

**Greinargerð um viðbótarvatnsöflun fyrir
Hitaveitu Reykjavíkur**

**Jens Tómasson, Ingvar Birgir Friðleifsson,
Sverrir Þórhallsson, Valgarður Stefánsson,
Þorsteinn Thorsteinsson**

Greinargerð JT-IBF-SP-VS-ÞTh-80/01

ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild
1980-04-17

Greinargerð
JT-IBF-SP-VS-PTh-80/1
es



GREINARGERÐ UM VIÐBÓTARVATNSÖFLUN FYRIR HITAVEITU REYKJAVÍKUR

Vinnuhópur JHD

Jens Tómasson formaður

Ingvar Birgir Friðleifsson

Sverrir Þórhallsson

Valgarður Stefánsson

Þorsteinn Thorsteinsson

EFNISYFIRLIT

	Bls.
1. Kostir HR til viðbótarvatnsöflunar eru taldir vera:	1
2. Óvissuþættir	1
3. Jarðhitaréttindi	2
4. Kostnaður og væntanlegur árangur	2
5. Samanburður	4
6. Aflþörf	4
7. Tillögur	4
8. Lokaorð	5
Mynd 1. Vatnsöflun fyrir HR. Yfirlit	6
Mynd 2. Tillögur um könnun lághitasvæða	7
Mynd 3. Tillögur um könnun háhitasvæða	8
Mynd 4. Boranir 1980-1987	9
Viðauki I. Núverandi vinnslusvæði	10
Viðauki II. Ný lághitavinnslusvæði í nágrenni Rvk.	12
Viðauki III. Háhitasvæði í nágrenni Rvk.	12
Viðauki IV. Skýrslur, greinar og álitsgerðir er varða höfuðborgarsvæðið, Mosfellssveit, Kjalarnes, Krísuvík og Hengilssvæðið	15

VIÐBÓTARVATNSÖFLUN FYRIR HITAVEITU REYKJAVÍKUR

1. Kostir HR til viðbótarvatnsöflunar eru taldir vera:

- A. Aukin vinnsla á núverandi vinnslusvæðum með því að auka niðurdrátt á svæðunum. Til þess þarf stærri djúpdalur, fleiri og dýpri borholur.
- B. Vinnsla á öðrum lághitasvæðum í nágrenni Reykjavíkur og í jöðrum núverandi vinnslusvæða. Má þar til nefna Leiruvogssvæði og Álftanessvæði.
- C. Varmaorkuver á háhitasvæði í nágrenni Reykjavíkur.
Dæmi: Nesjavellir, Hengill, Krísuvík.

2. ÓVISSUÞETTIR

Öflun jarðhitaorku með borunum er í eðli sínu áhættuverk. Óvissa er talin minnka með aukinni þekkingu á því jarðhitakerfi sem unnið er úr.

Kostur A byggir á áratuga reynslu við vinnslu á þekktum jarðhitasvæðum. Óvissa við þennan kost er sú áhætta sem er því samfara að framlengja hegðunarmynstur jarðhitakerfanna til meiri vinnslu.

Kostur B hefur mun meiri óvissu en kostur A. Helsta óvissan er afleiðing af því að lítið sem ekkert hefur verið borað í þessu svæði, og vinnslugeta og vinnslueiginleikar því óþekktir. Borun í útkanta núverandi vinnslusvæða er með sama marki brennd, þar sem óvíst er hvort slíkar boranir auki heildarmagn af svæðunum.

Kostur C hefur mikla óvissu eins og kostur B. Borað hefur verið á Nesjavöllum og í Krísuvík, svo nokkuð er vitað um hitastig og efnasamsetningu þar. Hins vegar er vinnslugeta óviss. Í vesturhluta Hengils hefur ekki verið borað svo þar er óvissa enn meiri. Af þessum sökum mætti atla að óvissa við kost C væri svipuð og við kost B. Ef auk þess er tekið tillit til þess að háhitánýting er tæknilega flóknari en lághitánýting, er eðlilegt að meta óvissu fyrir kost C ívið meiri en við kost B í þessum samanburði.

3. JARÐHITARÉTTINDI

Í þessari greinargerð er einungis tekið tillit til þeirra svæða, sem HR hefur nú einhvern rétt til nýtingar. Þau svæði eru Reykjasvæði, Leiruvogssvæði sunnan Leiruvogs, Elliðaársvæði, Laugarnessvæði, Kópavogur-Arnarnes, Nesjavellir, vesturhluti Hengils og Krísuvík. Á tveimur svæðum, Álftanesi og Álfsnesi, á HR aðeins jarðhitaréttindi á afmörkuðum skákum. Þau háhitasvæði, sem HR hefur ekki jarðhitaréttindi á, en kæmu til greina í þessu sambandi, eru Hengladalir og Trölladyngja.

4. KOSTNAÐUR OG VÆNTANLEGUR ÁRANGUR

Hér verða settar fram mjög grófar tölur um stofnkostnað þessara kosta. Eingöngu er miðað við mannvirki á viðkomandi jarðhitasvæði. Er það talinn eðlilegur samanburður, því nýrra aðveituæða er þörf, hvaða kostur sem valinn er.

Kostur A

Auka má vinnslu á núverandi vinnslusvæðum HR með auknum niðurdrætti. Talið er að með því að auka niðurdrátt í svæðunum um 100 m yrði viðbótarvatnsmagnið

á Reykjasvæði	1000 l/s
á Laugarnessvæði	200 l/s
á Elliðaársvæði	<u>100 l/s</u>
Samtals	1300 l/s

Kostnaður við þess aðgerð er borun nýrra hola og kaup á stærri djúpdælum. Talið er að bora þurfi í þessum tilgangi ca 15 holur í Mosfelssveit, ca 7 holur á Laugarnessvæðinu og ca 3 holur á Elliðaársvæðinu, eða samtals 25 holur. Ef miðað er við að hver hola kosti 150 Mkr er borkostnaður 3.75 Gkr. Stofnkostnaður við dælur og annan útbúnað þeim samfara er áætlaður ca 3 Gkr. Heildarkostnaður gæti því verið ca 7 Gkr.

Með því að hafa holurnar að jafnaði djúpri en núverandi holur er áætlað að viðbótarafli gæti verið um 400 l/s. Kostnaðaraukning við að hafa holurnar djúpri er talin vera um 2 Gkr.

Samanlagt er því talið að stofnkostnaður við þessa aðgerð sé 9 Gkr. og viðbótarvatnsmagn um 1700 l/s, sem er sambærilegt við núverandi afl HR (1979). Stofnkostnaðareiningaverð 5,3 Mkr/l/s.

Kostur B

Væntanlegt afl við þennan kost er óvíst. Hér er reiknað með að það geti verið á bilinu 100-1000 l/s. Kostnaður við þennan kost eru boranir og djúpdælur.

