



# *Leir í malarslitolögum*

Hafdís Eygló Jónsdóttir

---

**Áfangaskýrsla**

Verkefnið er styrkt af Rannsóknasjóði Vegagerðarinnar

Desember 2022

Höfundur skýrslunnar ber ábyrgð á innihaldi hennar. Niðurstöður skýrslunnar ber ekki að túlka sem yfirlýsta stefnu Vegagerðarinnar.

## Lykilsíða

Númer skýrslu/gerð skýrslu	Fjöldi síðna	Dagsetning	Dreifing
1325VG-1800/579, 02	24+9	Desember 2022	Opin

### Heiti skýrslu

Leir í malarslittögum

### Report Title in English

*Clay in gravel wearing course*

Höfundur	Verkefnastjóri	Tengiliður Vegagerðarinnar
Hafdís Eygló Jónsdóttir	Hafdís Eygló Jónsdóttir	Hafdís Eygló Jónsdóttir

### Styrktaraðili

Rannsóknarsjóður Vegagerðarinnar

### Samvinnuaðilar

### Útdráttur

Markmiðið þessarar rannsóknar var fyrst og fremst að rannsaka kornastærðina leir og leirtegundina leir í malarslittögum. Til að fá upplýsingar um kornastærðina leir og leirtegundina leir í malarslittögum var nokkrum rannsóknaraðferðum beitt: kornadreifingu til að finna út magn fínefna, ljörvaðferð til að finna út hlutfall kornastærðarinnar leirs, rýmnarstuðull (LS), staðlað blámapróf og röntgengreining (XRD). Niðurstöður rannsóknarinnar benda til þess að leirsteindin leir er mikilvægari en kornastærðin leir í malarslittögum.

### Abstract in English

The goal of this study was primarily to study the particle size clay and the mineral clay in gravel wearing course. In order to obtain information about clay particle size and mineral type in gravel wearing course several research methods were applied: particle size distribution to find out amount of fines, laser to find out amount of clay, linear shrinkage test (LS), Methylene blue test and X-ray Diffraction (XRD). The results indicate that the mineral clay is more important than the particle size clay.

### Lykilorð

Malarslittög, fínefni, silt, kornastærðin leir, leirtegundin leir, rýmnarstuðull, smekít, XRD, blámi

Undirskrift verkefnastjóra	Yfirfarið af
HEJ	HEJ

# Efnisyfirlit

<b>Efnisyfirlit</b> .....	<b>3</b>
<b>1 Inngangur</b> .....	<b>4</b>
<b>1 Malarslitlagnámur</b> .....	<b>6</b>
1.1 Efniskröfur til malarslitlaga.....	7
<b>2 Kornastærðin leir og leirtegundin leir</b> .....	<b>8</b>
2.1 Kornastærðin leir .....	8
2.2 Leirsteindir .....	9
<b>3 Efnisprófanir</b> .....	<b>11</b>
3.1.1 Kornastærðardreifing (magn fínefna), ÍST EN 933-1 .....	11
3.1.2 Ljörvaaðferð, leirinnihald .....	11
3.1.3 Rýrnunarstuðull (LS), ASTM C356.....	11
3.1.4 Methylene Blue-próf (staðlað blámapróf), ÍST EN 933-9.....	12
3.1.5 Röntgengreining (XRD).....	12
<b>4 Niðurstöður og túlkun gagna</b> .....	<b>14</b>
4.1 Fínefni, leirmagn og rýrnunarstuðull.....	16
4.2 Staðlað blámapróf (Methylene Blue-próf).....	18
4.3 Röntgengreining (XRD) .....	19
<b>5 Lokaorð</b> .....	<b>23</b>
<b>Heimildaskrá</b> .....	<b>24</b>
<b>Viðaukar</b> .....	<b>25</b>

# 1 Inngangur

---

Malarvegir eru stór hluti íslensks vegakerfis (mynd 1) sem sést best á því að í byrjun árs 2022 var um 55% af vegakerfi Íslands malarvegir. Hluti malarveganna teljast til stofnvega Íslands, en hægt og bítandi eru þeir að fá bundið yfirborð. Um 94% umferðar sem fer um vegi landsins er á bundnu slitlagi, þ.e. klæðingu og malbiki, og því einungis 6% á malarvegum. Þrátt fyrir það gegna allir vegir mikilvægu hlutverki í samgöngum hvort sem þeir eru mikið eða lítið eknir.



**Mynd 1.** Vegakerfi á Íslandi. Óbundið slitlag (malarvegir) er með rauðum lit og bundið slitlag (klæðing og malbik) með gráum lit.

Margar malarslittlagsnámur á Íslandi eru snauðar af rakaheldnum fínefnum sem þarf til þess að malarslittlagið náí bindingu. Í leiðbeiningum Vegagerðarinnar um malarslittlög (efnissgæðarit Vegagerðarinnar, kafli 6, 62-5) segir: „Til að efni sé hæft sem malarslittlag, þarf það að innihalda ákveðið magn af fínefnum (minna en 0,063 mm) og einnig er gerð krafa um að hlutfall leirs (efni

<sup>1</sup> Forsíðumynd: Malarvegur í Út-Kinn með malarslittlagi úr Kambsáreyrum. Hafdís Eygló Jónsdóttir 2022.

minna en 0,002 mm) skuli vera á bilinu 10-30% af heildarmagni fínefna.“ Það sem getur verið villandi við þessa framsetningu á kröfum er að ekki er gerður greinarmunur á kornastærðinni leir og leirsteindum, en á þessu tvennu er reginmunur.

Fínefni er yfirflokkur á fínkornóttu seti og er allt það efni sem er minna en 0,063 mm að stærð og samanstendur af silti og leir, þar sem silt er stærra en leir. Mörkin liggja við kornastærðina 0,002 mm. Þegar magn fínefnis er mælt á prófunarstofu er eingöngu mæld kornastærð og engar upplýsingar fást um eiginleika þess efnis sem er finna en 0,063 mm, þ.e. hvort efnið inniheldur yfirhöfuð leirsteindir. Í þessu rannsóknarverkefni er sjónum beint að þeim hluta fínefnis sem er finna en 0,002 mm, eða með öðrum orðum að því efni sem er af kornastærðinni leir. Þar með er ekki sjálfgefið að þetta efni innihaldi leirsteindir.

Nokkrum prófunaraðferðum var beitt:

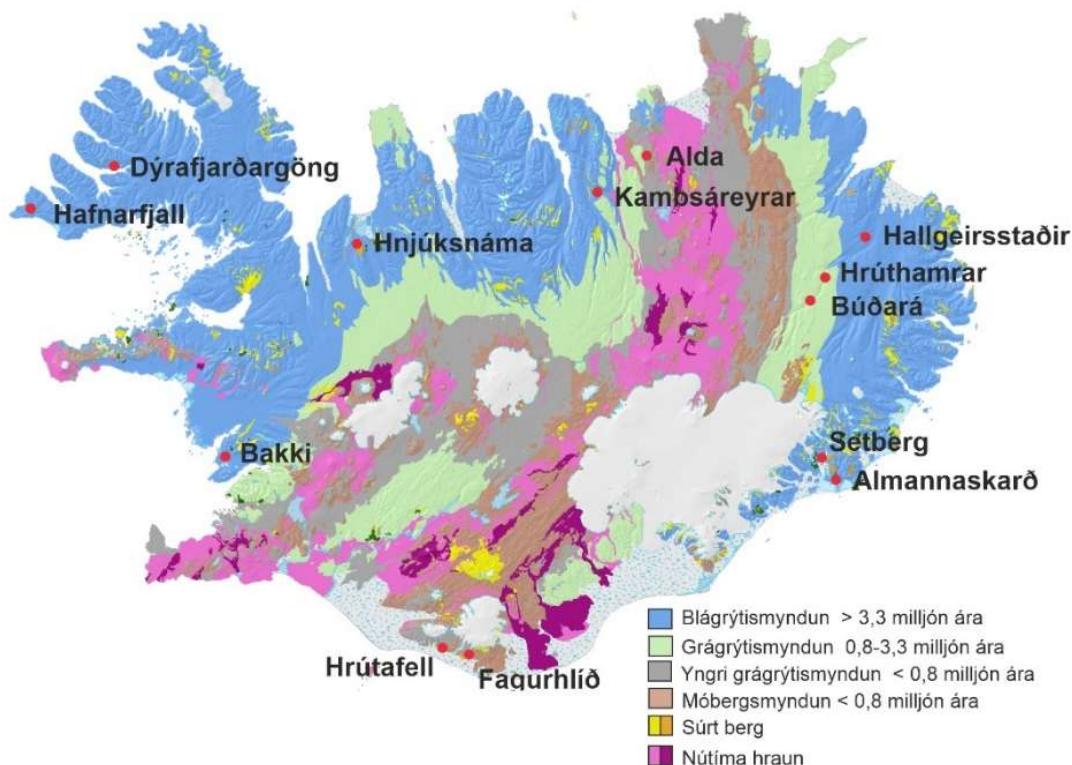
- Kornastærðardreifing með votsigun til að fá út magn fínefna.
- Ljörvaaðferð (laser) til að finna út magn efnis af kornastærðinni leir.
- Rýrnunarstuðull (LS), en það próf gefur til kynna hvort þenjanlegar leirsteindir eru til staðar í fínefninu.
- Staðlað blámapróf en það er jafnframt próf sem gefur til kynna hvort þenjanlegar leirsteindir eru til staðar í fínefninu.
- Röntgengreiningu (XRD) en með þeirri prófunaraðferð fæst staðfesting á því hvort og þá hvaða leirsteindir eru til staðar. Aðferðina er ekki hægt að nota til að mæla greina einstakar steindir, hins vegar er hægt að beita henni til að fá upplýsingar um hlutfallslegt magn í nokkrum sýnum, þ.e. í hvaða sýni er mest magn þenjanlegra leirsteinda og í hvaða sýni er minnst magn.

Ástæðan fyrir því að ákveðið var að skoða kornastærðina leir og leirsteindina leir sérstaklega er sú að það hefur sýnt sig að þrátt fyrir að kröfum sé náð með lágmarks leirmagn fyrir kornastærðina leir þá er ekkert víst að malarslitlegsefni sé eitthvað betra en það malarslitlegsefni sem er með minna magn leirs. Rannsókn sem verkefnastjóri vann að um malarslitleg í Bárðardal gaf til kynna að malarslitleg með gott brothlutfall, lögun, styrk og leirmagn í lágmarki liggi ekkert verra úti í vegi en malarslitleg með sömu gæði en með hærra leirmagni.

# 1 Malarslitlegsnámur

Sýnum var safnað úr 13 malarslitlegslagsnámum sem eru dreifðar víðsvegar um landið (mynd 2). Átta af þessum þrettán námum eru íblandaðar, þ.e. einu efni er blandað saman við annað efni til að búa til malarslitleg. Fimm námur eru óblandaðar: Dýrafjarðargöng, Almannaskarð, Hrótafell, Fagurhlíð og Setberg.

Malarslitlegsefnin eru öll í sama stærðarflokknum, 0/16 mm, og voru unnin í umræddum námum á árunum 2020 - 2022. Steinefni í níu námum var tvíbrotið, þ.e. brotið með forbrjót og eftirbrjót nema í námunni Ofan Hróthamra, sem var einungis brotið með eftirbrjót. Í fjórum námum: Setbergi, Almannaskarði, Hrótafelli og Fagurhlíð var steinefnið einungis harpað.



**Mynd 2.** Kort af Íslandi sem sýnir grófa skiptingu berggrunns. Þrettán malarslitlegslagsnámur sem sýni voru tekin úr eru sýndar á kortinu<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> © Náttúrufræðistofnun Íslands



### 1.1 Efniskröfur til malarslitlaga

Í efnisgæðariti Vegagerðarinnar má finna leiðbeinandi kröfur sem gerðar eru til malarslitlaga eins og til annarra efna sem nota á til Vegagerðar. Kröfur eru gerðar um húmus, kornadreifingu, hlutfall efnis af kornastærð leirs, rýrnunarstuðul (LS-stuðul), berggreiningu, styrkleikapróf, brothlutfall og kornalögun (tafla 1). Styrkleikapróf er einungis framkvæmt ef efnið stenst ekki leiðbeinandi kröfur berggreiningar og húmuspróf er einungis framkvæmt ef sjónmat bendir til þess að í efninu séu lífræn efni. Enn fremur segir í efnisgæðaritinu að ef efnið stenst ekki kröfur um hlutfall efnis af kornastærð leirs og rýrnunarstuðul, og ekki er val á öðru efni, þá komi til greina að nota efnið. Í efnisgæðariti Vegagerðarinnar í kafla 6 á blaðsíðu 12 um slitlög segir:

*„Rétt er að taka fram að flæðiritið sem sýnt er á mynd 62-1 er miðað við ýtrustu kröfur til malarslitlaga. Raunin er hins vegar sú að erfitt getur verið að finna efni sem uppfyllir þessar kröfur í hæfilegri fjarlægð frá verkstað. Sérstaklega getur verið erfitt að finna efni sem hefur nægilegt leirinnihald. Það er því algengt að slakað sé á þessum kröfum, en í þeim tilvikum er mikilvægi reglubundins viðhalds á slitlaginu, í formi heflunar og rykbindingar, þeim mun meira“.*

Vegir eru flokkaðir eftir ÁDU þ.e. meðalumferð á dag yfir árið (ÁDU, ársdagsumferð). Í töflu 1 eru efnisgæðakröfur fyrir malarslitlög. Kröfunum er skipt upp eftir umferð: minni (<) en 75 bíla ÁDU og meira (>) en 75 bíla ÁDU.

