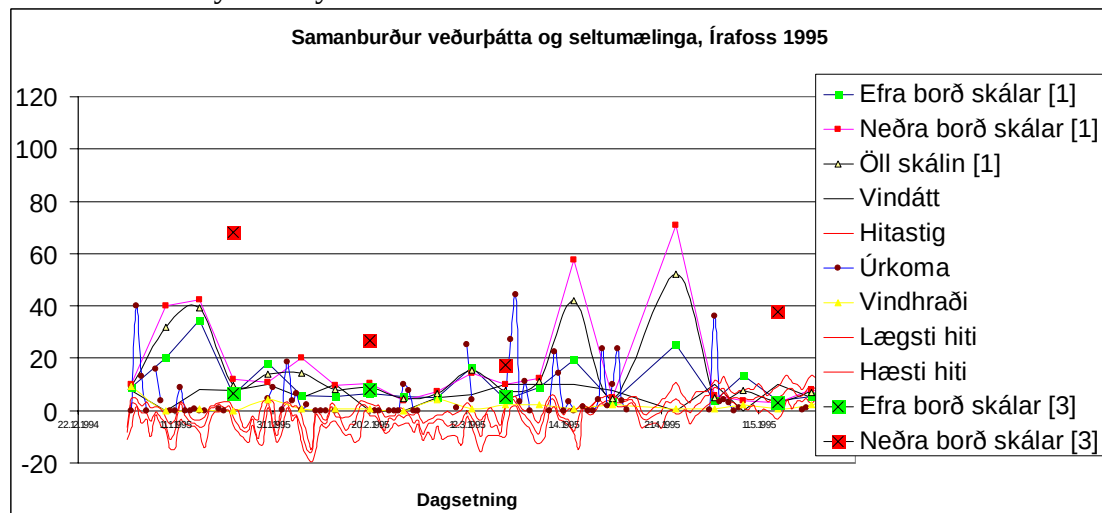
tímabili er úrkoman breytileg (er reyndar mjög mikil í byrjun) og vindáttin hagstæð með tilliti til seltuáraunar.

Á næstu mynd er enn annað tímabil árið 1994 skoðað þar sem mikil selta mældist.



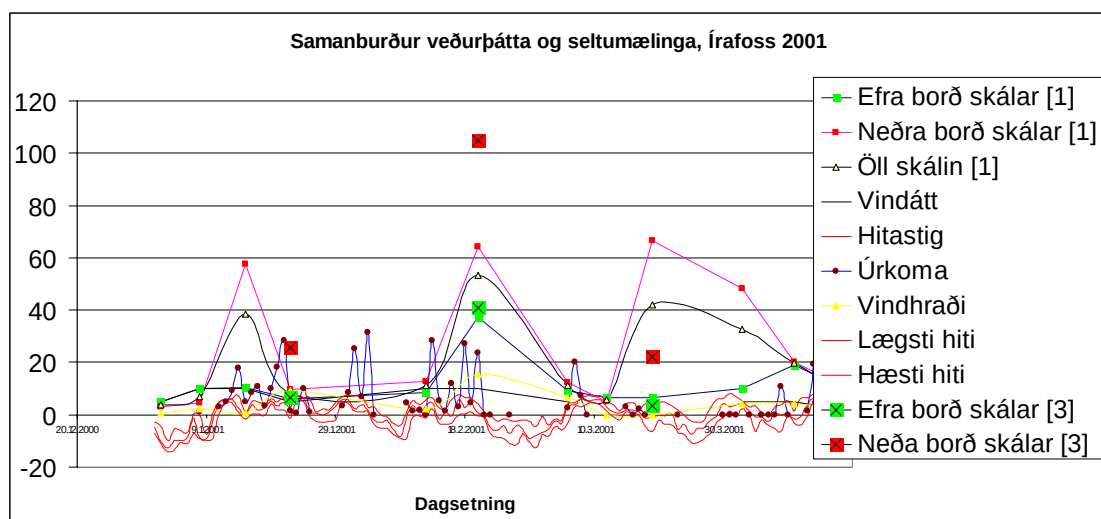
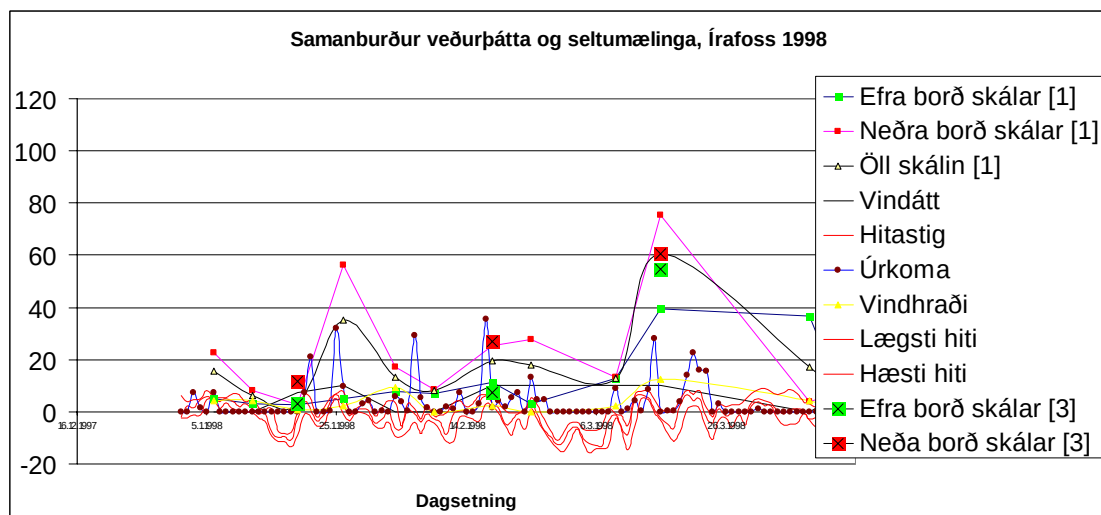
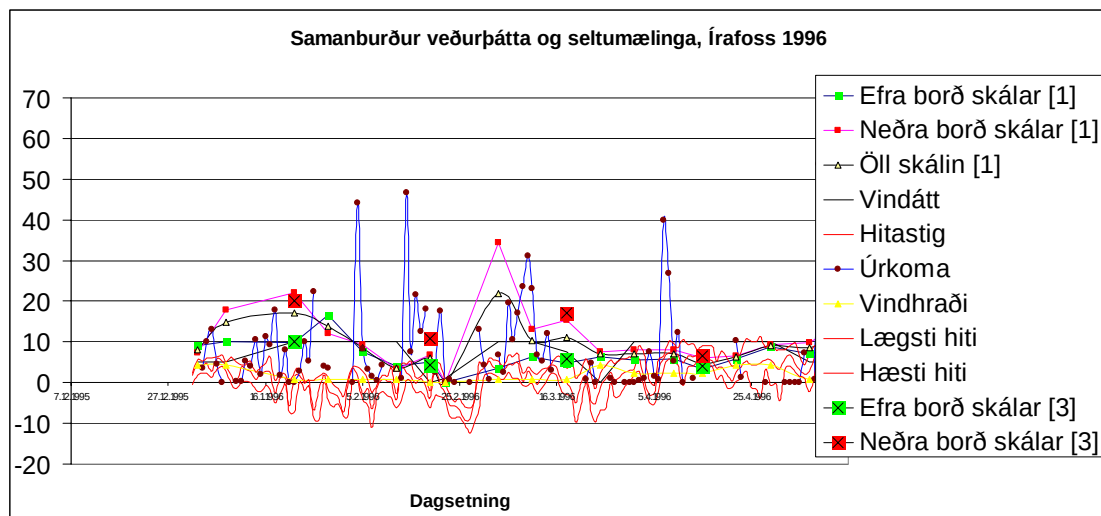
Á tímabilinu á undan mælingu á mikilli seltu í september 1994 er hitastigið að sveiflast í kringum frostmark, vindáttin er S,SV eða V átt og úrkoma er mjög breytileg.

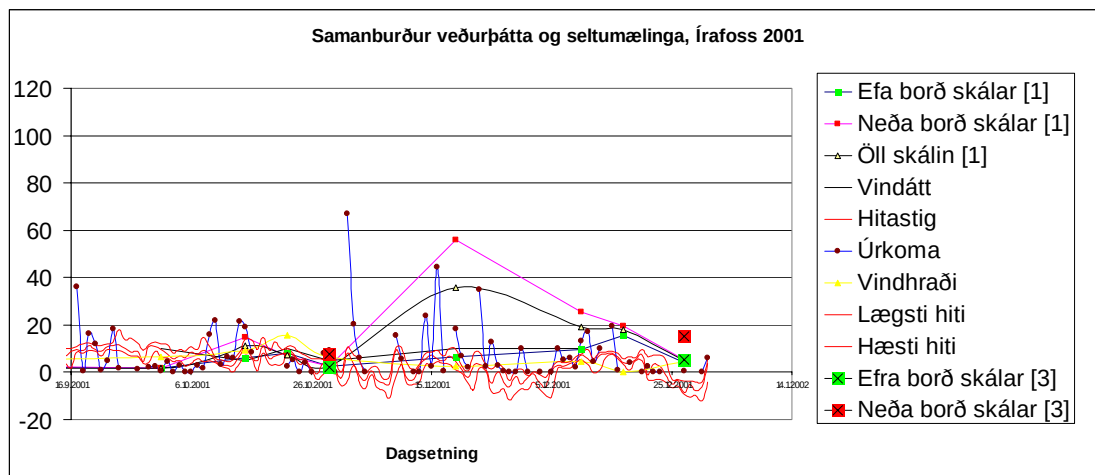
Á eftirfarandi mynd er sýnt tímabil árið 1995.



Eins og sjá má á myndinni er það sammerkt með þeim seltutoppum sem mældir eru að hitastig er að sveiflast í kringum frostmark, vindáttin er jafnan S,SV eða V átt og úrkoma er mjög breytileg.

Á eftirfarandi myndum eru sýnd valin tímabil þar sem mikil selta hefur mælst árin 1996, 1998 og 2001.

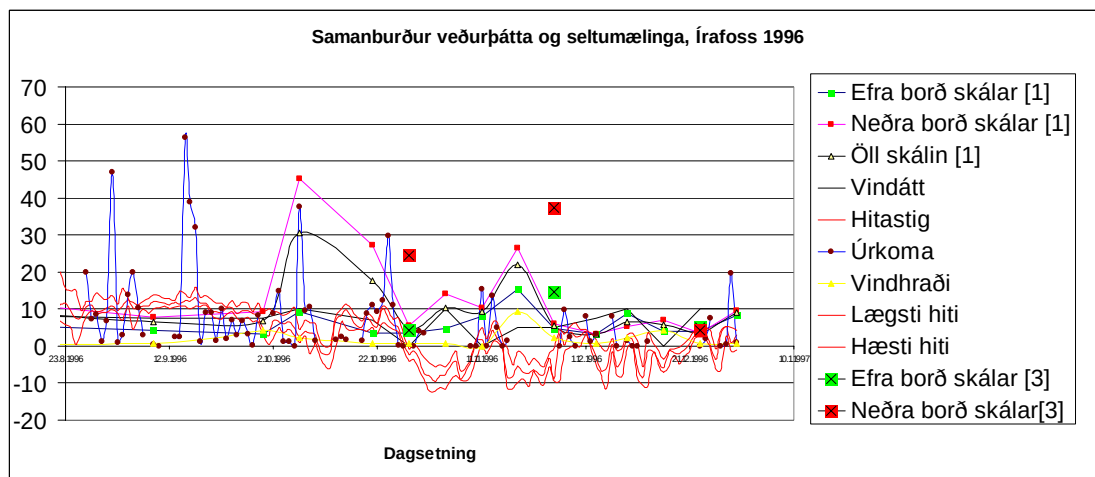




Ef skoðað er tímabilið (vikan) á undan mikilli seltumælingu (mikil seltuuppsöfnun) virðist vera sammerkt með þeim að hitastigið er að sveiflast í kringum frostmark, vindáttin er yfirleitt S,SV eða V átt og úrkoman er mjög breytileg.

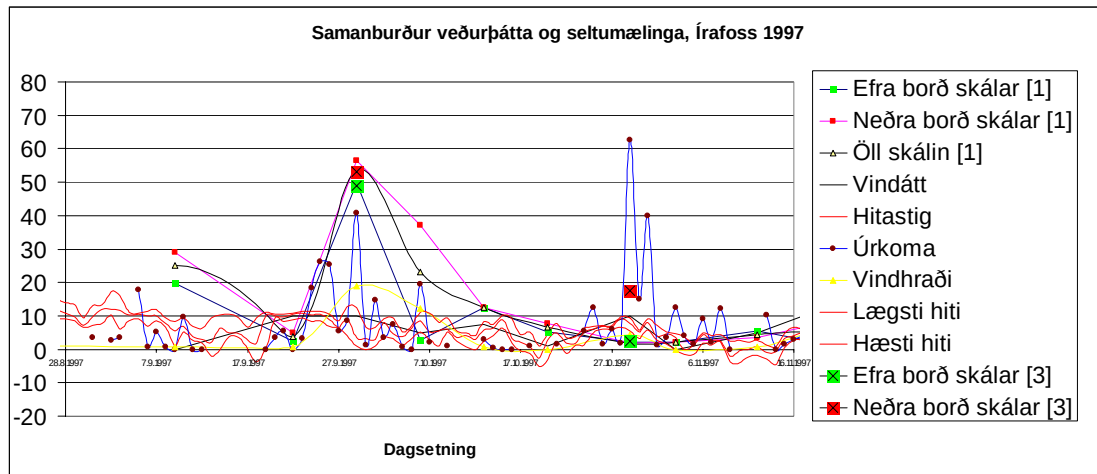
Það er því sammerkt með öllum þeim tímabilum sem skoðuð hafa verið hér að ofan þar sem mikil seltan hefur mælst á umræddu 10 ára tímabili að forsendur mikillar seltuuppsöfnunar eru ákveðnir umhverfisþættir eins og að hiti sé í kringum frostmark, vindátt sé S,SV eða V átt og úrkoma sé mjög breytileg.

Hinsvegar má finna tilvik þar sem aðrir þættir hafa áhrif eins og til dæmis eftirfarandi mynd sýnir en þar er sýnt tímabil haustið 1996.



Á myndinni má sjá að á viku tímabilinu á undan mikilli seltumælingu í október 1996 (fyrsti toppur á mynd) er hitastigið allan tíman fyrir ofan frostmark öfugt við það sem áður var fundið sem forsenda mikillar seltuuppsöfnunar. Hins vegar er vindáttin hagstæð með tilliti til seltuuppsöfnunar (S,SV eða V) og úrkoman mjög breytileg vikuna á undan mælingu á þessum seltutopp en það var ein af þeim forsendum fyrir mikilli seltuuppsöfnun sem áður var fundin.

Á eftirfarandi mynd er annað dæmi um tilvik þar sem áðurgreindar forsendur um hitastig eru ekki gildar.



Á myndinni sést að hitastigið vikuna á undan seltumælingunni (seltutopp á mynd) er hitastigið fyrir ofan frostmark allan tíman. Vindáttin er hins vegar hagstæð með tilliti til seltuuppsöfnunar og úrkoman er einnig hagstæð þ.e. mjög breytileg. Það sem kannski er óvenjulegt hér er að vindhraðinn er mikill daginn sem mælingin fer fram.

Aðdragandi mikillar seltuuppsöfnunar.

Segja má að mikilvægasta forsendan fyrir mikla seltuuppsöfnun skála á Írafossi sé vindáttin þ.e. að það sé S, SV eða V átt á Írafossi enda virðist seltan koma aðalega á svæðið með vindi. Áhrif seltu í úrkomu er sennilega minni enda hefur úrkoman einnig þau áhrif að þvo skálarnar.

Að því gefnu að á svæðinu sé S, SV eða V átt hefur hitastig mikil áhrif á sjálfa uppsöfnun seltu á skálarnar. Ef hitastig (meðalhiti dagsins) er í kringum frostmark virðist sem skilyrði fyrir uppsöfnun seltu sé best.

Til viðbótar ofangreindum atriðum um vindátt og hitastig hefur úrkomumagn mikil áhrif. Þannig virðast hagstæðustu skilyrðin fyrir seltusöfnun á skálum vera ef úrkoman er mjög óregluleg. Ekki virðast vera hagstæðari skilyrði fyrir seltusöfnun ef úrkoma er engin og ef hún er mjög mikil skolast seltan burt.

Skilyrði fyrir mikilli seltusöfnun einangraskála á Írafossi eru því S, SV, eða V átt, hitastig í kringum frostmark og úrkoma mjög óregluleg. Því lengur sem þetta ástand varir, án teljandi úrkomu, því meiri er uppsöfnun seltu á skálum.

Samhengi spennumælinga og seltumælinga, áhrif veðurfars.

Hér á undan hafa verið borin saman með einföldum hætti annars vegar seltumælingar og spennumælingar sem mæla lekastraum á yfirborði einangraskála og hins vegar hafa verið borin saman seltumælingar og mæling á umhverfispáttum/veðurfari.

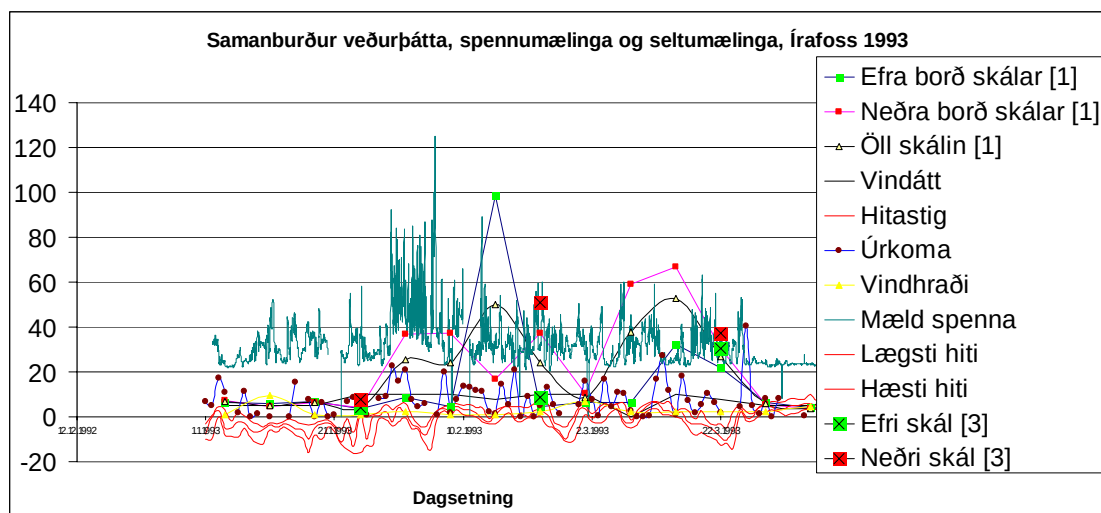
Samanburður seltumælinga eða seltuuppsöfnunar og veðurfarsþátta sýndi að almennt hefur hitastig, vindátt og úrkoma afgerandi áhrif á það magn seltu sem safnast á skálar. Í þessum samanburði virðist sem vindhraði hafi ekki eins mikil áhrif á seltuuppsöfnun og hinir veðurþættirnir.

Hér hafa eingöngu verið fundin einskonar “bestu” skilyrði veðurþátta: hitastigs, vindáttar og úrkomu til seltuuppsöfnunar en ekki verið lýst hvernig þessir þættir hafa áhrif á seltuuppsöfnun eða hvernig þeir eru háðir innbyrðis og hvernig samspil þeirra hefur áhrif.

Samanburður seltumælinga og spennumælinga sýndi að ekki er einfalt samband á milli seltuuppsöfnunar og útslags spennumælaspenna þó óljóst samhengi megi finna út frá þeim samanburði. Til að skoða frekar samband spennumælinga og seltumælinga voru áhrif veðurþátta á spennumælingar skoðaðar á sama hátt og þegar samband seltumælinga og veðurfarsþátta var skoðað, með því að sýna allar þessar mælingar saman á mynd í réttri tímaröð.

Samspil veðurþátta, seltu og mælingu spennumæla.

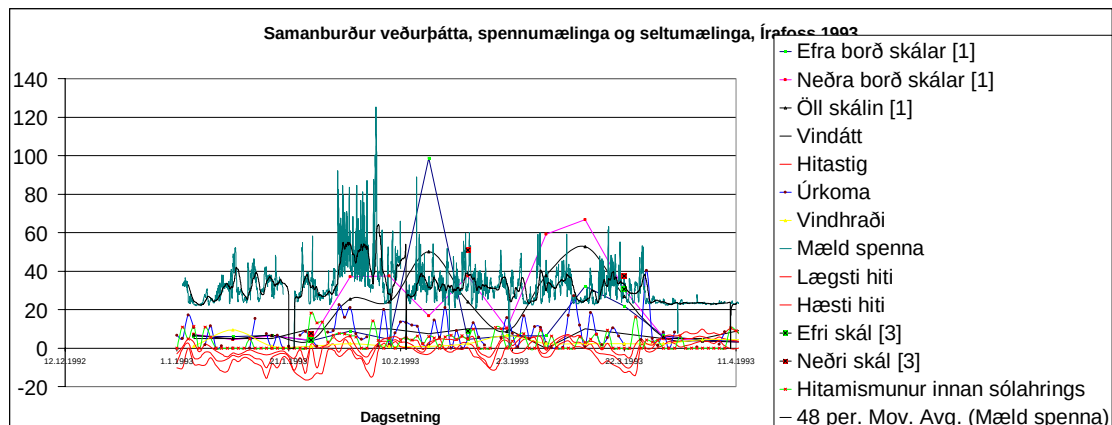
Á eftirfarandi myndum eru sýnd tímabil þar sem mikil seltuuppsöfnun hefur átt sér stað og seltumælingar sýndar ásamt mælingum á spennu og veðurfarsþáttum.



Á myndinni sést tímabil í byrjun árs 1993 þar sem spennumæling spennumælaspenna er mjög há (80 – 120 á mynd) en þessi mikla útsveifla fellur nokkurn vegin að mikilli seltuuppsöfnun sem mæld er á þessu sama tímabili. Áhrif hitastigs virðist vera sú að

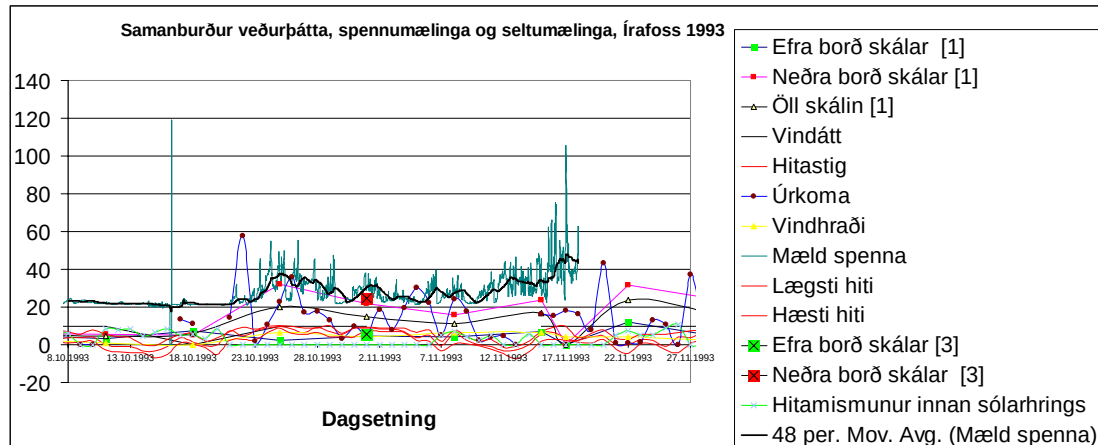
hátt gildi spennu virðist mælast þegar hitastig er í kringum frostmark og eru þessi áhrif enn skýrari ef hitastig hefur verið fyrir neðan frostmark í einhvern tíma á undan. Að öðru leyti virðist vindátt, S, SV eða V átt og óregluleg úrkoma hafa jákvæð áhrif á útslag spennumælaspenna á sama hátt og þessir veðurþættir hafa áhrif á seltuuppsöfnun á einangraskálum. Þannig geta þessir þættir haft óbein áhrif á spennumælingar, vegna áhrifa þeirra á seltuuppsöfnun, bein áhrif eða hugsanlega hvort tveggja. Það sem er einnig athyglivert á þessari mynd er að í mars þegar mesta seltuuppsöfnun á sér stað á þessu tímabili er útslag spennumælaspenna jafnt eða minna en þegar hinir seltutopparnir voru mældir á þessu tímabili (janúar og febrúar). Það er tvennt sem skýrt gæti þennan mun; meðalhitastig er að jafnaði herra (lengra tímabil þar sem meðalhiti er fyrir ofan frostmark) og vindáttin er ekki jafn hagstæð m.t.t. seltuuppsöfnunar (aðrar áttir ríkjandi en S,SV eða V átt). Ef skoðað er hámarksgildi spennu sem mæld er á þessu tímabili (120) og það gildi borið saman við þá spennu sem mælist á undan og sá mismunur skoðaður í ljósi breytinga á umhverfispáttum og seltuuppsöfnun virðist skýringin vera mikill hitamismunur sem mælist þennan dag þ.e. mikill munur á hæsta og lægsta hita innan sama sólarhrings. Til að skoða þetta nánar var hitamismunur innan sólarhrings reiknað fyrir þetta tímabil og borið saman við spennumælingar. Þessi hitastigsmunur innan sólarhrings er þó eingöngu reiknaður ef hvort tveggja gildir að hæsti hiti er fyrir ofan frostmark og lægsti hiti er fyrir neðan frostmark.

Meðaltal spennumælinga var einnig reiknað fyrir hvern sólarhring eða svokallað “moving average” en það er meðalgildi á ákveðnum tímapunkti spennumælingar miðað við 48 gildi (sólarhringur) spennumælinga á undan.

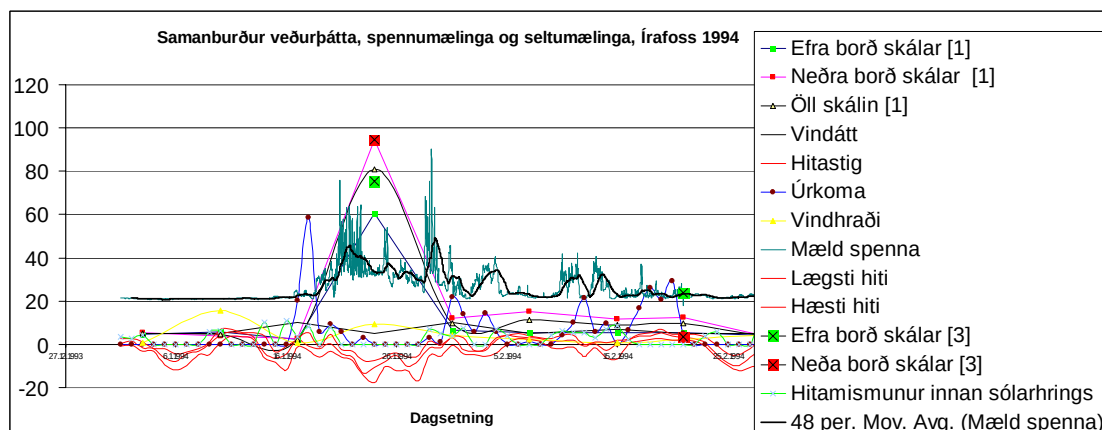


Samkvæmt myndinni virðist hitamismunur innan sama sólarhrings skýra sumar útsveiflur spennumælaspenna að nokkru leyti. Það er þó ljóst að samhengi mældrar spennu og seltuuppsöfnunar virðist flókið þar sem umhverfispættir hafa veruleg áhrif. Þannig virðast umhverfispættir bæði hafa bein og óbein áhrif á mældu spennu spennumælaspenna, beinu áhrifin eru t.d. áhrif hitastigs eða hitamismunar innan sama sólarhrings, en þau óbeinu eru áhrif umhverfispátta á seltuuppsöfnun og þannig áhrif á þá lekastrauma sem spennumælaspennir mælir.

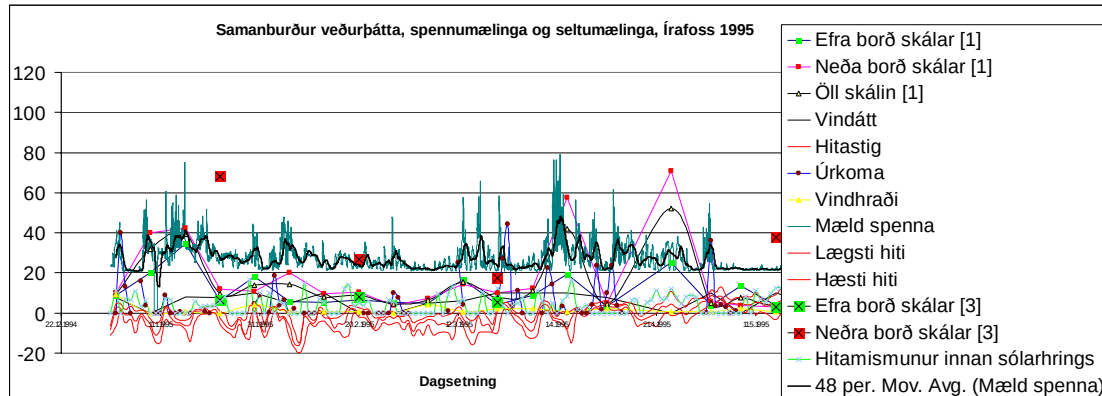
Á eftirfarandi myndum eru sýnd önnur tímabil þar sem útslag spennumælaspenna hefur verið mikið.



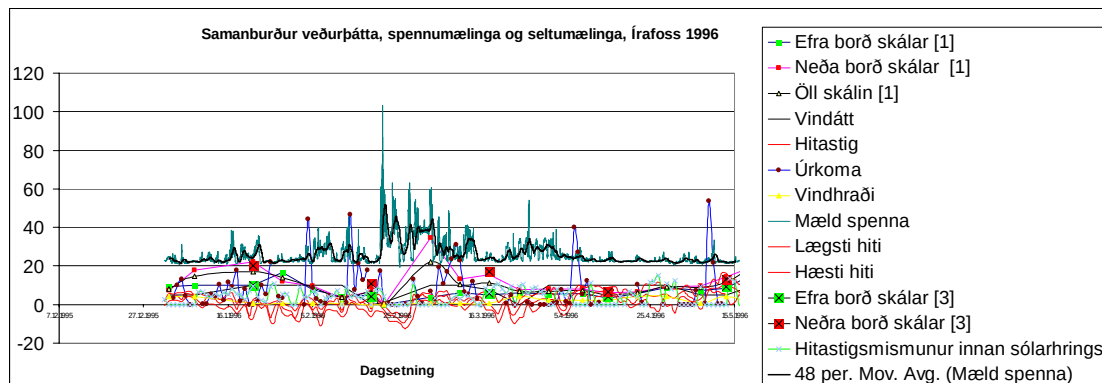
Á þessari mynd virðist gott samhengi vera á milli spennumælingar og mældrar seltuuppsöfnunar. Hér virðist hitastig ekki hafa eins mikil áhrif á útslag spennumæla og sást það tímabil sem skoðað var fyrr á árinu. Hugsanlegt er að aðrir þættir ráði meiru um útslag spennumæla að hausti en í janúar – mars þetta ár.



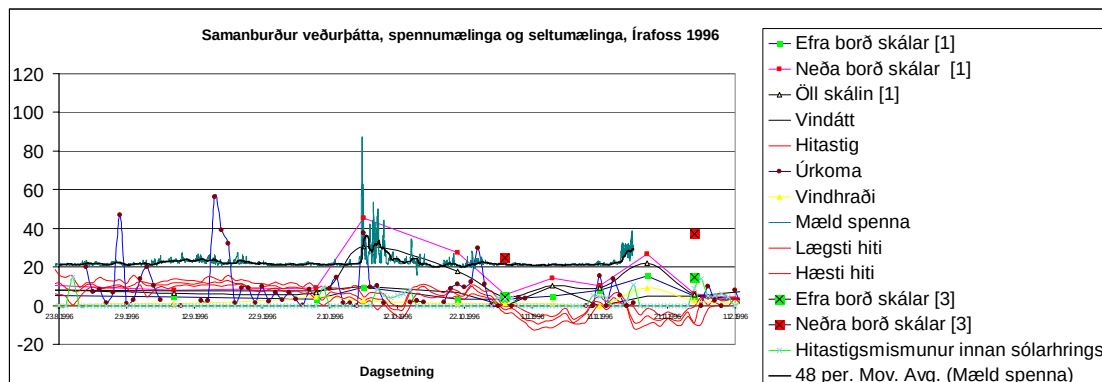
Á þessari mynd sem sýnir tvo mældra spennutoppa snemma árs 1994 virðist gott samhengi vera milli seltuuppsöfnunar og mældrar spennu. Hitastig og hitastigsmismunur virðist hafa áhrif á útslag spennumæla og úrkoma er fremur lítil (óregluleg) þegar mesta útslag spennu mælist á þessu tímabili.



