



ORKUSTOFNUN

RANNSÓKNASVIÐ - Reykjavík, Akureyri

Forn lón að Fjallabaki



**Elsa G. Vilmundardóttir
Ingibjörg Kaldal**

**Unnið fyrir Auðlindadeild Orkustofnunar
og Landsvirkjun**

2001

OS-2001/072



Skýrsla nr.: OS-2001/072	Dags.: Nóvember 2001	Dreifing: <input checked="" type="checkbox"/> Opin <input type="checkbox"/> Lokuð til
------------------------------------	--------------------------------	---

Heiti skýrslu / Aðal- og undirtitill: FORN LÓN AÐ FJALLABAKI	Upplag: 50
	Fjöldi síðna: 48
Höfundar: Elsa G. Vilmundardóttir Ingibjörg Kaldal	Verkefnisstjóri: Ingibjörg Kaldal
Gerð skýrslu / Verkstig: Jarðfræðirannsóknir, kortlagning á lónseti	Verknúmer: 8-760911
Unnið fyrir: Auðlindadeild Orkustofnunar og Landsvirkjun	
Samvinnuaðilar:	

Útdráttur:

Gerð er grein fyrir rannsóknum á ummerkjum fornra lóna að Fjallabaki norðvestan Mýrdalsjökuls. Þær eru liður í verkinu Umhverfi og orkuöflun – Jöklalandslag í tengslum við Rammaáætlun um nýtingu vatnsorku og jarðhita. Lónin sem hér um ræðir mynduðust í lægðum milli móbergshryggja þegar ísaldarjökull hörfaði af svæðinu. Lónin fylltust af seti, og þegar þau tæmdust aftur grófu ár og lækir sig niður í lónsetið svo víða má lesa sögu þeirra í bökkunum. Þrjú stærstu lónin eru meginviðfangsefni rannsóknanna, Launfitarlón, Torfalón og Emstrulón. Af þeim hefur Torfalón langmest verið rannsakað og hefur náðst samfellt snið af allri lónfyllunni þar. Fjölmörg gjóskulög hafa fundist í lónsetinu, flest frá Köllu, og þykkt, súrt gjóskulag, GRA-1, að öllum líkindum frá Hrafntinnuskeri. Af aldursgreiningum plöntuleifa má ráða að lón hafi farið að myndast fyrir um 9 þús. árum. Þau fyllst síðan af seti fyrir um 5-6 þús. árum. Ljóst er að lónset að Fjallabaki og við Kárahnjúka eru ekki fyllilega sambærileg, hvorki að uppruna né gerð.

Lykilorð: Jarðfræði, jöklalandslag, lón, lónset, snið, eldgos, hlaup, að Fjallabaki, Markarfljót	ISBN-númer: 9979-68-085-7
	Undirskrift verkefnisstjóra: <i>Ingibjörg Kaldal</i>
	Yfirlæsing af: FS, SV



ORKUSTOFNUN
Rannsóknasvið

Verknr.:8-760911

**Elsa G. Vilmundardóttir
Ingibjörg Kaldal**

FORN LÓN AÐ FJALLABAKI

**Unnið fyrir Auðlindadeild Orkustofnunar og
Landsvirkjun**

OS-2001/072

Nóvember 2001

ISBN 9979-68-085-7

ORKUSTOFNUN – RANNSÓKNASVIÐ

Reykjavík: Grensásvegi 9, 108 Rvk. – Sími: 569 6000 – Fax: 568 8896

Akureyri: Glerárgötu 36, 600 Ak. – Sími: 463 0957 – Fax: 463 0998

Netfang: os@os.is - Veffang: <http://www.os.is>

SAMANTEKT

Rannsóknir þær, sem hér er greint frá, eru liður í verkinu Umhverfi og orkuöflun – jöklalandslag, sem unnið hefur verið að undanfarin 3 ár vegna Rammaáætlunar um nýtingu vatnsorku og jarðhita. Verkið er unnið fyrir Auðlindadeild Orkustofnunar og Landsvirkjun. Rannsóknirnar beindust að ummerkjum fornra lóna að Fjallabaki norðvestan Mýrdalsjökuls, sem helst hafa verið talin sambærileg lónseti frá hörfunartíma ísaldarjökulsins í dalnum fyrir innan Kárahnjúka, þar sem Háslón mun verða, ef af Kárahnjúkavirkjun verður.

Þegar ísaldarjökullinn var að hörfa af svæðinu mynduðust nokkur lón í lægðum milli móbergshryggja. Jöklaleysing var mikil og fylltu jökulár lónin af seti. Þegar lónin tæmdust grófu ár og lækir sig niður í lónsetið, svo nú má víða lesa sögu þeirra í bökkum, sem geta verið allt að 20 m háir. Þrjú stærstu lónin hafa verið meginviðfangsefni þessara rannsókna, en þau hafa verið nefnd Launfitarlón, Torfalón og Emstrulón.

Launfitarlón er efsta lónið og var þar sem nú er Launfitarsandur. Náði það frá Laufafelli í norðri og teygði sig til suðvesturs milli Sátu í suðaustri og Faxa og Hagafells í norðvestri. Var það um 12 km² og var haldið uppi af bergþröskulti þar sem nú er Fljótsgil. Hæstu hjallar lónsins eru í um 600 m y.s.

Torfalón og Grashagalón voru í um 12 km langri lægð milli Sátu og Torfatinds, og náði frá Grashaga í norðaustri að Króki í suðvestri. Eftir lægðinni endilangri renna nú Torfakvísl úr norðaustri og Markarfljót úr suðvestri og sameinast þær nálægt miðri kvosinni, milli Stóra-Grænafjalls og Torfatinds, við Torfahlaup, sem grófst við tæmingu lónanna. Hefur Markarfljót runnið þar síðan í þróngu gljúfri. Um tíma var lón í þessari kvos tvískipt: aðallónið Torfalón og lítið lón í Grashaga. Hafa þau líklega fyrst verið samtengd og flatarmál þeirra verið rúmlega 10 km². Fljótlega aðskildust þau af óseyri, sem myndaðist framan við jökulinn, þegar hann var að hörfa. Hæstu strandlínur í Torfalóni eru í 525 m y.s.

Útbreiðsla syðsta lónsins, Emstrulóns og upphleðsla er ekki eins vel könnuð og hinna lónanna, en að öllum líkindum hefur það verið langstærst eða allt að 25 km² að stærð. Setlögin í Emstrulóni eru mótuð af eldvirkni Mýrdalsjökuls í ríkum mæli. Hraun hafa runnið yfir austurhluta lónstæðisins og goshlaup frá jöklinum hafa ýmist rofið lónsetið eða hulið það flóðseti. Hæstu hjallar og strandlínur þessa lóns eru í rúmlega 525 m hæð og hefur því verið haldið uppi af bergþröskulti, þar sem nú er Markarfljóts-gljúfur. Ýmislegt bendir til þess að Emstrulón og Torfalón hafi verið samtengd í hæstu stöðu.

Langmestar rannsóknir hafa verið gerðar á Torfalóni og hefur náðst samfellt snið af allri lónfyllunni, frá því er lónið tók að myndast og þar til þurrleidisjarðvegur tók að myndast eftir að lónið hafði tæmst. Þykkstu einingar lónsetsins eru úr fínlagskiptu silti. Skiptast þar á þunn siltlög með einhverjum leir og grófari lög með sandi, jafnvel nokkuð gráfum. Er þar líklega um árshvörf að ræða. Neðarlega í lónafyllunum eru einnig þykkar einingar af ólagskiptu silti.

Rannsóknarsvæðið er umkringt virkum eldstöðvum, svo sem Heklu, Vatnafjöllum, Torfajökli, Mýrdalsjökli og Eyjafjallajökli og hafa fjölmörg gjóskulög fundist í lónsetinu. Flest eru svört, basísk lög og er meirihluti þeirra sennilega frá Kötlu undir Mýrdalsjökli. Einnig hefur fundist þykkt súrt gjóskulag, GRA-1, sem er áberandi í lónsetinu í öllum lónunum. Efnaþamsetning þess bendir til að það sé komið frá Torfajökulssvæðinu, nánar tiltekið Hrafntinnuskeri. GRA-1 er gráhvitt að lit og oftast

siltkennt í lónsetinu en stakir, núnir vikurmolar eru líka í siltmassanum. Þykktin getur verið allt að 30 cm. Gjóskulögin mynda jafntímalínur bæði í lónseti og jarðvegi og gefa mikilvægar upplýsingar um þróunarsögu lónanna hvers um sig.

Ofan á lónsetið hefur víðast hvar lagst skálaga möl, sem árnar hafa hlaðið út í lónin, þegar þau hafa verið að því komin að fyllast af seti.

Í siltlögnum hafa fundist plöntuleifar á víð og dreif sem hafa verið geislakols-aldursgreindar. Benda greiningarnar til þess að gjóskulagið GRA-1 sé rúmlega 8000 ára. Elstu plöntuleifarnar sem greindar hafa verið gáfu aldurinn 8.750 ± 190 C14 ár.

Af þessum rannsóknunum má ráða, að lón hafi farið að myndast fyrir um 9.000-9.500 árum og verið til staðar þar til a.m.k. fyrir um 6.000 árum. Gróður var farinn að myndast í nágrenni þeirra fyrir a.m.k. 8.700 árum og mylírfur af svipuðum aldri hafa fundist í setinu. Lónin fylltust af seti fyrir um 5-6 þús. árum og malareyrar mynduðust ofan á lónsetinu og síðan jarðvegur með gjóskulögum ofan á þeim.

Lónsetið að Fjallabaki hefur verið talið sambærilegt lónseti af svipuðum aldri í dal Jökulsár á Dal sunnan Kárahnjúka, sem fara mun í kaf ef af Kárahnjúkavirkjun verður og var því reynt að bera þau saman. Ljóst er að lónset sunnan Kárahnjúka og að Fjallabaki eru ekki fyllilega sambærileg, hvorki hvað uppruna, né gerð varðar. Jarðfræðilegar aðstæður við myndun lónanna hafa verið ólíkar, sérstaklega hvað varðar jökulnánd og nálagð við virkar eldstöðvar. Enn er margt ókannað varðandi lónset að Fjallabaki, einkum í Emstrulóni, en þó er ljóst, að þar er að finna merkilegar, jarðfræðilegar upplýsingar, sem full þörf er á að kanna nánar. Eins og áður er sagt hafa setlög í Emstrulóni einungis verið könnuð lítillega. Saga þess er flókin og trufluð af hraunflóðum og jökulhlaupi eða -hlaupum. Nánari athugun á lónseti Emstrulóns mun að öllum líkindum gefa hugmyndir um sögu jökulhlaupa frá norðvesturshluta Mýrdalsjökuls á Nútíma.

EFNISYFIRLIT

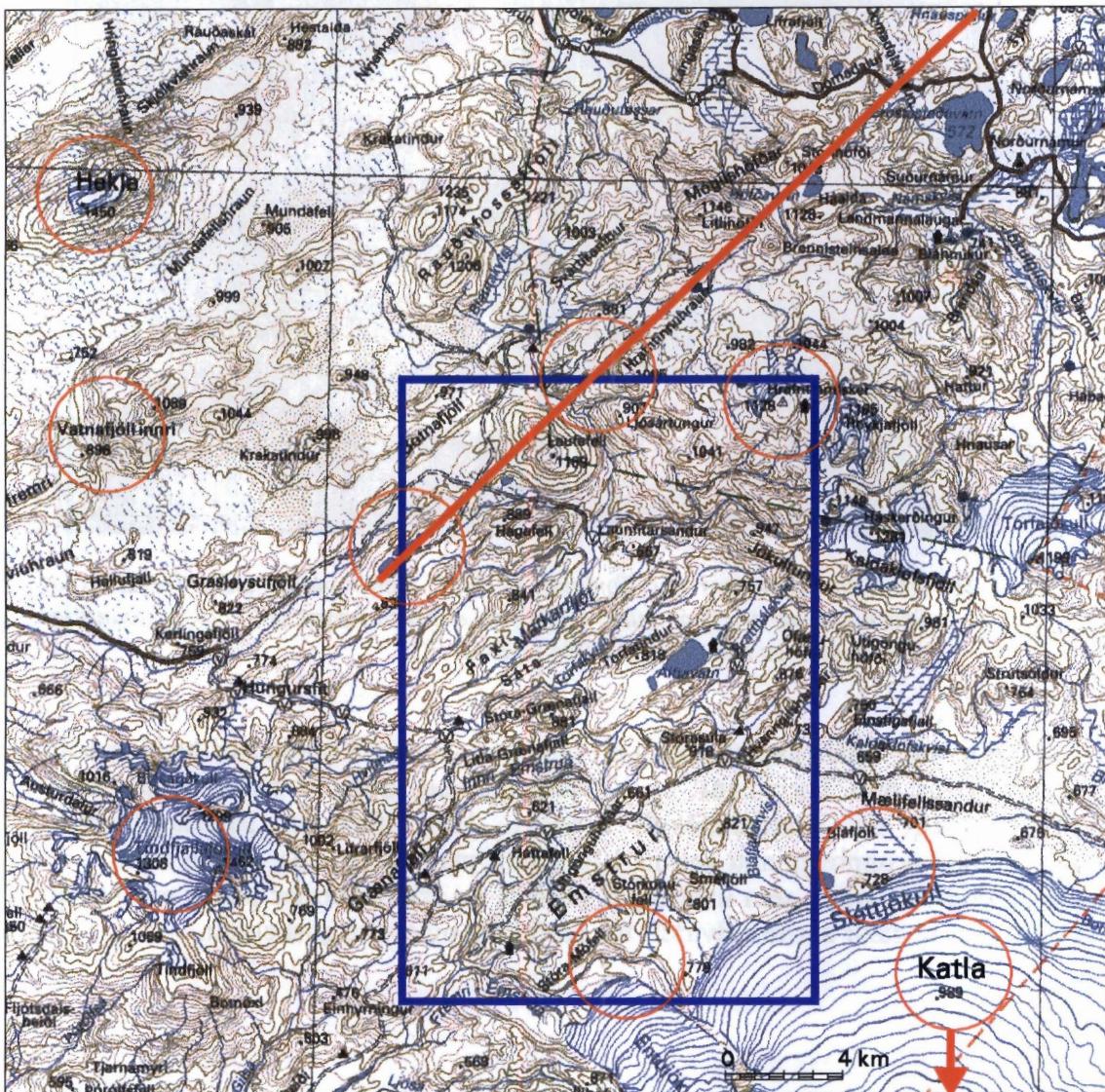
1	INNGANGUR	5
2	FYRRI JARFRÆÐIRANNSÓKNIR	7
3	ÚTBREIÐSLA LÓNANNA	8
4	LEIÐARLÖG Í LÓNSETINU	10
4.1	GRA-1 8000-8500 ára	11
4.2	SILK-A9 um 6600 ára	13
4.3	HEKLA-4 um 4000 ára	13
4.4	HEKLA-S um 3500 ára	13
5	ALMENNT UM LÓNSETIÐ	14
6	LAUNFITARLÓN	17
6.1	Yfirlit og útbreiðsla	17
	Snið í lónsetið	19
7	TORFALÓN OG GRASHAGALÓN	20
7.1	Yfirlit og útbreiðsla	20
7.2	Yfirlitssnið af lónsetinu	23
7.3	Lýsing á mældum sniðum	24
7.4	Aldursgreiningar	29
8	EMSTRULÓN	31
8.1	Yfirlit og útbreiðsla	31
8.2	Snið í lónsetið	33
8.3	Ummerki eldgosa og hlaupa	34
9	ÖNNUR LÓN	35
10	TENGINGAR MILLI LÓNA	36
10.1	Tímabil I – Grunnur frá ísöld	37
10.2	Tímabil II - Neðri hluti lónsetsins	37
10.3	Tímabil III - Efri hluti lónsetsins	37
10.4	Tímabil III - Malareyramyndun	38
10.5	Tímabil IV - Jarðvegsmyndun	38
11	HUGSANLEG RÁS ATBURÐA	39
12	SAMANBURÐUR VIÐ LÓNSET SUNNAN KÁRAHNJÚKA	40
13	FREKARI RANNSÓKNIR	42
14	HEIMILDIR	43

MYNDIR

Mynd 1: Staðsetningarkort. Ramminn sýnir rannsóknarsvæðið.....	5
Mynd 2: Horft til suðvesturs yfir Torfalón úr lofti.....	6
Mynd 3: Yfirlitskort af rannsóknasvæðinu.....	8
Mynd 4: Þykkur skafl af gjóskulaginu GRA-1 suðaustan undir Hrafninnuskeri.....	10
Mynd 5: GRA-1 í bakka í Emstrulóni.....	11
Mynd 6: Snið 01-9 í þurrleidisjarðvegi við Bratthálskvísl.....	11
Mynd 7: Gjóskulagasnið 01-9 í þurrleidisjarðvegi við Bratthálskvísl.....	12
Mynd 8: Gjóskulög í Grashaga.....	13
Mynd 9: Finlagskipt siltlög með basískum gjóskulögum.....	14
Mynd 10: Lónsetið í Torfalóni.....	15
Mynd 11: Fellingar í finlagskiptum siltlögum við Bratthálskvísl.....	15
Mynd 12: Skálaga malarbakka við vaðið yfir Torfakvísl	16
Mynd 13: Skálaga malarbakkar við Ljósá á Launfitarsandi.....	17
Mynd 14: Yfirlitskort af Launfitarlóni.....	18
Mynd 15: Snið 87-8 í lónsetið á Launfitarsandi	19
Mynd 16: Yfirlitskort af Torfalóni og Grashagalóni	20
Mynd 17: Torfahlaup séð til suðurs frá ármótum Torfakvíslar og Markarfljóts	20
Mynd 18: Hár bakki við Torfakvísl nálægt sniði 01-12	21
Mynd 19: Hjallar og rofstallur í um 525 m y.s. sunnan við Torfahlaup	22
Mynd 20: Botn lónsetsins í Torfalóni	22
Mynd 21: Yfirlitssnið af lónseti Torfalóns	23
Mynd 22: Jarðvegur með gjóskulögum þekur malarlög ofan á lónseti Torfalóns....	24
Mynd 23: Snið 00-1 í lónset Torfalóns vestan undir Torfatindi	25
Mynd 24: Bakki vestan undir Torfatindi þar sem snið 00-1 var mælt	26
Mynd 25: Samsett snið í Torfalóni 01-12.....	27
Mynd 26: Skálögótt sand- og finmalarlög leggjast ofan á finlagskipt lónset i Torfa-lóni.....	28
Mynd 27: Bakki í Grashaga þar sem snið 01-6	29
Mynd 28: Snið 01-6 í Grashaga.....	30
Mynd 29: Yfirlitskort af Emstrulóni	31
Mynd 30: Ummerki stórs jökulhlaups undan Entujökli fyrir 2000-2500 árum	32
Mynd 31: Við Markarfljót á Fjallabaksleið.....	32
Mynd 32: Snið 01-11 í austanverðu Emstrulóni	33
Mynd 33: Snið sem sýnir tengingar á milli lóna og svæða.....	36

