



ORKUSTOFNUN

Vatnamælingar

Framburður svifaus í Blöndu

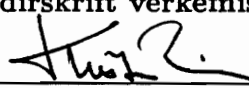
**Svanur Pálsson
Guðmundur H. Vigfússon**

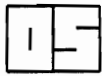
Unnið fyrir Landsvirkjun

1999

OS-99080



Skýrsla nr: OS-99080	Dags: Nóvember 1999	Dreifing: <input checked="" type="checkbox"/> Opín <input type="checkbox"/> Lokuð til
Heiti skýrslu / Aðal- og undirtitill: Framburður svifaurs í Blöndu	Upplag: 40	
	Fjöldi síðna: 29	
Höfundar: Svanur Pálsson og Guðmundur H. Vigfússon	Verkefnisstjóri: Kristinn Einarsson	
Gerð skýrslu / Verkstig: Niðurstöður útreikninga á framburði svifaurs	Verknúmer: 546630	
Unnið fyrir: Landsvirkjun		
Samvinnuaðilar:		
Útdráttur: Meðalframburður svifaurs í Blöndu við Löngumýri á tímabilinu 1951-90, þ. e. fyrir virkjun, reiknast um 450 þúsund tonn á ári samkvæmt árstíðalyklum, en um 570 þúsund tonn samkvæmt árslykli. Útreikningar samkvæmt árstíðalyklum eru taldir áreiðanlegri og eru allar tölur hér á eftir byggðar á þeim. Meðalframburður á árunum 1992-97, þ. e. eftir virkjun, reiknast um 50 þúsund tonn á ári. Ef gert er ráð fyrir, að framburður ofan við Blöndulón hafi að meðaltali verið svipaður á báðum tímabilunum, hafa um 400 þúsund tonn af svifaur sest til í lóninu á ári á seinna tímabilinu. Með jafnmikilli setmyndun tæki um 1500 ár að fylla lónið, en hér er aðeins átt við setmyndun vegna svifaurs, því að vitneskju skortir um botnskrið. Sé það verulegt, fyllist lónið á skemmri tíma. Það veikir niðurstöðurnar, að tímabilið eftir virkjun er stutt og sýni vantar úr vorflóðum fyrir virkjun.		
Lykilorð: Blanda, jökulár, svifaursstyrkur, korna- stærðarflokkar, rennsli, svifaurslyklar, árslyklar, árstíðalyklar, framburður.	ISBN-númer:	
	Undirskrift verkefnisstjóra: 	
	Yfirfarið af: ÁSn, KE, PI, PJ	



ORKUSTOFNUN
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Verknr. 546630

Svanur Pálsson
Guðmundur H. Vigfússon

Framburður svifaurs í Blöndu

Unnið fyrir Landsvirkjun

OS-99080

Nóvember 1999

ÁGRIP

Framburður fyrir virkjun

Meðalframburður svifaurs í Blöndu við Löngumýri á tímabilinu 1951-90 reiknast um 450 þúsund tonn á ári samkvæmt árstíðalyklum, en um 570 þúsund tonn samkvæmt árslykli. Útreikningar út frá árstíðalyklum eru taldir áreiðanlegri og eru allar tölur hér á eftir byggðar á þeim.

Um 48% framburðarins bárust fram í júlí - september, en af einstökum mánuðum reiknast mestur framburður í maí, en þá gætti vorflóðanna oftast mest.

Grófur svifaur (> 0,02 mm) reiknast 60-62% og fínn (< 0,02 mm) 38-40%. Nánari skipting er þannig, að sandur (> 0,2 mm) reiknast 20%, mór (0,2-0,02 mm) 40%, méla (0,02-0,002 mm) 29% og leir (<0,002 mm) 11%. Meiri hluti grófa aursins barst fram að vetri, en meiri hluti fína aursins að sumri.

Þegar framburður er reiknaður út frá skiptingu í þrjá kornastærðarflokka að ósk Landsvirkjunar, er skiptingin þannig í hundraðshlutum: Sandur + grófmór (> 0,06 mm) 44%, fínmór + méla (0,06 - 0,002 mm) 45% og leir (< 0,002 mm) 11%.

Framburðurinn reiknast um þriðjungi meiri en í Skjálfandaflijóti við Stóruvelli og Jökulsá í Fljótsdal við Hól og um þrefalt meiri en í Hvítá í Borgarfirði við Kljáfoss. Hlutföll kornastærðarflokka líkjast því, sem er í Hvítá við Kljáfoss.

Framburður eftir virkjun

Meðalframburður á tímabilinu 1992-97 reiknast um 50 þúsund tonn á ári. Um 47% aursins berst fram í júlí - september.

Grófur svifaur reiknast 17% og fínn 83%. Nánari skipting er þannig, að sandur reiknast 3%, mór 14%, méla 40% og leir 43%. Kornastærðardreifing aursins er svipuð að sumri og vetri.

Framburður miðað við skiptingu í þrjá kornastærðarflokka er þannig: Sandur + grófmór (> 0,06 mm) 11%, fínmór + méla (0,06 - 0,002 mm) 48% og leir (< 0,002 mm) 41%.

Framburðurinn á þessu tímabili reiknast nokkru minni á ári en í Lagarflijóti á tímabilinu 1962-71, þ. e. áður en Eyjabakkajökull hljóp fram.

Samanburður á framburði fyrir og eftir virkjun

Meðalframburður á ári hefur lækkað niður í um 11% af því, sem var fyrir virkjun. Mismunurinn, um 400 þúsund tonn á ári, sest í Blöndulón að því gefnu, að framburður ofan Blöndulóns hafi verið að meðaltali álfka mikill á þessum tímabilum fyrir og eftir virkjun. Með jafnmikilli árlegri setmyndun tæki um 1500 ár að fylla lónið. Hér er aðeins átt við setmyndun vegna svifaurs, en vitneskju skortir um botnskrið. Ef það er verulegt, kemur lónið til með að fyllast á skemmri tíma.

Það veikir niðurstöðurnar, að sýni vantar við hátt rennsli í vorflóðum fyrir virkjun og tímabilið eftir virkjun er stutt og sýni frá því tímabili þyrftu að vera fleiri.

EFNISYFIRLIT

ÁGRIP	2
1. INNGANGUR	5
2. SÝNATAKA OG ÚRVINNSLA	8
2.1 Sýnategundir og kornastærðarflokkun	8
2.2 Svifauslyklar	9
3. GAGNASÖFN	11
4. FRAMBURÐUR FYRIR VIRKJUN	12
5. FRAMBURÐUR EFTIR VIRKJUN	19
6. SETMYNDUN Í BLÖNDULÓNI	23
7. FRAMBURÐI SKIPT Í ÞRJÁ KORNASTÆRÐARFLOKKA	25
8. NIÐURSTÖÐUR	27
9. HEIMILDIR	29

