



ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild



Samband íslenskra
hitaveitna

Málþing

SÍH og Orkustofnunar um jarðhitarannsóknir

*haldið í Reykjavík
21. janúar 1993*



ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild



Samband íslenskra
hitaveitna

Málþing

SÍH og Orkustofnunar
um
jarðhitarannsóknir

haldið í Reykjavík
21. janúar 1993

Efnisyfirlit:

Dagskrá	1
Pátttakendalisti	2
Ávarp Jakobs Björnssonar	3
Fundargerð <i>ritari: Jón Guðmar Jónsson</i>	4
Jarðhitadeild Orkustofnunar og þýðing jarðhitans í þjóðarbúskapnum <i>Guðmundur Pálmason, Orkustofnun</i>	5
Fjármál og kostnaður við jarðhitarannsóknir <i>Ólafur G. Flóvenz, Orkustofnun</i>	6
Árangur jarðhitarannsókna <i>Valgarður Stefánsson, Orkustofnun</i>	7
Þörf hitaveitna fyrir jarðhitarannsóknir <i>Albert Albertsson, Hitaveitu Suðurnesja</i>	8
Fyrirkomulag jarðhitarannsókna <i>Gestur Þórarinsson, Hitaveitu Blönduóss</i>	9
Niðurstöður úr umræðuhópum	10
Framlag ríkisins til jarðhitarannsókna - töflur <i>Björn Friðfinnsson, Iðnaðarráðuneytinu</i>	11

MÁLÞING UM JARÐHITARANNSÓKNIR OG HITAVEITUR

21. janúar 1993

DAGSKRÁ

09:30-10:00	Skráning-Kaffi
10:00-10:10	Setning. Jakob Björnsson, orkumálastjóri
10:10-10:30	Yfirlit um starfsemi Jarðhitadeildar Orkustofnunar Guðmundur Pálmason, forstjóri Jarðhitadeildar Orkustofnunar
10:30-10:50	Fjármál og kostnaður við jarðhitarannsóknir Ólafur G. Flóvenz, deildarstjóri, Orkustofnun
10:50-11:10	Árangur jarðhitarannsókna Valgarður Stefánsson, deildarstjóri, Orkustofnun
11:10-11:30	Þörf hitaveitna fyrir jarðhitarannsóknir Albert Albertsson, aðstoðarforstjóri, Hitaveitu Suðurnesja
11:30-11:50	Fyrirkomulag jarðhitarannsókna Gestur Þórarinnsson, hitaveitustjóri, Hitaveitu Blönduóss
11:50-12:00	Skipað í umræðuhópa
12:00-13:00	Hádegisverður
13:00-15:00	Umræðuhópar starfa
15:00-15:30	Kaffi
15:30-16:45	Niðurstöður umræðuhópa-Almenn umræða
16:45-17:00	Samantekt-Fundarslit Franz Árnason, hitaveitustjóri, Hitaveitu Akureyrar
17:00-19:00	Léttar veitingar í boði Orkustofnunar

Fundarmenn: Fulltrúar hitaveitna, Orkustofnunar, Iðnaðarráðuneytisins, RARIK/Reykjavík, Orkubús Vestfjarða, Jarðborana hf, Verkfræðideild HÍ og Sambands íslenskra hitaveitna. Sjá nánar á þátttakendalista.

Fundarstjóri: Ingólfur Hrólffsson, hitaveitustjóri

Fundarritari: Jón Guðmar Jónsson, fjármálastjóri

Fundarstaður: Borgartún 6, Reykjavík

***Pátttakendur á Málþing SÍH og Orkustofnunar
um jarðhitarannsóknir
21. janúar 1993.***

2

Pátttakendalisti:

1.	Ingólfur Hrólffsson	Hitaveitu Akraness og Borgarfj.
2.	Franz Árnason	Hitaveitu Akureyrar
3.	Magnús Finnsson	Hitaveitu Akureyrar
4.	Sigurður J. Sigurðsson	Hitaveitu Akureyrar
5.	Gestur Þórarinsson	Hitaveitu Blönduóss
6.	Björn Sveinsson	Hitaveitu Egilsstaða og Fella
7.	Hannibal Kjartansson	Hitaveitu Flúða og nágr.
8.	Guðmundur Davíðsson	Hitaveitu Mosfellsbæjar
9.	Jón H. Ásbjörnsson	Hitaveitu Mosfellsbæjar
10.	Einar Gunnlaugsson	Hitaveitu Reykjavíkur
11.	Gestur Gíslason	Hitaveitu Reykjavíkur
12.	Gunnar Kristinsson	Hitaveitu Reykjavíkur
13.	Hreinn Frímannsson	Hitaveitu Reykjavíkur
14.	Páll Pálsson	Hitaveitu Sauðárkróks
15.	Valdimar Þorsteinsson	Selfossveitur bs.
16.	Albert Albertsson	Hitaveitu Suðurnesja
17.	Geir Þórólffsson	Hitaveitu Suðurnesja
18.	Júlíus Jónsson	Hitaveitu Suðurnesja
19.	Kristján Haraldsson	Orkubú Vestfjarða
20.	Albert Guðmundsson	RARIK/Reykjavík
21.	Bent Einarsson	Jarðboranir hf.
22.	Guðmundur Sigurðsson	Jarðboranir hf.
23.	Sveinn Scheving	Jarðboranir hf.
24.	Árni Ragnarsson	Orkustofnun
25.	Benedikt Steingrímsson	Orkustofnun
26.	Einar Tjörvi Elíasson	Orkustofnun
27.	Grímur Björnsson	Orkustofnun
28.	Guðmundur Pálmason	Orkustofnun
29.	Guðni Axelsson	Orkustofnun
30.	Guðrún Sverrisdóttir	Orkustofnun
31.	Hákon Björnsson	Orkustofnun
32.	Helgi Gunnarsson	Orkustofnun
33.	Helgi Torfason	Orkustofnun
34.	Hrefna Kristmannsdóttir	Orkustofnun
35.	Ingvar Birgir Friðleifsson	Orkustofnun
36.	Jakob Björnsson	Orkustofnun
37.	Jens Tómasson	Orkustofnun
38.	Jón Haukur Guðlaugsson	Orkustofnun
39.	Jón Guðmar Jónsson	Orkustofnun
40.	Kristján Sæmundsson	Orkustofnun
41.	Ólafur Flóvenz	Orkustofnun
42.	Ómar Sigurðsson	Orkustofnun
43.	Sigþór Jóhannesson	Orkustofnun
44.	Sverrir Hákonarson	Orkustofnun
45.	Sverrir Þórhallsson	Orkustofnun
46.	Sæþór L. Jónsson	Orkustofnun
47.	Valgarður Stefánsson	Orkustofnun
48.	Þorgils Jónasson	Orkustofnun
49.	Þóroddur Th. Sigurðsson	Orkustofnun
50.	Valdimar K. Jónsson	Verkfræðideild HÍ
51.	Björn Friðfinnsson	Iðnaðarráðuneytið
52.	Jón Ingimarsson	Iðnaðarráðuneytið
53.	María J. Gunnarsdóttir	Samband íslenskra hitaveitna
54.	Árni Gunnarsson	Verkfr.st. ÁG.

***Ávarp Jakobs Björnssonar,
orkumálastjóra***

Ávarp Jakobs Björnssonar orkumálastjóra

1. Tilgangur jarðhitarannsókna Orkustofnunar er að afla nauðsynlegrar þekkingar til að nýta jarðhitaorkulindina í þágu þjóðarbúsins.

Tilgangurinn er sem sagt *hagnýtur*, miðast við það hvort ætla megi að þekkingin sem aflað er komi að notum.

Þetta er annarskonar tilgangur en með svonefndum *hreinvísindalegum* rannsóknum, þar sem tilgangurinn er að afla þekkingar þekkingarinnar vegna; án tillits til þess hvort líkur séu til þess að hún komi beinlínis að notum.

Drifkrafturinn á bak við rannsóknir af þessu tagi er *forvitni*. *Hagnaðarvonin* er hinsvegar það sem knýr hagnýtar rannsóknir svonefndar áfram.

Vert er að gefa gaum að því að þessar tvennskonar rannsóknir verða aldrei fullkomlega aðskildar. Engu að síður er þessi aðgreining gagnleg ef henni er beitt af skynsemi.

2. Jarðhitarannsóknir beinast annarsvegar að jarðhitaorkulindinni sjálfri, eðli hennar, og því, hvernig tækni er best að beita til að vinna orkuna úr henni í formi heits vatns og gufu, og hinsvegar að vandamálum sem tengjast nýtingu á þessu heita vatni og gufu. Rannsóknir tengdar orkulindinni sjálfri er umfangsmesti hlutinn.
3. Í tengslum við þetta málþing er heppilegt að greina jarðhitarannsóknir Orkustofnunar sundur í þær sem beinast fyrst og fremst að öflun og nýtingu jarðhita fyrir hitaveitur - fyrst og fremst til hitunar húsa - og rannsókna sem miða að vinnslu hans og nýtingu í öðru skyni, svo sem til iðnaðar og raforkuvinnslu. Eitt hitaveitufyrirtæki framleiðir raforku úr gufunni auk heits vatns, og annað fyrirtæki áformar slíka vinnslu.
4. Ríkið hóf þátttöku í jarðhitarannsóknum svo nokkru næmi á fimmta áratug þessarar aldar hjá embætti raforkumálastjóra, sem var forveri Orkustofnunar, en hún var sett á laggirnar 1967 með Orkulögum, nr. 58/1967. Hér er ekki tími til að rekja þá sögu í einstökum atriðum. Aðeins vil ég minna á að tilgangurinn með afskiptum ríkisins af slíkum rannsóknum var einmitt sá sem ég gat um í upphafi, nfl. að stuðla að aukinni nýtingu jarðhitans sem auðlindar til hagsbóta fyrir þjóðarbúið. Þessi nýting hefur verið til hitunar húsa fyrst og fremst. Þar hefur náðst frábær árangur eins og lýsir sér í því að hlutdeild jarðhita í húshitun landsmanna hefur vaxið frá langt undir helmimngi um miðjan fimmta áratuginn í 85 % nú.

Þennan frábæra árangur má að verulegu leyti þakka þessum jarðhitarannsóknum á vegum ríkisins, sem Jarðhitadeild Orkustofnunar hefur haft með höndum. Tekist hefur að þróa miklu árangursríkari leitar aðferðir að jarðhita en áður og tekist hefur að finna og nýta jarðhita á stöðum þar sem enginn lét sér detta það í hug í fyrstu. Tekist hefur einnig að ráða niðurlögum ýmissa barnasjúkdóma sem við var að eiga á fyrstu árum jarðhitanytingar hér á landi.

Það sé þó fjarri mér að þakka þennan árangur einvörðungu rannsóknum Orkustofnunar og ríkinu sem hefur kostað þær. Frumkvæði, áhugi, dugnaður og útsjónarsemi

nýtendanna, hitaveitnanna, hefur einnig skipt ómetanlega miklu máli. Hluttur þeirra í rannsóknunum sjálfum hefur líka farið vaxandi með árunum eftir því sem þeim hefur vaxið fiskur um hrygg sem fyrirtækjum og þau hafa í vaxandi mæli keypt rannsóknir af Orkustofnun. En þáttur ríkisins og Orkustofnunar hefur samt skipt sköpum; einkum á fyrri árum meðan nýting jarðhitans var skammt á veg komin og hitaveitur fáar og margar veikburða.

5. Auk húshitunar er jarðhiti hér á landi sem kunnugt er nýttur til gróðurhúsa og annarrar ræktunar, sundlauga, eyðingar á ísingu, iðnaðar og raforkuvinnslu. Sumt af þessu fer fram með milligöngu hitaveitnanna en annað ekki. Í þessari nýtingu hefur rannsóknarþáttur ríkisins verið enn stærri en varðandi húshitunina.
6. Ég gat þess hér í upphafi að jarðhitarannsóknir Orkustofnunar, eins og raunar allar rannsóknir hennar, væru af hálfu löggjafans hugsaðar sem *hagnýtar* rannsóknir. Þetta viðhorf endurspeglast líklega hvergi betur en í 76. grein Orkulaga sem hljóðar eins og þessi glæra sýnir. Þar er gert ráð fyrir að kostnaðurinn við þær af jarðhitarannsóknunum sem leiða til árangurs og verða undirstaðan undir hönnun og byggingu mannvirkja sé endurgreiddur ríkinu af þeim sem hans njóta. Þessu ákvæði Orkulaga hefur að mínu mati verið mildilega framfylgt í tímans rás gagnvart hitaveitum enda þótt endurgreiðslur hafi vissulega átt sér stað. Því hefur verið mun strangar framfylgt varðandi vatnsorkurannsóknir. Þetta má líklega túlka sem áhuga ríkisvaldsins á að stuðla sem best að hitaveituvæðingu landsins og á að íþyngja ekki nýjum hitaveitum á frumbýlingsárum þeirra.
7. Nú er hitaveituiðnaðurinn í landinu orðinn öflug iðngrein. Margar hitaveitur hafa á undanförmum árum eflst mjög og eru orðnar mjög stöndug fyrirtæki. Aðrar eru enn ekki eins stöndugar en eiga fyrir sér að eflast og styrkjast eftir því sem upphafleg skuldabyrði léttist. Sumum hitaveitum hefur ríkisvaldið einnig komið myndarlega til hjálpar með yfirtöku skulda og öðrm ráðstöfunum. Allt leiðir þetta til að flestar hitaveitur munu innan skamms tíma verða orðnar traust og öflug fyrirtæki sem eiga fátt sameiginlegt nema nafnið með hinum veikburða fyrirtækjum frumbýlingsáranna.
8. Við þessar breyttu aðstæður er eðlilegt að gera ráð fyrir að hitaveituiðnaðurinn í landinu taki í enn ríkara mæli en hingað til á sig kostnaðinn við nauðsynlegar rannsóknir í sína þágu. Sú er líka stefna löggjafans samkvæmt ákvæði í fjárlagafrumvarpi fyrir árið 1993, sem ég vil bregða hér upp á glæru. Hér er talað skýru og ótvíræðu máli. Þetta á raunar ekki bara við um hitaveitur.
9. Að mínu mati táknar þetta þó alls ekki að ríkið hyggist hætta að kosta jarðhitarannsóknir í þágu hitaveituiðnaðarins í landinu; aðeins að það hyggist draga saman seglin í þeim efnum. Eftir sem áður er eðlilegt að ríkið kosti vissa þætti þessara rannsókna. Ég hef þar einkum í huga rannsóknir er lúta að ýmsum grundvallarspurningum varðandi nýtingu jarðhitans; spurningum sem eru ekki takmarkaðar við hitaveituiðnaðinn heldur lúta að allri jarðhitanýtingu til hverskonar nota. Má þar einkum nefna tvo flokka rannsóknarverkefna:
 1. Forðafræði jarðhitans, þ.e. hvernig jarðhitasvæði bregðast við samfelldri langvarandi nýtingu; hvaða öfl stýra þeim viðbrögðum og hvaða ferli eru þar að verki.
 2. Ýmiskonar þróun í tækni jarðhitarannsókna og aðferðum við þær.

Milli þessara verkefnaflokka, og annarra skyldra, annarsvegar og hinsvegar jarðhitarannsóknna sem lúta að öðrum viðfangsefnum, verða þó aldrei dregin nein hnífskörp skil. Þessvegna er samvinna allra sem að jarðhitarannsóknum standa og hagsmuna eiga að gæta svo geysimikilvæg. Slík samvinna hefur á undanförunum árum tekist með ágætum milli Jarðhitadeildar Orkustofnunar og hitaveitnanna. Hún þarf að halda áfram. Báðir aðilar hagnast á henni. Hinsvegar er nauðsynlegt að ræða með hvaða hætti henni verði best komið fyrir við breyttar aðstæður; þar á meðal styrkari stöðu hitaveitnanna er fyrir meir. Þörf er á að skilgreina betur en áður hvað hitaveituiðnaðurinn kostar af þessum rannsóknum og hvað ríkið og koma sér saman um það. Það samstarf þarf raunar að vera í stöðugri endurskoðun.

Það er því í hæsta máta tímabært að halda málþing sem þetta sem ég vona að verði ekki hið síðasta af þessu tagi. Ég fagna því frumkvæði að halda það og vil þakka það frumkvæði öllum sem hluta hafa átt að því að koma málþinginu á. Ég vona að við getum átt gagnlegar viðræður hér í dag. Við höfum margt að tala saman um.

Málþingið er sett og ég þakka gott hljóð.

Fundargerð

Ritari: Jón Guðmar Jónsson, Orkustofnun

INNGANGUR

Í fundargerðinni hér á eftir verður stuttlega farið í það sem kemur fram í setningarávarpi orkumálastjóra, Jakobs Björnssonar, ræðum/erindum framsögumanna, þeirra Guðmundar Pálmasonar, forstjóra Jarðhitadeildar Orkustofnunar, Ólafs G. Flóvenz, deildarstjóra á Orkustofnun, Valgarðs Stefánssonar deildarstjóra á Orkustofnun Alberts Albertssonar, aðstoðarforstjóra Hitaveitu Suðurnesja og Gests Þórarinssonar, hitaveitustjóra Hitaveitu Blönduóss en erindi þeirra eru birt í heild sinni annars staðar í þessu hefti. Sama er að segja um umræður og niðurstöður umræðuhópa, þær eru einnig birtar sérstaklega í skýrslunni.

Þá verður gerð grein fyrir þeim umræðum sem ekki birtast annars staðar í þessu hefti. Það er erindi Björns Friðfinnssonar ráðuneytisstjóra Iðnaðarráðuneytisins, það sem kom fram í máli þeirra sem tóku til máls í almennu umræðunni, eftir að umræðuhópar höfðu skilað af sér, þeirra Ólafs G. Flóvenz, Jakobs Björnssonar og Alberts Albertssonar og að síðustu samantekt Franz Árnasonar við slit þingsins.

Fundarstjóri Ingólfur Hrólfsson, hitaveitustjóri, tók það fram í byrjun fundar að ekki yrðu umræður eftir hvert erindi, heldur yrðu þær undir sérstökum dagskrárlið eftir niðurstöður umræðuhópa.

SETNING. ÁVARP JAKOBS BJÖRNSSONAR, ORKUMÁLASTJÓRA

"Tilgangur jarðhitarannsóknna Orkustofnunar er að afla nauðsynlegrar þekkingar til að nýta jarðhitaorkulindina í þágu þjóðarbúsins".

Þetta var yfirskrift erindis orkumálastjóra.

Tilgangurinn er sem sagt hagnýtur, miðast við það hvort ætla megi að þekkingin, sem aflað er komi að notum við nýtingu orkulindanna.

Í nýtingu jarðhita til húshitunar hefur náðst frábær árangur eins og lýsir sér í að hlutdeild jarðhita til húshitunar landsmanna hefur vaxið frá langt undir helmingi um miðjan fimmta áratuginn í 85% nú.

Nú er hitaveituiðnaðurinn í landinu orðin öflug iðngrein og því er eðlilegt að gera ráð fyrir að hann taki í ríkari mæli en hingað til á sig kostnaðinn við nauðsynlegar rannsóknir í sína þágu. Sú er líka stefna löggjafans samkvæmt ákvæði í fjárlagafrumvarpi fyrir árið 1993.

Eftir sem áður mun ríkið þó áfram annast jarðhitarannsóknir. En þörf er á að koma sér niður á eðlilega verkaskiptingu þess og jarðhitaíðnaðarins. Það þurfum við að gera í sameiningu. Því er hæsta máta tímabært að halda málþing sem þetta sem ég vona að verði ekki hið síðasta af þessu tagi.

Að öðru leyti vísast í setningarávarp orkumálastjóra sem birt er annars staðar í þessu hefti.

YFIRLIT UM STARFSEMI JARÐHITAEILDAR ORKUSTOFNUNAR

Guðmundur Pálmason, forstjóri Jarðhitadeildar Orkustofnunar

Í erindi sínu fjallaði Guðmundur um starfsemi Jarðhitadeildar Orkustofnunar, þýðingu jarðhitans í þjóðarþúskapnum og fjármagn til rannsókna og þróunar.

Hann gerði grein fyrir hlutverki Orkustofnunar skv. orkulögum, skipulagi Jarðhitadeildar, verkefnum, tækjabúnaði, áherslum í verkefnavali, tilgangi jarðhitarannsókna í þágu hitaveitna ofl.

Næst vék hann að sparnaði einstaklinga og þjóðarabúsins af nýtingu jarðhita til húshitunar. Gera mætti ráð fyrir að árlegur sparnaður væri um 7 milljarðar eða sem næst innflutningsverði allra bíla landsmanna í erlendum gjaldeyri. Uppsafnaður sparnaður undanfarinna 20 ára væri um 180 milljarðar á verðlagi 1991.

Að lokum sýndi Guðmundur dæmi um rannsókn- og þróunarkostnað (R&P), sem hlutfall af sölu í ýmsum atvinnugreinum í Bandaríkjunum og svipuð dæmi frá nokkrum fyrirtækjum utan Bandaríkjanna.

Að öðru leyti er vísað í samantekt á erindi Guðmundar sem birtist annars staðar í þessu hefti.

FJÁRMÁL OG KOSTNAÐUR VIÐ JARÐHITARANNSÓKNIR

Ólafur G. Flóvenz, deildarstjóri, Orkustofnun

Í byrjun gat Ólafur þess að, trúlega væri vandfundin sú atvinnugrein, þar sem fjármagn hefði skilað sér jafn ríkulega til baka og það sem veitt hefði verið til jarðhitarannsókna.

Þá fjallaði hann um fjárhagslega stöðu jarðhitarannsókna, fór yfir þróun fjárveitinga til jarðhitarannsókna undanfarin ár, gerði grein fyrir því hve mikið kæmi frá ríkinu og hve mikið frá öðrum. Greindi frá því í hvað hluti ríkisins hefði farið, ræddi um vaxandi samdrátt í fjárveitingum, afleiðingar hans og hvernig unnt væri að bregðast við. Hann benti á að Rannsóknir fyrir orkuiðnaðinn (fyrir utan olúfélögin) færu að 90% fram á Orkustofnun.

Fram kom að Jarðhitadeild Orkustofnunar er ætlað að afla sífellt meiri sértekna en fjárveitingar til hennar lækkaðar. Fjárveitingar til jarðhitarannsókna hefðu helmingast síðast liðin 6 ár, frá 1987 til 1993, voru 180 Mkr 1987 en eru um 90 Mkr árið 1993 hvort tveggja á verðlagi ársins 1993. Framlög til Jarðhitaskólans og hafsbotsrannsókna eru ekki meðtalin í þessum fjárhæðum.

Þá kom Ólafur inn á endurnýjun starfsliðs, stærð og stöðu Orkustofnunar. Aðkallandi væri að eðlileg endurnýjun sérfræðinga á jarðhitasviði ætti sér stað en hún hefði verið lítil á undanförunum árum. Orkustofnun hefði áður í raun gegnt hlutverki skóla á þessu sviði, þar sem engir skólar eru hér á landi sem útskrifa íslenska jarðhitasérfræðinga.

Þörf er fyrir stóra og sterka rannsóknastofnun eins og Orkustofnun, hvert svo sem eignar- eða rekstrarformið er. Þetta er nauðsynlegt vegna þverfaglegrar þekkingar sem þarf að vera fyrir hendi á stofnuninni. Rökin fyrir þessari skoðun eru þau; "að margir smáir aðilar verða aldrei í stakk búnir til að hafa yfirsýn yfir það víðfeðma svið sem jarðhitafræðin eru og geti ekki veitt alhliða ráðgjöf og annast stór rannsóknaverkefni, þar sem

fjölfaglegrar þekkingar er krafist. Þetta er líka eindregin skoðun sérfræðinga OECD, sem nýlega hafa skilað af sér skýrslu um rannsóknastarfsemi á Íslandi. Annað mál væri, hvernig sú stofnun skuli upp byggð og hverjir skuli eiga hana, stjórnar og bera kostnaðinn".

Að öðru leyti er vísað í erindi Ólafs í heild annars staðar í þessu hefti.

ÁRANGUR JARÐHITARANNSÓKNA

Valgarður Stefánsson, deildarstjóri, Orkustofnun

Valgarður gat þess í inngangi að fyrsta jarðhitaborun á Íslandi hefði verið í Reykjavík (Laugarnesi) árið 1755, gerð af Eggerti Ólafssyni og Bjarna Pálssyni. Ári síðar boruðu þeir í Krísuvík og þar fékkst fyrsta blásandi gufuholan á landinu, ef ekki í heiminum.

"Orkulega séð er jarðhitinn í dag 45% af vergri orkunotkun þjóðarinnar (Guðmundur Pálmason 1992) og er þetta hærra hlutfall en í nokkru öðru landi".

Árlegur sparnaður neytenda af því að nota jarðhita til húshitunar í stað olíu eða raforku væri nú 6-9 milljarðar en til samanburðar hefði samanlagt útflutningsverðmæti áls og járnblendis verið 10 milljarðar á árinu 1991.

Þessi mikli sparnaður væri árangur áratuga þróunar. Jarðhitanyting hefur aukist gríðarlega síðustu áratugi, meðal annars vegna ýmissa samverkandi þátta, svo sem; nýrrar bortækni, nýrra vinnsluaðferða og brautryðjendastarfs á sviði forðafræði.

Forsendur árangurs væri markaðshlutdeild og gæði og verð vörunnar (jarðhitans) og hvað jarðhitann snerti væri það fyrst og fremst **jarðhitaleit**, sem stuðlað hefði að aukinni markaðshlutdeild á meðan framfarir í bortækni, borholurannsóknum, vinnslutækni og forðafræði hefði stuðlað að því auka gæði jarðhitans og lækka framleiðslukostnað.

Í dag er staðan sú; "að eðlileg vinnsluaukning hjá starfandi hitaveitum er orðinn stærri þáttur í aukningu á jarðhitanothlutun landsmanna, heldur en sú aukning sem fæst við jarðhitaleit fyrir nýjar hitaveitur."

Þróunarverkefni hafa augljóslega stuðlað að miklum árangri fyrir jarðhitanytingu í landinu. Þar kemur helst til; **jarðhitaleit, bortækni og borholurannsóknir, vinnslutækni og forðafræðilegur rekstur jarðhitakerfa.**

Valgarður greindi frá því að fyrir tilstuðlan þróunarverkefna og nýrra aðferða hefði á undanförunum árum náðst athyglisverður árangur við að finna jarðhita á svæðum sem áður hefði verið talið að engan jarðhita væri að finna, t. d. í Kjósinni á Hvalfjarðarströnd. Nú er staðan sú að 85% af húsrými landsmanna er hitað með jarðhita. Þetta gefur vonir um að hægt og sígandi sé möguleiki á því að jarðhitinn nái þessum síðustu 15% af húshitunarmarkaðnum.

Sá árangur sem hefur náðst er ekki að þakka einni rannsóknaaðferð, heldur er það samtálkun margra rannsóknaaðferða, sem gefur haldbærustu niðurstöðurnar. Heildarniðurstaðan er miklu traustari en niðurstöður einstakra rannsóknaaðferða. Meðal annars þess vegna er nauðsynlegt að stór og sterk rannsóknastofnun eins og Orkustofnun sé til þar sem fjölfagleg þekking er fyrir hendi og reynslan hefur sýnt að mestur árangur jarðhitarrannsókna hefur náðst þar sem samtálkun aðferða er notuð. Dæmi um árangur jarðhita-

leitar með því að beita samtúlkun er á Laugalandi í Eyjafirði og við Urriðavatn fyrir Hitaveitu Egilsstaða og Fella.

Þá vék Valgarður að þýðingu forðafraeði fyrir rekstur jarðhitakerfa. Hann gerði grein fyrir forðafraeðinni sem fræðigrein, um hvað hún fjallaði, þ. e. "Forðafraeði jarðhitans er fræðigrein sem fjallar um þrýsti- og hitaástand í jarðhitakerfum, ásamt vökva- og orkustreymi í jarðhitakerfum og jarðhitaborholum. Einnig fjallaði forðafraeðin um breytingar á þessum þáttum vegna vinnslu jarðhitans."

Að lokum vék Valgarður að rannsókn háhitasvæða til raforkuvinnslu. "Allt bendir til þess að mun hagkvæmara sé að vinna raforku úr jarðhita en talið hefur verið síðasta áratug eða svo og má búast við jarðhitinn veiti raforkunni verulega samkeppni þegar farið verður að byggja orkuver að nýju á Íslandi.

Þá benti Valgarður á að jarðhitarannsóknir hefðu hingað til stuðlað að því að gera jarðhitann að hagkvæmasta orkugjafa þjóðarinnar".

Að öðru leyti er vísað í erindi Valgarðs í heild annars staðar í þessu hefti.

ÞÖRF HITAVEITNA FYRIR JARÐHITARANNSÓKNIR

Albert Albertsson, aðstoðarforstjóri, Hitaveitu Suðurnesja

Albert kvað það nauðsynlegt, að þörfin fyrir jarðhitarannsóknir yrði metin og að stefnan fyrir framtíðina verði mörkuð og á hana vilji hitaveitumenn hafa áhrif.

Hann sagðist hafa viljað sjá að fulltrúum fleiri hagsmunaaðila hefði verið boðið á málþingið, það er fyrirtækja í jarðhitaiðnaði.

Stöðugt minnkandi framlög ríkisins til jarðhitarannsókna væri meðal annars ástæðan fyrir því að boðað væri til málþingsins.

Samvinna aðila væri nauðsynleg. Þörf hitaveitna fyrir rannsóknir væri augljós og óumdeilanleg, en spurningin er hve mikið eigi að rannsaka, hver eigi að gera það og hver hlutdeild ríkisins eigi að vera í rannsóknakostnaðinum.

Albert taldi eðlilegt að ríkið greiddi grunnrannsóknir að stærstum hluta en hitaveiturnar rekstrarrannsóknir.

Jarðhitarannsóknir þurfi að beinast að því að samnýta jarðhita- og vatnsorkuforða landsins.

Eðlilegt er að ríkið þurfi að taka þátt í rannsóknum veitu um áratuga skeið. Hann kvað Hitaveitu Suðurnesja hafa kostað rannsóknir á nýjum aðferðum við háhitavinnslu, rannsóknir sem að hluta til og í eðli sínu væru grunnrannsóknir.

Eðli og umfang jarðhitarannsókna og það hve þær krefðust mikils fjármagns og þyrftu dýran tækjabúnað gerði það að verkum að rannsóknirnar ættu að mestu leyti að vera á hendi einnar rannsóknastofnunar.

Ekki kæmi til greina að skattleggja orkufyrirtæki til að kosta grunnrannsóknir og þróun.

Útvíkka eigi starfssvið hitaveitna og Orkustofnunar.

Að öðru leyti er vísað í erindi Alberts í heild annars staðar í þessu hefti.

FYRIRKOMULAG JARÐHITARANNSÓKNA

Gestur Þórarinnsson, hitaveitustjóri, Hitaveitu Blönduóss

Gestur gat þess í byrjun að kostnaður veitna við nauðsynlegar rannsóknir og þörfin fyrir þær væri mjög mismikil. Sums staðar kemur vatnið upp af gömlum vana, annars staðar þyrfti að bora og vatnsöflun erfið.

Eðlilegt væri að veitur veittu ákveðinni fjárhæð af veltu sinni, t. d. 1% til úrvinnslu gagna og rannsókna á virkjunarsvæði sínu, auk þess geti komið til viðbótarfjár til annarra sérstakra rannsókna.

Nauðsynlegt er að vanda vel til verk- og kostnaðaráætlana í samningum um rannsóknir, þannig að þær nái til allra verkþátta. Kynna þarf rannsóknasamninga vel fyrir hlutaðeigendum.

Orkustofnun þarf að vera öflug rannsóknastofnun, því forsvarsmenn veitna gera ráð fyrir því að geta leitað til Orkustofnunar vegna hinna ýmsu rannsókna og til að fá leyst hin erfiðustu vandamál sinna veitna.

Ekki á að skattleggja orkufyrirtæki til að kosta grunnrannsóknir.

Efla þarf tengsl milli Orkustofnunar og SÍH, jafnvel, að sambandið fái fulltrúa í stjórn stofnunarinnar eða í samstarfshópi eða samráðsnefnd sem komið yrði á með fulltrúum frá Orkustofnun og orkuveitum.

Að öðru leyti er vísað til erindis Gests í heild, annars staðar í þessu hefti.

FRAMLÖG RÍKISINS TIL JARÐHITARANNSÓKNA

Björn Friðfinnsson, ráðuneytisstjóri Iðnaðarráðuneytinu

Björn gat þess í byrjun að sér virtist svo sem einn helsti vaxtabroddur í íslensku atvinnulífi væri aukin starfsemi ýmissa óánægju- og þrýstihópa.

Staðreyndin væri sú að stöðnun væri í þjóðarbúskapnum og tekjur ríkisins færu minnkandi. Jafnframt ykist þrýstingur á takmarkað fé ríkissjóðs frá ýmsum hópum og atvinnugreinin hagsmunagæsla færi vaxandi í þjóðfélaginu.

Ráðuneytisstjóri sagði engin merki um það að menn gætu reiknað með hærri framlögum ríkisins til jarðhitarannsókna eða annarra orkurannsókna á næstunni. Á töflu, sem hann sýndi, kom fram að fjárveiting nettó til Orkustofnunar á árinu væri um 231 Mkr. Einnig sýndi hann yfirlit síðustu 10 ára yfir fjárveitingar til Orkustofnunar og sértekjur jarðhita-deildar. Taldi hann það sýna að ríkið væri að niðurgreiða orkurannsóknir til hitaveitna.

Hvað snerti spurninguna um það hver eigi að greiða fyrir orkurannsóknir, ríkið eða hitaveiturnar, þá taldi hann að það hlyti að koma til aukinnar þátttöku þeirra fyrirtækja sem selja hitaorku úr jörðu varðandi fjármögnun rannsókna.

SKIPAD Í UMRÆÐUHÓPA - HÁDEGISVERÐUR - UMRÆÐUHÓPAR STARFA

Eftir hádegisverð tóku fjórir umræðuhópar til starfa. Meginumræðuefnin sem hóparnir fjölluðu um voru: Hópur I: **Fjármögnun jarðhitarannsókna.** Hópur II: **Þörfin á jarðhitarannsóknum - Horft til framtíðar.** Hópur III: **Fyrirkomulag jarðhitarannsókna - Horft til framtíðar.** Hópur IV: **Samskipti Orkustofnunar og hitaveitna.**

Fjörugar umræður voru í hópunum og víða komið við enda efnið yfirgripsmikið.

Helstu niðurstöður hópanna voru þær að eðlilegt væri að ríkið kostaði grunnrannsóknir en orkufyrirtækin sértækar rannsóknir. Menn voru almennt á móti því að skattleggja orkufyrirtæki til að kosta grunnrannsóknir á sviði jarðhita. Varasamt bæri að draga úr rannsóknum. Mikilvæg þekking gæti glatast með því móti og glataður tími yrði ekki keyptur með peningum síðar. Nauðsynlegt væri að stór og öflug rannsóknastofnun eins og Orkustofnun væri fyrir hendi, þótt mismunandi skoðanir væru um rekstrarformið. Eðlilegt væri að gera rannsóknáætlun til 5-10 ára í senn þar sem bæði Orkustofnun og veiturnar hefðu áhrif á verkefnavalið. Gagnavörslu töldu menn traustari á ríkisstofnun en annars staðar. Hitaveitumenn sögðu orkuspá í núverandi mynd nýtast þeim illa. Almennt voru menn ánægðir með samskiptin við Orkustofnun. Ástæða væri þó til að leggja áherslu á að verkefnin væru vel kynnt milli fyrirtækjanna og innan þeirra. Nauðsynlegt væri að verk- og kostnaðaráætlanir rannsóknaverkefnanna væru ítarlegar, skipt í verkþætti með ákveðnum tímlokum fyrir einstaka verkþætti. Aukningu samvinnu- og samstarfsverkefna töldu menn eðlilega.

Að öðru leyti er vísað í umfjöllunarefni og niðurstöður hópanna, ítarlegar, annars staðar í þessu hefti.

ALMENNAR UMRÆÐUR

Ólafur G. Flóvenz hóf umræðuna með því að benda á, að Orkustofnun gæti ef til vill náð viðbótarfjármagni til rannsókna í gegnum sína gjaldskrá. "Á Orkustofnun að hækka gjaldskrána eða er vænlegri leið að auka samráð við veiturnar um framtíðarverkefni, sem þær kosti rannsóknir á í auknum mæli í formi samvinnuverkefna ?

Nauðsynlegt er að hafa öfluga rannsóknastofnun, þar sem tímaþáttur rannsókna er svo langur og sá þáttur rannsókna sem er háður tíma verður ekki unninn upp með auknu fjármagni síðar.

Breytt tækni á rannsóknatíma hafi áhrif, t. d. hefur breytt tækni í jarðgangagerð breytt tilhögun vatnsaflsvirkjana og breytti kostnaði einstakra virkjanakosta.

