

Bergflokkun á svifaur úr Jökulsá á Fjöllum,
Jökulsá á Dal og Jökulsá í Fljótsdal 1999 og
2000

Svanur Pálsson

Greinargerð SvP-2001-02



Bergflokkun á svifaur úr Jökulsá á Fjöllum, Jökulsá á Dal og Jökulsá í Fljótsdal 1999 og 2000

Inngangur

Greinargerð þessi fjallar um bergflokkun á svifaur úr Jökulsánum þremur, sem koma frá norðanverðum Vatnajökli. Sýnin voru tekin árin 1999 og 2000, og var aurinn bergflokkadur frá hvoru ári fyrir sig. Úr Jökulsá á Fjöllum og Jökulsá á Dal var um tvenns konar sýni að ræða og var þeim haldið aðskildum. Annars vegar sýni, sem tekin voru til mælinga á styrk og kornastærð svifaurs, og hins vegar mjög stór sýni, sem tekin voru við yfirborð gagnert til þess að safna saman verulegu magni af svifaur til frekari rannsókna. Úr Jökulsá í Fljótsdal var einungis um að ræða sýni af síðartalda flokknum. Aurnum úr fyrirtölu sýnunum var safnað saman til sigtunar og þunnsneiðagerðar að loknum mælingum, en af þeim síðartöldu voru valin eitt sýni frá hvoru ári úr hverri á til þunnsneiðagerðar.

Þessar athuganir tengjast efnavöktun í ám á Austur- og Norðausturlandi. Tilgangurinn með þeim er að afla grunnupplýsinga um ástandið, eins og það er nú. Ef farið verður út í vatnsveitingar á svæðinu vegna virkjana, ættu þessar upplýsingar að koma að gagni síðar við að meta breytingar af þeirra völdum.

Bergflokkalýsing

Við bergflokkunina er notað greiningakerfi, sem þróað var á Orkustofnun fyrir um aldarþriðjungi, en aðalhöfundur þess er Jens Tómasson. Kerfinu hefur verið lýst í skýrslum Orkustofnunar, sjá Elsa G. Vilmundardóttir o. fl. 1979 og Svanur Pálsson og Elsa G. Vilmundardóttir 1983.

Flokkarnir eru valdir á þann veg, að greiningin geti gefið vísbendingar um uppruna þess efnis, sem árnar flytja með sér, og hvort efnið sé súrt (líparít, súrt gler) eða basískt (basalt, sveipkristallað basalt, basískt gler). Einnig á flokkunin að gefa hugmynd um ummyndunarstig efnisins. Basískt gler og súrt gler, einu nafni ferskt gler, má telja komið úr gjósku, sem fallið hefur á nútíma og úr fersku móbergi. Basalt, sveipkristallað basalt, líparít, setberg, ummyndað gler, ummyndað basalt, kvarts og ummyndunarsteindir (seólfítar og analsím, kalsít, epídót og prenítt) er komið úr bergi. Plagíóklas, pýroxen og olivín, einu nafni frumsteindir, og sortukorn geta verið komin bæði úr gjósku og bergi.

Sortukorn. Kolsvört, ógegnsæ korn. Í sumum þeirra má greina örlítið af plagíóklasi, pýroxeni eða olivíni, en sé meira en u.þ.b. 5% af þeim steindum, er kornið flokkað

sem basalt. Mörkin milli sortukorna og basísks gler annars vegar og basalts hins vegar geta verið óljós, en reynt er að hafa þennan flokk sem þrengstan. Svarta litnum valda málmsteindir, einkum magnetít og ilmenít, sem nefna mætti **sortusteindir** (e. opaque minerals). Þessi korn geta verið úr basaltgjalli, bólstrabergi og gjósku.

Basískt gler. Í þessum flokki eru glerkorn, sem hafa hærri ljósbrotsstuðul en plastið í þunnsneiðunum, sem kornin eru steipt í, en ljósbrotsstuðull þess er 1,55–1,57. Kornin eru oftast ljósbrún, dökkbrún eða grængul að lit, og oft eru í glerinu frumsteindir (plagióklas, pýroxen eða olívín). Mörkin milli sortukorna og basísks glers eru dregin þannig, að kolsvart korn er flokkað sem sortukorn, en korn, sem er dökkbrúnt eða kolsvart að hluta, en annars staðar brúnt, er flokkað sem basískt gler. Mörkin milli basalts og basísks glers eru stundum óljós. Miðað er við það, að kristalríkt korn, sem annars er úr brúnu, ljósbrúnu eða grængulu gleri sé flokkað sem gler, þó að allt að 90% þess séu frumsteindir, en sé steindahlutfallið hærra er það flokkað sem basalt. Ef glerið í korninu er hins vegar dökkbrúnt, er það greint sem gler, þegar meira en helmingur þess er dökkbrúnt gler, en sem basalt, þegar meira en helmingur er frumsteindir. Basíska glerið er að uppruna til að langmestu leyti komið úr basaltgjósku, en að einhverju leyti úr bólstrabergi, svörtu basaltgjalli eða hraunum, einkum yfirborði þeirra.

