

# Langtímatap kolefnis í framræstu ræktarlandi

Þóroddur Sveinsson, Teitur Sævarsson, María Svavarsdóttir,  
Bergrún Arna Óladóttir, Þorbjörg Helga Sigurðardóttir,  
Eiríkur Loftsson, Þórarinn Leifsson



Landbúnaðarháskóli Íslands, 2022

Rit Lbhí nr. 149

ISSN 1670-5785

ISBN 978-9935-512-23-9

Verkefnið var styrkt af: Framleiðnisjóði landbúnaðarins

Höfundar: Þóroddur Sveinsson, Teitur Sævarsson, María Svavarsdóttir, Bergrún Arna

Óladóttir, Þorbjörg Helga Sigurðardóttir, Eiríkur Loftsson og Þórarinn Leifsson

Ljósmynd á forsíðu: Þóroddur Sveinsson

Landbúnaðarháskóli Íslands starfar á sviði sjálfbærrar auðlindanýtingar, búvísinda, umhverfisvísinda, skipulagsfræði og matvælaframleiðslu á norðurslóðum. Fagfólk skólans nýtur akademísku frelsis og hefur sjálfðæmi við val á viðfangsefnum, túlkun niðurstaðna og birtingu þeirra, innan ramma starfsreglna skólans. Hlutverk Rits Lbhí er að miðla faglegri þekkingu en það er ekki ritrýnt. Efni hvers rits er á ábyrgð höfunda og ber ekki að túlka sem álit Landbúnaðarháskóla Íslandis.

## Formáli

Hér verður greint frá niðurstöðum rannsóknar á langtíma afleiðingum framræslu á jarðveg í kolefnisríku votlendi. Beitt var nýstárlegri aðferð sem mælir og áætlar magn- og eðlisbreytingar sem verða í lífrænum mýrum fyrir ofan ákveðið gjóskuleiðarlag eftir framræslu, þurrkun og langtíma ræktun. Aðferðin hefur verið kölluð gjóskulagaaðferðin og hefur ekki verið prófuð hérlandis í framræstu ræktarlandi.

Þrátt fyrir að ekki tókst að klára áætlaðar sýnatökur vegna þröngs tímaramma skilar verkefnið markverðum niðurstöðum og dýrmætri reynslu sem hægt er að byggja á fyrir framtíðarrannsóknir þar sem beita má gjóskulagaaðferðinni í svipuðum tilgangi og hér var gert.

Að verkefninu unnu ásamt undirrituðum, Bergrún Arna Óladóttir eldfjallafræðingur sem sá um gjóskulagagreiningar, María Svavarsdóttir landfræðingur sem stjórnaði jarðvegssýnatökum og greiningum á jarðvegsstofu Lbhí, Teitur Sævarsson landbúnaðarfræðingur sem æfði sig í að meta niðurbrotstig lífræns efnis í jarðvegi, aðstoðaði í felti og á jarðvegsstofu Lbhí og vann mikið í uppgjöri og skýrsluskrifum, Þorbjörg Helga Sigurðardóttir landbúnaðarfræðingur sem aðstoðaði í felti og á jarðvegsstofu Lbhí, Eiríkur Loftsson ráðunautur sem aðstoðaði við staðarval og vinnu í felti og Þórarinn Leifsson bóndi sem aðstoðaði við staðarval. Þökkum Guðrúnu Lárusdóttur bónda í Keldudal og Steinþóri Tryggvasyni bónda í Kýrholti fyrir móttökurnar og Emmanuel Pierre Pagneux landfræðingi við Lbhí fyrir kortavinnslu.

Verkefnið var styrkt af Framleiðnisjóði landbúnaðarins (mál nr. 20-023).

Þóroddur Sveinsson  
verkefnisstjóri



*Í Beingarði*



## Samantekt

Verkefnið hafði það meginmarkmið að auka þekkingu á langtímaáhrifum af framræslu ræktarlands á kolefnisbúskap jarðvegs og aðra þætti því tengdu. Þannig verður hægt að áætla betur kolefnislosun í framræstum íslenskum mýrum en þær hafa mikla sérstöðu. Aðferðin sem hér var beitt hefur ekki verið áður prófuð í ræktarlandi á Íslandi. Hún byggir á að mæla uppsafnað magn innihaldsefna í jarðvegi fyrir ofan þekkt gjóskuleiðarlag í annars vegar framræstri og hins vegar óraskaðri mýri sömu gerðar. Það sem var mælt; dýpt niður á gjóskuleiðarlag, rúmþyngd, glæðitap, rakastig, sýrustig, heildar kolefni, heildar nitur og lífvirk steinefni (fosfór, kalí, kalsíum, magnesíum, natrium, mangan, sink og kopar). Með þessum upplýsingum er hægt að sjá hvaða magnbreytingar hafa orðið í jarðveginum og innihaldi hans frá því hann var framræstur og fram að sýnatökudegi í samanburði við óraskað votlendi sömu gerðar. Þá var einnig metið niðurbrotsstig lífræns efnis með s.k. von-Post aðferð.

Rannsóknasvæðin voru alls fjögur í Skagafirði; tvö í Hegranesi (framræst/órasakað) og tvö í Kýrholti (framræst/órasakað). Gjóskuleiðarlagið sem var valið kom úr Heklugosi árið 1104 en það fannst í 18-36 sm dýpt í framræsta landinu og 22-44 sm í óraskaða landinu. Sýnatökur fóru fram í júlí 2020.

- Mikill munur var sýnilegur á flestum jarðvegspáttum milli framræsts og óraskaðs jarðvegs og voru áhrif ræktunar greinileg. Einnig var talsverður munur á milli staða (Hegranes/Kýrholt).
- Alls hafði hlaðist upp 902 þurrefnistonn af jarðvegi á hektara í Kýrholti ofan á gjóskuleiðarlagið H1104 eða 0,98 tonn árlega. Í Hegranesi hafði safnast upp 696 tonn alls eða 0,76 tonn árlega.
- Í framræsta landinu í Kýrholti hafði jarðvegur minnkað um 2,8 þurrefnistonn á hektara á ári en í Hegranesi hafði jarðvegur aukist um 4,1 tonn á ári frá framræslu miðað við óraskaða landið.
- Öskuinnihald jarðvegs (kg/kg) í framræsta landinu hafði aukist um 29%, kolefnisstyrkur lækkað um 28% og niturstyrkur lækkað um 18% frá framræslu að jafnaði.
- Niðurbrotsstig lífræns efnis var metið svipað eða heldur lægra í framræsta landinu en því óraskaða í 5-20 sm dýpt (plógarinu). Niðurbrotsstig lífræns efnis var hins vegar mun hærra fyrir neðan 20 sm dýpt í framræsta landinu (undir H1104) í samanburði við óraskaða landið (yfir H1104).
- Styrkur leysanlegs fosfórs var þrefalt hærri í framræsta landinu að jafnaði en styrkur annarra steinefna hafði minnkað.
- Árlegt kolefnistap fyrir ofan H1104 vegna framræslu og ræktunar reiknast 1,39 t C/ha í Kýrholti og 0,26 t C/ha í Hegranesi.
- Árlegt niturtap vegna framræslu reiknast 70 kg N/ha í Kýrholti en -10 kg N/ha í Hegranesi.
- Magn (þéttni) kolefnis og niturs eykst með framræslu í efstu 30 sm jarðvegs.
- Jarðvegssig í framræsta landinu reiknaðist 16 sm í Kýrholti en 6 sm í Hegranesi. Hluttur kolefnistaps í þessu sigi var 26% í Kýrholti en 9% í Hegranesi.
- Gjóskulagaaðferðin er góð leið til að meta heildarlosun kolefnis í framræstu votlendi þar sem hægt er að beita henni og ef gerðar verða endurbætur á verklagi byggðar á reynslu þessa verkefnis.
- Til að kortleggja sem næst raunverulega langtíma kolefnislosun í framræstu ræktarlandi á Íslandi þarf að gera átak í að mæla hana skipulega sem víðast og gjóskulagaaðferðin er gott tæki til þess þar sem nothæf gjóskulög finnast.

## Efnisyfirlit

<b>Inngangur</b> .....	4
<b>Aðferðafræði og framkvæmd</b> .....	7
Val rannsóknarsvæða á Norðvesturlandi.....	7
Sýnatökur á völdum svæðum .....	9
Jarðvegssýnataka .....	10
Greining jarðvegssýna.....	11
Sýnataka fyrir gjóskulagagreiningar .....	11
Greining gjóskusýna .....	12
Mat á lífrænu niðurbroti í jarðvegi .....	12
<b>Tölfræði</b> .....	13
Öryggismörk og útlagar.....	13
<b>Jöfnur</b> .....	14
Losunarútreikningar .....	14
Næmnigreiningar á dýpt og rúmþyngd jarðvegs .....	14
Kolefnistap og jarðsig.....	14
<b>Niðurstöður</b> .....	15
Gjóskulagagreiningar .....	15
Dýpt niður á gjóskuleiðarlagið H1104.....	15
Niðurbrotsstig lífræns efnis metið með von-Post aðferð .....	16
Heildarmeðaltöl og fjölbreytugreining á helstu mældum jarðvegspáttum .....	17
Lífvirk (AL-leysanleg) steinefni .....	18
Þurrefnisinnihald jarðvegs <i>in-situ</i> .....	19
Rúmþyngd .....	20
Raunrúmþyngd.....	20
Bændarúmþyngd .....	21
Samband raunrúmþyngdar og þurrefnisstyrks jarðvegs in situ.....	22
Sýrustig.....	23
Glæðitap – Lífrænt efni .....	24
Kolefni .....	25
Nitur .....	26
C/N hlutfall.....	27
<b>Úrvinnsla – kolefnis- og niturlosun úr lífrænum forða</b> .....	29
Samanburður á raunrúmþyngd og „bændarúmþyngd“ .....	30
Næmnigreining á dýpt og rúmþyngd .....	30
Kolefnistap og jarðvegspjöppun .....	31
<b>Umræður</b> .....	33
Leitin að gjóskuleiðarlögum og gæðum þeirra. ....	33
Mat á uppsöfnun jarðvegs fyrir ofan H1104 og niðurbrotsstigi lífræns efnis.....	33
Huglægt mat á niðurbrotsstigi lífræns efnis með von-Post aðferðinni. ....	35
Kolefnis- og niturbreytingar í jarðvegi eftir framræslu .....	36
Bændarúmþyngd vs. raunrúmþyngd .....	39
Næmnigreining – áhrif jarðvegisdýptar að gjóskulagi á kolefnis- og niturlosun .....	40
Jarðsig .....	40
Steinefnabúskapur .....	40
Samanburður við hliðstæðar rannsóknir .....	41

<b>Ályktanir – tillögur um bætt verklag.....</b>	<b>42</b>
Staðarval .....	42
Val á gjóskuleiðarlagi .....	43
Sýnataka .....	43
<b>Heimildir .....</b>	<b>45</b>
<b>Viðauki 1 - töflur.....</b>	<b>48</b>
<b>Viðauki 2 - myndir .....</b>	<b>61</b>
Myndir úr vettvangsrannsókn 12. – 14. júní 2020 .....	61
Myndir úr sýnatökuferð 13. – 15. júní 2020 .....	64



*Framnes í Blönduhlíð. Þar gekk illa að finna óröskuð gjóskulög.*

## Inngangur

Heildar flatarmál votlendis á Íslandi er áætlað um 9.000 km<sup>2</sup> (9% af flatarmáli landsins). Íslenskur votlendisjarðvegur er sérstakur um margt. Hann er t.d. mun steinefnaríkari en mýrarjarðvegur nágrannalandanna vegna síendurtekens gjóskufalls og áfoks gosefna (aðallega) af auðnum og aurasvæðum. Þess vegna er kolefnishlutfall á rúmmáls- og þyngdareiningu lægra og rúmþyngd meiri en þekkist víðast hvar í mýrum annars staðar á norðlægum slóðum. Þá eru ríkjandi steindir í íslenskum mýrarjarðvegi allófan og imogólít en þær verða til við veðrun glers í gosefnum (Þorsteinn Guðmundsson 2018). Þessar steindir hafa mikil og ólík áhrif á bindingu og losun kolefnis miðað við aðrar steindir sem ríkjandi eru annarsstaðar í framræstum mýrum (Möckel o.fl. 2020). Stærstur hluti íslensks votlendis, um 5.500 km<sup>2</sup> (59%), einkennist af svartjörð með 12–20% kolefni (C). Um 2.600 km<sup>2</sup> votlendis (28%) er s.k. votjörð, þar sem áfokið er mest og inniheldur aðeins 1–12% C. Eiginlegar mómýrar sambærilegar þeim sem útbreiddar eru á norðurhvara, þ.e. með meira en 20% C, þekja aðeins um 1.200 km<sup>2</sup> (13%) eða um 1,2% af landinu (sjá t.d. Arnalds 2015). Enn hefur þó ekki verið gerð rannsókn á því hver hlutfallsleg skipting þessara jarðvegsflokka er á framræstu votlendi. Í nýjustu skýrslu NIR (*National Inventory Report*) er áætlað að framræst *mólendi* (e. grassland<sup>1</sup>) sé um 2980 km<sup>2</sup> og framræst *akurlendi* (e. cropland<sup>1</sup>) um 550 km<sup>2</sup> (Keller o.fl. 2019).

Þegar votlendi er ræst fram kemst súrefni betur að jarðveginum og lífræn kolefnisrík efni sem hafa safnast þar upp byrja að sundrast (e. *mineralisation*) fyrir tilstilli öndunar loftháðra örvera og efnaferla. Við sundrunina myndast gös, aðallega CO<sub>2</sub>, sem jarðvegurinn andar frá sér. Jörðin tapar því kolefni út í andrúmsloftið. Hraði losunarinnar fer eftir ýmsum umhverfisþáttum, svo sem hitastigi, jarðvegsgerð, aðgengilegum næringarefnaforða, sýru- og rakastigi, sem aftur stýra virkni jarðvegslífveranna. Sömuleiðis hefur ræktun í framræstum lífrænum jarðvegi mikil áhrif á þessa þætti og þar með á stig losunar og umsetningu efna. Ræktun með sinni jarðvinnslu og áburðargjöf örvar jarðvegsöndun en einnig nýmyndun lífræns efnis og þar með bindingu kolefnis. Hvort ræktarjarðvegur er að losa eða binda kolefni ræðst fyrst og fremst af náttúrulegu heildar kolefnismagni jarðvegs, gerð (leysanleika) kolefnissambanda, áburðargjöf og jarðvinnsluáðferðum.

Árið 2017 var heildarlosun gróðurhúsalofttegunda sem talin var fram vegna loftslagsbókhalds Íslands (NIR) um 14 milljónir tonna koltvísýrings (CO<sub>2</sub>) ígilda (Keller o.fl. 2019). Þar af voru tæpar fimm milljónir tonna, 35%, vegna beinna umsvifa landsmanna (orka, iðnaður, landbúnaður, úrgangur) en rúmar níu milljónir tonna, 65%, sem heyra undir landnýtingarflokk bókhaldsins (LULUCF - *Land Use, Land-Use Change and Forestry*). Sú losun er að lang stærstum hluta áætluð vera frá framræstu votlendi. Til viðmiðunar er landnýting talin ábyrg fyrir um 24% af heildarlosun gróðurhúsalofttegunda á heimsvísu. Það er því ljóst að áætluð losun frá þessum hluta loftslagsbókhaldsins er hlutfallslega mun meir hér á landi í samanburði við önnur lönd og því mikilvægt að skjóta styrkum rannsóknastoðum undir matið á henni.

Í loftslagsbókhaldi Íslands hefur heildarlosun frá framræstu votlendi verið metin með því að margfalda saman áætlað heildarflatarmál framræsts lands með stuðlum (staðalgildum) sem IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) gefur út fyrir framræst land með lífrænan jarðveg (>10% C í efstu 30 sm jarðvegs). Þessir stuðlar eru 5,7 t C ha<sup>-1</sup> fyrir framræst *mólendi* og 7,9 t C ha<sup>-1</sup> fyrir

---

<sup>1</sup> Flokkurinn „Grassland“ í LULUCF bókhaldinu er skilgreindur á Íslandi sem allt land með yfir 20% þekju æðaplantna, sem ekki fellur undir skilgreiningar fyrir skóg, ræktað land, votlendi eða búsetuland. Hér er þetta land kallað mólendi. Flokkurinn „Cropland“ í LULUCF er skilgreindur á Íslandi sem allt land sem breytt hefur verið í tún auk akurlendis.

framræst *akurlendi* (Keller o.fl. 2019). IPCC og NIR skýrslurnar lýsa ítarlega hvernig stuðlarnir fyrir Ísland eru fengnir og þar eru jafnframt áætluð óvissumörk og frávikshlutföll (öryggismörk) í prósentum á uppgefnum gildum. Þessi mörk eru veruleg í landnýtingarflokkunum *mólendi* og *akurlendi* sem dregur úr notagildi staðalgilda til að áætla með vissu raunlosun kolefnis á ólíkum svæðum eins og á Íslandi.

Stuðlarnir fyrir Ísland á losun og bindingu gróðurhúsalofttegunda í þessum flokkum eru staðalgildi IPCC í lægsta gæðaflokki (*Tier 1*). Enda er áréttað að vísindaleg óvissa í mati á losun og bindingu gróðurhúsalofttegunda vegna landnotkunar og breytinga á henni sé mjög mikil (Keller o.fl. 2019). Sama á við um áætlað flatarmál framræsts lands, *akurlendis* og *mólendis*, og hlut lífræns jarðvegs í þessum flokkum. Íslenskar rannsóknir á nettó losun gróðurhúsalofttegunda í framræstu *mólendi* eru fáar og bundnar við Suðvesturland. Bent hefur verið á að óvissa í þessum rannsóknum sé umtalsverð og að þær spanni ekki breytileika í undirliggjandi land- og jarðvegsgerðum, t.d. megi leiða líkur að því að framræst sandtún séu í sumum tilfellum að binda meira kolefni en þau losa. Þá er áhrifasvæði framræsluskurða breytilegt eftir landslagi og landgerðum og flatarmál framræsts lands í heild sinni háð umtalsverðri óvissu samkvæmt því (sjá t.d. Guðna Þorvaldsson og Þorstein Guðmundsson 2018, Þorstein Guðmundsson og Guðna Þorvaldsson 2018). Engar losunarrannsóknir hafa verið gerðar á framræstu *akurlendi* (þ.m.t. framræstum túnum) hér á landi.

Beinar gasflæðimælingar með kúplum sem fanga útöndun jarðvegsins hafa verið birtar fyrir framræst *mólendi* á fimm jörðum á Vesturlandi (mójörð undirliggjandi á fjórum jörðum en svartjörð á einni (Jón Guðmundsson og Hlynur Óskarsson 2014). Samkvæmt þeirri rannsókn var losunin yfir þriggja ára tímabil á milli 4–8 t C ha<sup>-1</sup> (5,6 t C að meðaltali og með 42% frávikshlutfalli). Rannveig Ólafsdóttir (2015) gerði sambærilega rannsókn á sömu slóðum og þar var meðallosunin 4,1 t C ha<sup>-1</sup> (með 20% frávikshlutfalli). Gunnhildur Eva G. Gunnarsdóttir (2017) áætlaði langtíma kolefnislosun í framræstu landi á Suður- og Suðvesturlandi með því að mæla breytingar á kolefnishlutfalli í framræstu landi ofan við þekkt gjóskulag í samanburði við kolefnishlutfall í óframræstu landi á sama stað. Reyndist losunin mælast 0,7 – 3,1 C ha<sup>-1</sup> á ári og 1,7 t að meðaltali.

Beinar gasflæðimælingar hafa kosti og galla. Helstu gallarnir eru e.t.v. þeir að aðferðin er kostnaðarsöm og tímafrek og því þarf yfirleitt að takmarka hana verulega í tíma og rúmi. Með öðrum orðum aðferðin er nákvæm fyrir það svæði og tíma sem hún spannar, en hentar ekki til nota í landsúttektum eða til að meta losun sem á sér stað yfir langan tíma.

Önnur aðferð, sem nokkuð hefur verið notuð erlendis, til að meta losun frá framræstu landi byggir á að mæla jarðvegssig sem óhjákvæmilega verður þegar lífrænt efni jarðvegsins brennur upp. Þessi aðferð getur mælt heildarlosun frá framræstu landi en hún er líka háð umtalsverðri óvissu eins og vegna samþjöppunar sem verður þegar holurými er fyllt af lofti í stað vatns og meiri og þyngri vélaumferðar eftir framræslu.

Þegar litið er til þess hversu stór þáttur framræsts lands er í uppgefnu kolefnisbókhaldi Íslands (65%), sérstöðu íslenskra mýra og takmarkaðra rannsókna á losun og flatarmáli ólíkra mýrargerða er ljóst að þörf er á mun meiri og ítarlegri gögnum en nú liggja fyrir til þess að geta sagt fyrir með sæmilegri vissu hvað framræst land á Íslandi losar mikið kolefni á ári. Samandregið er þörf á að þróa íslenska losunarstuðla yfir framræst land hvort sem það er nýtt til akuryrkju, túnræktar eða sem úthagi til beitar.

Gjóska er samheiti gosefna sem þeytast frá eldstöð og flytjast í andrúmslofti mislangar leiðir. Stærstu kornin, ef korn skal kalla, geta verið metrar að lengd en þau falla niður mjög nærri gosupptökum. Minnstu kornin geta flust þúsundir kílómetra í andrúmslofti. Gjóska sem fellur til jarðar og varðveitist í mismunandi umhverfum myndar gjóskulag og jafntímaflöt og með greiningu og tengingu gjósku milli



svæða má öðlast upplýsingar um aldur þess upphleðsluefnis sem gjóskan varðveitist í. Gjóskuleiðarlag er gjóskulag með sérstök einkenni og þekktan aldur. Fjöldi þekktanlegra gjóskuleiðarlaga í jarðvegssniði ræður því hve vel hægt er að segja til um jarðvegssupphleðslu þar með talið kolefnissöfnun á því svæði. Sem dæmi má nefna gjóskulagið frá Heklugosinu stóra sem átti sér stað árið 1104 en ef það finnst í jarðvegi má segja með vissu að jarðvegur beint undir laginu er eldri en gjóskulagið. Að sama skapi er jarðvegur sem liggur ofan á gjóskulaginu yngri en gjóskulagið og getur því ekki verið eldri en frá árinu 1104. Grunnur þess að nota gjóskulög við aldursgreiningu jarðvegs er að bera kennsl á gjóskulögin sem í honum finnast.

#### Gjóskulagaskipan í Skagafirði

Töluvert hefur verið unnið með gjóskulög í Skagafirði, líklega helst í kringum fornleifauppgröft (t.d. Guðný Zoëga 2008). Grétar Guðbergsson (1975) lýsti ítarlega jarðvegssniðum og gjóskulögum í móajarðvegi í Skagafirði og einnig gerði Helgi Páll Jónsson (2005) góða BS rannsókn á gjóskulagaskipan í Skagafirði.

Þau gjóskulög sem mest eru áberandi á rannsóknarsvæðinu eru hvít þykk Heklulög sem ganga undir nöfnunum H4 og H3 og eru áætluð vera um það bil 4350 og 3060 ára gömul (Dugmore o.fl. 1995). Þriðja og yngsta ljósa lagið er líka Heklulag en það myndaðist í gosi fyrir um 900 árum eða árið 1104 og kallast H1104. Þetta lag er mun þynnra í Skagafirði en hin tvö lögin. Að auki er dökkt gjóskulag frá Heklu 1300 þekktanlegt en það er fremur gróft og að endingu er Heklulag frá árinu 1766 sem er fremur gráleitt. Bæði H1300 og H1766 eru þunn og ekki alltaf greinileg í Skagafirsku jarðveginum.

Meginmarkmið fyrirhugaðrar grunn rannsóknar, var að efla vísindalega þekkingu á langtíma kolefnislosun í framræstu ræktarlandi á Íslandi. Undirmarkmið voru að:

- Greina breytileika í langtíma kolefnislosun framræsts lands eftir jarðvegsgerðum með svokallaðri gjóskulagaaðferð.
- Þróa viðurkennda íslenska losunarstaðla fyrir framræst ræktarland á Íslandi.
- Greina mögulegan breytileika í kolefnisbúskap eftir öðrum umhverfisþáttum, svo sem jarðvegsgerð, kolefnis- og niturinnihaldi og sýrustigi jarðvegs, jarðvegisdýpt, grunnvatnsstöðu, yfirborðsgróðri og ræktunaraðferðum.

Viðfangsefnið er umfangsmikið og tekur mörg ár í framkvæmd ef niðurstaða þessa verkefnis verður sú að hægt sé að áætla með nokkurri vissu langtímalosun kolefnis í framræstu landi.

Verkefnið var styrkt af Framleiðnisjóði landbúnaðarins (mál nr. 20-023).

## Aðferðafræði og framkvæmd

### Val rannsóknarsvæða á Norðvesturlandi

Dagana 12.-14. júní 2020 var farið í vettvangsleiðangur í Skagafjörð og Húnaþing til að miða út ákjósanleg rannsóknarsvæði til sýnatöku. Þessi héruð voru valin vegna þess að þar mætti líklega finna heppileg gjóskulög fyrir verkefnið (mynd 1).

Rannsóknarsvæðin þurftu að uppfylla eftirfarandi skilyrði:

- Á hverju svæði þurfti að minnsta kosti að vera hlið við hlið (hluti af sama votlendi) vel framræst ræktað land (tún) og óframræst (ósnortið) votlendi. Það var kostur ef einnig fannst á sömu stöðum framræst kornræktarland.
- Aldur framræsluskurða og ræktar þarf að vera þekktur sem og ræktarsaga.
- Á svæðunum þurfti að finnast þekkt gjóskuleiðarlag.
- Svæðin þurftu að vera vel aðgengileg rannsakendum.
- Leyfi landeigenda þurfti að liggja fyrir.

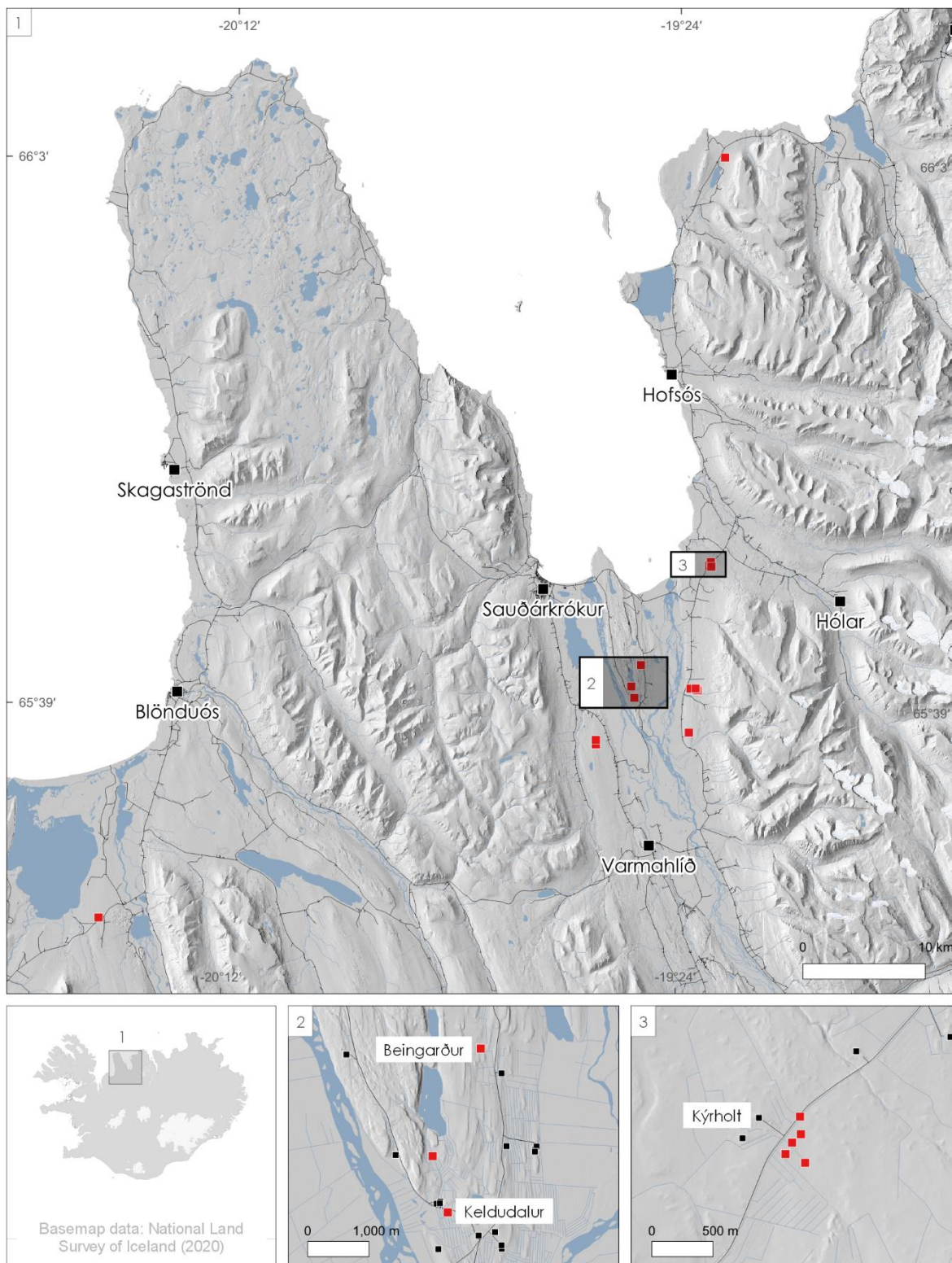
Alls voru skoðaðir álitlegir staðir á 9 jörðum, 8 í Skagafirði og á einni jörð í Húnaþingi. Lýsing á stöðunum ásamtí GPS hnítum fyrir flesta þeirra er að finna í töflu 1. Á 15 af 26 stöðum fannst nokkuð skýrt meint H1104 gjóskulag á 15-40 sm dýpi. Yngri gjóskulög fundust einnig á nokkrum stöðum en þau voru ekki eins skýr og ekki gagnleg fyrir þessa rannsókn. Einnig fundust þykk og yfirleitt skýr H3 og H4 gjóskulög á mörgum stöðum á meira dýpi.

Niðurstaðan var að afmarka enn frekar rannsóknarsvæðin á framræstum og óframræstum mýrum við Hegranes (Keldudal og Beingarð), Kýrholt, Páfastaði og Hólabak og til vara Syðri Hofdali.

Ákveðið var að notast við H1104 sem leiðarlag í rannsókninni þar sem það var næst landnámi og er meðal greinilegra gjóskulaga í íslenskum jarðvegi.



*Gjóskulögin voru hvað skýrust í Keldudal*



Mynd 1. Yfirlitsmyndir af rannsóknasvæðinu. Kort 1 sýnir alla skoðunarstaði (rauðir ferningar). Kort 2, sýnatökustaðir í Hegrnesi (Beingarður og Keldudalur). Kort 3, sýnatökusvæðið í Kýrholti. Höfundur korts; Emmanuel Pierre Pagneux, Lbhí.

Tafla 1. Staðir sem leitað var að gjóskuleiðarlögum í vettvangsferð 12.-14. júní 2020.

Sveit	Jörð	GPS	Meint gjóskulög	Lýsing
Viðvíkursveit	Kýrholt	N65,75877° V19,34271°	H1104, H1300, H1766	Í 4-5 ára gömlum skurði
Viðvíkursveit	Kýrholt	N65,75729° V19,34038°	Ekkert fannst	Útjaðar framræsts lands 4-5 ára
Viðvíkursveit	Kýrholt	N65,75793° V19,34390°	H1104	Nýrækt framræst um 1960
Viðvíkursveit	Kýrholt	N65,75938° V19,34117°	H1104, H1766	Óröskuð mýri
Viðvíkursveit	Kýrholt	N65,76067° V19,34133°	H1104, H1766 (1300)	Rýgresi nýframræst (5 ára)
Viðvíkursveit	Kýrholt	N65,75729° V19,34038°	H1104	Korn framræst um 1960
Viðvíkursveit	Kýrholt	Ekki skráð	H3 og H4	Nýframræst hundblaut mýri, ónothæf
Sléttuhlíð	Ysti Hóll	N66,05697° V19,31963°	Ekkert fannst	Mjög djúpur skurður
Viðvíkursveit	Syðri Hofdalir	N65,66637° V19,36326°	Ógreinilegt	Mjög blaut mýri
Viðvíkursveit	Syðri Hofdalir	N65,66705° V19,36578°	H1104, H1300, H1766	Í skurði, framræst
Viðvíkursveit	Syðri Hofdalir	N65,66802° V19,36709°	Ógreinilegt	Í túni
Viðvíkursveit	Syðri Hofdalir	N65,66787° V19,37624°	Ógreinilegt	Við skurð á túni
Viðvíkursveit	Syðri Hofdalir	N65,66802° V19,36709°	H1104	Í miðju framræstu 15 ára túni
Viðvíkursveit	Syðri Hofdalir	Ekki skráð	Ekkert fannst	Við skurðbrún í sama túni og svæði 5
Blönduhlíð	Framnes	N65,63561° V19,37877°	Ekkert gagnlegt fannst	Viða leitað í nýframræstu landi
Hegranes	Keldudalur	Ekki skráð	H1104, H3	Óröskuð mýri
Hegranes	Keldudalur	N65,66089° V19,47584°	H1104, H3	Kornakur
Hegranes	Hróarsdalur	N65,66914° V19,48137°	Ekkert gagnlegt fannst	Framræst, komið úr ræktun
Hegranes	Hróarsdalur	Ekki skráð	Ekkert gagnlegt fannst	Óröskuð mýri
Hegranes	Beingarður	N65,68495° V19,46457°	H1104	Óröskuð mýri efnileg
Hegranes	Beingarður	N65,68494° V19,46456°	H1104	Óröskuð mýri
Langholt	Páfastaðir	N 65,62976° V19,54336°	H1104	Tún fraræst 1966-1968
Langholt	Páfastaðir	N 65,62659° V19,54336°	H1104	Mýri - mjög efnileg
Langholt	Páfastaðir	N65,62983° V19,54344°	H1104	Tún á framræst - efnilegt
Húnaþing	Hólabak	N65,49411° V20,41781°	H1104	Mýri
Húnaþing	Hólabak	Ekki skráð	Ógreinilegt	Tún á framræstu landi

## Sýnatökur á völdum svæðum

Dagana 13.-15. júlí 2020 var farið í sýnatökuferðina. Til stóð að taka sýni á öllum rannsóknarsvæðunum en einungis tókst að ná sýnum í Kýrholti, Keldudal og Beingarði í Skagafirði. Sýnataka tók mun lengri tíma en áætlað var sökum tæknilegra áskorana og slæms veðurs. Í ljósi þess þurfti að láta sýnatöku á Páfastaðum og Hólabaki bíða betri tíma.

