



# **SAMANBURÐUR Á SAFNKERFUM FYRIR BÚRFELLSLUND**

Þóra Björk Samúelsdóttir

**Lokaverkefni í rafmagnstæknifræði BSc**

2014

Höfundur: Þóra Björk Samúelsdóttir

Kennitala: 280787-3029

Leiðbeinandi: Eggert Þorgrímsson

Tækni- og verkfræðideild

School of Science and Engineering





# Tækni- og verkfræðideild

## Heiti verkefnis:

Samanburður á safnkerfum fyrir Búrfellslund

## Námsbraut:

Rafmagnstæknifræði BSc

## Tegund verkefnis:

Lokaverkefni í tæknifræði BSc

## Önn:

Haust 2014

## Námskeið:

RT  
LOK 1012

## Ágrip:

Pegar margar vindmyllur eru staðsettar í þyrringu (vindlundur, e. wind farm) er notast við safnkerfi til að sameina þá raforku sem vindmyllurnar framleiða.

## Höfundur:

Póra Björk Samúelsdóttir

## Umsjónarkennari:

Kristinn Sigurjónsson

## Leiðbeinandi:

Eggert Þorgrímsson

## Fyrirtæki/stofnun:

EFLA verkfræðistofa

Markmið verkefnisins var að gera samanburð á mismunandi gerðum af safnkerfum fyrir vindlundi, bera saman sverleika strengja, heildarframleiðslu vindlundar og töp á raforku frá vindmyllu að safnstöð þar sem spennan var hækkuð í 220 kV. Notast var við eGRID við hermun á kerfunum en það er rafmagnshönnunarhluti forritsins WindPRO.

Einnig er fjallað almennt um virkni vindmyllna, kröfur ENTSO-E, virkjun vindafls á Íslandi og nýtingu vindorku í heiminum.

## Dagsetning:

04.12.2014

## Lykilord íslensk:

Vindmylla,  
raforkukerfi,  
vindorka

## Lykilord ensk:

Windmill,  
power systems,  
wind energy

## Dreifing:

opin

lokuð

til:



# Formáli

Verkefnið er lokaverkefni unnið af Þóru Björk Samúelsdóttur til BSc gráðu í rafmagnstækniræði við Háskólann í Reykjavík. Hugmyndin að verkefninu kom frá Eggert Þorgrímssyni rafmagnsverkfræðingi hjá EFLU verkfræðistofu. Verkefnið var unnið að mestu leyti hjá EFLU Höfðabakka 9.

Í verkefninu er gerður samanburður á mismunandi gerðum af safnkerfum fyrir vindlundi. Þegar margar vindmyllur eru staðsettar í þyrringu er notast við safnkerfi til að sameina þá raforku sem vindmyllurnar framleiða. Raforkan er sameinuð í safnstöð og þaðan fer hún inn á flutningskerfið. Notast var við eGRID við hermun á kerfunum en það er rafmagnshönnunarhluti forritsins WindPRO. Markmið verkefnisins var að bera saman sverleika strengja, heildarframleiðslu vindlundar og töp á raforku frá vindmyllu að safnstöð þar sem spennan var hækkuð í 220 kV. Einnig er fjallað almennt um virkni vindmyllna, kröfur ENTSO-E, virkjun vindafls á Íslandi og nýtingu vindorku í heiminum.

Höfundur vill þakka öllum sem að verkefninu komu og veittu aðstoð. Sérstakar þakkir fær Eggert Þorgrímsson og fleiri starfsmenn EFLU fyrir að vera höfundi innan handar og útvega vinnuaðstöðu. Kristinn Sigurjónsson umsjónakennari fyrir aðstoð við leit að leiðbeinanda ásamt gagnlegum ábendingum. Að lokum vill höfundur þakka kennurum Háskólans í Reykjavík og bekkjarfélögum fyrir samstarfið á síðustu þrem og hálfu ári.

*Þóra Björk Samúelsdóttir*

# Efnisyfirlit

<b>Formáli</b>	<b>ii</b>
<b>Myndaskrá</b>	<b>vi</b>
<b>Töfluskrá</b>	<b>vii</b>
<b>1 Inngangur</b>	<b>1</b>
1.1 Kostir og gallar vindmylla . . . . .	2
1.2 Markmið og uppbygging verkefnis . . . . .	3
<b>2 Virkjun vindafls</b>	<b>4</b>
2.1 Vindmyllur Landsvirkjunar . . . . .	5
2.2 Nýting vindorku í heiminum . . . . .	9
2.3 Kostnaður orkuvera . . . . .	11
<b>3 Vindmyllur og rafkerfi þeirra</b>	<b>12</b>
3.1 Rafalinn . . . . .	13
3.1.1 Spanrafali án sleituhringja . . . . .	14
3.1.2 Spanrafali með sleituhringjum . . . . .	15
3.1.3 Rafali með tvöfaldri fæðingu . . . . .	16
3.1.4 Rafali með tvöföldum umbreyti . . . . .	16
3.2 Frá rafala að safnstöð . . . . .	17
3.3 Kröfur ENTSO-E til orkuvera og rafala . . . . .	18
3.3.1 Samantekt á gerðum rafala með hliðsjón af kröfum ENTSO-E . .	20
<b>4 Uppbygging safnkerfa</b>	<b>22</b>
4.1 Geislatengt kerfi . . . . .	22
4.2 Hringtengt kerfi . . . . .	23
4.3 Stjörnutengt kerfi . . . . .	25
<b>5 Samanburður á safnkerfum</b>	<b>27</b>
5.1 Rofabúnaður . . . . .	28
5.2 Forsendur í hermun . . . . .	32
5.2.1 Gerð vindmylla . . . . .	32
5.2.2 Safnstöð . . . . .	32
5.2.3 Jarðstrengir . . . . .	32
5.2.4 Tákn úr WindPRO . . . . .	33
5.2.5 Vinddreifing . . . . .	33
5.2.6 Varmaviðnám jarðvegs . . . . .	34

5.2.7	Hermun . . . . .	34
5.3	Geislatengt kerfi . . . . .	35
5.3.1	Val á jarðstrengjum . . . . .	36
5.3.2	Töp í kerfi . . . . .	36
5.4	Stjörnutengt kerfi . . . . .	37
5.4.1	Val á jarðstrengjum . . . . .	38
5.4.2	Töp í kerfi . . . . .	39
5.5	Hringtengt kerfi . . . . .	40
5.5.1	Val á jarðstrengjum . . . . .	41
5.5.2	Töp í kerfi . . . . .	42
<b>6</b>	<b>Niðurstöður</b>	<b>44</b>
<b>7</b>	<b>Framhald og tillögur að öðru verkefni</b>	<b>47</b>
<b>8</b>	<b>Samantekt</b>	<b>51</b>
<b>Heimildir</b>		<b>53</b>
<b>ViðaukiA Geislatengt kerfi</b>		<b>58</b>
<b>ViðaukiB Stjörnutengt kerfi</b>		<b>68</b>
<b>ViðaukiC Hringtengt kerfi, betra tilvikið</b>		<b>78</b>
<b>ViðaukiD Hringtengt kerfi, verra tilvikið</b>		<b>88</b>

# Myndaskrá

1.1 Hollensk vindmylla sem staðsett var í Bankastræti . . . . .	1
1.2 Álitlegir staðir á Íslandi til nýtingar á vindorku . . . . .	2
2.1 Vindmyllan í Belgsholti . . . . .	4
2.2 Vindmyllur Landsvirkjunar . . . . .	5
2.3 Samanburður á raforkuframleiðslu vindmylla Landsvirkjunar . . . . .	6
2.4 Samanlagt nýtnihlutfall vindmylla Landsvirkjunar . . . . .	7
2.5 Stormtíðni á Íslandi . . . . .	7
2.6 Staðsetning Búrfellslundar . . . . .	9
2.7 Heildarraforkuframleiðsla með vindorku í heiminum . . . . .	10
2.8 Staðsetning á nýjum vindmyllum í heiminum frá jan - jún 2014 . . . . .	10
2.9 Samanburður á raforkuverði frá mismunandi orkugjöfum . . . . .	11
3.1 Vindmylla sem snýst um lóðréttan ás . . . . .	12
3.2 Vindmylla sem snýst um láréttan ás . . . . .	12
3.3 Skýringarmynd vindmylla . . . . .	13
3.4 Spanrafali án sleituhringja . . . . .	14
3.5 Spanrafali með sleituhringjum . . . . .	15
3.6 Rafali með tvöfaldri fæðingu . . . . .	16
3.7 Rafali með tvöföldum umbreyti . . . . .	17
3.8 ENTSO-E: Spennuviðmið ef upp kemur bilun/truflun . . . . .	19
4.1 Geislatengt kerfi . . . . .	23
4.2 „Single-sided“ hringkerfi . . . . .	24
4.3 „Double-sided“ hringkerfi . . . . .	24
4.4 Stjörnutengt kerfi . . . . .	25
4.5 Stjörnutengt kerfi, önnur útgáfa . . . . .	26
5.1 Grunnupsetning 75 MW vindlundar . . . . .	27
5.2 Einlínemynd, hringtengt kerfi . . . . .	29
5.3 Einlínemynd, geislatengt kerfi . . . . .	30
5.4 Einlínemynd, stjörnutengt kerfi . . . . .	31
5.5 Tákn sem notuð eru í eGRID . . . . .	33
5.6 Uppsetning á geislatengdu kerfi úr WindPRO . . . . .	35
5.7 Uppsetning á stjörnutengdu kerfi . . . . .	38
5.8 Uppsetning á hringtengdu kerfi, betra tilvikið . . . . .	40
5.9 Uppsetning á hringtengdu kerfi, verra tilvikið . . . . .	41
7.1 Veðurathugarstöð á Hjallahálsi . . . . .	49
7.2 Samanburður á vindstyrk á Hjallahálsi og í Hafinu . . . . .	49

7.3	Vindrós fyrir Hjallaháls janúar-júní . . . . .	50
7.4	Vindrós fyrir Hjallaháls júlí-desember . . . . .	50
8.1	Geislatengt kerfi . . . . .	51
8.2	Stjörnutengt kerfi . . . . .	52
8.3	Hringtengt kerfi . . . . .	52

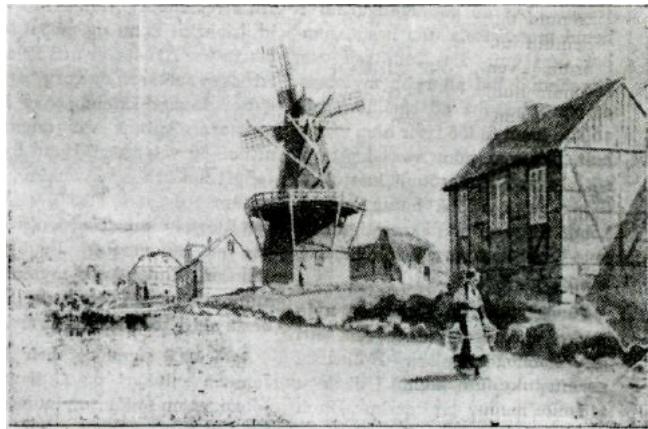
# Töfluskrá

2.1 Samanlögð raforkuframleiðsla vindmylla í Hafinu . . . . .	8
3.1 Spennu- og tímaviðmiðunargildi fyrir bilun í kerfi . . . . .	20
3.2 Samanburður á eiginleikum rafala . . . . .	21
5.1 Val á jarðstrengjum . . . . .	33
5.2 Geislatengt kerfi: Lengdir strengja . . . . .	36
5.3 Geislatengt kerfi: Lengd og nýting skurða . . . . .	36
5.4 Geislatengt kerfi: Heildarraforkuframleiðsla og töp . . . . .	37
5.5 Geislatengt kerfi: Töp við fullt álag . . . . .	37
5.6 Stjarna: Lengdir strengja . . . . .	38
5.7 Stjarna: Lengd og nýting skurða . . . . .	39
5.8 Stjarna: Heildarraforkuframleiðsla og töp . . . . .	39
5.9 Stjarna: Töp við fullt álag . . . . .	39
5.10 Hringur: Lengdir strengja . . . . .	42
5.11 Hringur: Lengd og nýting skurða . . . . .	42
5.12 Hringur betra tilvik: Heildarraforkuframleiðsla og töp . . . . .	42
5.13 Hringur verra tilvik: Heildarraforkuframleiðsla og töp . . . . .	43
5.14 Hringur betra tilvik: Töp við fullt álag . . . . .	43
5.15 Hringur verra tilvik: Töp við fullt álag . . . . .	43
6.1 Skipting raun- og launafls í 100 MVA spenni . . . . .	44
6.2 Skipting raun- og launafls í 4,0 MVA spenni . . . . .	44
6.3 Heildarraforkuframleiðsla og töp . . . . .	45
6.4 Töp við fullt álag . . . . .	45
6.5 Heildarlengd strengja . . . . .	45
6.6 Sverleiki strengja . . . . .	45
6.7 Nýting skurða . . . . .	46
6.8 Heildarlengdir skurða . . . . .	46

# Kafli 1

## Inngangur

Vindurinn býr yfir vistvænni og endurnýjanlegri orku sem hefur verið nýtt í hundruðir ára. Í fyrstu voru vindmyllurnar nýttar í að mala korn og dæla vatni. Áhugi til að nýta vindorku að einhverju ráði til framleiðslu á rafmagni var ekki fyrr en um 1970 þegar mikil hækkun varð á olíuverði. Fyrstu vindmyllurnar til að framleiða raforku voru komnar rétt fyrir 1900 [1]. Síðan þá hefur verið hröð þróun, kostnaður vegna virkjunar vindafils farið lækkandi og afkastagetan orðin meiri. Þessi þróun hefur gert vindorkuna að raunhæfari valkosti. [2].



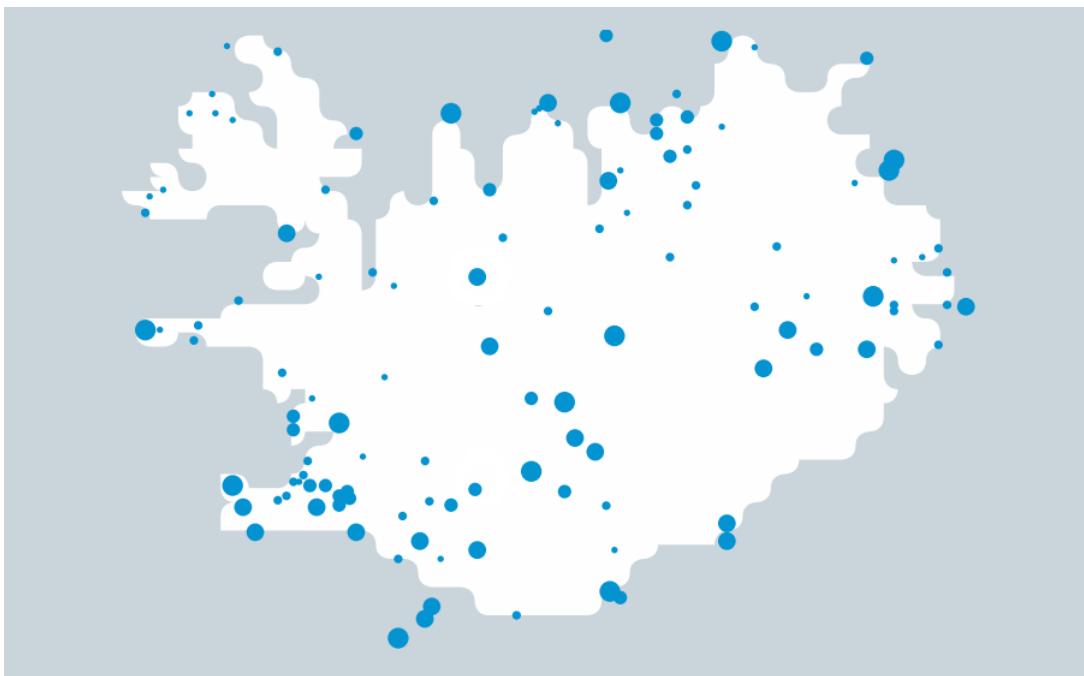
Mynd 1.1: Hollensk vindmylla sem staðsett var í Bankastræti [3]

Fræðilega aflið  $P$  [W] sem fæst með vindorku er hlutfall af vindhraða  $v$  [m/sek], flatarmáli sem spaðarnir snúast í  $A$  [ $m^2$ ] og þéttleika loftsins  $\rho$  [ $kg/m^3$ ]. Að vísu eru nokkrar takmarkanir og því getur mesta mögulega aflið aðeins orðið 59,3% (lögmál Betz). Þessar takmarkanir orsakast meðal annars af gerð búnaðar, hönnun blaða, núningstapa og fleiru. Stuðullinn  $C_p$  tekur tillit til afkastagetu búnaðar [4].

$$P_m = \frac{1}{2} * v^3 * C_p * \rho * A \quad (1.1)$$

## 1.1 Kostir og gallar vindmylla

Vindmyllur búa yfir mörgum kostum en så eftirsóttasti er að vindurinn er kostnaðarlaus, vistvæn og endurnýjanleg orkulind. Aðstæður til raforkuframleiðslu með vindmyllum þykja betri hér á landi en víða í heiminu. Ísland telst vindasamt og kostur að vindur á landi og sjó er svipaður. Vindmyllur er hægt að staðsetja bæði á sjó og landi. Í mörgum löndum er landrými vandamál en það á ekki við Ísland, þar hér er mikið er um óbyggð svæði og því ágætis möguleikar á að finna hentuga staði. Uppsetning vindmylla tekur skamman tíma og auðvelt er að fjarlægja þær ef þörf krefur. Samanborðið við aðra virkjunarmöguleika eru vindmyllur mun náttúruvænni en flestir aðrir virkjunarkostir. Raforkuframleiðsla með vindi hentar vel með miðlunarvirkjunum sem er stærsti virkjunarmátinn á Íslandi [5]. Skoðaðir hafa verið álitlegir staðir á Íslandi til nýtingar á vindorku líkt og merkt hefur verið inn á mynd 1.2.



Mynd 1.2: Álitlegir staðir á Íslandi til nýtingar á vindorku [6]

Helsti ókosturinn og sá óviðráðanlegasti er að vindorkan er breytileg frá degi til dags og því óstöðug framleiðsla. Windmyllum getur fylgt hljóðmengun en með bættri hönnun hefur hún minnkað mikið og þau hljóð sem myndast fallið inn í vindinn að mestu. Líkt og með önnur mannvirki er sjónmengun af þeim og því sem þeim fylgir. Hafa þarf í huga hvaða áhrif þær geta haft á nýtingu lands, gróðurfar og fuglalíf [7]. Þar sem nýting vindmylla er ný til komin á Íslandi er ekki enn mikil reynsla varðandi bilanartíðni vegna veðurs, náttúruhamfara eða hvort þetta er hagkvæmur kostur þegar tekið er tillit til alls.

## 1.2 Markmið og uppbygging verkefnis

Til eru nokkrar útfærslur af safnkerfum sem notaðar eru fyrir vindlundi (e. wind farm) líkt og Landsvirkjun er að ihanna að staðsetja í Búrfellslundi. Vindlundir geta verið ýmist á landi (e. onshore) eða sjó (e. offshore). Í flestum heimildum er þess getið að safnkerfi sem eru geislatengd séu algengust á landi og hringtengd kerfi séu algengust á sjó. Markmið verkefnisins er að bera saman mismunandi safnkerfi fyrir ímyndaðan 75 MW vindlund sem staðsettur yrði í Búrfellslundi með tilliti til vals á jarðstrengjum, töpum, heildarraforkuframleiðslu, lengd skurða og strengja. Ferlið er skoðað frá vindmyllu að aðalsafnstöð þar sem spennan er hækkuð í 220 kV flutningspennu.

Segja má að verkefnið sé tvíþætt. Í fyrri hlutanum (kaflar 1-4) er fjallað almennt um virkni vindmylla, netmála ENTSO-E, virkjun vindafls á Íslandi og nýtingu vindorku í heiminum. Í seinni hlutanum (kafla 5 og 6) er farið í útkomu úr hermunum, fjallað um niðurstöður og gerður samanburður. Í tveimur síðustu köflunum er stutt samantekt á niðurstöðum, hugsanlegt framhald á verkefninu og tillögur að nýju verkefni.

## Kafli 2

### Virkjun vindafls

Í júlí 2011 var reist 30 kW vindmylla að frumkvæði Haraldar Magnússonar bónda í Belgsholti í Melasveit. Þetta var fyrsta vindrafstöðin sem rekin hefur verið á Íslandi og tengd er inn á raforkukerfið. Þessi vindmylla eyðilagðist í vondu veðri tæpum 5 mánuðum síðar. Nýrri og endurbættri vindmyllu var komið upp haustið 2013 en hún framleiðir það sama og sú eldri gerði. Stór hluti raforkunnar er nýttur í Belgsholti [8].



Mynd 2.1: Vindmyllan í Belgsholti [9]

Landvirkjun reisti í lok árs 2012 tvær vindmyllur norðan við Búrfell, á svæði sem nefnt er Haf. Staðsetningin þykir henta vel þar sem vindmælingar hafa sýnt að þar ríki nokkuð stöðugur norðaustan vindur og möguleikar á tengingum inn á flutningskerfið góðir. Tilgangur vindmyllanna er í rannsóknarskyni, að kanna hvort hagkvæmt sé að nýta vindorku sem þriðja kost í framleiðslu á raforku og þá sérstaklega til að styrkja raforkukerfið. Styrkingin fælist í því að nýta vindmyllurnar til að spara upplistöðulónin fyrir vatnsaflsvirkjanirnar en söfnun í miðlunarhlón Landsvirkjunar er lítil á veturna. Besta nýting vindmyllanna er einmitt þá þegar vindstyrkurinn er sem mestur. Með þessu væri hugsanlegt að hækka mörk tryggrar raforku Landsvirkjunar eða auka afgangsorkuna sem leyfilegt er að skerða ef framleiðsla er ekki næg.



Mynd 2.2: Vindmyllur Landsvirkjunar [10]

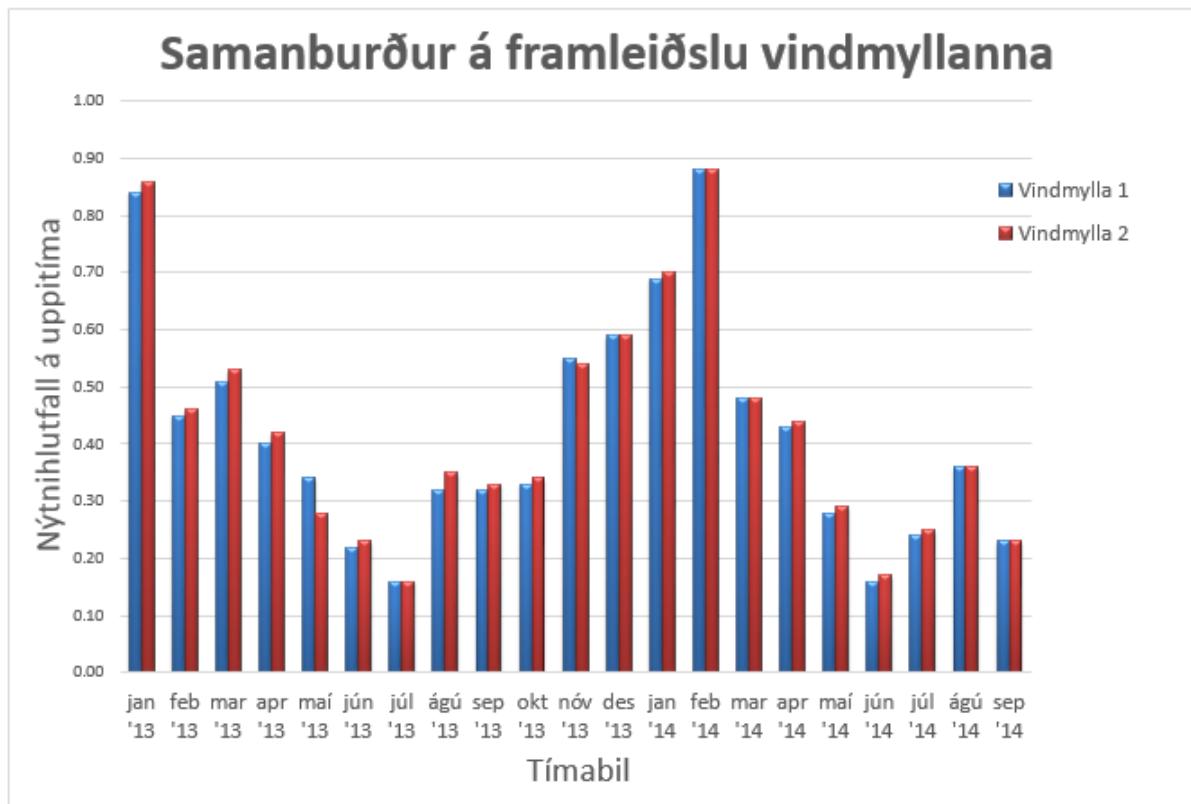
Nú í sumar bættust við tvær vindmyllur af gerðinni Vestas en þær voru reistar í Þykkvabænum af fyrirtækinu Biokraft ehf. Myllurnar höfðu verið í notkun í Þýskalandi en var skipt út fyrir stærri. Þær eru 600 kW hvor, möstrin eru 52,0 m og hver spaði 21,0 m langur. Orka náttúrunnar hefur samið um kaup á raforkunni og áætlar að framleiðslan geti fullnægt raforkuþörf um 1000 heimila. Fyrirtækið Biokraft ætlað að skoða frekari möguleika á að reisa fleiri vindmyllur á Suðurlandi [11].

Orkuvinnslan ehf fyrirhugar að reisa tvær vindmyllur á Vestfjörðum, nánar tiltekið í skarði við Þverfjall á Breiðadalsheiði. Myllurnar yrðu 900 kW hvor og spaðarnir 22 m á lengd [12].

## 2.1 Vindmyllur Landsvirkjunar

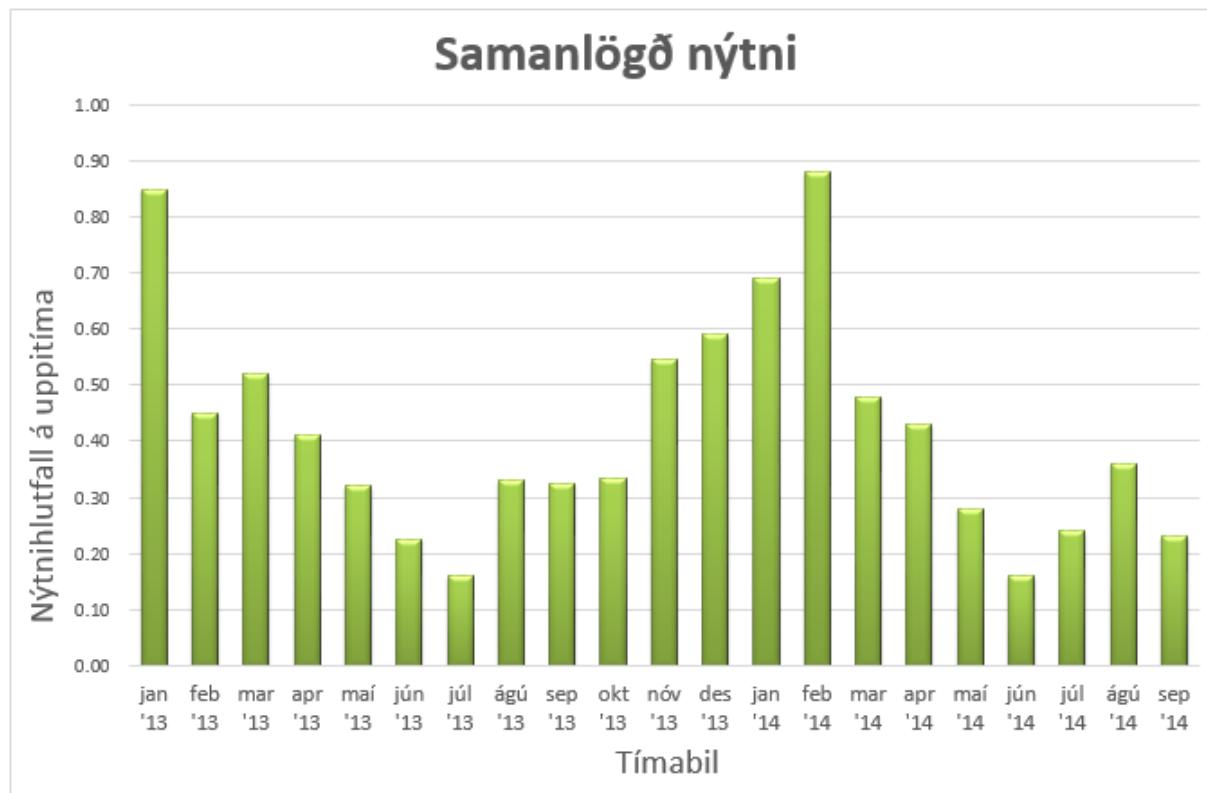
Vindmyllurnar eru framleiddar af þýska fyrirtækinu Enercon, 900 kW hvor og samanlöögð vinnsla 6 GWst á ári [13]. Þetta munu vera stærstu vindmyllur sem hafa verið reistar hér á landi en mastur þeirra er 55,0 m á hæð og lengd hvers spaða er 22,0 m. Myllurnar eru gírlausar en þær hafa þann kost að hafa lengri líftíma, minna orkutap, lægri bilanatíðni og hljóðmengun er minni en gengur og gerist. Rafmagnsframleiðsla hefst þegar vindhraði hefur náð 3,0 m/sek en hættir ef vindhraðinn fer yfir 34,0 m/sek. Þær ná fullu afli þegar vindurinn er á bilinu 15,0 – 28,0 m/sek [14]. Þvermál turnsins er 3,5 m við jörðu en 2,5 m í toppinn. Í neðsta hluta vindmyllanna er stjórbúnaður, spennir og rofar en á toppi turnsins fer

raforkuframleiðslan fram. Vindmyllurnar hafa komið vel út og var meðalnýtnihlutfall eftir rekstur síðasta árs 40% af hámarksfli samanborið við 28% á heimsvísu. Þessar niðurstöður lofa góðu en að vísu er þróunartími stuttur [15]. Gröfin á myndum 2.3 og 2.4 sýna nýtingu vindmyllanna og samanlagða nýtingu þeirra frá 22. janúar 2013 og til loka september 2014. Með uppitíma er átt við þann tíma sem vindmyllurnar eru í rekstri, ekki er tekinn með sá tími ef þær stöðvast eða vegna viðhalds [16].

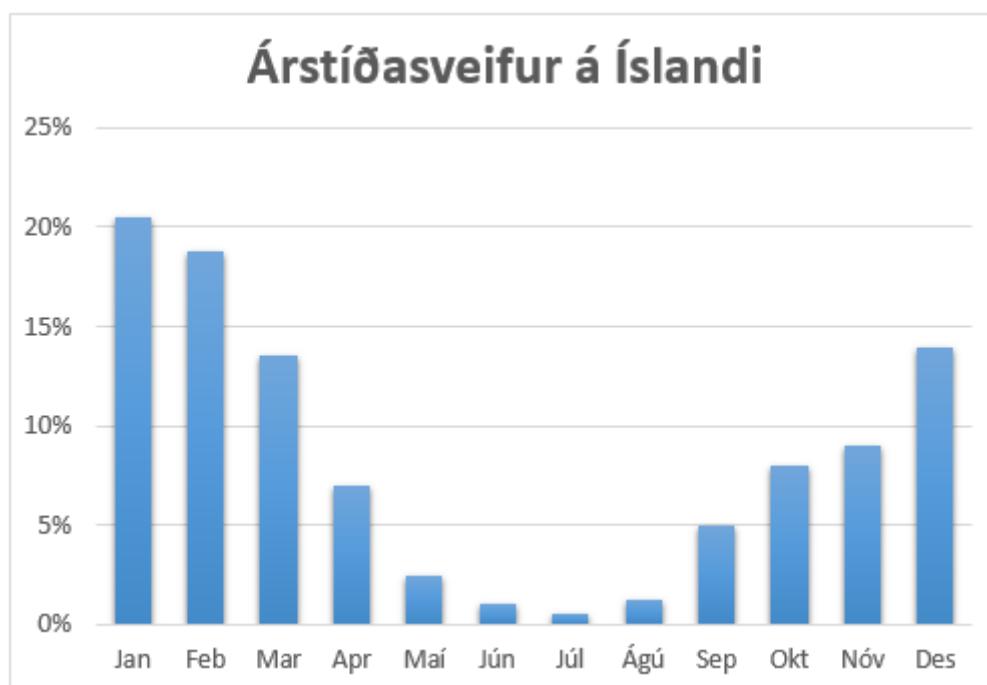


Mynd 2.3: Samanburður á framleiðslu vindmyllanna [16]

Hámarksframleiðsla í kWh fer eftir fjölda klukkustunda í mánuði, hlutfalli uppitíma miðað við klukkustundir í mánuði (nýtanlegur tími) og aflgetu vindmyllu. Sem dæmi þá gat hámarks raforkuframleiðsla í apríl 2013 fyrir báðar vindmyllurnar miðað við uppitíma verið 1.067.947 kWh en framleiðslan var 435.891 kWh og nýtnihlutfallið því 41%. Lítill munur er á raforkuframleiðslu milli vindmyllanna og árstíðasveiflurnar, svipaðar samanber mynd 2.5. Á myndinni er sýnd stormtíðni miðað við árstíðir á Íslandi. Vindhraði telst vera stormur þegar hann er 20,8 - 24,4 m/sek [17]. Árið 2013 voru framleiddar 5.493.220 kWh og frá janúar til september 2014 4.849.802 kWh. Sjá nánar í töflu 2.1 sem sýnir raforkuframleiðslu vindmyllanna. [16].



Mynd 2.4: Samanlagt nýtnihlutfall [16]

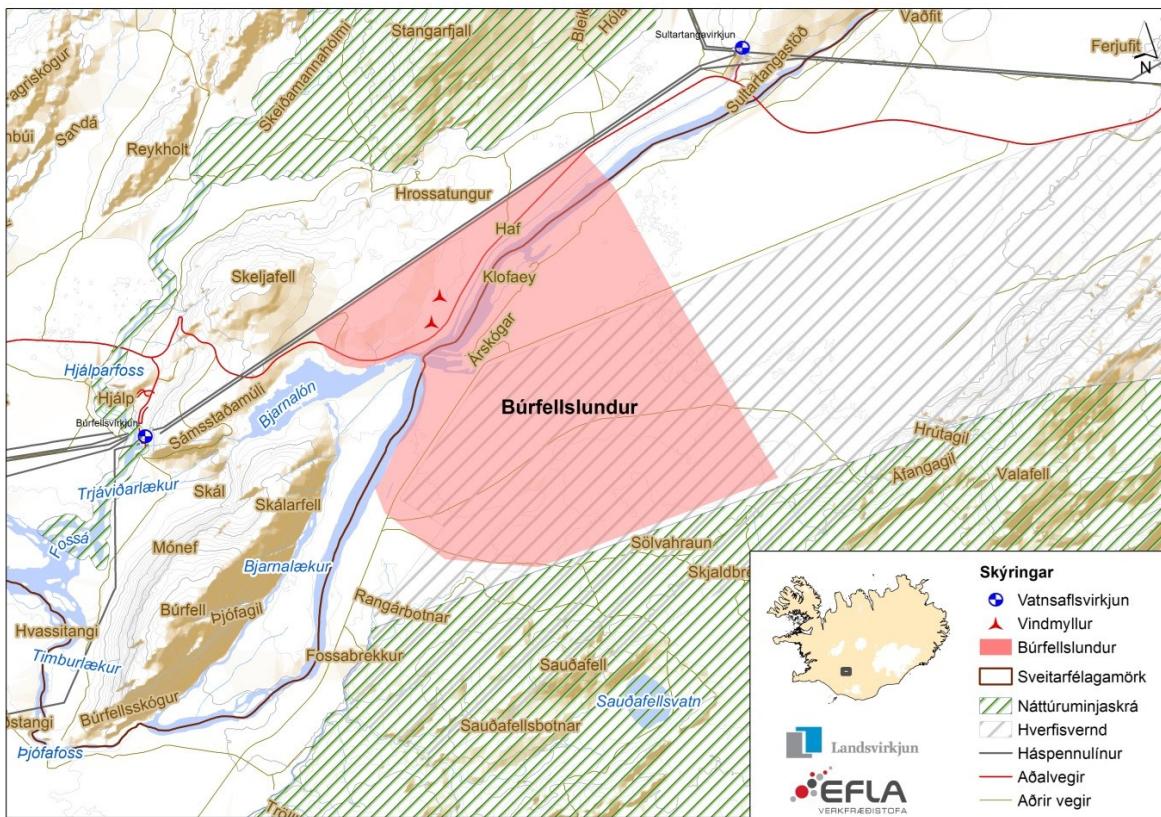


Mynd 2.5: Stormtíðni á Íslandi [17]

Tafla 2.1: Samanlögð raforkuframleiðsla vindmyllanna [16]

Mánuður	Framleiðsla [kWh]	Uppítími [klst]
Janúar '13	331.641	460
Febrúar '13	536.902	1.315
Mars '13	669.979	1.433
Apríl '13	435.891	1.187
Maí '13	300.716	1.038
Júní '13	292.980	1.428
Júlí '13	197.803	1.392
Ágúst '13	402.353	1.355
September '13	410.685	1.392
Október '13	453.317	1.488
Nóvember '13	680.548	1.386
Desember '13	780.405	1.473
Janúar '14	930.030	1.488
Febrúar '14	1.056.030	1.329
Mars '14	641.754	1.476
Apríl '14	559.187	1.432
Maí '14	380.159	1.488
Júní '14	212.242	1.439
Júlí '14	319.656	1.452
Ágúst '14	450.107	1.390
September '14	300.637	1.440

Landsvirkjun hefur ákveðið að skoða þann möguleika að reisa fleiri vindmyllur í kjölfar jákvæðra niðurstaðna á tilraunavindmyllunum sem staðsettar eru í Hafinu. Hugsanlegur windlundur yrði  $34 \text{ km}^2$  að flatarmáli og staðsettur ofan við Búrfell, sjá mynd 2.6. Verið er að skoða allt að 200 MW uppsett heildarafl og afl hverrar vindmyllu verði á bilinu 2,5 – 3,5 MW. Fjöldi vindmylla yrði 60 – 80 stk. Áætlað væntigildi fyrir árlega orkugetu er 705 GWst/ári að teknu tilliti til óvissu, t.d. kerfistapa, vinnslustöðvunar og iðutapa (e. wake losses). Töpin eru riflega áætluð [13].

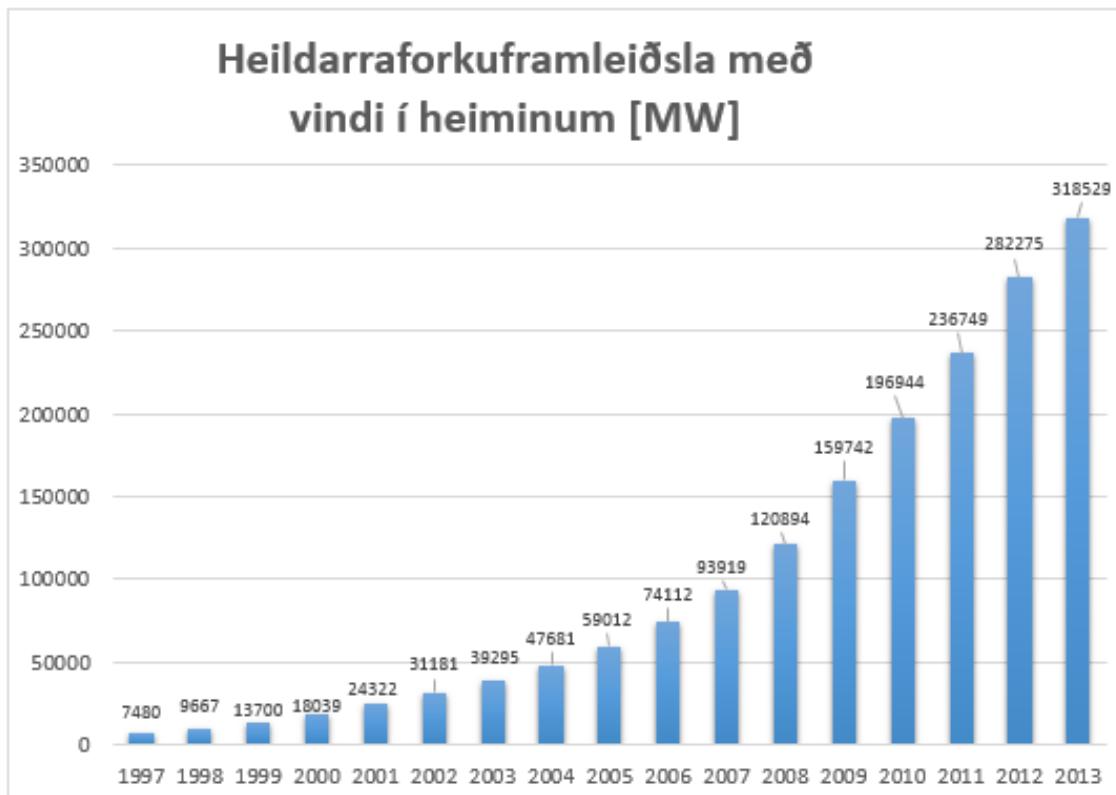


Mynd 2.6: Staðsetning Búrfellslundar [13]

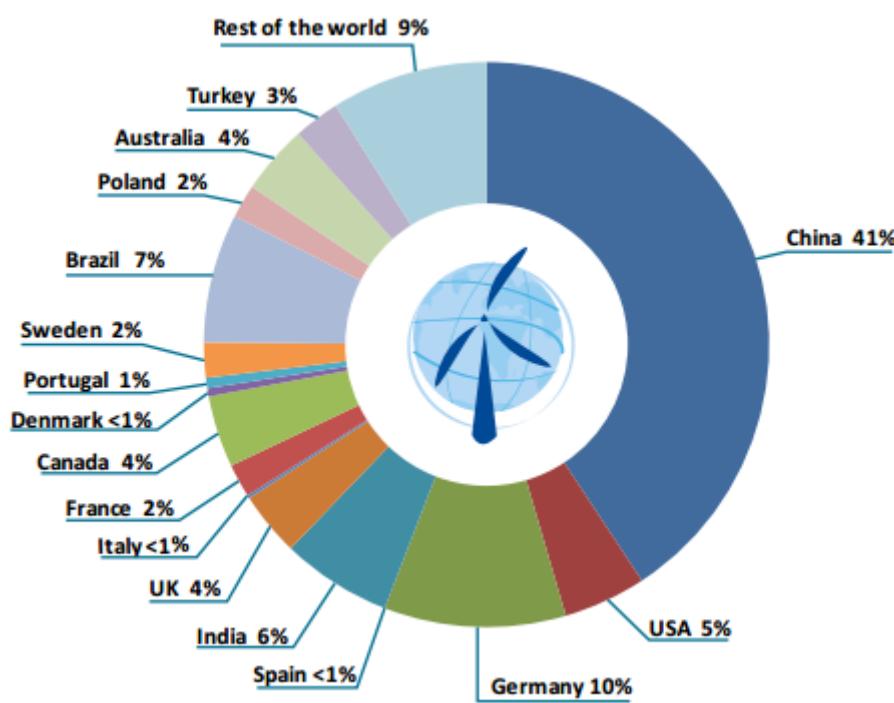
## 2.2 Nýting vindorku í heiminum

Vindorka er notuð víðsvegar í heiminum en alls eru 103 lönd sem nýta sér þennan kost til framleiðslu á rafmagni. Nýting á vindorku er um 4% af heildarraforkuframleiðslu í heiminum. Kínverjar nýta vindorku mest en 2013 voru settar upp vindmyllur fyrir 16.000 MW en heildarframleiðsla þeirra með vindi er 91.324 MW, næst á eftir koma Bandaríkin með 61.108 MW og Þýskaland með 34.660 MW. Ef skoðuð er hlutfallsleg orkuframleiðsla þá er hluti vindorku 34% af heildarraforkuframleiðslu Dana, þar á eftir kemur Spánn og Portúgal [18].

Í skýrslu frá World Wind Energy Association kemur fram að á fyrri hluta árs 2014 voru reistar vindmyllur með aflgetu að 17.613 MW. Eru kínverjar með 41% af þeirri framkvæmd (7.175 MW) en næst á eftir koma þjóðverjar með 10% (sjá mynd 2.8). Þessi framleiðsla er meiri en fyrir sama tímabil 2012 (16.376 MW) og 2013 (13.980 MW) [19].



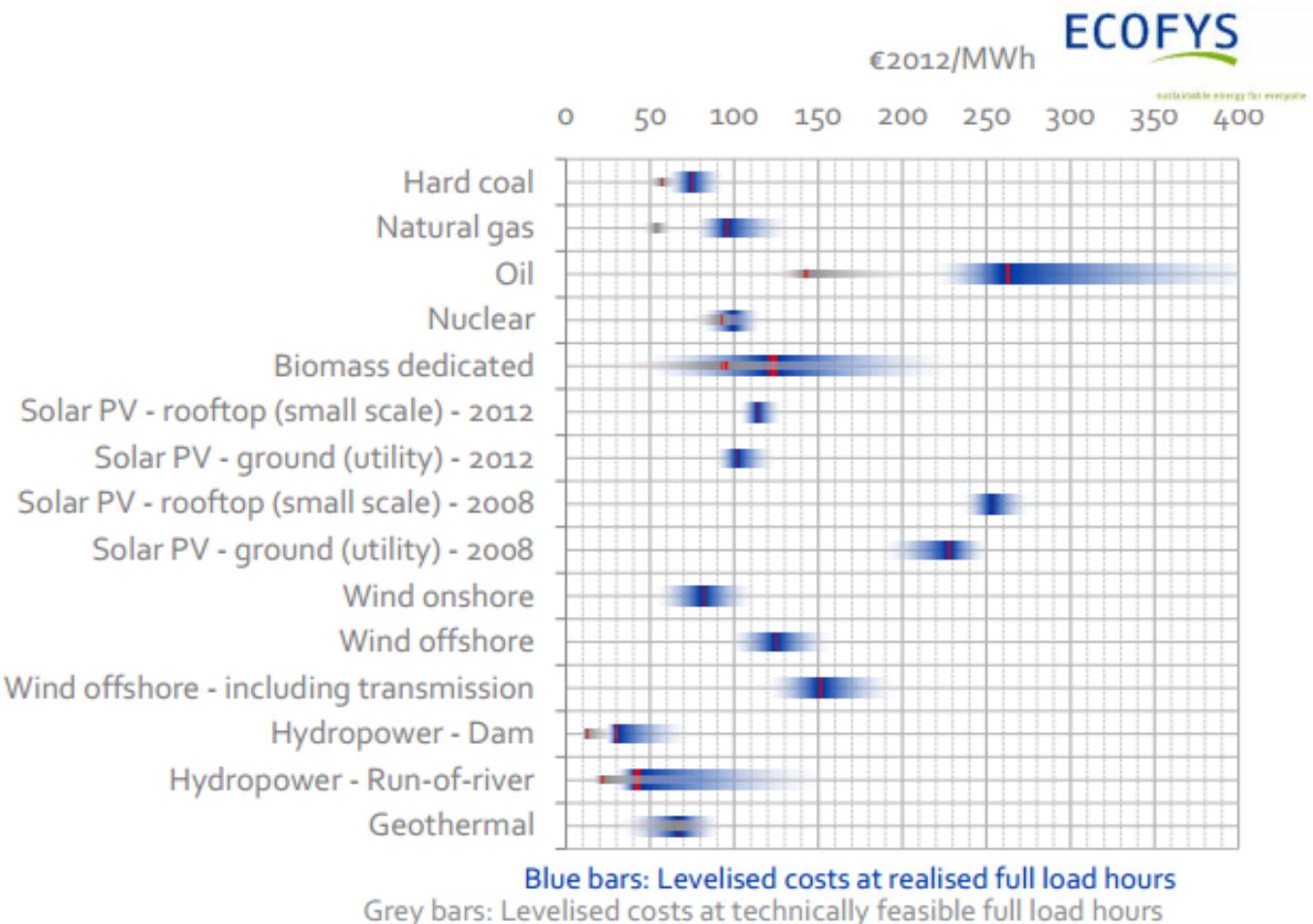
Mynd 2.7: Heildararforkuframleiðsla með vindorku í heiminum [18]



Mynd 2.8: Uppsetning á nýjum vindmyllum frá janúar - júní 2014 [19]

## 2.3 Kostnaður orkuvera

Í skýrslu ráðgjafafyrirtækisins Ecofys sem gefin var út í október 2014 má finna samanburð á kostnaði mismunandi orkugjafa innan þeirra 28 landa sem eru í ESB. Samanburðurinn er fyrir árið 2012 og sýndur í Evrum fyrir hverja MWst. Mynd 2.9 sýnir hvað raforkuframleiðslan kostar miðað við kostnað við upsetningu og rekstur orkuveranna. Miðað við þennan samanburð er virkjun vindorku á landi að kosta milli 60 – 100 €/MWst, rauða strikið sýnir meðalgildið. Meðaltalið á virkjun vindorku úti á sjó er að kosta 45 €/MWst meira en á landi [20].



