

Orkuveita Húsavíkur
Fjölnýting jarðhita
Thermie verkefni nr. GE 321 / 98 / IS / DK



Hreinn Hjartarson, Orkuveitu Húsavíkur
Runólfur Maack, VGK
Sigpór Jóhannesson, Fjarhitun
Máí 2002

Efnisyfirlit

1	Inngangur	1
2	Jarðhitasvæðið	3
3	Veitukerfið	4
3.1	Breytingar á veitukerfinu	4
3.2	Nýtt veitukerfi	5
3.3	Rafstöð	7
4	Mannvirki	9
4.1	Virkjun	9
4.2	Aðveituæð	10
4.3	Orkustöð	12
4.4	Rafstöð	13
4.4.1	<i>Lýsing á rás og tækjum</i>	14
4.4.2	<i>Afl stöðvar</i>	15
4.4.3	<i>Reynslurekstur og gangsetningarvandamál</i>	16
4.5	Kælivatnsveita – Frárennslisveita	16
4.6	Miðlunargeymir	17
4.7	Stofnæð	18
4.8	Stjórnbrunnur á hafnarsvæði	18
4.9	Dreifikerfi	18
5	Nýting varmaafls	19
6	Stofnkostnaður, orkuverð	21
6.1	Stofnkostnaður	21
6.2	Orkuverð	21
7	Lokaorð	22
8	Heimildaskrá	23

1 Inngangur

Húsavík er stærsta byggðarlagið á norðausturlandi en íbúar þar eru nú um 2.500. Húsavík hefur verið verslunarstaður frá 1614 en frá upphafi hefur atvinnulífið byggst á fiskveiðum og fiskvinnslu auk þjónustu við nágrennasveitir. Á síðustu árum hefur ferðaþjónusta ásamt ýmis konar iðnaði skipt æ meira máli í atvinnulífinu. Helstu náttúruauðlindir í nágrenni Húsavíkur eru auðug fiskimið, jarðhiti og mikið, ómengað ferskt vatn.

Ferskt vatn á Húsavík hefur alla tíð verið nýtt til fiskvinnslu og á síðustu áratugum einnig til fiskeldis. Enn er miklu af fersku vatni óráðstafað á Húsavíkursvæðinu og væri unnt að nýta það til margvíslegrar starfsemi, einkum í matvælaframleiðslu.

Þrjú jarðhitasvæði eru í grennd við Húsavík. Á Þeistareykjum, um 25 km suðaustan Húsavíkur, benda yfirborðsrannsóknir til yfir 250°C hita. Þar var áður unninn brennisteinn, en nú er unnið að rannsóknnum á svæðinu með rafmagnsframleiðslu og iðnaðarnot í huga. Hveravellir í Reykjahverfi eru um 20 km sunnan Húsavíkur. Þar hefur jarðhiti lengi verið nýttur fyrir gróðurhús á svæðinu og til húshitunar á bæjum í nágrenninu. Þriðja jarðhitasvæðið er inni í sjálfum Húsavíkurbæ.

Nýtingu jarðhita á Húsavík má rekja til ársins 1960, en þá var sundlaug staðarins tengd við eina af fjölmörgum heitavatnssuppsprettum í landi bæjarins. Á árunum 1960-1965 voru svo boraðar fimm borholur inni í bænum. Vatnið sem fékkst úr þeim hefði nægt hálfri hitaveitubörf bæjarins, vatnshitinn var 80°C-110°C, en vatnið var of salt til að nota það beint inn á hitaveitukerfi.

Árið 1969 var Verkfræðistofan Fjarhitun fengin til að gera frumáætlun um hitaveitu fyrir Húsavík. Niðurstaða þeirrar áætlunar var sú að hagkvæmast væri að nýta hveravatn frá Hveravöllum. Efnasamsetning vatnsins frá Hveravöllum er mjög hagstæð og það því kjörið til beinnar nýtingar, ólíkt vatninu sem fékkst úr borholum inn í bænum. Vorið 1970 hófust svo framkvæmdir við aðveituað frá Hveravöllum og hitaveitukerfið í bænum og í árslok sama árs var búið að leggja hitaveitu í öll hús á Húsavík.

Í upphafi nýtti hitaveitan 100°C heitt vatn úr hverum, en árið 1974 var boruð 450 m djúp hola, H1, sem gaf 128°C heitt vatn. Úr holunni hafa fengust um 40 l/s til viðbótar þeim 43 l/s sem fengust úr hverunum. Gróðurhús á Hveravöllum nýttu um 9 l/s, en Hitaveita Húsavíkur 74 l/s sem lengst af voru einungis nýttir til húshitunar og í sundlaug bæjarins.

Þótt vatnið í borholu H1 væri 128°C heitt var aðeins nýtt úr henni 100°C vatn. Um 2,2 kg/s af gufu streymdu út í loftið þegar hitastig jarðhitavatnsins var lækkað niður í 100°C með suðu. Mikil orka tapaðist við þetta.

Frekari orkutöpp urðu á leiðinni til Húsavíkur þegar heita vatnið, 100°C, var leitt frá Hveravöllum í 18 km óeinangraðri, niðurgreifni asbestbentri steinpiðu. Á þeirri leið tapaðist um 15°C hiti og var vatnið því um 85°C heitt á Húsavík. Milli Húsavíkur og Hveravalla er um 100 m hæðarmunur svo ekki þurfti að dæla vatninu þessa löngu leið.

Upp úr 1990 var farið að bera á vatnsskorti í mestu kuldaköstum og árið 1998 var boruð ný hola á Hveravöllum, hola H10. Holan heppnaðist mjög vel og gefur nú um 60 l/s af 124°C heitu vatni við tveggja bara mótþrýsting.

Á árinu 1998 hófst svo undirbúningur að endurnýjun gömlu asbestlagnarinnar. Jarðhitavatnið á Hveravöllum er nægilega heitt til að mögulega nýta varmaorkuna bæði til húshitunar og iðnaðarnota. Því vaknaði sú hugmynd að stefna að fjöl- og raðnýtingu orkunnar samfara endurnýjun æðarinnar. Ákveðið var að endurskoða hitaveitukerfið frá grunni og voru eftirtalin markmið lögð til grundvallar við þá endurskoðun:

- að tryggja næga orku fyrir viðskiptavinum veitunnar.
- að tryggja æskilegan hita á vatni til notenda.
- að auka nýtni þeirrar orku sem tekin er úr jörðinni.
- að auka fjölbreytni í nýtingu jarðhitaorku.
- að nýta jarðhitaorkuna og mikið framboð af fersku köldu vatni til að laða að nýja viðskiptavinum og efla atvinnulíf á veitusvæðinu.

Til að hrinda þessu verkefni í framkvæmd var myndaður samstarfshópur eftirtalinna fyrirtækja:

- **Orkuveita Húsavíkur**, sem annaðist stjórn og fjármögnun verkefnisins að stærstum hluta.
- **Fjarhitun - Verkfræðistofa Guðmundar og Kristjáns (VGK) samstarf**, sem annaðist verkfræðihönnun, aðstoð við verkefnisstjórn, gerð útboðsgagna og mat tilboða ásamt því að stýra prófun og gangsetningu kerfisins.
- **STAR PIPE, Dansk Rørindustri a/s**, sem framleiddi pípuefni fyrir lögnina milli Hveravalla og Húsavíkur ásamt stofnæð á Húsavík.
- **Rannsóknarsvið Orkustofnunar**, sem annaðist jarðhitarannsóknir og eftirlit með jarðhitasvæðinu ásamt vinnslu úr því.

Auk samstarfshópsins tóku Raftækning hf. og Arkitektastofan OÖ þátt í hönnun mannvirkja og Tækniþing ehf. annaðist eftirlit með framkvæmdum að hluta. Auk þess komu eigendur rækjuvinnslunnar og mjólkurstöðvarinnar á Húsavík að undirbúningi verkefnisins.

Höfundar þessarar skýrslu eru framkvæmdastjórar Orkuveitu Húsavíkur, Fjarhitunar hf. og Verkfræðistofu Guðmundar og Kristjáns. Leiddu þeir verkefnið fyrir hönd þessara fyrirtækja.

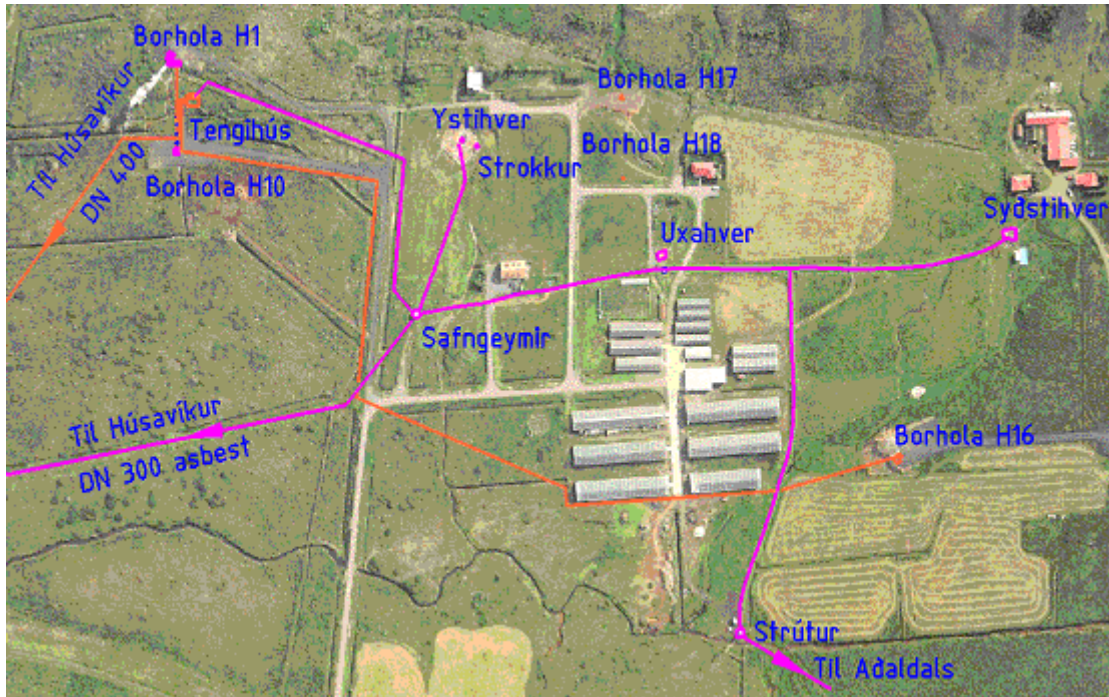
Aðstandendur verkefnisins töldu möguleika á styrkveitingu úr fjórðu rammaáætlun Evrópusambandsins þar sem um væri að ræða sýniverkefni um nýsköpun í nýtingu jarðhita. Hluti verksins taldist styrkhæfur og fékkst styrkur að fjárhæð 663 þúsund evrur sem samsvarar um 56 milljónum króna á gengi í byrjun maí 2002.

Framkvæmdum lauk að fullu árið 2001 og var lokaskýrslu skilað til Evrópusambandsins sem samþykkti hana án nokkurra athugasemda.