MYNDASKRÁ

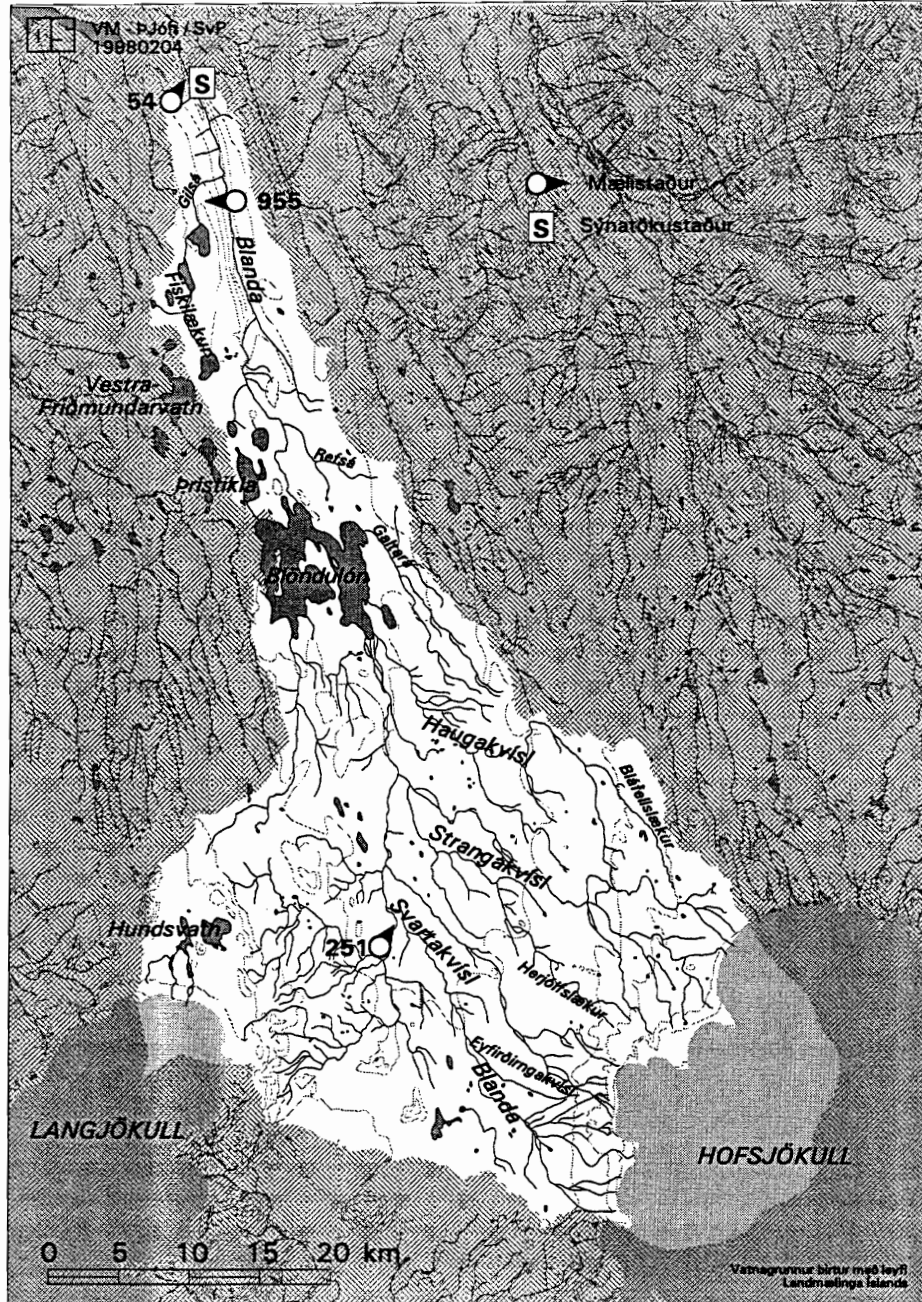
1.	Vatnafarskort af vatnasviði Blöndu við Löngumýri	5
2.	Jarðfræðikort af vatnasviði Blöndu við Löngumýri	6
3.	Vetrarlykill fyrir heildarsvifaur í Blöndu við Löngumýri 1965-1990	10
4.	Fjöldi S1- og S2-sýna á ári úr Blöndu við Löngumýri	11
5.	Blanda, Löngumýri, meðalrennsli einstakra ára 1951-90	12
6.	Blanda, Löngumýri, mánaðarmeðalrennsli 1951-90	12
7.	Blanda, Löngumýri, langæi rennslis 1951-90	13
8.	Blanda, Löngumýri, heildarsvifaur einstakra ára fyrir virkjun	13
9.	Blanda, Löngumýri, meðalframburður svifaurs eftir mánuðum 1951-90	15
10.	Blanda, Löngumýri, hundraðshluti kornastærðarflokka svifaurs 1951-90	17
11.	Blanda, Löngumýri, skipting svifaurs á árstíðir 1951-90	17
12.	Blanda, Löngumýri, mánaðarmeðalrennsli 1992-97	19
13.	Blanda, Löngumýri, meðalframburður svifaurs eftir mánuðum 1992-97	20
14.	Blanda, Löngumýri, hundraðshluti kornastærðarflokka svifaurs 1992-97	21
15.	Blanda, Löngumýri, skipting svifaurs á árstíðir 1992-97	22
16.	Samband viðstöðu vatns og stöðvunar svifaurs í lónum	23
17.	Hundraðshluti kornastærðarflokka svifaurs í Blöndu 1951-90 og Hvítá í Borgarfirði 1952-96	27

TÖFLUSKRÁ

1.	Kornastærðarflokkar svifaurs	9
2.	Blanda, Löngumýri, framburður svifaurs á ári 1951-90	14
3.	Blanda, Löngumýri, framburður svifaurs af einstökum kornastærðarflokkum 1951-90	15
4.	Blanda, Löngumýri, svifaurslyklar 1965-90	16
5.	Blanda, Löngumýri, framburður svifaurs á ári 1992-97	19
6.	Blanda, Löngumýri, framburður svifaurs af einstökum kornastærðarflokkum 1992-97	20
7.	Blanda, Löngumýri, svifaurslyklar 1991-97	21
8.	Setmyndun af völdum svifaurs í Blöndulóni	23
9.	Blanda, Löngumýri, framburður svifaurs af þremur kornastærðarflokkum 1951-90	25
10.	Blanda, Löngumýri, framburður svifaurs af þremur kornastærðarflokkum 1992-97	25
11.	Blanda, Löngumýri, svifaurslyklar fyrir aur > 0,06 mm og 0,002 - 0,06 mm 1965-90	26
12.	Blanda, Löngumýri, svifaurslyklar fyrir aur > 0,06 mm og 0,002 - 0,06 mm 1991-97	26

1. INNGANGUR

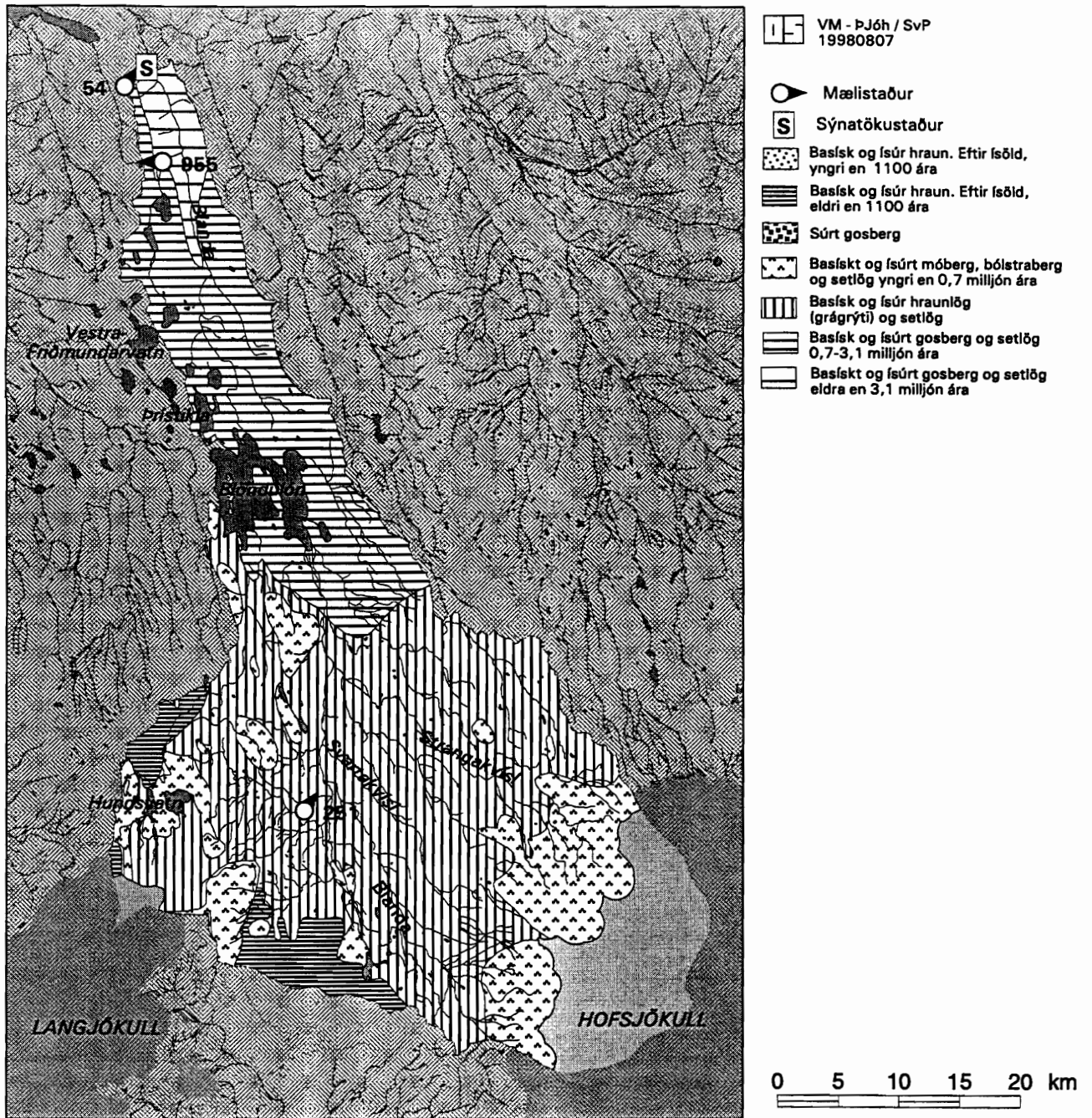
Skýrsla þessi fjallar um framburð svifaurs í Blöndu við Löngumýri. Hún er hliðstæð skýrslum Orkustofnunar, sem komið hafa út á síðustu árum um framburð svifaurs í nokkrum ám.



Mynd 1. Vatnafarskort af vatnasviði Blöndu við Löngumýri.

