



ORKUSTOFNUN
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

STARFSEMI
JARÐHITAEILDAR ORKUSTOFNUNAR

Guðmundur Pálmason

Erindi flutt á vetrarfundi SÍR og SÍH
15. - 16. nóv. 1984

OS-84082/JHD-35 B

Nóvember 1984

Vetrarfundur SÍR og SÍH, 15.-16. nóv. 1984

Starfsemi Jarðhitadeildar Orkustofnunar.

Guðmundur Pálmason.

Inngangur.

Orkustofnun starfar á grundvelli Orkulaga frá 1967, með minni háttar breytingum, sem síðan hafa verið gerðar. Undanfari Orkustofnunar var Raforkumálaskrifstofan, eða embætti Raforkumálastjóra. Lítil sem engin breyting varð á jarðhitastarfseminni innan stofnunarinnar við setningu Orkulaga 1967, og má rekja starfsemina aftur til árána um og rétt fyrir 1950. Meðal hlutverka Orkustofnunar samkvæmt Orkulögum eru ráðgjöf við stjórnvöld á sviði orkumála, rannsóknir á orkulindum landsins og skilyrðum til nýtingar þeirra, ennfremur þjónusta við orkufyrirtæki og aðra aðila sem að orkumálum vinna, svo að nokkuð sé upp talið. Jarðhitadeildin hefur annast þau af ofangreindum málum innan stofnunarinnar, sem að jarðhitenum snúa.

Til glöggvunar og til að forðast misskilning er rétt að rekja í stuttu máli skipulag jarðhitastarfseminnar innan Orkustofnunar, en það er nokkuð flókið, ef á heildina er litið (Mynd 1). Hin eiginlega Orkustofnun, sem starfar að mestum hluta fyrir fjárveitingar á fjárlögum, skiptist í 4 deildir, stjórnsýsludeild, vatnsorkudeild, jarðhitadeild og orkubúskapardeild. Jarðboranir ríkisins starfa innan Orkustofnunar sem fjárhagslega sjálfstæð eining undir yfirstjórn

orkumálastjóra og óháðar Jarðhitadeild. Innan jarðborana er svo fyrirtækið Gufuborun ríkisins og Reykjavíkurborgar, en þessir aðilar eiga saman jarðborinn Dofra, og yfir honum er sérstök stjórn. Jarðvarma-veitur ríkisins eru fyrirtæki, sem varð til er Orkustofnun var falið af iðnaðarráðherra að sjá um vinnslu og afhendingu gufu til Kísil-iðjunnar hf, samkvæmt lögum um það fyrirtæki frá 1966. Jarðvarma-veiturnar hafa ekki eigið starfslid, en eru reknar af jarðhitadeild sem fjárhagslega aðskilin eining og á ábyrgð iðnaðarráðuneytisins. Laustengdur Orkustofnun er einnig Orkusjóður, sem Orkuráð stýrir, en orkumálastjóri er framkvæmdastjóri sjóðsins. Hér mætti einnig nefna Jarðhitaskólann, sem starfar fyrir fjárveitingu, sem að hluta til er frá íslenska ríkinu gegnum Utanríkisráðuneytið og að hluta til frá Háskóla Sameinuðu Þjóðanna í Tokyo. Jarðhitaskólinn hefur frá upphafi verið rekinn sem sérstök eining innan Jarðhitadeildar.

Verkefni Jarðhitadeildar - yfirlit.

Verkefni Jarðhitadeildar hafa á undanförunum árum mótast nokkuð af þeirri þörf, sem verið hefur fyrir rannsóknir er tengjast orkuvinnslunni. Á því sviði getum við aðeins að hluta til byggt á reynslu annars staðar frá, en verðum í staðinn að byggja á eigin rannsóknum og reynslu. Íslensk jarðhitasvæði hafa reynst mjög breytileg frá einu svæði til annars, að því er tekur til vinnslueiginleika. Þótt rannsóknir tengdar orkuvinnslunni hafi þannig haft vissan forgang til þessa, hefur þó verið unnið að nokkrum verkefnum er snerta nýtingu orkunnar, er hún hefur verið unnin úr jörðu. Þar er þó um að ræða svið er krefst mun breiðari sérþekkingar en fyrir er á deildinni og hafa slík verkefni því oftast verið unnin í samvinnu við aðra aðila.

Verkefnum deildarinnar má skipta í nokkra meginflokka, sem taldir eru upp á 2. mynd. Rannsóknir háhita- og lághitasvæða eru stór hluti af starfsemi deildarinnar. Hér er um að ræða forrannsóknir til undirbúnings borunum, rannsóknir samfara borunum, ásamt mati á orkuvinnslugetu. Slík verkefni eru í mörgum tilvikum unnin fyrir orkufyrirtæki, sveitarfélög eða einstaklinga, og kostuð af þeim, en í öðrum tilvikum kostuð af ríkissjóði. Til glöggvunar á því hvað felst í ofangreindum rannsóknum er á 3. mynd sýnd áfangaskipting og rannsóknabættir í virkjunarundirbúningi á háhitasvæði. Tvennt er einkum ástæða til að benda á

á þessari mynd. Annars vegar hinn langa rannsóknatíma, sem nauðsynlegur er áður en ákvörðun er tekin um virkjun. Hins vegar hve ódýrar hinar tímafreku forathuganir eru miðað við þann kostnað sem felst í orkuvinnslunni, þegar ákvörðun um virkjun hefur verið tekin. Þótt þessi mynd eigi við fyrst og fremst um háhitasvæði, gilda svipuð sjónarmið um rannsóknir og virkjanir á lághitasvæðum líka.

Vinnslutækni jarðvarma er mikilvægur verkefnaflokkur, en undir hann falla m.a. bortækni, tæring og útfellingar af völdum jarðhitavatns, frumathuganir á nýjum nýtingartækifærum, frumathugun á hagkvæmni nýrra hitaveitumöguleika, o.fl.

Verkefni, sem hefur öðlast æ meiri þýðingu með aukinni nýtingu jarðhita hér á landi, er s.k. geymisverkfræði, sem felst í því að kanna hvernig jarðhitakerfi bregðast við vinnslu úr þeim. Slíkar rannsóknir hafa mikla þýðingu fyrir hitaveitur til að þær geti rekið borholur sínar á sem hagkvæmastan hátt og brugðist við í tíma ef um of mikið álag er að ræða. Tengt þessu er reglubundið eftirlit með vatnstöku með mælingum og sýnatöku, en á síðasta hitaveitusambandsþingi skýrði Sverrir Þórhallsson frá verkefni, sem verið er að vinna á vegum Jarðhitadeildar, og felur í sér ráðleggingar við hitaveitur varðandi reglubundið vinnslueftirlit.

Könnun á hugsanlegum orkulindum á hafsbótnei innan íslensks yfirráðasvæðis er langtíma verkefni, sem iðnaðarráðuneytið hefur falið Orkustofnun sérstaklega, og Jarðhitadeild hefur með að gera vegna skyldleika þessarar starfsemi við rannsóknir á jarðhitanum. Ráðgerð er á næsta ári í samvinnu við Norðmenn könnun á olíulíkum á Jan Mayen hryggnum milli Íslands og Jan Mayen.