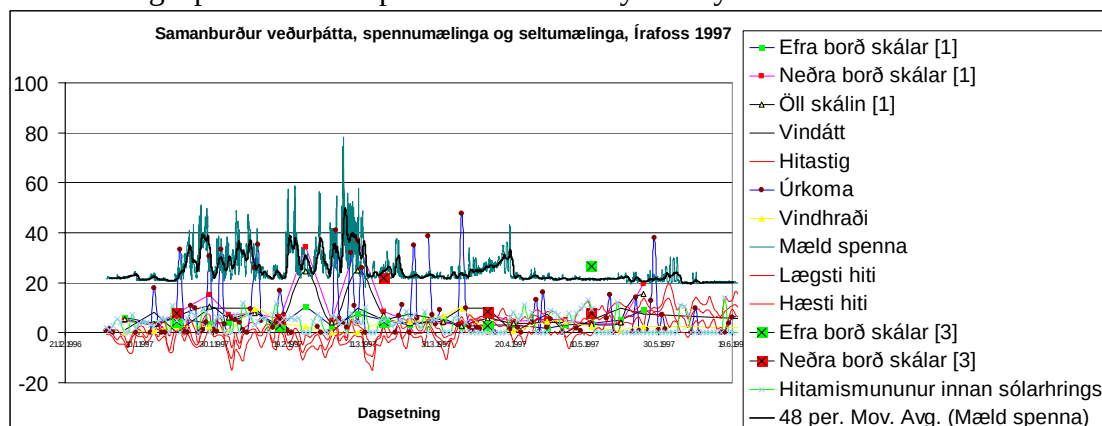
Samhengi tveggja hæstu toppa spennumælinga og mældrar seltuupplausnar virðist nokkuð gott. Hins vegar mælist lítil spenna á þeim tíma sem mesta seltuuppsöfnunin er mæld á þessu tímabili í byrjun maí. Hér virðist sem hitastigssveiflur og hitamismunur hafi lítil áhrif. Það er einnig athyglivert að vindáttin er óhagstæð með tilliti til seltuuppsöfnunar en lítið er vitað um úrkomu á tímabilinu á undan þessari seltumælingu en sennilega er hún mjög lítil. Lítil úrkoma gæti skýrt lítið útslag á spennumæli (hugsanlegt er að seltuuppsöfnunin sem mæld er hafi átt sér stað fyrstu dagana á eftir síðustu seltumælingu á undan (sjá mynd) en þar mælist töluverð spenna og úrkoma er nokkur).



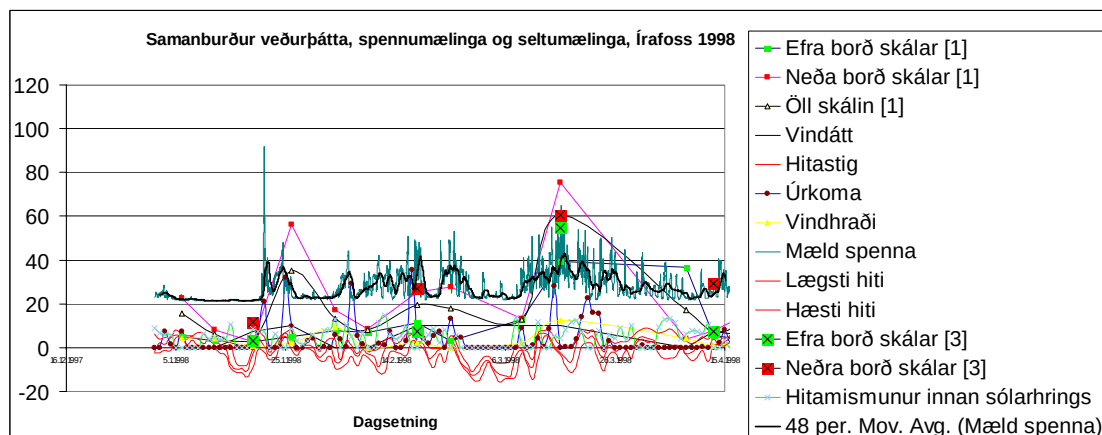
Á þessari mynd er sýnt tímabil fyrri hluta árs 1996. Í lok febrúar verður skyndileg aukning á mældum gildum spennumælis. Á tímabili á undan hefur úrkoma verið mjög óregluleg. Hitastig hefur verið að sveiflast í kringum frostmark og hitastigsmunur að sveiflast nokkuð. Hins vegar er vindátt fremur óhagstæð þ.e. ekki S, SV eða V átt eins og áður hefur virst hafa jákvæð áhrif á seltuuppsöfnun og þar með útslag spennumælis.



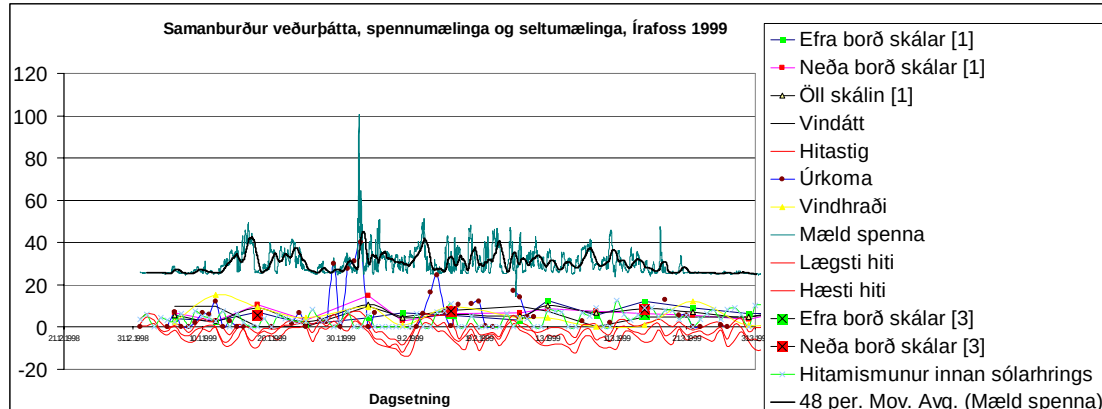
Á þessari mynd mælist mest útslag á spennumælispenni á sama tíma og seltuuppsöfnun mælist mjög mikil. Hér virðist úrkoman hafa meiri áhrif en hitastigið enda er lægsta hitastig sólarhringsins yfir frostmarki í nokkra daga fyrir mælingu á mesta útslagi spennumælis á því tímabili sem myndin sýnir.



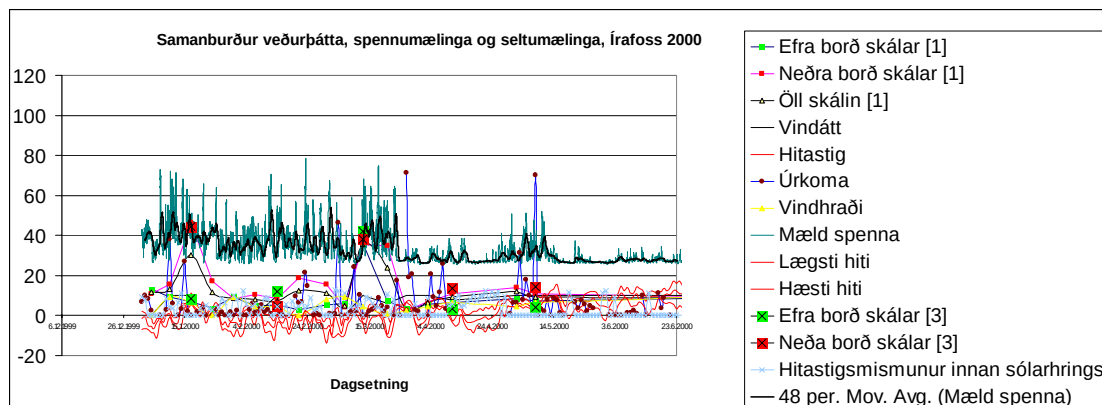
Á þessari mynd má sjá nokkra toppa mældrar spennu í ársbyrjun 1997. Sá hæsti er í marsbyrjun. Á þessu tímabili er úrkoma óvenju misjöfn. Hitastig er sömuleiðis mjög sveiflukennt og hitamismunur innan sama sólarhrings mjög breytilegur. Seltuuppsöfnunin er hinsvegar fremur lítil að undanskildum tveimur toppum í lok febrúar og byrjun mars. Þessi mikla seltuuppsöfnun fellur að miklu útslagi spennumælis á sama tíma.



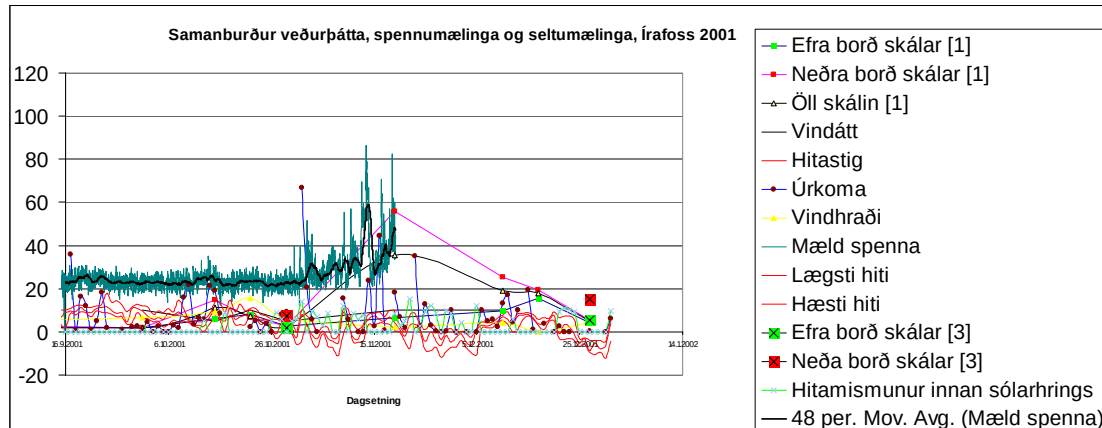
Á þessari mynd má sjá mikið útslag spennumælis í lok janúar. Á sama tíma er mikill hitastigsmunur, úrkoma er mjög óregluleg, vindáttin er einnig hagstæð m.t.t. seltuuppsöfnunar enda mælist mikil seltusöfnun u.þ.b. viku seinna. Næst mesti spennutoppur mælist um miðjan mars og fer hann saman við mikla mælda seltuuppsöfnun. Samfara mikilli seltuuppsöfnun eru miklar hitastigssveiflur og hitastigsmunur innan sólahrings einnig mikill og vindáttin hagstæð m.t.t. seltuupplausnar og úrkoma mjög óregluleg. Aðrir spennutoppur sem mælast virðast vera ýmist vegna hitastigsmunar eða óreglulegrar úrkomu.



Á þessari mynd sést að hæsti spennutoppur mælist í byrjun febrúar. Vikuna á undan er úrkoma mjög óregluleg og hitastigsbreytingar nokkrar. Þá er vindátt hagstæð m.t.t. seltuuppsöfnunar þó seltuuppsöfnun mælist ekki mikil.



Á þessari mynd mælir spennumælir þó nokkra jafna toppa á tímabilinu janúar til mars. Hins vegar mælast á sama tíma einungis tveir toppar seltuuppsöfnunar á sama tíma. Sennilega er þetta tímabil gleggsta dæmið um hve flókið samband er á milli seltuuppsöfnunar spennumælinga og veðurfarsþátta.



Að lokum er sýnd mynd frá seinni hluta ársins 2001 þegar seltuvedrið gekk yfir. Hæsta melda spenna sem sýnd er mælist einmitt í kringum 11 nóvember. Samkvæmt myndinni er hitastig mjög sveiflukenndur dagana á undan og hitamunur innan sólarhrings misjafn og sveiflukenndur. Vindáttin er sömuleiðis hagstæð og úrkoma mjög misjöfn. Að veðurfarsþættir skuli vera með þessum hætti dagana á undan og á meðan seltuvedrið gekk yfir er í fullu samræmi við það sem áður var fundið að hefði jákvæð áhrif á seltuuppsöfnun og útslag spennumælaspenna. Það sem er athyglivert við mælingar spennumælaspenna, þessa daga sem seltuvedrið gekk yfir, er að gildi spennu sem mælast eru mun lægri en mest hefur mælst þrátt fyrir að þetta sé almennt álitid versta seltuvedur síðan mælingar hófust.

Aðdragandi mikils útslags á spennumælingu vegna seltu.

Grunnforsendan fyrir útslagi spennu er seltulag á skálum þannig að gildi mældrar spennu er háð magni uppsafnaðrar seltu að því gefnu að aðrir þættir séu óbreyttir. Hitastig hefur einnig mikil áhrif þannig að mesta útslagið fæst ef hitastigsmismunur innan sólarhrings er mikill. (meðalhitinn er þá gjarnan að sveiflast í kringum frostmark). Áhrif úrkoma á útslag mælispennu er óbein. Þannig virðist sem óregluleg úrkoma í stuttan tíma hafi mikil jákvæð áhrif á útslag spennumælingar nokkra stund á eftir en oft er úrkoma lítil á þeim tíma sem mest útslag mælist (úrkoma það lítil að hún rétt nær að bleyta upp í seltulaginu en þvær það ekki af).

Mesta útslag spennumælaspenna er samkvæmt þessum samanburði þegar mikil selta hefur safnast á skálar (þ.e. langvarandi S, SV eða V átt samfara umhverfishitastigi fyrir neðan frostmark og úrkoma mjög óregluleg) og umhverfishitastig meðaltal hækkar úr frostmarki þannig að hitinn fari rétt yfir frostmark þegar heitast er enn undir frostmarki þegar kaldast er samfara miklum hitamismun innan sólarhrings. Einnig hefur það jákvæð áhrif að óregluleg úrkoma sé en hún má ekki vera of mikil.

Einnig eykur það útslag spennumæla ef vindáttin helst S, V eða SV þegar önnur skilyrði eru hagstæð fyrir útleiðslu straums á skál.



FUNDARGERÐ

Efni fundarins: Kerfisáætlun Landsnets fyrir 2006 til 2010

Framkvæmdaraðili:	Fundur nr. :	1
Fundarstjóri:	Fundarritari:	JSF
Þátttakendur:	Dagsetning :	07.02.2005
- Rúnar Sv. Svavarsson – Dreifing - Gunnar Aðalsteinsson – Kerfisstjórn - Gísli Sveinsson – Framleiðsla - Þorgeir Einarsson – Hönnunardeild - Jakob S. Friðriksson – Hönnunardeild	Frá kl. :	15:00
	Til kl. :	16:00

Dreifing á fundargerð:	Næsti fundur:	Óákv.
Fundarmenn, GÞ, IH, Skjalasafn	Tími :	

Umræður, ákvarðanir, niðurstöður:	Verklok:	Ábyrgur:
Fundarmen fóru yfir bréf frá Landsneti dags. 19.01.2005, þar sem óskað er upplýsinga frá OR um : - Hugsanlegar breytingar á starfsseminni sem gætu haft áhrif á uppbyggingu flutningskerfisins. - Álit OR á gæðum flutningskerfisins og rekstraröryggi þess - Aðrar mikilvægar athugasemdir		
1. Hugsanleg áhrif OR á flutningskerfi Landsnets 2006-2010 Vegna virkjana OR Nesjavallavirkjun - Strengur verður fulllestaður í haust (120 MW) - Nesjvellir eru á enda í flutningskerfinu, er það ásættanlegt? - Hugsanleg stækkun Nesjavallavirkjunar í 150 MW kallar á aukna flutningsgetu þaðan (2008?), og þar með nýjan streng. Hellisheiði tenging við Landsnet 90 MW 2006 25 MW 2007 (Skiljuvatnsvirkjun) 115 MW 2008 Skarðsmýrarfjall 35 MW 2010-2012 (Vél 3 Hellisheiði) Hengilsvæðið - Ný svæði 2010-20 2*120MW Andakílsárvirkjun - Möguleg stækkun í 10 til 12 MW Vatnsaflsvirkjun við Hrafnabjörg - Kallar á tengingu við flutningskerfið (2010+?). Varmavirkjanir (Binary stöðvar) - Hveragerði, Ölfus, Biskupstungur og Borgarfjörður (2010+?) Vegna orkusölusamninga		

Samningar við Norðurál í Hvalfirði, ▪ 2006 109 MW ▪ 2008 60 MW Stækkun í Straumsvík, ▪ Möguleikar á aðkomu OR Stóriðja á Norðurlandi ▪ Aðkoma OR að orkusölu þangað Vegna almenns markaðar OR Þróun notkunar og uppbygging raforkukerfa fyrir almennan markað hefur tæplega áhrif á rekstur Landsnets á þessu tímabili. Landsnet þarf að meta í takt við raforkuspá (afl og orka) fyrir almenna markaðinn.  SpaOR.xls Flutningsgeta inn í tengipunkta OR er væntanlega nægjanleg, ef ekki verða stór og ófyrirséð stökk í álagi. Athuga þarf sérstaklega n-1 regluna sbr. reglugerð og gagnkvæmni hennar, hún gildir væntanlega í báðar áttir. Landsnet þarf því að geta skilað helmingi aflþarfar á hvern afhendingarstað og OR tekið á móti samsvarandi afli. Ath. Geitháls þarf þá að geta tekið við allri aflþörfinni. Korpa-Geitháls ▪ Rétt er að benda á mikilvægi tengingarinnar í rekstri dreifiveitu OR, fyrirsjáanlegt er að línan þurfi að fara í jörð innan skamms tíma, t.d. vegna nýbyggingarsvæða. Framkvæmdir í aðveitukerfi OR sem gætu haft áhrif á Landsnet Þær framkvæmdir helstar sem þarf að ráðast í í aðveitukerfi OR á þessu tímabili: ▪ Aðveitustöð 12 við Rauðavatn, ný stöð 2005, nýr tengipunktur við Landsnet (í stað A5) ▪ Aðveitustöð 8 við Korpu, endurnýja 132 kV rofavirki og byggja hús yfir rofabúnað og spennu. ▪ Aðveitustöð 3 við Borgartún, endurnýja 132 kV rofavirki ▪ Aðveitustrengur 132 kV milli A8 og A3, endurnýjun vegna ónógrar flutningsgetu, öldrunar og breytinga á aðstæðum í Elliðavogi. ▪ Aðveitustöð 20 á Akranesi, trúlega ný stöð með öllum búnaði		
2. Gæði rafmagns og rekstraröryggi Æskilegt væri, til að auka spennugæði flutningskerfisins að samtengja útleysingu rofa í stóriðju við þéttavirki Landsnets. Að auki mætti nota minni þéttæiningar.		
3. Aðrar mikilvægar athugasemdir -		

Landsnet
b.t. Árna Stefánssonar
Krókhálsi 5C
110 Reykjavík

18.4.2005, HF/GS

Skiljuvatnsvirkjun á Hellisheiði - vél 3.

Orkuveita Reykjavíkur tilkynnir hér með formlega að gert er ráð fyrir að reisa og gangsetja skiljuvatnsvél á Hellisheiði. Þetta þýðir að gangsett verður vél í Hellisheiðarvirkjun til viðbótar vélum 1 og 2 sem þegar hafa verið tilkynntar til Landsnets.

Samandregið :

Staðsetning : Stöðvarhús Hellisheiðarvirkjunar, Kolviðarhóli.
Stærð vélar : 30 MW (37,5 MVA).
Áætluð gangsetning : 1. nóvember 2007.

Í útboðslýsingu fyrir uppsetningu vélar er gert ráð fyrir allt að 2ja mánaða flýtingu, þ.a. gangsetning vélar gæti orðið 2 mánuðum fyrr en ofangreind dagsetning. Hvort sem um er að ræða flýtingu gangsetningar eður ei, skal gera ráð fyrir að vélin sé keyrð inn á Landsnetið vegna prófana þann 1. júní 2007.

Þetta tilkynnist hér með. Vinsamlegast hafið samband ef frekari upplýsinga er þörf.

Virðingarfyllst,



Hreinn Frímannsson,
framkvæmdastjóri

ISAL
Alcan á Íslandi hf.

Straumsvík
Pósthólf 244
222 Hafnarfjörður

Sími: 560-7000
Fax: 560-7070
Vefur: www.alcan.is

Netfang: isal@alcan.com
Kennitala : 680466-0179



Landsnet
Þórður Guðmundsson, forstjóri
Krókhálsi 5 C
110 Reykjavík

24. febrúar 2005

Tilv. okkar: BPK/BJo/stb, B-2.4.15
Tilv. ykkar: 70.11.0

Kerfisáætlun Landsnets 2006 - 2010

Við þökkum bréf ykkar, dagsett 19.01.2005, um ofangreint efni.

Á tímabilinu 2006 - 2010 má búast við hægt vaxandi raunorku- og launorkunotkun ISAL vegna framleiðsluaukningar í kerskálum 1-3.

Núverandi orkusamningur kveður á um hámarks raunorkuafhendingu 2932 GWh/a. Ekki eru að svo komnu uppi áform um að kaupa meiri orku en þessu nemur á ofangreindu áætlunartímabili. Það má hins vegar búast við nokkuð jafnri aukningu langleiðina að þessu marki á tímabilinu.

Þróun launorkunotkunar mun verða með þeim hætti, að aflstuðullinn mun fara ögn lækkandi frá meðaltalinu árið 2004, sem var 0,951, en mun áfram verða vel ofan við samningsbundið lágmark 0,925.

Hámarks aflúttak mælt í eina klukkustund, sem árið 2004 varð mest 2,0 % yfir meðalálagi á mánaðargrundvelli, mun ekki verða hærra sem hlutfall af meðalálagi en verið hefur.

Yfirsveiflur straums munu nokkuð vaxa með vaxandi álagi, en óvíst er, að yfirsveiflur spennu vaxi vegna aukins skammhlaupsafis í stofnkerfinu. Straumyfirsveiflur munu áfram verða langt undir samningsbundnu hámarki.

Á síðast liðnu ári, 2004, kom aldrei til skerðingar á afhendingu raforku til ISAL.

Þessi staðreynd gefur vísbendingu um styrkingu kerfisins og aukið afhendingaröryggi frá því, sem verið hefur. Lýsum við yfir ánægju okkar með þessa þróun mála.

Hins vegar varð steypuskáli ISAL a.m.k. í tvígang fyrir framleiðslutruflunum vegna spennu utan marka, sem hafði áhrif á stýritölvur þar og í loftveitu fyrirtækisins. Þessi staða myndaðist við bilunarástand í stofnkerfinu.

Þórður Guðmundsson, forstjóri
Landsnet
Krókháls 5c
110 Reykjavík

Tilv. vor: 90.1
Reykjavík, 01.04.2005

Varðar: **Kerfisáætlun 2006 – 2010**

Í bréfi Landsnets hf dagsettu 19. janúar sl. er óskað eftir upplýsingum frá Landsvirkjun varðandi hugsanlegar breytingar á starfseminni sem gætu haft áhrif á uppbyggingu flutningskerfisins á árunum 2006 til 2010. Ennfremur er óskað eftir áliti Landsvirkjunar á rekstraröryggi og gæðum raforkuflutningskerfisins. Því miður hefur dregist nokkuð hjá Landsvirkjun að svara þessari fyrirspurn og er vonast til að það hafi ekki komið að sök.

Breytingar á starfsemi sem geta haft áhrif á rekstur flutningskerfisins.

Hvað varðar breytingar á orkuvinnslu Landsvirkjunar sem áhrif geta haft á rekstur flutningskerfisins er fyrst og fremst að nefna rekstur Kárahnjúkavirkjunar og tengingu hennar við flutningskerfið auk álvers Fjarðaáls sem hefur rekstur árið 2007. Um þetta verkefni eru talsverð samskipti milli Landsvirkjunar og Landsnets hf og því verður ekki fjallað nánar um það hér. Ennfremur ber að geta þess að Landsvirkjun á í viðræðum við ýmsa aðila um að hefja starfsemi á orkufrekum iðnaði á Íslandi. Helst er þar að nefna 40 MW og 350 GWh árlega aukningu í rafmagskaupum Fjarðaáls, sem verður til athugunar á næstunni. Um staðsetningu og stærð annarra iðjukosta er lítið hægt að segja að svo stöddu, en óskað verður eftir samstarfi við Landsnet hf um að skoða þá möguleika þegar nær dregur í ákvörðun um þá. Þeir virkjunarkostir sem helst eru til skoðunar hjá Landsvirkjun vegna slíkrar aukningar í orkusölu eru Norðlingaölduveita, Búðarhálsvirkjun, 90 MW og þriðja aflvél í Kröfluvirkjun, 40 MW. Vakin er athygli Landsnets hf á því að gert er ráð fyrir að í Norðlingaölduveitu verði um 20 MW dælustöð nálægt farvegi Þjórsár og tengja þar þá dælustöð við flutningskerfið.

Landsvirkjun gerði á síðasta ári samning við Norðurál hf um að Landsvirkjun myndi sjá um ræsingu stækkunar álvers Norðuráls hf á Grundartanga á tímabilinu frá miðjum febrúar 2006 fram í september sama ár. Flutningssamningur var einnig gerður á árinu 2004 við flutningssvið Landsvirkjunar um flutning á því rafmagni.

Rekstraröryggi raforkukerfisins

Almennt séð er Landsvirkjun sátt við það rekstraröryggi sem boðið er upp á í flutningskerfinu. Með vottun orkusviðs Landsvirkjunar skv. ISO 9001 staðlinum hefur Landsvirkjun tekist á hendur að vakta og skrá frávík í afhendingu á rafmagni til viðskiptavina



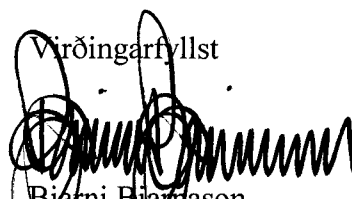
sinna. Landsnet hf sér um flutning á því rafmagni og því mikilvægt að Landsvirkjun berist greinargóðar upplýsingar um þau frávik sem verða í afhendingu vörunnar og þar með um það rekstraröryggi sem ríkir í flutningskerfinu. Við mat á hæfilegu rekstraröryggi er ljóst að leita þarf til viðskiptavina flutningskerfisins um skoðun þeirra á því úr hverju þarf að bæta eða hvort of langt hefur verið gengið í að tryggja rekstraröryggi.

Það atriði sem helst er til skoðunar varðandi rekstraröryggi og rekstrarkostnað hjá Landsvirkjun er framtíð vararafstöðva Landsvirkjunar í Straumsvík og á Rangaárvöllum. Eins og kunnugt er voru þessar stöðvar á sínum tíma byggðar bæði með það í huga að mæta orkuskortu frá vatnsaflsvirkjunum, en ekki síður til að mæta langvarandi línubilunum. Eins og sakir standa eru báðar þessar stöðvar tilbúnar til rekstrar með skömmum fyrirvara eftir því sem þörf krefur. Samningsbundnar skyldur Landsvirkjunar við viðskiptavinum til að halda þessum stöðvum við og í rekstrarhæfu ástandi eru hins vegar ekki fyrir hendi. Óskar Landsvirkjun hér með eftir því að Landsnet hf geri grein fyrir áhuga sínum á því að þessum vararafstöðvum verði viðhaldið vegna flutningskerfisins og einnig hversu líklegt sé að þeirra verði þörf til að tryggja rekstraröryggi flutningskerfisins á næstu árum. Í framhaldi af því mun Landsvirkjun taka ákvörðun fyrir sitt leyti um áframhaldandi rekstur þessara stöðva.

Gæði rafmagns

Sama gildir um gæði rafmagns og rekstraröryggi að Landsvirkjun telur að þau séu almennt fullnægjandi. Á þeim tuttugu árum sem liðin eru síðan flutningskerfið náði til allra landshluta hefur verið gerður mismunur á gæðum afhendingar eftir landsvæðum hvað varðar getu flutningskerfisins til að mæta truflunum. Svokallað “takmarkað (n-1)” viðmið hefur verið við lýði varðandi rekstraröryggi á byggðalínuhringnum og Vestfirðir einir verið með lakara rekstraröryggi varðandi línubílanir í meginflutningskerfinu. Á SV-landi hafa hins vegar verið gerðar mestu kröfurnar til rekstraröryggis.

Á næstu árum verða talsverðar breytingar í raforkuframleiðslukerfinu. Kárahnjúkavirkjun verður tekin í notkun og veruleg aukning verður á raforkuframleiðslu í jarðgufustöðvum kringum höfðuborgarsvæðið. Í þeirri endurskoðun sem sífellt þarf að vera í gangi á hönnunarforsendum flutningskerfisins telur Landsvirkjun mikilvægt að hafa í huga að flutningsgjald rafmagns um flutningskerfi landsins er nú mjög hátt í samanburði við nágrannalöndin. Rekstraröryggið og gæði afhents rafmagns eru þó almennt ásættanleg. Landsvirkjun telur mikilvægt að laga þær kröfur sem gera á um rekstraröryggi og gæði rafmagns að þeim aðstæðum sem ríkja hér á landi á orkumarkaði, frekar en taka án umhugsunar og hagkvæmnimats upp strangari kröfur en nú gilda í hönnun raforkuflutningskerfisins. Sérstaklega ber að hafa í huga hve stóriðjuálag er hátt hér á landi hlutfallslega miðað við önnur lönd. Landsvirkjun telur að stefna beri að lágsta mögulega flutningskostnaði við hönnun flutningskerfisins enda getur það haft veruleg áhrif í þá átt að auka nýtingu innlendra orkulinda og halda fyrirtækjum á Íslandi í orkugeiranum áfram samkeppnisfærum við sambærileg fyrirtæki í öðrum löndum.

Virðingarfyllt

Bjarni Bjarnason
framkvæmdastjóri orkusviðs

Lykilþrep ÷1 í KKS skráningarkerfinu

1. Tilgangur og umfang

Lýsa skammstöfunum sem nota skal á lykilþrepi ÷1 (LYK÷1) í KKS skráningarkerfi **Landsnets**.

2. Lýsing

KKS kóðar samkvæmt LYK ÷1 skiptast þannig fyrir spennistöðvar og háspennulínur.

