



ORKUSTOFNUN

Efling forðafraeði á JHD

**Valgarður Stefánsson, Benedikt Steingrímsson,
Grímur Björnsson, Guðlaugur Hermannsson,
Guðni Axelsson, Helga Tulinius,
Hilmar Sigvaldason, Jósef Hólmjárn,
Ómar Sigurðsson**

**Greinargerð VS-BS-GrB-GuH-GAx-HTul-HS-JH-ÓS-
90-01**

EFLING FORÐAFRÆÐI Á JHD

Stefnugreining og stefnumörkun

Það hefur verið opinber stefna Orkustofnunar um nokkurra ára skeið að efla starfsemi forðafræði á jarðhitadeild. Vissar aðgerðir hafa verið gerðar í þessa veru á síðastliðnum árum, en þar sem þetta tímabil hefur líka verið tímabil almenns samdráttar á stofnuninni, þá hefur árangurinn af þessum eflingaráformum eflaust verið minni en hann hefði getað orðið við aðrar aðstæður í rekstri stofnunarinnar. Þessi greinargerð er gerð af starfsmönnum Forðafræðisviðs til þess að skilgreina þau atriði sem taka þarf tillit til í framtíðinni til þess að efling forðafræði á JHD miði fljótar áleiðis en reyndin hefur verið fram til þessa.

A. ALMENN SJÓNARMÍÐ

Til þess að starfsemi forðafræði eflist, þarf að stýra henni þannig að starfsmenn FFR geti, jafnframt því að leysa vandamál líðandi stundar, unnið að fræðilegum lausnum á fræðilegum og raunverulegum vandamálum tengdum rekstri jarðhitakerfa. Þetta þýðir í reynd að það verður að velja mjóa leið þar sem vægi á milli svokallaðra söluverka og ríkisverka er haldið innan einhverra vissra marka til þess að raunveruleg efling eigi sér stað. Hvernig finna á þessa góðu leið sem talin er að muni "besta" árangurinn er kannski ekki vitað, en það gefur auga leið að ef starfsemin sinnir svo til eingöngu söluverkum og öðrum forgangsverkum, eins og kennslu við JHS, þá eflist starfsemin mjög hægt. Öll vinnan fer þá í það að leysa vandamál líðandi stundar og líftill tími verður til þess að huga að nýjum leiðum. Á sama hátt er það ekki vænlegt að stýra starfseminni inn á hrein fræðileg ríkisverkefni, því þá má búast við að starfsemin einangrist frá raunveruleikanum. Hér er í raun verið að halda því fram að besta ráðið til þess að skilgreina þau verkefni, sem þurfa á fræðilegri lausn að halda, séu þau raunverulegu vandamál sem upp koma í rekstri jarðhitakerfa.

Staða FFR á árinu 1990 er sú að verkefnaáætlun gerir ráð fyrir mjög miklu vinnuframlagi í forgangsverk, eins og söluverk og kennslu við jarðhitaskólann. Þar sem mannaflinn er takmarkaður á FFR verður einfaldlega ekki tími til að hugsa um fræðilega þáttinn. Eitt sjónarhorn á þessa stöðu er að segja að þeim tekjum sem FFR aflar í kassa JHD sé varið í þróunarverkefni á öðrum sviðum heldur en í forðafræði. Þessi "öfugmæli" eru auðvitað ekki fyllilega rétt lýsing á raunveruleikanum, en það sannleikskorn sem felst í svona fullyrðingu sýnir að það er auðvelt að fá skrítnar niðurstöður, ef ekki er gætt fyllstu aðgátar í gerð verkefnaáætlunar.

Nú er það svo að það hafa kannski ekki verið skilgreind svo mörg áhugaverð ríkisverk á sviði forðafræði á síðastliðnum árum, og liggur eflaust beinast við að kenna FFR um það. Málið er þó flóknara en svo að hægt sé að nota bara eina ástæðu sem skýringu. Það er eftirtektarvert að það hafa verið sett upp verk í nafni forðafræði á JHD án beinnar þáttöku starfsmanna á FFR, og jafnvel á skjön við skoðanir FFR hvernig ætti að standa að þessum verkum. Þessi staða mála er ekki vænleg til að efla forðafræði á JHD. Ef val á þróunarverkum, sem tengjast forðafræði er ekki gert í fullri samvinnu og þáttöku FFR, hlýtur sú spurning að vakna, hvort smíðir verkefnaáætlunar treysti FFR ekki til þess að sinna verkefnum á sviði forðafræði, eða hvort það séu einhverjar aðrar ástæður fyrir svona fyrirkomulagi. Ef skýringin á þessu er sú að starfsmenn FFR séu önnur kafnir við söluverk, en að það

séu margir aðrir starfsmenn á JHD sem hafa hæfileika til þess að sinna þróunarverkefnum sem tengjast forðafraði, þá virðist það vera betri lausn að flytja einfaldlega þessa starfsmenn á FFR, og leyfa FFR að vera þáttakenda í þróunarverkefnum sem tengjast forðafraði. Ef sú skoðun fær hljómgrunn að forðafraði sé allra gagn og að það sé nóg að kenna eða tengja verkefni við forðafraði til þess að það verði forgangsverkefni á JHD, er hætta á að efling forðafraði fari forgörðum og að það skapist mjög mikil innri óánægja innan JHD um hlutverk mismunandi fagsviða í framkvæmd þeirra verkefna sem JHD vinnur að.