Mynd 2.9: Samanburður á raforkuverði frá mismunandi orkugjöfum í löndum ESB [20]

## Kafli 3

### Vindmyllur og rafkerfi þeirra

Vindmyllum má skipta í two flokka, annars vegar þar sem blaðsnúningur er um lóðréttan öxul (e. vertical axis wind turbines (VAWT)) og þar sem blaðsnúningur er um láréttan öxul (e. horizontal axis wind turbines (HAWT)). Vindmyllur sem hafa snúning um lóðréttan öxul geta verið útfærðar með beinum blöðum eða sveigðum en þar sem blaðsnúningur er um láréttan öxul eru blöðin bein og geta verið mismörg, eitt eða fleiri [21]. Blöðin þurfa að þola mikið álag þar sem þau fanga orku úr vindinum og breyta henni í hreyfiorku. Algengast er að þau séu gerð úr trefjagleri.



Mynd 3.1: Vindmylla sem snýst um lóðréttan ás [22]



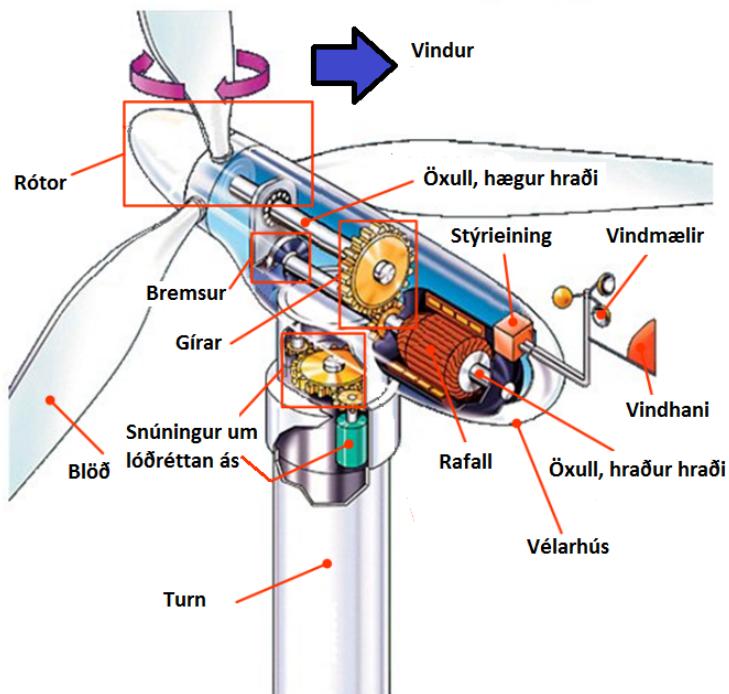
Mynd 3.2: Eins blaða vindmylla sem snýst um láréttan ás [23]

Sagt er að rótorinn sé hjarta vindmyllunnar en hann samanstendur af blöðunum sem tengjast saman í snúanlegan miðpunkt (e. hub) sem er miðja rótorsins. Algengast er að vindmyllur séu þriggja blaða og snúist um láréttan öxul en þær hafa góða þyngdardreifingu þannig að öll vinnsla er mýkri og hægari. Þriggja blaða mylla hefur betri nýtni þegar kemur að stærri vindmyllum en þær sem eru með færri blöðum. Nýtnin hækkar örlítið eftir því sem blöðunum fjölgar en fjölgun blaða er yfirleitt ekki kostnaðarlega séð hagkvæm [24]. Tvöföldun á blöðum skilar ekki tvöföldun í orku heldur snýst hún hægar eftir því sem blöðunum fjöldar. Eitthvað er um að eins blaða vindmyllur séu notaðar en þær hafa þann ókost að setja þarf auka þyngd til að vega á móti blaðinu og halda þannig stöðuleika ásamt því að minnka álag á búnað [2].

Vindmyllur eru ýmist með eða án gíra. Gírarnir geta verið mismargir og eru notaðir til að rafalinn snúist hraðar en snúningar vindmyllunnar. Snúningshraði myllunnar er á bilinu 18 – 50 sn/min en rafalinn snýst í um 1.500 sn/min í vindmyllum með gírum [25]. Ef ekki er notast við gíra (e. direct drive) þá framleiðir rafalinn raforku við færri snúninga en kosturinn við það er að vélbúnaður slitnar minna og líftími vélarinnar eykst [14].

### 3.1 Rafalinn

Rafalinn (e. generator) sér um að umbreyta vélrænu/hreyfiafli blaða vindmyllunnar í raforku.



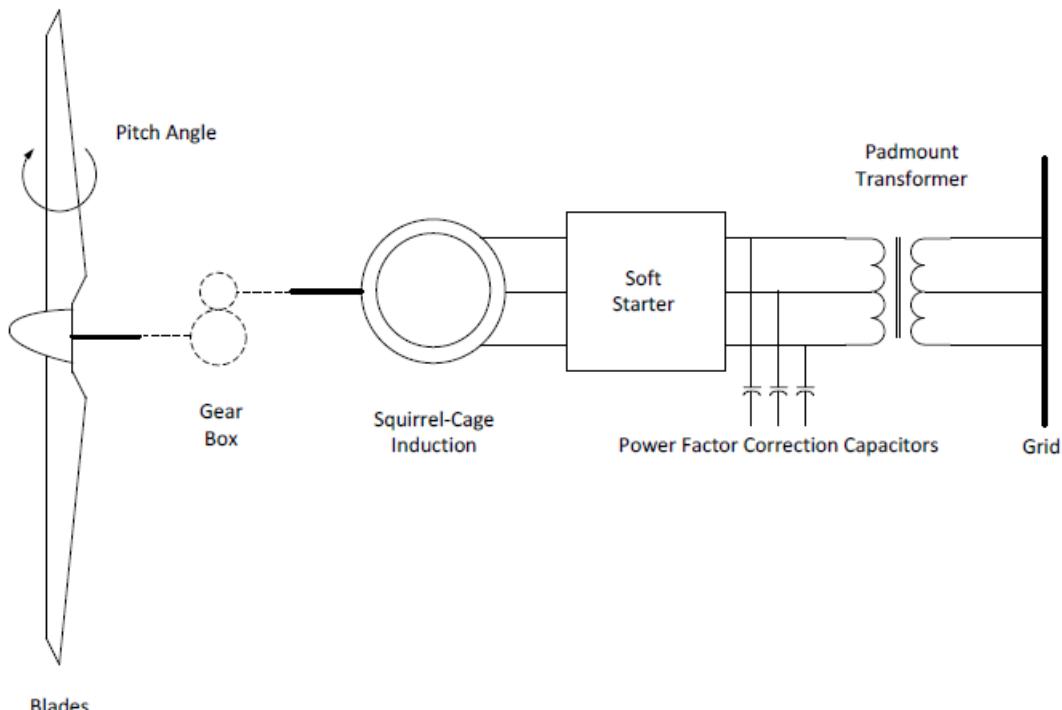
Mynd 3.3: Vindmylla, skýringarmynd [26]

Almennt skiptast rafalar í tvær gerðir; annars vegar rafala með fastan snúningshraða og hins vegar rafala með breytilegan hraða. Þegar hraðanum er haldið föstum er oftast notast við þriggja fasa asynchronous rafala þar sem hann er beintengdur við netið. Við aukinn vindhraða, eykst snúningsvægið á rótorni og á lagið verður meira á búnaðinn, sérstaklega á gíranu. Þegar um stórar vindmyllur er að ræða þykir hentugra að notast við búnað með breytilegum hraða. Með breytilegum hraða snýst rótorni í samræmi við vindhraða [27].

Algengastar eru fjórar gerðir af rafölum fyrir vindmyllur, hefðbundinn spanrafali (e. induction generator), spanrafali þar sem vöf á rótum tengjast breytilegu viðnámi (e. wound rotor induction generator with adjustable external rotor resistance), rafali með tvöfaldri fæðingu (e. doubly-fed) og rafali með tvöföldum umbreyti (e. fully scale converter) [28].

### 3.1.1 Spanrafali án sleituhringja

Gerð 1 er spanrafali sem er elsta, ódýrasta og hingað til mesta notaða gerðin. Hann er án sleituhringja og þykir einfaldur, áreiðanlegur og harðgerður í notkun. Rafalinn er notaður í vindmyllum sem hafa gíra en þeir og fjöldi pólpala sjá um að stjórna hraða rótora rafalans. Rafalinn er asynchronous sem þýðir að hraði rótorsins er aðeins meiri en hraði segulsviðsins en rafalinn vinnur á nánast föstum hraða. Hann tengist beint inn á netið líkt og sést á mynd 3.4.



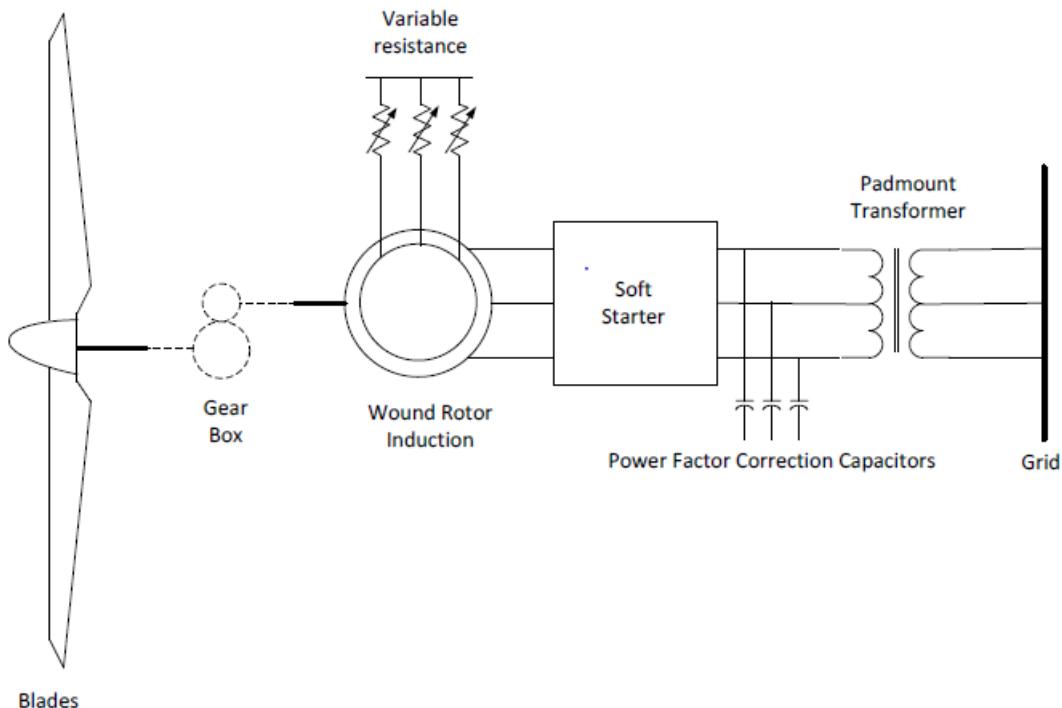
Mynd 3.4: Gerð 1, spanrafali án sleituhringja [29]

Einkenni spanrafala er að rótorninn er eins og íkornabúr (e. squirrel-cage) í luginu. Í ræsingu dregur rótorninn segulmögnunarstraum frá sátri, þetta veldur háu risi á launafli. Til að vega á móti launaflinu sem hann reynir að draga frá netinu, er notast við hliðtengda þéttu sem tengdir eru við hvern fasa á vindingunum. Ef þetta væri ekki gert þá gæti orðið verulegt spennufall á flutningskerfinu ásamt því að spennan yrði lág við rafalann.

Oft er notast við rafala sem hafa tvö sett af vindingum í sama sáturhúsínu í stað tveggja rafala þar sem annað settið er notað þegar vindur er lítt og hitt þegar vindurinn er mikill. Notaður er mjúkræsir sem dettur út þegar rafalinn er kominn af stað en startstraumurinn getur verið mikill [28] [30].

### 3.1.2 Spanrafali með sleituhringjum

Gerð 2 er spanrafali með sleituhringjum, rótorninn aðgengilegan, notar þéttu líkt og gerð 1 og hefur breytilegt viðnám tengt við vindinga rótorsins. Þessi samsetning getur séð um að stjórna rótorastrumnum og þannig stjórnað spennunni sem fellur yfir viðnámið. Viðnámið getur breytt skrikun rafalsins en það gerir kerfinu auðveldara að vinna, þar sem hraðinn getur orðið örlítið breytilegur [31]. Rafalinn fer að framleiða rafmagn þegar hann snýst hraðar en synchronous hraðinn. Eftir því sem vindhraðinn eykst, eykst aflið og skrikunin í rótor [30]. Viðnámið myndar reglun fyrir kerfið ef aflið verður meira en kerfið tekur við eyðist það í viðnáminu [31].

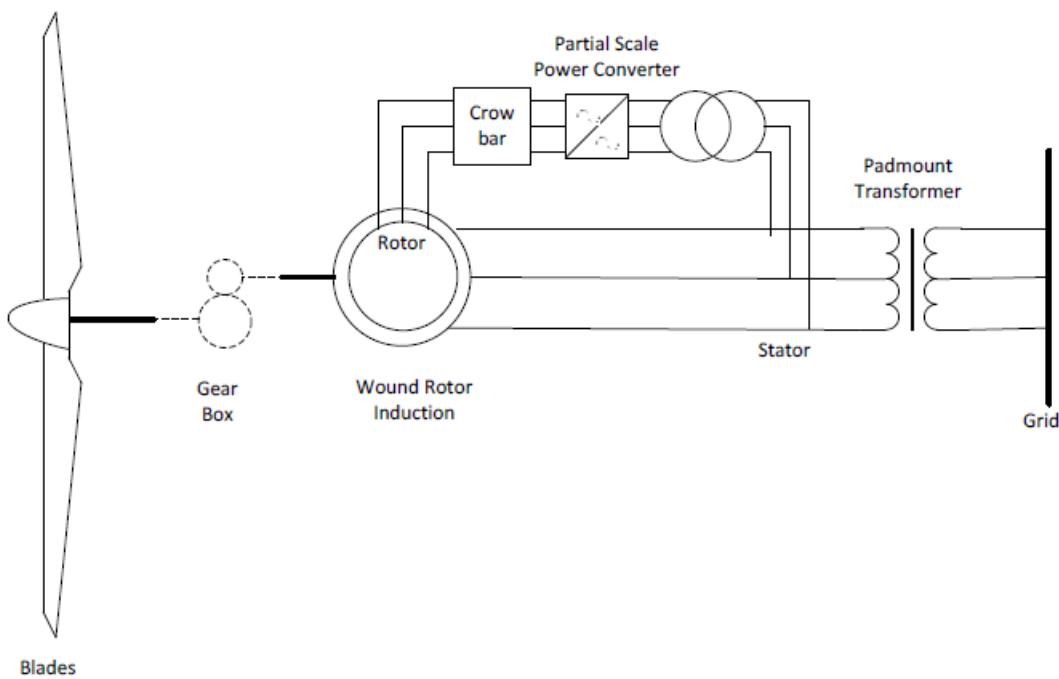


Mynd 3.5: Gerð 2, spanrafali með sleituhringjum [29]

### 3.1.3 Rafali með tvöfaldri fæðingu

Gerð 3 eru rafali með tvöfaldri fæðingu og er yfirleitt notaður fyrir stórar vindmyllur en kostir þess að nota þessa gerð er að geta framleitt 3ja fasa rafmagn þar sem tíðni sáturnsins er sú sama og tíðni netsins. Spennu og tíðni frá rafala er haldið sem föstum gildum þrátt fyrir breytilegan vindhraða. Með því að breyta útslagi og tíðni á AC straum sem liggur til vafninga rafalsins er hægt að halda útslagi og tíðni spennunnar á sátri föstum [27].

Segulmögnun rótorsins er fengin með að nota tvöfalda fæðingu, þar sem tengingar við netið eru bæði á sátri og rótor. Þegar rótor snýst hraðar en synchronous hraðinn fer afl frá rótor inn á netið en öfugt ef rótorninn snýst hægar, stýringin fer í gegnum umbreytinn (e. power converter) eins og sést á mynd 3.6. Hraðastjórnunin er um  $\pm 30\%$  miðað við synchronous hraðann. Þessi gerð hefur betri nýtni og skilar meira afli en gerð 2 [28].

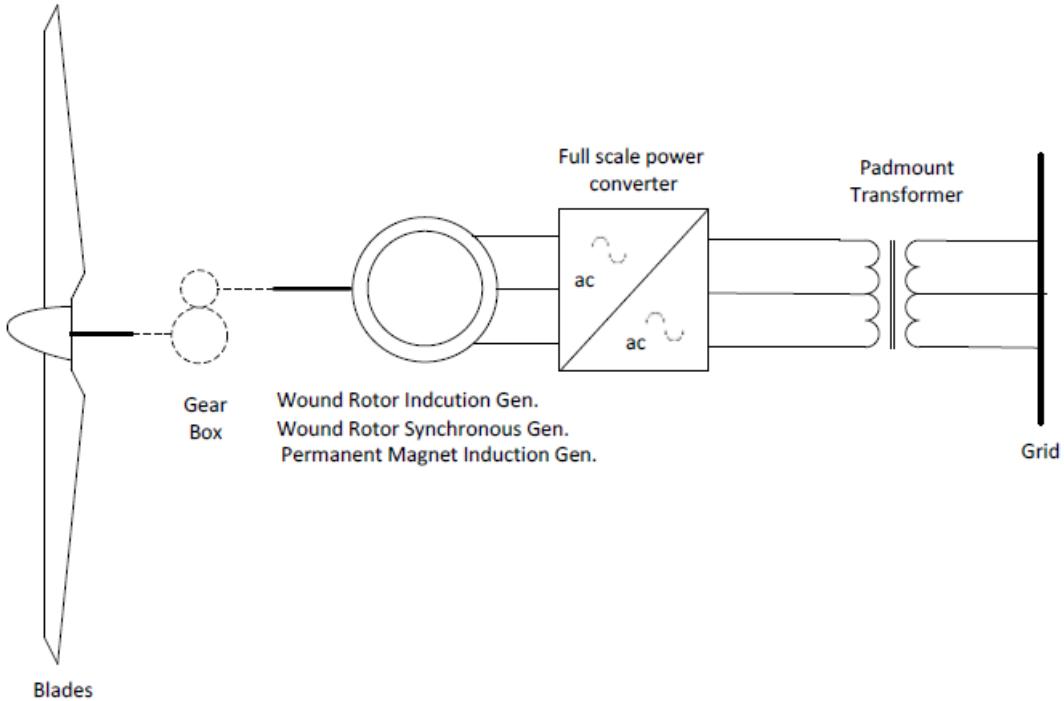


Mynd 3.6: Gerð 3, rafali með tvöfaldri fæðingu [29]

### 3.1.4 Rafali með tvöföldum umbreyti

Gerð 4 getur unnið á breytilegum hraða, oftast gírlaus og kallast rafali með tvöföldum umbreyti (e. fully scale converter). Aflinu sem rafalinn framleiðir er umbreytt áður en það fer inn á netið (AC-DC og síðan DC-AC) og er rafalinn því aðskilinn netinu. Þar sem öllu aflinu er umbreytt þarf stærri umbreyti en fyrir rafala með tvöfaldri fæðingu. Aflid getur verið á hvaða tíðni sem er, þar sem henni er breytt yfir á sömu tíðni og netið

er. Farið er að nota þennan rafala meira þar hann bíður upp á vítt svið á breytilegum snúningshraða ásamt því að hann getur stjórnað raun- og launaflsframleiðslu. Þessa stundina er þessi gerð dýrust [28] [30].



Mynd 3.7: Gerð 4, rafali með tvöföldum umbreyti [29]

## 3.2 Frá rafala að safnstöð

Algengt er að rafalar vindmylla framleiði á 690 V. Í stærri vindmyllum er spennir neðst í turninum sem hækkar spennuna. Mikilvægt er að hækka spennuna eins fljótt og mögulegt er til að minnka töpin. Eftir því sem straumurinn eykst, aukast töpin í öðru veldi með straumnum, sem sagt tvöföldun á straum veldur fjórfoldun á töpum.

Þegar notaður er rafali með tvöföldum umbreyti er raforkan flutt niður turninn sem DC og breytt í AC neðst í turninum [32]. Raforkan er flutt frá spenninum með jarðstreng annað hvort í næstu vindmyllu eða í safnstöð, valið fer eftir hvernig safnkerfið er uppyggt. Staðsettur er spennir við safnstöðina sem hækkar spennuna svo aftur, þannig að hægt sé að tengjast flutningsnetinu.

### 3.3 Kröfur ENTSO-E til orkuvera og rafala

ENTSO-E (European Network of Transmission System Operators for Electricity) eru samtök evrópskra raforkuflutningsfyrirtækja með 34 aðildalönd innan Evrópu, þar á meðal Ísland. Tilgangur samtakanna er að útbúa reglur til að tryggja að raforkan sé áreiðanleg, sjálfbær og að kröfur neytenda séu uppfylltar [33].

Í byrjun árs 2015 verða fyrstu hlutar netmála ENTSO-E samþykktir sem lög og fyrir lok 2015 er stefnan að allir netmálar samtakanna verði samþykktir. Eftir að þeir hafa tekið gildi hafa aðildalöndin þrjú ár til að laga sig að breyttum kröfum. Í netmálum ENTSO-E er meðal annars fjallað um kröfur til tenginga raforkuframleiðslu við flutningsnet (e. Network Code for Requirements for Grid Connection, Applicable to all Generators), kallað RfG.

Í RfG netmálanum eru orkuver (e. power generating module) flokkuð í two meginflokk, samfasa vélar (e. synchronous) og orkugarða (e. power park). Þessum orkuverum er svo skipt í fjóra flokka: A, B, C og D. Helsti munur flokkanna er eftirfarandi en viðmiðin eru miðuð við Norðurlöndin:

- Gerð A: Tengist við flutningskerfi sem er lægra en 110 kV og hámarksraforkuframleiðslan er 0,8 MW eða meiri.
- Gerð B: Hefur sömu kröfur um tengingu við flutningskerfi og gerð A en viðmið um hámarksraforkuframleiðsluna á ekki að vera meiri en 1,5 MW.
- Gerð C: Líkt og gerð A og B tengist gerð C við flutningskerfi með spennu lægri en 110 kV en hámarksraforkuframleiðsla er allt að 10 MW.
- Gerð D: Er tengd við flutningskerfi þar sem spennan er hærri en 110 kV og 30 MW hámarksraforkuframleiðslu. Gerð D getur einnig tengst við 110 kV kerfi ef framleiðslan er yfir þeim mörkum sem aðilinn sem er ábyrgur fyrir rekstrareiningunni (e. Transmission System Operator - TSO) hefur sett.

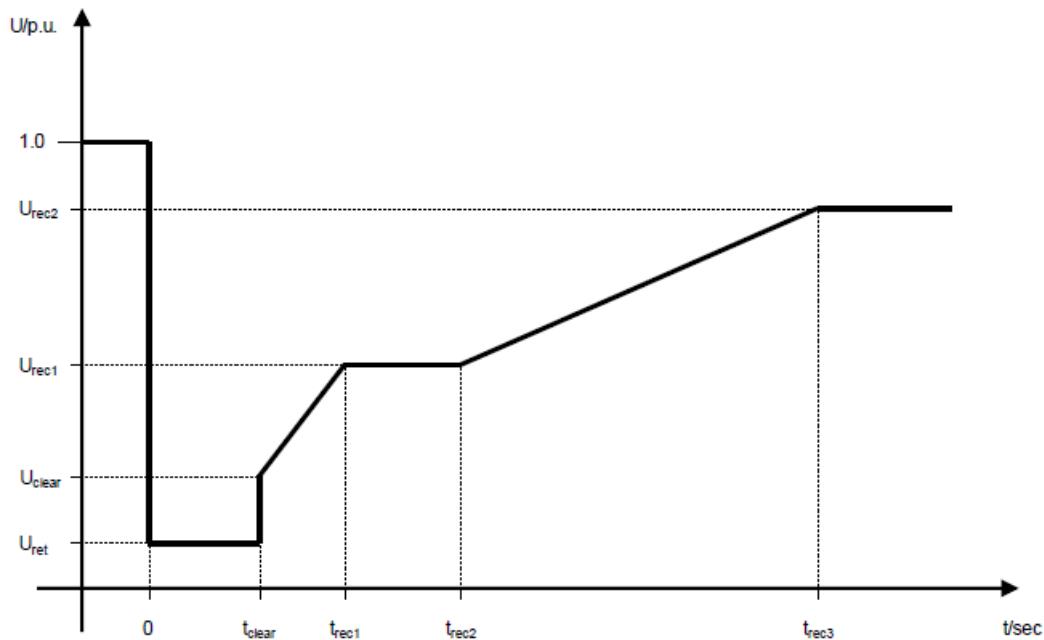
Miðað verður við gerð D og þær reglur sem þar ríkja í þessu verkefni þar sem vindmyllurnar í Búrfellslundi yrðu tengdar við 220 kV flutningskerfi Landsnets. Gerðar eru ákveðnar kröfur í RfG sem gilda um reglun á tíðni, spennu og launaflí. Einnig eru þar viðmið um hvernig orkuverið skuli bregðast við bilun/truflun (e. fault-ride-through capability). Fyrir spennu gildir að orkuverið þarf að halda tengingu við flutningkerfið og vera innan spennumarka við eftortalda kerfisspennu. Per unit einingarnar eru miðaðar við 110 kV - 300 kV flutningskerfi.

- 0,90 pu - 1,05 pu - ótakmarkað
- 1,05 pu - 1,10 pu - amk. 60 mín.

Fyrir tíðni gilda eftirfarandi viðmið um hversu lengi kerfið á að geta unnið eðlilega miðað við ákveðin tíðnimörk:

- 47,5 Hz - 48,5 Hz - amk. 30 mín.
- 48,5 Hz - 49,0 Hz - fer eftir kröfum á hverjum stað þó aldrei minna en 30 mín.
- 49,0 Hz - 51,0 Hz - ótakmarkað
- 51,0 Hz - 51,5 Hz - amk. 30 mín.

Raforkuflutningsfyrirtæki (e. Relevant Network Operator), Landsnet í þessu tilviki myndi sjá til þess að til væru viðmið um kröfur sem gerðar eru til orkuvera ef upp kemur truflun/bilun. Skýringarmyndin sem sjá má á mynd 3.8 sýnir lágmarks viðmið spennu í tengipunkti miðað við tíma; fyrir, á meðan og eftir bilun. Orkuverið skal haldast inni ef spennugildi kerfisins eru fyrir ofan viðmiðunarlínu og innan þeirra tímamarka sem nefnd eru í töflu 3.1. Landsnet myndi sjá um að skilgreina þau mörk sem miða skal við. Ef spennugildi eru fyrir neðan viðmið er ekki gerð krafa um að orkuverið haldist inni. Kröfurnar sem gerðar eru eiga m.a við um vindlundi.



Mynd 3.8: Spennuviðmið fyrir kerfi ef upp kemur bilun/truflun [34]

Tafla 3.1: Gildi fyrir mynd 3.8.

Spennugildi	[pu]	Tímagildi	[sek]
$U_{ret}$	0	$t_{clear}$	$0, 14 - 0, 25$
$U_{clear}$	$U_{ret}$	$t_{rec1}$	$t_{clear}$
$U_{rec1}$	$U_{clear}$	$t_{rec2}$	$t_{rec1}$
$U_{rec2}$	0, 85	$t_{rec3}$	$1, 5 - 3, 0$

Einnig eru gerðar kröfur um stöðuleika á spennu þá með tilliti til launaflsframleiðslu eða launaflsnotkunar. Netmálinn hefur skilgreint hvert hámarksviðmiðið er en nákvæmari kröfur eru skilgreindar í hverju landi fyrir sig [34].

### 3.3.1 Samantekt á gerðum rafala með hliðsjón af kröfum ENTSO-E

Spennustýringin ræðast af því hvaða gerð rafala er valin. Spanrafalar með og án sleituhringja geta ekki stýrt spennu en nota þess í stað þéttu til að leiðréttu aflstuðulinn eða launaflíð. Hins vegar geta rafalar með tvöfaldri fæðingu og tvöföldum umbreyti stýrt spennunni. Rafali með tvöfaldri fæðingu gerir það með því að stýra straumnum sem fer til rótorsins en rafali með tvöföldum umbreyti stýrir spennunni með því að stjórna launhluta straumsins sem er flutningsmegin við umbreytinn (e. grid-side converter).

Gerðar eru þær kröfur til vinnslueininga sem tengjast við flutningskerfið að hafa svigrúm á launaflí á bilinu 0,9 - 1,0 pu miðað við málafl þeirra. Vinnslueining er sjálfstæð raforkuframleiðslueining innan virkjunar [35]. Rafalarnir með og án sleituhringja nota sér þéttu líkt og hefur komið fram hér áður en við fullt álag er aflstuðulinn yfirleitt um 1,0 pu en fer einstaka sinnum yfir í lagging. Rafali með tvöfaldri fæðingu getur stýrt aflstuðlinum frá 0,95 lagging (þéttir) yfir í 0,90 leading (spóla) en rafalinn með tvöföldum umbreyti hefur enn meira svigrúm [36].

Þegar kemur að viðbrögðum vegna bilana/truflana hefur rafali án sleituhringja takmarkaða getu til að bregðast við en hinar gerðirnar geta haldið í við breytingarnar. Í töflu 3.2 er tekin saman hæfni/geta rafala til ákveðinna atriða. Geta þeirra er gefin með bókstöfunum, þar sem ágætt er besta gildið; A - ágætt, MG - mjög gott, G - gott, S - sæmilegt, L - lélegt [37]. Þar sem gerð 1 er rafali án sleituhringja, gerð 2 rafali með sleituhringjum, gerð 3 rafali með tvöfaldri fæðingu og gerð 4 rafali með tvöföldum umbreyti.

Tafla 3.2: Samanburður á eiginleikum rafala [37]

	Gerð 1	Gerð 2	Gerð 3	Gerð 4
Stýring á hraða	L	MG	G	A
Aflsvið	S	S	MG	MG
Launafslsframleiðsla	L	L	G	MG
Upphafskostnaður	A	MG	G	S
Viðhaldskostnaður	A	G	G	MG
Hraðasvörin	L	L	G	A

Út frá þessum samanburði og kröfum ENTSO-E til vinnslueininga eru rafalar með og án sleituhringja ekki að uppfylla kröfur. Rafali með tvöföldum umbreyti kemur betur út en rafali með tvöfaldri fæðingu og þá sérstaklega þegar horft er á getu til launafsstjórnunar.

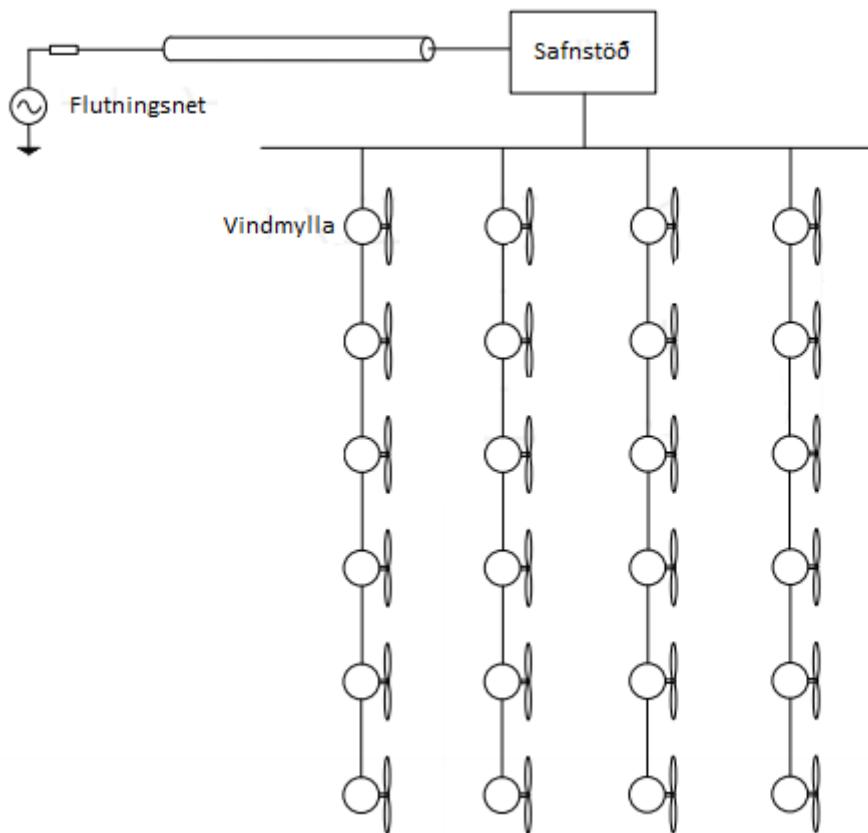
## Kafli 4

# Uppbygging safnkerfa

Þegar margar vindmyllur eru staðsettar þétt saman (vindlundur, e. wind park) þarf að safna raforku frá hverri vindmyllu með jarðstrengjum að safnstöð. Til eru nokkrar útfærslur af safnkerfum en helstu gerðirnar eru geisla-, hring- og stjörnutengd kerfi. Í einhverjum tilvikum er þessum gerðum blandað saman.

### 4.1 Geislatengt kerfi

Kerfi sem er geislatengt (e. radial) er einfaldasta kerfið, auðvelt í framkvæmd og talin ódýrasta útgáfan af safnkerfi. Kerfið getur verið myndað af einum legg eða fleirum þar sem hver leggur hefur fleiri en eina vindmyllu (sjá mynd 4.1). Jarðstrengur er lagður á milli vindmyllanna og því þarf ekki eins langan streng og fyrir önnur kerfi. Sverleiki strengja getur verið mismunandi eftir staðsetningu en töluverður munur er á streng sem liggur í safnstöð og þeim sem liggur milli vindmylla sem eru staðsettar á enda legs. Ef upp kemur bilun t.d. í jarðstreng frá safnstöð og í fyrstu vindmyllu þá þarf að stöðva alla framleiðslu á leggnum, sem er ókosturinn við kerfið [38].

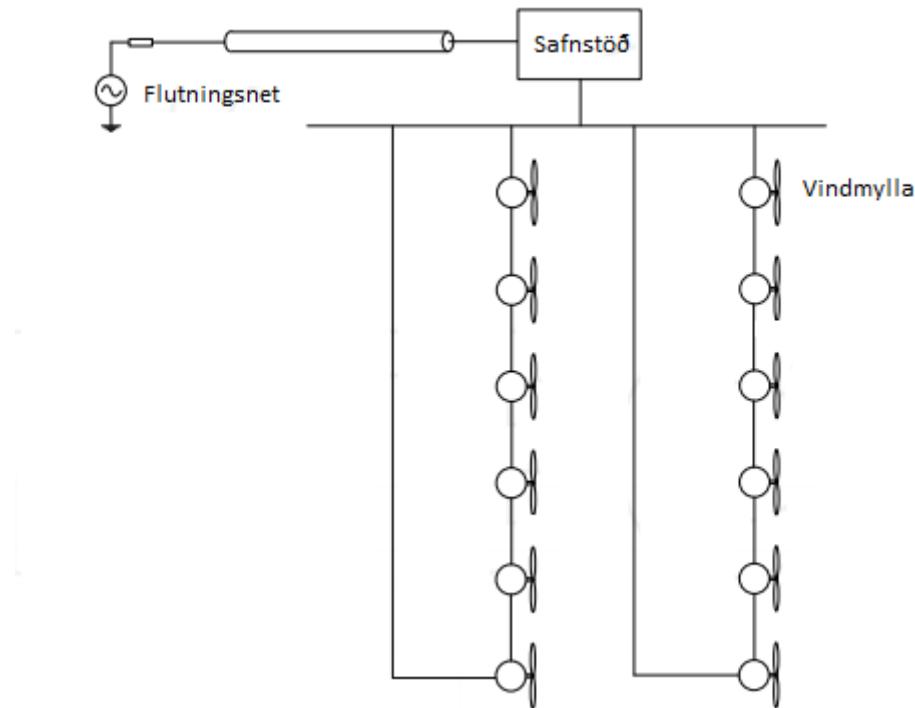


Mynd 4.1: Geislatengt kerfi [39]

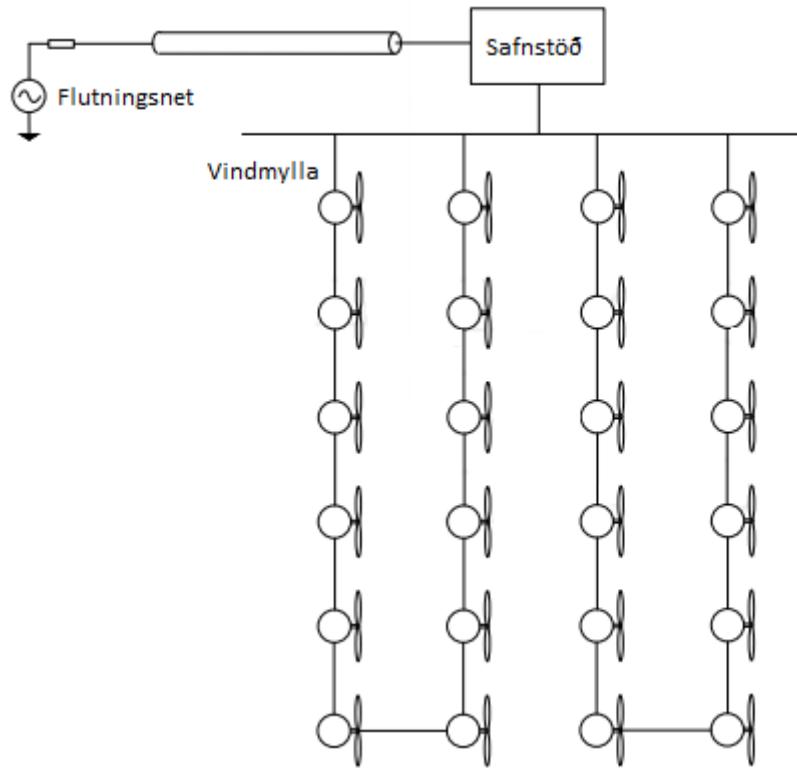
## 4.2 Hringtengt kerfi

Hringkerfi (e. ring) svipar til geislakerfisins en það hefur auka tengingu, leggurinn er tengdur í hring. Kerfið er rekið eins og geislað kerfi þar sem rofi sem oftast er staðsettur í miðju kerfinu er hafður opinn. Þetta kerfi er áreiðanlegra en geislað kerfi ef upp kemur bilun. Ef kerfið bilar þarf ekki öll framleiðslan að stoppa heldur er hægt að keyra það sitthvoru megin við bilunina. Hins vegar þarf jarðstrengurinn að vera mun sverari en í geislatengdu kerfi ef hægt á að vera að reka alla lykkjuna frá einni tengingu ef bilun kemur upp við safnstöð. Pessi tegund af kerfi er sjaldan notuð á landi þar sem ekki eru gerðar sömu kröfur og úti á sjó. Viðgerðartími úti á sjó tekur mun lengri tíma en á landi og því er rekstraröryggið meira virði þar [38].

Til eru tvenns konar útfærslur af hringkerfi (sjá myndir 4.2 og 4.3). Annars vegar þar sem vindmyllurnar eru staðsettar aðeins öðru megin í lykkjunni (e. single-sided ring) og hins vegar báðu megin (e. double-sided ring) [39].



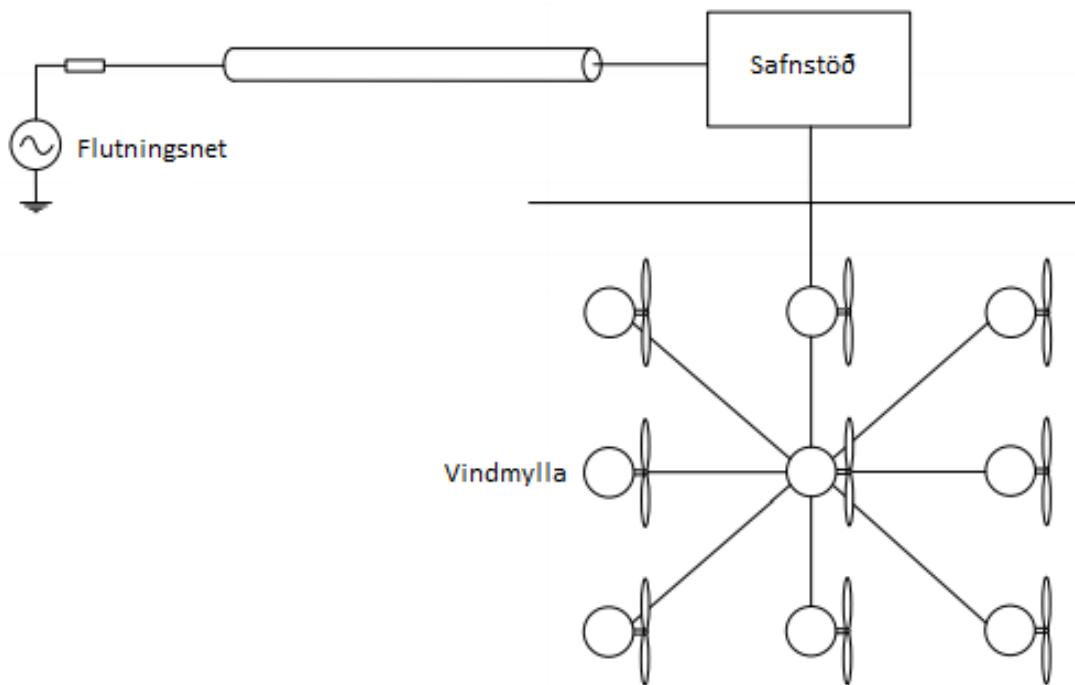
Mynd 4.2: „Single-sided“ hringkerfi [39]



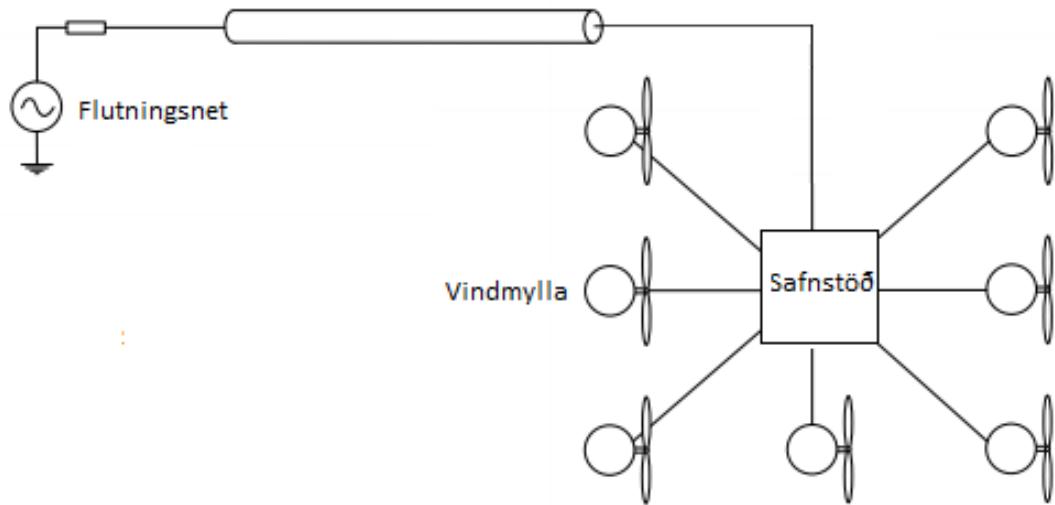
Mynd 4.3: „Double-sided“ hringkerfi [39]

## 4.3 Stjörnutengt kerfi

Stjörnukerfi (e. star) hefur margar tengingar og getur haft nokkra leggi þar sem kerfið er haft stjörnutengt. Vindmyllurnar eru annað hvort tengdar allar í eina vindmyllu eða í safnstöð sem er staðsett miðlægt í kerfinu (sjá myndir 4.4 og 4.5). Gallinn við að tengja margar vindmyllur í eina er búnaðurinn sem þarf að setja upp í miðlægu vindmyllunni en hann getur verið dýr og tekur mikið pláss. Stóri kosturinn við þetta kerfi er að ef bilun verður þá er það aðeins sú vindmylla sem dettur út en ef bilun kemur upp við safnstöðina þá dettur allur leggurinn út. Lengri strengi þarf fyrir þetta kerfi en fyrir hin en á móti þurfa strengirnar ekki að vera eins sverir [39].



Mynd 4.4: Stjörnutengt kerfi [39]



Mynd 4.5: Stjörnutengt kerfi, önnur útgáfa [39]

## Kafli 5

### Samanburður á safnkerfum

Við samanburð á kerfunum var stuðst við eGRID en það er rafmagnshönnunar hluti forritsins WindPRO frá EMD International A/S. Forritið býður upp á hönnun á vindlendum líkt og Búrfellsundi. Búið var að setja upp tillögu að staðsetningu á vindmyllunum sem yrðu í Búrfellsundi. Til einföldunar var samanburðurinn á kerfunum aðeins með 25 vindmyllum, sjá mynd 7.1. Vindlundurinn er því 75 MW í stað þeirra 200 MW sem Landsvirkjun er að skoða. Vegalengd milli vindmylla í sömu röð er um 460 m en yfir í næstu röð eru u.p.b. 950 m. Vindlundurinn er 2.780 m breiður og 3.050 m langur þar sem hann er lengstur.