2.1 Afl- og spennistöðvar og vatnsmiðlanir

KK	Heiti	Skýring
S		
AXA	= AXARÁ	Spennistöð, 33 kV KAR
BES	= BESSASTAÐIR	Spennistöð
BLA	= BLANDA	Aflstöð / spennistöð
BRE	= BRENNIMELUR	Spennistöð
BOL	= BOLUNGARVÍK	Spennistöð
BRD	= BREIÐDALUR	Spennistöð
BUR	= BÚRFELL	Aflstöð / spennistöð
DAL	= DALVÍK	Spennistöð
DES	= DESJARÁRDALUR	Spennistöð, 11 kV KAR
ELL	= ELLIÐAÁR	Spennistöð (aflögð)
ESK	= ESKIFJÖRÐUR	Spennistöð
EYV	= EYVINDARÁ	Spennistöð
FAS	= FÁSKRÚÐSFJÖRÐUR	Spennistöð
FLJ	= FLJÓTSDALUR	Spennistöð
FLU	= FLÚÐIR	Spennistöð
GED	= GEIRADALUR	Spennistöð
GEH	= GEITHÁLS	Spennistöð
GLE	= GLERÁRSKÓGAR	Spennistöð
GRU	= GRUNDARFJÖRÐUR	Spennistöð
HAM	= HAMRANES	Spennistöð
HEL	= HELLA	Spennistöð
HOL	= HÓLAR	Spennistöð
HRA	= HRAUNEYJAFOSS	Aflstöð / spennistöð
HRU	= HRÚTATUNGA	Spennistöð
HRY	= HRYGGSTEKKUR	Spennistöð
HUS	= HÚSAVÍK	Spennistöð
HVA	= HVAMMUR	Spennistöð, 33 kV KAR
HVE	= HVERAGERÐI	Spennistöð
HVO	= HVOLSVÖLLUR	Spennistöð
IRA	= ÍRAFOSS	Aflstöð / spennistöð
ISA	= ÍSAFJÖRÐUR	Spennistöð
KEL	= KELDEYRI	Spennistöð
KOR	= KORPA	Spennistöð
KOP	= KÓPASKER	Spennistöð
KRA	= KRAFLA	Aflstöð / spennistöð
LAG	= LAGARFOSS	Aflstöð / spennistöð
LAV	= LAXÁRVATN	Spennistöð
LAX	= LAXÁ	Aflstöð / spennistöð

LJO = LJÓSIFOSS
 MJO = MJÓLKÁ
 NES = NESKAUPSTAÐUR
 OLA = ÓLAFSVÍK
 PRB = PRESTBAKKI
 RAN = RANGÁRVELLIR
 RIM = RIMAKOT
 SAN = SANDSKEIÐ
 SAU = SAUÐÁRKROKUR
 SEL = SELFOSS
 SEY = SEYÐISFJÖRÐUR
 SIG = SIGALDA
 STE = STEINGRÍMSSTÖÐ
 STU = STUÐLAR
 SUL = SULTARTANGI
 TEH = TEIGARHORN
 TEI = TEIGSBJARG
 TGA = TUNGA
 TOR = ÞORLÁKSHÖFN
 UFS = UFSÁRLÓN
 VAF = VATNSFELL
 VAT = VATNSHAMRAR
 VEG = VEGAMÓT
 VOG = VOGASKEIÐ
 VOP = VOPNAFJÖRÐUR

Aflsstöð / spennistöð
 Spennistöð
 Spennistöð
 Spennistöð
 Spennistöð
 Spennistöð
 Spennistöð
 Þéttavirki
 Spennistöð
 Spennistöð
 Spennistöð
 Aflsstöð / spennistöð
 Aflsstöð / spennistöð
 Spennistöð
 Aflsstöð / spennistöð
 Spennistöð
 Spennistöð, 33 kV KAR
 Spennistöð, 33 kV KAR
 Spennistöð
 Spennistöð, 11 kV KAR
 Aflsstöð / spennistöð
 Spennistöð
 Spennistöð
 Spennistöð
 Spennistöð

2.2 Starfsstöðvar og -svæði

KKS	Heiti	Skýring
HES	= HESTHÁLS 14	Starfsstöð
KRO	= KRÓKHÁLS 5c	Starfsstöð

2.3 Háspennulínur 220 kV

KKS	Heiti	Skýring
BH1	= BÚÐARHÁLSLÍNA 1	BÚÐARHÁLS - SULTARTANGI Fyrirhuguð
BR1	= BRENNIMELSLÍNA 1	GEITHÁLS - BRENNIMELUR
BU1	= BÚRFELLSLÍNA 1	BÚRFELL – ÍRAFOSS
BU2	= BÚRFELLSLÍNA 2	BÚRFELL – GEITHÁLS
BU3	= BÚRFELLSLÍNA 3	BÚRFELL – HAMRANES
FL3	= FLJÓTSDALSLÍNA 3	FLJÓTSDALUR - REYÐARFJÖRÐUR
FL4	= FLJÓTSDALSLÍNA 4	FLJÓTSDALUR - REYÐARFJÖRÐUR
HN1	= HAMRANESLÍNA 1	HAMRANES - GEITHÁLS
HN2	= HAMRANESLÍNA 2	HAMRANES - GEITHÁLS

HR1	=	HRAUNYJAFOSSLÍNA 1
IS1	=	ÍSALLÍNA 1
IS2	=	ÍSALLÍNA 2
JA1	=	JÁRNBLENDILÍNA 1
KR3	=	KRÖFLULÍNA 3
NA1	=	NORÐURÁLSLÍNA 1
NA2	=	NORÐURÁLSLÍNA 2
SI2	=	SIGÖLDULÍNA 2
SI3	=	SIGÖLDULÍNA 3
SO3	=	SOGSLÍNA 3
SU1	=	SULTARTANGALÍNA 1
SU2	=	SULTARTANGALÍNA 2
SU3	=	SULTARTANGALÍNA 3
VF1	=	VATNSFELLSLÍNA 1

HRAUNYJAFOSS - SULTARTANGI
HAMRANES – ÍSAL
HAMRANES – ÍSAL
BRENNIMELUR – JÁRNBLENDI
KRAFLA – FLJÓTS DALUR Fyrirhuguð
BRENNIMELUR – NORÐURÁL
BRENNIMELUR – NORÐURÁL
SIGALDA - HRAUNYJAFOSS
SIGALDA - BÚRFELL
ÍRAFOSS - GEITHÁLS
SULTARTANGI - BRENNIMELUR
SULTARTANGI - BÚRFELL
SULTARTANGI - BRENNIMELUR Fyrirhuguð
VATNSFELL - SIGALDA

2.6 Háspennulínur 132 kV

KKS	Heiti
AD3	= AÐVEITUSTÖÐ 3
AD7	= AÐVEITUSTÖÐ 7
BJ1	= BJARNARFLAGSLÍNA
BL1	= BLÖNDULÍNA 1
BL2	= BLÖNDULÍNA 2
EL1	= ELLIÐAÁRLÍNA 1
EY1	= EYVINDARÁRLÍNA 1
FL2	= FLJÓTS DALSLÍNA 2
GE1	= GEIRADALSLÍNA 1
GL1	= GLERÁRSKÓGALÍNA 1
HA1	= HAFNARFJÖRÐUR 1
HO1	= HÓLALÍNA 1
HT1	= HRÚTATUNGULÍNA 1
KO1	= Korpulína 1
KR1	= KRÖFLULÍNA 1
KR2	= KRÖFLULÍNA 2
LV1	= LAXÁRVATNSLÍNA 1
MJ1	= MJÓLKÁRLÍNA 1
NE1	= NESJAVALLALÍNA 1
PB1	= PRESTBAKKALÍNA 1
RA1	= RANGÁRVALLALÍNA 1
SI4	= SIGÖLDULÍNA 4
SN1	= SUÐURNESJALÍNA 1
SO2	= SOGSLÍNA 2
TE1	= TEIGARHORNSLÍNA 1
VA1	= VATNSHAMRALÍNA 1

Skýring
KORPA – AÐVEITUSTÖÐ 3
HAMRANES – AÐVEITUSTÖÐ 7
BJARNARFLAG – KRAFLA Fyrirhuguð
BLANDA - LAXÁRVATN
BLANDA - VARMAHLÍÐ
ELLIÐAÁR (AD7) - GEITHÁLS
HRYGGSTEKKUR - EYVINDARÁ
BESSASTAÐIR - HRYGGSTEKKUR
GEIRADALUR - GLERÁRSKÓGAR
GLERÁRSKÓGAR - HRÚTATUNGA
HAMRANES - HAFNARFJÖRÐUR
HÓLAR – TEIGARHORN
HRÚTATUNGA - VATNSHAMRAR
KORPA - GEITHÁLS
KRAFLA - RANGÁRVELLIR
KRAFLA - HRYGGSTEKKUR
LAXÁRVATN - HRÚTATUNGA
GEIRADALUR - MJÓLKÁ
NESJAVELLIR - KORPA
PRESTBAKKI - HÓLAR
RANGÁRVELLIR - VARMAHLÍÐ
SIGALDA - PRESTBAKKI
HAMRANES - FITJAR
ÍRAFOSS - GEITHÁLS
TEIGARHORN - HRYGGSTEKKUR
VATNSHAMRAR - BRENNIMELUR

2.7 Háspennulínur 66 kV

KKS	Heiti	Skýring
BD1	= BREIÐADALSLÍNA 1	MJÓLKÁ - BREIÐIDALUR
BD2	= BREIÐADALSLÍNA 2	BREIÐIDALUR - ÍSAFJÖRÐUR
BV1	= BOLUNGARVÍKURLÍNA 1	BREIÐIDALUR - BOLUNGARVÍK
DA1	= DALVÍKURLÍNA 1	RANGÁRVELLIR - DALVÍK
ES1	= ESKIFJARÐARLÍNA 1	EYVINDARÁ - ESKIFJÖRÐUR
FA1	= FÁSKRÚÐSFJARÐARLÍNA 1	STUÐLAR - FÁSKRÚÐSFJÖRÐUR
FU1	= FLÚÐALÍNA 1	BÚRFELL – FLÚÐIR
GF1	= GRUNDARFJARÐARLÍNA 1	VOGASKEIÐ - GRUNDARFJÖRÐUR
HE1	= HELLULÍNA 1	FLÚÐIR - HELLA
HE2	= HELLULÍNA 2	HVOLSVÖLLUR - HELLA
HG1	= HVERAGERÐISLÍNA 1	LJÓSIFOSS – HVERAGERÐI
HV1	= HVOLSVALLARLÍNA 1	BÚRFELL - HVOLSVÖLLUR
IF1	= ÍSAFJARÐARLÍNA 1	ÍSAFJÖRÐUR - BOLUNGARVÍK
KG1	= KOLLUGERÐISLÍNA 1	RANGÁRVELLIR – KOLLUGERÐI
KS1	= KÓPASKERSLÍNA 1	LAXÁ - KÓPASKER
LA1	= LAXÁRLÍNA 1	LAXÁ - RANGÁRVELLIR
LF1	= LAGARFOSSLÍNA 1	LAGARFOSS - EYVINDARÁ
LJ1	= LJÓSAFOSSLÍNA 1	LJÓSIFOSS - ÍRAFOSS
NK1	= NESKAUPSTAÐARLÍNA 1	ESKIFJÖRÐUR - NESKAUPSTAÐUR
OL1	= ÓLAFSVÍKURLÍNA 1	VEGAMÓT - ÓLAFSVÍK
RI1	= RIMAKOTSLÍNA 1	HVOLSVÖLLUR - RIMAKOT
SA1	= SAUÐÁRKRÓKSLÍNA 1	VARMAHLÍÐ - SAUÐÁRKRÓKUR
SF1	= SEYÐISFJARÐARLÍNA 1	EYVINDARÁ - SEYÐISFJÖRÐUR
SE1	= SELFOSSLÍNA 1	LJÓSIFOSS – SELFOSS
SE2	= SELFOSSLÍNA 2	HELLA - SELFOSS
SM1	= SR MJÖL LÍNA 1	SEYÐISFJÖRÐUR - SR MJÖL
SR1	= STUÐLALÍNA 1	HRYGGSTEKKUR - STUÐLAR
SR2	= STUÐLALÍNA 2	STUÐLAR - ESKIFJÖRÐUR
ST1	= STEINGRÍMSSTÖÐVARLÍNA 1	STEINGRÍMSSTÖÐ - LJÓSIFOSS
TA1	= TÁLKNAFJARÐARLÍNA 1	MJÓLKÁ - KELDEYRI
TI1	= ÞINGVALLASTRÆTI	RANGÁRVELLIR - ÞINGVALLASTRÆTI
VA2	= VATNSHAMRALÍNA 2	VATNSHAMRAR - ANDAKÍLÁRVIRKJUN
VE1	= VEGAMÓTALÍNA 1	VATNSHAMRAR - VEGAMÓT
VS1	= VOGASKEIÐSLÍNA 1	VEGAMÓT - VOGASKEIÐ
TO1	= ÞORLÁKSHAFNARLÍNA 1	HVERAGERÐI – ÞORLÁKSHÖFN
VP1	= VOPNAFJARÐARLÍNA 1	LAGARFOSS - VOPNAFJÖRÐUR

2.8 Háspennulínur 33 kV

KKS		Heiti	Skýring
HU1	=	HÚSAVÍKURLÍNA 1	LAXÁ - HÚSAVÍK
KA1	=	KÁRAHNJÚKALÍNA 1	BESSASTAÐIR - TEIGSBJARG
KA2	=	KÁRAHNJÚKALÍNA 2	TEIGSBJARG - AXARÁ
KA3	=	KÁRAHNJÚKALÍNA 3	AXARÁ - TUNGA
KA4	=	KÁRAHNJÚKALÍNA 4	TUNGA - DESJARÁ
PS1	=	HVAMMSLÍNA 1	BESSASTAÐIR - HVAMMUR

2.9 Háspennulínur 11 kV

KKS		Heiti	Skýring
KA5	=	KÁRAHNJÚKALÍNA 5	TUNGA – LAUGARÁS, KAR
KA6	=	KÁRAHNJÚKALÍNA 6	LAUGARÁS – SKÓGARHÁLS, KAR
HA2	=	HAFNARFJÖRÐUR 2	HAMRANES - HAFNARFJÖRÐUR
HA3	=	HAFNARFJÖRÐUR 3	HAMRANES - HAFNARFJÖRÐUR
RE1	=	REYKJAHLÍÐARLÍNA	KRAFLA - REYKJAHLÍÐ
UF1	=	UFSÁRLÓNSLÍNA 1	AXARÁ – UFSÁRLÓN, KAR



Landsnet-05023

Athugun á 66 kV kerfi á Austurlandi og möguleikum á spennuhækkun þar

Júlí 2005



Upplýsingablað

Skýrsla nr: Landsnet-05023

Dags: júlí 2005

Fjöldi síðna:

Upplag:

Dreifing: ☐ Opin ☐ Lokuð til

Titill: Athugun á 66 kV kerfi á Austurlandi og möguleikum á spennuhækkun þar

Höfundar: Rafhönnun - Jón M. Halldórsson og Kristín E. Einarsdóttir

Verkefnisstjóri: Eymundur Sigurðsson

Unnið fyrir: Landsnet

Samvinnuaðilar: _____

Útdráttur: Úttekt á hringnum Hryggstekkur-Eyvindará-Eskifjörður-Stuðlar-Hryggstekkur með spennuhækkun í huga.
Eftirfarandi atriði voru rannsökuð og niðurstöður birtar í þessari skýrslu:

1. Yfirlit yfir mannvirkin sem eru til skoðunar og ástand þeirra
2. Afhlæði í hringnum með og án breytinga
3. N - 1 athugun, með og án breytinga
4. Sveiflur (spennaútslag og tíðni/afl) í kerfi í kjölfar nokkurra valinna atburða, með og án breytinga.
5. Nauðsinlegar breytingar á mannvirkjum og kostnaður við breytingar.

Lykilorð: Spennuhækkun, Austurland, 66 kV

ISBN nr:

ISSN nr:

Undirskrift verkefnastjóra

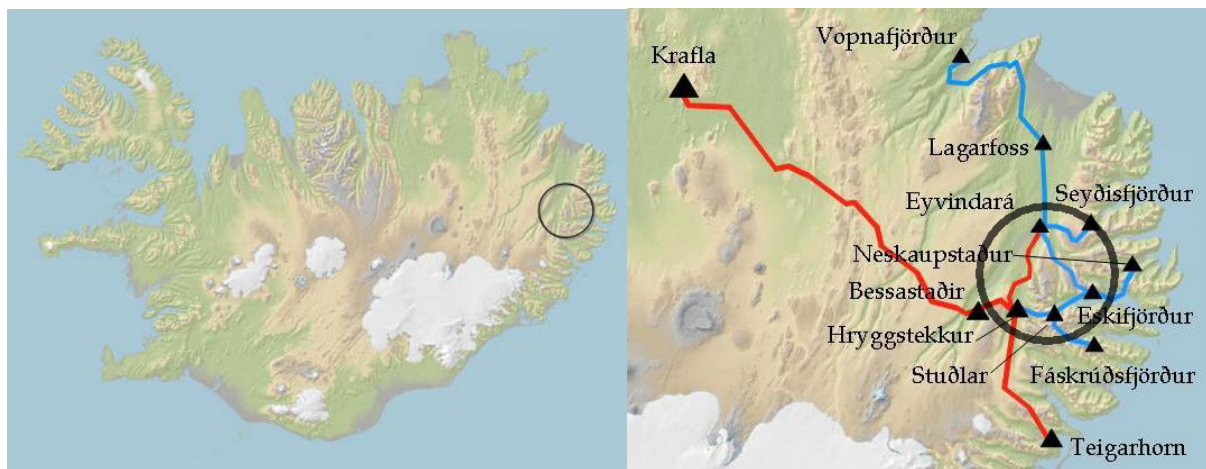
1. ALMENNT	2
2. SAMANTEKT OG NIÐURSTAÐA	3
3. YFIRLIT YFIR MANNVIRKI OG ÁSTAND ÞEIRRA	5
3.1 HRYGGSTEEKUR	5
3.2 EYVINDARÁ	6
3.3 ESKIFJÖRÐUR	6
3.4 STUÐLAR.....	7
3.5 SÓMASTAÐIR.....	8
4. AFLFLÆÐIATHUGANIR	9
4.1 ÁLAGSTÖLUR FRÁ LANDSNETI ÚT FRÁ ORKUSPÁ ORKUSPÁRNEFNDAR	10
4.2 ÁLAGSFORSENDUR BYGGÐAR Á MÆLINGUM RARIK 2004-2005.....	11
4.2.1 Álagsskipting á teinum út frá mælingum	11
4.2.2 Mælt álag á aflspenni á Eyvindará	11
4.2.3 Mælt álag á aflspenni á Hryggstekk.....	12
4.3 ÁLAGSTOPPAR OG TÍMASETNING Á BREYTINGUM	13
4.4 SAMANBURÐUR Á AFLFLÆÐIATHUGUN OG MÆLINGUM RARIK	14
4.5 NIÐURSTÖÐUR	15
5. N-1 ATHUGANIR (CONTINGENCY ANALYSIS).....	21
5.1 ATBURÐIR TIL ATHUGUNAR	21
5.2 NIÐURSTÖÐUR	21
6. SVIPULAR ATHUGANIR.....	28
6.1 FORSENDUR ATHUGUNAR	28
6.2 NIÐURSTÖÐUR	28
6.2.1 Útleysing spennis á Hryggstekk.....	28
6.2.2 Útleysing spennis á Eyvindará	31
7. BREYTINGAR OG KOSTNAÐUR VIÐ SPENNUHÆKKUN	32
7.1 BREYTINGAR Á HRINGNUM	32
7.2 DÆMI UM KOSTNAÐARÚTREIKNINGA	33
7.3 ÁÆTLAÐUR FRAMKVÆMDAKOSTNAÐUR VIÐ BREYTINGAR	33
8. VIÐAUKI 1 - FORSENDUR FYRIR HÁSPENNUSTRENGI OG LÍNUR.....	35
9. VIÐAUKI 2 – ÁLAGSFORSENDUR.....	36
10. VIÐAUKI 3 – HÖNNUNARFORSENDUR FYRIR (N-1)-REKSTUR	38
11. VIÐAUKI 4 – GRÖF, SVIPULAR ATHUGANIR.....	39
11.1 ÚTLEYSING Á SPENNI Á HRYGGSTEEK	39
11.2 ÚTLEYSING Á SPENNI Á EYVINDARÁ	45

1. Almennt

Rannsaka á hringinn Hryggstekkur-Eyvindará-Eskifjörður-Stuðlar-Hryggstekkur. Í dag er hluti þessa hringar rekinn á 132 kV, hluti á 66 kV, en allar línur eru þó meira eða minna hannaðar sem 132 kV og nú er verið að leggja 132 kV streng frá Hryggstekk að Stuðlum. Búast má við aukinni orkunotkun á þessu svæði vegna byggingarafmagns fyrir Fjarðaál og auk þess er verið að auka framleiðsluna í Lagarfossvirkjun umtalsvert. Allt þetta hefur leitt til þess að áhugi er innan Landsnets á að skoða hvort tímabært sé að reka umræddan hring alfarið á 132 kV.

Eftirfarandi atriði hafa verið rannsökuð og eru niðurstöður birtar í þessari skýrslu.

1. Yfirlit yfir mannvirkin sem eru til skoðunar og ástand þeirra.
2. Aflflæði í hringnum, með og án breytinga.
3. N-1 athugun, með og án breytinga.
4. Sveiflur (spenna útslag og tíðni/afl) í kerfinu í kjölfar nokkurra valinna atburða, með og án breytinga.
5. Nauðsynlegar breytingar á mannvirkjum og kostnaður við breytingar



Mynd 1. Tv.: Yfirlitsmynd af Íslandi - Staðsetning flutningskerfis á Austurlandi. Th.: Hluti af flutningskerfi Landsnets á Austurlandi, Hringurinn sem er til skoðunar er Hryggstekkur – Eyvindará – Eskifjörður – Stuðlar – Hryggstekkur.

2. Samantekt og niðurstaða

Samantekt

Orkuspá Orkunefndar gerir ráð fyrir álagstoppi árið 2006 fram til loka ársins 2007 meðan á byggingu Fjarðaáls stendur og tiltölulega jöfnu álagi eftir það fram til ársins 2030. Desemberálag er að jafnaði ekki dæmigert háálagstímabil í hringnum þar sem hátt hlutfall er af ótryggðri orku á Austurlandi vegna bræðslna sem aðallega eru í gangi á fyrstu mánuðum ársins.

Gera má ráð fyrir svo til stöðugum álagstoppi í hringnum þrjá fyrstu mánuði hvors árs 2006 og 2007 og tiltölulega miklu álagi þess á milli og fram í september 2007 þegar byggingarafmagn fyrir Fjarðaál fellur niður. Hér er því um að ræða skammtíma-álagsvandamál til u.þ.b. tveggja ára.

Mælingar RARIK sýndu mikið álag á spenna á Eyvindará og Hryggstekk þegar í byrjun árs 2005, en þá var byggingarafmagn vegna Fjarðaáls lítið.

Aflflæðiathuganir fyrir árið 2006 sýndu um 110% álag á spennni á Hryggstekk og 101% á spennni á Eyvindará fyrir árið 2006 við fullt álag í hringnum fram til september 2007. Eftir það minnkar álag á spenna, að hluta þar sem byggingarafmagn fyrir Fjarðaál fellur niður og að hluta þar sem stækkun Lagarfossvirkjunar kemur inn sem leiðir af sér minna aflflæði í hringnum gegnum spenna frá Hryggstekk.

Aflflæðiathugun sýnir ennfremur að mikið álag á spennum á Eyvindará og Hryggstekk árið 2006 er að miklu leyti vegna raunafls og er þéttir því ekki raunhæf lausn til að létta álagi af spennum. Til lengri tíma lítið væri þó álitalegra að flytja launafgjafa frá Hryggstekk til notenda að einhverju leyti til að minnka töp í hringnum og mætti þá hugsanlega fjarlægja við það 20 MVAr þétti á Hryggstekk og minnka þannig launálag á spennana.

Ef lína eða spennir leysir út við óbreytt ástand á hringnum verður yfirálag víða í hringnum, sé hringurinn rekinn á fullu álagi. Sé hringurinn eingöngu rekinn á forgangsafl mun útleysing línu milli Hryggstekks og Eyvindará, eða spennis á Eyvindará, valda 20% yfirálagi á 132 kV vafi á spennni á Hryggstekk þegar Fáskrúðsfjörður og Stöðvarfjörður eru fæddir frá Stuðlum. Til samanburðar verður aðeins 1% yfirálag á sama spennni ef Fáskrúðsfjörður og Stöðvarfjörður eru fæddir frá Teigarhorni. Þetta á þó eingöngu við fram til september 2007 en eftir það verður ekki yfirálag í hringnum sé hann eingöngu rekinn á forgangsafl.

Raunhæf tímasetning á uppsetningu búnaðar, ef til breytinga kemur, er sumarið 2006 þar sem afhendingartími búnaðar er almennt 8-12 mánuðir. Því er um að ræða u.þ.b. eins og hálfs árs tímabil þar sem breyting á búnaði myndi nýtast til lausnar á afgangsamáli í hringnum.

Niðurstaða

Ekki er talið ráðlegt að yfirlesta spenna að svo miklu leyti sem fram kemur í niðurstöðum aflflæðiathugana fyrir árið 2006, þar sem um er að ræða nokkuð stöðugt háálag í hringnum sem stendur í nokkra mánuði í senn fram til ársloka 2007.

Rétt er að benda á að þetta tímabundna vandamál vegna yfirálags stafar af sölu ótryggðrar orku og erfitt er að færa rök fyrir því að leggja út í fjárfestingar til styrkingar á kerfinu vegna sölu ótryggðrar orku.

Rekstur á hringnum árið 2006 og fram til september 2007 er hins vegar nokkuð ótryggur þar sem útleysing á línu milli Eyvindarár og Hryggstekks eða spennis á Eyvindará veldur 20% yfirálagi á spennni á Hryggstekk enda þótt hringurinn sé aðeins rekinn á forgangsafl. Langvarandi yfirálag á spennni á Hryggstekk gæti valdið því að hringurinn falli úr rekstri og eftir stæði Lagarfoss í eyjarekstri. Koma má í veg fyrir þetta með því að fæða Fáskrúðsfjörð og Stöðvarfjörð frá Teigarhorni í stað Stuðla ef fyrrgreindir atburðir koma upp, þar sem það myndi léttu verulega álagi af spennni á Hryggstekk eða úr 20% yfirálagi í 1% yfirálag.

Af ofangreindum ástæðum er lagt til að álagi sé létt af Stuðlum þegar mikið álag greinist í hringnum. Ekki er talin þörf á spennuhækkun þar sem aflvandamál er tímabundið og ekki er fyrirsjáanleg aukning á aflnotkun í hringnum fram til ársins 2030 samkvæmt orkusþá Orkusparnefndar.

3. Yfirlit yfir mannvirki og ástand þeirra

Vettvangsskoðun á Austurlandi sýndi að nægilegt rými er til staðar fyrir hugsanlegar breytingar vegna spennuhækkunar í öllum fjórum tengivirkjunum.

Eingöngu verður hér gert grein fyrir búnaði sem viðkemur breytingum á hringnum.

3.1 Hryggstekkur

Almennt ástand: Búnaður nokkuð gamall.

Búnaður:

Spennir Trafo Union 32/32/3 MVA, 132/66/11 kV frá árinu 1978, tengist inn á 66 kV til Stuðla og 11 kV á Hryggstekk.

Teinar og rofabúnaður frá 1978. Kennispjöld veðruð og ill-læsileg.

Þéttir 20 MVar.

Línur:

EY1 Eyvindarárlína 132 kV	7,6 km frá 1978	
	15,4 km frá 1981	
	4,5 km frá 1995	alls: 27,5 km
SR1 Reyðarfjarðarlína (Stuðlar)	15,5 km (tekin niður í kjölfar lagningu á streng í sumar)	



Mynd 2. Tengivirki Hryggstekk, 132 kV teinn. Hugsanlegt svæði undir nýjan 132 kV rofareit fyrir streng til Stuðla.

Mynd 3. Kennispjald fyrir 32 MVA spennir á Hryggstekk.

Væntanlegur búnaður:

Árið 2005: Strengur til Stuðla, 300mm² AL, 132 kV (rekinn á 66 kV)

Árið 2006: Launaflsvirki ± 30 MVar

3.2 Eyvindará

Almennt ástand: Í lagi

Búnaður:

Spennir EYV-SP1 á Hryggstekkslínu, EFACEC 40 MVA, 132/66 kV frá árinu 1995.

Teinar og rofabúnaður fyrir Hryggstekkslínu frá árinu 1995.

Línur:

Hryggstekkslína sjá 2.1 Hryggstekkur – Eyvindarárlína
Eskifjarðarlína 28,8 km frá árinu 2001



Mynd 4. Tengivirki Eyvindará – Eskifjarðarlína 66kV. Hugsanlegt svæði undir nýjan 132 kV tein og rofareiti fyrir 132 kV tengingu til Eskifjarðar.

Core type transformer			
Number	C-12942	Standard	IEC-Publication 76
Year	1995		
Number of phases	3	Frequency	50 Hz
Rated power			40 MVA
Rated voltage		HV	LV
	(V)	132000	66000
Rated current		(A)	175.0 349.9
Insulation level	(1) LI 650 AC 275-LI 325 AC 140 / LI 325 AC 140-LI 75 AC 28		
Impedance voltage			10.4 %
Connection symbol			YNyn0
Top oil temperature rise			60° C
Type of cooling			(2) ONAF
(1) Provided with a delta connected stabilizing winding with LI 75 AC 28			
(2) Rated power with ONAN cooling : 28 MVA			

Mynd 5. Kennispjald fyrir 32 MVA spenni á Hryggstekki.

3.3 Eskifjörður

Innanhússtengivirki.

Almennt ástand: Gott

Búnaður:

Spennir 1, EFACEC 10 MVA, 66/11 kV frá árinu 1984 (Bræðsla og bæjarkerfi)

Spennir 2, METS 10 MVA, 66/11 kV frá árinu 1988 (Ketill).

Þéttir 1.5 MVA

Teinar og rofabúnaður: Sprecher Energie frá árinu 1992.

Línur og strengir:

- Eyvindarárlína: sjá grein 2.2 Eyvindará.
265m 3x1x185+35mm²AL strengur tengir línu frá endamastri að tengivirki, sjá endamastur á mynd 6.
- Reyðarfjarðarlína (til Stuðla) 16,7 km
1350m strengur 3x1x185+35mm²AL tengir línu við tengivirki, sjá endamastur á mynd 7. Mynd 7 sýnir einnig hugsanlega staðsetningu fyrir 132 kV tengivirki.





Mynd 6. Endamastur fyrir Eyvindarár- og Neskaupsstaðarlínu. 66 kV strengir tengja línur við innanhússtengivirki á Eskifirði.



Mynd 7. Endamastur fyrir Reyðarfjarðarlínu frá Stuðlum. Hugsanlegt svæði undir 132 kV tengivirki á Eskifirði

3.4 Stuðlar

Almennt ástand: Slæmt, búnaður ryðgaður og þarfnast viðhalds.

Búnaður:

Spennir Strömberg 6,3 MVA, 63/11 kV frá árinu 1987.

Þéttir 1 MVar 11 kV.

Teinar og rofabúnaður 66 kV fyrir Eskifjarðarlínu frá ASEA frá árinu 1981 og 1977. Búnaður er nokkuð ryðgaður og þarfnast viðhalds.

Teinar og rofabúnaður fyrir Hryggstekkslínu er frá árinu 1977. Ástand búnaðar er nokkuð slæmt.

Línur:

- Hryggstekkslína sjá 2.1 Hryggstekkur – SR1 Reyðarfjarðarlína
- Eskifjarðarlína sjá 2.3 Eskifjörður – Reyðarfjarðarlína.



Mynd 8. Tengivirki Stuðlum – Eskifjarðarlína 66 kV.

Væntanlegur búnaður:

Árið 2005: Strengur til Stuðla, 300mm² AL (sjá 2.1 Hryggstekkur)

3.5 Sómastaðir

Sómastaðir tengjast inn á línu milli Stuðla og Eskifjarðar með 300 m $3 \times 1 \times 185 + 35 \text{ mm}^2 \text{AL}$ streng til og frá Sómastöðum.



Mynd 9. Tengivirki Sómastaðir.

4. Afhlæðiathuganir

Í afhlæðiathugunum var gengið út frá þremur megin álagsforsendum í hringnum: Fullt álag sem felur í sér bæði forgangsafl og ótryggt afl, forgangsafl eingöngu og báða fyrrgreinda liði með mismunandi álagi á Stuðlum eftir því hvort Fáskrúðsfjörður og Stöðvarfjörður eru reknir frá Stuðlum eða frá Teigarhorni. Hringurinn Hryggstekkur – Teigarhorn – Ormsstaðir – Stöðvarfjörður – Fáskrúðsfjörður – Stuðlar – Hryggstekkur er vanalega rekinn opinn og hringurinn rofinn milli Ormsstaða og Stöðvarfjarðar. Möguleiki er að reka Stöðvarfjörð og Fáskrúðsfjörð frá Teigarhorni og létta þannig álagi á Stuðlum til skamms tíma og er þessi möguleiki nánar skoðaður í eftirfarandi athugunum.

Gert var ráð fyrir að búið væri að setja upp ± 30 MVar launafsvirki á Hryggstekk, sem ráðgert er að setja á upp á árinu 2006, til viðbótar við 20 MVar þétti sem þar er til staðar og leggja streng milli Hryggstekks og Stuðla sem leggja á í sumar. Álag í hringnum var samkvæmt töflu 2. Ekki eru fyrirsjáanlegar breytingar á hringnum frá árinu 2007 fram til 2030 og því má gera ráð fyrir svipaðri aflnotkun á háálagstíma og afhlæðiathugun fyrir árið 2007 sýnir.

Samkvæmt reglugerð 1048/2004 um gæði raforku og afhendingaröryggi skal afhendingarspenna vera innan skilgreindra vikmarka en getur verið háð staðbundnum aðstæðum. Vikmörk: $+10/-10\%$.

Miðað er við að mælt sé á afhendingar- eða notkunarstað viðskiptavinar. Ef mælt er í dreifistöð skulu neðri vikmörk spennu vera lægst $-4,5\%$ í stað -10% , nema unnt sé að sýna fram á að slík þrenging eigi ekki við eða mörkin séu víðari en $-4,5\%$.

Eftirfarandi athuganir voru gerðar:

- Samanburður á afhlæðiathugun og mældum niðurstöðum
- Afhlæði árið 2006
 - o við óbreytt ástand búnaðar og fullt álag – Fáskrúðsfjörður og Stöðvarfjörður reknir frá Stuðlum.
 - o við óbreytt ástand búnaðar og fullt álag – Fáskrúðsfjörður og Stöðvarfjörður reknir frá Teigarhorni.
 - o við óbreytt ástand búnaðar án ótryggðs afls – Fáskrúðsfjörður og Stöðvarfjörður reknir frá Stuðlum.
 - o við óbreytt ástand búnaðar án ótryggðs afls – Fáskrúðsfjörður og Stöðvarfjörður reknir frá Teigarhorni.
 - o eftir spennuhækkun við fullt álag.
- Afhlæði árið 2007
 - o við óbreytt ástand búnaðar og fullt álag.

4.1 Álagstölur frá Landsneti út frá orkuspá Orkuspárnefndar

Samkvæmt gögnum frá Landsneti, sem sýna orkuspá Orkuspárnefndar frá árinu 1996 til ársins 2030, er skipting aflnotkunar á Hryggstekk eins og tafla 1 sýnir fyrir tilgreind ár.

Samkvæmt upplýsingum frá Landsneti er aflnotkun vegna byggingarafmagns fyrir Kárahnjúkavirkjun og fyrir Fjarðaál innifalið í afltölum fyrir Hryggstekk. Til þess að fá nettoaflnotkun í Austurlandshringnum er áætlað byggingarafmagn vegna Kárahnjúkavirkjunar dregið frá og afltölur fyrir byggingarafmagn vegna Fjarðaáls fyrir desember 2006 leiðréttar miðað við nýjustu aflspár. Ekki var talið nauðsynlegt að líta til fleiri ára en 2006 og 2007 þar sem Orkuspárnefnd gerir ekki ráð fyrir hækkun á álagi eftir það fram til ársins 2030.

	2004/2005 (Mæling)	2006 (Áætlun)		2007 (Áætlun)		2008 - 2030 (Áætlun)	
Aðveitustöð	P [MW]	P [MW]	Q [MVA]	P [MW]	Q [MVA]	P [MW]	P [MW]
Hryggstekkur 132 kV – til Stuðla	-	37,1	12,2	26,3	8,6	20	21
Hryggstekkur 132 kV – til Eyvindarár	-	43,2	14,2	42,1	13,8	40,5	41,7
Afl alls	-	80,3	26,2	68,4	22,4	60,5	62,7
Kárahnjúkavirkjun byggingarafmagn, áætlun (dregið frá)	-	11,9	6,7	0,6	0,3	0	0
Fjarðaál byggingarafmagn, eldri áætlun (dregið frá)	-	15,0	8,4	0 (e. sept)	0	0	0
Fjarðaál byggingarafmagn, ný áætlun (lagt við)	0,5*	7,0	3,4	0 (e. sept)	0	0	0
Afl alls (byggingarafmagn dregið frá og leiðrétt)	71,9*	60,4	15,6	66,8	22,1	60,5	62,7

Tafla 1. Skipting áætlaðrar aflnotkunar á Hryggstekk skv. Orkuspárnefnd fyrir árin 2006-2030 með leiðréttum afltölum vegna byggingarafmagns. Afltölur fyrir árið 2004/2005 eru skv. mælingum RARIK og eru í samræmi við tölur í töflu 2 að því undanskyldu að mælt álag á Sómastöðum var 0,5 MW árið 2005 í stað 7 MW sem er áætlað hámarksálag á byggingatíma Fjarðaáls. Mælt afl er hámarksafl mælt árið 2004/2005.