Súrt gler. Þetta eru glerkorn, sem hafa ljósbrotsstuðul, sem er lægri en eða jafn og ljósbrotsstuðull plastsins, sem kornin í þunnsneiðunum eru steipt í, en það er 1,55–1,57, eins og áður segir. Þau eru litlaus, ljósbrún, brún eða dökkgrá að lit og í þeim eru oft frumsteindir. Mörkin milli súrs glers og líparíts eru valin þannig, að kornið telst líparít, ef meira en helmingur þess er kristallar, en annars telst það súrt gler. Súra glerið er að langmestu leyti komið úr súrri gjósku, en að einhverju leyti úr súru glerkenndu berg.

Ummyndað gler. Í þessum flokki eru korn, sem að uppruna eru gler, en sýna mikil merki ummyndunar í steindir með tvíbroti, þ. e. hálfkornið eða meira er ummyndað, einkum í leirsteindir, t. d. smektít eða klórit.

Sveipkristallað basalt. Aðaleinkenni þessa flokks eru þau, að af steindum í grunnmassa ber mest á fínkristölluðu pýroxeni og e. t. v. plagióklasi, sem mynda sveipi, sem líkjast frostrósum eða fjaðravöndum. Sé meira en helmingur korns svona sveipir, telst það til þessa flokks, en annars telst það til basalts. Álitid er, að berg með þessum einkennum sé myndað við hraða storknun, eins og verður í móbergi eða bólstrabergi. Það er t. d. áberandi í hraununum, sem runnu á Kröflusvæðinu fyrir tveimur til þremur áratugum (Ásgrímur Guðmundsson 1982, munnlegar upplýsingar). Oft greinast nokkrir hundradshlutar svifaursins sem sveipkristallað basalt, jafnvel hefur það komist í rúmlega 10% í grófasta aurnum.

Basalt. Langoftast er hér um að ræða basaltkorn, en vafalaust er í þessum flokki eitthvað af andesíti, en erfitt eða ógerlegt getur verið að aðgreina þessar bergtegundir í svo smáum kornum. Hér er reynt að ná til korna, sem komin eru úr bergi, sem storknað hefur sem hraun eða innskot (gangar o. þ. h.). Að útliti er þetta fjöbreyttur flokkur. Allar tegundir kristöllumar koma fyrir og einnig korn, sem í er töluvert af gleri, einkum svörtu eða dökkbrúnu. Mörkin milli þessa flokks og sortukorna, basísks glers, sveipkristallaðs basalts og ummyndaðs basalts geta verið óljós.

Ummyndað basalt. Í þennan flokk fara ummynduð korn af basalti og andesíti. Þá eru merki um ummyndun greinileg í grunnmassa og einnig í dílum. Oft sjást ummyndunarsteindir í holum. Mörkin milli þessa flokks og basalts og ummyndaðs glers eru oft ógreinileg.

Líparít. Hér eru talin korn úr súru bergi. Mörkin milli þessa flokks og súrs glers eru valin þannig, að sé meira en helmingur kornsins kristallar, telst það til þessa flokks, annars til súrs glers.

Setberg. Í þessum flokki eru korn, sem virðast samlímd úr smærri kornum, oft að uppruna til móbergssambreykja.

Plagióklas, pýroxen og olívín. Þessar steindir eru nefndar einu nafni **frumsteindir**. Hér eru talin korn, sem mynduð eru af einum eða fleiri kristöllum sömu tegundar og ættaðir eru úr bergkviku. Greiningin er í samræmi við almenna skilgreiningu á þessum steindum. Þar sem flokkuninni er ætlað að veita upplýsingar um uppruna efnisins, eru steindir af þessu tagi með áföstum smábrotum úr basísku eða súru gleri taldir með glerflokkinum. Sömuleiðis eru steindir þessara tegunda með áföstu svörtu efni taldir með basalti.

Kvarts, seólítar og analsím, kalsít, epídót og preníf. Þessar steindir, aðrar en kvarts, eru einu nafni nefndar **ummyndunarsteindir**. Hér er um að ræða korn, sem verða til við ummyndun bergs og koma einkum fyrir sem holu- og sprungufyllingar, en sumt af kvartsinu er þó væntanlega komið úr súru, óummynduðu bergi. Kalsít af lífrænum uppruna (skeljabrot) er einnig talið hér með.

Bergmolar eru korn, sem að uppruna eru brot úr föstu bergi. Hér á eftir er það heiti notað sem samheiti yfir eftirtalda greiningarflokka: sveipkristallað basalt, basalt, ummyndað basalt, líparít, setberg, kvarts, seólíta og analsím, kalsít, epídót og preníf.