Kostnaður jarðgufuvirkjana fer lækkandi og það hefur áhrif á og getur breytt forgangsröð raforkuvirkjana í framtíðinni.

Rannsóknir háhitasvæða hafa áhrif á þær hitaveitur sem eru nálægt háhitasvæðunum. Hvað með gosbeltin ? Er hægt að nýta jarðhita þar utan hefðbundinna jarðhitasvæða með því að bora dýpra en gert hefur verið ? Auknar rannsóknir á þessum svæðum og annars staðar opna nýja framtíðarmöguleika fyrir hitaveiturnar.

Jakob Björnsson tók næstur til máls. Hann lýsti stuðningi við stofnun samráðsnefndar Orkustofnunar og orkuveitufyrirtækja, sambærilega við þá sem væri á sviði vatnsorku-

rannsóknna. Hvatti hann SÍH til að hugleiða form á slíkri samráðsnefnd sem gæti fjallað um rannsóknir og rannsóknáætlun á sviði jarðhita í einstökum atriðum.

Einstakar hitaveitur væru einnig raforkuframleiðendur. Þær væru að verða stöðugt öflugri fyrirtæki. Þetta væri öruggur iðnaður með öruggan markað. Öflugri veiturnar gætu haft áhuga á breyttum áherslum og því að gerast einnig raforkuframleiðendur.

Þá vék hann að því að undirbúningstími virkjana væri langur, þ. e. hluti undirbúnings-tímans er langur en kostar litla peninga. Ekki væri hægt að kaupa tapaðan tíma með peningum. Þá væru ýmsar rannsóknir þess eðlis að tímaröðin mætti ekki slitna.

Einnig benti hann á að ýmis háhitasvæði væru í grennd við hitaveiturnar, þannig að þeim væri málið skylt, hvað snerti rannsóknir.

Þá þyrfti að huga að eignaréttarmálum. "Hver á Ísland?" Hæstaréttardómur hefði fallið þar sem segir; "Engin á Ísland" Hvað svo sem það nú þýddi fyrir eignarétt t. d. á jarðhita á svæðum í eigu annarra en ríkisins.

Albert Albertsson tók næstur til máls og sagði að auka þyrfti rannsóknir á háhitasvæðum með virkjun jarðhita til raforkuvinnslu í huga. Framleiðslu á raforku með jarðgufu-virkjunum þyrfti að tengja við þann iðnað sem kæmi til með að nýta raforkuna.

SAMANTEKT - FUNDARSLIT

Franz Árnason hitaveitustjóri HA og formaður SÍH tók að lokum til máls. Þakkaði hann framsögumönnum, hópstjórum og öðrum fundarmönnum þátttöku í málþingi.

Franz vakti athygli á hinum gífurlega árangri jarðhitarannsóknna síðast liðinna 15 - 20 ára. Nú væri svo komið að 85% landsmanna nytu húshitunar frá hitaveitum, auk annarra nota jarðhita, svo sem til gróðurhúsa ofl. Þetta væri gífurlegur sparnaður fyrir þjóðar-búið eða um 5-7 milljarðar á ári.

Nauðsynlegt væri að halda rannsóknum áfram og finna ný jarðhitasvæði til að auka markaðshlutdeild hitaveitna. Núverandi jarðhitasvæði þyrfti að rannsaka betur til að bæta nýtingu þeirra og endingu. Hluti jarðhitarannsóknna nýttist einnig raforkuframleiðendum og í fiskeldi. Auka þyrfti notkun og nýtingu jarðhita tengslum við atvinnugreinar eins ferðamennsku og í heilbrigðisgeiranum.

Öll gögn og rannsóknir að því er varðaði vinnslu jarðhitasvæða, úrvinnslu gagna og niðurstöður þyrfti að varðveita á einum stað. Ekki væri grundvöllur fyrir því að minnka jarðhitarannsóknir. Nauðsyn væri fyrir sterka rannsóknastofnun eins og Orkustofnun. Einnig væri eðlilegt að einkafyrirtæki væru á markaðnum í rannsóknum þar sem það ætti við. Það hefði góð áhrif á markaðinn.

Franz vakti athygli á því að í máli flestra fundarmanna hefði komið fram að auka þyrfti fjárframlög bæði ríkis og orkufyrirtækja til jarðhitarannsóknna. Einnig að almennt væru menn á móti skattlagningu orkufyrirtækja til rannsókna, því ekki væri góð reynsla af eyrnamerknum skattstofnum.

Þá gat Franz þess að um þessar mundir steðjaði hætta að jarðhitarannsóknnum og öðrum orkurannsóknnum vegna tímabundins offramboðs á raforku, sem hefði neikvæð áhrif á jarðhitarannsóknir, en áriðandi væri að draga ekki úr rannsóknum af þessum ástæðum.

Nú væri þessu málþingi lokið og vonandi hefðu samskipti aðila eflst og menn ýmsa lærdóma dregið af því fyrir framtíðina.

LOK MÁLPINGS

Í lok málþings var fundarmönnum síðan boðið upp á léttar veitingar í boði Orkustofnunar.

***Jarðhitadeild Orkustofnunar og
þýðing jarðhitans í þjóðarbúskapnum***

***Guðmundur Pálmason, forstjóri
Jarðhitadeildar Orkustofnunar***

Jarðhitadeild Orkustofnunar og þýðing jarðhitans í þjóðarbúskapnum

Guðmundur Pálmason

Hér verður aðeins stiklað á stóru í efni þessa erindis, sem ætlað er að gefa mynd af starfsemi Jarðhitadeildar Orkustofnunar, og einkum þeim þáttum hennar sem snerta hitaveitur náði. Vissum þáttum starfseminnar voru gerð ítarlegri skil í erindum þeirra Ólafs G. Flóvenz og Valgarðs Stefánssonar á málþinginu.

Einnig er dregið lauslega á þýðingu jarðhitans í þjóðarbúskapnum og reynt að meta hver sparnaður landsmanna er af nýtingu hans til húshitunar sérstaklega.

Að lokum er komið aðeins inn á fjármagn til rannsóknar- og þróunarstarfsemi í hlutfalli við veltu fyrirtækja og sýndar nokkrar tölur erlendis frá hjá fyrirtækjum úr ýmsum geirum athafnalífsins, þar á meðal orkugeiranum.

Myndirnar sem sýndar voru með erindinu á málþinginu eru hér aftan við. Það sem sagt verður hér á eftir tekur mið af því að myndirnar séu hafðar til hliðsjónar.

Hlutverk Orkustofnunar (mynd 1).

Hlutverk Orkustofnunar er skilgreint í orkulögum frá 1967 með síðari tíma viðbótum. Hér á eftir er nefnt það helsta sem snertir efni þessa málþings:

Ráðgjöf við stjórnvöld í orkumálum er mikilvægt en ekki stórt hlutverk kostnaðarlega séð.

Talsverður tími og peningar fara í yfirlitsrannsóknir á orkulindum landsins, eðli þeirra og skilyrðum til nýtingar þeirra.

Aðrar rannsóknir eru fyrst og fremst söluverk unnin fyrir orkufyrirtæki í landinu, þ.á.m. hitaveitur. Þessi þáttur hefur vaxið mikið frá því að orkulögin voru sett.

Stofnunin hefur heimild til að vinna jarðfræðilegar kannanir utan orkugeirans gegn greiðslu og hefur í tímans rás gert talsvert af slíku, t.d. í tengslum við undirbúning mannvirkjagerðar.

Þá er og skráning upplýsinga um orkulindir landsins og nýtingu þeirra eitt af verkefnum stofnunarinnar. Slíkum upplýsingum er m.a. komið á framfæri gegnum rit stofnunarinnar "Orkumál" og skýrslur og greinar á ýmsum vettvangi.

Jarðhitadeild, skipulag og starfsmannahald (mynd 2).

Jarðhitadeild Orkustofnunar annast þau verkefni Orkustofnunar, sem falla innan jarðhitageirans. Verkefni hennar hafa vaxið mjög frá því er orkulögin voru sett, þótt nokkur samdráttur hafi orðið á síðustu árum. Deildin hefur nú á að skipa um 40 manna starfsliði. Auk þess fer nokkur jarðhitastarfsemi fram á Orkubúskapardeild vegna orkuskýrslugerðar.

Til þess að anna þeirri sérfræðipörf sem verkefni deildarinnar kalla á og jafnframt til að tryggja að fullnægjandi sérfræðipækning sé til staðar, hefur verið talið heppilegt að koma sérfræðingum jarðhitadeildar skipulagslega fyrir á s.k. fagdeildum. Þær eru 5 talsins og hver með fagdeildarstjóra sem er ábyrgur fyrir hinni faglegu færni viðkomandi fagdeildar, en þær eru jarðfræði, jarðeðlisfræði, jarðefnafræði, forðafræði og jarðhitaverkfræði. Verkefnisstjórar einstakra verkefna eru sóttir á fagdeildirnar og vinna þeir sem slíkir undir stjórn yfirverkefnisstjóra JHD, sem einnig hefur umsjón með gerð og framkvæmd verkefnaáætlunar hvers árs.

Jarðhitaskólinn hefur nokkra sérstöðu innan deildarinnar bæði vegna þess að hann er tiltölulega stórt verkefni og þess, að hann hefur sérstaka fjárveitingu, sem er á vegum Utanríkisráðuneytisins.

Auk þess tekur deildin öðru hverju að sér sérverkefni, sem fjármögnuð eru eftir öðrum leiðum og falla í flokk sérverkefna eins og Jarðhitaskólinn. Dæmi um slík verkefni er hafsbotsrannsóknir.

Tækjabúnaður JHD (mynd 3).

Deildin hefur á að skipa nokkrum þjónustueiningum til að annast mælingar og efnagreiningar í verkefnum hennar. Þessar þjónustueiningar eru reknar af hinum ýmsu fagdeildum.

Þessar einingar eru rafeindastofa sem hefur með að gera smíði og viðhald tækjabúnaðar á sviði jarðhitaleitar og borholumælinga. Einnig hefur hún með höndum þróun nýs tækjabúnaðar og aðlögum erlends búnaðar að íslenskum aðstæðum.

Efnafræðistofan annast sérhæfðar greiningar á vatni og gufu, og einnig sýnatöku.

Borholumælingar eru mjög umfangsmikill þáttur í starfseminni, og eru þar reknir 4 mælingabílar með sérhönnuðum búnaði til mælinga í grunnum og djúpum holum, lághita- og háhitaholum.

Þá má nefna greiningu á borsvarfi, sem getur ásamt öðrum upplýsingum hjálpað til að greina jarðlög og vatnsæðar í borholum. Fleira mætti nefna eins og rekstur borholudælu til prófunar á afköstum borhola.

Áherslur í verkefnavali (myndir 4 og 5).

Verkefni deildarinnar má flokka eftir fjármögnunarleiðum í ríkisverkefni, söluverk, samvinnuverk (milli JHD og orkufyrirtækja), jarðhitaskólann og hafsbotsrannsóknir.

Meiri hluti söluverka er unninn fyrir hitaveitur. Einnig er verulegur hluti samvinnuverkanna unninn að hluta til á kostnað viðkomangi hitaveitna. Lauslega áætlað eru tekjur JHD af verkefnum fyrir hitaveitur um 23% af heildartekjum deildarinnar (1992).

Áherslur í verkefnavali í ríkisverkum deildarinnar taka að talsverðu leyti mið af langtímapörfum á rannsóknnum til undirbúnings frekari nýtingar jarðhitans, án þess þó að gleyma þörfum nútíðar.

Til tveggja stærstu verkefnanna í þessum flokki eru sérstakar eyrnamerktafjárveitingar á fjárlögum. Þessi verkefni, háhiti til raforkuvinnslu, sem á að skoða sérstaklega hagrænar og tæknilegar forsendur raforkuvinnslu úr háhita, og umhverfisáhrif jarðhitavinnslu, verkefni sem skýrir sig sjálft, eru unnin í samvinnu Orkustofnunar og stærstu orkuvinnslufyrirtækjanna, Hitaveitu Reykjavíkur, Landsvirkjunar og Hitaveitu Suðurnesja. Þau byrjuðu bæði á síðasta ári og eiga að standa í nokkur ár.

Próun aðferða og tækjabúnaðar í jarðhitarannsóknnum og þjónustu við orkuviðnaðinn er mikilvægur verkefnaflokkur, m.a. vegna þess hve aðstæður okkar hér á landi eru að ýmsu leyti ólíkar því sem gerist erlendis, og við verðum því að treysta á eigin getu til að leysa okkar vandamál og þarfir á þessu sviði.

Varsla gagna um vinnslu og nýtingu jarðhita er eitt af hlutverkum Orkustofnunar samkvæmt orkulögum og því er eðlilegt að hún skipi sess meðal áhersluverkefna stofnunarinnar. Náð samstarf hefur verið við margar hitaveitur um þetta mál og vinnslugögn þeirra sumra eru varðveitt hjá JHD.

Rannsóknir í þágu hitaveitna (myndir 6 til 7).

Ég ætla nú að víkja að rannsóknnum í þágu hitaveitna sérstaklega. Hitaveitur hér á landi eru flestar að því leyti frábrugðnar svipuðum fyrirtækjum annars staðar að þær reka sjálfar sínar eigin orkulindir í stað þess að kaupa orkuna af öðrum framleiðanda. Af þessu leiðir að þær þurfa sjálfar að huga að ýmsum þáttum eins og öryggi orkuvinnslunnar, langtímahegðun jarðhitageymisins, öflun viðbótarorku með stækkun markaðarins o.fl. o.fl. Eingöngu eðlileg mannfjölgun á landinu, um 1,1%, kallar að öðru jöfnu á aukna orkuvinnslu á hverju ári sem svarar til þarfa bæjarfélaga á borð við Njarðvík eða Húsavík. Ég hef talið upp lengst til vinstri á mynd 6 nokkur atriði sem huga þarf að varðandi jarðhitageyminn og orkuvinnsluna, og geta kallað á rannsóknir.

Í vinnslutækni jarðhitans er oft þörf á rannsóknnum til að sigla framhjá vandamálum sem gætu valdið vanda í rekstri.

Lengst til hægri eru svo talin upp nokkur viðfangsefni, sem snerta dreifingu og sölu orkunnar. Sum þeirra eru ekki beinlínis rannsóknalegs eðlis en eru engu að síður tekin hér með meira til að minna á að þeim þarf einnig að sinna.

Á mynd 7 eru talin nokkur verkefni deildarinnar, sem tengjast hitaveitum á einn eða annan hátt. Af ríkisverkefnunum eru það kannske helst þróunarverkefni og gagnasafn, sem vikið var að áður. Sömu leiðis voru áður nefnd tvö fyrstu samvinnuverkin. Hið þriðja, vinnslueftirlitið, er til þess ætlað að að aðstoða hitaveitur, einkum hinar smærri, við að koma upp hjá sér eftirlitskerfi til að skrá vinnslugögn og fylgjast með hugsanlegum breytingum sem kunna að koma fram í tímans rás á vinnslusvæðum þeirra fyrir áhrif vinnslunnar, svo að hægt sé að bregðast við breytingum í tíma.

Um tveir þriðju hlutar af söluverkum deildarinnar eru unnir beint fyrir hitaveitur og á kostnað þeirra.

Að lokum vil ég nefna Jarðhitaskólann, sem tekur nemendur frá þróunarlöndum aðallega til þjálfunar á ýmsum sviðum, er snerta jarðhitanytingu. Óhætt er að segja að í seinni tíð hefur verið vaxandi eftirspurn eftir þjálfun á sviði hitaveitureksturs, þar sem Íslendingar hafa nokkra sérstöðu hvað reynslu varðar, og þar hafa hitaveitur veitt

ómetanlega aðstoð með því að leggja til aðstöðu fyrir styrkþega, sem hafa komið hingað til að kynna sér rekstur þeirra.

Ávinningur landsmanna af nýtingu jarðhita til upphitunar (myndir 8 til 10).

Hér verður lauslega reynt að meta ávinning notenda hitaveitna og þar með landsmanna af nýtingu jarðhitans til upphitunar. Ekki verður rætt um einstakar hitaveitur heldur eingöngu heildarmyndina, þótt vitað sé vel að ekki gilda endilega fyrir hverja einstaka veitu sömu niðurstöður og fyrir heildina.

Það má hugsa sér ýmsar aðferðir til að meta þennan ávinning og ég hef valið tiltölulega einfalda aðferð, sem felst í því að bera saman annars vegar jarðhitareikning hitaveitunotenda eins og hann er í raun, og hins vegar þann olfureikning sem kæmi í staðinn ef olía væri notuð í stað jarðhitans. Ýmsum kostnaðarliðum er sleppt í þessu dæmi sem ekki eru ráðandi fyrir útkomuna. Skoðað er tímabilið frá 1970 til 1991 sem felur í sér olfukreppuna svokölluðu sem hófst 1973 en náði hámarki á árunum 1979 til 1986. Á þessu tímabili fjölgaði notendum hitaveitna úr ca. 83 þús. í ca. 211 þús. Kostnaðartölur eru umreiknaðar með byggingarvísitölu til verðlags á árinu 1991. Niðurstöður þessa dæmis eru settar fram á línuritinu á mynd 8.

Hér kemur m.a. skýrt fram kostur þess að vera lítt háður sveiflum á alþjóðlegum olíumörkuðum.

Á mynd 9 er sýndur mismunur olfureikningsins og jarðhitareikningsins, sem er gróft mat á þeim sparnaði, sem notendur hitaveitna hafa af jarðhitnum á hverju ári. Á árinu 1991 var sparnaðurinn þannig metinn um 7 milljarðar króna, á meðan heildarsala hitaveitnanna var tæpir 5 milljarðar. Mestur var sparnaðurinn á árinu 1983, um það bil 17 milljarðar króna á verðlagi 1991.

Á mynd 10 er að lokum sýndur uppsafnaður sparnaður á þessu rúmlega 20 ára tímabili, og nemur hann um 170 milljörðum króna.

Ég er ekki viss um að menn geri sér almennt grein fyrir því hve mikils virði það er fyrir þjóð á okkar breiddargráðu að hafa jarðhitann til að hita upp híbýli sín, og hvern þátt hann á í þeim líf skjörum sem þjóðin býr við.

Til að fá einhvern samanburð við tölur úr þjóðarbúskap okkar mætti til dæmis taka fjárlög íslenska ríkisins sem nema rúmum 100 milljörðum á ári. Ég hef til gamans einnig skoðað annan lið sem flestir hafa tilfinningu fyrir, en það er bílainnflutningur landsmanna síðustu árin. CIF innflutningsverð nýrra bíla hefur að meðaltali síðustu 4 árin verið um 7,6 milljarðar króna á ári á verðlagi 1991. Þetta er nokkurn vegin sama tala og ég fékk hér að framan fyrir sparnað landsmanna af notkun jarðhitans til upphitunar á árinu 1991.

Fjármagn til rannsókn- og þróunarstarfsemi (myndir 11 til 12).

Að lokum verður aðeins vikið að fjármagni til rannsókn- og þróunarstarfsemi með því að sýna 2 línurit, sem gefa upplýsingar erlendis frá um, hve miklu fjármagni fyrirtæki á ýmsum sviðum telja sér hollt að verja til þróunar- og rannsóknastarfsemi. Þessar upplýsingar eru teknar úr tímaritinu Business Week og ársskýrslum fyrir árið 1989.

Á fyrri myndinni eru upplýsingar um nokkur fyrirtæki í Bandaríkjunum úr mismunandi geirum atvinnulíffsins.

Á síðari myndinni eru upplýsingar um fyrirtæki utan Bandaríkjanna. Hér má e.t.v. finna fyrirtæki sambærileg við hitaveitur okkar, þ.e. orkufyrirtæki og olufélög. Þessar upplýsingar eru settar fram hér einungis til fróðleiks, en ekki dregnar af þeim neinar ályktanir. Hvað eðlilegt kann að verða talið að hitaveitur verji miklu fé til rannsókn- og þróunarstarfsemi verður að sjálfsögðu að meta á grundvelli aðstæðna og þarfa á hverjum tíma.

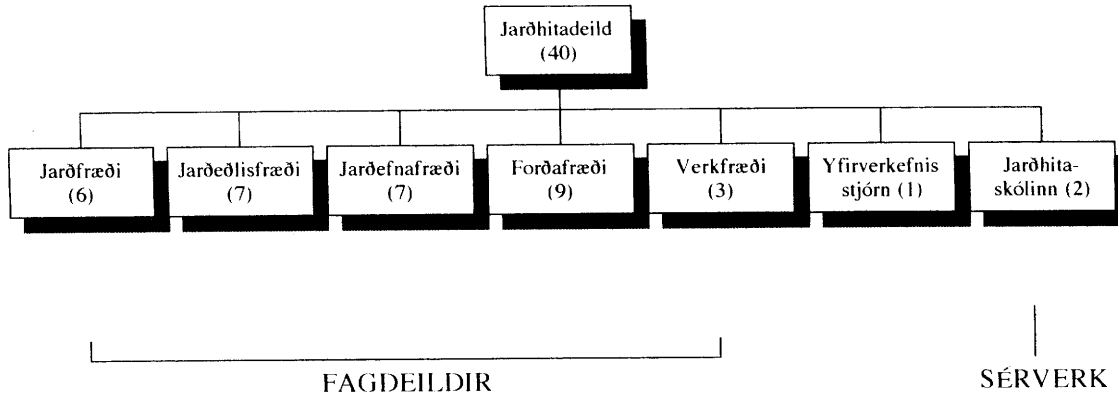
Hlutverk Orkustofnunar skv. orkulögum er m.a.

- Að vera ríkisstjórn til ráðuneytis um orkumál
- Að annast yfirlitsrannsóknir á orkulindum landsins, eðli þeirra og skilyrðum til hagnýtingar
- Að annast aðrar rannsóknir á sviði orkumála, eftir því sem tilefni gefast, og ef við á gegn greiðslu
- Að annast hagnýtar jarðfræðilegar kannanir, m.a. vegna neysluvatnsleitar og, ef við á, gegn greiðslu
- Að halda skrá um orkulindir landsins og upplýsingar um þær eins og þær eru best vitaðar á hverjum tíma
- Að safna skýrslum um orkumál, vinna úr þeim og gefa út. Að gefa út árlega skýrslur um orkumál landsins í heild



Mynd 1

Skipulag JHD, starfsmannahald



Mynd 2

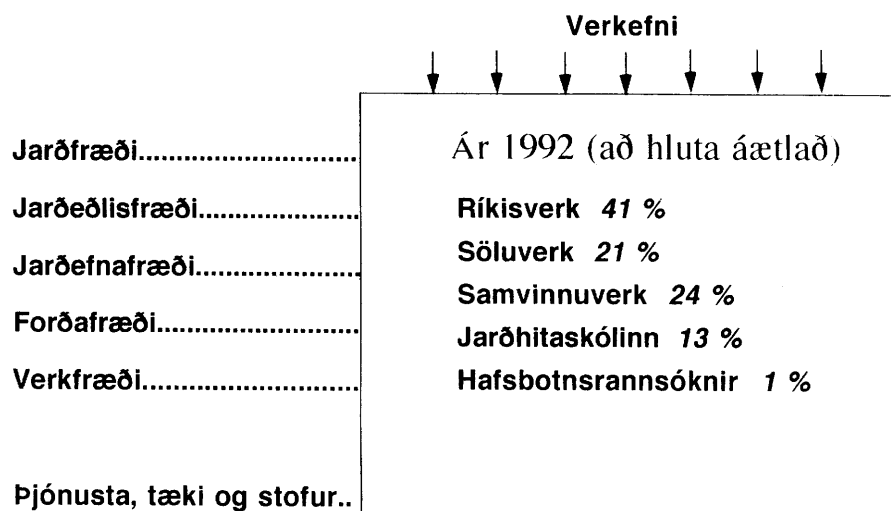
Tækjabúnaður JHD

- Rafeindastofa
- Efnafræðistofa
- Borholumælingar
- Borsvarfs- og borkjarnagreining



Mynd 3

Verkefnaflétta JHD, ár 1992



Mynd 4

Áherslur í verkefnavali (ríkisverk 1992)

Háhiti til raforkuvinnslu

Umhverfisáhrif jarðhitavinnslu

Þróun aðferða og tækjabúnaðar

Gagnasafn um jarðhita

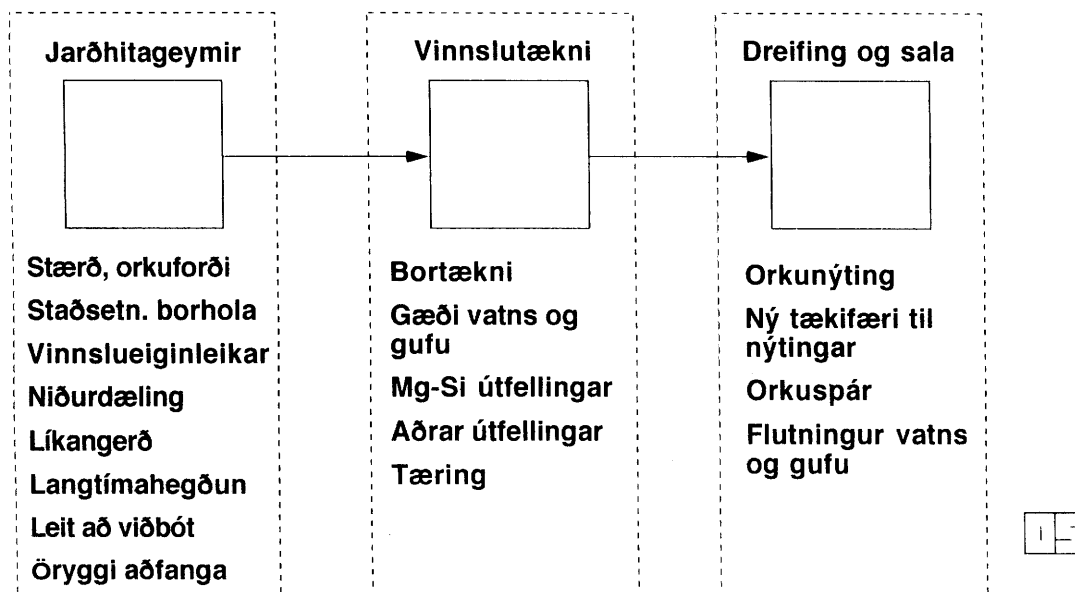
Önnur verkefni

Verkefnaval háð samþykki stjórnar og orkumálastjóra



Mynd 5

Tilgangur jarðhitarannsókna í þágu hitaveitna



Mynd 6

Verkefni JHD tengd hitaveitum (1992)

Ríkisverk

- Próun aðferða og tækjabúnaðar
- Gagnasafn um jarðhita

Samvinnuverk

- Umhverfisáhrif jarðhitavinnslu
- Háhiti til raforkuvinnslu (2 hitaveitur)
- Vinnslueftirlit, mótun aðferða

Söluverk

- Fyrir hitaveitur 66 %
- Fyrir aðra 34 %

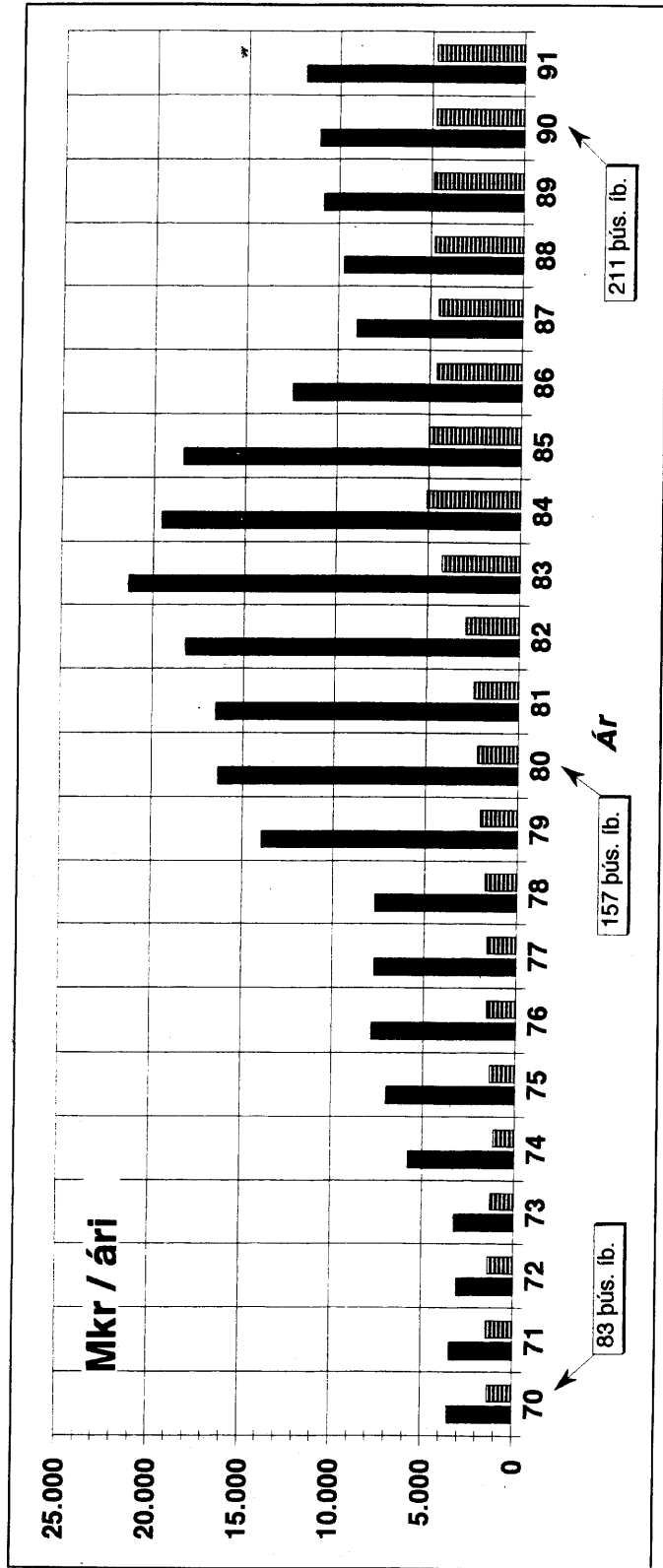
Sérverk

- Jarðhitaskólinn

15

Mynd 7

Sparnaður notenda af nýtingu jarðhitans til húshitunar, gróft áætlað



Verðlag 1991
Byggingarvísitala

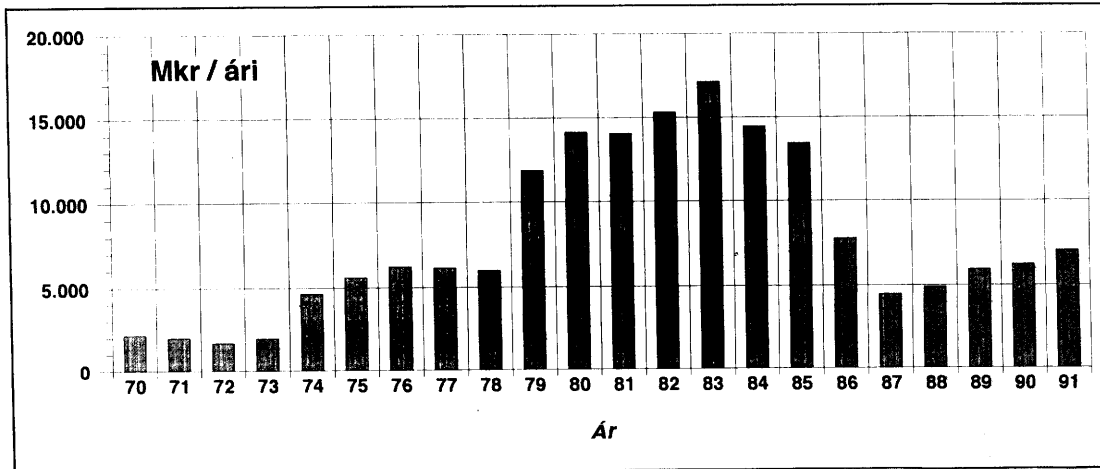
14.12.92/GP

Olíureikningur Jarðhitareikningur



Mynd 8

Sparnaður notenda af nýtingu jarðhitans til húshitunar



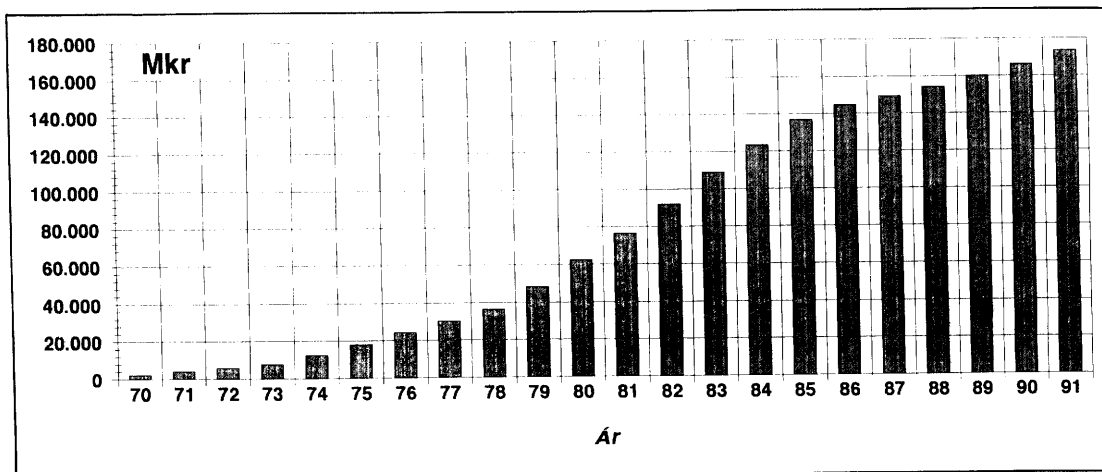
14.12.92/GP

Verðlag 1991
Byggingarvísitala



Mynd 9

Uppsafnaður sparnaður notenda hitaveitna 1970-1991



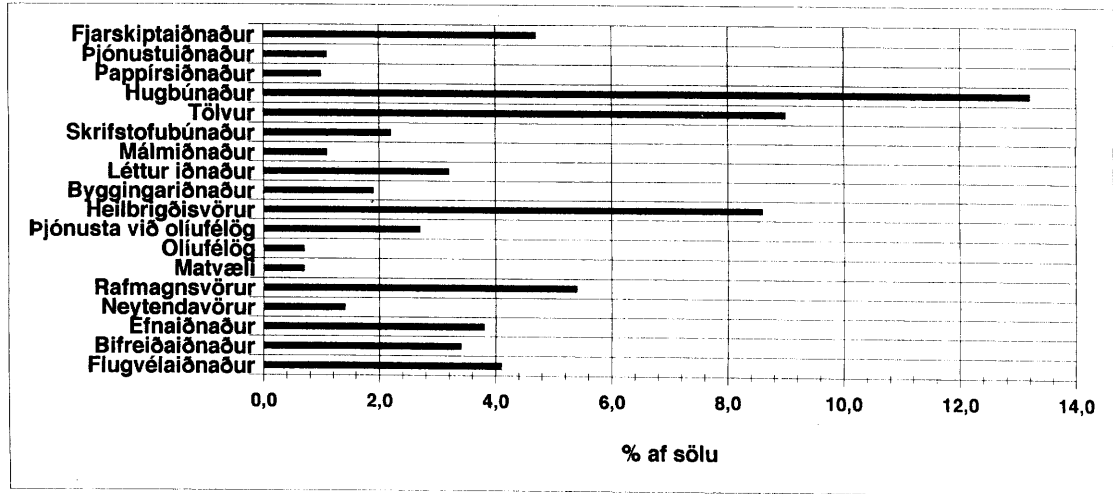
14.12.92/GP

Verðlag 1991
Byggingarvísitala



Mynd 10

R&P í ýmsum greinum 1989 (USA)

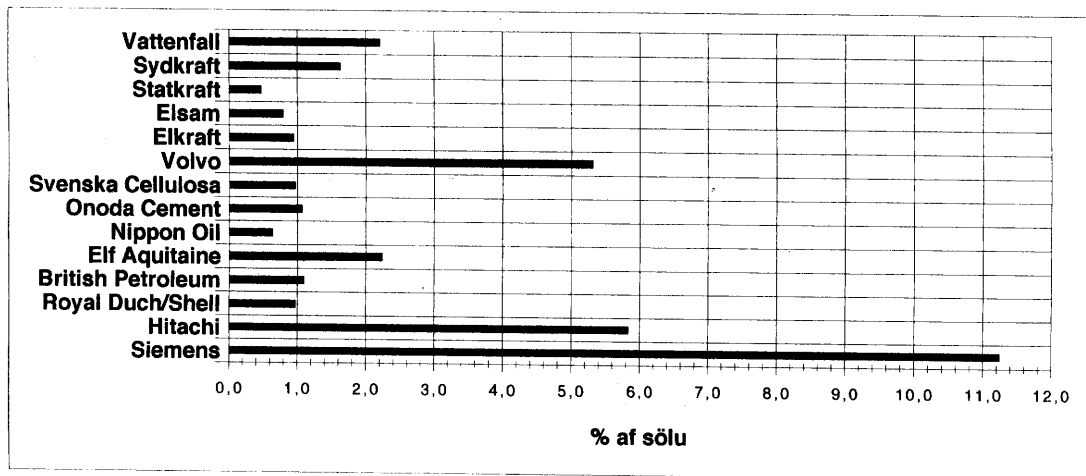


Business Week 1990



Mynd 11

R&P ýmissa fyrirtækja utan USA 1989



Business Week 1990
Ársskýrslur



Mynd 12

Fjármál og kostnaður við jarðhitarannsóknir

***Ólafur G. Flóvenz, deildarstjóri
Orkustofnun***

FJÁRMÁL JARÐHITARANNSÓKNA

Ólafur G. Flóvenz, Orkustofnun

1. INNGANGUR

Jarðhitarannsóknir á Íslandi eiga sér langa sögu þótt verulegur kraftur komist fyrst í þær upp úr 1970. Ríkið hefur lengst af fjármagnað drýgstan hluta jarðhitarannsókna, einkum grunnrannsóknir af ýmsum tagi, en sveitarfélög, hitaveitur og aðrir hagsmunaaðilar hafa aðallega greitt fyrir hagnýtar rannsóknir á landsvæðum þar sem beinir hagsmunir þeirra hafa verið í húfi. Trúlega eru vandfundin dæmi á Íslandi þar sem fjármagn til rannsókna hefur skilað sér jafnríkulega til baka og það sem veitt hefur verið til jarðhitarannsókna, um það vitnar árlegur a. m. k. 6 milljarða sparnaður þjóðarbúsins af notkun jarðhita til húshitunar.

