

III. JÖKULHLAUP TIL VESTURS FRÁ MÝRDALSJÖKLI: UMMERKI UM FORSÖGULEG HLAUP NIÐUR MARKARFLJÓT

Guðrún Larsen¹, Kate Smith², Anthony Newton², Óskar Knudsen³

1: Jarðvísindastofnun Háskólans, Sturlugötu 7, 101 Reykjavík

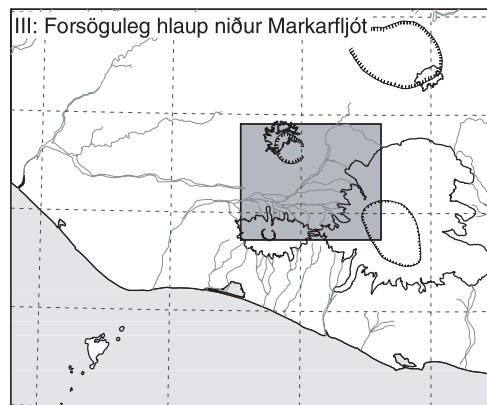
2: School of GeoSciences, University of Edinburgh, Drummond Street,
Edinburgh EH8 9XP

3: Jarðfræðistofan ehf, Rauðagerði 31, 108 Reykjavík

1. Inngangur

Í þessum kafla er dregin saman tiltæk vitneskja um hlaup niður farveg Markarfljóts á síðustu 8000 árum vegna eldvirkni í Mýrdalsjökli vestanverðum. Byggt er á ummerkjum eftir hlaup meðfram farvegum frá Entujökli niður að Þórólfsfelli að norðvestanverðu og niður að Langanesi að suðaustanverðu, sem og ummerkjum meðfram vesturjaðri Mýrdalsjökuls frá Entujökli að Hrunajökli á Fimmvörðuhálsi. Stuðst er við rannsóknir annarra á svæðinu norðan við Entujökul og að Fjallabaki. Áhersla er lögð á hlaup sem fullvíst er að áttu sér stað en einnig er dregið á ummerki sem gætu átt sér aðra skýringu. Alls fundust merki um 11 hlaup og tvö minni flóð frá Mýrdalsjökli, og 4-6 óvissari atburði.

Jökulhlaup vegna eldgosa í Mýrdalsjökli eru fátíðir atburðir en hlaupin geta verið stór, og þau stærstu eru hamfarahlaup meðan rennslið er í hámarki. Meðal þeirra fyrstu til að benda á að jökulhlaup eða hamfarahlaup hefðu komið niður farveg Markarfljóts voru jarðfræðingarnir Guttormur Sigbjarnarson (1973) og Haukur Tómasson, sem fyrstur lýsti ummerkjum hamfarahlaupa á Íslandi (1967,



Mynd 1. Lega rannsóknasvæðis.

1973, 2002). Hreinn Haraldsson (1981) gerði grein fyrir ummerkjum eftir slík hlaup á aukum Markarfljóts. Snorri P. Snorrason og Freysteinn Sigurðsson (1982, sjá einnig Freysteinn Sigurðsson 1988) lýstu ummerkjum um hlaup undan norðurjaðri Entujökuls og leið þess niður í Markarfljótsgljúfur. Ingibjörg Kaldal og Elsa Vilmundardóttir (1983) lýstu tilvist fornra lóna á vatnasvæði Markarfljóts sem tæmdust niður farveg Markarfljóts. Eftir alllangt hlé hófust rannsóknir á hlaupum í Markarfljóti á ný með doktorsverkefni

Kate Smith (2003, sjá einnig Kate Smith o.fl., 2002) sem leiddu í ljós ummerki eftir fleiri hlaup en áður var vitað um á síðustu 4500 árum. Niðurstöður þess verkefnis voru ein helsta ástæða þess að ákveðið var að rannsaka nánar jökulhlaup frá vestanverðum Mýrdalsjökli.

Rannsóknirnar 2003 og 2004 bættu nýjum upplýsingum við hlaupasöguna og fylltu í eyður. Leitað var að ummerkjum um hlaup undan vesturjaðri Mýrdalsjökuls frá Entujökli að Hrunajökli á Fimmvörðuhálsi og ummerkjum um hlaup eldri en 4500 ára meðfram farvegum frá Entujökli niður undir Fljótshlíð. Einnig var leitað að heppilegum þversniðum til að meta stærð hlaupanna.

Hlaupleiðir verða raktar eftir föngum og ummerkjum helstu hlaupa lýst í köflunum hér á eftir. Hlaupum verður skipað í stærðarflokka eins og unnt er. Lega rannsóknasvæðis og helstu staðhættir eru sýndir á myndum 1 og 2. Staðanöfn eru á mynd 2 en ósamræmi hefur verið á milli korta af þessu svæði.

2. Aðstæður á rannsóknasvæði

2.1. Hlaupleiðir frá vestanverðum Mýrdalsjökli

Jökulhetta Mýrdalsjökuls þekur mikla megineldstöð með stórri öskju í miðjunni. Þar er ein virkasta eldstöð landsins, Katla. Nokkur jökulsorfin skörð eru í barma öskjunnar. Gos í öskjunni valda jökulhlaupum sem leitað hafa út um þrjú stærstu skörðin. Um 20 Kötlugos eru þekkt frá síðustu 1100 árum, öll á gossprungum innan öskjunnar (Guðrún Larsen, 2000). Kötlugosin ollu jökulhlaupum til austurs um skarð Kötlujökuls og til suðurs um skarð Sólheimajökuls.

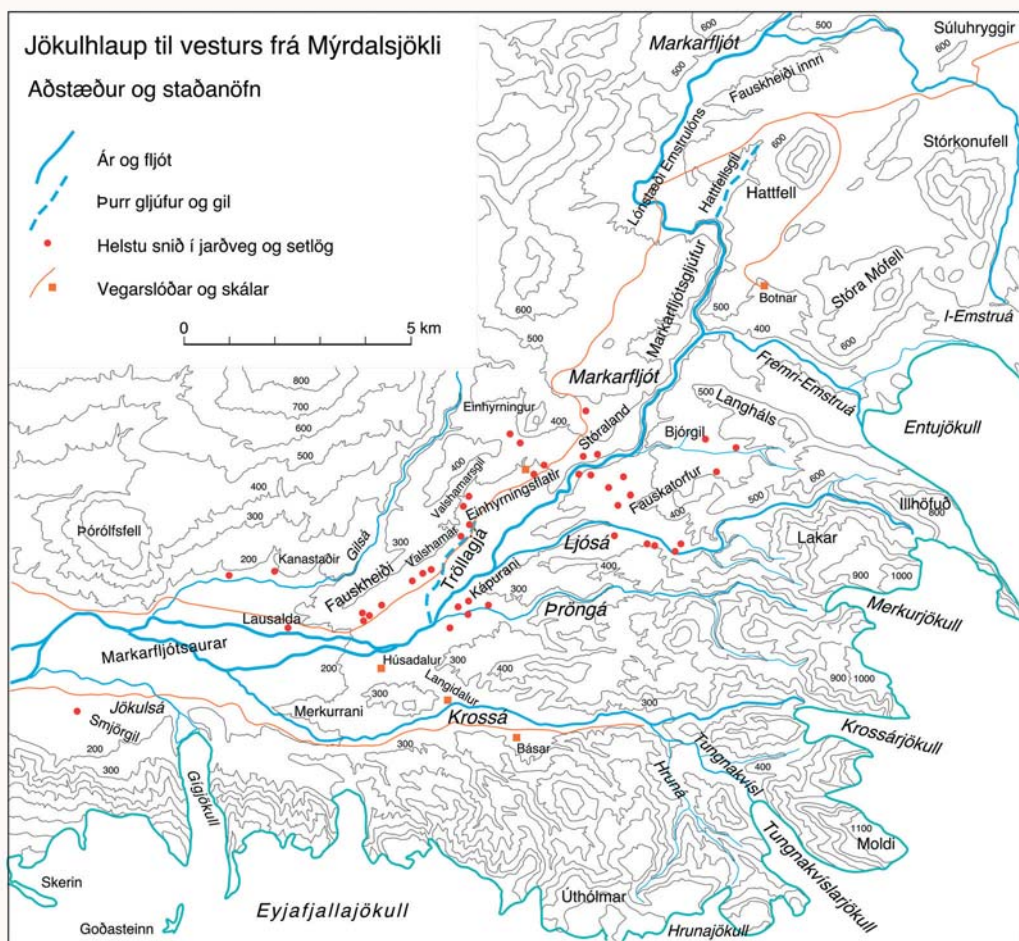
Entujökull skríður fram um skarð í öskjubarminum til norðvesturs niður í Emstrudalinn (mynd 2). Eldgos í norðvestanverðri öskjunni geta og hafa valdið jökulhlaupum undan sporði Entujökuls og undan/meðfram jöðrum hans að norðan og sunnan. Fremri Emstruá kemur undan jökulsporðinum og rennur eftir Emstrudalnum til norðvesturs að Markarfljótsgljúfri. Innri Emstruá fékk einnig vatn frá Entujökli þegar hann lá framar.

Eldgos undir jöklinum vestan öskjunnar geta valdið jökulhlaupum niður hlíðar Mýrdalsjökuls. Jökulhlaup geta komið í Ljósá, Þröngá, Krossá og/eda Tungnakvísl, eftir legu gosstöðva. Eldgos undir jökli á austanverðum Fimmvörðuhálsi geta valdið jökulhlaupum niður í Hruná og þaðan út í Krossá. Eldgos norðan öskjunnar geta valdið jökulhlaupum í Innri Emstruá og Bláfjallakvísl. Allar þessar ár skila vatni til Markarfljóts.

2.2. Umhverfi Markarfljóts

Upptök Markarfljóts eru á Torfajökulsvæðinu, norðan við eldstöðvar kenndar við Hrafninnuhraun og Hrafninnusker. Fljótið rennur um lónstæði þriggja fornra lóna og kemur inn á áhrifasvæði Mýrdalsjökuls í neðsta lónstæðinu þar sem Kaldaklofskvísl fellur í fljótið. Neðsta lónstæðið nær vestur og suður fyrir Hattfell og þar stóð Emstrulón uppi.

Neðan hins forna Emstrulóns rennur Markarfljót í um 10 km löngum og þröngum gljúfrum niður undir Húsadal í Þórsmörk (mynd 2). Efri 5 km Markarfljótsgljúfurs eru að mestu grafnir í móberg og þar verður gljúfrið hátt í 200 m djúpt á kafla. Fremri Emstruá rennur út í þennan hluta gljúfursins. Neðri 5 km gljúfursins eru grafnir í hraun eða meðfram hraunum sem fyllt hafa botn dalsins milli Fauskheiðar og Þórsmekur



Mynd 2. Staðbættir á rannsóknasvæðinu og staðanöfn sem vísað er til í kaflanum. Megináhersla var lögð á svæðið frá Entujökli til vesturs að Pórolfsfelli og til suðurs að Hrunajökli. Lega helstu sniða, þar sem blaupset hefur varðveist í jarðvegi og getið er í meginmáli, er merkt á kortið. Vegarslóðar og skálar eru settir inn til glöggvunar.

sunnan við fjallið Einhyrning. Markarfljótsgljúfur, þar sem fljótið rennur nú, er austanvert í dalnum en að vestanverðu er endasleppt gljúfur Tröllagjár. Ljósá og Pröngá renna út í Markarfljótsgljúfur á þessum kafla en Krossá sameinast Markarfljóti á aurunum neðan gljufursins.

Farvegir, gil, gljúfur og setlög eftir flóð eða jökulhlaup finnast víða utan núverandi vatnsfarvega. Nokkur dæmi skulu nefnd. Stór þurr gljúfur eru t.d.

Tröllagjá og Hattfellsgil (mynd 2). Miklir farvegir eru við Innri Emstruá, á milli Langhals og gígsins Fauska, og meðfram Ljósá. Hraunið milli Tröllagjár og Markarfljótsgljufurs, sem og vestan þeirra, er allt skúrað af hlaupum. Þykkir setbunkar eru í Valshamarsgili á Einhyrningsflötum og meðfram Ljósá að norðan. Hjallar þar sem vatnsborið set finnst í jarðvegi eru á Einhyrningsflötum neðan Stóralands, meðfram Fauskheiði neðan Tröllagjár, á Almennungum milli

Langhál og Fauska, beggja vegna Ljósár og í Kápurana vestan Markarfljótsgljúfururs.