Orkustofnun hefur frá upphafi 1979 rekið Jarðhitaskólann með sérstökum samningi við Háskóla Sameinuðu Þjóðanna í Tokyo. Hann veitir styrkþegum frá þróunarlöndum þjálfun á ýmsum sviðum jarðhitavinnslu og nýtingar. Starfsemin var í upphafi kostuð að jöfnu af H.S.P. og íslenska ríkinu, en í seinni tíð hefur hlutur ríkisins orðið stærri.

Fjármál

Um 55% af því fé, sem deildin hefur til umráða, er fjárveiting á fjárlögum (4. mynd), sem í ár er rúmlega 30 Mkr. Tæplega 30% af tekjum deildarinnar eru af söluverkum, sem að mestu leyti eru unnin fyrir orkufyrirtæki, aðallega hitaveitur. Hlutdeild slíkra verkefna hefur heldur farið vaxandi á s.l. áratug. Á hverju ári vinnur deildin einnig að sérstökum verkefnum sem fé er veitt til hverju sinni, mismikið eftir árum. Fjármagn til reksturs Jarðhitaskólans kemur að hluta til frá íslenska ríkinu í gegnum Utanríkisráðuneytið, og að hluta til frá H.S.P. í Tokyo.

Skipulag og starfsmannahald

Verkefni Jarðhitadeildar eru flest þess eðlis að þau krefjast náinnar samvinnu sérfræðinga á ýmsum sviðum í verkfræði, jarðfræði, eðlisfræði og efnafræði. Nauðsynlegt er að á þeim sviðum, sem mikilvægust eru, sé til staðar öflug fagleg þekking. Þetta hefur ráðið því, að skipulag Jarðhitadeildar er aðallega byggt á skiptingu í fagdeildir (5. mynd). Þar eiga starfsmennirnir flestir heima skipulagslega séð. Tengdar fagdeildum eru tvær rannsóknastofur, önnur á sviði jarðefnafræði, sem annast greiningar á vatni, gufu, útfellingum o.fl., hin á sviði jarðeðlisfræði og annast hún þróun, smíði og viðhald tækjabúnaðar, sem notaður er í forrannsóknum og borholurannsóknum.

Stærri verkefni eru yfirleitt unnin í hópvinnu og verkefnisstjóri fyrir hverju verki. Um öll meiri háttar söluverkefni eru gerðir samningar við verkkaupa. Rekstrarstjóri gegnir veigamiklu hlutverki við áætlanagerð, samningagerð, samhæfingu, daglegan rekstur og tengsl við stjórnarsýsludeild.

Deildarfundir eru samráðsvettvangur deildarstjóra, rekstrarstjóra og forstjóra. Þar eru rædd sameiginleg mál eins og fjárlagatillögur, verkefnaáætlanir, uppgjör verka, starfsmannahald o.fl. Á yfirstandandi ári var í fyrsta sinn efnt til s.k. skilafundar þar sem gerð var grein fyrir öllum verkefnum deildarinnar á árinu 1983 og kynnt starfsáætlun deildarinnar fyrir 1984.

Hjá Jarðhitadeild starfa nú 56 manns, þar með talið lausráðið fólk. Á 6. mynd er sýnd skiptingin á hinar ýmsu starfsgreinar. Til viðbótar kemur svo sumarvinnufólk, venjulega 20-30 manns, sem ráðið er til mælinga úti við eða aðstoðar inni við yfir sumarmánuðina.

Tengsl út á við

Jarðhitadeild hefur tengsl við mjög marga aðila bæði innan lands og utan, vegna verkefna sinna. Á 7. mynd er reynt að gefa hugmynd um hverjir þessir aðilar eru og hvers eðlis tengslin eru. Í mörgum tilvikum er um að ræða orkufyrirtæki og aðra aðila innanlands vegna ráðgjafar og söluverka. Samvinna er mikil við Jarðboranir ríkisins, og í vaxandi mæli við verkfræðistofur vegna hugsanlegra verkefna erlendis. Þá eru og mikil samskipti við jarðhitastofnanir í ýmsum löndum, ekki síst eftir tilkomu Jarðhitaskólans og þau fjölmörgu tengsl sem skapast hafa með nemendum hans. Samvinna við erlenda háskóla um einstök verkefni er alltaf nokkur. Vegna Jarðhitaskólans er mikil samvinna við Háskóla Íslands og við Háskóla Sameinuðu Þjóðanna í Tokyo. Á sviði hafsbotsrannsóknna er framundan allmikil samvinna við Olíustofnun Noregs um rannsóknir á Jan Mayen hryggnum. Áfram mætti rekja tengsl deildarinnar út á við, en verður ekki gert frekar hér, heldur vísað í 7. mynd.

Verkefni á erlendum vettvangi.

Einn er sá þáttur í starfi Jarðhitadeildar sem rétt er að minnast á, en það er ráðgjöf á erlendum vettvangi. Á undanförunum 20-30 árum hafa sérfræðingar deildarinnar starfað um lengri eða skemmri tíma við jarðhitaverkefni í alls 24 löndum (8. mynd). Deildin hefur þó sjaldnast verið beinn aðili að slíkum verkefnum, heldur hafa starfsmenn verið í leyfi frá störfum á meðan. Mikil eftirspurn hefur verið eftir sérfræðingum til slíkra verkefna en verkefni hér innanlands einnig verið meiri en hægt var að anna. Með meiri sveigjanleika í starfsmannahaldi en tíðkast hefur undanfarið er hugsanleg nokkur breyting hér á, og í samráði við Iðnaðarráðuneytið hóf Jarðhitadeild snemma á árinu 1984 samvinnu við verkfræðistofur um að leita eftir verkefnum erlendis. Þessi viðleitni hefur þegar borið þann árangur, að samið hefur verið um verkefni í Grikklandi, og fleiri slík verkefni eru á umræðustigi.

Jarðhitaskólinn

Eins og fyrr var greint frá hefur Jarðhitaskólinn verið rekinn af Jarðhitadeild frá upphafi 1979 og þjálfað til þessa 36 styrkþega. Á 9. mynd er sýnt frá hvaða löndum styrkþegarnir hafa komið og hversu margir. Auk þeirra sem taldir eru, hafa komið allmargir til styttri dvalar og þá kostaðir af öðrum aðilum. Þar er um að ræða fólk bæði frá þróunarlöndum og frá V.-Evrópu. Styrkþegarnir hafa margir hverjir orðið leiðandi menn í jarðhitaverkefnum í sínu heimalandi að lokinni dvöl sinni hér, og haldið tengslum sínum við Jarðhitaskólann.

Samskipti Jarðhitadeildar og hitaveitna

Jarðhitadeild hefur á undanförunum árum átt samskipti við flestar hitaveitur landsins og unnið fyrir þær að verkefnum, sem flest tengjast orkuöfluninni og rekstri jarðhitasvæða þeirra. Er þar bæði um að ræða ráðgjöf og rannsóknþjónustu aðallega vegna borana. Ég ætla ekki að ræða hér í einstökum atriðum verkefni fyrir ákveðnar hitaveitur, en hef hins vegar tekið saman yfirlit (10. mynd) yfir hvers eðlis þessi verkefni eru. Ef til vill má líta á þann lista sem upptalningu á þeirri þjónustu, sem Jarðhitadeild getur boðið upp á eins og er innan þess ramma, sem starfsmannahald deildarinnar leyfir.

