



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

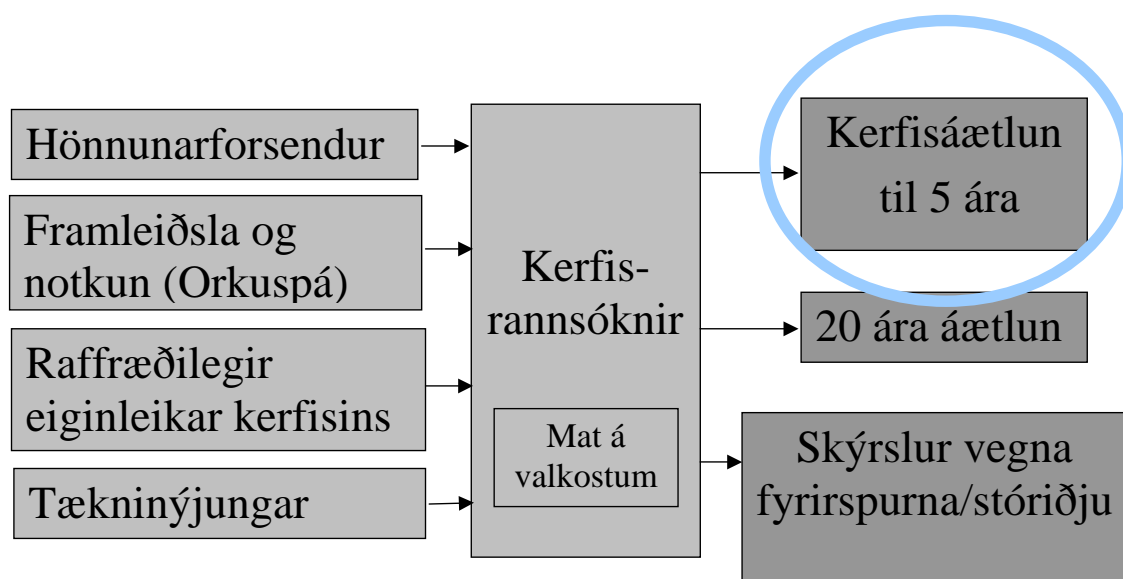
<b>EFNISYFIRLIT</b> .....	<b>3</b>
<b>1. KERFISÁÆTLUN LANDSNETS 2005.</b> .....	<b>5</b>
1.1. SAMANTEKT OG HELSTU NIÐURSTÖÐUR .....	6
1.1.1. Árið 2006 .....	7
1.1.2. Árið 2007 .....	7
1.1.3. Árið 2008 .....	8
1.1.4. Árið 2009 .....	8
1.1.5. Árið 2010 .....	8
<b>2. INNGANGUR</b> .....	<b>9</b>
<b>3. FORSENDUR</b> .....	<b>11</b>
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
<b>4. FLUTNINGSKERFIÐ</b> .....	<b>15</b>
4.1. FLUTNINGSKERFIÐ OG HELSTU TAKMARKANIR ÞESS .....	15
4.1.1. Truflanir í flutningskerfinu .....	17
4.1.2. Afgeta 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. LAUNAFLEÞÖRF OG LAUNAFLEFRAMLEIÐSLA .....	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
<b>5. UPPBYGGING OG ÞRÓUN FLUTNINGSKERFISINS ÁRIN 2006 – 2010</b> .....	<b>36</b>
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.	FLJÓTSDALSLÍNUR 3 OG 4 .....	39
5.8.	KRÖFLULÍNA 2 OG FLJÓTSDALSLÍNA 2 .....	39
5.9.	AÐVEITUSTÖÐIN VIÐ BESSASTAÐI .....	39
5.10.	AÐVEITUSTÖÐIN Á HRYGGSTEKK .....	39
5.11.	TENGIVIRKI Í FLJÓTSDAL .....	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
<b>6.</b>	<b>YFIRLIT YFIR VIÐAUKA.....</b>	<b>44</b>
	<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.