Blanda er dragá og jökulá. Vatnasvið Blöndu við Löngumýri er 1740 km². Þar af eru um 220 km² undir Hofsjökli (Helgi Björnsson 1988). Einnig er smáskiki af vatnasviðinu undir norðanverðum Langjökli, 18 km² að flatarmáli, (Helgi Björnsson munnlegar upplýsingar). Mynd 1 er

vatnafarskort af vatnasviði Blöndu við Löngumýri. Kortið er byggt á vatnagrunni Landmælinga Íslands, en útfært nánar af Þórnari Jóhannssyni. Mynd 2 er jarðfræðikort af sama svæði gert af Hauki Jóhannessyni og Kristjáni Sæmundssyni, en útfært nánar af Þórnari Jóhannssyni.



Mynd 2. Jarðfræðikort af vatnasviði Blöndu við Löngumýri.

Aðalástæðan fyrir því, að verið er að mæla svifaur í Blöndu er sú, að miðlunarlón Blönduvirkjunar kemur til með að fyllast með tímanum. Þess vegna er mikilvægt að fá einhverja hugmynd um hve langan tíma það tekur.

Sýnataka til svifaursmælinga hófst við Guðlaugsstaði árið 1962, en sýnin voru af of lélegum eða vafasömum gæðaflokkum til þess að á þeim sé byggt í þessum útreikningum. Sýnataka hófst við brúna hjá Löngumýri 1965 og hafa sýni verið tekin þar árlega síðan 1974. Við útreikninga á framburði er tímanum skipt í tvö tímabil, fyrir virkjun og eftir virkjun. Mismunurinn á meðalframburði á ári á þessum tímabilum lætur þá nærri að vera sá svifaursframburður, sem sest í Blöndulón árlega. Töluverð óvissa er þó í þessu, bæði óvissa í sjálfum reikningunum og óvissa vegna þess, að framburður er breytilegur frá ári til árs.

Aurburður er bæði svifaur og botnskrið. Gert hefur verið ráð fyrir, að mikill meirihluti aursins berist fram sem svifaur og hefur kröftunum því verið beint að því að mæla hann, enda eru mælingar á botnskriði miklu dýrari, torveldari í framkvæmd og ónákvæmari en mælingar á svifaur. Raunar hefur botnskrið tvisvar verið mælt í Blöndu og þá við Strjúgsstaði í Langadal. Í annað skiptið reyndist botnskrið vera mjög óverulegt í hlutfalli við svifaur, en í hitt skiptið mjög verulegt, svaraði til 64% af framburði svifaurs á sama tíma og skiptir þá ekki máli, hvort miðað er við svifaursframburð við Strjúgsstaði eða Löngumýri. Af þessu er ljóst, að skortur á botnskriðsmælingum veldur mikilli óvissu um heildaraurburð í Blöndu.

Við Löngumýri er rennismælistöð, vhm054, merkt með 54 á kortunum á myndum 1 og 2. Blönduvirkjun er sýnd á kortunum, sem mælistöð nr. 955. Við brúna hjá Löngumýri hefur vatnshæð verið mæld með sírita frá 29. október 1974. Fram að því, allt frá 1. september 1949, var lesið á kvarða við Guðlaugsstaði tvisvar í viku. Við snöggar rennissveiflur var lesið oftar, daglega eða oftar.

Við endurskoðun gagna frá kvarðatímabilinu kom í ljós, að verulegar skekkjur voru bæði í lágrennsli og hárennsli. Var niðurstaða endurskoðunarinnar sú, að gögnin væru ekki nothæf við gerð rennislíraðar fyrir Blönduvirkjun, heldur yrði að byggja á líkangerð, sem grundvallaðist alfarið á mælingum frá síritatímabilinu. Því er hér notað reiknað rennsli samkvæmt rennislíkani Verkfræðistofunnar Vatnaskila (Blanda og Vestari-Jökulsá — Rennislíkan 1999) til þess að reikna framburð aurs á kvarðatímabilinu.

Þó að gögn um svifaursmælingar nái aðeins yfir u. þ. b. þrjú áratugi, eru þau notuð til að reikna framburð fyrir allan þann tíma, sem rennislísgögn fyrir heil ár ná yfir. Árið 1991 er þó undanskilið, því að þá var millibilsástand vegna þess, að áin var að breytast úr ómiðlaðri á í miðlaða vegna virkjunar. Framburðurinn er reiknaður svo langt aftur í tímann vegna þess, að ekki er vitað um neina þá atburði á vatnsviðinu, sem leitt hafi til breytinga á aðgengi árinna að aur af svifaurskornastærð svo sem framhlaup í jökli.

Við söfnun sýnanna hafa margir starfað. Svanur Pálsson hefur mælt aurinn í sýnunum. Hann hefur einnig annast meðhöndlun gagnanna í tölvu ásamt Guðmundi H. Vigfússyni, sem hefur gert flest forritin, sem notuð hafa verið við gagnavinnsluna. Gögn um rennsli eru fengin úr gagnabanka Vatnamælinga og frá Vatnaskilum. Haukur Tómasson hefur lengst af haft umsjón með verkinu.

2. SÝNATAKA OG ÚRVINNSLA

2.1 Sýnategundir og kornastærðarflokkun

Sýnin, sem hér er byggt á, eru öll af tegundunum S1 og S2, sem eru bestu tegundimar. Til glöggvunar er gefið almennt yfirlit yfir allar sýnategundimar, en sýnin eru flokkuð út frá sýnatökuaðferðum.

F-sýni, sem tekin eru í flöskur án þess að sýnataki sé notaður. Þau eru nær alltaf tekin á einum stað nærri öðrum árbakkanum.

S-sýni. Þau eru tekin í rúmlega 400 ml flöskur, sem falla í þar til gerða sýnataka. Árvatnið streymir inn í flöskuna um stút framan á sýnatakanum, en loftið, sem fyrir er í flöskunni, sogast út um hlið sýnatakans og truflar því ekki innstreymið. Sogið myndast við vatnsstreymið fram hjá útstreymisopinunni fyrir loftið. Sýnatakinn með flöskunni er látinn síga niður í ána og er dreginn upp og niður með jöfnum hraða. Þannig fæst sýni af árvatni frá yfirborði og niður undir botn. Tvær gerðir sýnataka eru notaðar. Sá minni, handsýnatakinn DH48, er festur á stangar- eða rörenda og dýft niður í ána með höndum. Stærri sýnatakinn, S49, er festur í spil, sem nú er véldrifið, en var áður handdrifið.

S-sýnum er skipt í 3 undirtegundir, sem eru auðkenndar S1, S2 og S3.

S1 eru tekin á nokkrum, venjulega 3-5 stöðum á þversniði árinna. Þetta er sú sýnategund, sem byggt er á í útreikningunum í þessari skýrslu, eins og áður hefur verið getið, og hér hafa þau alltaf verið tekin í stærri sýnatakann, S49.

S2 eru langoftast tekin á einum stað á þversniðinu, stöku sinnum á tveimur stöðum. Þau eru tekin í stærri sýnatakann og eru sambærileg við S1, nema þau eru tekin á færri stöðum á þversniðinu.

S3 eru tekin við bakka árinna, oftast aðeins annan, og eru alltaf tekin í handsýnataka, DH48.

Þessi flokkun byggist á tókuaðferðum, en einnig má líta á hana sem gæðaflokkun.

F-sýnin eru aðeins tekin, þegar sýnatakar eru ekki tiltækir. Þau voru tekin, áður en sýnatakarnir komu og á meðan þeir voru aðeins örfáir. Síðustu 25-30 árin hafa aðeins örfá F-sýni verið tekin. Líta verður svo á, að F-sýnin séu lakasti flokkurinn. Þau ættu að gefa viðunandi mynd af fína aurnum, en eru mjög óáreiðanleg að því er varðar grófasta hluta svifaursins. Þar kemur til, að þau eru tekin uppi við árbakka, svo að flaskan kemst hvorki út í aðalstrauminn né á nægilegt dýpi, til að sýnið sé nægilega einkennandi fyrir grófa svifaurnum. Innstreymi vatnsins í flöskuna truflast af því, að flaskan snýr skakkt við straumstefnunni, myndar oftast um 90° horn við hana, en þyrfti að snúa samsíða straumstefnunni. Af þessum sökum verður vatnið, sem streymir inn í flöskuna, að breyta um stefnu við stútinn. Einnig verður truflun af loftinu, sem er að streyma út úr flöskunni, en það vandamál er leyst í sýnatökunum, eins og minnst er á hér að framan.

S1-sýnin verða að teljast bestu sýnin, en S2-sýnin, sem eru tekin, þar sem straumhardar ár renna þröngt, ættu að nálgast þau að gæðum. Sýnatöku á nokkrum stöðum á þversniðinu (S1) verður þar traúðla við komið, því að sýnatakinn leitar út í aðalstrenginn.

S3-sýnin eru til muna ótrúverðugri en S1- og S2-sýnin. Þar er um að ræða sams konar vandamál vegna staðsetningar uppi við bakka og hjá F-sýnunum. Þau hafa það þó fram yfir F-sýnin, að hvorki verður stefnubreyting við innstreymið í flöskuna né truflun af útstreymi lofts. Þeim ætti að mega treysta að því er varðar fínan aur, en yfirleitt mælist minna af grófum aur í þeim en S1- og S2-sýnum, sem tekin eru á sama tíma, stundum miklu minna.

