

Sorpeyðingarstöð Suðurnesja

Orkuframleiðsla úr varma



Efnisyfirlit

1.	Inngangur	2
2.	Samantekt	2
3.	Forsendur	3
4.	Hagkvæmni raforku- og heitavatnsframleiðslu	3
4.1	Raforkuframleiðsla úr brennsluvarma	3
4.2	Heitavatnsframleiðsla úr þéttivarma	4
4.3	Raforku- og heitavatnsframleiðsla úr varma	5
5.	Niðurstöður	6
6.	Arðsemi raforku- og heitavatnsframleiðslu	7
6.	Hagnaður af eigin orkuframleiðslu - línurit	8
6.	Arðsemi eigin orkuframleiðslu - línurit	9
7.	Raforkuframleiðsla úr brennsluvarma – skema	10



1. Inngangur

Sorpeyðingarstöð Suðurnesja er að hefja byggingu á nýrri og fullkominni sorphirðu og vinnslustöð í Helguvík. Þar verður sorpúrgangur flokkaður og settur í endurvinnslu og brennslu. Brennsluvarminn frá stöðinni verður nýttur til heitavatns- og raforkuframleiðslu og eykur þannig verulega nýtingu á úrgangi hjá sorpeyðingarstöðinni.

Til að kanna mögulega nýtingu á varmanum frá stöðinni var stofnaður verkefnishópur sem léti gera arðsemisúttekt á raforku- og heitavatnsframleiðslu úr afgasvarmanum frá sorpbrennsluofnинum með svokallaðri Kalina tækni.

Gert er ráð fyrir að framleiða heitt vatn í katli sorpbrennslunnar og heitavatnið notað til upphitunar á Kalina vinnsluhringrásinni. Kalina vinnslurásin verður síðan kæld með sjó frá sérstökum borholum sem boraðar verða í nágrenni við sorpstöðina.

Skoðuð voru áhrif mismunandi framrásarrita á vatninu frá sorpbrennsluofnинум á orkuvinnsluna og raforkuframleiðslan reiknuð út miðað við 135°C, 185°C og 250°C framrásarrita. Útreikningar sýndu að við hækkan á framrásarhitnum úr 135°C í 180°C eykst raforkuframleiðslan úr um 600 kW_e í um 700 kW_e eða um 17%. Við hækkan á hitanum í 250°C eykst raforkuframleiðslan í um 800 kW_e eða um 33%.

Haft var samband við hönnuð sorpbrennsluofninsins um breytta útfærslu á katlinum til að mæta óskum um hækkan vatnshitans. Hönnuðurinn taldi auðvelt að hækka hitann í 180°C án mikils tilkostnaðar, en hækkan á vatnshitanum yfir 190°C kallaði á umtalsverðan aukakostað. Því var ákveðið að miða hagkvæmniúttektina við 180°C framrásarrita á vatninu.

Í skýrslunni er lagt mat á möguleika þess að nýta brennsluvarmann frá sorpbrennslunni til raforku- og heitavatnsframleiðslu. Einnig er hagkvæmni raforku- og heitavatnsframleiðslunnar metin.

2. Samantekt

Sorpeyðingarstöðin verður reist á athafnarvæði Reykjanesbæjar í Helguvík og því auðvelt að tengja orkuvinnslukerfi stöðvarinnar inn á dreifikerfi bæjarveitunnar.

Rekstur sorpeyðingarstöðvarinnar verður stöðugur og brennslan vöktuð allan sólahringinn. Reiknað er með að brennsluofninn verði keyrður um 8.000 klukkustundir á ári og varmaflið frá ofninum áætlað um 4,5 MW_t. Þannig er nýtanlegur brennsluvarmi frá sorpeyðingarstöðinni um 36.000 MWh á ári.

Framleitt rafafl nemur um 700 kW_e eða um 5.600 MWh á ári. Þetta er riflega tvöföld rafaflþörf sorpstöðvarinnar. Því til viðbótar annar þéttivarminn frá orkuvinnslunni allri upphitunarþörf fyrirtækisins. Þannig má segja að sorpeyðingarstöðin sé sjálfbær gagnvart eigin orkunotkun og að auki getur fyrirtækið miðlað raforku og heitu vatni inn á dreifikerfi bæjarins.