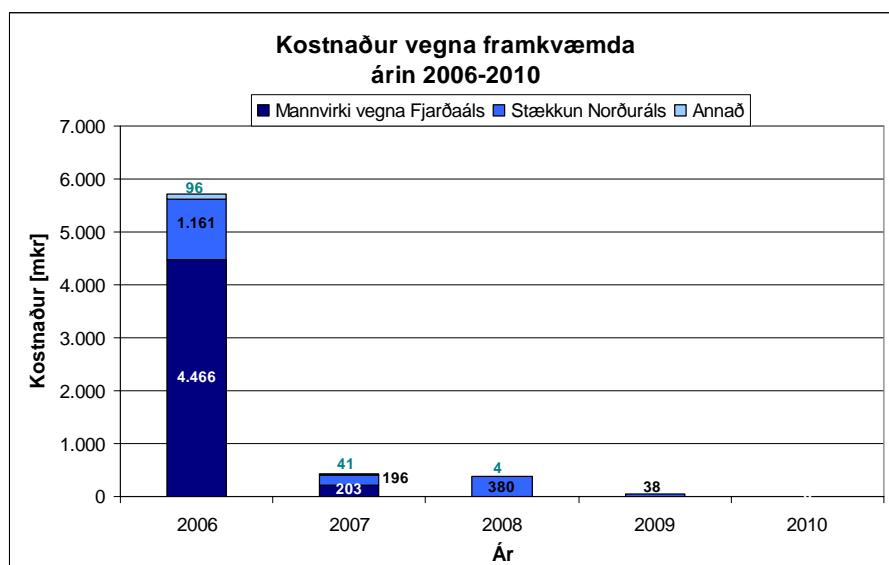
Landsnet stefnir að góðu samstarfi við viðskiptavini, opinbera aðila sem og aðra hagsmunaaðila við þróun og viðhald flutningskerfisins.

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
<b>Heildarkostnaður</b>	<b>5.725</b>

## 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 Brennimeislínu 1	30
Önnur verkefni	
Tengivirki við Lagarfoss	41
Útlagður kostnaður Landsnets v. undirbúnings hugsanlegrar stóriðju eftir 2010	2
<b>Heildarkostnaður</b>	<b>442</b>

## 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
<b>Heildarkostnaður</b>	<b>402</b>

## 1.1.4. Árið 2009

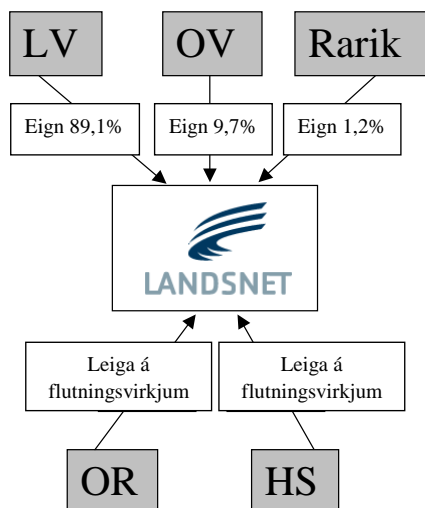
Árið 2008 verður lokið við framkvæmdir sem tengjast stækkun Norðuráls.

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

## 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 raforkulaga<sup>1</sup> 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.

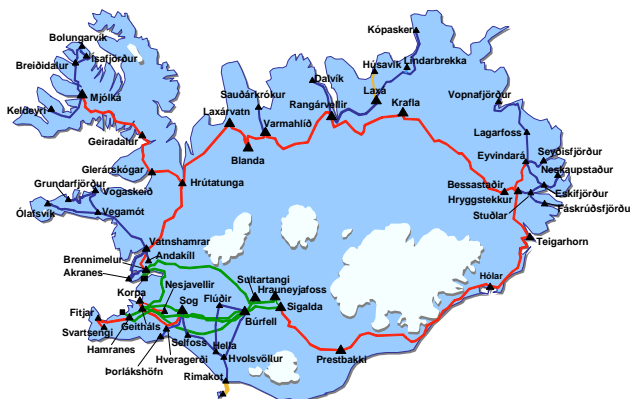
Allar dreifiveitur og stórnotendur eru tengdir flutningskerfi Landsnets hf. Flutningskerfið inniheldur öll flutningsvirki á spennu sem er 66 kV og hærri. Nokkur flutningsvirki á 33 kV spennu tilheyra einnig flutningskerfi Landsnets hf. Allar virkjanir sem eru 7,0 MW og stærri eiga að tengjast flutningskerfinu.

<sup>1</sup> Sjá III. kafla raforkulaga, nr. 65/2003

Í 9. gr. raforkulaga er kveðið á um „Skýldur 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

