

START

Starfshópur um
rekstrartruflanir

Verkfræðistofan AFL

**STUÐLAR UM
AFHENDINGU RAFORKU**
Árin 1997-2006

Reykjavík, júlí 2007

AFL
Verkfræðistofa

Yfirllestur og samræming:

Starfshópur um rekstratruflanir.

Útgáfa:	Dags:	Unnið af:	Upplýsingar um breytingar:
1.0	Júlí 2007	Jón V.	Skýrsla 2006 uppfærð með nýjum gögnum

© 2007, Verkfræðistofan AFL ehf

- Vinnslu efnis og frágang texta annaðist Jón Vilhjálmsson fyrir Verkfræðistofuna AFL ehf

ISSN 1670-7567

ISBN 978-9979-9820-0-5

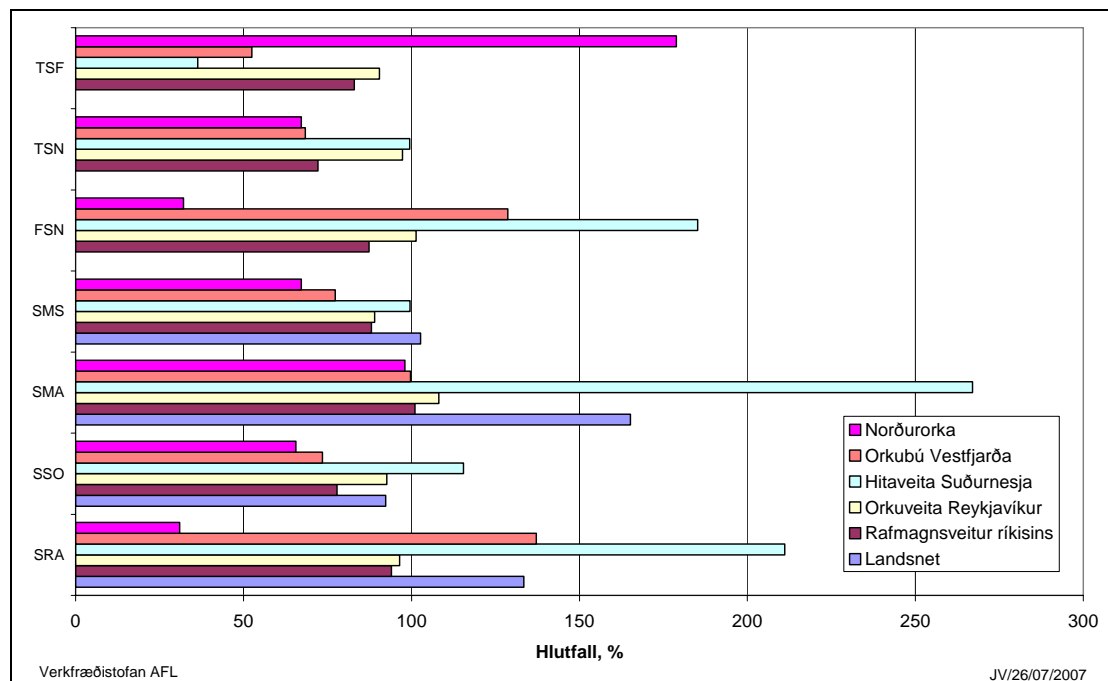
S:\119_START\01_START\Ritv\studlar_2007_1.doc

YFIRLIT

Í þessari skýrslu eru skilgreindir stuðlar um afhendingu raforku til notkunar hér á landi auk þess sem gildi fyrir þessa stuðla síðustu tíu ár eru reiknuð fyrir Landsnet og stærstu dreifiveitur landsins. Stuðlarnir eru reiknaðir út frá upplýsingum í gagnagrunnum fyrirtækjanna um rekstrartruflanir sem byggðir eru upp í samræmi við skilgreiningar samstarfshóps rafveitna um þessa skráningu (START hópurinn). Þessir stuðlar ná einungis til fyrirvaralausra truflana en ekki eru teknar með skýrslur um truflanir í öðru kerfi eða viðhaldstilvik.

Út frá tölunum í kafla 3 hér að aftan eru niðurstöðutölur um truflanir ársins 2006 bornar saman við meðaltöl síðasta áratugar og er niðurstaðan sýnd á mynd I. Ef hlutfallið er yfir 100 er útkoma ársins 2006 lakari en meðaltalið en því er öfugt farið ef hlutfallið er undir 100. Eins og fram kemur á myndinni hefur árið 2006 verið gott miðað við þessa stuðla hjá Rafmagnsveitum ríkisins, Orkuveitu Reykjavíkur, Orkubúi Vestfjarða og Norðurorku en hjá Hitaveitu Suðurnesja og Landsneti hefur það verið lakara en meðaltal síðustu tíu ára. Stuðlarnir TSF, TSN og FSN eru ekki reiknaðir fyrir Landsnet og koma því ekki fram á myndinni.

Skilgreiningar á þessum stuðlum er að finna í kafla 2 hér að aftan en í kafla 3 eru sýnd gildi stuðlana fyrir síðustu tíu ár.



Mynd I Samanburður á truflunum í raforkukerfi Landsnets og stærstu dreifiveitnanna árið 2006 við meðaltal árána 1997-2006 (árið 2006 í hlutfalli við meðaltalið).

EFNISYFIRLIT

YFIRLIT	3
EFNISYFIRLIT.....	5
TÖFLUSKRÁ	6
MYNDASKRÁ.....	6
1 INNGANGUR	7
2 SKILGREINING STUDLA	9
3 RAUNGILDI STUDLA ÁRIN 1997-2006.....	15
HEIMILDIR	27

TÖFLUSKRÁ

TAFLA 1	STUÐULL UM ROFIÐ ÁLAG, SRA, ÁRIN 1997-2006 (MW/MW ÁR).....	15
TAFLA 2	STUÐULL UM SKERTA ORKUAFHENDINGU, SSO, ÁRIN 1997-2006 (MW KLST./MW ÁR). 16	
TAFLA 3	STUÐULL UM MEÐALSKERÐINGU ÁLAGS, SMA, ÁRIN 1997-2006 (MW/TILVIK).	16
TAFLA 4	STUÐULL UM MEÐALLENGD SKERÐINGAR, SMS, ÁRIN 1997-2006 (MIN./ÁR).....	16
TAFLA 5	FJÖLDI TILVIKA EFTIR ALVARLEIKA, TILVIK FLOKKUÐ Í FJÓRA FLOKKA EFTIR KERFISMÍNÚTUM (0: < 1 KERFISMÍNÚTA/ 1: < 10 KERFISMÍNÚTUR/ 2 < 100 KERFISMÍNÚTUR/ 3 < 1000 KERFISMÍNÚTUR).....	17
TAFLA 6	STUÐULL UM FJÖLDA STRAUMLEYSISTILVIKA Á HVERN NOTANDA, FSN (SAIFI), ÁRIN 1997- 2006 (FJÖLDI/NOTANDA).....	17
TAFLA 7	STUÐULL UM TÍMALENGD STRAUMLEYSIS Á HVERN NOTANDA, TSN (SAIDI), ÁRIN 1997- 2006 (KLST/NOTANDA)	18
TAFLA 8	STUÐULL UM TÍMALENGD STRAUMLEYSIS Á HVERN TILVIK SKERÐINGAR, TSF (CAIDI), ÁRIN 1997-2006 (KLST/TILVIK)	18
TAFLA 9	ÁREIDANLEIKASTUÐULL (BYGGÐUR Á SMS) ÁRIN 1997-2006 (%).....	18

MYNDASKRÁ

MYND 1	STUÐULL UM ROFIÐ ÁLAG, SRA, FYRIR ALLAR VEITURNAR Í START HÓPNUM ÁRIN 1997- 2006. 20	
MYND 2	STUÐULL UM SKERTA ORKUAFHENDINGU, SSO, FYRIR ALLAR VEITURNAR Í START HÓPNUM ÁRIN 1997-2006.....	20
MYND 3	STUÐULL UM MEÐALSKERÐINGU ÁLAGS, SMA, FYRIR ALLAR VEITURNAR Í START HÓPNUM ÁRIN 1997-2006.....	21
MYND 4	STUÐULL UM MEÐALSKERÐINGU ÁLAGS, SMA, FYRIR AÐRAR VEITUR Í START HÓPNUM EN LANDSNET ÁRIN 1997-2006.....	21
MYND 5	STUÐULL UM MEÐALLENGD SKERÐINGAR, SMS, FYRIR ALLAR VEITURNAR Í START HÓPNUM ÁRIN 1997-2006.	22
MYND 6	STUÐULL UM MEÐALLENGD SKERÐINGAR, SMS, FYRIR AÐRAR VEITUR Í START HÓPNUM EN ORKUBÚ VESTFIJARÐA ÁRIN 1997-2006.....	22
MYND 7	FJÖLDI SKERÐINGARTILVIKA ÁRIN 1997-2006 SEM ERU INNAN VIÐ 1 KERFISMÍNÚTA.	23
MYND 8	FJÖLDI SKERÐINGARTILVIKA ÁRIN 1997-2006 SEM ERU Á BILINU 1 TIL 10 KERFISMÍNÚTUR. 23	
MYND 9	FJÖLDI SKERÐINGARTILVIKA ÁRIN 1997-2006 SEM ERU Á BILINU 10 TIL 100 KERFISMÍNÚTUR. 24	
MYND 10	FJÖLDI SKERÐINGARTILVIKA ÁRIN 1997-2006 SEM ERU Á BILINU 100 TIL 1000 KERFISMÍNÚTUR.....	24
MYND 11	STUÐULL UM FJÖLDA STRAUMLEYSISTILVIKA Á HVERN NOTANDA, FSN (SAIFI), ÁRIN 1997-2006.	25
MYND 12	STUÐULL UM TÍMALENGD STRAUMLEYSIS Á HVERN NOTANDA, TSN (SAIDI), ÁRIN 1997- 2006. 25	
MYND 13	STUÐULL UM TÍMALENGD STRAUMLEYSIS Á HVERT TILVIK SKERÐINGAR, TSF (CAIDI), ÁRIN 1997-2006 (KLST/TILVIK).....	26

1 INNGANGUR

Ýmsir stuðlar hafa verið notaðir til að meta gæði afhendingar raforku og byggja þeir á góðri gagnasöfnun eins og Starfshópur um rekstrartruflanir (START) hefur komið á [1] en þar er um að ræða samstarfshóp fyrirtækja á sviði flutnings og dreifingar raforku hér á landi. Sumir stuðlar eiga oft á tíðum einungis við um hluta kerfisins en æskilegt er að nota stuðla sem henta öllum fyrirtækjum í hópnum þó svo að einstök fyrirtæki noti einnig stuðla sem henta sérstaklega þeirra aðstæðum.