Sýnatökusvæðin voru;

- Hegranes 1 Byggakur í Keldudal. Framræst um 1965, tún ræktað fljótlega eftir það. Landið var nytjað sem tún án endurræktunar fram yfir 1990, þá með hefðbundnum túnskömmtum af tilbúnum áburði, fyrst einungis að vori og seinna einnig með N-áburði á milli slátta. Drulla var borin á tún allt árið ef færi gafst, sauðatað með keðjudreifara og kúamykja með Guffen drulludreifara og síðar með haugsugu. Landið endurræktað trúlega um 1993 í kjölfar breytinga á skurðakerfi og þá sett strax aftur gras. Bygg var í landinu sumarið 1997 og 1998, landinu lokað með byggskjólsáði 1999. Bygg var svo aftur í landinu 2011 og 2012 og svo 2020. Landið kól 2014 og var þá rífið upp með plógherfi og sáð í það aftur grasfræi. Áburður: Landið hefur fengið árlega húsdýraáburð frá því að það var brotið fyrir 1970 fyrir utan þau ár sem korn hefur verið í landinu. Skíturinn var keyrður á tún á



öllum tímum árs fram til 2010 en frá þeim tíma hefur einungis verið borið á í maí og júlí. Frá 2010 hafa að jafnaði farið um 60-70 tonn af mykju/ha með um 4% þurrefni á landið á ári (ekki kornár). Miðað við skítasýni frá 2015 má ætla að þessi skítur hafi árlega skilað 70-90 kg N, 30-40 kg P og 130-150 kg K á ha. Fyrir 2010 var hluti skítsins borin á að vetrarlagi og því erfitt að áætla hversu mikill hluti hans fór til spillis en magnið trúlega verið svipað á ári.

Þau ár sem landið hefur verið í túni hafa verið borin á um 100-110 kg af N/ha með tilbúnum áburði og 8-10 kg P/ha. Fyrir 2010 voru skammtarnir af tilbúnum áburði stærri eða um 110-120 kg/ha N í Græði 9 (27% N, 2,6% P, 2,5% K) auk 40-50 kg/ha N milli slátta.

Kölkun: Búið er að kalka landið líklega 3 sinnum með skeljasandi síðustu 20 ár, líklega um 2 tonn/ha í hver skipti. Semsagt mjög þéttbær (*intensive*) ræktun.

- Hegranes 2 Runnamýravist L8.6 skv. vistgerðarflokkun Náttúrufræðistofnunar Íslands, þýft sléttlendi, blaut með smárunnum og barnamosa. Jarðvegur þykkur, lágt sýrustig og ríkur af kolefni. Vistgerðin er fágæt og er á lista Bernarsamningsins frá 2014 yfir vistgerðir sem þarfnast verndar (Jón Gunnar Ottósson o.fl. 2016). Staðsett í Beingarði sem er í u.þ.b. tveggja kílómetra fjarlægð frá Keldudal.
- Kýrholt 1 Tún á 70 ára gömlu framræstu landi sem var jafnað og byrjað að rækta 1955 sem tún. Það er síðan ekki endurræktað fyrr en 2010, korn var ræktað í því í tvö ár en síðan sáð í það grasi sennilega 2012. Á meðan túnið var nytjað heima í Kýrholti var reglulega, kannski yfirleitt, borið á það búfjáráburður. Eftir 1987 þegar farið var að nytja það frá öðrum bæjum hefur búfjáráburður ekki verið borinn á nema stundum síðustu 10 ár. Áætla má að árlega hafi verið borið á um 100-120 kg N, 10-20 kg P og 40-60 kg K á ha í tilbúnum áburði. Ekki eins þéttbær ræktun og í Keldudal.
- Kýrholt 2 Starungsmýravist L8.9 skv. vistgerðarflokkun Náttúrufræðistofnunar Íslands, örlítið hallandi þýft mýrlandi, blautt með votlendistegundum en þurrlendistegundir í rimum og þúfum. Landið er frjósamt, jarðvegur þykkur, lágt sýrustig og ríkur af kolefni (Jón Gunnar Ottósson o.fl. 2016). Mýrin er um 2-300 metra fjarlægð frá Kýrholti 1.

Báðar óröskuðu mýrarnar eru í beitarrólfum. Gera má ráð fyrir að þar hafi verið beitt alla tíð líkt og í Hegranesi 1 og Kýrholti 1 fyrir framræslu.

Þá er gert ráð fyrir í útreikningum að upphleðsla á jarðvegi (lífrænu efni, kolefni, nitri og steinefnum) frá árinu 1104 og fram að framræslu hafi verið svipuð, annars vegar á báðum stöðum í Hegranesi og hins vegar á báðum stöðum í Kýrholti. Væntanlegar mældar breytingar milli staða á rúmþyngd, sýrustigi, magni lífræns efnis, kolefnis, niturs og lífvirkra steinefna í jarðveginum hafa þá fyrst orðið eftir að landið í Hegranesi 1 og Kýrholti 1 var framræst fyrir 55 og 70 árum síðan.

### Jarðvegssýnataka

Með hjálp sýnatökubors voru valdir 3 álitlegir sýnatökustaðir (endurtekningar) fyrir hvert svæði eða samtals 12 staðir. Á hverjum stað voru síðan grafnar holur 0,5-1,0 m djúpar og sem náðu vel niður fyrir meint H1104 gjóskulag. Í hverri holu var gerð lýsing á jarðvegssniði, myndir teknar og staðsetning gjóskulaga mæld. Jafnframt voru tekin sýni úr álitlegum gjóskulögum til að staðfesta uppruna þeirra með aðalefnagreiningum (sjá kaflann Greining gjóskusýna).

Þá voru rúmþyngdarsýni tekin í a.m.k. þremur dýptarflokkum (sniðum) í hverri holu; 0-5 sm, 5-20 sm og svo 20+ (20-40) sm dýpt. Rúmþyngdarsýnin voru tekin með því að bora járnhólki með þekktu rúmmáli lárétt í sniðin og voru þannig tekin 3-5 sýni fyrir hverja dýpt í hverri holu og þau slegin saman í eitt samsýni. Þessi sýni voru vigtuð á staðnum til að hægt væri að ákvarða vatnsinnihald þeirra. Samtals 3 samsýni úr hverri holu eða 9 af hverju svæði og í heildina 36 sýni.

Þá voru sýni tekin til efnagreininga úr sömu sniðum, sömuleiðis 3-5 kjarnar sem slegnir voru saman fyrir hverja dýpt.

### Greining jarðvegssýna

Öll sýni voru flutt að Keldnaholti, þau þurrkuð og vigtuð, rúmþyngdarsýnin við 104°C en efnagreiningarsýnin við < 55°C. Þá voru öll sýni sigtuð í gegnum 2 mm möskva, kornastærð >2mm og rætur vigtaðar sér, rúmmál sýnt sem grömm af jarðvegi í sm<sup>3</sup>.

Ákveðið var að mæla einnig s.k. bændarúmþyngd sýnanna og bera saman við raunrúmþyngd m.t.t. kolefnislosunar. Bændarúmþyngd kallast það þegar þurrkuð jarðvegssýni með kornastærð < 2mm eru rúmþyngdarmæld á rannsóknastofu, þ.e. eftir að þau hafa verið sigtuð og rótarbrot og mól tekin frá.

Til að mæla lífrænt innihald jarðvegsins var jarðvegurinn glæddur við 550°C í 4 tíma með aðferð Heiri o.fl. (2001).

Sýrustig var mælt og tvítekið hvert sýni. 5 g jarðvegs blandað í 25 ml afjónuðu vatni sett í túbur og hrist í 2 klst. fyrir mælingu.

Sýni til kolefnis (C) og nitur (N) greiningar voru kúlumöluð á Keldnaholti og send á Nýsköpunarmiðstöð Íslands á Keldnaholti til efnagreiningar með *CN Combustion Analyzer* (s.k. Dumas aðferð). Þá var þurrefni aftur mælt við 104°C til þess að leiðrétta fyrir raka.

Steinefnainnihald jarðvegssýnanna var mælt hjá Efnagreiningar ehf. Þar voru jarðvegssýnin skoluð með staðlaðri ammóníumlaktat lausn (AL-skol) og steinefnainnihald lausnarinnar síðan mælt með *Inductively coupled plasma mass spectrometry* (ICP-MS). Mælingin sýnir því bara magn léttleysanlegra eða lífvirkra steinefna en ekki heildarmagn þeirra í jarðvegi.

### Sýnataka fyrir gjóskulagagreiningar

Gjóskusýni voru tekin af gjóskulögum sem fundust í efsta metra jarðvegs oftast á efsta hálfu metranum (sjá viðauka 1 töflur 19 og 20). Leitast var við að taka sýni af öllum gjóskulögum sem fundust í rannsóknarholum. Ekki var talin ástæða til að greina öll gjóskulög þar sem uppbyggingin (e. *stratigraphy*) var greinilega sú sama enda stutt á milli rannsóknahola.

Tekin voru samtals 11 sýni í Kýrholti úr annars vegar framræstu og hins vegar óframræstu landi. Af þeim voru sex sýni greind, þrjú úr hvorri landgerð. Sýni voru tekin af meintu H1766, H1300 og H1104 í Kýrholti óframræstu landi og í framræstu landi voru tekin sýni af meintu H3 og H4 í einni holu en þar sem H1104 virtist liggja í röskuðum jarðvegi náðist ekki sýni af því í sömu holu og sýni var því tekið úr framræstum jarðvegi í annarri holu í Kýrholti (sjá viðauka 1 töflu 19 og 24). Í Keldudal voru tekin 11 sýni af gjósku í framræstu landi og fimm þeirra voru greind, meint H1766, H1300, H1104, H3 og H4 en óframræsta samanburðarsvæðið var í Beingarði þar sem 11 gjóskusýni voru einnig tekin en einungis fjögur þeirra voru greind, óþekkt lag í toppi, meint H1104, H3 og H4. Því voru alls tekin sýni af 33 gjóskulögum og 15 þeirra voru valin til aðalefnagreininga. Leitast var við að greina sýni þar sem lagskipting var samfelld en innbyrðis afstaða gjóskulaga getur hjálpað til við að skera úr um uppruna þegar efnasamsetning er sambærileg.

## Greining gjóskusýna

Sýni sem valin voru til efnagreininga voru sigtuð og korn á kornastærðarbilinu 63-250  $\mu\text{m}$  voru steyppt í svokallaða „plugga“ og efnagreind í örgreini Jarðvísindastofnunar JEOL JXA SuperProbe og notuð var uppsetning fyrir glergreiningar gjóskukorna (sjá uppsetningu í Sæmundur Ari Halldórsson o.fl. 2018). Sýni af H1104, H3 og H4 á kornastærðarbilunum 63-125  $\mu\text{m}$ , 125-250  $\mu\text{m}$  og 250-500  $\mu\text{m}$  úr Beingarði voru greind til að ganga úr skugga um að ekki væri munur á efnasamsetningu korna af mismunandi stærð og að heildarefnasamsetning sýnanna væri þekkt. Sýni af meintu H1104 úr fjórum rannsóknarholum var sett í sex sýnahólf, meint H3 og H4 voru sett í fimm sýnahólf hvort úr þremur rannsóknarholum, meint H1766 úr þremur rannsóknarholum var sett í þrjú sýnahólf og meint H1300 fyllti tvö sýnahólf. Sýnunum 15 var því skipt upp í 21 sýnahólf. Aðalefni gjóskukorna voru greind en í hverju sýni voru greind 20 korn. Staðlar voru keyrðir á undan og eftir greiningum (*Lipari opsidian*) á óþekktum sýnum til að ganga úr skugga um að örgreinirinn væri stöðugur og greiningar sambærilegar. Alls 375 punktar efnagreindir (sjá töflu 24 í Viðauka 1).

## Mat á lífrænu niðurbroti í jarðvegi

Lífrænt niðurbrot í jarðvegi hvers svæðis var metið *in situ* í tveimur mismunandi dýptarstigum (5-20 sm og 20+ sm) með þremur endurtekningum (holum). Stuðst var við s.k. von-Post skala sem er t.d. lýst í Armstrong & Castle (1999). Jarðvegur var tekinn í lófa og kreistur til að meta lit og innihald jarðvegsvökvans (hvort og þá hve mikill mór fylgdi vatninu); greinanlegar plöntuleifar í jarðvegssýni voru metnar með huglægu sjónmati, sýni voru rifin í sundur og grandskoðað m.t.t. plöntuleifa og eðli þeirra. Einnig var tekið mið af seigju/deigleika leifanna sem eftir voru í lófa að kreistingu lokinni. Þessi þrjú atriði: Eðli kreists vöква, greinanlegar plöntuleifar og deigleiki leifa voru loks vegin saman og viðkomandi sýni flokkað í viðeigandi niðurbrotsflokk á von-Post skalanum (tafla 2).

Tafla 2. Flokkun lífræns jarðvegs á von-Post skala. H=humidification, niðurbrotsstig

Fl.	Niðurbrot	Plöntuleifar	Efni sem má kreista úr vatnsmettuðum mó
H1	Ekki merkjanlegt	Auðveldlega greinanlegar	Hreint, litlaust vatn
H2	Rétt greinanlegt	Auðveldlega greinanlegar	Gullitað vatn
H3	Nokkuð greinanlegt	Greinanlegar	Brúnt, skítugt vatn en enginn mór
H4	Greinanlegt	Nokkuð greinanlegar	Dökkbrúnt, skítugt vatn en enginn mór
H5	Hóflegt	Varla greinanlegar	Skítugt vatn með smá mó
H6	Hóflega mikið	Ógreinilegar	Um þriðjungur mósins fylgir með, dökkbrúnt
H7	Mikið	Nánast ómerkjanlegar	Um helmingur mósins fylgir með, mjög dökkbrúnt
H8	Mjög mikið	Ómerkjanlegar	Um tveir þriðju mósins fylgir með, mjög dökkbrúnt
H9	Nánast algjört	Ómerkjanlegar	Nánast allur mórinn fylgir með, einsleitt þykkni
H10	Algjört	Ómælanlegar	Allur mórinn fylgir með, ekkert laust vatn sýnilegt

Athuganir í hverri endurtekningu (holu) voru 2-3 talsins fyrir hvert dýptarstig og teknar af handahófi innan hvers dýptarstigs.

## Tölfræði

Allt tölfræðiuppgjör var unnið í tölfræðiforritinu *JMP 14* (SAS Institute Inc., <https://www.jmp.com> ).

Stuðst var við Shapiro-Wilk *W* próf til að meta hvort mæligildi væru normaldreifð eða ekki. Ef þau voru normaldreifð voru meðaltöl mælinganna borin saman með *t*-prófi og fervikagreiningum byggðum á minnstu kvaðrata meðaltölum. Grunnmódel fervikagreininganna var;

$$Y = \text{Staðir}_i + \text{Tegund}[\text{faldað innan Staða}]_{j|ij} + \text{Dýpt} [\text{faldað innan Staða, Tegund}]_{k|ij} + \text{Skekkja}_{ijk}$$

*Y* = mælipáttur

*i* = Kýrholt, Hegranes

*j* = framræst, óraskað

*k* = 0-5, 5-15, 20+ sm

Ef mæligildi þáttar voru ekki normaldreifð voru miðgildi mælinganna borin saman með Kruskal-Wallis eða Wilcoxon prófi.

Einfaldar línulegar aðhvarfsgreiningar voru unnar í Excel.

## Öryggismörk og útlagar

Miðað er við 95% öryggismörk ( $P < 0,05$ ) og er þá talið tölfræðilega marktækur munur milli breyta, annars ekki. Þrjú útlagar (einn af þremur endurtekningum í þremur breytum) greindust í gagnasafninu. Það var ákveðið að þeir skildu ekki hafðir með við tölfræðiuppgjör og losunarútreikninga.



*Ysti Hóll í Sléttuhlíð þar sem ekkert nothæft fannst*



## Jöfnur

### Losunarútreikningar

Við losunarútreikninga var heildarkolefnismagn jarðvegsins fyrir ofan gjóskuleiðarlagið (H1104) borið saman á hverju rannsóknarsvæði og deilt í mismuninn með aldri framræslunnar. Notast var við eftirfarandi jöfnur:

$$\frac{\sum \frac{BD_{Dj} * \%C_{Dj}}{100}}{n_i} = tCha^{-1}$$
$$\frac{\sum_{D=0-5cm}^{D_{i=1104}} tCha^{-1}_{óraskað} - \sum_{D=0-5cm}^{D_{i=1104}} tCha^{-1}_{framræst}}{T} = tCha^{-1} \text{ár}^{-1}$$
$$\frac{\sum_{D=0-5cm}^{D_{i=1104}} tCha^{-1}_{framræst}}{\sum_{D=0-5cm}^{D_{i=1104}} tCha^{-1}_{óraskað}} * 100 - 100 = \text{Hlutfallsleg rýrnun } \%C \text{ár}^{-1}$$

BD = Rúmþyngd, kg/m<sup>3</sup>  
D<sub>j</sub> = Dýptarflokkur (0-5 ; 5-20 ; 20+)  
n = Fjöldi mælinga  
i = Rannsóknarsvæði  
D<sub>i=1104</sub> = Dýpt niður á viðmiðunargjóskulag (H1104), sm  
T = Aldur framræslu, ár

### Næmnigreiningar á dýpt og rúmþyngd jarðvegs

Þar sem talsverð óvissa er um dýpt H1104 gjóskulagsins var skoðað hvaða áhrif dýpt jarðvegsins fyrir ofan H1104 hefur á kolefnis- og niturlosun. Notast var við eftirfarandi jöfnu:

$$X_{D_i} = \frac{\frac{\%C \text{ eða } N_{D_j}}{100} * BD_{kg/m^3}}{n_{cm-D_j}} + X_{D_{i-1}}$$

X<sub>D<sub>i</sub></sub> = Árleg kolefnislosun (tC/ha/ár) m.v. dýpt i (sm)  
%C eða N<sub>D<sub>j</sub></sub> = Meðaltal %C eða N í dýptarflokki j (%)  
n<sub>sm-D<sub>j</sub></sub> = Fjöldi sm í dýptarflokki j  
BD<sub>kg/m<sup>3</sup></sub> = Rúmþyngd, kg/m<sup>3</sup>

### Kolefnistap og jarðsig

Til að leggja mat á að hve miklu leyti kolefnistapið hefur stuðlað að jarðsigi fyrir ofan H1104 var mismunur á heildarkolefni milli óraskaðs og framræsts votlendis umreiknað yfir í dýpt út frá rúmþyngd jarðvegsins í öröskuðu votlendi hvors svæðis, eftir því sem kemst næst aðferðum Schipper og McLeod (2002):

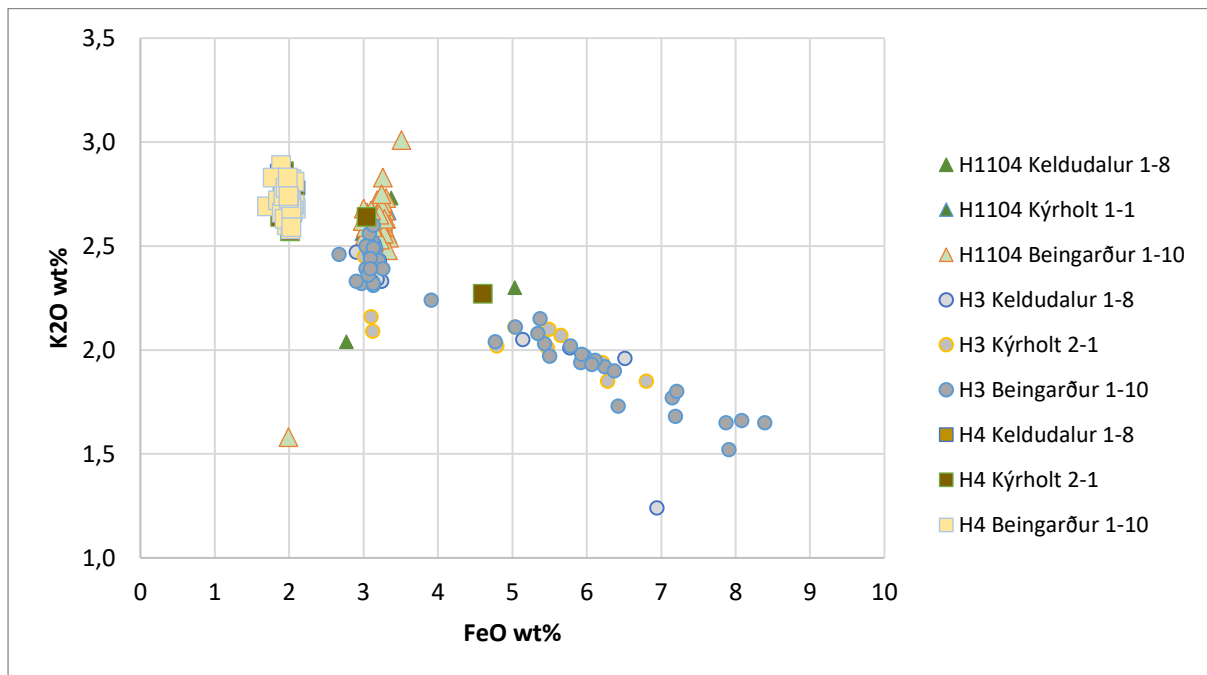
$$\text{Dýptarsamvörun kolefnistaps, cm} = \frac{\Delta tCha^{-1}/BD_{óraskað}}{100}$$

# Niðurstöður

## Gjóskulagagreiningar

Mælingar á gjóskusniðum í Kýrholti og Hegranesi í Kýrholti (Keldudal og Beingarði) má finna í töflu 18 og í töflu 19 í Viðauka 1.

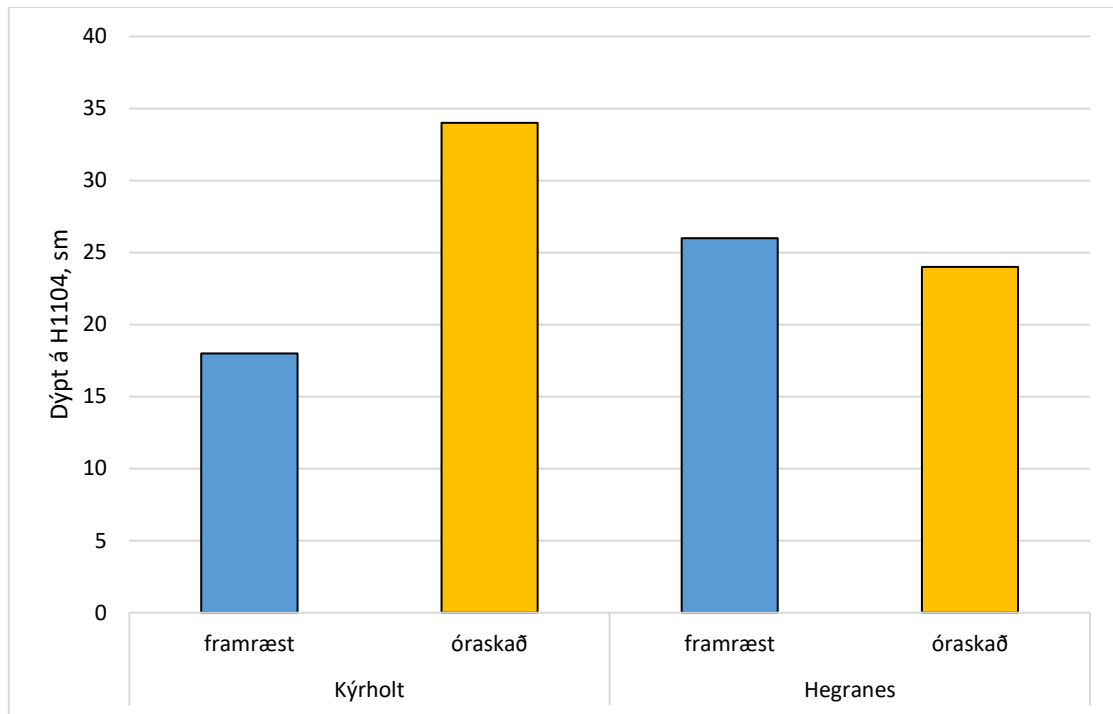
Niðurstöður aðalefnagreininga þeirra gjóskusýna sem greind voru staðfesta feltgreiningu gjóskulaga í öllum tilfellum nema einu. Í Kýrholti 1 sem er blaut óframræst mýri staðfesti efnagreining tilvist H1766, H1300 og H1104. Í Kýrholti 2 sem er endurunnið tún á 70 ára framræslu staðfesti efnagreining tilvist H3 og H4. Reynt var að taka sýni af meintu H1104 í Kýrholti 2 úr röskuðum jarðvegi en við efnagreiningu kom í ljós að sýnið var ekki af meintu H1104 heldur basísku gjóskulagi sem þarf að skoða frekar áður en uppruni er greindur. Í Hegranesi (Keldudal og Beingarði) studdi efnagreining feltgreiningu (mynd 2).



Mynd 1. Samanteknar niðurstöður efnagreininga á gjóskusýnum. Sjá viðauka 1, töflur 18, 19 og 23 fyrir staðsetningu sýna og efnagreiningar.

## Dýpt niður á gjóskuleiðarlagið H1104

Á mynd 3 má sjá meðal dýpt (sm) niður á H1104 samkvæmt mælingum. Sleginn skal strax varnagli við þessar niðurstöður þar sem dýpi niður á H1104 í framræsta landinu í Hegranesi er að öllum líkindum ofmetið vegna óvenju mikillar dýptar í einni holunni. Það teljum við að sé vegna þess að jarðvegur hafi verið fluttur til í stykkinu. Talið er líklegt að rétt dýpt sé undir 20 sm. Plægingardýptin í framræsta landinu sást mjög greinilega á báðum stöðum og var 15 til 20 sm. Við töldum okkur greina slitur af H1104 gjóskulaginu einmitt á þessum mörkum í öðrum holum.



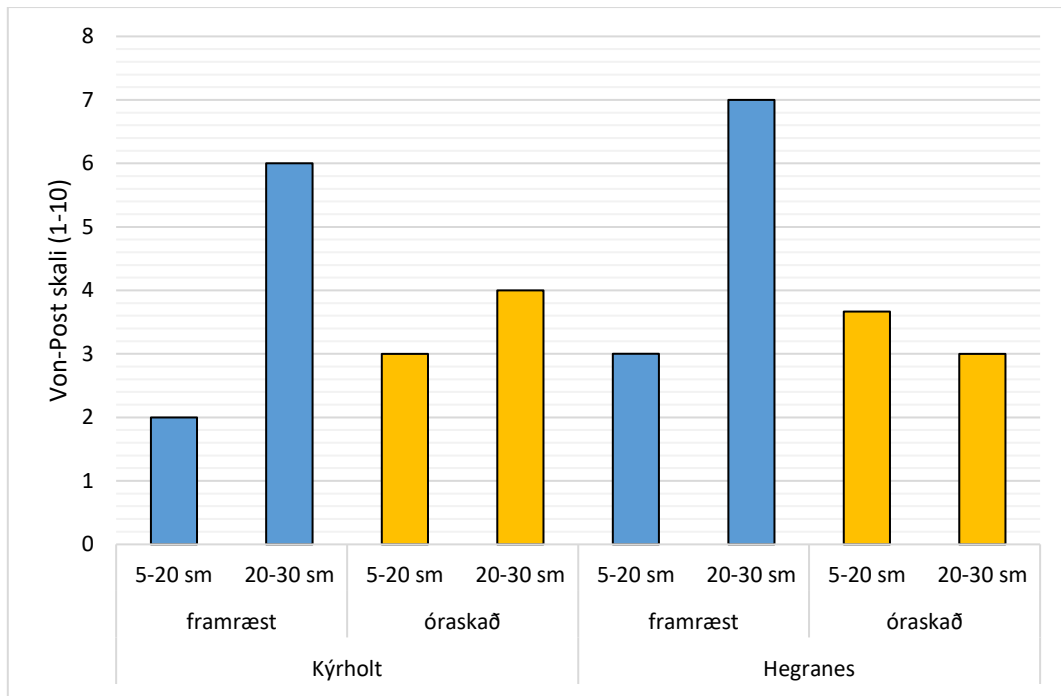
Mynd 3. Mæld meðaldýpt (sm) niður á öskulag H1104 á hverju rannsóknarsvæði.

### Niðurbrotsstig lífræns efnis metið með von-Post aðferð

Matið er huglægt sem fylgdi eins og mögulegt var forskrift von-Posts á niðurbrotsstigi lífræns efnis í mýrum og er lýst í töflu 2. Hins vegar var ómögulegt að fylgja leiðarvísinum í öllu þar sem ekki var hægt að kreista vökva úr jarðveginum í framræsta landinu. Þar var því einungis stuðst við sýnileika plöntuleifa í jarðvegssniðinu og áferð. Sýnin voru annars vegar af 5-20 sm dýpi og hins vegar 20-30 sm dýpi. Munur á milli sýna og endurtekninga á sama stað var nánast enginn og lentu svo til undantekningalaust í sama H flokk.

Samanteknar niðurstöður má sjá á mynd 4. Þar sést að;

- Það er ekki mikill munur á niðurbrotsstigi lífræna efnisins í öröskuðu landi eftir stöðum eða dýpt. Plöntuleifar voru „auðveldlega greinanlegar“ (H2) til „nokkuð greinanlegar“ (H4) og niðurbrotsstigið „rétt greinanlegt til „greinanlegt“.
- Niðurbrotsstigið er umtalsvert hærra í sýnum af 20-30 sm dýpi í framræsta landinu (undir plógarinu) en í óraskaða landinu á báðum stöðum eða H6-H7 („ógreinilegar“ til „nánast ómerkjanlegar“ plöntuleifar) annars vegar og hins vegar H3-H4 („greinanlegar“ til „nokkuð greinanlegar“ plöntuleifar) og niðurbrotsstigið metið „hóflega mikið“ til „mikið“. Hafa verður í huga að í framræsta landinu er þetta lag, 20-30 sm, undir H1104 gjóskulaginu en yfir H1104 í óraskaða landinu.
- Niðurbrotsstigið er aðeins lægra í 5-20 sm dýpt í framræsta landinu (í plógsniðinu) en í óraskaða landinu á báðum stöðum en óvíst hvort munurinn sé marktækur.



Mynd 4. Lífrænt niðurbrot í óröskuðu og framræstu landi í Kýrholti og Hegranesi, metið á von-Post skala in situ.

### Heildarmeðaltöl og fjölbreytugreining á helstu mældum jarðvegsþáttum

Í töflu 3 eru sýnd heildarmeðaltöl helstu jarðvegsbreyta í framræstu og óröskuðu landi. Hámarktækur munur er á öllum þessum breytum milli framræsts og óframræst lands (votlendis) fyrir utan pH (sýrustigið) þar sem ekki er marktækur munur. Í votlendinu er glæðitap 35%, kolefni 40%, nitur 25% og C/N hlutfallið 16% hærra en í framræsta landinu sem eru allt þættir sem staðfesta nettó kolefnislosun vegna framræslunnar. Rúmþyngdin hins vegar er 65% meiri í framræsta landinu, bæði vegna kolefnislosunar en einnig vegna jarðvegsþjöppunar sem nánar verður farið í seinna í þessum kafla.

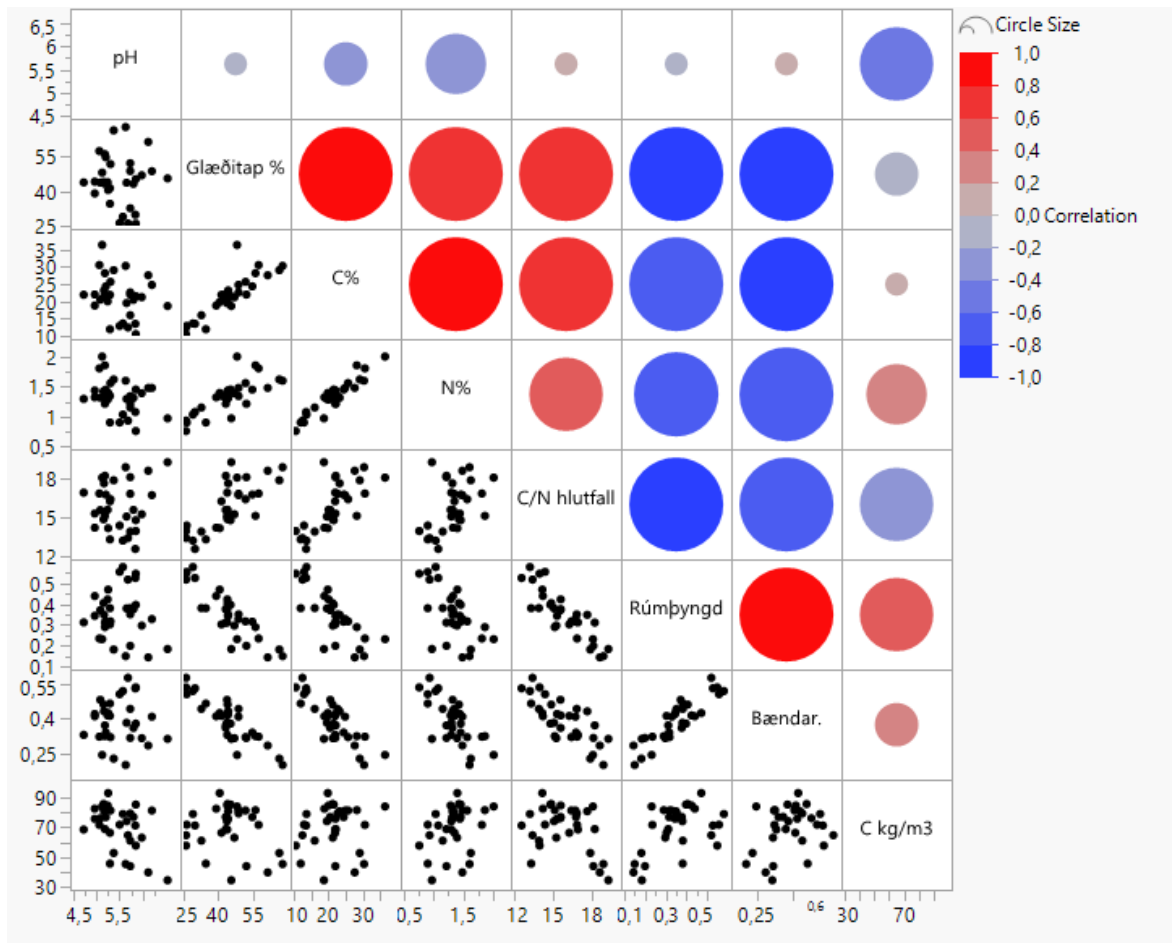
Tafla 3. Heildarmeðaltöl, frávikshlutföll (CV) og marktækni helstu mældra jarðvegsþátta í framræstu og óröskuðu landi.