1 INNGANGUR

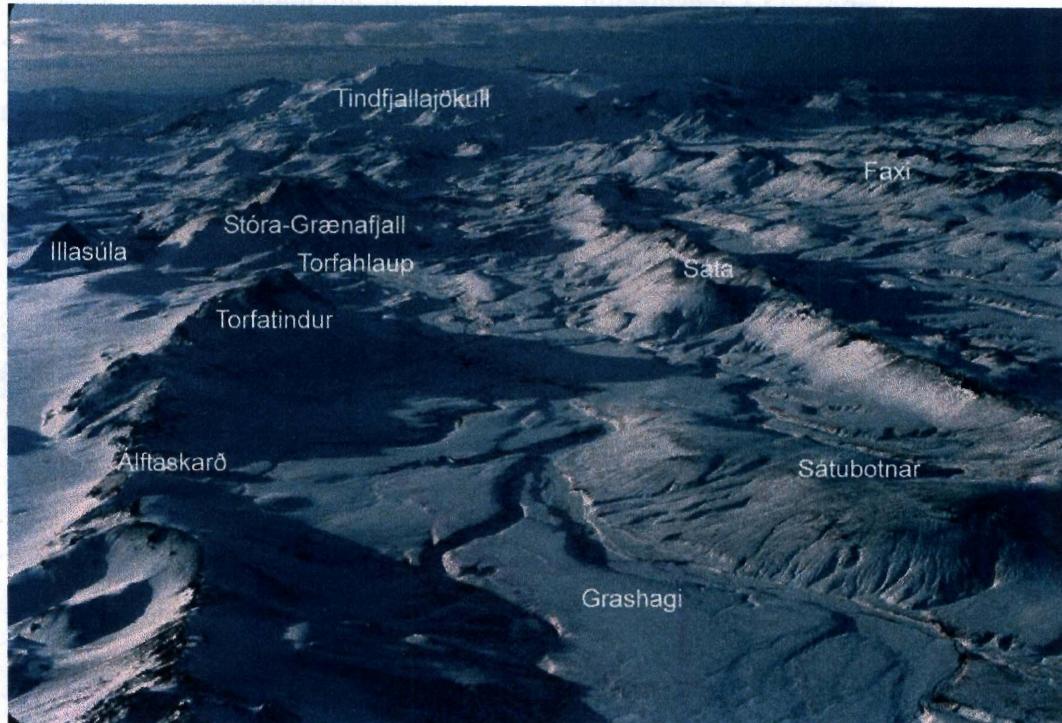
Rannsóknir þær, sem hér er greint frá, eru liður í verkinu *Umhverfi og orkuöflun – jöklalandslag*, sem unnið hefur verið að undanfarin 3 ár vegna *Rammaáætlunar um nýtingu vatnsorku og jarðhita*. Verkið er unnið fyrir Auðlindadeild Orkustofnunar (fyrir fé úr Orkusjóði) og Landsvirkjun. Árið 2001 var athyglinni beint að lónseti og jökulmenjum á vatnasviði Markarfljóts með það í huga, að á svæðinu eru ummerki fornra lóna, sem helst hafa verið talin sambærileg lónseti frá hörfunartíma ísaldarjökulsins í dalnum fyrir innan Kárahnjúka, þar sem Háslón mun verða, ef af Kárahnjúkavirkjun verður.



Mynd 1: Staðsetningarkort. Ramminn sýnir rannsóknarsvæðið. Rauðu hringirnir sýna helstu eldstöðvasvæði og rauða línan sýnir Vatnaöldugossprunguna frá því um 900 e Kr.

Landslag á vatnasviði Markarfljóts að Fjallabaki einkennist af löngum móbergs-hryggjum og stökum móbergsfjöllum sem rísa 300-400 m yfir umhverfið, sem er í um 500-600 m y.s. (mynd 1). Hryggirnir eru ungar og myndaðir í eldgosum undir jöklum.

Stefna flestir í NA-SV. Í lok síðasta jökluskeiðs mynduðust jökullón milli móbergs-hryggjanna, sem ýmist var haldið uppi af bergþróskuldum eða jöklinum sjálfum. Þegar lónin tæmdust grófu ár og lækir sig niður í lónsetið, svo nú má víða lesa sögu þeirra í bökkum, sem geta verið allt að 20 m háir (mynd 2).



Mynd 2: Horft til suðvesturs yfir Torfalón úr lofti. Sléttir malarbakkar Torfalóns og Grashagalóns eru fyrir miðri mynd, en lengst til hægri sér í bakka Launfitar-lóns Myndin er tekin 8. nóv. 1984 (Ljósm. IK).

Í norðri gnæfir líparítstapinn Laufafell (1164 m y.s.) og í norðaustri hækkar land til fjallabálksins sem Torfajökull og Kaldaklofsjökull krýna. Í suðaustri og suðri er Mýrdalsjökull en Tindfjallajökull í vestri. Allir ofantaldir landslagsþættir eru áhrifavaldar á uppbyggingu setsins í lónunum með einum eða öðrum hætti. Þá eru ótalar eldstöðvarnar, sem umkringja svæðið, en afkastamestar þeirra eru Hekla og Katla. Einnig gætir áhrifa eldvirkni frá Torfajökli og eystra gosbeltinu.

2 FYRRI JARFRÆÐIRANNSÓKNIR

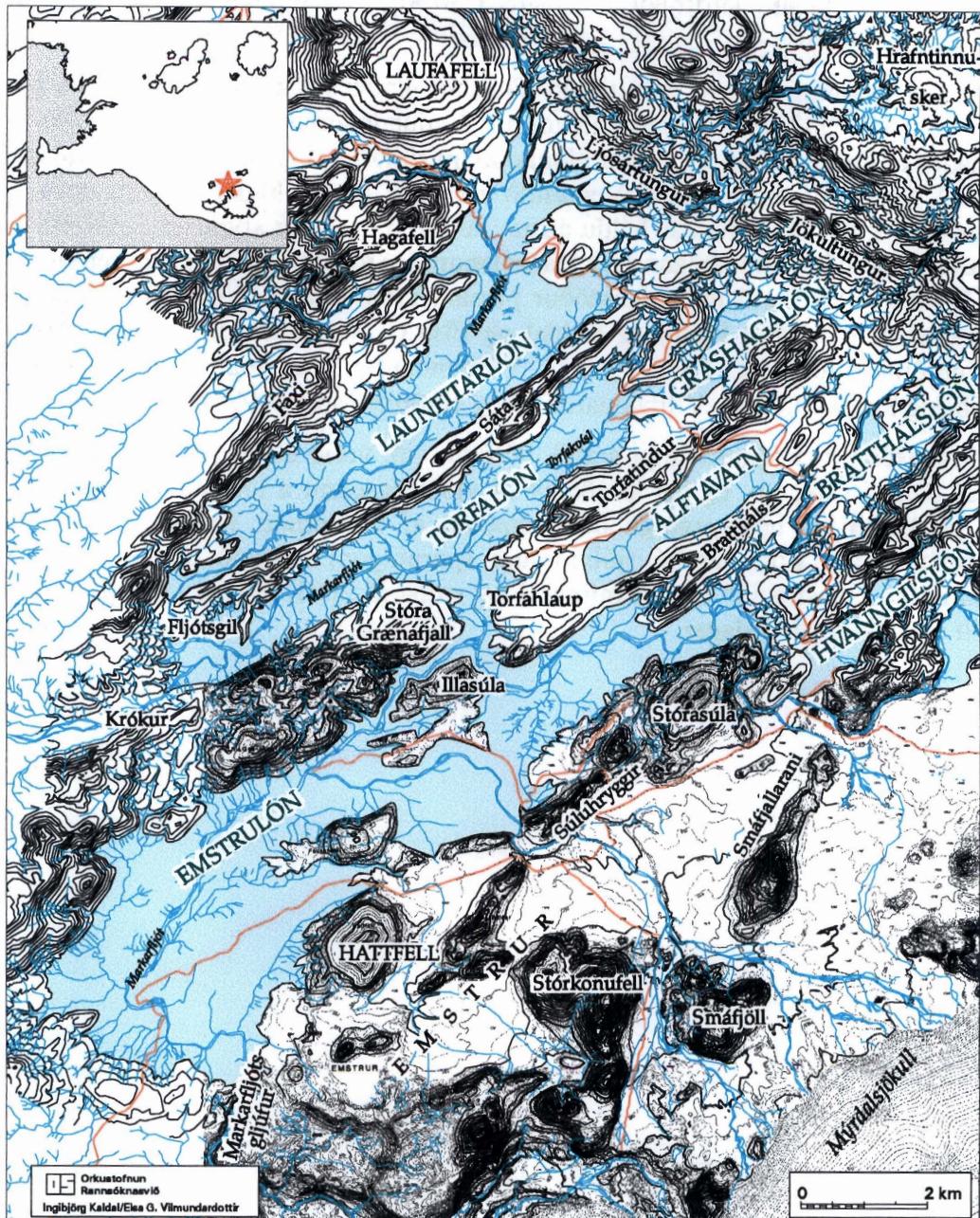
Á fyrstu árum níunda áratugarins var svæðið forkannað, einkum með tilliti til berggrunns, vegna hugsanlegrar virkjunar Markarfliðs. Niðurstöðum var skilað í skýrslu ásamt jarðfræðikorti (Snorri P. Snorrason og Freysteinn Sigurðsson 1983). Enn fremur er fjallað um jarðfræði svæðisins í Árbók Ferðafélags Íslands (Freysteinn Sigurðsson 1988).

Höfundar þessarar skýrslu hafa unnið að rannsóknum á lausum jarðlögum á þessu svæði allt frá 1982, með löngum hléum þó. Á níunda áratugnum voru rannsóknirnar kostaðar af Orkustofnun og fyrstu niðurstöðum skilað í skýrslu (Ingibjörg Kaldal og Elsa G. Vilmundardóttir 1983). Verkefnið var síðan lagt til hliðar af hálfu stofnunarinnar eftir 1987, en höfundar héldu áfram rannsóknum fyrir styrk frá RANNÍS og í samstarfi við hóp víssindamanna frá Háskólanum í Árósum eins og síðar verður vikið að. Fjallað hefur verið um niðurstöður þessara rannsókna á ráðstefnum (Kaldal og Vilmundardóttir 1989; Ingibjörg Kaldal og Elsa G. Vilmundardóttir 1990; Árný E. Sveinbjörnsdóttir et al. 1992; Elsa G. Vilmundardóttir og Ingibjörg Kaldal 1992; Ingibjörg Kaldal, Elsa G. Vilmundardóttir og Guðrún Larsen 1995).

Þótt rannsóknirnar spanni langt árabil, höfðum við, vorið 2001, þó ekki dvalið meir en 25 daga á svæðinu, og þar af aðeins 14 við rannsóknir á lónsetinu. Allgóð mynd var þó komin af uppbryggingu þess, einkum af svonefndu Torfalóni, sem bestu opnurnar eru í. Enn var þó fjölmörgum spurningum ósvarað og því kærkomið tækifæri að takast á við rannsóknirnar á ný sumarið 2001. Farnar voru þá 2 stuttar ferðir á svæðið, alls 7 dagar.

3 ÚTBREIÐSLA LÓNANNA

Mynd 3 sýnir yfirlit yfir rannsóknarsvæðið og staðsetningu stærstu lónanna.



Mynd 3: Yfirlitskort af rannsóknasvæðinu. Útbreiðsla helstu jökullóna að Fjallabaki við lok síðasta jökluskeiðs.

Launfitarlón er efsta lónið og var þar sem nú er Launfitarsandur. Náði það frá Laufafelli í norðri og teygði sig til suðvesturs milli Sátu í suðaustri og Faxa og

Hagafells í norðvestri. Var það um 12 km² og var haldið uppi af bergþröskuluið þar sem nú er Fljótsgil. Hæstu hjallar lónsins eru í um 600 m y.s.

Torfalón og Grashagalón voru í um 12 km langri lægð milli Sátu og Torfatinds, sem nær frá Grashaga í norðaustri að Króki í suðvestri (myndir 2 og 3). Eftir lægðinni endilangri renna nú Torfakvísl úr norðaustri, sem kemur upp í undirhlíðum Jökultungna, og Markarfljót úr suðvestri, sem á upptök sín í Reykjadöllum norðaustan Laufafells. Þessar ár sameinast nálægt miðri kvosinni, milli Stóra-Grænafjalls og Torfatinds, við Torfahlaup, sem grófst við tæmingu lónanna. Hefur Markarfljót runnið þar síðan í þróngu gljúfri. Rannsóknir sumarsins leiddu í ljós, að lón í þessari kvos hafa verið tvö: aðallónið Torfalón og lítið lón í Grashaga, sem við köllum Grashagalón. Hafa þau líklega fyrst verið samtengd (rúml. 10 km²), en aðskildust fljótlega af óseyri, sem myndaðist framan við jökulinn, þegar hann var að hörfa.

Syðsta lónið hefur verið kallað **Emstrulón**. Útbreiðsla þess og upphleðsla er ekki eins vel könnuð og hinna lónanna, en að öllum líkindum hefur það verið langstærst eða allt að 25 km² að stærð. Setlögini í Emstrulóni eru mótuð af eldvirkni Mýrdalsjökuls í ríkum mæli. Hraun hafa runnið yfir austurhluta lónstæðisins og goshlaup frá jöklínnum hafa ýmist rofið lónsetið eða hulið það flóðseti. Hæstu hjallar og strandlínur þessa lóns eru í rúmlega 525 m hæð og hefur því verið haldið uppi af bergþröskuluið, þar sem nú er Markarfljótsgljúfur. Gljúfrið, sem er allt að 200 m djúpt, hefur grafist við tæmingu lónanna og í stórfloðum frá Mýrdalsjökli (Snorri P. Snorrason og Freysteinn Sigurðsson 1983), en það er ekki umfjöllunarefnin þessarar skýrslu, enda hafa höfundar hennar ekki skoðað það nema lítillega enn sem komið er.

Efstu hjallar og strandlínur Torfalóns og Emstrulóns eru í svipaðri hæð (525 m y.s.). Báðum megin Torfahlaups eru ummerki þess, að lónin hafi verið samtengd í hæstu stöðu.

Vitað er um nokkur **önnur lón** á svæðinu. Lítið lón hefur verið í kvosinni, sem Bratthálskvísl rennur um, en það hefur ekki verið kannað sérstaklega né önnur smálón af þeiri stærðargráðu, svo sem í Hvanngili og í Álfavatnslægðinni. Ummerki lítils eru hátt uppi í hlíð suðvestan Stóra-Grænafjalls. Lón þetta er án efa myndað við jökuljaðarinn, þegar hann lá við suðurhlíð fjallanna.

Ekki er mikið vitað um hörfum ísaldarjökulsins á þessu svæði og er hún án efa nokkuð flókin. Lítið er af ummerkjum um skrið jökulsins, enda er svæðið nálægt ísaskilum hans í lok síðasta jökulskeiðs (Ingibjörg Kaldal og Skúli Víkingsson 1990). Einungis hafa fundist jökulrákir á tveim stöðum, enda varðveitast þær illa á móbergi. Eins er nær ekkert af jökulruðningi nema í nánd núverandi jökuls. Í ísaldarlokin hefur jökkullinn klofnað upp í fleiri smájökla á háfjöllum. Jökkullinn hefur hörfað til suðausturs til núverandi Mýrdalsjökuls en skilið eftir sig jökulmiðjur yfir Torfajökuls- og Kaldaklofsfjöllum auk Tindfjalla. Fjallað verður um jökulmenjar á svæðinu, og þá einkum frá nútíma, í sérstakri skýrslu síðar.

4 LEIÐARLÖG Í LÓNSETINU

Eins og minnst er á í inngangi veldur nálægðin við virkar eldstöðvar eins og Kötlu, Heklu, Torfajökul og Veiðivatnsvæðið því að bæði gjóskufall, hraun og hlaup tengd eldgosum eru snar þáttur í jarðsögu svæðisins á nútíma. Telja má öruggt, að vel á annað hundrað gjóskulög hafi fallið á efri hluta vatnasviðs Markarfljóts frá ísaldarlökum, en hér verður einungist getið örfárra laga, sem hafa glögg auðkenni og er til-tölulega auðvelt að þekkja og rekja frá einum stað til annars. Þau mynda jafntímalínur bæði í lónseti og jarðvegi og gefa mikilvægar upplýsingar um þróunarsögu lónanna hvers um sig og aðstæður í umhverfinu á myndunartíma þeirra. Þess vegna eru þau kölluð leiðarlög. Þau eru öll sýnd á yfirlitssniðinu úr Torfalóni, (mynd 21) og afstaða þeirra kemur einnig fram á tengisniðunum á mynd 33.

Hér eru tilgreind 4 ljós gjóskulög 3500 ára og eldri; eitt frá Torfajökli (GRA-1), eitt frá Kötlu (SILK-A9) og 2 frá Heklu (HEKLA-4 og HEKLA-S). Aldur þessara laga er þekktur og ákvvarðaður með C14 aldursgreiningum og gjóskutímatali.

Auk þeirra gjóskulaga sem nefnd eru hér að ofan, eru dökk gjóskulög og gjóskulagasyrpur, sem hægt er að rekja í setlögum einstakra lóna, frá einu lóni til annars og í jarðvegi. Það krefst talsverðrar viðbótarvinnu, bæði víðtækrar sýnasöfnunar og úrvinnslu, að nýta þau sem leiðarlög. Grunur leikur á, að sum þessara dökku laga tengist goshlaupum frá Kötlu, sem líka sjást merki um í setlögunum, sjá nánar í kafla 8.3.

