

ORKUSTOFNUN
Raforkudeild

SKÝRSLA
UM AURBURÐARRANNSÓKNIR
1965-1966

eftir

Hauk Tómasson og Svan Pálsson

English Summary

by

Páll Ingólfsson

Reykjavík, marz 1968

SKÝRSLA
UM AURBURÐARRANNSÓKNIR
1965-1966

eftir

Hauk Tómasson og Svan Pálsson

English Summary

by

Páll Ingólfsson

Reykjavík, marz 1968

E f n i s y f i r l i t

1. Inngangur	bls.	1
2.1 Tegundir og fjöldi sýnishorna (S.P.)	"	2
2.1.1 Tegundir sýnishorna	"	2
2.1.2 Fjöldi sýnishorna	"	2
2.2 Birting á niðurstöðum í töflum (S.P.)	"	3
2.3 Rannsóknaraðferð (S.P.)	"	4
2.4 Skekkjuvaldar (S.P.)	"	7
2.5 Aurburðartöflur 1965 og 1966 (S.P.)	"	10
2.6 Athugasemdir við einstök sýnishorn (S.P.)	"	24
2.7 Leiðréttar aurburðartöflur 1963-64 og viðbætur (S.P.)	"	26
3.1 Útreikningar á aurburðarlykli (H.T.)	"	31
3.2 Útreikningar á botnskriði (H.T.)	"	41
3.3 Bergflokkagreining og eðlisþyngdarmælingar (S.P.)	"	51
3.3.1 Bergflokkagreining	"	51
3.3.2 Eðlisþyngdarmælingar	"	54
3.3.3 Niðurstöður	"	55
3.4 Landmótunarfræðilegir útreikningar (H.T.)	"	57
3.5 Niðurstöður og helztu ályktanir (H.T.)	"	63
3.5.1 Svifaur	"	63
3.5.2 Botnskrið	"	64
3.5.3 Aurburður með ís	"	65
3.5.4 Heildaraurburður	"	66
3.5.5 Uppruni aurburðar	"	68
3.5.6 Aurburðarvandamál	"	72

Sediment Load Investigations
Conclusions (P.I.).

Töflur:

2.1.1	Fjöldi sýnishorna	bls.	3
3.1.1	Aurburðarlyklar	"	35
3.2.1	Eðlisþyngd og innra viðnám á mismunandi árstíðum	"	51
3.3.1	Bergflokkagreining	"	52
3.4.1	Afrennslisþéttleiki o.fl.	"	60
3.4.2	"	"	61
3.5.1	Nokkrar niðurstöður aurburðarmælinga	"	74

Myndir:

2.0.1	Tökustaðir sýnishorna	bls.	30
3.1.1	Samband rennslis og aurburðar	"	36
3.1.2	"	"	37
3.1.3	"	"	38
3.1.4	"	"	39
3.1.5	"	"	40
3.2.1	Kornakúrfur, Hvítá: botnefni	"	45
3.2.2	" , Þjórsá: botnefni	"	46
3.2.3	Þverskurður, Hvítá á móts við Útverkatungu	"	47
3.2.4	" , Hvítá á móts við Svartagil	"	48
3.2.5	Þversnið Þjórsár hjá Blesastöðum	"	49
3.2.6	" " undan Múrneyrum	"	50
3.3.1	Berggreining á aurburði	"	53
3.4.1	Afrennslisþéttleiki	"	62
3.5.1	Kornastærð mórenu, áfoks og aurburðar	"	75
3.5.2	Bergfræðileg samsetning aurburðar	"	76
3.5.3	Kornakúrfur, áfok og mórena	"	77
3.5.4	Kornakúrfur, Jökulsá á Fjöllum, Hvítá og Þjórsá	"	78
3.5.5	Kornakúrfur, Jökulsá á Brú, Lagarfljót og Jökulsá í Fljótsdal	"	79

1. Inngangur.

Í ágústmánuði 1965 kom út hjá Raforkumálastjóra skýrsla um aurburðarrannsóknir áráanna 1963-64. Í inngangi þeirrar skýrslu var því lofað, að skýrsla um aurburðarrannsóknir skyldi koma út árlega, en ekki gat þó orðið af því aðallega vegna anna undirritaðs. Í þessari skýrslu, sem hér birtist, eru rannsóknarniðurstöður áráanna 1965-66 auk kafla um útreikninga og fleira.

Skipulag aurburðarrannsókna er það sama og verið hefur undanfarin ár, þannig að aurburðarnefnd hefur yfirstjórn þeirra með höndum, en í henni eru Haukur Tómasson, jarðfræðingur, formaður; Sigurjón Rist, vatnafræðingur og Jón Jónsson, jarðfræðingur. Vatnamælingar sjá um töku sýnishorna en Haukur Tómasson um úrvinnslu. Áætlanir aurburðarnefndar um rannsóknarverkefni hafa sem fyrr mest beint að Þjórsá og Hvítá og þverám þeirra. Í seinni tíð hefur þó meiri áherzla verið lögð á að fá vetrarsýnishorn og sýnishorn frá ýmsum af þverám þeirra og er þá Tungnaá mikilvægust. Til þess að auka sýnishornatökuna var komið upp mælingaflokkum sumarið 1965, sem starfað hafa síðan að aurburðarsýnishornatöku, jarðvatnsmælingum og ísaathugunum.

Þessi skýrsla skiptist í tvo hluta og er fyrri hlutinn um rannsókn sýnishorna, töflur og athugasemdir. Í seinni hluta er fjallað um næsta fjarskyld efni, svo sem um útreikninga á aurburðarlyklum, um botnskriðsreikninga, bergfræðilega greiningu á svifaur og loks er kafli um landmótunarfræðilega lýsingu á vatnakerfi nokkurra meginfljóta. Þessi landmótunarfræðilega lýsing, sem gefur lengd vatnakerfisins við mismunandi stig samrennslis, er gerð af Oddi Sigurðssyni, jarðfræðinema, sumarið 1966. Bakþankinn hjá mér var að nota þessar tölur til þess að áætla vatnsgröft á vatna-sviðinu. Það hefur ekki verið gert ennþá enda þarf fleira til, sem ekki er lokið. En niðurstöður þessarar landmótunarfræðilegu lýsingar geta komið að haldi fyrir ýmsar fleiri athuganir á vatna-sviðunum og er þær þessvegna birtar hér nú.

Lokakaflinn er um ýmsar niðurstöður og ályktanir, sem draga má á þessu stigi aurburðarrannsókna, bæði um heildarmagn aurburðar og skiptingu í ýmsa kornastærðarflokka. Svo og viss áætlun um uppruna aurburðarins. Þessi kafli er að mestu þýddur á ensku sem niðurstöður.

2.1 Tegundir og fjöldi sýnishorna

2.1.1 Tegundir sýnishorna

Aurburðarsýnishornunum er skipt í 2 aðaltegundir eftir tókuaðferð: S-sýnishorn og F-sýnishorn.

S-sýnishorn eru þau sýnishorn nefnd, sem tekin eru í flöskur af sérstakri gerð, amerískar mjólkurflöskur rúmlega 400 ml, sem láttnar eru í þar til gerðan sýnishornataka meðan sýnishornatakan fer fram. Sýnishornatakinn með flöskunni er látinn síga niður í ána og er dreginn upp og niður með jöfnum hraða. Þá fæst sýnishorn af árvatninu frá yfirborði og niður undir botn.

Þau sýnishorn, sem auðkennd eru S1, eru tekin á nokkrum, venjulega þremur, stöðum á þversniði árinna. Þau, sem eru auðkennd S2, eru ekki tekin á þversniði yfir ána, heldur á einum eða tveimur stöðum við annan eða báða bakka árinna.

F-sýnishorn eru þau sýnishorn nefnd, sem tekin eru í flöskur af ýmsum gerðum, aðallega þriggja pela flöskur, án þess að sýnishornatagi sé notaður. Þessi sýnishorn eru venjulega tekin á einum stað nærri öðrum bakkanum.

2.1.2 Fjöldi sýnishorna.

Rannsóknir á magni og kornastærð aurburðar hófust í Keldnaholti í apríl 1963 og hafa haldið áfram síðan. Eftirfarandi tafla sýnir fjölda sýnishorna, sem tekin hafa verið til ársloka 1966.

Tafla 2.1.1

	1960	1962	1963	1964	1965	1966	Samt.
S-sýnishorn	2	12	109	66	97	197	483
F-sýnishorn		17	20	89	49	36	211
Alls	2	29	129	155	146	233	694

2.2 Birting á niðurstöðum í töflum.

Í skýrslu um aurburðarrannsóknir 1963-1964 voru einkum sýnishorn frá þremur tókustöðum: Jökulsá á Fjöllum hjá Grímsstöðum, Þjórsá hjá Urriðafossi og Hvítá í Árnessýslu hjá Iðu.

Sýnishornataka úr Jökulsá á Fjöllum var næstum engin 1965-66, en hefur verið haldið áfram úr Þjórsá hjá Urriðafossi og Hvítá hjá Iðu. Árið 1965 voru næstum engin sýnishorn tekin úr Jökulsá á Brú og Lagarfljóti, en sýnishornataka hófst þar aftur árið 1966 og einnig úr Jökulsá í Fljótsdal. Allmörg sýnishorn voru tekin úr Skeiðará 1965, enda var hlaup í ánni á árinu. Allmörg sýnishorn voru tekin úr Tungnaá hjá Haldi 1965-66. Árið 1966 jókst sýnishornataka mjög sunnanlands og var þá bætt við nýjum tókustöðum. Eru hinir helztu þeirra þessir: Þjórsá Sóleyjarhöfði, Tungnaá Hrauneyjar, Tungnaá Jökulheimar, Kaldakvísl ofan Brúargljúfurs, Ölfusá Selfoss, Hvítá Brúarhlöð, Tungufljót Faxi og Jökulfall Tanga-ver.

Í töflunum hér á eftir eru fyrst sýnishorn tekin 1965, síðan sýnishorn tekin 1966. Aftan við töflurnar eru nokkrar athugasemdir við einstök sýnishorn.

Þar fyrir aftan eru 2 blöð með töflum, sem koma í stað 2 blaða í skýrslu um aurburðarrannsóknir 1963-1964. Rennslistölur og þar af leiðandi tölur um aurburð í kg/s voru rangar á tilsvarendi

blöðum í þeirri skýrslu, en eru birtar hér leiðréttar. Rennslið í Hvítá hjá Iðu er ekki mælt, heldur útreiknað, þar sem botninn er mjög breytilegur og þar af leiðandi ekki unnt að treysta álestrum á vatnshæðarmáli. Athugasemdanúmerin á þessum 2 blöðum eiga við athugasemdir skýrslunnar 1963-1964. Á aftasta töflu-blaðinu eru birtar rennslitölur og aurburðarmagn nokkurra sýnishorna frá 1963-1964, en rennslitölur þessara sýnishorna vantaði í eldri skýrslunni.

2.3 Rannsóknaraðferð

Flöskurnar með sýnishornunum eru teknar og hrist upp í þeim. Vatnsmagnið er mælt í mæliglasi. Síðan er sýnishornið látið í sérstakar setflöskur. Sá aurburður, sem eftir er í flöskunum, sem sýnishornið kom í, er skolaður úr þeim með eimuðu vatni niður í setflösku eða mæliglas. Hvert sýnishorn er venjulega 1000-2000 ml og er látið á 3-4 setflöskur. Þess er gætt, að vatnsborðið standi jafnhátt í öllum setflöskum sama sýnishorns og a.m.k. ein flaskan sé með óblönduðu árvatni.

Setflöskurnar eru síðan látnar standa í 20° heitu vatnsbaði, svo að aurburðurinn setjist til. Fyrstu sýnishornin, sem rannsökuð voru, voru látin setjast til í 1-2 vikur, en nú eru þau sjaldan látin setjast til lengur en einn sólarhring. Fínna mark þess, sem botnfellur, er reiknað út eftir Stokes-lögmáli.

$$\text{Stokes-lögmál} \quad x = 0.141 \sqrt{\frac{n \cdot h}{8k - 8v}} \cdot \sqrt{\frac{1}{t}} \text{ (mm)}$$

x = kornastærð

t = falltími (mín)

n = viskositet vökvans 0.0102

8k= eðlisþyngd korna 2.7

8v= eðlisþyngd vökvans 1.0

h = fallhæð í setflösku (cm)

Þegar sýnishornin voru höfð 1-2 vikur í vatnsbaðinu botnféll sá aurburður, sem var 0.0005-0.0003 mm. Nú þegar sýnishornin eru látin setjast til í um það bil einn sólarhring, liggur markið við 0.0013-0.0015 mm.

Þegar setflöskurnar hafa verið hæfilegan tíma í vatnsbaðinu, eru þær teknar varlega upp úr og mestu af vatninu dælt ofan af. Mestu af vatninu er fleygt, en úr setflösku, sem engu eimuðu vatni hafði verið bætt í, er tekið 200 ml sýnishorn (a) mælt í pípettu, sem látið er í bikarglas og síðan þurreimað. Annað sýnishorn sams konar er tekið og látið í skilvindu. Í skilvindunni er sýnishornið 1-3 klst., venjulega 2 klst. Sýnishornið er sett í skilvinduna til að kanna, hvort eitthvað af fínum leir hafi verið ófallið. Leirinn botnfellur í skilvindunni, a.m.k. það sem er > 0.00010-0.00006 mm. 100 ml sýnishorn (b) er tekið af því, sem ekki botnfellur í skilvindunni og þurreimað. Setið úr sýnishorni (b) margfaldað með 10 og leiðrétt vegna uppgufunar í skilvindunni er magn uppleystra efna í 1 lítra af árvatninu. Setið út sýnishorni (a) margfaldað með 5 er þá magn uppleystra efna + fíns leirs í einum lítra af árvatni. Magn fíns leirs fæst þá, sem mismunur þessara tveggja stærða.

Skilvinda var ekki notuð við rannsókn fyrstu sýnishornanna, sem rannsökuð voru. Magn uppleystra efna og fíns leirs var því ekki sundurliðað við rannsókn þeirra sýnishorna. Í töflunum hér á eftir er skiptingin milli leirs og uppleystra efna í þessum sýnishornum áætluð út frá hliðstæðum sýnishornum, sem rannsökuð hafa verið eftir að farið var að mæla magn uppleystra efna sérstaklega. Það hefur komið í ljós, að magn uppleystra efna er yfirleitt þeim mun minna sem rennslið er meira, og þess vegna hefur verið auðveldara að áætla magn uppleystra efna í mörgum tilfellum.

Botnfallið úr setflöskunum er skolað með eimuðu vatni niður í bikarglas, nokkrir ml af 30% H_2O_2 látnir út í og látið sjóða í nokkrar klst. í þurrkofni til að eyða lífrænum efnum. Sandurinn er síðan sigtaður frá gegnum sigti af stærðinni 0.062 mm.

Þegar sandurinn er orðinn þurr, er hann veginn og að lokum er stærsta eða stærstu korn hans mæld í smásjá.

Það sem eftir er af sýnishorninu er nú látið í síritandi setvog, sem ritar kornastærðarlínurit yfir kornastærðir minni en 0.062 mm.

Setvogin er tvíarma vog með vogarskál annars armsins niðri í setflösku með vatni, en í hinn arminn eru hengd lóð. Vogin er stillt þannig, að hún er í jafnvægi, þegar eimað vatn, sem mestu af lofti hefur verið dælt úr, er í setflöskunni. Að innstillingu lokinni er eimaða vatninu hellt úr setflöskunni og sýnishornið látið í hana í staðinn. Eimuðu vatni er bætt í til að fylla upp í rétta hæð. Mestu af lofti er dælt úr með vatnsgeisladælu. Síðan er hrært upp í setflöskunni og vogin sett af stað.

Þegar set fer að falla á vogarskálina í setflöskunni, fer vogin úr jafnvægi og setur í gang mótör, sem veldur einu útslagi á síritarænum fyrir hver 2 mg, sem falla á vogarskálina. Þegar vogin hefur verið höfð í gangi hæfilegan tíma er hún stöðvuð, setflaskan tekin úr og mestu af vatninu dælt ofan af botnfallinu. 100 ml sýnishorn af vatninu er þurreimað. Setið úr því er umreiknað fyrir 1 lítra af árvatni. Þannig fæst þá magn þeirrar kornastærðar, sem er minni en það fínasta, sem féll í setvoginni og stærra en það, sem féll ekki í setflöskunum í vatnsbaðinu.

Fyrstu mánuðina var setvogin höfð í gangi frá því skömmu eftir að vinna hófst að morgni þar til skömmu áður en vinnu lauk að kvöldi og einnig oft að nóttunni. Það var um 400 og 1000 mínútna falltími, sem eftir Stokes-lögmáli samsvarar því, að korn > 0.0025 og 0.0016 mm hafi fallið á vogarskálina. Þar sem komið hefur í ljós, að í flestum sýnishornum fellur mestur hluti kornanna tiltölulega fljótt, hefur tíminn í setvoginni verið stytur verulega og er nú venjulega 100-200 mínútur, sem samsvarar því, að korn > 0.0050-0.0035 mm hafi fallið. Þó er setvogin höfð lengur í gangi, ef um sýnishorn með miklu af fínni meðli er að ræða.

Úr línuriti setvogarinnar er unnið þannig: Tímanum, sem setvugin var höfð í gangi, er skipt í nokkur, venjulega átta, bil og kornastærðarmörkin milli bilanna reiknuð eftir Stokes-lögmáli. Þungi botnfallsins á hverju bili er talinn saman og lagður saman fyrir þau öll. Því næst er fundið, hvernig heildarbotnfallið skiptist á einstök bil eftir hundrahlutum. Heildarþungi botnfallsins samkvæmt línuritinu er síðan umreiknaður í þunga í lofti og bætt við 8% vegna þess botnfalls, sem lent hefur undir vogarskálinni. Loks er heildarþunginn umreiknaður fyrir einn lítra af árvatni.

Nú er rannsókn sýnishornsins lokið og magn einstakra kornastærðarflokka í lítra lagt saman og að lokum reiknað kornalínurit fyrir sýnishornið.

2.4 Skekkjuvaldar.

Venjulegast líða nokkrar vikur frá því, að sýnishornið er tekið, þar til rannsókn hefst. Á þeim tíma myndast oft gróður í flöskunum. Líklegt er, að sá gróður bindi eitthvað af fínum leir og valdi því, að í setflöskunum í vatnsbaðinu falli heldur mikið af leir til botns. Þegar botnfallið hefur verið skolað úr setflöskunum, er gróðrinum eytt með H_2O_2 , eins og sagt er hér að framan.

Magn uppleystra efna er, eins og lýst er hér að framan, fundið þannig, að tekin eru 2 sýnishorn af því, sem ekki hefur fallið til botns í setflöskunum í vatnsbaðinu. Annað (a) inniheldur fínan leir + uppleyst efni. Hitt (b) inniheldur aðeins uppleyst efni, þar sem leirnum hefur verið náð úr því í skilvindu. Bæði sýnishornin eru þurreimuð, þurrefnið vegið og umreiknað í mg/l. Sýnishornið b gefur magn uppleystra efna og a-b magn fíns leirs. Magn uppleystra efna er aðeins fundið hér til að geta ákvarðað magn fína leirsins.

Þurreimingin á sér stað í ofni, sem stilltur er á $110^{\circ}C$ að öllum jafnaði. Komið hefur fyrir, að ofninn hefur verið stilltur á nokkru hærri eða lægra hitastig vegna annarra rannsókna. Gera

má ráð fyrir, að eitthvað af bíkarbónötum tapist við þurreiminguna og þá misjafnlega mikið eftir hitastiginu í ofninum og þeim tíma, sem bikarglösin, sem þurreimað er í, eru í ofninum, en þau eru þar venjulega um það bil sólarhring, en stundum frá föstudegi til mánudags eða 3 sólarhringa. Sýnishornin a og b úr sama aurburðar-sýnishorni eru í þurrofni á sama tíma og þar af leiðandi við sama hitastig og álíka lengri. Þess vegna er óhætt að gera ráð fyrir, að þessi skekkjuvaldur gangi út, þegar magn fíns leirs er fundið með því að draga b frá a, svo að þetta ætti ekki að hafa áhrif á mælingu aurburðarmagnsins. Hins vegar eru tölur um magn uppleystra efna í töflunum hér fyrir aftan mjög óöruggar, enda, eins og að framan er getið, aðeins fundnar til að geta ákvarðað magn fínasta leirsins. Hugsanlegt er, að eitthvað af leir falli ekki í skilvindunni og lendi þess vegna með uppleystum efnum. Þessi skekkjuvaldur er alveg hverfandi, nema e.t.v. í nokkrum sýnishornum úr Jökulsá á Brú.

Eitthvað af uppleystum efnum lendir með botnfallinu, sem skolað er úr setflöskunum úr vatnsbaðinu, vegna þess að ekki er unnt að dæla alveg öllu vatni ofan af botnfallinu. Þessi uppleystu efni lenda síðan í setvoginni og koma sem viðbót við þann kornastærðarflokk, sem botnfallur ekki í setvoginni. Þessi skekkjuvaldur er örugglega mjög óverulegur.

Við útreikning kornastærðamarka í setvogi og setflöskum er notuð eftirfarandi útgáfa Stokes-lögmáls:

$$x = 0.141 \sqrt{\frac{n \cdot h}{8k - 8v}} \cdot \sqrt{\frac{1}{t}} \quad (\text{mm})$$

x = kornastærð

t = falltími

n = viskositet vökvans 0.0102

8k = eðlisþyngd korna 2.7

8v = eðlisþyngd vökvans 1.0

h = fallhæð í setflösku (cm)

Hér er gert ráð fyrir, að kornin séu teningslaga. Ef gert væri ráð fyrir, að kornin væru kúlulaga, kæmi konstanturinn 0.175 í stað 0.141 í formúlunni hér að ofan.

Sennilega er skekkja af þessari ástæðu óveruleg, en hún myndi koma fram sem hlykkur á kornalínuritinu, þar sem niðurstöður sigtunar- og setaðferða mætast við kornastærðina 0.062 mm.

Eðlisþyngd korna er hér áætluð 2.7, en eðlisþyngdarmælingar hafa enn lítið verið gerðar á aurburði í íslenskum ám, svo að hugsanlegt er, að meðaleðlisþyngd aurburðar af þessari kornastærð sé örlitlu hærri eða lægri. Skekkjur af þessari ástæðu eru örugglega mjög óverulegar.

2.5 Aurburðartöflur 1965 og 1966.

VATNSFALL OG TÖKUSTADUR River and location of sampling	Dagseth. Date	Rennslí Discharge kl/s	AURBURÐUR Sediment load		Uppi. steinhefni Dis. solids mg/l	KORNASTÆRÐ I % Grain size in %			KORNASTÆRÐ mg/l Grain size mg/l			Stærstu korni Max. grain size mm	Töku- aðf. Sampl. meth.	Ath. Notes Nt.					
			Samtals Total kg/s	> 0.020 mm kg/s		< 0.020 mm kg/s	> 0.062 mm	0.062- 0.020 mm	0.020- 0.002 mm	< 0.002 mm	> 0.062 mm				0.062- 0.020 mm	0.020- 0.002 mm	< 0.002 mm		
Þjórsá Urriðafoss	01.01.65	168.0	42.4	7.1	2.9	4.2	51.4	34.2	6.8	14.5	44.5	14.5	2.9	6.1	18.9	F			
	21.01.65	226.9	226.8	51.5	45.8	5.7	61.2	88.5	0.5	6.5	4.5	200.7	1.1	14.7	10.2	F			
	12.02.65	321.0	2.078.7	667.3	645.9	21.4	32.3	95.8	1.0	2.2	1.0	1.991.4	20.8	45.7	20.8	F			
	21.10.65	1.350.0	3.040.3	4.104.4	2.626.8	1.477.6	40.2	37.8	26.2	30.3	5.7	1.149.2	796.6	921.2	173.3	F			
	21.10.65	1.299.0	2.727.2	3.488.1	2.040.5	1.447.6	39.8	34.0	24.5	34.3	7.2	927.2	668.2	935.4	196.4	F	9		
	1965	669.0	1.623.1	1.663.7	1.072.4	591.3	45.0	58.0	11.8	17.6	12.6	856.6	297.9	384.6	83.9	4.32			
							69.8			30.2		1.154.5		468.5					
	Tungnaá Hald	14.04.65	96.0	58.2	5.6	3.7	1.9	69.0	33.7	32.3	29.0	5.0	19.6	18.8	16.9	2.9	S2		
		23.04.65	146.4	130.9	19.2	12.2	7.0	64.0	50.1	13.4	27.5	9.0	65.6	17.5	36.0	11.8	S2		
		11.05.65	153.6	157.9	24.3	21.7	2.6	54.4	85.0	4.2	9.3	1.5	134.2	6.6	14.7	2.4	S1		
05.06.65		218.0	308.5	67.3	55.9	11.4	65.3	79.1	3.9	14.5	2.5	244.0	12.0	44.7	7.7	S1			
19.06.65		148.8	235.9	35.1	29.8	5.3	63.3	82.1	2.9	9.5	5.5	193.7	6.8	22.4	13.0	S1			
25.06.65		132.0	124.6	16.4	12.8	3.6	65.0	71.1	6.9	16.0	6.0	88.6	8.6	19.9	7.5	S1			
05.07.65		181.0	413.7	74.9	56.2	18.7	27.2	65.7	9.3	17.5	7.5	271.8	38.5	72.4	31.0	S1			
24.07.65		365.0	1.577.6	575.8	339.7	236.1	46.2	29.5	29.5	33.0	8.0	465.4	465.4	520.6	126.2	2.6	S1		
29.07.65		197.0	934.2	184.0	125.1	58.9	48.1	48.1	48.1	19.9	23.5	8.5	449.4	185.9	219.5	79.4	2.4	S1	
07.08.65		178.4	747.1	133.3	88.0	45.3	53.0	46.4	19.6	26.0	8.0	346.7	146.4	194.2	60.0	1.4	S1		
13.08.65		311.0	1.691.8	526.1	370.9	155.2	30.6	54.3	16.2	22.5	7.0	918.6	274.1	380.7	118.4	2.35	S1		
21.08.65		270.0	1.096.8	296.1	210.2	85.9	53.9	55.8	15.2	22.0	7.0	612.0	166.7	241.3	76.8	3.0	S1		
05.09.65		125.4	171.4	21.5	13.9	7.6	53.9	55.7	9.0	18.8	16.5	95.5	15.4	32.2	28.3	0.7	S1		
12.09.65		127.6	269.1	34.3	26.1	8.2	84.1	63.9	12.1	16.0	8.0	172.0	32.6	43.1	21.5	0.75	S1		
01.10.65		116.6	222.3	25.9	18.6	7.3	70.5	71.2	0.8	20.0	8.0	158.3	1.8	44.5	17.8	1.4	S1		
08.10.65	106.0	139.2	14.8	11.2	3.6	63.6	71.7	4.3	14.5	9.5	99.8	6.0	20.2	13.2	2.85	S1			
1965	179.4	517.5	128.4	87.2	41.2	57.0	60.2	12.5	20.0	7.3	271.0	87.7	120.2	38.6	1.98				
						72.7			27.3		358.7		158.8						
Meðaltal F																			
Meðaltal S																			
	20.10.65	373.0	2.216.2	826.6	611.7	214.9	149.2	20.0	54.0	24.0	2.0	443.2	1.196.7	531.9	44.3	0.45	F	2	

VATNSFALL OG TÖKUSTÆÐUR River and location of sampling	Dagsetn. Date	Rennslí Discharge kl/s	AURBURÐUR Sediment load		Uppi. steinefni Dus. solids mg/l	KORNASTÆÐI í % Grain size in %			KORNASTÆÐI mg/l Grain size mg/l			Stærstu korn Max. grain size mm	Töku- aðf. Sampl. meth.	Ath. Notes Nr.		
			Samtals Total kg/s	> 0.020 mm kg/s		< 0.020 mm kg/s	> 0.062 mm	0.062- 0.020 mm	0.020- 0.002 mm	< 0.002 mm	> 0.062 mm				0.062- 0.020 mm	0.020- 0.002 mm
Hvítá Iða	07.05.65	110.0	5.6	4.3	1.3	66.3	9.7	14.0	10.0	33.5	4.9	7.1	5.1	5.1	1.05	10
	25.05.65	190.0	9.9	5.9	4.0	57.4	2.6	32.0	8.0	30.0	1.4	16.7	4.2	4.2	1.2	10
	01.06.65	215.0	17.6	9.0	8.6	40.5	10.5	41.0	8.0	33.1	8.6	33.5	6.5	6.5	1.15	10
	11.06.65	143.0	41.7	3.2	2.8	52.0	2.0	28.0	18.0	21.7	0.8	11.0	7.5	7.5	1.75	10
	16.06.65	136.0	63.7	3.6	5.1	26.6	6.7	22.0	37.0	21.8	4.3	14.0	23.6	23.6	1.5	10
	22.06.65	109.0	44.6	2.6	2.3	46.7	6.3	34.5	12.5	20.8	2.8	15.4	5.6	5.6	1.33	10
	29.06.65	122.0	33.4	3.4	0.7	56.0	7.9	15.0	2.0	25.1	2.6	5.0	0.7	0.7	1.6	10
	06.07.65	157.0	15.4	4.9	10.5	60.7	2.6	49.0	19.0	28.8	2.5	47.9	18.6	18.6	2.05	10
	22.07.65	194.0	137.7	26.7	11.4	66.8	29.6	13.0	48.4	40.8	17.9	66.6	12.4	12.4	0.9	10
	03.08.65	131.0	87.9	11.5	5.2	33.9	11.4	31.7	23.0	29.8	10.0	27.9	20.2	20.2	0.8	10
	05.08.65	132.0	99.0	13.1	9.0	30.5	13.5	22.5	9.0	54.5	13.4	22.3	8.9	8.9	2.95	10
	10.08.65	139.0	70.2	9.8	4.8	28.2	8.1	27.0	22.0	30.1	5.7	19.0	15.4	15.4	2.2	10
	17.08.65	173.0	130.0	22.5	11.0	48.6	38.7	10.0	26.3	25.0	50.3	13.0	34.2	32.5	1.55	10
	21.08.65	166.0	90.5	15.0	5.9	52.0	29.0	10.0	40.0	21.0	26.2	9.1	36.2	19.0	1.15	10
	31.08.65	118.0	92.1	10.9	4.3	37.4	33.5	6.0	23.5	37.0	30.9	5.5	21.6	34.1	1.65	10
	01.09.65	115.0	115.3	13.3	5.5	7.8	29.9	11.1	23.0	36.0	34.5	12.8	26.5	41.5	1.35	10
	09.09.65	107.0	88.4	9.5	6.2	41.8	60.3	5.0	22.0	12.7	53.3	4.4	19.4	11.2	3.25	10
	13.09.65	108.0	68.9	7.4	4.1	49.1	49.4	5.6	24.0	21.0	34.0	3.9	16.5	14.5	1.6	10
	30.09.65	108.0	58.8	6.4	4.4	65.1	60.3	8.7	18.0	13.0	35.5	5.1	10.6	7.6	1.25	10
	22.10.65	507.0	367.6	186.4	96.0	52.5	38.4	13.1	32.5	16.0	141.2	48.2	119.5	58.8	2.4	10
26.10.65	412.0	163.7	67.4	37.1	52.5	31.5	23.5	31.5	13.5	51.6	38.5	51.6	22.1	1.4	10	
1965	171.0	96.9	22.5	11.5	45.7	44.5	8.9	28.9	17.7	39.4	10.3	29.7	17.6	1.67		
Meðaltal S					53.4			46.6		49.7			41.3			
Hvítá Jaðar	07.01.65	152.0	8.7	4.5	34.0	49.5	2.0	26.5	22.0	28.3	1.1	15.1	12.6	1.25	F	
	14.02.65	79.1	2.6	1.0	46.0	35.6	4.4	43.0	17.0	11.9	1.5	14.4	5.7	0.9	F	
	14.03.65	97.2	13.7	0.7	46.3	44.3	9.0	34.7	12.0	6.1	1.2	4.8	1.6	2.23	F	
	26.03.65	69.0	3.7	2.6	55.3	60.0	10.0	23.5	6.5	32.1	5.4	12.6	3.5	0.78	F	3
	22.10.65	390.0	449.1	175.1	96.3	45.0	45.4	9.6	30.3	14.7	203.9	43.1	136.1	66.0	3.05	F
1965	157.5	121.4	38.3	21.0	47.3	47.0	7.0	31.6	14.4	56.5	10.5	36.6	17.9	1.64		
Meðaltal F					54.0			46.0		67.0			54.5			

