



# **Endurnýting varma hjá Borgarplasti**

Bergmundur Elvarsson

**Lokaverkefni í byggingartæknifræði BSc**

2010

Höfundur: Bergmundur Elvarsson

Kennitala: 051081-5449

Leiðbeinandi: Þór Arnar Gunnarsson

Tækni- og verkfræðideild

School of Science and Engineering



# Tækni- og verkfræðideild

## Heiti verkefnis:

Endurnýting varma hjá Borgarplasti

### Námsbraut:

Byggingartæknifræði BSc

### Tegund verkefnis:

Lokaverkefni í tæknifræði BSc

### Önn:

2010-3

### Námskeið:

BT-LOK  
1012

### Ágrip:

Í þessu verefni er farið yfir mögulega endurnýtingu á varma sem myndast við framleiðslu Borgarplasts. Farið er yfir hversu mikla orku er hægt að endurnýta og þá hvernig.

### Höfundur:

Bergmundur Elvarsson

### Umsjónarkennari:

Guðbrandur Steinþórsson

### Leiðbeinandi:

Pór Arnar Gunnarsson

### Fyrirtæki/stofnun:

Borgarplast

### Dagsetning:

10.12.2010

### Lykilord íslensk:

Varmaendurnýting

### Lykilord ensk:

Heat recovery

### Dreifing:

opin

lokuð

til:



## Efnisyfirlit

<i>Formáli</i> .....	4
1. <i>Inngangur</i> .....	5
2. <i>Borgarplast</i> .....	6
2.1. <i>Fyrirtækið</i> .....	6
2.2. <i>Húsnæði</i> .....	6
2.3. <i>Framleiðslan</i> .....	6
2.4. <i>Vélar og búnaður</i> .....	7
3. <i>Gagnaöflun / mælingar</i> .....	8
3.1. <i>Gagnaöflun á útblásturslofti</i> .....	8
3.2. <i>Gagnaöflun á affalli gufu</i> .....	10
3.3. <i>Niðurstöður mælinga</i> .....	11
3.3.1. <i>Moulac ofninn</i> .....	11
3.3.2. <i>RS ofninn</i> .....	14
3.3.3. <i>Gufa</i> .....	16
4. <i>Orkubörff fyrirtækis</i> .....	25
5. <i>Notkunarmöguleikar</i> .....	27
5.1. <i>Loftræsting</i> .....	27
5.2. <i>Snjóbræðsla</i> .....	29
5.3. <i>Hitakerfi húsa</i> .....	29
5.4. <i>Endurnýting við varmagjafa</i> .....	31
5.5. <i>Forhitun á vatni í gufukerfi</i> .....	32
5.6. <i>Annað</i> .....	32
6. <i>Um endurnýtingarkerfi</i> .....	32
6.1. <i>Loftvarmaskiptir</i> .....	34
6.2. <i>Plötuvarmaskiptir</i> .....	35

7.	<i>Sparnaður á rekstri</i>	36
7.1.	<i>Hitakerfi</i>	36
7.2.	<i>Lofthitarar</i>	36
7.3.	<i>Gufukerfi</i>	37
7.4.	<i>Snjóbræðslukerfi</i>	38
8.	<i>Óvissa</i>	39
8.1.	<i>Útblástur frá ofnum</i>	39
8.2.	<i>Gufukerfi</i>	39
8.3.	<i>Orkubörf fyrirtækis</i>	39
8.4.	<i>Lofthitarar</i>	40
8.5.	<i>Snjóbræðsla</i>	40
9.	<i>Niðurstöður</i>	41
10.	<i>Lokaorð</i>	42
	<i>Heimildaskrá</i>	43
	<i>Viðaukaskrá</i>	45

## *Formáli*

Þessi skýrsla er unnin sem B.Sc. lokaverkefni í byggingartæknifræði við Háskólan í Reykjavík á haustönn 2010. Leiðbeinandi verkefnisins er Þór Arnar Gunnarsson, véltaeknifræðingur hjá Verkfræðistofunni Ferli og umsjónarkennari er Guðbrandur Steinþórsson.

Undirritaður stefnir á að ljúka B.Sc. gráðu í byggingartæknifræði af lagna- og framkvæmdasviði með þessari skýrslu. Þegar komið var að því að finna lokaverkefni þá kom ákveðin hugmynd að verkefni sem snéri að fiskþurkkunarverksmiðju út á landi en það verkefni snerist að hluta til um varmaendurvinnslu. Á fundi með leiðbeinanda kom hugmyndin að varmaendurnýtingu hjá Borgarplasti, og eftir að hafa rætt þessi verkefni þá fannst mér hugmyndin hans Þórs mjög spennandi og ákvað að verkefnið yrði um varmaendurnýtingu hjá Borgarplasti.

Sú tilhugsun að gríðarlega heitu lofti sé blásið út ónýttu þegar mikil þörf er á varmaorku innan sama húsnæðis vekur upp spurningar hvort ekki sé hægt að endurnýta hluta þessarar orku sem er verið að henda. Þannig eru aðstæður í nýlegu húsnæði Borgarplasts ásamt því að verið er að leiða mikið magn af heitu vatni frá verksmiðju beint í fráveitukerfi. Það er sjálfgefið að hægt væri að spara ef hluti af þessari orku væri endurnýttur en spurningin er hvernig það sé hægt og hvort sparnaðurinn standi undir kostnaðinum við endurnýtinguna.

Undirritaður vill þakka sérstaklega Guðna Þórðarsyni framkvæmdastjóra Borgarplasts fyrir alla þá hjálp og þann tíma sem fór í að sinna þessu verkefni. Einnig vill höfundur koma þökkum til starfsmanna Borgarplasts og Þóris Guðmundssonar forstöðumanns hústæknisviðs hjá Hátækni, Þorgeirs Más hjá Stjörnublikki og síðast enn ekki síst þóri Arnari Gunnarssyni leiðbeinanda verkefnis.

Reykjavík, 10. desember 2010.

---

Bergmundur Elvarsson

## *1. Inngangur*

Í þessu verkefni verður farið yfir þá orku sem myndast við framleiðslu í verksmiðjum Borgarplasts sem mögulega mætti endurnýta með einhverjum hætti, og hugsanlegum viðtaka þeirrar orku. Aðstæður Borgarplasts eru nokkuð sérstakar því fyrirtækið framleiðir iðnaðarvörur úr plasti t.d. fiskikör og einangrunarplast, en við þessa framleiðslu myndast mikill hiti annarsvegar í formi lofts sem er kastað beint út ónýttu og hinsvegar í formi vatns en þarna er verið að henda gríðarlega mikilli orku sem væri upplagt að reyna að endurnýta.

Farið verður yfir hvaða mælingar eru nauðsynlegar og hvernig best sé að framkvæma þær til þess að geta áætlað hvaða magn og hitastig sé hægt að endurnýta. Einnig verður farið yfir mögulegar aðferðir til þess að endurnýta varmann og hversu stöðugur hann er. Allmargir möguleikar eru fyrir hendi til þess að nýta þessa orku, en mögulegir viðtakar geta verið ýmis kerfi til upphitunar t.d. hitakerfi, snjóbræðslukerfi og lofræstikerfi.

Þess ber að geta að ekki var mögulegt að taka myndir af framleiðslutækjum eða þeim mælingum sem framkvæmdar voru, vegna starfsreglna hjá Borgarplasti.

## *2. Borgarplast*

Borgarplast er fyrirtæki sem er mjög framarlega í framleiðslu á ákveðnum iðnaðarvörum úr plasti og hefur þróað framleiðslutækni sína jafnt og þétt í gegnum árin.

### *2.1. Fyrirtækið*

Borgarplast var stofnað 1971 þegar opnuð var frauðplastverksmiðja í Borgarnesi og það var síðan árið 1983 sem Borgarplast stofnaði hverfimótunardeild við Hafnarbraut í Kópavogi, sem síðan var flutt í Sefgarða á Seltjarnarnesi árið 1988. Árið 2008 var öll starfsemi Borgarplasts, bæði frauðplastverksmiðjan í Borgarnesi og hverfimótunarstöðin á Seltjarnarnesinu flutt á sömu lóð við Völuteig í Mosfellsbæ. Í dag vinna á bilinu 30-40 manns hjá fyrirtækinu, eftir verkefnastöðu hverju sinni (Borgarplast (e.d.)).

### *2.2. Húsnæði*

Starfsemi Borgarplasts fer fram í tveimur byggingum á sömu lóð í Mosfellsbæ þ.e. Völuteig 31 og 31a. Völuteigur 31 hýsir alla frauðplastframleiðslu fyrirtækisins og er  $1870\text{ m}^2$  að stærð og er byggt árið 1985. Völuteigur 31a er nýlegt hús byggt árið 2007 og er  $2736\text{ m}^2$  að stærð en þar er hverfimótunarframleiðslan í stærstum hluta hússins, einnig eru þar skrifstofur, sýningasalur, fundaherbergi o.fl. Sjá má afstöðumynd í viðauka 23.

### *2.3. Framleiðslan*

Framleiðsluafurðir Borgarplasts voru í fyrstu einangrunarplast úr þenjanlegu polystyrene (EPS), en með tilkomu hverfimótunardeildarinnar var hafin framleiðsla á ýmsum plastvörum úr Polyethylene (PE) og eru þessar vörur aðallega notaðar í matvæla- og byggingariðnaði. Framleiðsluvörur Borgarplasts eru t.d. frauðplastkassar, einangrunarplast, einangrunarmottur undir gólfhita, fiskiker, vörubretti, línbalar, brunnar, rotþrær, olíu- og fituskiljur og einnig baujur og belgir úr PVC. Fyrirtækið fékk framleiðsluferil fyrirtækisins vottaðan samkvæmt alþjóðlega gæðastaðlinum ÍST ISO 9001 og starfar Borgarplast eftir

umhverfisstjórnunarkerfi samkvæmt alþjóðlega umhverfisstaðlinum ÍST ISO 14001. Einnig eru fiskikerin og endurvinnanlegu vörubrettin viðurkennd af US Food and Drug Administration og US Department of Agriculture til þess að nota í matvælaiðnaði ( Samtök iðnaðarins (e.d.)).

#### *2.4. Vélar og búnaður*

Aðeins verður farið yfir þær vélar sem snúa að verkefninu þ.e. þær vélar sem bjóða uppá þann möguleika að nýta varmann sem verður til við framleiðslu afurða.

Í hverfimótunarverksmiðju eru tveir framleiðsluofnar en frá þeim kemur útblástursloft sem er leitt beint upp úr þaki, þeir eru misstórir en minni ofninn heitir Moulac og sá stærri RS. Moulac ofninn tekur eitt móti einu en RS ofninn tekur fimm móti. Reimdrifnir blásarar með afturbeygð blöð koma loftinu svo frá ofnunum út um einangruð stálrör.

Í frauðplastverksmiðjunni er notuð gufa en hún er stór hluti af framleiðsluferlinu, í fyrstu er hún notuð til þess að þenja litlar frauðplastkúlur út en það er gert í svokölluðum þenjara. Gufan er notuð í tvær kassavélar sem eru misstórar en sú stærri kallast Kurz og sú minni Pantel, en þær gera frauðplastkassana. Gufan er líka notuð í stóra blokkarvél sem framleiðir stórar frauðplastblokkir sem eru skornar niður í hefðbundið einangrunarplast. Við framleiðslu gufunnar er notast við stóran rafmagnsketil sem framleiðir lágþrýsta gufu úr köldu vatni. Affall gufu er síðan leitt saman frá öllum vélum og safnað saman í stórum niðurgröfnum tanki en þá hefur gufan kólnað það mikið að affallið frá vélunum kemur sem heitt vatn. Þessi tankur gegnir því hlutverki að skilja litlar frauðplastkúlur frá sem hafa borist með affallinu áður en því er veitt út í fráveitukerfi.

### *3. Gagnaöflun / mælingar*

#### *3.1. Gagnaöflun á útblásturslofti*

Mæla þurfti útblástursloftið frá báðum ofnunum, bæði hitann og flæðið, en því er blásið út með hjálp reimdrifinna blásara sem blása loftinu út um einangrað stálrör.

Ég leitaði upplýsinga um þær mælingaaðferðir sem mér stóðu til boða við að mæla bæði flæðið og hitann. Eftir að hafa ráðlagt mig við leiðbeinandann minn og fagaðila hjá Stjörnublikki kom til greina að mæla flæðið með Pitot-mæli (sjá viðauka 2) en þá er borað gat á stokkinn og tekna mælingar á fyrirfram ákveðnum stöðum í þversniðinu sem ræðst af þvermálinu og þrýstifallið mælt, út frá því er hægt að reikna loftflæðið. En þar sem venjulegur pitot-mælir þolir ekki meiri hita en um 70°C þá er ekki hægt að notast við hann á meðan ofnninn er í gangi, þó væri mögulegt að keyra útblásturinn með ofnninn kaldan því flæðið á útblæstrinum er óháð hitastigi ofnsins. Til þess að fá marktækar mælingar þarf að taka mælingarnar í ákveðinni fjærþægð frá næstu beygu eða þrengingu og var því hvergi hægt að bora gat nema rjúfa einangrunarkápuna sem er spíralvafin kápa. Einnig kom hugmynd um að notast við svokallað mælihúdd til að mæla flæðið, en þá er það sett yfir útsogið innan í ofninum og gefur upp flæðið á meðan útsogsblásarinn er í gangi. Gallinn við þessa aðferð var sá að enginn var tilbúinn að lána mælihúddið og útgjöldin við að fá einhvern til þess að mæla þetta hefðu verið þó nokkur. Ákveðið var því að lesa á blásara og reyna að finna hve miklu þeir væru að blása, hægt var að lesa á mótorinn en engar upplýsingar voru á blásaranum sjálfum. Eftir mikla leit fundust gamlar teikningar þar sem blásarar voru sýndir með uppgefnum gildum, m.a. fyrir flæðið og var ákveðið að notast við það.

Til þess að mæla hitastigið á útblástursloftinu var hægt að bora gat á stokkinn og koma fyrir hitamæli eða mæla yfirborðshitann á beru rörinu með þar til gerðum mæli. Ákveðið var að notast við geisla-hitabyssu af gerðinni Extech instruments 42545, sem mælir yfirborðshita með IR (InfraRed) geisla með nákvæmni upp á  $\pm 2\%$  af lestri og  $+2^\circ\text{C}$  að auki fyrir hitasvið  $-1^\circ\text{C}$  til  $426^\circ\text{C}$  (sjá nánar í viðauka 2) (Extech (e.d.)). Skotið var lóðrétt á yfirborð sem var búið að hreinsa óhreinindi af með vírbursta og mælingar tekna.

Einnig þarf að afla gagna um keyrslutíma ofna, en þær upplýsingar verða fengnar frá forsvarsmanni Borgarplasts.

Einnig voru aðrar nauðsynlegar mælingar gerðar s.s. þvermál og lengd útblástursrörs.

### *3.2. Gagnaöflun á affalli gufu*

Þær mælingar sem þurfti að framkvæma í þessum lið eru hitastig á affalli gufu og rennslið.

Þar sem vatnið safnast saman í stórum niðurgröfnum tanki þá er mjög auðvelt að mæla hitastigið á affallinu en það að mæla rennslið reyndist flóknara.

Hitastigið var mælt með súluhitamæli af gerðinni Sika með hitasviðið á bilinu 10 - 100°C, en hann var láttinn síga ofan í tankinn og mælingar teknar (sjá viðauka 3). Reynt var að finna hentuga lausn á því hvernig mætti mæla rennslið en aðstæður eru þannig að ekki er hægt að gera það í tankinum, því affallið frá vélunum streymir inn neðarlega í tankinn og það koma gufuskot með þannig að hamagangurinn er mjög mikill. Ákveðið var því að áætla rennslið með því að lesa af rennslismæli sem er á kaldavatnsinntaki Voluteigs 31. Engin önnur kaldavatnsnotkun er frá þessu inntaki fyrir utan nokkur þrifatæki sem einn maður gengur um. Starfsmenn Borgarplasts voru síðan fengnir til þess að lesa af rennslismælinum og skrá niður stöðu og tíma, en lesið var með þessu móti af mælinum í um fjórar vikur. Eftir það var ákveðið að gera enn nákvæmari mælingar og var nú lesið af rennslismælinum og skrásett hvaða vélar voru í notkun á hverjum degi og hve lengi. Með þessu móti er hægt að áætla rennslið frá hverri vél fyrir sig og keyrslutíma þeirra. Þessar mælingar stóðu yfir í tvær vikur. Sjá má blöðin sem notuð voru til skrásetningar í viðauka 6, og niðurstöður fyrir fyrstu fjórar vikurnar í viðauka 18, niðurstöður viku fimm sem mælt var má sjá í viðauka 19 og niðurstöður viku sex sem mælt var má sjá í viðauka 20.

### 3.3. Niðurstöður mælinga

#### 3.3.1. Moulac ofninn

Niðurstöður hitamælinga á útblástursloftinu frá Moulac ofninum reyndust vera  $256^{\circ}\text{C}$ , en þessi niðurstaða var fengin sem meðaltal eftir að hafa gert mælingar sem teknar voru í þremur heimsóknum, þegar útblástursloftið var búið að ná hámarkshita.

Mæling	$^{\circ}\text{C}$
1	256
2	258
3	255
	<u>256</u>

Tafla 1. Hitastigmælingar á útblæstri frá Moulac ofni.

Loftflæðið var fengið úr teikningu nr. 0291-02, sem sýnir útsog frá vélarsal. Þessi teikning er dagsett sept. 1995 og er síðan hverfimótunardeildin var við Sefgarða á Seltjarnarnesi. Þar voru uppgefin afköst blásara  $4,3 \text{ m}^3/\text{s}$ . Útblástursrörið er lóðrétt Ø200 mm stálrör um 6 metra langt, ýmist soðið saman eða sett saman á flöngsum, einangrað með 100 mm steinull og klætt með blikkkápu.

Reimdrifinn blásari með afturbeygðum skóflum.  
Afköst  $4,3 \text{ m}^3/\text{s}$  við 450 Pa  
Mótör 380 V, 50 Hz, 1420 sn/mín, 4,0 kW með hitasnertu.

Tafla 2. Upplýsingar um útblástursblásarann á Moulac ofni.

Einnig var áætlaður keyrslutími ofnsins en þær upplýsingar voru fengnar frá forsvarsmanni Borgarplasts. Hann áætlaði vaktafjölda sem ofninn er keyrður eftir í hverjum mánuði fyrir sig, miðað við eðlilegt árferði. Gengið er út frá því að ekki sé unnið um helgar og á rauðum dögum, en niðurstöðuna má sjá í töflu 3.

Mánuður	Vaktir	Fjöldi vinnud.	Klst.per dag
jan.	2	21	17
feb.	2	20	17
mars	2	22	17
apríl	2	18	17
maí	2	19	17
júní	2	20	17
júlí	1	23	9
ágúst	1	20	9
sept.	1	22	9
okt.	2	22	17
nóv.	2	21	17
des.	2	22	17

**Tafla 3. Keyrslutími Moulac ofns.**

Niðurstaða mælinga er að loftið sé  $256^{\circ}\text{C}$  og loftmagnið  $4,3\text{m}^3/\text{s}$  en ofninn er keyrður á tvöföldum vöktum frá október til júní en á einni vakt frá júlí til september.

Til þess að finna út hve mikla orku ég get fengið úr útblástursloftinu frá Moulac ofninum þá geri ég ráð fyrir að nota varmaskipti til þess að flytja varmann úr útblásturslofti og yfir í vökva og hugsa það sem lokað dreifikerfi sem tengist viðtökum. Gert er ráð fyrir að hitastig á framrás lokaða kerfis sé  $80^{\circ}\text{C}$  og að það komi  $30^{\circ}\text{C}$  til baka. Loftið kemur svo  $256^{\circ}\text{C}$  að varmaskipti og er kælt í  $50^{\circ}\text{C}$ .

Eðlisþyngd loftsins var fundin með jöfnu ( 3 – 1 ), en fundin var eðlisþyngdin miðað við meðalhitastig útblásturslofts sem er 153,5°C. Útreikninga má sjá í viðauka 4.