Um langt árabil hefur starfsemi borholumælinga (nú forðafraði) skilað meiri söluhagnaði en aðrar deildir (eða svið) jarðhitadeildar. Þetta er kannski ein af þeim ástæðum sem orðið hafa til þess að Orkustofnun hefur tekið upp þá opinberu stefnu, að starfsemi forðafraði beri að efla. Þó það sé svo að starfsemi FFR skili hlutfallslega meiri söluhagnaði en önnur svið á JHD, þá þarf hér að spyrna við fæti. Í verkefnaáætlun verður að gera ráð fyrir að minnsta kosti jöfnu hlutfalli milli söluverka og þróunarverkefna. Þriðji þáttur starfseminnar er rekstur (allt sem færast á verknr. 3xxxxx). Þó svo að JHD stefni markvisst að því að minnka reksturskostnað deildarinnar, þá er það ekki góð langtíma stefna fyrir FFR, og það virðist jafn vel vera svo að menn hafi þrengt of mikið að þessum þætti á FFR á síðustu árum. Stór hluti sölutekna FFR er tækjaleiga, og forsenda þess að hægt sé að selja borholumælingar á sómasamlegan hátt er að viðhald og endurnýjun tækja sé í lagi. Sem fyrstu nálgun sýnist okkur að það ætti að vera jafnt vægi á milli þessarra þriggja þátta í starfsemi FFR, þ.e.

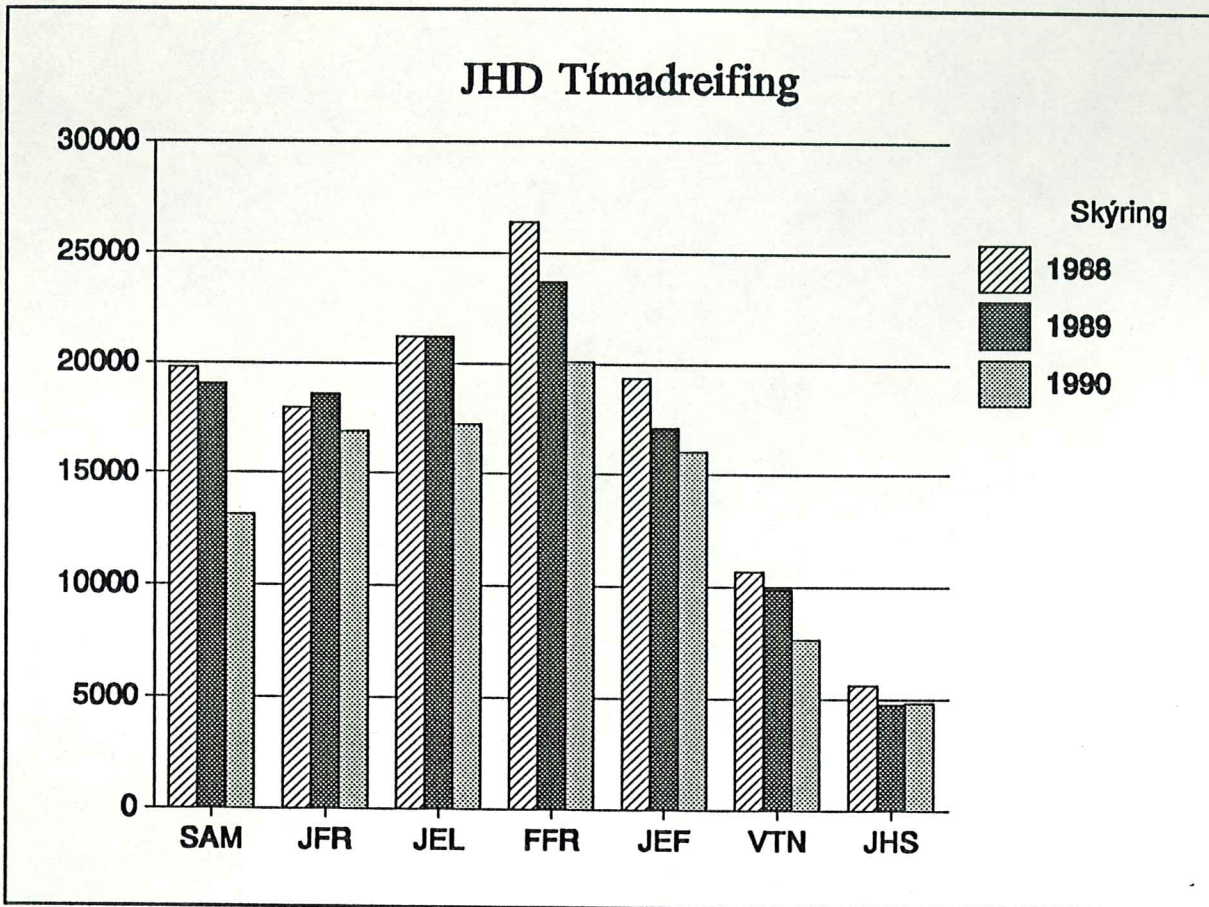
rekstur (verknr.350xxx)	1/3
rfskisverk (verknr. 5xxxxx) önnur en JHS	1/3
söluverk (verknr.6xxxxx) og vinna við JHS	1/3.

Í stórum dráttum er hér sett jafnaðarmerki á milli þróunarverkefna og rfskisverka. Þetta þarf ekki endilega að vera alltaf rétt, en munurinn ætti að vera tiltölulega lítil, ef JHS er flokkaður á sama hátt og söluverk.