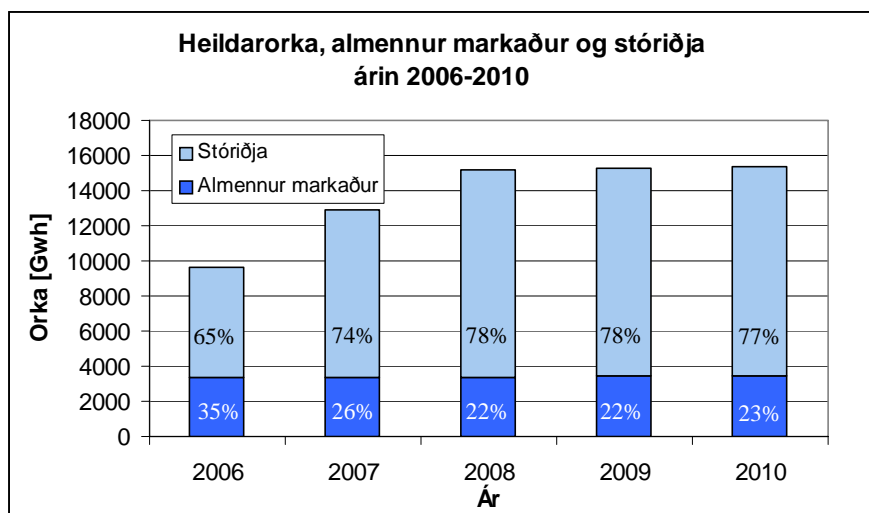
Viðskiptavinir og orkukaupendur úr flutningskerfi Landsvirkjunar árið 2004 eru 8, en það eru:

*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 árána 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 Landsnets<sup>2</sup>. 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:

- BR1<sup>3</sup>
- BU1
- BU2
- BU3
- KH1 (Kolviðarhóll - Geitháls)
- HN1
- HR1
- SO3
- SU1
- SU2
- SU3
- SI4
- PB1
- HO1
- TE1
- BL1
- BL2
- KR1
- KR2
- FL2

<sup>2</sup> 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.

<sup>3</sup> 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:

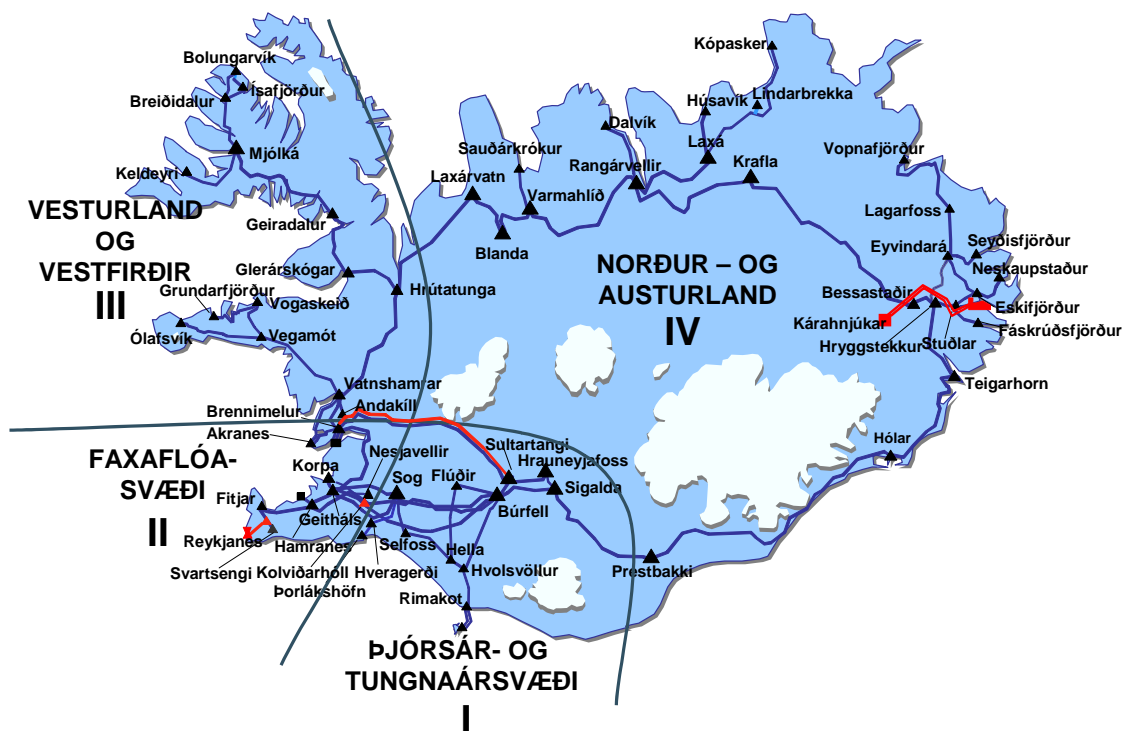
- Tilkomu Kárahnjúkavirkjunar árið 2007 og 322 þúsund tonna álvers (535 MW) á Reyðarfirði, Fjarðaáli.
- Tveimur stækkunum hjá Norðuráli árið 2006, þar sem fyrri stækkun nemur um 90 þúsund tonna framleiðsluaukningu eða 153 MW (áfangi 3) og seinni stækkunin (áfangi 4) um 40 þúsund tonn eða 69 MW. Einnig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

