

Eru smektít og ættingjar óvinir viðloðunarefna? Áfangaskýrsla

Verkefnið er styrkt af Rannsóknasjóði Vegagerðarinnar
Janúar 2022

Lykilsíða

Höfundar skýrslunnar bera ábyrgð á innihaldi hennar. Niðurstöður hennar ber ekki að túlka sem yfirlýsta stefnu Vegagerðarinnar eða álit þeirra stofnana eða fyrirtækja sem höfundar starfa hjá.

Númer skýrslu/gerð skýrslu	Fjöldi síðna	Dagsetning	Dreifing
1350-1808/Áfangaskýrsla	15	28.01.2022	Opin

Heiti skýrslu

Eru smektít og ættingjar óvinir viðloðunarefna?

Report Title in English

Do deleterious clay minerals affect effectiveness of adhesion promoters?

Höfundur	Verkefnastjóri	Tengiliður Vegagerðarinnar
Hafdís Eygló Jónsdóttir Erla María Hauksdóttir Þorbjörg Hólmgeirsdóttir	Birkir Hrafn Jóakimsson	
Styrktaraðili	Samvinnuaðilar	
Rannsóknarsjóður Vegagerðarinnar	Mannvit	

Útdráttur

Safnað hefur verið steinefnasýnum úr efnishaugum úr nokkrum námum. Í rannsókninni er tveimur aðferðum með litarefni beitt. Annars vegar er notað staðlað blámapróf sem gert er á fínefnum, og hins vegar eru þunnsneiðar af steinefnakornum sem hafa farið í viðloðun litaðar með litarefninu. Niðurstöður forathugana gefa tilefni til að halda áfram þessum rannsóknum. Framundan er að gera stöðluð blámapróf á fleiri sýnum og greina sýnin nánar í þunnsneiðum, bæði ólituðum og lituðum með bláma.

Abstract in English

Aggregate samples have been collected. In this study the samples are analyzed using standard methylene blue test and thin sections treated with methylene blue. Preliminary studies give reason to continue on this path. The next steps are to do more standard methylene blue tests and analyze the samples in more detail in thin sections, both untreated and treated with methylene blue.

Lykilorð

Smektít, skaðlegar leirsteindir, blámi, þunnsneiðar, viðloðun, klæðingarefni, viðloðunarefni

Undirskrift verkefnastjóra	Yfirfarið af
	BHJ

Efnisyfirlit

Áfangaskýrsla.....	1
Lykilsíða	2
Efnisyfirlit.....	3
1 Inngangur.....	4
2 Framvinda 2021.....	5
3 Rannsóknáætlun 2022.....	7
4 Fyrstu niðurstöður þunnsneiðagreininga á lituðum þunnsneiðum	9
5 Lokaorð	15

1 Inngangur

Verkefnið „Eru smektit og ættingjar óvinir viðloðunarefna” hefur, sem hluti af stærra rannsóknarverkefni með heitinu Slitlög, fengið styrk frá Rannsóknasjóði Vegagerðarinnar síðustu tvö ár, 2020 og 2021. Niðurstöður forrannsókna voru kynntar á ráðstefnu Rannsóknasjóðs árið 2020 og með skýrslu til Rannsóknasjóðs Vegagerðarinnar í febrúar 2021. Meðfylgjandi skýrsla er áfangaskýrsla um framvindu rannsóknaverkefnisins.

¹ Forsíðumynd: Smásjármynd af þunnsneið litaðri með bláma. Mynd tekin í nýju rannsóknartæki HÍ. Þorbjörg Hólmgeirsdóttir, 2021.

2 Framvinda 2021

Fyrir liggja nítján þunnsneiðar á steinefnasýnum sem hafa farið í viðloðunarpróf. Steinefnin eru úr fjórum nánum: Ofan Kleifabúa, Grímsá, Bláhæð og Holtasund. Steinefnin voru upprunalega prófuð með þrenns konar viðloðunarefnum og sýni í þunnsneiðagerð valin út frá þeim. Búið er að lita sextán þeirra með bláma (MB, methylene blue) og gera grófa skoðun án túlkunar á þeim (tafla 1, 3 og 6). Þrjár ólitaðar þunnsneiðar eru einnig tilbúnar.