( 3 - 1 )

$$\rho = \frac{P}{R * T} \quad [\text{kg/m}^3]$$

Þar sem :

$$\rho = \text{eðlisþyngd} \quad [\text{kg/m}^3]$$

$$p = \text{þrýstingur} \quad [\text{kPa}]$$

$$R = \text{gas fasti á þurru lofti} \quad [\text{kJ/kg*K}]$$

$$T = \text{hitastig} \quad [\text{K}]$$

Þetta gefur mér eðlisþyngdina 0,87 kg/m<sup>3</sup> miðað við hitastigið sem ég notaði, sem er töluvert léttari en t.d. 20°C heitt loft en það er 1,2 kg/m<sup>3</sup> miðað við 101,325 kPa. Þetta gerði síðan 3,76 kg/s miðað við 4,3 m<sup>3</sup>/s.

Jafnan fyrir orku.

( 3 - 2 )

$$q_l = m_l * c_l * \Delta T_l \quad [kW]$$

Rennslið gegnum varmaskiptinn fundið.

( 3 - 3 )

$$m_v = \frac{q}{c_v * \Delta T_v} \quad \left[ \frac{\text{kg}}{\text{s}} \right]$$

Heildarorkan sem nýtist úr útblástursloftinu frá Moulac ofninum er 775 kW miðað við gefnar forsendur, og rennslið er 3,7 l/s í gegnum varmaskiptinn og er hitað frá 30°C upp í 80°C.

### 3.3.2. RS ofninn

Niðurstöður hitamælinga á útblástursloftinu frá RS ofninum reyndust vera  $188^{\circ}\text{C}$ , en þessi niðurstaða fékkst eftir að ofninn var gangsettur fyrir mig í eitt skipti. Eins og sést nota ég aðeins tölur eftir að útblástursloftið er búið að ná hámarks hita og tek svo meðaltalið af þeim mælingum.

Mæling	$^{\circ}\text{C}$	Tími [min]
1	142	0
2	150	5
3	160	7
4	178	10
5	190	13
6	190	15
7	193	20
8	190	25
9	191	28
10	187	30
<hr/> <u>188</u> <hr/>		

Tafla 4. Hitastigsmælingar á útblæstri frá RS ofni.

Loftflæðið var fengið úr teikningu nr. 0291-03, sem sýnir útsog frá vélarsal. Þessi teikning er dagsett ágúst 1995 og er síðan hverfimótunardeildin var við Sefgarða á Seltjarnarnesi. Þar voru uppgefin afköst blásara  $6,0 \text{ m}^3/\text{s}$ . Útblástursrörið er lóðrétt  $\varnothing 400 \text{ mm}$  stálrör um 8 metra langt, ýmist soðið saman eða sett saman á flöngsum, einangrað með 100 mm steinull og klætt með blikkkápu.

Reimdrifinn blásari með afturbeygðum skóflum.  
Afköst  $6,0 \text{ m}^3/\text{s}$  við 650 Pa.  
Mótör 380 V. 50 Hz.  
1420 sn/mín. 10/3,3 kW.  
Blásari 2050 sn/mín.

Tafla 5. Upplýsingar um útblástursblásarann á RS ofni.

Einnig var áætlaður keyrslutími ofnsins en þær upplýsingar voru fengnar frá forsvarsmanni Borgarplasts. Hann áætlaði vaktfjölda sem ofninn er keyrður eftir í hverjum mánuði fyrir sig, miðað við eðlilegt árferði. Gengið er út frá því að ekki sé unnið um helgar og á rauðum dögum, en niðurstöðuna má sjá í töflu 6.

Mánuður	Vaktir	Fjöldi vinnud.	Klst.per dag
jan.	1	21	9
feb.	1	20	9
mars	1	22	9
apríl	1	18	9
maí		19	0
júní		20	0
júlí		23	0
ágúst		20	0
sept.		22	0
okt.		22	0
nóv.	1	21	9
des.	1	22	9

Tafla 6. Keyrslutími RS ofns.

Niðurstaða mælinga er að loftið sé  $188^{\circ}\text{C}$  og loftmagnið  $6,0\text{m}^3/\text{s}$  en ofninn er einungis keyrður frá nóvember til og með apríl á einfaldri vakt.

Til þess að finna út hve mikla orku ég get fengið úr útblástursloftinu frá stóra ofninum þá geri ég ráð fyrir að nota varmaskipti til þess að flytja varmann úr lofti og yfir í vökva og hugsa það sem lokað dreifikerfi sem tengist viðtökum. Gert er ráð fyrir að hitastig á framrás lokaða kerfis sé  $80^{\circ}\text{C}$  og að það komi  $30^{\circ}\text{C}$  til baka. Loftið kemur svo  $188^{\circ}\text{C}$  að varmaskipti og er kælt í  $50^{\circ}\text{C}$ .

Fann fyrst eðlisþyngd loftsins með jöfnu (3 – 1) við þetta hitastig, fór milliveginn og notaði  $119^{\circ}\text{C}$ .

Þetta gefur mér eðlisþyngdina  $0,9 \text{ kg/m}^3$  miðað við hitastigið sem ég notaði. Þetta gerði  $5,42 \text{ kg/s}$  miðað við  $6,0 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Nú set ég inn í jöfnuna (3 – 2) fyrir orku. Finn einnig rennslið í gegnum varmaskiptinn með jöfnu (3 – 3).

Heildarorkan sem nýtist úr útblástursloftinu frá stóra ofninum er  $748 \text{ kW}$  miðað við gefnar forsendur og rennslið er  $3,6 \text{ l/s}$  í gegnum varmaskipti ef vatnið er hitað frá  $30^\circ\text{C}$  upp í  $80^\circ\text{C}$  (sjá útreikninga í viðauka 5).

### 3.3.3. Gufa

Affall gufu safnast í stóran kassalaga stáltank sem gerður er úr ryðfríu stáli, sem hefur það hlutverk að skilja að frauðplastkúlur sem berast með affallinu áður en því er veitt út í fráveitukerfi. Tankurinn er  $1,53 \text{ m} \times 2,68 \text{ m}$  og vatnsdýptin  $1,35 \text{ m}$  þannig að þetta gera  $5.536 \text{ lítra eða um } 5,5 \text{ m}^3$ . Við framleiðslu er vatnið blandað með saltsýru og lút sem skilar sér svo með affalli gufuframleiðslunnar.

Gerðar voru nokkrar hitastigsmælingar með súlumæli sem var látin síga ofaní vatnið og hitastig mælt. Gerðar voru hitastigsmælingar á mismunandi dýpi en ekki reyndist vera marktækur munur á hitastigi eftir dýpt. Hitastigið var mælt þegar ekkert rennsli hafði verið í u.p.b. 10 tíma í tankinn og svo þegar rennslið hafði verið stöðugt í 6 klst. og aftur í 12 klst. Einnig voru teknar mælingar næstu daga á meðan framleiðsla gufu var í gangi og gáfu þær alltaf sömu niðurstöðu. Niðurstöður mælinga má sjá í töflu hér fyrir neðan.

Mæling	°C
Mælt fyrir gangsetningu	67
Mælt 6 klst. eftir gangsetningu	72
Mælt 12 klst. eftir gangsetningu	72

Tafla 7. Mælingar á hitastigi í affallstanki.

Út frá þessu er hægt að áætla að hitastigið á bakrás gufu sé 72 °C, ekki er gerður greinarmunur á hitastigi affalls frá hverri vél fyrir sig.

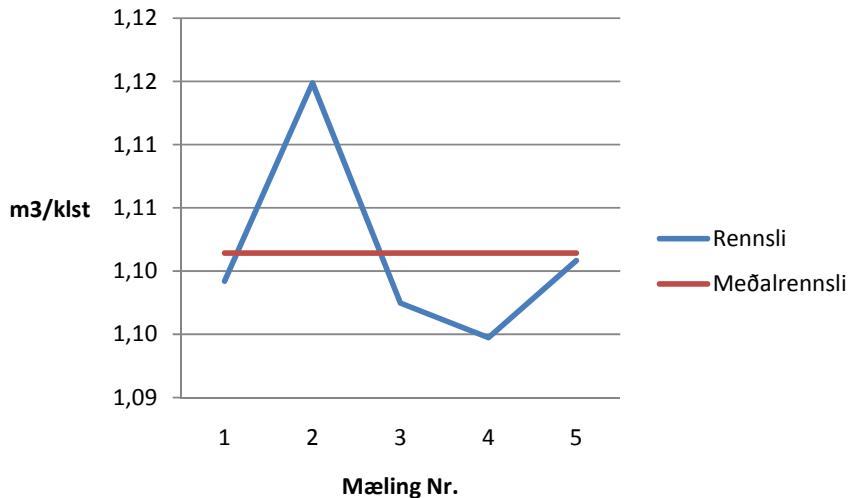
Tíminn sem gufuframleiðslan er í gangi er fenginn frá framkvæmdastjóra Borgarplasts, en hann áætlaði hvernig unnið væri í frauðplastverksmiðjunni eftir vöktum. Unnið er að meðaltali tvöfaldar vaktir frá september til og með júní en einföld vakt í júlí og ágúst, eins og sést í meðfylgjandi töflu 8.

Mánuður	Vaktir	Fjöldi vinnud.	Klst.per dag
jan.	2	21	17
feb.	2	20	17
mars	2	22	17
apríl	2	18	17
maí	2	19	17
júní	2	20	17
júlí	1	23	8
ágúst	1	20	8
sept.	2	22	17
okt.	2	22	17
nóv.	2	21	17
des.	2	22	17

**Tafla 8. Keyrslutími gufukerfis.**

Rennslið í tankinn var áætlað út frá álestri á rennslismæli á kaldavatnsinntaki frauðplastverksmiðju. Til þess að ákvarða rennslið í tankinn var ákveðið að mæla rennslið í gegnum rennslismælinn þegar gufuframleiðslan væri í gangi. Starfsmenn Borgarplasts voru fengnir til þess að lesa af rennslismæli og var lesið af mælinum í tæpan mánuð. Þegar farið var að vinna með gögnin kom í ljós að talsvert rennsli var þegar framleiðslan var ekki í gangi. Samkvæmt upplýsingum frá forsvarsmanni Borgarplasts ætti lítið sem ekkert rennsli að vera þá. Var því lesið af mæli yfir heila helgi, teknar voru nokkrar mælingar á fjórum dögum (byrjað á föstudagi eftir að framleiðslutæki höfðu verið stöðvuð og fram á mánuðagsmorgunn). Niðurstaðan var sú að það væri stöðugt rennsli sem væri um  $1 \text{ m}^3$  á

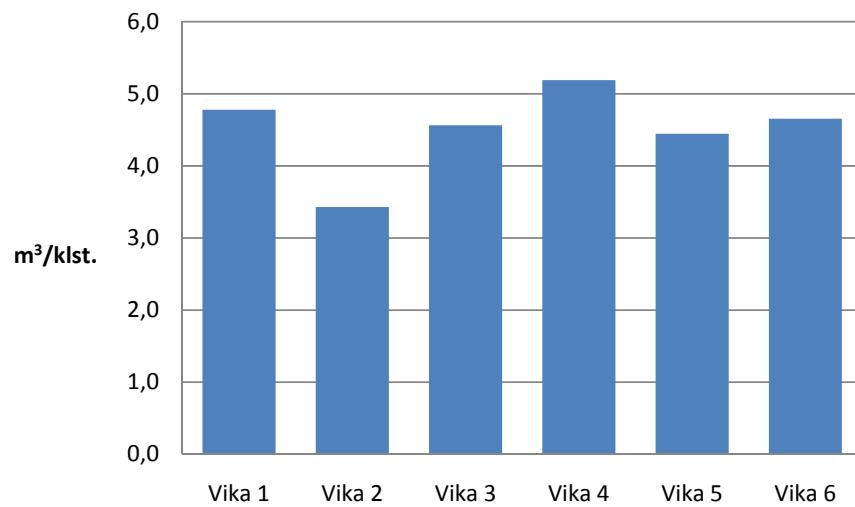
klukkustund. Sjá meðfylgjandi töflu sem sýnir rennslið í rúmmetrum á klukkustund milli mælinga og meðalrennslið.



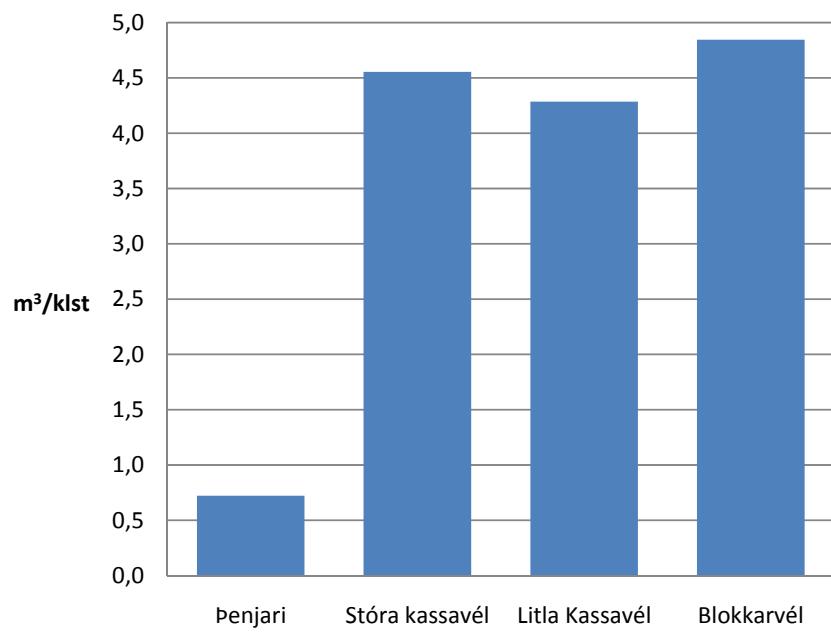
**Graf 1. Rennsli mælt yfir helgi.**

Eins og graf 1 sýnir þá var meðalrennslið um  $1,1 \text{ m}^3/\text{klst}$ . Þegar farið var að athuga af hverju þetta stafaði kom í ljós að bilaðir lokar orsökuðu þetta rennsli. Rennslið minnkaði um helming þegar starfsmenn Borgarplasts áttu við þessa loka en þá þurfti að panta og átti enn eftir að skipta um þá þegar öllum mælingum var lokið. Tekið var tillit til þessa rennslis í útreikningum. Þegar þarna var komið hafði rennslið verið mælt í um einn mánuð, en við úrvinnslu mælinganna kom í ljós að álesturinn var mjög óreglulegur og erfitt var að áætla rennslið milli daga út frá þeim einum. Ákveðið var að gera mun ítarlegri mælingar á gufunotkun þessara fjögurra véla sem nota gufuna. Það sem gerði þessar mælingar ítarlegrí en þær fyrri, var að nú var lesið af rennslismælinum þegar hver vél var gangsett og svo annað slagið á meðan hún var í gangi og skráður niður heildarnotkunartími á hverjum degi. Þessar mælingar gáfu mun nákvæmari niðurstöðu og gekk álesturinn betur en í fyrri mælingum. Búið var að gera rennslismælingar í sex vikur og út frá þeim var hægt að áætla vatnsnotkun hverrar vélar fyrir sig ásamt heildarvatnsnotkun frauðplastverksmiðjunnar, en í útreikningum er gert ráð fyrir að öll vatnsnotkunin skili sér í affall gufu.

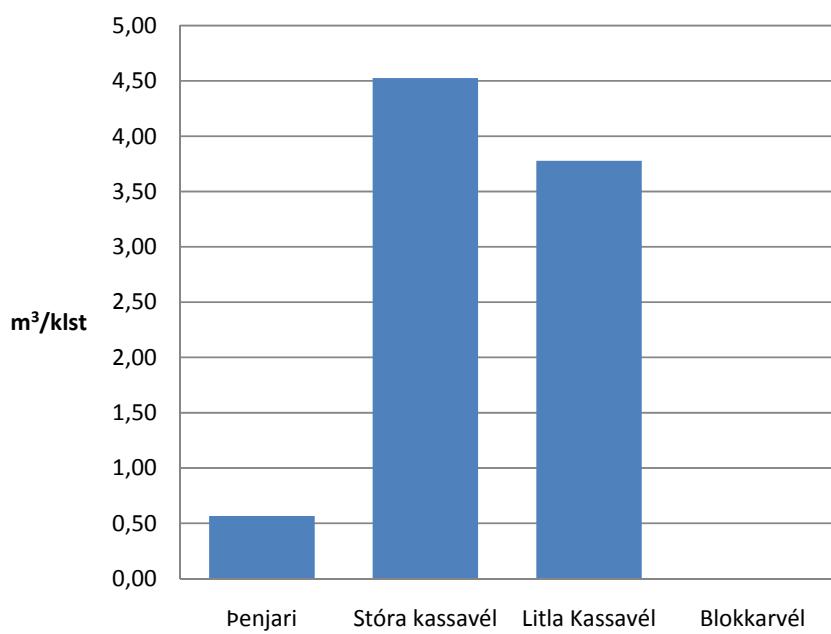
Samkvæmt útreikningum var meðalrennsli vegna gufuframleiðslu um  $4,5 \text{ m}^3/\text{klst}$ . Þegar skoðaðar voru allar sex vikurnar sem mælingar stóðu yfir. Á grafi 2 má sjá meðalrennsli hverrar viku fyrir sig, en það sýnir meðal vatnsnotkun á viku á sex vikna tímabili, sem er frá  $3,4$  til  $5,2 \text{ m}^3/\text{klst}$  (sjá viðauka 7). Út frá mælingum frá viku fimm og sex er svo fundið rennslið í hverja vél fyrir sig og keyrslutími vélanna. Sjá má rennslið frá hvorri viku fyrir sig í grafi 3 og grafi 4.



Graf 2. Meðal affalsrennsli gufuframleiðslu eftir vikum sem mælingar stóðu yfir.

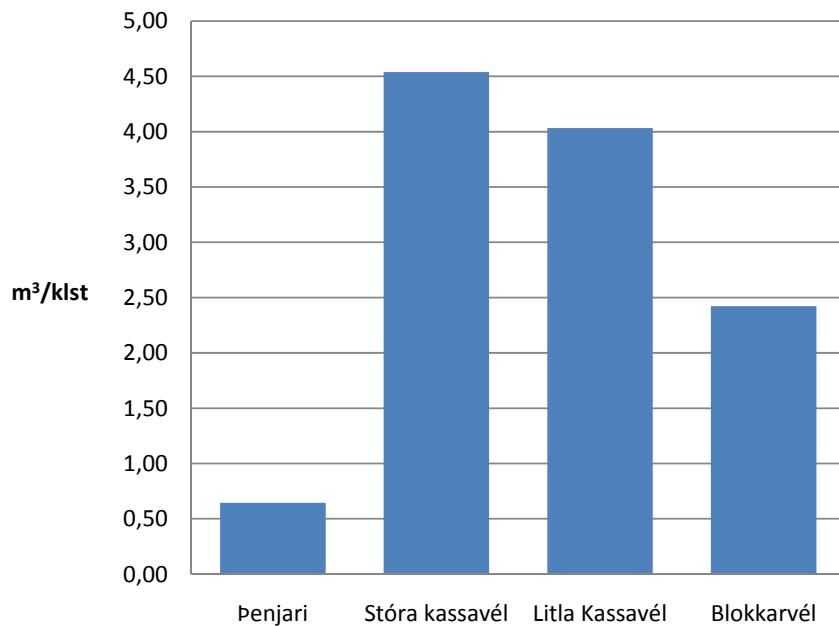


Graf 3. Niðurstöður rennslis fyrir viku 5



Graf 4. Niðurstöður rennslis fyrir viku 6.

Samkvæmt þessum niðurstöðum er mjög svipað rennsli vegna gufunotkunar stóru kassavélarinnar, litlu kassavélarinnar og blokkarvélarinnar, en mun minna rennsli er vegna gufunotkunar þenjarans. Við sjáum svo hvernig meðaltalsrennsli þessara tveggja vikna lítur út á grafi 5.