Í þessari skýrslu verður gerð grein fyrir verkefninu og framvindu þess í meginráttum. Kafli 2 fjallar um jarðhitasvæðið, kafli 3 um heildarkerfishönnun, kafli 4 um einstök mannvirki, kafli 5 um orkuvinnslu og í kafla 6 er gerð grein fyrir stofnkostnaði og orkuverði.

2 Jarðhitasvæðið

Mynd 2.1 er yfirlitsmynd af jarðhitasvæðinu á Hveravöllum. Á myndinni kemur meðal annars fram staðsetning borholna og hvera.

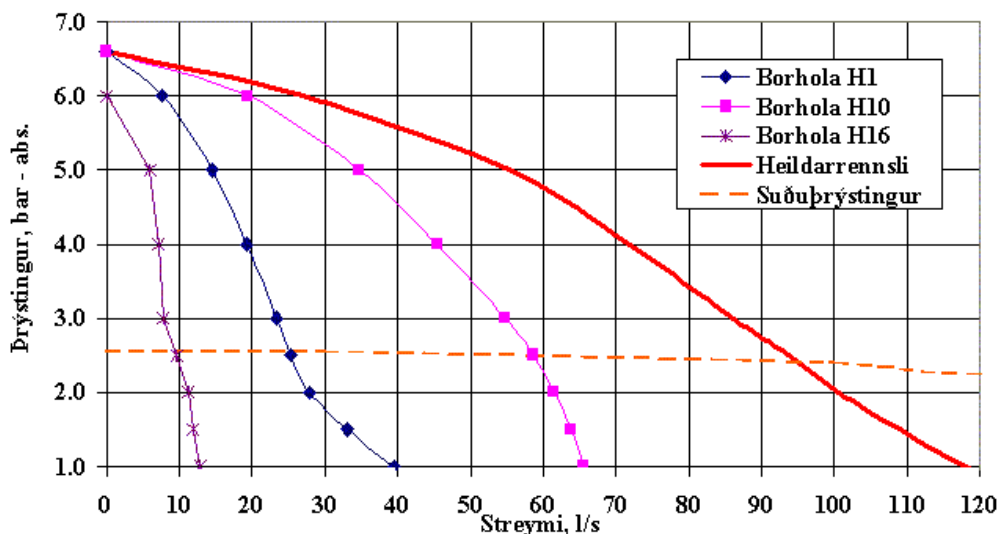


Mynd 2.1. Yfirlitsmynd af jarðhitasvæðinu á Hveravöllum

Jarðhiti á Hveravöllum hefur lengi verið nýttur fyrir gróðurhús og íbúðarhús á staðnum. Frá því Hitaveita Húsavíkur tók til starfa 1970 hefur verið fylgst með upptekt úr jarðhitasvæðinu. Mælingar hafa gefið nokkuð mismunandi niðurstöðu, en að jafnaði hafa verið teknir upp úr svæðinu 80 – 85 l/s af 100° - 128°C heitu vatni.

Ný borhola, hola H10, var boruð á Hveravöllum árið 1997. **Mynd 2.2** sýnir niðurstöður mælinga á afköstum H1, H10 og H16. Eðlilega dregur úr afköstum þeirra þegar mótþrýstingur er aukinn. Lokunarþrýstingur á holum H1 og H10 er 6,6 bar_a og um 6,0 bar_a á holu H16.

Í janúar 1998 skilaði Orkustofnun mati á forðafraedi jarðhitasvæðisins á Hveravöllum [4]. Þar kemur fram að svæðið geti staðið undir a.m.k. 190 l/s upptekt úr borholum. Þegar úttekt Orkustofnunar lá fyrir árið 1998 voru boraðar á Hveravöllum holur 16, 17 og 18. Borunin 1998 olli vonbrigðum þar sem holur 17 og 18 gefa nánast ekkert vatn, en hiti í þeim mældist nærri 130°C. Hola 16 gefur um 8 l/s af 115°C heitu vatni. Orkustofnun telur þó að fyrra mat á afkastagetu svæðisins sé óbreytt, aðeins sé spurning um að finna rétta borstaðinn.



Mynd 2.2. Hveravellir – Afköst borholna H1 H10 og H16

Ákveðið var að bora ekki meira að sinni en hefja rekstur nýs veitukerfis með því vatni sem fékkst úr holum 1, 10 og 16. **Tafla 2.1** sýnir afköst þessara holna við 2,5 bar_a þrýsting inn á aðveituæð.

Tafla 2.1. Afköst borholna H1, H10 og H16

Borholur	Streymi, l/s	Hiti, °C
Hola H1	26	128
Hola H10	61	124
Hola H16	8	115
Holur H1 og H10	87	125
Holur H1, H10 og H16	95	124

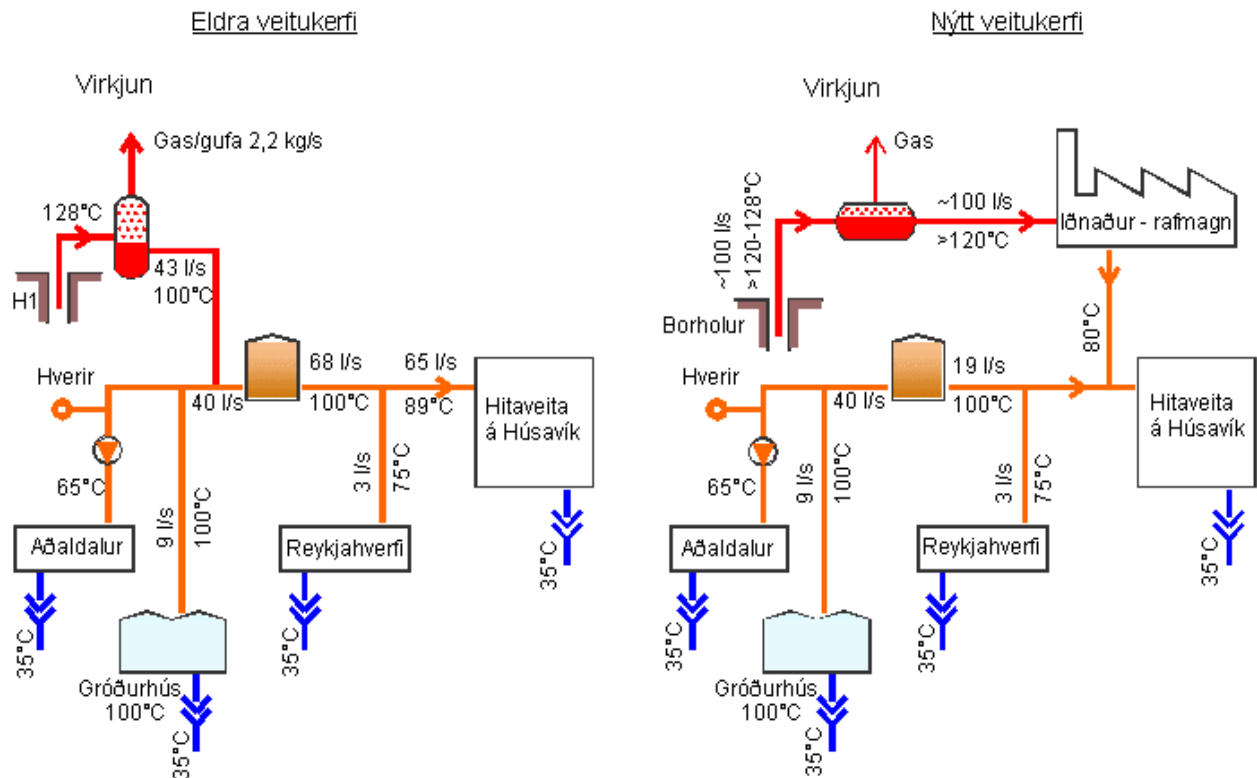
3 Veitukerfið

3.1 Breytingar á veitukerfinu

Eins og fram kemur í inngangi nýtti hitaveitan í fyrstu 100°C heitt sjálfrennandi vatn úr hverum og eftir að hola H1 var boruð var einnig nýtt 100°C vatn úr henni. Vatnið í holunni var 128°C heitt og þurfti því að kæla það niður í 100°C með því að létta af því þrýstingi og sjóða af því um 2,2 kg/s af gufu. Af alls 83 l/s sem fengust úr hverum og holu 1 er áætlað er að um 9 l/s hafi verið nýttir í gróðurhús á Hveravöllum og 6 l/s í hitaveitu í Aðaldal. Annað vatn sem upp kom, um 68 l/s, fóru inn á aðveituæð til Húsavíkur. Þangað var sjálfrennsli og sama er að segja um meginhluta byggðarinnar á Húsavík. Aðeins þurfti að dæla vatni til húsa sem hæst stóðu auk þess sem vatni var dælt til Aðaldals. Gera má ráð fyrir að sjálfrennsli hafi verið til um 70 - 80% notenda jarðhitavatsins. Rekstraröryggi hitaveitunnar var því mjög mikið og reksturinn einfaldur og ódýr enda orkuverðið með því lægsta sem þekktist.

Þegar kom að því að endurnýja aðveituæðina frá Hveravöllum til Húsavíkur og auka vatnsöflun, þurfti að skoða hvort halda ætti áfram óbreyttu rekstrarfyrirkomulagi sem reynst hafði vel í um 30 ár eða nýta tækniframfarir til að ná þeim markmiðum sem tilgreind eru í inngangi. Eins og fram kemur á mynd 2.2 gefa borholur H1 og H10 um 120 l/s við andrúmsloftsþrýsting, 1 bar_a. Þetta vatnsmagn hefði nægt hitaveitunni um fjórsjúanlega framtíð og hefði því þess vegna verið unnt að halda áfram óbreyttu rekstrarfyrirkomulagi. Niðurstaðan var hinsvegar að breyta kerfinu á þann veg að unnt yrði að nýta allan varmann úr 124– 128°C heitu vatninu og hætta að láta það sjóða niður í 100°C.

Mynd 3.1.1 sýnir í meginatriðum breytingar sem ákveðið var að gera á nýtingu jarðhita frá Hveravöllum.



Mynd 3.1.1. Breytingar á jarðhitánýtingu

Megin breytingin felst í því að í stað þess að sjóða vatn úr borholunum við andrúmsloftsþrýsting fer vatnið 124°C – 128°C heitt í aðveituaðina. Með þessu móti skapast möguleiki að framleiða rafmagn eða nýta vatnið til ýmiskonar iðnaðar áður en það fer inn á dreifikerfi hitaveitunnar á Húsavík.

Miðað við að vatn sem fór til húshitunar hafi verið nýtt niður í 35°C og að 10% vatns í hitaveitukerfinu hafi verið notað sem neysluvatn eða til fiskeldis má gera ráð fyrir að nýtanlegt varmaafli í eldra veitukerfinu hafi verið um 17,5 MW og árleg orkunotkun um 77 GWh. Með breyttu kerfi og auknu vatnsmagni (95 l/s af 124°C vatni, sbr. *töflu 2.1*) eykst nýtanlegt varmaafli í um það bil 40 MW.

3.2 Nýtt veitukerfi

Mynd 3.2.1, sem er kerfismynd af nýja hitaveitukerfinu, sýnir meginhluta veitukerfisins og nýtingarmöguleika í því.