VATNSFALL OG TÖKUSTADUR River and location of sampling	Dagsetn. Date	Rennsli Discharge kl/s	AURBURÐUR Sediment load		Uppi. steiðnefni Dus. solids mg/l	KORNASTÆRÐ I % Grain size in %			KORNASTÆRÐ mg/l Grain size mg/l			Skerstu Korn Max. grain size mm	Töku- aðf. Sampl. meth.	Ath. Notes Nr.	
			Samtals Total kg/s	> 0.020 mm kg/s		< 0.020 mm kg/s	> 0.062 mm	0.062- 0.020 mm	0.020- 0.002 mm	> 0.062 mm	0.062- 0.020 mm				0.020- 0.002 mm
Skeiðará	14.01.65		606.6		66.2	7.1	7.9	34.0	51.0	43.1	47.9	206.2	309.4	F	6
	14.04.65		408.7		87.4	1.3	11.7	56.0	31.0	5.3	47.8	228.9	126.7	F	6
	26.05.65		2.244.7		84.0	8.9	23.1	42.0	26.0	199.8	518.5	942.8	583.6	F	6
	13.06.65		1.421.2		113.0	18.8	35.2	36.0	10.0	267.2	500.3	511.6	142.1	F	6
	10.07.65		1.299.8		46.0	3.8	31.2	45.0	20.0	49.4	405.5	584.9	260.0	F	6
	22.07.65		2.373.5		39.8	22.0	35.0	30.5	12.5	522.2	830.7	723.9	296.7	F	6
	05.08.65		2.453.0		44.5	29.7	25.3	29.5	15.5	728.5	620.6	723.6	380.2	F	6
	15.08.65		1.181.6		42.8	19.9	25.1	37.0	18.0	235.1	296.6	437.2	212.7	F	6
	22.08.65		1.034.7		23.8	4.3	22.7	45.5	27.5	45.4	239.4	479.9	290.0	F	6
	29.08.65		4.549.5		239.1	13.3	33.7	44.0	9.0	605.1	1.533.2	2.001.8	409.5	F	6 7
	01.09.65		5.930.0		236.2	12.8	38.2	42.5	6.5	759.0	2.265.3	2.520.3	385.5	F	6 7
	03.09.65		6.244.9		184.5	16.0	35.0	41.5	7.5	999.2	2.185.7	2.591.6	468.4	F	6 7
	04.09.65		6.130.1		292.0	14.1	33.9	39.0	13.0	864.3	2.078.1	2.390.7	796.9	F	6 7 8
	05.09.65		7.634.7		352.3	29.0	28.0	37.5	5.5	2.214.1	2.137.7	2.863.0	419.9	F	6 7
	06.09.65		7.282.2		416.0	28.0	34.0	31.0	7.0	2.039.0	2.475.9	2.257.5	509.8	F	6 7 8
	07.09.65		8.993.6		331.0	37.4	33.6	24.0	5.0	3.363.6	3.021.8	2.158.5	449.7	F	6 7
	08.09.65		6.531.0		295.0	28.7	35.3	30.0	6.0	1.874.4	2.305.4	1.959.3	391.9	F	6 7 8
	09.09.65		1.721.2		224.0	4.9	32.6	49.5	13.0	84.3	561.1	852.0	223.8	F	6 7 8
	10.09.65		1.076.7		204.0	4.3	33.7	48.0	14.0	46.3	362.8	516.8	150.7	F	6 7 8
	11.09.65		3.259.5		254.0	45.5	23.5	24.0	7.0	1.483.1	766.0	782.3	228.2	F	6 7 8
	23.09.65		1.329.2		81.6	18.8	32.2	37.0	11.0	249.9	441.2	491.8	146.2	F	6
	18.10.65		625.7		78.2	22.7	26.3	39.0	12.0	142.0	164.6	244.0	75.1	F	6
	07.11.65		1.993.0		181.8	34.6	31.4	23.0	11.0	689.6	625.8	458.4	219.2	F	6
	15.11.65		391.2		68.5	61.6	6.4	21.0	11.0	241.0	25.0	82.2	43.0	F	6
	25.12.65		271.3		87.7	13.3	12.7	44.0	30.0	36.1	34.5	119.4	81.4	F	6
25.12.65		216.2		89.9	0.0	2.0	31.0	67.0	0.0	4.3	167.0	144.9	F	6	
1965		2.970.2		160.1	19.2	26.5	37.0	17.3	684.1	942.1	1.046.0	297.9			
	Meðaltal F				45.7			54.3		1.826.2		1.343.9			
	Hvítá í Borgarf. Kljáross	100.0	424.0	33.9	42.4	64.7	15.3	15.5	4.5	274.3	64.9	65.7	19.1	S1	2.6
	Blanda Blönduós	60.0	297.9	6.8	17.9	27.5	10.5	42.0	20.0	81.9	31.3	125.1	59.6	S1	1.75
	- Guðlaugsstaðir	51.8	224.2	5.0	11.6	23.4	19.6	42.5	14.5	52.5	43.9	95.3	32.5	S1	1.45
	Héraðsvötn Varmahlíð	104.0	311.6	14.6	32.4	21.8	23.2	41.0	14.0	67.9	72.3	127.8	43.6	S1	1.25
	Skjálfandafljót Köldukinnarbrú	60.0	69.5	0.8	4.2	14.0	6.0	45.0	35.0	9.7	4.2	31.3	24.3	S1	0.9
	Skjálfandafljót Stóruvellir	51.0	47.2	0.9	2.4	25.6	10.4	41.5	22.5	12.1	4.9	19.6	10.6	S1	0.9
	Krákú Baldursheimur	6.1	71.4	0.31	0.44	64.7	5.3	19.0	11.0	46.2	3.8	13.6	7.9	S1	0.55
	Jökulsá á Brú Fell	410.0	5.716.2	1.757.7	2.343.6	54.6	20.4	19.0	6.0	3.121.0	1.166.1	1.086.1	343.0	S2	1.25
	Legarfljót Egilsstaðir	102.0	43.6	0.7	4.4	8.2	6.8	42.0	43.0	3.6	3.0	18.3	18.7	S1	0.7

VATNSFALL OG TÖKUSTADUR River and location of sampling	Dagseth. Date	Rennslí Discharge kl/s	AURBURÐUR Sediment load			Uppl. Steinfrni Dis. solids mg/l	KORNASTÆRÐ í % Grain size in %			KORNASTÆRÐ mg/l Grain size mg/l			Stærstu korn Max. grain size mm	Töku- aðf. Sampl. meth.	Ath. Notes Nr.
			mg/l	Samtals Total kg/s	> 0.020 mm kg/s		< 0.020 mm kg/s	> 0.062 mm	0.062- 0.020 mm	0.020- 0.002 mm	< 0.002 mm	> 0.062 mm			
Skafthá Skaftárdalur	04.03.65	50.0	100.3	5.0	2.9	2.1	76.9	54.2	4.3	25.5	16.0	16.0	0.6	F	
Skálm Skálmárbrú	04.03.65	14.6	556.0	8.1	7.7	0.4	62.5	89.0	5.5	4.5	1.0	5.6	2.85	S2	
Ytri-Rangá Árbæjaráðss	15.02.65	54.5	53.7	2.9	2.0	0.9	119.5	61.0	7.0	24.0	8.0	4.3	1.33	F	
- Rangárbotnar	05.02.65	21.0	1.645.8	34.6	33.2	1.4	9.5	95.4	1.6	2.0	1.0	16.5	4.53	F	
Pjórsá Tröllkonunlaup	05.02.65	468.0	569.6	266.6	245.3	21.3	46.6	82.5	9.5	6.5	1.5	8.5	1.33	S2	
-	13.02.65	151.0	50.0	7.6	3.8	3.8	56.3	47.8	2.2	15.5	34.5	7.7	1.38	F	
-	05.03.65	196.0	240.4	47.1	36.3	10.8	60.3	51.8	25.2	14.0	9.0	21.6	1.38	S2	
-	20.03.65	177.0	190.7	33.8	29.4	4.4	75.8	82.0	5.0	10.5	2.5	4.8	2.18	S2	
-	20.10.65	924.0	2.913.4	2.692.0	1.588.3	1.103.7	60.4	29.3	29.7	36.0	5.0	145.7	2.75	F	
-	20.10.65	912.0	2.753.6	2.511.3	1.481.7	1.029.6	107.4	30.0	29.0	35.5	5.5	151.4	2.35	F	2 4
Tungnaá Hrauneyjar	12.05.65	91.0	356.1	32.4	28.2	4.2	49.2	79.6	7.4	9.7	3.3	11.8	2.95	S1	
-	19.06.65	75.0	157.0	11.8	8.0	3.8	50.2	57.7	10.3	20.0	12.0	18.8	1.05	S1	
-	06.09.65	90.0	129.0	11.6	5.7	5.9	57.8	31.0	18.5	29.0	21.5	27.7	0.75	S1	
-	14.09.65	75.0	98.6	7.2	4.0	3.2	68.0	33.0	22.5	28.5	16.0	15.8	0.85	S1	
- Jökulheimar	28.05.65	40.0	964.0	38.6	26.2	12.4	16.2	24.0	44.0	27.5	4.5	43.4	3.75	S2	
Kaidakvísl ármót Tungnaár	12.05.65	83.0	258.9	21.5	17.8	3.7	40.3	71.5	11.5	15.0	2.0	5.2	1.7	S1	
Kálfá Kálfárbrú	15.02.65	28.0	487.1	13.6	9.9	3.7	44.3	51.2	21.4	22.7	4.7	22.9	0.98	S2	
Ölfusá Selfoss	12.02.65	1.177.9	412.2	485.5	364.1	121.4	57.3	57.8	17.2	22.0	3.0	12.4	1.68	F	5
-	21.10.65	1.373.0	627.8	862.0	495.7	366.3	54.1	44.2	13.3	35.5	7.0	43.9	1.45	F	
-	21.10.65	1.373.0	596.6	819.1	487.4	331.7	26.1	41.4	18.1	33.5	7.0	41.8	2.35	S2	
Hvítá írn. Hvítárd.	26.06.65	72.0	21.8	1.6	0.5	1.1	51.5	23.4	5.6	53.5	17.5	3.8	0.5	S1	
-	23.07.65	139.0	241.2	33.5	12.4	21.1	32.6	11.6	25.4	43.0	20.0	48.2	2.45	S1	
- Hvítárv.	16.07.65	192.0	67.3	12.9	7.4	5.5	43.8	53.5	3.5	25.0	18.0	12.1	1.7	S2	
-	31.08.65	12.2	48.7	0.6	0.2	0.4	9.2	20.5	9.5	36.5	33.5	16.3	1.9	S1	
Brúará Dynjandi	15.02.65	105.0	24.5	2.6	1.4	1.2	38.5	30.5	23.5	39.0	7.0	9.6	0.23	F	
- Efstadalur	15.02.65	48.0	10.9	0.5	0.0	0.5	30.8	7.3	0.0	62.7	30.0	3.3	0.0	F	
Tungufljót Faxi	22.07.65	46.5	99.4	4.6	3.1	1.5	34.5	61.7	5.8	23.0	9.5	22.8	1.55	S1	
-	31.08.65	37.8	182.1	6.9	5.2	1.7	37.5	72.1	3.9	18.0	6.0	10.9	1.45	S2	
Jökulfalli Jökulfalls- brú	01.09.65	12.0	954.5	11.5	6.7	4.8	58.8	44.6	13.4	36.0	6.0	57.3	3.6	S2	

VAITNSFALL OG TÖKUSTADUR River and location of sampling	Dagsetn. Date	Rennelli Discharge kl/s	AURBURÐUR Sediment load			Uppi. steinefni Dis. solids mg/l	KORNASTYRÐ 1 % Grain size in %			KORNASTYRÐ mg/l			Stærstu korn Max. grain size mm	Töku- aðf. Sampl. meth.	Ath. Notes Nr.		
			mg/l	Total kg/s	> 0.020 mm kg/s		< 0.020 mm kg/s	> 0.062 mm	0.062 - 0.020 mm	0.020 - 0.002 mm	< 0.002 mm	> 0.062 mm				0.062 - 0.020 mm	0.020 - 0.002 mm
Tungnaá Hald	27.05.66	255	393.2	100.3	82.9	17.4	59.5	61.7	21.0	15.3	2.0	242.6	82.6	60.2	7.9	2.9	S1
	02.06.66	337	354.0	119.3	91.9	27.4	52.0	62.4	14.6	20.5	2.5	220.9	51.7	72.6	8.9	2.09	S1
	10.06.66	277	321.6	89.1	65.9	23.2	42.0	42.4	31.6	23.5	2.5	136.4	101.6	75.6	8.0	1.4	S1
	30.06.66	255	428.7	109.3	78.7	30.6	44.4	53.2	18.8	22.5	5.5	228.1	80.6	96.5	23.6	1.35	S1
	12.07.66	243	403.2	98.0	59.1	38.9	38.4	45.3	15.0	27.5	12.2	182.6	60.5	110.9	49.2	1.15	S1
	16.07.66	191	266.7	50.9	35.1	15.8	66.1	51.2	17.8	22.5	8.5	136.6	47.5	60.0	22.7	3.05	S1
	31.07.66	168	299.9	50.4	34.8	15.6	87.3	53.1	15.9	24.0	7.0	159.2	47.7	72.0	21.0	1.9	S1
	05.08.66	191	439.8	84.0	58.4	25.6	80.4	48.0	21.5	24.0	6.5	211.1	94.6	105.5	28.6	1.15	S1
	16.08.66	197	563.0	105.3	68.4	36.9	70.5	45.3	19.7	27.5	7.5	255.0	110.9	154.8	42.2	1.2	S1
	19.08.66	227	559.3	127.0	82.5	44.5	74.0	46.4	18.6	27.5	7.5	259.5	104.0	153.8	41.9	2.1	S1
	26.08.66	361	1,514.1	546.6	322.5	224.1	47.8	31.5	47.8	27.5	34.0	476.9	416.4	514.8	106.0	1.55	S1
	06.09.66	158	417.7	66.0	48.0	18.0	88.2	43.8	43.8	29.0	22.7	183.0	121.1	94.8	18.8	0.85	S1
	13.09.66	112	169.8	19.0	13.5	5.5	74.4	47.1	47.1	23.9	22.0	80.0	40.6	37.4	11.9	1.5	S1
	24.09.66	156	271.4	42.3	32.9	9.4	81.8	58.7	19.0	18.3	4.0	159.3	51.6	49.7	10.9	0.95	S1
	03.11.66	112	183.2	20.5	13.1	7.4	69.5	57.4	6.6	33.5	2.5	105.2	12.1	61.4	4.6	1.25	S1
	17.11.66	110	73.8	8.1	5.1	3.0	76.4	61.6	1.4	20.0	17.0	45.5	1.0	14.8	12.5	1.2	S1
24.11.66	128	150.1	19.2	15.2	4.0	58.2	71.0	8.0	17.0	4.0	106.6	12.0	25.5	6.0	0.9	S1	
Meðaltal S	1966	205	400.6	97.4	65.2	32.2	65.3	51.8	18.2	23.7	6.3	187.6	84.5	103.5	25.0	1.56	
							70.0			30.0		272.1		148.5			
Tungnaá Hrauneyfjar	05.08.66	112	446.8	50.0	30.7	19.3	63.1	45.7	15.8	28.0	10.5	204.2	70.6	125.1	46.9	1.6	S1
	16.08.66	106	404.2	42.8	28.2	14.6	78.4	49.9	16.1	28.5	5.5	201.7	65.1	115.2	22.2	1.16	S1
	19.08.66	122	466.0	56.9	34.1	22.8	50.3	43.5	16.5	29.0	11.0	202.7	76.9	135.1	51.3	1.6	S1
	06.09.66	98	468.0	45.9	36.3	9.6	85.8	53.1	25.9	18.5	2.5	248.5	121.2	86.6	11.7	0.85	S1
	16.11.66	92	19.6	1.8	1.1	0.7	89.7	50.5	9.5	13.0	27.0	9.9	1.8	2.5	5.3	0.45	S2
	25.11.66	75	307.9	23.1	21.0	2.1	65.6	77.9	13.1	7.0	7.0	2.0	239.9	40.3	21.6	6.2	1.7
Meðaltal S	1966	101	352.1	36.7	25.2	11.5	72.2	53.4	16.2	20.7	9.7	184.5	62.7	81.0	23.9	1.23	
							69.6			30.4		247.2		104.9			
	15.10.66	0.01	34.6	0.0003	0.0002	0.0001	84.8	37.5	12.5	38.0	12.0	13.0	4.3	13.1	4.2	0.45	S1

VATNSFALL OG TÖKUSTADUR River and location of sampling	Dagsetn. Date	Rennslí Discharge kl/s	AURBURÐUR Sediment load			Uppi. Steinmáli Dis. solid mg/l	KORNASTÆRÐ í % Grain size in %			KORNASTÆRÐ mg/l Grain size mg/l			Stærstu korn Max. grain size mm	Tökk- aðf. Sampl. meth.	Ath. Notes Nr.	
			mg/l	Sumtals Total kg/s	> 0.020 mm kg/s		< 0.020 mm kg/s	> 0.062 mm	0.062- 0.020 mm	< 0.002 mm	> 0.062 mm	0.062- 0.020 mm				< 0.002 mm
Fnjóská Skaró	02.06.66	155	22.8	3.5	0.8	2.7	31.1	9.0	33.0	44.0	3.2	2.1	7.5	10.0	S2	
-	09.06.66	144	20.5	3.0	0.9	2.1	21.5	12.5	56.0	13.0	3.8	2.6	11.5	2.7	F	20
Skjálfandafljót Goðaf.	23.05.66	136	556.3	75.7	69.6	6.1	48.5	1.0	7.0	1.0	506.2	5.6	38.9	5.6	S2	
-	28.05.66	244	386.3	94.3	70.7	23.6	31.8	22.9	22.5	2.5	201.3	88.5	86.9	9.7	S2	
-	30.05.66	400	611.0	244.4	176.0	68.4	13.8	30.0	22.0	6.0	256.6	183.3	134.4	36.7	S2	
Lækur milli Víðlækis og Bjarnast. í Bárðard.	28.05.66	0.05	3.162.4	0.16	0.13	0.03	31.3	34.0	17.0	0.0	1.549.6	1.075.2	537.6	0.0	S2	
Seljadalsá í Reykjadal	23.05.66	20	188.7	3.8	2.1	1.7	42.8	12.1	38.0	8.0	79.1	22.8	71.7	15.1	S2	
Einarstaðir	28.05.66	25	512.0	12.8	9.3	3.5	24.5	22.6	24.5	2.5	258.0	115.7	125.4	12.8	S2	
Krákú Litlaströnd	28.05.66	6.3	521.3	3.3	3.2	0.1	58.7	2.9	3.0	1.0	485.3	15.1	15.6	5.2	S2	
Jökulsá á Fjöllum	11.06.66	162	1.129.7	183.0	144.6	38.4	63.1	13.2	17.0	4.0	743.3	149.1	192.0	45.2	S1	
Grimsstaðir	22.06.66		2.867.5				59.3	23.5	17.5	4.5	1.562.8	673.9	501.8	129.0	S1	6
Hólsselskili-Vatnsleysa v/ármót Jök.ár á Fj.	12.06.66	19	556.4	10.6	9.5	1.1	24.8	14.4	9.5	1.0	417.9	80.1	52.9	5.6	S2	
Skarósa á Fjöllum	12.06.66	21	199.8	4.2	3.4	0.8	8.3	14.1	16.5	3.5	131.7	28.2	33.0	7.0	S1	
Eyvindará	13.06.66	82	38.1	3.1	1.5	1.6	14.8	14.1	48.0	5.0	12.5	5.4	18.3	1.9	S1	
Grfmsá í Skriðdal Tunguhagi	16.06.66	104	19.5	2.0	0.6	1.4	10.8	20.8	44.0	28.0	1.4	4.1	8.6	5.4	S1	
Skaftá Eldvatnsbrú	29.11.66		8.452.9				329.8	9.8	75.7	12.5	169.1	828.4	6.398.8	1.056.6	S1	6
Eystri-Rangá Djúpidal.	02.06.66	65	266.9	17.4	12.5	4.9	52.8	9.9	21.0	7.0	165.7	26.4	56.0	18.7	S2	
-	04.06.66	60	318.9	19.1	15.8	3.3	52.3	10.7	14.0	3.5	229.0	34.1	44.6	11.2	S2	
Ytri-Rangá Hella	02.06.66	46	69.2	3.2	1.8	1.4	119.8	12.1	21.5	22.0	30.7	8.4	14.9	15.3	S2	
-	05.06.66	44	79.4	3.5	2.7	0.8	117.3	8.5	12.5	10.0	54.8	6.8	9.9	7.9	S2	
Rauðalækur í Holtum Rauðalækjarbrú	16.03.66		30.4				55.2	9.6	50.0	32.5	2.4	2.9	15.2	9.9	F	6
Steinslækur í Holtum Áshóll	28.05.66		31.8				74.3	14.0	47.4	16.0	7.2	4.5	15.1	5.1	S2	6
Sylgja Tröllahreun	19.08.66	4.5	1.493.5	6.7	5.2	1.5	30.6	24.9	16.0	7.0	778.1	371.9	239.0	104.5	S1	
-	18.09.66	3.0	843.9	2.5	2.0	0.5	14.3	18.9	18.0	3.0	507.2	159.5	151.9	25.3	S1	
Porn vestan við öldu	18.09.66	1.7	3.863.4	6.6	5.7	0.9	13.8	23.9	13.0	1.0	2.399.2	923.4	502.2	38.6	S1	
Kálfá í Arn. Kálfrúru	06.01.66	12.0	556.4	6.7	4.0	2.7	75.9	27.5	32.0	8.0	180.8	153.0	178.0	44.5	S2	
-	08.04.66	7.0	150.9	1.1	0.4	0.7	45.4	21.2	52.0	9.0	26.9	32.0	78.5	13.6	F	
Fossá í Þjórsárd. sír.	15.03.66	5.4	41.9	0.23	0.11	0.12	49.0	8.1	36.0	17.0	16.3	3.4	15.1	7.1	F	
-	15.03.66	4.5	63.7	0.29	0.19	0.10	58.7	6.2	22.0	11.5	38.4	4.0	14.0	7.5	F	
Hnífá sunnan Hofsjök.	13.07.66	4.7	39.3	0.18	0.07	0.11	53.0	3.4	35.0	25.0	14.4	1.3	13.8	9.8	S1	
-	25.07.66	4.5	38.1	0.17	0.12	0.05	64.0	11.6	25.0	2.5	23.2	4.4	9.5	1.0	S1	

VATNSFALL OG TÖKUSTADUR River and location of sampling	Dagseth. Date	Rennsl Discharge kl/s	AURBURÐUR Sediment load			Uppi. steinefni Dis. solids mg/l	KORNASTÆRÐ f % Grain size in %				KORNASTÆRÐ mg/l Grain size mg/l				Stærstu korn Max. grain size mm	Tölur af. Sampl. meth.	Ath. Notes Nr.
			mg/l	Total kg/s	> 0.020 mm kg/s		< 0.020 mm kg/s	> 0.062 mm	0.062- 0.020 mm	< 0.002 mm	> 0.002 mm	0.062- 0.020 mm	0.020- 0.002 mm	< 0.002 mm			
Blautakv. sunnan Hofsl	12.07.66	20	1.641.5	32.8	19.4	13.4	53.9	32.9	26.1	34.0	7.0	540.1	428.4	558.1	114.9	0.5	S1
-	26.07.66	8.4	676.3	5.7	2.9	2.8	65.6	39.7	11.8	35.0	13.5	268.5	79.8	236.7	91.3	0.75	S1
-	16.08.66	12	561.9	6.7	4.2	2.5	30.1	56.2	6.8	24.5	12.5	315.8	38.2	137.7	70.2	0.8	S1
-	13.10.66	2	101.9	0.20	0.12	0.08	55.2	32.1	25.9	25.0	17.0	32.7	26.7	25.5	17.3	0.75	S1
Mikiakvísl	12.07.66	13	510.3	6.6	2.9	3.7	36.4	18.6	25.4	44.5	11.5	94.9	129.6	227.1	58.7	0.7	S1
-	26.07.66	7	176.0	1.2	0.5	0.7	71.0	18.8	9.2	47.0	25.0	33.1	16.2	82.7	44.0	0.75	S1
-	16.08.66	11	205.1	2.3	1.1	1.2	40.3	29.7	17.3	37.0	16.0	60.9	35.5	75.9	32.8	0.95	S2
-	16.08.66	11	7.919.6	87.1	86.0	1.1	43.6	98.3	0.4	0.9	0.4	7.785.0	31.7	71.3	31.7	2.75	S2
Hvítá í Arn. Hvítárd.	28.04.66	81	38.8	3.1	2.2	0.9	35.3	64.7	7.3	25.0	3.0	25.1	2.8	9.7	1.2	0.9	S1
-	15.02.66	30	13.5	0.4	0.1	0.3	84.8	29.6	3.9	16.0	50.5	4.0	0.5	2.2	6.8	0.45	F
-	11.05.66	60	27.0	1.6	0.4	1.2	63.1	15.9	7.1	31.5	45.5	4.3	1.9	8.5	12.3	0.7	F
-	20.04.66	51	47.2	2.4	1.4	1.0	27.1	54.4	2.6	4.0	39.0	25.7	1.2	1.9	18.4	1.5	S2
-	03.07.66	55	35.8	2.0	0.4	1.6	43.9	15.1	5.9	31.5	47.5	5.4	2.1	11.3	17.0	1.2	S1
-	27.07.66	48	78.4	3.8	1.2	2.6	50.3	16.2	14.3	46.5	23.0	12.7	11.2	36.5	18.0	1.35	S1
-	11.08.66	48	55.3	2.7	0.6	2.1	51.3	13.2	7.8	41.0	38.0	7.3	4.3	22.7	21.0	1.25	S1
-	08.09.66	41	65.9	2.7	0.2	2.5	54.2	2.6	6.4	54.0	37.0	1.7	4.2	35.5	24.4	0.65	S1
Litla-Laxá Gröf	08.04.66	11	175.0	1.9	0.8	1.1	23.7	17.7	22.3	53.5	6.5	31.0	39.0	93.6	11.4	1.1	F
Dalsá í Arn. Jaðar	28.04.66	0.8	254.1	0.2	0.1	0.1	37.5	11.0	29.0	52.0	8.0	28.0	73.7	132.1	20.3	0.8	F
Varmá í Ölfusi Vellir	28.05.66	13	793.6	10.3	7.4	2.9	78.7	55.7	15.8	21.5	7.0	442.0	125.4	170.6	55.6	2.15	S2
Brúará Dynjandi	15.03.66	61	25.0	1.5	0.3	1.2	30.1	10.4	11.6	35.0	43.0	2.6	2.9	8.7	10.8	0.23	F
-	19.04.66	49	38.6	1.9	0.1	1.8	27.1	1.8	4.2	48.0	46.0	0.7	1.6	18.5	17.7	0.4	F
-	28.05.66	93	244.5	22.7	15.2	7.5	17.3	29.0	38.0	29.0	4.0	70.9	92.9	70.9	9.8	0.9	S1
-	07.01.66	46	35.6	1.6	0.5	1.1	42.3	24.1	6.9	44.0	25.0	8.6	2.5	15.7	8.9	0.45	S2
-	15.03.66	38	11.0	0.4	0.0	0.4	48.3	0.0	4.0	56.0	40.0	0.0	0.4	6.1	4.4	0.4	F
-	12.05.66	37	30.6	1.1	0.4	0.7	26.3	13.7	18.3	54.0	14.0	4.2	5.6	16.5	4.3	0.45	F
Föllsæll í Biskupst. Sýori-Reykir	15.03.66	5	79.6	0.4	0.2	0.2	33.0	42.7	6.3	26.0	25.0	34.0	5.0	20.7	19.9	1.2	F
Ellilóáár Suðurlandsbr.	18.03.66	20	53.3	1.1	0.3	0.8	36.5	31.3	2.7	50.0	16.0	16.7	1.4	26.7	8.5	0.45	S2
Úlfarsá Keldnaholt	18.03.66	2.1	40.1	0.08	0.02	0.06	31.1	7.2	11.8	51.0	30.0	2.9	4.7	20.5	12.0	0.15	S2

2.6 Athugasemdir við einstök sýnishorn

1. Sýnishornataka mistókst. Sýnishornatakinn hefur tekið í sig sand úr botnskriði árinna.
2. Magn uppleystra efna óeðlilega hátt. Sýnishornið hefur annað hvort mengast í meðförum eða óhreinindi verið í flöskunni.
3. Rennsli áætlað vegna þess að ís olli truflun á vatnshæðarmælingu.
4. Sýnishornið var tekið við Árskóga.
5. Álestur á vatnshæðarmæli var ónákvæmur, svo að munað getur allt að 30 kl/s rennsli.
6. Rennsli vantar.
7. Grímsvatnahlaup.
8. Magn uppleystra efna ákvarðað á Atvinnudeild Háskólans, Iðnaðardeild.
9. Þetta er meðaltal tveggja sýnishorna, sem tekin voru á sama tíma.
10. Rennslið í Hvítá hjá Iðu er ekki mælt, heldur útreiknað, þar sem botninn er mjög breytilegur og þar af leiðandi ekki unnt að treysta álestrum á vatnshæðarmæli.
11. Sýnishornið var tekið ofan Blautukvíslar gegnt Sóleyjarhöfða.
12. Sýnishornið var tekið vinstra megin við eyju í Sóleyjarvaði.
13. Rennsli áætlað.
14. Sýnishornið var tekið neðan Sóleyjarhöfðavaðs.
15. Sýnishornið var tekið gegnt Eyvafeni.
16. Langölduveita er vatnsveita úr Tungnaá til að prófa þéttingu á hraunum með aurburði.
17. Ónákvæm rennslismæling.

