

# Norðurál

## Orkuvinnsla úr glatvarma



## Efnisyfirlit

1.	Inngangur	2
2.	Forsendur	3
3.	Samanburður á nýtingu glatvarma til heitavatns- og raforkuvinnslu	3
3.1	Heitt vatn til upphitunar á byggingum álversins	4
3.2	Heitt vatn fyrir hitaveitu í nágreni Grundartanga	4
3.3	Raforka til eigin nota í álverinu	5
3.4	Raforka fyrir rafveitu í nágreni Grundartanga	5
3.5	Kæliloft frá loftpressum nýtt til upphitunar	6
4.	Samantekt	7
5.	Kostnaðaráætlun	8
6.	Arðsemi valkosta	9
7.	Nýting glatvarma til upphitunar - skema	12
8.	Nýting glatvarma til raforkuvinnslu - skema	14
9.	Nýting á kælilofti til upphitunar - skema	15



## 1. Inngangur

Hérlendis hefur verið gert átak til að nýta innlenda orku til varma- og raforkuvinnslu með góðum árangri. Minni áhersla hefur verið lögð á orkusparnað og nýtingu afgangsortku. Til dæmis fellur til mikill glatvarmi í vinnsluferli verksmiðja sem nýta má mun betur en gert er í dag.

Álverksmiðja Norðuráls á Grundartanga er staðsett nærri stærsta þéttbýlissvæði landsins og því er markaður fyrir varma og raforku til staðar á svæðinu. Framleiðslugeta álversins er í dag 90 þúsund tonn og raforkunotkun um 1.350 GWh á ári. Fyrirtækið áformar að auka framleiðslugetuna í 180 þúsund tonn sem kallar á um 2.700 GWh af raforku á ári. Samhliða álframleiðslu verksmiðjunnar fellur til verulegur varmi sem hægt er að nýta til framleiðslu á heitu vatni og/eða raforku. Með nýtingu á tilfallandi glatvarma frá verksmiðjunni má þannig má lækka orkukaup til fyrirtækisins og/eða selja heitt vatn og raforku til hita- og rafveitna í nágreninu.

Tilfallandi glatvarmi frá álverinu nemur í dag yfir 73 MW þegar verksmiðjan er á fullum afköstum, eða 90 þúsund tonna ársframleiðslu. Þar af um 67 MW frá álbræðslunni og um 6 MW frá hjálparkerfum verksmiðjunnar. Reikna má með yfir 8.700 vinnslutímum hjá verksmiðjunni sem svarar til varmaorku sem nemur um 635 GWh á ári. Úr glatvarmanum má framleiða rafafli sem nemur um 5 MW<sub>e</sub> og að auki má framleiða heitt vatn til upphitunar.

Sameining á orkuveitum Reykjavíkur og Akraness er í gangi. Samhliða áformum um stækkun álversins á Grundartanga væri athugandi fyrir Norðurál að ræða við orkuveiturnar um aukið samstarf í orkunálum. Þannig gæti álver Norðuráls keypt háspennna raforku til álbræðslunnar og selt orkuveitunum heitt vatn og jafnvel raforku framleidda úr varma inn á veitukerfi orkuveitnanna í staðinn.

Gert er fræðilegt mat á hagkvæmni þess að framleiða:

- Heitt vatn til upphitunar á byggingum álversins
- Heitt vatn fyrir hitaveitu í nágreni Grundartanga
- Raforku til nota hjá álverinu
- Raforku fyrir rafveitu í nágreni Grundartanga

Einnig er lagt til að nýta kæli loftið frá loftpressum til að hita þrýstiloftgeyma fyrir vinnuloft álversins og halda þeim þannig frostfríum.

Í skýrslunni er einungis lagt fræðilegt mat á hagkvæmni glatvarmanýtingar frá álveri Norðuráls á Grundartanga. Ef ráðist verður í útfærslu og tæknilegar lausnir á einstökum valkostum þarf því að gera ítralegra úttektar- og kostnaðarmat.



## 2. Forsendur

Við mat á hagkvæmni glatvarmanýtingar frá álverksmiðjunni á Grundartanga er miðað við núverandi framleiðslugetu eða 90 þúsund tonn á ári. Reiknað er með að setja upp varmvinnslubúnað sem framleiðir raforku úr varma frá útblæstri reykahreinsivirkis og loftræstingu kerskála til eigin nota, eða fyrir almenningsrafveitu í nágreni álversins. Einnig er metin hagkvæmni þess að framleiða heitt vatn til upphitunar á byggingum verksmiðjunnar. Þá er metin hagkvæmni þess að nýta varma frá álverinu til upphitunar fyrir fjarvarmaveitu í nágreni álversins.

Gert er ráð fyrir að Norðurál leggi til, eigi og annist tæki, lagnir og annan búnað til raforkuvinnslunnar og mótunar inn á raforkudreifilínur. Norðurál leggur einnig til, á og annast búnað til heitavatsframleiðslunnar, ásamt heitavatslögnum í verksmiðjunni og búnaði til flutnings á vatninu að fjarvarmaveitu í nágreni verksmiðjunnar.

Meðal varmaafþörf til upphitunar á byggingum álversins er áætluð um 400 kW og hámarks aflþörf um 750 kW. Árleg orkuþörf er þannig nálægt 3.500 MWh. Raforkunotkun fyrir lýsingu og almenna þörf starfsfólksins er áætluð um 1.500 MWh.

Raforkuverð til álversins er trúnaðarmál milli Landsvirkjunar og Norðuráls og því ekki gefið upp. Til að meta hagkvæmni glatvarmanýtingar frá álverinu er gengið út frá að raforkuverðið sé 1,70 kr/kWh. Meðalverð Orkuveitu Reykjavíkur á raforku til almennings er 5,99 kr/kWh og verð á heitu vatni 57,27 kr/m<sup>3</sup> auk þjónustugjalda.