Nú virðast vera framundan nokkur straumhvörf í jarðhitarannsóknum eins og mörgu öðru í okkar þjóðfélagi. Stefnan er að minnka ríkisútgjöldin og velta kostnaði við ýmis konar starfsemi hins opinbera yfir á þá sem hennar njóta. Rannsóknir á sviði orkumála eru engin undantekning og í fjárlögum ársins 1993 er fjárveiting til Orkustofnunar lækkuð um 8%. Í skýringum með fjárlögum kemur fram að stofnuninni er ætlað að ná þessari lækkun upp með auknum þjónustugjöldum af orkufyrirtækjum eða draga úr starfsemi ella.

Tilgangur þessa erindis er að gera jarðhitamönnum grein fyrir fjárhagslegri stöðu jarðhitarannsókna. Ég mun fara yfir þróun fjárveitinga til jarðhitarannsókna síðastliðin ár, gera grein fyrir hve mikið kemur frá ríkinu og hve mikið frá öðrum, gera grein fyrir í hvað hluti ríkisins til jarðhitarannsókna hefur farið, ræða hvaða afleiðingar vaxandi samdráttur hefur og hvernig unnt væri að bregðast við.

2. ÁKVÖRÐUN FJÁRVEITINGA TIL ORKUSTOFNUNAR

Áður en ég fer út í að veita tölulegar upplýsingar ætla ég að gera grein fyrir hvernig staðið er að fjárlagagerð og ákvörðun skiptingar fjárveitinga til þeirra verkefna sem Orkustofnun vinnur.

Orkustofnun er venjuleg A-hlutra ríkisstofnun og starfar samkvæmt orkulögum frá 1967. Hún fær ákveðnar fjárveitingar á fjárlögum en er jafnframt ætlað að afla sértekna með rannsóknum fyrir aðra aðila. Orkustofnun er ætlað mjög viðamikil hlutverk í orkulögum eins og fram kemur í erindi Guðmundar Pálmasonar á málþinginu. Hversu vel hún rækir það hlutverk fer að verulegu leyti eftir fjárlögum hvers árs.

Verkefni þau sem Orkustofnun vinnur eru flokkuð eftir því hver ber kostnaðinn. Þau verk sem unnin eru fyrir hina almennu fjárveitingu Alþingis til stofnunarinnar eru nefnd ríkisverk, þau sem eru unnin fyrir aðrar sérmerktar fjárveitingar á fjárlögum kallast sérverk, þau verk sem eru alfarið greidd af öðrum (t.d. orkufyrirtækjum) kallast söluverk og loks eru verkefni sem unnin eru að hluta til fyrir fjárveitingu Alþingis en eru að hluta til greidd af öðrum kölluð samvinnuverk. Orðið sértekjur er notað um allar aðrar tekjur en þær sem koma beint af fjárlögum sem almenn fjárveiting til Orkustofnunar.

Á útmánuðum útbýr Orkustofnun, eins og aðrar ríkisstofnanir, fjárlagatillögur sínar og sendir Iðnaðarráðuneytinu. Þessar tillögur eru gerðar eftir ákveðinni samræmdri forskrift Fjármálaráðuneytisins. Þar kemur fram hvernig stofnunin hyggst skipta því fé sem hún sækir um á ýmsa liði starfseminnar. Sérstaklega er tilgreint hvernig fénu verði varið miðað við óbreytta starfsemi frá ári til árs. Að auki er oftast sótt um viðbótarfjárveitingu til ýmis konar tilgreindra sérverkefna, sem sjaldan fæst. Iðnaðarráðuneytið fer yfir tillögurnar og sendir þær síðan til afgreiðslu hjá Fjármálaráðuneytinu.

Í fjárlagafrumvarpinu og á fjárlögum eru heildarútgjöld stofnunarinnar ákveðin en síðan er gerð krafa um að stofnunin afli ákveðinna sértekna. Þessar áætluðu sértekjur eru síðan dregnar frá heildarútgjöldunum og þannig fæst fjárveitingin sem mismunur þessara talna.

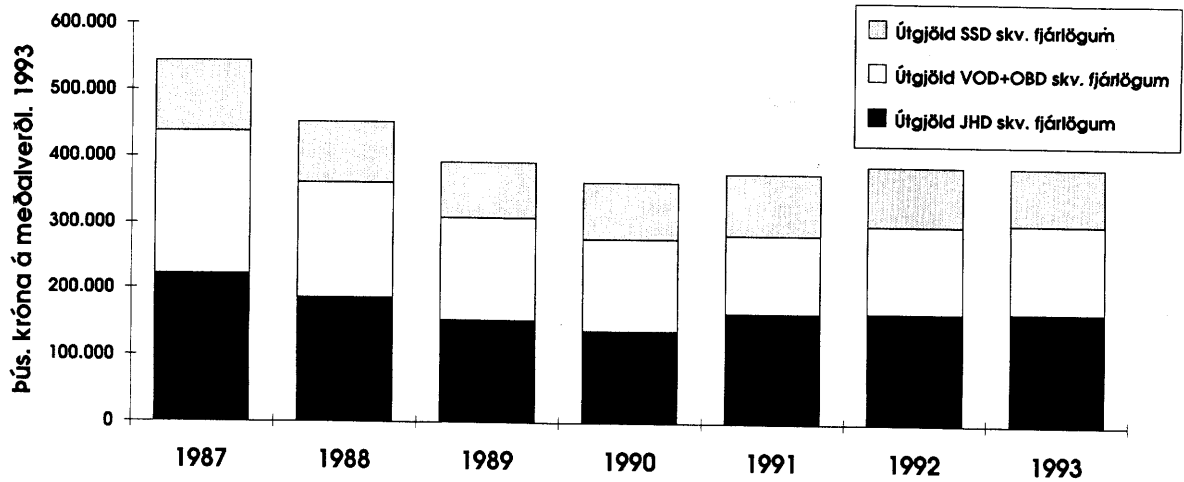
Þegar fjárlög hafa verið samþykkt kemur að því að fjárveitingunni er skipt niður á hina ýmsu þætti í starfseminni og er sú skipting í höndum orkumálastjóra og stjórnar stofnunarinnar. Þar er m.a. endanlega ákveðið hve miklu er varið til jarðhitarannsóknna af því fé sem stofnunin fær á fjárlögum.

3. ÞRÓUN ÚTGJALDA OG TEKNA ORKUSTOFNUNAR

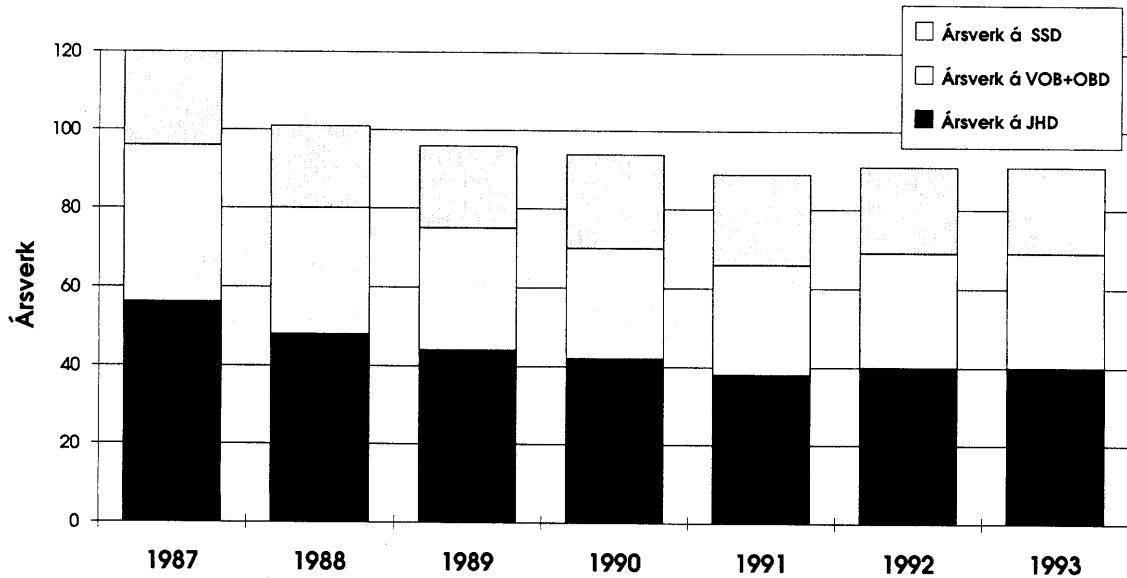
Á mynd 1 eru sýnd áætluð heildarútgjöld Orkustofnunar samkvæmt fjárlögum. Þar má sjá að áætluð útgjöld dragast hratt saman á árunum 1987-1989 en haldast nær óbreytt eftir það. Þessum samdrætti í tekjum var á sínum tíma mætt með sparnaði í rekstri og umtalsverðri fækkun starfsmanna eins og fram kemur á mynd 2.

Af mynd 1 verður ekki séð annað en allt sé í himnalagi og fjárhagur stofnunarinnar mjög stöðugur. Annað kemur hins vegar í ljós þegar litið er á sértekjukuröfu fjárlaga á mynd 3. Þar sést að á síðustu árum hefur verið gerð hratt vaxandi krafa um auknar sértekjur stofnunarinnar, sem einkum hefur verið látin bitna á Jarðhitadeild, eða m.ö.o. Jarðhitadeild er ætlað að afla sífellt meiri tekna en fjárveitingar til hennar lækkaðar. Þetta sést mjög vel á mynd 4, sem sýnir þróun raunverulegra fjárveitinga og sértekna Jarðhitadeildar. Þar kemur fram að fjárveiting til jarðhitarannsóknna hefur minnkað úr rúmum 180 Mkr árið 1987 í um 90 Mkr árið 1993. Hún hefur því helmingast á 6 árum. Á móti hafa framlög til Jarðhitaskólans og hafsbotsrannsóknna aukist nokkuð. Almennar sértekjur af verksölu til orkufyrirtækja hafa lækkað nokkuð frá 1987 og verið nokkuð sveiflukenndar milli ára.

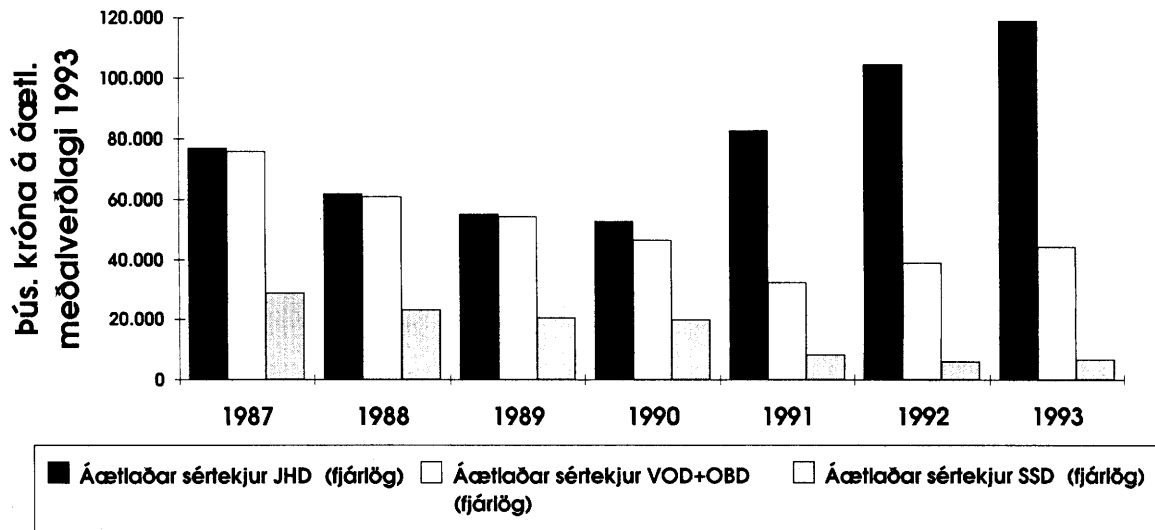
Ef við lítum sérstaklega á hvernig Jarðhitadeild hefur tekist að mæta þeim auknu sértekjukuröfum sem til hennar hafa verið gerðar frá árinu 1991 kemur í ljós að það tókst árið 1991 og rúmlega það og munar þar langmest um rannsóknir sem deildin vann utan hefðbundins verksviðs, aðallega rannsóknir á hugsanlegum jarðgangaleiðum undir Hvalfjörð. Á nýliðnu ári tókst ekki að ná þessum sértekjum og vandséð er að það gerist á nýbyrjuðu ári. Fram að þessu hefur verið unnt að mæta þessari auknu sértekjukuröfu af tvennum ástæðum; annars vegar vegna þess að sértekjukrafan var á tímabili lægri en raunverulegar sértekjur og hins vegar með sparnaði, minni umsvifum í ríkisverkum og hækkun gjaldskrár.



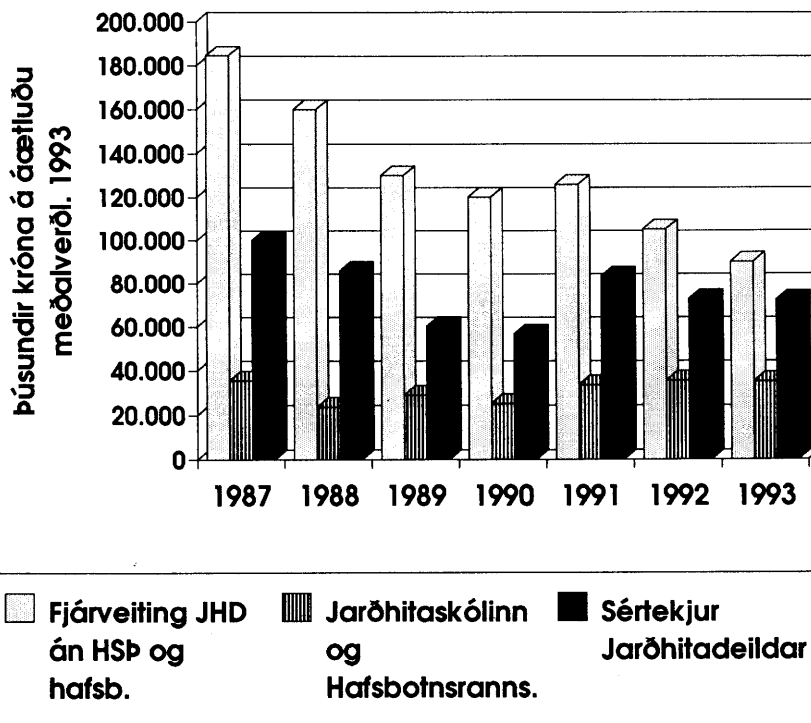
Mynd 1. Áætluð heildarútgjöld Orkustofnunar í fjárlögum hver árs. Allar tölur eru færðar fram til áætlaðs meðalverðlags 1993. Skiptingin milli deilda OS er samkvæmt fjárlagatillögum stofnunarinnar.



Mynd 2. Ársverk á Orkustofnun skipt niður á deildir fyrir tímabilið 1987-1993.



Mynd 3. Sértekjukrafa fjárlaga, skipt á deildir Orkustofnunar. Áætlað meðalverðlag 1993.

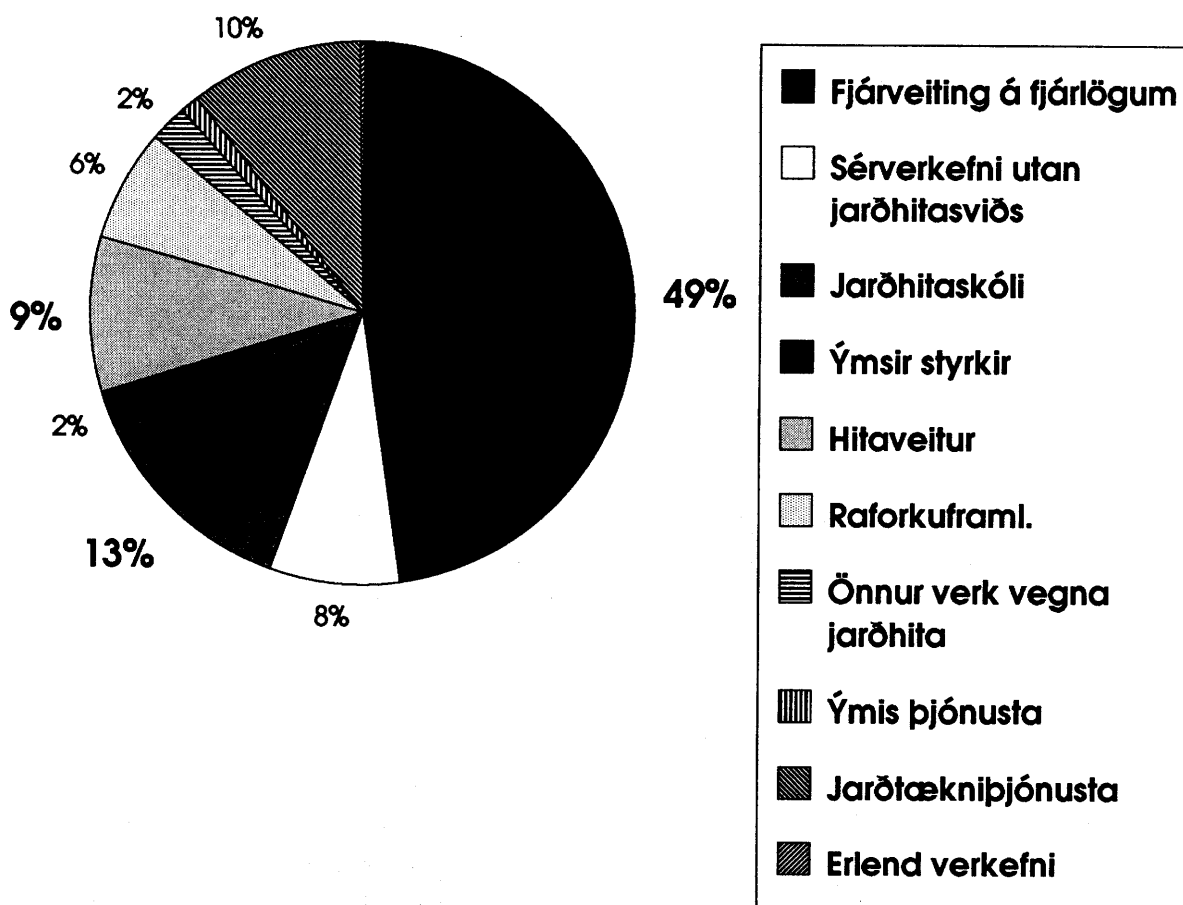


Mynd 4. Þróun fjárveitinga og tekna Jarðhitadeildar 1987-1993. Áætlað meðalverðlag 1993. Hluti Jarðhitadeildar í í sameiginlegum kostnaði (Stjórnsludeild) er meðtalinn.

Athyglisvert er að skoða nánar hvaðan sértekjur Jarðhitadeildar koma. Á mynd 5 er sýnd sundurliðun á tekjum deildarinnar árið 1991. Þar sést að hlutfallsleg skipting 224 Mkr heildartekna var sem hér segir:

Fjárveiting á fjárlögum	49%
Jarðhitaskólinn	13%
Jarðtækniþjónusta	10%
Hitaveitur	9%
Sérverk utan jarðhitasviðs	8%
Raforkuframleiðendur	6%
Önnur verk vegna jarðhita	2%
Annað	3%

Þetta ár var nokkuð dæmigert ár að því undanskildu að jarðtækniþjónusta var óvenjulega mikil vegna rannsókna á jarðgangaleiðum undir Hvalfjörð. Athygli vekur að einungis 17% af heildartekjum Jarðhitadeildar koma beint frá orkufyrirtækjum og öðrum notendum jarðhita innanlands.



Mynd 5. Hlutfallsleg skipting sértekna Jarðhitadeildar árið 1991. Rauntölur ársins 1991.

4. Í HVÆÐ FÓR FJÁRVEITINGIN 1991

Á árinu 1991 fékk Jarðhitadeild samtals 118,5 Mkr til ráðstöfunar af almennum fjárveitingum til Orkustofnunar. Því til viðbótar fengust 35,2 Mkr til sérverkefna af fjárlögum og frá Háskóla Sameinuðu Þjóðanna í Tokyo þannig að alls hafði Jarðhitadeild um 153,7 Mkr úr að spila frá ríkinu og HSP í Tokyo. Fróðlegt er að skoða í hvað deildin notaði þessa fjárveitingu. Samkvæmt uppgjöri fyrir árið 1991 var heildarkostnaður á virka vinnustund í verkefnum deildarinnar 2362 kr/klst, sem skiptist þannig að 1178 kr/klst var launakostnaður en 1184 kr/klst var aðstöðukostnaður. Á sama tíma var útseldur taxti fyrir vinnu sérfræðinga 2076 kr/klst þannig að tæplega 300 kr tap var á hverri seldri vinnustund.

Miðað við þessar kostnaðartölur var fjárveitingunni varið eins og sýnt er í töflu 1.

Tafla 1. Taflan sýnir í hvað ríkisfjárveiting til Jarðhitadeildar var notuð á árinu 1991 miðað við að hvert verkefni beri sinn hluta af stjórnunar- og aðstöðukostnaði Orkustofnunar. Góð afkoma þetta árið er fyrst og fremst vegna óvenjustórs söluverkefnis á jarðtækni sviði.

Verkþáttur	Framlag í þús. króna
Ríkis- og samvinnuverk á jarðhitasviði	67.545
Gas í Öxarfirði	12.784
Eðalmálmaleit á háhitasvæðum	3.384
Halli á tækjarekstri	5.151
Jarðhitaskólinn	34.116
Hafsbotsrannsóknir	1.637
Manganleit á Reykjaneshrygg	3.453
Halli á útseldri vinnu	10.633
Vinna á vatnsorkusviði	6.245
Rekstrarafgangur	7.397
Halli ársins 1990	1.385
Samtals	153.730

Samkvæmt töflu 1 var halli á verksölu Jarðhitadeildar (tæki og vinna) upp á liðlega 15,5 Mkr á árinu 1991, þar af voru 5,1 Mkr beinn halli af rekstri tækja Jarðhitadeildar og er þá ekki neinn stofnkostnaður inni í þeirri tölu. Þau tæki sem Jarðhitadeild rekur eru tæki til jarðeðlisfræðimælinga, borholumælinga og efnarannsóknna og hallarekstur þeirra er að verulegu leyti til kominn vegna samdráttar í rannsóknnum í ríkisverkum sem leiðir til lélegri nýtingar án þess þó að kostnaður minnki að sama skapi. Stöðugur hallarekstur leiðir síðan óhjákvæmilega til þess að ekki er unnt að endurnýja tæki sem ganga úr sér.

Lítum nú sérstaklega á liðinn ríkis- og samvinnuverk á jarðhitasviði. Í þann lið fóru liðlega 67 Mkr á árinu 1991. Fróðlegt er að kanna til hvers konar verkefna þessum fjárumunum var varið og er það sýnt í töflu 2.

Tafla 2. Hlutfallsleg skipting fjárveitinga til ríkis- og samvinnuverkefna á einstaka verkefnaflokk. Af þessum kostnaði eru um 83% launa- og aðstöðukostnaður. Undir hverjum verkefnaflokk eru fjölmörg verkefni sem öll miða að því að auka þekkingu okkar á jarðhitinum eða halda til haga upplýsingum um boranir, jarðhitnotkun og nýtingu.

Verkefnaflokkur	%
Almennar rannsóknir á jarðhitakerfum	31
Þróunarverk	18
Gagnasafn v/jarðhita, og gagnavarsla, opinbert eftirlit	22
Jarðhiti í orkubúskap	5
Jarðhitanyting	9
Fræðsla, almenn ráðgjöf	7
Alþjóðasamvinna	8
SAMTALS	100

Tafla 3. Skipting kostnaðar við Jarðhitadeild eftir útgjaldategundum

Laun starfsmanna JHD	99.0	46%	
Aðstaða	53.5	25%	(laun að hluta)
Útl. kostn. vegna sérverkefna	27.3	13%	
Útl. kostn. vegna söluverkefna	15.2	5%	
Útl. kostn. vegna ríkis- og samvinnuverkefna	12.5	6%	
Útl. kostn við rekstur tækja	7.9	3%	

Við getum líka litið á hvernig útgjöld Jarðhitadeildar skiptust eftir útgjaldategundum árið 1991. Heildarútgjöld Jarðhitadeildar það ár að viðbættum hlut hennar í sameiginlegum kostnaði námu um 215 Mkr og er skiptingin sýnd í töflu 3.

Sá liður í töflunni sem kallast aðstaða nær yfir allan húsnæðiskostnað, yfirstjórn, starfsmannahald, bókasafn, símvörslu, matstofu, aðalskrifstofu og bókhald, tölvukostnað, teiknistofu, rafeindastofu og fleira. Í útlögðum kostnaði vegna sérverkefna er m.a. kostnaður við Jarðhitaskólann og borun í Öxarfirði, og í útlögðum kostnaði vegna söluverka er m.a. aðkeypt vinna sem síðan er endurseld. Enginn stofnkostnaður eða endurnýjun tækja átti sér stað þetta árið ef frá eru talin tæki sem keypt voru vegna rannsókna á jarðgangaleið undir Hvalfjörð. Þá má sjá að einungis 12,5 Mkr eru til ráðstöfunar í annað en laun í öllum ríkisverkum Jarðhitadeildar samanlagt.

5. HVERNIG Á AÐ BREGÐAST VIÐ SAMDRÆTTI Í FJÁRVEITINGUM

Af undanfarandi umræðu er nokkuð ljóst að beint tap var á útseldri vinnu árið 1991. Af þessum ástæðum var gripið til þess ráðs að hækka gjaldskrá stofnunarinnar fyrir útselda vinnu síðla árs 1991 í 2500 kr/klst þannig að núna endurspeglar hún um það bil raunverulegan kostnað án allrar álagningar.

Ef við lítum á töflu 3 þá sést glögglega að mjög stór hluti af útgjöldum vegna Jarðhitadeildar eru nokkuð fast bundin. Laun og aðstaða eru samtals 71% af kostnaði og útlagður kostnaður vegna sérverkefna (13%) (Jarðhitaskólinn, hafsbotsranns. ofl.) er bundin og fer eftir sérstökum fjárveitingum til tilgreindra verkefna. Útlagðan kostnað vegna söluverka er ekkert hægt að lækka, rekstur tækja er í lágmarki og endurnýjun nær engin. Samtals eru því 94% af heildarfjárveitingunni bundin, aðeins 6% fer í að greiða útlagðan kostnað í ríkisverkum.

Unnt er að bregðast við sívaxandi samdrætti í fjárveitingum til Orkustofnunar, og þá sérstaklega til Jarðhitadeildar, á nokkra mismunandi vegu:

1. Með sparnaði og hagræðingu í rekstri
2. Með samdrætti í starfsemi
3. Með því að auka tekjur

Lítum á þessa þætti. Undanfarin ár hefur talsvert áunnist í sparnaði og hagræðingu í rekstri. Dregið hefur verið úr yfirbyggingu á stofnuninni á undanförmum árum og þótt enn megi ná einhverjum árangri á þessu sviði er hann fyrirsjáanlega mjög takmarkaður. Ein afleiðing samdráttarins hefur verið mjög lítil endurnýjun og viðhald á tækjum til rannsókna. Slíkt gengur að sjálfsögðu ekki til lengdar. Því dreg ég þá ályktun að einhverri hagræðingu megi ná í rekstri og stjórnun en á mótí kemur vaxandi þörf á endurnýjun tækja sem ekki hefur verið sinnt sem skyldi.

Jarðhitarannsóknir eru oftast tímafrekar, og langur tími líður frá því rannsóknir hefjast og þar til árangur liggur fyrir. Þessi tími ákvarðast ekki eingöngu af því fjármagni sem tiltækt er heldur og ekki síður af eðli rannsóknanna. Það er því ekki nema að takmörkuðu leyti unnt að kaupa sér tíma með því að verja miklum fjármunum til rannsókna í skamman tíma.

Jarðhitarannsóknir eru í eðli sínu þverfaglegar rannsóknir, þannig að Jarðhitadeild er nauðsynlegt að ráða yfir færni í jarðfræði, jarðefnafræði, jarðeðlisfræði, verkfræði og forðafræði til að geta veitt orkufyrirtækjum og stjórnvöldum heilsteypa ráðgjöf, byggða á þekkingu og hæfni til að takast á við þau fjölbreyttu verkefni og vandamál sem brenna á orkuíðnaðinum á hverjum tíma. Að auki er hvert af ofangreindum fagsviðum í raun mjög víðfeðmt þannig að útilokað er að einn eða mjög fáir menn geti ráðið yfir allri þekkingu sem þarf til og geti fylgst með þeim nýjungum sem sífellt skjóta upp kollinum. Það þarf því eðlilega ákveðinn lágmarksfjölda starfsmanna til að viðhalda nauðsynlegustu þekkingu. Árið 1987 var reynt að leggja mat á þennan lágmarksfjölda. Tvö slík mót voru þá unnin, annað af orkumálasjóra, Jakobi Björnssyni, hitt af þáverandi formanni stjórnar OS, Jónasi Elíassyni, prófessor. Niðurstöður þeirra eru í töflu 4 ásamt núverandi tölum um ársverkfjölda.

Í töflu 4 kemur fram að heildarstarfsmannafjöldi OS er kominn niður fyrir það lágmark sem orkumálastjóri mat sem lágmarksumfang til viðhalds þekkingar en er ennþá nokkuru meiri en það sem Jónas Elíasson skilgreindi sem nægjanlegan fjölda "til þess að þekking til virkjunarrannsókna glatist ekki alveg". Jónas gerði hins vegar í skýrslu sinn tillögu um að miðað yrði við að starfsmannafjöldi OS yrði 91, þar af 43 á JHD.

Tafla 4. Samanburður á áætluðum lágmarksfjölda starfsmanna til viðhalds þekkingar og raunverulegum starfsmannafjölda 1992. Tölurnar í svigunum í aftasta dálkinum eru sambærilegar við fyrri dálka því vegna skipulagsbreytinga voru 3 starfsmenn fluttir á SSD af JHD (1) og VOD (2).

Deild	Mat Jakobs Björnssonar	Mat Jónasar Elíassonar	Ársverk 1992
JHD	46	36	40 (41)
VOD+ OBD	32	29	29 (31)
SSD	18	12	22 (19)
SAMTALS	96	77	91 (91)

Af þessu má vera nokkuð augljóst að umfang Orkustofnunar, og ekki síst Jarðhitadeildar, er kominn í eða niður fyrir það lágmark sem á sínum tíma var talið nauðsynlegt til að viðhalda þeirri verkunnáttu og færni sem orkuiðnaðinum er nauðsynleg til lengri tíma lítið. Ef við á annað borð viljum halda þekkingunni við, verður að fara aðrar leiðir en að fækka starfsfólki.

Hér má líka benda á að jarðhitasérfræðingar eru, ólíkt mörgum öðrum sérfræðingum, ekki auðfánlegir. Í fyrsta lagi eru engir skólar sem útskrifa jarðhitasérfræðinga með þá þekkingu sem nauðsynleg er við aðstæður á Íslandi. Jarðfræði Íslands er mjög sérstök og veruleg vandkvæði á að heimfæra erlendar aðferðir og tækni óbreytt upp á íslenskar aðstæður. Nánast hver einasti jarðhitasérfræðingur á landinu, hvort sem hann er starfandi á Orkustofnun, hjá orkufyrirtækjum, Háskólanum eða á eigin vegum hefur starfað og numið á Orkustofnun. Hinn dæmigerði jarðhitamaður hóf störf sín á Orkustofnum þegar á námsárum sínum, oftast í mælingum eða kortlagningu af ýmsu tagi. Hann hefur lokið háskólanámi t.d. í jarðfræði, eðlisfræði, efnafræði, verkfræði eða jarðeðlisfræði, oft notað gögn frá Orkustofnun í prófritgerð og loks fengið áratuga reynslu við fjölbreytt verkefni á sviði jarðhitarannsókna þar sem hann hefur orðið að tileinka sér grundvallarkunnáttu á öðrum fagsviðum en sínu eigin. Þessi þjálfun á sér varla stað lengur, endurnýjun í starfsliði Orkustofnunar er nær engin og í flest þau skipti sem starfsmenn hafa hætt hefur enginn verið ráðinn staðinn. Þetta er þeim sem til þekkja verulegt áhyggjuefni.

Þá komum við að því hvort hægt sé mæta minnkandi fjárveitingum með því að fella niður eða draga úr einhverjum þáttum starfseminnar en án þess að fækka starfsfólki. Eðlilegt er að gera ráð fyrir að minnkandi fjárveiting komi niður á þeim verkum sem unnin eru fyrir ríkið. Á vatnsorkusviði myndi það aðallega þýða samdrátt í vatnamælingum sem að 70-80% eru greiddar af fjárveitingu Alþingis. Umtalsverður samdráttur vatnamælinga er hins vegar mjög hættulegur þar sem áratuga samfelldar mælingar á rennsli vatnsfalla er þörf áður en til virkjunar kemur, og má ekki vanta þegar ráðast á í virkjanir. Af þessum ástæðum hafa stjórnendur Orkustofnunar látið vatnamælingar að mestu sleppa við samdrátt í fjárveitingu sem þannig leggst þyngra á aðra þætti starfseminnar, m. a. jarðhitarannsóknir.

Þá vaknar spurningin hvar hægt sé að draga úr starfsemi þannig að annar tilkostnaður en laun lækki. Þetta er sú leið sem farin hefur verið undanfarin ár, þ.e. einungis er unnið

að ríkisverkum sem hafa í för með sér lítil eða óveruleg útgjöld. Þetta hefur hins vegar leitt til þess að tækjanotkun í ríkisverkum minnkar, án þess að raunverulegur kostnaður af rekstri tækjanna minnki sem neinu nemur, eða m.ö.o. það verður meiri halli af tækjarekstrinum vegna verri nýtingar.

Þriðja ráðið er að hækka gjaldskrá þannig að hagnaður myndist til að greiða fyrir hluta af þróunarstarfi Jarðhitadeildar og annað það sem ríkið hefur fram að þessu greitt fyrir. Þeir aðilar sem starfa sjálfstætt á sviði jarðhitarannsókna þurfa sjálfir að standa straum af þróunarstarfsemi og fella þann kostnað inn í taxta sína sem með því verða allt að 4000 kr/klst án virðisaukaskatts. Útseld vinna sérfræðings á Orkustofnun er hins vegar aðeins 2559 kr/klst. Þannig þyrfti gjaldskrá Orkustofnunar að hækka um ríflega 60% ef selja ætti vinnuna á svipuðum nótum og sjálfstætt starfandi aðila gera. Að vísu er launaliður Orkustofnunar væntanlega nokkru lægri en hins sjálfstæða aðila en það skýrir varla nema lítinn hluta mismunarins.