Með eigin raforku- og heitavatnsframleiðslu getur sorpeyðingarstöðin annað allri rafmagns- og upphitunarþörf fyrirtækisins og að auki framleitt raforku inn á dreifikerfi bæjarins. Þannig skapar Sorpeyðingarstöð Suðurnesja umtalsverð verðmæti úr þeim brennsluvarma sem til fellur samhlíða sorphirðunni.



3. Forsendur

Við mat á hagkvæmni orkusvinnslu úr varma frá sorpbrennslunni er miðað við að tilfallandi sorpmagn sé svipað og í dag eða um 12.000 tonn á ári. Varmaaflið frá brennsluofninum er áætlað um $4,5 \text{ MW}_t$ og rekstrartími stöðvarinnar um 8.000 tímar á ári. Þannig er nýtanleg varmaorka frá brennsluofninum um 36.000 MWh árlega.

Meðal rafaflþörf sorpeyðingarstöðvarinnar er áætluð um 250 kW_e og aftoppurinn um 350 kW_e . Heildar raforkuþörf stöðvarinnar er því áætluð um 2.000 MWh á ári.

Varmaaflþörf til upphitunar á byggingum, gólfum í sorpflokkun og til snjóbræðslu á gangstéttum og plönum stöðvarinnar er áætluð um 500 kW_t að meðaltali og hámarks varmaaflþörfin um 1.000 kW_t . Heildar varmaorkuþörf fyrirtækisins er því áætluð um 4.000 MWh árlega.

Til að meta hagkvæmni á raforku- og heitavatnsframleiðslu úr glatvarma sorpbrennslunnar er gengið út frá að meðal raforkugjald frá Hitaveitu Suðurnesja sé $2,50 \text{ kr/kWh}$ og aflgjaldið sé $0,90 \text{ kr/kW/h}$ auk þjónustugjalda. Einnig er gengið út frá að verð á hitaveituvatni til upphitunar á gólfum, plönum og til snjóbræðslu sé $1,00 \text{ kr/kWh}$ auk þjónustugjalda.

Rekstrartími sorpbrennslunnar er áætlaður um 8.000 klukkustundir á ári og viðhalds- og rekstrarkostnaðurinn sé um 2% af stofnkostnaði búnaðarins. Gert er ráð fyrir að stofnfjárfestingin beri 6% vexti og endurgreiðist á 15 árum.

4. Hagkvæmni raforku- og heitavatnsframleiðslu

Könnuð er hagkvæmni þess að nýta varmann frá brennsluofni sorpeyðingarstöðvarinnar til raforkuframleiðslu bæði til eigin nota og einnig til sölu inn á raforkudreifikerfi hitaveitunnar. Þá er einnig könnuð hagkvæminn í að nýta þéttivarmann frá raforkuvinnslunni, í stað heitavatnskaupa frá hitaveitunni, til upphitunar á byggingum og gólfum stöðvarinnar, ásamt snjóbræðslu á gangstéttum, bílastæðum og plönum á lóð fyrirtækisins.

4.1 Raforkuframleiðsla úr brennsluvarma

Settir verða upp varmaskiptar ásamt rafstöð og öðrum búnaði sem nýtir varma úr afgasi frá brennsluofni sorpeyðingarstöðvarinnar til raforkuframleiðslu, bæði til eigin nota og til sölu inn á dreifikerfi bæjarins. Þéttivarmi raforkuversins verður síðan nýttur til upphitunar á byggingum og gólfum í sorpflokkunarrými sorpstöðvarinnar og til snjóbræðslu á gangstéttum, bílastæðum og plönum umhverfis stöðvarhúsið.

Varmaafl frá sorpbrennsluofninum er áætlað um $4,5 \text{ MW}_t$ sem nýtt er til framleiðslu á 700 kW_e rafafli. Raforkuframleiðslan nemur því um 5.600 MWh á ári. Raforkuþörf fyrirtækisins er um 2.000 MWh þannig að auk eigin notkunar getur sorpeyðingarstöðin afhent yfir 60% framleiðslunnar inn á dreifikerfi bæjarins, eða sem nemur um 3.600 MWh árlega.