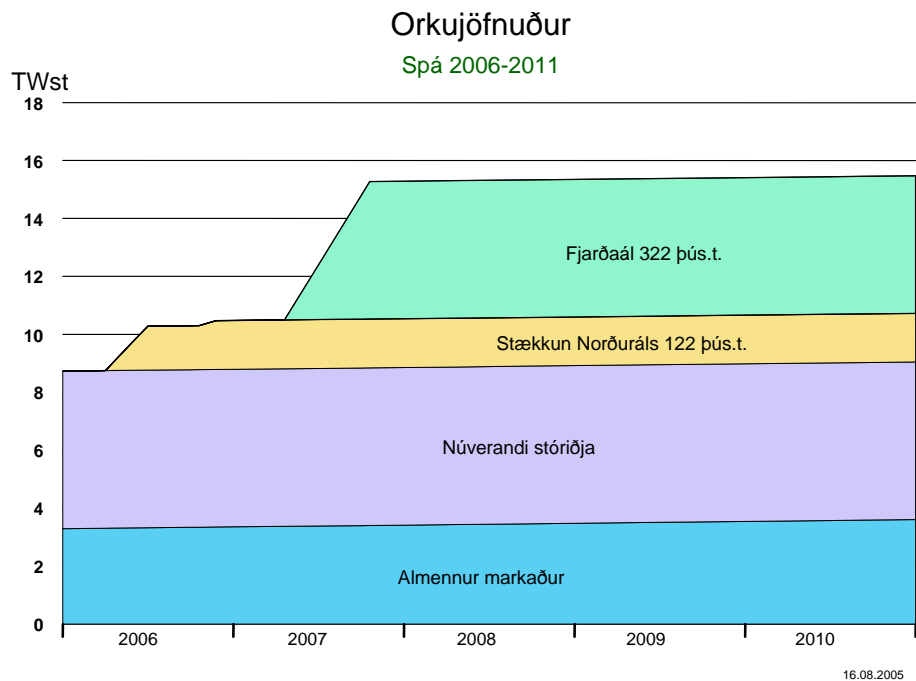
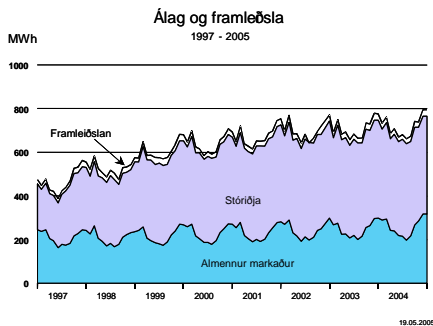
<p>Þumalputtaregla: 100 MW ~ 60 þúsund tonn</p>
---



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-Tungnaárvæðið að Sogi<sup>4</sup> (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.

<sup>4</sup> 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) 1995-2004<sup>5</sup>. 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.

<sup>5</sup> 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
Straumleysis	33,34	44,46	33,92	25,41	10,09	24,76	31,61	44,46	32,25	24,08	10,09	23,52

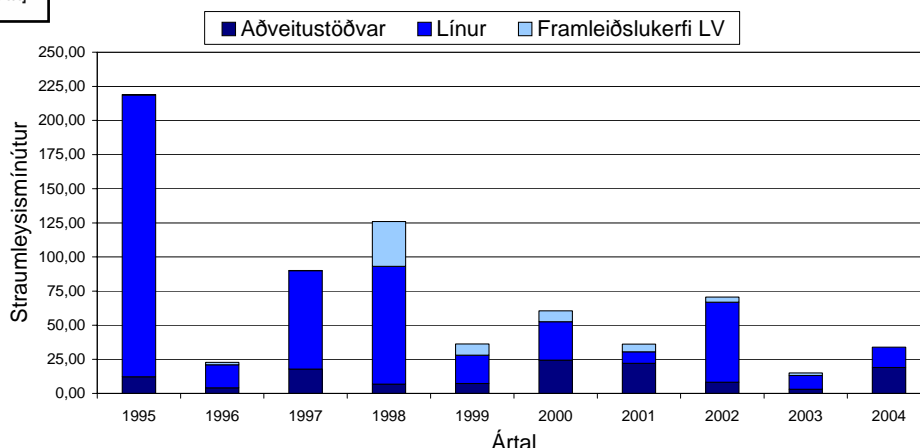
NB! Straumleysismínútur fyrir LV reiknaðar út frá seldri orku, straumleysismínútur fyrir aðveitu- og flutningskerfi LV reiknaðar út frá fluttri orku.

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 forgangsortu og ótryggðrar orku.