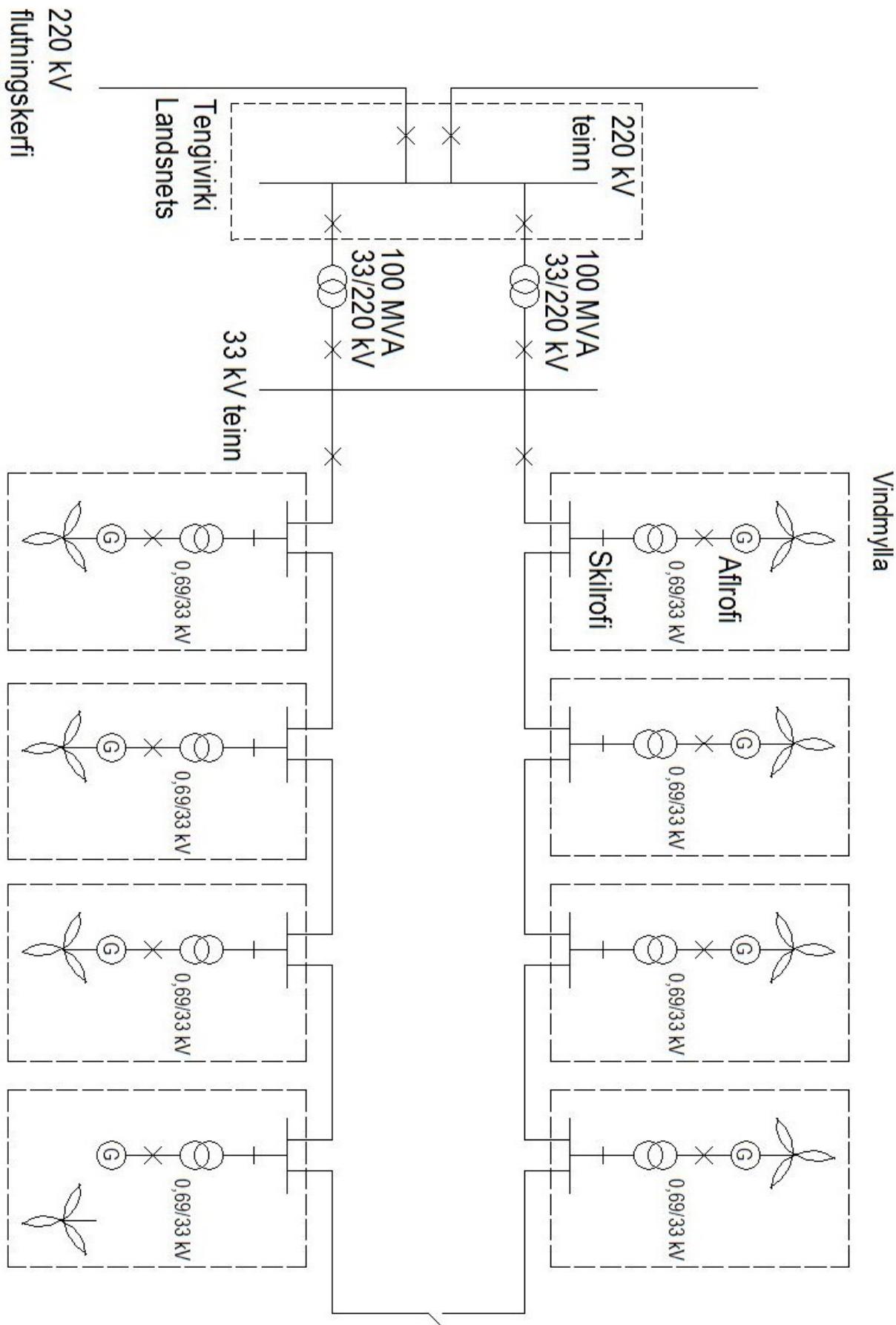


Mynd 5.1: Grunnuppsetning 75 MW vindlundar

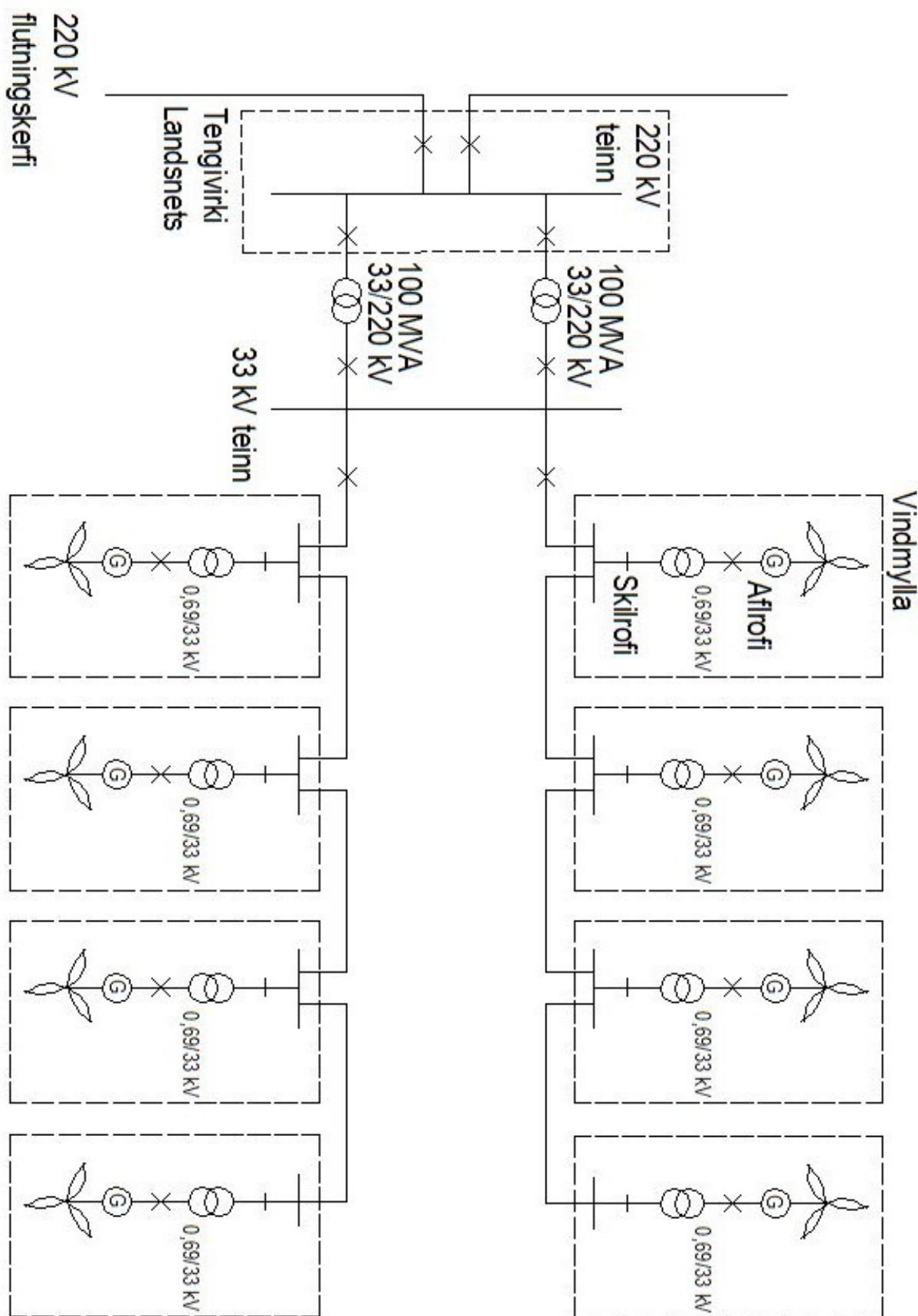
## 5.1 Rofabúnaður

Staðsetning rofabúnaðar í kerfunum er mjög svipaður. Ýmist eru notaðir afl- eða skilrofar. Aflrofar eru öflugir, öryggir í rekstri og hraðvirkir þar sem þeir eiga að geta tengt og rofið mesta aflið sem myndast í kerfinu sem það er tengt við. Tilgangur skilrofa er hins vegar ekki að rjúfa straum heldur að skilja einingu frá háspennuhluta, því geta skilrofar einungis tengd og rofið kerfishluta [40].

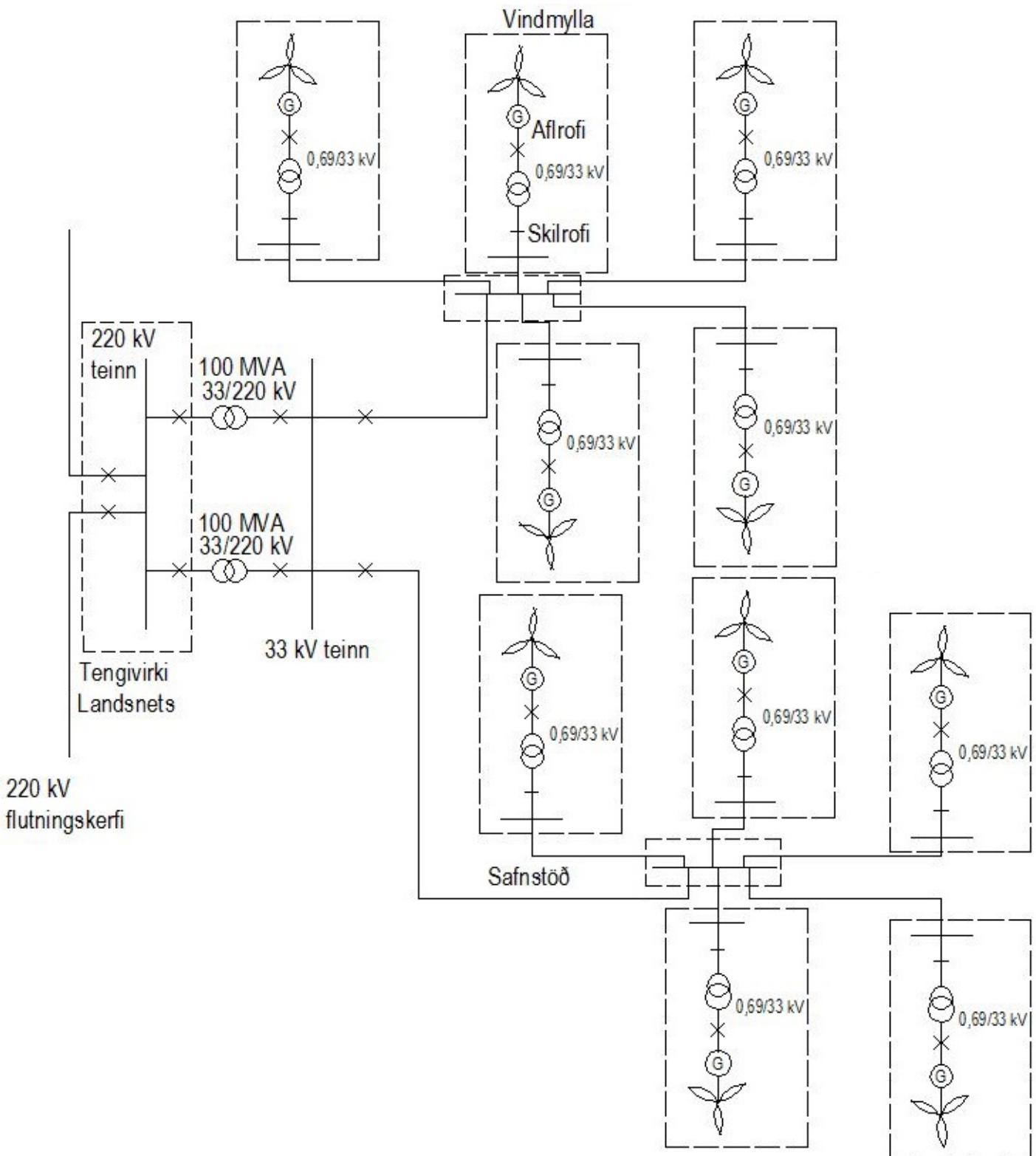
Öll kerfin hafa sömu uppsetningu á rofabúnaði fyrir vindmyllueininguna, aflrofi er staðsettur 0,690 kV megin við spenninn og skilrofi er staðsettur 33 kV megin. Vindmyllan er fösuð inn á kerfið með aflrofanum. Beggja vegna við aðalsafnstöðina eru aflrofar. Það eru alltaf aflrofar fyrir hvern legg svo hægt sé að aftengja hann frá kerfinu. Eina kerfið sem hefur aukaskilrofa er hringtengda kerfið. Einlínemyndirnar sem koma hér á eftir sýna þessi atríði betur.



Mynd 5.2: Einlínemynd, hringtengt kerfi



Mynd 5.3: Einlínemynd, geislatengt kerfi



Mynd 5.4: Einlínemynd, stjörnutengt kerfi

## 5.2 Forsendur í hermun

### 5.2.1 Gerð vindmylla

Myllurnar sem notaðar eru í hermuninni eru af gerðinni Siemens, 3,0 MW, 3ja blaða og gírlausar. Hæð turnsins er 79,5 m, lengd blaða 53,0 m og spanna blöðin því 9.144 m<sup>2</sup> svæði við hvern snúning. Framleiðsla hefst við 3,0 m/sek og stöðvast við 25,0 m/s. Heildarþyngd er 213 tonn. Rafali vindmyllunnar framleiðir á 690 V –10% +5% og er með tvöföldum umbreyti [41]. Myllurnar eru skilgreindar með innbyggðum 4,0 MVA spenni sem staðsettur er neðst í turni og hækkar spennuna í 33 kV.

### 5.2.2 Safnstöð

Aðalsafnstöðin var staðsett á þannig stað að hægt væri að tengjast flutningsnetinu auðveldlega t.d. með loftlínú. Við safnstöðina er spennir sem hækkar 33 kV spennuna upp í 220 kV. Spennirinn er staðsettur sem næst safnstöðinni til að hækka spennuna sem fyrst og minnka þannig töpin. Þar sem ekki var til spennir í gagnasafni WindPRO sem hentaði, voru gildin sett inn handvirkta en viðmiðin voru ákveðin með hjálp leiðbeinanda.

Í þeim kerfum sem verið var að bera saman var reiknað með einum 100 MVA spenni, þannig var tryggt að hann væri nógu stór fyrir 75 MW vindlund. Til að uppfylla skilyrði Landsnets um N-1 afhendingu væri líklegt að settir yrðu tveir spennar. N-1 afhending gengur út á það að ein eining í kerfinu geti bilað án þess að kerfið falli úr rekstri. Með N-1 afhendingu er verið að tryggja að það hafi ekki áhrif á afhendingu ef rekstrareining dettur út. Rekstrareining eru spennar, loftlínur eða jarðstrengir [42]. Á svæðinu eru háspennulínurnar; Sigöldulína 3 (SI3) og Sultartangalína 2 (SU2) ásamt tveimur tengivirkjum Landsnets; Sultartangi (SUL) og Búrfell (BUR) [13].

### 5.2.3 Jarðstrengir

Valdar voru algengar stærðir af strengjum (sjá töflu 5.1) til að gera samanburðinn raunhæfari og ekki væri verið að nota of margar gerðir. Allir strengirnir eru framleiddir hjá ABB, úr áli og XLPE. Álstrengir voru valdir frekar en kopar þar sem álið er ódýrari kostur. Fyrir hvern streng var gert ráð fyrir auka 20 m en þessi viðbót er ætluð fyrir tengingu við rofa. Allir strengirnir nema 50 mm<sup>2</sup> eru þrír einleiðarar og lagðir í þríhyrning. Tíðkast hefur að leggja einleiðara jarðstrengi sem eru reknir á 132 kV og lægri spennu í þríhyrning [43].

Tafla 5.1: Val á jarðstrengjum

Sverleiki [mm <sup>2</sup> ]	Straumpol [A]	R' [Ω/km]	X' [Ω/km]	B' [μS/km]
50	160	0, 6410	0, 1350	43, 982
240	422	0, 1250	0, 1190	72, 257
630	690	0, 0469	0, 1010	106, 814
1.000	855	0, 0291	0, 0942	128, 805
1.200	910	0, 0247	0, 0911	150, 796
1.600	1.005	0, 0186	0, 0880	172, 788

## 5.2.4 Tákn úr WindPRO

Táknin sem sjást á mynd 5.5 koma fram á myndum sem teknar eru úr WindPRO. Fyrsta táknið frá vinstri sýnir tengingu við flutningskerfið (e. external grid) en þar eru allar spennur í kerfinu skilgreindar. Notast er við þrjú spennugildi 220 kV (flutningspennan), 33 kV (spennan frá vindmyllu að safnstöð) og að lokum 0,690 kV (vindmyllan). Frávikin í öllum tilvikum eru  $-10\% +5\%$  og miðuð við kröfur ENTSO-E sem fjallað var um í kafla 3.3. Ástæða þess að notuð er 33 kV en ekki 66 kV eða hærri spenna er sú að 33 kV er hæsta raunhæfa spennan í dag sem notuð er í vindlendum. Þar sem sérstaklega vindmyllur úti á sjó eru sí stækkandi er krafan um að geta nýtt hærri spennu orðin meiri. Með betri búnaði og hærri spennu verður það algengara í komandi framtíð að notuð verði hærri spenna. Tákn nr. 2 er notað fyrir spennana (e. input for a transformer), þriðja táknið er fyrir teina (e. busbars) og nýtt til að tákna safnstöðvar. Næst síðasta táknið heldur utan um strengina (e. input of an electric grid) og er notað til að skipta strengjunum sem notaðir eru í hópa/greinar. Síðasta táknið er fyrir vindmyllur [44].



Mynd 5.5: Tákn sem notuð eru í eGRID

## 5.2.5 Vinddreifing

Vinddreifingu er lýst með Weibull dreifingu. „Pessi dreifing er háð tveimur stikum,  $A$  sem lýsir tíðniútslagi dreifingarinnar (og hefur einingar vindhraða) og einingarlausi stikinn  $k$  sem lýsir lögun dreifingarinnar (og með því hversu mikill munur er á mesta vindi og meðalvindi)” [45]. Nota þarf þessa stika við hermun í WindPRO og voru notuð gildin 10,09 m/sek fyrir  $A$  og 1,97 fyrir  $k$ , þetta eru raungildi fyrir svæðið [46].

### 5.2.6 Varmaviðnám jarðvegs

Varmaviðnám jarðvegsins (e. soil thermal resistivity) gefur til kynna hversu auðveldlega jarðvegur getur losað varma. Ef varmaviðnámið er hátt hefur það áhrif á flutningsgetu, sverleika og endingu jarðstrengsins [47]. Þar sem ekki er búið að skoða jarðveginn á svæðinu hafði höfundur samband við Baldvin Jónbjarnarson jarðeðlisfræðing hjá EFLU. Hann taldi að varmaviðnámið á svæðinu hjá Búrfellslundi gæti hugsanlega verið um  $3,0 \text{ } ^\circ\text{K m/W}$  fyrir rakan sand og þurr sandur gæti farið upp í  $4,0 - 5,0$ . Strengsandurinn sem hægt væri að finna á svæðinu gæti verið um  $2,0 \text{ } ^\circ\text{K m/W}$  [48]. Þar sem ekki var hægt að nota rauntölur, voru gildin í eGRID sett sem  $3,0 \text{ } ^\circ\text{K m/W}$  fyrir bæði rakt og þurr svæði. Ekki var mögulegt að hafa hærra gildi þar sem forritið bauð ekki upp á það.

### 5.2.7 Hermun

Gerðar voru hermanir á 3 mismunandi uppsetningar af kerfum; geisla-, stjörnu- og hringtengt kerfi. Þegar hver hermun hefur verið prófuð er hægt að fá skýrslur á .pdf formi sem sýna niðurstöður. Fjallað verður um helstu niðurstöður sem fengust síðar í sýslunni en í viðauka má skoða þessar niðurstöður frekar. Þeir þættir sem voru skoðaðir voru:

- Skilyrði hönnunar: Hér kemur fram hvort skilyrði sem voru sett séu uppfyllt. Sýnd eru spennugildi fyrir kerfið og leyfilegur spennumunur. Gildi fyrir vindmyllurnar eru gefin en þar er sýndur skölunarstuðull 1,13 sem forritið velur sjálfkrafa og er hann líklega til að tryggja að kerfið sé örugglega til þess gert að ráða við þessa stærð af vindlundi. Tekið er saman hvert straumflæðið er í strengjum, álestun þeirra og hvort gildin séu innan marka. Gefin eru öll spennugildi fyrir kerfið og hver frávikin eru, aflflæði almennt í kerfinu og í spennum.
- Töp: Þessi hluti er tvískiptur annars vegar kemur skjal með helstu niðurstöðum og svo annað skjal sem sýnir nákvæmari niðurstöður. Skilgreind eru laun- og raunaflstöp í spennum og töp í strengjum miðað við þær forsendur sem stilltar voru í forritinu. Einnig kemur fram hver töpin í kerfinu eru sem hlutfall af heildarframleiðslu [44].

### 5.3 Geislatengt kerfi

Hvernig kerfið var sett upp ákvarðaðist af því hvaða leið væri einföld, auðveld í framkvæmd, lagning jarðstrengja væri sem styst og reynt að nýta skurði sem best, sjá mynd 5.6. Mögulega væri hægt að nýta sömu leið til að leggja vegslóðann sem þarf að vera að hverri vindmyllu t.d. vegna uppsetningar hennar og viðhalds. Til að dreifa álaginu var vindmyllunum skipt niður á þrjá leggi, þar sem tveir voru með 8 vindmyllur eða 24 MW og einn með 10 vindmyllur eða 30 MW.



Mynd 5.6: Uppsetning á geislatengdu kerfi úr WindPRO

### 5.3.1 Val á jarðstrengjum

Fyrir kerfið þurfti 14.544 m af jarðstreng af fjórum sverleikum. Í töflum 5.2 og 5.3 er sýnt hvernig heildarlengdin skiptist niður á sverleika strengja ásamt lengd og nýtingu skurða. Straumþol 50 mm<sup>2</sup> jarðstrengsins dugði fyrstu þrjár vindmyllurnar í hverjum legg en þá var álagið á honum orðið 73,6%. Ef strengurinn var lagður á milli fjögurra vindmylla fór álagið yfir mörkin eða í 110,3%. Mest varð lestunin á 240 mm<sup>2</sup> strengnum 83,8% og fyrir 630 mm<sup>2</sup> strenginn 85,6%. Sverasti strengurinn liggur frá aðalsafnstöðinni að 100 MVA spenninum og var álagið á honum orðið 86,3%. Nýting á skurðum var mjög lítil en 83,6% af strengjunum voru lagðir einir í skurð.

Tafla 5.2: Lengdir strengja

Sverleiki strengs [mm <sup>2</sup> ]	Lengd [m]
50	2.763
240	6.059
630	5.394
1000	328
Samtals:	14.544

Tafla 5.3: Lengd og nýting skurða

Fjöldi strengja í skurði [stk]	Lengd [m]
1	12.160
2	489
3	612
4	0
5	0
Samtals:	13.261

### 5.3.2 Töp í kerfi

Heildartöpin í kerfinu má sjá sundurliðuð í töflum 5.4 og 5.5. Alls voru töpin 6.671 MWh/y eða 1,91% af heildarframleiðslu. Raunaflstöpin við fullt álag voru 1,3425 MW.

Tafla 5.4: Heildarraforkuframleiðsla og töp

	Raforkuframleiðsla [MWh/y]	Hlutfall [%]
Vindmyllur	349.528	100,000
100,0 MVA spennir	-2.167	-0,620
4,0 MVA spennar	-3.328	-0,952
50 mm <sup>2</sup> strengur	-139	-0,040
240 mm <sup>2</sup> strengur	-502	-0,144
630 mm <sup>2</sup> strengur	-488	-0,140
1.000 mm <sup>2</sup> strengur	-47	-0,014
Samtals:	342.857	98,090

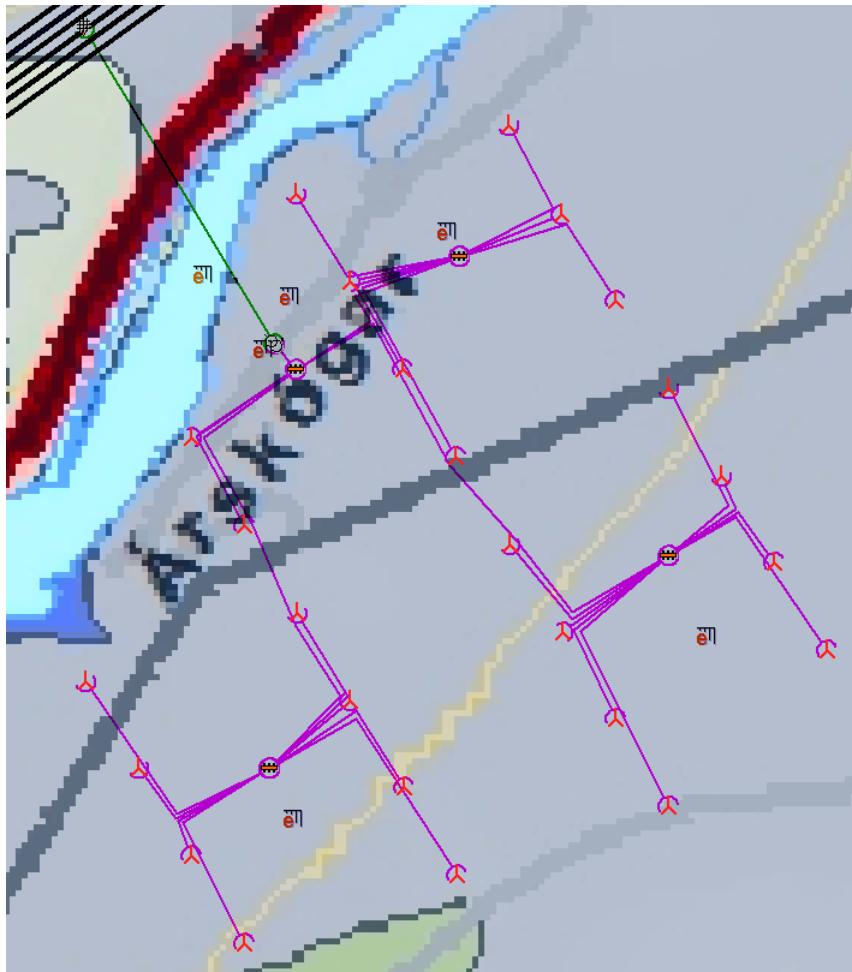
Tafla 5.5: Töp við fullt álag (e. full load losses)

Eining	Heildartöp [MW]
100,0 MVA spennir	-0,3709
4,0 MVA spennar	-0,6672
50 mm <sup>2</sup> strengir	-0,0360
240 mm <sup>2</sup> strengir	-0,1298
630 mm <sup>2</sup> strengir	-0,1264
1.000 mm <sup>2</sup> strengir	-0,0122
Samtals:	-1,3425

## 5.4 Stjörnutengt kerfi

Kerfinu var skipt niður í þrjá hluta og hefur þrjár auka safnstöðvar sem staðsettar eru miðlægt í hverri stjörnu. Hver stjarna hefur 7 – 8 vindmyllur. Frá hverri vindmyllu var lagður strengur beint í safnstöðina. Að vísu voru tvær vindmyllur sem hentuðu ekki inn í mynstrið og voru því tengdar beint í aðalsafnstöðina, sjá mynd 5.7.

Kosturinn við þetta kerfi er að strengirnir sem notaðir væru þyrftu ekki að vera eins sverir og í hinum kerfunum og ekki væri stór heild að detta út ef bilun yrði í jarðstreng frá vindmyllu að safnstöð. Hver vindmylla væri sjálfstæð eining sem sagt ekki háð öðrum vindmyllum.



Mynd 5.7: Uppsetning á stjörnutengdu kerfi

### 5.4.1 Val á jarðstrengjum

Heildarlengd strengjanna var töluverð eða 27.454 m. Sundurliðun fyrir lengdir strengja og nýtingu skurðanna er sýnd í töflum 5.6 og 5.7. Á móti var nýting á skurðum góð þar sem allt að fimm strengir gátu verið í sama skurðinum. Lagning skurðanna var 42,9% af heildarlengd strengjanna. Álag á hverjum  $50 \text{ mm}^2$  streng var mjög lítið (mest 37,0%) þar sem hann lá aðeins frá einni vindmyllu í safnstöð. Frá aukasafnstöðvunum að aðalsafnstöðinni voru lagðir  $630 \text{ mm}^2$  strengir en álagið á þeim var mest 68,4%.

Tafla 5.6: Lengdir strengja fyrir stjörnutengt kerfi

Sverleiki strengs [ $\text{mm}^2$ ]	Lengd [m]
50	21.454
630	5.634
1.000	328
Samtals:	27.416

Tafla 5.7: Lengd og nýting skurða

Fjöldi strengja í skurði [stk]	Lengd [m]
1	4.583
2	3.718
3	1.300
4	764
5	1.386
Samtals:	11.751

## 5.4.2 Töp í kerfi

Fyrir kerfið voru töpin 6.487 MWh/y eða 1,855% af heildarframleiðslu, tafla 5.8. Raunaflstöpin við fullt álag reyndust 1,2943 MW, tafla 5.9.

Tafla 5.8: Heildarraforkuframleiðsla og töp

	Raforkuframleiðsla [MWh/y]	Hlutfall [%]
Vindmyllur	349.528	100,000
100,0 MVA spennir	-2.168	-0,620
4,0 MVA spennar	-3.328	-0,952
50 mm <sup>2</sup> strengur	-434	-0,124
630 mm <sup>2</sup> strengur	-510	-0,146
1.000 mm <sup>2</sup> strengur	-47	-0,013
Samtals:	343.041	98,145

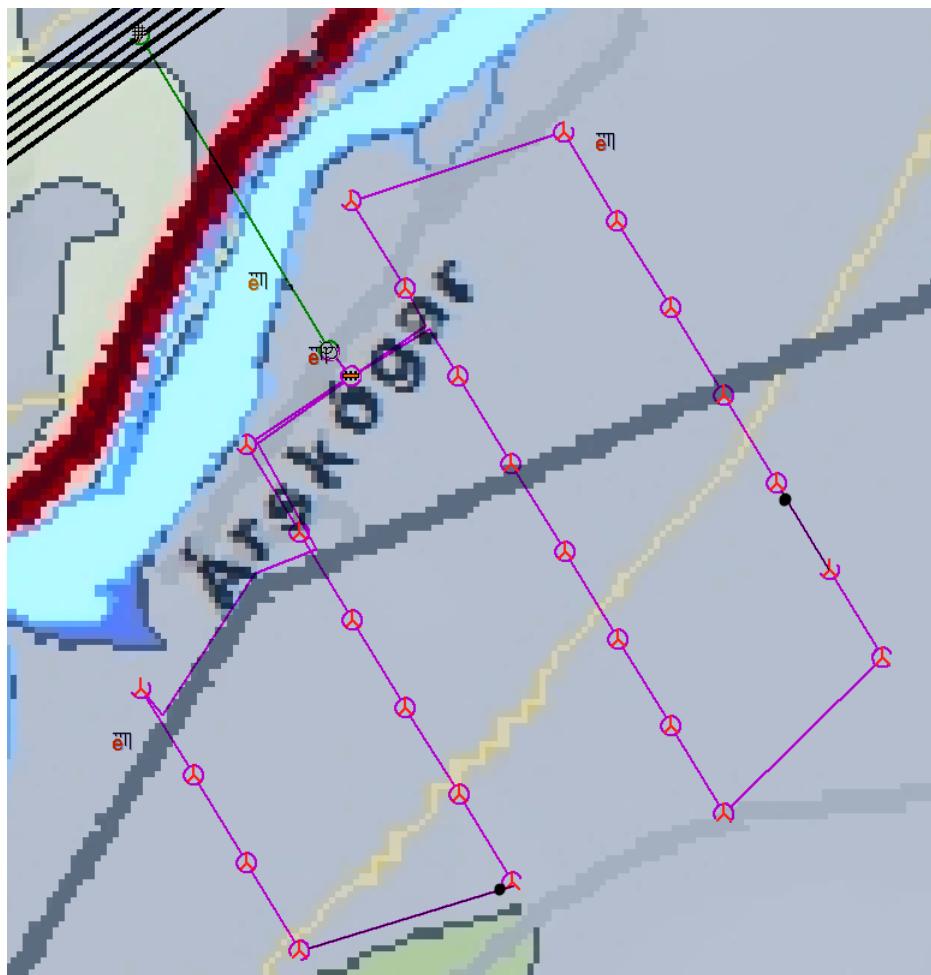
Tafla 5.9: Töp við fullt álag

Eining	Heildartöp [MW]
100,0 MVA spennir	-0,3707
4,0 MVA spennar	-0,6673
50 mm <sup>2</sup> strengir	-0,1121
630 mm <sup>2</sup> strengir	-0,1320
1.000 mm <sup>2</sup> strengir	-0,0122
Samtals:	-1,2943

## 5.5 Hringtengt kerfi

Hringtengda kerfinu er skipt í two hluta; annars vegar þar sem kerfið vinnur eðlilega þ.e.a.s rofinn er hafður opinn sem er staðsettur í miðju kerfinu og hins vegar skoðað verra tilfellið þegar bilun verður við aðalsafnstöðina og keyra þarf kerfið á einum legg í stað tveggja. Þegar kerfið vinnur eðlilega er það í raun eins og geislað kerfi. Staðsetning rofanna sést á mynd 5.8 þar sem lítt svartur blettur er settur inn á myndina. Hægt var að herma kerfið á fimm vegu, bilun í báðum lykkjunum gat verið á fjóra vegu og svo þegar kerfið vann eðlilega.

Í þessu kerfi var ákveðið að ekki væri gert ráð fyrir að hægt væri að opna hvar sem var í kerfinu ef upp kæmi bilun þar sem ekki þótti þörf á því. Bilunartíðni jarðstrengja er mjög lág og viðgerðartími innan skynsamlegra marka. Raforkuframleiðsla með vindmyllum gæti aldrei orðið áreiðanleg raforka sökum breytilegs veðurfars og væri frekar hugsuð sem til að vinna með vatnsaflsvirkjunum.



Mynd 5.8: Uppsetning á hringtengdu kerfi, betra tilvikið

Miðað við eðlilega keyrslu á kerfi var reynt að skipta vindmyllunum skynsamlega niður. Í stærri lykkjunni skiptust þessar 15 vindmyllur í two leggi. Í minni lykkjunni varð skiptingin 4 og 6. Myndir 5.8 og 5.9 sýna hvernig uppsetning var í báðum tilfellum.



Mynd 5.9: Uppsetning á hringtengdu kerfi, verra tilvikið

### 5.5.1 Val á jarðstrengjum

Í heildina þurfti 16.466 m af jarðstrengjum. Líkt og sést á töflu 5.10 þá varð sverleiki strengja að vera nægur til að tryggja að hægt væri að keyra hvora lykkju sem einn legg. Þegar kerfið var keyrt sem verra tilvik var mesta álagið á strengjum milli vindmylla frá 94,0 – 97,6% en þegar lykkjurnar voru keyrðar sem tveir hlutar var mesta álagið 42,1 – 55,4%. Nýting skurða var slæm en ekki var hægt að leggja two strengi saman í skurð nema í tæpa 1.700 m, sjá betur í töflu 5.11.

Tafla 5.10: Lengdir strengja

Sverleiki strengs [mm <sup>2</sup> ]	Lengd [m]
240	2.807
630	8.796
1.000	4.273
1.200	590
Samtals:	16.466

Tafla 5.11: Lengd og nýting skurða

Fjöldi strengja í skurði [stk]	Lengd [m]
1	12.201
2	1.690
3	0
4	0
5	0
Samtals:	13.891

## 5.5.2 Töp í kerfi

Ef borin eru saman gildin í töflum 5.12 og 5.13 sést að milli tilfella munar 1.167 MWh/y í framleiðslu og töpin eru 0,353% hærri í verra tilfellinu. Augljós munur er á töpum á strengjum en eins og kom hér fram áður, þá var munurinn á álagi á strengjunum mjög mikill t.d. fyrir 630 mm<sup>2</sup> strenginn munar allt að 50%. Sama gildir um raunaflstöpin við fullt álag sem sýnd eru í töflum 5.14 og 5.15.

Tafla 5.12: Heildarraforkuframleiðsla og töp, betra tilvikið

	Raforkuframleiðsla [MWh/y]	Hlutfall [%]
Vindmyllur	349.528	100,000
100,0 MVA spennir	-2.171	-0,621
4,0 MVA spennar	-3.332	-0,953
240 mm <sup>2</sup> strengur	-27	-0,001
630 mm <sup>2</sup> strengur	-152	-0,04
1.000 mm <sup>2</sup> strengur	-177	-0,051
1.200 mm <sup>2</sup> strengur	-23	-0,001
Samtals:	343.646	98,333

Tafla 5.13: Heildarraforkuframleiðsla og töp, verra tilvikið

	Raforkuframleiðsla [MWh/y]	Hlutfall [%]
Vindmyllur	349.528	100,000
100,0 MVA spennir	-2.166	-0,620
4,0 MVA spennar	-3.326	-0,952
240 mm <sup>2</sup> strengur	-317	-0,091
630 mm <sup>2</sup> strengur	-787	-0,225
1.000 mm <sup>2</sup> strengur	-350	-0,100
1.200 mm <sup>2</sup> strengur	-103	-0,030
Samtals:	342.479	97,982

Tafla 5.14: Töp við fullt álag, betra tilvikið

Eining	Heildartöp [MW]
100,0 MVA spennir	-0,3716
4,0 MVA spennar	-0,6679
240 mm <sup>2</sup> strengir	-0,0071
630 mm <sup>2</sup> strengir	-0,0394
1.000 mm <sup>2</sup> strengir	-0,0459
1.200 mm <sup>2</sup> strengir	-0,0058
Samtals:	-1,1377

Tafla 5.15: Töp við fullt álag, verra tilvikið

Eining	Heildartöp [MW]
100,0 MVA spennir	-0,3702
4,0 MVA spennar	-0,6663
240 mm <sup>2</sup> strengir	-0,0820
630 mm <sup>2</sup> strengir	-0,2035
1.000 mm <sup>2</sup> strengir	-0,0905
1.200 mm <sup>2</sup> strengir	-0,0267
Samtals:	-1,4392

# Kafli 6

## Niðurstöður

Þegar verið er að bera saman töp milli kerfa þá er meginmunurinn í strengjunum þar sem gildin fyrir spennana eru nánast þau sömu milli kerfa. Sýndaraflið  $S_{ut}$  fyrir 100 MVA spenninn var 84,3 MVA og  $S_{inn}$  var 83,7 MVA. Álag á spenninn var því 84,3% af málafli spennisins. Skiptingin á raun- og launaflí í hverju kerfi má sjá í töflu 6.1.

Tafla 6.1: Skipting raun- og launafls í 100 MVA spenni

Kerfi	$P_{ut}$ [MW]	$P_{inn}$ [MW]	$Q_{ut}$ [MVAr]	$Q_{inn}$ [MVAr]
Geislað	-83,12	-85,55	14,09	5,09
Hringur betra tilvikið	-83,38	-83,81	13,38	4,35
Hringur verra tilvikið	-82,99	-83,42	14,14	5,17
Stjarna	-83,18	-83,61	13,51	4,52

Þegar gildin fyrir 4,0 MVA spenninn í vindmyllunum voru skoðuð var sýndaraflið  $S_{ut}$  3,37 MVA og  $S_{inn}$  3,39 MVA. Nýting hans var svipuð og fyrir stóra spenninn eða 84,8% af málafli spennisins.

Tafla 6.2: Skipting raun- og launafls í 4,0 MVA spenni

Kerfi	$P_{ut}$ [MW]	$P_{inn}$ [MW]	$Q_{ut}$ [MVAr]	$Q_{inn}$ [MVAr]
Öll kerfin	-3,36	-3,39	0,23	0

Þegar heildarraforkuframleiðslan og töpin eru skoðuð þá er hringkerfið bæði með besta og versta tilfellið. Ástæðan þess er að lítið álag er á strengina í betra tilfellinu sem hækkar svo verulega þegar bilanir verða í kerfinu og kerfið keyrt á tveimur leggjum í stað fjögurra. Sama gerist með raunaflstöpin, hringkerfið er bæði með besta og versta tilfellið. Raunaflstöpin við fullt álag eru þegar allar vindmyllurnar eru komnar upp í málálag. Þeir reitir sem eru **rauðmerktir** sýna hvaða gildi var hæst og **blámerktir** sýna lægsta gildið.

Tafla 6.3: Heildarraforkuframleiðsla og töp

Kerfi	Raforkuframleiðsla [MWh/y]	Töp [%]
Geislað	342.857	1, 910
Hringur betra tilvikið	343.646	1, 667
Hringur verra tilvikið	342.479	2, 018
Stjarna	343.043	1, 855

Tafla 6.4: Töp við fullt álag

Kerfi	Heildartöp [MW]
Geislað	-1, 3425
Hringur betra tilvikið	-1, 1377
Hringur verra tilvikið	-1, 4392
Stjarna	-1, 2943

Munurinn á heildarlengd jarðstrengja milli stystu og lengstu lengdar var 12.872 m. Stjörnukerfið þurfti langmest af strengjum og var hlutfallslega mest af 50 mm<sup>2</sup> strengnum. Skýrari samanburð má sjá í töflu 6.6. Í þessum samanburði er hringtengda kerfið að koma verst út vegna þess hversu svera strengi varð að nota í því kerfi. Hugsanlega væri hagstæðara að leggja tvo eða fleiri minni strengi í stað þess að nota þessa.

Tafla 6.5: Heildarlengd strengja

Kerfi	Lengd strengja [m]
Geislað	14.544
Hringur	16.466
Stjarna	27.416

Tafla 6.6: Sverleiki strengja

Kerfi	50 [mm <sup>2</sup> ]	240 [mm <sup>2</sup> ]	630 [mm <sup>2</sup> ]	1000 [mm <sup>2</sup> ]	1200 [mm <sup>2</sup> ]
Geislað	2.763	6.059	5.394	328	X
Hringur	X	2.807	8.796	4.273	590
Stjarna	21.454	X	5.634	328	X

Þrátt fyrir að stjörnutengda kerfið hafi þurft mest af jarðstreng þá er nýting þess kerfis betri en í hinum kerfunum. Nýting hjá hringtengda og geislatengda kerfinu var álíka. Á móti er gallinn við að setja marga jarðstrengi saman í skurð að hitaleiðnin versnar og skurðirnir þurfa að vera breiðari en ella.

Tafla 6.7: Nýting skurða

Fjöldi strengja í skurð	Geislað [m]	Hringur [m]	Stjarna [m]
1	12.160	12.201	4.583
2	489	1.690	3.718
3	612	0	1.300
4	0	0	764
5	0	0	1.386

Tafla 6.8: Heildarlengdir skurða

Kerfi	Lengd skurða [m]
Geislað	13.261
Hringur	13.891
Stjarna	11.751

Þegar kerfin eru skoðuð í heildina þá er hringtengda kerfið að koma vel út þegar framleiðslugetan og töpin eru skoðuð. Á móti er þetta dýrt kerfi vegna sverleika strengjanna til að uppfylla kröfuna um gott rekstraröryggi. Erfitt er að reikna rekstraröryggi til fjár, sérstaklega þegar ekki er þörf á þessu öryggi á landi. Ef bæta hefði átt rekstraröryggið hefði þurft að setja auka rofabúnað sem gerir kerfið enn dýrara. En rekstraröryggið er ekki eins mikilvægt á landi eins og það er úti á sjó þar sem það tekur marga daga eða jafnvel vikur að finna og gera við bilunina.

Ekki er mikill munur milli geislatengda kerfisins og stjörnu kerfisins þegar framleiðslan og töpin eru skoðuð. Hins vegar er mikill munur á lengdum strengja og nýtingu skurða milli kerfanna. Stjörnutengda kerfið var með þrjár aukasafnstöðvar sem eykur kostnaðinn tölувert þá sérstaklega þegar vindmyllurnar eru staðsettar nálægt hver annarri eins og var í þessum vindlundi.

Þegar kostir og gallar kerfanna hafa verið skoðaðir er geislaða kerfið að koma hagstæðast út fyrir þennan vindlund. Þrátt fyrir að hafa minnstu framleiðslugetuna er munurinn milli kerfanna hlutfallslega líttill og á móti hafa hin kerfin kostnaðarsama hluta sem geislaða kerfið hefur ekki.

## Kafli 7

# Framhald og tillögur að öðru verkefni

### Kostnaðarhluti kerfanna

Hvað kostar að setja upp vindmyllur og er það kostnaðarlega séð hagkvæmt? Hvað er hvert kerfi að kosta ef skoðað er með tilliti til margra ára? Hefði verið hagstæðara að hafa aðra sverleika á strengjum en þá sem voru valdir, sverari eða grennri? Hefði verið betra að hafa alls staðar sverari strengi og þar af leiðandi minni töp? Hvað kostar að setja upp aukasafnstöð?

Til að svara svona spurningum væri hægt að nýta t.d. núvirðisútreikninga til að meta hvort hagstætt sé að fara í framkvæmd og fá þannig raunhæfari og betri samanburð á kostnaðarliðum hvers kerfis. Núvirðisútreikningar skoða virði greiðslu sem verður í framtíðinni og finna þannig út hvert virði greiðslunnar er nú. Helsti munur á kostnaðarliðum milli kerfa eru á sverleika strengja, nýtingu skurða og fjölda aukasafnstöðva.

### 200 MW vindlundur

Hvernig hentar geislatengda kerfið fyrir 200 MW vindlund? Þegar vindlundurinn er stækkaður er þá hentugra að setja upp auka safnstöðvar? Væri önnur staðsetning á aðalsafnstöðinni betri þegar svæðið er orðið stærra? Ef settur yrði upp aðeins hluti af vindlundenum yrði hann staðsettur þannig að auðvelt væri að stækka hann? Væri búnaður sem settur yrði upp t.d. í tengivirknu miðaður við hugsanlega stækkun? Hefði önnur gerð af vindmyllum en Siemens SWT-3.0-108 verið betri? Jafnvel stærri vindmyllur því þá þyrfti ekki eins margar?

## Hækkun spennu úr 33 kV í 66 kV

Hverjir eru kostir þess að hækka spennuna? En gallarnir? Er hentugur búnaður til?

Í dag er hagstæðasta spennan fyrir vindmyllur á landi 33 kV en komnar eru kröfur um að hækka spennuna, þá sérstaklega fyrir vindmyllur á sjó. Myllurnar munu í framtíðinni verða stærri en þær eru núna og er orðin pressa á að kostnaður fyrir hverja MWh verði lægri. Kostir þess að hækka spennuna úr 33 kV í 66 kV er að fyrir stóra vindlundi þarf færri aukasafnstöðvar, töpin í kerfinu verða minni, strengirnir þurfa ekki að vera eins sverir og mögulega hægt að hafa fleiri vindmyllur á hverjum legg. Gallarnir eru hins vegar að búnaðurinn fyrir 66 kV getur verið eithvað stærri, plássfrekari og dýrari.

## Flutningur raforku í vindlundi með DC í stað AC

Væri hentugra að flytja raforku innan vindlundar með DC í stað AC?

Í DC raforkuflutningi er engin yfirborðsleitni (e. skyn effect), aðeins raunafl og því engin tóp vegna launafls og minni einangrun á jarðstrengjunum þar sem spennan þarf ekki að vera  $\sqrt{3}$  hærri. Á móti er búnaðurinn hugsanlegan dýrari og hugsanlegt að vegalengdir séu of stuttar innan vindlundarins til að búnaðurinn borgi sig.

## Aðrir álitlegir staðir fyrir vindmyllur

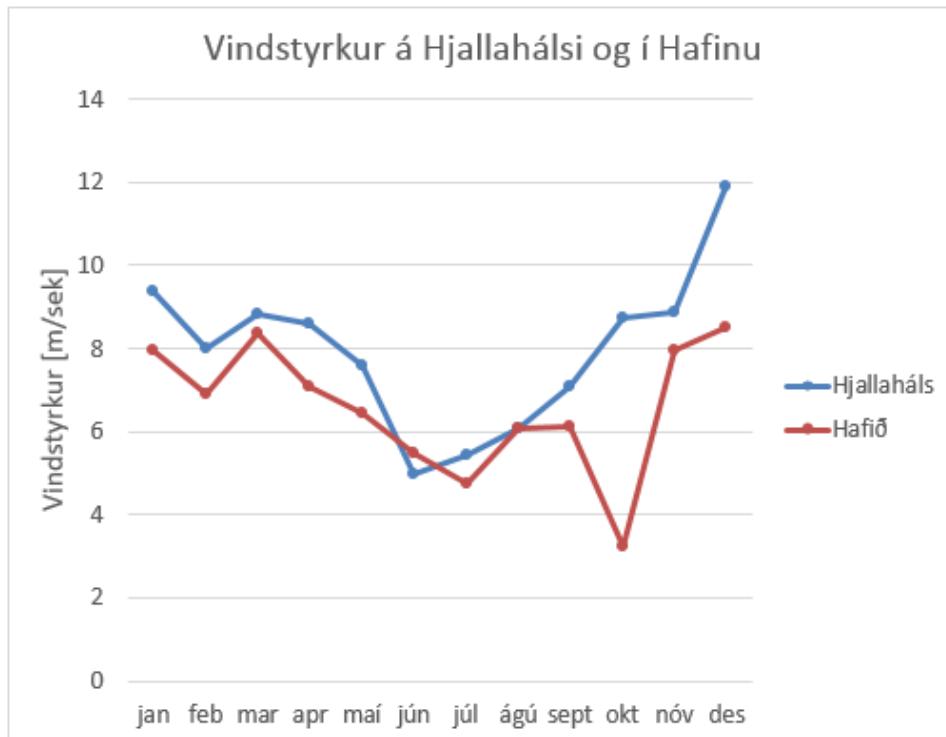
Höfundur er alinn upp á sveitabænum Djúpadal í Austur-Barðastrandarsýslu. Í minningunni er þessi staðsetning „vindrassgat”, annað hvort var vindurinn á leið út dalinn eða inn dalinn, þá sjaldan að það gerði logn þá var vindurinn að snúa sér. Síthvoru megin í dalnum eru tveir hálsar og á öðrum þeirra nánar tiltekið á Hjallahálsi hefur Vegagerðin staðsett vindstöð.

Með góðfúslegu leyfi Vegagerðarinnar fékk höfundur aðgang að gögnum um meðalvind sem spannaði eitt ár. Á komandi árum munu verða breytingar á vegstæði á þessu svæði spurning hvort leiðin verði göng undir Hjallaháls eða farið fyrir Hallsteinsnes og firðir þveraðir. Þá yrði ekki sjónmengun fyrir almenning ef staðsett yrði vindmylla/ur á svæðinu. Hins vegar þarf að vera töluverð raforkuframleiðsla til að réttlæta uppsetningu á tengivirki en 132 kV flutningslína Landsnets er ekki langt frá þessum stað. Næsta tengivirki er staðsett í Geiradal 38 km sunnar.



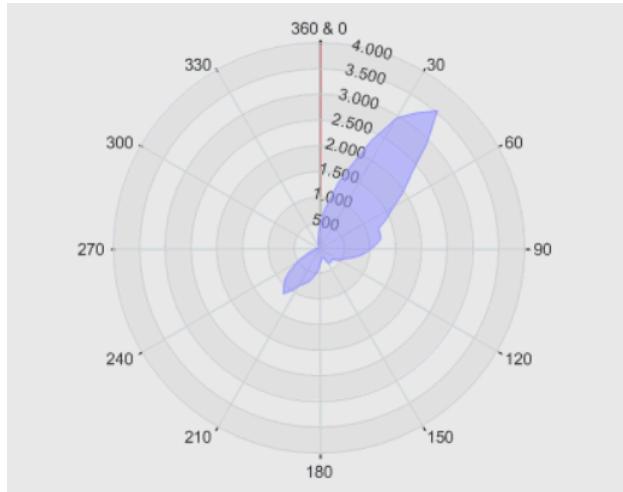
Mynd 7.1: Veðurathugarstöð á Hjallahálsi

Samanburð á mælingum á meðalvindi á Hjallahálsi (mælt í 6 metra hæð) og í Hafinu þar sem vindmyllur Landsvirkjunar eru staðsettar (mælt í 10 metrum) má sjá á mynd 7.2 [15].