Gert er ráð fyrir að samningar náist um sölu á raforku til almenningsveitna á 3,00 kr/kWh og framleiðslan nemi 42.500 MWh á ári. Einnig er gert ráð fyrir að selja árlega 80.000 MWh af heitu vatni til fjarvarmaveitu í nágreninu á 0,25 kr/kWh.

Árlegur rekstartími álversins er áætlaður 8.700 klukkustundir. Stofnfjárfesting vegna orkuvinnslu úr glatvarmanum beri 6% vexti og endurgreiðist á 20 árum. Rekstrar- og viðhaldskostnaðurinn er áætlaður um 2% af stofnkostnaðinum.

## 3. Samanburður á nýtingu glatvarma til heitavats- og raforkuvinnslu

Kannaðir eru eftirtaldir kostir til orkuvinnslu úr glatvarmanum hjá álveri Norðuráls á Grundartanga. Varminn úr kælivatni frá álhleifakælikerfi steypuskálans er nýttur til heitavatsframleiðslu og upphitunar á byggingum verksmiðjunnar (vatn til eigin nota). Varminn úr eimsvalavatni frá varmaorkuverinu er nýttur til heitavatsframleiðslu fyrir fjarvarmaveitu í nágreni álversins (vatn til hitaveitu). Varminn úr útblásturslofti frá reykahreinsivirki og loftræstingu kerskálanna er nýttur til raforkuframleiðslu og notkunar í álverinu (rafmagn til eigin nota). Varminn úr útblásturslofti frá reykahreinsivirki og loftræstingu kerskálanna er nýttur til raforkuframleiðslu fyrir rafveitu í nágreninu (rafmagn til rafveitu).

Einnig er lagt til að kæli loft frá loftpressum fyrir vinnuloftkerfi álversins verði nýtt til að hita þrýstiloftgeyma fyrir vinnuloft verksmiðjunnar og halda þeim þannig frostfríum.



### 3.1 Heitt vatn til upphitunar á byggingum álversins

Settir verði upp varmaskiptar, dælur og annar búnaður sem nýtir varma frá álhleifakælikerfinu í steypuskálanum til heitavatsframleiðslu og upphitunar á byggingum verksmiðjunnar. Núverandi álhleifakælikefi verður óbreytt að öðru leyti og notast til að fjarlægja þann glatvarma sem ekki nýtist til upphitunar á byggingunum.

Árleg varmaorkþörf til upphitunar á byggingunum og heitavatsneyslu starfsfólksins er áætluð 3.500 MWh eða um 90% af tilfallandi glatvarma frá álhleifakælikerfinu.

Árlegur sparnaður vegna nýtingar á glatvarma í stað raforku til upphitunar á byggingum verksmiðjunnar og á neysluvatni fyrir starfsfólk fyrirtækisins er tæpar 6 milljónir króna.

Kostnaður við innkaup og uppsetningu á tækjum og búnaði til heitavatsvinnslu frá álhleifakælikerfinu ásamt kostnaði við lagnir og tengingu á búnaði til upphitunar á byggingunum er áætlaður um 11 milljónir króna. Gert er ráð fyrir að stofnkostnaðurinn greiðist á 20 árum með 6% vöxtum.

Árlegur rekstrar- og viðhaldskostnaður vegna heitavatsvinnslu frá álhleifakælikerfinu er áætlaður 220 þúsund og kostnaður vegna vaxta og afborgana um 960 þúsund krónur.

Ef stofnfjárfestingin er 11 milljónir króna og endurgreiðslutíminn 20 ár með 6% vöxtum verður framleiðslukostnaður heitavatsins 0,34 kr/kWh og rekstrarafkoman um 4,8 milljónir króna á ári.

Arðsemi 11 milljóna króna fjárfestingar er um 52% og endurgreiðslutíminn 2,1 ár.

### 3.2 Heitt vatn fyrir hitaveitu í nágrenni Grundartanga

Gert er ráð fyrir að samningar náist um sölu á heitu vatni til hitaveitu í nágrenni Grundartanga. Settir verði upp varmaskiptar, dælur og annar búnaður sem nýtir varma frá kerskálum eða eimsvalakælikerfi varmaorkuversins til heitavatsframleiðslu. Umframvarminn sem ekki nýtist fyrir hitaveitu verður nýttur til upphitunar og snjóbræðslu á plönnum og bílstæðum kringum verksmiðjuna.

Gert ráð fyrir að selja árlega 80.000 MWh af heittu vatni eða um 15% af varmanum sem fellur til við álbræðsluna til hitaveitu í nágrenni álversins á 0,25 kr/kWh.

Árlegar tekjur af sölu á heitu vatni til hitaveitu í nágrenni verksmiðjunnar er því áætlaðar um 20 milljónir króna.

Kostnaður við lagnir og búnað til flutnings á heitavatninu að kerfi hitaveitunnar, innkaup á tækjum og búnaði til heitavatsvinnslunnar og tenging við veitukerfi hitaveitunnar er áætlaður um 75 milljónir króna. Gert er ráð fyrir að stofnkostnaðurinn greiðist á 20 árum með 6% vöxtum.

Árlegur rekstrar- og viðhaldskostnaður vegna heitavatsvinnslunnar er áætlaður 1,5 milljónir króna og kostnaður vegna vaxta og afborgana um 6,5 milljónir króna.



Ef stofnfjárfestingin er 75 milljónir króna og endurgreiðslutíminn 20 ár með 6% vöxtum verður framleiðslukostnaður heitavatnsins 0,10 kr/kWh og rekstrarafkoman tæpar 12 milljónir króna á ári.

Arðsemi 75 milljóna króna fjárfestingar er um 25% og endurgreiðslutíminn 4,8 ár.