Við lestur kaflanna hér á eftir þarf að hafa í huga að aðstæður breyttust með hverju hlaupi. Markarfljótsgljúfur myndaðist a.m.k. að hluta til í jökulhlaupum og bæði Ljósá og Þröngá grófu sér farveg meðfram hrauni sem hækkaði farveg þeirra á því tímabili sem hér er fjallað um.

Jarðvegur á svæðinu vestan Mýrdalsjökuls er mjög þykkur með fjölda gjóskulaga, flestum ættuðum frá Kötlu. Gjóskulagaskipan í jarðveginum er vel þekkt, fundist hafa milli 160 og 170 gjóskulög í stærstu samfelldu sniðunum og þar af eru um 20 gjóskulög með glögg útlitseinkenni og af sæmilega eða vel þekktum aldri (mynd 3). Jarðvegurinn er víða rofinn af veðri og vindum, og einnig af jökulhlaupum. Stór svæði eru því jarðvegsvana. Þykk Kötlugjóskulög rétt undir þunnu jarðvegslagi ollu því að svæðið var viðkvæmt fyrir raski þegar nýting þess hófst við norrænt landnám og þessar aðstæður áttu þátt í hve jarðvegseyðing var hröð á fyrstu öldum byggðar. Því eru víða góðar opnur sem auðvelda rannsóknir en jafnframt hafa ýmsar upplýsingar um hlaupasöguna tapast.

3. Ummerki og tímasetningar hlaupa

3.1. Hlaup og ummerki þeirra

Hlaup af þrennu tagi hafa runnið niður Markarfljót:

Vegna eldgosa í Mýrdalsjökli

Vegna eldgosa á vatnasvæði Markarfljóts

Vegna tæmingar lóna á vatnasvæði Markarfljóts.

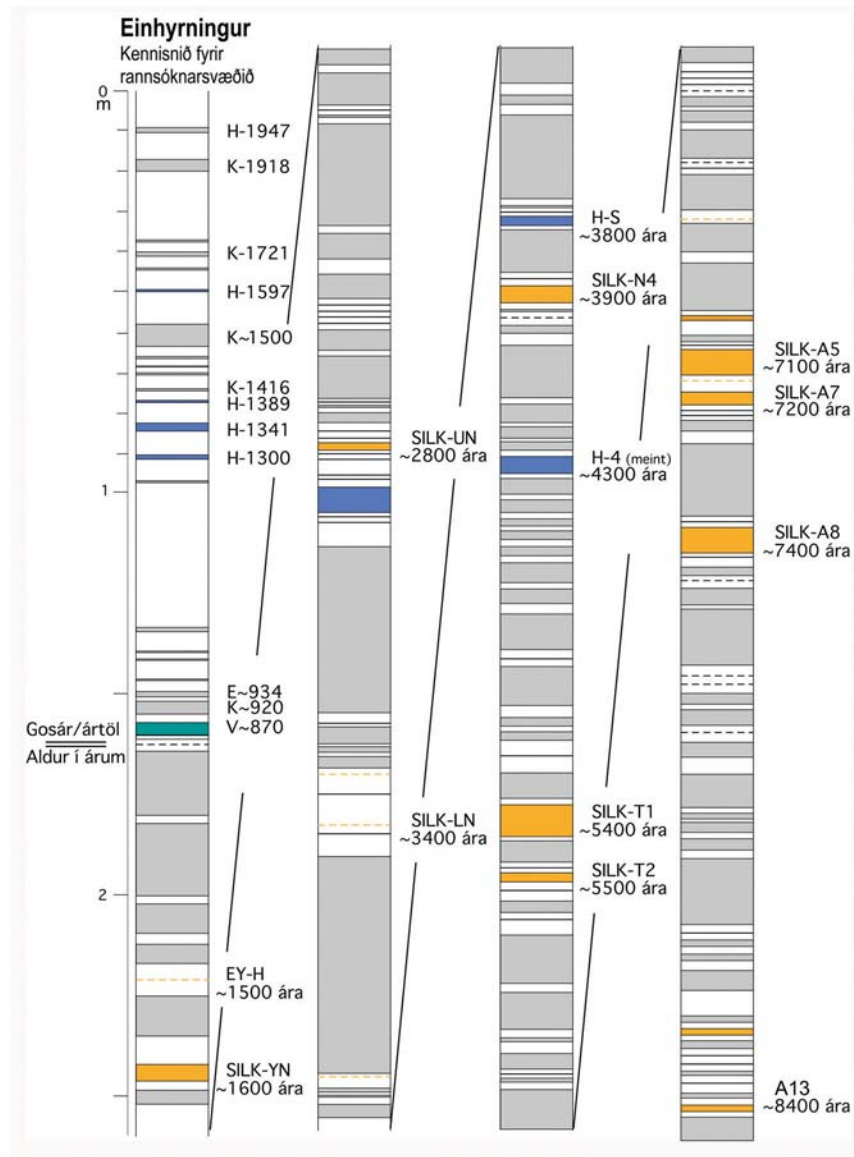
Fyrsttöldu hlaupin skildu yfirleitt eftir sig ummerki bæði við Markarfljót og við leiðir sínar frá jökli að Markarfljóti, t.d. meðfram Ljósá og Þröngá. Síðarnefndu hlaupin fóru einungis eftir farvegum Markarfljóts.

Jarðfræðileg ummerki um hlaup geta verið af mörgu tagi.

Bein ummerki eru t.d.: Gljúfur, gil og farvegir, þurr eða stærri en svo að skýrist af rofi núverandi vatnsfalla; stórgrýtisdreifir í eða utan vatnsfarvega; vatnsborið gjóskuríkt eða malarríkt set í jarðvegi utan og ofan venjulegra vatnsfarvega; samankuðlaður jarðvegur með mól.

Óbein ummerki geta t.d. verið: Þverskornir jarðvegshlaupir utan og ofan venjulegra vatnsfarvega; svæði þar sem jarðvegur hefur rofist burt án sýnilegra merkja um vatnsrof eða setburð (gæti líka verið vegna vindrofs).

Í þessari skýrslu er hlaupum skipt í fimm stærðarflokka eftir hámarksrennsli þeirra, sjá töflu 3 í yfirlitskafla. Stærðarflokkar 4 og 5 kallast stórhlaup (30.000-100.000 m³/sek) og hamfarahlaup (>100.000 m³/sek). Rofmáttur hamfarahlaupa er langtum mestur, en landmótun þeirra var fyrst lýst á blágrýtissléttum við Columbia River í Bandaríkjunum (Bretz, 1959). Hérlandis var þeim fyrst lýst við Jökulsá á Fjöllum (Haukur Tómasson, 1973). Þau grafa farvegi í laus jarðefni og fast berg og geta flutt feiknamikið efni. Eitt af einkennum hamfarahlaupa er gröftur þverhníptrar gljúfra í þéttan berggrunn, s.s. basalthraun. Hraðasti gröfturinn verður að líkindum við holun þegar straumhraði er orðinn 15-20 m/sek. Annað einkenni stórhlaupa og hamfarahlaupa eru þvegnar, straumrákaðar og plokkaðar klappir. Tröllagjá, Markarfljótsgljúfur og skúrað



Mynd 3. Kennisnið fyrir gjóskulagaskipan á rannsóknarsvæðinu. Samsett snið, mælt á þrem stöðum norðan Einhyrningsflata. Leiðarlög eru auðkennd með lit. Gjóskulög frá sögulegum tíma eru merkt með bókstaf fyrir eldstöð og gosári. K: Katla; H: Hekla; E: Eldgjá; V: Vatnaöldur. (V~870 er einnig nefnt Landnámslag). Aldur forsögulegra leiðarlaga er gefinn í árum og hér er miðað við árið 2000. SILK: Katla; H: Hekla; Ey: Eyjafjallajökull. Tímasetning er fenginn með geislakolsgreiningum á lífrænu efni undir eða í gjóskunni, eða mati með tilliti til geislakolsgreininga sem næst liggja (Dugmore o.fl.1995, Guðrún Larsen 2000, Kate Smith 2003), leiðréttum samkvæmt trjábringatali (Stuiver og Becker 1993, Stuiver o.fl. 1998). Aldur leiðarlaganna er færður til næsta heila hundraðs og áætluð skekkjumörk eru milli ± 50 og ± 100 ár. Elsti jarðvegurinn sem fannst á svæðinu er um 8500 ára gamall.



Mynd 4. Ljósmynd af suðurbakka Lausöldu á Markarfljótsaurum. Þar skiptast á jarðvegur með gjóskulögum (brúnleitur) og þrjú þykk lög af gjósku- og malarríku hlaupseti (gráleit, grófari ásýndum), um 4400, 3500 og 2000 ára gömul. Bakkinn er 5-6 m hár. Tvö neðri setlögin eru um 1.2 m þykk hvort um sig. Efsta setlagið er liggur nú á yfirborði og er sums staðar veðrað burt. Öll hlaupin ruddust yfir ölduna. Aurarnir hafa verið mun lægri fyrir 2000 árum svo lágmarks vatnsdýpi á þessum stað var 6-7 m (ljósm. Guðrún Larsen).

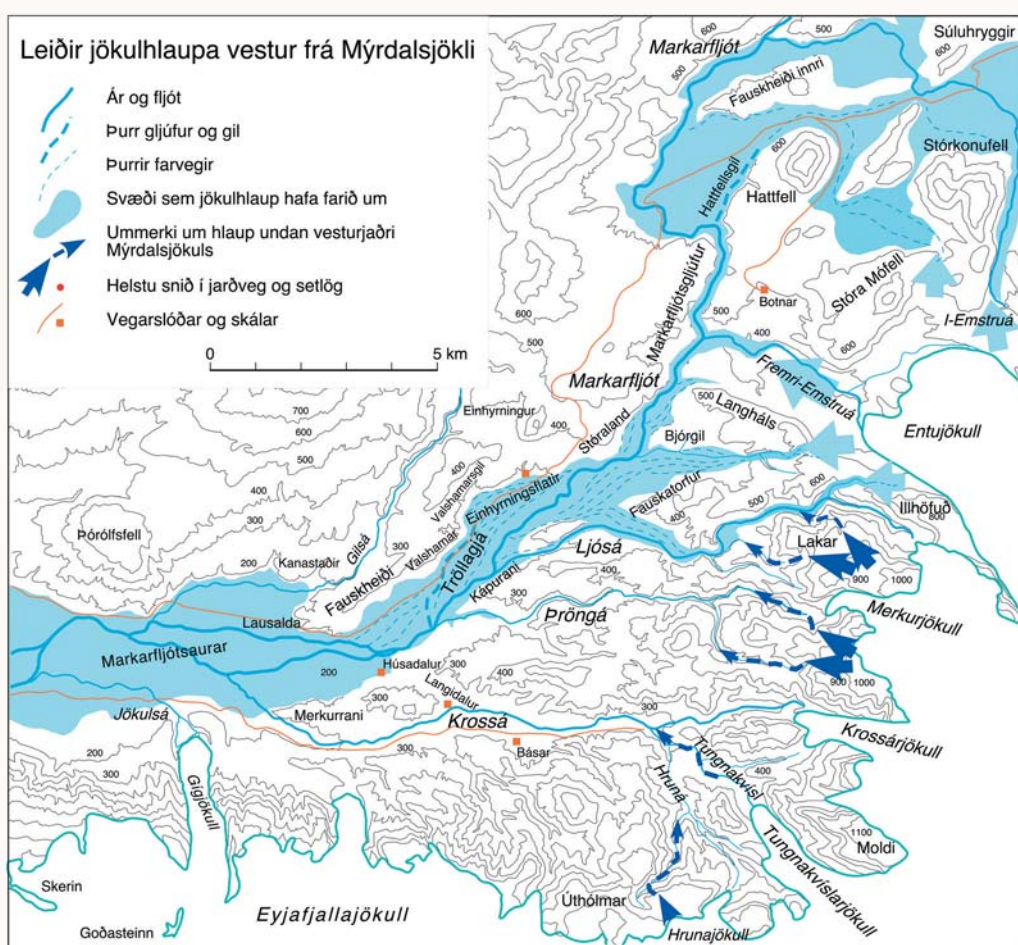
hraunið sem gljúfrin eru grafin í eru ótvíræð merki um slík hlaup.