Í skýrslum Landsnets [2] og áður Landsvirkjunar [3] um truflanir síðustu ára eru notaðir nokkrir stuðlar til að meta árangur í rekstri raforkukerfisins milli ára. Skilgreining þessara stuðla var nokkuð loðin og því hafði Landsvirkjun áhuga á að festa hana betur þegar þeir fóru að skoða þessa stuðla fyrir um tíu árum síðan. Einnig höfðu önnur fyrirtæki í START hópnum áhuga á að nota slíka stuðla og ákvað hópurnir því árið 1998 að vinna sameiginlega að því að skilgreina stuðla um afhendingu raforku til notkunar hér á landi. Auk þess hefur Orkustofnun, sem eftirlitsaðili við flutning og dreifingu raforku, tekið upp nokkra af þessum stuðlum í eftirliti með gæðum raforku og þurfa veiturnar að senda stofnuninni þessa stuðla á hverju ári og setja sér markmið varðandi nokkra þeirra. Í þessari skýrslu eru teknar saman upplýsingar um stuðla sem START hópurnir hefur ákveðið að nota auk þess sem gildi þeirra eru reiknuð fyrir fyrirtækin í START hópnum út frá rauntölum síðustu tíu ára.

START hópurnir setti fyrst fram tillögu að stuðlum á árinu 1998 og síðan þá hafa stuðlarnir þróast í þá mynd sem hér kemur fram og hópurnir telur nú að séu heppilegustu stuðlarnir til að miða við. Árlega hefur þessi samantekt verið endurskoðuð og bætt við nýju gagnaári og hefur drögum að skýrslum verið dreift innan hópsins. Nú er þessi skýrsla birt opinberlega á vef hópsins (www.afl.is/start) í annað sinn og nær hún nú til tímabilsins 1997-2006 en síðasta skýrsla fjallaði um árin 1996-2005. Í fyrsta sinn eru nú birt gögn fyrir Rafveitu Reyðarfjarðar þar sem þeir skiluðu inn gögnum fyrir árið 2006 í samræmi við kröfur Orkustofnunar.

Eftirtaldir eiga nú sæti í START hópnum:

Hitaveita Suðurnesja:	Egill Sigmundsson
Landsvirkjun:	Nils Gústavsson
Orkubú Vestfjarða:	Ragnar Emilsson
Orkustofnun:	Ívar Þorsteinsson
Orkuveita Reykjavíkur:	Rúnar Svavar Svavarsson/Kristín Cecildóttir
Rafmagnsveitur ríkisins:	Steingrímur Jónsson
Rafveita Reyðarfjarðar:	Sigfús Guðlaugsson
Norðurorka:	Gunnar Haukur Gunnarsson
Starfsmaður hópsins:	Jón Vilhjálmsson

Sú breyting hefur orðið á START hópnum frá því síðasta skýrsla kom út að Jakob Ólafsson (fulltrúi Orkubús Vestfjarða) og Ólafur Pálsson (fulltrúi Orkustofnunar) hafa horfið úr hópnum og eru þeim þökkuð góð störf fyrir hópinn. Í þeirra stað hafa komið Ragnar Emilsson og Ívar Þorsteinsson.

Samantekt þessi er unnin af Jóni Vilhjálmsyni hjá Verkfræðistofunni AFL.

2 SKILGREINING STUÐLA

Hér verða teknar saman upplýsingar um helstu stuðla sem notaðir hafa verið til að meta gæði afhendingar raforku hjá rafveitum. Miðað er við stuðla sem bæði geta hentað flutningsfyrirtækjum og dreifiveitum. Byggt er á upplýsingum frá IEEE [4], [5] og CEA í Kanada [6]. Eftirfarandi eru helstu stuðlar sem hér um ræðir:

Stuðull um rofið álag (Power Interruption Index): Þessi stuðull er hlutfall samanlagðrar aflskerðingar og mesta álags á kerfið. Eftirfarandi jafna gildir um þennan stuðul:

$$SRA = \frac{\sum P_i}{P_{Max}} \quad \text{MW/MW ár}$$

Þar sem:

P_i : Aflskerðing, MW, í skerðingartilviki i .

P_{Max} : Hámarksálag á raforkukerfið hjá notendum, MW.

Tillaga að notkun hér á landi:

P_{Max} : Klukkustundar hámarksálag orkuöflunar veitu, MW.

Þessi stuðull sýnir hve skerðing hefur verið mikil út frá heildarafl og gildi stuðulsins jafngildir því að mesta afl ársins hefði dottið út þetta oft. Þessi stuðull segir ekki til um lengd einstakra tilvika og gefur því ekki nógu góða mynd af heildaráhrifum á notendur. Þessi stuðull gefur þó til kynna hve alvarlegar skerðingarnar hafa verið.

Þar sem miðað er við afl hjá notendum getur verið að ekki séu til mæld gildi um heildaraflið á mesta álagstíma. Því er hér lagt til að notað sé heildarafl vegna orkuöflunar sem er þá heldur hærra en aflið hjá notendum vegna tapa og að miðað sé við meðal afl klukkustundar.

Stuðull um skerta orkuafhendingu (Power Energy Curtailment Index): Þessi stuðull er hlutfall orkuskerðingar ef afl hefði verið óbreytt allan skerðingartímann og heildarafls á kerfið. Eftirfarandi jafna gildir um þennan stuðul:

$$SSO = \frac{\sum T_i * P_i}{P_{Max}} \quad \text{MW klst./MW ár}$$

Þar sem:

- P_i : Aflskerðing, MW, í skerðingartilviki i .
- T_i : Lengd skerðingar, klukkustundir.
- P_{Max} : Hámarksafl raforkukerfisins hjá notendum, MW.

Tillaga að notkun hér á landi:

- P_{Max} : Klukkustundar hámarksálag orkuöflunar veitu, MW.

Ef allar skerðingar ættu sér stað á hámarksálagstíma væri þetta gróft mat á því hve lengi skerðing hefði varað og gefur því til kynna hve alvarleg skerðingin hefur verið fyrir notendur. Einnig hér er lagt til að miðað sé við klukkustundar heildarafl á mesta álagstíma vegna orkuöflunar í stað afls hjá notendum.

Stuðull um meðalskerðingu álags (Power Supply Average Curtailment Per Disturbance): Hér er um að ræða meðalaflskerðingu á truflun. Eftirfarandi jafna gildir um þennan stuðul:

$$SMA = \frac{\sum P_i}{N} \quad \text{MW/Truflun}$$

Þar sem:

- P_i : Aflskerðing, MW, í truflun i (skýrslu).
- N : Fjöldi truflana (skýrslna)

Þessi jafna sýnir hve miklar skerðingarnar eru en þar sem ekki er skalað með heildarafli gefa þær ekki til kynna hve alvarlegar þær eru fyrir kerfið í heild og hafa þarf það í huga við samanburð á milli kerfa. Hér er miðað við að N sé fjöldi skýrslna en einnig væri hægt að miða við fjölda skráðra skerðinga þar sem skerðing er oft greind niður á viðskiptavini í einstökum skýrslum.

Stuðull um meðallengd skerðingar, straumleysismínútur: Þessi stuðull metur hve lengi skerðing hefur staðið út frá orkuskerðingunni og heildarorkusölu. Eftirfarandi jafna gildir um þennan stuðul:

$$SMS = \frac{\sum E_i}{E_{Alls}} * 8760 * 60 \quad \text{Mínútur/ár}$$

Þar sem:

- E_i : Orkuskerðing, MWh, í truflun i .
- E_{Alls} : Heildarorkusala til notenda.
- 8760: Fjöldi klukkustunda í ár (8784 í hlaupári).
- 60: Fjöldi mínútna í klukkustund.

Þessi stuðull gefur góða mynd af því hve lengi straumleysi hefur varað á árinu. Þessi stuðull er nátengdur SSO stuðlinum en ætti að gefa betri mynd af meðallengd skerðingar. Hlutfallið á milli þessara stuðla á að vera mjög nálægt nýtingarstuðli álagsins.

Kerfismínútur (System minutes): Þessi stuðull gefur til kynna hve alvarlegt einstakt tilvik er. Eftirfarandi jafna gildir um þennan stuðul:

$$KM = \frac{E}{P_{Max}} \quad \text{Mínútur}$$

Þar sem:

E : Orkuskerðing í einstakri truflun (skýrslu).

P_{Max} : Hámarksálag á raforkukerfið hjá notendum, MW.

Tillaga að notkun hér á landi:

P_{Max} : Klukkustundar hámarksálag orkuöflunar veitu, MW.