Hér á eftir verður fjallað um ljósu leiðarlögin og byrjað á elsta laginu.



Mynd 4: Pykkur skafl af gjóskulaginu GRA-1 suðaustan undir Hrafninnuskeri. Sniðið er um 20-25 m hátt. (Ljósm. IK).

4.1 GRA-1 8000-8500 ára

Efnasamsetning GRA-1 bendir til að það sé komið frá Torfajökulssvæðinu, nánar tiltekið Hrafntinnuskeri (Ingibjörg Kaldal o.fl. 1995). Hrafntinnuskersgjósan er mjög gróf á köflum (mynd 4) og virðist einkum hafa borist til suðausturs (Kristján Sæmundsson 1972).

GRA-1 er gráhvít að lit og oftast siltkennt í lónsetinu (mynd 5) en stakir, núnir vikurmolar koma út úr siltmassanum þegar grafið er í hann. Þyktin er misjöfn, en getur verið allt að 30 cm. Í neðstu 4-5 cm er efnið dekkra og grófara, mest grófsandur eða



Mynd 5: *GRA-1 i bakka í Emstrulóni (sjá snið 01-11 í kafla 8.2). (Ljósm. IK).*



Mynd 6: *Snið 01-9 í þurrlendisjarðvegi við Bratthálskvísl. Lögin eru öll lituð af myrrauða. Fjallað er um sniðið í kafla 4.1. (Ljósm. IK).*

fínmöl, og dálítið náið. Allra neðst er um 1 cm af siltkenndri ljósri gjósku.

GRA-1 hefur fundist í lónsetinu í Launfitar- Torfa- og Emstrulónum og myndar samfellt lag í siltbökkunum og er auðvelt að koma auga á það. Oft eru siltlögin ofan við GRA-1 lituð ljósgrá vegna áhrifa frá luginu. Lagið finnst í árseti ofan á siltlögum í Grashaga og í jarðvegi við ofanverða Bratthálskvísl, en það er eini staðurinn, þar sem við höfum séð lagið utan lónasvæðanna. Neðsti hluti jarðvegsbakka við Bratthálskvísl var mældur sumarið 2001 (mynd 6).

Snið 01-9 er mælt ofarlega við Bratthálskvísl í 3-4 m háum jarðvegsbakka í um 560 m y.s. Neðri hluti bakkans var mældur, en þar koma fyrir helstu leiðarlög lónanna, GRA-1 og SILK-A9. Sniðið er sýnt á mynd 7. Neðst er lag af hálffarðnaðri hnullungamöl frá ísaldarlokum, en þar fyrir ofan skiptast á lög af jarðvegi, gjóskuögum og innskoluðum sandi. Ofar í bakknum í þeim hluta, sem ekki var mældur, eru einnig lög af mó. Mynd 6 sýnir þann hluta bakkans sem var mældur.

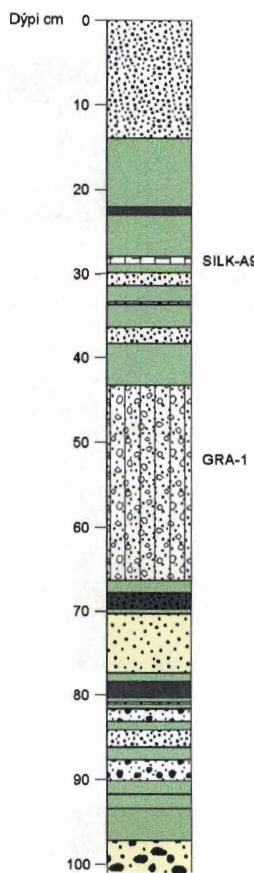
Í neðstu 30 cm eru 7 eða 8 svört eða dökkgrá gjóskulög í jarðvegi og eitt 7 cm þykkt lag af innskoluðum sandi. Þar fyrir ofan er gjóskulagið GRA-1 um 23 cm þykkt og loftborið. Það er í eðli sínu gráhvít, en er talsvert lítað af jarðvegi og fær á sig ljósbrúngulan blæ á þessum stað. Kornastærð gjóskunnar er frá grófsandi og upp í vikurkorn, sem eru yfir 2 cm á lengd, gráhvít í brotsári. Jarðvegurinn ofan við lagið er töluvert blandaður efni úr gjóskulaginu. Ofan við GRA-1 er 15 cm kafli af jarðvegi með premur dökkum gjóskulögum og þar fyrir ofan er ljósgrátt súrt Kötlulag, sennilega SILK-A9, sem lýst er hér á eftir.

Eins og greint er frá í kafla 7.4 benda aldursgreiningar á gróðurleifum í Torfalóni og Grashaga til þess, að GRA-1 sé rúmlega 8000 ára. Af Bratthállssniðinu má því ráða, að þurrandið í nágrenni lónanna hafi verið orðið íslaust, jarðvegur farinn að myndast og gróður farinn að dafna fyrir um 8500 árum.

Mynd 7: Gjóskulagasnið 01-9 í þurrlandisjarðvegi við Bratthálskvísl.

BRATTHÁLSKVÍSL

Snið 01-9. Jarðvegssnið mælt 30.08.2001



Skýringar

fin basaltgjóska
< 2,0 mm
meðalgróf basaltgjóska
0,2 - 2,0 mm
gróf basaltgjóska
> 2,0 mm
fin súr gjóska
< 0,2 mm
meðalgróf súr gjóska
0,2 - 2,0 mm
gróf súr gjóska
> 2,0 mm
sandur
hnnullungamöl
jarðvegur
GRA-1 leiðarlög

4.2 SILK-A9 um 6600 ára

Í setlögum Torfalóns og Emstrulóns og einnig í þurrlendisjarðvegi við Bratthálskvísl hefur fundist súrt gjóskulag, um 1-3 cm á þykkt. Það er nokkrum metrum ofar í lónsetinu heldur en GRA-1. Það er fínsendið, ljósgrágrænt og í því sjást stutt nálalaga korn. Þetta útlit einkennir súr forsöguleg gos í Kötluöskjunni (Guðrún Larsen 2000). Rannsóknir Guðrúnar hafa leitt í ljós 12 forsöguleg súr gos á Kötlukerfinu á nútíma sem hafa svipuð útlitseinkenni og lýst er hér að ofan. Önnur og yngri lög með sömu einkennum finnast í þurrlendisjarðvegi ofan á lónasetunum, en þau eru ekki til umræðu hér. Þau lög sem helst koma til greina eru: (nafngiftir Guðrúnar) SILK-A7 um 6200 ár, SILK-A8 um 6400 ára og SILK-A9 um 6600 ára. Við giskum á að það sé elsta lagið, SILK-A9, sem við höfum fundið í sniðunum, en höfum þó fyrirvara á því. Aldursmunur þessara laga er ekki mikill. Nánari könnun á jarðvegi og lónsetinu gæti skorið úr þessu. Einnig gætu fleiri SILK lög fundist.

4.3 HEKLA-4 um 4000 ára

Lagið HEKLA-4 er meðal stærstu súru gjóskulaganna á nútíma og finnst víða um land (Guðrún Larsen og Sigurður Þórarinsson 1977). Það finnst í þurrlendisjarðvegi ofan á lónsetsbökkunum í Torfa- og Grashagalóni og víðar (mynd 8). Það er gulhvít og sums staðar eru slitir af svörtum efri hluta. Það er allt að 10 cm þykkt á svæðinu.



Mynd 8: Gjóskulög í Grashaga. Neðsta ljósa lagið er H4 frá Heklu (um 4000 ára), en það efra er HS eða svokallaður Selsundsvikur (um 3500 ára). (Ljósm. IK).

4.4 HEKLA-S um 3500 ára

Gosið er í hópi stóru súru gjóskugosanna í Heklu á forsögulegum tíma og kennt við Selsund á Rangárvöllum, þar sem sjá má þykka bakka Selsundslækjar úr ljósgrári gjóskueðju, sem rann frá fjallinu til Ytri Rangár. En gosefnin bárust líka í lofti til aust- norðausturs (Guðrún Larsen og Sigurður Þórarinsson 1977). Gjóskan féll meðal annars á lónasvæðin, sem þá voru fyrir löngu orðin að burrlendi (mynd 8). Gjóskan er ljósgrá og þykktin er 4-5 cm á þessu svæði.

5 ALMENNT UM LÓNSETIÐ



Þegar ísalarjökullinn var að hörfa af svæðinu mynduðust sem ádur segir nokkur lón í lægðum milli móbergshryggja. Jökulleysing var mikil og fylltu jökulár lónin af seti. Aurburður var mikill og settist efnið til í lónnum. Mest hefur verið um aurburð undan hörfandi jöklum, en einnig gjósku frá nærliggjandi eldstöðvum. Fjölmög gjósku-lög hafa fundist í lónsetinu; flest eru svört basísk lög. Sennilega er meirihluti þeirra frá Kötlu undir Mýrdalsjökli. Einnig hefur fundist þykkt súrt gjóskulag, GRA-1, sem er áberandi í lónsetinu sbr. kafla 4.1. Lag þetta hefur fundist í öllum stóru lónunum og er auðvelt að bera kennsl á það. Það er því helsta leiðarlagið í lónsetinu. Þykkstu einingar lónsetsins eru úr finlagskiptu silti. Skiptast þar á þunn siltlög með einhverjum leir og grófari lög með sandi, jafnvel nokkuð grófum. Er hér án efa um árshvörf að ræða. Fínu lögin eru ljósari og eru mynduð á veturna, þegar framburður var líttill. Grófu lögin eru dekkri og eru mynduð á sumrin, þegar framburður hefur verið meiri út í lónin. Þar sem lögin eru óveðruð, eru þau fagurgrænblá á litin, en við veðrun verða þau gulbrún á lit (mynd 9). Þar sem gjóskulög eru í siltstaflanum lita þau siltlögin út frá sér, bæði niður á við og upp á við. Virðist þar um einhvers konar veðrun að ræða. Neðarlega í lónsetinu eru þykk lög af ólagskiptu silti allt að 2,5 m (mynd 10). Þau eru líklega mynduð við það, að mikið efni hefur borist inn í lónið á stuttum tíma. Hugsanlega tengjast þau eldvirkni undir jöklinum og jökulhlaupum í kjölfar þeirra. Petta finkorna set hefur sest til á töluberðu vatnsdýpi, en þar sem lónin hafa verið grynnri eru sandríkari lög.

Víða má sjá truflun á lagsskiptu siltlögunum. Sums staðar eru þau í óreglulegum, brotnum fellingum eða þau eru misgengin, en annars staðar eru þau í fallegum og reglulegum fellingum (mynd 11).

Mynd 9: Finlagskipt siltlög með basískum gjóskulögum. Þar sem lögin eru óveðruð eru þau grænleit á litin, en veðruð eru þau gulbrún. Veðrunar gætir umhverfis sendin og grófsendin gjóskulög. (Ljósm. IK).



Mynd 10: Lónsetið í Torfalóni. Neðst má sjá um 2 m lag af ólagskiptu silti, en ofan á því tekur við finlagskipt silt með gjóskulögum. Gjóskulagið GRA-1 er merkt. (Ljósm. IK).



Mynd 11: Fellingar í finlagskiptum siltlöögum við Bratthálskvísl. (Ljósm. IK).

Þar sem slík form hafa fundist í lónunum teljum við þau mynduð á láréttum botni lónanna, þ.e. ekki í aðliggjandi hlíðum og því ekki mynduð við skrið undan halla né einhvers konar þrýsting. Hugsanlega er hér um að ræða ummerki um jarðskjálfta á svæðinu, en það er verðugt rannsóknarefni sem ekki verður fjallað um nánar hér.

Með fínu seti er átt við silt og leir. Ekki hafa verið gerðar neinar kornagreiningar af setinu á rannsóknarstofu, heldur hefur það verið metið á staðnum. Víðast höfum við talið setið leirrískt silt, en annars staðar er leirhlutfallið áreiðanlega hærra. Jón Skúlasson verkfræðingur á Almennu verkfræðistofunni tók þó sýni af lónsetinu í Grashaga árið 1985 til að meta hvort það væri hentugt til stíflugerðar. Lét hann gera ýmsar prófanir á því m.a. kornagreiningu. Innihélt það sýni tæplega 80% af leir (Jón Skúlasson 1986). Þar sem við höfum ekki greiningar af setinu og erfitt að greina svona fint set í felti, munum við hér eftir tala um silt til einföldunar í texta og sniðum.



Mynd 12: Við vaðið yfir Torfakvísl má sjá skálaga malarbakka úr líparíti og möl úr gjóskulaginu GRA-1, sem skolast hefur inn í Torfalón þegar lónið var að fyllast. Stóra-Grænafjall og Tindfjöll eru í baksýn. (Ljósm. IK).

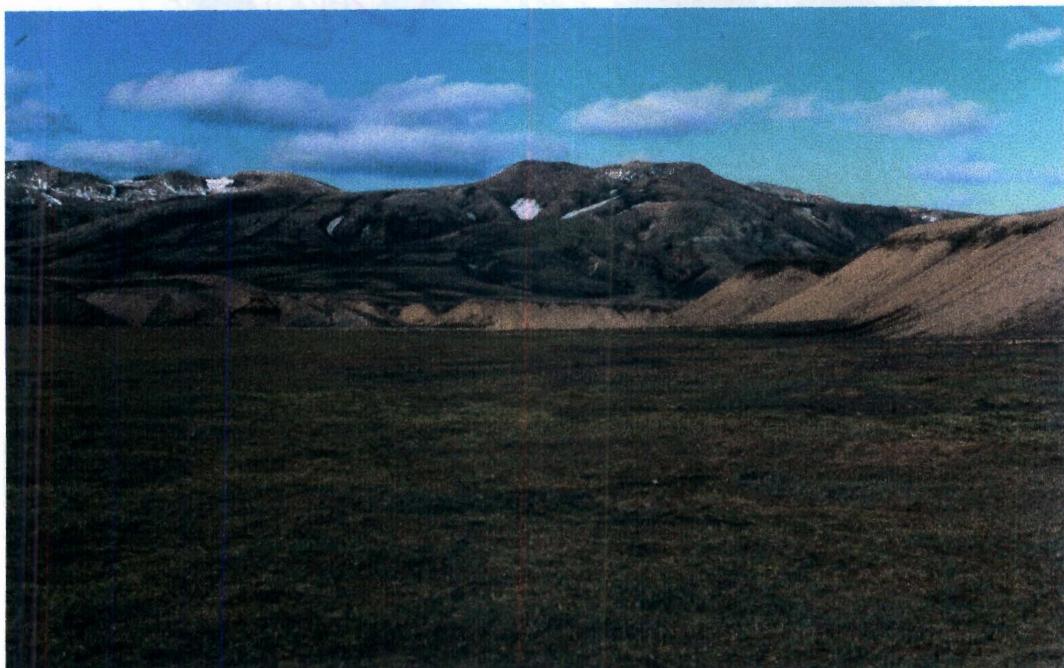
Ofan á lónsetið hefur víðast hvar lagst skálaga möl, sem árnar hafa hlaðið út í lónin, þegar þau hafa verið að því komin að fyllast af seti (mynd 12). Mölin er ýmist hrein líparítmöl, ættuð ofan úr Jökultungum, eða meira eða minna blönduð basískri möl úr bólstrabergi og móbergi úr nærliggjandi móbergshryggjum. Viða má einnig sjá jarðveg ofan á mölinni með fjölda gjóskulaga.

Hér á eftir verður setinu lýst í lónunum hverju fyrir sig. Launfitarlón og Emstrulón hafa einungis verið könnuð lítillega hingað til, en mestri athyglinni beint að Torfalóni.

6 LAUNFITARLÓN

6.1 Yfirlit og útbreiðsla

Launfitarlóni var haldið uppi af bergþröskului, þar sem nú er Fljótsgil, sem er talið hafa grafist þegar lónið ræstist fram (Snorri P. Snorrason og Freysteinn Sigurðsson 1983). Hæstu hjallar eru í um 600 m y.s., en neðan þeirra eru fjölmargir lægri hjallar, sem gefa til kynna, að lónið hafi ekki ræst fram í einu vettangi heldur í fleiri áföngum. Markarfljót rennur nú niður með Laufafelli norðan og austanverðu og sameinast Ljósá, sem kemur úr Ljósár- og Jökultungum. Báðar árnar hafa borið með sér mikið magn af möl inn í lónið, en þó Ljósáin miklu meira. Hún hefur sett af sér feikimikið af ljósri líparítmöl, sem þekur nú allan Launfitarsand (mynd 13). Mölin, sem Markarfljót hefur flutt með sér, er aftur á móti blönduð dökkum basískum bergmolum.