Við mælingar á svifaurnum er litið á innihald flaskanna frá öllum stöðum á þversniðinu sem eitt sýni og það mælt í einu lagi. Heildarstyrkur svifaursins er mældur og fundin kornastærðardreifing. Gerður er kornastærðarferill fyrir hvert sýni. Í gagnasafninu og í skýrslum, sem gefnar hafa verið út um svifaurnum, er kornastærðarferli hvers sýnis skipt í fjóra kornastærðarflokka samkvæmt korna-

stærðarkvarða Atterbergs, sjá töflu 1. Efri mörk sands eru í töflunni sett við 2,0 mm, eins og vera ber samkvæmt kvarðanum, en óverulegur hluti svifaursins tilheyrir raunar næsta kornastærðarflokki fyrir ofan, möl. Í úrvinnslu er mölin talin með sandinum.

TAFLA 1. Kornastærðarflokkar svifaurs.

Grófur aur	Sandur	2,0-0,2	mm
	Mór	0,2-0,02	"
Fínn aur	Méla	0,02-0,002	"
	Leir	< 0,002	"

Sandur og mór (> 0,02 mm) telst grófur svifaur, en méla og leir (< 0,02 mm) fínn. Grófi aurinn er miklu viðkvæmari fyrir mismunandi sýnatökuaðferðum og aðstæðum á sýnatökustað en sá fíni. Sandurinn berst sem botnskrið á einum stað í ánni, en sem svifaur á öðrum og er það háð straumhraða. Nær ekkert mælist af grófari svifaur en sandi, en það litla, sem mælist, er hér talið með sandinum. Svo grófur aur berst nær einvörðungu sem botnskrið, en sennilega í tiltölulega litlum mæli.

2.2 Svifaurslyklar

Til þess að reikna hve mikið berst fram af svifaur á sýnatökustað á tilteknu tímabili eru búnir til svokallaðir svifaurslyklar, þ. e. fundið sambandið milli rennslis og svifaurs. Lykillinn er á eftirfarandi formi, þar sem q_s er svifaur í kg/s, Q er rennsli í m^3/s , en k og n eru aðhvarfsstuðlar, k hlutfallsstuðull og n veldisvísir:

$$q_s = k \times Q^n$$

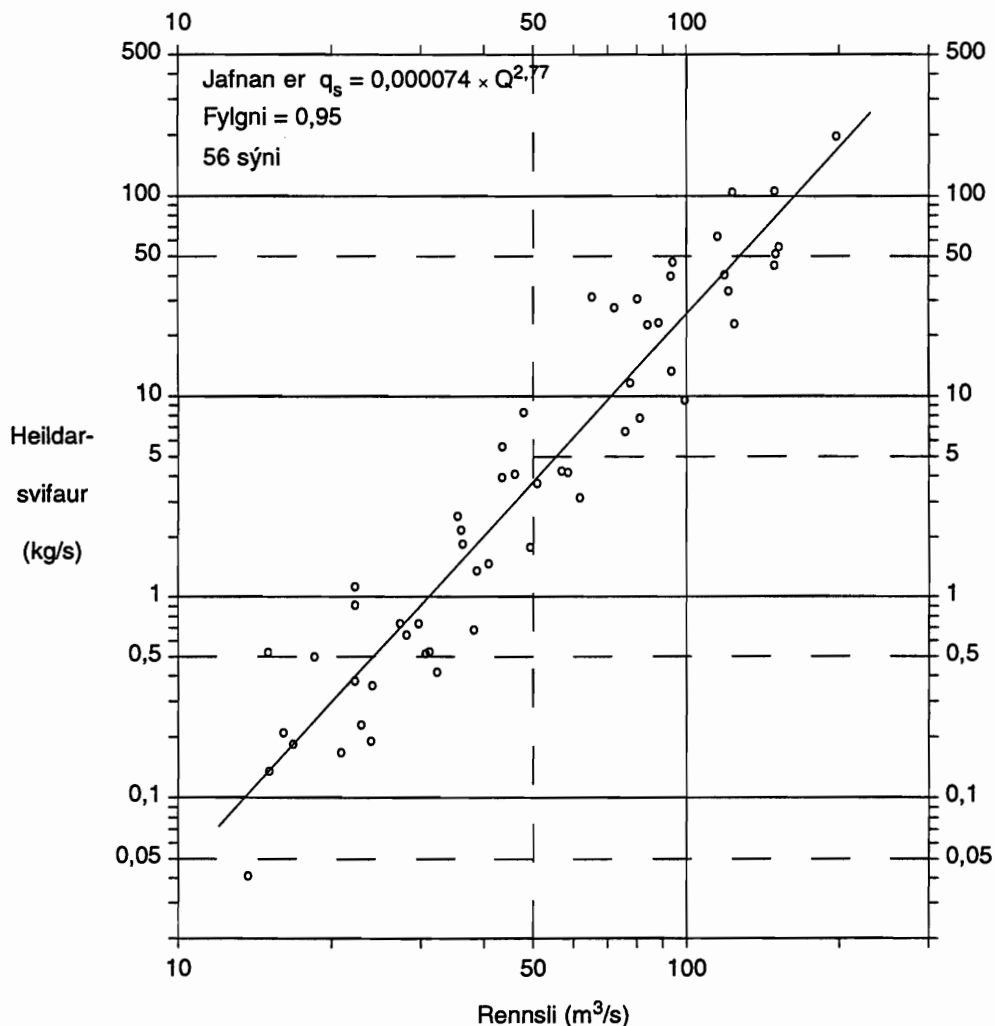
Við útreikningana, sem fjallað er um í skýrslunni, voru notaðir allmargir lyklar. Helstu einkennisþættir þeirra, þar á meðal fastinn, eru birtir í töflum. Til þess að auðvelda samanburð milli fasta einstakra lykla eru þeir birtir í töflunum margfaldaðir með 10^6 . Í stað þess t. d. að skrifa fastann $1,48 \times 10^{-4}$ er hann hér skrifaður 148. Með þessu móti losnar lesandinn við að bera saman tölur, sem þarf að margfalda með 10 í ýmsum mismunandi veldum.

Þegar gæði lykla eru metin, þarf að hafa eftirtalin atriði í huga:

- Lyklar eru almennt því betri sem sýnin, sem þeir byggjast á, eru fleiri. Annars er hætt við, að sýnin séu ekki nægilega marktækt úrtak. Samband rennslis og svifaurs er í rauninni töluvert breytilegt, því að margs konar ytri skilyrði önnur en rennsli hafa áhrif á aurinn. Sýnin þurfa m. a. helst að dreifast sem jafnast yfir árið, sérstaklega þann hluta ársins, sem framburður aurs er mestur. Sýnin ættu varla að vera færri en sjö, ef nota á þau til ályktunar, en þá þurfa skilyrðin, sem talin eru hér á eftir, að vera vel uppfyllt.
- Best er, að sýnin hafi verið tekin á breiðu rennslisbili, helst allt frá því að vera nærri hæsta dagsmeðalrennsli tímabilsins, sem lykillinn gildir fyrir, niður í nokkuð lágt rennsli. Ennfremur er æskilegt, að sýnin dreifist sem jafnast á rennsli.
- Fylgnin þarf að vera sem hæst. Hún telst góð, ef hún er 0,90 eða hærri, mjög góð, ef hún er 0,95 eða hærri, en léleg, ef hún er undir 0,80.
- Lyklar með veldisvísi hærri en 3 eru varasamir, þeim hættir til að gefa of mikinn aur við hárennsli og of lítinn við lágrennsli. Algengt er, að veldisvísirinn sé nálægt 2 í góðum lyklum. Trúverðugir veldisvísar eru á bilinu 1,5-3,0.
- Óheppilegt er, að einstakir mælipunktur skeri sig mjög úr, sérstaklega þegar lykillinn byggist á fáum sýnum. Slíkum punktum gæti verið rétt að sleppa í sumum tilfellum.

Lyklarnir eru notaðir til að reikna svifaurinn fyrir hvern dag fyrir sig út frá meðalrennsli dagsins. Þannig á að vera unnt að reikna svifaur, sem berst fram á einu ári eða nokkurra ára tímabili, ef lyklarnir eru nægilega góðir og upplýsingar liggja fyrir um dagsmeðalrennsli. Lyklar, sem byggðir eru á sýnum frá öllum árstímum eru kallaðir *árslyklar*. Ef sýnafjöldi leyfir, er sýnunum skipt niður í árstíðir og reiknaðir sérstakir lyklar, svokallaðir *árstíðalyklar*, fyrir hvora eða hverja árstíð um sig.

Mynd 3 sýnir góðan svifaurslykil byggðan á allmörgum sýnum og með góðri fylgni. Raunar er lykillinn aðeins góður á því rennslisbili, sem sýnin, sem hann byggist á, hafa verið tekin, en það nær aðeins upp í um $200 \text{ m}^3/\text{s}$, en dagsmeðalrennsli hefur komist í meira en $800 \text{ m}^3/\text{s}$.