4.2 Álagsforsendur byggðar á mælingum RARIK 2004-2005

Aflmælingar frá RARIK fyrir Austurlandshringinn voru notaðar til þess að deila niður álagi í PSS/E. Til þess voru fengnar upplýsingar um aflnotkun á aðveitustöðvum í hringnum árin 2004-2005.

Ákveðið var að nota aflstuðulinn 0,97 til útreiknings á launafli allsstaðar nema á Sómastöðum, en þar var aflstuðull 0,9 notaður þar sem vélarafl er hlutfallslega hærra en annarsstaðar í hringnum. Aflnotkun bræðslna sem tengjast inn á hringinn fellst að mestu í hitaálagi og samkvæmt mælingum RARIK er aflstuðull almennt 0,97-0,99 í hringnum.

4.2.1 Álagsskipting á teinum út frá mælingum

Tafla 2 sýnir hámarksálag miðað við mælingar árin 2004-2005 og á í flestum tilvikum við aflnotkun frá janúar til mars loka árið 2005. Desemberálag er að jafnaði ekki dæmigert háálagstímabil í hringnum þar sem hátt hlutfall er af ótryggðri orku á Austurlandi vegna bræðslna sem aðallega eru í gangi á fyrstu mánuðum ársins.

Gengið var út frá svipuðu álagi árið 2006 og var árið 2005 miðað við mælingar, að því undanskyldu að áætlað álag á Sómastöðum hækkar úr 0,5 MW upp í 7 MW frá árinu 2005 til ársins 2006 og fellur að mestu niður í september 2007 þegar Fjarðaál verður gangsett. Álagsskipting fyrir hringinn árið 2006 er þá eins og sýnt er í töflu 2 og árið 2007 er eins að því undanskildu að álag á Sómastöðum fellur niður.

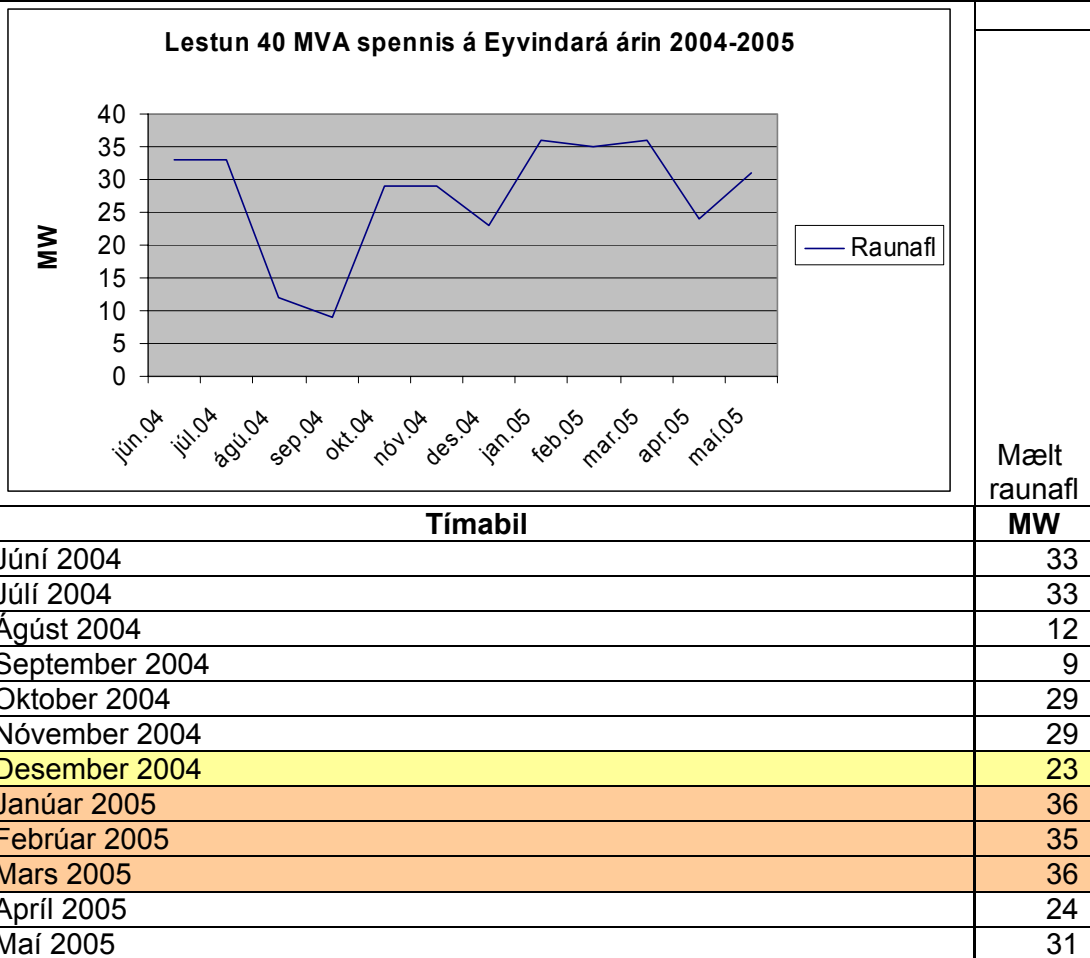
Aðveitustöð	Notandi	Forgangs afl [MW]	Ótryggt afl [MW]	Aflnotkun alls [MW]
Eyvindará	Seyðisfjörður/ (Eyv.11kV/Grímsá mism.)	10,9*	13,6	24,5
Stuðlar	Reyðarfjörður./Fáskrúðsfjörður	8,3	3,0*	11,3
Lagarfoss	Vopnafj./Lagarfoss 11 kV	3,5	3,5	7,0
Eskifjörður	Eskifj(1)/Eskifj(2)/Neskaupsstaður	13,0	14,1	27,1
Hryggstekkur	Hryggstekkur 11 kV	1,5*	-	1,5
Sómastaðir	Fjarðaál byggingarafmagn	7,0*	-	7,0
alls		44,2	34,2	78,4

Tafla 2. Álagsforsendur fyrir Austurlandshringinn árið 2006 byggðar á mælingum RARIK árin 2004-2005. * Áætluð aflnotkun (í sumum tilfellum er skipting milli forgangsafis og ótryggðs afis áætluð).

4.2.2 Mælt álag á aflspenni á Eyvindará

Samkvæmt mælingum RARIK var mikið álag á 40 MVA spennni á Eyvindará í byrjun árs 2005. Tafla 3 sýnir mælt álag á 40 MVA spennni á Eyvindará yfir eins árs tímabil árin 2004-2005. Eins og sjá má fór mælt raunafli upp í 36 MW í byrjun ársins 2005, þar sem bræðslur eru í fullum gangi á svæðinu á fyrstu mánuðum ársins, en álagið á spenninn mældist um 23 MW í desember þegar hæst var.

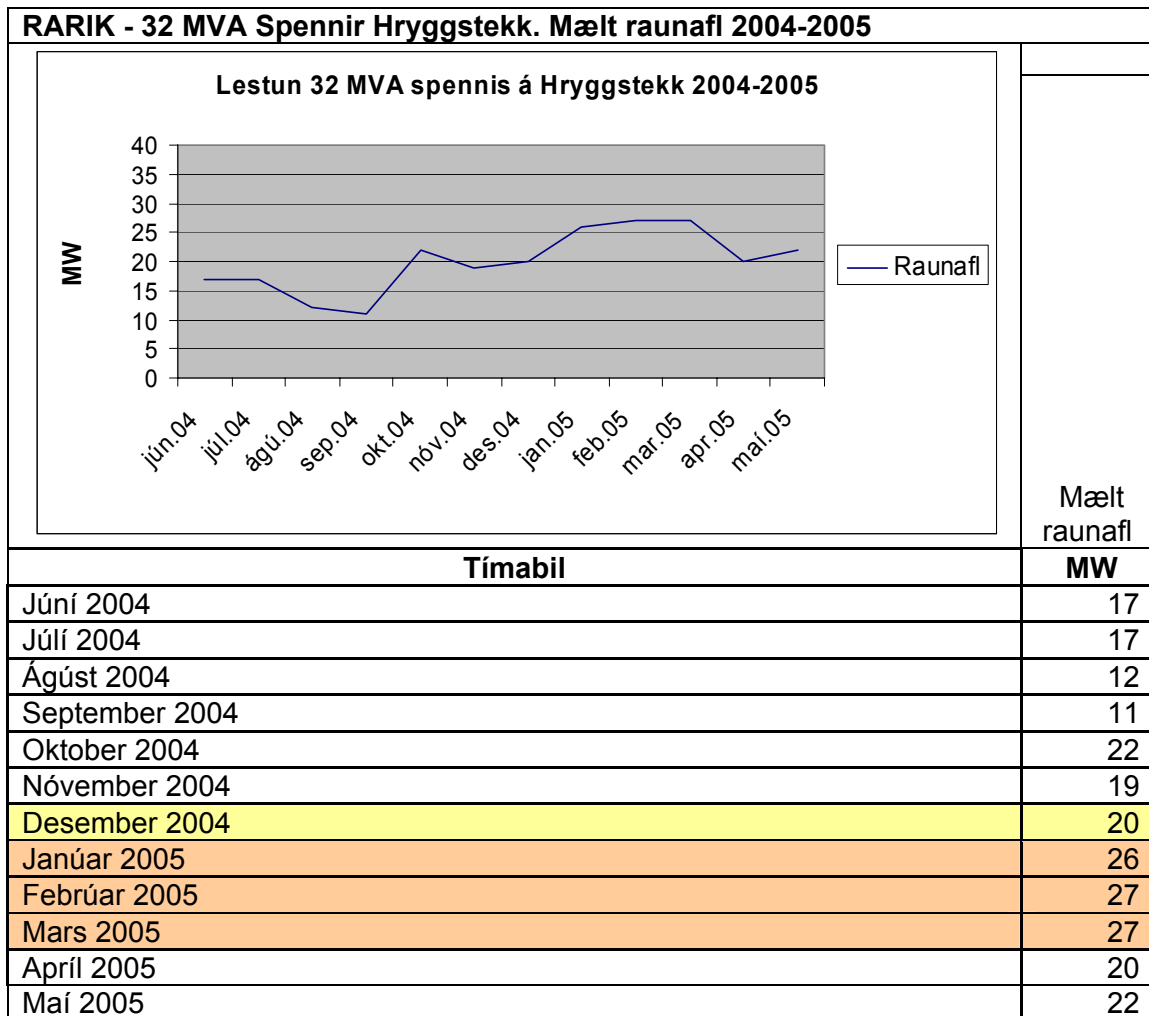
RARIK - 40 MVA Spennir Eyvindará – Mælt raunafi 2004–2005



Tafla 3. Mælt raunafi á 40 MVA spennni á Eyvindará, 66 kV vafi árin 2004-2005.

4.2.3 Mælt álag á aflspenni á Hryggstekk

Mælt álag á 32 MVA spennni á Hryggstekk árin 2004 – 2005 var aðeins minna en á spenninum á Eyvindará, en þó allt að 27 MW í byrjun árs 2005 og um 20 MW í desember 2004.



Tafla 4. Mælt raunafl á 32 MVA spennni á Hryggstekk, 66 kV vafi árin 2004-2005.

4.3 Álagstoppar og tímasetning á breytingum

Ljóst er af mælingum RARIK á álagi í hringnum að mesta álagið mælist á fyrstu mánuðum ársins, frá janúar og fram til apríl, en álag mældist einnig hlutfallslega hátt í maí, júní og júlí á spennni á Eyvindará.

Lestun á spennum var þegar orðin töluvert mikil í byrjum árs 2005. Áætlað er að byggingaframkvæmdir við Fjarðaál muni standa sem hæst seinni part ársins 2006 og fram í september 2007 þegar Fjarðaál verður gangsett.

Stækkun á Lagarfossvirkjun um 20 MW kemur inn samkvæmt áætlun í október árið 2007, á svipuðum tíma og aflnotkun á Sómastöðum vegna Fjarðaáls fellur niður.

Það er því viðbúið að mestu álagstopparnir verði á fyrstu mánuðum ársins 2006 og aftur 2007, en að álag verði einnig hlutfallslega nokkuð hátt aðra mánuði.

Miðað við að afgreiðslu- og uppsetningartími á búnaði sé u.þ.b. 8-12 mánuðir, er hugsanleg tímasetning á uppsetningu búnaðar sumarið 2006. Ólíklegt er því að nægjanlegur tími sé til stefnu til þess að hægt sé að bregðast við þeim álagstoppi sem verður í hringnum í byrjun árs 2006.

4.4 Samanburður á aflflæðiathugun og mælingum RARIK

Þar sem álagsskipting í hringnum lá ekki fyrir, voru mælingar RARIK á álagi í hringnum notaðar til þess að áætla álag á teinum í PSS/E (sjá töflu 2), að því undanskildu að álag á Sómastöðum var sett 0,5 MW sem samsvarar mældu álagi fyrir árið 2005.

Samanburður var síðan gerður við mælt álag á spennum á Eyvindará og á Hryggstekk.

X-----	FROM BUS	-----X	AREA	VOLT		GEN	LOAD	SHUNT	X-----	TO BUS	-----X				TRANSFORMER		RATING A						
BUS#	X--	NAME	--X	BASKV	ZONE	PU/KV	ANGLE	MW/HVAR	MW/HVAR	MW/HVAR	BUS#	X--	NAME	--X	BASKV	AREA	CKT	MW	MVAR	RATIO	ANGLE	%I	MVA
5010	HRVGG			132.00	4	0.9719	-13.3	0.0	0.0	0.0	5016	EYVIND		132.00	4	1	35.7	9.1				45	85
				2	128.28			0.0	0.0	-18.9	5020	TEIG		132.00	4	1	-18.1	2.0				22	85
											5051	FLJOTSDA		132.00	4	1	-47.1	0.2				48	100
											3WINDTR	HRV_SP 1		WND 1		1	29.6	7.7	1.000LK			98	32
5014	STUDL66			66.000	4	0.9298	-21.3	0.0	11.3	0.0	5015	HRVGG66		66.000	4	1	-27.6	-5.3				60	50
				2	61.366			0.0	2.8	-0.9	5026	SOMAST/FJ-AL66.000		66.000	4	1	16.3	3.3				45	40
5015	HRVGG66			66.000	4	0.9435	-20.2	0.0	0.0	0.0	5014	STUDL66		66.000	4	1	27.9	3.5				60	50
				2	62.271			0.0	0.0	0.0	3WINDTR	HRV_SP 1		WND 2		1	-27.9	-3.5	1.000LK			93	32
5016	EYVIND			132.00	4	0.9590	-14.7	0.0	0.0	0.0	5010	HRVGG		132.00	4	1	-35.4	-9.4				45	85
				2	126.59			0.0	0.0	0.0	5017	EYVIND66		66.000	4	1	35.4	9.4	1.000LK			96	40
5017	EYVIND66			66.000	4	0.9338	-20.5	0.0	24.5	0.0	5016	EYVIND		132.00	4	1	-35.3	-5.6	1.000UN			96	40
				2	61.629			0.0	6.2	0.0	5018	EYV-DELT		11.000	4	1	0.0	0.0	1.000LK			0	0
											5025	ESKIFJ/NESK		66.000	4	1	11.7	2.6				32	40
											5200	LAGARF05		66.000	4	1	-0.9	-3.1				9	40
5019	HRVGG11			11.000	4	0.9348	-22.5	0.0	1.5	0.0	5017	EYVIND66		66.000	4	1	-11.5	-2.4				32	40
				2	10.283			0.0	0.4	0.0	5026	SOMAST/FJ-AL66.000		66.000	4	1	-15.6	-2.7				43	40
5025	ESKIFJ/NESK			66.000	4	0.9132	-23.0	0.0	27.1	0.0	5014	STUDL66		66.000	4	1	-16.2	-3.2				45	40
				2	60.269			0.0	6.8	-1.7	5025	ESKIFJ/NESK		66.000	4	1	15.7	2.9				43	40
5026	SOMAST/FJ-AL66.000			66.000	4	0.9236	-21.9	0.0	0.5	0.0	5017	EYVIND66		66.000	4	1	1.0	2.9	1.000LK			8	40
				2	60.957			0.0	0.2	0.0	5201	LAGARF01		6.6000	4	1	-8.0	-4.6				97	10
5200	LAGARF05			66.000	4	0.9530	-20.8	0.0	7.0	0.0													
				2	62.896			0.0	1.8	0.0													

Tafla 5. Niðurstöður aflflæðiathugunar til samanburðar við mælt álag á aflspennum á Eyvindará og Hryggstekk árið 2005.

Eins of fram kom í töflu 4 var raunálag á spennni á Hryggstekk um 27 MW á fyrstu mánuðum ársins 2005 og um 36 MW á spennni á Eyvindará (sjá töflu 3).

Aflflæðiathugun sýndi 27,9 MW út á 66 kV vafi á spennni á Hryggstekk sem er svipað og mælingar sýna og 35,4 MW á 66 kV vafi á Eyvindará sem er einnig í samræmi við mælingar.

Þessi álagsskipting var því notuð í aflflæðiathugunum.

4.5 Niðurstöður

Árið 2006 við fullt álag – hringur óbreyttur.
Fáskrúðsfjörður og Stöðvarfjörður fæddir frá Stuðlum.

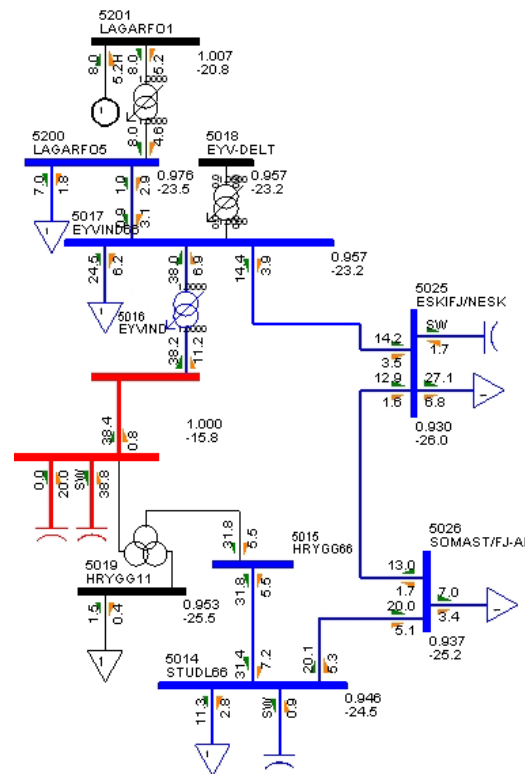
Aflflæðiathugun var gerð fyrir árið 2006 við óbreytt ástand búnaðar og við fullt álag í hringnum (Fáskrúðsfjörður og Stöðvarfjörður eru hér fæddir frá Stuðlum).

Athugunin leiddi í ljós yfirálag á eftirfarandi búnaði:

- 40 MVA spenni á Eyvindará (101%)
- 32 MVA spenni á Hryggsteck, 132 kV vaf (110%).

Spenna á teinum var í lagi, enda um 50 MVar til umráða á Hryggsteck árið 2006. Sé 20 MVar þéttir fjarlægðir sýnir aflflæðiathugun slaka spennu í hringnum (rúmlega 0,9 pu og undirspennu (0.896 pu) á 66 kV teini á Eskifirði.

Línur eru ekki yfirlestaðar, en strengur milli Hryggstecks og Stuðla er þó lestaður allt að 70% við fullt álag í hringnum.



Mynd 10. Austurlandshringur 2006 við fullt álag.
Álag á Stuðlum inniheldur Fáskrúðsfjörð og Stöðvarfjörð ásamt Reyðafirði.

Eftirfarandi eru niðurstöður úr aflflæðiathuguninni:

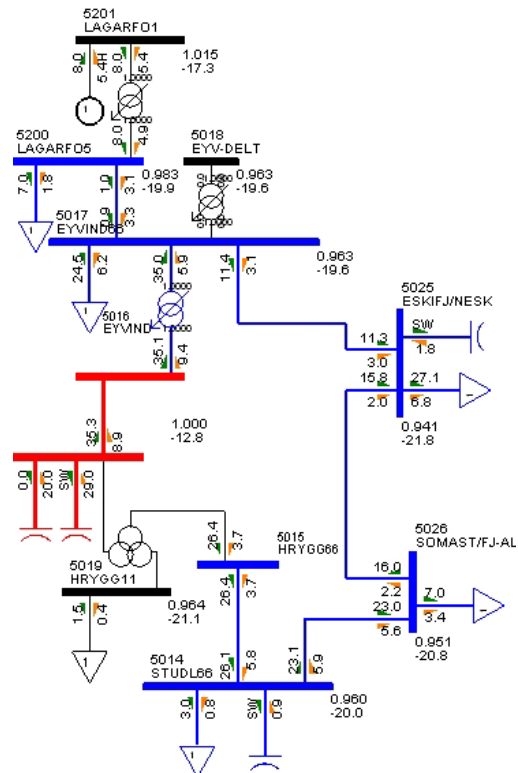
FROM BUS	NAME	AREA	VOLT	ANGLE	GEN	LOAD	SHUNT	TO BUS	NAME	AREA	CT	MW	MVAR	TRANSFORMER	RATING A
BUS#	X--	BASKV	ZONE	PU/KV	MW/MVAR	MW/MVAR	MW/MVAR	BUS#	X--	BASKV	CT	MW	MVAR	RATIO	%I
5010	HRYPG	132.00	4	1.0000	-15.8	0.0	0.0	5016	EYVIND	132.00	4	1	38.4	10.8	47
			2	132.00		0.0	0.0	5020	TEIG	132.00	4	1	-22.7	8.8	29
								5051	FLJOTSÐA	132.00	4	1	-49.3	8.5	50
								3WINDTR	HRYPG 1	WIND 1	1	1	33.5	10.6	110
5014	STUÐL66	66.000	4	0.9456	-24.5	0.0	11.3	5015	HRYPG66	66.000	4	1	-31.4	-7.2	68
			2	62.412		0.0	2.8	5026	SOMAST/FJ-AL66	66.000	4	1	20.1	5.3	55
5015	HRYPG66	66.000	4	0.9620	-23.3	0.0	0.0	5014	STUÐL66	66.000	4	1	31.8	5.5	67
			2	63.491		0.0	0.0	3WINDTR	HRYPG 1	WIND 2	1	1	-31.8	-5.5	105
5016	EYVIND	132.00	4	0.9858	-17.2	0.0	0.0	5010	HRYPG	132.00	4	1	-38.2	-11.2	47
			2	130.12		0.0	0.0	5017	EYVIND66	66.000	4	1	38.2	11.2	101
5017	EYVIND66	66.000	4	0.9568	-23.2	0.0	24.5	5016	EYVIND	132.00	4	1	-38.0	-6.9	101
			2	63.149		0.0	6.2	5018	EYV-DELT	11.000	4	1	0.0	0.0	0
								5025	ESKIFJ/NESK	66.000	4	1	14.4	3.9	39
								5200	LAGARF05	66.000	4	1	-0.9	-3.1	9
5019	HRYPG11	11.000	4	0.9532	-25.5	0.0	1.5	3WINDTR	HRYPG 1	WIND 3	1	1	-1.5	-0.4	54
			2	10.485		0.0	0.4								3
5025	ESKIFJ/NESK	66.000	4	0.9297	-26.0	0.0	27.1	5017	EYVIND66	66.000	4	1	-14.2	-3.5	39
			2	61.360		0.0	6.8	5026	SOMAST/FJ-AL66	66.000	4	1	-12.9	-1.6	35
5026	SOMAST/FJ-AL66	66.000	4	0.9374	-25.2	0.0	7.0	5014	STUÐL66	66.000	4	1	-20.0	-5.1	55
			2	61.867		0.0	3.4	5025	ESKIFJ/NESK	66.000	4	1	13.0	1.7	35
5200	LAGARF05	66.000	4	0.9757	-23.5	0.0	7.0	5017	EYVIND66	66.000	4	1	1.0	2.9	8
			2	64.397		0.0	1.8	5201	LAGARF01	66.000	4	1	-8.0	-4.6	95

Tafla 6. Niðurstöður aflflæðiathugunar fyrir árið 2006 við fullt álag í hringnum og óbreytt ástand búnaðar.
Fáskrúðsfjörður og Stöðvarfjörður eru hér fæddir frá Stuðlum.

Árið 2006 – Fullt álag – hringur óbreyttur Fáskrúðsfjörður og Stöðvarfjörður fæddir frá Teigarhorni.

Fáskrúðsfjörður og Stöðvarfjörður eru í dag reknir frá Stuðlum, en hægt er að reka bæði byggðarlögin frá Teigarhorni. Við þetta má létta álagi af Stuðlum og minnka álag á spennu á Hryggstekk þar til álagstoppur er genginn yfir seinnipart árs 2007. Mælingar RARIK sýna að samanlagt álag fyrir þessi byggðarlög er vanalega um 5-7 MW en fór í 8,3 MW í október árið 2004.

Aflflæðiathugun með minnkað álag á Stuðlum leiddi í ljós minnkað álag á spennu á Eyvindará og Hryggstekk, eða um 91% álag á spennu á Hryggstekk í stað 110% og um 92% álag á spennu á Eyvindará í stað 101%. Spennu á teinum er í lagi.



Mynd 11. Austurlandshringur 2006 við fullt álag. Álag á Stuðlum inniheldur eingöngu Reyðarfjörð. Fáskrúðsfjörður og Stöðvarfjörður eru hér fæddir frá Teigarhorni.

Eftirfarandi eru niðurstöður úr aflflæðiathuguninni:

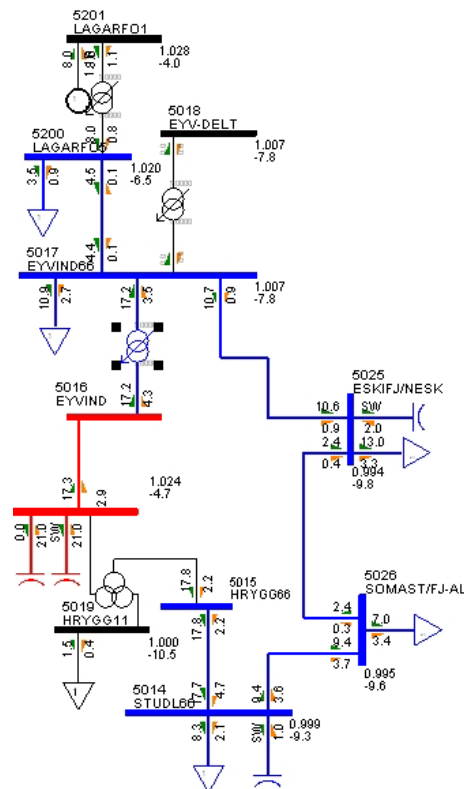
FROM BUS	TO BUS	NAME	AREA	VOLT	ANGLE	GEN	LOAD	SHUNT	TRANSFORMER	RATING A
BUS#	X--	NAME	BASKV	ZONE	PU/KV	MW/MVAR	MW/MVAR	MW/MVAR	RATIO	%I
5010	5016	HRVGG	132.00	4	1.0000	-12.8	0.0	0.0	1.000LK	85
				2	132.00		0.0	0.0		85
5014	5014	STUDL66	66.000	4	0.9600	-20.0	0.0	3.0		50
				2	63.358		0.0	0.8		32
5015	5015	HRVGG66	66.000	4	0.9730	-19.0	0.0	0.0		50
				2	64.216		0.0	0.0		32
5016	5016	EYVIND	132.00	4	0.9876	-14.2	0.0	0.0	1.000LK	40
				2	130.37		0.0	0.0		40
5017	5017	EYVIND66	66.000	4	0.9629	-19.6	0.0	24.5		40
				2	63.550		0.0	6.2		40
5019	5019	HRVGG11	11.000	4	0.9644	-21.1	0.0	1.5		40
				2	10.609		0.0	0.4		40
5025	5025	ESKIFJ/NESK	66.000	4	0.9412	-21.8	0.0	27.1		40
				2	62.122		0.0	6.8		40
5026	5026	SOMAST/FJ-AL	66.000	4	0.9507	-20.8	0.0	7.0		40
				2	62.747		0.0	3.4		40
5200	5200	LAGARF05	66.000	4	0.9828	-19.9	0.0	7.0		40
				2	64.866		0.0	1.8		40
5016	5016	EYVIND	132.00	4	1	35.3	8.9			43
				1	132.00	-16.7	5.5			21
				1	132.00	-46.7	7.3			47
				1	132.00	28.0	7.3			91
5015	5015	HRVGG66	66.000	4	1	-26.1	-5.8			56
				1	66.000	23.1	5.9			62
5014	5014	STUDL66	66.000	4	1	26.4	3.7			55
				1	66.000	-26.4	-3.7			86
5010	5010	HRVGG	132.00	4	1	-35.1	-9.4			43
				1	132.00	35.1	9.4			92
5016	5016	EYVIND	132.00	4	1	-35.0	-5.9			92
				1	132.00	35.0	5.9			40
5018	5018	EYV-DELT	11.000	4	1	0.0	0.0			0
				1	11.000	0.0	0.0			0
5025	5025	ESKIFJ/NESK	66.000	4	1	11.4	3.1			31
				1	66.000	-0.9	-3.3			9
5200	5200	LAGARF05	66.000	4	1	-0.9	-3.3			9
				1	66.000	0.9	3.3			40
3WINDTR	3WINDTR	HRV_SP 1	WIND 3	1	1	-1.5	-0.4			53
				1	1	1.5	0.4			3
5017	5017	EYVIND66	66.000	4	1	-11.3	-3.0			31
				1	66.000	11.3	3.0			40
5026	5026	SOMAST/FJ-AL	66.000	4	1	-15.8	-2.0			42
				1	66.000	15.8	2.0			40
5014	5014	STUDL66	66.000	4	1	-23.0	-5.6			62
				1	66.000	23.0	5.6			40
5025	5025	ESKIFJ/NESK	66.000	4	1	16.0	2.2			42
				1	66.000	-16.0	-2.2			40
5017	5017	EYVIND66	66.000	4	1	1.0	3.1			8
				1	66.000	-1.0	-3.1			40
5201	5201	LAGARF01	6.6000	4	1	-8.0	-4.9			95
				1	6.6000	8.0	4.9			10

Tafla 7. Niðurstöður aflflæðiathugunar fyrir árið 2006 við fullt álag í hringum og óbreytt ástand búnaðar. Minnkað álag er á Stuðlum þar sem Fáskrúðsfjörður og Stöðvarfjörður eru fæddir frá Teigarhorni.

Árið 2006 án ótryggðs afls – hringur óbreyttur. Fáskrúðsfjörður og Stöðvarfjörður fæddir frá Stuðlum.

Hér var ótryggt afl tekið út og aflflæðiathugun gerð eingöngu með forgangsafl í hringnum. Forgangsafl er rúmlega helmingur af allri aflnotkun í hringnum.

Niðurstöður sýndu að álag á 66 kV vafi á spennu á Eyvindará var um um 44% og álag á 132 kV vafi á spennu á Hryggstekk um 60%. Spenna á teinum var í kringum 1 pu og línur/strengur í hringnum létt til miðlungslestuð eða allt að 37%.



Mynd 12. Austurlandshringur 2006 án ótryggðs afls.
Álag á Stuðlum inniheldur Fáskrúðsfjörð og Stöðvarfjörð.