Graf 5. Meðalrennsli í vélar.

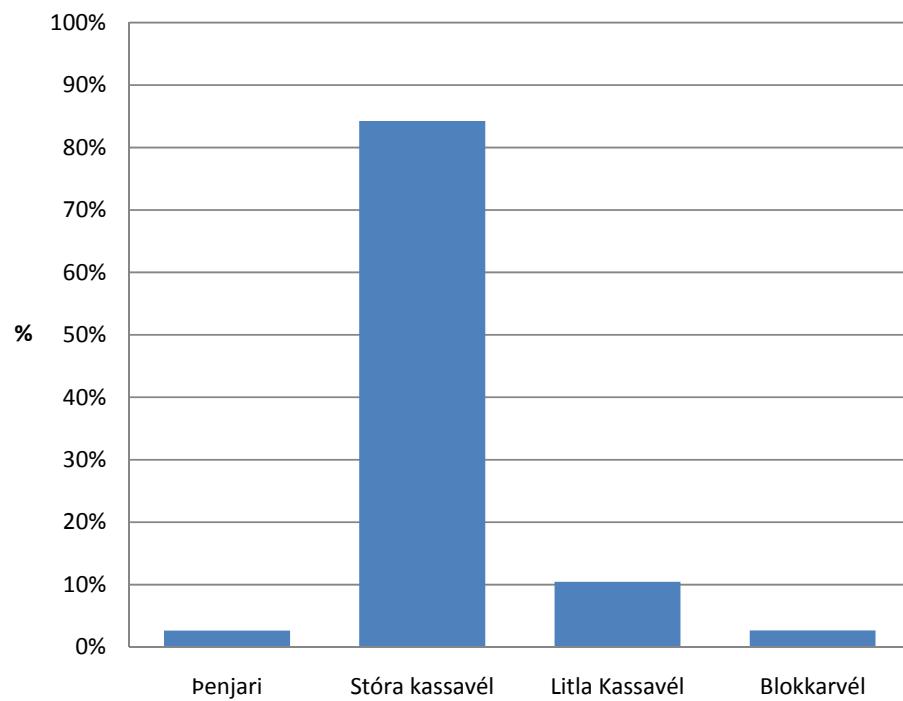
Fjöldi mælinga var mjög breytilegur eftir vélum, eins og sést á grafi 6 þá var ekkert rennsli vegna blokkarvélar í þeirri viku. Ef við flokkum hvern dag sem eina mælingu þá lítur þetta út eins og tafla 9 sýnir.

Dags.	þenjari	Stóra kassavél	Litla kassavél	Blokkar- vél
Vika 5				
1.11.2010	x	x		
2.11.2010	x	x		
3.11.2010	x	x	x	
4.11.2010	x	x	x	x
5.11.2010		x	x	
Vika 6				
8.11.2010		x		
9.11.2010	x	x	x	
10.11.2010		x		
11.11.2010		x		
12.11.2010		x	x	
Fjöldi	5	10	5	1

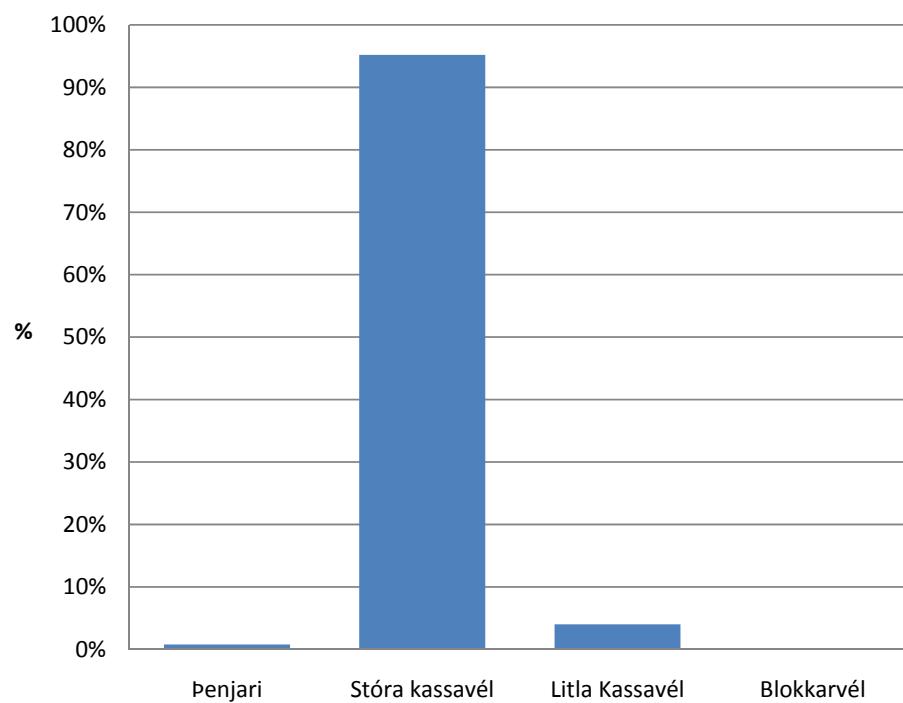
**Tafla 9. Fjöldi mælinga fyrir hverja vél**

Eins og sést í töflu 9 er einungis ein mæling fyrir blokkarvélina á þessum tveimur vikum, en svo er mæling upp á hvern dag fyrir stóru kassavélina og sitthvorar fimm mælingar fyrir þenjarann og litlu kassavélina. Í útreikningum var þó ekki notast við allar mælingar því í einhverjum tilfellum þurfti að nota mælingar frá öðrum dögum til þess að geta sundurliðað notkunina ef vélar voru í gangi á sama tíma. Einnig var ein mæling bæði þenjara og stóru kassavélar ekki notuð vegna þess að þær voru ekki taldar raunhæfar, en þær voru báðar gerðar sama dag og líklegt að eitthvað hafi misfarist við skráningu mælinga í þessum tilfellum.

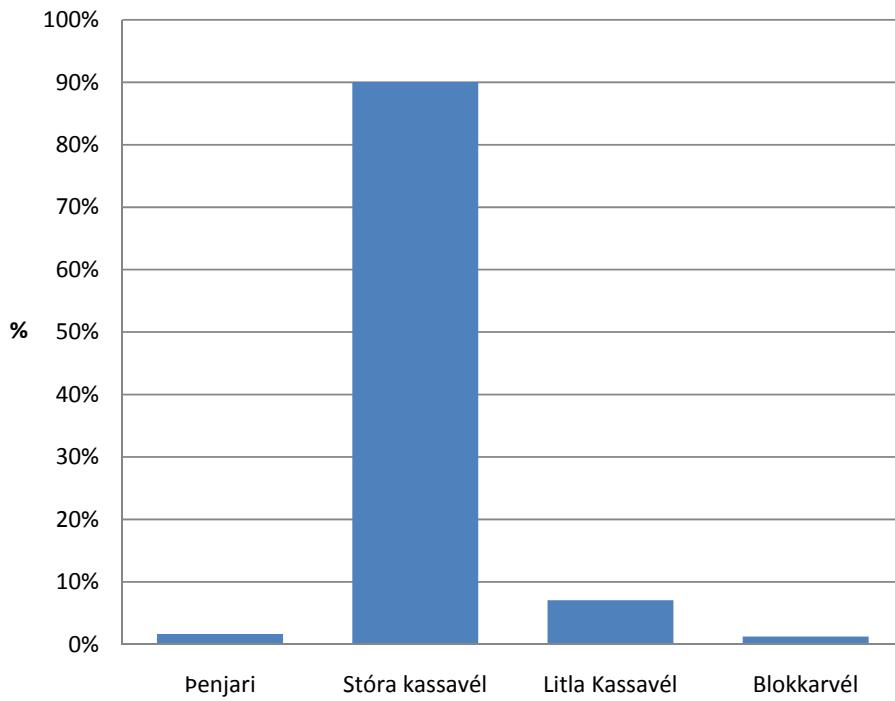
Þegar keyrslutími vélanna og notkunin er skoðuð þá kemur í ljós að heildar vatnsnotkunin er nær eingöngu vegna stóru kassavélarinnar, en í þessar tvær vikur var skipting rennslis mjög svipuð eins og sést í grafi 6 og grafi 7.



Graf 6. Skipting rennslis fyrir viku 5.



Graf 7. Skipting rennslis fyrir viku 6.



**Graf 8. Skipting rennslis ef skoðað er meðaltal af viku 5 og viku 6.**

Samkvæmt þessu er 90% af heildar vatnsnotkuninni vegna stóru kassavélarinnar og litla kassavélin er með 7% en þenjarinn og blokkarvél saman með 3% af notkuninni.

Til þess að geta áætlað nýtanlega orku þá geri ég ráð fyrir að nýta hitann úr affalli gufuframleiðslu frá 72°C og niður í 20°C og með rennslíð 4,5 m<sup>3</sup>/klst. eða 1,25 l/s.

Þetta gefur mér mögulega orkunotkun uppá 273 kW þegar búið er setja inn í jöfnu (3 – 2) (sjá viðauka 16).

#### *4. Orkupörf fyrirtækis*

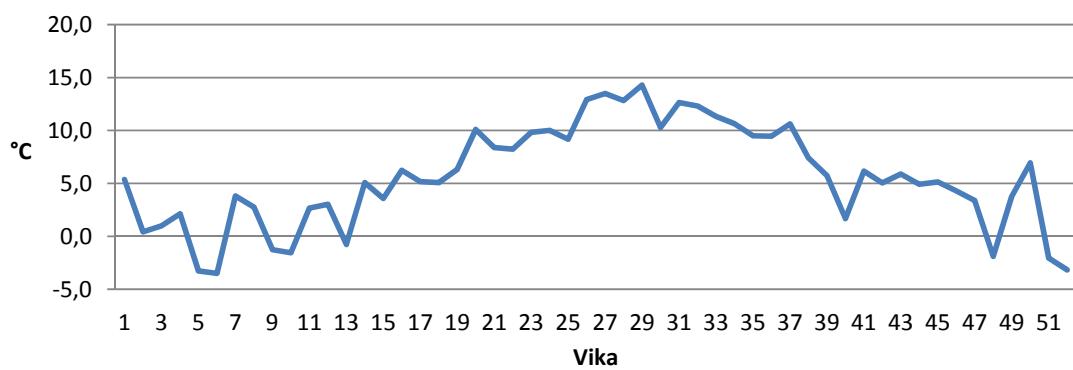
Rekstur fyrirtækisins kallar á mikla orkupörf, ýmist í formi hita, rafmagns eða brennslu á olíu. Heildar varmaþörf vegna upphitunar samanstendur af miðstöðvarofnum, gólfhita, hitablásurum, upphitun á innblásturslofti og snjóbræðslu. Þar að auki fer mikil orka í að framleiða 120°C heita lágþrýsta gufu úr köldu vatni, en það er gert með rafmagnskatli. Varmaþörfin vegna upphitunar er fengin af teikningum (sjá viðauka 23).

Varmaþörf vegna upphitunar	
	kW
Upphitun Voluteig 31	181
Upphitun Voluteig 31a	194
Snjóbræðsla	759
Lofthitari (1LH1)	518
Aðrir lofthitarar	309
Alls	1960

**Tafla 10. Orkupörf vegna upphitunar.**

Tafla 2 sýnir varmaþörf miðað við grunnhönnunarforsendur þ.e. -15°C úti og 20°C inni, en þetta gerir tæp 2000 kW, en í hönnun hitakerfis er reiknað með að þessi orka sé fengin úr hitaveitukerfi. Þó er gert ráð fyrir að bakrás hitaveitu sé notuð í upphitun snjóbræðslukerfis eins og hún dugar til.

Ef ég skoða hver varmaþörfin til upphitunar húsnæðis er miðað við útihitastigið 2009, þá er hún aðeins hluti af þeirri þörf sem hönnunarforsendurnar gáfu til um. Til þessa að geta áætlað varmaþörfina fékk ég upplýsingar frá Veðurstofu Íslands og reiknaði með að varmaþörfin breytist línulega með breyttu útihitastigi. Ég hafði meðal annars upplýsingar um meðal sólarhrings hitagildi og ákvað að finna meðal vikugildi og áætla orkupörfina fyrir hverja viku fyrir sig. Á grafi 9 má sjá meðal útihita fyrir hverja viku, en þá var meðal vikuhitinn frá -3,5°C og uppí 14,3°C (sjá viðauka 8).



Graf 9. Meðal hitastig 2009, vikugildi.

## 5. Notkunarmöguleikar

Farið verður yfir mögulega viðtaka orkunnar sem fyrirhugað er að endurnýta. Allir þeir viðtakar sem verða skoðaðir eru kerfi sem eru nú þegar til staðar í húsnæði Borgarplasts, ýmist við Völu teig 31 eða 31a.

### 5.1. Loftræsting

Í Völu teig 31a eru tvö innblásturskerfi, en í þessum kerfum eru átta lofthitarar með mismunandi afkastagetu, á bilinu 2,3 kW til 518 kW. Heildar orkuþörf þessara lofthitara er 827,3 kW samkvæmt teikningum (sjá viðauka 22). Kerfi 1 sem er fyrir vinnusal, verkstæði og þvottaherbergi á 1. hæð, hefur þrjá lofthitara, en kerfi 2 sem er fyrir verslun, móttöku, skrifstofu, matsal og búningsherbergi, hefur fimm lofthitara. Engin varmaendurvinnsla er á kerfi 1, en á kerfi 2 er varmaendurvinnsluhjól sem forhitar innblástursloftið upp í 13,5°C.

Kerfi 1	Afköst kW	Lofth. °C
1LH1	518	-15/10
1LH2	220	10/25
1LH3	58	10/30

Tafla 11. Afköst lofthitara í kerfi 1.

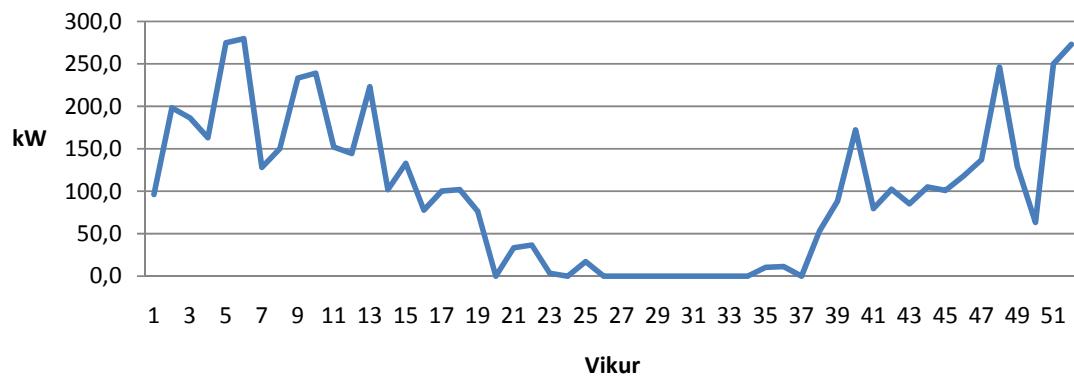
Kerfi 2	Afköst kW	Lofth. °C
2LH1	2,3	13,5/24
2LH2	9,5	13,5/24
2LH3	8,7	13,5/24
2LH4	4,5	13,5/24
2LH5	6,3	13,5/24

Tafla 12. Afköst lofthitara í kerfi 2.

Samkvæmt reikningum sem unnir voru út frá gögnum frá Veðurstofu Íslands þá var meðalhitastig eftir vikum sjaldan hærra en 10 - 13,5°C og var því tekin ákvörðun um að skoða bara lofthitara 1LH1 m.t.t. útihitastigs.

Eftir að hafa borið orkuþörfina fyrir lofthitara 1LH1 saman við útihitann miðað við árið 2009 þá kemur í ljós að orkuþörfin er á bilinu 0 til 280 kW eftir vikum eins og sést á grafi 10, en miðað við vikulega meðalhita þá er meðalorkuþörfin 95 kW. Sjá má vikulega orkuþörf nánar í viðauka 10.

Aðrir lofthitarar en 1LH1 eru með samanlagða orkuþörf upp á tæp 310 kW í fullum afköstum og er gert ráð fyrir að sú orkuþörf breytist ekki eftir útihitana. Ástæðan er sú að þeir hita upp loft frá 10°C og 13,5°C eins og er sýnt í töflu 3 og töflu 4, en samkvæmt grafi 9 þá fer meðal vikugildið sjaldan yfir það.



Graf 10. Afkastspörf lofthitara 1LH1 miðað við útihitana.

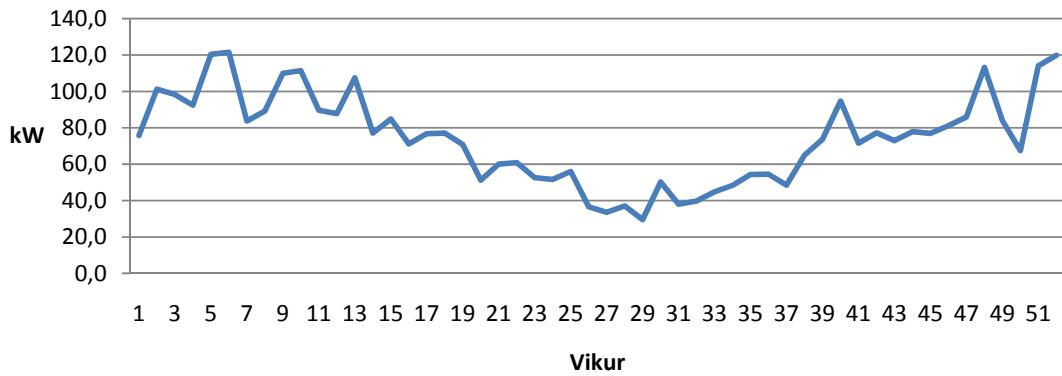
## *5.2. Snjóbræðsla*

Snjóbræðslukerfið við Völuteig 31 og 31a er það kerfi sem kallar á mestu orkuna og því liggur beinast við að athuga hvort það borgi sig að endurnýta hitann og nota til reksturs snjóbræðslunnar. Snjóbræðslukerfið sem er  $4.214 \text{ m}^2$  að stærð og samanstendur af sex kistum og 88 mottum og þarf  $758,5 \text{ kW}$  miðað við  $180 \text{ W/m}^2$  (sjá viðauka 23).

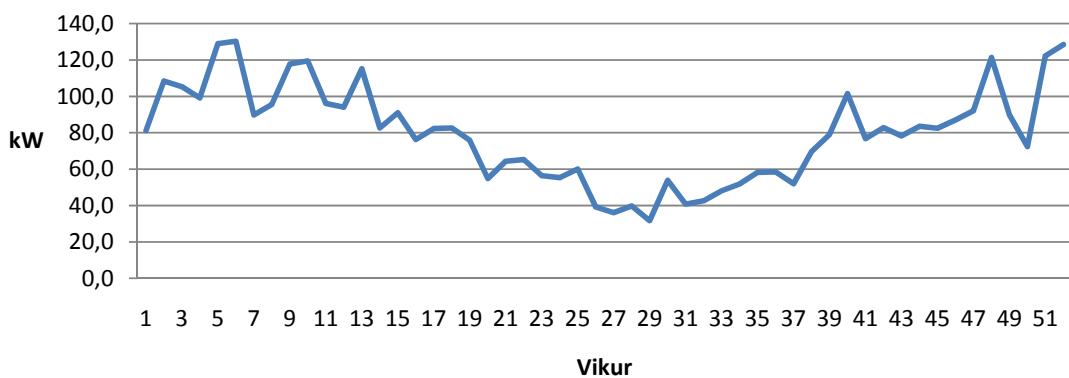
Samkvæmt samantekt á dögum þar sem hitinn var undir  $1,5^\circ\text{C}$  og einhver úrkoma var þá eru áætlaðir snjódagar í Reykjavík 33. Gert er ráð fyrir að árlegur rekstrartími snjóbræðslu sé frá október og út mars eða á sex mánaða tímabili (sjá viðauka 21).