18. Sandstormur var, þegar sýnishornið var tekið.
19. Mikið ísskrið í ánni.
20. Sýnishornið var tekið með sýnishornataka, en því var hellt á aðrar flöskur áður en það kom á rannsóknastofuna. Hætt er við, að eitthvað af sandi hafi tapast við það.
21. Sýnishornið úr Miklukvísl, sunnan Hofsjökuls, sem tekið var 16.8. 1966, var tekið 10, 17 og 25 m frá landi. Vatninu úr flöskunum, sem teknar voru 10 og 25 m frá landi var blandað saman og mældist aurburðurinn í því 205.1 mg/l. Aurburðurinn úr flöskunni, sem tekið var í 17 m frá landi var hins vegar 7.919.6 mg/l og var 98.3% af því sandur. Sýnishornatakinn hefur tekið í sig sand úr botnskriði árinna.

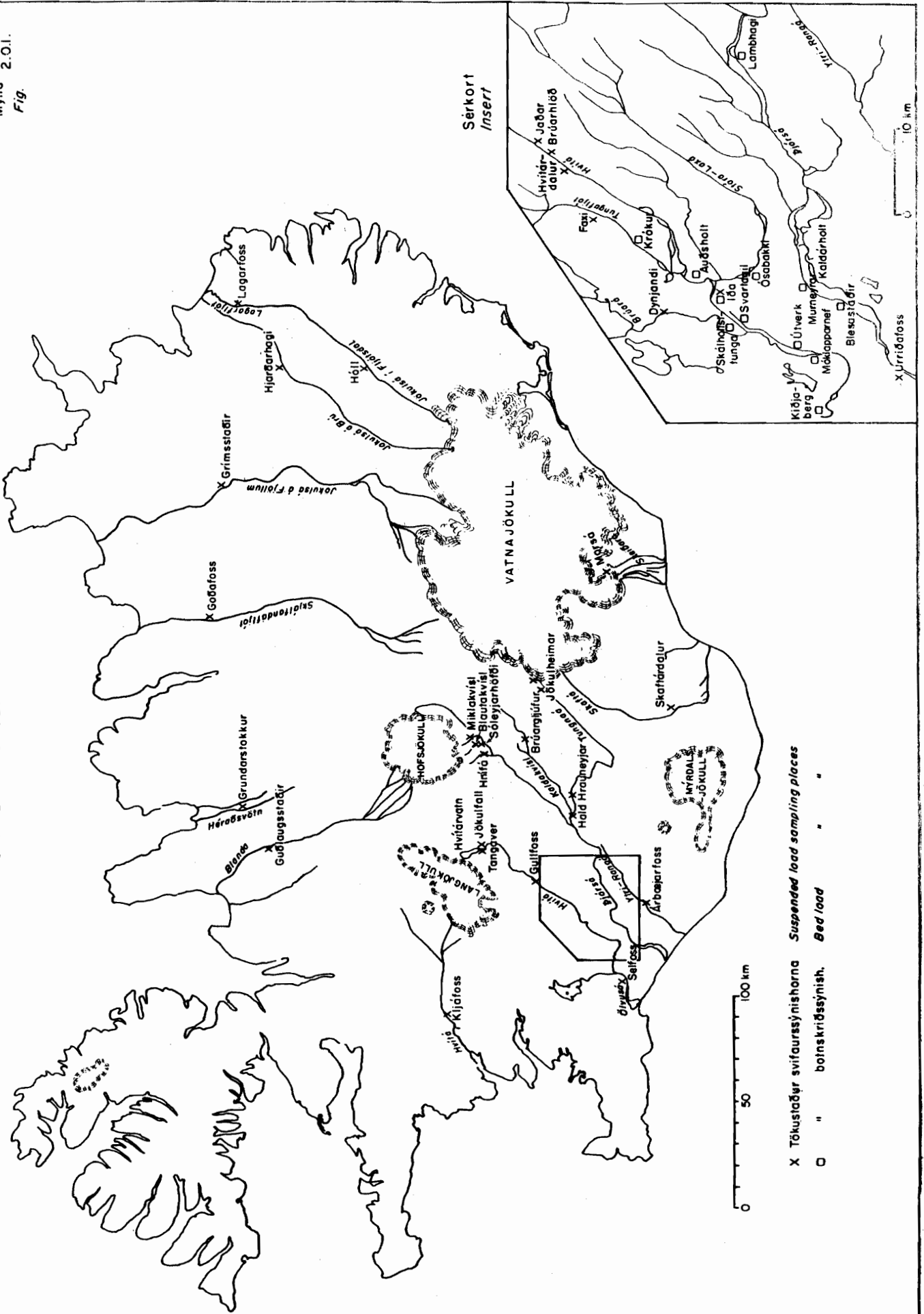
2.7 Leiðréttar aurburðartöflur 1963-64 og viðbætur

VATNSFALL OG TÖKUSTADUR River and location of sampling	Dagsetn. Date	Rennslí Discharge kl/s	AURBURÐUR Sediment load			Uppl. steinefni Dis. solids mg/l	KORNASTÆRÐ I % Grain size in %			KORNASTÆRÐ mg/l Grain size mg/l			Stærstu korn Max. grain size mm	Tök- aðf. Sampl. meth.	Ath. Notes Nr.
			mg/l	Samtals Total kg/s	> 0.020 mm kg/s		< 0.020 mm kg/s	> 0.062 mm	0.062- 0.020 mm	0.020- 0.002 mm	< 0.002 mm	> 0.062 mm			
Tungnaá Vatnaáidur	12.07.62	90.0	136.2	12.3	5.8	6.5	42.6	4.4	32.0	21.0	58.0	43.6	28.6	S	1.
-	24.08.62	91.0	265.1	24.1	14.7	9.4	49.8	11.2	28.0	11.0	132.0	74.2	29.2	S	1.
-	24.05.63	84.0	146.9	12.3	8.5	3.8	38.5	30.5	27.0	4.0	56.6	39.7	5.9	S	1.
-	27.05.63	198.0	269.3	53.3	35.7	17.6	29.7	37.3	27.5	5.5	80.0	100.4	14.8	S	1.
-	06.07.64	120.0	161.8	19.4	13.4	6.0	52.5	16.5	24.0	7.0	84.9	26.7	11.3	S	10.
-	20.07.64	115.0	182.6	21.0	12.2	8.8	45.4	12.6	22.0	20.0	82.9	40.2	36.5	S	10.
-	08.11.64	71.0	554.0	39.3	28.3	11.0	58.4	13.6	23.0	5.0	323.5	127.4	27.7	S	
-	1962-1964	118.6	245.1	27.2	17.8	9.4	45.3	18.0	26.2	10.5	116.8	43.6	22.0	S	
Tungnaá Vatnaáidur	18.03.64	133.0	382.1	50.8	41.1	9.7	50.1	30.9	12.0	7.0	191.4	118.1	45.9	F	
HVFÉ hjá IOU	23.11.60	112.0	102.3	11.5	7.9	3.6	61.5	7.5	19.0	12.0	62.9	7.8	12.3	S	1,6.
-	25.11.60	103.0	135.4	13.9	12.6	1.3	86.5	4.5	5.0	4.0	117.1	6.2	5.4	S	1.
-	11.01.63	118.0	14.7	1.7	0.3	1.4	1.2	16.8	40.0	42.0	0.2	2.5	6.2	S	1,7.
-	29.05.63	274.0	96.7	26.5	10.9	15.6	34.7	6.3	26.0	33.0	33.6	6.0	31.9	S	1.
-	06.06.63	327.0	172.2	56.3	18.2	38.1	16.0	16.3	36.5	31.2	27.6	28.1	53.7	S	1.
-	08.06.63	296.0	109.7	32.5	11.4	21.1	16.5	18.5	32.0	33.0	18.1	20.3	36.2	S	1.
-	22.06.63	187.0	24.4	4.6	2.0	2.6	39.6	3.4	7.0	50.0	9.7	0.8	12.2	S	1.
-	28.06.63	178.0	31.6	5.6	2.3	3.3	40.7	0.0	7.3	52.0	12.9	0.0	2.3	S	1.
-	29.06.63	181.0	38.9	7.0	2.6	4.4	33.8	3.2	25.0	38.0	13.1	1.3	14.8	S	1.
-	30.06.63	189.0	35.7	6.7	3.6	3.1	47.0	7.0	8.5	37.5	16.8	2.5	13.4	S	1.
-	01.07.63	191.0	62.9	12.0	4.4	7.6	33.2	3.8	28.0	35.0	20.9	2.3	22.0	S	1.
-	02.07.63	194.0	83.7	16.2	3.2	13.0	18.1	1.9	41.0	39.0	15.1	1.6	34.3	S	1.
-	06.07.63	207.0	98.8	20.5	3.4	17.1	13.0	3.5	36.5	47.0	12.9	3.5	46.4	S	1.
-	08.07.63	200.0	100.6	20.1	3.9	16.2	18.2	1.0	32.8	48.0	18.3	1.0	48.3	S	1.
-	10.07.63	188.0	129.8	24.4	4.9	19.5	19.1	0.9	23.0	57.0	24.8	1.2	74.0	S	1.
-	11.07.63	176.0	63.2	11.1	2.8	8.3	24.8	0.7	12.5	62.0	15.6	0.4	39.2	S	1.
-	14.07.63	154.0	103.7	16.0	9.6	6.4	58.6	1.4	15.0	25.0	60.5	1.4	25.9	S	1.
-	16.07.63	150.0	72.1	10.8	4.1	6.7	33.9	4.1	22.0	40.0	24.5	2.9	28.8	S	1.
-	17.07.63	149.0	82.5	12.3	4.0	8.3	31.0	1.5	6.5	61.0	25.6	1.2	50.3	S	1.
-	18.07.63	153.0	53.5	8.2	4.1	4.1	46.2	3.3	18.5	32.0	24.7	1.7	17.1	S	1.
-	19.07.63	153.0	71.7	11.0	7.5	3.5	65.6	2.4	14.5	17.5	47.2	1.7	12.5	S	1.
-	23.07.63	151.0	135.1	20.4	14.7	5.7	70.0	2.0	18.0	10.0	44.4	2.8	13.5	S	1.
-	24.07.63	140.0	98.4	13.8	7.7	6.1	44.6	11.4	16.5	27.5	44.0	11.3	27.1	S	1.
-	25.07.63	139.0	66.1	9.2	4.5	4.7	47.0	2.0	12.0	39.0	31.0	1.4	25.8	S	1.
-	26.07.63	137.0	65.3	8.9	5.5	3.4	61.7	0.0	0.0	38.3	40.4	0.0	24.9	S	1.
-	29.07.63	184.0	254.5	46.8	25.3	21.5	53.8	0.2	15.0	31.0	136.8	0.5	38.2	S	1.
-	31.07.63	198.0	317.1	62.8	20.4	42.4	33.0	21.8	45.5	23.0	30.8	69.1	72.9	S	1.
-	01.08.63	201.0	129.5	26.0	5.3	20.7	36.0	2.7	37.5	42.0	33.1	3.5	54.4	S	1.
-	05.08.63	189.0	61.5	11.6	4.3	7.3	43.0	2.0	18.0	45.0	22.0	1.3	27.5	S	1.
-	06.08.63	183.0	169.4	31.0	22.9	8.1	70.5	3.5	16.0	10.0	117.7	5.9	16.7	S	1.
-	08.08.63	175.0	87.4	15.3	3.8	11.5	21.4	3.6	47.0	28.0	18.5	3.1	24.5	S	1.
-	09.08.63	172.0	93.9	17.0	7.5	9.5	37.2	6.8	33.0	23.0	34.9	6.4	21.0	S	1.
-	10.08.63	173.0	73.0	12.6	4.2	8.4	23.4	10.1	37.5	29.0	17.1	7.3	27.4	S	1.

VATNSFALL OG TÖKUSTADUR River and location of sampling	Dagsetn. Date	Rennslí Discharge kl/s	AURBURÐUR Sediment load		Uppi- steinefni Diss. solids mg/l	KORNASTÆÐI % Grain size in %				KORNASTÆÐI mg/l Grain size mg/l				Stærstu korni Max. grain size mm	Töku- aðf. Sampl. meth.	Ath. Notes Nr.
			Samtals Total kg/s	mg/l		> 0.062 mm kg/s	< 0.020 mm kg/s	> 0.062 mm	0.062- 0.020 mm	0.020- 0.002 mm	< 0.002 mm	> 0.062 mm	0.062- 0.020 mm			
Jökulsá á Brú Hauksstaðir	19.03.63	40	35.9	14.4	21.5	18.5	36.0	24.0	193.1	166.1	323.3	215.5		F		
Djúpa Djúparbrú	16.11.63	15	34.6	3.5	31.1	9.4	17.0	73.0	13.9	217.1	392.6	1.685.9		F		
Brúnaá Nýpar	19.11.63	2	0.06	0.01	0.05	4.2	9.5	74.5	3.6	1.3	2.9	22.5		F		
Kálfá Kálfarbrú	30.05.63	7	1.6	0.8	0.8	22.3	44.0	6.0	62.0	49.9	98.5	13.4		F		
Lækur á Bláfellshálsi	26.03.64	0.1	2.9	2.7	0.2	31.4	6.0	1.0	17.512.0	8.977.5	1.715.5	285.9		F		
Lambá Hvítarbrú Killi	27.03.64	10	5.938.3	55.2	4.2	20.6	6.0	1.0	4.299.3	1.223.3	356.3	59.4		F		
Lækur úr Ingólfsfjalli vestan v/Alvíöru	11.02.64	0.05	0.13	0.09	0.04	39.5	25.0	8.0	693.1	995.5	630.1	201.6		F		
					Viðaukar við eiddri skýrslu:											

TÖKUSTADIR SÝNISHORNA
SAMPLING PLACES

Mynd 2.O.I.
Fig.



X Tökustaðir svifaurssýnishorna Suspended load sampling places

O " botnskrýssýnish. Bed load

3.1 Útreikningar á aurburðarlykli.

Tilgangur með töku aurburðarsýnishorna er að reyna að tengja niðurstöður aurburðarmælinga við einhverja stærð, sem þekkt er eða mæld. Sú stærð, sem venjulega er þekkt, er vatnshæð en út frá henni er fundið rennsli. Þannig er raunverulega fundið samband aurburðar og rennslis eða aurburðarlykill. Margar fleiri ytri aðstæður hafa áhrif á aurburð en rennslið eitt og má þá nefna, að flestar eru árnar samsettar af fleira en einum rennslisþætti, þannig að þær eru í senn jökulsá, dragá og lindá, sem hver hefur sín sérstöku aurburðareinkenni. Einnig er aurburður misjafn eftir árstíðum og loks geta sérstök veðurfarsskilyrði valdið óeðlilegum aurburði. Þannig er til dæmis um mikið sandrok svo ekki sé minnst á eldgos og af þeim leiðandi öskufall, sem getur margfaldað aurburðinn.

Það hlýtur því að verða mikil dreifing á punktum, ef sett er inn á línurit rennsli annars vegar og aurburður hins vegar eins og gert er á myndum 3.1.1 til 3.1.5. Þar sést greinilega hversu mikil dreifingin er. Reynt er að finna línu, sem fellur að þessum punktum. ~~Punk~~tarnir eru settir á log-log línurit, og hefur hér verið reiknuð sú beina lína í þessu línuriti, sem best passar punktadreifingunni.

Niðurstöður aurburðarmælinga á öllum þeim stöðum, þar sem gerðar hafa verið margar mælingar eru færðar inn á gataspjöld og er því unnt að gera reikninga á aurburðarlykli í rafreikni. Svo hefur verið gert hér og naut ég aðstoðar Helga Sigvaldasonar verkfræðings við það. Verið getur að reikna megi línu, sem betur passar en beint log-log samband. Það verður ef til vill gert síðar. En aðalgallinn virðist þó vera, að sama lykilinn gildir ekki fyrir allar árstíðir. Þurfa því sýnishornin að verða nógu mörg til þess að unnt sé að reikna mismunandi lykila fyrir mismunandi árstíðir.

Eitt er það atriði, sem er mjög mikilvægt en það er tökustaður sýnishornanna. Það sést á dreifingu punktanna frá hinum ýmsu stöðum, að staðirnir eru mjög mismunandi sem sýnishornatökustaðir. Sérstaklega er áberandi hvað Hvítá við Iðu er slæmur staður og veldur þar sennilega, að áin er þar samsett úr 3 ám, sem ekki eru fullblandaðar þarna, en það eru Hvítá sjálf, Stóra Laxá og Tungufljót. Þessar ár eru með mismunandi aurburðareiginleika og verður því eftir rennslislutfalli ána, vindstöðu og fleiru magnið breytilegt í sýnishornum frá hverri á. Þessu hefur verið reynt að bæta úr með því að fjölga tökustöðum í þversniðinu úr 3 í 5. Annað atriði við Iðu er, að sandbotn er þar að nokkru leyti og þegar svo er er töluverð hætta á að sýnishornataki safni í sig óeðlilega miklum sandi þegar hann lendir í botni og brengli allt sýnishornið. Nokkur dæmi eru um það, að sýnishorn frá Iðu hafi haft 80-90% sand, og eru þesskonar sýnishorn ekki tekin með í neina útreikninga heldur talin ónýtt.

Sérstaklega góður tökustaður er Tungnaá við Hald og falla mælingar þar betur að beinni línu en í nokkurri annarri á. Mælistaðurinn er með hæfilegum straumi og með klappar eða stórgrýttum botni.

Þjórsá við Urriðafoss, þ.e.a.s. við mælikláfinn ofan við Urriðafoss, er erfiður mælistaður vegna þess að iðulega er straumkast svo mikið þarna að alls ekki er hægt að ná að botni og jafnvel ekki að setja sýnishornatakann ofan í aðalstrauminn. Þrátt fyrir þennan annmarka virðast punktanir raða sér furðanlega vel að lyklinum. Á Þjórsárlyklinum fyrir fínan aurburð eru miklu fleiri punktar en á hinum tveimur lyklunum. Ástæðan er sú, að fínn aurburður í flöskusýnishornum er hér tekinn með, enda skera þau sig á engan hátt úr í fínum aurburði. Aftur á móti gefa þau allt aðra niðurstöðu fyrir grófan aurburð og er því sleppt þar þar sem ætla má að þau séu miklu óábyggilegri.

Tökustaðurinn í Jökulsá á Fjöllum atti að vera góður. Samt sem áður sjáum við nokkra punkta þar, sem skera sig mjög úr. Eru það allt haustpunktar og eru þeir frá þeim tíma er Brúarjökull hljóp, en þá virðist aurburður mjög hafa vaxið í Kreppu meðan á því stóð. Þetta er eitt af því afbrigðilega ástandi, sem enginn aurburðarlykill getur gert fyrir.

Sýnishornin frá Lagarfljóti eru öll flöskusýnishorn, en þar sem aurburðurinn er eingöngu méla og leir er ekki ástæða til að ætla að það skipti neinu máli.

Lyklarnir eru reiknaðir fyrir allan svifaur sérstaklega, þá sér fyrir grófan svifaur með stærri korn en 0.02 mm í þvermál og þá fyrir fínan svifaur með minni korn en 0.02 mm í þvermál. Ein undantekning er á þessu, en það er Lagarfljót, þar sem engin aurburðarlykill er reiknaður fyrir grófan aurburð enda er hann sama og enginn. Auk sjálfs lykilsins eru reiknaðar út hliðarlínur en þær gefa mörk þau, þar sem 90% líkur eru á að samband aurburðar og rennslis sé samkvæmt þeim sýnishornum sem fyrir hendi eru.

Hér á eftir fara nokkrar einkennisstærðir fyrir þá lykla, sem reiknaðir hafa verið og mest er mark á takandi. Lyklarnir eru gefnir upp sem veldisjafna $qs = AQ^x$; þar sem qs er aurburður í kg á sek; A er stuðull og Q rennslí í kl. á sek en x veldisvísir. Gefnar eru upp stærðirnar A og X og logaritmisk meðaltöl fyrir Q og qs .

Þegar aurburðarlykill er fenginn er heildaraurburður reiknaður með því að reikna langæislínu aurburðar út frá langæislínu rennslis. Er það einnig gert í rafreikni og síðan summeruð upp langæislína aurburðar, á sama hátt er langæislína rennslis summeruð upp og fæst þá árlegur aurburður sem svifaur.

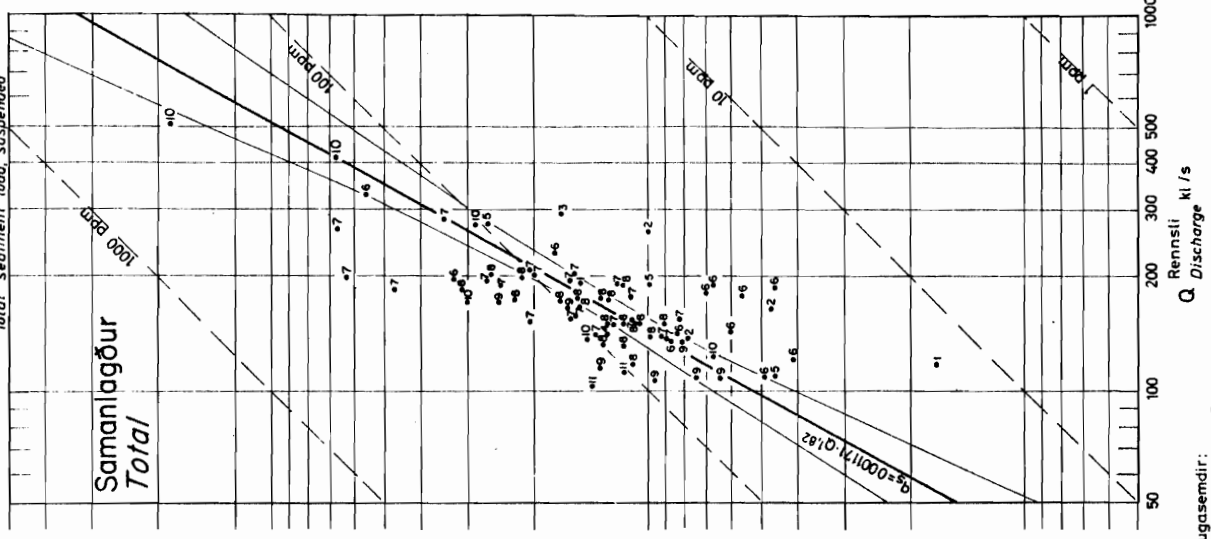
Nokkrir fleiri aurburðarlyklar voru reiknaðir en þeir, sem hér eru birtir. Er þá helzt, að reiknaður var aurburðarlykill fyrir flöskusýnishorn frá Urriðafossi og fékkst þá allt önnur útkoma en frá samplara sýnishornum og lá munurinn eingöngu í sandi og mól en fínn aurburður er svipaður. Flöskusýnishornin gáfu um helmingi meiri heildaraurburð en samplarasýnishornin. Ég tel ekki vafa undirorpið, að samplarasýnishornin gefa miklu réttari mynd en hin, sem alltaf eru tekin við annan bakkann og það alltaf sama bakkann, en vel getur verið þar að staðaldri helmingi meira aurmagn í lítra en er í ánni í þversniði yfir hana þar. Einmitt til þess að forðast þessa hættu eru samplarasýnishornin venjulega tekin á þremur stöðum í þversniðinu.

Tafla 3.1.1.1

Aurburðarlykilar

Staður	Fjöldi sýnis- horna	Logaritmískt Meðaltal		Jafna fyrir lykilinn		Fylgnitala
		Q	qs	$qs = A \cdot Q$	X	
Hvítá, Iða	78	167	13,3	0,001171	1,82	0,6823
" "	78	167	6,1	0,000912	1,72	0,5392
" "	78	167	6,9	0,000079	2,22	0,7267
Þjórsá, Urriðafoss	62	395	10,7	0,000087	2,34	0,9075
" "	62	395	61,1	0,000184	2,15	0,9044
" "	85	387	35,3	0,000002	2,79	0,8954
Tungnaá, Hald	21	167	48,3	0,0000031	3,24	0,9125
" "	21	167	31,8	0,0000003	3,61	0,8846
" "	21	170	12,5	0,0000002	3,46	0,8779
Jökulsá á Fjöllum	70	169	92,2	0,000013	3,07	0,7366
" "	70	169	52,6	0,000002	3,35	0,6966
" "	78	174	31,3	0,000014	2,83	0,7780
Lagarfljót	16	100	2,8	0,025	1,02	0,8293
" "	16	100	2,6	0,023	1,03	0,8325

Heildaraurburður, upphreður
Total sediment load, suspended



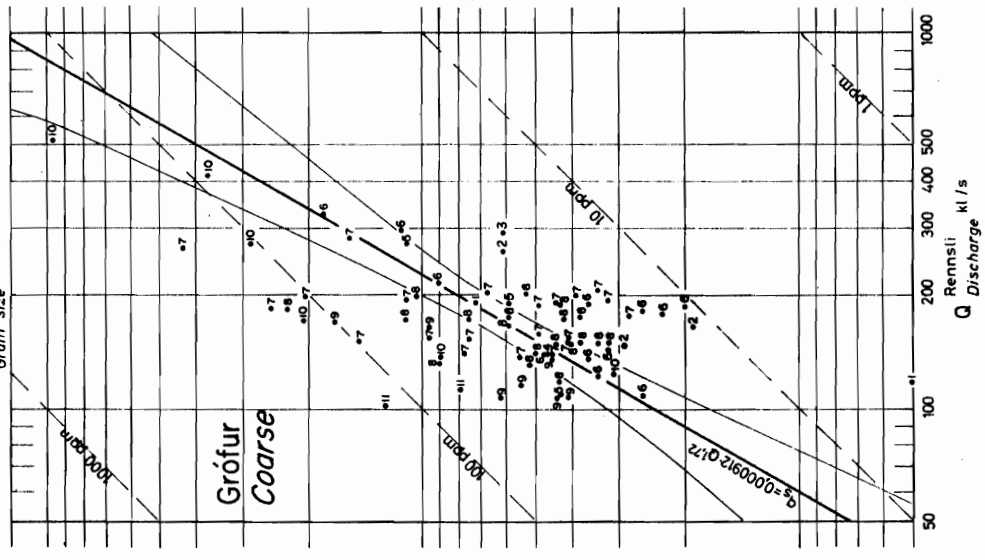
Samanlagður
Total

Q Discharge
kl / s

Athugasemdir:
Skýringar eru á bl 5
Öll sýnishorn hér eru
S sýnishorn.

Notes:
Legend is on sheet 5
All samples here are
S samples.

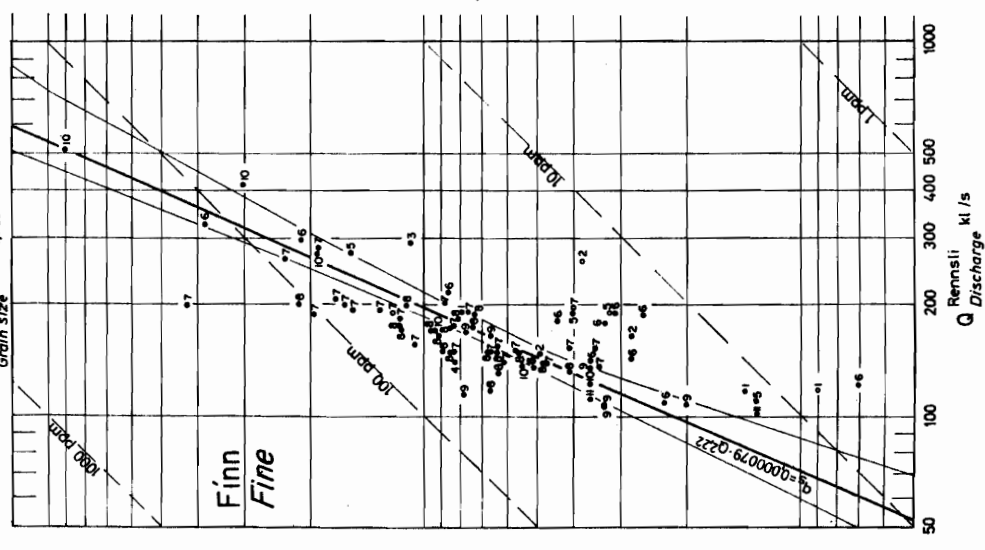
Kornastærð > 0.020 mm
Grain size



Grófur
Coarse

Q Discharge
kl / s

Kornastærð < 0.020 mm
Grain size

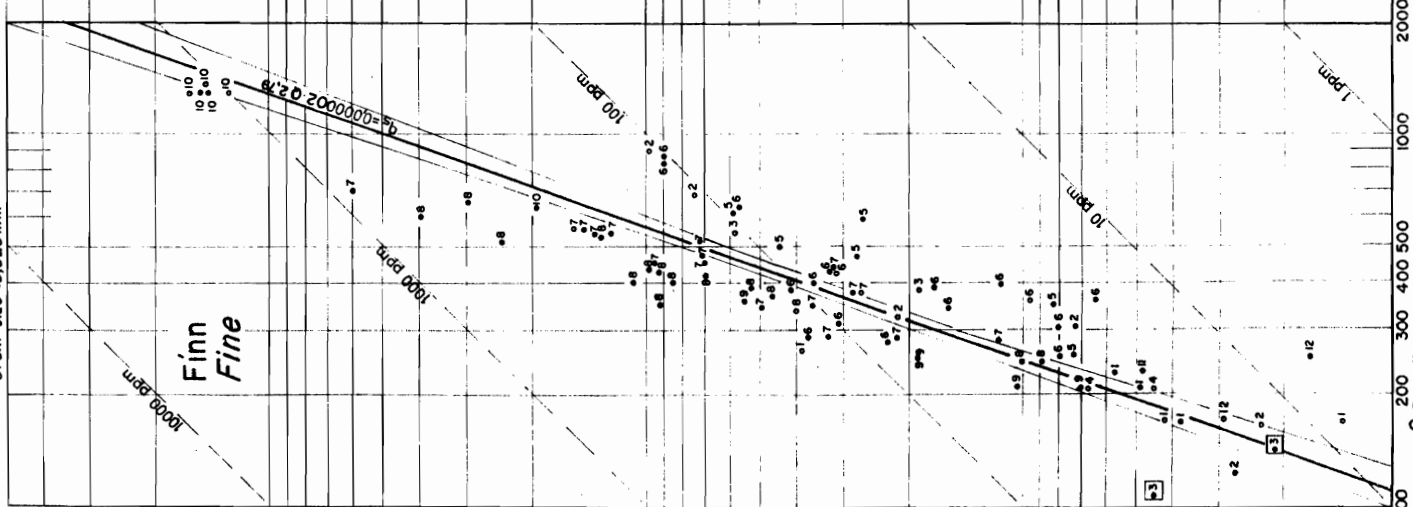


Finn
Fine

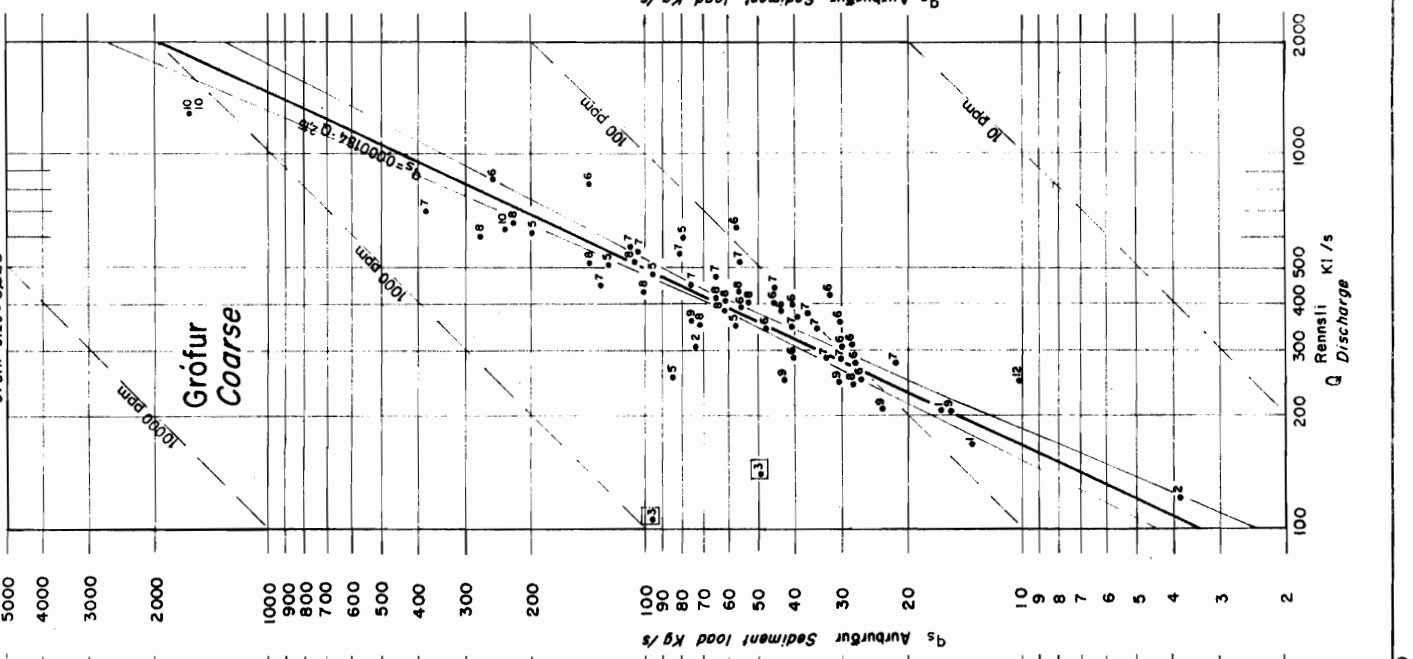
Q Discharge
kl / s

RAFORKUMALASTJÓRI
HVÍTA ÍÐA
Samband rennsli og aurburðar 1960-65
Relation between discharge and sediment load
9866 HJ/HF 1 B-274
R1 1965 For 484 For 7487

