

# LEIRMYNDANIR Í DALASÝSLU OG PINGEYJARSÝSLUM

Lokaskýrsla um jarðfræðilega frumrannsókn

okt. 1972

## LEIRMYNDANIR Í DALASÝSLU OG PINGEYJARSÝSLUM

Lokaskýrsla um jarðfræðilega frumrannsókn

okt. 1972

## FORMALI

Meðfylgjandi skýrsla er lokaskýrsla um jarðfræðilega þáttinn í leirrannsóknum jarðkönnunardeildar Orkustofnunar og Rannsóknarstofnunar iðnaðarins. Eins og fram kemur í upphaflegri áætlun þessara stofnana um leirrannsóknirnar dags. 10.02.71 var gert ráð fyrir ákveðinni verkskiptingu. Jarðkönnunardeild Orkustofnunar fékk Halldór Kjartansson, jarðfræðinema til þess að vinna að rannsóknunum fyrir sitt leyti undir umsjón Stefáns Arnórssonar. Halldór hætti störfum hjá Orkustofnun í október, 1971, en ritaði framvinduskýrslu um leirrannsóknirnar áður og var iðnaðarráðuneytinu send sú skýrsla síðastliðið haust.

I framvinduskýrslunni var gert ráð fyrir, að Halldór ynni aðra framvinduskýrslu, er fjallaði um lýsingu á fundarstöðum leirs og síðan mundi sá er þetta ritar vinna lokaskýrslu úr þessum framvinduskýrslum í samvinnu við Rannsóknarstofnun iðnaðarins, sem leggði um leið fram sínar niðurstöður þessarar rannsóknar. A þessu hefur orðið sú breyting, að Halldór fékkst til að semja sjálfur lokaskýrslu um hina jarðfræðilegu hlið rannsókanna. Var það mögulegt, vegna þess að Orkustofnun heimilaði Halldóri að nota gögn leirrannsóknarinnar fyrir lokaverkefni í hagnýtri jarðfræði við háskólanum í Leoben í Austurríki. Mikill hluti úrvinnslu á einstökum sýnum í meðfylgjandi skýrslu var því unninn í Leoben. Raunverulegur tími, sem eytt hefur verið í leirkönnunina, er því allmiklumeiri en ætla mætti, ef eingöngu er litið á fjárveitingu iðnaðarráðuneytisins til hennar. Að auki hefur Stefán Arnórsson eytt talsverðum tíma í þessa rannsókn frá störfum sínum á jarðhitadeild. Þegar skýrsla Rannsóknarstofnunar iðnaðarins liggur fyrir, er mælt með því, að þessi stofnun og Orkustofnun riti í einu lagi ágrip af helztu niðurstöðum hinnar sameiginlegu rannsóknar.

Hin jarðfræðilega rannsókn á leirmyndum hefur þegar skapað hugmyndir um hagnýta þýðingu leirrannsókna almennt, sem ekki

eru innan þess ramma, sem gerður var af þeim aðilum, er höfðu frumkvæði að rannsóknunum. Samt er skyldt að fjalla nokkuð um þessar hugmyndir eins og gert er í meðfylgjandi skýrslu, svo þær glatist ekki.

Auk þess sem hugsanlegt er að hagnýta leir sem hráefni til brennslu fyrir byggingar- og keramikiðnað, geta leirrannsóknir haft hagnýtt gildi vegna mannvirkjagerðar, eins og hafna, uppfyllinga, bygginga og vegagerðar. Þrjú fyrstu atriðin varða eiginleika undirlags vegna leirinnihalda þess, en hið síðasta varðar ofaníburð og hráefni til lagningar vega. Þá er hugsanlegt, að til séu leirmyndanir á Íslandi, sem nota má til framleiðslu á geli vegna jarðborana, til að bæta jarðveg o.fl.

Eins og fram kemur í meðfylgjandi skýrslu var aðaláherzlan lögð á rannsókn á leirmyndunum í Dalasýslu og Suður-Pingeyjarsýslu. Þó voru leirmyndanir á ýmsum öðrum stöðum athugaðar til samanburðar, en aðeins lauslega. Með samanburðinum fæst nokkur vitneskja um hagkvæmni og skynsemi á leirvinnslu úr myndunum í Dalasýslu og Suður-Pingeyjarsýslu miðað við aðrar leirmyndanir í landinu. Niðurstöður þessarar skýrslu sýna, að leirmyndanirnar á jarðhitasvæðunum í Suður-Pingeyjarsýslu eru mjög óhómógenar og eru þær eins og samsvarandi myndanir á öðrum jarðhitasvæðum. Virðist sem vinnsla í mjög smáum stil komi aðeins til greina á afmörkuðum svæðum, sem er þessleg, að litlu eða engu málí skipti hvar hráefnið væri unnið miðað við vinnslustað. Hin jarðfræðilega athugun bendir til þess að unnt sé að nota leirinn í Dalasýslu í grófa framleiðslu eins og múnsteina. Þó er þessi leir með kornastærð sem er í stærsta lagi. Sú leirsteintegund, sem gerir þennan leir, er önnur en í múnsteinaleir erlendis og hefur suma eiginleika, sem eru óhentugri fyrir brennslu en áðurnefndur múnsteinaleir.

Talið er, að rétt sé að halda leirrannsóknunum áfram, þar sem rannsóknir til þessa eru það jákvæðar, að góðar líkur eru

taldar á hagnýtingu íslenzkra leirmyndana. Þó verður beðið með að leggja fyrir hið háa Iðnaðarráðuneyti frekari tillögur um leirrannsóknir, eða þar til skýrsla Rannsóknarstofnunar iðnaðarins liggur fyrir.

Stefán Arnórsson

## EFNISYFIRLIT

### FORMÁLI

0.	ÁGRIP	1
1.	INNGANGUR	4
2.	LEIRMYNDANIR Á ÍSLANDI - YFIRLIT	6
2.1	Almennt	6
2.2	Leirmyndanir á virkum háhitasvæðum	7
2.2.1	Könnuð svæði	7
2.2.2	Jarðfræðilýsing	8
2.2.3	Míneralagreining	9
2.2.4	Vinnslumöguleikar	13
2.3	Leirmyndanir á fornum jarðhitasvæðum	13
2.3.1	Könnuð svæði	13
2.3.2	Jarðfræðilýsing	14
2.3.3	Míneralagreining	15
2.3.4	Notkunarmöguleikar	15
2.4	Millilög í tertíeu blágrýtismunduninni	16
2.4.1	Jarðfræðilýsing og míneralagreining	16
2.4.2	Notkunarmöguleikar	18
2.5	Setleir frá nútíma	19
2.5.1	Almennt	19
2.5.2	Jarðfræðilýsing	19
2.5.3	Míneralagreining	20
2.5.4	Kornastærðargreining	22
2.5.5	Notkunarmöguleikar	22
2.6	Notkunarmöguleikar íslenzkra leirmyndana	23
3.	HVAMMSFJÖRÐUR	25
3.1	Ágrip	25
3.2	Jarðfræðilýsing	26
3.3	Míneralagreining	29
3.4	Kornastærðargreining	29
3.5	Notkunarmöguleikar	30
3.6	Skrá yfir sýni tekin í Hvammsfirði	31

4.	LEIRMYNDANIR Á JARDHITASVÆÐUM Í PINGEYJARSÝSLUM	36
4.1	Agrip	36
4.2	Jarðfræðilysing og mineralagreining	37
4.3	Notkunarmöguleikar	40
4.4	Skrá yfir einstök sýni frá jarðhitasvæðum í Pingeyjarsýslum	42
5.	SKRÁ YFIR KANNAÐA LEIRFUNDARSTAÐI OG SÝNI TEKIN Á ÞEIM	49
	SKRÁ YFIR HEIMILDARRIT	52

O. AGRIP

Þessi skýrsla fjallar um jarðfræði og mineralgreiningu leirmyndana í Hvammsfirði og á jarðhitasvæðunum í Suður-Pingeyjarsýslu. Að auki voru 27 aðrir fundarstaðir leirs skoðaðir og sýni tekin frá þeim til þess að fá samanburð við gerð leirs og uppruna á hinum ýtarlega rannsökuðu svæðum. Þessi samanburður reyndist ákaflega gagnlegur til að skilja eðli, uppruna og verðmæti hinna ýtarlegu rannsökuðu leirmyndana. Rannsóknarstofnun iðnaðarins mun fjalla um gæði leirsins til brennslu og e.t.v. annarra nota í annarri skýrslu.

Leirmyndanirnar í Hvammsfirði urðu til í lok ísaldar, þegar sjávarstaða var nokkrum tugum metra hærri en nú og eru myndanirnar framburður jökulvatna. Leir finnst á svæðinu milli Hörðudals og Kýrunnarstaða, en samfelld leirsvæði eru í Miðdal, Laxárdal og neðan undir Kýrunnarstöðum. Bezta leirsvæðið er í mynni Laxárdals. Það er um  $5 \text{ km}^2$  að flatarmáli og líklega eru efstu 3-5 metrar myndunarinnar nýtanlegir, en þar hefur um 15% hennar (miðað við þunga) kornastærð leirs. Það leirmínér, sem eingöngu finnst, er montmórrillonít, en þetta mineral skreppur meira saman við brennslu en önnur leirmínér og er það galli. Brennslutilraunir segja fyrst og fremst fyrir um hversu nothæfur leirinn er.

A jarðhitasvæðunum í Suður-Pingeyjarsýslu (Námafjall, Krafla, Krókóttuvötn, Peistareykir) hefur berg á yfirborði ummyndazt í leir af völdum jarðhitans. Nær ummyndunin aðeins fáa metra niður. Ummyndunin er mjög margvisleg, þ.e.a.s. óhómógen og ekki samanhangandi. Leirmínér eru kaólinít og montmórrillonít, en önnur algeng míneröl eru brennisteinn, gifs, brennisteinskís og ópal. Brennisteinsmínér er mjög óæskileg í leir, sem er ætlaður til brennslu. Litur leirsins er mjög breytilegur og er það galli. Ljós eða hvítur leir virðist yfirleitt kaólinít-ríkur. Slikur leir, sem virðist að mestu laus við

brennisteinssambönd er til á nokkrum stöðum (Krókóttuvötn og nokkrir blettir á Þeistarreykjum). Vinnsla leirs á jarðhitasvæðunum í stórum stíl kemur ekki til greina. Mætti telja magnið í bílhlössum. Sýni tækniprófanir, að einhver jarðhitaleir sé nýtanlegur, er æskilegt að vinna hann undir eftirliti jarðfræðings, vegna þess hve efnið er óhómgent.

Allir þeir fundarstaðir leirs, sem voru skoðaðir bentu til þess, að leir sé að finna mjög víða á Íslandi og þá í eftirtöldum gerðum jarðmyndana:

- (1) Leirmyndunum á virkum jarðhitasvæðum
- (2) Leirmyndunum á fornum jarðhitasvæðum
- (3) Millilögum í tertieru blágrýtismynduninni
- (4) Setlögum frá nútíma

Virk jarðhitasvæði með leirmyndunum eru háhitasvæði. Gerð leirmyndananna er alls staðar eins, nema þá helzt þar sem súrt berg hefur ummyndazt, en þar er meira um kaólinít en þar sem basískt berg hefur ummyndazt. Magn brennisteinsmínerala er allbreytilegt milli einstakra svæða. Í Hrafntinnuskeri á Torfajökulsþófinu fundust svæði með hvítum kaólinít-ríkum leir, snauðum af brennisteinssamböndum að því er virtist. Jafnan er auðvelt að vinna leir á jarðhitasvæðum, ef landslag háir ekki, einkum ef vinnslusvæðið er útkulnað.

Í ummynduðu líparíti á fornu jarðhitasvæðunum í Drápuhlíðarfjalli og í Bæjardal í Lóni er talsvert af kaóliníti innan um frumsteina bergsins. Magn ummyndaða líparítsins virðist vera talsvert, en of lítið er vitað um þessi svæði að öðru leyti til þess að segja til um vinnslumöguleika.

Í millilögum frá tertier eru þunn leirlög af ýmsum uppruna. Í þeim finnst eingöngu leirmíneralið montmorillonít. Vert væri að kenna, hvort ekki megi vinna bentónítgel úr þessum

leirlögum og þá einkum úr ummynduðum súrum öskulögum. Bentónít-gel er notað til jarðborana.

Mikið magn setlaga hefur myndazt á Íslandi í lok ísaldar og á nútíma. Þessi setlög eru þó flest snauð af leirmíneröllum. Helzt er að vænta leirmínerala í þessu seti, þar sem það hefur myndazt úr rofnu ummynduðu bergi. Leirmínerölin eru þó ætlað aðeins lítill hluti setsins og ber mest á mélu, en einnig sandi og möl. Það eru leirmínerölin, sem gefa leirnum þjálni - og mótnareiginleikana. Í Hornafirði er mikil setlagamyndun frá nútíma, e.t.v. svipuð þeirri og í Hvammsfirði, nema hvað sú fyrrnefnda er undir sjó á flóði.

## 1. INNGANGUR

Vorið 1971 fól iðnaðarráðuneytið jarðkönnunardeild, Orku-stofnunar og Rannsóknarstofnun iðnaðarins að rannsaka leir-myndanir við Hvammsfjörð og í Þingeyjarsýslum með hugsanlega leirvinnslu fyrir augum. Orkustofnun og Rannsóknarstofnun iðnaðarins komu sér saman um verkaskiptingu og skyldi Orku-stofnun annast alla jarðfræði og míneralgreiningar, en Rannsóknarstofnun iðnaðarins, efnagreiningar og prófanir á tæknilegum eiginleikum hráefnisins. Rannsóknarstofnun iðnaðarins gerir grein fyrir niðurstöðum sínum í annarri skýrslu.

Orkustofnun fól Halldóri Kjartanssyni að vinna að rannsókninni undir umsjón Stefáns Arnórssonar. Síðar heimilaði Orku-stofnun Halldóri að nota gögn leirrannsóknarinnar fyrir loka-verkefni í hagnýtri jarðfræði við háskólanum í Leoben í Austur-ríki. Mikill hluti úrvinnslu á einstökum sýnum, sem fjallað er um í þessari skýrslu, var unninn í Leoben. Raunverulegur tími, sem eytt hefur verið í leirkönnunina er því allmiklu meiri en ætla mætti, ef eingöngu er litið á fjárveitingu iðnaðarráðuneytisins til hennar. Að auki hefur Stefán Arnórs-son eytt talsverðum tíma í þessa rannsókn frá störfum sínum á jarðhitadeild.

Útivinna og sýnasöfnun fór fram sumarið 1971 og veturinn 1971/72 var unnið að míneralgreiningu og úrvinnslu gagna. Hefur sá þáttur rannsóknarinnar tekið lengri tíma en ætlað var í upphafi.

Leirsýnum var safnað frá 30 stöðum á landinu (sbr. mynd 1.1). Bezt kannaðar voru leirmyndanir í Hvammsfirði í Dalasýslu og á háhitasvæðunum við Námafjall og Kröflu og Þeistareyki í S-Þingeyjarsýslu. Aðrir staðir voru aðeins lauslega skoðaðir.

Notkun leirs á Íslandi er mjög lítil. Nokkur íslenzk fyrirtæki hafa notað leir til framleiðslu á skrautmunum. Auk þess

hafa leirborin lög verið notuð til ofaníburðar í vegi. Engir múnsteinar eða aðrar byggingavörur úr leir eru framleiddar hér á landi, né heldur hreinlætistæki og postulínsvörur. Aðrir notkunarmöguleikar leirs sem geta mætti um eru: Bentónítgel vegna jarðborana. Leir til lýsishreinsunar og málningarframleiðslu.

Rannsóknarstofnun iðnaðarins mun veita nánari upplýsingar um notkunarmöguleika íslenzku leirmyndananna í annarri skýrslu, en á þessu stigi málsins virðast einkum tvær gerðir leirs koma til greina til vinnslu:

- (1) Kaðlínleir í litlu magni. Lítill fyrirtæki kynnu að hafa áhuga á slíkum leir, en varla getur orðið um vinnslu í stórum stíl að ræða.
- (2) Setleir til brennslu. Slíkur leir kemur helzt til greina til framleiðslu á byggingarvörum, múnsteinum, óglerjuðum flísum, rörum og fleiru. Yrði slík framleiðsla vafalaust eingöngu fyrir íslenzkan markað, þar sem um ódýra vörur er að ræða, er ber ekki mikinn flutningskostnað. Ekki hefur verið rannsakað, hvort byggingarvörur úr íslenzkum leir gætu verið samkeppnisfærar á íslenzkum markaði. Þar sem íslenzki markaðurinn er líttill verður varla um mörg slík fyrirtæki að ræða og ætti því að vanda staðarval og framleiðslu slíkrar verksmiðju mjög vel ef rannsóknir leiða í ljós að grundvöllur sé fyrir hendi á framleiðslu úr íslenzkum leir.

Astæða þykir til að geta þess, að orðið leir er notað í tvennskonar merkingu. Annars vegar er orðið notað um jarðefni, sem er af mjög finni kornastærð (minna en 2 mikron) alveg án til-lits til úr hvaða mínerölum kornin eru. Af þessum toga er orðið hvarfleir. Hins vegar er orðið notað um jarðefni, sem inniheldur það mikið magn leirmínerala, að þeir gefa jarðefn-inu hina vel þekktu leireiginleika, þjálni, herzlu við brennslu o.fl. Þetta jarðefni er jafnan mjög fínkornað. I þessari skýrslu er orðið leir einungis notað í síðari merkingunni, nema annað sé tekið fram.

## 2. LEIRMYNDANIR A ISLANDI - YFIRLIT

### 2.1 ALMENNT

Tafla 2.1 veitir nokkra hugmynd um það, hvernig leirmyndanir á Íslandi eru upprunnar. Þessi flokkun byggist einkum á jarð-fræðilegu umhverfi leirmyndananna. Ekki er þó unnt að flokka allar leirmyndanir á þennan hátt, því oft eru þær af blönduðum uppruna og getur þurft all umfangsmiklar rannsóknir til þess að skera úr um upprunann.

---

Tafla 2.1 Uppruni leirmyndana á Íslandi

Upptuni Tími	Jarðhiti	Efnaveðrun	Setlagamyndun
Nútími og Ísaldarlok	Virk jarðhita- svæði, í súru og basísku bergi.	Hverfandi. Nýmyndunar leirs borinn jökulruðn- í jarðvegi ekki ingur. að vænta.	Vatnaset. Leir- ummyndun í súru basalti og súru og basísku bergi á tertier.
Kvarter og tertier	Forn jarðhita- ummyndun í súru basalti og súru og basísku bergi.	Efnaveðrun á sjávarset.	Vatnaset, bergi á tertier.

---

Allar leirmyndanir frá nútíma eru lausar í sér og liggja á yfirborði. Þær eru aðeins huldar þunnum lausum jarðlöögum eða jarðvegi. Að þessu leyti eru þær því auðunnar.

Fornu leirmyndanirnar frá kvarter og tertier eru oft í þykkum hraunlagastöflum. Þær eru fastar í sér og eru að þessu leyti erfiðari til vinnslu en yngri leirmyndanir.

Guðm. E. Sigvaldason (1959) hefur rannsakað ummyndun bergs á virkum jarðhitasvæðum. Nýmyndun leirs á sér eingöngu stað á háhitasvæðum, en er lítil á lághitasvæðum og þaðan er lítils að vænta.

Mjög mikið ummyndað berg er að finna í kjörnum fornra megineldstöðva og þar er einnig talsvert um súrt berg. Ummyndað súrt berg er jafnan mun kaólínríkara en basískt berg og því áhugaverðara.

Efnaveðrun á Íslandi á kvarter hefur verið hverfandi vegna svabs loftlags. Á tertier var loftslag mun hlýrra og eru rauðu millilögin í blágrýtismynduninni talin stafa af efnaveðrun basalts.

Jökulruðningar og jökulvatnaset í stöðuvötnum og á grunnsævi eru algeng um allt land. Þessi setlög eru oftast snauð af leirminerölum. Verulegs magns leirmínerala í seti er helzt að vænta, þar sem jökkull hefur rofið mikið ummyndað berg og þar sem flokkun eftir kornastærð hefur átt sér stað í flutningi. Stöðuvötn í nágrenni háhitasvæða geta einnig fyllzt seti ríku af leirminerölum.

Stöðuvatnaset frá tertier er allvíða í blágrýtismynduninni, en er fremur snautt af leirmínerölum. Sjávarset frá tertier er einungis til á Tjörnesi, en er ekki leirborið að ráði.

## 2.2 LEIRMYNDANIR Á VIRKUM HÁHITASVÆÐUM

### 2.2.1 KÖNNUD SVÆÐI

Tvö háhitasvæði í Suður-Pingeyjarsýslu, Námafjall-Krafla og Peistareykir voru athuguð ýtarlega. Þeim er lýst nánar í kafla 4. Sýnum var einnig safnað af háhitasvæðunum við Torfajökul og í Hveradöllum á Hellisheiði svo og af lághitasvæðunum við Lýsuhóll á Snæfellsnesi og við Laugavatn. (sjá mynd 1.1)

### 2.2.2 JARÐFRÆDILYSING

Ummyndun á jarðhitasvæðum er mjög breytileg á yfirborði og með dýpi. A lághitasvæðunum er ummyndun bergs við yfirborð lítil. A háhitasvæðum er mikil ummyndun við yfirborð og samanstendur slikt svæði af ummyndunarflákum, sem eru á við og dreif. A mynd 4.2 er riss af litlum ummyndunarfláka efst á Námafjalli. Þessir flákar eða leirkellar eru gjarnan um það bil hringlaga og 10-100 m í þvermál. Oft eru þó margar slikar skellar samvaxnar. I miðum skellunum eru oft brennisteinshraukar eða leirhverir. Brennisteinshraukarnir eru hvítir eða gulir af brennisteini. Leirhverirnir eru ljós- eða dökkgráir og stafar grái liturinn af örsmáum brennisteinskískristöllum. Utan við skellurnar eru oft rauðir blettir. Hraukar af gifskristöllum, sem oft eru u.p.b. 20 cm háir og nokkrir m á lengd, eru algengir. Ummyndunarflákarnir eru á ýmsum þróunarstigum, þeir geta verið ungar og að stækka og eru ummyndunin þá ekki mjög mikil eða þá gamlar og kólnandi og eru ummyndunin þá jafnan mikil. Kólnaðir flákar eru algengir. Því lengur sem ummyndunin á flákanum varir því meir ber á rauðum jaðarskellum og gifsi.

I hverri skelli er ummyndunin mjög margvísleg og leirinn marglitur. Við jaðrana eru rauðir og brúnir litir ríkjandi, en nær miðju eru ljósir litir yfirgnæfandi. Ýmsir aðrir litir, svo sem gult, grænt og fjólblátt eru óreglulega dreifðir, einkum í kólnuðum skellum.