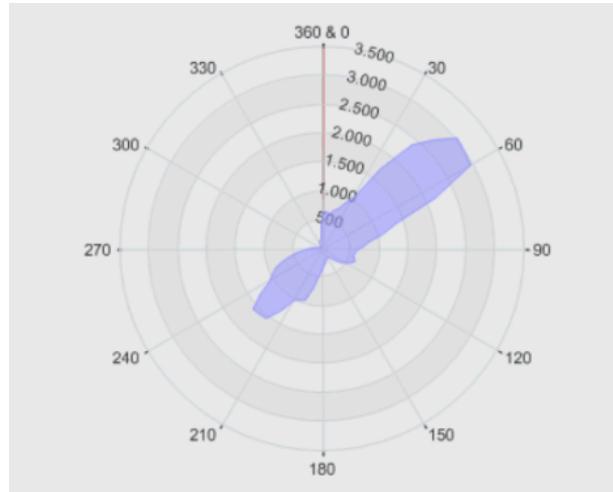


Mynd 7.2: Samanburður á vindstyrk á Hjallahálsi og í Hafinu

Gildin milli eru ekki svo ólík, nema þá fyrir október en líkur eru á að vindmælirinn fyrir Hafið hafi ekki sýnt rétt gildi.



Mynd 7.3: Vindrós fyrir janúar-júní [49]



Mynd 7.4: Vindrós fyrir júlí-desember [49]

Myndir 7.3 og 7.4 sýna vindrósir fyrir Hjallaháls. Mynd 7.3 er fyrir fyrri hluta árs 2013 en mynd 7.4 er fyrir seinni hlutann. Sýna þessar vindrósir að algengast er að vindurinn komi úr norðaustri en norður er í  $0^\circ$  og austur er í  $90^\circ$  [49].

Fleiri staðir í Reykhólasveitinni hafa þótt vindasamir og væri önnur staðsetning jafnvel nær tengivirknu sem gæti hentað. Með þessum pælingum er höfundur að velta fyrir sér hvort ekki sé hægt að framleiða alla þá raforku sem Vestfirðir þurfa innan þeirra.

# Kafli 8

## Samantekt

Líkt og kom fram í upphafi eru víðsvegar í heimildum skráð að geislatengda kerfið væri mest notað fyrir vindlundi sem staðsettir eru á landi. Niðurstöða hermunar sem gerð var á 75 MW vindlundi sýndi samskonar niðurstöðu, að geislatengt kerfi hafi vissa kosti fram yfir hin kerfin, þrátt fyrir að töpin væru mest. Stutt samantekt á hverju kerfi fyrir sig ásamt myndum fylgir hér á eftir.

### Geislatengt kerfi

Útfærslan er einföld og þægileg í uppsetningu. Álaginu var skipt niður nokkuð jafnt á þrjá leggi. Hvernig kerfið var hannað fór eftir því hvaða leið væri styst og reynt að nýta skurði fyrir fleiri en einn streng þar sem hægt var. Þrátt fyrir það var nýting skurða léleg. Möguleg lagning á vegslóða gæti verið samhliða skurðum fyrir strengina, sem myndi minnka jarðrask. Heildarlengd strengjanna var minnst fyrir þetta kerfi en á móti voru töpin mest. Hlutfallslegur munur á raforkuframleiðslu var ekki mikill á milli kerfa.



Mynd 8.1: Geislatengt kerfi

## Stjörnutengt kerfi

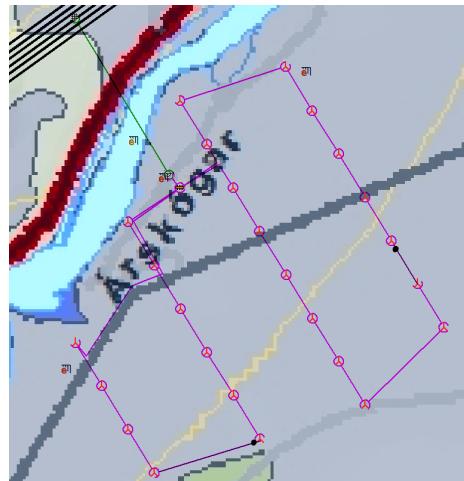
Einkenni stjörnu kerfis eru margar tengingar. Var álaginu skipt á þrjár stjörnur og var hver stjarna með 7 – 8 vindmyllur. Miðlægt í hverri stjörnu var safnstöð og innihélt kerfið því í heildina þrjár auka safnstöðvar. Lítið álag var á strengjunum frá vindmyllunum að aukastöðvunum þar sem aðeins ein vindmylla var í hverjum legg. Þetta kerfi þurfti langmest af strengjum en var með bestu nýtingu á lagningu strengja saman í skurði. Það að hafa auka safnstöðvar gerir kerfið dýrara.



Mynd 8.2: Stjörnutengt kerfi

## Hringtengt kerfi

Kerfinu var skipt í tvær lykkjur en keyrt eins og geislatengt kerfi og er því í raun fjórir leggir. Hermun á kerfinu skiptist í two hluta, annars vegar þar sem kerfið vinnur eðlilega og hins vegar þar sem kerfið er keyrt á tveimur leggjum vegna bilunar í jarðstreng. Til að hægt væra að herma kerfið sem two leggi urðu strengirnir að vera mun sverari en fyrir önnur kerfi. Þetta gerði það að verkum að lítil töp voru þegar kerfið keyrði eðlilega enda lítið álag á þeim. Hins vegar þegar kerfið var keyrt sem tveir leggir var álag á strengina mjög mikið og töpin því meiri. Í heildina er þetta ekki hentugt kerfi vegna þess hversu sverir strengirnir þurfa að vera. Ekki er þörf á sama rekstraröryggi og úti á sjó þar sem viðgerðartími á landi er mun skemmmri.



Mynd 8.3: Hringtengt kerfi

# Heimildir

- [1] T. Ackermann, „Historical Development and Current Status of Wind Power”, *Wind Power in Power Systems*, 2. útg. Chichester, Bretland: John Wiley & sons LtD, 2012.
- [2] P. Gardner, A. Garrad, P. Jamieson, H. Snodin og A. Tindal. (2009, mar.) Wind Energy - The Facts. European Wind Energy Association - EWEA [Rafrænt]. Af: [http://www.ewea.org/fileadmin/ewea\\_documents/documents/publications/WETF/WETF.pdf](http://www.ewea.org/fileadmin/ewea_documents/documents/publications/WETF/WETF.pdf) [Sótt: 20. ágú. 2014]
- [3] Árni Óla. (1952, mar.). Vindmylurnar í Reykjavík settu sinn svip á bæinn. *Lesbók Morgunblaðsins* [Rafrænt]. Af: [http://timarit.is/view\\_page\\_init.jsp?pageId=3280143](http://timarit.is/view_page_init.jsp?pageId=3280143) [Sótt: 6. sept. 2014]
- [4] Basis of Power Production. (2006). *Wind Energy - Technology and Planning*. [Rafrænt]. Af: <http://wwindea.org/technology/ch01/estructura-en.htm> [Sótt: 24. ágú. 2014]
- [5] Landsvirkjun. (2012). Mun rokið okkar loksins gera gagn?. *Landsvirkjun* [Rafrænt]. Af: [http://rafhladan.is/bitstream/handle/10802/3320/kynningvindmyllur261112\\$\\_.pdf?sequence=1](http://rafhladan.is/bitstream/handle/10802/3320/kynningvindmyllur261112$_.pdf?sequence=1) [Sótt: 22. ágú. 2014]
- [6] Óli Grétar Blöndal Sveinsson. Vindorka - Raunhæfur kostur á Íslandi?. Landsvirkjun. Reykjavík [Rafrænt]. Af: <http://www.landsvirkjun.is/media/2011/Oli-Gretar-Blondal-Sveinsson.-Haustfundur-Landsvirkjunar-2011.pdf> [Sótt: 4. nóv. 2014]
- [7] Ásbjörn Blöndal. (2001). Nýting Vindorku. Selfossveitur bs. [Rafrænt]. Af: <http://samorka.is/doc/1094> [Sótt: 25. ágú. 2014]
- [8] Hörður Kristjánsson „Nýja „Hallewind” - vindmyllan í Belgsholti komin í gagnið”, *Bændablaðið*, árg. 19, töl. 19, bls. 20, okt. 2013.
- [9] Vindmyllan. (2013, 14. nóv.). *Belgsholt* [Rafrænt]. Af: <http://belgsholt.123.is/blog/2013/11/14/vindmyllan/> [Sótt: 6. sep. 2014]

- [10] Hætta á að farfuglar fljúgi á vindmyllurnar. (2013, 6. nóv). *Sunnlenska.is* [Rafrænt]. Af: <http://www.sunnlenska.is/frettir/13290.html> [Sótt: 6. nóv. 2014]
- [11] Tvær vindmyllur í Þykkvabæ. (2014, 24. sep.). *Fréttablað Suðurlands* [Rafrænt]. Af: [www.dfs.is/frettir/6583-tvaer-vindmyllur-i-tykkvabae](http://www.dfs.is/frettir/6583-tvaer-vindmyllur-i-tykkvabae) [Sótt: 10. okt. 2014]
- [12] Áformar setja upp vindmyllur við Þverfjall. (2014, 28. okt.). *Bæjarins besta* [Rafrænt]. Af: <http://www.bb.is/Pages/26?NewsID=190945> [Sótt: 28. okt. 2014]
- [13] Mannvit verkfræðistofa. (2014, júl.). Búrfellslundur, Vindmyllur á Rangárþingi ytra og Skeiða- og Gnúpverjahreppi, drög að matsáætlun. Landsvirkjun. Reykjavík [Rafrænt]. Af: [http://www.landsvirkjun.is/Media/Vindmyllur-tillagaa%C3%B0mats%C3%A1%C3%A6tlun\\_2014-05-270.pdf](http://www.landsvirkjun.is/Media/Vindmyllur-tillagaa%C3%B0mats%C3%A1%C3%A6tlun_2014-05-270.pdf) [Sótt: 24. ágú. 2014]
- [14] Vindmyllur. *Landsvirkjun* [Rafrænt]. Af: <http://www.landsvirkjun.is/Rannsoknirogthroun/Throunarverkefni/Vindmyllur/> [Sótt: 22. ágú. 2014]
- [15] Landsvirkjun. (2013) Ársskýrsla 2013, Rannsóknir, umhverfi samfélag. Reykjavík [Rafrænt]. Af: [arsskyrsla2013.landsvirkjun.is/rannsoknir-umhverfi-og-samfelag](http://arsskyrsla2013.landsvirkjun.is/rannsoknir-umhverfi-og-samfelag) [Sótt: 20. okt. 2014]
- [16] Jón Vilhjálmsson. Vefpóstur [Rafrænt]. 16. okt. 2014.
- [17] Veðurfréttir. (2014, 2. nóv.). *Ríkissjónvarpið* [Rafrænt]. Af: [www.ruv.is/sarpurinn/vedurfrettir/02112014](http://www.ruv.is/sarpurinn/vedurfrettir/02112014) [Sótt: 28. okt. 2014]
- [18] Key Statistics of World Wind Energy Report 2014. (2014, 08. apr.). *World Wind Energy Association* [Rafrænt]. Af: [http://www.wwindea.org/webimages/WWEA\\_WorldWindReportKeyFigures\\_2013.pdf](http://www.wwindea.org/webimages/WWEA_WorldWindReportKeyFigures_2013.pdf) [Sótt: 22. ágú. 2014]
- [19] The World Wind Energy Association, 2014 Half-year Report. (2014, 17. sep.). *World Wind Energy Association* [Rafrænt]. Af: [http://www.wwindea.org/webimages/WWEA\\_half\\_year\\_report\\_2014.pdf](http://www.wwindea.org/webimages/WWEA_half_year_report_2014.pdf) [Sótt: 21. okt. 2014]
- [20] Sacha Alberici, Sil Boeve, Pieter van Breevoort, Yvonne Deng, Sonja Förster, Ann Gardiner, Valentijn van Gastel, Katharina Grave, Heleen Groenenberg, David de Jager, Erik Klaassen, Willemijn Pouwels, Matthew Smith, Erika de Visser, Thomas Winkel, Karlien Wouters. (2014, okt.). Subsidies and costs of EU energy. European Commission. [Rafrænt]. Af: [http://ec.europa.eu/energy/studies/doc/20141013\\_subsidies\\_costs\\_eu\\_energy.pdf](http://ec.europa.eu/energy/studies/doc/20141013_subsidies_costs_eu_energy.pdf) [Sótt: 2. nóv. 2014]
- [21] R. Gasch, J. Twele, *Wind Power Plants*. Berlín, Þýskaland: Solarpraxis AG, 2002.
- [22] Photo Gallery, UGE-9M. (2014). *Urban Green Energy Inc* [Rafrænt]. Af: <http://www.urbangreenenergy.com/products/UGE-9M/media> [Sótt: 6. sep. 2014]

- [23] Wind turbine wind motor. (2013). *M mecaflux Heliciel* [Rafrænt]. Af: <http://www.heliciel.com/en/helice/eolienne%20hydrolienne/Eolienne%20%20aero%20moteur%20eolien.htm> [Sótt: 6. sep. 2014]
- [24] Rotor & Rotor Blades: An Overview. (2006). *Wind Energy - Technology and Planning* [Rafrænt]. Af: <http://wwindea.org/technology/ch01/estructura-en.htm> [Sótt: 24. ágú. 2014]
- [25] Planetary Gearboxes. (2006). *Wind Energy - Technology and Planning* [Rafrænt]. Af: <http://wwindea.org/technology/ch01/estructura-en.htm> [Sótt: 24. ágú. 2014]
- [26] M. Molina og P. Mercado. (2011). *Wind Turbines, Modelling and Control Design of Pitch-Controlled Variable Speed Wind Turbines, Wind Turbines* [Rafrænt]. Af <http://www.intechopen.com/books/wind-turbines/modelling-and-control-design-of-pitch-controlled-variable-speed-wind-turbines> [Sótt: 9.sep. 2014].
- [27] Starfsmenn Lab-Volt. (2011, maí). Prins of doubly-fed induction generators (DFIG). Lab-Volt Ltd. Canada [Rafrænt]. Af: [https://www.labvolt.com/downloads/86376\\_f0.pdf](https://www.labvolt.com/downloads/86376_f0.pdf) [Sótt: 7. sep. 2014]
- [28] V. Vittal og R. Ayyanar, *Grid Integration and Dynamic Impact of Wind Energy*. New York: Springer, 2013.
- [29] R. Zavadil, V. Zheglov, Y. Kazanchkov, B. Gong, J. Sanchez og J. Li. (2012). Documentation, User Support, and Verification of Wind Turbine and Plants. EnerNex LLC, Knoxville, Bandaríkin [Rafrænt]. Af: <http://www.osti.gov/scitech/servlets/purl/1051403> [Sótt: 7. sep. 2014]
- [30] E. Muljadi og A. Ellis. (2011). WECC Wind Generator Development. CIEE og California Energy Commission. Golden, Colorado [Rafrænt]. Af: [http://uc-ciee.org/downloads/WGM\\_Final\\_Report.pdf](http://uc-ciee.org/downloads/WGM_Final_Report.pdf) [Sótt: 7. sep. 2014]
- [31] M. A. EL-Sharkawi, *Electric Energy*, útg. 3. Flórída, USA: Taylor & Francis Group LLC, 2013.
- [32] A. D. Hansen, „Generators and Power Electronics for Wind Turbines”, *Wind power in Power Systems*, 2. útg., Chichester, Bretland: John Wiley & sons LtD, 2012.
- [33] European Network of Transmission System Operators for Electricity. (2014). Mission. ENTSO-E. Belgía [Rafrænt]. Af: <https://www.entsoe.eu/about-entso-e/inside-entso-e/mission-and-vision/Pages/default.aspx> [Sótt: 28. sep. 2014]

- [34] ENTSO-E Network Code for Requirements for Grid Connection Applicable to all Generators, ENTOS-E , 8. mar. 2013.
- [35] Netmáli, D.1, 15. apr. 2008.
- [36] E.H. Camm, M. R. Behnke, O. Bolado, M. Bollen, M. Bradt, C. Brooks, W. Dilling, M. Edds, W. J. Hejdak, D. Houseman, S. Klein, F. Li, J. Li, P. Maibach, T. Nicolai, J. Patiño, S. V. Pasupulati, N. Samaan, S. Sailors, T. Siebert, T. Smith, M. Starke og R. Walling. (2009, okt.). Characteristics of Wind Turbine Generators for Wind Power Plants. Háskólinn í Tennessee. Tennessee [Rafrænt]. Af [http://www.aemo.com.au/Electricity/Planning/~/media/Files/Other/planning/Wind\\_Turbine\\_Plant\\_Capabilities\\_Report.ashx](http://www.aemo.com.au/Electricity/Planning/~/media/Files/Other/planning/Wind_Turbine_Plant_Capabilities_Report.ashx) [Sótt: 20. okt. 2014].
- [37] AEMO. (2013). Wind Turbine Plant Capabilities Report. Australian Energy Market Operator. Ástralía [Rafrænt]. Af: file:///C:/Users/Bruker/Downloads/Wind\_Turbine\_Plant\_Capabilities\_Report.pdf [Sótt: 7. sep. 2014]
- [38] M. Reichard, D. Finney, J. Garrity. (2007). Windfarm System Protection Using Peer-to-Peer Comunications. Digital Energy [Rafrænt]. Af: <https://www.gedigitalenergy.com/smartgrid/Aug07/windfarm.pdf> [Sótt: 25. ágú. 2014]
- [39] M. Zubiaga, G. Abad, J. A. Barrena, S. Aurtenetxea og A. Carcarp (2012, 12. mar.) Energy Transmission and Grid Integration of Ac Offshore Wind Farms [Rafrænt]. Af: <http://www.intechopen.com/books/energy-transmission-and-grid-integration-of-ac-offshore-wind-farms> [Sótt: 30. ágú. 2014]
- [40] Einar H. Ágústsson, *Raforkukerfi Íslands Háspennukerfi*, útg. 5. Reykjavík: Einar H. Ágústsson, 2007.
- [41] Wind Turbine SWT-3,0-108/SWT-3,2-108. Siemens [Rafrænt]. Af [www.energy.siemens/MX/en/renewable-energy/wind-power/platforms/d3-platform/wind-turbine-swt-3-2-108.htm#content=Technical%20Specification](http://www.energy.siemens/MX/en/renewable-energy/wind-power/platforms/d3-platform/wind-turbine-swt-3-2-108.htm#content=Technical%20Specification) [Sótt: 9. okt. 2014].
- [42] Hugtök. Landsnet [Rafrænt]. Af [www.landsnet.is/raforkukerfid/hugtok/?letter=N](http://www.landsnet.is/raforkukerfid/hugtok/?letter=N) [Sótt: 9. okt. 2014].
- [43] Jón Bergmundsson og Kjartan Gíslason. Notkun jarðstrengja í flutningskerfum raforku. EFLA verkfræðistofa. Reykjavík [Rafrænt]. Af [www.landsnet.is/uploads/1069.pdf](http://www.landsnet.is/uploads/1069.pdf) [Sótt: 14. okt. 2014].

- [44] *WindPRO 2.9 User Guide*, 1. útg., EMD International A/S, Aalborg, Danmörk, 2013.
- [45] Vindgöng. *Veðurstofa Íslands* [Rafrænt]. Af [www.vedur.is/vedur/vedurfar/vindorka/gogn/](http://www.vedur.is/vedur/vedurfar/vindorka/gogn/) [Sótt: 14. okt. 2014].
- [46] Stefán Kári Sveinbjörnsson, munnleg heimild, 7. nóv., 2014.
- [47] Landsnet. (2014, maí.). Kerfisáætlun 2014-2023. Landsnet [Rafrænt]. Af: <http://www.landsnet.is/library/Skrar/Landsnet/Upplysingatorg/Skyrslur/Kerfisaaetlanir/2014/Kerfis%C3%A1%C3%A6tlun%202014-2023%20sk%C3%BDrsla.pdf> [Sótt: 14. okt. 2014]
- [48] Baldvin Jónbjarnarson. *Vefpóstur* [Rafrænt]. (6. okt. 2014)
- [49] Kristinn Þ. Jónsson. *Vefpóstur* [Rafrænt]. 7. nóv. 2014.

**Viðauki A**

**Geislatengt kerfi**

Project:  
**HAF\_60m**

Printed/Page  
28.10.2014 11:44 / 1

Licensed user:  
**EFLA Consulting Engineers**  
Höfðabakki 9  
IS-110 Reykjavik  
+354 412 6000  
Eggert Thorgrimsson / eggert.thorgrimsson@efla.is  
Calculated:  
28.10.2014 11:32/2.9.269

## eGrid - Design check

Calculation: TBS - radial - 1 safnstod

### Assumptions

Calculated according to: VDEW

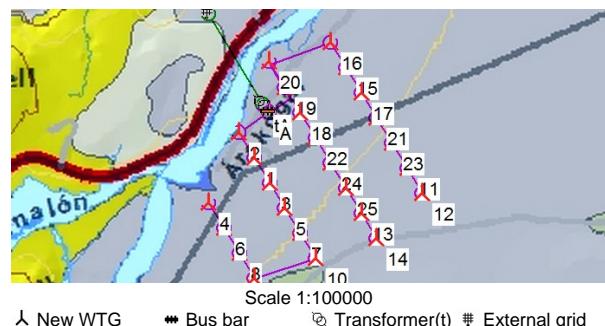
Fixed voltage node: Flutningskerfi LN Hafið

Actual fixed voltage: 220,00 kV

Used temperature characteristic for cables: 20 Deg C (constant)

### Allowable voltage difference

Level	Nominal voltage [kV]	Contracted voltage [kV]	Max above [%]	Max below [%]
High Voltage	220,00	220,00	5,0	10,0
Medium voltage	33,00	33,00	5,0	10,0
Low voltage	0,69	0,69	5,0	10,0



### WTG power

WTG power used in calculation: 10 min mean maximum. Default scale factor: 1,13

WTG	Input		Result		
	P [MW]	Scale factor	P [MW]	Q [MVAr]	Cos Phi
1 Siemens 3000 kW (4745)	3,00	1,13	3,39	0,00	1,0000
2 Siemens 3000 kW (4746)	3,00	1,13	3,39	0,00	1,0000
3 Siemens 3000 kW (4747)	3,00	1,13	3,39	0,00	1,0000
4 Siemens 3000 kW (4748)	3,00	1,13	3,39	0,00	1,0000
5 Siemens 3000 kW (4749)	3,00	1,13	3,39	0,00	1,0000
6 Siemens 3000 kW (4750)	3,00	1,13	3,39	0,00	1,0000
7 Siemens 3000 kW (4752)	3,00	1,13	3,39	0,00	1,0000
8 Siemens 3000 kW (4753)	3,00	1,13	3,39	0,00	1,0000
9 Siemens 3000 kW (4755)	3,00	1,13	3,39	0,00	1,0000
10 Siemens 3000 kW (4757)	3,00	1,13	3,39	0,00	1,0000
11 Siemens 3000 kW (4769)	3,00	1,13	3,39	0,00	1,0000
12 Siemens 3000 kW (4771)	3,00	1,13	3,39	0,00	1,0000
13 Siemens 3000 kW (4773)	3,00	1,13	3,39	0,00	1,0000
14 Siemens 3000 kW (4776)	3,00	1,13	3,39	0,00	1,0000
15 Siemens 3000 kW (4781)	3,00	1,13	3,39	0,00	1,0000
16 Siemens 3000 kW (4782)	3,00	1,13	3,39	0,00	1,0000
17 Siemens 3000 kW (4785)	3,00	1,13	3,39	0,00	1,0000
18 Siemens 3000 kW (4787)	3,00	1,13	3,39	0,00	1,0000
19 Siemens 3000 kW (4788)	3,00	1,13	3,39	0,00	1,0000
20 Siemens 3000 kW (4789)	3,00	1,13	3,39	0,00	1,0000
21 Siemens 3000 kW (4790)	3,00	1,13	3,39	0,00	1,0000
22 Siemens 3000 kW (4792)	3,00	1,13	3,39	0,00	1,0000
23 Siemens 3000 kW (4793)	3,00	1,13	3,39	0,00	1,0000
24 Siemens 3000 kW (4795)	3,00	1,13	3,39	0,00	1,0000
25 Siemens 3000 kW (4796)	3,00	1,13	3,39	0,00	1,0000

### No loads in calculation

## Calculation results

### Voltages

Node	U [kV]	Angle [°]	Contracted voltage [kV]	Max above [%]	Max below [%]	DU [%]	Assessment
Far Generator	220,64	0,00	220,00	5,0	10,0	0,2926	ok
Flutningskerfi LN Hafið	220,00	0,95	220,00	5,0	10,0	0,0000	ok
220/33 kV spennir Búrfellslundur <HIGH>	220,08	1,01	220,00	5,0	10,0	0,0366	ok
220/33 kV spennir Búrfellslundur <LOW>	32,74	-143,18	33,00	5,0	10,0	-0,7832	ok
Safnsthöð Búrfellslundur	32,75	-143,15	33,00	5,0	10,0	-0,7683	ok
Siemens 3000 kW (4782) Transformer <HIGH>	32,80	-142,90	33,00	5,0	10,0	-0,5966	ok
Siemens 3000 kW (4782) Transformer <LOW>	0,69	-139,26	0,69	5,0	10,0	-0,0332	ok
Siemens 3000 kW (4781) Transformer <HIGH>	32,84	-142,84	33,00	5,0	10,0	-0,4952	ok
Siemens 3000 kW (4781) Transformer <LOW>	0,69	-139,20	0,69	5,0	10,0	0,0679	ok

To be continued on next page...

WindPRO is developed by EMD International A/S, Niels Jernesvej 10, DK-9220 Aalborg Ø, Tel. +45 96 35 44 44, Fax +45 96 35 44 46, e-mail: windpro@emd.dk

Project:  
**HAF\_60m**

Printed/Page  
28.10.2014 11:44 / 2

Licensed user:  
**EFLA Consulting Engineers**  
Höfðabakki 9  
IS-110 Reykjavik  
+354 412 6000  
Eggert Thorgrimsson / eggert.thorgrimsson@efla.is  
Calculated:  
28.10.2014 11:32/2.9.269

## eGrid - Design check

Calculation: TBS - radial - 1 safnstod

...continued from previous page

Node	U [kV]	Angle [°]	Contracted voltage [kV]	Max above [%]	Max below [%]	DU	Assessment
Siemens 3000 kW (4785) Transformer <HIGH>	32,86	-142,78	33,00	5,0	10,0	-0,4115	ok
Siemens 3000 kW (4785) Transformer <LOW>	0,69	-139,16	0,69	5,0	10,0	0,1515	ok
Siemens 3000 kW (4790) Transformer <HIGH>	32,89	-142,74	33,00	5,0	10,0	-0,3445	ok
Siemens 3000 kW (4790) Transformer <LOW>	0,69	-139,12	0,69	5,0	10,0	0,2183	ok
Siemens 3000 kW (4793) Transformer <HIGH>	32,90	-142,71	33,00	5,0	10,0	-0,2944	ok
Siemens 3000 kW (4793) Transformer <LOW>	0,69	-139,09	0,69	5,0	10,0	0,2683	ok
Siemens 3000 kW (4769) Transformer <HIGH>	32,96	-142,68	33,00	5,0	10,0	-0,1149	ok
Siemens 3000 kW (4769) Transformer <LOW>	0,69	-139,08	0,69	5,0	10,0	0,4475	ok
Siemens 3000 kW (4771) Transformer <HIGH>	32,99	-142,67	33,00	5,0	10,0	-0,0252	ok
Siemens 3000 kW (4771) Transformer <LOW>	0,69	-139,07	0,69	5,0	10,0	0,5370	ok
Siemens 3000 kW (4789) Transformer <HIGH>	32,78	-143,00	33,00	5,0	10,0	-0,6637	ok
Siemens 3000 kW (4789) Transformer <LOW>	0,69	-139,35	0,69	5,0	10,0	-0,1002	ok
Siemens 3000 kW (4788) Transformer <HIGH>	32,79	-142,94	33,00	5,0	10,0	-0,6228	ok
Siemens 3000 kW (4788) Transformer <LOW>	0,69	-139,30	0,69	5,0	10,0	-0,0594	ok
Siemens 3000 kW (4787) Transformer <HIGH>	32,83	-142,87	33,00	5,0	10,0	-0,5214	ok
Siemens 3000 kW (4787) Transformer <LOW>	0,69	-139,24	0,69	5,0	10,0	0,0418	ok
Siemens 3000 kW (4792) Transformer <HIGH>	32,86	-142,82	33,00	5,0	10,0	-0,4377	ok
Siemens 3000 kW (4792) Transformer <LOW>	0,69	-139,19	0,69	5,0	10,0	0,1253	ok
Siemens 3000 kW (4795) Transformer <HIGH>	32,88	-142,78	33,00	5,0	10,0	-0,3707	ok
Siemens 3000 kW (4795) Transformer <LOW>	0,69	-139,16	0,69	5,0	10,0	0,1922	ok
Siemens 3000 kW (4796) Transformer <HIGH>	32,89	-142,75	33,00	5,0	10,0	-0,3205	ok
Siemens 3000 kW (4796) Transformer <LOW>	0,69	-139,13	0,69	5,0	10,0	0,2422	ok
Siemens 3000 kW (4773) Transformer <HIGH>	32,95	-142,72	33,00	5,0	10,0	-0,1410	ok
Siemens 3000 kW (4773) Transformer <LOW>	0,69	-139,11	0,69	5,0	10,0	0,4214	ok
Siemens 3000 kW (4776) Transformer <HIGH>	32,98	-142,70	33,00	5,0	10,0	-0,0511	ok
Siemens 3000 kW (4776) Transformer <LOW>	0,69	-139,11	0,69	5,0	10,0	0,5111	ok
Siemens 3000 kW (4746) Transformer <HIGH>	32,77	-143,05	33,00	5,0	10,0	-0,6982	ok
Siemens 3000 kW (4746) Transformer <LOW>	0,69	-139,40	0,69	5,0	10,0	-0,1346	ok
Siemens 3000 kW (4745) Transformer <HIGH>	32,79	-142,97	33,00	5,0	10,0	-0,6455	ok
Siemens 3000 kW (4745) Transformer <LOW>	0,69	-139,33	0,69	5,0	10,0	-0,0821	ok
Siemens 3000 kW (4747) Transformer <HIGH>	32,80	-142,90	33,00	5,0	10,0	-0,5992	ok
Siemens 3000 kW (4747) Transformer <LOW>	0,69	-139,26	0,69	5,0	10,0	-0,0358	ok
Siemens 3000 kW (4749) Transformer <HIGH>	32,82	-142,84	33,00	5,0	10,0	-0,5586	ok
Siemens 3000 kW (4749) Transformer <LOW>	0,69	-139,21	0,69	5,0	10,0	0,0047	ok
Siemens 3000 kW (4752) Transformer <HIGH>	32,85	-142,78	33,00	5,0	10,0	-0,4580	ok
Siemens 3000 kW (4752) Transformer <LOW>	0,69	-139,15	0,69	5,0	10,0	0,1051	ok
Siemens 3000 kW (4757) Transformer <HIGH>	32,88	-142,73	33,00	5,0	10,0	-0,3742	ok
Siemens 3000 kW (4757) Transformer <LOW>	0,69	-139,11	0,69	5,0	10,0	0,1887	ok
Siemens 3000 kW (4755) Transformer <HIGH>	32,92	-142,64	33,00	5,0	10,0	-0,2319	ok
Siemens 3000 kW (4755) Transformer <LOW>	0,69	-139,03	0,69	5,0	10,0	0,3307	ok
Siemens 3000 kW (4753) Transformer <HIGH>	32,94	-142,61	33,00	5,0	10,0	-0,1818	ok
Siemens 3000 kW (4753) Transformer <LOW>	0,69	-139,00	0,69	5,0	10,0	0,3807	ok
Siemens 3000 kW (4750) Transformer <HIGH>	33,00	-142,58	33,00	5,0	10,0	-0,0021	ok
Siemens 3000 kW (4750) Transformer <LOW>	0,69	-138,98	0,69	5,0	10,0	0,5601	ok
Siemens 3000 kW (4748) Transformer <HIGH>	33,03	-142,57	33,00	5,0	10,0	0,0877	ok
Siemens 3000 kW (4748) Transformer <LOW>	0,69	-138,98	0,69	5,0	10,0	0,6497	ok

## Utilisation check

Transformer:

Connector	Node out	Node in	Sout [MVA]	Sin [MVA]	Rated [MVA]	Load [%]	Assessment
100,0MVA-220,0/33,0kV	220/33 kV spennir Búrfellslundur <HIGH>	220/33 kV spennir Búrfellslundur <LOW>	84,30	83,70	100,00	84,3	ok
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4782) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4782) Transformer <LOW>	3,37	3,39	4,00	84,8	ok
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4781) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4781) Transformer <LOW>	3,37	3,39	4,00	84,8	ok
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4785) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4785) Transformer <LOW>	3,37	3,39	4,00	84,8	ok
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4790) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4790) Transformer <LOW>	3,37	3,39	4,00	84,8	ok
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4793) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4793) Transformer <LOW>	3,37	3,39	4,00	84,8	ok
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4769) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4769) Transformer <LOW>	3,37	3,39	4,00	84,8	ok
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4771) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4771) Transformer <LOW>	3,37	3,39	4,00	84,8	ok
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4789) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4789) Transformer <LOW>	3,37	3,39	4,00	84,8	ok
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4788) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4788) Transformer <LOW>	3,37	3,39	4,00	84,8	ok
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4787) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4787) Transformer <LOW>	3,37	3,39	4,00	84,8	ok
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4792) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4792) Transformer <LOW>	3,37	3,39	4,00	84,8	ok

To be continued on next page...

WindPRO is developed by EMD International A/S, Niels Jernesvej 10, DK-9220 Aalborg Ø, Tel. +45 96 35 44 44, Fax +45 96 35 44 46, e-mail: windpro@emd.dk

Project:  
**HAF\_60m**

Printed/Page  
28.10.2014 11:44 / 3

Licensed user:  
**EFLA Consulting Engineers**  
Höfðabakki 9  
IS-110 Reykjavik  
+354 412 6000  
Eggert Thorgrimsson / eggert.thorgrimsson@efla.is  
Calculated:  
28.10.2014 11:32/2.9.269

## eGrid - Design check

**Calculation: TBS - radial - 1 safnstod**

...continued from previous page

Connector	Node out	Node in	Sout	Sin	Rated	Load	Assessment
			[MVA]	[MVA]	[MVA]	[%]	
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4795) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4795) Transformer <LOW>	3,37	3,39	4,00	84,8	ok
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4796) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4796) Transformer <LOW>	3,37	3,39	4,00	84,8	ok
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4773) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4773) Transformer <LOW>	3,37	3,39	4,00	84,8	ok
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4776) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4776) Transformer <LOW>	3,37	3,39	4,00	84,8	ok
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4746) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4746) Transformer <LOW>	3,37	3,39	4,00	84,8	ok
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4745) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4745) Transformer <LOW>	3,37	3,39	4,00	84,8	ok
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4747) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4747) Transformer <LOW>	3,37	3,39	4,00	84,8	ok
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4749) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4749) Transformer <LOW>	3,37	3,39	4,00	84,8	ok
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4752) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4752) Transformer <LOW>	3,37	3,39	4,00	84,8	ok
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4757) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4757) Transformer <LOW>	3,37	3,39	4,00	84,8	ok
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4755) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4755) Transformer <LOW>	3,37	3,39	4,00	84,8	ok
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4753) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4753) Transformer <LOW>	3,37	3,39	4,00	84,8	ok
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4750) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4750) Transformer <LOW>	3,37	3,39	4,00	84,8	ok
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4748) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4748) Transformer <LOW>	3,37	3,39	4,00	84,8	ok

### Cable/Overhead lines:

Connector	Node out	Node in	Iout	lin	Limitation factor	Imax	Load	Assessment
			[A]	[A]	[%]	[A]	[%]	
Overhead line-Al/St-187mm2-220,0kV	Flutningskerfi LN Hafið	220/33 kV spennir Búrfellslundur <HIGH>	221,1	221,2	1,00	500,0	44,2	ok
Cable-Al-2x1.000mm2-33,0kV	220/33 kV spennir Búrfellslundur <LOW>	Safnstöð Búrfellslundur	1.476,0	1.476,0	1,00	1710,0	86,3	ok
Cable-Al-630mm2-33,0kV	Safnstöð Búrfellslundur	Siemens 3000 kW (4782) Transformer <HIGH>	413,1	413,3	1,00	690,0	59,9	ok
Cable-Al-240mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4782) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4781) Transformer <HIGH>	354,1	354,1	1,00	422,0	83,9	ok
Cable-Al-240mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4781) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4785) Transformer <HIGH>	294,9	295,0	1,00	422,0	69,9	ok
Cable-Al-240mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4785) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4790) Transformer <HIGH>	235,9	235,9	1,00	422,0	55,9	ok
Cable-Al-240mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4790) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4793) Transformer <HIGH>	176,8	176,9	1,00	422,0	41,9	ok
Cable-Al-50mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4793) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4769) Transformer <HIGH>	117,8	117,8	1,00	160,0	73,6	ok
Cable-Al-50mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4769) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4771) Transformer <HIGH>	58,9	58,9	1,00	160,0	36,8	ok
Cable-Al-630mm2-33,0kV	Safnstöð Búrfellslundur	Siemens 3000 kW (4789) Transformer <HIGH>	472,5	472,6	1,00	690,0	68,5	ok
Cable-Al-630mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4789) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4788) Transformer <HIGH>	413,4	413,4	1,00	690,0	59,9	ok
Cable-Al-240mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4788) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4787) Transformer <HIGH>	354,2	354,2	1,00	422,0	83,9	ok
Cable-Al-240mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4787) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4792) Transformer <HIGH>	295,0	295,1	1,00	422,0	69,9	ok
Cable-Al-240mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4792) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4795) Transformer <HIGH>	235,9	236,0	1,00	422,0	55,9	ok
Cable-Al-240mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4795) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4796) Transformer <HIGH>	176,9	176,9	1,00	422,0	41,9	ok
Cable-Al-50mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4796) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4773) Transformer <HIGH>	117,8	117,9	1,00	160,0	73,7	ok
Cable-Al-50mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4773) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4776) Transformer <HIGH>	58,9	58,9	1,00	160,0	36,8	ok
Cable-Al-630mm2-33,0kV	Safnstöð Búrfellslundur	Siemens 3000 kW (4746) Transformer <HIGH>	590,5	590,6	1,00	690,0	85,6	ok
Cable-Al-630mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4746) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4745) Transformer <HIGH>	531,3	531,3	1,00	690,0	77,0	ok
Cable-Al-630mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4745) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4747) Transformer <HIGH>	472,1	472,1	1,00	690,0	68,4	ok
Cable-Al-630mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4747) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4749) Transformer <HIGH>	412,9	412,9	1,00	690,0	59,8	ok
Cable-Al-240mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4749) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4750) Transformer <HIGH>	353,7	353,8	1,00	422,0	83,8	ok
Cable-Al-240mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4750) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4757) Transformer <HIGH>	294,6	294,6	1,00	422,0	69,8	ok
Cable-Al-240mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4757) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4755) Transformer <HIGH>	235,5	235,6	1,00	422,0	55,8	ok
Cable-Al-240mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4755) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4753) Transformer <HIGH>	176,6	176,7	1,00	422,0	41,9	ok
Cable-Al-50mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4753) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4750) Transformer <HIGH>	117,7	117,7	1,00	160,0	73,6	ok
Cable-Al-50mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4750) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4748) Transformer <HIGH>	58,8	58,8	1,00	160,0	36,8	ok

### Active and reactive power and losses

Connector	Node out	Node in	Pout	Pin	Qout	Qin	DP	DQ
			[MW]	[MW]	[MVAR]	[MVAR]	[MW]	[MVAR]
Flutningskerfi LN Hafið	Far Generator	Flutningskerfi LN Hafið	-83,07	-83,07	15,36	13,94	0,00	1,42
Overhead line-Al/St-187mm2-220,0kV	Flutningskerfi LN Hafið	220/33 kV spennir Búrfellslundur <HIGH>	-83,07	-83,12	13,94	14,09	0,05	-0,12
100,0MVA-220,0/33,0kV	220/33 kV spennir Búrfellslundur <HIGH>	220/33 kV spennir Búrfellslundur <LOW>	-83,12	-83,55	14,09	5,09	0,43	9,00
Cable-Al-2x1.000mm2-33,0kV	220/33 kV spennir Búrfellslundur <LOW>	Safnstöð Búrfellslundur	-83,55	-83,56	5,09	5,08	0,02	0,01
Cable-Al-630mm2-33,0kV	Safnstöð Búrfellslundur	Siemens 3000 kW (4782) Transformer <HIGH>	-23,39	-23,44	1,36	1,49	0,05	-0,12
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4782) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4782) Transformer <LOW>	-3,36	-3,39	0,23	0,00	0,03	0,23
Cable-Al-240mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4782) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4781) Transformer <HIGH>	-20,08	-20,10	1,25	1,27	0,02	-0,02
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4781) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4781) Transformer <LOW>	-3,36	-3,39	0,23	0,00	0,03	0,23
Cable-Al-240mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4781) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4785) Transformer <HIGH>	-16,74	-16,76	1,04	1,06	0,02	-0,02
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4785) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4785) Transformer <LOW>	-3,36	-3,39	0,23	0,00	0,03	0,23
Cable-Al-240mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4785) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4790) Transformer <HIGH>	-13,40	-13,41	0,83	0,85	0,01	-0,03
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4790) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4790) Transformer <LOW>	-3,36	-3,39	0,23	0,00	0,03	0,23
Cable-Al-240mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4790) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4793) Transformer <HIGH>	-10,05	-10,06	0,62	0,65	0,01	-0,03
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4793) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4793) Transformer <LOW>	-3,36	-3,39	0,23	0,00	0,03	0,23
Cable-Al-240mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4793) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4769) Transformer <HIGH>	-6,70	-6,71	0,42	0,44	0,01	-0,02
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4769) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4769) Transformer <LOW>	-3,36	-3,39	0,23	0,00	0,03	0,23
Cable-Al-240mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4769) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4771) Transformer <HIGH>	-3,35	-3,36	0,21	0,23	0,00	-0,02
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4771) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4771) Transformer <LOW>	-3,36	-3,39	0,23	0,00	0,03	0,23
Cable-Al-630mm2-33,0kV	Safnstöð Búrfellslundur	Siemens 3000 kW (4789) Transformer <HIGH>	-26,75	-26,78	1,64	1,69	0,03	-0,05
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4789) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4789) Transformer <LOW>	-3,36	-3,39	0,23	0,00	0,03	0,23
Cable-Al-630mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4789) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4788) Transformer <HIGH>	-23,42	-23,44	1,46	1,49	0,01	-0,03
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4788) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4788) Transformer <LOW>	-3,36	-3,39	0,23	0,00	0,03	0,23
Cable-Al-240mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4788) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4787) Transformer <HIGH>	-20,08	-20,10	1,25	1,27	0,02	-0,02
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4787) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4787) Transformer <LOW>	-3,36	-3,39	0,23	0,00	0,03	0,23
Cable-Al-240mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4787) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4792) Transformer <HIGH>	-16,74	-16,76	1,04	1,06	0,02	-0,02
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4792) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4792) Transformer <LOW>	-3,36	-3,39	0,23	0,00	0,03	0,23

To be continued on next page...

