



ORKUSTOFNUN
Vatnsorkudeild

Svanur Pálsson
Snorri Zóphóníasson

SKAFTÁRHLAUPIÐ 1991

Sérkenni í aur- og efnastyrk

OS-92014/VOD-02

Reykjavík, maí 1992

ISBN 9979-827-07-6



ORKUSTOFNUN
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Verknr. 540810

Svanur Pálsson
Snorri Zóphóníasson

SKAFTÁRHLAUPIÐ 1991

Sérkenni í aur- og efnastyrk

OS-92014/VOD-02

Reykjavík, maí 1992

ISBN 9979-827-07-6

ÁGRIP

Hlaupið 1991 var 26. Skaftárhlaupið, sem kunnugt er um, síðan 1955, en þá byrjuðu Vatna-mælingar að fylgjast með þessum hlaupum. Það stóð yfir frá 9. - 15. ágúst. Hlaup í Skaftá koma úr tveimur misstórum sigkötlum í Vatnajökli norðvestan Grímsvatna. Stærri hlaupin koma úr eystri katlinum, en þau minni úr þeim vestari. Þetta hlaup kom úr eystri katlinum.

Hámarksrennsli í hlaupinu varð 1140 m³/s við mælistöð vhm 166 við Sveinstind og heildar-rennslið 270 Gl.

Tekin voru 19 sýni til mælinga á svifaur og efnastyrk, sem eykst verulega í Skaftárhlaupum. Það eru miklu fleiri sýni en tekin hafa verið úr nokkru öðru hlaupi í Skaftá. Heildarsvifaur virðist hafa verið um 2,4 milljónir tonna.

Um einum og hálfum sólarhring eftir að rennsli var í hámarki, komu fram á jarðskjálftamæl-um hræringar, sem líktust gosóróa, og voru upptök þeirra í norðvestanverðum Vatnajökli. Að liðnum 16 - 17 tímum frá því að óróinn hófst, tók rafleiðni í árvatninu að snarhækka. Í sýnum, sem tekin voru nokkru síðar, varð vart verulegrar hækkunar á styrk svifaurs og uppleystra efna. Efnastyrkur og leiðni fóru að lækka um sólarhring síðar, en nokkru eftir að sú lækkun var byrjuð, hækkaði aurstyrkurinn enn, og varð hann þá tvöfalt til þrefalt hærri en meðan rennslið var í hámarki. Um hálfum sólarhring eftir að vart varð við hækkun á aur- og efna-styrk, fór aur af mókornastærð (0,02 - 0,2 mm) að aukast mjög hlutfallslega í sýnunum. Ekki varð nein breyting á rennslisferlinum samfara þessum breytingum.

Óróinn, hækkun á aurstyrk, efnastyrk og leiðni ásamt verulegri, hlutfallslegri aukningu á aur af mókornastærð virðast eiga sér sameiginlega orsök, sem hafði ekki áhrif á rennslisferil hlaupsins. Giskað er á, að gufusprengingar eða eitthvert annað umrót í sigkatlinum hafi rifið upp set og jafnframt hafi vatn með háum efnastyrk (háhitavatn) um tíma átt greiðari leið til árinna.

Þegar rennslið í Skeiðarárhlaupinu 1972 hafði farið minnkandi í tvo og hálfan sólarhring, varð vart við breytingar, sem um margt líktust þeim sem hér urðu. Þær voru að vísu miklu stórfeld-ari, aurburður á sekúndu um 10 sinnum meiri, og hlutur fersks glers í aurnum jókst verulega, en þess varð ekki vart nú. Þá var talið hugsanlegt, að orðið hefði smágos í Grímsvötnum, sem hefði komist í snertingu við hlaupvatnið, en ekki náð upp á yfirborð jökulsins.

Báðir þessir atburðir urðu eftir að rennsli hafði minnkað verulega, svo að nærtækt er að tengja þá við lækkun á þrýstingi vegna hlaupanna. Í Skeiðarárhlaupinu 1972 leiddi þrýstings-lækkunin e.t.v. til minni háttar eldsumbrota, en í Skaftárhlaupinu 1991 virðast einungis hafa orðið gufusprengingar.

EFNISYFIRLIT

ÁGRIP	2
1. INNGANGUR	5
2. SKAFTÁRHLAUP	6
2.1 Rennsli í Skaftárhlaupinu 1991	8
3. SVIFAUUR OG STYRKUR UPPLEYSTRA EFNA	9
3.1 Sýnataka og flokkun svifaurs	9
3.2 Svifaur í hlaupinu 1991	10
3.3 Svifaur í fyrri hlaupum	11
3.4 Breytingar á aurstyrk	15
3.5 Breytingar á efnastyrk og leiðni	16
3.6 Breyting á kornastærð svifaursins	18
3.7 Bergflokkun svifaursins	21
4. SÉREINKENNI SKAFTÁRHLAUPSINS 1991 OG SKEIÐARÁRHLAUPSINS 1972	24
5. NIÐURSTÖÐUR	26

MYNDASKRÁ

1.	Vatnsrit hlaupanna 1991 og 1988	7
2.	Rennslisferill Skaftárhlaupsins 1991 við Sveinstind	8
3.	Styrkur svifaur og rennsli í Skaftárhlaupinu 1991	15
4.	Styrkur uppleystra efna og rennsli í Skaftárhlaupinu 1991	16
5.	Leiðni í Skaftárhlaupinu 1991	16
6.	Samband uppleystra efna og leiðni í Skaftárhlaupinu 1991	17
7.	Hlutfallið mór (0,02 - 0,2 mm) / méla (0,002 - 0,02 mm) í hlaupinu 1991	18
8.	Hlutfallið mór (0,02 - 0,2 mm) / méla (0,002 - 0,02 mm) í fyrri hlaupum	20
9.	Hlutfallið mór (0,02 - 0,2 mm) / méla (0,002 - 0,02 mm) milli hlaupa	21
10.	Bergflokkun á svifaur úr Skaftárhlaupinu 1991 við Sveinstind	22
11.	Bergflokkun á svifaur úr Skaftá, eldri greiningar	23
12.	Hlutfallið mór/méla og % basísks glers í Skeiðarárhlaupinu 1972	24

TÖFLUSKRÁ

1.	Heildar- og hámarksrennsli í fjórum Skaftárhlaupum úr stærri katlinum	6
2.	Svifaur og efnastyrkur í Skaftárhlaupinu 1991 við Sveinstind	10
3.	Heildarsvifaur í Skaftárhlaupinu 1991 við Sveinstind	11
4.	Svifaur og efnastyrkur í fyrri hlaupum við Kirkjubæjarklaustur	12
5.	Svifaur og efnastyrkur í fyrri hlaupum í Ása-Eldvatni	13
6.	Svifaur og efnastyrkur í fyrri hlaupum við Skaftárdal	14
7.	Svifaur í Skaftárhlaupinu 1988 við Sveinstind	14

1. INNGANGUR

Skýrsla þessi fjallar um Skaftárhlaupið 1991, rennsli, mælingar á svifaur, efnastyrk og rafleiðni.

Áhrifa hlaupsins fór að gæta við vatnshæðarmæli 166 við Sveinstind kl. 21 föstudagskvöldið 9. ágúst og því var að mestu lokið þar 15. ágúst. Tekin voru 19 sýni til mælinga á svifaur. Snorri Zóphóníasson og Damian M. Lawler tóku fyrstu 7 sýnin og Erlingur E. Jónasson og Sveinn Kári Valdimarsson hin sýnin 12.

Þetta eru miklu fleiri svifaurssýni en áður hafa verið tekin úr sama Skaftárhlaupinu. Úr fyrri hlaupum hafa mest verið tekin 4 sýni úr einstöku hlaupi á sama sýnatökustað. Nú voru í fyrsta skipti tekin nægilega mörg sýni til þess að unnt væri að athuga breytileika á framburði aurs í Skaftárhlaupi og reikna heildarsvifaur í hlaupinu, að vísu með verulegri óvissu. Reyndar voru engin sýni tekin á meðan hlaupið var vaxandi og öll sýnin voru tekin uppi við bakka, svo að gera verður ráð fyrir að minna af sandi hafi náðst en verið hefði, ef hefðbundinni aðferð hefði verið beitt. Það, sem þarna munar, hefði þó varla numið nema örfáum hundraðshlutum af heildarstyrk svifaurs, þ.e. ef gengið er út frá því, að sandkornastærð sé óverulegur hluti aurs í Skaftárhlaupum, eins og niðurstöður mælinga á aur úr fyrri hlaupum benda til.

Byrjað er á að fjalla um vatnshæðarmælingar í Skaftá, Skaftárhlaup almennt og rennslið í hlaupinu 1991. Hlaupin koma úr tveimur sigkötlum í Vatnajökli norðan Grímsvatna og skiptast þau í tvo flokka eftir því úr hvorum katlinum þau koma. Sýndir eru rennslisferlar dæmi-gerðir fyrir hvorn flokkinn um sig. Hlaupið 1991 kom úr eystri katlinum, en hlaup úr honum eru stærri en úr þeim vestari.

Því næst er rætt um mælingar á svifaur, styrk uppleystra efna og leiðni. Birtar eru töflur með niðurstöðum mælinga á sýnum úr hlaupinu 1991 og úr fyrri hlaupum. Ennfremur er gerð grein fyrir útreikningi á heildarmagni svifaurs í hlaupinu.

Síðan er fjallað um hækkun á styrk svifaurs, uppleystra efna og leiðni, sem virðist tengjast óróa, líkum gosóróa, sem kom fram á jarðskjálftamælum 12. ágúst. Ennfremur er rætt um breytingar, sem urðu á kornastærð aursins. Til þess að glöggva sig á þessum breytingum var reiknað hlutfallið milli aðalkornastærðarflokkanna í svifaurnum í hlaupinu, mós og mélu. Það var einnig borið saman við hlutfall þessara kornastærðarflokka í fyrri hlaupum og á milli hlaupa.

Óróinn, sem kom fram á jarðskjálftamælum, líktist gosóróa, sem verður vart, þegar kvika er að brjóta sér leið til yfirborðs. Ef kvika hefði komist í snertingu við hlaupvatnið, hefði hún vafalítið storknað sem gler. Til þess að kanna, hvort aukning hefði orðið á fersku gleri í sýnum, sem tekin voru eftir að óróans varð vart, voru búnar til þunnsneiðar af aur úr tveimur kornastærðarflokkum 5 sýna úr hlaupinu. Sneiðarnar gerði Guðlaugur Hermannsson. Kornin í þunnsneiðunum voru síðan bergflokkuð í smásjá. Niðurstöður þeirrar flokkunar eru sýndar ásamt greiningum, sem áður hafa verið gerðar á svifaur úr Skaftá, bæði í hlaupum og á milli hlaupa.

Breytingarnar, sem virðast vera tengdar óróanum, eru bornar saman við breytingar, sem urðu í Skeiðarárhlaupinu 1972.

Höfundar skiptu þannig með sér verkum, að Snorri skrifaði um mælingar á rennsli, en Svanur um svifaur, styrk uppleystra efna og leiðni.

2. SKAFTÁRHLAUP

Efstu upptakakvíslar Skaftár koma frá Skaftárjökli, sem er suðvestan í Vatnajökli. Áin rennur til suðvesturs og fylgir sprungustefnu meðfram Fögrufjöllum og Eldgjá, en beygir þá til suðausturs. Þegar hún er á móts við bæinn Hvamm í Skaftártungu skiptist hún í tvær kvíslar. Vatnsminni kvíslin heldur nafninu og fellur til austurs meðfram Skálarheiði til sjávar. Stærri aðalkvíslin ber nafnið Ása-Eldvatn og fellur í Flögunólón ásamt Tungufljóti og Hólmsá. Heitir vatnsfallið, sem fellur til sjávar þaðan, Kúðafljót. Hluti af rennslinu, sem mælist við Skaftárdal, dreifist út í Eldhraunið.

Vatnshæðarmælingar í Skaftá við Skaftárdal hófust árið 1951 á vegum Vatnamælinga Raforkumálastjóra. Megintilgangur mælinganna þar sem annars staðar var að afla almennra upplýsinga um vatnafar svæðisins vegna virkjunarrannsókna.