Jarðvegsþáttur	Framræst		Óraskað		Marktækni p-gildi
	meðaltal	CV, %*	meðaltal	CV, %*	
pH	5,4	6,7	5,6	8,0	e.m.
Glæðitap, %	38,1	19,9	51,5	17,9	<0,0001
Kolefni, %	17,9	23,8	25,1	20,3	<0,0001
Nitur, %	1,2	18,4	1,5	18,7	0,0043
C/N hlutfall	14,7	9,0	17,1	8,7	<0,0001
Rúmþyngd, g/sm <sup>3</sup>	0,43	19,2	0,26	28,3	<0,0001

\* CV = Coefficient of variation, frávikshlutfall

Fylgni milli jarðvegsþátta (breyta) sem tengjast eða hafa áhrif á umsetningu lífræns efnis í jarðvegi má sjá á mynd 5. Þar sést vel mikil fylgni milli flestra þátta. Lítil fylgni er hins vegar á milli sýrustigs og annarra þátta fyrir utan kolefnismagn í rúmmetra þar sem hún er marktækt neikvæð, þ.e. með hækkandi pH lækkar kolefnismagnið. Athygli vekur að veik fylgni er á milli kolefnismagns í rúmmetra og annarra breyta.





Mynd 5. Fjölbreytugreining á átta mældum jarðvegsþáttum. Rauðar blöðrur sýna jákvæða fylgni (e. correlation) milli þátta en bláar blöðrur sýna neikvæða fylgni. Stærð og litastyrkleiki blaðrana sýnir hversu sterkt eða veikt sambandið er.

Í töflu 4 er búið að taka saman meðaltöl og marktækni helstu jarðvegsþátta. Þar er marktæk til hámarktæk neikvæð fylgni milli rúmþyngdar og annarra þátta fyrir utan pH. Í öðrum þáttum er marktæk til hámarktæk jákvæð fylgni mill breyta.

Tafla 4. Helstu fylgnistuðlar milli valdra mæliþátta í rannsókninni.

	Glæðitap	C	N	C/N	Rúmþyngd
Jarðvegsþáttur	%	%	%	hlutfall	g/sm <sup>3</sup>
pH	E/m	E/m	E/m	E/m	E/m
Glæðitap %		0,87***	0,77***	0,76***	-0,87***
C%			0,94***	0,73***	-0,79***
N%				0,45**	-0,60**
C/N hlutfall					-0,87***

\*\*P<0,01

\*\*\*P<0,001

E/m = Ekki marktækt

### Lífvirk (AL-leysanleg) steinefni

Í töflu 5 er sýnt magn AL-leysanlegra steinefna á hektara eða sem mg/kg jarðvegs í framræstu landi annars vegar og óframræstu landi hins vegar í 0-5 sm dýpt og 5-20 sm dýpt. Mikill munur var á magni flestra steinefna milli Hegranness og Kýrholts, sérstaklega í framræsta landinu. Hegransið var mun steinefnaríkara nema hvað varðar kalí þar sem ekki var munur á milli staða. Þá var marktækur munur

á magni steinefna milli framræsts og óframræsts lands, framræsta landinu í vil hvað varðar P og Ca en óframræsta landinu í vil þegar kom að K, Na og Mn.

Tafla 5. AL-leysanleg steinefni í framræstum og óframsætum mýrjarjarðvegi (0-20 sm) í Kýrholti og Hegranesi (meðaltöl).

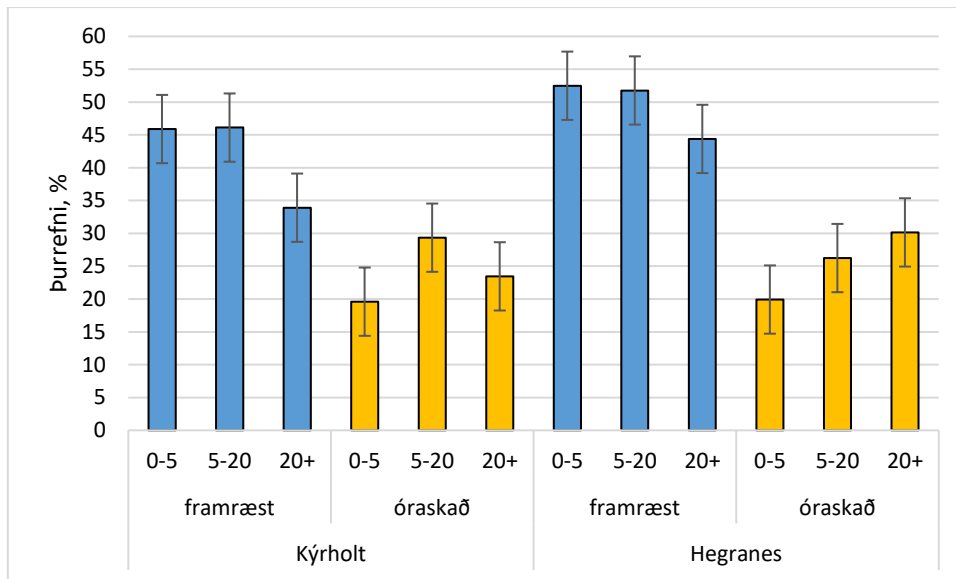
Þættir	P	K	Ca	Mg	Na	Mn	Zn
.... AL-skol, kg/ha ....							
Framræst, 0-5 sm	9,5	12,8	792	89	32	30	1,2
Framræst, 5-20 sm	21,6	33,6	1427	248	67	89	4,9
Óraskað, 0-5 sm	1,3	39,4	399	83	35	267	2,7
Óraskað, 5-20 sm	4,9	57,6	1089	261	110	65	2,9
Alls framræst	31,1	46,5	2219	337	99	119	6,1
Alls óraskað	6,2	97,0	1488	345	146	332	5,6
Mt. Kýrholt	6,1	31,9	739	95	35	175	2,8
Mt. Hegranes	12,5	39,8	1115	246	87	51	3,0
.... p-gildi* ....							
Kýrholt/Hegranes	0,002	e.m.	0,0083	0,0002	<0,0001	0,0071	e.m.
Framræst/óraskað	<0,0001	0,0005	0,0099	e.m.	0,0327	0,0173	e.m.
0-5 sm/5-20 sm	0,0004	0,0146	0,0002	0,0002	<0,0001	0,0065	0,0003
.... AL skol, mg/kg jarðvegs ....							
Framræst, 0-5 sm	40	57	3688	368	135	142	5
Framræst, 5-20 sm	31	48	2071	340	91	144	7
Óraskað, 0-5 sm	16	462	4504	947	404	3230	31
Óraskað, 5-20 sm	10	124	2342	562	237	140	6
Vegið framr. 0-20 sm	33	50	2475	347	102	144	7
Vegið óframr. 0-20 sm	12	208	2882	658	279	912	12
.... p-gildi* ....							
Kýrholt/Hegranes	0,0224	e.m.	e.m.	0,0026	0,0002	0,0466	e.m.
Framræst/óraskað	<0,0001	<0,0001	e.m.	0,0001	<0,0001	0,0092	<0,0001
0-5 sm/5-20 sm	e.m.	<0,0001	0,0085	0,0148	<0,0001	0,0024	<0,0001

\*hlutfallslegar líkur á að munur milli þátta sé ekki marktækur (e.m. = ekki marktækur munur,  $p>0,05$ )

Styrkur leysanlegra steinefna (mg/kg jarðvegs) er svotil alltaf mestur í efstu 5 sm jarðvegsins. Einnig er styrkurinn alltaf meiri í Hegranesi borið saman við Kýrholt fyrir utan kalí og sink. Í framræsta landinu er P styrkur mun meiri en í óraskaða landinu en minni þegar kemur að K, Mg, Na, Mn og Zn. Athygli vekur lítil K styrkur í framræsta ræktarlandinu sem bendir til þess að það sé að ganga verulega á kalí forða jarðvegsins. Hins vegar hefur ræktunin mjög jákvæð áhrif á P tölu jarðvegs.

#### Þurrefnisinnihald jarðvegs *in-situ*

Þurrefnishlutfall er hærra á öllum dýptarstigum í framræsta landinu (mynd 6). Eðli málsins samkvæmt eru óframræstar mýrar blautari en framræstar. Þó vekur athygli að neðri lög (5-20 sm og 20+ sm) óframræstu mýranna eru þurrari en efsta lagið.



Mynd 6. Meðal þurrefnisinnihald (%) eftir dýptarstigi á hverju rannsóknarsvæði ásamt 2 x staðalskekkju.

## Rúmpýngd

### Raunrúmpýngd

Lýsandi tölfræði rúmpýngdarmælinga eru í töflu 6. Dreifing rúmpýngdarmælinga var normaldreifð í bæði framræstu sem óröskuðu landi skv. Shapiro-Wilk W prófi (framræst:  $P = 0,1480$  ; óraskað:  $P = 0,2418$ ) og voru meðaltöl mælinganna því borin saman með t-prófi og fervikagreiningum byggðum á minnstu kvaðrata meðaltölum. Marktækur munur er á rúmpýngd í framræstu og óröskuðu landi ( $P < 0,0001$ ).

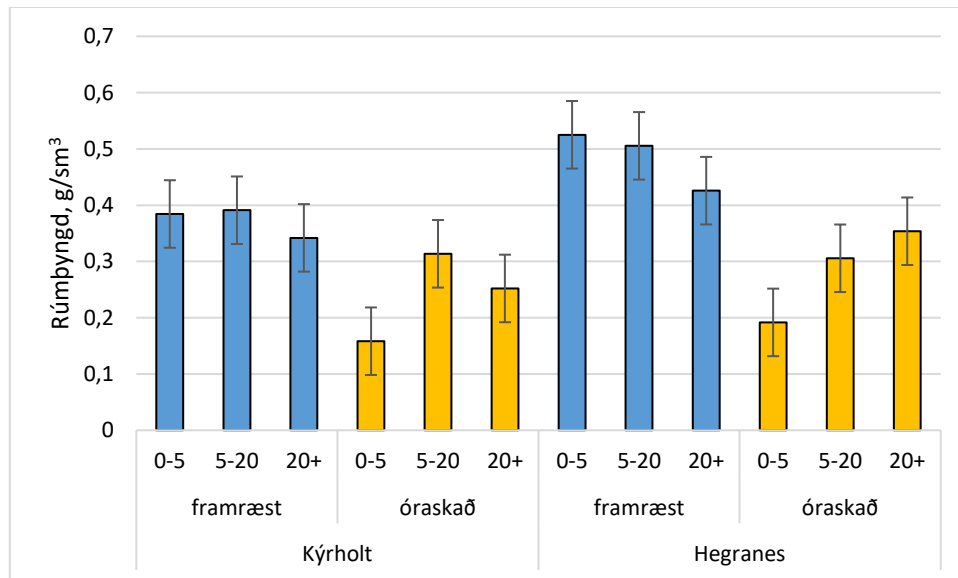
Tafla 6. Lýsandi tölfræði rúmpýngdarmælinga,  $g/sm^3$ .

Tegund	Meðaltal	Miðgildi	Staðalfrv.	Hæst	Lægst	CV, %	Staðalsk.
Framræst	0,434	0,405	0,084	0,580	0,312	19,240	0,020
Óraskað	0,264	0,293	0,075	0,381	0,144	28,280	0,019



Steinþór Tryggvason í Kýrholti með Maríu Svavarsdóttur

Mynd 7 sýnir áhrif staða og dýptar á meðalrúmpýngd. Rúmpýngdin er meiri í framræstu landi en óröskuðu og þar er hún mest í efsta laginu (0-5 sm). Einnig er rúmpýngdin meiri í Hegranesi en í Kýrholti. Í óröskuðu mýrunum er rúmpýngdin aftur á móti meiri í neðri lögunum. Miðað við eins þátta ferveikagreiningu er ekki marktækur munur á rúmpýngd jarðvegs í framræsta ræktarlandinu eftir dýpt ( $P = 0,4346$ ) (mynd 6) en hins vegar er hámarktækur munur á rúmpýngd í efsta jarðvegslagi óraskaða votlendisins og þeirra neðri ( $P < 0,001$ ).



Mynd 7. Meðal rúmpýngd jarðvegs eftir dýptarstigi á hverju rannsóknarsvæði ásamt 2 x staðalskekku.

### Bændarúmpýngd

Bændarúmpýngd er notuð á jarðvegssýnum sem bændur senda til efnagreiningar. Ákveðið var að mæla einnig bændarúmpýngd sýnanna og bera saman við raunrúmpýngd til að skýra samband þessara tveggja aðferða.

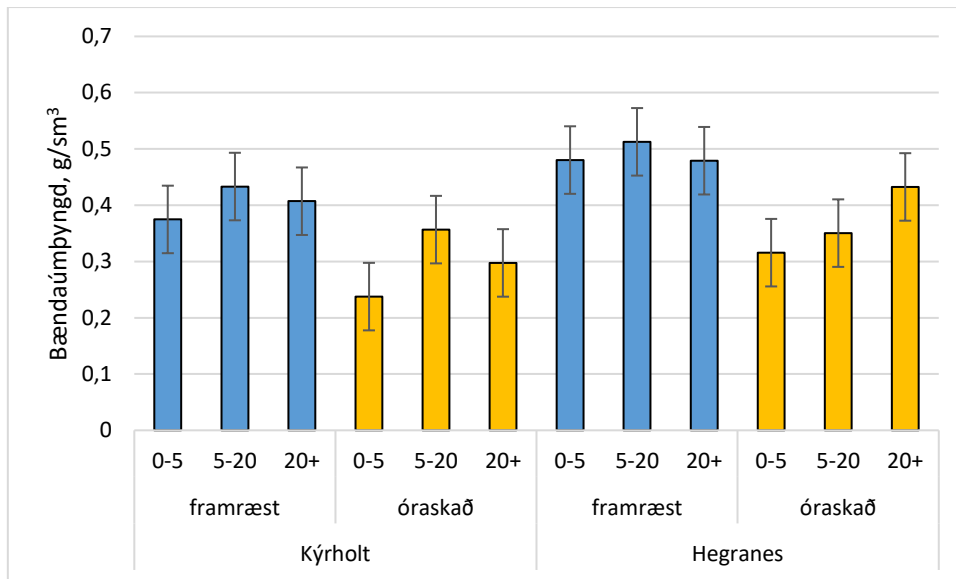
Lýsandi tölfræði bændarúmpýngdarmælinga er í töflu 7. Dreifing bændarúmpýngdarmælinga var normaldreifð í bæði framræstu sem óröskuðu landi skv. Shapiro-Wilk W prófi (framræst:  $P = 0,9119$  ; óraskað:  $P = 0,4208$ ). Meðaltöl mælinganna voru því borin saman með einföldu t prófi. Marktækur munur er á bændarúmpýngd í framræstu og óröskuðu landi ( $P < 0,0001$ ).

Tafla 7. Lýsandi tölfræði bændarúmpýngdarmælinga, g/sm³.

Tegund	Meðaltal	Miðgildi	Staðalfrv.	Hæst	Lægst	CV, %	Staðalsk.
Framræst	0,450	0,433	0,069	0,579	0,331	15,391	0,017
Óraskað	0,331	0,322	0,072	0,444	0,200	21,859	0,018

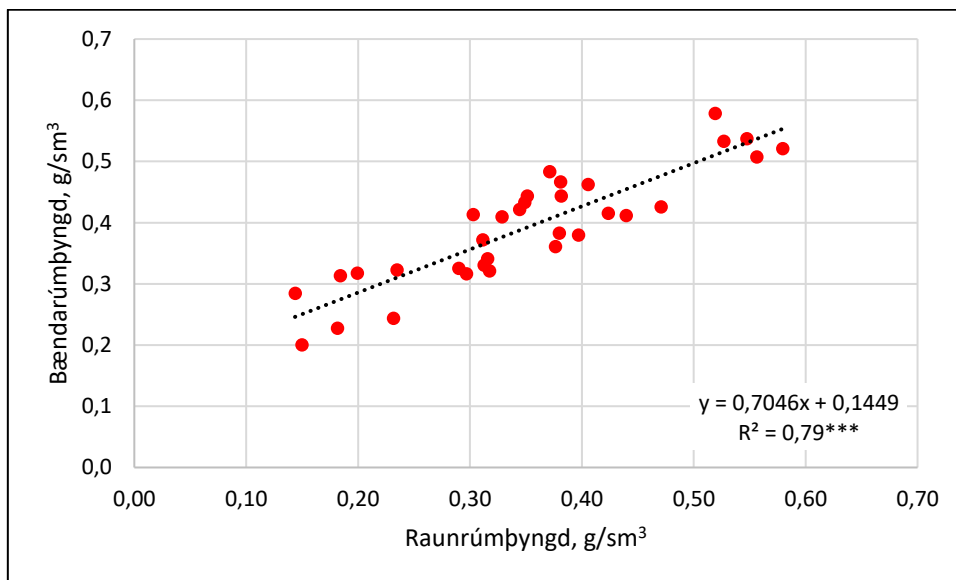
Mynd 8 sýnir áhrif staða og dýptar á meðal bændarúmpýngd. Rúmpýngdin var marktækt meiri í Hegranesi en í Kýrholti. Rúmpýngdin í framræsta landinu var svipuð í öllum þremur dýptum en í óraskaða landinu í Hegranesi jókst rúmpýngdin með dýpt.





Mynd 8. Meðal bændaúmpýngd jarðvegs eftir dýptarstigi á hverju rannsóknarsvæði ásamt 2 x staðalskekku.

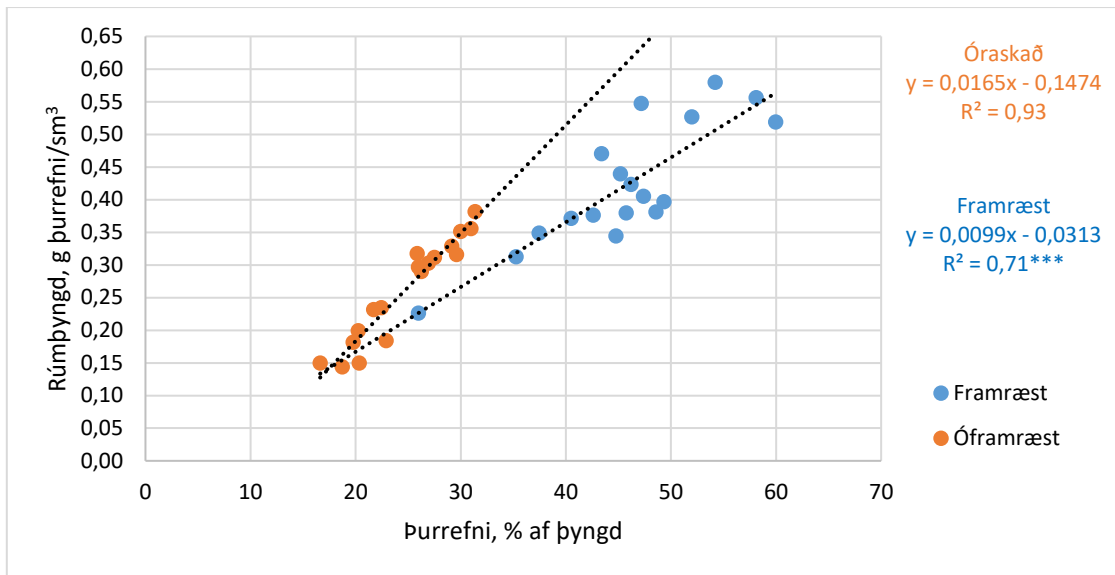
Sterkt einfalt línulegt samband var á milli raunrúmpýngdar og bændaúmpýngdar í öllu gagnasafninu eins og má sjá á mynd 9. Það gefur vonir um að hægt verði á áætla raunrúmpýngd út frá bændaúmpýngd.



Mynd 9. Samband raunrúmpýngdar og bændaúmpýngdar byggt á öllum mælingum verkefnisins.

### Samband raunrúmpýngdar og þurrefnisstyrks jarðvegs in situ

Samband raunrúmpýngdar og þurrefnishlutfalls í öröskuðu og framræstu landi má sjá á mynd 10. Eftir því sem óraskaða votlendið er blautara því lægri er rúmpýngdin og það sama er tilfellið í þurra framræsta landinu.



Mynd 10. Samband þurrþfnishlutfalls og rúmpyngdar í annars vegar í óröskuðu landi og hins vegar framræstu landi.

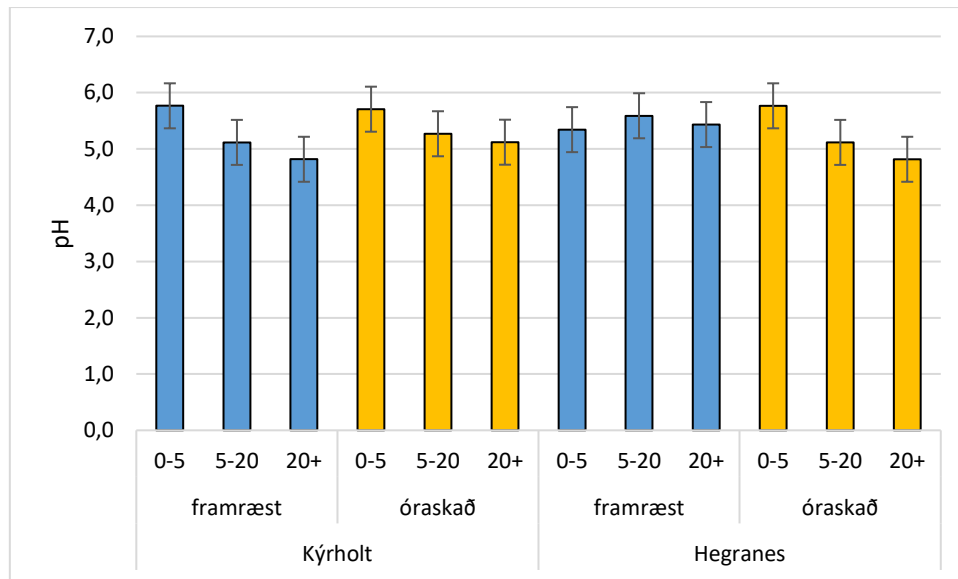
## Sýrustig

Lýsandi tölfræði sýrustigsmælinga er í töflu 8. Dreifing mælinga er normaldreifð í báðum tilfellum skv. Shapiro-Wilk W prófi (framræst:  $P = 0,2715$  ; óraskað:  $P = 0,0975$ ) og voru meðaltöl mælinganna því borin saman með t-prófi. Ekki er marktækur munur á sýrustigi í framræstu og óröskuðu landi ( $P = 0,1198$ ).

Tafla 8. Lýsandi tölfræði sýrustigsmælinga (pH).

Tegund	Meðaltal	Miðgildi	Staðalfrv.	Hæst	Lægst	CV, %	Staðalsk.
Framræst	5,39	5,29	0,36	5,85	4,72	6,67	0,09
Óraskað	5,59	5,50	0,45	6,54	5,06	7,98	0,11

Mynd 11 sýnir sýrustig eftir dýptarstigum á hverju rannsóknarsvæði. Sýrustigið var breytilegt milli dýptarstiga en munurinn er ekki tölfræðilega marktækur út frá þessum fjölda sýna. Sýrustigið var einnig aðeins lægra í framræstu mýrunum en þeim óröskuðu, en aftur er munurinn ekki marktækur. Hins vegar er marktækur munur á pH milli staða í neðstu tveimur dýptunum (5-20 og 20+ sm). Þar er sýrustigið hærra í Hegranesi en í Kýrholti.



Mynd 11. Sýrustig eftir dýptarstigum á hverju rannsóknarsvæði ásamt 2 x staðalskekkju.

### Glæðitap – Lífrænt efni

Lýsandi tölfræði á glæðitapi er í töflu 9. Dreifing lífræns efnis eða glæðitaps var ekki normaldreifð í framræsta ræktarlandinu ( $P < 0,001$ ) en dreifingin er aftur á móti normaldreifð í óraskaða votlendinu ( $P = 0,9529$ ) skv. Shapiro-Wilk W prófi. Svæðin voru því borin saman með óparametrísku prófi. Það er marktækur munur á glæðitapi (%) í framræstu ræktarlandi og óröskuðu votlendi ( $P < 0,0001$ ) skv. Wilcoxon prófi.

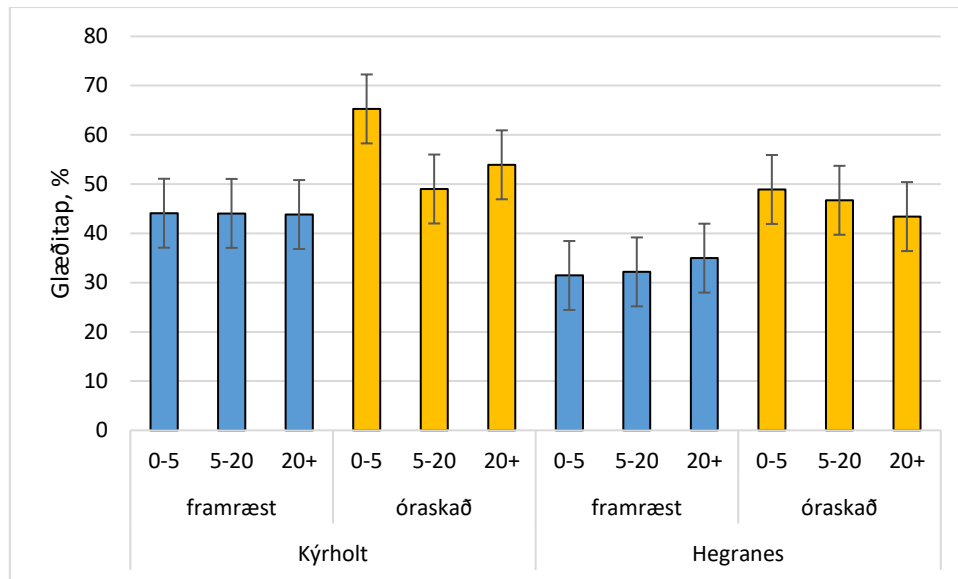
Tafla 9. Lýsandi tölfræði á glæðitapi, %.

Tegund	Meðaltal	Miðgildi	Staðalfrv.	Hæst	Lægst	CV, %	Staðalsk.
Framræst	38,1	43,2	7,6	45,3	26,0	19,9	1,8
Óraskað	51,5	50,3	9,2	67,9	32,7	17,9	2,3

Á mynd 12 má sjá meðal glæðitap eftir rannsóknarsvæðum og dýpt. Liggur þar ljósast fyrir að talsvert meira er af lífrænu efni í óröskuðu mýrunum heldur en þeim framræstu. Slíkt kemur ekki á óvart enda til marks um kolefnislosun úr framræstu votlendi. Marktækur munur er á glæðitapi milli flokka (framræst/óraskað) í Hegranesi en ekki í Kýrholti.

Glæðitap virðist hafa minnkað talsvert á öllum dýptarstigum í framræstu mýrinni á Hegranesi, þó allra mest í efsta laginu. Athygli vekur að mismunur á glæðitapi á milli framræsts og óraskaðs votlendis í Kýrholti virðist nær eingöngu sjást í efsta jarðvegslaginu.

Það var ekki marktækur munur á lífrænu efni eftir dýpt í framræstu ræktarlandi skv. Kruskal-Wallis prófi ( $P = 0,9179$ ). Hins vegar er marktækur munur á lífrænu efni í efsta og neðsta lagi jarðvegsins sem sýni voru tekin úr í óraskaða votlendinu.



Mynd 12. Glæðitap (lífrænt efni) %, eftir dýptarstigi á hverju rannsóknarsvæði ásamt 2 x staðalskekku mælingana.

### Kolefni

Lýsandi tölfræði fyrir kolefnismagn í jarðvegi (%) má sjá í töflu 10. Dreifing mælinganna er ekki normaldreifð í framræsta ræktarlandinu skv. Shapiro-Wilk W prófi ( $P = 0,0040$ ) en kolefnismælingar úr óraskaða votlendinu eru aftur móti normaldreifðar ( $P > 0,05$ ). Sökum þessa voru mælingarnar bornar saman með óparametrískum prófum. Marktækur munur er á kolefnismagni eftir svæðum þegar miðgildi mælinganna eru borin saman með Wilcoxon prófi ( $P < 0,001$ ).

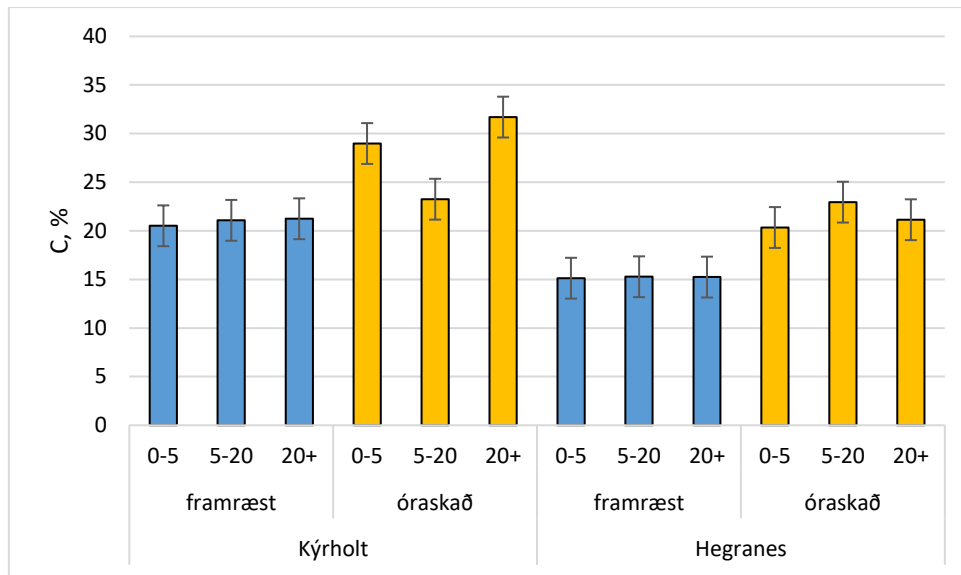
Tafla 10. Lýsandi tölfræði fyrir kolefnismagn í jarðvegi (%)

Tegund	Meðaltal	Miðgildi	Staðalfrv.	Hæst	Lægst	CV, %	Staðalsk.
Framræst	17,9	19,8	4,3	23,2	10,6	23,8	1,0
Óraskað	25,1	24,6	5,1	36,4	16,0	20,3	1,3

Hlutfallslegt kolefnismagn í jarðvegi var að meðaltali 28,7% minna í framræstu ræktarlandi en í óröskuðu votlendi. Þar sem gögnin fylgja ekki normaldreifingu þá er e.t.v. nærtækara að bera saman miðgildin, en miðgildi kolefnismagns (%) í framræstu ræktarlandi er hér 19,5% lægra en í óröskuðu votlendi.

Meðaltal C mælinganna eftir svæðum, tegund og dýpt má sjá á mynd 13. Samkvæmt Kruskal-Wallis prófi fyrir framræst ræktarland (ekki normaldreift) og eins þátta fervikagreiningu fyrir óraskað votlendi er ekki marktækur munur á kolefnismagni milli dýptarsviða innan svæðis (framræst:  $P = 0,9222$ ; óraskað:  $P = 0,5728$ ). Hins vegar er marktækt meiri kolefnisstyrkur í Kýrholti miðað við Hegranes bæði í framræsta og óraskaða landinu.





Mynd 13. Meðal kolefnisstyrkur eftir stöðum og tegund þar innan sem og dýpt, ásamt 2 x staðalskekkju mælinganna.