Árlegur sparnaður vegna eigin raforkuframleiðslu er áætlaður 6,8 milljónir króna og tekjur af rafokusölu til dreifiveitu bæjarins er áætlaðar 9 milljónir, eða samtals 15,8 milljónir króna.

Kostnaður við innkaup og uppsetningu á varmaskiptum, rafstöð og öðrum búnaði til raforkuframleiðslunnar er áætlaður 110 milljónir króna. Gert er ráð fyrir að stofnkostnaðurinn greiðist á 15 árum með 6% vöxtum.

Rekstrar- og viðhaldskostnaður á raforkuverinu er áætlaður um 2,2 milljónir króna og kostnaður vegna vaxta og afborgana um 11,3 milljónir króna árlega.

Ef stofnfjárfestingin er 110 milljónir og endurgreiðslutíminn 15 ár með 6% vöxtum er framleiðslukostnaður raforkunnar 2,42 kr/kWh eða um 66% af meðal raforkuverði hjá Hitaveitu Suðurnesja. Rekstrarrafkoman af raforkuframleiðslunni nemur um 2,3 milljónum króna á afskriftartíma búnaðarins og að honum loknum nemur framleiðslukostnaðurinn um 39 aurum/kWh og rekstrarrafkoman um 13,6 milljónum króna á ári.

Arðsemi 110 milljóna króna fjárfestingar er um 12% og endurgreiðslutíminn 11 ár.

4.2 Heitavatnsframleiðsla úr þéttivarma

Settir verða upp varmaskiptar og annar búnaður sem nýtir þéttivarma frá rafstöðinni til upphitunar á byggingum og gólfum í sorpflokkunarsal stöðvarinnar, ásamt snjóbræðslu á gangstéttum, bílastæðum og plönum umhverfis stöðvarhúsið. Varmaaflþörfin til upphitunar og snjóbræðslu er áætluð um 500 kW_t að meðaltali og hámarks varmaaflþörfin um 1.000 kW_t. Heildar varmaorkuþörf fyrirtækisins er þannig áætluð um 4.000 MWh árlega.

Árlegur sparnaður vegna eigin heitavatnsframleiðslu er áætlaður um 4 milljónir króna.

Kostnaður við innkaup og uppsetningu á varmaskiptum og öðrum búnaði til heitavatnsframleiðslu og upphitunar er áætlaður um 7 milljónir króna. Gert er ráð fyrir að stofnkostnaðurinn greiðist á 15 árum með 6% vöxtum.

Rekstrar- og viðhaldskostnaður vegna heitavatnsframleiðslunnar er áætlaður um 140 þúsund og kostnaður vegna vaxta og afborgana um 720 þúsund krónur árlega.

Ef stofnfjárfestingin er 7 milljónir og endurgreiðslutíminn 15 ár með 6% vöxtum er framleiðslukostnaður heitavatnsins 22 aurar/kWh eða um 20% af meðal heitavatnsverði hjá Hitaveitu Suðurnesja. Rekstrarrafkoma heitavatnsframleiðslunnar er um 3,1 milljónir á afskriftartímanum og að honum loknum nemur framleiðslukostnaðurinn um 4 aurum/kWh og rekstrarrafkoman um 3,8 milljónum króna á ári.

Arðsemi 7 milljóna króna fjárfestingar er um 55% og endurgreiðslutíminn 2 ár.



4.3 Raforku- og heitavatnsframleiðsla úr varma

Settir verða upp varmaskiptar, rafstöð og annar búnaður sem nýtir varma úr afgasi frá brennsluofni sorpbrennslunnar til raforkuframleiðslu bæði til eigin nota og til sölu inn á dreifikerfi bæjarins. Einnig verða settir upp varmaskiptar og annar búnaður sem nýtir þéttivarma frá rafstöðinni til upphitunar á byggingum og gólfum í flokkunarsal sorpbrennslunnar, ásamt snjóbræðslu á gangstéttum, bílastæðum og plönum umhverfis stöðvarhúsið.