Sjaldan er hægt að skyggast djúpt í skellurnar og óvist er hversu djúpt ummyndunin nær, en varla er það meira en örfáir metrar. Allt að meters djúpar holur, sem grafnar voru við sýnatöku, sýna, að breytingar niður á við eru mjög örarár.

Gerð þess bergs, sem ummyndast, hefur mikil áhrif á það, hversu mikil ummyndunin verður. Ummyndun á móbergi er mun meiri en í hraunum. Ummyndun á líparítsvæðum er lík og á basaltsvæðum, nema helzt, að litir eru þar öllu fölari.

### 2.2.3 MINERALGREINING

Heitt vatn í borholum á háhita- og lághitasvæðum er alkalískt og redúserandi. Hveragas á háhitasvæðum inniheldur jafnan talsvert af brennisteinsvetni. Brennisteinsvetnið oxast í brennistein og brennisteinssýru við yfirborð, þar sem súrefni loftsins kemst að því. Brennisteinssýran gerir yfirborðsvatn háhitasvæðanna súrt og veldur þetta súra vatn hinni miklu ummyndun bergs í leir á yfirborði þessara svæða.

A háhitasvæðum eru brennisteinsmínerölin hreinn brennisteinn, gips og brennisteinskís mjög áberandi, en þessi míneröl eru mjög óæskileg í leir, sem er ætlaður til brennslu. Hreinn brennisteinn er mjög algengur í öllum virkum skellum, en sést ekki í kólnuðum. Hefur hann oxast. Gifsið er í stórum kristóllum og er mest áberandi á kólnuðum svæðum. Brennisteinskísinn er yfirleitt mjög smár og litar umhverfi sitt grátt eða svart. Í brennisteinshraukum er greinileg lagskipting, innst er dökkt brennisteinskíslag, utan um það er ljóst gifslag og yzt er brennisteinslag oft með ljósri skán að utan.

Magn brennisteinsmínerala er mismunandi frá einu háhitasvæði til annars t.d. er Námafjall auðugt af þessum míneröllum en Þeistareykir eru mun snauðari. Innan hvers svæðis er magnið einnig breytilegt. Að því er virðist, er nær brennisteinslausa ummyndunarfláka að finna við Námafjall á Þeistareykjum og við Torfajökul.

Ekki var jarðhitaleirinn kornastærðargreindur, þar sem ekki tókst að hindra að hann hlýpi saman í flyksur, þegar hann var hristur upp í vatni. Í kornastærðargreiningu Guðmundar E. Sigvaldasonar (1959) fóllu allt að 65% í flokkinn undir 2 mikron.

Greining leirmínerala var framkvæmd með Röntgen diffraktion og Differential Thermal Analysis (DTA).

I eftirfarandi töflum (2.2 og 2.3) er að finna niðurstöður röntgengreiningar og DTA-greiningar.

Tafla 2.2 Leirmíneralagreining með Röntgen diffraktion.

Sýni nr.	Lýsing á sýni <u>Staður</u>	Leirmíneröl	Önnur míneröl
<u>Námafjall</u>			
5007	rauður leir í jaðri á skellu	K, m	P,
5016	grár leir úr leirhver	K, m	Q, ?
5026	marglitur leir frá Kröflu	K	G,q?
5027+28+29	rauður, gulur og grænn leir frá Krókóttuvötnum	M, k	
5030	hvítur leir, Krókóttuvötn	K	
5031	svart efni úr miðjum brenni- steinshrauk	(k)	G,p
5032	hvitt efni úr miðjum brenni- steinshrauk		sil
<u>Þeistareykir</u>			
6001	hvítur leir úr leirhver	K	p,q?,z
6016+18+			
20+22	rauður leir, ummyndun hrauns	M,K	
6023+24+			
26+29	brúnn leir, ummyndun hrauns	m,k	f
6027	ljós leir	k	
6037	hvítur leir	K (m)	
6057	marglitur leir	K	
6075	bláhvítur leir	K	
<u>Torfajökull</u>			
0606	hvítur leir	K	p,

Sýni nr.	Lýsing á sýni <u>Staður</u>	Leirmíneröl	Önnur míneröl
0610	<u>Hveradalir í Hengli</u> marglitur hveraleir		sil
540	<u>Lýsuhóll</u> gult efni		sil

Skýringar á táknum í töflu: K,k = kaolínít, M,m= montmör-  
illonít, P,p=brennisteinskís, G,g= gifs, F,f = feldspat,  
Q,q = kvars, Z,z = zeólít. Sil, sil = ópal. Stór stafur  
táknar mikið magn, lítill stafur lítið magn. Svigi, ákvörðun  
óviss.

---

Tafla 2.3 Leirmíneralgreining með DTA (Differential Thermal Analysis)

Sýni nr.	Lýsing á sýni <u>Staður</u>	Leirmíneral	brennslulitur
<u>Námafjall</u>			
5006	ljós korn í brennisteini	-	ljósgulur
5007	rauður leir úr jaðri á skellu	K	ljósgulur
5011	ljósgrátt efni í brennisteini	-	
5016	grár leir úr leirhver	K+M	
5017	hvítur leir í brennisteini	K	hvítur
5030	hvítur leir frá Krókóttuvötnum	K	hvítur, gulur blær
<u>Þeistareykir</u>			
6001	hvítur leir úr leirhver	K	hvítur
6002	rauður leir úr jaðri á skellu	M	rauður
6008	ljósgul korn í brennisteini	-	ljósgulur

Sýni nr.	Lýsing á sýni <u>Staður</u>	Leirmíneral	brennslu- litr
<u>Þeistareykir frh.</u>			
6023	brúnn harður leir. Ummynndað hraun	K+M	rauður
6024	brúnn þjáll leir. Ummynndað hraun	K+M	rauðbrúnn
6036	rauður leir	Kδ	rauður
6057	marglitur leir	K	hvítur
6075	bláhvítur leir	K	rauður blær hvítur
<u>Torfajökull</u>			
0606	hvítur leir	K	hvítur rauður blær

Skýringar á táknum í töflu: K = kaólinít, M= montmórrillonít  
 K+M = blandleir af kaólinít og montmórrillónít, Ø = ófullkommen  
 kristöllun.

I DTA greiningunni kom fram mjög athyglisverð niðurstaða, en það er samfelld breyting frá montmórrilloniti yfir í kaólinít (mynd 4.5). Einnig sýndu tvö kaólinít-línurit frávik hvað endotherma útslagið við 980°C snertir. Röntgenlínuritin sýndu í þessum tilfellum bæði montmórrillonít og kaólinít. Ekki er vitað hverju þetta sätir. Hvítu kaólinít-leirsýnin gáfu mjög falleg og dæmigerð DTA og röntgen línurit. Montmórrillonít-sýnin gáfu DTA línurit, sem benda til þess að þau séu úr beidellit-nontrónít röðinni.

Ekki er auðvelt að segja ákveðið til um leirmíneral eftir útliti leirsins, en yfirleitt eru ljósgrá og einkum hvít sýni með kaóliníti, en brún og rauð sýni með montmórrilloníti, blöndu úr montmórrilloníti og kaóliníti eða ófullkomið kaólinít. Þar sem litur sýnanna stafar ekki frá leirmíneralinu er nauðsynlegt að ákveða míneralið í rannsóknarstofu.

Háhitasvæðið við Torfajökul er í líparíti. Guðmundur E. Sigvaldason hefur fundið þar bæði kaólinít og montmörillonít. Ekki virðist svæðið frábrugðið öðrum háhitasvæðum hvað ummyndun snertir.

#### 2.2.4 VINNSLUMÖGULEIKAR

Rannsóknarstofnun iðnaðarins mun gera grein fyrir niðurstöðum á efnasamsetningu og tæknilegum eiginleikum leirsins. Frá jarðfræði- og bergfræðisjónarmiði er eftirfarandi að segja:

Auðvelt er að vinna leir á háhitasvæðum einkum þó úr kólnuðum flákum. Leirmyndanirnar eru þó afar mismunandi og því varla kleift að vinna hómógenan kaólin- eða montmörillonítleir í stórum stíl. Einnig er leirinn mjög mikið blandaður ýmsum brennisteinsminerölum og er hætt við, að það rýri notkunarmögu-leika hans stórlæga.

Við Krókóttuvötn á Námafjallssvæðinu, á nokkrum stöðum á Peistareykjum (sbr. kafla 4 um þessi svæði) svo og í Hrafn-tinnuskeri við Torfajökul eru þó lítil svæði með nokkuð jöfnum hvítum kaólinleir, sem virðist snauður af brennisteinsminerölum. Svæðin eru of smá til vinnslu í stórum stíl, en þar má ef til vill vinna nokkur bílhlöss af nothæfum leir.

Fyrir kemur, að vötn og tjarnir í námunda við jarðhitasvæði fyllast af jarðhitaleir. Við flutninginn hafa hinarr ýmsu gerðir jarðhitaleirs blandazt og grófari og byngri korn skilizt frá. Oft hefur slík leirmyndun því aðra eiginleika en upprunaleirmyndunin á jarðhitasvæðunum og ætti umfram allt að vera hómógenari. Þessum leirmyndunum verða gerð nánari skil síðar (kafli 2.5).

#### 2.3 LEIRMYNDANIR Á FORNUM JARÐHITASVÆÐUM

##### 2.3.1 KÖNNUÐ SVÆÐI

Þrjú svæði tilheyra þessum flokk, líparítsvæðin í Drápuhlíðar-

fjalli á Snæfellsnesi (sjá mynd 1.1) og í Bæjardal í Lóni svo og súra innskotið í Ketillaugarfjalli í Hornafirði.

### 2.3.2 JARÐFRÆÐILÝSING

Líparítsvæðin tvö eru mjög svipuð hvað gerð bergsins og ummyndunarmáta snertir.

Líparítsvæðið í Drápuhlíðarfjalli er í norðvesturhluta fjallsins og er u.p.b.  $1 \text{ km}^2$  að stærð. Hér er um mjög þykkt hraun eða hraungúl að ræða. Svæðið er að mestu hulið líparítskriðu, en út úr henni standa klettar og snarbrattar ókleifar hlíðar.

Ummyndaða líparítsvæðið í Bæjardal er hluti líparítsvæðisins í Njörfatindi og takmarkast það af Bæjardal, Hafradal og Fjallabaki. Ummyndaða svæðið er upp af Fjallabaki bæjardalsmegin og heitir Hvalnesheiði og er u.p.b.  $1 \text{ km}^2$  að stærð. Hvalnesheiði er flöt fjallshlíð hulin líparítskriðu. Þrjú gil skerast í hana og eru þar opnur. Allmargir þunnir basaltgangar skerast í gegnum svæðið.

Líparítið í báðum þessum svæðum er straumflögótt og klofnar í þunnar hellur við veðrun. Það er víða kísilrunnið. Brennisteinskís er allstaðar í líparítinu og er rauðbrúnn veðrunarlitur hans mjög áberandi. Leirummyndunin er ósamfelld og mismikil. Líparítið hefur hvergi ummyndatz til fulls og leirmínerölin eru innan um frumsteina bergsins. Í botnum polla á svæðunum er þjáll, mótanlegur leir. Leirinn er hvítur eða brúnliitaður af veðruðum brennisteinskís.

Í Ketillaugarfjalli í Hornafirði er súrt innskot. Í norðvestur jaðri þess er u.p.b.  $70 \times 5$  m stórr opna, þar sem bergið hefur ummyndatz í leir. Bergið umhverfis er kísilrunnið. Basaltgangur sker innskotið ekki langt frá opnunni. Leirinn er ýmist hvítur eða ljósgrænn.

### 2.3.3 MINERALGREINING

Drápuhlíðarfjall: Kaólinít var greint bæði með röntgen-diffraktion og DTA.

Bæjardalur: DTA-línuritið er mjög flókið og varð ekki greint til hlítar. Þó má greina kaólinít, sem einnig er áberandi á röntgenlínuritinu. A röntgenlínuritinu er einnig toppur nálægt  $10\text{ \AA}^{\circ}$  sem ekki breytist við glýkólmeðferð og er hér líklega um glimmer eða illít að ræða. Auk þess má greina mikið feldspat svo og zeólít, kalkspat og brennisteinskís.

Ketillaugarfjall: DTA-línuritið sýnir ófullkomnið montmörill-onít línurit. Röntgenlínuritið sýnir "mixed-layer" leirmíneral með toppa hjá  $25\text{ \AA}^{\circ}$  og  $12\text{ \AA}^{\circ}$ , sem þenjast við glýkólmeðferð í  $27\text{ \AA}^{\circ}$  og  $14\text{ \AA}^{\circ}$ . Líklega er hér um montmörillonít-illít "mixed-layer" að ræða. Auk þess má greina kvars og zeólít.

Af ofangreindu er ljóst að í Drápuhlíðarfjalli og í Bæjardal ummyndast líparítið í kaólinít, en í Ketillaugarfjalli í montmörillonít-illít.

### 2.3.4 NOTKUNARMÖGULEIKAR

Líparítsvæðin sjálf eru allstór (u.p.b.  $1\text{ km}^2$ ) og liggja á yfirborði, svo að auðvelt er að komast að þeim. Um stærð og legu leirmyndananna er fátt vitað. Einnig þarf að kanna hve mikinn kaólinleir má vinna úr bergenú og hver gæði leirsins eru. A þessu stigi málsins er því ekki hægt að meta notkunar-möguleika þessarra svæða.

Ætla má, að fleiri leirmyndanir af þessarri gerð séu í megin-eldstöðvum frá tertier. Kaólinleirinn í Mókollsdal í Strandasýslu telst til þessa flokks, en hann var ekki kannaður.

## 2.4 MILLILÖG I TERTIERU BLAGRÝTISMUNDUN INNI

### 2.4.1 JARÐFRÆDILYSING OG MINERALAGREINING

Þessi flokkur er mjög breytilegur og yfirleitt ekki vel fallinn til vinnslu, en afar stórar setleirmyndanir frá nútíma eiga rætur sínar að rekja til þessa flokks og þótti því rétt að gera honum einhver skil þó að athugunin sé langt frá því að vera tæmandi.

Sameiginlegt öllum leirmundunum þessa flokks er, að þær eru lög inn á milli basaltlaga frá tertier. A fyrri tímum jarðsögunnar voru þessi lög grafin djúpt í blágrýtismundunina og komu aftur upp í dagsljósið eftir að ísaldarjöklarnir höfðu rofið ofan af þeim. Að öðru leyti eru þessi lög mjög margvísleg. Þó má skipa flestum þeirra í þrjá flokka:

- (1) Setlög
- (2) Rauð og brún millilög
- (3) Öskulög

(1) Vatnaset er ekki óalgengt í tertieru blágrýtismunduninni. Leirminerölin í slíku seti munu eiga rætur sínar að rekja til efnaveðrunar á basalti, ef síðari ummyndun hefur ekki komið til. Tvö setlög af þessarri gerð voru athuguð, annað við Bessastaðaá á Héraði (sjá mynd 1.1) og hitt við Kerlingarfjörð í Barðastrandarsýslu. Þeð setin eru brún að lit og skiptast þar á gróf og fínkornótt lög. Hvorugt var ummyndað að sjá, þar sem sýni voru tekin. Í báðum sýnum fannst montmørillonít. Við Húsavíkurkleif í Steingrímsfirði er einnig set. Þarna skiptast á surtarbrandslög og rauð og gul leirbrún lög, sem gróðurinn hefur vaxið upp úr. Í þessu seti er einnig montmørillonít.

Vatnasetið við Kerlingarfjörð er sums staðar ummyndað. Basaltið, sem liggur ofan á, er ummyndað, þar sem setið er ummyndað. Þessi ummyndun er u.p.b. 1 m á þykkt, en á víð og dreif eru

pokar niður úr henni, sem eru u.p.b. 1 m í þvermál. Efsti hálfir metrinn undir basaltinu er rauður en sá neðri dökk- og ljós-brúnn. Umhverfis ummyndunina er síðan 20 cm þykk ljósgræn rönd, en setið fyrir neðan er dökkgrænt. Líklegast er, að þessi ummyndun stafi af jarðhita. Leirmíneralið er montmörillonít.

(2) Rauðu og brúnu millilögir eru af ýmsum gerðum. Sum þeirra virðast vera forn jarðvegur, þar sem basaltlögir ofan á þeim eru alveg óummynduð. Þessi lög eru jafnan rauð efst og verða dökkbrún, ljósbrún eða gul neðar. Athuguð voru fjögur lög. Í Olafsfjarðarmúla (sjá mynd 1.1) er 15 m þykkt lag og er þar einnig montmörillonít. Við Hvammsfjörð voru tvö lög athuguð, annað rautt en hitt brúnt og er montmörillonít í báðum. Þessi athugun bendir því til þess, að montmörillonít hafi myndast við efnaveðrun á Íslandi á tertíer.

Önnur rauð millilög virðast stafa frá jarðhitaummyndun. Tómas Tryggvason (1960) athugaði feldspatdílótt basaltlag við Önundarfjörð (sjá mynd 1.1). Þetta lag hefur ummyndatz sumsstaðar og er þá rautt orðið, en hvíta díla er enn að sjá í því. Taldi Tómas, að þessi ummyndun stafaði af jarðhita. Dílarnir í ummyndaða berGINU reyndust vera halloysít (vatnsríkt kaölínmineral), en í grunnmassanum fannst halloysít og montmörillonít. Í þunnsneið mátti enn sjá móta fyrir strúktúr upprunabergsins og líklegt er, að feldspatnálarnar í grunnmassanum hafi ummyndatz í halloysít en pýroxeninn í montmörillonít.

Við Hvammsfjörð (sjá mynd 1.1) voru tvö lög athuguð, sem líklegast hafa ummyndatz af jarðhita. Upprunabergið í öðru er bólstraberg, en hinu ljósgrátt set. Í miðju er ummyndun beggja laganna nær hvít á lit en einnig gul og græn. Utan um er rauð rönd. Í báðum tilfellum er um montmörillonít að ræða, sem eina leirmíneralið. Líklegt er, að þessi jarðhitaummyndun stafi frá heitu jarðvatni, sem runnið hefur um lögin, þegar þau voru djúpt grafin í jörðu.

Algengt er, að leir sé í holum í gjallögum tertier basalt-laga, án þess að séð verði, að þau séu ummynduð að öðru leyti. Oftast er leir þessi rauður, en brún, græn, gul og hvít lit-brigði eru einnig til. Athuguð voru tvö slík leirlög við Hvammsfjörð, annað ljóst, en hitt brúnt og var montmörillonít í báðum. Þunnsneið af öðru sýninu sýndi, að gjallið var nær óummyndað.

(3) Allvíða eru öskulög í millilögum blágrýtismyndunarinnar og eru þau oft ummynduð. Einkum eru súr og ísúr öskulög áhugaverð. Í vatnasetinu við Bessastaða er u.p.b. 1 m þykkt hvítt öskulag. Í því fannst montmörillonít. Í rauða millilaginu í Öshlið er slíkt lag og í því er einnig montmörillonít. Í Norðurárdal í Borgarfirði eru þykk súr og ísúr lög af flikrubergi, sem hafa ummyndatz og eru nú ýmist rauð eða græn. Í þeim er montmörillonít. Í Hoffellsdal í Hornafirði eru þykk græn öskulög og er einnig montmörillonít í þeim.

Þessi athugun bendir til þess, að aðalleirmíneralið í millilögnum sé montmörillonít, hver svo sem uppruni þeirra kann að vera. DTA-ferlar benda til þess, að um sé að ræða míneral úr beidillit - nontrónít röðinni. Raunar eru allir DTA-ferlar montmörilloníts mjög líkir hvort sem sýnið er af virkum jarðhitasvæðum, úr tertíerum millilögum eða nútímasetleir. Einn DTA-ferill sýnis úr ummynduðu basalti frá Búðardal er sýndur á mynd 3.3.

#### 2.4.2 NOTKUNARMÖGULEIKAR

Enn er ekkert vitað um eiginleika leirsins í þessum millilögum og er þörf á að athuga, hvort þau megi nota sem bentónít-gel. Að þetta einkum við um öskulögin. Flestar þessara leirmyndana eru huldar þykkum basaltlagastafla og því örðug til vinnslu. Þar sem auðvelt er að vinna rauð millilög hafa þau verið notuð til ofaníburðar í vegi.

## 2.5 SETLEIR FRA NÚTÍMA

### 2.5.1 ALMENNT

Set frá nútíma er mjög útbreitt um allt land. Efni þess er einkum basaltmylsna og magn leirmínerala er hverfandi. Aðeins á fáum stöðum er magn leirmínerala það hátt, að setið sé þjált og mótnarhæft. Þessi leirmíneröl myndast ekki í setinu, heldur eru þau aðflutt og eru annaðhvort upprunnin á virkum háhitasvæðum eða úr leirmyndunum í tertíeru blágrýtismynduninni og þá einkum millilögum. Á svæðum með ungu bergi (síð-kvarter) er setleirs einkum að vænta í næsta nágrenni háhitasvæða. Á svæðum með tertíeru bergi er setleirs einkum að vænta, þar sem bergið er mikið ummyndað og þar sem setið hefur greinst vel í kornastærðir. Skipta má nútímaseti eftir myndunaraðstæðum í:

- (1) jökulruðning
- (2) vatnaset
- (3) grunnsjávarset.

### 2.5.2 JARÐFRÆÐILÝSING

I jökulruðningum ægir saman öllum kornastærðum, en yfirleitt er magn leirmínerala afar lágt. Samt má vera, að jökulruðningur sé gagnlegur sem íblöndunarefni í leir, sem vill skreppa mikið saman við brennslu. Eitt sýni var tekið úr malarnámu í jökulruðningi nálægt Húsavík, en hefur ekki verið athugað nánar.

I vatnaseti er því aðeins verulegt magn leirmínerala að framburður árinnar, er fyllti vatnið, sé ríkur af leirmínerölum. Slíks er helzt að vænta í námunda við háhitasvæði, forn eða virk. Við rofið og flutninginn blandast hinum ýmsu gerðir jarðhitaleirs, svo að setleirinn verður nokkuð hómógen. Gifs og brennisteinn, sem eru óæskileg efni í leir, leysast upp og skiljast frá. I vatninu sezt því til setleir með talsvert aðra eiginleika en jarðhitaleirinn, einkum er hlutfall leirmínerala í honum miklu lægra.