Kerfið er sveigjanlegt og t.d. er unnt að auka notkun 120°C vatns til iðnaðar með því að draga úr rafmagnsframleiðslu. Einnig má veita auknu 80°C vatni til iðnaðar í stað húshitunar þegar dregur úr álagi á húshitun. Rennsli til baðlóns og fiskeldis má stýra eftir þörfum. Rennslistölur á myndinni sýna rennsli við hámarksálag á hitaveitu og rafmagnsframleiðslu árið 2001.

Úr hverum á svæðinu koma í sjálfrennsli 34 l/s af 100°C heitu vatni. Það vatn er áfram nýtt fyrir gróðurhús á Hveravöllum, hitaveitu í Aðaldal og Kinn, hitaveitu í Reykjahverfi, og fiskeldi á Laxamyri. Það hveravatn sem ekki nýtist í dreifbýlinu er leitt til Húsavíkur þar sem það rennur í gegnum fiskeldisstöð og þaðan til sjávar.

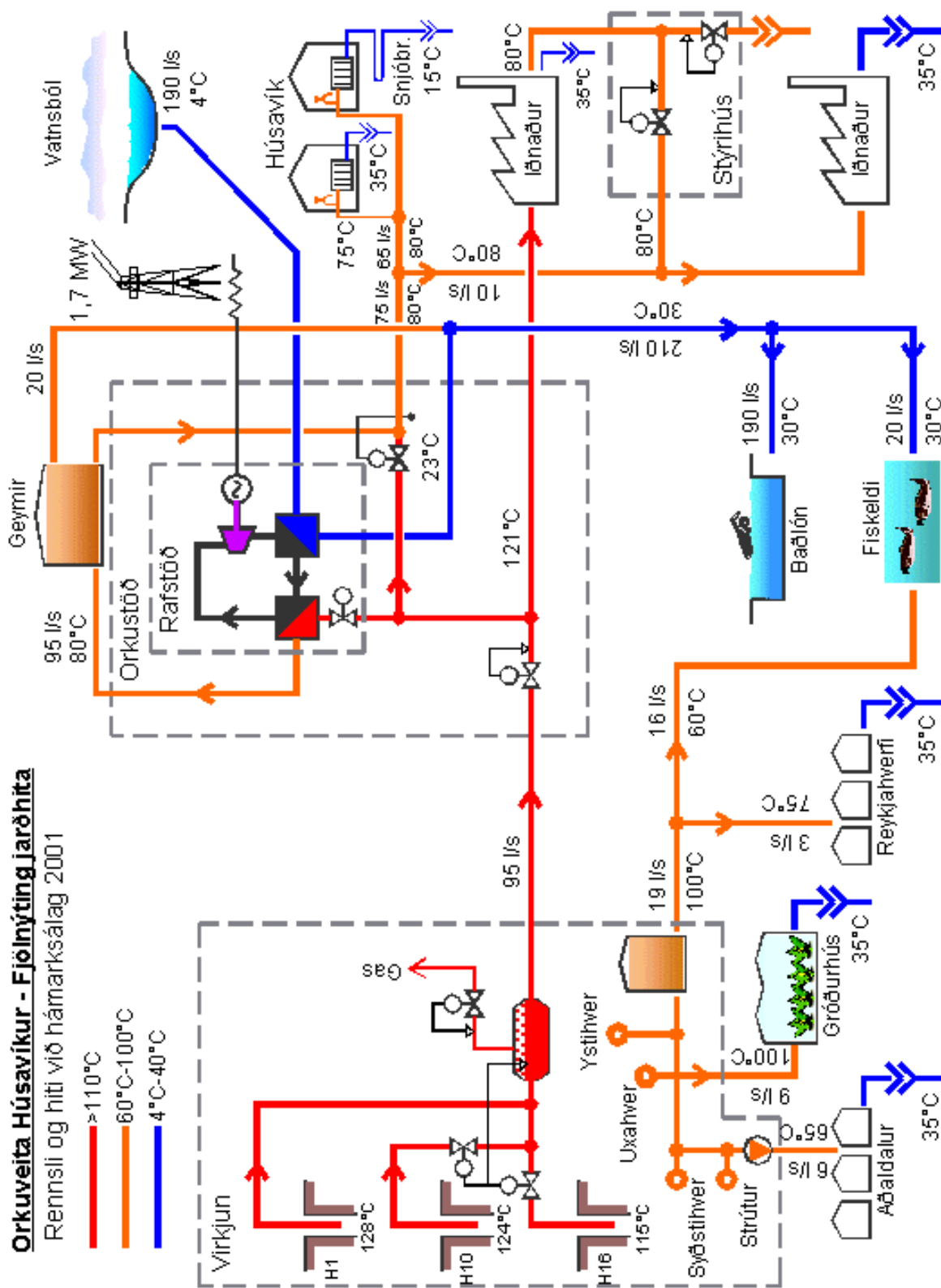
Vatn úr borholum H1, H10 og H16 fer inn á gasskilju í tengihúsi á Hveravöllum. Rennsli er stýrt þannig að heitasta holan, hola H1, hefur forgang, síðan H10 og að lokum kemur hola H16 inn eftir þörfum, sjá grein 4.1.

Gas frá skiljunni er að mestu köfnunarefni, N₂, en einnig lítilsháttar H₂S. Gasinu er sleppt út í andrúmsloftið og á útstreyminu er stjórnlöki sem heldur þrýstingi á skiljunni og fæst best afgösum með þrýstingi sem er rétt við suðumark borholuvatnsins.

Orkuveita Húsavíkur - Fjölnýting jarðhita

Rennsli og hiti við hámarksálag 2001

- >110°C
- 60°C-100°C
- 4°C-40°C



Mynd 3.2.1. Orkuveita Húsavíkur – Fjölnýting jarðhita - Kerfismynd

Frá gasskiljunni í tengihúsi á Hveravöllum er vatnið leitt um 16 km langa pípu að svonefndri Orkustöð, sem er rétt sunnan Húsavíkur. Við hámarksstreymi 2001, 95 l/s, kólnaði vatnið um tæpar 3°C á leiðinni þannig að í Orkustöðinni er vatnið 121°C. Ef rennsli er minna kólnar vatnið meira en á móti kemur að heitara vatn fer frá Hveravöllum.

Í Orkustöðinni er unnt að stýra aðstreymi vatns:

- 0 til 95 l/s af 121°C heitu vatni frá Hveravöllum.
- 0 til 200 l/s af 4°C vatni frá vatnsbólum.

Frá stöðinni er unnt að afhenda vatn frá 4°C til 121°C til:

- rafmagnsframleiðsla
- iðnaðarnota
- húshitunar
- fiskeldis
- baðlóns

Nú fer allt 121°C vatnið til rafmagnsframleiðslu, en ef markaður fyrir iðnaðarnot er hagstæðari er unnt hvenær sem er að draga úr rafmagnsframleiðslu og beina vatninu til iðnaðar. Hinsvegar er stefnt að því að halda í framtíðinni fullri rafmagnsframleiðslu, en afla viðbótarvatns fyrir iðnað sbr. kafla 2.

Jarðhitavatnið er kælt í varmaskipti rafstöðvarinnar úr 121°C í um það bil 80°C (sjá grein 3.3) og er leitt þaðan í miðlunargeymi. Frá geyminum streymir vatnið eftir stofnæð hitaveitunnar í gegnum Orkustöðina til Húsavíkur og inn á dreifikerfið í bænum. Þar er 80°C vatnið nýtt til húshitunar, fiskþurrkunar, fiskeldis o.fl.. Ef vatnshitinn er undir 80°C er blandað inn á stofnæðina 121°C vatni þannig að hiti á framrennsli til Húsavíkur er ávallt 80°C. Þeirri blöndun er stýrt með hitastýrðum stjórnloka. Þörfin fyrir 80°C vatn inn á dreifikerfið er breytileg og er umframvatnið leitt um yfirfall í miðlunargeyminum í frárennislögn Orkustöðvarinnar þar sem það blandast kælivatninu frá eimsvala rafstöðvarinnar. Ef nægilegt 80°C vatn kemur ekki frá rafstöðinni, t.d. að hún sé ekki í gangi vegna viðhalds eða álag á hana er lítið, er viðbótarvatn kælt úr 121°C í 80°C í sérstökum varakæli.

3.3 Rafstöð

Rafstöðin gegnir því hlutverki í kerfinu öllu að um leið og rafmagn er framleitt, er jarðhitavatnið kælt niður í heppilegan hita fyrir dreifikerfi hitaveitunnar. Við upphaf verkefnisins var leitað samstarfs við framleiðendur á búnaði til framleiðslu rafmagns úr heitu vatni en samkomulag náðist ekki og var því búnaður stöðvarinnar sem slíkur boðinn út og gerð stöðvarinnar réðist einfaldlega af hagstæðasta tilboði sem barst.

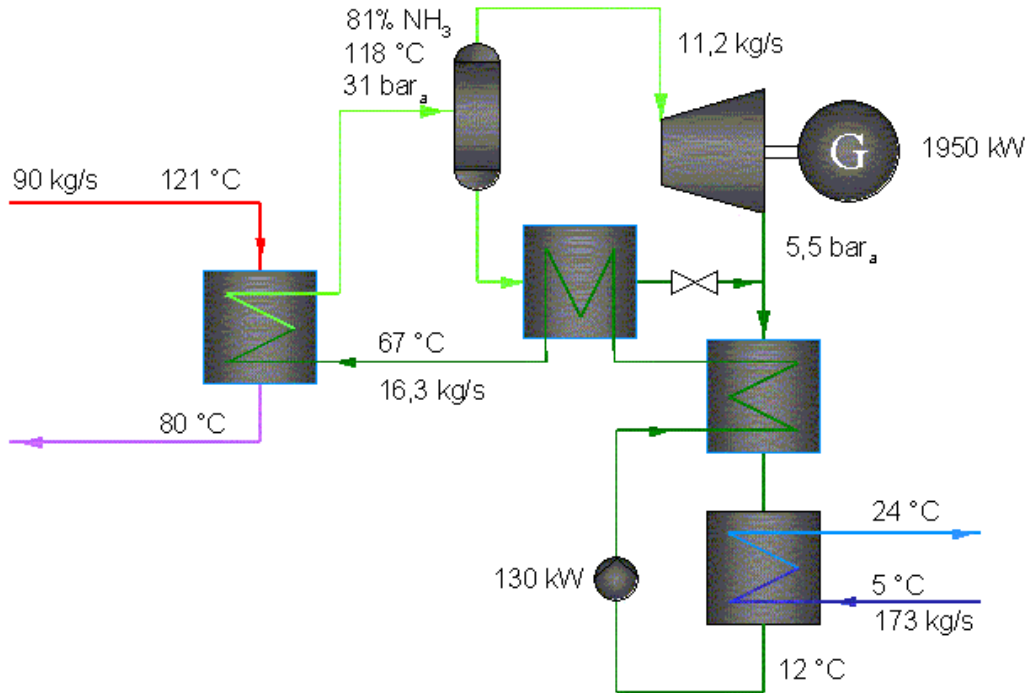
Í rafstöðinni er notuð svonefnd Kalina tækni, sem byggist á lokaðri hringrás þar sem blanda vatns og ammoníaks er notað sem flutningsmiðill. Eiginleikar þeirrar blöndu eru m.a. að við suðu og þéttingu breytist hitastig hennar en er ekki fast eins og ef um hreint efni væri að ræða.