### **3.3 Raforka til eigin nota í álverinu**

Sett verði upp varmaorkuver sem nýtir varmann úr útbæstri frá reykhreinsivirki og loftræstilofti frá kerskálunum til raforkuframleiðslu til eigin nota í álverinu. Varminn frá eimsvala orkuversins verður nýttur til upphitunar og snjóbræðslu á plönum og bílstæðum verksmiðjunnar og hugsanlega einnig til hitaveitu í nágreninu.

Frá útblæstri reykhreinsivirkisins verður nýtt varmaafli sem nemur um 27 MW og frá loftræstingu kerskálanna um 40 MW og framleitt rafafli sem nemur um 5 MW<sub>e</sub>. Með virkjun á varma úr útbæstri frá reykhreinsivirkinu og loftræstilofti frá kerskálunum má framleiða raforku sem nemur um 42.500 MWh árlega og anna þannig um 3% af raforkuþörf álversins.

Sparnaður vegna eigin raforkuframleiðslu til nota hjá álverksmiðju Norðuráls er því áætlaður um 72,3 milljónir króna á ári.

Kostnaður við innkaup á tækjum og búnaði til raforkuvinnslunnar og tenging við raforkukerfi verksmiðjunnar er áætlaður um 600 milljónir króna. Gert er ráð fyrir að stofnkostnaðurinn greiðist á 20 árum með 6% vöxtum.

Árlegur rekstrar- og viðhaldskostnaður vegna raforkuvinnslunnar er áætlaður um 12 milljónir króna og kostnaður vegna vaxta og afborgana um 52,3 milljónir króna.

Ef stofnfjárfestingin er 600 milljónir króna og endurgreiðslutíminn 20 ár með 6% vöxtum verður framleiðslukostnaður raforkunnar 1,51 kr/kWh og rekstrarafkoman um 7,9 milljónir króna á ári.

Arðsemi 600 milljóna króna fjárfestingar er um 10% og endurgreiðslutíminn 15,6 ár.

### **3.4 Raforka fyrir rafveitu í nágreni Grundartanga**

Gert er ráð fyrir að samningar náist um sölu á raforku til almenningsrafveitu í nágreni álvers Norðuráls á Grundartanga. Sett verði upp varmaorkuver sem nýtir varma úr útbæstri frá reykhreinsivirki og loftræstilofti frá kerskálunum til raforkuframleiðslu fyrir almenningsrafveituna. Varminn frá eimsvala orkuversins verður nýttur til upphitunar og snjóbræðslu á plönum og bílstæðum verksmiðjunnar og hugsanlega einnig til hitaveitu í nágreninu.

Frá útblæstri reykhreinsivirkisins verður nýtt varmaafli sem nemur um 27 MW og frá loftræstingu kerskálanna um 40 MW og framleitt rafafli sem nemur um 5 MW<sub>e</sub>. Með virkjun á varma úr útbæstri frá reykhreinsivirkinu og loftræstilofti frá kerskálunum er gert er ráð fyrir árlegri raforkuframleiðslu sem nemur um 42.500 MWh.



Árlegar tekjur af sölu á raforku til almenningsrafveitu í nágrenni verksmiðjunnar er því áætlaðar um 127,5 milljónir króna.

Kostnaður við innkaup á tækjum og búnaði til raforkuvinnslunnar og tenging við raforkukerfi almenningsrafveitunnar er áætlaður um 650 milljónir króna. Gert er ráð fyrir að stofnkostnaðurinn greiðist á 20 árum með 6% vöxtum.

Árlegur rekstrar- og viðhaldskostnaður vegna raforkuvinnslunnar er áætlaður um 13 milljónir króna og kostnaður vegna vaxta og afborgana um 56,7 milljónir króna.

Ef stofnfjárfestingin er 650 milljónir króna og endurgreiðslutíminn 20 ár með 6% vöxtum verður framleiðslukostnaður raforkunnar 1,64 kr/kWh og rekstrarafkoman um 57,8 milljónir króna á ári.

Arðsemi 650 milljóna króna fjárfestingar er um 18% og endurgreiðslutíminn 7,1 ár.

### **3.5 Kæli loft frá loftpressum nýtt til upphitunar**

Vinnuloft fyrir álverið er framleitt með sjö loftpressum í sérstöku loftpressuhúsi sem staðsett er miðsvæðis á milli kerskálanna. Pressurnar þjappa lofti inn á þrýstiloftgeyma sem staðsettir eru við loftpressuhúsið. Vinnuloftið er leitt frá geymunum að úttökum fyrir loft í kerskálum, skautsmiðju og steypuskála. Loftpressurnar eru kældar með lofti sem blásið er út um ristar á hlið loftpressuhússins.

Yfir vetrartímamann hefur talsvert borið á því að raki í vinnuloftinu hefur frosið í úttaksstútum á þrýstiloftsgeymunum og valdið rekstrartruflunum í vinnuloftkerfinu.

Umtalsverðu magni af heitu lofti er blásið úr loftpressuhúsinu sem auðvelt er að nýta til upphitunar á þrýstiloftkútunum. Því er lagt til að byggður verði loftstokkur yfir loftúttök á loftpressuhúsinu og stokkurinn leiddur að loftúttökum á þrýstiloftgeymunum og þeim haldið þannig frostfríum.



#### 4 Samantekt

Við mat á hagkvæmni glatvarmanýtingar frá álverksmiðjunni á Grundartanga er miðað við núverandi framleiðslugetu verksmiðjunnar eða 90 þúsund tonn á ári.