↓ **Tafla 1** Yfirlit yfir steinefnasýni og aðgerðir á þeim. Til eru sextán þunnsneiðar sem hafa verið litaðar með bláma. Í töflunni eru númer þeirra og niðurstöður úr viðloðunarprófum.

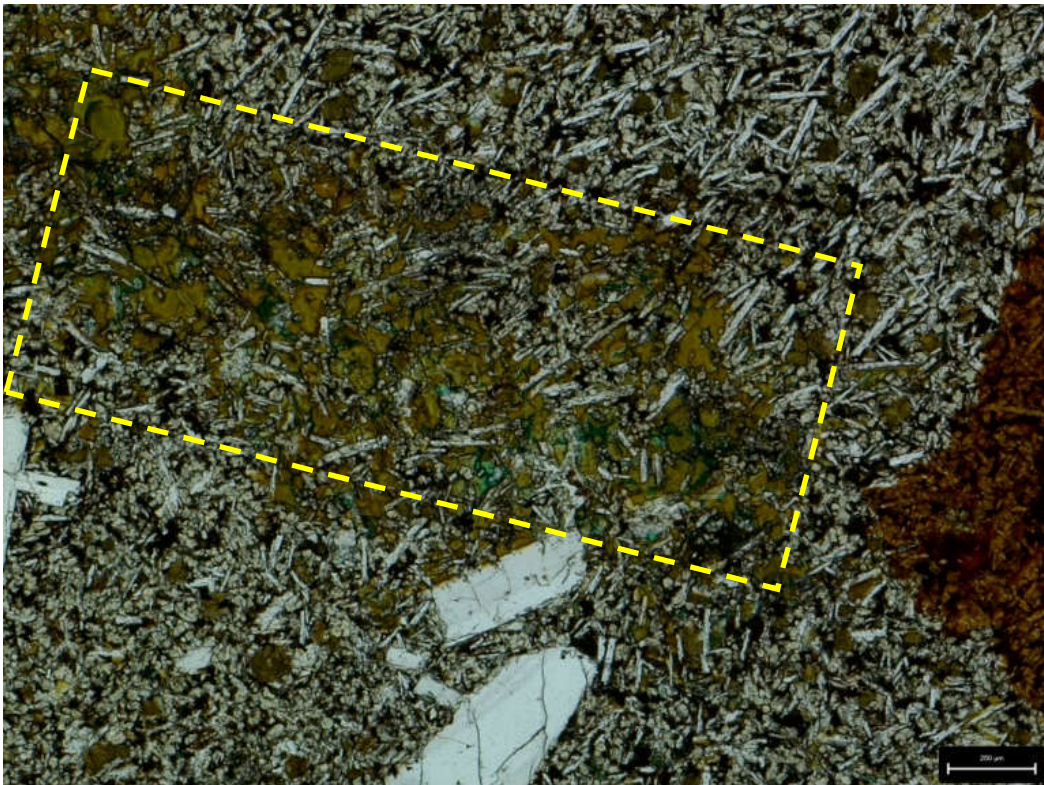
Heiti námu	Númer	Stærð	Þunnsneiðar			Viðloðun		
			A	B	C	A	B	C
Ofan Kleifabúa	1	8/11	OK2.1 OK2.2	OK3.1 OK3.2	OK1.1 OK1.2	50%	70%	80%
Grímsá	2	8/16	Ekki til sneið	GR3.1 GR3.2	GR1.1 GR1.2	Ekki mælt	78%	95%
Bláhæð	4	8/11	Ekki til sneið	BL3.1 BL3.2	BL1.1 BL1.2	Ekki mælt	80%	95%
Holtasund	5	8/16	HS2.2	Ekki til sneið	HS1.1	80%	Ekki mælt	99%

Haustið 2021 voru þessar þrjár ólitaðu þunnsneiðar skoðaðar gróflega og auðkennd voru svæði í þeim til að mynda í bergfræðismásjá þannig að til væru myndir af þeim svæðum sem væru líkleg til að litast af bláma (MB). Í desember var haft samband við Jarðvísindadeild Háskóla Íslands til að fá aðgang að bergfræðismásjá með stafrænni myndavél. Ákveðið var að skoða og mynda þunnsneið BL3.1, Bláhæð á Holtavörðuheiði, viðloðunarefni B, 80% viðloðun. Steinefnakornin í sneiðinni voru mynduð á nokkrum stöðum, bæði í einskautuðu og tvískautuðu ljósi, sjá dæmi á mynd 1.