**Tafla 1.** Efnisgæðakröfur fyrir malarslitlög.

Þættir	Kröfur	
Ársdagsumferð ÁDU	< 75	> 75
Berggreining 3. flokkur	< 30	< 25
Styrkleikapróf LA	LA <sub>40</sub>	LA <sub>35</sub>
Brothlutfall	C <sub>NR/50</sub>	C <sub>50/30</sub>
Kornalögun	Fl <sub>35</sub>	Fl <sub>30</sub>
Húmus (oftast sjónmat)	< 1%	
Fínefni % < 0,063mm í 0/16 mm malarslitlagi	8-15 (set) / 4-12 (klöpp)	
Leirhlutfall (hlutfall af magni fínefna) < 0,002 mm	10-30%	
Rýrnunarstuðull	Úrkoma,mm	
	2-10%	2-7%

Kröfur varðandi fínefni fyrir 0/16 mm malarslitlaga þ.e. efnis sem er minna en 0,063 mm má samkvæmt efnisgæðariti Vegagerðarinnar vera á bilinu 8-15% fyrir malað set og 4-12% fyrir malaða klöpp. Af heildar fínefnum sem eru minni en 0,063 mm segir í efnisgæðaritinu að hlutfall efnis af kornastærðinni leir, þ.e. efnis sem er fínna en 0,002 mm þurfi að vera á bilinu 10-30%.

## 2 Kornastærðin leir og leirtegundin leir

---

Algengt er að notað sé orðið leir um allt fínefni, en það er efni minna en 0,063 mm að stærð. Þetta er ónákvæmt þar sem fínefni skiptist í tvo stærðarflokka, þ.e. í kornastærðirnar silt og leir. Silt er af kornastærðinni 0,002 til 0,063 mm og kornastærðin leir er allt efni sem er finna en 0,002 mm.

Til að flækja hlutina frekar, þá hefur orðið **leir** tvær merkingar. Annars vegar er vísað til kornastærðar og hins vegar leirsteinda, en innan jarðfræðinnar tíðkast að nota þessar tvær skilgreiningar. Orðið leirsteind vísar til hugtaks úr bergfræði þar sem orðið leir vísar til kristals eða steindar og hefur ekkert með kornastærðina leir að gera heldur er einungis verið að lýsa bergfræðilegum eiginleika. Í setlagfræði og ísaldarjarðfræði þá þýðir orðið leir eingöngu kornastærð og hefur verkfræðin innleitt orðið leir í þeirri sömu merkingu.

### 2.1 Kornastærðin leir

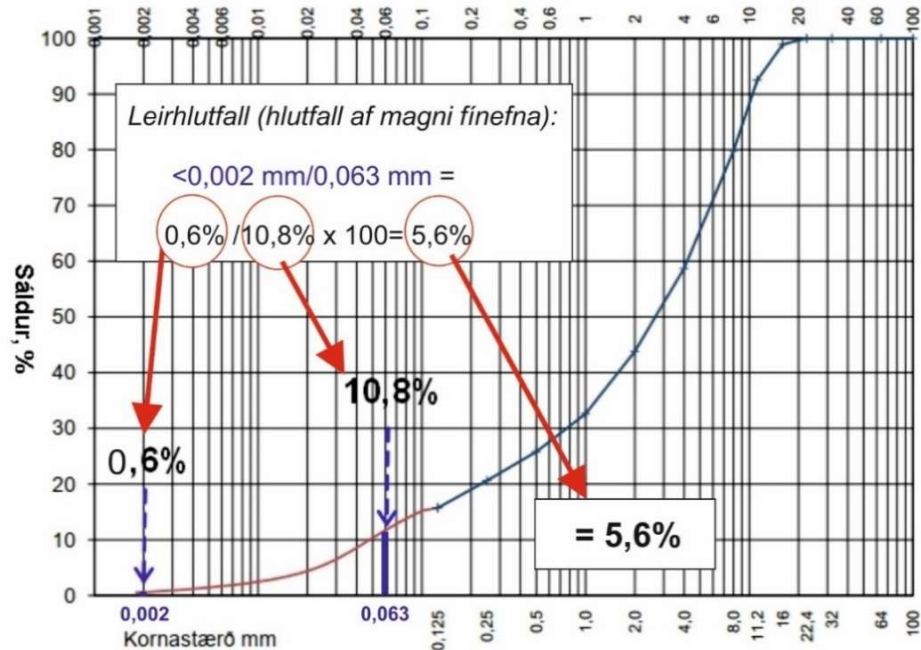
Kornastærðin leir þýðir að steinefnakorn eru minni en 0,002 mm og sú skilgreining hefur ekkert með eiginleika að gera, einungis stærð korna. Núverandi leiðbeinandi kröfur samkvæmt efnisgæðariti Vegagerðarinnar um malarslittög, gera ráð fyrir að á bilinu 10-30% af hlutfalli fínefna skuli vera af kornastærðinni leir. Til að finna út hversu mikið magn er af kornastærðinni leir í fínefninu, þá þarf að byrja á því að gera kornadreifingu á sýni og í framhaldinu eru fínefni sem eru minni en 0,063 mm tekin og sett í ljörvatæki<sup>3</sup> til að finna út hlutfall efnis finna en 0,002 mm. Niðurstöðurnar koma á þremur blöðum. Eitt blaðið gefur m.a. upplýsingar um magn fínefna og hin tvö veita upplýsingar m.a. um magn efnis <0,002 mm.

Til að finna út hvert hlutfall efnis af kornastærðinni leir er af hlutfalli fínefna þá er gott að styðjast við mynd 3. Í þessu tiltekna sýni þá reyndist leirmagn samkvæmt ljörvamælingu vera 0,6%.

---

<sup>3</sup> Einnig er hægt að nota flotvog ASTM D422





**Mynd 3.** Samansett 0/16 kornakúrfa með finefnum þ.e. silt og leir. Til að finna út magn leirs er leirhlutfallið (0,002 mm) reiknað sem hlutfall af magni finefna (0,063 mm). Dæmið lítur þá svona út:  $0,002 \text{ mm} / 0,063 \text{ mm} = 0,6\% / 10,8\% \times 100 = 5,6\%$  leir.

Til að finna út hvert magn leirs er af hlutfalli finefna þá er 0,6% er deilt í magn finefna sem reyndist í kornadreifingu vera 10,8%, og það sinnum 100%. Niðurstaðan er að 5,6% leir væri af hlutfalli finefna.

## 2.2 Leirsteindir

Leirsteindir eru síðan annar handleggur en þá er verið að tala um leir sem steind. Steind er kristallað efni með ákveðna efnasamsetningu og ákveðið byggingarform (kristalform). Leirsteindir eru lagslíköt í plötulaga kristöllum og er tengingin á milli laganna misjafnlega sterk.

Leirsteindir eru flokkaðar í þrjá aðalhópa: kaólinít, illít og smektít eða montmórilonít. Leirsteindir eru oft vatnaðar en þá er vatn í kristalgrind þeirra. Leirsteindir myndast nánast einungis við niðurbrot annarra steinda, þ.e. þær verða til vegna ummyndunar- eða veðrunar. Af ummyndunarsteindum eru leirsteindir mestar af magninu til og þær eru auk þess rúmmálfrekustu ummyndunarsteindirnar.

Leirsteindir eru örsmáar og það er nánast ógerlegt að greina þær með hefðbundnum aðferðum, eins og greiningu í handsýni, í víðsjá eða bergfræðismásjá. Ein öruggasta greiningaraðferðin er röntgengreining þar sem leirsteindirnar hafa einkennandi grunnbil á milli laganna í kristöllum sem nemur u.þ.b. 7Å, 10Å, 15Å og 14.5Å (OMH)<sup>4</sup>.

<sup>4</sup> **Anstrengur** eða **öngströms** er lengdareining notuð til að mæla mjög litlar vegalengdir. Eitt angstrom er jafnt og  $10^{-10}$  m (ein tíu milljarða metra eða 0,1 [nanómetrar](#)). Þó að einingin sé viðurkennd um heim allan, er það ekki alþjóðlegt kerfi ([SI](#)) eða mælieiningar.

Sú leirsteind sem hefur þótt góð í malarslitlög, er smektít. Ástæðan er sú að smektít hefur veika tengingu milli kristallaga og því á vatn mjög auðveldan aðgang milli þessara laga. Þegar vatn kemst inn á milli kristallaganna þenst smektít út (bólgnar). Vatn er laust bundið og því er það þannig að þegar þornar þá gengur vatnið úr leirnum. Smektít getur því bundið mikið magn vatns og geymt inn á milli kristalgrinda og hentar því vel til þess að halda fínefnum og raka til staðar í malarslitlögum.

Leirtegundin smektít er lághita steind sem myndast við ummyndun á basalti og kísilríku eldfjallagleri við hitastig undir 200 °C. Smektít myndast einnig á jarðhitasvæðum, bæði djúpt í jörðu og á yfirborði og er nokkuð algeng leirsteind við vatnshveri. Við ummyndun á bergi eyðast frumsteindir bergsins og ummyndunarsteindir myndast eins og t.d. leir. Frá um 100 °C og upp að 200 °C eru smektít og geislasteinar ráðandi steindir.

Í steindafræði er smektít samheiti fyrir montmórrillonít (sem er einnig nafn á hreinum leir fasa) til að gefa til kynna flokk þenjanlegs leirs. Hugtakið smektít er almennt notað í Evrópu á meðan montmorillonít er frekar notað í Norður Ameríku. Bæði hugtökin eru jafngild og hægt að nota til skiptis. Í iðnaðar- og viðskiptanotkun er hugtakið bentónít notað í staðinn fyrir smektít eða montmórrillonít.

## 3 Efnisprófanir

---

Til að meta hvort steinefni henti í malarslitlag er nauðsynlegt að framkvæma nokkur mismunandi efnispróf. Markmiðið í ár var fyrst og fremst að rannsaka kornastærðina leir og leirtegundina leir.

Til að fá upplýsingar um kornastærðina leir og leirtegundina leir í malarslitlögum var nokkrum rannsóknaraðferðum beitt:

- *kornastærðardreifing (til að fá upplýsingar um magn fínefna),*
- *ljörvaaðferð (til að finna út hlutfall kornastærðarinnar leirs),*
- *rýrnunarstuðull,*
- *staðlað blámapróf,*
- *röntgengreining (XRD).*

Sýnin voru send á rannsóknastofur Mannvits, Tækniseturs og Íslenskra Orkurannsókna (ÍSOR).

Fleiri rannsóknir voru gerðar á malarslitlagsefnunum en þær eru ekki til umfjöllunar í þessari skýrslu. Niðurstöður úr þeim prófum má finna í töflu í viðauka.

### 3.1.1 Kornastærðardreifing (magn fínefna), ÍST EN 933-1

Mæling á kornadreifing er eitt af fyrstu prófunum sem gert er á steinefnasýnum. Kornastærðardreifing er fundin út með því að sigta efnið á mismunandi möskvastærðum. Sérstaklega er litið til þess hvort steinefnið sé innan tilskilinna markalína og hvert er magn fínefna í efninu þ.e. efni sem er minna en 0,063 mm. Nauðsynlegt er að framkvæma þetta próf ef rannsaka á hversu mikið er af kornastærðinni leir af hlutfalli fínefna sýnisins. Þegar kornadreifing er mæld þá verður ávallt að votsigta sýnið á þvottasigti (0,063 mm) svo hægt sé að ákvarða fínefnahlutfall efnisins. Rannsóknin var gerð á rannsóknastofum Tækniseturs og Mannvits.