Hlaup setja af sér set þar sem straumhraði minnkar, m.a. í hlaupjöðrum meðfram grónum hlíðum eða þar sem hlaupið flæðir inn í gil og hvilftir. Við þessi flóðmörk, eða öllu heldur setmörk, myndast sethjallar eða setlög, stundum með dreifum af stórgrýti. Þessi ummerki eru víða meðfram og í flóðförum Markarfljóts og ánnar sem í það renna. Helstu staðir þar sem slík ummerki fundust eru merktir á mynd 2.

Samsetning hlaupsetsins og bygging setlaganna geta veitt upplýsingar um eðli hlaupanna sem settu setið af sér og hvernig þau breyttust á leið sinni niður á láglendið. Hlaup vegna eldgoss í jökli tekur með sér gosefni (ösku, vikur, gjall) frá eldstöðvunum, íshröngl og jaka úr jöklinum auk þess sem það rífur með sér eldri gosefni, jökulruðning, ármöl og hnúllunga, flettir burt jarðvegi og gróðri, plokkar karga og stuðlablokkir úr hraunum og setur síðan hræruna af sér þar sem straumhraði minnkar.

Ótvírætt er að stærstu hlaupin eru af völdum eldgosa undir Mýrdalsjökli. Þau settu af sér >3 m þykkt gjóskuríkt set milli hrauns og hlíðar um 10 km neðan við sporð Entujökuls, og >1 m þykkt gjóskuríkt og malarríkt set um 15 km neðan við Entujökul (mynd 4). Lagskipting neðst í setinu sýnir að í byrjun voru hlaupin fremur vatnsrík en meginhluti setsins er ólagskiptur og massívur, sem sýnir að hlaupin runnu fram sem aurflóð þegar þau voru í hámarki. Dreif af hraunblokkum við efstu setmörk í hjöllum meðfram Tröllagjá og Fauskheiði, og í Kápurana, sýnir einnig að stærstu hlaupin gátu fleytt stórgrýti allt að 1 m í þvermál ofan á meginstraumnum þegar þau voru í hámarki. Þekktar leiðir jökulhlaupa til vesturs frá Mýrdalsjökli eru sýndar á mynd 5.

Eldgos á vatnasvæði Markarfljóts, þar sem það rennur um Torfajökulssvæðið, hafa stíflað fljótið tímabundið með hraunrennsli og e.t.v. vikurfalli. Ummerki um minni háttar hlaup eða flóð af þessum orsökum eru þekkt (Ingibjörg



Mynd 5. Svæði sem blaup af völdum eldvirkni í vestanverðum Mýrdalsjökli hafa lagt leið sína um á síðustu 8000 árum. Lega jökuljaðra var önnur þá en nú, og sporður Entujökull la allt að 4 km framur en hér er sýnt. Ummerki eftir blaupin ná því ekki að núverandi jökuljöðrum en örvar (ljósbláar) tákna líklegar leiðir þeirra. Leiðir blaupa eða flóða frá Merkurjökli, Tungnakvíslarjökli og Hrunajökli, sem ekki var hægt að tímasetja, eru táknaðar með örvum á brotnum línun (dökkbláar). Svæði norðan Entujökuls sem jökulblaup hafa farið um (blaupleið um Innri Emstruá) eru dregin eftir kortum Freysteins Sigurðssonar (1988) og Ingibjargar Kaldal og Elsu Vilmundardóttur (2002).

Kaldal og Elsa Vilmundardóttir, 2002). Hraunrennsli frá gígum við norður- og vesturjaðar Mýrdalsjökuls hefur náð til farvega Markarfljóts en ekki er vitað um hlaup vegna þessa.

Þrjú stór lón mynduðust í lægðum milli móbergshryggja á Markarfljóts-
svæðinu þegar jökull hörfaði af svæðinu í

lok ísaldar, að flatarmáli tæplega 50 ferkílómetrar við hæstu vatnsstöðu (Elsa Vilmundardóttir og Ingibjörg Kaldal, 2001). Jökulár og jökulhlaup báru í þau set og bergþröskuldar, sem héldu þeim uppi, rofnuðu. Talið er að tæmingu þeirra hafi lokið fyrir um 7000 árum en ekki er fullkannað hvernig sú framvinda

var (Ingibjörg Kaldal og Elsa Vilmundardóttir, 2002).

3.2. Tímasetningar

Hægt er að tímasetja ummerki eftir hlaupin með gjóskutímatali þar sem þau hafa varðveist í jarðvegi. Gjóskulög með glögg útlitseinkenni og af þekktum aldri eru notuð sem *leiðarlög* en gjóskulög í hverju sniði eða sniðbút eru mæld. Þar sem hlaupset hefur skolest upp í grónar brekkur er stundum unnt að greina nákvæmlega á milli hvaða gjóskulaga setið liggur. Um þykkt set á flatlendi gegnir öðru máli, þá fer eftir aðstæðum hvort jarðvegurinn undir er aðgengilegur, hvort hann hefur rofist og hvort - og hvenær - jarðvegur hefur myndast ofan á setinu. Auk þess að veita vitneskju um aldur hlaupa nýtast gjóskulögin einnig til að sannreyna hvort hlaupset, sem finnst á ýmsum stöðum við Markarfljót, sé úr sama hlaupi.

Snið af gjóskulagaskipan á rannsóknarsvæðinu er sýnt á mynd 3. Gosár flestra gjóskulaga frá sögulegum tíma eru þekkt og og í þeim hluta sniðsins eru ártöl notuð. Forsögulegu leiðarlögin eru úr súrri eða ísúrri gjósku. Flest þeirra eru ættuð frá Kötlu og auðkennd með forskeytinu SILK. Aldur forsögulegra leiðarlaga er fenginn með geislakolsgreiningum á lífrænu efni undir eða í gjóskunni eða metinn með tilliti til geislakolsgreininganna sem næst liggja (Guðrún Larsen, 2000 og Kate Smith, 2003). Geislakolsaldurinn er leiðréttur samkvæmt trjáhringatali (Stuiver og Becker, 1993 og Stuiver o.fl., 1998). Aldur leiðarlaganna er gefinn í árum á mynd 3 en er færður til næsta heila hundraðs og miðast við árið 2000.

Afstaða hlaupsets eða rasks til gjóskulaga er, ásamt þykkunarhraða jarðvegs

milli tímasettra leiðarlaga, notað til að nálgast aldur hlaupanna. Oftast er einhver óvissa um hvaða gjóskulög féllu fyrst eftir hlaup eða voru efst í jarðvegi þegar hlaupset settist til, sbr. hér að ofan, og getur skeikað nokkrum lögum. Þetta ber að hafa í huga þótt líklegur aldur hlaupa sé yfirleitt gefinn sem ein tala í kaflanum hér á eftir.

4. Jökulhlaup til vesturs frá Mýrdalsjökli

4.1. Jökulhlaup fyrir um 9000 árum

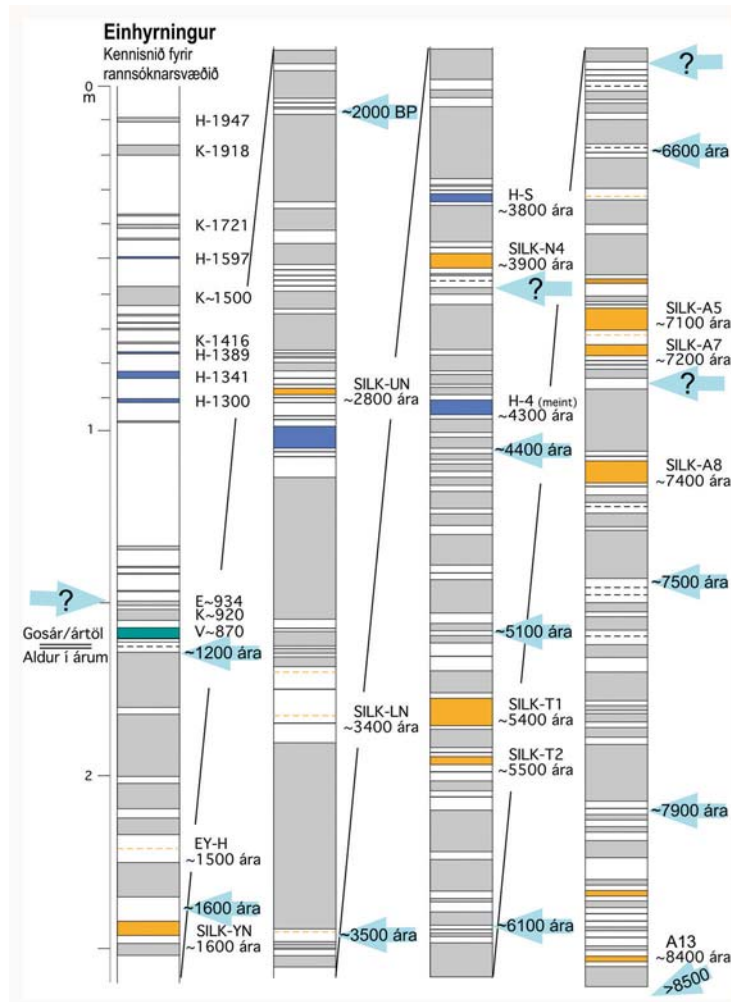
Gjóskuríkt set í lónum á vatnasvæði Markarfljóts bendir til tveggja jökulhlaupa til norðvesturs frá Mýrdalsjökli snemma á Nútíma (Elsa Vilmundardóttir og Ingibjörg Kaldal, 2001). Jökuljaðrar lágu þá framar en nú og Entujökull hélt vatnsborði lónanna, sem voru um 50 km², í 525 m y.s. (Ingibjörg Kaldal og Elsa Vilmundardóttir, 2002). Markarfljótsgljúfur var ekki orðið til (Snorri P. Snorrason og Freysteinn Sigurðsson, 1983).

Hver rúmkílómetri sem hlaup bætti í lónin hækkaði vatnsborðið um 20 m og því er líklegt að töluverð flóð hafi komið niður Stóraland vestan núverandi gljúfurs og niður Einhryningsflatir. Vera má að stórgrýtisdreifar á Stóralandi séu menjar þessara hlaupa.

Engin ummerki hlaupa af þessum aldri eru þekkt sunnan Stóralands.

4.2. Flóð fram af brúnum norðan Krossárjökuls, gömul en ótímasett

Stórgrýtisdreifar á tveim svæðum framundan Merkurjökli, á svonefndum Lökum og nafnlausri „hásléttu“ sem e.t.v. mætti kalla Hnjóta, benda til að mikið vatn hafi flætt þar fram af (mynd



Mynd 6. Örvar sýna hvar líklegast er að hlaupset úr jökulhlaupum, sem lýst er í undirkafla 4, falli inn í gjóskulagaskipan svæðisins eins og hún er í kennisniðinu fyrir rannsóknarsvæðið. Miðað er við „besta snið“, þar sem set úr hverju hlaupi fannst, að teknu tilliti til aðstæðna. Örin neðan við leiðarlagið A13 táknar hlaupset eldra en 8500 ára sem finnst í lónseti á Markarfljótssvæði (Ingibjörg Kaldal og Elsa Vilmundardóttir 2002).

5) niður í farvegi Ljósár og Þröngár sem báðar falla í Markarfljót. Ekki er ljóst hvort um samtíma flóð er að ræða.

Ummerkin eru ellileg og geta verið meira en 8000 ára gömul. Svæðin eru jarðvegsvana og hlaupin eru því ótímasett. Gjall- og kleprarimi í jöklinum skammt ofan Laka kann að vera eldstöð sem olli jökulhlaupum þar niður.