Talið er nauðsynlegt að bora um 12 holur til þess að kanna vinnslugetu nýrra lághitasvæða í nágrenni Reykjavíkur. Ef ákvörðun um nýtingu verður tekin, má búast við að bora þurfi vinnsluholur til viðbótar. Hér er reiknað með, að ef farið verði út í vinnslu verði holufjöldi 30 og vatnsmagn 1000 l/s, en ef ekki verði farið í vinnslu verði holufjöldi 12 og vatnsmagn 100 l/s. Kostnaður við 30 holur er áætlaður 4,5 Gkr en við 12 holur 1,8 Gkr. Kostnaður við djúpdælur í fyrra tilvikinu er áætlaður 1,5 Gkr en 0,2 Gkr í seinna tilvikinu. Samtals gerir þetta:

Fyrir	1000 l/s	6 Gkr eða	6 Mkr/l/s
	100 l/s	2 Gkr eða	20 Mkr/l/s

Kostur C

Reiknað er með að nýting háhitasvæðis gefi nægilegt afl fyrir viðbótarafliþörf HR, og hér reiknað með um 400 MW_t varmaorkuveri. Rannsóknakostnaður við þennan kost er talinn vera ca 8 borholur en verð hverrar um 250 Mkr. Borkostnaður yrði því 2 Gkr, en stofnkostnaður 400 MW_t varmaorkuvers er talinn vera um 30 Gkr. Er þá miðað við reynslutölur frá varmaorkuverinu í Svartsengi. Ef miðað er við að 400 MW_t orkuver samsvari 2000 l/s er stofnkostnaður við þennan kost 32 Gkr/2000 l/s = 16 Mkr/l/s.

5. SAMANBURÐUR

Ef miðað er eingöngu við stofnkostnað er samanburður eftirfarandi:

Kostur A	5,3 Mkr/l/s
Kostur B	6-20 "
Kostur C	16 "

6. AFLÞÖRF

Ef miðað er við vatnssölu HR á árunum 1944-1978, og gert ráð fyrir að árleg aukning verði sú sama í framtíðinni, má áætla að kostur A anni aflþörf HR fram til 1990.

7. TILLÖGUR


Þar sem kostur A sýnist vera hagkvæmasta leiðin fyrir HR til að anna aukinni orkuþörf næsta áratuginn, er lagt til að þessi kostur verði valinn sem fyrsti áfangi í viðbótarvatnsöflun fyrir HR. Samhliða þessari aðgerð er lagt til að kostir B og C verði kannaðir svo rækilega að hægt sé með samilegu öryggi að taka ákvörðun 1985 um það hvort næsta skref til orkuöflunar verði frekari nýting annarra lághitasvæða eða bygging varmaorkuvers á háhitasvæði.

Hér er rétt að benda á að allar kostnaðartölur eru einungis notaðar til þess að reyna að bera saman þessa þrjá kosti.

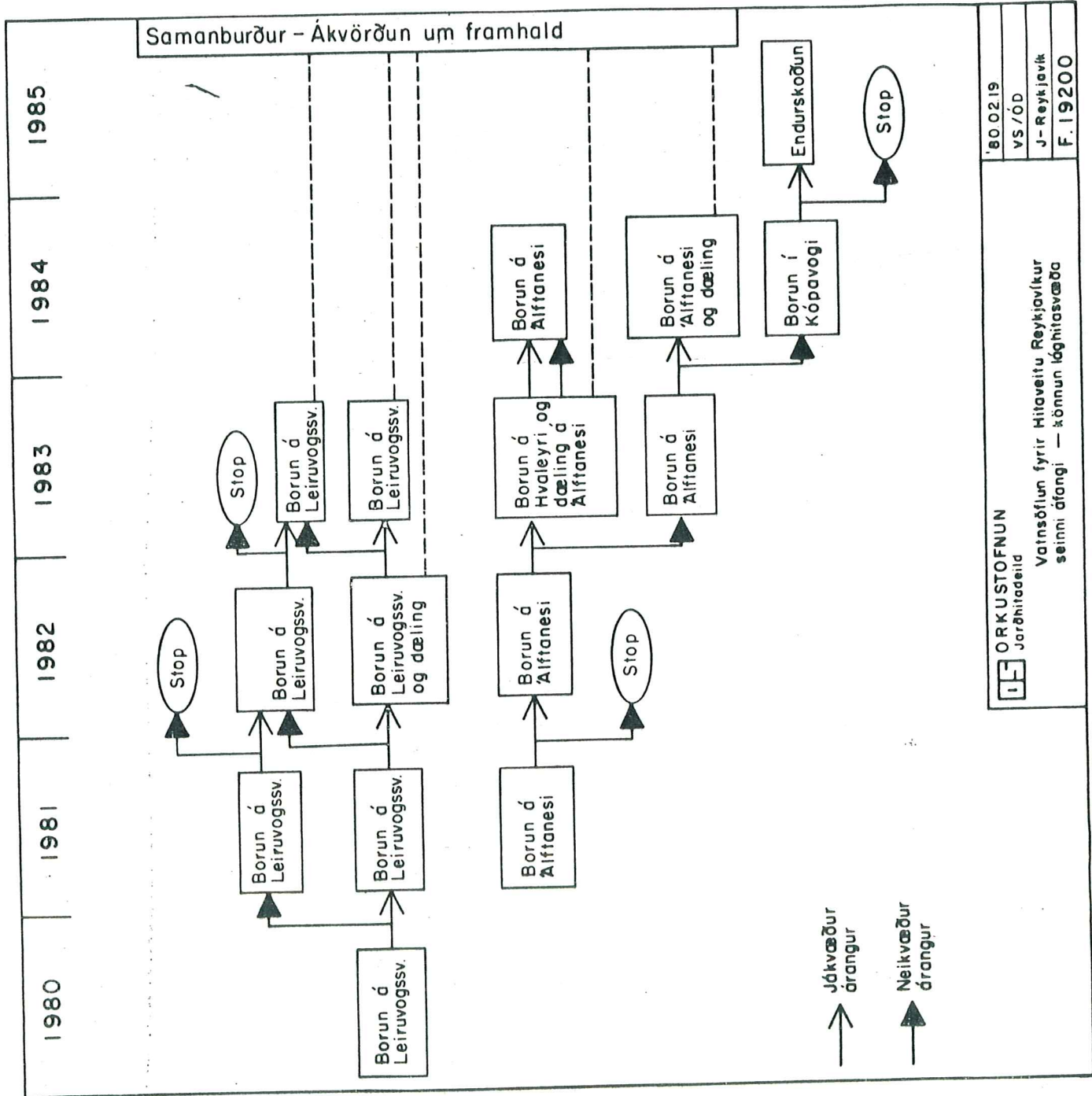
Á meðfylgjandi myndum eru tillögur um framkvæmdaniðurröðun. Mynd 1 sýnir aðaldrætti áætlunarinnar, en Myndir 2 og 3 rannsóknáætlun fyrir kosti B (lághitasvæði) og C (háhitasvæði). Mynd 4 sýnir tillögu um niðurröðun borframkvæmda.

