



ORKUSTOFNUN  
Jarðhitadeild

Fjarhitun h.f.

**ÁÆTLUN UM KOSTNAÐ VIÐ HITAVEITU  
FYRIR YLRÆKTARVER Í ÖLFUSDAL**

**OS82062/JHD10**

Reykjavík, júlí 1982



**ORKUSTOFNUN**  
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

**Fjarhitun h.f.**

**ÁÆTLUN UM KOSTNAÐ VIÐ HITAVEITU  
FYRIR YLRÆKTARVER Í ÖLFUSDAL**

**OS82062/JHD10**  
Reykjavík, júlí 1982



## ÁGRIP OG NIÐURSTÖÐUR

Gerð hefur verið frumathugun og kostnaðaráætlun fyrir hitaveitu 3,6 ha ylræktarvers í Ölfusdal. Gert er ráð fyrir að varmaorkan verði fengin úr borholum G-6 og G-7 norðan Varmár í Ölfusdal en ylræktarverði verði sunnan árinna, í fjórum einingum.

Vatn og gufa úr borholum eru aðskilin í gufuskilju í varmaskiptastöð og notuð til að hita ferskt hringrásarvatn í óbeinum varmaskiptum. Affallsvatni frá borholum er dælt niður í holu G-3 til þess að komast hjá varma- og efnamengun í Varmá. Til upphitunar í gróðurhúsum er reiknað með fersku hringrásarvatni í lokuðu kerfi.

Áætlun um stofnkostnað hitaveitunnar nær til safnæða frá borholum, varmaskiptastöðvar, safnæða til ylræktarversins og innanhúslagna í ylræktarveri, en stofnkostnaði allra borholanna þriggja er sleppt.

Stofnkostnaður hitaveitunnar er

• safnæðar borhola	kr. 2.223.000
• varmaskiptastöð	kr. 1.739.000
• aðveita gróðurhúsa	kr. 650.000
• hitalagnir í gróðurhúsum	<u>kr. 4.530.000</u>
	Samtals kr. 9.142.000

- allar kostnaðartölur miðast við verðlag í maí 1982 (BVT 1015) og undanþágu aðflutningsgjalda.

Í áætlun um árlegan rekstrar- og fjármagnskostnað er reiknað með borholum G-6 og G-7, varmaskiptastöðinni og öllum safn- og aðveituæðum, en innanhúslögnum í ylræktarverinu er sleppt. Vatnsverð miðast því við vegg ylræktarversins.

Rekstrarkostnaður fyrir orkuverið er:

• fjármagnskostn. borhola G-6 og G-7 (15% p.a. af endurnýjunarverðmæti)	kr. 1.080.000
• fjármagnskostn. varmaskiptastöðvar, safnæða og aðveituæða (10% p.a. af stofnkostnaði)	kr. 461.000
• hreinsun borhola G-6 og G-7	kr. 50.000
• hreinsun niðurdælingarholu	kr. 10.000
• viðhald og umsjón	kr. 184.000
• rafmagn á dælur	kr. 100.000

Samtals kr. 1.885.000

Orkunotkun ylræktarversins er áætluð 8400 kW grunnaflds í 4000 klst á ári eða 34 GWh á ári. Þessari orkunotkun ber mjög vel saman við áætlaða orkunotkun samkvæmt fjölda gráðudaga í Ölfusdal. Ofangreind aflþörf samsvarar 50 l/s af vatni með framrásarhita um 100°C og bakrásarhita 50°C.

Samkvæmt ofangreindri rekstraráætlun og orkunotkun á ári er verð varmans 5,5 aurar/kWh og samsvarar það 3,20 kr/m<sup>3</sup> af heitu vatni.

álven 17.12.82 \* 17.12.82  
PK 53.12.82  
HR 3.72 '82 24. maí

EFNISYFIRLIT

	Bl. s.
ÁGRIP OG NIÐURSTÖÐUR .....	3
EFNISYFIRLIT .....	5
MYNDASKRÁ .....	6
1 INNGANGUR .....	7
2 YLRÆKTARVER .....	8
2.1 Staðsetning .....	8
2.2 Stærð og gerð gróðurhúsa .....	8
2.3 Hitakerfi gróðurhúsanna .....	8
2.4 Aflþörf gróðurhúsanna .....	11
3 ORKUÓFLUN OG FLUTNINGUR .....	13
3.1 Aðferð .....	13
3.2 Vinnsla varma .....	13
3.3 Flutningur varmaorku .....	14
3.4 Afstaða gróðurhúsa, varmaskiptastöðvar og borhola .....	14
3.4.1 Varmaskiptastöð sunnan Varmár .....	14
3.4.2 Varmaskiptastöð norðan Varmár .....	15
4 VARMASKIPTASTÖÐ .....	16
4.1 Almenn lýsing .....	16
4.2 Tækjabúnaður og fyrirkomulag .....	18
5 KOSTNAÐAR- OG REKSTRARÁÆTLUN .....	20
5.1 Stofnkostnaður .....	20
5.1.1 Virkjun og orkuver .....	20
5.1.2 Gróðurhús .....	20
5.2 Rekstrarkostnaður .....	21
5.3 Orkuverð .....	21
HEIMILDIR .....	22

FYLGISKJÖL

Fskj. 1	Teikn. nr. 772-101 Ylræktarver í Ölfusdal, varmaskiptastöð .....	23
Fskj. 2	Kostnaðaráætlun - Varmaskiptastöð .....	25

MYNDASKRÁ

	Bls.
1 Varmaskiptastöð sunnan Varmár - stofnlagnir .....	9
2 Varmaskiptastöð norðan Varmár - stofnlagnir .....	9
3 Þversnið í gróðurhús .....	10
4 Hveragerði. Hitadreifing árin 1972-79 og orkudreifing .....	12
5 Lægsti hiti mældur sept.-maí árin 1973-80 að Reykjum í Ölfusi	12
6 Ylræktarver - orkuöflun. Varmaskiptastöð .....	17

1 INNGANGUR

---

Rannsóknarráð ríkisins gaf árið 1974 út skýrslu starfshóps um nýtingu jarðhitans undir nafninu "Ylræktarver, frumkönnun á hagkvæmni ylræktarvers og tillögur um framhaldsathuganir" [1]. Þar eru birtar niðurstöður frumathugana á hagkvæmni ræktunar nokkurra plöntutegunda og notkunar gervilýsingar og gerðar grófar kostnaðaráætlanir. Reiknað var með 33,5 ha ylræktarveri. Nú eru uppi hugmyndir að reisa ylræktarver í Ölfusdal, sem yrði 3,6 ha eða aðeins rúmur tíundi hluti þess sem gert var ráð fyrir í fyrri áætlun.

Orkustofnun fór þess á leit við Fjarhitun h.f. að hún gerði frumáætlun um hitaveitu fyrir ylræktarver af þessari stærð (3,6 ha). Reiknað er með að verið verði reist í þremur til fjórum einingum og að borholur G-6 og G-7 í Ölfusdal verði notaðar til orkuöflunar fyrir hitaveitu.

Hitaveita fyrir ylræktarver tekur til orkuflutnings frá borholum, varma- skiptastöðvar og upphitunarkerfis í gróðurhúsum.

Í þessari skýrslu er lýst frumhönnun þessa kerfis og stofn- og rekstrar- kostnaður áætlaður fyrir hitaveituna.