Alvarleiki tilvika er síðan flokkaður eftir þessum stuðli og eru tilvik af gráðu 0 undir 1 mínútu, af gráðu 1 undir 10 mínútum, af gráðu 2 undir 100 mínútum og af gráðu 3 undir 1.000 mínútum. Hér þarf að gæta þess að E sé heildarskerðing í truflun en ekki skerðing til einstakra viðskiptavina. Einnig hér er lagt til að miðað sé við klukkustundar heildarafl á mesta álagstíma vegna orkuöflunar í stað afls hjá notendum.

Fjöldi straumleysistilvika á notanda (System Average Interruption Frequency Index, SAIFI): Þessi stuðull sýnir meðalfjölda truflana á notanda. Eftirfarandi jafna gildir um þennan stuðul:

$$FSN = \frac{\sum J_i}{M} \quad \text{Fjöldi truflana/notanda*ári}$$

Þar sem þættir eru skilgreindir á eftirfarandi hátt fyrir dreifiveitur:

J_i: Fjöldi notanda sem verða fyrir skerðingu í truflun *i*. Reikna má fjöldann út frá skertu álagi og meðalálagi notanda sem fæst út frá orkusölu og fjölda mæla

M : Fjöldi notanda sem er jafn fjölda mæla (veitna).

Þar sem þættir eru skilgreindir á eftirfarandi hátt fyrir Landsnet:

J_i: Veginn fjöldi stöðva sem verða fyrir skerðingu í truflun *i*. Vægið er í flestum tilvikum 1 en ræðst af fjölda viðskiptavina sem tengdir eru stöðinni.

M : Veginn heildarfjöldi stöðva.

Út frá þessum skilgreiningum má einnig reikna stuðulinn á eftirfarandi hátt fyrir dreifiveitur:

$$FSN = \frac{\sum P_i * 8760}{E_{Alls}} \quad \text{Fjöldi truflana/notanda*ári}$$

Þar sem:

- P_i : Aflskerðing, MW, í skerðingartilviki i .
 E_{Alls} : Heildarorkusala til notenda.
 8760: Fjöldi klukkustunda í ár (8784 í hlaupári).

Einnig er miðað við eftirfarandi skilgreiningar:

- 1) Ef margar skerðingar eru hjá sama notanda en slíkt flokkað sem ein skerðing hjá Landsneti en allar skerðingar eru taldar hjá dreifiveitum.

Galli við þennan stuðul er að misstórir notendur vega jafn þungt og er t.d. rétt að vega jafnt Furu og Orkuveitu Reykjavíkur? Einnig er erfitt að fá upplýsingar um fjölda notenda fyrir dreifiveiturnar og óljóst hvernig á að meta hann. Er það fjöldi veitna eða fjöldi kennitalna? Auk þess sem fjöldi notenda sem verða fyrir skerðingu er yfirleitt ekki skráður.

Tímalengd straumleysis á notanda (System Average Interruption Duration Index, SAIDI): Um er að ræða meðallengd straumleysis á heildarfjölda notenda. Eftirfarandi jafna gildir um þennan stuðul:

$$TSN = \frac{\sum \sum T_{ij}}{M} \quad \text{Klst./notanda*ári}$$

Þar sem þættir eru skilgreindir á eftirfarandi hátt fyrir dreifiveitur:

- T_{ij} : Tímalengd straumleysis, klukkustundir, í truflun i hjá notanda j . Tímalengd í skráðri skerðingu er margfölduð með fjölda notenda og má reikna fjöldann út frá skertu álagi og meðalálagi notenda sem fæst út frá orkusölu og fjölda mæla
 M : Fjöldi notenda sem er jafn fjölda mæla (veitna).

Þar sem þættir eru skilgreindir á eftirfarandi hátt fyrir Landsnet:

- T_{ij} : Tímalengd straumleysis, klukkustundir, í truflun i frá stöð j . Skráð er skerðing á hvern viðskiptavin í hverri stöð svo tímalengdin er lögð saman.
 M : Veginn heildarfjöldi stöðva.

Út frá þessum skilgreiningum má einnig reikna stuðulinn á eftirfarandi hátt fyrir dreifiveitur:

$$TSN = \frac{\sum T_i * P_i * 8760}{E_{Alls}} \quad \text{Klst./notanda*ári}$$

Þar sem:

- P_i : Aflskerðing, MW, í skerðingartilviki i .
- T_i : Lengd skerðingar, klukkustundir.
- E_{Alls} : Heildarorkusala til notenda.
- 8760: Fjöldi klukkustunda í ár (8784 í hlaupári).

Einnig er miðað við eftirfarandi skilgreiningar:

- 1) Ef margar skerðingar eru hjá sama notanda en slíkt flokkað sem ein skerðing hjá Landsneti en allar skerðingar eru taldar hjá dreifiveitum.

Sami gallinn er hér og varðandi FSN þar sem misstór tilvik vega jafn þungt.

Tímalengd straumleysis á tilvik skerðingar (Customer Average Interruption Duration Index, CAIDI): Hér er horft á einstök skerðingartilvik og skoðuð meðallengd þeirra. Eftirfarandi jafna gildir um þennan stuðul:

$$TSF = \frac{\sum \sum T_{ij}}{\sum J_i} = \frac{TSN}{FSN} \quad \text{Klst./tilvik*ári}$$

Þar sem þættir eru skilgreindir á eftirfarandi hátt fyrir dreifiveitur:

- T_{ij} : Tímalengd straumleysis, klukkustundir, í truflun i hjá notanda j . Tímalengd í skráðri skerðingu er margfölduð með fjölda notenda og má reikna fjöldann út frá skertu álagi og meðalálagi.
- J_i : Fjöldi notenda sem verða fyrir skerðingu í truflun i . Reikna má fjöldann út frá skertu álagi og meðalálagi notenda sem fæst út frá orkusölu og fjölda mæla.

Þar sem þættir eru skilgreindir á eftirfarandi hátt fyrir Landsnet:

- T_{ij} : Tímalengd straumleysis, klukkustundir, í truflun i frá stöð j . Skráð er skerðing á hvern viðskiptavin í hverri stöð svo tímalengdin er lögð saman.
- J_i : Fjöldi notenda sem verða fyrir skerðingu í truflun i . Reikna má fjöldann út frá skertu álagi og meðalálagi notenda sem fæst út frá orkusölu og fjölda mæla.

Einnig er miðað við eftirfarandi skilgreiningar:

- 1) Ef margar skerðingar eru hjá sama notanda en slíkt flokkað sem ein skerðing hjá Landsneti en allar skerðingar eru taldar hjá dreifiveitum.

Hér er einnig sami gallin og í næstu tveimur tilvikum.

Áreiðanleikastuðull (Index of Reliability): Þessi stuðull er mismunandi eftir því hvernig skerðingartími er skilgreindur en almenn jafna er eftirfarandi:

$$AS = \frac{8.760 - \text{Lengd straumleysis}}{8.760}$$

Þar sem:

8760: Fjöldi klukkustunda í ár (8784 í hlaupári).

Lengd straumleysis getur verið reiknuð á tvo vegu sbr. skilgreiningar hér að framan (SMS, TSN). Hér er lagt til að nota SMS í samræmi við að Orkustofnun notar þann stuðull í þessari jöfnu.

Einnig eru til stuðlar þar sem einungis er verið að horfa á einstaka afhendingarstaði en ekki verður fjallað sérstaklega um þá hér. Eins og áður er komið fram er vandamál við að fá upplýsingar fyrir FSN, TSN og TSF stuðlana (stuðlar frá Kanada) og því eru fyrri stuðlarnir sem hér er fjallað um þægilegri í notkun. Með þeirri nálgun á þessum stuðlum sem skilgreind er hér að framan verða þessir stuðlar álíka þægilegir í útreikningi og aðrir stuðlar. Ef viðskiptavinir nota mismikla orku geta þessir stuðlar einnig verið misvísandi þar sem litlir viðskiptavinir vege jafn þungt og þeir stóru. Landsnet er hætt að nota þessa þrjá stuðla og Orkustofnun gerir ekki kröfu um að þeir séu reiknaðir fyrir þeirra kerfi en dreifiveitur eiga að skila þeim inn til stofnunarinnar. Þessir stuðlar verða því ekki reiknaðir fyrir Landsnet í næsta kafla.

3 RAUNGILDI STUÐLA ÁRIN 1997-2006

Hér verða tekin saman gildi stuðlanna sem skilgreindir eru hér að framan fyrir veiturnar í START hópnum. Byggt er á gögnum árunna 1997 til 2006 um fyrirvaralausar truflanir auk upplýsinga frá orkuspárnefnd um álag á raforkukerfið og raforkusölu [7]. Niðurstöður þessara reikninga eru sýndar í töflum 1 til 9 og myndum 1 til 15. Í öllum tilvikum er horft á fyrirvaralausar truflanir (EF) og því koma ekki fram hjá einstaka veitum áhrif truflana í kerfi annarra veitna né viðhaldstilvik. Tekið hefur verið tillit til þess að umfang flutningskerfisins jókst árið 2005. Því hafa truflanir sem urðu í þeim kerfum sem fluttust yfir til Landsnets verið taldar hér með Landsneti en ekki viðkomandi dreifiveitu. Í skýrslum Landvirkjunar [3] fyrir flutningskerfið áður en Landsnet var stofnað var horft á flutningskerfið eins og það var á þeim tíma og stuðlarnir sem hér eru reiknaðir passa því ekki við þá sem birtir voru í þeim skýrslum. Einnig er smá frávik við skýrslur Landsnets [2] þar sem hér er byggt á gögnum dreifiveitna varðandi þá þætti flutningskerfisins sem tilheyrði þeim fyrir tilkomu Landsnets enda sjá dreifiveiturnar ennþá um að skrá truflanir í þeim kerfum. Aftur á móti byggði Landsnet niðurstöður ársins 2005 bæði á þessum skráningum dreifiveitnanna og frekari upplýsingum sem fyrirtækið hefur haft um truflanir í þessum kerfishluta. Í nokkrum tilvikum hafa stuðlarnir fyrir árið 2005 breyst frá skýrslu síðasta árs vegna þess að leiðréttingar hafa verið gerðar á gögnunum eftir að skýrslan var gefin út á síðasta ári.