Í grófum dráttum má flokka verkefnin í frumathuganir á nýtingartækifærum og öflun jarðhita til þeirra, yfirborðsrannsóknir til undirbúnings borunar, ráðgjöf við borun, þjónustuverkefni við borun, vinnslueftirlit að því er tekur til reksturs jarðhitasvæðis, og að lokum úttekt á stöðu vatnsöflunar hjá starfandi hitaveitum og tillögu-gerð um aðgerðir til aukningar, ef hennar er þörf. Sundurliðun á þessum verkefnaflokkum er sýnd á 10. mynd. Það fer að sjálfsögðu mjög eftir aðstæðum hverju sinni hversu mikil þörf er t.d. á ýmsum þeim tegundum rannsóknþjónustu, sem talin er upp á 10. mynd. Þarfir vegna borana á háhitasvæðum eru að hluta til aðrar og meiri en þarfir vegna borana á lághitasvæðum. Þegar farið er að kanna nýtt vinnslusvæði er þörf á ýmis konar gagnasöfnun og úrvinnslu mun meiri en þegar svæðið er orðið samilega vel þekkt. Þannig mætti

lengi telja. Líta má á upptalninguna á 10. mynd sem e.k. minnisblað, sem gagnlegt getur verið að hafa við hendina, þegar hitaveitustjórnendur eru að gera upp við sig hvaða rannsókn og vinnslueftirlits er þörf í rekstri viðkomandi jarðhitasvæða.

Ég ætla að sýna hér til fróðleiks tvö dæmi úr starfsemi Jarðhita-deildar, sem snerta vinnslueftirlit hjá hitaveitum. Annað varðar tilraunir með niðurdælingu og að rekja samgang milli borhola, hitt efnafræðilegt eftirlit með því vatni, sem unnið er. Jarðhitadeild hefur undanfarið gert tilraunir með að blanda mismunandi efnum í vatn til að rekja rennsli milli borhola. Þessar tilraunir hafa verið gerðar í Svartsengi og við Urriðavatn. Þrenns konar efni hefur verið notað, kalíumjoðið (KI), og litarefnin rhódamín og fluoresceín. Þessi efni eru misauðveld í greiningu og þola misvel háan hita. Kalíumjoðið þolir best hita en greining á því er dýr og tiltölulega tímafrek. Hin efnin þola ekki eins vel hita en mælingar aftur á móti einfaldar og fljótlegar. Á 11.-13. mynd eru sýnd línurit yfir styrk þessara efna í mælingaborholum eftir að efnið hefur verið sett í aðra borholu, eða við Urriðavatn í stöðuvatnið sjálft. Öll þessi efni eru tiltölulega meinlaus, ef þau eru notuð í litlu magni. Greinilegt er að KI gefur bestu svörunina, þótt hin efnin geti hentað við vissar aðstæður. Búast má við að könnun á rennsli með svipuðum aðferðum geti verið áhugaverð hjá ýmsum hitaveitum, m.a. til að kanna rennsli milli borhola, eða innrennsli af kaldara vatni í borholur, sem veldur kælingu á heita vatninu.

Myndir 14-16 sýna dæmi um efnafræðilegar breytingar, sem verða á vatni úr borholum með tíma og rekja má til þrýstingsbreytinga á hinum ýmsu æðum í berginu, sem vatnið fæst úr. Dæmin eru frá Hitaveitu Suðureyrar, Hitaveitu Selfoss og Hitaveitu Seltjarnarness. Í öllum tilvikum virðist vera um að ræða óæskilegt innrennsli í holur, annaðhvort með aukinni seltu án breytinga á hita, eða af kaldara vatni sem minnkar seltu en kælir vatnið jafnframt, eins og á Selfossi og í Hrísey. Leita þarf leiða í tilvikum sem þessum til að loka óæskilegum vatnsæðum og auka vinnslu úr þeim, sem bestar reynast. Blöndun úr vatnsæðum með mismunandi eiginleikum kemur oft fyrr fram í efnasamsetningu á vatninu en t.d. í hitabreytingum, og því er reglubundið eftirlit með efnainnihaldi hagkvæm og einföld aðferð til að fylgjast

með breytingum, sem kunna að verða á innrennsli í holur, og jafnframt á gæðum vatnsins.

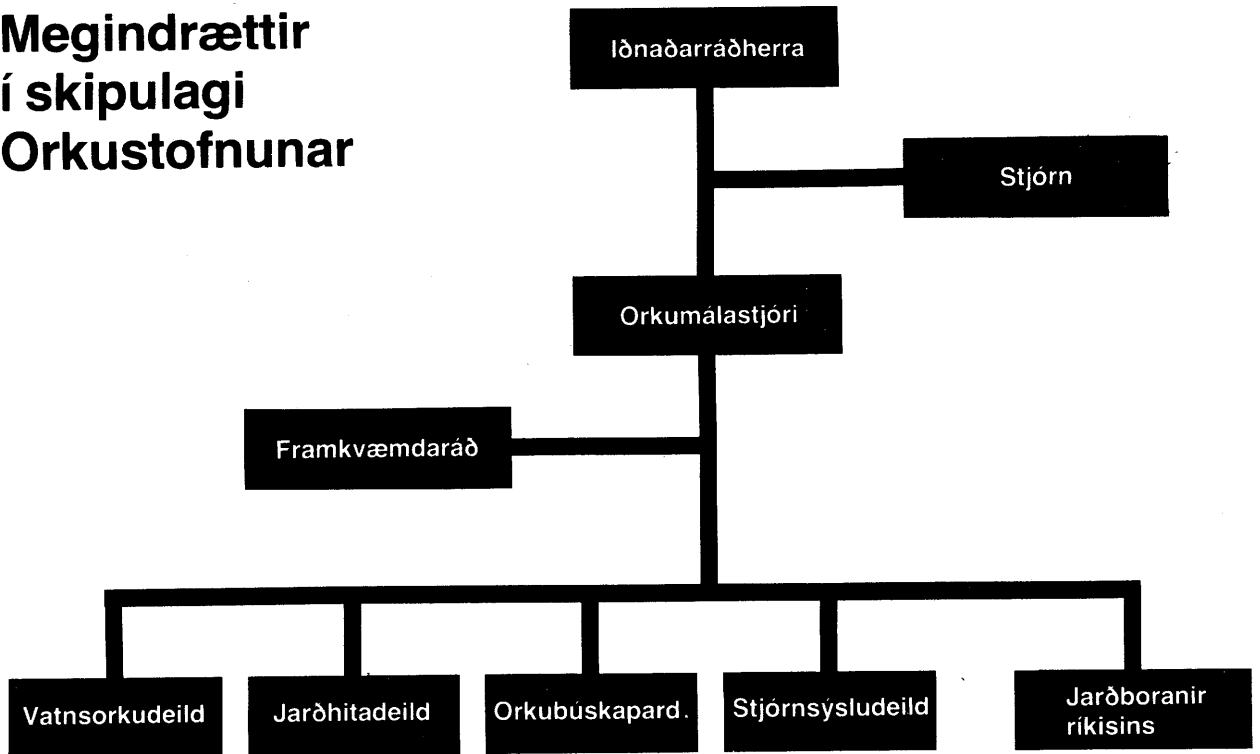
Í þessu sambandi væri kannske ástæða til að minnst á notkun gagna, sem Jarðhitadeild aflar í verkefnum fyrir hitaveitur. Slík gögn eru að sjálfsögðu eign viðkomandi hitaveitu, en Jarðhitadeild hefur jafnan lagt á það áherslu, að slík gögn þyrftu að vera sem mest öllum opin í rannsóknaskyni og til birtingar í vísindaritun, og hefur verið góður skilningur á þessu hjá hitaveitum. Deildinni er einnig vel ljóst, að stundum getur verið ástæða til tímabundinnar leyndar í meðhöndlun slíkra gagna. Ég hygg, að varðandi þetta efni hafi yfirleitt tekist góð samvinna milli deildarinnar og hinna ýmsu hitaveitna, sem hafa átt hlut að máli.