Árið 1967 var byggður síritandi vatnshæðarmælir við Skaftárdal, vhm 70, og 1972 var reistur vatnshæðarmælir hjá Skaftá við Sveinstind, vhm 166, en hann er aðeins um 20 km neðan útfalls árinna í Skaftárjökli. Þar var einnig reistur mannbær kláfur til rennslismælinga. Árið 1972 var einnig byggður mælir við Skaftá við Kirkjubæjarklaustur, vhm 183.

Rekstur stöðvarinnar við Sveinstind var ekki samfelldur fyrr en árið 1986, en síðan þá hafa fengist vatnshæðarlínurit yfir fjögur Skaftárhlaup, árin 1986, 1988, 1989 og 1991. Einnig tókst að mæla rennslið árin 1988 og 1989. Hæsta mæling var gerð þegar hlaupið 1989 var í hámarki. Fyrir hlaupið 1988 hafði ekki verið mælt meira en venjulegt sumarrennsli.

Hér skal nefnt til skýringar, að af vatnshæðarlínuriti má ætla hvað rennslið hafi verið á hverju augnabliki þess tímabils, sem það nær yfir. Þetta gildir þó aðeins að því tilskyldu að búið sé að mæla rennsli beint við það margar mismunandi vatnshæðir, að samband rennslis og vatnshæðar sé þekkt. Með því móti fæst svokallaður rennslislykill.

Ef rennslið við þessa þrjá mæla er borið saman, kemur í ljós, að meðalársrennslið við Sveinstind er um 35% af því sem það er við Skaftárdal, en í Skaftá við Kirkjubæjarklaustur eru aðeins um 30% af vatnsmagninu sem mælist við Skaftárdal; hitt fer niður Eldvatn eða dreifist út í Eldhraunið.

TAFLA 1. Heildar- og hámarksrennsli í fjórum Skaftárhlaupum úr stærri katlinum

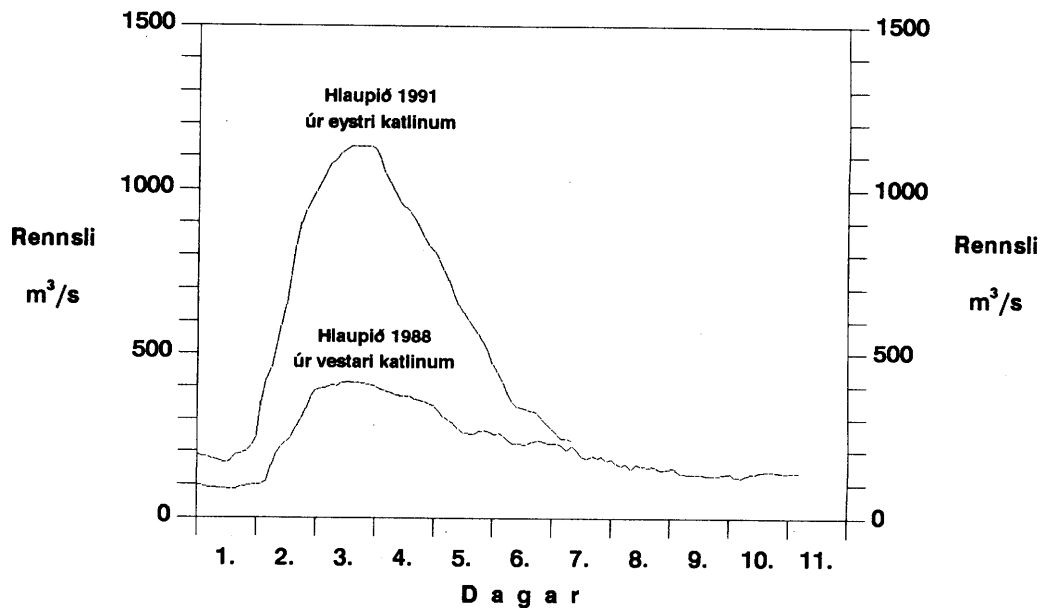
Ár	Heildarrennsli Gl	Hámarksrennsli m ³ /s
1984	335	1540
1986	250	1360
1989	255	1310
1991	270	1140

Heildarrennslið í hlaupinu 1984 er áætlað.

Skaftárhlaup, eins og nú þekkjast, hófust árið 1955, en heimildir eru um hlaup í Skaftá fyrr á öldinni. Fljótlega kom í ljós, að tvennskonar hlaup komu í Skaftá og voru þau mismunandi bæði hvað varðaði hámarksrennsli og heildarvatnsmagn. Orsök hlaupanna varð einnig fljótlega ljós, því ketilsig mynduðust í Vatnajökli norðvestan Grímsvatna eftir hlaupin. Katlar þessir eru misstórir og er sá vestari mun minni. Jarðhiti þar undir bræðir jökulinn og vatn safnast saman, þar til farg jökulsins megnar ekki lengur að halda aftur af því. Vatnið hleypur þá þangað sem fyrirstaða er minnst og er það til Skaftár, þó svo að katlarnir séu á ísasvæði Tungnaár

og Sylgju. Tafla 1 sýnir heildarrennsli í fjórum síðustu hlaupum úr eystri katlinum.

Til samanburðar eru á mynd 1 sýnd vatnsrit (rennslisferlar) hlaupanna 1991 (9. - 15. ágúst) og 1988 (22. - 31. ágúst). Það fyrrnefnda kom úr eystri katlinum, en það síðarnefnda úr þeim vestari.



MYND 1. Vatnsrit hlaupanna 1991 og 1988 mælt við Sveinstind.

Sá tími, sem líður milli hlaupa er svipaður hjá báðum kötlunum, oftast tæplega tvö og hálf ár. Hlaupin verða því á ýmsum tímum árs, þó hefur ekki hlaupið á tímabilinu apríl-júní. Nú hefur hlaupið 26 sinnum svo vitað sé síðan 1955.

Um 100 km eru frá kötlunum, þar sem upptök hlaupanna eru, niður að byggð. Þegar menn verða varir við vöxt í ánni þar, er liðinn nálægt því sólarhringur frá því hlaupið hófst. Frá mælinum við Sveinstind niður að Skaftárdal eru um 40 km. Tímamunur á venjulegum dagsveiflum við vhm 166 við Sveinstind og vhm 70 við Skaftárdal er u.þ.b. 8 klst.

Vitneskja um rennsli í hlaupum, sem ekki eru skráð á mælinn við Sveinstind, er byggð á mælinum við Skaftárdal. Sú mælistöð hefur að vísu ýmsa vankanta. Áin er þar í tveimur kvíslum og skráir mælirinn aðeins vatnshæðina í annarri þeirra. Erfitt er að gera góðan rennslislykil, þar sem engir góðir mælistaðir eru í ánni. Brú er fyrir ofan mælinn og verður þversniðið undir henni ráðandi, þegar rennsli eykst mikið, en flaumurinn við mælinn fer úr jafnvægi. Þar að auki myndast sog í tengirörum mælisins við ána þannig að vatnsborðshæð í brunnni mælisins verður ekki fall af rennsli árinna. Reynt er að leiðrétta vatnshæðina, sem mælirinn skráir, en fyrir því eru hæpnar forsendur.

Eins og áður sagði, verður brúin ráðandi þversnið í hlaupum. Menn hafa skráð vatnshæðina ofan hennar í mörgum hlaupum. Með samanburði við mælinn við Sveinstind er ætlunin að endurskoða rennsli gömlu hlaupanna. Tíminn, sem hvert hlaup varir, er ávallt þekktur svo og rennslið á því sviði sem vhm 70 mælir. Einnig eru miklar líkur á því að áætla megi form rennslisferilsins með nokkurri nákvæmni. Mældu hlaupin sýna, að hámarksrennslið verður yfirleitt svipað, en það helst lengur í stórum hlaupum. Þegar hlaup koma um leið og leysing er í jökli valda þau framræslu vatns úr jöklinum, sem bætist við hlaupvatnið. Grunnrennsli árinna, á meðan á hlaupinu stendur, er þáttur, sem veldur nokkurri óvissu um heildarvatnsmagnið

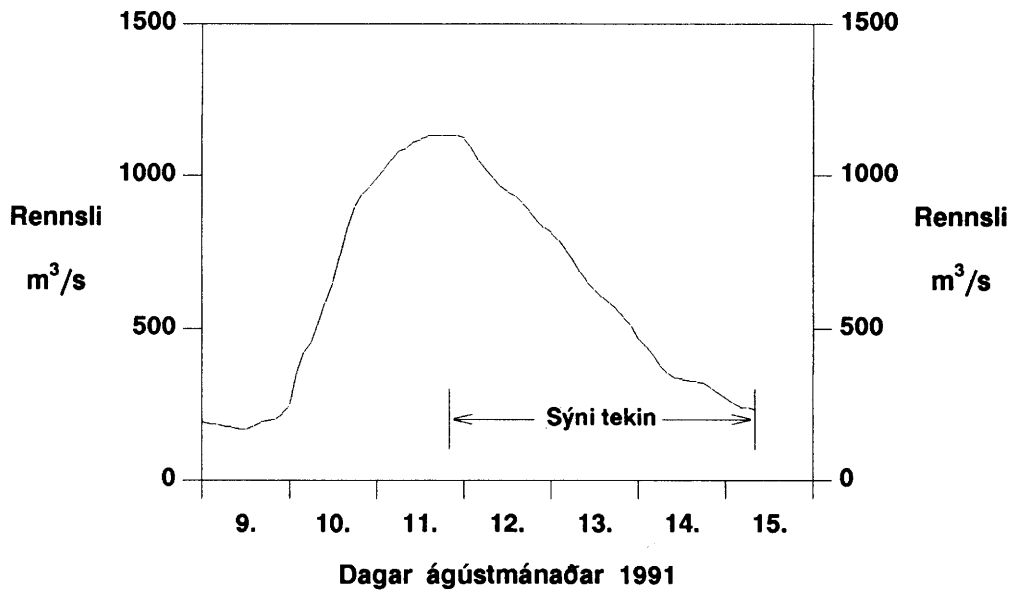
úr katlinum.

Skaftá leggur að vetrum allt frá upptökum og niður fyrir vhm 166 við Sveinstind. Meðalrennsli þar að vetrum er um $10 \text{ m}^3/\text{s}$. Ef hlaup verður, þegar áin er lögð, ryður hún ísnum burt og nær sennilega að hreinsa ráðandi þversnið við mælinn áður en hámarki er náð. Upphafstím-
inn mælist, en mæling á rennslinu næst ekki fyrr en ísinn er farinn.

2.1 Rennsli í Skaftárhlaupinu 1991

Hlaupið kom fram við vhm 166 við Sveinstind kl. 21 föstudagskvöldið 9. ágúst. Vatnamælinga-
menn fréttu af því á 18. tímanum á laugardag. Kl. 5 að morgni sunnudags voru þeir komnir að
vatnshæðarmælinum. Þá hafði hlaupið ekki náð hámarki. Mælirinn hafði skráð hlaupið frá
upphafi, þannig að rennslið er vel þekkt, sjá mynd 2, en aurburðarsýnishorn fást ekki fyrr en
menn mæta á staðinn. Mælikláfur er yfir ána undir Sveinstindi. Af honum voru sýnishorn tek-
in í hlaupinu 1988. Mikil fyrirhöfn er að ná sýnishorni á þann hátt og verða þau því fá og
strjál. Við mælinn fellur áin í hörðum streng við bakkann. Þar ætti aurinn að vera vel upp-
hræður. Ákveðið var að taka aurburðarsýnishornin úr þeim streng með handsýnataka á
tveggja tíma fresti og ná þannig breytingum á framburði í meiri smáatriðum. Ennfremur var
komið fyrir siritandi leiðnimæli í ánni til að kanna samband rafleiðni og efnastyrks í hlaup-
vatninu.

Ef vel ætti að vera, þyrfti helst að semja um það við heimamenn í Skaftártungu, að þeir tækju
sýnishorn í upphafi hlaupa niðri í byggð og yrði þá sýnatöku haldið þar áfram allt til loka
hlaupsins.



MYND 2. Rennslisferill Skaftárhlaupsins 1991 við Sveinstind.

Á meðan á hlaupinu stóð komu fram hræringar á jarðskjálftamælum Raunvísindastofnunar,
sem líktust gosóróa og voru upptök þeirra í norðvestanverðum Vatnajökli. Ekki er að sjá
neinar óvenjulegar breytingar á rennslisferlinum, sem gætu tengst þessum hræringum.