Bergflokkin

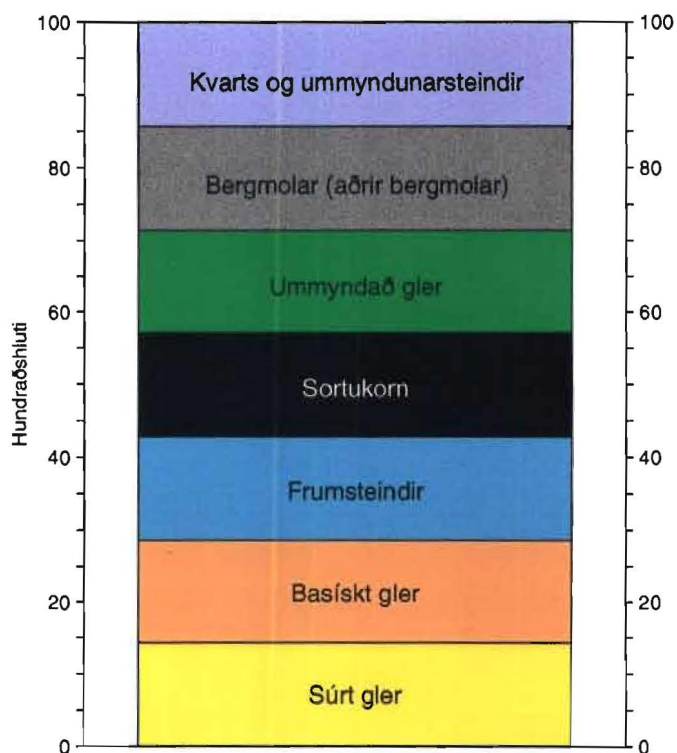
Hverju sýni var skipt í kornastærðarflokka með sigtun, og voru notuð sömu sigti og notuð hafa verið við kornastærðarmælingar á grófasta hluta svifaursins. Neðri kornastærðarmörkin á fínasta flokknum, u. þ. b. 0,02 mm, eru mjög ónákvæm, enda eru þau fengin með því að skola burtu fínasta hlutanum af þeim aur, sem farið hafði í gegnum fínasta sigtið, 0,063 mm. Einnig verður að hafa í huga, að bergflokkin á aur af þeim stærðarflokki er miklu óáreiðanlegri en bergflokkin á grófari aur, því að þvermál kornanna er þar komið niður í svipaða stærð og þykkt þunnsneiðanna og greining orðin óþægileg í smásjánni. Sýnin voru greind í bergfræðismásjá í þunnsneiðum, sem Þórður Kristófersson hjá Háskóla Íslands hafði búið til. Ef við var komið, voru taldir 1000 punktar í hverri sneið, en í grófustu flokkunum var of lítið af efni til þess að það væri hægt og verður að hafa það í huga við mat á niðurstöðunum.

Tafla 1. Niðurstöður bergflokunar á svifaur.