↑ **Mynd 1** Punnsneið BL3.1, korn nr. B4, Bláhæð. Á ryðrauðum svæðum er líklegt að finna skaðlegar steindir. Ólituð punnsneið, einskautað ljós vinstra megin og tvískautað hægra megin.

Í framhaldi af myndatökunni bauðst okkur að skoða sömu punnsneið í nýju rannsóknartæki sem rannsóknarhópur innan Jarðvísindadeildar Háskóla Íslands hefur fest kaup á, sjá mynd 2 og forsiðumynd. Í því tæki er hægt að skanna punnsneiðar á fljótlegan hátt og hægt að stilla tækið þannig að það greini svæði sem hafa tiltekinn litaskala. Þar með væri hægt að auðkenna það sem litast af MB, fá sjálfvirka skönnun og heildaryfirlit yfir sýnin á einfaldan hátt til að magngreina þennan litaskala. Tækið er alveg nýtt og verður ekki að fullu uppsett með greiningarhugbúnaði fyrr en um mitt ár 2022. Í framhaldi verður hægt að fá yfirlit yfir magn tiltekinnna frumefna í sýni og hvar þau er að finna í punnsneiðinni.



↑ **Mynd 2** Punnsneið BL3.1, Bláhæð. Mynd tekin í nýju rannsóknartæki HÍ. Á gulgrænu svæðunum er líklegt að finna skaðlegar steindir.

3 Rannsóknaráætlun 2022

Á vinnufundi 10. desember 2021 hjá Vegagerðinni í Suðurhrauni 3 var lögð til eftirfarandi rannsóknaráætlun fyrir framhaldsrannsóknir.

→ Efnisnámur:

Bæta við tveimur námum, Neðri Mýrar og Háalda (steinefni eru þegar til).

Hætta við Grímsá þar sem berggerðir eru margar.

Aðrar efnisnámur óbreyttar.

→ Rannsóknir:

Bæta við þunnsneiðum þ.a. til séu þunnsneiðar úr öllum efnisnámum, bæði litaðar og ólitaðar.

Skoða þunnsneiðar í nýju tæki Háskóla Íslands.

Ef ástæða þykir til verða valdar sneiðar skoðaðar í öðrum tækjum Háskóla Íslands, t.d. örgreini og/eða XRD.

Gera staðlað blámapróf til samræmis við ÍST EN 933-9 á fínefni úr öllum námum. Nú þegar er búið að gera prófið á fínefni úr Ofan Kleifabúa, líklega verður það endurtekið og gert samhliða öðrum prófunum til að tryggja samræmi í öllum greiningum.

→ Úrvinnsla:

Bera niðurstöður saman, er einhver fylgni greinanleg t.d. á magni bláma í þunnsneiðum og niðurstöðum úr stöðluðu blámaprófi?

Eru aðrar vísbendingar úr öðrum niðurstöðum?


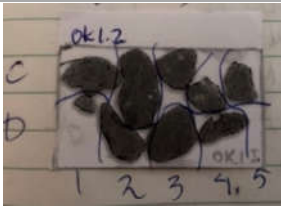
↓ **Tafla 2** Yfirlit yfir efnisnámur og framhaldsrannsóknir. Þunnsneiðar verða skoðaðar hjá Háskóla Íslands og staðlað blámapróf verður framkvæmt á rannsóknarstofu Mannvits í Kópavogi.

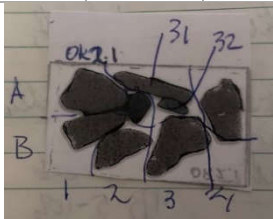
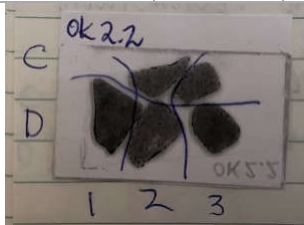
Efnisnáma	Þunnsneiðar		Staðlað blámapróf (MB títrun)
	Fjöldi til (fj. litaðra sneiða)	Fjöldi sem vantar	
Bláhæð	6 (4)	0	Finna til fínefni, prófa
Ofan Kleifab.	7 (6)	0	Búið að prófa, endurtaka
Holtasund	2 (2)	1	Finna til fínefni, prófa
Neðri Mýrar	0	2	Finna til fínefni, prófa
Háalda	0	2	Finna til fínefni, prófa
Grímsá	4 (4)	Hætt við frekari prófanir, berggerðir eru margar. Efni ekki einsleitt sem veldur því að breytur verða of margar til að ásættanlegt sé að halda áfram með þetta efni.	