WindPRO is developed by EMD International A/S, Niels Jernesvej 10, DK-9220 Aalborg Ø, Tel. +45 96 35 44 44, Fax +45 96 35 44 46, e-mail: windpro@emd.dk

Project:  
**HAF\_60m**

Printed/Page  
28.10.2014 11:44 / 4

Licensed user:  
**EFLA Consulting Engineers**  
Höfðabakki 9  
IS-110 Reykjavik  
+354 412 6000  
Eggert Thorgrimsson / eggert.thorgrimsson@efla.is  
Calculated:  
28.10.2014 11:32/2.9.269

## eGrid - Design check

**Calculation:** TBS - radial - 1 safnstod

...continued from previous page

Connector	Node out	Node in	Pout [MW]	Pin [MW]	Qout [MVar]	Qin [MVar]	DP [MW]	DQ [MVar]
Cable-AI-240mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4792) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4795) Transformer <HIGH>	-13,40	-13,41	0,83	0,85	0,01	-0,03
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4795) Transformer <LOW>		-3,36	-3,39	0,23	0,00	0,03	0,23
Cable-AI-240mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4795) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4796) Transformer <HIGH>	-10,05	-10,06	0,62	0,65	0,01	-0,03
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4796) Transformer <LOW>		-3,36	-3,39	0,23	0,00	0,03	0,23
Cable-AI-50mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4796) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4773) Transformer <HIGH>	-6,70	-6,71	0,42	0,44	0,01	-0,02
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4773) Transformer <LOW>		-3,36	-3,39	0,23	0,00	0,03	0,23
Cable-AI-50mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4773) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4776) Transformer <HIGH>	-3,35	-3,36	0,21	0,23	0,00	-0,02
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4776) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4776) Transformer <LOW>	-3,36	-3,39	0,23	0,00	0,03	0,23
Cable-AI-630mm2-33,0kV	Safnstðð Þurflellslundur	Siemens 3000 kW (4746) Transformer <HIGH>	-33,43	-33,45	2,08	2,09	0,03	-0,01
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4746) Transformer <LOW>		-3,36	-3,39	0,23	0,00	0,03	0,23
Cable-AI-630mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4746) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4745) Transformer <HIGH>	-30,10	-30,11	1,85	1,87	0,02	-0,01
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4745) Transformer <LOW>		-3,36	-3,39	0,23	0,00	0,03	0,23
Cable-AI-630mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4745) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4747) Transformer <HIGH>	-26,76	-26,77	1,63	1,66	0,01	-0,02
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4747) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4747) Transformer <LOW>	-3,36	-3,39	0,23	0,00	0,03	0,23
Cable-AI-630mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4747) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4749) Transformer <HIGH>	-23,41	-23,43	1,42	1,45	0,01	-0,03
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4749) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4749) Transformer <LOW>	-3,36	-3,39	0,23	0,00	0,03	0,23
Cable-AI-240mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4749) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4752) Transformer <HIGH>	-20,07	-20,09	1,22	1,24	0,02	-0,02
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4752) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4752) Transformer <LOW>	-3,36	-3,39	0,23	0,00	0,03	0,23
Cable-AI-240mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4752) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4757) Transformer <HIGH>	-16,73	-16,75	1,00	1,02	0,02	-0,02
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4757) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4757) Transformer <LOW>	-3,36	-3,39	0,23	0,00	0,03	0,23
Cable-AI-240mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4757) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4755) Transformer <HIGH>	-13,39	-13,41	0,79	0,85	0,02	-0,06
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4755) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4755) Transformer <LOW>	-3,36	-3,39	0,23	0,00	0,03	0,23
Cable-AI-240mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4755) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4753) Transformer <HIGH>	-10,05	-10,06	0,62	0,65	0,01	-0,03
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4753) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4753) Transformer <LOW>	-3,36	-3,39	0,23	0,00	0,03	0,23
Cable-AI-50mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4753) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4750) Transformer <HIGH>	-6,70	-6,71	0,42	0,44	0,01	-0,02
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4750) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4750) Transformer <LOW>	-3,36	-3,39	0,23	0,00	0,03	0,23
Cable-AI-50mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4750) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4748) Transformer <HIGH>	-3,35	-3,36	0,21	0,23	0,00	-0,02
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4748) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4748) Transformer <LOW>	-3,36	-3,39	0,23	0,00	0,03	0,23

Project:  
**HAF\_60m**

Printed/Page  
28.10.2014 11:43 / 1

Licensed user:  
**EFLA Consulting Engineers**  
Höfðabakki 9  
IS-110 Reykjavik  
+354 412 6000  
Eggert Thorgrimsson / eggert.thorgrimsson@efla.is  
Calculated:  
28.10.2014 11:32/2.9.269

## eGrid - Main result for Losses

Calculation: TBS - radial - 1 safnstod

### Assumptions

A parameter: 10,1 m/s

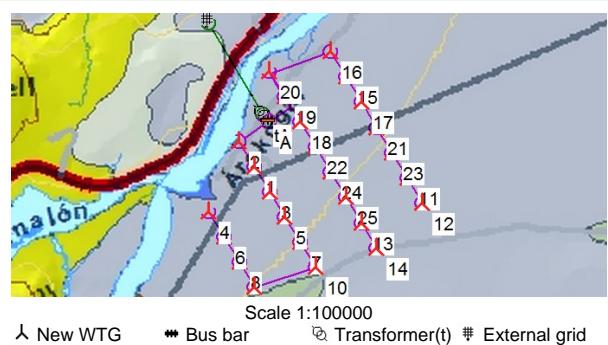
K parameter: 1,97

Used temperature characteristic for cables: 20 Deg C (constant)

### Annual losses

#### Annual results

	Energy [MWh/y]	Distribution of energy [%]
WTG production	349.528	100,00
Losses	6.810	1,95
<b>Net grid production</b>	<b>342.717</b>	<b>98,05</b>



### Component summary

Name	Count	Length [m]	Excavation length [m]	Annual losses	
				[MWh/y]	[%]
<b>High Voltage: 220,00 kV</b>					
100,0MVA-220,0/33,0kV	1			2.167,45	0,62
Overhead line-Al/St-187mm2-220,0kV	1	1.610	1.559	138,65	0,04
<b>SubTotal</b>	<b>2</b>	<b>1.610</b>	<b>1.559</b>	<b>2.306,10</b>	<b>0,66</b>
<b>Medium voltage: 33,00 kV</b>					
4,0MVA-33,0/0,7kV	25			3.328,06	0,95
Cable-Al-630mm2-33,0kV	7	5.394	5.151	488,27	0,14
Cable-Al-50mm2-33,0kV	6	2.763	2.591	139,02	0,04
Cable-Al-2x1.000mm2-33,0kV	1	164	141	47,20	0,01
Cable-Al-240mm2-33,0kV	12	6.059	5.705	501,79	0,14
<b>SubTotal</b>	<b>51</b>	<b>14.380</b>	<b>13.588</b>	<b>4.504,34</b>	<b>1,29</b>
<b>Totals</b>	<b>53</b>	<b>15.990</b>	<b>15.147</b>	<b>6.810,44</b>	<b>1,95</b>

Project:  
**HAF\_60m**

Printed/Page  
28.10.2014 11:44 / 1

Licensed user:  
**EFLA Consulting Engineers**  
Höfðabakki 9  
IS-110 Reykjavik  
+354 412 6000  
Eggert Thorgrimsson / eggert.thorgrimsson@efla.is  
Calculated:  
28.10.2014 11:32/2.9.269

## eGrid - Details for Losses

Calculation: TBS - radial - 1 safnstod

### Annual yield for each connector and node

Connector	Node out	Node in	Annual yield [MWh/y]	Sum annual yield [MWh/y]
Flutningskerfi LN Hafið	Far Generator	Flutningskerfi LN Hafið	0,00	-342.717,36
Overhead line-AI/St-187mm2-220,0kV	Flutningskerfi LN Hafið	220/33 kV spennir Búrfellslundur <HIGH>	0,00	-342.856,02
100,0MVA-220,0/33,0kV	220/33 kV spennir Búrfellslundur <LOW>	220/33 kV spennir Búrfellslundur <LOW>	0,00	-345.023,47
Cable-AI-2x1.000mm2-33,0kV	Safnstdöð Búrfellslundur	Safnstdöð Búrfellslundur	0,00	-345.070,66
Safnstdöð Búrfellslundur	Safnstdöð Búrfellslundur	Safnstdöð Búrfellslundur	0,00	-345.070,66
Cable-AI-630mm2-33,0kV	Safnstdöð Búrfellslundur	Siemens 3000 kW (4782) Transformer <HIGH>	0,00	-96.733,15
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4782) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4782) Transformer <LOW>	0,00	-13.981,11
Siemens 3000 kW (4782)	Siemens 3000 kW (4782) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4781) Transformer <HIGH>	-13.981,11	0,00
Cable-AI-240mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4782) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4781) Transformer <HIGH>	0,00	-82.951,29
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4782) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4781) Transformer <LOW>	0,00	-13.981,11
Siemens 3000 kW (4781)	Siemens 3000 kW (4781) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4781) Transformer <LOW>	-13.981,11	0,00
Cable-AI-240mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4781) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4785) Transformer <HIGH>	0,00	-69.148,77
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4781) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4785) Transformer <LOW>	0,00	-13.981,11
Siemens 3000 kW (4785)	Siemens 3000 kW (4785) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4790) Transformer <HIGH>	-13.981,11	0,00
Cable-AI-240mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4785) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4790) Transformer <LOW>	0,00	-55.329,84
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4790) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4790) Transformer <LOW>	-13.981,11	0,00
Siemens 3000 kW (4790)	Siemens 3000 kW (4790) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4793) Transformer <HIGH>	0,00	-41.498,15
Cable-AI-240mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4790) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4793) Transformer <LOW>	0,00	-13.981,11
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4793) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4793) Transformer <LOW>	-13.981,11	0,00
Siemens 3000 kW (4793)	Siemens 3000 kW (4793) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4769) Transformer <HIGH>	0,00	-27.687,16
Cable-AI-50mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4793) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4769) Transformer <LOW>	0,00	-13.981,11
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4769) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4769) Transformer <LOW>	-13.981,11	0,00
Siemens 3000 kW (4769)	Siemens 3000 kW (4769) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4769) Transformer <HIGH>	0,00	-13.981,11
Cable-AI-50mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4769) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4771) Transformer <HIGH>	0,00	-13.981,11
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4771) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4771) Transformer <LOW>	0,00	-13.981,11
Siemens 3000 kW (4771)	Siemens 3000 kW (4771) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4789) Transformer <HIGH>	-13.981,11	0,00
Cable-AI-630mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4789) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4789) Transformer <LOW>	0,00	-110.546,95
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4789) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4789) Transformer <LOW>	-13.981,11	0,00
Siemens 3000 kW (4789)	Siemens 3000 kW (4789) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4788) Transformer <HIGH>	0,00	-96.732,90
Cable-AI-630mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4788) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4788) Transformer <LOW>	0,00	-13.981,11
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4788) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4795) Transformer <HIGH>	-13.981,11	0,00
Siemens 3000 kW (4788)	Siemens 3000 kW (4795) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4787) Transformer <HIGH>	0,00	-82.951,09
Cable-AI-240mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4787) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4787) Transformer <LOW>	0,00	-13.981,11
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4787) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4787) Transformer <HIGH>	-13.981,11	0,00
Siemens 3000 kW (4787)	Siemens 3000 kW (4787) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4792) Transformer <HIGH>	0,00	-69.148,61
Cable-AI-240mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4792) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4792) Transformer <LOW>	0,00	-13.981,11
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4792) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4795) Transformer <HIGH>	-13.981,11	0,00
Siemens 3000 kW (4792)	Siemens 3000 kW (4795) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4795) Transformer <LOW>	0,00	-13.981,11
Cable-AI-240mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4795) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4795) Transformer <LOW>	-13.981,11	0,00
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4795) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4796) Transformer <HIGH>	0,00	-41.498,05
Siemens 3000 kW (4795)	Siemens 3000 kW (4796) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4796) Transformer <LOW>	0,00	-13.981,11
Cable-AI-240mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4796) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4773) Transformer <HIGH>	-13.981,11	0,00
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4773) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4773) Transformer <LOW>	0,00	-27.687,10
Siemens 3000 kW (4796)	Siemens 3000 kW (4773) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4773) Transformer <LOW>	-13.981,11	0,00
Cable-AI-50mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4773) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4773) Transformer <LOW>	0,00	-13.981,11
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4773) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4776) Transformer <HIGH>	-13.981,11	0,00
Siemens 3000 kW (4773)	Siemens 3000 kW (4776) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4776) Transformer <LOW>	0,00	-13.981,11
Cable-AI-50mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4776) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4795) Transformer <HIGH>	0,00	-55.329,71
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4795) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4795) Transformer <LOW>	-13.981,11	0,00
Siemens 3000 kW (4795)	Siemens 3000 kW (4795) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4796) Transformer <HIGH>	0,00	-13.981,11
Cable-AI-240mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4796) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4796) Transformer <LOW>	-13.981,11	0,00
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4796) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4796) Transformer <HIGH>	0,00	-13.981,11
Siemens 3000 kW (4796)	Siemens 3000 kW (4796) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4773) Transformer <HIGH>	-13.981,11	0,00
Cable-AI-630mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4773) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4773) Transformer <LOW>	0,00	-13.981,11
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4773) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4746) Transformer <HIGH>	-13.981,11	0,00
Siemens 3000 kW (4746)	Siemens 3000 kW (4746) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4746) Transformer <LOW>	0,00	-13.981,11
Cable-AI-630mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4746) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4746) Transformer <HIGH>	-13.981,11	0,00
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4746) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4745) Transformer <HIGH>	0,00	-124.320,52
Siemens 3000 kW (4746)	Siemens 3000 kW (4745) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4745) Transformer <LOW>	0,00	-13.981,11
Cable-AI-630mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4745) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4745) Transformer <HIGH>	-13.981,11	0,00
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4745) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4747) Transformer <HIGH>	0,00	-110.516,25
Siemens 3000 kW (4745)	Siemens 3000 kW (4747) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4747) Transformer <LOW>	0,00	-13.981,11
Cable-AI-630mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4747) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4747) Transformer <HIGH>	-13.981,11	0,00
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4747) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4749) Transformer <HIGH>	0,00	-96.701,81
Siemens 3000 kW (4747)	Siemens 3000 kW (4749) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4749) Transformer <LOW>	0,00	-13.981,11
Cable-AI-240mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4749) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4749) Transformer <HIGH>	-13.981,11	0,00
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4749) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4752) Transformer <HIGH>	0,00	-82.919,24
Siemens 3000 kW (4749)	Siemens 3000 kW (4752) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4752) Transformer <LOW>	0,00	-13.981,11

To be continued on next page...

WindPRO is developed by EMD International A/S, Niels Jernesvej 10, DK-9220 Aalborg Ø, Tel. +45 96 35 44 44, Fax +45 96 35 44 46, e-mail: windpro@emd.dk

Project:  
**HAF\_60m**

Printed/Page  
28.10.2014 11:44 / 2

Licensed user:  
**EFLA Consulting Engineers**  
Höfðabakki 9  
IS-110 Reykjavik  
+354 412 6000  
Eggert Thorgrimsson / eggert.thorgrimsson@efla.is  
Calculated:  
28.10.2014 11:32/2.9.269

## eGrid - Details for Losses

**Calculation:** TBS - radial - 1 safnstod

...continued from previous page

Connector	Node out	Node in	Annual yield [MWh/y]	Sum annual yield [MWh/y]
Siemens 3000 kW (4752)			-13.981,11	0,00
Cable-AI-240mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4752) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4757) Transformer <HIGH>	0,00	-69.116,61
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4757) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4757) Transformer <LOW>	0,00	-13.981,11
Siemens 3000 kW (4757)			-13.981,11	0,00
Cable-AI-240mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4757) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4755) Transformer <HIGH>	0,00	-55.330,20
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4755) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4755) Transformer <LOW>	0,00	-13.981,11
Siemens 3000 kW (4755)			-13.981,11	0,00
Cable-AI-240mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4755) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4753) Transformer <HIGH>	0,00	-41.498,39
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4753) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4753) Transformer <LOW>	0,00	-13.981,11
Siemens 3000 kW (4753)			-13.981,11	0,00
Cable-AI-50mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4753) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4750) Transformer <HIGH>	0,00	-27.687,33
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4750) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4750) Transformer <LOW>	0,00	-13.981,11
Siemens 3000 kW (4750)			-13.981,11	0,00
Cable-AI-50mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4750) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4748) Transformer <HIGH>	0,00	-13.848,33
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4748) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4748) Transformer <LOW>	0,00	-13.981,11
Siemens 3000 kW (4748)			-13.981,11	0,00

## Annual losses

### Transformers

Name	Description:	Yield [MWh/y]	Losses [MWh/y]
High Voltage: 220,00 kV			
220/33 kV spennir Búrfellslundur	100,0MVA-220,0/33,0kV	-345.023,47	2.167,45
Medium voltage: 33,00 kV			
Siemens 3000 kW (4782) Transformer	4,0MVA-33,0/0,7kV	-13.981,11	133,30
Siemens 3000 kW (4781) Transformer	4,0MVA-33,0/0,7kV	-13.981,11	133,22
Siemens 3000 kW (4785) Transformer	4,0MVA-33,0/0,7kV	-13.981,11	133,16
Siemens 3000 kW (4790) Transformer	4,0MVA-33,0/0,7kV	-13.981,11	133,11
Siemens 3000 kW (4793) Transformer	4,0MVA-33,0/0,7kV	-13.981,11	133,07
Siemens 3000 kW (4769) Transformer	4,0MVA-33,0/0,7kV	-13.981,11	132,93
Siemens 3000 kW (4771) Transformer	4,0MVA-33,0/0,7kV	-13.981,11	132,87
Siemens 3000 kW (4789) Transformer	4,0MVA-33,0/0,7kV	-13.981,11	133,35
Siemens 3000 kW (4788) Transformer	4,0MVA-33,0/0,7kV	-13.981,11	133,32
Siemens 3000 kW (4787) Transformer	4,0MVA-33,0/0,7kV	-13.981,11	133,24
Siemens 3000 kW (4792) Transformer	4,0MVA-33,0/0,7kV	-13.981,11	133,18
Siemens 3000 kW (4795) Transformer	4,0MVA-33,0/0,7kV	-13.981,11	133,13
Siemens 3000 kW (4796) Transformer	4,0MVA-33,0/0,7kV	-13.981,11	133,09
Siemens 3000 kW (4773) Transformer	4,0MVA-33,0/0,7kV	-13.981,11	132,95
Siemens 3000 kW (4776) Transformer	4,0MVA-33,0/0,7kV	-13.981,11	132,89
Siemens 3000 kW (4746) Transformer	4,0MVA-33,0/0,7kV	-13.981,11	133,38
Siemens 3000 kW (4745) Transformer	4,0MVA-33,0/0,7kV	-13.981,11	133,34
Siemens 3000 kW (4747) Transformer	4,0MVA-33,0/0,7kV	-13.981,11	133,30
Siemens 3000 kW (4749) Transformer	4,0MVA-33,0/0,7kV	-13.981,11	133,27
Siemens 3000 kW (4752) Transformer	4,0MVA-33,0/0,7kV	-13.981,11	133,19
Siemens 3000 kW (4757) Transformer	4,0MVA-33,0/0,7kV	-13.981,11	133,13
Siemens 3000 kW (4755) Transformer	4,0MVA-33,0/0,7kV	-13.981,11	133,02
Siemens 3000 kW (4753) Transformer	4,0MVA-33,0/0,7kV	-13.981,11	132,98
Siemens 3000 kW (4750) Transformer	4,0MVA-33,0/0,7kV	-13.981,11	132,85
Siemens 3000 kW (4748) Transformer	4,0MVA-33,0/0,7kV	-13.981,11	132,78
Sum			3.328,06

### Lines

From	To	Description:	Length [m]	Yield [MWh/y]	Losses [MWh/y]	[MWh/(y*km)]
High Voltage: 220,00 kV						
Flutningskerfi LN Hafíð	220/33 kV spennir Búrfellslundur <HIGH>	Overhead line-AI/St-187mm2-220,0kV	1.610	-342.856,02	138,65	86,12
Medium voltage: 33,00 kV						
220/33 kV spennir Búrfellslundur <LOW>	Safnstoð Búrfellslundur	Cable-AI-2x1.000mm2-33,0kV	164	-345.070,66	47,20	287,78
Safnstoð Búrfellslundur	Siemens 3000 kW (4782) Transformer <HIGH>	Cable-AI-630mm2-33,0kV	1.945	-96.733,15	140,91	72,45
Siemens 3000 kW (4782) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4781) Transformer <HIGH>	Cable-AI-240mm2-33,0kV	465	-82.951,29	65,95	141,82
Siemens 3000 kW (4781) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4785) Transformer <HIGH>	Cable-AI-240mm2-33,0kV	461	-69.148,77	45,37	98,42

To be continued on next page...

WindPRO is developed by EMD International A/S, Niels Jernesvej 10, DK-9220 Aalborg Ø, Tel. +45 96 35 44 44, Fax +45 96 35 44 46, e-mail: windpro@emd.dk

Project:  
**HAF\_60m**

Printed/Page  
28.10.2014 11:44 / 3

Licensed user:  
**EFLA Consulting Engineers**  
Höfðabakki 9  
IS-110 Reykjavik  
+354 412 6000  
Eggert Thorgrimsson / eggert.thorgrimsson@efla.is  
Calculated:  
28.10.2014 11:32/2.9.269

## eGrid - Details for Losses

**Calculation:** TBS - radial - 1 safnstod

...continued from previous page

From	To	Description:	Length [m]	Yield [MWh/y]	Losses [MWh/y]	[MWh/(y*km)]
Siemens 3000 kW (4785) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4790) Transformer <HIGH>	Cable-Al-240mm2-33,0kV	461	-55.329,84	29,02	62,95
Siemens 3000 kW (4790) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4793) Transformer <HIGH>	Cable-Al-240mm2-33,0kV	461	-41.498,15	16,31	35,39
Siemens 3000 kW (4793) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4769) Transformer <HIGH>	Cable-Al-50mm2-33,0kV	460	-27.687,16	37,06	80,57
Siemens 3000 kW (4769) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4771) Transformer <HIGH>	Cable-Al-50mm2-33,0kV	460	-13.848,25	9,26	20,13
Safnstöð Búrfellslundur	Siemens 3000 kW (4789) Transformer <HIGH>	Cable-Al-630mm2-33,0kV	1.040	-110.546,95	98,53	94,74
Siemens 3000 kW (4789) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4788) Transformer <HIGH>	Cable-Al-630mm2-33,0kV	465	-96.732,90	33,71	72,50
Siemens 3000 kW (4788) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4787) Transformer <HIGH>	Cable-Al-240mm2-33,0kV	465	-82.951,09	65,97	141,88
Siemens 3000 kW (4787) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4792) Transformer <HIGH>	Cable-Al-240mm2-33,0kV	461	-69.148,61	45,39	98,47
Siemens 3000 kW (4792) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4795) Transformer <HIGH>	Cable-Al-240mm2-33,0kV	461	-55.329,71	29,03	62,98
Siemens 3000 kW (4795) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4796) Transformer <HIGH>	Cable-Al-240mm2-33,0kV	461	-41.498,05	16,32	35,40
Siemens 3000 kW (4796) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4773) Transformer <HIGH>	Cable-Al-50mm2-33,0kV	460	-27.687,10	37,08	80,60
Siemens 3000 kW (4773) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4776) Transformer <HIGH>	Cable-Al-50mm2-33,0kV	461	-13.848,23	9,28	20,14
Safnstöð Búrfellslundur	Siemens 3000 kW (4746) Transformer <HIGH>	Cable-Al-630mm2-33,0kV	558	-138.112,56	82,56	147,95
Siemens 3000 kW (4746) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4745) Transformer <HIGH>	Cable-Al-630mm2-33,0kV	465	-124.320,52	55,69	119,77
Siemens 3000 kW (4745) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4747) Transformer <HIGH>	Cable-Al-630mm2-33,0kV	460	-110.516,25	43,51	94,58
Siemens 3000 kW (4747) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4749) Transformer <HIGH>	Cable-Al-630mm2-33,0kV	461	-96.701,81	33,36	72,37
Siemens 3000 kW (4749) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4752) Transformer <HIGH>	Cable-Al-240mm2-33,0kV	461	-82.919,24	65,27	141,59
Siemens 3000 kW (4752) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4757) Transformer <HIGH>	Cable-Al-240mm2-33,0kV	461	-69.116,61	45,29	98,24
Siemens 3000 kW (4757) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4755) Transformer <HIGH>	Cable-Al-240mm2-33,0kV	980	-55.330,20	61,57	62,83
Siemens 3000 kW (4755) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4753) Transformer <HIGH>	Cable-Al-240mm2-33,0kV	461	-41.498,39	16,28	35,32
Siemens 3000 kW (4753) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4750) Transformer <HIGH>	Cable-Al-50mm2-33,0kV	461	-27.687,33	37,07	80,42
Siemens 3000 kW (4750) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4748) Transformer <HIGH>	Cable-Al-50mm2-33,0kV	461	-13.848,33	9,26	20,09
			14.380		1.176,27	81,80

## Full load losses

Connector	Node out	Node in	Component loss [MW]
Flutningskerfi LN Hafið	Far Generator	Flutningskerfi LN Hafið	0,0000
Overhead line-Al/St-187mm2-220,0kV	Flutningskerfi LN Hafið	220/33 kV spennir Búrfellslundur <HIGH>	0,0359
100,0MVA-220,0/33,0kV	220/33 kV spennir Búrfellslundur <LOW>	220/33 kV spennir Búrfellslundur <LOW>	0,3708
Cable-Al-2x1.000mm2-33,0kV	Safnstöð Búrfellslundur	Safnstöð Búrfellslundur	0,0122
Cable-Al-630mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4782) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4782) Transformer <HIGH>	0,0365
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4782) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4782) Transformer <LOW>	0,0267
Cable-Al-240mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4781) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4781) Transformer <HIGH>	0,0171
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4781) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4785) Transformer <HIGH>	0,0267
Cable-Al-240mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4785) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4785) Transformer <LOW>	0,0117
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4785) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4785) Transformer <HIGH>	0,0267
Cable-Al-240mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4790) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4790) Transformer <HIGH>	0,0075
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4790) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4790) Transformer <LOW>	0,0267
Cable-Al-240mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4790) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4793) Transformer <HIGH>	0,0042
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4793) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4793) Transformer <LOW>	0,0267
Cable-Al-50mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4793) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4769) Transformer <HIGH>	0,0096
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4769) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4769) Transformer <LOW>	0,0266
Cable-Al-50mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4769) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4771) Transformer <HIGH>	0,0024
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4771) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4771) Transformer <LOW>	0,0266
Cable-Al-630mm2-33,0kV	Safnstöð Búrfellslundur	Safnstöð Búrfellslundur	0,0255
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4789) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4789) Transformer <HIGH>	0,0268
Cable-Al-630mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4789) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4788) Transformer <HIGH>	0,0087
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4788) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4788) Transformer <LOW>	0,0267
Cable-Al-240mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4788) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4787) Transformer <HIGH>	0,0171
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4787) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4787) Transformer <LOW>	0,0267
Cable-Al-240mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4787) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4792) Transformer <HIGH>	0,0117
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4792) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4792) Transformer <LOW>	0,0267
Cable-Al-240mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4792) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4795) Transformer <HIGH>	0,0075
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4795) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4795) Transformer <LOW>	0,0267
Cable-Al-240mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4795) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4796) Transformer <HIGH>	0,0042
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4796) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4796) Transformer <LOW>	0,0267
Cable-Al-50mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4796) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4773) Transformer <HIGH>	0,0096
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4773) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4773) Transformer <LOW>	0,0266
Cable-Al-50mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4776) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4776) Transformer <HIGH>	0,0024
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4776) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4746) Transformer <HIGH>	0,0214
Cable-Al-630mm2-33,0kV	Safnstöð Búrfellslundur	Safnstöð Búrfellslundur	0,0268
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4746) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4746) Transformer <LOW>	0,0268
Cable-Al-630mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4746) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4745) Transformer <HIGH>	0,0144
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4745) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4745) Transformer <LOW>	0,0268
Cable-Al-630mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4745) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4747) Transformer <HIGH>	0,0113
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4747) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4747) Transformer <LOW>	0,0267

To be continued on next page...

WindPRO is developed by EMD International A/S, Niels Jernesvej 10, DK-9220 Aalborg Ø, Tel. +45 96 35 44 44, Fax +45 96 35 44 46, e-mail: windpro@emd.dk

Project:  
**HAF\_60m**

Printed/Page  
28.10.2014 11:44 / 4  
Licensed user:  
**EFLA Consulting Engineers**  
Höfðabakki 9  
IS-110 Reykjavik  
+354 412 6000  
Eggert Thorgrimsson / eggert.thorgrimsson@efla.is  
Calculated:  
28.10.2014 11:32/2.9.269

## eGrid - Details for Losses

**Calculation:** TBS - radial - 1 safnstod

...continued from previous page

Connector	Node out	Node in	Component loss [MW]
Cable-Al-630mm2-33,0kV 4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4747) Transformer <HIGH> Siemens 3000 kW (4749) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4749) Transformer <HIGH> Siemens 3000 kW (4749) Transformer <LOW>	0,0086 0,0267
Cable-Al-240mm2-33,0kV 4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4749) Transformer <HIGH> Siemens 3000 kW (4752) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4752) Transformer <HIGH> Siemens 3000 kW (4752) Transformer <LOW>	0,0169 0,0267
Cable-Al-240mm2-33,0kV 4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4752) Transformer <HIGH> Siemens 3000 kW (4757) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4757) Transformer <HIGH> Siemens 3000 kW (4757) Transformer <LOW>	0,0117 0,0267
Cable-Al-240mm2-33,0kV 4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4757) Transformer <HIGH> Siemens 3000 kW (4757) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4755) Transformer <HIGH> Siemens 3000 kW (4755) Transformer <LOW>	0,0159 0,0266
Cable-Al-240mm2-33,0kV 4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4755) Transformer <HIGH> Siemens 3000 kW (4753) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4753) Transformer <HIGH> Siemens 3000 kW (4753) Transformer <LOW>	0,0042 0,0266
Cable-Al-50mm2-33,0kV 4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4753) Transformer <HIGH> Siemens 3000 kW (4750) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4750) Transformer <HIGH> Siemens 3000 kW (4750) Transformer <LOW>	0,0096 0,0266
Cable-Al-50mm2-33,0kV 4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4750) Transformer <HIGH> Siemens 3000 kW (4748) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4748) Transformer <HIGH> Siemens 3000 kW (4748) Transformer <LOW>	0,0024 0,0266

**Viðauki B**

**Stjörnutengt kerfi**

Project:  
**HAF\_60m**

Printed/Page  
13.10.2014 13:46 / 1

Licensed user:  
**EFLA Consulting Engineers**  
Höfðabakki 9  
IS-110 Reykjavik  
+354 412 6000  
Eggert Thorgrimsson / eggert.thorgrimsson@efla.is  
Calculated:  
13.10.2014 11:33/2.9.269

## eGrid - Design check

Calculation: TBS - star

### Assumptions

Calculated according to: VDEW

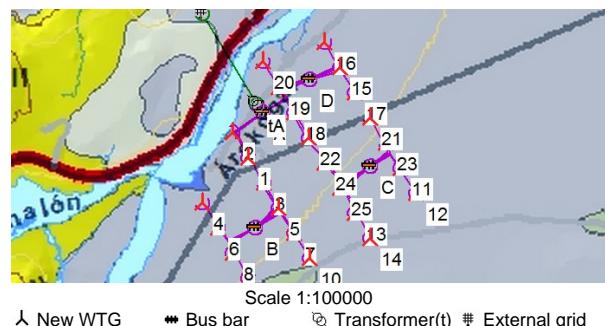
Fixed voltage node: Flutningskerfi LN Hafið

Actual fixed voltage: 220,00 kV

Used temperature characteristic for cables: 20 Deg C (constant)

### Allowable voltage difference

Level	Nominal voltage [kV]	Contracted voltage [kV]	Max above [%]	Max below [%]
High Voltage	220,00	220,00	5,0	10,0
Medium voltage	33,00	33,00	5,0	10,0
Low voltage	0,69	0,69	5,0	10,0



### WTG power

WTG power used in calculation: 10 min mean maximum. Default scale factor: 1,13

WTG	Input		Result		
	P [MW]	Scale factor	P [MW]	Q [MVAr]	Cos Phi
1 Siemens 3000 kW (4745)	3,00	1,13	3,39	0,00	1,0000
2 Siemens 3000 kW (4746)	3,00	1,13	3,39	0,00	1,0000
3 Siemens 3000 kW (4747)	3,00	1,13	3,39	0,00	1,0000
4 Siemens 3000 kW (4748)	3,00	1,13	3,39	0,00	1,0000
5 Siemens 3000 kW (4749)	3,00	1,13	3,39	0,00	1,0000
6 Siemens 3000 kW (4750)	3,00	1,13	3,39	0,00	1,0000
7 Siemens 3000 kW (4752)	3,00	1,13	3,39	0,00	1,0000
8 Siemens 3000 kW (4753)	3,00	1,13	3,39	0,00	1,0000
9 Siemens 3000 kW (4755)	3,00	1,13	3,39	0,00	1,0000
10 Siemens 3000 kW (4757)	3,00	1,13	3,39	0,00	1,0000
11 Siemens 3000 kW (4769)	3,00	1,13	3,39	0,00	1,0000
12 Siemens 3000 kW (4771)	3,00	1,13	3,39	0,00	1,0000
13 Siemens 3000 kW (4773)	3,00	1,13	3,39	0,00	1,0000
14 Siemens 3000 kW (4776)	3,00	1,13	3,39	0,00	1,0000
15 Siemens 3000 kW (4781)	3,00	1,13	3,39	0,00	1,0000
16 Siemens 3000 kW (4782)	3,00	1,13	3,39	0,00	1,0000
17 Siemens 3000 kW (4785)	3,00	1,13	3,39	0,00	1,0000
18 Siemens 3000 kW (4787)	3,00	1,13	3,39	0,00	1,0000
19 Siemens 3000 kW (4788)	3,00	1,13	3,39	0,00	1,0000
20 Siemens 3000 kW (4789)	3,00	1,13	3,39	0,00	1,0000
21 Siemens 3000 kW (4790)	3,00	1,13	3,39	0,00	1,0000
22 Siemens 3000 kW (4792)	3,00	1,13	3,39	0,00	1,0000
23 Siemens 3000 kW (4793)	3,00	1,13	3,39	0,00	1,0000
24 Siemens 3000 kW (4795)	3,00	1,13	3,39	0,00	1,0000
25 Siemens 3000 kW (4796)	3,00	1,13	3,39	0,00	1,0000

### No loads in calculation

## Calculation results

### Voltages

Node	U [kV]	Angle [°]	Contracted voltage [kV]	Max above [%]	Max below [%]	DU [%]	Assessment
Far Generator	220,62	0,00	220,00	5,0	10,0	0,2811	ok
Flutningskerfi LN Hafið	220,00	0,95	220,00	5,0	10,0	0,0000	ok
220/33 kV spennir Búrfellslundur <HIGH>	220,08	1,01	220,00	5,0	10,0	0,0374	ok
220/33 kV spennir Búrfellslundur <LOW>	32,76	-143,19	33,00	5,0	10,0	-0,7134	ok
Safnstöð Búrfellslundur	32,77	-143,15	33,00	5,0	10,0	-0,6981	ok
Safnstdost_mini2_star	32,80	-143,02	33,00	5,0	10,0	-0,6080	ok
Siemens 3000 kW (4788) Transformer <HIGH>	32,83	-143,00	33,00	5,0	10,0	-0,5093	ok
Siemens 3000 kW (4788) Transformer <LOW>	0,69	-139,37	0,69	5,0	10,0	0,0538	ok
Siemens 3000 kW (4781) Transformer <HIGH>	32,83	-143,00	33,00	5,0	10,0	-0,5101	ok

To be continued on next page...

WindPRO is developed by EMD International A/S, Niels Jernesvej 10, DK-9220 Aalborg Ø, Tel. +45 96 35 44 44, Fax +45 96 35 44 46, e-mail: windpro@emd.dk

Project:  
**HAF\_60m**

Printed/Page  
13.10.2014 13:46 / 2

Licensed user:  
**EFLA Consulting Engineers**  
Höfðabakki 9  
IS-110 Reykjavik  
+354 412 6000  
Eggert Thorgrimsson / eggert.thorgrimsson@efla.is  
Calculated:  
13.10.2014 11:33/2.9.269

## eGrid - Design check

Calculation: TBS - star

...continued from previous page

Node	U [kV]	Angle [°]	Contracted voltage [kV]	Max above [%]	Max below [%]	DU [%]	Assessment
Siemens 3000 kW (4781) Transformer <LOW>	0,69	-139,37	0,69	5,0	10,0	0,0531	ok
Siemens 3000 kW (4787) Transformer <HIGH>	32,86	-142,99	33,00	5,0	10,0	-0,4312	ok
Siemens 3000 kW (4787) Transformer <LOW>	0,69	-139,37	0,69	5,0	10,0	0,1318	ok
Siemens 3000 kW (4782) Transformer <HIGH>	32,86	-142,99	33,00	5,0	10,0	-0,4351	ok
Siemens 3000 kW (4782) Transformer <LOW>	0,69	-139,37	0,69	5,0	10,0	0,1279	ok
Siemens 3000 kW (4785) Transformer <HIGH>	32,86	-142,99	33,00	5,0	10,0	-0,4322	ok
Siemens 3000 kW (4785) Transformer <LOW>	0,69	-139,37	0,69	5,0	10,0	0,1308	ok
Siemens 3000 kW (4789) Transformer <HIGH>	32,86	-142,99	33,00	5,0	10,0	-0,4257	ok
Siemens 3000 kW (4789) Transformer <LOW>	0,69	-139,37	0,69	5,0	10,0	0,1373	ok
Siemens 3000 kW (4792) Transformer <HIGH>	32,88	-142,98	33,00	5,0	10,0	-0,3541	ok
Siemens 3000 kW (4792) Transformer <LOW>	0,69	-139,36	0,69	5,0	10,0	0,2088	ok
Safnstdod_min13_star	32,85	-142,80	33,00	5,0	10,0	-0,4515	ok
Siemens 3000 kW (4769) Transformer <HIGH>	32,89	-142,78	33,00	5,0	10,0	-0,3256	ok
Siemens 3000 kW (4769) Transformer <LOW>	0,69	-139,16	0,69	5,0	10,0	0,2372	ok
Siemens 3000 kW (4796) Transformer <HIGH>	32,89	-142,78	33,00	5,0	10,0	-0,3377	ok
Siemens 3000 kW (4796) Transformer <LOW>	0,69	-139,16	0,69	5,0	10,0	0,2251	ok
Siemens 3000 kW (4773) Transformer <HIGH>	32,91	-142,77	33,00	5,0	10,0	-0,2634	ok
Siemens 3000 kW (4773) Transformer <LOW>	0,69	-139,15	0,69	5,0	10,0	0,2993	ok
Siemens 3000 kW (4793) Transformer <HIGH>	32,89	-142,78	33,00	5,0	10,0	-0,3476	ok
Siemens 3000 kW (4793) Transformer <LOW>	0,69	-139,16	0,69	5,0	10,0	0,2152	ok
Siemens 3000 kW (4771) Transformer <HIGH>	32,92	-142,76	33,00	5,0	10,0	-0,2456	ok
Siemens 3000 kW (4771) Transformer <LOW>	0,69	-139,15	0,69	5,0	10,0	0,3170	ok
Siemens 3000 kW (4776) Transformer <HIGH>	32,94	-142,75	33,00	5,0	10,0	-0,1850	ok
Siemens 3000 kW (4776) Transformer <LOW>	0,69	-139,15	0,69	5,0	10,0	0,3775	ok
Siemens 3000 kW (4795) Transformer <HIGH>	32,91	-142,77	33,00	5,0	10,0	-0,2679	ok
Siemens 3000 kW (4795) Transformer <LOW>	0,69	-139,15	0,69	5,0	10,0	0,2948	ok
Siemens 3000 kW (4790) Transformer <HIGH>	32,91	-142,77	33,00	5,0	10,0	-0,2702	ok
Siemens 3000 kW (4790) Transformer <LOW>	0,69	-139,15	0,69	5,0	10,0	0,2925	ok
Safnstdod_min11_star	32,84	-142,82	33,00	5,0	10,0	-0,4714	ok
Siemens 3000 kW (4750) Transformer <HIGH>	32,89	-142,80	33,00	5,0	10,0	-0,3269	ok
Siemens 3000 kW (4750) Transformer <LOW>	0,69	-139,18	0,69	5,0	10,0	0,2359	ok
Siemens 3000 kW (4753) Transformer <HIGH>	32,89	-142,80	33,00	5,0	10,0	-0,3480	ok
Siemens 3000 kW (4753) Transformer <LOW>	0,69	-139,18	0,69	5,0	10,0	0,2149	ok
Siemens 3000 kW (4749) Transformer <HIGH>	32,87	-142,81	33,00	5,0	10,0	-0,3791	ok
Siemens 3000 kW (4749) Transformer <LOW>	0,69	-139,19	0,69	5,0	10,0	0,1838	ok
Siemens 3000 kW (4752) Transformer <HIGH>	32,90	-142,80	33,00	5,0	10,0	-0,3048	ok
Siemens 3000 kW (4752) Transformer <LOW>	0,69	-139,18	0,69	5,0	10,0	0,2580	ok
Siemens 3000 kW (4747) Transformer <HIGH>	32,90	-142,80	33,00	5,0	10,0	-0,2977	ok
Siemens 3000 kW (4747) Transformer <LOW>	0,69	-139,18	0,69	5,0	10,0	0,2650	ok
Siemens 3000 kW (4755) Transformer <HIGH>	32,91	-142,79	33,00	5,0	10,0	-0,2684	ok
Siemens 3000 kW (4755) Transformer <LOW>	0,69	-139,18	0,69	5,0	10,0	0,2943	ok
Siemens 3000 kW (4748) Transformer <HIGH>	32,92	-142,79	33,00	5,0	10,0	-0,2471	ok
Siemens 3000 kW (4748) Transformer <LOW>	0,69	-139,18	0,69	5,0	10,0	0,3155	ok
Siemens 3000 kW (4757) Transformer <HIGH>	32,92	-142,79	33,00	5,0	10,0	-0,2287	ok
Siemens 3000 kW (4757) Transformer <LOW>	0,69	-139,18	0,69	5,0	10,0	0,3339	ok
Siemens 3000 kW (4746) Transformer <HIGH>	32,81	-143,13	33,00	5,0	10,0	-0,5888	ok
Siemens 3000 kW (4746) Transformer <LOW>	0,69	-139,50	0,69	5,0	10,0	-0,0254	ok
Siemens 3000 kW (4745) Transformer <HIGH>	32,83	-143,12	33,00	5,0	10,0	-0,5078	ok
Siemens 3000 kW (4745) Transformer <LOW>	0,69	-139,49	0,69	5,0	10,0	0,0553	ok

## Utilisation check

Transformer:

Connector	Node out	Node in	Sout [MVA]	Sin [MVA]	Rated [MVA]	Load [%]	Assessment
100,0MVA-220,0/33,0kV	220/33 kV spennir Búrfellslundur <HIGH>	220/33 kV spennir Búrfellslundur <LOW>	84,27	83,73	100,00	84,3	ok
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4788) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4788) Transformer <LOW>	3,37	3,39	4,00	84,8	ok
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4781) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4781) Transformer <LOW>	3,37	3,39	4,00	84,8	ok
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4787) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4787) Transformer <LOW>	3,37	3,39	4,00	84,8	ok
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4782) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4782) Transformer <LOW>	3,37	3,39	4,00	84,8	ok
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4785) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4785) Transformer <LOW>	3,37	3,39	4,00	84,8	ok
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4789) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4789) Transformer <LOW>	3,37	3,39	4,00	84,8	ok
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4792) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4792) Transformer <LOW>	3,37	3,39	4,00	84,8	ok

To be continued on next page...

WindPRO is developed by EMD International A/S, Niels Jernesvej 10, DK-9220 Aalborg Ø, Tel. +45 96 35 44 44, Fax +45 96 35 44 46, e-mail: windpro@emd.dk

Project:  
**HAF\_60m**

Printed/Page  
13.10.2014 13:46 / 3

Licensed user:  
**EFLA Consulting Engineers**  
Höfðabakki 9  
IS-110 Reykjavik  
+354 412 6000  
Eggert Thorgrimsson / eggert.thorgrimsson@efla.is  
Calculated:  
13.10.2014 11:33/2.9.269

## eGrid - Design check

Calculation: TBS - star

...continued from previous page

Connector	Node out	Node in	Sout	Sin	Rated	Load	Assessment
			[MVA]	[MVA]	[MVA]	[%]	
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4769) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4769) Transformer <LOW>	3,37	3,39	4,00	84,8	ok
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4796) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4796) Transformer <LOW>	3,37	3,39	4,00	84,8	ok
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4773) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4773) Transformer <LOW>	3,37	3,39	4,00	84,8	ok
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4793) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4793) Transformer <LOW>	3,37	3,39	4,00	84,8	ok
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4771) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4771) Transformer <LOW>	3,37	3,39	4,00	84,8	ok
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4776) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4776) Transformer <LOW>	3,37	3,39	4,00	84,8	ok
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4795) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4795) Transformer <LOW>	3,37	3,39	4,00	84,8	ok
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4790) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4790) Transformer <LOW>	3,37	3,39	4,00	84,8	ok
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4750) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4750) Transformer <LOW>	3,37	3,39	4,00	84,8	ok
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4753) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4753) Transformer <LOW>	3,37	3,39	4,00	84,8	ok
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4749) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4749) Transformer <LOW>	3,37	3,39	4,00	84,8	ok
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4752) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4752) Transformer <LOW>	3,37	3,39	4,00	84,8	ok
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4747) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4747) Transformer <LOW>	3,37	3,39	4,00	84,8	ok
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4755) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4755) Transformer <LOW>	3,37	3,39	4,00	84,8	ok
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4748) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4748) Transformer <LOW>	3,37	3,39	4,00	84,8	ok
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4757) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4757) Transformer <LOW>	3,37	3,39	4,00	84,8	ok
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4746) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4746) Transformer <LOW>	3,37	3,39	4,00	84,8	ok
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4745) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4745) Transformer <LOW>	3,37	3,39	4,00	84,8	ok

Cable/Overhead lines:

Connector	Node out	Node in	Iout	lin	Limitation factor	Imax	Load	Assessment
			[A]	[A]		[A]	[%]	
Overhead line-AI/St-187mm2-220,0kV	Flutningskerfi LN Hafið	220/33 kV spennir Búrfellslundur <HIGH>	221,0	221,1	1,00	500,0	44,2	ok
Cable-AI-2x1.000mm2-33,0kV	220/33 kV spennir Búrfellslundur <LOW>	Safnstdöð Búrfellslundur	1.475,5	1.475,5	1,00	1710,0	86,3	ok
Cable-Al-630mm2-33,0kV	Safnstdöð Búrfellslundur	Safnstdöð_min12_star	413,6	413,7	1,00	690,0	60,0	ok
Cable-Al-50mm2-33,0kV	Safnstdöð_min12_star	Siemens 3000 kW (4788) Transformer <HIGH>	59,2	59,2	1,00	160,0	37,0	ok
Cable-Al-50mm2-33,0kV	Safnstdöð_min12_star	Siemens 3000 kW (4781) Transformer <HIGH>	59,2	59,2	1,00	160,0	37,0	ok
Cable-Al-50mm2-33,0kV	Safnstdöð_min12_star	Siemens 3000 kW (4787) Transformer <HIGH>	59,1	59,1	1,00	160,0	37,0	ok
Cable-Al-50mm2-33,0kV	Safnstdöð_min12_star	Siemens 3000 kW (4782) Transformer <HIGH>	59,1	59,1	1,00	160,0	37,0	ok
Cable-Al-50mm2-33,0kV	Safnstdöð_min12_star	Siemens 3000 kW (4785) Transformer <HIGH>	59,1	59,1	1,00	160,0	37,0	ok
Cable-Al-50mm2-33,0kV	Safnstdöð_min12_star	Siemens 3000 kW (4789) Transformer <HIGH>	59,1	59,1	1,00	160,0	37,0	ok
Cable-Al-50mm2-33,0kV	Safnstdöð_min12_star	Siemens 3000 kW (4792) Transformer <HIGH>	59,0	59,1	1,00	160,0	36,9	ok
Cable-Al-630mm2-33,0kV	Safnstdöð Búrfellslundur	Safnstdöð_min13_star	471,7	472,0	1,00	690,0	68,4	ok
Cable-Al-50mm2-33,0kV	Safnstdöð_min13_star	Siemens 3000 kW (4769) Transformer <HIGH>	59,0	59,1	1,00	160,0	36,9	ok
Cable-Al-50mm2-33,0kV	Safnstdöð_min13_star	Siemens 3000 kW (4796) Transformer <HIGH>	59,0	59,1	1,00	160,0	36,9	ok
Cable-Al-50mm2-33,0kV	Safnstdöð_min13_star	Siemens 3000 kW (4773) Transformer <HIGH>	59,0	59,0	1,00	160,0	36,9	ok
Cable-Al-50mm2-33,0kV	Safnstdöð_min13_star	Siemens 3000 kW (4793) Transformer <HIGH>	59,1	59,1	1,00	160,0	36,9	ok
Cable-Al-50mm2-33,0kV	Safnstdöð_min13_star	Siemens 3000 kW (4771) Transformer <HIGH>	59,0	59,0	1,00	160,0	36,9	ok
Cable-Al-50mm2-33,0kV	Safnstdöð_min13_star	Siemens 3000 kW (4776) Transformer <HIGH>	58,9	59,0	1,00	160,0	36,9	ok
Cable-Al-50mm2-33,0kV	Safnstdöð_min13_star	Siemens 3000 kW (4795) Transformer <HIGH>	59,0	59,0	1,00	160,0	36,9	ok
Cable-Al-50mm2-33,0kV	Safnstdöð_min13_star	Siemens 3000 kW (4790) Transformer <HIGH>	59,0	59,0	1,00	160,0	36,9	ok
Cable-Al-630mm2-33,0kV	Safnstdöð Búrfellslundur	Safnstdöð_min11_star	471,9	472,1	1,00	690,0	68,4	ok
Cable-Al-50mm2-33,0kV	Safnstdöð_min11_star	Siemens 3000 kW (4750) Transformer <HIGH>	59,0	59,1	1,00	160,0	36,9	ok
Cable-Al-50mm2-33,0kV	Safnstdöð_min11_star	Siemens 3000 kW (4753) Transformer <HIGH>	59,1	59,1	1,00	160,0	36,9	ok
Cable-Al-50mm2-33,0kV	Safnstdöð_min11_star	Siemens 3000 kW (4749) Transformer <HIGH>	59,1	59,1	1,00	160,0	36,9	ok
Cable-Al-50mm2-33,0kV	Safnstdöð_min11_star	Siemens 3000 kW (4752) Transformer <HIGH>	59,0	59,1	1,00	160,0	36,9	ok
Cable-Al-50mm2-33,0kV	Safnstdöð_min11_star	Siemens 3000 kW (4747) Transformer <HIGH>	59,0	59,1	1,00	160,0	36,9	ok
Cable-Al-50mm2-33,0kV	Safnstdöð_min11_star	Siemens 3000 kW (4755) Transformer <HIGH>	59,0	59,0	1,00	160,0	36,9	ok
Cable-Al-50mm2-33,0kV	Safnstdöð_min11_star	Siemens 3000 kW (4748) Transformer <HIGH>	59,0	59,0	1,00	160,0	36,9	ok
Cable-Al-50mm2-33,0kV	Safnstdöð_min11_star	Siemens 3000 kW (4757) Transformer <HIGH>	59,0	59,0	1,00	160,0	36,9	ok
Cable-Al-50mm2-33,0kV	Safnstdöð_min11_star	Siemens 3000 kW (4746) Transformer <HIGH>	59,2	59,2	1,00	160,0	37,0	ok
Cable-Al-50mm2-33,0kV	Safnstdöð Búrfellslundur	Safnstdöð_min12_star	59,1	59,2	1,00	160,0	37,0	ok

## Active and reactive power and losses

Connector	Node out	Node in	Pout	Pin	Qout	Qin	DP	DQ
			[MW]	[MW]	[MVAr]	[MVAr]	[MW]	[MVAr]
Flutningskerfi LN Hafið	Far Generator	Flutningskerfi LN Hafið	-83,13	-83,13	14,79	13,37	0,00	1,42
Overhead line-AI/St-187mm2-220,0kV	Flutningskerfi LN Hafið	220/33 kV spennir Búrfellslundur <HIGH>	-83,13	-83,18	13,37	13,51	0,05	-0,15
100,0MVA-220,0/33,0kV	220/33 kV spennir Búrfellslundur <HIGH>	220/33 kV spennir Búrfellslundur <LOW>	-83,18	-83,61	13,51	4,52	0,43	8,99
Cable-Al-2x1.000mm2-33,0kV	220/33 kV spennir Búrfellslundur <LOW>	Safnstdöð Búrfellslundur	-83,61	-83,63	4,52	4,52	0,02	0,01
Cable-Al-630mm2-33,0kV	Safnstdöð Búrfellslundur	Safnstdöð_min12_star	-23,44	-23,46	1,29	1,35	0,02	-0,06
Cable-Al-50mm2-33,0kV	Safnstdöð_min12_star	Siemens 3000 kW (4788) Transformer <HIGH>	-3,35	-3,36	0,21	0,23	0,00	-0,02
4,0MVA-33,0/0,7kV	Safnstdöð_min12_star	Siemens 3000 kW (4781) Transformer <HIGH>	-3,36	-3,39	0,23	0,23	0,03	0,23
4,0MVA-33,0/0,7kV	Safnstdöð_min12_star	Siemens 3000 kW (4787) Transformer <HIGH>	-3,36	-3,39	0,23	0,23	0,00	-0,04
Cable-Al-50mm2-33,0kV	Safnstdöð_min12_star	Siemens 3000 kW (4782) Transformer <HIGH>	-3,35	-3,36	0,19	0,23	0,01	-0,04
4,0MVA-33,0/0,7kV	Safnstdöð_min12_star	Siemens 3000 kW (4785) Transformer <HIGH>	-3,35	-3,36	0,23	0,23	0,00	-0,04
Cable-Al-50mm2-33,0kV	Safnstdöð_min12_star	Siemens 3000 kW (4789) Transformer <HIGH>	-3,35	-3,36	0,19	0,23	0,01	-0,04
4,0MVA-33,0/0,7kV	Safnstdöð_min12_star	Siemens 3000 kW (4788) Transformer <LOW>	-3,36	-3,39	0,23	0,00	0,03	0,23
Cable-Al-50mm2-33,0kV	Safnstdöð_min12_star	Siemens 3000 kW (4787) Transformer <LOW>	-3,36	-3,39	0,23	0,00	0,03	0,23
4,0MVA-33,0/0,7kV	Safnstdöð_min12_star	Siemens 3000 kW (4782) Transformer <LOW>	-3,36	-3,39	0,23	0,00	0,03	0,23
Cable-Al-50mm2-33,0kV	Safnstdöð_min12_star	Siemens 3000 kW (4785) Transformer <HIGH>	-3,35	-3,36	0,19	0,23	0,01	-0,04
4,0MVA-33,0/0,7kV	Safnstdöð_min12_star	Siemens 3000 kW (4789) Transformer <HIGH>	-3,35	-3,36	0,19	0,23	0,01	-0,04
4,0MVA-33,0/0,7kV	Safnstdöð_min12_star	Siemens 3000 kW (4788) Transformer <LOW>	-3,36	-3,39	0,23	0,00	0,03	0,23

To be continued on next page...