Sú breyting varð á skráningu Hitaveitu Suðurnesja á árinu 2006 að þá bættist við skráning fyrir Hafnarfjörð og Selfoss og er skráning þeirra því umfangsmeiri á síðasta ári en árin þar á undan. Árið 2006 er fyrsta árið sem Rafveita Reyðarfjarðar skilar inn gögnum eins og fram kemur í töflunum hér að aftan.

Tafla 1 Stuðull um rofið álag, SRA, árin 1997-2006 (MW/MW ár).

Veita	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Landsnet	0,77	0,91	0,50	0,70	1,19	0,46	1,17	0,46	0,73	1,06
Rafmagnsveitur ríkisins	1,09	0,64	1,24	1,13	1,30	0,68	0,64	0,70	0,87	0,86
Orkuveita Reykjavíkur	0,44	0,43	0,42	0,60	0,41	0,37	0,29	0,37	1,05	0,47
Hitaveita Suðurnesja	0,01	0,11	0,24	0,04	0,06	0,03	0,00	0,04	0,02	0,15
Orkubú Vestfjarða	1,04	3,36	2,62	2,78	2,64	2,40	0,74	0,93	1,43	2,85
Norðurorka		2,39	0,90	0,12	0,35	0,31	0,28	0,04	0,12	0,14
Rafveita Reyðarfjarðar										0,00

Tafla 2 Stuðull um skerta orkuafhendingu, SSO, árin 1997-2006 (MW klst./MW ár).

Veita	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Landsnet	1,29	1,28	0,87	1,01	0,65	0,86	0,29	0,78	0,89	0,81
Rafmagnsveitur ríkisins	1,41	0,89	2,54	1,61	0,96	0,83	0,78	1,17	0,85	0,93
Orkuveita Reykjavíkur	0,33	0,28	0,29	0,37	0,24	0,19	0,17	0,23	0,33	0,25
Hitaveita Suðurnesja	0,02	0,07	0,14	0,11	0,15	0,23	0,00	0,05	0,01	0,10
Orkubú Vestfjarða	1,15	4,10	3,55	2,02	3,18	3,94	0,66	1,71	1,09	1,70
Norðurorka		0,66	0,37	0,08	0,11	0,16	0,10	0,02	0,05	0,11
Rafveita Reyðarfjarðar										0,01

Tafla 3 Stuðull um meðalskerðingu álags, SMA, árin 1997-2006 (MW/tilvik).

Veita	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Landsnet	18,26	16,89	12,37	14,34	17,90	13,74	44,99	21,70	34,07	38,44
Rafmagnsveitur ríkisins	0,27	0,15	0,27	0,26	0,31	0,20	0,18	0,17	0,23	0,24
Orkuveita Reykjavíkur	0,18	0,17	0,17	0,23	0,18	0,19	0,13	0,16	0,49	0,23
Hitaveita Suðurnesja	0,25	0,45	0,15	0,10	0,12	0,11	0,01	0,22	0,14	0,55
Orkubú Vestfjarða	0,55	0,87	0,82	1,06	1,02	1,12	0,51	0,53	0,74	0,82
Norðurorka		4,05	1,56	0,20	0,68	1,02	1,25	0,16	0,93	0,90
Rafveita Reyðarfjarðar										0,01

Tafla 4 Stuðull um meðallengd skerðingar, SMS, árin 1997-2006 (min./ár)

Veita	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Landsnet	108	94	36	57	45	63	17	32	66	59
Rafmagnsveitur ríkisins	140	100	225	154	91	79	91	115	74	103
Orkuveita Reykjavíkur	35	34	31	38	26	19	17	24	34	25
Hitaveita Suðurnesja	2	9	15	15	18	24	0	7	1	10
Orkubú Vestfjarða	116	550	289	154	131	414	62	202	113	170
Norðurorka		81	51	10	15	21	13	3	8	15
Rafveita Reyðarfjarðar										2

Tafla 5 Fjöldi tilvika eftir alvarleika, tilvik flokkuð í fjóra flokka eftir kerfismínútum (0: < 1 kerfismínúta/ 1: < 10 kerfismínútur/ 2 < 100 kerfismínútur/ 3 < 1000 kerfismínútur).

Veita	Fl.	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Landsnet	0	17	14	14	16	42	13	10	14	5	14
	1	3	4	1	5	3	3	2	2	3	4
	2	1	2	1	1	1	1	0	1	1	1
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rafmagns-veitur ríkisins	0	570	660	662	650	620	566	662	742	661	623
	1	9	8	22	22	9	10	8	15	8	14
	2	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Orkuveita Reykjavíkur	0	329	370	363	413	373	329	392	408	411	411
	1	3	3	4	2	3	1	1	1	2	1
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hitaveita Suðurnesja	0	2	12	7	22	26	16	3	8	5	17
	1	0	1	2	2	3	0	0	1	0	2
	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Orkubú Vestfjarða	0	57	105	83	76	86	59	50	55	63	107
	1	16	38	35	20	15	22	7	15	15	27
	2	1	3	1	1	1	1	0	2	0	0
	3	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
Norðurorka	0		9	14	17	16	9	5	7	3	3
	1		7	4	2	3	2	3	1	2	2
	2		1	0	0	0	0	0	0	0	0
	3		0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rafveita Reyðarfjarðar	0										2
	1										0
	2										0
	3										0

Tafla 6 Stuðull um fjölda straumleysistilvika á hvern notanda, FSN (SAIFI), árin 1997-2006 (fjöldi/notanda)

Veita	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Rafmagnsveitur ríkisins	1,83	1,21	2,15	1,94	2,23	1,20	1,20	1,21	1,47	1,38
Orkuveita Reykjavíkur	0,77	0,77	0,73	0,99	0,69	0,62	0,49	0,64	1,82	0,85
Hitaveita Suðurnesja	0,02	0,24	0,42	0,09	0,12	0,06	0,00	0,07	0,03	0,24
Orkubú Vestfjarða	1,84	6,62	4,57	4,73	4,80	4,24	1,35	1,69	2,48	4,77
Norðurorka		4,91	2,07	0,26	0,79	0,72	0,65	0,08	0,30	0,32
Rafveita Reyðarfjarðar										0,01

Tafla 7 Stuðull um tímalengd straumleysis á hvern notanda, TSN (SAIDI), árin 1997-2006 (klst/notanda)

Veita	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Rafmagnsveitur ríkisins	2,39	1,67	4,42	2,76	1,66	1,46	1,47	2,01	1,44	1,50
Orkuveita Reykjavíkur	0,58	0,50	0,51	0,61	0,41	0,32	0,29	0,39	0,57	0,45
Hitaveita Suðurnesja	0,04	0,15	0,25	0,25	0,29	0,41	0,00	0,11	0,02	0,17
Orkubú Vestfjarða	2,03	8,07	6,18	3,44	5,77	6,97	1,20	3,09	1,88	2,84
Norðurorka		1,35	0,86	0,17	0,25	0,36	0,22	0,04	0,13	0,24
Rafveita Reyðarfjarðar										0,03

Tafla 8 Stuðull um tímalengd straumleysis á hvert tilvik skerðingar, TSF (CAIDI), árin 1997-2006 (klst/tilvik)

Veita	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Rafmagnsveitur ríkisins	1,30	1,38	2,05	1,42	0,74	1,22	1,23	1,66	0,98	1,00
Orkuveita Reykjavíkur	0,75	0,66	0,70	0,61	0,60	0,51	0,58	0,62	0,31	0,53
Hitaveita Suðurnesja	1,80	0,63	0,58	2,78	2,42	6,75	1,26	1,50	0,69	0,69
Orkubú Vestfjarða	1,10	1,22	1,35	0,73	1,20	1,64	0,89	1,83	0,76	0,59
Norðurorka		0,27	0,41	0,66	0,32	0,50	0,34	0,52	0,42	0,75
Rafveita Reyðarfjarðar										3,20

Tafla 9 Áreiðanleikastuðull (byggður á SMS) árin 1997-2006 (%)

Veita	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Landsnet	99,979	99,982	99,993	99,989	99,991	99,988	99,997	99,994	99,988	99,989
Rafmagnsveitur ríkisins	99,973	99,981	99,957	99,971	99,983	99,985	99,983	99,978	99,986	99,980
Orkuveita Reykjavíkur	99,993	99,994	99,994	99,993	99,995	99,996	99,997	99,995	99,993	99,995
Hitaveita Suðurnesja	100,00	99,998	99,997	99,997	99,997	99,995	100,00	99,999	100,00	99,998
Orkubú Vestfjarða	99,978	99,895	99,945	99,971	99,975	99,921	99,988	99,962	99,978	99,968
Norðurorka		99,985	99,990	99,998	99,997	99,996	99,997	100,00	99,999	99,997
Rafveita Reyðarfjarðar										100,00

Á mynd 1 sést að Orkubú Vestfjarða er yfirleitt með stærsta gildið á SRA stuðlinum en þó lækkaði hann verulega árið 2003 en hefur síðan hækkað að nýju, sérstaklega á síðasta ári þegar hann var svipaður og árin 1998-2002. Stuðullinn er yfirleitt næst hæstur hjá Rafmagnsveitum ríkisins eða í sex af tíu árum en hjá þéttbýlisveitunum og Landsneti er hann yfirleitt undir 1,0 MW/MWár.