Hins vegar er gjaldskrárhækkun varla mjög heppileg ráðstöfun miðað við núverandi aðstæður í þjóðfélaginu og myndi líklega leiða til umtalsverðs samdráttar í magni verk sölu, þannig að staða Orkustofnunar myndi lítið batna.

Mér sýnist vandamálið vera þetta í hnotskurn: Ríkið ætlast til þess að orkufyrirtækin greiði í vaxandi mæli kostnaðinn af orkurannsóknum. Það dregur því úr fjárveitingum til Orkustofnunar án þess að nokkur annar aðili fylli í skarðið. Afleiðingin er samdráttur í rannsóknum, einmitt þeim rannsóknum sem hafa skilað hvað mestum ávinningi til baka til þjóðarbúsins og neytenda. Þessi samdráttur mun smám saman gera Jarðhitadeild ófæra um að inna af hendi þau rannsóknar- og þjónustuverk sem orkuíðnaðinum eru nauðsynlegt til lengri tíma lítið. Að því kemur að umsvifin verða orðin svo lítil og sérþekkingin stöðnuð að deildin verður ófær um að reka Jarðhitaskólann. Jarðhitaskólinn er ákaflega mikilsverð starfsemi fyrir Jarðhitadeild, bæði vegna þess fjár sem stofnunin fær frá skólanum og eins vegna þess að hann stuðlar að því að halda sérfræðingunum við í faginu. Missi Orkustofnun Jarðhitaskólann frá sér er fyrirsjáanlegur verulegur viðbótarsamdráttur hjá Jarðhitadeild. Þá er væntanlega stutt í að Orkustofnun hreinlega liðist í sundur í margar smáar einkareknar jarðfræði- og verkfræðistofur sem hver um sig mun reyna að vinna á afmörkuðu þröngu fagsviði.

Það er skoðun mín að mun heppilegra sé að halda uppi einni stórri og öflugri rannsóknarstofnun á sviði orkumála en að hluta starfsemina niður í margar smáar stofur, hverja á sínu sviði. Rökin fyrir þeirri skoðun minni eru þau að slíkir smáir aðilar verði aldrei í stakk búnir til að hafa yfirsýn yfir það víðfeðma svið sem jarðhitafræðin er og verði því illa í stakk búnir til að veita alhliða ráðgjöf og annast stór rannsóknarverkefni þar sem fjölfaglegrar þekkingar er krafist. Þetta er líka eindregin skoðun sérfræðinga OECD sem nýlega hafa skilað af sér skýrslu um rannsóknarstarfsemi á Íslandi. Annað mál er hvernig sú stofnun skuli upp byggð og hverjir skuli eiga hana, stjórna og bera kostnaðinn.

Á árunum 1980 til 1989 var þrisvar sinnum gerð úttekt á starfsemi Orkustofnunar að tilhlutan stjórnvalda. Sú fyrsta var gerð af starfshópi undir forystu Tryggva Sigurbjarnarsonar og laut að innra skipulagi Orkustofnunar. Hún lagði til ýmsar breytingar á stjórnkerfi stofnunarinnar og var þeim tillögum fylgt eftir. Skipuð var stjórn yfir stofnunina og stofnaðar nokkrar nýjar stjórnunarstöður. Á örfáum árum gjörbreyttust hins vegar aðstæður á OS vegna mikils samdráttar í verkefnum, fyrst á vatnsorkusviði og síðar á

jarðhitasviði. Þannig fækkaði ársverkum á fáeinum árum úr 150 í liðlega 90 eða um nálega 40%. Við þennan mikla samdrátt urðu þær nýju stjórnunarstöður sem komu í kjölfar Tryggvanefndar nánast óþarfar og þótt þeim hafi fækkað tel ég þær enn of margar miðað við starfsmannafjölda. Hinar tvær endurskoðanirnar voru gerðar af Hagvangi árið 1984 og af nefnd undir forystu Páls Jensonar, prófessors árið 1988. Báðar þessar aðilar hafa það sjónarmið að ríkinu beri að kosta þær rannsóknir sem Orkustofnun framkvæmir samkvæmt orkulögum en benda jafnframt á að rekstrarform stofnunarinnar sem A-hluta stofnun ríkissjóðs henti henni ekki vel. Þeir telja einnig að Orkustofnun eigi í aðalatriðum að annast þá starfsemi sem hún hefur haft með höndum en benda á ýmislegt sem betur má fara í skipulagi og stjórnun stofnunarinnar. Meginniðurstaða allra þessara nefnda er sú að halda beri orkurannsóknum að stærstum hluta á Orkustofnun en rekstrarformið sé e. t. v. ekki það heppilegasta.

Þau sjónarmið hafa heyrst meðal stjórnmalamanna að leggja beri gjöld á orkuiðnaðinn til þess að standa straum af kostnaði við rekstur Orkustofnunar. Slík gjöld yrðu trúlega á formi einhvers konar orkugjalds. Þessi lausn hugnast mér lítt, það er að minnsta kosti löng reynsla fyrir því að slíkir markaðir tekjustofnar sem renna eiga gegnum ríkissjóð sleppa sjaldan ósnertir þaðan í gegn til þess sem á að fá gjaldið. Þarna yrði því um að ræða enn eitt formið á skattlagningu en ekki aðeins greiðslu á kostnaði ríkisins vegna orkuiðnaðarins. Út af fyrir sig er ekki óeðlilegt að ætla orkuiðnaðinum (orkunotendum) að standa undir öllum kostnaði af orkurannsóknum og nauðsynlegu eftirliti en þá verður jafnframt að veita orkuiðnaðinum meiri hlutdeild í ákvörðunum og verkefnavali Orkustofnunar. Jafnframt þyrfti að skilgreina betur hið opinbera eftirlitshlutverk stofnunarinnar. Fyrsta skrefið í þá átt gæti verið að láta fulltrúa orkuiðnaðarins taka sæti í stjórn Orkustofnunar.

Ég myndi gjarnan kjósa að sjá rekstrarformi Orkustofnunar breytt úr hefðbundinni A-hluta stofnun ríkisins í einhver konar sameignar- eða sjálfseingarstofnun þar sem ríkið og orkufyrirtækin bæru í smaeningu ábyrgð á rekstrinum og kostuðu hann. Til þess að svo megi verða þarf umtalsverða breytingar á orkulögum. Hlutverk og verksvið stofnunarinnar yrði að skilgreina vel og semja þyrfti um hver greiddi kostnaðinn og á hvaða formi. Þetta er eitt af þeim atriðum sem semja þyrfti um milli ríkis og sveitarfélaga því krafa ríkisins um að orkufyrirtækin greiði meira af rekstrarkostnaði Orkustofnunar er um leið krafa um breytta skiptingu kostnaðar milli ríkis og sveitarfélaga.

Árlegur kostnaður við að reka þá starfsemi sem er á Jarðhitadeild nú og í svipuðu umfangi nemur að meðaltali vart undir 220 Mkr á ári. Ef við drögum frá kostnað vegna Jarðhitaskólans (30 Mkr) og meðalkostnað vegna viðfangsefna sem eru utan jarðhitasviðs en Jarðhitadeild sinnir (20 Mkr) sitja eftir um 170 Mkr sem er beinlínis vegna jarðhitaiðnaðarins, þ.e. bæði varmaorku og raforkuframleiðenda. Heildarvelta jarðhitaiðnaðarins er um 5000 Mkr þannig að kostnaður orkuiðnaðarins við að reka rannsóknar-, þjónustu- og eftirlitsdeild eða stofnun sambærilega við Jarðhitadeild OS næmi því um 3,4% af veltu hans ef ríkið felldi alveg niður fjárveitingar til Jarðhitadeildar.

Mér sýnast málin vera í nokkurs konar sjálfheldu nú. Ríkið er að draga að sér höndina í fjárveitingum og orkuiðnaðurinn kærir sig væntanlega lítið um að taka við þessum kostnaði af ríkinu möglunarlaust. Afleiðingin verður æ meiri samdráttur og vanhæf rannsóknarstofnun er fram líða stundir. Orkuiðnaðurinn mun kannski ekki finna svo

mjög fyrir þessu fyrsta kastið en til lengri tíma litið mun það leiða til verulegs skaða sem að lokum þýðir hærra orkuverð til landsmanna og lítt samkeppnishæfur raforkuiðnaður á stóriðjumarkaði. Til að stöðva þessa þróun verða forystumenn orkuiðnaðarins að stíga fram fyrir skjöldu og reyna að hafa áhrif á gang mála og tryggja í smavinnu við ríkið varanlegt fyrirkomulag orkurannsókna.

Árangur jarðhitarannsókna

***Valgarður Stefánsson, deildarstjóri
Orkustofnun***

ÁRANGUR JARÐHITARANNSÓKNA

Valgarður Stefánsson
Guðni Axelsson
Benedikt Steingrímsson

ORKUSTOFNUN

Inngangur

Umfjöllun um jarðhita á Íslandi hefst oft með tilvísun í Snorra Sturluson og laug þá sem hann lét gera í Reykholti. Sjaldnar er vitnað til þess að fyrstu jarðhitaboranir á Íslandi voru gerðar á Laugarnessvæðinu í ágústmánuði árið 1755. Það voru þeir Eggert Ólafsson og Bjarni Pálsson sem stóðu að þeim borunum og notuðu jarðnafar Konunglega Danska Vísindafélagsins til verksins. Ári síðar, 1756, boruðu þeir Eggert og Bjarni í Krísuvík og þar fékkst fyrsta blásandi gufuhola landsins, ef ekki í heiminum.

Þróun jarðhitamála á Íslandi var nokkuð tilviljunarkennd í byrjun, en eftir að jarðhitinn varð önnur helsta orkulind landsins, hefur þróunin verið markviss.

Íslenska þjóðin hefur lagt til mikið fjármagn og mikla fyrirhöfn í jarðhitarannsóknir, en uppskeran hefur líka verið ríkuleg. Orkulega séð er jarðhitinn um 45% af vergri orkunotkun þjóðarinnar (Guðmundur Pálmason 1992), og er þetta hærra hlutfall en í nokkru öðru landi.

Þýðing jarðhitans fyrir Íslendinga kemur líklega best í ljós ef við hugsum okkur að jarðhitinn væri ekki fyrir hendi. Orkunotkun til húshitunar er nú um 4500 GWh. Ef við notuðum olú eingöngu eða raforku eingöngu til húshitunar hefði kostnaður neytanda á árinu 1991 verið:

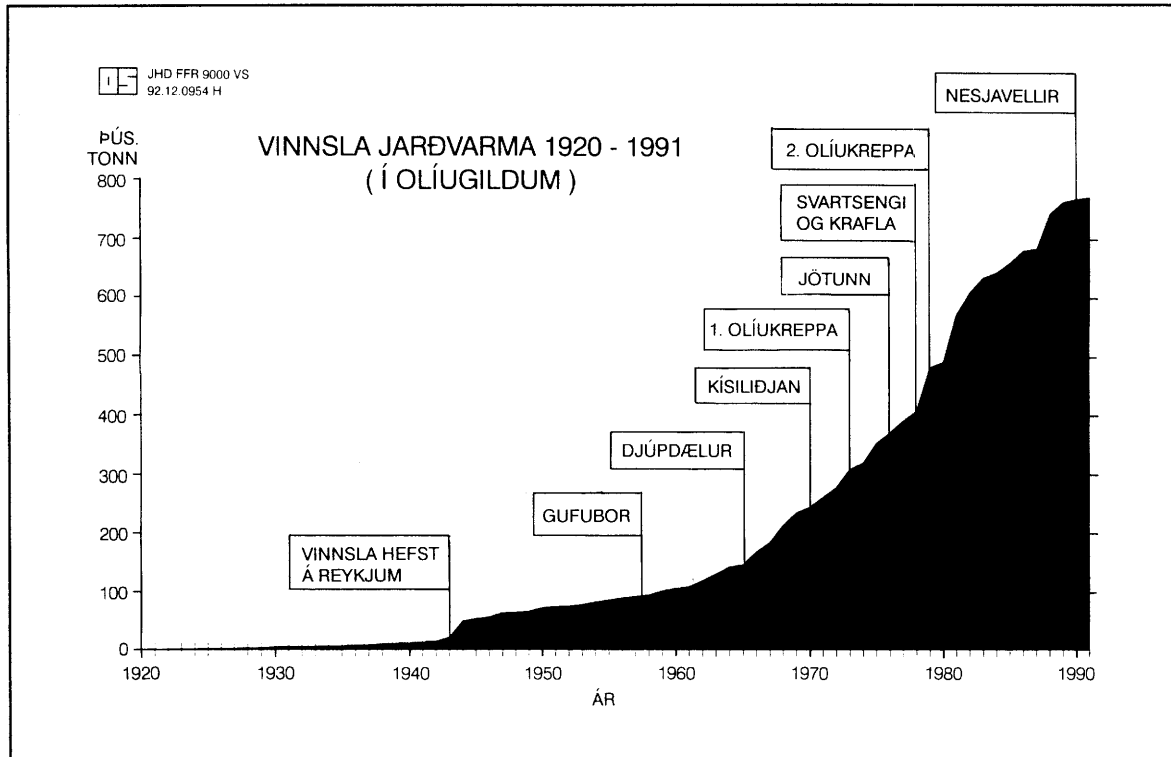
Heildarkostnaður með olú	12,0 milljarðar
Heildarkostnaður með niðurgreiddu rafmagni	11,2 milljarðar
Raforkukostnaður án niðurgreiðslna	14,8 milljarðar
Raunkostnaður	5,5 milljarðar

Árlegur sparnaður neytenda af því að nota jarðhita til húshitunar í stað olú eða raforku er því á bilinu 6-9 milljarðar. Til samanburðar má geta þess að samanlagt útflutningsverðmæti áls og járnblendis var á árinu 1991 um 10 milljarðar króna.

Þessi mikli sparnaður kom ekki fram í einni svipan heldur er þetta árangur áratuga þróunar. Í þessari grein verður vikið að nokkrum dæmum sem hafa stuðlað að þessari þróun.

Þróun íslenska jarðhitaiðnaðarins

Nýting jarðhita á Íslandi hefst ekki fyrr en snemma á þessari öld. Mynd 1 sýnir



Mynd 1. Nýting jarðhita á Íslandi á árunum 1920-1991.

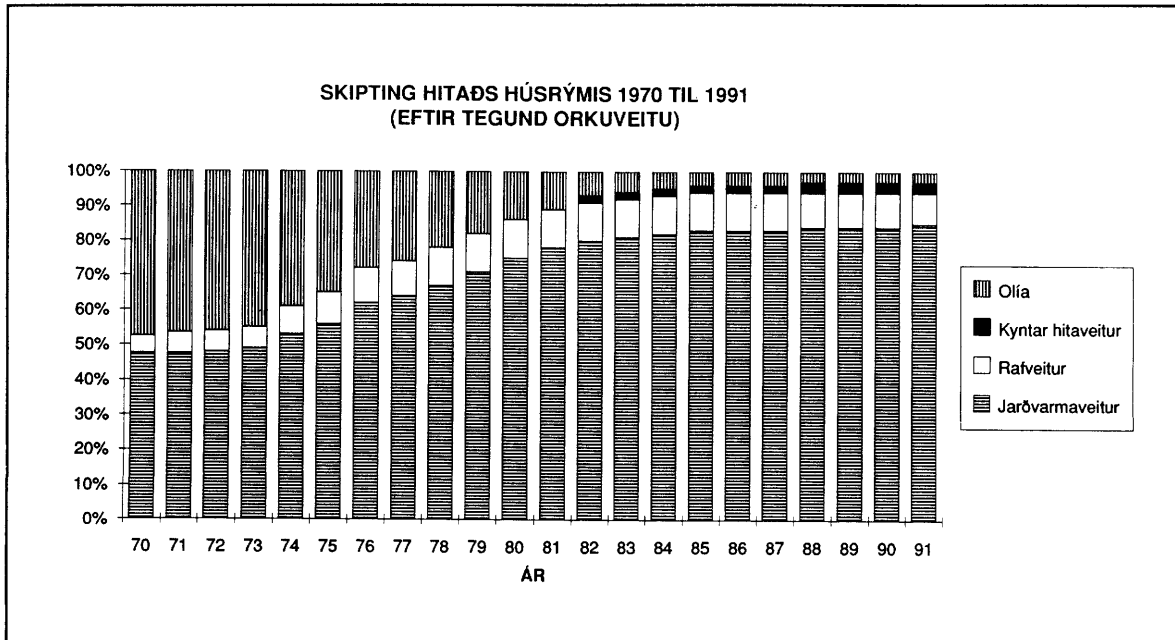
jarðhitanoftkunina á landinu á árabílinu 1920-1991. Nýtingin byrjar hægt, en stærsta stökkbreytingin í allri jarðhitasögu þjóðarinnar er tilkoma hitaveitu frá Reykjum í Mosfellssveit til Reykjavíkur.

Þó að bortækni við jarðhitaboranir tæki stökkbreytingum með komu Gufubors 1957, fer þeirra áhrifa ekki að gæta fyrr en notkun djúpdæla verður almenn hjá Hitaveitu Reykjavíkur um 1965. Samfara þessu gerir Þorsteinn Thorsteinsson (Þorsteinn Thorsteinsson og Jónas Elíasson 1970) forðafraðilega úttekt á Laugarnessvæðinu, og voru niðurstöðurnar á þá leið að hægt væri að auka vinnsluna verulega með því að nota djúpdælar. Á þessum árum var hröð aukning í jarðhitanytingu enda fóru þá saman samvirkandi þættir:

- * ný bortækni
- * ný vinnsluáðferð
- * brautryðjandastarf á sviði jarðhitaforðafraði.

Í kjölfar fyrstu olúkreppunnar 1973 er gert mikið átak til að auka notkun jarðhita á kostnað olú til upphitunar. Þetta átak, hitaveituvæðingin, sést vel á mynd 2, sem sýnir skiptingu hitaðs húsrýmis landsmanna eftir tegund orkuveitu.

Aukningin í jarðhitanotkun á árunum 1973 til 1980 er að miklu leyti árangur hitaveituvæðingarinnar, en bæði Svartsengi og Krafla taka einnig til starfa á þessum árum (mynd 1).



Mynd 2. Skipting hitaðs húsrýmis landsmanna eftir tegund orkuveitu. Árleg gildi tímabilið 1970-1991.

Forsendur árangurs

Þegar kemur að því að selja einhverja vöru eru það einkum tvö atriði, sem skipta meginmáli fyrir árangur. Þessi atriði eru:

- * Markaðshlutdeild
- * Gæði og verð vörunnar

Ef jarðhitinn er skoðaður í þessu ljósi er það fyrst og fremst

- * jarðhitaleit

sem stuðlar að því að auka markaðshlutdeild jarðhitans. Nú er staðan sú að 85% af húsrými landsmanna er hitað með jarðhita. Að ná þessum síðustu 15% markaðsins verður erfitt vegna þess að nýting jarðhita verður að vera tiltölulega nálægt þeim stað þar sem jarðhitinn er unninn, og búsetudreifingin í landinu tekur lítið mið af því hvar á landinu er hægt að vinna jarðhita. Fólksflutningar innanlands hafa þó verið hagstæðir fyrir jarðhitanýtingu vegna þess að fólki hefur fjölgað á hitaveitusvæðum en fækkað á rafhitunarsvæðum.

Ýmsir þættir jarðhitarannsóka stuðla bæði að því að bæta gæði og verð jarðhitans. Hér verður

Þessum atriðum skipt í þrjá hópa:

- * Bortækni og borholurannsóknir
- * Vinnslutækni
- * Forðafræðilegur rekstur jarðhitakerfis

Á meðan á hitaveituvæðingunni stóð, á árunum 1973-1980, var árangur jarðhitaleitar mjög greinilegur, en einkenni síðasta áratugs eru frekar þau að bæta rekstur jarðhitavinnslunnar á grundvelli forðafræðirannsókna og að gera jarðhitann ódýrari til langs tíma litið fyrir notendur. Á áratug hitaveituvæðingarinnar voru menn í kapphlaupi við tímann við að koma hitaveitunum í gagnið, og gáfu sér ekki alltaf tíma til þess að hugsa fyrir öllu. Eftir að um hefur hægst hafa menn farið að huga betur að því sem menn hafa í höndunum og koma málum svo fyrir að jarðhitanýtingin verði gerð á sem skynsamlegastan hátt. Menn hafa gert sér ljóst að orkuforði jarðhitakerfanna er endanlegur, og að það er eðli jarðhitakerfa að vinnslugetan minnkar með tíma vegna niðurdráttar eða kólnunar. Á sama tíma eykst eftirspurnin eftir heitu vatni ár frá ári. Hitaveiturnar þurfa því að haga vinnslunni þannig að nýting jarðhitakerfisins verði sem hagkvæmust til langs tíma litið og að hægt sé að tryggja nægt vatn vegna aukinnar eftirspurnar. Eðlileg vinnsluaukning hjá starfandi hitaveitum er orðinn stærri þáttur í aukningunni á jarðhitanotkun landsmanna heldur en sú aukning sem fæst við jarðhitaleit fyrir nýjar hitaveitur. Þessar viðhalds- og rekstraraðgerðir hjá starfandi hitaveitum hafa því miklu meiri áhrif á heildarjarðhitanotkunina heldur en jarðhitaleit á svæðum þar sem jarðhiti er ekki notaður núna.

Nokkur þróunarverkefni

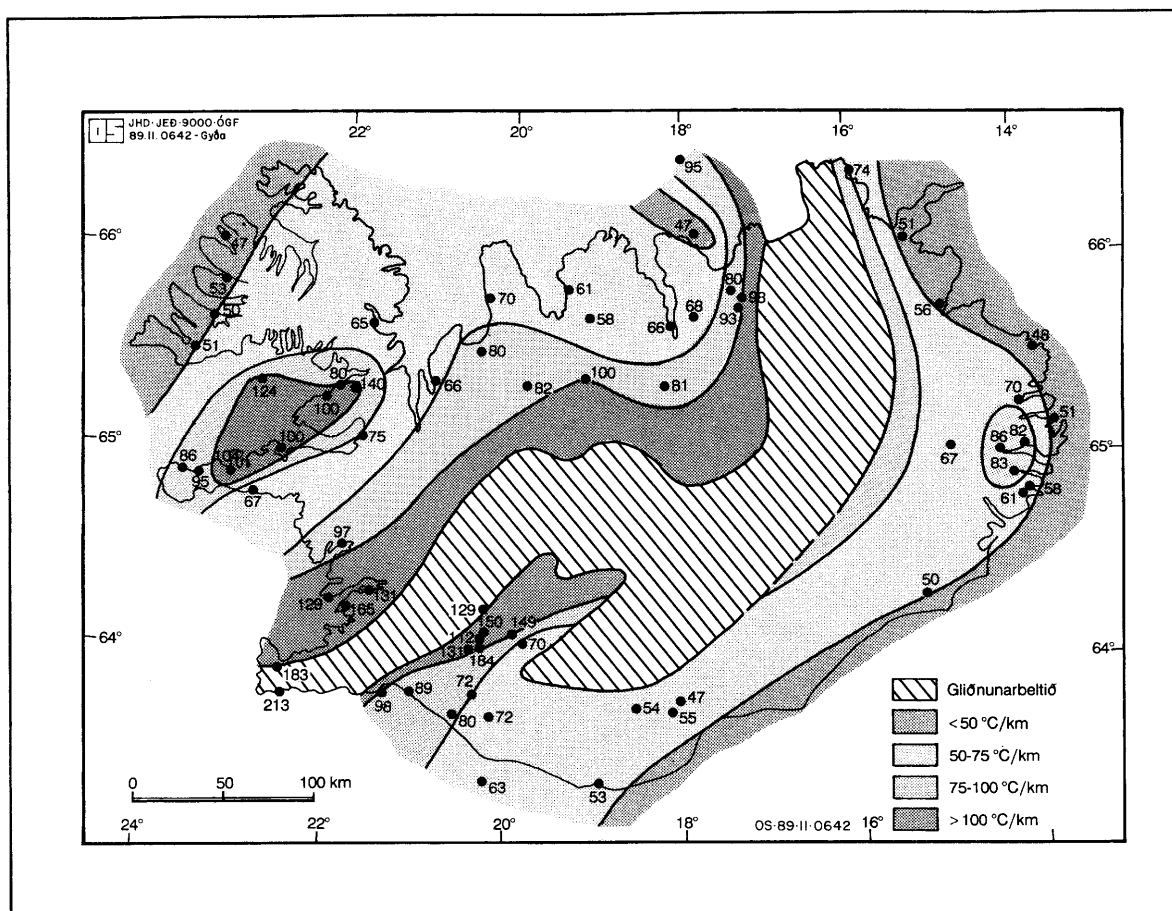
Í þessum kafla verða rakin nokkur þróunarverkefni, sem augljóslega hafa skilað árangri fyrir jarðhitanýtingu í landinu. Listinn yfir slík verkefni er mjög langur og er því aðeins stiklað á stóru hér. Flokkunin hér að neðan:

- * Jarðhitaleit
- * Bortækni og borholurannsóknir
- * Vinnslutækni
- * Forðafræðilegur rekstur jarðhitakerfa

verður notuð til þess að auðvelda framsetninguna, en einnig til þess að sýna fram á að þróunarverkin spanna öll svið jarðhitarannsókna. Í sumum tilvikum getur þó sama þróunarverkið haft áhrif á mörgum sviðum jarðhitarannsókna og jarðhitanýtingar.

Jarðhitaleit

Hitastigulsboranir. Forsenda þess að finna jarðhita er að skilja eðli jarðhitans og hafa einhverja hugmynd um hvar eigi að leita. Viss hluti jarðhitarannsókna fer því í það að reyna að skilja eðli jarðhitans betur. Einn þessara þátta er að kortleggja hitadreifinguna í jarðskorpunni undir Íslandi. Boraðar eru rannsóknarholur í þétt berg utan jarðhitasvæða og athugað hvernig hitinn eykst með dýpi. Með þessu fæst svokallað hitastigulskort af landinu eins og sýnt er á mynd 3. Megindrættirnir í þessari mynd eru að hitastigullinn er hæstur við

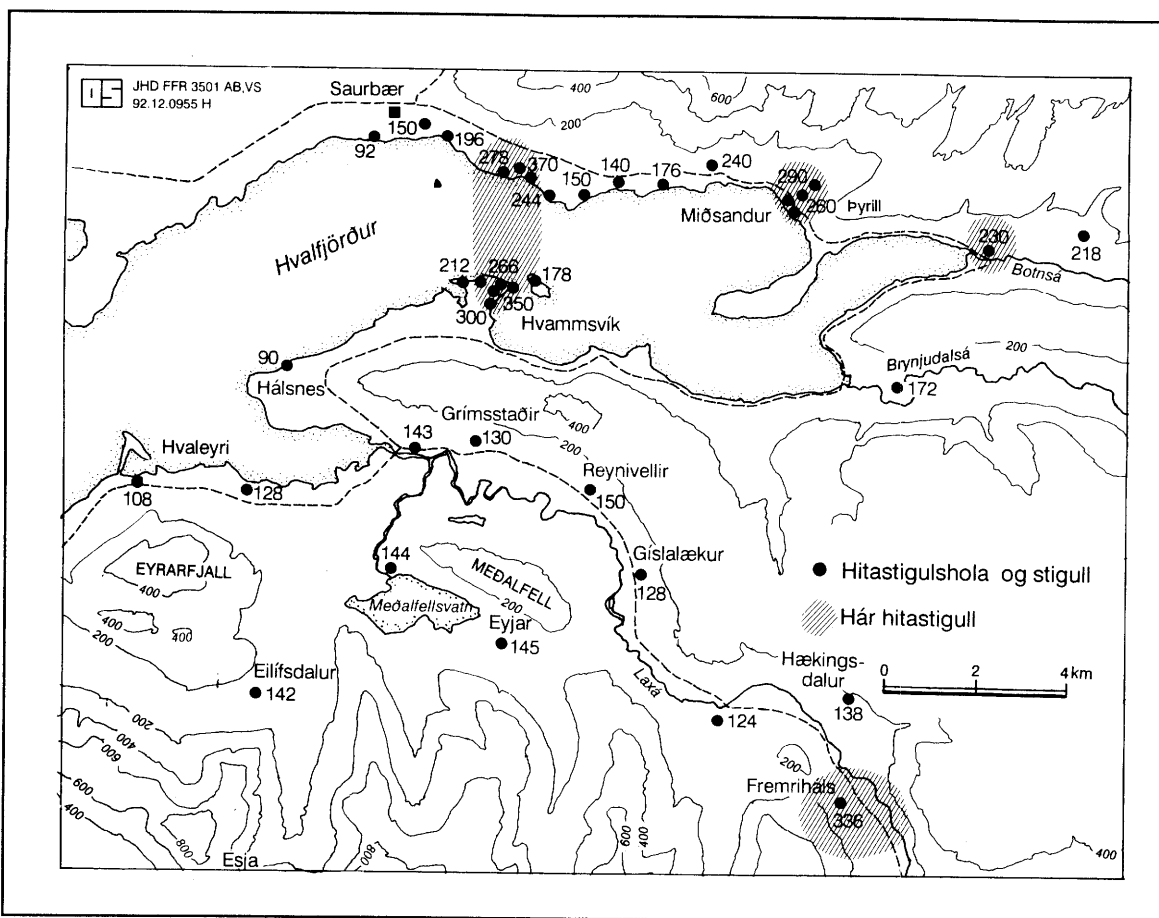


Mynd 3. Hitastigulskort af Íslandi.

gosbeltin, en vegna þess að berg inni í gosbeltunum er mjög lekt, gefa hitastigulsboranir ekki vitneskju um hitadreifinu þar.

Þó hitastigulskort af landinu gefi í stórum dráttum hitadreifinguna í berggrunnum og skipti landinu þannig í *köld svæði og heit svæði* þá er hitinn í jarðskorpunni undir Íslandi svo hár að jafnvel á köldustu svæðum landsins eru starfandi hitaveitur (Suðureyri við Súgandafjörð). Það sem skiptir máli er því ekki beinlínis hvort svæðin eru heit eða köld, heldur hvort bergið er nógu lekt til þess að flytja varmann úr berginu til yfirborðs. Þar sem bergið er lekt kemur fram truflun í hitastigli (þ. e. að sums staðar er hitastigull hærri eða lægri en svæðisbundinn hitastigull) og þessar truflanir sýna hvar vænlegast er að leita eftir jarðhita með borunum.

Jarðhitaleit með hitastigulsborunum hefur löngum þótt dýr rannsóknaraðferð, og heildarfjöldi hitastigulshola á landinu öllu var til skamms tíma aðeins um 50. Með tilkomu endurbættar bortækni (lofthamarsboranir) var hægt að lækka borkostnað mjög verulega. Í reynd er um að ræða allt að tífalda lækkun á rannsóknarkostnaði miðað við það sem áður var. Jarðhitaleit með hitastigulsborunum varð því snögglega mjög álitlegur kostur. Þessari leitaráferð hefur meðal annars verið beitt með skipulögðum hætti í Kjós og við norðanverðan Hvalfjörð. (Kristján Sæmundsson, 1989). Í Hvalfirði og Kjós er enginn eiginlegur jarðhiti á yfirborði. Mynd 4 sýnir hitastigul í grunnnum borholum í Kjós og á Hvalfjarðarströnd. Svæðisbundinn hitastigull er um 150 °C/km, en einstakir staðir á myndinni eru með hitastigul sem er hærri en 200 °C/km. Rennsli vatns í berggrunnum hefur truflað varmastrauminn í berginu á þessum



Mynd 4. Hitastigull í grunnnum borholum í Kjós og á Hvalfjarðarströnd.

stöðum, en það er einmitt vísbending um að þar sé vinnanlegur jarðhiti. Væntanlegar vinnsluholur hafa verið boraðar á fjórum stöðum á þessu svæði og eru niðurstöður þessar:

Staður	Borár	Rennsli l/s	Hitastig °C
Miðsandur	1980	12 (sjálfrennsli)	140
Hrafnabjörg	1987	25-30 (sjálfrennsli)	80
Hvammsvík	1992	20-30 (með 50 m niðurdrætti)	95
Fremri Háls	1992	20-30 (með 50 m niðurdrætti)	120

Svipaðar aðstæður eru í Norðurárdal (Guðmundur Ó. Friðleifsson og Lúðvík S. Georgsson, 1991; Guðmundur Ó. Friðleifsson, 1991). Þar er svæðisbundinn hitastigull talinn vera á bilinu 50-100 °C/km (mynd 3), en grunnar hitastigulsholur við Bifröst og Svartagil sýndu hitastigul á bilinu 160-180 °C/km. Á þessum slóðum er enginn eiginlegur jarðhiti á yfirborði, en athuganir á jarðfræði sýndu að þarna voru fyrir hendi brotabelti sem gætu verið hagstæð fyrir jarðhitakerfi. Ekki var farið út í að kortleggja hitastigul nákvæmlega á þessu svæði heldur

borað þar sem jarðfræðilegar aðstæður voru hagstæðar og vitað var að hitastigull var hærri en svæðisbundinn hitastigull. Niðurstöður vinnsluboranna eru þessar:

Staður	Borár	Rennsli l/s	Hitastig °C
Bifröst	1992	10-15 (með 60 m niðurdrætti)	63
Svartagil	1992	30-50 (í loftdælingu)	71

Þessar niðurstöður úr Kjósinni, frá Hvalfjarðarströnd og úr Norðurárdal eru mjög athyglisverðar í ljósi þess að á þessum svæðum hefur tekist að finna vinnanlegan jarðhita þar sem enginn eiginlegur jarðhiti er á yfirborði. Fyrir svo sem tíu árum var það talið mjög ólíklegt að hægt væri að finna nýtanlegan jarðhita á þessum svæðum. Nú er hafin jarðhitanyting á Hvalfjarðarströnd og nýting um það bil að hefjast í Kjós og Norðurárdal. Jarðhitinn hefur náð aukinni markaðshlutdeild, og það vakna vonir um að hægt og sígandi sé möguleiki á því að jarðhitinn nái þessum síðustu 15% af húshitunarmarkaðnum.

Hitadreifing í bergi. Auk þess sem ódýrar hitastigulsboranir hafa gert það mögulegt að kortleggja hitastigul við yfirborð, hafa miklar framfarir orðið við að kortleggja og túlka hitadreifingu dýpra í berggrunninum og finna þannig þröngar uppstreymisrásir sem ekki er hægt að sjá með mælingum á yfirborði. Þessum aðferðum hefur verið beitt á nokkrum svæðum, en hér verður einungis bent á Laugaland á Þelamörk (mynd 5) sem dæmi um þetta (Ólafur G. Flóvenz og fl., 1990). Túlkunaraðferðin byggist á því að setja upp einfalt líkan af jarðhitakerfinu og reikna fram legu á jarðhitasprungunni sem getur skýrt melda hitadreifingu í berginu. Til þess að reikna fram hitadreifinguna hafa verið gerð tölvuforrit sem reikna út jafnvæghita í berginu miðað við einhverja gefna legu á jarðhitasprungu og það hitastig sem áætlað er á vatninu. Með því að nota þessa aðferð og samtúlka niðurstöðurnar með niðurstöðum hefðbundinna yfirborðsrannsókna tókst að staðsetja og bora betri vinnsluholu á Laugalandi á Þelamörk sumarið 1992.