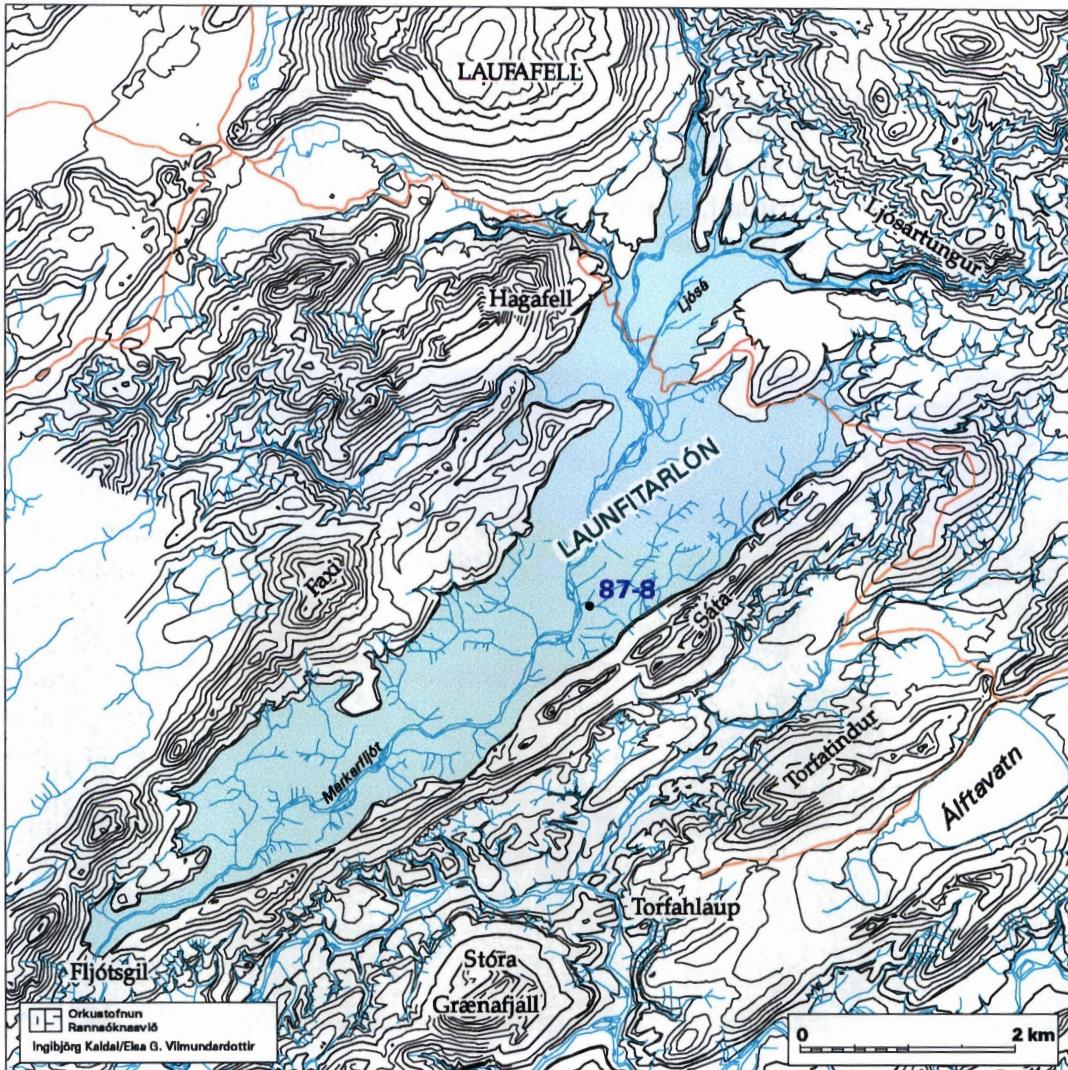


Mynd 13: Skálaga malarbakkar við Ljósá á Launfitarsandi. Ljósártungur í baksýn. (Ljósm. IK).

Á Launfitarsandi sjálfum eru engar opnur í lónsetið. Þar er skálaga líparítmöl í öllum bökkum svo langt niður sem séð verður. Halli laganna sýnir ótvíraett, að mölin hefur borist niður með Ljósánni frá Jökultungum (mynd 13). Mölin er mjög litskrúðug og er í nær öllum regnbogans litum. Basaltríkari möl hefur komið niður með Laufafelli, mest með Markarfljóti en einnig í minni mæli með Laufalæk. Opna í lónsetið fer ekki að verða vart fyrr en neðar með Markarfljóti, þar sem lónið hefur verið þrengra milli Faxa og Sátu. Bestu opnurnar eru reyndar í skorningum hliðarlækja.

Árið 1981 fundu Freysteinn Sigurðsson og Snorri P. Snorrason plöntuleifar niður undir lækjarborði á stað 87-8 (mynd 14). Leifarnar minntu helst á grófar hárlufsur og kölluðum við þær *skessuhár* okkar á milli. Síðar (1983) tókum við þar sýni og sendum til aldursgreiningar í Uppsöldum. Niðurstöðurnar komu á óvart, því þær gáfu aldurinn $10.000 +480 -440$ C14 ár, og var því hæsti aldur plöntuleifa á Íslandi á þeim

tíma (Ingibjörg Kaldal og Elsa G. Vilmundardóttir 1983). Það þótti okkur nokkuð hár aldur, því samkvæmt öllum kenningum um jökulhörfun á Íslandi átti enn að vera jökull á þessum stað á þessum tíma.

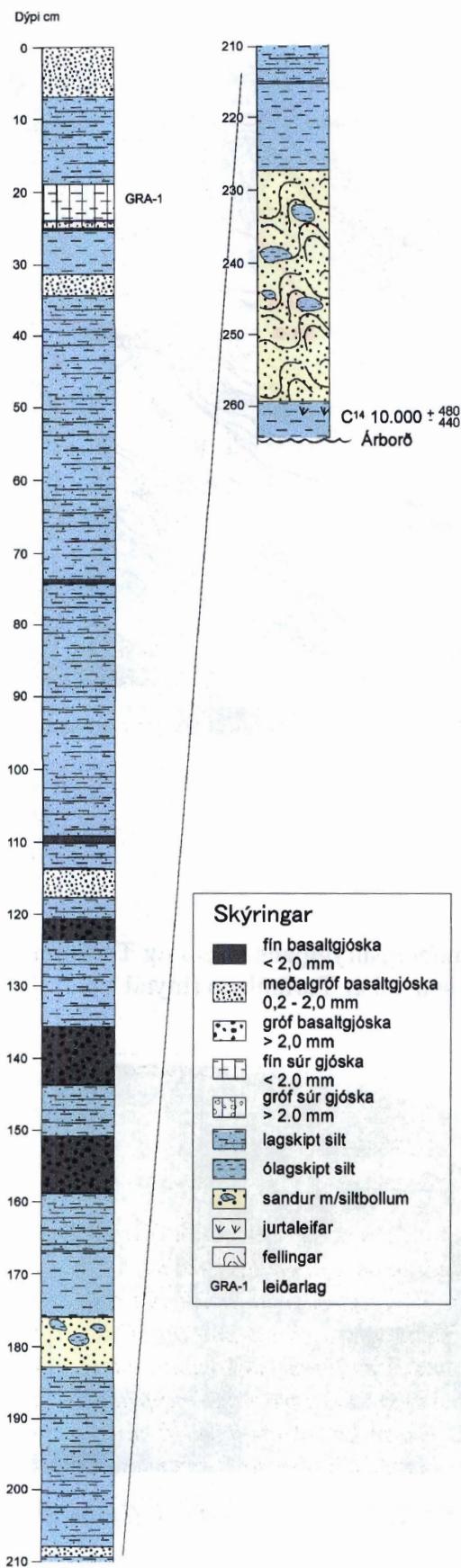


Mynd 14: Yfirlitskort af Launfitarlóni. Sniðið 87-8 er sýnt á mynd 15.

Bergþór Jóhannsson (1987) mosafræðingur var um svipað leyti fenginn til að skoða þessar leifar og gaf eftirfarandi umsögn: *Sama tegund er í öllum glösunum, Fontinalis antipyretica Hedw. (Ármosi).* Þetta er nú útbreidd tegund á láglendi um **allt land**. Hún vex helst á grjóti í rennandi vatni, einkum í ám og stærri lækjum og er yfirleitt á kafi, nema þegar minnst er í ánum síðla sumars. Hún finnst stöku sinnum í stöðuvötnum og tjörnum og jafnvel í skurðum. Hún virðist ekki fara mikið upp á hálandi, þó er vitað um hana í 500 m hæð hérlandis. Tegundin er útbreidd á norðurhveli jarðar, þar á meðal í öllum nágrannalöndum, bæði í Evrópu og Ameríku. Eins og fram kemur í kafla 7.4 um aldursgreiningar fengum við síðar skýringu á þessum háa aldri.

LAUNFITARLÓN

Snið 87-8 Launfitarsandur
Mælt 12.09.1987



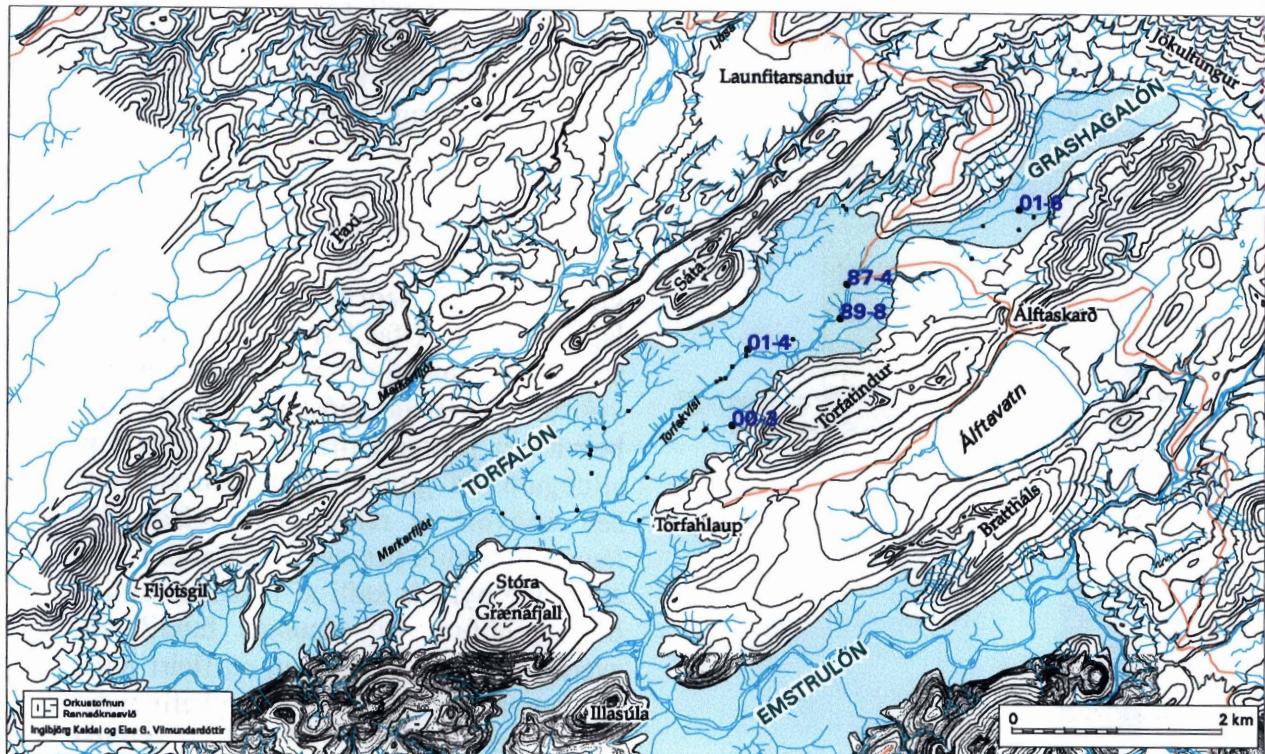
6.2 Snið í lónsetið

Einungis hefur verið mælt eitt snið í lónset Launfitarlóns, 87-8 í hliðar-skorningi Markarfljóts (mynd 14). Sniðið er sýnt á mynd 15. Neðan til í sniðinu skiptast á lög af finlagskiptu silti, sem sýna, að umhverfi hefur verið rólegt í lóninu, og kaflar af sandi með núnum silthausum. Þeir bera vott um flóð sem rufu farvegi í siltið og báru með sér hausa af því niður á meira dýpi. Niður við botn fundust gróðurleifarnar, sem lýst var í kafla 6.1, í lagskiptu silti. Ofar í sniðinu kemur kafli sem einkennist af nokkrum áberandi svörtum, sendnum gjóskulögum. Á milli þeirra eru þunnir kaflar af finlagskiptum siltlögum. Ef grunur okkar, um að þetta séu árshvörf er réttur, hefur ekki liðið langur tími milli þessara eldgosa. Enn ofar tekur við þykkur kafli af lagskiptu silti. Í honum höfum við einungis fundið eitt svart gjóskulag með vissu, en fleiri þunn lög kunna að leynast þar. Þessi kafli endar með um 5 cm dökkgráu, sendnu gjóskulagi. Ofan við hann er ólagskipt siltlag, en þar fyrir ofan er ljósa gjóskulagið GRA-1. Lagið er alls 6 cm þykkt. Það er úr ljósgrári gjósku, sem er að mestu leytí silt með finsandi. Neðst í því er lag með ljósum vikurkornum af grófsands- og fínmalarstærð. Eins og vikið var að í kafla 4.1 er þetta einkennandi lagskipting fyrir GRA-1 og bendir til þess að það sé loftborið yfir lónið, en ekki vatnsflutt.

Sniðið sem hér var lýst nær ekki nema frá GRA-1 og um 2,5 m niður fyrir það. Ekki höfum við haft tækifæri til þess enn að leita neðar með ánni að eldri lögum lónfyllunnar, né fundið botn hennar, en sitthvað kann að leynast í skorningum nær Fljótsgili, þar sem lónið ræstist fram.

Mynd 15: Snið 87-8 í lónsetið á Launfitar-sandi

7 TORFALÓN OG GRASHAGALÓN



Mynd 16: Yfirlitskort af Torfalóni og Grashagalóni.

7.1 Yfirlit og útbreiðsla

Torfalón myndaðist í 12 km langri kvos milli móbergshryggjanna Sátu og Torfatinds (mynd 16). Var því haldið uppi af berghafti þar sem nú er Torfahlaup (mynd 17).



Mynd 17: Torfahlaup séð til suðurs frá ármótum Torfakvíslar og Markarfljóts. (Ljósm. IK).

Eftir að lónið ræstist fram grófust djúpir skorningar í lónsetið, svo nú má lesa sögu þess í setbökkum (mynd 18). Opnur eru víða góðar, en síþreytilegar. Snið sem mæld voru fyrir nokkrum árum, eru nú víða hulin vegna hruns úr bökkunum, en aðrar opnur komnar í ljós vegna rofs á Anna í leysingum og stórrigningum. Nýjar upplýsingar eru því stöðugt að safnast. Alls hafa verið mæld á annan tug sniða í lónsetið auk fjölda annara punktupplýsinga (mynd 16). Er því nú komið nokkuð samfellt snið í gegn um alla lónfylluna. Lengstu sniðin og samfelldustu opnurnar eru um miðbik lónsins, á móts við Torfatind og Torfahlaup, þar sem lónið hefur verið dýpst. Þar hafa líka fundist opnur í undirlag lónsetsins, sem er ýmist bólstraberg eða jökulberg (mynd 20).

Í skorningum í Grashaga eru opnur í finlagskipt lónset, sem nær upp í um 530 m hæð, en samsvarandi siltlög í Torfalóni ná ekki nema upp í um 510 m hæð. Þetta áttum við erfitt með að útskýra, þar til við áttuðum okkur á því, að á kafla í mynni dalverpisins sem Grashagi er í, eru hvergi opnur í þetta lónset í skorningum. Þar eru eingöngu skálaga malarlög. Þetta túlkum við sem óseyri, sem myndaðist framan við jökul, sem lá sunnar. Halli skálaganna er til norðurs og norðvesturs, sem sýnir að eyrin hefur m.a. byggst upp framan við Álftaskarð, sem að öllum líkindum hefur grafist undir jöкли. Eyri þessi nær upp í um 540 m hæð og hefur um tíma náð að loka fyrir Grashagann, svo þar hefur stíflast upp lítið lón með hærri vatnsstöðu en í meginlóninu Torfalóni.



Mynd 18: Hár bakki við Torfakvísl nálægt sniði 01-12. Neðst sjást lagskipt siltlög með gjóskulögum, m.a. sést GRA-I vel um miðjan bakkann. Ofaná lónsetinu eru malarlög og efst er jarðvegur með gjóskulögum. (Ljósm. IK.).

Hæstu hjallar í Torfalóni eru í rúmlega 525 m hæð, sem er sama hæð og í Emstrulóni. Í söðlinum sem gengur norðaustur úr Stóra-Grænaþjalli að Torfahlaupi eru hjallar úr dökkum sandi, sem ná upp í 525 m hæð bæði norðan og sunnan við söðulinn. Einnig er rofstallur í hlíð Stóra-Grænaþjalls í sömu hæð (mynd 19). Austan við Torfahlaup eru einnig leifar hjalla úr svörtum gjóskurískum sandi. Þetta eru ótvírað merki þess að Torfalón og Emstrulón hafi náð saman, þegar vatn stóð hæst í lónunum.



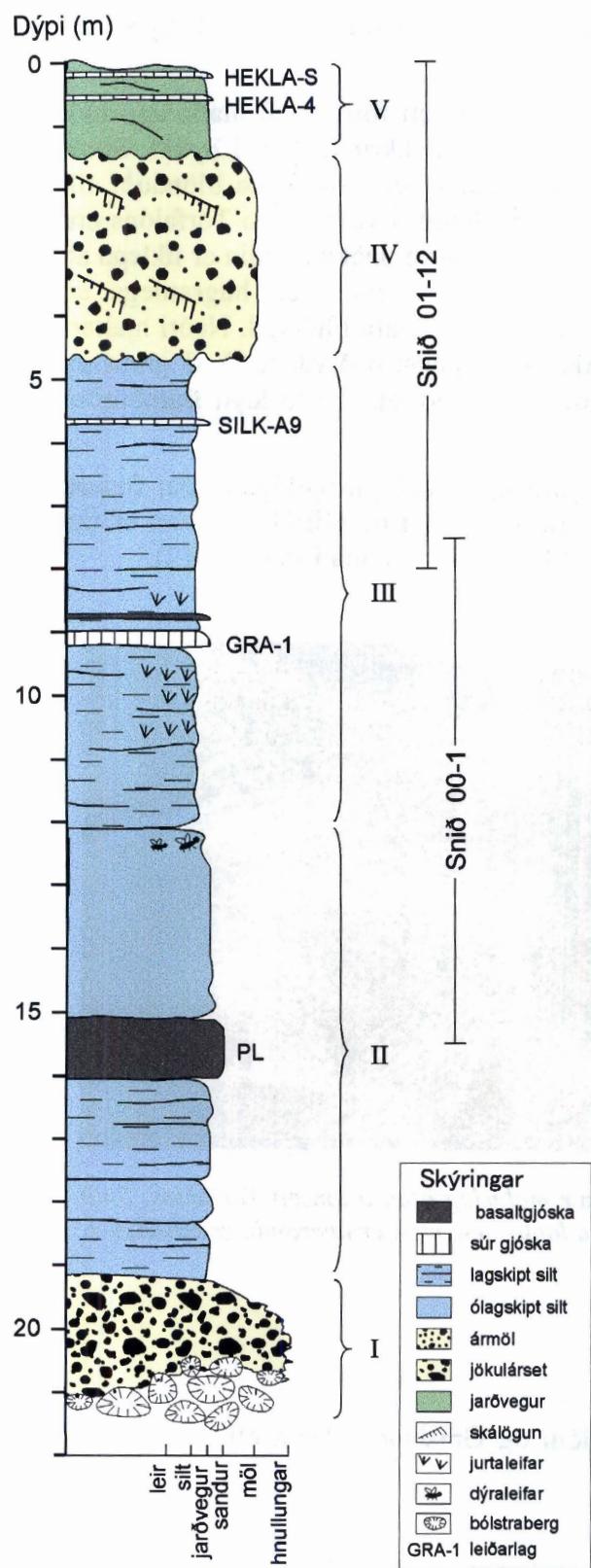
Mynd 19: Hjallar og rofstallur í um 525 m y.s. sunnan við Torfahlaup. Þarna hafa Torfalón og Emstrulón náð saman í hæstu stöðu. (Ljósm. IK).