3. SVIFAUR OG STYRKUR UPPLEYSTRA EFNA

3.1 Sýnataka og flokkun svifaurs

Til þess að auðvelda lesandanum að átta sig á umfjölluninni um svifaur hér á eftir er hér stutt yfirlit yfir sýnatöku og tegundir sýna. Ennfremur er greint frá flokkun aursins eftir kornastærð.

Sýni til svifaursmælinga eru yfirleitt tekin með sýnataka af bandarískri gerð, S-49, sem hafður er í spili á bíl á brú. Hvert sýni er venulega tekið á 3 - 5 stöðum á þversniði vatnsfalls. Stöku sinnum eru sýni tekin með sýnataka af þessari gerð frá kláf, sem krefst miklu meiri tíma og fyrirhafnar. Þetta eru svokölluð S1-sýni, en S2-sýni eru frábrugðin þeim að því leyti, að þau eru aðeins tekin á einum eða tveimur stöðum á þversniðinu. Á S1- og S2-sýnum þarf ekki að vera mikill gæðamunur.

Stundum er óhjákvæmilegt að taka sýnið uppi við land og er þá reynt að velja stað, þar sem aurinn virðist vera vel upphræður. Notaður er miklu minni sýnataka, DH-48, sem festur er á grannt rör og dýft í ána með höndunum. Þau sýni eru kölluð S3-sýni, og gefa þau ófullkomnari mynd af framburði árinna en hin. Í S3-sýnunum er yfirleitt minna af grófum aur en í S1-sýnunum, jafnvel verulega minna. Úr Skaftárhlaupinu 1991 voru aðeins tekin S3-sýni.

Svokölluð F-sýni eru tekin í flöskur án þess að sýnataka sé notaður. Þau eru tekin uppi við land eins og S3-sýnin, en eru óáreiðanlegri með tilliti til grófs aurs, því að loftið, sem streymir út úr flöskunni, þegar vatnið með svifaurnum er að streyma inn, streymir út um sama op og vatnið streymir inn um (stútinn) og getur valdið truflun á innstreymi grófs aurs. Í sýnatökunum streymir vatnið inn um innrennslisstút, en loftið, sem fyrir er í flöskunni, er leitt út annars staðar til þess að koma í veg fyrir þessa truflun. F-sýni eru nær aldrei tekin nú orðið.

Þegar mæliniðurstöðurnar eru fluttar í tölvu til varðveislu og úrvinnslu, er kornastærðarferli hvers sýnis skipt í fjóra kornastærðarflokka með hliðsjón af kornastærðarkvarða Atterbergs. Skiptingin er unnin þannig, að kornastærðarferillinn er mældur og skipt í fjóra flokka eftir hundraðshlutum, og látið standa á heilum hundraðstölum, enda leyfir ferillinn varla meiri nákvæmni. Þær tölur eru eins og fyrr segir geymdar í tölvu og eru prentaðar í dálkunum fjórum, sem bera yfirskriftina "Kornastærð %", í töflum 2, 4, 5, 6 og 7 hér á eftir. Tölurnar í hinum dálkunum fjórum, sem bera yfirskriftina "Kornastærð mg/l", í sömu töflum, hefur tölvan reiknað út frá hundraðstölunum. Ef einhver kornastærðarflokkur tiltekens sýnis, t.d. kornastærðin "Sandur", nær ekki 0,5%, kemur 0 í dálk viðkomandi kornastærðar undir "Kornastærð %" og þar af leiðandi einnig undir "Kornastærð mg/l". Lesandi þarf að hafa í huga, að "0" í þessum dálkum þýðir, að svifaur af þeirri tilteknu kornastærð mældist <0,5% sýnisins, en ekki endilega að alls enginn aur af þeirri stærð hafi verið í sýninu. Þetta þarf sérstaklega að hafa í huga, þegar aurstyrkur er mikill og hvert prósent er jafnvel nokkrir tugir milligramma eða meira, eins og oft er í Skaftárhlaupum.

Heiti og stærðarmörk kornastærðarflokkanna eru þessi:

Sandur	þvermál (Ø)	>0,2	mm
Mór	"	0,02-0,2	"
Méla	"	0,002-0,02	"
Leir	"	<0,002	"

Þótt orðið *mór* hafi verið notað um þennan tiltekna kornastærðarflokk, er það ekki heppilegt, því að það er nafn á öðru jarðefni, eins og allir vita. Þess vegna væri hér þörf á öðru orði í þess stað.

Sandur og mór (>0,02 mm) er nefndur grófur svifaur, en méla og leir (<0,02 mm) finn. Þess vegna eru meðaltöl þessara kornastærðarflokka lögð saman í neðstu línunni í töflunum.

Grófi aurinn er miklu viðkvæmari fyrir mismunandi sýnatökuaðferðum og aðstæðum á sýnatökustað en sá fíni. Grófi aurinn berst sem botnskrið á einum stað í ánni, en sem svifaur á öðrum.

3.2 Svifaur í hlaupinu 1991

Úr Skaftárhlaupinu 1991 voru tekin 19 sýni til mælinga á svifaur og styrk uppleystra efna. Styrkur uppleystra efna er einnig nefndur efnastyrkur. Sýnin voru öll tekin við Sveinstind. Niðurstöður mælinga á aurinnihaldi þeirra ásamt efnastyrk eru birtar í töflu 2.

TAFLA 2. Svifaur og efnastyrkur í Skaftárhlaupinu 1991 við Sveinstind

Tekið		Rennsli m ³ /s	Svifaur		Efna- styrkur mg/l	Kornastærð mg/l				Kornastærð %				Stærstu korn mm
Dagur	kl.		mg/l	kg/s		Sandur	Mór	Méla	Leir	Sandur	Mór	Méla	Leir	
91.08.11	20:00	1130	5732	6477	178	57	2006	3038	631	1	35	53	11	0.7
91.08.11	22:00	1140	5455	6219	176	55	1855	2837	709	1	34	52	13	0.6
91.08.12	03:50	1120	4415	4944	158	0	1236	2649	530	0	28	60	12	0.5
91.08.12	07:15	1040	4947	5144	153	49	1880	2424	594	1	38	49	12	0.6
91.08.12	09:15	1020	4617	4709	150	0	1754	2262	600	0	38	49	13	0.4
91.08.12	12:30	968	5105	4941	153	51	1991	2450	613	1	39	48	12	0.5
91.08.12	14:40	950	4808	4567	153	48	2500	1779	481	1	52	37	10	0.5
91.08.13	01:50	808	8308	6712	210	0	3323	4154	831	0	40	50	10	0.7
91.08.13	11:00	691	9551	6599	223	0	4393	4680	478	0	46	49	5	0.5
91.08.13	14:15	644	10557	6798	235	0	4856	5173	528	0	46	49	5	0.5
91.08.13	17:00	607	11304	6861	231	113	5765	4974	452	1	51	44	4	0.5
91.08.13	20:10	580	10215	5924	223	102	5720	3984	409	1	56	39	4	0.5
91.08.13	23:00	539	9940	5357	209	99	6163	3280	398	1	62	33	4	0.6
91.08.14	09:45	365	14205	5184	178	0	11080	2841	284	0	78	20	2	0.7
91.08.14	13:00	336	16923	5686	163	169	13369	3046	338	1	79	18	2	0.8
91.08.14	16:05	326	13287	4331	152	133	9965	2790	399	1	75	21	3	0.6
91.08.14	19:05	322	12513	4029	164	125	9260	2878	250	1	74	23	2	1.0
91.08.14	22:30	303	13412	4063	152	134	10595	2414	268	1	79	18	2	0.8
91.08.15	07:50	236	12981	3063	141	260	10385	2077	260	2	80	16	2	0.8
Meðaltöl 19 sýna		691	9383	5348	179	73	5689	3144	476	1	54	38	7	0.6
						5763	3620			55	45			

Sýnin úr hlaupinu 1991 eru öll S3-sýni, eins og áður sagði. Sýnataka með venjulegum sýnataka, S-49, frá mælikláfnum á nokkrum stöðum á þversniði árinna til þess að fá S1-sýni hefði verið erfiðleikum bundin. Aur af sandkornastærð hefur í þessum sýnum aðeins verið um 1% aursins eða 73 mg/l að meðaltali. Hér að framan var frá því greint, að yfirleitt væri minna af grófum aur í S3-sýnum en S1-sýnum. Í sýnum úr fyrri hlaupum, sem tekin hafa verið með ýmsum aðferðum, sjá töflur 4 - 7, mældist að meðaltali töluvert meiri sandur en í hlaupinu 1991. Meðalþvermál stærstu korna var einnig greinilega minna í sýnum úr hlaupinu 1991 en í fyrri hlaupum.

Þó svo að nokkuð vanti líklega í sýnin af sandi miðað við það, sem fengist hefði, ef tekin hefðu verið S1-sýni með ærinni fyrirhöfn og jafnvel áhættu, er aðeins um að ræða mun upp á fáein

prósent, því að mælingar á aur úr fyrri Skaftárhlaupum sýna, að meginhluti aursins hefur verið af mó- og mélukornastærðum.

Mynd 2 hér að framan sýnir rennslisferil hlaupsins samkvæmt vatnshæðarmæli nr. 166 við Sveinstind. Áhrifa hlaupsins fór að gæta þar að kvöldi 9. ágúst. Rennslið óx hratt, eins og venja er í Skaftárhlaupum, og náði hámarki undir kvöld 11. ágúst. Rennslið minnkaði hins vegar hægar. Sýnataka hófst að kvöldi hins 11. og lauk að morgni hins 15. ágúst og höfðu þá náðst 19 sýni.

Þó að sýni vanti úr vaxandi fasa hlaupsins, eru þetta mun fleiri sýni en áður hafa verið tekin úr sama Skaftárhlaupi. Sýnin úr hlaupinu 1991 eru það mörg og dreifð í tíma, að þau eru efniviður til athugana, sem ekki hafa verið tök á að gera áður, og liggur þá fyrst fyrir að reyna að reikna heildarsvifaur í hlaupinu, þó að giska verði á aurinn meðan hlaupið var vaxandi. Tafla 3 er yfirlit yfir þennan útreikning.

TAFLA 3. Heildarsvifaur í Skaftárhlaupinu 1991 við Sveinstind

Dagur	Meðalsvifaur tonn/sek.	Svifaur á sólarhring tonn
91.08.10	3	259 000
91.08.11	6	518 000
91.08.12	5	432 000
91.08.13	6.5	562 000
91.08.14	4.5	389 000
91.08.15	3	259 000
Alls		2 419 000

Niðurstaðan er sú, að heildarsvifaur þessa 6 sólarhringa hafi verið um 2,4 milljónir tonna. Óvissan í þessum útreikningi er töluverð, sérstaklega af því að engin sýni voru tekin meðan áin var í vexti, eins og áður er getið. Því verður að giska á meðalsvifaur fyrstu tvo sólarhringana.

Heildarmagn svifaurs í þessu hlaupi verður af eðlilegum ástæðum ekki borið saman við heildarsvifaur í öðrum Skaftárhlaupum, en svo að einhver samanburður sé gerður, virðist svifaurinn í þessu hlaupi hafa verið ívið meiri en í litla Skeiðarárhlaupinu 1983, en heildarmagn svifaurs í því hlaupi var gróflega reiknað um 2 milljónir tonna.

3.3 Svifaur í fyrri hlaupum

Í töflum 4 - 7 eru birtar niðurstöður mælinga á sýnum úr Skaftárhlaupum fyrir 1991. Sýnin hafa verið tekin úr Skaftá við Kirkjubæjarklaustur, Skaftárdal og Sveinstind, ennfremur úr Ása-Eldvatni á a.m.k. þremur stöðum. Sýnatöku úr fyrri hlaupum er það sameiginlegt, að mjög fá sýni voru tekin úr hverju hlaupi á hverjum stað, aðeins 1 - 4. Það torveldar mjög úrvinnslu, t.d. er vonlaust að reikna heildarsvifaur í hlaupunum út frá svo fáum sýnum. Þessar mæliniðurstöður hafa verið birtar áður í skýrslum um aurburð, sjá Svanur Pálsson & Guðmundur H. Vigfússon 1991: *Niðurstöður svifaursmælinga 1963-1990*. Orkustofnun, OS-91017/VOD-03 B. Þar eru þær innan um önnur mæligildi frá sömu tókustöðum í tímaröð. Hér er þeim safnað saman, svo að þær séu aðgengilegar á einum stað.