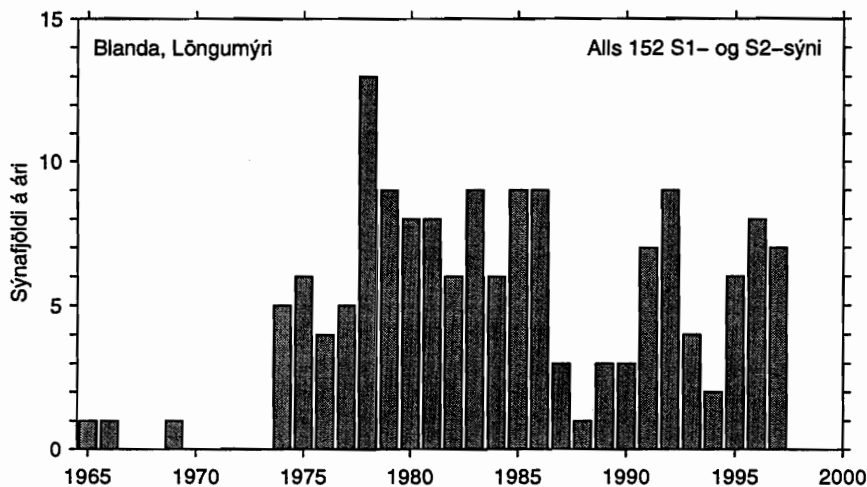
MYND 3. Vetrarlykill fyrir heildarsvifaur í Blöndu við Löngumýri 1965-1990.

Svifaurslyklar voru fyrst notaðir við útreikninga á framburði í íslenskum ám árið 1968 (sjá Haukur Tómasson og Svanur Pálsson 1968), en Helgi Sigvaldason verkfræðingur annaðist þá reikninga. Á árunum 1983-84 reiknuðu Guðmundur H. Vigfússon og Örn Jónsson framburð flestra þeirra vatnsfalla, sem svifaursmælingar ná til (sjá Haukur Tómasson 1990 og Haukur Tómasson og Svanur Pálsson 1990). Við útreikninga á framburði svifaurs í Jökulsánum norðan Vatnajökuls, Skjálfandaflijóti og Hvítá í Borgarfirði var staðið að útreikningum á framburði á hliðstæðan hátt og hér er gert, en skýrslur um þá útreikninga hafa komið út upp á síðkastið, sjá heimildaskrá.

3. GAGNASÖFN

Til þess að reikna út framburð svifaurs þarf tvö gagnasöfn, sem bæði tengjast sama staðnum. Annað gagnasafnið er safn mæligilda svifaurskýna, sem tekin hafa verið við sem breytilegast rennsli, ásamt gildum yfir augnabliksrennsli, þegar sýnin voru tekin. Á þessu gagnasafni eru svifaurslyklarnir byggðir, sjá kaflann um svifaurslykla hér að framan. Hitt gagnasafnið er skrá Vatnamælinga yfir meðalrennsli einstakra sólarhringa (dagsmeðalrennsli) á því tímabili, sem framburðurinn er reiknaður fyrir.

Sýnataka hófst úr Blöndu við Guðlaugsstaði 1962 og var haldið þar áfram mjög slitrótt til 1970. Alls voru tekin þar 21 sýni, 17 F-sýni og 4 S3-sýni. Þar sem þau eru öll af vafasömum gæðaflokkum með tilliti til grófs svifaurs, var ekki notast við mæligildi þeirra í þeim útreikningum, sem hér er fjallað um, heldur byggt einvörðungu á mæligildum sýna, sem tekin hafa verið við brúna hjá Löngumýri, en sýnataka hófst þar 1965 og hefur verið haldið áfram síðan, að vísu mjög slitrótt fyrir 1974. Þar hafa verið tekin 158 S-sýni og 10 F-sýni. F-sýnin eru ekki notuð hér og ekki heldur S3-sýnin. Þá eru eftir 152 S1- og S2-sýni, en þau leggja til svifaursgögnin, sem þessi umfjöllun um framburð svifaurs í Blöndu byggist á. Dreifing þessara sýna á ár er sýnd á mynd 4.



MYND 4. Fjöldi S1- og S2-sýna á ári úr Blöndu við Löngumýri.

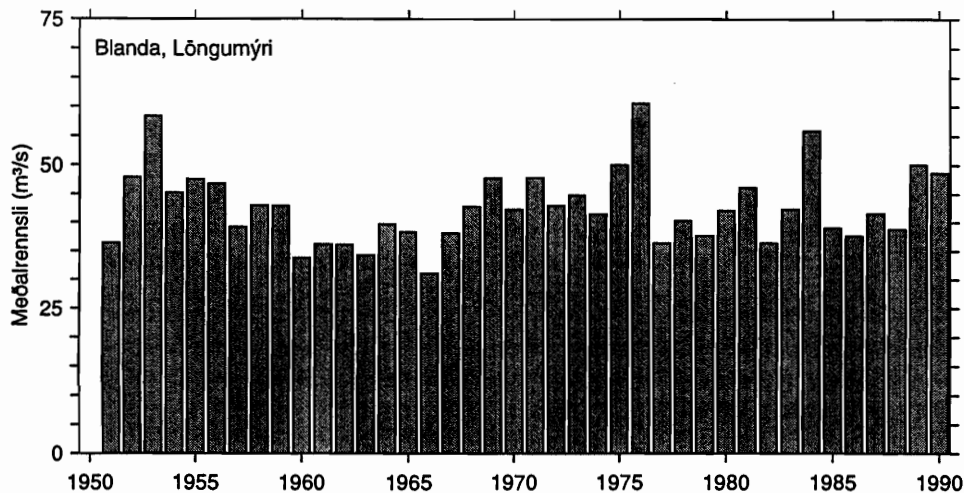
Eins og getið er um í inngangi, eru rennslisgögn Vatnamælinga frá því fyrir daga síritans talin of óáreiðanleg til þess að byggja á þeim útreikninga um framburð. Því er hér fram til 1. nóvember 1974 notuð skrá yfir dagsmeðalrennsli samkvæmt líkani, sem gert var fyrir Landsvirkjun á Verkfræðistofunni Vatnaskilum sf. (Blanda og Vestari-Jökulsá — Rennslislíkan 1999). Frá 1. nóvember 1974 er notaður gagnagrunnur Vatnamælinga OS um rennsli vatnsfalla.

Umfjöllun um svifaursframburð Blöndu við Löngumýri verður að skipta í tvo kafla. Sá fyrri er um framburðinn á meðan Blanda rann ótrufluð af manna völdum og sá seinni um framburðinn eftir að hún var virkjuð og meginhluti aursins fór að setjast í miðlunarlón. Lok fyrra tímabilsins eru hér sett við lok ársins 1990, en truflunin hófst reyndar nokkru fyrir eða 17. október það ár, þegar byrjað var að láta Blöndu renna að hluta til í miðlunarlón Blönduvirkjunar.

Útreikningar á framburði á fyrra tímabilinu eru byggðir á 109 sýnum, en framburður á seinna tímabilinu er reiknaður út frá 42 sýnum.

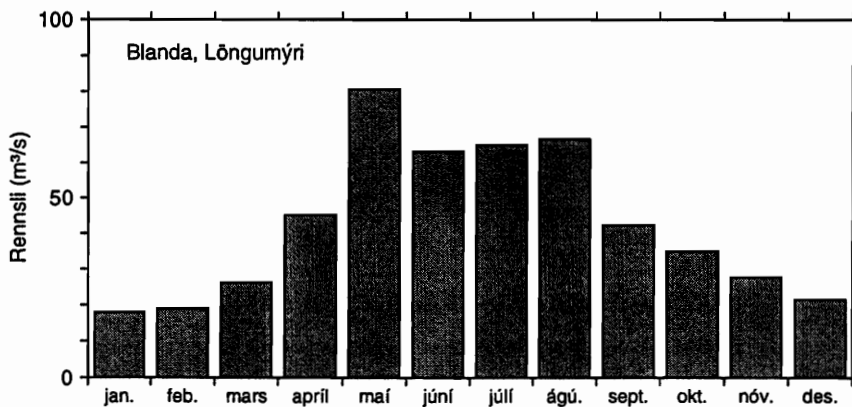
4. FRAMBURÐUR FYRIR VIRKJUN

Á mynd 5 er sýnt mælt og reiknað meðalrennsli einstakra ára á tímabilinu 1951-90. Helsta einkennið er það, að fáein ár standa upp úr, sérstaklega árin 1953, 1976 og 1984. Þessi ár var mikið rennsli í mörgum ám, þar sem þau voru mikil úrkomu- og jöklaleysingaár.