Vestan til í lónstæðinu, þ.e. vestan Stóra-Grænafjalls, eru opnur ekki eins góðar og set allt miklu grófara en austan til. Þar höfum við hvorki séð tangur né tetur af ljósa leiðarlaginu GRA-1. Opnur eru á stöku stað í fínlagskipt lónset. Er þar mun meira um sandlög í ýmsum grófleikum, en minna af silti. Bakkar eru einnig mun lægri en ofar í lægðinni og víða er möl beint ofan á bergi.



Mynd 20: Botn lónsetsins í Torfalóni. Svarta lagið er gjóskulagið PL, en greina má GRA-1 ofarlega í bakkanum. (Ljósm. IK).

TORFALÓN - YFIRLITSSNIÐ



7.2 Yfirlitssnið af lónsetinu

Mynd 21 sýnir samsett yfirlitssnið af allri lónfyllu Torfalóns. Elstu löginn er að finna á stað 87-7 (mynd 16) norðvestan Torfatinds. Þar eru opnur í undirlag lónsetsins, sem annars sést óvíða í.

I. Undirlag lónsetsins: Neðst er bólstraberg, en ofan á það leggst gróft víxllaga, malar- og steinaríkt jökulárset. Setið er mjög hart og á einum stað rís það um 3-4 m yfir árborð Torfakvíslar (mynd 21).

II. Neðri hluti lónsetsins: Ofan á jökulársetið leggst lónset. Meginhulti þess er fínkorna, fínlagskipt set, en einnig eru kaflar af ólagsskiptu fínu seti. Neðst er um einn metri af finlagskiptu silti. Ofan á kemur álíka þykkur kafli af ólagsskiptu silti. Síðan kemur aftur fínlagskipur kafli, nokkuð misþykkur, eða um 1-3 m á þykkt. Þá tekur við þykkt lag af algjörlega ólagsskiptu silti. Neðarlega í því er svart gjóskulag (PL á sniðum), sem hefur skolast inn í lónið í goshlaupi frá Mýrdalsjöklum (sjá snið 00-1). Víða er það um 1-1,5 m á þykkt (mynd 20). Í ólagsskipta siltinu ofan á svarta gjóskulaginu eru nokkur þynnri svört gjóskulög. Haustið 1989 fundum við efst í ólagsskipta siltinu svartar "doppur" sem við áttuðum okkur ekki á, svo við tókum sýni af þeim. Árni Einarsson líffræðingur hjá Háskóla Íslands (munnl. uppl.), sem á þeim árum var að rannsaka líf í pollum og tjörnum í jökulgörðum, greindi sýnið og kom þá í ljós að "doppurnar" voru mylirfur. Hausar lirfanna voru vel varðeittir svo sjá mátti kjálkana, en þeir eru einmitt notaðir til þess að greina myflugur til tegunda. Reyndist þarna vera um að ræða tegund, sem aldrei áður hafði fundist á Íslandi.

Mynd 21: Yfirlitssnið af lónseti Torfalóns. Til hægri eru merktir kaflar, sem nákvæmari snið úr Torfalóni spanna yfir.

- III. Efri hluti lónsetsins:** Ofan á þessu einsleita siltlagi tekur aftur við fínlagskipt silt, sem er a.m.k. 8 m þykkt. Í þessu lagi höfum við fundið plöntuleifar á víð og dreif sem hafa verið geislakolsaldursgreindar (sjá kafla 7.4). Í þessum kafla lónsetsins er mikið af dökkum gjóskulögum og leiðarlögin GRA-1 og SILK-A9 (sjá lýsingu í kafla 4.1 og 4.2).
- IV. Möl ofan á lónsetinu:** Þegar lónið fylltist af seti fóru ár að hlaða upp möl ofan á fínlagskipt lónsetið. Þessi möl er víða nokkrir metrar á þykkt. Sums staðar er hún eingöngu úr líparíti, annars staðar úr basalti eða blönduð, allt eftir því úr hvaða átt hún hefur borist inn í lónið. Í vesturhluta Torfalóns eru efstu hjallar úr basaltmöl en neðri hjallar úr líparíti. Dökka mölin er líklega að mestu leyti framburður Hvítmögu frá Tindfjallajökli, en hugsanlega að einhverju leyti frá Markarfljóti þegar það var að grafa Fljótsgil. Neðri hjallarnir eru aftur á móti framburður Markarfljóts, þegar það var farið að grafa sig niður í líparítmolina á Launfitarsandi, sem er að langmestu leyti framburður Ljósár úr Jökultungum.
- V. Jarðvegur:** Ofan á mölinni er víða jarðvegur með gjóskulögum. Þar finnast m.a. gjóskulögin HEKLA-4 sem er um 4.000 ára og HEKLA-S sem er um 3.500 ára, auk fjölda annara laga (mynd 22 og efsta hluta í sniði 01-12).



Mynd 22: Jarðvegur með gjóskulögum þekur malarlög ofan á lónseti Torfalóns. Snið 01-12 er mælt á þessum stað. Ljósa lagið, sem mest er áberandi, er HEKLA-4. (Ljósm. IK).

7.3 Lýsing á mældum sniðum

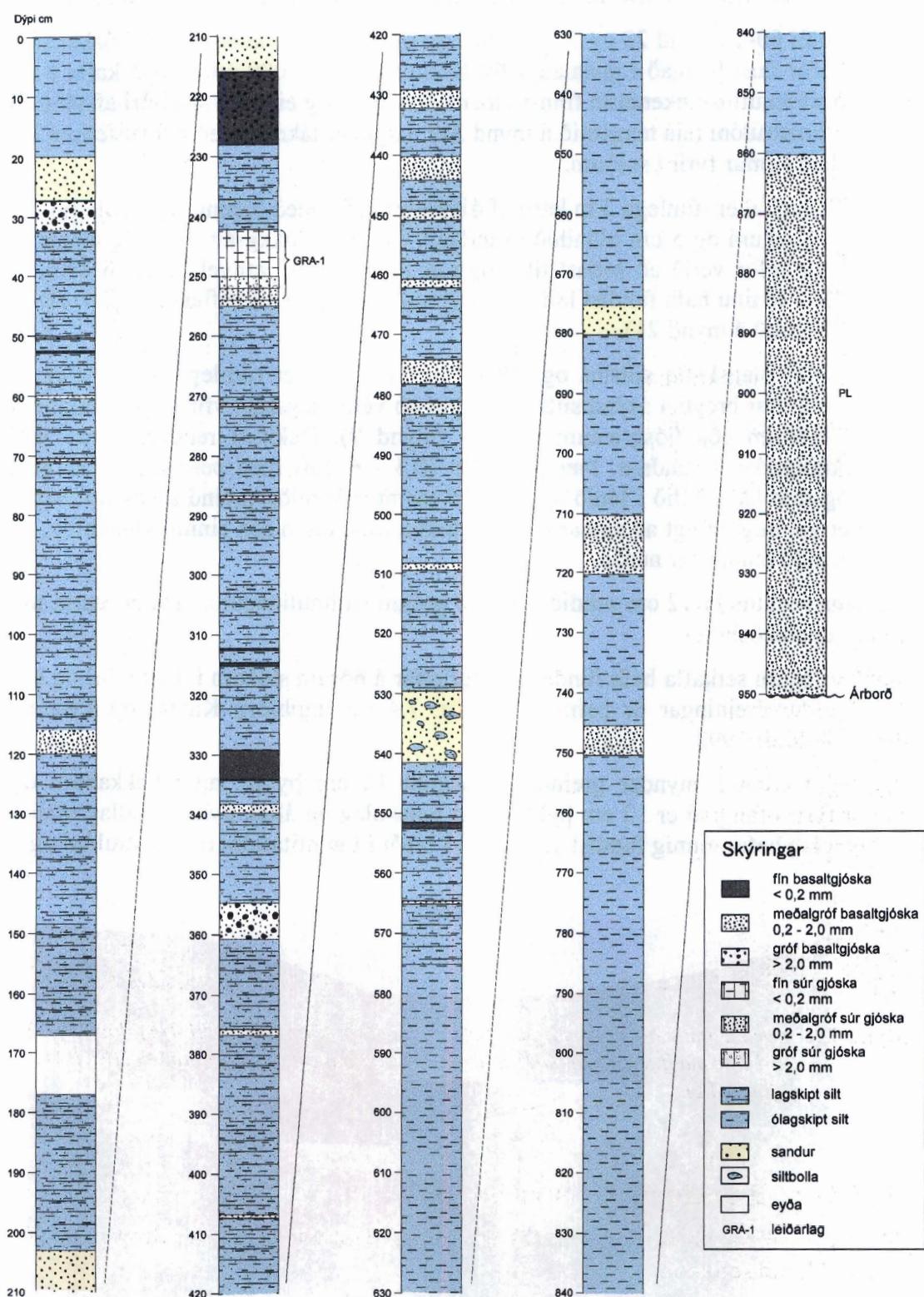
Fjöldamörg snið hafa verið mæld í Torfalóni og Grashaga. Hér á eftir verður lýst þremur völdum sniðum.

Snið 00-1 í Torfalóni:

Sniðið er mælt í bökkum vestan undir Torfatindi (mynd 16). Það er tæpir 10 m á lengd og nær ekki alla leið upp í gegnum lónsetlögin (sjá yfirlitssnið á mynd 21).

TORFALÓN

Snið 00-1, mælt 23.-24. sept. 2000



Mynd 23: Snið 00-1 í lónset Torfalon vestan undir Torfatindi.

Efsti hluti setsins er myndaður í halla í undirhlíðum Torfatinds og er talsvert truflaður af hruni og erfitt að komast að honum til mælinga. Sá hluti var mældur annars staðar, sjá snið 01-12, sem var mælt nær miðju lónsins, þar sem setlöginn eru ótrufluð.

Neðst í sniði **00-1** (mynd 23 og 24) er um 1 m þykkt lag af vatnsborinni gjósku, sem líklega hefur flust þangað í goshlaupi frá Kötlu fyrir um 9000 árum, (sjá kafla 8.3). Lag með sömu útlitseinkennum finnst víðar í Torfalóni og einnig í svipaðri afstöðu til GRA-1 í Emstrulóni (sjá tengisnið á mynd 33). Lagið er táknað með bókstöfunum PL þar sem það kemur fyrir í sniðum.

Ofan á PL laginu er rúmlega 3 m kafli af ólagskiptu silti með tveimur gjóskulögum, 5 og 10 cm þykkum og 5 cm blönduðu sandlagi. Siltið er dökkgrátt og mjög einsleitt. Hugsanlega hefur verið að setjast til grugg úr jökulhlaupi, jafnvel fleiri en einu. Á öðrum stað í lóninu hafa fundist leifar af myflugu ofarlega í siltkaflanum (sjá kafla 7. 2. og yfirlitssnið á mynd 21).

Kaflinn milli ólagskipta siltsins og GRA-1 leiðarlagsins er rúmlega 3 m þykkur á þessum stað. Þar breytist ásýnd siltsins frá því að vera ólagskipt yfir í finlagskipt silt með ljósbrúnum eða ljósgrænum röndum (mynd 9). Dekkstu rendurnar eru nær undantekningarlaust sendnar. Þær þykkstu (0,3 - 6 cm) bera þess merki að vera gjóskulög sem hafa fallið í lónið og voru 15 meint gjóskulög greind á þessum kafla. Einnig er vel hugsanlegt að sumar af finni dökku röndunum séu einnig gjóskulög, en þær voru ekki athugaðar nánar.

Neðarlega í siltinu er 12 cm sendið lag með gulum silthnullungum, sem er merki um truflun í upphleðslunni.

Í sambærilegum setkafla hafa fundist gróðurleifar á öðrum stöðum í Torfalóni og eru til C14 aldursgreiningar úr þeim, sjá kafla. 7.4 og Ingibjörg Kaldal og Elsa G. Vilmundardóttir 1992.

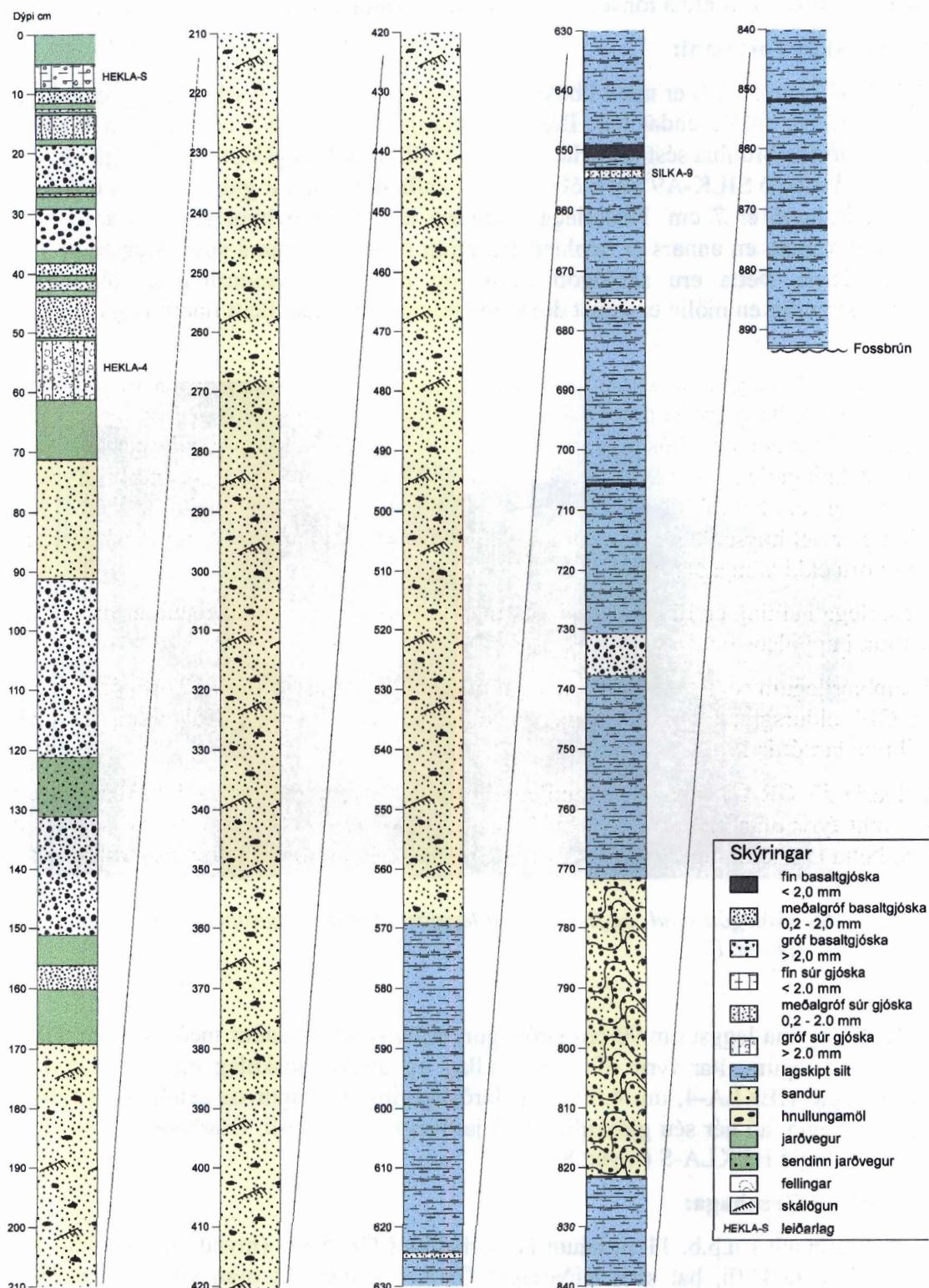
Leiðarlagið GRA-1 myndar greinilegt ljósgrátt 12 cm þykkt lag í bakkanum og skammt fyrir ofan það er 12 cm þykkt svart gjóskulag og álíka þykkt sandlag ofan á því. Þetta lag hefur einnig fundist yfir GRA-1 bæði í Launfitarlóni og Emstrulóni og



Mynd 24: Bakki vestan undir Torfatindi þar sem snið 00-1 var mælt. Svarta setið neðst hægra megin við skorninginn er gjóskuhlaupið PL. GRA-1 sést í miðjum bakkanum. (Ljósm. EGV).