Ég vil í lokin víkja aðeins að tveimur atriðum sem ég hef minnst á áður, Jarðhitaskólanum og útflutningi á jarðhitabekkingu. Þeirri hugmynd hefur verið varpað fram að e.t.v. gæti Jarðhitaskólinn tekið að sér þjálfun á vissum sviðum jarðhitamála, sem hitaveitur hefðu áhuga á. Í því sambandi má nefna að inngangsfyrirlestrar Jarðhitaskólans á hverju vori eru opnir mönnum frá orkufyrirtækjum og hafa sum þeirra nýtt sér það. Hugsanlegt er einnig að koma á, t.d. í tengslum við SÍH, sérstökum námskeiðum á sviðum, sem þýðingu hafa fyrir hitaveitur landsins, t.d. varðandi vinnslueftirlit. Hugmyndir frá hitaveitumönnum varðandi þetta efni væru vel þegnar.

Varðandi útflutning á jarðhitabekkingu, þá hafa verkfræðistofur fyrst og fremst verið virkar í leit að verkefnum á erlendum vettvangi. Orkustofnun hefur sem slík allt fram á þetta ár ekki leitast eftir slíkum verkefnum, enda ekki hennar hlutverk og nóg verið að starfa innanlands. Ljóst er hins vegar, að þarna geta verið mörg fleiri tækifæri til útflutnings en nýtt hafa verið. Orkustofnun hefur með fulltingi Iðnaðarráðuneytisins hafið þátttöku í slíkri verkefnaleit með verkfræðistofum. Í sumum löndum, t.d. Kína, eru framundan miklar framkvæmdir á hitaveitusviðinu, og þar sem þetta er sérsvið Íslendinga ef svo mætti að orði komast ættu möguleikar að vera góðir á þátttöku í slíkum verkefnum. Á þessu sviði gætu hitaveitur landsins haft hlutverki að gegna, og þyrfti að athuga á hvern hátt slíkt gæti orðið. Ef um verulegan útflutning á að verða að ræða á íslenskri jarðhitabekkingu, þarf að koma á skipulagi sem tryggir að hæfustu starfskraftar, sem völ er á á hverjum tíma, fáist til slíkra verkefna.

Ég hef hér stiklað á stóru í starfsemi Jarðhitadeildar með sérstaklega í huga samskipti hennar við hitaveitur landsins. Það er lítill vafi á því, að þótt jarðhitavæðing húshitunar í landinu sé langt komin, eru mikil verkefni framundan í nýtingu jarðhita. Fjölgun landsmanna svarar til þess að bæta þurfi við 3-4000 manna byggð með hitaveitu á hverju ári. Auk þess eru önnur tækifæri, eins og t.d. hinn mikli áhugi á fiskeldi með jarðhita bendir til. Þar geta hitaveitur margar hverjar haft mikilvægu hlutverki að gegna. Öflug rannsóknastarfsemi þarf að vera fyrir hendi í landinu á þessu sviði til að tryggja eins og hægt er að tæknilega og fjárhagslega verði vel að málum staðið. Hér verðum við að treysta á eigin kunnáttu og getu.

Megindrættir í skipulagi Orkustofnunar



HELSTU VERKEFNAFLOKKAR JARÐHITAEILDAR

Þróun og viðhald faglegrar þekkingar

Rannsóknir háhitasvæða (háhitaáætlun)

- **Kostað af ríkissjóði**
- **Kostað af orkufyrirtækjum (hitaveitur, Rarik, o. fl.)**

Rannsóknir lághitasvæða

- **Svæðisbundnar (landshlutar)**
- **Staðbundnar (hitaveitur, sveitarfélög, einstaklingar)**

Vinnslutækni jarðvarma

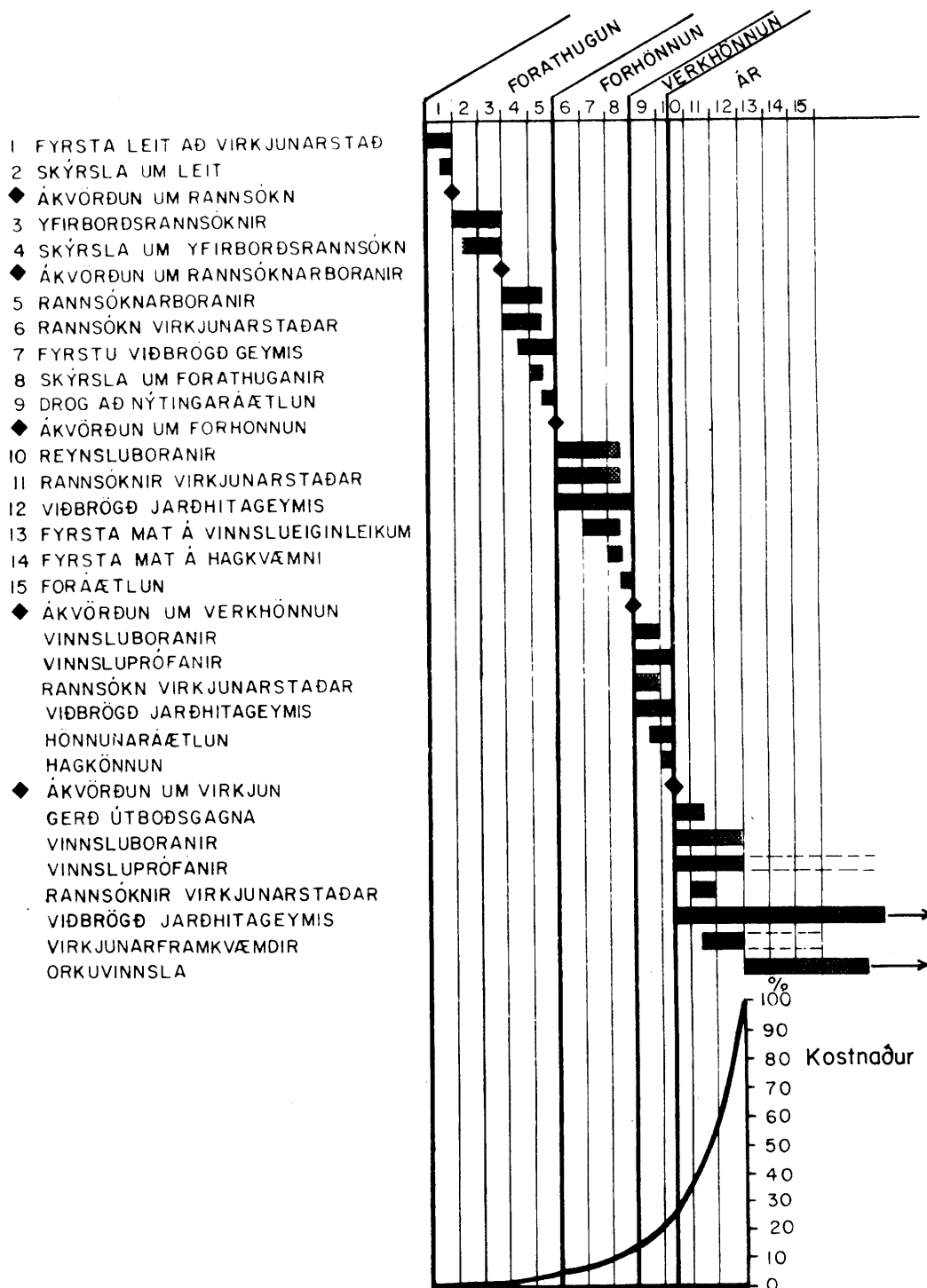
- **Bortækni**
- **Tæring og skeljun**
- **Nýtingarferlar**
- **Hagkvæmniathuganir**