## Nitur

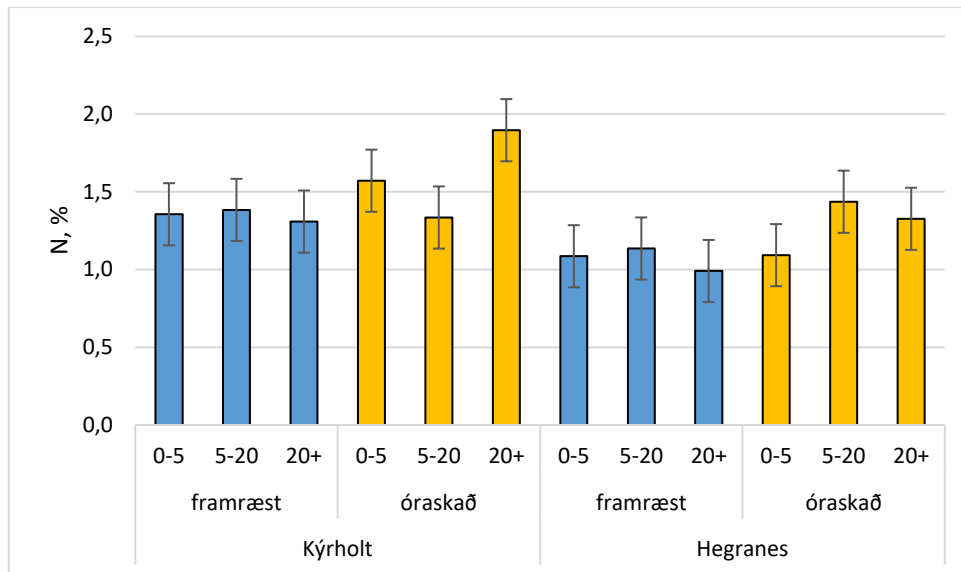
Lýsandi tölfræði fyrir niturmagn (%) í jarðvegi má sjá í töflu 11. Líkt og með kolefnismælingarnar eru niturmælingarnar fyrir framræst ræktarland ekki normaldreifðar skv. Shapiro-Wilk W prófi ( $P < 0,05$ ) á meðan mælingar fyrir óraskað votlendi eru normaldreifðar skv. sama prófi ( $P = 0,9829$ ). Því voru svæðin borin saman með óparametrísku prófi. Marktækur munur er á niturmagni á milli tegunda skv. Wilcoxon prófi ( $P < 0,01$ ).

Hér er hlutfallslegt niturmagn í jarðvegi að meðaltali 18,4% minna í framræstu votlendi. Þegar miðgildin eru borin saman er hlutfallslegt niturmagn 11,6% lægra í framræstu ræktarlandi en óröskuðu votlendi.

Tafla 11. Lýsandi tölfræði niturmælinga (%).

Tegund	Meðaltal	Miðgildi	Staðalfrv.	Hæst	Lægst	CV, %	Staðalsk.
Framræst	1,20	1,30	0,22	1,46	0,76	18,44	0,05
Óraskað	1,47	1,47	0,28	2,01	0,97	18,71	0,07

Meðaltal N mælinganna eftir svæðum, tegund og dýpt má sjá á mynd 14. Skv. Kruskal-Wallis prófi er ekki marktækur munur á niturmagni (%) eftir dýpt í framræsta ræktarlandinu ( $P = 0,5886$ ). Sömuleiðis er enginn marktækur munur á niturmagni (%) eftir dýpt í óröskuðu votlendi sé tekið mið af eins þátta ferveikagreiningu og Tukey prófi ( $P = 0,3081$ ). Hins vegar er marktækur munur milli Kýrholtis og Hegraness í efstu (0-5 sm) og neðstu (20+ sm) jarðvegisdýptunum.



Mynd 14. Meðaltal N styrks eftir svæðum, tegund og dýpt ásamt 2 x staðalskekkju.

### C/N hlutfall

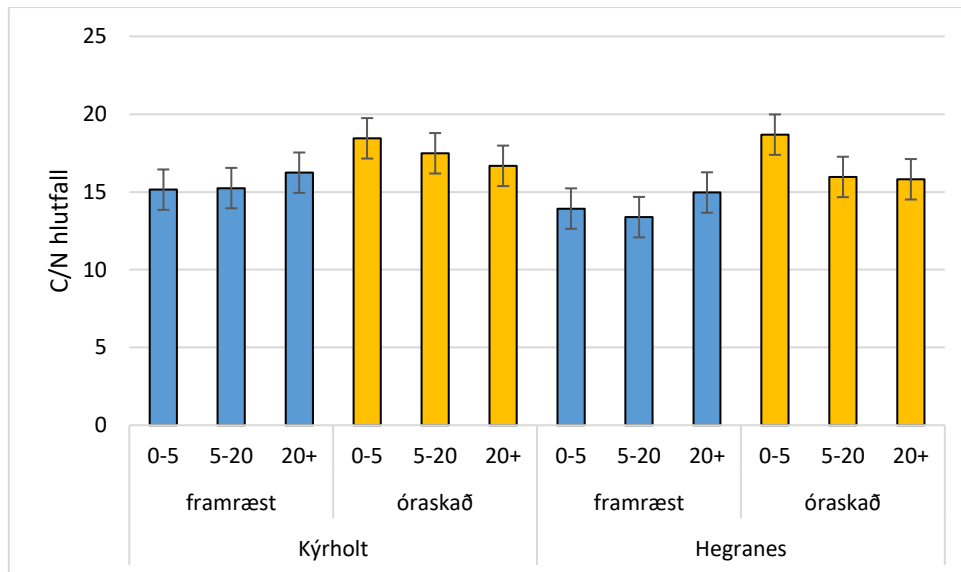
Lýsandi tölfræði á C/N hlutföllum má sjá í töflu 12. Mælingarnar eru normaldreifðar bæði í tilfalli framræsts ræktarlands ( $P = 0,7514$ ) og óraskaðs votlendis ( $P = 0,5918$ ) skv. Shapiro-Wilk W prófi. Meðaltöl mælinganna eru því borin saman með t prófi. Hámarktækur munur er á meðaltölum mælinganna eftir tegund ( $P < 0,0001$ ).

Tafla 12. Lýsandi tölfræði fyrir C/N hlutföll.

Tegund	Meðaltal	Miðgildi	Staðalfrv.	Hæst	Lægst	CV, %	Staðalsk.
Framræst	14,7	14,8	1,3	17,6	12,6	9,0	0,3
Óraskað	17,1	16,8	1,5	19,3	13,9	8,7	0,4

Hér er C/N hlutfall að meðaltali 13,7% lægra í framræstu ræktarlandi en í óröskuðu votlendi, óháð dýpt.

Meðaltal C/N hlutfalla eftir svæði, tegund og dýpt má sjá á mynd 15. Út frá eins þátta ferveikagreiningu fyrir C/N mælingar á mismunandi dýpt kemur í ljós að ekki er marktækur munur á C/N hlutfalli eftir dýpt í framræstu ræktarlandi ( $P = 0,3366$ ). Hins vegar er C/N hlutfall í efsta jarðvegslagi (0-5 sm) óraskaða votlendisins marktækt hærra en í neðri jarðvegslögum ( $P < 0,05$ ).



Mynd 15. Meðaltal C/N hlutfalla eftir svæðum, tegund þar innan og dýpt, ásamt 2 x staðalskekkju mælinganna.



Beingarður. Hóla í óraskaðri mýri.

## Úrvinnsla – kolefnis- og niturlosun úr lífrænum forða

Forsendur við losunarútreikninga á kolefnismagni og nitri fyrir ofan H1104 gjóskuleiðarlagið eru sýndar í töflu 13.

Tafla 13. Forsendur til grundvallar losunarútreikningum.

Svæði	Tegund	Aldur framræslu (ár)	$D_{i=1104}$ (sm)*	Rúmp. g/sm <sup>3</sup>
Kýrholt	Óraskað	70	34	0,23
	Framræst		18	0,39
Hegranes	Óraskað	55	24	0,30
	Framræst		18	0,52

\* Talið næsta öruggt að dýpt niður á öskulagið sé aðeins <20 sm í framræstu landi Hegraness. Hér áætlað 18 sm.

Í töflum 14 og 15 eru áætluð áhrif framræslu og ræktar á jarðvegs- og kolefnistap fyrir ofan gjóskuleiðarlagið 1104 í Kýrholti og Hegranesi. Miðað við gefnar forsendur í töflu 13 hefur jarðvegur fyrir ofan H1104 rýrnað alls um 201 tonn/ha (22%) í Kýrholti sem er um 0,32% rýrnun á ári á sama tíma og kolefnið hefur minnkað um 98 tonn/ha (40%) á þessum tíma.

Tafla 14. Áhrif framræslu og ræktar á jarðvegs- og kolefnistap í Kýrholti eftir 70 ár.

Kýrholt, óraskað					Kýrholt, framræst					
Dýpt	Rúmp.	Jarðv.	C	C magn	Dýpt	Rúmp.	Jarðv.	C	C magn	C tap
sm	g/sm <sup>3</sup>	t/ha	%	t/ha	sm	g/sm <sup>3</sup>	t/ha	%	t/ha	t/ha
0-5	0,16	79	29,0	23	0-5	0,38	192	20,5	39	16
5-20	0,31	470	23,3	109	5-18	0,39	508	21,1	107	-2
20-34	0,25	353	31,7	112						-112
<b>Alls/vegið</b>	<b>0,27</b>	<b>902</b>	<b>27,6</b>	<b>244</b>		<b>0,39</b>	<b>701</b>	<b>20,9</b>	<b>147</b>	<b>-98</b>

\* Áætlað niður að gjóskulagi H1104

Í Hegranesi aftur á móti, hefur jarðvegur á framræsta landinu aukist fyrir ofan H1104 um 24% eða um 0,44% á ári. Hins vegar hefur kolefnið minnkað alls um 16 tonn/ha á sama tíma.

Tafla 15. Áhrif framræslu og ræktar á jarðvegs- og kolefnistap í Hegranesi eftir 55 ár.

Hegranes, óraskað					Hegranes, framræst					
Dýpt	Rúmp.	Jarðv.	C	C magn	Dýpt	Rúmp.	Jarðv.	C	C magn	C tap
sm	g/sm <sup>3</sup>	t/ha	%	t/ha	sm	g/sm <sup>3</sup>	t/ha	%	t/ha	t/ha
0-5	0,19	96	20,3	19	0-5	0,53	263	15,1	39	19
5-20	0,31	458	23,0	105	5-18*	0,51	657	15,3	99	-6
20-24*	0,35	141	21,1	30						-30
<b>Alls/vegið</b>	<b>0,31</b>	<b>696</b>	<b>21,8</b>	<b>155</b>		<b>0,51</b>	<b>920</b>	<b>15,2</b>	<b>138</b>	<b>-16</b>

\* Áætlað niður að gjóskulagi H1104



Í töflu 16 er sýnd árleg hreyfing á kolefnis- og niturforða jarðvegs fyrir ofan H1104. Sömu aðferðum var beitt til að reikna út hreyfingar á niturforða jarðvegsins frá framræslu og við kolefnisútreikningana. Við gefnar forsendur hefur framræsta landið í Kýrholti losað (tapað) árlega 1,39 tonnum af kolefni sem er um 0,57% rýrnun og í Hegranesi 0,26 tonnum af kolefni sem er um 0,20% árleg rýrnun.

Tafla 16. Árleg kolefnis- og niturlosun í framræstu ræktarlandi og hlutfallsleg rýrnun kolefnisforða á ári (%) frá því land var ræst fram. Miðað við 18 sm dýpt.

Svæði	t C/ha á ári	Hlutfallsleg rýrnun, % C/ár	t N/ha á ári	Hlutfallsleg rýrnun, % N/ár
Kýrholt	1,39	0,57	0,07	0,46
Hegranes	0,26	0,20	-0,01	-0,10

Í Kýrholti hefur 70 kg N/ha tapast árlega í framræsta landinu sem er um 0,46% árleg rýrnun. Í Hegranesi hefur nitrið hins vegar aukist um sem svarar 10 kg N/ha og er um 0,10% árleg aukning. Hlutfallslegt niturtap vegna framræslunnar er því talsvert lægra en kolefnistapið eins og C/N hlutföll staðfesta.

### Samanburður á raunrúmpýngd og „bændarúmpýngd“

Í töflu 17 má sjá losunarniðurstöður reiknað út frá bændarúmpýngd. Reiknað er út frá sömu jöfnum og áður, nema bændarúmpýngd kemur í stað raunrúmpýngdar. Bændarúmpýngdin er hærri en raunrúmpýngdin sem skýrir hærri losunarniðurstöður. Munurinn er á þá leið að kolefnislosun reiknast 1,36-1,44 sinnum meiri út frá bændarúmpýngd en raunrúmpýngd og hreyfingar á niturforða reiknast 1,54-2,24 meiri út frá bændarúmpýngdinni.

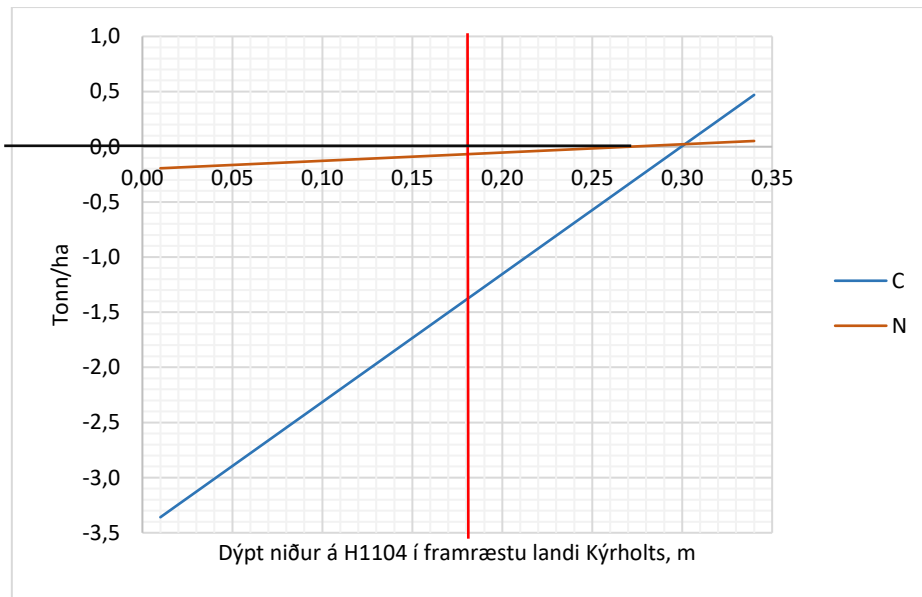
Tafla 17. Kolefnislosun og niturlosun í framræstu ræktarlandi (t/ha/ár) og hlutfallsleg rýrnun kolefnisforða á ári (%) frá því land var ræst fram, reiknað út frá bændarúmpýngd. Miðað við 18 sm dýpt.

Svæði	t C/ha á ári	Hlutfallsleg rýrnun, % C/ár	t N/ha á ári	Hlutfallsleg rýrnun, % N/ár
Kýrholt	1,88	0,65	0,09	0,55
Hegranes	0,43	0,27	0,03	0,25

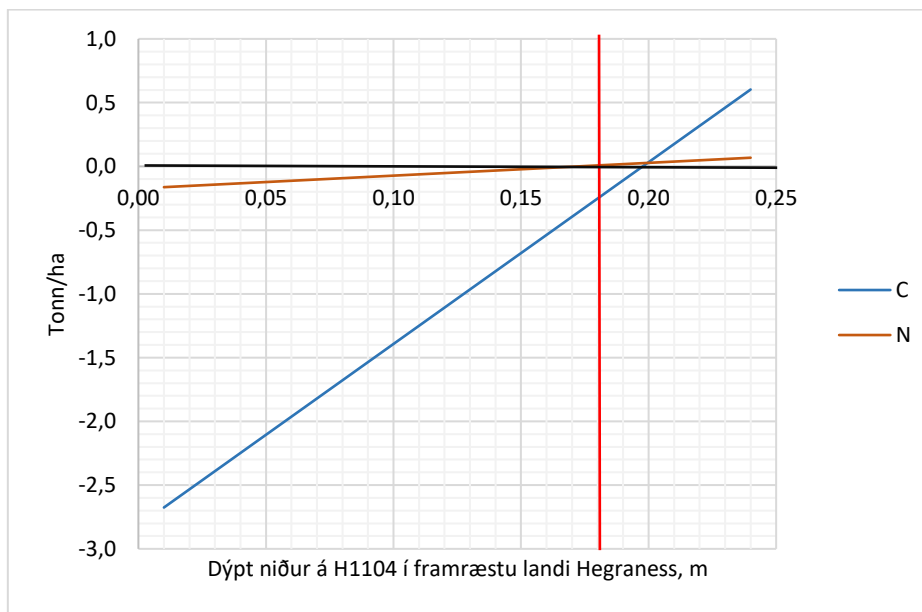
### Næmnigreining á dýpt og rúmpýngd

Þar sem mæld dýpt á H1104 gjóskulagið í framræsta landinu er ótrygg (18 sm) eins og komið hefur fram, voru skoðuð fræðileg áhrif mismunandi dýptar á árlega hreyfingu C og N. Niðurstöðurnar eru dregnar upp í myndum 16 og 17 miðað við meðalrúmpýngd í Kýrholti og Hegranesi.

Ef dýpt á H1104 væri = 0 í framræsta landinu í Kýrholti væri árlegt kolefnistap um 3,5 t/ha og niturtap um 0,2 t/ha. Ef losun C væri = 0 þyrfti dýptin að vera 30 sm niður á H1104 eða 4 sm grynna en í óraskaða landinu og fyrir N hefði dýptin þurft að vera 26 sm. Hins vegar í Hegranesi væri kolefnistapið 2,8 t/ha og N tapið 0,2 t/ha. Til að C losun væri = 0 þyrfti dýptin í Hegranesi að vera tæpir 20 sm eða um 4 sm grynna en í óraskaða landinu og fyrir N tæpir 15 sm.



Mynd 16. Árleg hreyfing á C og N forða í framræstu landi Kyrholts miðað við mælda meðalrúmpyngd ( $0,390 \text{ g/sm}^3$ ) en breytilega dýpt niður á H1104. Lóðrétta rauða línan sýnir dýptina sem var notuð í fyrri útreikningum.



Mynd 17. Árleg hreyfing á C og N forða í framræstu landi Kyrholts miðað við mælda meðalrúmpyngd ( $0,515 \text{ g/sm}^3$ ) en breytilega dýpt niður á H1104. Lóðrétta rauða línan sýnir dýptina sem var notuð í fyrri útreikningum.

### Kolefnistap og jarðvegsþjöppun

Til að leggja mat á að hve miklu leyti kolefnistapið hefur stuðlað að jarðsigi var mismunur á heildarkolefni milli óraskaðs og framræsts votlendis umreiknað yfir í dýpt út frá rúmpyngd jarðvegsins í óröskuðu votlendi hvors svæðis, eftir því sem kemst næst aðferðum Schipper og McLeod (2002). Niðurstöður útreikninganna má sjá í töflu 18. Þær sýna að sig vegna kolefnistaps í Kyrholti var 4,2 sm sem er ríflega 26% af heildarsigi. Í Hegranesi var sigið vegna kolefnistaps einungis 0,6 sm sem er ríflega 9% af heildarsigi. Sigið er því að stærstum hluta vegna samþjöppunar jarðvegs vegna framræslunnar.

Tafla 18. Jarðsig vegna kolefnistaps á rannsóknarsvæðum og hlutfall þess af heildarsigi jarðvegs fyrir ofan 1104. Miðað við 18 sm dýpt.

Svæði	Sig alls, sm	Sig vegna C taps, sm	Hluttur C taps af heildarsigi, %
Kýrholt	16	4,2	26,1
Hegranes	6	0,6	9,2



Borað eftir gjóskulögum í Beingarði

## Umræður

Ekki reyndist unnt að taka sýni á öllum rannsóknarsvæðunum í sýnatökuferðinni. Fyrir því liggja tvær meginástæður. Í fyrsta lagi varð að flýta ferðinni vegna slæmrar veðurspár. Spáð var mikilli rigningu um norðanvert landið í vikunni, en ógerningur er að standa í jarðvegssýnatökum sem þessum í rigningu og bleytu. Sökum veðurs varð ferðin jafnframt styttri en áætlað var í upphafi. Í öðru lagi tók sýnataka talsvert lengri tíma en áætlað var þar sem erfitt reyndist að finna rétt öskulag (H1104) á nokkrum rannsóknarsvæðum, ólíkt því sem niðurstöður vettvangsrannsóknarinnar 12.-14. júní gáfu til kynna. Við það má bæta að sýnatökubúnaður rannsakenda var ekki af bestu gæðum. Því náðist eingöngu að safna sýnum í Kýrholti og Hegranesi. Hægt hefði verið að fara í aðra sýnatökuferð seinna sama sumar. Það var aftur á móti ekki mögulegt vegna anna hlutaðeigandi rannsakenda sem og mikils uppgangs faraldurs COVID19 í samfélaginu á þeim tíma.

### Leitin að gjóskuleiðarlögum og gæðum þeirra

Farið var í sérstaka vettvangsferð í leit að góðum gjóskuleiðarlögum í Skagafirði og Austur Húnavatnssýslu og er stöðunum lýst í töflu 1. Ferðin var árangursrík því að það fundust mjög víða nokkuð skýr meint gjóskulög úr Heklugosinu 1104 í könnunarleiðagrinum, bæði í ræktarlandi og óröskuðu landi. Einnig og jafnvel enn skýrar fundust meint H3 og H4 gjóskulög. Engu að síður var valið að nota H1104 þar sem það þótti áhugavert að miða við gjóskulag frá sögulegum tíma rétt eftir landnám. Val á sýnatökustöðum var ákveðið í framhaldinu en eins og komið hefur fram tókst ekki að fara á öll svæðin vegna þess að það tók lengri tíma en áætlað að finna nógu skýr gjóskulög á stuttum tíma og einnig var sýnatakan tímafrekari en gert var ráð fyrir. Þá kom í ljós í framræsta ræktarlandinu, að búið var að raska mikið eða eyða H1104 laginu með jarðvinnslu (plægingu) og oftast einungis nokkrar slitur sjáanlegar á mörkum plægingafarsins í mörgum tilraunaholum sem voru grafnar.

Eftir á að hyggja hefði það þjónað betur verkefninu að nota H3 eða H4 sem leiðarlag þar sem þau liggja talsvert dýpra en H1104 og í raun skiptir nákvæmur aldur þeirra ekki svo miklu máli. Mestu máli skiptir að staðir sem valdir eru til að bera saman framræst og óframræst votlendi hafi verið svo til eins þegar ræst var fram, því einungis er verið að skoða breytingar sem verða í jarðveginum frá þeim tíma.

### Mat á uppsöfnun jarðvegs fyrir ofan H1104 og niðurbrotsstigi lífræns efnis

Til að fá nákvæmt mat á uppsöfnun jarðvegs fyrir ofan gjóskuleiðarlagið þurfa dýptar- og rúmþyngdarmælingar að vera tryggar. Rúmþyngdarmælingarnar eru nokkuð öruggar í þessari rannsókn sem og dýptarmælingarnar í óraskaða landinu. Hins vegar tókst ekki með góðu öryggi að mæla dýptina í framræsta landinu sem er afar mikilvægt svo hægt sé með nokkurri vissu að áætla breytingar á kolefnis- og niturmagni vegna framræslu. Telja verður þó víst að mat á uppsöfnun lífræns efnis frá H1104 í óröskuðu mýrunum sé nokkuð nákvæmt.

Annað sem veldur óvissu í framræstu mýrunum er hvort jarðvegur hefur verið fluttur til, til jöfnunar eða kýfingar á landi, sem veldur því að skafið hefur verið ofan af yfirborðinu eða bætt á það. Í einni holu í framræsta landinu í Hegranesi var talið líklegt að bætt hafi verið ofan á jarðveginn þar sem dýpt niður á H1104 var 36 sm en meðaldýptin í óröskuðu mýrinni var 24 sm. Það þótti ekki trúverðugt. Mynd 18 sýnir þessa holu. Myndin sýnir einnig vel dýpt plógfarsins sem er um 20 sm og muninn á sýnileika plöntu- og rótarleifa fyrir ofan og neðan farsins.





Mynd 18. Hala 1-8 í kornakrinum í Hegranesi. Efsta ljósa gjóskulagið er staðfest H1104 í um 36 sm dýpt. Tvö neðstu ljósu gjóskulögin eru H3 og H4 í 54 og 57 sm dýpt. Niðurbrotssstig lífræns efnis í efstu 20 sm (plófarinu) var metið H3 á von-Post kvarðanum en H7 fyrir neðan plógfarið.

Möckel o.fl. (2021) mældu 28 til 42 sm dýpt niður á H1104 í þremur óframræstum mýrum í Austur Húnavatnssýslu. Helgi Páll Jónsson (2005) skráði meint (ekki staðfest með mælingum) gjóskulög í 17 þurrlandissniðum í Skagafirði. Þar mældist meint H1104 í mörgum þeirra á 5-45 sm dýpi og oft > 20 sm. Ljóst er að dýpt niður á H1104 gjóskulagið getur verið mjög breytileg á ekki stærra svæði.

Það vekur einnig athygli að jarðvegur í Hegranesi fyrir ofan H1104 reiknast vera meiri í framræsta landinu en í því óraskaða sem nemur ríflega 200 tonnum alls. Möguleg skýring að hluta getur verið mjög mikil áburðargjöf sem mætti áætla vera að jafnaði á bilinu 2-3 þurrefnistonn á ári eða allt að 150 tonn alls á 55 árum. Nýleg safngreining á fjölda rannsóknaniðurstaðna allsstaðar að úr heiminum sýnir að búfjáraður eykur mjög í kolefnisforða jarðvegs og enn frekar ef einnig er borinn á tilbúinn áburður (Gross, Glaser 2021). Áhrifin eru mest hlutfallslega í köldu loftslagi og þar sem kolefnisinnihald jarðvegsins er mjög lágt (<1% C). Áhrifin minnka síðan hlutfallslega eftir því sem náttúrulega kolefnisinnihaldið er meira. Þessi mikla áburðargjöf margfaldar frumframleiðslugetu jarðvegsins sem og þýði ófrumbjarga jarðvegslífvera sem lifa á plöntuleifum sem eru ríkar af óstöðugum (leysanlegum) kolefnissamböndum. Þetta gæti skýrt að hluta þessa miklu jarðvegssöfnun og litla kolefnistap.

Í Kýrholti hins vegar reiknast ríflega 200 tonnum minna af jarðvegi fyrir ofan H1104 í framræsta hlutanum. Þessi munur á milli staða gæti verið að hluta vegna þess að í Kýrholti hefur ekki verið borinn á eins mikill búfjáraður á landið.

Skekkja í dýptarmælingum gæti líka skýrt eitthvað af þessum mun ef t.d. dýptin í Kýrholti væri ofmetin í óraskaða landinu og ofmetin í framræsta landinu í Hegranesi. Það verður þó að teljast ólíklegt að sú skekkja sé mjög mikil.

Mikilvægt er að endurtaka að hér er gert ráð fyrir að uppsöfnun á lífrænu efni fram að framræslu sé jafnmikil á samanburðarsvæðunum. Þar liggur nokkur óvissa, sérstaklega í Hegranesi þar sem fjarlægðin var um 2 kílómetrar á milli framræstu og óröskuðu mýranna. Hins vegar var þessi fjarlægð einungis 2-300 metrar í Kýrholti.

## Huglægt mat á niðurbrotsstigi lífræns efnis með von-Post aðferðinni

Niðurbrotsstig lífræns efnis á að segja til um hlut óstöðugra kolefnissambanda af heildarkolefni jarðvegsins. Því lægra sem niðurbrotsstigið er því meira er af óstöðugu kolefni sem er aðgengilegast fyrir ófrumbjarga lífverur að nýta sér. Stöðug kolefnissambönd eru lítið sem ekkert aðgengileg fyrir ófrumbjarga jarðveglífverur.

Niðurbrotsstig lífræns efnis í framræstu votlendi með von-Post aðferðinni hefur ekki verið prófað hér á landi. Möckel o.fl. (2020) mátu niðurbrotsstig vera H3-H4 í efstu jarðvegslögunum í þremur óframræstum mýrum í Húnavatnssýslu. Eru það sömu niðurstöður og fengust í þessari rannsókn. Þá var niðurbrotsstigið í dýpri lögum fyrir ofan og neðan H[Hekla]4 hærra eða H5-H7 eins og einnig var niðurstaðan hér í framræsta landinu en þó ekki í því óframræsta (mynd 4).

Við framkvæmd von-Post matsins er þó rétt að upplýsa um mögulega skekkjuvalda sem komu í ljós og verður þeim gerð skil hér í handahófskenndri röð:

- **Reynsluleysi:** Enginn rannsakenda í feltinu hafði haldbæra reynslu og/eða æfingu í að beita Von-Post skalanum til að meta niðurbrot í lífrænum votlendisjarðvegi. Því þykir rétt að hafa þann vara á að matið getur verið bjagað með kerfisbundnum hætti út frá skalanum sökum reynsluleysis, engu að síður ætti matið þó að vera sambærilegt innbyrðis. Eflaust er þetta stærsti skekkjuvaldurinn.
- **Handahófskennd sýnataka m.t.t. til jarðvegslaga:** Sýni voru tekin með handahófskenndum hætti, svo til án alls tillits til jarðvegslaga. Spurning er hvort nauðsynlegt sé að staðla sýnatöku á hvoru dýptarstigi fyrir sig (innan og milli svæða) svo að sýni séu alltaf tekin úr hliðstæðum jarðvegslögum í hverri dýpt. Þannig að ef ákveðið dýptarstig samanstendur greinilega af mismunandi jarðvegslögum, sé þess gætt að sýni séu tekin úr sama eða hliðstæðu lagi í öllum endurtekningunum eða öll lögin metin jafnt í hvert skipti. Samanburður milli endurtekninga og milli svæða gæti hugsanlega skekkst ef niðurbrot er metið út frá ólíkum/mismunandi jarðvegslögum milli endurtekninga og/eða svæða, t.d. m.t.t. til greinanlegra plöntuleifa.
- **Framræsla:** Í framræstu landi reyndist erfitt að beita von-Post skalanum sökum þess að jarðvegurinn er ekki vatnsmettaður. Eðli málsins samkvæmt er því ekki hægt að framkvæma matið með þeim hætti *in situ* þar sem kreisting skilar afar litlum upplýsingum. Horfa verður nær eingöngu á greinanlegar plöntuleifar.
- **Aldur/tími:** Líkt og sjá má á mynd 4 er niðurbrot metið meira á neðra dýptarstiginu (20-30 sm) í framræsta landinu. Það er áhugavert út frá því að niðurbrot er almennt talið ganga hraðar fyrir sig þar sem aðgengi að lofti er betra, sem leiðir líkur að því að búast megi við meira niðurbroti í efri lögum jarðvegsins frekar en þeim neðri. Hins vegar er spurning hvort hærrí aldur neðri jarðvegslaga og þar með aukinn tími fyrir niðurbrot til að eiga sér stað útskýri þennan mun.
- **Viðbót lífrænna efna:** Í framræstu ræktarlandi er sífellt verið að bæta „nýju“ lífrænu efni í efstu jarðvegslögin með jarðvinnslu og búfjáraþurði og meiri frumframleiðslu nytjaplantna sem fá áburð. Fyrir vikið er spurn hvort það bjagi niðurbrotsmatið eða hvort taka eigi sérstaklega tillit til þess. Eins og áður segir er framræst land of þurrt til að meta *in situ* án meðhöndlunar á jarðvegssýnum. Vel greinanlegar plöntuleifar eru alltaf miklar og niðurbrot virðist afar lítið út frá þeim þætti (sem jafnframt er sá helsti sem hægt er að líta til í framræstu ræktarlandi), en það gæti stafað af því að þær eru margar hverjar mjög nýjar í stóra samhenginu. Ætli viðbót lífrænna efna í framræstan ræktarjarðveg sé mun meiri en náttúruleg viðbót í óframræstu votlendi? Ef svo er, þyrfti e.t.v. að taka mið af því einnig þegar svæði eru borin saman.

Enn má bæta aðferðafræði við mat á lífrænu niðurbroti *in situ* og auka þekkingu og þjálfun matsmanna á beitingu von-Post skalans til að auka gagnsemi matsins. Aðferðafræði mætti helst bæta með þeim hætti að hvert sýni/svæði uppfylli betur forsendur skalans um vatnsmettaðan jarðveg.

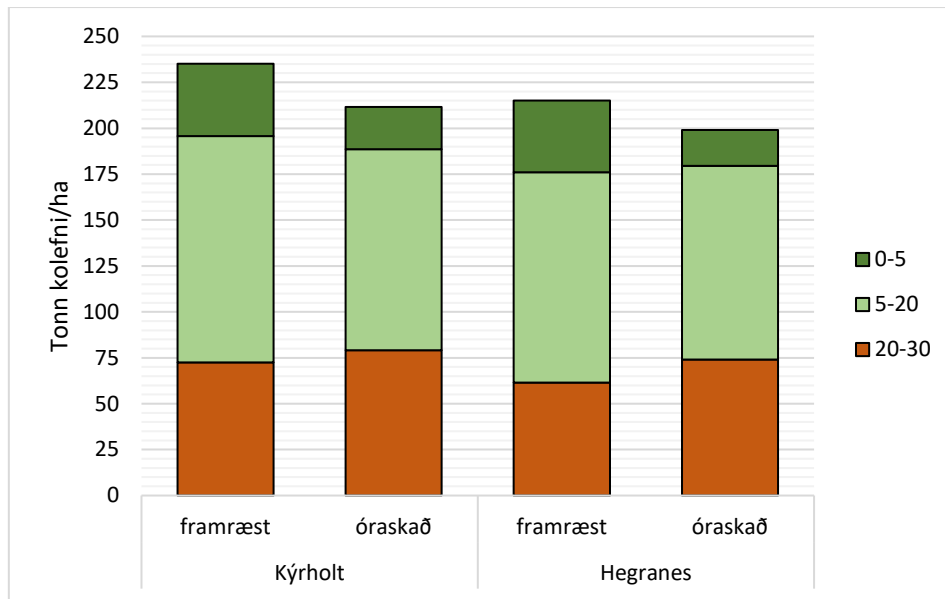
### Kolefnis- og niturbreytingar í jarðvegi eftir framræslu

Út frá niðurstöðum verkefnisins er áætlað að frá árinu 1104 hafi árleg kolefnisbinding í óröskuðu votlendi að jafnaði verið 0,27 tonn á hektara í Kýrholti og 0,17 tonn á hektara í Hegranesi. Áhugavert er að bera þessar tölur saman við hliðstæð gögn úr ábörnum þurrlandistúnum, t.a.m. greindu Þorsteinn Guðmundsson, Guðni Þorvaldsson og Hólmgeir Björnsson (2018) frá því að áborin tún á malarríku sandi á Geitasandi (með upphaflega 0,6% C), sem fengu 50-200 kg N/ha árlega í tilbúnum áburði, hafi bundið á bilinu 0,4-0,6 tonn kolefni á hektara árlega yfir 50 ára tímabil. Sem er 36-55% meiri binding en reiknast hér í Kýrholti og 60-72% meiri binding en í Hegranesi. Sunna Áskelsdóttir (2012) rannsakaði, til viðbótar við Geitasand, kolefnisbreytingar í þremur langtímatilraunum á túnum með mun hærra kolefnisinnihald (6-12% C). Þar voru kolefnisbreytingarnar í 0-20 sm jarðvegi eftir 35-45 ára ræktun, mun minni; svo til engar í reitum sem fengu 0 kg N/ha í áburði og að jafnaði 7% aukningu í reitum sem fengu 55-180 kg N/ha (eftir stöðum).