B. YTRI AÐSTÆÐUR

Til þess að starfsemi aukist og dafni þurfa að vera fyrir hendi vissar ytri og innri aðstæður, sem verka hvetjandi til eflingar. Innri aðstæður geta til dæmis verið áhugi og manndómur starfsmanna á FFR. Ytri aðstæður eru t.d. sá mannafla og rekstrarkostnaður, sem er fyrir hendi til starfseminnar. Hér ætti líka að nefna huglægt umhverfi starfseminnar, þ.e. hvernig aðrir starfsmenn en þeir sem eru á FFR líta á þetta brambolt. Ef efling forðafraði er gerð á einn eða annan hátt í óþökk annarra starfsmanna á JHD eða OS, má búast við að eflingarstarfsemin sækist mun verr en ella, og gæti jafn vel mistekist í slæmu andrúmslofti. Þetta er nefnt hér vegna þess að mannafla og rekstrarfjármagn JHD er takmarkað, og ef menn ætla í reynd að efla starfsemi forðafraði á JHD lítur út fyrir að það verði að eiga sér stað á kostnað einherrar annarrar starfsemi. Í þannig stöðu getur það hæglega átt sér stað að þeir sem telja sig verða fyrir barðinu á svona eflingar og útpenslustarfsemi rækti með sér agg í garð þeirrar starfsemi sem breytingunni veldur. Hvernig tekið er á svona máli er hluti af "stíl" og venjum á JHD og OS. Við teljum að það sé vænlegra að gera svona breytingu með opinni umræðu, frekar en að það komi orðsending frá stjórnendum stofnunarinnar um það að nú skuli efla forðafraði. Ef við getum ekki varið það í almennri umræðu að forðafraði eigi að eflast - þá er það trúlega ekki þess virði að reyna þessa breytingu.

Ef lítið er á mannafla FFR síðustu árin, þá kemur í ljós að starfsmönnum hefur fækkað á síðustu þrem árum (mynd 1). Hins vegar hefur starfsmönnum líka fækkað á öðrum sviðum, þannig að hlutfall starfsmanna á FFR miðað við heildarstarfsmannafjölda á JHD hefur haldist mjög svipað. Þetta kemur

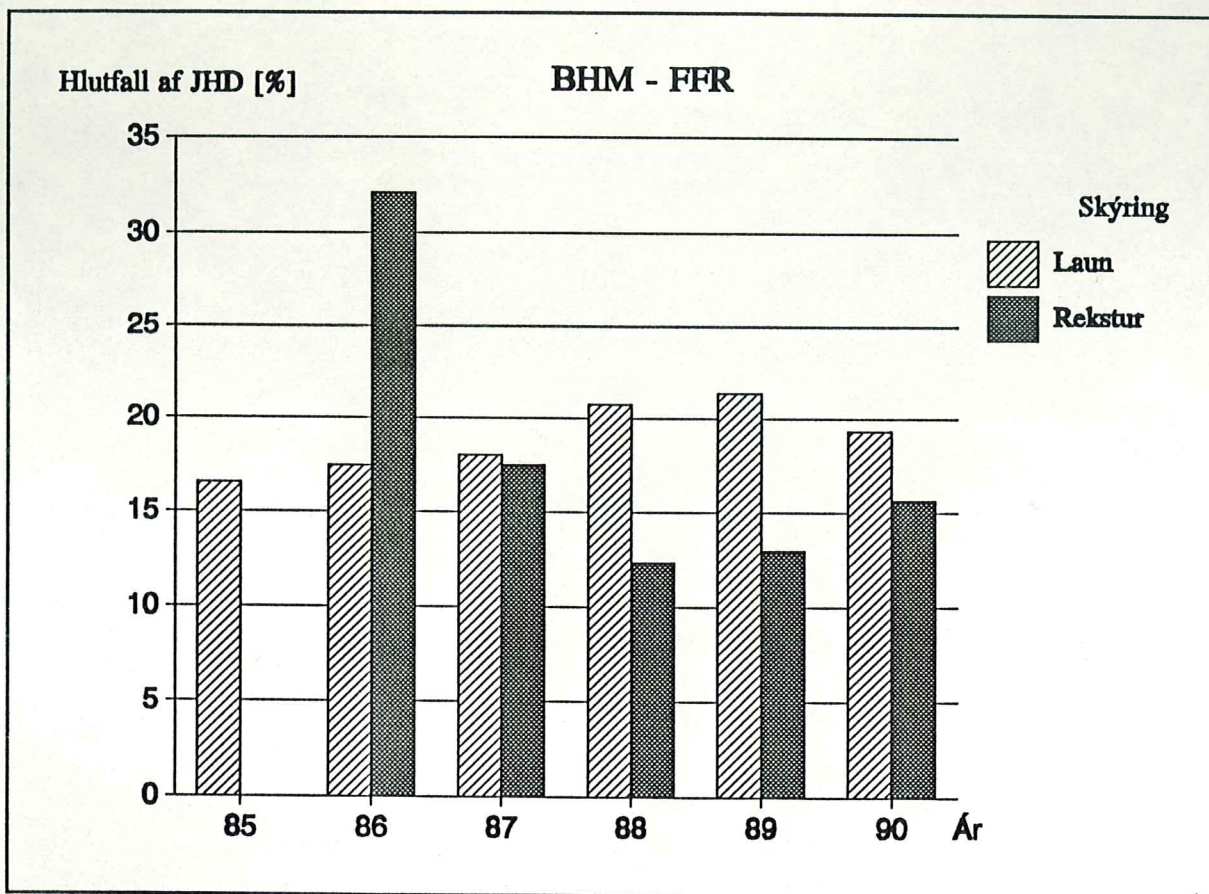


Mynd 1

Íska vel fram á mynd 2. sem sýnir launakostnað á FFR (eða BHM) sem hlutfall af heildarlaunakostnaði JHD á tímabilinu 1985-1990. Þó svo að þetta sé það tímabil sem OS tók upp þá opinberu stefnu að efla forðafraði á JHD er erfitt að sjá áhrif þessarrar stefnu í launakostnaði.