Varmaafl frá sorpbrennsluofninum er áætlað um $4,5 \text{ MW}_t$ sem nýtt er til framleiðslu á um 700 kW_e rafaflí. Raforkuframleiðslan nemur því um 5.600 MWh á ári. Raforkuþörf fyrirtækisins er um 2.000 MWh þannig að til viðbótar eigin notkun getur sorpeyðingarstöðin afhent yfir 60% raforkuframleiðslunnar til dreifiveitu bæjarins eða um 3.600 MWh árlega. Varmaaflþörf til upphitunar og snjóbræðslu er áætluð um 500 kW_t að meðaltali og hámarks varmaaflþörfin um 1.000 kW_t . Heildar varmaorkuþörf fyrirtækisins er því áætluð um 4.000 MWh árlega.

Árlegur sparnaður vegna eigin raforkuframleiðslu er áætlaður um 6.8 milljónir og sparnaður vegna heitavatnsframleiðslu um 4 milljónir króna. Tekjur af raforkusölu til dreifiveitu bæjarins er áætlaðar um 9 milljónir króna. Þannig nemur sparnaður vegna eigin orkuframleiðslu og tekjur vegna raforkusölu samtals um 19.8 milljónum króna.

Kostnaður við innkaup og uppsetningu á varmaskiptum, rafstöð og öðrum búnaði til raforku- og heitavatnsframleiðslunnar er áætlaður 117 milljónir króna. Gert er ráð fyrir að stofnkostnaðurinn greiðist á 15 árum með 6% vöxtum.

Rekstrar- og viðhaldskostnaður vegna raforku- og heitavatnsframleiðslunnar er áætlaður um $2,3$ milljónir og kostnaður vegna vaxta og afborgana um 12 milljónir króna árlega.

Ef stofnfjárfestingin er 117 milljónir og endurgreiðslutíminn 15 ár með 6% vöxtum er framleiðslukostnaður orkunnar $1,50 \text{ kr/kWh}$ eða um 32% af meðal orkuverði hjá Hitaveitu Suðurnesja. Rekstrarrafkoma raforku- og heitavatnsframleiðslunnar er um $5,4$ milljónir á afskriftartímanum og að honum loknum verður framleiðslukostnaðurinn um 24 aurar/kWh og rekstrarrafkoman $17,5$ milljónir króna á ári.

Arðsemi 117 milljóna króna fjárfestingar er 15% og endurgreiðslutíminn 9 ár.



5. Niðurstöður

Við mat á hagkvæmni á raforku- og heitavatnsframleiðslu úr brennsluvarma frá nýju sorpvinnslustöð Sorpeyðingarstöðvar Suðurnesja er reiknað með að tilfallandi sorpmagn sé svipað og það er í dag eða um 12.000 tonn á ári.

Úr varma frá sorpbrennsluofninum er hægt að framleiða rafafl sem nemur um 700 kW_e eða 5.600 MWh á ári. Árleg raforkuþörf fyrirtækisins er áætluð um 2.000 MWh. Framleiðslan annar því allri raforkuþörf stöðvarinnar og að auki getur sorpbrennslan afhent yfir 60% raforkuframleiðslunnar inn á dreifikerfi bæjarins eða sem nemur um 3.600 MWh árlega. Því til viðbótar getur fyrirtækið annað allri upphitunarþörf eigin húsnæðis, upphitun á gólfum í flokkunarsal og snjóbræðslu á gangstéttum, bílastæðum og plönum umhverfis stöðvarhúsið.