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

Straumleysismínútur vegna fyrirvaralausra bilana í aðveitu-  
flutnings og vinnslukerfi Landsvirkjunar

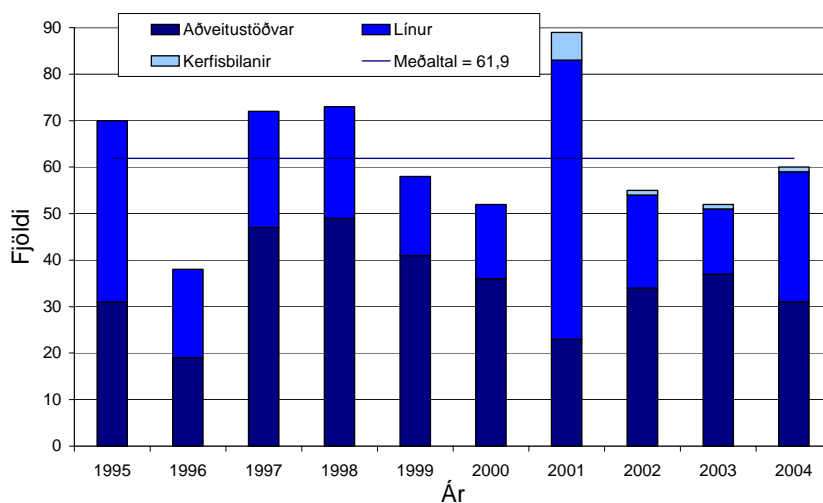


mynd 4.1-3: Straumleysismínútur v. fyrirvaralausra truflana 1995-2004<sup>6</sup>

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

<sup>6</sup> 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 reiðuafskorti árin 2006 til 2010

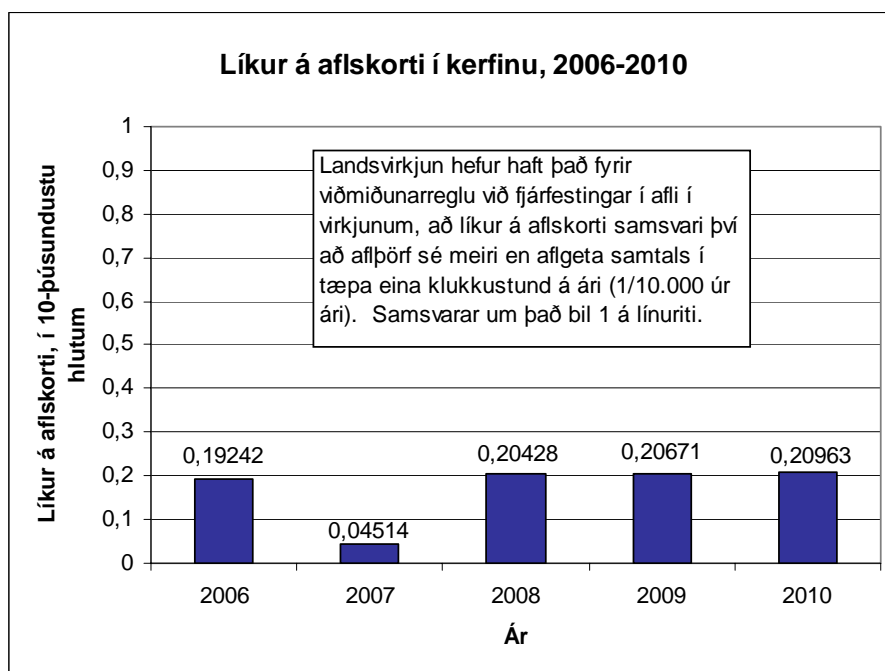
Samkvæmt 9.gr. raforkulaga þá ber Landsnet ábyrgð á öruggri stýringu raforkukerfisins og skal tryggja öryggi og gæði við raforkuafhendingu. Í slíkri kerfisstjórnun felst m.a. að tryggja nægjanlegt framboð reiðuafls vegna aflskorts við rekstur kerfisins.

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 vélaspeninn 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 byggingarráfmagns 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.



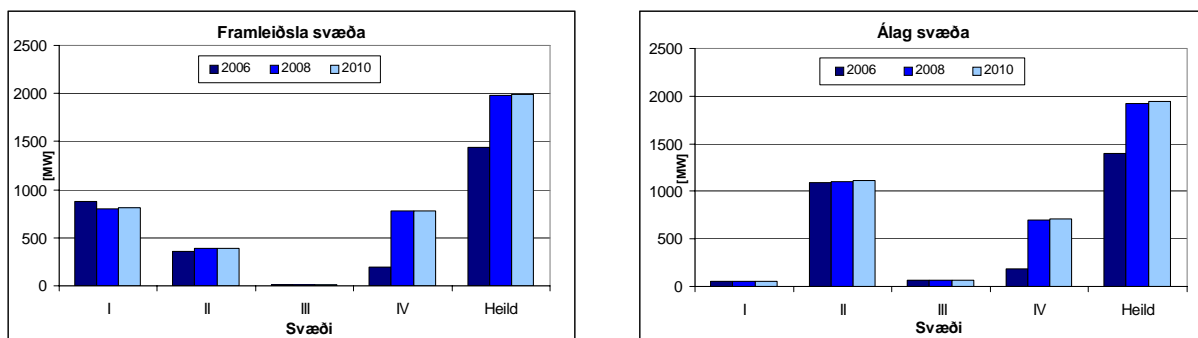
mynd 4.1-5: Líkur á aflskorti í kerfinu árin 2006-2010