Mynd 2. sýnir íska reksturskostnað FFR (eða BHM) sem hlutfall af heildarreksturskostnaði JHD fyrir tímabilið 1986-1990 (upplýsingarnar í mynd 2. takmarkast af því sem hægt var að fá út með góðu móti úr bókhaldi OS). Á þessari mynd kemur það skýrt fram að síðastliðin þrjú ár hefur reksturskostnaður FFR ekki náð sama hlutfalli af heildarreksturskostnaði JHD eins og launakostnaðurinn. Árið 1986 er reksturskostnaður FFR að vísu rúmlega þrjátíu prósent af reksturskostnaði JHD (endurnýjun á mælingabíll). Jafnvel þó þetta sé tekið inn í myndina þá kemur fram að meðaltal reksturskostnaðar á árunum 1986-1990 er 18,1% miðað við að meðallaunakostnaður hefur verið 19,4% á sama tímabili. Í raun ætti að jafna út endurnýjunarkostnaði mælingabíla á 10-15 ár en ekki á 5 ár eins og gert er hér. Hvernig sem lítið er á málið þá virðist það vera svo að reksturskostnaði FFR hafi verið settar mjög þröngar skorður á síðustu árum, þrengri skorður en ætla mætti að sett sé á starfsemi sem menn vilja að eflist. Þessi mynd passar mjög illa við þá stefnu að FFR sé í eflingu. Sagan um framlag til mannafla og rekstrar á FFR bendir ekki til þess að það hafi fylgt hugur máli í því að efla starfsemi FFR innan JHD.

Ef reyna á að skipuleggja eflingu forðafraði á JHD er nauðsynlegt að menn taki afstöðu til hvað menn vilja að þáttur FFR verði stór hluti af starfsemi JHD í framtíðinni. Núna er mannafla á FFR um 20% af mannafla JHD, og hér að framan er reynt að gera því skóna að mikið álag til söluverkefna haldi



Mynd 2

aftur af faglegri eflingu á FFR, og að það sé æskilegt að það verði svipað vægi á söluverkum og þróunarverkefnum í framtíðinni. Nú hefur það verið stefna á JHD að taka öll söluverk sem bjóðast, þannig að það má búast við að FFR verði að sinna svipuðu magni af söluverkum í framtíðinni eins og verið hefur. Til þess að rétta við hlutfallið á milli söluverka og þróunarverkefna virðist það vera óhjákvæmilegt að mannaflí á FFR aukist bæði sem fjöldi starfsmanna og sem hlutfall af heildarmannafla á JHD. Á sama hátt er það skoðun okkar að rekstrarkostnaður FFR ætti að vera a.m.k. sama hlutfall af rekstrarkostnaði JHD eins og mannaflinn, ef ekki heldur hærri. Borholumælingaútgærðin er tiltölulega dýr rekstur, a.m.k. ef miðað er við rekstur annarra sviða á JHD, og það er algjör óþarfi að láta sölutekjur af tækjaleigu FFR vera mun hærri en allan rekstrarskostnað á FFR eins og virðist vera fyrir árið 1990.

Að þessu skoðuðu má reyna að gera sér grein fyrir hvaða hlutfall af starfsemi JHD ætti að vera á FFR. Á að miða við 20%, 30% eða 50%? Á þessu stigi máls er talið skynsamlegt að fara tiltölulega hægt í sakirnar og miða aðeins við ca. 25% sem fyrsta stig í þróuninni. Ef það sýnir sig í framtíðinni að eftirspurnin eftir söluverkum á sviði forðafræði heldur áfram að aukast og að mannaflí á JHD breytist ekki, má endurskoða þetta markmið. Hvort sem mönnum líkar það betur eða verr, þá hefur umfang söluverka mjög mikil áhrif á stefnumörkun og verkefnaval jarðhitadeildar. Stefna stjórnvalda virðist líka vera í þá átt að gera ríkisstofnanir sem óháðastar fjárveitingavaldinu, og það er e.t.v. bara tímaspursmál hvenær skrefið verður stigið til fulls og stofnun eins og Orkustofnun verður gert að lifa á þeim tekjum sem hún getur aflað.

Frá hreinu kapitalstífsku sjónarmiði eru FFR og Vatnamælingar líklega þau svið á Orkustofnun sem hafa mesta möguleika á að lifa af svona breytingu á starfsemi ríkisstofnana. Á meðan að svona

aðstæður eru fyrir hendi í þjóðfélaginu hlýtur það að teljast rétt stefna hjá stofnuninni að efla þá starfsemi sem þjóðfélagið virðist hafa mesta þörf fyrir. Sem skilgreiningu á því af hverju OS ætti að efla starfsemi forðafraði jarðhitakerfa liggur það beint við að það er það svið jarðhitarrannsókna sem kemur íslenskum jarðhitaiðnaði best í fyrirsjáanlegri framtíð. Þessi skoðun er byggð á þeirri framtíðarsýn að þróunin í íslenskum orkuiðnaði miðist fyrst og fremst við þarfir þjóðfélagsins og að aukningin í orkuframleiðslu í framtíðinni verði ekki í mjög stórum stökkum. Nú er svo komið að 85-90% af hitunarkostnaði landsmanna er mætt með jarðhita, og Ísland er orðið eitt orkufrekasta þjóðfélag í heimi, þ.e. að orkuframleiðsla á hvert mannsbarn er hærra en í flestum öðrum löndum heims. Við getum því varla búist við miklum hagnaði af aukinni orkuframleiðslu umfram núverandi stöðu. Auk þess verður að hafa í huga að sú orka sem Íslendingar hafa fram að bjóða úr jarðhita og vatnsorku er mjög lítil miðað við þær þarfir sem fyrir hendi eru út í hinum stóra heimi. Þó svo að það séu í gangi heitar umræður í íslenska þjóðfélaginu um fyrirhugað álver hér á landi, þá má búast við að það sé um það bil síðasta tækifærið sem Íslendingar hafa til þess að vænta einhvers happdrættisgróða af þeim náttúruauðlindum sem fyrir hendi eru í landinu. Þetta þýðir í reynd að stefnan í orkumálum verður fyrr eða síðar að fara inn á svipaða braut og menn eru nú að berjast við í sjávarútvegi - þ.e. að finna einhverja heppilega leið í þeirri stöðu að auðlindirnar séu fullnýttar. Í orkumálum er það að vísu ekki rétt að auðlindirnar séu fullnýttar, heldur er réttara að þær séu fullnýttar miðað við fyrirbyggjandi markað.