Eftir að vökvinn hefur verið hitaður með borholuvatninu fer hann í skilju þar sem vökvi er skilinn frá gufu. Gufan, sem er rík af ammoníaki, er leidd í gegnum hverfil þar sem hún þenst út þegar þrýstingur er felldur og orkunni, sem við það myndast, er breytt í raforku í rafala sem tengdur er hverflinum. Vökvinn, sem skilinn er frá gufunni fyrir hverfilinn, forhitar blöndu á leið í heitavatnsvarmaskiptinn og er síðan blandað aftur við gufuna eftir hverfilinn. Blandan eftir hverfil er síðan kæld í forhitara og þétt í eimsvala. Eimsvallinn er kældur með 170 l/s af 4°C köldu vatni.

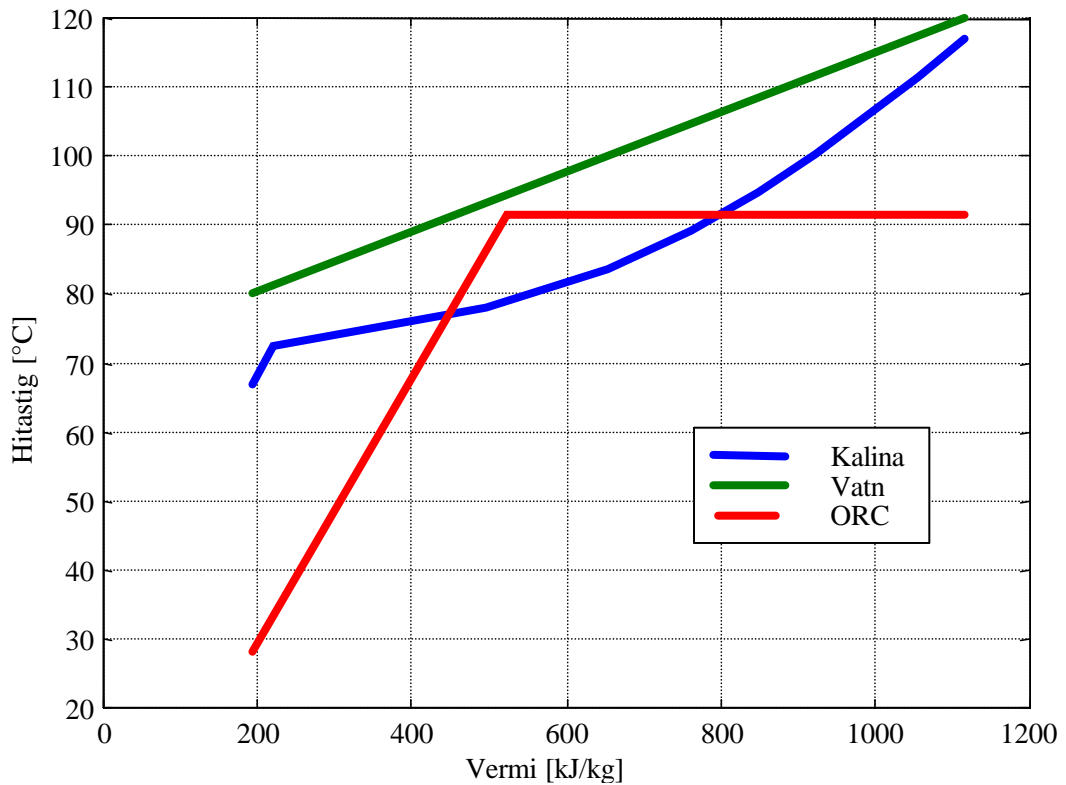
Frá eimsvalanum er kælivatnið leitt um frárennslisveitu út í baðlón sem gert hefur verið nokkru sunnan við Orkustöðina. Á leiðinni er þó hluti vatnsins tekinn út úr frárennslisveitunni og nýttur fyrir fiskeldi.

Vinnslurásin í einfaldaðri mynd er sýnd á mynd 3.3.1 þar sem upphaflegar hönnunarforsendur hafa verið umreiknaðar og aðlagðar breyttum forsendum varðandi jarðhitavatnið. Gildi í myndinni vísa til þess fræðilega, en um raungildi, sem mæld voru í lokaúttekt í nóvember 2001, er fjallað í kafla 4.4.

Kalinatæknin er nýng sem ekki hefur verið notuð á jarðhita fyrr. Tvívökvakerfi hafa verið notuð um árabíl en munurinn felst í mismunandi vökva, sem notaður er til raforkuframleiðslunnar í lokaðri hringrás. Í Kalina rásinni er notuð blanda af ammoníaki og vatni, en í hefðbundnum ORC rásum er pentan vökvi. Til fróðleiks er á mynd 3.3.2 suða þessara vökva borin saman, en þar kemur fram að suða pentan fer fram við fast hitastig, en blanda ammoníaks og vatns við breytilegt hitastig. Þessi munur í eðli gerir það að verkum að nýtni Kalinatækninnar verður mun betri í Húsavíkurlívikinu heldur en ef hefðbundin ORC rás hefði orðið fyrir valinu.



Mynd 3.3.1. Rafstöð – Einfölduð vinnslurás.



Mynd 3.3.2. Suða ammoníaksblöndu borin saman við suðu á pentanvökva

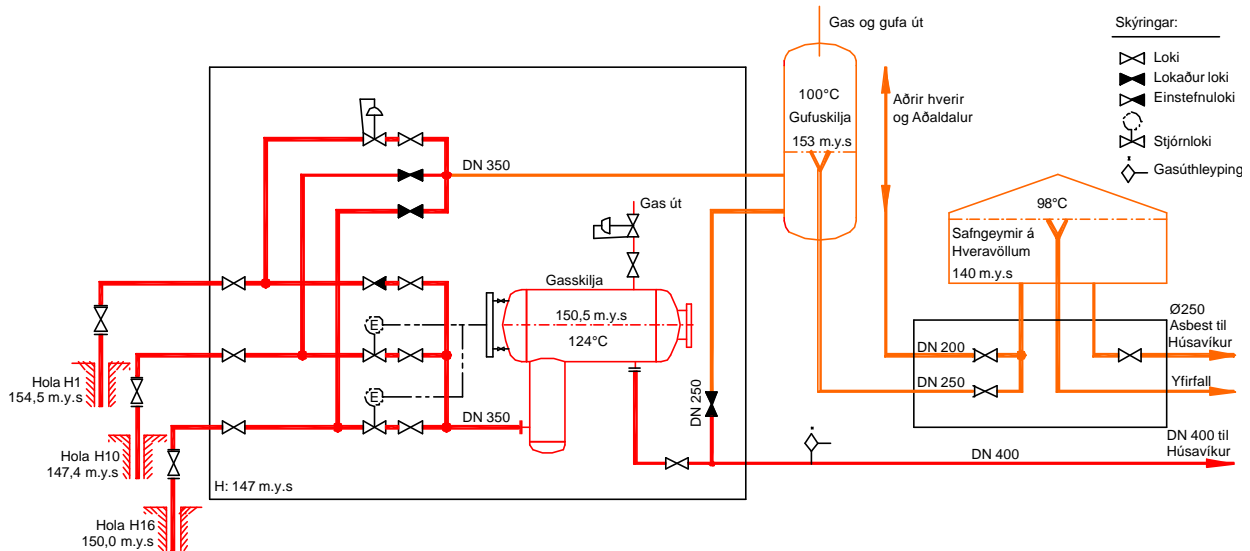
4 Mannvirki

Í þessum kafla verður fjallað um einstaka hluta veitukerfisins og lýst helstu mannvirkjum þess.

4.1 Virkjun

Til virkunar teljast hverir og borholur á Hveravöllum, safnæðar, gasskilja, gufuskilja, tengihús og miðlunargeymir. Á mynd 2.1 má sjá staðsetningu helstu mannvirkja.

Tenging hveranna er óbreytt frá því sem verið hefur frá því Hitaveita Húsavíkur tók til starfa 1970. Vatn fyrir Reykjahverfi er leitt beint úr hverunum um safnæðar í miðlunargeymi og þaðan liggur asbestbent steinpípa áleiðis til Húsavíkur. Vatn til gróðurhúsa á svæðinu er sjálfrennandi úr Uxahver og vatni fyrir Aðaldal er dælt frá hvernum Strút og er það eina dælingin frá virkjunarsvæðinu. Vatn frá borholum H1, H10 og H16 er leitt að tengihúsi um safnæðar. Safnæðarnar eru þrennskonar, asbestsbentar steinpípur frá hverunum, ofanjarðar stálpípa einangruð með steinull og klædd með áli frá holu H10 og hitaforspenntar stálpípur foreinangraðar með urethan í plastkápu frá H1 og H16.



Mynd 4.1.1. Kerfismynd af virkjun á Hveravöllum

Mynd 4.1.1 er kerfismynd af tengihúsinu á Hveravöllum. Vatn úr borholum H1, H10 og H16 fer inn á gasskilju. Á lögninni frá holu H1 er enginn stjórnloki. Á safnæðum frá H10 og H16 eru stjórnlokar sem stýrast af vatnsborði í skilju þannig að ef notkun eykst og vatnsborð byrjar að lækka, opna lokarnir. Stjórnstöð er forrituð þannig að ekki er opnað fyrir holu H16 fyrr en fullopnað hefur verið fyrir holu H10 og þegar dregur úr notkun er fyrst lokað fyrir H16. Gasinu er sleppt út í andrúmsloftið og á útstreyminu er stjórnloki sem heldur þrýstingi á skiljunni og fæst best afgösun með þrýstingi sem er rétt við suðumark borholuvatnsins, um 2,2 bar_a. Frá gasskiljunni fer vatnið í venjulegum rekstri inn á aðveituæðina til Húsavíkur, en streymi í æðinni er stýrt í Orkustöðinni á hinum enda æðarinnar.

Ef ekki er þörf fyrir yfir 120°C heitt vatn á Húsavík t.d. ef kælivatnsveita eða aðveituæð er úti vegna viðhalds, er unnt að leiða vatnið frá gasskiljunni í gufuskilju sem er utan við húsið. Í gufuskiljunni er vatnið soðið við andrúmsloftsþrýsting niður í um 100°C og leitt þannig inn á aðveituæðina. Gufuskiljan er samskonar og var á eldra veitukerfinu og í reynd er þessi tilhögun á rekstri nánast eins og áður var. Þetta dregur úr þörfinni fyrir kælingu í Orkustöð með varakæli, en kemur ekki í stað hennar þar eð aðveituæðin er það vel einangruð að nauðsynlegt er að kæla vatnið enn frekar áður en það fer inn á dreifikerfið á Húsavík. Almennt er þó varakælirinn notaður eingöngu þegar stöðva þarf rafstöðina.



Mynd 4.1.2. Hóla H10 (fremst), tengihús á Hveravöllum, á bak við sést í gufuskilju

Ef t.d. unnið er að viðhaldi á safnæðum frá hverunum er unnt að leiða hluta borholu-vatnsins inn á gufu-skiljuna, þaðan að miðlunargeyminum og inn á gömlu aðveitu-æðina, sem nú er notuð fyrir Reykjahverfi.



