



ORKUSTOFNUN

RANNSÓKNASVIÐ – Reykjavík, Akureyri

KÁRAHNJÚKAVIRKJUN

Jarðgrunnskort af umhverfi Háslóns

Ingibjörg Kaldal
Skúli Víkingsson

Unnið fyrir Landsvirkjun

2000

OS-2000/065



Skýrsla nr: OS-2000/065	Dags: Nóvember 2000	Dreifing: <input checked="" type="checkbox"/> Opin <input type="checkbox"/> Lokud til
Heiti skýrslu / Aðal- og undirtitill: KÁRAHNJÚKAVIRKJUN Jarðgrunnskort af umhverfi Háslóns		Upplag: 50
		Fjöldi síðna: 20 + kort 1:25.000
Höfundar: Ingibjörg Kaldal og Skúli Víkingsson		Verkefnisstjóri: Ingibjörg Kaldal
Gerð skýrslu / Verkstig: Jarðgrunnskortlagning, samantekt		Verknúmer: 8-600084
Unnið fyrir: Landsvirkjun		
Samvinnuaðilar:		
<p>Útdráttur:</p> <p>Í skýrslunni er gerð grein fyrir kortlagningu jarðgrunns og gerð nákvæms jarðgrunnskorts af næsta umhverfi Háslóns í tengslum við fyrirhugaða Kárahnjúkavirkjun. Verkið er unnið af Rannsóknasviði Orkustofnunar fyrir Landsvirkjun og er þáttur í söfnun upplýsinga í gagnagrunn um ýmis landform mótuð af jöcli, sem gætu haft verndargildi í framtíðinni. Það er aftur liður í Ramma-áætlun um nýtingu vatnsafls og jarðvarma og að hluta kostað af Orkusjóði. Greint er frá fyrri rannsóknum og landslagi lýst stuttlega. Síðan er fjallað nákvæmlega um jarðgrunninn, s.s. jökulruðning, jökulárset, jökulgarða, framrás Brúarjökuls og lónset. Einnig eru nefnd helstu áhrif mannvirkja á jarðmyndanir á svæðinu. Helstu niðurstöður eru þær að enn sé mörgum spurningum ósvarað hvað varðar sögu gamla lónsins og gröft Dimmugljúfra. Rannsóknir á lónsetinu geta m.a. varpað ljósi á það hversu hratt slík lón fyllast af framburði.</p>		
Lykilord: Jarðfræði, jarðgrunnur, lónset, jökulárset, kort, Kárahnjúkavirkjun, Háslón	ISBN-númer: 9979-68-059-8	Undirskrift verkefnisstjóra: <i>Ingibjörg Kaldal</i>
	Yfirfarid af: FS, JHa, OSig	



ORKUSTOFNUN
Rannsóknasvið

Verknr. 8-860084

**Ingibjörg Kaldal
Skúli Víkingsson**

KÁRAHNJÚKAVIRKJUN

Jarðgrunnskort af umhverfi Háslóns

Unnið fyrir Landsvirkjun

OS-2000/065

Nóvember 2000

ISBN 9979-68-059-8

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>

EFNISYFIRLIT

1. INNGANGUR	3
2. FYRRI RANNSÓKNIR	3
3. LANDSLAG Á FYRIRHUGUÐU LÓNSTÆÐI	4
4. JARÐGRUNNUR	5
4.1 Jökulruðningur	5
4.2 Jökulárset	5
4.3 Jökulgarðar	6
4.3.1 Búrfellsstig	6
4.3.2 Þorláksmýrastig	6
4.4 Framrásir Brúarjökuls á sögulegum tíma	7
4.4.1 Framhlaupið 1963-64	7
4.4.2 Framhlaupið 1938	8
4.4.3 Framhlaupið 1890	8
4.4.4 Framhlaupið 1810	9
4.4.5 Framhlaupið 1720-30	9
4.4.6 Framhlaupið 1625	10
4.4.7 Jökulgarður af óvissum aldri	10
4.5 Lónsetið	10
4.5.1 Myndunarsaga lónsins	10
4.5.2 Hæstu strandlínur lónsins	12
4.5.3 Tæming lónsins og gróftur Dimmugljúfra	12
5. Áhrif mannvirkja á jarðmyndanir á svæðinu	14
6. Niðurstöður	14
7. Heimildir	14

Mynd 1: Jarðgrunnskort í mælikvarða 1:25.000 í kápuvasa

Myndir 2-9: Ljósmyndir af jarðgrunnsmyndunum á lónstæði Háslóns 17-20

1. INNGANGUR

Á undanförgnum þremur árum hefur verið unnið að því á Orkustofnun að safna í gagnagrunn upplýsingum um ýmis landform mótuð af jöcli, sem gætu haft verndargildi, þegar valið verður milli ýmissa virkjanakosta í framtíðinni. Verkið er liður í *Rammaáætlun um nýtingu vatnsafls og jarðhita* og er að hluta kostað af Orkusjóði. Landsvirkjun hefur tekioð þátt í verkefninu með árvissu framlagi. Árið 1999 óskaði Landsvirkjun eftir því að áherslan yrði lögð á svæðið norðan Vatnajökuls og hefur það verið gert.

Í framhaldi af því bauð Orkustofnun Landsvirkjun að gera jarðgrunnskort af næsta umhverfi Hálslóns og Eyjabakkalóns, og var samið um það verk 6. mars 2000. Eftir að Kárahnjúkavirkjun komst efst á blað varð ljóst að til þyrfti að vera nákvæmt jarðgrunnskort af svæðinu vegna fyrirhugaðrar matsskýrslu. Því var gerður nýr samningur 21. september s.l. með aðaláherslu á umhverfi Hálslóns. Okkar athuganir fela ekki í sér rannsókn á innviðum lónsetsins í farvegi Jöklu. Vinnuhópur á vegum Náttúrufræðistofnar sér um þann þátt vegna mats á umhverfisáhrifum.

2. FYRRI RANNSÓKNIR

Eggert Ólafsson, Bjarni Pálsson, Sveinn Pálsson, Þorvaldur Thoroddsen, Daniel Bruun og fleiri ferða- og fræðimenn ferðuðust um Brúaröræfi og Vesturöræfi fyrir á öldum og rituðu um ferðir sínar, eins og síðar verður vikið að.

Þýskur jarðfræðingur, Paul Woldstedt, birti 1938 grein um rannsóknir sínar framan við íslenska jöкла. Meðal annars fjallar hann um jökulgarðinn frá 1890 framan við Brúarjökul (Woldstedt 1938). Árið 1960 birti annar þýskur jarðfræðingur, Emmy Mercedes Todtmann, niðurstöður rannsókna sinna við Brúarjökul og Eyjabakkajökul árin 1931-1934 og aftur eftir stríð á árunum 1951-1956. Rannsóknir hennar beindust einkum að jökulmenjum framan við jöklana. Sum korta hennar eru einföld og virðast við fyrstu sýn vera skematísk, en í ljós kom að þau falla ótrúlega vel að miklu nákvæmari grunnkortum en þeim, sem hún hafði aðgang að. Árið 1964 skrifaði Sigurður Þórarinsson um ferðir sínar að Brúarjökli og greindi þar m.a. frá aldursgreiningum sínum á Þorláksmýrastigi eins og vikið verður að síðar (Sigurður Þórarinsson 1964).

Orkustofnun hefur af og til komið að jarðfræðirannsóknum norðan Vatnajökuls allt frá því um 1970. Hér á eftir verða einungis nefndar þær rannsóknir sem snerta laus jarðlög á svæðinu umhverfis fyrirhugað Hálslón. Á árunum 1971-1985 vann Bessi Aðalsteinsson að berggrunnskortlagningu í Brúardölum, á Fljótsdalsheiði og Jökuldalsheiði. Á ferðum sínum rak hann tærnar í fjölmarga jökulgarða, sem "Brúarjökull" hafði skilið eftir sig, er ísaldarjökullinn hörfaði í ísaldarlokin (Bessi Aðalsteinsson 1992, handrit). Kort með jökulgörðum, sem hann kortlagði, birtist einnig í Árbók Ferðafélags Íslands 1987 (Hjörleifur Guttormsson 1987). Upp úr 1980 var unnið að byggingarefnisrannsóknum vegna Fljótsdalsvirkjunar (Skúli Víkingsson 1989), 1991 við Jökulsá á Dal

(Skúli Víkingsson 1991), og 1992 við Dimmugljúfur (Skúli Víkingsson og Þórólfur H. Hafstað 1992 a og b). Á árunum 1992-1995 var jarðgrunnur kortlagður frá Brúarjökli norður í Fjallgarða (Ingibjörg Kaldal 1992 og 1993). Nýjustu rannsóknir Orkustofnunar eru svo þær sem getið var um í inngangi. Aðrar rannsóknir, sem vert er að geta, eru rannsóknir Óskars Knudsen, en hann hefur verið við rannsóknir framan við Brúarjökul og á lónseti innan við Kárahnjúka í um 10 ár (Óskar Knudsen 2000). Auk þess er sem fyrr segir unnið að frekari rannsókn á lónsetinu á vegum Náttúrufræðistofnunar.