Í svona stöðu verða helstu vandamál jarðhitaiðnaðarins rekstrarlegs eðlis, eins og til dæmis hvernig skuli reka jarðhitakerfin til þess að fá sem lengstu og bestu nýtingu á auðlindinni o.s.frv. Starfsemi FFR fellur mjög vel að þeirri framtíðarsýn að orkuframleiðslan í landinu miðist við þarfir íbúanna.

C. VERKEFNAVAL

Í vali á verkefnum felst viss stefnumörkun, og þess vegna er mikilvægt að þetta val þoki starfseminni inn á þær brautir sem ætla má að verði til eflingar og þróunar. Í ríkisverkum er valið nokkuð frjálst innan þess ramma sem stofnunin setur starfseminni í formi mannafla og fjármagns. Við skilgreiningu á söluverkum er auðvitað hægt að hafa viss áhrif á umfang og gerð verka, en það verður auðvitað einungis gert með samþykki og vilja verkkaupa. Það er því gert ráð fyrir að stefnumörkun verði að mjög litlu leyti gerð með vali á söluverkefnum. Þó ber að hafa það hugfast að margir starfsmenn á FFR eru verkefnisstjórar í söluverkum á sviði forðafraði. Með góðri samvinnu og opinni umræðu innan FFR mætti kannski nýta söluverkin betur í eflingarstarfsemi FFR, heldur en að nota þau aðeins til þess að finna og skilgreina þróunarverkefni, eins og gengið var út frá hér að framan. Varðandi rekstur er ekki gert ráð fyrir að hægt sé að velja einstök verk fyrirfram og hafa þannig áhrif á þróunina. Ef mælir bilar, þá þarf að gera við hann og við vitum ekki mikið um hvenær næsti mælir bilar. Við getum með góðu viðhaldi og meðferð lengt tímann á milli bilana, og með réttum fyrirbyggjandi aðgerðum komið málum þannig fyrir að bilanir hafi sem minnst áhrif á þau verk sem við viljum vinna hverju sinni. Við getum að vissu marki reynt að áætla þann tíma sem þarf til svona verka, en varla einstaka verkþætti. Eins og áður hefur verið nefnt í þessum skrifum þá er það skoðun okkar að það sé ekki góð langtímastrafna að draga saman þennan þátt starfseminnar.

Til þess að efla forðafraði eru það einkum tvenns konar verkefni sem koma helst að gagni:

- a) Þau verk sem bæta gagnasöfnun á einn eða annan hátt. Þetta getur átt við að mælitækni sé endurbætt eða aukin, að mæligögn verði skráð eða geymd á aðgengilegra

- formi, o.s.frv. Þessi tegund þróunarstarfsemi verður hér kölluð tækniþróun.
- b) Þau verk sem bæta úrvinnslu gagna á einn eða annan hátt. Þetta getur þýtt að nýjar eða breyttar aðferðir séu notaðar við mat á hegðun jarðhitakerfa, að sérstakar óvenjulegar aðstæður séu teknar til fræðilegrar athugunar, eða að reynt sé að tengja eðliseiginleika jarðhitakerfa við sérstakar fjárhagslegar eða þjóðfélagslegar aðstæður. Þessi tegund þróunarstarfsemi verður hér kölluð aðferðarþróun.

Í verkefnaáætlun JHD fyrir árið 1990 er sérstakur verkefnaflokkur sem kallaður er grundvallarrannsóknir. Lunginn úr þessum verkefnum tengist forðafræði. Þessum verkum er ekki lokið, og má því búast við að sum þessarra verka a.m.k. verði framlengd fram á árið 1991. Þá er spurning hvort svo kölluð grundvallarrannsóknarverkefni séu innan þess ramma sem gefinn er hér að ofan, eða hvort líta beri á þau á annan hátt. Fljótt á litið virðist að það sé hægt að fella verklýsingu grundvallarrannsóknanna að þeirri skilgreiningu þróunarverkefna sem gefin er hér að ofan.

Pegar búin er til áætlun til eins árs eins og venjan er á JHD þá er spurning með hvaða nákvæmni á að gera slíka áætlun. Reynslan hefur sýnt að stuttur tími (50-100 tímar) nýtist mjög illa í ríkisverkum. Verkefnaáætlun JHD ætti þess vegna helst ekki að taka til meðferðar minni verk en sem samsvarar svo sem 200 vinnustundum. Það þýðir í reynd að verkefnaáætlunin fyrir JHD innihéldi færri en stærri verk. Nú er það svo að sum söluverk fyrir litlar hitaveitur eru ekki nema svo sem 100-200 tímar. Gera verður ráð fyrir að þetta breytist ekki í náinni framtíð, en ríkisverk ættu ekki að vera minni en svo sem 200 tímar. Minnstu verk í áætlun JHD fyrir 1990 eru 40 tímar. Þessi smáu verk eru söluverk.

Fyrir 1990 eru áætlaðir um 6000 tímar í söluverk á FFR fyrir innlendan jarðhitaiðnað, og nú í nóvember lítur út fyrir að það standist nokkurn veginn. Miðað við óbreyttar aðstæður má því búast við svipuðu umfangi söluverka á árinu 1991. Nú er hins vegar reiknað með að það verði boraðar tvær holur í Kröflu á árinu 1991 í stað einnar á árinu 1990. Það má því búast við að umfang söluverka á FFR verði 7000-8000 tímar á árinu 1991. Fyrstu áætlunartölur fyrir 1991 gera ráð fyrir að umfang söluverka fyrir FFR verði 8260 tímar á árinu 1991. Auk þessa er áætlað að það verði a.m.k. fjórir nemendur í forðafræði í jarðhitaskólanum á næsta ári. Möguleiki er á að þeir verði sex eða átta. Til þessa forgangsverks þarf 2000-4000 stundir. Það lítur því út fyrir að þörfin fyrir forgangsverk í formi söluverka og kennslu við JHS sé nálægt 10000-12000 stundir á árinu 1991. Það er algjörlega útilokað að hægt verði að koma þessu verkefnamagni fyrir á FFR á árinu 1991.