Viðbrögð jarðhitasvæða við nýtingu (geymisverkfræði)

Orkulindir á hafsbotni

Jarðhitaskóli H.S.Þ.

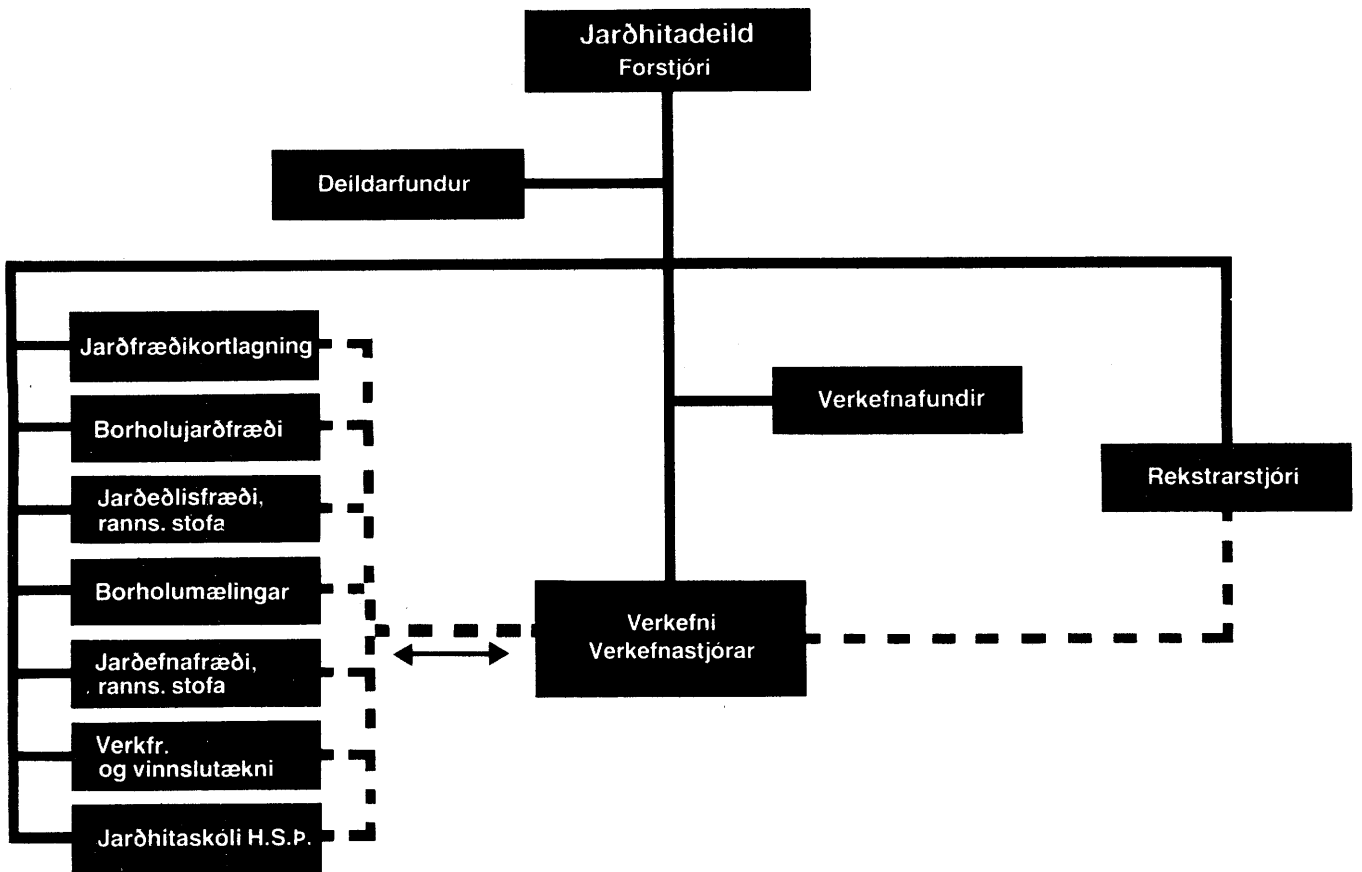
ÁÆTLUN UM RANNSÓKNIR HÁHITASVÆÐA



TEKJUR JARÐHITAEILDAR (MKR)

	1983	1984
Fjárveiting	30,5	30,3
Framlög til sérstakra verkefna .	5,1	1,4
Jarðhitaskóli H.S.Þ.	4,5	5,7
Verksala	<u>16,2</u>	<u>15,2</u>
Samtals	56,3	52,6

MYND 5



Starfsmannahald JHD

Stjórnun JHD	4
Deildarstjórar	7
Verkfræðingar	6
Jarðfræðingar	10
Eðlisfræðingar	10
Efnafræðingar	3
Stærðfræðingar	2
Tæknifræðingar	2
Ritarar	3
Aðstoðarfólk	9
	<hr/>
	Alls 56

+ Sumarvinnufólk ($\approx 20-30$)

RÁÐGJAFARSTÖRF Í JARÐHITAMÁLUM ERLENDIS, UNNIN AF STARFSMÖNNUM JARÐHITAEILDAR

**Burundi
Cap Verde
Costa Rica
Djibouti
El Salvador
Ethiopia
Filippseyjar
Frakkland
Guatemala
Honduras
Indonesia
Kenya**

**Kína
Mali
Mexíkó
Nicaragua
Norður-Kórea
Panama
Taiwan
Tanzania
Tyrkland
U.S.A.
V-Indíur
Zambia**

**STYRKÞEGAR
JARÐHITASKÓLA H.S.P. 1979—1984**

Land	Fjöldi
Filippseyjar	11
Kína	9
Ethiopía	4
Kenya	3
Indónesía	2
Mexíkó	1
El Salvador	1
Honduras	1
Nicaragua	1
Costa Rica	1
Burundi	1
Thailand	1

Alls 36

RÁÐGJÖF OG ÞJÓNUSTUVERK JHD VARÐANDI VATNSÖFLUN FYRIR HITAVEITUR. SUNDURLIÐUN.

1) FRUMATHUGANIR Á ÖFLUN JARÐHITA TIL NÝRRA NÝTINGARTÆKIFÆRA.