## 2 YLRÆKTARVER

### 2.1 Staðsetning

Ylræktarver það, sem hér um ræðir, yrði í Ölfusdal sunnan Varmár, suðvestur af Reykjakoti (Seli) og norður af Hveragerði. Samkvæmt aðalskipulagi Hveragerðis [2] er svæðinu sunnan Varmár í Ölfusdal skipt í nokkur afmörkuð svæði, sem hvert um sig er sjálfstæð skipulagseining. Þessi svæði eru sýnd á mynd 1, afmörkuðu reitirnir tákna svæðin. Gróðurhúsin yrðu reist innan eins þessara reita. Hér er gert ráð fyrir að þau verði á því svæði, sem liggur mest miðsvæðis með tilliti til borhola, en þannig yrðu aðflutningslagnir orkunnar (jarðvarma) hvað stytstar. Gengið er út frá að gróðurhúsin verði á næst nyrsta reitnum, sbr. mynd 1.

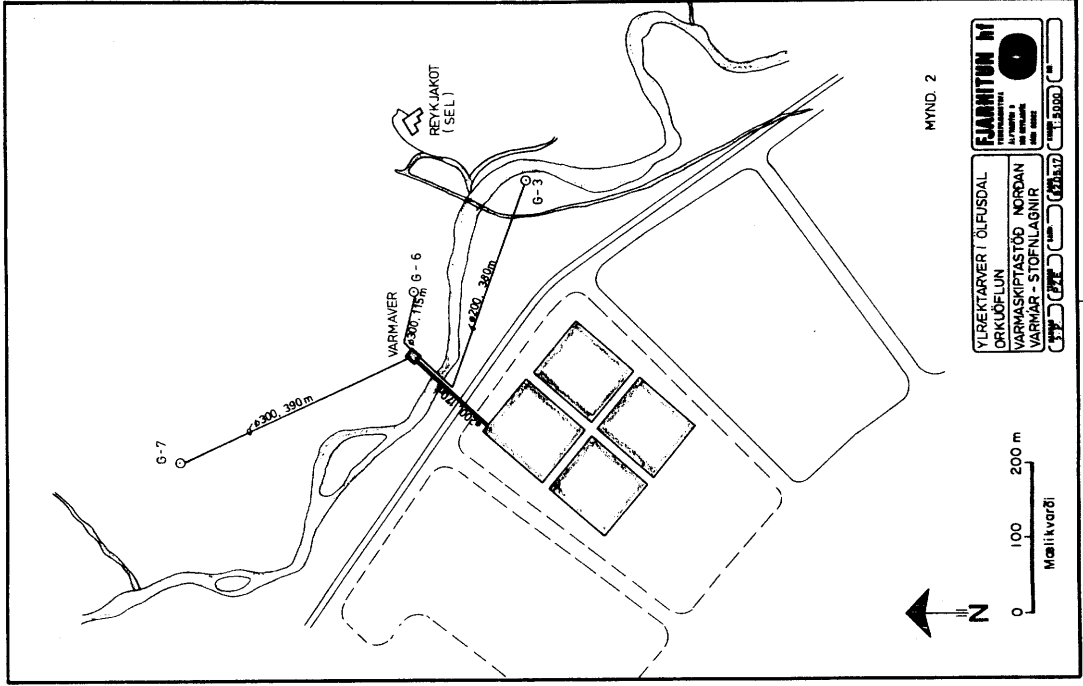
### 2.2 Stærð og gerð gróðurhúsa

Áætlað er að fyrirhugað yltæktarver verði 3,6 ha að stærð og reist í 3 til 4 einingum. Miðað við þrjú gróðurhús kemur til greina að hvert hús verði 120 x 100 m að grunnfleti. Verði fjögur hús reist gæti hvert hús orðið 90 x 100 m stórt. Með hliðsjón af nýtingu þess svæðis, sem ætlað er fyrir gróðurhús, er hér gert ráð fyrir fjórum húsum, raðað eins og sýnt er á myndum 1 og 2.

Hugsanleg gerð hús er sýnd á mynd 3. Þetta eru svokölluð "Venlo" hús, en hvert þeirra er samsett úr 14 einingum, sem hver er 6,4 m breið og 100 m löng. Raðað í eina "blokk" mynda þær um 90 m breitt og 100 m langt gróðurhús. Gegnum miðja hverja einingu, þvert á ris hennar, liggur 2-3 m breiður megingangur. Ræktunarbeð, um 1,2 m á breidd, liggja þvert á ganginn í stefnu mænisásanna og er um 0,6 m breiður stígur á milli beðanna, sjá mynd 3.

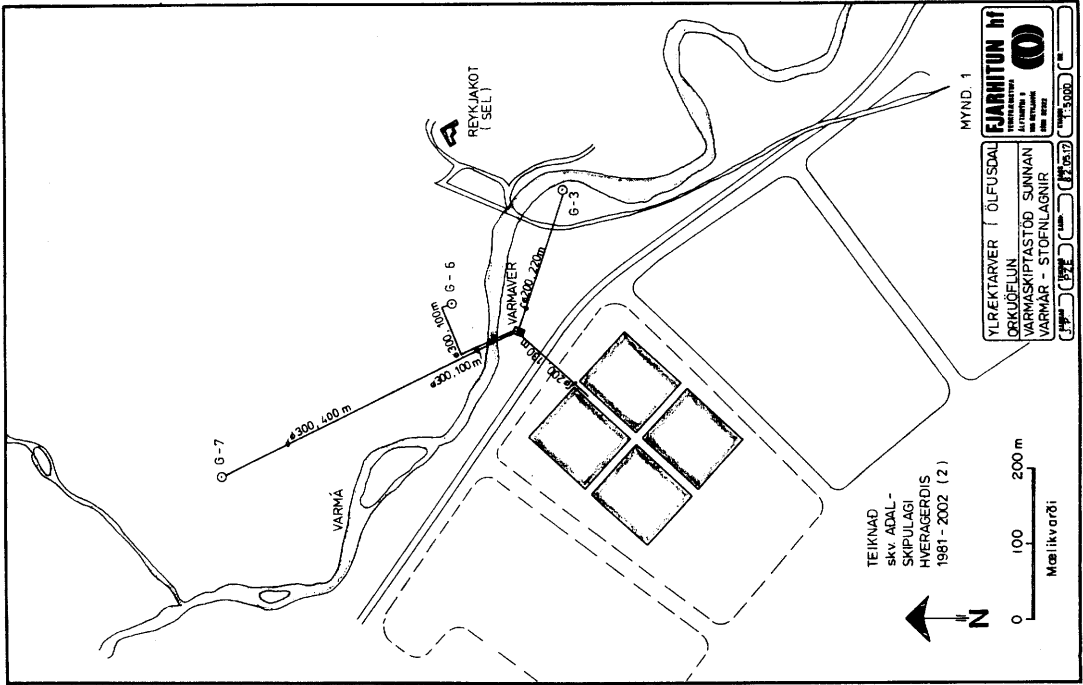
### 2.3 Hitakerfi gróðurhúsanna

Hitapípum verður komið fyrir í jaðri beðanna, þannig að lyfta megi pípunum upp, þegar beðin eru sótthreinsuð. Pípum yrði jafnframt raðað sitt hvoru megin súlnanna, sem skipta húseiningum með 6,4 m millibili. Auk þessa verður pípum raðað á skambita í risi húsanna með um 1 til 1,2 m millibili.