Sýnum var safnað úr Krókslóni við Sigöldu (sjá mynd l.1). Þar hefur móbergsalda stíflað Tungnaá og myndað lón sem hefur fyllzt af seti. Áin hefur síðan brotið sér leið í gegnum ölduna og vatnasetið er nú á þurru. Þegar af Sigölduvirkjun verður mun það þó fara aftur undir vatn. Setið er hvarfleir. Ekki var leirmyndunin könnuð að ráði og ekkert er vitað um hvort setið breytist frá einum stað til annars eða með dýpi. Sýnin eru tekin af handahófi.

(3) Grunnsjávarset. Í ísaldarlok, þegar jöklarnir hopuðu inn til landsins hefur gífurlega hröð setlagamyndun átt sér stað við strendurnar. Kolmórauðar jökulár hafa flutt jökulrofna bergmylsnu til hafs. Í lygnum, grunnum fjörðum og lónum, þar sem straumhraði áa og sjávarfallastrauma hefur verið lítill, hefur hlaðizt upp fínkornóttur hvarfleir. Leirminalmagnið í þessu seti er þó því aðeins verulegt, að bergið sem jökkullinn rauf, hafi verið talsvert ummyndað. Þessu líkar aðstæður eru nú við Vatnajökul, einkum í Hornafirði og Lónsfirði. Í Hornafirði eru viðáttumiklar leirur, sem koma upp úr fjöru. Tvö sýni voru tekin af slíkum leirum rétt við Höfn í Hornafirði.

Eftir að fargi ísaldarjöklusins létti, reis landið. Fornir marbakkar viða um land bera hærri sjávarstöðu merki. Í þessum marbókkum er, oft hvarfleir og sums staðar er leirminalmagn hans það hátt, að leirinn er þjáll og mótanlegur. Fyrir botni Hvammsfjarðar einkum í Laxárdal og Miðdal er gífurlegt magn af slíkum leir og verða því svæði gerð ýtarleg skil í 3. kafla þessarar skýrslu. Samskonar leirmyndanir eru viðar á Vesturlandi og var sýnum safnað í Króksfirði í Barðastrandasýlu (sjá mynd l.1), á Skarðströnd og í Alftafirði á Snæfellsnesi, neðan undir Drápuhlíðarfjalli (sbr. kafla 2.3). Leirmyndunin í Króksfirði er mjög stórvær en hinarr eru smáar.

#### 2.5.3 MINERALGREINING

A sýnum frá Hvammsfirði var gerð röntgen-diffraktionsgreining og sýnir hún leirminalið montmørillonít. Allmargar DTA

greiningar voru gerðar á sýnum frá Hvammsfirði og Króksfirði og voru ferlarnir allir mjög svipaðir (sbr. mynd 3.3). Sveiflurnar eru mjög litlar og virðist montmörillonítið vera úr beiðellitnontrónít röðinni.

DTA-greining á sýni frá Alftafirði tókst ekki, þar sem sveiflur ferilsins voru of smáar. Ekki er unnt að greina vott af kaðliníti, þótt talsvert kaðlinít sé í Drápuhlíðarfjalli, sem er upp af þessari leirmyndun.

Röntgen-diffraktion greining á sýni frá Hornafirði sýnir leirminerölin montmörillonít og vott af klóríti. DTA ferill sama sýnis sýnir aðeins mjög smáar sveiflur.

Röntgen-diffraktion greining á sýni frá Sigöldu sýnir aðallega montmörillonít en einnig kaðlinít. DTA ferill sama sýnis sýnir aðeins mjög smáar sveiflur.

Önnur mineröl, sem fundust við röntgen-diffraktionsreininguna eru sýnd í töflu 2.4. Í þunnsneiðum af grófari kornum úr Hvammsfirðir fannst mikið af feldspati og í minna magni zeólitar, kalkspat, kalsedón, klórít, pyroxen og ógagnsætt efni. Aðal-efnið er þó steinabrot, mest basalt en einnig rauð, gul og græn brot úr millilögum. Því grófari sem kornastærðin er því meira er um basalt.

---

Tafla 2.4.	Mínaralgreining á setleir frá nútíma	Önnur mineröl
Staður	Leirmíneral	í röntgen-diffraktion í þunnsneið
Hvammsfjörður	Montmörillonít	feldspat, zeólít feldspat, zeólít,
		kalsít, kalsedón, klórít, pyroxen, basaltbrot, millilagabrot

Króksfjörður	Montmōrillonít
Hornafjörður	Montmōrillonít, feldspat, kvars, klōrit, zeolít.
Sigalda	Montmōrillonít, feldspat, kvars, kaolínít.

---

#### 2.5.4 KORNASTÆRDARGREINING

Allmög sýni frá Hvammsfirði voru kornastærðargreind og verður gerð nánari grein fyrir þeirri athugun í 3. kafla. Almennt gildir um leirmyndanir í Hvammsfirði, að þær verða grófari með dýpi. Leirkornastærðin < 2 mikron er samkvæmt mynd 2.1 frá u.p.b. 3% upp í 15% (sbr. myndir 3.5 - 3.23). Sýnið frá Króksfirði (nr. 0523) er svipað sýnum frá Hvammsfirði. Sýnin frá Naustavík í Álfafirði (nr. 0539, mynd 2.2), Hornafirði (nr. 7014+15, mynd 2.3) og Sigöldu (nr. 0603, mynd 2.4) eru mun grófari. Þess ber að gæta, að sýnin utan Hvammsfjarðar eru valin af handahófi og því líklega ekki einkennandi fyrir þau svæði.

#### 2.5.5 NOTKUNARMÖGULEIKAR

Setleir er mikið notaður víða um heim til framleiðslu á byggingarvörum einkum múnsteinum. Þess ber að gæta, að íslenzkur setleir er talsvert frábrugðinn venjulegum setleir erlendis. Að Islandi er leirminalið montmōrillonít í stað illíts eða kaolíníts og basaltbrot koma í stað kvarsmylsnu. Verður því að nota erlendar reglur um kornastærð leirhráefnis með varúð. Tæknilegar rannsóknir, sem Rannsóknarstofnun iðnaðarins mun framkvæma og birta, ættu að skera úr um gæði leirsins til brennslu.

Winkler (1955) hefur gert þríhyrning, þar sem kornastærðir helztu leirmyndana í Þýzkalandi, sem notaðar eru í gerð tígulsteina, eru sýndar (mynd 2.5). Íslenzki leirinn hefur greinilega mun hærra méluhlutfall en sá þýzki. Annars eru nokkur sýni íslenzka leirsins neðst á sviði þeirrar gerðar tígulsteina, sem eru ekki

holir. Þess ber þó að gæta, að montmörillonít bindur mun betur en önnur leirmíneröl. Því má telja líklegt, að framleiða megi a.m.k. tígulsteina úr leirnum í Hvammsfirði.

Magnið í þeim fjórum setleirmyndunum frá nútíma, sem voru skoðuð, þ.e. Hvammsfirði, Króksfirði, Hornafirði og Sigöldu, er mjög mikið, nokkrar milljónir tonna hráefnis. Mjög auðvelt er að vinna leirinn í Hvammsfirði og Króksfirði. Ofan á leirnum eru 2-3 m af jarðvegi og möl. Leirinn sjálfur er þjáll og blautur og auðunninn. Staðháttum við Hvammsfjörð verða gerð nánari skil í 3. kafla.

Sem stendur er leirinn við Sigöldu einnig auðunninn. Þetta svæði mun þó fara á kaf við byggingu Sigölduvirkjunar. Í leirnum er auk montmörilloníts, kaólinít. Líklegt er, að finna megi fleiri svipaðar leirmyndanir í námd við Torfajökul og önnur háhitasvæði.

Leirinn í Hornafirði er undir sjó og er vinnsluaðstaða þar því óvenjuleg. Auk montmörilloníts er klórít í leirnum.

## 2.6 NOTKUNARMÖGULEIKAR ISLENZKRA LEIRMYNDANA

Rannsóknarstofnun iðnaðarins mun gera grein fyrir niðurstöðum sínum á tæknilegri og efnafræðilegri hlið leirrannsóknanna. Rannsóknir á jarðfræði- og bergfræðilegri hlið benda til eftir-talinna gerða hráefnis:

- (1) Múrsteinaleir (byggingarefnaleir) (setleir frá nútíma)
- (2) Kaólinleir (virk og forn jarðhitasvæði)
- (3) Bentonítleir ? (millilög í tertíeu blágrýtismynduninni)

(1) Múrsteinaleir. Mjög mikið magn setleirs frá nútíma er að finna í Hvammsfirði, í Króksfirði, í Hornafirði og við Sigöldu. Leirinn er blanda af basaltmylsnu og montmörilloníti og er hluti leirkornastærðar 10-15% í efstu metrunum í Hvammsfirði.

Auk montmörilloníts er klórít í leirnum í Hornafirði og kaólinít í leirnum við Sigöldu. Vinnsla leirsins í Hvammsfirði og í Króksfirði er auðveld. Leirinn er mjúkur og aðeins hulinn u.p.b. tveggja til þriggja metra lagi af lausum jarðlögum. Leirinn í Hornafirði er undir sjó á flóði og leirinn við Sigöldu mun fara á kaf bak við stíflu Sigölduvirkjunar.

(2) Kaólinleir. Nokkur lítil svæði með hvítum og fallegum kaólinleir er að finna á Námafjallssvæðinu (Krókóttuvötn), á Þeistareykjum og í Hrafntinnuskeri við Torfajökul. Hér er þó aðeins um "nokkur bílhlöss" að ræða á hverjum stað.

I Drápuhlíðarfjalli á Snæfellsnesi og í Bæjardal í Lóni eru líparítsvæði, sem að nokkru eru ummynduð yfir í kaólinleir. Svæðin eru allstór, en ummyndunin er óregluleg og nær ekki til alls svæðisins. Athuga þarf, hvort vinna megi kaólinleir úr ummyndaða líparítinu og rannsaka gæði hans. Einnig þarf að athuga betur legu ummyndunarinnar í líparítinu.

(3) Bentónítleir. I millilögunum frá tertier og þá einkum súrum öskulögum er montmörillonít. Ekki er útilokað, að þessi lög komi til greina til vinnslu á bentónít, sem er notað í gel við jarðboranir.

### 3. HVAMMSFJÖRÐUR (Sýni nr. DALL08711001-1049, 1101-1111, 1501-1505)

#### 3.1 AGRIP

Leir er að finna við Hvammsfjörð allt frá Hörðudal til Kýrunnarstaða (mynd 3.1). Samfelld leirsvæði eru í Miðdal og Laxárdal og neðan undir Kýrunnarstöðum. Bezta leirsvæðið er í mynni Laxárdals. Það er um  $5 \text{ km}^2$  að flatarmáli og eru efstu 3-5 m af leirmynduninni þar líklega nýtanlegir. Sé svo má vinna a.m.k. 40 milljón tonn af leir í Hvammsfirði.

Leirinn er grár, blautur og mótanlegur. Í leirnum eru hvörf. Þau eru ljós, fínkornótt og leirauðug efst, en dökk, grófkornóttari og sandrík neðst. Leirinn samanstendur af leirmínerali úr montmórrillonítflokknum, nánar tiltekið úr beidellít-nontrónít röðinni, mélu, basaltsandi og sums staðar basaltmöl. Samsetning leirsins er allstaðar eins, en hlutföllin milli leirs, mélu, sands og malar eru breytileg.

Kornastærðargreining sýndi, að leirinn er jafnan fínastur efst en verður því grófari sem neðar dregur. Efstu metrar leirsins hafa 10-15% af kornastærð undir 2 mikron, hvort heldur sem er við ströndina eða lengst inni í dal. Sumsstaðar er leirinn þó mun grófari efst.

Berggrunnur svæðisins er tertíera blágrýtismyndunin og á leirmíneralið uppruna sinn að rekja til leirborinna millilaga, sem ísaldarjöklar hafa sorfið. Ofan á basaltinu eru jökulgarðar og malarásar, sem jökullinn skildi eftir, þegar hann hörfaði til fjalls. Í lok ísaldar flæddi sjór inn yfir ströndina og þá settust þessi leirlög á grunnsævi úr framburði jökuláa. Landið lyftist síðan úr sæ, þegar fargi jökulsins létti. Leirlögin eru því í kvosum á milli jökulgarða og malarása og er efra borð þeirra í u.p.b. 50 m hæð yfir sjó.

Ofan á leirnum eru sumsstaðar u.p.b. 3 m þykk malarlög oftast með skeljum og munu þau vera fornir, fylltir álar. Þar ofan á er mýri. Sumsstaðar leggst mýrarjarðvegurinn beint ofan á leirinn og litar þá u.p.b. efstu 3 metra hans ljósbrúnan.

Mjög auðvelt er að vinna leirinn. Ofan af honum þarf að ryðja u.p.b. 3 m, af lausu seti og sjálfur er leirinn mjúkur. Erfið-leikar gætu stafað af jarðvatni. Þjóðvegur liggur um Búðardal, sem er í jaðri bezta vinnslusvæðisins. Í Búðardal er bryggja.

Rannsóknarstofnun iðnaðarins rannsakar gæði leirsins og efna-greinir hann og mun birta niðurstöður sínar sérstaklega. Til greina virðist koma að nota þennan leir til framleiðslu á mún-steinum og öðrum vörum vegna bygginga.

### 3.2 JARÐFRÆÐILÝSING

Leir er að finna frá Hörðudal austan fjarðar allt að Kýrunnar-stöðum vestan fjarðar. Samhangandi leirsvæði eru í Hörðudal, Miðdal og Laxárdal og neðan við Kýrunnarstaði (mynd 3.1). Annars staðar er leirinn aðallega í lægðum við ár. Bezta vinnslu-svæðið er í mýnni Laxárdals upp af Búðardal (sjá mynd 3.1). Leir er að finna í allt að 50 m hæð yfir sjó. Leirlögin mynda mar-bakka í Laxárdal og fylgir 40 m hæðarlínan neðri brún þeirra, en 60 m hæðarlínan fjallsrótum og jökulgarðum, sem upp úr standa.

Leirlög þessi urðu til í lok ísaldar eða fyrir u.p.b. 10-15.000 árum. Tertiara blágrýtismyndunin myndar berggrunn á þessu svæði, sem er sorfinn af ísaldarjöklum. A milli basaltlaganna eru leirborin millilög, en leirmínerölin þar mynduðust vegna ummyndunar af völdum jarðhita eða efnaveðrunar á tertier. Er hlýna tók í lok ísaldar hörfuðu jöklarnir til fjalls, en skildu eftir jökulgarða og malarása. Sjór flæddi inn yfir ströndina á eftir jöklunum. Þungi jökulfargsins hafði þrýst landinu niður

og var sjávarstaða við Hvammsfjörð í lok ísaldar u.p.b. 50 m hærri en nú og dalirnir upp af Hvammsfirði voru því lygnir firðir og víkur en háir jökulgarðar hafa staðið upp úr sem hólmar. Jökulár báru feikn af framburði til sjávar og þar tóku sjávarfallastraumar við og fluttu gruggið meðfram ströndinni.

Hér varð því góð aðgréining eftir kornastærð. Gruggið settist síðan til við ströndina og þá myndaðist hvarfleir, gróft sandríkt set í flóðum á sumrum, fínt leirborið set á vetrum. Setlagamyndun hefur verið mjög hröð og brátt hafa firðir fyllst, þar sem skilyrði til setlagamyndunar voru bezt. Eftir því sem firðirnir gryntust, hefur dregið úr straumhraða og hafa lögin þá orðið æ fínkornóttari. Í leirur fjarðanna hafa síðan grafist straumharðir álar, sem síðar hafa fyllst af grófri möl. Í þessum álum lifðu skeljar. Eftir að jökulfarginu létti, hefur landið lyfzt og ströndin færst utar. Eftir stóðu víðáttumiklir marbakkar. Leirinn er péttur og hleypir vatni ekki í gegnum sig. Ofan á leirnum urðu því til mýrar. Mynd 3.2 sýnir jarðlagaskipan í sniði eins og ætla má, að hún sé víðast í Hvammsfirði.

Ofan við Miðdal og í Sælingsdal eru megineldstöðvar. Basaltlögum blágrýtismyndunarinnar hallar u.p.b.  $6^{\circ}$  til austurs. Basaltið er yfirleitt ekki áberandi ummyndað, þótt mikið ummynduð lög finnist. Lítið er um holufyllingar og þá helzt zeólíta í holum í grófu bergi. Millilög eru flest þunn, rauður eða brún, en ljósleit þykkari millilög er einnig að finna. Rauður og ljós leir er víða í holum í gjalli á mótum basaltlaga, án þess að gjallið sjálft sé ummyndað að sjá. Í Þrándargili ofan við Laxárdal og út með sjó við Búðardal var safnað nokkrum sínum úr leirbornu bergi. (sýni nr. 1101-1111 og 1501-1505).

Jökulmenjar eru víða undir sjávarsetinu. Aðeins, þar sem leirlög eru mjög þunn, sest snið alveg niður á berggrunninn. Þar er botnurð undir sjávarsetinu. Mjög víða eru jökulgarðar og

malarásar með skálögum og er sjávarsetið í kvosum á milli þeirra. Sumsstaðar standa þeir upp úr sjávarsetinu, en annars staðar eru þeir alveg huldir því.

Hvörfin í leirmynduninni eru mjög misþykk. Viðast hvar er þykkt-in 0,2 til 1,5 mm. Ofan við brúna á Laxá eru hvörfin þykkust, 30-50 cm. Í hverju þykku hvarfi sést móta fyrir óglöggum minni hvörfum. Hvörfin eru yfirleitt lárétt. Við Búðardal (sýni nr. 1010-1011) hallar þeim þó  $30^{\circ}$  inn til landsins. Hvörfin í þessum leir eru þunn og í honum eru skeljabrot. Í Laxárdal (sýni nr. 1014) eru neðstu sýnilegu hvörfin nokkuð samhliða brekkunni, en verða síðan æ flatari, er ofar dregur. Alloft má sjá, að leirinn er grófari og dekkri neðst en efst (sbr. sýni nr. 1014 og 1022 b) og kemur þetta mjög vel fram í kornastærðargreiningunni, (sbr. sýni nr. 1037-39 og 1043-1046, mynd 3.6). Möl er einnig algeng í grófa leirnum en nær alltaf fátíð í finum leir (sýni nr. 1012). Yfirleitt verður kornastærð leirmyndunarinnar meiri eftir því sem neðar dregur. Þó er allra efsta lagið nokkuð grófara, en það sem undir er. Efsta lag leirmyndunarinnar er oftast álika að kornastærð, hvort sem er við strönd eða innst í döllum (sbr. mynd 3.5). Inn á milli eru þó grófari svæði, án þess þó að reglubundin dreifing sé sjánleg (sbr. sýni nr. 1010, 1032, 1048).

Malarlög eru oft ofan á leirnum. Sumsstaðar eru þau ólagskipt, en annars staðar kemur fram skálögum. Mölin er mjög gróf og allt að 3 m þykk. Í mölinni er oft mikið af skeljabrotum en slik brot fundust aðeins á tveim stöðum í sjálfum leirnum (sýni nr. 1010 í Búðardal og sýni nr. 1020 í Hörðudal).

Ofan á setinu er mýrarjarðvegur. Þar sem jarðvegurinn leggst beint á leirinn, verður hann brúnn á lit allt að 2-3 m niður. Umhverfis rætur er leirinn nær hvítur. Þessi brúni leir springur í smáteninga, þegar hann þornar. Undir malarlögnum er leirinn ólitaður.

### 3.3 MINERALGREINING

Röntgen diffraktiongreining var gerð á sýnum nr. 1033-1035 og sýnir montmørillonít. DTA greining var gerð af sýnum nr. 1012, 1013, 1019, 1020, 1023, 1024, 1033, 1034, 1035, 1039, og einnig af nr. 1101, 1102, 1105, 1107, 1108, 1110 og 1502. Allir sýna ferlarnir montmørillonít og eru mjög líkir og líkjast helzt ferlum leirmínerala úr röðinni beidellít-nontrónít (sjá mynd 3.3). Annað leirmíneral fannst ekki, hvorki með röntgen diffraktion né DTA-greiningu.

Sandkornastærðin var athuguð í þunnsneið. Þar fundust bæði bergmylsna og einstakir kristallar. Mikið er af bergmylsnunni og fer hlutfall hennar hækkandi eftir því sem kornastærðin verður grófari. Langmest er um basaltmylsnu og er basaltið yfirleitt lítið eða ekkert ummyndað. Stundum var það þó leirborið eða með holufyllingum. Rauðleit mylsna úr millilögum er algeng og græn og gul korn sjást.

Af einstökum kristöllum eru feldspót langalgengust. Þau eiga rætur sínar að rekja til díla í basaltinu. Af öðrum frumsteinum basalts fannst aðeins eitt stakt korn af pyroxen. Holufyllingar eru algengar. Algengastir eru teningslaga zeólítar, en nálarlaga zeólítar finnast líka. Kalkspat finnst, kalsedón og kvars einnig. Klórit finnst einnig í litlu magni, enda þótt það sé ekki finnanlegt í DTA og röntgen diffraktion greiningu. Talsvert er um ógagnsætt efni. Mineralasamsetning sýna er allsstaðar nær eins.

### 3.4 KORNASTÆRDARGREINING

Greind var kornastærð sýna nr. 1012, 1013, 1019, 1020, 1023, 1024, 1033, 1034, 1035, 1037, 1038, 1039, 1043, 1044, 1045, 1046 og eru niðurstöður sýndar á myndum 3.5 - 3.24.

Efst í leirmynduninni er 10-15% af þunga með kornastærðina minna en 2 mikron, og kornastærðin yfir 75 mikron er hverfandi. Méluhlutinn er því lagnstærstur. Er neðar dregur í leirmyndunina minnkar magn leirkornastærðar og sandkornastærðin fer að koma fram í greiningunni (t.d. myndir 3.6 - 3.8). Þó er méluhlutinn mun hærri en venjulegt er í sambærilegu seti erlendis og bendir það til þess, að minna sé af leir í bergi hér en yfirleitt annars staðar.

### 3.5 NOTKUNARMÖGULEIKAR

Rannsóknir Rannsóknarstofnunar iðnaðarins munu gefa upplýsingar um gæði leirsins til brennslu. Mineralsamsetning leirsins bendir til þess, að hann komi til greina sem hráefni til framleiðslu á byggingarvörum svo sem múrsteinum, (sbr. mynd 2.5). Þess ber þó að gæta, að í þessum leir er leirmíneralið montmörillonít, en í leir, sem notaður er erlendis er a.m.k. langalgengast, að leirmínerölin séu illít og/eða kaðlinít. Í brennslu skreppur montmörillonít meira saman en hin tvö síðar nefndu leirmíneröl og er því erfiðara að fara með það. Magn leirsins er gífurlegt. A einum ferkílómetra lands, sem merkt er sem leirmyndun á mynd 3.1 er áætlað, að 1 mill tonna fáist af hverjum dýptarmetra, en leirmyndunin er ekki alveg samfelld, heldur standa jökulgarðar og malarásar upp úr á stöku stað. Búðardalur liggur á leirsvæðinu. Þjóðvegurinn til Vestfjarða liggur um þorpið og þar er bryggja. Hins vegar er ekki unnt að svara því hér, hvort skynsamlegt væri að hafa hugsanlega leirbrennslu í Búðardal eða þar sem markaðurinn er fyrir hendi. Margþættar rannsóknir liggja að baki sliku svari og eru þær ekki tímabærar, fyrr en gerð hefur verið úttekt á eiginleikum og gæðum leirsins til brennslu.