Ef ætlunin er að halda jöfnu hlutfalli milli söluverka, þróunarverka og reksturs og þörfin fyrir söluverk (þar með talin kennsla við jarðhitaskólann) er 10000-12000 tímar þarf 30000-36000 stunda vinnuframlag á FFR á næsta ári, eða 14-16 starfsmenn. Það er hins vegar algjörlega óraunhæft að gera ráð fyrir að hægt sé með skynsamlegu móti að bæta við 5-7 starfsmönnum á FFR með fárra mánaða fyrirvara. Það er í mesta lagi hægt að hugsa sér að hægt sé að bæta við 2-3 starfsmönnum á FFR ef miðað er við hvað deildin getur sinnt mörgum nýliðum á skynsamlegan hátt. Auk þess er ekki auðvelt að finna starfsmenn á þessu sviði. Það virðist því óhjákomlegt að það verði bæði að auka starfsmannafjöldann á FFR og draga úr þeim söluverkum, sem FFR er ætlað að vinna á árinu 1991. Miðað við óbreyttan mannafla á FFR getum við sinnt 6000 stundum í söluverk og kennslu við JHS. Ef þrem starfsmönnum er bætt við á FFR getum við sinnt 9000 tímum í söluverk og kennslu við jarðhitaskólann á árinu 1991. Allar hugmyndir um söluverk og kennslu fram yfir 9000 tíma á árinu 1991 eru gjörsamlega út í hött. Forsenda þess að hægt sé að hugsa um að áætla 9000 tíma á FFR í söluverk og kennslu er að bæta við þrem starfsmönnum á FFR. Fyrsta skref í áætlunargerð fyrir 1991 er að skilgreina þróunarverkefni sem spanna svo sem 6000-9000 vinnustundir. Eftirfarandi listi var notaður á fundum FFR til þess að vinsa út möguleg þróunarverkefni fyrir 1991. Þessi listi tekur til verka sem mundi taka þrjú ár að framkvæma miðað við núverandi mannafla á FFR. Þó þessi listi sé á engan hátt tæmandi fyrir möguleg þróunarverkefni, þá var hann talinn nógu stór til þess að vinsa úr fyrir þessa áætlunargerð.

TÆKNIPRÓUN

1. Samfelldar háhitamælingar. Hita og þrýstimælingar í háhitaholum (a.m.k.250°C) með samfelldri skráningu á yfirborði. 700 tímar.
2. Samfelldar þrýstimælingar í lághitaholum. Smíða nýjan þrýstimæli, svipaðan þeim sem hefur verið notaður á síðustu árum. Nýi mælirinn á þó að vera þannig að hiti og þrýstingur séu skráðir samtímis og að kvörðunarforrit leiðrétti þrýstimælinguna jafnóðum með tilliti til hitastigs. 500 tímar.
3. Samskipti milli mælingatölvu og móðurtölvu. Setja upp og staðla þessi samskipti. Trúlega þýðir þetta að sem framtíðarlausn verði að setja upp Oracle á mælingatölvu(r). 500 tímar.
4. Gagnagrunnur FFR. Geymsla á ógrísjudum borholumælingum. Koma upp og staðla geymslufyrirkomulag á þessum gögnum. Velja hvort þessar mælingar verða geymdar á stórum segulböndum eða t.d. á snældum. Skrásetja og koma fyrir upplýsingum í Oracle hvernig megi nálgast þessi gögn. 700 tímar.
5. Rennslismælir fyrir borholur. Koma upp fleiri eintökum af rennslismælum (spinner), og tilheyrandi útbúnaði. Athuga leiðir til að mæla líftíð rennsli (minna en 1 l/s) í borholum. Kvarða mæla fyrir mismunandi holuvídd eða koma fyrir þakka á mælana þannig að hægt sé að mæla rennsli óháð holuvídd. 700 tímar.

AÐFERÐAÞRÓUN

1. Holuhermir. Endurbæta núverandi holuhermi Gríms og koma inn empírískum föllum fyrir "slip". 1000 tímar.
2. Input- output forrit fyrir herma. Mannleg samskipti við þau hermiforrit sem nú eru í gangi á FFR eru ekki mjög vinarleg, og mætti bæta það með viðbótarforritun. Input gæti verið í formi svuntu eða jafn vel grafískt. Output ætti að vera grafískt. 1500 tímar.
3. Þrívíð hermun á öllu jarðhitakerfinu í Kröflu. Þetta verk gæti orðið söluverk að einhverju eða öllu leiti. Reynslan frá Hvíthólum er hins vegar sú að við erum ennþá að læra hvernig á að bera sig að við þrívíða hermun, og við þurfum rými innan þróunarverkefna til þess að reyna ýmsar leiðir. 3000 tímar.
4. Viðbrögð lághitasvæða við nýtingu. FFR er nokkuð vel í stakk búin til þess að herma og spá fyrir um þrýstingsbreytingar á lághitasvæðum, en mjög lítið hefur verið gert af því að herma annars konar viðbrögð eins og breytingar í hita og efnainnihaldi. Gera þarf tilraunir til slákrar hermunar og þróa viðeigandi aðferðir. Eins er ýmislegt óljóst um innri gerð þeirra jarðhitakerfa sem nú eru í nýtingu eins og til dæmis geymslustuðull jarðhitakerfisins í Mosfellssveit. 2000 tímar.
5. Bjarnarflag, úttekt á gögnum, hermun á ótrufluðu ástandi og á kælingunni sem átti sér stað í umbrotunum í lok áttunda áratugarins. Gögn um Bjarnarflag eru minni og verri en gögn um önnur háhitasvæði sem hafa verið nýtt hér á landi. Spurning er því hvort hermun geti hjálpað til að skýra upphaflega gerð kerfisins. Gögn um kælingu í kerfinu vegna umbrota eru einstæð og því mjög áhugavert að reyna að herma þann atburð. 2000 tímar.