YLRÉKTARVER / ÖLFUSDAL  
 ÖRKKUÖFLUN  
 VARMASKIPTASTÖÐ NORDAN  
 VARMAR - STOFNLAGNIR

**FJARNITUN hf**  
 FERNISVIÐUN  
 VARMAR - STOFNLAGNIR  
 101 REYKJAVÍK  
 TEL: 590 0000



TEIKNAD  
 skv. ADAL -  
 SKIPULAGI  
 HVERAGERDIS  
 1981 - 2002 (2)

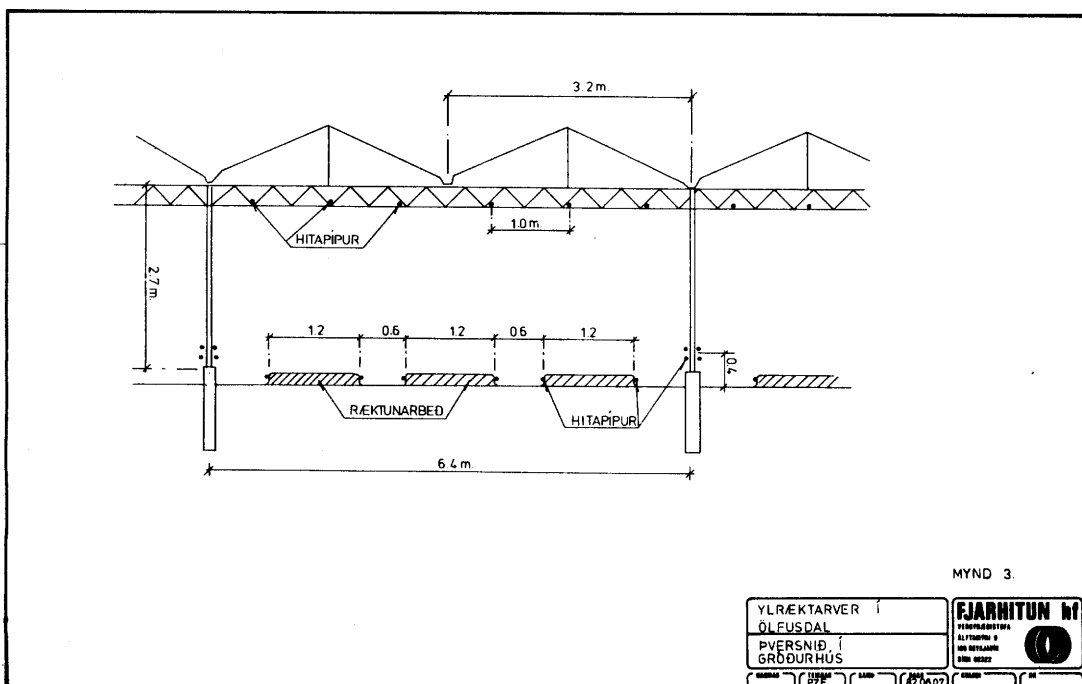
YLRÉKTARVER / ÖLFUSDAL  
 ÖRKKUÖFLUN  
 VARMASKIPTASTÖÐ SUNNAN  
 VARMAR - STOFNLAGNIR

**FJARNITUN hf**  
 FERNISVIÐUN  
 VARMAR - STOFNLAGNIR  
 101 REYKJAVÍK  
 TEL: 590 0000

Hitapípurarnar tengjast við fram- og bakrásarstofna, sem liggja út við 90 m langa hliðarveggi hússins. Vídd pípnanna ákvarðast af hagkvæmasta varmaflieti miðað við verð, þ.e. kr/m<sup>2</sup>, en tengingar við stofnpípur, með lokum til að aftengja einstakar greinar, ákvarðast af rennsli í greininni.

Verð á jafngildum varmaflieti af  $\varnothing$  32 mm og  $\varnothing$  40 mm pípum er mjög svipað sé aðeins miðað við efniskostnað. Séu grennri pípurarnar notaðar, þarf fleiri pípur, sem þýðir meiri vinnu við uppsetningu, en aftur á móti minni suðuvinnu á hverri pípu. Hér er gert ráð fyrir að verðhlutföll séu svipuð fyrir uppsettar pípur og efniskostnað. Með hliðsjón af uppröðun á pípum og nýtanlegu plássi er valið að nota  $\varnothing$  40 mm pípur. Eins og áður segir eru pípur settar í jaðar beðanna og við súlur og eru þar samtals 10 pípur á hverja 6,4 m og 6 pípur á bita í lofti. Við útvegg eru 6 pípur auk stofna. Þessi uppröðun á pípum (mynd 3) samsvarar 2,56 m af  $\varnothing$  40 mm pípum pr. m<sup>2</sup> gólfs í gróðurhúsi. Þannig fæst um 260 W/m<sup>2</sup> varmagjöf, en það nægir til að viðhalda 15°C innihita í 15°C frosti, sjá grein 2.4. Samtals eru þetta um 23 000 m af  $\varnothing$  40 mm pípum í hverja 90 x 100 m húseiningu. Tengt er við stofnpípur með  $\varnothing$  20 mm pípum og lokum. Í hverja húseiningu þarf 200 stk. af 20 mm lokum. Eins og áður segir er hver grein, sem lögð er í jaðri beða, tengd með skrúftengjum ("unionum") svo unnt sé að fjarlægja pípur, þegar verið er að sótthreinsa gróðurhúsin.

Dreifistofnar í gróðurhúsum, fram- og bakrás, eru  $\varnothing$  100 mm víðir og lengd þeirra er samtals 1500 m í hverri húseiningu. Stofnar milli gróðurhúsa eru sýndir á teikn. 772-101, fskj. 1. Þeir eru  $\varnothing$  200 mm og  $\varnothing$  125 mm víðir og lengdir þeirra 230 m af  $\varnothing$  200 mm og 200 m af  $\varnothing$  125 mm pípum.



## 2.4 Aflþörf gróðurhúsa

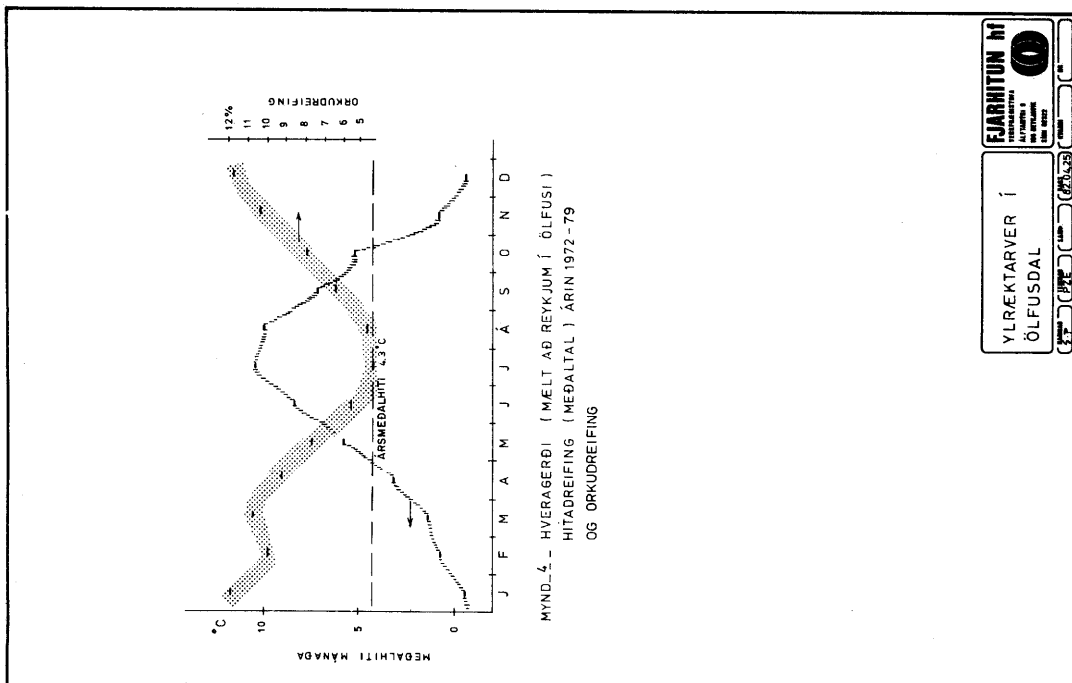
Hér verður gerð grein fyrir aflþörf gróðurhúsa af stærðinni 90 x 100 m. Athugum forsendur við útreikninga á aflþörfinni.