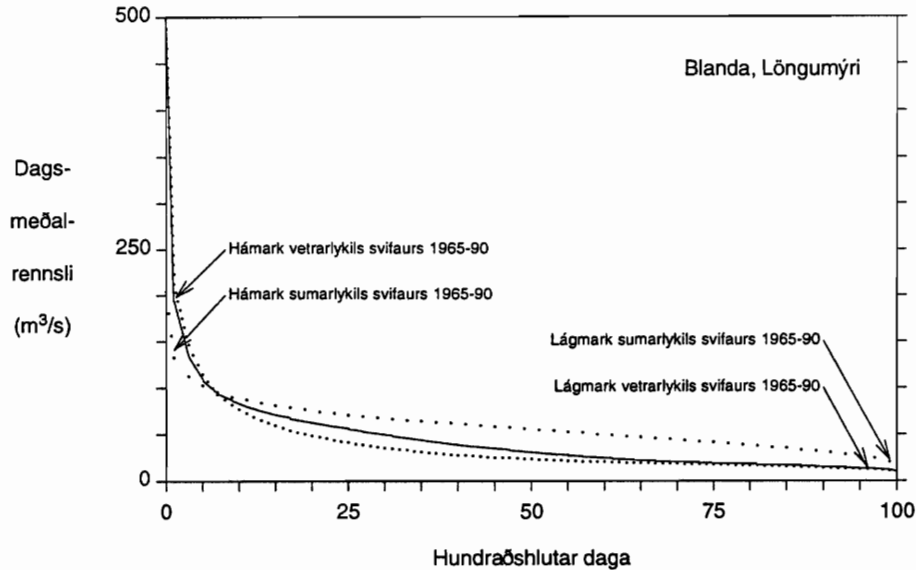
MYND 5. Blanda, Löngumýri, meðalrennsli einstakra ára 1951-90.

Á mynd 6 er sýnt mælt og reiknað mánaðarmeðalrennsli Blöndu við Löngumýri á árunum 1951-90. Rennslið er mest í maí, en þá gætir vorflóðanna mest, en þau eru í mánuðunum apríl-júní, misjafnlega snemma frá ári til árs, en jökulleysingarnar eru að langmestu leyti í júlí og ágúst.



MYND 6. Blanda, Löngumýri, mánaðarmeðalrennsli 1951-90.

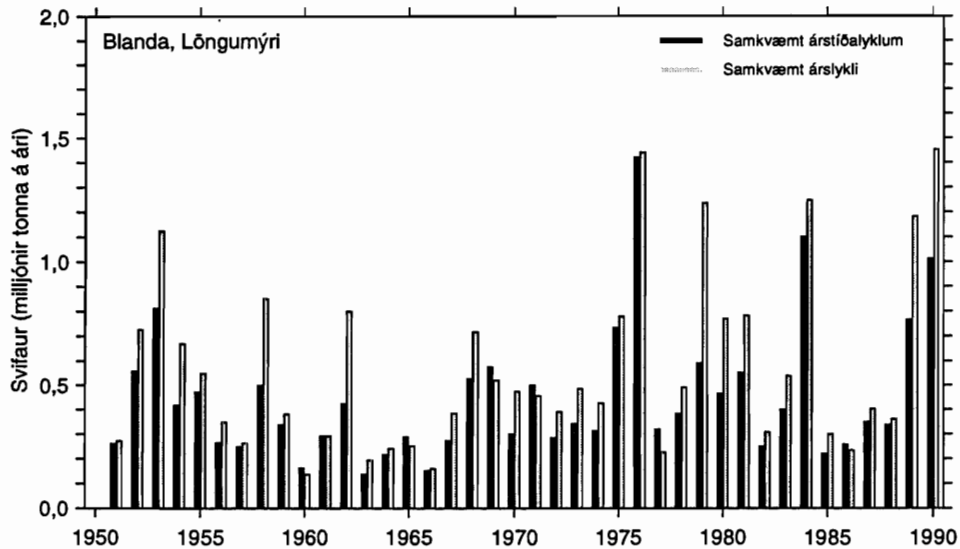
Blanda er jökulá að hluta til og eru upptökin í jökli í um 800 m hæð yfir sjó. Jökulvatnið veldur auknum svifaursstyrk og ber mest á aukningu í styrk fins aurs. Af mæligögnum má ráða, að áhrifa jökulleysingar á svifaur í Blöndu gætir í mánuðunum júlí - september. Þó er eðlilega misjafnt frá ári til árs, hvenær jökulleysingin hefst og hvenær henni lýkur. Við útreikninga á framburði var mæligögnum svifaursins skipt þannig, að gerðir voru svifaurslyklar byggðir á mæligildum sýna, sem tekin voru í júlí - september, *sumarlyklar*, og aðrir lyklar, sem byggjast á sýnum teknum í október - júní, *vetrarlyklar*. Einu nafni eru þessir lyklar kallaðir *árstíðalyklar*. Einnig var gerður lykill, sem byggdist á öllum sýnunum, svokallaður *árslykill*. Eins og áður hefur komið fram eru þetta eingöngu S1- og S2-sýni. Fyrir tímabilið fyrir virkjun er við lyklagerðina byggt á sýnum frá árunum 1965-90, en einu sýni er sleppt. Það er vetrarsýni, tekið þegar ístruflun var og þar af leiðandi er mikil óvissa um rennsli; það sker sig mjög úr og hækkar veldisvísa svifaurslykla.



Heildreginn ferill: Allt árið. Gisnir punktar: Sumar (júlí-september). Þéttir punktar: Vetur (október-júní).

MYND 7. Blanda, Löngumýri, langæi rennsli 1951-90.

Mynd 7 sýnir langæi rennsli í Blöndu við Löngumýri á árunum 1951-90. Langæisferill sýnir, hversu mikinn hluta tímabils rennsli er meira en eða jafnt og tiltekið rennsli. Lítil munur er á ferlunum eftir árstíðum og ferlarnir fyrir allt árið og veturinn falla nánast saman.



MYND 8. Blanda, Löngumýri, heildarsvifaur einstakra ára fyrir virkjun.

Á mynd 8 og í töflu 2 eru niðurstöður útreikninga á heildarsvifaur ár fyrir ár á tímabilinu 1951-90. Meðalframburður á ári samkvæmt árslyklinum reiknast 571 þúsund tonn, en samkvæmt árstíðalyklunum 445 þúsund tonn. Þetta er töluverður munur eða rúm 20%, sem nauðsynlegt er að finna skýringu á. Árstíðalyklarnir byggjast á álíka mörgum sýnum, sumarlykillinn á 53 og vetrarlykillinn á 56. Sumarsýnin hafa hærri aurstyrk miðað við rennsli en vetrarsýnin og gætir þess sérstaklega við hárennsli, því að sumarsýnin hækka veldisvísi árslykilsins. Skýringin á þessum mun á framburði reiknuðum annars vegar með árslyklum og hins vegar með árstíðalyklum virðist vera sú, að árslykillinn, sem er undir álíka sterkum áhrifum af sumarsýnum frá þremur

TAFLA 2. Blanda, Löngumýri, framburður svifaurs á ári 1951-90.

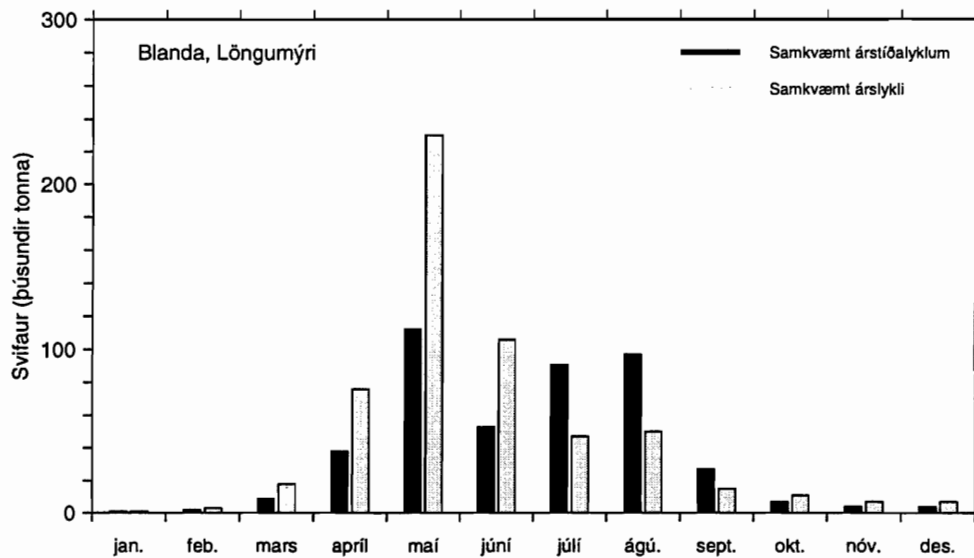
S1- og S2-sýni. Sumarið er skilgreint sem júlí - september, en veturinn sem október - júní