Ekki er unnt að meta hámarksrennsli af þessum gögnum.

4.3. Jökulhlaup fyrir um 7900 árum?

Þykk lög af vatnsbornu seti með jarðvegi á milli, eru í gili sem opnast til norðurs út í farveg Þröngár við ármót hennar og Markarfljóts, um 20 m yfir núverandi

farvegi árinna. Neðsta setlagið er meira en 80 cm þykkt malarlag með hnallungum og líftilli gjósku í grunnmassa. Milli þess og næsta leiðarlags ofan við, sem kallast SILK-A8 (um 7400 ára), eru 12 svört Kötulög. Í gildragi við Ljósá, um 15 m ofan núverandi farvegar, er fín-malarlag með móbergshnallungum. Milli þess og tímasetta leiðarlagsins ofan við eru 7-8 Kötulög.

Munur á fjölda gjóskulaga milli leiðarlagsins og setsins gæti þýtt að um tvo atburði væri að ræða en hér er talið líklegra að varðveisluskilyrði á grófara setinu hafi verið lakari og gjóskulög því færri þar. Líklegur aldur er talinn 7700-7900 geislakolsár (mynd 6 - ath. að hlaupin eru felld inn í kennisniðið samkvæmt „besta sniði“, í þessu tilfelli er miðað við 12 svört lög milli leiðarlags og hlaupsets). Ummerki um hlaup, sem aðeins sjást í Ljósá og Þröngá (mynd 7a), gætu stafað af hlaupi með upptök í Merkurjökli en einu þekktu ummerkin þar eru ótímasett sbr. hér að ofan.

Önnur hugsanleg skýring er að að staðbundin malarlög hafi myndast í giljum sem veittu vatni til ánnna eftir að hraun hækkaði farvegi þeirra. Hraunið sem hækkar farveg Ljósár er ættað úr gígnum Fauska á Almenningum (áætlaður aldur hraunsins er >8000 ár).

4.4. Jökulhlaup fyrir um 7500 árum

Gjósku- og malarríkt set finnst rétt undir tímasetta leiðarlaginu SILK-A8 (um 7400 geislakolsára) í Fauskatorfum, með einu Kötulagi á milli. Við efri enda gilsins sem Ljósá fellur í er hjalli/rimi að sunnanverðu, úr köntuðum og stöku rúnnuðum bergbrotum. Ofaná bergbrotunum eru fyrst 3 svört gjóskulög og síðan leiðarlagið SILK-A8 ásamt yngri gjóskulögum. Rúmlega 5 km neðar, í

Lausöldu á Markarfljótsaurum (sunnan við Hellisvelli), er jarðrask frá sama tíma, 3 lögum undir SILK-A8.

Við teljum þetta ummerki um eitt og sama hlaupið fyrir um 7500 árum (myndir 6 og 7b). Fundarstaðir setsins eru best skýrðir með hlaupleið meðfram sunnanverðum Entujökli, yfir Langhálss og milli hans og Fauska til Markarfljóts, og um farveg Ljósár til Markarfljóts. Telja verður líklegt að hlaup hafi einnig komið undan sporði Entujökuls en lega hans á þeim tíma er ekki þekkt með vissu.

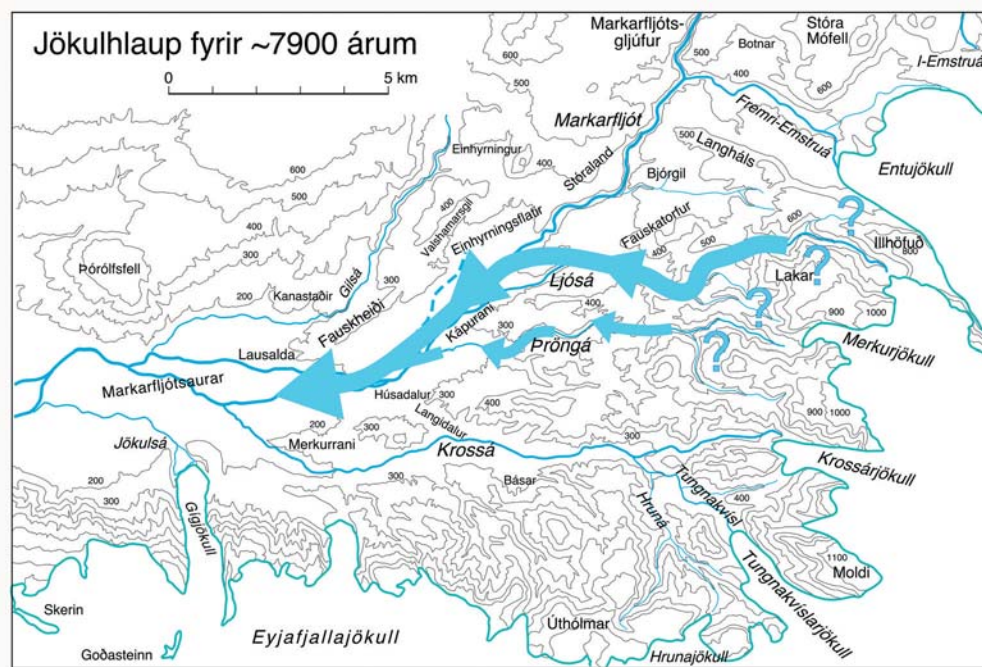
Hlaupið var líklega af stærðarflokki 4 (hámarksrennsli 30.000-100.000 m³/sek).

4.5. Jökulhlaup fyrir um 7300 árum?

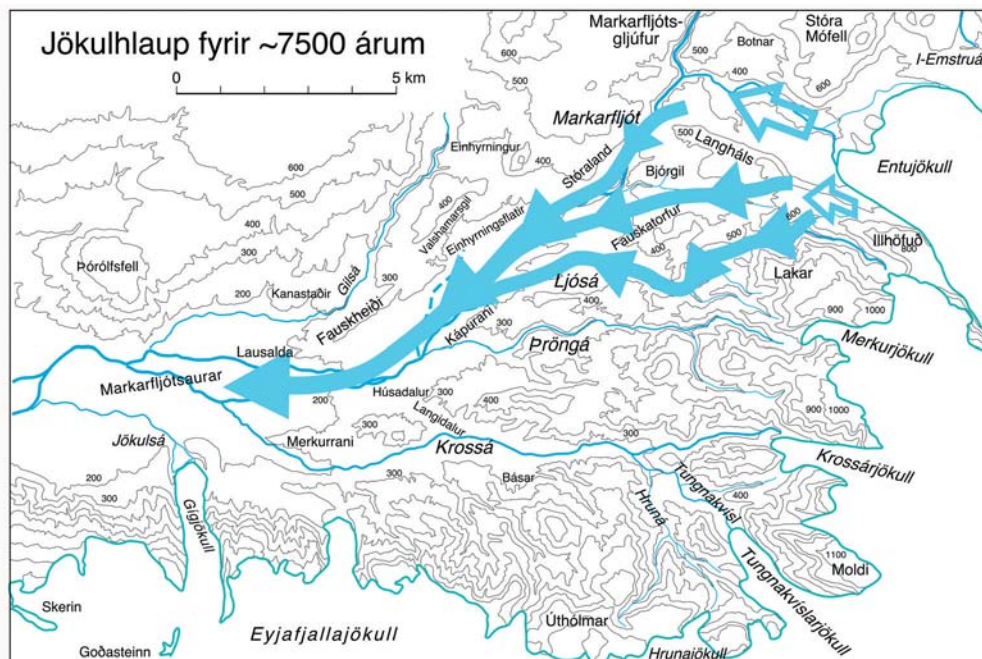
Innan við Ljósárgilið eru hjallar meðfram Ljósá að sunnan, 10-15 m ofan núverandi farvegar. Neðsta setlagið þar er meira en 1,5 m þykkt malarríkt set með móbergs- eða móhellustykkjum. Ofan á því eru tvö Kötulög og um 7200 ára gjóskulag sem kallast SILK-A7 (mynd 6). Önnur ummerki um hlaup á þessum tíma hafa ekki fundist. Óvíst er hvort þetta eru ummerki um sérstakt hlaup, eða hvort þau tengjast e.t.v. hlaupi fyrir 7500 árum.

4.6. Tæming Emstrulóns fyrir um 7000 árum

Enn var vatn í Emstrulóni fyrir um 7500 árum (~6600 geislakolsárum) en talið er að lónið hafi tæmst skömmu seinna (Ingibjörg Kaldal og Elsa Vilmundardóttir, 2002) og þá hafi efri hluti Markarfljótsgljúfra grafist niður í 430-440 m y.s. (núverandi botn efst í gljúfrinu er í um 375 m y.s. samkvæmt kortum Orkustofnunar, 1:20.000). Ólíklegt er að ummerkin inn með Ljósá sem lýst



Mynd 7a. Líklegustu leiðir blaups fyrir um 7900 árum. Ekki er ljóst hvar blaupvatn kom undan jökli (?) eða hvar jökuljaðrar lágu.



Mynd 7b. Líklegustu leiðir blaups fyrir um 7500 árum. Lega jökuljaðra var önnur þá en nú, ummerki eftir blaup ná ekki að núverandi jökuljöðrum. Örvar (ófylftar) tákna líklegar rennslisleiðir undir, meðfram eða á jökli.

er hér að ofan hafi orsakast af vatnagangi fram úr efri hluta Markarfljótsgljúfra. Engin ummerki hafa enn fundist sem gætu verið frá tæmingu Emstrulóns.

4.7. Jökulhlaup fyrir um 6600 árum

Um 7 m þykkt gjóskuríkt setlag er í giliinu sem opnast til norðurs út í farveg Þröngár við ármót hennar og Markarfljóts. Undir því er 7200 ára leiðarlagið SILK-A7 og 5-6 gjóskulög á milli þess og setsins (mynd 6). Á Stóralandi vantar jarðveg með þessum gjóskulögum næst gljúfrinu þótt hann hafi varðveist fjær gljúfrinu. Í Fauskatorfum er lag af vatnsfluttri lagskiptri gjósku með smámöl á svo til sama stað í jarðveginum. Þar eru 8 gjóskulög milli leiðarlags og sets. Í Lausöldu á Markarfljótsaurum er þunnt lag af vatnshreyfðri gjósku á sama stað í jarðvegi.

Við teljum þetta ummerki eftir jökulhlaup fyrir um 6600 árum. Fundarstaðir setsins eru best skýrðir með hlaupleið meðfram sunnanverðum Entujökli yfir Langhál, og milli hans og Fauska í Markarfljót (mynd 7c). Telja verður líklegt að hlaup hafi einnig komið undan sporði Entujökuls vestur í Markarfljótsgljúfur og rofið burt jarðveg á Stóralandi þótt fyrrnefnda hlaupleiðin geti líka skýrt það rof. Við teljum hins vegar líklegast að hlaupvatn úr Markarfljóti hafi flætt inn í Þröngá og gilið við ármótin (bakflæði inn í Þröngá fremur en hlaupleið eftir Þröngá) og setfylla myndast í giliinu.

Hlaupið var líklega af stærðarflokki 4 (hámarksrennsli 30.000-100.000 m³/sek).

4.8. Jökulhlaup fyrir um 6300 árum?

Gjóskuríkt hlaupset með stökum stórum hnúllungum finnst í hjöllunum meðfram

Ljósá að sunnan. Ofan á því eru 7-8 svört gjóskulög og leiðarlagið SILK-T2, um 5500 ára (mynd 6). Í Fauskatorfum er vatnsborin gjóska á sama stað í jarðveginum.