2) FRUMATHUGANIR Á HAGKVÆMNI NÝTINGARKOSTA.

3) YFIRBORÐSRANNSÓKNIR TIL UNDIRBÚNINGIS BORUNAR.

- Jarðfræðileg bygging (sprungur, gangar o.þ.h.)
- Efnainnihald vatns og gufu; spá um hita og nýtingarhæfni, greining í vatnskerfi
- Viðnámsmælingar; stærð jarðhitakerfis, vatnsrásir
- Segulmælingar; kortlagning vatnsleiðara
- Hitamælingar í jarðvegi og grunnnum holum; leit að vatnsæðum
- Þyngdarmælingar

4) RÁÐGJÖF VIÐ BORUN

- Staðsetning
- Hönnun borholu, dýpt, fóðrun, val á bortæki, skáborun
- Kostnaðaráætlun um borun
- Ákvarðanir vegna hruns, festu o.þ.h.

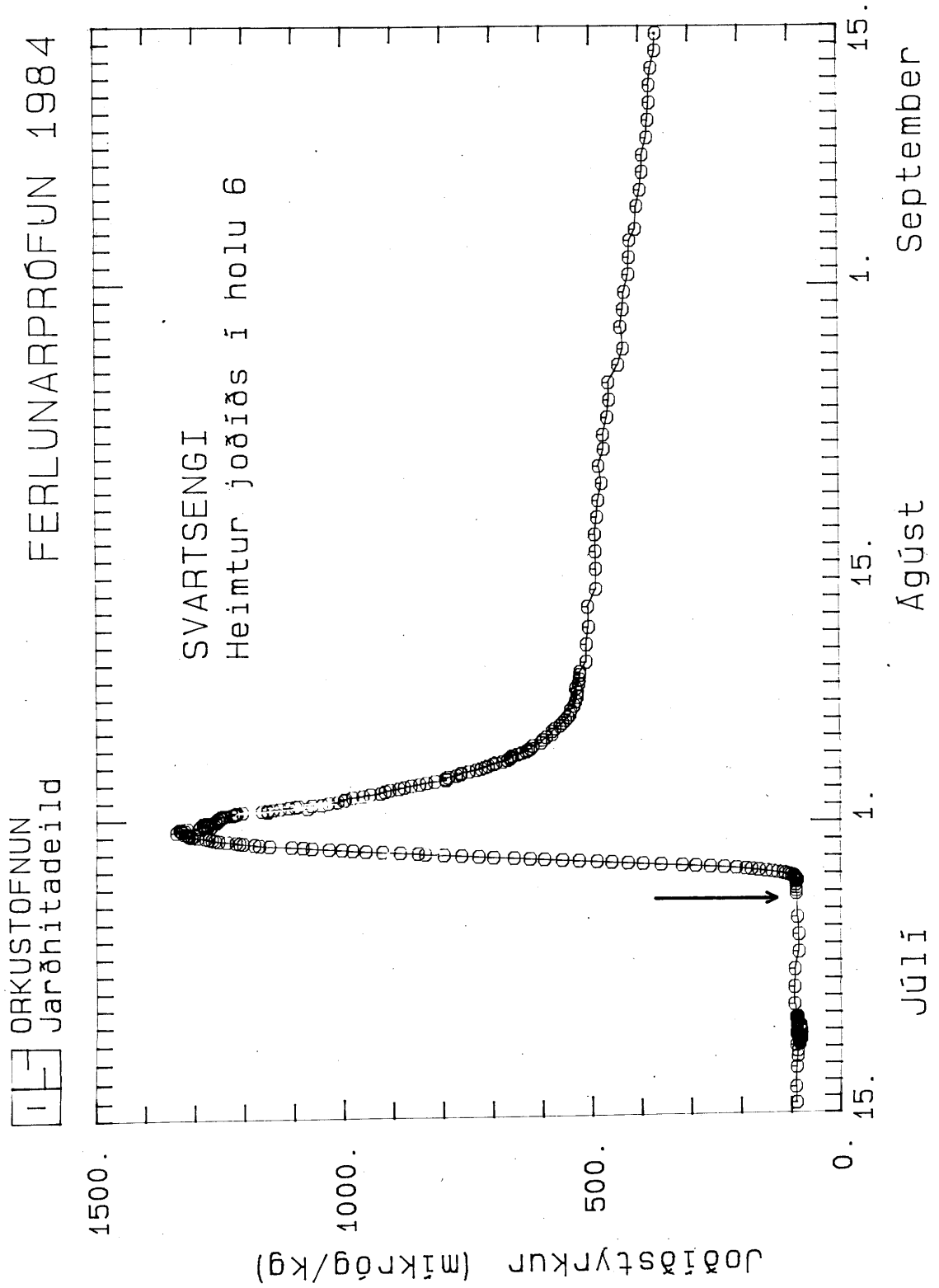
5) ÞJÓNUSTA VIÐ BORUN

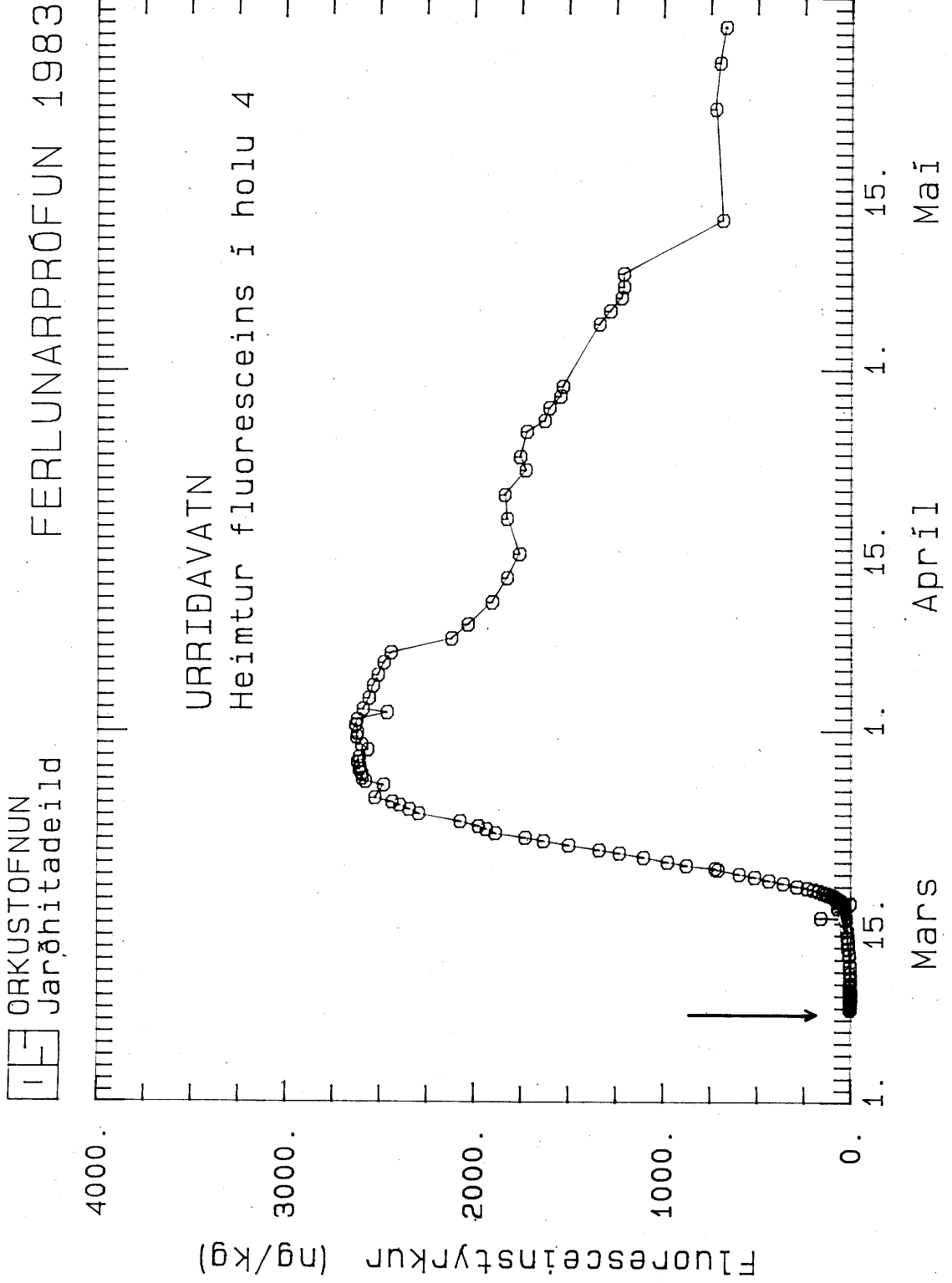
- Gerð jarðlagsniðs, ummyndun bergs af jarðhita
- Hitamælingar
- Víddarmælingar; skápar, botnfall
- Mælingar á steypugæðum bak við fóðurrör
- Götun fóðurröra vegna steypingar
- Jarðlagamælingar; viðnám, poruhluti, eðlisþyngd, gammageislun
- Mæling á stefnu og halla holu
- Kortlagning vatnsæða; millirennslu
- Þrýstimælingar
- Ádæling; mat á vatnsleiðni
- Þrýstiprófanir og þökkun
- Mat á afköstum borholu
- Sérstök bortækniatriði; sogborun, borun með þyngdarefni