Ár	Meðal- rennsli m ³ /s	Svifaur í þúsundum tonna á ári samkvæmt			árs- lykli
		sumar- lykli	vetrar- lykli	sumar + vetur	
1951	36,4	162	99	261	272
1952	47,9	261	297	558	726
1953	58,4	344	469	813	1124
1954	45,2	111	307	418	670
1955	47,6	255	217	472	549
1956	46,8	104	161	265	349
1957	39,2	148	101	249	263
1958	43,0	122	377	499	851
1959	42,9	192	146	338	381
1960	33,8	122	41	163	138
1961	36,2	192	101	293	293
1962	36,1	68	356	424	800
1963	34,3	41	96	137	195
1964	39,7	116	100	216	241
1965	38,3	209	80	289	251
1966	31,1	89	62	151	160
1967	38,1	102	170	272	385
1968	42,8	236	290	526	717
1969	47,8	406	169	575	520
1970	42,3	72	227	299	474
1971	47,9	343	157	500	456
1972	43,0	110	175	285	391
1973	44,8	121	220	341	486
1974	41,5	122	191	313	425
1975	50,1	456	276	732	779
1976	60,6	935	486	1421	1440
1977	36,4	266	53	319	225
1978	40,3	193	189	382	491
1979	37,7	64	526	590	1236
1980	42,1	131	333	464	769
1981	46,1	222	329	551	782
1982	36,4	119	131	250	308
1983	42,3	169	230	399	539
1984	55,8	646	454	1100	1248
1985	39,0	86	133	219	299
1986	37,6	176	81	257	233
1987	41,6	196	154	350	402
1988	38,8	206	132	338	360
1989	50,1	258	508	766	1182
1990	48,7	433	580	1013	1452
Meðaltöl	42,7	215	230	445	571

mánuðum og vetrarsýnum frá níu mánuðum, gefur alltof mikinn framburð yfir vetrartímann, sérstaklega í vorflóðunum. Að vísu gefur hann of lítinn framburð í júlí - september, en það skiptir minna máli. Þetta kemur mjög vel fram á mynd 9, en þar er sýnt, hvernig framburður svifaurs dreifist á einstaka mánuði. Framburðurinn í júlí - september reiknast um tvöfalt meiri samkvæmt sumaryklinum en árslyklinum. Aftur á móti reiknast framburðurinn hina mánuði ársins um tvöfalt meiri samkvæmt árslyklinum en samkvæmt vetrarlyklinum. Þetta kemur heim við þá skýringu, að árslykillinn gefi of mikinn aur í október - júní, en of lítinn í júlí - september.

Tafla 3 sýnir niðurstöður útreikninga á skiptingu svifaursins í kornastærðarflokkana fjóra og í grófan aur og fínan samkvæmt árstíðalyklum. Heildarsumman af svifaur í

kornastærðarflokkunum fjórum reiknast 413 þúsund tonn, sem er um 7% lægra en heildarsvifaurinn samkvæmt töflu 2. Summan af grófum svifaur og fínum reiknast um 2% minni en heildarsvifaurinn samkvæmt töflu 2. Fíni aurinn, þegar skipt er í tvo kornastærðarflokka, reiknast nánast jafnmikill og méla + leir, þegar skipt er í fjóra kornastærðarflokka. Gera verður ráð fyrir, að meðaltalið fyrir heildarsvifaursframburð sé trúverðugra samkvæmt töflu 2 en summurnar í töflu 3.



MYND 9. Blanda, Löngumýri, meðalframburður svifaurs eftir mánuðum 1951-90.

TAFLA 3. Blanda, Löngumýri, framburður svifaurs af einstökum kornastærðarflokkum 1951-90.

Svifaur í þúsundum tonna á ári
S1- og S2-sýni. Sumarið er skilgreint sem júlí - september, en veturinn sem október - júní

Kornastærð Stærðarflokkur	Mörk mm	Sumar	Vetur	Sumar + vetur	Hundraðs- hluti
Sandur	> 0,2	16	66	82	20
Mór	0,02-0,2	67	98	165	40
Sandur + mór	> 0,02	83	164	247	60
Méla	0,002-0,02	79	42	121	29
Leir	< 0,002	37	8	45	11
Méla + leir	< 0,02	116	50	166	40
Samtals allir stærðarflokkar		199	214	413	100
Grófur svifaur	> 0,02	85	186	271	62
Fínn svifaur	< 0,02	114	51	165	38
Grófur + fínn		199	237	436	100

Eins og áður hefur verið minnst á, var í þessum útreikningum sleppt mæligildum allra S3- og F-sýna, en sum þeirra voru tekin við Guðlaugsstaði, en þar var mælistöðin áður. Að því er varðar svifaur < 0,02 mm ættu þau mæligildi að vera nothæf. Því voru gerðir til samanburðar árstíðalyklar fyrir mélu, leir og fínan aur, þar sem þessi mæligildi voru tekin með. Sumarsýnunum fjölgaði við það úr 53 í 66 og vetrarsýnunum úr 56 í 79 og hæsta rennslisgildi vetrarlyklanna var nokkru hærra en hæsta rennslisgildi vetrarlyklanna, sem hér hafa verið notaðir. Þessir lyklar voru

líkir lykklunum, sem hér voru notaðir, en veldisvísar voru nær alltaf heldur hærri og fylgnin sú sama eða lítið eitt lélegri. Útreikningar með þessum lykklum gáfu um 10% meiri framburð fyrir mélu og leir samtals og um 12% meiri framburð af fínum svifaur en niðurstöðurnar í töflu 3.

TAFLA 4. Blanda, Löngumýri, svifaurslyklar 1965-90.

Lyklarnir eru á forminu $q_s = k \times Q^n$, q_s : svifaur (kg/s), k: fasti, Q: rennsli (m^3/s), n: veldisvísir

Sumar er hér skilgreint sem júlí - september, vetur sem október - júní

H. r. l.: hæsta rennsli lykils, H. dmr.: hæsta dagsmeðalrennsli á gildistíma lykils, L. r. l.: lægsta rennsli lykils

F. y. h. r. l.: hundraðshluti framburðar yfir hæsta rennsli lykilsins

Korna- stærð	Árs- tíð	H. r. l. m^3/s	H. dmr. m^3/s	L. r. l. m^3/s	F. y. h. r. l. %	Sýna- fjöldi	Fylgni R	Hlutfallsstuðull $k \times 10^6$	Veldisvísir n
Heildar- svifaur	Sumar	140	204	21,7	6	53	0,94	22	3,32
	Vetur	197	498	13,7	48	56	0,95	74	2,77
	Allt árið	197	498	13,7	42	109	0,92	55	2,96
Sandur	Sumar	140	204	21,7	7	53	0,85	0,3	3,67
	Vetur	197	498	13,7	60	56	0,87	1,3	3,31
Mór	Sumar	140	204	21,7	7	53	0,90	1,8	3,61
	Vetur	197	498	13,7	54	56	0,95	8,2	3,03
Méla	Sumar	140	204	21,7	5	53	0,92	24	3,07
	Vetur	197	498	13,7	38	56	0,91	101	2,37
Leir	Sumar	140	204	21,7	7	53	0,87	0,5	3,76
	Vetur	197	498	13,7	37	56	0,79	22	2,34
Grófur	Sumar	140	204	21,7	7	53	0,90	2,9	3,56
	Vetur	197	498	13,7	56	56	0,94	9,2	3,13
Fínn	Sumar	140	204	21,7	5	53	0,92	27	3,13
	Vetur	197	498	13,7	37	56	0,91	158	2,32

Í töflu 4 er yfirlit yfir helstu einkenni lykklanna, sem notaðir voru við útreikninga á gildunum í töflum 2 og 3. Lyklarnir hafa góða eða sæmilega fylgni, en veldisvísar margra þeirra, einkum sumarlyklanna, eru tortryggilega háir. Aðalágalli árslykilsins og vetrarlyklanna er, að hár hundraðshluti framburðar reiknast við dagsmeðalrennsli, sem er yfir hæsta rennsligildi lykklanna, sem stafar af því, að sýni skortir úr vor- og vetrarflóðum.

Þegar hæstu rennsligildi svifaurslykla eru miklu lægri en dagsmeðalrennslið kemst upp í á tímabilinu, sem framburður er reiknaður fyrir, er töluverð hætta á fjarstæðukenndum niðurstöðum fyrir þá daga, sem rennslið er allra hæst. Einkum er hætta á, að framburður geti reiknast langt yfir því, sem eðlilegt er, ef veldisvísar eru mjög háir. Hæsti aurstyrkur í þeim sýnum, sem árslykillinn byggist á, mældist 1463 mg/l og þá var rennslið 100 m^3/s . Hæsti aurstyrkur í sýnunum, sem vetrarlyklarnir byggjast á, var 1005 mg/l og þá var rennslið 197 m^3/s . Eins og áður hefur komið fram, eru F og S3-sýnin, sem tekin voru við Guðlaugsstaði, ekki notuð við gerð þessara lykla. Þeim var sleppt vegna þess, að þau eru talin lakari að gæðum en S1- og S2-sýnin. Þessi sýni eru 21 að tölu og í þremur þeirra hefur aurstyrkur mælst yfir 2000 mg/l og fór hæst í 3796 mg/l. Sandstyrkur þeirra er ekki að sjá óeðlilega hár, en sá kornastærðarflokkur er viðkvæmastur fyrir misheppnaðri sýnatöku. Þessar tölur þarf að hafa í huga, þegar skoðað er, hversu hár aurstyrkurinn getur reiknast samkvæmt lykklunum.