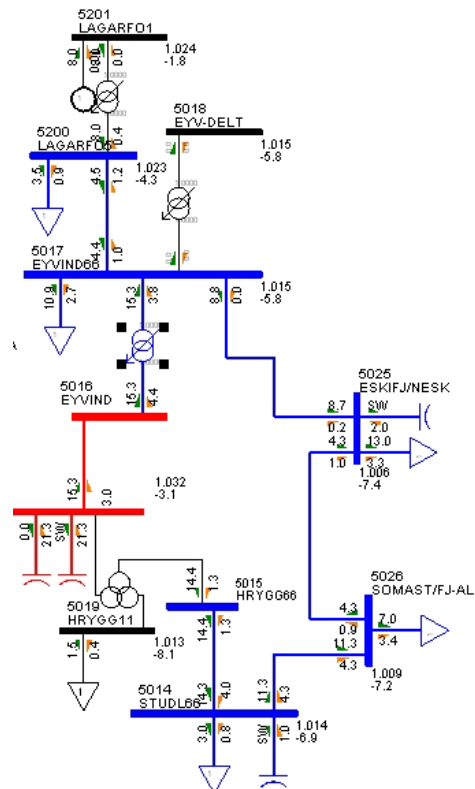
Eftirfarandi eru niðurstöður úr aflflæðiathuguninni:

FROM BUS	NAME	AREA	VOLT	ANGLE	GEN	LOAD	SHUNT	TO BUS	NAME	AREA	CT	MW	MVAR	TRANSFORMER	RATING A
BUS#	X--	BASKV	PU/KV		MW/MVAR	MW/MVAR	MW/MVAR	BUS#	X--	BASKV				RATIO	%I MVA
5010	HRYPG	132.00	4 1.0239 2 135.15	-4.7	0.0 0.0	0.0 0.0	0.0 -21.0	5016	EYVIND	132.00	4 1	17.3	2.9		20 85
								5020	TEIG	132.00	4 1	2.6	3.5		5 85
								5051	FLJOTSDA	132.00	4 1	-39.2	10.5		40 100
								3WINDTR	HRYPG 1	WIND 1	1	19.4	4.0	1.000LK	60 32
5014	STUÐL66	66.000	4 0.9995 2 65.964	-9.3	0.0 0.0	8.3 2.1	0.0 -1.0	5015	HRYPG66	66.000	4 1	-17.7	-4.7		37 50
								5026	SOMAST/FJ-AL	66.000	4 1	9.4	3.6		25 40
5015	HRYPG66	66.000	4 1.0081 2 66.535	-8.7	0.0 0.0	0.0 0.0	0.0 0.0	5014	STUÐL66	66.000	4 1	17.8	2.2		36 50
								3WINDTR	HRYPG 1	WIND 2	1	-17.8	-2.2	1.000LK	56 32
5016	EYVIND	132.00	4 1.0186 2 134.45	-5.3	0.0 0.0	0.0 0.0	0.0 0.0	5010	HRYPG	132.00	4 1	-17.2	-4.3		21 85
								5017	EYVIND66	66.000	4 1	17.2	4.3	1.000LK	44 40
5017	EYVIND66	66.000	4 1.0066 2 66.433	-7.8	0.0 0.0	10.9 2.7	0.0 0.0	5016	EYVIND	132.00	4 1	-17.2	-3.5	1.000LK	44 40
								5018	EYV-DLT	11.000	4 1	0.0	0.0	1.000LK	0 0
								5025	ESKIFJ/NESK	66.000	4 1	10.7	0.9		27 40
								5200	LAGARF05	66.000	4 1	-4.4	-0.1		11 40
5019	HRYPG11	11.000	4 0.9998 2 10.998	-10.5	0.0 0.0	1.5 0.4	0.0 0.0	3WINDTR	HRYPG 1	WIND 3	1	-1.5	-0.4	1.000LK	52 3
5025	ESKIFJ/NESK	66.000	4 0.9937 2 65.586	-9.8	0.0 0.0	13.0 3.3	0.0 -2.0	5017	EYVIND66	66.000	4 1	-10.6	-0.9		27 40
								5026	SOMAST/FJ-AL	66.000	4 1	-2.4	-0.4		6 40
5026	SOMAST/FJ-AL	66.000	4 0.9951 2 65.675	-9.6	0.0 0.0	7.0 3.4	0.0 0.0	5014	STUÐL66	66.000	4 1	-9.4	-3.7		25 40
								5025	ESKIFJ/NESK	66.000	4 1	2.4	0.3		6 40
5200	LAGARF05	66.000	4 1.0200 2 67.320	-6.5	0.0 0.0	3.5 0.9	0.0 0.0	5017	EYVIND66	66.000	4 1	4.5	-0.1		11 40
								5201	LAGARF01	66.000	4 1	-8.0	-0.8	1.000LK	79 40

Tafla 8. Niðurstöður aflflæðiathugunar fyrir árið 2006 við óbreytt ástand búnaðar. Hringurinn eingöngu rekinn á forgangsafl. Fáskrúðsfjörður og Stöðvarfjörður eru hér fæddir frá Stuðlum.

Árið 2006 án ótryggðs afls – hringur óbreyttur. Fáskrúðsfjörður og Stöðvarfjörður fæddir frá Teigarhorni.

Aflflæðiathugun án ótryggðs afls sýndi minnkað álag á spenna á Eyvindará og Hryggstekk, eða um 49% álag á spennu á Hryggstekk (132 kV vaf) og um 39% álag á spennu á Eyvindará. Spenna á teinum er í lagi á öllum teinum í hringnum eða rúmlega 1 pu.



Mynd 13. Austurlandshringur 2006 án ótryggðs afls.
Álag á Stuðlum inniheldur eingöngu Reyðarfjörð.
Fáskrúðsfjörður og Stöðvarfjörður eru hér fæddir frá
Teigarhorni.

Eftirfarandi eru niðurstöður úr aflflæðiathuguninni:

FROM BUS										TO BUS										TRANSFORMER				RATING A	
BUS#	X--	NAME	--X	BASKV	AREA	VOLT PU/KV	ANGLE	GEN MW/MVAR	LOAD MW/MVAR	SHUNT MW/MVAR	X----	BUS#	X--	NAME	--X	BASKV	AREA	CKT	MW	MVAR	RATIO	ANGLE	%I	MVA	
5010	HRYPG			132.00		4	1.0321	-3.1	0.0	0.0	0.0	5016	EYVIND			132.00	4	1	15.3	3.0			18	85	
				2	136.24				0.0	0.0	-21.3	5020	TEIG			132.00	4	1	6.4	3.4			8	85	
												5051	FLJOTSDA			132.00	4	1	-37.7	12.2			38	100	
												3WNDTR	HRYP SP 1			WND 1		1	16.0	2.7	1.000LK		49	32	
5014	STUDL66			66.000		4	1.0143	-6.9	0.0	3.0	0.0	5015	HRYPG66			66.000	4	1	-14.3	-4.0			29	50	
				2	66.945				0.0	0.8	-1.0	5026	SOMAST/FJ-AL			66.000	4	1	11.3	4.3			30	40	
5015	HRYPG66			66.000		4	1.0211	-6.4	0.0	0.0	0.0	5014	STUDL66			66.000	4	1	14.4	1.3			28	50	
				2	67.396				0.0	0.0	0.0	3WNDTR	HRYP SP 1			WND 2		1	-14.4	-1.3	1.000LK		44	32	
5016	EYVIND			132.00		4	1.0271	-3.6	0.0	0.0	0.0	5010	HRYPG			132.00	4	1	-15.3	-4.4			18	85	
				2	135.58				0.0	0.0	0.0	5017	EYVIND66			66.000	4	1	15.3	4.4	1.000LK		39	40	
5017	EYVIND66			66.000		4	1.0148	-5.8	0.0	10.9	0.0	5016	EYVIND			132.00	4	1	-15.3	-3.8	1.000UN		39	40	
				2	66.979				0.0	2.7	0.0	5018	EYV-DELT			11.000	4	1	0.0	0.0	1.000LK		0	0	
												5025	ESKIFJ/NESK			66.000	4	1	8.8	0.0			22	40	
												5200	LAGARF05			66.000	4	1	-4.4	1.0			11	40	
5019	HRYPG11			11.000		4	1.0130	-8.1	0.0	1.5	0.0	3WNDTR	HRYP SP 1			WND 3		1	-1.5	-0.4	1.000LK		51	3	
				2	11.143				0.0	0.4	0.0	5017	EYVIND66			66.000	4	1	-8.7	-0.2			22	40	
5025	ESKIFJ/NESK			66.000		4	1.0064	-7.4	0.0	13.0	0.0	5026	SOMAST/FJ-AL			66.000	4	1	-4.3	-1.0			11	40	
				2	66.420				0.0	3.3	-2.0	5014	STUDL66			66.000	4	1	-11.3	-4.3			30	40	
5026	SOMAST/FJ-AL			66.000		4	1.0092	-7.2	0.0	7.0	0.0	5025	ESKIFJ/NESK			66.000	4	1	4.3	0.9			11	40	
				2	66.605				0.0	3.4	0.0	5017	EYVIND66			66.000	4	1	4.5	-1.2			11	40	
5200	LAGARF05			66.000		4	1.0225	-4.3	0.0	3.5	0.0	5201	LAGARF01			6.0000	4	1	-8.0	0.4	1.000LK		78	10	
				2	67.486				0.0	0.9	0.0														

Tafla 9. Niðurstöður aflflæðiathugunar fyrir árið 2006 við óbreytt ástand búnaðar. Hringurinn eingöngu rekinn á forgangsafl. Hér eru Fáskrúðsfjörður og Stöðvarfjörður fæddir frá Teigarhorni.

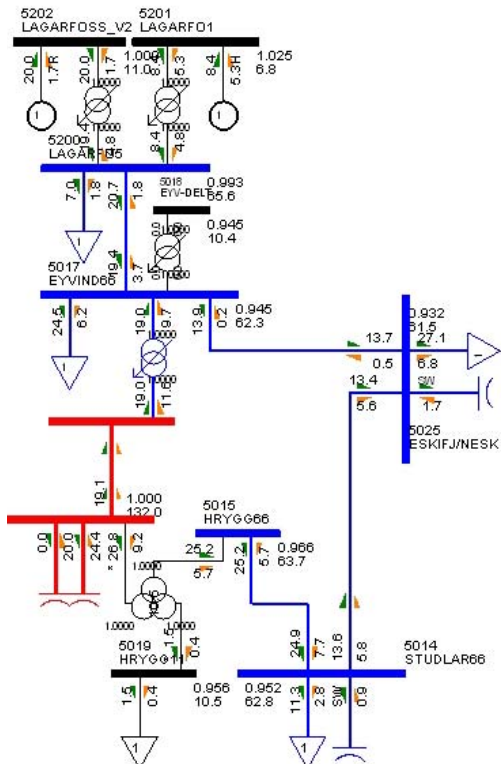
Árið 2007 við fullt álag – hringur óbreyttur

Lagarfossvirkjun verður stækkuð um 20 MW seinni part ársins 2007 og með tilkomu stækkunarinnar og minnkaðs afls á Sómastöðum minnkar álag á spennum töluvert eins og niðurstöður hér að neðan sýna um aflflæði í hringnum fyrir árið 2007.

Miðað við háálagstíma fer spenna á teinum í hringnum lægst í um 0,94 pu á 66 kV teini á Eskifirði.

Spennir á Eyvindará sýnir 56% álag og spennir á Hryggsteck um 89% álag á 132 kV vafi. Línur/strengur eru mest rúmlega miðlungs lestuð eða allt að 68%.

Aflflæði í hringnum er því í lagi seinni part ársins 2007 eftir stækkun Lagarfossvirkjunar og eftir að vinnurafmagn vegna Fjarðaáls fellur niður, en undirspenna verður á ofangreindum teinum.



Mynd 14. Austurlandshringur 2007 við fullt álag. Álag á Stuðlum inniheldur Fáskrúðsfjörð og Stöðvarfjörð.

Eftirfarandi eru niðurstöður úr aflflæðiathuguninni:

FROM BUS										TO BUS										TRANSFORMER		RATING A		
BUS#	X--	NAME	--X	BASKV	AREA	VOLT PU/KV	ANGLE	GEN MW/MVAR	LOAD MW/MVAR	SHUNT MW/MVAR	X----	BUS#	X--	NAME	--X	BASKV	AREA	CKT	MW	MVAR	RATIO	ANGLE	%I	MVA
5010	HRVGG			132.00		4 1.0000	-4.2	0.0	0.0	0.0		5016	EYVIND			132.00	4 1	19.1	10.5			26	85	
				2 132.00				0.0	0.0	-24.4		5020	TEIG			132.00	4 1	3.0	-2.9			5	85	
												5051	FLJOTSDA			132.00	4 1	-48.9	7.5			49	100	
												3WINDTR	HRV_SP1			WIND 1	1	26.8	9.2	1.000RG		89	32	
5014	STUDLAR66			66.000		4 0.9516	-11.1	0.0	11.3	0.0		5015	HRVGG66			66.000	4 1	-24.9	-7.7			68	40	
				2 62.803				0.0	2.8	-0.9		5025	ESKIFJ/NESK			66.000	4 1	13.6	5.8			39	40	
5015	HRVGG66			66.000		4 0.9656	-10.2	0.0	0.0	0.0		5014	STUDLAR66			66.000	4 1	25.2	5.7			67	40	
				2 63.732				0.0	0.0			3WINDTR	HRV_SP1			WIND 2	1	-25.2	-5.7	1.000LK		83	32	
5016	EYVIND			132.00		4 0.9890	-4.9	0.0	0.0	0.0		5010	HRVGG			132.00	4 1	-19.0	-11.6			27	85	
				2 130.55				0.0	0.0	0.0		5017	EYVIND66			66.000	4 1	19.0	11.6	1.000LK		56	40	
5017	EYVIND66			66.000		4 0.9445	-9.3	0.0	24.5	0.0		5016	EYVIND			132.00	4 1	-19.0	-9.7	1.000UN		56	40	
				2 62.339				0.0	6.2	0.0		5018	EYV-DELT			11.000	4 1	0.0	0.0	1.000LK		0	0	
												5025	ESKIFJ/NESK			66.000	4 1	13.9	-0.2			37	40	
												5200	LAGARFO5			66.000	4 1	-19.4	3.7			52	40	
5019	HRVGG11			11.000		4 0.9563	-12.3	0.0	1.5	0.0		3WINDTR	HRV_SP1			WIND 3	1	-1.5	-0.4	1.000LK		54	3	
				2 10.520				0.0	0.4			5014	STUDLAR66			66.000	4 1	-13.4	-5.6			39	40	
5025	ESKIFJ/NESK			66.000		4 0.9322	-12.3	0.0	27.1	0.0		5017	EYVIND66			66.000	4 1	-13.7	0.5			37	40	
				2 61.524				0.0	6.8	-1.7														
5200	LAGARFO5			66.000		4 0.9934	-2.5	0.0	7.0	0.0		5017	EYVIND66			66.000	4 1	20.7	-1.8			52	40	
				2 65.562				0.0	1.8	0.0		5201	LAGARFO1			6.6000	4 1	-8.4	-4.8	1.000LK		97	10	
												5202	LAGARFOSS_V2			11.000	1 1	-19.4	4.8	1.000RG		50	40	

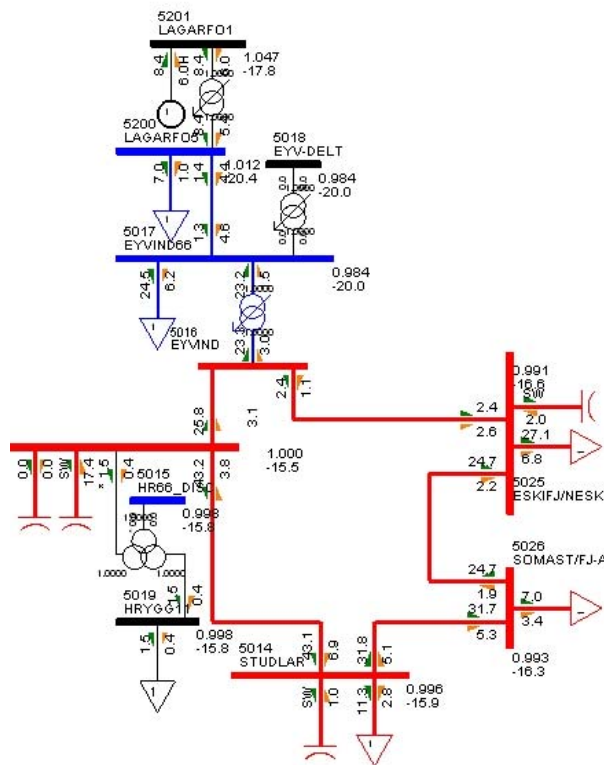
Tafla 10. Niðurstöður aflflæðiathugunar fyrir árið 2007 við óbreytt ástand búnaðar og fullt álag.

Árið 2006 við fullt álag - eftir spennuhækkun

Niðurstöður aflflæðiathugana sýndu að eftir spennuhækkun árið 2006 er ekkert yfirálag á búnaði við fullt álag og spenna teinum er í kringum 1 pu.

Strengur milli Hryggstekks og Stuðla og lína milli Eyvindarár og Eskifjarðar tengjast nú bæði beint inn á 132 kV teina í hringnum. Meginhluti aflflæðis í hringnum fer því ekki lengur í gegnum spenna á Eyvindará og Hryggstekk. Spennarnir yfirlestast því ekki á háálagstímum eins og þegar hringurinn er rekinn á 66 kV.

EKKI verður lengur þörf fyrir 20 MVAr þétti á Hryggstekk ef til spennuhækkunar kemur þar sem launafsvirki sem sett verður upp árið 2006 mun mæta þörf fyrir launafi í hringnum.



Mynd 15. Austurlandshringur 2006 eftir spennuhækkun. Álag á Stuðlum inniheldur Fáskrúðsfjörð og Stöðvarfjörð.

Eftirfarandi eru niðurstöður úr aflflæðiathuguninni:

FROM BUS	NAME	AREA	VOLT	ANGLE	GEN	LOAD	SHUNT	TO BUS	NAME	AREA	CT	MW	MVAR	TRANSFORMER	RATING A
BUS#	X--	BASKV	PU/KV		MW/MVAR	MW/MVAR	MW/MVAR	BUS#	X--	BASKV	CT	MW	MVAR	RATIO	%I
5010	HRYG	132.00	4 1.0000 2 132.00	-15.5	0.0 0.0	0.0 0.0	0.0 -17.4	5014	STUDLAR	132.00	4 1	43.2	-3.8		55 79
								5016	EYVIND	132.00	4 1	25.8	3.1		31 85
								5020	TEIG	132.00	4 1	-21.5	9.4		28 85
								5051	FLJOTSÐA	132.00	4 1	-49.1	8.4		50 100
								3WINDTR	HRYSPL	WIND 1	2	1.5	0.4	1.000LK	5 32
5014	STUDLAR	132.00	4 0.9959 2 131.46	-15.9	0.0 0.0	11.3 2.8	0.0 -1.0	5010	HRYG	132.00	4 1	-43.1	-6.9		55 79
								5026	SOMAST/FJ-AL	132.00	4 1	31.8	5.1		38 85
5016	EYVIND	132.00	4 0.9932 2 131.10	-16.5	0.0 0.0	0.0 0.0	0.0 0.0	5010	HRYG	132.00	4 1	-25.7	-4.1		31 85
								5017	EYVIND66	66.000	4 1	23.3	3.0	1.000LK	59 40
5017	EYVIND66	66.000	4 0.9844 2 64.971	-20.0	0.0 0.0	24.5 6.2	0.0 0.0	5025	ESKIFJ/NESK	132.00	4 1	2.4	1.1		3 85
								5016	EYVIND	132.00	4 1	-23.2	-1.5	1.000UN	59 40
5019	HRYG11	11.000	4 0.9983 2 10.981	-15.8	0.0 0.0	1.5 0.4	0.0 0.0	5018	EYV-DELT	11.000	4 1	0.0	0.0	1.000LK	0 0
								5200	LAGARF05	66.000	4 1	-1.3	-4.6		12 40
5025	ESKIFJ/NESK	132.00	4 0.9914 2 130.86	-16.6	0.0 0.0	27.1 6.8	-2.0 0.0	3WINDTR	HRYSPL	WIND 2	2	-1.5	-0.4	1.000LK	5 32
								5016	EYVIND	132.00	4 1	-2.4	-2.6		4 85
5026	SOMAST/FJ-AL	132.00	4 0.9929 2 131.07	-16.3	0.0 0.0	7.0 3.4	0.0 0.0	5026	SOMAST/FJ-AL	132.00	4 1	-24.7	-2.2		29 85
								5014	STUDLAR	132.00	4 1	-31.7	-5.3		38 85
5200	LAGARF05	66.000	4 1.0116 2 66.767	-20.4	0.0 0.0	7.0 1.0	0.0 0.0	5025	ESKIFJ/NESK	132.00	4 1	24.7	1.9		29 85
								5017	EYVIND66	66.000	4 1	1.4	4.4	1.000LK	11 40
								5201	LAGARF01	6.6000	4 1	-8.4	-5.4	1.000LK	99 10

Tafla 11. Niðurstöður aflflæðiathugunar fyrir árið 2006 eftir að hringurinn hefur verið spennuhækkaður. Hringurinn er hér rekinn á fullu álagi.

5. N-1 athuganir (Contingency Analysis)

Í viðauka 3 má finna hönnunarforsendur fyrir flutningskerfi varðandi kröfur Landsnets um (N-1) kerfisrekstur.

Samkvæmt reglugerð 1048/2004 um gæði raforku og afhendingaröryggi skulu vikmörk spennu á teinum vera $\pm 10\%$ (sjá kafla 4).

5.1 Atburðir til athugunar

N-1 athuganir voru gerðar annars vegar með fulla aflnotkun í hringnum og hins vegar eingöngu með áætlað forgangsafl árin 2006 og 2007, með og án breytinga.

Eftirfarandi atburðir voru kannaðir:

- Útleysing á 66 kV línu milli Eyvindarár og Lagarfoss (teinn 5017 til 5200)
- Útleysing á 66 kV strengs milli Hryggstekks og Stuðla (teinn 5015 til 5014)
- Útleysing á 132 kV línu milli Hryggstekks og Eyvindará (teinn 5010 til 5016)
- Útleysing á 66 kV línu milli Eyvindarár og Eskifjarðar (teinn 5017 til 5025)
- Útleysing á 66 kV línu milli Eskifjarða og Sómastaða (teinn 5025 til 5026)
- Útleysing á 66 kV línu milli Sómastaða og Stuðla (teinn 5014 til 5026)
- Útleysing 32 MVA spennis á Hryggstekk (teinn 5010 til 5015 til 5019)
- Útleysing 40 MVA spennis á Eyvindará (teinn 5016 til 5017)
- Aftenging rafals í Lagarfossvirkjun (Lagarfo1)

5.2 Niðurstöður

	Tilfelli til athugunar	Engin lausn í sumum tilfellum	Yfirálag	Í lagi
1	2006 fullt álag – Fáskrúðsfjörður og Stöðvarfjörður fæddir frá Stuðlum.	X	X	
2	2006 fullt álag – Fáskrúðsfjörður og Stöðvarfjörður fæddir frá Teigarhorni.	X	X	
3	2006 forgangsafl eingöngu – Fáskrúðsfjörður og Stöðvarfjörður fæddir frá Stuðlum.		X	
4	2006 forgangsafl eingöngu – Fáskrúðsfjörður og Stöðvarfjörður fæddir frá Teigarhorni.		X	
5	2007 (lok árs) fullt álag – Fáskrúðsfjörður og Stöðvarfjörður fæddir frá Stuðlum.		X	
6	2007 (lok árs) fullt álag – Fáskrúðsfjörður og Stöðvarfjörður fæddir frá Teigarhorni.		X	
7	2007 (lok árs) forgangsafl eingöngu.			X
8	2006 fullt álag - eftir spennuhækkun.			X

Tafla 12. Yfirlit yfir niðurstöður N-1 athugana fyrir árin 2006 og 2007.

1. 2006 - hringur óbreyttur og rekinn á fullu álagi – Fáskrúðsfjörður og Stöðvarfjörður fæddir frá Stuðlum:

Athuganir þar sem fyrrnefndir atburðir voru kannaðir sýndu mikið yfirálag á búnaði og undirspennu á teinum.

2. 2006 - hringur óbreyttur og rekinn á fullu álagi – Fáskrúðsfjörður og Stöðvarfjörður fæddir frá Teigarhorni:

Athuganir sýndu að ekki er nægilegt að létta álagi af Stuðlum ef reka á hringinn á fullu álagi, þar sem bæði verður yfirálag á búnaði og undirspenna á teinum þrátt fyrir þessar aðgerðir.

3. 2006 – hringur óbreyttur og rekinn eingöngu á forgangsaflí – Fáskrúðsfjörður og Stöðvarfjörður fæddir frá Stuðlum:

Athuganir sýndu um 20% yfirálag á spennu á Hryggstekki við útleysingu á línu eða spennu milli Hryggstekks og Eyvindarár og undirspennu (0,89 pu) á 66 kV teinum á Stuðlum og Sómastöðum.

4. 2006 – hringur óbreyttur og rekinn eingöngu á forgangsaflí – Fáskrúðsfjörður og Stöðvarfjörður fæddir frá Teigarhorni:

Athuganir sýndu um 1% yfirálag á spennu á Hryggstekki við útleysingu á línu eða spennu milli Hryggstekks og Eyvindarár. Spenna á teinum er í lagi.

5. 2007 (lok árs)ⁱ – hringur óbreyttur og rekinn á fullu álagi – Fáskrúðsfjörður og Stöðvarfjörður fæddir frá Stuðlum:

Athuganir sýndu töluvert yfirálag á búnaði í hringnum og undirspennu á teinum.

6. 2007 (lok árs) – hringur óbreyttur og rekinn á fullu álagi – Fáskrúðsfjörður og Stöðvarfjörður fæddir frá Teigarhorni:

Athuganir sýndu töluvert yfirálag á búnaði í hringnum og undirspennu á teinum .

7. 2007 (lok árs) – hringur óbreyttur og rekinn á forgangsaflí – Fáskrúðsfjörður og Stöðvarfjörður fæddir frá Stuðlum:

Ekki verður yfirálag á búnaði við fyrrgreinda atburði í lok árs 2007 sé hringurinn rekinn eingöngu á forgangsaflí, né undirspenna á teinum í hringnum.

8. 2006 – eftir spennuhækkun og við fullt álag:

Ekki verður yfirálag á búnaði við fyrrgreinda atburði í lok árs 2007 sé hringurinn rekinn eingöngu á forgangsaflí, né undirspenna á teinum í hringnum.

Þar sem ekki eru fyrirséðar breytingar á aflnotkun í hringnum frá lokum ársins 2007 og fram til 2030, gilda niðurstöður fyrir árið 2007 einnig fram til ársins 2030 að öllu óbreyttu.

ⁱ Árið 2007 er miðað við seinni hluta árs eftir að stækkun Lagarfossvirkjunar kemur inn og eftir að byggingarafmagn fyrir Fjarðaál fellur niður.

1. Árið 2006 við fullt álag, hringur óbreyttur – Fáskrúðsfjörður og Stöðvarfjörður fæddir frá Stuðlum:

N-1 athugun við fulla aflnotkun í hringnum gaf eftirfarandi niðurstöður:

ACCC OVERLOAD REPORT: MONITORED ELEMENTS LOADED ABOVE 100.0 % OF RATING SET A								
<----- MONITORED BRANCH ----->					CONTINGENCY	RATING	FLOW	%
5016*EYVIND	132.00	5017 EYVIND66	66.000	1	LAG_EYV	40.0	41.1	102.9
5014*STUDL66	66.000	5015 HRYGG66	66.000	1	EYV_ESK	50.0	48.0	107.8
5014 STUDL66	66.000	5026*SOMAST/FJ-AL66.000	1	EYV_ESK	40.0	35.9	102.7	
5016*EYVIND	132.00	5017 EYVIND66	66.000	1	ESK_SOMA	40.0	55.5	138.7
5016*EYVIND	132.00	5017 EYVIND66	66.000	1	SOMA_STU	40.0	67.5	168.8
5017 EYVIND66	66.000	5025*ESKIFJ/NESK	66.000	1	SOMA_STU	40.0	35.3	110.1
5016*EYVIND	132.00	5017 EYVIND66	66.000	1	1VELLAGUTI	40.0	47.2	118.0
MONITORED VOLTAGE REPORT:								
SYSTEM	CONTINGENCY	<----- B U S ----->			V-CONT	V-INIT	V-MAX	V-MIN
'AUSTURLAND'	RANGE EYV_ESK	5014	STUDL66	66.000	0.88969	0.94593	1.10000	0.90000
'AUSTURLAND'	RANGE EYV_ESK	5025	ESKIFJ/NESK	66.000	0.85314	0.93009	1.10000	0.90000
'AUSTURLAND'	RANGE EYV_ESK	5026	SOMAST/FJ-AL66.000		0.87357	0.93770	1.10000	0.90000
'AUSTURLAND'	RANGE ESK_SOMA	5025	ESKIFJ/NESK	66.000	0.87586	0.93009	1.10000	0.90000
'AUSTURLAND'	RANGE SOMA_STU	5017	EYVIND66	66.000	0.88655	0.95738	1.10000	0.90000
'AUSTURLAND'	RANGE SOMA_STU	5025	ESKIFJ/NESK	66.000	0.80088	0.93009	1.10000	0.90000
'AUSTURLAND'	RANGE SOMA_STU	5026	SOMAST/FJ-AL66.000		0.79269	0.93770	1.10000	0.90000
'AUSTURLAND'	RANGE 1VELLAGUTI	5200	LAGARFOS	66.000	0.89606	0.97739	1.10000	0.90000

Tafla 13. N-1 athugun á hringnum árið 2006 við óbreytt ástand búnaðar og við fullt álag. Fáskrúðsfjörður og Stöðvarfjörður fæddir frá Stuðlum.

Engin lausn finnst fyrir eftirfarandi N-1 athuganir:

- Útleysing á 132 kV línu milli Hryggstekks og Eyvindarár
- Útleysing á 66 kV strengs milli Stuðla og Hryggstekks
- Útleysing 40 MVA spennis á Eyvindará

Samkvæmt niðurstöðum valda eftirfarandi atburðir yfirálagi á búnaði:

Útleysing á 66 kV línu milli Eyvindarár og Lagarfoss

- 102,9% álag á 40 MVA spenni á Eyvindará
-

Útleysing á 66 kV línu milli Eyvindarár og Eskifjarðar

- 107,8% álag á 66 kV streng milli Stuðla og Hryggstekks
- 102,7% álag á 66 kV línu milli Stuðla og Sómastaða

Útleysing á 66 kV línu milli Eskifjarða og Sómastaða

- 138,7% álag á 40 MVA spenni á Eyvindará

Útleysing á 66 kV línu milli Stuðla og Sómastaða

- 168,8% álag á 40 MVA spenni á Eyvindará
- 110,1% álag á 66 kV línu milli Eyvindarár og Eskifjarða

Aftenging rafals í Lagarfossvirkjun:

- 119,6% yfirálag á 32 MVA spenni á Hryggstekk
- 118,0% álag á 40 MVA spenni á Eyvindará

Undirspenna (0,75-0,89 pu) greindist á öllum 66 kV teinum í hringnum. Ljóst er að hringurinn þolir ekki að missa út línur eða spenna árið 2006 ef hann er rekinn undir fullu álagi.

2. Árið 2006 við fullt álag, hringur óbreyttur – Fáskrúðsfjörður og Stöðvarfjörður fæddir frá Teigarhorni:

N-1 athugun við fulla aflnotkun í hringnum gaf eftirfarandi niðurstöður:

ACCC OVERLOAD REPORT: MONITORED ELEMENTS LOADED ABOVE 100.0 % OF RATING SET A									
<----- MONITORED BRANCH ----->					CONTINGENCY	RATING	FLOW	%	
5016*EYVIND	132.00	5017 EYVIND66	66.000	1	HRY_STU	40.0	72.9	182.2	
5017 EYVIND66	66.000	5025*ESKIFJ/NESK	66.000	1	HRY_STU	40.0	38.3	124.5	
5016*EYVIND	132.00	5017 EYVIND66	66.000	1	ESK_SOMA	40.0	55.5	138.7	
5016*EYVIND	132.00	5017 EYVIND66	66.000	1	SOMA_STU	40.0	67.3	168.3	
5017 EYVIND66	66.000	5025*ESKIFJ/NESK	66.000	1	SOMA_STU	40.0	35.3	109.2	
5016*EYVIND	132.00	5017 EYVIND66	66.000	1	1VELLAGUTI	40.0	43.7	109.2	
MONITORED VOLTAGE REPORT:									
SYSTEM	CONTINGENCY	<----- B U S ----->			V-CONT	V-INIT	V-MAX	V-MIN	
'AUSTURLAND'	RANGE HRY_STU	5014	STUDL66	66.000	0.75830	0.95997	1.10000	0.90000	
'AUSTURLAND'	RANGE HRY_STU	5017	EYVIND66	66.000	0.86695	0.96287	1.10000	0.90000	
'AUSTURLAND'	RANGE HRY_STU	5025	ESKIFJ/NESK	66.000	0.76983	0.94125	1.10000	0.90000	
'AUSTURLAND'	RANGE HRY_STU	5026	SOMAST/FJ-AL66.000		0.75935	0.95071	1.10000	0.90000	
'AUSTURLAND'	RANGE HRY_STU	5200	LAGARFOS	66.000	0.88821	0.98282	1.10000	0.90000	
'AUSTURLAND'	RANGE EYV_ESK	5025	ESKIFJ/NESK	66.000	0.88442	0.94125	1.10000	0.90000	
'AUSTURLAND'	RANGE ESK_SOMA	5025	ESKIFJ/NESK	66.000	0.87586	0.94125	1.10000	0.90000	
'AUSTURLAND'	RANGE SOMA_STU	5017	EYVIND66	66.000	0.89222	0.96287	1.10000	0.90000	
'AUSTURLAND'	RANGE SOMA_STU	5025	ESKIFJ/NESK	66.000	0.80751	0.94125	1.10000	0.90000	
'AUSTURLAND'	RANGE SOMA_STU	5026	SOMAST/FJ-AL66.000		0.79938	0.95071	1.10000	0.90000	

Tafla 14. N-1 athugun á hringnum árið 2006 við óbreytt ástand búnaðar og við fullt álag. Fáskrúðsfjörður og Stöðvarfjörður fæddir frá Teigarhorni.

Engin lausn finnst fyrir eftirfarandi N-1 athuganir:

- Útleysing á 132 kV línu milli Hryggstekks og Eyvindarár
- Útleysing 40 MVA spennis á Eyvindará

Eins og sjá má af niðurstöðum hefur það ekki mikil áhrif að færa álag af Stuðlum yfir á Teigarhorn árið 2006 sé hringurinn að öðru leyti rekinn á fullu álagi við fyrrnefnda atburði. Yfirálag á búnaði og undirspenna á teinum er svipuð og þegar Fáskrúðsfjörður og Stöðvarfjörður eru fæddir frá Stuðlum.

3. Árið 2006 án ótryggðs afls, hringur óbreyttur – Fáskrúðsfjörður og Stöðvarfjörður fæddir frá Stuðlum:

Kannað var hvort hringurinn þyldi að missa út línu eða spennu ef hann væri eingöngu rekinn á forgangsafli samtímis þess að byggðarlögin Fáskrúðsfjörður og Stöðvarfjörður yrðu fædd frá Stuðlum.