### 3.1.2 Ljörvaaðferð, leirinnihald

Leirinnihald sýnis, sem sagt magn fínefnis undir 0,002 mm kornastærð, er hægt að mæla með ljörvatæki. Prófið er gert á fínefnum sem eru minni en 0,25 mm, en aðallega er það gert á kornum sem eru minni en 0,063 mm. Þessi prófunaraðferð er notuð til að finna út hvert er magn leirs af heildarhlutfalli fínefna sem er minna en 0,063 mm, en það er fíngerðasta sigtið í hefðbundinni sigtaröð. Kröfur Vegagerðarinnar gera ráð fyrir 10-30% leir af hlutfalli fínefna. Rannsóknin var gerð á rannsóknastofu Tækniseturs.

### 3.1.3 Rýrnunarstuðull (LS), ASTM C356

Rýrnunarstuðull (LS) er mælikvarði á rakaheldni fínefna og gefur upplýsingar um eiginleika þeirra. Mælingin gengur út á rýrnun og er prófið gert á fínefni. Rakt fínefni er fyllt í mót og við þurrk minnkar rúmmál efnisins (dregst saman), þ.e. lengdarrýrnun við ofnþurrkun. Prófið veitir upplýsingar um hversu stór hluti raka tapast úr efninu þegar það þornar. Kröfur Vegagerðarinnar miðast við meðalársúrkomu, undir 1000 mm (2-10%) og meira en 1000 mm (2-7%). Eftir því sem stuðullinn er

hærrí helst fínefnið þjált á víðara rakabili og efnið heldur betur í sér raka. Rannsóknin var gerð á rannsóknastofu Tækniseturs.

### 3.1.4 Methylene Blue-próf (staðlað blámapróf), ÍST EN 933-9

Notað var staðlað blámapróf, ÍST EN 933-9, og var rannsóknin gerð hjá rannsóknastofu Mannvits. Prófið er gert á fínefni og er ætlað að gefa upplýsingar um hlutfallslegt magn vatnsþenjanlegs leirs. Metýlen blámi (methylene blue) er lífrænt litarefni sem hjálpar til að finna vatnsþenjanlegan leir. Hugmyndafræðin gengur út á að þessi vatnsþenjanlegi leir sé smektít. Vatnsþenjanlegar steindir eru einstaklega vatnsdrægar í röku umhverfi og að sama skapi eru þær fljótar að losa sig við raka þegar þornar. Við þetta myndast þensla og samdráttur sem veldur álagi og innri spennu sem eykur líkur á niðurbroti steinefnisins.

Samkvæmt staðlinum er prófið gert á steinefni sem er minna en 2 mm. Lausn af metýlen bláma litarefni er bætt út í steinefnasýni sem er í vatnslaun þar til fínefnið drekkur ekki meira af litarefninu í sig. Með svokölluðu dropaprófi (dropi af lausninni settur á filterpappír) er síðan fylgst með hvenær sýnið hættir að taka við litarefninu og mettast. Þegar steinefnasýnið hefur náð mettnu þá myndast hálfgerður geislabaugur í kringum dropann á pappírnum. Niðurstöður prófsins, blágildi, er 1/10 af því magni sem sýnið dregur í sig, er gefið upp í grömmum af litarefni sem þarf í hvert kg af steinefnasýni til að mynda baug sem helst í 5 mínútur. Því hærra sem tölugildið er, því meira er af vatnsþenjanlegum leir.

### 3.1.5 Röntgengreining (XRD)

Til að fá upplýsingar um hvort vatnsþenjanlegur leir væri til staðar í malarslitlagsefnunum, voru gerðar röntgengreiningar (XRD) hjá Íslenskum Orkurannsóknnum (ÍSOR). Röntgengreiningatækið er í eigu nokkurra samstarfsstofnana.

Eina leiðin til að ákvarða hvaða leirsteindir eru til staðar af öryggi er með röntgengreiningu. Aðferðin gengur út á að mæla stefnubreytingu röntgengeisla í kristölluðu efni en þá má finna bylgjulengd þeirra sem hlutfall af heppulegu bili milli frumsteinda í kristöllum. XRD kristalgreining er víða notuð til að greina steindir og annarskonar kristölluð efni. Til dæmis hefur hún verið notuð til að framkvæma magngreiningar í tengslum við vötnun á sementsbundnum efnum. Með XRD greiningu er því hægt að ákvarða kristallagerð með röntgengeislum. Þetta er jafnframt eina aðferðin til að greina leirsteindir til tegunda.

Um er að ræða þáttbundna greiningu (e:qualitative) en það er gerlegt að áætla hvort mikið eða lítið sé af umræddum leirsteindum í hverju sýni.

Hjá ÍSOR er röntgengreining á leir gerð með staðlaðri innanhússaðferð sem byggir á hefðbundnum greiningaraðferðum leirsteinda. Um 3-5 g af sýni er sett í glas, skolað vel með eimuðu vatni, glasið fyllt og því lokað með gúmmítappa. Sýni er hrist rólega í um fjóra tíma og síðan er það látið setjast til í glasinu. Um 10-20 mínútum síðar er tekinn vökvi úr efsta lagi vökvasúlunnar í glasinu og sett á kringlótt hreint smásjargler (25 mm). Sýnið er látið þorna vel við stofuhita og síðan mælt. Skráin sem fæst er merkt (OMH, þ.e. ómeðhöndlað, svartur ferill). Ef smektít er til staðar þá er einkenni þess við 14.5Å. Vatn fer út og leirinn dregst saman. Sýninu er því næst komið fyrir í lokuðu íláti með etýlenglýkóli og geymt þar í einn sólarhring, undir gufuþrýstingi. Glýkólið kemur inn í staðinn fyrir vatn og færir kristallalög leirsins í sundur og við það þenst smektítið út aftur. Þá er sýnið tekið og mælt aftur og skráin merkt (GLY, blár ferill). Ef um smektít er að ræða kemur toppur við 17Å. Að lokum er

sýnið hitað upp í 550°C í klukkutíma og við það hrynur kristalgrindin og endurraðast og mæliskrá merkt (HIT, svartur ferill). Ef um smektit er að ræða kemur toppur í kringum 10Å. Skrárnar eru síðan bornar saman og niðurstöður túlkaðar á myndrænan hátt.

## 4 Niðurstöður og túlkun gagna

---

Allar malarslitlegslagsnámur voru skoðaðar út frá kornadreifingu (fínefni < 0,063 mm), ljörvaaðferð (leirkornastærðir < 0,002 mm) og rýrnunarstuðli. Átta námur af þrettán þ.e. Búðará, Hrutafell, Ofan Hnúthamra, Fagurhlíð, Kambsáreyrar, Bakki, Hafnarfjall og Hnjúksnáma voru skoðaðar út frá öllum þeim fimm rannsóknaaðferðum sem var beitt:

- kornadreifing (fínefni < 0,063 mm),
- ljörvaaðferð (leirkornastærðir < 0,002 mm),
- rýrnunarstuðull,
- staðlað blámagildi (blámi),
- röntgengreining XRD (smektít).

Niðurstöðum rannsóknanna er raðað upp í töflu 2. Jarðmyndanirnar sem slitlagsefnin eru búin til úr eru afar mismunandi. Um er að ræða klöpp, hraunsalla, foran sjávarkamb, áreyrar, margar tegundir af skriðum, bergslaup, malarhjalla og jökulruðning. Það er ekkert sameiginlegt með námunum. Af átta námum eru tvær klapparnámur: Hafnarfjall og Hnjúksnáma. Það voru fleiri rannsóknir gerðar á malarslitlegsefnunum en þær eru ekki til umfjöllunar í þessari skýrslu: berggreining, styrkleikapróf (LA), brothlutfall og kleyfni. Í viðauka er sama tafla, þ.e. tafla 2, en með öllum þeim rannsóknum sem gerðar voru á umræddum malarslitlegsefnunum.

Þegar fínefnahlutfall (<0,063 mm) er skoðað fyrir þessar 13 malarslitlegslagsnámur þá ná einungis fimm af þrettán námum lágmarks fínefnahlutfalli. Fyrir setnámur er æskilegt lágmark 10% en 8% ef um klapparnámur er að ræða. Einungis ein náma, Hnjúksnáma, er með of hátt fínefnahlutfall, og fer yfir hámarkið.

Samkvæmt Efnisgæðariti Vegagerðarinnar er æskilegt að leirhlutfall af magni fínefna í malarslitlegum skuli vera á milli 10 og 30 %. Fimm námur af þrettán ná lágmarkinu og eru þær allar með leir á bilinu 10 til 12%. Restin er á bilinu 4 - 8%. Ekkert malarslitlegsefni í þessari rannsókn fór yfir 12% leir og er það athyglisvert. Samkvæmt kröfum Vegagerðarinnar þá má leirmagnið ná allt að 30% en öll sýnin í þessari rannsókn eru langt frá því.

Þegar allar niðurstöður fyrir þessar 13 malarslitlegslagsnámur eru skoðaðar þá eru einungis fjórar námur sem náð lágmarki rýrnunarstuðuls, sem er 2. Rýrnunarstuðull (LS) er mælikvarði á rakaheldni fínefna, og gefur upplýsingar um rýrnun á lengd sýnis við ofnþurrkun frá flæðimarki. Þar sem leirtegundin smektít hefur þann eiginleika að geta bundið vatn þá að sama skapi dregst leirtegundin saman við þurrk. Kröfur til rýrnunarstuðuls LS eru tvenns konar og byggir á meðalársúrkomu. Ef úrkoma er undir 1000 mm þá er LS stuðullinn á bilinu 2 – 10% en 2 – 7% þar sem meðalársúrcoma er meiri en 1000 mm. Einungis fjögur sýni af þrettán ná lágmarkinu (2,2 til 2,6). Kambsáreyrar mældust með hæsta

gildið (2,6). Eftir því sem stuðullinn er hærri helst fínefnið þjált á víðara rakabili og efnið heldur betur í sér raka.

**Tafla 2** Niðurstöður úr prófum á malarslitlagssámum: fínefnahlutfall, leirhlutfall, rýrnunarstuðull, blámagildi og XRD.

Nómuheiti	Jarðmyndun	Nómunúmer	fínefni < 0,063 mm	leir < 0,002 mm	Rýrnunarstuðull	Blámagildi	XRD, Smektít
Hallgeirsstaðir	malarhjalli + jökulruðningur	18488	6,1	12	0,9		
Búðará	malarhjalli + jökulruðningur	20380	8,4	11	0,6	3,3	123,5
Dýrafjarðargöng	klöpp	22977	7,3	11	1,6		
Alda	klöpp + jökulruðningur	22775	10,6	10	0,7		
Almannaskarð	Skriða	16223	8	10	3,8	4,4	
Hrútafell	Móbergsskriða	15662	11,5	8	2,5	9,3	32,64
Ofan Hrúthamra	Móbergsskriða	18586	12,3	7	1,2	3,7	183,3
Fagurhlíð	Hraunsalli	16310	14,1	7	1,1	3,1	12,31
Kamsáreyrar	áreyrar + berghlaup	15908	10,8	5	2,6	16,5	514,7
Bakki	sjávarkambur	22907	9,7	5	2,2	6,3	47,15
Hafnarfjall	klöpp	17804	7,6	5	1,9	8,5	11,88
Hnúksnáma	klöpp og fínset	22784	16,1	4	0,9	4	137,6
Setberg	skriða	22991	4,8	4	1	2,6	

Engar kröfur eru fyrir blámagildi né XRD í leiðbeiningum Vegagerðarinnar. Þessar rannsóknaaðferðir gefa upplýsingar um hvort vatnsþenjanlegar leirsteindir, eins og smektít, séu til dæmis til staðar í steinefnum. Náman Kamsáreyrar, sem er staðsett í Ljósavatnsskarði, vekur eftirtekt. Af átta sýnum hefur Kamsáreyrarefnið drukkið mest í sig af litarefnum. Sú náma náði ekki lágmarks leirinnihaldi en þar kemur fram hæsta blámagildið og í röntgengreiningunni var þetta malarslitlagsefni með mesta magn smektíts. Kamsáreyrarefnið er blandað saman úr tveimur ólíkum jarðmyndunum, áreyrum og berghlaupi. Ástæðan fyrir þessari blöndun var að búa til malarslitlagsefni með miklu broti og þenjanlegum leir. Berghlaupsefnið kemur úr Arnstapa sem hefur ávallt þótt vera mjög gott berghlaupsefni með mikið af vatnsþenjanlegum leir. Efnið í námuni er brúnrautt, feitt leirríkt berghlaupsset en þó með eitthvað af steinum og grjóti. Í Arnstapaefninu er þjáll leir sem gerir efnið mjög fýsileg til vinnslu í malarslitlög. Það er hins vegar ekki hægt að nota berghlaupsefnið eitt og sér til að búa til malarslitlagsefni því það vantar mólina inn á móti fínefnum og efnið veðst bara upp.