- Með eigin raforkuframleiðslu getur sorpbrennslan annað allri raforkuþörf fyrirtækisins og sparað þannig um 6.8 milljónir króna vegna raforkukaupa. Því til viðbótar getur fyrirtækið selt raforku inn á dreifikerfi bæjarins sem nemur um 9 milljónum króna árlega. Framleiðslukostnaður raforkunnar er áætlaður um 2,42 kr/kWh á afskriftartímanum eða 66% af meðal raforkuverði hjá Hitaveitu Suðurnesja. Að afskriftartíma loknum er framleiðslukostnaður um 39 aurar/kWh. Endurgreiðslutími fjárfestingarinnar er 11 ár.
- Með eigin heitavatnsframleiðslu getur sorpbrennslan annað allri upphitunarþörf á byggingum fyrirtækisins og að auki snjóbræðslu á gangstéttum, bílastæðum og plönum umhverfis stöðvarhúsið. Sparaður vegna heitavatnsframleiðslunnar er um 4 milljónir króna árlega. Framleiðslukostnaður heitavatnsins er 22 aurar/kWh á afskriftartímanum eða um 21% af meðal heitavatnsverði hjá Hitaveitu Suðurnesja. Að afskriftartímanum loknum verður framleiðslukostnaðurinn um 4 aurar/kWh. Endurgreiðslutími fjárfestingarinnar er 2 ár.
- Með eigin raforku- og heitavatnsframleiðslu getur sorpbrennslan annað allri raforku- og upphitunarþörf fyrirtækisins og sparað þannig um 10.8 milljónir króna vegna raforku- og heitavatnskaupa. Því til viðbótar getur fyrirtækið selt raforku inn á dreifikerfi bæjarins sem nemur um 9 milljónum eða samtals um 19,8 milljónum króna árlega. Framleiðslukostnaður orkunnar er 1,50 kr/kWh á afskriftartímanum eða um 32% af meðal orkuverði hjá Hitaveitu Suðurnesja. Að afskriftartíma loknum er framleiðslukostnaður 24 aurar/kWh. Endurgreiðslutími fjárfestingarinnar er 9 ár.

Með eigin raforku- og heitavatnsframleiðslu getur Sorpeyðingarstöð Suðurnesja því annað allri rafmagns- og upphitunarþörf fyrirtækisins og að auki framleitt raforku inn á dreifikerfi bæjarins. Þannig getur sorpeyðingarstöðin lækkað útgjöld vegna orkukaupa um 10,8 milljónir og aukið tekjur sínar vegna raforkusölu um 9 milljónir króna árlega. Sparnaður vegna orkukaupa og auknar tekjur vegna raforkusölu til bæjarins nema því um 19,8 milljónum króna á ári eða yfir 10% af núverandi ársveltu sorpbrennslunnar.