3. LANDSLAG Á FYRIRHUGUÐU LÓNSTÆÐI

Jökulsá á Brú, eða Jökla eins og heimamenn kalla hana jafnan, kemur undan Brúarjökli austanverðum og rennur um 18 km leið nær beint til norðurs í um 1 km breiðum dal. Að vestan falla í hana nokkrar ár auk fjölmargra minni lækja. Stærstar eru, talið frá suðri: Illakvísl, Kringilsá og Sauðá vestari, sem allar koma undan Brúarjökli. Að austan eru Jölkulkvísl og Sauðá eystri stærstar. Sú fyrri kemur undan austurjaðri Brúarjökuls suður af Maríutungum. Um það bil er Sauðá vestari fellur í Jöklu sveigir hún til norðausturs og dalurinn dýpkar. Heldur áin þeirri stefnu rúmlega 5 km leið þar til hún rennur upp að Fremri-Kárahnjúk þar sem hún rennur til norðurs aftur á stuttum kafla. Dimmugljúfur (Hafrahvammagljúfur) taka við á móts við Fremri-Kárahnjúk, en efst í þeim er stíflan fyrirhuguð.

Beggja megin dalsins taka við tiltölulega sléttar heiðar með lágum hæðum. Þó er landslag mun mishæðóttara vestan dalsins. Kringilsárrani er syðstur og afmarkast af foráttujökulám á báða bóga, Kringilsá og Jöklu, og því lítt aðgengilegur. Þar fyrir norðan er ónefnt svæði, sem nýlega hefur verið stungið uppá að kalla Sauðárrana (Hjörleifur Guttormsson 1987). Verður það heiti notað hér. Þar eru þrjár ávalar öldur, Sauðafellsalda, Sauðafell og Sauðárháls. Næst norðan Sauðár eru grunn daldrög að Sauðárdal og Vesturdal. Austan Jöklu eru Vesturöræfi, mýrlend mjög með fjölda smátjarna og lágum öldum á milli. Háls heitir lágor rani austan ár, en við hann er fyrirhugað lón Kárahnjúka-virkjunar, Háslón kennt. Land hækkar lítillega til norðurs að Sandfelli, sem er móbergsfjall sunnan Kárahnjúka.

4. JARÐGRUNNUR

Allt það land, sem hér er fjallað um, ber þess merki að vera mótað af jökli. Ísalarjökullinn mótaði landið með greftri dala og svörfun lands á mörgum jökulskeiðum. Einnig með upphleðslu sets, einkum í lok síðasta jökulskeiðs. Dalurinn sem Jökla rennur í er mótaður af jökli, en það má m.a. sjá af lögun hans og einnig því að undir lónsetinu í botni hans er víða harðnaður jökulruðningur (Jórunn Harðardóttir munnl. upplýsingar). Svæðið sem lýst er hér að framan og sjá má á jarðgrunnskortinu (mynd 1) er að langmestu leyti þakið jökulruðningi frá hörfunarskeiði ísalarjökulsins. Á framrásarstigum á hörfunartíma jökulsins ýtti jökullinn upp jökgulgörðum, sem lýst er í kafla 4.3. Þegar jökullinn hörfaði myndaðist í dalnum lón, sem haldið var uppi af berghafti við Kárahnjúka, sem mynduðust í eldgosi undir jökli í lok síðasta jökulskeiðs (Bessi Aðalsteinson 1992). Fjallað er um lónsetið í kafla 4.5 hér á eftir.

4.1 Jökulruðningur

Svæðið, sem lýst er hér að framan og sjá má á jarðgrunnskortinu (mynd 1), er að langmestu leyti þakið jökulruðningi frá hörfunarskeiði ísalarjökulsins. Víða er hann þó þunnur og ósamfelldur, svo hugmynd má fá um berggrunninn. Þar sem berg stendur uppúr jökulruðningnum, má víða finna jökulrákir, einkum á basaltklöppum. Þykkan og vel þekjandi jökulruðning er helst að finna sunnan og suðaustan Sandfells austan ár og rétt norðan ármóta Sauðár vestari og Jöklu vestan ár. Einnig er jökulruðningur víðast hvar þykkur sunnan Sauðafellsöldu og Kringilsár, alla leið suður að jökli. Undantekning eru svæði, þar sem jökulvatn frá Brúarjökli hefur skolað öllu lauslegu af klöppum í hlaupum samfara framhlaupum í jöklinum. Víðast hvar er jökulruðningurinn kembdur, þ.e. í honum hafa myndast svokallaðar jölkembur, sem eru langir hryggir mótaðir í skriðstefnu jökulsins, oft nokkrir km á lengd. Slíkir hryggir sýna ávallt allra síðustu skriðstefnu jökulsins og jafnvel enn betur en jökulrákir á klöppum sem geta verið staðbundnar.

Víða er yfirborð jökulruðningsins þakið stórgrýtisdreif. Yfirleitt eru björgin ekki mikið núin, sem bendir til þess, að þau séu ekki langt að flutt. Sums staðar má sjá hvar jökullinn hefur náð taki á basaltlögum og kroppað úr þeim og rótað björgum með sér einhvern spöl. Af þessu má einnig ráða í skriðstefnu jökulsins á þeim tíma.

4.2 Jökulárset

Set myndað af rennandi jökulvatni undir eða framan við jökul kallast jökulárset. Þegar vatnið kemur undan jöklinum verður mikið þrýstifall og efnið sem vatnið ber með sér sest til framan við jökullinn. Grófasta efnið (stórgrýti, steinar og möl) sest til næst jöklinum. Fínna efni (möл og sandur) berst áfram með vatninu, uns það sest til og það allra fínasta (silt og leir) berst jafnvel alla leið til sjávar. Á svæðinu sem kortið sýnir er ekki mikið af jökulárseti, nema í tengslum við gamla lónsetið í dal Jöklu (sjá næstu grein). Þó eru litlir sandar framan við framhlaupsjökulgarðana frá 1890 og 1964. Miklu stærri sandur er í farvegi Sauðár vestari skammt utan við jaðar kortsins. Efnið er mest sandur

og möl, en lítið af grófari kornastærðum.

Malarásar myndaðir í göngum í eða undir jöklinum eru í Sauðárdal. Mest er þó um malarása innan við framhlaupsgarðana frá 1890 og 1964. Lengsti malarásinn er í Kringilsárrana milli þessara tveggja jökulgarða. Óskar Knudsen hefur rannsakað malarása framan við Brúarjökul um árabil og m.a. skilgreint hugtakið "krákustígshryggir", sem eru upphaflega malarásar, sem aflagast hafa í framhlaupi jöklusins og jafnvel hreyfst úr stað með jöklinum (Óskar Knudsen 1995 og 1998).

4.3 Jökulgarðar

Hörfunarsaga hins forna "Brúarjökuls" er allvel þekkt (Bessi Aðalsteinsson 1992; Ingibjörg Kaldal 1992 og 1993 og óbirt gögn; og Óskar Knudsen 1995, 2000). Brúarjökull er þekktur framhlaupsjökull í dag. Síðast hljóp hann fram 1964 og þar áður 1890, en auk þess eru frásagnir og ummerki um eldri framhlaup á sögulegum tíma. Um þessi framhlaup vitna jökulgarðar og aðrar jaðarmyndanir, sem rekja má samfellt langar leiðir. Auk þess er útbreiðsla framhlaups 1810 þekkt að hluta, en jökulgarðar frá því hlaupi eru ýmist huldir jökulruðningi eða hafa sópast í burtu í framhlaupinu 1890, þegar jökullinn gekk lengst fram á nútíma. Hér á eftir er jökulgörðunum lýst hverjum fyrir sig.

4.3.1 Búrfellsstig

Nyrsti og elsti jökulgarðurinn á kortinu er kenndur við Búrfell austan við Kárahnjúka. Rekja má þennan garð meira eða minna samfellt frá Grjótá, norðvestur yfir Desjárdal þar sem hann verður mjög óljós. Vestan Jöklu eru ummerki eftir þetta stig í Sauðárdal, þar sem eru malarásar og jökulárset, og jökulgarður í vesturhlíð dalsins. Sunnan undir Hvannstóðsfjöllum klifrar mjög stórgryttur jökulgarður upp hlíðina. Hann má rekja slitrótt til suðvesturs í átt að Hattfelli. Ástæðan fyrir því hve jökulgarðurinn er stórgryttur sunnan Hvannstóðsfjalla er, að þar fyrir sunnan eru basatlög, sem jökullinn hefur náð að plokka stór björg úr og rogast með þau upp hlíðina. Eins og sjá má á jarðgrunnskortinu er miklu meira um jöulkembur innan við Búrfellsgarðinn en utan hans. Um aldur þessa stigs er lítið hægt að segja, nema að það er frá því að meginjökullinn hörfaði inn til landsins fyrir 9.000-10.000 árum.