Í töflu 4 eru niðurstöður mælinga á 18 sýnum úr Skaftá við Kirkjubæjarklaustur, úr 11 hlaupum, 1 - 3 úr hverju. Rennslíð hefur mest verið 150 m³/s við sýnatöku og aurstyrkur hefur verið töluvert lægri en í sýnum frá hinum sýnatökustöðunum, enda hafa hlaupin beinst meira í vestari kvísl Skaftár, Ása-Eldvatn.

TAFLA 4. Svifaur og efnastyrkur í fyrri hlaupum við Kirkjubæjarklaustur

Tekið		Rennsli m ³ /s	Svifaur		Efnastyrkur mg/l	Kornastærð mg/l				Kornastærð %				Stærstu korn mm	Töku- aðferð
Dagur	kl.		mg/l	kg/s		Sandur	Mór	Méla	Leir	Sandur	Mór	Méla	Leir		
72.07.22	11:15	106	2943	312	159	147	912	1619	265	5	31	55	9	1.3	S1
72.07.22	17:00	106	2437	258	142	73	707	1243	414	3	29	51	17	1.9	S1
73.12.30	14:00	27.3	560	15	133	414	134	11	0	74	24	2	0	2.0	S1
77.02.08	23:00	36.9	795	29	142	24	143	254	374	3	18	32	47	0.6	S2
77.08.26	20:50	60.0	2761	166	100	166	1242	1104	248	6	45	40	9	3.5	S1
77.09.02	18:05	62.0	2050	127	126	205	882	677	287	10	43	33	14	1.6	S1
79.09.18	08:50	65.9	5716	377	148	229	1658	3258	572	4	29	57	10	1.4	S1
80.01.11	11:15	58.1	449	26	115	81	274	54	40	18	61	12	9	0.8	S1
81.08.11	14:25	63.3	1133	72	154	159	499	329	147	14	44	29	13	1.1	S1
83.10.01	19:55	31.2	2103	66	150	84	967	967	84	4	46	46	4	1.5	S1
83.10.02	09:20	36.9	2316	85	146	185	1019	1042	69	8	44	45	3	1.6	S1
84.08.21	00:30	82.9	4054	336	161	122	1014	2270	649	3	25	56	16	1.5	S1
84.08.21	15:40	100	3491	349	148	105	1082	1920	384	3	31	55	11	1.2	S1
86.11.30	08:30	131	2140	280	198	150	492	856	642	7	23	40	30	1.5	S1
86.11.30	20:20	150	1596	239	200	207	271	495	622	13	17	31	39	3.5	S1
86.12.01	21:00	136	1077	146	193	22	86	431	539	2	8	40	50	0.5	S3
90.11.12	14:40	44.5	803	36	97	128	434	161	80	16	54	20	10	2.3	S1
90.11.17	13:45	27.3	538	15	96	172	258	75	32	32	48	14	6	1.4	S1
Meðaltöl 18 sýna		73.6	2053	163	145	148	671	931	303	13	34	37	16	1.6	
						819	1234			47	53				

Í töflu 5 eru sýni úr fyrri hlaupum í Ása-Eldvatni. Þau eru alls 31 úr 13 hlaupum, 1 - 4 úr hverju. Sýnin hafa verið tekin á a.m.k. þremur stöðum, við Ása, Svínadal og Hvamm. Í þessari töflu vantar alls staðar upplýsingar um rennsli vegna þess, að enginn vatnshæðarmælir er í Ása-Eldvatni. Þar af leiðandi er ekki hægt að reikna svifaur í kg/s. Meðalaurstyrkur er rúmlega tvöfalt hærri en í hlaupsýnunum úr Skaftá við Kirkjubæjarklaustur. Einnig er styrkur upp-leystra efna talsvert hærri, enda beina hlaupin sér meira suður í Eldvatnið en í eystri kvíslina, Skaftá, sem rennur austur með Síðufjöllum.

TAFLA 5. Svifaur og efnastyrkur í fyrri hlaupum í Ása-Eldvatni

Tekið		Rennsli m ³ /s	Svifaur mg/l kg/s	Efna- styrkur mg/l	Kornastærð mg/l				Kornastærð %				Stærstu korn mm	Töku- aðferð
Dagur	kl.				Sandur	Mór	Méla	Leir	Sandur	Mór	Méla	Leir		
66.11.29	11:30		8453	330	85	930	6340	1099	1	11	75	13	1.7	S1
70.01.27			4162	228	83	1124	2539	416	2	27	61	10	1.1	S3
70.01.29	14:00		1279	109	51	576	486	166	4	45	38	13	1.2	S3
72.07.20	19:20		7611	170	0	2055	5099	457	0	27	67	6	1.3	S1
72.07.21	14:50		6923	199	138	2492	3877	415	2	36	56	6	1.2	S3
72.07.22	12:35		3601	182	72	1440	1728	360	2	40	48	10	0.8	S1
72.07.22	16:40		3836	161	192	1649	1688	307	5	43	44	8	1.2	S3
73.12.28	23:00		2696	152	1051	1537	81	27	39	57	3	1	2.1	S3
73.12.29	12:00		1067	161	395	598	43	32	37	56	4	3	1.6	S3
73.12.30	12:00		535	160	198	273	48	16	37	51	9	3	1.5	S3
74.12.30	13:15		3695	166	480	1478	1256	480	13	40	34	13	1.0	S3
74.12.31	13:00		5133	218	154	821	3850	308	3	16	75	6	0.7	S3
77.02.08	10:00		2484	191	124	944	1018	397	5	38	41	16	0.7	S3
77.02.08	22:15		2034	170	102	773	753	407	5	38	37	20	0.5	S3
77.08.26	20:10		3581	116	72	1683	1504	322	2	47	42	9	1.2	S1
77.09.02	18:40		3162	147	32	1644	1170	316	1	52	37	10	1.1	S1
79.09.17	21:15		9255	193	463	3239	5183	370	5	35	56	4	1.3	S3
79.09.18	09:25		7089	171	496	2268	3828	496	7	32	54	7	1.9	S1
79.09.18	13:45		6545	177	524	2029	3534	458	8	31	54	7	1.2	S1
79.09.19	08:00		3954	168	198	1305	2056	395	5	33	52	10	1.1	S3
80.01.11	12:35		880	147	211	510	79	79	24	58	9	9	1.3	S1
82.01.07	11:00		1280	137	102	294	627	256	8	23	49	20	0.8	S3
84.08.20	19:40		5709	172	57	1656	3140	856	1	29	55	15	1.5	S3
84.08.21	10:40		6101	152	244	2562	2440	854	4	42	40	14	1.2	S3
86.11.30	07:00		3549	222	142	1136	1491	781	4	32	42	22	1.8	S2
86.11.30	21:15		2374	215	166	617	1021	570	7	26	43	24	1.8	S1
86.12.01	21:35		2934	227	176	411	1966	381	6	14	67	13	2.5	S3
89.07.18	17:20		7510	158	75	3154	3755	526	1	42	50	7	0.8	S3
89.07.19	15:00		5484	168	219	2358	2358	548	4	43	43	10	1.6	S3
89.07.21	17:15		6223	176	187	2489	3236	311	3	40	52	5	1.2	S1
89.07.22	18:30		3503	113	35	1997	1226	245	1	57	35	7	0.5	S1
Meðaltöl 31 sýnis			4279	176	210	1485	2175	408	8	37	44	10	1.3	
					1695		2583		45		54			

Í töflu 6 eru sýni úr hlaupum tekin við Skaftárdal áður en áin klofnar. Í efri hluta töflunnar eru 9 sýni úr 4 hlaupum, sem tekin eru án sérstaks sýnatökubúnaðar (svokölluð F-sýni), en í neðri hlutanum eru 8 sýni úr 6 hlaupum tekin með sýnataka. Styrkur aurs og uppleystra efna er svipaður og í sýnunum úr Ása-eldvatni.

TAFLA 6. Svifaur og efnastyrkur í fyrri hlaupum við Skaftárdal

Tekið		Rennsli m ³ /s	Svifaur		Efna- styrkur mg/l	Kornastærð mg/l				Kornastærð %				Stærstu korn mm	Töku- aðferð
Dagur	kl.		mg/l	kg/s		Sandur	Mór	Méla	Leir	Sandur	Mór	Méla	Leir		
64.03.05	16:00	510	5027	2564	172	0	2363	2212	452	0	47	44	9		F
64.03.06	17:00	755	4970	3752	169	149	2137	2087	596	3	43	42	12	1.1	F
64.03.09	19:30	373	3021	1127	140	121	1148	1269	483	4	38	42	16	0.7	F
64.03.10	16:00	255	1561	398	99	78	734	546	203	5	47	35	13	0.7	F
70.01.26	17:30	1600	5542	8867	209	499	3381	1330	333	9	61	24	6	2.2	F
70.01.27	14:00	700	5908	4136	272	118	2068	2363	1359	2	35	40	23	1.2	F
72.07.20	13:00	405	11118	4503	262	222	5225	5114	556	2	47	46	5	0.9	F
77.02.07	14:00	722	2999	2165	213	150	840	1649	360	5	28	55	12	0.7	F
77.02.08	11:30	744	2186	1626	204	66	656	1180	284	3	30	54	13	0.6	F
Meðaltöl 9 F-sýna		674	4704	3238	193	156	2061	1972	514	4	42	42	12	1.3	
						2217	2486			46		54			

Tekið		Rennsli m ³ /s	Svifaur		Efna- styrkur mg/l	Kornastærð mg/l				Kornastærð %				Stærstu korn mm	Töku- aðferð
Dagur	kl.		mg/l	kg/s		Sandur	Mór	Méla	Leir	Sandur	Mór	Méla	Leir		
72.07.23	16:00	600	7647	4588	209	153	2524	4359	612	2	33	57	8	2.0	S3
77.02.10	12:00	355	2210	785	213	155	508	1083	464	7	23	49	21	1.4	S3
80.01.11	13:30	274	907	249	159	290	463	91	63	32	51	10	7	1.3	S1
81.08.11	15:50	304	4016	1221	119	602	2048	1124	241	15	51	28	6	1.7	S1
83.10.01	17:45	178	4885	870	169	586	2931	1319	49	12	60	27	1	1.8	S1
83.10.02	11:00	184	4428	815	160	664	2391	1328	44	15	54	30	1	1.8	S1
84.08.18	11:10	202	2180	440	96	305	1046	654	174	14	48	30	8	1.2	S1
84.08.20	21:50	580	9067	5259	184	363	4443	3627	635	4	49	40	7	1.5	S3
Meðaltöl 8 S-sýna		335	4417	1778	164	390	2044	1698	285	13	46	34	7	1.6	
						2434	1983			59		41			

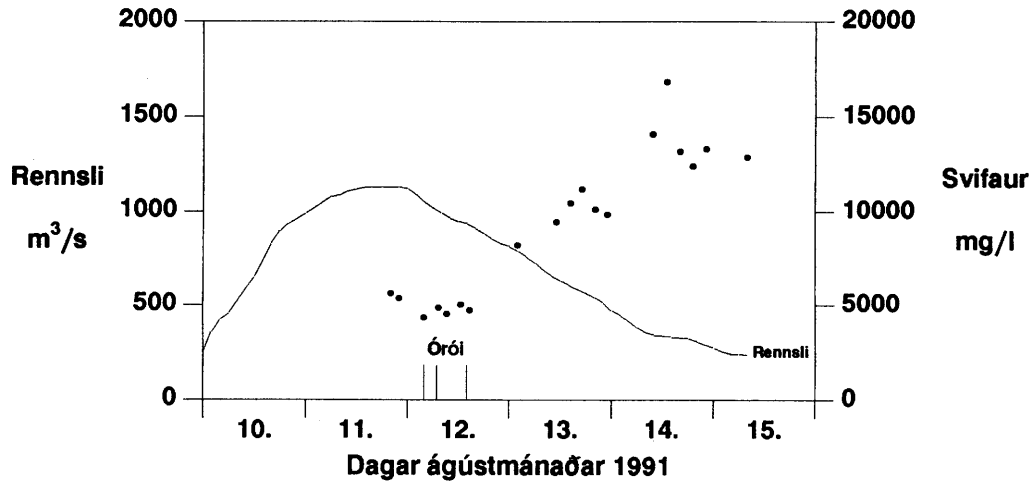
TAFLA 7. Svifaur í Skaftárhlaupinu 1988 við Sveinstind

Tekið		Rennsli m ³ /s	Svifaur		Efna- styrkur mg/l	Kornastærð mg/l				Kornastærð %				Stærstu korn mm	Töku- aðferð
Dagur	kl.		mg/l	kg/s		Sandur	Mór	Méla	Leir	Sandur	Mór	Méla	Leir		
88.08.25	11:30	303	8772	2658	170	614	6053	1842	263	7	69	21	3	1.8	S1
88.08.26	17:00	253	12215	3090	170	733	8917	2321	244	6	73	19	2	0.9	S1
88.08.31	12:30	89.4	4672	418	105	607	2897	934	234	13	62	20	5	1.2	S1

Í töflu 7 eru 3 sýni tekin við Sveinstind, öll úr hlaupinu 1988. Við Sveinstind hafa aðeins verið tekin sýni í tveimur hlaupum, 1988 og 1991, og þannig vill til, að úr þeim hlaupum hafa engin sýni verið tekin annars staðar. Aurstyrkurinn er tiltölulega hár, en ekki er reiknað meðaltal þeirra, vegna þess hve fá þau eru.