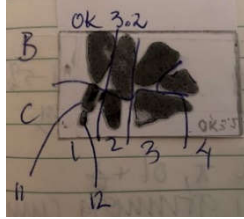
4 Fyrstu niðurstöður þunnsneiðagreininga á lituðum þunnsneiðum

Hér á eftir, í töflum 3, 4, 5 og 6, eru fyrstu niðurstöður greininga á lituðum þunnsneiðum. Það er ein tafla fyrir hverja námu og í hverri töflu eru myndir sem sýna afstöðu korna innan hversrar þunnsneiðar.

↓ **Tafla 3** Frumniðurstöður þunnsneiðagreiningar árið 2021, náma Ofan Kleifabúa. Í töflunni má sjá afstöðumyndir af kornum innan hversrar þunnsneiðar.



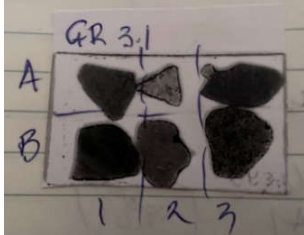
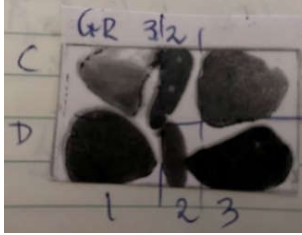
Númer	Bindiefni	Þekja	Sneið nr.	Korn nr.	Berggerð	Ummyndun	MB	Önnur atriði
6	A	80%	OK1.2	C1	Basalt	Þónokkur umm.	10-20%	Holufyllingar
7	A	80%	OK1.2	D1	Basalt	Þónokkur umm.	20%+	Veðrunarhúð, sprungu- og holufyllingar
8	A	80%	OK1.2	C2	Basalt	Þónokkur umm.	10-20%	
9	A	80%	OK1.2	D2	Basalt	Þónokkur umm.	5-10%	
10	A	80%	OK1.2	C3	Basalt	Þónokkur umm.	1-5%	
11	A	80%	OK1.2	D3	Basalt	Þónokkur umm.	5-10%	
12	A	80%	OK1.2	C4	Basalt	Þónokkur umm.	10-20%	Sprungu- og holufyllingar, veðrunarhúð
13	A	80%	OK1.2	D4	Basalt	Þónokkur umm.	20%	sprungu- og holufyllingar með MB, veðrunarhúð
14	A	80%	OK1.2	C5	Basalt	Þónokkur umm.	1-5%	
			OK1.1 Greining liggur ekki fyrir			OK1.2		
								
15	B	50%	OK2.1	A1	Basalt	Ummyndun hafin	1-5%	
16	B	50%	OK2.1	B1	Basalt	Ummyndun hafin	1-5%	Veðrunarhúð
17	B	50%	OK2.1	A2	Basalt	Ummyndun hafin	1-5%	Ólívín ummyndað

Númer	Bindiefni	Þekja	Sneið nr.	Korn nr.	Berggerð	Ummyndun	MB	Önnur atriði	
18	B	50%	OK2.1	B2	Basalt	Ummyndað	1-5%	MB er víða samtengt	
19	B	50%	OK2.1	A31	Basalt	Ummyndað	5-10%		
20	B	50%	OK2.1	A32	Basalt	Þónokkur umm.	5-10%	Tuskulegt	
21	B	50%	OK2.1	B3	Basalt	Ummyndað	5%	Veðrunarhúð á hluta korns	
22	B	50%	OK2.1	A4	Basalt	Ummyndað	1-5%	Tuskulegt	
23	B	50%	OK2.2	D1	Basalt	Ummyndað	1-5%		
24	B	50%	OK2.2	C2	Basalt	Ummyndað	1%		
25	B	50%	OK2.2	D2	Basalt	Ummyndað	1-5%		
26	B	50%	OK2.2	C3	Basalt	Ummyndað	1%		
27	B	50%	OK2.2	D3	Basalt	Ummyndað	5-10%		
			OK2.1				OK2.2		
									