## *5.3. Hitakerfi húsa*

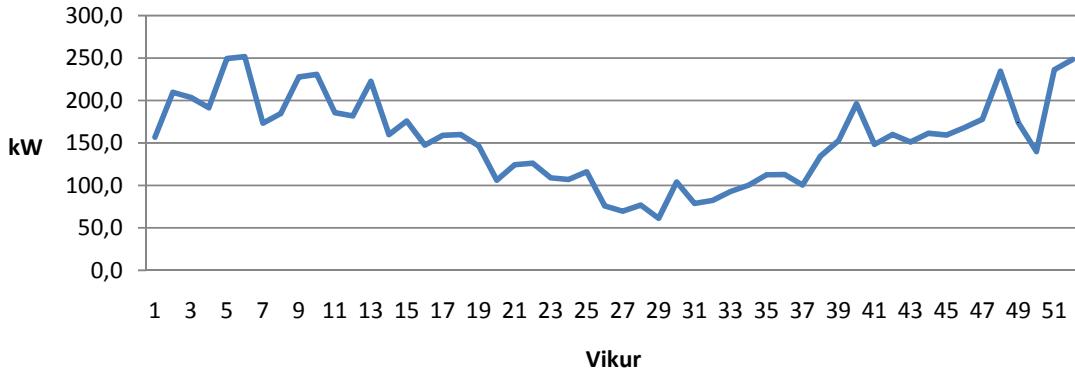
Nú er hægt að áætla orkuþörfina sem þarf í upphitun á húsnæði Borgarplasts miðað við úтиhita. Orkuþörfin sem þarf til upphitunar á Völuteig 31 var  $181 \text{ kW}$  miðað við grunnforsendur byggingarreglugerðar, en  $194 \text{ kW}$  fyrir Völuteig 31a. Því kemur ekki á óvart að línuritin fyrir hvort hús séu nánast eins því notast er við sama hitastig á sama tíma og það eina sem er öðruvísi er uppgefin orkuþörf. Á grafi 11 sést að orkuþörfin er frá  $30 \text{ kW}$  og upp í  $121,5 \text{ kW}$  fyrir Völuteig 31 en á grafi 12 sést að orkuþörfin er frá  $32 \text{ kW}$  upp í  $130 \text{ kW}$  fyrir Völuteig 31a. Á grafi 13 er svo sýnd samanlögð orkuþörf fyrir Völuteig 31 og 31a en hún er á bilinu  $61 \text{ kW}$  til  $252 \text{ kW}$  sem er mun minna en byggingarreglugerð gerir ráð fyrir. Samkvæmt forsendum hennar er samanlögð orkuþörf beggja hússanna  $375 \text{ kW}$  og er hámarksþörfin því ekki nema um  $2/3$  af af reikningslegu þörfinni (sjá viðauka 10).



Graf 11. Upphitunarþörf Völuteigs 31 eftir vikum.



Graf 12. Upphitunarþörf Völuteigs 31a eftir vikum.



Graf 13. Samanlögð upphitunarpörf Voluteigs 31 og 31a.

#### 5.4. Endurnýting við varmagjafa

Hugmynd um hvort ekki mætti endurnýta varmann frá framleiðsluofnunum í hverfimótunardeildinni með þeim hætti að útblástursloftið væri leitt fram fyrir ofninn og aftur inn í hann þar sem skerpt væri á því með olíubrennunum kvíknaði fljótt. Samkvæmt forsvarsmanni Borgarplasts kemur sá möguleiki ekki til greina, því þegar loftið er hitað með olíubrennunum þá myndast mengun, en of mikil mengun yrði í vinnusal vegna loftleka frá ofnum.

Sömu sögu má segja með gufuframleiðsluna, en ekki er hægt að taka vatnið úr bakrás gufukerfis og nýta aftur í gufuframleiðslu samkvæmt forsvarsmanni Borgarplasts. Ástæðan er sú að vatnið ber með sér vaxkennt efni sem er óæskilegt að berist aftur inn í gufukerfið þar sem það getur safnast saman.

### *5.5. Forhitun á vatni í gufukerfi*

Þó að það sé ekki hægt að nota affallið aftur í gufukerfið er samt hægt að nota orkuna úr affallinu og forhita kalda vatnið sem er á leið inn í gufukerfið. Gert er ráð fyrir að það fari 5°C heitt inn í gufukerfið þar sem það er hitað í 120°C heita gufu. Með hjálþ plötuvarmaskiptis væri möguleiki á að forhita vatnið og þá væri einnig búið að kæla affallið í 20°C og færí það mun betur með frárennslislagnirnar. Gert er ráð fyrir að hægt sé að nota 273 kW til þess að forhita vatnið.

### *5.6. Annað*

Hugsa má enn stærra og velta fyrir sér hvort grundvöllur sé fyrir nokkurskonar fjarvarmaveitu og þá hvort einhverjir viðtakar séu í nágrenni Borgarplasts. Það er t.d. styttra en 1 km í Reykjaland þar sem til staðar er sundlaug sem kallað á mikla orkunotkun. Svo mætti reyna að safna orkunni þegar orkuframboðið væri meira en eftirsurnin með því að safna heitu vatni í tank sem sæi hitakerfi fyrir nægilegri orku á meðan verksmiðja væri ekki í gangi.

## *6. Um endurnýtingarkerfi*

Orkusparnaður er hugtak sem er ofarlega í huga margra í dag og þá sérstaklega hjá mörgum fyrirtækjum sem eru mörg hver farin að skoða sín mál því vitað er að hægt er að ná fram orkusparnaði með betri orkunýtingu. Orkusparnaður stuðlar því að fjárhagslegum sparnaði ásamt því getur hann bætt umhverfið. Því er orkusparnaður oft orðinn mikilvægur þáttur í stefnumótun í orkumálum fyrirtækja.

Ég ætla að leyfa mér að vitna í Katrínú Júlíusdóttur iðnaðarráðherra þar sem hún hélt ræðu í Orkugarðinum við Grensásveg 9 þann 9.nov. 2010 þar sem hún talaði um að Evrópusambandið hefði sett fram markmið um að draga úr frumorkunotkun um 20% árið 2010 miðað við árið 2006. Ef við setjum þetta í samhengi við okkar veruleika má benda á að almenn raforkunotkun á Íslandi, þ.e. öll notkun utan stóriðju, er um 3.000 GWh og ef við næðum fram 20% sparnaði í almennri raforkunotkun næmi það um 600 GWh sem er örlítið

meira en áætluð framleiðsla Búðarhálsvirkjunar (sem er 585GWh) (Iðnaðarráðuneyti (nóvember 2010)).

Endurnýtingarkerfi er kerfi sem gerir einmitt það sem orðið merkir þ.e. endurnýtir t.d. orku. Í mjög einfaldri mynd þá mynda þessi kerfi nokkurskonar hringrás, þau geta t.d. gengið út á það að ná eins mikilli orku út úr lofti eða vatni og hægt er áður en því er kastað út eða leitt í burtu og koma orkunni á einhvern stað þar sem hún endurnýtist.

Hér munum við skoða tvenns konar útgáfu af varmaendurnýtingarkerfi, þ.e. loft í vatn og vatn í vatn.

## 6.1. Loftvarmaskiptir

Varmaskiptar koma við sögu í því að reyna ná orku út útblástursloftinu frá ofnunum í hverfimótunardeildinni, þar sem útblástursloftið er leitt í gegnum loftvarmaskipti og það notað til þess að hita upp vatnið sem rennur um hann.

Hefðbundin lýsing á uppbyggingu loftvarmaskiptis er röð af raðtengdum pípum sem eru með áföstum málmbynnum og á meðan að heitt vatn er leitt eftir pípunum þá leikur loftið um þær. Varmi leiðist þannig frá heita vatninu í gegnum pípuvegginn og hitar upp loftið, málmbynnurnar á pípum auka hið heita yfirborð sem loftið leikur um þannig að nýtni hitaflatarins eykst. Aftur á móti eykst þrýstifall í gegnum hitaflötinn loftmegin þegar bilið milli málmbynna er minnkað og orkunotkun eykst. Dreifipípur í vatnshitaflötum eru láréttar, en safnpípur lóðréttar. Dreifipípur geta verið með margar slaufur milli tenginga við safnpípur í stórum hitaflötum. Varmafletir eru oft samþyggðir til að auka afköst. (Ragnar Ragnarsson, (e.d.) bls. 135). En í þessu verkefni er verið að tala um að snúa hitafærslunni við þ.e. hita vatnið upp með loftinu.

Aðstæðurnar í Borgarplasti eru frekar sérstakar vegna þess að við erum með óvenjulega heitt loft og bola hefðbundin element sem eru lóðuð saman ekki þennan hita. Þetta kallar því á mjög hitapolna varmaskipta. Fundinn var varmaskiptir sem þolir þennan hita frá Luvata og er hann allur gerður úr ryðfríu stáli (sjá viðauka 17).



Mynd 1. Loftvarmaskiptir.

## 6.2. Plötuvarmaskiptir

Plötuvarmaskiptir er byggður upp með þunnum plötum sem mynda straumrás t.d. fyrir vökvann og heldur vökvunum aðskildum. Plöturnar flytja svo hitan á milli vökvana sem renna á móti hvorum öðrum. Plötuvarmaskiptar takmarkast við 25 bar þrýsting og 250°C hita. (Heat exchangers (2010) bls. 10).



Mynd 2. Plötuvarmaskiptar.

## *7. Sparnaður á rekstri*

Notast var við verðskrá Orkuveitu Reykjavíkur fyrir heitt vatn til hitunar (sjá viðauka 15) og rúmmetragjaldið svo margfaldað með áætluðu rennsli til þess að áætla rekstrarkostnað kerfa. Einnig var notast við verðskrá Orkuveitu Reykjavíkur fyrir rafmagn í útreikningum á mögulegum sparnaði við gufuframleiðslu.

### *7.1. Hitakerfi*

Reiknaður var út hugsanlegur sparnaður við rekstur hitakerfa beggja húsa og kostnaðurinn við að kynda húsnæði miðað við orkuþörf eftir útihita. Gert var ráð fyrir að endurnýta orkuna sem fæst frá útblæstri Moulac ofnsins en það voru 775 kW.

Reiknuð var orkuþörf hvorrar byggingar fyrir sig, þ.e. Völuteigs 31 og 31a. Gert var ráð fyrir að hitastig hitakerfis væri 70°C á framrásinni og bakrásin 30°C og út frá því var reiknað nauðsynlegt rennsli fyrir hverja viku. Árlegur heildarkostnaður við upphitun á húsnæði er samkvæmt þessu 3.043.431 kr. Ef gert er ráð fyrir að hægt sé að nota endurnýttu orkuna til upphitunar á hitakerfi húsanna þá fáum við út að mögulegur sparnaður væri 1.424.199 kr. en þá er reiknað með að endurnýtanlega orkan sé til staðar 51% vikunnar stærstan hluta ársins, því engin vinnsla er um helgar og nætur. Við þetta er verið að nota að meðaltali um 20 % af orkunni frá Moulac ofninum. Sparnaðurinn er því um 47 % miðað við gefnar forsendur, á ársgrundvelli vegna upphitunar (sjá útreikninga í viðauka 13).

### *7.2. Lofthitarar*

Einnig var reiknaður út hugsanlegur sparnaður við rekstur 1LH1 en sá lofthitari sér um að hita innblástursloft frá -15°C upp í 10°C. Reiknaður var út rekstrarkostnaður lofthitarans miðað við útihita og gert ráð fyrir að halda áfram að endurnýta orkuna sem fæst frá útblæstri Moulac ofnsins.

Reiknuð var út orkuþörfin fyrir 1LH1 og gert ráð fyrir að framrás að lofthitara væri 70°C og að bakrásin væri að koma til baka 15°C og út frá því var reiknað út nauðsynlegt rennsli fyrir

hverja viku. Árlegur heildarkostnaður er samkvæmt gefnum forsendum 1.429.016 kr. Ef gert er ráð fyrir að hægt sé að nota endurnýttu orkuna til upphitunar á lofhitara 1LH1 þá fáum við út að mögulegur sparnaður væri 712.294 kr. en þá er reiknað með að endurnýtanlega orkan sé til staðar 51% vikunnar stærstan hluta ársins, því engin vinnsla er um helgar og nætur. En þá er verið að nota 0 % til 36 % af orkunni frá Moulac ofninum eftir vikum (sjá útreikninga í viðauka 9).

Í Vöoluteig 31a eru sjö aðrir lofthitarar sem eru samtals 309 kW og hita ýmist loft frá 10°C upp í 25 og 35°C, eða frá 13,5°C upp í 24°C (sjá viðauka 22). Reiknaður var út rekstrarkostnaður lofthitaranna og enn gert ráð fyrir að halda áfram að endurnýta orkuna sem fæst frá útblæstri Moulac ofnsins eins og hún dugar til.

Notast var við að orkuþörfin væri allt árið 309 kW og að framrásarhitinn væri 70°C og bakrásin 30°C. Þá var reiknað nauðsynlegt rennsli fyrir hverja viku og árlegur heildarkostnaður við rekstur þeirra, en hann er 6.105.077 kr. Það kom í ljós að í nokkrum vikum er eftirspurnin orðin meiri en framboðið, en endurnýtta orkan frá Moulac ofninum er ekki nægilega mikil til að anna eftirspurninni. En ef við gefum okkur að við fullnýtum orkuna í þann tíma sem hægt er til upphitunar á hús hitakerfi og 1HL1, og það sem til er í hverri viku fyrir hina lofthitarana, þá verður sparnaður á rekstri þessara sjö lofhitara 2.709.562 kr. yfir árið (sjá útreikninga viðauka 14).

### 7.3. Gufukerfi

Notast var við verðskrá Orkuveitu Reykjavíkur fyrir rafmagn og kWh gjaldið svo margfaldað með áætluðum keyrslutíma gufukerfis og kW sem eru notuð til þess að forhita vatnið.

Upplagt er að nýta affall gufukerfis til þess að forhita vatnið sem fer inn í gufukerfið en gert er ráð fyrir því að það komi 5°C frá dreifikerfi og sé svo hitað upp í 120°C heita gufu. Ef við náum 273 kW út úr affalli gufuframleiðslu og keyrslutíminn er samkvæmt töflu 8, þá sparast 1.993.192 kr. á ári, samkvæmt gefnum forsendum (sjá viðauka 16).

#### *7.4. Snjóbræðslukerfi*

Notast var við verðskrá Orkuveitu Reykjavíkur fyrir heitt vatn til snjóbræðslu til að áætla rekstrarkostnað snjóbræðslukerfis. Kostnaðurinn við snjóbræðslukerfið er enginn í þá sex mánuði sem ekki er þörf fyrir það, en hina sex mánuðina er hann talsverður. Ef reikna ætti kostnaðinn við að halda kerfinu í fullum afköstum í sex mánuði þá væri kostnaðurinn 2.918.753 kr. á ári (sjá viðauka 22).

Ef gert er ráð fyrir að aflþörfinni verði skipt upp í þrepakerfi þar sem 1. þrep er aflþörf miða við hitastig yfir frostmarki, 2. þrep er aflþörf í frosti og 3. þrep er aflþörf í frosti og snjókomu, þá má lækka rekstrarkostnaðinn. Samkvæmt gögnum frá Veðurstofu Íslands þá voru 85 dagar 2009 þar sem meðalsólarhringshitinn var undir frostmarki og áætlaðir snjódagar 33 (sjá viðauka 21). Gert er ráð fyrir 80 W/m<sup>2</sup> aflþörf í 1. þrepi, 120 W/m<sup>2</sup> í 2. þrepi og 180 W/m<sup>2</sup> í 3. þrepi. Rekstrarkostnaðurinn væri þá 2.176.581 kr. á ári og sparnaður því 742.172 kr. sem gerir 25%. Ef gert er ráð fyrir að hægt sé að nota endurnýttu orkuna frá Moulac ofninum þá væri heildarkostnaðurinn á ári 1.066.525 kr. sem er sparnaður upp á 1.852.228 kr. eða 63 % miðað við upprunalega kostnaðinn (sjá viðauka 22).

## *8. Óvissa*

*Hvar er óvissan míni?*

*Reikna orku, rennsli og hita.*

*Situr og lyktar eins og svín.*

*Skilar ritgerð rassblautur af svita.*

### *8.1. Útblástur frá ofnum*

Einhver óvissa er til staðar varðandi útreikning á útblásturslofti frá bæði Moulac og RS ofnunum. Loftflæðið er fengið af teikningum og ekki er hægt að vera fullviss um að gildin séu nákvæmlega rétt. Einnig má gera ráð fyrir að hitastigið lækki þegar skipt er um móti ofninum og blásarinn stöðvist í stutta stund á meðan. Keyrslutími véla er hafður sá sami og vinnutími hvern dag, en er líklega aðeins styttri.

### *8.2. Gufukerfi*

Gert er ráð fyrir að rennslið sé það sama að gufukerfi og frá því, en einhver hluti rennslisins skilar sér ekki í gegnum allt kerfið þar sem það verður alltaf einhver raki eftir í framleiðsluafurðum og eða tapast með öðrum hætti. Áætlað er að þetta sé mjög lítið magn miða við heildar rennslið. Þegar kemur að útreikningum á sparnaði við gufuframleiðslu eru þeir gerðir eftir verðskrá Orkuveitu Reykjavíkur en ekki raunverulegu verði sem Borgarplast greiðir.

### *8.3. Orkubörf fyrirtækis*

Nokkuð líklegt verður að teljast að upphitunarþörf Völuteigs 31 og 31a sé minni en sú sem er reiknuð út. Gríðarlegur hiti kemur t.d. frá Moulac og RS ofnunum þar sem mjög heitt loft lekur í þó nokkrum mæli frá ofnum. Í Völuteig 31 er um helmingur húsnaðisins geymslusvæði fyrir tilbúnar frauðplastafurðir og ekki líklegt að það sé kynnt í sama magni og reiknað er með.

#### *8.4. Lofthitarar*

Óvissubættirnir sem tengjast lofthiturum skiptast aðallega í tvennt. Það er einungis aflþörf lofthitara 1LH1 sem breytist eftir útihitastigi, en útihitastigið hefur nánast engin bein áhrif á hina lofthitarana. Ef skoðuð er aflþörf allra lofthitara fyrir utan 1LH1, þá stýrist hún af hitastiginu inni, en ætla má að þeir séu nánast aldrei í fullum afköstum.

#### *8.5. Snjóbræðsla*

Það er ekki komin nein reynsla á snjóbræðslukerfið hjá Borgarplasti og samkvæmt forsvarsmanni þeirra hefur það aldrei verið allt í notkun í einu. Þar af leiðandi eru ekki til neinar upplýsingar um kostnaðinn við rekstur kerfis. Ætla má að reikningslegur kostnaður sé nokkuð nærrí lægi, en það er ekki hægt að staðhæfa hvernig þróunin mun verða hvað varðar snjókomu, hitastig og vind. Einnig er engin trygging fyrir því að verð á heitu vatni muni ekki breytast á komandi árum.

## 9. Niðurstöður

Það er engin spurning að hægt er að ná kostnaði vegna notkunar á heitu vatni niður og jafnvel rafmagnskostnaði vegna framleiðslu gufu líka. En hvort það borgar sig með tilliti til tilkostnaðar er alaðalatriðið. Skoðaðir voru báðir hverfimótunarofnarnir með tilliti til varmaendurnýtingar ásamt affalli gufuframleiðslu.