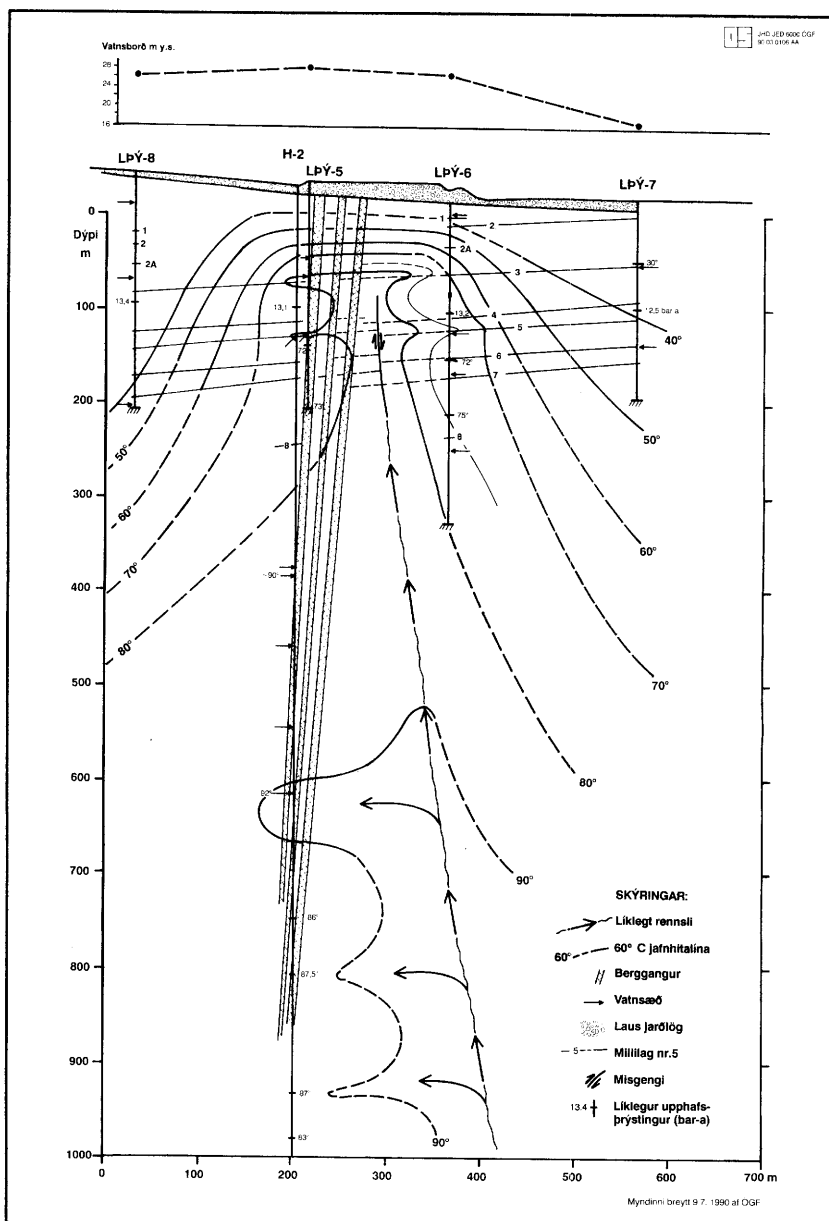
Þó menn tengi oft árangur jarðhitaborana við ákveðna rannsóknaraðferð, er reyndin þó sú að samtúlkun margra rannsóknaraðferða gefur haldbærustu niðurstöðurnar. Heildarniðurstaðan er miklu traustari en niðurstöður einstakra rannsóknaraðferða. Þessar aðstæður eru oft vanmetnar, m.a.s. á Jarðhitadeild Orkustofnunar þar sem fagskipting deildarinnar gerir starfsmenn að sérfræðingum á vissu sviði jarðhitarannsókna. Mesti árangur jarðhitarannsókna næst hins vegar þar sem samtúlkun er notuð. Í þeim tilvikum er oft erfitt að benda á einstakt atriði eða einstaka rannsóknaraðferð sem hefur skipt sköpum. Laugaland á Þelamörk er eitt dæmi um árangur jarðhitarannsókna þar sem mörgum rannsóknaraðferðum er beitt og samtúlkun gagna notuð til þess að finna vinnanlegan jarðhita. Annað gott dæmi er frá jarðhitasvæðinu við Urriðavatn, sem sér Hitaveitu Egilsstaða og Fella fyrir heitu vatni.

Kínamælingar. Hitaveita Egilsstaða og Fella tók til starfa 1979. Tekist hafði að finna nægjanlegt vatn fyrir hitaveituna með borun 6 hola við Urriðavatn, jafnvel með því að bora úti í vatninu. Menn töldu sig vita allmikið um jarðhitakerfið. Dreifing jarðhitans á botni vatnsins var fundin með því að kortleggja vakir á ísnum þegar vatnið var ísi lagt að vetri. Menn sáu að vakirnar fylgdu berggöngum, en lega þeirra var fundin með segulmælingum á

ísnum. Túlkunin var því sú að jarðhitinn væri dæmigerður gangjarðhiti og að gangarnir stjómdu rennsli í jarðhitakerfinu. Borholur voru því staðsettar þannig að gangar voru skornir á vissu dýpi. Árangurinn var sem sagt viðunandi og nægjanlegt vatn fékkst fyrir hitaveitu.

Eftir að hitaveitan tók til starfa komu hins vegar í ljós að jarðhitavatnið kólnaði mjög ört og efnasamsetningin sýndi að ferskvatn kom inn í holurnar. Kælingin var stöðug og mjög veruleg, 10-15 °C, þannig að framtíð hitaveitunnar var í mjög mikilli hættu. Var þá gengið í það verk að endurmeta allar aðstæður og beita öllum þeim rannsóknaraðferðum sem hægt var að beita. Á þessum tíma höfðu svokallaðar Kínámælingar rutt sér rúms hér á landi, og var þeim einnig beitt við Urriðavatn. Nafn sitt fékk þessi mæliaðferð af því að Kínverjar byrjuðu fyrst að nota þessa aðferð við viðnámsmælingar, en skömmu eftir að menn fengu upplýsingar um mæliaðferðina var hún endurbætt og þróuð frekar og tekin upp við jarðhitaleit á Íslandi.

Þegar allar niðurstöður voru skoðaðar í samhengi (Sigmundur Einarsson og fl., 1983), fundu menn út að það var ekki nema hálfur sannleikur að berggangarnir stýrðu rennsli jarðhitavatsins. Kínámælingarnar sýndu mjög greinilega lágviðnámssprungu, sem skar þá ganga, sem menn höfðu í upphafi túlkað sem "vatnsleiðara" á svæðinu. Niðurstaðan af samtúlkunni varð sú að lágviðnámssprungan, sem einungis kom fram í Kínámælingunum, væri hin eiginlega uppstreymisrás í jarðhitakerfinu, en nálægt yfirborði rynni heita vatnið meðfram berggöngunum, og uppstreymið á botni vatnsins fylgdi þeim. Þær holur sem fram að þessu höfðu verið boraðar tóku inn vatn tiltölulega grunnt og þess vegna átti vatn úr Urriðavatn greiðan aðgang niður á það dýpi þar sem vinnslan fór fram. Lagt var til að reyna að vinna



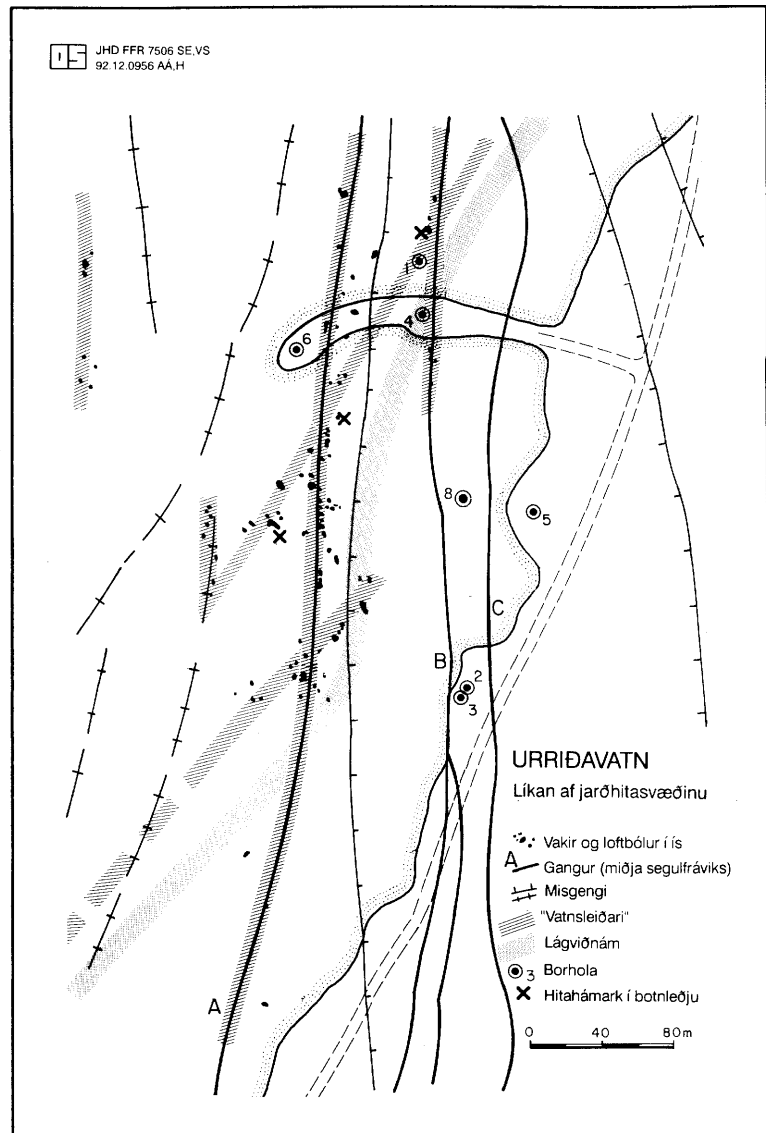
Mynd 5. Hitapversnið frá Laugalandi á Pelamörk.

jarðhitann á meira dýpi, og ná jarðhitavatninu úr lágviðnámsprungunni áður en það færi að renna út í berggangana.

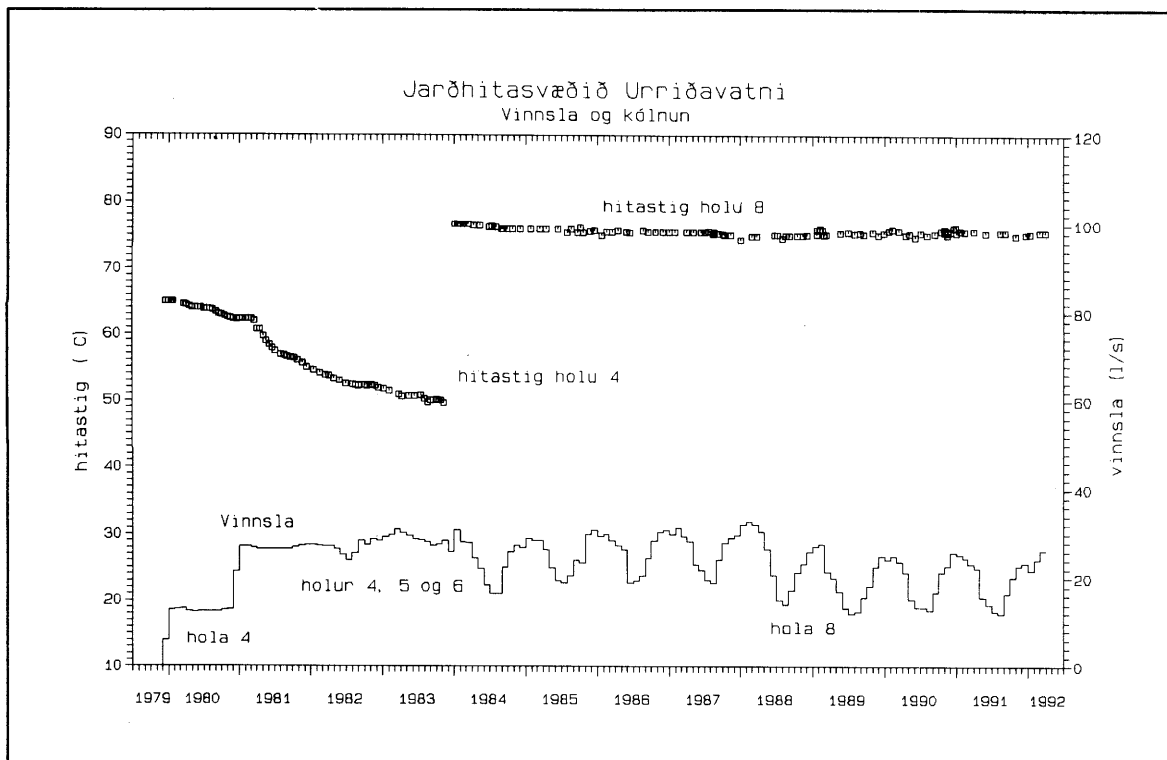
Áttunda holan við Urriðavatn var staðsett með hliðsjón af þessu nýja líkani af jarðhitakerfinu, og var sú hola boruð árið 1983. Árangur borunnar var mjög góður. Hitastigið á vatninu var um 10 °C heitara en upprunalega fékkst úr gömlu holunum og vinnslugeta holunnar var margfalt meiri en vinnslugeta fyrri hola. Hóla 8 vinnur vatn á meira dýpi en aðrar holur á svæðinu, og talið er að hún skeri aðaluppstreymisrás jarðhitakerfisins. Það sem skipti þó meginmáli er sú vitneskja sem liggur fyrir nú, tæpum áratug síðar, að lítil kæling hefur orðið á vatninu sem unnið hefur verið úr þessari holu.

Mynd 7 sýnir vinnslusöguna frá Urriðavatni. Fyrstu fjögur árin var notað vatn úr holum 4, 5 og 6, og sýnir myndin hvernig hitastig vatnsins úr holu 4 kólnaði með tíma. Frá 1984 hefur eingöngu verið notað vatn úr holu 8. Mynd 7 sýnir að árangur jarðhitarannsóknna við Urriðavatn hefur haft góð áhrif á rekstur hitaveitunnar. Fyrir um það bil áratug var hitaveitan í miklum vanda, og framtíð hitaveitunnar mjög óviss. Eftir allmikið rannsóknaráttak tókst að finna betri leið að vinna jarðhitann, og nú gengur rekstur hitaveitunnar ágætlega.

TEM-mælingar. Að síðustu er hér tekið eitt dæmi af háhitasvæði. Nú er það svo að menn telja sig vita um öll háhitasvæði landsins, og varla líkur á að menn finni nýtt áður óþekkt háhitasvæði. Háhitasvæðið í Brennisteinsfjöllum hefur líka verið þekkt í aldir, og reynd var brennisteinsvinnsla þar á öldinni sem leið. Brennisteinsfjöll hafa alla tíð verið á skrá sem háhitasvæði, en menn hafa gefið svæðinu lága einkunn og talið það lítið svæði. Meginástæðan fyrir þessu mati hefur verið sú að jarðhitaummerki á yfirborði eru mjög óveruleg og staðbundin.



Mynd 6. Jarðhitalegar aðstæður við Urriðavatn. Myndin sýnir dreifingu jarðhita, legu bergganga og misgengja, lágviðnámsprungu og staðsetningu borhola.



Mynd 7. Vinnslusaga frá Urriðavatni 1979-1992.

Seinni hluta vetrar 1992 voru gerðar viðnámsmælingar með svo kallaðri TEM aðferð á þessu svæði. TEM er stytting úr ensku (Transient ElectroMagnetic) og er ein af þeim mæliaðferðum sem hægt er að nota til að mæla viðnám í jörðinni. Orkustofnun hefur þróað þessa mæliaðferð og gert hana að jarðhitaleitartæki á Íslandi. Kostir mæliaðferðarinnar eru einkum þeir að hægt er að gera mælingamar á mun ódýrari hátt en með eldri aðferðum eins og til dæmis með Schlumberger aðferð. Á ógreiðfögnu landi er heppilegast að gera svona mælingar seinni hluta vetrar þegar greiðfært er á snjósleða um svæðið. Þetta var sú aðferð, sem notuð var í Brennisteinsfjöllum.

Niðurstöður mælinganna er sýndur á mynd 8 (Ragna Karlsdóttir, 1992). Það sem er athyglisvert við þessar niðurstöður er það að lágviðnámsvæðið (minna en $10 \Omega\text{m}$) nær yfir landssvæði sem er um $3 \times 6 \text{ km}$. Þetta er álíka stórt svæði og í Námafjalli, og mun stærra en áður var talið.

Þó niðurstöðurnar á mynd 8 séu frumniðurstöður og frekari rannsóknir eigi eftir að gera þar, benda þessar niðurstöður til þess að Brennisteinsfjöll séu mun áhugaverðara háhitasvæði en áður var talið. Það er of djúpt í árna tekið að segja að menn hafi fundið nýtt háhitasvæði, en það má með vissum rétti segja að menn hafi fundið að svæðið sé um tíu sinnum stærra en áður var talið.

Það á eftir að koma í ljós hvaða þýðingu þessi vitneskja um Brennisteinsfjöll hefur í framtíðinni. Talið er að hægt sé að virkja jarðhita til raforkuframleiðslu á mun hagkvæmari hátt en áður var talið (Valgarður Stefánsson, 1992) og að virkjun jarðhita til raforkuvinnslu muni verða mun almennari í framtíðinni heldur en reyndin hefur verið fram að þessu. Sú staðreynd að auk Reykjaness, Hengils og Krísuvíkur sé fyrir hendi álitlegt háhitasvæði hér í

næsta nágrenni höfuðborgarsvæðisins, getur haft veruleg áhrif á framvindu þeirra mála.

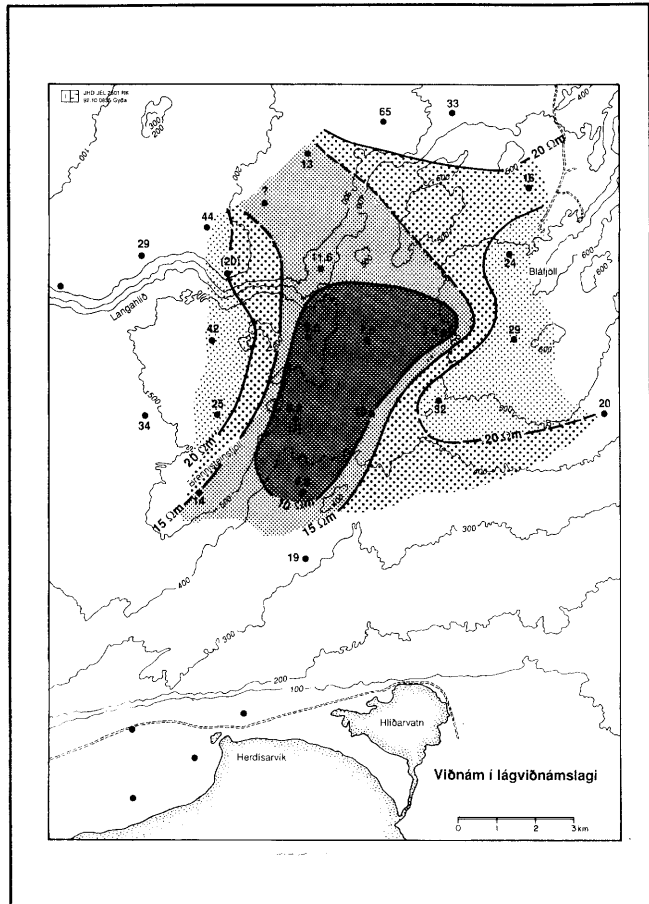
Bortækni og borholurannsóknir Lofthamarsborun. Svo sem rakið var hér að framan hafði endurbætt bortækni það í för með sér að það varð fjárhagslega mögulegt að nota hitastigulsboranir til þess að leita að jarðhita á stórum landssvæðum. Lofthamarsboranir hafa einkum komið að notum í grunnum holum, svo sem rannsóknarholum af ýmsu tagi. Hitastigulsboranir í Kjós og norðan Hvalfjarðar eru ágætt dæmi um gagnsemi þessarar boraðferðar. Þessi boraðferð hefur einnig verið notuð við boranir á vinnsluholum fyrir jarðhita (Sverrir Þórhallsson, 1989).

Sogborun. Önnur boraðferð, svo kölluð sogborun, hefur hins vegar komið að góðum notum við borun vinnluhola. Þessi aðferð var fyrst reynd á Siglufirði árið 1983. Orkustofnun var frumkvöðull að þessari prófun, en Orkusjóður styrkti verkið.

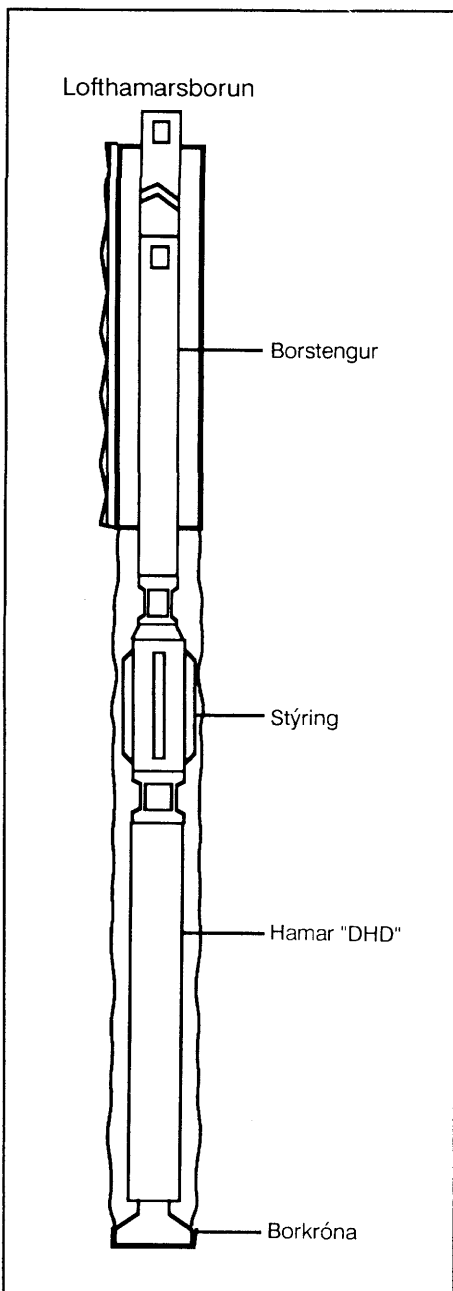
Sogborun er skyld lofthamarsborun að því leytnu að þrýstiloft er notað við borunina. Lengra nær samlíkingin varla. Þrýstiloftið í sogborun er notað til þess að létta vatnssúluna við borun, og á að sjá til þess að það sé alltaf undirþrýstingur í holunni miðað við þrýsting í jarðhitakerfi. Það þýðir að skolvökvinn mun ekki þrengja sér út í vatnsæðar, heldur ætti að renna úr jarðhitakerfinu inn í holuna strax eftir að vatnsæð er skorin. Með þessu móti kemur árangur borunar strax í ljós á meðan á borun stendur, borunin kemur ekki til með að kæla jarðhitakerfið, og síðast en ekki síst er komið í veg fyrir að borsvarf safnist til í vinnsluæðum holunnar og stífla þær (Sverrir Þórhallsson, 1989).

Sogborun var reynd sem fyrr segir á Siglufirði og reyndist árangur góður. Síðan hefur sogborun einnig verið notuð á Elliðaársvæðinu, Seltjarnarnesi, Laugalandi á Þelamörk, Laugalandi í Holtum, Selfossi og við Urriðavatn.

Hreinsun í blæstri. Kalkútfellingar eru fylgifiskur nýtingar á sumum háhitasvæðum, einkum í Hveragerði og Svartsengi. Kalkútfellingarnar koma fram í borholunum þar sem borholuvökvinn sýður í holunni. Einfalt er að lifa við þessar útfellingar með því að hreinsa kalkið úr holunum með vissu millibili. Við hreinsun er notaður jarðbor, og kalkútfellingarnar einfaldlega boraðar út. Aðgerðin sjálf tekur aðeins dagsstund, en ef kæla þarf holuna vegna



Mynd 8. Viðnámsdreifing í Brennisteinsfjöllum.



Mynd 9. Bortæki við lofthamarsborun.

geislavirkni. Öll þessi atriði hafa aukið vitneskju um jarðhitakerfin, en það sem kom mönnum fyrst til að skilja gagnsemi þessarar tækni við boranir voru annars vegar tæki sem mælir vídd borholu og hins vegar tæki sem mælir steypugæði á bak við fóðurrör í borholu. Það kom brátt í ljós að þessi tæki veittu ómetanlegar upplýsingar fyrir framgang borverks, og niðurstaðan varð sú að nú vilja menn ekki bora háhitaholu á Íslandi nema hafa borholumælingabíl tiltækan, ef eitthvað kemur uppá við borunina.

Með þessari borholumælingatækni er hægt að staðsetja vatnsæðar í holu með mikilli nákvæmni og sjá hvort vatn rennur inn í holuna eða út úr henni. Þegar breytingar verða á vinnslu í einhverri holu hjá hitaveitum eru borholumælingar notaðar til þess að finna út hvað

hreinsunar verða margra daga rekstrartruflanir vegna svona aðgerðar. Þess vegna var snemma farið að gera þessar hreinsanir þannig að holan væri í blæstri á meðan á hreinsun stæði. Fyrstu aðgerðir af þessu tagi voru gerðar í Hveragerði fyrir um það bil 30 árunum, en aðferðin var síðan endurbætt í Svartsengi um 1978, og má nú segja að þetta sé almenn aðferð við hreinsun háhitahola á Íslandi. Kalkútfellingar eru almennt vandamál víða um heim, og kom einn Filippseyingur gagnert hingað árið 1987 til þess að læra þessa bortækni. Víða ætti því að vera hægt að nota þessa íslensku tækni.

Kalkútfellingar eru ekki taldar vandamál á Íslandi, en kalkútfellingar eru ennþá mikið vandamál í Kizildere í Tyrklandi og í Miravalles í Costa Rica, svo nokkrir staðir séu nefndir.

Borholumælingar. Fyrir um 15 árum varð mjög veruleg breyting á tækni við mælingar í borholum hér á landi. Fengin voru borholumælitæki og sérstakir mælingabílar, sem olíuiðnaðurinn notar við mælingar í olíuholum. Segja má að sú breyting sem varð á borholumælingum á árunum 1976-1977 hafi verið sambærileg við þá breytingu í jarðhitaborunum sem varð þegar Gufuborinn kom til landsins árið 1957.

Árangur af þessari nýju tækni við borholumælingar er einkum sá að miklu betri og ítarlegri upplýsingar fást um holuna sjálfa og um jarðhitakerfið sem holan er boruð í. Allar mæliniðurstöður eru skráðar jafnóðum í mælingabílnum, og þannig er hægt að fylgjast mjög náíð með hvað er að gerast í holunni og umhverfi hennar.

Auk þess að mæla vanalegar jarðhitastærðir eins og hita og þrýsting, er nú hægt að mæla ýmsa eiginleika bergsins eins og viðnám, poruhluta, eðlisþyngd og

er að gerast í holunni og ákveða hvernig megi endurbæta hana.

Á mynd 11 er sýnt hvernig ástand holu MG-23 á Suður Reykjum í Mosfellsbæ var áður en gert var við holuna. Mælingarnar sýna hitastig og rennsli í holunni og vídd hennar. Mæliniðurstöður sýna glögglega að "kalt" vatn rennur inn í holuna á 410 m og 500 m dýpi. Þetta vatn rennur síðan niður holuna og út úr henni á 765 m dýpi. Niðurrennslið í holunni var um 15 l/s. Þetta kalda vatn inniheldur súrefni sem hefur komið fram í rennsli frá nálægum vinnsluholum.

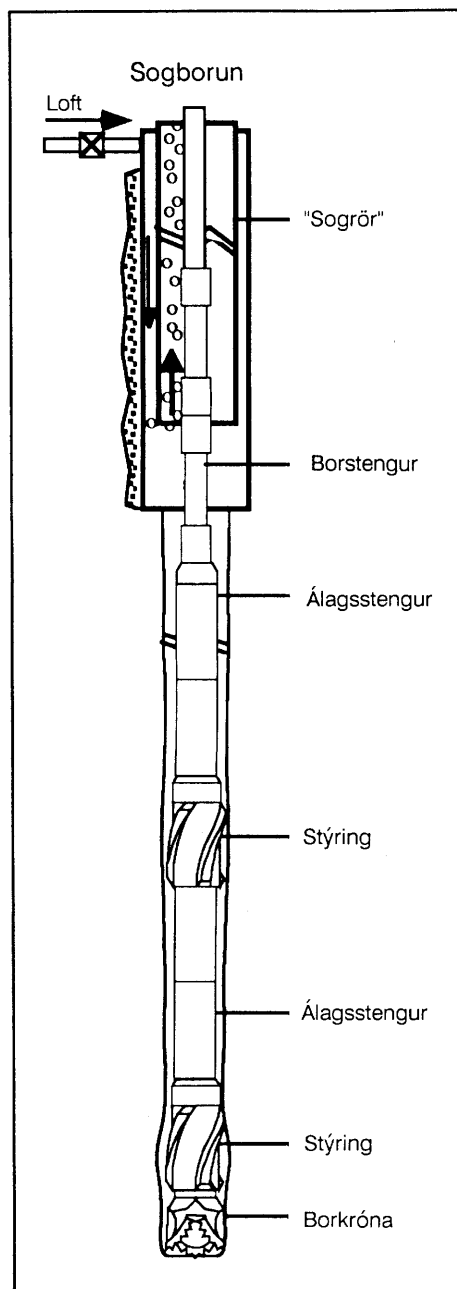
Gert var við holuna með því að steypa nýja fódningu í hana, sem nær niður á 600 m dýpi og kemur þannig í veg fyrir að kalt vatn renni inn í holuna.

Allar upplýsingar um ástand holunnar fást í þessu tilviki með borholumælingum, og viðgerðin er hönnuð og framkvæmd á grundvelli þessara upplýsinga.

Vinnslutækni

Djúpdælar. Mesta byltingin í vinnslu jarðhita á Íslandi er eflaust notkun djúpdæla, og voru Íslendingar um 20 árum á undan öðrum þjóðum á því sviði. Jóhannes Zöega var frumkvöðull að þessari vinnsluáferð og gjörbreytti þessi vinnslutækni öllum rekstraraðstæðum fyrir Hitaveitu Reykjavíkur á sínum tíma (Árni Gunnarsson, 1992). Nú má segja að djúpdælar séu sjálfsagður hlutur hjá flestum íslenskum hitaveitum, og á síðasta áratug hefur notkun djúpdæla líka verið tekin upp við jarðhitanýtingu í Frakklandi, Ungverjalandi, Rúmeníu og USA.

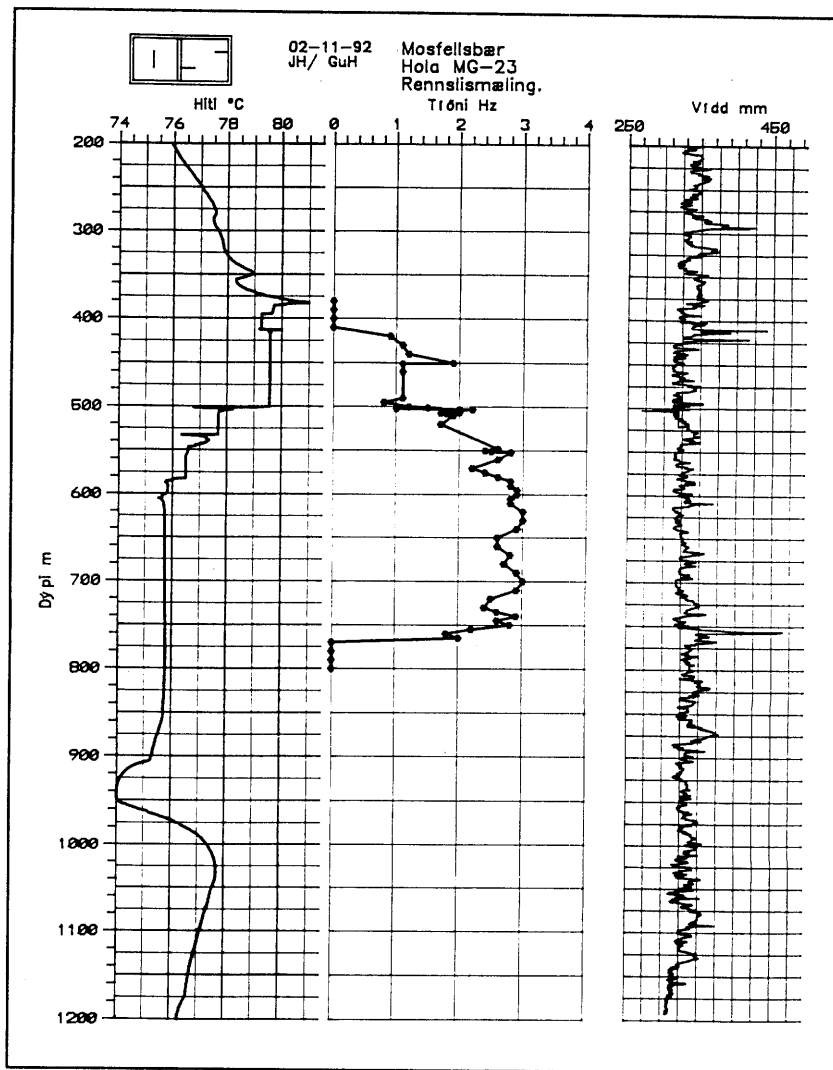
Upphitun á grunnvatni. Þó upphitun á grunnvatni sé viðhöfð í öllum kyntum hitaveitum, eru Íslendingar brautryðjendur í því að nota varmaorku frá háhitasvæðum til þess að hita upp grunnvatn til hitaveitunota. Áður en kom til nýtingar í Svartsengi setti Orkustofnun upp og rak tilraunastöð þar á árunum 1973-1975. Þessi rekstur var á sínum tíma kostaður af sérfrjárveitingu frá Alþingi. Tilraunastöðin var síðan flutt á Nesjavelli og rak Orkustofnun stöðina þar árin 1976-1977 á vegum Hitaveitu Reykjavíkur. Hitaveita Reykjavíkur var með tilraunarekstur á upphitun og afloftun grunnvatns á Nesjavöllum fram til 1990. Helstu nýmælin sem Hitaveitan tók upp í tilraunarekstrinum var notkun sérstakra kúluvarmaskipta (fluidized bed) þar sem málmflísum eða vírstubbum er hringdælt inni í röravarmaskiptinum til þess að hreinsa burt þær útfellingar sem setjast innan á rörin. Árangur þessara tilrauna var svo góður að slíkir varmaskiptar eru nú notaðir í stöðinni



Mynd 10. Bortæki við sogborun.

á Nesjavöllum, og nýtir stöðin allan varma frá borholuvökva niður í 20 °C.

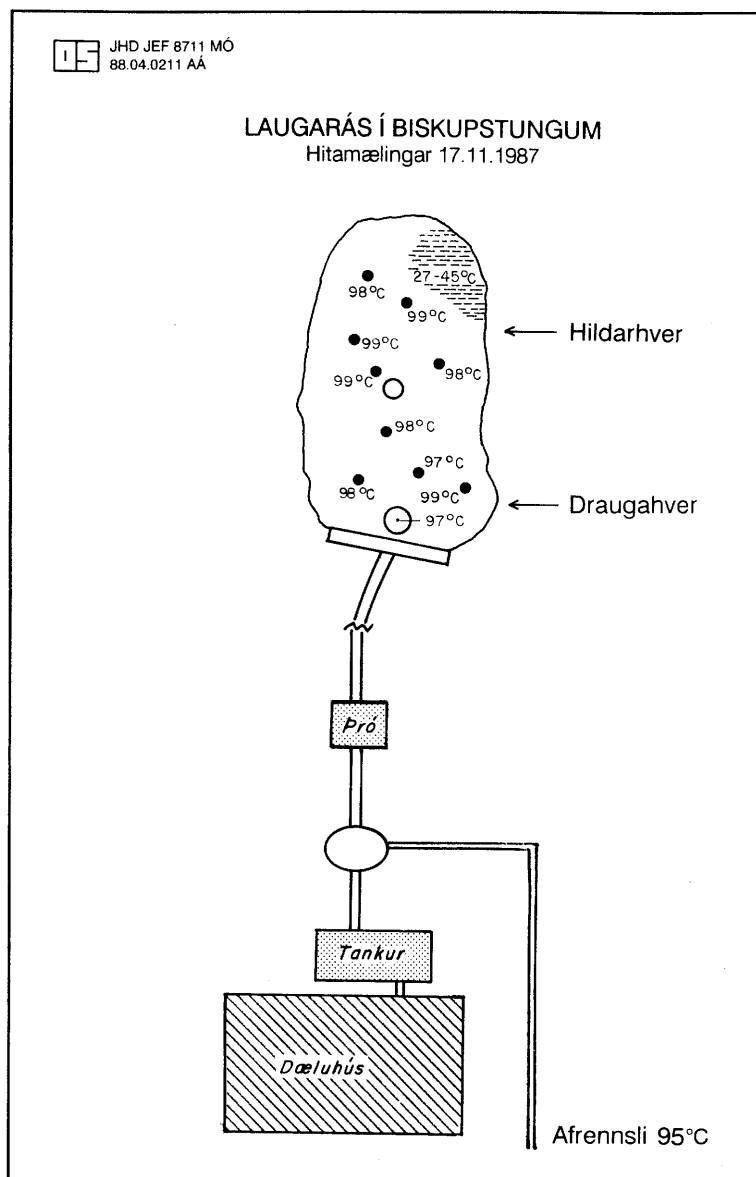
Útfellingar, magnesíumsiliköt. Magnesíumsiliköt eru föst efni, sem leysast trauðla upp í vatni. Uppleyst magnesíum og kísil er því ekki að finna saman í vatni, nema í mjög litlum mæli. Íslenskt ferskvatn er mettað með tilliti til magnesíumsilikata og er uppleyst magnesíum gjarnan á bilinu 1-10 mg/l en uppleystur kísill hins vegar 10-25 mg/l. Ólíkt flestum öðrum efnum, þá minnkar leysni magnesíumsilikata með hækkandi hita. Einnig er styrkur þessara efna háður pH gildi vatnsins. Þetta eru ástæður þess að jarðhitavatn, sem er kísilríkt, inniheldur nánast ekkert uppleyst magnesíum (<0,005 mg/l). Þegar ferskvatn hitnar upp í berggrunninum og leysir upp kísil úr berginu hreinsast vatnið af magnesíum við útfellingu magnesíumsilikata.