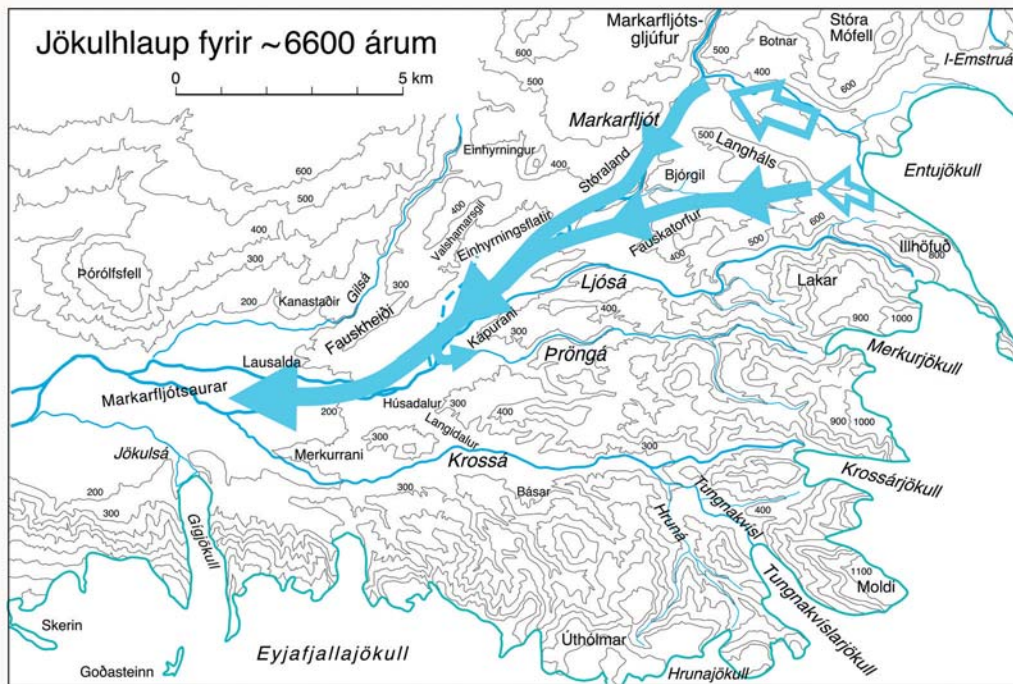
Við teljum þetta ummerki um hlaup og gjóskulögin benda til að það hafi orðið fyrir um 6300 árum. Vatnsborin gjóska með smámöl neðar í sniðinu í Fauskatorfum útilokar að ummerkin tilheyri hlaupinu næst á undan. Fundarstaðir setsins eru best skýrðir með hlaupleið meðfram sunnanverðum Entujökli og yfir í giliinu við Illhöfuð um Ljósá út í Markarfljót, og yfir Langhál og milli hans og Fauska út í Markarfljót.

Ekki er þó víst að þetta sé sérstakt hlaup því ummerki um aðeins yngra hlaup eru þekkt, sbr. 4.9.

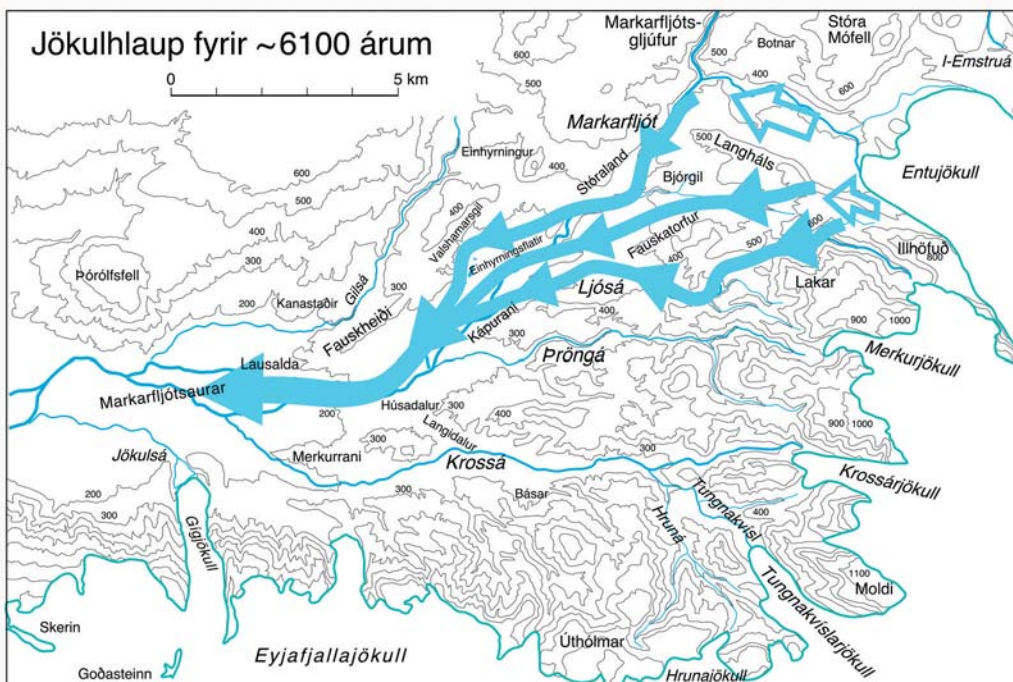
4.9. Jökulhlaup fyrir um 6100 árum

Gjóskuríkt hlaupset, bæði súr og basískur vikur, finnst í Valshamarsgili ofan við Tröllagjá. Þykktin skiptir metrum. Ofan á setinu eru a.m.k. 5 svört gjóskulög og leiðarlagið SILK-T2, um 5500 ára (mynd 6). Í Lausöldu á Markarfljótsaurum finnst samskonar hlaupset með súr- og basískum vikri, en þar eru 4 svört gjóskulög milli setsins og leiðarlagsins. Þykkt setsins þar er allt að 1 metri. Í hjöllunum neðan við Stóraland er þverskorinn bakki rétt vestan við Markarfljótsgljúfur. Gjóskulagið SILK-T2 og tvö svört gjóskulög næst undir því leggjast fram yfir bakkann sem sýnir að hann rofnaði á svipuðum tíma og hlaupsetið barst í Valshamarsgil og niður til Lausöldu á Markarfljótsaurum.

Við teljum þetta ummerki um eitt hlaup og gjóskulögin benda til að það hafi orðið fyrir um 6100 árum. Fundarstaðir setsins eru best skýrðir með hlaupi



Mynd 7c. Líklegustu leiðir blaups fyrir um 6600 árum. Lega jökuljaðra var önnur þá en nú. Örvar (ófylltar) tákna líklegar rennslisleiðir undir, meðfram eða á jökli.



Mynd 7d. Líklegustu leiðir blaups fyrir um 6100 árum. Lega jökuljaðra var önnur þá en nú. Örvar (ófylltar) tákna líklegar rennslisleiðir undir, meðfram eða á jökli.

undan Entujökli út í Markarfljót sem breiddi úr sér yfir Einhyrningsflatir vestur að Valshamri (mynd 7d). Hugsanlegt er að ummerki við Fauska og Ljósá, sem lýst er hér á undan, séu úr þessu sama hlaupi. Þetta er fyrsta hlaupið sem setti þykkt set af sér ofan á jarðveginn í Lausöldu á Markarfljótsaurum.

Líklegt hámarksrennsli var 30.000-100.000 m³/sek (stærðarflokkur 4).

4.10. Jökulhlaup fyrir um 5100 árum

Á hjalla meðfram Ljósá að sunnan, innan við Ljósárgilið, er >20 cm lag af malaríku seti rétt ofan við leiðarlagið SILK-T1, sem er um 5400 ára (mynd 6). Rofist hefur ofan af setinu og upphafleg þykkt er ekki þekkt. Samankuðlaður jarðvegur finnst rétt ofan sama leiðarlags í gildragi við Ljósána. Í gili sem opnast út í Þröngá er gjóskuríkt set á sama stað í jarðvegi. Milli vatnsborna setsins og tímasetta leiðarlagsins eru 1-3 svört gjóskulög.

Við teljum þetta ummerki um hlaup og gjóskulögin benda til að það hafi orðið fyrir um 5100 árum. Þekktir fundarstaðir setsins benda til hlaupleiða um Ljósá og ef til vill um Þröngá. Atburður sem aðeins sést í Ljósá og Þröngá gæti átt upptök í Merkurjökli. Einnig gæti hlaup í Markarfljóti flætt inn í gilið við Þröngá (bakflæði inn í Þröngá fremur en hlaupleið eftir Þröngá), sem þá hefur verið af svipaðri stærðargráðu og hlaupið fyrir 6600 árum (sjá 4.6).

4.11. Jökulhlaup fyrir um 4400 árum

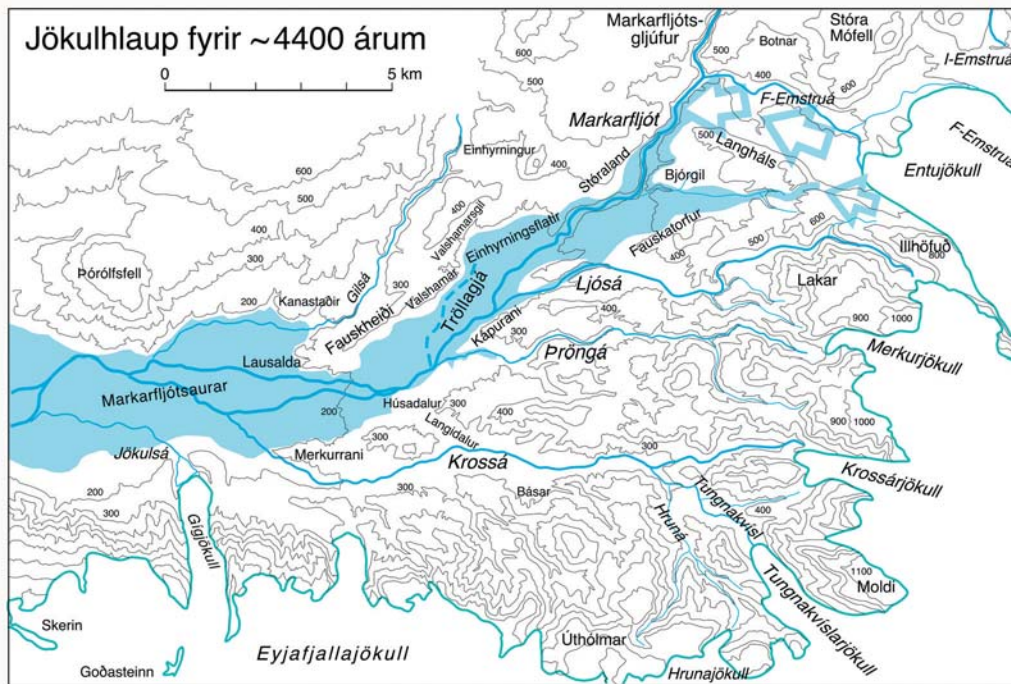
Gjóskuríkt en malarblandað set með gróðurleifum finnst rétt undir leiðarlagi sem kallast H-4, um 4300 ára (mynd 6), á mörgum stöðum frá Stóralandi ofan

Einhyrningsflata niður að Kanastöðum. Sums staðar fylgir því dreif af hraunblokkum. Þar sem varðveisluskilyrði eru góð eru 1-2 svört gjóskulög milli setsins og tímasetta leiðarlagsins. Meðal fundarstaða eru hjallar neðan við Stóraland; Valshamarsgil; Fauskatorfur; Kápurani; Þröngá; hjallar vestan Tröllagjár meðfram Fauskheiði; Lausalda á Markarfljótsaurum og hjallar við Kanastaði. Þetta hlaupset fannst ekki í hjöllum við Ljósá. Engin gögn eru til um þetta hlaupset í jarðvegi sunnan við Markarfljót (Eyjafallajökulsmegin), þar er það hulið yngra hlaupseti.

Þetta hlaup skildi eftir gleggstu ummerkin í jarðvegi á svæðinu, er stærra og fór víðar en þau hlaup sem áður er lýst (mynd 8a). Setið er um 3 m þykkt í Valshamarsgili og yfir 1 m þykkt í Lausöldu. Í Lausöldu er neðri hluti setlagsins gjóskuríkur með förum eftir trjáboli og greinar en örþunnt jarðvegsblandað lag skilur hann frá malarríkari efri hluta setlagsins. Þetta gæti bent til að hlaupið hafi runnið fram í tveimur lotum. Í Lausöldu rauf hlaupið allt að 70 cm ofan af jarðveginum (með 1-15 gjóskulögum) á kafla, áður en það setti setið af sér. Við efstu setmörk í hjöllum vestan Tröllagjár og meðfram Fauskheiði er dreif af hraunblokkum, allt að 1 m í þvermál, sem hlaupið plokkaði úr hrauninu og fleytti þangað upp.