Hægt er að ná gríðarlega mikilli orku úr útblástursloftinu frá ofnunum en aðstæður í Borgarplasti eru nokkuð sérstakar og ekki fannst sambærilegt dæmi þar sem verið er að endurnýta orku með þeim hætti sem hér er lagt upp með. Niðurstaða höfundar er að byrja ætti að setja upp varmaendurnýtingarkerfi við Moulac ofninn en hann er bæði afkastameiri og stöðugri orkugjafi en RS ofninn. Hann dugar líka nánast fyrir allri orkuþörf Borgarplast sem þarf til upphitunar húsnæðis og forhitun á innblásturslofti fyrir Voluteig 31a. Þegar orkuþörf hverrar viku fyrir sig er tekin saman þá kemur það fyrir í alls sex vikur að orkan frá Moulac ofnинум er ekki að anna orkuþörfinni, en á þessum sex vikum þarf á bilinu 1 – 9% meiri orku en endurnýtist frá Moulac ofnинум. Samkvæmt útreikningum þá gæti náðst um 46% sparnaður vegna kaupa á heitu vatni, eða um 5 milljónir að hámarki ef orkan frá Moulac ofnинум yrði endurunnin. Ef endurnýtta orkan er eingöngu notuð til upphitunar húsnæðis og fyrir lofthitara 1LH1, þá væri sparnaðurinn tæpar 2,2 milljónir á ári.

Frá RS ofnинум má einnig endurnýta mikla orku en þar sem Moulac ofninn er að anna upphitunarþörfinni þá er eiginlega ekki grundvöllur fyrir því að fara í það að endurnýta orkuna frá honum, fyrir utan rekstur snjóbræðslu. Hann er einnig mun minna í gangi og orkan því sjaldnar í boði.

Þegar affall gufukerfis er skoðað kemur í ljós að með því að endurnýta varman og forhita vatnið sem fer í gufuframleiðslu þá er verið að spara tæpar 2 milljónir miðað við gefnar forsendir. Þar að auki má gera ráð fyrir því að geta dregið verulega úr hættu á skemmdum í frárennslislögnum, þar sem affallið fer úr rúmum 70°C niður í 20°C.

## *10. Lokaorð*

Í þessari ritgerð var farið yfir möguleikann á því að endurnýta varmann frá nokkrum framleiðsluvélum Borgarplasts og möguleg afköst. Farið er yfir hver orkuþörf fyrirtækis sé með tilliti upphitunar og með hvaða hætti væri hægt að flytja varmann. Starfsemi fyrirtækisins skiptist í hverfimótunarverksmiðju og frauðplastverksmiðju. En þær eru starfræktar í sitthvoru húsnæðinu á sömu lóðinni þ.e. Völuteig 31 og 31a.

Í hverfimótunardeildinni eru tveir misstórir ofnar, sá minni kallast Moulac ofn en sá stærri RS ofn. Varmaendurnýtingin er svipað mikil frá báðum ofnum en Moulac ofninn er keyrður daglega og á tvöföldum vöktum stærstan hluta ársins. Á meðan að RS ofninn er keyrður á einfaldri vakt sex mánuði á ári. Það gefur því að skilja að útblásturinn frá Moulac ofninum er mun vænlegri til varmaendurnýtingar og getur hann séð fyrirtækinu fyrir þeirri orku sem það það þarf til upphitunar húsnæðis ásamt upphitunar á innblásturslofti í Völuteig 31a á meðan hann er í gangi.

Í frauðplastverksmiðjunni eru fjórar vélar sem nota gufu við framleiðslu á frauðplastsafurðum, frá þessum vélum liggar svo affall sem rennur saman í stórann safntank. Gufan er framleidd með því að taka kalt vatn og hita það upp í 120°C heita gufu með rafmagnskatli. Hægt væri að endurnýta hitan frá affallinu með því að forhita kalda vatnið áður en það fer í gufuframleiðslu.

Niðurstöðurnar eru að það næðist mestur sparnaður miðað við kostnað ef farið væri út í að endurnýta hitan á affalli gufuframleiðslu til þess að forhita vatnið fyrir gufuframleiðslu. Þetta er sá liður sem sparar einna mest eða tæpar 2 milljónir á ári í rafmagnskostnað og jafnframt sú framkvæmd sem væri auðveldust og ódýrast að fara í. Það að endurnýta varmann frá Moulac ofni er mun flóknari og dýrari framkvæmd, en það er vel þess virði að skoða þann möguleika, og er ætlað að sparnaðurinn vari á bilinu 2,2 til 5 milljónir á ári vegna kaupa á heitu vatni.

## *Heimildaskrá*

Andersen, N., Andreasen, B., & o.fl. (2004). *Varme ståbi*. København: Nyt Teknisk Forlag.

Andersen, P., Bagh, L. K., Buhl, L., & o.fl. (2008). *Vand og aflob ståbi*. København: Nyt Teknisk Forlag.

Hansen, H. E., Kjerulf-Jensen, P., & Stampe, O. B. (1991). *Varme- og klimateknik*. København: Danvak ApS.

Holman, J. (2010). *Heat transfer*. Singapore: Mc Graw Hill.

Janna, W. S. (2000). *Engineering Heat Transfer*. Florida: CRC Press LLC.

Kakac, S., & Liu, H. (1998). Heat exchangers selection, rating and thermal design. Florida: CRS Press LLC.

Sørensen, H. H., Stampe, O. B., Ludvigsen, F. H., & o.fl. (1990). *Ventilation ståbi*. København: Teknisk Forlag.

Ragnar Ragnarsson. (e.d.). *Loftræsitækni*. Reykjavík: Háskólinn í Reykjavík.

Borgarplast. (e.d.). Upplýsingar um fyrirtækið. Sótt 14. október 2010 af <http://www.borgarplast.is/index.html>.

Samtök iðnaðarins. (e.d.). Félagatal si. Sótt 20. október 2010 af  
<http://www.si.is/felagatal/leit/fnr/1375>.

Iðnaðarráðuneyti. (2010, nóvember). Ráðstefna um orkunýtni í byggingum. Sótt 14.nóvember 2010 af <http://www.idnadarraduneyti.is/radherra/raedur-greina-KJ/nr/2998>.

Fasteignaskrá. (e.d.). Leit í fasteignaskrá. Sótt 7. desember 2010 af  
<http://fasteignaskra.is/default.aspx?pageid=1000&lsvfn=-1&submitbutton=leita&streetname=v%C3%B6luteigur+31>.

Extech. (e.d.). Infrared thermometers. Sótt 15. Nóvember 2010 af  
<http://www.extech.com/instruments/product.asp?catid=62&prodid=376>.

Guðni Þórðarson forsvarsmaður Borgarplasts (munnlegar heimildir 15. september til 15. nóvember 2010).

## *Viðaukaskrá*

- Viðauki 1 Hitamælibyssa .
- Viðauki 2 Pitot mælir.
- Viðauki 3 Súluhitamælir.
- Viðauki 4 Orka frá Moulac ofni.
- Viðauki 5 Orka frá RS ofni.
- Viðauki 6 Álestrarblöð.
- Viðauki 7 Vikulegt meðalrennsli gufukerfis.
- Viðauki 8 Meðalútihihi.
- Viðauki 9 Orkuþörf 1LH1.
- Viðauki 10 Orkuþörf hitakerfis og 1LH1.
- Viðauki 11 Upphitunarþörf fyrir Völuteig 31.
- Viðauki 12 Upphitunarþörf fyrir Völuteig 31a.
- Viðauki 13 Upphitunarþörf fyrir Völuteig 31 og 31a.
- Viðauki 14 Orkuþörf Lofthitara.
- Viðauki 15 Verðskrá Orkuveitu Reykjavíkur.
- Viðauki 16 Affall gufukerfis.
- Viðauki 17 Lavata forrit.
- Viðauki 18 Álestur 1 til 4. vika.
- Viðauki 19 Álestur 5. vika.
- Viðauki 20 Álestur 6. vika.
- Viðauki 21 Snjódagar.
- Viðauki 22 Snjóbræðsla.
- Viðauki 23 Teikningar.

## Viðauki 1.

Sú hitamælibyssa sem var notuð til þess að mæla hitan á útblástursloftinu frá ofnunum er af gerðinni Extech, en hún var fengin að láni hjá verkfræðistofunni Ferli.



Mynd 3. Laser hitabyssa.

## Specifications

### Infrared Thermometer Specifications

Range / Resolution	-58 to 1832°F (-50 to 1000°C) 0.1°C/F
Accuracy (of reading)	± (2% of reading + 9°F/4°C) <30°F (-1°C) ± (2% of reading + 4°F/2°C) 30°F to 800°F (-1°C to 426°C) ± (2.5% of reading + 6°F/3°C) 800 to 1000°F(426 to 537°C) ± (3% of reading + 9°F/4°C) >1000°F/537°C Note: Accuracy is specified for the following ambient temperature range: 64 to 82°F (18 to 28°C)
Emissivity	Adjustable from 0.1 to 1.00 (0.95 default value)
Field of View	D/S = Approx. 50:1 ratio (D = distance, S = spot)
Laser power	Less than 1mW (Class II)
Spectral response	8 to 14 µm (wavelength)

Mynd 4. Tæknilegar upplýsingar um hitasvið og nákvæmni.

## Viðauki 2.

Pitot mælir.

Ætlunin var að mæla loftflæðið með pitot mæli en hér má sjá mynd af slíkum mæli. Borað er gat á útblástursrör og mæliröri stungið inn og teknar mælingar á ákveðnum stöðum í þversniðinu. Útfrá mælingum hefði verið hægt að finna flæðið.

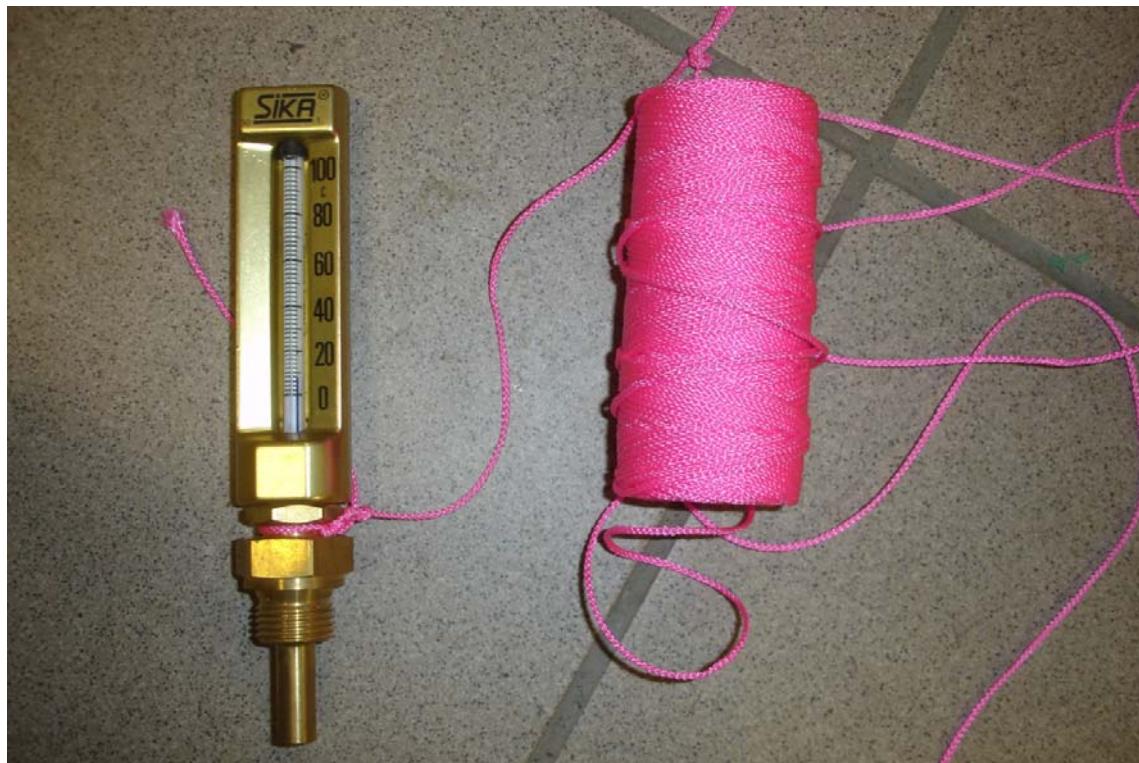


**Mynd 5. Pitot mælir.**

Viðauki 3.

Súluhitamælir.

Notast var við súluhitamæli til mælinga á hitastigi í affallstank. En bundið var í hann band og hann láttinn síga ofan í tankinn. Hann er af gerðinni Sika og með hitasvið á bilinu 0°C til 100°C. Mælirinn var fenginn að láni hjá Pípulögnum Elvars G. Kristinssonar.



**Mynd 6. Súluhitamælir.**

Viðauki 4.

Útreikningur á útblásturslofti frá Moulac ofninum.

Fundin var eðlisþyngd loftsins við hitan T og hún svo notuð til að finna orkuna sem fæst úr útblástursloftinu miða við gefnar forsendur.

Moulac		
R =	0,287	kJ/(kg*K)
p =	107,091	kpa
T =	153,5	°C
ρ =	0,87	kg/m <sup>3</sup>

loftmagn	4,3	m <sup>3</sup> /s
m_loft	3,76	kg/s

c_loft =	1	kJ/kg*°K
c_vatn =	4,2	kJ/kg*°K
T1_loft =	256	°C
T2_loft =	50	°C
T3_vatn =	30	°C
T4_vatn =	80	°C

$$q = 774,68 \text{ kW}$$

$$m_{vatn} = 3,69 \text{ l/s}$$

Viðauki 5.

Útreikningur á útblásturslofti frá RS ofninum.

Fundin var eðlisþyngd loftsins við hitan T og hún svo notuð til að finna orkuna sem fæst úr útblástursloftinu miða við gefnar forsendur.

RS	
R =	0,287 kJ/(kg*K)
p =	101,7402 kpa
T =	119 °C
ρ =	0,90 kg/m <sup>3</sup>

loftmagn	6	m <sup>3</sup> /s
m_loft	5,42	kg/s

c_loft =	1	kJ/kg*°K
c_vatn =	4,2	kJ/kg*°K
T1_loft =	188	°C
T2_loft =	50	°C
T3_vatn =	30	°C
T4_vatn =	80	°C

$$q = 748,48 \text{ kW}$$

$$m_{vatn} = 3,56 \text{ l/s}$$

## Viðauki 6.

Töflur sem voru notaðar til að skrá álestur.

Viðauki 7.

Útreikningur á vikulegu meðalrennsli gufu.

Vikulegt meðalrennsli er unnið útfrá mælingunum á rennsli vegna gufuframleiðslu, en tekin er saman staðan á milli fyrstu og síðustu mælingu sem var skráð fyrir hverja viku og hve margar vinnustundir eru innan þeirra mælinga. Næturrennslið er síðan dregið frá.

Vikur	$m^3$	Unnar tímar	Nætur- rennsli $m^3$	Rennsli yfir daginn	Rennsli á klst.
1	286,03	54	28	258,03	4,8
2	257,81	67	28	229,81	3,4
3	367,94	74,5	28	339,94	4,6
4	469,08	85	28	441,08	5,2
5	359,84	77	17,5	342,34	4,4
6	409,6	85	14	395,6	4,7
					<u>4,5</u> $m^3/klst.$
					eða <u>1,25</u> l/s

Viðauki 8.

Útreikningur á vikugildum fyrir meðalhitastig

Tekið var meðaltal af sólarhringshita fyrir hverja viku en þetta er aðeins lítt hluti af töflunni.

Reykjavík						
Vika <u>nr.</u>	ár	mán	dagur	sólarhr.hiti	Vikugildi °C	Vikugildi °C
	2009	1	1	4,5		
	2009	1	2	7,1		
	2009	1	3	7,1		
	2009	1	4	3,0		
	2009	1	5	3,5		
	2009	1	6	4,9		
1	2009	1	7	7,4	5,4	
	2009	1	8	5,0		
	2009	1	9	2,1		
	2009	1	10	1,7		
	2009	1	11	-1,1		
	2009	1	12	-2,9		
	2009	1	13	-2,2		
2	2009	1	14	0,4	0,4	
	2009	1	15	2,3		
	2009	1	16	1,2		
	2009	1	17	0,1		
	2009	1	18	-0,6		
	2009	1	19	0,8		
	2009	1	20	0,8		
3	2009	1	21	2,4	1,0	

**Tafla 13. Meðalvikuhiti áætlaður.**

Viðauki 9.

Útreikningar fyrir 1LH1

Framrás	70 °C
Bakrás	30 °C
Eðlisvarmi vatns	4,2 kJ/(kg*k)

mán.	Vika	Upphit. þörf	Rennsli		Kostnaður	Moulac	Orkan til staðar	sparn.
	nr	kW	l/s	m³/viku	kr	kW	hlutf./viku	kr
jan.	1	96,2	0,42	251,9	26.557	775	0,51	13.437
	2	198,3	0,86	519,2	54.748	775	0,51	27.700
	3	186,5	0,81	488,2	51.480	775	0,51	26.046
	4	163,1	0,71	427,0	45.024	775	0,51	22.780
feb.	5	275,0	1,19	720,0	75.912	775	0,51	38.408
	6	279,7	1,21	732,4	77.220	775	0,51	39.070
	7	128,2	0,55	335,6	35.382	775	0,51	17.902
	8	150,1	0,65	392,9	41.429	775	0,51	20.961
mars	9	233,2	1,01	610,7	64.391	775	0,51	32.579
	10	239,2	1,04	626,2	66.025	775	0,51	33.405
	11	152,1	0,66	398,3	42.001	775	0,51	21.251
	12	144,4	0,63	378,2	39.876	775	0,51	20.176
apríl	13	223,2	0,97	584,3	61.612	775	0,51	31.173
	14	101,8	0,44	266,6	28.110	775	0,51	14.222
	15	132,9	0,58	348,0	36.690	775	0,51	18.563
	16	77,8	0,34	203,8	21.491	775	0,51	10.873
maí	17	100,3	0,43	262,7	27.701	775	0,51	14.015
	18	101,8	0,44	266,6	28.110	775	0,51	14.222
	19	76,4	0,33	199,9	21.082	775	0,51	10.667
	20	0,0	0,00	0,0	0	775	0,51	0
júní	21	33,4	0,14	87,6	9.234	775	0,51	4.672
	22	36,7	0,16	96,1	10.133	775	0,51	5.127
	23	3,6	0,02	9,3	981	775	0,51	496
	24	0,0	0,00	0,0	0	775	0,51	0
júlí	25	17,2	0,07	44,9	4.739	775	0,51	2.398
	26	0,0	0,00	0,0	0	775	0,51	0
	27	0,0	0,00	0,0	0	775	0,27	0
	28	0,0	0,00	0,0	0	775	0,27	0
	29	0,0	0,00	0,0	0	775	0,27	0
	30	0,0	0,00	0,0	0	775	0,27	0

mán.	Vika	Upphit. þörf	Rennsli	Kostnaður	Moulac	Orkan til staðar	sparn.	
	nr	kW	l/s	m <sup>3</sup> /viku	kr	kW	hlutf./viku	kr
ágúst	31	0,0	0,00	0,0	0	775	0,27	0
	32	0,0	0,00	0,0	0	775	0,27	0
	33	0,0	0,00	0,0	0	775	0,27	0
	34	0,0	0,00	0,0	0	775	0,27	0
	35	10,4	0,04	27,1	2.860	775	0,27	766
sept.	36	11,2	0,05	29,4	3.105	775	0,27	832
	37	0,0	0,00	0,0	0	775	0,27	0
	38	53,3	0,23	139,5	14.709	775	0,27	3.940
	39	88,2	0,38	230,9	24.351	775	0,27	6.523
okt.	40	172,3	0,75	451,0	47.558	775	0,51	24.062
	41	79,6	0,34	208,5	21.981	775	0,51	11.121
	42	102,4	0,44	268,1	28.273	775	0,51	14.305
nóv.	43	85,2	0,37	223,2	23.534	775	0,51	11.907
	44	105,1	0,45	275,1	29.008	775	0,51	14.677
	45	100,9	0,44	264,3	27.865	775	0,51	14.098
	46	118,1	0,51	309,2	32.604	775	0,51	16.496
des.	47	137,0	0,59	358,8	37.834	775	0,51	19.142
	48	246,3	1,07	644,8	67.986	775	0,51	34.398
	49	129,1	0,56	337,9	35.627	775	0,51	18.026
	50	63,3	0,27	165,8	17.487	775	0,51	8.847
	51	249,8	1,08	654,1	68.967	775	0,51	34.894
	52	272,9	1,18	714,5	75.340	775	0,51	38.119
					1.429.016			712.294
						Sparnaður		50%

Viðauki 10.