8. LOKAORÐ

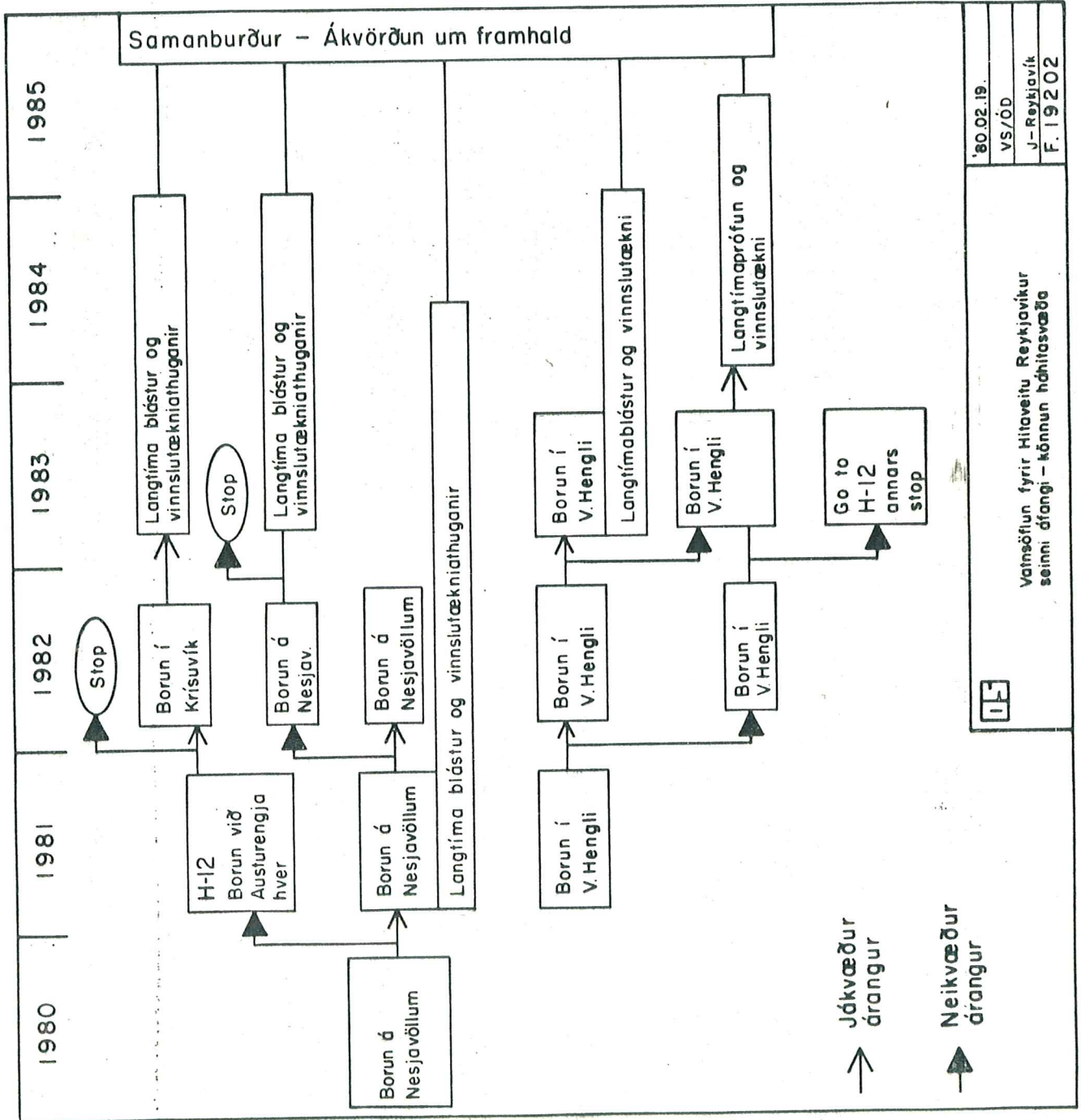
Í þessari greinargerð hefur verið reynt að taka á því vandamáli, hvernig standa skuli að vatnsöflun fyrir HR í framtíðinni, og reynt að leggja grundvöll að stefnu í vatnsöflunarmálum allt til aldamóta. Ekki þarf að draga í efa, að nægur jarðhiti er fyrir hendi í nágrenni Reykjavíkur til þess að anna viðbótareftirspurn HR á næstu áratugum. Hins vegar verður að hafa nægan fyrirvara til rannsókna og hagkvæmniathugana, þannig að óvæntar niðurstöður hafi sem minnst áhrif á rekstur hitaveitunnar.

	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98
<i>Fyrri áfangi</i>	<p> <u>Fullnaðarnýting</u> ----- ● Núverandi vinnslusvæði </p>																		
Mosf. sv. Elliðaárdar Laugarnes Kostur A	<p> Boranir og framkvæmdir til að auka. vatnsmagn um 1400 – 1900 l/s </p>																		
<i>Seinni áfangi</i>	<p> Framkvæmdir Boranir og mannvirkjagerð </p>																		
Önnur lághitasv. Kostur B	<p> Rannsóknir og boranir til könnunar á vinnslu- getu og hagkvæmni </p>																		
Háhitasvæði Kostur C	<p> Samanburður - Ákvörðun um framhald </p> <p> Rannsóknir og boranir til könnunar á vinnslugetu, vinnslu- eiginleikum og hagkvæmni </p>																		
Mynd I																			
6																			
<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>ORKUSTOFNUN Jarðhitadeild</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>Vatnsöflun fyrir Hitaveitu Reykjavíkur "Yfirlit"</p> </div> <div style="text-align: right;"> <p>'80.02.19 VS / ÓD J - Reykjavík F. 19199</p> </div> </div>																			

Mynd 2 Kostur B



Mynd 3 Kostur C



Vatnsöflun fyrir Hitaveitu Reykjav. Yfirlit um borun
Fyrri áfangi — boranir til að auka vatnsmagn á núverandi vinnslusvæðum *Kostur A*

	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988
Elliðadr 1		Mosf. 2	Mosf. 1 Laugarn. 1	Mosf. 3	Mosf. 3 Laugarn. 1	Mosf. 3 Laugarn. 2	Mosf. 2 Laugarn. 1 Elliðadr 1	Mosf. 1 Laugarn. 2 Elliðadr 1	

Seinni áfangi
Könnun lághita
Kostur B

1	2	2	2	1
---	---	---	---	---

Könnun háhita
Kostur C

1	2	2	1
---	---	---	---

Fjöldi borhola alls.

3	6	6	6	5	5	4	4
---	---	---	---	---	---	---	---

Mynd 4



Vatnsöflun fyrir Hitaveitu
Reykjavíkur. Yfirlit um borun.

80.02.19
V/S/ÖD
J—Reykjavík
F. 19201

VIÐAUKI I

Núverandi vinnslusvæði HR

Vinnslusvæðin eru í Reykjavík og í Mosfellssveit. Í Reykjavík eru tvö aðskilin vinnslusvæði, Laugarnes- og Elliðaársvæðin. Auk þeirra er Seltjarnarnessvæðið, sem nýtt er fyrir Hitaveitu Seltjarnarness og er aðskilið frá hinum tveimur.

Í Mosfellssveit eru þrjú vinnslusvæði, gömlu vinnslusvæðin að Suður- og Norður-Reykjum og eitt nýtt svæði, Helgadalssvæðið. Vatnafræðileg skipting fer ekki eftir þessari landfræðilegu skiptingu, þar sem svæðin eru meira eða minna tengd.