Punn- sneiðar númer	Korna- stærð (mm)	Sortu- korn	Basískt gler	Súrt gler	Um- myndað gler	Sveip- kristallað basalt	Basalt myndað basalt	Um- myndað basalt	Líp- art	Set- berg	Plagíó- klas	Pýr- oxæn	Ólívín og ópall	Kvarts og ópall ansím	Kalsít	Epidót	Prentit	Taldir punktar
Jökulsá á Fjöllum, Grímsstöðum, S1 og S2-sýni tekin 1999																		
Y-11163	0,85-1,68	7	40	7	1	14	29											98
Y-11161	0,42-0,85	14	253	16	16	27	59				4	1						390
Y-11171	0,21-0,42	29	747	18	16	26	114		1		18	2			1			972
Y-11166	0,105-0,21	78	791	17	9	5	84				10	8						1000
Y-11168	0,063-0,105	99	762	9	12	3	87				7	21						1000
Y-11162	0,02-0,063	32	702	10	22	9	105				38	78		3	1			1000
Jökulsá á Fjöllum, Grímsstöðum, S1 og SD-sýni tekin 2000																		
Y-11385	>1,68	3	6	9			11											29
Y-11389	0,85-1,68	62	102	33	8	6	50	4										265
Y-11390	0,42-0,85	75	498	25	4	7	102				5	2						718
Y-11386	0,21-0,42	65	763	9	5	8	128	3	2		14	3						1000
Y-11387	0,105-0,21	106	790	3	3	1	84				8	3			2			1000
Y-11391	0,063-0,105	129	726	5	2		102				18	18						1000
Y-11388	0,02-0,063	27	723	1	10		80				54	105						1000
Jökulsá á Fjöllum, Grímsstöðum, nr. 99A036, tekið við vatnsyfirborð 19. 7. 1999 kl. 11:45																		
Y-11259	0,42-0,85	2	94	18	5	1	12		1	1	2							136
Y-11262	0,21-0,42	15	767	25	13	16	131				14	1			3			985
Y-11256	0,105-0,21	23	853	18	8	9	76				6	5			2			1000
Y-11254	0,063-0,105	23	859	12	4	3	84				18	8	1					1012
Y-11260	0,02-0,63	31	787	14	9	5	62				45	44	2	1				1000
Jökulsá á Fjöllum, Grímsstöðum, nr. 00A051, tekið við vatnsyfirborð 12. 7. 2000 kl. 13:30																		
Y-11274	0,42-0,85	10	66	2	2	2	8				1							91
Y-11277	0,21-0,42	11	396	23	22	5	61				2							520
Y-11289	0,105-0,21	54	760	27	23	5	105		2	2	15	7						1000
Y-11286	0,063-0,105	85	765	10	9		86				20	24			1			1000
Y-11285	0,02-0,063	19	752	10	29	2	88				59	40			1			1000
Jökulsá á Dal, Hjarðarhaga, S1, S2 og SD-sýni tekin 1999																		
Y-11165	0,85-1,68	8	44		16	20	102	4	2	7								203
Y-11160	0,42-0,85	31	256	9	77	26	359	10	9	3	6	2	1	1	11			801
Y-11170	0,21-0,42	55	297	16	34	15	310	1	1		5	5			15			754
Y-11167	0,105-0,21	93	369	11	14	12	319	3	1		25	21		1	14			883
Y-11169	0,063-0,105	116	360	25	15	11	306	2			29	50	1		7			992
Y-11164	0,02-0,063	75	408	17	23	5	92				79	122			4			825
Jökulsá á Dal, Hjarðarhaga, S1, S2 og SD-sýni tekin 2000																		
Y-11231	0,85-1,68	5	39	1	6	18	121	4	3						1			198
Y-11229	0,42-0,85	26	116	8	61	53	140	3	5	1	7				4			424
Y-11232	0,21-0,42	37	340	12	124	31	342	11	3	8	10	1	1		11			931
Y-11233	0,105-0,21	95	476	17	61	14	291	4			28	10			15			1011
Y-11234	0,063-0,105	28	474	32	76	24	219	4	3	2	66	64	1		7			1000
Y-11230	0,02-0,063	36	541	17	56	4	86				97	163						1000
Jökulsá á Dal, Hjarðarhaga, nr. 99A037, tekið við vatnsyfirborð 19. 7. 1999 kl. 14:15																		
Y-11253	0,42-0,85	3	56	11	26	10	75	3						1				185
Y-11257	0,21-0,42	16	240	14	62	25	221	3	5	5	10	3			1			605
Y-11258	0,105-0,21	74	466	42	37	25	312	2	1	1	29	10			9			1008
Y-11258	0,063-0,105	16	443	54	131	22	198	1	2	3	49	50			9	9		987
Y-11255	0,02-0,063	60	619	1	100	4	72				74	67		1				998
Jökulsá á Dal, Hjarðarhaga, nr. 00A050, tekið við vatnsyfirborð 12. 7. 2000 kl. 10:00																		
Y-11273	0,42-0,85	10	36		6	4	14											70
Y-11280	0,21-0,42	30	204	2	68	10	163	1		3	5	1		2	4			493
Y-11283	0,105-0,21	50	291	15	35	5	228		2		11	9		1	5			652
Y-11282	0,063-0,105	128	436	21	18	1	194				46	42		2	8			896
Y-11290	0,02-0,063	21	460	22	84		114				131	143		1	2			978
Jökulsá í Fljótsdal, Hóli, nr. 99A047, tekið við vatnsyfirborð 24. 8. 1999 kl. 12:00																		
Y-11279	0,21-0,42	5	68	6	74	2	6	9	3					1			1	175
Y-11278	0,105-0,21	28	248	45	210		23	19	2	4	8	6		8	9		1	611
Y-11281	0,063-0,105	3	130	47	592	2	26	3			21	9		32	7			872
Y-11288	0,02-0,063	11	180	24	563		45				84	67		21	5			1000
Jökulsá í Fljótsdal, Hóli, nr. 00A046, tekið við vatnsyfirborð 11. 7. 2000 kl. 15:00																		
Y-11284	0,21-0,42	11	75	16	299	4	51	33	3	1	7	4		29	6		5	544
Y-11276	0,105-0,21	19	182	28	258	2	39	31		2	10	16		17	15	1	1	621
Y-11275	0,063-0,105	60	284	34	181	2	52	9			15	45		9	6			697
Y-11287	0,02-0,063	10	120	8	420		10				42	53		4	5	1		673