3.4 Breytingar á aurstyrk

Á mynd 3 er sýnt, hvernig aurstyrkur í hlaupinu 1991 breyttist með tíma. Til samanburðar er sýndur rennslisferill hlaupsins.



MYND 3. Styrkur svifaurs og rennslis í Skaftárhlaupinu 1991.

Eins og áður hefur komið fram, hófst sýnataka ekki fyrr en hlaupið hafði náð hámarki að kvöldi 11. ágúst. Þá voru tekin 7 sýni með stuttu millibili og tók sú lota nærri sólarhring. Síðan liðu rúmlega 11 tímar þar til næst var tekið sýni. Um 9 tímum síðar hófst sýnatökulota, voru þá tekin 5 sýni með stuttu millibili. Síðan varð nærri 11 tíma hlé, þar til síðasta lotan hófst.

Á myndinni kemur greinilega fram, að sýnin skiptast í þrjá hópa eftir aurstyrk, en þeir eru jafnframt afmarkaðir í tíma, sem er mjög athyglisvert. Þannig vill til, að þessir hópar afmarkast einmitt af lengstu eyðunum í sýnatökunni. Í fyrsta hópnum fer aurstyrkur hægt lækkandi með tíma samhliða því, að rennsli fer minnkandi. Er það í samræmi við það, sem eðlilegast væri að búast við. Í hinum hópnum virðist aurstyrkur ekki vera í neinu samræmi við rennsli. Í þriðja hópnum mældist hærri aurstyrkur í öllum sýnunum en áður hefur mælst í Skaftárhlaupum.

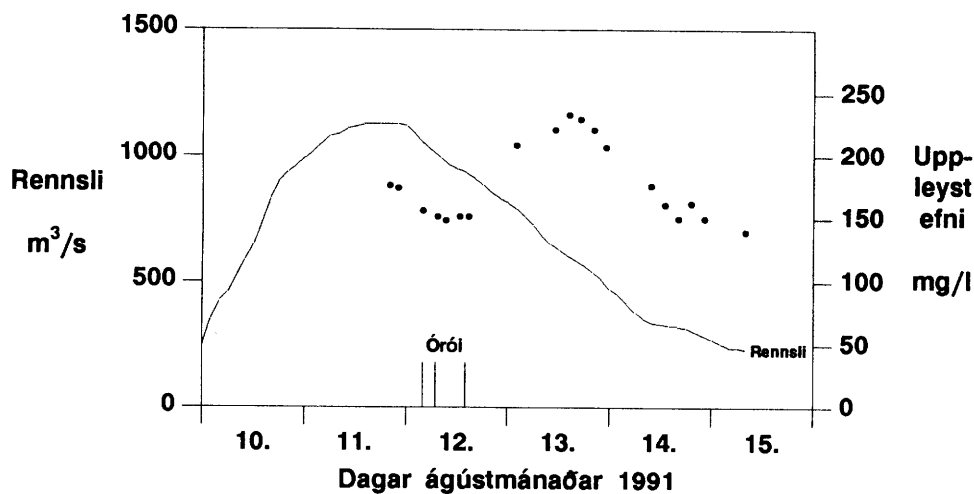
Öruggt má telja, að þennan breytileika sé ekki hægt að rekja til sýnatökunnar, því að engin breyting varð á styrk sands, en hann er sá kornstærðarflokkur, sem viðkvæmastur er fyrir breytingum á sýnatöku. Einnig varð um sama leyti snögg breyting á efnastyrk og leiðni, eins og síðar verður að vikið, en þær breytingar verða ekki skýrðar með breytingu í sýnatöku.

Samkvæmt upplýsingum frá Raunvísindastofnun Háskólans (Magnús Tumi Guðmundsson, munnlegar upplýsingar) komu þrisvar fram á jarðskjálftamælum 12. ágúst hræringar, sem líktust gosóróa. Þeirra varð vart kl. 03:30 - 04:30, 06:50 - 07:00 og 12:15 - 12:20. Upptökin voru í norðvestanverðum Vatnajökli og er ekki óeðlilegt að búast við, að þau hafi verið á upptaksvæði hlaupsins. Tímasetningin er merkt inn á myndir 3, 4, 5 og 7 með lóðréttum strikum. Frá upptökum hlaupsins þarf hlaupvatnið að renna a.m.k. 60 km að sýnatökustaðnum við Sveinstind. Það gæti tekið um hálfan sólarhring.

Sú hækkun á aurstyrk, sem hér er verið að fjalla um, kom fyrst í ljós í sýni, sem tekið var um 22 tímum eftir að hræringarnar hófust, en rúmlega 11 tíma eyða varð í sýnatökunni, áður en það var tekið.

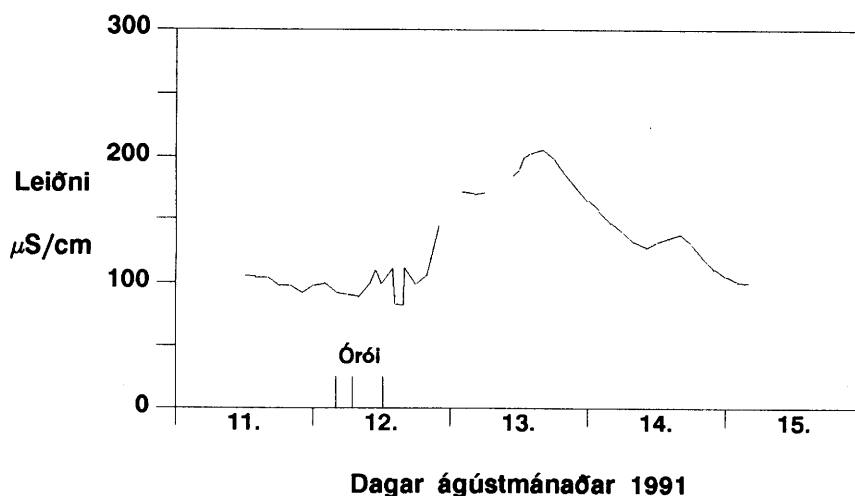
3.5 Breytingar á efnastyrk og leiðni

Hækkun á styrk uppleystra efna frá því, sem er á milli hlaupa, einkennir öll Skaftárhlaup. Sama má segja um hlaup úr Grímsvötnum, sem koma í ár á Skeiðarársandi. Ástæðan er sú, að hlaupin koma úr geymum, sem vatn hefur safnast í vegna bráðnunar íss yfir háhitasvæðum. Vatnið er því blandað háhitavatni, sem alltaf hefur háan efnastyrk.



Mynd 4. Styrkur uppleystra efna og rennsli í Skaftárhlaupinu 1991.

Mynd 4 er hliðstæð mynd 3, nema hér kemur efnastyrkurur í stað aurstyrks. Í fyrstu fór efnastyrkururinn hægt minnkandi í takt við minnkandi rennsli, eins og átti sér stað með svifaurinn, en mjög greinileg hækkun varð á efnastyrknum um leið og hækkun varð á aurstyrk. Efnastyrkururinn náði hámarki rúmum sólarhring eftir að síðustu óróahrinunni lauk, en fór síðan minnkandi að mestu í takt við minnkandi rennsli. Punktarnir mynda feril, sem er að mestu í takt við minnkandi rennsli að öðru leyti en því, að á ferilinn kemur stórt brot tæpum sólarhring eftir að óróinn átti sér stað. Sýnin skiptast þannig í tvo hópa sitt hvorum megin við þetta brot, og er fyrri hópurinn sömu sýnin og í fyrsta hópnum í styrk svifauris.

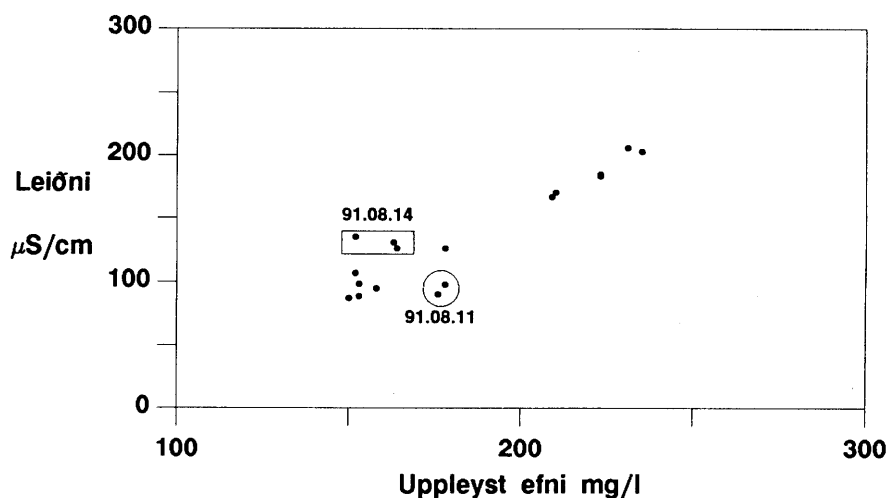


Mynd 5. Leiðni í Skaftárhlaupinu 1991.

Við sýnatöku úr hlaupinu 11. - 12. ágúst með Snorra Zóphóníassyni var Dr. Damian M. Lawler frá Birminghamháskóla. Hann hafði með sér síritandi leiðnimæli, sem mældi leiðni í árvatninu frá því kl. 12 á hádegi 11. ágúst til kl. 4 að morgni 15. ágúst. Mynd 5 er gerð eftir síritablaðinu með leyfi Dr. Lawlers. Þegar sú mynd er borin saman við mynd 4, sést, að sveiflur í efnastyrk og leiðni fylgjast að, bæði í stóra toppnum 13. ágúst og tveimur litlum toppum síðdegis 12. og 14. ágúst. Slík fylgni er mjög eðlileg, því að leiðni er nánast óbein mæling á efnastyrk.

Á síritablaðinu eru tvær eyður, sem ber upp á lengstu eyður í sýnatöku. Af því að eyðurnar í leiðniferlinum eru styttri en tilsvareandi eyður í sýnatökunni, er hægt að tímasetja byrjun aðaltoppsins í efnastyrk nánar. Aukningin virðist hafa byrjað um kl. 20 kvöldið 12. ágúst, þ.e.a.s. um 16 - 17 tímum eftir að óróans varð fyrst vart. Hins vegar valda eyðurnar því, að lögun toppsins er ekki fyllilega ljós; e.t.v. er hann tvískiptur.

Á milli leiðni og efnastyrks á að vera nokkuð gott samband, leiðnimæling nánast óbein mæling á efnastyrk. Mynd 6 sýnir sambandið milli efnastyrks í 17 sýnum úr hlaupinu og leiðni í árvatninu á sama tíma samkvæmt áður nefndu síritablaði. Tveimur sýnum er sleppt, öðru frá 12. ágúst kl. 14:40, en þá virðist hafa verið truflun í leiðniferlinum, og hinu frá 15. ágúst nokkru eftir að leiðnimælingu var hætt.



MYND 6. Samband uppleystra efna og leiðni í Skaftárhlaupinu 1991.

Sambandið er ekki sérlega gott, nokkrir punktar skera sig talsvert út úr, einkum þeir fimm, sem eru afmarkaðir á myndinni. Þeir, sem eru afmarkaðir með hring, eiga við sýni, sem tekin voru um kvöldið 11. ágúst, en það voru fyrstu sýnin, sem tekin voru úr hlaupinu. Þá var leiðnin hlutfallslega lág miðað við efnastyrk. Punktarnir, sem afmarkaðir eru með rétthyrningi, eiga við sýni tekin frá kl. 13:00 til kl. 19:05 14. ágúst. Þá var leiðnin hins vegar há miðað við efnastyrk. Á sama tíma sýnir ferillinn á mynd 5 dálitla hækkun á leiðni.