WindPRO is developed by EMD International A/S, Niels Jernesvej 10, DK-9220 Aalborg Ø, Tel. +45 96 35 44 44, Fax +45 96 35 44 46, e-mail: windpro@emd.dk

Project:  
**HAF\_60m**

Printed/Page  
13.10.2014 13:46 / 4

Licensed user:  
**EFLA Consulting Engineers**  
Höfðabakki 9  
IS-110 Reykjavik  
+354 412 6000  
Eggert Thorgrimsson / eggert.thorgrimsson@efla.is  
Calculated:  
13.10.2014 11:33/2.9.269

## eGrid - Design check

Calculation: TBS - star

...continued from previous page

Connector	Node out	Node in	Pout [MW]	Pin [MW]	Qout [MVar]	Qin [MVar]	DP [MW]	DQ [MVAr]
Cable-AI-50mm2-33,0kV	Safnstd_min12_star	Siemens 3000 kW (4792) Transformer <HIGH>	-3,35	-3,36	0,17	0,23	0,01	-0,06
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4792) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4792) Transformer <LOW>	-3,36	-3,39	0,23	0,00	0,03	0,23
Cable-AI-630mm2-33,0kV	Safnstd_Búrfellslundur	Safnstd_min13_star	-26,74	-26,81	1,41	1,53	0,08	-0,12
Cable-AI-50mm2-33,0kV	Safnstd_min13_star	Siemens 3000 kW (4769) Transformer <HIGH>	-3,35	-3,36	0,20	0,23	0,00	-0,03
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4769) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4769) Transformer <LOW>	-3,36	-3,39	0,23	0,00	0,03	0,23
Cable-AI-50mm2-33,0kV	Safnstd_min13_star	Siemens 3000 kW (4796) Transformer <HIGH>	-3,35	-3,36	0,20	0,23	0,00	-0,03
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4796) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4796) Transformer <LOW>	-3,36	-3,39	0,23	0,00	0,03	0,23
Cable-AI-50mm2-33,0kV	Safnstd_min13_star	Siemens 3000 kW (4773) Transformer <HIGH>	-3,35	-3,36	0,19	0,23	0,01	-0,04
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4773) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4773) Transformer <LOW>	-3,36	-3,39	0,23	0,00	0,03	0,23
Cable-AI-50mm2-33,0kV	Safnstd_min13_star	Siemens 3000 kW (4793) Transformer <HIGH>	-3,35	-3,36	0,21	0,23	0,00	-0,02
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4793) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4793) Transformer <LOW>	-3,36	-3,39	0,23	0,00	0,03	0,23
Cable-AI-50mm2-33,0kV	Safnstd_min13_star	Siemens 3000 kW (4771) Transformer <HIGH>	-3,35	-3,36	0,18	0,23	0,01	-0,05
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4771) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4771) Transformer <LOW>	-3,36	-3,39	0,23	0,00	0,03	0,23
Cable-AI-50mm2-33,0kV	Safnstd_min13_star	Siemens 3000 kW (4776) Transformer <HIGH>	-3,35	-3,36	0,17	0,23	0,01	-0,06
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4776) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4776) Transformer <LOW>	-3,36	-3,39	0,23	0,00	0,03	0,23
Cable-AI-50mm2-33,0kV	Safnstd_min13_star	Siemens 3000 kW (4795) Transformer <HIGH>	-3,35	-3,36	0,19	0,23	0,01	-0,04
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4795) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4795) Transformer <LOW>	-3,36	-3,39	0,23	0,00	0,03	0,23
Cable-AI-50mm2-33,0kV	Safnstd_min13_star	Siemens 3000 kW (4790) Transformer <HIGH>	-3,35	-3,36	0,19	0,23	0,01	-0,04
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4790) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4790) Transformer <LOW>	-3,36	-3,39	0,23	0,00	0,03	0,23
Cable-AI-630mm2-33,0kV	Safnstd_Búrfellslundur	Safnstd_min11_star	-26,74	-26,81	1,42	1,53	0,07	-0,11
Cable-AI-50mm2-33,0kV	Safnstd_min11_star	Siemens 3000 kW (4750) Transformer <HIGH>	-3,35	-3,36	0,20	0,23	0,00	-0,03
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4750) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4750) Transformer <LOW>	-3,36	-3,39	0,23	0,00	0,03	0,23
Cable-AI-50mm2-33,0kV	Safnstd_min11_star	Siemens 3000 kW (4753) Transformer <HIGH>	-3,35	-3,36	0,20	0,23	0,00	-0,03
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4753) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4753) Transformer <LOW>	-3,36	-3,39	0,23	0,00	0,03	0,23
Cable-AI-50mm2-33,0kV	Safnstd_min11_star	Siemens 3000 kW (4753) Transformer <HIGH>	-3,35	-3,36	0,21	0,23	0,00	-0,02
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4749) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4749) Transformer <LOW>	-3,36	-3,39	0,23	0,00	0,03	0,23
Cable-AI-50mm2-33,0kV	Safnstd_min11_star	Siemens 3000 kW (4752) Transformer <HIGH>	-3,35	-3,36	0,19	0,23	0,01	-0,04
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4752) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4752) Transformer <LOW>	-3,36	-3,39	0,23	0,00	0,03	0,23
Cable-AI-50mm2-33,0kV	Safnstd_min11_star	Siemens 3000 kW (4747) Transformer <HIGH>	-3,35	-3,36	0,19	0,23	0,01	-0,04
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4747) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4747) Transformer <LOW>	-3,36	-3,39	0,23	0,00	0,03	0,23
Cable-AI-50mm2-33,0kV	Safnstd_min11_star	Siemens 3000 kW (4755) Transformer <HIGH>	-3,35	-3,36	0,21	0,23	0,00	-0,02
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4755) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4755) Transformer <LOW>	-3,36	-3,39	0,23	0,00	0,03	0,23
Cable-AI-50mm2-33,0kV	Safnstd_min11_star	Siemens 3000 kW (4748) Transformer <HIGH>	-3,35	-3,36	0,18	0,23	0,01	-0,05
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4748) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4748) Transformer <LOW>	-3,36	-3,39	0,23	0,00	0,03	0,23
Cable-AI-50mm2-33,0kV	Safnstd_min11_star	Siemens 3000 kW (4757) Transformer <HIGH>	-3,35	-3,36	0,17	0,23	0,01	-0,06
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4757) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4757) Transformer <LOW>	-3,36	-3,39	0,23	0,00	0,03	0,23
Cable-AI-50mm2-33,0kV	Safnstd_min11_star	Siemens 3000 kW (4755) Transformer <HIGH>	-3,35	-3,36	0,18	0,23	0,01	-0,05
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4755) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4746) Transformer <HIGH>	-3,35	-3,36	0,21	0,23	0,00	-0,03
Cable-AI-50mm2-33,0kV	Safnstd_min11_star	Siemens 3000 kW (4746) Transformer <LOW>	-3,36	-3,39	0,23	0,00	0,03	0,23
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4746) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4745) Transformer <HIGH>	-3,35	-3,36	0,19	0,23	0,01	-0,04
Cable-AI-50mm2-33,0kV	Safnstd_min11_star	Siemens 3000 kW (4745) Transformer <LOW>	-3,36	-3,39	0,23	0,00	0,03	0,23

Project:  
**HAF\_60m**

Printed/Page  
13.10.2014 13:46 / 1

Licensed user:  
**EFLA Consulting Engineers**  
Höfðabakki 9  
IS-110 Reykjavik  
+354 412 6000  
Eggert Thorgrimsson / eggert.thorgrimsson@efla.is  
Calculated:  
13.10.2014 11:33/2.9.269

## eGrid - Main result for Losses

Calculation: TBS - star

### Assumptions

A parameter: 10,1 m/s

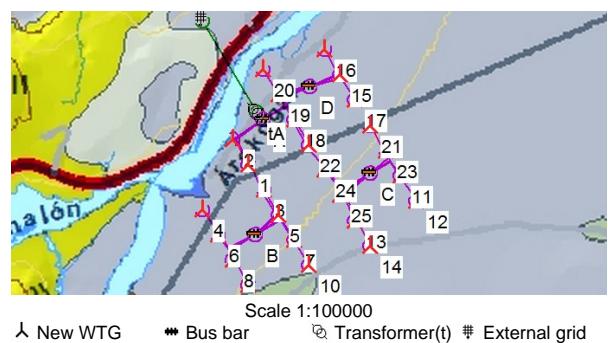
K parameter: 1,97

Used temperature characteristic for cables: 20 Deg C (constant)

### Annual losses

#### Annual results

	Energy [MWh/y]	Distribution of energy [%]
WTG production	349.528	100,00
Losses	6.626	1,90
<b>Net grid production</b>	<b>342.902</b>	<b>98,10</b>



### Component summary

Name	Count	Length [m]	Excavation length [m]	Annual losses	
				[MWh/y]	[%]
<b>High Voltage: 220,00 kV</b>					
100,0MVA-220,0/33,0kV	1			2.167,65	0,62
Overhead line-Al/St-187mm2-220,0kV	1	1.610	1.559	138,55	0,04
<b>SubTotal</b>	<b>2</b>	<b>1.610</b>	<b>1.559</b>	<b>2.306,20</b>	<b>0,66</b>
<b>Medium voltage: 33,00 kV</b>					
4,0MVA-33,0/0,7kV	25			3.328,26	0,95
Cable-Al-630mm2-33,0kV	3	5.634	5.465	510,41	0,15
Cable-Al-50mm2-33,0kV	25	21.454	20.610	433,82	0,12
Cable-Al-2x1.000mm2-33,0kV	1	164	141	47,17	0,01
<b>SubTotal</b>	<b>54</b>	<b>27.252</b>	<b>26.215</b>	<b>4.319,66</b>	<b>1,24</b>
<b>Totals</b>	<b>56</b>	<b>28.862</b>	<b>27.774</b>	<b>6.625,86</b>	<b>1,90</b>

Project:  
**HAF\_60m**

Printed/Page  
13.10.2014 13:46 / 1  
Licensed user:  
**EFLA Consulting Engineers**  
Höfðabakki 9  
IS-110 Reykjavík  
+354 412 6000  
Eggert Thorgrimsson / eggert.thorgrimsson@efla.is  
Calculated:  
13.10.2014 11:33/2.9.269

## eGrid - Details for Losses

Calculation: TBS - star

### Annual yield for each connector and node

Connector	Node out	Node in	Annual yield [MWh/y]	Sum annual yield [MWh/y]
Flutningskerfi LN Hafið	Far Generator	Flutningskerfi LN Hafið	0,00	-342.901,94
Overhead line-Al/St-187mm2-220,0kV	Flutningskerfi LN Hafið	220/33 kV spennir Búrfellslundur <HIGH>	0,00	-343.040,49
100,0MVA-220,0/33,0kV	220/33 kV spennir Búrfellslundur <LOW>	220/33 kV spennir Búrfellslundur <LOW>	0,00	-345.208,14
Cable-Al-2x1.000mm2-33,0kV	Safnstdöð Búrfellslundur	Safnstdöð Búrfellslundur	0,00	-345.255,31
Safnstdöð Búrfellslundur	Safnstdöð Búrfellslundur	Safnstdöð Búrfellslundur	0,00	-345.255,31
Cable-Al-630mm2-33,0kV	Safnstdöð Búrfellslundur	Safnstdöð _mini2_star	0,00	-96.815,58
Safnstdöð _mini2_star	Safnstdöð _mini2_star	Safnstdöð _mini2_star	0,00	-96.815,58
Cable-Al-50mm2-33,0kV	Safnstdöð _mini2_star	Siemens 3000 kW (4788) Transformer <HIGH>	0,00	-13.847,86
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4788) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4788) Transformer <LOW>	0,00	-13.981,11
Siemens 3000 kW (4788)	Siemens 3000 kW (4788) Transformer <LOW>		-13.981,11	0,00
Cable-Al-50mm2-33,0kV	Safnstdöð _mini2_star	Siemens 3000 kW (4781) Transformer <HIGH>	0,00	-13.847,86
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4781) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4781) Transformer <LOW>	0,00	-13.981,11
Siemens 3000 kW (4781)	Siemens 3000 kW (4781) Transformer <LOW>		-13.981,11	0,00
Cable-Al-50mm2-33,0kV	Safnstdöð _mini2_star	Siemens 3000 kW (4787) Transformer <HIGH>	0,00	-13.847,92
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4787) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4787) Transformer <LOW>	0,00	-13.981,11
Siemens 3000 kW (4787)	Siemens 3000 kW (4787) Transformer <LOW>		-13.981,11	0,00
Cable-Al-50mm2-33,0kV	Safnstdöð _mini2_star	Siemens 3000 kW (4782) Transformer <HIGH>	0,00	-13.847,92
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4782) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4782) Transformer <LOW>	0,00	-13.981,11
Siemens 3000 kW (4785)	Siemens 3000 kW (4785) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4785) Transformer <LOW>	0,00	-13.981,11
Cable-Al-50mm2-33,0kV	Safnstdöð _mini2_star	Siemens 3000 kW (4789) Transformer <HIGH>	0,00	-13.847,93
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4789) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4789) Transformer <LOW>	0,00	-13.981,11
Siemens 3000 kW (4789)	Siemens 3000 kW (4789) Transformer <LOW>		-13.981,11	0,00
Cable-Al-50mm2-33,0kV	Safnstdöð _mini2_star	Siemens 3000 kW (4792) Transformer <HIGH>	0,00	-13.847,98
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4792) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4792) Transformer <LOW>	0,00	-13.981,11
Siemens 3000 kW (4792)	Siemens 3000 kW (4792) Transformer <LOW>		-13.981,11	0,00
Cable-Al-630mm2-33,0kV	Safnstdöð Búrfellslundur	Safnstdöð _mini3_star	0,00	-110.642,90
Safnstdöð _mini3_star	Safnstdöð _mini3_star	Safnstdöð _mini3_star	0,00	-110.642,90
Cable-Al-50mm2-33,0kV	Safnstdöð _mini3_star	Siemens 3000 kW (4769) Transformer <HIGH>	0,00	-13.848,00
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4769) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4769) Transformer <LOW>	0,00	-13.981,11
Siemens 3000 kW (4769)	Siemens 3000 kW (4769) Transformer <LOW>		-13.981,11	0,00
Cable-Al-50mm2-33,0kV	Safnstdöð _mini3_star	Siemens 3000 kW (4796) Transformer <HIGH>	0,00	-13.847,99
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4796) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4796) Transformer <LOW>	0,00	-13.981,11
Siemens 3000 kW (4796)	Siemens 3000 kW (4796) Transformer <LOW>		-13.981,11	0,00
Cable-Al-50mm2-33,0kV	Safnstdöð _mini3_star	Siemens 3000 kW (4773) Transformer <HIGH>	0,00	-13.848,05
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4773) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4773) Transformer <LOW>	0,00	-13.981,11
Siemens 3000 kW (4773)	Siemens 3000 kW (4773) Transformer <LOW>		-13.981,11	0,00
Cable-Al-50mm2-33,0kV	Safnstdöð _mini3_star	Siemens 3000 kW (4793) Transformer <HIGH>	0,00	-13.847,99
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4793) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4793) Transformer <LOW>	0,00	-13.981,11
Siemens 3000 kW (4793)	Siemens 3000 kW (4793) Transformer <LOW>		-13.981,11	0,00
Cable-Al-50mm2-33,0kV	Safnstdöð _mini3_star	Siemens 3000 kW (4771) Transformer <HIGH>	0,00	-13.848,06
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4771) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4771) Transformer <LOW>	0,00	-13.981,11
Siemens 3000 kW (4771)	Siemens 3000 kW (4771) Transformer <LOW>		-13.981,11	0,00
Cable-Al-50mm2-33,0kV	Safnstdöð _mini3_star	Siemens 3000 kW (4793) Transformer <HIGH>	0,00	-13.847,99
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4793) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4793) Transformer <LOW>	0,00	-13.981,11
Siemens 3000 kW (4793)	Siemens 3000 kW (4793) Transformer <LOW>		-13.981,11	0,00
Cable-Al-50mm2-33,0kV	Safnstdöð _mini3_star	Siemens 3000 kW (4771) Transformer <HIGH>	0,00	-13.848,06
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4771) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4771) Transformer <LOW>	0,00	-13.981,11
Siemens 3000 kW (4771)	Siemens 3000 kW (4771) Transformer <LOW>		-13.981,11	0,00
Cable-Al-50mm2-33,0kV	Safnstdöð _mini3_star	Siemens 3000 kW (4776) Transformer <HIGH>	0,00	-13.847,99
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4776) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4776) Transformer <LOW>	0,00	-13.981,11
Siemens 3000 kW (4776)	Siemens 3000 kW (4776) Transformer <LOW>		-13.981,11	0,00
Cable-Al-50mm2-33,0kV	Safnstdöð _mini3_star	Siemens 3000 kW (4773) Transformer <HIGH>	0,00	-13.848,05
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4773) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4773) Transformer <LOW>	0,00	-13.981,11
Siemens 3000 kW (4773)	Siemens 3000 kW (4773) Transformer <LOW>		-13.981,11	0,00
Cable-Al-50mm2-33,0kV	Safnstdöð _mini3_star	Siemens 3000 kW (4793) Transformer <HIGH>	0,00	-13.847,99
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4793) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4793) Transformer <LOW>	0,00	-13.981,11
Siemens 3000 kW (4793)	Siemens 3000 kW (4793) Transformer <LOW>		-13.981,11	0,00
Cable-Al-630mm2-33,0kV	Safnstdöð Búrfellslundur	Safnstdöð _mini1_star	0,00	-110.642,59
Safnstdöð _mini1_star	Safnstdöð _mini1_star	Safnstdöð _mini1_star	0,00	-110.642,59
Cable-Al-50mm2-33,0kV	Safnstdöð _mini1_star	Siemens 3000 kW (4750) Transformer <HIGH>	0,00	-13.848,00
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4750) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4750) Transformer <LOW>	0,00	-13.981,11
Siemens 3000 kW (4750)	Siemens 3000 kW (4750) Transformer <LOW>		-13.981,11	0,00
Cable-Al-50mm2-33,0kV	Safnstdöð _mini1_star	Siemens 3000 kW (4753) Transformer <HIGH>	0,00	-13.847,99
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4753) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4753) Transformer <LOW>	0,00	-13.981,11
Siemens 3000 kW (4753)	Siemens 3000 kW (4753) Transformer <LOW>		-13.981,11	0,00
Cable-Al-50mm2-33,0kV	Safnstdöð _mini1_star	Siemens 3000 kW (4749) Transformer <HIGH>	0,00	-13.847,96
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4749) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4749) Transformer <LOW>	0,00	-13.981,11
Siemens 3000 kW (4749)	Siemens 3000 kW (4749) Transformer <LOW>		-13.981,11	0,00

To be continued on next page...

WindPRO is developed by EMD International A/S, Niels Jernesvej 10, DK-9220 Aalborg Ø, Tel. +45 96 35 44 44, Fax +45 96 35 44 46, e-mail: windpro@emd.dk

Project:  
**HAF\_60m**

Printed/Page  
13.10.2014 13:46 / 2

Licensed user:  
**EFLA Consulting Engineers**  
Höfðabakki 9  
IS-110 Reykjavik  
+354 412 6000  
Eggert Thorgrimsson / eggert.thorgrimsson@efla.is  
Calculated:  
13.10.2014 11:33/2.9.269

## eGrid - Details for Losses

Calculation: TBS - star

...continued from previous page

Connector	Node out	Node in	Annual yield [MWh/y]	Sum annual yield [MWh/y]
Siemens 3000 kW (4749)			-13.981,11	0,00
Cable-AI-50mm2-33,0kV	Safnstod_mini1_star	Siemens 3000 kW (4752) Transformer <HIGH>	0,00	-13.848,02
4,0MVA-33,0/0,7kV	Safnstod_mini1_star	Siemens 3000 kW (4752) Transformer <LOW>	0,00	-13.981,11
Siemens 3000 kW (4752)			-13.981,11	0,00
Cable-AI-50mm2-33,0kV	Safnstod_mini1_star	Siemens 3000 kW (4747) Transformer <HIGH>	0,00	-13.848,02
4,0MVA-33,0/0,7kV	Safnstod_mini1_star	Siemens 3000 kW (4747) Transformer <LOW>	0,00	-13.981,11
Siemens 3000 kW (4747)			-13.981,11	0,00
Cable-AI-50mm2-33,0kV	Safnstod_mini1_star	Siemens 3000 kW (4755) Transformer <HIGH>	0,00	-13.848,05
4,0MVA-33,0/0,7kV	Safnstod_mini1_star	Siemens 3000 kW (4755) Transformer <LOW>	0,00	-13.981,11
Siemens 3000 kW (4755)			-13.981,11	0,00
Cable-AI-50mm2-33,0kV	Safnstod_mini1_star	Siemens 3000 kW (4748) Transformer <HIGH>	0,00	-13.848,06
4,0MVA-33,0/0,7kV	Safnstod_mini1_star	Siemens 3000 kW (4748) Transformer <LOW>	0,00	-13.981,11
Siemens 3000 kW (4748)			-13.981,11	0,00
Cable-AI-50mm2-33,0kV	Safnstod_mini1_star	Siemens 3000 kW (4757) Transformer <HIGH>	0,00	-13.848,08
4,0MVA-33,0/0,7kV	Safnstod_mini1_star	Siemens 3000 kW (4757) Transformer <LOW>	0,00	-13.981,11
Siemens 3000 kW (4757)			-13.981,11	0,00
Cable-AI-50mm2-33,0kV	Safnstöd Búrfellslundur	Siemens 3000 kW (4746) Transformer <HIGH>	0,00	-13.847,80
4,0MVA-33,0/0,7kV	Safnstöd Búrfellslundur	Siemens 3000 kW (4746) Transformer <LOW>	0,00	-13.981,11
Siemens 3000 kW (4746)			-13.981,11	0,00
Cable-AI-50mm2-33,0kV	Safnstöd Búrfellslundur	Siemens 3000 kW (4745) Transformer <HIGH>	0,00	-13.847,86
4,0MVA-33,0/0,7kV	Safnstöd Búrfellslundur	Siemens 3000 kW (4745) Transformer <LOW>	0,00	-13.981,11
Siemens 3000 kW (4745)			-13.981,11	0,00

## Annual losses

### Transformers

Name	Description:	Yield [MWh/y]	Losses [MWh/y]
High Voltage: 220,00 kV			
220/33 kV spennir Búrfellslundur	100,0MVA-220,0/33,0kV	-345.208,14	2.167,65
Medium voltage: 33,00 kV			
Siemens 3000 kW (4788) Transformer	4,0MVA-33,0/0,7kV	-13.981,11	133,25
Siemens 3000 kW (4781) Transformer	4,0MVA-33,0/0,7kV	-13.981,11	133,25
Siemens 3000 kW (4787) Transformer	4,0MVA-33,0/0,7kV	-13.981,11	133,19
Siemens 3000 kW (4782) Transformer	4,0MVA-33,0/0,7kV	-13.981,11	133,19
Siemens 3000 kW (4785) Transformer	4,0MVA-33,0/0,7kV	-13.981,11	133,19
Siemens 3000 kW (4789) Transformer	4,0MVA-33,0/0,7kV	-13.981,11	133,19
Siemens 3000 kW (4792) Transformer	4,0MVA-33,0/0,7kV	-13.981,11	133,13
Siemens 3000 kW (4769) Transformer	4,0MVA-33,0/0,7kV	-13.981,11	133,11
Siemens 3000 kW (4796) Transformer	4,0MVA-33,0/0,7kV	-13.981,11	133,12
Siemens 3000 kW (4773) Transformer	4,0MVA-33,0/0,7kV	-13.981,11	133,06
Siemens 3000 kW (4793) Transformer	4,0MVA-33,0/0,7kV	-13.981,11	133,13
Siemens 3000 kW (4771) Transformer	4,0MVA-33,0/0,7kV	-13.981,11	133,05
Siemens 3000 kW (4776) Transformer	4,0MVA-33,0/0,7kV	-13.981,11	133,00
Siemens 3000 kW (4795) Transformer	4,0MVA-33,0/0,7kV	-13.981,11	133,06
Siemens 3000 kW (4790) Transformer	4,0MVA-33,0/0,7kV	-13.981,11	133,07
Siemens 3000 kW (4750) Transformer	4,0MVA-33,0/0,7kV	-13.981,11	133,11
Siemens 3000 kW (4753) Transformer	4,0MVA-33,0/0,7kV	-13.981,11	133,13
Siemens 3000 kW (4749) Transformer	4,0MVA-33,0/0,7kV	-13.981,11	133,15
Siemens 3000 kW (4752) Transformer	4,0MVA-33,0/0,7kV	-13.981,11	133,09
Siemens 3000 kW (4747) Transformer	4,0MVA-33,0/0,7kV	-13.981,11	133,09
Siemens 3000 kW (4755) Transformer	4,0MVA-33,0/0,7kV	-13.981,11	133,07
Siemens 3000 kW (4748) Transformer	4,0MVA-33,0/0,7kV	-13.981,11	133,05
Siemens 3000 kW (4757) Transformer	4,0MVA-33,0/0,7kV	-13.981,11	133,04
Siemens 3000 kW (4746) Transformer	4,0MVA-33,0/0,7kV	-13.981,11	133,31
Siemens 3000 kW (4745) Transformer	4,0MVA-33,0/0,7kV	-13.981,11	133,25
Sum		3.328,26	

Project:  
**HAF\_60m**

Printed/Page  
13.10.2014 13:46 / 3

Licensed user:  
**EFLA Consulting Engineers**  
Höfðabakki 9  
IS-110 Reykjavik  
+354 412 6000  
Eggert Thorgrimsson / eggert.thorgrimsson@efla.is  
Calculated:  
13.10.2014 11:33/2.9.269

## eGrid - Details for Losses

Calculation: TBS - star

### Lines

From	To	Description:	Length [m]	Yield [MWh/y]	Losses [MWh/y]	[MWh/(y*km)]
High Voltage: 220,00 kV						
Flutningskerfi LN Hafið	220/33 kV spennir Búrfellslundur <HIGH>	Overhead line-Al/St-187mm2-220,0kV	1.610	-343.040,49	138,55	86,06
Medium voltage: 33,00 kV						
220/33 kV spennir Búrfellslundur <LOW>	Safnstdöð Búrfellslundur	Cable-Al-2x1.000mm2-33,0kV	164	-345.255,31	47,17	287,61
Safnstdöð Búrfellslundur	Safnstdöð_Búrfellslundur	Cable-Al-630mm2-33,0kV	1.008	-96.815,58	73,15	72,57
Safnstdöð_min2_star	Siemens 3000 kW (4788) Transformer <HIGH>	Cable-Al-50mm2-33,0kV	504	-13.847,86	10,22	20,29
Safnstdöð_min2_star	Siemens 3000 kW (4781) Transformer <HIGH>	Cable-Al-50mm2-33,0kV	500	-13.847,86	10,14	20,29
Safnstdöð_min2_star	Siemens 3000 kW (4787) Transformer <HIGH>	Cable-Al-50mm2-33,0kV	903	-13.847,92	18,29	20,25
Safnstdöð_min2_star	Siemens 3000 kW (4782) Transformer <HIGH>	Cable-Al-50mm2-33,0kV	883	-13.847,92	17,88	20,25
Safnstdöð_min2_star	Siemens 3000 kW (4785) Transformer <HIGH>	Cable-Al-50mm2-33,0kV	898	-13.847,92	18,19	20,25
Safnstdöð_min2_star	Siemens 3000 kW (4789) Transformer <HIGH>	Cable-Al-50mm2-33,0kV	931	-13.847,93	18,85	20,25
Safnstdöð_min2_star	Siemens 3000 kW (4792) Transformer <HIGH>	Cable-Al-50mm2-33,0kV	1.297	-13.847,98	26,23	20,22
Safnstdöð Búrfellslundur	Safnstdöð_min3_star	Cable-Al-630mm2-33,0kV	2.410	-110.642,90	227,76	94,51
Safnstdöð_min3_star	Siemens 3000 kW (4769) Transformer <HIGH>	Cable-Al-50mm2-33,0kV	644	-13.848,00	13,02	20,22
Safnstdöð_min3_star	Siemens 3000 kW (4796) Transformer <HIGH>	Cable-Al-50mm2-33,0kV	582	-13.847,99	11,77	20,23
Safnstdöð_min3_star	Siemens 3000 kW (4773) Transformer <HIGH>	Cable-Al-50mm2-33,0kV	962	-13.848,05	19,43	20,20
Safnstdöð_min3_star	Siemens 3000 kW (4793) Transformer <HIGH>	Cable-Al-50mm2-33,0kV	531	-13.847,99	10,74	20,23
Safnstdöð_min3_star	Siemens 3000 kW (4771) Transformer <HIGH>	Cable-Al-50mm2-33,0kV	1.053	-13.848,06	21,26	20,19
Safnstdöð_min3_star	Siemens 3000 kW (4776) Transformer <HIGH>	Cable-Al-50mm2-33,0kV	1.363	-13.848,11	27,48	20,16
Safnstdöð_min3_star	Siemens 3000 kW (4795) Transformer <HIGH>	Cable-Al-50mm2-33,0kV	939	-13.848,05	18,97	20,20
Safnstdöð_min3_star	Siemens 3000 kW (4790) Transformer <HIGH>	Cable-Al-50mm2-33,0kV	927	-13.848,05	18,72	20,20
Safnstdöð Búrfellslundur	Safnstdöð_min1_star	Cable-Al-630mm2-33,0kV	2.216	-110.642,59	209,50	94,54
Safnstdöð_min1_star	Siemens 3000 kW (4750) Transformer <HIGH>	Cable-Al-50mm2-33,0kV	739	-13.848,00	14,94	20,22
Safnstdöð_min1_star	Siemens 3000 kW (4753) Transformer <HIGH>	Cable-Al-50mm2-33,0kV	631	-13.847,99	12,76	20,23
Safnstdöð_min1_star	Siemens 3000 kW (4749) Transformer <HIGH>	Cable-Al-50mm2-33,0kV	472	-13.847,96	9,55	20,24
Safnstdöð_min1_star	Siemens 3000 kW (4752) Transformer <HIGH>	Cable-Al-50mm2-33,0kV	852	-13.848,02	17,22	20,21
Safnstdöð_min1_star	Siemens 3000 kW (4747) Transformer <HIGH>	Cable-Al-50mm2-33,0kV	888	-13.848,02	17,95	20,21
Safnstdöð_min1_star	Siemens 3000 kW (4755) Transformer <HIGH>	Cable-Al-50mm2-33,0kV	1.038	-13.848,05	20,96	20,20
Safnstdöð_min1_star	Siemens 3000 kW (4748) Transformer <HIGH>	Cable-Al-50mm2-33,0kV	1.147	-13.848,06	23,16	20,19
Safnstdöð_min1_star	Siemens 3000 kW (4757) Transformer <HIGH>	Cable-Al-50mm2-33,0kV	1.241	-13.848,08	25,04	20,18
Safnstdöð Búrfellslundur	Siemens 3000 kW (4746) Transformer <HIGH>	Cable-Al-50mm2-33,0kV	558	-13.847,80	11,33	20,31
Safnstdöð Búrfellslundur	Siemens 3000 kW (4745) Transformer <HIGH>	Cable-Al-50mm2-33,0kV	971	-13.847,86	19,69	20,28
Sum			27.252		991,40	36,38

### Full load losses

Connector	Node out	Node in	Component loss [MW]
Flutningskerfi LN Hafið	Far Generator	Flutningskerfi LN Hafið	0,0000
Overhead line-Al/St-187mm2-220,0kV	Flutningskerfi LN Hafið	220/33 kV spennir Búrfellslundur <HIGH>	0,0359
100,0MVA-220,0/33,0kV	220/33 kV spennir Búrfellslundur <HIGH>	220/33 kV spennir Búrfellslundur <LOW>	0,3707
Cable-Al-2x1.000mm2-33,0kV	220/33 kV spennir Búrfellslundur <LOW>	Safnstdöð Búrfellslundur	0,0122
Cable-Al-630mm2-33,0kV	Safnstdöð Búrfellslundur	Safnstdöð_min2_star	0,0189
Cable-Al-50mm2-33,0kV	Safnstdöð_min2_star	Siemens 3000 kW (4788) Transformer <HIGH>	0,0026
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4788) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4788) Transformer <LOW>	0,0267
Cable-Al-50mm2-33,0kV	Safnstdöð_min2_star	Siemens 3000 kW (4781) Transformer <HIGH>	0,0026
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4781) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4781) Transformer <LOW>	0,0267
Cable-Al-50mm2-33,0kV	Safnstdöð_min2_star	Siemens 3000 kW (4787) Transformer <HIGH>	0,0047
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4787) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4787) Transformer <LOW>	0,0267
Cable-Al-50mm2-33,0kV	Safnstdöð_min2_star	Siemens 3000 kW (4782) Transformer <HIGH>	0,0046
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4782) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4782) Transformer <LOW>	0,0267
Cable-Al-50mm2-33,0kV	Safnstdöð_min2_star	Siemens 3000 kW (4783) Transformer <HIGH>	0,0047
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4783) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4785) Transformer <LOW>	0,0267
Cable-Al-50mm2-33,0kV	Safnstdöð_min2_star	Siemens 3000 kW (4789) Transformer <HIGH>	0,0049
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4789) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4789) Transformer <LOW>	0,0267
Cable-Al-50mm2-33,0kV	Safnstdöð_min2_star	Siemens 3000 kW (4792) Transformer <HIGH>	0,0068
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4792) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4792) Transformer <LOW>	0,0267
Cable-Al-630mm2-33,0kV	Safnstdöð Búrfellslundur	Safnstdöð_min3_star	0,0589
Cable-Al-50mm2-33,0kV	Safnstdöð_min3_star	Siemens 3000 kW (4769) Transformer <HIGH>	0,0034
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4769) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4769) Transformer <LOW>	0,0267
Cable-Al-50mm2-33,0kV	Safnstdöð_min3_star	Siemens 3000 kW (4796) Transformer <HIGH>	0,0030
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4796) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4796) Transformer <LOW>	0,0267
Cable-Al-50mm2-33,0kV	Safnstdöð_min3_star	Siemens 3000 kW (4773) Transformer <HIGH>	0,0050
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4773) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4773) Transformer <LOW>	0,0267
Cable-Al-50mm2-33,0kV	Safnstdöð_min3_star	Siemens 3000 kW (4793) Transformer <HIGH>	0,0028
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4793) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4771) Transformer <HIGH>	0,0267
Cable-Al-50mm2-33,0kV	Safnstdöð_min3_star	Siemens 3000 kW (4771) Transformer <HIGH>	0,0055

To be continued on next page...

WindPRO is developed by EMD International A/S, Niels Jernesvej 10, DK-9220 Aalborg Ø, Tel. +45 96 35 44 44, Fax +45 96 35 44 46, e-mail: windpro@emd.dk

Project:  
**HAF\_60m**

Printed/Page

13.10.2014 13:46 / 4

Licensed user:

**EFLA Consulting Engineers**

Höfðabakki 9

IS-110 Reykjavik

+354 412 6000

Eggert Thorgrimsson / eggert.thorgrimsson@efla.is

Calculated:

13.10.2014 11:33/2.9.269

## eGrid - Details for Losses

**Calculation:** TBS - star

...continued from previous page

Connector	Node out	Node in	Component loss [MW]
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4771) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4771) Transformer <LOW>	0,0267
Cable-AI-50mm2-33,0kV	Safnstdod_mini3_star	Siemens 3000 kW (4776) Transformer <HIGH>	0,0071
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4776) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4776) Transformer <LOW>	0,0266
Cable-AI-50mm2-33,0kV	Safnstdod_mini3_star	Siemens 3000 kW (4795) Transformer <HIGH>	0,0049
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4795) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4795) Transformer <LOW>	0,0267
Cable-AI-50mm2-33,0kV	Safnstdod_mini3_star	Siemens 3000 kW (4790) Transformer <HIGH>	0,0048
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4790) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4790) Transformer <LOW>	0,0267
Cable-AI-630mm2-33,0kV	Safnstdod_Búrfellslundur	Safnstdod_mini1_star	0,0542
Cable-AI-50mm2-33,0kV	Safnstdod_mini1_star	Siemens 3000 kW (4750) Transformer <HIGH>	0,0039
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4750) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4750) Transformer <LOW>	0,0267
Cable-AI-50mm2-33,0kV	Safnstdod_mini1_star	Siemens 3000 kW (4753) Transformer <HIGH>	0,0033
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4753) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4753) Transformer <LOW>	0,0267
Cable-AI-50mm2-33,0kV	Safnstdod_mini1_star	Siemens 3000 kW (4749) Transformer <HIGH>	0,0025
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4749) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4749) Transformer <LOW>	0,0267
Cable-AI-50mm2-33,0kV	Safnstdod_mini1_star	Siemens 3000 kW (4752) Transformer <HIGH>	0,0045
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4752) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4752) Transformer <LOW>	0,0267
Cable-AI-50mm2-33,0kV	Safnstdod_mini1_star	Siemens 3000 kW (4747) Transformer <HIGH>	0,0046
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4747) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4747) Transformer <LOW>	0,0267
Cable-AI-50mm2-33,0kV	Safnstdod_mini1_star	Siemens 3000 kW (4755) Transformer <HIGH>	0,0054
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4755) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4755) Transformer <LOW>	0,0267
Cable-AI-50mm2-33,0kV	Safnstdod_mini1_star	Siemens 3000 kW (4748) Transformer <HIGH>	0,0060
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4748) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4748) Transformer <LOW>	0,0267
Cable-AI-50mm2-33,0kV	Safnstdod_mini1_star	Siemens 3000 kW (4757) Transformer <HIGH>	0,0065
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4757) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4757) Transformer <LOW>	0,0266
Cable-AI-50mm2-33,0kV	Safnstdod_Búrfellslundur	Siemens 3000 kW (4746) Transformer <HIGH>	0,0029
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4746) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4746) Transformer <LOW>	0,0267
Cable-AI-50mm2-33,0kV	Safnstdod_Búrfellslundur	Siemens 3000 kW (4745) Transformer <HIGH>	0,0051
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4745) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4745) Transformer <LOW>	0,0267

**Viðauki C**

**Hringtengt kerfi, betra tilvikið**

Project:  
**HAF\_60m**

Printed/Page  
13.10.2014 13:49 / 1

Licensed user:  
**EFLA Consulting Engineers**  
Höfðabakki 9  
IS-110 Reykjavik  
+354 412 6000  
Eggert Thorgrimsson / eggert.thorgrimsson@efla.is  
Calculated:  
13.10.2014 13:48/2.9.269

## eGrid - Design check

Calculation: TBS - ring

### Assumptions

Calculated according to: VDEW

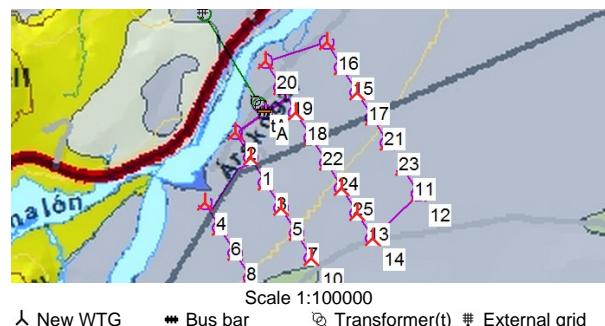
Fixed voltage node: Flutningskerfi LN Hafið

Actual fixed voltage: 220,00 kV

Used temperature characteristic for cables: 20 Deg C (constant)

### Allowable voltage difference

Level	Nominal voltage [kV]	Contracted voltage [kV]	Max above [%]	Max below [%]
High Voltage	220,00	220,00	5,0	10,0
Medium voltage	33,00	33,00	5,0	10,0
Low voltage	0,69	0,69	5,0	10,0



### WTG power

WTG power used in calculation: 10 min mean maximum. Default scale factor: 1,13

WTG	Input		Result		
	P [MW]	Scale factor	P [MW]	Q [MVAr]	Cos Phi
1 Siemens 3000 kW (4745)	3,00	1,13	3,39	0,00	1,0000
2 Siemens 3000 kW (4746)	3,00	1,13	3,39	0,00	1,0000
3 Siemens 3000 kW (4747)	3,00	1,13	3,39	0,00	1,0000
4 Siemens 3000 kW (4748)	3,00	1,13	3,39	0,00	1,0000
5 Siemens 3000 kW (4749)	3,00	1,13	3,39	0,00	1,0000
6 Siemens 3000 kW (4750)	3,00	1,13	3,39	0,00	1,0000
7 Siemens 3000 kW (4752)	3,00	1,13	3,39	0,00	1,0000
8 Siemens 3000 kW (4753)	3,00	1,13	3,39	0,00	1,0000
9 Siemens 3000 kW (4755)	3,00	1,13	3,39	0,00	1,0000
10 Siemens 3000 kW (4757)	3,00	1,13	3,39	0,00	1,0000
11 Siemens 3000 kW (4769)	3,00	1,13	3,39	0,00	1,0000
12 Siemens 3000 kW (4771)	3,00	1,13	3,39	0,00	1,0000
13 Siemens 3000 kW (4773)	3,00	1,13	3,39	0,00	1,0000
14 Siemens 3000 kW (4776)	3,00	1,13	3,39	0,00	1,0000
15 Siemens 3000 kW (4781)	3,00	1,13	3,39	0,00	1,0000
16 Siemens 3000 kW (4782)	3,00	1,13	3,39	0,00	1,0000
17 Siemens 3000 kW (4785)	3,00	1,13	3,39	0,00	1,0000
18 Siemens 3000 kW (4787)	3,00	1,13	3,39	0,00	1,0000
19 Siemens 3000 kW (4788)	3,00	1,13	3,39	0,00	1,0000
20 Siemens 3000 kW (4789)	3,00	1,13	3,39	0,00	1,0000
21 Siemens 3000 kW (4790)	3,00	1,13	3,39	0,00	1,0000
22 Siemens 3000 kW (4792)	3,00	1,13	3,39	0,00	1,0000
23 Siemens 3000 kW (4793)	3,00	1,13	3,39	0,00	1,0000
24 Siemens 3000 kW (4795)	3,00	1,13	3,39	0,00	1,0000
25 Siemens 3000 kW (4796)	3,00	1,13	3,39	0,00	1,0000

### No loads in calculation

## Calculation results

### Voltages

Node	U [kV]	Angle [°]	Contracted voltage [kV]	Max above [%]	Max below [%]	DU [%]	Assessment
Far Generator	220,61	0,00	220,00	5,0	10,0	0,2786	ok
Flutningskerfi LN Hafið	220,00	0,95	220,00	5,0	10,0	0,0000	ok
220/33 kV spennir Búrfellslundur <HIGH>	220,08	1,02	220,00	5,0	10,0	0,0377	ok
220/33 kV spennir Búrfellslundur <LOW>	32,77	-143,17	33,00	5,0	10,0	-0,6943	ok
Safnstöð Búrfellslundur	32,78	-143,14	33,00	5,0	10,0	-0,6789	ok
Siemens 3000 kW (4788) Transformer <HIGH>	32,78	-143,07	33,00	5,0	10,0	-0,6533	ok
Siemens 3000 kW (4788) Transformer <LOW>	0,69	-139,43	0,69	5,0	10,0	-0,0899	ok
Siemens 3000 kW (4789) Transformer <HIGH>	32,79	-143,02	33,00	5,0	10,0	-0,6324	ok
Siemens 3000 kW (4789) Transformer <LOW>	0,69	-139,38	0,69	5,0	10,0	-0,0690	ok

To be continued on next page...

WindPRO is developed by EMD International A/S, Niels Jernesvej 10, DK-9220 Aalborg Ø, Tel. +45 96 35 44 44, Fax +45 96 35 44 46, e-mail: windpro@emd.dk

Project:  
**HAF\_60m**

Printed/Page  
13.10.2014 13:49 / 2  
Licensed user:  
**EFLA Consulting Engineers**  
Höfðabakki 9  
IS-110 Reykjavik  
+354 412 6000  
Eggert Thorgrimsson / eggert.thorgrimsson@efla.is  
Calculated:  
13.10.2014 13:48/2.9.269

## eGrid - Design check

Calculation: TBS - ring

...continued from previous page

Node	U [kV]	Angle [°]	Contracted voltage [kV]	Max above [%]	Max below [%]	DU [%]	Assessment
Siemens 3000 kW (4782) Transformer <HIGH>	32,80	-142,94	33,00	5,0	10,0	-0,5958	ok
Siemens 3000 kW (4782) Transformer <LOW>	0,69	-139,30	0,69	5,0	10,0	-0,0325	ok
Siemens 3000 kW (4781) Transformer <HIGH>	32,81	-142,90	33,00	5,0	10,0	-0,5821	ok
Siemens 3000 kW (4781) Transformer <LOW>	0,69	-139,27	0,69	5,0	10,0	-0,0188	ok
Siemens 3000 kW (4785) Transformer <HIGH>	32,81	-142,88	33,00	5,0	10,0	-0,5644	ok
Siemens 3000 kW (4785) Transformer <LOW>	0,69	-139,24	0,69	5,0	10,0	-0,0011	ok
Siemens 3000 kW (4790) Transformer <HIGH>	32,82	-142,86	33,00	5,0	10,0	-0,5526	ok
Siemens 3000 kW (4790) Transformer <LOW>	0,69	-139,23	0,69	5,0	10,0	0,0106	ok
Siemens 3000 kW (4793) Transformer <HIGH>	32,82	-142,85	33,00	5,0	10,0	-0,5468	ok
Siemens 3000 kW (4793) Transformer <LOW>	0,69	-139,22	0,69	5,0	10,0	0,0164	ok
Siemens 3000 kW (4787) Transformer <HIGH>	32,79	-143,05	33,00	5,0	10,0	-0,6400	ok
Siemens 3000 kW (4787) Transformer <LOW>	0,69	-139,41	0,69	5,0	10,0	-0,0766	ok
Siemens 3000 kW (4792) Transformer <HIGH>	32,80	-142,99	33,00	5,0	10,0	-0,6160	ok
Siemens 3000 kW (4792) Transformer <LOW>	0,69	-139,35	0,69	5,0	10,0	-0,0526	ok
Siemens 3000 kW (4795) Transformer <HIGH>	32,80	-142,94	33,00	5,0	10,0	-0,5953	ok
Siemens 3000 kW (4795) Transformer <LOW>	0,69	-139,31	0,69	5,0	10,0	-0,0320	ok
Siemens 3000 kW (4796) Transformer <HIGH>	32,81	-142,90	33,00	5,0	10,0	-0,5780	ok
Siemens 3000 kW (4796) Transformer <LOW>	0,69	-139,27	0,69	5,0	10,0	-0,0147	ok
Siemens 3000 kW (4773) Transformer <HIGH>	32,82	-142,87	33,00	5,0	10,0	-0,5542	ok
Siemens 3000 kW (4773) Transformer <LOW>	0,69	-139,24	0,69	5,0	10,0	0,0090	ok
Siemens 3000 kW (4776) Transformer <HIGH>	32,82	-142,84	33,00	5,0	10,0	-0,5363	ok
Siemens 3000 kW (4776) Transformer <LOW>	0,69	-139,21	0,69	5,0	10,0	0,0269	ok
Siemens 3000 kW (4771) Transformer <HIGH>	32,83	-142,81	33,00	5,0	10,0	-0,5111	ok
Siemens 3000 kW (4771) Transformer <LOW>	0,69	-139,18	0,69	5,0	10,0	0,0521	ok
Siemens 3000 kW (4769) Transformer <HIGH>	32,83	-142,80	33,00	5,0	10,0	-0,5053	ok
Siemens 3000 kW (4769) Transformer <LOW>	0,69	-139,17	0,69	5,0	10,0	0,0579	ok
Siemens 3000 kW (4748) Transformer <HIGH>	32,81	-142,97	33,00	5,0	10,0	-0,5652	ok
Siemens 3000 kW (4748) Transformer <LOW>	0,69	-139,34	0,69	5,0	10,0	-0,0020	ok
Siemens 3000 kW (4750) Transformer <HIGH>	32,82	-142,95	33,00	5,0	10,0	-0,5476	ok
Siemens 3000 kW (4750) Transformer <LOW>	0,69	-139,31	0,69	5,0	10,0	0,0156	ok
Siemens 3000 kW (4753) Transformer <HIGH>	32,82	-142,93	33,00	5,0	10,0	-0,5360	ok
Siemens 3000 kW (4753) Transformer <LOW>	0,69	-139,30	0,69	5,0	10,0	0,0272	ok
Siemens 3000 kW (4755) Transformer <HIGH>	32,83	-142,92	33,00	5,0	10,0	-0,5192	ok
Siemens 3000 kW (4755) Transformer <LOW>	0,69	-139,29	0,69	5,0	10,0	0,0440	ok
Siemens 3000 kW (4746) Transformer <HIGH>	32,79	-143,07	33,00	5,0	10,0	-0,6364	ok
Siemens 3000 kW (4746) Transformer <LOW>	0,69	-139,43	0,69	5,0	10,0	-0,0730	ok
Siemens 3000 kW (4745) Transformer <HIGH>	32,80	-143,03	33,00	5,0	10,0	-0,6069	ok
Siemens 3000 kW (4745) Transformer <LOW>	0,69	-139,39	0,69	5,0	10,0	-0,0435	ok
Siemens 3000 kW (4747) Transformer <HIGH>	32,81	-143,00	33,00	5,0	10,0	-0,5836	ok
Siemens 3000 kW (4747) Transformer <LOW>	0,69	-139,36	0,69	5,0	10,0	-0,0203	ok
Siemens 3000 kW (4749) Transformer <HIGH>	32,82	-142,97	33,00	5,0	10,0	-0,5331	ok
Siemens 3000 kW (4749) Transformer <LOW>	0,69	-139,33	0,69	5,0	10,0	0,0301	ok
Siemens 3000 kW (4752) Transformer <HIGH>	32,84	-142,94	33,00	5,0	10,0	-0,4995	ok
Siemens 3000 kW (4752) Transformer <LOW>	0,69	-139,31	0,69	5,0	10,0	0,0636	ok
Siemens 3000 kW (4757) Transformer <HIGH>	32,84	-142,93	33,00	5,0	10,0	-0,4827	ok
Siemens 3000 kW (4757) Transformer <LOW>	0,69	-139,30	0,69	5,0	10,0	0,0804	ok

## Utilisation check

Transformer:

Connector	Node out	Node in	Sout [MVA]	Sin [MVA]	Rated [MVA]	Load [%]	Assessment
100,0MVA-220,0/33,0kV	220/33 kV spennir Búrfellslundur <HIGH>	220/33 kV spennir Búrfellslundur <LOW>	84,44	83,92	100,00	84,4	ok
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4788) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4788) Transformer <LOW>	3,37	3,39	4,00	84,8	ok
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4789) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4789) Transformer <LOW>	3,37	3,39	4,00	84,8	ok
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4782) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4782) Transformer <LOW>	3,37	3,39	4,00	84,8	ok
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4781) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4781) Transformer <LOW>	3,37	3,39	4,00	84,8	ok
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4785) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4785) Transformer <LOW>	3,37	3,39	4,00	84,8	ok
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4790) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4790) Transformer <LOW>	3,37	3,39	4,00	84,8	ok
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4793) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4793) Transformer <LOW>	3,37	3,39	4,00	84,8	ok
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4787) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4787) Transformer <LOW>	3,37	3,39	4,00	84,8	ok
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4792) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4792) Transformer <LOW>	3,37	3,39	4,00	84,8	ok
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4795) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4795) Transformer <LOW>	3,37	3,39	4,00	84,8	ok
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4796) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4796) Transformer <LOW>	3,37	3,39	4,00	84,8	ok

To be continued on next page...