Glatvarminn frá álverinu er verulegur þegar verksmiðjan er á fullum afköstum. Tilfallandi varmaafli er um 73 MW og gert er ráð fyrir yfir 8.700 vinnsludögum á ári. Orkan sem hægt er vinna úr glatvarma verksmiðjunnar er þannig um 635 GWh á ári. Glatvarminn frá reykhreinsivirki og kerskálum álversins dugur til að framleiða rafafli sem nemur um 5 MW<sub>e</sub> eða um 3% af allri rafafliþörf Norðuráls og auk þess má framleiða heitt vatn til upphitunar.

Með samnýtingu á glatvarmanum til raforku- og heitavatnsframleiðslu má anna raforku- og upphitunarþörf um það bil 5.000 íbúa þéttbýlissvæðis. Virkjun glatvarmans hjá Norðuráli til raforku- og heitavatnsframleiðslu getur þannig stuðlað að aukinni nýtingu á innlendri endurnýjanlegri orku.

- Upphitun á byggingum Norðuráls með varma frá álhleifakælikerfi steypuskála nemur um 3.500 MWh á ári og skilar um 4,8 milljóna króna afkomu. Framleiðslukostnaður heitavatnsins er 0,34 kr/kWh og endurgreiðslutími fjárfestingarinnar 2,1 ár.
- Heitavatnsframleiðsla fyrir fjarvarmaveitu í nágrenni álversins nemur um 80.000 MWh á ári og skilar um 11,9 milljóna króna afkomu. Framleiðslukostnaður heitavatnsins er 0,10 kr/kWh og endurgreiðslutími fjárfestingarinnar 4,8 ár.
- Raforkuvinnsla úr útblæstri frá reykhreinsivirki og loftræstingu kerskálanna til eigin nota nemur um 42.500 MWh á ári og skilar um 7,9 milljóna króna afkomu. Framleiðslukostnaður raforkunnar er 1,51 kr/kWh og endurgreiðslutíminn 15,6 ár.
- Raforkuvinnsla úr útblæstri frá reykhreinsivirki og loftræstingu kerskálanna fyrir rafveitu nemur um 42.500 MWh á ári og skilar um 57,8 milljóna króna afkomu. Framleiðslukostnaður raforkunnar er 1,64 kr/kWh og endurgreiðslutíminn 7,1 ár.
- Lagt er til að nýta kæli loft frá loftpressum til upphitunar á þrýstiloftkútum.

Virðing glatvarmans frá álveri Norðuráls á Grundartanga er mjög áhugaverður kostur. Þar er nýting varmans til upphitunar á byggingum verksmiðjunnar arðbærasta framkvæmdin. Raforku- og heitavatnsframleiðsla fyrir þéttbýli í nágrenni álversins er einnig góður kostur en sú framkvæmd er háð samningum um sölu á orkunni og því talsvert áhættusöm. Arðsemi raforkuframleiðslu til eigin nota er minnst sem liggur í lágu raforkuverði til stóriðju. Líklegt er að raforkuframleiðsla úr varmanum frá reykhreinsivirkinu eingöngu sé mun arðsamari þótt framleiðslumagn raforkunnar verði talsvert minna. Hins vegar er áhættan af eigin raforkuframleiðslu mun minni en raforkuframleiðsla til sölu á almennum markaði.

Aukin samkeppni á raforkumarkaðnum samhliða áformum um stækkun álvers Norðuráls á Grundartanga opnar möguleika fyrir Norðurál að kanna nýtingu á tilfallandi glatvarma í samvinnu við orkuveiturnar. Slík samvinna í orkunýtingu getur skapað hagræðingu bæði fyrir orkuveiturnar og Norðurál og styrkt samningsstöðu Norðuráls í viðræðum við tilvonandi orkusala um raforkukaup til álversins á Grundartanga.