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 Hellsheiðarvirkjun 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/E<sup>7</sup> 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 aftar í þessum kafla.

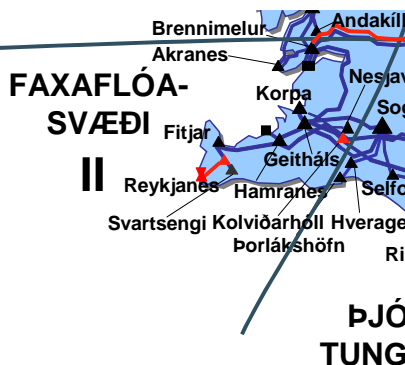
##### Djórsár-Tungnaárvæðið og Sog (Svæði I)

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).



<sup>7</sup> Sjá [www.pti-us.com](http://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.

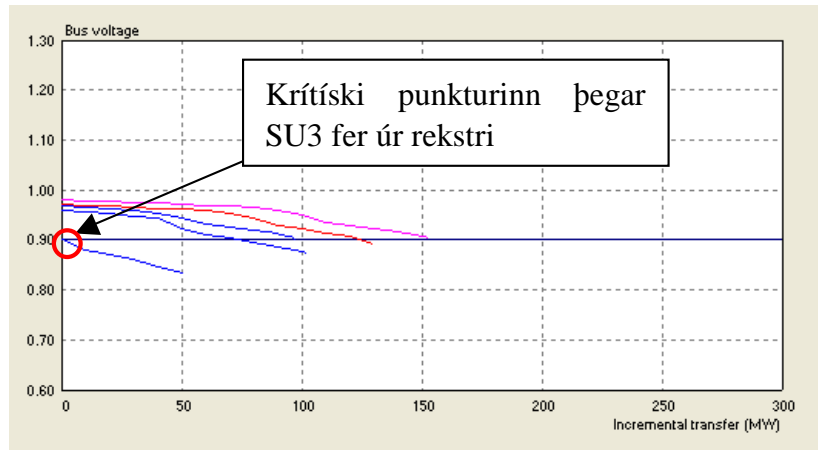
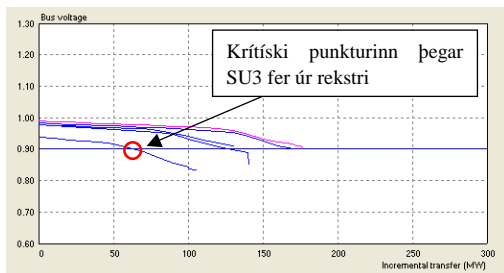
Allar ofangreindar framkvæmdir tengjast stækkun Norðuráls árið 2006.

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 kerfisránsóknum 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 ( $\Delta P$ 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. eru 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 Kerfisáætlana 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 athugun<sup>8</sup> 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.



<sup>8</sup> Línuhönnun

**Árin 2006 – 2007, framkvæmdatími Kárahnjúkavirkjunar og álvers.**

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

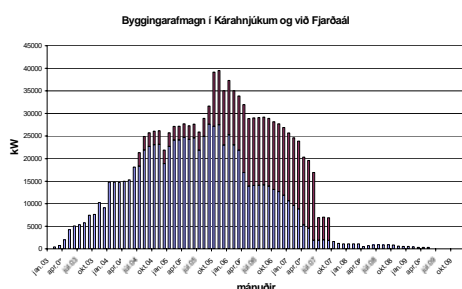
Vegna þess hve kerfið á Austurlandi er viðkvæmt fyrir útleysingum á framkvæmdatíma veturna 2005-2006 og 2006-2007 er nauðsynlegt að fjárfesta í sjálfvirkum fjarútleysingarbúnaði fyrir álagið. Þörfin fyrir þennan búnað er einnig nauðsynleg eftir 2007.

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 stjórnkerfi 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 spenna 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 Eyvindará 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 Hryggsteck 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 fyrirjáanleg aukning á aflnotkun í hringnum fram til ársins 2030 samkvæmt orkuspá Orkusparnefndar.