TORFALÓN

Samsett snið 01-12, mælt 16.08.2001 og snið 85-43 mælt 1985

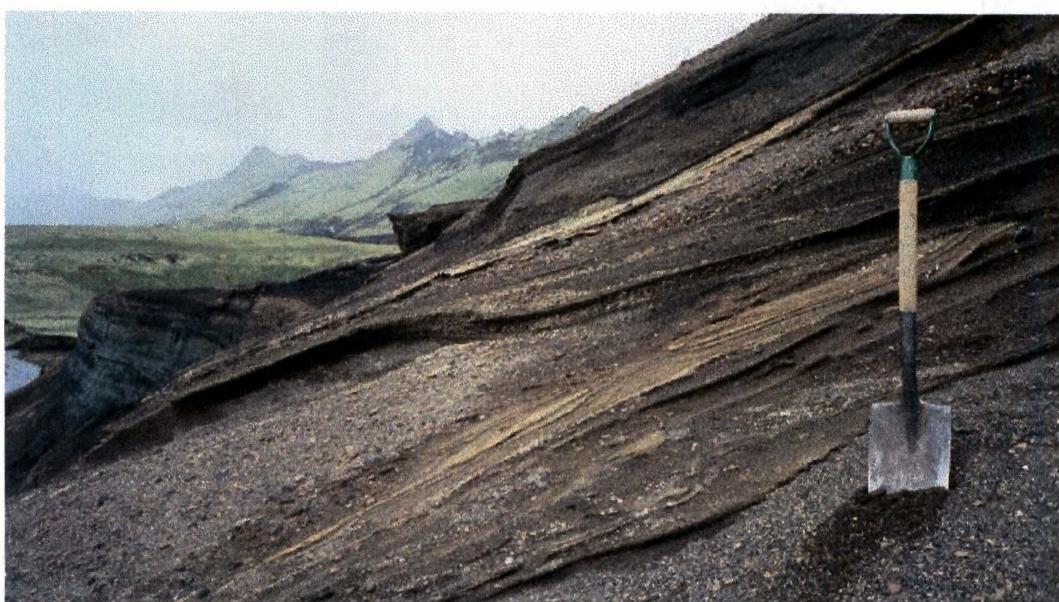


Mynd 25: Samsett snið í Torfalóni 01-12. Efstu 62 cm voru mældir í Grashaga 1985, en það sem er þar fyrir neðan var mælt í ágúst 2001.

er líklegt að það sé komið frá Mýrdalsjökli. Eftir er að kanna það nánar. Ofan þessa lags heldur upphleðslan áfram með líkum hætti og áður. Þar skiptast á lagskipt siltlög og gjóskulög. Efsta hluta lónsetsins er að finna á sniði 01-12.

Snið 01-12 í Torfalóni:

Snið 01-12 (mynd 25) er mælt í bökkum smálækjar, niður að fossbrún, sem var okkur ekki fær, svo sniðið endar þar. Bakkar lækjarsins eru allt að 3 m háir. Um 1 metra neðan við fossbrúnina sést leiðarlagið GRA-1. Siltið er fínlagskipt og ofarlega í því er ljósa leiðarlagið SILK-A9 um 6.600 ára (sjá kafla 4.2). Önnur gjóskulög eru dökk, en þykkasta lagið er 7 cm. Neðarlega í sniðinu er 50 cm þykkur sendinn kafli með felldum lögum, en annars er upphleðslan mjög regluleg. Ofan á siltið leggst um 4 m þykk áreyri. Þetta eru skálögótt sand- og malarlög. Sandurinn er dökkbrúnn móbergssandur en mölin er ýmist dökk bólstramöl eða ljósgulleitt líparít (mynd 26).



Mynd 26: Skálögótt sand- og finmalarlög leggjast ofan á finlagskipt lónset í Torfalóni. (Ljósm. IK).

Ofan á áreyrina leggst um 90 cm jarðvegur, mjög sandblandaður með þykkum dökkum gjóskulögum. Þar fyrir ofan er sandlag og dökkt gjóskulag og ofan á því er gjóskulagið HEKLA-4, um 4.000 ára. Jarðvegurinn er magur og sendinn og réttara væri að segja, að hér séu gjóskulög með jarðvegsvotti á milli. Ofarlega í þessu sniði er gjóskulagið HEKLA-S (mynd 8).

Snið 01-6 í Grashaga:

Sniðið er mælt í u.p.b. 11 m háum lækjurbakka í Grashaga (mynd 16). Mældur var þriggja metra kafli, þar sem leiðarlagið GRA-1 fannst rétt ofan við hann miðjan. Bakkinn er norðan lækjarfárvegarins. Neðst er 5 m þykkt lag af fínlagskiptu silti, sem nær frá lækjarfárveginum og upp í miðjan bakkann (mynd 27). Þar sem sniðið var mælt hafði smálækjarsytra skorið þrónga u.p.b. 30 cm breiða skoru í siltið, svo að hægt var að komast upp í miðjan bakkann. Á skilum silts og malar er sillar og fellur á hana um 6 m há lækjurbuna. Ofan sillunnar og upp í miðjan bakkann er ármöl en þar fyrir ofan taka við lög af móblönduðum jarðvegi og gjóskulögum, sem ekki var hægt

að komast að á þessum stað. Sniðið á mynd 28 sýnir malarkaflann milli siltsins og jarðvegsins, þ.e. frá tímabilinu þegar lónið var horfið eða að fyllast og þurrleidis-jarðvegur að taka við. Í miðjum þessum kafla er gjóskulagið GRA-1 loftborið og virðist það vera óreyft. E.t.v. hefur það verið þykkara upphaflega og eitthvað verið rofið af því. GRA-1 fannst í malarlagi í bakkanum hinum megin farvegarins árið 1982 (lag merkt Z-1? Ingibjörg Kaldal og Elsa G. Vilmundardóttir 1983, bls. 16).

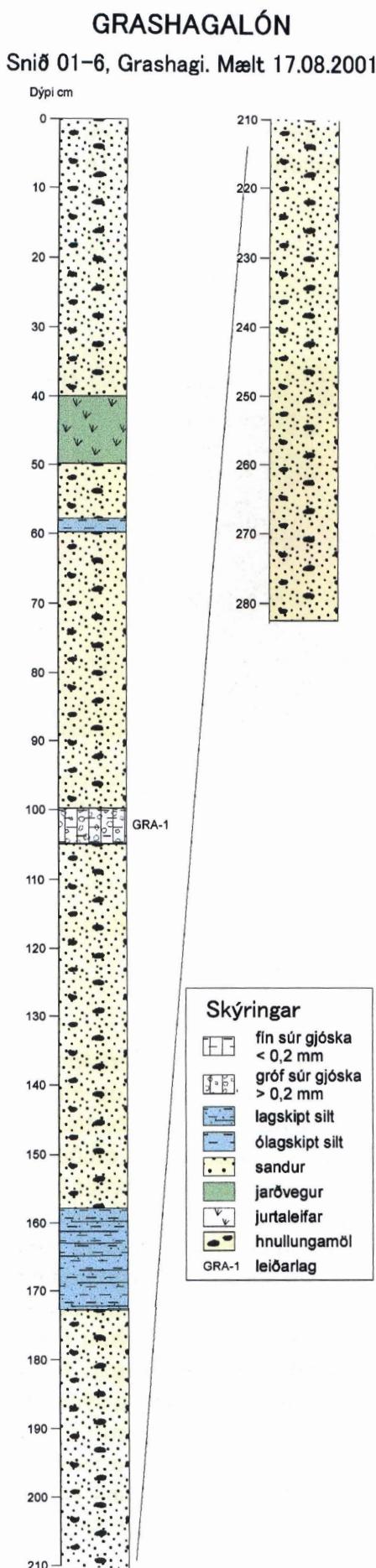


Mynd 27: Bakki í Grashaga þar sem snið 01-6 var mælt innan við skorninginn til hægri á myndinni. GRA-1 veðrast út úr bakkanum sem ljós rönd til vinstri á myndinni. (Ljósm. IK).

Tengisniðið á mynd 33 sýnir heildarmynd af bakkanum og afstöðu hans til áreyrar-innar sem hlóðst út frá Álfaskarði, (sbr. kafla 7.1).

7.4 Aldursgreiningar

Árið 1987 fundum við gróðurleifar í lagskiptu silti rétt neðan við vaðið á Torfakvísl á Fjallabaksleið. Fundust þær í fleiri lögum í lagastaflanum undir GRA-1 og einnig ofan við gjóskulagið. Höfðum við þá fengið Vísindasjóðsstyrk til að bera kostnað af fleiri aldursgreiningum á gróðurleifum í Launfitarlóni vegna þess, að við efuðumst um, að þessi hái aldur, sem fékkst með aldursgreiningu í Uppsölum, væri réttur (sbr. kafla 6.1). Um svipað leyti komst á samstarf við hóp vísindamanna við Raunvísinda-stofnun Háskólans og eðlisfræðinga við Áróscarháskóla, sem á þeim tíma voru að þróa aðferðir við aldursgreiningar á Tandem hraðli skólans, svokallaðar AMS greiningar (Atomic Mass Spectrometry). Vantaði þau sýni til greiningar og fengu sýni hjá okkur af gróðurleifum úr Torfalóni. Niðurstöður lágu fyrir vorið 1989. Féllu sýnin í two aldurshópa: 8.700-9.800 C14 ára annars vegar og 16-18.000 ára hins vegar. Þetta voru hinar furðulegustu niðurstöður og ekki í samræmi við innbyrðis afstöðu sýnanna og uppbyggingu setsins. Haustið 1989 voru því tekin enn fleiri sýni og snið mæld nákvæmar. Gróðurleifarnar voru skoðaðar og reyndust eingöngu innihalda ármossann fyrrnefnda (sjá kafla 6.1), en gróðurlög ofar í sniði innihéldu auk ármossans ýmsar aðrar tegundir, sem vaxa á þurrleindi (greint af Margréti Hallsdóttur hjá



Náttúrufræðistofnun Íslands) og hafa því skolast inn í lónið frá bökkunum. Flestar aldursgreiningarnar voru gerðar á heildarsýnum og gáfu þennan háa aldur. Eitt sýnið var sundurgreint, og ármosinn og þurrleidisplönturnar greindar hvort í sínu lagi. Niðurstöðurnar voru forvitnilegar því þurrleidisplönturnar gáfu aldurinn 8.750 ± 190 C¹⁴ ár, en ármosinn gaf 16.470 ± 220 C¹⁴ ár, þ.e. nær 8 þúsund ára aldursmunur í sama lagi! Í fyrstu áttu menn í erfioleikum með að skýra þessar niðurstöður, en veltu því svo fyrir sér hvort jarðhitavatn ofan af Torfajökulssvæðinu gæti haft þessi áhrif. Vitað var, að ármosinn vex neðan vatnsborðs, sem á þessum stað hefur verið að miklu leyti jarðhitavatn. Því voru gerðar tilraunir með að aldursgreina vatn af ýmsum uppruna, m.a. jarðhitavatn af Hengilssvæðinu, og yfirborðsvatn, sem örugglega var ekki mengað af jarðhitavatni. Þá kom í ljós að jarðhitavatnið sýndi nokkur þúsund ára C¹⁴ aldur, en ferska vatnið var ungt. Eins voru tekin sýni af lifandi plöntum í Varmá í Mosfellssveit og þau aldursgreind. C¹⁴ aldur þeirra var á bilinu 3.300-5.300 ár. Skýringin á hinum háa sýndaraldri á plöntuleifum úr lóninu virðist því vera sú, að þær hafa tekið upp mikið af óvirku kolefni úr jarðhitavatninu með þessum afleiðingum.

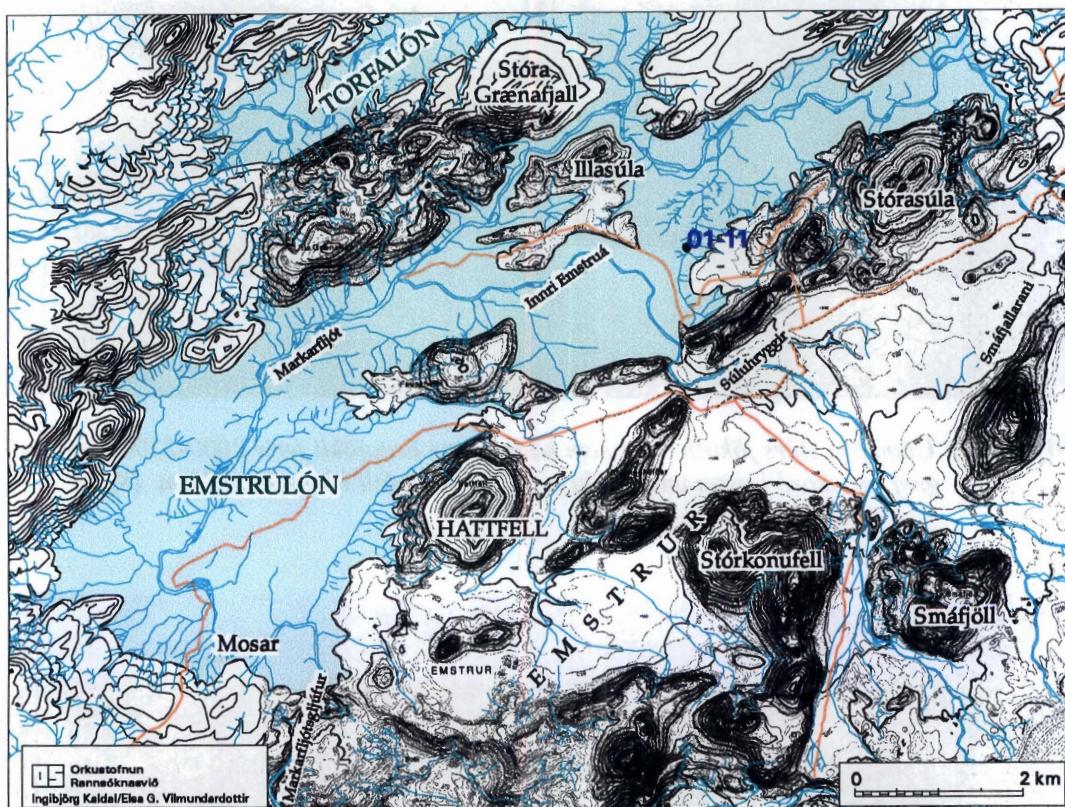
Niðurstöður þessa alls eru fyrst og fremst þær, að varast ber að treysta einni aldursgreiningu í blindni. Eina greiningin, sem hægt er að treysta á, er sú af þurrleidisplöntunum í skipta sýninu 89-7 Ia, sem gaf aldurinn 8.750 ± 190 C¹⁴ ár. Það sýni var tekið um 1,5 m neðan við gjóskulagið GRA-1. Til er önnur aldursgreining sem tengist gjóskulaginu GRA-1. Hún var gerð í Uppsöldum af sýni úr Grashaga. Tekin voru tvö sýni af mó nokkru ofan við GRA-1, sem er þar ofan í sendnu malarlagi, sem aftur liggur ofan á finlagskiptu lónsilti. Þessar tvær greiningar gáfu aldurinn 7.900 ± 150 C¹⁴ ár (efra sýnið) og 8.060 ± 150 C¹⁴ ár (neðra sýnið), sem er í góðu samræmi við greininguna af þurrleidisplöntunum, sem gerð var í Árósum.

Mynd 28: Snið 01-6 í Grashaga.

8 EMSTRULÓN

8.1 Yfirlit og útbreiðsla

Emstrulón hefur verið stærst lónanna að Fjallabaki, eða um 25 km^2 . Því var haldið uppi af berghafti, sem var þar sem efsti hluti Markarfljótsgljúfurs er nú. Ekki er út-lokað að jaðar hins hörfandi ísaldarjökuls hafi eitthvað komið þar við sögu líka, en það þarf að athuga nánar. Efstu hjallar þessa gamla lóns eru í rúmlega 525 m hæð, eða sömu hæð og Torfalón, enda virðast þau hafa náð saman í efstu stöðu (sjá kafla 3).



Mynd 29: Yfirlitskort af Emstrulóni. Í efstu stöðu hafa Emstrulón og Torfalón náð saman.

Könnun setлага Emstrulóns er enn sem komið er á byrjunarstigi. Mesta útbreiðsla lónsins er sýnd á mynd 29. Náði lónið frá berghaftinu í suðvestri, inn að Torfahlaupi við Stóra-Grænaþjall í norðri og austur inn í dalverpið miði Stórusúlu og Brattháls. Skipta má lónstæðinu í grófum dráttum í two hluta um Innri-Emstruá. Vestan farvegar hennar hafa hraunlöög og flóðset frá Mýrdalsjökli hulið eða rofið setlöög Emstrulóns að miklu leyti. A.m.k. 3 hraun hafa runnið niður yfir lónstæðið, en þau eru líklega öll upprunnin á Mælifellssandi (Snorri P. Snorrason og Freysteinn Sigurðsson 1983). A.m.k eitt stórt jökulhlaup kom undan Entujökli, þegar Mýrdalsjökull náði út á milli Stórkonufells og Smáfjalla, líklega fyrir um 2.000-2.500 árum. Hlaup þetta leitaði í fyrstu niður með Hattfelli (Snorri P. Snorrason og Freysteinn Sigurðsson 1983), þar

sem það gróf djúp gil í hraunin. Er líða tók á hlaupið, gróf það sér farveg í gegn um Súluhryggi, þar sem Innri-Emstruá rennur nú. Skildi hlaupið eftir sig feikilega bunka af svörtum sandi, sem nú hylja lónsetið á stóru svæði neðan Súluhryggja (mynd 30) og breiða sig út yfir lónsetshjallana sunnan og suðaustan Illusúlu. Í kvosinni norðan Súluhryggja og Stórusúlu eru hins vegar óhuldir lónsetsbakkar og einnig í farvegi Markarfljóts neðan Torfahlaups.



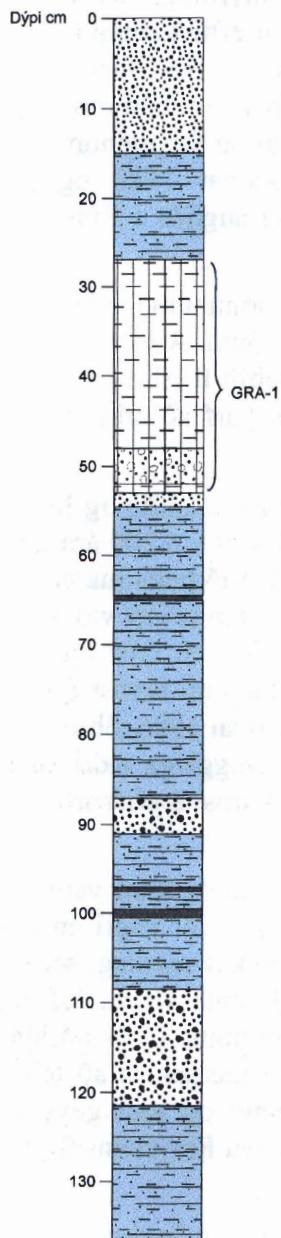
Mynd 30: Ummerki stórs jökulhlaups sem kom undan Entujökli fyrir 2000-2500 árum og gróf sér skarð í gegn um Súluhryggi. Stórkonufell í baksýn. (Ljósm. IK).