Einnig var ákveðið að reikna út niturlosun, þar sem frumefnin nitur og kolefni eru bæði gjarnan bundin í lífrænu efni í jarðvegi og losna við öndun. Nitur er jafnframt nauðsynlegt plöntum til vaxtar og eðlilegs þroska. Niturbúskapur ræktarjarðvegs eins og er hér til skoðunar er afar mikilvægur mælipáttur út frá búvísindalegu sjónarhorni. Niturlosun í jarðvegi er ekki eins mikil og kolefnislosun hlutfallslega. Það skýrir hvers vegna C/N hlutfall jarðvegs lækkar í kjölfar framræslu, þó losun aukist. Aðrir þættir hafa þó óneitanlega áhrif, svo sem áburðargjöf, hvort sem um er að ræða tilbúinn eða lífrænan áburð, sem eru iðulega niturríkir.

Framræslan hefur lækkað umtalsvert kolefnisstyrk í jarðveginum vegna sundrunar á lífrænu efni. Mismunurinn hefur tapast úr jarðveginum bæði á gasformi sem gróðurhúsalofttegund ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{NH}_3$ ) og við útskolun og veðrun á ólífrænu formi ( $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{CO}_2$ ) eða með lífrænum ögnum. Safngreining (e. *meta-analysis*) á fjölda rannsóknaniðurstaðna fyrri ára sýna að uppleyst kolefni sem tapast úr ræktarjarðvegi getur verið umtalsvert og er oft vanmetið (Nakhavali o.fl.2021). Engar mælingar hafa þó verið gerðar á útskolun kolefnis í ræktarjarðvegi hér á landi.

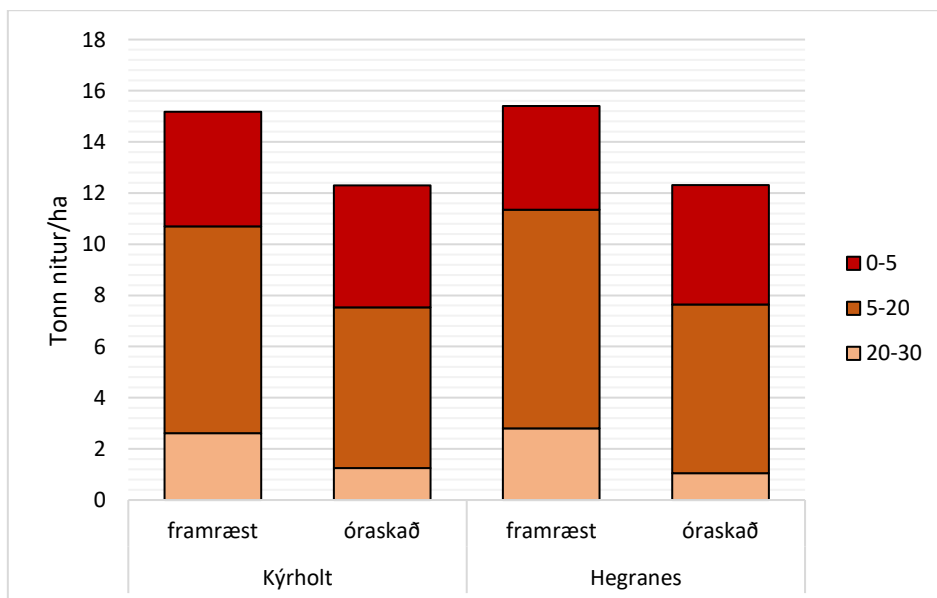
Ef skoðað er magn kolefnis í efstu 30 sm jarðvegs á rannsóknasvæðunum (mynd 19) sést að það er meira kolefni í framræsta landinu en óraskaða landinu þrátt fyrir að kolefnisstyrkurinn (kg/kg) sé þar talsvert minni. Hins vegar á móti er rúmpýngdin mun meiri í framræsta landinu en því óraskaða. Mestur er munurinn í efstu 0-5 sm, minna í 5-20 sm og enginn marktækur munur er á milli framræsts og óframræsts lands í 20-30 sm dýpt. Í heildina er 11% og 8% meira kolefni í framræsta landinu í Kýrholti og Hegranesi miðað við óraskaða landið á þessum stöðum.



Mynd 19. Heildarmagn kolefnis á hektara í efstu 30 sm jarðvegs á rannsóknasvæðunum.

Breytingar á niturstyrk voru hins vegar svo til engar í Hegranesi í framræsta landinu en í Kýrholti var áætlað að um 70 kg N/ha hafi tapast þar árlega. Björn Thorsteinsson o.fl. (2019) mældu útskolun næringarefna í framræstu landi á Hvanneyri þ.m.t. niturútskolun. Ársútskolun niturs 2001 – 2002 reyndist vera um 15 kg N/ha.

Þegar skoðað er magn niturs í efstu 30 sm jarðvegs á rannsóknasvæðunum (mynd 20) sést að það er meira N í framræsta landinu en óraskaða landinu þrátt fyrir að N styrkurinn (kg/kg) sé svipaður eða heldur minni þar. Mestur er munurinn í 20-30 sm dýpt. Í heildina er 23% og 25% meira nitur í framræsta landinu í Kýrholti og Hegranesi miðað við óraskaða landið á þessum stöðum.



Mynd 20. Heildarmagn niturs á hektara í efstu 30 sm jarðvegs á rannsóknasvæðunum.

Kolefnislosun fyrir ofan H1104 gjóskulagið reiknast hér annars vegar 1,39 tonn á hektara á ári sl. 70 ár í Kýrholti og 0,26 tonn á hektara á ári sl. 55 ár á Hegranesi. Rýrnun kolefnisforðans reiknast síðan 0,57% á ári í Kýrholti og 0,20% á ári á Hegranesi. Áætlað er því, miðað við þessar forsendur, að um 40% kolefnis í framræstu landi Kýrhólts og um 12% af kolefni í framræstu landi Hegraness hafi tapast frá því landið var ræst fram í jarðvegi fyrir ofan H1104. Dýpt niður á H1104 í óraskaða votlendinu var breytileg eftir stöðum eða einungis 24 sm í Hegranesi en 34 sm í Kýrholti að jafnaði sem útskýrir að mestu þennan mikla mun á losun milli staða. Þá var talsverður breytileiki á dýpt innan staða.

Gera má einnig ráð fyrir að kolefnislosun í jarðveginum verði fyrir neðan H1104 en það var ekki mælt í þessu verkefni. Það hefur talsvert verið rannsakað erlendis hversu djúpt og mikið kolefnislosunin nær og það eru margir þættir og samspil þeirra sem ráða því. Nærtækast er að vísa í rannsóknir Möckel o.fl. (2020, 2021) sem rannsökuðu þætti sem hafa mikil áhrif á kolefnislosun og bindingu í þremur frekar ólíkum óröskuðum mýrum í Austur Húnavatnssýslu og sem eru einungis í um 38-58 km fjarlægð frá Hegranesi og Kýrholti. Þrjú jarðvegslög voru skoðuð m.t.t. kolefnislosunar; yfirborðslag (u.þ.b. jarðvegur fyrir ofan H1104), jarðvegslag fyrir ofan H4 og jarðvegslag fyrir neðan H4. Öndun (kolefnislosun) þessara laga var mæld við kjörkastig í 400 daga samfelld við 5°C, 15°C eða 25°C jafnan jarðvegshita. Það áhugaverðasta verður dregið saman hér.

Jarðvegshiti hafði eins og við var að búast, mikil áhrif á kolefnistapið en einnig var gríðarlegur munur á milli staða og jarðvegslaga. Með hverri hitagráðu frá 5°C til 15°C jókst kolefnistapið um 14% á 400 dögum en heldur minna frá 15°C-25°C (en þá breytilegt eftir stöðum). Til samanburðar liggur meðal jarðvegshiti á láglandi á Íslandi á bilinu 3-5°C. Kolefnistapið var ríflega tvöfalt meira úr jarðvegi frá efsta jarðvegslaginu (fyrir ofan H1104) en frá neðri jarðvegslögum og fjórfaldur munur var á kolefnistapi milli staða úr jarðvegi úr efsta jarðvegslaginu. Það er aðallega tvennt sem útskýrir þennan mikla mun. Í fyrsta lagi er munur milli jarðvegslaga í hvaða efnasamböndum kolefnið er flækt í og sem eru misstöðug (leysanleg). Óstöðugstu kolefnissamböndin, sem eru jafnframt aðgengilegust fyrir ófrumbjarga jarðvegslífverur, finnast mest í efsta jarðvegslaginu en minna í þeim neðri þar sem kolefnissamböndin er stöðugri og minna leysanleg. Þá binst kolefni mun fastar við steindir úr gosefnum en öðrum steindum sem leiðir til þess að mikið gosefnablandaður jarðvegur bindur (heldur) meira kolefni en lífrænn jarðvegur utan við eða fjær áhrifum virkra eldfjalla. Mýrin í þessari rannsókn sem var með lang minnsta kolefnistapið í efsta jarðvegslaginu var undir minnstu áhrifum af gosefnum.

Aðrir þættir sem stýra kolefnislosun í lífrænum jarðvegi er; (a) sýrustig sem hefur áhrif á leysanleika margra næringarefna, (b) C/N hlutfall, (c) rakastig, (d) grunnvatnsstaða, (e) magn næringarefna á aðgengilegu formi og (f) ræktun með tilheyrandi jarðvinnslu og áburðargjöf (t.d. Berglund Ö. & Berglund K. 2011).

Með vísan í rannsóknir Möckels og fleiri verður að teljast líklegt að það dragi mjög hratt úr öndunarvirkni fyrir neðan yfirborðslagið af fyrirtöldum ástæðum.

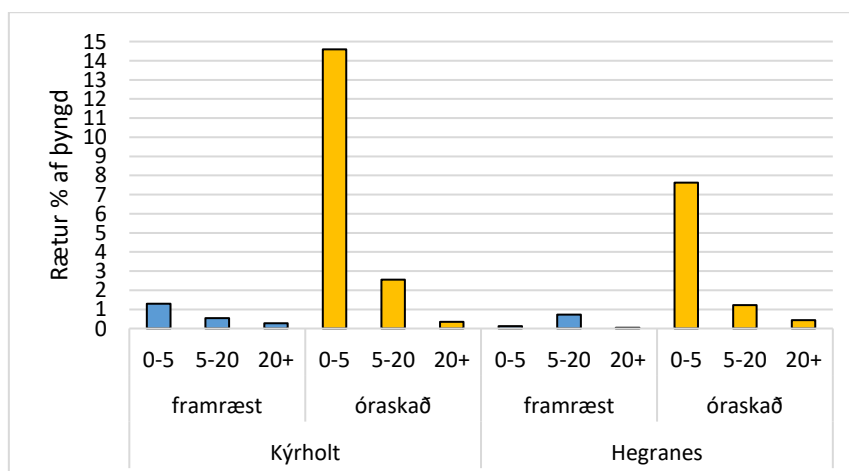
Samkvæmt landnýtingarflokkum (LULUCF) loftslagsbókhalds Íslands (NIR 2019) flokkast allt ræktarland á Íslandi undir „akurlendi“ þ.m.t. tún, en ekki „graslendi“. Þá er allt framræst ræktarland sett í sama jarðvegslökk sem er „lífrænn“ (*peat*) jarðvegur. Þessi jarðvegur losar samkvæmt loftslagsbókhaldinu 7,9 tonn C/ha á hverju ári. Hægt er að setja upp ýmsar sviðsmyndir byggðar á niðurstöðum þessa verkefnis til þess að meta hvað þarf til að framræsta landið hér losi svona mikið kolefni. Til þess að kolefnislosunin næði 7,9 tonnum á hektara í Kýrholti þyrfti jafnmikil losun að ná niður á 1,02 metra dýpi en í Hegranesi niður á 5,47 metra dýpi miðað við 18 sm jarðvegisdýpt niður á H1104 í framræsta landinu. Það ber hins vegar að varast að draga víðtækar ályktanir út frá niðurstöðum þessa einstaka verkefnis. Frekari rannsókna er þörf.

Losunin sem hér mælist verður að teljast lítil miðað við eldri mælingar sem gerðar hafa verið í framræstu óræktuðum lífrænum mýrum (Jón Guðmundsson og Hlynur Óskarsson, 2014; Rannveig Ólafsdóttir 2015) en í loftslagsbókhalda Íslands (NIR 2019) er gert ráð fyrir að ræktarland losi um 40% meira kolefni en óræktað framræst land. Við samanburð losunartalna verður þó að hafa í huga að matsaðferðir geta verið mjög mismunandi. Til dæmis er hér notast við aðra aðferð en Jón Guðmundsson og Hlynur Óskarsson og Rannveig Ólafsdóttir beittu í sínum rannsóknum, sem kann að skýra muninn að miklu leyti. Hér er hins vegar notast við nýja aðferð til að meta losun kolefnis yfir langan tíma byggð á dýpt gjóskulaga líkt og Gunnhildur Eva Gunnarsdóttir (2017) beitti í sínu MS verkefni, en þar kom m.a. í ljós hve breytileg losunin getur verið eftir aðstæðum hverju sinni. Gunnhildur áætlaði meðallosun hjá sér vera 1,7 tonn C/ha ári í framræstum óræktuðum mýrum.

Þessi aðferð, að bera saman heildarkolefnisforða ofan við þekkt gjóskulag í annars vegar framræstu og hins vegar hliðstæðu óröskuðu votlendi, gefur okkur vísbendingar um hver losunin hafi að jafnaði verið frá því landið var ræst fram og fram á daginn sem sýnin voru tekin. Því getum við ekki notað þessa aðferð til að segja til um hver losunin er nú í rauntíma. Jafnframt er ólíklegt að kolefnislosun sé stöðug alla tíð. Ekki er útilokað að losunin sé einna mest fyrstu árin eftir framræslu og dragist síðan saman þar til ákveðnu jafnvægi er náð með árunum (t.d. Grønlund o.fl. 2008). Að því sögðu þá undirstrika niðurstöður þessa verkefnis að ekki eru öll kurl komin til grafar varðandi losunarútreikninga. Losunartölurnar sem hér birtast eru lágar og benda til þess að losun af framræstu ræktarlandi á Íslandi geti verið ofmetin sé miðað við staðla IPCC. Nauðsynlegt er að halda áfram rannsóknum á kolefnislosun íslensks ræktarlands.

### Bændarúmpýngd vs. raunrúmpýngd

Það er talsverður munur á raunrúmpýngd annars vegar og bændarúmpýngd hins vegar. Sérstaklega við lága rúmpýngd (0,1-0,4) þar sem bændaaðferðin ofmetur rúmpýngdina umtalsvert. Það skýrist af því að í tilfelli bændarúmpýngdar er búið að fjarlægja allar stórar rætur úr sýninu og sigta það í gegnum 2 mm sigti áður en rúmpýngdin er mæld. Fyrir vikið er minna holurými og minna af „léttu“ efni (rótum) í sýninu. Mynd 21 sýnir hlut róta í jarðvegssýnum eftir svæðum og jarðvegisdýpt. Á óröskuðu svæðunum voru rætur með 7-15% hlutdeild af þýngd jarðvegs í 0-5 sm dýpt þar sem frávikin milli bændarúmpýngdar og raun rúmpýngdar voru lang mest (ekki sýnt). Engu að síður er sterkt samband á milli þessara aðferða sem gefur vonir um að hægt sé að umreikna bændarúmpýngd yfir í raunrúmpýngd með aðhvarfsjöfnum en til þess þarf frekari rannsóknir.



Mynd 21. Áhrif framræslu og jarðvegisdýptar á hlut róta í jarðvegssýnum í þremur mismunandi dýptum í Kýrholti og Hegranesi.



## Næmnigreining – áhrif jarðvegsdýptar að gjóskulagi á kolefnis- og niturlosun

Tilgangur næmnigreiningarinnar var að skoða hvaða áhrif það hefur á kolefnislosunina ef dýpt niður að viðmiðunargjóskulagi er breytt frá mældum gildum. Einnig var skoðað hvað breytingar á rúmþyngd hafði mikil áhrif á losunargildin. Eins og hún kemur fyrir hér er útlit fyrir að dýpt niður á viðmiðunar gjóskulag hafi meiri áhrif á sögulega losun frá framræslu heldur en rúmþyngdin í framræsta landinu (ekki sýnt). Það þarf svo sem engan að undra, enda bendir lægri dýpt til þess að meira jarðvegstap sé búið að eiga sér stað en á móti vegur aukin rúmþyngd vegna framræslunnar. Ítrekað er að næmnigreiningin er fyrst og fremst fróðlegs eðlis og er ekki ætluð til grundvallar við mat á losuninni. Í því samhengi er vísað til settra fyrirvara við næmnigreininguna í niðurstöðukafla hér að ofan.

## Jarðsig

Jarðsig af völdum kolefnistaps reiknast hér annars vegar 4,2 sm í Kýrholti að 70 árum liðnum og hins vegar 0,6 sm á Hegrnesi (m.v. 18 sm dýpt) að 55 árum liðnum frá framræslu. Kolefnistap stendur þannig fyrir 26,1% jarðsigs í Kýrholti og 9,2% jarðsigs í Hegrnesi. Þættir sem stuðla að jarðvegsþjöppun, t.d. vatnsfrárennsli og véla- og dýraumferð eru líklegir til að skýra restina af jarðsiginu. Við sambærilega rannsókn á Nýja Sjálandi mátti rekja 63% jarðsigs í framræstu landi til þjöppunar en 37% til taps á lífrænu efni í jarðveginum (Schipper og McLeod 2006). Þar hafði jarðvegur sigið um 137 sm á 40 árum, enda upphafleg rúmþyngd mjög lítil og upphafleg dýpt 174 sm. Hér mældist sigið einungis 6 og 16 sm eftir 55 og 70 ára framræslu. Norskar rannsóknir sýna að jarðsig er lang mest fyrstu árin eftir framræslu aðallega vegna jarðvegsþjöppunar en síðan dregur verulega úr sigráðanum (Grønlund o.fl. 2008). Rétt tæplega helmingur sigsins er að jafnaði vegna kolefnistaps. Algengt er að meðalsig í 50-70 ára framræstu landi sé 2-3 sm á ári eða um 100-200 sm alls sem er mun meira en mældist hér enda rúmþyngd og öskuinnihald verulega minna og kolefnisstyrkur mun meiri í Noregi.

## Steinefnabúskapur

Aðgengi að leysanlegum steinefnum getur haft mikil áhrif á lífvirkni jarðvegs og þar með kolefnisbúskap. Uppleyst steinefni koma að langstærstum hluta úr bergsteindum jarðvegsins sem veðrast mishratt. Basískt berg (basalt), eins og í Skagafirði, er frekar ríkt af kalsíum og magnesíum sem getur veðrast hratt, en snautt af kalí sem veðrast hægt (Þorsteinn Guðmundsson 2018). Uppleystu steinefnin eru að hluta tekin upp af plöntum og fjarlægð með uppskeru í ræktarlandi og að hluta tapast þau með útskolun. Þau höfuðnæringarefni sem mest eru takmarkandi fyrir lífvirkni í lífrænum jarðvegi er fosfór og síðan kalí (fyrir plöntur aðallega) en mikið er af aðgengilegu nitri ef C/N hlutfallið er hagstætt í ræktarjarðveginum.

Framræslan og ræktunin sem henni fylgir skýrir þær breytingar sem hafa orðið á magni aðgengilegra næringarefna í jarðveginum í samanburði við óraskað votlendi. Mest er af aðgengilegum næringarefnum í efstu 5 sm jarðvegsins bæði í framræsta landinu og því óraskaða og meira var af aðgengilegum efnum í Hegrnesi en í Kýrholti. Magn aðgengilegs fosfórs er fimmfalt meira í framræsta landinu en í óraskaða landinu sem er út af því að mun meiri fosfór er borinn á en fjarlægður með uppskeru og útskolun er óveruleg (Þorsteinn Guðmundsson 2018). Fosfór safnast því upp og gerir landið frjósamara. Hins vegar er aðgengilegt kalí helmingi lægra í framræsta landinu en í óraskaða landinu sem er vegna þess að yfirleitt er borið minna á af K en það sem er fjarlægt með uppskeru. Að auki voru jarðvegssýnin tekin í júlí eftir að tún voru slegin í kjölfar mikillar K upptöku sem lækkar K-töluna.

Einnig er áhugavert að sjá gífurlegt magn mangans (Mn) í efstu 5 sm óraskaða landsins í Kýrholti. Mikill breytileiki er í mælingunum en erfitt að útskýra hvað veldur því (sjá töflu 22 í viðauka 1).

### Samanburður við hliðstæðar rannsóknir

Erlendar rannsóknir sem nýta sér gjóskulög til að meta langtímalosun kolefnis í framræstu landi eru vandfundnar. Rannsókn á Nýja Sjálandi áætlaði langtímakolefnislosun í 40 ára gamalli framræstri mýri á kúabúi sem byggði á mælingum útfrá um 1800 ára gömlu gjóskulagi. Heildar kolefnislosunin reyndist 148 t C/ha sem gera um 3,7 t C/ha árlega (Schipper og McLeod 2006). Þarna var rúmpyngdin mun minni en í þessari rannsókn eða 0,06 t/m<sup>3</sup> í óröskuðu mýrinni og 0,26 t/m<sup>3</sup> í framræstu mýrinni á mótum 0,26 og 0,43 t/m<sup>3</sup> hér. Þá er meðal árs lofthiti í Waikato Nýja Sjálandi um 14°C en um 3°C á Sauðárkróki.

Aðeins ein hliðstæð rannsókn hefur verið framkvæmd á Íslandi, þar sem kolefnisbúskapur jarðvegs var kannaður yfir ákveðnu gjóskulagi í framræstum óræktuðum mýrum (Gunnhildur Eva Gunnarsdóttir, 2017) og var hún reyndar kveikjan að þessu verkefni. Aðferðafræði við öflun og meðhöndlun sýna núverandi verkefni og þess sem um ræðir er keimlík ef ekki eins að allra mestu leyti. Hins vegar eru reikniaðferðir sem hér var beitt frábrugðnar að því leiti að tekið var tillit til rúmpyngdar jarðvegs og dýpt niður á viðmiðunargjóskulag í óröskuðu landi sem ekki var gert í verkefni Gunnhildar. Að auki er einn meginmunur á sýnatökum milli verkefnanna. Í þessu verkefni eru efstu 5 sm jarðvegsins með í uppgjöri á heildarmagni kolefnis en ekki í verkefni Gunnhildar. Vert er að hafa það í huga ásamt öðru sem hefur verið nefnt ef niðurstöður úr þessum verkefnum eru bornar saman.

## Ályktanir – tillögur um bætt verklag

Við framkvæmd þessa verkefnis kom ýmislegt í ljós sem eftir á að hyggja mætti hafa verið gert öðruvísi eins og þegar hefur verið greint frá hér að framan. Það kom nokkuð á óvart hvað auðvelt var að bera kennsl á gjóskulög sumstaðar en erfitt annarsstaðar þó að mjög stutt væri á milli staða, jafnvel ekki nema nokkrir metrar. Stundum voru gjóskulögin mjög skýr í framræsta landinu en sáust illa í sambærilegu óröskuðu landi rétt hjá, eða öfugt. Engu að síður telst þessi aðferð gagnleg til að kortleggja vel og skipulega, langtíma kolefnistap í framræstu ræktarlandi á Íslandi en einnig aðrar breytingar sem verða á jarðvegi við framræslu lands.

Hér eru okkar tillögur í grófum dráttum að bættu verklagi við framkvæmd svona rannsókna.

### Staðarval

Mikilvægt er að gefa sér tíma, meiri en hér var gert, til að velja heppileg svæði fyrir sýnatöku í viðkomandi héruðum í fylgd staðkunnugra. Fljótlegast er að fara víða um með sýnabor sem nær helst á 1,0-1,5 m dýpi (sjá mynd 22). Í framhaldinu ætti að velja tvo staði, einn í óröskuðu landi og einn í framræstu landi, til þess að grafa skurði niður fyrir álitleg leiðarlög og skrá öll gjóskulög í sniðunum og dýpt þeirra frá yfirborði. Þá þarf að taka gjóskusýni úr lögnum til aðalefngreininga svo hægt sé að staðfesta uppruna þeirra. Þessi lagskipting sniða og innbyrðis afstaða gjóskulaga er síðan notuð sem viðmið þegar fleiri staðir verða valdir fyrir sýnatökur á svæðinu. Það mun auðvelda mjög rétta greiningu gjóskulaga úr borkjörnum. Stundum getur í upphafi verið erfitt að greina á milli gjóskulaga og ljósra leirlaga en þó er ápreifanlegur munur í kornastærð á milli gjósku og leirs sem gerir það auðvelt að greina þarna á milli á staðnum.



Mynd 22. Þessi sýnatökubor var notaður við leit að gjóskulögum og reyndist vel. Hann náði sýnum í allt að 1,2 metra dýpt.

Ganga þarf úr skugga um eins og hægt er, að jarðvegur á stöðunum hafi ekki verið færður mikið til í framræsta landinu, aðeins þúfujafnað og plægt. Einnig er mikilvægt að aldur framræslu og ræktunarsagan (áburður, kölkun, hvað hefur verið ræktað) sé nokkuð vel skráð. Sambærilegt óraskað



votlendi þarf að vera sem næst framræsta landinu og sömu gerðar. Eigi að nota gjóskuleiðarlög til að tengja saman ólík svæði þarf að ganga úr skugga um að gjóskan lendi neðan vinnslusvæðis svæðanna.

Votlendið þarf að vera það blautt upp í rót að hægt sé að kreista vatn úr jarðveginum. Votlendisjarðvegurinn verður samt að vera það þéttur að hægt sé að ná góðum rúmmálssýnum og dýptarmælingum með jarðvegsbor niður fyrir gjóskuleiðarlagið. Svona votlendi getur verið mjög þýft og þúfnakollar þurrir með þurrlendisgróðri. Við sáum að gjóskulög sem lágu grunnt eins og H1104 bylgjuðust í takt við þúfurnar en ekki dýpri gjóskulög eins og H3 (sjá mynd 23). Þetta þarf að hafa í huga við skipulag á sýnatökum.



Mynd 23. Snið sem sýnir staðfest ljóst H3 gjóskulag sem liggur lárétt neðst og staðfest ljóst H1104 gjóskulag sem liggur talsvert ofar en brotnar og lyftist með þúfunni á yfirborðinu.

### Val á gjóskuleiðarlagi

Best er að gjóskuleiðarlagið sé á meira en 25-30 sm dýpi í framræsta landinu. Dæmi um góð leiðarlög í Skagafirði eru H3 eða H4. Ef vafi er á uppruna gjóskulaga þarf að taka sýni til greiningar til að fá það staðfest og að allsstaðar sé miðað við gjósku úr sama eldgosi.

### Sýnataka

Besti sýnatökutíminn er mitt sumarið þegar votlendið er þurrast. Til að spara vinnu er æskilegast að vera með þannig bor að ekki þurfi að grafa skurði eða holur. Þá þarf borinn að vera það góður að hægt sé að mæla með honum nokkuð örugglega jarðvegsrúmmál og nákvæma dýpt niður á gjóskulag. Semsagt öll sýnataka verði lóðrétt niður en ekki að hluta lárétt. Jarðvegurinn getur verið mjög þéttur, sérstaklega í framræsta landinu. Því þurfa sýnaborar að vera vel beittir og jafnvel vélknúnir.

Fjöldi sýnatökustaða ætti að vera sem næst 10 í hverri spildu, valdir svo til að handahófi eða í beinum línunum þvert á skurði og skurðbakka á milli, sérstaklega þar sem grunur er um að jarðvegur hafi verið fluttur mikið til. Mögulega þarf að bora fleiri holur í hverri spildu til að fá betra meðaltal á dýpt niður



á leiðarlag. Borkjörnum ofan við gjóskulagið ætti skipta a.m.k. í þrennt eftir dýpt en þar sem efsta lagið er samt bara um 5 sm. Æskilegt er einnig að taka eitt aukasýni neðan við gjóskulagið á hverjum stað. Dýptarsýnin eru notuð til að mæla gerð, rúmpyngd, öskuinnihald, sýrustig og kolefnis-, nitur- og steinefnainnihald jarðvegsins. Einnig mætti meta niðurbrotsstig lífræns efnis *in-situ* með von-Post aðferðinni. Í stað von-Post, eða sem viðbót, er hægt að mæla niðurbrotsstigið með hlutlægum aðferðum, þ.e. efnagreiningum sem t.d. mæla magn fjölsýkrunga (aðallega sellulósa) og annarra kolvetna í jarðvegssýnunum. Eftir því sem hlutfall fjölsýkrunga af lífrænu efni er hærra því lægra er niðurbrotsstigið.



*Rannsóknateymið að störfum í folti. Efst til vinstri María Svavarsdóttir, efst til hægri Þóroddur Sveinsson, Þórarinn Leifsson, Bergrún Arna Óladóttir, neðst Teitur Sævarsson, Þorbjörg Helga Sigurðardóttir, Eiríkur Loftsson, Bergrún Arna Óladóttir*



## Heimildir

Armstrong A. C., Castle D. A. 1999. Drainage of Organic Soils. In *Agricultural Drainage* John Wiley & Sons, Ltd., s1083-1105. DOI: <https://doi.org/10.2134/agronmonogr38.c34>

Arnalds O. (2015). The Soils of Iceland. World Soils Book Series, Springer, Dordrecht, The Netherlands. <http://www.springer.com/environment/soil+science/book/978-94-017-9620-0>.

Berglund Ö., Berglund K. 2011. Influence of water table level and soil properties on emissions of greenhouse gases from cultivated peat soil. *Soil Biology & Biochemistry*, 43, 923–931. <http://dx.doi.org/10.1016/j.soilbio.2011.01.002>

Björn Thorsteinsson, Guðmundur Hrafn Jóhannesson, Arngrímur Thorlacius, Thorsteinn Guðmundsson 2019. Precipitation, runoff and nutrient losses from cultivated Histosols in western Iceland 32, 61-74, <http://doi.org/10.16886/IAS.2019.06>

Dugmore A. J., Cook G. T., Shore J. S., Newton A. J., Edwards K. J., Larsen, G. 1995. Radiocarbon dating tephra layers in Britain and Iceland. *Radiocarbon*, 37(2), 379-388. <https://doi.org/10.1017/S003382220003085X>

Grétar Guðbergsson 1975. Myndun móajarðvegs í Skagafirði. *J. Agr. Res. Icel.* 7, 20-45.

Gross A., Glaser B. 2021. Meta-analysis on how manure application changes soil organic carbon storage. *Sci Rep* 11, 5516 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41598-021-82739-7>

Grønlund Arne, Hauge Atle, Hovde Anders, Rasse Daniel P. 2008. Carbon loss estimates from cultivated peat soils in Norway: a comparison of three methods. *Nutr Cycl Agroecosyst* (2008) 81:157–167.

Guðni Þorvaldsson, Hólmgæir Björnsson, Þorsteinn Guðmundsson 2003. Langtímaáhrif mismunandi nituráburðar á uppskeru og jarðveg. *Tilraun 19-54 á Skriðuklaustri*. Fjölrit Rala nr. 212, 79s.

Guðni Þorvaldsson, Þorsteinn Guðmundsson 2018. Meira um losun gróðurhúsalofttegunda úr votlendi. *Bændablaðið* 22. febrúar, 39.

Guðný Zoëga 2008. Keldudalur í Hegranesi, fornleifarannsóknir 2002-2007. *Smárit Byggðasafns Skagfirðinga* X, 38s.

Gunnhildur Eva G. Gunnarsdóttir 2017. A novel approach to estimate carbon loss from drained peatlands in Iceland (meistararitgerð). *Líf- og umhverfisvísindadeild Háskóla Íslands*.

Heiri O., Lotter A. F., Lemcke G. 2001. Loss on ignition as a method for estimating organic and carbonate content in sediments: reproducibility and comparability of results. *Journal of paleolimnology*, 25(1), 101-110.

Helgi Páll Jónsson 2005. Gjóskulög í Skagafirði. *BS ritgerð við Háskóla Íslands, Raunvísindadeild – jarð- og landfræðiskor*, 60s.

<https://notendur.hi.is/oi/BS%20ritgerdir/HPJ%20-%20oskulog%20i%20Skagafirdi.pdf>

Hijbeek R, van Loon MP, van Ittersum MK. 2019. Fertiliser use and soil carbon sequestration: opportunities and trade-offs. CCAFS Working Paper no. 264. Wageningen, the Netherlands: CGIAR Research Program on Climate Change, Agriculture and Food Security (CAAFS), 23s. [www.ccafs.cgiar.org](http://www.ccafs.cgiar.org)

Hooijer A, S. Page, J. Jauhiainen, W. A. Lee, X. X. Lu, A. Idris, G. Anshari 2012. Subsidence and carbon loss in drained tropical peatlands. *Biogeosciences*, 9, 1053–1071.