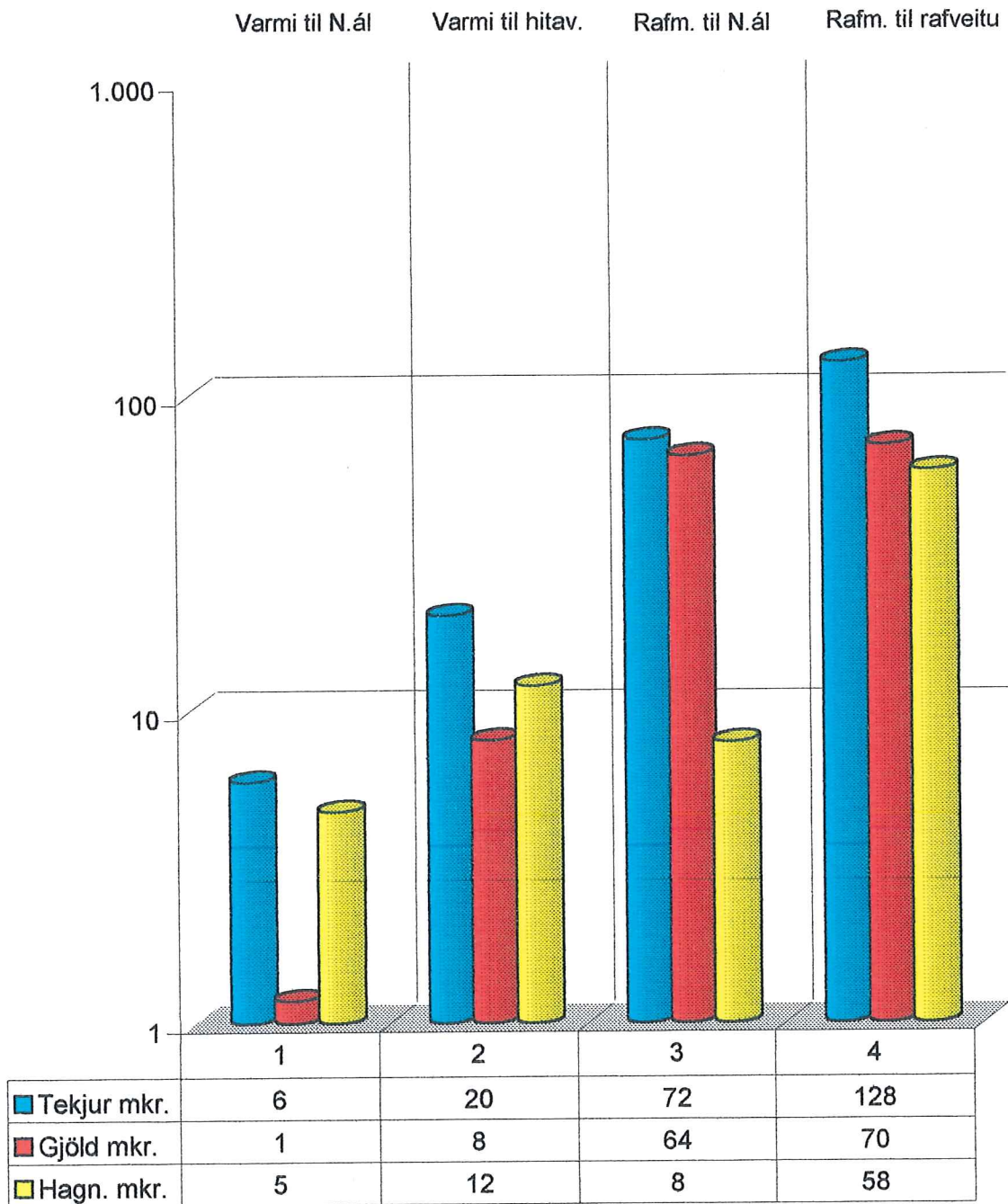


## Orkuvinnsla úr glatvarma

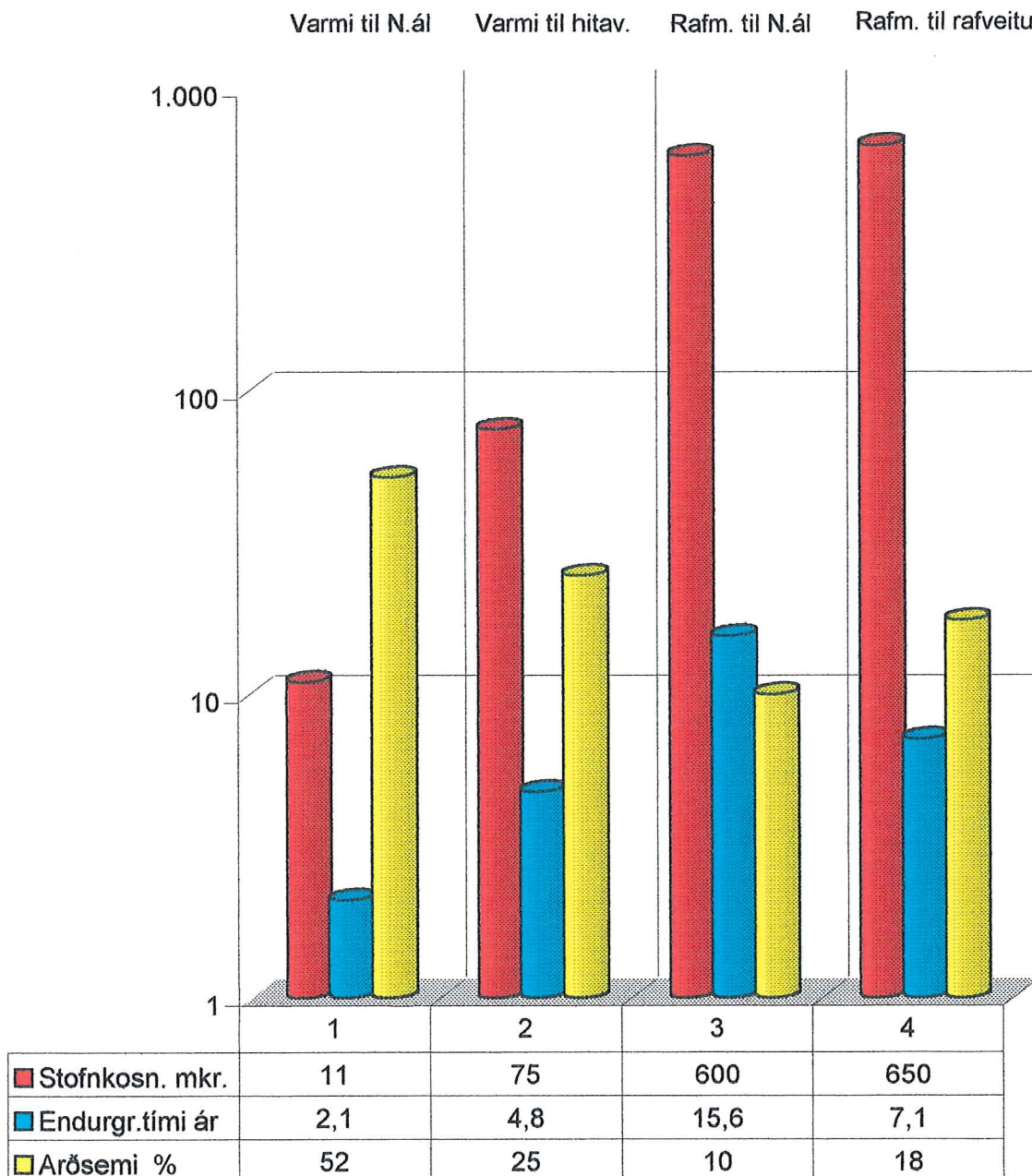
## 5. Kostnaðaráætlun

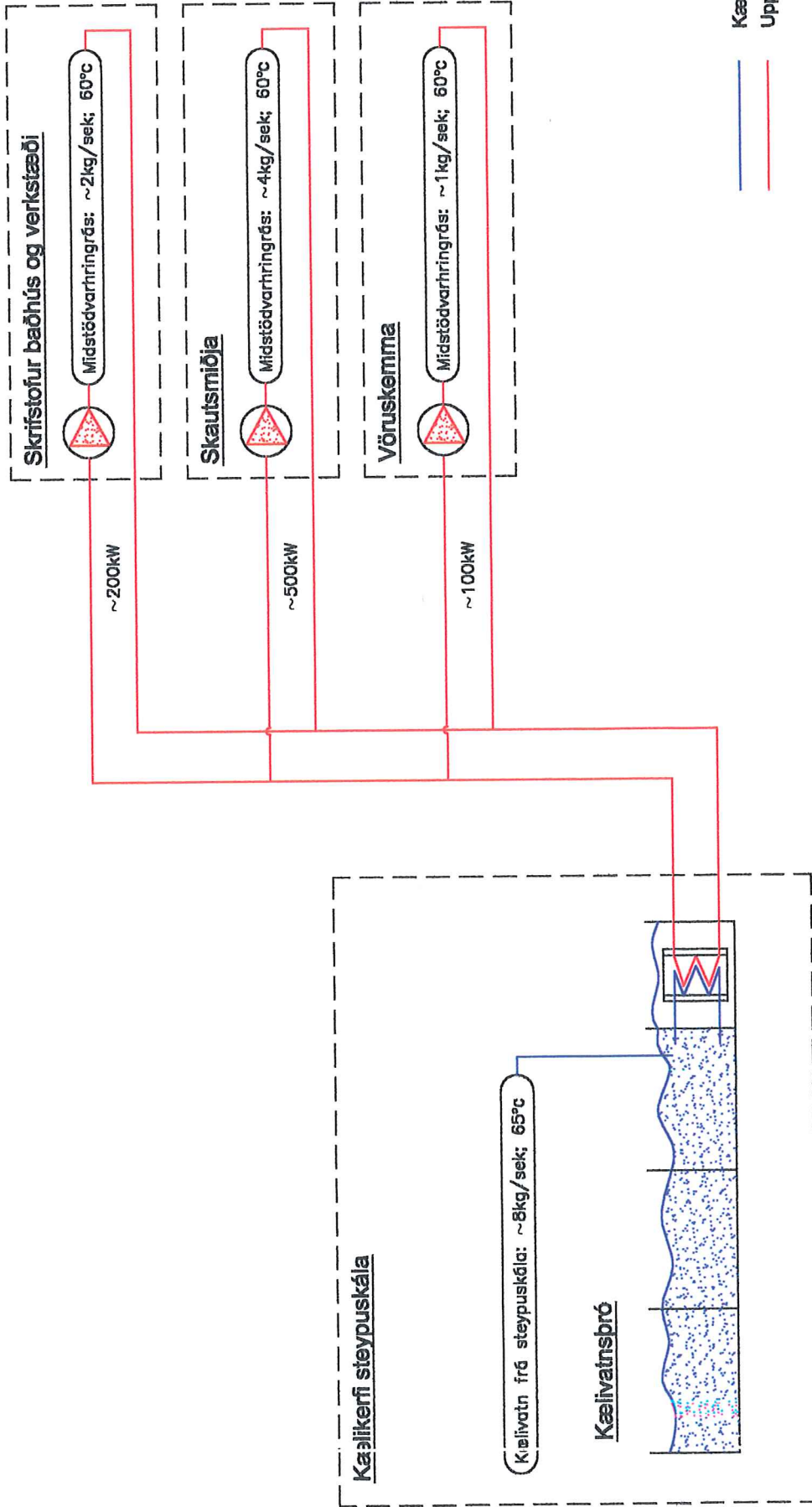
	Valkostir:	1) Varmi til Norðurál	2) Varmi til hitaveitu	3) Raforka til Norðurál	4) Raforka til rafveitu
Sundurliðun:					
Varmavinnslubúnaður;	kr.	2.000.000	10.000.000	340.000.000	340.000.000
Dælur, lokar ofl.;	kr.	1.000.000	5.000.000	85.000.000	85.000.000
Röra- og lagnaefni ofl.;	kr.	2.000.000	40.000.000	35.000.000	35.000.000
Stjórn- og rafbúnaður;	kr.	1.000.000	2.000.000	35.000.000	60.000.000
Smíðavinna og uppsetning;	kr.	4.000.000	14.000.000	90.000.000	110.000.000
Tæknivinna og eftirlit;	kr.	1.000.000	4.000.000	15.000.000	20.000.000
<b>Stofnkostnaður;</b>	<b>kr.</b>	<b>11.000.000</b>	<b>75.000.000</b>	<b>600.000.000</b>	<b>650.000.000</b>