Mynd 31: Við Markarfljót á Fjallabaksleið. Neðst í bakkanum er lónset hins forna Emstrulóns (rauð ör). Ofaná því er hraun (græn ör), en efst er flóðset sem myndaðist í miklu jökulhlaupi fyrir um 2000-2500 árum (gul ör). (Ljósm. IK).

Við brúna yfir Markarfljót í Mosum hefur áin grafið snið í lónsetið (mynd 31). Neðst eru lagskipt sand og siltlög, sem eru mun sendnari en í innri hluta lánsins (sjá lýsingu á sniði 01-11 í kafla 8.2) og í Torfalóni. Eftir að lónið tæmdist og farvegir höfdu náð

EMSTRULÓN
norðan Súluhryggja
Snið 01-11, mælt 31.8.2001



að grafast í lónsetið rann hraun út yfir setið (Snorri P. Snorrason og Freysteinn Sigurðsson 1983). Í sniðinu má sjá hvernig hraunið hefur runnið niður í farvegina. Ofan á hrauninu er svo jökulhlaupsetið sem áður er getið um. Þessi hluti Emstrulóns hefur lítið verið kannaður ennþá.

8.2 Snið í lónsetið

Snið 01-11 er í farvegi austarlega í Emstrulóni norðan Súluhryggja (myndir 29 og 32). Farvegurinn stefnir nálægt N-S og nær frá Súluhryggjum að sameiginlegum farvegi Kaldsklofs- og Bláfjallakvísla.

Farvegsbakkarnir hækka eftir því sem norðar dregur frá Stóru-Súlu. Næst Súluhryggjum eru þeir úr ljósbrúnleitu lagskiptu silti, en þegar komið er miðja vega í átt að Bratthálsi hefur farvegurinn grafist niður úr brúnu siltlögunum. Undir þeim taka við a.m.k. 2 þykk lög af svörtum sandi, sem líta út fyrir að vera úr hlaupgjósku, og þykk lög af grásvörtu silti, sem tengjast hlauplögunum. Neðra hlauplagið er ápekkta hlaupuginu PL undir GRA-1 í sniði 00-01 í Torfalóni og er hugsanlega frá sama atburði.

Þegar kemur norður undir Brattháls, eru þessi dökku sand- og siltlög orðin allsráðandi, en brúnu siltlögin að fjara út. Í miðjunum siltbunkanum (mynd 5) er leiðarlagið GRA-1 (um 8.500 ára). Ekki var hægt að mæla þetta snið nema rétt upp fyrir GRA-1 vegna veðrunar. Þó fannst meint gjóskulag SILK-A9, um 6.600 ára gamalt súrt gjóskulag frá Kötlu (Guðrún Larsen 2000) nokkru ofar í bakkanum. Án efa er hægt að finna betri opnur í efsta hlutann, en til þess hefði þurft meiri tíma. Ástæða er til að kanna efsta hluta jarðlaganna í kvosinni vestan Súluhryggja vegna þess, að þar gætu fundist mikilvægar vísbendingar um hvenær Emstrulónið tæmdist. Allra efst í suðurhluta kvosarinnar er efni, sem jökulhlaupið undan Entujökli skildi þar eftir fyrir um 2.000 árum (mynd 30).

Mynd 32: Snið 01-11 í austanverðu Emstrulóni.

8.3 Ummerki eldgosa og hlaupa

Augljóst er af ummerkjum á Emstrum, að mikið eða mikil jökulhlaup hafa farið þar um og einnig má kalla Markarfljótsgljúfur og Tröllagjá við Einhyrningsflatir til vitnis um hamfarahlaup á þessum slóðum. Augljósust eru ummerkin eftir hamfarahlaupið, sem kom undan Entujökli norðanverðum fyrir um 2.000 árum og fór í farveg Innri-Emstruár norðan Smáfjalla og skildi eftir sig breiðan farveg, þar sem hún rennur nú í átt að Súluhryggjum. Brú er á ánni í þessum hlaupdal. Hlaupinu og farveginum er lýst í skýrslu Snorra Páls Snorrasonar og Freysteins Sigurðssonar 1983 og grein Freysteins Sigurðssonar 1988. Ummerki hlaupsins eru einnig augljós í Emstrulóni, sbr. kafla 8.1.

Ef litið er til eldri ummerkja, sem túlka má sem hlaupmenjar í lónunum (merkt PL og HL), er ljóst að efni úr enn eldri goshlaupum hefur borist út í lónin. A.m.k. tvö hlaup hafa komið frá Mýrdalsjökli fyrir ca. 8.500-9.000 árum, á tímabili II (sbr. mynd 21og kafla 10) og vísbendingar eru um hlaup á tímabili III. Þetta þarf að athuga nánar, einkum í Emstrulóni.

Við gjóskulagarannsóknir síðastliðið sumar á bökkum Þverár í Fljótshlíð og Markarfljóts austan Þrólfssfells og viðar fundust ummerki eftir sex 1.400 – 6.200 ára gömul goshlaup frá Mýrdalsjökli (Kate T. Smith et al. 2002, í útgáfu). Við þetta má bæta, að einnig fundust ummerki eftir hlaup frá Torfajökulssvæðinu í tengslum við gosið í Vatnaöldum fyrir rúmum 1.100 árum, þegar Landnámslagið féll, en ljósi hluti þess kom upp í Hrafntinnuskeri (Guðrún Larsen 1984). Efni úr hlaupinu fannst fyrst við Smáratún í Fljótshlíð (Elsa G. Vilmundardóttir og Ingibjörg Kaldal 1996, óbirt gögn). Hlaupminjarnar í Emstru- og Torfalóni frá Tímabili II, eru örugglega eldri en þær sem hafa fundist í byggð og er þess tæplega að vænta, að þær finnist á yfirborði á láglendinu.

Í doktorsritgerð sinni lýsir Hreinn Haraldsson (1981) ítarlega jarðgrunni vatnasviðs Markarfljóts á láglendi. Jarðvegsmyndun í Austur-Landeyjum er öll yngri en 2.000 ára samkvæmt C¹⁴ aldursgreiningum. Undir jarðveginum er þykkt sandlag, sem nær niður fyrir jarðvatnsborð. Hreinn telur sandmyndunina til komna vegna loftslagsbreytinga. Síðar (1983) leiddu rannsóknir Snorra Páls og Freysteins í ljós að hlaupummerkin á Emstrum eru einmitt af svipuðum aldri og er þá nærtækast að telja að hlaupsetið hafi borist um Landeyjarnar og viðar um láglendið og haft geysimikil umhverfisáhrif á svæðinu frá Holtsósi að Hólsá (sjá einnig í grein Freysteins Sigurðssonar 1988).

Rannsóknir á hlaupum frá vestanverðum Mýrdalsjökli eru enn á byrjunarstigi, en ástæða er til að kanna þennan þátt í jarðsögu svæðisins mun nánar, m.a. með tilliti til umhverfisraskana, sem ætið fylgja goshlaupum, og geta leitt til byggðaröskunar. Einnig þarf að meta hvaða áhrif goshlaup geta haft á hugsanleg virkjunarmannvirki og miðlunarlón.

9 ÖNNUR LÓN

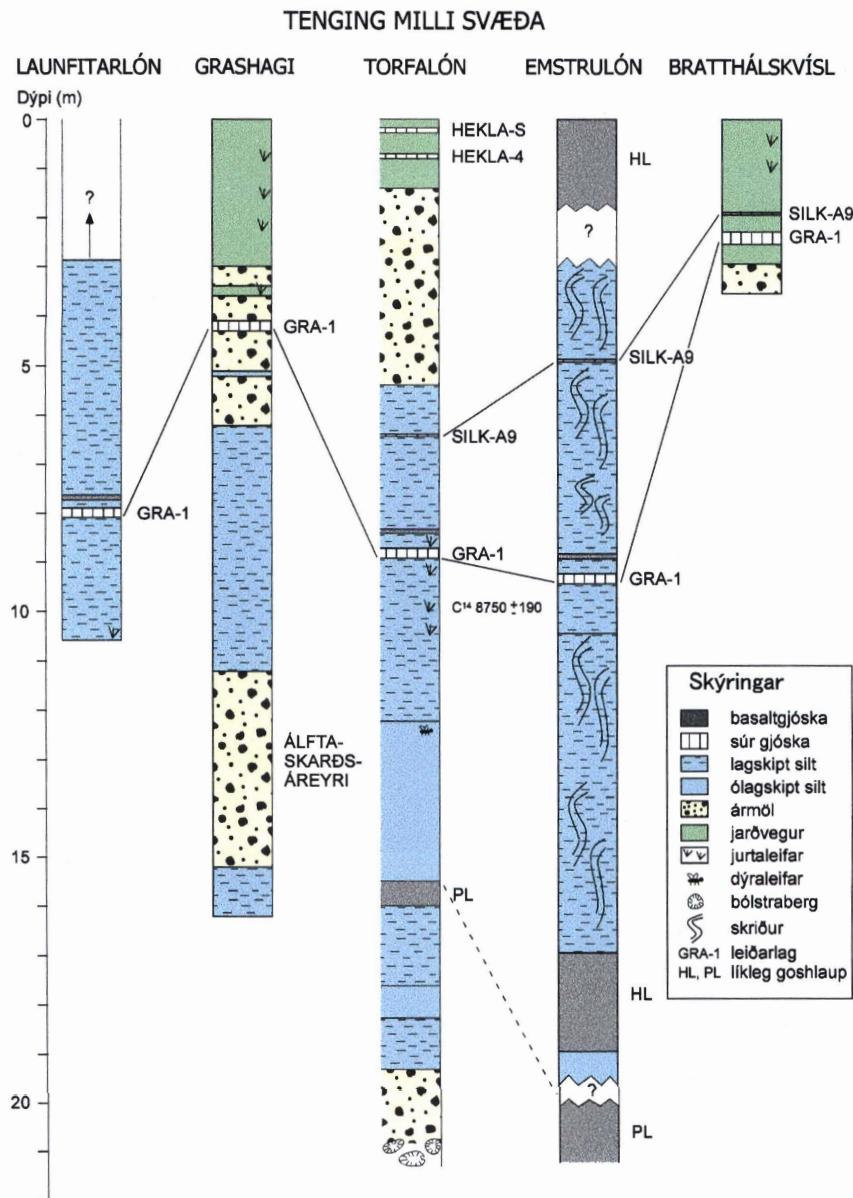
Ummerki nokkurra lítila lóna eru á svæðinu, sem lítið sem ekkert hafa verið skoðuð. Ær þar fyrst að nefna lón í kvosinni þar sem Álftavatn er nú (sjá mynd 3). Í lækjarbakka rétt við skála Ferðafélags Íslands eru opnur í lagskipt lónset. Álftavatn hefur nú afrennsli í kvísl sem rennur suður fyrir Brattháls þar sem hún sameinast Bratthálskvísl og saman hafa þær grafið sig niður í lónset Emstrulóns. Því má gera ráð fyrir að lækkað hafi í Álftavatnslóni í núverandi stöðu þess, þegar Emstrulón tæmdist Án efa væri fróðlegt að taka setkjarna úr Álftavatni, því þar gæti verið hægt að lesa samfellda sögu lónsins fram á okkar daga.

Lítið lón var í kvosinni, sem Bratthálskvísl rennur úr. Þar má á nokkrum stöðum sjá lagskipta siltbakka við kvíslina, en stærsta opnan er við vaðið. Líklega hafa verið lítil tímabundin lón framan við jaðar ísaldarjökulsins í Hvannagili og dalverpum vestan og austan Einstigsfjalls, en þau hafa ekki verið skoðuð. Einnig má nefna lón við Hvítmögu og utan í Stóra-Grænafjalli (sjá kafla 3).

10 TENGINGAR MILLI LÓNA

Á mynd 33 eru sýnd snið úr fjórum lónum og eitt úr jarðvegi og tengilínur milli leiðarlaga. Leiðarlögin segja meðal annars til um það, að lónsetið er myndað á sama tímabili, á fyrri helmingi nútíma, en einhver tímamunur kann að vera á því, hvenær lónin tæmdust eða fylltust af seti.

Vitað er að GRA-1 féll á þurrleidisjarðveg við Bratthálskvísl, áreyrar ofan á lónseti í Grashaga og í stöðuvötn í Launfitar-, Torfalóns- og Emstrulónskvosunum. Svipaða sögu er að segja um SILK-A9, en Hekla-4 og Hekla-S hafa einungis fundist í þurrleidisjarðvegi, bæði innan lónasvæðanna og utan þeirra.



Mynd 33: Snið sem sýnir tengingar á milli lóna og svæða. Sniðið sem hér er sýnt úr Torfalóni (í miðið) er eina sniðið, sem nær alveg frá ísaldarlokum og upp fyrir gjóskulagið HEKLA-S, en það er um 3.500 ára gamalt. Einungis líttill hluti lónsetsins í Launfitar- og Emstrulónum hefur verið kannaður.

Á tengisniðunum eru setlögin á mismunandi svæðum borin saman og eru leiðarlögin mikilvæg, þegar rekja á þróunarsögu lóna og þurrleidis, eftir að ísaldarjökullinn hörfaði af svæðinu. Sniðin eru fimm frá jafn mörgum svæðum. Sniðið úr Torfalóni er ýtarlegast, enda hefur það lónstæði verið aðalvettvangur rannsókna höfunda á undanfönum árum. Hin svæðin eru minna rannsökuð. Aðalkjarni upplýsinganna í þeim eru tiltölulega stutt snið umhverfis GRA-1 leiðarlagið, sbr. kafla 4.1, en síðan er aukið við upplýsingum bæði ofan og neðan við kjarnasniðin eins og þekkingin leyfir.

Á mynd 21 er yfirlitssnið yfir setupphleðslu Torfalóns frá ísaldarlokum og þar til HEKLA-S fíll fyrir um 3.500 árum. Á tengisniðinu á mynd 33 fæst gróf mynd af því hvað var að gerast á öðrum svæðum á sambærilegum tímabilum.

10.1 Tímabil I – Grunnur frá ísöld

Á tveimur svæðum ná tengisniðin niður á ísaldargrunninn. Það er í Torfalóni og undir jarðveginum við Bratthálskvísl. Við Bratthálskvísl nær jarðvegurinn niður á grófgert jökulárset frá ísaldarlokum (mynd 7) og ekkert vatnaset er að finna þar á milli. Í Torfalóni er grófgert jökulárset eða bólstraberg neðst, sem siltlöginn leggjast beint ofan á.

10.2 Tímabil II - Neðri hluti lónsetsins

Lónsetinu er skipt í tvennt, sjá kafla 7.2 og mynd 21. Í neðri hlutanum er leirblandað silt, dökkgrátt að lit og ýmist lagskipt eða ólagskipt. Sendin svört lög eru talsvert áberandi. Þau hafa borist í lónin sem loftborin gjóskulög eða sandur og grófara efni úr goshlaupum og leysingaflóðum. Þykkstu lögin geta orðið nokkrir metrar að þykkt. Einkum á þetta við um Emstrulón og Torfalón sitt hvoru megin Torfahlaups. Telja má víst, að þykkstu lögin eigi upptök sín að rekja til jökulhlaupa tengdum eldgosum í Mýrdalsjökli eða nágrennis hans. Við teljum okkur hafa fundið merki um a.m.k. tvö goshlaup frá þessu tímabili, en þau gætu verið fleiri. Eldra lagið er merkt PL á sniðum og hefur fundist bæði í Emstru- og Torfalóni (mynd 33). Í Emstrulóni hefur fundist annað lag ofar innan þessa tímabils, merkt HL á sniðum.

Á þessum tíma voru Torfalón og Grashagalón samtengd, a.m.k. fyrri hluta tímabilsins, sbr. silthlutann undir Álfaskarðsáreyrinni á mynd 33. Við höfum enn ekki komist nægilega langt niður í setlög Launfitarlóns til þess að geta sagt til um, hvernig þar var háttáð málum á þessu tímabili. Þetta tímabil þarf ekki að vera ýkja langt, eða um eða innan við 500 ár. Ljóst er að upphleðslan hefur verið mjög hröð og mikið af efni virðist hafa borist inn í lónin á skömmum tíma í goshrinum og fyrst á eftir þeim.

10.3 Tímabil III - Efri hluti lónsetsins

Einhver umhverfisbreyting hefur orðið, sem veldur því að siltið breytir um svip. Ef til vill hefur dregið úr eldvirkinni í Mýrdalsjökli og hlaup orðið fátiðari og meiri "ró" færst yfir upphleðsluna. Siltið verður almennt ljósara á lit, frá fagurblágrænu yfir í ljósbrúnt og lagskiptingin verður ákveðnari og litríkari (mynd 9). Grófu lögin eru hins vegar oftast dökklið. Litabreytingin kann að stafa af því, að árnar frá Torfajökli fá meira vægi í framburðinum og ljósleitt rofefni frá honum verði meira áberandi þegar um hægist í Mýrdalsjökli. Grófu, dökku lögin skera sig betur úr, grásvort eða svört og eru mörg þeirra gjóskulög. Þessi setkafli kemur greinilega fram í þeim fjórum lónum, sem við höfum kannað eins og sjá má á tengisniðunum á mynd 33.

Í efri siltkaflanum eru tvö ljós leiðarlög: GRA-1, sem finnst í lónunum og einnig í ármöl og jarðvegi og SILK-A9, sem hefur fundist í Torfa- og Emstrulóni og í jarðvegi við Bratthálskvísl að auki. SILK-A9 lagið sýnir okkur, að bæði Emstru- og Torfalón voru enn við lýði fyrir um 6.600 árum og siltlögin þar fyrir ofan sýna, að það ástand varði enn um nokkra hríð. Svo virðist, sem þau séu að fyllast af seti eða bergbröskudar þeirra að rofna fyrir u.p.b. 6.000 árum. Líklegt verður að telja, að Emstru- og Torfalón hafi verið samtengd meðan siltlögin voru að hlaðast upp.

Ekki er vitað enn um önnur þekkt leiðarlög í Launfitarlónssetinu en GRA-1, en nokkurra metra þykk siltlög eru ofan við GRA-1 í því lóni einnig.

