



ORKUSTOFNUN

Efnarannsóknastofa Orkustofnunar

Hrefna Kristmannsdóttir

Greinargerð HK-92-01

EFNARANNSÓKNASTOFA ORKUSTOFNUNAR

Samantekt

Efnarannsóknastofa Orkustofnunar tekur einkum mið af þörfum jarðhitarannsókna, en sinnir einnig þörfum Vatnsorkudeildar fyrir efnarannsóknir og tekur að sér þjónustuverk. Efnarannsóknir eru óaðskiljanlegur hluti jarðhitarannsókna og er nauðsynlegt við túlkun niðurstaðna að sérfræðingarnir vinni í nánum tengslum við rannsóknastofuna og sjái um framkvæmd sýnatöku. Æskilegt er hins vegar að hafa samráð og samstarf við aðrar rannsóknastofur um kaup á dýrum rannsóknartækjum. Með litlum tilkostnaði mátti nýta betur aðstöðuna á Orkustofnun til þjónustuverka m.a. á sviði umhverfismála og fyrir vatnsveitur.

Inngangur

Orkustofnun rekur efnarannsóknastofu, þar sem efnagreint er vatn, gas, gufa, útfellingar og tæringarmyndanir, berg og ummyndunarsteindir. Efnarannsóknastofan er rekin af Jarðhitadeild Orkustofnunar og tekur uppbygging hennar einkum mið af þörfum jarðhitarannsóknanna. Stofan sinnir einnig þörfum Vatnsorkudeildar fyrir efnarannsóknir og tekur að sér þjónustuverk fyrir aðrar opinberar stofnanir og einkaaðila. Slíkar þjónusturannsóknir eru einkum á sviði umhverfis, og mengunarmála, fyrir fiskeldisstöðvar, vatnsveitur og vatnsútflutningsfyrirtæki.

Efnarannsóknastofa Orkustofnunar var sett upp um 1972, en fram að þeim tíma höfðu fyrst verið keyptar að greiningar á Rannsóknarstofnun Iðnaðarins og síðar fékkst þar reyndar nokkur aðstaða fyrir sérfræðinga Orkustofnunar. Þessi skipan gafst ekki nógu vel einkum vegna þess hversu sérhæfðar jarðhitarannsóknir eru. Margs konar efnagreiningar eru venjubundnar og framkvæmd og sýnataka við þær getur ekki talist til sérfræðivinnu þótt nokkurrar tækniþjálfunar sé þörf til að framkvæma þær. Þannig er því t. d. varið um efnamælingar vegna mengunarathugana, þar sem nota má nær sömu aðferðir á mismunandi stöðum. Við jarðhitarannsóknir gegnir hins vegar öðru máli og á hverju nýju svæði þarf yfirleitt að breyta aðferðum og aðlaga nýjar. Við sérhæfðar rannsóknir eins og í jarðhita þarf þannig að aðlaga greiningaraðferðir að þeim sérstöku aðstæðum sem eru fyrir hendi með tilliti til hvaða önnur efni eru í sýnunum. Einnig þarf að beita sérstakri sýnatökutækni, sem er í stöðugri þróun, og sýnataka á jarðhitavatni og gufu er vandasöm og þarf sérfræðinga til að framkvæma hana.

Mjög svipuð viðhorf gilda um grunnvatnsrannsóknir, þótt við þær sé sýnataka ekki eins flókin og við jarðhitarannsóknir. Því varð úr að Jarðkönnunardeild og

Vatnsorkudeild Orkustofnunar tóku alfarið upp samvinnu við sérfræðinga jarðefnafræðideildar um 1980 eftir að hafa um árabíl keypt að hluta greininga sinna frá öðrum aðilum. reynslan hefur sýnt að miklu meira gagn hefur orðið af þessum þætti grunnvatnsrannsókna síðar vegna þess að grunnvatnssérfræðingar eru með í greiningu samhliða sýnatöku og túlkun.

