



## Greinargerð um framkvæmdir Hafnarfjarðarhafnar við landtengingar árin 2020 til 2025

### *Drög III*

*Skýring: Í drögum III er búið að breyta forgangsroð framkvæmda. Ástæðan fyrir þessu er að fyrirhugaðar aðgerðir franska fyrirtækisins Ponant, sem gerir út farþegaskipin sem hafa haft Hafnarfjarðarhöfn sem heimhöfn, hafa breyst vegna Covid 19 og verða skip fyrirtækisins að öllum líkindum ekki tengihæf fyrr en í lok ársins 2022. Ákveðið var í framhaldi af þessum upplýsingum að taka fyrir áfanga tvö samkvæmt drögum II en gera ráð fyrir einni tengingu í stað tveggja. Einnig er búið að bæta við kostnaði vegna sérstakra kapalkrana. Búið er að hafa meira samráð við HS Veitur og sá hluti í drögunum hefur verið endurskoðaður í samræmi við nýjar upplýsingar.*

Að ósk hafnarstjóra Hafnarfjarðar var Sætækni ehf falið að gera greinargerð um fyrirhugaða uppbyggingu landtenginga á hafnarsvæði hafnarinnar til ársins 2025 í samræmi við hugmyndir hafnarstjórnar Hafnarfjarðarhafnar.

Með bréfi (tölvupósti) dags. 24. apríl s.l. (fylgiskjal 1) gerði Lúðvík Geirsson hafnarstjóri grein fyrir fjárfestingum á yfirstandandi ári.

Á næstu árum eru fyrirhugaðar miklar framkvæmdir við að byggja upp öflugt landtengikerfi til að mæta þörfum viðskiptavina og stuðla að orkuskiptum, þ.e. að nota íslenska endurnýjanlega raforku í stað jarðefnaeldsneytis. Þessar framkvæmdir eru einkum fólgnar í því annars vegar að byggja upp afkastamikið lágspennukerfi (LVSC) á Hvaleyrarbakka, Suðurbakka og í Straumsvík og hins vegar að gera ráð fyrir háspennutengingu (HVSC) á Hvaleyrarbakka.

### **Skipin**

Skipin sem heimsækja Hafnarfjarðarhöfn eru mjög fjölbreytt, samanber skýrslur Sætækni ehf (Gunnar H. Sæmundsson, 2016 og 2019). Öll smærri skip með rafkerfi sem er 380V/50Hz og þurfa ekki meira afl en 130 kW geta tengst núverandi kerfi.

Vandamálið er með stærri skip eins og vinnsluskip (aðallega frystitogara), fragtskip, rannsóknarskip og farþegaskip. Þessi skip er ekki hægt að tengja með góðu móti í dag. Kemur þar tvennt til: Skipin eru ekki öll með sömu spennu og tíðni og/eða þurfa meira afl.

Væntanlegar framkvæmdir eru til að gera það mögulegt að þessi skip geti landtengst.

Rétt er að hafa í huga að stærri skipin hafa almennt ekki enn sett upp búnað fyrir landtengingu eins og fram kemur í fyrrnefndum skýrslum Sætækni ehf. Þrýst er á útgerðir að gera bragarbót á þessu og hefur t.d. komið fram hjá franska fyrirtækinu Ponant að það ætli að klára slíkar breytingar a.m.k. á hluta af sínum flota fyrir árslok 2020.

## Tæknilegar lausnir

Mikil þróun hefur orðið í raftækni búnaði fyrir landtengingar á undanförunum árum, bæði hvað varðar umfang og kostnað.

Hér fyrir neðan eru nokkrar skýringar á hugtökum í rafmagni til að auðvelda lesendum skilning á greinargerðinni:

Dreifistöð: Heiti á endastöð hjá viðkomandi rafmagnsdreifiveitu, í þessu tilfalli HS Veitum.

LVSC: Lágspennutenging (Low Voltage shore connection), spenna undir 1000 Voltum.

HVSC: Háspennutenging (High Voltage shore connection), spenna yfir 1000 Voltum.

V: Volt; rafspenna er mæld í V og háspenna í kV (k stendur fyrir 1000).

A: Amper, er rafstraumur I, mældur í amperum A.

kW: Afl mælt í kílówöttum, kW (grunneiningin er W; kíló/k stendur fyrir 1000).

kVA: Er eining fyrir afl í kílóvoltamperum (grunneiningin er voltamper).