Orkubú Vestfjarða er einnig mun hærra en aðrar veitur þegar litið er á SSO stuðulinn en þó er hann lægri síðustu fjögur árin en næstu fimm þar á undan, sjá mynd 2. Þegar litið er á aðrar veitur sést að þéttbýlisveiturnar eru yfirleitt með gildi innan við 0,5 MWklst/MWár, Landsnet er innan við 1,5 MWklst/MWár og Rafmagnsveitur ríkisins

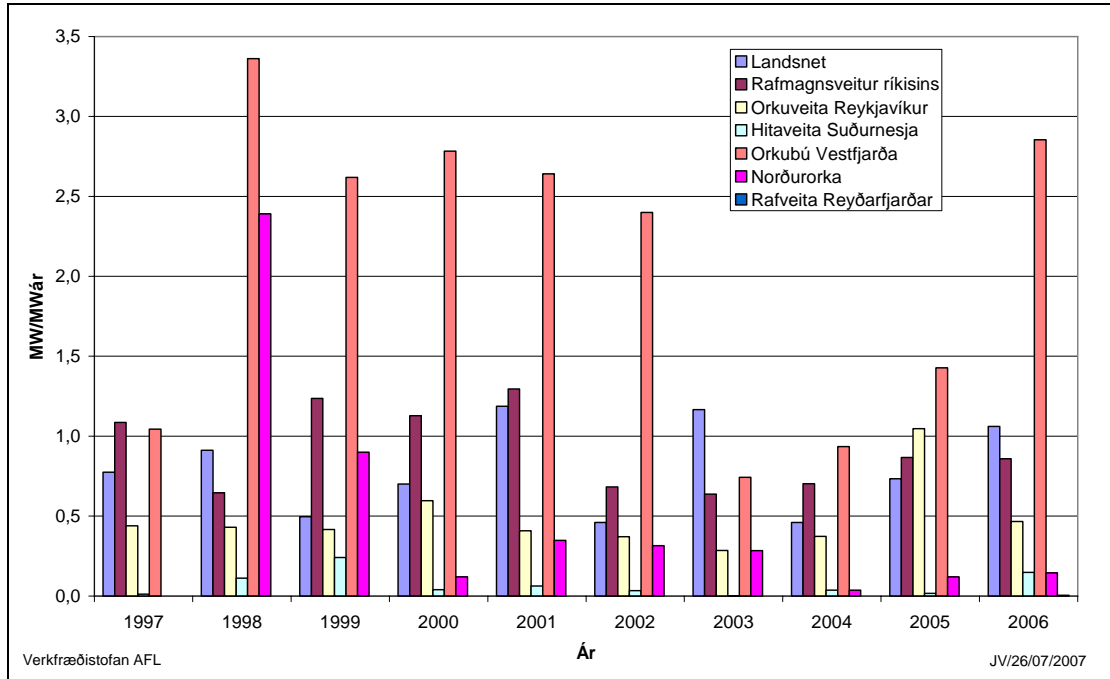
um eða innan við 2,5 MWklst/MWár.

Meðalskerðing álags er eðlilega langmest hjá Landsneti þar sem skerðingin þessi ár er á bilinu 12-45 MW/tilvik, sjá mynd 3. Hjá öðrum veitum er skerðingin yfirleitt innan við 1,5 MW/tilvik og minnst að jafnaði hjá Orkuveitu Reykjavíkur eða innan við 0,5 MW/tilvik, sjá mynd 4.

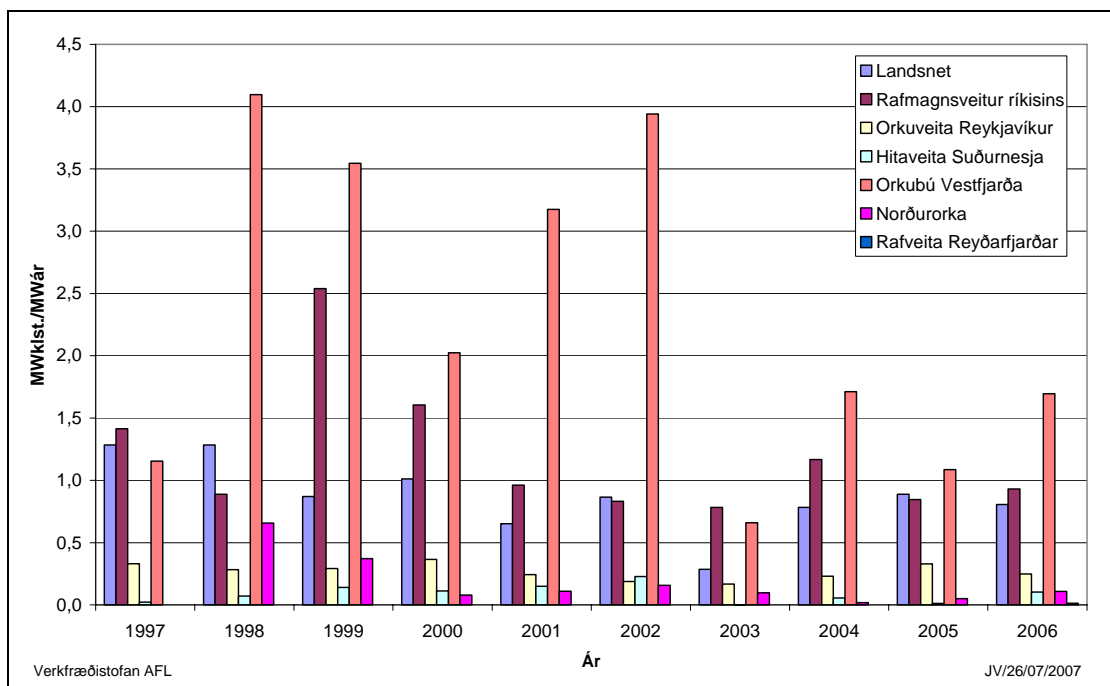
Ef alltaf væri miðað við að afl væri óbreytt allan skerðingartímann ætti meðallengd skerðingar að gefa stuðul sem væri lægri en SSO stuðullinn sem nemur nýtingu aflsins. Þegar myndir 5 og 6 eru skoðaðar sést að í flestum tilvikum passar þetta nokkuð vel en þó sker Orkubú Vestfjarða sig úr hvað þetta varðar væntanlega vegna þess að í löngum skerðingum er hægt að mæta hluta orkuskerðingarinnar með keyrslu dieselstöðva. Þessi stuðull ætti því að gefa betri mynd af lengd orkuskerðingar. Stuðullinn hefur síðustu fjögur árin verið um eða innan við 3 klukkustundir hjá Orkubúi Vestfjarða en hæstur hefur hann verið tæpar 10 stundir. Hjá þéttbýlisveitunum er þessi stuðull yfirleitt innan við 1 klukkustund en hjá Landsneti er hann heldur hærri.

Fjöldi skerðingartilvika sem eru innan við 1 kerfismínúta eru langmestur hjá Rafmagnsveitum ríkisins og Orkuveitu Reykjavíkur enda eru þau kerfi umfangsmest. Eins og sést á mynd 7 er fjöldi tilvika nokkuð breytilegur milli ára og þó er fjöldinn yfirleitt á bilinu 1.000-1.200 tilvik. Þegar litið er á lengri tilvik verður breytileikinn á milli ára meiri eins og sést á myndum 8 til 10 en hlutur Orkubús Vestfjarða verður þá mestur. Hjá Orkuveitu Reykjavíkur eru engin tilvik yfir 10 kerfismínútur. Einungis tvö tilvik eru það umfangsmikil á síðustu tíu árum að þau fari yfir 100 kerfismínútur. Yfir lengra tímabil ætti fjöldi tilvika að aukast sérstaklega þau sem eru innan við 1 kerfismínúta þar sem umfang kerfisins fer vaxandi en svo er ekki að sjá á þessum myndum.

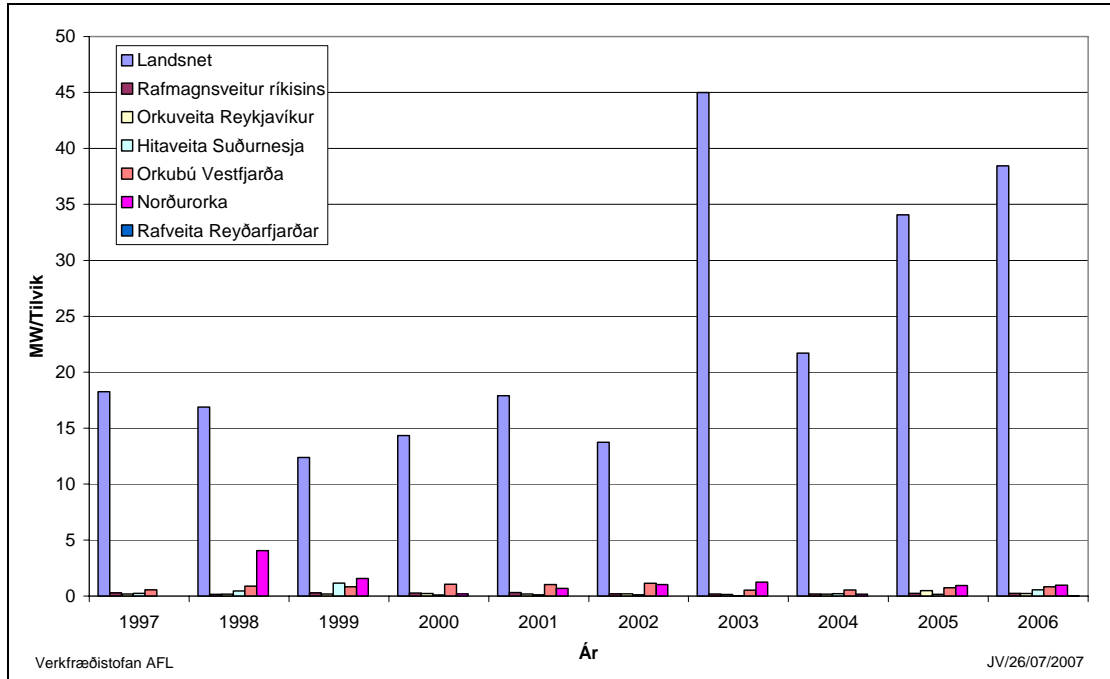
Á mynd 11 er sýndur fjöldi straumsleysistilvika á notanda og sést að þéttbýlisveiturnar eru með innan við 1 tilvik á notanda á ári. Orkubú Vestfjarða er með mestan fjöldann og þar er síðasta ár með mun fleiri tilvik en næstu þrjú ár þar á undan eða svipaðan fjölda og árin 1998 til 2002. Á mynd 12 er sýnd lengd straumleysis á notanda og sést þar að í þéttbýlinu er það yfirleitt innan við 0,5 klst/notanda/ári en lengd hvers tilviks er yfirleitt innan við 1 klukkustund að meðaltali í þéttbýlinu, sjá mynd 13. Dreifbýlisveiturnar eru með heldur lengri tilvik en munurinn er þó minni hér en á flestum öðrum stuðlum.