Tengsl við rannsóknir

Jarðefnafræðirannsóknir grípa inn í öll stig í rannsókn jarðhita; forrannsóknir, djúprannsóknir og vinnslurannsóknir. Á forrannsóknarstigi miðar jarðefnafræðileg rannsókn á jarðhitavökvannum að því að afmarka vatnskerfi og áætla hitastig í jarðhitageymunum. Á djúprannsóknarstigi er nýtingarhæfni jarðhitavökvans metin, fylgst með breytingum á samsetningu borholuvökvans og niðurstöður jarðefnafræðirannsóknanna tengdar mælingum og rannsóknum á öðrum sviðum. Á vinnslustigi er áfram fylgst með breytingum á efnasamsetningu borholuvökvans og nýtingarhæfni og tæringar- og útfellingahætta endurmetin frá nýjum forsendum, enda breytist efnasamsetning jarðhitavatns oft með tíma við langvarandi vinnslu. Ef útfellingar eða tæring verða eru efnin greind og reynt að skýra orsakir vandans. Rannsóknir og prófanir í tengslum við losun affallsvatns og gass og umhverfisáhrif hvers konar koma inn á tveim síðari stigunum ásamt ferlunarprófunum.

Við undirbúning sýnatöku þarf einnig aðgang að rannsóknarstofu þar sem í sýnin er oft blandað ýmsum efnum og lausnum á staðnum og þau þynnt og síuð og flátin þarf einnig í sumum tilvikum að meðhöndla áður. Við túlkun á niðurstöðum er einnig grundvallaratriði að vita hvernig niðurstöður voru fengnar og að hafa fylgst með sýnatöku og efnagreiningu sýnanna. Það er vel þekkt að þessi þáttur bregst oft við jarðefnafræðirannsóknir á jarðhita. Styrkur okkar Íslendinga við rannsóknir í erlendum jarðhitaverkefnum hefur m.a. komið vel fram í jarðefnafræðihluta þeirra, vegna þess hversu nátengd öll þrep eru og okkar sérfræðingar eru vel inni í greiningarþættinum og geta auðveldlega metið hvort eitthvað og þá hvað hefur farið úrskeiðis í greiningu. Þótt hæfir efnafræðingar sjái um greiningu nægir það ekki, einnig þarf að koma til sérþekking á jarðhita. Jarðhitarannsóknir eru eitt þeirra vísindasviða þar sem Íslendingar standa mjög framarlega á heimsmælikvarða og sýnist til nokkurs að vinna að viðhalda því.

Við greiningar á föstum jarðefnum, útfellingum í pípum og búnaði, svo og tæringarefnum er einnig nauðsynlegt að hafa á að skipa sérfræðingum og geta beitt margvíslegum greiningaraðferðum. Þannig skiptir oft jafnmiklu máli að vita hver tengsl frumefnanna eru og um hvaða efnasambönd eða kristalform er að ræða og beinlínis hvaða frumefni eru í sýninu. Við túlkun niðurstöðna er þekking á efnafræði vatns nauðsynlegur þáttur. Tæki til slíkra greininga eru margbreytileg og mörg hver dýr og ekki líklegt að nýting verði mikil, þótt bráðnauðsynlegt sé að geta framkvæmt slíkar greiningar hratt og örugglega.

Búnaður og sérhæfð starfsemi efnarannsóknastofunnar

Efnarannsóknastofan er allvel búin tækjum til efnagreininga, þótt sum þeirra séu komin til ára sinna. Áhersla hefur verið lögð á að koma upp aðferðum til sýnatöku og greininga á kvikasilfri og öðrum þungmálmum, sem eru mikilvægar bæði við jarðhita- og umhverfisrannsóknir. Einn efnafræðinganna á stofunni er sérfræðingur í slíkri greiningartækni og mengunarefnum.

Kvikasilfur er mikilvægt efni við jarðhitaleit á háhitasvæðum, þar sem gufa ber það upp til yfirborðs og í því meiri styrk sem hitastig er hærra. Engu að síður er sá styrkur, sem mælist svo lágur að sérhæfðan búnað þarf til mælinganna og sýnataka er mjög vandasöm vegna mengunarhættu þar sem um svo lágan styrk er að ræða og kvikasilfur aðsogast gjarna á snertifleti. Kvikasilfur skiptir að sjálfsögðu einnig miklu máli við umhverfisrannsóknir. Aðferðir hafa verið þróaðar, búnaður sérsníðaður og starfslið stofunnar verið þjálfað um árabíl til að standa að mælingum og sýnatöku og stendur enn yfir samvinnuverk með ítölskum og sænskum aðilum um kvikasilfursmælingar.

Verið er að taka í notkun nýtt atómisogstæki á stofunni, en það er endurnýjun á 16 ára gömlu tæki af sama tagi. Atómisogstæki er notað til allra málmgreininga og er með því tengdu grafitbrennara næmasta greiningaraðferð, sem til er fyrir þungmálma. Með tilkomu nýja tækisins er aðstaða til mælinga á þungmálmum í örstyrk orðin ein sú besta sem finnst á landinu. Á stofunni er sérfræðingur sem hlaut sérþjálfun í mengunarrannsóknnum í doktorsnámi sínu.