Af myndinni virðist mega ráða, að efnasamsetning uppleystu efnanna rétt fyrir margnefndan topp í efnastyrk og leiðni sé eitthvað frábrugðin efnasamsetningunni tæpum þremur sólarhringum síðar, þegar efnastyrkurinn er kominn niður í það sem hann var fyrir toppinn. Þá hafði leiðnin ekki náð að lækka alveg niður í fyrra horf.

Fullvíst má telja, að hækkun á aurstyrk, efnastyrk og leiðni tengist óróanum. Leiðnimælingin sýnir, að veruleg breyting varð á hlaupvatninu á mælistaðnum við Sveinstind 16 - 17 tímum eftir að óróinn hófst.

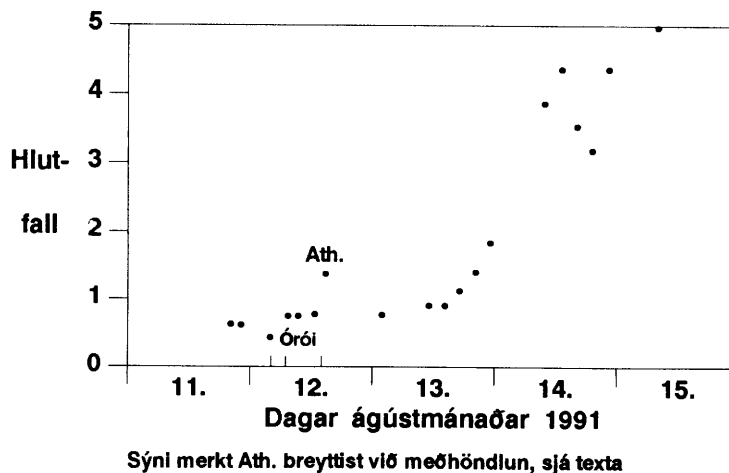
Nærri 6 vikur liðu frá því, að hlaupinu lauk, þar til næst voru tekin sýni úr Skaftá, en 28. september voru tekin sýni við Skaftárdal og Kirkjubæjarklaustur. Efnastyrkur var þá enn nokkuð hár, 114 við Skaftárdal og 101 við Kirkjubæjarklaustur. Það bendir til þess, að þá hafi enn gætt íblöndunar háhitavatns.

Þegar hugað er að því, hvernig þessu hefur verið farið eftir fyrri hlaup, kemur í ljós, að sjaldan hafa verið tekin sýni úr Skaftá skömmu eftir hlaup, en þó hefur það komið fyrir og skal nú gerð grein fyrir efnastyrk í þeim:

- Fimm og hálfum sólarhring eftir að hlaupið í júlí 1972 var í hámarki við Skaftárdal, var efnastyrkur með eðlilegum hætti, 71 mg/l í Ása-Eldvatni og 67 mg/l við Kirkjubæjarklaustur. Stærð hlaupsins bendir til þess, að það hafi komið úr eystri katlinum.
- 17 - 18 dögum eftir að vart varð við smáhlaup í Skaftá í ágúst 1981, var efnastyrkur með eðlilegum hætti, 79 mg/l við Skaftárdal og 61 mg/l við Kirkjubæjarklaustur.
- 16 dögum eftir að smáhlaup í Skaftá í byrjun október 1983 var í hámarki, mældist efnastyrkur 97 mg/l við Skaftárdal, sem er í hæsta lagi fyrir sýni tekin á milli hlaupa. Við Kirkjubæjarklaustur mældist styrkurinn 77 mg/l.
- Um 5 sólarhringum eftir hámark rennslis í hlaupinu í ágúst 1984 mældist efnastyrkur 92 mg/l við Skaftárdal, en hálfum sólarhring síðar 71 mg/l við Kirkjubæjarklaustur. Það hlaup kom úr eystri sigkatlinum.
- Um 18 sólarhringum eftir að hlaupið í lok nóvember 1986 var í hámarki, mældist efnastyrkur 88 mg/l við Kirkjubæjarklaustur. Það hlaup kom úr eystri sigkatlinum.
- Um 8 sólarhringum eftir að smáhlaupið í ágúst 1988 var í hámarki, mældist efnastyrkur við Skaftárdal 88 mg/l.

Eftir þau fyrri hlaup, sem athuganir ná til, en þrjú þeirra eru úr eystri sigkatlinum, hafa einkenni háhitavatns horfið miklu fyrr en eftir hlaupið 1991. Það gæti bent til þess, að hækkunin á efna- og aurstyrk, sem hér hefur verið fjallað um, sé ekki venjuleg í Skaftárhlaupum.

3.6 Breyting á kornastærð svifaursins



MYND 7. Hlutfallið mór (0,02-0,2 mm) / méla (0,002-0,02 mm) í hlaupinu 1991.

Nú hefur verið fjallað nokkuð um aurstyrk, efnastyrk og leiðni með tilliti til rennslis, sýnatökutíma og hræringanna, sem komu fram á jarðskjálftamælum 12. ágúst. Þá liggur næst fyrir að athuga, hvort einhverjar breytingar hafa orðið á samsetningu svifausins meðan á hlaupinu stóð. Þegar litið er á kornastærð svifausins í þessu hlaupi, er sýnilegt, að hann lendir að langmestu leyti í tveimur af þeim fjórum kornastærðarflokkum, sem svifaurnum er skipt í. Það eru kornastærðarflokkarnir mór og méla. Til þess að kanna, hvort um breytingar á kornastærð væri að ræða, var hlutfallið mór/méla reiknað fyrir hvert sýni, og eru gildin borin saman við sýnatökutíma á mynd 7.

Við eitt sýnið á myndinni er gerð sú athugasemd, að kornastærð þess hafi breyst við meðhöndlun. Það er nauðsynlegt að skýra nánar:

Til þess að koma í veg fyrir, að lífræn efni bindi saman kornin og trufla kornastærðarmælingu á svifaur, er bætt fáeinum millilítrum af vetnisperoxíði, H_2O_2 , út í sýnið. Áður en kornastærðarmælingin er gerð, er peroxíðið soðið úr sýninu í ofni.

Aurinn í Skaftár- og Grímsvatnahlaupum gefur vatninu grásvartan lit, en við íblöndun af peroxíði og síðan upphitun í ofni fær það brúnan lit á nokkrum mínútum. Venjulegast eru sýni úr þessum hlaupum ekki meðhöndluð á þennan hátt, þar sem lítið ætti að vera af gróðri í þeim. Eitt sýni úr hlaupinu 1991 var þó meðhöndlað með vetnisperoxíði. Það er merkt með "Ath." á mynd 7. Á því varð sams konar litarbreyting og við var að búast, en við hitun í ofni í nokkrar klukkustundir botnféll nær allur aurinn og ofan á botnfallinu var nærri tært vatn. Peroxíðið hafði komið af stað ferli, sem leiddi til þess, að fín korn höfðu náð að bindast saman og mynda kekki, svo að kornastærðarmælingin varð ómarktæk.

Hlutfallið mór/méla var nokkuð stöðugt þar til undir kvöld 13. ágúst, en þá fór það skyndilega hækkandi og var enn hærra í sýnunum frá 14. og 15. ágúst. Þessi hækkun byrjaði um einum sólarhring seinna en hækkunin í leiðni.

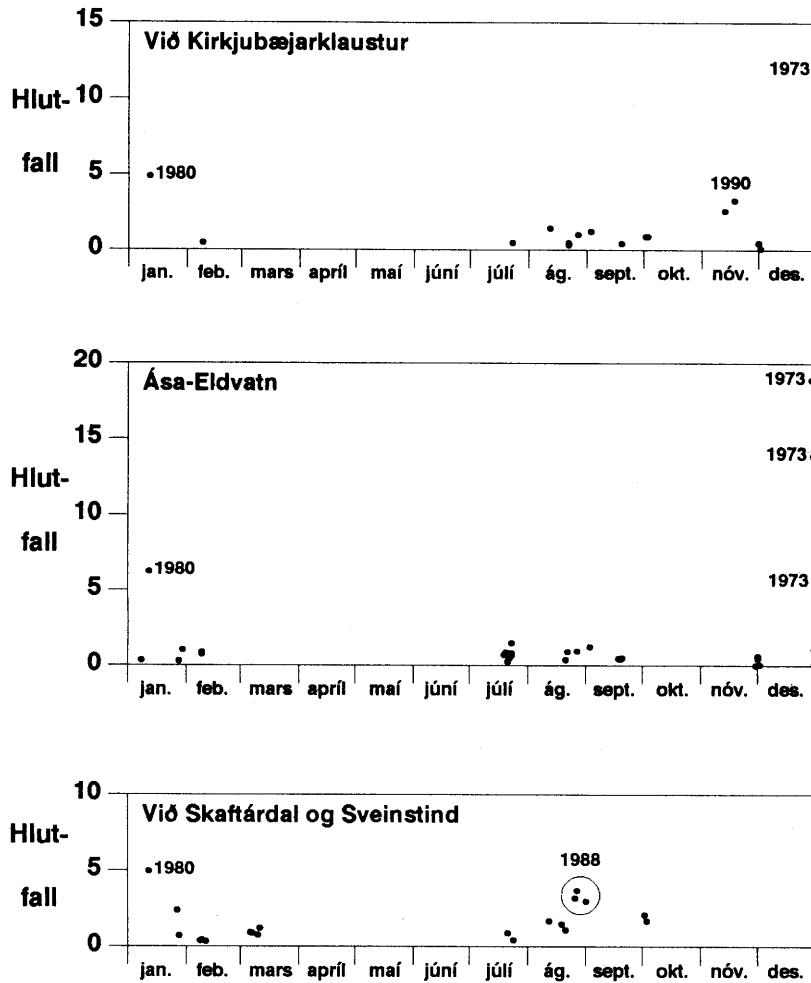
Til samanburðar var athugað, hvernig þetta hlutfall hefur litið út í fyrri Skaftárhlaupum, sjá mynd 8, og á milli hlaupa, sjá mynd 9.

Á mynd 8 sést, að mór/mélu hlutfallið er í flestum sýnum úr fyrri hlaupum svipað og í fyrstu sýnunum úr hlaupinu 1991. Nokkur sýni hafa verulega hærra hlutfall, jafnvel miklu hærra en í hlaupinu 1991. Þeir punktar eru auðkenndir með ártölum, en þessi hlaup eiga það sameiginlegt, að hafa verið lítil og hafa þá komið úr vestari sigkatlinum.

Mynd 9 sýnir mór/mélu hlutfallið í sýnum, sem tekin hafa verið á milli hlaupa úr Skaftá við Skaftárdal 1967-91. Þetta eru allt S-sýni, en sýnin frá 1991 eru táknuð með hringum. Dreifingin er mikil, en í verulegum hluta sýnanna er hlutfallið á bilinu 3 - 8. Þess má geta, þótt það komi ekki fram á myndinni, að dreifingin virðist vera minnst, þegar jökulvatns gætir mest, frá byrjun júlí til miðs september, og þá er minnst af mjög háum gildum.

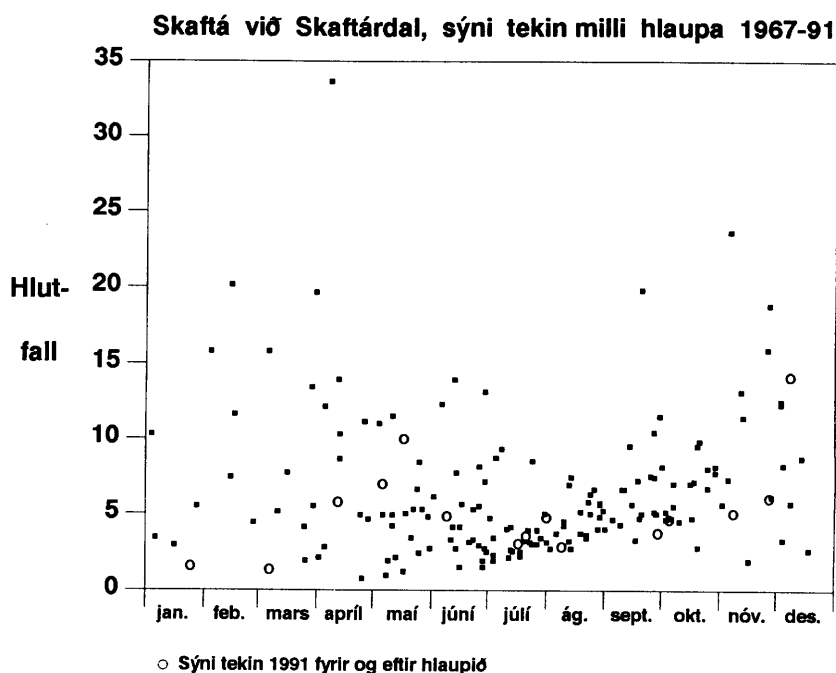
Þessi samanburður leiðir í ljós, að algengast er í Skaftárhlaupum, að hlutfallið mór/méla sé lágt, 0,5 til rúmlega 1, en á milli hlaupa er það breytilegt, en oftast miklu hærra. Í sýnum úr hlaupum fyrir 1991 eru hæstu gildin úr litlum hlaupum.