### 3.6 SKRA YFIR SÝNI TEKIN I HVAMMSFIRÐI

Sýnum var að mestu safnað úr náttúrulegum opnum. Framræslu-skurðir koma því aðeins að gagni, að þeir séu nýgrafrnir því annars hafa bakkar þeirra sigið fram. Þeir nái einnig aðeins til efsta borðs leirsins. Náttúrulegar opnur eru flestar upp með ám og lækjum og við sjó. Brekkur í jökulgörðum og malar-ásum eru brattar og ógrónar, en leirbrekkur eru flatari og alveg grónar. Einungis, þar sem brekkufóturinn hefur rofist burtu, hefur leirinn neðantil skriðið fram og skilið eftir snarbrattar brekkur efst og eru þar beztu opnurnar. Mest er um síkar opnur upp með Laxá. Þar var stærst 12 m há opna, en setið er þarna um 20 m á þykkt (sbr. mynd 3.4).

### LEIRMYNDUN INN I HVAMMSFIRÐI

#### Sýni nr.

- 1010-1011 Húsgrunnur vestast í Búðardal, u.p.b. 3 m djúpur. Efst eru u.p.b. 60 cm af mold. Hvörf leirsins hallast  $30^{\circ}$  inn til lands. Hvörfin eru þunn. Dreif af völum. Skeljabrot neðst. Efstu 2 m brúnn leir. Þar undir dökkur leir.  
1010 2 m brúnn leir, 1011 dökkur leir.
- 1012 Búðardalur skammt ofan við höfnina. 3 m stál með brúnum leir. Þunn hvörf. Vottur af smáum steinvölum. Fingerður, þjáll leir. Kornastærð greind og DTA linurit tekið (mynd 3.9).
- 1013 Svarfhöll innst í Laxárdal. 10 m hátt leirstál. Fingerður, þjáll leir. Kornastærð greind og DTA linurit tekið (mynd 3.10).
- 1014 Neðst grófur hvarfleir og hallar hvörfum undan brekkunni. Ofar finni og flatari lög. Litur brúnn.
- 1015 Tertiert millilag norðan megin við Laxárós. Gróft ummyndað set, brúnt til rauðbrúnt.
- 1016 Skammt ofan við Þrándarkot. Hvörf vart sjáanleg. Grár, finn leir, brúnn umhverfis rætur stráa.

- 1017 U.p.b. 10 m hátt leirstál. Finn grár leir.
- 1018 Harrastaðir í Miðdal. Nýgraffinn, djúpur skurður, 2 m þykkur grófur hvarfleir. Líklega hnnullungamöl undir.
- 1019 Við brúna á Miðá í Miðdal. Finn útlitsgöður leir. Kornastærðargreining og DTA línurit. (mynd 3.11).
- 1020 Hörðudalur. Við ána neðan við Hörðuból. Mjög sendinn, dökkur hvarfleir. Heilar kúskeljasamlokur í leirnum og hrúðurkarlar á steinum. Kornastærðargreining og DTA línurit (mynd 3.12).
- 1021 Miðdalur neðan við Erpstaði. 2 m leirstál undir grasbarði. Brúnn moldarblandinn leir.
- 1022 (a) Miðdalur við Lækjarskóga. Útlitsgöður leir. Talsvert af möl.
- 1022 (b) Kambnes. 10 m hátt stál. U.p.b. 2 m opnir í miðju stáli. Þrjár glöggt aðskildar syrpur. Neðst sjáanlegt u.p.b. 1/2 m sandur með þunnum leirlögum. Vatn rennur í gegn. Smámislagi. Síðan 1/2 m af 1-2 cm þykkum vatnspéttum sand- og leirlögum. Smámislagi. Efst venjulegur finn hvarfleir.
- 1023 Kollhólmavík neðan við Kýrunnarstaði. Samskonar hvarfleir og austan fjarðar nema heldur litskrúðugri. Undir leirnum er jökulruðningur, líklega botnurð. Leirstálið 2 m þykkt, moldarblandið efst. Kornastærðargreining og DTA línurit (mynd 3.13).
- 1024 Sælingsdálur. Neðst 1/2 m harður jökulruðningur. Þá 1 1/2 m hvarfleir. Efst 1/2 m mjög gróft ólagskipt hnnullungamöl. Leirinn er dökkur, mjög lit-skrúðugur með þunnum hvörfum og sandlinsum. Yzt ljósari veðrunarhúð. Kornastærðargreining og DTA línurit (mynd 3.14).
- 1025 Sælingsdalur, rétt fyrir ofan sýni 1024. 1 m stál. A víxl u.p.b. 5 cm þykk lög af leir og m6 með lurkum í. Neðst röð af hnnullungum.

- 1026 Glerá. Grófur leir með miklu af steinvölum.  
1027 Fáskruð. Grófur leir með miklu af steinvölum.  
1028 Ljá. Sendinn hvarfleir.  
1029 Við sjó milli Laxár og Kamsness. Fingerður hvarfleir.  
1030 Við sjó skammt frá Laxá. Fingerður hvarfleir.  
1031 Við sjó rétt hjá Laxá. Fingerður hvarfleir.

Sýni 1032 - 1049 eru tekin upp með Laxá. Sjá mynd 3.4.

- 1032 Heildarþykkt sets niður í árfarveg 20 m. Brúnn, grófur leir ofarlega. Talsvert af steinvölum. Efst 1 m af ólageskiftri hnnullungamöl.  
1033-1035 Allstórt framhlaup. Efstu 6 m opið stál. Samanlöög þykkt niður í árfarveg 20 m. Efstu 3 m skálaga hnnullungamöl blönduð sandi. Nokkrir ávalir steinar, allt að 1 m í þvermál. Vottur af skeljum í mölinni. Undir eru 3 m opnir af gráum, finum leir. Í leirnum eru aðalhvörf, sem eru sandlög með ca. 10-50cm millibili. Undir þeim rjómagulur leir. A milli ógreinileg bynnri hvörf. Punnt hnnullungalag liggar á fláanum niður að ánni og sker leirinn og hnnullungamölinna þar ofan á mislægt. Röntgenlínurit úr blönduðu sýni af 1033-35. 1033: Fyrsti metrinn undir hnnullungamölinni. Kornastærðargreining og DTA línurit (mynd 3.15). 1034: Annar metrinn. Kornastærðargreining og DTA línurit (mynd 3.16). 1035: Þriðji metrinn. Kornastærðargreining og DTA línurit (mynd 3.17).  
1036 Framhlaup 100 m upp með ánni frá 1035. Brúnn leir efst í stáli. DTA línurit.  
1037-1039 Upp með Laxá. Stærsta framhlaupið. Heildarþykkt sets niður í árfarveg 20 m. U.p.b. 12 m stál opið. Efstu 3 m samskonar hnnullungamöl og við 1033. Þar undir 9 m af leir, sem verður æ grófari og völubornari sem neðar dregur (mynd 3.7).

- 1037: Efstu 3 m undir hnnullungamöl. Kornastærðargreining (mynd 3.18). 1038: Næstu 3 m. Kornastærðargreining (mynd 3.19). 1039: Neðstu opnu 3 m. Kornastærðargreining og DTA línurit (mynd 3.20).
- 1040 Við Laxá. Finn leir ofarlega í stáli. Heildarþykkt sets niður að árfarvegi 18 m.
- 1041 Við Laxá 100 m ofar en sýni 1040. Finn leir ofarlega í stáli.
- 1042 Við Laxá. Framhlaup. Efstu 50 cm nær eingöngu skeljar, lítið brotnar. Skálögum hallar upp eftir Laxá. Finn, grár leir undir.
- 1043-1046 Mikið framhlaup. Heildarþykkt sets niður í árfarveg 16 m. Jarðvegur beint ofan á leirnum. Efstu 2 m brúnn leir, en sýni var ekki tekið af honum. Alls 6 m opið stál (mynd 3.8).
- 1043: Fyrsti metrinn undir brúna leirnum. Kornastærðargreining (mynd 3.21). 1044: Annar metrinn. Kornastærðargreining (mynd 3.22). 1045: Þriðji metrinn. Kornastærðargreining (mynd 3.23).
- 1046: Fjórði metrinn. Kornastærðargreining. (mynd 3.24).
- 1047 Við Laxá. Sand- og skeljalög, sem halla í stefnu upp eftir Laxá. Skammt fyrir ofan eru sand- og skeljalög niður undir Laxá, án þess að framhlaup sé sjáanlegt.
- 1048-1049 Í lækjarfarvegi við brúna á Laxá. Í 100 m fjarlægð er skálaga malarás. Notaður sem malarnáma.
- 1048: Efra sýni. Sand- og malarborinn dökkur leir.
- 1049: Neðra sýni. Finnri brúnn leir með sandflögum.

#### SÝNI ÚR TERTIERU BLAGRÝTISMYNDUNINN I

#### ÞRANDARGIL I LAXARDAL

- 1101 Ljósbrúnn leir í holum í rauðu gjalli. DTA línurit.

- 1102 Hvítur, gulur og grænn leir í holum í gjalli.  
DTA línurit.
- 1103 Ljósgrátt túffgangur í basaltlagi.
- 1104 Þunn æð frá túffganginum.
- 1105 Rauður leir í holum í gjalli. DTA línurit.
- 1106 Rauðt millilag.
- 1107 Brúnt millilag. DTA línurit.

BÚÐARDALUR

- 1108 Rauðt millilag. Greinileg litaskipti eru í því.  
Undir heillegu basaltlagi 10-20 cm rauðt-svart  
dílótt lag. Þarnæst 10-20 cm dökkraut lag.  
Neðst ljósrautt, sem fer yfir í brúnt. DTA og  
röntgen línurit.
- 1109 Ýmsar holufyllingar.
- 1110 Ummyndað bólstrabergslag. Glerið, sem er mest  
ummyndað, er orðið ljósbrúnt eða gult. Bergið  
sjálf er grænleitt og á jöðrum rauðt. DTA og  
röntgenlinurit.
- 1111 Ljósgrátt, gróft millilag (flikruberg ?)
- 1501-1504 Mikið ummyndað grófkornótt millilag. Í miðju  
ljósleitt eða nær hvítt, en rauðt á jöðrum.  
1501: Hárauð ummyndun á jaðri. 1502: Ljósrauð  
ummyndun á jaðri. DTA og röntgenlinurit.  
1503: Nær hvítur kjarni. 1504: Sterkrauð um-  
myndun á jaðri.
- 1505 Sama lag og 1501-1504, en mun minna ummyndað.  
Gráleitt 3-4 m á þykkt. Ofan á litt ummyndað  
basaltlag.

#### 4. LEIRMYNDANIR A JARÐHITASVÆÐUNUM I ÞINGEYJARSÝSLUM

(Námafjall, Krafla og Krókóttuvötn: Sýni nr. STHL07715001-5034.)  
(Þeistareykir: Sýni nr. STHL07716001-6067.)

##### 4.1 AGRIP

Alls eru um 4 km<sup>2</sup> lands ummyndaðir á Námafjallssvæðinu, en ummyndunin er mjög ósamhangandi og dreifð (mynd 4.1). Þeistareykjasvæðið er miklu minna og ummynduð svæði minni að flatarmáli (mynd 4.3).

A þáðum svæðum er ummyndunin í móbergi og hraunum. A Þeistareykjum einnig í jarðvegi. Aberandi er, að ummyndunin er miklu umfangsmeiri í móbergi og jarðvegi en hraunum. Ekki er vitað, hve langt niður yfirborðsummyndunin nær, en það er varla meira en fáeinir metrar. Sumar kólnaðar leirkellur eru huldar jarðvegi.

A þáðum svæðunum hefur aðeins basískt berg ummyndazt. Við ummyndunina myndast fyrst montmörillonít, en síðar kaólinít og eru þessi leirmíneröl oft samanblönduð. Nær hvítur leir og grár er yfirleitt úr kaóliníti eingöngu. Mikið af brennisteini, brennisteinskís, gifsi og ópal myndast við ummyndunina og eru þessi míneröl blönduð leirnum. Magnið er þó breytilegt. Aberandi minna er af brennisteinssamböndum á Þeistareykjum en á Námafjallssvæðinu. A Námafjallssvæðinu er aftur langminnst af brennisteinssamböndum við Krókóttuvötn.

Ummyndunin verður útfrá gufu og gasi, sem kemur frá sjóandi háhitavatni nokkuð djúpt í berggrunni. Má víða sjá kringlóttar skellur, oft samvaxnar. Í miðjum skellunum eru svo útstreymisopin, gufuaugu, leirhverir og brennisteinshraukar. Ummyndunin er mest við opin en minnkar út frá þeim. Því eru oft margar gerðir leirs á fáum metrum. Í grunnum holum, sem grafnar voru

til þess að ná sýnum, eru einnig mismunandi gerðir leirs hver yfir annarri (sbr. myndir 4.2 og 4.4).

Það er einkum tvennt, sem mælir á móti því að vinna megi leir á jarðhitasvæðum. Í fyrsta lagi eru ummynduðu skellurnar mjög smáar og leirinn í þeim af mörgum gerðum, svo að erfitt er að vinna hómógent efni. Í öðru lagi er mikið af brennisteinssamböndum í leirnum, sem eru skaðleg fyrir brennslu. Er því mjög ólíklegt, að unnt sé að vinna nýtanlegan leir nema í litlu magni á þessum svæðum.

Alitlegur leir er til í litlu magni á Námafjallssvæðinu við Krókóttuvötn norðan Hlíðarfjalls (sjá mynd 4.1). Er þar u.p.b. 40x10 m stórr opna með hvítum kaólinleir, sem virðist að mestu laus við brennisteinssambönd. Svæðið er nú kalt og hulið jarðvegi. Á Þeistareykjum eru einnig lítil svæði á nokkrum stöðum með hvítum kaólinleir, sem virðast að mestu laus við brennisteinsambönd. Að báðum svæðum eru jeppavegir.

#### 4.2 JARÐFRÆÐILÝSING OG MINERALGREINING

Í kafla 2.2 var gefin almenn lýsing á myndun leirs á jarðhitasvæðum og gildir sú lýsing einnig við þessi svæði. Í sama kafla er líka gerð grein fyrir niðurstöðum mineralagreiningar leirs af þeim háhitasvæðum, sem voru skoðuð og rannsókuð ítarlega.

Jarðfræði Námafjallssvæðisins er lýst í skýrslu jarðhitadeildar Orkustofnunar: Námafjall - Krafla, Afangaskýrsla um rannsókn jarðhitasvæðanna, júní 1971.

Þeistareykjasvæðið er norðan og vestan við Bæjarfjall og í því neðanverðu (mynd 4.3). Bæjarfjall er móbergsfjall, sem er umkringt af hraunum frá nútíma. Norðan við fjallið er stórr slétt grund. Ummyndunin nær til móbergsins, hraunsins og jarðvegsins.

Aberandi mest er hún í móberginu og jarðveginum, en einnig eru flákar með leir í hrauninu, þá oft innan um hraunmola og nibbur. Jarðvegurinn í grundinni er mjög leirborinn og úti í hrauninu eru nokkrar smátjarnir með leirbornu seti í botni.

Aberandi er, að mun minna er um brennisteinssambönd á Þeista-reykjum en á Námafjallssvæðinu. Nær ekkert gifs er finnanlegt. Í mörgum leirhverum er leirinn ljósgrár, en á Námafjallssvæðinu er hann nær alltaf litaður dökkggrár af brennisteinskís.

A Námafjallssvæðinu var sýnum safnað á eftirtöldum stöðum (sjá mynd 4.1):

- I I grunni vatnstanks hitaveitu Reykjahlíðar ofan Bjarnar-flags. 1,5 m hátt snið á kólnuðu svæði.
- II Efst á Námafjalli. Lína þvert yfir lítið virkt skellusvæði (mynd 4.2).
- III Neðan við Kröflu. Kólnað svæði.
- IV Krökóttuvötn. Kólnað svæði.
- V Efst á austurbrún Námafjalls. Brennisteinshraukur, sem var grafinn í sundur.

Sýnahóparnir II og V á Námafjalli voru teknir af dæmigerðum virkum skellusvæðum. Skellusvæðið, sem er merkt II var mælt upp lauslega (mynd 4.2). Sýnin á því voru tekin úr holum, sem grafnar voru með 10 m millibili á línu þvert yfir svæðið. Eins og mynd 4.2 ber með sér, eru breytingar á leirgerðum mjög örarár. Rétt hjá svæði II var svo grafinn í sundur stórr brennisteins-hraukur (svæði V). Í miðju hrauksins er svart efni með brennisteinskís. Umhverfis svarta efnið er hvítt efni, er inniheldur gifs. Utan um hraukinn er lag af gulum brennisteini. Yzt er svo örþunnt lag af hvítu efni, líklega áfoki.

A Kröflusvæðinu var safnað sýnum á kólnuðu svæði, merkt III á mynd 4.1. Sýnunum var safnað úr mel rétt hjá stóru misgengi. Leirinn er oftast marglitur og mikið blandaður gifsi, oft svo mikið, að erfitt var að grafa í melinn.

Ofan við Bjarnarflag var sýnum einnig safnað af kólnuðu svæði (I á mynd 4.1). Var sýnunum safnað í fyrrnefndum grunni heita-vatnsthanks. Sniðið er u.p.b. 1,5 m hátt og í því er dökkur marg-litur fremur harður leir. Efst er þunn skán af rauðum þjálum leir.

A hugaverðasti staðurinn á Námafjallssvæðinu er við Krókóttuvötn, en þar er ummyndun frábrugðin öðrum hlutum Námafjalls - Kröflu-svæðisins. Krókóttuvötn er grunn tjörn í samhangandi sprengi-gígum. Umhverfið er hulið jarðvegi, en vestan vatnsins eru opnur í leir. Þær eru í lágum hallandi misgengisstalli. Nyrst í stall-inum er rauður, gulur og grænn montmörillonítleir. Syðst í stall-inum er ca 40x10 m stór opna með fallegum hvítum kaðlínleir. Er leirinn að sjá að mestu laus við brennisteinsmíneröl. Torfær jeppaslóð nær langleiðina að Krókóttuvötnum.

A Þeistareykjum var sýnum safnað á eftirfarandi stöðum (sjá mynd 4.3):

- I Snið í gegnum virkt svæði og áfram niður eftir lækjarfar-vegi í kólnuðu svæði.
- II Snið niður lækjarfarveg. Efst eru virkar skellur í farveg-inum, neðar er svo kólnað svæði og neðst er framburðarleir læksins.
- III Sýni úr tjarnarbotni.
- IV Hvítur leir úr leirhver og leir úr sama hver eftir 200 m flutning með læk.
- V Sýni úr grundinni.
- VI Sýni úr kólnuðu svæði í hrauninu.

Lækjarfarvegirnir tveir veittu nokkuð gðða innsýn í svæðið. Virku svæðin eru svipuð og á öðrum jarðhitasvæðum, nema að fremur lítið er um brennisteinsmíneröl. Leirhverirnir eru oft með nær hvítan leir og ekkert gifs er á svæðinu. Neðri hluti farvegs-ins í sniði I hefur grafið í sundur ummyndaðan hraunjaðar. Sést þar, að hraunjaðarinn verður fyrst rauðflekkóttur, en síðar

að rauðum og þá brúnum leir. Undir rauða og brúna leirnum er svo hvítur og grár leir (sbr. mynd 4.4, sýnaskrá og míneralgreiningu).

I hinum farveginum (merktur II á mynd 4.3) eru víða flákar með rauðum og hvítum leir. Báðar tegundirnar eru mjög þjálar og er kaólinít í báðum. Eitthvað virðist vera af brennisteinskís sumsstaðar í hvíta leirnum. (sbr. sýnaskrá og míneralgreiningu sýna nr. 6036, 6037, 6057).

Úti í hrauninu eru líka virkar skellur, en þar er grunnt á hraunið undir leirnum. Fallegur hvítur kaólinleir er þó í kólnaðri skellu í hrauninu (svæði V). Mikið er af hraunmolum innan um leirinn (sbr. sýnaskrá og míneralgreiningu, sýni nr. 6075).

Mikið er um lækjafarvegi á svæðinu og nokkrar tjarnir með leirbotni. Var safnað nokkrum sýnum af framburðarleir læks og grafið var í tjarnarbakkana. A 70 cm dýpi var svart ógegndræpt öskulag, svo að vatn fyllti holurnar og varð ekki grafið dýpra. Einnig var grafið í flag í grundinni en það reyndist vera kólnandi skella. Annars staðar þar sem grafið var í grundina fannst aðeins leirborinn jarðvegur (sbr. sýnaskrá).

Allítarleg grein hefur verið gerð fyrir míneralgreiningu í kafla 2.2.3 og vísast í hann. Ekki tókst að hindra, að leirinn hlypi saman í flyksur, eftir að hann hafði verið hristur upp og var því ekki unnt að gera kornastærðargreiningu á honum.

#### 4.3 NOTKUNARMÖGULEIKAR

Tvö atriði mæla gegn því, að unnt sé að vinna leir í stórum stíl á þessum svæðum:

(a) Lítið magn. Þæði er að skellurnar eru litlar og leirinn í þeim mjög breytilegur. Er því erfitt að vinna mikið magn af hómógenum leir.

(b) Samsetning. Mikið er af brennisteinasamböndum í leirnum, en slikt er mjög slæmt fyrir brennslu. Einnig eru leirmínerölin montmörillonít og kaólinít hvort innan um annað á þessum svæðum, en það er óæskilegt.

Þó er líklegt, að vinna megi kaólinleir í litlu magni. Til greina koma einkum:

(a) Svæðið við Krókóttuvötn á Námafjalls-Kröflusvæðinu. Opnan er aðeins um 40x10 m stórvæði en vera má að leirsvæðið sjálft sé stærra. Óvist er um þykkt leirsins. Líklega er þar nað um nokkur hundruð tonn leirs að ræða.

(b) Þeistareykjasvæðið: Þar eru allvíða flákar með hvítum leir en þeir eru óreglulegir og litlir. Ekki er hægt að mæla magnið, án þess að bora í svæðið.