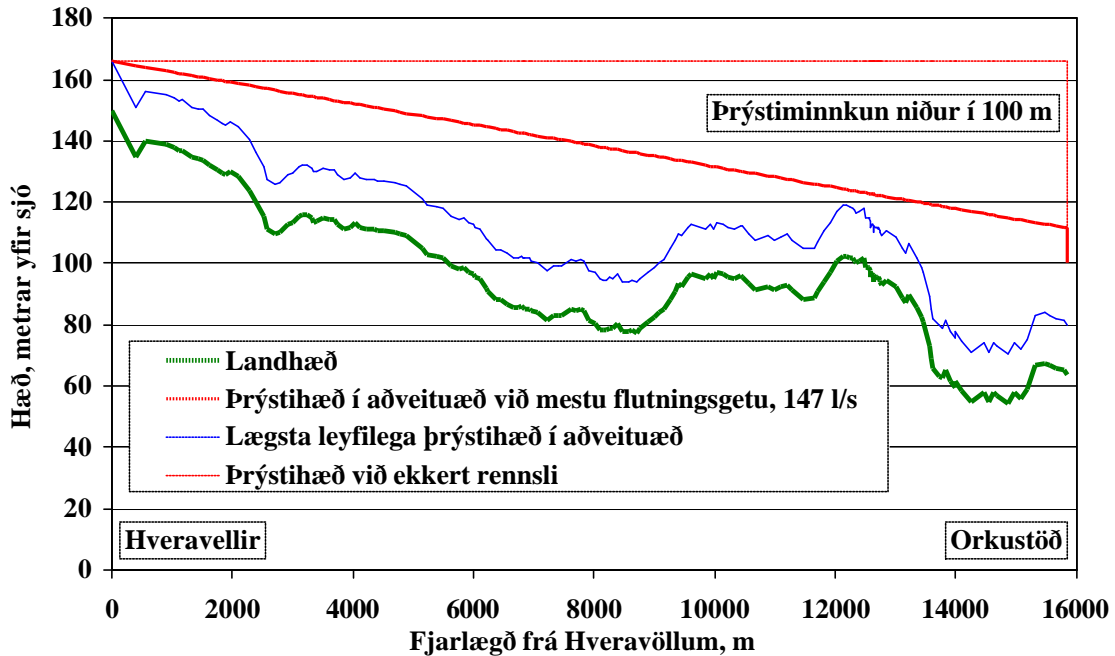
Mynd 4.1.3. Pípulögn í tengihúsi

4.2 Aðveituæð

Aðveituæðin frá Hveravöllum að Orkustöð er um 16 km löng DN400 stálpípa einangruð með polyurethan og í $\varnothing 560$ m PEH plastkápu. Hönnun æðarinnar miðast við að hún geti flutt 130°C heitt vatn. Hún er hitaforspennt með upphitunarþönum og voru þanar stilltir þannig að stálpípan er spennulaus við um 70°C hita.

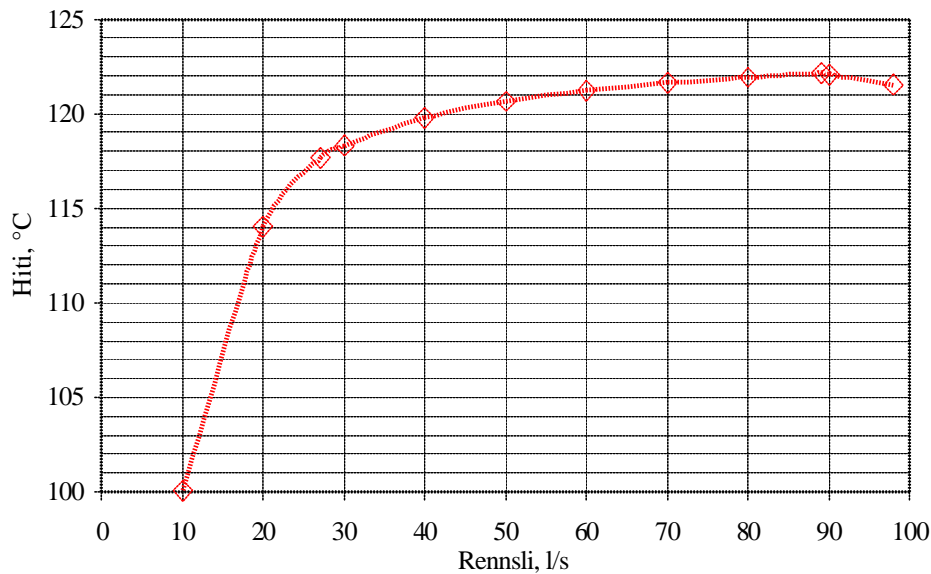
Mynd 4.2.1 sýnir langsnið og þrýstílnur fyrir aðveituæðina. Þrýstiminnkari er í Orkustöðinni sem tryggir um 100 m þrýstihæð inn á búnað stöðvarinnar.

Rennsli í æðinni ræðst af þörfinni fyrir heitt vatn til rafmagnsframleiðslu eða aðra notkun í Orkustöð og er því stýrt af stjórnlokum í stöðinni. Hámarksflutningsgeta aðveituæðarinnar án dælingar er 147 l/s og mesti þrýstingur í æðinni ef lokað er fyrir hana er um 15 bar, miðað við að lokunarþrýstingur á borholum sé um 5,6 bar (6,6 bar_a).



Mynd 4.2.1. Aðveituæð, langsnið og þrýstílna

Eins og fram kemur í kafla 2 er vatn í borholunum misheitt eða frá 115°C upp í 128°C. Varmatap í aðveituæðinni er 0,543 W/m°C, eða alls um 1,1 MW. Kólnunin fer síðan eftir rennsli í æðinni. **Mynd 4.2.2** sýnir áætlaðan vatnshita í Orkustöð við mismunandi rennsli. Gert er ráð fyrir að hola H1 sé alltaf fullopin, því næst bætist við hola H10 eftir þörfum og að lokum H16. Við hámarksálag fást nú 95 l/s úr holunum, sjá töflu 2.1



Mynd 4.2.2. Hitastig á vatni frá aðveituæð í Orkustöð

4.3 Orkustöð

Orkustöðin stendur á svæði sem skipulagt hefur verið sem iðnaðar- og athafnasvæði um 2 km sunnan byggðarinnar á Húsavík. Stöðin skiptist í dreifistöð, rafstöð, stjórnstöð, spennistöð og gestamóttöku með sýningaraðstöðu. Í dreifistöðinni er stýrt rennsli í aðveituæðum fyrir heitt og kalt vatn að stöðinni og þar er einnig stýrt hita og rennsli vatns til einstakra hluta kerfisins. Rafstöðin framleiðir um 1,7 MW af rafmagni út á netið og er stöðin lykillhuti nýja veitukerfisins. Hún er fyrsta stöð sinnar tegundar í heiminum.

Hér á eftir verður lýst í grófum dráttum flæði í gegnum dreifistöðina, sjá mynd 3.2.1, en í kafla 4.4 verður fjallað um rafstöðina.



Mynd 4.3.1. Orkustöðin

Þar sem aðveituæðin frá Hveravöllum kemur inn í dreifistöðina er þrýstijafnari sem tryggir að stöðugt sé 2,0 bar þrýstimunur til ráðstöfunar í stöðinni, þ.e. þrýstingur eftir þrýstijafnarann er ávallt 2,0 bar hærrí en þrýstingur í æðinni sem liggur upp í opinn miðlunargeymi. Eftir þrýstijafnarann er greining í stofnæð fyrir 121°C vatn sem liggur að hafnarsvæðinu á Húsavík. Út úr þeirri æð er unnt að taka heitt vatn til iðnaðarnota á svæðinu við Orkustöðina og til íblöndunar við vatn frá miðlunargeyminum, ef það er kaldara en 80°C. Fer sú blöndun fram um hitastýrðan stjórnloka. Meginhluti heita vatnsins og oft allt vatnið fer inn á rafstöðina, en streymi þangað er stýrt af stjórnloka sem tilheyrir rafstöðinni.

Vatnið kemur til baka frá rafstöðinni um 80°C heitt og fer beint í miðlunargeymi og þaðan í stofnæð hitaveitunnar til Húsavíkur. Umframvatn fer um yfirfall á geyminum í fráveitukerfi Orkustöðvarinnar.

Kælivatn kemur að dreifistöðinni frá vatnsbólí Húsavíkurbæjar og fer yfirleitt beint inn á eimsvala rafstöðvarinnar. Gert er ráð fyrir að í dreifistöðinni verði úttak fyrir vatnsveitu á iðnaðarsvæðinu við Orkustöðina, bæði vegna almennrar vatnsnotkunar og fyrir slökkvivatn. Á því úttaki verða dætur. Ef rafstöðin er ekki í gangi er heita vatnið og kælivatnið leitt í gegnum varakæli þar sem vatnið frá Hveravöllum er kælt niður í 80°C áður en það fer inn í stofnæð að miðlunargeymi. Kalda vatnið hitnar í rafstöðinni eða varakælinum í um 23°C og er veitt í fráveitukerfi Orkustöðvarinnar þar sem það blandast yfirfallsvatninu frá miðlunargeyminum og er fráveituvatnið eftir það um 30°C.



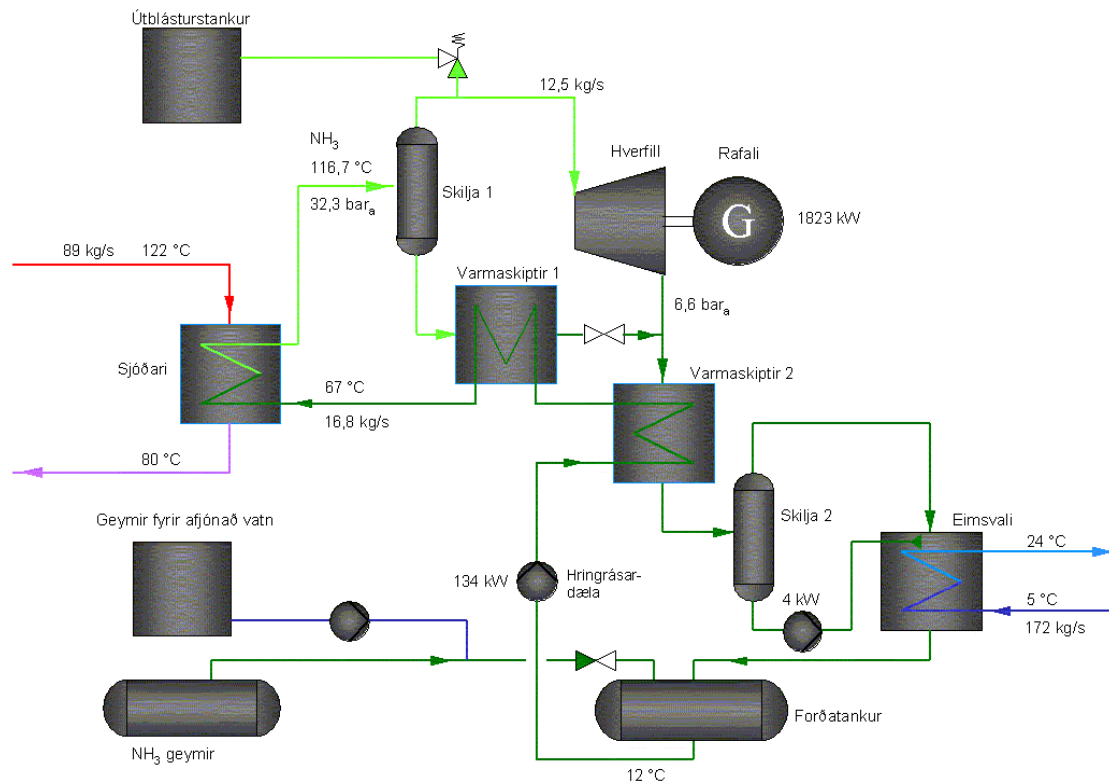
Mynd 4.3.2. Úr dreifistöð

Frá dreifistöðinni er því unnt að afhenda:

- 121°C heitt vatn til rafmagnsframleiðslu í rafstöð.
- 121°C heitt vatn til iðnaðarnota á iðnaðarsvæðinu við Orkustöðina eða á hafnarsvæðinu á Húsavík.
- 80°C vatn til húshitunar og iðnaðarnota á Húsavík.
- 4°C kælivatn fyrir rafstöðina.
- 4°C vatn fyrir vatnsveitu á iðnaðarsvæðinu við Orkustöðina.
- 23°C vatn fyrir fiskeldi.
- 23°C – 35°C vatn fyrir baðlón.