### Tekjur glatvarmavinnslu



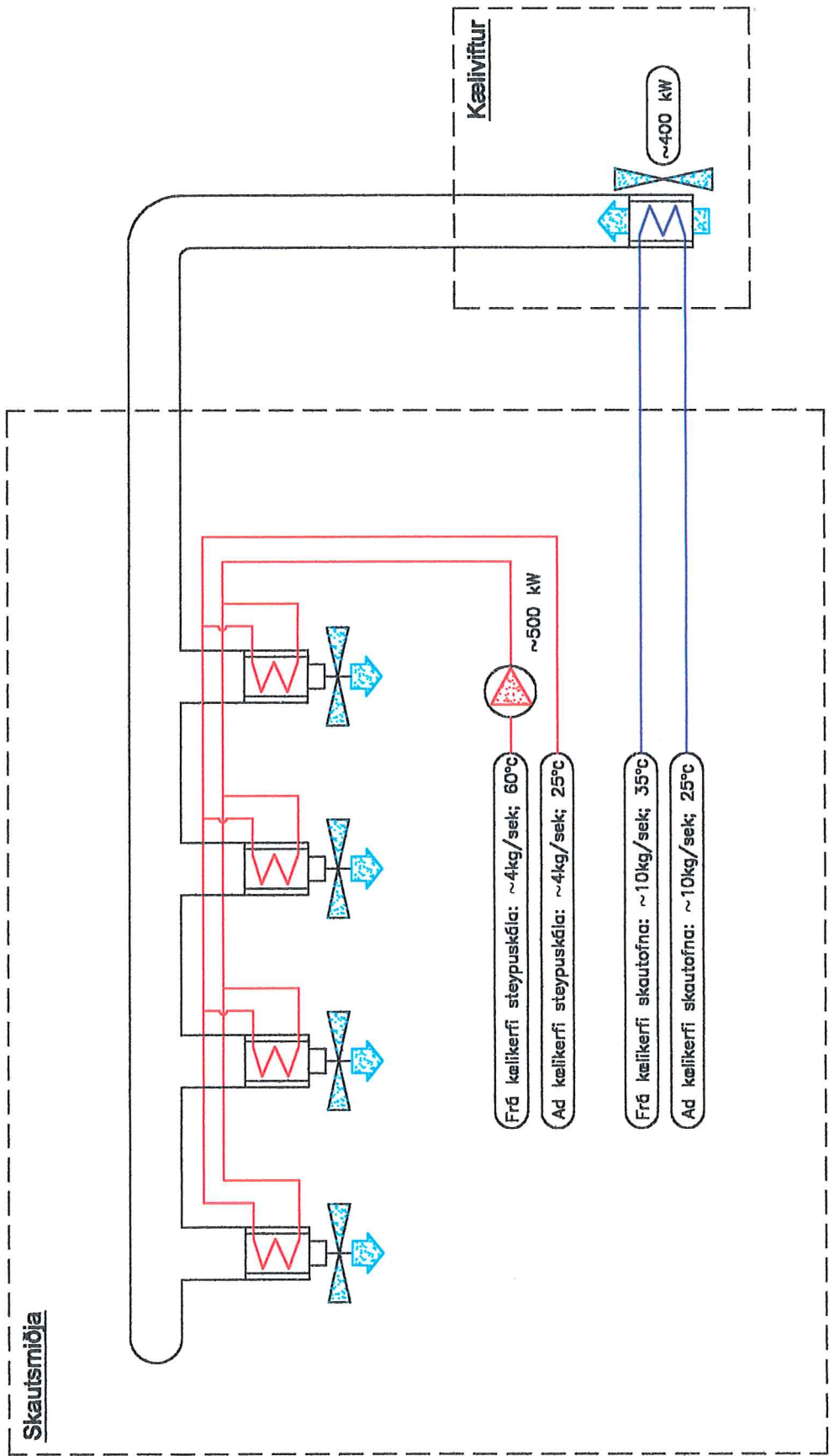
### Arðsemi glatvarmavinnslu





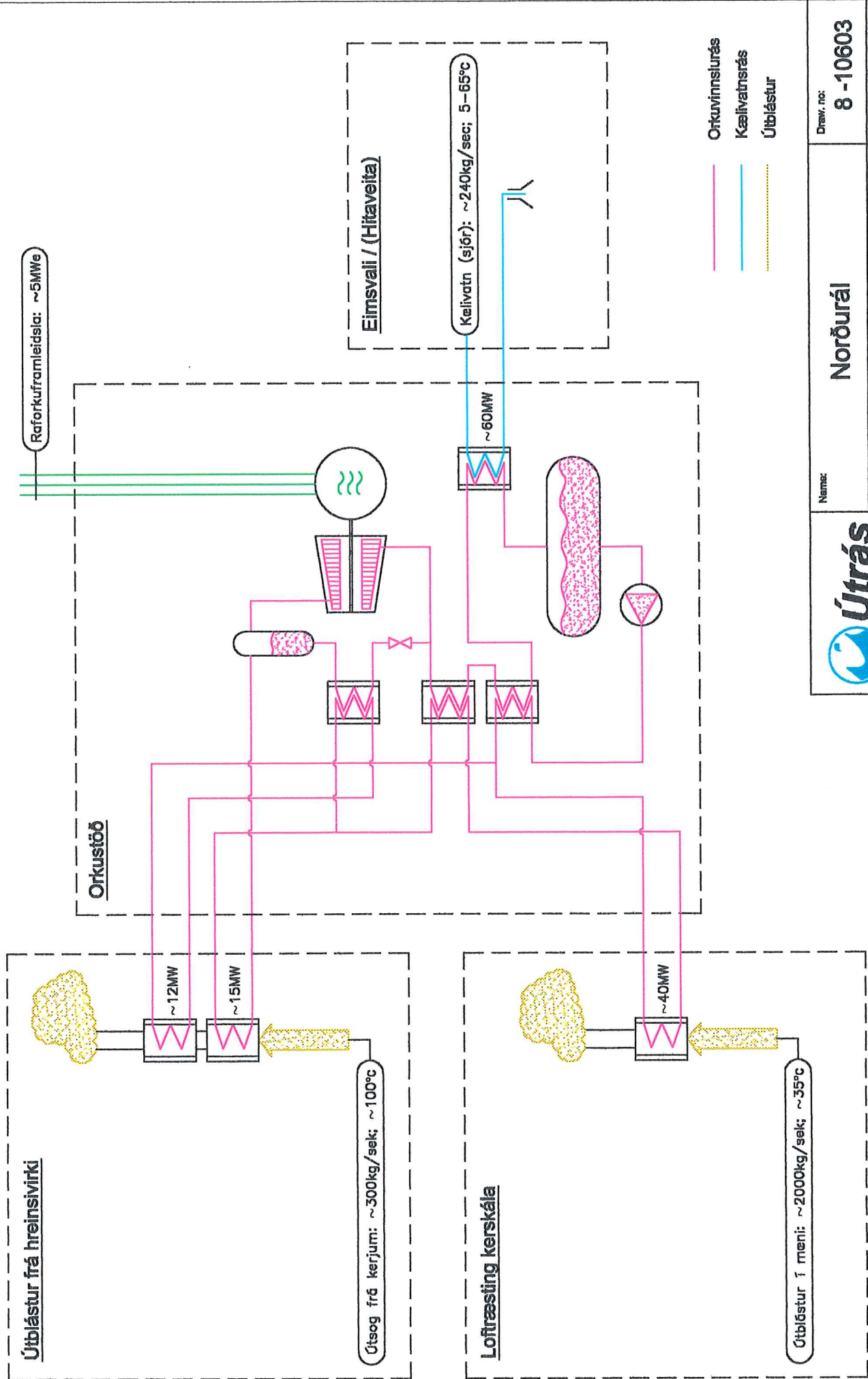
Útrás Verktæðistofa Brúkgata 4, Pósthúsið 37, 602 Akureyri Sí: 461 2920, 461 2921 Fax: 461 2922	Name: <b>Norðurál</b>	Draw. no: <b>7-10601</b>
	Project: <b>Nýting gíatvarma til upphitunar</b>	Date: <b>ágúst 01</b>
	Scale: <b>~</b>	Design: <b>PSB</b>