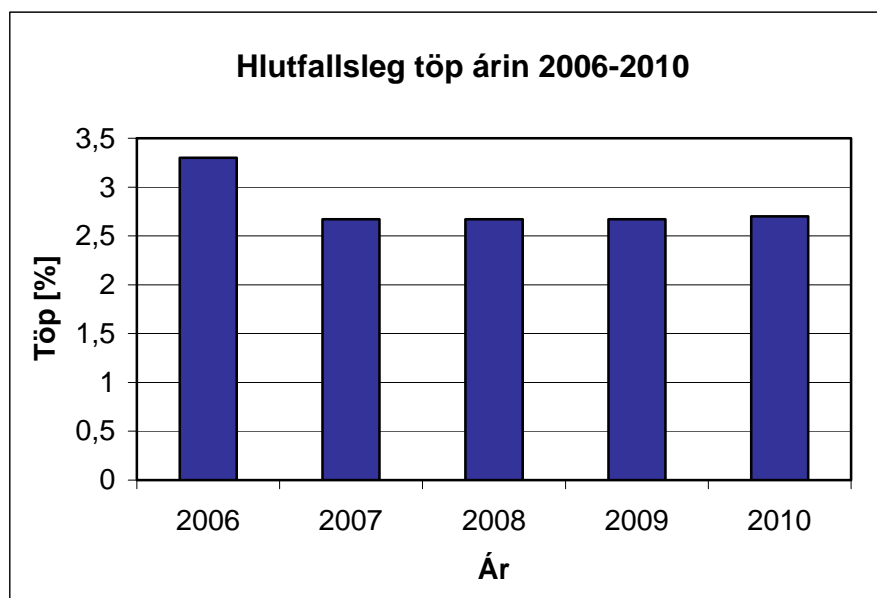
Skýrslu um þessa athugun má finna í viðauka.

#### 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.

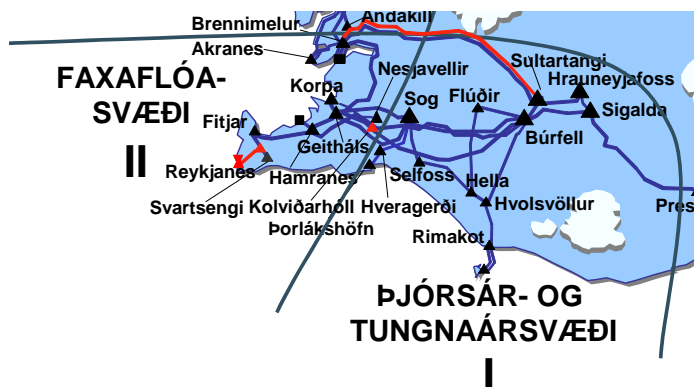
$$\text{Töp [\%]} = \frac{\text{Töp við háálag [MW]}}{\text{Framleiðsla við háálag [MW]}}$$



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. Töþ og eiginnotkun voru því 356 GWh eða 4,5 %. Eiginnotkun er um 0,7 %. Á mynd 4.1-9 eru reiknuð hlutfallsleg töþ í kerfinu fyrir árin 2006 – 2010, þar má sjá hvernig *hlutfallsleg töþ 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 töþ kerfisins. Samsvarandi raforkunotkun fyrir norðan með framleiðslu þar hefði hinsvegar lítil áhrif á töþ 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 töþ. 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 Svartárkot 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. Launafliþörf og launafliframleiðsla

Launafli er nauðsynlegt í raforkukerfum til spennustýringar. Í virkjunum hefur verið framleitt launafli 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 launafliframleiðslugeta kallar á stærri vélar. Í nýju raforkuumhverfi þar sem sitt hvor aðilinn á virkjanir og flutningskerfið getur þessi launafliframleiðsla 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 spennuþrepin 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 gasafliþstöðin í Straumsvík verið notuð til launafliþframleiðslu. Þær geta framleitt um 15Mvar hvor (2x15Mvar).

Árið 1997 og 1998 var svo bætt við eftirfarandi launafliþvirkjum:

- 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 háspennulínum.

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.