4.4 Rafstöð

Mynd 4.4.1 sýnir vinnslurás rafstöðvarinnar. Tölur í vinnslurásarmyndinni (**mynd 4.4.1**) eru miðaðar við gildi sem mæld voru þegar endanleg úttekt fór fram á stöðinni í nóvember 2001. Stöðin hefur verið rekin við mismunandi skilyrði allt frá upphafi, auk þess sem nokkur vandkvæði hafa verið við að fá einstök tæki í rásinni í full afköst. Rekstrartölur á hinum ýmsu tímum sýna þess vegna enn önnur gildi. Þegar gildin eru borin saman við vinnslurásina, sem sýnd er á **mynd 3.3.1** koma í ljós nokkur frávik og verður grein fyrir þeim síðar í þessum kafla.



Mynd 4.4.1 Vinnslurás rafstöðvar

4.4.1 Lýsing á rás og tækjum

Rafstöðin fær jarðhitavatnið um 121°C inn á sjóðarann þar sem það er kælt í um 80°C. Sjóðarinn er láréttur rörvarmaskiptir samtals um 15,8 m að lengd og er varmaflötur hans 1600 m². Í sjóðaranum er blanda af ammoníaki og vatni hituð úr 67°C í suðu. Blandan fer úr sjóðaranum almennt 116-118°C heit og er ammoníaksgufan þá blönduð vatni. Í rekstri hefur hitinn á blöndunni farið niður í 113°C og upp í 120°C.

Úr sjóðaranum er blandan leidd í rakaskilju (skilju 1) þar sem vatnið er skilið frá ammoníakgufunni og leitt í varmaskipti (varmaskipti 1 eða forhitara 1) áður en það er blandað við ammoníaksgufuna frá hverfli.

Ammoníaksgufan samtals á bilinu 11-13 kg/s, er leidd að hverflinum þar sem raforkan er framleidd. Hverfillinn er gufuhverfill sem hannaður er fyrir venjulega vatnsgufu, en ammoníaksgufu svipar mjög til vatnsgufu hvað mólþunga varðar. Inntaksþrýstingur er 31-33 bar_a og þrýstingur aftan hverfilsins hefur verið 6-7 bar_a en hönnunarþrýstingur er 5,5-5,6 bar_a. Enn sem komið er hefur ekki verið hægt að ná því gildi.

Áður en gufan er leidd inn á eimsvalann er vatni frá forhitara 1 blandað í gufuna og leitt inn á annan varmaskipti (varmaskipti 2 eða forhitara 2) þar sem blandan er kæld um leið og hún hitar blönduna frá hringrásardælu. Frá forhitara 2 er blandan leidd í skilju (skilju 2) sem skilur vatnið frá í þeim tilgangi að stýra streyminu inn á eimsvalann og tryggja virkni hans. M.a. er á leiðinni dæla sem hækka þrýstinginn á vatninu svo að mögulegt sé að úða vatninu inn á eimsvalann. Þessi dæla tekur aðeins um 4 kW í rafafli.

Að lokum er ammoníakgufan þétt í eimsvala sem er plötuvarmaskiptir með alls um 1500 m² varmaskiptaflöt. Hönnun pakkningar í eimsvalanum er tvöföld og þannig frá gengin að ekki verður leki á milli hluta eimsvalans og þannig vel tryggt að ammoníak geti ekki lekið og blandast kælivatninu, en þetta er mjög mikilvægt með hliðsjón af möguleikum til nýtingar á volgu kælivatninu til t.d. fiskeldis. Kælingin er drifin af köldu fersku vatni en kælivatnsveitunni er nánar lýst í kafla 4.5.

Frá eimsvalanum remur vökvinn inn í forðatank þar sem hringrásardælan eða höfuðdælunni er fyrir komið, en þessi dæla drífur alla hringrásina. Hiti vökvans inn á dælu er um 12°C og afl dælnnar er 130 kW og við það er þrýstingur á vökvanum hækkaður úr um 6,5 bar_a í um 32 bar_a.



Mynd 4.4.1.1. Úr sal: eimsvalar í forgrunni, hverfil-rafalásamstæða í bakgrunni

Í rásinni er auk þess búnaður til þess að meðhöndla ammoníakið í stöðinni bæði við gagnsetningu rásarinnar og við stöðvun hennar auk þess sem neyðarútblastur eða öryggisútblastur er á kerfinu ef þrýstingur fer upp fyrir tiltekin mörk. Þessar tengingar eru sýndar í mynd 4.4.1. Samtals eru um 11 tonn af ammoníaki í stöðinni og eru gerðar ráðstafanir til þess að það nái ekki að sleppa út í andrúmsloftið. Magnið er umtalsvert eða tvö- til þrefalt það sem er í stóru frystihúsi.

Nokkur leki ammoníaks er út um áspétti hverfilsins, en til þess að það verði sem minnst er köfnunarefni notað á þéttinguna. Engu að síður er nauðsynlegt að bæta inn ammoníaki í kerfið vegna þessa leka, en magn þess á ári við venjulegan rekstur er áætlaður um 5000 kg eða 40% af magninu í rásinni. Þessi leki er meiri en hönnunarskilyrði gera ráð fyrir.

4.4.2 Afl stöðvar

Rafstöðin er sniðin að framleiðslu rafmagns um leið og hún kælir jarðhitavatnið áður en það er nýtt fyrir hitaveituna. Aflið frá stöðinni dugar ekki fyrir aflnotkun á svæðinu, en nýtingartími afltoppsins á að geta verið umtalsverður þegar horft er á heildarorkunotkun svæðisins á ári hverju. Engu að síður þarf Húsavík að kaupa afl til viðbótar en orkukaupin eru hlutfallslega lítil. Á undanföllum árum hefur rafmagnsnotkun á svæðinu verið vaxandi og eftir því sem það vex meira eykst nýtingartími stöðvarinnar. Miðað við þær forsendur sem gefnar voru í upphafi t.d. í umsókn um Thermie styrkinn þá er stöðin að skila mun meira afli og orkuvinnslu en upphaflega var gert ráð fyrir.

Afl stöðvarinnar á að vera 1950 kW samkvæmt umreiknuðum hönnunarforsendum og frá því þarf að draga eigin notkun til þess að fá afl úr á net (nettó afl). Í lokaúttekt í nóvember 2001 voru afköstin mæld og skilaði stöðin þá 1823 kW sem er um 7% lægra en umreiknaðar hönnunarforsendur. Reynslan sýnir að engin vandamál eru varðandi sjálfa Kalina tæknina, heldur afkasta einstök tæki í rásinni minna álagi en forsendur segja fyrir um.

Til þess að fá sem mest afl út úr stöðinni við breyttar hönnunarforsendur hefur reynt vel að breyta bæði blönduhlutfalli og nokkrum öðrum breytistærðum. Þannig er inntaksþrýstingur hverfils lítilllega hærri og streymishraði verulega aukinn í hringrásinni. Eins er hlutfall ammoníaks og vatns lítið eitt frábrugðið því sem hönnunarforsendur segja fyrir um.

4.4.3 Reynslurekstur og gangsetningarvandamál

Allt frá því gangsetning hófst hafa ýmsir smá kvillar komið upp sem leystir hafa verið einn af öðrum. Mestum usla hefur megin skiljan í rásinni valdið (skilja 1). Strax við gangsetningu stöðvarinnar olli skiljan umtalsverðum vandræðum þar sem virkni hennar var langt frá skilgreindum afköstum, vatnsdropar bárust með ammoníaksgufunni inn á hverfil og slitu honum verulega, en þetta hefur nú verið lagfært m.a. með því að setja upp nýja skilju. Í upptekt hverfils í maí og september 2002 komu enn í ljós slitskemmdir í hverfli og er því ljóst að enn þarf að bæta skiljuna.

Þrátt fyrir að til staðar sé kælivatn í meira magni en hönnunarforsendur gerðu ráð fyrir hefur reynst erfitt að ná eimsvalaprýsting niður í skilgreint gildi. Eimsvalinn er óvenjulegur fyrir þær sakir að vera plötuvarmaskiptir fyrir tvífasastreymi þar sem ammoníakgufan er leidd inn í eimsvalann á hefðbundinn máta en vatninu er úðað inn í eimsvalann í gegnum sérstaka úðastúta. Gerðar hafa verið tilfærslur með þessa stúta og hefur það skilað nokkrum árangri en þó hafa afköstin ekki náðst 100%. Unnið hefur verið að tillögum til endurbóta í samráði við framleiðanda eimsvalans.

Endurbætur og lagfæringar meðan á gangsetningu og reynslurekstri stóð hafa þannig verið umtalsverðar og enn er hægt að bæta úr. Öll framkvæmdir hefur tekið verulega langan tíma, sem á sínar eðlilegu skýringar. Þrátt fyrir þessi vandræði hefur tekist að yfirstíga erfiðleikana og í dag er stöðin til fyrirmyndar hvað frágang og rekstur varðar og er búist við því að hún muni draga að sér fjölda áhugasamra tækni- og vísindamanna.

4.5 Kælivatnsveita – Frárennslisveita

Mynd 4.5.1 sýnir yfirlitskort af kælivatns- og frárennslisveitunni. Rafstöðin þarf um 190 l/s af 4°C vatni. Vatnið er leitt frá vatnsbólum Húsavíkurbæjar að Orkustöðinni, 3,1 km leið í PEH plastpípu.

Fyrstu 1,8 km frá vatnsbólunni er pípan DN400, en stækkar síðan í DN450. Með þessum pípuvæddum er unnt að flytja að Orkustöðinni um 200 l/s frá núverandi vatnsbólum og um 80 l/s til viðbótar frá vatnsbólum við Þorvaldsstaðaá, ef þörf er á meira köldu vatni á svæðið vegna aukinnar rafmagnsframleiðslu eða annarrar starfsemi sem krefst aukins fersks vatns.