**Skautsmiðja**



— Kælivatnsrás  
— Upphitunarrás  
— loftfræsting

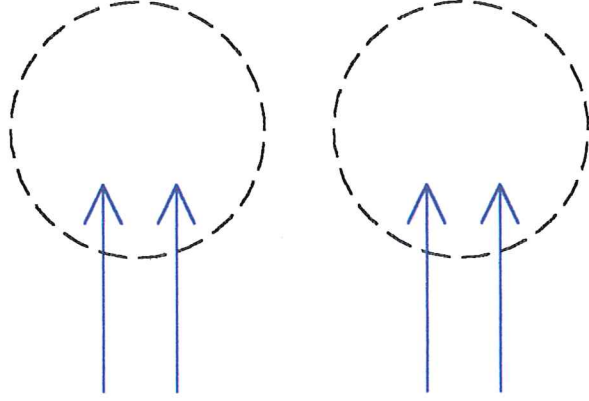
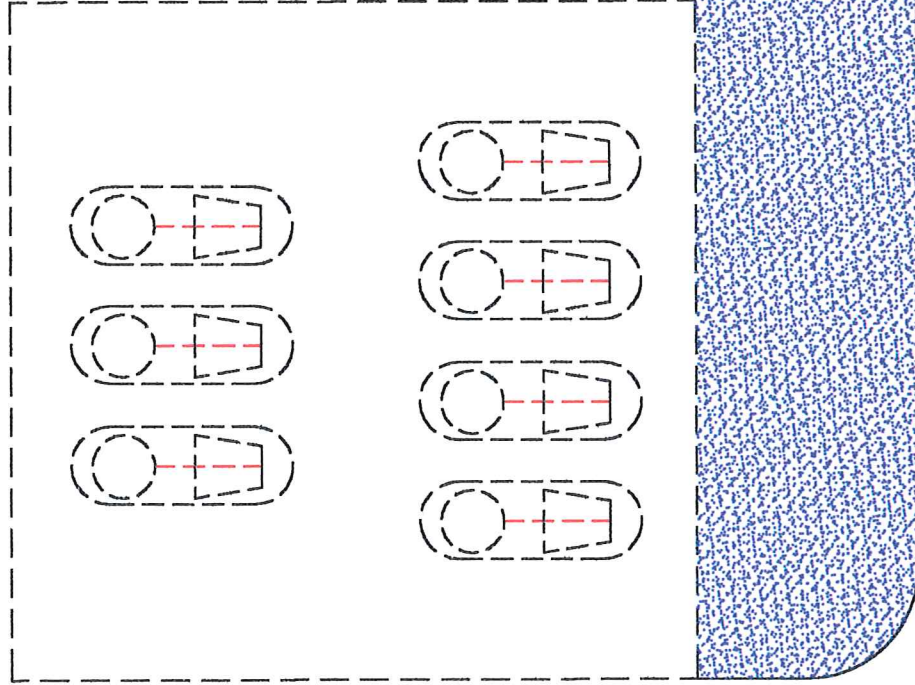
 <p><b>Útrás</b> Verkfæðisstofa</p> <p><small>Breikugata 4, Pósthólf 37, 602 Akureyri S: 461 2020, 461 2021 Fax: 461 2022</small></p>	Name: <b>Norðurál</b>	Draw. no: <b>7 -10602</b>
	Project: <b>Nýting glatvarma upphitun skautsmiðju</b>	Date: <b>ágúst 01</b>
	Design: <b>PSB</b>	Scale: <b>~</b>



Name: <b>Norðurál</b> Project: <b>Nýting gátvarma til raforkuvinnslu</b>	Draw. no: <b>8-10603</b>
	Date: <b>ágúst 01</b> Design: <b>PSB</b> Scale: <b>~</b>
 <b>Útrás</b> Verkfæðistofa Brekkugata 4, Pósthólf 37, 602 Akureyri S: 497 2820, 497 2821 Fax: 497 2822	

Lofpressuhús

Þrýstiloftgeymar



— Kællioft

▒ Lofstokkur

Name:

Norðurál

Draw. no:

9 -10604

Project:

Nýting á kælliofti  
til uppþitunar á þrýstiloftgeymum

Date: ágúst 01

Design: ÞSB

Scale: ~



**Útrás**  
Verkfræðistofa  
Breiðvegata 4, Pósthólf 37, 602 Akureyri  
S. 461 2620, 461 2621 Fax: 461 2622