Líklegt er að gljúfrin tvö, sem grafin eru í hraunfylluna, Markarfljótsgljúfur og Tröllagjá, hafi byrjað að myndast í þessu hlaupi. Einnig eru vísbendingar um að eftir þetta hlaup hafi Markarfljótsgljúfur náð upp fyrir ármótin við Þröngá því Þröngá gróf sig niður með hraunstíflunni í ármynninu einhvern tímann á næstu 400 árum, sbr. kafla 4.12.

Líklegt er að hlaupið hafi að mestu komið undan sporði Entujökuls út í



Mynd 8a. Líklegustu leiðir blaups fyrir um 4400 árum. Það var hamfarablaup (stærðarflokkur 5) og fór hærra upp í hlíðar í Fauskbeiði og Kápurana en önnur foröguleg blaup. Lega jökuljaðra var önnur þá en nú. Örvar (ófylltar) tákna líklegar rennsli leiðir undir, meðfram eða á jökli.

Markarfljót. Þegar það kom fram úr gljúfrinu við Stóraland breiddi það úr sér vestur yfir Einhyrningsflatir og e.t.v. til austurs yfir í Fauskatorfur (mynd 8a). Hlaupið gæti einnig hafa farið yfir Langháls og þaðan niður Fauskatorfur. Ekkert hlaupset frá þessum tíma fannst við Ljósá. Sé það rétt fór ekkert hlaupvatn yfir í gilin við Illhöfuð eins og í fyrri hlaupum.

Líklegt hámarksrennsli í þessu hlaupi, samkvæmt mælingu á þversniði (kafla IV), var 210.000-250.000 m³/sek (stærðarflokkur 5).

bakka niður við núverandi farveg Þröng-
ár. Áin var þá búin að grafa sér farveg
framhjá 10-15 m þykku hrauni í ár-
mynninu. Þunnt lag úr möl og jarðvegi,
blandað gjósku, finnst á sama stað í
jarðvegi í gili í hjöllum meðfram Fausk-
heiði. Engin önnur ummerki eru þekkt
frá þessum tíma þótt opnur í jarðvegi
séu góðar.

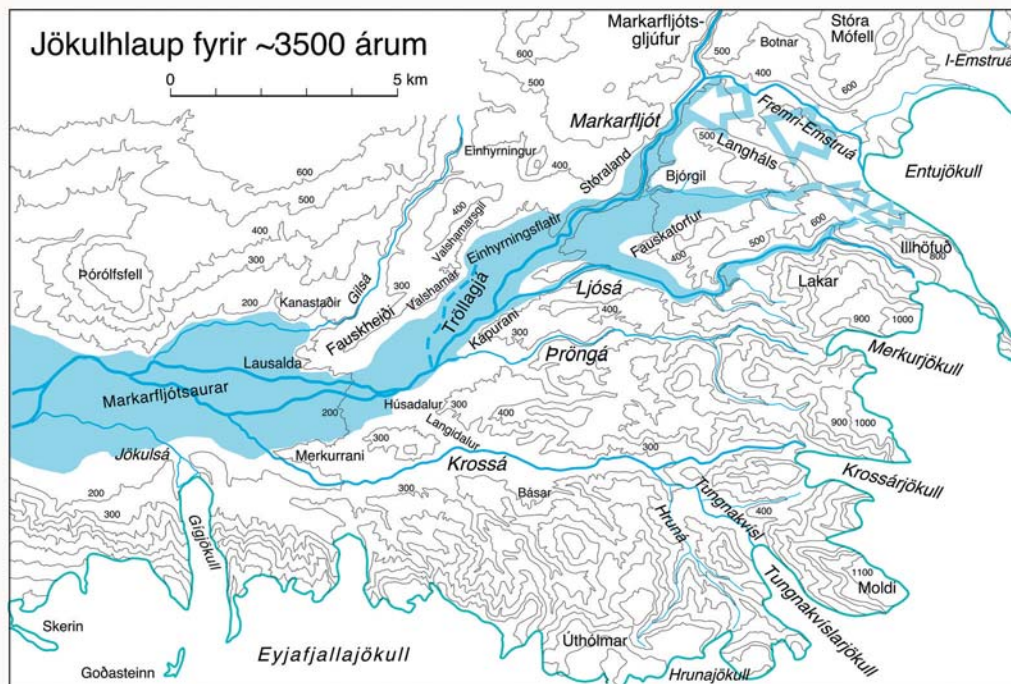
Óvíst er að þetta séu ummerki um hlaup. Hærra vatnsborð í Þröngá gæti skýrst af leysingum eða vatnsveðri. Staðbundið rask á jarðvegi gæti skýrst af sömu ástæðum.

4.12. Jökulhlaup fyrir um 3900 árum?

Gjóskuríkt set blandað mól, yfir 40 cm þykkt, finnst rétt undir gjóskulaginu SILK-N4, um 3900 geislakolsára, í

4.13. Jökulhlaup fyrir um 3500 árum

Malar- og/eða gjóskuríkt set finnst nokkru ofan við gjóskulagið H-S, um 3800 ára (mynd 8b), á mörgum stöðum



Mynd 8b. Líklegustu leiðir hlaups fyrir um 3500 árum. Það var hamfarablaup (stærðarflokkur 5). Lega jökuljaðra var önnur þá en nú. Örvar (ófylltar) tákna líklegar rennislíðir undir, meðfram eða á jökli.

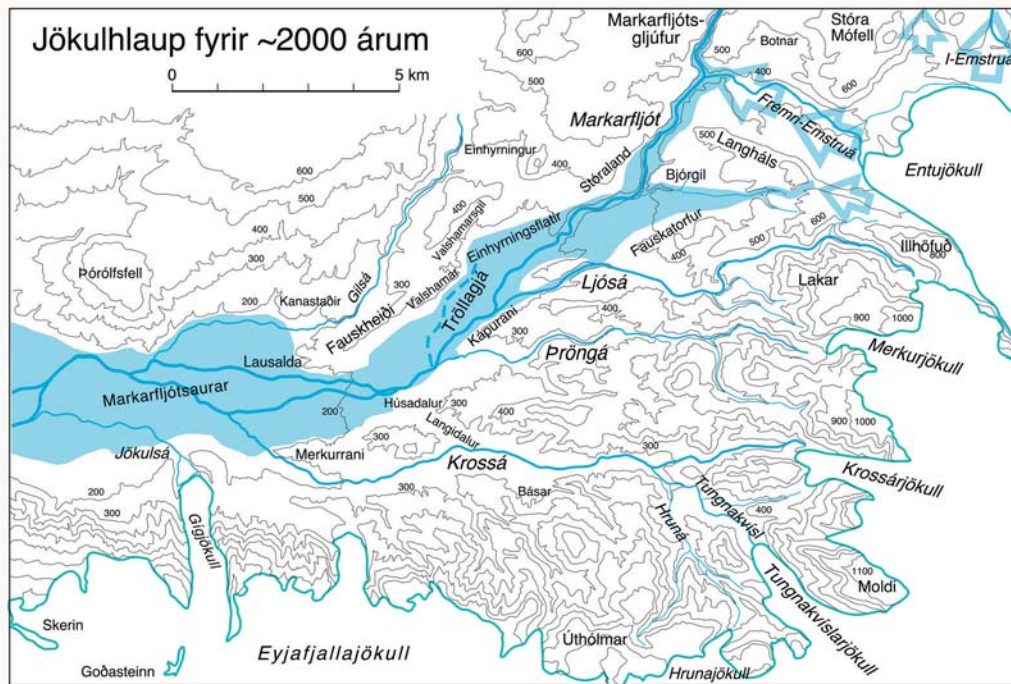
frá Stóralandi ofan Einhyrningsflata niður að Kanastöðum. Yfirleitt eru 5-7 svört gjóskulög milli setsins og tímasetta gjóskulagsins. Meðal fundarstaða eru hjallar neðan við Stóraland; Valshamarsgil; Fauskatorfur; hjallar við Ljósá; Kápurani; hjallar vestan Tröllagjár og meðfram Fauskheiði; Lausalda á Markarfljótsaurum; hjallar við Kanastaði. Þetta hlaupset fannst ekki við Þröngá. Engin gögn eru til um hlaupset í jarðvegi sunnan við Markarfljót (Eyjafallajökulsmegin), þar er það hulið yngra hlaupseti.

Dreif af hraunblokkum sem hlaupið bar upp í efstu setmörk sín við Tröllagjá bendir til að hlaupið hafi runnið fram sem aurflóð á kaflanum frá Stóralandi niður fyrir Tröllagjá. Í Lausöldu á Markarfljótsaurum er hlaupsetið rúmlega

1 m þykkt með hnallungum allt að 30 cm í þvermál.

Líklegt er að mikill hluti hlaupsins hafi komið undan sporði Entujökuls út í Markarfljót og fram úr gljúfrinu við Stóraland vestur yfir Einhyrningsflati. Hlaup fór einnig meðfram suðurjaðri hans yfir Langháls, líklega milli hans og Fauska út í Markarfljót og fór örugglega um Ljósá út í Markarfljót (mynd 8b). Hér er talið líklegt að þetta hlaup hafi grafið miðhluta Tröllagjár og Markarfljótsgljúfur langleiðina upp að Stóralandi.

Líklegt hámarksrennsli í þessu hlaupi, samkvæmt mælingu á þversniði (kaflí IV), var 160.000-200.000 m³/sek (stærðarflokkur 5).



Mynd 8c. Líklegustu leiðir hlaups fyrir um 2000 árum. Hvað rúmmál varðar kann það að vera jafn stórt og næstu hlaup á undan en flóðtoppurinn var minni, farvegirnir voru fleiri og hluti vatnsins fór langan krók til norðurs (mynd 5). Lega jökuljaðra var önnur þá en nú. Örvur (ófylltar) tákna líklegar rennislisleiðir undir, meðfram eða á jökli.

4.14. Jökulhlaup fyrir um 2000 árum

Gjósku- og/eða malarríkt set finnst 6-12 gjóskulögum ofan tímasetta gjóskulagsins SILK-UN, um 2800 ára, frá Emstrulóni að hjöllum við Kanastaði. Meðal fundarstaða eru Emstrulón (Ingibjörg Kaldal og Elsa Vilmundardóttir, 2002); Valshamarsgil; Fauskatorfur; hjallar vestan Tröllagjár; Lausalda á Markarfljótssaurum; Kanastaðir. Engin ummerki fundust í hjöllum sunnan við Ljósá, því jarðvegur yngri en 3000 ára hefur ekki varðveist þar. Hlaupset barst ekki eins hátt upp í hjallana vestan Tröllagjár meðfram Fauskheiði og í eldri hlaupunum fyrir 4400 og 3500 árum.

Hluti þessa hlaups fór til norðurs frá Entujökli um Innri Emstrúa, niður með

Hattfelli og Fauskheiði innri út í Markarfljót ofan gljúfursins og út á lónsstaði Emstrulóns norðan Fauskheiðar innri (Freysteinn Sigurðsson, 1988). Líklegt er að hlaupið hafi einnig komið undan sporði Entujökuls um Fremri Emsruá út í Markarfljót. Hluti hlaupsins gæti hafa farið meðfram suðurjaðri Entujökuls yfir Langhál, og milli hans og Fauska út í Markarfljót (mynd 8c og mynd 5).

Vegna rofs á jarðveginum undir hlaupsetinu er ekki fullvíst að hér sé um eitt hlaup að ræða. Jarðvegur ofan á hlaupsetinu skar ekki úr um þetta, hann er víða rofinn burt niður að setinu - en þar stöðvast rofið gjarnan. Ummerkin greinast þó örugglega frá yngri jökulhlaupi sem lýst er hér á eftir (4.15) en það náði ekki upp í hjallana vestan Tröllagjár.