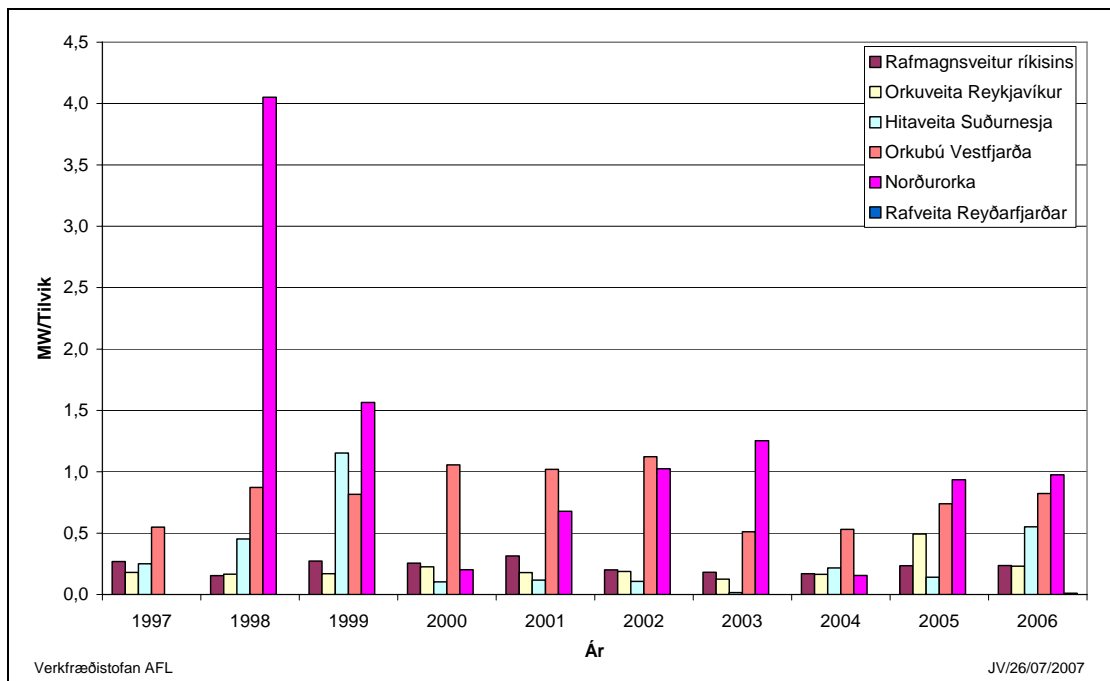
Mynd 1 Stuðull um rofið álag, SRA, fyrir allar veiturnar í START hópnum árin 1997-2006.



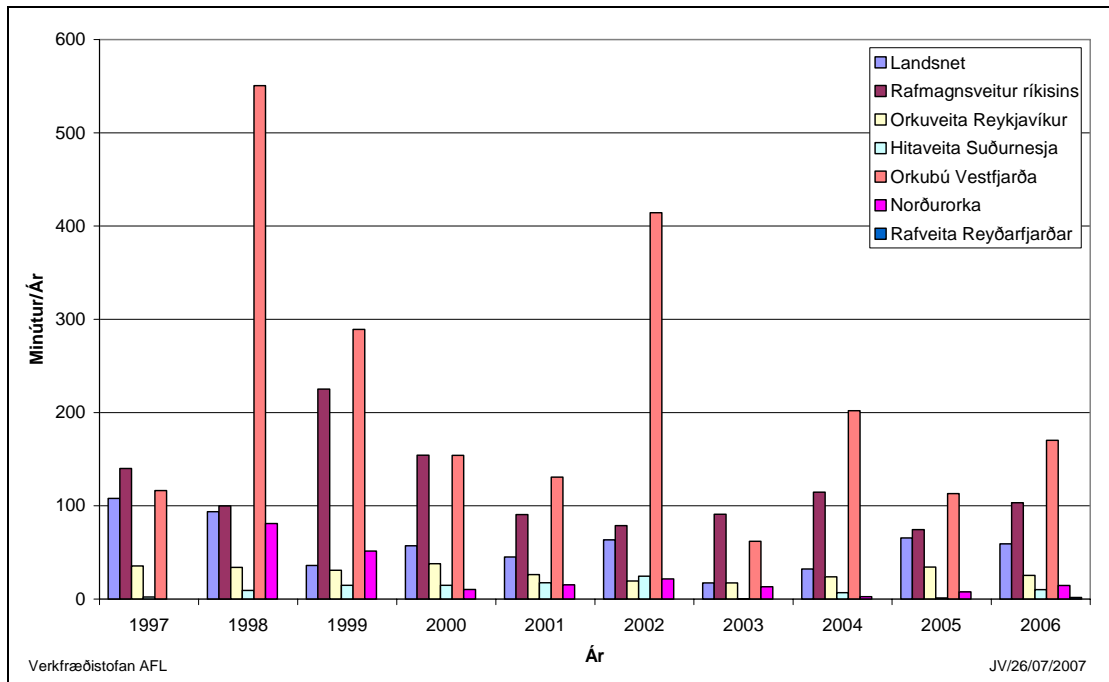
Mynd 2 Stuðull um skerta orkuafhendingu, SSO, fyrir allar veiturnar í START hópnum árin 1997-2006.



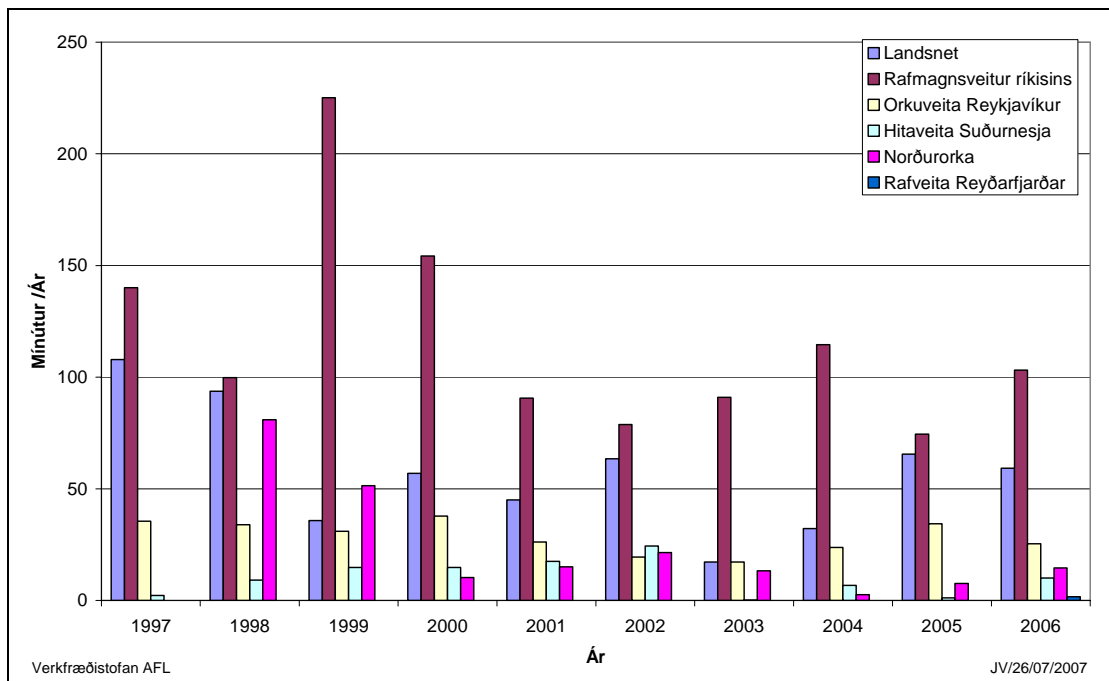
Mynd 3 Stuðull um meðalskerðingu álags, SMA, fyrir allar veiturnar í START hópnum árin 1997-2006.