Auðvelt er að vinna leirinn á þáðum þessum stöðum. Hann er mjúkur og liggar á yfirborði í hæsta lagi hulinn lausum jarðvegi. Vegna þess hve svæðin eru lítil, er varla hægt að beita stórvirkum vélum við vinnsluna. Jeppavegur er að Þeistareykjum og nær alla leið að Krókóttuvötnum.

4.4 SKRA YFIR EINSTÖK SÝNI FRÁ JARDHITASVÆÐUNUM I PINGEYJARSÝSLUM

NAMAFJALL

Svæði

- I           1,5 m hátt snið. Kalt svæði ofan við Bjarnarflag.
- 5001       Efri 60 cm. Rauður, gulur og svartur, þjáll leir.
- 5002       Neðri 80 cm. Ljós, svartur og rauður, harður leir.
- 5003       Þunn skán á yfirborði. Rauður mjög þjáll leir.
- II          Lína þvert yfir virkt skellusvæði efst á Náma-fjalli. 10 m á milli sýna (mynd 4.2).
- 5004       Ljós leir blandaður brennisteinskís, brennisteini og gifsi.
- 5005       Einungis brennisteinn. Því ekkert sýni tekið.
- 5006       Hvítar agnir í brennisteini í 75 cm djúpri holu. Hiti 80°C. Ofan á er hreinn brennisteinn.
- 5007       Rauður leir, 50 cm þykkur, hiti 70°C. Þar undir brennisteinn, hiti 90°C.
- 5008       Rauður leir, 40 cm þykkur, hiti 60°C. Þar undir brennisteinn, hiti 80°C.
- 5009       Grár vatnsríkur leir á 40 cm dýpi, hiti 100°C. Ofan á leir blandaður brennisteini.
- 5010       Mjög þjáll leir á 60 cm dýpi, hiti 100°C. Ofan á leirnum eru mjög harðar gifsplötur, en efst 3 cm ljós leir.
- 5011       Ljósgrár leir. 30 cm þykkur öðru megin í holunni, hiti 100°C. Undir og til hliðar brennisteinn, hiti 85°C.
- 5012       Ljós leir í gufuauge, 25 cm þykkur. Ofan á leirnum eru 5 cm af brennisteini. Undir er svart efni með miklu af brennisteinskískristöllum, hiti 100°C.

- 5013 Dökkur, harður leir á 20-40 cm dýpi, hiti 100°C.  
Ofan á er brennisteinn, hiti 90°C.
- 5014 Mjög harður ljós leir, mikið blandaður gifsi og brennisteini, hiti 25°C.
- 5015 Einungis brennisteinn. Því ekkert sýni tekið.
- 5016 Grár leir fiskaður upp úr stærsta leirhvernum.

III Krafla. 90 m lína á köldum mel, sýni tekin með 10 m bili.

- 5017 Hvítir leirklumper í brennisteini.
- 5018 Mjög marglitur leir.
- 5019 Rauðbrúnt drasl. Stórir gifsleirstallar.
- 5020 Mikið gifs blandinn leir.
- 5021 Marglitur leir, gifs nálægt.
- 5022 Mikið gifs blandinn leir.
- 5023 Enginn leir, gult gifs blandið drasl.
- 5024 Leir blandið gifs.
- 5025 Ljósgrænn gifs blandinn leir.
- 5026 Marglitur leir, lítið um gifs.

IV Krókóttuvötn.

- 5027 - 5029 6 m hátt snið á móts við mitt vatnið, vestanmegin. 5027: Efstu 1,2 m. Rauður leir með gulum lögum. 5028: 2 m rauð og gul leirlög á víxl. 5029: 2,5 m gulur leir, sem grænkar niður á við. Harðar skánir innan um.
- 5030 Suðurendi vatnsins. Hvítur leir með ljósgrulum blæ. Ljósgrul korn, sumsstaðar svartar rákir og deplar í leirnum.

V Námafjall. Grafið í stóran brennisteinshrauk.

- 5031 Svart efni úr miðjum hrauk.
- 5032 Hvítt efni umhverfis svarta efnið.

- 5033 Hvítt efni. Þunn skán utan á brennisteini, sem er í yzta lagi hrauksins.
- 5034 Krummagjá. Upprunaberg, bólstrabrot og svart móberg.

### ÞEISTAREYKIR

#### Svæði

- I 210 m löng lína. Sýnum safnað með 10 metra bili.
- 6001 Hvítur leir í leirhver, hiti  $100^{\circ}\text{C}$ .
- 6002 Rauður harður leir með ljósum deplum, hiti  $20^{\circ}\text{C}$ .
- 6003 Ljósgul blanda af leir og brennisteini á 30 cm dýpi, hiti  $40^{\circ}\text{C}$ .
- 6004 Marglitr leir, fjóluablár og gulur á 40 cm dýpi, Ofan á leirnum er þunn mjög hörð skán. Þar ofan á rauður leir, sem ekki var safnað. Efst sandur.
- 6005 Ljósgrár og dökkflekkóttur leir á 10 cm dýpi, hiti  $100^{\circ}\text{C}$ . Ofan á gulur brennisteinn.
- 6006 Sterkgul- og ljósflekkóttur leir á 20 cm dýpi. Ofan á sandur.
- 6007 Ljósgul blanda af leir og brennisteini á 40 cm dýpi. Ofan á mold og sandur.
- 6008 Sama og 6007 á 30 cm dýpi. Ofan á mold og sandur.
- 6009 Gufuauga. Gul, hvít og grá leirblanda, hiti  $100^{\circ}\text{C}$ .
- 6010 Marglitr leir, sterkgulur og fjóluablár á 10-30 cm dýpi, hiti  $60^{\circ}\text{C}$ . Ofan á brennisteinn.
- 6011 Leirblandinn sandur á 20cm dýpi, hiti  $25^{\circ}\text{C}$ . Ofan á melur.
- 6012 Rauðummyndað hraun undir mold og sandi, sýni ekki tekið.

- 6013 - 6014 Snið efst í lækarfarveginum.  
6013: Rauður leir með gulum molum. Efst þjáll og ljósrauður, neðan harður með purpurarauðum og gulum molum. Þykkt 90 cm. 6014: Hvítur leir með dökkgráum steinvölum.
- 6015 Undir 70 cm þykku rauðummynduðu hrauni, marglitur leir. Efst ríkja gulur og rauður litur, neðar ljós og fjórlublár og neðst dökkgrár, allir litir þó samofnir. Þykkt 1,7 m.
- 6016 - 6017 Snið undir 1 m af mold.  
6016: Rauður leir með gulum og ljósum molum. Leirinn er sumsstaðar þjáll, annarsstaðar harður. Rekja má þennan leir beint til hraunsins yfir sýni nr. 6015. Þykkt 5 m. 6017: Ljós og dökkgráflekkóttur leir í botni farvegsins.
- 6018 - 6019 Snið undir 1 m af mold. Andspænis virk skella.  
6018: Rauður, harður leir. Þykkt 1,5 m.  
6019: Ljós- og gráskellóttur leir. Þykkt 4 m.
- 6020 - 6022 Snið undir 2 m af mold.  
6020: Rauður leir. Þykkt 2,5 m. 6021: Ljósbrúnn leir. Þykkt 1 m. 6022: Rauður mjög þjáll leir. Sýnileg þykkt 0,5 m.
- 6023 - 6025 Snið undir 1,5 m af mold.  
6023: Brúnn harður leir, sem rekja má til rauða leirsins, nr. 6020. Þykkt 1 m. 6024: Ljósbrúnn leir svipaður 6021. Þykkt 2,5 m. 6025: Dökkgrár leir. Sýnileg þykkt 0,5 m.
- 6026 - 6028 Snið undir 2 m af mold.  
6026: Brúnn leir. Að lit og þjálni á milli leirsýnanna 6023 og 6026. Þykkt 3 m. 6027: Ljós leir. Þykkt 2 m. 6028: Dökkgrár leir. Sýnileg þykkt 0,5 m.
- 6029 Ljósbrúnn leir, þykkt 4 m. Ofan á 2 m mold.  
6030 Ljósbrúnn moldarborinn leir, þykkt 4 m. Ofan á 2 m mold.
- 6031 Mikið moldarborinn brúnn leir, niðursignar moldartorfur ofan á.

II

Lína niður grunnan lækjarfarveg. Sýnum safnað á 10 metra bili.

- 6032 Grár og svartflekkóttur leir við gufuauge, hiti  $90^{\circ}\text{C}$ . Sýni eins útlits og 6033, því hent.
- 6033 Sama og 6032, hiti  $80^{\circ}\text{C}$ .
- 6034 Sama og 6032, því hent, hiti  $70^{\circ}\text{C}$ .
- 6035 Ljós- og gráflekkóttur leir, hiti  $40^{\circ}\text{C}$  á 30 cm dýpi. Ofan á rauður leir.
- 6036 Rauður leir, 50 cm þykkur. Undir sama og 6035, hiti  $40^{\circ}\text{C}$ .
- 6037 Ljós leir a.m.k. 60 cm þykkur, byrjar á 10 cm dýpi, hiti  $35^{\circ}\text{C}$ . Ofan á rauður leir.
- 6038 20 cm rauður leir ofan á ljós- og dökkgráflekkóttum leir, hiti  $30^{\circ}\text{C}$ . Sýni eins og 6039, því hent.
- 6039 Ljós- og dökkgráflekkóttur leir í gufuauge, hiti  $100^{\circ}\text{C}$ .
- 6040 Ljós leir á 20 cm dýpi undir brennisteini, hiti  $30^{\circ}\text{C}$ , sýni hent.
- 6041 2 m af leir. Leirinn er marglitrur efst, en verður æ ljósari og breytist neðst yfir í grátt, hiti  $35^{\circ}\text{C}$ .
- 6042a Svartur leir í gufuauge, hiti  $100^{\circ}\text{C}$ , sýni hent.
- 6042b Ljósgul blanda af leir og brennisteini, hiti  $30^{\circ}\text{C}$ , sýni hent.
- 6043 Dökkgrá leir- og brennisteinsdrulla, hiti  $40^{\circ}\text{C}$ , sýni hent.
- 6044 Ljósgul blanda af leir og brennisteini, sýni hent.
- 6045 Ljósgul blanda af leir og brennisteini.
- 6046 Ljós- og neðar dökkgrá brennisteinsdrulla, hiti  $30^{\circ}\text{C}$  sýni hent.
- 6047 Ljós leir blandaður brennisteini á 40 cm dýpi, hiti  $40^{\circ}\text{C}$ . Ofan á leir blandinn brennisteinn.
- 6048 Dökkgrár þjáll leir á 60 cm dýpi, hiti  $55^{\circ}\text{C}$ . Undir brennisteinn. Umhverfis ljós og rauður leir.

- 6049 Ljósbrúnn leir, 3 m þykkur. Undir leirblandinn brennisteinn, sýni hent.
- 6050 Ljósbrúnn leir, 3 m þykkur. Undir ljós og dökk blanda brennisteins og leirs.
- 6051 Blanda af leir og brennisteini, sýni hent.
- 6052 Rauður, þjáll leir.
- 6053 Blanda af leir og brennisteini, sýni hent.
- 6054 Sama og 6053, sýni hent.
- 6055 Rauður leir.
- 6056 Leirborinn lækjarframburður, sýni hent.
- 6057 Hvítur, þjáll leir.
- 6058 Blanda af leir og brennisteini, sýni hent.
- 6059 Hvítur leir. Innan um rauður leir.
- 6060 Brúnn mjög misjafn leir, lækjarframburður, sýni hent.
- 6061 Brúnn leir, lækjarframburður. Vottur lag-skiptingar, finn þjál leirlög og harðari gróf-ari lög skiptast á. Sumstaðar rauð lög.
- 6062 Brúnn leir eins og 6013. Sýni hent.
- 6063 Brúnn leir.
- 6064 Sama og 6063, sýni hent.
- 6065 Sama og 6063, sýni hent.
- 6066 - 6067 Einn staður. Samskonar leir og 6063. Tekinn í tvennu lagi eftir kornastærð. 6066: Finn brúnn leir. 6067: Grófur, brúnn leir.
- 6068 Gróinn lækjarbakki, sýni hent.
- 6069 Sama og 6068, sýni hent.
- 6070 Brúnn leir. Þykkt 2 m. Undir er hraun. Leirinn þynnist niður að tjörnunum.

III

Við tjarnirnar.

- 6071 Brúnn moldarblandinn leir í tjarnarbotni. A 70 cm dýpi er svart gegndræpt öskulag, sem fyllti holuna þegar af vatni, svo hætta varð greftri.

IV

Við tjarnirnar.

- 6072 Örbunn hvít leirskán á tjarnarbotni, aðflutt úr smálæk. Undir svartur, fúll leir niður í 70 cm dýpi, þá öskulag.
- 6073 Hvítur leir úr heitum polli 200 m ofar. Úr pollinum rennur lækurinn, sem flytur hvítu skánina í 6072.

V

Flag í grundinni vestarlega ofan við vegarslóð.

- 6074 Dökkgrár volgur leir á 2 m dýpi. Ofan á gulur brennisteinsblandinn leir. Efst skóflustunga af mold.

VI

Hraunbrún.

- 6075 Hvítur leir með bláum blæ. Smáir og stórir hraunmolar ofan á og í leirnum.
- 6076 Hraunmoli. Upprunaberg.

5. SKRÁ YFIR KANNAÐA LEIRFUNDARSTAÐI OG SÝNI TEKIN A ÞEIM  
- sjá mynd 1.1 -

5.1 Ytarlega rannsökuð svæði

1. Hvammsfjörður, Dalasýslu.  
Sýni DALL08711001-1049, 1101-1111, 1501-1505.
2. Námafjall - Krafla - Krókóttuvötn, S.-Pingeyjarsýslu.  
Sýni STHL07715001-5034.
3. Þeistareykir, S.-Pingeyjarsýslu.  
Sýni STHL07716001-6076.

5.2 Leirmyndanir á virkum jarðhitasvæðum

4. Torfajökull, Rangárvallasýslu.  
Sýni RANL09710605-0608.
5. Laugarvatn, Árnessýslu.  
Sýni ARNL09710601.
6. Hveradalir við Hengil. Gullbringu- og Kjósarsýsla.  
Sýni GULL09710610.
7. Lýsuhöll, Snæfells- og Hnappadalssýslu.  
Sýni SNEL09710540.

5.3 Leirmyndanir á fornum jarðhitasvæðum

8. Drápuhlíðarfjall, Snæfells- og Hnappadalssýslu.  
Sýni SNEL09710536-0538.
9. Bæjardalur í Lóni, A-Skaftafellssýslu.  
Sýni ASKL08717005-7008.
10. Ketillaugarfjall, Hornafirði, A-Skaftafellsýslu.  
Sýni ASKL08717002-7004.

5.4 Millilög í tertíeu blágrýtismynduninni

11. Norðurárdalur, Mýrarsýslu.  
Sýni MYRL09710533-0535.

12. Steinadalsheiði, Dalasýslu.  
DALL09710526.
13. Bitrufjörður, Strandasýslu.  
STRLO9710532.
14. Tröllatunguheiði, Barðastrandarsýslu.  
BARLO9710528.
15. Húsavíkurkleif, Steingrímsfirði, Strandasýslu.  
STRLO9710529-0531.
16. Kerlingarfjörður, Litlanesfjall, Barðastrandasýslu.  
BARLO9710501, 0516-0521.
17. Arnarfjörður ofan við Dynjandi, Ísafjarðarsýslu.  
ÍSAL09710515.
18. Hrafnseyri á fjallvegi til Dýrafjarðar, Ísafjarðarsýslum.  
ÍSAL09710502.
19. Önundarfjörður, Ísafjarðarsýslum.  
ÍSAL09710509-0514.
20. Öshlíð við Bolungarvík, Ísafjarðarsýslum.  
ÍSAL09710503-0508.
21. Ólafsfjörður, Eyjafjarðarsýslu.  
EYJL08717022-7024.
22. Hengifoss og Bessastaðaá, Héraði, Múlasýslum.  
MULL08717017-7021.
23. Berufjörður, Múlasýslum.  
MULL08717016.
24. Hoffellsdalur, Hornafirði, A-Skaftafellssýslu.  
ASKL08717009-7013.

#### 5.5 Setleir frá ísöld og nútíma

25. Naustavík í Álftafirði, Snæfells- og Hnappadalssýslu.  
SNAE09710539.
26. Skarðsströnd, Tindar og við Saurbæ, Dalasýslu.  
DALL09710525-0527.
27. Króksfjörður við Geiradal, Barðastrandarsýslu.  
BARLO9710522-0523.

28. Húsavík, Þingeyjarsýslu.  
STHL08717001.
29. Hornafjörður, A-Skaftafellssýslu.  
ASKL08717014-7015.
30. Sigalda, Rangárvallasýslu.  
RANL09710602-0603.

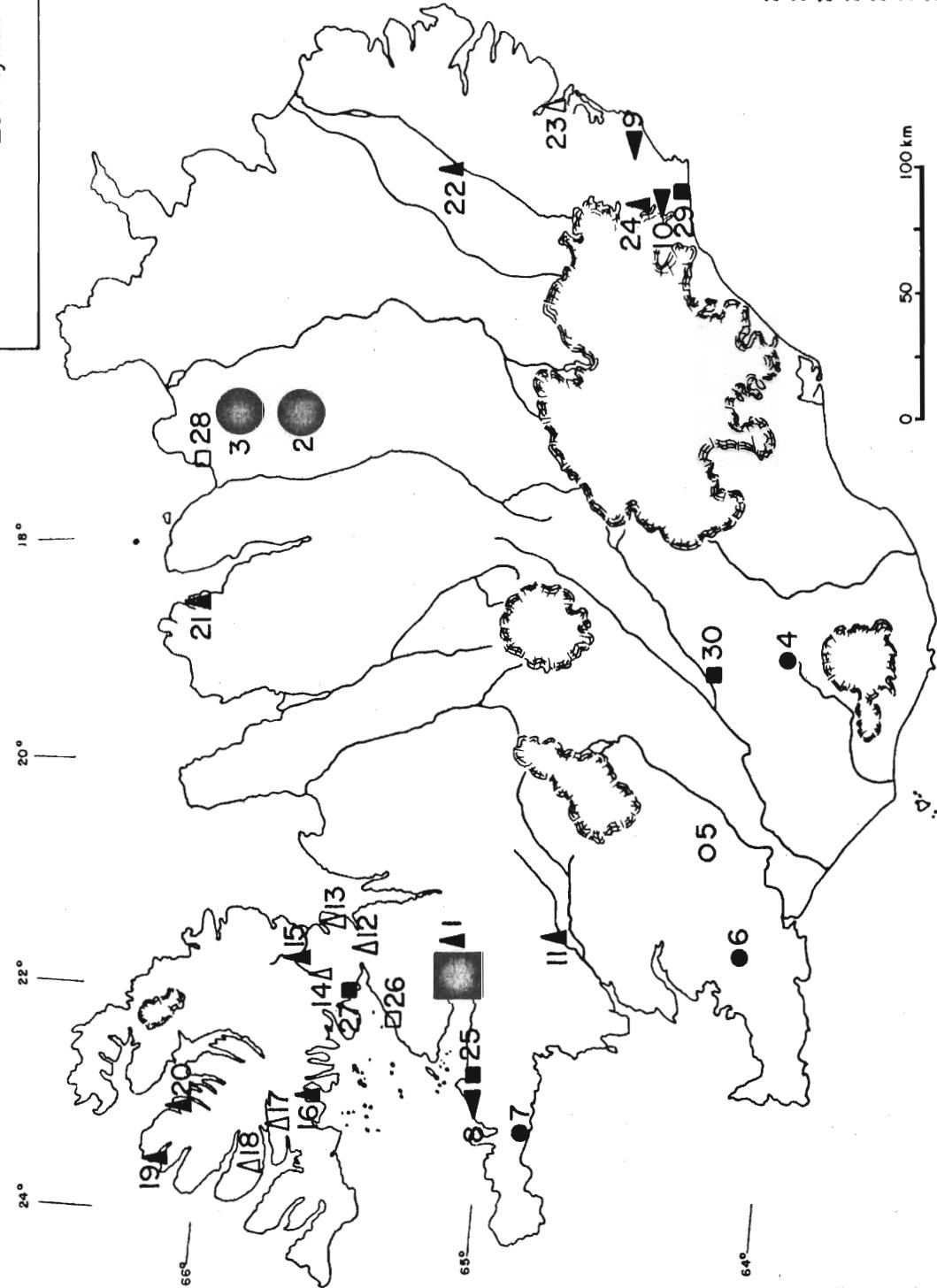
SKRÁ YFIR HEIMILDARRIT

- Brown, G., 1961. The X-Ray Identification and Crystal Structures of Clay Minerals. Mineralogical Society, London.
- Einarsson, P. 1968. Jarðfræðisaga bergs og lands. Mál og menning, Reykjavík.
- Grim, R.E., 1953. Clay Mineralogy. McGraw Hill, New York.
- Grim, R.E., 1962. Applied Clay Mineralogy. McGraw Hill, New York.
- Jasmund, K., 1951. Die silikatischen Tonminerale. Monographien zu Angewandte Chemie und Chemie Ingenieur Technik.
- MacKenzie, R.C., 1957. The Differential Thermal Investigation of Clays. Mineralogical Society, London.
- Petralscheck,  
W.E., 1961. Lagerstättenlehre, Springer Verlag, Wien.
- Sigvaldason, G.E., 1959. Mineralogische Untersuchungen über Gesteinzersetzung durch postvulkanische Aktivität in Island. Beiträge zur Mineral. und Petrol., 6, 405-426.
- Tryggvason, T., 1960. Rannsóknir á vestfirskum leir. Skýrsla iðnaðardeildar, Atvinnudeildar háskólangs, 146-160.
- Winkler, H.G.F., 1955. Bedeutung der Kornzusammensetzung für die Verarbeitung und die Qualität der Ziegeleierzeugnisse. Ziegelindustrie, 8, 307-311.

Winkler, H.G.F., 1959. Das Problem der Frostbeständigkeit von Dachziegeln. Berichte deutsche Keramische Gesteine, 36, 327-332.