Orkuþörf hitakerfis og 1LH1 miða við úтиhita.

	Vika	Vikugildi	Völu teig 31	Völu teig 31a	Alls fyrir 31 og 31a	1LH1
		°C	kW	kW	kW	kW
jan.	1	5,4	75,7	81,2	156,9	96,2
	2	0,4	101,2	108,5	209,7	198,3
	3	1,0	98,3	105,3	203,6	186,5
	4	2,1	92,4	99,1	191,5	163,1
feb.	5	-3,3	120,3	129,0	249,3	275,0
	6	-3,5	121,5	130,3	251,8	279,7
	7	3,8	83,7	89,7	173,4	128,2
	8	2,8	89,2	95,6	184,7	150,1
mars	9	-1,3	109,9	117,8	227,8	233,2
	10	-1,5	111,4	119,4	230,8	239,2
	11	2,7	89,7	96,1	185,8	152,1
	12	3,0	87,8	94,1	181,8	144,4
apríl	13	-0,8	107,4	115,1	222,6	223,2
	14	5,1	77,1	82,7	159,8	101,8
	15	3,6	84,9	91,0	175,9	132,9
	16	6,2	71,1	76,3	147,4	77,8
maí	17	5,2	76,8	82,3	159,0	100,3
	18	5,1	77,1	82,7	159,8	101,8
	19	6,3	70,8	75,9	146,6	76,4
	20	10,1	51,2	54,9	106,1	0,0
júní	21	8,4	60,1	64,4	124,4	33,4
	22	8,2	60,9	65,2	126,1	36,7
	23	9,8	52,6	56,4	109,0	3,6
	24	10,0	51,6	55,3	107,0	0,0
júlí	25	9,2	56,0	60,0	116,0	17,2
	26	12,9	36,6	39,2	75,8	0,0
	27	13,5	33,6	36,0	69,6	0,0
	28	12,8	37,1	39,8	76,8	0,0
ágúst	29	14,3	29,6	31,7	61,2	0,0
	30	10,3	50,2	53,8	104,1	0,0
	31	12,6	38,0	40,8	78,8	0,0
	32	12,3	39,7	42,6	82,3	0,0
	33	11,3	44,8	48,1	92,9	0,0
	34	10,6	48,4	51,9	100,3	0,0
	35	9,5	54,3	58,2	112,5	10,4

	Vika	Vikugildi	Völvuteig 31	Völvuteig 31a	Alls fyrir 31 og 31a	1LH1
		°C	kW	kW	kW	kW
sept.	36	9,5	54,5	58,4	113,0	11,2
	37	10,6	48,5	51,9	100,4	0,0
	38	7,4	65,0	69,7	134,7	53,3
	39	5,7	73,7	79,0	152,8	88,2
okt.	40	1,7	94,7	101,5	196,2	172,3
	41	6,2	71,6	76,7	148,3	79,6
	42	5,1	77,3	82,8	160,1	102,4
	43	5,9	73,0	78,2	151,2	85,2
nóv.	44	4,9	77,9	83,5	161,5	105,1
	45	5,1	76,9	82,4	159,3	100,9
	46	4,3	81,2	87,0	168,2	118,1
	47	3,4	85,9	92,1	178,0	137,0
des	48	-1,9	113,2	121,3	234,5	246,3
	49	3,8	83,9	90,0	173,9	129,1
	50	6,9	67,5	72,4	139,9	63,3
	51	-2,1	114,1	122,3	236,3	249,8
	52	-3,2	119,8	128,4	248,3	272,9

Viðauki 11.

Rennsli og kostnaður hitakerfis Völuteigs 31.

Framrás	70 °C
Bakrás	30 °C
Eðlisvarmi vatns	4,2 kJ/(kg*K)

mán.	Vika	Upphit. þörf	Rennsli		Kostnaður	Moulac	Orkan til staðar	Sparn.
	nr.	kW	l/s	m³/viku	kr	kW	hlutf./viku	kr
jan.	1	75,7	0,45	272,6	28.744	775	0,51	14.543
	2	101,2	0,60	364,4	38.419	775	0,51	19.438
	3	98,3	0,58	353,7	37.297	775	0,51	18.870
	4	92,4	0,55	332,7	35.081	775	0,51	17.750
feb.	5	120,3	0,72	433,2	45.682	775	0,51	23.113
	6	121,5	0,72	437,5	46.130	775	0,51	23.340
	7	83,7	0,50	301,3	31.772	775	0,51	16.075
	8	89,2	0,53	321,0	33.848	775	0,51	17.125
mars	9	109,9	0,65	395,7	41.728	775	0,51	21.112
	10	111,4	0,66	401,1	42.288	775	0,51	21.396
	11	89,7	0,53	322,9	34.044	775	0,51	17.225
	12	87,8	0,52	316,0	33.315	775	0,51	16.856
apríl	13	107,4	0,64	386,7	40.774	775	0,51	20.630
	14	77,1	0,46	277,7	29.277	775	0,51	14.813
	15	84,9	0,51	305,6	32.221	775	0,51	16.302
	16	71,1	0,42	256,1	27.005	775	0,51	13.663
maí	17	76,8	0,46	276,3	29.136	775	0,51	14.742
	18	77,1	0,46	277,7	29.277	775	0,51	14.813
	19	70,8	0,42	254,8	26.865	775	0,51	13.592
	20	51,2	0,30	184,3	19.434	775	0,51	9.832
júní	21	60,1	0,36	216,2	22.799	775	0,51	11.535
	22	60,9	0,36	219,2	23.107	775	0,51	11.691
	23	52,6	0,31	189,4	19.966	775	0,51	10.102
	24	51,6	0,31	185,9	19.602	775	0,51	9.918
júlí	25	56,0	0,33	201,6	21.256	775	0,51	10.755
	26	36,6	0,22	131,6	13.881	775	0,51	7.023
	27	33,6	0,20	121,0	12.759	775	0,27	3.418
	28	37,1	0,22	133,5	14.077	775	0,27	3.771
	29	29,6	0,18	106,4	11.217	775	0,27	3.005
	30	50,2	0,30	180,9	19.069	775	0,27	5.108

mán.	Vika	Upphit. þörf	Rennsli	Kostnaður	Moulac	Orkan til staðar	Sparn.	
	nr.	kW	l/s	m <sup>3</sup> /viku	kr	kW	hlutf./viku	kr
ágúst	31	38,0	0,23	137,0	14.442	775	0,27	3.868
	32	39,7	0,24	143,1	15.087	775	0,27	4.041
	33	44,8	0,27	161,4	17.022	775	0,27	4.559
	34	48,4	0,29	174,2	18.368	775	0,27	4.920
	35	54,3	0,32	195,5	20.611	775	0,27	5.521
	36	54,5	0,32	196,3	20.696	775	0,27	5.543
sept.	37	48,5	0,29	174,5	18.396	775	0,27	4.928
	38	65,0	0,39	234,0	24.678	775	0,27	6.610
	39	73,7	0,44	265,4	27.987	775	0,27	7.496
	40	94,7	0,56	341,0	35.951	775	0,51	18.189
okt.	41	71,6	0,43	257,7	27.173	775	0,51	13.748
	42	77,3	0,46	278,2	29.333	775	0,51	14.841
	43	73,0	0,43	262,8	27.706	775	0,51	14.018
	44	77,9	0,46	280,6	29.585	775	0,51	14.969
nóv.	45	76,9	0,46	276,9	29.192	775	0,51	14.770
	46	81,2	0,48	292,3	30.819	775	0,51	15.593
	47	85,9	0,51	309,3	32.614	775	0,51	16.501
	48	113,2	0,67	407,4	42.961	775	0,51	21.736
des.	49	83,9	0,50	302,1	31.857	775	0,51	16.118
	50	67,5	0,40	243,1	25.631	775	0,51	12.968
	51	114,1	0,68	410,6	43.298	775	0,51	21.907
	52	119,8	0,71	431,4	45.485	775	0,51	23.013

1.468.963

687.413

Sparnaður 47%

Viðauki 12.

Rennsli og kostnaður hitakerfis Völuteigs 31a.

Framrás	70 °C
Bakrás	30 °C
Eðlisvarmi vatns	4,2 kJ/(kg*K)

mán.	Vika	Upphit. þörf		Rennsli	Kostnaður	Moulac	Orkan til staðar	Sparn.
		nr	kW	l/s	m³/viku	kr	kW	hlutf./viku
jan.	1	81,2	0,48	292,2	30.808	775	0,51	15.588
	2	108,5	0,65	390,5	41.178	775	0,51	20.834
	3	105,3	0,63	379,1	39.976	775	0,51	20.226
	4	99,1	0,59	356,6	37.601	775	0,51	19.024
feb.	5	129,0	0,77	464,4	48.963	775	0,51	24.773
	6	130,3	0,78	468,9	49.444	775	0,51	25.016
	7	89,7	0,53	323,0	34.054	775	0,51	17.230
	8	95,6	0,57	344,1	36.279	775	0,51	18.355
mars	9	117,8	0,70	424,2	44.725	775	0,51	22.629
	10	119,4	0,71	429,9	45.326	775	0,51	22.933
	11	96,1	0,57	346,1	36.489	775	0,51	18.462
	12	94,1	0,56	338,7	35.708	775	0,51	18.066
apríl	13	115,1	0,69	414,5	43.703	775	0,51	22.111
	14	82,7	0,49	297,6	31.379	775	0,51	15.876
	15	91,0	0,54	327,5	34.535	775	0,51	17.473
	16	76,3	0,45	274,5	28.945	775	0,51	14.645
maí	17	82,3	0,49	296,2	31.229	775	0,51	15.800
	18	82,7	0,49	297,6	31.379	775	0,51	15.876
	19	75,9	0,45	273,1	28.794	775	0,51	14.569
	20	54,9	0,33	197,5	20.829	775	0,51	10.539
júní	21	64,4	0,38	231,8	24.436	775	0,51	12.364
	22	65,2	0,39	234,9	24.767	775	0,51	12.531
	23	56,4	0,34	203,0	21.400	775	0,51	10.828
	24	55,3	0,33	199,3	21.010	775	0,51	10.630
júlí	25	60,0	0,36	216,1	22.783	775	0,51	11.527
	26	39,2	0,23	141,1	14.878	775	0,51	7.528
	27	36,0	0,21	129,7	13.676	775	0,27	3.663
	28	39,8	0,24	143,1	15.089	775	0,27	4.042
	29	31,7	0,19	114,0	12.023	775	0,27	3.220
	30	53,8	0,32	193,8	20.439	775	0,27	5.475

mán.	Vika	Upphit. þörf	Rennsli	Kostnaður	Moulac	Orkan til staðar	Sparn.	
	nr	kW	l/s	m <sup>3</sup> /viku	kr	kW	hlutf./viku	kr
ágúst	31	40,8	0,24	146,8	15.479	775	0,27	4.146
	32	42,6	0,25	153,4	16.171	775	0,27	4.331
	33	48,1	0,29	173,0	18.245	775	0,27	4.887
	34	51,9	0,31	186,7	19.687	775	0,27	5.273
	35	58,2	0,35	209,5	22.092	775	0,27	5.917
sept.	36	58,4	0,35	210,4	22.182	775	0,27	5.942
	37	51,9	0,31	187,0	19.717	775	0,27	5.281
	38	69,7	0,41	250,9	26.450	775	0,27	7.085
	39	79,0	0,47	284,5	29.997	775	0,27	8.035
okt.	40	101,5	0,60	365,4	38.533	775	0,51	19.496
	41	76,7	0,46	276,2	29.125	775	0,51	14.736
	42	82,8	0,49	298,2	31.439	775	0,51	15.907
	43	78,2	0,47	281,6	29.696	775	0,51	15.025
nóv.	44	83,5	0,50	300,7	31.710	775	0,51	16.044
	45	82,4	0,49	296,7	31.289	775	0,51	15.831
	46	87,0	0,52	313,3	33.032	775	0,51	16.713
	47	92,1	0,55	331,5	34.956	775	0,51	17.686
des.	48	121,3	0,72	436,7	46.047	775	0,51	23.298
	49	90,0	0,54	323,8	34.145	775	0,51	17.276
	50	72,4	0,43	260,5	27.472	775	0,51	13.900
	51	122,3	0,73	440,1	46.408	775	0,51	23.480
	52	128,4	0,76	462,4	48.752	775	0,51	24.666
					1.574.468			736.786
							Sparnaður	47%

Viðauki 13.

Samanlagt rennsli og kostnaður hitakerfa Völuteigs 31 og 31a.

Framrás	70 °C
Bakrás	30 °C
Eðlisvarmi vatns	4,2 kJ/(kg*K)

mán.	Vika	Upphit. þörf		Rennsli	Kostnaður	Moulac	Orkan til staðar	Sparn.
		nr	kW	l/s	m³/viku	kr	kW	hlutf./viku
jan.	1	156,9	0,93	564,8	59.552	775	0,51	30.131
	2	209,7	1,25	754,9	79.596	775	0,51	40.272
	3	203,6	1,21	732,9	77.272	775	0,51	39.096
	4	191,5	1,14	689,3	72.683	775	0,51	36.774
feb.	5	249,3	1,48	897,6	94.644	775	0,51	47.885
	6	251,8	1,50	906,4	95.574	775	0,51	48.356
	7	173,4	1,03	624,3	65.827	775	0,51	33.305
	8	184,7	1,10	665,1	70.126	775	0,51	35.481
mars	9	227,8	1,36	819,9	86.452	775	0,51	43.741
	10	230,8	1,37	830,9	87.614	775	0,51	44.329
	11	185,8	1,11	668,9	70.533	775	0,51	35.686
	12	181,8	1,08	654,6	69.022	775	0,51	34.922
apríl	13	222,6	1,32	801,2	84.477	775	0,51	42.741
	14	159,8	0,95	575,3	60.656	775	0,51	30.689
	15	175,9	1,05	633,1	66.756	775	0,51	33.776
	16	147,4	0,88	530,6	55.950	775	0,51	28.308
maí	17	159,0	0,95	572,5	60.365	775	0,51	30.542
	18	159,8	0,95	575,3	60.656	775	0,51	30.689
	19	146,6	0,87	527,9	55.659	775	0,51	28.161
	20	106,1	0,63	381,9	40.263	775	0,51	20.371
júní	21	124,4	0,74	448,0	47.235	775	0,51	23.899
	22	126,1	0,75	454,0	47.874	775	0,51	24.222
	23	109,0	0,65	392,3	41.367	775	0,51	20.930
	24	107,0	0,64	385,2	40.612	775	0,51	20.548
júlí	25	116,0	0,69	417,7	44.039	775	0,51	22.282
	26	75,8	0,45	272,8	28.759	775	0,51	14.551
	27	69,6	0,41	250,7	26.435	775	0,27	7.081
	28	76,8	0,46	276,6	29.166	775	0,27	7.812
	29	61,2	0,36	220,4	23.240	775	0,27	6.225
	30	104,1	0,62	374,7	39.508	775	0,27	10.582

mán.	Vika	Upphit. þörf	Rennsli	Kostnaður	Moulac	Orkan til staðar	Sparn.	
	nr	kW	l/s	m <sup>3</sup> /viku	kr	kW	hlutf./viku	kr
ágúst	31	78,8	0,47	283,8	29.921	775	0,27	8.015
	32	82,3	0,49	296,4	31.258	775	0,27	8.373
	33	92,9	0,55	334,5	35.266	775	0,27	9.446
	34	100,3	0,60	360,9	38.055	775	0,27	10.193
	35	112,5	0,67	405,0	42.703	775	0,27	11.438
sept.	36	113,0	0,67	406,7	42.877	775	0,27	11.485
	37	100,4	0,60	361,5	38.113	775	0,27	10.209
	38	134,7	0,80	484,9	51.128	775	0,27	13.695
	39	152,8	0,91	549,9	57.983	775	0,27	15.531
okt.	40	196,2	1,17	706,4	74.484	775	0,51	37.685
	41	148,3	0,88	533,9	56.299	775	0,51	28.484
	42	160,1	0,95	576,4	60.772	775	0,51	30.748
	43	151,2	0,90	544,4	57.402	775	0,51	29.043
nóv.	44	161,5	0,96	581,3	61.295	775	0,51	31.012
	45	159,3	0,95	573,6	60.482	775	0,51	30.601
	46	168,2	1,00	605,6	63.851	775	0,51	32.306
	47	178,0	1,06	640,8	67.570	775	0,51	34.187
des.	48	234,5	1,40	844,2	89.009	775	0,51	45.034
	49	173,9	1,03	626,0	66.001	775	0,51	33.393
	50	139,9	0,83	503,6	53.103	775	0,51	26.868
	51	236,3	1,41	850,8	89.706	775	0,51	45.387
	52	248,3	1,48	893,8	94.238	775	0,51	47.680
					3.043.431			1.424.199

Sparnaður 47%

Viðauki 14.

Rennsli og kostnaður lofthitara, fyrir utan 1LH1.

Framrás	70 °C
Bakrás	30 °C
Eðlisvarmi vatns	4,2 kJ/(kg*K)

mán.	Vika	Lofthit.	Rennsli	Rennsli	Kostnaður	Sparn.
	nr	kW	l/s	m³/viku	kr	kr
jan.	1	309,3	1,84	1113,48	117.405	59.402
	2	309,3	1,84	1113,48	117.405	59.402
	3	309,3	1,84	1113,48	117.405	59.402
	4	309,3	1,84	1113,48	117.405	59.402
feb.	5	309,3	1,84	1113,48	117.405	55.202
	6	309,3	1,84	1113,48	117.405	54.730
	7	309,3	1,84	1113,48	117.405	59.402
	8	309,3	1,84	1113,48	117.405	59.402
mars	9	309,3	1,84	1113,48	117.405	59.402
	10	309,3	1,84	1113,48	117.405	59.051
	11	309,3	1,84	1113,48	117.405	59.402
	12	309,3	1,84	1113,48	117.405	59.402
apríl	13	309,3	1,84	1113,48	117.405	59.402
	14	309,3	1,84	1113,48	117.405	59.402
	15	309,3	1,84	1113,48	117.405	59.402
	16	309,3	1,84	1113,48	117.405	59.402
maí	17	309,3	1,84	1113,48	117.405	59.402
	18	309,3	1,84	1113,48	117.405	59.402
	19	309,3	1,84	1113,48	117.405	59.402
	20	309,3	1,84	1113,48	117.405	59.402
júní	21	309,3	1,84	1113,48	117.405	59.402
	22	309,3	1,84	1113,48	117.405	59.402
	23	309,3	1,84	1113,48	117.405	59.402
	24	309,3	1,84	1113,48	117.405	59.402
júlí	25	309,3	1,84	1113,48	117.405	59.402
	26	309,3	1,84	1113,48	117.405	59.402
	27	309,3	1,84	1113,48	117.405	31.448
	28	309,3	1,84	1113,48	117.405	31.448
	29	309,3	1,84	1113,48	117.405	31.448
	30	309,3	1,84	1113,48	117.405	31.448

mán.	Vika	Lofthit.	Rennsli	Rennsli	Kostnaður	Sparn.
	nr	kW	l/s	m <sup>3</sup> /viku	kr	kr
ágúst	31	309,3	1,84	1113,48	117.405	31.448
	32	309,3	1,84	1113,48	117.405	31.448
	33	309,3	1,84	1113,48	117.405	31.448
	34	309,3	1,84	1113,48	117.405	31.448
	35	309,3	1,84	1113,48	117.405	31.448
sept.	36	309,3	1,84	1113,48	117.405	31.448
	37	309,3	1,84	1113,48	117.405	31.448
	38	309,3	1,84	1113,48	117.405	31.448
	39	309,3	1,84	1113,48	117.405	31.448
okt.	40	309,3	1,84	1113,48	117.405	59.402
	41	309,3	1,84	1113,48	117.405	59.402
	42	309,3	1,84	1113,48	117.405	59.402
	43	309,3	1,84	1113,48	117.405	59.402
nóv.	44	309,3	1,84	1113,48	117.405	59.402
	45	309,3	1,84	1113,48	117.405	59.402
	46	309,3	1,84	1113,48	117.405	59.402
	47	309,3	1,84	1113,48	117.405	59.402
des.	48	309,3	1,84	1113,48	117.405	58.245
	49	309,3	1,84	1113,48	117.405	59.402
	50	309,3	1,84	1113,48	117.405	59.402
	51	309,3	1,84	1113,48	117.405	57.851
	52	309,3	1,84	1113,48	117.405	55.411

6.105.077 2.709.562

Sparnaður 44%

Viðauki 15.