28	C	70%	OK3.1	A1	Basalt	Ummyndað	1%		
29	C	70%	OK3.1	A2	Basalt	Ummyndað	1%		
30	C	70%	OK3.1	A3	Basalt	Ummyndað	1%		
31	C	70%	OK3.1	A4	Basalt	Ummyndað	< 1%		
32	C	70%	OK3.1	A5	Basalt	Ummyndað	< 1%		
33	C	70%	OK3.1	A6	Basalt	Ummyndað	5-10%		
34	C	70%	OK3.2	B1	Basalt	Ummyndað	1-5%		
35	C	70%	OK3.2	C11	Basalt	Ummyndað	5-10%		
36	C	70%	OK3.2	C12	Basalt	Ummyndað	1-5%		
37	C	70%	OK3.2	B2	Basalt	Ummyndað	1-5%		
38	C	70%	OK3.2	C2	Basalt	Ummyndað	5-10%		
39	C	70%	OK3.2	B3	Basalt	Þónokkur umm.	10-15%	Tuskulegt	
40	C	70%	OK3.2	C3	Basalt	Ummyndað	5-10%		

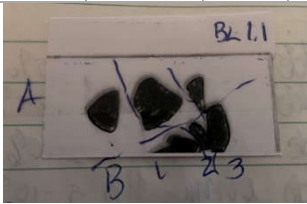

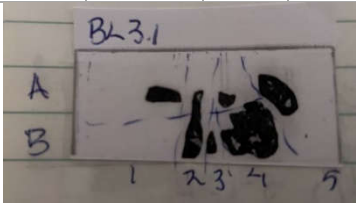
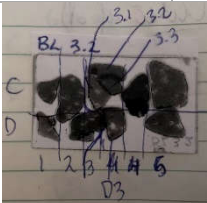
Númer	Bindiefni	Þekja	Sneið nr.	Korn nr.	Berggerð	Ummyndun	MB	Önnur atriði
41	C	70%	OK3.2	B4	Basalt	Ummyndað	1-5%	
			OK3.1			OK3.2		
								

↓ **Tafla 4** Frumniðurstöður þunnsneiðagreiningar árið 2021, náma Grímsá. Í töflunni má sjá afstöðumyndir af kornum innan hversrar þunnsneiðar.

Númer	Bindiefni	Þekja	Sneið nr.	Korn nr.	Berggerð	Ummyndun	MB	Önnur atriði
42	A	95%	GR1.1	A1	Súrt berg		1%	Sprungið - sprungufyllt ekki mikið MB litað
43	A	95%	GR1.1	B1	Súrt berg		1%	Sprungið - sprungufyllt ekki mikið MB litað
44	A	95%	GR1.1	C1	Basalt	Ummyndað	5%	Kristallað, ummyndun í grunnmassa og í klösum, MB litun í tengslum við það og víðar í grunnmassa
45	A	95%	GR1.1	A2	Basalt	Ummyndað	10-20%	Líklega ummyndað, talsvert MB. Kristallað í grunnmassa, mjög ákveðinn flæðistrúktúr
46	A	95%	GR1.1	A3	Díabas		< 1%	
47	A	95%	GR1.1	B3	Basalt	Ummyndað	5-10%	Fínkristallað. MB sérstaklega tengd ummyndunarblettum / blöðrum
48	A	95%	GR1.2	D1	Basalt	Þónokkur umm.	1-5%	Tuskulegt korn, talsverð ummyndun. Er líklega basalt, sprungið með fyllingum
49	A	95%	GR1.2	E1	Basalt	Nokkur umm.	10-20%	Líklega basalt
50	A	95%	GR1.2	D2	Líparít		10%	Tuskulegt korn
51	A	95%	GR1.2	E2	Líparít		10-20%	Tuskulegt korn, ljóst, líklega líparít
52	A	95%	GR1.2	D3	Líparít		10-20%	Tuskulegt korn, ljóst, líklega líparít
53	A	95%	GR1.2	E3	Basalt	Ummyndað	1-5%	Tuskulegt korn, mikið af rauðri/rauðbrúnni ummyndun