Í hlaupinu 1991 var hlutfallið lágt eins og algengast var í fyrri hlaupum á meðan rennsli þess var mikið. Þegar rennslið hafði lækkað niður í u.þ.b. helming þess, sem það komst í, þegar mest var, fór hlutfallið að hækka hratt og komst upp í 5 í síðasta sýninu, sem er algengt hlutfall á milli hlaupa. Hlutfallið hefur þarna verið að færast í það horf, sem venjulegast er á milli hlaupa, þó að aurstyrkur hafi þá verið margfalt hærri en gerist á milli hlaupa og meira en tvöfalt hærri en þegar rennslið í þessu hlaupi var í hámarki.



MYND 8. Hlutfallið mór (0,02-0,2 mm) / méla (0,002-0,02 mm) í fyrri hlaupum.

Séu þessar hlutfallstölur bornar saman við mó/mélu hlutfall í öðrum ám í nágrenninu, sýnir lausleg athugun, að t.d. í Hverfisfljóti, Hólmsá og Múlakvísl er það að meðaltali nálægt 2, en nálægt 1 í Jökulsá á Sólheimasandi. Í Skeiðarárhlaupum er hlutfallið gjarnan um 3, en er gjarnan lægra á milli hlaupa, oft minna en 1. Í þeim hlaupum er reglan sú, að aurstyrkur sé því meiri sem rennslið er meira og fari þá minnkandi, þegar rennsli hlaupsins minnkar. Undantekning frá þeirri reglu er Skeiðarárhlaupið 1972, sjá 4. kafla. Í þessu Skaftárhlaupi mældist aurstyrkurinn hins vegar mestur, þegar rennslið var komið niður í þriðjung þess, sem það hafði komist í, þegar hlaupið var í hámarki.



MYND 9. Hlutfallið mór (0,02-0,2 mm) / méla (0,002-0,02 mm) milli hlaupa.

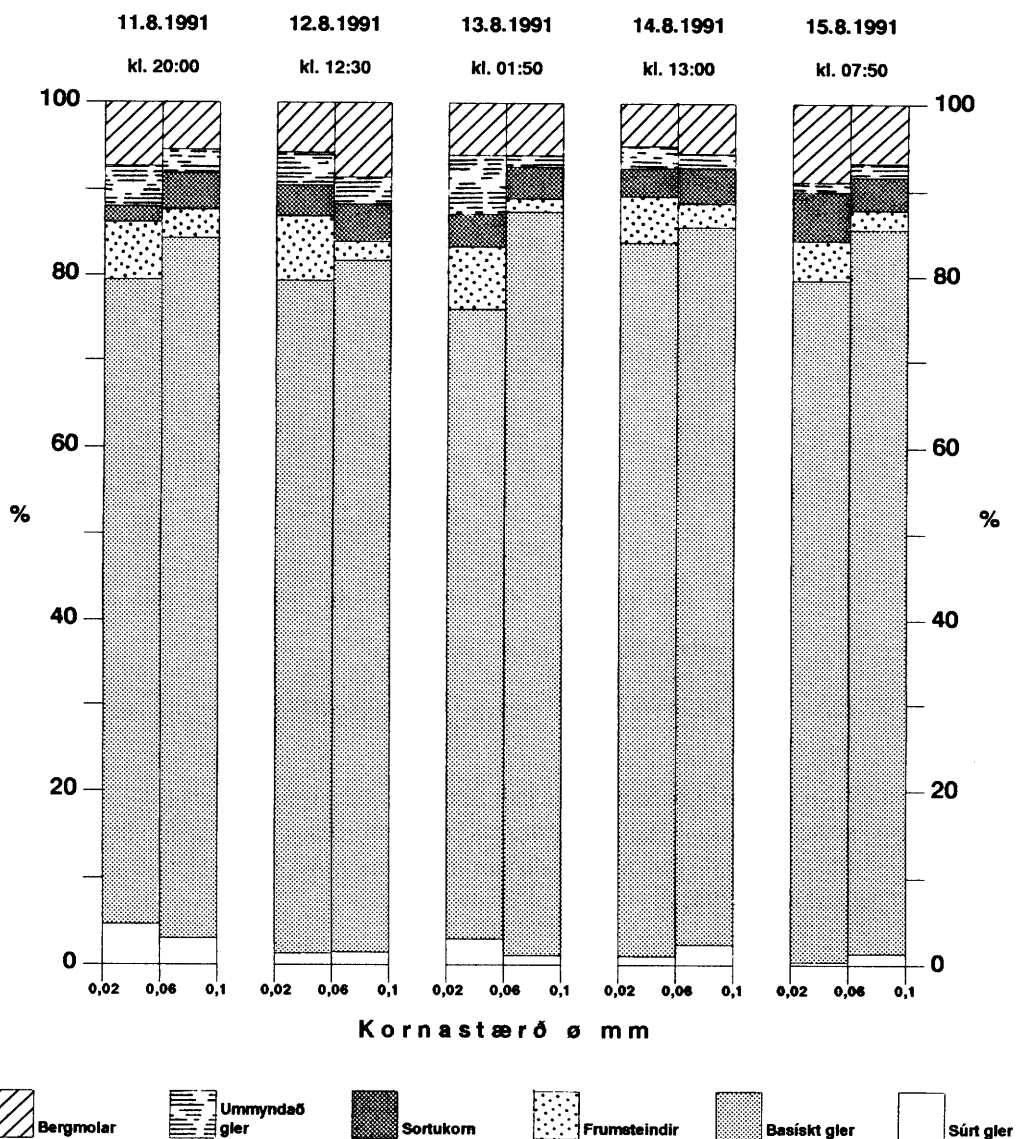
Af því að þarna er um að ræða breytingu í átt til þess ástands, sem er á milli hlaupa, sýnist e.t.v. hæpið að tengja þessa hækkun á mó/mélu hlutfallinu við óróann. En þarna virðast þó vera þau tengsl á milli, að aukinn aurstyrkur tengist óróanum og aukningin er aðallega aur af mókorna-stærð, eins og lesa má út úr töflu 2.

3.7 Bergflokkun svifaursins

Þar sem margnefndar hræringar líktust svokölluðum gosóróa, sem vart verður við, þegar kvika er að brjóta sér leið til yfirborðs, var kannað, hvort breytingar hefðu orðið á bergflokkun aursins meðan á hlaupinu stóð. Gerðar voru þunnsneiðar af aur úr einu sýni frá hverjum degi og hagað svo til, að fyrsta og síðasta sýnið úr hlaupinu væru þar með. Kornin voru flokkuð samkvæmt því bergflokkunarkerfi, sem notað hefur verið á Vatnsorkudeild við bergflokkun korna. Þessu flokkunarkerfi hefur verið lýst í skýrslu, sjá Svanur Pálsson & Elsa G. Vilmundardóttir 1983: *Bergflokkun og eðlismassi aurs*. Orkustofnun, OS-83016/VOD-01.

Sýnin voru 5 og voru greind korn úr tveimur kornastærðarflokkum úr hverju þeirra, alls 10 þunnsneiðar og voru greind um 1000 korn í hverri sneið. Valdir voru kornastærðarflokkarnir 0,02 - 0,06 og 0,06 - 0,1 mm. Smærri korn en 0,02 mm er ekki hægt að flokka í þunnsneið í bergfræðismásjá, en æskilegt er að velja sem smæst korn til greiningar, því að búast má við að stærri korn berist með minni hraða en hlaupvatnið.

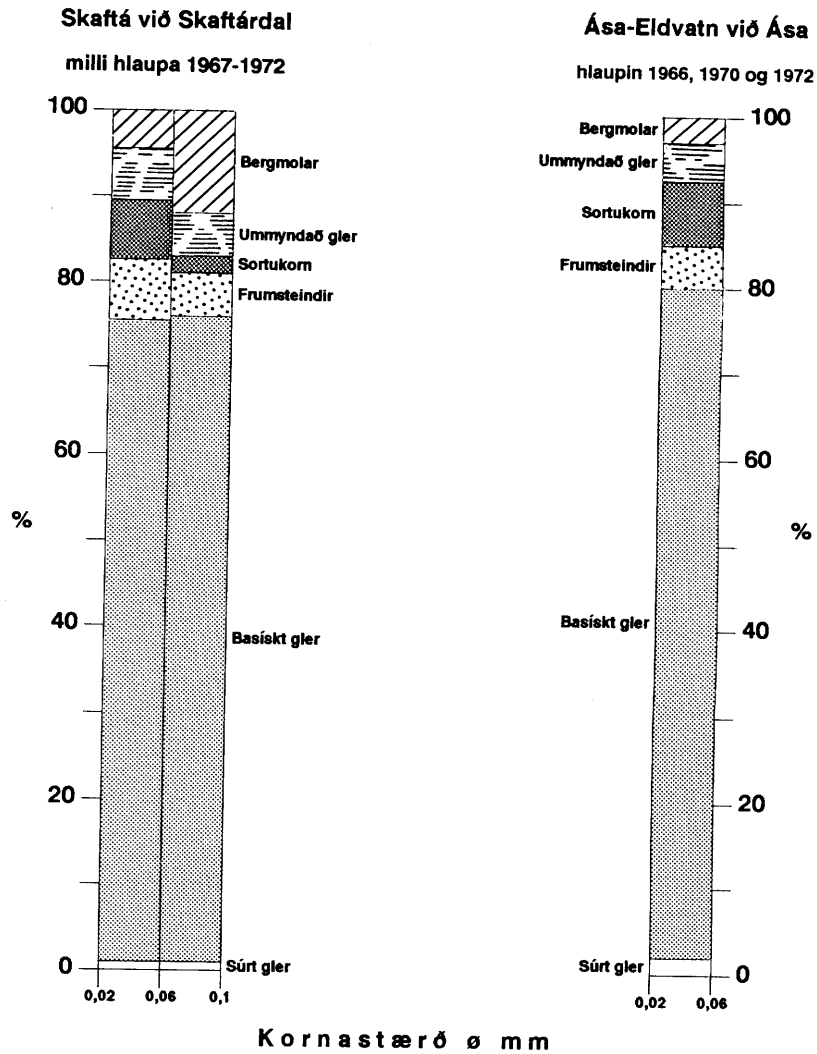
Niðurstöður flokkunarinnar eru sýndar á mynd 10. Efnið er að meginhluta basískt gler og mismunur sýnanna ekki meiri en rekja má til eðlilegrar ónákvæmni í greiningu.



MYND 10. Bergflokkun á svifaur úr Skaftárhlaupinu 1991 við Sveinstind.

Á mynd 11 eru sýndar eldri bergflokkarnir á svifaur úr Skaftá. Þær eru teknar úr fyrrnefndri skýrslu eftir Svan Pálsson og Elsu G. Vilmundardóttur. Annars vegar er um að ræða aur, sem safnað var saman úr sýnum, sem tekin voru við Skaftárdal 1967-1972, en ekkert þeirra er úr hlaupum. Hins vegar er aur, sem safnað var saman úr sýnum úr Ása-Eldvatni í hlaupunum 1966, 1970 og 1972. Þessi hlaup voru öll stór og hafa því komið úr eystri sigkatlinum, eins og hlaupið 1991. Hlutföll bergflokka eru svipuð og í hlaupinu 1991.

Ekki urðu breytingar á bergflokkahlutföllum í svifaurnum meðan á hlaupinu 1991 stóð. Ennfremur virðast yfirleitt litlar breytingar verða á þessum hlutföllum í hlaupum.