Hér talið að Tröllagjá hafi grafist upp undir Valshamarsgil í þessu hlaupi. Þess skal getið að Freysteinn Sigurðsson (1988) taldi að Tröllagjá öll hefði grafist í þessu hlaupi en ekki í áföngum eins og hér er gert ráð fyrir.

Hlaupið var af stærðarflokki 4 eða 5 (hámarksrennsli um eða yfir 100.000 m³/sek).

4.15. Jökulhlaup fyrir um 1600 árum

Malarríkt hlaupset finnst víða rétt ofan við tímasetta leiðarlagið SILK-YN, um 1600 ára (mynd 6), frá Fauskatorfum og Valshamarsgili niður í Langanes og Barkarstaði í Fljótshlíð. Á nokkrum stöðum finnst hlaupsetið á milli tveggja tímasettra gjóskulaga, SILK-YN og EY-H, um 1500 ára, t.d. í Fauskatorfum, Kápurana og Smjörgili. Þunnt jarðvegslag á milli setsins og gjóskulagsins SILK-YN sýnir að gjóskan var komin niður í grasrótina þegar setið lagðist ofaná og getur því varla verið úr gosinu sem olli jökulhlaupinu. Jarðvegstætlur með kögglum af SILK-YN sem finnast í gjóskuríku seti í malarnámu niðri í Tröllagjá benda einnig til að gjóskan hafi verið í grasrótinni en ekki á yfirborði þegar hlaupið reif jarðvegstorfurnar með sér.

Óbein ummerki um hlaupleiðir eru að jarðvegur í farvegum milli Langháls og Fauska, í hlíð norðan Ljósár og niðri í Tröllagjá er yngri en gjóskulagið SILK-YN. Jarðvegsmýndun á þessum stöðum byrjar gjarnan rétt undir gjóskulaginu EY-H.

Ummerkin benda til að hlaup hafi komið fram úr Markarfljótsgljúfri við Stóraland og flætt vestur yfir Einhyrningsflatir í Valshamarsgil og um Tröllagjá (mynd 8d). Hlaup gæti einnig hafa

flætt meðfram suðurjaðri Entujökuls yfir Langháls og milli hans og Fauska út í Markarfljót og líklega um Ljósá út í Markarfljót. Hlaupið fyllti Markarfljótsgljúfur framan við Stóraland, en flæddi ekki upp á hjallana vestan Tröllagjár.

Hlaupið var líklega af stærðarflokki 4 (hámarksrennsli 30.000-100.000 m³/sek).

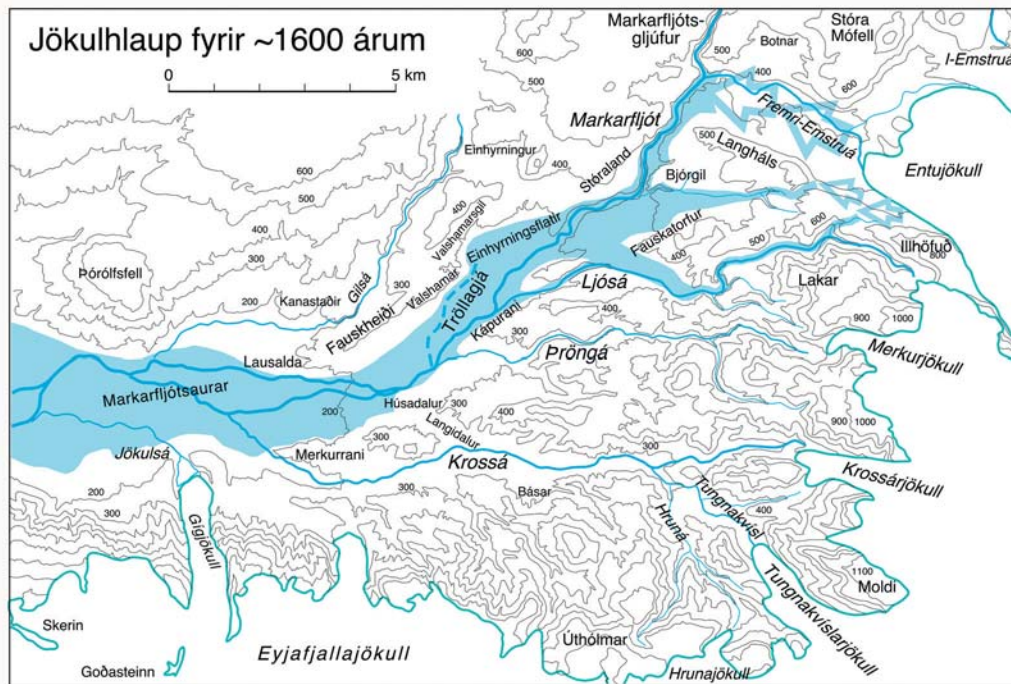
4.16. Jökulhlaup fyrir um 1200 árum

Þykkt gjóskuríkt set kaffærði og drap stór tré í Drumbabót á Markarfljótssaurum fyrir um 1200 árum (mynd 6). Upphafleg þykkt setsins er áætluð yfir 3 m (Hreinn Haraldsson 1981 og persónulegar upplýsingar 2004). Setið er að hluta svört Kötlugjóska með dreif af súrum Kötluvíkri ofaná. Ótvíræð ummerki um hlaup á þessum tíma finnast aðeins í Drumbabót og næsta nágreppi (kaflí VI).

Ummerki, sem gætu verið eftir þetta hlaup, finnast á tveim öðrum stöðum. Í sniði á eystri barmi Markarfljótsgljúfurs gegnt Stóralandi er 0,5 m lagskipt gjóska með mól milli Landnámslags frá um 870 e.Kr. og Kötlugjóskulaganna neðan við. Sniðið er í um 305 m y.s. Á Einhyrningsflötum er allt að 2 m þykkt lagskipt gjóskuríkt „set“ með malar- og siltlinsum skammt undir Landnámslaginu.

Ef þessi ummerki eru eftir sama hlaupið hefur það ekki fyllt Markarfljótsgljúfur gegn Stóralandi upp í 305 m y.s. en flætt inn á Einhyrningsflatir þar neðan við. Lítil hluti kann að hafa farið um Tröllagjá en fyllti hana ekki til hálf því jarðvegur með eldra gjóskulagi, EY-H, varðveittist í gjánni. Ekki er hægt að útiloka hlaupleið yfir Langháls um farvegi við Fauska og um Ljósá.

Hlaupið var líklega af stærðarflokki 4 (hámarksrennsli 30.000-100.000 m³/sek).



Mynd 8d. Líklegustu leiðir blaups fyrir um 1600 árum. Það var stórblaup (stærðarflokkur 4) en náði ekki upp á hjallana meðfram Fauskbeiði. Lega jökuljaðra var önnur þá en nú. Örvar (ófylltar) tákna líklegar rennislisleiðir undir, meðfram eða á jökli.

4.17. Hlaup úr uppistöðu á Torfajökulssvæði á 9. öld.

Ljósir vatnsbornir vikurmolar, ættaðir úr gosstöðvum á Torfajökulssvæði (Hrafn-tinnuhraun) frá um 870 e. Kr., finnast í bökkum Þverár við Smáratún í Fljótshlíð (Elsa Vilmundardóttir og Ingibjörg Kaldal, 2001 og kafli VI). Upptök Markarfljóts eru við gosstöðvarnar og þar skiptir þykkt vikursins metrum. Vatnsfluttur vikur með sömu efnasamsetningu og sama útlit er ofarlega í jarðvegi meðfram Markarfljóti við Laufafell, þar sem hraunspýja úr sama gosi teppti farveg Markarfljóts.

Líklegt er Markarfljót hafi ræst sig fram í talsverðu flóði, og e.t.v. fleiru en

einu flóði, eftir gosið um 870 e. Kr. og borið vikurhrannir niður farveginn. Jarðvegssnið í skógi vaxinni brekku austan vert í Markarfljótsgljúfri, um 1.5 km neðan Björgils, sýnir að ekkert hlaup fyllti gljúfrið eftir að gjóskulagið úr þessu sama gosi (Landnámslag) féll. Hlaup af stærðargráðunni 20.000 m³/sek gætu þó hafa farið um gljúfrið á þessum stað. Gljúfurbotninn er í um 250 m y.s. og brekkan liggur milli 255 og 275 m y.s. samkvæmt kortum Orkustofnunar. Ekki var mælt í hvaða hæð jarðvegssniðið er en hæðin var metin milli 265 og 270 m y.s. samkvæmt sama korti.

Hlaupið var líklega af stærðarflokki 3, með hámarksrennsli undir 20.000 m³/sek.

4.18. Jökulhlaup á 10. öld?

Jarðveg frá tímabilinu ca 500 - 1100 e. Kr. vantar á stórum spildum milli Langháls og Fauska út að Markarfljótsgljúfri og í fljótu bragði virðist jökulhlaup nærtækasta skýringin þótt þess sjáist lítil eða engin merki önnur. Jarðvegsrof er þó ekki ótvírætt merki um jökulhlaup. Eins og áður er getið voru allmörg þykk og gróf Kötulög næstum efst í jarðvegi þegar norrænt landnám hófst, sjá einnig jarðvegssniðið á myndum 3 og 6. Kötulgjósulögin eru mjög auðrofin þegar jarðvegurinn ofan á þeim er horfinn og allt svæðið frá Mýrdalsjökli vestur undir Fljótshlíð var því viðkvæmt fyrir nýtingu á skógi og graslendi. Gjósulög og jarðveg frá þessu tímabili vantar því víða - einnig utan hlaupfarvega. Þar sem jarðvegur frá fyrstu öldum eftir landnám hefur varðveist er hann víðast hvar með fokröndum vegna uppblásturs á nærliggjandi svæðum fram undir 1300, þegar jafnvægi virðist nást á ný.

Ekki er hægt að útiloka að á 10. öld hafi hlaup undan/meðfram suðurjaðri Entujökluls farið yfir Langháls og niður í Markarfljót milli hans og Fauska og sópað burt jarðvegi af spildum þar. Hins vegar er ljóst að hlaup fór ekki yfir jarðvegssniðið í skógarbrekkunni austanvert í Markarfljótsgljúfri á 10. öld. Hafi hlaup komið undan sporði Entujökuls út í Markarfljótsgljúfur getur hámarksrennsli í gljúfrinu ekki hafa verið meira en 20.000 m³/sek.

Jökulhlaup á 10. öld er talið ólíklegt en ekki útilokað.

4.19. Flóðset við Tungnakvísl - ótímasett

Mjög stórgrýtt eyri við Tungnakvísl bendir til að mikill vatnagangur hafi komið í kvíslina. Þetta var ekki jökul-

hlaup sambærilegt við þau sem komið hafa Markarfljót en miklu meira rennsli en vænta má í leysingum. Ekki tókst að tímasetja atburðinn en ummerkin eru ungleg.

Hámarksrennsli hefur ekki verið metið en er vafalítið í stærðarflokki 1.

4.20. Flóðset við Hrunajökul - ótímasett

Á haus framan við vestanverðan Hrunajökul er stórgrýtisdreif á mjóum geira sem liggur fram á brún Hrunagils. Dreifin gæti verið merki um flóð undan jöklinum niður í gilið. Upptökin eru framan við núverandi jökulsporð en hann náði lengra út á hausinn fyrr á öldum. Atburðurinn gæti verið frá þeim tíma en ekki var hægt að tímasetja hann.

Hámarksrennsli hefur ekki verið metið en er vafalítið í stærðarflokki 1.