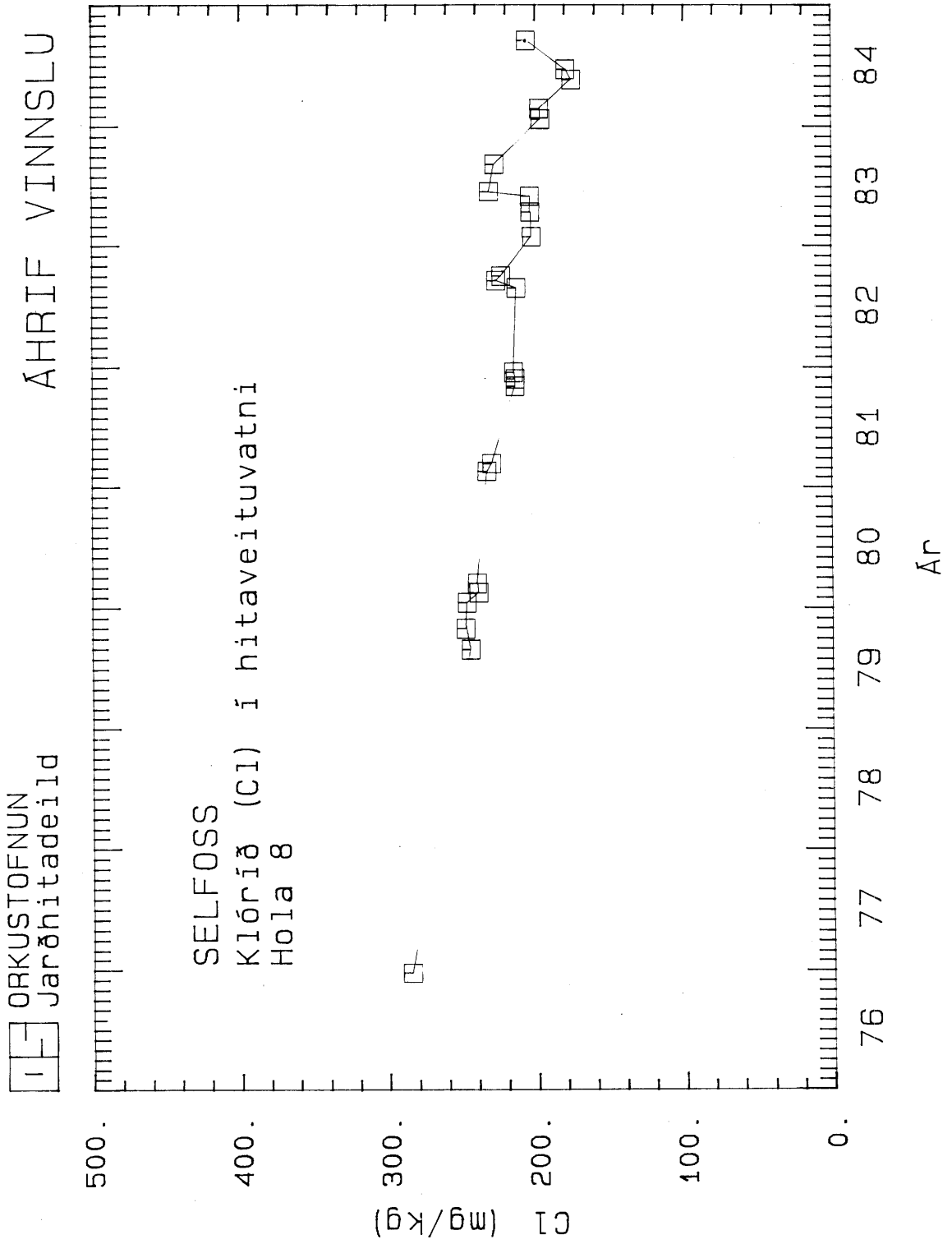
6) VINNSLUEFTIRLIT (geymisverkfræði, vinnslutækni)