Á stofunni er jónagreininir til nákvæmnismælinga á helstu anjónum í vatni og er það tæki líklega það besta sinnar tegundar hérlendis. Það er nauðsynlegt til mælinga á vatni með lágan efnastyrk eins og í ferskvatni og ekki síður á úrkomu. Tækið er einnig nauðsynlegt til mælinga á sýnum úr ferlunarprófunum, þar sem joð og brómsamböndum er dælt niður í eina borholu á jarðhitasvæði og tekin sýni úr öðrum borholum á svæðinu til að fylgjast með því hvernig efnið skilar sér til baka.

Gasgreininir, sérhæfður til greininga á jarðhitagasi af þeirri gerð, sem algengust er á Íslandi, er rekinn á stofunni. Endurnýjun á honum er reyndar að verða nauðsynleg, þar sem verkefni síðustu ára, einkum rannsóknir á gasi í Öxarfirði, hafa kallað á fjölbreyttari búnað. Með nokkrum breytingum á búnaðinum og samvinnu við erlenda aðila hefur þó tekist að sinna framangreindum rannsóknnum.

Nokkrir litrófsmælar eru reknir á stofunni til mælinga á m. a. kísli, áli og bór. Tveir mælanna eru notaðir til mælinga á flúrljómandi efnum, sem notuð eru til ferlunarprófana á grunnvatnskerfum og einnig við vatnamælingar.

Fjöldi smærri mælitækja er í notkun á stofunni svo sem sýrustigsmælar, leiðnimælar og gruggmælar og til notkunar úti í mörkinni eru til tæki til nauðsynlegra mælinga vegna sýnatöku og rennslis- og blástursprófana, eins og

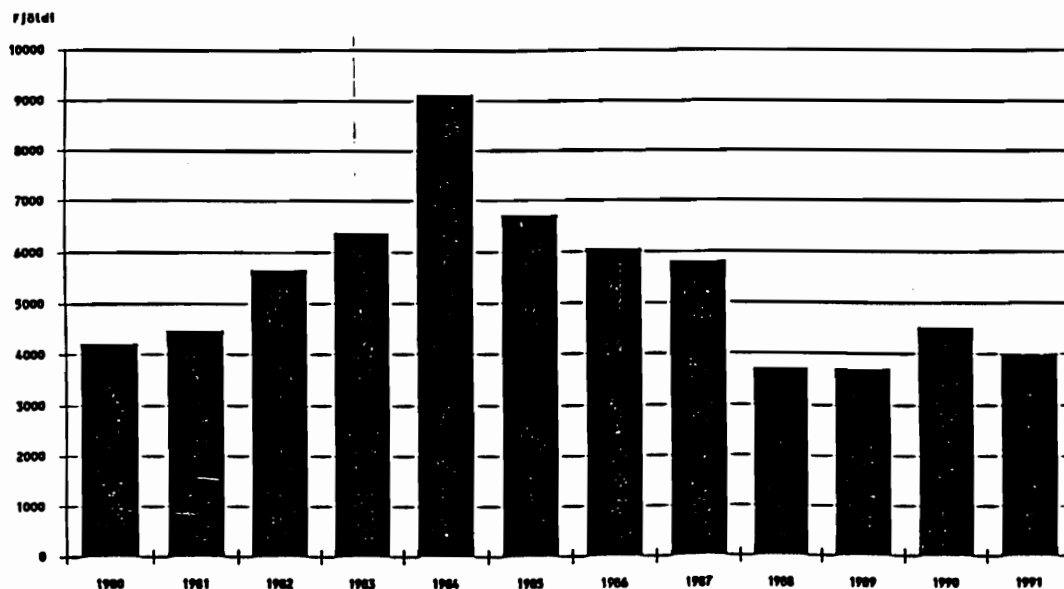
logaljósmælir, litrófsmælir o. fl.

Til greininga á föstum efnum eru tvö röntgentæki til á Orkustofnun. Annað er til röntgenbrotgreininga (XRD) á kristölluðum efnum en hitt til efnagreininga (XRF) á bergi, steindum, útfellingum og tæringarefnum. Sérfræðingar jarðefnafræðisviðs hafa einnig haft afnot af örgreini Norrænu Eldfjallastöðvarinnar til efnagreininga á bergi og steindum og leigt afnot af rafeindasmásjá Háskólans, Iðntæknistofnunar og Rannsóknastofnunar Byggingariðnaðarins til ýmissa steinda og útfellingagreininga.