WindPRO is developed by EMD International A/S, Niels Jernesvej 10, DK-9220 Aalborg Ø, Tel. +45 96 35 44 44, Fax +45 96 35 44 46, e-mail: windpro@emd.dk

Project:  
**HAF\_60m**

Printed/Page  
13.10.2014 13:49 / 3

Licensed user:  
**EFLA Consulting Engineers**  
Höfðabakki 9  
IS-110 Reykjavik  
+354 412 6000  
Eggert Thorgrimsson / eggert.thorgrimsson@efla.is  
Calculated:  
13.10.2014 13:48/2.9.269

## eGrid - Design check

### Calculation: TBS - ring

...continued from previous page

Connector	Node out	Node in	Sout	Sin	Rated	Load	Assessment
			[MVA]	[MVA]	[MVA]	[%]	
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4773) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4773) Transformer <LOW>	3,37	3,39	4,00	84,8	ok
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4776) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4776) Transformer <LOW>	3,37	3,39	4,00	84,8	ok
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4771) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4771) Transformer <LOW>	3,37	3,39	4,00	84,8	ok
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4769) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4769) Transformer <LOW>	3,37	3,39	4,00	84,8	ok
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4748) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4748) Transformer <LOW>	3,37	3,39	4,00	84,8	ok
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4750) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4750) Transformer <LOW>	3,37	3,39	4,00	84,8	ok
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4753) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4753) Transformer <LOW>	3,37	3,39	4,00	84,8	ok
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4755) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4755) Transformer <LOW>	3,37	3,39	4,00	84,8	ok
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4746) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4746) Transformer <LOW>	3,37	3,39	4,00	84,8	ok
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4745) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4745) Transformer <LOW>	3,37	3,39	4,00	84,8	ok
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4747) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4747) Transformer <LOW>	3,37	3,39	4,00	84,8	ok
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4749) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4749) Transformer <LOW>	3,37	3,39	4,00	84,8	ok
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4752) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4752) Transformer <LOW>	3,37	3,39	4,00	84,8	ok
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4757) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4757) Transformer <LOW>	3,37	3,39	4,00	84,8	ok

### Cable/Overhead lines:

Connector	Node out	Node in	Iout	lin	Limitation factor	Imax	Load	Assessment
			[A]	[A]	[%]	[A]	[%]	
Overhead line-Al/St-187mm2-220,0kV	Flutningskerfi LN Hafið	220/33 kV spennir Búrfellslundur <HIGH>	221,4	221,5	1,00	500,0	44,3	ok
Cable-Al-2x1.000mm2-33,0kV	220/33 kV spennir Búrfellslundur <LOW>	Safnstdóð Búrfellslundur	1.478,6	1.478,6	1,00	1710,0	86,5	ok
Cable-Al-1.200mm2-33,0kV	Safnstdóð Búrfellslundur	Siemens 3000 kW (4788) Transformer <HIGH>	414,1	414,2	1,00	910,0	45,5	ok
Cable-Al-1.000mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4788) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4789) Transformer <HIGH>	354,9	355,0	1,00	855,0	41,5	ok
Cable-Al-1.000mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4789) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4782) Transformer <HIGH>	295,7	295,8	1,00	855,0	34,6	ok
Cable-Al-1.000mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4782) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4781) Transformer <HIGH>	236,6	236,7	1,00	855,0	27,7	ok
Cable-Al-630mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4781) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4785) Transformer <HIGH>	177,5	177,5	1,00	690,0	25,7	ok
Cable-Al-630mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4785) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4790) Transformer <HIGH>	118,3	118,4	1,00	690,0	17,2	ok
Cable-Al-630mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4790) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4793) Transformer <HIGH>	59,1	59,2	1,00	690,0	8,6	ok
Cable-Al-1.000mm2-33,0kV	Safnstdóð Búrfellslundur	Siemens 3000 kW (4787) Transformer <HIGH>	473,2	473,2	1,00	855,0	55,4	ok
Cable-Al-1.000mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4787) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4792) Transformer <HIGH>	414,0	414,1	1,00	855,0	48,4	ok
Cable-Al-1.000mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4792) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4795) Transformer <HIGH>	354,8	354,9	1,00	855,0	41,5	ok
Cable-Al-1.000mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4795) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4796) Transformer <HIGH>	295,6	295,7	1,00	855,0	34,6	ok
Cable-Al-630mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4796) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4773) Transformer <HIGH>	236,5	236,5	1,00	690,0	34,3	ok
Cable-Al-630mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4773) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4776) Transformer <HIGH>	177,3	177,4	1,00	690,0	25,7	ok
Cable-Al-630mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4776) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4771) Transformer <HIGH>	118,2	118,3	1,00	690,0	17,1	ok
Cable-Al-630mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4771) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4769) Transformer <HIGH>	59,1	59,2	1,00	690,0	8,6	ok
Cable-Al-630mm2-33,0kV	Safnstdóð Búrfellslundur	Siemens 3000 kW (4748) Transformer <HIGH>	236,4	236,6	1,00	690,0	34,3	ok
Cable-Al-630mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4748) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4750) Transformer <HIGH>	177,4	177,5	1,00	690,0	25,7	ok
Cable-Al-630mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4750) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4753) Transformer <HIGH>	118,3	118,3	1,00	690,0	17,2	ok
Cable-Al-240mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4753) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4755) Transformer <HIGH>	59,1	59,2	1,00	422,0	14,0	ok
Cable-Al-630mm2-33,0kV	Safnstdóð Búrfellslundur	Siemens 3000 kW (4746) Transformer <HIGH>	355,0	355,0	1,00	690,0	51,5	ok
Cable-Al-630mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4746) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4745) Transformer <HIGH>	295,8	295,8	1,00	690,0	42,9	ok
Cable-Al-630mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4745) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4747) Transformer <HIGH>	236,6	236,6	1,00	690,0	34,3	ok
Cable-Al-240mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4747) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4749) Transformer <HIGH>	177,4	177,5	1,00	422,0	42,1	ok
Cable-Al-240mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4749) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4752) Transformer <HIGH>	118,3	118,3	1,00	422,0	28,0	ok
Cable-Al-240mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4752) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4757) Transformer <HIGH>	59,1	59,2	1,00	422,0	14,0	ok

### Active and reactive power and losses

Connector	Node out	Node in	Pout	Pin	Qout	Qin	DP	DQ
			[MW]	[MW]	[MVAr]	[MVAr]	[MW]	[MVAr]
Flutningskerfi LN Hafið	Far Generator	Flutningskerfi LN Hafið	-83,33	-83,33	14,66	13,24	0,00	1,42
Overhead line-Al/St-187mm2-220,0kV	Flutningskerfi LN Hafið	220/33 kV spennir Búrfellslundur <HIGH>	-83,33	-83,38	13,24	13,38	0,05	-0,15
100,0MVA-220,0/33,0kV	220/33 kV spennir Búrfellslundur <HIGH>	220/33 kV spennir Búrfellslundur <LOW>	-83,38	-83,81	13,38	4,35	0,43	9,03
Cable-Al-2x1.000mm2-33,0kV	220/33 kV spennir Búrfellslundur <LOW>	Safnstdóð Búrfellslundur	-83,81	-83,83	4,35	4,35	0,02	0,01
Cable-Al-1.200mm2-33,0kV	Safnstdóð Búrfellslundur	Siemens 3000 kW (4788) Transformer <HIGH>	-23,48	-23,48	1,19	1,26	0,01	-0,07
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4788) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4788) Transformer <LOW>	-3,36	-3,39	0,23	0,00	0,03	0,23
Cable-Al-1.000mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4788) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4789) Transformer <HIGH>	-20,13	-20,13	1,03	1,07	0,01	-0,05
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4789) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4789) Transformer <LOW>	-3,36	-3,39	0,23	0,00	0,03	0,23
Cable-Al-1.000mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4789) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4782) Transformer <HIGH>	-16,77	-16,78	0,84	0,95	0,01	-0,11
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4782) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4782) Transformer <LOW>	-3,36	-3,39	0,23	0,00	0,03	0,23
Cable-Al-1.000mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4782) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4781) Transformer <HIGH>	-13,42	-13,43	0,72	0,78	0,00	-0,06
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4781) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4781) Transformer <LOW>	-3,36	-3,39	0,23	0,00	0,03	0,23
Cable-Al-630mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4781) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4785) Transformer <HIGH>	-10,07	-10,07	0,54	0,59	0,00	-0,05
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4785) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4785) Transformer <LOW>	-3,36	-3,39	0,23	0,00	0,03	0,23
Cable-Al-630mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4785) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4790) Transformer <HIGH>	-6,71	-6,71	0,36	0,41	0,00	-0,05
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4790) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4790) Transformer <LOW>	-3,36	-3,39	0,23	0,00	0,03	0,23
Cable-Al-630mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4790) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4793) Transformer <HIGH>	-3,36	-3,36	0,18	0,23	0,00	-0,05
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4793) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4793) Transformer <LOW>	-3,36	-3,39	0,23	0,00	0,03	0,23
Cable-Al-630mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4793) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4787) Transformer <HIGH>	-26,82	-26,84	1,41	1,46	0,01	-0,05
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4787) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4787) Transformer <LOW>	-3,36	-3,39	0,23	0,00	0,03	0,23
Cable-Al-1.000mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4787) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4792) Transformer <HIGH>	-23,48	-23,49	1,23	1,27	0,01	-0,04
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4792) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4792) Transformer <LOW>	-3,36	-3,39	0,23	0,00	0,03	0,23
Cable-Al-1.000mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4792) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4795) Transformer <HIGH>	-20,13	-20,13	1,04	1,09	0,01	-0,05
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4795) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4795) Transformer <LOW>	-3,36	-3,39	0,23	0,00	0,03	0,23
Cable-Al-1.000mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4795) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4796) Transformer <HIGH>	-16,78	-16,78	0,85	0,91	0,00	-0,05
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4796) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4796) Transformer <LOW>	-3,36	-3,39	0,23	0,00	0,03	0,23

To be continued on next page...

WindPRO is developed by EMD International A/S, Niels Jernesvej 10, DK-9220 Aalborg Ø, Tel. +45 96 35 44 44, Fax +45 96 35 44 46, e-mail: windpro@emd.dk

Project:  
**HAF\_60m**

Printed/Page  
13.10.2014 13:49 / 4

Licensed user:  
**EFLA Consulting Engineers**  
Höfðabakki 9  
IS-110 Reykjavik  
+354 412 6000  
Eggert Thorgrimsson / eggert.thorgrimsson@efla.is  
Calculated:  
13.10.2014 13:48/2.9.269

## eGrid - Design check

### Calculation: TBS - ring

...continued from previous page

Connector	Node out	Node in	Pout [MW]	Pin [MW]	Qout [MVar]	Qin [MVar]	DP [MW]	DQ [MVA]
Cable-AI-630mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4796) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4773) Transformer <HIGH>	-13,42	-13,43	0,67	0,72	0,00	-0,05
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4773) Transformer <LOW>		-3,36	-3,39	0,23	0,00	0,03	0,23
Cable-AI-630mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4773) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4776) Transformer <HIGH>	-10,07	-10,07	0,49	0,54	0,00	-0,05
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4776) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4776) Transformer <LOW>	-3,36	-3,39	0,23	0,00	0,03	0,23
Cable-AI-630mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4776) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4771) Transformer <HIGH>	-6,71	-6,71	0,30	0,41	0,00	-0,11
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4771) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4771) Transformer <LOW>	-3,36	-3,39	0,23	0,00	0,03	0,23
Cable-AI-630mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4771) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4769) Transformer <HIGH>	-3,36	-3,36	0,18	0,23	0,00	-0,05
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4769) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4769) Transformer <LOW>	-3,36	-3,39	0,23	0,00	0,03	0,23
Cable-AI-630mm2-33,0kV	Safnstöð Þurflellslundur	Siemens 3000 kW (4748) Transformer <HIGH>	-13,41	-13,43	0,58	0,79	0,02	-0,22
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4748) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4748) Transformer <LOW>	-3,36	-3,39	0,23	0,00	0,03	0,23
Cable-AI-630mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4748) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4750) Transformer <HIGH>	-10,07	-10,07	0,56	0,61	0,00	-0,05
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4750) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4750) Transformer <LOW>	-3,36	-3,39	0,23	0,00	0,03	0,23
Cable-AI-630mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4750) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4753) Transformer <HIGH>	-6,71	-6,71	0,38	0,43	0,00	-0,05
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4753) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4753) Transformer <LOW>	-3,36	-3,39	0,23	0,00	0,03	0,23
Cable-AI-240mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4753) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4755) Transformer <HIGH>	-3,36	-3,36	0,20	0,23	0,00	-0,04
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4755) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4755) Transformer <LOW>	-3,36	-3,39	0,23	0,00	0,03	0,23
Cable-AI-630mm2-33,0kV	Safnstöð Þurflellslundur	Siemens 3000 kW (4746) Transformer <HIGH>	-20,12	-20,13	1,17	1,21	0,01	-0,04
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4746) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4746) Transformer <LOW>	-3,36	-3,39	0,23	0,00	0,03	0,23
Cable-AI-630mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4746) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4745) Transformer <HIGH>	-16,77	-16,78	0,98	1,02	0,01	-0,04
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4745) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4745) Transformer <LOW>	-3,36	-3,39	0,23	0,00	0,03	0,23
Cable-AI-630mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4745) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4747) Transformer <HIGH>	-13,42	-13,42	0,78	0,83	0,00	-0,05
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4747) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4747) Transformer <LOW>	-3,36	-3,39	0,23	0,00	0,03	0,23
Cable-AI-240mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4747) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4749) Transformer <HIGH>	-10,06	-10,07	0,60	0,63	0,01	-0,03
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4749) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4749) Transformer <LOW>	-3,36	-3,39	0,23	0,00	0,03	0,23
Cable-AI-240mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4749) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4752) Transformer <HIGH>	-6,71	-6,71	0,40	0,43	0,00	-0,03
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4752) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4752) Transformer <LOW>	-3,36	-3,39	0,23	0,00	0,03	0,23
Cable-AI-240mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4752) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4757) Transformer <HIGH>	-3,36	-3,36	0,20	0,23	0,00	-0,04
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4757) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4757) Transformer <LOW>	-3,36	-3,39	0,23	0,00	0,03	0,23

Project:  
**HAF\_60m**

Printed/Page  
13.10.2014 13:49 / 1

Licensed user:  
**EFLA Consulting Engineers**  
Höfðabakki 9  
IS-110 Reykjavik  
+354 412 6000  
Eggert Thorgrimsson / eggert.thorgrimsson@efla.is  
Calculated:  
13.10.2014 13:48/2.9.269

## eGrid - Main result for Losses

Calculation: TBS - ring

### Assumptions

A parameter: 10,1 m/s

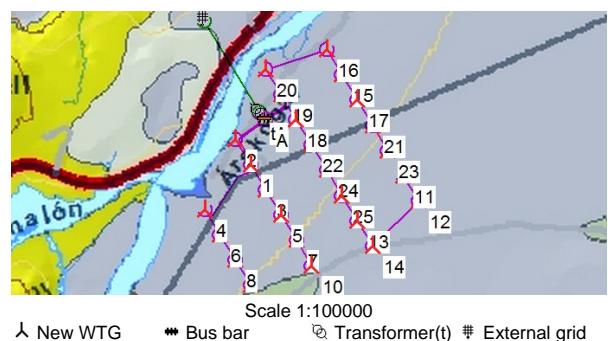
K parameter: 1,97

Used temperature characteristic for cables: 20 Deg C (constant)

### Annual losses

#### Annual results

	Energy [MWh/y]	Distribution of energy [%]
WTG production	349.528	100,00
Losses	6.021	1,72
<b>Net grid production</b>	<b>343.506</b>	<b>98,28</b>



### Component summary

Name	Count	Length [m]	Excavation length [m]	Annual losses	
				[MWh/y]	[%]
<b>High Voltage: 220,00 kV</b>					
100,0MVA-220,0/33,0kV	1			2.170,72	0,62
Overhead line-Al/St-187mm2-220,0kV	1	1.610	1.559	139,02	0,04
<b>SubTotal</b>	<b>2</b>	<b>1.610</b>	<b>1.559</b>	<b>2.309,74</b>	<b>0,66</b>
<b>Medium voltage: 33,00 kV</b>					
4,0MVA-33,0/0,7kV	25			3.332,42	0,95
Cable-Al-630mm2-33,0kV	13	8.345	7.926	152,07	0,04
Cable-Al-2x1.000mm2-33,0kV	1	164	141	47,33	0,01
Cable-Al-240mm2-33,0kV	4	1.844	1.729	27,33	0,01
Cable-Al-1.200mm2-33,0kV	1	590	559	22,59	0,01
Cable-Al-1.000mm2-33,0kV	7	3.945	3.730	129,84	0,04
<b>SubTotal</b>	<b>51</b>	<b>14.888</b>	<b>14.086</b>	<b>3.711,59</b>	<b>1,06</b>
<b>Totals</b>	<b>53</b>	<b>16.498</b>	<b>15.645</b>	<b>6.021,33</b>	<b>1,72</b>

Project:  
**HAF\_60m**

Printed/Page  
13.10.2014 13:49 / 1  
Licensed user:  
**EFLA Consulting Engineers**  
Höfðabakki 9  
IS-110 Reykjavik  
+354 412 6000  
Eggert Thorgrimsson / eggert.thorgrimsson@efla.is  
Calculated:  
13.10.2014 13:48/2.9.269

## eGrid - Details for Losses

Calculation: TBS - ring

### Annual yield for each connector and node

Connector	Node out	Node in	Annual yield [MWh/y]	Sum annual yield [MWh/y]
Flutningskerfi LN Hafið	Far Generator	Flutningskerfi LN Hafið	0,00	-343.506,47
Overhead line-Al/St-187mm2-220,0kV	Flutningskerfi LN Hafið	220/33 kV spennir Búrfellslundur <HIGH>	0,00	-343.645,49
100,0MVA-220,0/33,0kV	220/33 kV spennir Búrfellslundur <LOW>	220/33 kV spennir Búrfellslundur <LOW>	0,00	-345.816,21
Cable-Al-2x1.000mm2-33,0kV	Safnstdöð Búrfellslundur	Safnstdöð Búrfellslundur	0,00	-345.863,54
Safnstdöð Búrfellslundur	Safnstdöð Búrfellslundur	Safnstdöð Búrfellslundur	0,00	-345.863,54
Cable-Al-1.200mm2-33,0kV	Safnstdöð Búrfellslundur	Siemens 3000 kW (4788) Transformer <HIGH>	0,00	-96.880,17
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4788) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4788) Transformer <LOW>	0,00	-13.981,11
Siemens 3000 kW (4788)	Siemens 3000 kW (4788) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4788) Transformer <HIGH>	-13.981,11	0,00
Cable-Al-1.000mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4788) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4789) Transformer <HIGH>	0,00	-83.047,84
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4788) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4789) Transformer <LOW>	0,00	-13.981,11
Siemens 3000 kW (4789)	Siemens 3000 kW (4789) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4789) Transformer <LOW>	-13.981,11	0,00
Cable-Al-1.000mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4789) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4782) Transformer <HIGH>	0,00	-69.222,65
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4789) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4782) Transformer <LOW>	0,00	-13.981,11
Siemens 3000 kW (4782)	Siemens 3000 kW (4782) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4782) Transformer <LOW>	-13.981,11	0,00
Cable-Al-1.000mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4782) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4781) Transformer <HIGH>	0,00	-55.381,70
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4782) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4781) Transformer <LOW>	0,00	-13.981,11
Siemens 3000 kW (4781)	Siemens 3000 kW (4781) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4781) Transformer <HIGH>	-13.981,11	0,00
Cable-Al-630mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4781) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4785) Transformer <HIGH>	0,00	-41.540,05
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4781) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4785) Transformer <LOW>	0,00	-13.981,11
Siemens 3000 kW (4785)	Siemens 3000 kW (4785) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4790) Transformer <HIGH>	0,00	-27.694,97
Cable-Al-630mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4785) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4790) Transformer <LOW>	0,00	-13.981,11
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4790) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4790) Transformer <HIGH>	-13.981,11	0,00
Siemens 3000 kW (4790)	Siemens 3000 kW (4790) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4793) Transformer <HIGH>	0,00	-13.981,11
Cable-Al-630mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4793) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4793) Transformer <LOW>	0,00	-13.981,11
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4793) Transformer <HIGH>	Safnstdöð Búrfellslundur	-13.981,11	0,00
Siemens 3000 kW (4793)	Safnstdöð Búrfellslundur	Siemens 3000 kW (4787) Transformer <HIGH>	0,00	-110.712,30
Cable-Al-1.000mm2-33,0kV	Safnstdöð Búrfellslundur	Siemens 3000 kW (4787) Transformer <LOW>	0,00	-13.981,11
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4787) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4787) Transformer <HIGH>	-13.981,11	0,00
Siemens 3000 kW (4787)	Siemens 3000 kW (4787) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4787) Transformer <HIGH>	0,00	-96.885,33
Cable-Al-1.000mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4787) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4792) Transformer <HIGH>	0,00	-13.981,11
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4792) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4792) Transformer <LOW>	0,00	-13.981,11
Siemens 3000 kW (4792)	Siemens 3000 kW (4792) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4795) Transformer <HIGH>	-13.981,11	0,00
Cable-Al-1.000mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4795) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4795) Transformer <LOW>	0,00	-13.981,11
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4795) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4795) Transformer <HIGH>	-13.981,11	0,00
Siemens 3000 kW (4795)	Siemens 3000 kW (4795) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4796) Transformer <HIGH>	0,00	-69.215,63
Cable-Al-1.000mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4796) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4796) Transformer <LOW>	0,00	-13.981,11
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4796) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4773) Transformer <HIGH>	-13.981,11	0,00
Siemens 3000 kW (4796)	Siemens 3000 kW (4773) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4773) Transformer <LOW>	0,00	-13.981,11
Cable-Al-630mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4773) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4776) Transformer <HIGH>	0,00	-41.537,06
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4776) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4776) Transformer <LOW>	0,00	-13.981,11
Siemens 3000 kW (4776)	Siemens 3000 kW (4776) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4771) Transformer <HIGH>	-13.981,11	0,00
Cable-Al-630mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4771) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4771) Transformer <LOW>	0,00	-13.981,11
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4771) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4771) Transformer <HIGH>	-13.981,11	0,00
Siemens 3000 kW (4771)	Siemens 3000 kW (4771) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4769) Transformer <HIGH>	0,00	-13.847,86
Cable-Al-630mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4769) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4769) Transformer <LOW>	0,00	-13.981,11
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4769) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4773) Transformer <HIGH>	-13.981,11	0,00
Siemens 3000 kW (4769)	Siemens 3000 kW (4773) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4773) Transformer <LOW>	0,00	-13.981,11
Cable-Al-630mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4773) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4776) Transformer <HIGH>	0,00	-55.378,74
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4776) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4776) Transformer <LOW>	0,00	-13.981,11
Siemens 3000 kW (4776)	Siemens 3000 kW (4776) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4777) Transformer <HIGH>	-13.981,11	0,00
Cable-Al-630mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4777) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4777) Transformer <LOW>	0,00	-13.981,11
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4777) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4776) Transformer <HIGH>	-13.981,11	0,00
Siemens 3000 kW (4776)	Siemens 3000 kW (4776) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4776) Transformer <LOW>	0,00	-13.981,11
Cable-Al-630mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4776) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4771) Transformer <HIGH>	0,00	-27.695,04
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4771) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4771) Transformer <LOW>	0,00	-13.981,11
Siemens 3000 kW (4771)	Siemens 3000 kW (4771) Transformer <HIGH>	Safnstdöð Búrfellslundur	-13.981,11	0,00
Cable-Al-630mm2-33,0kV	Safnstdöð Búrfellslundur	Siemens 3000 kW (4748) Transformer <HIGH>	0,00	-55.380,62
4,0MVA-33,0/0,7kV	Safnstdöð Búrfellslundur	Siemens 3000 kW (4748) Transformer <LOW>	0,00	-13.981,11
Siemens 3000 kW (4748)	Siemens 3000 kW (4748) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4769) Transformer <HIGH>	-13.981,11	0,00
Cable-Al-630mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4769) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4769) Transformer <LOW>	0,00	-13.981,11
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4769) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4748) Transformer <HIGH>	-13.981,11	0,00
Siemens 3000 kW (4748)	Siemens 3000 kW (4748) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4748) Transformer <HIGH>	0,00	-13.981,11
Cable-Al-630mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4748) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4750) Transformer <HIGH>	-13.981,11	0,00
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4750) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4750) Transformer <LOW>	0,00	-13.981,11
Siemens 3000 kW (4750)	Siemens 3000 kW (4750) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4750) Transformer <HIGH>	-13.981,11	0,00
Cable-Al-630mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4750) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4753) Transformer <HIGH>	0,00	-27.693,87
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4753) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4753) Transformer <LOW>	0,00	-13.981,11
Siemens 3000 kW (4753)	Siemens 3000 kW (4753) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4753) Transformer <HIGH>	-13.981,11	0,00
Cable-Al-240mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4753) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4755) Transformer <HIGH>	0,00	-13.847,85
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4755) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4755) Transformer <LOW>	0,00	-13.981,11
Siemens 3000 kW (4755)	Siemens 3000 kW (4755) Transformer <HIGH>	Safnstdöð Búrfellslundur	-13.981,11	0,00
Cable-Al-630mm2-33,0kV	Safnstdöð Búrfellslundur	Siemens 3000 kW (4746) Transformer <HIGH>	0,00	-83.033,26
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4746) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4746) Transformer <LOW>	0,00	-13.981,11

To be continued on next page...

WindPRO is developed by EMD International A/S, Niels Jernesvej 10, DK-9220 Aalborg Ø, Tel. +45 96 35 44 44, Fax +45 96 35 44 46, e-mail: windpro@emd.dk

Project:  
**HAF\_60m**

Printed/Page  
13.10.2014 13:49 / 2

Licensed user:  
**EFLA Consulting Engineers**  
Höfðabakki 9  
IS-110 Reykjavik  
+354 412 6000  
Eggert Thorgrimsson / eggert.thorgrimsson@efla.is  
Calculated:  
13.10.2014 13:48/2.9.269

## eGrid - Details for Losses

**Calculation:** TBS - ring

...continued from previous page

Connector	Node out	Node in	Annual yield [MWh/y]	Sum annual yield [MWh/y]
Siemens 3000 kW (4746)			-13.981,11	0,00
Cable-Al-630mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4746) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4745) Transformer <HIGH>	0,00	-69.202,75
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4745) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4745) Transformer <LOW>	0,00	-13.981,11
Siemens 3000 kW (4745)			-13.981,11	0,00
Cable-Al-630mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4745) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4747) Transformer <HIGH>	0,00	-55.365,88
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4747) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4747) Transformer <LOW>	0,00	-13.981,11
Siemens 3000 kW (4747)			-13.981,11	0,00
Cable-Al-240mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4747) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4749) Transformer <HIGH>	0,00	-41.534,48
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4749) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4749) Transformer <LOW>	0,00	-13.981,11
Siemens 3000 kW (4749)			-13.981,11	0,00
Cable-Al-240mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4749) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4752) Transformer <HIGH>	0,00	-27.693,93
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4752) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4752) Transformer <LOW>	0,00	-13.981,11
Siemens 3000 kW (4752)			-13.981,11	0,00
Cable-Al-240mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4752) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4757) Transformer <HIGH>	0,00	-13.847,88
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4757) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4757) Transformer <LOW>	0,00	-13.981,11
Siemens 3000 kW (4757)			-13.981,11	0,00

## Annual losses

### Transformers

Name	Description:	Yield [MWh/y]	Losses [MWh/y]
High Voltage: 220,00 kV			
220/33 kV spennir Búrfellslundur	100,0MVA-220,0/33,0kV	-345.816,21	2.170,72
Medium voltage: 33,00 kV			
Siemens 3000 kW (4788) Transformer	4,0MVA-33,0/0,7kV	-13.981,11	133,36
Siemens 3000 kW (4789) Transformer	4,0MVA-33,0/0,7kV	-13.981,11	133,35
Siemens 3000 kW (4782) Transformer	4,0MVA-33,0/0,7kV	-13.981,11	133,32
Siemens 3000 kW (4781) Transformer	4,0MVA-33,0/0,7kV	-13.981,11	133,31
Siemens 3000 kW (4785) Transformer	4,0MVA-33,0/0,7kV	-13.981,11	133,29
Siemens 3000 kW (4790) Transformer	4,0MVA-33,0/0,7kV	-13.981,11	133,29
Siemens 3000 kW (4793) Transformer	4,0MVA-33,0/0,7kV	-13.981,11	133,28
Siemens 3000 kW (4787) Transformer	4,0MVA-33,0/0,7kV	-13.981,11	133,35
Siemens 3000 kW (4792) Transformer	4,0MVA-33,0/0,7kV	-13.981,11	133,33
Siemens 3000 kW (4795) Transformer	4,0MVA-33,0/0,7kV	-13.981,11	133,32
Siemens 3000 kW (4796) Transformer	4,0MVA-33,0/0,7kV	-13.981,11	133,31
Siemens 3000 kW (4773) Transformer	4,0MVA-33,0/0,7kV	-13.981,11	133,29
Siemens 3000 kW (4776) Transformer	4,0MVA-33,0/0,7kV	-13.981,11	133,27
Siemens 3000 kW (4771) Transformer	4,0MVA-33,0/0,7kV	-13.981,11	133,25
Siemens 3000 kW (4769) Transformer	4,0MVA-33,0/0,7kV	-13.981,11	133,25
Siemens 3000 kW (4748) Transformer	4,0MVA-33,0/0,7kV	-13.981,11	133,30
Siemens 3000 kW (4750) Transformer	4,0MVA-33,0/0,7kV	-13.981,11	133,28
Siemens 3000 kW (4753) Transformer	4,0MVA-33,0/0,7kV	-13.981,11	133,27
Siemens 3000 kW (4755) Transformer	4,0MVA-33,0/0,7kV	-13.981,11	133,26
Siemens 3000 kW (4746) Transformer	4,0MVA-33,0/0,7kV	-13.981,11	133,35
Siemens 3000 kW (4745) Transformer	4,0MVA-33,0/0,7kV	-13.981,11	133,33
Siemens 3000 kW (4747) Transformer	4,0MVA-33,0/0,7kV	-13.981,11	133,31
Siemens 3000 kW (4749) Transformer	4,0MVA-33,0/0,7kV	-13.981,11	133,27
Siemens 3000 kW (4752) Transformer	4,0MVA-33,0/0,7kV	-13.981,11	133,24
Siemens 3000 kW (4757) Transformer	4,0MVA-33,0/0,7kV	-13.981,11	133,23
Sum			3.332,42

### Lines

From	To	Description:	Length [m]	Yield [MWh/y]	Losses [MWh/y]	[MWh/(y*km)]
High Voltage: 220,00 kV						
Flutningskerfi LN Hafíð	220/33 kV spennir Búrfellslundur <HIGH>	Overhead line-Al/St-187mm2-220,0kV	1.610	-343.645,49	139,02	86,35
Medium voltage: 33,00 kV						
220/33 kV spennir Búrfellslundur <LOW>	Safnstoð Búrfellslundur	Cable-Al-2x1.000mm2-33,0kV	164	-345.863,54	47,33	288,58
Safnstoð Búrfellslundur	Siemens 3000 kW (4788) Transformer <HIGH>	Cable-Al-1.200mm2-33,0kV	590	-96.880,17	22,59	38,29
Siemens 3000 kW (4788) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4789) Transformer <HIGH>	Cable-Al-1.000mm2-33,0kV	465	-83.047,84	15,41	33,14
Siemens 3000 kW (4789) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4782) Transformer <HIGH>	Cable-Al-1.000mm2-33,0kV	981	-69.222,65	22,57	23,01

To be continued on next page...

WindPRO is developed by EMD International A/S, Niels Jernesvej 10, DK-9220 Aalborg Ø, Tel. +45 96 35 44 44, Fax +45 96 35 44 46, e-mail: windpro@emd.dk

Project:  
**HAF\_60m**

Printed/Page  
13.10.2014 13:49 / 3

Licensed user:  
**EFLA Consulting Engineers**  
Höfðabakki 9  
IS-110 Reykjavik  
+354 412 6000  
Eggert Thorgrimsson / eggert.thorgrimsson@efla.is  
Calculated:  
13.10.2014 13:48/2.9.269

## eGrid - Details for Losses

**Calculation:** TBS - ring

...continued from previous page

From	To	Description:	Length [m]	Yield [MWh/y]	Losses [MWh/y]
Siemens 3000 kW (4782) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4781) Transformer <HIGH>	Cable-AI-1.000mm2-33,0kV	465	-55.381,70	6,85 14,73
Siemens 3000 kW (4781) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4785) Transformer <HIGH>	Cable-AI-630mm2-33,0kV	461	-41.540,05	6,16 13,35
Siemens 3000 kW (4785) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4790) Transformer <HIGH>	Cable-AI-630mm2-33,0kV	461	-27.694,97	2,74 5,93
Siemens 3000 kW (4790) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4793) Transformer <HIGH>	Cable-AI-630mm2-33,0kV	461	-13.847,83	0,68 1,48
Safnstöð Búrfellslundur	Siemens 3000 kW (4787) Transformer <HIGH>	Cable-AI-1.000mm2-33,0kV	651	-110.712,30	38,35 58,91
Siemens 3000 kW (4787) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4792) Transformer <HIGH>	Cable-AI-1.000mm2-33,0kV	461	-96.885,33	20,79 45,09
Siemens 3000 kW (4792) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4795) Transformer <HIGH>	Cable-AI-1.000mm2-33,0kV	461	-83.052,82	15,27 33,12
Siemens 3000 kW (4795) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4796) Transformer <HIGH>	Cable-AI-1.000mm2-33,0kV	461	-69.215,63	10,60 23,00
Siemens 3000 kW (4796) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4773) Transformer <HIGH>	Cable-AI-630mm2-33,0kV	460	-55.378,74	10,91 23,72
Siemens 3000 kW (4773) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4776) Transformer <HIGH>	Cable-AI-630mm2-33,0kV	461	-41.537,06	6,15 13,34
Siemens 3000 kW (4776) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4771) Transformer <HIGH>	Cable-AI-630mm2-33,0kV	981	-27.695,04	5,82 5,93
Siemens 3000 kW (4771) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4769) Transformer <HIGH>	Cable-AI-630mm2-33,0kV	460	-13.847,86	0,68 1,48
Safnstöð Búrfellslundur	Siemens 3000 kW (4748) Transformer <HIGH>	Cable-AI-630mm2-33,0kV	2,195	-55.380,62	52,07 23,72
Siemens 3000 kW (4748) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4750) Transformer <HIGH>	Cable-AI-630mm2-33,0kV	461	-41.538,96	6,15 13,35
Siemens 3000 kW (4750) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4753) Transformer <HIGH>	Cable-AI-630mm2-33,0kV	461	-27.693,87	2,74 5,93
Siemens 3000 kW (4753) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4755) Transformer <HIGH>	Cable-AI-240mm2-33,0kV	461	-13.847,85	1,82 3,96
Safnstöð Búrfellslundur	Siemens 3000 kW (4746) Transformer <HIGH>	Cable-AI-630mm2-33,0kV	558	-83.033,26	29,81 53,42
Siemens 3000 kW (4746) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4745) Transformer <HIGH>	Cable-AI-630mm2-33,0kV	465	-69.202,75	17,25 37,09
Siemens 3000 kW (4745) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4747) Transformer <HIGH>	Cable-AI-630mm2-33,0kV	460	-55.365,88	10,92 23,73
Siemens 3000 kW (4747) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4749) Transformer <HIGH>	Cable-AI-240mm2-33,0kV	461	-41.534,48	16,40 35,58
Siemens 3000 kW (4749) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4752) Transformer <HIGH>	Cable-AI-240mm2-33,0kV	461	-27.693,93	7,29 15,81
Siemens 3000 kW (4752) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4757) Transformer <HIGH>	Cable-AI-240mm2-33,0kV	461	-13.847,88	1,82 3,95
			14.888	379,17	25,47

## Full load losses

Connector	Node out	Node in	Component loss [MW]
Flutningskerfi LN Hafið	Far Generator	Flutningskerfi LN Hafið	0,0000
Overhead line-AI/St-187mm2-220,0kV	Flutningskerfi LN Hafið	220/33 kV spennir Búrfellslundur <HIGH>	0,0360
100,0MVA-220,0/33,0kV	220/33 kV spennir Búrfellslundur <LOW>	220/33 kV spennir Búrfellslundur <LOW>	0,3716
Cable-AI-2x1.000mm2-33,0kV	Safnstöð Búrfellslundur	Safnstöð Búrfellslundur	0,0123
Cable-AI-1.200mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4788) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4788) Transformer <HIGH>	0,0058
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4788) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4788) Transformer <LOW>	0,0268
Cable-AI-1.000mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4789) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4789) Transformer <HIGH>	0,0040
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4789) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4789) Transformer <LOW>	0,0268
Cable-AI-1.000mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4789) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4782) Transformer <HIGH>	0,0058
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4782) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4782) Transformer <LOW>	0,0267
Cable-AI-1.000mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4782) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4781) Transformer <HIGH>	0,0018
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4781) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4781) Transformer <LOW>	0,0267
Cable-AI-630mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4781) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4785) Transformer <HIGH>	0,0016
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4785) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4785) Transformer <LOW>	0,0267
Cable-AI-630mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4785) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4790) Transformer <HIGH>	0,0007
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4790) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4790) Transformer <LOW>	0,0267
Cable-AI-630mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4790) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4793) Transformer <HIGH>	0,0002
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4793) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4793) Transformer <LOW>	0,0267
Safnstöð Búrfellslundur	Siemens 3000 kW (4787) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4787) Transformer <HIGH>	0,0099
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4787) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4787) Transformer <LOW>	0,0268
Cable-AI-1.000mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4787) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4792) Transformer <HIGH>	0,0054
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4792) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4792) Transformer <LOW>	0,0267
Cable-AI-1.000mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4792) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4795) Transformer <HIGH>	0,0040
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4795) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4795) Transformer <LOW>	0,0267
Cable-AI-1.000mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4795) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4796) Transformer <HIGH>	0,0027
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4796) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4796) Transformer <LOW>	0,0267
Cable-AI-630mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4796) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4773) Transformer <HIGH>	0,0028
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4773) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4773) Transformer <LOW>	0,0267
Cable-AI-630mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4773) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4776) Transformer <HIGH>	0,0016
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4776) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4776) Transformer <LOW>	0,0267
Cable-AI-630mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4776) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4771) Transformer <HIGH>	0,0015
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4771) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4771) Transformer <LOW>	0,0267
Cable-AI-630mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4771) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4769) Transformer <HIGH>	0,0002
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4769) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4769) Transformer <LOW>	0,0267
Safnstöð Búrfellslundur	Siemens 3000 kW (4748) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4748) Transformer <HIGH>	0,0135
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4748) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4748) Transformer <LOW>	0,0267
Cable-AI-630mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4748) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4750) Transformer <HIGH>	0,0016
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4750) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4750) Transformer <LOW>	0,0267
Cable-AI-630mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4750) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4753) Transformer <HIGH>	0,0007
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4753) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4753) Transformer <LOW>	0,0267

To be continued on next page...

WindPRO is developed by EMD International A/S, Niels Jernesvej 10, DK-9220 Aalborg Ø, Tel. +45 96 35 44 44, Fax +45 96 35 44 46, e-mail: windpro@emd.dk

Project:  
**HAF\_60m**

Printed/Page  
13.10.2014 13:49 / 4

Licensed user:  
**EFLA Consulting Engineers**  
Höfðabakki 9  
IS-110 Reykjavik  
+354 412 6000  
Eggert Thorgrimsson / eggert.thorgrimsson@efla.is  
Calculated:  
13.10.2014 13:48/2.9.269

## eGrid - Details for Losses

**Calculation:** TBS - ring

...continued from previous page

Connector	Node out	Node in	Component loss [MW]
Cable-AI-240mm2-33,0kV 4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4753) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4755) Transformer <HIGH>	0,0005
Cable-AI-630mm2-33,0kV 4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4755) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4755) Transformer <LOW>	0,0267
Cable-AI-630mm2-33,0kV 4,0MVA-33,0/0,7kV	Safnstoð Búrfellslundur	Siemens 3000 kW (4746) Transformer <HIGH>	0,0077
Cable-AI-630mm2-33,0kV 4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4746) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4746) Transformer <LOW>	0,0268
Cable-AI-630mm2-33,0kV 4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4746) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4745) Transformer <HIGH>	0,0045
Cable-AI-630mm2-33,0kV 4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4745) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4745) Transformer <LOW>	0,0267
Cable-AI-630mm2-33,0kV 4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4745) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4747) Transformer <HIGH>	0,0028
Cable-AI-240mm2-33,0kV 4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4747) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4747) Transformer <LOW>	0,0267
Cable-AI-240mm2-33,0kV 4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4747) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4749) Transformer <HIGH>	0,0042
Cable-AI-240mm2-33,0kV 4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4749) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4749) Transformer <LOW>	0,0267
Cable-AI-240mm2-33,0kV 4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4749) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4752) Transformer <HIGH>	0,0019
Cable-AI-240mm2-33,0kV 4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4752) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4752) Transformer <LOW>	0,0267
Cable-AI-240mm2-33,0kV 4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4752) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4757) Transformer <HIGH>	0,0005
Cable-AI-240mm2-33,0kV 4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4757) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4757) Transformer <LOW>	0,0267

## **Viðauki D**

**Hringtengt kerfi, verra tilvikið**

Project:  
**HAF\_60m**

Printed/Page  
13.10.2014 14:26 / 1

Licensed user:  
**EFLA Consulting Engineers**  
Höfðabakki 9  
IS-110 Reykjavik  
+354 412 6000  
Eggert Thorgrimsson / eggert.thorgrimsson@efla.is  
Calculated:  
13.10.2014 14:13/2.9.269

## eGrid - Design check

Calculation: TBS - ring

### Assumptions

Calculated according to: VDEW

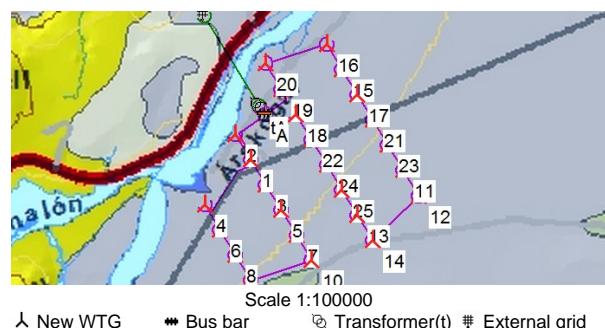
Fixed voltage node: Flutningskerfi LN Hafið

Actual fixed voltage: 220,00 kV

Used temperature characteristic for cables: 20 Deg C (constant)

### Allowable voltage difference

Level	Nominal voltage [kV]	Contracted voltage [kV]	Max above [%]	Max below [%]
High Voltage	220,00	220,00	5,0	10,0
Medium voltage	33,00	33,00	5,0	10,0
Low voltage	0,69	0,69	5,0	10,0



### WTG power

WTG power used in calculation: 10 min mean maximum. Default scale factor: 1,13

WTG	Input		Result		
	P [MW]	Scale factor	P [MW]	Q [MVAr]	Cos Phi
1 Siemens 3000 kW (4745)	3,00	1,13	3,39	0,00	1,0000
2 Siemens 3000 kW (4746)	3,00	1,13	3,39	0,00	1,0000
3 Siemens 3000 kW (4747)	3,00	1,13	3,39	0,00	1,0000
4 Siemens 3000 kW (4748)	3,00	1,13	3,39	0,00	1,0000
5 Siemens 3000 kW (4749)	3,00	1,13	3,39	0,00	1,0000
6 Siemens 3000 kW (4750)	3,00	1,13	3,39	0,00	1,0000
7 Siemens 3000 kW (4752)	3,00	1,13	3,39	0,00	1,0000
8 Siemens 3000 kW (4753)	3,00	1,13	3,39	0,00	1,0000
9 Siemens 3000 kW (4755)	3,00	1,13	3,39	0,00	1,0000
10 Siemens 3000 kW (4757)	3,00	1,13	3,39	0,00	1,0000
11 Siemens 3000 kW (4769)	3,00	1,13	3,39	0,00	1,0000
12 Siemens 3000 kW (4771)	3,00	1,13	3,39	0,00	1,0000
13 Siemens 3000 kW (4773)	3,00	1,13	3,39	0,00	1,0000
14 Siemens 3000 kW (4776)	3,00	1,13	3,39	0,00	1,0000
15 Siemens 3000 kW (4781)	3,00	1,13	3,39	0,00	1,0000
16 Siemens 3000 kW (4782)	3,00	1,13	3,39	0,00	1,0000
17 Siemens 3000 kW (4785)	3,00	1,13	3,39	0,00	1,0000
18 Siemens 3000 kW (4787)	3,00	1,13	3,39	0,00	1,0000
19 Siemens 3000 kW (4788)	3,00	1,13	3,39	0,00	1,0000
20 Siemens 3000 kW (4789)	3,00	1,13	3,39	0,00	1,0000
21 Siemens 3000 kW (4790)	3,00	1,13	3,39	0,00	1,0000
22 Siemens 3000 kW (4792)	3,00	1,13	3,39	0,00	1,0000
23 Siemens 3000 kW (4793)	3,00	1,13	3,39	0,00	1,0000
24 Siemens 3000 kW (4795)	3,00	1,13	3,39	0,00	1,0000
25 Siemens 3000 kW (4796)	3,00	1,13	3,39	0,00	1,0000

### No loads in calculation

## Calculation results

### Voltages

Node	U [kV]	Angle [°]	Contracted voltage [kV]	Max above [%]	Max below [%]	DU [%]	Assessment
Far Generator	220,65	0,00	220,00	5,0	10,0	0,2937	ok
Flutningskerfi LN Hafið	220,00	0,95	220,00	5,0	10,0	0,0000	ok
220/33 kV spennir Búrfellslundur <HIGH>	220,08	1,01	220,00	5,0	10,0	0,0365	ok
220/33 kV spennir Búrfellslundur <LOW>	32,74	-143,19	33,00	5,0	10,0	-0,7923	ok
Safnstöð Búrfellslundur	32,74	-143,16	33,00	5,0	10,0	-0,7775	ok
Siemens 3000 kW (4788) Transformer <HIGH>	32,76	-143,01	33,00	5,0	10,0	-0,7255	ok
Siemens 3000 kW (4788) Transformer <LOW>	0,69	-139,37	0,69	5,0	10,0	-0,1619	ok
Siemens 3000 kW (4789) Transformer <HIGH>	32,78	-142,90	33,00	5,0	10,0	-0,6785	ok
Siemens 3000 kW (4789) Transformer <LOW>	0,69	-139,26	0,69	5,0	10,0	-0,1150	ok

To be continued on next page...