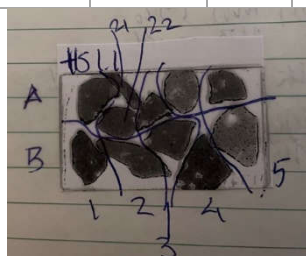
Númer	Bindiefni	Þekja	Sneið nr.	Korn nr.	Berggerð	Ummyndun	MB	Önnur atriði	
			GR1.1						GR1.2
54	C	78%	GR3.1	A1	Díabas	Lítill. umm.	< 1%	Korn er lítillega byrjað að ummyndast	
55	C	78%	GR3.1	B1	Basalt	Lítill. umm.	5-10%	Dulkornótt basalt, byrjað að ummyndast en ekki mikið	
56	C	78%	GR3.1	A2	Líparít	Lítill. umm.	1-5%	Tuskulegt korn. Ummyndun hafin	
57	C	78%	GR3.1	A3	Basalt	Lítill. umm.	10%	Dulkornótt basalt, ummyndun hafin	
58	C	78%	GR3.1	B3	Díabas	Þónokkur umm.	1-5%		
59	C	78%	GR3.2	C1	Líparít	Ummyndun hafin	1-5%	Holufyllingar. Einhver ummyndun hafin	
60	C	78%	GR3.2	D1	Basalt	talsverð ummyndun	10-20%	Tuskulegt korn. Talsverð ummyndun, bæði holu- og sprungufyllingar	
61	C	78%	GR3.2	C2	Basalt	Mjög ummyndað	10%		
62	C	78%	GR3.2	D2	Basalt	Nokkur umm.	5-10%		
63	C	78%	GR3.2	C3	Díabas	Nokkur umm.	5-10%	Áberandi flæðistrúktúr í korni. Ummyndun: Lítilleg til nokkur	
64	C	78%	GR3.2	D3	Basalt	Þónokkur umm.	5-10%	Hugsanlega basalt.	
			GR3.1						GR3.2

↓ **Tafla 5** Frumniðurstöður þunnsneiðagreiningar árið 2021, náma Bláhæð. Í töflunni má sjá afstöðumyndir af kornum innan hversrar þunnsneiðar.

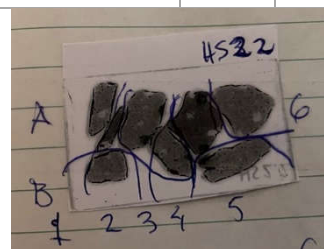
Númer	Bindiefni	Þekja	Sneið nr.	Korn nr.	Bergerð	Ummyndun	MB	Önnur atriði
71	A	95%	BL1.2	C1	Basalt	Nokkur umm.	5-10%	Vel kristallað basalt. Ólivín almennt illa farið.
72	A	95%	BL1.2	D1	Basalt	Nokkur umm.	5-10%	Nokkuð vel kristallað basalt
73	A	95%	BL1.2	C2	Basalt	Nokkur umm.	(5)-10%	
74	A	95%	BL1.2	D2	Basalt	Nokkur umm.	10-(15)%	
75	A	95%	BL1.2	C3	Basalt	Nokkur umm.	10-20%	
76	A	95%	BL1.2	C4	Basalt	Nokkur umm.	10-20%	
77	A	95%	BL1.2	D4	Basalt	Ummyndað	1-5%	Lítið af ólivín (amk af ummynduðu ól)
			BL1.1 Greining liggur ekki fyrir			BL1.2		
								
85	C	80%	BL3.2	C1	Basalt	Nokkur umm.	1-5%	
86	C	80%	BL3.2	D1	Basalt	Nokkur umm.	1-5%	
87	C	80%	BL3.2	C2	Basalt	Nokkur umm.	5-10%	
88	C	80%	BL3.2	D2	Basalt	Nokkur umm.	5-10%	
89	C	80%	BL3.2	C31	Basalt	Nokkur umm.	5-10%	
90	C	80%	BL3.2	C32	Basalt	Nokkur umm.	10%	
91	C	80%	BL3.2	C33	Basalt	Nokkur umm.	5-10%	
92	C	80%	BL3.2	D3	Basalt	Nokkur umm.	5-10%	
93	C	80%	BL3.2	C4	Basalt	Nokkur umm.	5-10%	Dökkt korn, basalt
94	C	80%	BL3.2	C5	Basalt	Nokkur umm.	5-10%	
95	C	80%	BL3.2	D5	Basalt	Nokkur umm.	5-10%	
			BL3.1 Greining liggur ekki fyrir			BL3.2		
								

↓ **Tafla 6** Frumniðurstöður þunnsneiðagreiningar árið 2021, náma Holtasund. Í töflunni má sjá afstöðumyndir af kornum innan hversrar þunnsneiðar.