4.3.2 Þorláksmýrastig

Engin ummerki um framrás hins hörfandi meginjökuls er að finna innan við Búrfellsgarðinn fyrr en um 10 km sunnar. Þar eru jaðarmyndanir sem kenndar hafa verið við Þorláksmýrar suðvestan við Sauðafellsöldu vestan Kringilsá. Fyrst til að átta sig á þessu stigi og gefa því nafn var þýski jarðfræðingurinn Emmy Mercedes Todtmann árið 1954. Hún rakti jaðarmyndanir í formi jökulgarða og sanda sem myndaðir voru framan við jökuljaðarinn milli Sauðár og Kringilsár (Todtmann 1960). Taldi hún þetta stig vera samaldra jökulgörðum framan við suma suðurjökla Vatnajökuls, en þeir eru taldir vera frá Mýraskeiðinu síðara (Sub-Atlanticum), sem hófst fyrir um 2500 árum, þegar loftlag kólnaði skyndilega og úrkoma jókst til muna. Þá gengu margir brattir háfjallajöklar fram

(t.d. Kvíárjökull frá Öræfajökli og Hálsajökull í Snæfelli (Sigurður Þórarinsson 1964a)).

Rannsóknir Sigurðar Þórarinssonar 1962 og 1964 sýna hins vegar svo ekki verður um villst, að Þorláksmýragarðurinn er miklu eldri eða frá hörfun meginjökulsins og því líklega ekki mikið yngri en Búrfellsstig. Sigurður mældi öskulagasnið á nokkrum stöðum milli Þorláksmýrastigs og garðsins frá 1890, í Kringilsárrana og rétt vestan Sauðár vestari. Hann fann þar fjölda öskulaga, en mest áberandi voru súru, ljósu öskulögini frá Öræfajökulsgosinu 1362, H_3 (Hekla ~2800 ára) og H_4 (Hekla um 4000 ára). Undir H_4 er svo jarðvegur með fjölda öskulaga álíka þykkur og fyrir ofan lagið, þannig að ljóst er að þarna hefur jarðvegsmundun hefur verið óslitin og ótrufluð af framgangi jöklar síðan hún hófst eftir að ísaldarjökullinn hvarf af svæðinu. Athuganir okkar rétt innan við Þorláksmýragarðinn á Hálsi benda eindregið til þess að Sigurður hafi haft rétt fyrir sér.

Seinna rakti Bessi Aðalsteinsson ummerki þessarar framrásar til beggja átta eða a.m.k. vestur að Kverká til vesturs og suður yfir Vesturöræfi til austurs. Jaðarmyndanir sunnan Snæfells, á áhrifasvæði Eyjabakkajökuls eru hugsanlega samaldra þessu stigi (Skúli Víkingsson 2000). Brúarjökull og Eyjabakkajökull hlupu samtímis 1890, svo það getur allt eins hafa gerst áður.

Á jarðgrunnskortinu má sjá, að garðinn má rekja nær samfellt frá dalbrún Jöklu í stórum sveig suðaustur yfir Vesturöræfi. Engin ummerki um jökuljaðar eru niðri í dalnum, en nánar verður fjallað um samband þessa stigs við lónsetið í næstu grein. Vestan Jöklu er óvisst um framhald fyrr en vestan Kringilsár þar sem ummerki jaðars eru sunnan í Sauðafellsöldu. Yst í Kringilsárrana eru mikil stórgrýtt jökulruðningshrúgöld, sem kunna að vera frá Þorláksmýrastigi.

4.4 Framrásir Brúarjökuls á sögulegum tíma

Brúarjökull er einn þekktasti framhlaupsjökull frá Vtnajökli og hann hefur hlaupið fram lengst allra jöklar svo vitað sé, eða um 10 km 1890 (Sigurður Þórarinsson 1964 og 1969). Framhlaup Brúarjökuls eru þekkt frá 1625, á árunum 1720-30, 1810, 1890 og 1963-64 (Þorvaldur Thoroddsen 1914, Sigurður Þórarinsson 1964 og 1969). Auk þess mun austurhluti Brúarjökuls hafa hlaupið fram 1938 samtímis Eyjabakkajökli (Sigurður Þórarinsson 1938). Framhlaupin á 17. og 18. öld eru ekki vel þekkt enda hafa seinni framhlaup farið lengra og máð merki þeirra eða eytt þeim. Hins vegar eru ummerki framhlaupanna 1964 og 1890 vel þekkt og jafnvel má enn sjá ummerki framhlaupsins 1810, eins og vikið verður að hér á eftir. Verður hér fjallað stuttlega um framhlaupin í öfugri tímaröð, þ.e. það yngsta fyrst.

4.4.1 Framhlaupið 1963-64

Þegar framhlaupið hófst, hafði jökullinn hörfað 10 - 11 km frá jökulgörðunum frá 1890. Haustið 1963 urðu menn varið við aukið vatnsrennsli og aurburð í Jöklu og að jökullinn

hafði hækkað mjög. Um miðjan október var jökullinn mjög sprunginn, en var ekki farinn að ganga neitt fram. Hins vegar heyrðust skruðningar frá jöklínunum í byggð í um 50 km fjarlægð. Mánuði síðar hafði jaðarinn þegar skriðið fram um 2-3 km. Í byrjun janúar komu menn fyrst að jöklínunum og mældu skriðhraða um 1 m/klst. Mælingar í ágúst 1964 sýndu að jökullinn hafði skriðið fram allt að 8 km, en einungis 200 - 300 m frá því í byrjun janúar. Jaðarinn var um 30 - 50 m hárr, en engir jökulgarðar höfðu myndast framan við hann (a.m.k. ekki rétt vestan við Kverká, þar sem komið var að jöklínunum) enda framskriðið um hávetur yfir gaddfreðna jörð. Prátt fyrir þetta má nú sjá greinilega jökulgarða frá þessu framhlaupi, eins og í Lágtungum, í Kringilsárrana og vestan Sauðár vestari. Þeir eru myndaðir áður en jökullinn tók að hörfa aftur. Einnig hafa myndast litlir jökuláraurar framan við jaðarinn, eins og t.d. í Kringilsárrana.

4.4.2 Framhlaupið 1938

Sigurður Þórarinsson getur um það í grein sinni 1938, að austurhluti Brúarjökuls hafi gengið fram milli Jöklusá á Dal og Jöklusá á Fljótsdals. Hann kom að jöklínunum 1934 og var jaðarinn þá flatur og þunnur. Þýski jarðfræðingurinn Paul Woldstedt kom að Brúarjökli 1936 og birti niðurstöður rannsóknna sinna 1938. Á kortskissu í grein hans (frá Kverká austur fyrir upptök Kringilsá) er enginn mælikvarði svo erfitt er að sjá hve langt jökullinn hefur hörfað frá jökulgörðunum frá 1890 á þessu árabili. Með samanburði við kort Orkustofnunar í mælikvarða 1:20.000 má þó fara nærrí um að það sé um 2 km. Af ljósmyndum í grein hans má ráða að jökuljaðarinn hafi þá verið frekar flatur. Mikið var af drylum og sprungufyllingum á jöklínunum.

Á korti Todtmann (1960) teiknar hún jökulgarða frá 1938 fyrir sunnan Maríutungur um 1-2 km sunnan við jaðar jarðgrunnskortsins. Einnig teiknar hún jaðar jöklusins 1937/1938 (fyrir framhlaupið) á kort sitt eftir dönsku herforingjaráðskortunum.

4.4.3 Framhlaupið 1890

Lýsing Þorvaldar Thoroddsen (1914) er á þá leið, að veturn 1889-1890 hafi orðið mikill vöxtur í jökulám frá Brúarjökli og mikill jökulgormur í þeim. Tengir hann það reyndar eldsloga sem menn þóttust sjá úr byggð upp úr jöklínunum suður af Snæfelli, en eldgos á þeim stað er ólíklegt. Um mitt sumar kom hlaup í Jöklusá á Brú með jakaburði og seinna, er menn fóru að kanna ástand jöklusins, sást að hann var allur sprunginn svo sást í bergið milli ísflykkjanna. Þorvaldur segir að jökullinn hafi sópað burt öllum jökuloldum á Kringilsárrana, en byggir þar að öllum líkindum á frásögn Þorvaldar Kjerúlfss læknis sem horfði yfir Brúarjökull síðla sumars 1890 meðan enn var gangur í jöklínum (sjá næstu grein). Breytingar höfðu einnig orðið á jökulkvíslum. Þorvaldur Thoroddsen kom að Brúarjökli 1894. Þá var jökullinn "...fremur lágur hið neðra og er hallalítið langt upp eftir; að framan er jökullinn mjög óhreinn, en fremur lítið sprunginn; litlar eða engar jökuloldur eru fram með honum...". Alls er talið að Brúarjökull hafi gengið fram um 10 km að þessu sinni og eru víða fallegir jökulgarðar frá þessu framhlaupi. Þar sem jökullinn skreið yfir jarðveg vöðlaði hann jarðveginum upp í hrúgur, sem hafa verið kallaðir Hraukar (í Kringilsárrana) og Töðuhraukar (austan Jökulkvíslar).