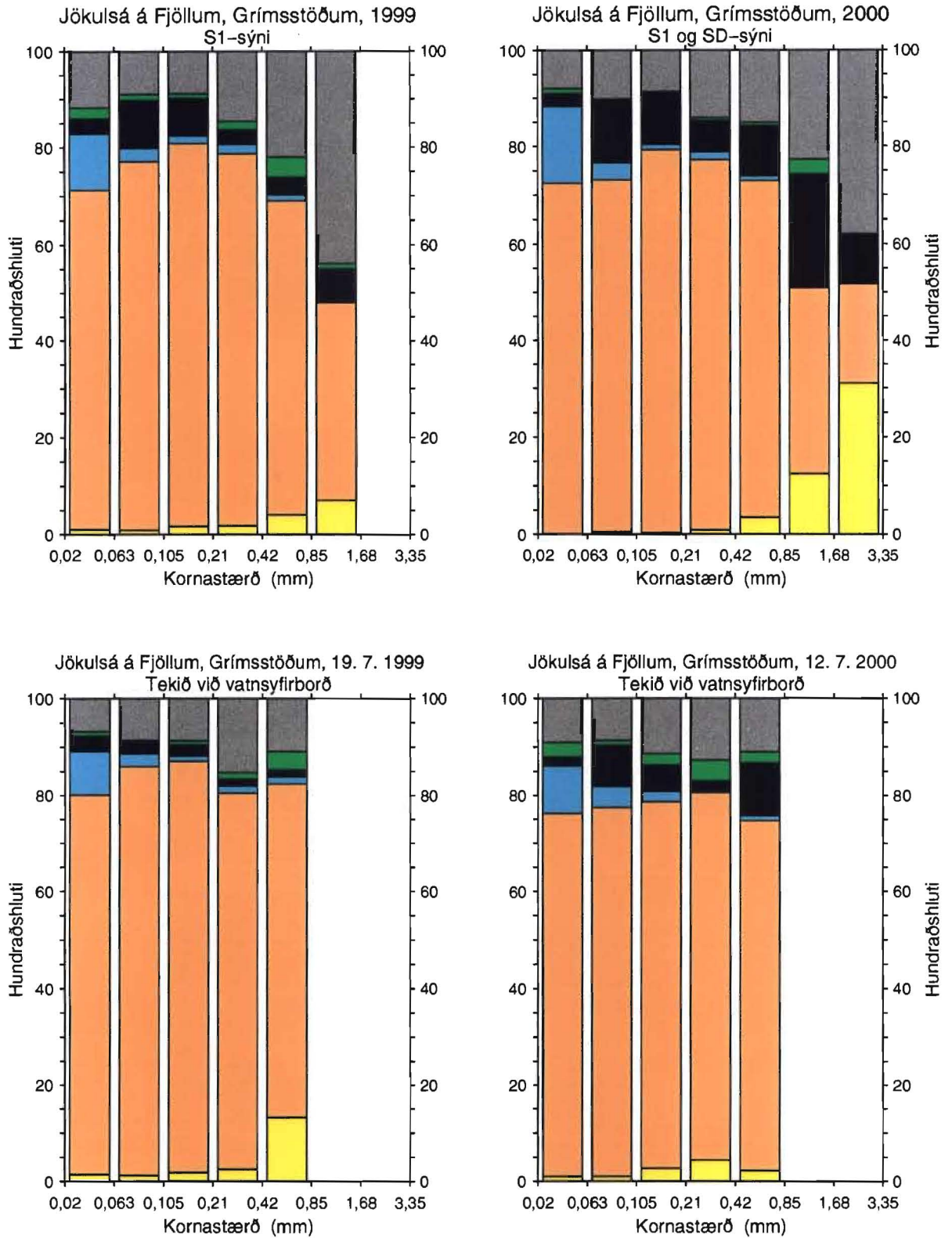
Niðurstöðurnar úr bergflokkuninni eru sýndar í töflu 1. Það eru hráar niðurstöður bergflokkunar, þ. e. fjöldi greindra punkta í talningunni. Hundraðshluti hvers flokks er ekki reiknaður, en það er auðvelt, þar sem heildarfjöldi punktanna, sem greindir voru, er gefinn í töflunni. Heildarfjöldinn gefur líka hugmynd um áreiðanleika greininganna, en í sumum kornastærðarflokkunum nær greiningin til svo fárra punkta, að það kemur niður á nákvæmni og þarf að hafa það í huga við mat á niðurstöðunum.

Til þess að átta sig betur á niðurstöðunum eru þær settar fram í súluritum. Sýndir eru þeir flokkar, sem mest greindist af, en aðrir sameinaðir. Mynd 1 er yfirlit yfir flokkana, sem sýndir eru, og skýring á litunum, sem notaðir eru.