Mynd 4.5.1. Kælivatns- og frárennslisveita, yfirlitsmynd

Í eimsvala rafstöðvarinnar hitnar kælivatnið í um 23°C og er leitt þannig í frárennslisveituna. Í frárennslisveituna rennur einnig umframframleiðsla af 80°C heitu vatni um yfirfall frá miðlunargeyminum þegar ekki er markaður fyrir allt 80°C vatnið sem kemur frá rafstöðinni. Það magn er breytilegt eftir álagi, en er við núverandi markað almennt á bilinu 20 – 60 l/s.

Vatnshiti í frárennslisveitunni breytist eftir vatnsmagni sem fer um yfirfall geymisins og getur verið á bilinu 25 – 40°C, en almennt er hann 30 – 35°C.



Mynd 4.5.2. Baðlón

Frárennslisvatnið er leitt frá Orkustöðinni að baðlóni sem gert var um 0,9 km sunnan stöðvarinnar, sjá mynd 4.5.1. Frárennslislögnin er DN400 polypropylen pípa. Um 0,4 km frá stöðinni er greining úr lögninni fyrir fiskeldisstöð og fær stöðin að jafnaði um 20 l/s af 30°C heitu vatni úr frárennslisveitunni. Unnt er að auka afhendingu vatns til fiskeldis verulega ef þörf er á.

Úr baðlóninu er vatninu veitt í tilbúna tjörn neðan þjóðveggar og gömlu aðveituæðarinnar og þaðan til sjávar.

4.6 Miðlunargeymir

Austan við Orkustöðina er miðlunargeymir sem rúmar 650 m³ vatns, en það samsvarar um 2,5 klst. hámarksþörf hitaveitunnar á Húsavík og tæplega tveggja klukkustunda núverandi hámarksrennslis í aðveituæðinni. Botn geymisins er í 80 m hæð yfir sjó og hæsta vatnsborð í 86,3 m hæð. Hæsta byggð á Húsavík er í um 65 m hæð og fæst vatn að öllum húsum með sjálfrennslis úr geyminum. Til aukinna þæginda fyrir notendur eru þó dælurnar sem fyrir voru notaðar til að auka þrýsting í efstu húsum. Dælurnar eru hraðastýrðar og er rafmagnsnotkun mjög lítil.



Mynd 4.6.1. Miðlunargeymir að kvöldlagi

Hlutverk geymisins er að auka þægindi í rekstri þannig að unnt sé að sinna tengingum og minniháttar viðhaldi á virkjun, aðveituæð og í Orkustöð án þess að trufla rekstur hitaveitunnar. Meginhlutverkið er þó að jafna álagssveiflur í rafmagnsframleiðslu annarsvegar og hitaveitu hinsvegar. Á köldum dögum þegar álag á hitaveituna er í hámarki getur komið upp sú staða að rafmagnsframleiðsla að næturlagi krefjist minna vatns en hitaveitan þarfnast. Er þá unnt að draga verulega úr streymi í aðveituæð og ganga á forða í geyminum yfir nóttina og safna síðan í hann yfir daginn þegar rafmagnsframleiðslan þarf að jafnaði meira vatn en hitaveitan.

4.7 Stofnæð

Til stofnæða teljast æðar milli Orkustöðvar og miðlunargeymis og frá Orkustöðinni til Húsavíkur. Í báðum eru tvær pípur. Í æðinni milli Orkustöðvar og geymis eru tvær einangraðar DN350 stálpípur í 500 mm plastkápu og flytja þær 80°C vatn að og frá geyminum. Æðin til Húsavíkur er samskonar DN350 pípa og DN150 pípa í DN250 mm plastkápu. Víðari pípan tengist hitaveitudreifikerfinu á Húsavík og flytur 80°C vatn fyrir húshitun og aðra notkun. Grennri pípan er fyrir allt að 130°C heitt vatn og liggur að hafnarsvæðinu á Húsavík þar sem fyrirtækjum stendur vatnið til boða til iðnaðarnota. Pípurarnar eru hefðbundnar stálpípur, foreinangraðar með polyurethan í PEH hlífðarkápu, samskonar og í aðveituaðinni.

4.8 Stjórnbrunnur á hafnarsvæði

Gert er ráð fyrir að á enda DN150 stofnæðarinnar á hafnarsvæðinu verði byggður stjórnbrunnur. Frá stjórnbrunninum verður lagt tvöfalt dreifikerfi að fyrirtækjum sem hug hafa á að fá um 120°C heitt vatn. Önnur lögnin flytur vatn að fyrirtækjunum, en hin er fyrir 80°C bakvatn frá fyrirtækjunum. Bakvatnið verður sett inn á dreifikerfi hitaveitunnar í gegnum þrýstistýrðan stjórnloka og/eða dælu ef þess er þörf. Ákvörðun um fyrirkomulag verður ekki tekin fyrr en samið hefur verið við fyrirtæki um vatnsölu. Sum fyrirtæki geta nýtt 120°C heita vatnið allt niður í 30° og munu þau sjálf annast förgun bakvatns. Önnur fyrirtæki nýta vatnið aðeins niður í um 80°C – 100°C og verður bakvatn frá þeim leitt að stjórnbrunninum og sett inn á dreifikerfið.

4.9 Dreifikerfi

Allt dreifikerfi hitaveitunnar á Húsavík er einfalt og er gert ráð fyrir að svo verði áfram e.t.v að undanskildu kerfinu fyrir 120°C vatn á hafnarsvæðinu. Meginstofn dreifikerfisins er DN250 pípa í steiptum stökk frá 1970. Út frá stofninum greinast foreinangraðar stálpípur í plastkápu, DN20 – DN150. Mikill hluti kerfisins er frá 1970, en nýjar lagnir hafa verið lagðar eftir því sem byggð hefur þróast og nokkur hluti dreifikerfisins var endurnýjaður þegar breiðband var lagt um bæinn. Gert er ráð fyrir að endurnýja þurfi elstu dreifiæðarnar á næstu 30 árum.

Allt heitt vatn er selt um rennslismæla og greiða notendur fyrir mælt magn. Notendur fá vatnið að meðaltali um 75°C heitt og sjá sjálfir um förgun þess. Algengast er að leiða það í frárennsliskerfi húsa. Notendum er heimilt að nýta eins mikinn varma úr vatninu og þeir hafa tök á. Almenn er hefðbundið ofnakerfi í húsum og er áætlað að við hámarksálag sé vatninu fargað 35°C heitu. Við minna álag er vatnið nýtt lengra niður. Sumir notendur nýta bakvatnið úr hitakerfunum til snjóbræðslu og nýta það niður í um 15°C og jafnvel betur utan mesta álags.

Eins og fram kemur í grein 4.6 er nú sjálfrennsli frá miðlunargeyminum í öll hús í bænum. Frá fyrri tíð eru til staðar tvær dælustöðvar sem dældu vatni til efstu húsa, önnur í suðurhluta bæjarins, en hin í norðurhlutanum. Þessum stöðvum verður haldið við og þær notaðar ef þrýstifall í stofnæð vex með aukinni notkun í framtíðinni.

5 Nýting varmaafis

Eins og áður hefur komið fram er mikið lagt upp úr sveigjanleika þannig að unnt sé að nýta varmaorkuna þar sem hagkvæmast er hverju sinni. Nú eru meginstöðirnar húshitun og rafmagnsframleiðsla og gefur sú nýting meginhluta tekna veitunnar. Þá er notkun 80°C vatns til iðnaðar einnig mikilvæg og unnt að auka þá nýtingu umtalsvert ef markaður er fyrir hendi. Í dag er ekki til ráðstöfunar 120°C heitt vatn til iðnaðar þegar rafmagnsframleiðsla er í hámarki. Hinsvegar er ekkert því til fyrirstöðu að afhenda slíkt vatn utan mesta álags á rafstöðina. Þegar eftirspurn eftir 120°C heitu vatni er orðin nægileg er gert ráð fyrir að bora eftir meira vatni á Hveravöllum. Flutningsæðar og búnaður til að flytja það vatn til notenda er til staðar.

Varmaorka til húshitunar, rafmagnsframleiðslu og iðnaðar er forgangsorka. Þegar hlutfall þessara þátta orkunýtingar er hagstæðast getur allt heita vatnið nýst niður í um 35°C í þessari forgangsnýtingu og utan mesta álags allt niður í 20°C. Við þessa nýtingu fellur til mikið af 20 – 35°C heitu vatni sem unnt er að láta í té á mjög hagkvæmum kjörum fyrir starfsemi sem getur nýtt vatn á þeim hita. Snjóbræðsla og fiskeldi er dæmigerð nýting á þessu vatni. Það vatn sem ekki er markaður fyrir sem stendur er leitt í baðlón sem gert var sunnan Orkustöðvarinnar. Þó sú nýting afli Orkuveitu Húsavíkur ekki tekna er hún engu að síður mikilvæg til að bæta mannlíf á staðnum og getur t.d. haft jákvæð áhrif á ferðaþjónustu.

Í *töflu 5.1* og á *mynd 5.1* er yfirlit hvernig varmaafi frá jarðhitasvæðinu á Hveravöllum er nýtt. Er þá miðað við það varmaafi sem er ofan við hita vatns í vatnsbólum bæjarins, 4°C. Miðað er við nýtingu við hámarksálag á hitaveitu og rafmagnsframleiðslu árið 2001, sjá *mynd 3.2.1*.