4.4.4 Framhlaupið 1810

Þorvaldur Thoroddsen (1914) segir að Brúarjökull hafi gengið fram 1810, en hafi svo farið minnkandi næstu ár. „..á Kringilsárrana urðu eftir gamlar jökulöldur; þær urðu síðan grasi grónar, en þó var altaf ís innan í.“ Prátt fyrir að framhlaupið 1890 hafi viðast gengið út fyrir garðana frá 1810 mótar samt enn fyrir þeim á Kringilsárrana, um það bil mitt á milli garðanna frá 1964 og 1890. Það er a.m.k. skoðum Todtmann (1960). Sigurður Þórarinsson (1964) hafði einhverjar efasemdir um það og getur þess að þetta stangist á við frásögn Þorvarðar Kjerúlfss læknis frá 1890. Í frásögn hans hefur hann það eftir tveim heimamönnum sem fóru inn að jöklinum um mitt summar, að jökkullinn hafi verið genginn út á svonefnda Hraungarða í Kringilsárrana. „...Það eru gamlar jökulýtur og jökkull undir,...hafi jöklusbrúnin farið undir garðan og flett þeim upp, svo þeir lágu nú ofan á jökulröndinni, sem var á að geta 30 faðma há. Þessar jökulýtur voru um 80 ára gamlar“. Þorvarður Kjerúlf fór seinna um sumarið inn á Hvannstóðsfjöll í björtru veðri og horfði suður yfir jökkullinn (úr um 15 km fjarlægð). Lýsir hann hrikalegum jökluljaðrinum mjög myndrænt, en getur þess jafnframt að „Hreyfing var enn í jöklinum, því að jakar voru að hrapa úr bergenú hér og þar, og gnýr nokkur til jöklusins að heyra“. Af þessu er augljóst að þegar Kjerúlf var á ferðinni hefur jökkullinn ekki verið genginn alla leið fram og því engin ástæða að efast um að Todtmann hefur haft rétt fyrir sér um 1810 garðana innan við 1890 garðinn.

4.4.5 Framhlaupið 1720-30

Pétur Brynjólfsson samferðamaður Sveins Pálssonar kom að jöklinum 1794. Í Ferðabók sinni skrifar Sveinn lýsingu eftir rannsóknunum Péturs á hálandinu. Getur hann þess að malarhólar liggi meðfram jökluljaðrinum í Kringilsárrana. Jökkullinn hefur hörfað 300 faðma frá þessum görðum. Innan við þá er stöðuvatn sem úr rennur kvísl í Kringilsá. „Er hann aurborinn langt upp á jaðarinn, sem nú er þarna mjög lágur móts við það, sem hann var fyrir 60 árum“. (Sveinn Pálsson 1945). Það virðist því sem um 1730 hafi jökluljaðarinn verið brattur (eins og hann er að jafnaði fyrst eftir framhlaup) og ýtt fram jökulgörðum, sem hann svo hefur hörfað frá um hálfan kílómetra. Að öllum líkindum hefur þarna verið um framhlaup að ræða.

Oddur Sigurðsson (munnl. uppl.) telur nær öruggt að jökkullinn hafi hlaupið fram einhvern tímamann á tímabilinu 1730 til 1794, e.t.v. um 1780. Samkvæmt Sveini Pálssyni hefur jökkullinn ekki hörfað nema um 8 metra á ári á tímabilinu 1730-1794 sem er ótrúlega lág tala. Á tímabilinu 1964-1998 hörfaði Brúarjökull 56-95 m/ári (eftir því hvar við jökluljaðarinn er mælt). Á tímabilinu 1890-1937 hörfaði hann 70-106 m/ári. Það verður þó að taka með í reikninginn, að á þessari öld hafa jöklar lengst af verið að hörfa, en á 18. öld gengu þeir fram.

Á litprentuðu korti Todtmann (1960) eru teiknaðir óljósir jökulgarðar um 1 km innan við 1810 garðinn í Kringilsárrana („älter als 1810“ eins og hún segir). Á jarðgrunnskortinu eru þessir garðar rétt innan við framhlaupsgarðinn frá 1964. Á loftmyndum er þessi hryggur mjög greinilegur, en breiður og ekki hárr, enda yfirgenginn af

a.m.k. 3 framhlaupum. Liggur beinast við að þessi hryggur sé frá framhlaupi á 18. öld.

4.4.6 Framhlaupið 1625

Í Ferðabók Eggerts og Bjarna er getið um mikinn ókyrtleika í Klofajökli þetta ár. Hlaup varð í Jökulsá á Brú, svo vatnsborðið hækkaði um 20 álnir. Við það braut hún af sér brú, sem var ein af fáum brúm á landinu (Eggert Ólafsson 1943 (frumútgáfa 1772)). Að öllum líkindum eru þetta vísbendingar um framhlaup í Brúarjökli (Sigurður Pórarinsson 1969).

4.4.7 Jökulgarður af óvissum aldri

Í Lágtungum rétt vestan við Jökulkvísl eru ummerki jökuljaðars sem ekki er vitað um aldur á. Liggja þessar jaðarmyndanir einungis 100-200 m utan við jökulgarðinn frá 1964. Um er að ræða lágan, mjóan en mjög greinilegan jökulgarð og sést hann vel á loftmyndum. Innan við hann er net mjórra malarása og í framhaldi af garðinum er lítill endasleppur sandur myndaður framan við jökuljaðarinn. Þessar myndanir eru mjög ferskar að sjá og má rekja þær um 2,5 km til suðurs, þar sem þær hverfa undir jökulmyndanir frá framhlaupinu frá 1964. Á korti Todtmann (1960) eru þessar jaðarmyndanir teiknaðar og hefur hún rákið þær a.m.k. 3 km lengra til suðurs í Lágtungum. Þessar myndanir eru það fersklegar að sjá, að útilokað er að framhlaupið 1890 hafi gengið yfir þær. Þær eru því augljóslega myndaðar á tímabilinu milli 1890 og 1956 þegar Todtmann var síðast á ferð. Ekki er vitað um neitt framhlaup á þessum tíma annað en 1938, en jökulgarðar frá því hlaupi eru miklu sunnar eins og áður sagði. Líklegast er að þær séu myndaðar fljótlega eftir að jökkullinn fór að hörfa frá 1890 görðunum.

4.5 Lónsetið

Í dal Jöklu innan við Fremri-Kárahnjúk er lónset eftir jökkullón sem myndaðist framan við jökuljaðarinn þegar ísaldarjökkullinn var að hörfa af landinu í lok síðasta jökulskeiðs. Þegar lónið tæmdist og Dimmugljúfur mynduðust, gróf Jökla sig niður í núverandi farveg svo eftir sitja miklir sethjallar báðum megin dalsins. Í upphafi var þess getið, að það hefði ekki verið hlutverk höfunda þessarar samantektar að kanna innviði hjallana sjálfra, en af ferðum okkar höfum við óhjákvæmilega kynnst þeim nokkuð. Hér á eftir verður reynt að gefa einhverja mynd af því hvernig atburðarrás í sögu lónsins og myndun Dimmugljúfra hefur verið. Rannsóknir þeirra jarðfræðinga, sem hafa skoðað lónsetið nákvæmlega, munu vonandi staðfesta eða hrekja hugmyndirnar sem hér eru settar fram.

4.5.1 Myndunarsaga lónsins

Jökuljaðar Búrfellsstigs náði niður í lágan dal milli Fremri-Kárahnjúks og Skógarháls. Jökulá (sem mörg þúsund árum síðar fékk nafnið Jökulsá á Dal eða Jökla) setti af sér jökulárset framan við jökuljaðarinn. Leifar þess má nú sjá vestan megin í dalnum sem hjalla í um 563 m hæð yfir sjó.

Jökuljaðarinn hörfaði frá jökulgörðunum inn yfir dal sem var mun dýpri en fyrnefndur

dalur milli Kárahnjúka og Skógarháls. Kárahnjúkar mynduðust í eldgosi undir jöklinum seit á síðasta jökluskeiði. Í skýrslu Bessa Aðalsteinssonar (1992) segir: "Á síðasta hlýskeiði var Jökla í sama farvegi og nú, nema þar sem nú eru Dimmugljúfur. Þar rann hún aðeins austar, um það bil þar sem nú eru Kárahnúkarnir, í dal sem svipaði mjög til dalsins utan gljúfra núna". Eldgosið sem myndaði m.a. Kárahnjúka og Sandfell varð á 18 km langri sprungu í þessum gamla dal og lokaði honum. Sjá má hlíð gamla dalsins yst í gljúfurvegnum við Ytri-Kárahnjúk. Þegar jökullinn svo hörfaði frá þessari ungu dalstíflu átti vatn frá honum sér ekki undankomuleið og lónið tók að myndast.