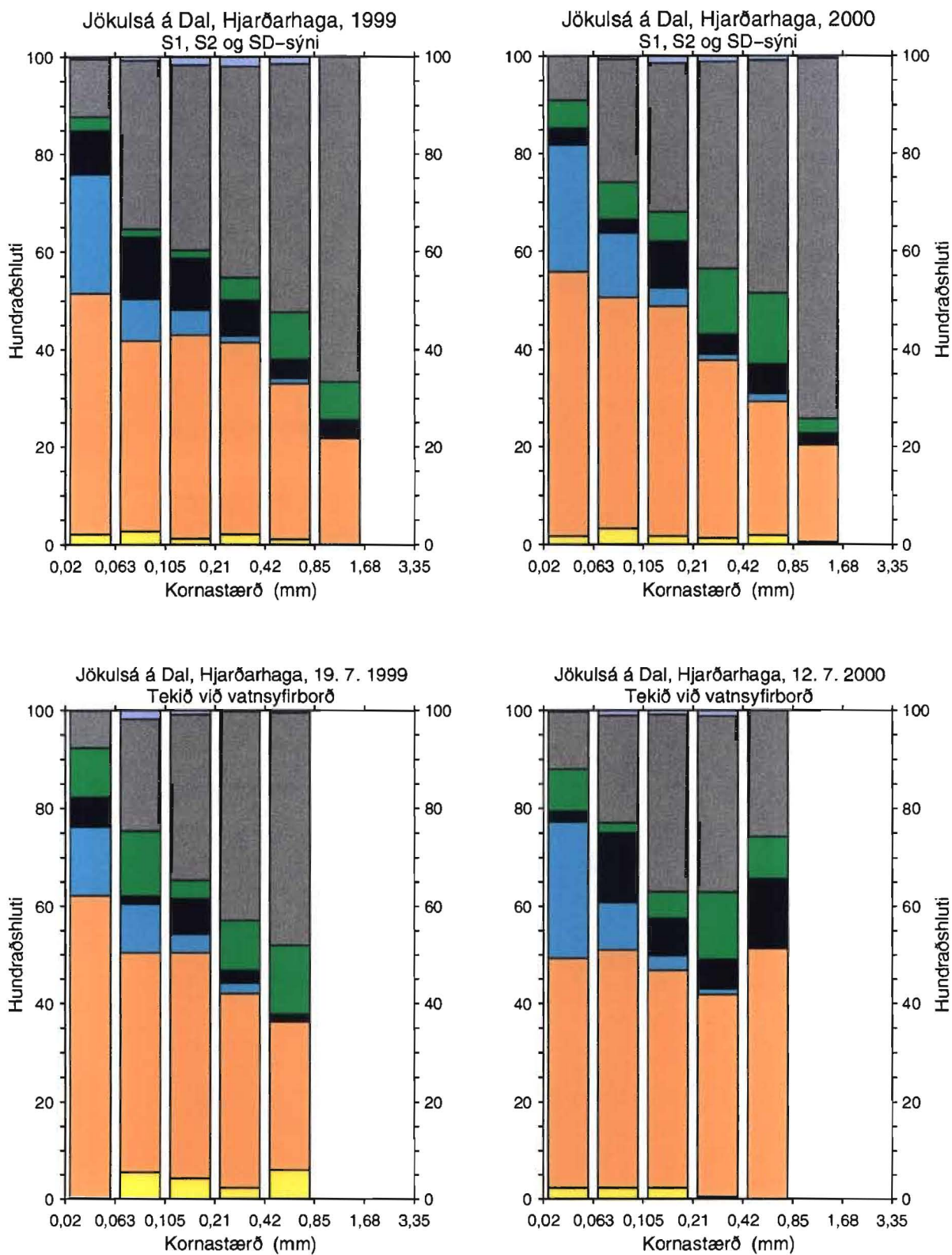


Mynd 1. Skýringar á bergflokkum svifaurs í súluritum.

Mynd 2 sýnir niðurstöður bergflokkunar svifaurs úr Jökulsá á Fjöllum bæði frá 1999 og 2000 annars vegar svifaur úr venjulegum svifaursýnum og hins vegar úr sýnum teknum við yfirborð. Það vekur strax eftirtekt, að greiningarnar á sýnunum, sem tekin voru við yfirborð, ná ekki til tveggja grófustu kornastærðarflokkanna. Það er eðlilegt, grófustu kornin er síður að finna næst yfirborði. Meira greinist af súru og basísku gleri í sýnunum, sem tekin voru við yfirborð, en hinum, enda er það eðlisléttara en flest annað efni, sem berst sem svifaur. Hins vegar greinist meira af bergmolum, sem hér eru nær einvörðungu basalt, í venjulegum svifaursýnum en í sýnum teknum við yfirborð, enda er það eðlisþungt efni. Frumsteindir eru algengastar í fínustu flokkunum, en hverfa, þegar kornin verða stærri, eins og alltaf gerist. Sortukorn greinast í mjög mismiklum mæli, en í greiningu þeirra er töluverð óvissa, sem er háð þykkt þunnisneiðanna.



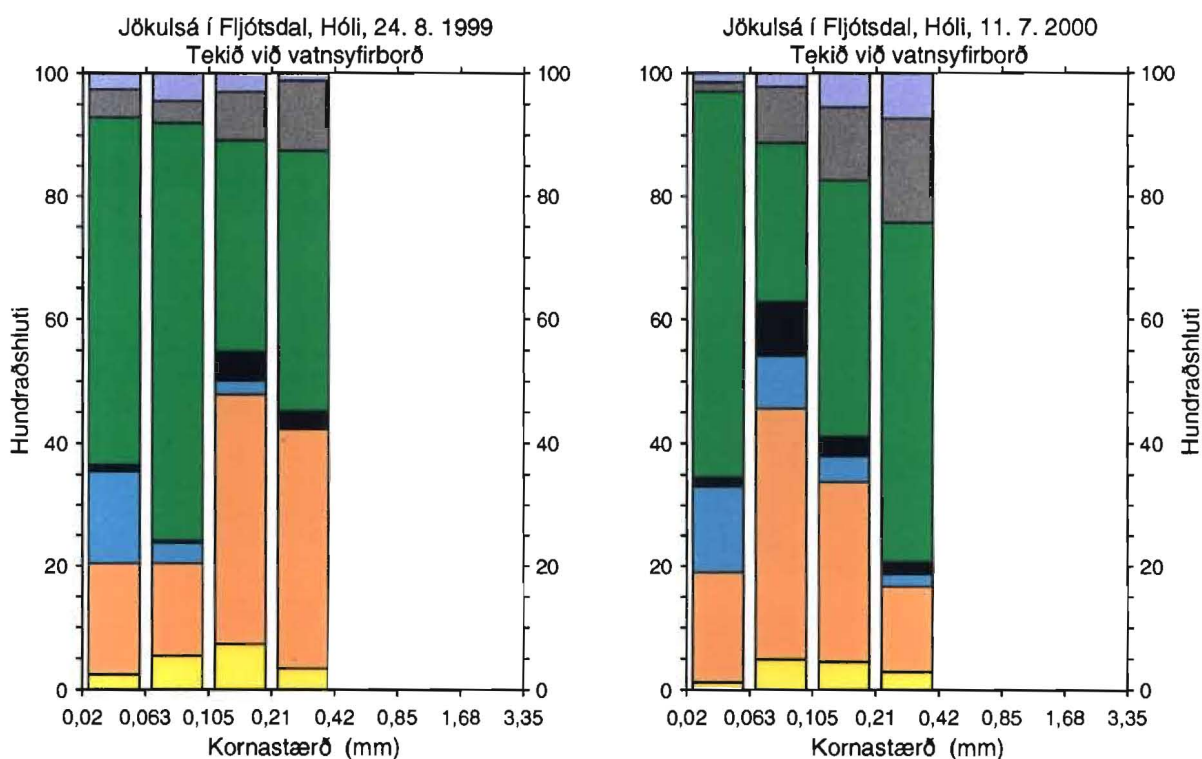
Mynd 2. Bergflokkun svifaurs í Jökulsá á Fjöllum við Grímsstaði 1999 og 2000.