Einstök svæði

Laugarnessvæðið: Á Laugarnessvæðinu var fyrir boranir nokkur yfirborðsjarðhiti, eða 5-10 l/s af 90°C heitu vatni. Þessar laugar hurfu eftir að byrjað var að nýta heita vatnið úr borholum. Boranir hófust 1928. Holur, sem nú eru nýttar á Laugarnessvæðinu, voru boraðar 1958-1963. Boraðar voru 22 holur, meðaldýpi um 1000 m, en dýpsta holan var 2200 m djúp. 12 holur gáfu það mikið vatnsmagn að settar voru í þær dælur. Úr þessum 12 holum ásamt 1 eldri holu var 1969 dælt samtals 305 l/s af 128°C heitu vatni eða að meðaltali 23,5 l/s úr hverri dælingarholu, en miðað við boraðar holur var meðaltalið 13 l/s. Síðan hafa fallið út þrjár holur vegna hruns og 1978 voru afköstin 280 l/s af 128°C heitu vatni. Áætlað er að lökkun vatnsborðs um 100 m geti aukið vatnsvinnsluna um 200-250 l/s. Flestar holur hafa styttri fóðringu en 100 m og eru því dælurnar yfirleitt í bergi (á 120 m dýpi).

Árið 1978 voru boraðar tvær djúpar holur (um 3000 m) á Laugarnessvæðinu. Samkvæmt þrepaðælingum, hitamælingum o.fl. er líklegt að úr hvorri holu megi fá 30-40 l/s af 120-140°C vatni. Þessar holur eru með víðum og djúpum fóðringum (32 cm víð, dýpi 327 m, og 34 cm víð, dýpi 285 m).

Ellidaársvæðið: Fyrir boranir var mjög óverulegur jarðhiti á yfirborði, nokkrar volgrur með örlytlu seitli, sem nú eru horfnar. Á árunum 1967-1970 voru boraðar 12 holur á þessu svæði, meðaldýpt um 1300 m, en dýpsta holan 1647 m. Þar af voru 5 holur það vatnsgæfar að settar voru í þær djúpdælur og var dælt úr þeim 160 l/s af 102°C heitu vatni, eða 32 l/s að meðaltali úr holu. Ef miðað er við boraðar holur eru 14 l/s að meðaltali úr holu. Síðan hefur ein vinnsluhola hrunið og er nú dælt um 145 l/s af 97°C heitu vatni. Með því að auka niðurdráttinn um 100 m, væri hægt að fá um 100 l/s í viðbót úr núverandi holum á svæðinu. Þrjár af holunum, sem ekki er dælt úr, eru fyrir utan hið eiginlega Ellidaársvæði, en að minnsta kosti ein af þessum þremur holum er í öðru jarðhitakerfi, sem hefur verið nefnt Höfðasvæði. Frá því svæði er áætlað að megi fá 70-80 l/s af 60°C heitu vatni.

Mosfellssveitarsvæðið: Á Reykjum var mikill yfirborðsjarðhiti og var um 110 l/s rennsli af um 80°C vatni úr laugum áður en boranir hófust. Virkjun frá S-Reykjum tók til starfa 1944 og 1952 var einnig búið að virkja á N-Reykjum og voru alls boraðar 70 grunnar holur á þessu svæði. Afköst í sjálfrennsli og með lítilsháttar dælingu með lofti voru um 330 l/s af 80°C heitu vatni.

Árið 1970 var byrjað að bora með Dofra í þeim tilgangi að breyta vatnsvinnslunni frá sjálfrennsli til djúpdælukerfis. Árin 1970-1977 voru boraðar 37 holur með Dofra á S-Reykja-, N-Reykja- og Helgadalssvæðinu. Síðastliðinn vetur (1979) var mest dælt 1430 l/s af 86°C heitu vatni frá þessum svæðum. Meðaltal úr hverri dæluholu var 42 l/s og úr boraðri holu 41 l/s. Þar af var dælt 727 l/s af 80°C heitu vatni frá S-Reykjum, eða 30 l/s úr hverri holu. Frá N-Reykjum var dælt 103 l/s af 90°C heitu vatni eða 25 l/s úr hverri dælingarholu og 17 l/s miðað við boraðar holur. Frá Helgadal var dælt 670 l/s af 92°C heitu vatni eða 83 l/s að meðaltali úr hverri holu, sem er lang hæsta meðaltal fyrir vinnsluholur á íslensku

jarðhitasvæði. Vatnsgæfni holanna er meiri en þessir 1430 l/s. Flutningsgeta núverandi leiðsla frá Reykjum er 1650 l/s. Einnig er hægt að auka vinnsluna í Helgadal með því að setja dælur af stærstu gerð í allar holur. Með því að lækka vatnsborðið um 100 m mætti fá ca 1000 l/s í viðbót frá svæðunum að Reykjum og í Helgadal.

VIÐAUKI II

Ný lághitavinnslusvæði í nágrenni Reykjavíkur

Leiruvogssvæði: Á láglandinu frá Álfsnesi til Blikastaða og Korpúlfsstaða er nokkuð samfelld lágviðnám, en svæðið gæti þó verið skipt í fleiri en eitt hólf. Til að ganga úr skugga um hvort þarna sé heitt vatn undir þarf að bora. Á Álfsnesi er jarðhitavottur á yfirborði og ein borhola um 300 m djúp, botnhiti 87°C. Ekki er vitað um hita eða samsetningu vatns annars staðar. Hitastigull í 34 m holu á Blikastöðum er um 500°C/km. Líklegt er að Blikastaðasvæðið sé tengt Álfsnessvæðinu. Til að fá frekari upplýsingar um hita, vatnsgæfni og efnasamsetningu jarðhitavatnsins og tengsl þessara svæða við núverandi nýtingarsvæði þarf að bora.

Álftanessvæði: Stórt samfelld lágviðnámssvæði. Jarðhiti finnst á stórstraumsfjöru. Boraðar hafa verið þrjár holur, tvær um 100 m djúpar og ein 360 m djúp. Hitastigull er yfir 200°C/km í öllum holunum og í 360 m holunni er botnhitinn um 80°C, en ekkert sem bendir til að komið sé í vatnskerfi (beinn stigull niður í 360 m dýpi). Vatnið í holunni er talsvert salt, en vetnisisótópasamsetning er sú sama og í Laugarnessvæðinu. Ef seltan er vegna sjóblöndunar er vatnið ísótópalega líkara Seltjarnarnesvatninu. Álftanessvæðið er tilbúið til borunar.

Hvaleyri við Hafnarfjörð: Lágviðnámssvæði, sem gæti verið tengt Álftanessvæðinu. Hitastigull mælist lágur í Hafnarfirði, en það gæti verið vegna þess hve grunnar hitastigulsholurnar eru. Til greina kemur að byrja á að bora þarna 500-1000 m djúpa holu til könnunar á hitastigli.

Kópavogsdalur: Hitastigulshola, hitastigull er 145°C/km og því hærri en í Fossvogi (115°C/km) og í Silfurtúni (59°C/km). Auk þess eru sagnir um volgrur út í vöginum, en þær fundust ekki við leit vorið 1974. Þarna þyrfti að bora 800-1000 m holu til könnunar. Viðnámsmælingar hafa ekki tekist vegna truflana af rafmagns- og símaköplum.