Jökullinn hörfaði hratt og viðstöðulaust suður dalinn. Lónið varð lengra og lengra. Fínasta efnið í jökulvatninu settist til í lóninu m.a. ofan á jökulruðning í lónbotninum (Jórunn Harðardóttir, munnl. uppl.). Gera má ráð fyrir að meðan jökullinn hörfaði suður dalinn hafi stöðugt brotnað úr honum, og jökulflykki, hlaðin aur og sandi (eins og jafnan er í jaðri jökla) hafi flotið á lóninu uns þau bráðnuðu og efnið úr þeim barst til botns. Ef miðað er við sama hörfunarhraða og á þessari öld, milli 1890 og 1937 (meðaltal 88 m/ár) og 1964 og 1998 (meðaltal 70 m/ár), en á þeim tímabilum var stöðug hörfun, má gera ráð fyrir að jökullinn hafi hörfað frá Búrfellsgarðinum inn að núverandi stöðu jaðars á 250-300 árum. Það er þó örugglega lágmarkstími, því að Þorláksmýrafrahlaupið tafði eithvað fyrir höfuninni. Eins má gera ráð fyrir að höfunin hafi gerst í rykkjum allt eftir veðurfari á hverjum tíma.

Set frá þessum tíma má sjá alls staðar í hjöllunum frá Fremri-Kárahnjúk (Mynd 2) suður á móts við suðurenda Sauðafells. Setið er að mestu leyti lagskipt silt og fínsandur. Þykkast er það á um 1 km kafla fyrir ofan og neðan ármót Sauðár vestari og Jöklu, eða 70-75 m. Þaðan þynnist það til suðurs. Berg er í ánni nær samfellt frá Sauðafelli og niður í Dimmugljúfur (mynd 3). Lítið er af leir í lónsetinu, en lónið hefur haft afrennsli niður dalinn og fíni svifaurinn borist til sjávar með jökulvatninu. Á þessu stigi barst set út í lónið frá jöklinum, en einnig hlíðarám eins og Sauðá vestari. Þar sem Sauðá rann inn í lónið settist til mikið af sandi. Þegar Jökla og Sauðá tóku að grafa sig niður í lónsetið var sandurinn miklu auðgræfari en siltið. Því myndaðist stór hvammur utan við og á móts við Sauðá (Skúli Víkingsson 1993).

Rúmlega 1 km norðan við ármót Kringilsá og Jöklu tekur setið í hjöllunum að breyta um svip (mynd 4). Þar fyrir sunnan er eingöngu um sandlög og misgróft jökulárset að ræða, alla leið suður að framhlaupsgarðinum frá 1890. Það framhlaup hefur eyðilagt lónset sem kann að hafa verið þar fyrir sunnan. Ekki er að sjá neitt fínlagskipt silt með fínsandslögum, eins og norðar í lónfyllunni. Bæði hefur borist set inn í lónið með Kringilsá og Jöklu og líklega líka Sauðá eystri. Þetta grófa set er augljóslega sett af nær jökuljaðri, en fína lónsetið. Dalbotninn fer stöðugt hækkandi suður og þar af leiðandi er þar stöðugt minna vatnsdýpi. Aðstæður hafa verið þannig við jökuljaðarinn, að framan við hann hefur verið að myndast óseyri út í lónið, bæði frá Jöklu og Kringilsá.

Nokkur hundruð metrum sunnan við ármót Kringilsá og Jöklu eru opnur í eftirfarandi setlög (mjög gróf mæling með kíki af árbakkanum austan Jöklu; mynd 5): neðst eru

skriður sem ekki er hægt að ráða í; þá kemur um 1-2 m lag af sandi; þar ofan á um 2-3 m af jökulárseti, mest möl og steinum; ofaná því er aftur móbrúnt sandlag um 2-3 m á þykkt; þar ofaná er gróft jökulárset með stórum steinum og hnullungum í möl og sandi. Efst er svo þunnt lag af vel skolaðri möl. Hugsa má sér að neðra sandlagið sé frá þeim tíma er jökuljaðarinn hafi verið kominn nokkra kílómetra suður fyrir Kringilsá, jafnvel sunnar en þar sem 1890 garðurinn er nú. Þá hafi orðið einhver framrás í jöklínnum og neðra malarlagið myndast. Síðan hafi jökullinn hörfað aftur og eftir sandlagið myndast. Á Þorláksmýrastigi varð framhlaup í jöklínnum aftur og hann gekk fram alla leið að Kringislá. Eftir og grófa jökulársetið sem áður var lýst er því frá því stigi og eftir hörfun jöklusins frá Þorláksmýragarðinum.

4.5.2 Hæstu strandlínur lónsins

Lónhjallarnir eru í um 550 m y.s. á móts við Sandfell og fara smátt og smátt hækkandi til suðurs. Stóri hjallinn rétt norðan við framhlaupsgarðinn frá 1890 er í 585 m hæð. Ofan við hina eiginlegu hjalla má hins vegar víða sjá móta fyrir strandlínum. Ýmist koma þær einungis fram sem rofstallar, sem sjást best á loftmynd (hnitaðar beint af staf-rænum loftmyndum á tölvuskjá), eða sem örþunn malardreif í hlíðunum (mynd 6). Hæstu strandlínur eru í 560 m hæð við Sauðá vestari, 569 m y.s. við Lindur, 573 m y.s. við Sauðafell, 586 m y.s. við Þorláksmýrastig og 590 m y.s. rétt utan við 1890 garðinn. Hækjun lónhæðar til suðurs ber ótvírætt merki um landris síðan strandlínurnar mynduðust. Þegar ísaldarjökullinn lá yfir landinu þrésti hann landinu niður með fargi sínu. Þegar hann hörfaði lyftist landið á ný, því meir sem jökullinn hafði verið þykkari, þ.e. því meir sem nær dró jökulmiðjunni. Því hafa strandlínurnar lyftst því meir er sunnar dró. Sama máli geginn ekki um hjallahæðir. Þegar jökulársetið myndaðist hækkaði yfirborð þess er nær dró jöklínnum, líkt og sjá má t.d. á söndunum sunnan jöklia í dag.

4.5.3 Tæming lónsins og gröftur Dimmugljúfra

Jökullinn hélt síðan áfram að hörfa langt inn fyrir núverandi jaðar Brúarjökuls (hversu langt veit enginn). Lónið fylltist smám saman af seti uns aðstæður urðu þannig að ekkert lón var í dalnum lengur og Jökla flæmdist um flatar malareyrar. Á nokkrum stöðum, a.m.k. sunnan til á lónstæðinu, hefur fundist 20-30 cm jarðvegslag með einhverjum öskulögum ofan á jökulársetinu. Ofan á jarðveginum er síðan vel skolað malarlag, víða 1-3 m að þykkt (mynd 7). Petta þýðir það að eftir að lónið fylltist hefur liðið einhver tími í ró og spekt með jarðvegsmyndun áður en malarlag lagðist yfir jarðveginn. Tekin hafa verið sýni af öskulögum og efni til aldursgreininga úr jarðvegslaginu (Jórunn Harðardóttir munnl. uppl.). Þessi lög hafa fundist í hjöllunum báðum megin Jöklu svo öruggt er að þau hafa myndast áður en Jökla tók að grafa sig niður í lónsetið. Ef tekst að fá aldursgreiningu úr jarðveginum ætti hún að geta varpað ljósi á aldur Dimmugljúfra.

Eftir að ísaldarjökullinn fór að hörfa af landinu fyrir um 10 þúsund árum, fór loftslag stöðugt hlýnandi. Jökullinn virðist hafa hagað sér svipað á hörfunarskeiðinu og hann

gerir í dag, þ.e. að ryðjast skyndilega fram svo kílómetrum skiptir, og eru jökulgarðarnir sem lýst var hér að framan ótvírætt merki um það. Talið er að á þessu hlýviðrisskeiði hafi jöklar nær alveg horfið af landinu. Einungis hafi verið smájöklar á hæstu fjöllum eins og t.d. Snæfelli. Þegar hlýviðrisskeiðinu lauk fyrir um 2500 árum fór aftur kólnandi og úrkoma jókst. Stóru jöklarnir eins og Vatnajökull tóku þá að myndast aftur og stækkuðu þar til þeir náðu hámarki sínu um síðustu aldamót.

Enn er spurningunni um það hvenær Dimmugljúfur gráfust ósvarað. Til þess að slíkt gljúfur geti grafist þarf fyrst og fremst vatn, og það í verulegu magni. Í öðru lagi þarf fall, og í þriðja lagi graftól, þ.e. mikinn aurburð með vatninu. Að öllum líkindum hefur einhver flóðtoppur komið greftrinum af stað (jökulhlaup, jökulleysing og/eða vöxtur í dragám. Fastlega má gera ráð fyrir því, að eftir að jökkullinn var horfinn til háfjalla hafi minna vatn runnið eftir dalnum, í öllu falli engin stór jökulá. Það er ekki fyrir en jökkullinn hefur verið farinn að stækka verulega, sem jökulá fór aftur að renna um dalinn. Það gæti því verið að Dimmugljúfur hafi ekki farið að grafast fyrir en fyrir um það bil 2000 árum eða enn síðar. Hugsanlega hefur það gerst í einhverju framhlaupi, en þá eykst vatnsmagn og aurburður frá jöklinum gífurlega.