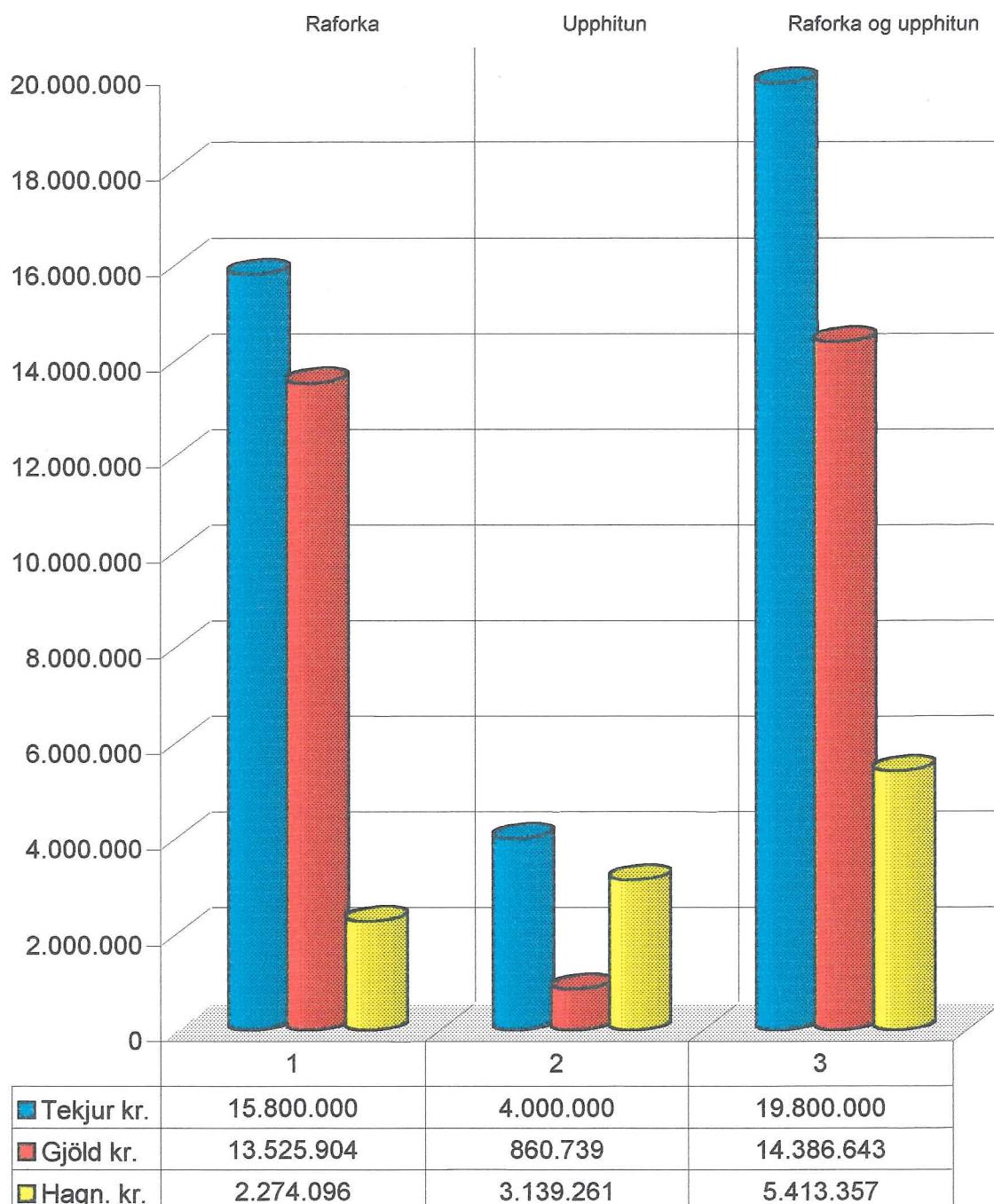
Sorpvinnsla

Nýting brennsluvarma