Næsta veðurathugunarstöð við Hveragerði er að Reykjum í Ölfusi. Þar er ársmeðalhiti árin 1972-1979 4,3°C, kaldasti mánuður er desember með meðalhitann -0,61°C. Meðalhiti einstakra mánaða er sýndur á mynd 4. Meðalfjöldi frostdaga á ári er 120 eða 33% ársins (mynd 5a). Lægsti mældur hiti hvers mánaðar á tímabilinu 1973-1980 er sýndur á mynd 5b. Lægstur hefur hiti mælst -16,5°C í desember, -16,2°C í janúar, -14,5°C í apríl og -13,2°C í mars. Samkvæmt þessum veðurfarsupplýsingum og reynslu við áætlanir um hámarksvarmaþörf hitaveitna er hér miðað við útihita -15°C við útreikning á aflþörf gróðurhúsanna.

Aflþörf miðað við gólfflatarmál er minni í sambyggðum gróðurhúsum en í stökum húsum, þar sem hlutfall veggja og þaks af gólfleti er lægra í sambyggðum húsum en stökum. Fyrir 9 sambyggð hús, sem hvert um sig er 90 x 100 m, er hlutfallið á milli glerflatarmáls og gólfflatarmáls  $A_{\text{gler}}/A_{\text{gólf}} = 1,21$  (sama hlutfall er í 14 sambyggðum "Venlo" húsum, sem hvert er 6,4 m breitt og 100 m langt), en fyrir stakt hús, 90 x 100 m að stærð, er það 1,56. Hámarkshitaálag miðað við 15 stiga frost og 15 stiga innihita er í stöku húsi um 340 W á m<sup>2</sup> gólfs [3], en í hverju sambyggðu húsi, eins og að ofan er lýst, verður hámarkshitaálag  $340 \times 1,21/1,56 = 260 \text{ W/m}^2$ . Miðað við ofangreind afköst er unnt að halda 20°C innihita í 10°C frosti og 15°C innihita í 15°C frosti.

Fyrir fjögur 90 x 100 m hús verður heildaraflþörfin 9600 kW eða tæp 10 MW. Með 10% töpun í flutningskerfi er heildaraflþörf í varmaskiptastöð um 11 MW.

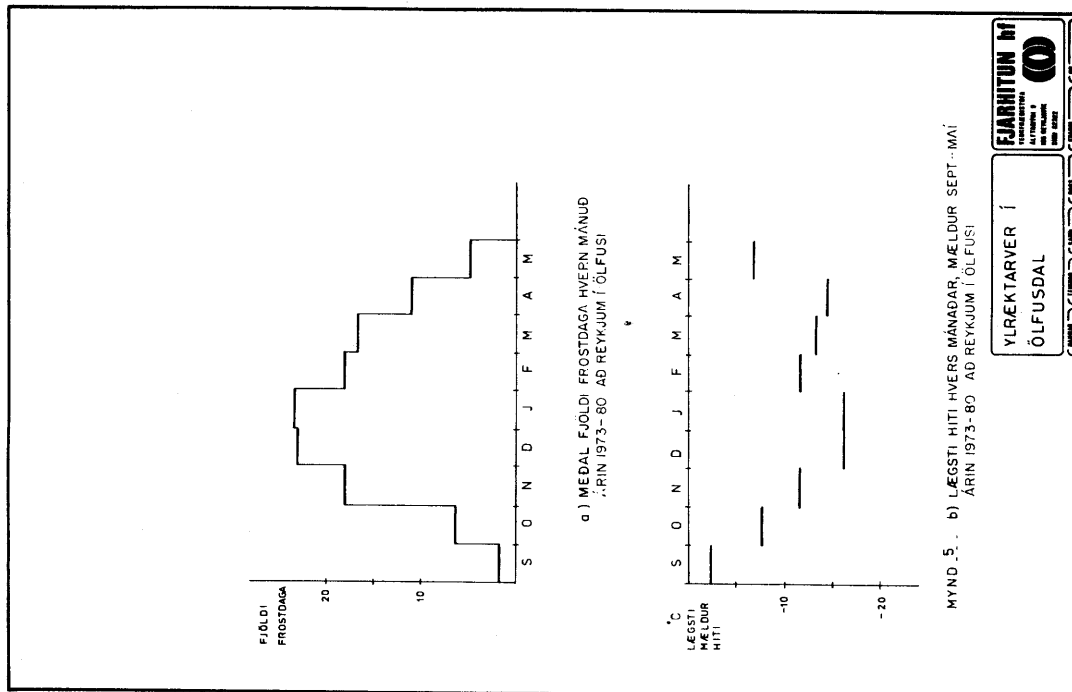
Ofangreind aflþörf gildir fyrir hús með einföldu gleri. Nú færast í vöxt erlendis að notað sé tvöfalt "akrýlgler" í gróðurhús, oftast 10 eða 16 mm þykkt. Kólnunartala fyrir einfalt gler er 7 W/m<sup>2</sup>°C, en fyrir tvöfalda glerið um 3 til 3,5 W/m<sup>2</sup>°C. Með tvöföldu gleri má því helminga aflþörf gróðurhúsanna, og kemur það fram í minni orkunotkun, ódýrara orkuveri og flutningskerfi orkunnar. Verð á tvöföldu gleri er áætlað um 80% herra en á einföldu gleri. Ekki verður farið út í að meta hagkvæmni tvöfalda glers hér.



YLREKTARVER Í ÖLFUSDAL

**ÞJARRHITUN hf**  
 FERDAGSREIÐA  
 HÖLVAÐA  
 100 HÖLVAÐA  
 1000 HÖLVAÐA

1972 1973 1974 1975 1976 1977 1978 1979



### 3 ORKUÖFLUN OG FLUTNINGUR

---

#### 3.1 Aðferð

Orka til upphitunar gróðurhúsanna verður fengin úr borholum nr. G-6 og G-7 í Ölfusdal, og ætlunin er að dæla frárennsli (þéttivatni) niður í holu G-3 (sjá mynd 1).

Tvífasa streymi vatns og gufu er leitt frá borholunum að varmaskiptastöð. Í varmaskiptastöðinni er borholuvökvinn fyrst leiddur í gufuskilju, þar sem gufan og holuvatnið eru aðskilin. Þaðan eru þau leidd í sinn hvorn varmaskiptinn.

Í varmaskiptunum er hitað upp bakrásarvatn, sem dælt er í lokaðri hringrás milli gróðurhúsanna og varmaskiptastöðvar. Þannig eru gróðurhúsin hituð upp með hitaveituvatni, sem á að vera laust við útfellingu og fullkomlega skaðlaust að öðru leyti. Í gróðurhúsunum er vatninu dreift í pípum sem þannig verður fyrir komið að sem jafnastur hiti verði í húsunum. Auðvelt verður að stjórna hita í húsunum, t.d. með breytilegum meðalvatnshita eftir álagi.