Mynd 3. Bergflokkun svifaurs í Jökulsá á Dal við Hjarðarhaga 1999 og 2000.

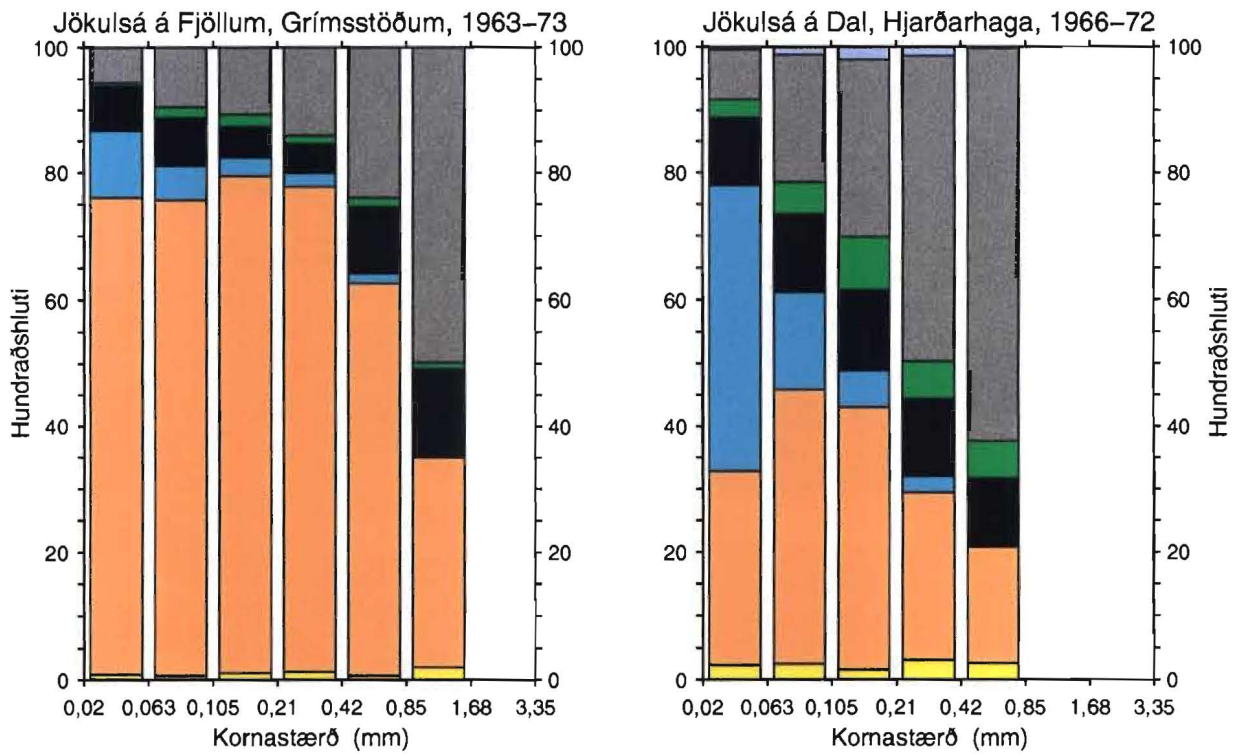
Á mynd 3 eru á sama hátt sýndar niðurstöður bergflokunar svifaurs úr Jökulsá á Dal frá árunum 1999 og 2000. Hið sama er að segja um þær og niðurstöðurnar frá Jökulsá á Fjöllum. Því má bæta við, að hér er ferskt gler um helmingur framburðarins, en ekki ráðandi efni eins og í Jökulsá á Fjöllum. Hér greindist nægilega mikið af kvartsi og ummyndunarsteindum til þess að unnt sé að sýna þær saman á súluriti.