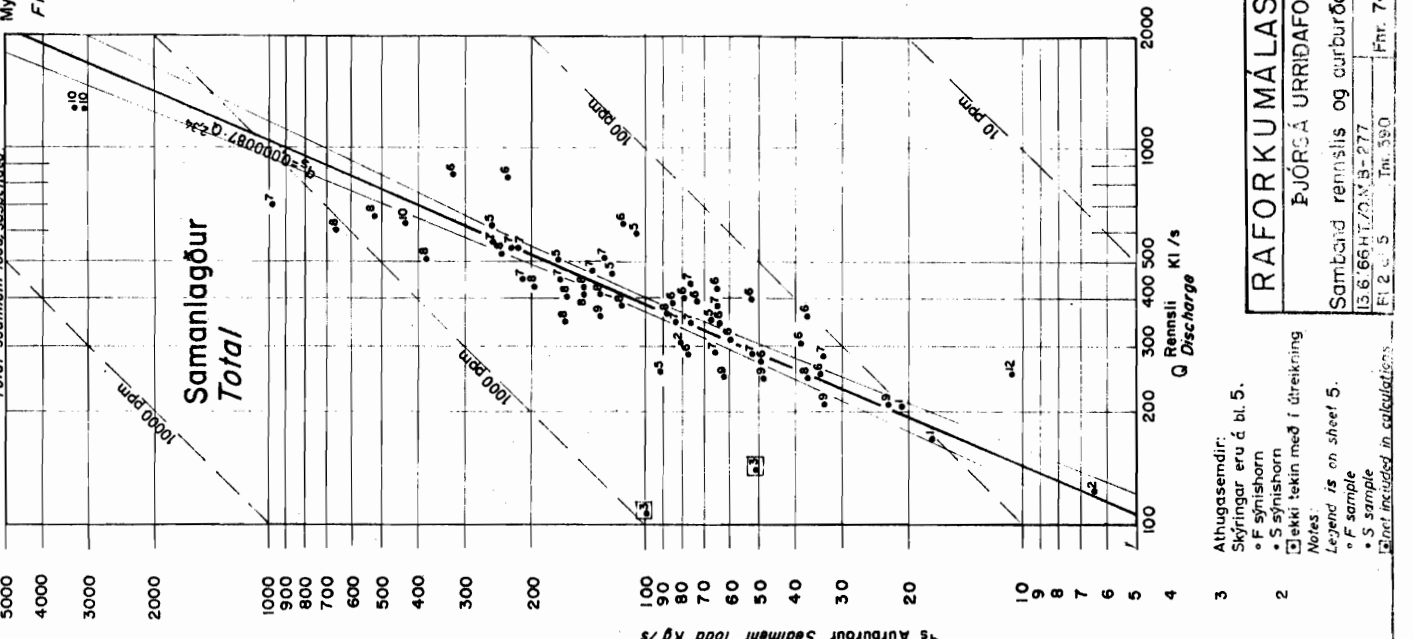
Kornastærð < 0,020 mm
Grain size < 0,020 mm



Kornastærð > 0,020 mm
Grain size > 0,020 mm



Heildarurburður, upphæfður
Total sediment load, suspended

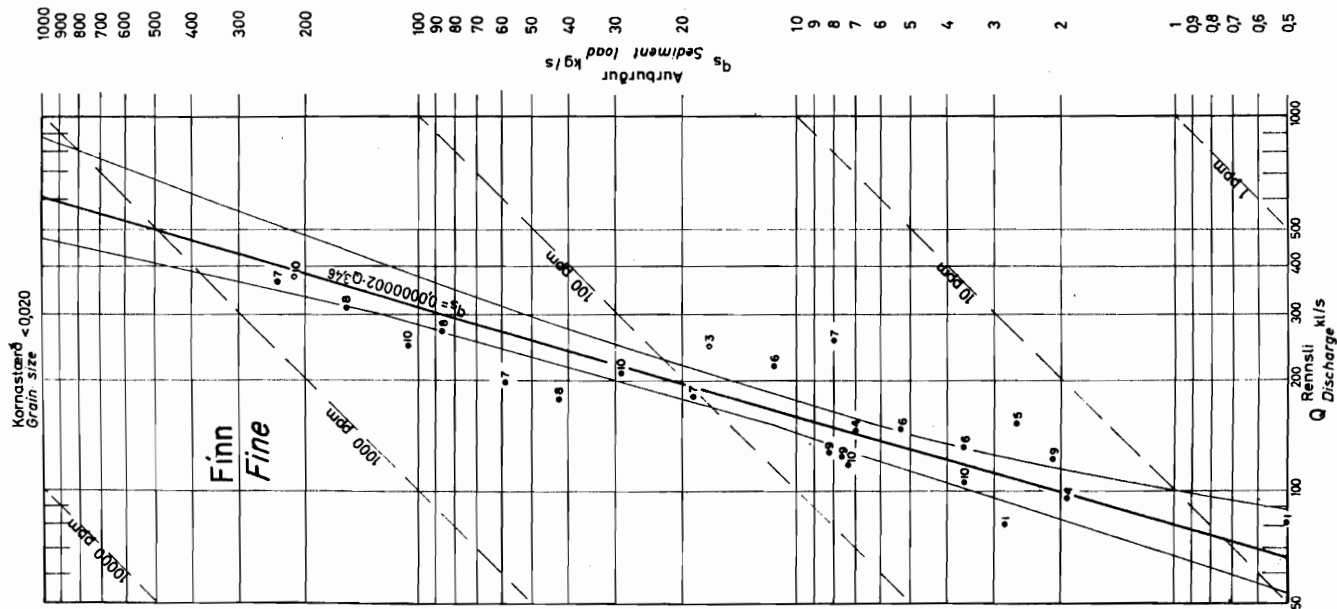
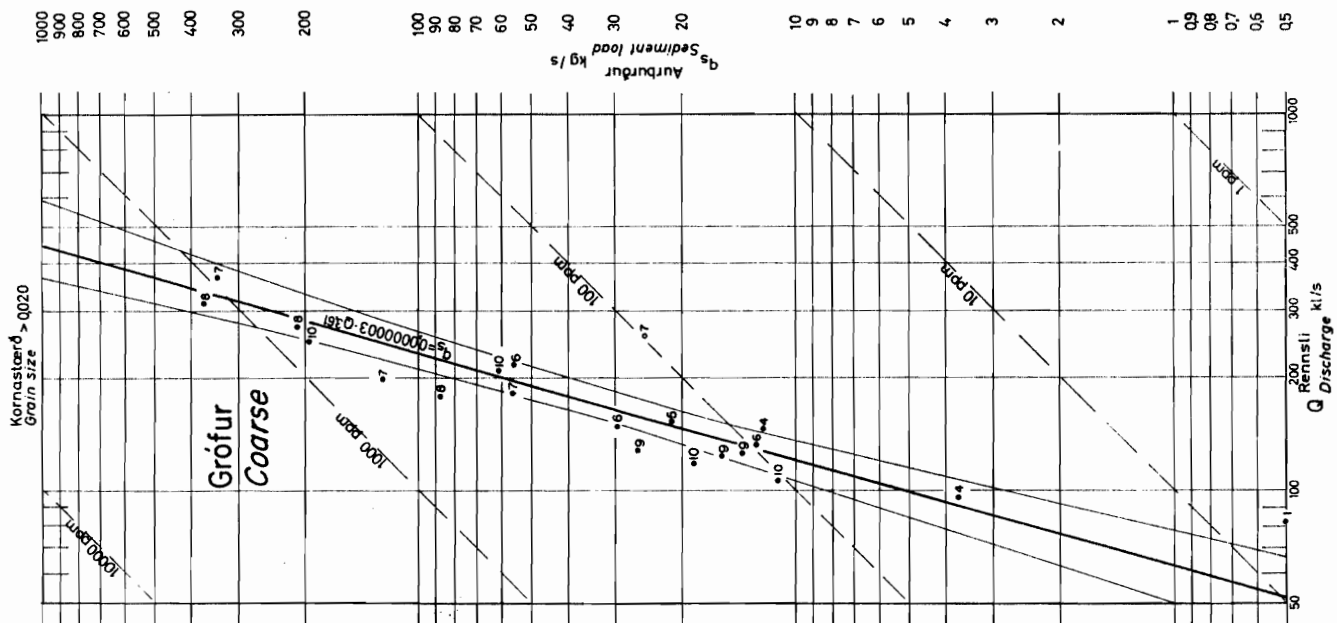
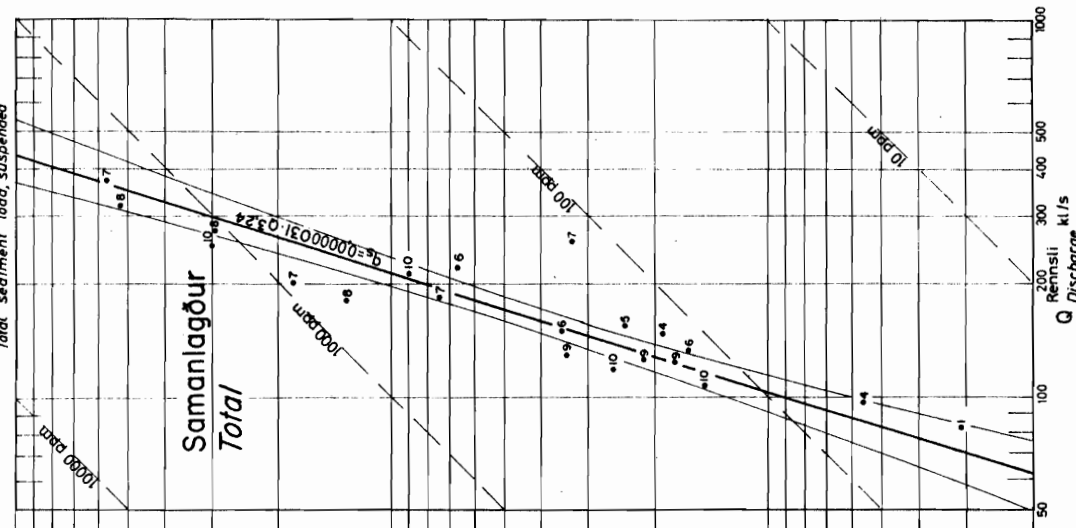


Mynd 3.1.2.
Fig

Athugasemdir:
Skýringar eru á bl. 5.
• F sýnishorn
• S sýnishorn
□ Ekki tekin með í útreikning
Notes:
Legend is on sheet 5.
• S sample
• F sample
□ Not included in calculations

Mynd 3.1.3
Fig

Helidaraurburður, upphæðar
Total sediment load, suspended



Alhugasemdir:
Skýringar eru á bl. 5
Öll sýnishorn hér eru
S sýnishorn.
Notes:
Legend is on sheet 5
All samples here are
S samples.

RAFORKUMÁLASTJÓRI

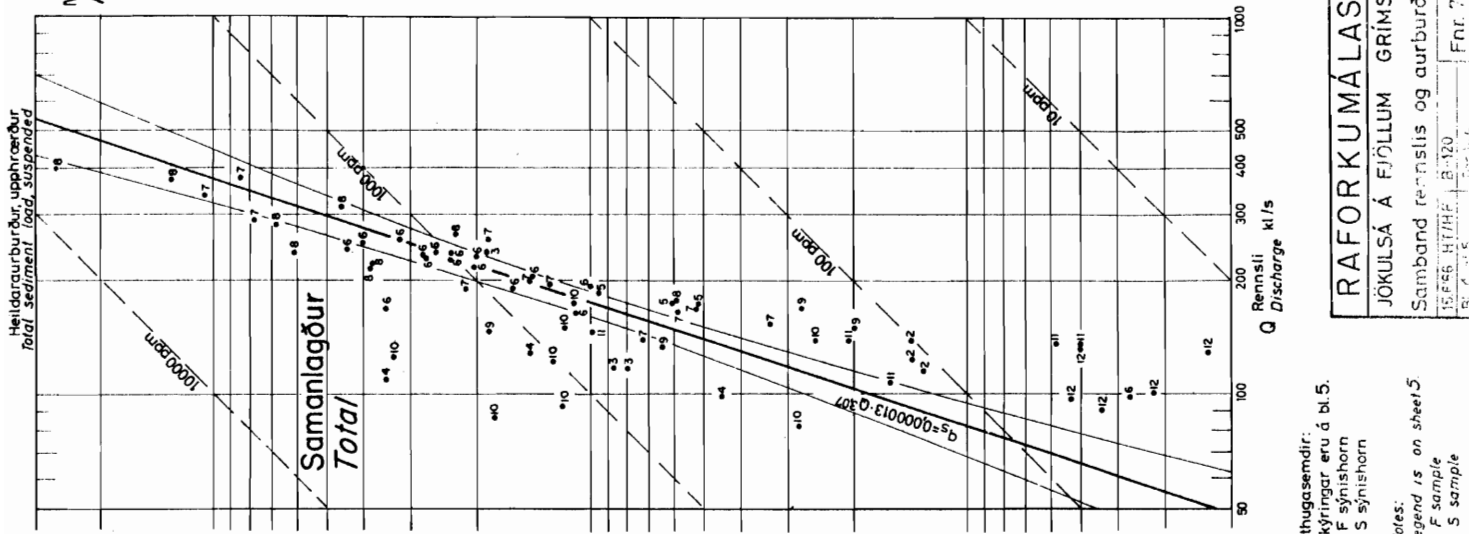
TUNGVAÁ HALD

Samband rennsli og aurburðar 1962-65

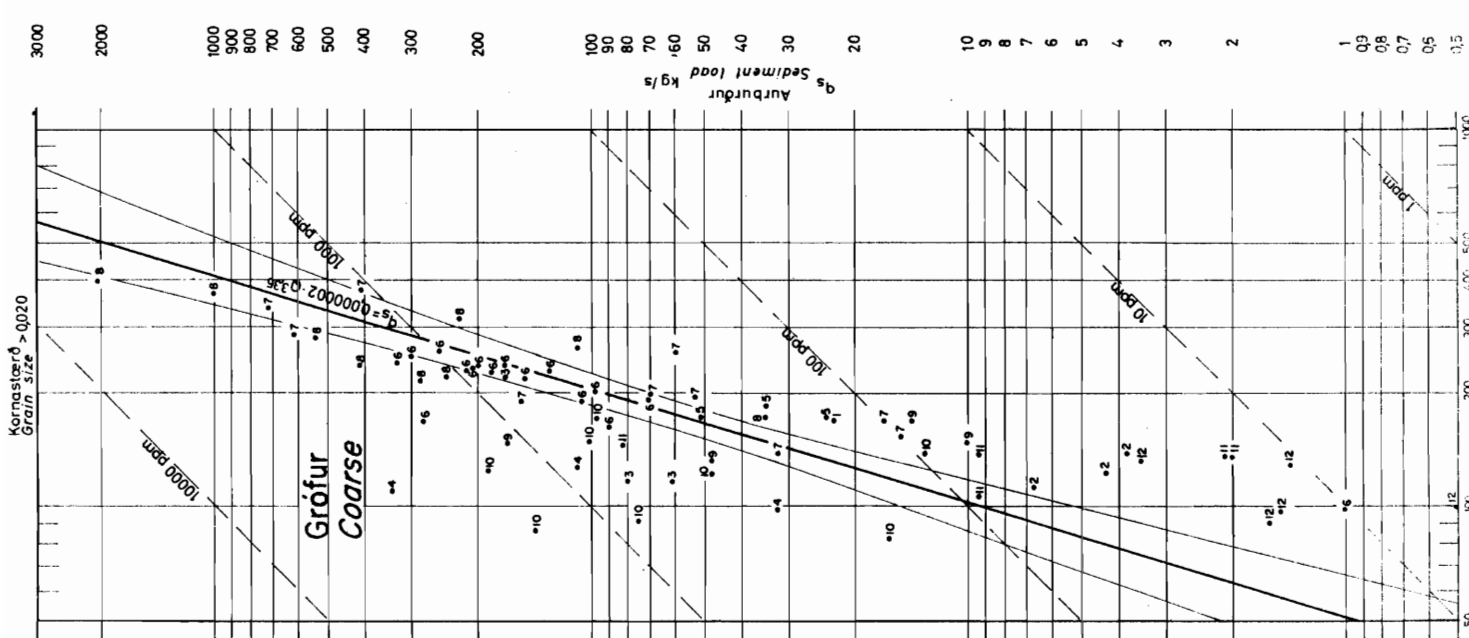
1966 RT/HF 15-77
Fr. 7489

Heildarurburður, upphæfður
Total sediment load, suspended

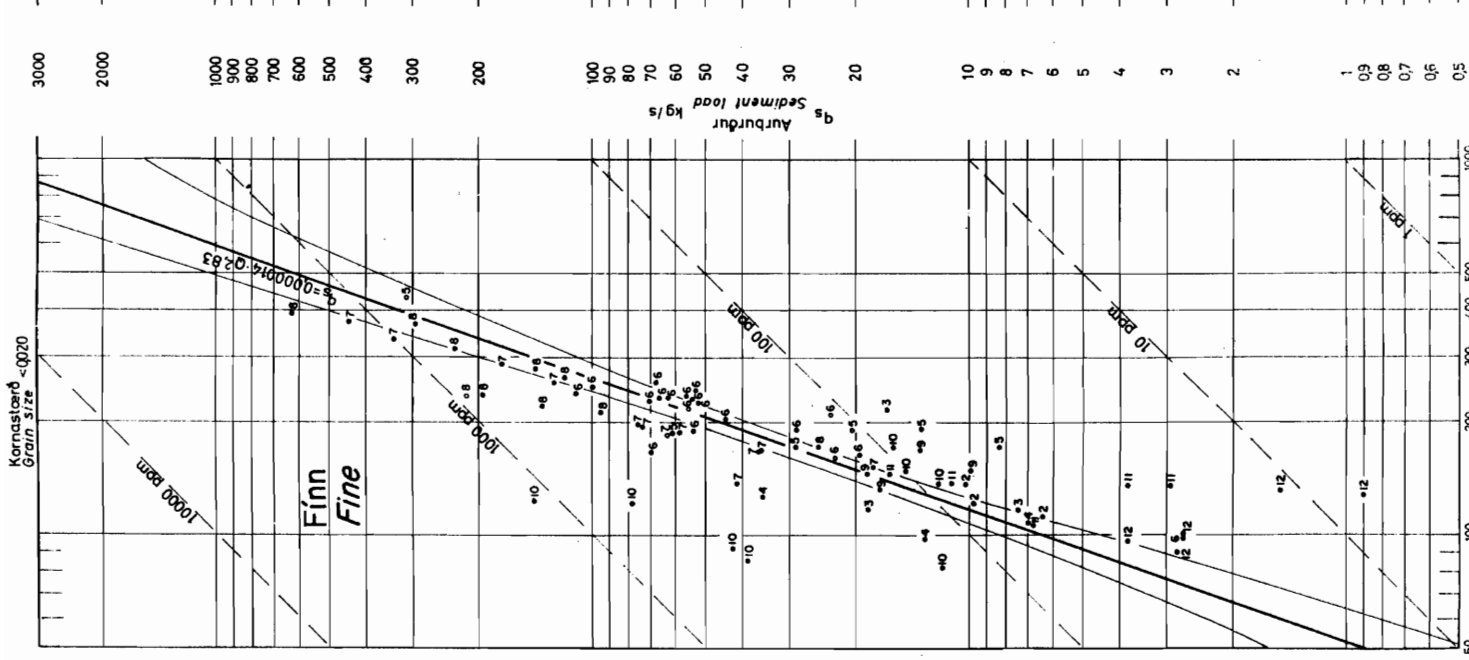
Mynd 3.1.4
Fig 3.1.4



Samanlagður
Total



Grófur
Coarse

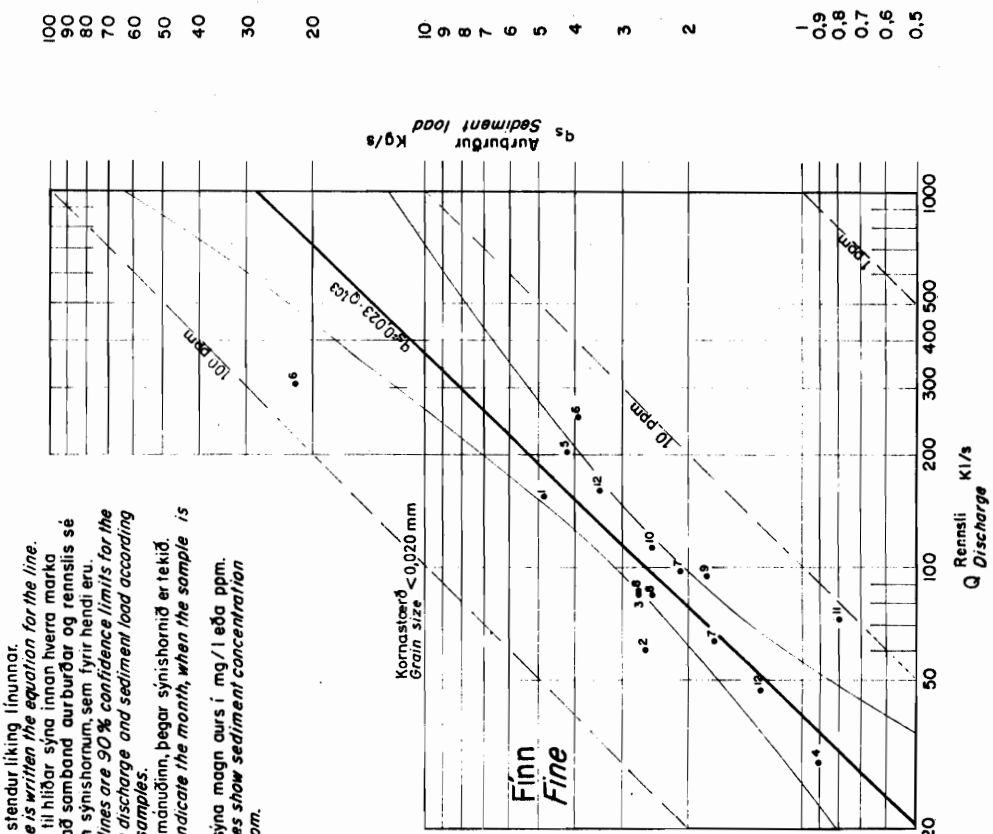
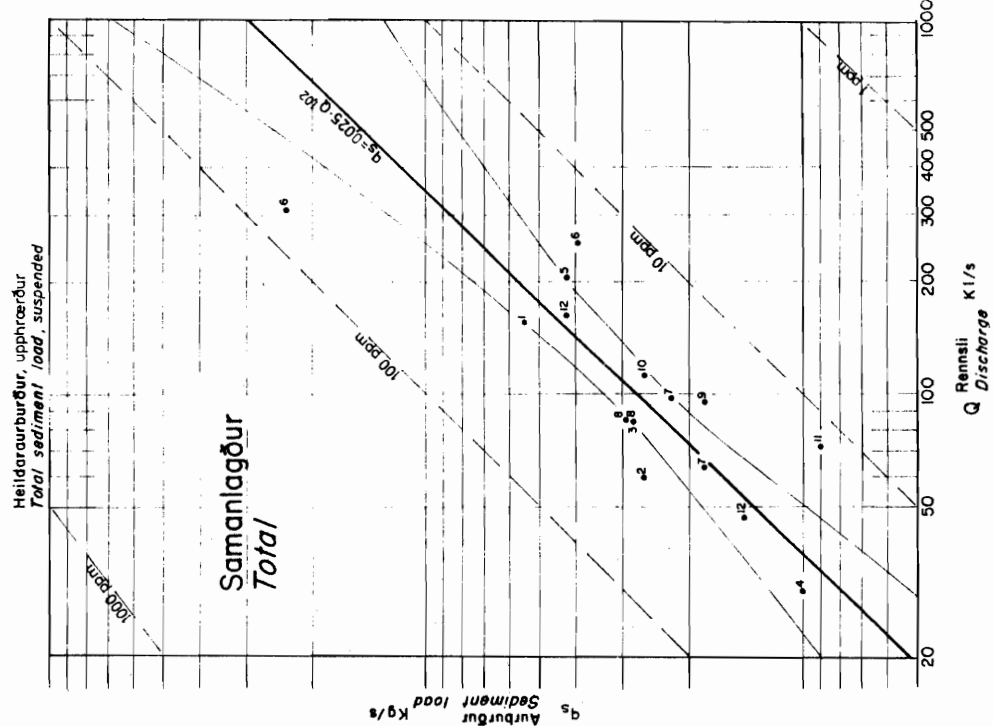


Fínn
Fine

Athugasemdir:
Skýringar eru á bl.5.
F sýnishorn
S sýnishorn
Notes:
Legend is on sheet 5
F sample
S sample

Athugasemdir:

Notes:
Svera línan er útleiknað samband aurburðar og rennsils, þar sem gengið er út frá að það sé veldisjafna.
The heavy line is a calculated relation between discharge and sediment load, based on the assumption that it is an exponential function.
Við sværu línuva stendur líkingu línuinnar.
At the heavy line is written the equation for the line.
Grönnu línurnar til hliðar sýna innan hverra marka eru 90% líkur að samband aurburðar og rennsils sé samkvæmt þeim sýnishornum, sem fyrir hendi eru.
The lighter side lines are 90% confidence limits for the relation between discharge and sediment load according to the available samples.
Tölurnar markja mánuðinn, þegar sýnishornið er tekið.
The numbers indicate the month, when the sample is taken.
Brönnu línurnar sýna magn aurs í mg/l eða ppm.
The dashed lines show sediment concentration in mg/l or in ppm.



Athugasemdir:
Öll sýnishorn hér eru F sýnishorn.
Note:
All samples here are F samples.

3.2 Útreikningar á botnskriði

Hér að framan hefur yfirleitt verið talað um aurburð og þá átt við upphrærðan aur eða öðru nafni svifaur. Vissulega er svifaurinn oft mikill meirihluti aurburðar en þó er það engan veginn eina flutningsaðferð fastra efna í ánum. Grófasti aurburðurinn rúllar yfirleitt eftir botninum eða hoppar og skoppar mjög nærri honum. Er þetta sá aurburður, sem kallaður er botnskrið. Mjög erfitt er að mæla botnskrið beint, því það er mjög breytilegt í einu og sama þversniði. Höfum við því valið þann kostinn að reikna það út.

Við útreikning á botnskriði hef ég notað bók, sem heitir "The Sediment Problem", útgefna af Sameinuðu Þjóðunum, efnahagsnefnd fyrir Asíu og Austurlönd 1953 (Economic Commission for Asia and the Far East). Í þeirri bók eru ræddar í stuttu máli flestar hliðar aurburðar. Meðal annars er þar yfirlit yfir margar tilraunir til þess að reikna út botnskrið eftir ýmsum vatnafræðilegum eiginleikum, kornastærð og gerð botnlagsins. Sem lokapáttur í langri þróun er útleiðsla H.A. Einsteins á botnskriðinu. Hann setti upp tvær stærðir um líkindi þess, að korn á botni ár fari á hreyfingu á vissri tímæiningu. Þessar stærðir kallaði hann Φ og Ψ . Inn í Φ gekk botnskrið, stærð og eðlisþyngd korna og tímabáttur jafn hlutfallinu milli fallhraða korns og þvermáls. Inn í Ψ gekk skriðþrýstingur og mótstaða korna gegn hreyfingu. Ályktaði hann síðar að Φ væri funktion af Ψ eða:

$$\Phi = f(\Psi) \quad (1)$$

$$\text{en } \Phi = \frac{Q_s S_s}{\sqrt{g (S_s - 1) F \rho}^{3/2}} \quad (2)$$

$$\text{og } \Psi = \frac{\gamma (S_s - 1) \rho}{T} \quad (3)$$

$$\text{en í jöfnu (2) er } F = \sqrt{\frac{2}{3} + \frac{36v^2}{g \rho^3 (S_s - 1)}} - \sqrt{\frac{36v^2}{g \rho^3 (S_s - 1)}} \quad (4)$$

$$\text{en í jöfnu (3) er } T = \gamma R S \quad (5)$$

- q_s = er fyrir botnskrið í rúmmálseiningu á einingarbreydd
 S_s = eðlisþyngd korna
 g = þyngdaracceleration
 ρ = þvermál korna
 T = skriðþrýstingur
 γ = eðlisþyngd hins streymandi vökva
 ν = innra viðnám vökvans (kinematic viscosity)
 R = Hydroliskur radius \sim meðaldýpi
 S = yfirborðshalli hins streymandi vökva

Hver funktion (1) er, fann Einstein með því að reikna út Φ og Ψ eftir forsendum og niðurstöðum ýmissa tilrauna, sem fram hafa farið með botnskrið. Setti hann síðan þær útkomur upp í línurit með Φ á abcissu með logarimískum skala en Ψ á ordinat eftir linierum skala. Féllu útkomurnar nokkuð vel að línu og líking þeirrar línu var þá funktionin (1). Nokkur óviðsa virtist þó vera, sérstaklega fyrir lítil Ψ og heterogent efni, hvað kornastærð snertir. Fyrir þau tók hann sem þvermál ρ 40 (40% af efninu með minni kornastærð). Einnig gerði Einstein mælingar í tveimur lækjum á botnskriði og pössuðu þær vel inn á hina fundnu línu.