#### 3.2 Vinnsla varma

Reiknað er með að streymi úr borholum G-6 og G-7 í Ölfusdal sé annars vegar 60 kg/s, þar af 5 kg/s gufa, og hins vegar 30 kg/s, þar af 3 kg/s gufa [4]. Varmainnihald blöndunnar úr borholu G-6 er um 870 kJ/kg miðað við 5 bar absolut þrýsting við holutopp og um 915 kJ/kg úr borholu G-7. Gera má ráð fyrir einhverju varmatapi frá borholum að varmaskiptum og gæti því verið raunhæft að miða við 800 kJ/kg við varmaskipta.

Fá má fram mismunandi nýtingu varmans með breytilegum útfærslum í varmaskiptastöð. Ef miðað er við að nýta gufublönduna niður í 125°C (2 bar abs. þrýstingur) og að dæla þéttivatninu niður í borholu G-3 er blöndu með varmainnihaldi (entalpíu) 525 kJ/kg kastað. Nýting blöndunnar er því (800-525) kJ/kg eða 275 kJ/kg. Til að fullnægja 11 MW hámarksafþörf þarf  $11000/275 = 40$  kg/s streymi úr borholum.

Hugsanlegt væri að nýta gufublönduna betur, allt niður í 50°C hita [5]. Varmainnihald þéttivatnsins, sem kastað yrði, myndi þá verða um 150 kJ/kg og streymið, miðað við 11 MW afl,  $11000/(800-150) = 17$  kg/s. Þannig væri unnt að helminga streymið úr borholunum auk þess sem hiti frárennslis (þéttivatnsins) yrði mun lægri en áður. Minna streymi og lægri hiti valda minni röskun á umhverfinu.

### 3.3 Flutningur varmaorku

Flytja þarf heitan vökva frá holum G-6 og G-7 að varmaskiptastöð, og síðan þaðan að holu G-3 til niurdælingar. Milli varmaskiptastöðvar og gróðurhúsa er tvöföld lögn.

Gert er ráð fyrir að lagnir fyrir tvífasa vökva frá holum G-6 og G-7 geti báðar annað hámarksaflþörf gróðurhúsanna. Miðað við 4 bar abs. þrýsting í varmaskiptastöð verður vídd pípunnar 300 mm. Gufulagnirnar yrðu stálpípur lagðar ofanjarðar, einangraðar með 80 mm steinull og klæddar í álkápu.

Pípulagnir fyrir heita vatnið til og frá gróðurhúsum þurfa að geta flutt um 50 l/s við hámarksálag, og samkvæmt því yrðu pípurnar 200 mm víðar. Þessi lögn er tvöföld og yrði annaðhvort lögð í jörðu einangruð í plastkápu eða ofanjarðar á svipaðan hátt og gufulögnin.

Frárennslislögn frá varmaskiptastöð að holu G-3 þarf að flytja allt affallsvatn við mesta álag. Vídd pípunnar er valin 200 mm.

### 3.4 Afstaða gróðurhúsa, varmaskiptastöðvar og borhola

#### 3.4.1 Varmaskiptastöð sunnan Varmár

Vænlegasti staður fyrir varmaskiptastöð með hliðsjón af nauðsynlegum pípu-lögnum er sunnan Varmár. Stöðin yrði þá staðsett suðvestur af holu G-6, um miðja vegu milli ár og vegar, og norðaustur af gróðurhúsum (mynd 1).

Tvífasa lögn frá holu G-7 liggur í suðaustur í átt að varmaskiptastöð og fer yfir Varmá ásamt lögninni frá holu G-6. Lögnin frá holu G-7 er 500 m

Lögn með þensluhlykk og frá G-6 að varmaskiptastöð liggur 200 mm löng lögn. Lagnir frá borholum að varmaskiptastöð eru því samtals 790 m. Byggja þarf einhvers konar stöplabru yfir Varmá fyrir pípurnar.

Lögn fyrir hringrásarvatn til og frá varmaskiptastöð liggur í suðvestur að gróðurhúsum. Lögnin er tvöföld og er hvor leið um 130 m með þensluhlykk.

Í suðaustur frá varmaskiptastöðinni er lögn fyrir þéttivatn, sem dæla á niður í holu G-3. Lengd þéttivatnspípunnar er 220 m.

#### 3.4.2 Varmaskiptastöð norðan Varmár

Einnig kemur til greina að byggja varmaskiptastöð norðan Varmár, og er þá eðlilegt að hún verði um miðja vegu milli hola G-3 og G-7, vestur af holu G-6. Samkvæmt þeirri staðsetningu, sjá mynd 2, yrði lögð 390 m pípa frá holu G-7 í varmaskiptastöð og 115 m pípa frá G-6, samtals 505 m. Milli gróðurhúsa og varmaskiptastöðvar kæmi tvöföld lögn, lögð yfir ána, og yrði hvor pípa 170 m löng. Frá varmaskiptastöð liggur frárennslispípa, fyrir þéttivatn, vestur yfir ána og síðan í suðaustur í holu G-3. Pípan er 380 m löng.

Sé varmaskiptastöð sunnan Varmár verður heildarpípulengd um 860 m af einangruðum stálpípum, 200 og 300 mm víðum, og 220 m af óeinangruðum pípum. Fyrir varmaskiptastöð norðan ár þarf um 845 m af einangruðum og 380 m af óeinangruðum pípum, auk þess sem þrjár pípur verður að leggja yfir ána í stað einnar fyrir stöðina sunnan ár. Heildarpípulengdir eru því styttri fyrir varmaskiptastöð sunnan ár en norðan. Lagnir að gróðurhúsum koma að miðju svæði þegar stöð er sunnan ár, sem er heppilegri aðkoma en í útjaðri svæðisins eins og yrði ef stöðin er norðan ár (sjá myndir 1 og 2).

Ef varmaskiptastöðin er of nærri gróðurhúsunum er hætta á þéttingu gufu á gleri húsanna auk þess sem gufumökkurinn getur skyggt á sól. Því verður að gæta þess að hafa nægilegt bil á milli varmaskiptastöðvarinnar og gróðurhúsanna, ef stöðinni er fundinn staður sunnan Varmár, eins og hér er lagt til.



#### 4 VARMASKIPTASTÖÐ

---

##### 4.1 Almenn lýsing

Straumferlið í varmaskiptastöðinni er eins og mynd 6 sýnir. Úr borholum kemur blanda vatns og gufu þar sem gufuhlutfallið er 8 til 10% [4]. Blandan er leidd inn í gufuskilju þar sem gufan er skilin frá og leidd í varmaskipta til upphitunar á heitu vatni fyrir gróðurhúsin. Borholuvatnið, sem er mjög mengað af kísli og öðrum steinefnum, er leitt að öðrum varmaskipti, ásamt þéttivatni úr gufuvarmaskiptinum, þar sem það er kælt niður í um 125°C. Þessi há hiti á frárennsli er til að forðast útfellingar steinefnanna í varmaskiptinum, en frá honum er vatninu dælt niður í borholu G-3.