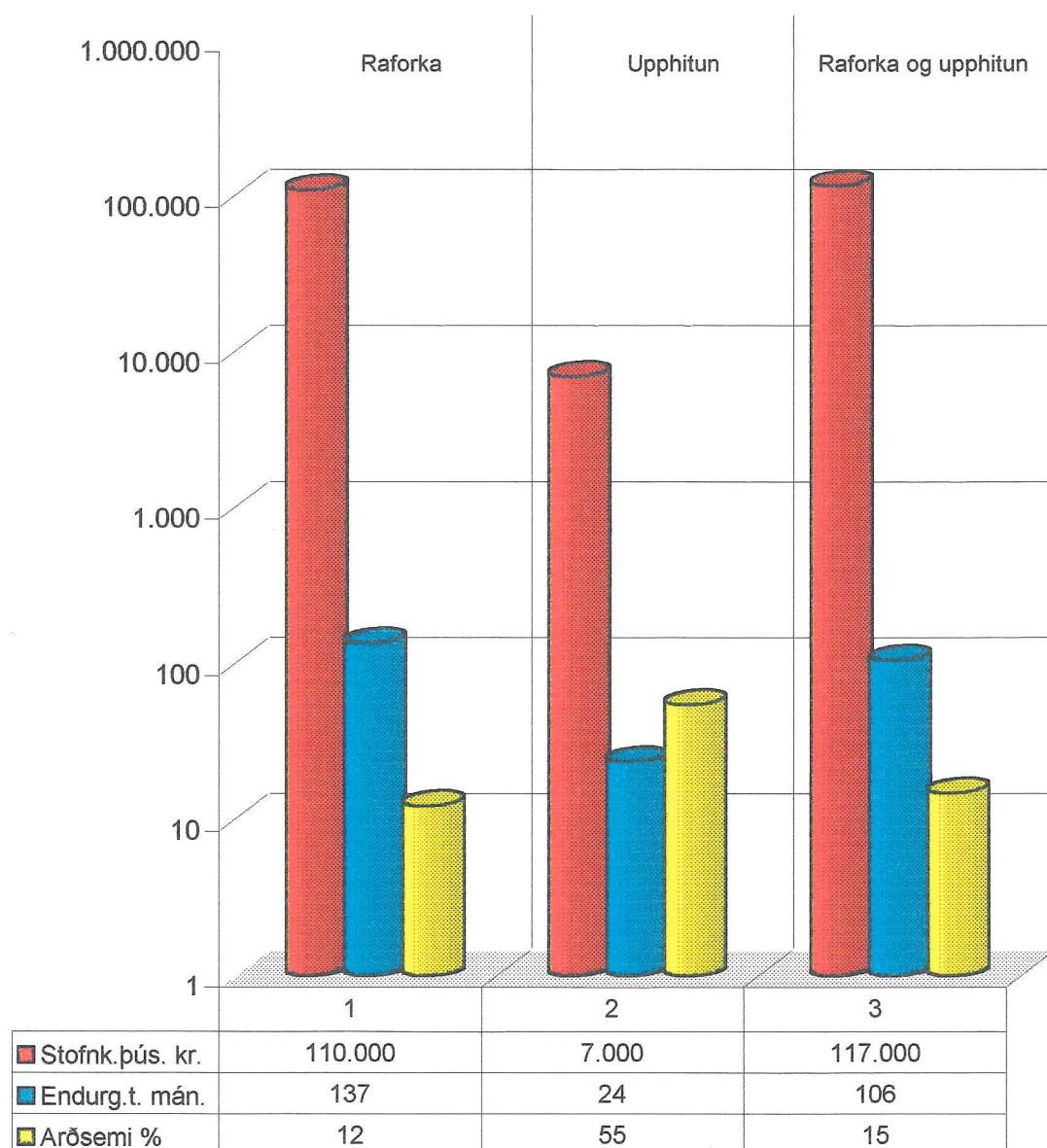
6. Arðsemi raforku- og heitavatnsframleiðslu