Malarslittagsblandan úr Kambsáreyrum og Arnstapa kom mjög vel út og steinefnið hefur staðið sig mjög vel úti í vegi (forsíðumynd).

Röntgengreining (smektít) var gerð á átta sýnum og staðfestir að smektít er til staðar en í mismiklu mæli. Hæsti toppurinn er í Kambsáreyrarefninu sem er sambærileg niðurstaða og blámagildi.

*Kambsáreyrar: blanda úr áreyrum og berghlaupi*

- fínefni innan marka
- leir undir lágmarki, einungis 5%
- rýrnunarstuðull innan marka
- blámagildið bendir til þess að það sé mikið af vatnsþenjanlegum leir til staðar
- XRD staðfestir að leirinn er hreinræktað smektít og töluvert af því.

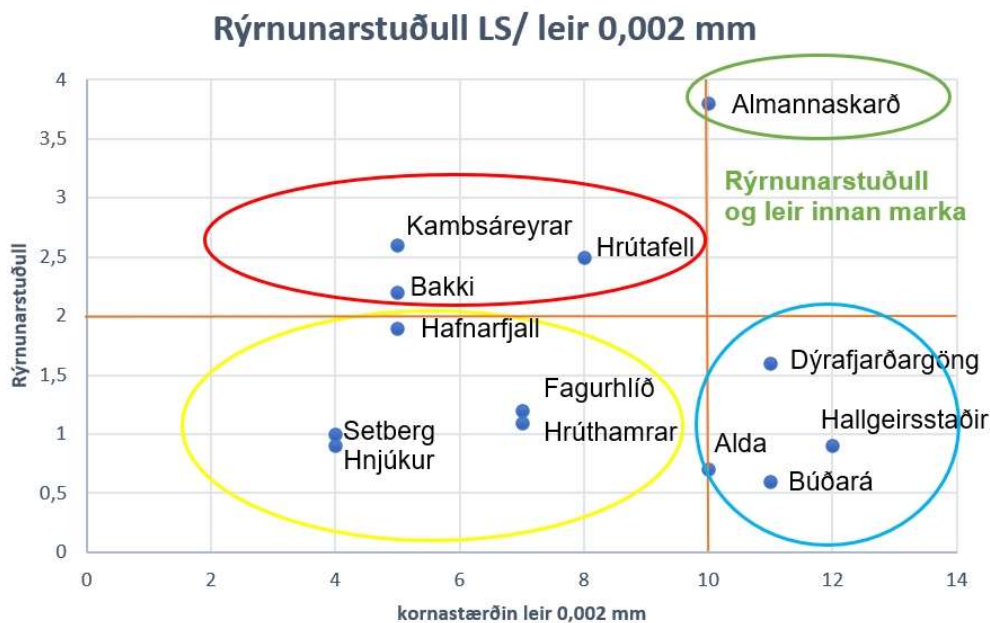
#### 4.1 Fínefni, leirmagn og rýrnunarstuðull

Fínefnamagn í malarslittagssýnunum er afar mismunandi. Öll malarslittagsefnin sem voru skoðuð eru 0/16 mm efni. Fínefni voru á bilinu 4,8% og upp í 16,1%.

Þegar magn kornastærðarinnar leirs er skoðað sem fall af fínefnum, þá er greinilega engin fylgni þar á milli (mynd 4). Einungis þrjú sýni ná lágmarks kröfum fyrir magn fínefnis og leirkornastærða. Það eru Búðará, Almanskard og Alda. Fimm sýni af 13 ná lágmarki fyrir kornastærðina leir: Búðará, Almanskard, Alda, Hallgeirsstaðir og Dýrafjarðargöng.



**Mynd 4.** Kornastærðin leir sem fall af fínefnum. Engin fylgni. Einungis 3 sýni af 13 sýnum ná lágmarks leirmagni. Námurnar sem eru með grænan punkt eru klapparnámur. Bláu eru setnámur. Rauða lárétta línan sýnir lágmark fyrir leir.



**Mynd 5.** Rýrnunarstuðull sem fall af kornastærðinni leir. Engin fylgni er á milli rýrnunarstuðuls og kornastærðarinnar leirs. Efnið flokkast í fjóra hópa en engin fylgni er milli flokka. Appelsínugula lárétta línan sýnir lágmark fyrir rýrnunarstuðul og sú lóðrétta fyrir leir.

Þegar rýrnunarstuðull er skoðaður sem fall af kornastærðinni leir sést að það er greinilega engin fylgni á milli rýrnunarstuðuls og kornastærðarinnar leirs (mynd 5). Á myndinni sést hins vegar að efnið flokkast í fjóra hópa en engin fylgni er milli flokka:

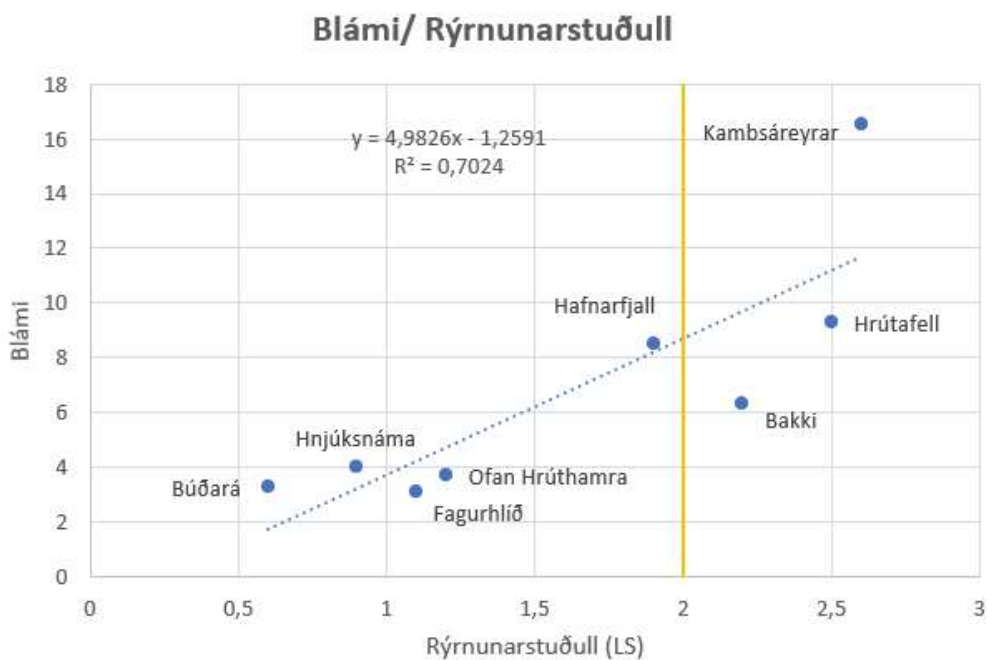
1. Rauður hópur Kambsáreyrar, Bakki og Hrútafell ná lágmarki fyrir rýrnunarstuðul – en ekki fyrir kornastærðina leir.
2. Blár hópur Dýrafjarðargöng, Hallgeirsstaðir, Búðará, og Alda. Ná lágmarki fyrir kornastærðina leir en eru undir lágmarkinu fyrir rýrnunarstuðul.
3. Gulur hópur Hafnarfjall, Hrúthamrar, Hnjúksnáma, Setberg og Fagurhlíð ná hvorugu lágmarkinu.
4. Græni hópur Almannaskarð, nær lágmarki fyrir kornastærðina leir og rýrnunarstuðulinn.

Hver hópur fyrir sig á ekkert sameiginlegt. Breytileiki efnisins er slíkt að það spannar allt frá hraunefni og yfir í berghlaupsefni og klöpp.

Hér er greinilegt að það er ekki kornastærðin leir sem stjórnar rýrnuninni heldur eitthvað annað. Þá beinist athyglin að leirtegundinni. Það getum við skoðað með stöðluðu blámaprófi og XRD.

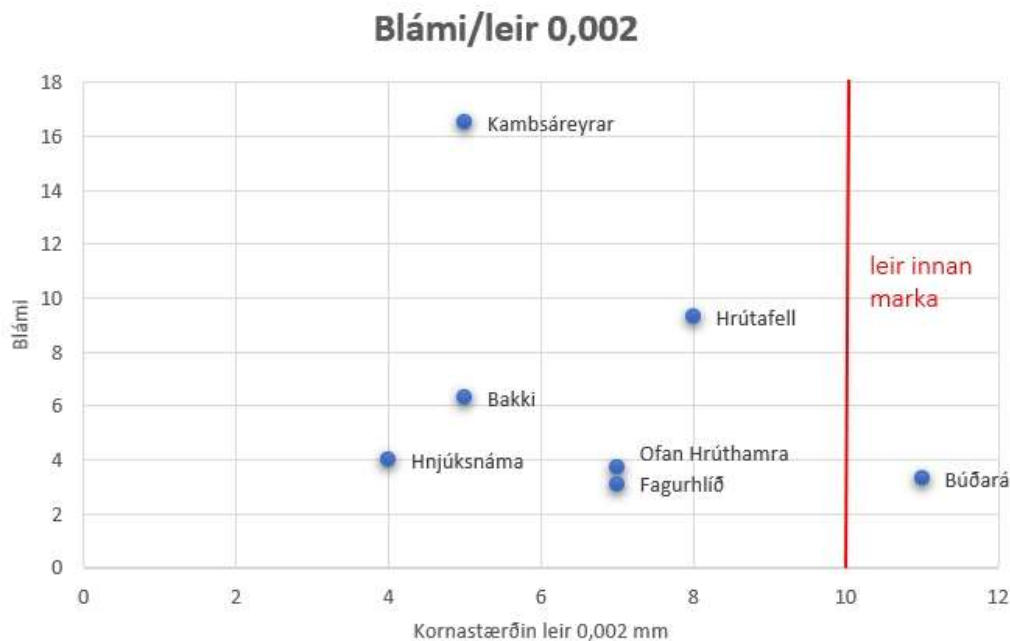
### 4.2 Staðlað blámapróf (Methylene Blue-próf)

Staðlað blámapróf (blámi) segir til um magn vatnsþenjalegs leirs. Af átta sýnum hefur Kambsáreyrar efnið drukkið mest í sig af litarefninu (tafla 3, mynd 6).



**Mynd 6.** Blámi sem fall af rýrnunarstuðli. Greinilega fylgni á milli rýrnunarstuðuls og bláma. Gula lóðrétta línan sýnir lágmarkskröfu fyrir rýrnunarstuðul (LS).

Þegar blámi er birtur sem fall af rýrnunarstuðli, þá má les það út úr grafinu að blámi hækkar með vaxandi rýrnun. Greinilegt er að það er vísbending um línulegt samband milli rýrnunarstuðuls og blámagildis. Miðað við það sem komið er þá sýna þessi gögn 70% fylgni.



**Mynd 7.** Þegar blámi er skoðaður sem fall af kornastærðinni leir sést að það er engin fylgni. Rauða lóðrétta línan sýnir lágmark fyrir kornastærðina leir.

Ekkert línulegt samband er á milli bláma og kornastærðarinnar leirs (mynd 7). Einungis Búðará nær lágmarkinu fyrir kornastærðina leir. Þrátt fyrir að það efni nái lágmarkinu fyrir kornastærðina leir þá var blámagildið í Búðarár sýninu mun lægra en fyrir Kamsbásreyrar eða 3,3.

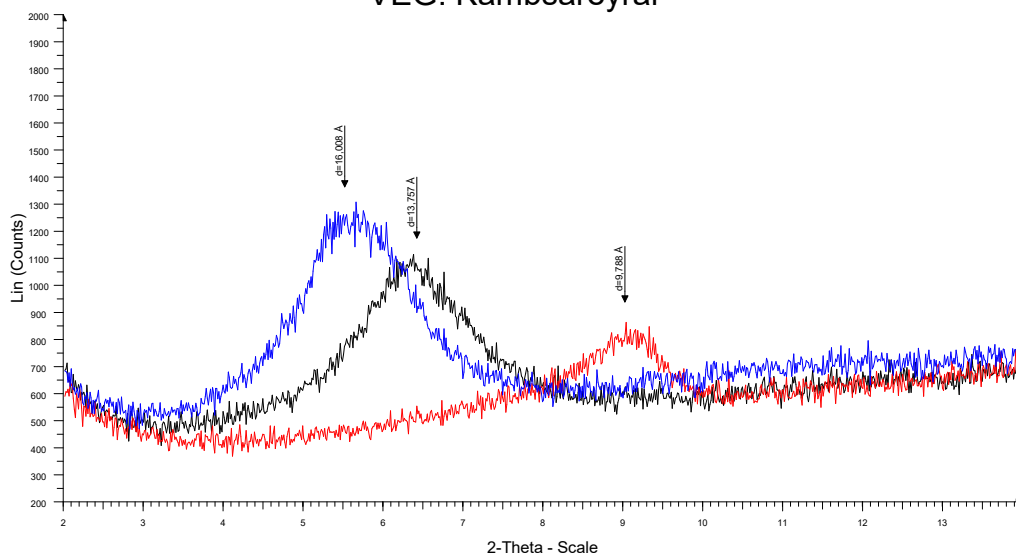
### 4.3 Röntgengreining (XRD)

Sýnin í þessu rannsóknaverkefni voru öll meðhöndluð eins. Magn var eingöngu metið sjónrænt. Við slíkt mat gildir að ef tvö sýni eru borin saman þá er gengið út frá því að sýnið sem er með hærri smektíttopp sé með meira smektít en sýni sem gefur minna útslag sama topps, sjá nánari umfjöllun um meðhöndlun sýna í kafla 3.1.5.