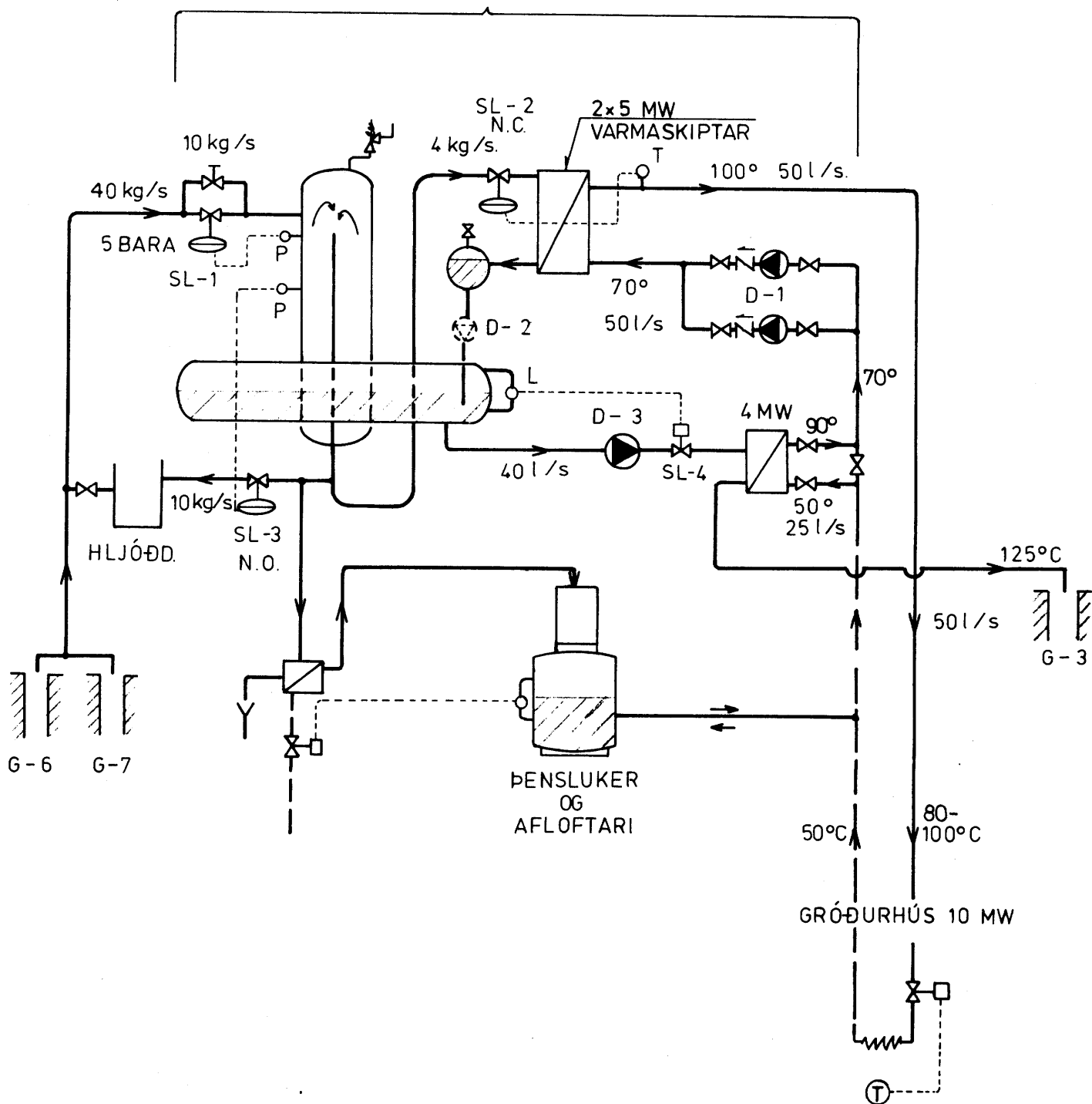
Streymi gufublöndunnar inn í gufuskiljuna er stjórnað af þrýstistýrðum stjórnloka, SL-1, þannig að haldið er föstum þrýstingi í gufuskiljunni við breytilegt álag. Samsíða stjórnlokanum er handstýrður loki, sem tryggir ákveðið lágmarksstreymi úr borholum, þegar upphitunarálag gróðurhúsanna er lítið eða ekkert.

Úr gufuskiljunni fer gufan gegnum hitastýrða stjórnloka inn í plötuvarmaskipta, en gufustreymið á ávallt að vera nægilegt til að hiti vatnsins til gróðurhúsanna sé nær 100°C.

Þegar upphitunarálag minnkar, dregur úr streymi heits vatns gegnum gróðurhúsin, en það stjórnast af hita í húsunum, og hiti vatns frá varmaskiptum hækkar. Hitastýrði stjórnlokinn, SL-2, fer þá að takmarka streymi gufu inn á varmaskiptinn og lokar alveg, ef hiti vatnsins nálgast suðumark við þrýsting í kerfi.

Til þess að tryggja ákveðið lágmarksstreymi úr borholum við þessar aðstæður, er settur stjórnloki, sem hleypir gufunni framhjá varmaskiptunum í gegnum hljóðdeyfi. Sá stjórnloki, SL-3, stjórnast af þrýstingi í gufuskilju, þannig að hann er fullopin (með gormi) þegar þrýstingur verður hærri en gefið hámark. Með handstýrða lokanum við gufuskiljuna og stjórnloka SL-3 er þannig ávallt tryggt nægilegt grunnstreymi til að borholur kæfist ekki.

### VARMASKIPTASTÖÐ



MYND 6. YLRÆKTAVER - ORKUÖFLUN

Ef grunnstreymi er áætlað um fjórðungur af hámarksstreymi, þarf stjórnloki SL-1 aðeins að geta flutt um 3/4 af hámarksstreymi og stjórnloki SL-3 1/4 af því.

Þéttivatn frá plötuvarmaskiptunum er leitt í jöfnunargeyma gufuskiljunnar, þar sem það þynnir hið steinefnaríka borholuvatn. Vatnshæðinni í gufuskiljunni er stjórnað með flotrofum, sem stýra streymi gegnum stjórnloka, SL-4, framan við dælu D-3. Vatninu frá gufuskiljunni er dælt niður í borholu G-3, en æskilegt er að nýta varmann úr því áður, eins vel og talið er gerlegt vegna útfellinga. Í venjulegum plötuvarmaskipti er ekki talið ráðlegt að kæla vatnið nema niður í um 125°C, en með nýrri gerð varmaskipta gæti verið unnt að kæla vatnið verulega meira, niður í 50°C eða enn lægra [5]. Eins og fyrr segir, myndi heildarstreymið verða u.þ.b. helmingi minna en áður, auk þess sem hitinn, sem skaðlegur er umhverfinu, yrði mun lægri. Vandamál vegna útfellinga við niðurdælingu eru þó enn óleyst.

#### 4.2 Tækjabúnaður og fyrirkomulag (Teikning 772-101 fskj. 1)

Gufuskiljan á að geta annað hámarksaflþörf gróðurhúsanna, sem krefjast um 40 kg/s af tvífasa borholuvökva. Belgur gufuskiljunnar er 1000 mm víður og 3600 mm hár. Inntakið er spírallaga, 300 mm í þvermál, og er sama þvermál á gufuúttaki, sem leitt er gegnum botn skiljunnar. Úttök eru fyrir vatn, 250 mm í þvermál, í tvo lárétta vatnsgeyma um 800 mm í þvermál og 3600 mm langa. Tveimur plötuvarmaskiptum, 5 MW að afli hvor, er komið fyrir við efri hluta gufuskiljunnar, þannig að þéttivatn geti streymt til baka í vatnstankana undan eigin þunga. Þéttivatnið er leitt úr báðum plötuvarmaskiptum í afloftunarkúta sem liggja með litlum halla á milli þeirra. Ofan á efri enda kútanna eru sjálfvirkir afloftunarlokar. Úr afloftunarkútunum liggja pípur í báða vatnstanka eins og áður segir. Á þessa pípur má setja litlar dælur ef streymi vegna eigin þyngdar reynist takmarkað.