H. Rouse setti inn í log-log línurit Φ og $\frac{1}{\Psi}$. Fékk hann þá allar tilraunir til að falla nokkuð vel að einni beinni línu og hvarf nokkurn veginn dreifing sú, sem Einstein fékk á ekki einskorna efni. Jafna þessarar línu er:

$$\Phi = 40 \left(\frac{1}{\Psi} \right)^3 \quad (6)$$

Útreikningar á botnskriði voru gerðir fyrir tvo staði í Hvítá, þ.e. við Útverk og Svartagil og á tveimur stöðum í Þjórsá, við Murneyri og við Blesastaði. Tekin voru mörg sýnishorn af árbotni á hverjum stað og þau sigtuð, og fyrir Hvítá hafa farið fram berggreining og eðlisþyngdarmælingar. Á myndum 3.2.1 og 3.2.2 eru kornakúrfur allra sýnishorna á hverjum stað fyrir sig. Til

útreikninga á meðaldýpi þarf samband vatnshæðar og rennslis við mælistaðina að vera þekkt. Við Hvítá er það nokkuð vel þekkt út frá vatnshæðarmælingum, sem gerðar voru vegna Hestvatnsvirkjunar 1959-'60, en vegna Þjórsár var settur upp kvarði nálægt Kaldárholti, sem sýna átti samband vatnshæðar og rennslis fyrir báða staðina í Þjórsá. Yfirborðshalli Hvítár fékkst frá sömu frumgögnum og notaðir voru til ákvörðunar á rennslislyklum fyrir mælistaðina en í Þjórsá var notast við langskurð árinna, sem mældur var 1951 eða fyrr. Gögnin eru því greinilega betri fyrir útreikningana í Hvítá en í Þjórsá. Aðrar stærðir en þær, sem hér hafa verið nefndar, eru miklu minna breytilegar, svo sem eðlisþyngd og innra viðnám vökvans, en hvort tveggja hefur þó árssveiflu vegna árssveiflunnar í hitastigi og aurburði.

Fyrstu útreikningar á botnskriði fóru fram 1960 fyrir hina tvo staði í Hvítá og birtust þeir í skýrslunni: Virkjun Hvítár við Hestvatn, 3, Aurburður. Þeir útreikningar voru gerðir í höndunum ef svo má að orði kveða, og voru því gerðar ýmsar einfaldanir til þess að gera reikninginn einfaldari. Var þá hvorki tekið tillit til árssveiflu í innra viðnámi vökvans né eðlisþyngdar og einnig var reiknuð meðalkornakúrfa, sem látin var gilda fyrir allt þversniðið.

Á síðastliðnu vori var skrifuð forskrift fyrir útreikninga á botnskriði eftir Einsteins jöfnu til þess að unnt yrði að reikna botnskriðið miklu ýtarlegar en áður var. Bæði var þá unnt að taka tillit til árssveiflu og einnig var þá hvert sýnishorn látið gilda fyrir vissan hluta úr þversniðinu en engin meðalkúrfa reiknuð. Þannig var reiknað botnskrið fyrir annan staðinn í Hvítá, þ.e.a.s. við Svartagil og fyrir báða staðina í Þjórsá.

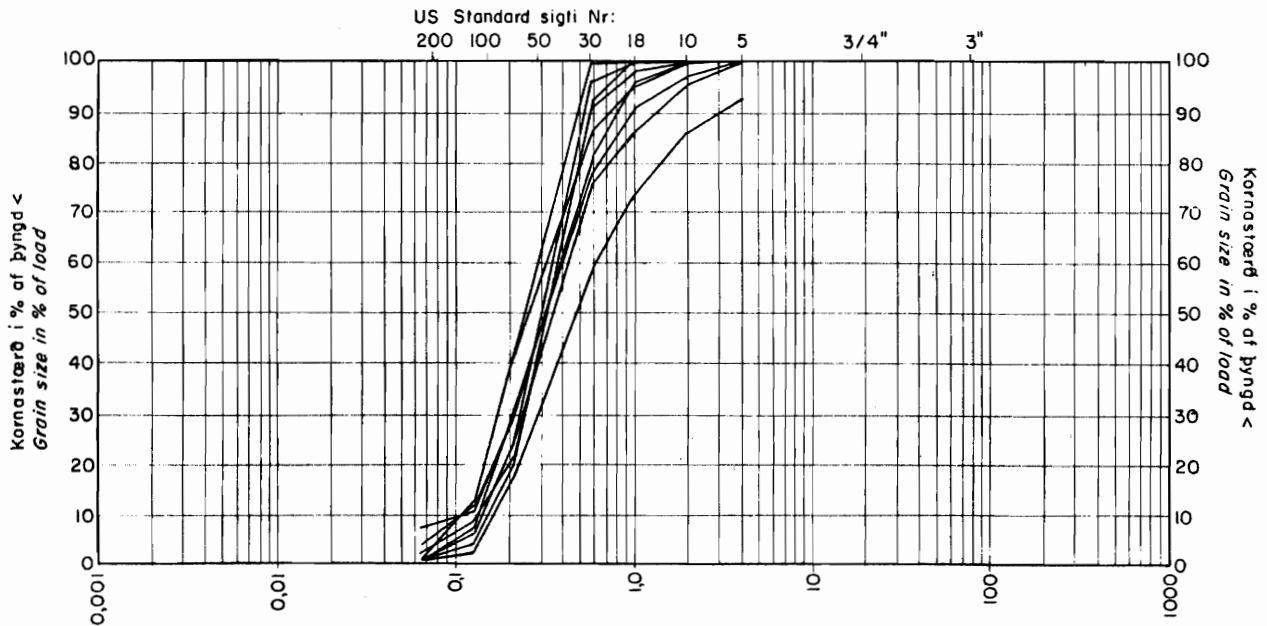
Eins og áður sagði var aðeins einn vatnshæðarlykill til fyrir staðina í Þjórsá og var hann frá Kaldárholti, sem er nálægt því að vera mitt á milli.

Það má telja öruggt, að í raun réttu gildi þessi lykill fyrir hvorugan staðinn; á efri staðnum sé rennslislykillinn flatari en á neðri staðnum brattari. Hallinn á þessum stöðum hefur ekki verið mældur með samtíma mælingum við mismunandi rennsli en hann hlýtur að vera meiri á efri staðnum, en á þeim neðri. Hallinn, sem við höfum, er aftur á móti meðalhelli fyrir nokkurn hluta árinna. Við útreikningana voru gerðar tilfærslur út frá þessum meðalgildum til þess að fá botnskriðið sem líkast á báðum stöðum en það hlýtur að vera nokkurnvegin jafnt á báðum þversniðum. Það er að sjálfsögðu framtíðarverkefni að afla þeirra gagna, sem þarf til að undirbyggja þessa botnskriðsreikninga betur. Útreikningar á botnskriði eru aftur á móti mjög auðveldir nú orðið, þar sem forskrift fyrir reikningana í rafreikni er fyrir hendi.

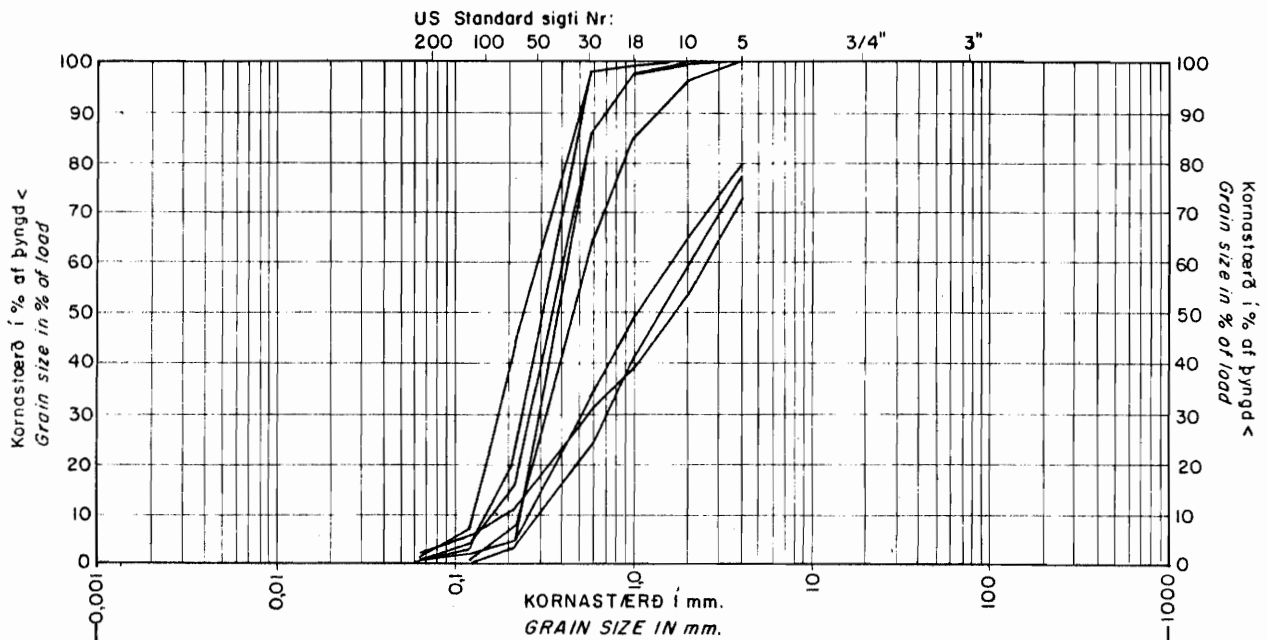
Vegna þess að útreikningar voru gerðir fyrir hverja árstíð fyrir sig þurfti að útbúa rennslislangæil fyrir hverja árstíð. Til þess voru notuð fimm til tíu ára meðaltöl, venjulega þau síðustu, sem hafa verið reiknuð út. En ekki var reynt að nota langæil fyrir allan þann tíma, sem rennslismælingar hafa farið fram á. Árstíðirnar voru skilgreindar þannig, að október og nóvember eru haust, desember, janúar, febrúar og marz eru vetur, apríl og maí eru vor og loks júní, júlí, ágúst og september sumar.

Til þess að sýna árstíðaáhrifin gef ég hér upp í töflu meðalhitastig þeirra, innra viðnám vatns við það hitastig og eðlisþyngd vatns við það hitastig og loks leiðréttingu á því vegna svifaurs og uppleystra efna.

Hvítá við Útverk: botnefni. Hvítá at Útverk: bed material.

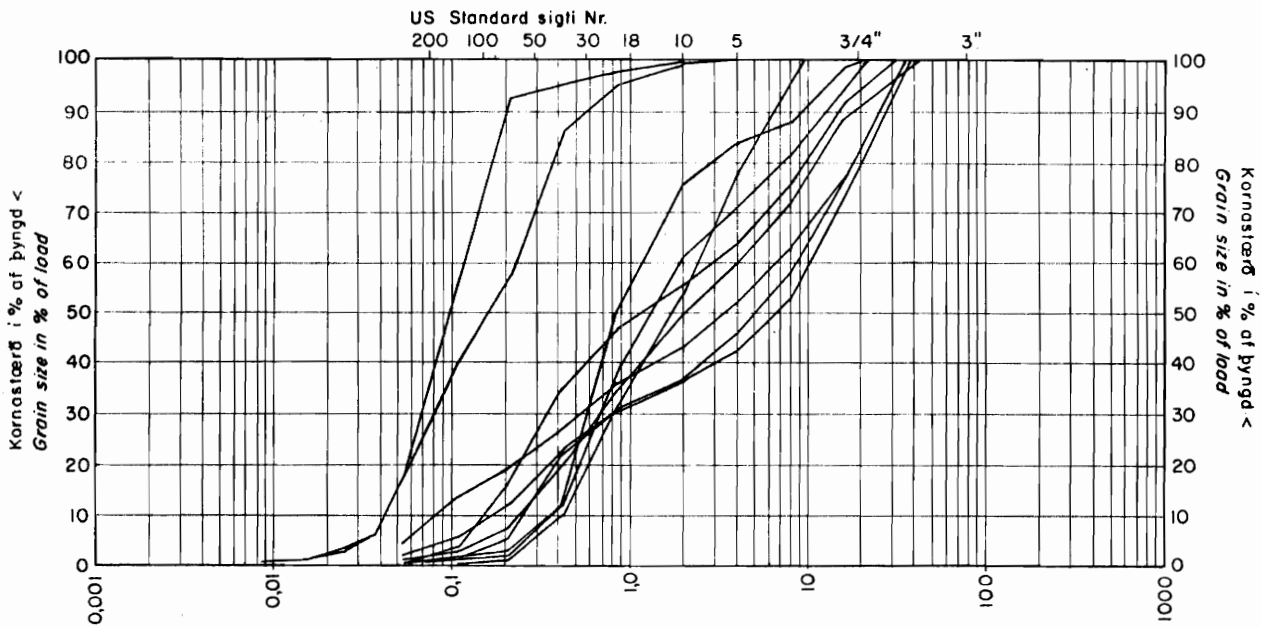


Hvítá við Svartagil: botnefni. Hvítá at Svartagil: bed material.

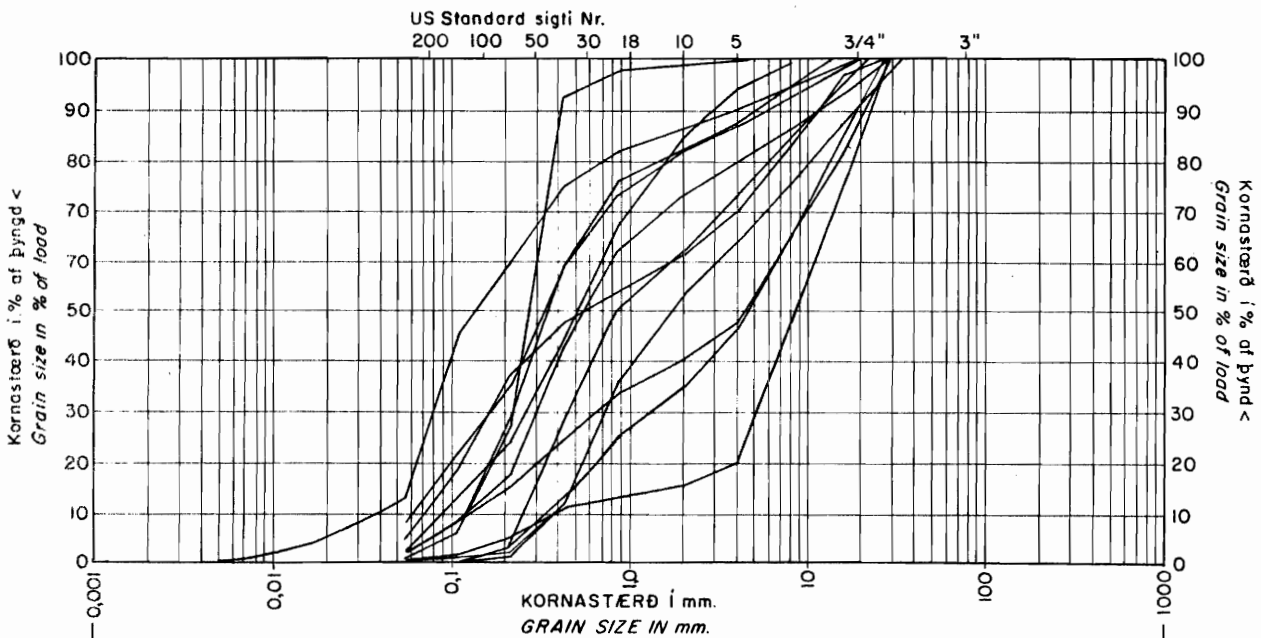


LEIR	Fín	Fine	Milli	Middle	Grót	Coar.	Finn	Fine	Milli	Midd.	Grót	Coarse	Fín	Fine	Milli	Middle	Grót	Coar.	STEINAR	COBBLES
CLAY	MÉLA			SILT		SANDUR			SAND			MÖL			GRAVEL					

Þjórsá hjá Murneyrum; botnefni. *Thjórsá at Murneyrar: bed material.*



Þjórsá hjá Blesastaðum; botnefni. *Thjórsá at Blesastaðir: bed material.*



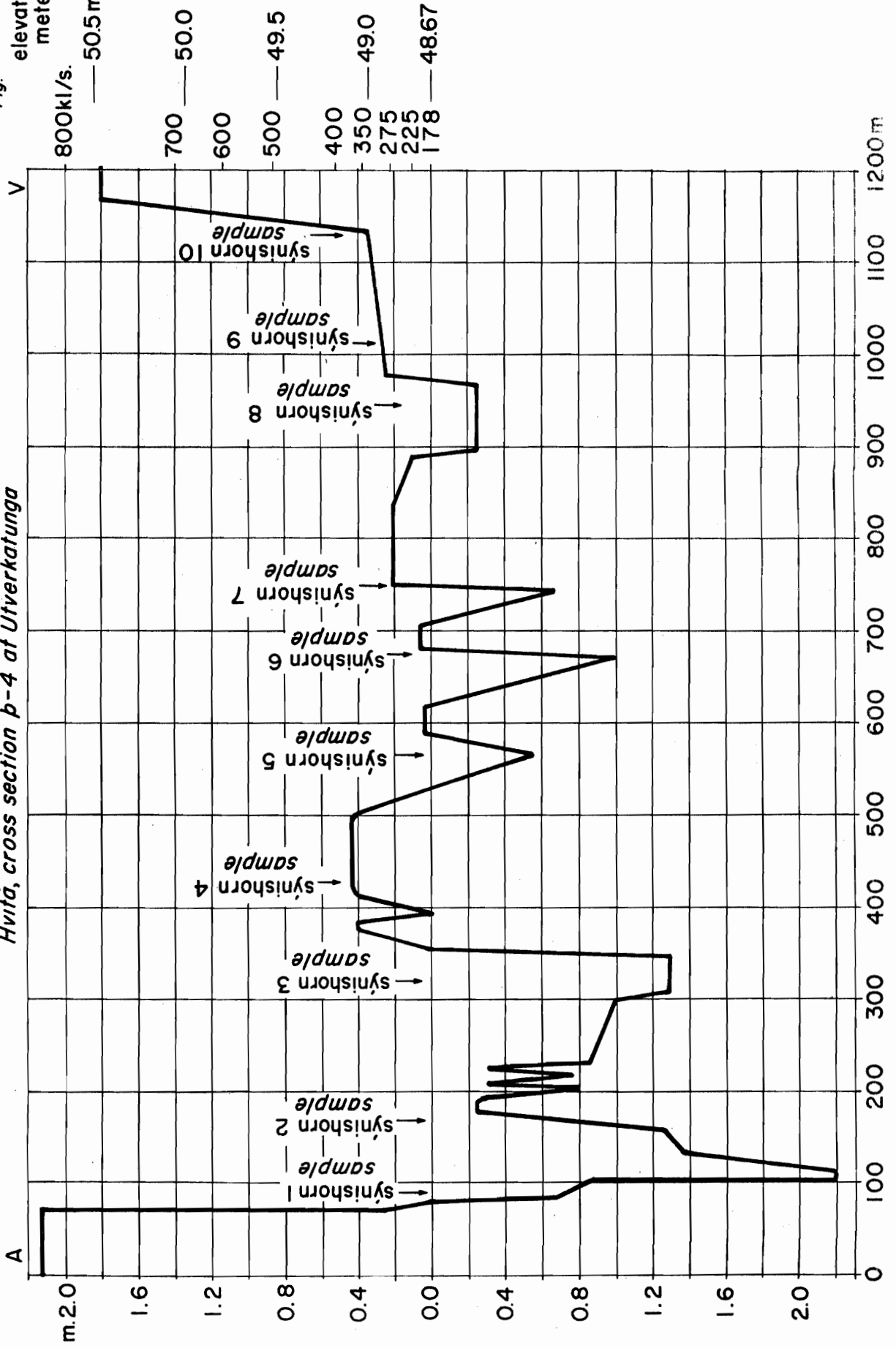
LEIR	Fin	Fine	Milli	Middle	Grót	Coar.	Fin	Fine	Milli	Midd.	Grót	Coarse	Fin	Fine	Milli	Middle	Grót	Coar.	STEINAR	COBBLES
CLAY	MÉLA			SILT			SANDUR			SAND			MÖL			GRAVEL				

ORKUSTOFNUN Raforkudeild Kornakúrfur <i>Grain size curves</i>	8.3.68 S P/I.S.
	Tnr. 314
	B-77
	Fnr. 8322

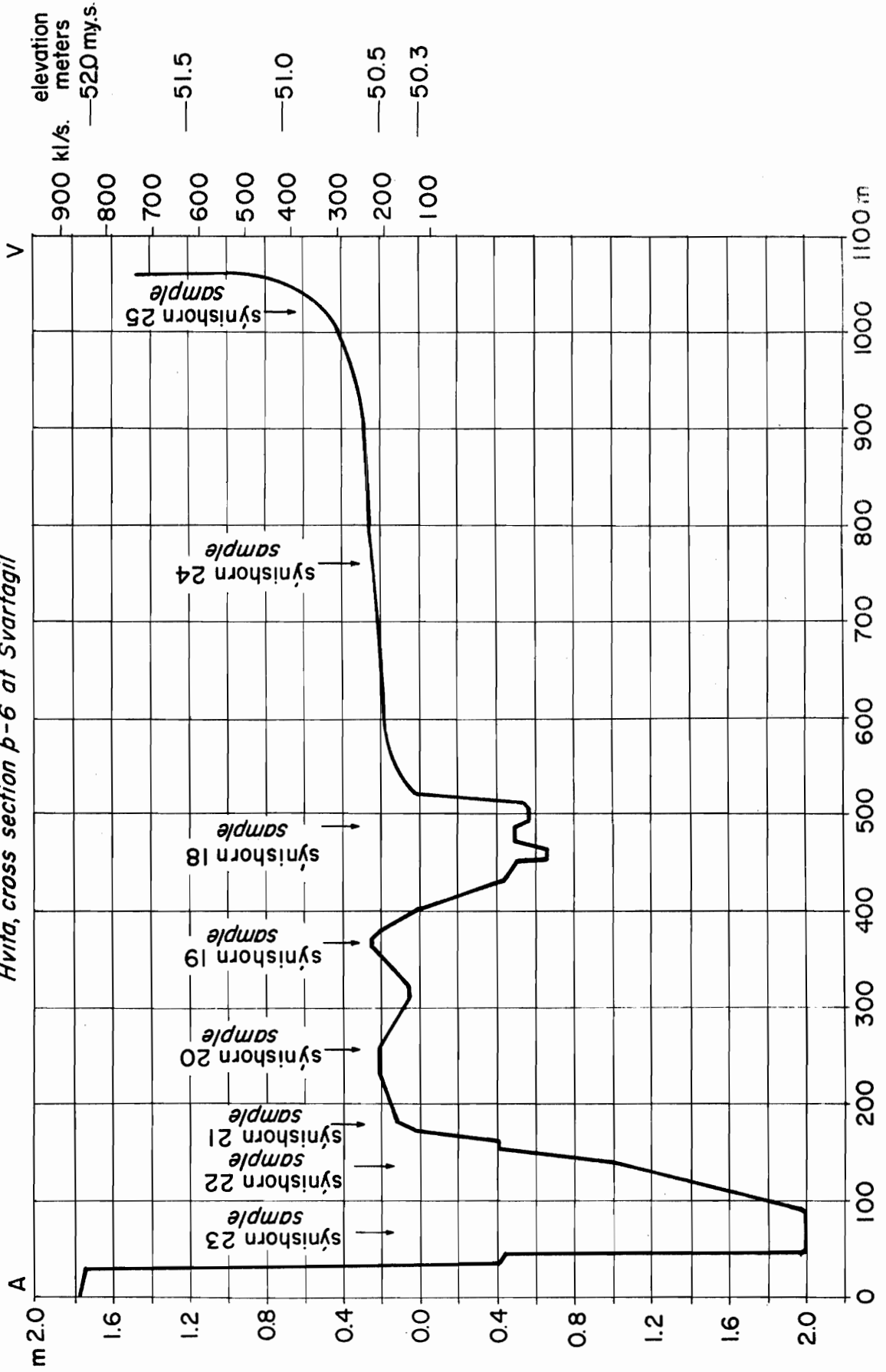
ORKUSTOFNUN
Raforkuðeild

Þverskurður p-4, Hvítá á mótis við Útverkátungu
Hvítá, cross section p-4 at Útverkátungu

Mynd 3.2.3
Fig. elevation
meters
800kl/s. — 50.5 mys.



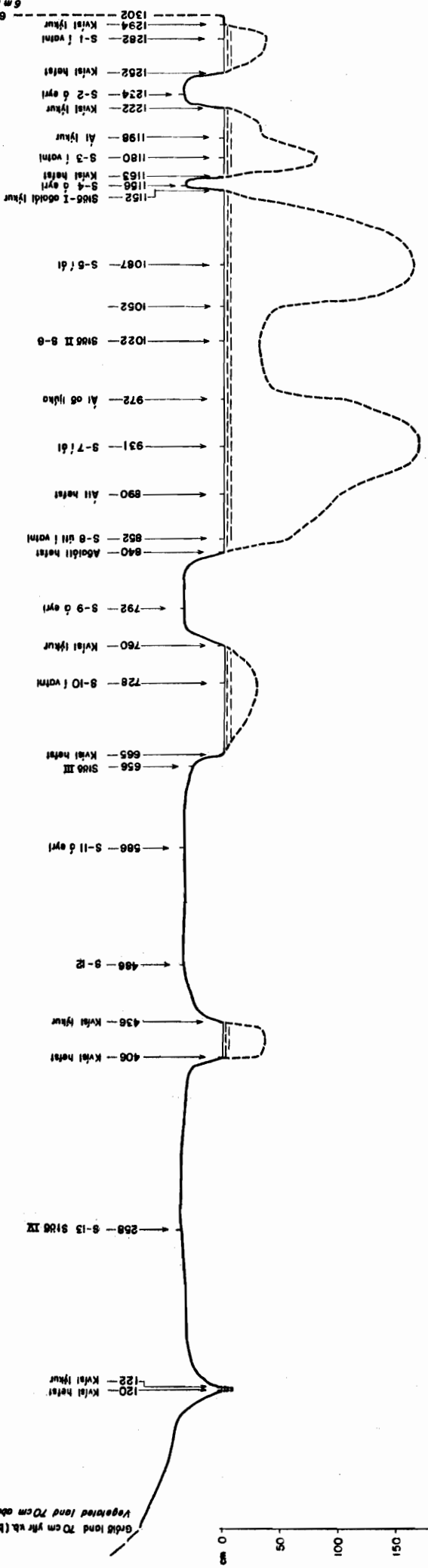
Þverskurður p-6, Hvítá á móts við Svartagil
Hvítá, cross section p-6 at Svartagil



Mýnd: 3.2.5.
Fig.

Vestur bakki
West bank
(Nasget)
Highly
6 m high, steep bank

Austur bakki
East bank
(Nasget)
soft
Gravelly sand 70 cm yr. (bank of lowest
water)



Skýringar:
Legend:

- Vamsborg Water level
- Botn Bottom
- S-1 - S-13 Tölustödir botnefnis
Sampling places of bed material

RAFORKUMÁLASTJÓR
 ÞVERSNÍÐ ÞVÖRSÁR
 hjó Blástöðum
 Tölustödir: Cross section of Þvörsádrif
 Mál 55.2.1000/1941 Th. 549
 Frt. 7034

Tafla 3.2.1

	Meðal- hitastig °C	Innra viðnám centipoises	Eðlis- þyngd vatns	Leiðrétt eðlisþyngd í Þjórsá	Leiðrétt eðlisþyngd í Hvítá
haust	2°	1.6728	0.999970	1.000440	1.000095
vetur	0°	1.7921	0.999870	0.999995	0.999945
vor	4°	1.5674	1.000000	1.000280	1.000095
sumar	9°	1.3462	0.999810	1.000090	1.000015

Það sést af þessu, að áhrif eðlisþyngdar geta ekki verið mikil, jafnvel þótt hún komi í þriðja veldi fyrir í jöfnunni. Aftur á móti er breytileiki innra viðnáms vökvans af þeirri stærðargráðu, að hann getur vel haft nokkur áhrif.

3.3 Bergflokkagreining og Eðlisþyngdarmælingar

3.3.1 Bergflokkagreining.

Aurburðarsýnishorn þau, sem berggreind hafa verið og eðlisþyngd ákvörðuð á, eru frá eftirtöldum tókustöðum: Jökulsá á Fjöllum hjá Grímsstöðum, Þjórsá hjá Urriðafossi, Tungnaá hjá Haldi og Hvítá í Árnassýslu hjá Iðu. Þetta voru eingöngu S-sýnishorn tekin árin 1963-1966.