II.10'72 SA / IS.	
Tnr. 4	
J-Jarðtefnat	
Fnr. 10814	

Mynd I.I



● ▲ ■ Rannsókuð svíni

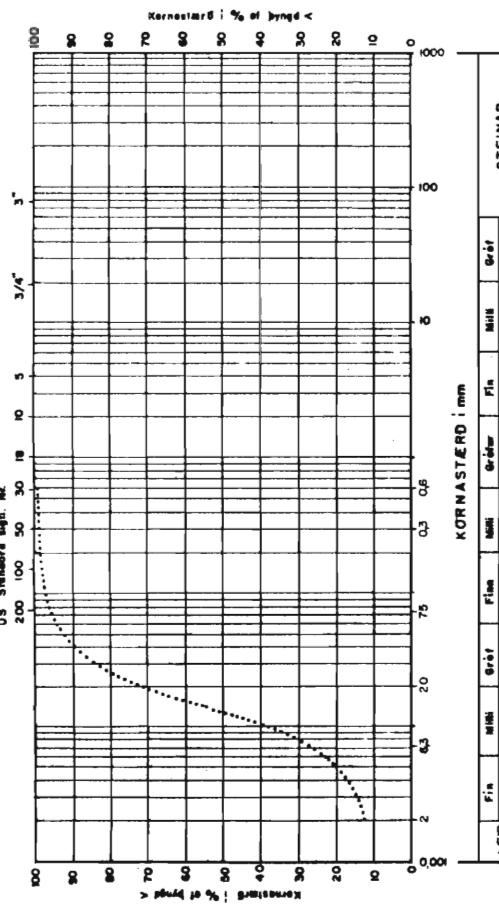
▨ Ytarlega rannsókuð svíni



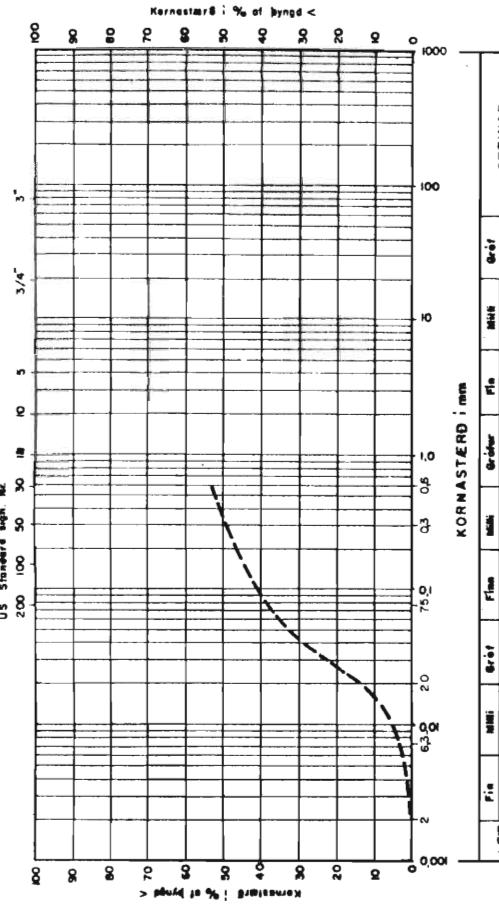
Króksfjörður, sýni 0523

Nauðstavík, sýni 0539

Mynd 21



Mynd 22

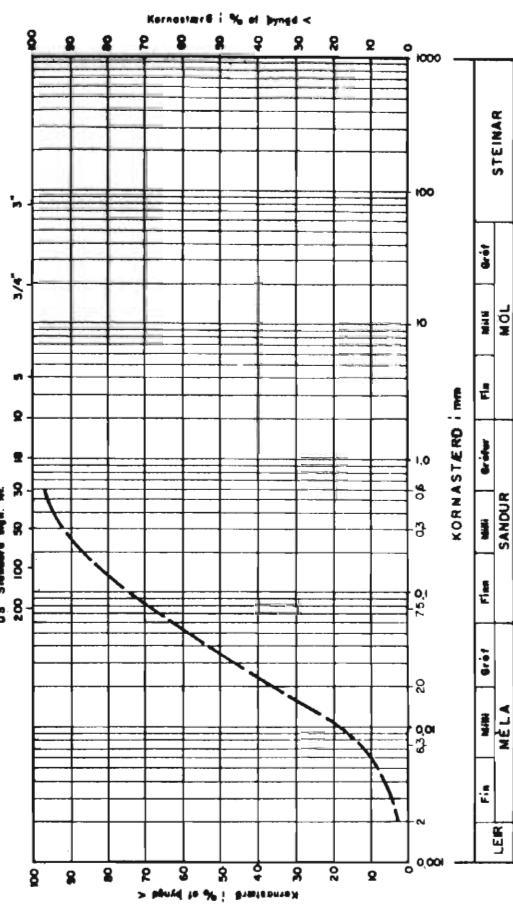
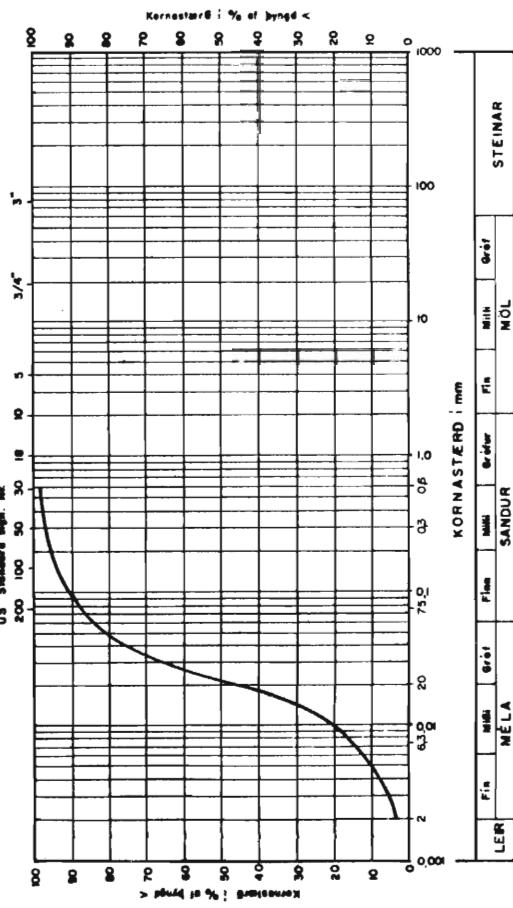


### Línurit yfir kornstærðardreifingu í leir

Siglida, sýni 0603

Hornafjörður, sýni 7014 + 7015

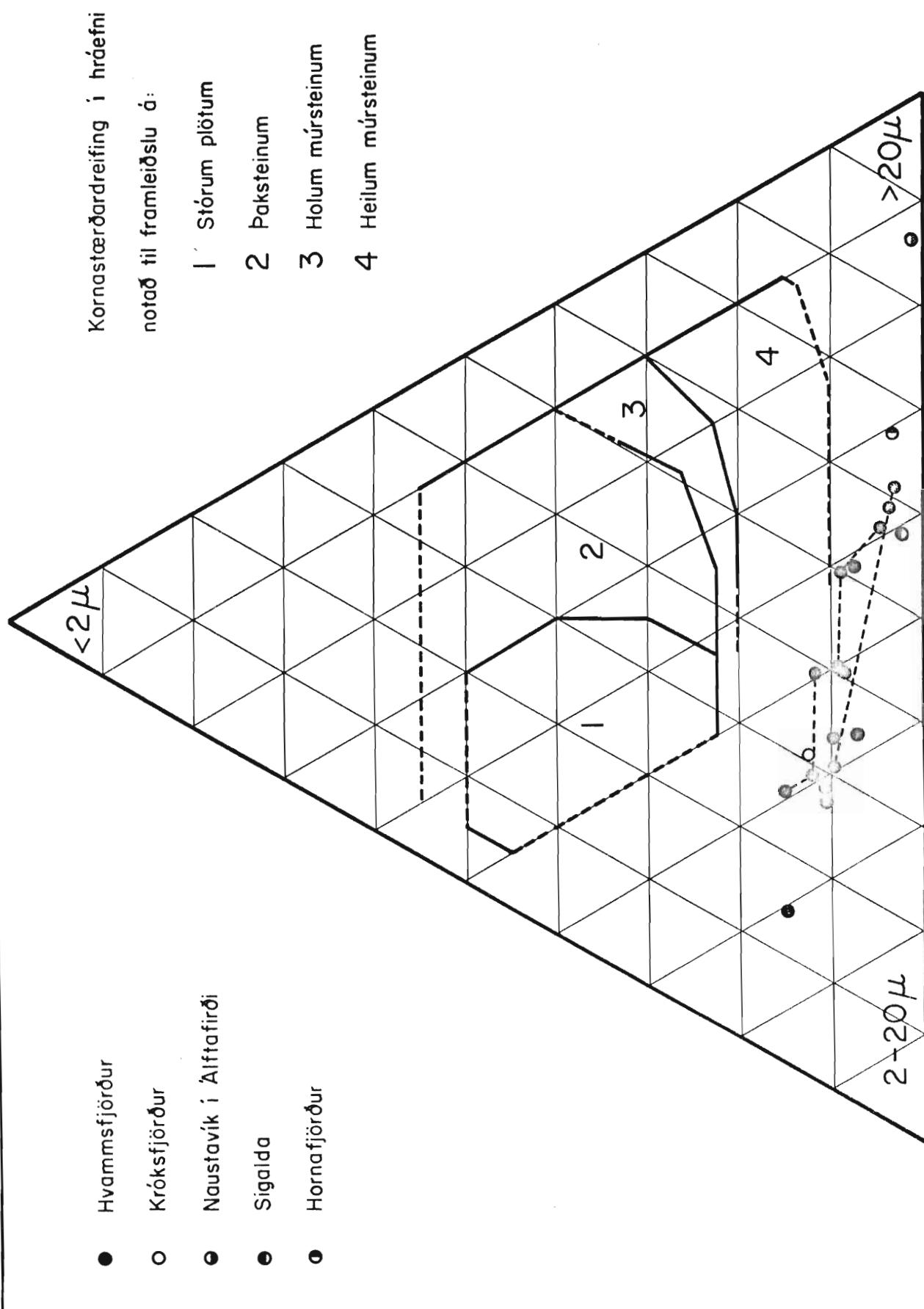
Mynd 24



Mynd 23



Mynd 2.5



### Mynd 3.1



SKÝRINGAR:

- Bóndabýll
  -  Símangetr
  -  Leirsvæði, sem liggur vel til vinnslu
  - Sýnissöfnunarstaður
  - Sófunarstaður kannadað sýnis



ORKUSTOFNUN

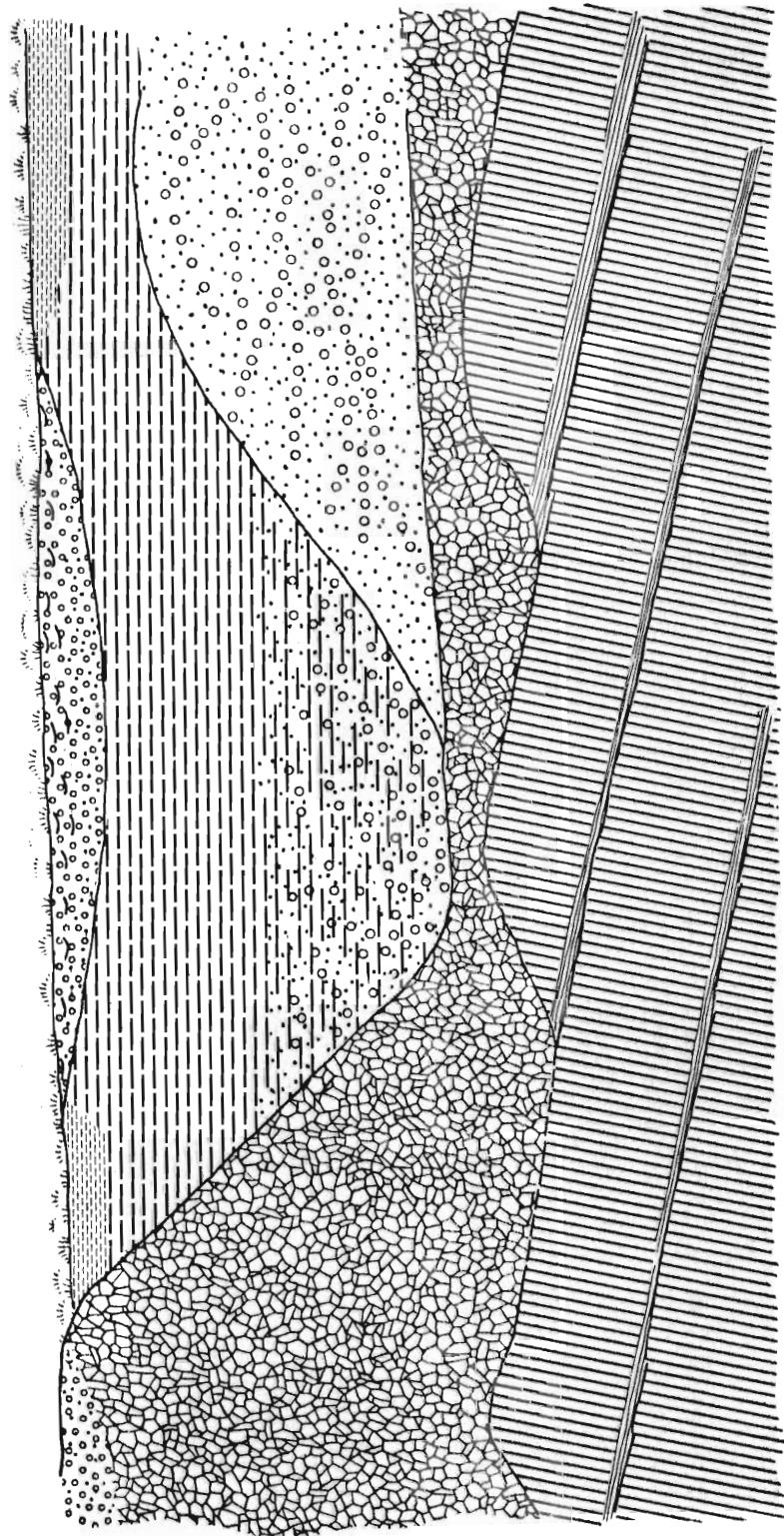
## Leirmyndanir í Hvammssírði

9.10.72 HK/IS Nr. 4 Fnr. 10817

Fnr. 10817

<input checked="" type="checkbox"/> ORKUSTOFNUN	12.II.'72 HK / IS.
<input type="checkbox"/> Jarðkonunarrældi	Tr. 5
<input type="checkbox"/> Snið af jarðlagaskipan eins og ætla má að hún sé viðast í Hvammsfirði	J-Jarðefnaraður
	Fnr. 10818

Mynd 3.2



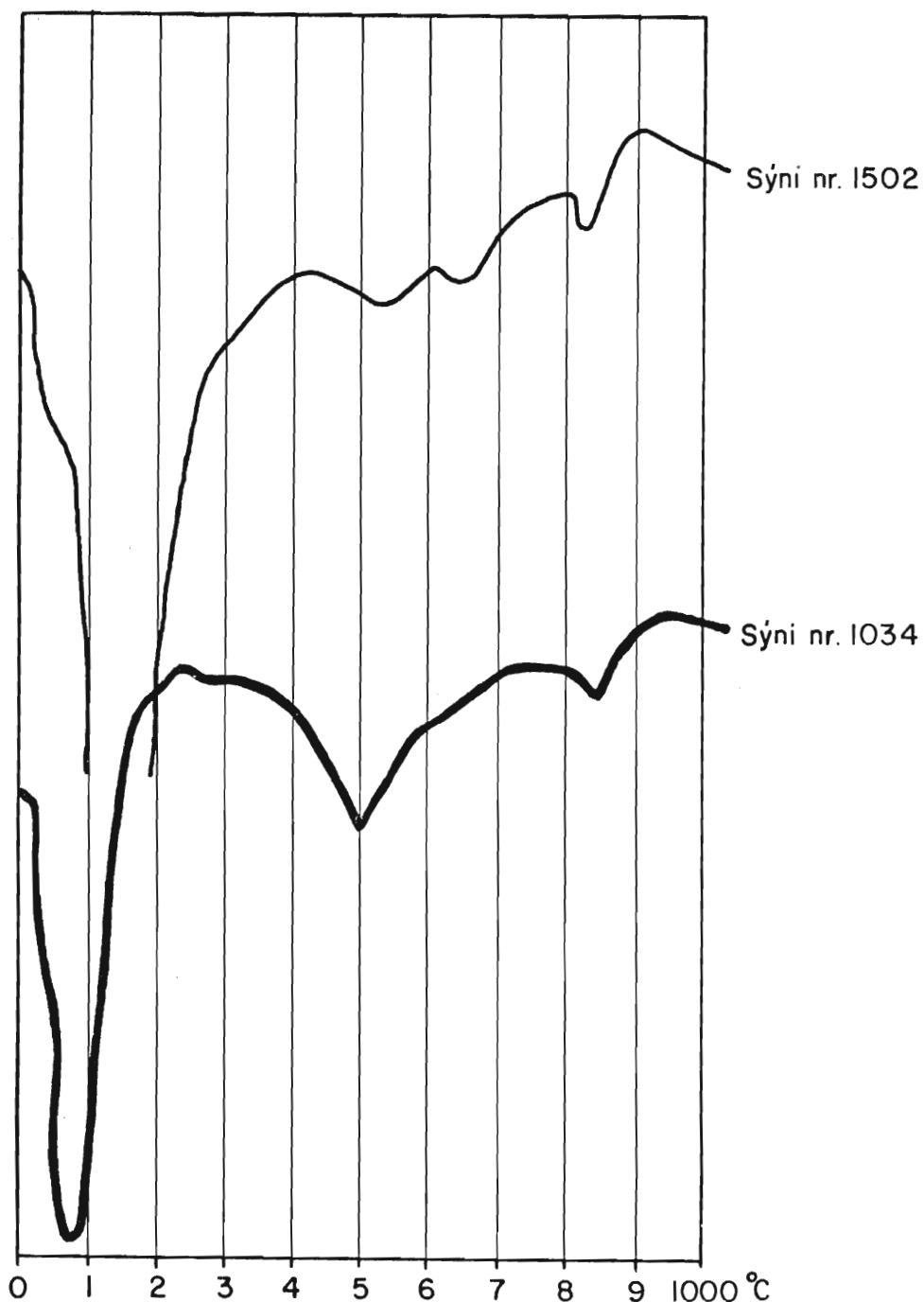
SKÝRINGAR:

	Leir
	Sandur
	Mold
	Skeljar
	Mýri
	Basaltlög með millilögum
	Mál



Mynd 3.3

DTA-ferlar. Sá efri er úr ummynduðu basalti í tertieru blágrýtismynduninni. Sá neðri er af ísaldarhvarfleir úr Hvammsfirði.



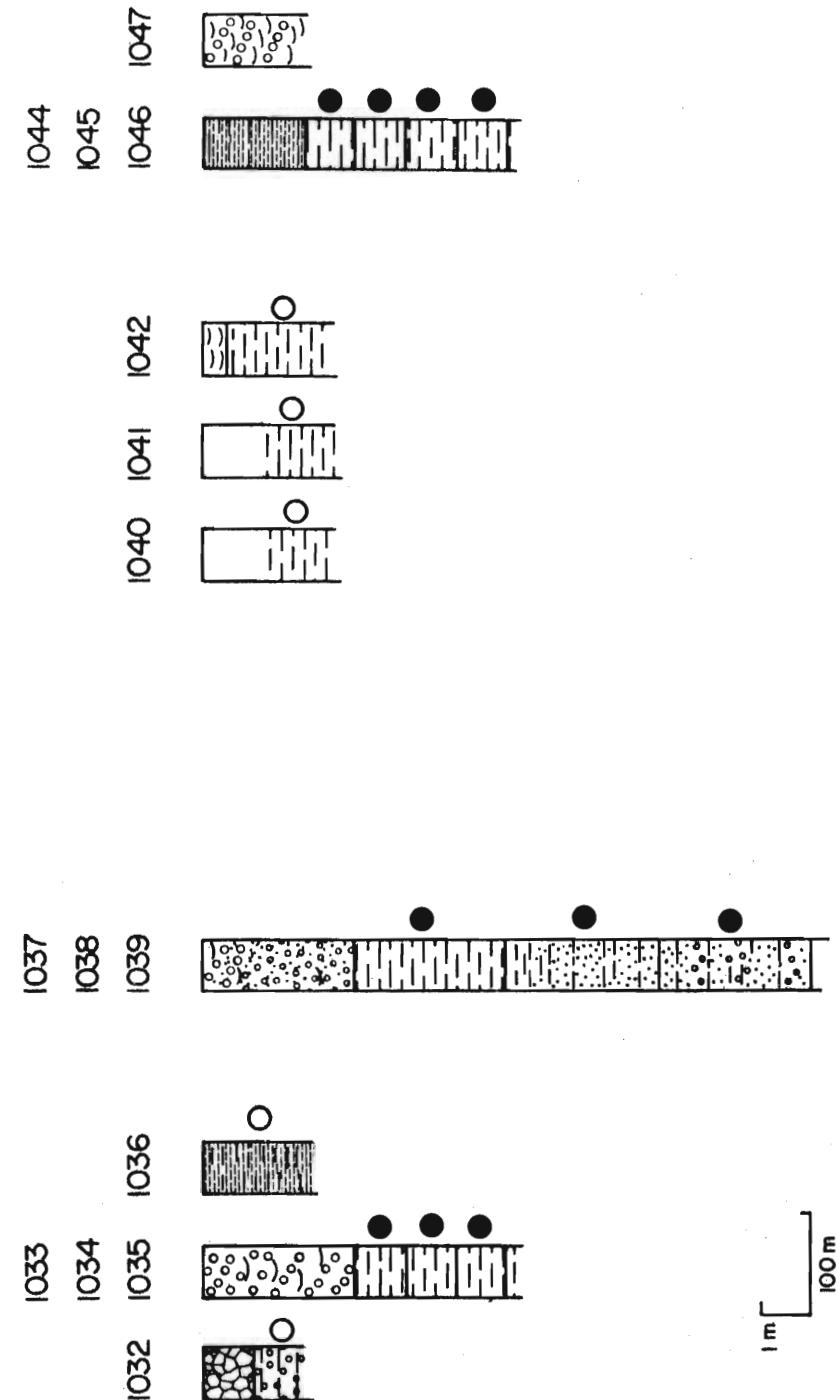
**ORKUSTOFNUN**

Jarðvísindarnefnd

Þversnið úr opnum við Laxá í Láxárdal, Hvammstfirði  
Staðsettning sniðanna er sýnd á mynd 3. i

Tnr. 7  
J-Jardbæfnar  
Fnr. 10820

Mynd 3.4

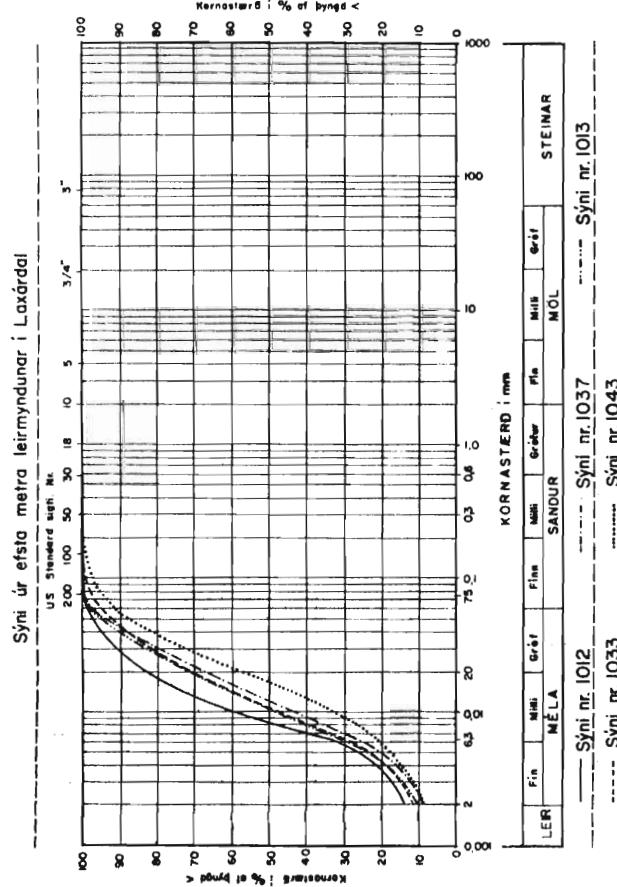


SKÝRINGAR:

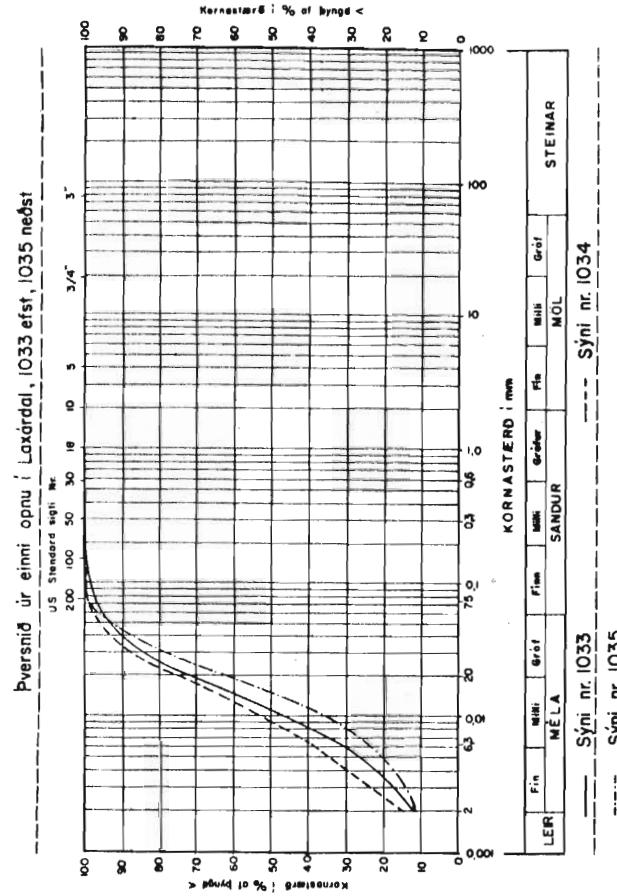
	Leir
	Sandur
	Mold
	Skeljar

	Kantaðir steinar
●	Sýni rannsakað
○	Sýni órannsakað
1032	Sýni nr.