WindPRO is developed by EMD International A/S, Niels Jernesvej 10, DK-9220 Aalborg Ø, Tel. +45 96 35 44 44, Fax +45 96 35 44 46, e-mail: windpro@emd.dk

Project:  
**HAF\_60m**

Printed/Page  
13.10.2014 14:26 / 2  
Licensed user:  
**EFLA Consulting Engineers**  
Höfðabakki 9  
IS-110 Reykjavik  
+354 412 6000  
Eggert Thorgrimsson / eggert.thorgrimsson@efla.is  
Calculated:  
13.10.2014 14:13/2.9.269

## eGrid - Design check

Calculation: TBS - ring

...continued from previous page

Node	U [kV]	Angle [°]	Contracted voltage [kV]	Max above [%]	Max below [%]	DU	Assessment
Siemens 3000 kW (4782) Transformer <HIGH>	32,81	-142,68	33,00	5,0	10,0	-0,5861	ok
Siemens 3000 kW (4782) Transformer <LOW>	0,69	-139,05	0,69	5,0	10,0	-0,0228	ok
Siemens 3000 kW (4781) Transformer <HIGH>	32,82	-142,59	33,00	5,0	10,0	-0,5454	ok
Siemens 3000 kW (4781) Transformer <LOW>	0,69	-138,95	0,69	5,0	10,0	0,0178	ok
Siemens 3000 kW (4785) Transformer <HIGH>	32,84	-142,49	33,00	5,0	10,0	-0,4810	ok
Siemens 3000 kW (4785) Transformer <LOW>	0,69	-138,87	0,69	5,0	10,0	0,0821	ok
Siemens 3000 kW (4790) Transformer <HIGH>	32,86	-142,41	33,00	5,0	10,0	-0,4223	ok
Siemens 3000 kW (4790) Transformer <LOW>	0,69	-138,78	0,69	5,0	10,0	0,1407	ok
Siemens 3000 kW (4793) Transformer <HIGH>	32,88	-142,33	33,00	5,0	10,0	-0,3693	ok
Siemens 3000 kW (4793) Transformer <LOW>	0,69	-138,71	0,69	5,0	10,0	0,1935	ok
Siemens 3000 kW (4769) Transformer <HIGH>	32,89	-142,27	33,00	5,0	10,0	-0,3222	ok
Siemens 3000 kW (4769) Transformer <LOW>	0,69	-138,65	0,69	5,0	10,0	0,2405	ok
Siemens 3000 kW (4771) Transformer <HIGH>	32,91	-142,21	33,00	5,0	10,0	-0,2809	ok
Siemens 3000 kW (4771) Transformer <LOW>	0,69	-138,59	0,69	5,0	10,0	0,2818	ok
Siemens 3000 kW (4776) Transformer <HIGH>	32,93	-142,10	33,00	5,0	10,0	-0,2054	ok
Siemens 3000 kW (4776) Transformer <LOW>	0,69	-138,49	0,69	5,0	10,0	0,3571	ok
Siemens 3000 kW (4773) Transformer <HIGH>	32,94	-142,06	33,00	5,0	10,0	-0,1759	ok
Siemens 3000 kW (4773) Transformer <LOW>	0,69	-138,45	0,69	5,0	10,0	0,3866	ok
Siemens 3000 kW (4796) Transformer <HIGH>	32,95	-142,02	33,00	5,0	10,0	-0,1523	ok
Siemens 3000 kW (4796) Transformer <LOW>	0,69	-138,42	0,69	5,0	10,0	0,4102	ok
Siemens 3000 kW (4795) Transformer <HIGH>	32,95	-142,00	33,00	5,0	10,0	-0,1420	ok
Siemens 3000 kW (4795) Transformer <LOW>	0,69	-138,40	0,69	5,0	10,0	0,4204	ok
Siemens 3000 kW (4792) Transformer <HIGH>	32,96	-141,99	33,00	5,0	10,0	-0,1352	ok
Siemens 3000 kW (4792) Transformer <LOW>	0,69	-138,38	0,69	5,0	10,0	0,4272	ok
Siemens 3000 kW (4787) Transformer <HIGH>	32,96	-141,98	33,00	5,0	10,0	-0,1318	ok
Siemens 3000 kW (4787) Transformer <LOW>	0,69	-138,37	0,69	5,0	10,0	0,4306	ok
Siemens 3000 kW (4748) Transformer <HIGH>	32,83	-142,76	33,00	5,0	10,0	-0,5013	ok
Siemens 3000 kW (4748) Transformer <LOW>	0,69	-139,12	0,69	5,0	10,0	0,0618	ok
Siemens 3000 kW (4750) Transformer <HIGH>	32,85	-142,68	33,00	5,0	10,0	-0,4490	ok
Siemens 3000 kW (4750) Transformer <LOW>	0,69	-139,05	0,69	5,0	10,0	0,1140	ok
Siemens 3000 kW (4753) Transformer <HIGH>	32,87	-142,61	33,00	5,0	10,0	-0,4026	ok
Siemens 3000 kW (4753) Transformer <LOW>	0,69	-138,99	0,69	5,0	10,0	0,1604	ok
Siemens 3000 kW (4755) Transformer <HIGH>	32,91	-142,54	33,00	5,0	10,0	-0,2853	ok
Siemens 3000 kW (4755) Transformer <LOW>	0,69	-138,92	0,69	5,0	10,0	0,2774	ok
Siemens 3000 kW (4757) Transformer <HIGH>	32,98	-142,41	33,00	5,0	10,0	-0,0715	ok
Siemens 3000 kW (4757) Transformer <LOW>	0,69	-138,81	0,69	5,0	10,0	0,4907	ok
Siemens 3000 kW (4752) Transformer <HIGH>	33,00	-142,36	33,00	5,0	10,0	0,0123	ok
Siemens 3000 kW (4752) Transformer <LOW>	0,69	-138,76	0,69	5,0	10,0	0,5744	ok
Siemens 3000 kW (4749) Transformer <HIGH>	33,03	-142,31	33,00	5,0	10,0	0,0794	ok
Siemens 3000 kW (4749) Transformer <LOW>	0,69	-138,73	0,69	5,0	10,0	0,6413	ok
Siemens 3000 kW (4747) Transformer <HIGH>	33,04	-142,28	33,00	5,0	10,0	0,1297	ok
Siemens 3000 kW (4747) Transformer <LOW>	0,69	-138,70	0,69	5,0	10,0	0,6916	ok
Siemens 3000 kW (4745) Transformer <HIGH>	33,05	-142,27	33,00	5,0	10,0	0,1414	ok
Siemens 3000 kW (4745) Transformer <LOW>	0,69	-138,68	0,69	5,0	10,0	0,7032	ok
Siemens 3000 kW (4746) Transformer <HIGH>	33,05	-142,26	33,00	5,0	10,0	0,1472	ok
Siemens 3000 kW (4746) Transformer <LOW>	0,69	-138,67	0,69	5,0	10,0	0,7091	ok

## Utilisation check

Transformer:

Connector	Node out	Node in	Sout [MVA]	Sin [MVA]	Rated [MVA]	Load [%]	Assessment
100,0MVA-220,0/33,0kV	220/33 kV spennir Búrfellslundur <HIGH>	220/33 kV spennir Búrfellslundur <LOW>	84,19	83,58	100,00	84,2	ok
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4788) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4788) Transformer <LOW>	3,37	3,39	4,00	84,8	ok
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4789) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4789) Transformer <LOW>	3,37	3,39	4,00	84,8	ok
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4782) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4782) Transformer <LOW>	3,37	3,39	4,00	84,8	ok
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4781) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4781) Transformer <LOW>	3,37	3,39	4,00	84,8	ok
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4785) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4785) Transformer <LOW>	3,37	3,39	4,00	84,8	ok
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4790) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4790) Transformer <LOW>	3,37	3,39	4,00	84,8	ok
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4793) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4793) Transformer <LOW>	3,37	3,39	4,00	84,8	ok
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4769) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4769) Transformer <LOW>	3,37	3,39	4,00	84,8	ok
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4771) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4771) Transformer <LOW>	3,37	3,39	4,00	84,8	ok
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4776) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4776) Transformer <LOW>	3,37	3,39	4,00	84,8	ok
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4773) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4773) Transformer <LOW>	3,37	3,39	4,00	84,8	ok

To be continued on next page...

Project:  
**HAF\_60m**

Printed/Page  
13.10.2014 14:26 / 3

Licensed user:  
**EFLA Consulting Engineers**  
Höfðabakki 9  
IS-110 Reykjavik  
+354 412 6000  
Eggert Thorgrimsson / eggert.thorgrimsson@efla.is  
Calculated:  
13.10.2014 14:13/2.9.269

## eGrid - Design check

### Calculation: TBS - ring

...continued from previous page

Connector	Node out	Node in	Sout	Sin	Rated	Load	Assessment
			[MVA]	[MVA]	[MVA]	[%]	
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4796) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4796) Transformer <LOW>	3,37	3,39	4,00	84,8	ok
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4795) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4795) Transformer <LOW>	3,37	3,39	4,00	84,8	ok
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4792) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4792) Transformer <LOW>	3,37	3,39	4,00	84,8	ok
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4787) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4787) Transformer <LOW>	3,37	3,39	4,00	84,8	ok
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4748) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4748) Transformer <LOW>	3,37	3,39	4,00	84,8	ok
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4750) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4750) Transformer <LOW>	3,37	3,39	4,00	84,8	ok
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4753) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4753) Transformer <LOW>	3,37	3,39	4,00	84,8	ok
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4755) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4755) Transformer <LOW>	3,37	3,39	4,00	84,8	ok
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4757) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4757) Transformer <LOW>	3,37	3,39	4,00	84,8	ok
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4752) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4752) Transformer <LOW>	3,37	3,39	4,00	84,8	ok
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4749) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4749) Transformer <LOW>	3,37	3,39	4,00	84,8	ok
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4747) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4747) Transformer <LOW>	3,37	3,39	4,00	84,8	ok
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4745) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4745) Transformer <LOW>	3,37	3,39	4,00	84,8	ok
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4746) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4746) Transformer <LOW>	3,37	3,39	4,00	84,8	ok

### Cable/Overhead lines:

Connector	Node out	Node in	Iout	lin	Limitation factor	Imax	Load	Assessment
			[A]	[A]	[%]	[A]	[%]	
Overhead line-Al/St-187mm2-220,0kV	Flutningskerfi LN Hafið	220/33 kV spennir Búrfellslundur <HIGH>	220,8	220,9	1,00	500,0	44,2	ok
Cable-Al-2x1.000mm2-33,0kV	220/33 kV spennir Búrfellslundur <LOW>	Safnstdóð Búrfellslundur	1.474,0	1.474,1	1,00	1710,0	86,2	ok
Cable-Al-1.200mm2-33,0kV	Safnstdóð Búrfellslundur	Siemens 3000 kW (4788) Transformer <HIGH>	885,3	885,4	1,00	910,0	97,3	ok
Cable-Al-1.000mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4788) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4789) Transformer <HIGH>	826,1	826,1	1,00	855,0	96,6	ok
Cable-Al-1.000mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4789) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4782) Transformer <HIGH>	766,9	767,0	1,00	855,0	89,7	ok
Cable-Al-630mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4782) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4781) Transformer <HIGH>	707,8	707,9	1,00	855,0	82,8	ok
Cable-Al-630mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4781) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4785) Transformer <HIGH>	648,7	648,7	1,00	690,0	94,0	ok
Cable-Al-630mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4785) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4790) Transformer <HIGH>	589,5	589,6	1,00	690,0	85,4	ok
Cable-Al-630mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4790) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4793) Transformer <HIGH>	530,5	530,5	1,00	690,0	76,9	ok
Cable-Al-630mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4793) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4769) Transformer <HIGH>	471,4	471,5	1,00	690,0	68,3	ok
Cable-Al-630mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4769) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4771) Transformer <HIGH>	412,4	412,5	1,00	690,0	59,8	ok
Cable-Al-630mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4771) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4776) Transformer <HIGH>	353,4	353,5	1,00	690,0	51,2	ok
Cable-Al-630mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4776) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4773) Transformer <HIGH>	294,5	294,6	1,00	690,0	42,7	ok
Cable-Al-630mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4773) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4796) Transformer <HIGH>	235,6	235,7	1,00	690,0	34,2	ok
Cable-Al-1.000mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4796) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4795) Transformer <HIGH>	176,7	176,7	1,00	855,0	20,7	ok
Cable-Al-1.000mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4795) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4792) Transformer <HIGH>	117,8	117,8	1,00	855,0	13,8	ok
Cable-Al-1.000mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4792) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4787) Transformer <HIGH>	58,9	59,0	1,00	855,0	6,9	ok
Cable-Al-630mm2-33,0kV	Safnstdóð Búrfellslundur	Siemens 3000 kW (4748) Transformer <HIGH>	588,8	589,1	1,00	690,0	85,4	ok
Cable-Al-630mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4748) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4750) Transformer <HIGH>	529,9	529,9	1,00	690,0	76,8	ok
Cable-Al-630mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4750) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4753) Transformer <HIGH>	470,8	470,8	1,00	690,0	68,2	ok
Cable-Al-240mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4753) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4755) Transformer <HIGH>	411,7	411,8	1,00	422,0	97,6	ok
Cable-Al-240mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4755) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4750) Transformer <HIGH>	352,7	352,8	1,00	422,0	83,6	ok
Cable-Al-240mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4750) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4752) Transformer <HIGH>	293,9	293,9	1,00	422,0	69,6	ok
Cable-Al-240mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4752) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4749) Transformer <HIGH>	235,0	235,1	1,00	422,0	55,7	ok
Cable-Al-240mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4749) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4747) Transformer <HIGH>	176,2	176,3	1,00	422,0	41,8	ok
Cable-Al-630mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4747) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4745) Transformer <HIGH>	117,5	117,5	1,00	690,0	17,0	ok
Cable-Al-630mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4745) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4746) Transformer <HIGH>	58,7	58,8	1,00	690,0	8,5	ok

### Active and reactive power and losses

Connector	Node out	Node in	Pout	Pin	Qout	Qin	DP	DQ
			[MW]	[MW]	[MVAr]	[MVAr]	[MW]	[MVAr]
Flutningskerfi LN Hafið	Far Generator	Flutningskerfi LN Hafið	-82,95	-82,95	15,41	14,00	0,00	1,42
Overhead line-Al/St-187mm2-220,0kV	Flutningskerfi LN Hafið	220/33 kV spennir Búrfellslundur <HIGH>	-82,95	-82,99	14,00	14,14	0,05	-0,15
100,0MVA-220,0/33,0kV	220/33 kV spennir Búrfellslundur <HIGH>	220/33 kV spennir Búrfellslundur <LOW>	-82,99	-83,42	14,14	5,17	0,43	8,98
Cable-Al-2x1.000mm2-33,0kV	220/33 kV spennir Búrfellslundur <LOW>	Safnstdóð Búrfellslundur	-83,42	-83,44	5,17	5,16	0,02	0,01
Cable-Al-1.200mm2-33,0kV	Safnstdóð Búrfellslundur	Siemens 3000 kW (4788) Transformer <HIGH>	-50,11	-50,14	3,14	3,11	0,03	0,03
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4788) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4788) Transformer <LOW>	-3,36	-3,39	0,23	0,00	0,03	0,23
Cable-Al-1.000mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4788) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4789) Transformer <HIGH>	-46,79	-46,81	2,88	2,85	0,03	0,03
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4789) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4789) Transformer <LOW>	-3,36	-3,39	0,23	0,00	0,03	0,23
Cable-Al-1.000mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4789) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4782) Transformer <HIGH>	-43,46	-43,51	2,62	2,59	0,05	0,03
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4782) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4782) Transformer <LOW>	-3,36	-3,39	0,23	0,00	0,03	0,23
Cable-Al-1.000mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4782) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4781) Transformer <HIGH>	-40,15	-40,17	2,36	2,36	0,02	0,00
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4781) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4781) Transformer <LOW>	-3,36	-3,39	0,23	0,00	0,03	0,23
Cable-Al-630mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4781) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4785) Transformer <HIGH>	-36,81	-36,84	2,13	2,12	0,03	0,01
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4785) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4785) Transformer <LOW>	-3,36	-3,39	0,23	0,00	0,03	0,23
Cable-Al-630mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4785) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4790) Transformer <HIGH>	-33,48	-33,50	1,89	1,89	0,02	0,00
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4790) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4790) Transformer <LOW>	-3,36	-3,39	0,23	0,00	0,03	0,23
Cable-Al-630mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4790) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4793) Transformer <HIGH>	-30,15	-30,16	1,66	1,68	0,02	-0,01
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4793) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4793) Transformer <LOW>	-3,36	-3,39	0,23	0,00	0,03	0,23
Cable-Al-630mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4793) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4769) Transformer <HIGH>	-26,81	-26,82	1,45	1,47	0,01	-0,02
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4769) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4769) Transformer <LOW>	-3,36	-3,39	0,23	0,00	0,03	0,23
Cable-Al-630mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4769) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4771) Transformer <HIGH>	-23,46	-23,48	1,24	1,27	0,01	-0,03
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4771) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4771) Transformer <LOW>	-3,36	-3,39	0,23	0,00	0,03	0,23
Cable-Al-630mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4771) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4776) Transformer <HIGH>	-20,12	-20,13	1,03	1,11	0,02	-0,08
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4776) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4776) Transformer <LOW>	-3,36	-3,39	0,23	0,00	0,03	0,23
Cable-Al-630mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4776) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4773) Transformer <HIGH>	-16,78	-16,78	0,88	0,92	0,01	-0,04
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4773) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4773) Transformer <LOW>	-3,36	-3,39	0,23	0,00	0,03	0,23

To be continued on next page...

WindPRO is developed by EMD International A/S, Niels Jernesvej 10, DK-9220 Aalborg Ø, Tel. +45 96 35 44 44, Fax +45 96 35 44 46, e-mail: windpro@emd.dk

Project:  
**HAF\_60m**

Printed/Page  
13.10.2014 14:26 / 4

Licensed user:  
**EFLA Consulting Engineers**  
Höfðabakki 9  
IS-110 Reykjavik  
+354 412 6000  
Eggert Thorgrimsson / eggert.thorgrimsson@efla.is  
Calculated:  
13.10.2014 14:13/2.9.269

## eGrid - Design check

Calculation: TBS - ring

...continued from previous page

Connector	Node out	Node in	Pout [MW]	Pin [MW]	Qout [MVar]	Qin [MVar]	DP [MW]	DQ [MVA]
Cable-AI-630mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4773) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4796) Transformer <HIGH>	-13,43	-13,43	0,69	0,74	0,00	-0,05
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4796) Transformer <LOW>		-3,36	-3,39	0,23	0,00	0,03	0,23
Cable-AI-1.000mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4796) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4795) Transformer <HIGH>	-10,07	-10,07	0,51	0,57	0,00	-0,06
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4795) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4795) Transformer <LOW>	-3,36	-3,39	0,23	0,00	0,03	0,23
Cable-AI-1.000mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4795) Transformer <LOW>	Siemens 3000 kW (4792) Transformer <HIGH>	-6,71	-6,72	0,33	0,40	0,00	-0,06
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4792) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4792) Transformer <LOW>	-3,36	-3,39	0,23	0,00	0,03	0,23
Cable-AI-1.000mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4792) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4787) Transformer <HIGH>	-3,36	-3,36	0,17	0,23	0,00	-0,06
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4787) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4787) Transformer <LOW>	-3,36	-3,39	0,23	0,00	0,03	0,23
Cable-AI-630mm2-33,0kV	Safnstd Bürfellslundur	Siemens 3000 kW (4748) Transformer <HIGH>	-33,33	-33,44	2,02	2,04	0,11	-0,02
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4748) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4748) Transformer <LOW>	-3,36	-3,39	0,23	0,00	0,03	0,23
Cable-AI-630mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4748) Transformer <LOW>	Siemens 3000 kW (4750) Transformer <HIGH>	-30,08	-30,10	1,81	1,83	0,02	-0,01
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4750) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4750) Transformer <LOW>	-3,36	-3,39	0,23	0,00	0,03	0,23
Cable-AI-630mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4750) Transformer <LOW>	Siemens 3000 kW (4753) Transformer <HIGH>	-26,74	-26,76	1,59	1,62	0,01	-0,02
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4753) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4753) Transformer <LOW>	-3,36	-3,39	0,23	0,00	0,03	0,23
Cable-AI-240mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4753) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4755) Transformer <HIGH>	-23,40	-23,43	1,38	1,39	0,03	-0,01
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4755) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4755) Transformer <LOW>	-3,36	-3,39	0,23	0,00	0,03	0,23
Cable-AI-240mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4755) Transformer <LOW>	Siemens 3000 kW (4757) Transformer <HIGH>	-20,07	-20,12	1,16	1,19	0,05	-0,03
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4757) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4757) Transformer <LOW>	-3,36	-3,39	0,23	0,00	0,03	0,23
Cable-AI-240mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4757) Transformer <LOW>	Siemens 3000 kW (4752) Transformer <HIGH>	-16,76	-16,77	0,96	0,99	0,01	-0,02
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4752) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4752) Transformer <LOW>	-3,36	-3,39	0,23	0,00	0,03	0,23
Cable-AI-240mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4752) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4749) Transformer <HIGH>	-13,41	-13,42	0,76	0,78	0,01	-0,03
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4749) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4749) Transformer <LOW>	-3,36	-3,39	0,23	0,00	0,03	0,23
Cable-AI-240mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4749) Transformer <LOW>	Siemens 3000 kW (4747) Transformer <HIGH>	-10,07	-10,07	0,55	0,58	0,01	-0,03
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4747) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4747) Transformer <LOW>	-3,36	-3,39	0,23	0,00	0,03	0,23
Cable-AI-630mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4747) Transformer <LOW>	Siemens 3000 kW (4745) Transformer <HIGH>	-6,71	-6,72	0,35	0,41	0,00	-0,05
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4745) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4745) Transformer <LOW>	-3,36	-3,39	0,23	0,00	0,03	0,23
Cable-AI-630mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4745) Transformer <LOW>	Siemens 3000 kW (4746) Transformer <HIGH>	-3,36	-3,36	0,18	0,23	0,00	-0,05
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4746) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4746) Transformer <LOW>	-3,36	-3,39	0,23	0,00	0,03	0,23

Project:  
**HAF\_60m**

Printed/Page  
13.10.2014 14:26 / 1

Licensed user:

**EFLA Consulting Engineers**

Höfðabakki 9

IS-110 Reykjavik

+354 412 6000

Eggert Thorgrimsson / eggert.thorgrimsson@efla.is

Calculated:  
13.10.2014 14:13/2.9.269

## eGrid - Main result for Losses

Calculation: TBS - ring

### Assumptions

A parameter: 10,1 m/s

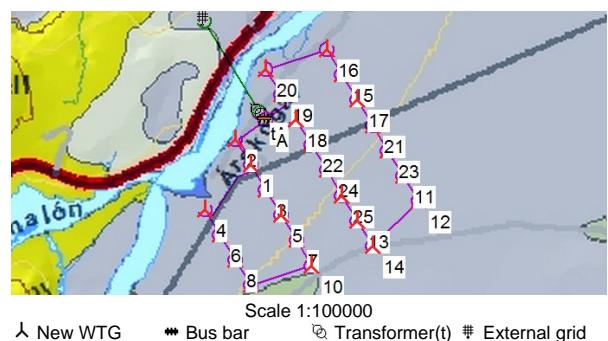
K parameter: 1,97

Used temperature characteristic for cables: 20 Deg C (constant)

### Annual losses

#### Annual results

	Energy [MWh/y]	Distribution of energy [%]
WTG production	349.528	100,00
Losses	7.187	2,06
<b>Net grid production</b>	<b>342.341</b>	<b>97,94</b>



### Component summary

Name	Count	Length [m]	Excavation length [m]	Annual losses	
				[MWh/y]	[%]
<b>High Voltage: 220,00 kV</b>					
100,0MVA-220,0/33,0kV	1			2.165,65	0,62
Overhead line-Al/St-187mm2-220,0kV	1	1.610	1.559	138,28	0,04
<b>SubTotal</b>	<b>2</b>	<b>1.610</b>	<b>1.559</b>	<b>2.303,93</b>	<b>0,66</b>
<b>Medium voltage: 33,00 kV</b>					
4,0MVA-33,0/0,7kV	25			3.326,37	0,95
Cable-Al-630mm2-33,0kV	13	8.247	7.830	786,65	0,23
Cable-Al-2x1.000mm2-33,0kV	1	164	141	47,07	0,01
Cable-Al-240mm2-33,0kV	5	2.824	2.671	316,67	0,09
Cable-Al-1.200mm2-33,0kV	1	590	559	103,30	0,03
Cable-Al-1.000mm2-33,0kV	6	3.294	3.112	302,61	0,09
<b>SubTotal</b>	<b>51</b>	<b>15.119</b>	<b>14.313</b>	<b>4.882,66</b>	<b>1,40</b>
<b>Totals</b>	<b>53</b>	<b>16.729</b>	<b>15.872</b>	<b>7.186,59</b>	<b>2,06</b>

Project:  
**HAF\_60m**

Printed/Page  
13.10.2014 14:26 / 1  
Licensed user:  
**EFLA Consulting Engineers**  
Höfðabakki 9  
IS-110 Reykjavik  
+354 412 6000  
Eggert Thorgrimsson / eggert.thorgrimsson@efla.is  
Calculated:  
13.10.2014 14:13/2.9.269

## eGrid - Details for Losses

Calculation: TBS - ring

### Annual yield for each connector and node

Connector	Node out	Node in	Annual yield [MWh/y]	Sum annual yield [MWh/y]
Flutningskerfi LN Hafíð	Far Generator	Flutningskerfi LN Hafíð	0,00	-342.341,21
Overhead line-AI/St-187mm2-220,0kV	Flutningskerfi LN Hafíð	220/33 kV spennir Búrfellslundur <HIGH>	0,00	-342.479,49
100,0MVA-220,0/33,0kV	220/33 kV spennir Búrfellslundur <LOW>	220/33 kV spennir Búrfellslundur <HIGH>	0,00	-344.645,14
Cable-AI-2x1.000mm2-33,0kV	Safnstdöð Búrfellslundur	Safnstdöð Búrfellslundur	0,00	-344.692,21
Safnstdöð Búrfellslundur	Safnstdöð Búrfellslundur	Safnstdöð Búrfellslundur	0,00	-344.692,21
Cable-AI-1.200mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4788) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4788) Transformer <LOW>	0,00	-207.055,43
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4788) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4788) Transformer <LOW>	0,00	-13.981,11
Siemens 3000 kW (4788)			-13.981,11	0,00
Cable-AI-1.000mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4788) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4789) Transformer <HIGH>	0,00	-193.291,25
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4788) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4789) Transformer <LOW>	0,00	-13.981,11
Siemens 3000 kW (4789)	Siemens 3000 kW (4789) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4789) Transformer <LOW>	-13.981,11	0,00
Cable-AI-1.000mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4789) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4782) Transformer <HIGH>	0,00	-179.595,38
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4789) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4782) Transformer <LOW>	0,00	-13.981,11
Siemens 3000 kW (4789)	Siemens 3000 kW (4782) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4782) Transformer <LOW>	-13.981,11	0,00
Cable-AI-1.000mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4782) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4781) Transformer <HIGH>	0,00	-165.808,89
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4782) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4781) Transformer <LOW>	0,00	-13.981,11
Siemens 3000 kW (4781)	Siemens 3000 kW (4781) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4785) Transformer <HIGH>	0,00	-13.981,11
Cable-AI-630mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4781) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4785) Transformer <LOW>	-13.981,11	0,00
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4785) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4785) Transformer <LOW>	0,00	-13.981,11
Siemens 3000 kW (4785)	Siemens 3000 kW (4785) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4790) Transformer <HIGH>	0,00	-138.263,44
Cable-AI-630mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4790) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4790) Transformer <LOW>	0,00	-13.981,11
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4790) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4790) Transformer <LOW>	-13.981,11	0,00
Siemens 3000 kW (4790)	Siemens 3000 kW (4790) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4793) Transformer <HIGH>	0,00	-124.470,55
Cable-AI-630mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4793) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4793) Transformer <LOW>	0,00	-13.981,11
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4793) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4793) Transformer <LOW>	-13.981,11	0,00
Siemens 3000 kW (4793)	Siemens 3000 kW (4793) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4769) Transformer <HIGH>	0,00	-110.665,96
Cable-AI-630mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4769) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4769) Transformer <LOW>	0,00	-13.981,11
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4769) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4769) Transformer <LOW>	-13.981,11	0,00
Siemens 3000 kW (4769)	Siemens 3000 kW (4769) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4771) Transformer <HIGH>	0,00	-96.851,15
Cable-AI-630mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4771) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4771) Transformer <LOW>	0,00	-13.981,11
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4771) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4776) Transformer <HIGH>	0,00	-83.055,12
Siemens 3000 kW (4771)	Siemens 3000 kW (4776) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4776) Transformer <LOW>	-13.981,11	0,00
Cable-AI-630mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4776) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4773) Transformer <HIGH>	0,00	-69.224,00
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4773) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4773) Transformer <LOW>	0,00	-13.981,11
Siemens 3000 kW (4773)	Siemens 3000 kW (4773) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4776) Transformer <HIGH>	0,00	-55.386,71
Cable-AI-630mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4776) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4776) Transformer <LOW>	0,00	-13.981,11
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4776) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4795) Transformer <HIGH>	0,00	-41.542,36
Siemens 3000 kW (4776)	Siemens 3000 kW (4795) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4795) Transformer <LOW>	-13.981,11	0,00
Cable-AI-1.000mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4795) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4792) Transformer <HIGH>	0,00	-27.695,89
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4792) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4792) Transformer <LOW>	0,00	-13.981,11
Siemens 3000 kW (4792)	Siemens 3000 kW (4792) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4790) Transformer <HIGH>	-13.981,11	0,00
Cable-AI-1.000mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4790) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4787) Transformer <HIGH>	0,00	-13.848,16
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4787) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4787) Transformer <LOW>	0,00	-13.981,11
Siemens 3000 kW (4787)	Siemens 3000 kW (4787) Transformer <HIGH>	Safnstdöð Búrfellslundur	-13.981,11	0,00
Cable-AI-630mm2-33,0kV	Safnstdöð Búrfellslundur	Siemens 3000 kW (4748) Transformer <HIGH>	0,00	-138.063,26
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4748) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4748) Transformer <LOW>	0,00	-13.981,11
Siemens 3000 kW (4748)	Siemens 3000 kW (4748) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4748) Transformer <LOW>	-13.981,11	0,00
Cable-AI-630mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4748) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4750) Transformer <HIGH>	0,00	-124.270,34
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4750) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4750) Transformer <LOW>	0,00	-13.981,11
Siemens 3000 kW (4750)	Siemens 3000 kW (4750) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4750) Transformer <LOW>	-13.981,11	0,00
Cable-AI-630mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4750) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4753) Transformer <HIGH>	0,00	-110.465,81
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4753) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4753) Transformer <LOW>	0,00	-13.981,11
Siemens 3000 kW (4753)	Siemens 3000 kW (4753) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4753) Transformer <LOW>	-13.981,11	0,00
Cable-AI-240mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4753) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4755) Transformer <HIGH>	0,00	-96.706,33
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4755) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4755) Transformer <LOW>	0,00	-13.981,11
Siemens 3000 kW (4755)	Siemens 3000 kW (4755) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4757) Transformer <HIGH>	-13.981,11	0,00
Cable-AI-240mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4757) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4757) Transformer <LOW>	0,00	-82.996,34
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4757) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4757) Transformer <LOW>	0,00	-13.981,11
Siemens 3000 kW (4757)	Siemens 3000 kW (4757) Transformer <HIGH>		-13.981,11	0,00

To be continued on next page...

WindPRO is developed by EMD International A/S, Niels Jernesvej 10, DK-9220 Aalborg Ø, Tel. +45 96 35 44 44, Fax +45 96 35 44 46, e-mail: windpro@emd.dk

Project:  
**HAF\_60m**

Printed/Page  
13.10.2014 14:26 / 2  
Licensed user:  
**EFLA Consulting Engineers**  
Höfðabakki 9  
IS-110 Reykjavik  
+354 412 6000  
Eggert Thorgrimsson / eggert.thorgrimsson@efla.is  
Calculated:  
13.10.2014 14:13/2.9.269

## eGrid - Details for Losses

**Calculation:** TBS - ring

...continued from previous page

Connector	Node out	Node in	Annual yield [MWh/y]	Sum annual yield [MWh/y]
Cable-Al-240mm2-33,0kV 4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4757) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4752) Transformer <HIGH>	0,00	-69.193,22
Siemens 3000 kW (4752)	Siemens 3000 kW (4752) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4752) Transformer <LOW>	0,00	-13.981,11
Cable-Al-240mm2-33,0kV 4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4752) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4749) Transformer <HIGH>	0,00	-55.373,80
Siemens 3000 kW (4749)	Siemens 3000 kW (4749) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4749) Transformer <LOW>	0,00	-13.981,11
Cable-Al-240mm2-33,0kV 4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4749) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4747) Transformer <HIGH>	0,00	-41.541,70
Siemens 3000 kW (4747)	Siemens 3000 kW (4747) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4747) Transformer <LOW>	0,00	-13.981,11
Cable-Al-630mm2-33,0kV 4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4747) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4745) Transformer <HIGH>	0,00	-27.696,05
Siemens 3000 kW (4745)	Siemens 3000 kW (4745) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4745) Transformer <LOW>	0,00	-13.981,11
Cable-Al-630mm2-33,0kV 4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4745) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4746) Transformer <HIGH>	0,00	-13.981,11
Siemens 3000 kW (4746)	Siemens 3000 kW (4746) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4746) Transformer <LOW>	0,00	-13.981,11
				0,00

## Annual losses

### Transformers

Name	Description:	Yield [MWh/y]	Losses [MWh/y]
High Voltage: 220,00 kV			
220/33 kV spennir Búrfellslundur	100,0MVA-220,0/33,0kV	-344.645,14	2.165,65
Medium voltage: 33,00 kV			
Siemens 3000 kW (4788) Transformer	4,0MVA-33,0/0,7kV	-13.981,11	133,41
Siemens 3000 kW (4789) Transformer	4,0MVA-33,0/0,7kV	-13.981,11	133,37
Siemens 3000 kW (4782) Transformer	4,0MVA-33,0/0,7kV	-13.981,11	133,30
Siemens 3000 kW (4781) Transformer	4,0MVA-33,0/0,7kV	-13.981,11	133,27
Siemens 3000 kW (4785) Transformer	4,0MVA-33,0/0,7kV	-13.981,11	133,22
Siemens 3000 kW (4790) Transformer	4,0MVA-33,0/0,7kV	-13.981,11	133,18
Siemens 3000 kW (4793) Transformer	4,0MVA-33,0/0,7kV	-13.981,11	133,14
Siemens 3000 kW (4769) Transformer	4,0MVA-33,0/0,7kV	-13.981,11	133,10
Siemens 3000 kW (4771) Transformer	4,0MVA-33,0/0,7kV	-13.981,11	133,07
Siemens 3000 kW (4776) Transformer	4,0MVA-33,0/0,7kV	-13.981,11	133,01
Siemens 3000 kW (4773) Transformer	4,0MVA-33,0/0,7kV	-13.981,11	132,99
Siemens 3000 kW (4796) Transformer	4,0MVA-33,0/0,7kV	-13.981,11	132,97
Siemens 3000 kW (4795) Transformer	4,0MVA-33,0/0,7kV	-13.981,11	132,96
Siemens 3000 kW (4792) Transformer	4,0MVA-33,0/0,7kV	-13.981,11	132,96
Siemens 3000 kW (4787) Transformer	4,0MVA-33,0/0,7kV	-13.981,11	132,95
Siemens 3000 kW (4748) Transformer	4,0MVA-33,0/0,7kV	-13.981,11	133,24
Siemens 3000 kW (4750) Transformer	4,0MVA-33,0/0,7kV	-13.981,11	133,20
Siemens 3000 kW (4753) Transformer	4,0MVA-33,0/0,7kV	-13.981,11	133,16
Siemens 3000 kW (4755) Transformer	4,0MVA-33,0/0,7kV	-13.981,11	133,07
Siemens 3000 kW (4757) Transformer	4,0MVA-33,0/0,7kV	-13.981,11	132,91
Siemens 3000 kW (4752) Transformer	4,0MVA-33,0/0,7kV	-13.981,11	132,85
Siemens 3000 kW (4749) Transformer	4,0MVA-33,0/0,7kV	-13.981,11	132,80
Siemens 3000 kW (4747) Transformer	4,0MVA-33,0/0,7kV	-13.981,11	132,76
Siemens 3000 kW (4745) Transformer	4,0MVA-33,0/0,7kV	-13.981,11	132,75
Siemens 3000 kW (4746) Transformer	4,0MVA-33,0/0,7kV	-13.981,11	132,75
Sum			3.326,37

### Lines

From	To	Description:	Length [m]	Yield [MWh/y]	Losses [MWWh/(y*km)]
High Voltage: 220,00 kV					
Flutningskerfi LN Hafíð	220/33 kV spennir Búrfellslundur <HIGH>	Overhead line-Al/St-187mm2-220,0kV	1.610	-342.479,49	138,28
Medium voltage: 33,00 kV					
220/33 kV spennir Búrfellslundur <LOW>	Safnstoð Búrfellslundur	Cable-Al-2x1.000mm2-33,0kV	164	-344.692,21	47,07
	Siemens 3000 kW (4788) Transformer <HIGH>	Cable-Al-1.200mm2-33,0kV	590	-207.055,43	103,30
	Siemens 3000 kW (4789) Transformer <HIGH>	Cable-Al-1.000mm2-33,0kV	465	-193.291,25	83,52
	Siemens 3000 kW (4782) Transformer <HIGH>	Cable-Al-1.000mm2-33,0kV	981	-179.595,38	151,87
	Siemens 3000 kW (4781) Transformer <HIGH>	Cable-Al-1.000mm2-33,0kV	465	-165.808,89	61,32
	Siemens 3000 kW (4785) Transformer <HIGH>	Cable-Al-630mm2-33,0kV	461	-152.043,34	82,29

To be continued on next page...

WindPRO is developed by EMD International A/S, Niels Jernesvej 10, DK-9220 Aalborg Ø, Tel. +45 96 35 44 44, Fax +45 96 35 44 46, e-mail: windpro@emd.dk

Project:  
**HAF\_60m**

Printed/Page  
13.10.2014 14:26 / 3

Licensed user:  
**EFLA Consulting Engineers**  
Höfðabakki 9  
IS-110 Reykjavik  
+354 412 6000  
Eggert Thorgrimsson / eggert.thorgrimsson@efla.is  
Calculated:  
13.10.2014 14:13/2.9.269

## eGrid - Details for Losses

**Calculation:** TBS - ring

...continued from previous page

From	To	Description:	Length [m]	Yield [MW/h/y]	Losses [MW/h/(y*km)]
Siemens 3000 kW (4785) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4790) Transformer <HIGH>	Cable-Al-630mm2-33,0kV	461	-138.263,44	67,99
Siemens 3000 kW (4790) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4793) Transformer <HIGH>	Cable-Al-630mm2-33,0kV	461	-124.470,55	55,05
Siemens 3000 kW (4793) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4769) Transformer <HIGH>	Cable-Al-630mm2-33,0kV	460	-110.665,96	43,39
Siemens 3000 kW (4769) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4771) Transformer <HIGH>	Cable-Al-630mm2-33,0kV	460	-96.851,15	33,21
Siemens 3000 kW (4771) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4776) Transformer <HIGH>	Cable-Al-630mm2-33,0kV	981	-83.055,12	52,02
Siemens 3000 kW (4776) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4773) Transformer <HIGH>	Cable-Al-630mm2-33,0kV	461	-69.224,00	16,97
Siemens 3000 kW (4773) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4796) Transformer <HIGH>	Cable-Al-630mm2-33,0kV	460	-55.386,71	10,84
Siemens 3000 kW (4796) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4795) Transformer <HIGH>	Cable-Al-1.000mm2-33,0kV	461	-41.542,36	3,79
Siemens 3000 kW (4795) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4792) Transformer <HIGH>	Cable-Al-1.000mm2-33,0kV	461	-27.695,89	1,68
Siemens 3000 kW (4792) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4787) Transformer <HIGH>	Cable-Al-1.000mm2-33,0kV	461	-13.848,16	0,42
Safnstöð Búrfellslundur	Siemens 3000 kW (4748) Transformer <HIGH>	Cable-Al-630mm2-33,0kV	2.195	-138.063,26	323,18
Siemens 3000 kW (4748) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4750) Transformer <HIGH>	Cable-Al-630mm2-33,0kV	461	-124.270,34	54,95
Siemens 3000 kW (4750) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4753) Transformer <HIGH>	Cable-Al-630mm2-33,0kV	461	-110.465,81	43,39
Siemens 3000 kW (4753) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4755) Transformer <HIGH>	Cable-Al-240mm2-33,0kV	461	-96.706,33	88,46
Siemens 3000 kW (4755) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4757) Transformer <HIGH>	Cable-Al-240mm2-33,0kV	980	-82.996,34	138,06
Siemens 3000 kW (4757) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4752) Transformer <HIGH>	Cable-Al-240mm2-33,0kV	461	-69.193,22	45,08
Siemens 3000 kW (4752) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4749) Transformer <HIGH>	Cable-Al-240mm2-33,0kV	461	-55.373,80	28,84
Siemens 3000 kW (4749) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4747) Transformer <HIGH>	Cable-Al-240mm2-33,0kV	461	-41.541,70	16,22
Siemens 3000 kW (4747) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4745) Transformer <HIGH>	Cable-Al-630mm2-33,0kV	460	-27.696,05	2,70
Siemens 3000 kW (4745) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4746) Transformer <HIGH>	Cable-Al-630mm2-33,0kV	465	-13.848,37	0,68
<b>Sum</b>			15.119	1.556,30	102,94

## Full load losses

Connector	Node out	Node in	Component loss [MW]
Flutningskerfi LN Hafið	Far Generator	Flutningskerfi LN Hafið	0,0000
Overhead line-Al/St-187mm2-220,0kV	Flutningskerfi LN Hafið	220/33 kV spennir Búrfellslundur <HIGH>	0,0358
100,0MVA-220,0/33,0kV	220/33 kV spennir Búrfellslundur <LOW>	220/33 kV spennir Búrfellslundur <LOW>	0,3702
Cable-Al-2x1.000mm2-33,0kV	Safnstöð Búrfellslundur	Safnstöð Búrfellslundur	0,0122
Cable-Al-1.200mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4788) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4788) Transformer <LOW>	0,0267
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4788) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4789) Transformer <HIGH>	0,0216
Cable-Al-1.000mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4789) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4789) Transformer <LOW>	0,0268
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4789) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4782) Transformer <HIGH>	0,0393
Cable-Al-1.000mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4782) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4782) Transformer <LOW>	0,0267
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4782) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4781) Transformer <HIGH>	0,0159
Cable-Al-630mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4781) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4781) Transformer <LOW>	0,0267
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4781) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4785) Transformer <HIGH>	0,0213
Cable-Al-630mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4785) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4785) Transformer <LOW>	0,0267
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4785) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4790) Transformer <HIGH>	0,0176
Cable-Al-630mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4790) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4790) Transformer <LOW>	0,0267
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4790) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4793) Transformer <HIGH>	0,0142
Cable-Al-630mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4793) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4793) Transformer <LOW>	0,0267
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4793) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4769) Transformer <HIGH>	0,0112
Cable-Al-630mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4769) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4769) Transformer <LOW>	0,0267
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4769) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4771) Transformer <HIGH>	0,0086
Cable-Al-630mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4771) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4771) Transformer <LOW>	0,0267
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4771) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4776) Transformer <HIGH>	0,0135
Cable-Al-630mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4776) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4776) Transformer <LOW>	0,0266
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4776) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4773) Transformer <HIGH>	0,0044
Cable-Al-630mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4773) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4773) Transformer <LOW>	0,0266
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4773) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4796) Transformer <HIGH>	0,0028
Cable-Al-1.000mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4796) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4796) Transformer <LOW>	0,0266
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4796) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4795) Transformer <HIGH>	0,0010
Cable-Al-1.000mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4795) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4795) Transformer <LOW>	0,0266
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4795) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4792) Transformer <HIGH>	0,0004
Cable-Al-1.000mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4792) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4792) Transformer <LOW>	0,0266
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4792) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4787) Transformer <HIGH>	0,0001
Cable-Al-1.000mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4787) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4787) Transformer <LOW>	0,0266
4,0MVA-33,0/0,7kV	Safnstöð Búrfellslundur	Siemens 3000 kW (4748) Transformer <HIGH>	0,0836
Cable-Al-630mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4748) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4748) Transformer <LOW>	0,0267
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4748) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4750) Transformer <HIGH>	0,0142
Cable-Al-630mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4750) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4750) Transformer <LOW>	0,0267
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4750) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4753) Transformer <HIGH>	0,0112
Cable-Al-240mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4753) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4753) Transformer <LOW>	0,0267
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4753) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4755) Transformer <HIGH>	0,0229
Cable-Al-240mm2-33,0kV	Siemens 3000 kW (4755) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4755) Transformer <LOW>	0,0267

To be continued on next page...

WindPRO is developed by EMD International A/S, Niels Jernesvej 10, DK-9220 Aalborg Ø, Tel. +45 96 35 44 44, Fax +45 96 35 44 46, e-mail: windpro@emd.dk

Project:  
**HAF\_60m**

Printed/Page

13.10.2014 14:26 / 4

Licensed user:

**EFLA Consulting Engineers**

Höfðabakki 9

IS-110 Reykjavik

+354 412 6000

Eggert Thorgrimsson / eggert.thorgrimsson@efla.is

Calculated:

13.10.2014 14:13/2.9.269

## eGrid - Details for Losses

**Calculation:** TBS - ring

...continued from previous page

Connector	Node out	Node in	Component loss [MW]
Cable-Al-240mm <sup>2</sup> -33,0kV	Siemens 3000 kW (4755) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4757) Transformer <HIGH>	0,0357
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4757) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4757) Transformer <LOW>	0,0266
Cable-Al-240mm <sup>2</sup> -33,0kV	Siemens 3000 kW (4757) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4752) Transformer <HIGH>	0,0117
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4752) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4752) Transformer <LOW>	0,0266
Cable-Al-240mm <sup>2</sup> -33,0kV	Siemens 3000 kW (4752) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4749) Transformer <HIGH>	0,0075
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4749) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4749) Transformer <LOW>	0,0266
Cable-Al-240mm <sup>2</sup> -33,0kV	Siemens 3000 kW (4749) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4747) Transformer <HIGH>	0,0042
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4747) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4747) Transformer <LOW>	0,0266
Cable-Al-630mm <sup>2</sup> -33,0kV	Siemens 3000 kW (4747) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4745) Transformer <HIGH>	0,0007
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4745) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4745) Transformer <LOW>	0,0265
Cable-Al-630mm <sup>2</sup> -33,0kV	Siemens 3000 kW (4745) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4746) Transformer <HIGH>	0,0002
4,0MVA-33,0/0,7kV	Siemens 3000 kW (4746) Transformer <HIGH>	Siemens 3000 kW (4746) Transformer <LOW>	0,0265