Munurinn á W og VA

$Afl (W) = V * I * \sqrt{3} * \cos \theta$  Þar sem  $\cos \theta$  er fasvikið milli spennu og straums (e. *power factor* og er oft um 0,8).

$AFL (VA) = V * I * \sqrt{3}$

VA er reiknuð stærð án fasviks en það er oft hentugt þar sem fasvikið er ekki alltaf þekkt og getur verið breytilegt.

Í þessari greinargerð er stuðst við tæknilegar útfærslur eins og koma fram í skýrslu Verkís (Kjartan Jónsson, 2019) og útfærslu frá PSW í Noregi (Sverre Kapstad, 2020).

PSW setur saman landtengibúnað eftir alþjóðlegum staðli, fyrir lágspennu LVSC IEC/ISO/IEEE80005-3 og fyrir háspennu HVSC IEC/ISO/IEEE80005-3. Fyrirtækið kemur búnaði sínum fyrir í gámaeiningum (sjá fylgiskjal 4). Kostnaður við slíkar einingar er mun minni en ef byggt væri sérstakt hús utan um búnaðinn.

Slíka lausn má einnig sjá í skýrslu Sætækni ehf (Gunnar H. Sæmundsson, 2019), með LVSC í Körsör í Danmörku og með HVSC í Gautaborg. Í kostnaðarútreikningum hér á eftir er tekið mið af útfærslum PSW.

Samtals er rafmagni frá HS Veitum dreift í fimm dreifistöðvar, tvær á Suðurbakka, tvær á Hvaleyrarbakka og eina í Straumsvíkurhöfn, sjá nánar fylgiskjöl 2 og 3.

## Framkvæmda- og kostnaðaráætlun

Fyrirhuguðum framkvæmdum á árunum 2020 til 2025 er skipt í fjóra áfanga.

### 1. áfangi:

#### Lágspennukerfi (LVSC) á Hvaleyrarbakka og undirbúningur fyrir uppsetningu landtengingarkerfis

Gert er ráð fyrir uppsetningu á lágspennubúnaði (LVSC) samkvæmt staðli ISO/IEC/IEEE DIS 800005-3. Afköst búnaðar eru 1 MVA, 440V/690V/60Hz, sem þýðir að afköst kerfisins er m.v. 690V yfir 800 kW og 440V um 550 KW. Gert er ráð fyrir að hægt sé að tengja tvö skip samtímis.

Búnaði til að breyta spennu og tíðni er komið fyrir í einum gámi, sennilega 20 fet af stærð. Gámurinn er fæddur með háspennu 11 kV. Gert er ráð fyrir að hægt sé að nota núverandi lagnaleiðir í bryggju. Einnig er búið að bæta við sérstökum kapalkrana sem auðveldar til muna tengingu við skip og meðferð á köplum.

Áætlaður heildarkostnaður við þessa framkvæmd er áætlaður 87.095.000 kr., sjá nánar kostnaðaráætlun, fylgiskjal 6.

Veruleg vinna liggur í undirbúningi og hönnun sem nýtist einnig í seinni áfanga.

Áætlaður kostnaður við þessa vinnu er um 12 milljónir króna.

Samtals kostnaður við 1. áfanga er því um 99 milljónir króna.

Gert er ráð fyrir að þessi framkvæmd eigi sér stað árin 2020 til 2021.

### 2. áfangi:

#### Farþegaskip

Uppbygging á lágspennukerfi fyrir farþegaskip sem koma reglulega til Hafnarfjarðarhafnar. Þessi skip eru frá frönsku útgerðinni Ponant. Hún hefur óskað eftir sérstakri lausn sem felur í sér að landtenging þurfi að afkasta um 1200 kW eða 1,2 MW og tengingin verði LVCS 690V/50Hz. Hér þyrfti tengingin að vera 1,5 MVA m.v. fasvik 0,8 (e. *power factor*) og krefst 1300 Ampera í rafstraum.

Þetta er afkastamið lágspennukerfi sem krefst a.m.k. fjögurra 350 A kapla. Þá þarf einnig að setja upp kerfi til að meðhöndla kapla og gera ráð fyrir þeim búnaði á bryggju. Það sem „sparast“ í þessari framkvæmd er að ekki þarf að breyta tíðni þar sem skipin eru með sömu tíðni og er á landsnetinu.