Mynd 4 sýnir niðurstöðurnar frá Jökulsá í Fljótisdal. Hér er eingöngu um að ræða sýni tekin við vatnsyfirborð. Aurinn í Jökulsá í Fljótisdal er verulega frábrugðinn aurnum í hinum Jökulsánum, hér er aðalflokkurinn ummyndað gler. Einnig er meira af kvartsi og ummyndunarsteindum en í hinum ánum. Umtalsverður munur er á hlut aðalbergflokkanna, ummyndaðs glers og basíks glers í næstfínasta og grófasta kornastærðarflokknum, sem greindir voru í þessum tveimur sýnum.

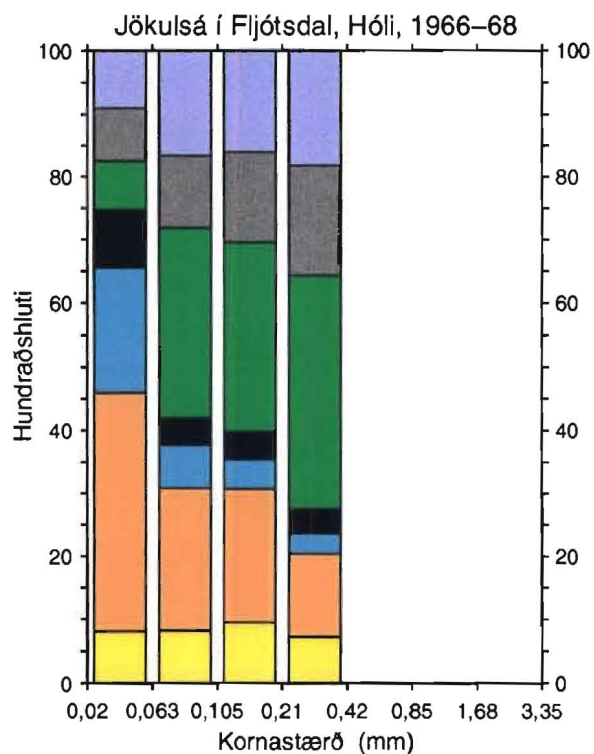


Mynd 4. Bergflokkan svifaurs í Jökulsá í Fljótisdal við Hól 1999 og 2000.

Til samanburðar eru hér sýndar fyrri niðurstöður bergflokunar á svifaur úr þessum ám. Þær niðurstöður voru á sínum tíma birtar í fyrrnefndri skýrslu eftir Svan Pálsson og Elsu G. Vilmundardóttur. Þær eru sýndar á myndum 5 og 6. Fyrri greiningarnar úr Jökulsá á Fjöllum og Jökulsá á Dal eru mjög svipaðar greiningum á svifaur í venju- legum svifaursýnum úr þessum ám frá 1999 og 2000. Fyrri greiningar úr Jökulsá í Fljótisdal gefa tiltölulega meira af bergmolum og flokknum kvartsi og ummyndunar- steindum en greiningar á sýnunum, sem tekin voru við vatnsyfirborð þar 1999 og 2000. Það má skýra með því, að eðlisþyngstu kornin skili sér síður við vatnsyfirborð en þau eðlisléttari.



Mynd 5. Fyrri bergflokkun svifaurs úr Jökulsá á Fjöllum og Jökulsá á Dal.



Mynd 6. Fyrri bergflokkun svifaurs úr Jökulsá í Fljótsdal.

Samantekt

Í Jökulsá á Fjöllum og Jökulsá á Dal, þar sem bæði var bergflokkaður svifaur, sem safnað var saman úr mörgum venjulegum svifaurssýnum, og aur úr einu sýni úr hvorri á frá hvoru ári, sem tekið var við vatnsyfirborð, kemur fram, að bergmolar skila sér hlutfallslega verr í sýnunum, sem tekin voru við yfirborð. Glerið skilar sér hins vegar hlutfallslega betur í þeim sýnum. Það má skýra með því, að minna er af eðlisþyngstu kornunum við yfirborð en neðar, sem þarf ekki að koma á óvart.

Munur á milli ára í bergflokkun á aur, sem safnað var úr venjulegum svifaurssýnum er innan skekkjumarka. Meiri munur er á milli ára í bergflokkun á aursýnunum, sem tekin voru við yfirborð, enda er aðeins um að ræða eitt sýni frá hvoru ári úr hverri á.

Bergflokkun á aur, sem safnað var úr venjulegum svifaurssýnum úr Jökulsá á Fjöllum og Jökulsá Dal ber vel saman við fyrri greiningar á svifaur úr þeim ám. Bergflokkun á sýnunum úr Jökulsá í Fljótsdal, sem tekin voru við yfirborð, ber ekki eins vel saman við fyrri greiningar á svifaur þaðan, enda var þeim aur safnað úr venjulegum svifaurssýnum.

Heimildir

Elsa G. Vilmundardóttir, Svanur Pálsson og Ásgrímur Guðmundsson 1979: *Búðarhálsvirkjun. Borhola ST-15: Setgreining*. Orkustofnun, OS-79025/ROD-08, 63 s.

Svanur Pálsson og Elsa G. Vilmundardóttir 1983: *Bergflokkun og eðlismassi aurs*. Orkustofnun OS-83016/VOD-01, 73 s.