Mynd 11. Ástand holu MG-23 fyrir viðgerð.

Útfellingar magnesíumsilikata eru þekkt vandamál í gufukötlum og kallast "ketilsteinn". Þeirra gætti hins vegar lengi vel ekki hjá hitaveitum á meðan hitaveitur notuðu eingöngu jarðhitavatn, sem er mjög snautt af magnesíum. Eftir að farið var að nota upphitað ferskvatn í hitaveitum komu útfellingar af magnesíumsilikötum í ljós. Fyrst komu þessar útfellingar fram 1977-78 í aðveituæðinni frá Svartsengi til Grindavíkur. Útfelling magnesíumsilikata hefur verið visst vandamál hjá öllum hitaveitum sem nota upphitað afloftað grunnvatn, þ.e. hjá Hitaveitu Reykjahlíðar, Hitaveitu Suðumesja og Hitaveitu Hveragerðis. Þessar útfellingar komust þó fyrst verulega í sviðsljósið, þegar Hitaveita Reykjavíkur tók Nesjavallavirkjun í notkun haustið 1990. Nesjavallavatnið, sem er upphitað og afloftað ferskvatn, blandaðist við jarðhitavatn úr Mosfellsbæ, og komu fram útfellingar í veitunni. Lausnin á þessu var sú að nota vatnið frá Nesjavöllum á vissa hluta veitunnar, en vatnið frá Mosfellsbæ og jarðhitasvæðunum í Reykjavík á aðra hluta veitunnar, og sjá til þess að blöndun ætti sér ekki stað.

Allt frá 1978 hafa verið gerðar viðamiklar rannsóknir á magnesíum útfellingum á vegum Orkustofnunar og af þeim hitaveitum þar sem þessi vandamál hafa komið upp. Bæði hafa efnafræðilegir þættir útfellinganna verið athugaðir og tilraunir verið gerðar með upphitun, afloftun og blöndun við jarðhitavatn. Eftir að útfellingavandamál komu fram hjá Hitaveitu Reykjavíkur fór fram ítarleg rannsókn á leysni magnesíumsilíkata hjá Hitaveitu Reykjavíkur á árunum 1991-1992. Svipuð rannsókn fór fram árið 1992 hjá Hitaveitu Suðurnesja. Liggjur nú fyrir ítarleg þekking á leysni magnesíumsilíkata og myndun útfellinga. Er hægt út frá efnasamsetningu ferskvatnsins að spá fyrir um útfellingahættu, útfellingahraða og þar með að segja til um hvernig halda megi útfellingum í lágmarki. Meginniðurstaða rannsókna hjá Hitaveitu Reykjavíkur var þó sú að ekki væri hægt að blanda saman jarðhitavatni og upphituðu ferskvatni (Trausti Hauksson og fl. 1992).



Mynd 12. Aðstæður við vatnsvinnslu í Laugarási í Biskupstungum.

Dæmið um útfellingar magnesíumsilíkata sem sýnt er á mynd 12 er þó frá Hitaveitu Laugarás, en sú hitaveita notar eingöngu jarðhitavatn, sem er unnið beint úr hverum. Samkvæmt ofansögðu ætti því ekki að vera hætt á magnesíumsilíkötum þar. Sagan frá Laugarási (Magnús Ólafsson 1988) er þannig að eftir að hitaveitan hafði notað sjálfrennandi vatn frá hverum þar frá árinu 1964, var veitan endurbætt árið 1985. Heitari hverinn, svonefndur Hildarhver, var grafinn upp, ný lögn lögð frá hvernum og nýtt dæluhús reist. Rennsli jókst nokkuð í Hildarhver þegar hann var grafinn upp.

Árið 1987 fundust útfellingar í veitunni, sem reyndust vera magnesíumsilífköt. Leitað var um alla veitu að mögulegum leka þar sem kalt vatn blandaðist við hitaveituvatnið, og fundu menn að það hlyti að vera í hvernum sjálfum. Með því að mæla hitastigið í hvernum sást að kalt vatn seitlaði inn í hverinn eins og sýnt er á mynd 12. Var talið að útgröftur hversins hefði skaðað hverskálina. Til þess að koma í veg fyrir kalt innstreymi í hverinn var grafinn skurður

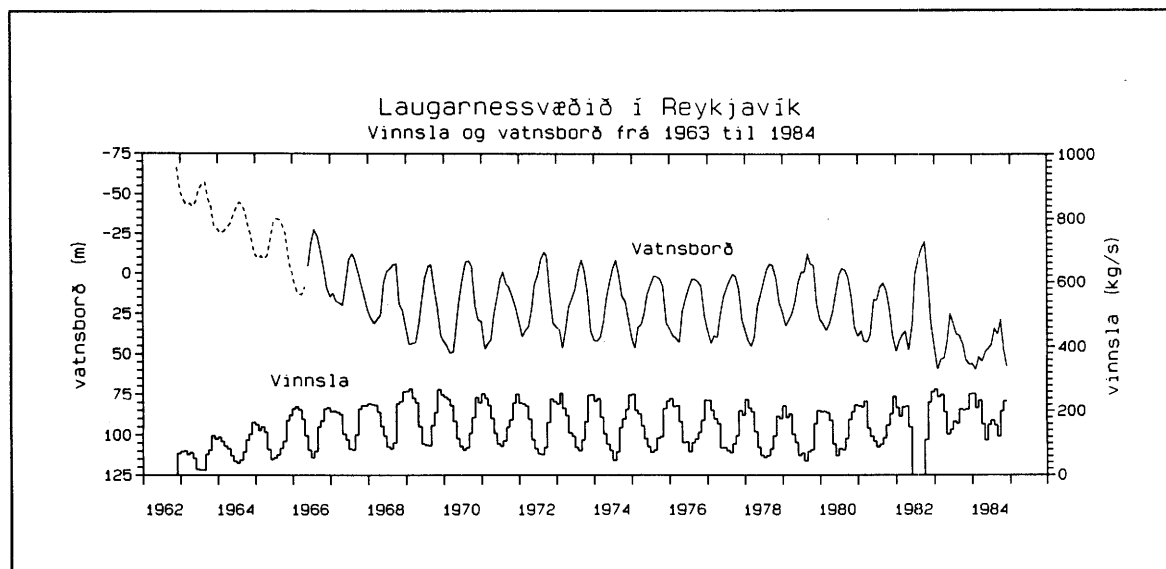
í hálfhring umhverfis hverinn og kalda vatninu veitt burt. Hitamælingar í hvernum sýndi að aðgerðin hafði læknað meinið að mestu leyti.

Iðnaðargas. Koldíoxíð hefur löngum þótt til trafala við jarðhitanytingu. Hins vegar er CO₂ notað í ýmsum iðnaði svo sem í gosdrykkjaframleiðslu. Á Hæðarenda í Grímsnesi er jarðhitahola þar sem mikið CO₂ fylgir rennsli úr holu. Þar hefur verið komið fyrir búnaði til þess að vinna koldíoxíðið og er það nú orðin söluvara, sem er ódýrari en það koldíoxíð sem framleitt hefur verið á annan hátt hér á landi. Eftir að þetta iðnaðargas fór að bjóðast á góðum kjörum hefur markaðurinn aukist og nú er koldíoxíð notað í gróðurhúsaræktun, og þykir nú ómissandi þegar gervilýsingu er beitt við gróðurhúsarækt. Koldíoxíðvinnsla var um skeið á háhitasvæðinu á Reykjanesi og er nú búist við að sú vinnsla hefjist aftur annað hvort á Reykjanesi eða í Svartsengi.

Forðafræðilegur rekstur jarðhitakerfa

Um jarðhitakerfi landsins hefur heitt vatn streymt árpúsundum saman. Það er því ekki óeðlilegt að telja jarðhitann óþrjótandi orkulind. Svo er þó alls ekki. Úr flestum vinnslusvæðum jarðhita er unnin mun meiri orka en sem svarar náttúrulegu afli þeirra. Eftir að farið var að nýta jarðhitann í miklum mæli hafa komið upp ýmis vandamál sem tengjast nýtingu hans og viðbrögðum jarðhitakerfanna við stórfellda vinnslu.

Á lághitasvæðunum er heita vatninu oftast dælt úr 1-2 km djúpum borholum. Afleiðing þess er nær undantekningalaust að vatnsborð lækkar í jarðhitakerfunum líkt og þegar vatni er dælt úr vatnstanki. Er það einfaldlega vegna þess að meira vatni er dælt upp en nær að streyma inn í kerfin. Hversu mikið og hratt vatnsborðið lækkar ræðst af stærð og eiginleikum jarðhitakerfanna. Í litlum kerfum, sem vatn streymir treglega um, lækkar vatnsborð mikið við tiltölulega litla dælingu.



Mynd 13. Gögn um vinnslu og vatnsborðsbreytingar á Laugarnessvæðinu í Reykjavík.

Í mörgum tilvikum lækkar vatnsborð stöðugt við langvarandi vinnslu. Þannig getur jarðhitasvæði hætt að anna þörfum viðkomandi hitaveitu. Í öðrum tilvikum fer kaldara vatn að streyma inn í jarðhitakerfið í stað þess heita sem dælt hefur verið burt. Við það breytist efnasamsetning vatnsins sem kemur úr borholunum og getur það jafnvel kólnað.

Forðafræði jarðhitans er fræðigrein sem fjallar um þrýsti- og hitaástand í jarðhitakerfum ásamt vökva- og orkustreymi í jarðhitakerfum og jarðhitaborholum. Einnig fjallar forðafræðin um breytingar á þessum þáttum vegna vinnslu jarðhitans. Tilgangur forðafræðiathugana er í fyrsta lagi að afla upplýsinga um eðli og eiginleika jarðhitakerfa. Í öðru lagi er tilgangurinn að áætla viðbrögð jarðhitakerfa við framtíðarvinnslu og meta vinnslugetu þeirra. Slíkar áætlanir koma að miklu gagni við rekstur hitaveitna. Á grundvelli þeirra má stýra nýtingu jarðhitasvæða og sjá fyrir hvenær þörf verður á frekari orkuöflun, t.d. með því að síkka dælur, bora nýjar holur eða með frekari jarðhitaleit. Þetta auðveldar hitaveitunum að tímasetja kostnaðarsamar framkvæmdir.

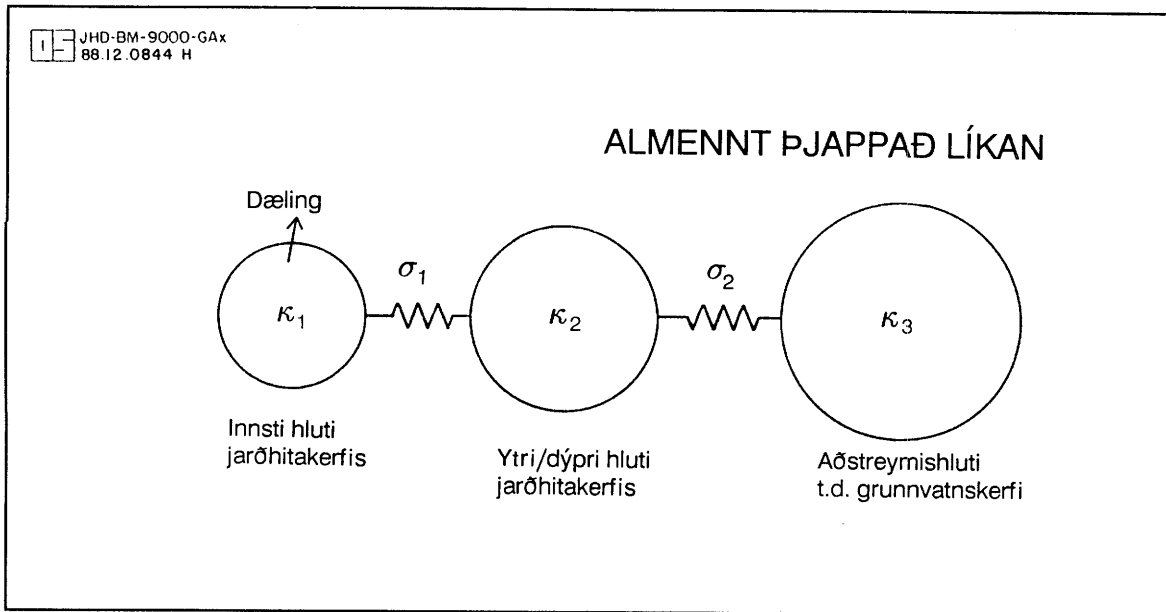
Gagnasöfnun og vinnslueftirlit. Grundvöllur forðafræðiathugana er gott eftirlit með vinnslu á svæðinu og að viðbrögð svæðisins séu skrásett með öruggum hætti. Þessi gagnasöfnun er kölluð vinnslueftirlit. Á lágghitasvæðum er fylgst með dælingu eða sjálfrennsli úr öllum holum, vatnsborði eða þrýstingi jafnt í vinnsluholum sem mæliholum, hitastigi vatnsins sem unnið er og efnainnihaldi þess. Breytingar á efnainnihaldi heita vatnsins koma t.d. fyrir fram en hitastigsbreytingar, ef kalt vatn byrjar að streyma inn í jarðhitakerfið.

Á síðasta áratug hefur komist á nánin samvinna Orkustofnunar og flestra hitaveitna landsins um vinnslueftirlit á vinnslusvæðum hitaveitnanna. Fylgst er reglulega með hita og þrýstingi í jarðhitakerfunum, tekin eru efnasýni reglulega, og hefur Orkustofnun einnig þróað sjálfvirka gagnaskráningu fyrir vinnslugögn hitaveitnanna. Þessi gögn eru svo notuð til forðafræðireikninga á viðkomandi jarðhitakerfi. Gefur það hitaveitunum möguleika á því að sjá hvert stefnir, og hvaða rekstraraðgerða þarf að grípa til í náinni framtíð.

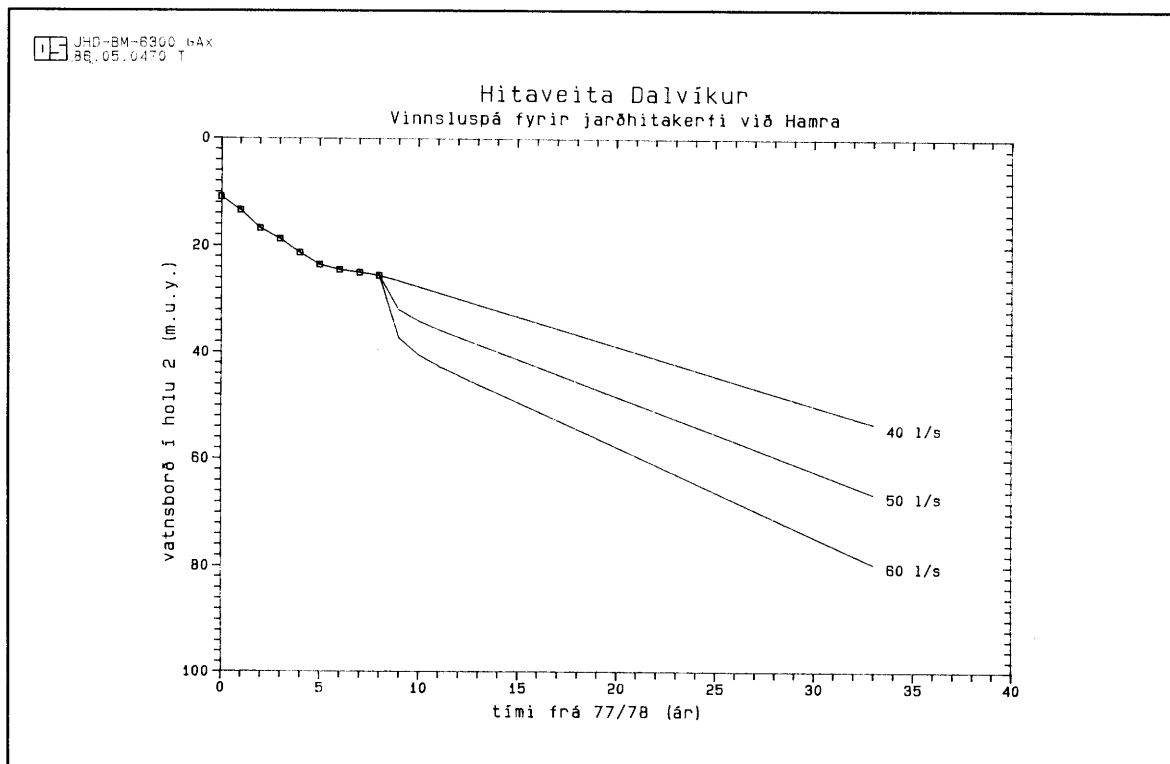
Mynd 13 sýnir gögn um vinnslu og vatnsborðsbreytingar á Laugarnessvæðinu árin 1962-1984. Myndin sýnir vel hvernig vatnsborð í jarðhitakerfinu breytist með vinnslu. Þegar vinnslan úr svæðinu er lítil stendur vatnsborðið hátt, en lækkar svo þegar vinnslan er aukin yfir veturinn.

Hermireikningar. Mikilvægasta verkfærið við forðafræðiathuganir eru svokallaðir hermireikningar. Á þetta jafnt við um athuganir á eðli og gerð jarðhitasvæðanna og spár um viðbrögð við vinnslu. Hermireikningar fara þannig fram að gert er reiknilíkan af viðkomandi jarðhitakerfi og það látið herma þau gögn, sem til eru um kerfið og viðbrögð þess við vinnslu. Eiginleikar reiknilíkansins endurspeglar eiginleika hins raunverulega kerfis, og þegar tekist hefur að velja eiginleika reiknilíkansins þannig að niðurstöður reikninganna passi við mældar stærðir er reiknilíkanið notað til þess að spá fyrir um viðbrögð kerfisins og afköst í framtíðinni. Jafnt er hægt að nota einföld líkön sem flókin og er eðlilegt að tilgangur reikninganna og fyrirliggjandi gögn ráði hversu flóknu líkani er beitt.

Einföld líkön. Einföld líkön eru notuð, ef herma á einn þátt í eðli eða viðbrögðum jarðhitakerfis. Til dæmis má nota svokölluð þjöppuð líkön til þess að herma vatnsborðs- og þrýstibreytingar nokkuð nákvæmlega. Eins og sýnt er á mynd 14 þá samanstendur þjappað líkan af nokkrum vatnsgeymum og nokkrum viðnámum á milli þeirra.



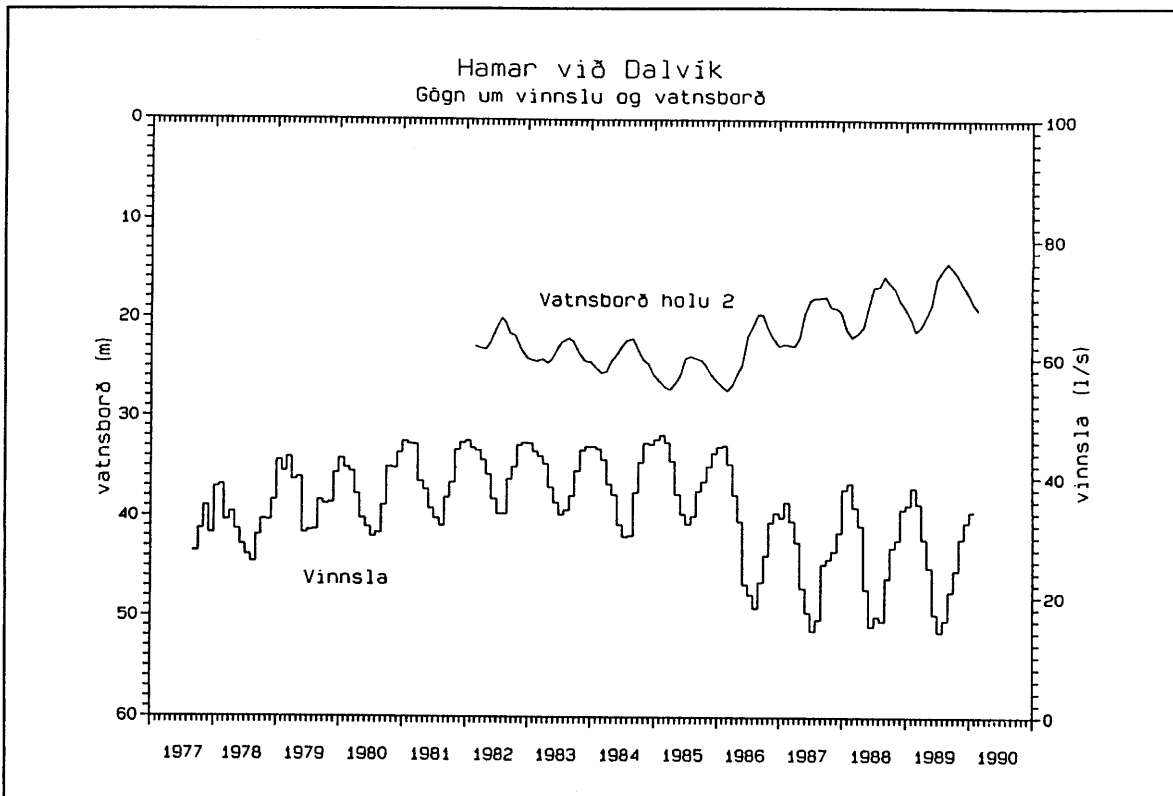
Mynd 14. Þjappað líkan að jarðhitakerfi.



Mynd 15. Vinnsluspá gerð 1986 fyrir jarðhitakerfið við Hamar.

Þróuð hefur verið aðferð til þess að herma vatnsborðsbreytingar með þjöppuðum líkönum, sem er að nokkru leyti sjálfvirk og því mjög fljótleg í notkun. Þetta tölvuforrit er kallað LUMPFIT og hefur það verið notað á Jarðhitadeild Orkustofnunnar til þess að herma viðbrögð

margra lághitasvæða á Íslandi með ágætum árangri.



Mynd 16. Vinnsla og vatnsborðsbreytingar við Hamar í Svarfaðardal.

Mynd 15 sýnir vinnsluspá sem gerð var árið 1986 fyrir jarðhitakerfið við Hamar í Svarfaðardal sem sér Hitaveitu Dalvíkur fyrir heitu vatni. Þessi spá sýndi að miðað við óbreytta vinnslutilhögun myndi vatnsborð í jarðhitageyminum lækka jafnt og þétt.

Hitaveita Dalvíkur breytti sölufyrirkomulagi sínu á árinu 1986 og fór veitan að selja heitt vatn samkvæmt magnmælingu, en hafði áður notað hemla við vatnssölu. Árangur þeirrar aðgerðar kemur vel fram á mynd 16, sem sýnir vinnslu og vatnsborðsbreytingar við Hamar fram til ársins 1990. Glögg kemur fram að sölufyrirkomulagsbreytingin hafði í för með sér minnkaða vinnslu úr jarðhitasvæðinu, og í stað þess að vatnsborð í kerfinu lækkaði jafnt og þétt hefur vatnsborðið hækkað eftir að farið var að nota magnmæla í stað hemla.

Mynd 17 sýnir langtímaáhrifin af breyttu sölufyrirkomulagi á Dalvík. Miðað við hemlanotkun 1985 var meðalvinnsla úr svæðinu 41 l/s, en með magnmælum er meðalvinnslan 27 l/s. Vatnsborð í jarðhitakerfinu hækkar fyrst í stað en byrjar svo að lækka aftur, en með minni hraða heldur en var þegar 41 l/s var að meðaltali dælt úr kerfinu. Mynd 17 sýnir að það tekur um 25 ár þangað til vatnsborðsstaðan verður sú sama og var 1985 þegar breytt var um sölufyrirkomulag. Það má því segja að breyting á sölufyrirkomulagi hafi lengt líftíma jarðhitakerfisins um 25 ár. Miðað við gjaldskrá Hitaveitu Dalvíkur og 27 l/s meðaldælingu eru verðmæti heitavatsins sem sparast um 550 milljónir króna.

Einnig má nota einföld þjöppuð líkön til þess að herma breytingar á efnasamsetningu jarðhitavökva. Mynd 18 sýnir tilraun til að herma breytingar í styrk klóríðs í vatni frá holu

8 á Urriðavatni. Dreifingin í efnafræðigögnunum er hins vegar svo mikil, að erfitt er að segja til um hvort reiknilíkanið hermí raunveruleikann vel eða illa. Til þess að herma samtímis þrýstibreytingar og breytingar á efna-samsetningu þarf þó að grípa til flóknari líkana.

Flókin líkön.

Viðbrögð jarðhitakerfa eru flóknari en svo að aðeins sé um vatnsborðs- eða

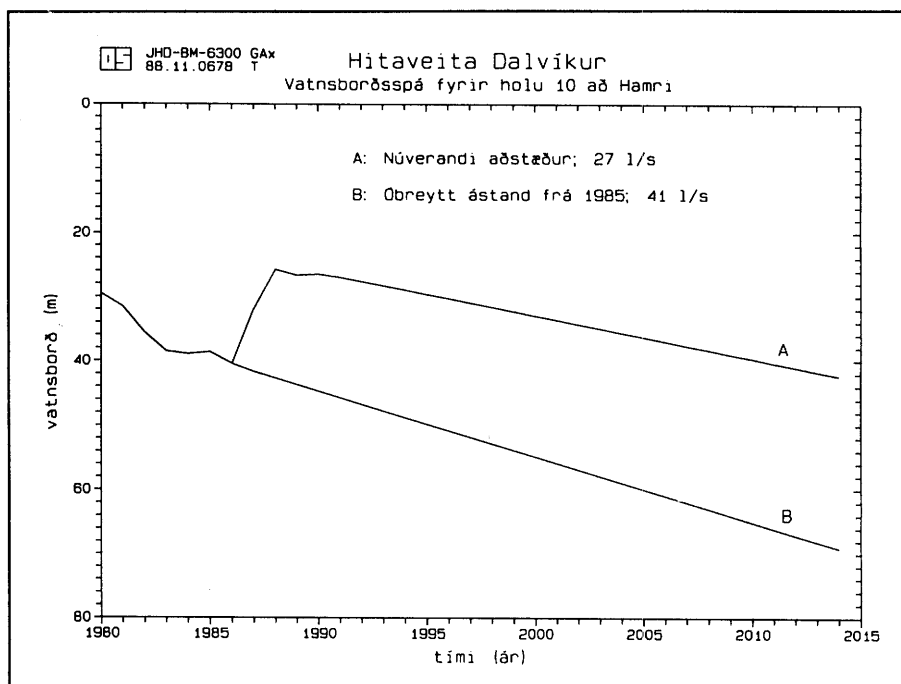
þrýstibreytingar að ræða. Afköst jarðhitakerfanna eru háð fleiri þáttum en niðurdrætti, þó svo að niðurdráttur sé mjög mikilvæg stærð við alla jarðhitavinnslu. Líklegt er að kalt vatn streymi að og inn í flest jarðhitakerfi eftir að vinnsla hefst fyrir alvöru.

Aðstreymi af köldu vatni getur bæði verið til góðs eða ills fyrir nýtingu jarðhitakerfis. Ef aðstreymið er þannig að kalda vatnið nær að hitna á leið sinni til vinnsluholanna er aðstreymið til mikilla bóta fyrir vinnsluna, því þá dregur vatnið varma úr berginu og ending jarðhitakerfisins verður mikil. Ef kalda aðstreymið nær hins vegar að vinnsluholum án þess að hitna á leiðinni er aðstreymið til bölvunar eins og dæmið frá Urriðavatni sýnir (mynd 7). Aðstreymi af köldu vatni að jarðhitakerfinu á Nesjavöllum mun hins vegar verða til þess að vinnslugeta svæðisins er mun meiri en upphaflega var talið (Guðmundur Böðvarsson, óbirt gögn).

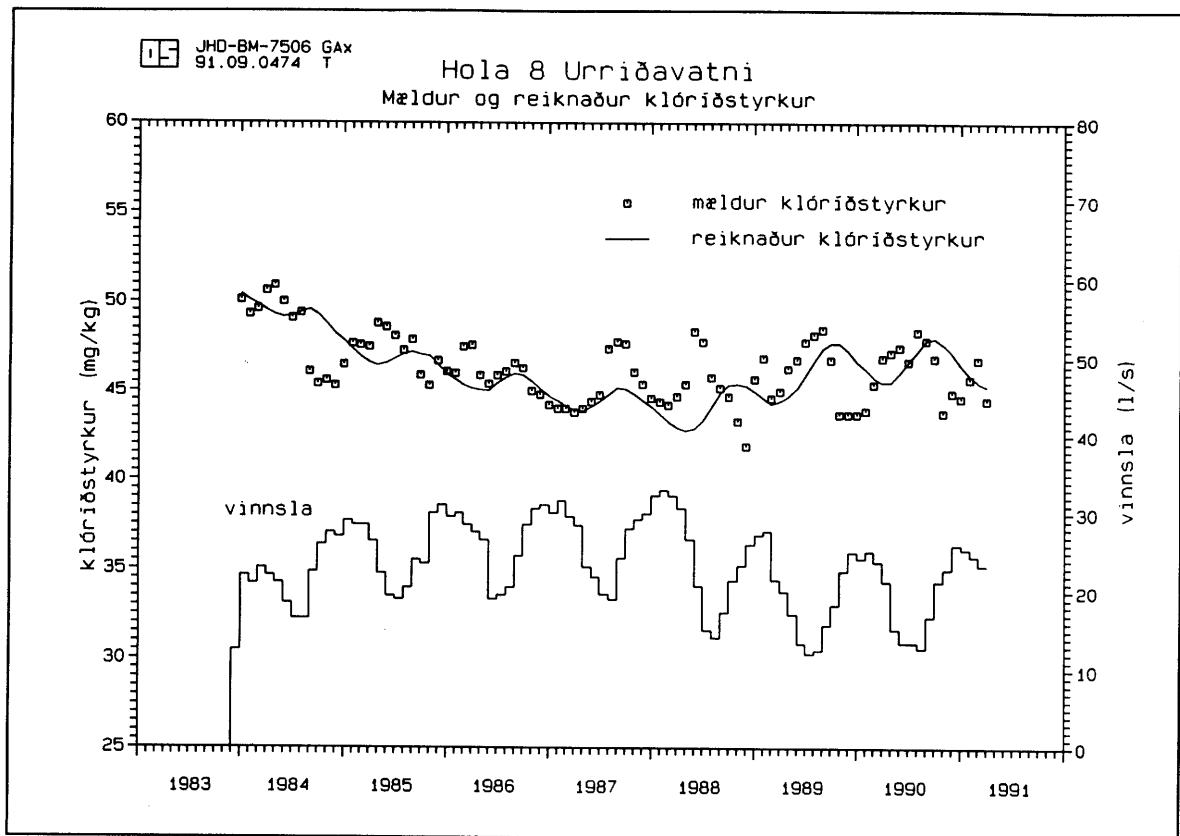
Ef herma á nokkra þætti í gerð, eðli og viðbrögðum jarðhitakerfis þarf að grípa til mun flóknari reiknilíkana, sem kölluð hafa verið kubbalíkön á íslensku. Á ensku ganga slík líkön undir nöfnum eins og finite element models, finite difference models eða distributed models. Með slíkum líkönum má taka tillit til jarðfræðilegrar uppbyggingar svæðisins, láta líkönin herma hita- og þrýstidreifingu í kerfinu og láta líkanið herma þrýstibreytingar í kerfinu eða jafnvel í einstökum borholum samfara vinnslu og innstreymi kalds vatns á mörgum stöðum.

Mynd 19 sýnir kubbalíkan sem notað var við hermireikninga á Hvíthólasvæðinu við Kröflu (Helga Tulinius og Ómar Sigurðsson 1991). Við svona líkanreikninga er jarðhitasvæðinu skipt upp í marga kubba, þar sem hver kubbur hefur sína sérstöku eiginleika. Hiti og þrýstingur er reiknaður út fyrir alla kubbana sem fall af tíma.

Þar sem allir kubbarnir eru tengdir á einn eða annan hátt berast áhrif frá einum stað til annars í jarðhitakerfinu. Galdurinn er sá að velja réttu eiginleikana fyrir hvern kubba þannig að



Mynd 17. Áhrif breytts sölufyrirkomulags á jarðhitasvæðið við Hamar.



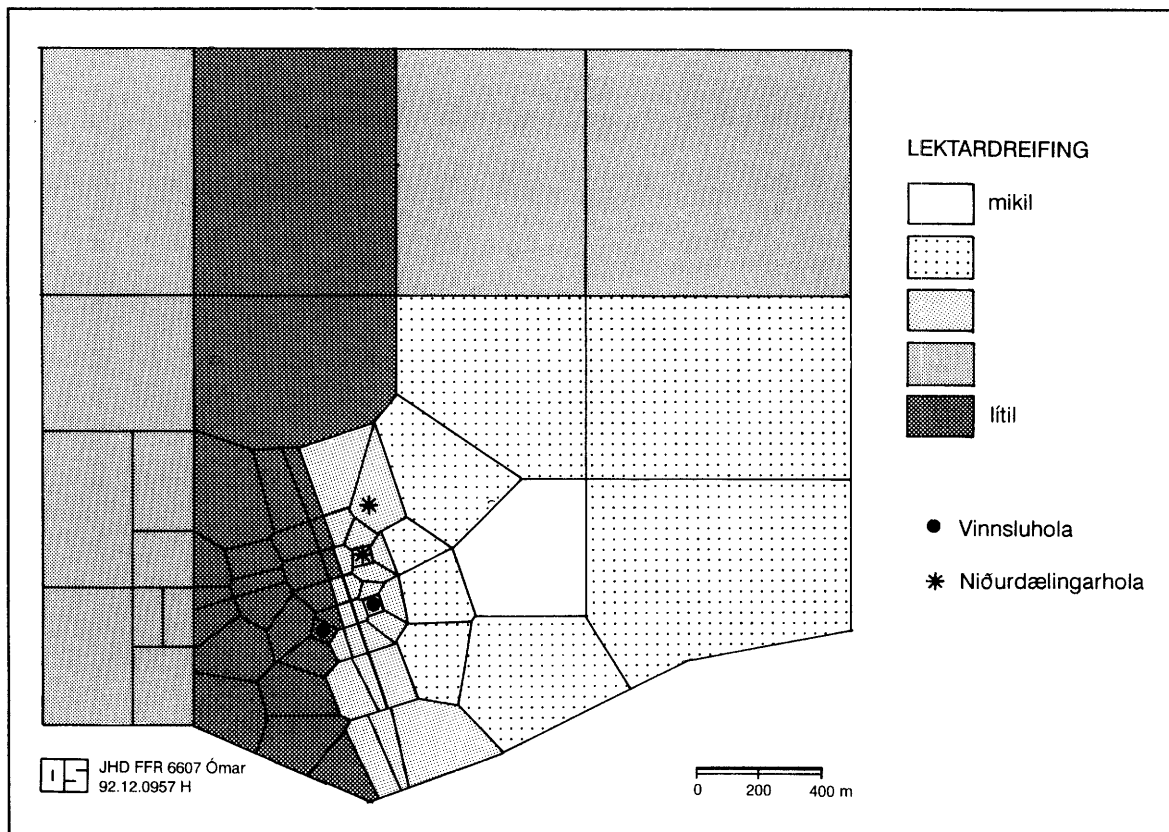
Mynd 18. Mældur og reiknaður klóríðstyrkur í rennsli frá holu 8 Urriðavatni.

niðurstöður reikninganna komi heim við það sem mælt hefur verið. Hermireikningar af þessu tagi eru gerðir í tölvu, og fyrir líkön með mörgum kubbum taka reikningarnir m.a.s. langan tíma í öflugum tölvum. Til skamms tíma voru ekki fyrir hendi nægilega öflugar tölvur hér á landi til þess að herma kubballíkön með mörgum kubbum. Þróunin á tölvusviðinu er þó ör, og segja má að nægjanlega góður tölvukostur hafi verið fyrir hendi síðastliðin eitt eða tvö ár.

Þau tölvuforrit sem notuð hafa verið til þess herma íslensk jarðhitasvæði með kubballíkönunum eru:

- AQUA** hermir tvívítt eins fasa kerfi. Snorri Páll Kjarian og samstarfsmenn hjá Verkfræðistofunni Vatnaskilum hafa þróað og notað þetta forrit. Eldri útgáfur af þessu forriti voru í notkun um skeið hjá Orkustofnun.
- PT** hermir þrívíð eins fasa kerfi. Í notkun á Orkustofnun, en þróað hjá Lawrence Berkeley Laboratory í USA.
- TOUGH** hermir þrívíð tveggja fasa kerfi. Í notkun á Orkustofnun, en þróað hjá Lawrence Berkeley Laboratory í USA.