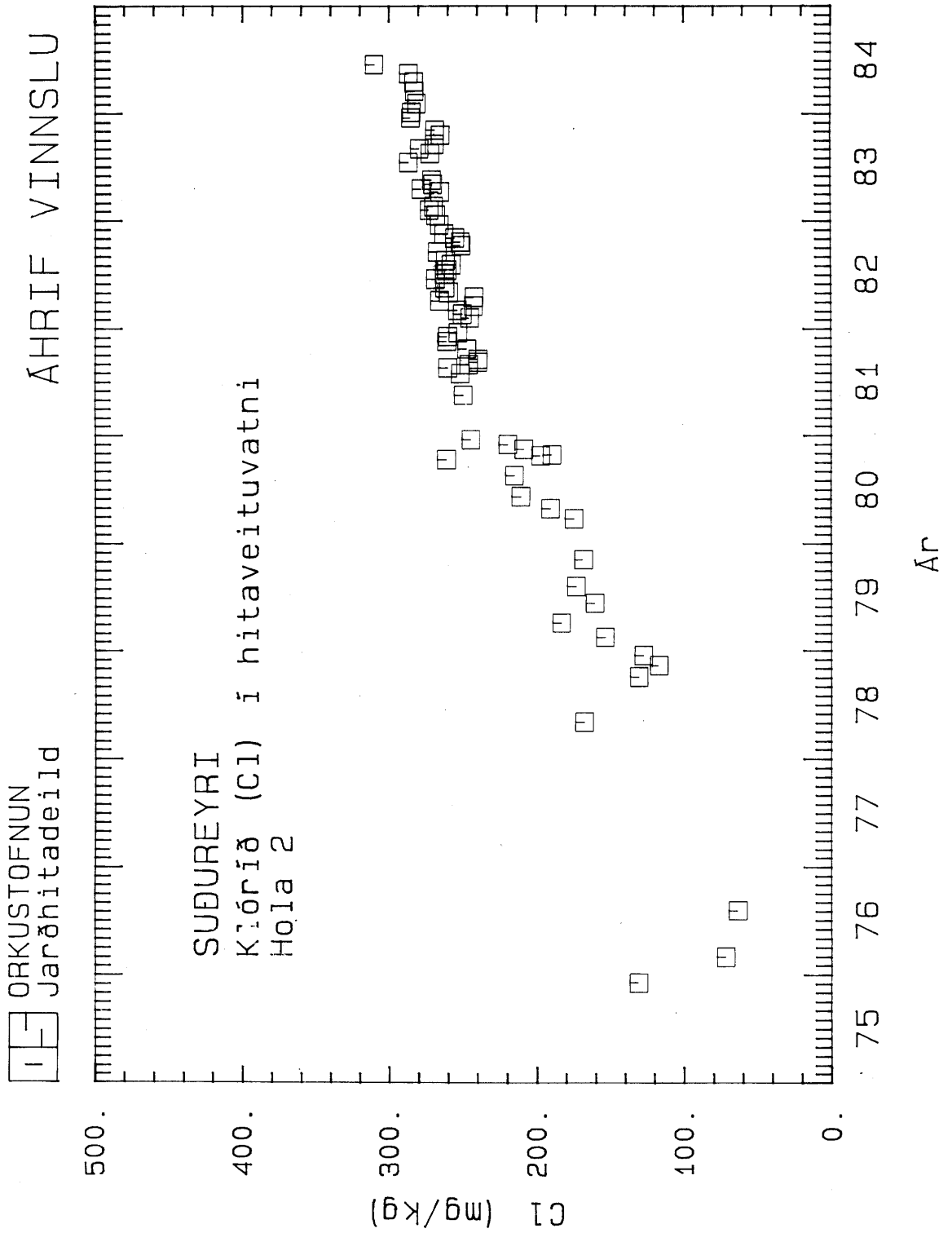
- Aðstoð vegna gagnasöfnunar (rennslu, hiti, þrýstingur o.fl.)
- Úrvinnsla
- Líkan af jarðhitakerfi
- Spá um langtíma vinnslugetu
- Ráðgjöf varðandi vinnsluaukningu; niðurdæling, tengsl milli borhola
- Eftirlit með efnainnihaldi; túlkun breytinga
- Tæring, útfellingar í holum og dælum; aðgerðir til úrbóta

7) ÚTTEKT Á STÖÐU VATNSÖFLUNAR; RÁÐGJÖF UM RANNSÓKNIR, FREKARI BORANIR OG VINNSLUTÆKNI.



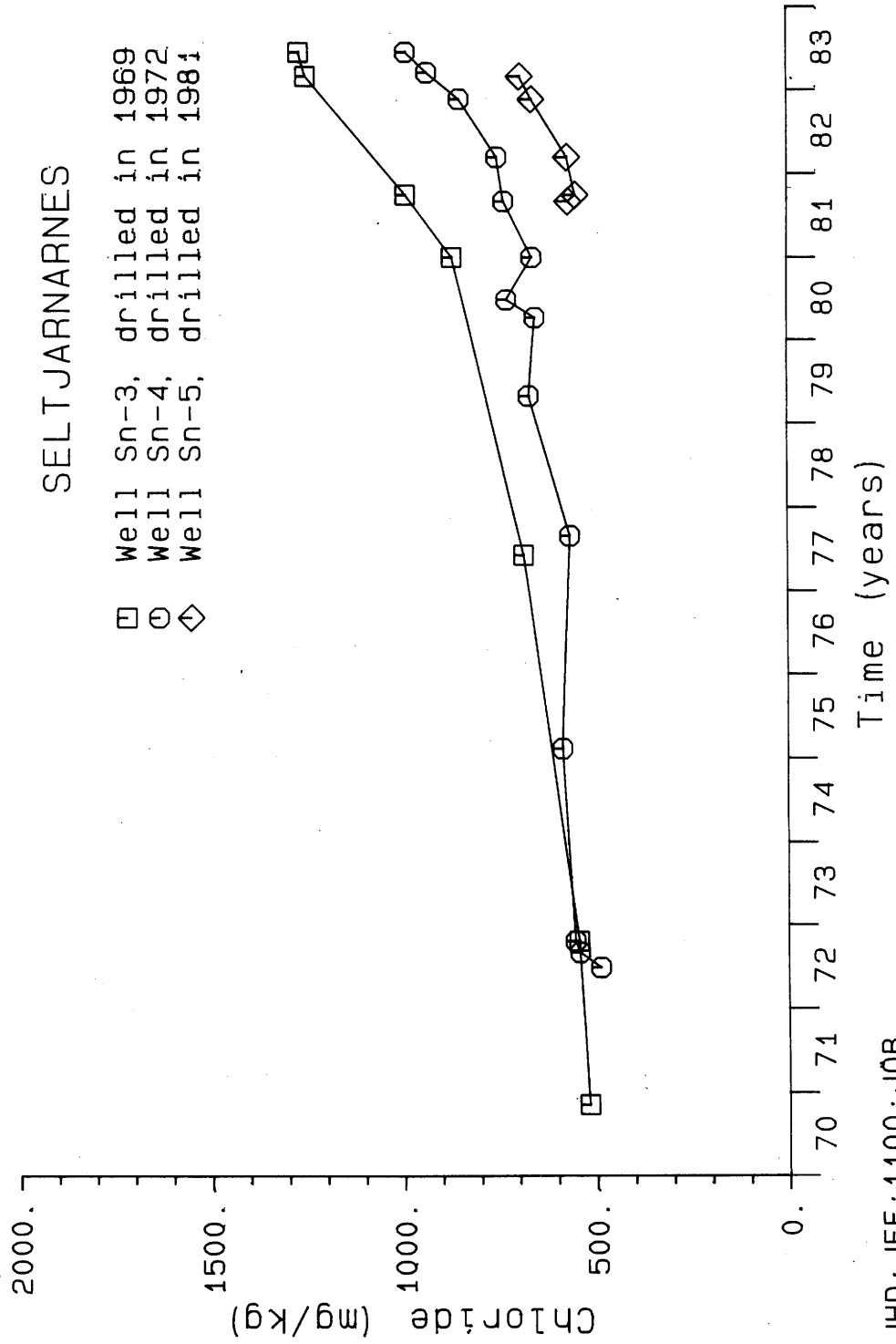






SELTJARNARNES

- Well Sn-3, drilled in 1969
- Well Sn-4, drilled in 1972
- ◇ Well Sn-5, drilled in 1981



□ JHD · JEF · 1100 · J0B
83.11.1573 T