Sérstaklega innréttaður sýnatökubíll er rekinn samhliða stofunni. Í honum er búnaður til að kæla sýni við sýnatökuna, en annars þarf rennandi vatn eða stóran vatnstank til að kæla sýnin þegar þeim er safnað. Kæling er nauðsynleg til að koma í veg fyrir hvörfun, mengun og til þess að tryggja að rokgjörn efni haldist lengur í lausn. Tengd kælibúnaðnum er í bílnum þægileg aðstaða til að safna bæði vatns-, gufu- og gassýnum. Miklu máli skiptir að söfnun geti farið fram innandyra, einkum úr háhitaholum að vetrarlagi. Slík söfnun tekur 2-3 klukkutíma og þarf að sía, þynna og blanda efnum í hin ýmsu hlutsýni. Gæði sýnanna stórbötnuðu við tilkomu slíkrar aðstöðu og gerði vetrarsýnatöku á háhitasvæðum mögulega nær óháð veðri. Í bílnum er einnig efnagreiningastofa í smækkaðri mynd, sem notuð er til greininga, sem gera þarf á staðnum, og í lengri ferðum við þær greiningar sem ekki geta beðið lengi. Einnig er sýnataka undirbúin í bílnum, ílát þrífín og lausnir útbúnar.

Fjöldi efnagreininga

Fjöldi greindra sýna á stofunni hefur verið talsvert breytilegur milli ára eins og sjá má á mynd 1.



Mynd 1. Fjöldi greininga á efnarannsóknastofu Orkustofnunar 1980-1991.

Langmest var greint á árunum 1984-1985 og minnst 1988-1989. Fjöldi greininga segir ekki alveg alla sögu um umfang starfseminnar, þar sem ekki er tekið tillit til hversu mismunandi tímafrekar þær eru. Þannig geta tiltölulega fljótgerðar greiningar, sem eru margendurteknar vegna ýmiss konar prófana orðið til að skekkja verulega myndina. Seinlegar greiningar, sem tengjast stórum verkefnum geta á hinn bóginn orðið til þess að svo virðist sem starfsemin hafi dregist verulega saman. Þó er líklegt að línuritið endurspegli í stórum dráttum starfsemina. Á árunum 1988-1989 var unnið stórt verkefni með seinlegum kvikasilfurgreiningum og umfangsmiklum prófunum samhliða þeim, sem tóku upp vinnutíma rannsóknarmanna án þess að það teldist sem verulegur fjöldi greininga. Árið 1989 var sex vikna verkfall BHMR og þá féll niður vinna í um mánaðartíma vegna viðgerða á húsnæði. Á árinu 1984 var í gangi stórt niðurdælingarverkefni í Svartsengi, sem náði að hlut yfir á árið 1985 og á þessum árum var einnig unnið að mörgum fiskeldisverkefnum.

Samantekt og niðurlag

Efnagreiningar eru óaðskiljanlegur hluti jarðefnafræðilegra rannsókna á jarðhitasvæðum og ekki hægt að skilja þær á neinn hátt frá rannsóknunum enda nauðsynlegt að þeir sérfræðingar, sem rannsóknirnar stunda hafi umsjón með þróun aðferða við greiningu og sýnatöku. Jarðhitarannsóknir og reyndar ýmsar aðrar sérhæfðar rannsóknir krefjast stöðugar þróunar á aðferðum við greiningu og sýnatöku undir leiðsögn sérfræðinga í viðkomandi grein. Því er nauðsynlegt að sérfræðingarnir vinni á eða í nánum tengslum við rannsóknastofuna. Hins vegar er í mörgum tilvikum unnt að nýta slíkar sérhæfðar rannsóknarstofur til annarra og venjubundnari greininga samhliða. Við það fæst betri nýting á tækjum og starfslíði, greiningar verða ódýrari og spara má uppsetningu efnagreiningaaðstöðu fyrir venjubundnar greiningar í annars konar starfssemi. Vegna þess hversu uppsetning á aðstöðu til flestra efnarannsókna er kostnaðarsöm og rekstur efnarannsóknastofu dýr er eðlilegt að reynt sé að spara og samnýta rannsóknastofur eftir föngum.