Mikil vinna liggur að baki gerð tölvuforríta til hermireikninga. Þróunarvinna við gerð ofangreindra forríta er nokkur mannaár fyrir hvert þeirra, og líklega hefur þróunarvinna við TOUGH verið tugir mannaára. Þessi þróunarvinna er grundvöllur forðafraðilegs eftirlits með vinnslusvæðum íslenskra hitaveitna.



Mynd 19. Kubballíkan af jarðhitasvæðinu við Hvíthóla í Kröflu.

Tafla 1 sýnir að alls hafa verið gerðir 28 hermireikningar fyrir íslensk jarðhitasvæði. Flestar hermanir, eða 13, hafa verið gerðar með forritinu LUMPFIT, enda er það einfaldast í notkun. Tvær hermanir hafa verið gerðar með forritinu AQUA. Með forritinu TOUGH eða fyrri útgáfu þess SHAFT 79 hafa verið gerðar 5 hermanir, en með PT hafa þrjár hermanir verið gerðar. Með ýmsum einföldum líkönum hafa 6 hermanir verið gerðar.

Þróunarverk í gangi

Forðafræði jarðhita. Ætla má að verkefni á sviði forðafræði jarðhita verði vaxtarbroddurinn í íslenskum jarðhitarannsóknum á komandi árum líkt og verið hefur nú um nokkur ár. Þau atriði sem nú þegar eru í gangi, og koma eflaust til með að verða til athugunar næstu árin eru einkum eftirfarandi atriði:

- * Sjálfvirk söfnun vinnslugagna
- * Forðafræðistuðlar
- * Niðurdæling
- * Sporefni (tracer)

Þróaður hefur verið sérstakur gagnasöfnunarbúnaður, sem skráir vinnslugögn hitaveitna sjálfvirk, og sendir einnig gögnin sjálfvirk í gegn um síma til Orkustofnunar. Nú er unnið að því að láta gögnin fara sjálfvirk inn í gagnabanka Orkustofnunar. Mikil hagræðing er að

Þessu fyrirkomulagi fyrir allar forðafraeðilegar athuganir sem gerðar eru á Orkustofnun.

Tafla 1. Listi yfir hermireikninga fyrir íslensk jarðhitasvæði.

Jarðhitasvæði	Ár	Forrit	Heimild
Laugames	1968	Einfalt líkan	Þorsteinn Thorsteinsson og Jónas Elíasson, 1970
Svartsengi	1977	Einfalt líkan	Jónas Elíasson og fl., 1977
Svartsengi	1980	Einfalt líkan	Snorri Páll Kjaran og fl., 1980
Elliðaársvæði	1982	Einfalt líkan	Vatnaskil, 1982
Krafla	1982	SHAFT 79	Guðmundur Böðvarsson et al., 1984a, 1984b, 1984c, Karsten Pruess et al., 1984
Mosfellssveit	1985	Einfalt líkan	Vatnaskil, 1985
Laugames	1986	LUMPFIT og AQUA	Orkustofnun og Vatnaskil, 1986
Dalvík	1986	LUMPFIT	Ragna Karlsdóttir og Guðni Axelsson, 1986
Nesjavellir	1986	TOUGH	Guðmundur Böðvarsson et al., 1990a, 1990b
Seltjarnarnes	1987	PT	Helga Tulinius et al., 1987
Urriðavatn	1987	LUMPFIT	Guðni Axelsson, 1987
Siglufjörður	1987	LUMPFIT	Ómar Sigurðsson og fl., 1987
Laugal. Holtum	1987	LUMPFIT	Lúðvík S. Georgsson og fl., 1987
Glerárdalur	1987	PT	Guðni Axelsson og Helga Tulinius, 1988
Glerárdalur	1988	LUMPFIT	Guðni Axelsson og fl., 1988
Ytri Tjarnir	1988	LUMPFIT	Guðni Axelsson og fl., 1988
Laugal. Eyjafj.	1988	LUMPFIT	Guðni Axelsson og fl., 1988
Botn	1988	LUMPFIT	Guðni Axelsson og fl., 1988
Dalvík	1988	LUMPFIT	Guðni Axelsson, 1988
Hvíthólar	1988	SHAFT 79	Helga Tulinius og Ómar Sigurðsson, 1988
Svartsengi	1989	AQUA	Vatnaskil, 1989
Laugal. Holtum	1990	LUMPFIT	Guðni Axelsson, 1990
Ólafsfjörður	1991	LUMPFIT	Guðni Axelsson, 1991a
Urriðavatn (efnafr. hiti)	1991	Þjappað líkan	Guðni Axelsson, 1991b
Laugal. Eyjafj. (sporefni)	1991	Þjappað líkan	Ólafur G. Flóvenz og fl., 1991
Hvíthólar	1991	TOUGH	Helga Tulinius og Ómar Sigurðsson, 1991
Blönduós	1992	LUMPFIT	Grímur Björnsson, 1992
Botn Eyjafj.	1992	PT	Guðni Axelsson og Grímur Björnsson, 1992

Eiginleikar bergs eins og poruhluti, berglekt og varmaleiðni eru frumstærðir í hermireikningum, og gildi þessara stuðla hefur áhrif á niðurstöður hermunar um afl og orku jarðhitakerfa. Hins vegar liggja ekki fyrir miklar beinar mælingar á þessum stærðum. Á næstu árum verður því gert átak í því að safna heppilegum bergsýnum úr borholum og frá yfirborði og gera viðeigandi mælingar á þessum sýnum. Markmið með þessari starfsemi er að koma upp vísi að gagnabanka um forðafræðistuðla.

Niðurdæling hefur aðeins verið reynd á tveimur íslenskum jarðhitasvæðum, en búist er við að þessi vinnsluáðferð verði tekin upp hér á landi eins og í öðrum löndum. Áður en niðurdæling verður almenn þarf að gera ýmsar fræðilegar athuganir og gera prófanir á jarðhitasvæðum. Á næstu árum mun verða gerð fræðileg athugun á áhrifum niðurdælingar og hvernig vinnanleg orka jarðhitasvæða er háð því hvort niðurdæling er notuð eða ekki. Sett verða upp einföld kubbalíkon og hermt eftir mismunandi vinnsluáðferðum.

Streymisleiðir í jarðhitakerfi skipta sköpum þegar kubbalíkon eru notuð í hermireikningum. Hægt er að fá vissar upplýsingar með því að setja niður sporefni í borholur og sjá hvernig efnið dreifist um jarðhitakerfið. Slíkar prófanir hafa verið gerðar á fjórum jarðhitasvæðum. Komið hefur í ljós að túlkun gagnanna er ekki einföld, og er talið nauðsynlegt að sinna þessari rannsóknaraðferð bæði fræðilega og með fleiri prófunum á jarðhitasvæðum.

Rannsókn háhitasvæða vegna raforkuvinnslu. Allt bendir nú til að mun hagkvæmara sé að vinna raforku úr jarðhita en talið hefur verið síðasta áratug eða svo. Þegar farið verður að byggja raforkuver á nýjan leik á Íslandi má því búast við að jarðhitinn veiti vatnsorkunni verulega samkeppni. Til þess að sá möguleiki verði raunhæfur, er nauðsynlegt að nýta tímann fram að næstu aldamótum til þess að rannsaka háhitasvæðin að því marki að virkjanir þar verði mögulegar þegar ákvörðun um næsta raforkuver verður tekið. Þessar rannsóknir munu annars vegar beinast að yfirborðsrannsóknum á vissum háhitavæðum eins og Brennisteinsfjöllum og Torfajökulsvæði, en hins vegar að hagkvæmniathugunum á háhitasvæðum, þar sem rannsóknir eru lengra komnar eins og í Bjarnarflagi og háhitasvæðum á SV-landi.

Umhverfismál jarðhitanytingar. Áhrif jarðhitavinnslu á umhverfi er nú til endurskoðunar hér á landi. Í byrjun felst starfið einkum í því að meta eðlileg áhrif háhitasvæðanna á umhverfi sitt, svo hægt sé í framtíðinni að segja til um hver eru áhrif vinnslunnar og hver eru náttúruleg áhrif jarðhitasvæðanna. Slíkt umhverfismat er nauðsynlegur grundvöllur til þess að ákvarða innan hvaða marka er skynsamlegt að takmarka áhrif jarðhitavinnslu á umhverfið.

Lokaorð

Í þessari grein er fjallað um valin atriði, sem auðsjáanlega hafa haft áhrif á þróun jarðhitanytingar á Íslandi og þannig stuðlað að því að jarðhiti til húshitunnar er ódýrasta orka sem notuð er á Íslandi. Spamaður notenda á árinu 1991 var á bilinu 6-9 milljarðar króna miðað við hitun með olíu eða rafmagni.

Þessi árangur hefur náðst annars vegar með jarðhitaleit víðs vegar um landið sem hefur leitt

til þess að 85% landsmanna nota nú jarðhita til hitunar, og hins vegar með því að skipuleggja vinnsluna þannig að jarðhitakerfin nýtist um langan aldur og að orkuvinnslan verði sem öruggust.

Reynslan á síðasta áratug sýnir að við hönnun aðveitna og dreifikerfa hefur yfirleitt ekki verið tekið tillit til eiginleika jarðhitakerfanna, en þrátt fyrir ýmsa snögga bletti hafa jarðhitarannsóknir komið að miklum notum við jarðhitanytingu á Íslandi og stuðlað að því að gera jarðhitann að hagkvæmasta orkugjafa þjóðarinnar.

Heimildir

Árni Gunnarsson, 1992: Heitavatnsdælur. 5. kafli í Hitaveituhandbók SÍH.

Grímur Björnsson, 1992: Reykir við Reykjabraut. Vinnslusaga og vatnsborðsspar. Skýrsla Orkustofnunar OS-92016/JHD-05 B, 15 bls.

Guðmundur S. Böðvarsson, Sally Benson, Ómar Sigurðsson, Valgarður Stefánsson, and Einar T. Elíasson, 1984a: The Krafla Geothermal Field, Iceland 1. Analysis of Well Test Data, Water Resources Research, Vol. 20 (11), pp. 1515-1530.

Guðmundur S. Böðvarsson, Karsten Pruess, Valgarður Stefánsson, and Einar T. Elíasson, 1984b: The Krafla Geothermal Field, Iceland 2. The Natural State of the System, Water Resources Research, Vol. 20 (11), pp. 1531-1544.

Guðmundur S. Böðvarsson, Karsten Pruess, Valgarður Stefánsson, and Einar T. Elíasson, 1984c: The Krafla Geothermal Field, Iceland 3. The Generating Capacity of the Field, Water Resources Research, Vol. 20 (11), pp. 1545-1559.

Guðmundur S. Böðvarsson, Sveinbjörn Björnsson, Árni Gunnarsson, Einar Gunnlaugsson, Ómar Sigurðsson, Valgarður Stefánsson, and Benedikt Steingrímsson, 1990a: The Nesjavellir Geothermal Field, Iceland. Part 1. Field Characteristics and Development of a Three-dimensional Model, Geotherm. Sci. and Tech., Vol. 2 (3), pp. 189-228.

Guðmundur S. Böðvarsson, Sveinbjörn Björnsson, Árni Gunnarsson, Einar Gunnlaugsson, Ómar Sigurðsson, Valgarður Stefánsson, and Benedikt Steingrímsson, 1990b: The Nesjavellir Geothermal Field, Iceland. Part 2. Evaluation of the Generating Capacity of the System, Geotherm. Sci. and Tech., Vol. 2 (4), pp. 229-261.

Guðmundur Ó. Friðleifsson, 1991: Framhald jarðhitaleitar í Norðurárdal. Greinargerð GÓF/91-02, Orkustofnun, 8 bls.

Guðmundur Ó. Friðleifsson og Lúðvík S. Georgsson, 1991: Jarðhitaleit í Norðurárdal 1991. Greinargerð GÓF-LSG/91-01, Orkustofnun, 10 bls.

Guðmundur Pálmason, 1992: Geothermal Energy in Iceland. Electricity Production and Direct Heat Use. Skýrsla Orkustofnunar OS-92047/JHD-24 B, 11 bls.

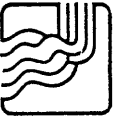
- Guðni Axelsson, 1987: Jarðhitasvæðið Urriðavatni. Vatnafræðileg athugun í ágúst 1987. Skýrsla Orkustofnunar OS-87048/JHD-28 B, 42 bls.
- Guðni Axelsson, 1988: Jarðhitasvæðið að Hamri í Svarfaðardal. Um afköst vinnsluhola Hitaveitu Dalvíkur. Skýrsla Orkustofnunar OS-88053/JHD-11, 38 bls.
- Guðni Axelsson, 1990: Laugaland í Holtum. Hermireikningar og vatnsborðsspár. Skýrsla Orkustofnunar OS-90043/JHD-24 B, 96 bls.
- Guðni Axelsson, 1991a: Jarðhitasvæðið á Laugarengi í Ólafsfirði. Prófun og vatnsborðsspár. Skýrsla Orkustofnunar OS-91012/JHD-03, 38 bls.
- Guðni Axelsson, 1991b: Jarðhitasvæðið Urriðavatni. Einfaldir hermireikningar og spár um kólnun vatns úr holu 8. Skýrsla Orkustofnunar OS-91037/JHD-21 B, 15 bls.
- Guðni Axelsson og Helga Tulinius, 1988: Jarðhitasvæðið á Glerárdal. Hermireikningar og vinnsluspár. Greinargerð GAx/HTul-88/01 Orkustofnun, 25 bls.
- Guðni Axelsson og Grímur Björnsson, 1992: Botn í Eyjafjarðarsveit. Líkanreikningar fyrir jarðhitakerfið. Skýrsla Orkustofnunar OS-92012/JHD-01, 71 bls.
- Guðni Axelsson, Helga Tulinius, Ólafur G. Flóvenz og Þorsteinn Thorsteinsson, 1988: Vatnsöflun Hitaveitu Akureyrar. Staða og horfur 1988. Skýrsla Orkustofnunar OS-88052/JHD-10, 33 bls.
- Helga Tulinius, Amada L. Spencer, Guðmundur S. Böðvarsson, Hrefna Kristmannsdóttir, Þorsteinn Thorsteinsson, and Árný E. Sveinbjörnsdóttir, 1987: Reservoir Studies of the Seltjarnarnes Geothermal Field, Iceland. Orkustofnun Report OS-87032/JHD-07, 55p.
- Helga Tulinius og Ómar Sigurðsson, 1988: Jarðhitasvæðið við Hvíthóla. Hermireikningar og vinnsluspá. Skýrsla Orkustofnunar OS-88007/JHD-03 B, 24 bls.
- Helga Tulinius og Ómar Sigurðsson, 1991: Krafla. Þrívíð hermun fyrir vinnslisvæðið á Hvíthólum. Skýrsla Orkustofnunar OS-91046/JHD-07, 37 bls.
- Jónas Elíasson, Sigurður St. Arnalds, 1977: Svartsengi. Straumfræðileg rannsókn á jarðhitasvæði. Skýrsla Orkustofnunar OS-ROD-7718 og OS-SFS-7702, 37 bls.
- Lúðvík S. Georgsson, Auður Ingimarsdóttir, Guðni Axelsson, Margrét Kjartansdóttir og Þorsteinn Thorsteinsson, 1987: Laugaland í Holtum. Hóla GN-1 í Götu og vatnsvinnsla á Laugalandssvæðinu. Skýrsla Orkustofnunar OS-87022/JHD-04, 65 bls.
- Karsten Pruess, Guðmundur S. Böðvarsson, Valgarður Stefánsson, and Einar T. Elíasson, 1984: The Krafla Geothermal Field, Iceland 4. History Match and Prediction of Individual Well Performance, Water Resources Research, Vol. 20 (11), pp. 1561-1584.
- Kristján Sæmundsson, 1989: Hitastigulsboranir í jarðhitaleit. Erindi flutt á ársfundi Orkustofnunar 1989.

- Ólafur G. Flóvenz, Jens Tómasson og Grímur Björnsson, 1990: Rannsóknarboranir við Laugaland á Pelamörk 1989. Skýrsla Orkustofnunar OS-90014/JHD-02, 38 bls.
- Ólafur G. Flóvenz, Guðni Axelsson og Hrefna Kristmannsdóttir, 1991: Niðurdæling vatns á lághitasvæðum. Erindi flutt á Orkuþingi 91, 5 bls.
- Ólafur Pálsson, Jón Ingimarsson og Rútur Halldórsson, 1991: Orkuverð á Íslandi 1990. Skýrsla Orkustofnunar OS-910011/OBD-01, 31 bls.
- Ómar Sigurðsson, Ragna Karlsdóttir og Margrét Kjartansdóttir, 1987: Hitaveita Siglufjarðar. Mat á jarðhitasvæðinu í Skútudal. Skýrsla Orkustofnunar OS-87034/JHD-08, 71 bls.
- Orkuspárnefnd, 1992: Húshitunarspá 1992-2020. Skýrsla Orkustofnunar OS-92023/OBD-01, 147 bls.
- Orkustofnun og Verkfræðistofan Vatnaskil hf, 1986: Laugarnessvæði. Vinnslusaga og framtíðarhorfur. Skýrsla Hitaveitu Reykjavíkur 129 bls.
- Ragna Karlsdóttir, 1992: Brennisteinsfjöll. TEM-mælingar 1992. Skýrsla Orkustofnunar OS-92051/JHD-27 B, 20 bls.
- Ragna Karlsdóttir og Guðni Axelsson, 1986: Vatnsöflun Hitaveitu Dalvíkur. Úttekt á jarðhitasvæðinu við Hamar. Skýrsla Orkustofnunar OS-86044/JHD-12, 51 bls.
- Sigmundur Einarsson, Margrét Kjartansdóttir, Brynjólfur Eyjólfsson og Ólafur G. Flóvenz, 1983: Jarðhitasvæðið í Urriðavatni. Jarðfræði- og jarðeðlisfræðirannsóknir 1978-1982. Skýrsla Orkustofnunar OS-83005/JHD-03, 83 bls.
- Snorri Páll Kjaran, Jónas Elíasson og Gísli Karel Halldórsson, 1980: Svartsengi. Athugun á vinnslu jarðhita. Skýrsla Orkustofnunar OS80021/ROD10-JHD17, 98 bls.
- Sverrir Þórhallsson, 1989: Boranir fyrir hitaveitir. Erindi flutt á vetrarfundum SÍH og SÍR.
- Trausti Hauksson, Sverrir Þórhallsson, Einar Gunnlaugsson og Gestur Gíslason, 1992: Útfellingar magnesíumsilíkata. Skýrsla um niðurstöður tilrauna á Grafarholti með blöndun jarðhitavatns frá Reykjum í Mosfellsbæ og upphitaðs ferskvatns frá Nesjavallavirkjun. Skýrsla Hitaveitu Reykjavíkur. 132 bls.
- Valgarður Stefánsson, 1992: Jarðhiti til raforkuvinnslu. Erindi flutt á ársfundum Orkustofnunar 26. mars 1992, í skýrslu Orkustofnunar OS-92013.
- Verkfræðistofan Vatnaskil hf., 1989: Svartsengi. Reiknilíkan af jarðhitakerfinu. Skýrsla Orkustofnunar OS-89031/JHD-05, 111 bls.
- Verkfræðistofan Vatnaskil hf., 1982: Elliðaáarsvæði. Áhrif jarðhitavinnslu á orkuforða, 90 bls.
- Verkfræðistofan Vatnaskil hf., 1985: Mosfellssveit. Áhrif jarðhitavinnslu á orkuforða, 61 bls.

Þorsteinn Þorsteinsson og Jónas Elíasson, 1970: Geohydrology of the Laugarnes Hydrothermal System in Reykjavík, Iceland. *Geothermics - Special Issue 2, 2*, pp. 1191-1204.

Þörf hitaveitna fyrir jarðhitarannsóknir

***Albert Albertsson, aðstoðarforstjóri
Hitaveitu Suðurnesja***



Málþing SÍH og Orkustofnunar um jarðhitarannsóknir.
Þinghald í Rúgbrauðsgerðinni 21. janúar 1993.

Fundarstjóri góðir fundarmenn

Inngangur.

Í fylgibréfi SÍH með dagskránni kemur eftirfarandi fram :

Það er mikið hagsmunamál fyrir hitaveitur, sem fá mest af sinni orku úr jarðhita, að vel sé að jarðhitarannsóknum búið.

Rannsóknir á jarðhita og nýtingu hans verður heldur ekki sótt til útlanda nema í litlu mæli.

Ein af ástæðum þess, að ákveðið var að halda þetta þing er stöðugt minnkandi framlög ríkisins til jarðhitarannsókna.

Mikilvægt er að þörfin fyrir rannsóknir verði metin og mörkuð verði stefna fyrir framtíðina, og á þá stefnu vilja hitaveitumen hafa áhrif.

Með ofanefndar forsendur að málþingi í huga , þá finnst mér, að rétt hefði verið að boða fleiri hagsmunaaðila til þessa þings. Hér á ég við fyrirtæki í jarðhitaiðnaðinum almennt þ.e.a.s. hitaveitur, gróðurhúsabændur, Garðyrkjuskólann, kolsýruframleiðendur, Íslenska Saltfélagið, Kísiliðjuna, Landsvirkjun, Sæstein, Jarðboranir hf., Heilsuhælið í Hveragerði, Heilsufélagið við Bláa Lónið o.fl.

Öll þessi fyrirtæki eins ólík og þau nú eru eru mjög háð færni og getu þeirra, sem annast jarðhitarannsóknir.

Þegar mótuð er stefna í jarðhitarannsóknum til framtíðar þá er ráðlegt að leita í smíðju og reynsluheim ofanefndra fyrirtækja allra. Með þessu móti fengist væntanlega eðlilegt vægi milli vinnslutæknirannsókna og annarra rannsókna, en ég hygg, að þáttur vinnslutækninnar hafi verið og sé of lítill í heildar rannsóknum á jarðhita.

Þeir aðilar, sem fást við jarðhitarannsóknir héraðs þ.e.a.s. Orkustofnun, Raunvísindastofnun HÍ, Háskólinn, Iðntæknistofnun, "Veðurstofan" og svo einkafyrirtæki á borð við Vatnaskil, Kemíu, Verkfræðistofur o.fl. eiga að samræma sín verk og verksvið svo sem kostur er og eiga með sér þróttmikla samvinnu.

Það er brýnna nú en áður að safna saman þeirri þekkingu á vinnslu og nýtingu jarðhitavökva, sem til er í þessu landi svo efla megi jarðhitaiðnaðinn þar með taldar hitaveitur og gera hann fjölbreyttari. Finna þarf þann iðnað, sem nýtt getur afurðir jarðhitavinnslunnar og taka upp samvinnu við hann um vöruþróun.



**Hér er nóg um björg og brauð
berir þú töfrasprotann
þetta land á ærinn auð
ef menn kynnu að notann.**

Þörf hitaveitna fyrir jarðhitarannsóknir.

Þörf hitaveitna fyrir jarðhitarannsóknir er augljós og óumdeild en uppi geta verið mismunandi skoðanir á því hvað og hversu mikið rannsaka á, hver á að rannsaka og hver hlutdeild ríkisins í rannsóknakostnaðinum á að vera.

Rannsóknir þær, sem jarðhitavinnsla og hitaveiturnar þurfa má gróft skipta í þrennt eftir því hvenær á æviskeiði veitunnar þær eru framkvæmdar. Þessar rannsóknir eru :

Forathugun / forhönnun : Hér er átt við leit að virkjunarstað, yfirborðsrannsóknir, grunnvatnsrannsóknir jarðskjálftamælingar, veðurathuganir, umhverfisrannsóknir, rannsóknarboranir og fyrstu forðafræðiathuganir.

Forhönnun / verkhönnun : Hér er átt við nýtingaráætlanir, vinnsluboranir, vinnsluprófanir, niðurdælingarprófanir, ferlun, umhverfisathuganir, veðurathuganir, jarðskjálftamælingar, forðafræðiathuganir og vinnslutækniathuganir.

Rekstrarrannsóknir : Hér er átt við mælingar í jarðhitageyminum svo sem þrýstingur (vatnsborð), hitastig og efnainnihald. Forðafræðiathuganir, en inn í þær ganga orku- og vatnsnámsmælingar, sem veiturnar sjálfar gera og halda utan um. Umhverfisathuganir, veðurathuganir og jarðskjálftamælingar.

Hafa ber í huga, að rannsóknarpættirnir forathugun, forhönnun og verkhönnun eru 7-10 ár í vinnslu fyrir háhitavirkjanir, en væntanlega eitthvað skemur í vinnslu fyrir lághitavirkjanir. Þessar rannsóknir eru grunnrannsóknir að hluta til og hafa fræðilegt og almennt gildi. Það er því eðlilegt að ríkið greiði þessar rannsóknir að stórum hluta.

Rekstrarrannsóknirnar hinsvegar eru í eðli sínu sértækar og nýtast nánast eingöngu viðkomandi veitu. Eg er þeirrar skoðunar að þessar



rannsóknir eigi að greiðast af viðkomandi veitu enda órjúfanlegur hluti af daglegum rekstri hennar.

Jarðvarmavirkjanirnar vinna úr námu, sem að meira eða minna leyti er endanleg. Virkjanafyrirtækin eru ábyrg gagnvart sínum viðskiptavinum fyrir tryggri afhendingu um áratuga skeið á orku og öðrum afurðum jarðhitavirkjunarinnar. Af þessum orsökum og öðrum ber að nýta auðlindina sem hagkvæmast og ofgera henni ekki, þannig að hún endist sem lengst.

Með þetta í huga þá er augljóst að sammnýta á jarðhita- og vatnsorkuforða landsins, þannig að sem mest hagkvæmni fáiast með hámarks rekstraröryggi til langs tíma lítið.

Vegna námuvinnslnnar og árlegrar aukningar afurðakaupa þá er veitunum nauðsyn að tryggja sér umtalsverð meiri jarðhitaréttindi en upphafsvirkjun krefst. Horfa verður a.m.k. 25-50 ár fram í tímann. Við val á varasvæðum ber m.a. að hafa í huga umhverfis- og almannavarnarsjónarmið þar sem auðlindin er oft á eldvirkum svæðum. Varasvæði verða ekki valin nema með rannsóknum þeim, sem að ofan greinir þ.e. grunnrannsóknum að mestu. Séu líkleg varasvæði til í grennd við virkjunarsvæði þá má segja að ráðlegt og líklegt sé að virkjunaraðili stundi samfara sínum rekstrarrannsóknum jarðhitaleit og grunnrannsóknir henni tengdri um 10-20 ára skeið.

Rannsóknarkostnaður virkjunaraðila er því mikill og er því nauðsyn að rannsaka nóg en ekki of mikið og reikna verður með að ríkið þurfi að taka þátt í rannsóknum veitnanna um áratuga skeið.

Þess skal getið hér að framreiknaður rannsóknarkostnaður Hitaveitu Suðurnesja á árabílinu 1980 til 1992, bæði árin meðtalin, er u.þ.b. 112.000.000 kr. Þessi rannsóknarkostnaður tekur til rannsókna í Svartsengi, Eldvörpum og á Reykjanesi á jarðhita- og ferskvatnsforða. Rannsóknarkostnaður ársins 1992 var um 11.800.000 kr og þar af var um 900.000 kr í rannsóknarkostnað á Reykjanesi. Rannsóknarkostnaður Svartsengis-/ Eldvarpasvæðisins árið 1992 reyndist um 7,5 % af rekstrar- og viðhaldskostnaði orkuversins í Svartsengi.

Umfang rannsókna Hitaveitu Suðurnesja (HS) hefur aukist ár frá ári og er fyrirsjáanlegt að auk rekstrarrannsókna þarf að koma til frekari rannsóknir á sviði umhverfismála, jarðhitaleitar, niðurdælingar, borunar og vinnslu úr gufupúða, sískráningar á hitastigi og þrýstingi í háhitaholum, jarðskjálftamælinga m.a. með almannavarnarsjónarmið í huga, vinnslutækni á þurrufu og jarðsjó og varnarviðhalds tækabúnaðar orkuvera, gufuveitu, holutoppa og holufóðringa.

HS hefur kostað og stundar nú sem fyrr tilraunir og rannsóknir á nýjum aðferðum við háhitavinnslu og þróun sérhæfðs búnaðar þar að lútandi. Þessar rannsóknir og þróunarstarf er að hluta til og í eðli sínu grunnrannsóknir sem ríkið hefur að sára litlu leyti greitt.



Hér skal helst nefnt :

- **Ferlunarrannsóknir í háhitakerfum**
- **tæki til hreinsiborana og aðferðir til hreinsiborana**
- **tilraunir með víðar holur í háhitakerfum með og án leiðara**
- **niðurdæling í háhitasvæði**
- **gerð og þróun forðalíkans**
- **borun í gufupúða**
- **hreinsun jarðsjávar og vinnsla kíslar úr honum**
- **notkun jarðsjávar til lækninga og í ferðamannaíðnaði**
- **rannsókn á lífríki jarðsjávar í Bláalóninu**
- **fjölpætt notkun "ORMAT" hverfla í háhitaiðnaði**
- **hreinsun jarðhitahverfla í rekstri**
- **kísileðjuvarmaskiptar**
- **dæling á yfirmettuðum jarðsjó**
- **holu og skiljuhljóðdeyfar**
- **o.fl.**

Þörf hitaveitna fyrir jarðhitarannsóknir, til hvers þurfum við jarðhitarannsóknir ? Þetta er viðfangsefni og spurning, sem ekki er laus við að vera ankannaleg þegar spurt er í þennan hóp, sem hér er saman kominn. Ég treysti því, að þingmenn erfi það ekki við mig þótt ég láti hér staðar numið í umfjölluninni um þörf hitaveitna fyrir jarðhitarannsóknir, en ræði í staðinn lítillega um sum þeirra málefna sem verða til umfjöllunar í umræðuhópum hér á eftir.

Hver á að annast jarðhitarannsóknir ?

Eðli og umfang jarðhitarannsóknna svo og hversu frekar þær eru á fé og dýran búnað gera það að verkum, að rannsóknirnar eiga að vera að lang mestu leyti á hendi einnar rannsóknarstofnunar.

Ég vil þó leggja á það þunga áherslu, að þau einka fyrirtæki og einstaklingar, sem stunda þessar rannsóknir eiga fullan tilverurétt og þá ber að styðja og styrkja, svo sem nokkur kostur er með því að láta þá hafa verkefni við þeirra hæfi og hafa við þá frjóa samvinnu. Það eru gömul sannindi og ný að augu sjá betur en auga.

Það ber að skoða af gaumgæfni hvort ekki sé rétt að setja allar jarðhitarannsóknir og rannsóknir sem nýtast jarðhitanum (svo sem jarðskjálftamælingar o.fl.) sem stundaðar eru af stofnunum hins opinbera undir eina stjórn, í eitt fyrirtæki. Ég hygg, að þetta fyrirtæki ætti samkvæmt eðli sínu að vera í nánum og beinum tengslum við Háskóla Íslands.



Kanna þarf ítarlega hvaða rekstrarform sé það heppilegasta og skal þar setja í öndvegi sjálfstæði félagsins, möguleika til skjótrar og sjálfstæðrar ákvarðanatöku, möguleika til nýsköpunar í atvinnurekstri og möguleika til tekjuöflunar.

Hver á að kosta jarðhitarannsóknir ?

Ég tel að ríkið eigi að kosta almennar grunnrannsóknir , orkufyrirtækin sértækar rannsóknir á sínu svæði, selja á erlendis sérbúnað þróaðan hér ásamt kennslu í notkun hans og selja afmarkaða og sérhæfða ráðgjöf.

Það að skattleggja orkuframleiðslu til að kosta grunnrannsóknir og þróun er afleitur kostur og kemur ekki til greina að mínu mati.

Er rétt að útvíkka starfssvið hitaveitna og Orkustofnunar .

Svarið við þessari spurningu er já.

Það á tvímælalaust að reyna að selja heitt vatn, gufu, jarðhitavökva og jarðhitagös til ferðapjónustu, heilbrigðisþjónustu og iðnaðar og endurvinnsluiðnaðar.

Athuga þarf sértstaklega gróðurhúsaíðnaðinn og leita þar samstarfs við Ísraela, Hollendinga og fleiri. Sérhæfður gróðurhúsaíðnaður er nefnilega veltur til þrepauppbyggingar falinn.

Jarðhitaíðnaðurinn, hitaveiturnar, Orkustofnun og fleiri aðilar geta og eiga að selja búnað og sérhæfða þekkingu til útlanda.

Nokkur söluverk til útlanda skulu nú tíunduð :

- **Sala hreinsiborbúnaðar og þjálfun í notkun hans**
- **hreinsiborun og holutoppsviðhald**
- **borholudælur eins og Hitaveita Reykjavíkur notar, þjálfun í notkun og rekstri dælanna**
- **virkjun og rekstur háhita- og lághitakerfa erlendis, fyrirmynd ORMAT**
- **sérhæfð þekking OS einkum á sviði efnafræði**
- **sérhæfð tæki svo sem efjuvarmaskiptir (heppnist hann)**
- **litlar ORMAT vélar 50-300 kW smíðaðar hérlendis í samvinnu við ORMAT, upsetning og þjálfun rekstraraðila, viðhaldsþjónusta**
- **o.fl.**

Albert Albertsson

Fyrirkomulag jarðhitarannsókna

***Gestur Þórarinsson, hitaveitustjóri
Hitaveitu Blönduóss***

Fundarstjóri! Ágætu fundarmenn!

Þegar rætt er um fyrirkomulag jarðhitarannsókna er um margvíslegar útfærslur að ræða hjá hitaveitum. Sumstaðar kemur vatnið upp af gömlum vana og ekkert lagt í rannsóknir, á öðrum stöðum er lagt í mikinn kostnað og erfitt að ná vatni.

Ég vil að það komi strax fram, þótt ég dragi upp ýmsar myndir af starfsemi Orkustofnunar hef ég átt mjög gott samstarf með starfsfólki þar og vona að svo verði áfram. En við komum saman nú, með það í huga að ræða málin mjög opið án pólitískrar ýfinga og persónulegra deilna.

Hitaveita Blönduóss var stofnuð á olúkrepputímum árið 1977. Þá virtist vera nóg af sjálfrennandi vatni á Reykjum. Við byrjuðum tengingar og sölu vatns eftir hemlum. Mjög fljótt fór að bera á minnkandi sjálfrennsli og var svo komið að kynda þurfti tuttugu stórar byggingar með olúveturinn 1980-1981. Þá var ráðist í að bora holu sem við nefnum holu 6, og er 1676 m djúp. Á því dýpi var hitinn yfir 100 °C, en ekkert vatn. Ekki veit ég eftir hverju var farið þegar ákveðið var að bora á þessum ákveðna stað, en tæknifræðingur og veitustjóri voru búnir að samræma tíma með starfsmönnum frá Orkustofnun, þegar við mættum á þeim ákveðna tíma voru þeir farnir, búnir að ákveða borstað og skildu eftir hæl. Árangurinn af þessari borun hefur verið mjög lélegur og varla liggur mikil rannsókn á bak við þessa ákvörðun.

Við höfum alltaf reynt að bæta við þann búnað sem fyrir er. Vegna aukinna gagnasöfnunar, settum við t.d. rennslismæla í allar dælustöðvar, mældum niðurdrátt á svæðinu, en stundum var mjög erfitt að fá fjármagn til rannsókna. Árið 1988 var samþykkt í Veitunefnd Blönduóss að 1% af árlegri innkomu hitaveitunnar renni til úrvinnslu eldri gagna og rannsókna á virkjunarsvæði. Í framhaldi af þessu hefur verið gerður samningur á hverju ári við Orkustofnun innan (1%) markanna, sem þýðir um 330-350 þúsund á ári. Úrvinnsla eldri gagna lauk með skýrslu um yfirborðsmælingar og vinnslueftirlit frá 1974-1990. Boðað var til kynningarfundar með fulltrúum Orkustofnunar, bæjarstjórn og veitunefnd að Hótel Blönduósi þ. 5. desember 1991. Fundurinn tókst mjög vel, niðurstaðan var sú að fjárveiting fékkst upp á tvær milljónir í áframhaldandi rannsóknir sem skiptast á tvö ár, 1992 og 1993. Það er okkar von að starfsfólk Orkustofnunar finni fyrir okkur heitara og meira vatn, en vatnshiti á Blönduósi er um 60°C. Þessu verkefni líkur með skýrslu og kynningarfundum í haust.

Eins má geta þess að byrjað er að setja upp á vegum Orkustofnunar sjálfvirka gagnasöfnun á virkjunarsvæðinu sem greidd er leiga fyrir ár hvert.