5. Umræða

5.1. Varnaglar við tímasetningar

Jökulhlaupin skildu eftir mismikil og misglögg ummerki, sem að hluta skýrist af því að hlaupin eyddu, huldu eða breyttu því sem fyrri hlaup höfðu skilið eftir. Tímasetningar á þeim ummerkjum sem finnast geta verið vandasamar því hlaupin geta rofið jarðveginn áður en hlaupsetið leggst yfir hann, t.d. sargaði hlaupið fyrir um 4400 árum jarðveg með 1 til 15 gjósulögum burt af spildu í Lausöldu en nokkrum metrum frá setti það setið af sér án þess að rjúfa neitt. Mismunandi aðstæður, t.d. mismunandi gróft yfirborð sets eða ágangur vatns, hafa áhrif á hversu fljótt jarðvegur myndast ofan á setinu. Þynnstu gjósulögin á svæðinu varðveitast ekki alls



Mynd 9. Horft til norðurs yfir Tröllagjá og neðri hluta Markarfljótsgljúfurs. Hraunið, sem gljúfrin eru rofin í, sést vel milli þeirra og austan Markarfljóts. Ármót Þröngár og Markarfljóts eru rétt utan hægra horns myndarinnar. Neðstu blutar gljúfranna (neðst til hægri) gætu hafa rofist í hamfarablaupinu fyrir um 4400 árum. Hér er gert ráð fyrir að gljúfrin í braunfylluna hafi rofist í áföngum í næstu blaupum. Tröllagjá var fullmótuð í stórblaupinu fyrir um 1600 árum (ljósm. Magnús Tumi Guðmundsson).

staðar þótt engin truflun af jökulhlaupum komi til, gjóska sem fellur að vetrarlagi skolest t.d. til í leysingum.

Munur á fjölda gjóskulaga milli setlags og tímasettra leiðarlaga á hinum ýmsu fundarstöðum, hvort sem er undir eða ofan á setlaginu, getur því átt sér aðrar skýringar en að hlaupsetið sé frá mismunandi tíma. Reynt var að meta í hverju tilfelli hvort slíkur munur skýrðist af aðstæðum á fundarstað. Niðurstaðan varð sú að það yrði teljast eðlilegt að það munaði 1-3 gjóskulögum og allt upp í 5 gjóskulögum eftir aðstæðum, en ef munurinn væri meiri yrði að slá þann varnagla að hlaupsetið gæti verið frá mismunandi tíma.

Í þessari skýrslu vegur tímasetning setlags, þ.e. afstaða setlags til leiðarlaga í jarðveginum, þyngra en ásýnd setsins. Bent var á í kaflanum um ummerki og tímasetningar að auk gosefna sem jökulhlaup kunna að hafa með sér frá eldstöðvunum rífa þau með sér eldra efni af þeim svæðum sem þau renna um. Það er því ólíklegt að jökulhlaup, sem skiptist í álmur sem renna ólíka leið, setji af sér svo einsleitt set á þessum leiðum að það hafi sömu einkenni alls staðar. Í nokkrum tilfellum hefur hlaupset þó svo glögg einkenni að það má nota sem leiðarlag á töluverðu svæði. Dæmi um það er setið úr hlaupunum fyrir 6100, 4400 og 3500 árum.

5.2. Gröftur Markarfljótsgljúfurs og Tröllagjár

Landmótun af völdum eldgosa og jökulhlaupa er ekki viðfangsefni þessarar úttektar en hér verður þó bent á nokkur atriði. Hraun fyllti dalbotninn þar sem nú eru Einhyrningsflatir fyrir rúmlega 8000 árum og e.t.v rann hraun þangað niður enn síðar. Markarfljótsgljúfur neðan Stóralands og Tröllagjá voru ekki til þegar elstu hlaupin runnu fram og gilin í kjöftum Ljósár og Þröngár ekki heldur.

Vafalítið hafa flest hlaupin grafið einhverja farvegi, en þeirra sér ekki stað fyrr en eftir hlaupið fyrir 4400 árum. Eftir það hlaup hlýtur Markarfljótsgljúfur að hafa náð upp fyrir ármótin við Þröngá, því hún gróf sig niður með hrauninu sem stíflaði kjaftinn skömmu síðar. Færa má rök fyrir því að neðsti hluti Tröllagjár, upp undir Valshamar, hafi einnig grafið í hlaupinu fyrir 4400 árum (mynd 9). Næsta hlaup á eftir, fyrir um 3500 árum, var álíka stórt og og setti af sér hlaupset í nánast sömu hæð og eldra hlaupið þar sem þrengst er milli Valshamars og Kápurana. En vestan Tröllagjár, á leiðinni vestur með Fauskheiði, nær setið úr eldra hlaupinu a.m.k. 10 m hærra upp í brekkurnar en set úr hlaupinu fyrir 3500 árum. Hugsanleg skýring er að þeir hlutar Tröllagjár og Markarfljótsgljúfurs, sem þegar voru grafnir, hafi beint rennslinu meira til suðurs, frá Fauskheiðinni.

Hlaupið fyrir 3500 árum hélt vafalítið áfram að grafa gljúfrin. Dreif af hraunstykkjum í hlaupsetinu á hjöllumum næst Tröllagjá vitnar um gröft þar en hversu mikið gljúfrin lengdust verður ekki séð. Ekki er ljóst hvenær Markarfljótsgljúfur fékk sína núverandi mynd en hlaupið fyrir 2000 árum, sem einnig

gróf Hattfellssgil (mynd 5), hefur átt þar stóran þátt þó að hámarksrennsli þess virðist hafa verið ívið minna en í tveim fyrrnefndum hlaupum. Tröllagjá var hins vegar fullmótuð í lok hlaupsins fyrir 1600 árum því það skildi eftir setbing efst í gjánni með tætlum af jarðvegi og gjóskulaginu SILK-YN sem þá var efst í jarðvegi.

6. Samantekt

Alls hafa fundist ummerki eftir um 11 hlaup sem fóru um farveg Markarfljóts ofan Krossár á síðustu 8000 árum. Eitt þessara hlaupa var vegna eldgoss á Torfa-

Tafla 1
Jökulhlaup til vesturs frá
Mýrdalsjökli

Aldur (miðast við árið 2000)		Stærðarfl.
Örugg	Óviss	
	10. öld	3
~1200		4
~1600		4
~2000		4 eða 5
~3500		5
	~3900	?
~4400		5
~5100		?
~6100		4
	~6300	?
~6600		4
	~7300	?
~7500		4
~7900		
>9000		
A.m.k. tvö hlaup eldri en 9000 ára runnu til norðvesturs. Í töfluna vantar ótímasett hlaup eða flóð.		

jökulssvæði (innan vatnasvæðis Markarfljóts) en hin 10 eru talin ættuð frá Mýrdalsjökli. Tvö hlaup eldri en 9000 ára eru ættuð frá Mýrdalsjökli og flæddu inn í lón norðvestan hans. Ummerki um 3 - 4 óvissari atburði hafa einnig fundist. Aldur þessara hlaupa/atburða er þekktur í stórum dráttum, (tafla 1 og mynd 6).

Fundist hafa ummerki eftir eitt eða e.t.v. tvö hlaup undan vesturjaðri Mýrdalsjökuls, þau eru gömul en ótímasett. Ummerki eftir flóð undan Tungnakvísarjökli og Hrunajökli eru ungleg en ótímasett. Alls eru því vitað um 20 atburði, jökulhlaup eða flóð, frá vestanverðum Mýrdalsjökli á Nútíma (síðustu 9000-10.000 árum).

Engin örugg merki fundust um jökulhlaup, sem ættuð eru úr Mýrdalsjökli, niður í Markarfljót eftir landnám norrænna manna. Ungleg en ótímasett ummerki eftir flóð undan Tungnakvísarjökli og Hrunajökli eru þó líklega frá sögulegum tíma.

Stærstu hlaupin eru, samkvæmt mældum þversniðum (sjá kafla IV), sambærileg við Kötluhlaup á Mýrdalssandi, með hámarksrennsli yfir 100.000 m³/sek og teljast hamfarahlaup (stærðarflokkur 5, tafla 1). Minnstu flóðin skildu ekki eftir flóðfar sem hægt var að mæla en mesta rennsli gæti hafa verið nokkur hundruð m³/sek. Skyld er að taka fram að ummerki eftir stærstu hlaupin eru greinleg og vel varðveitt í jarðvegi utan venjulegra farvega en sama gildir ekki um þau minni. Jökulhlaup minni en 20.000-30.000 m³/sek (stærðarflokkur 3 og minni) geta því hafa sloppið „óséð“ í þessari úttekt. Tölur sem hér eru gefnar um fjölda hlaupa eru því lágmarkstölur.

7. Heimildir

- Bretz, J.H. 1959. Washington channeled scabland. The state of Washington, Division of mining and geology, Olympia. 1-57.
- Dugmore, A.J., J.S. Shore, G.T. Cook, A.J. Newton, K.J. Edwards and G. Larsen. 1995. The radiocarbon dating of Icelandic tephra layers in Britain and Iceland. *Radiocarbon* 37, 2: 379-388.
- Elsa Vilmundardóttir og Ingibjörg Kaldal. 2001. Forn lón að Fjallabaki. Orkustofnun, OS-2001/072, 44 s.
- Freysteinn Sigurðsson. 1988. Fold og vötn að Fjallabaki. Vörður á vegi, Árbók Ferðafélags Íslands 1988: 181-202. Ferðafélag Íslands, Reykjavík.
- Guðrún Larsen. 2000. Holocene eruptions within the Katla volcanic system, south Iceland: Characteristics and environmental impact. *Jökull* 49: 1-28.
- Gunnar Orri Gröndal, Guðrún Larsen og Sverrir Elefsen. 2005. Stærðir forsögulegra hamfarafloða í Markarfljóti – mæling á farvegum neðan Einhyrningsflata. Þetta rit, kafla IV.
- Guttormur Sigbjarnarson. 1973. Katla and Askja. *Jökull* 23: 45-51.
- Haukur Tómasson. 1973. Hamfarahlaup í Jökulsá á Fjöllum. *Náttúrufræðingurinn* 43: 12-34.
- Haukur Tómasson. 1993. Jökulstífluð vötn á Kili og hamfarahlaup í Hvítá í Árnessýslu. *Náttúrufræðingurinn* 62: 77-98.
- Haukur Tómasson. 2002. Catastrophic floods in Iceland. In: Snorrason, A, Finnsdóttir, H.P. and Moss, M. (eds): *The Extremes of the Extremes: Extraordinary Floods*. IAHS Publication no. 271: 121-126.
- Hreinn Haraldsson. 1981. The Markarfljót sandur area, Southern Iceland: Sedimentological, petrological and stratigraphical studies. *Striae* 15: 1-65. *Societas Upsalien-sis pro Geologia Quaternaria*, Uppsala.
- Ingibjörg Kaldal og Elsa Vilmundardóttir. 1983. Markarfljót. Lónfyllur og gjóskulög. Orkustofnun, OS-83054/VOD-26B, 18 s.
- Ingibjörg Kaldal og Elsa Vilmundardóttir. 2002. Jökulmenjar á Emstrum, norðvestan

- Mýrdalsjökuls. Orkustofnun, OS-2002/080, 29 s.
- Orkustofnun, Landmælingar. 1984. Kortblöð 3535 (Þórsmörk), 3536 (Emstrur), 3635 (Fljótisdalur). 1:20.000.
- Óskar Knudsen og Ólafur Eggertsson. 2005. Jökulhlaupaset við Þverá í Fljótshlíð. Þetta rit, kafli VI.
- Smith, K. 2003. Holocene jökulhlaups, glacier fluctuations and palaeoenvironment, Mýrdalsjökull, South Iceland. Unpublished Ph.D. thesis, University of Edinburgh, 139 p + Figures.
- Smith, K., Dugmore, A.J., Larsen, G., Vilmundardóttir, E.G. and Haraldsson, H. 2002. New evidence for Holocene jökulhlaup routes west of Mýrdalsjökull. The 25th Nordic Geological Winter Meeting, Abstract Volume: 196. Jan. 6-9 2002, Reykjavík.
- Snorri P. Snorrason og Freysteinn Sigurðsson. 1982. Markarfljót. Forkönnun á jarðfræði. Orkustofnun, OS-83044/VOD-23B, 30 s.
- Stuiver, M. and Becker, B. 1993. High-precision decadal calibration of the radiocarbon time scale, AD 1950-6000 BC. Radiocarbon 35: 35-65.
- Stuiver, M., P.J. Reimer, E. Bard, J.W. Beck, G.S. Burr, A. Hughen, B. Kromer, G. McCormac, J. Plicht, and M. Spurk. 1998. INTCAL98 Radiocarbon Age Calibration, 24,000-0 cal BP. Radiocarbon 40: 1041-1084.