ACCC OVERLOAD REPORT: MONITORED ELEMENTS LOADED ABOVE 100.0 % OF RATING SET A									
<----- MONITORED BRANCH ----->					CONTINGENCY	RATING	FLOW	%	
5010*HRYGG	132.00	3WNDTR	HRY_SP 1	WND 1 1	HRY_EYV	32.0	38.7	120.9	
5010*HRYGG	132.00	3WNDTR	HRY_SP 1	WND 1 1	EYV_SP1_UTI	32.0	38.6	120.8	
MONITORED VOLTAGE REPORT:									
SYSTEM	CONTINGENCY	<----- B U S ----->			V-CONT	V-INIT	V-MAX	V-MIN	
'AUSTURLAND'	RANGE HRY_STU	5014	STUDL66	66.000	0.88973	0.99946	1.10000	0.90000	
'AUSTURLAND'	RANGE HRY_STU	5026	SOMAST/FJ-AL66.000		0.89278	0.99508	1.10000	0.90000	

Tafla 15. N-1 athugun á hringnum árið 2006 við óbreytt ástand búnaðar og eingöngu á forgangsálagi. Fáskrúðsfjörður og Stöðvarfjörður fæddir frá Stuðlum.

Niðurstöður sýndu um 20% yfirálag á 132 kV vaf á spennu á Hryggstekki við útleysingu á spennu eða línu milli Hryggstekks og Eyvindarár ásamt undirspennu á teinum.

4. Árið 2006 án ótryggðs afls, hringur óbreyttur – Fáskrúðsfjörður og Stöðvarfjörður fæddir frá Teigarhorni:

Sama könnun var gerð og í lið 3, með þeim breytingum að Fáskrúðsfjörður og Stöðvarfjörður eru fæddir frá Teigarhorni.

ACCC OVERLOAD REPORT: MONITORED ELEMENTS LOADED ABOVE 100.0 % OF RATING SET A									
<----- MONITORED BRANCH ----->					CONTINGENCY	RATING	FLOW	%	
5010*HRYGG	132.00	3WNDTR	HRY_SP 1	WND 1 1	HRY_EYV	32.0	32.4	101.3	
5010*HRYGG	132.00	3WNDTR	HRY_SP 1	WND 1 1	EYV_SP1_UTI	32.0	32.4	101.2	
MONITORED VOLTAGE REPORT:									
SYSTEM	CONTINGENCY	<----- B U S ----->			V-CONT	V-INIT	V-MAX	V-MIN	

Tafla 16. N-1 athugun á hringnum fyrir árið 2007 (eftir september) við óbreytt ástand búnaðar og við fullt álag. Fáskrúðsfjörður og Stöðvarfjörður eru hér fæddir frá Teigarhorni.

Niðurstöður sýndu mun minna yfirálag á 132 kV vaf á spenni á Hryggstekk, eða aðeins um 1% við útleysingu á spenni eða línu milli Hryggstekks og Eyvindarár í stað 20% þegar Fáskrúðsfjörður og Stöðvarfjörður eru fæddir frá Stuðlum. Spenna á teinum er í lagi.

5. Árið 2007 við fullt álag, hringur óbreyttur – Fáskrúðsfjörður og Stöðvarfjörður fæddir frá Stuðlum:

Í lok ársins 2007 er afl í hringnum komið í eðlilegt horf þar sem ekki er lengur um að ræða byggingarafmagn fyrir Fjarðarál.

Niðurstöður sýndu undirspennu á teinum og töluvert yfirálag á búnaði við neðangreinda atburði þegar hringurinn er rekinn á fullu álagi.

ACCC OVERLOAD REPORT: MONITORED ELEMENTS LOADED ABOVE 100.0 % OF RATING SET A									
<----- MONITORED BRANCH ----->					CONTINGENCY	RATING	FLOW	%	
5010*HRYGG	132.00	3WNDTR	HRY_SP1	WND 1 1	LAG_EYV	32.0	34.3	107.1	
5016*EYVIND	132.00	5017	EYVIND66	66.000 1	HRY_STU	40.0	61.8	154.5	
5017 EYVIND66	66.000	5025*ESKIFJ/NESK	66.000 1		HRY_STU	40.0	39.5	138.3	
5010*HRYGG	132.00	3WNDTR	HRY_SP1	WND 1 1	HRY_EYV	32.0	55.3	172.9	
5014*STUDLAR66	66.000	5015 HRYGG66	66.000 1		HRY_EYV	40.0	47.7	135.9	
5014 STUDLAR66	66.000	5025*ESKIFJ/NESK	66.000 1		HRY_EYV	40.0	34.4	103.8	
5010*HRYGG	132.00	3WNDTR	HRY_SP1	WND 1 1	EYV_ESK	32.0	44.2	138.2	
5014*STUDLAR66	66.000	5015 HRYGG66	66.000 1		EYV_ESK	40.0	39.9	107.7	
5016*EYVIND	132.00	5017 EYVIND66	66.000 1		ESK_STU	40.0	40.8	102.0	
5016*EYVIND	132.00	5017 EYVIND66	66.000 1		HRY_SP1_UTI	40.0	59.4	148.4	
5017 EYVIND66	66.000	5025*ESKIFJ/NESK	66.000 1		HRY_SP1_UTI	40.0	39.2	132.0	
5010*HRYGG	132.00	3WNDTR	HRY_SP1	WND 1 1	EYV_SP1_UTI	32.0	55.3	172.9	
5014*STUDLAR66	66.000	5015 HRYGG66	66.000 1		EYV_SP1_UTI	40.0	47.7	135.9	
5014 STUDLAR66	66.000	5025*ESKIFJ/NESK	66.000 1		EYV_SP1_UTI	40.0	34.4	103.8	
MONITORED VOLTAGE REPORT:									
SYSTEM	CONTINGENCY	<----- B U S ----->			V-CONT	V-INIT	V-MAX	V-MIN	
'AUSTURLAND'	RANGE HRY_STU	5014	STUDLAR66	66.000	0.69754	0.95156	1.10000	0.90000	
'AUSTURLAND'	RANGE HRY_STU	5017	EYVIND66	66.000	0.82037	0.94454	1.10000	0.90000	
'AUSTURLAND'	RANGE HRY_STU	5025	ESKIFJ/NESK	66.000	0.71400	0.93219	1.10000	0.90000	
'AUSTURLAND'	RANGE HRY_EYV	5014	STUDLAR66	66.000	0.87709	0.95156	1.10000	0.90000	
'AUSTURLAND'	RANGE HRY_EYV	5016	EYVIND	132.00	0.80190	0.98900	1.10000	0.90000	
'AUSTURLAND'	RANGE HRY_EYV	5017	EYVIND66	66.000	0.80190	0.94454	1.10000	0.90000	
'AUSTURLAND'	RANGE HRY_EYV	5019	HRYGG11	11.000	0.89539	0.95633	1.10000	0.90000	
'AUSTURLAND'	RANGE HRY_EYV	5025	ESKIFJ/NESK	66.000	0.82874	0.93219	1.10000	0.90000	
'AUSTURLAND'	RANGE HRY_EYV	5200	LAGARFO5	66.000	0.88810	0.99336	1.10000	0.90000	
'AUSTURLAND'	RANGE EYV_ESK	5025	ESKIFJ/NESK	66.000	0.89667	0.93219	1.10000	0.90000	
'AUSTURLAND'	RANGE ESK_STU	5017	EYVIND66	66.000	0.89222	0.94454	1.10000	0.90000	
'AUSTURLAND'	RANGE ESK_STU	5025	ESKIFJ/NESK	66.000	0.83545	0.93219	1.10000	0.90000	
'AUSTURLAND'	RANGE HRY_SP1_UTI	5014	STUDLAR66	66.000	0.72950	0.95156	1.10000	0.90000	
'AUSTURLAND'	RANGE HRY_SP1_UTI	5015	HRYGG66	66.000	0.73018	0.96563	1.10000	0.90000	
'AUSTURLAND'	RANGE HRY_SP1_UTI	5017	EYVIND66	66.000	0.83622	0.94454	1.10000	0.90000	
'AUSTURLAND'	RANGE HRY_SP1_UTI	5025	ESKIFJ/NESK	66.000	0.74184	0.93219	1.10000	0.90000	
'AUSTURLAND'	RANGE EYV_SP1_UTI	5014	STUDLAR66	66.000	0.87709	0.95156	1.10000	0.90000	
'AUSTURLAND'	RANGE EYV_SP1_UTI	5017	EYVIND66	66.000	0.80190	0.94454	1.10000	0.90000	
'AUSTURLAND'	RANGE EYV_SP1_UTI	5019	HRYGG11	11.000	0.89539	0.95633	1.10000	0.90000	
'AUSTURLAND'	RANGE EYV_SP1_UTI	5025	ESKIFJ/NESK	66.000	0.82874	0.93219	1.10000	0.90000	
'AUSTURLAND'	RANGE EYV_SP1_UTI	5200	LAGARFO5	66.000	0.88810	0.99336	1.10000	0.90000	

Tafla 17. N-1 athugun á hringnum árið 2007 (eftir september) við óbreytt ástand búnaðar og við fullt álag. Fáskrúðsfjörður og Stöðvarfjörður eru hér fæddir frá Stuðlum.

Ljóst að hringurinn þolir ekki að vera rekinn á fullu álagi þegar línur eða spennar í hringnum falla úr rekstri og gildir það til ársins 2030 að öllu óbreyttu.

6. Árið 2007 við fullt álag, hringur óbreyttur – Fáskrúðsfjörður og Stöðvarfjörður fæddir frá Teigarhorni:

Niðurstöður sýndu minna yfirálag á búnaði við neðangreinda atburði þegar Fáskrúðsfjörður og Stöðvarfjörður eru fæddir frá Teigarhorni í stað Stuðla, en þó er yfirálag það mikið í hringnum að ekki er ráðlegt að reka hringinn á fullu álagi við þessa atburði. Undirspenna var einnig víða í hringnum og fer spennan lægst í rúmlega 0,81 pu á Stuðlum en einnig víða annarsstaðar.

ACCC OVERLOAD REPORT: MONITORED ELEMENTS LOADED ABOVE 100.0 % OF RATING SET A									
<----- MONITORED BRANCH ----->				CONTINGENCY		RATING	FLOW	%	
5016*EYVIND	132.00	5017 EYVIND66	66.000 1	HRÝ_STU		40.0	44.8	111.9	
5010*HRYGG	132.00	3WNDTR HRY_SP1	WND 1 1	HRÝ_EYV		32.0	44.1	138.0	
5014*STUDLAR66	66.000	5015 HRYGG66	66.000 1	HRÝ_EYV		40.0	39.1	108.2	
5014 STUDLAR66	66.000	5025*ESKIFJ/NESK	66.000 1	HRÝ_EYV		40.0	34.5	100.7	
5010*HRYGG	132.00	3WNDTR HRY_SP1	WND 1 1	EYV_ESK		32.0	34.0	106.4	
5016*EYVIND	132.00	5017 EYVIND66	66.000 1	ESK_STU		40.0	40.8	102.0	
5016*EYVIND	132.00	5017 EYVIND66	66.000 1	HRÝ_SP1_UTI		40.0	43.3	108.1	
5010*HRYGG	132.00	3WNDTR HRY_SP1	WND 1 1	EYV_SP1_UTI		32.0	44.1	138.0	
5014*STUDLAR66	66.000	5015 HRYGG66	66.000 1	EYV_SP1_UTI		40.0	39.1	108.2	
5014 STUDLAR66	66.000	5025*ESKIFJ/NESK	66.000 1	EYV_SP1_UTI		40.0	34.5	100.7	
MONITORED VOLTAGE REPORT:									
SYSTEM	CONTINGENCY	<----- B U S ----->			V-CONT	V-INIT	V-MAX	V-MIN	
'AUSTURLAND'	RANGE HRÝ_STU	5014 STUDLAR66	66.000	0.81792	0.96768	1.10000	0.90000		
'AUSTURLAND'	RANGE HRÝ_STU	5017 EYVIND66	66.000	0.88338	0.95249	1.10000	0.90000		
'AUSTURLAND'	RANGE HRÝ_STU	5025 ESKIFJ/NESK	66.000	0.82038	0.94563	1.10000	0.90000		
'AUSTURLAND'	RANGE HRÝ_EYV	5016 EYVIND	132.00	0.82721	0.99308	1.10000	0.90000		
'AUSTURLAND'	RANGE HRÝ_EYV	5017 EYVIND66	66.000	0.82721	0.95249	1.10000	0.90000		
'AUSTURLAND'	RANGE HRÝ_EYV	5025 ESKIFJ/NESK	66.000	0.85590	0.94563	1.10000	0.90000		
'AUSTURLAND'	RANGE ESK_STU	5017 EYVIND66	66.000	0.89222	0.95249	1.10000	0.90000		
'AUSTURLAND'	RANGE ESK_STU	5025 ESKIFJ/NESK	66.000	0.83545	0.94563	1.10000	0.90000		
'AUSTURLAND'	RANGE HRÝ_SP1_UTI	5014 STUDLAR66	66.000	0.84353	0.96768	1.10000	0.90000		
'AUSTURLAND'	RANGE HRÝ_SP1_UTI	5015 HRYGG66	66.000	0.84432	0.97841	1.10000	0.90000		
'AUSTURLAND'	RANGE HRÝ_SP1_UTI	5017 EYVIND66	66.000	0.89523	0.95249	1.10000	0.90000		
'AUSTURLAND'	RANGE HRÝ_SP1_UTI	5025 ESKIFJ/NESK	66.000	0.84203	0.94563	1.10000	0.90000		
'AUSTURLAND'	RANGE EYV_SP1_UTI	5017 EYVIND66	66.000	0.82721	0.95249	1.10000	0.90000		
'AUSTURLAND'	RANGE EYV_SP1_UTI	5025 ESKIFJ/NESK	66.000	0.85590	0.94563	1.10000	0.90000		

Tafla 18. N-1 athugun á hringnum árið 2007 (eftir september) við óbreytt ástand búnaðar og við fullt álag. Fáskrúðsfjörður og Stöðvarfjörður eru hér fæddir frá Teigarhorni.

7. Árið 2007 án ótryggðs afls, hringur óbreyttur – Fáskrúðsfjörður og Stöðvarfjörður fæddir frá Stuðlum:

Athugun sýndi að fyrrnefndir atburðir valda ekki yfirálagi á búnaði. Mesta álag í hringnum verður á 132 kV vafi á spennu á Hryggstekk, um 73%. Annar búnaður í hringnum lestast um 60% eða minna við útleysingu á línun og spennun í hringnum. Spenna á teinum er í lagi.

ACCC OVERLOAD REPORT: MONITORED ELEMENTS LOADED ABOVE 100.0 % OF RATING SET A						
<----- MONITORED BRANCH ----->			CONTINGENCY	RATING	FLOW	%
MONITORED VOLTAGE REPORT:						
SYSTEM	CONTINGENCY	<----- B U S ----->	V-CONT	V-INIT	V-MAX	V-MIN

Tafla 19. N-1 athugun á hringnum árið 2007 (eftir september) við óbreytt ástand búnaðar og við fullt álag. Fáskrúðsfjörður og Stöðvarfjörður eru hér fæddir frá Stuðlum.

8. Árið 2006 við fullt álag eftir spennuhækkun – Fáskrúðsfjörður og Stöðvarfjörður fæddir frá Stuðlumi:

Niðurstöður sýndu hvorki yfirálag né undirspennu á teinum. . Hringurinn þolir því að vera rekinn á fullu álagi við fyrrgreinda atburði.

ACCC OVERLOAD REPORT: MONITORED ELEMENTS LOADED ABOVE 100.0 % OF RATING SET A						
<----- MONITORED BRANCH ----->			CONTINGENCY	RATING	FLOW	%
MONITORED VOLTAGE REPORT:						
SYSTEM	CONTINGENCY	<----- B U S ----->	V-CONT	V-INIT	V-MAX	V-MIN

Tafla 20. N-1 athugun á hringnum árið 2006 eftir spennuhækkun og við fullt álag. Fáskrúðsfjörður og Stöðvarfjörður eru fæddir frá Stuðlum.

6. Svipular athuganir

Gerð var athugun á sveiflum á afli, spennu og tíðni í hringnum við eftirtalin tilfelli:

- Útleysing á spennu á Eyvindará
- Útleysing á spennu á Hryggstekk

Ferill bilunar:

- Ástand kerfis stöðugt í 2 sekúndur
- Þriggja fasa skammhlaup á spennu
- Róftími 120 ms
- Útleysing á spennu

Athugunin var gerð fyrir árin 2006 og 2007, með og án breytinga á kerfinu og niðurstöður birtar í þessum kafla ásamt gröfum í viðauka 4.

6.1 Forsendur athugunar

Samkvæmt reglugerð 1048/2004 um gæði raforku og afhendingaröryggi skal meðalgildi rekstrartíðni mælt í 10s vera innan eftirfarandi marka: 50 Hz $\pm$ 99,5% tímans og 50 Hz $\pm$ 6 % (47-52 Hz) allan mælitímann.

Vikmörk spennu skulu vera $\pm$ 10% (sjá kafla 4).

6.2 Niðurstöður

6.2.1 Útleysing spennis á Hryggstekk

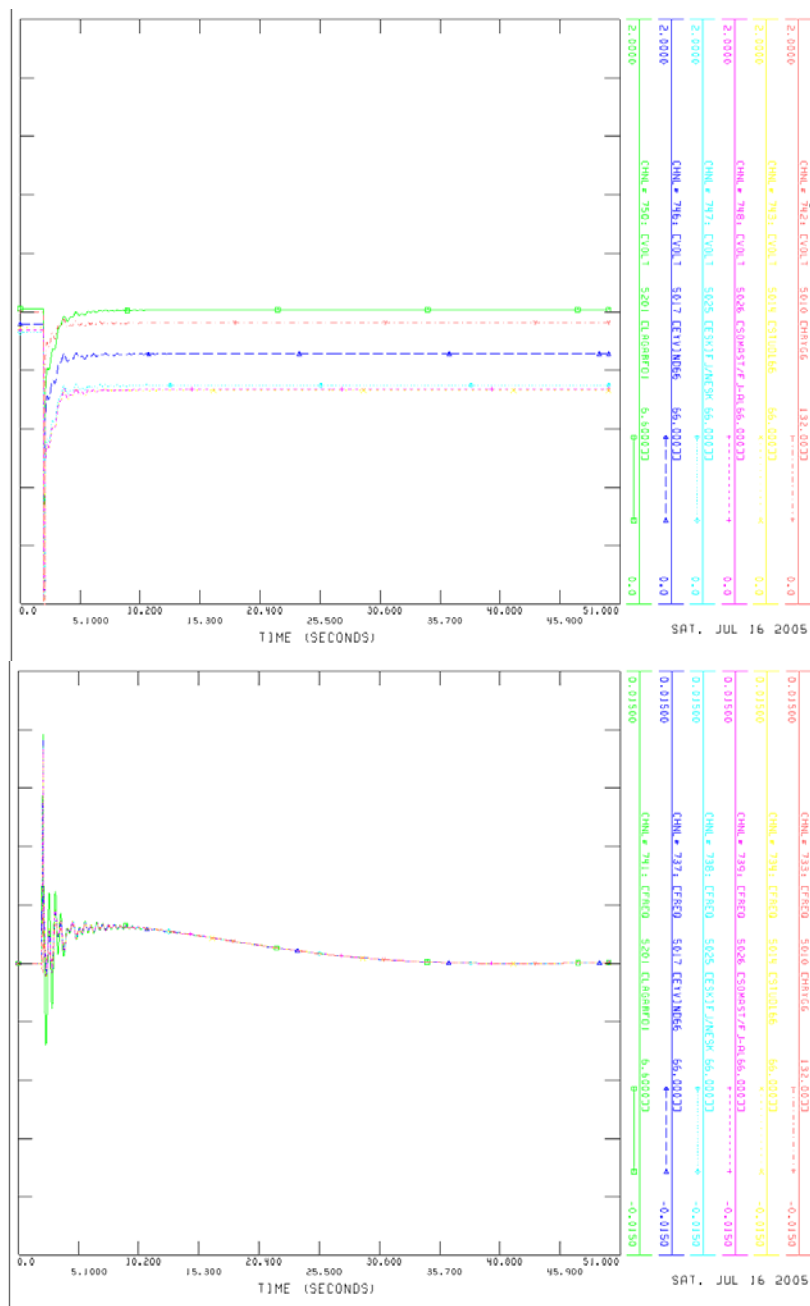
Árið 2006 við óbreytt ástand búnaðar - Hringurinn rekinn á fullu álagi

Litakóði	Teinn nr.	Aðveitustöð	Spennustig	Tíðni f [Hz]	Δf [%]	Spenna U [pu]
Grænt	5201	Lagarfoss	6,6 kV	50,6	1,2	1
Blátt	5016	Eyvindará	66 kV	50,6	1,2	0,85
Lj. blátt	5025	Eskifjörður	66 kV	50,6	1,2	0,75
Bleikt	5026	Sómastaðir	66 kV	50,6	1,2	0,74
Gult	5014	Stuðlar	66 kV	50,5	1,1	0,74
Rautt	5010	Hryggstekkur	132 kV	50,2	0,4	0,96

Tafla 16. Niðurstöður úr svipulum athugunum við skammhlaup og útleysingu á 32 MVA spennu á Hryggstekk fyrir óbreytt kerfi árið 2006 við fullt álag. Tíðni f sýnir hágildi svipuls tímabils, Δf sýnir hágildi breytingar á tíðni frá grunntóni og spenna U sýnir spennu í pu við stöðugt ástand kerfis eftir bilun.

Tíðnibreytingar á teinum verða ekki stórvægilegar eða mest um 1,2% upp í 50,6 rið sem ætti ekki að hafa stórvægileg áhrif á búnað tengdan hringnum. Hins vegar verður undirspenna á öllum teinum nema á Lagarfossi og 132 kV teini á Hryggstekk, mest á 66 kV teinum á Stuðlum og Sómastöðum.

Eftirfarandi gröf sýna spennu og tíðni á teinum, (sjá einnig gröf í viðauka 4).



Mynd 16: Spenna (efra) og tíðni (neðra) á teinum við skammhlaup og útleysingu á spenni á Hryggstekk.

Engin lausn fannst fyrir eftirfarandi tilvik:

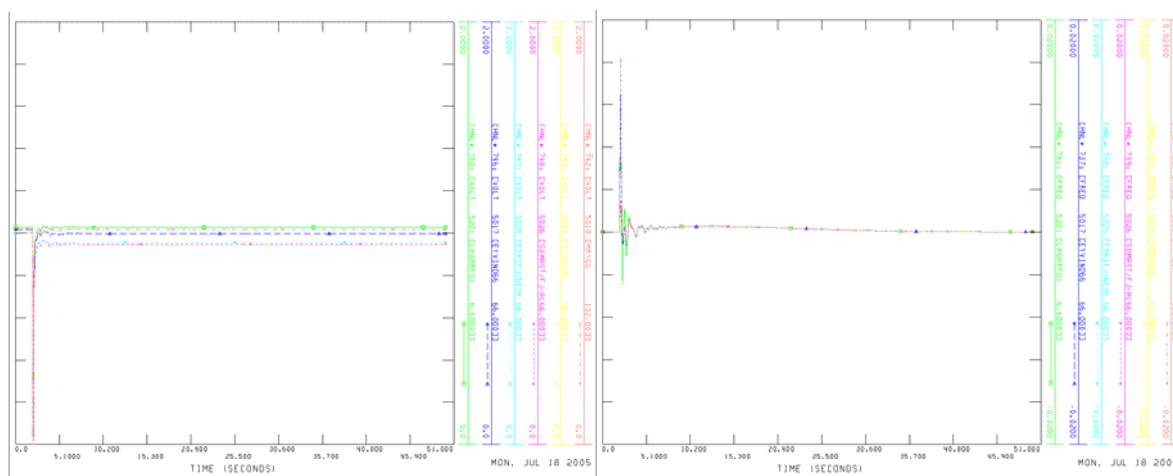
66 kV tein á Eskifirði síðustu 70 ms áður en skammhlaup er rofið

132 kV teini á Hryggstekk fyrstu 130 ms eftir að bilun var fjarlægð og spennir tekinn út.

Árið 2006 við óbreytt ástand búnaðar - Hringurinn rekinn á forgangsafl

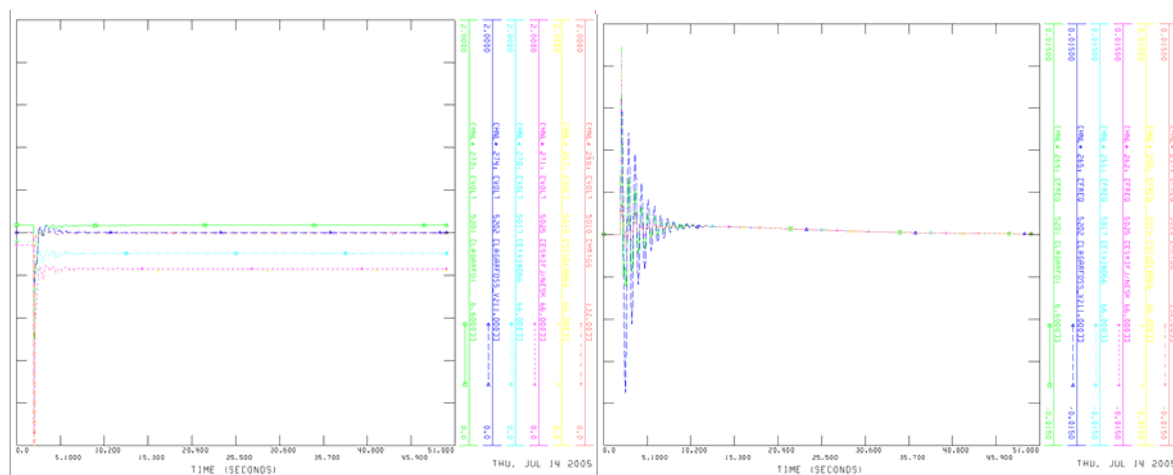
Litakóði	Teinn nr.	Aðveitustöð	Spennustig	Tíðni f [Hz]	Δf [%]	Spenna U [pu]
Grænt	5201	Lagarfoss	6,6 kV	50,9	1,7	1,03
Blátt	5016	Eyvindará	66 kV	50,9	1,7	0,99
Lj. blátt	5025	Eskifjörður	66 kV	50,8	1,6	0,96
Bleikt	5026	Sómastaðir	66 kV	50,8	1,6	0,95
Gult	5014	Stuðlar	66 kV	50,8	1,6	0,95
Rautt	5010	Hryggstekkur	132 kV	50,4	0,7	1,02

Tafla 17. Niðurstöður úr svipulum athugunum við skammhlaup og útleysingu á 32 MVA spennu á Hryggstekk fyrir óbreytt kerfi árið 2006 þegar lokað hefur verið fyrir ótryggt afl. Tíðni f sýnir hágildi svipuls tímabils, Δf sýnir hlutfallslegar breytingar á tíðni frá grunntóni og spenna U sýnir spennu í pu við stöðugt ástand kerfis eftir bilun.



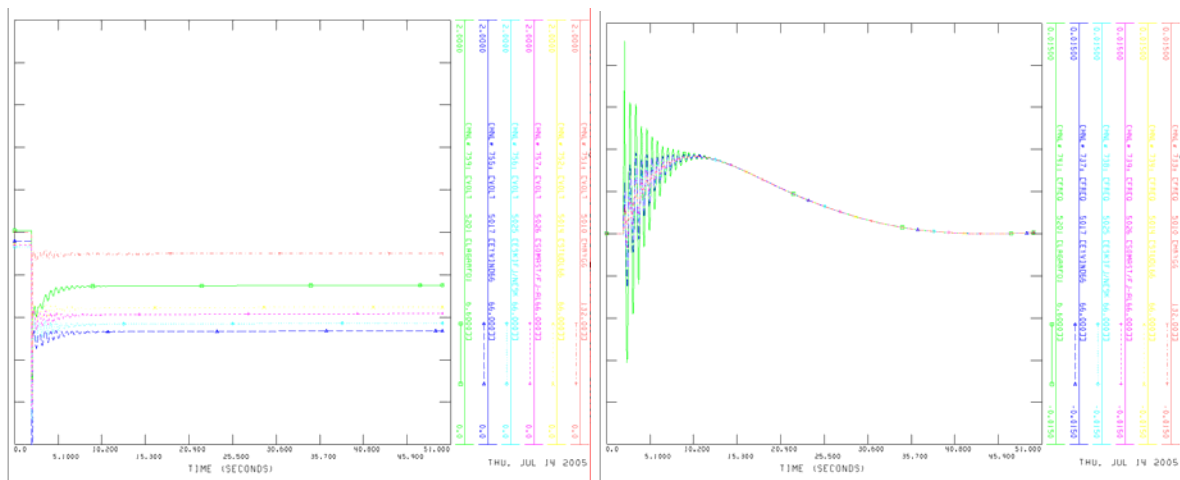
Mynd 17. Spenna (tv) og tíðni (th) á teinum við skammhlaup og útleysingu á spennu á Hryggstekk.

Árið 2007 við óbreytt ástand búnaðar - Hringurinn rekinn á fullu álagi

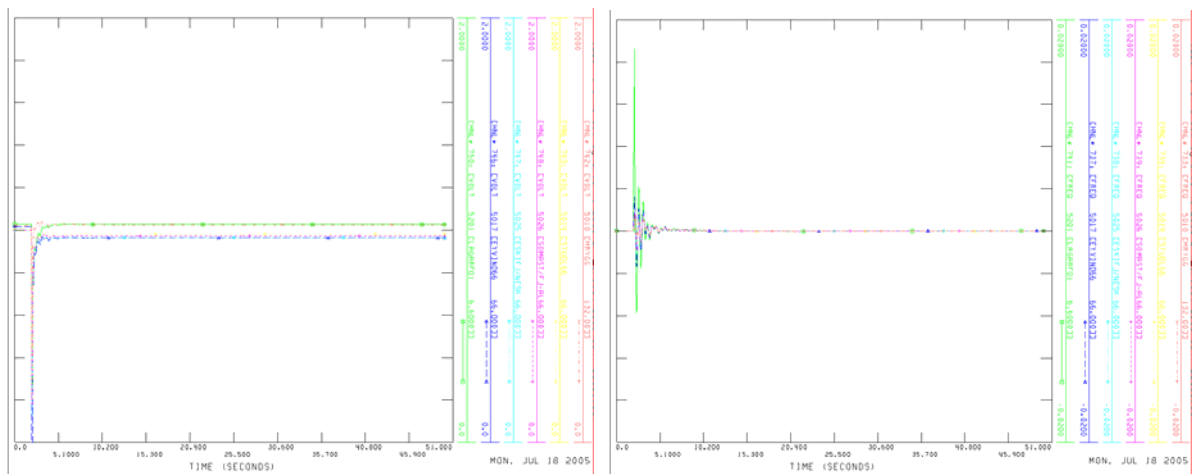


Mynd 18. Spenna (tv) og tíðni (th) á teinum við skammhlaup og útleysingu á spennu á Hryggstekk.

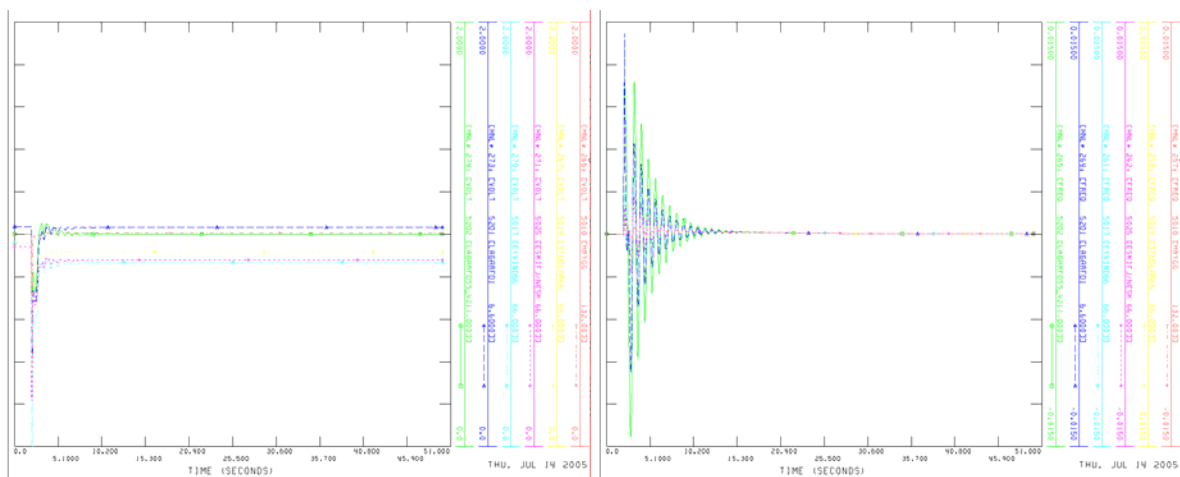
6.2.2 Útleysing spennis á Eyvindará



Mynd 19. Árið 2006 við óbreytt ástand búnaðar - Hringurinn rekinn á fullu álagi.
Spenna (tv) og tíðni (th) á teinum við skammhlaup og útleysingu á spennu á Eyvindará.



Mynd 20. Árið 2006 við óbreytt ástand búnaðar - Hringurinn rekinn á forgangsaflí.
Spenna (tv) og tíðni (th) á teinum við skammhlaup og útleysingu á spennu á Eyvindará.



Mynd 21. Árið 2007 við óbreytt ástand búnaðar - Hringurinn rekinn á fullu álagi.
Spenna (tv) og tíðni (th) á teinum við skammhlaup og útleysingu á spennu á Eyvindará.