Þegar gerðir eru samningar milli hitaveitna og ráðgjafa eins og Orkustofnunar er mjög nauðsynlegt að fara mjög vandlega ofan í verkáætlun og taka allt sem þarf til, innan þess ramma sem samið er um. Það er mjög slæmt að í upphafi verks komi hlutir sem hefðu átt að vera í kostnaðaráætlun. Eins þurfa forsvarsmenn að kynna deildarstjórum gerða samninga svo að maður haldi ekki að samningurinn sé bara við þann sem skrifar undir en ekki alla stofnunina. Ég dreg í efa að stjórn eða framkvæmdastjóri Orkustofnunar hafi komið nógu hart fram gegn niðurskurði ríkisvaldsins til að verja þá miklu hagsmuni og þekkingu sem Orkustofnun hefur aflað sér. Eins vona ég að hönd einkavæðingar komist ekki þarna á kreik, þá misstum við harðasta kjarnann. Það verður tekið það arðbærasta fyrir hitaveitu, þjónustan versnar, gjaldskrá hækkar, sem þýðir verulegan samdrátt í öllum viðskiptum við hitaveitur.

Nei, það er hægt að hefja sókn. Stjórn Orkustofnunar þarf að jafna niðurskurð á milli jarðhitadeildar og vatnsorkudeildar.

Auðvitað á að passa það að Orkustofnun hafi burði á hverjum tíma til að sjá um jarðhitarannsóknir, halda utan um vinnslueftirlit, gagnasöfnun og fylgjast með þróun og tækni við jarðhitarannsóknir ásamt jarðhitanytingu. Standa fyrir sérstökum rannsóknum fyrir einstaka hitaveitur og sjá alfarið um orkuspá hitaveitna og hafa yfir að ráða nægum fjölda fastráðinna starfsmanna svo ekki þurfi að leita með þá hluti á verkfræðistofur úti í bæ, sem hægt er að vinna í Orkustofnun, þar sem flestar upplýsingar eru geymdar frá hitaveitum landsins.

Ég er alfarið á móti einhverjum gjöldum á orkuframleiðslu. Það verður strax misnotað. Ríkið á að sjá um grunnrannsóknir og leggja sérstökum rannsóknum lið, ásamt að safna skýrslum um orkuvinnslu, og búa þannig að Orkustofnun, að hún geti starfað samkvæmt orkulögum.

Staðreyndin er sú að ef eitthvað kemur fyrir hjá hitaveitum t.d. í vatnsöflun eða tæringu, hruni í holu eða einhverju álíka, þá finnst mönnum sjálfgefið að Orkustofnun eigi að leysa vandann. Hvernig er það hægt ef ekki liggja neinar rannsóknir fyrir hjá viðkomandi veitu. Ég held að það væri að hinu góða að efla tengsl milli Orkustofnunar og SÍH, jafnvel að sambandið ætti fulltrúa í stjórn, eða einhverjum samstarfshóp sem starfaði náið með stjórn stofnunarinnar. Eins er til framkvæmdaráð Orkustofnunar og er verksvið þess að fylgjast með hagsmunamálum og skoðunum starfsmanna á málefnum stofnunarinnar.

Ágætu félagar, við eigum og jafnvel ber okkur skylda til að finna leiðir sem sporna gegn niðurskurði til þeirrar stofnunar sem á að fóðra þá forráðamenn sem gæta hagsmuna flestra Íslendinga, um að ekkert bregðist í öflun orkunnar. Eins þarf að halda saman þessu góða starfsfólki sem við höfum á þessu sviði.

Við skulum muna það! Sameinuð stöndum vér en sundruð föllum vér.

Takk fyrir.

Gestur Þórarinsson, hitaveitustjóri
Hitaveitu Blönduóss

Niðurstöður úr umræðuhópum

á málþingi

SÍH og Orkustofnunar

<i>Hópur I</i>	<i>Fjármögnun jarðhitarannsókna</i>	<i>bls. 2</i>
<i>Hópur II</i>	<i>Þörfin á jarðhitarannsóknum - horft til framtíðar</i>	<i>bls. 4</i>
<i>Hópur III</i>	<i>Fyrirkomulag jarðhitarannsókna - horft til framtíðar</i>	<i>bls. 8</i>
<i>Hópur IV</i>	<i>Samskipti Orkustofnunar og hitaveitna</i>	<i>bls. 10</i>

Hópur I - Fjármögnun jarðhitarannsókna

Hópstjóri: Júlíus Jónsson

Ritari: Jón Haukur Guðlaugsson

Fyrir hópinn voru lagðar eftirfarandi spurningar sem honum var falið að hugleiða og leita svara við.

Hver á að kosta jarðhitarannsóknir?

Eins og nú: ríkið kostar grunnrannsóknir - orkufyrirtækin sértækar rannsóknir á eigin svæðum og kerfum?

Orkufyrirtækin eingöngu?

Á að leggja gjöld á orkuframleiðslu til að kosta grunnrannsóknir og þróun?

Hvernig á að bregðast við minnkandi framlögum ríkisins til jarðhitarannsókna?

Á að draga úr rannsóknum?

Skammtímaáhrif - langtímaáhrif: Er hættu á að mikilvæg þekking glatist ef umfang rannsókna minnkar að ráði frá því sem nú er?

Geta hitaveiturnar á einhvern hátt tryggt hagsmuni sína með því að yfirtaka grunnrannsóknarstarfsemi að hluta eða alveg?

Hvernig snertir framlag ríkis til jarðhitarannsókna verkaskiptingu ríkis og sveitarfélaga?

Er rétt að láta orkuiðnaðinn alfarið um að kosta rannsóknir vegna orkulindanna ásamt þeim kostnaði sem ríkið hefur af eftirliti með orkuiðnaðinum, orkuspám o.þ.h.?

Ekki er hægt að segja að hópurinn hafi komist að neinni sameiginlegri niðurstöðu og skiptist hann raunverulega í þrennt, þ.e.

1. Ráðuneytisstjóri iðnaðarráðuneytis,
2. hitaveitumenn og
3. starfsmenn Orkustofnunar.

Margar hugmyndir komu fram, m.a. hvort hitaveitur og einkaaðilar vildu ekki kaupa OS og selja síðan ríkinu o.fl. þjónustu. Fram kom hjá mörgum að nauðsynlegt sé að ríkið ákveði hvert hlutverk það vill hafa varðandi rannsóknir og nýtingu jarðhita, þannig að hitaveitur og aðrir geti þá síðan ákveðið hvernig þeirra hagsmunum verði best borgið, hvort þeir þurfi að gerast aðilar að OS eða sambærilegu o.s.fr.

Í heildina séð má þó segja, að hópurinn hafi verið nokkuð sammála um að svipað fyrirkomulag og nú er, þ.e. ríkið kosti frumrannsóknir en hitaveiturnar sértækar rannsóknir, væri eðlilegasta fyrirkomulagið. Hinsvegar eru ekki allir á sama máli um hvað séu grunnrannsóknir og hvað sértækar rannsóknir, því þær blandast óhjákvæmilega verulega. Þá eru og mismunandi skoðanir á því hvert umfang grunnrannsókna eigi að vera. Hitaveitumenn lögðust mjög gegn gjaldi á

orkuframleiðslu til að kosta grunnrannsóknir og þróun en aðrir héldu ekki á lofti ákveðnum skoðunum þar um. Hópurinn taldi almennt að varasamt væri að draga mjög úr rannsóknum, en það fer þó að sjálfsögðu m.a. eftir því hvert hlutverk stjórnvöld ætla jarðhita í orkumálum landsins í framtíðinni. Menn töldu að hættan lægi fyrst og fremst í langtímaáhrifum þess, að mikilvæg þekking glatist verði rannsóknir minnkaðar til muna frá því sem nú er.

Hópurinn sá almennt ekki samband milli framlaga ríkisins og verkaskiptingu ríkis og sveitarfélaga. Þá komu fram efasemdir við þá hugmynd að orkuiðnaðurinn kostaði alfarið rannsóknir vegna orkulindanna og kostnað ríkisins við eftirlit með orkuiðnaðinum, orkuspám o.fl. því þá mætti búast við að eftirlit o.fl. yrði mun kostnaðarsamara, þar sem þá væri ekkert samband milli ákvarðanatöku um nauðsynlegt eftirlit o.s.fr. annarsvegar og kostnaðarins hinsvegar.

Eftirtaldir tóku þátt í umræðuhópnum:

Björn Friðfinnsson	Iðnaðarráðuneytinu
Guðmundur Davíðsson	Hitaveitu Mosfellsbæjar
Gunnar Kristinsson	Hitaveitu Reykjavíkur
Ingólfur Hrólfsson	Hitaveitu Akraness og Borgarfj.
Júlíus Jónsson	Hitaveitu Suðurnesja
Sigurður J. Sigurðsson	Hitaveitu Akureyrar
Grímur Björnsson	Orkustofnun
Hákon Björnsson	Orkustofnun
Helgi Gunnarsson	Orkustofnun
Helgi Torfason	Orkustofnun
Jón Haukur Guðlaugsson	Orkustofnun
Ólafur G. Flóvenz	Orkustofnun

Hópur II - Þörfin á jarðhitarannsóknnum - horft til framtíðar

Hópstjóri: Hrefna Kristmannsdóttir

Meginviðfangsefni hópsins var " að ræða þörf jarðhitaíðnaðarins fyrir rannsóknir, reyna að meta þarfirnar nú og hvernig þær munu breytast í framtíðinni". Tekið var fram að hópurinn þyrfti hins vegar ekki að einskorða umræðuna við meginverkefni sitt.

Eftirfarandi stikkorð höfðu verið sett upp af skipuleggjendum málþingsins hópnium til hugleiðingar:

Hitaveiturnar eru sjálfar flestar ábyrgar fyrir orkuframleiðslunni og verða að tryggja öryggi hennar og þar með þekkingu á auðlindinni. Þekkingin krefst rannsókna.

Orkulindin sjálf er ósýnileg berum augum, eingöngu er hægt að afla upplýsinga um hana með mælingum og rannsóknum.

Jarðhitasvæðin eru endanleg auðlind. Þurfum að þekkja svæðin vel til að geta nýtt þau af skynsemi.

Við þurfum að leita nýrra svæða til að mæta vaxandi orkuþörf og rýrnun þeirra svæða sem eru í notkun.

Hitaveiturnar þurfa að leysa ýmis vandamál, sem upp koma í rekstri jarðhitakerfa. Það krefst þekkingar.

Jarðfræði og aðstæður á jarðhitasvæðum héraendis eru mjög frábrugðnar því sem gerist erlendis. Því er ekki hægt að yfirfæra erlendar rannsóknaraðferðir og reynslu hingað nema að takmörkuðu leyti. Aðferðir þarf að finna og þróa hér.

Er rétt að útvíkka starfssvið hitaveitna t. d. með því að reyna að markaðssetja heitt vatn til fjölþættari nota en nú er? Ferðaþjónusta, heilbrigðisþjónusta, iðnaður?

Geta hitaveiturnar tekið þátt í sölu á sérhæfðri þekkingu til útlanda t. d. með þjálfun tæknimanna og annarra starfsmanna erlendra orkufyrirtækja?

Í upphafi var talsvert rætt um þætti jarðhitarannsókna og hvernig væri best að haga umræðu og var ákveðið að skipta henni upp í þrjá áfanga. Helstu niðurstöður umræðna hópsins voru eftirfarandi:

1. Þörf á rannsóknum vegna núverandi nýtingar, sem fyrstu fimm stikkorðin gætu fallið undir.

Markmið með rannsóknum fyrir starfandi orkufyrirtæki eru að hagnýta orkulindirnar,

Þannig að orkan nýtist sem best og vinnslueiginleikar jarðhitasvæðanna haldist lengi eins góðir og framast er unnt. Að afla viðbótarorku vegna þess að orkulindin er endanleg. Að leysa vandamál, sem upp koma við nýtingu svæðanna. Rannsókn á nýjum svæðum þar sem upprunaleg eru fullnýtt.

Varðandi rannsóknir vegna núverandi vinnslu töldu menn þörf á betri skráningu og eftirliti með vinnslunni, mati á endingu svæða í upphafi og síðan samfelldum rannsóknum á viðbrögðum svæðanna við vinnslu og endurmati á gerð og endingu svæðis. Áherslu ber að leggja á forðafræðirannsóknir í víðasta skilningi þess hugtaks. Forðafræðilíkan byggist á bæði jarðeðlisfræði-, jarðfræði-, vatnafræði- og efnafræðirannsóknum og gæta verður samræmis milli allra þátta við rannsókn vinnslusvæða. Vinnslueftirlit væri til að kannna búskaparhætti svæðisins og einnig til að ná langtímamarkmiðum við bestu nýtingu viðkomandi svæðis. Fram kom það sjónarmið að kynning á þessum langtímasjónarmiðum væri oft ábótavant og þyrfti að efla. Einnig var samstaða um að gera ætti langtímaáætlun til 5-10 ára fram í tímann um rannsóknir fyrir hvert orkufyrirtæki. Slíka áætlun eiga Orkustofnun og veitufyrirtækin að semja í sameiningu.

Flestir töldu að hjá starfandi hitaveitum yrðu forðafræðirannsóknir að ganga fyrir grunnrannsóknum og leit að nýjum svæðum. Rætt var um að niðurdælingu hlyti að verða beitt í auknum mæli og að æskilegt væri koma á auknum rannsóknum á áhrifum niðurdælingar á svæði af mismunandi gerðum. Einnig var bent á að forðafræði byggðist í miklum mæli á efnafræði og nauðsyn þess að fylgjast vel með efnabreytingum vatns á vinnslusvæðum. Merki kalds innstreymis sjást oft í efnasamsetningu vinnsluvatns löngu áður en kælingar fer að gæta og breytingar á vinnslueiginleikum svæða má oft sjá fyrir í breyttri efnasamsetningu. Líkangerð væri flóknari þegar efnafræði kæmi inn í hana, en nauðsynlegt að halda þar áfram þróun.

Fram kom að notendur teldu æskilegt að jarðskjálftarannsóknir væru felldar inn í vinnslurannsóknir fyrir jarðhitasvæði.

Samstaða var um að gagnavarsla á vinnslugögnum þyrfti að vera á sama stað fyrir öll orkuvinnslufyrirtæki í jarðhita og þá á stofnun, sem væri varanleg en ekki fyrirtæki sem gæti verið hætt starfsemi eftir nokkur ár. Úrvinnsla á vinnslugögnum þyrfti að vera samhæfð og tiltækt á hverjum tíma yfirlit yfir heildarvinnslu og vinnslugetu. Rætt var um að við værum á þröskuldi tölvuvæðingar, samræma þyrfti hvaða gögnum ætti að safna og tryggja gæði þeirra. Nú væri rétti tíminn til að setjast niður og skoða hvernig upplýsingar væru nýttar og hvernig væri unnið úr þeim og auðvelda þyrfti gagnaflutning. Rætt var um orkuspá og hvort hitaveitur nýttu hana og var nokkur ljóst að svo væri ekki. Tryggja þarf að upplýsingar séu fengnar frá hitaveitunum og byggja spána á þeim.

Bent var á að halda þurfi áfram því verki sem einungis sé hálfnað að nýta betur bakrásarvatn eða að dæla niður affallsvatni. Gera þurfi átak í að nýta betur orkulindirnar.

Einnig kom fram að hitaveitur þurfa að huga betur að flutningsgetu kerfa og hvar þar séu flöskuhálsar og einnig að viðhaldi virkjunarmannvirkja og frágangi ónýtra borhola.

Umhverfisrannsóknir þurfa að aukast á næstu árum og þar þarf að fá fram samstarf

í auknum mæli milli orkufyrirtækja um slíkar rannsóknir.

Talsvert var komið inn á gjaldskrármál og fjármögnun rannsókna, enda talið erfitt að skilja á milli þarfa á rannsóknum og fjármögnunar þeirra. Niðurstaða var sú að eðlilegt væri að gjaldskrá væri m. a. miðuð við að veitan gæti staðið undir kostnaði við rannsóknir samkvæmt langtímaáætlun.

2. *Rannsóknir til að ýta undir nýsköpun í jarðhitanytingu, sem seinni þrír punktarnir gætu fallið undir.*

Varðandi ný nýtingarsvið töldu menn brýnt að gerðar væru langtímaáætlanir um rannsóknir, uppbyggingu þeirra og þróun.

Einnig væri brýnt að gerð væri langtímaáætlun um uppbyggingu rannsóknarstofnunar á jarðhitasviði og að fjármögnun væri tryggð til lengri tíma í samræmi við áætlanir um rannsóknir. Áherslur og skipting mannafla sé í samræmi við fyrirfram gerðar áætlanir. Endurnýjun þarf að vera í röðum rannsóknarfólks og vinna þarf að þróun aðferða. Útvíkka ber starfssvið jarðhitarannsóknarstofnunar og beita sér fyrir þátttöku í sölu á sérhæfðri þekkingu. Virðist réttlæt看legt að leggja fé í slíkt við núverandi aðstæður.

Umhverfissjónarmið hvetja til fjölnýtingar á jarðhitavökva og kom fram að fyrirtæki á jarðhitasviði og var þar sérstaklega tilnefnd Hitaveita Suðurnesja hafa lagt talsvert fé í slíkar rannsóknir og hafa mikinn áhuga á að auka þær. Bent var á að nota megi gjaldskrá til að ýta undir slíka nýtingu og þróun í þá átt.

Fram kom að flestar rannsóknir hafi hingað til endað með skýrslu og e.t.v. hagkvæmniathugun. Kominn sé tími til að markaðs og söluaðilar taki við hugmyndum og rannsóknum og hrindi þeim í framkvæmd.

Fram kom hjá talsmönnum orkufyrirtækja að þekking á Orkustofnun væri söluvara, sem nýta þurfi betur í framtíðinni og skapa jarðhitarannsóknum og þróun þeirra viðunandi starfsskilyrði í framtíðinni.

3. *Almennar rannsóknir og kortlagning orkulinda, sem menn voru sammála um að yrði að sinna í auknum mæli í framtíðinni og finna leiðir til fjármögnunar á.*

Varðandi almennar rannsóknir og kortlagningu orkulinda gafst ekki mikill tími til að fara út í umræður um skipulag og forgang. Samstaða var um að tryggja þyrfti að unnið væri að grunnrannsóknum í nokkrum mæli. Fjármögnun kom strax inn í umræðuna og tengdist áherslum milli hagnýtra rannsókna og grunnrannsókna. Flestir væru á þeirri skoðun að ríkisframlag yrði að koma til til að fjármagna yfirlitsrannsóknir á orkulindum landsins og svæðisrannsóknir, sem ekki tengjast ákveðnum orkunotenda. Einnig er ljóst að mörk eru oft óljós milli grunnrannsókna og hagnýtra rannsókna. Samstaða var um að brýnt væri að hrinda í framkvæmd skipulegum rannsóknum á háhitasvæðum landsins vegna nýrra sjónarmiða í virkjun jarðhita til raforku og hagkvæmni lítilla jarðhitavirkjana, sem millistig milli stórra vatnsaflsvirkjana og í samrekstri með annarri jarðhitanytingu. Jarðhitaorka er ein

helsta auðlind Íslands og með tilliti til breytts mats í umhverfismálum og krafna í mengunarmálum er líklegt að nýting jarðhita verði mun hagkvæmari í næstu framtíð en nú er.

Besta leiðin til að tryggja árangur og fjármögnun við jarðhitarannsóknir var talin að langtímaáætlun lægi fyrir á hverjum tíma og væri hún stöðugt endurskoðuð í ljósi árangurs og breyttra aðstæðna.

Eftirfarandi tóku þátt í umræðuhópnum:

Franz Árnason	Hitaveitu Akureyrar
Guðmundur Baldursson	Hitaveitu Hveragerðis
Albert Guðmundsson	RARIK/Hitaveitu Siglufjarðar
Albert Albertsson	Hitaveitu Suðurnesja
Valdimar Þorsteinsson	Selfossveitur
Guðmundur Sigurðsson	Jarðborunum
Árni Ragnarsson	Orkustofnun
Guðmundur Pálmason	Orkustofnun
Hrefna Kristmannsdóttir	Orkustofnun
Jens Tómasson	Orkustofnun
Kristján Sæmundsson	Orkustofnun
Sigþór Jóhannesson	Orkustofnun
Sverrir Þórhallsson	Orkustofnun

Hópur III - Fyrirkomulag jarðhitarannsókna - horft til framtíðar

Hópstjóri: Valdimar K. Jónsson
Ritari: Jón H. Ásbjörnsson

1. Hópstjóri opnaði umræðurnar og varpaði fram spurningunni um í hverra höndum rannsóknarstarfsemi eigi að vera.

Fulltrúi Iðnaðarráðuneytis tók fyrstur til máls og taldi heppilegt að skilja að starfsemi hinna ýmsu deilda Orkustofnunar og láta samtök hitaveitna meira um rannsóknarstarfsemi og taldi hann að ríkið vera komið töluvert út fyrir sitt starfsvið sem væri að standa fyrir grunnrannsóknum. Starfsmenn Orkustofnunar töldu að nauðsynlegt væri í ekki stærra þjóðfélagi en hjá okkur, að hafa þetta undir einum hatti vegna þess að smáar sérhæfðar deildir þýði meiri stjórnunarkostnað. Stærð markaðarins leyfi ekki mikið niðurbrot á sérfræðipækkingunni niður í smáar deildir. Þeir töldu það styrk Orkustofnunar að vera í mjög góðum tengslum við veiturnar og innbyrðis milli deilda. Fleiri tóku til máls um efnið og voru sammála um að frumrannsóknir á nýjum svæðum ættu að vera á höndum ríkisins.

Mikill mismunur virðist vera milli ára á því fjármagni sem Orkustofnun ver til jarðhitarannsókna. Fulltrúi Iðnaðarráðuneytis taldi að ríkið gæti ekki komið beint inn til að jafna út þessa sveiflu, heldur væri hér um að ræða innanhússmálefni hjá Orkustofnun.

Rætt var um tengsl milli Tækniskóla og Háskóla annars vegar og Orkustofnunar hins vegar og kom fram gagnrýni á að skólarnir skuli ekki hafa komið upp námsbraut fyrir sérmenntun á jarðhitasviðinu, á sama tíma og starfræktur er jarðhitaskóli fyrir útlendinga í landinu.

Rætt var um samsetningu stjórnar Orkustofnunar og kom fram að það yrði býsna fjölmenn stjórn, ef gæta ætti hagsmuna allra aðila sem þjónustunnar njóta, með stjórnsetu þeirra.

Til er fagleg nefnd sem á að vera til ráðgjafar stjórninni, en hún hefur ekki starfað sem skildi.

Fram kom að endymýjun starfsfólks Orkustofnunar hefur ekki verið mikil og meðalaldur starfsfólks hefur hækkað. Talið var að ungt og ferskt fólk vantaði.

2. Hvers konar stofnun á Orkustofnun að vera?

Fram kom í upphafi að talinn er kostur að Jarðbornanir ríkisins voru skildar frá stofnuninni.

Rætt var um hvort það form myndi henta að stofnunin seldi ríkinu rannsóknir sínar og færi það þá eftir færni stofnunarinnar hvort tækist að selja rannsóknarverkefni. Mætti jafnvel hugsa sér að selja þessar rannsóknir til annara aðila.

Rætt var um hvers konar fyrirtæki stofnunin ætti að vera, minnst var á hlutafélagaformið, sameignarform (þ.e. eign ríkis annars vegar og hitaveitna hins vegar), sjálfseignafélag, eða nokkurs konar deild beint undir Iðnaðarráðuneytinu.

Fram kom að ákveðin verkstýringin er komin að hluta til inn í fjárlögin þ.e. veitt er fjármagni til stofnunarinnar sem heildar og síðan til vissra eynamerkra verkefna.

Rætt var um hvort Orkustofnun væri jafnvel of lítil og ætti jafnvel að sameinast öðrum rannsóknarstofnunum t.d. með tilliti til þess að nýta betur dýran tækjakost m.a. á sviði efnarannsókna.

Aðilar virtust sammála um að forðafærðin teldist ævinlega til grunnrannsókna.

Minnst var á hvort Samband íslenskra hitaveitna væri tilbúið til að koma sem heild inn í fjárveitingar til langtímarannsókna.

Spurt var um langtímaáætlun Orkustofnunar varðandi föst rannsóknarverkefni. Fram kom að slík áætlun er naumast fyrir hendi. Gott væri að slíkt væri fyrir hendi til að vinna að svo jafna mætti sveiflur í starfseminni.

Niðurstöður:

Fyrir hendi á að vera ein sterk rannsóknarstofnun sem á að halda utan um rannsóknarstarfsemina. Ekki er eining um hvort sameina eigi stofnunina fleiri skyldum stofnunum eða jafnvel kljúfa jarðhitadeildina út úr Orkustofnun.

Varðandi rekstrarformið kom fram að beintengd ríkisstofnun hvetur ekki til aðhalds og sparnaðar í rekstri.

Stungið var upp á þeim möguleika að stofna hlutafélag með þátttöku ríkisins og stærstu hagsmunaaðila.

Stofnfé hlutafélagsins, miðað við fyrirtæki með 150 millj. króna veltu gæti verið nálægt 75 millj.

Til að möguleiki væri á þessu fyrirtækjaformi þarf að vera fyrir hendi vilji allra aðila. Ef þetta reyndist ekki unnt eru ekki margar aðrar leiðir færar en að skattleggja í gegnum ríkið til að það geti náð í meira fé til að veita til stofnunarinnar. Jákvæðara væri að veiturnar kæmu á einhvern hátt beint inn í málið því þá geta þær haft bein áhrif á verkefnavalið, sem ekki er unnt í gegnum fasta skattlagningu.

Að öðru leyti fékkst ekki niðurstaða varðandi þennan umræðupunkt.

Eftirtaldir tóku þátt í umræðuhópnum:

Benedikt Steingrímsson, Orkustofnun
Geir Þórólfsson, Hitaveitu Suðurnesja
Ingvar Baldursson, Hitaveitu Rangæinga
Jón H. Ásbjörnsson, Hitaveitu Mosfellsbæjar
Ómar Sigurðsson, Orkustofnun
Sæþór L. Jónsson, Orkustofnun
Valdimar K. Jónsson, Verkfr.deild H.Í.

Einar Gunnlaugsson, Hitaveitu Reykjavíkur
Guðni Axelsson, Orkustofnun
Ingvar B. Friðleifsson, Orkustofnun
Jón Ingimarsson, Iðnaðarráðuneytinu
Sveinn Scheving, Jarðborunum
Valgarður Stefánsson, Orkustofnun
Þóroddur Th. Sigurðsson, Orkustofnun

Hópur IV - Samskipti Orkustofnunar og hitaveitna

Hópstjóri: Gestur Þórarinnsson
Ritari: Jón Guðmar Jónsson

Miklar umræður voru í þessum hópi. Það sem samstaða náðist um var eftirfarandi:

1. *Hvað er gott og hverju er ábótavant í samskiptum Orkustofnunar og hitaveitna?*

Jarðhitarannsóknir fyrir hitaveitur eru að meira og minna leyti unnar af OS og eru menn almennt ánægðir með samskiptin. Nauðsynlegt að kostnaðaráætlun sé í sem mestu samræmi við raunkostnað, þegar upp er staðið. Spurning er hvort kynning á því sem OS gerir sé næg, og hver á að kosta rannsóknir. Rannsóknir sem 1% veltu þýða 50-60 millj kr. á ári. Auðvitað þarf að skilgreina þörf hverrar veitu en allar veitur þurfa rannsóknir og etv. er hægt að ákvarða lágmarks prósentu og bæta svo við viðbótarfé í sérstök verkefni.

2. *Hvað má helst bæta í samskiptum Orkustofnunar og hitaveitna?*

Samskiptaaðilar/verkefnastjórar OS þurfa að vera vel kynntir fyrir verkkaupa og að samningar kveða á um hver er verkefnastjóri. Jafnframt verði alltaf hægt að leita til yfirverkefnisstjóra. Æskilegt að niðurstöður séu gerðar kunnar á fundi heima fyrir með verkefnisstjóra og verkefnum sé skipt í smærri verkþætti með ákveðnum tímlokum fyrir hvern verkþátt, og jafnframt gæta nákvæmni í verk- og kostnaðaráætlun og kynna vel heima fyrir.

3. *Er þörf á auknu upplýsingastreymi? - Hefur fréttabréf SÍH þar hlutverki að gegna?*

Unnið er að kafla um jarðhitarannsóknir í Hitaveituhandbók og stefnt að því að hann verði fullbúinn á þessu ári. Ástæða er til að gera samning við sem flestar hitaveitur um vinnslueftirlit ofl. Vangaveltur voru um það hvort litlar veitur yrðu ofurseldar OS, ef þær hæfu þar viðskipti. Nauðsynlegt er fyrir hitaveitur að vita hvað þær eiga að fá rannsakað og hvað það kostar. Fram kom að Orkustofnun á í samkeppni við ýmsa aðila. Hvað þurfa hitaveitustarfsmenn að vita um veitusvæðið ef rekstrarerfiðleikar koma upp? Þeir þurfa að geta svarað notendum varaðandi það hvað er að gerast. Lagt var til að Fréttabréf SÍH verði notað sem miðill til að koma á framfæri hvaða verkefni OS er að vinna að t.d. eitt verkefni í hverju bréfi.

4. *Er ástæða til að breyta fyrirkomulagi á þjónustu OS við hitaveitur?*

Veitustjórar og OS gætu í október eða nóvember á hverju ári ráðgast um verkefni næsta árs. Báðir gætu haft frumkvæðið. Jafnframt mætti hafa samráð í lok hvers verkþáttar. Nauðsynlegt er að veitumenn geti heimsótt Orkustofnun og fái að fylgjast með verkefnum sínum þar.

5. ***Er áætlanagerð vegna rannsóknaverkefna í lagi eða má bæta hana og þá hvernig?***

Umræður um þessa spurningu komu fram í lið 3.

6. ***Er ástæða til að hitaveiturnar fái að hafa bein áhrif á val grunnrannsóknarverkefna á Jarðhitadeild OS og þá hvernig?***

Kosturinn við það yrði sá að báðir aðilar skýrðu sitt sjónarmið varðandi þær rannsóknir sem þeir telja að gera þurfi. Þetta getur aukið samstarfið og haft áhrif á verkefni til lengri tíma lítið.

7. ***Er ástæða til að stofna einhverskonar samráðsnefnd Orkustofnunar og hitaveitnanna?***

Þetta geta aðilar tekið upp sín á milli. OS og hitaveitumenn töldu hugmyndina góða, aðilar myndu kynnast og gera sér betur grein fyrir verkefnum framtíðarinnar. Samráðsnefnd væri til að styrkja OS og hitaveitumenn myndu hafa málsvara í henni.

8. ***Er æskilegt að fulltrúar orkuiðnaðarins fái sæti í stjórn Orkustofnunar?***

Ef menn telja það æskilegt þá þarf að taka það mál upp við ráðherra en hann skipar stjórnina.

Eftirtaldir tóku þátt í umræðuhópnum:

Bjarni Bjarnason	Jarðborunum
Björn Sveinsson	Hitaveitu Egilsstaða og Fella
Einar Tjörvi Eliasson	Orkustofnun
Gestur Þórarinnsson	Hitaveitu Blönduóss
Guðrún Sverrisdóttir	Orkustofnun
Hannibal Kjartansson	Hitaveitu Flúða og nágr.
Jakob Björnsson	Orkustofnun
Jón Guðmar Jónsson	Orkustofnun
Magnús Finnsson	Hitaveitu Akureyrar
María J. Gunnarsdóttir	Samband ísl. hitaveitna
Páll Pálsson	Hitaveitu Sauðárkróks
Sverris Hákonarson	Orkustofnun
Þorgils Jónasson	Orkustofnun

Framlag ríkisins til jarðhitarannsókna

Töflur með innleggi

***Björn Friðfinnsson,
ráðuneytisstjóri Iðnaðarráðuneytinu***

ORKUSTOFNUN

1993-01-19/JGJ

TEKJUR & FJÁRVEITINGAR JHD 1983-1992

Tekjur & Fjárveitingar JHD Áætlað meðalverðl. 1993 Þús. kr M. v. Vt. V&P	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992 Áætlun
Verkefni fyrir Hitaveitur	33.818	33.143	71.646	75.878	32.541	22.473	21.817	25.951	18.732	35.246
Kröfluvirkjun/RARIK	35.543	11.948	10.655	...	...	...	...	...	...	...
Landsvirkjun v/Kröflu	...	...	...	7.672	7.714	7.921	4.809	11.808	15.442	7.095
Fiskeldisfyrirtæki	-	5.186	9.039	8.192	9.165	13.229	2.914	817	500	-
Erlend verkefni	1.895	311	2.250	2.914	5.533	11.779	6.309	6.302	367	1.421
Sérverkefni fyrir Iðnaðarráðuneyti	9.998	13.041	5.783	4.796	2.020	5.962	7.189	2.302	5.128	4.080
Fyrirtæki og sjóðir í A-hluta Rsj	15.722	-	8.267	1.041	6.060	-	3.817	1.760	618	3.060
Jarðhitaskóli/Utanríkisráðuneyti	13.247	14.479	14.168	14.688	18.289	16.465	17.443	18.791	26.299	26.928
Jarðhitaskóli/Erlent framlag	6.209	8.584	12.583	9.839	15.274	4.194	4.898	4.054	4.862	4.749
Aðrar sértekjur	1.230	548	4.603	7.094	24.933	17.852	9.061	4.300	40.288	15.839
Sértekjur alls	117.662	87.240	138.994	132.114	121.529	99.875	78.257	76.085	112.236	98.418
Fjárveiting	152.235	116.084	126.288	133.066	144.226	123.060	97.137	84.387	81.761	57.417
Tekjur & Fjárveitingar samtals	269.897	203.324	265.282	265.180	265.755	222.935	175.394	160.472	193.997	155.835

ORKUSTOFNUN

FJÁRVEITINGAR ORKUSTOFNUNAR 1983-1993 ÞÚS. KR
Á ÁÆTLUÐU MEÐALVERÐLAGI 1993 M. V. VT V&P

1993-01-20/JGJ

FJÁRVEITINGAR Áætl. meðalverðil 1993 Þús. kr Vt V&P	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
FJÁRVEIT/ÚTGJ										Áætlað	Áætlað
SSD	64.906	85.779	80.688	84.202	105.826	91.572	84.069	85.713	93.273	91.049	86.400
VOD + OBD	136.248	184.849	177.792	179.157	216.083	175.479	156.172	140.123	118.394	134.951	135.400
JHD	166.937	186.652	180.753	182.090	221.275	184.935	152.213	137.178	164.633	167.484	168.500
Fjárfveitingar/Útgj	368.091	457.280	439.233	445.449	543.184	451.986	392.454	363.014	376.300	393.484	390.300
FJÁRVEIT/SÉRT											
SSD	4.379	30.666	24.123	22.561	28.797	23.122	20.524	19.796	8.213	5.900	6.700
VOD + OBD	11.548	69.451	53.578	48.231	75.928	60.968	54.297	46.611	32.484	39.076	44.400
JHD	14.702	70.567	54.465	49.024	77.049	61.875	55.076	52.791	82.872	104.760	119.100
Fjárfveitingar/Sért	30.629	170.684	132.166	119.816	181.774	145.965	129.897	119.198	123.569	149.736	170.200
MISM/FJÁRVEIT	337.462	286.596	307.067	325.633	361.410	306.021	262.557	243.816	252.731	243.748	220.100

ORKUSTOFNUN

ÚTGJÖLD OG TEKJUR ORKUSTOFNUNAR - BÓKFÆRT 1983 - 1993 PÚS. KR
Á ÁÆTLUÐU MEÐALVERÐLAGI 1993 M. V. VT V&P

1993-01-20/JGJ

Áætl.meðalverði 1993 Pús. kr Vt V&P	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
ÚTGJÖLD										Áætlað	Áætlað
SSD	104.829	95.261	103.411	97.564	99.445	81.415	83.047	86.744	97.353	85.584	84.000
VOD + OBD	199.886	170.021	209.363	161.284	184.575	140.003	129.323	128.522	129.611	130.927	126.000
JHD	274.954	211.280	264.127	268.012	277.003	214.840	175.276	160.661	184.409	166.121	163.000
Gjöld Samtals	579.669	476.562	576.901	526.860	561.023	436.258	387.646	375.927	411.373	382.632	373.000
SÉRTEKJUR											
SSD	50.745	48.003	53.598	45.482	26.972	17.064	20.409	10.346	8.559	7.140	6.000
VOD + OBD	73.540	54.615	79.366	45.832	21.634	30.945	34.348	41.778	33.942	42.330	39.000
JHD	117.661	87.237	138.992	132.114	121.529	99.876	78.260	76.085	112.236	98.418	97.000
Sértekjur samtals	241.946	189.855	271.956	223.428	170.135	147.885	133.017	128.209	154.737	147.888	142.000
MISMUNUR	337.723	286.707	304.945	303.432	390.888	288.373	254.629	247.718	256.636	234.744	231.000