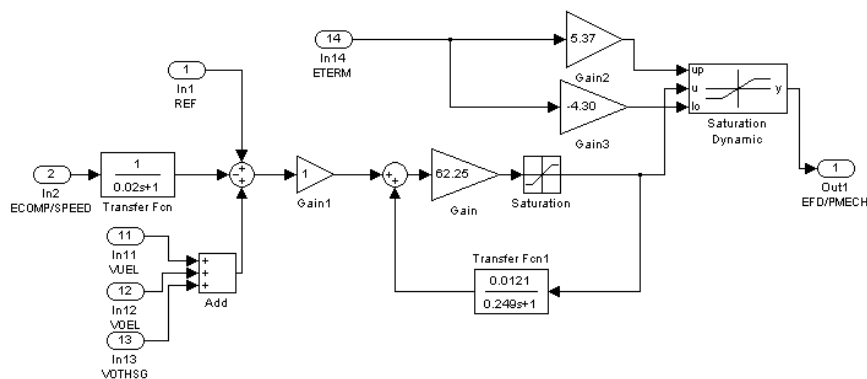
### 4.4.3. Hermun véla í Matlab-Simulink

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 svípula svörun (dynamic) kerfisins nokkuð nákvæma. En til að gera svípula útreikninga enn nákvæmari var settur af stað vinnuhópur til að færa mólél vélanna í kerfinu úr Fortran umhverfi yfir í Matlab-Simulink umhverfi. Þegar þeirri vinnu er lokið munu vélar mólél 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 vélar mólél 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: Segulmöggnunarbúnaður vélar í Sigöldu sett upp í Fortran



mynd 4.4-2: Segulmöggnunarbúnaður 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-BU3B<sup>9</sup> 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

<sup>9</sup> 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. núgildandi áætlunum mun Urriðafossvirkjun tengjast inn á BU2 og Núpsvirkjun inn á BU1. Þar með yrðu bæði Urriðafossvirkjun og Helligheiðarvirkjun 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 viðskiptavini 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 náninni 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 matskildar framkvæmdir skv. lögum um mat á umhverfisáhrifum og munu þær að sjálfsgöngu 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	Málafli	Mögulegt hámarksafli út á Landsnet	Áætlun orkuframleiðsla	Gangsetning		
Nesjavallavirkjun vél 4	30 MW	28 MW	253 GWh	1. nóvember 2005		
Hellisheiðavirkjun vél 1	40 MW	45 MW	406 GWh	1. september 2006		
Hellisheiðavirkjun vél 2	40 MW	45 MW	406 GWh	1. október 2006		
Hellisheiðavirkjun vél 11	30 MW	28 MW	255 GWh	1. nóvember 2007		
Hellisheiðavirkjun vél 3	40 MW	45 MW	408 GWh	1. september 2008		
Hellisheiðavirkjun vél 4	40 MW	45 MW	408 GWh	1. nóvember 2008		

Gangsetning véla hjá Hitaveitu Suðurnesja			
Vélar	Málafli	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 Hellsheiði. 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

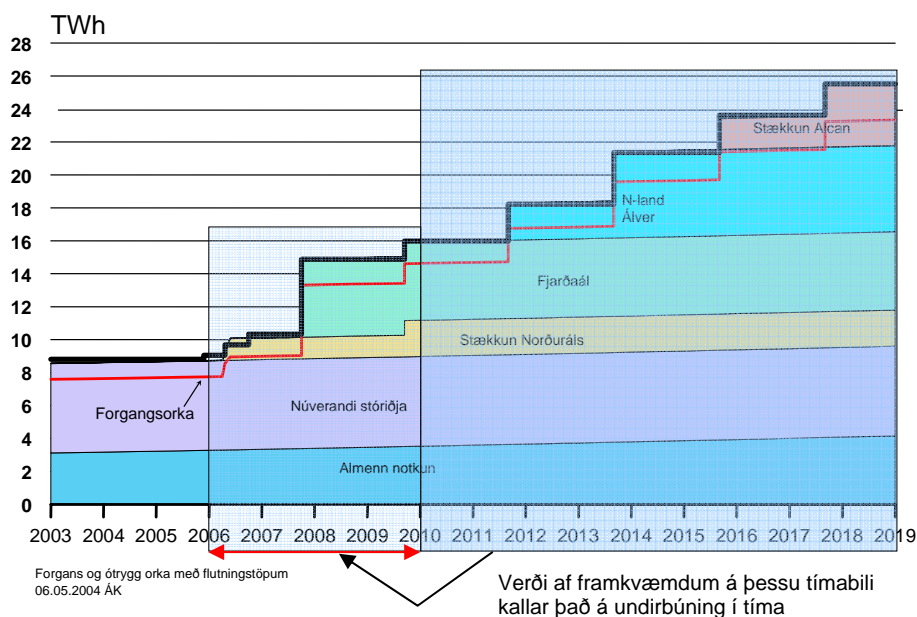
Með tilkomu Kárahnjúkavirkjunar mun Rarik fara í u.þ.b. 20 MW stækkun á virkjun sinni við Lagarfoss. Vegna þessa er nauðsynlegt að stækka núverandi tengivirki.

## 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

Orkugeta



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 málsþenna 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 gufuafsvirkjunum 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

<b>Viðauki:</b>	<b>Skýring</b>
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