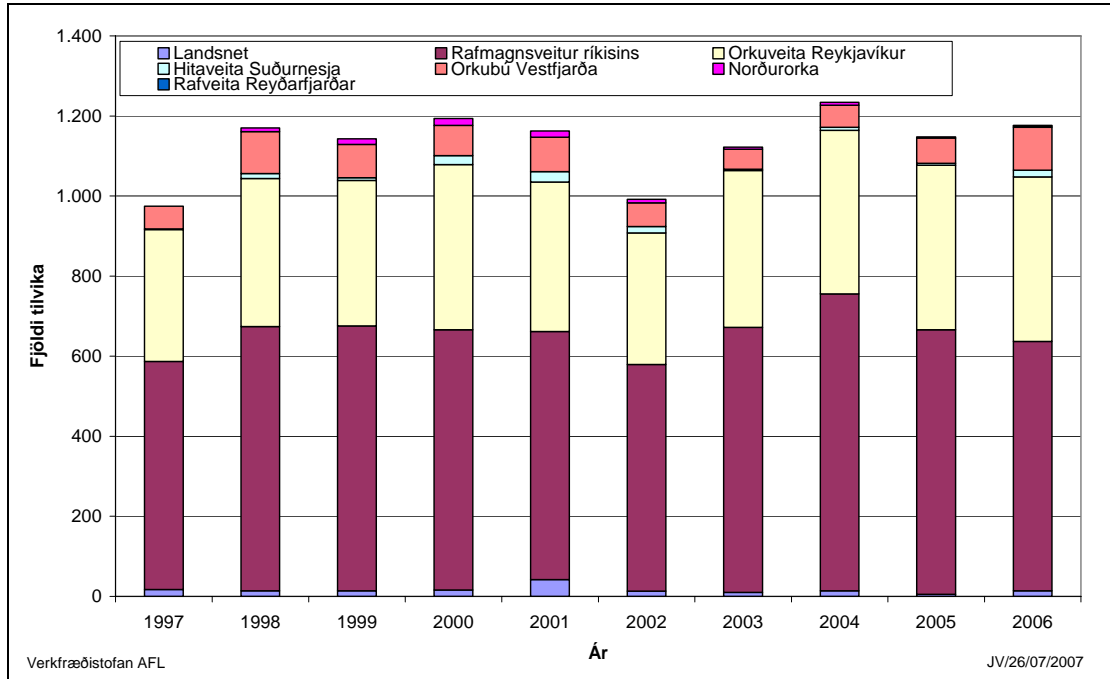
Mynd 4 Stuðull um meðalskerðingu álags, SMA, fyrir aðrar veitur í START hópnum en Landsnet árin 1997-2006.



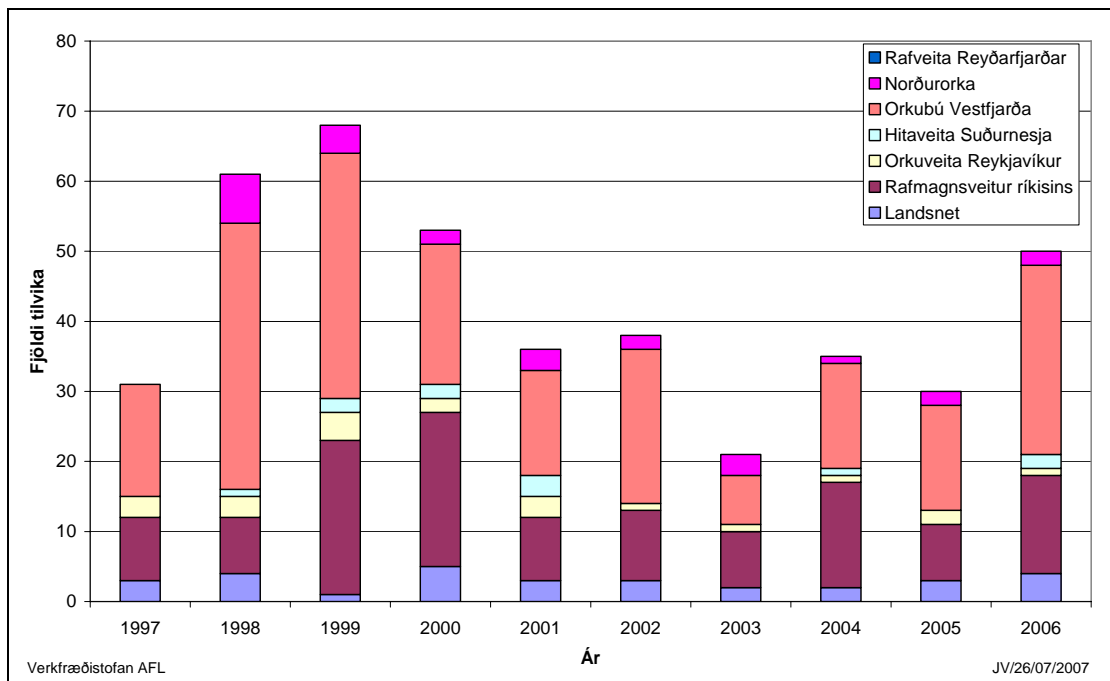
Mynd 5 Stuðull um meðallengd skerðingar, SMS, fyrir allar veiturnar í START hópnum árin 1997-2006.



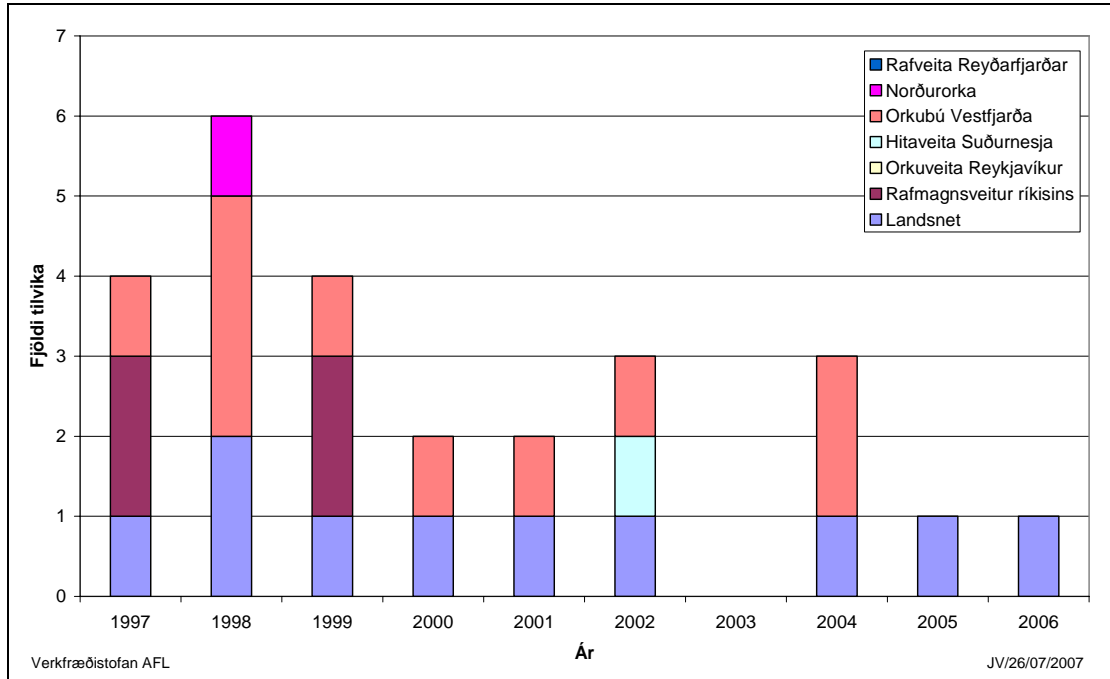
Mynd 6 Stuðull um meðallengd skerðingar, SMS, fyrir aðrar veitur í START hópnum en Orkubú Vestfjarða árin 1997-2006.



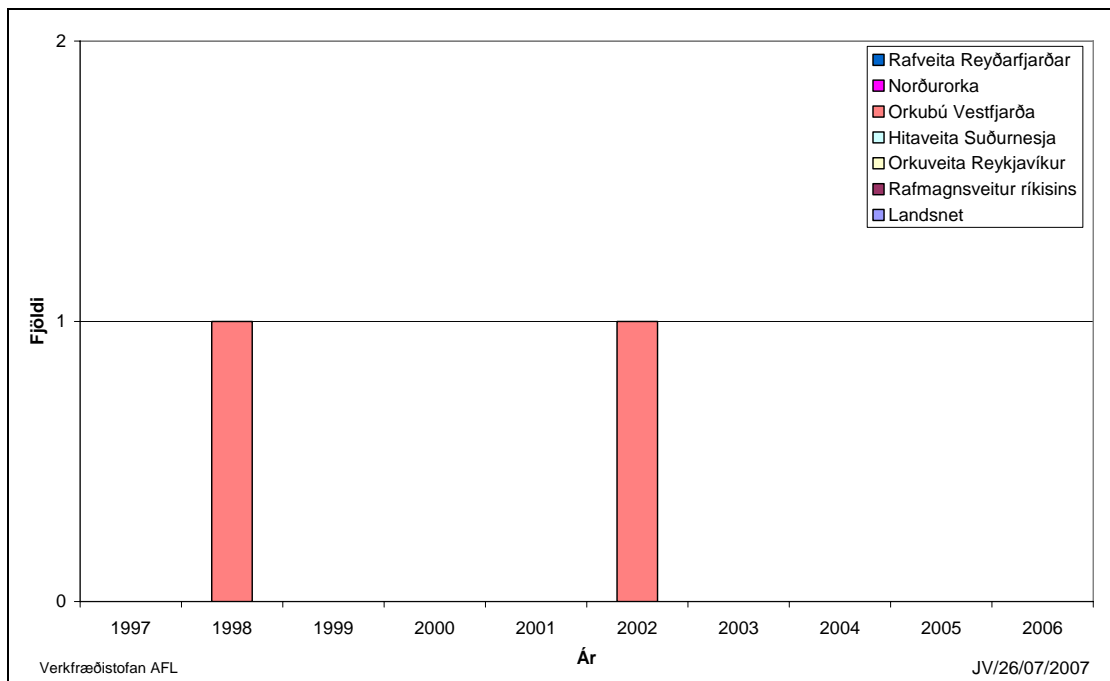
Mynd 7 Fjöldi skerðingartilvika árin 1997-2006 sem eru innan við 1 kerfismínúta.