Tvær dælur eru á hringrásarlögn heita vatnsins til gróðurhúsanna. Hvor dælan um sig getur annað fullu álagi, en streymisstýring er einungis í gróðurhúsunum sjálfum. Af þessum sökum mun þrýstingur við inntak í gróðurhúsin vera nokkuð breytilegur eftir álagi, en þó ekki svo að venjulegir þrýstijafnarar ráði ekki við sveiflurnar. Ef ástæða þykir til, má setja hraðastýribúnað á dælurnar, en þannig yrði ávallt tryggður fastur þrýstingur

við inntak í gróðurhúsin. Þannig mætti e.t.v. spara þrýstijafnara í gróðurhúsunum og kæmi sá sparnaður til frádráttar stofnkostnaði við hraðastýringuna. Dælurnar munu halda uppi þrýstingi í vatnskerfinu í varmaskiptastöðinni og minnka þannig hættuna á gufumyndun í pípum við varmaskipta, þegar álag, eða vatnsstreymi, minnkar.

Vatn, sem sett er á hitaveitukerfið, er afloftað og blandað súrefniseyðandi efnum, t.d. natríum sulfíti,  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ . Ef ástæða þykir til, er einnig unnt að afsalta vatnið, en vatnssýni leiða í ljós, hvort þörf er á slíku. Afloftun vatnsins fer fram í afloftara, sem áfastur er þenslukeri fyrir hitaveitukerfið. Líklegt er, að í tengslum við þenslukerið verði einnig stýring á bakþrýstingi. Vatn til áfyllingar á hitaveitukerfið verður forhitað með gufu í litlum plötuvarmaskipti áður en því er hleypt í gegnum afloftarann.

Dæla til að dæla holu- og þéttivatni niður í borholu G-3 er sett við hlið hringrásardælanna. Á leið sinni út fer vatnið gegnum 4 MW plötuvarmaskipti, þar sem hitaveituvatnið er forhitað um  $20^\circ\text{C}$ . Einnig má hleypa vatninu framhjá varmaskiptinum meðan hann er hreinsaður og fer það þá ókælt, um  $150^\circ\text{C}$  heitt, í G-3.

Eins og áður segir, er gufan úr gufuskiljunni leidd út gegnum 300 mm víða pípu á botni skiljunnar. Er út kemur þrengist pípan í 250 mm og er leidd upp með skiljunni utanverðri í inntakshæð plötuvarmaskiptanna. Þar greinist pípan og mjókkar í 150 mm framan við stjórnloka, sem stjórna gufustreyminu inn í varmaskiptana. Framhjáhlaup framhjá varmaskiptunum er tekið út úr lóðréttu 250 mm pípunni. Vídd framhjáhlaupsins, sem leitt er í hljóðgildru utan við stöðina, er 200 mm, en framhjáhlaupslokinn er 100 mm víður spjaldloki.

Fyrirkomulag í varmaskiptastöðinni er sýnt á teikn. 772-101, fskj. 1. Gert er ráð fyrir að byggt verði utan um öll tæki stöðvarinnar og að pípur og tæki verði einangruð. Nokkuð er um viðkvæm stjórn tæki í stöðinni og er mikilvægt að þau séu vel varðveitt.

Grunnflötur byggingarinnar, sem gefinn er til kynna á teikningunni, er um  $80 \text{ m}^2$  og lofthæð ofan við skilju og varmaskipta um 5,8 m.

5 KOSTNAÐAR- OG REKSTRARÁÆTLUN

5.1 Stofnkostnaður \*)

5.1.1 Virkjun og orkuver (aðflutningsgjöld undanskilin)

Stofnlagnir fyrir gufublöndu að varmaskiptastöð (∅ 300 x 700 m einangruð)	kr. 1.470.000,-	
Niðurdælingarlögn (∅ 200 x 220 m einangruð)	kr. 320.000,-	
Varmaskiptastöð (sjá fskj. 2)	kr. 1.310.000,-	
Hljóðdeyfir við varmaskiptastöð	<u>kr. 90.000,-</u>	
	kr. 3.190.000,-	
Ýmislegt og ófyrirséð (15%)	<u>kr. 480.000,-</u>	
	kr. 3.670.000,-	
Hönnun og umsjón (8%)	<u>kr. 290.000,-</u>	
		kr. 3.960.000,-

5.1.2 Gróðurhús

Utanhúss:

Stofnlögn frá varmaskiptastöð að gróðurhúsum, tvöföld lögn (∅ 200 mm x 140 m og ∅ 125 x 210 m)	kr. 520.000,-	
Ýmislegt og ófyrirséð (15%)	<u>kr. 80.000,-</u>	
	kr. 600.000,-	
Hönnun og umsjón (8%)	<u>kr. 50.000,-</u>	<u>kr. 650.000,-</u>

Alls kr. 4.610.000,-  
-----

Innanhúss:

Dreifistofnar í gróðurhúsum (∅ 100 x 1500 m)	kr. 330.000,-
Hitalagnir í gróðurhúsum (∅ 40 x 4 x 23000 m)	kr. 4.200.000,-

\*) Verðlag í maí 1982. Byggingarvísitala 1015.

## 5.2 Rekstrarkostnaður

Hreinsun borhola G-6 og G-7	kr.	50.000,-
Hreinsun niðurdælingarholu G-3	kr.	10.000,-
Afskriftir borhola G-6 og G-7, 15% af stofnkostnaði	kr.	1.080.000,-
Fjármagnskostnaður hitaveitu þ.e. stofnlagna að varmaskiptastöð og varma- skiptastöðvar og stofnlagna milli varmaskiptastöðvar og gróðurhúsa 10% af stofnkostnaði	kr.	461.000,-
Viðhald og umsjón 4% af stofnkostnaði hitaveitu	kr.	184.000,-
Rafmagn á dælur, að jafnaði 25 KW 4000 klst./ár	kr.	100.000,-
	Alls kr.	<u>1.885.000,-</u>

## 5.3 Orkuverð

Orkunotkun gróðurhúsanna er áætluð um 8400 kW grunnafis í 4000 klst á ári, eða 33,6 GWh á ári. Orkunotkunina má einnig áætla út frá gráðudagafjölda skv. líkingunni:

$$\text{Orkunotkun} = \frac{\text{kólnunartala} \times \text{flatarmál} \times \text{fjöldi}}{\text{glers} \quad \text{gráðudaga}} \times 24$$

Fjöldi gráðudaga árána 1972 til 1981 er 4602,8 sólarhringar °C/ár og árleg orkunotkun verður því:

$$\text{Orkunotkun} = 7 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C} \times 44000 \text{ m}^2 \times 4602,8 \times 24 = 34 \text{ GWh/ár.}$$

Árlegur kostnaður við framleiðslu á þessari orku er kr. 1.885.000,- samkvæmt rekstraráætlun.

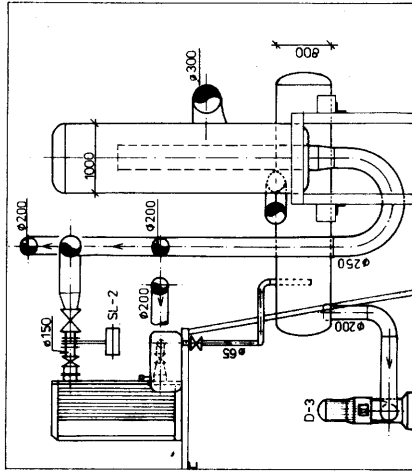
$$\text{Orkuverðið verður því: } \frac{1.885.000 \text{ kr.}}{34 \times 10^6 \text{ kWh}} = 0,055 \text{ kr/kWh.}$$