Á undanförmum árum hefur verið nokkur viðleitni í þessa átt. Þannig sóttu Orkustofnun, Iðntæknistofnun og Rannsóknastofnun byggingariðnaðarins nokkrum sinnum sameiginlega um styrk til Rannsóknaráðs til að byggja upp og styrkja aðstöðu á Orkustofnun til röntgenbrotgreininga á kristölluðu efni. Stofnanirnar gerðu svo með sér samstarfssamning á árinu 1990 um að stefna að því að byggja upp sameiginlega aðstöðu til greininga á föstum efnum. Reiknað var með að sérfræðingar allra stofnana notuðu aðstöðuna, en tækin væru rekin af þeirri stofnun, sem þau yrðu sett upp á og kostnaður greiddur í hlutfalli við notkun. Föst efni eru tiltölulega einföld í flutningi og krefjast yfirleitt ekki sérhæfðar sýnatöku og er því tiltölulega einfalt að nýta sameiginlega greiningaraðstöðu.

Starfshópur um efnagreiningaþjónustu á Íslandi vann á árunum 1989 og 1990 skýrslu fyrir Rannsóknaráð um mögulega efnagreiningaþjónustu og tækjakost, sem

til staðar væri í landinu. Sá listi sem gerður var yfir flestar þær efnagreiningar, sem unnar eru á stofnunum landsins hefur reynst mjög gagnlegur og ýtt undir samstarf og samvinnu stofnana á mörgum sviðum. Starfshópurinn komst hins vegar að þeirri niðurstöðu að rannsóknastofnunum væri nauðsynlegt að eiga grunnbúnað til þeirra greininga, sem væru óaðskiljanlegur hluti rannsókna þeirra, en mælti með auknu samráði og samstarfi um kaup á dýrum rannsóknartækjum. Í mörgum tilvikum væri unnt að samnýta tækjakost með fleiri stofnunum í meiri mæli en gert er og hægt væri að nýta aðstöðuna betur með því að framkvæma venjubundnar efnagreiningar í þjónustuskyni fyrir aðrar stofnanir. Einnig má hugsa sér að sameina á einni stofnun þær rannsóknir, sem þurfa á svipuðum efnagreiningum að halda við rannsóknir sínar og á þeirri rannsóknastofu verði svo framkvæmd þau þjónustuverk á sviði efnagreininga, sem önnur starfsemi stofnananna þarf á að halda.

Hvað varðar greiningar og efnarannsóknir tengdar verkefnum Orkustofnunar þá er engin önnur ein rannsóknastofa, sem hefur búnað til að framkvæma þær allar og ekki eru á annarri stofnun sambærilegir sérfræðingar í jarðhitarannsóknnum og grunnvatnsfræðum. Hins vegar mætti með litlum tilkostnaði nýta betur aðstöðuna á Orkustofnun til þjónustuverkefna á t. d. sviði umhverfisrannsókna og þjónustu við vatnsveitur. Þörf fyrir slíka þjónustu er vaxandi og líklegt að svo verði á næstu árum. Í þessu sambandi þarf að huga vel að því að ekki sé um mikla skörun eða beina samkeppni að ræða milli ríkisstofnana um þjónustuverk. Æskilegt er að færa efnagreiningastarfsemi, sem byggist nær eingöngu á þjónustu fremur en rannsóknum, yfir á stofnanir þar sem efnarannsóknirnar eru óaðskiljanlegur þáttur í rannsóknarstarfsemi stofnunarinnar.

Samvinna Orkustofnunar við Iðntæknistofnun og Rannsóknarstofnun Byggingariðnaðarins.