Höfðabakka-Grafarvogssvæði: Boraðar hafa verið tvær holur, G-32 og G-33. Vatnafræðileg úttekt bendir til að dæla megi um 70-80 l/s af 70°C heitu vatni ofan 700 m dýpis. Í G-32 er 116°C heitt vatn fyrir neðan 1200 m og er það vatnskerfi tengt Elliðaársvæðinu. Í G-33 er 100°C vatnskerfi, sem ekki er tengt neinu núverandi vinnslusvæða.

VIÐAUKI III

Háhitasvæði í nágrenni Reykjavíkur.

Hengilssvæði: Hengilssvæðið er langstærsta háhitasvæðið í nágrenni Reykjavíkur. Hengilssvæðinu má skipta í nokkur undirsvæði, t.d. Nesjavelli, Hveragerði, Hengladali og Vestur-Hengil. Búið er að bora talsvert í tvö fyrst nefndu svæðin, en ekkert í Vestur-Hengli og Hengladölum.

Staða yfirborðsrannsóknna á Hengilssvæðinu: Jarðfræðilegri kortlagningu er lokið. Búið er að gera gróft viðnámskort, en úrvinnsla á nákvæmu viðnámskortu er í undirbúningi. Úrvinnsla á flugsegulmælingum og túlkun tellurik mælinga frá Hengli er ólokið.

Nesjavellir: Jarðhitarannsóknir hafa verið í gangi síðan 1965 og hafa verið boraðar 5 holur 120-1805 m djúpar. Af þessum 5 holum eru þrjár inni á yfirborðshitastigum, en tvær fyrir utan. Holur inni á yfirborðshitastigum eru með yfirþrýstingi. Í þeim hluta svæðisins er suða í holunum a.m.k. niður á 400 m dýpi. Holur norðan við yfirborðshitastig hitann eru mun kaldari í efstu 400 m. Hóla 5 nær líklega niður í tveggja fasa sjóðandi kerfi neðan 1500 m dýpis.

Hveragerði: Jarðhitinn hefur verið nýttur í áratugi til hitaveitu og gróðurhúsaræktar. Vegna þessarar nýtingar hafa verið boraðar mjög margar holur flestar grynri en 100 m. Á árunum 1958-1960 voru boraðar 8 holur með Gufubor á þessu svæði, 300-1230 m djúpar. Mikið vatn virðist vera á þessu svæði, en þó yrði að gera einhverjar viðbótarrannsóknir áður en

ákveðið yrði að nota Hveragerðissvæðið fyrir Hitaveitu Reykjavíkur, einkum vinnslurannsóknir.

Krísuvíkur-Trölladyngjusvæði:

Yfirborðsrannsóknir: Jarðfræðikortlagningu lokið. Mjög víótækar viðnámsmælingar hafa farið fram á svæðinu og niðurstöður viðnámsmælinganna benda til jarðhita á um 70 km² svæði. Einnig hafa verið gerðar smáskjálftamælingar, flugsegul- og þyngdarmælingar, en úrvinnslu gagna er ekki að fullu lokið.

Djúprannsóknir: Fyrir 1948 var búið að bora 15-20 grunnar holur í Krísuvík, flestar grynri en 100 m. 1960 voru boraðar þrjár holur með Dofra og 1971-1972 voru boraðar 5 holur. Er því búið að bora 8 holur frá 300-1275 m djúpar, meðaldýpi um 800 m. Aðeins ein þessara hola er á Trölladyngjusvæðinu. Á svæðinu er hitaferill yfirleitt viðsnúinn og er hámarkshiti á milli 200-600 m dýpis, en hámarkshitinn er misjafn, frá 180-260°C. Fyrir neðan hitatoppinn kólna holurnar um 30-40°C. Vatnsleiðni virðist mismikill og sumstaðar töluverð eftir skoltöpum að dæma, en kerfisbundnar mælingar hafa ekki verið gerðar á vatnsleiðni. Rennsli úr holum hefur ekki verið mælt, enda holurnar ekki hannaðar fyrir blástur. Efnagreiningar benda til að víða sé allmikil selta (upp í 1000 ppm Cl⁻).

Brennisteinsfjöll: Lítið háhitasvæði. Jarðfræðikortlagningu og flugsegulmælingum lokið. Engar viðnámsmælingar.

VIÐAUKI IV

SKÝRSLUR, GREINAR OG ÁLITSGERÐIR ER VARÐA HÖFUÐBORGARSVÆÐIÐ,
MOSFELLSSVEIT OG KJALARNES, KRÍSUVÍK OG HENGILSSVÆÐIÐ.

Axel Björnsson, Jens Tómasson & Kristján Sæmundsson 1974: Hengils-
svæðið. Staða jarðfræðirannsókna vorið 1974. Orkustofnun JHD.
Skýrsla, 9 s.

Barth, Tom F.W. 1950: Volcanic Geology Hot Springs and Geysers of
Iceland. Carnegie Institution of Washington, 174 p.

Benedikt Steingrímsson & Valgarður Stefánsson júlí 1979: Hitastig og
þrýstingur á jarðhitasvæðinu á Nesjavöllum. Orkustofnun JHD 15,
Skýrsla 35 s.

Björn Búi Jónsson 1976: Prótónu "Presseion" segulmælir til mælinga í
borholum. Raunvísindastofnun Háskólans. Skýrsla 19 s.

Bragi Árnason 1976: Groundwater Systems in Iceland traced by Deuterium.
Vísindafélag Íslendinga. Rit 42, 236 s.

Bragi Árnason & Jens Tómasson 1970: Deuterium and chloride in geo-
thermal studies in Iceland. Geothermics. Special Issue 2 v. 2.
1405-1415. Grein.

Bragi Árnason, Páll Theódórsson, Sveinbjörn Björnsson & Kristján
Sæmundsson 1969: Hengill, a high temperature thermal area in
Iceland. Bull. Volc. v. 33, 245-260. Grein.

Egill Egilsson 1967: Greinargerð um þyngdarmælingar í Krísuvík.
Orkustofnun JHD. 10 s.

Egill Hauksson 1977: Radon in production wells in Reykjavík.
Orkustofnun, handrit. 10 s.

Einar Gunnlaugsson 1976. Chemistry of the postglacial lavas in the
Krísuvík area SW-Iceland. Soc. Sci. Islandica. Greinar V. 160-166.
Grein.

Einar Gunnlaugsson, Gestur Gíslason, Gylfi Einarsson & Páll Imsland

1972: Krísuvíkurráætlun 1970-'71. Orkustofnun. Skýrsla. 27 s. 24 m.

Gestur Gíslason 1973: Rannsókn á háhitaummyndun í Krísuvík og Námafjalli. Háskóli Íslands. B.S. Ritgerð.

Guðmundur Guðmundsson & Jens Tómasson 1971: Áætlun um rannsókn á útbreiðslu lághitasvæðisins við Reykjavík. Orkustofnun. Skýrsla. 11 s.