Hinn möguleikinn er sá að það hafi gerst á hörfunarskeiði jöklusins, en það verður að teljast ólíklegt því þá var lónið enn að fyllast af seti og eins og sagt var áður bendir jarðvegurinn til þess að einhver tími hafi liðið milli þess að það fylltist, jarðvegur fór að myndast og efsta malarlagið myndaðist. Því teljum við fyrri kennunga líklegri. Úr þessu má e.t.v. skera með nákvæmum öskulagarannsóknunum í jarðvegi á neðri hjöllunum meðfram Jöklu, t.d. norðan við Lindur. Fjölmörgum spurningum er enn ósvarað og margt ókannað, sem kann að geta varpað skýrari mynd á atburðarrásina. T.d. er okkur ekki kunnugt um að ummerki eftir gröft lónanna uppi á gljúfurbörmunum, né neðan gljúfranna, hafi verið könnuð. Öskulagarannsóknir þar ættu að varpa einhverju ljósi á hvenær þessir atburðir hafi gerst.

Eftir að gljúfrin tóku að grafast hefur það líklega tekið Jöklu tiltölulega stuttan tíma að grafa sig niður í gegnum lónsetið. Sums staðar hefur henni tekist að sópa nær öllu setinu burt, en þá eru víðast hvar myndarlegir hjallar hinum megin dalsins, sem sýnir að áin hefur bugðast milli dalhlíðanna. Dæmi um þetta er t.d. á kaflanum austan og suðaustan við Sauðafell (mynd 8).

5. Áhrif mannvirkja á jarðmyndanir á svæðinu

Á jarðgrunnskortinu er hæsta vatnsborð fyrirhugaðs Háslóns í 625 m y.s. sýnt með blárrí línu. Hæsta vatnsborð er um 75 ofan við hjallana á móts við Sandfell og 40 m ofan við hæstu ummerki gamla lónsins við jökulgarðinn frá 1890. Það er því augljóst að öll ummerki hins gamla lóns frá hörfun ísaldarjökulsins munu fara á kaf í Háslón. Áhrif lónsins á jökulgarðana eru hins vegar ekki svo mikil. Jökulgarðurinn frá Búrfellstigi sleppur alveg. Einungis lítt stúfur af Þorláksmýragarðinum mun fara á kaf (mynd 9). Austasti hluti garðsins frá 1890 í Kringilsárrana fer á kaf auk þess hluta garðsins sem er í dalbotninum. Sama gildir um garðinn frá 1964. Hraukarnir í Kringilsárrana og Töðuhraukar á Vesturöræfum sleppa alveg.

Engar aðrar sérstæðar jarðmyndanir eru á áhrifasvæði lónsins. Á þessu stigi máls er okkur ekki kunnugt um hvar fyrirhugað er að taka byggingarefnini. Þess ber að gæta sem endranær, að opna námur hefst á svæðum sem fara á kaf í lónið, eftir því sem unnt er.

6. Niðurstöður

Eins og sjá má af þessari samantekt er mörgum spurningum ósvarað hvað varðar sögu gamla lónsins og gróft Dimmugljúfra. Rannsóknir á lónsetinu geta varpað ljósi á ýmislegt, sem hagkvæmt er fyrir virkjunaraðila að vita, svo sem hversu hratt slíkt lón fyllist af framburði. Ummerki um slík lón eru óvísá á landinu, a.m.k. ekki af þessari stærðargráðu. Þess verður því að gæta að glata ekki einstöku tækifæri til rannsókna á hörfunarsögu ísaldarjökulsins á Íslandi, sem nýtast mun jarðvísindamönnum og fleirum um ókomna tið.

7. Heimildir

- Bessi Aðalsteinsson 1988: Örnefnakort af Brúaröræfum. Birtist með: Kristbjörn Egilsson og Einar Þórarinsson, 1988: Brúaröræfi. Náttúrufarskónnun vegna virkjunar Jökulsár á Fjöllum og Jökulsár á Dal. Orkustofnun, OS-88021/VOD-03.
- Bessi Aðalsteinsson og Helgi Torfason (ritstjóri) 1992: Jökulsá á Dal. Jarðfræðiskýrsla. Orkustofnun. [óbirt gögn]
- Eggert Ólafsson 1943: *Ferðabók Eggerts Ólafssonar og Bjarna Pálssonar* um ferðir þeirra á Íslandi árin 1752-1757. Útgefendur: Haraldur Sigurðsson og Helgi Hálf-dánarson. Ísafoldarprents miðja hf. Reykjavík 1943.
- Hjörleifur Guttormsson 1987: Norð-Austurland - hálendi og eyðibyggðir. *Ferðafélag Íslands*. Árbók 1987. Prents miðjan Oddi hf 1987.
- Ingibjörg Kaldal 1992: Austurlandsvirkjun - Arnardalsmiðlun. Jarðgrunnur og byggingarefnisleit. Orkustofnun, greinargerð. IK-92/01. 1992-08-03.

- Ingibjörg Kaldal 1993: Austurlandsvirkjun - Arnardalsmiðlun. Jarðgrunnur og byggingarefnisleit 1993. Orkustofnun, greinargerð. IK-93/01. 1993-11-25.
- Óskar Knudsen 1995: Concertina eskers, Brúarjökull, Iceland. An indicator of surge-type glacier behaviour. *Quaternary Science Reviews*, 14, 487-493.
- Óskar Knudsen 1998: Eskers at surging margins og Vatnajökull ice cap; examples from the outlet glaciers Brúarjökull and Tungnaárljökull. Ágrip í: *Glacial Debris Transport and Deposition: Processes and Products*. Joint IGS British Branch, QRA, BGRG and BSRG Meeting. School of Geography, University of Leeds.
- Óskar Knudsen 2000: Jökulmenjar við Brúarjökul, jökulgarðar, jökulurðir og jökulvatnaset. Landsvirkjun, maí 2000. Klettur verkfræðistofa.
- Sigurður Þórarinsson 1938: Über anomale Gletscherschwankungen mit besonderer Berücksichtigung des Vatnajökullgebietes. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar*. Bd. 60 H. 3. 1938
- Sigurður Þórarinsson 1964a: On the Age of the Terminal Moraines of Brúarjökull and Hálsajökull. A tephrochronological study. *Jökull*, 14.ár, s. 67-75. Reykjavík 1964.
- Sigurður Þórarinsson 1964b: Sudden Advance of Vatnajökull Outlet Glaciers 1930-1964. *Jökull*, 14.ár, s. 76-89. Reykjavík 1964.
- Sigurður Þórarinsson 1969: Glacier surges in Iceland, with special reference to the surges of Brúarjökull. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 6, 875-882.
- Skúli Víkingsson 1989: Fljótsdalsvirkjun. Könnun lausra jarðлага, yfirlitskort. Orkustofnun, OS-89026/VOD-05-B.
- Skúli Víkingsson 1991: Jökulsá á Dal. Jarðgrunnskortlagning í júlí 1991. Orkustofnun, greinargerð. SV-91/04
- Skúli Víkingsson og Þórólfur H. Hafstað 1992a: Austurlandsvirkjun - Dimmugljúfur. Byggingarefnisleit - viðbót. Orkustofnun, greinargerð. SV/PHH-92/06. 1992-11-30.
- Skúli Víkingsson og Þórólfur H. Hafstað 1992b: Austurlandsvirkjun - Dimmugljúfur. Byggingarefnisleit. Orkustofnun, greinargerð. SV/PHH-92/05. 1992-10-08.
- Skúli Víkingsson og Þórólfur H. Hafstað 1993: Austurlandsvirkjun - Efri-Jökuldalur. Byggingarefnisleit. Orkustofnun, greinargerð. SV/PHH-92/07. 1992-12-15.
- Skúli Víkingsson 2000: Umhverfi og orkuöflun - jöklalandslag. Austurland. Stöðufyrilit í ársbyrjun 2000. Orkustofnun, greinargerð. SV-00/01. 2000-06-05.
- Sveinn Pálsson 1945: *Ferðabók Sveins Pálssonar*. Dagbækur og ritgerðir 1791-1797. Snælandsútgáfan. Reykjavík 1945.