Í ómeðhöndluðu sýni þekkist smektít leir á grunnbili (d001) 14Å (svartur ferill) (mynd 8). Ef ekkert útslag er sjáanlegt á  $d=14\text{Å}$  má gera ráð fyrir að ekkert smektít sé til staðar. Vegna einsleitni sýna og staðlaðrar meðhöndlunar sýnanna er gert ráð fyrir að það sé línulegt sambandi milli styrks (útslags) toppsins á 14Å og magns leirs í sýninu. Það sem er lagt til grundvallar er sjónrænt mat á styrk toppsins á 14Å.

Á mynd 8 er sýni frá Kamsbásreyrum. Af öllum sýnum sem voru mæld var smektít toppurinn hæstur í Kamsbásreyrarefninu. Smektít toppurinn er í kringum 14Å (svartur ferill). Útslagið myndast við það að vatn fer út úr kristalgrind leirsins og dregst saman. Smektít þenst síðan út við 16Å (blár ferill) þegar það er mettað með etýlenglykóli. Glykólið kemur inn í staðinn fyrir vatn og færir kristallalögin á leirnum í sundur. Við afvötnun, þ.e. eftir hitun í um klukkustund við 550°C, þá fellur smektítið niður í um 10Å (rauður ferill). Skrárnar sem fást eru síðan bornar saman og niðurstöður túlkaðar á myndrænan hátt.

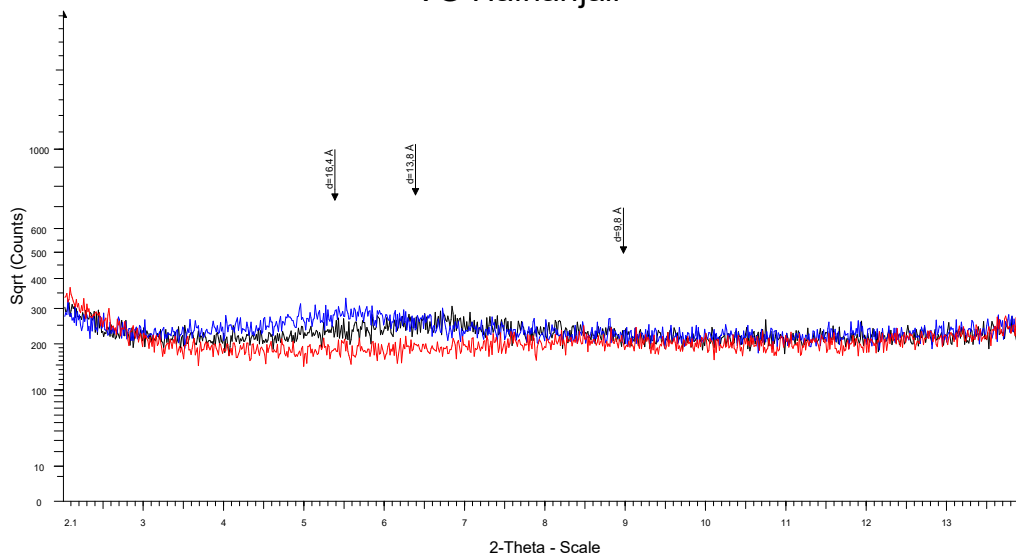
## VEG. Kamsáreyrar



**Mynd 8.** Niðurstöður röntgengreininga á sýni frá Kamsáreyrum. Svartur ferill er ómeðhöndlað sýni (OMH), blár er sýni meðhöndlað með glýkól (GLY) og rauður er hitað sýni (HIT). Útslag fyrir smektít toppa er afgerandi.

Á mynd 9 eru niðurstöður malarslitlagssýnis frá Hafnarfjalli. Engir áberandi toppar koma fram og útslagið er frekar lítið og þetta sýni reyndist vera með minnst af smektíti af öllum sýnunum. Það sem er áhugavert við Hafnarfjall, er að þetta malarslitlagssýni kemur af Vestfjörðum, og miðað við aldur bergsins á því svæði, hefði mátt búast við meira af smektíti.

## VG Hafnarfjall



**Mynd 9.** Niðurstöður röntgengreininga á sýni frá Hafnarfjalli. Svartur ferill er ómeðhöndlað sýni (OMH), blár er sýni meðhöndlað með glýkól (GLY) og rauður er hitað sýni (HIT). Útslag fyrir smektít toppa eru nánast engir.

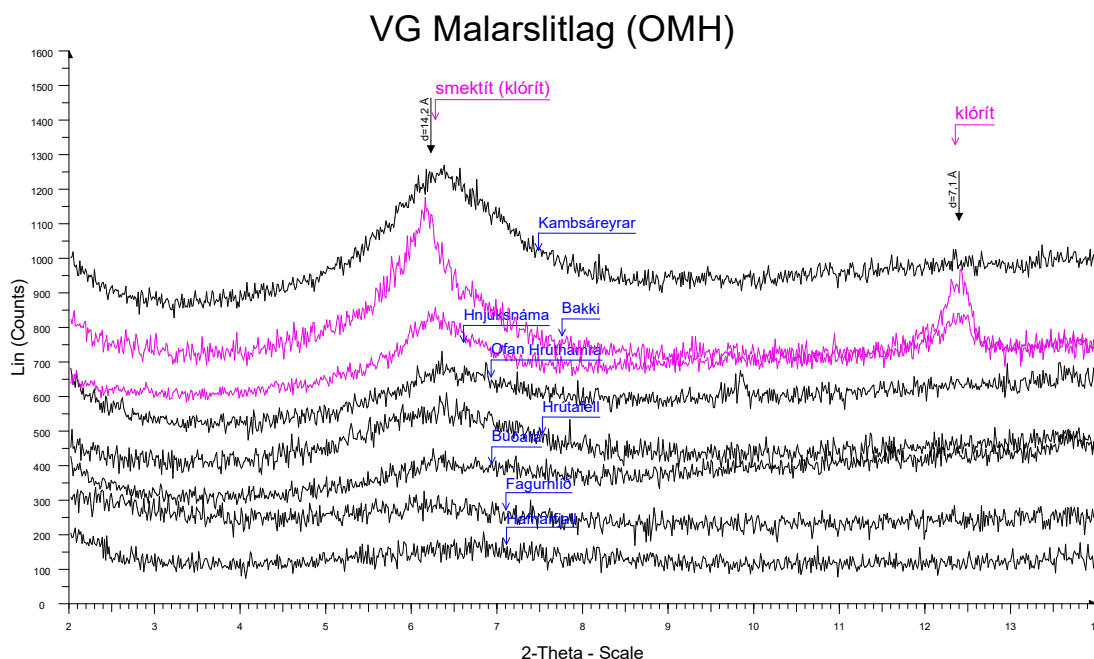
Til að finna út tölugildi til að bera saman smektít í öllum sýnum þá var reiknað út flatarmál smektít-toppisins (14Å) í hverju sýni fyrir sig (tafla 3). Tölugildið er styrkur sinnum gráður og má nota tölugildið til viðmiðunar á magni smektíti milli sýna.

**Tafla 3.** Útreiknað magn smektíts í sýnum.

Námuheiti	Smektít styrkur x gráður	Athugasemdir
Kamsáreyrar	514,7	
Ofan Hróthamra	183,3	
Hnjúksnáma	137,6	klórítblandað
Búðará	123,5	
Bakki	47,15	klórítblandað
Hrútafell	32,64	
Fagurhlíð	12,31	
Hafnarfjall	11,88	

Á mynd 10 er búið að endurraða átta sýnum eftir útslagi smektít toppisins á ómeðhöndluðum sýnum, þ.e. einungis þurrkuð, sem gefur lauslega hugmynd um hlutfallslegt magn smektíts á milli sýna. Niðurstöðum er raðað upp og bil á milli ferla stillt af þannig að hæsti toppur og þar með mesta smektítið er efst og minnst er neðst. Mest er af smektíti í Kamsáreyrum og minnst í Hafnarfjalli.

Tvö sýni, Hnjúksnáma og Bakki (bleikir ferlar), eru með blandlagsleir þ.e. eru klórítblönduð. Taka þarf tölugildum þessara sýna með fyrirvara þar sem verulegur hluti útslagsins á 14Å er vegna klóríts (7Å) en ekki smektíts. Klórítið skekkir þar með niðurstöður smektítsins. Toppurinn fellur ekki allur í hitun sem bendir til þess að einungis hluti leirsins sé smektít. Topparnir á 14Å í klórítblönduðu sýnunum eru að sama skapi að færast til og leirinn að þenjast (vegna smektíts) í glýkólmettun en það er erfitt að greina hlutfallið á milli klóríts og smektíts í þeim sýnum með nákvæmni. Við vaxandi ummyndun og hærra hitastig þróast smektít yfir í blandlagsleir en blandlagsleir er millistig milli smektíts og klóríts. Blandlagsleirinn verður til við það að klórítlög fara að myndast milli smektítlaga.



**Mynd 10.** Niðurstöður röntgengreininga, XRD, á ómeðhöndluðum (OMH) sýnum frá (talið neðan frá): Hafnarfjalli, Fagurhlíð, Búðará, Hrutafelli, Ofan Hnúthamra, Hnjúksnámu, Bakka og Kambsáreyrum. Framsetning á þessari mynd er til að sýna toppa við 14Å, sem er einkennandi fyrir smektít, til að bera saman hæsta og lægsta gildi. Niðurstöðum er raðað upp og bil á milli ferla stillt af þannig að hæsti toppur og þar með mesta smektítið er efst og minnst er neðst. Mest áberandi toppurinn er í Kambsáreyrum, en í minnst í Hafnarfjalli. Smektít-klórít blönduðu sýnin (bleik) ber að taka með fyrirvara (sjá umfjöllun í texta) þar sem klórítið skekkir niðurstöður smektíts.



## 5 Lokaorð

---

Í þessari rannsókn var megináherslan lögð á að skoða kornastærðina leir og leirtegundina leir í malarslittögum. Þegar magn fínefnis er mælt á prófunarstofu er eingöngu mæld kornastærð og engar upplýsingar fást um eiginleika þess efnis sem er finna en 0,063 mm, þ.e. hvort efnið inniheldur yfirhöfuð leirsteindir. Í þessu rannsóknarverkefni var sjónum beint að þeim hluta fínefnis sem er finna en 0,002 mm, eða með öðrum orðum að því efni sem er af kornastærðinni leir. Með hliðsjón af niðurstöðum í þessu rannsóknarverkefni má ætla að leirtegund leirsins skipti höfuð máli þegar kemur að malarslittagi og kornastærðin leir hefur minna að segja. Það kemur bersýnilega í ljós þegar Kambsáreyrarefnið er skoðað. Efnið kom mjög sterkt út í öllum rannsóknum en nær samt ekki lágmarks leirmagni sem er æskilegt samkvæmt kröfum Vegagerðarinnar. Þrátt fyrir lítið leirmagn þá bendir blámagildi og XRD röntgengreining til þess að leirtegundin sem er til staðar í Kambsáreyrarmalarslittaginu, sé vatnsþenjanlegur leir, þ.e. smektít.

Niðurstöður í þessari rannsókn benda til þess að huga þurfi betur að kröfum um leirmagn í malarslittögum og jafnvel að minnka kröfurnar. Einnig er æskilegt að skilgreina betur kornastærðina leir og leirtegundina leir þegar fjallað er um malarslittög. Rannsóknin sýnir að með því að nota staðlað blámapróf og röntgengreiningu XRD þá sé hægt að fá upplýsingar um hvort vatnsþenjanlegur leir, smektít, sé til staðar í malarslittagsefnum og í hvaða magni. Góð fylgni er einnig á milli staðlaðs blámaprófs og rýrnunarstuðuls.