7. Breytingar og kostnaður við spennuhækkun

7.1 Breytingar á hringnum

Skoðun á mannvirkjum sýndu eftirfarandi:

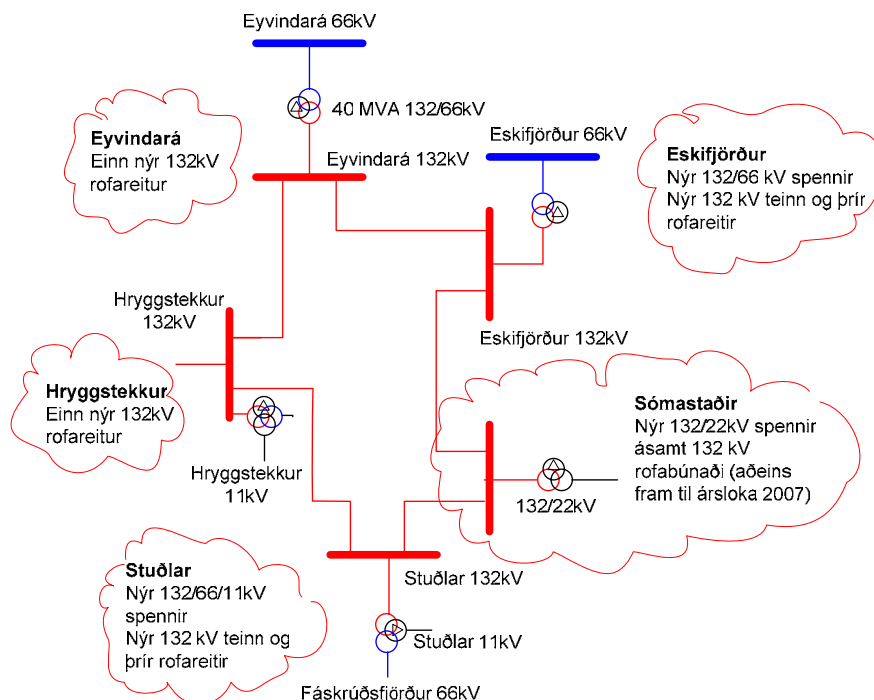
Á Stuðlum er búnaður almennt gamall og tími kominn á viðhald. Hagkvæmast væri að byggja nýjan 132 kV tein og þrjá rofareiti ásamt prívefjuspenni 132/66/11 kV fyrir tengingu til Stuðla og Fáskrúðsfjarðar.

Á Eskifirði er búnaður tiltölulega nýlegur. Þar sem endurnýja þyrfti all marga aflspenna og annan búnað sem tengdir eru inn á 66 kV kerfið er álitlegt að byggja nýtt 132 kV tengivirki á Eskifirði og spenna niður í 66 kV fyrir tengingu við innanhústengivirki á Eskifirði.

Á Eyvindará og á Hryggstekk er um að ræða einn nýjan 132 kV rofareit í hvoru tengivirki.

Breytingarnar yrðu því sem hér segir:

- Hryggstekkur:** Einn nýr rofareitur fyrir 132 kV tengingu á fyrirhuguðum streng til Stuðla.
Stuðlar: Nýtt 132 kV tengivirki með 132 kV teini ásamt þremur rofareitum og 132/66/11 kV spenni.
Eskifjörður: Nýtt 132 kV tengivirki með 132 kV teini ásamt þremur rofareitum og 132/66 kV spenni, fyrir tengingu við 66 kV innanhústengivirki.
Eyvindará: Einn nýr 132 kV rofareitur fyrir tengingu til Eskifjarðar.
Sómastaðir: Nýr 132/22 kV spennir í stað 66/22kV spennis ásamt 132 kV rofabúnaði (aðeins ef spenna verður hækkuð í hringnum fyrir árslok 2007).



Mynd 22. Hringurinn eftir spennuhækkun miðað við árið 2006.

7.2 Dæmi um kostnaðarútreikninga

Kostnaðarliður	millj. lkr
Nýr lofteinangraður 145 kV rofareitur	34,0
þar af: Rafbúnaður fyrir nýjan reit	26,0
Jarðvinna, undirstöður, jarðskaut og færsla á girðingum.	8,0
Samtals verkkostnaður (a):	34,0
Ófyrirséður kostnaður (b) - 15 %	5,1
Verktakakostnaður (c)	39,1
Hönnunar og umsjónark. (d) – 10 %	3,9
Undirbúningskostnaður (e) – 5%	2,0
Annar verkkostnaður (f) – 0%	0
Framkvæmdakostnaður (g)	45,0
Fjármagnskostnaður (h) – 0%	0
Stofnkostnaður (án VSK) (k)	45,0

M.v. ofangreingdar forsendur þá fæst framkvæmdakostnaður með því að margfalda verkkostnað með 1,32, þ.e.

framkvæmdakostnaður = verkkostnaður * 1,32

7.3 Áætlaður framkvæmdakostnaður við breytingar

Framkvæmdakostnaður við spennuhækkun yrði því:

Spennuhækkun allan hringinn, fyrir utan einangrun á línun fyrir 132 kV.	Ein. verð Mkr (án VSK)	Fjöldi	Ein.	Ein. verð alls Mkr (án VSK)
Hryggstekkur				
132 kV rofareitur með jarðvinnu, undirstöðum, jarðskautum og girðingum	45,0	1	stk	45,0
Hryggstekkur alls:				45,0
Stuðlar				
20 MVA spennir 132/66/11 kV	25,8	1	stk	25,8
132 kV teinn með möstrum, jarðvinnu, undirstöðum og jarðskautum	6,0	1	stk	6,0
132 kV rofareitir með jarðvinnu, undirstöðum, jarðskautum og girðingum	45,0	3	stk	135,0
Núverandi rofabúnaður notaður fyrir lágsþennuvöf á spennu	-	-	-	-
Stuðlar alls:				166,8

Eskifjörður				
40 MVA spennir 132/66 kV	43,4	1	stk	43,4
132 kV teinn með möstrum, jarðvinnu, undirstöðum og jarðskautum	6,0	1	stk	6,0
132 kV rofareitir með jarðvinnu, undirstöðum, jarðskautum og girðingum	45,0	3	stk	135,0
66 kV rofabúnaður fyrir tengingu við streng með jarðvinnu, undirstöðum, jarðskautum og girðingum	27,2	1	stk	27,2
Eskifjörður alls:				211,6
Eyvindará				
132 kV rofareitir með jarðvinnu, undirstöðum, jarðskautum og girðingum	45,0	1	stk	45,0
Eyvindará alls:				45,0
Sómastaðir				
Spennir 20 MVA 132/22 kV	25,8	1	stk	25,8
132 kV rofabúnaður (á núverandi undirstöður)	34,0	1	stk	34,0
Sómastaðir alls:				59,8
1) Framkvæmdakostn. við spennuhækkun árin 2006-2007 (með Sómastöðum) alls:				528,2
2) Framkvæmdakostn. við spennuhækkun eftir árið 2007 (án Sómastaða) alls:				468,4

8. Viðauki 1 - Forsendur fyrir háspennustrengi og línur

Strengir

Fyrirhugað er að leggja 132kV 300mm²AL streng milli Hryggstekks og Stuðla í sumar. Þessi strengur var tekinn með í aflflæðiathugunina, en 66 kV strengendar við Hryggstekkk, Eskifjörð og Sómastaði voru ekki teknir með í aflflæðiathugunina, þar sem þeir eru stuttir.

Kennistærðir fyrir 300mm²AL strengi:

R [ohm/km]	*L [mH/km]	X [ohm/km]	C [uF/km]	**B [uS/km]
0,1	0,609	0,191	0,13	40,85

*L = $0,05 + 0,2 \cdot \ln(K \cdot s/r)$ [mH/km] þar sem $K=1,26$ fyrir flata lögn, $s = 0,070m + De$, $De = 0,057m$ (þvermál strengs) og $r = 0,009772m$ (radius leiðara). **B = $j \cdot 2 \cdot \pi \cdot f \cdot C$.

Línur

Línur eru á eftirfarandi stöðum í hringnum:

- Hryggstekkur-Eyvindará 132 kV
- Eyvindará – Eskifjörður 132 kV, rekin á 66 kV
- Eskifjörður – Stuðlar 132 kV, rekin á 66 kV

Kennistærðir fyrir línurnar eru eftirfarandi:

Línur	Lengd [km]	R1 [ohm/km]	X1 [ohm/km]	Y1 [uS/km]	R0 [ohm/km]	X0 [ohm/km]	Y0 [uS/km]
Hryggstekkur-Eyvindará (Ál)	27,5	0,171	0,428	2,713	0,293	0,967	1,746
Eyvindará-Eskifjörður (1/2 Ál)	16,0	0,170	0,850	3,255	0,343	1,623	2,095
Eyvindará-Eskifjörður (2/2 Stál)	12,8	0,105	0,489	3,388	0,278	1,603	2,150
Eskifjörður-Stuðlar (Ál)	16,7	0,171	0,428	2,713	0,293	0,967	1,746

Ofangreindar upplýsingar eru skv. upplýsingum frá Landsneti nema fyrir línu milli Eskifjarða og Stuðla. Upplýsingar lágu ekki fyrir um þá línu og kennistærðir fyrir línu milli Hryggstekks og Eyvindará voru því notaðar.

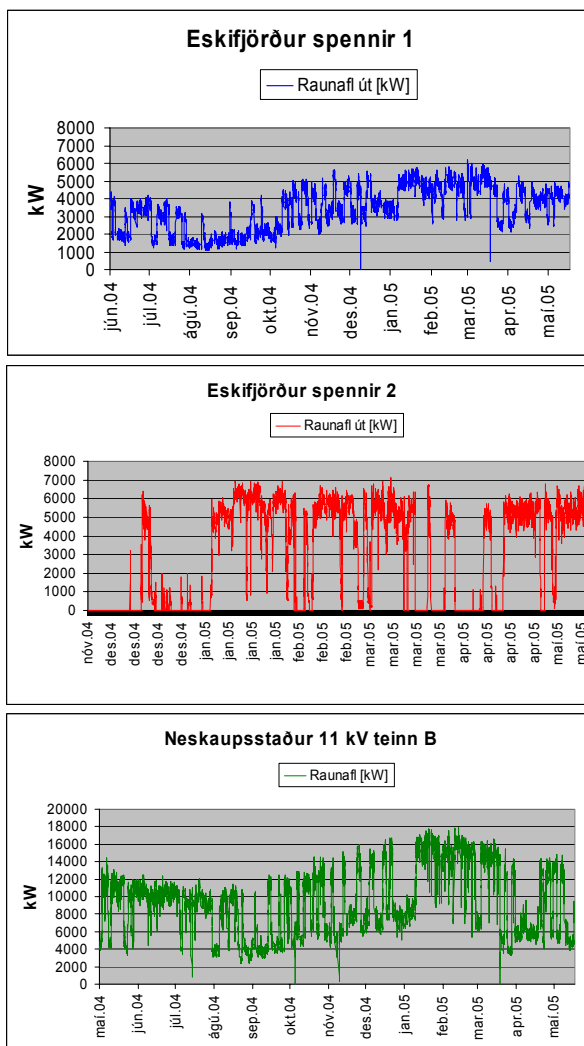
9. Viðauki 2 – Álagsforsendur

Álag á Eskifirði – Eskifjörður og Neskaupsstaður

Samkvæmt gögnum frá RARIK á Austurlandi er álag á Eskifirði og Neskaupsstað mjög breytilegt eftir árstíð, þar sem bæði er um að ræða byggðarálag (forgangsorku) og ótryggða orku fyrir bræðslur sem aðallega eru í gangi á fyrstu mánuðum ársins. Samkvæmt gögnum getur samanlögð aflnotkun farið upp í 30 MW á þessum mánuðum, ef bræðslur á Eskifirði og Neskaupsstað eru báðar í gangi í einu, miðað við hámarksafltölur fyrir bræðslur í mælingum 2004-2005. Samanlagt samtímaafi mældist þó hæst rúmlega 24 MW í desember 2004 og rúmlega 27 MW á fyrstu mánuðum ársins 2005.

Desemberálag
24,3 MW

Hámarksálag
27,1 MW



Mynd 23. Mælt álag á spennum 1 og 2 á Eskifirði ásamt álagi á 11 kV teini á Neskaupsstað.

Álag á Stuðlum – Reyðarfjörður og Fáskrúðsfjörður

Álag á stuðlum var byggt á aflnotkun á Reyðarfirði og mældu álagi á 66 kV teini á Stuðlum til Fáskrúðsfjarðar.

Desemberálag
9,1 MW

Hámarksálag
11,3 MW

Álag á Sómastöðum – Byggingarafmagn fyrir Fjarðaál

Álag á Sómastöðum hefur mælt u.þ.b. 0,5 MW það sem af er árinu 2005 og er áætlað að það fari hæst í 7 MW seinnipart árs 2006 og fyrri part árs 2007 þegar framkvæmdir við Fjarðaál eru í hámarki. Samkvæmt áætlun á spennusetning í Fjarðaáli að fara fram í september árið 2007 og mun álagið á Sómastöðum falla niður samsvarandi á þeim tíma.

Álag á Lagarfossi – Vopnafjörður og Lagarfoss 11 kV

Mælt álag á Vopnafirði fyrir desember var 4,3 MW og hámarksálag yfir árið var 4,5 MW. Áætlað álag á Lagarfossteini 11 kV er u.þ.b. 1,5-2 MW og samanlagt álag á Lagarfossi er þá:

Desemberálag
6,3 MW

Hámarksálag
6,5 MW

Álagið var sett í 7 MW þar sem það er áætlað hámarksálag á Lagarfossi

Álag á Eyvindará – Seyðisfjörður og Eyvindrá 11 kV.

Álag á Eyvindará er byggt á aflnotkun á Seyðisfirði ásamt mismunatölum á Eyvindará 11 kV og framleiðslu í Grímsá. Ekki er um nákvæmar tölur að ræða þar sem mikill munur er á notkun á framleiðslu á hverjum tíma.

Mismunur á desemberálagi og hámarksálagi fyrir ótryggt afl á Seyðisfirði var mikill, eða 11,5 MW.

Desemberálag
13 MW

Hámarksálag
24,5 MW

10. Viðauki 3 – Hönnunarforsendur fyrir (N-1)-rekstur

Í umræðum um hönnunarforsendur raforkukerfa er gjarnan talað um að kerfin uppfylli kröfur um (N-1), (N-2) o.s.frv. Með öðrum orðum að kerfi með *N* rekstrareiningum þolir að missa út eina, tvær eða fleiri einingar úr rekstri án þess að það hafi áhrif á orkuafhendingu. Algengast er að kerfin uppfylli (N-1) kröfu, nema þar sem álagspéttleiki er mjög mikill og strangari kröfur eru mögulegar án þess að kostnaður fari úr böndum. Einnig skiptir verðlagning óafhentar orku miklu máli.



N-1 kerfi þýðir að það hefur ekki áhrif á afhendingu raforku til viðskiptavina þó ein eining í kerfinu fari úr rekstri

Hér á Íslandi meðan flutningskerfið hefur tilheyrt Landsvirkjun hefur verið notuð fullkomin (N-1) regla í 220 kV kerfinu en svokölluð takmörkuð (N-1) reglu í 132 kV kerfinu. Báðar þessar forsendur eiga að gera rekstur kerfisins mögulegan með eina einingu úr rekstri á mesta álagstíma, en takmarkaða reglan gerir ekki kröfu um samfellda afhendingu meðan truflun gengur yfir og því getur orðið algjört eða svæðisbundið straumleysi fyrst eftir truflun auk þess sem skerðing ótryggðrar orku og notkun varavéla er heimil. Reglan um fullt (N-1) kerfi á að tryggja eðlilega orkuafhendingu meðan truflun gengur yfir og því á mjög takmarkaður fjöldi orkukaupenda að verða var við truflunina. Landsnet hefur notað sömu forsendur og notaðar voru áður á flutningssviði Landsvirkjunar. Ekki hafa verið mótaðar hönnunarforsendur innan Landsnets enn sem komið er, en gera má ráð fyrir að þær verði svipaðar hvað varðar 220 kV og 132 kV spennu en eitthvað afbrigði af takmörkuð (N-1) reglunni verði notað í 66 kV kerfinu.

Hjá Landsneti er almennt gert ráð fyrir því að kerfið sé rekið sem N-1 kerfiⁱⁱ. Skerðing álags er líka notuð til að hjálpa kerfinu að ná stöðugleika, slíkar aðgerðir eru þó ávallt mjög viðkvæmar og gerast ekki nema í sátt við viðskiptavini

Kerfisrannsóknir byggjast á áætlunum um álag í afhendingarstöðum (aðveitu- eða spennistöðvum), þar sem orkuafhending á sér stað, og framleiðslu aflstöðva. Með þessum hætti er unnt að meta getu flutningskerfisins á hverjum tíma og flöskuhálsa þess. Tekið er mið af gildandi lögum og reglugerðum ásamt vinnureglum og hönnunarforsendum Landsnets. Einnig er tekið mið af vinnureglum sambærilegra fyrirtækja á Norðurlöndunum.

Til að meta ástand flutningskerfisins við eðlileg rekstrarskilyrði voru gerðir aflflæðiútreikningar sem byggðust á orkuspá og var miðað við hámarksálag kerfisins á hverjum tíma við gerð útreikningana.

Í þessari athugun voru rannsökuð áhrif þess að línur/strengur innan hringsins sem til athugunar er fari úr rekstri. Eru það eftirfarandi línur og strengur:

- Hryggstekkur – Eyvindará (lína)
- Eyvindará – Eskifjörður (lína)
- Eskifjörður – Stuðlar (lína)
- Stuðlar – Hryggstekkur (strengur)

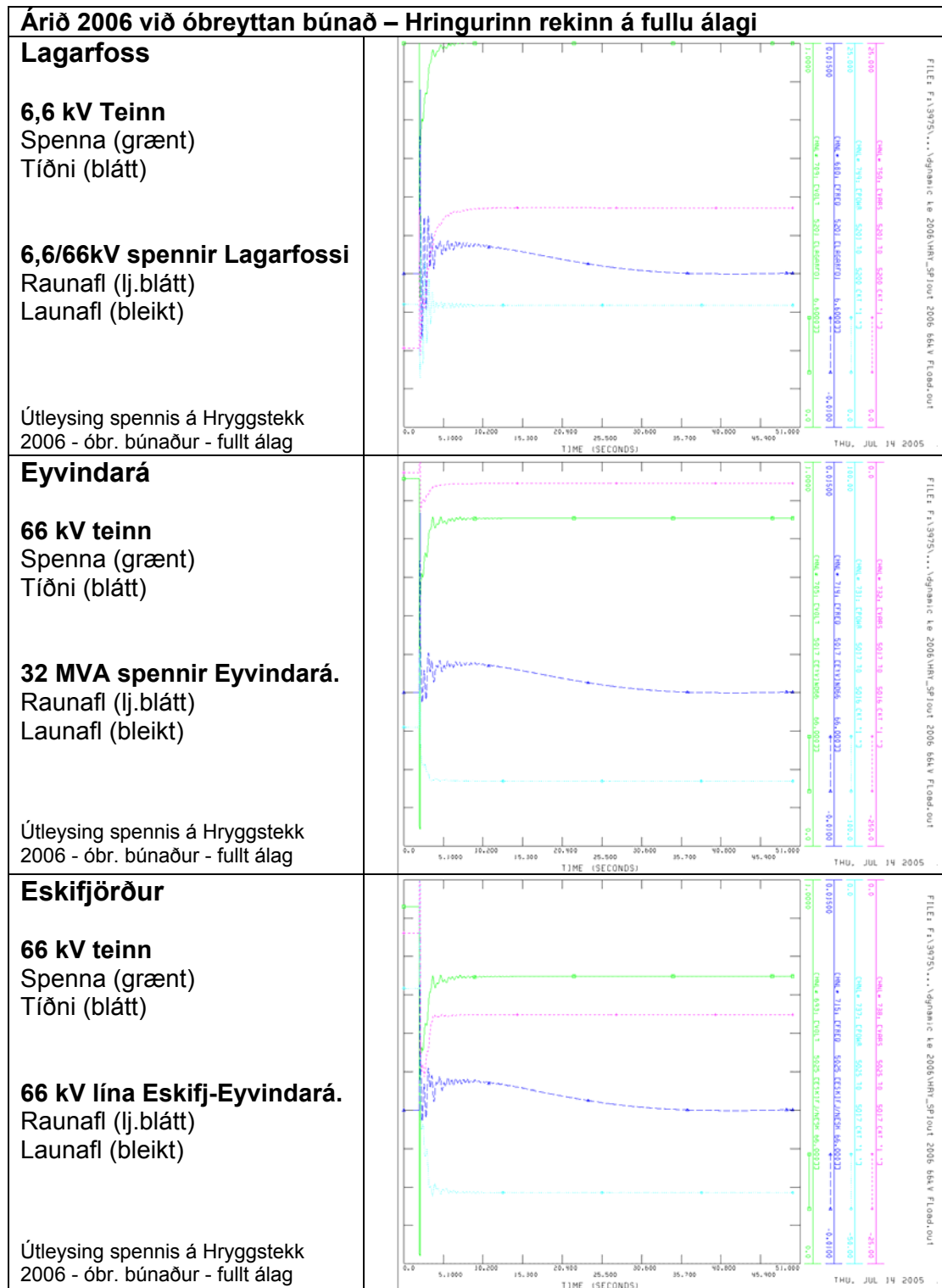
Í umfjöllun um þessi tilvik er miðað við að afbrigði af takmörkuð (N-1) reglunni verði notað í 66 kV kerfinu, eins og áður sagði.

ⁱⁱ Það þýðir hinsvegar ekki, að allar einingar séu með “bakland” ef þær bila. Þetta á eingöngu við um afhendingargæði ef einhver eining í kerfinu er úr rekstri.

11. Viðauki 4 – Gröf, svipular athuganir

11.1 Útleysing á spennni á Hryggstekk

Spenna tíðni og afl í hringnum.



Sómastaðir

66 kV teinn

Spenna (grænt)

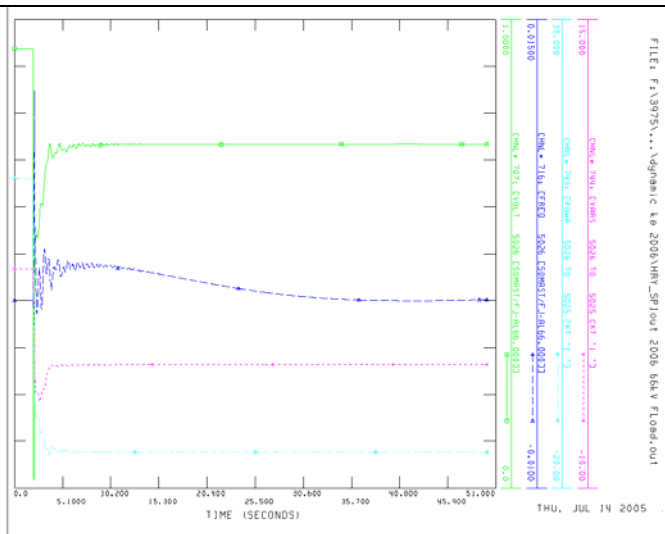
Tíðni (blátt)

66 kV lína Sómast-Eskifj.

Raunafl (lj.blátt)

Launafl (bleikt)

Útleysing spennis á Hryggstekk
2006 - óbr. búnaður - fullt álag



Stuðlar

66 kV teinn

Spenna (grænt)

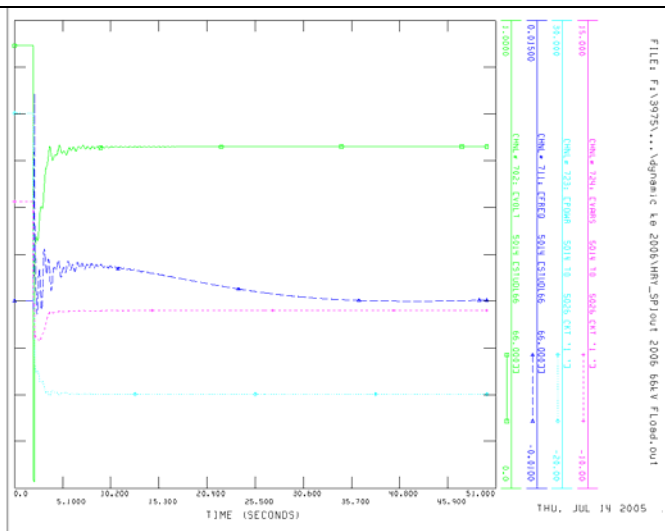
Tíðni (blátt)

66 kV lína Stuðlar-Sómast.

Raunafl (lj.blátt)

Launafl (bleikt)

Útleysing spennis á Hryggstekk
2006 - óbr. búnaður - fullt álag



Hryggstekkur

132 kV teinn

Spenna (grænt)

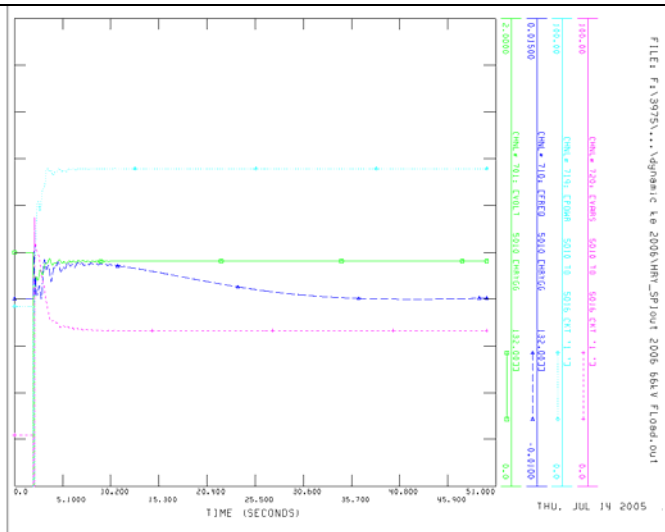
Tíðni (blátt)

132 kV lína Hryggst-Eyvind.

Raunafl (lj.blátt)

Launafl (bleikt)

Útleysing spennis á Hryggstekk
2006 - óbr. búnaður - fullt álag



Árið 2006 við óbreyttan búnað – Hringurinn rekinn á forgangsafli.

Lagarfoss

6,6 kV Teinn

Spenna (grænt)

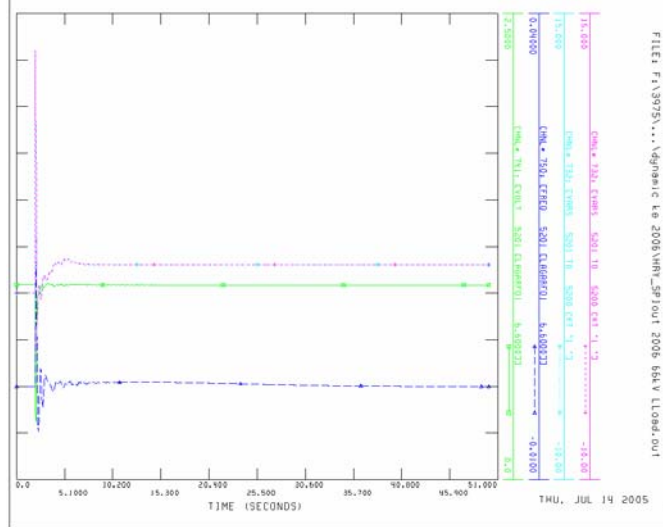
Tíðni (blátt)

6,6/66kV spennir Lagarfossi

Raunafl (lj.blátt)

Launafl (bleikt)

Útleysing spennis á Hryggstekk
2006 - óbr. búnaður - forgangsafi



Eyvindará

66 kV teinn

Spenna (grænt)

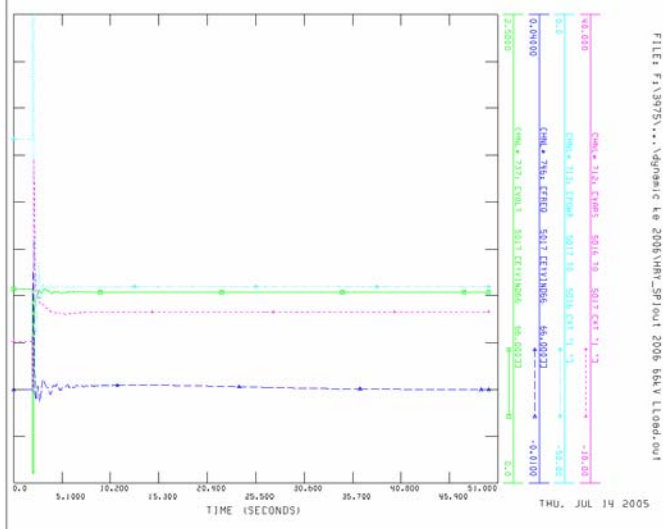
Tíðni (blátt)

32 MVA spennir Eyvindará.

Raunafl (lj.blátt)

Launafl (bleikt)

Útleysing spennis á Hryggstekk
2006 - óbr. búnaður - forgangsafi



Eskifjörður

66 kV teinn

Spenna (grænt)

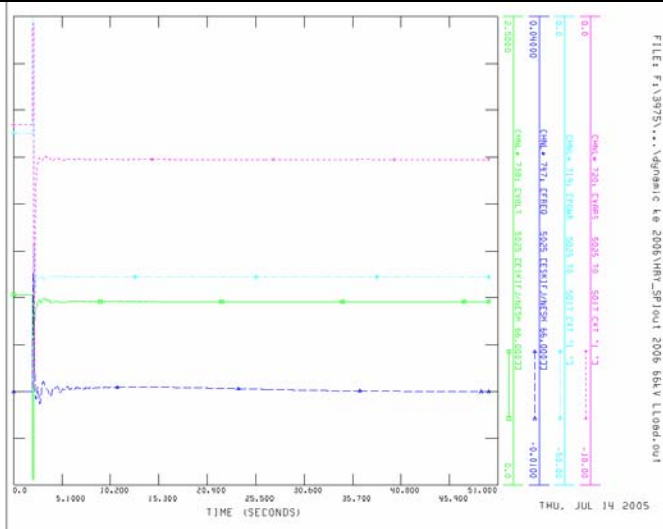
Tíðni (blátt)

66 kV lína Eskifj-Eyvindará.

Raunafl (lj.blátt)

Launafl (bleikt)

Útleysing spennis á Hryggstekk
2006 - óbr. búnaður - forgangsafi



Sómastaðir

66 kV teinn

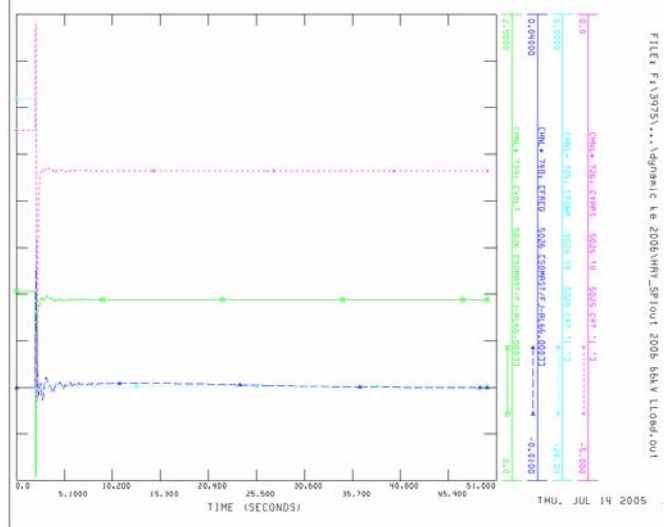
Spenna (grænt)

Tíðni (blátt)

66 kV lína Sómast-Eskifj.

Raunafli (lj.blátt)

Launafl (bleikt)

Útleysing spennis á Hryggstekk
2006 - óbr. búnaður - forgangsafi

Stuðlar

66 kV teinn

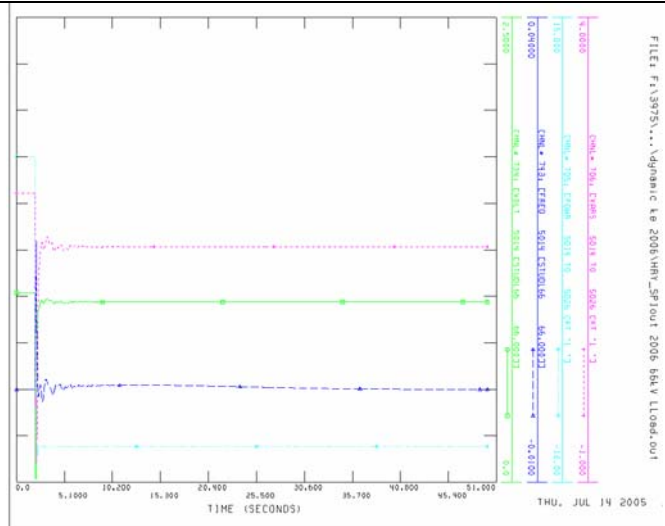
Spenna (grænt)

Tíðni (blátt)

66 kV lína Stuðlar-Sómast.

Raunafli (lj.blátt)

Launafl (bleikt)

Útleysing spennis á Hryggstekk
2006 - óbr. búnaður - forgangsafl

Hryggstekkur

132 kV teinn

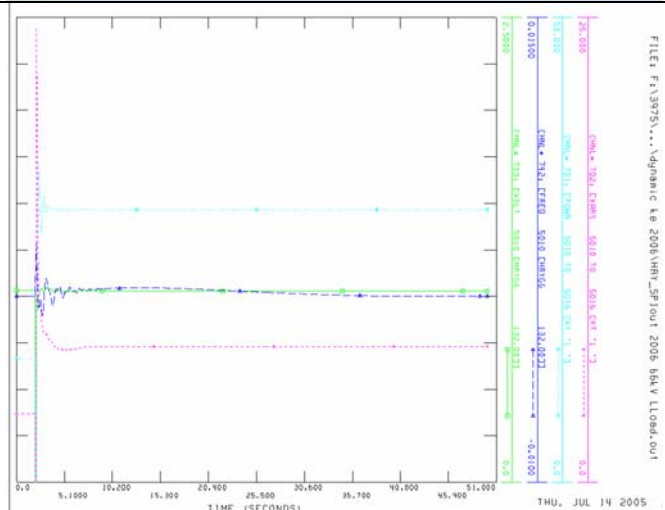
Spenna (grænt)

Tíðni (blátt)

132 kV lína Hryggst-Eyvind.