- Todtmann, Emmy Merchedes 1955: Übersicht über die Eisrandlagen in Kringilsárrani von 1890-1955. *Jökull*. 5. ár, s. 8-10.
- Todtmann, Emmy Mercedes 1960: *Gletscherforschungen auf Island (Vatnajökull)*. Abhandlungen aus dem Gebiet der Auslandskunde. Band 65 - Reihe C Naturwissenschaften) Band 19. Hamburg Cram, De Gruyter & co 1960. 1-95
- Þorvarður Kjerúlf 1962: Vatnajökull hlaupinn. Frásögn Þorvarðar læknis Kjerúlfss 1890. *Jökull*. 12. ár, s. 47-48. (Áður prentað í Ísafold 1890, bls 321).
- Þorvaldur Thoroddsen 1914: *Ferðabók*. Skýrslur um rannsóknir á Íslandi 1882-1898 eftir ... Þriðja bindi. Kaupmannahöfn, Hið íslenzka fræðafélag, 1914. 1-360.
- Woldstedt, Paul 1938: *Vergleichende Untersuchungen an isländischen Gletschern*. Sonderdruck aus dem Jahrbuch der Preussischen Geologischen Landesanstalt für 1938. Band 59. Berlin 1939.



Mynd 2: Lónsetið sunnan við Fremri-Kárahnjúk. Lagskipt silt- og fínsandslög með þunnu malarlagi ofan á. Sandfell er lengst til vinstri og Sauðafell og Sauðárháls í fjarska.



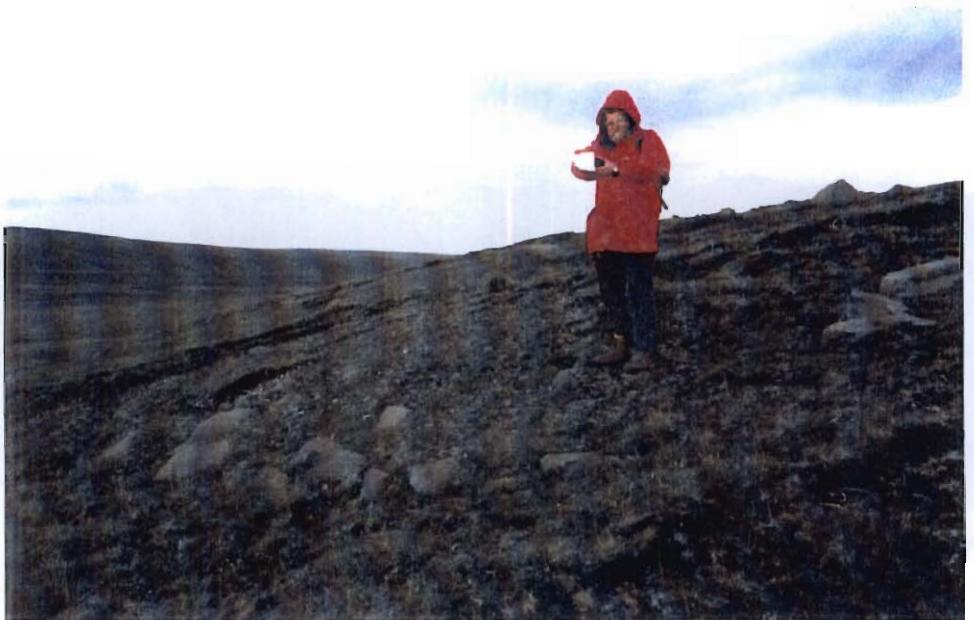
Mynd 3: Lónsetshjallarnir við Lindur. Lagskipt silt- og fínsandslög undir 1-3 m malarlagi. Berg er alls staðar í dalbotninum. Myndin er tekin til norðurs.



Mynd 4: Horft vestur að ármótum Kringilsáar og Jöklu. Hér eru hjallarnir eingöngu úr misgrófu jökulársæti, sem sett er af nálægt jökulaðri.



Mynd 5: Horft yfir Jöklu vestur í Kringilsárrana. Í gilskorningi rétt vinstra megin við miðja mynd má sjá tvö sandlög milli grófari jökulársætslaga. Ljósa lagið ofarlega í bakkánum er gróft jökulársæt, með stórum steinum og hnúllungum. Ofan á það leggst vel skoluð einsleit möl mislægt.



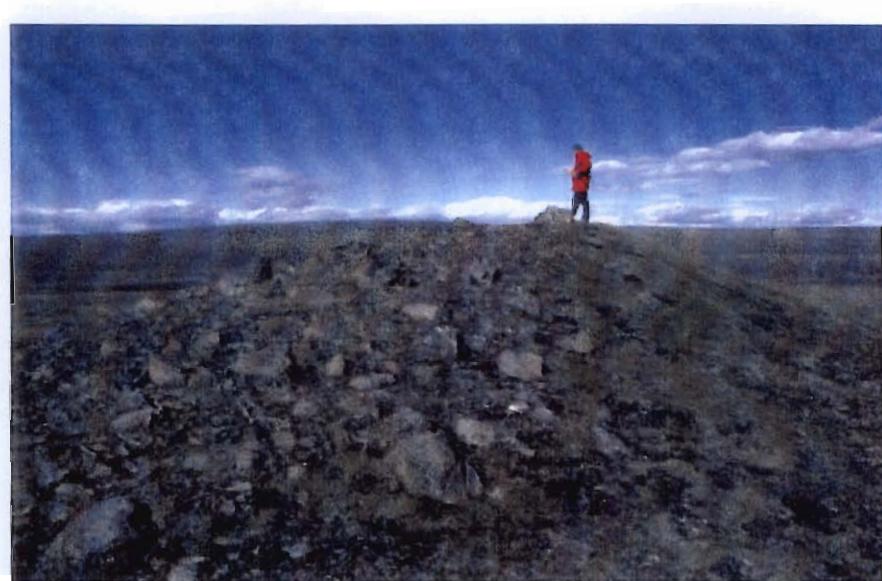
Mynd 6: Efsta strandlínan austan í dalnum rétt norðan við framrásargarðinn frá 1890. Hér er einungis um örþunna dreif af vel skolaðri möl að ræða. Hæð línumnar er 589 m y. s.



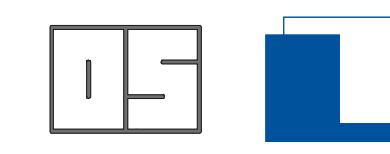
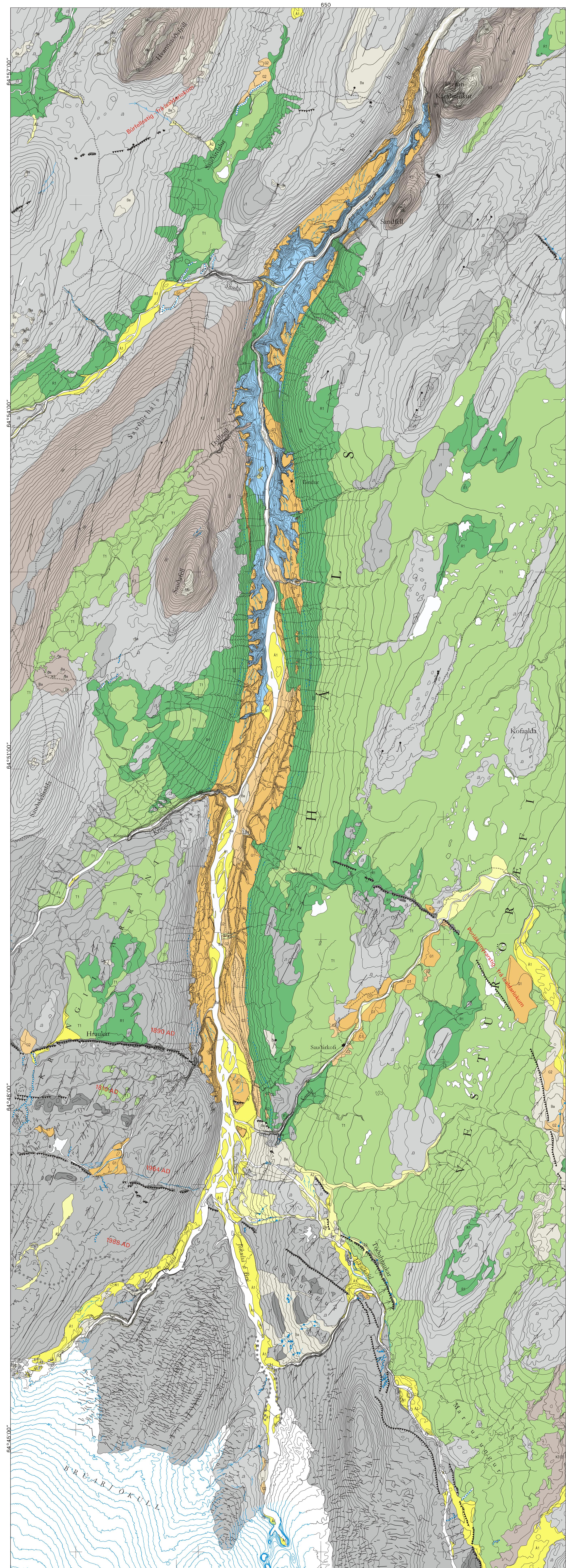
Mynd 7: Snið í hjallann um 1 km norðan við Þoráksmýrastig. Neðst er lagskipt jökulárset. Þá kemur um 30 cm þykkt jarðvegslag með öskulögum. Efst er frekar einsleit, vel skoluð möl. Jarðvegslagið sýnir að einhver tími hefur liðið frá því að lónið fylltist, og að setið í dalnum fór að grafast.