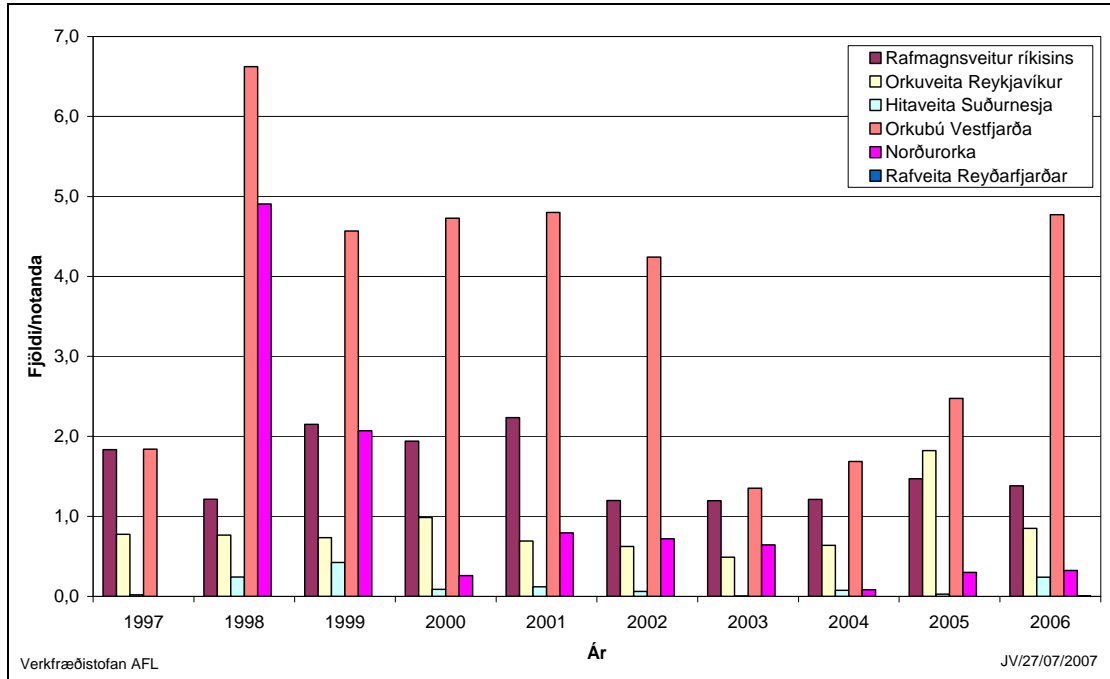
Mynd 8 Fjöldi skerðingartilvika árin 1997-2006 sem eru á bilinu 1 til 10 kerfismínútur.



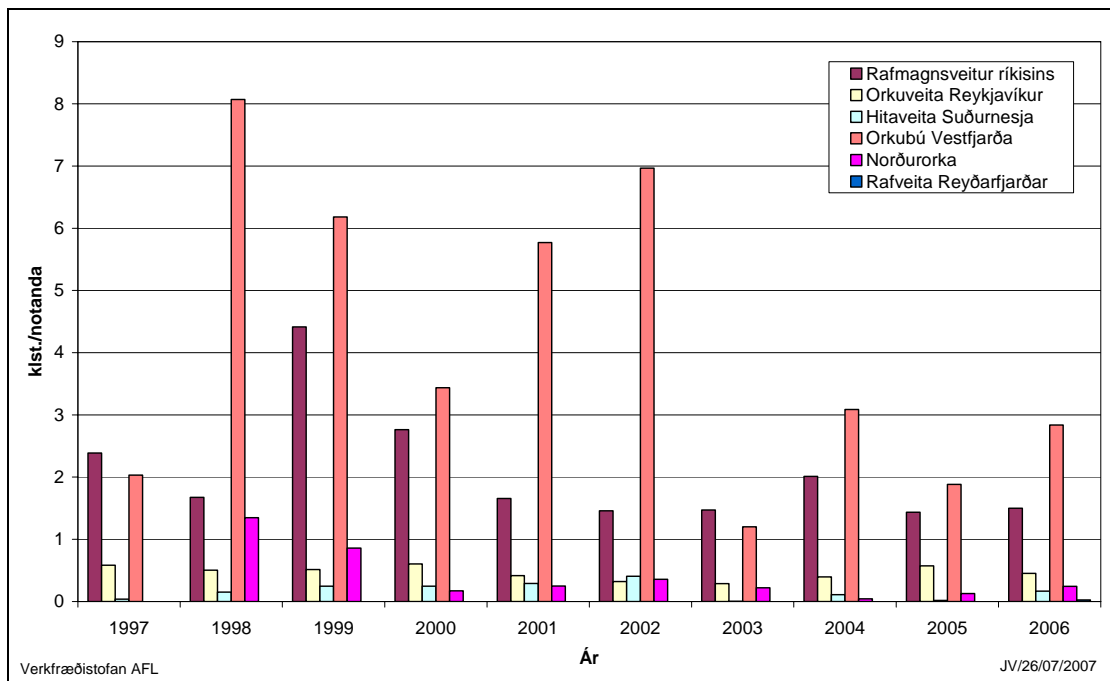
Mynd 9 Fjöldi skerðingartilvika árin 1997-2006 sem eru á bilinu 10 til 100 kerfismínútur.



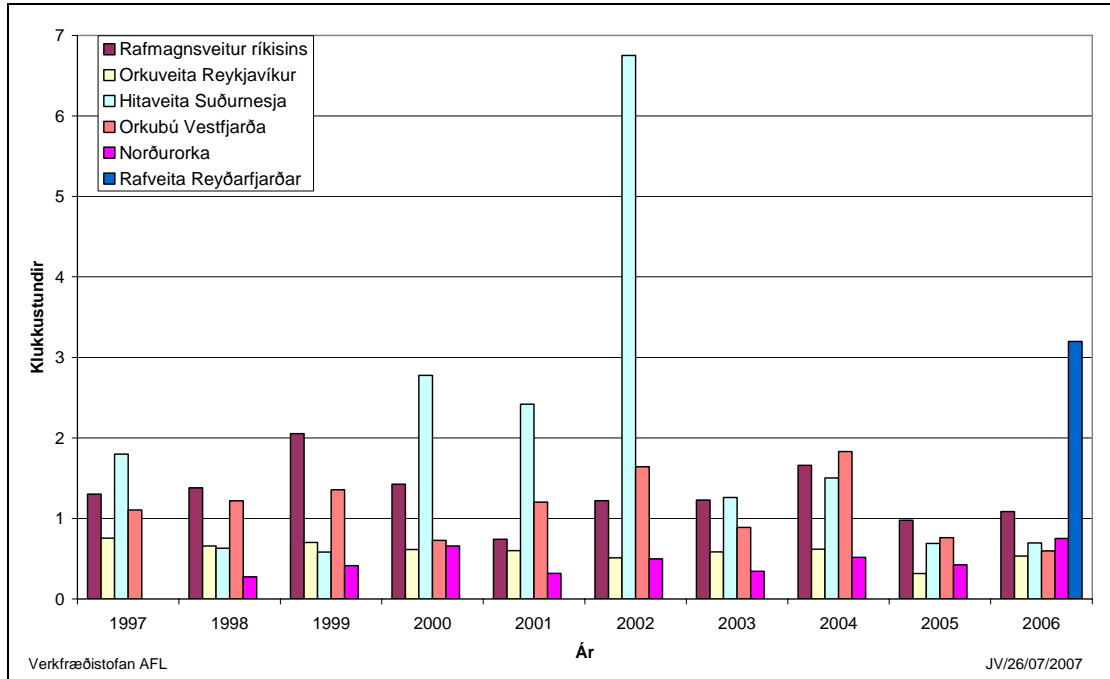
Mynd 10 Fjöldi skerðingartilvika árin 1997-2006 sem eru á bilinu 100 til 1000 kerfismínútur.



Mynd 11 Stuðull um fjölda straumleysistilvika á hvern notanda, FSN (SAIFI), árin 1997-2006.



Mynd 12 Stuðull um tímalengd straumleysis á hvern notanda, TSN (SAIDI), árin 1997-2006.



Mynd 13 Stuðull um tímalengd straumleysis á hvert tilvik skerðingar, TSF (CAIDI), árin 1997-2006 (klst/tilvik).

HEIMILDIR

- [1] Starfshópur um rekstrartruflanir: *Gagnagrunnur með upplýsingum um rekstrartruflanir.*
- [2] Landsnet, flutningssvið: *Frammistöðuskýrsla. Árlegar skýrslur.*
- [3] Landsvirkjun: *Fyrirvaralausar rekstrartruflanir og samræmt viðhald í kerfi Landsvirkjunar. Árlegar skýrslur*
- [4] Task Force on Bulk Power Indices of the Working Group on Performance Records for Optimizing System Design, Power Systems Engineering Committee, 1989: *Bulk System Reliability – Measurement and Indices.* IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems, Vol. 4, no. 3, pp. 829-835, August.
- [5] Working Group on Performance Records for Optimizing System Design, Power Systems Engineering Committee, 1978: *Reliability Indices for Use in Bulk Power Supply Adequacy Evaluation.* IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems, Vol. PAS-97, no. 4, pp. 1097-1103, July/August.
- [6] Canadian Electricity Association, 1996: *1995 Annual Service Continuity Report on Distribution System Performance in Canadian Electrical Utilities.*
- [7] Orkusparnefnd: *Upplýsingar um álag á raforkukerfið og raforkusölu, sjá viðauka í raforkuspám.*