6.

Quartz þrýstimælir og hárfspurör á rúllu til þess að mæla þrýsting á miklu dýpi með svona mæli. Svona mælir hefur verið á óskalistanum í a.m.k. áratug, en stofnkostnaður hefur fram að þessu komið í veg fyrir að svona tæki hafi verið keypt. Til þess að gera góðar interferens prófanir á háhitasvæðum þarf a.m.k. einn eða fleiri slíka mæla. 500 tímar.

7.

Segulmælir fyrir borholur. Á þessu verki var byrjað fyrir rúmum áratug, en komst aldrei áleiðis vegna tímaskorts. Helsta gagn að svona tæki er að tengja jarðlög í holum við jarðlög á yfirborði. Rétt og öfugt segulmögnuð hraunlög í borholum ættu að sjást í svona mælingum. Þegar þetta verk kemst inn í áætlun er rétt að gera ráð fyrir að í verkinu felist líka mælingar í allmörgum lághitaholum til þess að sannreyna gildi mæliaðferðarinnar. 1000 tímar.

6.

Ákvörðun á reiknistærðum í forðafræði, svo sem poruhluta og lekt. Hvernig má nota niðurstöður úr jarðfræði og efnafræði til þess að fá betri vitneskju um þessar stærðir. Þessi skilgreining fellur e.t.v. inn í tvö núverandi grundvallarrannsóknaverk, þ.e. Vinnslu og forðafræði háhita (nr.512000) og Eðli og forðafræði lághitasvæða (nr.513000). Þar sem hvorugu þessara grundvallarrannsóknna verkefni er lokið má búast við að þau verði framlengd fram á árið 1991. 2000 tímar.

7.

Viðnám jarðlaga í jarðhitakerfum. Bera saman niðurstöður úr viðnámsmælingum á yfirborði og viðnámsmælingum gerðum í borholum. Í slíkum samanburði ætti að athuga möguleika á að nota svo kallaða geostatistik a.m.k. fyrir borholumælingarnar. Markmið með svona athugun er m.a. að kanna raunverulegt dýptarskyn yfirborðsmælinga, og að athuga hvort yfirborðsmælingar gefi niðurstöður sem nota megi í forðafræðilegum reikningum, eins og t.d. ákvörðun á ytri mörkum jarðhitakerfis. Það getur vel verið að þessi verklýsing tengist, eða geti verið eðlilegt framhald á yfirstandandi grundvallarrannsóknaverki Eðli háhitasvæða (nr. 514000). Ef það grundvallarrannsóknaverkefni verður framlengt ætti e.t.v. að breyta nafninu í "Eðlisviðnám háhitasvæða". 2000 tímar.

Eftir alltarlega umræðu á FFR var ákveðið að miða framsetninguna við núverandi ríkisverk sem tengjast forðafræði og auka og endurbæta verklýsingar í forðafræðiverkum sem búist er við að halda muni áfram á árinu 1991. Verk eða verkþættir í listanum hér að ofan auk annara verka sem fram komu í umræðunni hafa verið sett inn í viðkomandi verkefni og einu verki um þróun tækja bætt við. Ekki er alls staðar samræmi milli tímaáætlunar í verkefnalistanum fyrir 1991 og tímaáætlunar í upptalningunni hér að ofan. Kemur það til af því að verkefnalistinn fyrir 1991 er gerður innan ramma 9000 vinnustunda og varð því að endurskoða tímaáætlunina með tilliti til þess.

Verkefnalistinn fyrir 1991 lítur þannig út:

Verkefni 540000, Gagnasafn JHD

Á árinu 1991 verði þáttur FFR í þessu verkefni eftirfarandi verkþættir:

1. Lokafrágangur á SVUNTA. 200 tímar.
2. Geymsla á ógrisuðum borholumælingum. Koma upp og staðla geymslufyrirkomulag á þessum

- gögnum. Velja hvort þessar mælingar verði geymdar á stórum segulböndum eða t.d. á snældum. Skrásetja og koma fyrir í SVUNTA hvernig megi nálgast þessi gögn. 500 tímar.
3. Geymsla á aflmælingum, þar með taldar þrepaðælingar og aðrar holuprófanir. Koma upp (forrita) geymsluform sem gæti t.d. heitið AFL. Lesa inn gögn úr öðrum aflmælingaskrá einn og t.d. AFLSKRÁ. 400 tímar.
 4. Geymsla á vinnslugögnum. Setja upp (forrita) geymsluform fyrir vinnslueftirlit og koma fyrir þeim gögnum sem fyrir hendi eru. 400 tímar.
 5. Tengsl og samskipti milli PC mælingatölvu og móðurtölvu OS. Setja upp og staðla þessi samskipti. Trúlega þýðir þetta að sem framtíðarlausn verði að setja upp Oracle á PC mælingatölvu(m). 300 tímar.
 6. Setja inn hnit borhola í gagnagrunn. 700 tímar.

Alls er vinnuframlag FFR í þessu verki 2500 tímar.

Verkefni 512000, Vinnslu- og forðafræði háhita.