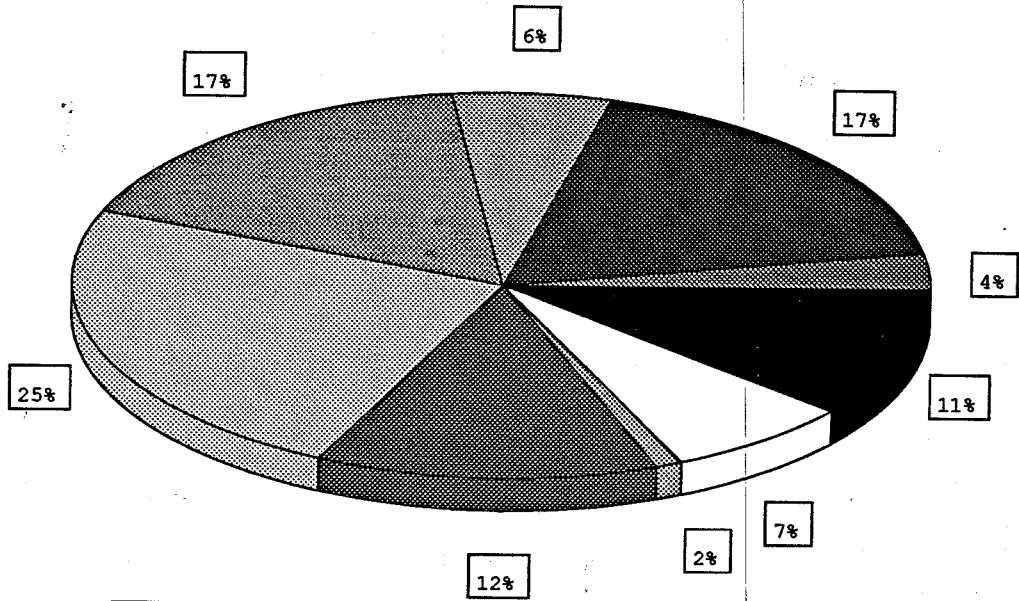
Áður en Orkustofnun setti upp eigin rannsóknarstofu voru keyptar að greiningar frá Rannsóknarstofnun Iðnaðarins. Einnig var samvinna um gasgreiningar í 1-2 ár eftir að rannsóknarstofa Orkustofnunar var sett upp. Á meðan sérfræðingar í tæringarrannsóknum störfuðu á Iðntæknistofnun var talsverð samvinna á milli stofnananna á því sviði. Rannsóknastofa Orkustofnunar var til húsa í Keldnaholti fram til ársloka 1980 og var talsverður samgangur og samhjálp milli stofnananna þriggja, um t.d. lán á rekstrarvörum o.þ.h. Rannsóknastofa Orkustofnunar hafur alloft sent prufur til samanburðargreininga á Iðntæknistofnun og er það reyndar gagnkvæmt. Á árunum um og eftir 1970 var samvinna milli Orkustofnunar og Iðntæknistofnunar um rannsókn á hagnýtum jarðefnum, einkum leir. Í tengslum við geislasteinaverkefni á Iðntæknistofnun, um 1985, tók Orkustofnun að sér talsvert umfangsmiklar röntgengreiningar fyrir Iðntæknistofnun. Á seinni árum hefur Orkustofnun haft talsverð afnot af rafeindasmásjá ITI, RB og Háskólans við tæringarefna-, útfellinga- og berggreiningar. Sérfræðingur Orkustofnunar hefur líka hlaupið í skarðið með kennslu á þetta tæki fyrir sérfræðing ITI.










Formleg samvinna hefur verið lítil við Rannsóknarstofnun Byggingariðnaðarins, en talsvert um samhjálp og gagnkvæma aðstoð. Nokkur samvinna var fyrir allmörgum árum um steypuprófanir í tengslum við jarðhitaboranir. Þannig aðstoðuðu sérfræðingar Orkustofnunar talsvert við uppsetningu rannsókna á alkalískemmdum og heimiluðu aðgang að smásjá. RB heimilaði OS aðgang að búnaði til brotpolsgreininga á bergkjörnum, bæði frá vatnsaflsvirkjunarstöðum og úr jarðhitaborunum. Einnig var rætt um samvinnu við þunnsneiðagerð nú fyrir fáeinum árum, en ekki varð úr henni í það sinni.

Allar nefndar stofnanir sóttu í þriggung sameiginlega um styrk til Byggingarsjóðs Rannsóknarráðs til að endurbæta röntgentæki Orkustofnunar en án árangurs. Árið 1991 gerðu stofnanirnar með sér samstarfssamning um uppbyggingu á aðstöðu til greininga á föstum efnum. Þar er sett fram áætlun, sem miðar að því að koma upp og reka sameiginlega dýrasta tækjakostinn, sem þarf til greininga á föstum efnum. Reiknað er með að sérfræðingar hverrar stofnunar sjái um sýnatöku, greiningu og túlkun niðurstaðna hver á sínu sérsviði.

JARÐEFNAFRÆÐISVIÐ

Efnagreiningar 1991



 Háhitavirkjanir	 Vinnslueftirlit lágh.
 Ferlunarprófun HA	 Vatnsv. og mengun
 Greint fyrir VOD	 Fiskeldisverk
 Ymis söluerk	 Ymis ríkisverk
 Erlend verkefni	