IPCC, Ed. 2013. *Climate Change 2013: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the IPCC 2006. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volume 4: Agriculture, Forestry and Other Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, Cambridge University Press.

IPCC 2014. Supplement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Wetlands. T. Hiraishi, Krug, T., Tanabe, K., Srivastava, N., Baasansuren, J., Fukuda, M. and Troxler, T.G., IPCC, Switzerland.

IPCC 2014. Revised Supplementary Methods and Good Practice Guidance Arising from the Kyoto Protocol. (T. Hiraiishi, T. Krug, K. Tanabe, N. Srivastava, J. Baasansuren, M. Fukuda, & T. Troxler, Hrsg.) IPCC, Switzerland.

Jón Guðmundsson 2016. Greining á losun gróðurhúsalofttegunda frá íslenskum landbúnaði. Landbúnaðarháskóli Íslands, 71 bls.

Jón Guðmundsson, Hlynur Óskarsson 2014. Carbon dioxide emission from drained organic soils in West-Iceland. Í: Guðmundur Halldórsson, Francesca Bampa, Arna Björk Þorsteinsdóttir, Bjarni D Sigurðsson, Luca Montanarella og Andrés Arnalds (ritstjórar) Soil Carbon Sequestration for climate, food security and ecosystem services. International conference Reykjavík, Iceland, 27–29 May 2013. EU JRC Policy report JRC88412, 155–159. doi: 10.2788/17815.

Jón Gunnar Ottósson, Anna Sveinsdóttir og María Harðardóttir, ritstj. 2016. Vistgerðir á Íslandi. Fjölrit Náttúrufræðistofnunar nr. 54. 299 s. [https://utgafa.ni.is/fjolrit/Fjolrit\\_54.pdf](https://utgafa.ni.is/fjolrit/Fjolrit_54.pdf)

Keller Nicole, M. Stefani, Sigríður Rós Einarsdóttir, Á. K. Helgadóttir, J. Guðmundsson, A. Snorrason, J. Þórsson, L. Tinganelli 2019. National Inventory Report (NIR), Emissions of Greenhouse Gases in Iceland from 1990 to 2017. Submitted under the United Nations Framework Convention on Climate Change and the Kyoto Protocol. The Environment Agency of Iceland, 367 s.

Larsen G., Thorarinnsson S. 1977. H4 and other acid Hekla tephra layers. *Jökull* 27, 28-46.

Mandeep Singh, Binoy Sarkar, Subhas Sarkar, Jock Churchman, Nanthi Bolan, Sanchita Mandal, Manoj Menon, Tapan J. Purakayastha, David J. Beerling 2017. Stabilization of Soil Organic Carbon as Influenced by Clay Mineralogy. Í: *Advances in Agronomy* 2017, ©Elsevier Inc. ISSN 0065-2113, s33-84. <https://doi.org/10.1016/bs.agron.2017.11.001>

Mandeep Singh, Binoy Sarkar, Bhabananda Biswas, Nanthi S. Bolan, Gordon Jock Churchman 2017. Relationship between soil clay mineralogy and carbon protection capacity as influenced by temperature and moisture. *Soil Biology & Biochemistry* 109 (2017) 95-106. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2017.02.003>

Möckel S.C., Erlendsson E., Prater I., Gísladóttir G. 2020. Tephra deposits and carbon dynamics in peatlands of a volcanic region: Lessons from the Hekla 4 eruption. *Land Degrad Dev.* 2021;32:654–669. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/ldr.3733>

Möckel S. C., Erlendsson E., Gísladóttir G. 2021. Andic soil properties and tephra layers hamper C turnover in Icelandic peatlands. *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences*, 126, e2021JG006433. <https://doi.org/10.1029/2021JG006433>

Nakhavali M, Lauerwald R, Regnier P, Guenet B, Chadburn S, Friedlingstein P. 2021. Leaching of dissolved organic carbon from mineral soils plays a significant role in the terrestrial carbon balance. *Glob Change Biol.* 2021;27: 1083–1096. <https://doi.org/10.1111/gcb.15460>

NIR 2019. National Inventory Report – Emission of greenhouse gases in Iceland from 1990-2019. Submitted under the United Nations Framework Convention on Climate Change and the Kyoto Protocol. The Environment Agency of Iceland, 431s.

Norberg L., Ö. Berglund, K. Berglund 2018. Impact of drainage and soil properties on carbon dioxide emissions from intact cores of cultivated peat soils. *Mires and Peat*, Volume 21 (2018), Article 03, 1–14, <http://www.mires-and-peat.net/>, ISSN 1819-754X © 2018 International Mire Conservation Group and International Peatland Society. [http://mires-and-peat.net/media/map21/map\\_21\\_03.pdf](http://mires-and-peat.net/media/map21/map_21_03.pdf)

Óskarsson H., Arnalds Ó. Guðmundsson, Guðbergsson G. (2004). Organic carbon in Icelandic Andosols: Geographical variation and impact of erosion. *Catena*, 56(1), 225–238. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2003.10.013>

Rannveig Ólafsdóttir 2015. Carbon budget of a drained peatland in Western Iceland and initial effects of rewetting (meistararítgerð). Landbúnaðarháskóli Íslands.

- Regina K., Sheehy J., Myllys M. 2015. M. Mitigating greenhouse gas fluxes from cultivated organic soils with raised water table. *Mitig Adapt Strateg Glob Change* 20, 1529–1544 (2015). <https://doi.org/10.1007/s11027-014-9559-2>
- Renger, M., Wessolek, G., Schwarzl, K., Sauerbrey, R., Siewert C. 2002. Aspects of peat conservation and water management. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science-Zeitschrift Fur Pflanzenernahrung Und Bodenkunde*, 165, 487-493.
- Schipper L. A., M. McLeod 2002. „Subsidence Rates and Carbon Loss in Peat Soils Following Conversion to Pasture in the Waikato Region, New Zealand“. *Soil Use and Management* 18(2):91–93. doi: 10.1111/j.1475-2743.2002.tb00225.x.
- Stevenson J., Larsen G., Thordarson T. 2015. Physical volcanology of the prehistoric Hekla 3 and Hekla 4 eruptions, Iceland. *EGU General Assembly* id.4207.
- Sunna Áskelsdóttir 2012. Changes in soil organic carbon in four long-term hayfield fertilisation experiments in Iceland: Monitoring and modelling. Óbirt MS-ritgerð, Landbúnaðarháskóli Íslands, 93s. <https://skemman.is/handle/1946/13249>
- Sæmundur Ari Halldórsson, Bali E., Hartley M.E. ofl. 2018. Petrology and geochemistry of the 2014-2015 Holuhraun eruption, central Iceland: composition and mineralogical characteristics, temporal variability and magma storage. *Contribution to Mineralogy and Petrology*, 173 (8): 1-25. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00410-018-1487-9>
- Taru Lehtinen, Guðrún Gísladóttir, Georg J. Lair, Jeroen P. van Leeuwen, Winfried E.H. Blum, Jaap Bloem, Markus Steffens, Kristín Vala Ragnarsdóttir (2015). Aggregation and organic matter in subarctic Andosols under different grassland management, *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B — Soil & Plant Science*, 65:3, 246-263, DOI:10.1080/09064710.2014.1001778
- Þorsteinn Guðmundsson, Sunna Áskelsdóttir, Guðni Þorvaldsson 2014. Potential Soil Carbon Sequestration in Icelandic Grasslands. Í: Guðmundur Halldórsson, Francesca Bampa, Arna Björk Þorsteinsdóttir, Bjarni D Sigurðsson, Luca Montanarella og Andrés Arnalds (ritstjórar) *Soil Carbon Sequestration for climate, food security and ecosystem services*. International conference Reykjavík, Iceland, 27–29 May 2013. EU JRC Policy report JRC88412, 155–159. doi: 10.2788/17815.
- Þorsteinn Guðmundsson, Guðni Þorvaldsson 2018. Hugleiðingar um losun og bindingu kolefnis í votlendum. *Bændablaðið* 25. janúar, 38-39.
- Þorsteinn Guðmundsson, Hólmgeir Björnsson, Guðni Þorvaldsson 2018. Langtímaáhrif nituráburðar á kolefni, nitur og auðleyst næringarefni í snauðri sandjörð. *Skrína* 2018, 4. árg., grein nr. 2, 11s. <https://skrina.is/wp-content/uploads/2018/05/Langt%C3%ADma%C3%A1hrif-nitur%C3%A1bur%C3%B0ar-%C3%A1-kolefni-nitur-og-au%C3%B0leyst-n%C3%A6ringarefni-%C3%AD-snau%C3%B0ri-sandj%C3%B6r%C3%B0.pdf>
- Þorsteinn Guðmundsson 2018. *Jarðvegur, vistun og nýting*. Háskólaútgáfan, Landbúnaðarháskóli Íslands, 230s.

## Viðauki 1 - töflur

Tafla 19. Mæld gjóskusnið í Kýrholti. Rauðmerkt sýni voru aðalefnagreind í örgreini Jarðvísindastofnunnar.

Svæði	Tegund	Sýni	Þykkt einingar (cm)	Meðallþykkt (cm)	Lýsing einingar	Meint gjóskulag	Dýpi á gjóskulag, (cm)
Kýrholt 2-1	Framræst		24	24	Raskaður jarðvegur með óreglulegum gjóskulinsum	H1104	
			5	5	Óraskaður lífrænn jarðvegur		
		×	0-2,5	1,25	Ljóst gjóskulag	H3	29
			17-20	18,5	Lífrænn jarðvegur		
		×	0-3	1,5	Ljóst gjóskulag	H4	49
Kýrholt 2-2	Framræst		20-22	21	Raskaður jarðvegur með linsum af grásvartri gjósku		
		×	0-0,5	0,25	Stakar linsur gulbrún gjóska	H1104	21
			13-15	14	Lífrænn jarðvegur		
			0-8	4	Ljóst gjóskulag	H3	35
			28	28	Lífrænn jarðvegur		
	2-3	2,5	Ljóst gjóskulag	H4	67		
Kýrholt 2-3	Framræst		20-22	21	Raskaður jarðvegur með ljósum blettum á stökustað, hugsanlega gjóska en ómögulegt að taka sýni		
		×	0-3	0,25	Ljóst gjóskulag	H3	21
			60	60	Jarðvegur mjög dökkur		
			?		Ljóst gjóskulag	H4	81
Kýrholt 1-1	Óframræst		17	17	Lífrænn jarðvegur		
		1	0,5	0,5	Grásvart gjóskulag	H1766	17
			12-13	12,5	Lífrænn jarðvegur		
		2	0-0,2	0,1	Grásvart gjóskulag	H1300	30
			4	4	Lífrænn jarðvegur		
		3	0-1	0,5	Ljóst gjóskulag	H1104	34
	40	40	Lífrænn jarðvegur				
Kýrholt 1-2	Óframræst		15-27	22	Jarðvegur með malarlinsum		
		1	1-3	2	Dökkur jarðvegur etv. vottur af gjósku	H1766	22
			20	20	Jarðvegur		
	2	0-2	1	Ljóst gjóskulag	H1104	44	
Kýrholt 1-3	Óframræst		15	15	Lífrænn jarðvegur, efri hluti dekkri		
		1	0-0,3	0,15	Svart gjóskulag	H1766	15
			15	15	Lífrænn jarðvegur		
		2	0-1,5	0,75	Ljóst gjóskulag	H1104	30

Tafla 20. Mæld gjóskusnið í Hegranesi. Rauðmerkt sýni voru aðalefnagreind í örgreini Jarðvísindastofnunnar. Í töflu 20 er Keldudalur kallaður Hegranes 1 og Beingarður kallaður Hegranes.

Svæði	Tegund	Sýni	Þykkt einingar (cm)	Meðalþykkt (cm)	Lýsing einingar	Meint gjóskulag	Dýpi á gjóskulag, (cm)
Keldudalur 1-7	Framræst		22-25	23,5	Raskaður jarðvegur		
		1	0-5	0,25	Grásvart efni		
			2,5-10	6	Jarðvegur með stökum linsum af ljósu efni, hugsanlega H1104		
			10-17	13,5	Dökkur lífrænn jarðvegur		
		2	2,5-3	2,75	Ljóst gjóskulag	H3	20
		3	3	3	Dökkur jarðvegur		
Keldudalur 1-8	Framræst		22-25	23,5	Raskaður jarðvegur		
			0-2	1	Mýrarrauði		24
			2	2	Jarðvegur		
		1	0-0,6	0,3	Grásvart gjóskulag	H1766	27
			7-8	7,5	Lífrænn jarðvegur		
		2	0-0,2	0,1	Grjásvart gjóskulag	H1300	34
			1,5-2	1,75	Jarðvegur		
		3	0-1	0,5	Ljóst gjóskulag dreift í jarðvegi	H1104	36
			13-15	14	Jarðvegur		
		4	1-3	2	Ljóst gjóskulag	H3	51
		5	4-5	4,5	Dökkur jarðvegur		
Keldudalur 1-9	Framræst		19-22	20,5	Raskaður jarðvegur		
		1	0-0,7	0,35	Slittrur af ljósku gjóskulagi	H1104	21
		2	25-27	26	Jarðvegur með stakri linsu af kolsvartri gjósku í miðju		
		3	1-3,5	2,25	Ljóst gjóskulag	H3	47
Beingarður 1-10	Óframræst		15	15	Lífrænn jarðvegur		
		1	0-0,5	0,25	Svart gjóskulag		
			6,5	6,5	Lífrænn jarðvegur		
		2	0-2	1	Ljóst gjóskulag	H1104	22
			21-27	24	(Lífrænn) jarðvegur		
		3	1,5-3	2,25	Ljóst gjóskulag	H3	47
		4	18	18	Lífrænn jarðvegur		
Beingarður 1-11	Óframræst	1	16-18	17	Lífrænn jarðvegur, e.t.v. svart gjóskulag í honum		
		2	0,5-1	0,75	Svart gjóskulag	H1766/H1300	
			6-8	7	Lífrænn jarðvegur		
		3	0-0,3	0,15	Ljóst gjóskulag sem hverfur alveg á köflum	H1104	25
			14-16	15	Jarðvegur		
		4	2-4	3	Ljóst gjóskulag	H3	40
Beingarður 1-12	Óframr.		11	11	Lífrænn jarðvegur		
		1	0-1	0,5	Svart gjóskulag	H1766/H1300	
			10	10	Jarðvegur		
		2	0-0,3	0,15	Dreif af ljóstri gjósku, sést vel þegar mór brotnar	H1104	22
			16	16	Lífrænn jarðvegur		
3	1-3	2	Ljóst gjóskulag	H3	38		



Tafla 21. Niðurstöður jarðvegsgræininga. Grálituðu raðirnar eru útlagar sem eru ekki með í tölfræði útreikningum.

Svæði	Tegund	Endurt.	Dýpt sm	Sýrust. pH	Glæðit. %	C %	N %	C/N hlutf.	Rúmpyngd, g/cm <sup>3</sup> raun	bænda
Hegranes 1	framræst	1	0-5	5,57	29	13,6	1,03	13,2	0,580	0,521
Hegranes 1	framræst	1	5-20	5,84	30	13,5	1,08	12,6	0,527	0,533
Hegranes 1	framræst	1	20+	5,85	26	10,6	0,76	14,0	0,547	0,537
Hegranes 1	framræst	2	0-5	5,50	26	12,9	0,90	14,4	0,556	0,508
Hegranes 1	framræst	2	5-20	5,68	26	12,5	0,93	13,4	0,519	0,579
Hegranes 1	framræst	2	20+	5,29	35	12,0	0,90	13,3	0,381	0,467
Hegranes 1	framræst	3	0-5	4,96	39	18,8	1,32	14,2	0,440	0,412
Hegranes 1	framræst	3	5-20	5,25	41	19,8	1,40	14,2	0,471	0,426
Hegranes 1	framræst	3	20+	5,16	44	23,2	1,32	17,6	0,349	0,433
Hegranes 2	óraskað	1	0-5	5,73	52	22,0	1,22	18,1	0,199	0,318
Hegranes 2	óraskað	1	5-20	5,30	52	25,7	1,56	16,4	0,317	0,321
Hegranes 2	óraskað	1	20+	5,73	33	16,0	1,15	13,9	0,381	0,444
Hegranes 2	óraskað	2	0-5	6,54	46	18,7	0,97	19,3	0,184	0,314
Hegranes 2	óraskað	2	5-20	5,98	47	21,3	1,39	15,2	0,297	0,317
Hegranes 2	óraskað	2	20+	5,73	49	22,6	1,35	16,8	0,351	0,444
<b>Hegranes 2</b>	<b>óraskað</b>	<b>3</b>	<b>0-5</b>	<b>5,06</b>	<b>70</b>	<b>33,4</b>	<b>1,82</b>	<b>18,3</b>	<b>0,150</b>	<b>0,261</b>
Hegranes 2	óraskað	3	5-20	5,29	41	21,9	1,35	16,2	0,303	0,413
Hegranes 2	óraskað	3	20+	6,20	49	24,8	1,48	16,7	0,328	0,410
Kýrholt 1	óraskað	1	0-5	5,37	66	29,1	1,63	17,9	0,182	0,228
Kýrholt 1	óraskað	1	5-20	5,20	55	24,4	1,45	16,8	0,316	0,341
Kýrholt 1	óraskað	1	20+	5,06	57	30,5	1,81	16,8	0,235	0,323
Kýrholt 1	óraskað	2	0-5	6,12	61	27,6	1,48	18,6	0,144	0,285
<b>Kýrholt 1</b>	<b>óraskað</b>	<b>2</b>	<b>5-20</b>	<b>5,43</b>	<b>29</b>	<b>14,5</b>	<b>0,82</b>	<b>17,6</b>	<b>0,355</b>	<b>0,452</b>
Kýrholt 1	óraskað	2	20+	5,18	56	28,2	1,86	15,1	0,290	0,325
Kýrholt 1	óraskað	3	0-5	5,63	68	30,3	1,60	18,9	0,150	0,200
Kýrholt 1	óraskað	3	5-20	5,18	43	22,1	1,21	18,2	0,311	0,372
Kýrholt 1	óraskað	3	20+	5,12	48	36,4	2,01	18,1	0,231	0,244
Kýrholt 2	framræst	1	0-5	5,65	44	19,5	1,30	15,1	0,380	0,383
Kýrholt 2	framræst	1	5-20	4,96	44	22,0	1,44	15,3	0,344	0,422
Kýrholt 2	framræst	1	20+	4,72	44	21,9	1,30	16,9	0,312	0,331
Kýrholt 2	framræst	2	0-5	5,85	45	21,5	1,46	14,8	0,397	0,380
Kýrholt 2	framræst	2	5-20	5,15	44	21,2	1,43	14,9	0,405	0,463
Kýrholt 2	framræst	2	20+	5,08	44	20,5	1,32	15,6	0,371	0,483
Kýrholt 2	framræst	3	0-5	5,80	43	20,5	1,31	15,6	0,376	0,361
Kýrholt 2	framræst	3	5-20	5,24	44	20,0	1,29	15,6	0,424	0,415
<b>Kýrholt 2</b>	<b>framræst</b>	<b>3</b>	<b>20+</b>	<b>4,65</b>	<b>75</b>	<b>38,4</b>	<b>2,36</b>	<b>16,3</b>	<b>0,226</b>	<b>0,295</b>
			<i>Meðaltal framræst;</i>	5,34	40	19,03	1,27	14,8	0,422	0,442
			<i>Staðalfrávik framræst;</i>	0,39	11	6,37	0,35	1,3	0,095	0,077
			<i>Frávikshlutfall framræst, %;</i>	7	28	33	27	9	22	17
			<i>Meðaltal óraskað;</i>	5,55	51	24,97	1,45	17,2	0,262	0,334
			<i>Staðalfrávik óraskað;</i>	0,44	11	5,79	0,31	1,4	0,079	0,076
			<i>Frávikshlutfall óraskað, %;</i>	8	22	23	22	8	30	23

Tafla 22. Niðurstöður steinefnaþrengingara í AL skoli jarðvegssýna.

Svæði	Tegund	Endur- tekn.	Dýpt sm	P mg/kg	K mg/kg	Ca mg/kg	Mg mg/kg	Na mg/kg	Mn mg/kg	Zn mg/kg	Cu mg/kg	
Hegranes 1	framræst	1	5-20	38,1	80	2618	646	187	51	7,3	2,2	
Hegranes 1	framræst	2	5-20	42,0	52	2395	564	153	51	7,0	3,3	
Hegranes 1	framræst	3	5-20	40,5	49	2181	413	131	55	8,1	2,2	
Hegranes 1	framræst	1	0-5	42,3	65	2519	547	174	66	4,6	3,0	
Hegranes 1	framræst	2	0-5	56,8	43	2442	540	150	72	6,1	3,6	
Hegranes 1	framræst	3	0-5	46,2	50	2333	467	144	90	7,4	2,1	
Hegranes 2	óraskað	1	5-20	15,8	205	2473	492	306	113	6,9	1,1	
Hegranes 2	óraskað	2	5-20	8,3	151	3637	828	367	77	7,4	3,0	
Hegranes 2	óraskað	3	5-20	10,9	86	3526	862	279	4	2,9	1,6	
Hegranes 2	óraskað	1	0-5	9,6	393	3674	599	398	1484	23,4	0,6	
Hegranes 2	óraskað	2	0-5	6,0	232	7045	1358	511	2052	21,9	0,4	
Hegranes 2	óraskað	3	0-5	21,4	352	4632	1074	375	57	20,1	4,0	
Kýrholt 1	óraskað	1	5-20	10,0	107	1340	359	145	234	6,9	3,6	
Kýrholt 1	óraskað	2	5-20	8,4	77	1689	488	150	144	5,1	5,3	
Kýrholt 1	óraskað	3	5-20	9,4	119	1386	343	174	268	8,5	3,9	
Kýrholt 1	óraskað	1	0-5	19,6	648	2575	550	406	7628	52,2	1,4	
Kýrholt 1	óraskað	2	0-5	14,7	667	5592	1322	294	5577	33,3	0,4	
Kýrholt 1	óraskað	3	0-5	21,8	480	3507	778	441	2582	36,0	1,8	
Kýrholt 2	framræst	1	5-20	18,9	32	1693	145	26	228	11,7	2,8	
Kýrholt 2	framræst	2	5-20	27,8	44	1574	116	10	380	7,1	3,3	
Kýrholt 2	framræst	3	5-20	16,6	33	1963	158	38	99	2,0	0,9	
Kýrholt 2	framræst	1	0-5	30,7	60	3873	191	108	205	6,2	1,5	
Kýrholt 2	framræst	2	0-5	40,3	70	6798	219	161	314	6,1	2,4	
Kýrholt 2	framræst	3	0-5	26,7	55	4165	243	75	103	0,3	0,8	
				<i>Meðaltal framræst;</i>	36	53	2880	354	113	143	6,2	2,3
				<i>Staðalfrávik framræst;</i>	12	14	1457	194	61	112	2,9	0,9
				<i>Frávikshlutfall framræst, %;</i>	33	27	51	55	54	78	47	39
				<i>Meðaltal óraskað;</i>	13	293	3423	755	321	1685	18,7	2,3
				<i>Staðalfrávik óraskað;</i>	5	213	1720	349	118	2495	15,4	1,7
				<i>Frávikshlutfall óraskað, %;</i>	42	73	50	46	37	148	82	73

Tafla 23. Jarðvegsþurrefni, rúmbygnd (þurrefni) og jarðvegsbrot. Samsýni úr fjórum rúmmálssýnum.

Svæði	Tegund	Endur- tekn.	Dýpt sm	Þurref. %	Rúmp. g/cm <sup>3</sup>	Jarðvegsbrot, % *		rætur
						< 2mm	>2 mm	
Hegranes 1	framræst	1	0-5	54,2	0,580	99	0,6	0,1
Hegranes 1	framræst	1	5-20	52,0	0,527	99	0,6	0,8
Hegranes 1	framræst	1	20+	47,1	0,547	100	0,0	0,1
Hegranes 1	framræst	2	0-5	58,1	0,556	98	1,7	0,1
Hegranes 1	framræst	2	5-20	59,9	0,519	97	1,9	0,9
Hegranes 1	framræst	2	20+	48,6	0,381	100	0,2	0,0
Hegranes 1	framræst	3	0-5	45,2	0,440	100	0,0	0,2
Hegranes 1	framræst	3	5-20	43,4	0,471	99	0,5	0,5
Hegranes 1	framræst	3	20+	37,4	0,349	100	0,0	0,1
Hegranes 2	óraskað	1	0-5	20,2	0,199	94	0,0	6,4
Hegranes 2	óraskað	1	5-20	25,9	0,317	100	0,0	0,4
Hegranes 2	óraskað	1	20+	31,3	0,381	100	0,0	0,2
Hegranes 2	óraskað	2	0-5	22,9	0,184	87	0,0	12,6
Hegranes 2	óraskað	2	5-20	26,0	0,297	97	0,0	2,9
Hegranes 2	óraskað	2	20+	30,0	0,351	100	0,0	0,1
Hegranes 2	óraskað	3	0-5	16,6	0,150	96	0,1	3,9
Hegranes 2	óraskað	3	5-20	26,9	0,303	100	0,0	0,3
Hegranes 2	óraskað	3	20+	29,1	0,328	99	0,0	1,0
Kýrholt 1	óraskað	1	0-5	19,8	0,182	90	0,0	10,1
Kýrholt 1	óraskað	1	5-20	29,6	0,316	95	0,0	5,1
Kýrholt 1	óraskað	1	20+	22,4	0,235	100	0,0	0,2
Kýrholt 1	óraskað	2	0-5	18,7	0,144	77	0,0	22,9
Kýrholt 1	óraskað	2	5-20	31,0	0,355	97	2,1	0,5
Kýrholt 1	óraskað	2	20+	26,2	0,290	99	0,0	0,6
Kýrholt 1	óraskað	3	0-5	20,3	0,150	89	0,0	10,8
Kýrholt 1	óraskað	3	5-20	27,5	0,311	98	0,0	2,1
Kýrholt 1	óraskað	3	20+	21,7	0,231	99	0,3	0,3
Kýrholt 2	framræst	1	0-5	45,7	0,380	98	0,3	2,2
Kýrholt 2	framræst	1	5-20	44,8	0,344	100	0,0	0,2
Kýrholt 2	framræst	1	20+	35,3	0,312	100	0,0	0,0
Kýrholt 2	framræst	2	0-5	49,3	0,397	98	1,4	1,1
Kýrholt 2	framræst	2	5-20	47,4	0,405	99	0,0	0,9
Kýrholt 2	framræst	2	20+	40,5	0,371	99	0,1	0,8
Kýrholt 2	framræst	3	0-5	42,6	0,376	99	0,2	0,6
Kýrholt 2	framræst	3	5-20	46,2	0,424	99	0,1	0,5
Kýrholt 2	framræst	3	20+	26,0	0,226	100	0,0	0,0
<i>Meðaltal framræst;</i>				46	0,42	99,08	0,4	0,501
<i>Staðalfrávik framræst;</i>				8	0,09	0,91	0,6	0,569
<i>Frávikshlutfall framræst, %;</i>				18	22	1	144	113
<i>Meðaltal óraskað;</i>				25	0,26	95,40	0,1	4,464
<i>Staðalfrávik óraskað;</i>				5	0,08	6,06	0,5	6,135
<i>Frávikshlutfall óraskað, %;</i>				18	30	6	359	137

\* kornastærð undir eða yfir 2mm í þvermál, rótabrot yfir 2mm

Tafla 24. Aðalefnagreiningar þeirra gjóskusýna sem greind voru á örgreini Jarðvísindastofnunar. Allar greiningar eru sýndar auk greininga standard sem greindur var við upphaf og endi greininga. Þær greiningar sem hafa lægri summur en 97% voru ekki notaðar þó þær séu birtar í töflunum (grálettraðar).

Sýni	Meint gos	SiO2	TiO2	Al2O3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na2O	K2O	P2O5	Alls
Lipari Obsidian 1		74,06	0,10	13,11	1,62	0,08	0,05	0,80	3,83	5,10	0,02	98,77
Lipari Obsidian 2		74,47	0,06	13,13	1,60	0,06	0,06	0,82	4,19	5,01	0,01	99,42
Lipari Obsidian 3		74,57	0,05	13,20	1,50	0,10	0,04	0,71	4,23	5,08	0,00	99,47
Lipari Obsidian 4		74,00	0,09	13,49	1,54	0,04	0,04	0,70	4,29	5,07	0,02	99,28
Lipari Obsidian 5		74,59	0,09	13,27	1,49	0,06	0,05	0,77	4,25	5,12	0,00	99,69
Lipari Obsidian 6		74,23	0,08	13,29	1,67	0,09	0,02	0,78	4,24	5,04	0,02	99,46
Lipari Obsidian 7		73,97	0,07	12,93	1,54	0,08	0,05	0,74	4,28	4,94	0,01	98,60
Lipari Obsidian 8		73,79	0,02	12,97	1,82	0,08	0,05	0,73	4,40	5,07	0,02	98,94
Lipari Obsidian 9		74,20	0,04	13,20	1,59	0,07	0,06	0,71	4,24	5,13	0,00	99,24
Lipari Obsidian 10		73,90	0,08	13,12	1,65	0,06	0,06	0,72	4,39	5,04	0,00	99,01

Sýni	Meint gos	SiO2	TiO2	Al2O3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na2O	K2O	P2O5	Alls
Beingarður 1-10_1		57,73	1,46	15,00	10,25	0,28	2,09	5,79	4,51	1,36	0,64	99,11
Beingarður 1-10_1		57,76	1,36	15,14	9,94	0,23	2,10	5,78	3,98	1,44	0,72	98,45
Beingarður 1-10_1		57,95	1,46	15,18	10,00	0,26	2,17	5,57	3,98	1,45	0,66	98,68
Beingarður 1-10_1		58,28	1,35	15,16	10,03	0,26	2,14	5,31	4,15	1,46	0,62	98,76
Beingarður 1-10_1		58,58	1,17	14,91	9,19	0,26	1,64	5,04	4,40	1,47	0,58	97,24
Beingarður 1-10_1		59,16	1,11	15,14	9,52	0,29	1,56	5,27	4,58	1,48	0,35	98,46
Beingarður 1-10_1		59,59	1,21	15,30	9,59	0,27	1,62	4,72	4,71	1,60	0,43	99,04
Beingarður 1-10_1		59,64	1,16	15,14	9,02	0,26	1,48	5,12	4,67	1,61	0,45	98,55
Beingarður 1-10_1		59,74	1,09	14,94	9,42	0,28	1,58	5,22	4,75	1,55	0,51	99,09
Beingarður 1-10_1		59,75	1,20	15,19	9,26	0,31	1,54	4,98	4,57	1,69	0,41	98,90
Beingarður 1-10_1		59,78	1,04	15,36	9,25	0,21	1,55	5,07	4,55	1,55	0,43	98,78
Beingarður 1-10_1		59,83	1,08	15,25	9,51	0,24	1,59	5,19	4,78	1,62	0,51	99,60
Beingarður 1-10_1		60,07	1,14	15,35	9,40	0,25	1,57	5,25	4,56	1,54	0,44	99,57
Beingarður 1-10_1		60,09	1,24	15,31	9,22	0,21	1,55	5,03	4,79	1,57	0,37	99,38
Beingarður 1-10_1		60,18	1,16	15,34	9,22	0,23	1,49	5,06	4,82	1,62	0,45	99,57
Beingarður 1-10_1		60,34	1,13	15,18	9,28	0,25	1,49	4,73	4,81	1,68	0,42	99,31
Beingarður 1-10_1		60,59	1,15	15,36	9,11	0,25	1,50	4,43	4,53	1,59	0,36	98,87
Beingarður 1-10_1		60,68	1,20	15,38	9,17	0,22	1,48	4,94	4,56	1,52	0,53	99,67
Beingarður 1-10_1		60,74	1,01	15,34	8,54	0,20	1,41	4,70	4,70	1,56	0,45	98,65
Beingarður 1-10_1		60,76	1,11	15,40	8,57	0,26	1,39	4,65	4,63	1,69	0,45	98,91

Sýni	Meint gos	SiO2	TiO2	Al2O3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na2O	K2O	P2O5	Alls
Beingarður 1-10_2 (250 mikron)	meint H1104	66,68	0,19	13,05	3,14	0,10	0,09	1,92	4,68	2,42	0,04	92,32
Beingarður 1-10_2 (250 mikron)		70,47	0,18	13,84	3,12	0,10	0,10	1,94	4,93	2,64	0,02	97,34
Beingarður 1-10_2 (250 mikron)		70,49	0,20	13,75	3,16	0,10	0,11	1,98	5,05	2,64	0,02	97,50
Beingarður 1-10_2 (250 mikron)		70,83	0,22	13,88	3,15	0,08	0,11	1,95	4,98	2,61	0,06	97,87
Beingarður 1-10_2 (250 mikron)		71,14	0,20	13,91	3,16	0,13	0,12	1,90	4,70	2,64	0,00	97,90
Beingarður 1-10_2 (250 mikron)		71,15	0,20	13,93	3,19	0,10	0,10	1,93	5,12	2,59	0,03	98,35
Beingarður 1-10_2 (250 mikron)		71,31	0,23	14,09	3,18	0,08	0,11	1,94	5,15	2,61	0,01	98,71
Beingarður 1-10_2 (250 mikron)		71,34	0,26	14,23	3,24	0,11	0,11	1,97	4,94	2,55	0,06	98,81
Beingarður 1-10_2 (250 mikron)		71,40	0,18	14,07	3,33	0,10	0,12	2,04	5,15	2,48	0,04	98,90
Beingarður 1-10_2 (250 mikron)		71,51	0,19	14,09	3,21	0,11	0,12	2,06	4,78	2,62	0,00	98,68
Beingarður 1-10_2 (250 mikron)		71,68	0,17	13,94	3,16	0,10	0,09	2,04	5,03	2,62	0,03	98,86
Beingarður 1-10_2 (250 mikron)		71,69	0,22	14,21	3,12	0,12	0,12	1,93	4,88	2,46	0,03	98,78
Beingarður 1-10_2 (250 mikron)		71,69	0,20	14,08	3,20	0,09	0,10	1,88	5,39	2,56	0,03	99,21
Beingarður 1-10_2 (250 mikron)		71,74	0,20	14,22	3,27	0,11	0,11	1,90	5,16	2,56	0,00	99,28
Beingarður 1-10_2 (250 mikron)		71,79	0,23	14,05	3,28	0,10	0,10	1,98	4,98	2,63	0,04	99,19
Beingarður 1-10_2 (250 mikron)		71,81	0,22	13,71	3,21	0,11	0,11	1,97	4,59	2,65	0,00	98,37
Beingarður 1-10_2 (250 mikron)		71,83	0,20	14,01	3,10	0,12	0,12	1,88	4,64	2,67	0,00	98,57
Beingarður 1-10_2 (250 mikron)		71,98	0,19	14,14	3,22	0,12	0,10	1,84	4,58	2,53	0,00	98,70
Beingarður 1-10_2 (250 mikron)		72,06	0,24	14,08	3,12	0,08	0,11	1,84	5,03	2,59	0,02	99,18
Beingarður 1-10_2 (250 mikron)		72,15	0,23	14,13	3,24	0,11	0,10	1,95	5,06	2,75	0,04	99,77