Á árinu 1991 verði þáttur FFR í þessu verkefni eftirfarandi verkþættir:

1. Forðafræðistuðlar. Öflun upplýsinga um þau atriði sem mestu ráða um nýtanlegan orkuforða háhitasvæða, poruhluti, berglekt, hitastig og stærð. Nýleg grein eftir Grím Björnsson og Guðmund Bððvarsson (A Survey of Geothermal Reservoir Properties, Geothermics, 19, 17-27, 1990) gefur yfirlit um meðalgildi þessarra stærða fyrir 70 jarðhitasvæði víðs vegar um heim. Mældur verður poruhluti og lekt þeirra fáu bergkjarna sem til eru úr íslenskum háhitasvæðum auk þess sem stuðst verður við mælingar úr útkulnuðum og rofnum háhitasvæðum. Komið verði upp gagnabanka um forðafræðilega eiginleika bergs á háhitasvæðum bæði hér á landi og erlendis. 700 tímar.
2. Holuhermir. Nákvæm aðferðalýsing á verkþætti er að finna í Greinargerð GrB-90/05, frá 1990-11-05. Mæla þarf nákvæmlega hita og þrýsting í blásandi holum í mismiklu rennsli. Hver slík mælisyra gefur föll sem lýsa fasahraðamun gufu og vatnis (slip) fyrir mismikið rennsli og þrýsting. Með því að mæla á þennan hátt í mörgum holum fást reynslustuðlar fyrir fasahraða í holum með vanalega vídd fódurröra (9 5/8" og 13 3/8"). Þessar upplýsingar verða síðan sett inn í holuherminn HOLA. 700 tímar.
3. Ótruflað varmastreymi til yfirborðs á háhitasvæðum. Varmaústreymi háhitasvæða er mælikvarði á náttúrulegt afl svæðanna og er því mjög mikilvæg stærð við mat á vinnslugetu svæðanna. Beinir mælingar á varmaústreymi háhitasvæða hafa verið mjög takmarkaðar, og stundum hafa niðurstöður hermireikninga verið helsta vitneskjan um þessa stærð. 600 tímar.

Alls er vinnuframlag FFR í þessu verki 2000 tímar.

Verkefni 513000, Eðli og forðafræði lághitasvæða.

Á árinu 1991 verði verkþættir FFR í þessu verki eftirfarandi:

1. Niðurdælingartilraun á Laugalandi í Eyjafirði. Verkið er samvinnuverkefni Orkustofnunnar og Hitaveitu Akureyrar. Í verkinu felst gagnasöfnun, úrvinnsla gagna og hermireikningar á viðbrögðum jarðhitakerfisins. 1000 tímar.
2. Hermun á kælingu lághitasvæða vegna nýtingar. Þau hermiforrit (einkum PT og PTC), sem til eru á FFR, verða notuð til þess að herma og spá fyrir um innstreymi kaldara vatns í eitt eða

fleiri valin jarðhitakerfi ásamt kælingu og breytingum á efnastyrk af völdum þess. 1000 tímar.

Alls er vinnuframlag FFR í þessu verki 2000 tímar.

Verkefni 535000, Þróun aðferða í FFR-BHM.

Aðalverkpáttur þessa verks á árinu 1991 verði:

Input- output forrit fyrir hina ýmsu herma, sem nú eru í notkun á FFR. Mannleg samskipti við þau hermiforrit sem nú eru í gangi á FFR eru ekki mjög vinarleg, og má bæta þá stöðu verulega með viðbótarforritun. Input gæti verið í formi svuntu og/eða á grafisku formi. Output ætti að vera á grafisku formi. 1500 tímar.

Verkefni 535100, Þróun tækja fyrir FFR-BHM.

Aðalverkpættir þessa verks á árinu 1991 verði:

1. Þrýstimælir fyrir samfelldar þrýstimælingar í háhitaholum. Kaupa nýtt tæki frá USA og reyna tækjauppsetninguna í 5-10 háhitaholum. 300 tímar.
2. Hitamælir fyrir samfelldar hitamælingar í háhitaholum. Endurbæta og endurgera háhitahitamæli sem hefur verið í þróun á FFR. Reyna tækjauppsetninguna í nokkrum háhitaholum. 300 tímar.
3. Þrýstimælir fyrir samfelldar þrýstimælingar í lághitaholum. Smíða nýjan og endurbættan þrýstimæli svipaðan þeim mæli sem gerður var á FFR fyrir nokkrum árum. Nýi mælirinn á þó að vera þannig að hiti og þrýstingur séu skráðir samtímis á yfirborði og að sérstakt kvörðunarforrit leiðrétti þrýstimælinguna jafnóðum með tilliti til hitabreytinga. 400 tímar.

Alls er vinnuframlag FFR í þessu verki 1000 tímar.

Samtals gerir þetta 9000 tíma á árinu 1991, sem er mesta magn þróunarverka sem FFR getur sinnt að því gefnu að starfsmönnum verði fjölgað um þrjá frá núverandi fyrirkomulagi. Ef ekki kemur til fjölgun starfsmanna á FFR verður að skera niður bæði fyrirhuguð söluverk og þau þróunarverkefni sem talin eru hér að ofan.

Varðandi verkefnaáætlun JHD er lagt til að áætlunin fyrir hvert fagsvið sé samin og framkvæmd á viðkomandi fagsviði frekar en að áætlunin sé miðstýrð.

Fyrir eðli starfsemi JHD má áætla að að áætlun deildarinnar sé rétt innan við skekkjumörk af stærðargráðunni 20-30%. Fyrir hlutastarfsemi JHD eins og t.d. FFR er áætlun rétt innan við svo sem 30-40%. Fyrir einstaka starfsmenn er áætlunin eingöngu rétt innan við svo sem 50% af áætluninni. Verkefnafléttan hefur því lítil hvetjandi áhrif á einstaka starfsmenn. Með því að gera starfsmennina virkari í gerð og framkvæmd áætlunarinnar má búast við að betri árangur náist í stýringu starfseminnar.