Áætlaður heildarkostnaður við þessa framkvæmd með heimtaugargjaldi til HS Veitna er um 30 milljónir króna. Rétt er að benda á að nokkur óvissa er í kostnaði þar sem ekki liggur fyrir hvernig meðhöndlun kapla verður milli skips og tengibúnaðar

#### Lágspennukerfi (LVSC) á Hvaleyrarbakka

Gert ráð fyrir að bæta við annarri tengistöð (gámi) á Hvaleyrarbakka með tengimöguleika fyrir a.m.k. tvö skip. Sams konar búnaður og er í 1. áfanga.

Samtals kostnaður um 87 milljónir króna.

Áætlaður kostnaður við þessa framkvæmd er um 117 milljónir króna með kostnaði við heimtaug og einn kapalkrana.  
Gert er ráð fyrir að þessi framkvæmd verði árin 2021-2023.

### 3. áfangi:

#### **Lágspennukerfi (LVSC) á Suðurbakka og í Straumsvíkurhöfn**

Eins og áður er þetta til að mæta þörfum skipa sem þurfa 150 til 700 kW: Á Suðurbakka er gert ráð fyrir 440V/690V/60Hz, 900 Amperum og þremur tengipunktum. Í Straumsvíkurhöfn verður eins uppbygging nema tengipunktar verða tveir. Reikna má með að aflþörf skipa sem koma í Straumsvíkurhöfn sé ekki meiri en 400 kW, samanber athuganir á sambærilegum skipum á Grundartanga (Gunnar H. Sæmundsson, 2019). Núverandi tengingar eru í tveimur tengipunktum 125 Amper hvor (Björn hjá Ralix, 2020)

Kostnaður við þessar framkvæmdir er um 140 milljónir króna með heimtaug og kapalkrönum.  
Fyrirhugað er að þessi framkvæmd verði á árunum 2023-2024.

#### 4. áfangi:

##### Háspennukerfi (HVSC) 2 X 2 MVA á Hvaleyrarbakka

Hér er gert ráð fyrir því að þróunin verði þannig að skip nýti sér í auknum mæli háspennu til að minnka umfang rafmagnskapla. Stærri farþegaskip eru með 6,6 kV eða 11 kV kerfi um borð og dreifa rafmagni þannig um borð í skipinu en þetta er gert til að minnka umfang kapla. Þau skip sem eru með lágspennu þurfa að hafa spenni um borð til að spenna niður úr 6,6 eða 11 kV.

Áætlaður kostnaður er um 200 milljónir króna með kostnaði við heimtaug.  
Áætlaður framkvæmdatími er árin 2024–2025.

### Yfirlit yfir áfangana í töfluformi

#### Tafla 1

Allar tölur í milljónum króna.  
Framkvæmdaár og kostnaður:

Áfangar/ár	2020	2021	2022	2023	2024	2025	samtals
F. 2020	30						30
1. áfangi		99					99
2. áfangi			117				117
3. áfangi				140			140
4. áfangi					200		200
						<b>Alls</b>	<b>586</b>

#### Skýringar:

F. 2020: Framkvæmdir á yfirstandandi ári, sjá fylgiskjal 1.

## Dreifistöðvar

Á fylgiskjöllum 2 og 3 má sjá núverandi dreifistöðvar.

Dreifistöðvar tilheyra HS Veitum. Fyrirtækið kemur með rafmagn sem er 11 kV, sem er síðan spennt niður í 400 V í tengitöflu sem tilheyrir Hafnarfjarðarhöfn.

Dreifistöðvar á Suðurbakka eru tvær, 1250 kVA og 630 kVA, eða samtals 1880 kVA.

Dreifistöðvar á Hvaleyrarbakka eru tvær, 1000 kVA og 800 kVA, eða samtals 1800 kVA.

Dreifistöð í Straumsvíkurbakka er ein, um 1800 kVA.

Samtals er því til staðar á Suður- og Hvaleyrarbakka afl upp á 5480 kVA.

Hafa verður í huga að rafmagn frá þessum dreifistöðvum er notað fyrir allt rafmagn á bryggjum en ekki bara fyrir landtengingar í skip.

### Þörf á rafmagn frá dreifistöðvum, mælt í kVA fyrir hvern áfanga:

**Tafla 2**

Tölur fyrir rafmagnsþörfina á hverjum stað í kVA, afli mældu í kílóvoltamperum. Þegar þetta verkefni er komið lengra þarf að gera afláætlun.