Guðmundur Guðmundsson & Stefán Arnórsson 1970: Krísuvíkurráætlun -2. Framvinduskýrsla. Orkustofnun JHD 214. Skýrsla. 3 s.

Guðmundur Guðmundsson & Stefán Arnórsson 1972: Krísuvíkursvæði - áfangaskýrsla. Orkustofnun JHD. 10 s. 3 m.

Guðmundur Pálmason 1960: Skýrsla um jarðsveiflumælingar í Grafarvogi og Vatnagörðum. Orkustofnun JHD. Skýrsla. 12 s. 1 m.

Guðmundur Pálmason 1967: Könnun á jarðhitasvæði Reykjavíkur og nágrennis með grunnum borunum og mælingum á hitastigli. Orkustofnun JHD. Skýrsla. 4 s.

Guðmundur Pálmason & Jóhannes Zoëga 1970: Geothermal energy development in Iceland 1960-1969. Geothermics, Spec. Issue 2, v. 2. 73-76. Grein.

Guðmundur Pálmason & Jón Jónsson 1966: Yfirlit yfir jarðhitasvæði á Íslandi með tilliti til hagnýtingar til húshitunar. Orkustofnun JHD. Skýrsla. 18 s., 1 m, 1 t.

Guðmundur Sigvaldason 1962: Epidote and related minerals in two deep geothermal drillholes, Reykjavík and Hveragerði, Iceland. U.S. Geol. Surv. Profess. Papers 450-E. p. 77-79. Grein.

Gunnar Böðvarsson 1947: Niðurstöður jarðviðnámsmælinga á nokkrum stöðum í Reykjavík og Mosfellssveit vegna jarðhitaleitar. Orkustofnun JHD. Skýrsla. 7 s.

- Gunnar Böðvarsson 1949: Skýrsla til hitaveitustjóra um rannsóknir á jarðhita. Orkustofnun JHD. Skýrsla. 3 s.
- Gunnar Böðvarsson 1951: Skýrsla um rannsóknir á jarðhita í Hengli, Hveragerði og nágrenni árin 1947-1949, fyrri hluti. Tímarit VFI 1951. 1. hefti, s. 1-48. Grein.
- Gunnar Böðvarsson & Guðmundur Pálmason 1961: Exploration of subsurface temperature in Iceland. Geothermal Energy I. Proc. U.N. Conf. on New Sources of Energy - Rome, 1961 v.2, p. 91-98. Grein.
- Helgi Torfason 1974: Af Mosfellssveit. Háskóli Íslands. B.S. ritgerð.
- Hitaveita Reykjavíkur 1964: Hitaveita Reykjavíkur 1964. Skýrsla. 32 s.
- Hrefna Kristmannsdóttir 1973: Greiningar á leirminerölum og zeolítum frá holu 5 á Nesjavöllum. Orkustofnun JHD. Skýrsla. 8 s.
- Hrefna Kristmannsdóttir 1974: Mineralgreiningar á svarfi úr borholum nr. 14-22 á Reykjum í Mosfellssveit. Orkustofnun JHD. Skýrsla. 22 s.
- Hrefna Kristmannsdóttir 1975: Clay minerals formed by hydrothermal alteration of basaltic rocks in Icelandic geothermal fields. GFF. The Transactions of the Geological Society of Sweden. v. 97, 289-292. Grein.
- Hrefna Kristmannsdóttir 1977: Types of clay minerals in hydrothermally altered basaltic rocks, Reykjavík, Iceland. Jökull v. 26, 30-39. Grein.
- Hrefna Kristmannsdóttir & Jens Tómasson 1973: Mineralgreiningar á svarfi frá borholum á Reykjum, MG-14, 15, 17, 18 og 19. Orkustofnun JHD. Skýrsla. 11 s.
- Hrefna Kristmannsdóttir og Jens Tómasson 1974: Nesjavellir. Hydrothermal alteration in a high temperature area. Proceedings, International Symposium on Water Rock Interaction. 170-177. Prague. Grein.

- Hrefna Kristmannsdóttir og Jens Tómasson 1975: Hydrothermal alteration in Icelandic geothermal fields. Soc. Sci. Islandica. Greinar V, 167-176.
- Ingvar B. Friðleifsson 1968: Jarðlagasnið. Rannsóknarborholur á höfuðborgarsvæðinu. Orkustofnun JHD. Skýrsla. 19 s.
- Ingvar B. Friðleifsson 1973: Petrology and structure of the Esja Quaternary, volcanic region, southwest Iceland: D. Phil. thesis, 208 p. Oxford University.
- Ingvar B. Friðleifsson 1974: Jarðhitaleit í Kjalarneshreppi. Orkustofnun JHD. Skýrsla. 8 s. 4 m.
- Ingvar B. Friðleifsson 1975: Lithology and structure of geothermal reservoir rocks in Iceland: Second United Nations Symposium on the Development and Use of Geothermal Resources, San Francisco, 371-376. Lawrence Berkeley Lab, Univ. of California. Grein.
- Ingvar B. Friðleifsson 1976: Greinargerð um jarðhitalíkur í Bessastaðahreppi. Orkustofnun JHD. Álitsgerð. 7 s.
- Ingvar B. Friðleifsson & Jens Tómasson 1972: Jarðhitarannsóknir á Stardalssvæðinu. 1969-1971. Orkustofnun JHD. Skýrsla. 14 s. 10 m.
- Ingvar B. Friðleifsson & Jens Tómasson 1974: Áætlun um jarðhitarannsóknir á höfuðborgarsvæðinu 1974. Orkustofnun JHD. Skýrsla. 8 s.
- Ingvar B. Friðleifsson & Leó Kristjánsson 1972: The Stardalur magnetic anomaly, SW-Iceland. Jökull 22, 69-78. Grein.
- Ingvar B. Friðleifsson & Valgarður Stefánsson 1975: Jarðhitaleit í Víðinesí, Kjalarneshreppi. Orkustofnun JHD 7521. Skýrsla. 9 s.
- Ingvar B. Friðleifsson, Valgarður Stefánsson & Þorsteinn Thorsteinsson 1976: Heitavatnsöflun fyrir Skógrækt ríkisins og Veiðimálastofnun í Kollafirði Kjalarneshreppi. Orkustofnun JHD 7620. Skýrsla. 12 s. 11 m.

Ísleifur Jónsson 1960: Skýrsla um mælingar á gufumagni úr holu nr. 14 í Krisuvík. Orkustofnun JHD. Skýrsla. 8 s. 3 m.

Ísleifur Jónsson 1970: Fóðring holu 4 Nesjavöllum. Orkustofnun JBR. Álitsgerð. 4 s.

Jens Tómasson 1966: Þunnsneiðar frá holu 3 Nesjavöllum. Orkustofnun JHD. Skýrsla. 9 s.

Jens Tómasson 1969: Greinargerð um jarðhita í Kópavogslandi. Orkustofnun JHD. Skýrsla. 8 s.

Jens Tómasson 1975: Framvinduskýrsla um borholur MG-12 - MG-26 í Mosfellssveit. Orkustofnun JHD 7508. Skýrsla. 144 s. 34 m.