$$\text{eða } \underline{5,5 \text{ aurar/kWh.}}$$

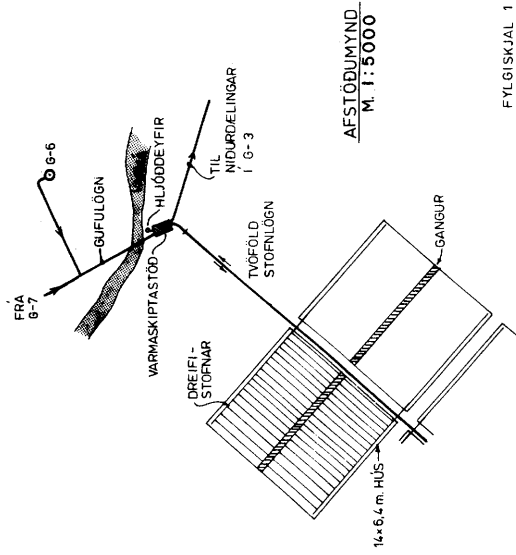
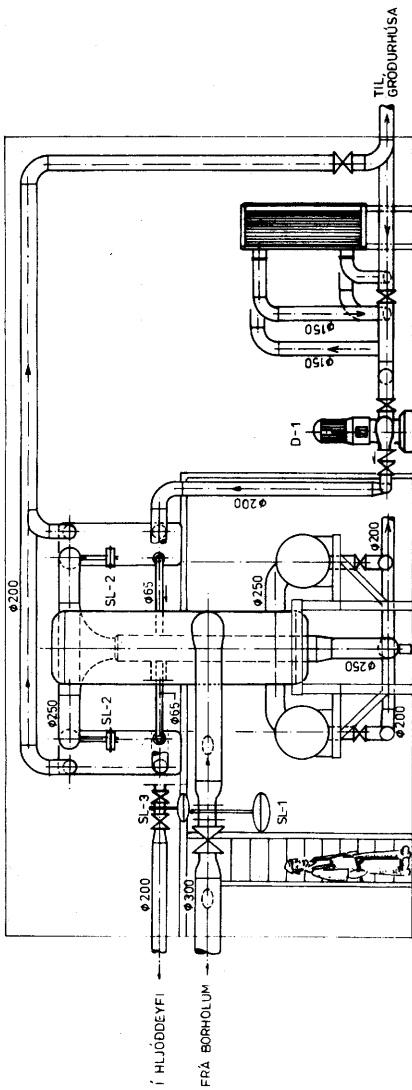
HEIMILDIR

- [1] Rannsóknarráð ríkisins 1974; "Ylræktarver. Frumhönnun á hagkvæmni ylræktarvers og tillögur um framhaldsathuganir".
- [2] Aðalskipulag Hveragerðis 1981 - 2002.
- [3] Fjarhitun h.f. 1978: "Greinargerð um áætlaða varmaþörf gróðurhúsa".
- [4] Bréf frá Orkustofnun, tilv. KR/gb, dags. 1982-04-13.
- [5] Dick G. Klaren (Esmil Research, Holl.): "Fluid bed heat exchanger: The ultimate solution of fouling in heat transfer".

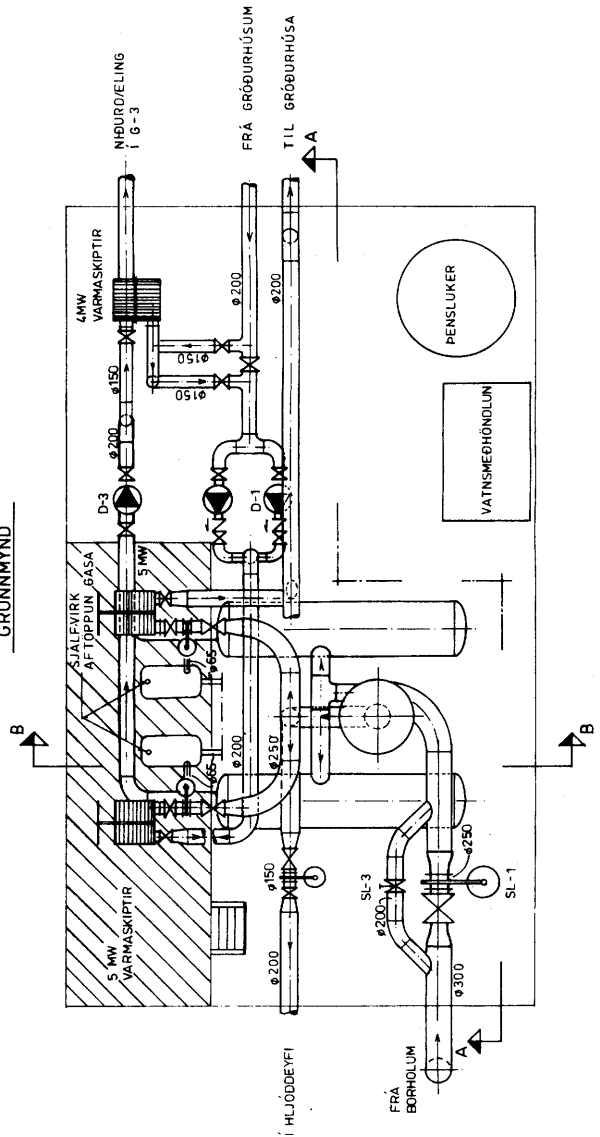
SNIÐ B-B



SNIÐ A-A



GRUNNMYND



FYLGISKJAL 1

**FJARHITUN hf**  
 VENEFERNISTOFA  
 BORGARTÚN 17  
 105 REYKJAVÍK  
 Sími 28955

YLREKTARVER I ÖLFUSDAL  
 VARMASKIPTASTÖÐ  
 NIÐURRÖÐUN TEKJA OG PÍPULÖGN  
 GRUNNMYND SNIÐ OG  
 AFSTÖÐUMYND

MAÐMÁL 1:100  
 TEGNING GN  
 DÆG 82.05.18  
 KÍMAM 722-101





FYLGISKJAL 2

Kostnaðaráætlun - varmaskiptastöð

Verðlag í maí 1982, byggingarvísitala 1015 stig.

<u>Gufuskilja</u>	1 x Ø 1000 x 3600 mm og 2 x Ø 800 x 3600 mm tanakar með stútum og spirallaga inntaki í gufuskilju, Efni og vinna	kr. 130.000,-
<u>Varmaskiptar</u>	2 x 5000 kW og 1 x 4000 kW plötuvarmaskiptar ásamt uppsetningu,	kr. 170.000,-
<u>Stjórnlokar og reglunarbúnaður</u>	1 x Ø 250 mm, 2 x Ø 150 mm og 1 x 100 mm spjaldlokar fyrir gufu með drifbúnaði, stöðureglum og skynjurum. Efni og vinna,	kr. 130.000,-
<u>Dælur</u>	2 x 35 l/s við 2,5 bar mótþrýsting 15 kW mótórar og 1 x 40 l/s við 2 bar mótþrýsting, 15 kW mótórar,	kr. 110.000,-
<u>Pípukerfi</u>	Ø 300, Ø 250, Ø 200 mm og Ø 150 mm pípur með lokum, einstefnulokum, tengistykkjum, og flönsum, Efni og vinna,	kr. 180.000,-
<u>Þensluker og vatnsmeðhöndlun</u>		kr. 50.000,-
Annað (varmask. fyrir áfyllingu, litlir stjórnlokar, afloftunarkútur, afloftunarlokar o.fl.)		kr. 40.000,-
<u>Bygging</u> (létt "iðnaðarhús" um 80 m <sup>2</sup> að grunnfleti, lofthæð um 5,8 m)		kr. 500.000,-
		kr. 1.310.000,-
Ýmislegt og ófyrirséð (15%)		kr. 200.000,-
		kr. 1.510.000,-
Hönnun og umsjón (8%)		kr. 120.000,-
		kr. 1.630.000,-