	<i>Suðurbakki</i>	<i>Hvaleyrarbakki</i>	<i>Straumsvík</i>	<b>Samtals</b>
	kVA	kVA	kVA	
1. áfangi	1500			<b>1500</b>
2. áfangi		2200		<b>2200</b>
3. áfangi	1100		1100	<b>2200</b>
4. áfangi		3200		<b>3200</b>
			<b>Alls</b>	<b>9100</b>

Eins og sjá má er núverandi afl dreifistöðva 5480 kVA og því þarf að bæta verulega í á dreifistöðvum til að ná fyrirhuguðu afli (9100 kVA). HS Veitur (Kristján Örn Kristjánsson, 2020) segja að það verði ekki vandamál, því að í bígerð er að tengja nýjan 33 kV kapal milli veitustöðva í Hamranesi og Ölduslóð, en við það losna tveir 11 kV strengir sem gætu nýst Höfninni. Hægt verður að nýta hluta þess rafmagns sem er til í núverandi dreifistöðvum. Talið er að styrkja þurfi dreifingu í Straumsvík og jafnvel skipta út núverandi streng.

Í kostnaðarmati fyrir hvern áfanga er búið að taka tillit til þessa kostnaðar.

## Að lokum

Hér hefur verið gerð grein fyrir metnaðarfullri framtíðarsýn stjórnenda Hafnarfjarðarhafnar um það hvernig nánasta framtíð gæti orðið í rafvæðingu hafnarinnar. Lögð er áhersla á að nota innlenda endurnýjanlega orkugjafa í stað jarðefnaeldsneytis og koma þannig í veg fyrir mikla loftmengun og hávaða. Einnig verður að hafa í huga að Hafnarfjarðarhöfn hefur nú þegar gert mikið til að geta landtengt skipin með því m.a. að bjóða upp á marga 250 ampera tengla í núverandi kerfi (400V/50Hz). Í dag er hins vegar þörf fyrir aflmeiri tengingar og einnig þarf að geta boðið þá tíðni sem hentar skipunum. Fyrirhugaðri uppbyggingu er ætlað að mæta þessum þörfum.

Þessi áætlun getur breyst m.a. með tilliti til þarfa viðskiptavina, fjármögnunar framkvæmda og tækniþróunar.

Hafnarfjörður 18.6.2020

Sætækni ehf

Gunnar Hörður Sæmundsson

## Heimildir:

Gunnar Hörður Sæmundsson. 2016 og 2019. *Hafnarfjarðarhöfn landtengingar o.fl.; Faxaflóahafnir – landtengingar, rafmagnsmál – greining.*

Kjartan Jónsson. 2019. *Hafnarsamlag Norðurlands – landtenging skipa.*

Sverre Kapstad. 2020. Tölvupóstar, tæknilýsingar og verð.

Einnig var rætt við Björn hjá Ralix (2020), Kristján Örn Kristjánsson hjá HS Veitum (2020) og Lúðvík Geirsson hjá Hafnarfjarðarhöfn (2020).

## Fylgiskjöl:

Fylgiskjal 1: Tölvupóstur frá Hafnarstjóra með viðhengjum.

Fylgiskjal 2: Loftmynd af Suðurbakka og Hvaleyrarbryggju, dreifistöðvar.

Fylgiskjal 3: Loftmynd af Straumsvíkurhöfn.

Fylgiskjal 4: PSW tæknilýsingar á landtengibúnaði – Ekki til staðar

Fylgiskjal 5: Tölvupóstur frá PSW, verð á búnaði.

Fylgiskjal 6: Drög III. Kostnaðaráætlun m.v. 1. áfanga.



## Framkvæmdir hjá Hafnarfjarðarhöfn vegna orkuskipta á árinu 2020



### Háibakki - 2 x 250 A og 4 x 125 A tengingar verklok sumar 2020

Þjónustuhús - rafvirki	7.905.000
Tenglar - töfluskápar	2.919.392
Raftaugar - strengir	2.960.980
Tenglar - rofar	2.349.350
annað	299.600
<i>Samtals kostn.</i>	<b>16.434.322</b>

### Suðurbakki - viðbóta tenging 250 A og strengur verklok sumar 2020

Nýr aflrofi, mælaspennar og kw.	500.000
Strengur og tengill 1 x 200 A	1.000.000
<i>Samtals kostn.</i>	<b>1.500.000</b>

### Suðurbakki - styrking á raftengi-búnaði - stærri skip verklok 2020

nýr töflubúnaður og rofar	5.000.000
nýir strengir og 2 nýir tenglar 2x 200 A	2.000.000
<i>Samtals kostn.</i>	<b>7.000.000</b>

### Háspennuteningar á Suðurbakka 1. áfangi --- unnið á árinu 2020

Undirbúningur, ráðgjöf og hönnun	<b>5.000.000</b>
----------------------------------	------------------

### Áætaður heildarkostnaður v. orkuskipta á árinu 2020

**29.934.322**

# Hafnarfjarðarhöfn

## Rafmagns – landtenging



### Landtengibúnaður:

Hafnarfjarðarhöfn er með 207 rafmagnstengla frá 16 til 250 amper (150 kW / 173 kVA), 400 V og 50 Hz.