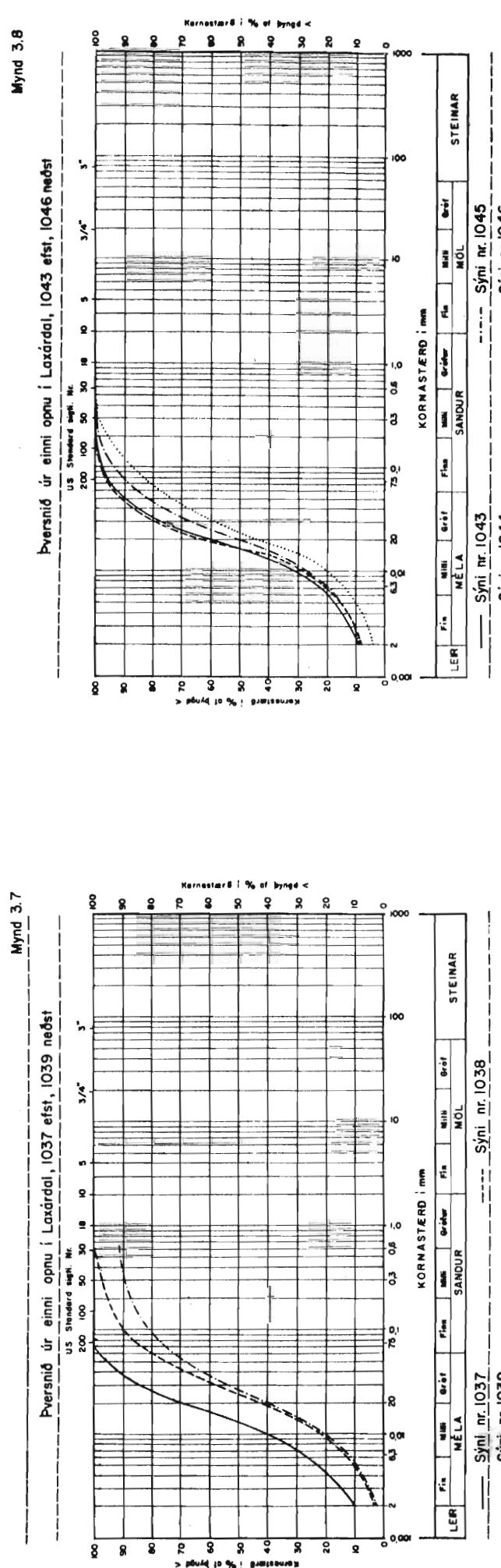
Mynd 3.5



Mynd 3.6

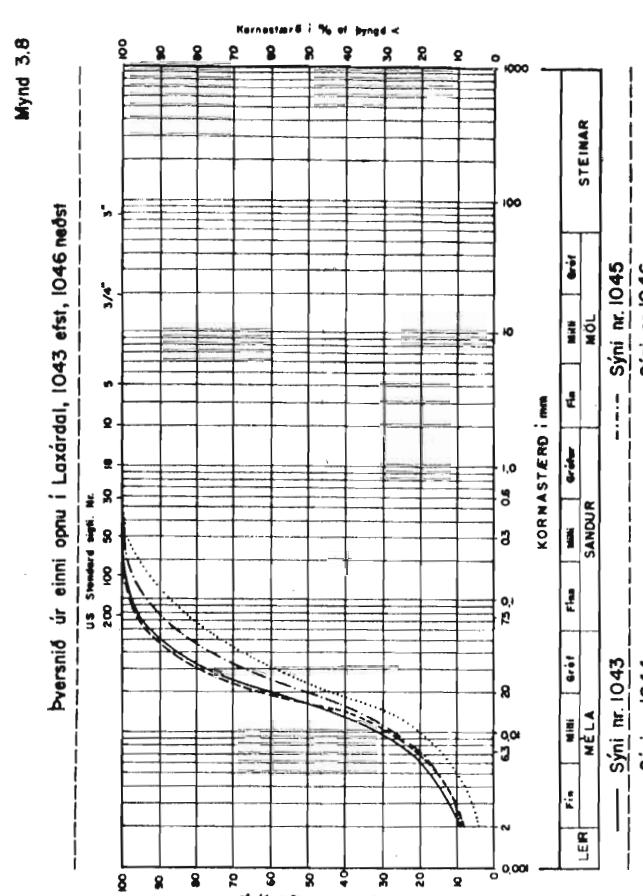


Mynd 3.7



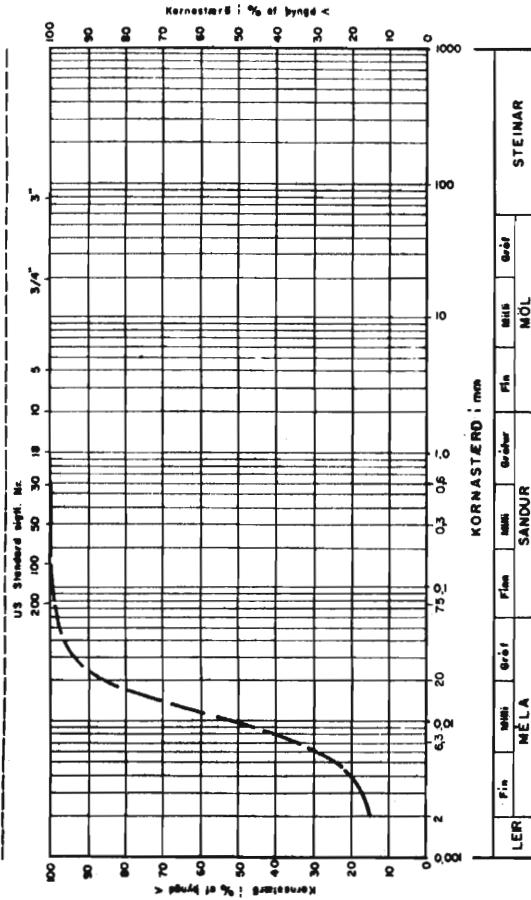
Línurit yfir kornastaðardreifingu í leir

Mynd 3.8



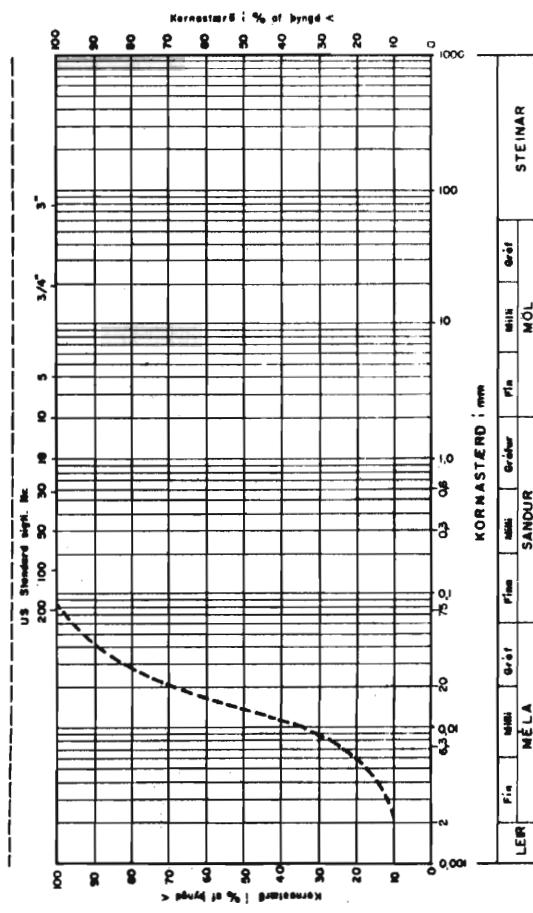
Sýni nr. 1012

Mynd 3.9



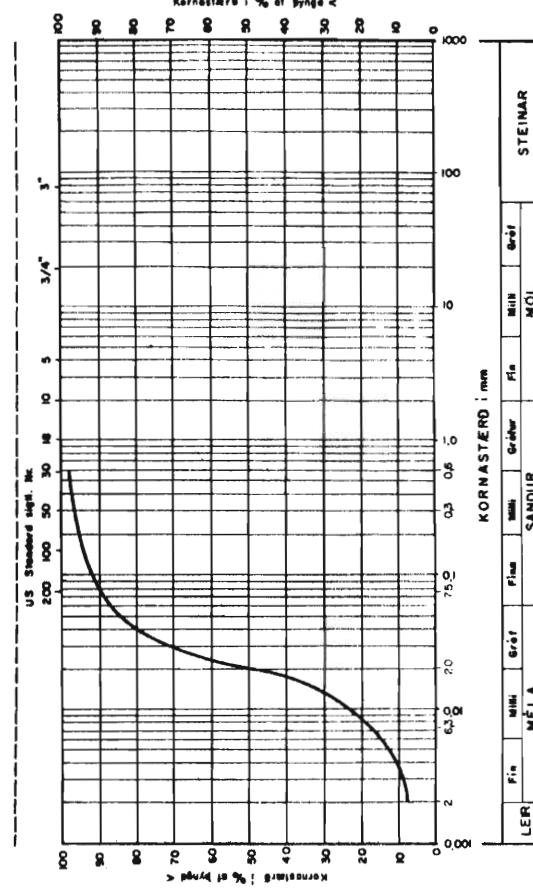
Sýni nr. 1019

Mynd 3.11



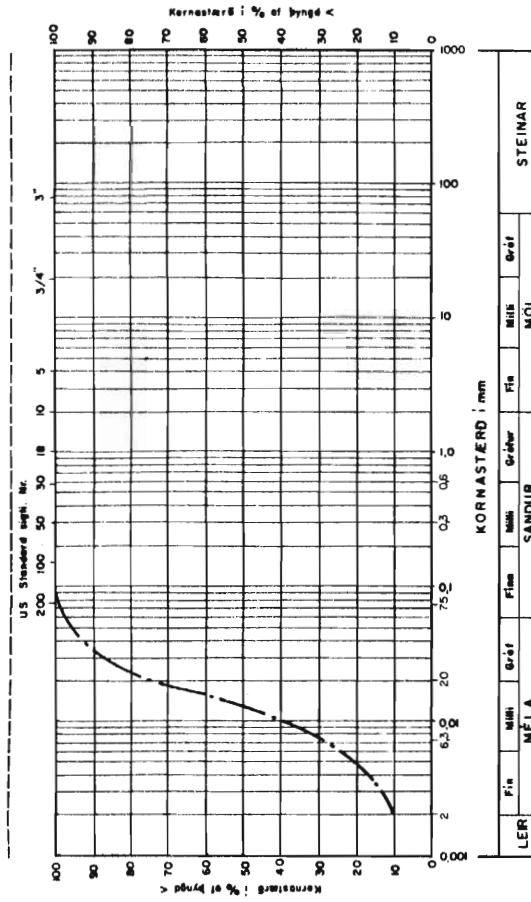
Sýni nr. 1020

Mynd 3.12



Sýni nr. 1013

Mynd 3.10



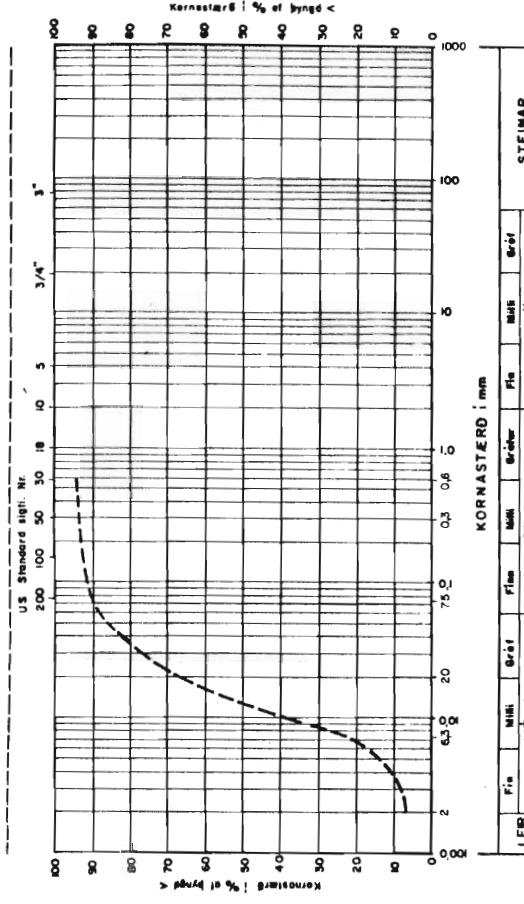
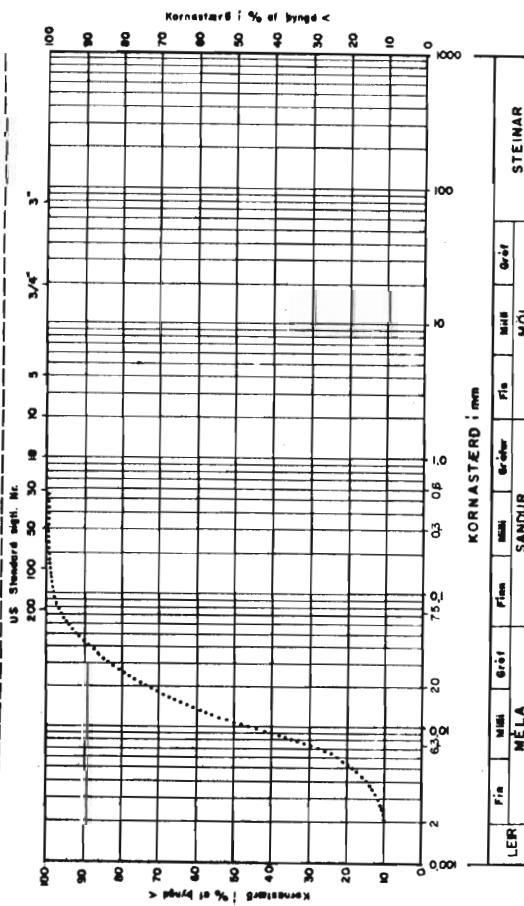
Línurit yfir kornastærðardreifingu fyrir  
einstök sýni úr Hvammsfirði

Sýni nr. 1023

Mynd 3.13

Sýni nr. 1024

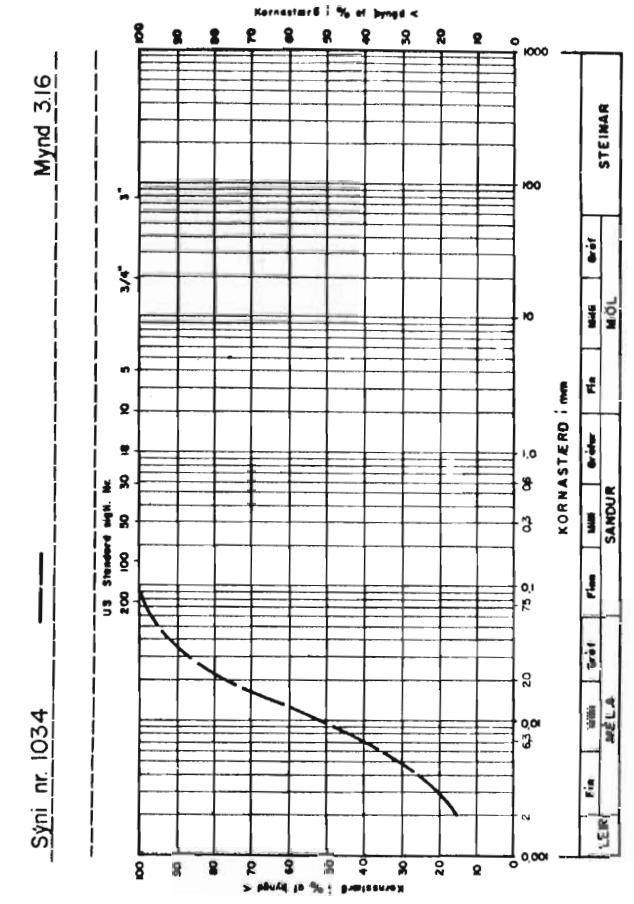
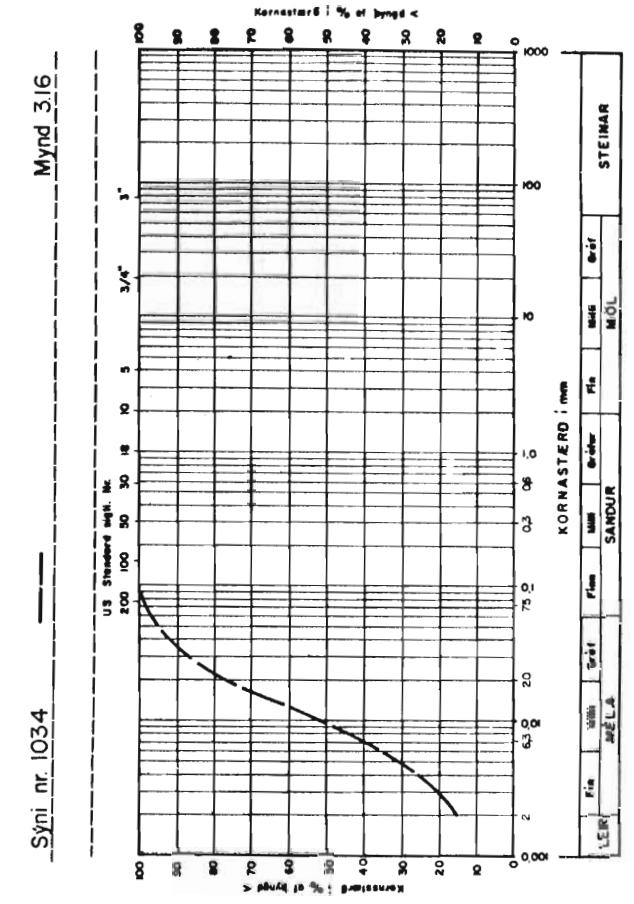
Mynd 3.14