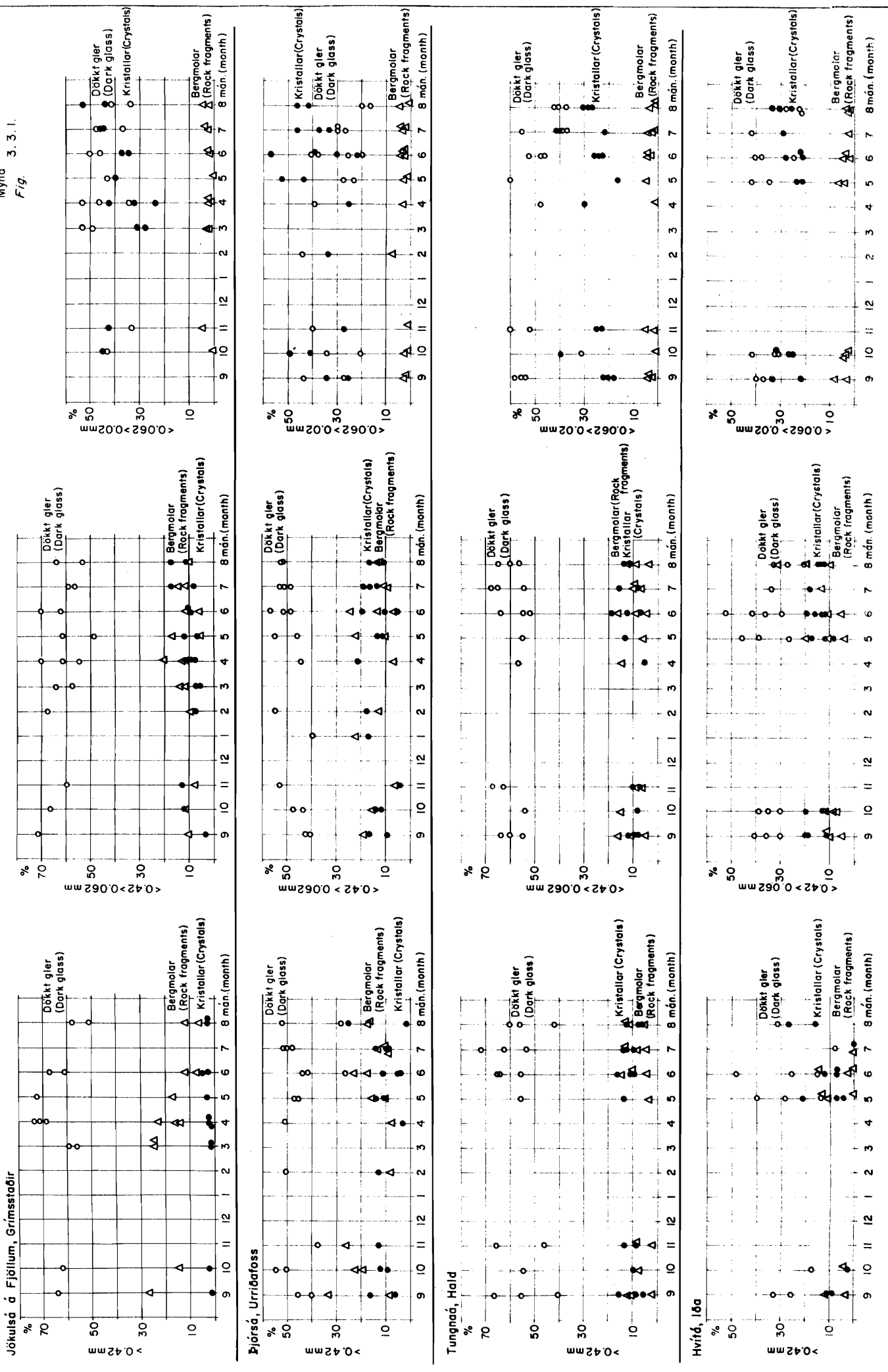
Frá hverjum tókustað voru berggreind 16-18 sýnishorn. Þau voru valin þannig, að þau dreifðust sem mest á mismunandi árstíðir og rennsli. Vetrarsýnishorn voru þó of fá, bæði vegna þess, hve fá sýnishorn hafa verið tekin að vetrarlagi og ekki síður vegna hins, að aurburður er venjulega svo lítil að vetrarlagi, að of lítið magn var til berggreiningar úr flestum vetrarsýnishornunum. Dreifing dökks glers, kristalla og bergmola eftir mánuðum er sýnd á mynd 3.3.1 hér fyrir aftan.

Tafla 3.3.1

Vatnsfall/ tökustaður	Korna- stærð mm	Bergflokkagreining %							Eðlis- þyngd	Þyngd sem eðlisp. var mæld á
		Svart ógegn- sætt	Dökkt gler	Ljóst gler	Um- myndað gler	Krist- allar	Berg- molar	Fjöldi berggr. korna		
Jökulsá á Fjöllum Grímsstaðir	> 0.42		65.6	12.5	1.7	2.2	18.0	4.008	2.83	5.8
	0.42-0.062	7.6	63.4	6.6	1.1	9.9	11.4	3.156	2.82	13.8
	0.062-0.02	2.1	45.4	10.7	1.1	38.1	2.6	2.455	2.89	17.9
Þjórsá Urriðaf.	> 0.42		47.7	20.1	3.3	10.8	18.1	1.733	2.76	1.9
	0.42-0.062	10.6	49.4	8.7	4.2	14.1	13.0	2.686	2.80	4.0
	0.062-0.02	1.9	31.6	23.9	3.6	36.4	2.6	2.725	2.81	7.1
Tungnaá Hald	> 0.42		55.3	20.0	3.0	11.8	9.9	2.616	2.67	1.2
	0.42-0.062	8.2	60.3	8.4	3.7	10.5	8.9	2.787	2.82	5.8
	0.062-0.02	2.8	48.4	15.2	4.5	26.5	2.6	3.041	2.81	3.9
Hvítá í Arn. Iða	> 0.42		29.4	39.0	7.4	11.1	13.1	975	2.53	1.4
	0.42-0.062	13.9	35.7	21.5	3.9	13.8	11.2	2.937	2.77	1.6
	0.062-0.02	0.5	42.0	26.0	0.5	29.0	2.0	2.318	2.73	2.4

Berggreining á aurburði
Petrographical analysis of suspended load

Mynd 3.3.1.
Fig.



Ekki varð séð, að neinar árstíða- eða rennslisbundnar sveiflur væru í bergfræðilegri samsetningu aurburðarins. Töluverðar sveiflur voru þó í greiningu einstakra sýnishorna, enda var fjöldi þeirra korna, sem greind voru í hverju einstöku sýnishorni, tiltölulega lítil. Í stærsta kornastærðarflokki, > 0.42 mm var fjöldi þeirra korna, sem greind voru, frá nokkrum tugum upp í nokkur hundruð korn í hverju sýnishorni. Þar voru yfirleitt greind öll korn úr hverju sýnishorni. Í hinum tveimur kornastærðarflokkunum $0.42-0.062$ mm og $0.062-0.02$ mm voru yfirleitt greind 100-200 korn úr hverju sýnishorni. Voru þau að jafnaði aðeins lítil hluti hvers sýnishorns.

Meðaltöl berggreiningarinnar eru fundin út frá summu allra berggreindra korna í hverjum kornastærðarflokki fyrir sig.

Stærsti kornastærðarflokkurinn var greindur í stereosmásjá, stækkun 20 sinnum. Hinir flokkarnir voru greindir í polariserandi smásjá og var stækkunin þar 80 sinnum fyrir kornastærðina $0.42-0.062$ mm, en 360 sinnum fyrir $0.062-0.02$ mm.

Í polariserandi smásjánni var alltaf notaður ljósbrotsvökvi 1.60. Gler með ljósbrot ≥ 1.60 er greint sem dökkt gler, en gler með ljósbrot < 1.60 er greint sem ljóst gler.

3.3.2 Eðlisþyngdarmælingar

Þar sem engar árstíða- eða rennslisbundnar sveiflur virtust vera í bergflokkun aurburðarins, var safnað saman nær öllum aurburði, sem til var úr S-sýnishornum frá þeim tókustöðum, sem taldir voru hér að framan í kaflanum um bergflokkagreiningu og eðlisþyngdarmælingar gerðar á hverjum kornastærðarflokki fyrir sig. Þó að safnað væri saman aurburði úr 30-50 aurburðarsýnishornum frá hverjum tókustað, mátti magnið, sem fékkst þannig til eðlisþyngdarmælingar á hverjum kornastærðarflokki, ekki minna vera til að samileg nákvæmni fengist við mælingarnar.

Mælingarnar voru gerðar í 10 ml eðlisþyngdarmæliflöskum fyrir minnstu sýnishornin, en í 25 og 50 ml flöskum fyrir hin stærri og notað eimað vatn. Eftirfarandi formúla var notuð til að reikna út eðlisþyngdina:

Þyngd tómrar mæliflösku	a
Þyngd mæliflösku fullrar af vatni	b
Þyngd mæliflösku og sýnishorns	c
Þyngd mæliflösku, sýnishorns og vatns	d
Þyngd sýnishorns	c-a
Þyngd vatns í mæliflösku með sýnish. og vatni	d-c
Þyngd vatns í vatnsfylltri mæliflösku	b-a
Þyngd vatns með sama rúmmáli og sýnis- horn	(b-a) - (d-c)

$$\text{Eðlisþyngd} = \frac{\text{þyngd sýnishorns}}{\text{þyngd sama rúmmáls af vatni}} = \frac{c-a}{(b-a) - (d-c)}$$

3.3.3 Niðurstöður

Niðurstöður bergflokkagreiningarinnar og eðlisþyngdarmælinganna eru birtar í töflu hér á eftir.

Í töflunni sést, að dökkt gler er yfirleitt langstærsti bergflokkurinn. Hlutfallslega mest af því í Jökulsá á Fjöllum, en minnst í Hvítá, en Hvítá er með hlutfallslega langmest þessara vatnsfalla af ljósu gleri. Í stærsta kornastærðarflokknum úr Hvítá er meira að segja meira af ljósu en dökku gleri.

Minnst er af ljósu gleri í miðkornastærðarflokknum, en yfirleitt mest í þeim grófasta. Ástæðan fyrir því, að ljósa glerið er mest í grófasta flokknum, er sú, að það er léttast í sér af öllum aurburði, og grófasti stærðarflokkurinn er við mörk botnskriðsins, þannig að það, sem er stærra en grófasti aurburður, berst sem botnskrið. Á þessum mörkum verður aðgreining, þannig að ljósa

glerið hrærist upp við stærsta kornastærð, dökka glerið við nokkru minni kornastærð og kristallar og bergmolar við minnsta kornastærð. Þessi niðurstaða er í góðu samræmi við niðurstöður Elsu G. Vilmundardóttur og Celiu Washbourn í skýrslu þeirra "Berggreining og eðlisþyngdarmælingar á botnseti Hvítár og helztu þveráa hennar", júní 1964. Í þeirri skýrslu kemur fram, að eldfjallaaska er mest í kornastærðarflokknum 1.0-0.59 mm, en þar rétt fyrir neðan virðist eldfjallaaskan vera upphrærð, en bergmolar og kristallar haldast lengur við botninn.

Það kemur greinilega fram, að bergmolum fækkar með minnkandi kornastærð, en kristöllum fjölgar. Það er mjög eðlileg afleiðing molnunar bergmola og þó einkum eldfjallaösku, en í öskunni er alltaf eitthvað af smáum kristöllum auk glersins.

Þessi bergflokkagreining leiðir það greinilega í ljós, að langmestur hluti aurburðarins á þessum tókustöðum er eldfjallaaska.

Af eðlisþyngdarmælingunum kemur fram, að eðlisþyngd aurburðar er hæst í Jökulsá á Fjöllum 2.8-2.9, en lægst í Hvítá hjá Iðu 2.7-2.8 í fínni kornastærðarflokkunum, en rúmlega 2.5 í grófasta flokknum. Aurburður úr Þjórsá hjá Urriðafossi og Tungnaá hjá Haldi hefur eðlisþyngd um 2.8 í fínni kornastærðarflokkunum, en um 2.7 í grófasta flokknum.

Síðan þessar mælingar voru gerðar, hefur verið reiknað með eðlisþyngd 2.8 á mélu úr Þjórsá og Tungnaá og 2.9 á mélu úr Jökulsá á Fjöllum við útreikninga á kornastærð og þurrviggt eftir línuriti setvogarinnar. Áður var alltaf reiknað með eðlisþyngd 2.7 í þessum útreikningum. Það er gert áfram við sýnishorn úr öðrum vatnsföllum, og mælingarnar hafa staðfest þá eðlisþyngd á mélu úr Hvítá hjá Iðu.

Niðurstöður eðlisþyngdarmælinganna virðast vera í allgóðu samræmi við berggreininguna.

3.4 Landmótunarfræðilegir útreikningar.

Nú á seinni árum er það farið að tíðkast að gera mælingar á lengd vatnakerfanna og skipta vatnakerfinu í flokka eftir því hversu flókin þau eru á hverjum stað. Einfaldasta vatnakerfið er ein ógreind á. Oftast nær er það smálækur þótt í hraununum komi oft fullskapaðar stórár upp í fáeinum lindum. Svona á er kölluð fyrsta stigs. Ef tvær ár af fyrsta stigi renna saman verður af samruna þeirra á af öðru stigi og vatnsvið þeirrar ár er annars stigs vatnasvið. Á af öðru stigi er þá að minnsta kosti helmingi stærri en á af fyrsta stigi á þessu svæði, því auk þess, að hún er í fyrstu mynduð af tveimur fyrstastigs ám, þá geta henni bætzt fleiri fyrstastigs ár án þess að það hafi áhrif á stigtölu hennar. En ef tvær annars stigs ár renna saman verður úr því á af þriðja stigi, og ef tvær ár af þriðja stigi renna saman verður úr því á af fjórða stigi og svo framvegis. Hinar mældu stærðir eru lengd ána og fjöldi í hverju stigi vatnskerfisins og flatarmál vatnsviðsins. Út frá þeim mælingum má reikna út ýmsa stuðla varðandi landslag og afrennsliseiginleika vatnasviðanna. Lengd fyrsta stigs áa er kölluð L_1 , annars stigs L_2 og svo framvegis, þá er heildarlengd vatnakerfisins $L_1 + L_2 + L_3 + \dots + L_n = L_s$. Fjöldi fyrsta stigs áa er þá kallaður N_1 , annars stigs N_2 og heildarfjöldi ána í vatnakerfinu $N_1 + N_2 + N_3 + \dots + N_n = N_s$. Flatarmál vatnasviðs köllum við f .

Stuðlar, sem reikna má út eru:

- 1) Afrennslispéttleiki A , sem gefur upp meðallengd árfarvegs á hvern ferkílómetra vatnasviðs, eða $A = L_s/f$.
- 2) Farvegatíðni F , gefur upp meðalfjölda árfarvega á hvern ferkílómetra vatnasviðs, eða $F = N_s/f$.
- 3) Stigshlutfall S er hlutfallið milli fjölda ána af tveimur aðliggjandi stigum, eða $S = \frac{N_n}{N_{n-1}}$

Stigshlutföllin eru því mörg fyrir hvert vatnakerfi eða einu færri en stig kerfisins. Vatnasvið af 5. stigi hefur því 4 stigshlutföll. Stigshlutfall er yfirleitt ekki mjög breytilegt frá einum stað til annars og er venjulega nálægt 5 fyrir stigshlutföllin á milli lágstu stiganna.

Samband er venjulega á milli afrennslispéttleika og farvegatíðni og er það að meðaltali þannig að $F = 0.694A^2$. Þessi jafna hefur verið útleidd erlendis með mælingum á miklum fjölda vatnasviða í svökölluðu normal jarðfræðilegu umhverfi. Eftir þessar mælingum virðist stuðullinn vera um helmingi of lágur nema fyrir Eyjafjarðará, þar sem hún passar nokkuð vel.

Það skal tekið fram, að sem flatarmál eru öll vatnasviðin tekin að jöklum meðtöldum en í jöklum eru að sjálfsögðu engir farvegir reiknaðir. Þar sem jöklar geta verið töluverður hluti sumra vatnasviðanna gerir þetta afrennslispéttleika lægri en annars mundi vera.

Lengdarmælingar voru framkvæmdar á vatnasviðum Ölfusár, Þjórsár, Jökulsár á Fjöllum og Eyjafjarðará og mældar allar þær ár, sem reyndust 0.5 km eða lengri samkvæmt landakorti bandaríska hersins (Army Map Service), sem gert var á árunum 1945-46 og er í málkvarða 1:50.000. Árfarvegur var skilgreindur sem sá árfarvegur, er á kortinu er dreginn með heilli óbrotinni línu, og virðist það merkja, að í þeim farvegi hafi verið rennandi vatn, þegar flugljósmyndirnar eru teknar, sem kortið byggir á, þótt það sé hvergi tekið fram í skýringum. Mundu þá heildregnar ár merkja farvegi, þar sem venjulega er rennsli á sumrin. Á vatnasviðum Hvítár og Þjórsár passar þetta vel við reynslu mína. Það skiptir ekki öllu máli hvaða skilgreining á á er notuð, ef hún er sjálfri sér samkvæm innan kortsins, sem notað er. En þessi skilgreining fellur bezt að tilgangi verksins, sem er að myndu undirlag áætlunar á flatarmáli rennandi vatns og farvegagreftri.

Í hinum bröttu hliðum Eyjafjarðar eru flestar ár sýndar með brotnum línunum þrátt fyrir það, að fjallalækirnir hafi þar flestir stöðugt rennsli á sumrin. Þetta stafar sennilega af miklum skuggum og erfiðleikum við kortlagningu lækja, sem renna oft milli steina í stórgrýttri urð. Voru því brotnu línurnar líka mældar fyrir Eyjafjarðará.

Við þessar mælingar reyndust heildarlengdir ána vera þessar: Þjórsá 238 km (Þjórsá og Bergvatnkvísl), Jökulsá á Fjöllum 215 km (Brunná, Sandá, Jökulsá á Fjöllum og Kreppa), en 212 með afrennsli um Bakkahlaup í stað Brunnár og Sandár, Ölfusá 188 km (Ölfusá, Hvítá og Jökulfall) og Eyjarfjarðará 65 km.

Niðurstöðurtölur og útreiknaðir stuðlar eru í töflunum hér á eftir. Í fyrri töflunni eru tekin hin fjögur vatnasvið við Ósa, en í hinn töflunni eru reiknaðar sér nokkrar af þverám Þjórsár og Ölfusár.

Augljóst samband er á milli afrennslispéttleika og jarðfræðilegra skilyrða á vatnasviði árinna. Því yngri og lekara sem vatnasvið árinna er því lægri er afrennslispéttleikinn. Til þess að sýna það sem bezt hef ég gert stöplalínuritíð á 3.4.1 mynd, þar sem sýndur er afrennslispéttleiki í efri hluta Þjórsár og Hvítár og helztu þveráa þeirra. Er þessu raðað frá vestri til austurs og byrjað á vatnasviðum, sem eru að verulegu leyti hraun, og farið yfir þéttasta hluta Hreppamyndunar og síðan aftur farið að nálgast yngri myndanir og hraun og fæst þá aftur mikið lægri afrennslispéttleiki. Þetta fellur, ef satt skal segja, ótrúlega vel að þeirri mynd, sem jarðfræðilegar rannsóknir hafa gefið af aldurs- hlutföllum þessara vatnasviða og þá væntanlega meðalvatnsleiðni þeirra.

T a f l a 3.4.1

Stig	Samanl. lengd $L_1+L_2+\dots L_n=L_s$ km	Samanl. fjöldi $N_1+N_2+\dots+N_n=N_s$	Stigshlut- föll	Afrennslispéttleiki $A = L_s/f$	Farvega- tíðni $F=L_s/f$	Farvega- tíðni $F=0.694A^2$
Vatnasvið Hvítár og Ölfusár við Ósa 6100 km ²						
1	866,5	336	4,00			
2	419,0	84	4,20			
3	300,5	20	6,67			
4	76,0	3	3,00			
5	91,0	1	-			
Samanl.	$L_s = 1753,0$	$N_s = 444$		0,2873	0,0727	0,0572
Vatnasvið Þjórsár við Ósa 7530 km ²						
1	1056,5	506	3,92			
2	562,5	129	3,15			
3	300,5	41	8,02			
4	83,5	5	1,67			
5	209,5	3	3,00			
6	9,7	1	-			
Samanl.	$L_s = 2309,5$	$N_s = 685$		0,3067	0,0909	0,0652
Vatnasvið Jökulsá á Fjöllum við Ósa 7950 km ²						
1	495,0	245	4,08			
2	230,0	60	4,29			
3	158,5	14	2,80			
4	148,5	5	5,00			
5	139,5	1	-			
Samanl.	$L_s = 1171,5$	$N_s = 335$		0,1473	0,0421	0,0149
Vatnasvið við Eyjafjarðarár við Ósa 1300 km ²						
1	151,0	31	3,88			
2	70,0	8	4,00			
3	31,5	2	2,00			
4	22,0	1	-			
Samanl.	$L_s = 274,5$	$N_s = 42$		0,2111	0,0323	0,0308
Vatnasvið við Eyjafjarðarár meðreiknaðar brotnar línur						
1	548,0	373	5,04			
2	187,5	74	4,35			
3	107,0	17	3,40			
4	59,5	5	5,00			
5	22,0	1	-			
Samanl.	$L_s = 924,0$	$N_s = 470$		0,7107	0,3615	0,3504

T a f l a 3.4.2

Stig	Samanl. lengd $L_1+L_2+\dots+L_n=L_s$ km	Samanl. fjöldi $N_1+N_2+\dots+N_n=N_s$	Stigshlutföll	Afrennslisþéttleiki $A = L_s/f$	Farvegatíðni $F=L_s/f$	Farvegatíðni $F=0.694A^2$
Vatnasvið Sogsins 1050 km ²						
1	85,0	28	2,80			
2	47,0	10	10,00			
3	21,0	1				
Samanl.	$L_s = 153,0$	$N_s = 39$		0,1457	0,0371	0,0147
Vatnasvið Brúarár 670 km ²						
1	56,0	21	5,25			
2	24,5	4	4,00			
3	31,0	1	0			
Samanl.	$L_s = 111,5$	$N_s = 26$		0,1664	0,0388	0,0191
Vatnasvið Tungufljóts 720 km ²						
1	55,0	26	3,71			
2	34,5	7	7,00			
3	53,5	1				
Samanl.	$L_s = 143,0$	$N_s = 34$		0,1986	0,0472	0,0273
Vatnasvið Hvítár ofan Tungufljóts 2200 km ²						
1	366,5	177	3,69			
2	196,0	48	4,36			
3	135,5	11	5,50			
4	39,5	2	2,00			
5	31,5	1				
Samanl.	$L_s = 769,0$	$N_s = 239$		0,3495	0,1086	0,0847
Vatnasvið Stóru-Laxár 440 km ²						
1	168,5	31	3,88			
2	84,0	8	4,00			
3	39,0	2	2,00			
4	36,5	1				
Samanl.	$L_s = 328,0$	$N_s = 42$		0,7454	0,0959	0,3855
Vatnasvið Þjórsár ofan Tungnaár 2950 km ²						
1	586,0	294	3,54			
2	345,0	83	3,45			
3	141,5	24	4,8			
4	60,0	5	5,0			
5	101,5	1				
Samanl.	$L_s = 1234,0$	$N_s = 407$		0,4183	0,1379	0,1213
Vatnasvið Köldukvíslar 1740 km ²						
1	145,0	82	3,72			
2	91,0	22	5,5			
3	23,5	4	2,0			
4	27,0	2	2,0			
5	91,5	1				
Samanl.	$L_s = 378,0$	$N_s = 111$		0,2172	0,0637	0,0326
Vatnasvið Tungnaár ofan Köldukvíslar 1625 km ²						
1	104,5	53	5,3			
2	53,5	10	2,5			
3	57,0	4	4,0			
4	50,0	1	1,0			
Samanl.	$L_s = 265,0$	$N_s = 68$		0,1630	0,0418	0,0183

Mynd
Fig. 3.4.1.

ORKUSTOFNUN
Raforkudeild.

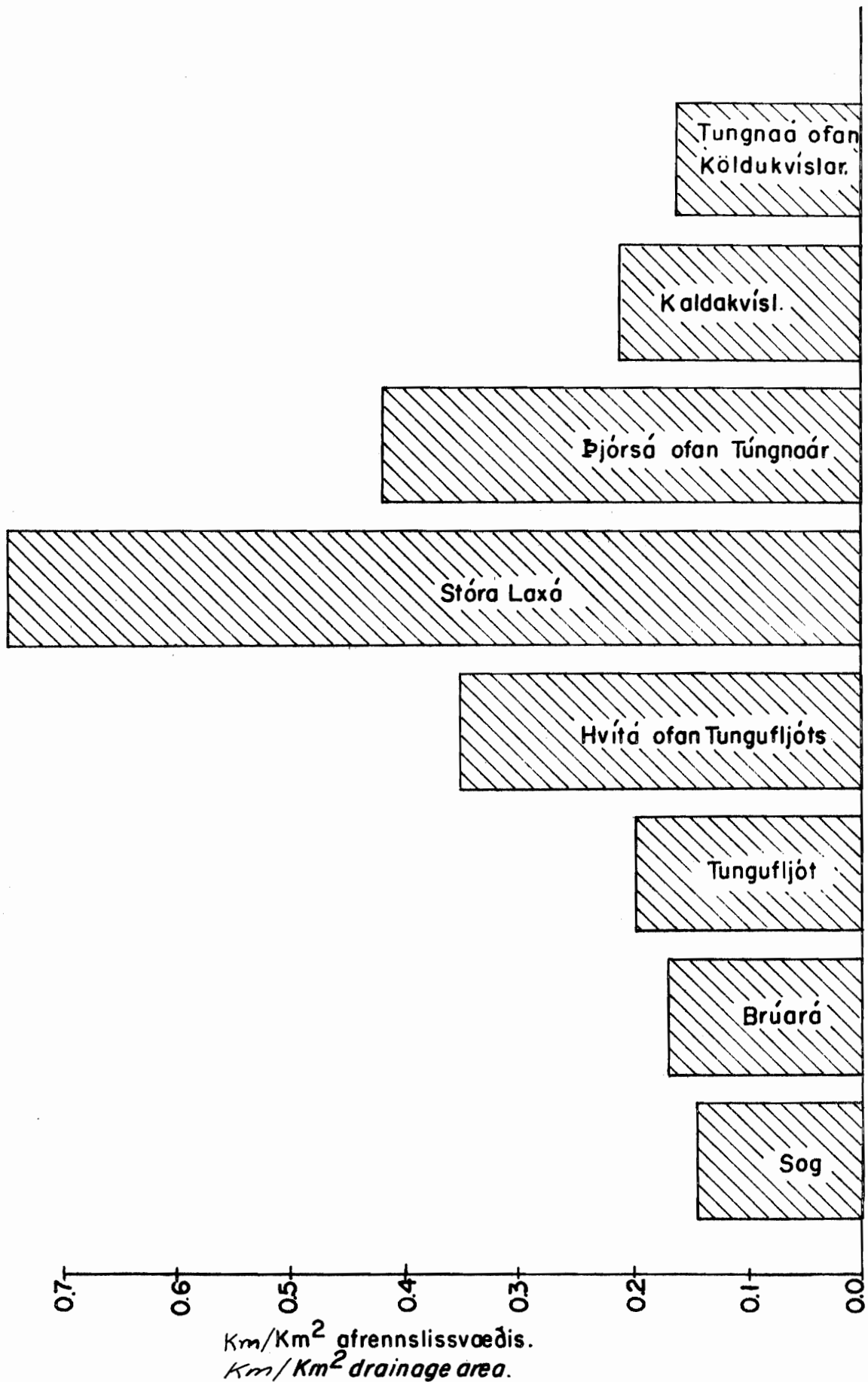
Afrennslispéttleiki *Drainage Density*.

Marz '68 H.T. / E.K.

T 534 -317- 82

B.-274-277-310

FNR. 8335



3.5 Niðurstöður og helztu ályktanir

3.5.1 Svifaur.

Aurburður á sér stað á þrjá vegu; þ.e. hann berst upphræður sem svifaur, hann berst með botni og hann berst með ís á veturna. Svifaur höfum við reiknað út frá aurmagni í sýnishornum og þá á nokkrum stöðum gert það með því að reikna út aurburðarlykil eða samband aurburðar og rennslis. Nú er örugglega sterk árssveifla í aurburði svifaurs og þyrftu því lyklarnir að vera einn fyrir hverja árstíð, hvort sem þær verða nú taldar 2 eða 4. En ennþá er ekki nóg af aurburðarsýnishornum til þess að reikna út nema einn aurburðarlykil fyrir hvern tókustað.

Þar sem enginn rennslislykill er til hefur verið reynt að áætla svifaur út frá meðalaurmagni í sýnishornum og ársrennslis, sem venjulega er hægt að gizka á út frá afrennslislistölum. Meðalaurmagn er að sjálfsögðu mun lélegri heimild en aurburðarlykill, þar sem sýnishornin þurfa að dreifast að mismunandi rennslis og öðrum aðstæðum, er áhrif hafa á aurburð, í svipuðu hlutfalli og tíðni þeirra. Það er því ótrúlegt, að fáein sýnishorn geti gefið rétta mynd. En viss stöðningur er þó af svona reikningum til þess að sjá stærðargráður aurburðar. Í töflu 3.5.1 eru því upptaldir nokkrir staðir, þar sem enginn aurburðarlykill hefur enn verið gerður en magnið áætlað á ofangreindan hátt.

Í þessu sambandi er gert ráð fyrir að magn svifaurs sé nokkuð svipað frá ári til árs á sama hátt og rennslis. Ekki er ástæða til að ætla annað en að því skilyrði sé fullnægt undir venjulegum kringumstæðum. En þó sést í töflu 3.5.1 eitt dæmi um, að svo sé því alls ekki varið. Það er í Jökulsá á Brú, sem hafði allt aðra stærðargráðu aurburðar 1963- 64 heldur en 1966. Ástæðan fyrir hinum gífurlega aurburði árin 1963- 64 er hlaupið í Brúarjökli haustið 1963. Hlaupið hafði einnig áhrif á Jökulsá á Fjöllum og sjást á aurburðarlykli hennar nokkrir punktar með

miklu meiri aurburð en venjulega er á hausti. Þessir haustpunktur á þeim lykli eru frá tímanum þegar jökullinn var að hlaupa. Hefur aurburður Kreppu, aðalþverár Jökulsár, örugglega margfaldast við það.

Önnur ástæða til mjög afbrigðilegs aurburðar eru eldgos og þá sérstaklega mikil öskugos. Við höfum hvergi dæmi um það enn úr aurburðarrannsóknum nema svolítið benda fyrstu sýnishorn, sem tekin voru í flöskur úr Þjórsá árið 1949, til, að aurburður hafi þá verið meiri en síðar varð. Þetta ár voru þó liðin tvö ár frá öskugosi Heklugossins 1947. Augljóst er af lýsingum á ýmsum fyrri Heklugosum að við sum stærstu þeirra, þar sem askan barst yfir Þjórsá, hefur hún breyttzt í leðjustraum meðan á öskugosinu stóð og fyrst á eftir.

3.5.2 Botnskrið.

Botnskrið höfum við einungis reiknað fyrir Þjórsá og Hvítá, tvo staði í hvorri. Fyrir aðra staði hefur það verið áætlað út frá þeim. Botnskriðið mun fylgja betur vatnsrennsli en svifaur gerir, því það er fyrst og fremst háð botnefninu og vatninu, magni og straumhraða. Ekkert af því er líklegt til að taka stökkbreytingum. Aðalvandinn virðist því vera að vita hvort jafnan, sem notuð er fyrir botnsskrið, gildi eða hversu nærri réttu lagi hún er. Ég tel mjög ólíklegt að við höfum í náinni framtíð möguleika á að sannprófa botnskriðsformúlur og verðum því að treysta þessum jöfnum. Niðurstöður í Hvítá sýna, að þær eru nokkuð sjálfum sér samkvæmar, og að nokkurnvegin sama niðurstaða fæst fyrir tvö ólík þversnið. Í Hvítá virðist botnsskriðið að mestu vera annað efni en það, sem upphrært er við Iðu, og má því leggja saman botnskrið og svifaur til þess að fá fram heildaraurburð. Að sjálfsögðu þarf það engann veginn að vera svo í öllum ám og fer þá mest eftir hvar tókustaður svifaursins er og hversu mikill munur er á straumhörku á þeim tókustað og aurköflum ána, sem botnsskriðsreikningar verða að miðast við.