### Óseyrarbyggja – Flensborgarhöfn:

97 stk 16 A, 10 stk 32 A, 8 stk 63 A og 4 stk 125 A.

### Suðurbakki:

5 stk 63 A, 20 125 A og 4 stk 200 A.

### Hvaleyrarbakki:

15 stk 63 A, 27 stk 125 A, 4 stk 200 A og 7 stk 250 A.

### Sparnaður útgerðar við að nota landtenginu:

Kostnaður við að framleiða eina kWst með díselolíu er kr. 27,45.

Ein kWst með landtengingu kostar 17,20 kr.

**Munurinn er um 60% sem það er dýrara að nota díselolíu.**

### Umhverfisáhrif:

Minni mengun, minni hávaði.

Við bruna á einum lítra af díselolíu verður til 2,68 kg af CO<sub>2</sub>.

### Dæmi um minni mengun:

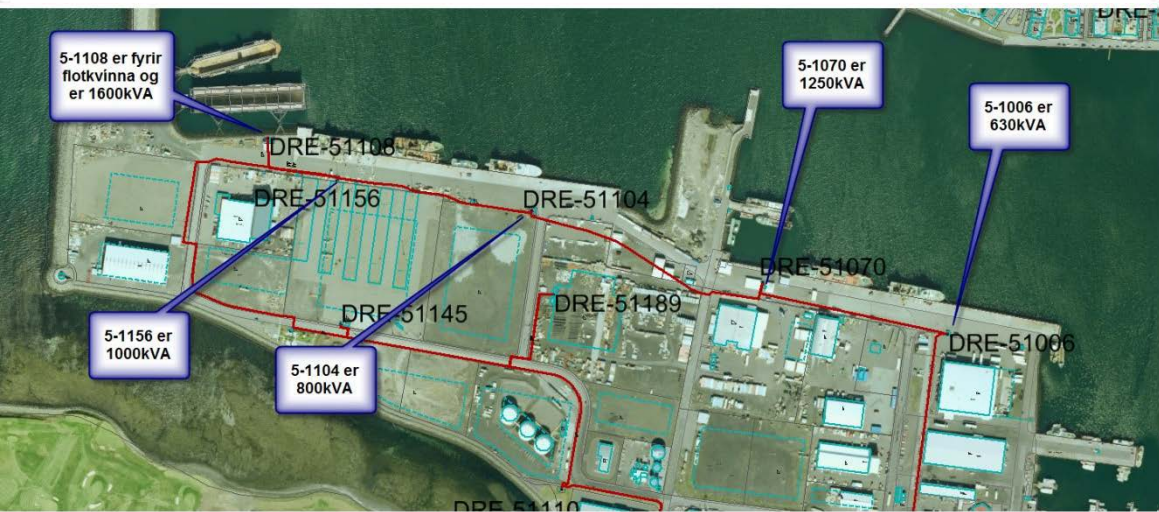
Aflþörf skips er 70 kW.

- Ef keyrð er **ljósavél** þá verða til **1.330 kg af CO<sub>2</sub>** á sólarhring.
- Ef skipið **landtengist** þá verður **ekkert CO<sub>2</sub>** til.

Vélarhljóð þagnar við landtengingu.

**Hafnarfjarðarhöfn leggur mikla áherslu á  
að landtengja öll skip sem það geta.**

## Fylgiskjal 2 – dreifistöðvar





**Fylgiskjal 4** – PSW tæknilegar upplýsingar ekki aðgengilegar. Vinsamlegast sendið Gunnari H. Sæmundssyni tölvupóst á netfangið [gunnar@saetaekni.is](mailto:gunnar@saetaekni.is)

Good morning Gunnar.

Just som general info.

Blueday are a competitor of us for more simple solution were there are 1-2 ships on a converter and delivery are around. 200-300km from Stavanger were they are based.

In Northern Norway and were there are more complex systems and more ships in a optimal designed system, PSW take 70-80%.