Jens Tómasson 1977: Framvinduskýrsla um borholur MG-27 - MG-35 í Mosfellssveit. Orkustofnun JHD 7711. Skýrsla. 93 s. 23 m 28 t.

Jens Tómasson 1978: Framvinduskýrsla um borholur MG-36 - MG-39 í Mosfellssveit. Orkustofnun JHD 7838. Skýrsla. 83 s. 17 m. 12 t.

Jens Tómasson, Guðmundur Guðmundsson & Stefán Arnórsson 1971: Jarðhitarannsóknir á Nesjavallasvæðinu. Orkustofnun JHD. Skýrsla. 21 s. 10 m.

Jens Tómasson & Hrefna Kristmannsdóttir 1974: Reykir-Reykjavík. Investigation of three low-temperature geothermal areas in Reykjavík and its neighbourhood. Proceedings, International Symposium on Water-Rock Interaction. 243-249. Prague. Grein.

Jens Tómasson, Ingvar B. Friðleifsson & Valgarður Stefánsson 1975: A hydrological model for the flow of the thermal water in SW-Iceland with a special reference to the Reykir and Reykjavík thermal areas. Second U.N. Symposium on the development and Use of Geothermal Resources, San Francisco Proceedings, 643-648. Lawrence Berkeley Lab., Univ. of California. Grein.

- Jens Tómasson, Ingvar B. Friðleifsson & Þorsteinn Thorsteinsson 1977:
Jarðhiti í nágrenni Reykjavíkur. Orkustofnun JHD. Álitsgerð. 3 s.
- Jens Tómasson & Karl Grönvold 1972: Viðgerð á holu 3 Nesjavöllum o.fl.
Orkustofnun JHD. Álitsgerð. 7 s.
- Jens Tómasson & Karl Grönvold 1972: Sýnataka úr holu 5 á Nesjavöllum.
Orkustofnun JHD. Álitsgerð. 2 s.
- Jens Tómasson & Karl Grönvold 1973: Nesjavellir hola 5. Orkustofnun
JHD. Skýrsla. 4 s. 1 m.
- Jens Tómasson, Karl Grönvold, Hrefna Kristmannsdóttir & Þorsteinn
Thorsteinsson 1974: Nesjavellir hola 5. Orkustofnun JHD.
Skýrsla. 22 s. 12 m.
- Jens Tómasson & Kristján Sæmundsson 1967: Borholur á Nesjavöllum með
jarðfræðilegum inngangi. Orkustofnun JHD. Skýrsla. 23 s. 6 m.
- Jens Tómasson & Kristján Sæmundsson 1970: Efnagreiningar á vatni úr
holu S-3 Seltjarnarnesi. Orkustofnun JHD. Skýrsla. 2 s., 4 t.,
3 l.
- Jens Tómasson, Kristján Sæmundsson & Þorsteinn Thorsteinsson 1969:
Um borun vinnsluholu með Gufubor á Seltjarnarnesi. Orkustofnun,
JHD. Álitsgerð. 3 s.
- Jens Tómasson & Þorsteinn Thorsteinsson 1968: Þrýsttilraunir í bor-
holum við Elliðaár - G-24 og G-28. Orkustofnun JHD. Skýrsla.
8 s., 6 m.
- Jens Tómasson & Þorsteinn Thorsteinsson 1970: Framvinduskýrsla borana
við Suður-Reyki Mosfellssveit 5.5.-17.7. 1970. Orkustofnun JHD.
Skýrsla. 29 s.
- Jens Tómasson & Þorsteinn Thorsteinsson 1971: Framvinduskýrsla um
borun og þrýstiprófun MG-9, MG-10 og MG-11 Mosfellssveit.
Orkustofnun JHD. Skýrsla. 20 s. 15 m.

- Jens Tómasson & Þorsteinn Thorsteinsson 1971: Framvinduskýrsla um G-33. Orkustofnun JHD. Skýrsla. 4 s. 6 m.
- Jens Tómasson & Þorsteinn Thorsteinsson 1975: Use of injection packer for hydrothermal drillhole stimulation in Iceland. Second U.N. Symposium on the Development and Use of Geothermal Resources, San Francisco Proceedings, 1821-1827 Lawrence Berkeley Lab., Univ. of California. Grein.
- Jens Tómasson & Þorsteinn Thorsteinsson 1976: Djúpbörur fyrir Hita-veitu Reykjavíkur. Orkustofnun JHD. Álitsgerð. 3 s.
- Jens Tómasson, Þorsteinn Thorsteinsson, Hrefna Kristmannsdóttir & Ingvar B. Friðleifsson 1977: Höfuðborgarsvæðið. Jarðhitarannsóknir 1965-1973. Orkustofnun JHD 7703. 109 s. 95 m., 15 t.
- Jens Tómasson & Þorsteinn Thorsteinsson 1978: Drillhole stimulation in Iceland: Proceedings of the American Society of Mechanical Engineers. United Engineering Center. 6 p.. Grein.
- Jóhannes Zoëga 1974: The district heating system in Reykjavík. Proceedings of the International Conference on Geothermal Energy for Industrial, Agricultural and Commercial-Residential Uses, Klamath Falls, Oregon, 7.-9. Oct. 1974.
- Jón Jónsson 1965: Bergsprungur og misgengi í nágrenni Reykjavíkur. Náttúrufræðingurinn hefti 35. 75 s. Grein.
- Jón Jónsson 1967: Bráðabirgðaskýrsla um jarðhitann í Krísuvík og Trölladyngju. Orkustofnun JHD. Skýrsla. 5 s.
- Jón Jónsson 1972: Grágrýtið. Náttúrufræðingurinn hefti 42, s. 21-30. Grein.
- Jón Jónsson 1978: Jarðfræðikort af Reykjanesskaga. Orkustofnun JHD 7831. Skýrsla. 303 s., 12 m., 21 kort.
- Klein, F.W., Páll Einarsson & Wyss, M., 1973: Microearthquakes on the Mid-Atlantic Plate Boundary on the Reykjanes Peninsula in Iceland. Journal Geophysical Research 78, 5084-5099. Grein.

Kristján Sæmundsson 1967: Vulkanismur und Tektonik des Hengill-Gebietes in Südwest-Island. Acta Naturalia Islandica v. 2, 105 p. Grein.

Kristján Sæmundsson & Sveinbjörn Björnsson 1970: Umsögn um háhitasvæðin í Hengli og Krísuvík með tilliti til virkjunar fyrir hitaveitu höfuðborgarsvæðisins. Orkustofnun JHD. Álitsgerð. 15 s.

Kristján Sæmundsson & Sigurður Benediktsson 1972: Áætlun um borun holu NLFÍ-3 Hveragerði. Orkustofnun JHD. Skýrsla. 3 s., 2 m.

Páll Imsland 1973: Um jarðfræði Sveifluháls. Háskóli Íslands. B.S. ritgerð 86 s..

Rögnvaldur Finnbogason 1970: Áætlun um fóðrun og borholuefni fyrir 1000 m holu á Nesjavöllum. Orkustofnun. Álitsgerð. 7 s.

Stefán Arnórsson 1970: Krísuvíkuraætlun - 1. Framvinduskýrsla. Orkustofnun JHD. Skýrsla. 4 s..