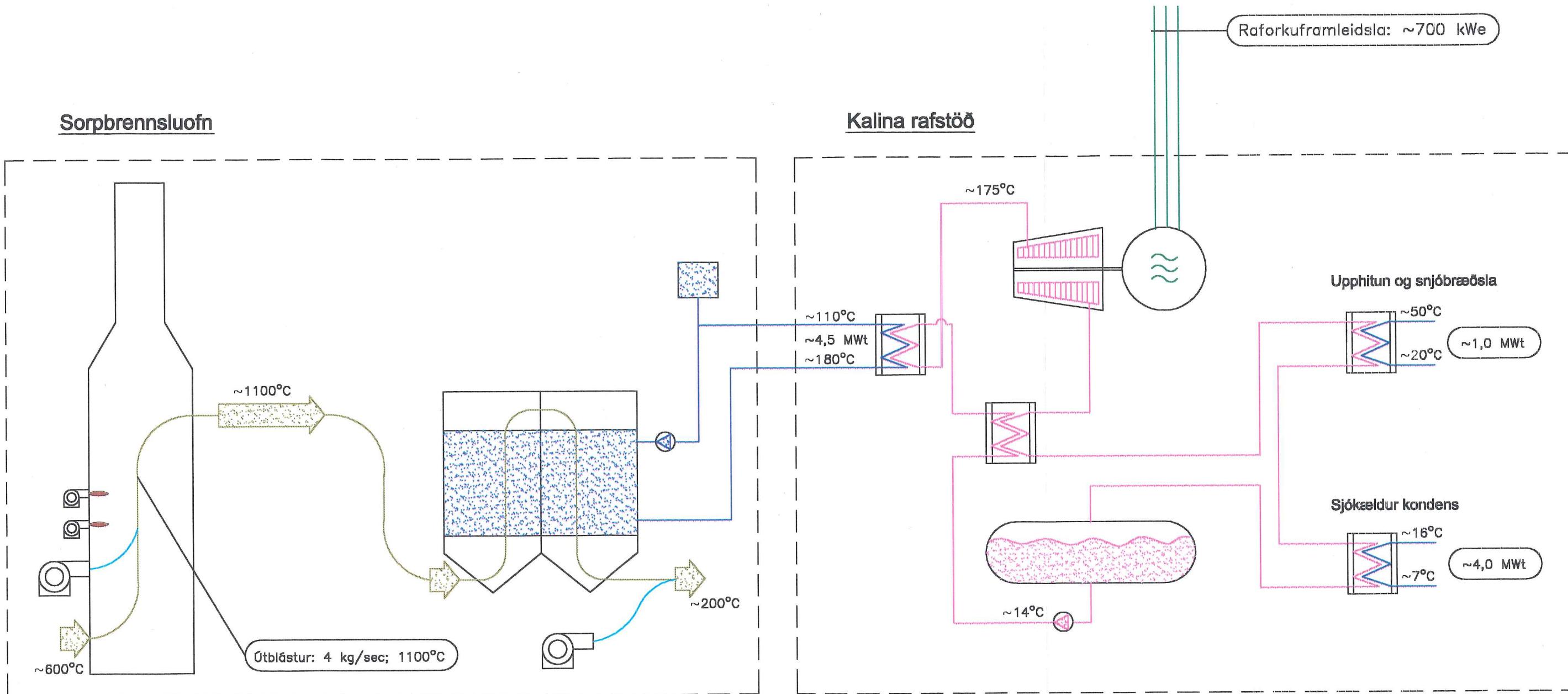
Valkostir:	Framl. kosn. NPV = 0	1) Raforka vatn 180°C	2) Upphitun vatn 50°C	3) Samtals raf. + upph.
Forsendur:				
Varmi frá sorpbrennslu; Aflframleiðsla;	4.500 kW, kW	700 + 1.000	700	1.000 700 + 1.000
Rekstrartími; Stofnkostnaður á afleiningu;	8.000 klst/ár kr/kW		157.143	7.000 68.824
Raforkuframleiðsla; Eigin raforkubörf;	5.600 MWh/ár 2.000 MWh/ár		2.000	2.000
Raforka sold inn á netið; Eigin upphitunarbörf;	3.600 MWh/ár 4.000 MWh/ár		3.600	3.600
Raforka til eigin nota; Rafaflgjald;	2,50 kr/kWh 0,90 kr/kW/h		4.000	4.000
Raforka sold á netið; Vatn til upphitunar;	2,50 kr/kWh 1,00 kr/kWh		5.000.000 1.800.000	5.000.000 1.800.000
Eftirlit og viðhald, % st.kos.; Fjármagnskostn.;	2,0 % 6,0 %		9.000.000	9.000.000
Endurgreiðslutími;	15 ár			
Framleiðslukostnaður á afskr.tíma; kr/kWh	0,98	2,42	0,22	1,50
Framleiðslukostnaður eftir afskrift; kr/kWh	0,24	0,39	0,04	0,24
Stofnkostnaður;	kr	117.000.000	110.000.000	7.000.000 117.000.000
Rekstrartekjur;	kr	9.360.000	15.800.000	4.000.000 19.800.000
Rekstur og viðhald;	kr	2.340.000	2.200.000	140.000 2.340.000
Afborganir og vextir;	kr	7.020.000	11.325.904	720.739 12.046.643
Rekstrarrafkoma;	kr	0	2.274.096	3.139.261 5.413.357
Arðsemi fjárfestingar;	%	6	12	55 15
Endurgr. tími stofnkostnaðar;	ár	~	11	2 9

Hagnaður af eigin orkuframleiðslu



Arðsemi eigin orkuframleiðslu





————— Raforka
 ————— Kalina vinnslurás
 ————— Heitavatnsrás
 ————— Útblástur
 ————— Loft

<p> Útrás Consulting Engineers <i>Skipagata 9, Pósthólf 37, 602 Akureyri S: 461 2920, 461 2921 Fax: 461 2922</i> </p>	Name:	Draw. no:
	Sorpeyðingarstöð Suðurnesja	02402-7
	Project:	Date: Nov. 02
	Raforkuframleiðsla úr brennsluvarma	Design: PSB