I can give you some figures on estimates, but a more detailed specification can be done later. (Few weeks ahead).

Attached is an internal document made by me last year after some dialog with Verkis.

Please have in mind that we are building 5pc 2.2MVA shore Power containers for our rental and first is ready in may and than out for a job in Thailand the rest of the year. The other four are ready end of the year and are out in 2021 for the hole year during a rig commissioning phase.

We have also started design of a pilot system for bigger Cruise HVSC 16mVA that is based on 5pc converters of 3.2MVA in each 20 feet container.

1-2 containers ekstra for transformers/switchboards.

I price estimate depends on who is taking lead for the design and cost are added if we are a sub supplier.

1. I think a have estimate prices for what is needed for connection for Ponant crus vessels (690V/50Hz,1200 kW) estimated price around 150.000 eur.

- 11kV needed from the grid and the local power company need a breaker on their side.
- 20feet container including following eguipment  
11kV input breaker.

2000kVA cast resin transformer 11kV +/- 2x2.5%/705V No load

690V 50Hz 4x400A breaker in switchboard and control system

HVAC

Budget price **Ex works Bergen 125.000 Euro** (Currency change a lot these days)

- Cable drums. 2pc 2x50m for 350A  
**2x100.000 Euro** deliveres and tested on site.
- **Project manager/adm 25.000 Euro** if we need to coordinate work and design.

(We have just got a job for similar system for "Hurtigruten" in Norway) 2x2500kVA)

2. For LVSC (1 MVA)n900 A (440v/690V/60Hz) about 250.000 eur.

We assume 400V is available for our container.

20 feet container, three quay side cabinets with three plugs each.

**250.000 euro** seems OK ex works Bergen.

**Project manager/adm 25.000 Euro** if we need to coordinate work and design.

3. HVSC (4 MVA, 11kV), information from report by Verkis, Jón Kjartansson, report for "Hafnarsamslag Norðurlands"Two 40 feet container and cable systeim. Estimated price 1.100.000 eur (Blueday 2019).

See Attached budget spec from other case. Confidential. That case was a perfect system that supplies and LV or HV to three pits.

I have not seen a case with 4MVA to one ship and that is much cheaper.

2pc 2.2MVA (PSW standard) in 2pc 8m container.

The containers can feed full 2.2MVA as 11kV or 6.6kV. (Blueday often has other design with

less flexibility).

I need to spend some time to understand this case.

We just won a contract last year for similar system (3x2.2MVA) and Blueday had 30% higher price so I just don't understand the pricing...

We had better design and flexibility.

Our next generation High power converter can be used but....

1.100.000 Euro is possible, but as I said,,,I need to understand if they have just 11kV to one ship or can split for two ships and also has 6.6kV.

Simple system cost more when all future needs are discovered and rebuildings are done...

Med vennlig hilsen/ Best regards

**Sverre Knapstad | Senior Engineer – Power Systems | PSW Power & Automation AS**

+4795118275 | svkn@psw.no | www.psw.no

15.6.2020

**Greinargerð um framkvæmdir Hafnarfjarðarhafnar við landtengingar****Kostnaðaráætlun við 1. áfanga samkvæmt Drögum III**

<b>Kaup á 1 MVA búnaði frá Noregi</b>	<b>Evrur</b>	<b>ÍSK</b>	<b>Alls</b>
m.v. kostnaðarmat frá PSW	300.000	45.900.000	
Flutningskostnaður		2.000.000	
Kostnaður við ræsingu og prófun	25.000	3.825.000	
<b>Samtals kostnaður við búnað</b>		<b>51.725.000</b>	<b>51.725.000</b>
Kapalkrani, áætlað verð		15.000.000	15.000.000
Heimtaug, HS veitur		10.000.000	10.000.000
Stækkun dreifistöðvar, 20 fermetrar		4.000.000	4.000.000
Kaplar, 200 metrar		1.120.000	1.120.000
Tengibúnaður, 3 stk, háspennutenglar (11 kV)		2.250.000	2.250.000
Vinna við lagnir		3.000.000	3.000.000
Ráðgjöf og hönnun		12.000.000	12.000.000
	<b>Samtals kostnaður</b>		<b>99.095.000</b>
<b>Forsendur:</b>			
Gengi evru 15.5.2020:		153 evr/ÍSK	
Kostnaður við stækkun dreifistöðvar		200.000 kr/ m <sup>2</sup>	
Kaplar, kostnaður per lengdarmetra		5.600 kr/m	
Tengibúnaður		750.000 kr/stk	