Sýni	Meint gos	SiO2	TiO2	Al2O3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na2O	K2O	P2O5	Alls
Beingarður 1-10_2 (125 mikron)		68,45	0,24	13,40	3,19	0,11	0,13	1,87	5,01	2,54	0,07	95,00
Beingarður 1-10_2 (125 mikron)		46,43	3,88	12,87	14,82	0,24	5,13	10,24	3,25	0,60	0,47	97,93
Beingarður 1-10_2 (125 mikron)	meint H1104	70,09	0,18	13,87	3,21	0,11	0,12	1,89	4,98	2,62	0,03	97,11
Beingarður 1-10_2 (125 mikron)		70,18	0,18	13,86	3,19	0,11	0,11	1,96	5,18	2,56	0,01	97,33
Beingarður 1-10_2 (125 mikron)		70,61	0,21	13,78	3,30	0,10	0,11	1,84	4,98	2,63	0,00	97,56
Beingarður 1-10_2 (125 mikron)		70,83	0,18	13,91	3,00	0,10	0,11	1,84	4,94	2,68	0,03	97,63
Beingarður 1-10_2 (125 mikron)		70,85	0,20	14,15	3,23	0,14	0,09	1,88	5,24	2,59	0,01	98,38
Beingarður 1-10_2 (125 mikron)		70,92	0,24	13,95	3,28	0,12	0,11	1,91	4,73	2,59	0,05	97,89
Beingarður 1-10_2 (125 mikron)		71,09	0,16	14,14	3,09	0,06	0,10	1,90	4,96	2,59	0,02	98,11

Beingarður 1-10_2 (125 mikron)	71,28	0,16	14,21	3,25	0,10	0,12	1,98	5,05	2,59	0,01	98,75
Beingarður 1-10_2 (125 mikron)	71,30	0,19	14,08	3,02	0,11	0,10	1,90	5,04	2,55	0,03	98,32
Beingarður 1-10_2 (125 mikron)	71,44	0,23	14,21	3,10	0,10	0,12	1,92	4,80	2,65	0,02	98,58
Beingarður 1-10_2 (125 mikron)	71,53	0,20	14,03	3,26	0,10	0,13	1,90	4,96	2,62	0,04	98,78
Beingarður 1-10_2 (125 mikron)	71,61	0,22	13,98	3,17	0,14	0,13	1,97	4,81	2,58	0,06	98,67
Beingarður 1-10_2 (125 mikron)	71,65	0,19	14,25	3,26	0,13	0,09	1,97	5,02	2,71	0,02	99,29
Beingarður 1-10_2 (125 mikron)	71,77	0,23	14,21	3,24	0,11	0,12	1,90	4,89	2,69	0,06	99,21
Beingarður 1-10_2 (125 mikron)	71,78	0,21	13,86	3,03	0,07	0,11	1,99	4,85	2,59	0,05	98,54
Beingarður 1-10_2 (125 mikron)	71,81	0,23	14,29	2,99	0,11	0,11	1,97	4,95	2,62	0,01	99,09
Beingarður 1-10_2 (125 mikron)	72,06	0,27	13,71	3,51	0,13	0,13	1,73	4,38	3,01	0,01	98,95
Beingarður 1-10_2 (125 mikron)	72,36	0,20	13,91	3,26	0,11	0,13	1,82	4,44	2,83	0,01	99,07

Sýni	Meint gos	SiO2	TiO2	Al2O3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na2O	K2O	P2O5	Alls
Beingarður 1-10_2 (63 mikron)		66,16	0,20	13,06	3,05	0,10	0,10	1,76	4,43	2,38	0,02	91,26
Beingarður 1-10_2 (63 mikron)		68,28	0,18	13,16	3,16	0,09	0,10	1,88	4,75	2,42	0,02	94,04
Beingarður 1-10_2 (63 mikron)		70,00	0,23	13,75	2,82	0,08	0,11	1,89	4,94	2,63	0,09	96,54
Beingarður 1-10_2 (63 mikron)	meint H1104	48,62	2,70	13,05	13,81	0,23	5,56	9,49	2,72	0,44	0,33	96,95
Beingarður 1-10_2 (63 mikron)		49,44	2,76	13,27	12,87	0,23	5,66	10,37	2,70	0,41	0,31	98,02
Beingarður 1-10_2 (63 mikron)		68,38	0,13	17,49	1,99	0,08	0,05	3,16	6,29	1,58	0,05	99,20
Beingarður 1-10_2 (63 mikron)		70,49	0,22	13,96	3,34	0,12	0,11	1,94	4,95	2,54	0,02	97,69
Beingarður 1-10_2 (63 mikron)		70,79	0,22	13,90	3,29	0,08	0,11	1,92	4,90	2,67	0,06	97,94
Beingarður 1-10_2 (63 mikron)		70,94	0,21	14,17	3,29	0,09	0,13	1,96	5,15	2,67	0,03	98,64
Beingarður 1-10_2 (63 mikron)		71,30	0,24	13,98	3,18	0,14	0,10	1,90	4,95	2,72	0,02	98,54
Beingarður 1-10_2 (63 mikron)		71,40	0,22	14,29	3,22	0,14	0,09	1,90	5,25	2,64	0,02	99,17
Beingarður 1-10_2 (63 mikron)		71,53	0,17	14,13	3,22	0,09	0,12	1,98	4,85	2,73	0,11	98,93
Beingarður 1-10_2 (63 mikron)		71,57	0,16	14,00	3,11	0,10	0,12	1,87	4,82	2,48	0,04	98,27
Beingarður 1-10_2 (63 mikron)		71,60	0,21	14,16	3,19	0,13	0,11	1,89	4,88	2,63	0,01	98,82
Beingarður 1-10_2 (63 mikron)		71,64	0,20	14,14	3,24	0,09	0,11	1,93	5,03	2,64	0,02	99,03
Beingarður 1-10_2 (63 mikron)		71,65	0,17	13,77	3,19	0,11	0,13	1,92	5,26	2,52	0,04	98,76
Beingarður 1-10_2 (63 mikron)		71,84	0,22	14,25	3,26	0,10	0,13	1,98	4,86	2,62	0,04	99,30
Beingarður 1-10_2 (63 mikron)		72,04	0,25	14,20	3,26	0,11	0,10	1,95	5,10	2,63	0,00	99,64
Beingarður 1-10_2 (63 mikron)		72,13	0,25	14,23	3,04	0,11	0,12	1,80	4,58	2,66	0,01	98,92
Beingarður 1-10_2 (63 mikron)		72,49	0,26	14,26	3,30	0,12	0,12	1,90	4,79	2,73	0,03	100,00

Sýni	Meint gos	SiO2	TiO2	Al2O3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na2O	K2O	P2O5	Alls
Lipari Obsidian		74,47	0,07	13,32	1,56	0,06	0,03	0,72	4,30	5,07	0,03	99,63
Lipari Obsidian		74,61	0,09	12,82	1,59	0,07	0,05	0,73	4,36	4,98	0,00	99,30
Lipari Obsidian		74,69	0,11	13,03	1,54	0,07	0,03	0,79	4,33	5,11	0,01	99,71
Lipari Obsidian		74,29	0,06	13,10	1,51	0,05	0,04	0,75	4,14	5,02	0,00	98,96
Lipari Obsidian		74,51	0,07	13,09	1,61	0,07	0,02	0,73	4,26	5,01	0,03	99,41

Sýni	Meint gos	SiO2	TiO2	Al2O3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na2O	K2O	P2O5	Alls
Beingarður 1-10_3 (250 mikron)		48,55	0,30	10,44	3,81	0,13	0,20	2,16	3,24	1,46	0,07	70,35
Beingarður 1-10_3 (250 mikron)		51,29	0,24	10,45	2,89	0,13	0,19	1,82	3,70	1,72	0,05	72,48
Beingarður 1-10_3 (250 mikron)		53,97	0,33	12,73	4,16	0,14	0,29	2,50	3,56	1,72	0,10	79,50
Beingarður 1-10_3 (250 mikron)		57,49	0,38	13,63	5,38	0,16	0,42	3,12	4,10	1,67	0,08	86,43
Beingarður 1-10_3 (250 mikron)		58,25	0,41	13,84	6,12	0,21	0,55	3,30	4,29	1,61	0,14	88,72
Beingarður 1-10_3 (250 mikron)		62,39	0,38	13,68	5,32	0,16	0,38	3,10	4,05	1,92	0,06	91,44
Beingarður 1-10_3 (250 mikron)		60,69	0,48	14,05	5,92	0,19	0,53	3,49	4,50	1,73	0,05	91,63
Beingarður 1-10_3 (250 mikron)		62,73	0,39	15,10	5,37	0,16	0,38	3,22	3,89	1,88	0,13	93,24
Beingarður 1-10_3 (250 mikron)		67,98	0,18	13,53	2,87	0,10	0,12	1,89	4,43	2,34	0,04	93,48
Beingarður 1-10_3 (250 mikron)	meint H3	63,22	0,66	15,06	7,87	0,23	0,79	4,14	4,75	1,65	0,26	98,63
Beingarður 1-10_3 (250 mikron)		65,66	0,47	14,78	5,97	0,18	0,43	3,35	5,08	1,97	0,09	97,99
Beingarður 1-10_3 (250 mikron)		65,70	0,45	14,95	5,92	0,20	0,47	3,46	4,71	1,94	0,08	97,87
Beingarður 1-10_3 (250 mikron)		66,00	0,44	15,18	6,24	0,23	0,49	3,45	4,73	1,92	0,17	98,85
Beingarður 1-10_3 (250 mikron)		66,54	0,35	14,83	5,04	0,15	0,32	3,08	4,64	2,11	0,06	97,12
Beingarður 1-10_3 (250 mikron)		66,70	0,41	15,22	6,11	0,14	0,50	3,09	4,46	1,95	0,15	98,72
Beingarður 1-10_3 (250 mikron)		67,03	0,37	15,18	5,43	0,20	0,38	2,92	4,99	2,03	0,04	98,57
Beingarður 1-10_3 (250 mikron)		67,21	0,42	15,11	5,93	0,17	0,45	3,39	4,67	1,98	0,06	99,39
Beingarður 1-10_3 (250 mikron)		69,93	0,30	14,54	3,91	0,17	0,18	2,46	4,88	2,24	0,04	98,65
Beingarður 1-10_3 (250 mikron)		70,19	0,21	13,99	2,97	0,13	0,13	2,04	4,98	2,32	0,00	96,97
Beingarður 1-10_3 (250 mikron)		71,43	0,18	13,19	3,16	0,12	0,11	1,91	5,07	2,49	0,00	97,67

Sýni	Meint gos	SiO2	TiO2	Al2O3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na2O	K2O	P2O5	Alls
Beingarður 1-10_3 (125 mikron)		59,48	0,18	11,79	2,62	0,09	0,09	1,57	4,18	1,96	0,03	81,99
Beingarður 1-10_3 (125 mikron)		65,65	0,17	13,00	2,88	0,11	0,08	1,75	4,58	2,25	0,01	90,48
Beingarður 1-10_3 (125 mikron)		61,69	0,37	13,90	5,29	0,19	0,39	3,04	4,38	1,83	0,09	91,17
Beingarður 1-10_3 (125 mikron)		67,34	0,18	13,51	2,96	0,10	0,12	1,84	4,64	2,35	0,00	93,05
Beingarður 1-10_3 (125 mikron)		63,82	0,29	14,29	5,03	0,16	0,32	3,02	4,31	2,00	0,08	93,33



Beingarður 1-10_3 (125 mikron)		65,67	0,31	14,34	5,17	0,21	0,33	3,13	4,43	2,06	0,08	95,73
Beingarður 1-10_3 (125 mikron)	meint H3	62,80	0,61	15,45	8,08	0,19	0,83	4,21	4,63	1,66	0,20	98,67
Beingarður 1-10_3 (125 mikron)		64,33	0,58	15,24	7,15	0,19	0,69	3,97	4,52	1,77	0,18	98,62
Beingarður 1-10_3 (125 mikron)		66,48	0,44	14,99	5,50	0,21	0,46	3,24	4,97	1,97	0,12	98,38
Beingarður 1-10_3 (125 mikron)		67,46	0,35	14,88	4,77	0,16	0,30	3,00	4,65	2,04	0,06	97,67
Beingarður 1-10_3 (125 mikron)		67,52	0,39	15,31	5,78	0,16	0,41	3,22	4,85	2,02	0,17	99,83
Beingarður 1-10_3 (125 mikron)		68,18	0,35	15,07	5,37	0,15	0,28	3,05	4,66	2,15	0,06	99,32
Beingarður 1-10_3 (125 mikron)		71,04	0,21	14,48	3,03	0,09	0,13	1,98	4,50	2,39	0,04	97,89
Beingarður 1-10_3 (125 mikron)		71,59	0,24	14,07	3,13	0,12	0,13	1,98	5,04	2,31	0,01	98,62
Beingarður 1-10_3 (125 mikron)		71,72	0,20	14,29	3,12	0,11	0,11	2,02	4,75	2,52	0,00	98,85
Beingarður 1-10_3 (125 mikron)		71,83	0,28	14,18	3,13	0,05	0,13	2,01	4,93	2,42	0,03	98,99
Beingarður 1-10_3 (125 mikron)		72,01	0,19	14,34	3,07	0,13	0,15	2,01	5,37	2,51	0,01	99,78
Beingarður 1-10_3 (125 mikron)		72,04	0,22	14,19	3,13	0,10	0,13	2,18	4,88	2,32	0,03	99,23
Beingarður 1-10_3 (125 mikron)		72,14	0,15	14,29	3,14	0,09	0,13	2,07	4,97	2,47	0,02	99,47
Beingarður 1-10_3 (125 mikron)		72,32	0,14	14,31	3,08	0,11	0,10	1,99	4,73	2,56	0,03	99,37

Sýni	Meint gos	SiO2	TiO2	Al2O3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na2O	K2O	P2O5	Alls
Beingarður 1-10_3 (63 mikron)	meint H3	63,25	0,53	14,96	6,88	0,20	0,61	3,54	4,54	1,80	0,12	96,43
Beingarður 1-10_3 (63 mikron)		62,08	0,79	15,39	8,39	0,22	0,99	4,34	4,58	1,65	0,28	98,72
Beingarður 1-10_3 (63 mikron)		62,67	0,73	15,28	7,19	0,22	0,95	4,22	4,58	1,68	0,27	97,80
Beingarður 1-10_3 (63 mikron)		63,95	0,69	15,53	7,91	0,22	0,83	4,31	4,57	1,52	0,24	99,76
Beingarður 1-10_3 (63 mikron)		64,76	0,61	15,08	7,21	0,26	0,70	3,87	4,23	1,80	0,24	98,76
Beingarður 1-10_3 (63 mikron)		65,60	0,54	15,09	6,42	0,16	0,54	3,57	4,73	1,73	0,18	98,56
Beingarður 1-10_3 (63 mikron)		66,14	0,44	14,96	6,07	0,15	0,46	3,47	5,06	1,93	0,15	98,83
Beingarður 1-10_3 (63 mikron)		66,47	0,48	15,28	6,37	0,19	0,49	3,70	4,44	1,90	0,10	99,42
Beingarður 1-10_3 (63 mikron)		67,88	0,38	14,94	5,34	0,16	0,34	3,11	4,50	2,08	0,11	98,85
Beingarður 1-10_3 (63 mikron)		70,60	0,21	14,16	3,06	0,13	0,10	2,02	4,94	2,36	0,01	97,60
Beingarður 1-10_3 (63 mikron)		71,52	0,22	14,14	2,90	0,10	0,15	2,09	5,25	2,33	0,00	98,70
Beingarður 1-10_3 (63 mikron)		71,80	0,20	14,28	2,67	0,09	0,12	2,10	5,17	2,46	0,00	98,89
Beingarður 1-10_3 (63 mikron)		71,90	0,21	14,61	3,20	0,06	0,11	2,06	4,53	2,43	0,04	99,15
Beingarður 1-10_3 (63 mikron)		71,90	0,21	14,20	3,26	0,11	0,12	2,03	4,79	2,39	0,04	99,05
Beingarður 1-10_3 (63 mikron)		71,95	0,23	14,32	3,13	0,10	0,12	2,05	4,59	2,60	0,03	99,11
Beingarður 1-10_3 (63 mikron)		71,98	0,23	14,23	3,08	0,11	0,12	2,01	5,03	2,47	0,04	99,30
Beingarður 1-10_3 (63 mikron)		72,10	0,18	14,26	3,03	0,11	0,11	2,04	5,23	2,50	0,00	99,56
Beingarður 1-10_3 (63 mikron)		72,19	0,22	14,30	3,13	0,13	0,11	1,97	4,80	2,49	0,02	99,36
Beingarður 1-10_3 (63 mikron)		72,38	0,22	14,44	3,09	0,11	0,13	1,89	4,83	2,44	0,01	99,54
Beingarður 1-10_3 (63 mikron)		72,87	0,16	14,29	3,09	0,10	0,12	1,96	4,60	2,39	0,04	99,63

Sýni	Meint gos	SiO2	TiO2	Al2O3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na2O	K2O	P2O5	Alls
Beingarður 1-10_4 (250 mikron)		61,83	0,27	11,46	2,31	0,05	0,30	1,55	4,15	2,15	0,00	84,06
Beingarður 1-10_4 (250 mikron)		68,50	0,11	12,14	1,92	0,08	0,03	1,23	4,39	2,51	0,01	90,91
Beingarður 1-10_4 (250 mikron)		70,15	0,10	12,51	1,89	0,08	0,02	1,17	4,37	2,45	0,00	92,75
Beingarður 1-10_4 (250 mikron)		71,04	0,14	12,31	2,01	0,08	0,03	1,23	4,63	2,50	0,01	93,97
Beingarður 1-10_4 (250 mikron)		71,29	0,32	13,14	2,76	0,07	0,41	1,93	4,71	2,65	0,06	97,34
Beingarður 1-10_4 (250 mikron)		71,31	0,04	12,70	1,83	0,10	0,01	1,24	4,59	2,53	0,00	94,35
Beingarður 1-10_4 (250 mikron)		71,56	0,05	12,73	1,94	0,09	0,02	1,22	4,54	2,72	0,05	94,91
Beingarður 1-10_4 (250 mikron)		72,19	0,09	12,90	1,87	0,08	0,03	1,21	4,68	2,75	0,01	95,81
Beingarður 1-10_4 (250 mikron)		72,31	0,12	13,13	1,94	0,09	0,00	1,26	4,76	2,75	0,00	96,36
Beingarður 1-10_4 (250 mikron)		72,64	0,07	12,77	1,88	0,03	0,02	1,29	4,39	2,72	0,03	95,84
Beingarður 1-10_4 (250 mikron)		72,70	0,08	12,45	2,03	0,10	0,02	1,23	4,84	2,64	0,00	96,09
Beingarður 1-10_4 (250 mikron)		72,72	0,09	13,00	1,93	0,08	0,02	1,34	4,81	2,74	0,00	96,74
Beingarður 1-10_4 (250 mikron)		72,94	0,08	12,83	2,00	0,05	0,02	1,29	4,42	2,75	0,00	96,38
Beingarður 1-10_4 (250 mikron)	meint H4	73,28	0,10	13,15	1,92	0,06	0,01	1,25	4,65	2,74	0,00	97,17
Beingarður 1-10_4 (250 mikron)		73,29	0,07	12,98	1,95	0,05	0,02	1,25	4,93	2,78	0,00	97,33
Beingarður 1-10_4 (250 mikron)		73,40	0,12	13,01	1,98	0,09	0,02	1,26	4,78	2,83	0,04	97,54
Beingarður 1-10_4 (250 mikron)		73,67	0,10	13,13	2,03	0,12	0,03	1,38	4,66	2,59	0,03	97,74
Beingarður 1-10_4 (250 mikron)		74,05	0,10	13,37	2,03	0,07	0,04	1,34	4,94	2,68	0,03	98,64
Beingarður 1-10_4 (250 mikron)		74,25	0,11	13,14	2,00	0,07	0,01	1,32	4,84	2,73	0,03	98,51
Beingarður 1-10_4 (250 mikron)		74,29	0,10	13,38	1,99	0,10	0,02	1,33	4,59	2,74	0,00	98,54

Sýni	Meint gos	SiO2	TiO2	Al2O3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na2O	K2O	P2O5	Alls
Lipari Opsedian		74,69	0,02	13,29	1,63	0,09	0,06	0,75	2,82	5,28	0,01	98,65
Lipari Opsedian		74,08	0,06	13,35	1,63	0,08	0,04	0,74	4,27	4,85	0,03	99,13
Lipari Opsedian		74,66	0,07	13,38	1,64	0,02	0,04	0,79	3,93	5,16	0,00	99,69
Lipari Opsedian		74,49	0,07	13,36	1,60	0,06	0,04	0,71	4,19	5,06	0,01	99,59
Lipari Opsedian		74,66	0,06	13,13	1,60	0,07	0,03	0,73	4,18	4,94	0,00	99,40

Sýni	Meint gos	SiO2	TiO2	Al2O3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na2O	K2O	P2O5	Alls
Beingarður 1-10_4 (125 mikron)		70,77	0,11	12,45	1,94	0,08	0,03	1,27	4,60	2,65	0,04	93,93

Beingarður 1-10_4 (125 mikron)		72,24	0,06	13,12	1,99	0,10	0,02	1,36	4,82	2,72	0,02	96,45
Beingarður 1-10_4 (125 mikron)	meint H4	72,97	0,10	13,17	1,93	0,07	0,00	1,28	4,91	2,77	0,01	97,21
Beingarður 1-10_4 (125 mikron)		73,36	0,06	13,08	1,90	0,06	0,02	1,28	4,98	2,66	0,00	97,40
Beingarður 1-10_4 (125 mikron)		73,39	0,09	12,91	2,00	0,07	0,02	1,28	4,69	2,81	0,00	97,26
Beingarður 1-10_4 (125 mikron)		73,60	0,10	13,10	2,03	0,05	0,02	1,33	5,05	2,71	0,01	97,99
Beingarður 1-10_4 (125 mikron)		73,67	0,08	13,13	1,95	0,07	0,01	1,28	4,61	2,75	0,02	97,58
Beingarður 1-10_4 (125 mikron)		73,79	0,08	13,27	1,97	0,10	0,04	1,35	4,49	2,60	0,00	97,69
Beingarður 1-10_4 (125 mikron)		73,80	0,11	13,21	2,02	0,06	0,03	1,33	5,02	2,58	0,05	98,21
Beingarður 1-10_4 (125 mikron)		73,81	0,11	13,53	2,01	0,09	0,02	1,26	4,79	2,68	0,01	98,31
Beingarður 1-10_4 (125 mikron)		73,85	0,14	13,39	2,02	0,06	0,01	1,34	4,64	2,71	0,00	98,17
Beingarður 1-10_4 (125 mikron)		73,87	0,10	13,10	2,03	0,07	0,02	1,35	4,80	2,82	0,01	98,16
Beingarður 1-10_4 (125 mikron)		73,95	0,14	12,65	2,00	0,07	0,03	1,30	4,75	2,68	0,00	97,56
Beingarður 1-10_4 (125 mikron)		73,97	0,11	13,28	2,07	0,11	0,01	1,38	4,94	2,81	0,00	98,67
Beingarður 1-10_4 (125 mikron)		73,97	0,07	13,30	1,89	0,08	0,02	1,24	4,69	2,89	0,03	98,19
Beingarður 1-10_4 (125 mikron)		74,57	0,13	13,11	2,03	0,06	0,03	1,39	4,70	2,66	0,00	98,69
Beingarður 1-10_4 (125 mikron)		74,95	0,11	13,15	1,94	0,05	0,01	1,29	4,85	2,63	0,03	99,01
Beingarður 1-10_4 (125 mikron)		74,98	0,15	13,04	2,05	0,07	0,02	1,29	4,72	2,67	0,01	99,00
Beingarður 1-10_4 (125 mikron)		75,07	0,08	13,42	1,78	0,08	0,01	1,29	4,69	2,83	0,00	99,25
Beingarður 1-10_4 (125 mikron)		75,64	0,10	13,38	1,96	0,05	0,03	1,31	4,98	2,77	0,00	100,22

Sýni	Meint gos	SiO2	TiO2	Al2O3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na2O	K2O	P2O5	Alls
Beingarður 1-10_4 (63 mikron)		72,34	0,13	12,91	1,89	0,08	0,01	1,20	4,47	2,57	0,03	95,64
Beingarður 1-10_4 (63 mikron)		72,43	0,12	12,79	1,97	0,05	0,01	1,25	4,44	2,65	0,00	95,71
Beingarður 1-10_4 (63 mikron)		72,48	0,14	13,03	1,88	0,09	0,01	1,24	4,82	2,69	0,00	96,38
Beingarður 1-10_4 (63 mikron)	meint H4	72,83	0,14	12,79	2,00	0,08	0,02	1,34	4,75	2,78	0,00	96,73
Beingarður 1-10_4 (63 mikron)		73,39	0,04	13,19	2,01	0,08	0,03	1,27	4,54	2,73	0,00	97,28
Beingarður 1-10_4 (63 mikron)		73,45	0,09	13,32	2,00	0,08	0,02	1,30	4,90	2,74	0,02	97,92
Beingarður 1-10_4 (63 mikron)		73,82	0,11	13,17	2,02	0,09	0,01	1,33	4,73	2,68	0,05	98,01
Beingarður 1-10_4 (63 mikron)		73,95	0,09	12,74	2,00	0,05	0,02	1,25	4,76	2,74	0,01	97,62
Beingarður 1-10_4 (63 mikron)		74,00	0,13	13,24	1,95	0,07	0,01	1,33	4,73	2,77	0,00	98,23
Beingarður 1-10_4 (63 mikron)		74,19	0,10	13,27	1,99	0,07	0,00	1,36	4,77	2,82	0,00	98,57
Beingarður 1-10_4 (63 mikron)		74,24	0,12	13,22	2,09	0,10	0,02	1,27	4,78	2,68	0,03	98,54
Beingarður 1-10_4 (63 mikron)		74,42	0,10	13,23	1,94	0,09	0,02	1,25	4,84	2,80	0,01	98,69
Beingarður 1-10_4 (63 mikron)		74,45	0,08	13,02	1,99	0,09	0,04	1,36	4,65	2,81	0,02	98,51
Beingarður 1-10_4 (63 mikron)		74,47	0,11	13,21	2,02	0,07	0,03	1,29	4,70	2,82	0,00	98,71
Beingarður 1-10_4 (63 mikron)		74,64	0,13	13,25	2,01	0,11	0,00	1,35	5,01	2,80	0,01	99,31
Beingarður 1-10_4 (63 mikron)		74,68	0,08	13,38	2,00	0,03	0,00	1,30	4,72	2,77	0,00	98,97
Beingarður 1-10_4 (63 mikron)		74,95	0,07	12,56	1,70	0,05	0,02	1,17	4,65	2,69	0,02	97,88
Beingarður 1-10_4 (63 mikron)		75,06	0,13	13,24	2,02	0,09	0,01	1,30	4,61	2,82	0,00	99,28
Beingarður 1-10_4 (63 mikron)		75,21	0,10	13,35	2,07	0,11	0,02	1,28	4,76	2,70	0,00	99,60
Beingarður 1-10_4 (63 mikron)		75,66	0,07	12,98	1,85	0,07	0,04	1,27	4,46	2,72	0,05	99,17

Sýni	Meint gos	SiO2	TiO2	Al2O3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na2O	K2O	P2O5	Alls
Lipari Opsedian		74,70	0,07	12,97	1,64	0,06	0,04	0,68	4,53	5,14	0,07	99,90
Lipari Opsedian		74,31	0,10	13,33	1,63	0,05	0,06	0,74	4,18	5,09	0,04	99,53
Lipari Opsedian		73,85	0,08	13,25	1,54	0,09	0,02	0,73	4,00	5,04	0,00	98,61
Lipari Opsedian		74,18	0,08	12,78	1,51	0,04	0,03	0,74	4,14	5,04	0,01	98,56
Lipari Opsedian		73,82	0,06	13,16	1,56	0,09	0,04	0,73	4,00	5,04	0,03	98,54
Lipari Opsedian		74,35	0,11	13,27	1,58	0,04	0,05	0,71	4,31	5,09	0,03	99,54
Lipari Opsedian		74,28	0,04	13,16	1,58	0,06	0,05	0,74	4,29	4,89	0,00	99,09
Lipari Opsedian		74,21	0,12	13,33	1,63	0,07	0,05	0,78	4,13	5,09	0,02	99,43
Lipari Opsedian		74,40	0,05	12,90	1,58	0,02	0,03	0,75	4,20	5,07	0,00	98,99
Lipari Opsedian		74,46	0,06	12,85	1,73	0,04	0,05	0,69	4,23	5,00	0,03	99,13

Sýni	Meint gos	SiO2	TiO2	Al2O3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na2O	K2O	P2O5	Alls
Kýrholt 1-1_1	H1766?	58,54	1,35	14,77	10,04	0,30	2,03	5,33	4,23	1,47	0,64	98,70
Kýrholt 1-1_1		58,91	1,41	15,24	9,82	0,23	2,14	5,43	4,05	1,66	0,61	99,50
Kýrholt 1-1_1		59,05	1,14	15,11	9,43	0,24	1,51	5,13	4,33	1,57	0,45	97,96
Kýrholt 1-1_1		59,42	1,09	15,22	9,50	0,30	1,52	5,31	4,88	1,62	0,44	99,30
Kýrholt 1-1_1		59,81	1,16	15,56	9,48	0,26	1,58	5,19	4,65	1,63	0,38	99,70
Kýrholt 1-1_1		59,91	1,10	15,36	9,18	0,26	1,46	4,88	4,35	1,58	0,48	98,57
Kýrholt 1-1_1		60,02	1,08	15,30	9,36	0,23	1,52	4,89	4,42	1,56	0,50	98,88
Kýrholt 1-1_1		60,02	1,06	15,28	9,34	0,26	1,53	4,67	4,37	1,53	0,38	98,45
Kýrholt 1-1_1		60,02	1,05	15,21	9,63	0,26	1,54	5,08	4,53	1,58	0,39	99,30
Kýrholt 1-1_1		60,11	1,13	15,27	9,11	0,27	1,53	4,88	4,29	1,58	0,40	98,56
Kýrholt 1-1_1		60,18	0,99	15,22	8,78	0,27	1,44	5,06	4,73	1,63	0,49	98,79
Kýrholt 1-1_1		60,21	1,10	15,24	9,34	0,30	1,49	5,03	4,47	1,61	0,40	99,18
Kýrholt 1-1_1		60,30	1,06	14,69	8,88	0,26	1,57	5,06	4,67	1,59	0,43	98,52
Kýrholt 1-1_1		60,31	1,10	15,15	9,65	0,26	1,54	5,11	4,16	1,64	0,53	99,46

Kýrholt 1-1_1		60,39	1,10	15,37	9,20	0,26	1,53	5,22	4,45	1,58	0,38	99,48
Kýrholt 1-1_1		60,45	1,18	15,39	8,89	0,29	1,61	5,08	4,29	1,52	0,38	99,08
Kýrholt 1-1_1		60,47	1,07	14,85	9,18	0,23	1,47	4,78	4,34	1,62	0,41	98,42
Kýrholt 1-1_1		60,57	1,12	15,44	8,76	0,28	1,45	4,99	4,51	1,59	0,43	99,13
Kýrholt 1-1_1		60,64	1,08	15,37	8,55	0,25	1,44	5,00	4,66	1,59	0,39	98,97
Kýrholt 1-1_1		61,04	0,97	15,47	8,61	0,26	1,35	4,68	4,53	1,53	0,46	98,91