Verskrá Orkuveitu Reykjavíkur fyrir fyrirtæki á höfuðborgarsvæðinu.

Fyrir heitt vatn.

#### Heitt vatn

verðskrá gildir frá 01.10.2010

Taxti	Tegund	Orkuveitusvæði	Kr.	2% skattur	Samtals m. 7% vsk	Grunnur
H1A	Einingaverð	Sala í þéttbýli ásamt Austurveitu og Ölfusveitu	96,61	1,93	105,44	kr/m <sup>3</sup>
J1A	Einingaverð	Grímsnes-, Norðurárdals-, Hlíða- og Munaðarnesveita og Rangárveita	112,63	2,25	122.92	kr/m <sup>3</sup>

Notast var við einingaverð fyrir þéttbýli, 105,44 kr/m<sup>3</sup>.

Fyrir heitt vatn til snjóbræðslu.

#### Snjóbræðsla

##### Framrásarvatn

Taxti	Tegund	Kr. án vsk	2% skattur	25,5%	Grunnur
	Fastagjald	404,70	8,09	518,06	kr/dag
SR1	Útihiti hærri en - 5°C	48,29	0,97	61,82	kr/m <sup>3</sup>
SR2	Útihiti lægri en - 5°C	144,90	2,90	185,49	kr/m <sup>3</sup>

Í útreikningi var notast við meðal vikugildi á hitastigi og var það nánast undantekningarlaust yfir -5°C, þannig að notast var við 61,82 kr/m<sup>3</sup> í útreikningum.

Fyrir rafmagn.

#### Aflháð orkunotkun - Verðskrá Dreifingar OR

Tilboð í söluhluta rafmagns er veitt af viðskiptastjórum Söludeildar í síma 516-7600 eða [sala@or.is](mailto:sala@or.is)

Taxti	Afl og orkunotkun, lágpenna	Dreifing	Flutningur	Orku skattur	Samtals	Samtals m.25,5% vsk	Grunnur
B1	Fast verð	160,78			160,78	201,78	kr/dag
B1	Aflverð	22,64					kr/kW/dag
B1	Vetrarorkuverð	0,56	1,27	0,12			kr/kWh
B1	Sumarorkuverð	0,56	1,27	0,12			kr/kWh

Taxti	Afl og orkunotkun, háspenna	Dreifing	Flutningur	Orku skattur	Samtals	Samtals m.25,5% vsk	Grunnur
B4	Fast verð	1065,93			1065,93	1.337,74	kr/dag
B4	Aflverð	21,50					kr/kW/dag
B4	Vetrarorkuverð	0,50	1,27	0,12			kr/kWh
B4	Sumarorkuverð	0,50	1,27	0,12			kr/kWh

##### Skýringar:

Fast verð er fyrir föstum kostnaði, óháðum orkunotkun.

Aflverð greiðist fyrir hverja mælda einingu.

Reiknisfært lágmarksafli á taxta B1 er 30 kW

Orkugjald (kr/kWh) greiðist fyrir hverja mælda orkueiningu.

Greitt er mismunandi verð fyrir sumar- og vetrarnotkun.

Vetrarverð gildir á tímabilinu 1. október til 30. apríl

Sumarverð gildir á tímabilinu 1. maí til 30. september.

Aflgjald (kr/kWh) er greitt fyrir hvert kW aftopps. Aftoppur er reiknaður á ársgrundvelli (almanaksári)

Kaupandi greiðir fyrir hæsta notaða meðalafli (kW), mælt í 15 mínútur, á tímabilinu :

1. janúar til 31. mars og 1. október til 31. desember.

Tekin var saman dreifing, flutningur og orku skattur miðað við taxta B4, en ekki var reiknað með að aflverði í útreikningum á mögulegum sparnaði. Verðið var sem sparnaðurinn var reiknaður út frá er 1,89 kr/kWh.

Viðauki 16.

Útreikningur á orkunýtingu frá affalli gufuframleiðslu.

Framrás	72 °C
Bakrás	20 °C
Eðlisvarmi	4,2 kJ/(kg*K)
Rennsli	1,25 l/s

$$\text{Orkan} = \underline{\underline{273}} \text{ kW}$$

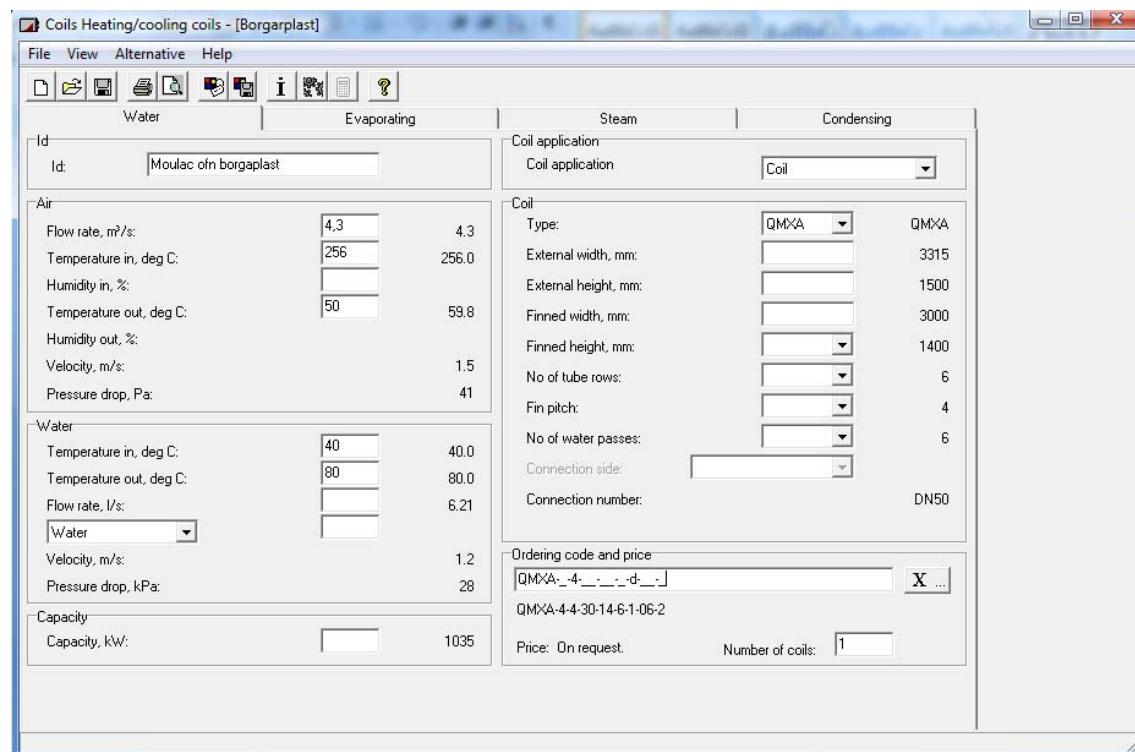
Sparnaður við endurnýtingu orku frá gufuframleiðslu miðast við verðskrá O.R.

Mánuður	Vaktir	Fjöldi vinnud.	Klst.per dag	Sparnaður
jan.	2	21	17	184.201
feb.	2	20	17	175.430
mars	2	22	17	192.973
apríl	2	18	17	157.887
maí	2	19	17	166.658
júní	2	20	17	175.430
júlí	1	23	8	94.938
ágúst	1	20	8	82.555
sept.	2	22	17	192.973
okt.	2	22	17	192.973
nóv.	2	21	17	184.201
des.	2	22	17	192.973
				<u><u>1.993.192</u></u>

## Viðauki 17.

### Forritið frá Lavata, Coils for Windows

Moulac ofn.



Þegar sett er inn í forritið frá Luvata þá reiknar það út hve mikla orku er hægt að ná úr útblástursloftinu frá Moulac ofninum. Forritið fær út að það endurnýtist 1035 kW miðað við að kæla loftið úr 256°C niður í 59,8°C. Þetta er mun meira en það sem mínir útreikningar gáfu. Það eina sem gæti verið öðruvísi er eðlismassinn, en þeir virðast vera nota 1,265 kg/m<sup>3</sup> en þá er hitastigið u.b.b. 6°C miðað við 101,325 kPa.

Your ref

Project/Ref.nr      Borgarplast  
Our contact**Coiltech Heat exchanger from Luvata Söderköping**

	Id	Moulac ofn borgaplast
<b>Air</b>	Capacity	1035 kW
	Flow rate	4.3 m <sup>3</sup> /s
	Temperature in	256.0 deg C
	Temperature out	59.8 deg C
	Condensate	0.0 g/s
	Pressure drop, wet / dry	41 / 40 Pa
<b>Liquid</b>	Velocity	1.5 m/s
	Water	
	Flow rate	6.21 l/s
	Temperature in	40.0 deg C
	Temperature out	80.0 deg C
	Pressure drop	28 kPa
<b>Dimensions</b>	Velocity	1.2 m/s
	Length finned/external	3000 / 3315 mm
	Height finned/external	1400 / 1500 mm
	External depth	380 mm
	No. of tube rows	6
	Fin pitch	4.0 mm
	No. of liquid passes	6
	Connection number	DN 50
<b>Material</b>	Face area / Heat surface	4.20 / 504 m <sup>2</sup>
	Weight / Volume	1157 / 112 kg / l
<b>Ordering code</b>	QMXA-4-4-30-14-6-1-06-2	

RS ofn.

**Coils Heating/cooling coils - [Borgarplast]**

File	View	Alternative	Help																																																																																												
Water		Evaporating																																																																																													
		Steam																																																																																													
		Condensing																																																																																													
<table border="1"> <tr> <td colspan="2">Id:</td> <td colspan="2">RS ofn borgaplast</td> </tr> <tr> <td colspan="4"> <table border="1"> <tr> <td colspan="2">Air</td> <td colspan="2">Coil application</td> </tr> <tr> <td>Flow rate, m<sup>3</sup>/s:</td> <td>6</td> <td>6.0</td> <td>Coil application</td> </tr> <tr> <td>Temperature in, deg C:</td> <td>188</td> <td>188.0</td> <td>Coil</td> </tr> <tr> <td>Humidity in, %:</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Temperature out, deg C:</td> <td>50</td> <td>56.3</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Humidity out, %:</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Velocity, m/s:</td> <td></td> <td>1.3</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Pressure drop, Pa:</td> <td></td> <td>33</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Water</td> <td colspan="2">Coil</td> </tr> <tr> <td>Temperature in, deg C:</td> <td>40</td> <td>40.0</td> <td>Type: QMXA</td> </tr> <tr> <td>Temperature out, deg C:</td> <td>80</td> <td>80.0</td> <td>External width, mm: 4215</td> </tr> <tr> <td>Flow rate, l/s:</td> <td></td> <td>5.81</td> <td>External height, mm: 1700</td> </tr> <tr> <td>Ethylene Glycol, % w:</td> <td></td> <td></td> <td>Finned width, mm: 3900</td> </tr> <tr> <td>Velocity, m/s:</td> <td></td> <td>1.3</td> <td>Finned height, mm: 1600</td> </tr> <tr> <td>Pressure drop, kPa:</td> <td></td> <td>46</td> <td>No of tube rows: 6</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Capacity</td> <td colspan="2">Fin pitch: 4</td> </tr> <tr> <td>Capacity, kW:</td> <td></td> <td>968</td> <td>No of water passes: 8</td> </tr> <tr> <td colspan="4">Connection side:</td> </tr> <tr> <td colspan="4">Connection number: DN50</td> </tr> <tr> <td colspan="4">           Ordering code and price  <input type="text" value="QMXA-4-4-39-16-6-1-08-2"/> <input type="button" value="X ..."/> </td> </tr> <tr> <td colspan="2">Price: On request.</td> <td colspan="2">Number of coils: 1</td> </tr> </table> </td> </tr> </table>				Id:		RS ofn borgaplast		<table border="1"> <tr> <td colspan="2">Air</td> <td colspan="2">Coil application</td> </tr> <tr> <td>Flow rate, m<sup>3</sup>/s:</td> <td>6</td> <td>6.0</td> <td>Coil application</td> </tr> <tr> <td>Temperature in, deg C:</td> <td>188</td> <td>188.0</td> <td>Coil</td> </tr> <tr> <td>Humidity in, %:</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Temperature out, deg C:</td> <td>50</td> <td>56.3</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Humidity out, %:</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Velocity, m/s:</td> <td></td> <td>1.3</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Pressure drop, Pa:</td> <td></td> <td>33</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Water</td> <td colspan="2">Coil</td> </tr> <tr> <td>Temperature in, deg C:</td> <td>40</td> <td>40.0</td> <td>Type: QMXA</td> </tr> <tr> <td>Temperature out, deg C:</td> <td>80</td> <td>80.0</td> <td>External width, mm: 4215</td> </tr> <tr> <td>Flow rate, l/s:</td> <td></td> <td>5.81</td> <td>External height, mm: 1700</td> </tr> <tr> <td>Ethylene Glycol, % w:</td> <td></td> <td></td> <td>Finned width, mm: 3900</td> </tr> <tr> <td>Velocity, m/s:</td> <td></td> <td>1.3</td> <td>Finned height, mm: 1600</td> </tr> <tr> <td>Pressure drop, kPa:</td> <td></td> <td>46</td> <td>No of tube rows: 6</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Capacity</td> <td colspan="2">Fin pitch: 4</td> </tr> <tr> <td>Capacity, kW:</td> <td></td> <td>968</td> <td>No of water passes: 8</td> </tr> <tr> <td colspan="4">Connection side:</td> </tr> <tr> <td colspan="4">Connection number: DN50</td> </tr> <tr> <td colspan="4">           Ordering code and price  <input type="text" value="QMXA-4-4-39-16-6-1-08-2"/> <input type="button" value="X ..."/> </td> </tr> <tr> <td colspan="2">Price: On request.</td> <td colspan="2">Number of coils: 1</td> </tr> </table>				Air		Coil application		Flow rate, m <sup>3</sup> /s:	6	6.0	Coil application	Temperature in, deg C:	188	188.0	Coil	Humidity in, %:				Temperature out, deg C:	50	56.3		Humidity out, %:				Velocity, m/s:		1.3		Pressure drop, Pa:		33		Water		Coil		Temperature in, deg C:	40	40.0	Type: QMXA	Temperature out, deg C:	80	80.0	External width, mm: 4215	Flow rate, l/s:		5.81	External height, mm: 1700	Ethylene Glycol, % w:			Finned width, mm: 3900	Velocity, m/s:		1.3	Finned height, mm: 1600	Pressure drop, kPa:		46	No of tube rows: 6	Capacity		Fin pitch: 4		Capacity, kW:		968	No of water passes: 8	Connection side:				Connection number: DN50				Ordering code and price <input type="text" value="QMXA-4-4-39-16-6-1-08-2"/> <input type="button" value="X ..."/>				Price: On request.		Number of coils: 1	
Id:		RS ofn borgaplast																																																																																													
<table border="1"> <tr> <td colspan="2">Air</td> <td colspan="2">Coil application</td> </tr> <tr> <td>Flow rate, m<sup>3</sup>/s:</td> <td>6</td> <td>6.0</td> <td>Coil application</td> </tr> <tr> <td>Temperature in, deg C:</td> <td>188</td> <td>188.0</td> <td>Coil</td> </tr> <tr> <td>Humidity in, %:</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Temperature out, deg C:</td> <td>50</td> <td>56.3</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Humidity out, %:</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Velocity, m/s:</td> <td></td> <td>1.3</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Pressure drop, Pa:</td> <td></td> <td>33</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Water</td> <td colspan="2">Coil</td> </tr> <tr> <td>Temperature in, deg C:</td> <td>40</td> <td>40.0</td> <td>Type: QMXA</td> </tr> <tr> <td>Temperature out, deg C:</td> <td>80</td> <td>80.0</td> <td>External width, mm: 4215</td> </tr> <tr> <td>Flow rate, l/s:</td> <td></td> <td>5.81</td> <td>External height, mm: 1700</td> </tr> <tr> <td>Ethylene Glycol, % w:</td> <td></td> <td></td> <td>Finned width, mm: 3900</td> </tr> <tr> <td>Velocity, m/s:</td> <td></td> <td>1.3</td> <td>Finned height, mm: 1600</td> </tr> <tr> <td>Pressure drop, kPa:</td> <td></td> <td>46</td> <td>No of tube rows: 6</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Capacity</td> <td colspan="2">Fin pitch: 4</td> </tr> <tr> <td>Capacity, kW:</td> <td></td> <td>968</td> <td>No of water passes: 8</td> </tr> <tr> <td colspan="4">Connection side:</td> </tr> <tr> <td colspan="4">Connection number: DN50</td> </tr> <tr> <td colspan="4">           Ordering code and price  <input type="text" value="QMXA-4-4-39-16-6-1-08-2"/> <input type="button" value="X ..."/> </td> </tr> <tr> <td colspan="2">Price: On request.</td> <td colspan="2">Number of coils: 1</td> </tr> </table>				Air		Coil application		Flow rate, m <sup>3</sup> /s:	6	6.0	Coil application	Temperature in, deg C:	188	188.0	Coil	Humidity in, %:				Temperature out, deg C:	50	56.3		Humidity out, %:				Velocity, m/s:		1.3		Pressure drop, Pa:		33		Water		Coil		Temperature in, deg C:	40	40.0	Type: QMXA	Temperature out, deg C:	80	80.0	External width, mm: 4215	Flow rate, l/s:		5.81	External height, mm: 1700	Ethylene Glycol, % w:			Finned width, mm: 3900	Velocity, m/s:		1.3	Finned height, mm: 1600	Pressure drop, kPa:		46	No of tube rows: 6	Capacity		Fin pitch: 4		Capacity, kW:		968	No of water passes: 8	Connection side:				Connection number: DN50				Ordering code and price <input type="text" value="QMXA-4-4-39-16-6-1-08-2"/> <input type="button" value="X ..."/>				Price: On request.		Number of coils: 1									
Air		Coil application																																																																																													
Flow rate, m <sup>3</sup> /s:	6	6.0	Coil application																																																																																												
Temperature in, deg C:	188	188.0	Coil																																																																																												
Humidity in, %:																																																																																															
Temperature out, deg C:	50	56.3																																																																																													
Humidity out, %:																																																																																															
Velocity, m/s:		1.3																																																																																													
Pressure drop, Pa:		33																																																																																													
Water		Coil																																																																																													
Temperature in, deg C:	40	40.0	Type: QMXA																																																																																												
Temperature out, deg C:	80	80.0	External width, mm: 4215																																																																																												
Flow rate, l/s:		5.81	External height, mm: 1700																																																																																												
Ethylene Glycol, % w:			Finned width, mm: 3900																																																																																												
Velocity, m/s:		1.3	Finned height, mm: 1600																																																																																												
Pressure drop, kPa:		46	No of tube rows: 6																																																																																												
Capacity		Fin pitch: 4																																																																																													
Capacity, kW:		968	No of water passes: 8																																																																																												
Connection side:																																																																																															
Connection number: DN50																																																																																															
Ordering code and price <input type="text" value="QMXA-4-4-39-16-6-1-08-2"/> <input type="button" value="X ..."/>																																																																																															
Price: On request.		Number of coils: 1																																																																																													

Þegar sett er inn í forritið frá Luvata þá reiknar það út hve mikla orku er hægt að ná úr útblástursloftinu frá RS ofninum. Forritið fær út að það endurnýtist 968 kW miðað við að kæla loftið úr 188°C niður í 56,3°C. Þetta er mun meira en það sem mínir útreikningar gáfu. Það eina sem gæti verið öðruvísi er eðlismassinn, en þeir virðast vera nota 1,225 kg/m<sup>3</sup> en þá er hitastigið u.b.b. 15°C miðað við 101,325 kPa.