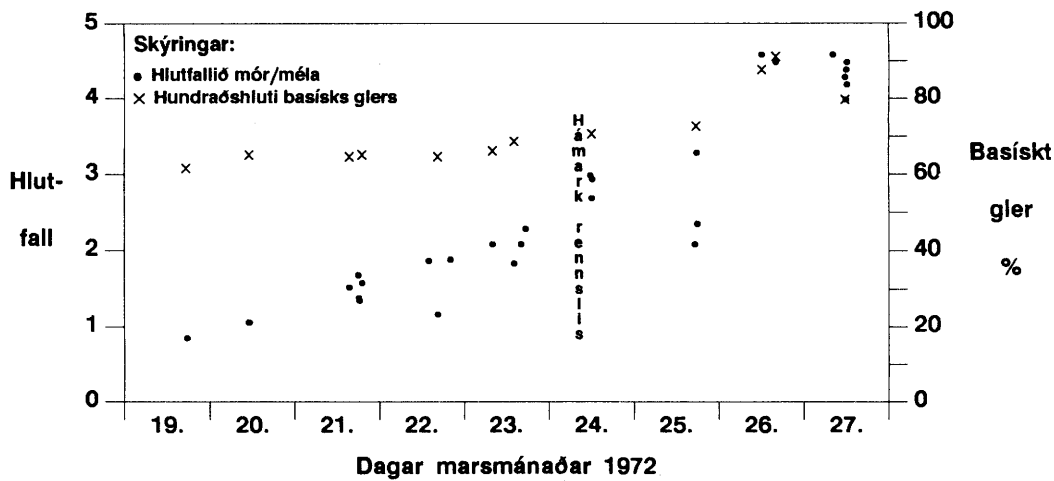
MYND 11. Bergflokkun á svifaur í Skaftá, eldri greiningar.

Þó að óróinn, sem kom fram á jarðskjálftamælum, stafi af kvikustreymi til yfirborðs, er ekki að sjá, að sú kvika hafi náð að komast í beina snertingu við hlaupvatnið, a.m.k. ekki á þeim tíma, sem sýnatakan náði til, því að ella hefði væntanlega orðið vart við aukningu á hlut glers. Nærtækari skýring er sú, að óróinn, aukning á aur- og efnastyrk ásamt því að aurinn varð miklu ríkari af efni af mókornastærð tengist uppróti, jafnvel gufusprengingum í katlinum, sem hlaupið kom úr, sem hefur orðið við það, að þrýstingur á háhitasvæðið minnkaði, þegar líða tók á hlaupið.

4. SÉREINKENNI SKAFTÁRHLAUPSINS 1991 OG SKEIÐARÁRHLAUPSINS 1972

Ljóst er, að í þessu Skaftárhlaupi hefur einhver atburður orðið, sem olli snöggum breytingum á vissum einkennum hlaupsins. Vegna skorts á gögnum verður ekkert um það sagt, hvort eitthvað hliðstætt hefur átti sér stað í fyrri Skaftárhlaupum, en í Skeiðarárhlaupinu 1972 varð vart við breytingar, sem eru nokkuð hliðstæðar við þær, sem hér um ræðir, sjá Haukur Tómasson, Hrefna Kristmannsdóttir, Svanur Pálsson & Páll Ingólfsson 1974: *Efnisflutningar í Skeiðarárhlaupi 1972*. Orkustofnun, OS-ROD-7407.

Í báðum hlaupunum varð skyndileg hækkun á aurstyrk og efnastyrk eftir að rennsli hafði minnkað verulega. Sérstaklega varð mikil hækkun á aurstyrk. Hér á eftir verða þessi fyrirbæri eða aurtoppur í hlaupunum tveimur borin saman, en fyrst er rétt að líta á mynd 12.



MYND 12. Hlutfallið mór/méla og % basísks glers í Skeiðarárhlaupinu 1972.

Myndin sýnir annars vegar hvernig hlutfallið mór/méla og hins vegar hundraðshluti basísks glers breyttist í Skeiðarárhlaupinu 1972. Hlutfallið mór/méla var á bilinu 1 - 3 fram að aurtoppnum og fór hækkandi. Í aurtoppnum hækkaði það í 4,6, en fór að lækka lítillega daginn eftir. Fram að aurtoppnum var hlutfallið á því bili, sem algengast er í Skeiðará. Í hlaupum er það gjarnan í hærri hluta þessa bils. Mjög sjaldan hefur hlutfallið farið upp fyrir 4 í Skeiðará, en þó finnast stök dæmi um töluvert herra hlutfall.

Í Skeiðarárhlaupinu greindist basískt gler af kornastærðinni 0,02 - 0,1 mm 62 - 71% í sýnum, sem tekin voru fyrir aurtoppinn og jókst það eftir því sem leið á hlaupið. Í aurtoppnum var það um 90%, en lækkaði daginn eftir niður í 80%.

Helstu einkenni þessara sérstöku fyrirbæra eða aurtoppa voru í stuttu máli sem hér segir:

- Í hvorugu hlaupinu urðu breytingar á rennslisferli samfara þeim breytingum, sem hér er verið að bera saman.
- Í báðum hlaupunum urðu þessar breytingar eftir að rennsli var farið að minnka.
- Í Skaftárhlaupinu 1991 kom órói líkur gosóróa fram á jarðskjálftamælum um hálfum sólarhring eftir hámark rennslis. Í Skeiðarárhlaupinu 1972 varð óróa ekki vart, enda hafa þá e.t.v. ekki verið mælar til staðar, sem hefðu getað gefið slíkan óróa til kynna.

- Í hlaupinu 1991 varð hækkun á aurstyrk í tveimur þrepum og varð hækkun á efnastyrk samfara fyrra þrepinu. Í hlaupinu 1972 virðist þrepið hafa verið eitt, sameiginlegur toppur í aur- og efnastyrk.
- Hlutfallið mór/méla hækkaði í báðum þessum aurtoppum.
- Í hlaupinu 1991 varð ekki vart breytinga á bergflokkun aurburðar á þeim tíma, sem sýnataka náði yfir. Hún er svipuð í sýnum úr fyrri Skaftárhlaupum og í sýnum, sem tekin hafa verið úr Skaftá á milli hlaupa. Aurtoppnum í hlaupinu 1972 fylgdi veruleg aukning á basísku gleri.
- Það sem gerðist 1972 var miklu stærra í sniðum. Bæði rennsli og aurstyrkur var miklu meiri en 1991. Í aurtoppnum 1972 var framburðurinn um 70 tonn á sekúndu, en 1991 um 4 - 7 tonn á sekúndu. Efnastyrkur var einnig miklu hærri 1972 en 1991.

Af þessum samanburði má sjá, að umræddir atburðir í þessum tveimur hlaupum, eru líkir um margt. Aðalmunurinn er sá, að fyrirbærið 1972 var miklu stærra, svo að munar stærðargráðu, og þá varð veruleg aukning á basísku gleri í aurnum, en ekki 1991. Að hræringa varð vart 1991, en ekki 1972, gæti stafað af betri og meiri tækjakosti.

Til þess að skýra það, sem gerðist 1972, var sett fram sú tilgáta, að þá hafi kvika streymt til yfirborðs og komist í snertingu við hlaupvatnið, en það, sem gerðist 1991, mætti e.t.v. skýra með uppróti eða gufusprengingum í sigkatlinum. Gera má ráð fyrir, að í báðum hlaupunum tengist fyrirbærin lækkun á þrýstingi vegna hlaupanna.

5. NIÐURSTÖÐUR

Að því er best er vitað er Skaftárhlaupið 1991 hið 26. í röðinni síðan 1955. Hlaupin koma úr tveimur sigkötlum í Vatnajökli norðvestan Grímsvatna og eru af tveimur stærðarflokkum. Þau stærri koma úr eystri katlinum og var hlaupið 1991 af því tagi. Hámark rennslis í hlaupinu nú var $1140 \text{ m}^3/\text{s}$ og heildarrennslíð 270 Gl.

Tekin voru 19 sýni til mælinga á svifaur og efnastyrk, miklu fleiri en úr nokkru öðru Skaftárhlaupi. Engin sýni voru þó tekin meðan hlaupið var vaxandi. Heildarmagn svifaurs í hlaupinu reiknaðist um 2,4 milljónir tonna, en óvissan í þeim reikningi er töluverð m.a. vegna þess, að giska verður á aurstyrkinn, þegar hlaupið var vaxandi. Magn svifaurs í fyrri hlaupum hefur ekki verið unnt að reikna vegna þess hve fá sýni hafa verið tekin. Leiðni var mæld í hlaupvatninu með síritandi mæli frá því, að starfsmenn Orkustofnunar komu á staðinn, þar til hlaupinu var nærri lokið.

Um einum og hálfum sólarhring eftir hámark rennslis komu fram á jarðskjálftamælum hræringar, líkar gosóróa, sem áttu upptök í norðvestanverðum Vatnajökli. Leiðni í hlaupvatninu tók að snarhækka 16 - 17 tímum eftir að óróinn hófst. Í sýnum, sem tekin voru nokkru síðar, varð vart verulegrar hækkunar á aur- og efnastyrk. Efnastyrkur og leiðni fór að lækka um sólarhring síðar, en nokkru síðar hækkaði aurstyrkurinn á ný. Hann varð þá tvöfalt til þrefalt hærri en þegar rennslíð var í hámarki.

Um hálfum sólarhring eftir að hækkunar á aurstyrk varð vart, fór hlutfallið á milli kornastærðarflokkanna mós og mélu að hækka. Sá aur, sem bættist við, þegar aurstyrkurinn var hæstur, var þannig aðallega af mókornastærð.

Þar sem hugsanlegt var, að óróinn stafað af því, að hraunkvika væri að streyma til yfirborðs, var athugað hvort breytinga yrði vart í bergflokkun aursins. Hlutföll bergflokka héldust óbreytt meðan hlaupið stóð yfir og voru svipuð og greinst hefur á milli hlaupa og í fyrri hlaupum.

Óróinn, ásamt skyndilegri hækkun á aurstyrk, efnastyrk og leiðni og breytingu á hlutfallinu mór/méla gefa til kynna, að einhver röskun hafi orðið á upptakasvæði hlaupsins. Í Skeiðarárhlaupinu 1972 varð vart við breytingar, sem um margt minna á það, sem hér gerðist. Það sem gerðist í Skeiðará 1972 var miklu stærra í sniðum, rennslí, aurstyrkur og efnastyrkur miklu meiri en í Skaftá 1991. Í aurtoppnum 1972 var framburðurinn um 70 tonn á sekúndu, en um 4 - 7 tonn á sekúndu í aurtoppnum í hlaupinu, sem hér er til umfjöllunar. Í hvorugu hlaupinu sáust áhrif þessara atburða á rennslisferlinum, rennslíð hélt áfram að minnka, eins og ekkert hefði í skorist.

Sú tilgáta var sett fram, að hin skyndilega aukning á aur- og efnastyrk ásamt hækkun á hlut basíks glers í Skeiðarárhlaupinu 1972 hafi stafað af því, að bergkvika hafi brotist til yfirborðs og komist í snertingu við hlaupvatnið.

Í Skaftárhlaupinu 1991 virðist hlaupvatnið hins vegar ekki hafa komist í snertingu við kviku – engin aukning á hlut fersks glers. Hér er gískað á, að gufusprengingar eða eitthvert annað umrót hafi rífið upp set, aðallega af mókornastærð, og um leið hafi aðrennslí af vatni með háum efnastyrk (eindregnara háhitavatni) aukist. Tíminn, sem leið frá því að óróinn kom fram þar til hækkunar á leiðni og aur- og efnastyrk varð vart, gæti vel komið heim við þann tíma, sem hlaupvatnið er að renna frá sigkatlinum að sýnatökustaðnum. Mór/mélu hlutfallið fór að hækka um hálfum sólarhring seinna. Það virðist benda til þess, að grófari aurinn (mórinn) hafi annaðhvort verið lengur á leiðinni en fínni aurinn eða vatnið, sem rann úr katlinum til árinna eftir óróann (upphristinginn), hafi innihaldið meira og meira af aur af mókornastærð eftir því sem á leið og vatnið lækkaði í katlinum. Jafnvel gætu báðar ástæðurnar valdið þessu.

Þar sem rennslí hafði minnkað verulega í báðum hlaupunum, þegar umrædd fyrirbæri áttu sér stað, er nærtækt að álykta, að þau tengist lækkun á þrýstingi vegna hlaupanna.