Núverandi niðurstöður gefa tilefni til að halda þessum rannsóknum áfram.

## Heimildaskrá

Efnisgæðaritið – Efnisrannsóknir og efniskröfur 2022: *Kaflí 6: Slittög. Vegagerðin.*

Hafdís Eygló Jónsdóttir 2019: *Samanburðarrannsókn á malarslittlags- og rykbindiefnum.* Vegagerðin, 71. bls.

Hafdís Eygló Jónsdóttir 2022: *Leir í malarslittögum.* Ágrip. Rannsóknaráðstefna Vegagerðarinnar. [https://www.vegagerdin.is/vefur2.nsf/Files/Hafdís\\_Eygló\\_Jonsdottir\\_-\\_Agrip/\\$file/Hafd%C3%ADs%20Eygl%C3%B3%20J%C3%B3nsd%C3%B3ttir%20-%20%C3%81gr%20ip.pdf](https://www.vegagerdin.is/vefur2.nsf/Files/Hafdís_Eygló_Jonsdottir_-_Agrip/$file/Hafd%C3%ADs%20Eygl%C3%B3%20J%C3%B3nsd%C3%B3ttir%20-%20%C3%81gr%20ip.pdf)

Hafdís Eygló Jónsdóttir 2022: *Malarslittög – ekki bara drulla.* Í Framkæmdafréttir 2. Tbl. nr.717. Vegagerðin, bls. 6-13.

Hrefna Kristmannsdóttir, Halldór G. Pétursson og Jón Kristinn Helgason 2012: *Leirsteindir í íslenskum skriðuföllum.* Í: Vorráðstefna Jarðfræðafélags Íslands 2012.

Ingunn María Þorbergsdóttir 1998: *Þróun á röntgenaðferðum til magnbundinnar greiningar á leirsteindum í basalti.* Orkustofnun, OS-98056.

ÍST EN 933-9 2009: *Tests for geometrical properties of aggregates – Part 9: Assessment of fines – Methylene blue test.*

ÍST EN 13043 2002: *Steinefni í malbik og klæðningar á vegi, flugvelli og önnur umferðarsvæði.*

Sandra Ósk Snæbjörnsdóttir 2011: *Jarðfræði og jarðhitaummyndun við vesturjaðar sigdældar Hengils.* Meistararitgerð, Jarðvísindadeild, Háskóli Íslands, 263 bls.

Sigurður Sveinn Jónsson 2022: *Úrvinnsla og umræður 31-10-2022.* Minnisblað, ÍSOR.

Sigurveig Árnadóttir 2007: *Notkun fínafna við mat á gæðum bergs til mannvirkjagerðar.1.áfangaskýrsla.* Rannsóknastofnun Byggingariðnaðarins.

Sveinn P. Jakobsson 1996: *Eiga gerlar þátt í ummyndun basaltgjóskunnar í Surtsey?* Búvísindi, Icel. Agr. Sci. 10, 1996: 273-289.

Þorbjörg Hólmgeirsdóttir 2000: *Áhrif þenjanlegra leirsteinda á frostþol steinefnis.* Lokaskýrsla. BUSL skýrsla E-39.

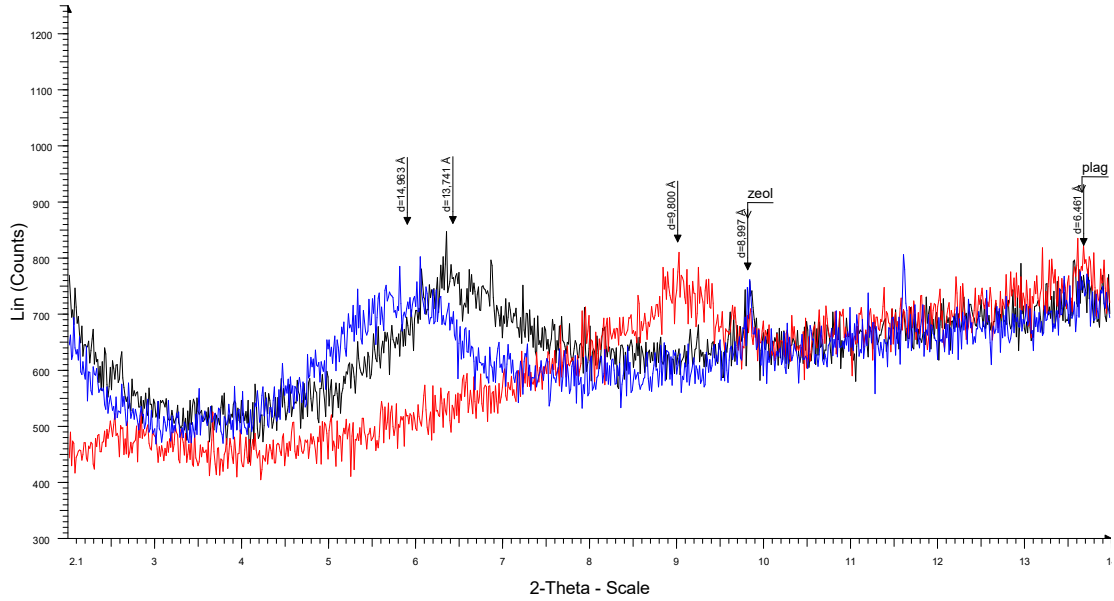
# Viðaukar

Tafla 2

Námuheiti	Námunúmer	Framleiðsluár	3. fl berggr.	Styrkleiki LA	Brothlutfall	Kleyfni	Jarðmyndun	Námunúmer	finefni < 0,063 mm	leir < 0,002 mm	Rýrnunarstuðull	Blámagildi	XRD, Smektít
Hallgeirsstaðir	18488	2022		23,7	73/15	9	malarhjalli + jökulruðningur	18488	6,1	12	0,9		
Búðará	20380	2021		21,5	75/0	8,3	malarhjalli + jökulruðningur	20380	8,4	11	0,6	3,3	123,5
Dýrafjarðargöng	22977			21	100		klöpp	22977	7,3	11	1,6		
Alda	22775	2022					klöpp + jökulruðningur	22775	10,6	10	0,7		
Almannaskarð	16223						Skriða	16223	8	10	3,8	4,4	
Hrútafell	15662	2021	89%	61,1	86/1	4	Móbergsskriða	15662	11,5	8	2,5	9,3	32,64
Ofan Hrúthamra	18586	2021		16	76/3	7,6	Móbergsskriða	18586	12,3	7	1,2	3,7	183,3
Fagurhlíð	16310	2021	100%	31,5	89/0	4	Hraunsalli	16310	14,1	7	1,1	3,1	12,31
Kamsáreyrar	15908	2021	36-39%	22,7	84/4	9,5	áreyrar + berghlaup	15908	10,8	5	2,6	16,5	514,7
Bakki	22907	2020		12,9	78/4	9,5	sjávarkambur	22907	9,7	5	2,2	6,3	47,15
Hafnarfjall	17804	2020		23,2	88/7	9,7	klöpp	17804	7,6	5	1,9	8,5	11,88
Hnúksnáma	22784	2020	17,40%	13,6	100	18,1	klöpp og fínset	22784	16,1	4	0,9	4	137,6
Setberg	22991						skriða	22991	4,8	4	1	2,6	

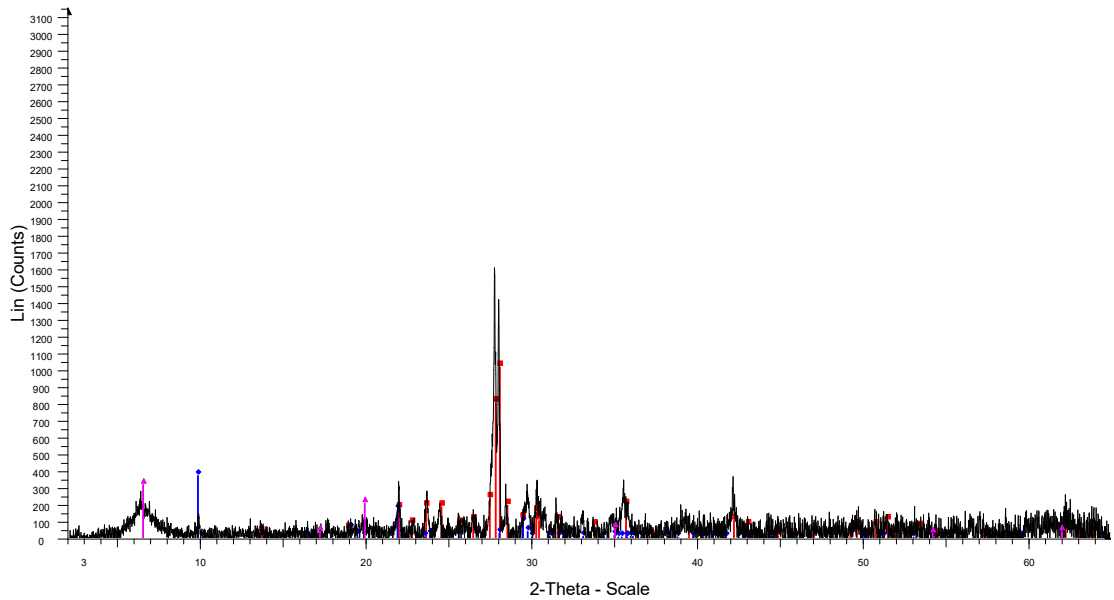
# XRD

## VEG. Ofan Hróthamra



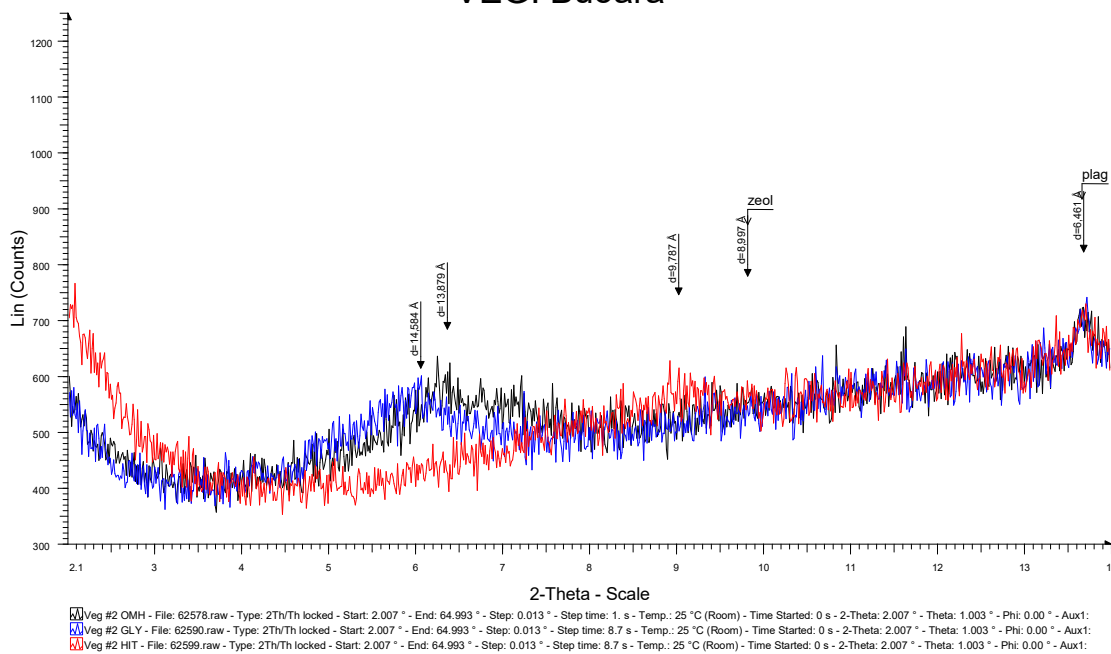
Legend for XRD plot:  
[Black] Veg #1 OMH - File: 62577.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 2.007 ° - End: 64.993 ° - Step: 0.013 ° - Step time: 1. s - Temp.: 25 °C (Room) - Time Started: 0 s - 2-Theta: 2.007 ° - Theta: 1.003 ° - Phi: 0.00 ° - Aux1:  
[Blue] Veg #1 GLY - File: 62589.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 2.007 ° - End: 64.993 ° - Step: 0.013 ° - Step time: 8.7 s - Temp.: 25 °C (Room) - Time Started: 0 s - 2-Theta: 2.007 ° - Theta: 1.003 ° - Phi: 0.00 ° - Aux1:  
[Red] Veg #1 HIT - File: 62598.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 2.007 ° - End: 64.993 ° - Step: 0.013 ° - Step time: 8.7 s - Temp.: 25 °C (Room) - Time Started: 0 s - 2-Theta: 2.007 ° - Theta: 1.003 ° - Phi: 0.00 ° - Aux1:

## VEG. Ofan Hróthamra

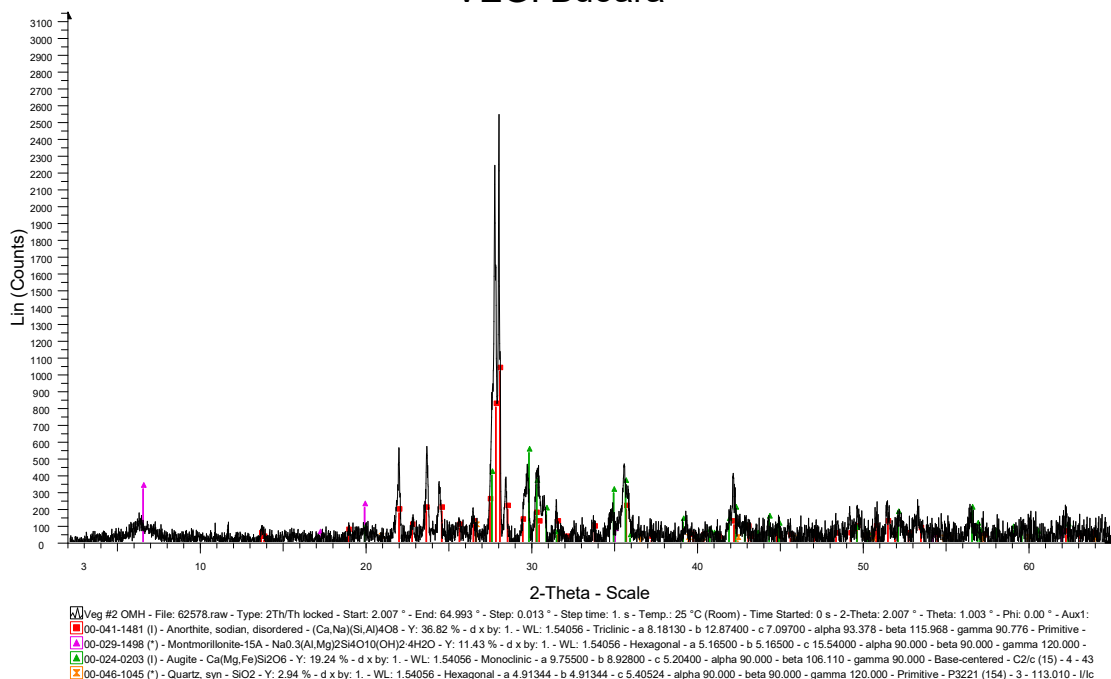


Legend for XRD plot:  
[Black] Veg #1 OMH - File: 62577.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 2.007 ° - End: 64.993 ° - Step: 0.013 ° - Step time: 1. s - Temp.: 25 °C (Room) - Time Started: 0 s - 2-Theta: 2.007 ° - Theta: 1.003 ° - Phi: 0.00 ° - Aux1:  
[Red] 00-041-1481 (I) - Anorthite, sodian, disordered - (Ca,Na)(Si,Al)4O8 - Y: 27.36 % - d x by: 1. - WL: 1.54056 - Triclinic - a 8.18130 - b 12.87400 - c 7.09700 - alpha 93.378 - beta 115.968 - gamma 90.776 - Primitive -  
[Blue] 00-025-0124 (I) - Stellerite - Ca2Al4Si14O36·14H2O - Y: 9.93 % - d x by: 1. - WL: 1.54056 - Orthorhombic - a 13.59900 - b 18.22200 - c 17.86300 - alpha 90.000 - beta 90.000 - gamma 90.000 - Face-centered - Fm  
[Pink] 00-029-1498 (\*) - Montmorillonite-15A - Na0.3(Al,Mg)2Si4O10(OH)2·4H2O - Y: 8.49 % - d x by: 1. - WL: 1.54056 - Hexagonal - a 5.16500 - b 5.16500 - c 15.54000 - alpha 90.000 - beta 90.000 - gamma 120.000 - Pr