Númer	Bindiefni	Þekja	Sneið nr.	Korn nr.	Berggerð	Ummyndun	MB	Önnur atriði
96	A	99%	HS1.1	A1	Basalt	Lítillega ummyndað	5%	Vel kristallað, ólivín ummyndað
97	A	99%	HS1.1	B1	Basalt	Lítillega ummyndað	1%	Vel kristallað, ólivín ummyndað
98	A	99%	HS1.1	A21	Basalt	Lítillega ummyndað	1%	Örlítill veðrunarhúð. Vel kristallað, ólivín ummyndað
99	A	99%	HS1.1	A22	Basalt	Lítillega ummyndað	1-5%	Vel kristallað, ólivín ummyndað
100	A	99%	HS1.1	B2	Basalt	Lítillega ummyndað	1-5%	Veðrunarhúð. Vel kristallað, ólivín ummyndað
101	A	99%	HS1.1	A3	Basalt	Lítillega ummyndað	1%	Vel kristallað, ólivín ummyndað
102	A	99%	HS1.1	B3	Basalt	Lítillega ummyndað	1-5%	Vel kristallað, ólivín ummyndað
103	A	99%	HS1.1	A4	Basalt	Lítillega ummyndað	1%	Vel kristallað
104	A	99%	HS1.1	B4	Basalt	Lítillega ummyndað	1-5%	Vel kristallað í grunnmassa
105	A	99%	HS1.1	A5	Basalt	Lítillega ummyndað	1-5%	Vel kristallað, ólivín ummyndað
106	A	99%	HS1.1	B5	Basalt	Lítillega ummyndað	1-5%	Vel kristallað, ólivín ummyndað
107	B	80%	HS2.2	A1	Basalt	Ummyndað	< 1%	Ummyndun einkennist fyrst og fremst af útskolun
108	B	80%	HS2.2	A2	Basalt	Ummyndað	< 1%	Ummyndun einkennist fyrst og fremst af útskolun
109	B	80%	HS2.2	B2	Basalt	Ummyndað	< 1%	Ummyndun einkennist fyrst og fremst af útskolun
110	B	80%	HS2.2	A3	Basalt	Ummyndað	1-5%	Ólivín ummyndað
111	B	80%	HS2.2	A4	Basalt	Ummyndað	1-5%	Ólivín ummyndað
112	B	80%	HS2.2	A5	Basalt	Ummyndað	1-5%	Ólivín ummyndað og útskolun
113	B	80%	HS2.2	B5	Basalt	Ummyndað	< 1%	Ummyndun einkennist fyrst og fremst af útskolun
114	B	80%	HS2.2	A6	Basalt	Ummyndað	< 1%	Ummyndun einkennist fyrst og fremst af útskolun



HS1.1



HS2.2

5 Lokaorð

Frumniðurstöður gefa tilefni til að halda þessum rannsóknum áfram. Sótt hefur verið um framhaldsstyrk til rannsóknarsjóðs Vegagerðarinnar. Í næstu lotu er fyrirhugað að gera staðlað blámapróf á fínefnum úr fleiri námum. Jafnframt verður haldið áfram að greina sýnin í þeim þunnsneiðum sem útbúnar hafa verið og þær litaðar.

Ef vel tekst til að nota rannsóknaraðstöðu í Háskóla Íslands til að greina skaðlegar leirsteindir opnar það fyrir tækifæri fyrir aðra til að nýta þessa aðferðafræði í rannsóknarskyni á fleiri sviðum hagnýtra rannsókna. Mikið starf er óunnið við að greina hvað það er í íslensku steinefni sem veldur skaða, svo sem hvað það er sem hefur áhrif á alkalívirkni og frostþíðu. Nefna má í þessu samhengi að eldri rannsóknir gefa vísbendingu um að tengsl séu á milli frostþíðuniðurbrots og skaðlegra steinda sem greinast með bláma.