Sýni	Meint gos	SiO2	TiO2	Al2O3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na2O	K2O	P2O5	Alls
Kýrholt 1-1_2	H-1300??	47,44	3,86	13,26	14,98	0,21	5,18	9,69	3,10	0,68	0,38	98,79
Kýrholt 1-1_2		47,50	3,77	13,55	14,50	0,24	5,44	10,59	2,65	0,57	0,48	99,29
Kýrholt 1-1_2		48,58	1,28	14,87	10,80	0,17	8,30	12,31	2,10	0,11	0,09	98,61
Kýrholt 1-1_2		46,96	2,67	15,37	13,81	0,22	6,60	10,50	1,26	0,44	0,30	98,13
Kýrholt 1-1_2		46,27	2,42	15,66	13,06	0,21	6,98	10,95	2,79	0,42	0,28	99,04
Kýrholt 1-1_2		46,34	2,52	15,76	12,13	0,15	7,59	11,09	2,30	0,38	0,23	98,49
Kýrholt 1-1_2		46,05	2,36	15,98	12,47	0,17	7,27	10,92	2,90	0,41	0,21	98,74
Kýrholt 1-1_2		46,48	2,30	16,07	12,75	0,18	7,16	10,90	2,74	0,80	0,23	99,61
Kýrholt 1-1_2		55,08	1,22	13,44	9,57	0,26	1,51	4,15	3,97	1,69	0,57	91,48
Kýrholt 1-1_2		56,35	0,14	26,47	0,46	0,00	0,00	7,93	7,20	0,31	0,00	98,85
Kýrholt 1-1_2		57,76	0,06	26,47	0,94	0,01	0,07	8,91	6,19	0,29	0,05	100,74
Kýrholt 1-1_2		57,80	1,39	14,11	10,36	0,25	2,19	5,35	4,15	1,36	0,75	97,71
Kýrholt 1-1_2		61,59	0,81	14,61	8,88	0,30	0,92	4,44	4,76	1,03	0,28	97,62
Kýrholt 1-1_2		65,66	0,81	13,30	7,51	0,23	0,73	3,03	4,43	2,33	0,19	98,22
Kýrholt 1-1_2		66,45	0,72	13,35	6,60	0,22	0,51	3,02	4,88	2,39	0,17	98,32
Kýrholt 1-1_2		67,04	0,65	13,02	7,41	0,27	0,67	2,96	4,90	2,54	0,18	99,64
Kýrholt 1-1_2		67,23	0,61	13,33	6,26	0,18	0,48	3,07	4,94	2,53	0,29	98,91
Kýrholt 1-1_2		67,53	0,68	13,01	6,99	0,25	0,63	2,95	4,50	2,54	0,24	99,31
Kýrholt 1-1_2		68,68	0,80	13,91	3,72	0,13	0,69	2,03	5,22	3,07	0,15	98,39
Kýrholt 1-1_2		72,01	0,20	14,56	3,31	0,11	0,12	2,04	4,60	2,46	0,02	99,42

Sýni	Meint gos	SiO2	TiO2	Al2O3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na2O	K2O	P2O5	Alls
Lipari Opsedian		73,75	0,08	13,22	1,65	0,08	0,05	0,71	2,95	4,86	0,00	97,36
Lipari Opsedian		74,39	0,07	13,05	1,64	0,08	0,02	0,73	3,12	4,91	0,00	98,02
Lipari Opsedian		74,67	0,09	13,15	1,49	0,08	0,05	0,72	3,25	4,85	0,03	98,37
Lipari Opsedian		74,47	0,07	13,36	1,64	0,07	0,03	0,72	3,10	4,86	0,03	98,36
Lipari Opsedian		74,81	0,08	12,64	1,58	0,05	0,05	0,69	3,22	4,95	0,00	98,08
Lipari Opsedian		74,33	0,07	13,18	1,65	0,04	0,03	0,75	2,97	4,98	0,04	98,04
Lipari Opsedian		74,54	0,06	13,25	1,58	0,08	0,05	0,71	3,01	5,06	0,00	98,34
Lipari Opsedian		74,62	0,03	13,23	1,56	0,06	0,04	0,71	3,02	5,07	0,00	98,33
Lipari Opsedian		74,19	0,13	12,82	1,61	0,08	0,04	0,73	3,27	5,03	0,00	97,91
Lipari Opsedian		74,79	0,08	13,47	1,57	0,08	0,05	0,76	3,02	5,11	0,01	98,94

Sýni	Meint gos	SiO2	TiO2	Al2O3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na2O	K2O	P2O5	Alls
Kýrholt 1-1_3	H-1104?	69,83	0,18	13,50	3,16	0,13	0,11	1,85	4,93	2,53	0,01	96,23
Kýrholt 1-1_3		70,96	0,19	14,16	3,05	0,11	0,08	1,94	4,76	2,66	0,00	97,92
Kýrholt 1-1_3		71,08	0,18	14,15	3,23	0,12	0,14	1,92	5,12	2,64	0,02	98,60
Kýrholt 1-1_3		71,18	0,17	13,89	3,26	0,08	0,08	1,90	5,20	2,56	0,02	98,34
Kýrholt 1-1_3		71,19	0,18	13,62	3,23	0,09	0,13	1,94	5,17	2,68	0,05	98,28
Kýrholt 1-1_3		71,22	0,19	14,76	3,27	0,11	0,12	1,90	4,81	2,63	0,01	99,02
Kýrholt 1-1_3		71,32	0,22	14,23	3,18	0,09	0,11	1,87	4,99	2,37	0,04	98,42
Kýrholt 1-1_3		71,45	0,24	14,18	3,21	0,09	0,14	1,99	4,91	2,71	0,00	98,92
Kýrholt 1-1_3		71,51	0,22	14,07	3,14	0,09	0,10	1,95	4,96	2,57	0,00	98,61
Kýrholt 1-1_3		71,66	0,24	14,19	3,31	0,09	0,09	1,86	5,28	2,67	0,02	99,41
Kýrholt 1-1_3		71,67	0,23	14,26	3,29	0,12	0,11	1,95	4,59	2,57	0,07	98,86
Kýrholt 1-1_3		71,80	0,21	14,33	3,25	0,16	0,11	1,95	4,93	2,59	0,05	99,38
Kýrholt 1-1_3		71,80	0,19	14,48	3,32	0,09	0,10	2,01	4,67	2,56	0,05	99,27
Kýrholt 1-1_3		71,86	0,20	14,35	3,18	0,08	0,10	1,93	4,94	2,69	0,04	99,38
Kýrholt 1-1_3		71,89	0,26	14,23	3,19	0,11	0,12	1,92	4,88	2,36	0,03	99,00
Kýrholt 1-1_3		71,93	0,26	14,48	3,25	0,13	0,10	1,94	4,48	2,65	0,01	99,24
Kýrholt 1-1_3		72,11	0,17	14,01	3,05	0,12	0,08	1,90	4,91	2,63	0,00	98,98
Kýrholt 1-1_3		72,20	0,19	14,09	3,26	0,11	0,13	1,94	4,75	2,61	0,00	99,27
Kýrholt 1-1_3		72,23	0,17	14,29	3,01	0,12	0,11	1,90	4,70	2,57	0,04	99,15
Kýrholt 1-1_3		72,45	0,19	14,17	3,22	0,10	0,09	1,81	3,63	2,71	0,03	98,40

Sýni	Meint gos	SiO2	TiO2	Al2O3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na2O	K2O	P2O5	Alls
Kýrholt 2-2 meint H1104	alls ekki H-1104	48,84	1,84	14,05	11,14	0,18	7,19	11,80	2,36	0,30	0,19	97,89
Kýrholt 2-2 meint H1104		49,21	1,85	14,10	11,06	0,17	7,05	12,12	2,43	0,30	0,19	98,48
Kýrholt 2-2 meint H1104		48,94	1,86	14,26	11,33	0,19	7,04	12,03	2,41	0,28	0,12	98,46
Kýrholt 2-2 meint H1104		49,24	1,87	14,19	10,25	0,23	7,11	11,93	2,63	0,29	0,16	97,90
Kýrholt 2-2 meint H1104		48,75	1,89	14,33	12,25	0,19	6,74	11,30	2,31	0,34	0,18	98,29

Kýrholt 2-2 meint H1104	48,92	1,89	13,88	10,94	0,19	7,09	11,87	2,19	0,27	0,21	97,45
Kýrholt 2-2 meint H1104	49,38	1,89	14,10	11,58	0,20	7,16	12,23	2,13	0,29	0,26	99,22
Kýrholt 2-2 meint H1104	49,87	1,89	14,38	11,22	0,20	6,86	11,37	2,15	0,28	0,16	98,38
Kýrholt 2-2 meint H1104	49,14	1,90	14,15	11,26	0,18	7,04	11,93	2,40	0,28	0,15	98,43
Kýrholt 2-2 meint H1104	49,26	1,94	14,25	11,11	0,20	7,04	12,12	2,30	0,27	0,15	98,64
Kýrholt 2-2 meint H1104	49,39	1,94	14,35	11,12	0,20	7,18	12,17	2,48	0,27	0,23	99,33
Kýrholt 2-2 meint H1104	49,08	1,96	13,62	11,28	0,18	7,23	12,19	2,17	0,27	0,25	98,24
Kýrholt 2-2 meint H1104	48,32	1,98	13,95	11,52	0,20	6,95	11,61	2,32	0,30	0,19	97,34
Kýrholt 2-2 meint H1104	48,86	1,98	14,29	10,92	0,18	7,17	12,06	2,48	0,28	0,18	98,39
Kýrholt 2-2 meint H1104	49,11	1,98	14,06	11,35	0,21	7,09	12,04	2,41	0,28	0,15	98,69
Kýrholt 2-2 meint H1104	49,22	1,98	14,33	10,95	0,20	7,10	11,96	2,16	0,27	0,17	98,33
Kýrholt 2-2 meint H1104	48,32	2,00	14,10	11,06	0,17	7,26	11,89	2,29	0,26	0,20	97,56
Kýrholt 2-2 meint H1104	49,90	2,04	14,22	10,59	0,20	6,97	12,05	2,64	0,29	0,17	99,07
Kýrholt 2-2 meint H1104	49,81	2,05	14,31	11,13	0,18	7,11	11,55	2,53	0,29	0,23	99,19
Kýrholt 2-2 meint H1104	49,33	2,07	14,03	10,05	0,22	6,86	12,00	2,44	0,28	0,14	97,41

Sýni	Meint gos	SiO2	TiO2	Al2O3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na2O	K2O	P2O5	Alls
Kýrholt 2-1 meint H3		65,77	0,18	13,05	2,93	0,10	0,12	1,86	4,60	2,27	0,00	90,89
Kýrholt 2-1 meint H3		67,25	0,23	13,84	3,63	0,12	0,18	2,42	4,87	2,28	0,03	94,85
Kýrholt 2-1 meint H3		67,68	0,18	13,59	2,98	0,10	0,11	1,83	4,53	2,36	0,04	93,41
Kýrholt 2-1 meint H3		68,81	0,15	13,85	3,19	0,12	0,13	1,95	4,68	2,32	0,04	95,24
Kýrholt 2-1 meint H3		69,19	0,15	13,76	3,01	0,11	0,13	1,92	4,58	2,40	0,00	95,25
Kýrholt 2-1 meint H3	meint H3	64,73	0,50	15,26	6,80	0,22	0,57	3,88	4,92	1,85	0,17	98,91
Kýrholt 2-1 meint H3		65,25	0,44	14,83	6,28	0,26	0,56	3,60	4,78	1,85	0,15	97,99
Kýrholt 2-1 meint H3		65,96	0,44	15,22	6,21	0,20	0,51	3,51	4,68	1,94	0,17	98,85
Kýrholt 2-1 meint H3		66,29	0,35	15,05	5,65	0,19	0,38	3,19	4,78	2,07	0,12	98,08
Kýrholt 2-1 meint H3		66,70	0,37	14,76	5,47	0,20	0,37	3,08	4,76	2,01	0,12	97,84
Kýrholt 2-1 meint H3		66,75	0,35	14,76	5,49	0,21	0,33	2,95	4,87	2,10	0,10	97,91
Kýrholt 2-1 meint H3		66,89	0,35	14,98	5,03	0,12	0,33	2,95	4,80	2,11	0,10	97,66
Kýrholt 2-1 meint H3		68,01	0,31	14,73	4,79	0,13	0,27	2,93	4,76	2,02	0,16	98,11
Kýrholt 2-1 meint H3		70,76	0,17	13,95	3,01	0,11	0,12	1,99	4,74	2,45	0,01	97,31
Kýrholt 2-1 meint H3		70,97	0,21	14,05	3,11	0,12	0,12	2,04	4,83	2,40	0,01	97,86
Kýrholt 2-1 meint H3		71,25	0,22	14,17	3,15	0,11	0,11	2,05	4,83	2,45	0,00	98,34
Kýrholt 2-1 meint H3		71,54	0,22	14,31	3,10	0,12	0,14	1,97	4,65	2,16	0,04	98,24
Kýrholt 2-1 meint H3		71,56	0,16	14,50	3,16	0,13	0,13	2,02	4,90	2,41	0,01	98,98
Kýrholt 2-1 meint H3		71,84	0,15	14,15	3,15	0,14	0,14	1,99	4,96	2,45	0,05	99,02
Kýrholt 2-1 meint H3		71,97	0,19	14,30	3,12	0,08	0,14	2,10	4,99	2,09	0,00	98,98

Sýni	Meint gos	SiO2	TiO2	Al2O3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na2O	K2O	P2O5	Alls
Lipari Opsedian		75,03	0,10	13,49	1,62	0,08	0,03	0,69	4,09	4,92	0,00	100,05
Lipari Opsedian		74,26	0,08	13,28	1,69	0,06	0,04	0,76	4,41	4,97	0,01	99,56
Lipari Opsedian		73,86	0,09	12,92	1,67	0,10	0,06	0,74	4,58	4,97	0,00	98,98
Lipari Opsedian		74,30	0,09	13,28	1,61	0,06	0,04	0,76	4,17	5,11	0,00	99,42
Lipari Opsedian		74,24	0,05	13,30	1,68	0,07	0,05	0,73	4,43	5,08	0,00	99,62

Sýni	Meint gos	SiO2	TiO2	Al2O3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na2O	K2O	P2O5	Alls
Kýrholt 2-1 meint H4		65,99	0,08	11,96	1,75	0,05	0,02	1,14	4,46	2,46	0,01	87,92
Kýrholt 2-1 meint H4		69,67	0,10	12,54	1,91	0,06	0,00	1,25	4,67	2,62	0,00	92,82
Kýrholt 2-1 meint H4		69,62	0,08	12,36	1,91	0,09	0,02	1,23	4,84	2,70	0,00	92,86
Kýrholt 2-1 meint H4		69,30	0,32	12,67	2,63	0,08	0,34	1,74	4,70	2,61	0,05	94,43
Kýrholt 2-1 meint H4		71,03	0,07	12,76	1,95	0,07	0,01	1,22	4,63	2,69	0,00	94,43
Kýrholt 2-1 meint H4		72,50	0,13	12,75	1,97	0,08	0,02	1,36	4,47	2,44	0,00	95,72
Kýrholt 2-1 meint H4		71,86	0,07	12,76	2,04	0,10	0,02	1,30	4,79	2,76	0,05	95,74
Kýrholt 2-1 meint H4		72,37	0,07	13,07	2,01	0,10	0,00	1,24	4,57	2,75	0,01	96,18
Kýrholt 2-1 meint H4		72,61	0,11	12,92	1,87	0,08	0,02	1,24	4,77	2,59	0,00	96,22
Kýrholt 2-1 meint H4		72,44	0,07	13,03	1,94	0,09	0,03	1,29	4,61	2,79	0,00	96,29
Kýrholt 2-1 meint H4		72,71	0,10	12,93	1,89	0,07	0,01	1,34	4,68	2,75	0,00	96,48
Kýrholt 2-1 meint H4	H4?	67,70	0,69	13,27	4,60	0,14	1,22	3,13	4,40	2,27	0,15	97,57
Kýrholt 2-1 meint H4		71,19	0,35	13,35	3,04	0,10	0,47	2,05	4,58	2,64	0,04	97,81
Kýrholt 2-1 meint H4		73,14	0,09	13,18	1,88	0,07	0,04	1,26	4,69	2,64	0,06	97,05
Kýrholt 2-1 meint H4		73,31	0,14	13,23	1,99	0,06	0,03	1,33	4,69	2,65	0,00	97,44
Kýrholt 2-1 meint H4		73,68	0,14	13,07	1,99	0,08	0,02	1,27	4,53	2,76	0,01	97,55
Kýrholt 2-1 meint H4		73,85	0,09	13,24	2,07	0,06	0,00	1,29	4,95	2,76	0,02	98,32
Kýrholt 2-1 meint H4		74,00	0,10	13,19	1,93	0,09	0,02	1,30	4,80	2,86	0,00	98,30
Kýrholt 2-1 meint H4		74,08	0,11	13,14	1,99	0,07	0,03	1,21	4,78	2,82	0,04	98,27
Kýrholt 2-1 meint H4		74,16	0,13	13,09	2,01	0,11	0,00	1,34	4,92	2,57	0,02	98,37

Sýni	Meint gos	SiO2	TiO2	Al2O3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na2O	K2O	P2O5	Alls
Keldudalur 1-8_1	H-1766?	57,57	1,35	14,90	10,11	0,25	2,06	5,60	4,10	1,45	0,57	97,95

Keldudalur 1-8_1	57,61	1,42	15,23	10,29	0,25	2,08	5,05	4,61	1,46	0,63	98,63
Keldudalur 1-8_1	58,39	1,45	15,01	10,36	0,23	2,13	5,18	4,02	1,33	0,65	98,75
Keldudalur 1-8_1	59,29	1,17	15,18	9,15	0,30	1,53	5,06	4,58	1,61	0,41	98,28
Keldudalur 1-8_1	59,36	1,12	15,01	9,48	0,27	1,59	5,04	4,70	1,56	0,43	98,56
Keldudalur 1-8_1	59,45	1,11	15,29	9,43	0,27	1,52	5,06	4,29	1,57	0,46	98,45
Keldudalur 1-8_1	59,48	1,17	15,18	9,12	0,25	1,53	4,95	4,59	1,54	0,43	98,24
Keldudalur 1-8_1	59,56	1,28	15,23	8,70	0,27	1,59	5,17	4,38	1,48	0,49	98,14
Keldudalur 1-8_1	59,67	1,18	15,28	9,37	0,27	1,52	5,22	4,74	1,55	0,38	99,18
Keldudalur 1-8_1	59,70	1,06	14,88	8,63	0,23	1,51	5,14	4,67	1,58	0,42	97,82
Keldudalur 1-8_1	59,74	1,12	15,18	9,43	0,25	1,50	5,09	4,46	1,65	0,46	98,89
Keldudalur 1-8_1	59,77	1,12	15,17	9,44	0,26	1,65	5,12	4,55	1,61	0,40	99,09
Keldudalur 1-8_1	59,82	1,18	15,33	9,36	0,24	1,55	5,06	4,58	1,56	0,45	99,13
Keldudalur 1-8_1	59,83	1,13	15,09	8,93	0,27	1,54	5,03	4,44	1,54	0,39	98,19
Keldudalur 1-8_1	59,91	1,17	15,27	9,27	0,27	1,50	4,97	4,71	1,60	0,49	99,16
Keldudalur 1-8_1	60,16	1,09	15,31	9,46	0,23	1,56	4,99	4,41	1,58	0,45	99,24
Keldudalur 1-8_1	60,20	1,09	15,17	9,14	0,25	1,54	4,79	4,52	1,59	0,39	98,68
Keldudalur 1-8_1	60,27	1,17	15,14	9,21	0,28	1,64	5,07	4,60	1,56	0,45	99,39
Keldudalur 1-8_1	60,31	1,15	15,33	9,32	0,25	1,54	5,11	4,50	1,58	0,41	99,50
Keldudalur 1-8_1	60,32	1,05	15,26	9,21	0,23	1,48	4,90	4,79	1,59	0,38	99,21

Sýni	Meint gos	SiO2	TiO2	Al2O3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na2O	K2O	P2O5	Alls
Keldudalur 1-8_2		56,23	0,09	27,32	1,15	0,00	0,13	9,96	5,89	0,22	0,04	101,02
Keldudalur 1-8_2	H1300?	46,94	4,02	13,29	14,35	0,26	5,43	9,62	2,61	0,69	0,42	97,63
Keldudalur 1-8_2		45,62	3,81	13,46	14,06	0,22	5,75	11,00	2,85	0,50	0,27	97,54
Keldudalur 1-8_2		45,61	3,48	13,51	15,32	0,22	5,73	10,16	2,92	0,54	0,29	97,77
Keldudalur 1-8_2		45,48	3,43	13,71	15,27	0,23	5,68	10,13	3,10	0,53	0,27	97,83
Keldudalur 1-8_2		49,09	1,31	14,77	9,89	0,14	8,17	12,82	1,83	0,13	0,12	98,27
Keldudalur 1-8_2		46,03	2,76	15,17	12,82	0,19	7,18	11,08	2,52	0,39	0,24	98,39
Keldudalur 1-8_2		45,94	2,49	15,23	13,13	0,21	7,03	9,66	2,68	0,44	0,32	97,13
Keldudalur 1-8_2		45,40	2,42	15,45	12,80	0,18	6,99	11,11	2,71	0,44	0,25	97,75
Keldudalur 1-8_2		45,63	2,34	15,74	12,69	0,21	7,32	10,16	2,89	0,41	0,22	97,61
Keldudalur 1-8_2		45,81	2,33	15,83	12,81	0,21	7,48	10,79	2,71	0,42	0,17	98,57
Keldudalur 1-8_2		60,07	1,35	13,35	10,14	0,26	1,28	4,39	3,92	1,96	0,62	97,33
Keldudalur 1-8_2		60,91	0,90	14,99	8,98	0,34	1,17	4,69	4,43	1,79	0,27	98,46
Keldudalur 1-8_2		61,18	1,34	13,65	9,16	0,26	1,29	4,46	4,31	1,97	0,60	98,22
Keldudalur 1-8_2		62,24	0,89	15,23	8,34	0,24	1,09	4,24	4,48	2,17	0,33	99,26
Keldudalur 1-8_2		65,63	0,77	13,72	7,57	0,24	0,74	3,39	4,51	2,33	0,31	99,20
Keldudalur 1-8_2		66,43	0,71	13,44	6,96	0,27	0,61	3,00	4,83	2,39	0,23	98,87
Keldudalur 1-8_2		67,15	0,71	12,84	7,26	0,28	0,53	2,83	4,52	2,52	0,21	98,85
Keldudalur 1-8_2		67,26	0,62	12,81	6,52	0,21	0,47	2,77	4,54	2,53	0,15	97,88
Keldudalur 1-8_2		67,98	0,65	13,13	6,88	0,23	0,52	2,70	4,63	2,50	0,18	99,40

Sýni	Meint gos	SiO2	TiO2	Al2O3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na2O	K2O	P2O5	Alls
Keldudalur 1-8_3		58,28	0,03	26,48	0,27	0,03	0,01	8,52	6,25	0,25	0,00	100,12
Keldudalur 1-8_3		58,80	0,00	26,11	0,33	0,02	0,01	8,08	6,79	0,25	0,02	100,40
Keldudalur 1-8_3		59,12	0,04	26,14	0,35	0,02	0,00	7,33	7,37	0,27	0,00	100,64
Keldudalur 1-8_3		68,10	0,22	13,47	3,09	0,10	0,09	1,84	4,78	2,47	0,03	94,19
Keldudalur 1-8_3		69,76	0,26	13,91	3,19	0,12	0,11	1,74	4,52	2,51	0,04	96,17
Keldudalur 1-8_3	H1104	68,85	0,45	14,47	5,03	0,15	0,34	2,58	4,74	2,30	0,06	98,96
Keldudalur 1-8_3		70,63	0,22	14,19	3,22	0,12	0,13	2,02	4,47	2,60	0,01	97,61
Keldudalur 1-8_3		70,85	0,22	13,83	3,24	0,11	0,12	1,85	4,72	2,57	0,09	97,60
Keldudalur 1-8_3		71,08	0,23	14,04	3,09	0,14	0,08	1,86	5,22	2,58	0,04	98,35
Keldudalur 1-8_3		71,29	0,22	14,26	3,29	0,13	0,11	1,98	5,08	2,60	0,04	98,99
Keldudalur 1-8_3		71,34	0,21	14,20	3,23	0,11	0,12	1,91	5,08	2,66	0,04	98,90
Keldudalur 1-8_3		71,39	0,23	14,09	3,28	0,11	0,12	2,00	4,62	2,61	0,06	98,50
Keldudalur 1-8_3		71,44	0,22	14,06	3,12	0,12	0,11	1,92	4,93	2,59	0,04	98,55
Keldudalur 1-8_3		71,45	0,16	14,27	3,19	0,12	0,10	1,91	4,75	2,58	0,02	98,56
Keldudalur 1-8_3		71,50	0,21	14,02	3,17	0,13	0,11	1,92	5,03	2,64	0,01	98,74
Keldudalur 1-8_3		71,52	0,13	15,26	2,77	0,07	0,11	2,39	5,36	2,04	0,03	99,68
Keldudalur 1-8_3		71,55	0,20	14,21	3,12	0,14	0,11	1,84	4,72	2,57	0,06	98,52
Keldudalur 1-8_3		71,63	0,19	14,21	3,21	0,11	0,11	1,93	4,84	2,66	0,02	98,92
Keldudalur 1-8_3		71,72	0,21	14,01	3,24	0,10	0,12	2,03	4,61	2,60	0,01	98,65
Keldudalur 1-8_3		72,09	0,19	14,26	3,37	0,13	0,09	2,04	4,97	2,73	0,00	99,87

Sýni	Meint gos	SiO2	TiO2	Al2O3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na2O	K2O	P2O5	Alls
Keldudalur 1-8_4		67,50	0,15	13,35	3,01	0,12	0,12	1,91	4,60	2,32	0,01	93,09
Keldudalur 1-8_4	H3	56,94	1,57	14,37	10,27	0,26	2,40	5,95	4,32	1,37	0,86	98,31
Keldudalur 1-8_4		64,06	0,59	15,13	6,94	0,18	0,59	4,14	5,41	1,24	0,19	98,47
Keldudalur 1-8_4		65,56	0,46	14,94	5,77	0,19	0,41	3,49	4,74	2,01	0,10	97,66



Keldudalur 1-8_4	65,56	0,49	15,23	6,51	0,18	0,52	3,71	4,54	1,96	0,12	98,82
Keldudalur 1-8_4	67,63	0,35	14,89	5,14	0,18	0,34	3,03	4,74	2,05	0,04	98,40
Keldudalur 1-8_4	70,81	0,26	14,01	3,08	0,11	0,11	1,92	5,00	2,45	0,02	97,77
Keldudalur 1-8_4	70,82	0,20	14,21	3,18	0,11	0,13	2,06	5,01	2,39	0,04	98,14
Keldudalur 1-8_4	71,02	0,21	14,20	3,21	0,14	0,11	1,96	5,06	2,43	0,00	98,35
Keldudalur 1-8_4	71,18	0,18	14,23	3,09	0,08	0,13	2,02	4,74	2,44	0,06	98,15
Keldudalur 1-8_4	71,19	0,23	14,12	3,24	0,13	0,12	2,01	4,72	2,33	0,02	98,11
Keldudalur 1-8_4	71,37	0,18	14,10	3,12	0,12	0,12	1,93	5,08	2,48	0,04	98,54
Keldudalur 1-8_4	71,44	0,18	14,18	2,90	0,13	0,15	1,99	4,69	2,47	0,03	98,15
Keldudalur 1-8_4	71,47	0,19	14,12	3,18	0,11	0,14	2,06	4,90	2,34	0,01	98,53
Keldudalur 1-8_4	71,56	0,18	14,01	3,07	0,05	0,13	1,99	5,05	2,47	0,04	98,56
Keldudalur 1-8_4	71,70	0,22	14,13	3,11	0,10	0,12	1,98	5,07	2,33	0,00	98,76
Keldudalur 1-8_4	71,76	0,18	14,05	3,14	0,11	0,12	2,00	5,19	2,51	0,02	99,08
Keldudalur 1-8_4	72,11	0,13	14,26	3,09	0,13	0,14	2,11	4,99	2,45	0,02	99,42
Keldudalur 1-8_4	72,25	0,22	14,13	3,09	0,12	0,13	2,00	4,91	2,42	0,00	99,27
Keldudalur 1-8_4	72,41	0,17	14,18	3,10	0,09	0,14	1,97	5,01	2,45	0,00	99,53

Sýni	Meint gos	SiO2	TiO2	Al2O3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na2O	K2O	P2O5	Alls
Lipari Opsedian		74,40	0,12	13,05	1,56	0,07	0,04	0,69	3,68	5,19	0,01	98,82
Lipari Opsedian		74,51	0,07	12,95	1,59	0,07	0,04	0,61	4,31	4,90	0,03	99,09
Lipari Opsedian		74,20	0,08	13,24	1,62	0,09	0,04	0,70	4,25	5,05	0,05	99,33
Lipari Opsedian		74,49	0,05	13,27	1,61	0,07	0,04	0,73	3,70	5,18	0,00	99,14
Lipari Opsedian		73,83	0,05	13,42	1,51	0,08	0,03	0,74	4,10	5,02	0,00	98,79

Sýni	Meint gos	SiO2	TiO2	Al2O3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na2O	K2O	P2O5	Alls
Keldudalur 1-8_5		70,92	0,09	12,67	1,87	0,09	0,01	1,26	4,25	2,70	0,01	93,87
Keldudalur 1-8_5		71,97	0,09	12,90	1,92	0,06	0,03	1,29	4,28	2,72	0,06	95,33
Keldudalur 1-8_5		72,37	0,09	12,89	1,88	0,10	0,03	1,33	4,47	2,61	0,00	95,76
Keldudalur 1-8_5		72,66	0,10	12,83	1,94	0,11	0,01	1,19	4,71	2,72	0,00	96,27
Keldudalur 1-8_5		72,76	0,13	13,01	1,97	0,07	0,01	1,23	4,57	2,69	0,03	96,47
Keldudalur 1-8_5	H4	72,99	0,09	13,18	1,96	0,08	0,00	1,29	4,67	2,74	0,02	97,02
Keldudalur 1-8_5		73,04	0,12	12,94	1,94	0,09	0,03	1,32	4,67	2,78	0,00	96,93
Keldudalur 1-8_5		73,19	0,14	12,93	1,98	0,08	0,00	1,26	4,82	2,72	0,03	97,15
Keldudalur 1-8_5		73,28	0,13	12,88	1,99	0,08	0,04	1,31	4,72	2,77	0,00	97,20
Keldudalur 1-8_5		73,30	0,12	12,99	2,07	0,05	0,03	1,41	4,85	2,65	0,00	97,47
Keldudalur 1-8_5		73,55	0,08	13,03	1,88	0,09	0,03	1,30	4,80	2,75	0,06	97,55
Keldudalur 1-8_5		73,77	0,08	12,96	1,98	0,05	0,01	1,32	5,02	2,80	0,00	97,99
Keldudalur 1-8_5		73,78	0,08	13,19	2,00	0,08	0,02	1,35	4,82	2,80	0,04	98,17
Keldudalur 1-8_5		73,81	0,08	13,20	1,94	0,06	0,02	1,29	4,38	2,83	0,04	97,65
Keldudalur 1-8_5		73,96	0,11	13,21	2,12	0,06	0,02	1,37	4,71	2,78	0,03	98,37
Keldudalur 1-8_5		74,04	0,09	13,12	1,84	0,09	0,04	1,32	4,73	2,86	0,03	98,16
Keldudalur 1-8_5		74,11	0,12	13,34	2,06	0,08	0,03	1,36	4,58	2,78	0,01	98,46
Keldudalur 1-8_5		74,16	0,06	13,30	2,01	0,07	0,04	1,36	4,78	2,72	0,03	98,53
Keldudalur 1-8_5		74,20	0,14	13,22	1,98	0,06	0,02	1,31	4,65	2,81	0,02	98,41
Keldudalur 1-8_5		74,27	0,13	13,37	1,94	0,08	0,01	1,28	4,96	2,79	0,00	98,83

Sýni	Meint gos	SiO2	TiO2	Al2O3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na2O	K2O	P2O5	Alls
Lipari Opsedian		74,40	0,06	13,16	1,67	0,08	0,04	0,72	3,87	5,05	0,00	99,06
Lipari Opsedian		74,86	0,05	13,27	1,64	0,06	0,04	0,72	4,21	5,12	0,03	99,99
Lipari Opsedian		74,39	0,04	13,25	1,57	0,08	0,02	0,73	4,14	5,04	0,00	99,25
Lipari Opsedian		74,07	0,06	13,35	1,58	0,08	0,05	0,74	4,39	4,92	0,05	99,28
Lipari Opsedian		73,44	0,05	13,45	1,67	0,06	0,05	0,71	4,23	5,02	0,00	98,68

## Viðauki 2 - myndir

Myndir úr vettvangsrannsókn 12. – 14. júní 2020



Mynd 24. Kýrholt. Kjarni úr nýlega ræktuðu túni á gamalli framræstri mýri, ljóst lag meint H1104.



Mynd 25. Syðri Hofdalir, blaut áframræst mýri. Hugsanlega H1104 á um 70 sm dýpi, virðist dökkt í miðju.





Mynd 26. Keldudalur, framræst mýri. Kornakur. Fingur á meintu H1300 þar fyrir neðan meint H1104 og H3.



Mynd 27. Páfastaðir, framræst. Hnífur við meint H1300, þar fyrir neðan H1104.





*Mynd28. Hólabak, framræst mýri. Hnífur við meint H1766. Ljóst öskulag í botni hugsanlegt H4 (óstaðfest).*



Myndir úr sýnatökuferð 13. – 15. júní 2020



Mynd 29. Kýrholt, óframræst votlendi. Hóla 1-1 (B.A.Ó.).



Mynd 30. Kýrholt, óframræst votlendi, hola 1-2 (B.A.Ó.).





Mynd 31. Kýrholt, óframræst votlendi, hola 1-3 (B.A.Ó.).



Mynd 32. Kýrholt, framræst votlendi, hola 2-4 (B.A.Ó.).





Mynd 2. Kýrholt, framræst votlendi, hola 2-5 (B.A.Ó.).



Mynd 34. Kýrholt, framræst votlendi, hola 2-6 (B.A.Ó.).





*Mynd 3. Keldudalur, kornakur-framræst, hola 1-7 (B.A.Ó.).*



*Mynd 4. Keldudalur, kornakur-framræst, hola 1-8 (B.A.Ó.).*





Mynd 37. Keldudalur, kornakur-framræst, hola 1-9 (B.A.Ó.).



Mynd 38. Beingarður, óframræst mýri, hola 1-10 (B.A.Ó.).





Mynd 39. Beingarður, óframræst mýri, hola 1-11 (B.A.Ó.).



Mynd 40. Beingarður, óframræst mýri, hola 1-12 (B.A.Ó.).