Hlutfall milli botnsskriðs of svifaurs er nálægt 1:1 í Hvítá, en í Þjórsá 1:5 og er það að vísu mun óöruggara þar. Þar sem botnsskrið er nokkurn veginn óháð magni svifaurs er ólíklegt að nokkuð fast hlutfall sé hér á milli. Það er áreiðanlega mjög hátt í ýmsum ám með lítinn aurburð og sjálfsagt lágt í ýmsum mestu aurburðarvötnunum. Tölurnar um botnsskrið í töflu 3.5.1 ber frekar að líta á sem hugmyndir en staðreyndir. Raunverulegt botnsskrið getur vikið mjög verulega frá þessum tölum nema að sjálfsögðu í Hvítá og að nokkru í Þjórsá.

3.5.3 Aurburður með ís.

Um aurburð með ís vitum við harla lítið nema hvað hann er einhver. Að mestu leyti er hann botnsskriðsefni og meira að segja flytjast með ís stóreflis björg. Þetta efni festist í grunnstingli eða skörum og berst svo með, þegar það losnar frá botni. Sýnishorn hafa verið tekin af ísskriði með miklum aur í en ekki hefur farið fram nein skipulögð sýnishornataka ennþá enda vandséð, hvernig við það verður ráðið. Athuganir á ísmyndun í ám og þá sérstaklega í Þjórsá gefa þó vísbendingu um stærðargráðuna. Sigmundur Freysteinnsson hefur áttlað að ísmyndun fyrir ofan Þjófafoss í Þjórsá sé af stærðargráðu 100 Gl í venjulegum árum og á vorin muni brotna upp skarir, sem nemi um 50 km². Töluverður hluti skaranna er í snertingu við botn og bakka og festast því mjög gjarnan í þær steinar og möl, sem berast með jökum þegar skarirnar brotna upp. Við höfum, ef satt skal segja, ekki hugmynd um þykkt aurlagsins, sem situr við skarirnar né um meðalaurmagn í ísskriði, en það er hægt að leika með þessar tölur til þess að sjá hvað út gæti komið. Ég gæti hugsað mér, að meðalaurmagn í ísskriði sé einhversstaðar á milli 100 og 1000 mg/l og gerir það aurburð, sem liggur á milli 10.000 og 100.000 m³ á ári. Í skörum gæti ég hugsað mér 1 mm þykkt lag að meðaltali og jafnvel mun meira

en það gerir 50.000 m³ á ári og jafnvel nokkrum sinnum það. Oft brotnar ísinn að nokkru og jafnvel öllu leyti upp oftar en einu sinni á vetrum og gerir það þessar ágizkanir ennþá erfiðari. En niðurstaða þessara umþenkinga virðist vera, að aurburður með ís er sennilega stærðargráðu minni en botnskrið en gæti í hæsta lagi náð að vera hálfdrættingur á við það eða svo. Við höfum í töflu 3.5.1 ekki tekið neitt tillit til aurburðar með ís enda má segja að hann geti verið innifalinn í öðrum ágizkunum þar.

3.5.4 Heildaraurburður.

Í töflu 3.5.1 er aurburði skipt niður í grófan aurburð og fínann og liggja mörkin þannig, að grófur aurburður er botnskrið að viðbættum svifaur, sem grófari er en 0.02 mm í þvermál. Fínn aurburður er aftur á móti fínkornóttari en 0.02 mm í þvermál. Mörkin eru sem sagt milli grófmélu og fínmélu. Grófur aurburður mun setjast mest allur til í venjulegum uppistöðulónum en sá fíni fer að miklu leyti í gegnum lítil uppistöðulón en í mjög stórum sezt verulegur hluti hans en jafnvel í þeim allra stærstu sezt hann ekki allur fyrir eins og Lagarfljót bezt sannar.

Mestu aurburðarfljótin eru Jökulsá á Brú, Jökulsá á Fjöllum og Þjórsá með heildaraurburð um eða yfir 6 milljónir tonna á ári. Sennilega er mest í Jökulsá á Brú, þótt frá séu tekin árin þegar Brúarjökull hljóp. Aftur á móti er Jökulsá á Brú örugglega með mest aurmagn í hverjum lítra, þar sem rennsli hennar er langminnst af þessum þremur ám. Grófur aurburður er mestur í Jökulsá á Fjöllum og Jökulsá á Brú, um 3 Gl á ári, en virðist aðeins minni í Þjórsá eða um 2.6 Gl. Svo virðist sem grófi aurburðurinn komi mikið meira með Tungnaá inn í Þjórsá heldur en með efri Þjórsá en aftur á móti er því öfugt farið með fína aurburðinn.

Þótt meirihluti aurburðar í Jökulsá á Brú sé grófur nú við nokkuð venjulegar aðstæður, þá voru, þegar Brúarjökull hljóp, um 2/3 hlutar aurburðarins finni. Að nokkru leyti mun hið aukna hlutfall af grófum aurburði nú stafa af því að farið er að taka sýnishorn með sýnishornataka í staðinn fyrir flöskur. Heildaraurburður hvers þessara þriggja mestu aurburðarvatna mun vera milli 4 og 5 Gl á ári reiknað sem set. Eðlisþyngd seta reikna ég alltaf sem 1.35 þurrvigti. Þetta er raunverulega of lágt fyrir mjög grófan aur en of hátt fyrir mjög fínan aur, en þar sem engar mælingar er að styðjast við nota ég einungis þessa tölu.

Hvítá í Árnessýslu virðist koma næst þessum þremur, sem nú hafa verið taldar, sem aurburðará, þótt líklegt sé að ýmsar, sem enn hafa ekki verið mældar, mundu lenda þarna inn á milli. Eru það þá fyrst og fremst stórfljótin og jökulvötnin í Skaftafellssýslum. Allur aurburður Hvítár mun nálægt 1 Gl á ári reiknað sem set og er um 60% af því grófur aurburður.

Í öðrum ám eru aurburðarrannsóknir svo skammt komnar, að varla er mikið upp úr þeim leggjandi. Tölurnar frá Blöndu byggjast á tiltölulega fáum sýnishornum en samkvæmt þeim virðist hún vera um hálfdrættingur á við Hvítá í aurburðarmagni. Fyrir Jökulsá í Fljótsdal eru allar stærðir mjög óöruggar, bæði vegna þess að meðalaurburður byggist á mjög fáum sýnishornum, og einnig er ársrennslið gróf ágizkun. Sennilega eru einnig of mörg sýnishornanna frá vetri til þess að gefa rétta mynd. En samt kemur í ljós mikill munur á Jökulsá í Fljótsdal og Lagarfljóti, svo sem hin algera vöntun á grófum aurburði í Lagarfljóti og einnig mun minni finni aurburður. Jökulsá mun koma með meiri hluta fíns aurburðar í Löginn.

3.5.5 Uppruni aurburðar.

Tilgangurinn með bergfræðilegum rannsóknum á aurburði og áfoksrannsóknum, sem gerðar hafa verið hér á stofnuninni, er að varpa ljósi á uppruna aurburðarins. Í því sambandi höfum við gert þríhyrningslínuritin á myndum 3.5.1 og 3.5.2.

Þríhyrningslínuritið á mynd 3.5.1 sýnir skiptingu í kornastærðir á áfoki og mórenu samkvæmt mörgum mælingum, sem hér hafa verið gerðar. Áfokspunktarnir eru flestir teknir úr rannsókn Jens Tómassonar á áfoki en mórenupunktarnir eru flestir sýnishorn af þéttikjarnaefni. Á mynd 3.5.3 eru svo kornadreifingakúrfur fyrir venjulegt áfoksefni og venjulega mórenu. Á mynd 3.5.1 er einnig sett nokkurnvegin á ásnum sandur-méla meðalsamsetning svifaus í nokkrum ám og er sumum þeirra skipt í vetrar- og sumarsýnishorn. Á ásnum sandur-möl eða mjög nærri honum er botnefnin í Þjórsá-Hvítá og nokkrum þverám þeirra.

Segja má að mórenan gefi hugsanlega kornastærðarsamsetningu efnis, sem frá jöklum er komið en áfokið það efni, sem kemur við jarðvegseyðingu. Mórenan getur alls ekki orðið að svifaur nema því aðeins að grófari hluti hennar sitji eftir. Verður hann þá að botnskriði og grýttum eyrum við jökuljaðarinn. En leir-, mélu- og sandhlutar mórenunnar geta orðið að svifaur. Ástæða er til að ætla, að mesturhluti af fína aurburði ána sé til orðinn á þennan hátt.

Áfokið hefur kornastærð, sem passar nokkuð vel svifaur sumra ána, og kornastærðar vegna gæti megnið af áfokinu orðið að svifaur. Sérstaklega er áberandi hversu vetrarsýnishorn Þjórsár passa vel inn í áfoksbilið. Sá er þó munurinn á áfokinu annars vegar og mórenu og svifaur jökulfljótanna hins vegar, að hið síðara hefur miklu meiri leir og fínmélu en hið fyrra (sbr. mynd 3.5.1). Það er því auðséð, að áfokið getur ekki í neinni þessara áa verið aðalaurburðarvaldurinn. Í áfoki er alltaf töluvert af grófri

ösku. Einnig er sums staðar á vatnasviðunum töluvert af öskusandi, sem alltaf er á hreyfingu og fýkur að sjálfsögðu í árnar. Þessi aska getur hvort heldur er orðið hluti af grófasta svifurnum eða fínasta botnsskriðinu. Vindrof af jarðvegi og ógrónum ösku- og vikursvæðum leggur sennilega til verulegt magn grófs svifaurs og fínkornötts botnsskriðs.

Kemur þá að hinu þríhyrningslínuritinu en það sýnir bergfræðilega greiningu á ýmsum kornastærðarflokkum svifaurs og fyrir Hvítá einnig botnsskriðsefnis. Skipt er í bergmola, gler og kristalla. Það er mjög ákveðin og greinileg breyting, sem á sér stað samhliða breytingu í kornastærð. Stærstu korn í botnsskriði eru venjulega bergmolar en þó er oft saman við smávegis af vikurkornum. Því finna sem botnsskriðsefnið verður því meira verður af glerinu og um það bil á mótum botnsskriðs og svifaurs er orðið um 70% til 80% gler. Þá byrja einstakir kristallar að koma fyrir og því finni sem svifaurninn er því meira virðist vera um kristalla. Glerinu hefur verið skipt í ljóst gler og dökkt, og þar sem ljósa glerið mun svo að segja allt úr ösku- og vikurgosum komið (aðallega frá Heklu) þá gefur nærvera þess til kynna, að vindrof hljóti að hafa borið það að verulegu leyti til ána. Dökka glerið er einnig þannig til komið að verulegu leyti, þótt jökul- og vatnsrof í móbergsfjöllum kunni þar að valda einhverju líka. Bergfræðilega greiningin bendir því til þess, að vindrof valdi töluverðum hluta aurburðar á vissu kornastærðarbili eða í kornastærðunum á mörkum botnsskriðs og svifaurs.

Í þessum hugleiðingum hér að framan hefur ekkert verið minnzt á, að kornastærð aurburðar breytist í ánum, vegna þess að áin malar kornin niður. Þessi áhrif eru lang mest á grófasta aurburðinn og áhrif hefur þetta langt niður í sandstærðir. Kornastærð aurburðar breytist því eftir því sem hann berst lengra með ánni, og vikur, sem er botnsskrið í nágrenni við Heklu, getur verið

mulinn niður í fínan sand niður við Urriðafoss og verið svifaur þaðan til sjávar. En fyrir fínustu kornastærðirnar skiptir þetta litlu máli. Þær eru svifaur allt frá upphafi og hafa mulizt í mjög smátt þegar í jöklinum, þaðan sem það að mestu er komið. Frekari mulningur í ánum á sér sjálfsagt stað og eitthvað leysist upp en fyrir eðli þessa aurburðar skiptir það litlu máli.

Þá er komið að því að reyna að finna uppruna aurburðarins. Í Þjórsá og Hvítá virðist kornastærð og bergfræðileg greining aurburðar benda til þess, að fíni aurburðurinn sé að lang mestu leyti frá jöklum kominn, en í grófa aurburðinum eigi vindrof töluverðan þátt. Þriðji hugsanlegi aurburðarvaldur er vatnsrof í farvegum og mundi það til að byrja með mest ~~vera~~ mjög grófur aurburður, en hann getur núizt niður eftir því sem hann berst lengra með ánum.

Í þremur síðustu dálkum í töflu 3.5.1 er sýnd eyðing lands og er þá reiknað í mm bergs með eðlisþyngd 2.7. Fyrir jökulrof er reiknað eingöngu vatnasvið undir jökli en vindrof og vatnsrof allt vatnasvið utan jökuls. Í fyrstu umferð var þetta reiknað þannig, að gert var ráð fyrir að 80%^{fíns} aurs séu frá jöklum komin en 20% við vindrof. Grófur aurburður er látinn skiptast 60% vindrof 30% frá jöklum komið og 10% vatnsrof.

Í sambandi við jarðvegseyðingu, sem er hér öll kölluð vindrof, er rétt að geta þess, að raunverulega er um að ræða samtvinnað vatns- og vindrof. Með vatnsrofi er því eingöngu átt við gröft í árfarvegum, þ.e. gröft gilja og gljúfra. Þessi hlutföll voru fyrsta nálgun og byggð á Þjórsá og Hvítá aðallega. Þegar fyrstu tölur lágu fyrir voru þær athugaðar og síðan breytt hlutföllunum fyrir sumar árnar til þess að fá betra samræmi milli vatns og vindrofs annars vegar og jökulrofs hins vegar á hinum mismunandi vatnasviðum. Er þá mjög stuðzt við jarðfræðilega þekkingu á vatnasviðunum, leiðrétt augljós misræmi, eins og t.d. að Jökulsá

á Brú hafi mikið meira vatns og vindrof en aðrar ár, sem augljóslega ekki er, en sú var útkoman úr fyrstu reikningunum.

Niðurstaðan í töflu 3.5.1 er, að vatnsrof sé um 0.01 til 0.02 mm á ári víðast hvar. Vindrof virðist vera um tíu sinnum meira eða 0.1 til 0.2 mm á ári. Jökulrofið er aftur á móti breytilegast en þó virðist sem um 1 mm á ári sé algengast. Þegar Brúarjökull hljóp var fofið undir jöklinum samkvæmt aurburði Jökulsár á Brú nokkuð á annan cm eða 13.7 mm en síðan er það nálægt 3 mm.

Einkennilega mikill munur er á jökulrofi á vatnasviðum Jökulsár á Brú og Jökulsá á Fjöllum. Út frá afrennslistölum hefur sá grunur legið á, að yfirborðsvatnasvið Jökulsár á Fjöllum á jökli gæfi ekki rétta mynd af jökulsvæðinu, sem raunverulega rennur af til hennar. Þessi mikli munur á jökulrofi á vatnasviðum þessara tveggja jökulvatna styður vissulega þennan grun, þótt fleira geti komið til, svo sem að aurburður úr Dyngjujökli skili sér illa til aðalárinnar vegna leka í hrauninu. Jökulrof er áreiðanlega ekki jafn mikið í öllum okkar jöklum og má telja víst, að það sé mest í hinum stóru skriðjöklum Vatnajökuls, þar sem það skiptir sennilega millimetrum á ári. Af stóru jöklunum er það áreiðanlega minnst í Langjökli, varla mikið yfir hálfum millimetra á ári, og kannske nálægt 1 mm í Hofsjökli og Mýrdalsjökli.

Þessar hugleiðingar hér um eyðingu lands af völdum hinna ýmsu rof-afla eru að sjálfsögðu aðeins fyrsta nálgun, sem örugglega á eftir að batna verulega með áframhaldandi rannsóknum. En þó má segja, að núverandi þekkingarstig gefi visst hlutfall á milli eyðingar-aflanna og hins mismunandi efnis, sem þau framleiða. Sérstaklega er það mikilvæg niðurstaða, að vindrof á verulegan þátt í grófum aurburði, sem að sjálfsögðu er óhagkvæmastur vegna þess að hann sezt til í miðlunarlónum, en það gerir fínni aurburðurinn ekki í nærri eins ríkum mæli. Einnig er það vindrofið, sem einna helst er í mannlegum mætti að stemma nokkra stigu við með uppgræðslu öræfanna og þá sérstaklega meðfram ánum. Athyglisvert er í því

sambandi að athuga muninn á Þjórsá efri og Tungnaá. Í Tungnaá, sem er að mestu umlukt gróðurlausum sandauðnum, er aurburðurinn að miklu leyti sandur, en í efri Þjórsá er miklu minni sandur enda er að henni gróið land beggja vegna allt inn undir jökul. Upp við jökul hefur Tungnaá þó sennilega enn meira af grófum aurburði en verulegur hluti hans fellur út á flata kaflanum frá Svartakambi niður að Svartakróki. Síðan bætist nýr grófur aurburður með nýju sandfoki.

3.5.6 Aurburðarvandamál.

Vandamál þau, sem skapast vegna aurburðar ána, eru þrennskonar:

1. Aurburðurinn fellur út í uppistöðulónunum og fyllir þau smám saman.
2. Ofan við uppistöðulón hækkar árfarvegurinn vegna þess að hluti aurburðarins fellur út þar. Þetta getur haft áhrif á næstu virkjun fyrir ofan og hækkað bakvatn hennar.
3. Þegar verulegur hluti grófs aurburðar er stöðvaður í uppistöðulóni má búast við breytingum á farvegum fljótanna þar fyrir neðan, þannig að þar verði útgröftur. Getur þetta lækkað undirvatn stöðva, sem ekki hafa bergþröskuld rétt neðan við.

Í þessu sambandi er vert að hugleiða hvað gerast mun, þegar aurburður Þjórsár og Hvítár hefur verið stöðvaður að verulegu leyti í uppistöðulónum. Aurkaflarnir á neðri hluta ána munu þá grafast út og fá miklu minni halla en þeir hafa í dag. Sérstaklega má búast við miklum breytingum við Ósana og verða þeir miklu dýpri en þeir eru í dag og árnar munu þar ekki breiða eins mikið úr sér

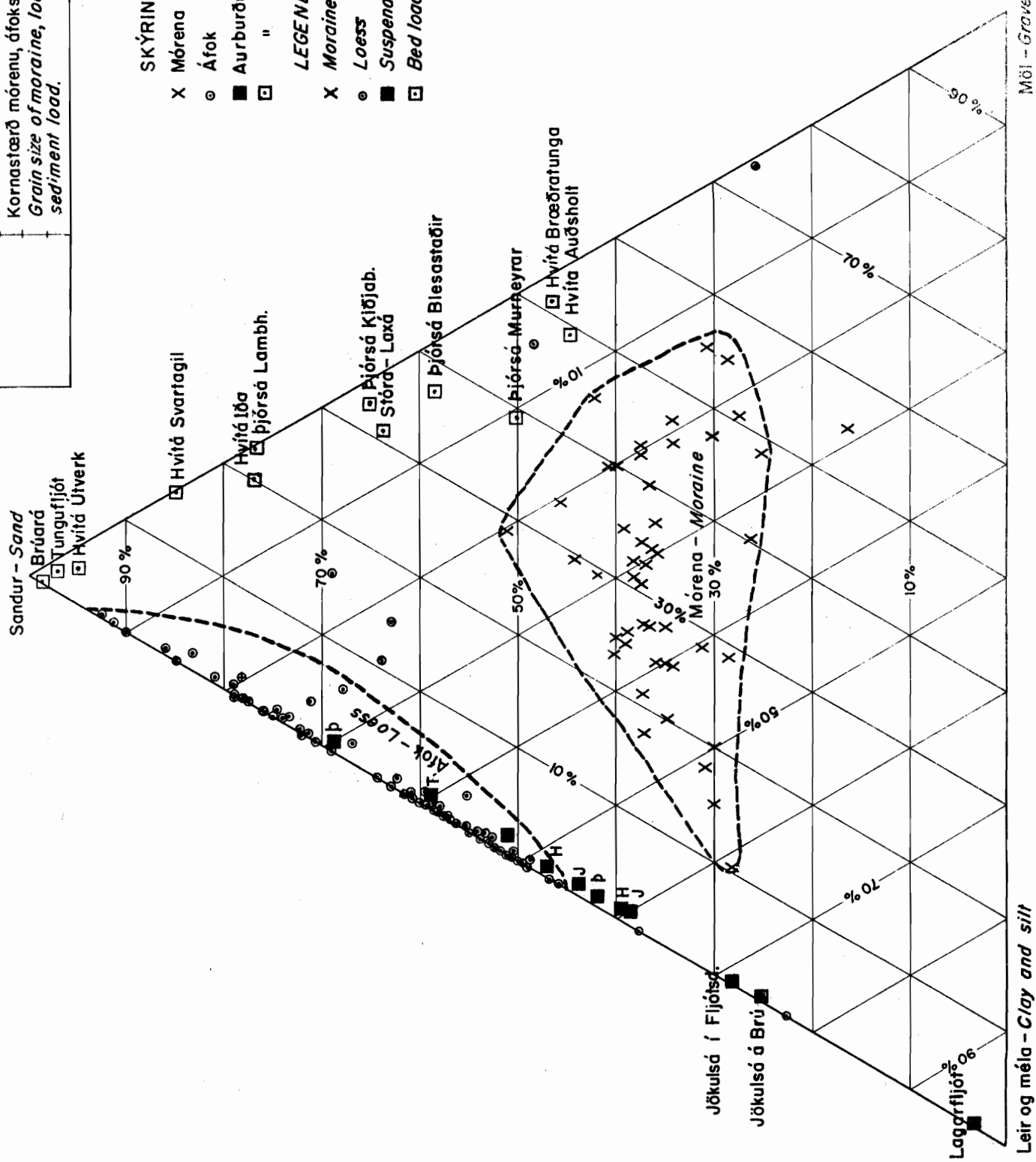
og þær gera þar nú. Á landnámsöld og eitthvað fram eftir virðist sem þessir ósar hafi verið notaðir sem hafnir. Sennilegasta orsökkin fyrir því, að það var hægt, er, að grófur aurburður ána hafi verið mikið minni enda jarðvegseyðing lítil og jöklar einnig miklu minni.

Í þessum niðurstöðu- og ályktunarkafla hefur á ýmsu verið tæpt og flest í stuttu máli. Aurburðarrannsóknir eru það langt á veg komnar, að rétt þótti að gera nokkurn samandrätt á því þekkingarstigi, sem við nú stöndum á. En það ber alls ekki að líta á þetta sem endanlegar niðurstöður, þær kunna að breytast verulega með frekari rannsóknum. Tölurnar hér byggjast einnig á því, sem kalla mætti normal aðstæður, þ.e. að yfirleitt er langt síðan að einhver atburður hefur skeð á vatnasviðum ána, sem stórkostleg áhrif hefur á aurburðargetu og flutning. Þó er ein undantekning, hið óeðlilega ástand í Jökulsá á Brú, þegar Brúarjökull hljóp fram. En óeðlilegt ástand er svo algengt í okkar óstöðuga landi, að langtíma meðaltöl verða að taka tillit til þeirra. Stór eldgos eru að minnsta kosti 3 á öld venjulega og þau valda aukningu aurburðar af lítt þekktri stærðargráðu. Meðalaurburður er yfir hálfra eða heila öld er því sennilega mun meiri en algengasti aurburður en það er hann, sem við höfum verið að reyna að finna hingað til.

Tafla/Table 3.5.1

Vatnsfall	Meðal svifaur mg/l	Arsrennsli Gl	Arsframburður svifaura í tonnnum	Arsframburður botnskriðs í tonnnum	Botnskrið og gröfur svifaur sem set í Gl á ári	Finn svifaur sem set í Gl á ári	Eyðing lands		
							Af jökul rofi mm	Af vindrofi mm	Af vatnsrofi mm
River	Mean suspended load	Run-off for one year	Suspended load per year in tons	Bedload per year in tons	Bedload and coarse suspended load in Gl per year	Fine suspended load as sediment in Gl per year	D e n u d a t i o n		
							Glacial erosion	Wind erosion	Fluvial erosion
Þjórsá	430	12.235	5.170.000	830.000	2.60	1.60	0.94	0.16	0.02
Þjórsá efri	520	3.820	2.000.000	500.000	0.90	0.96	1.02	0.16	0.02
Tungnaá	450	5.305	3.170.000	330.000	1.70	0.64	0.90	0.24	0.01
Hvítá í Arr.	155	6.215	850.000	650.000	0.63	0.39	0.30	0.10	0.02
Blanda	530	1.235	650.000	100.000 ^x	0.33 ^x	0.22	0.70 ^x	0.08 ^x	0.01 ^x
Jökulsá á Fjöllum	1.030	5.410	4.900.000	800.000 ^x	3.10 ^x	1.10	0.54 ^x	0.20 ^x	0.03 ^x
Jökulsá á Lrú 1963-64	6.470	3.835	24.800.000	500.000 ^x	6.22 ^x	12.53	13.70 ^x	0.16 ^x	0.016 ^x
" 1966	1.580	3.835	6.050.000	500.000 ^x	3.00 ^x	1.86	3.06 ^x	0.16 ^x	0.016 ^x
Lagarfljót	30	3.450	115.000	-	0.011 ^x	0.074	0.165 ^x	0.0041 ^x	0.00021 ^x
Jökulsá á Fljótssdal	295	800 ^x	235.000	50.000 ^x	0.10 ^x	0.11	0.31 ^x	0.103 ^x	0.0125 ^x

^xágizkun
estimated



SKÝRINGAR:

- X Mórena
- o Áfok
- Aurburður, svifaur
- " , botnskrið

LEGEND:

- X Moraine
- o Loess
- Suspended load
- Bed load

Mynd 3.5.1
Fig.

Möl - Gravel

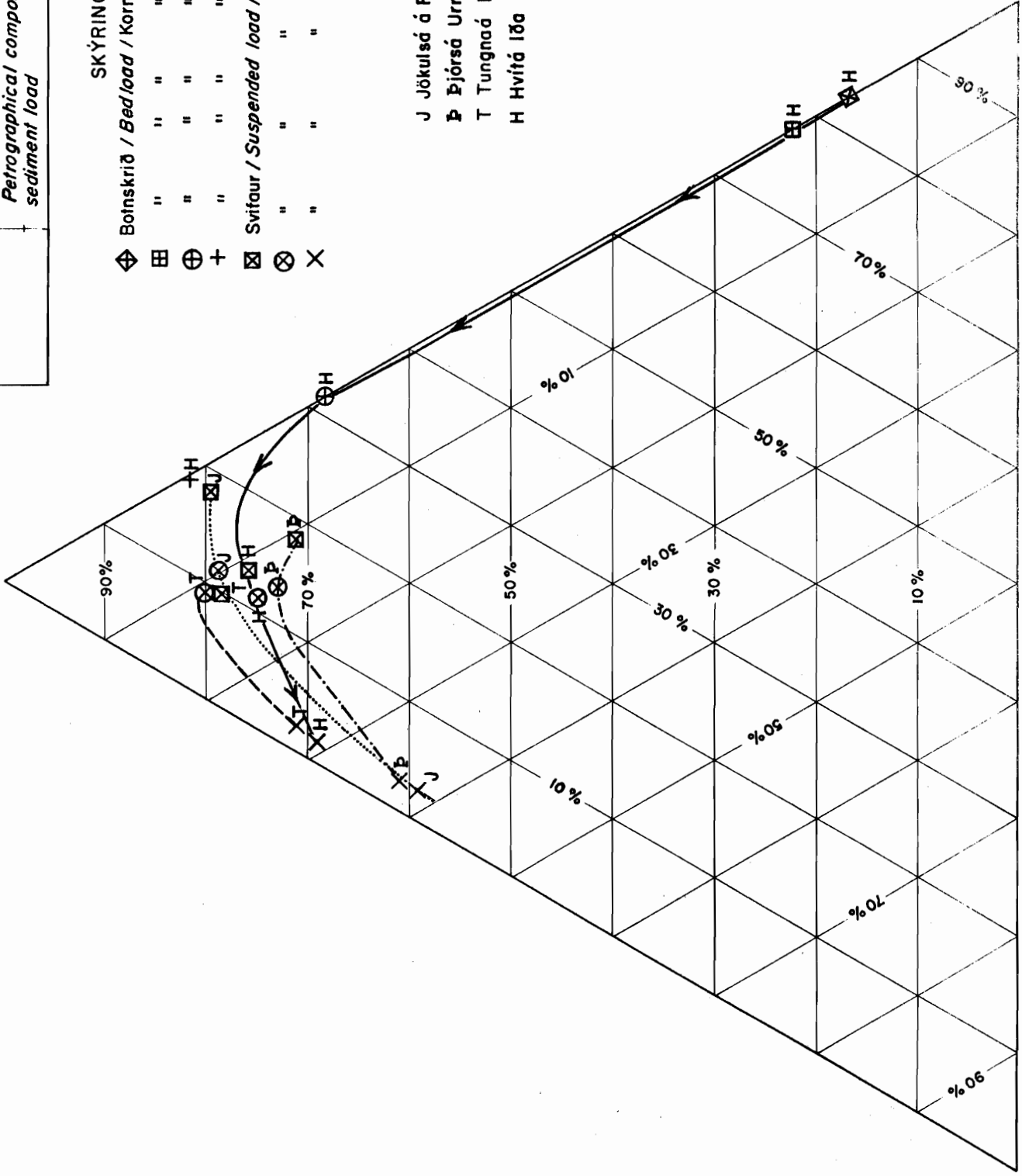
Leir og méla - Clay and silt

SKÝRINGAR-LEGEND

⊕	Botnskríð / Bed load / Kornstærð / Grain size 2,0-4,0 mm
⊞	" " " " " " 1,0-2,0 "
⊕	" " " " " " 0,59-1,0 "
+	" " " " " " 0,21-0,59 "
⊞	Svifaur / Suspended load / Kornstærð / Grain size >0,42 mm
⊗	" " " " " " " 0,062-0,42 "
X	" " " " " " " 0,02-0,062 "

J Jökulsá á Fjöllum Grímsstaðir
 P Þjórsá Urriðafoss
 T Tungnaá Hald
 H Hvítá Iða