## Your ref

Project/Ref.nr      Borgaplast  
 Our contact

**Coiltech Heat exchanger from Luvata Söderköping**

	Id	RS ofn borgaplast
Air	Capacity	968 kW
	Flow rate	6.0 m <sup>3</sup> /s
	Temperature in	188.0 deg C
	Temperature out	56.3 deg C
	Condensate	0.0 g/s
	Pressure drop, wet / dry	33 / 32 Pa
Liquid	Velocity	1.3 m/s
	Water	
	Flow rate	5.81 l/s
	Temperature in	40.0 deg C
	Temperature out	80.0 deg C
	Pressure drop	46 kPa
Dimensions	Velocity	1.3 m/s
	Length finned/external	3900 / 4215 mm
	Height finned/external	1600 / 1700 mm
	External depth	380 mm
	No. of tube rows	6
	Fin pitch	4.0 mm
	No. of liquid passes	8
	Connection number	DN 50
Material	Face area / Heat surface	6.24 / 749 m <sup>2</sup>
	Weight / Volume	1699 / 163 kg / l
Ordering code	QMXA-4-4-39-16-6-1-08-2	

Viðauki 18.

Niðurstöður mælinga fyrstu fjórar vikurnar.

Dags	kl	Álestur	Rennsli		Athugs.	Rennsli	
			m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>		m <sup>3</sup> /kfst	I/s
5.okt.	08:55	53205,72					
5.okt.	11:00	53209,58	3,86	2,08	1,85		0,51
5.okt.	14:15	53219,26	9,68	3,25	2,98		0,83
5.okt.	16:15	53231,46	12,2	2,00	6,10		1,69    0,87
6.okt.	08:30	53280,34	48,88	16,25	3,01		0,84
6.okt.	16:30	53320,86	40,52	8,00	5,07		1,41    0,57
7.okt.	10:10	53378,28	57,42	17,67	3,25		0,90
7.okt.	14:25	53401,77	23,49	4,25	5,53		1,54
7.okt.	16:55	53414,74	12,97	2,50	5,19		1,44
8.okt.	10:05	53473,35	58,61	17,17	3,41		0,95
8.okt.	13:25	53491,75	18,4	3,33	5,52		1,53    0,58
11.okt.	16:30	53612,87	121,12				
15.okt.	10:30	53829,2	216,33				
15.okt.	16:30	53870,68	41,48	6	6,91		1,92
18.okt.	11:30	53957,5	86,82				
21.okt.	12:00	54204,46	246,96				
21.okt.	16:15	54225,11	20,65	4,25	4,858824		1,349673
22.okt.	08:20	54278,42	53,31	16,08	3,314611		0,920725
22.okt.	14:43	54307,36	28,94	6,38	4,533681		1,259356
22.okt.	17:00	54325,44	18,08	2,28	7,918248		2,199513
25.okt.	08:10	54427,12	101,68	15,17	6,704176		1,862271
25.okt.	11:50	54446,56	19,44	3,67	5,301818		1,472727
26.okt.	08:20	54522,93	76,37	20,50	3,725366		1,034824
26.okt.	16:10	54565,72	42,79	7,83	5,462553		1,517376

Dags	kl	Álestur	Rennsli	Athugs.		Rennsli l/s
				m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	
				Klst	m <sup>3</sup> /klst	
27.okt.	08:23	54630,9	65,18	16,22	4,019322	1,116478
27.okt.	12:48	54653,55	22,65	4,42	5,128302	1,424528
27.okt.	16:00	54670,85	17,3	3,20	5,40625	1,501736
28.okt.	08:30	54726,42	55,57	16,50	3,367879	0,935522
28.okt.	12:55	54749,62	23,2	4,42	5,25283	1,459119
28.okt.	16:45	54770,38	20,76	3,83	5,415652	1,504348
29.okt.	09:00	54823,92	53,54	16,25	3,294769	0,915214
29.okt.	13:17	54845	21,08	4,28	4,921401	1,367056
29.okt.	23:50	54896,2	51,2	10,88	4,704441	1,306789

Viðauki 19.

Niðurstöður affallsmælinga gufukerfis 5. vika.

Þenjari í gangi í 2 tíma (13:00 til 15:00).

Stóra í gangi í 8 tíma (11:00 til 19:00).

Dags	kl	Álestur m <sup>3</sup>	Rennsli m <sup>3</sup>	Á tíma			Athugs. m <sup>3</sup> /klst	Rennsli l/s
				klst	min	klst		
1.11.2010	07:57	54958,16	8,88	8	4	8,07	1,10	0,31
1.11.2010	10:40	54960,00	1,84	2	43	2,72	0,68	0,19
1.11.2010	15:45	54981,00	21	5	5	5,08	4,13	1,15
1.11.2010	19:30	54990,30	9,3	3	45	3,75	2,48	0,69
								m3      m3/klst      l/s
Rennslið í stóru er því áætlað útfrá mælingum (15:45 til 19:30 (19:00))								8,96      2,76      0,77
Rennslið í þenjarann er því áætlað út frá mælingum (17:15 til 22:40)								6,98      3,49      0,97

Þenjari í gangi í 3 tíma og 45 min (15:15 til 19:00).

Stóra í gangi í 14 tíma og 50 min (9:00 til 23:50).

Dags	kl	Álestur m <sup>3</sup>	Rennsli m <sup>3</sup>	Á tíma			Athugs. m <sup>3</sup> /klst	Rennsli l/s
				klst	min	klst		
2.11.2010	07:15	55001,90	11,60	11	45	11,75	0,99	0,27
2.11.2010	15:45	55035,90	34	8	30	8,50	4,00	1,11
2.11.2010	16:05	55036,20	0,3		20	0,33	0,90	0,25
2.11.2010	19:00	55050,00	13,8	2	55	2,92	4,73	1,31
2.11.2010	23:55	55071,10	21,1	4	55	4,92	4,29	1,19
								m3      m3/klst      l/s
Rennslið í stóru er því áætlað útfrá mælingum (19:00 til 23:55)								21,10      4,29      1,19
Rennslið í þenjarann er því áætlað út frá mælingum (9:00 til 23:50)								3,81      1,91      0,53

Þenjari í gangi í 4 tíma (9:45 til 13:45).

Stóra í gangi í 16,5 tíma (7:20 til 23:50).

Litla í gangi í 3 tíma (9:00 til 12:00).

Dags	kl	Álestur	Rennsli	Á tíma			Athugs.	Rennsli
		m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	klist	min	klist	m <sup>3</sup> /klist	l/s
3.11.2010	07:10	55075,00	3,90	7	15	7,25	0,54	0,15
3.11.2010	09:00	55081,00	6	1	50	1,83	3,27	0,91
3.11.2010	14:30	55117,50	36,5	5	30	5,50	6,64	1,84
3.11.2010	15:50	55125,10	7,6	1	20	1,33	5,70	1,58
3.11.2010	23:50	55161,70	36,6	8		8,00	4,57	1,27

Rennslið í stóru er því áætlað útfrá mælingum (14:30 til 23:50) (7:10 til 9:00)	m3	m3/klist	l/s
	44,20	4,74	1,32
	6,00	3,60	1,00
Rennslið í litlu er því áætlað út frá mælingum (09:00 til 14:30)	2,82	0,80	0,22
Rennslið í þenjarann (nota mælingur frá deginum áður)	7,63	1,91	0,53

Þenjari í gangi í 3 tíma (8:30 til 11:30).

Stóra í gangi í 15 tíma og 25 min (7:25 til 23:50 (var biluð í 1 tíma ?)).

Litla í gangi í 3 tíma (9:00 til 12:00).

Blokkarvél í gangi í 1 tíma og 55 min (19:25 til 21:20)

Dags	kl	Álestur	Rennsli	Á tíma			Athugs.	Rennsli
		m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	klist	min	klist	m <sup>3</sup> /klist	l/s
4.11.2010	07:10	55166,90	5,20	7	20	7,33	0,71	0,20
4.11.2010	11:30	55193,70	26,8	4	20	4,33	6,18	1,72
4.11.2010	15:30	55210,30	16,6	4		4,00	4,15	1,15
4.11.2010	19:25	55229,10	18,8	3	55	3,92	4,80	1,33
4.11.2010	21:20	55247,70	18,6	1	55	1,92	9,70	2,70
4.11.2010	23:50	55260,00	12,3	2	30	2,50	4,92	1,37

Rennslið í stóru er því áætlað útfrá mælingum (21:20 til 23:50) (15:30 til 19:25)	m3	m3/klist	l/s
	12,30	4,92	1,37
	18,80	4,80	1,33
		4,86	1,35
Meðaltal þessara tveggja mælinga á rennslinu í stóru			
Rennslið í litlu er því áætlað út frá mælingum (09.11.10)			hér þarf að nota mælingu frá öðrum degi
Rennslið í þenjarann er því áætlað út frá mælingum ()			
Rennslið í blokkarvélina er því áætlað út frá mælingum (19:25 til 21:20)	9,28	4,84	1,35

**Stóra í gangi í 9 tíma og 40 min (7:10 til 16:50).**

**Litla í gangi í 2,5 tíma (8:30 til 11:00).**

Dags	kl	Álestur m <sup>3</sup>	Rennsli m <sup>3</sup>	Á tíma			Athugs. m <sup>3</sup> /klst	Rennsli l/s
				klst	min	klst		
5.11.2010	07:10	55264,20	4,20	7	20	7,33	0,57	0,16
5.11.2010	11:00	55292,00	27,8	3	50	3,83	7,25	2,01
5.11.2010	16:50	55318,00	26	5	50	5,83	4,46	1,24

Rennslið í stóru er því áætlað útfrá mælingum (11:00 til 16:50)	m3	m3/klst	l/s
Rennslið í litlu er því áætlað út frá mælingum (8:30 til 11:00)	26,00	4,46	1,24
	10,71	3,03	0,84

Viðauki 20.

Niðurstöður affallsmælinga gufukerfis 6. vika.

**Stóra bara í gangi í 16,5 tíma (7:20 til 23:50).**

Dags	kl	Álestur		Rennsli		Á tíma		Athugs.	Rennsli
		m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	klst	min	klst	m <sup>3</sup> /klst		
8.11.2010	07:20	55335	17	14	10	14,17	1,20	0,33	
8.11.2010	16:30	55373,5	38,5	9	10	9,17	4,20	1,17	
8.11.2010	23:50	55407,6	34,1	7	20	7,33	4,65	1,29	
<b>Rennslið í stóru er því</b>		<b>72,6</b>		<b>m3</b>	<b>m3/klst</b>	<b>I/s</b>			
					4,40	1,22			

**Þenjari í gangi í 5 tíma og 25 mín (17:15 til 22:40).**

**Stóra í gangi í 16,5 tíma (7:20 til 23:50).**

**Litla í gangi í 3,5 tíma (13:28 til 17:00).**

Dags	kl	Álestur		Rennsli		Á tíma		Athugs.	Rennsli
		m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	klst	min	klst	m <sup>3</sup> /klst		
9.11.2010	07:10	55411,70	4,1	7	20	7,33	0,56	0,16	
9.11.2010	13:28	55440,00	28,3	6	18	6,30	4,49	1,25	
9.11.2010	17:00	55468,90	28,9	3	32	3,53	8,18	2,27	
9.11.2010	17:15	55470,00	1,1	0	15	0,25	4,40	1,22	
9.11.2010	22:40	55497,40	27,4	5	25	5,42	5,06	1,41	
9.11.2010	23:50	55502,00	4,6	1	10	1,17	3,94	1,10	
<b>Rennslið í stóru er því áætlað útfrá mælingum (7:20 til 13:28)</b>		<b>28,3</b>		<b>m3</b>	<b>m3/klst</b>	<b>I/s</b>			
					4,49	1,25			
<b>Rennslið í litlu er því áætlað út frá mælingum (13:28 til 17:00)</b>		<b>13,03</b>		<b>m3</b>	<b>m3/klst</b>	<b>I/s</b>			
					3,69	1,02			
<b>Rennslið í Þenjarann er því áætlað út frá mælingum (17:15 til 22:40)</b>		<b>3,07</b>		<b>m3</b>	<b>m3/klst</b>	<b>I/s</b>			
					0,57	0,16			

Stóra bara í gangi í 16,5 tíma (7:20 til 23:50).

Dags	kl	Álestur	Rennsli	Á tíma			Athugs.	Rennsli	
				m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	klst	min	klst	m <sup>3</sup> /klst
10.11.2010	07:10	55506,3	4,30	7	20	7,33	0,59		0,16
10.11.2010	16:25	55547,3	41	9	15	9,25	4,43		1,23
10.11.2010	23:50	55582,4	35,1	7	25	7,42	4,73		1,31
Rennslið í stóru er því							m3	m3/klst	I/s
							76,1	4,61	1,28

Stóra bara í gangi í 16,5 tíma (7:20 til 23:50).

Dags	kl	Álestur	Rennsli	Á tíma			Athugs.	Rennsli	
				m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	klst	min	klst	m <sup>3</sup> /klst
11.11.2010	07:10	55586,5	4,1	7	20	7,33	0,56		0,16
11.11.2010	16:30	55628,5	42	9	20	9,33	4,50		1,25
11.11.2010	23:50	55663,8	35,3	7	20	7,33	4,81		1,34
Rennslið í stóru er því							m3	m3/klst	I/s
							77,3	4,68	1,30

Stóra í gangi í 16,5 tíma (7:20 til 23:50).

Litla í gangi í (13:30 til 14:10)

Dags	kl	Álestur	Rennsli	Á tíma			Athugs.	Rennsli	
				m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	klst	min	klst	m <sup>3</sup> /klst
12.11.2010	07:10	55668	4,2	7	20	7,33	0,57		0,16
12.11.2010	13:30	55696	28	6	20	6,33	4,42		1,23
12.11.2010	16:05	55710	14	2	35	2,58	5,42		1,51
12.11.2010	23:50	55744,6	34,6	7	45	7,75	4,46		1,24
Rennslið í stóru er því (7:10 til 13:30)							m3	m3/klst	I/s
							28	4,42	1,23
(16:05 til 23:50)							34,6	4,46	1,24
Meðaltal þessara tveggja mælinga á rennslinu í stóru								4,44	1,23
Rennslið í litlu er því							2,58	3,87	1,07

Viðauki 21.

Snjódagar.

Hér er sýnt hvernig snjódagar voru áætlaðir útfrá meðalsólarhringshita og úrkому.

Reykjavík						
Vika <u>nr.</u>	ár	mán	dagur	sólarhr.hiti °C	úrkoma mm	snjókoma sólarhr.hiti
	2009	1	1	4,5	0,1	
	2009	1	2	7,1	13,6	
	2009	1	3	7,1	15,1	
	2009	1	4	3,0	12,1	
	2009	1	5	3,5	0,8	
	2009	1	6	4,9	3,1	
1	2009	1	7	7,4	9,0	
	2009	1	8	5,0	2,8	
	2009	1	9	2,1	4,4	
	2009	1	10	1,7	3,2	
	2009	1	11	-1,1	0,7	1
	2009	1	12	-2,9	0,3	1
	2009	1	13	-2,2		
2	2009	1	14	0,4	3,2	1
	2009	1	15	2,3	2,5	
	2009	1	16	1,2	0,2	1
	2009	1	17	0,1	5,2	1
	2009	1	18	-0,6	0,8	1
	2009	1	19	0,8	0,3	1
	2009	1	20	0,8	0,2	1
3	2009	1	21	2,4	0,1	

Tafla 14. Snjódagar áætlaðir.

Viðauki 22.

Snjóbræðsla.

Í töflu 15 sem sýnir rekstrarkostnað snjóbræðslu eru áætlaðir rekstrarmánuðir litaðir gráir.

Dagar	I/s	m <sup>3</sup> /h	Kostnaður
jan.	31	3,02	10,87
feb.	28	3,02	10,87
mars	31	3,02	10,87
apríl	30	3,02	10,87
maí	31	3,02	10,87
júní	30	3,02	10,87
júlí	31	3,02	10,87
ágúst	31	3,02	10,87
sept.	30	3,02	10,87
okt.	31	3,02	10,87
nóv.	30	3,02	10,87
des.	31	3,02	10,87
			5.885.883
			2.918.753

Tafla 15. Rekstrarkostnaður snjóbræðslu.

Dagar	W/m <sup>2</sup>	þrepakerfi			þrepakerfi ásamt orku frá Moulac ofni				
		I/s	m <sup>3</sup> /h	Kostn.	kW	Moulac	Hlutfall		sparnaður
85	180	3,02	10,87	1.370.403	758,5	775	0,51	1.370.403	698.905
33	120	2,01	7,25	354.856	505,7	775	0,51	354.856	180.976
63	80	1,34	4,83	451.323	337,1	775	0,51	451.323	230.175
181				<u>2.176.581</u>					<u>1.110.056</u>
								Sparnaður	<u>51%</u>
				<u>Sparnaður</u>	<u>742.172</u>				
								Kostn.	<u>1.066.525</u>
				<u>eða</u>	<u>25%</u>				

Tafla 16. Útreikningur á rekstrarkostnaði og sparnaði snjóbræðslukerfis.

Ef notast er við þrepakerfi og endurnýtta  
orku frá Moulac ofni þá er áætlaður  
sparnaður miðað við upphaflegan kostnað.

sparnaður 1.852.228 kr.

eða 63%

Viðauki 23.

Teikningar.

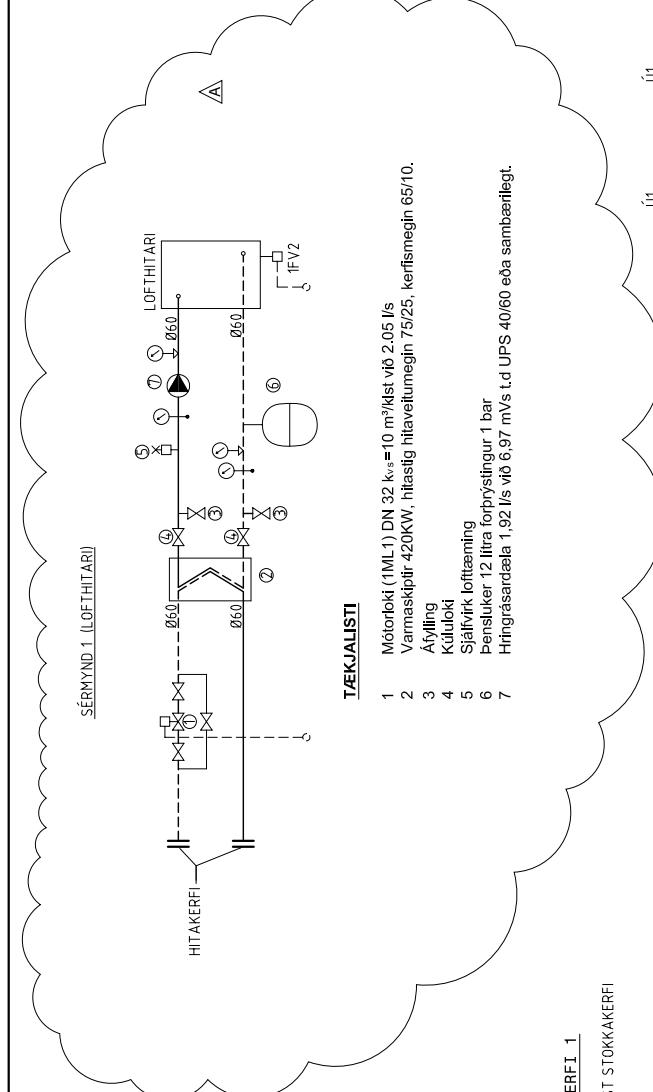
Afstöðumynd (99)201

Snjóbræðsla 1076-6-02

Loftræsikerfi 1 1076-5-19

Loftræsikerfi 2 1076-5-20





**KERFISMUND, KERFI 1**  
SAMSTÄDA TENGIST STOKKAKERFI  
MED MUJKTEGJUM