Tafla 5.1. Nýting varmaafis

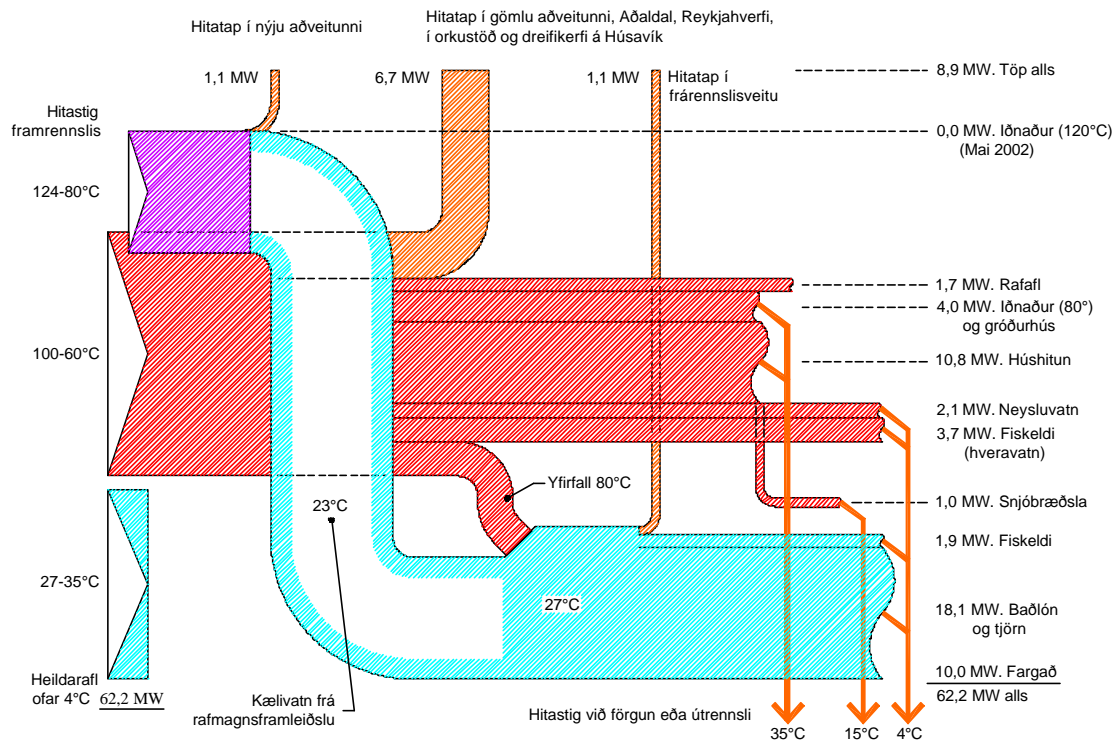
Heildarafl úr jarðhitasvæðinu ofan við 4°C			62,2 MW	100%
Afl úr borholum H1, H10 og H16	48,5 MW	78%		
Afl úr hverum	13,7 MW	22%		
Selt afl			25,2 MW	41%
húshitun (75° - 35°C)	10,8 MW	17%		
kranavatn (böð, þvottar) (75° - 4°C)	2,1 MW	3%		
rafmagn (121° - 80°C)	1,7 MW	3%		
iðnaður, 120°C (121° - 80°C)	0 MW	0%		
iðnaður, 80°C (75° - 35°C)	1,6 MW	3%		
gróðurhús (100° - 35°C)	2,4 MW	4%		
snjóbræðsla (35° - 15°C)	1,0 MW	2%		
fiskeldi (27° og 60° - 4°C)	5,6 MW	9%		
Nýtt afgangsafl			18,1 MW	29%
baðlón (27° - 4°C)	18,1 MW	29%		
Töp			8,9 MW	14%
í aðveituæð (124° - 121°C)	1,1 MW	2%		
í Aðaldal (100° - 75°C)	0,8 MW	1%		
í Reykjahverfi (100° - 75°C)	1,3 MW	2%		
í gömlu aðveituæðinni (100° - 60°C)	2,6 MW	4%		
í dreifikerfi á Húsavík (80° - 75°C)	1,5 MW	2%		
í frárennslisveitu	1,1 MW	2%		
í rafstöð	0,5 MW	1%		
Vatni fargað			10,0 MW	16%
þar af 35°C vatn frá húshitun og iðnaði	9,5 MW	15%		
þar af 15°C vatn frá snjóbræðslu	0,5 MW	1%		

Nýting varmaorku yfir árið er mjög frábrugðin aflnýtingu við mesta álag. Nýtingartími hámarksafis við rafmagnsframleiðslu er áætlaður um 7.000 klst., nýtingartími hámarksafis til húshitunar er áætlaður um 4.400 klst. og til iðnaðar um 6.000 klst. á ári. Þetta þýðir að utan mesta álagstíma fellur til í Orkustöðinni meira af 80°C vatni. Meðan ekki er fyrir hendi annar markaður fer þetta vatn til hitunar baðlóns. Töp í aðveituæðum og dreifikerfum breytast mjög lítið eftir árstíðum og eru því hærra hlutfall árlegrar orku en afis við mesta álag. Þá er allt vatn úr

hverum sjálfrennandi og þegar ekki eru not fyrir það rennur það ónýtt út í læki og þaðan til sjávar. **Tafla 5.2** sýnir áætlaða árlega nýtingu þeirrar orku (ofan við 4°C) sem unnin er úr jarðhitasvæðinu.

Tafla 5.2. Árleg nýting varmaorku ofan við 4°C

Heildarorka úr jarðhitasvæðinu			459 GWh	100%
Orka úr borholum H1, H10 og H16	339 GWh	74%		
Orka úr hverum	120 GWh	26%		
Seld orka			135 GWh	29%
húshitun	48 GWh	10%		
kranavatn (böð, þvottar)	9 GWh	2%		
rafmagn	12 GWh	3%		
iðnaður, 120°C	0 GWh	0%		
iðnaður, 80°C	10 GWh	2%		
gróðurhús	10 GWh	2%		
snjóbræðsla	1 GWh	0%		
fiskeldi	45 GWh	10%		
Nýtt afgangorka			177 GWh	39%
baðlón	177 GWh	39%		
Töp í aðveituæðum og dreifikerfum			75 GWh	17%
Vatni fargað			68 GWh	15%
bakvatn í dreifikerfum	43 GWh			
ónotað vatn úr hverum	25 GWh			



Mynd 5.1 Flæðirit fyrir nýtingu varmaafis ofan 4°C við hámarksálag.

6 Stofnkostnaður, orkuverð

6.1 Stofnkostnaður

Tafla 6.1 sýnir stofnkostnað allra mannvirkja sem eru hluti af nýju hitaveitukerfi á Húsavík og rafstöð til framleiðslu á 1,7 MW raforku ásamt vatnsveitu og rafveitu fyrir iðnaðarsvæðið við Orkustöðina. Stofnkostnaðurinn er bókfærður kostnaður á verðlagi hvers árs 1999 – 2001.

Tafla 6.1. Stofnkostnaður

Virkjun á Hveravöllum	32,7 Mkr
Aðveituæð	283,6 Mkr
Stofnæð DN350 fyrir 80°C vatn	57,3 Mkr
Stofnæð DN150 fyrir 122°C vatn	14,2 Mkr
Aðaldreifistöð	62,6 Mkr
Rafstöð	332,3 Mkr
Miðlunargeymir	12,5 Mkr
Vatnsveita, kælivatnsveita, frárennslisveita, baðlón	58,7 Mkr
<u>Háspennustrengur og tengingar</u>	<u>25,3 Mkr</u>
Heildarkostnaður án vaxta á byggingartíma	879,2 Mkr
<u>Vextir á byggingartíma</u>	<u>94,4 Mkr</u>
Stofnkostnaður, samtals	973,6 Mkr

Meginhluti stofnkostnaðar var fjármagnaður af Orkuveitu Húsavíkur, en til viðbótar kom styrkur frá Evrópusambandinu og framlag þátttakenda í verkefninu. Fjármögnun var eftirfarandi:

Styrkur Evrópusambandsins, Thermie:	51,6 Mkr
Framlag aðila að verkefninu, hönnuða og pípuframleiðanda:	15,2 Mkr
<u>Fjármögnun Orkuveitu Húsavíkur</u>	<u>906,8 Mkr</u>
Samtals	973,6 Mkr

6.2 Orkuverð

Orkuveita Húsavíkur annast:

- Vinnslu, flutning, dreifingu og sölu á heitu vatni.
- Vinnslu, flutning, dreifingu og sölu á köldu vatni.
- Framleiðslu, flutning, dreifingu, kaup og sölu á rafmagni.

Nýja hitaveitukerfið á Húsavík og rafstöðin sem fjallað hefur verið um í þessari grein eru hluti af mannvirkjum Orkuveitunnar og koma inn sem hluti af rekstri hennar. Ekki er gerð tilraun til að reikna sérstaklega út rekstrarkostnað þessara mannvirkja eða kostnaðarverð orku frá þeim. Orkuveita Húsavíkur selur alla sína orku beint til notenda og endurspeglar gjaldskrá fyrirtækisins því endanlegt verð til notenda og er því ætlað að standa undir öllum kostnaði við fjárfestingu og rekstur eldri og nýrra mannvirkja veitunnar. Orkuverð án vsk. skv. gjaldskrá í apríl 2002 er:

Rafmagn

Til heimilisnotkunar	7,99 kr/kWh
Til iðnaðarnotkunar	4,7 – 7,0 kr/kWh, háð nýtingartíma og stærð notanda.

Heitt vatn

Til húshitunar	0,9 – 1,3 kr/kWh háð nýtingu varma og stærð notanda.
Til iðnaðar	0,33 kr/kWh.

Kalt vatn

Til iðnaðar	2,95 – 11,79 kr/m ³
-------------	--------------------------------

7 Lokaorð

Í þessari grein hefur verið fjallað um nýtingu jarðhitaorku hjá Orkuveitu Húsavíkur eftir breytingar sem gerðar voru á hitaveitukerfinu á árunum 1999 – 2000. Eins og fram kemur í inngangi var markmið breytinganna að:

- að tryggja næga orku fyrir viðskiptavini veitunnar.
- að auka fjölbreytni í nýtingu jarðhitaorku.
- að nýta jarðhitaorkuna og mikið framboð af fersku köldu vatni til að laða að nýja viðskiptavini og efla atvinnulíf á veitusvæðinu.
- að auka nýtni þeirrar orku sem tekin er úr jörðinni.
- að tryggja æskilegan hita á vatni til notenda.

Helsta breytingin fólst í því að orka sem áður streymdi ónýtt út í loftið er nú nýtt til rafmagnsframleiðslu. Einnig er nú unnt að selja yfir 120°C heitt vatn til iðnaðarframleiðslu jafnframt því sem möguleikar á sölu vatns á lægra hitastigi t.d. við 80°C eða 40°C hafa stóruáhrif.

Áhersla var lögð á sveigjanlega nýtingu þannig að nýta mætti orkuna á sem hagstæðastan hátt miðað við ríkjandi aðstæður hverju sinni. Orkuveita Húsavíkur á t.d. kost á að kaupa rafmagn annarsstaðar frá og selja 122°C heitt vatn í staðinn til iðnaðar, ef slík sala skilar meiri tekjum en nemur kostnaði við raforkukaup. Heitt vatn sem ekki er selt er nú allt leitt í baðlón sem opið er bæjarbúum og gestkomandi og nýtist þannig fólki til ánægju þótt OH hafi ekki tekjur af þeirri nýtingu.

Mat höfunda er að framantalin markmið með framkvæmdunum hafi náðst .

8 Heimildaskrá

- [1] Endurnýjun hitaveitu–langtímaáætlun. Fjarhitun hf., desember 1996.
- [2] Orkuveita Húsavíkur – Frumáætlun raforkuvinnslu, VGK, október 1997
- [3] Hitaveita Húsavíkur – Mælingar á heitu vatni á hveravöllum, Fjarhitun hf, 009/mars 1997
- [4] The Hveravellir Geothermal Field, NE-Iceland, Conceptual Model and Reservoir Assessment, Orkustofnun/Gax 20/01/98.
- [5] Nýtt hitaveitukerfi. Frumhönnun 1. áfangi–kerfishönnun. Fjarhitun hf., maí 1998.
- [6] Innovative Use of Low Temperature Geothermal Energy in Industry, Heating and Electricity Production (GEOHEATINDEL). Thermie Application to the European Union, Orkuveita Húsavíkur, janúar 1998.
- [7] Orkuveita Húsavíkur – Nýtt hitaveitukerfi og rafstöð – Arðsemismat, Fjarhitun hf., sept. 1998.
- [8] Orkuveita Húsavíkur – Nýtt hitaveitukerfi og rafstöð – Frumhönnun, Fjarhitun hf., VGK, desember. 1998.
- [9] Ársskýrslur Orkuveitu Húsavíkur, 1993-1997.