Raunafli (lj.blátt)

Launafl (bleikt)

Útleysing spennis á Hryggstekk
2006 - óbr. búnaður - forgangsafl

Árið 2007 við óbreyttan búnað – Hringurinn rekinn á fullu álagi

Lagarfoss

6,6 kV teinn vél 1

Spenna (grænt)

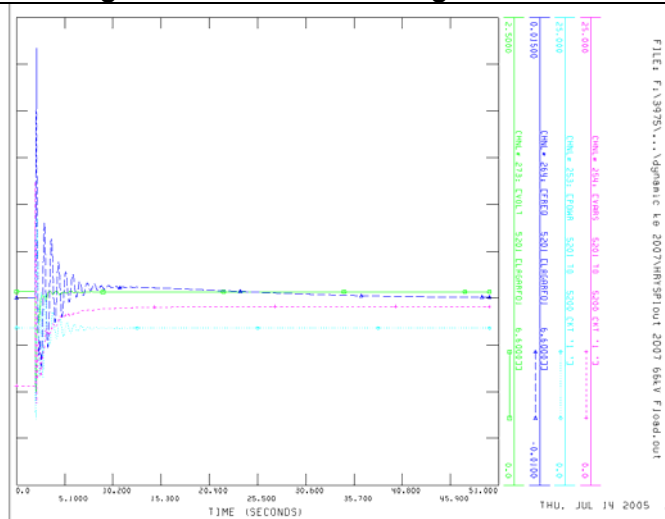
Tíðni (blátt)

6,6/66kV spennir 1 Lagarf.

Raunafl (lj.blátt)

Launafl (bleikt)

Útleysing spennis á Hryggstekk
2007 - óbr. búnaður - fullt álag



Lagarfoss

6,6 kV teinn vél 2

Spenna (grænt)

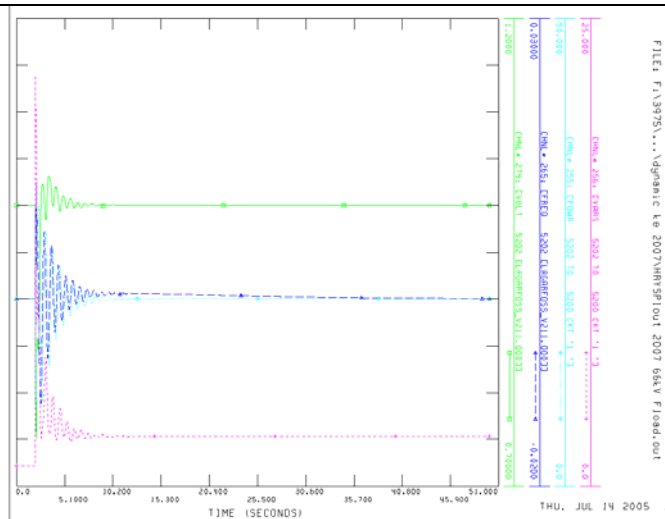
Tíðni (blátt)

6,6/66kV spennir 2 Lagarf.

Raunafl (lj.blátt)

Launafl (bleikt)

Útleysing spennis á Hryggstekk
2007 - óbr. búnaður - fullt álag



Eyvindará

66 kV teinn

Spenna (grænt)

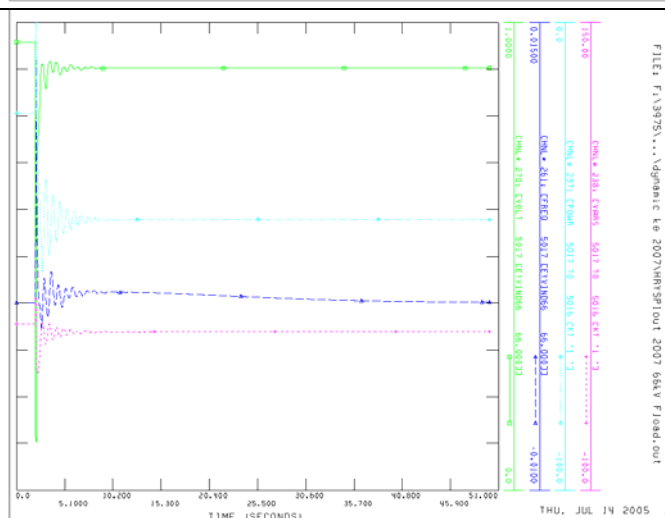
Tíðni (blátt)

32 MVA spennir Eyvindará.

Raunafl (lj.blátt)

Launafl (bleikt)

Útleysing spennis á Hryggstekk
2007 - óbr. búnaður - fullt álag



Eskifjörður

66 kV teinn

Spenna (grænt)

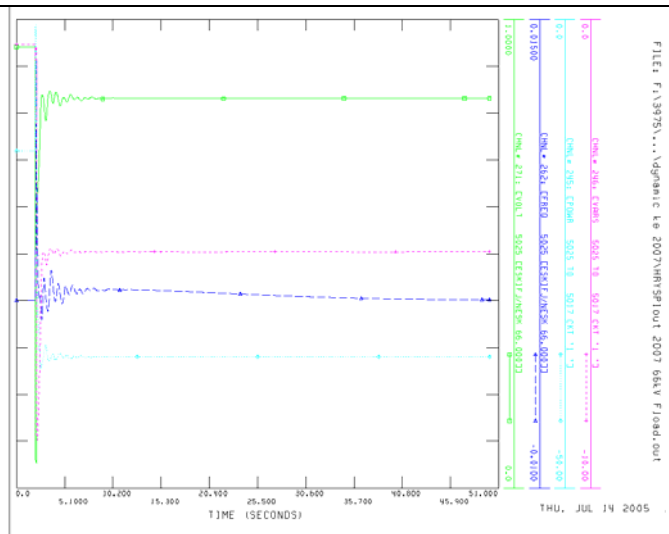
Tíðni (blátt)

66 kV lína Eskifj-Eyvindará.

Raunafl (lj.blátt)

Launafl (bleikt)

Útleysing spennis á Hryggstekk
2007 - óbr. búnaður - fullt álag 2007



Stuðlar

66 kV teinn

Spenna (grænt)

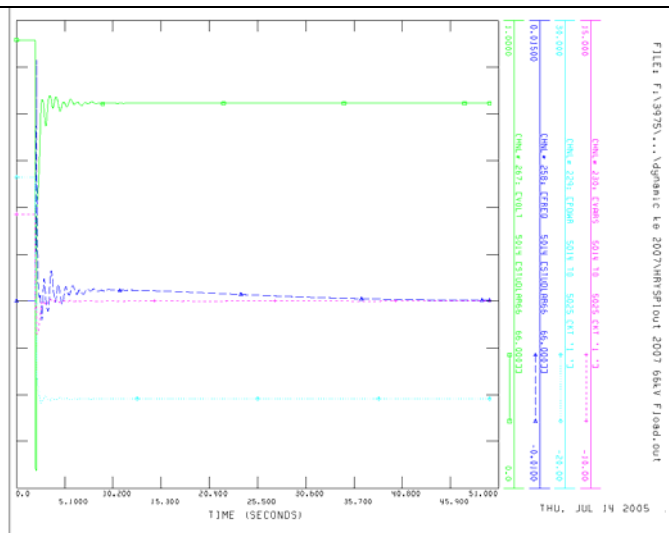
Tíðni (blátt)

66 kV lína Stuðlar-Eskifj.

Raunafl (lj.blátt)

Launafl (bleikt)

Útleysing spennis á Hryggstekk
2007 - óbr. búnaður - fullt álag



Hryggstekkur

132 kV teinn

Spenna (grænt)

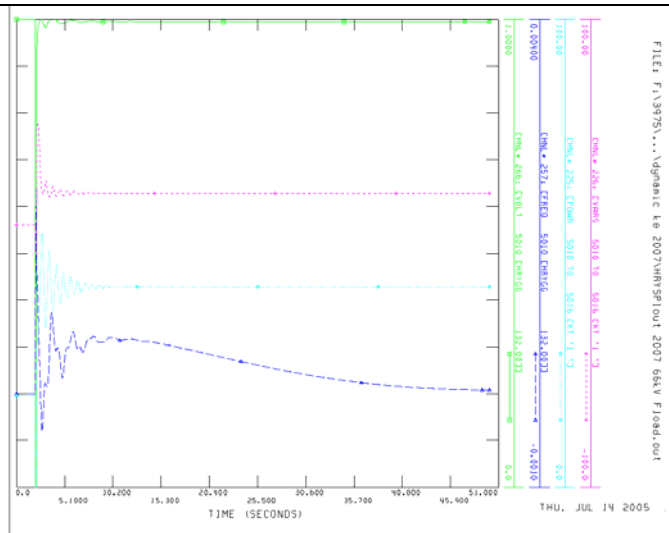
Tíðni (blátt)

132 kV lína Hryggst-Eyvind.

Raunafl (lj.blátt)

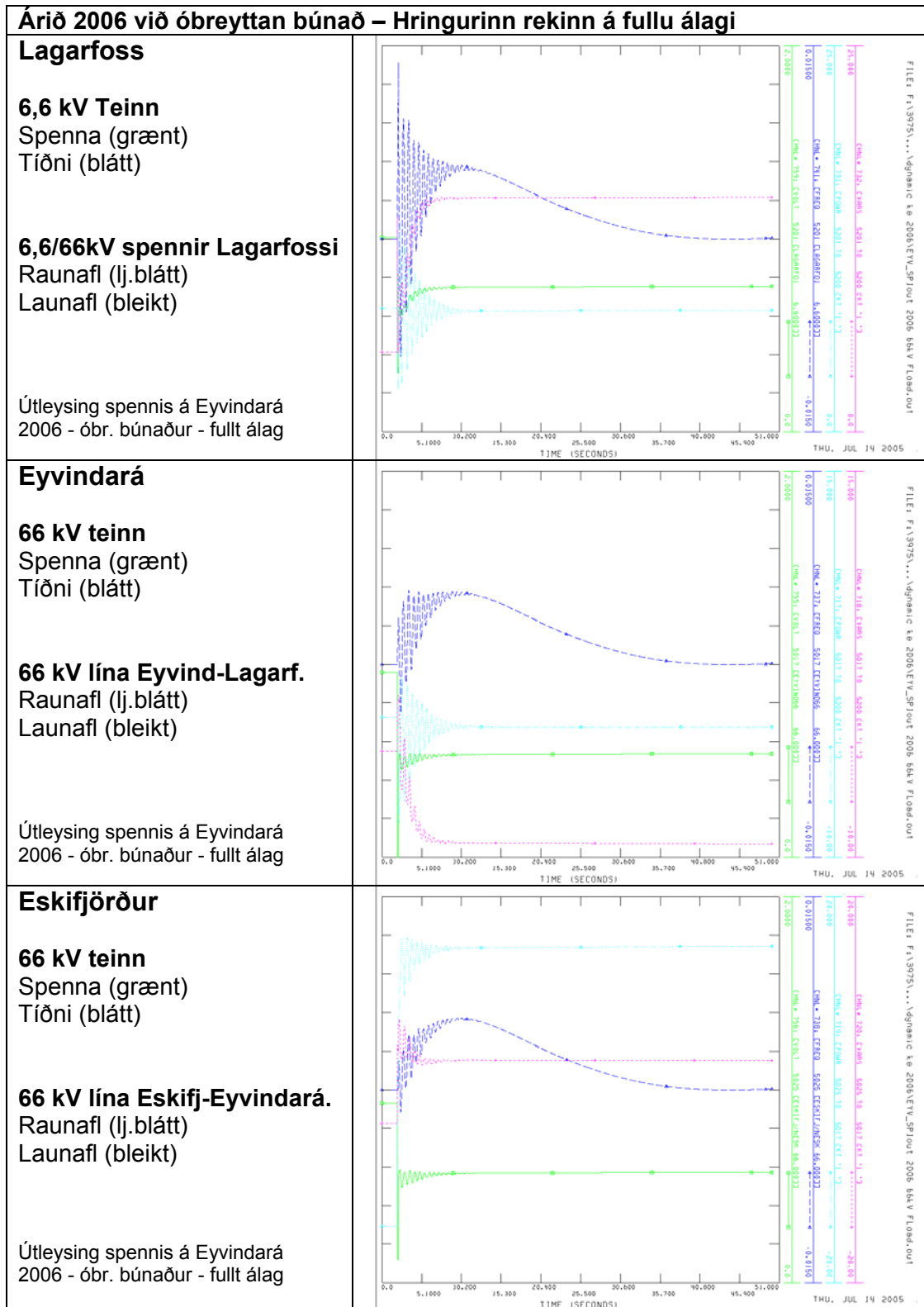
Launafl (bleikt)

Útleysing spennis á Hryggstekk
2007 - óbr. búnaður - fullt álag



11.2 Útleysing á spennni á Eyvindará

Spenna tíðni og afl í hringnum



Sómastaðir

66 kV teinn

Spenna (grænt)

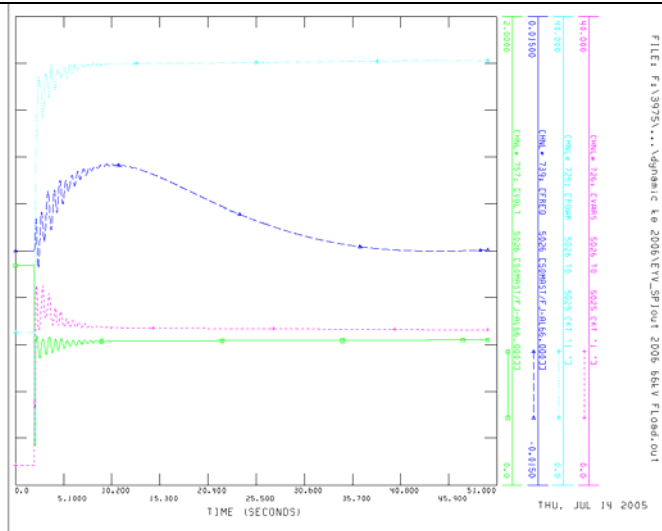
Tíðni (blátt)

66 kV lína Sómast-Eskifj.

Raunafl (lj.blátt)

Launafl (bleikt)

Útleysing spennis á Eyvindará
2006 - óbr. búnaður - fullt álag



Stuðlar

66 kV teinn

Spenna (grænt)

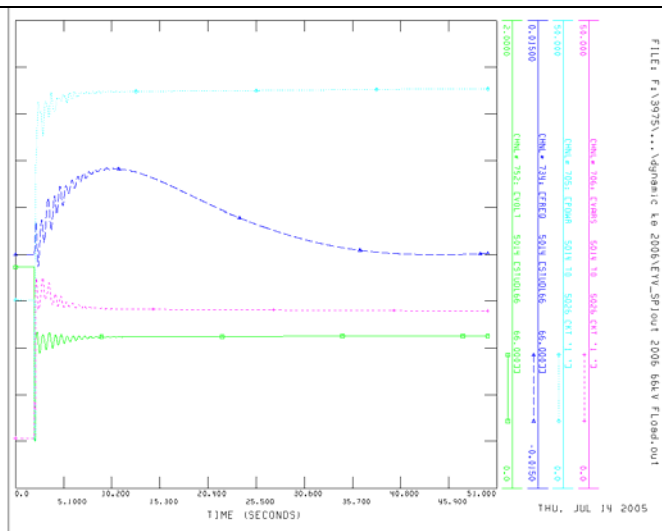
Tíðni (blátt)

66 kV lína Stuðlar-Sómast.

Raunafl (lj.blátt)

Launafl (bleikt)

Útleysing spennis á Eyvindará
2006 - óbr. búnaður - fullt álag



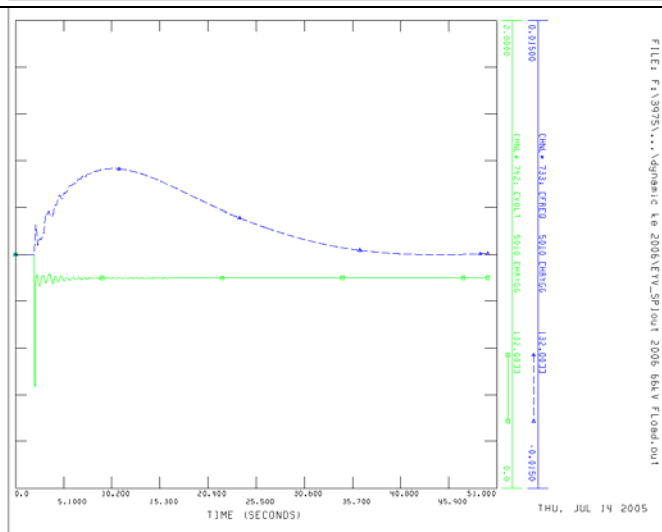
Hryggstekkur

132 kV teinn

Spenna (grænt)

Tíðni (blátt)

Útleysing spennis á Eyvindará
2006 - óbr. búnaður - fullt álag



Árið 2006 við óbreyttan búnað – Hringurinn rekinn á forgangsafl.

Lagarfoss

6,6 kV Teinn

Spenna (grænt)

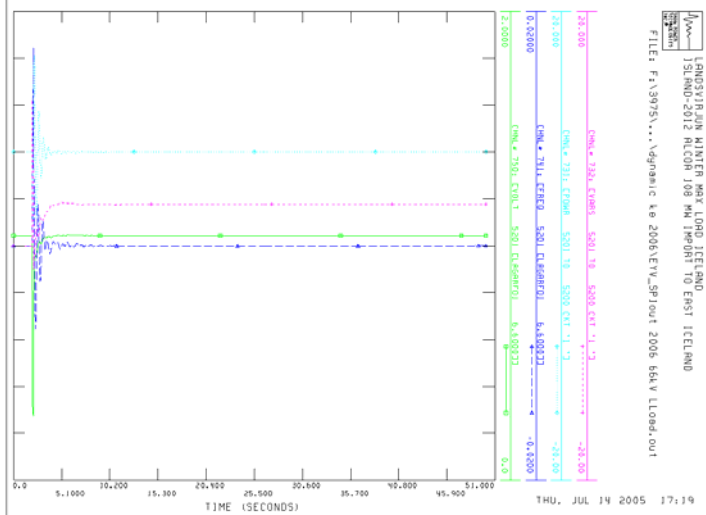
Tíðni (blátt)

6,6/66kV spennir Lagarfossi

Raunafl (lj.blátt)

Launafl (bleikt)

Útleysing spennis á Eyvindará
2006 - óbr. búnaður - forgangsafl



Eyvindará

66 kV teinn

Spenna (grænt)

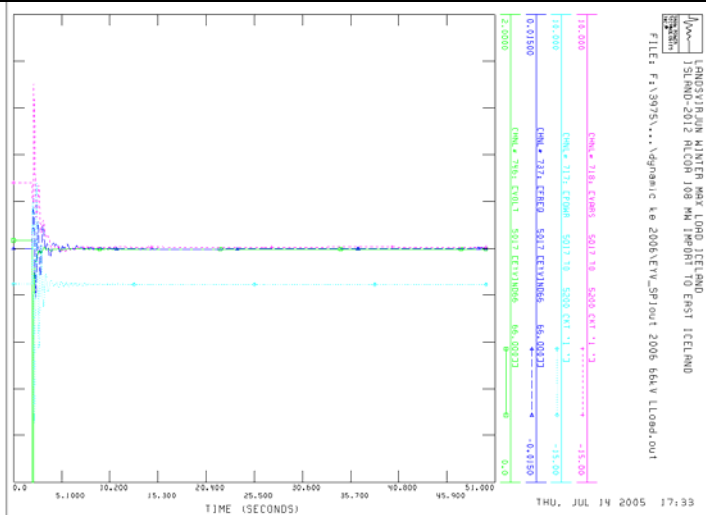
Tíðni (blátt)

66 kV lína Eyvind-Lagarf.

Raunafl (lj.blátt)

Launafl (bleikt)

Útleysing spennis á Eyvindará
2006 - óbr. búnaður - forgangsafl



Eskifjörður

66 kV teinn

Spenna (grænt)

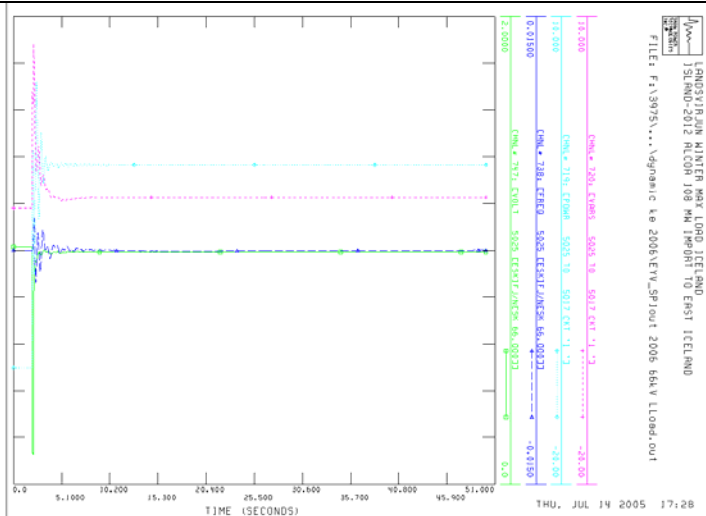
Tíðni (blátt)

66 kV lína Eskifj-Eyvindará.

Raunafl (lj.blátt)

Launafl (bleikt)

Útleysing spennis á Eyvindará
2006 - óbr. búnaður - forgangsafl



Sómastaðir

66 kV teinn

Spenna (grænt)

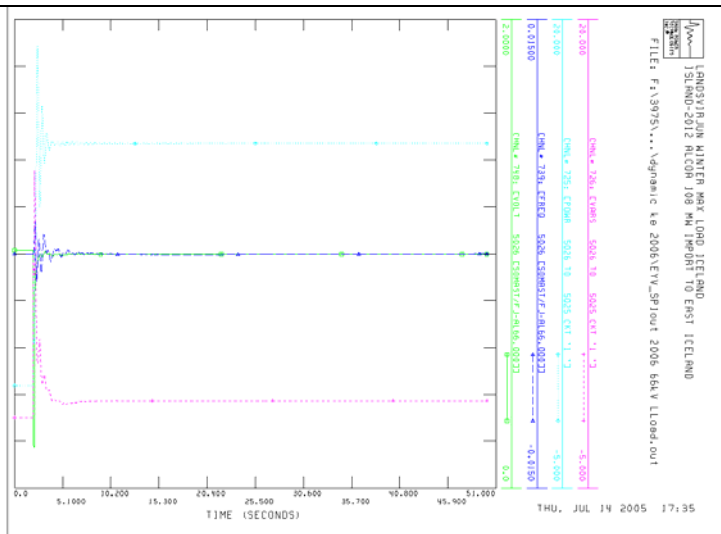
Tíðni (blátt)

66 kV lína Sómast-Eskifj.

Raunafl (lj.blátt)

Launafl (bleikt)

Útleysing spennis á Eyvindará
2006 - óbr. búnaður - forgangsafi



Stuðlar

66 kV teinn

Spenna (grænt)

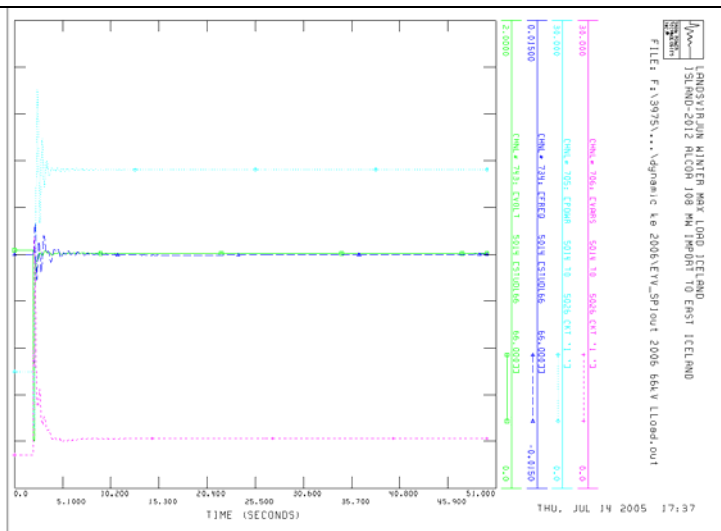
Tíðni (blátt)

66 kV lína Stuðlar-Sómast.

Raunafl (lj.blátt)

Launafl (bleikt)

Útleysing spennis á Eyvindará
2006 - óbr. búnaður - forgangsafi



Hryggstekkur

132 kV teinn

Spenna (grænt)

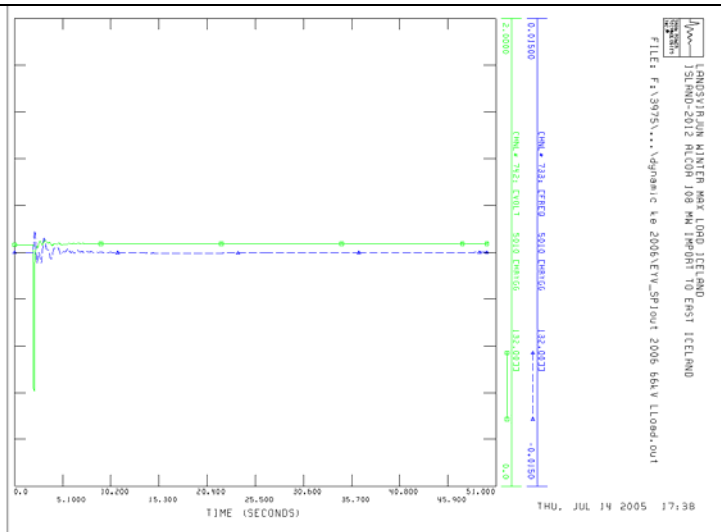
Tíðni (blátt)

132 kV lína Hryggst-Eyvind.

Raunafl (lj.blátt)

Launafl (bleikt)

Útleysing spennis á Eyvindará
2006 - óbr. búnaður - forgangsafi



Árið 2007 við óbreyttan búnað – Hringurinn rekinn á fullu álagi

Lagarfoss

6,6 kV teinn vél 1

Spenna (grænt)

Tíðni (blátt)

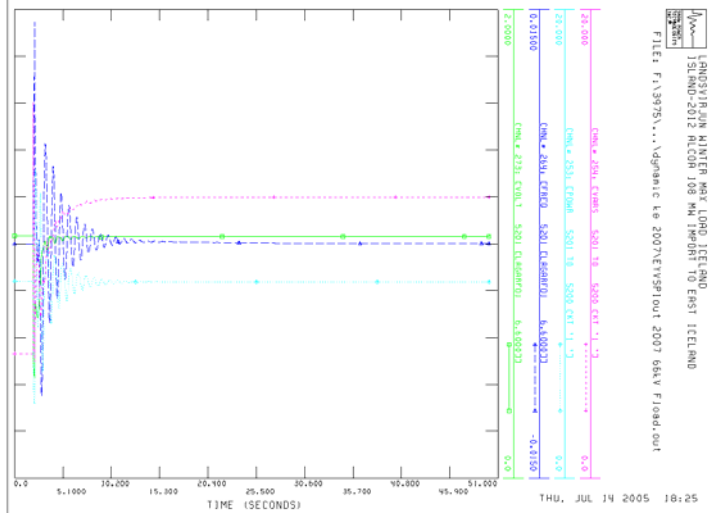
6,6/66kV spennir 1

Lagarfossi

Raunafl (lj.blátt)

Launafl (bleikt)

Útleysing spennis á Eyvindará
2007 - óbr. búnaður - fullt álag



Lagarfoss

6,6 kV teinn vél 2

Spenna (grænt)

Tíðni (blátt)

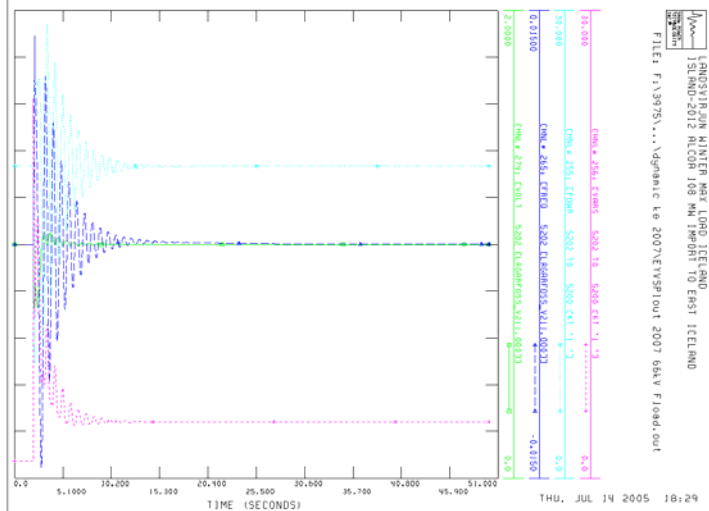
6,6/66kV spennir 2

Lagarfossi

Raunafl (lj.blátt)

Launafl (bleikt)

Útleysing spennis á Eyvindará
2007 - óbr. búnaður - fullt álag



Eyvindará

66 kV teinn

Spenna (grænt)

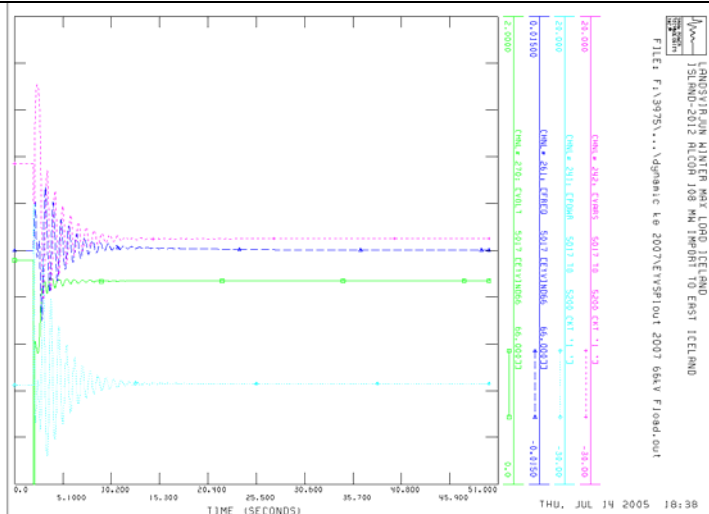
Tíðni (blátt)

32 MVA spennir Eyvindará.

Raunafl (lj.blátt)

Launafl (bleikt)

Útleysing spennis á Hryggstekk
2007 - óbr. búnaður - fullt álag



Eskifjörður

66 kV teinn

Spenna (grænt)

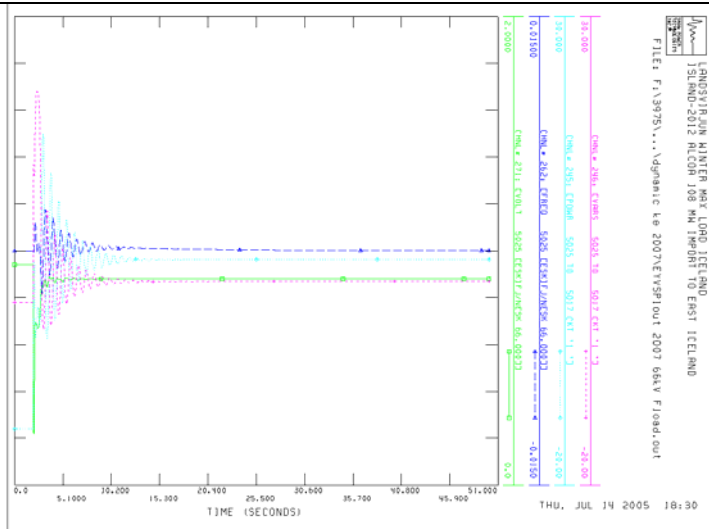
Tíðni (blátt)

66 kV lína Eskifj-Eyvindará.

Raunafl (lj.blátt)

Launafl (bleikt)

Útleysing spennis á Eyvindará
2007 - öbr. búnaður - fullt álag



Stuðlar

66 kV teinn

Spenna (grænt)

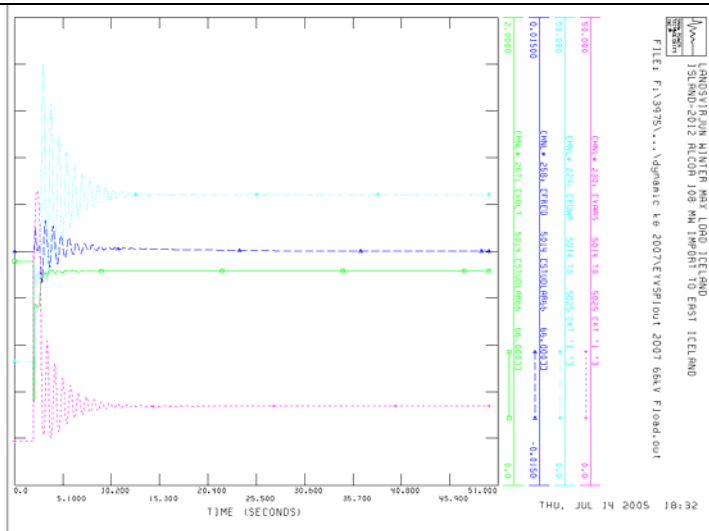
Tíðni (blátt)

66 kV lína Stuðlar-Sómast.

Raunafl (lj.blátt)

Launafl (bleikt)

Útleysing spennis á Eyvindará
2007 - öbr. búnaður - fullt álag



Hryggstekkur

132 kV teinn

Spenna (grænt)

Tíðni (blátt)

Útleysing spennis á Eyvindará
2007 - öbr. búnaður - fullt álag