10.4 Tímabil III - Malareyramyndun

Enn höfum við ekki átt þess kost að kanna útbreiðslu og myndunarsögu malareyranna á viðunandi hátt, en það er ljóst að malareyrar hafa hlaðist út yfir siltlög flestra lónanna þegar þau grynnkuðu. Malareyrar frá þessum tíma hafa þó enn ekki fundist í Emstrulóni, en hins vegar hraunlög og hlaupset. Malareyrarnar geta verið misgamlar eins og sést á malareyrum Grashaga- og Torfalóns. Ekki eru fyrir hendi nægilegar upplýsingar um malareyramyndun í Launfitarlóni og afstöðu þeirra til siltsins, annað en að þær eru yngri. Mjög þykkir bakkar úr líparítmöl eru áberandi austur af Laufafelli og niður fyrir vaðið á Markarfljóti.

10.5 Tímabil IV - Jarðvegsmyndun

Gróður fer fljótlega að breiðast út yfir malareyrarnar, þar sem skilyrði eru fyrir hendi. Gott dæmi um það er að finna í Grashaganum. Elstu gróðurleifar þar hafa verið aldursgreindar og eru um 8.000 ára gamlar (Ingibjörg Kaldal og Elsa G. Vilmundardóttir 1987). Á malareyrum Torfalóns er sendinn jarðvegur ofan á malareyrunum en mómyndun lítil. Elsta gjóskulagið, sem boríð hefur verið kennsl á í jarðvegi þar er gjóskulagið HEKLA-4, en nokkur svört lög eru undir því, sem ekki hafa verið könnuð nánar.

Elsti jarðvegurinn er í bakka við Bratthálskvísl eins og fyrr segir. Þar er elsta leiðarlagið GRA-1 í jarðvegi og 7-8 dökk lög undir því.

Ekki er unnt að segja til um hvenær jarðvegsmyndun hófst í Emstru- og Launfitarlóni að svo stöddu.

Þykkt, dökkt og fremur gróft lag finnst í siltlögunum skammt ofan við GRA-1 í lónunum, sem er frá Kötlu og er 7.000-8.000 ára gamalt. Vitað er um svipaða gjósku frá þessu tímabili frá öðrum stöðum (Guðrún Larsen 2000). Einnig hafa menjar hlaupsets um 7.000 ára fundist fyrir innan Þórólfsfell (Kate Smith o.fl. 2002, í útgáfu), sjá kafla 8.3.

11 HUGSANLEG RÁS ATBURÐA

- Fyrir um **9000-9500** árum, þegar ísaldarjökullinn var að hörfa af svæðinu, mynduðust lón milli móbergshryggja.
- Fyrir um **9000** árum varð stórt gos í Kötlu með jökulhlaupi, sem bar svarta gjóskulagið **PL** út í Torfalón. (Hugsanlega hefur jökull enn legið í vesturhluta Torfalónslægðarinnar því þar hefur lagið ekki fundist). Lagið hefur ekki enn fundist í Launfitarlóni, en hugsanlega er það neðarlega í bökkum norðan Súlhryggja.
- Fyrir um **8700-9000** árum var mí farið að láta á sér kræla, samanber míflugulirfur í einsleitu silti ofan við **PL** gjóskulagið í Torfalóni.
- A.m.k. fyrir um **8700** árum tók gróður sér bólfestu á svæðinu, bæði mosar í ám og lækjum og þurrleidisplöntur, sem síðan bárust út í lónin með leysingarvatni (a.m.k. Launfitarlón og Torfalón). Jarðvegsmýndun er hafin (sbr. snið 01-9 við Bratthálskvísl).
- Fyrir um **8000-8500** árum (lifkl. nálægt 8300 árum) varð eldgos í Hrafntinnuskeri og gjóskulagið **GRA-1** settist til í Launfitarlóni, Torfalóni og a.m.k. innsta hluta Emstrulóns. Grashagalón hefur verið nær fullt því þar lagðist gjóska yfir ármöl. Ekki var lengur lón við Bratthálskvísl því þar féll gjóskulagið á þurrleindi.
- Fyrir um **6600** árum fóll súrt gjóskulag **SILK-A9**, en það myndaðist í súru þeytigosi innan Kötluöskjunnar. Þenn voru þá Torfalón og Emstrulón við lýði, en ekki er vitað um Launfitarlón.
- Fyrir um **5000-6000** árum voru lónin að fyllast og malareyrar hlaðast upp.
- Fyrir um **5000-4500** árum hófst jarðvegsmýndum ofan á mölinni, sem myndaðist þegar lónin voru að fyllast.
- Fyrir um **4000** árum varð stórgos í Heklu sem myndaði gjóskulagið **H4**. Það má nú finna víða í jarðvegi, m.a. ofan á malarlögum, sem lögðust ofan á lónsetið í Torfalóni, þegar það var að fyllast.
- Fyrir um **2000-2500** árum kom mikið jökulhlaup undan Entujökli, sem þá náði mestri útbreiðslu á nútíma. Ummerki þessa hlaups eru þekkt í jarðvegssniðum, m.a. í Fljótshlíð.

Auk þessara tímasetninga má velta fyrir sér öðrum atburðum, eins og t.d. hvenær Markarfljótsgljúfur fór að myndast og hvað kom greftrinum af stað. Í öllu falli er ljóst að berghaftið á móts við Entudalinn, sem hélt Emstrulóni (og í lokin líka Torfalóni) uppi, byrjaði ekki að grafast fyrr en fyrir um 6.000-6.500 árum, því vitað er að enn var vatn í Emstrulóni og Torfalóni þegar gjóskulagið SILK-A9 fóll fyrir um 6.600 árum og að a.m.k. Torfalón tæmdist ekki fyrr en nokkru seinna (sbr. snið 01-12 á mynd 25).

Um aldur hraunanna er það að segja, að elsta hraunið (Tuddahraun sunnan Hattfells) rann út í Emstrulón, líklega meðan það var í efstu stöðu (Snorri P. Snorrason og Freysteinn Sigurðsson 1983). Það má m.a. sjá á því að neðsti hluti hraunsins er bólstraberg og hefur því augljóslega runnið út í vatn. Tuddahraun gæti því verið um 6.000 ára og er í öllu falli eldra en tæming lönsins. Hin hraunin eru öll yngri, en flest þó eldri en hlaupið sem kom undan Mýrdalsjökli þ.e. eldri en 2.500 ára.

12 SAMANBURÐUR VIÐ LÓNSET SUNNAN KÁRAHNJÚKA

Lónsetið að Fjallabaki, sem hér hefur verið lýst, hefur verið talið sambærilegt lónseti af svipuðum aldri í dal Jökulsár á Dal sunnan Kárahnjúka, sem fara mun í kaf, ef af Kárahnjúkavirkjun verður. Hér verður í stuttu máli lýst staðháttum og uppbyggingu lónsets á þessum tveimur stöðum.

Gerðar hafa verið allnokkrar rannsóknir á sethjöllum meðfram Jökulsá á Dal. Rakin hefur verið saga jökulhörfunar á svæðinu sunnan Kárahnjúka (Ingibjörg Kaldal og Skúli Víkingsson 2000). Þegar ísaldarjökullinn hörfaði suður dalinn sunnan Kárahnjúka tók lón að myndast framan við hann, sem lengdist stöðugt eftir því sem jökullinn hörfaði, uns það varð meira en 20 km langt. Hörfun jökulsins suður dalinn var rofin af einu framhlaupi, en þá myndaðist jökulgarður og aðrar jaðarmyndanir sem rekja má langar leiðir báðum megin dalsins. Lónið fylltist smám saman af seti, en töluverður tími leið, áður en án tók að grafa sig niður í gegn um setfylluna. Það má sjá af jarðvegslagi, sem er ofan á lónsetinu, en undir eyramöl, sem þakti dalinn, þegar jöklar tóku að vaxa á ný á seinni hluta nútíma. Aldursgreiningar á jarðvegssýnum sýna að gróftur setsins hófst fyrir um 4000 árum og stóð a.m.k. þar til fyrir um 1800 árum (Jórunn Harðardóttir et al. 2001). Þótt án sé komin í gegn um lónsetið fyrir löngu, er hún í raun enn að grafa sig niður, því þegar lítið vatn er í ánni, má sjá flúðir á kafla á móts við Lindur um miðbik hins forna lóns.

Hér á eftir verður reynt að bera lónið sunnan Kárahnjúka saman við lónin að Fjallabaki:

- Setið sunnan Kárahnjúka gefur mikilvægar upplýsingar um upphleðslu sets í lóni framan við hörfandi jökul í ísaldarlokin. Eftir því sem jökullinn hörfaði lengra til suðurs lengdist lónið og má fá hugmyndir um nánd jökulsins af grófleika setsins í staflanum.
- Frekari rannsóknir á Emstrulóni kunna að skýra samband jökulhörfunar og lónamyndunar. Enn sem komið er, er hún ekki ljós, enda að öllum lískindum allflókin, því jökullinn hefur verið að klofna upp í margar einingar á svæðinu í ísaldarlokin.
- Lónsetið sunnan Kárahnjúka er allt að 70 m þykkt þar sem það er þykkast. Hæstu bakkar í Torfalóni eru um 20 m háir og því mun aðgengilegri til skoðunar.
- Lónsetið að Fjallabaki er mest leirríkt silt, en sunnan Kárahnjúka er setið mun grófkornaðara (fínast siltríkur finsandur) og er orðið nokkuð hart og því ekki eins auðvelt að hreinsa snið til mælinga.
- Sunnan Kárahnjúka má sjá fjölbreytni í upphleðslu sets, sem tengist mismunandi fjarlægð frá hörfandi jöкли, sem hjóp fram af og til líkt og Brúarjökull gerir enn í dag. Að Fjallabaki raskaðist setupphleðslan oft vegna eldgosa og goshlaupa.
- Í lóninu sunnan Kárahnjúka hafa ekki fundist nein gjóskulög með vissu og þar með engin leiðarlög, sem hægt er að nota til tenginga milli sniða. Í lónunum að Fjallabaki er fjöldinn allur af gjóskulögum, sem sum hver eru auðþekkjanleg og mynda syrpur, sem fundist hafa í öllum lónunum. Þar eru því kjöraðstæður til margháttar rannsókna á eldgosasögu svæðisins og upphleðsluhraða setsins.
- Ekki er kunnugt um, að lífrænt efni af neinu tagi hafi fundist í lónsetinu sunnan Kárahnjúka. Aftur á móti er jarðvegur ofan á lónsetinu, sem hefur verið aldursgreindur. Í lónsetinu að Fjallabaki hafa fundist gróðurleifar í mörgum lögum, sem einnig hafa verið aldursgreindar og gefa því afstæðan aldur á seti og

gjóskulögum. Einnig hafa fundist þar mylirfur, sem eru um 9 þúsund ára gamlar. Setið býður upp á mikla möguleika fyrir plöntu- og dýrafræðinga sem rannsaka vilja gróður og dýralíf snemma á nútíma.

- Bæði í lónsetinu sunnan Kárahnjúka og að Fjallabaki má sjá fjölbreyttar ásýndir sets, sem forvitnilegt er fyrir setfræðinga að kanna nánar. Eins má án efa á báðum stöðum afla forvitnilegra upplýsinga um veðurfarsbreytingar meðan lónin voru við lýði.

Af ofansögðu er ljóst, að lónset sunnan Kárahnjúka og að Fjallabaki eru ekki fyllilega sambærileg, hvorki hvað uppruna, né gerð varðar. Jarðfræðilegar aðstæður við myndun lónanna hafa verið ólíkar, sérstaklega hvað varðar jökulnánd og nálægð við virkar eldstöðvar. Enn er margt ókannað varðandi lónset að Fjallabaki, einkum í Emstrulóni, en þó er ljóst, að þar er að finna merkilegar, jarðfræðilegar upplýsingar, sem full þörf er á að kanna nánar.

13 FREKARI RANNSÓKNIR

- Eins og áður er sagt hafa setlög í Emstrulóni einungis lítillega verið könnuð. Saga þess er flókin og trufluð af hraunflóðum og jökulhlaupi eða –hlaupum. Eina sniðið sem mælt hefur verið (austarlega í lóninu) er mjög ólíkt sniðinu, sem er við Markarfljótsbrú, sem hefur verið lauslega athugað. Setið undir hrauninu við brúna er mun grófara en í austasta hluta lónsins og virðist sett til í ólíku umhverfi, hugsanlega nær jökli. Með því að mæla fleiri snið í Emstrulóni má væntanlega komast nær um sögu þess. Eins þarf að kanna svæðið sunnan Torfahlaups og milli Stóra-Grænafjalls og Illusúlu, þar sem vitað er um góðar opnur í lónset, sem ekki hafa verið kannaðar. Nánari athugun á lónseti Emstrulóns mun að öllum líkendum gefa hugmyndir um sögu jökulhlaupa frá norðvesturhluta Mýrdalsjökuls á Nútíma.
- Mæla þarf fleiri snið í Launfitarlóni, einkum suðvesturhluta þess næst Fljótsgili, m.a. til að finna botn þess og aldur.
- Skoða þarf betur hvernig tengingu milli Torfalóns og Emstrulóns hefur verið háttáð.

Að þessu loknu ætti að vera hægt að fara nær um það, hvernig lónin hafa myndast og hvenær og hvernig þau hafa tæmst. Í vesturhluta Torfalóns eru efstu hjallar úr dökkri basaltmöl, en þeir lægri úr líparítmöl. Hvaðan þessi dökka möl er komin, er ekki ljóst á þessu stigi máls, en svars við þeiri spurningu þarf líklega að leita ofar á vatnasviði Markarfljóts (ofan við Laufafell). Ljósa mölin í neðri hjöllunum er hins vegar að öllum líkendum Ljósármölin ofan af Launfitarsandi.

Auk þessa sem hér hefur verið upp talið eru þessi fornu lón óþrjótandi náma fyrir ýmis konar setlagarannsóknir, sem hafa mikið vísindalegt gildi. Hvarflagarannsóknir hefur ekki verið mikið verið beitt hér á landi, en ættu að vera auðveldar hér, því mikið er af leiðarlögum og því auðvelt að bera saman setmyndun milli sniða og lóna. Eins er fjöldi gjóskulaga varðveisstur í lónsetinu, sem eru verðugt rannsóknaefni í framtíðinni. Eins og fram hefur komið eru í lónsetinu líka ummerki bæði skordýra og plantna og eru þarna einstakar aðstæður til að kanna landnám lífs í ísaldarlokin.

14 HEIMILDIR

- Árný E. Sveinbjörnsdóttir, Jan Heinemeier, Niels Rud og Sigfús J. Johnsen 1992: Radiocarbon Anomalies observed for Plants growing in Icelandic Geothermal Waters. *Radiocarbon*, Vol. 34; nr. 3 1992.
- Elsa G. Vilmundardóttir og Ingibjörg Kaldal 1992: Early Holocene Lacustrine Sediments NW of Mýrdalsjökull, South-Iceland. In: The 20th Nordic Winter Meeting. Ritstj. Áslaug Geirdóttir et al. Reykjavík January 1992.
- Elsa G. Vilmundardóttir og Ingibjörg Kaldal 1996, (óbirt gögn).
- Freysteinn Sigurðsson 1988: Fold og vötn að Fjallabaki. In: Árbók Ferðafélags Íslands, s. 181-202.
- Guðrún Larsen 1984: Recent Volcanic History of the Veiðivötn Fissure Swarm, Southern Iceland - an approach to Volcanic Risk Assessment, In: J. Volcanology and Geothermal Res., 22: 33-58.
- Guðrún Larsen 2000: Holocene eruptions within the Katla volcanic system, south Iceland: Characteristics and environmental impact. *Jökull*, No. 49, 2000: 1-28.
- Guðrún Larsen og Sigurður Þórarinsson 1977: H4 and other Acid Hekla Tephra Layers, *Jökull* No. 27: 28-46.
- Hreinn Haraldsson 1981: The Markarfljót sandur area, Southern Iceland: Sedimentological, Petrographical and Stratigraphical Studies. Doktorsritgerð. Societas Upsaliensis pro Geologia Quaternaria, 65 s.
- Ingibjörg Kaldal og Elsa G. Vilmundardóttir 1983: Markarfljót. Lónfyllur og gjóskulög. Orkustofnun, OS-83054/VOD-26 B, 18 s.
- Ingibjörg Kaldal og Elsa G. Vilmundardóttir 1990: Gróðurleifar í Torfalóni á Laufaleitum. Vorráðstefna Jarðfræðafélags Íslands 1990. Ágrip.
- Ingibjörg Kaldal, Elsa G. Vilmundardóttir og Guðrún Larsen 1995: Súr gjóska í vatnaseti að Fjallabaki. Vorráðstefna Jarðfræðafélags Íslands 1995. Ágrip.
- Ingibjörg Kaldal og Skúli Víkingsson 1990: Early Holocene deglaciation in Central Iceland. *Jökull* 40, 51-66.
- Jón Skúlason 1986: Markarfljót. Athugun á Lónfyllum úr Emstrulóni. Almenna verkfræðistofan, janúar 1986.
- Jórun Harðardóttir, Áslaug Geirdóttir og Hafdís Eygló Jónsdóttir 2001: Sethjallar sunnan Kárahnjúka. Rannsóknir vegna Kárahnjúkavirkjunar. Unnið fyrir Landsvirkjun. Orkustofnun, OS-2001/006, 31 s.
- Kaldal, I og Vilmundardóttir E. G. 1989: Dating of plant remains in lacustrine sediments in southern Iceland. In: Eiríksson, J. og Geirdóttir, Á. Ritstj.. Physics-Geophysics-Geology. An Interdisciplinary Field of Research, Nordic Symposium, Skálholt, Iceland 24/6-1/7 1989: 78-79.
- Kate T. Smith, Andrew J. Dugmore, Guðrún Larsen, Elsa G. Vilmundardóttir og Hreinn Haraldsson 2002: Vetrarmót Norræna jarðfræðinga, ritstj. Sigurður S. Jónsson (í útgáfu).
- Kristján Sæmundsson 1972: Jarðfræðiglefsur um Torfajökulssvæðið. Náttúrufræðingurinn, 42: 81-99.

Snorri P. Snorrason og Freysteinn Sigurðsson 1983: Markarfljót. Forkönnun á jarðfræði. Orkustofnun, OS-83044/VOD-23 B, 31 s.