Gler - Glass

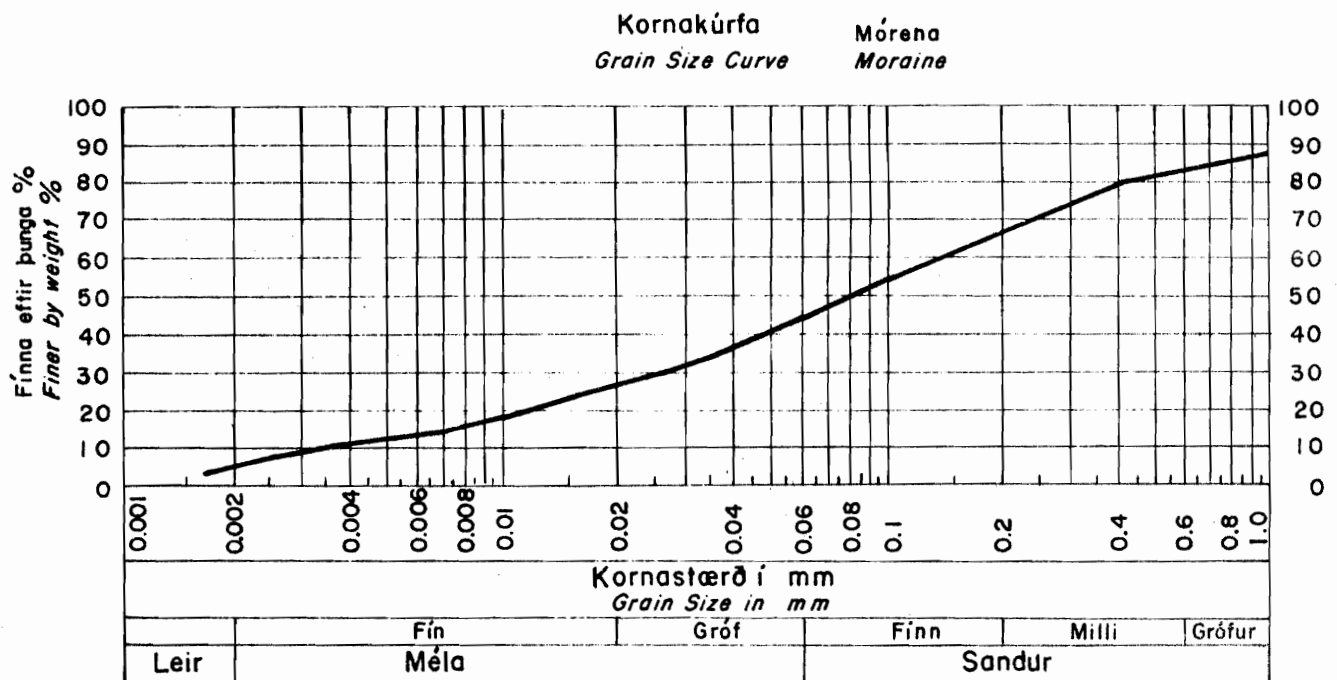
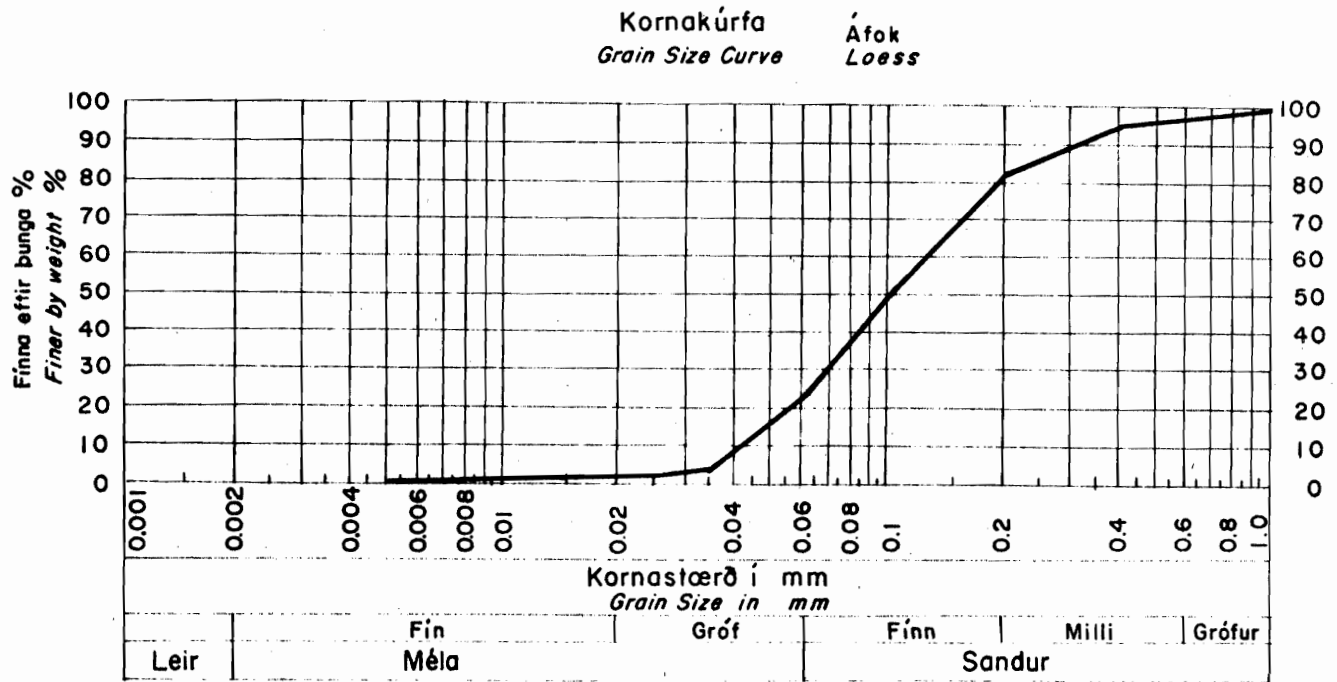


Kristallar - Crystals

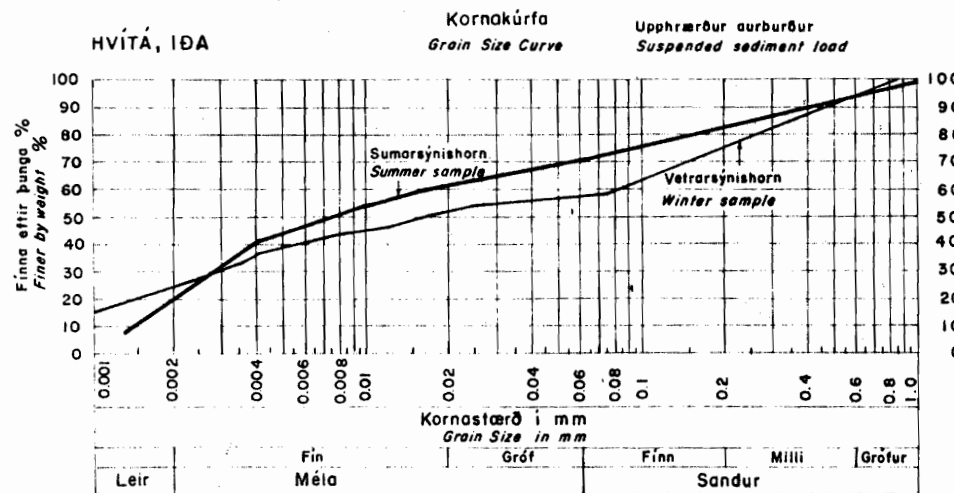
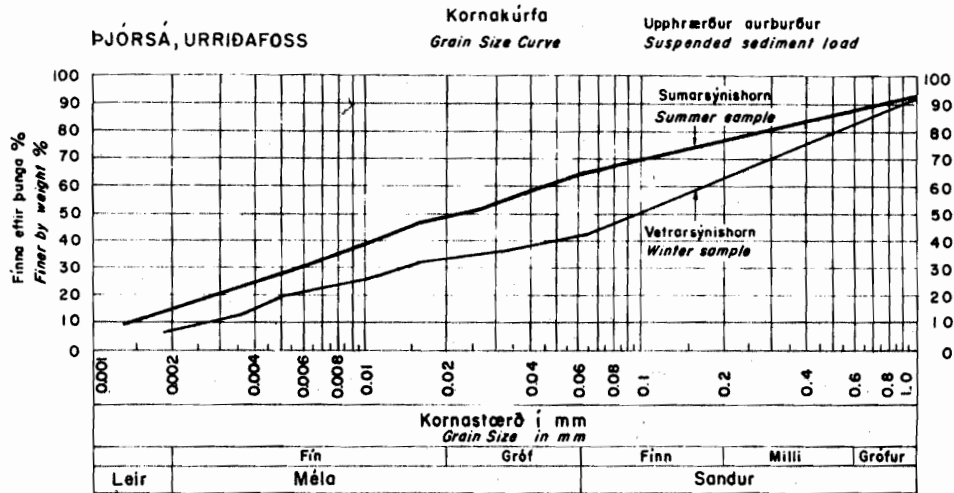
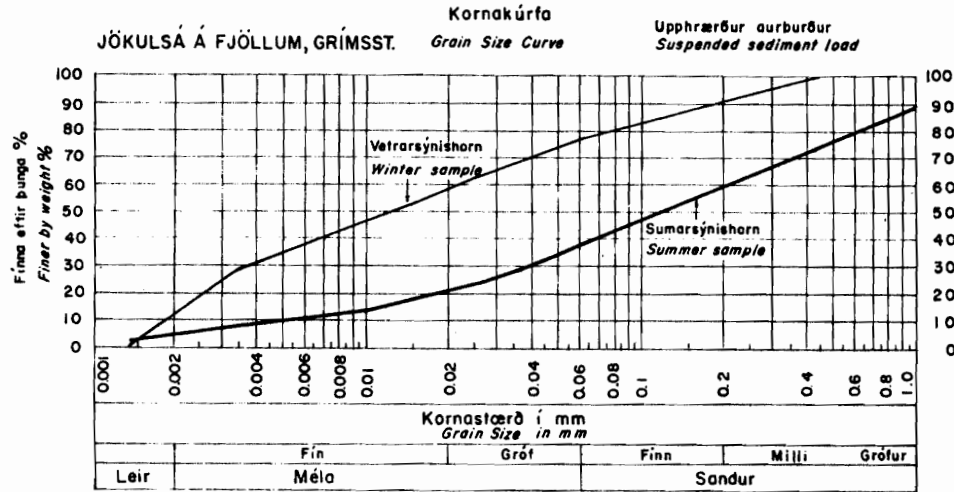
Bergmalur - Rock fragments

Mynd 3.5.2.
 Fig.

Mynd
Fig. 3.5.3.

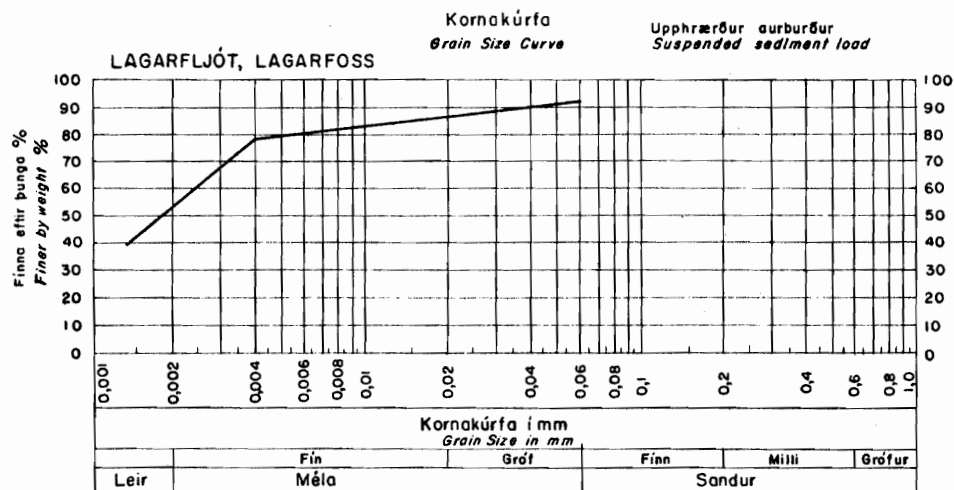
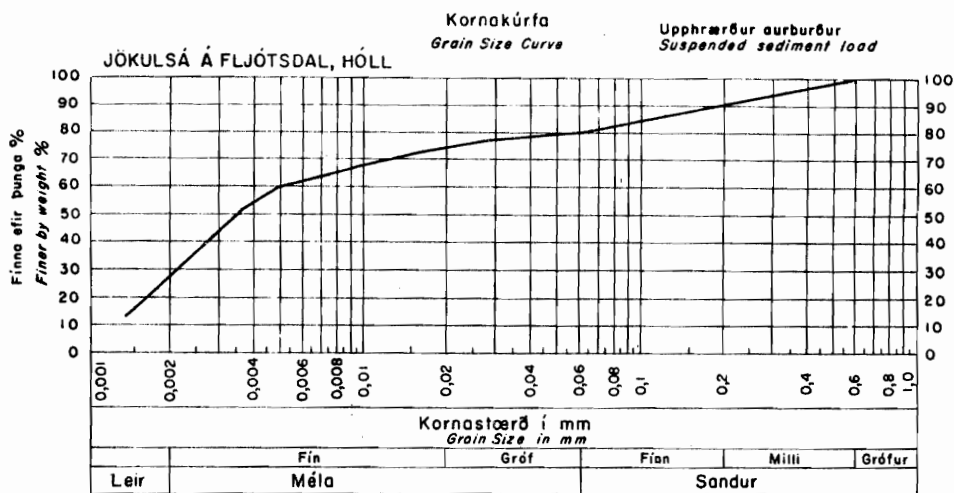
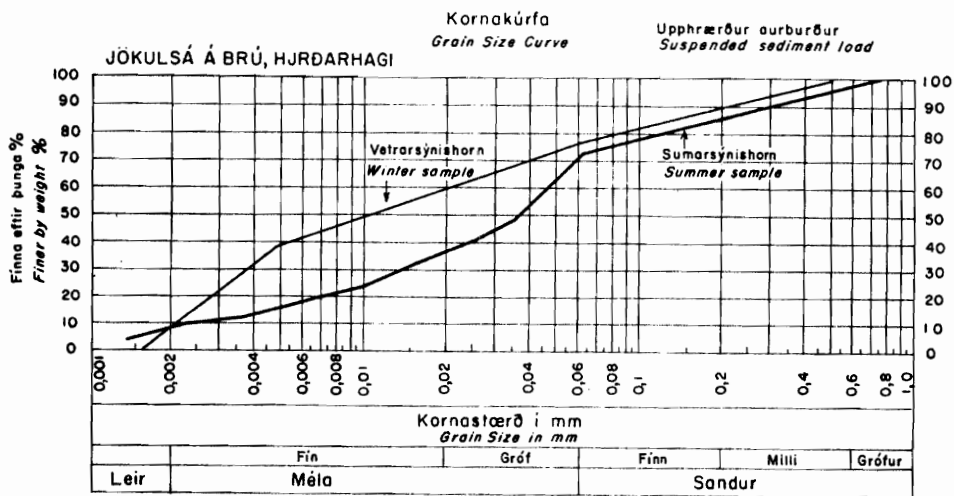


Mynd
Fig. 3.54.



ORKUSTOFNUN
Raforkudeild
Kornakúrfur
Grain Size Curves

Marz '68 SP/Gyða
Tnr.319 Tnr.535 Tnr.83
B-277 B-274 B-310
Fnr.8338



SEDIMENT LOAD INVESTIGATIONS

Conclusions.

Suspended load.

Transport of sediment load takes place in three ways: a portion floats with the water as suspended load, another portion is driven along the bottom and in the winter some sediment is carried by ice. Suspended load has been calculated from the amount of sediment in samples, in some cases by computing a sediment load rating curve, i.e. the correlation between sediment load and discharge. But as the amount of sediment varies greatly from one season to another each season, whether they are counted two or four, would require a special sediment rating curve. Still samples already collected only allow the calculation of one sediment rating curve for each sampling place.

Where no rating curve exists I have tried to estimate the suspended load from the mean content of sediment in samples and annual run-off, which usually can be estimated from figures on run-off per km^2 . Mean sediment quantity is of course of much less value as a source of information than a sediment load rating curve since the samples have to be distributed to varying discharge and other circumstances affecting sediment load in proportion to their frequency. It is therefore unlikely that a few samples can give an accurate picture, but such calculations can be of certain support in evaluating the quantity of sediment load. Table 3.5.1 includes some places for which no sediment rating curve has been calculated, but the quantity instead estimated in the above mentioned way.

In this connection the quantity of suspended load is considered to be rather constant from one year to another in the same way as the discharge, and there is no reason but to consider that

prerequisite to be fulfilled under normal conditions. Yet in table 3.5.1 one example contradicts this statement completely, i.e. in the case of Jökulsá á Brú the quantity of sediment load in 1963-64 is quite different from that in 1966. The reason for the enormous sediment in 1963 and 1964 is the sudden advance of Brúarjökull glacier in autumn 1963. Some points on the sediment rating curve for Jökulsá á Fjöllum, showing much more quantity of sediment than is usual in the autumn, reveal that the advance also affected that river. The sediment load in Kreppa, Jökulsá's main tributary, was multiplied by this sudden advance.

Another reason for great irregularities in sediment transport is volcanic activity, especially great tephra producing eruptions. Such an event has not yet occurred during sediment load investigations, except that the first samples from Thjórsá taken into bottles in 1949, slightly indicate a greater sediment load at that time than has been ever since. Yet in this year two years had elapsed from the explosive phase of the eruption of Hekla in 1947. It is evident from descriptions of various former Hekla eruptions that during and shortly afterwards some of the greatest of these, in which the tephra was blown over Thjórsá, the river changed into a mud flow.

Bed load.

Bed load has only been calculated for Thjórsá and Hvítá, two places in each, but for other places it has been estimated from the data for these. The bed load is in better correlation with the discharge than suspended load, because it primarily depends on the bed material and the water, its volume and velocity, none of which is likely to fluctuate greatly. The main difficulty therefore seems to be to ascertain whether the equation used for the bed load is valid or

else how accurate it is. I consider it very unlikely that it will be possible for us in the near future to ascertain bed load formulas and that therefore we have to depend on these equations. The results from Hvítá river reveal that they are fairly consistent and that approximately the same result is obtained from two different cross-sections. In Hvítá the bed load seems for the most part to be a different material from that suspended at Iða. The total quantity of sediment can therefore be gained by adding the quantity of suspended load to that of bed load. Certainly it is not necessarily so with all rivers, it being primarily dependent on the location of the sampling place and the difference in velocity between that place and the alluvial stretches of the rivers on which bed load calculations have to be based.

The proportion between bed load and suspended load is near to 1:1 for Hvítá but 1:5 for Thjórsá in which case it is surely much less reliable. Since bed load is almost independent of the quantity of suspended load any fixed relation is unlikely to exist between these. To be sure it is very high in various rivers transporting little sediment and certainly very low in some of the greatest sediment load carriers. The figures for bed load in table 3.5.1 should rather be taken as ideas than as facts. Actual bed load can deviate very considerably from these figures except of course in Hvítá and partially in Thjórsá.

Sediment load transport with ice.

Our knowledge about transport of sediment with ice is very limited. We only know that some such transport takes place. For the most part this is bed load material and even boulders

can be transported in this way. This material sticks to anchor ice and land ice and is carried away with them as they loosen from the bottom and banks.

Samples have been taken of sludge with high sediment content, but no organized sampling has been carried out yet since it is hardly a manageable thing. Observations of ice formation in rivers, especially Thjórsá, yet give an indication as to its quantity. Mr. S. Freysteinnsson has estimated sludge and anchor ice formation above Thjórfafoss waterfall in Thjórsá to be of the range 100 G1 in normal years and that in the spring land ice of up to 50 km² in volume breaks up. A considerable part of the land ice is in contact with the bottom and banks and stones and gravel are apt to get stuck to them to be carried away with them as they break up. To tell the truth we have no idea about the thickness of the sediment layer accumulated in the land ice nor about the average quantity of sediment in the sludge and anchor ice, but these figures can be played with to see possible results. I could imagine average sediment quantity in sludge and anchor ice to be somewhere between 100 and 1000 mg/l, which makes up sediment load of the order 10.000 to 100.000 m³ per year. In land ice I could figure a 1 mm thick layer as an average, or even considerably more, which gives 50.000 m³ per year and even that amount multiplied. Often the ice breaks up partly or even totally more than once during the winter making these suggestions still more difficult. The conclusion to which these speculations have led seems to be that sediment transport with ice is in all likelihood a degree less than that of bed load and could as a maximum amount to half of its quantity. In table 3.5.1 sediment load transport with ice has not been taken into account since it can be said to be included in other guesses there.

Total sediment load.

In table 3.5.1 sediment load is divided into fine and coarse sediment where coarse sediment load includes bed load together with suspended load coarser than 0.02 mm in diameter. Grains finer than 0.02 mm in diameter on the other hand constitute the fine sediment load. Thus the limit is drawn between coarse and fine silt. Coarse sediment will for the most part be deposited in usual reservoirs but the fine will pass through small reservoirs, but in large ones a large part of it will be deposited while even in the largest ones it will not be deposited entirely as Lagarfljót is a good example of.

The greatest carriers of sediment load are Jökulsá á Brú, Jökulsá á Fjöllum and Thjórsá with total sediment load about 6 million tons or more per year.

Jökulsá á Brú probably carries the greatest quantities although the years affected by the sudden advance of Brúarjökull glacier are excluded. On the other hand this river has undoubtedly the greatest concentration, since its discharge is far the least of these rivers. Jökulsá á Fjöllum together with Jökulsá á Brú, carries the greatest quantities of coarse sediment load, about 3 Gl per year, but in Thjórsá it seems to be a little less or about 2.6 Gl.

Tungnaá seems to bring to Thjórsá a much larger part of its coarse sediment than upper Thjórsá, but with the fine sediment load it is the reverse.

Although a major part of the sediment load in Jökulsá á Brú is coarse now under rather normal conditions about 2/3 of the sediment was fine during the sudden advance of Brúarjökull.

The increased proportion of coarse sediment at present is partly caused by the fact that samples are now collected with sediment samplers instead of bottles. The total sediment load in these

three greatest sediment carriers is of the range 4 to 5 G1 per year calculated as sediment load. Specific gravity of sediment I always recon as 1.35 dry wight. This, in reality, is too low for very coarse sediment and too high if it is very fine, but as there are no measurements to rely on I use this figure exclusively.

Hvítá in Árnessýsla seems to come next in order after the three already mentioned as sediment load carrier, although it is probable that various other rivers, which have not year been measured, would enter in between. These would primarily be the great glacier-fed rivers in the Skaftafellssýslas. The total sediment load in Hvítá is about 1 G1 per year calculated as sediment of which about 60% is coarse.

As to other rivers sediment load investigations are so short off that they should be considered as rather unaccurate estimates. The figures for Blanda are based on relatively few samples, but according to them it seems to carry about half of what Hvítá transports. All quantities for Jökulsá í Fljótssdal are very untrustworthy, both because the average sediment load is based on very few samples and the annual run-off is also a rough estimation.

Probably too many of the samples also date from the winter to give a truthful picture. Yet a great difference between Jökulsá í Fljótssdal and Lagarfljót is revealed, such as the total lack of coarse sediment in Lagarfljót and also the considerably less quantity of fine sediment. Jökulsá brings Lögurinn the majority of all fine sediment it receives.

The origin of sediment load.

The purpose of petrographical analysis of sediment load and loess analysis, which have been performed by this institute, the

National Energy Authority, is to throw some light on the origin of the sediment load. In that connection the triangular coordinate diagrams on figures 3.5.1 and 3.5.2 have been made.

The triangular diagram on fig. 3.5.1 shows grain size distribution of loess and moraine according to many measurements carried out by NEA staff. Most of the points for loess are taken from Mr. J. Tómasson's investigation of loess, but most of the points for moraine are samples of impervious core material. On fig. 3.5.3 grain distribution curves for usual loess and moraine are drawn. Again on fig. 3.5.1, approximately on the line Sand-Silt, average composition of suspended load in a few rivers is also shown, for some of which separate winter and summer samples are given.

On the line Sand-Gravel or very near to it bed material in Thjórsá-Hvítá and some of their tributaries is inserted. The moraine can be said to give possible grain size distribution of material coming from glaciers, but the loess the material produced by soil erosion. The moraine can in now way become suspended load unless its coarser part is left behind. Then it becomes bed load and gravel banks at the ice margin. But the clayey, silty and sandy parts of the moraine can become suspended load. There is reason to believe a greater part of the fine-grained sediment load in the rivers to be created in this way.

The grain size of loess is fairly well consistent with the suspended load of some of the rivers and most of the loess could become suspended load as far as grain size is concerned. It is peculiarly conspicuous how well the winter samples from Thjórsá fit into the loess space. Yet the difference between loess on one hand and moraine and suspended load of the glacier rivers on the other is that the latter has much greater clay and silt components than the former. (ref. fig. 3.5.1). It is

therefore evident that in none of these rivers can the loess be the main source of sediment load. Loess always contains a considerable part of coarse tephra. In some places on the drainage areas considerable amounts of relentlessly migrating ash and are found. This sand is constantly flown into the rivers. This ash can either become a part of the most coarse suspended load or the finest bed load. Erosion of soil and unvegetated ash and pumice covered areas probably contributes a good part of coarse suspended load and fine grained bed load.

On the other triangular diagram petrographical analysis of various grain size groups of suspended load and for Hvítá also of the bed load are shown. A division into rock fragments, volcanic glass and crystals is used. A very definite and clear change takes place simultaneously with changes in grain size. Rock fragments usually make up the largest grains in bed load, but are frequently intermingled with a little of pumice grains. The finer the bed load material becomes the greater is the glass component and approx. on the limit between bed load and suspended load the glass factor has reached about 70% to 80%. Then individual crystals begin to appear and the finer the suspended load the greater the crystal component becomes. The glass has been divided into light coloured glass and dark coloured glass and as the light glass owes its origin almost wholly in explosive tephra and pumice producing eruptions mainly from Hekla, its presence indicates that it must for the most part have been brought into the rivers by wind action. The dark tephra also to a large extent stems from the same source, although glacial and fluvial erosion in móberg mountains may also be a contributive factor there. The petrographical analysis therefore indicates that

wind erosion is the causative factor for a considerable part of sediment load within certain grain size limits, i.e. of the grain sizes on the limit between bed load and suspended load.

In the above considerations no mention has been made of the fact that the grain size of the sediment load changes in the rivers because the river grinds the grains into smaller particles. This affects the coarse sediment load to far the greatest degree, but the effects are marked as far as on small sand grain sizes. The grain size of sediment load therefore changes simultaneously with its transport down the rivers. Pumice driven as bed load in the neighbourhood of Hekla can have been broken down into fine sand at Urriðafoss to be carried as suspended load from there down to the sea. But for the smallest grain sizes the grinding matters very little. They remain suspended from the beginning and have been crushed down into very tiny particles already at the glacier from which they originate to a large extent. Further grinding certainly takes place in the rivers and some of the sediment is dissolved, but for the nature of the sediment load it matters very little.

Now we come to the effort of finding the origin of the sediment load. Grain size and petrographical analysis of sediment load in Thjórsá and Hvítá rivers seem to indicate a predominantly glacial origin of the fine sediment, but a considerable wind erosional factor in the coarse part of it. The third possible origin of sediment load is fluvial erosion in river channels, initially mostly creating very coarse sediment, which can be grinded down as it is transported down the rivers.

In the last three columns in table 3.5.1 denudation of land is shown, calculated in mm of rock with specific gravity 2.7. For glacial erosion only drainage area below glacier is calculated,

but for wind and water erosion all drainage area outside glacier. In the first round 80% of the fine sediment was estimated as originating from glaciers, but 20% as being caused by wind erosion. In coarse sediment 60% are calculated as wind eroded, 30% as glacial erosion and 10% fluvially eroded.

In connection with soil erosion, which here is termed wind erosion collectively, it should be mentioned that in reality combined water and wind erosion is involved. By fluvial erosion therefore solely erosion of river channels, i.e. the eroding of gulleys and canyons, is meant, These proportions, mainly based on Thjórsá and Hvítá rivers were the first approach. When the first figures were available they were examined and then the proportions for some of the rivers were changed in order to get a better correlation between fluvial and wind erosion on one hand and glacial erosion on the other on the various drainage areas. Geologic knowledge of the drainage areas is then heavily relied on and obvious inconsistency corrected, such as the obvious fact that Jökulsá á Brú does not carry more fluvially and wind eroded material than other rivers as the first calculations indicated.

In table 3.5.1 the result is that fluvial erosion is about 0.01 to 0.02 mm per year in most cases. Wind erosion seems to be about ten times greater or 0.1 to 0.2 mm per year. The glacial erosion is on the other hand most variable, but about 1 mm per year seems to be common. At the time of the sudden advance of Brúarjökull glacier the erosion below the glacier was 13.7 mm according to the sed. load in Jökulsá á Brú, but since then it has been near to 3 mm. There is a peculiarly great difference in glacial erosion on the drainage areas of Jökulsá á Brú and Jökulsá á Fjöllum. From run-off figures the suspicion has

been aroused that the surface drainage area of Jökulsá á Fjöllum on glacier did not give a true picture of the glacier area, which actually is drained into it. This great difference in glacial erosion on the drainage areas of these two great glacier rivers surely supports that suspicion, although more factors may be involved; sed. load from Dyngjujökull glacier could e.g. be lost to the river because of leakage into the postglacial lava flows. Glacial erosion is surely not equally great in all the glaciers in Iceland; it can be considered greatest in the large outlet glaciers of Vatnajökull ice cap, where it probably amounts to some millimeters per year. Of the big ice caps it is probably least in Langjökull, hardly more than half a millimeter per year, and perhaps about 1 mm in Hofsjökull and Mýrdalsjökull.

These speculations about the denudation of land by the various exogene forces are certainly only the first approach, which surely will improve considerably with continued research. But the present stage of knowledge can be said to give a certain proportion between the denuding forces and the miscellaneous materials they produce. It is an especially interesting conclusion that wind erosion contributes a good part of coarse sediment load, which of course is unfavourable, because it is deposited in reservoirs; the fine load on the other hand does this to a much less degree.

Also it is the wind erosion that should most of all be in manly power to check to some degree by grass planting in the desert areas, especially along the rivers. In that connection it is noteworthy to remark the difference between Thjórsá upper and Tungnaá. The sediment load in Tungnaá, which for the most part is bounded by unvegetated sand desert is to a great degree sand, but upper Thjórsá transports much less and, since it is bounded by vegetated land on both sides all the way to the glacier. At glacier Tungnaá probably carries still more coarse

sediment, but the greater part of it is deposited on the flat area from Svartikambur down to Svartikrókur. Below that new coarse sediment load from sand drift is added.

Problems due to sediment load.

The problems created by the sediment load in the rivers are of three kinds:

1. The sediment load is deposited in reservoirs and gradually fills them up.
2. Above reservoirs the river channel is raised because a part of the sediment load is deposited there. This can affect the next power plant above by raising its backwater.
3. When a major part of coarse sediment load has been deposited in reservoirs a change in the river channels downstream may be expected because of degradation. This can cause a lowering of the tail water level at power stations where there is no rock threshold right below.

In this connection it is worth while to consider what will happen, when the sediment load of Thjórsá and Hvítá rivers has been stopped to a great degree in reservoirs. The alluvial stretches of the lower courses of the rivers will then be degraded to a much less slope than at present. Especially, extensive changes may be expected at the estuaries. They will become much deeper than to-day and the rivers will not be as braided there as they are now. During the settlement era (Landnám) and for some time after that some of these estuaries seem to have been used as harbours. The most probable reason why this was possible is that the quantity of coarse sediment load transported by the

rivers was much less, because soil erosion was small and glaciers also much smaller than at present.

.....

As sediment load investigations are no longer in their initial stage it was thought appropriate to make an assessment of our present stage of knowledge. In this chapter various things have been hinted at and most conclusions are only briefly stated. They should not be regarded as final ones, because they may change considerably with further investigations. The figures given here are also based on what might be termed normal conditions, which means that generally a long time has passed since an event took place on the drainage areas of the rivers, which had any far reaching effects on the sediment load transport capacity. Yet there is one exception, i.e. the abnormal situation caused by the sudden advance of Brúarjökull glacier. But abnormal conditions are so common in our unstable country that longterm averages have to take them into account. Generally three great eruptions occur in each century causing an increase in the quantity of sediment load to an almost unknown degree. Average sediment load for a half or a whole century, therefore, is probably considerably greater than the most common sediment load, which is what we have been trying to find out hitherto.