Stefán Arnórsson 1972: Eiginleikar borholuvatns úr G-2 í Hveragerði. Orkustofnun JHD. Skýrsla. 16 s., 2 m., 7 t.

Stefán Arnórsson 1974: Hitaveita Hveragerðis. Álitsgerð um orsakir útfellinga, tillögur til úrbóta. Orkustofnun JHD. Álitsgerð. 2 s..

Stefán Arnórsson, Axel Björnsson, Gestur Gíslason & Guðmundur Guðmundsson 1975: Systematic exploration of the Krísuvík high-temperature area, Reykjanes peninsula, Iceland. Second U.N. Symposium on the Development and Use of Geothermal Resources, San Francisco, Proceedings, 853-864. Lawrence Berkeley Lab., Univ. of California. Grein.

Stefán Arnórsson, Guðmundur Guðmundsson, Axel Björnsson, Stefán Sigurmundsson, Jón Jónsson, Sveinbjörn Björnsson, Gestur Gíslason, Einar Gunnlaugsson & Páll Einarsson, 1975: Krísuvíkursvæði. Heildarskýrsla um rannsókn jarðhitans. Orkustofnun JHD 7554. 71 s., 45 m. Skýrsla.

- Stefán Arnórsson, Jón Jónsson & Jens Tómasson 1969: General aspects of thermal activity in Iceland. XXIII. International Geological Congress, v. 18, 77-86. Prague. Grein.
- Stefán Arnórsson & Karl Ragnars 1974: Orsakir útfellinga úr heita vatninu og leiðir til úrbóta. Orkustofnun JHD. Greinargerð, 11 s.
- Stefán Arnórsson & Stefán Sigurmundsson 1970: Krísuvíkurráætlun 1970-1971 - Frumrannsókn, rannsóknarboranir og djúpboranir. Orkustofnun JHD. Skýrsla 22 s., 18 m., 10 t.
- Stefán Sigurmundsson 1967: Dæling úr holu við Bakka á Seltjarnarnesi. Orkustofnun JHD. Álitsgerð.
- Stefán Sigurmundsson 1973: Víðines í Kjalarneshreppi. Svar við fyrirspurn Lionsklúbbsins Fjölnis. Orkustofnun JHD. Álitsgerð.
- Sveinbjörn Björnsson 1974: Afl og ending Hengilssvæðisins. Orkustofnun JHD. Skýrsla. 3 s. 4 m.
- Sveinn Þórðarson 1941: Skýrsla um jarðhitamælingar á hverasvæðinu í Hveragerði í Ölfusi. 6 s.
- Sverrir Þórhallsson 1977: Afkastamæling holu 5 Nesjavöllum. Orkustofnun JHD 7729. Skýrsla. 2 s., 1 m.
- Trausti Einarsson 1942: Über das Wesen der Heissen Quellen. Societas Scientiarum Islandica v. 26, p. 1. Grein.
- Trausti Einarsson, Þorbjörn Sigurgeirsson, Tómas Tryggvason, Sigurjón Rist, Baldur Líndal & Helmuth Schwabe, 1951: Skýrsla um rannsóknir á jarðhita í Hengli, Hveragerði og nágrenni árin 1947-1949. Síðari hluti. Tímarit verkfræðingafélags Íslands 3. og 4. hefti. 82 s.
- Valdimar Kr. Jónsson 1967: Hagnýt vinnsla jarðhita á Reykjavíkursvæðinu. Vermir sf. Skýrsla. 31 s.
- Valdimar Kr. Jónsson 1970: Fræðileg athugun á jarðhitasvæði Reykjavíkur. Greinargerð til hitaveitustjóra. University Park, Pennsylvania. Skýrsla. 24 s.

- Vermir hf. 1970: Varmaveita fyrir Seltjarnarnes. Sveitarstjóri Seltjarnarneshrepps. Skýrsla. 68 s.
- Virkir hf. 1970: Varmaveita fyrir Hafnarfjörð. Frumáætlun. Bæjarstjórinn í Hafnarfirði. Skýrsla. 89 s.
- Dorsteinn Thorsteinsson 1969: Vatnsstöðumælingar í borholum á Seltjarnarnesi 1966-1969. Orkustofnun JHD. Skýrsla. 12 s.
- Dorsteinn Thorsteinsson 1969: Vatnsstöðu- og hitamælingar í borholum í Reykjavík. Orkustofnun JHD. Skýrsla. 1 s., 2 m., 6 l.
- Dorsteinn Thorsteinsson (1964): Snið af Gufuborsholum í Reykjavík 1958-1963. Holur G-1 - G-22. Orkustofnun JHD. 80 s.
- Dorsteinn Thorsteinsson 1969: Hola 3 á Seltjarnarnesi. Áætlaður bor-tími og borkrónur. Orkustofnun JHD. Álitsgerð. 10 s..
- Dorsteinn Thorsteinsson 1973: Borun 12 1/4" hola í Reykjadal í Mosfellssveit. Orkustofnun JHD. Álitsgerð. 3 s.
- Dorsteinn Thorsteinsson 1973: Aðgerðir á eldri holum Hitaveitu Reykjavíkur í Reykjadal í Mosfellssveit. Orkustofnun JHD. Álitsgerð. 9 s.
- Dorsteinn Thorsteinsson 1973: Borholur í Mosfellssveit. Vatnsmagn og hiti. Orkustofnun JHD. Álitsgerð. 4 s.
- Dorsteinn Thorsteinsson 1975: Borholur vegna "Hydrofracturing stress measurements in Iceland". Orkustofnun JHD. Álitsgerð. 4 s.
- Dorsteinn Thorsteinsson 1975: Vinnsluholur í Mosfellsdal. Orkustofnun JHD. Álitsgerð. 3 s.
- Dorsteinn Thorsteinsson 1975: Redevelopment of the Reykir hydrothermal system in Southwestern Iceland. Second U.N. Symposium on the Development and Use of Geothermal Resources, San Francisco, Proceedings, p. 2173-2180. Lawrence Berkeley Lab., Univ. of California. Grein.

Þorsteinn Thorsteinsson & Jens Tómasson 1971: Varðar vatnsgæfni jarðhitakerfa í Mosfellssveit. Orkustofnun JHD. Álitsgerð. 2 s.

Þorsteinn Thorsteinsson & Jens Tómasson 1972: Varðar staðsetningu vinnsluhola í Mosfellssveit. Orkustofnun JHD. Álitsgerð. 6 s.

Þorsteinn Thorsteinsson & Jens Tómasson 1972: Viðgerð hola SR-1 - SR-43 í Reykjadal, Mosfellssveit. Orkustofnun JHD. Álitsgerð. 4 s.

Þorsteinn Thorsteinsson & Jens Tómasson 1972: Varðar vatnsvinnslu úr borholum í Reykjadal. Orkustofnun JHD. Álitsgerð. 2 s.

Þorsteinn Thorsteinsson & Jónas Eliasson 1970: Geohydrology of the Laugarnes Hydrothermal System in Reykjavík, Iceland. U.N. Symposium on the Development and Utilization of Geothermal Resources. Pisa vol. 2, part 2, p. 1191. Grein.