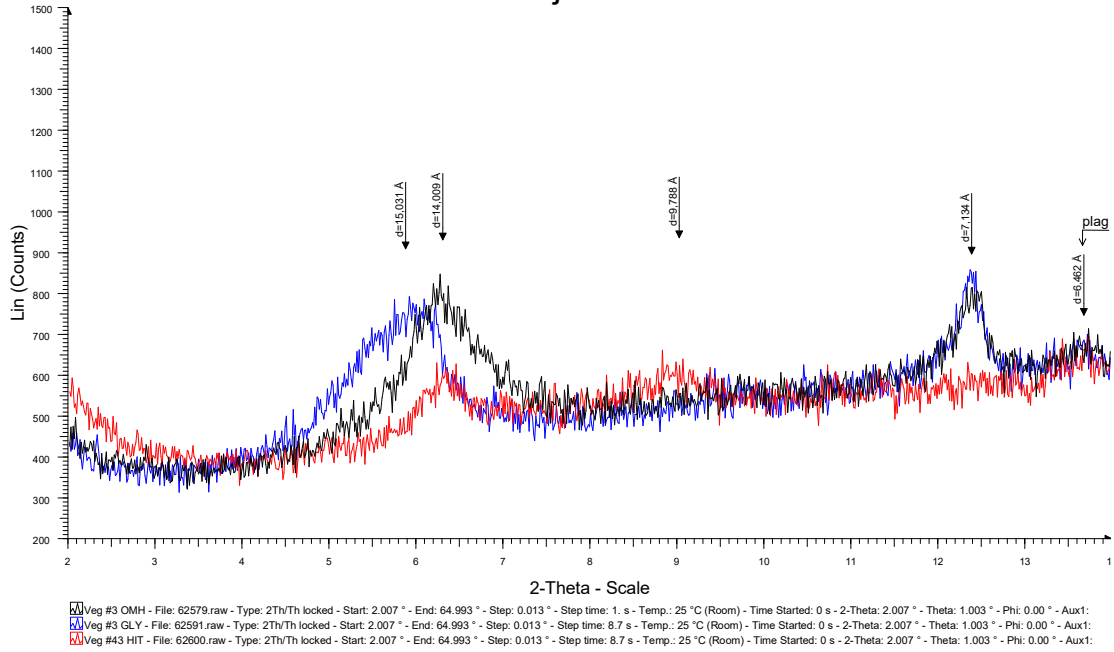
### VEG. Búðará



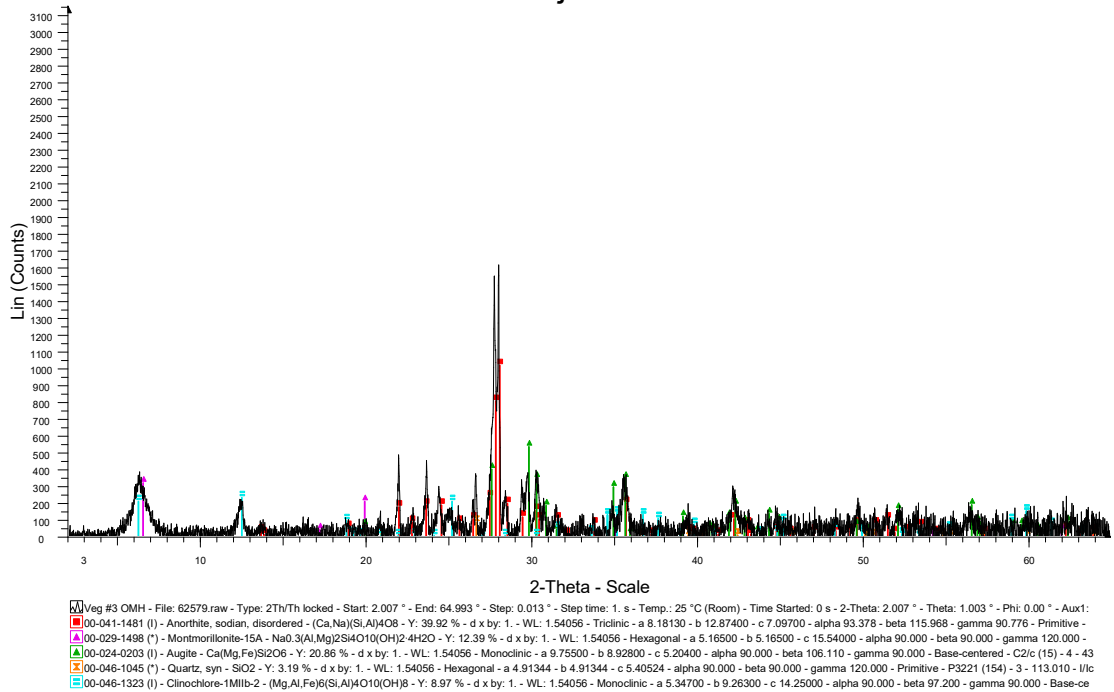
### VEG. Búðará



### VEG. Hnújúksnáma

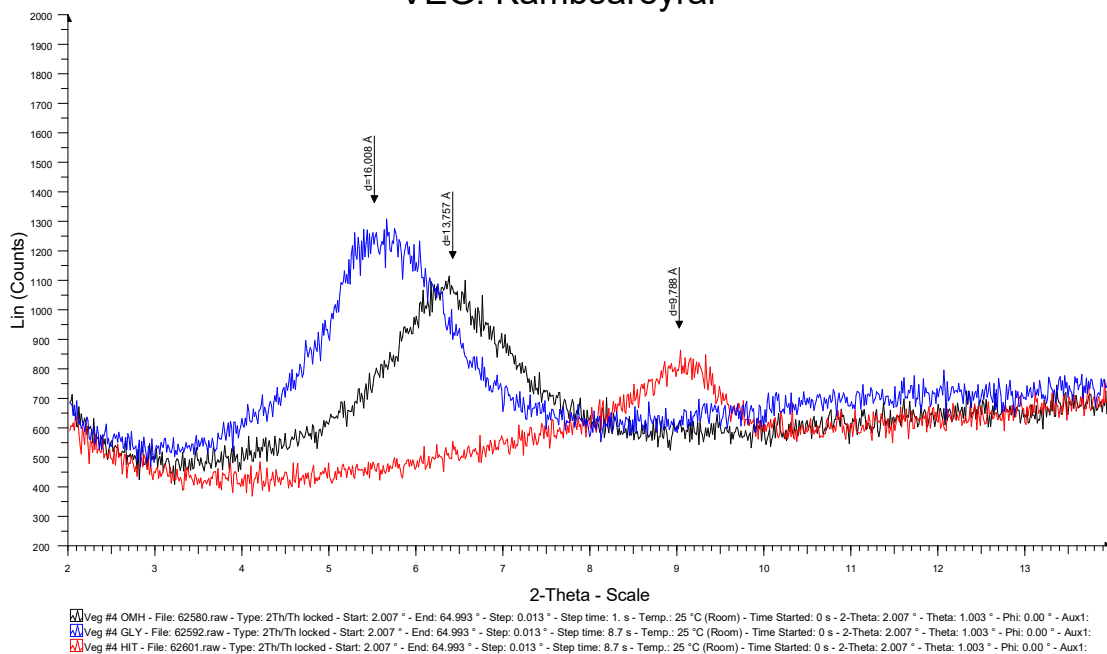


### VEG. Hnújúksnáma

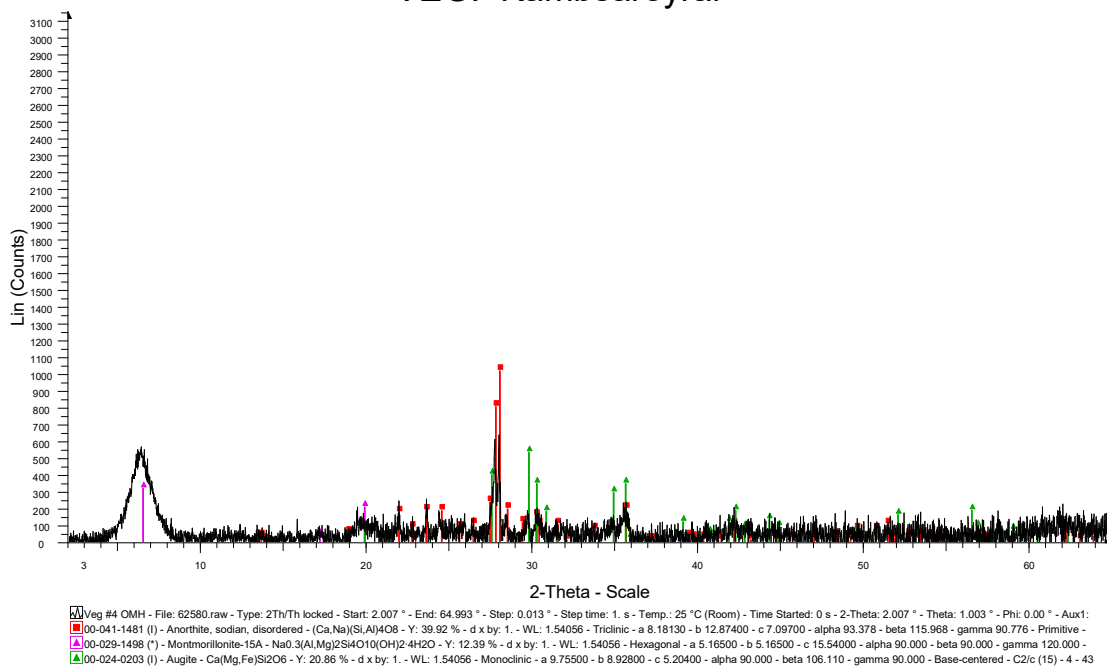




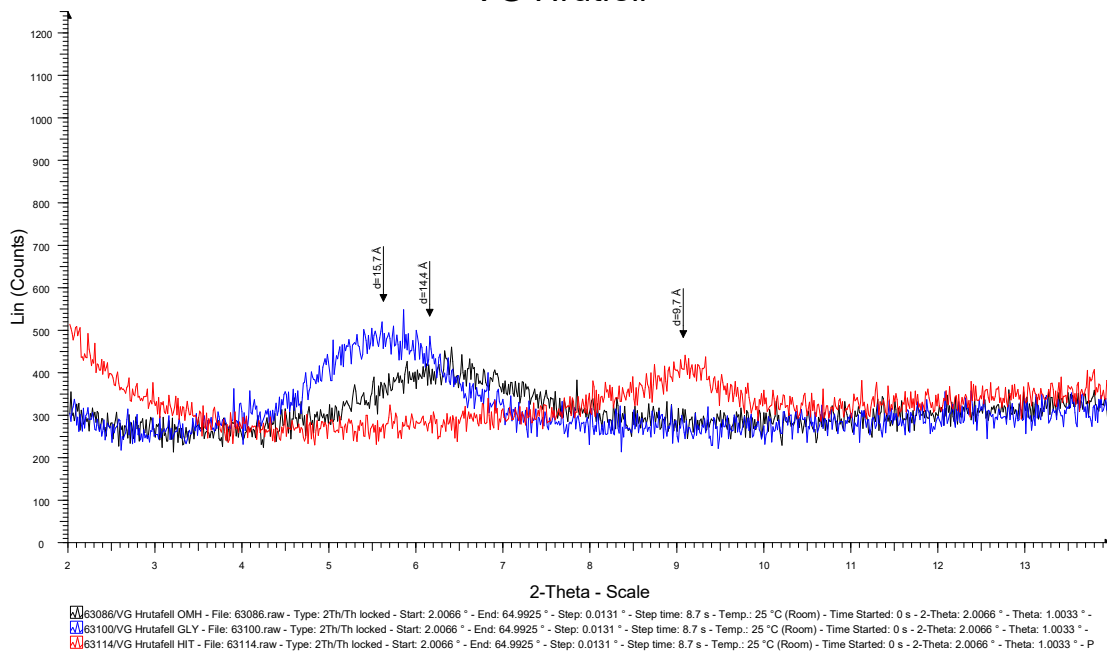
### VEG. Kambsáreyrar



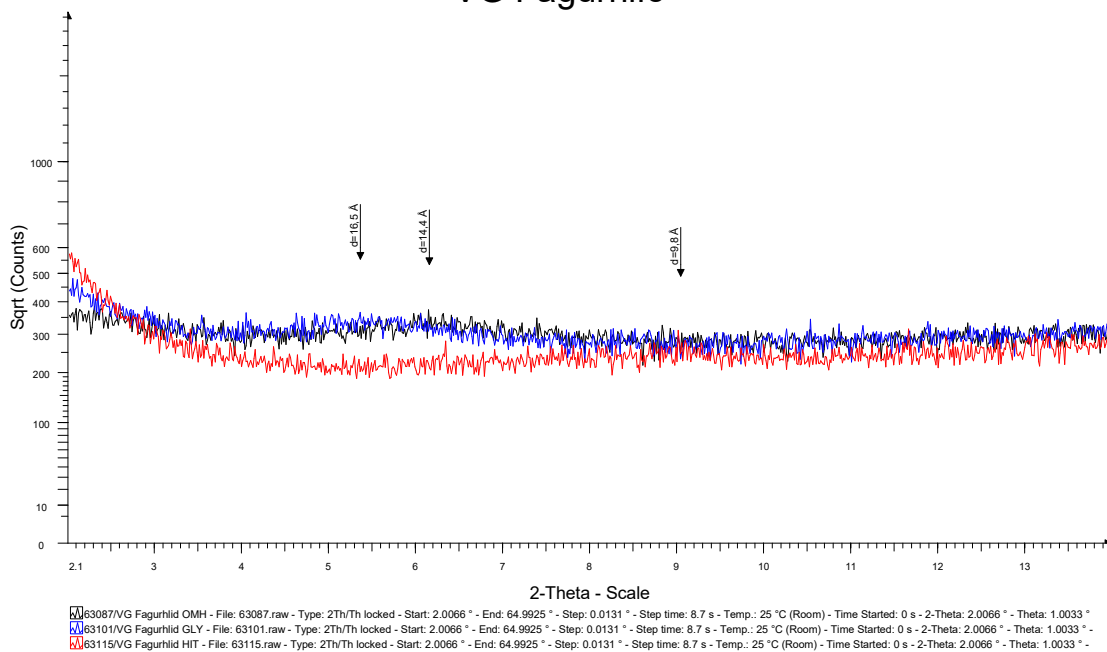
### VEG. Kambsáreyrar



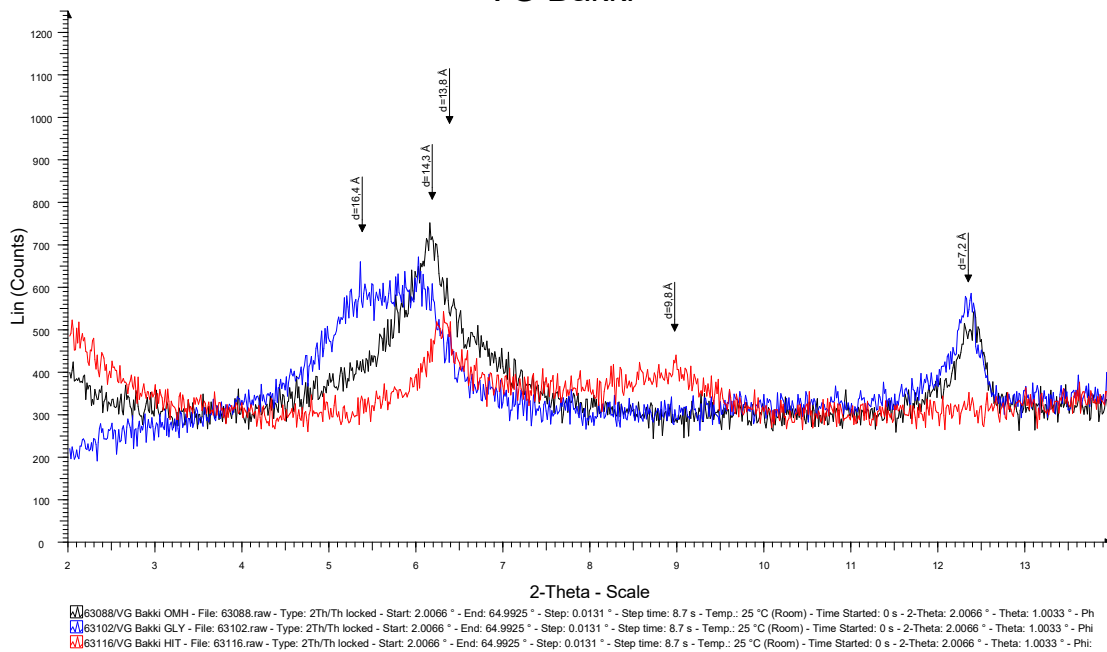
### VG Hrutúfell



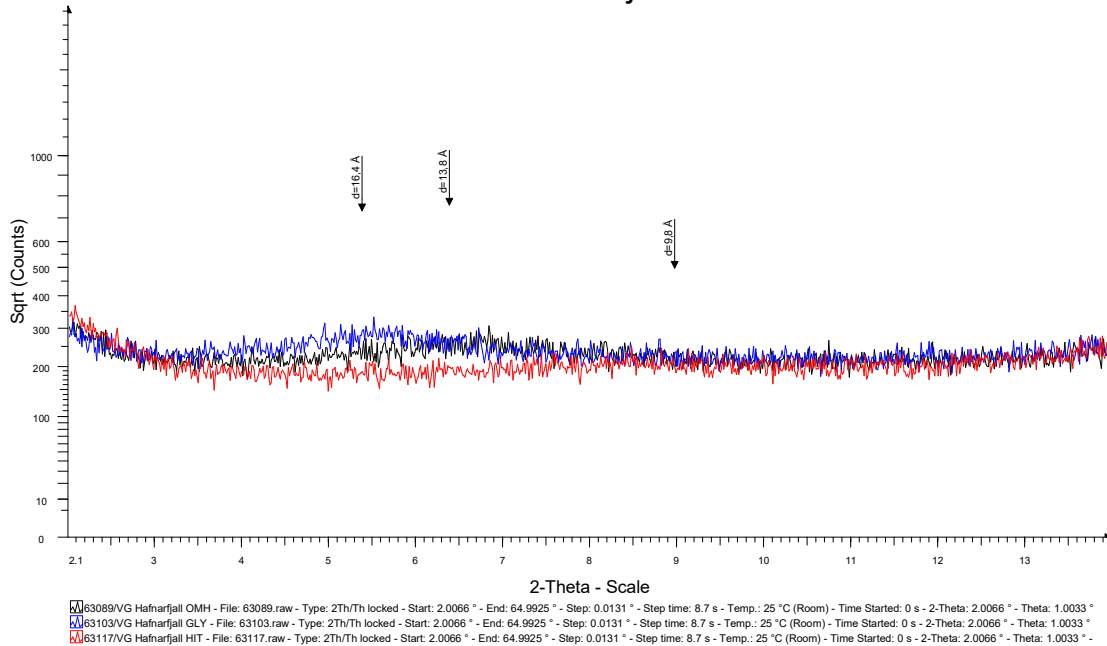
### VG Fagurhlíð




### VG Bakki



### VG Hafnarfjall



## Blámagildi

Dagsetning:	21.12.2022	PRÓFUNARSKÝRSLA MAT Á FÍNEFNI METYLEN-BLÁMA-ADFERÐ	 <b>MANNVIT</b>
Verknúmer:	7 010 743 - V45/56/61		
Frankvæmd:	GEJ		

Verkkaupi:	<b>Vegagerðin</b>		
Heimilisfang:	Suðurhraun 3, 210 Garðabær		
Fulltrúi verkkaupa:	Hafðís Eygló Jónsdóttir		
<i>Upplýsingar um sýni</i>			
Verk:	Verk 1325VG-1800/579-02 Malarslittög		
Sýni:	Sjá töflu		
Sýnataka:	Aðsend sýni	Dags. sýnatöku:	-
Sýni vigtað við komu:	-	Dags. móttöku:	-
Athugasemdir:	Samantekt yfir niðurstöður	Rýni:	PHÓ

Prófunarstaðall:	<b>ÍST EN 933-9</b>
------------------	---------------------

Auðkenni sýnis	Kornastærð prófuð	MB - gildi	Athugasemdir
743-45 <b>H20 376</b>	0/2 mm	16,5	
743-45 <b>H20 383</b>	0/2 mm	3,3	
743-56 <b>Hafnarfjall 5000-40-17804</b>	0/2 mm	8,5	
743-56 <b>Bakki 5000-40-22907</b>	0/2 mm	6,3	
743-56 <b>Hrútafell 5000-40-15662</b>	0/2 mm	9,3	
743-56 <b>Fagurhlið 5000-40-16310</b>	0/2 mm	3,1	
743-61 <b>Setberg</b>	0-2 mm	2,6	
743-61 <b>Almannaskarð</b>	0-2 mm	4,4	
743-61 <b>Hnjúkar</b>	0-2 mm	4,0	
743-61 <b>Ofan Hróthamra</b>	0-2 mm	3,7	
Athugasemdir:	_____		
	_____		
	_____		