Mynd 8: Horft austur yfir dal Jöklu. Snæfell í baksýn. Á þessum kafla dalsins hefur Jökla legið austan til og sópað nær öllu seti burt, en vestan ár eru myndarlegir hjallar. Þetta sýnir hvernig áin hefur bugðast um dalinn þegar hún var að grafa sig niður.



Mynd 9: Þorláksmýrarjökulgarðurinn austan til í dalnum á móts við nyrsta hluta Kringilsárrana. Þetta er eini hluti garðsins, sem mun fara á kaf í fyrirhugað Háslón.



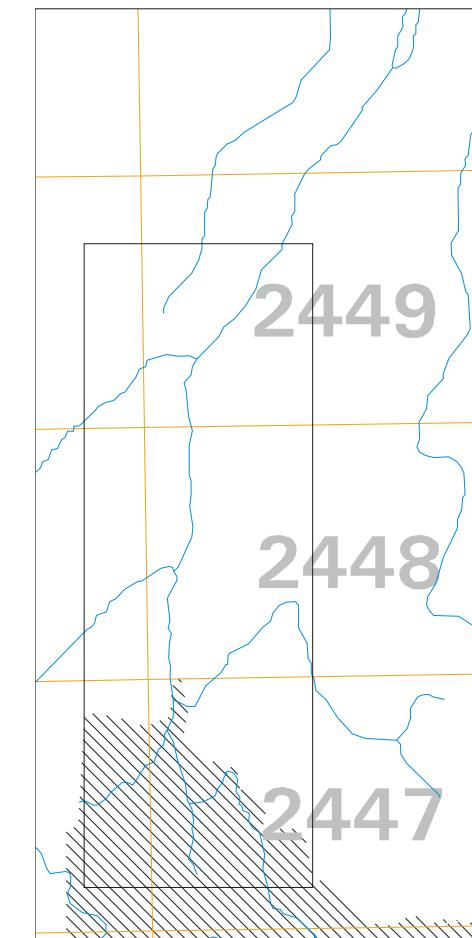
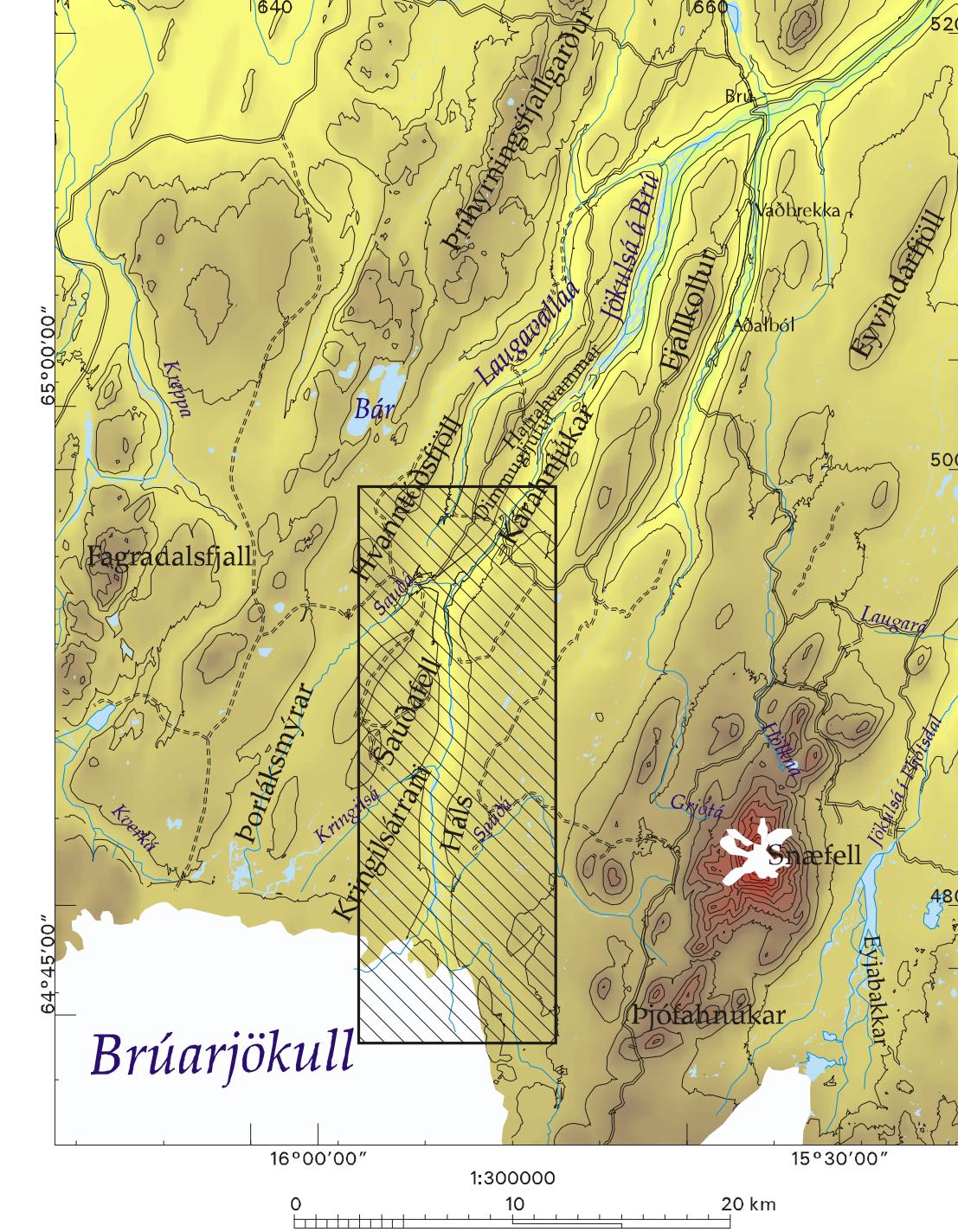
HÁLSLÓN

Jarðgrunnuskort af fyrirhuguðu lónstæði

Ingibjörg Kaldal
Skúli Víkingsson

SKÝRINGAR	
J1	Jökulruðningur
J2	Leysingarruðningur (jökulgarðar)
J3	Jökulruðningur, þunnur eða ósamfellt
K3	Veörunarset, þunnur eða ósamfellt
G1	Jökulárset, gamalt
G2	Jökulárset, gamalt og þunnt
Á1	Árset og jökulárset í myndun
Á2	Árset, þunnt
V1	Vatnaset
R1	Jarðvegur
T1	Mýrarjarðvegur
Óhulið berg *)	Óhulið berg *)
Jökulgarðar	Jökulgarðar
Merki um jökuljaðar	Merki um jökuljaðar
Jökulkembur	Jökulkembur
Jökulrákir; því fleiri hæk því eldri	Jökulrákir; því fleiri hæk því eldri
x	Grettistök eða stórgryts dreif á yfirborði
Malarás	Malarás
Farvegir grafnir í set	Farvegir grafnir í set
Farvegir grafnir í berg	Farvegir grafnir í berg
Forn strandlina	Forn strandlina
Röfhjalli	Röfhjalli
Fyrirhugað lón; vatnshæð 625 m y.s.	Fyrirhugað lón; vatnshæð 625 m y.s.
Vegur, slóð	Vegur, slóð
Sprungufyllingar úr jöklum	Sprungufyllingar úr jöklum
— 580	Hæð hjalla (m y.s.)

*) Bókstafatákn fyrir þorggrunn:
Ba (baðast), Mó (móberg), Z (zflokkað)



Viðmiðun: ISN93
Hittakerfi: Keluvörpun Lambert (65° 19°)
Heildarlínur og vatn eru eftir grunnkortum Orkustofnunar
frá 1978 í maslikvaraða 1:20,000, nema svæti hlíðinn,
þar sem land hefur komin undan jökl, eru heildarlínur
frá 1988. Ómennir eru hittauð af mynnileikum
Loftmynda eftir frá 1988. Önnur eru samkvæmt Bessa
Áðalsteinsinsyni (1988).

Tilvísun í kortið: Ingibjörg Kaldal og Skúli Víkingsson
2000:
Hálslón, Jarðgrunnuskort af fyrirhuguðu lónstæði
Orkustofnun og Landsvirkjun

Útgáfudur: Orkustofnun og Landsvirkjun

Höfðundar: Ingibjörg Kaldal og Skúli Víkingsson

Unnið Landfræðilegu upplýsingarkefni (ArcInfo®)

Utgáfudagur: 2000.

Frunnunúmer: ROG-JFR-SVIK 001.0.0048

ORKUSTOFNUN og LANDSVIRKJUN

1:25000