Línurit yfir kornastærðardeildifingru fyrir  
einstök sýni úr Hvammssfirði

Sýni nr. 1033

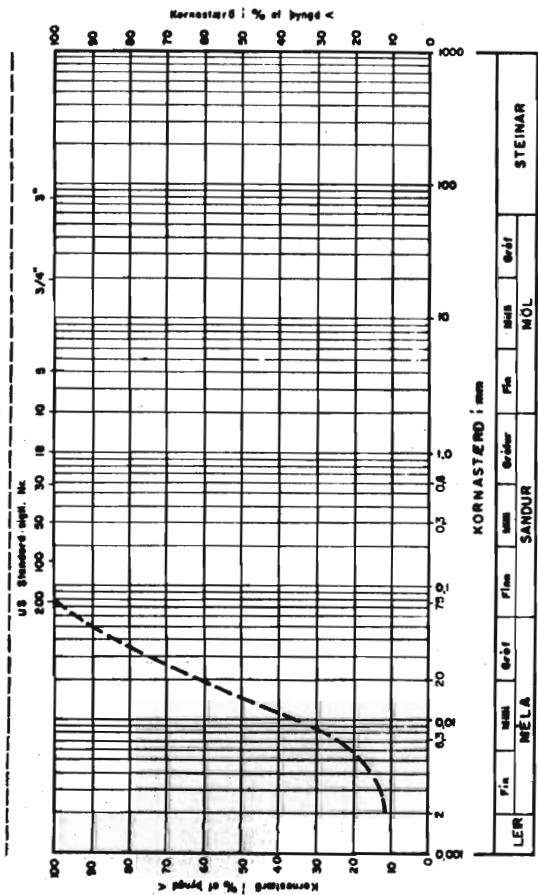
Mynd 3.15



Sýni nr. 1035

Sýni nr. 1037

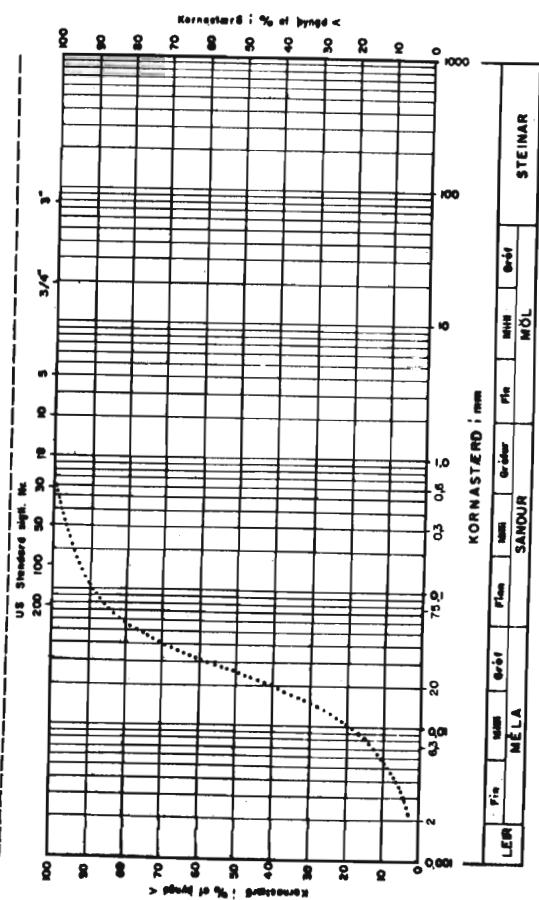
Mynd 3.18



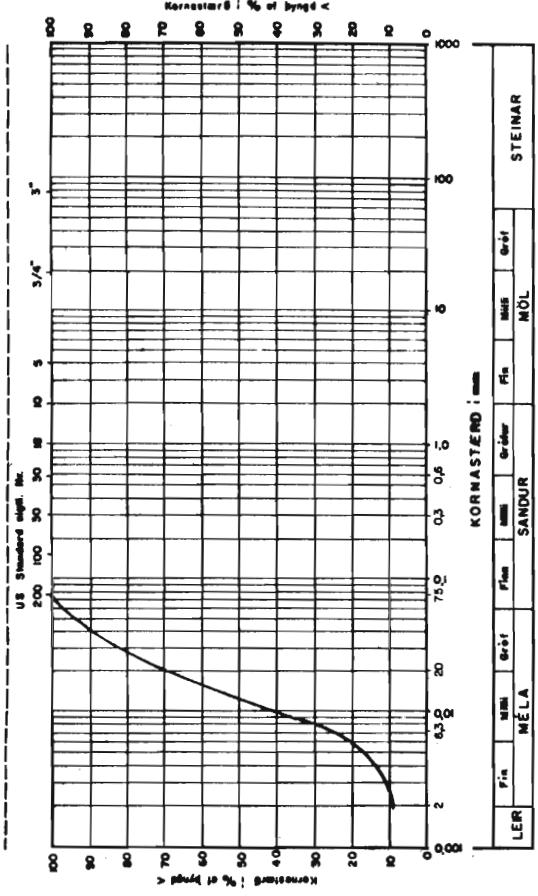
Sýni nr 1038

卷之三

88



Linurit yfir kornastaerðardreifingu fyrir einstök svýni úr Hygammarsfirði



**Sýni nr. 1039**

**Mynd 3,20**

Kornstørrelse i % av bygge <

KORNSTØRRELSE i mm

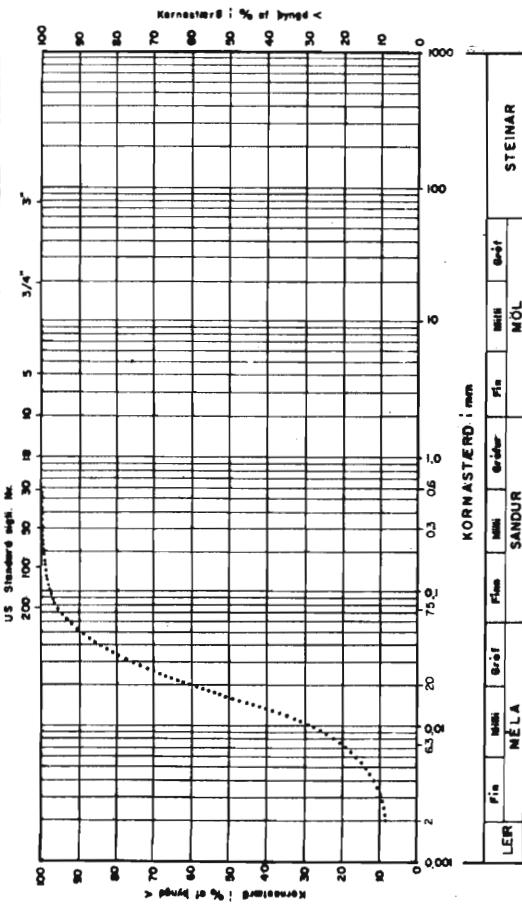
LEIR	FIN	MELA	GRØT	FILM	SANDUR	GRØDER	FILM	HUMUS	GRØT	MØL
LEIR	FIN	MELA	GRØT	FILM	SANDUR	GRØDER	FILM	HUMUS	GRØT	MØL

Sýni nr. 1043

Mynd 3.21

Sýni nr. 1044

Mynd 3.22

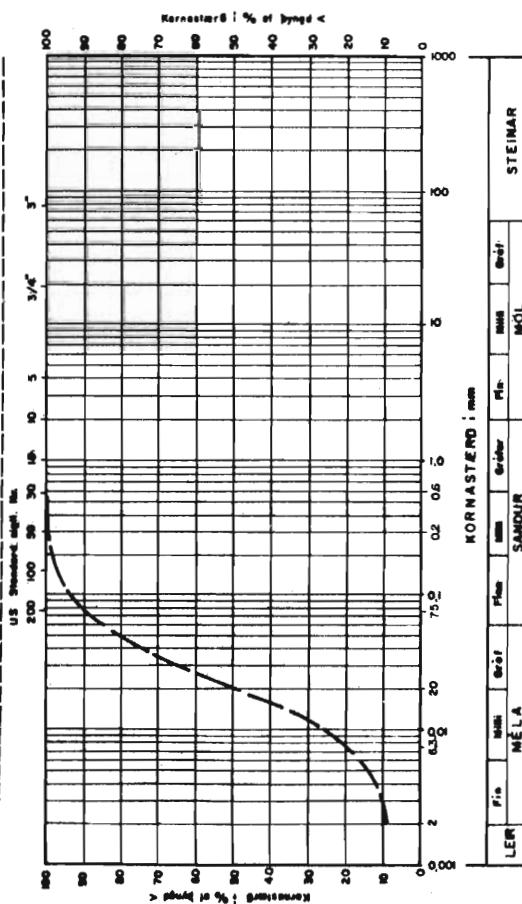


Sýni nr. 1045

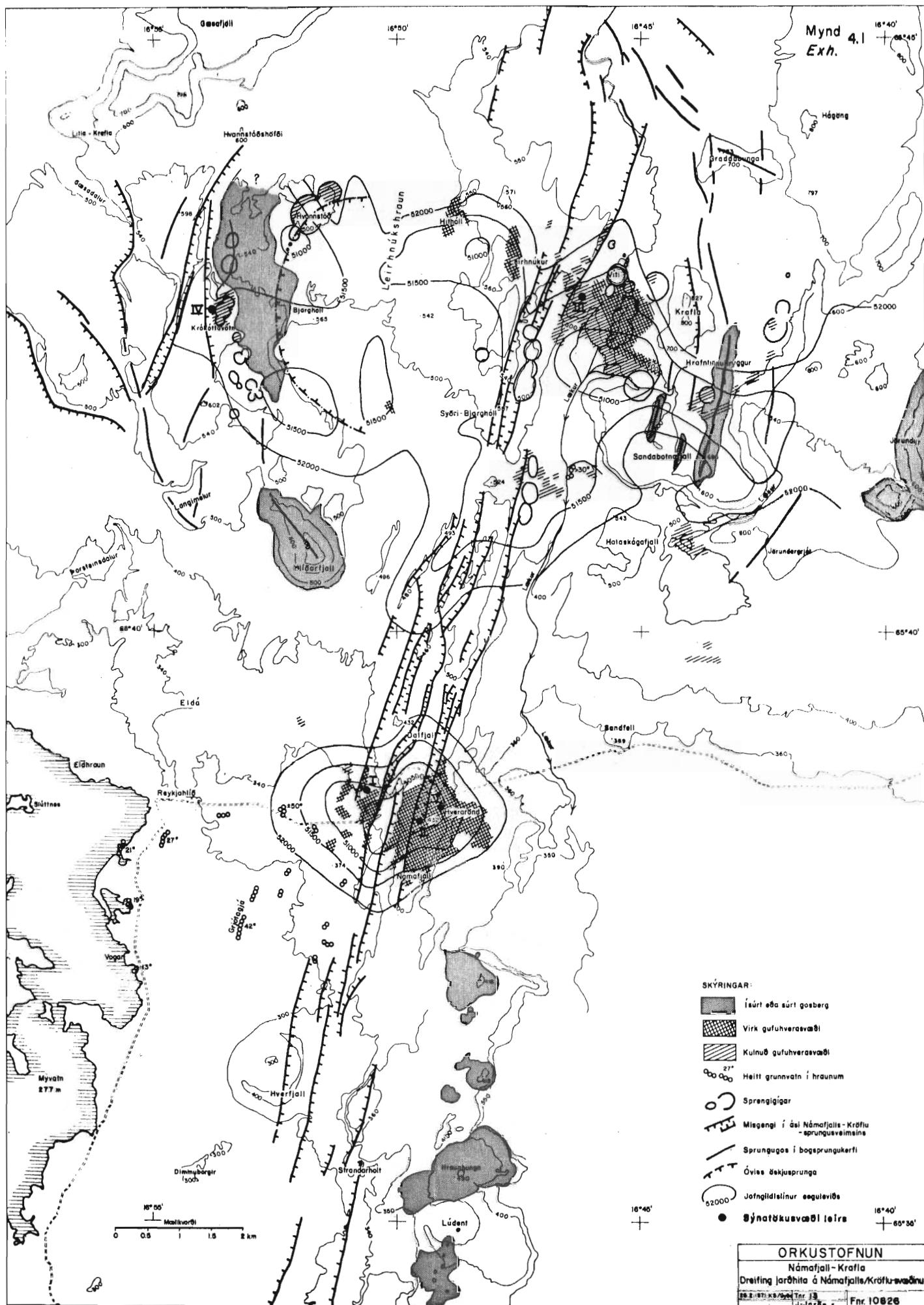
Mynd 3.23

Sýni nr. 1046

Mynd 3.24



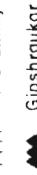
Línurit yfir kornastærðardreifingu fyrir einstök sýni úr Hvammssfirði



## SKÝRINGAR:



Rauð ummyndun



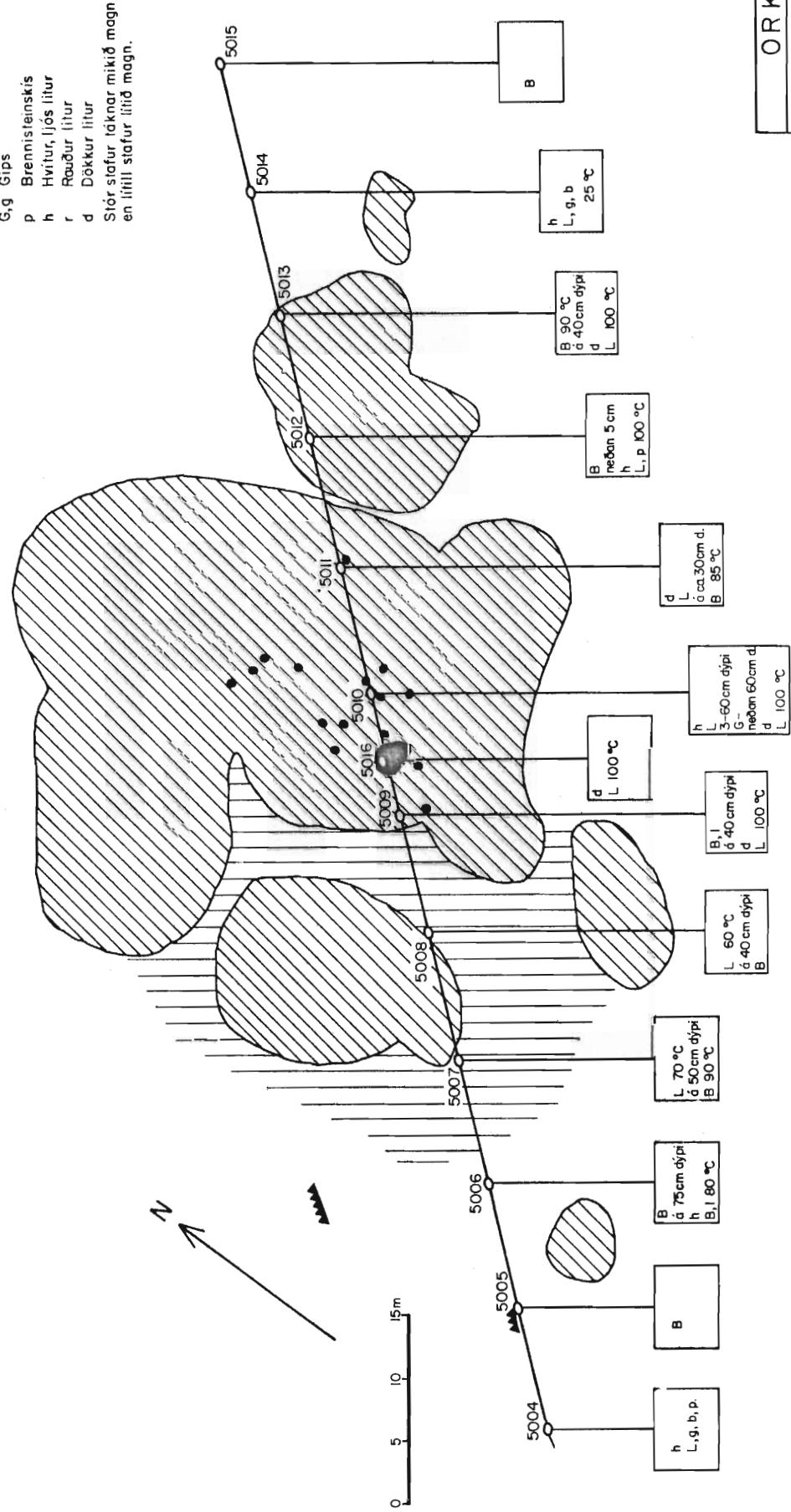
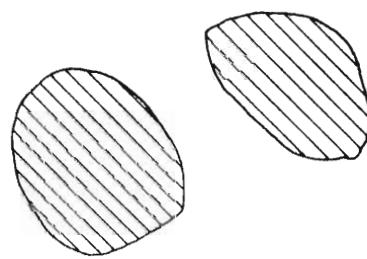
Gipshraukar



Leirhver



Minneði í sýnum og litur þeirra er sýndur í fernerum  
 L, I Leir  
 B, b Brennisteinn  
 G, g Gips  
 p Brennisteinskís  
 h Hvítur, jós litur  
 r Rauður litur  
 d Dökkur litur  
 Stóri staður tókaðar mikil magn  
 en lítili staður lítið magn.



## ORKUSTOFTNUN

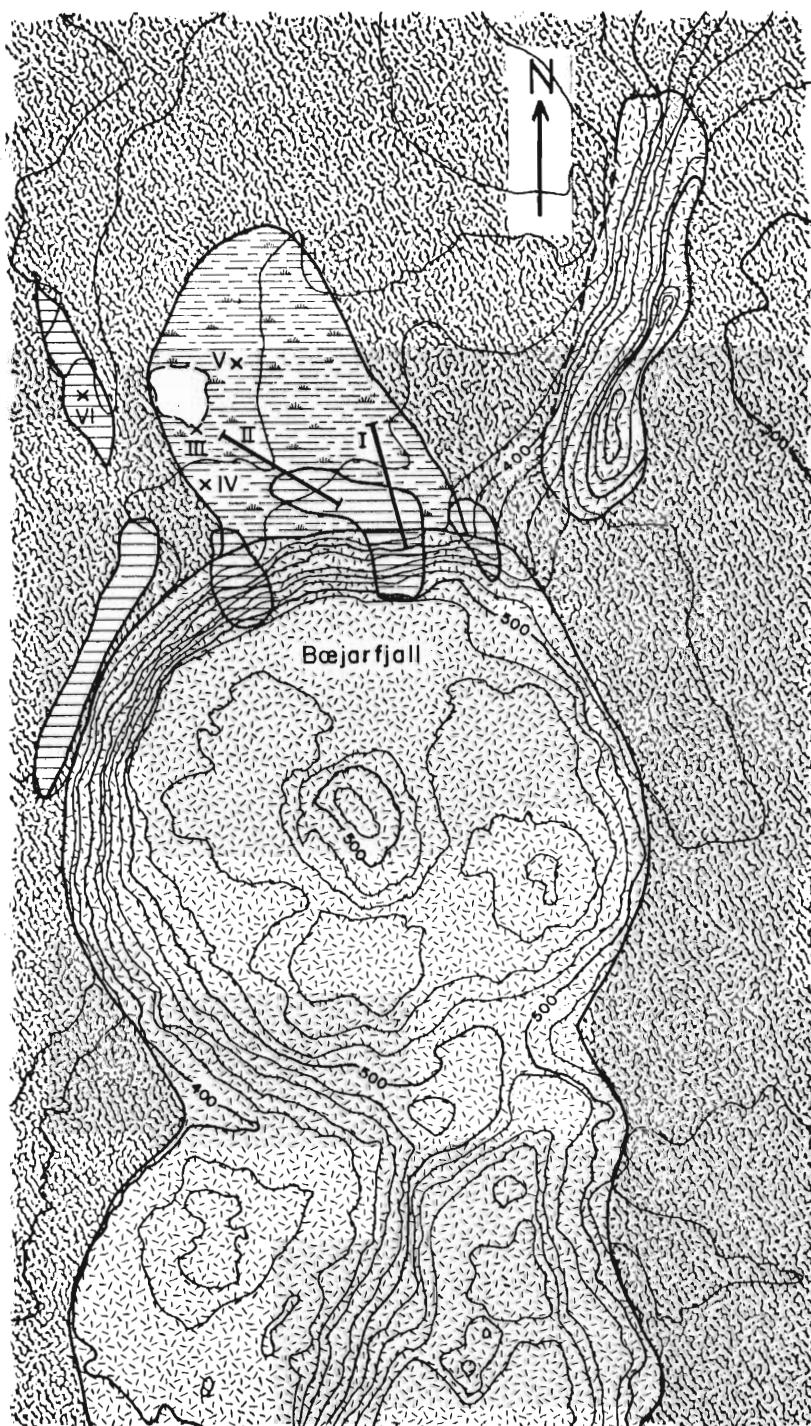
Virkt skellusvæði á Námafjölli

Sýnaðökusvæði II á mynd 4.1

25.10.72 H/K/S Tr. 14 J-Jardbænumars

Fn. 10830

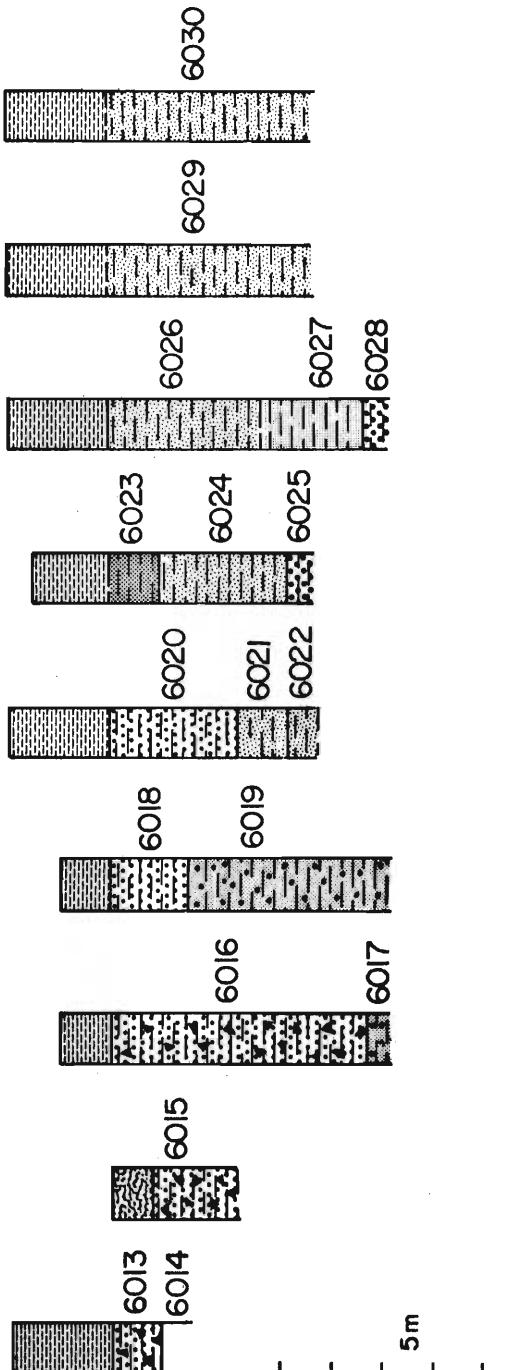
Mynd 4.3



0 1 2 3 km

<b>ORKUSTOFNUN</b>	27.10.72 HK/IS.
Jarðkennunardíal	Tnr. 19
pversnið í hverdaleir í	J-Jarðtefnarans.
Sýntökustaður I á mynd 4.3	Fnr. 10829
10m eru ó milli þversíða	

**Mynd 4.4**



**SKÝRINGAR:**

- |                               |                                 |
|-------------------------------|---------------------------------|
| Moldarjarðvegur               | Rauðgulur leir                  |
| Hraun                         | Brunn leir                      |
| Rauður leir                   | Dökkur leir                     |
| Ljós leir                     | Ljós leir, með dökkuum bleittum |
| Rauðfur leir með brennisteini |                                 |



Mynd 4.5

DTA-ferlar af leir frá Þeistareykjum, efst montmórrillonit,  
neðst kaólinit. Samföld breyting milli þessara leirminala  
er athyglisverð.