Aurstyrkur samkvæmt árslykli fyrir heildarsvifaur reiknast einn dag yfir 10.000 mg/l, mest 10.698 mg/l.

Sumarlykillinn fyrir heildarsvifaur gefur mest 4907 mg/l og vetrarlykillinn gefur 12 daga meira en 2000 mg/l, mest 4399 mg/l.

Sandstyrkur kemst mest í 490 mg/l samkvæmt sumarlykli, en í 2126 mg/l samkvæmt vetrarlykli.

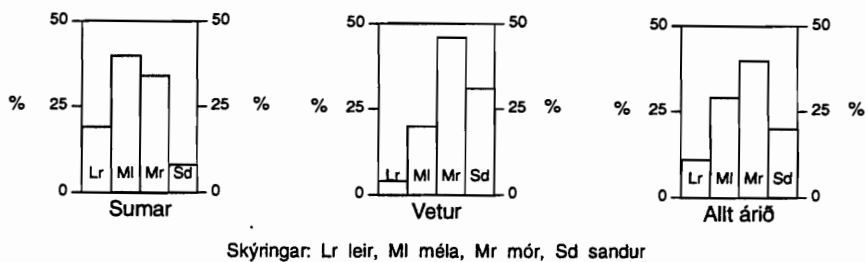
Móstyrkur kemst mest í 1963 mg/l samkvæmt sumarlykli, en í 2435 mg/l samkvæmt vetrarlykli. Mélustyrkur kemst mest í 1449 mg/l samkvæmt sumarlykli, en í 501 mg/l samkvæmt vetrarlykli. Leirstyrkur kemst mest í 1234 mg/l samkvæmt sumarlykli, en í 90 mg/l samkvæmt vetrarlykli. Styrkur grófs aurs kemst samkvæmt sumarlykli upp í 2380 mg/l og fer mest í 5104 mg/l samkvæmt vetrarlykli.

Styrkur fíns aurs kemst samkvæmt sumarlykli upp í 2202 mg/l og fer mest í 574 mg/l samkvæmt vetrarlykli.

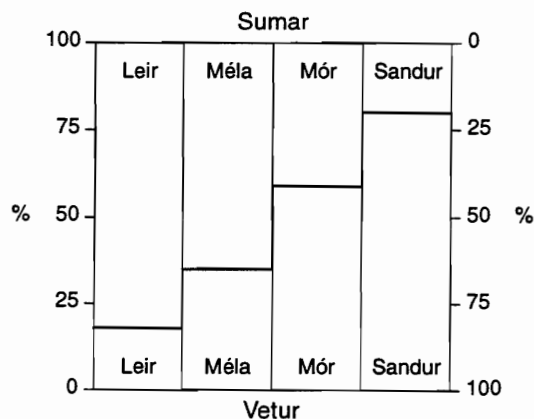
Líklega geta hámarkstölurnar, sem árstíðalyklarnir fyrir heildarsvifaur gefa, staðist í raunveruleikanum. Hámarkstalan, sem árslykillinn gefur, virðist hins vegar vera of há og ber þar enn að sama brunni, að árslyklinum sé ekki treystandi. Hámarkstölurnar, sem lyklar einstakra kornastærðarflokka gefa, virðast sumar vera ótrúlega háar og svipað má segja um hámarkstölurnar fyrir grófan aur og fínan.

Mynd 10 sýnir skiptingu framburðarins í kornastærðarflokkana fjóra. Notuð eru gildin úr töflu 3. Þar kemur skýrt fram, að mjög mikill munur er á kornastærð að sumri og vetri. Hlutur leirs og mélu eykst mikið að sumrinu vegna jökulleysingar.

Mynd 11 sýnir hve stór hundraðshluti svifaurs í hverjum kornastærðarflokki fyrir sig berst fram á hvorri árstíð. Notuð eru gildi úr töflu 3. Hér kemur greinilega fram, að fíni aurinn berst aðallega fram að sumrinu, en grófi aurinn að vetrinum.



MYND 10. Blanda, Löngumýri, hundraðshluti kornastærðarflokka svifaurs 1951-90.



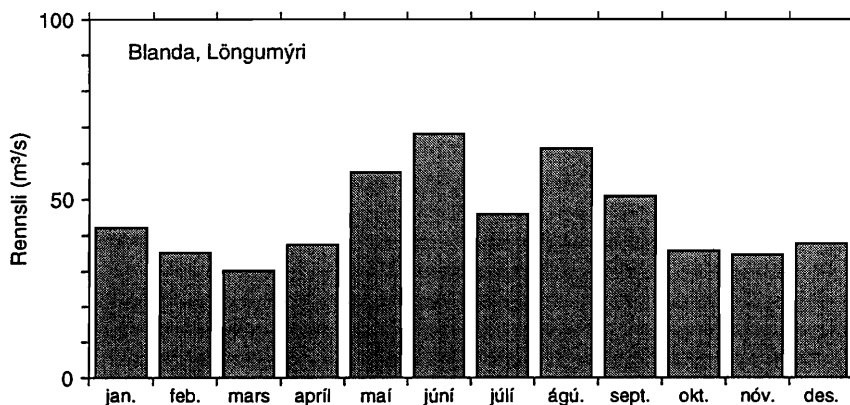
MYND 11. Blanda, Löngumýri, skipting svifaurs á árstíðir 1951-90.

Helstu niðurstöður varðandi framburð svifaurs í Blöndu við Löngumýri á tímabilinu 1951-90 eru þessar:

- Meðalframburður á ári reiknast um 450 þúsund tonn samkvæmt árstíðalyklum, en um 570 þúsund tonn samkvæmt árslykli. Munurinn virðist liggja í því, að vægi sumarsýnanna í árslyklinum sé of mikið, en aurstyrkur þeirra er töluvert meiri en vetrarsýnanna miðað við rennsli. Þegar árslykillinn er notaður, hafa sumarsýnin þannig veruleg áhrif á útreikninga á framburði í flóðum, en þau koma aðallega á vörin og um miðjan vetur. Niðurstöður samkvæmt árstíðalyklum verða því að teljast miklu trúverðugri.
- Um 48% svifausins berst fram í júlí - september samkvæmt árstíðalyklum. Framburður reiknast mestur í maí, en þá gætir vorflóðanna oftast mest.
- Mikill munur er á kornastærð svifausins að sumri og vetri. Meiri hluti grófa aursins berst fram að vetri, en meiri hluti fína aursins að sumri, kemur með jökulleysingunni. Að meðaltali yfir árið er skiptingin þannig samkvæmt árstíðalyklum, að grófur svifaur reiknast 60-62% og fínur 38-40%. Nánari skipting er þannig, að sandur reiknast 20%, mór 40%, méla 29% og leir 11%.
- Vetrarlyklarnir og árslykillinn hafa þann slæma ágalla, að miklu munar á hæstu rennslisgildum þeirra og hæsta dagsmeðalrennsli. Munurinn er svo mikill, að um eða yfir helmingur af reiknuðum framburði reiknast þá daga, sem dagsmeðalrennslið er yfir hæsta rennsli lyklanna. Ástæðan er sú, að sýni skortir úr vor- og vetrarflóðum, en úr því verður ekki bætt úr þessu með sýnatöku, af því að áin hefur verið virkjuð, en vegna viðstöðu vatns í miðlunarlóni virkjunarinnar varð mikil breyting á rennslisháttum árinna og gjörbreyting á framburði neðan virkjunar, eins og kemur fram í næsta kafla. Að öðru leyti eru lyklarnir nokkuð góðir, nema margir þeirra hafa tortryggilega háa veldisvísa.
- Skortur á sýnum teknum við hátt rennsli dregur úr trúverðugleika lyklanna, þegar reiknaður er framburður við rennsli, sem er miklu hærra en mesta rennslið, þegar sýni hafa verið tekin. Við mjög hátt rennsli gefur árslykillinn aurstyrk, sem virðist vera alltof hár. Hæsti aurstyrkur, sem árstíðalyklarnir fyrir heildarsvifaur gefa, virðist geta staðist, svo að meðalframburðurinn, sem þeir gefa, um 450 þúsund tonn á ári, ætti að vera nærri lagi. Hámarksaurstyrkur reiknaður með lyklum fyrir grófan aur og fínan og fyrir einstaka kornastærðarflokka virðist í sumum tilfellum vera í hæsta lagi.

5. FRAMBURÐUR EFTIR VIRKJUN

Við virkjunina varð mikil breyting á rennslisháttum Blöndu við Löngumýri vegna vatnsmiðlunar. Mynd 12 sýnir mánaðarmeðalrennsli Blöndu við Löngumýri á árunum 1992-97. Þegar hún er borin saman við mynd 6, sést, að mikil breyting er orðin á dreifingu rennslisins á mánuði. Rennslið að vetrinum hefur aukist mikið á kostnað sumarrennslisins og maí er ekki lengur með hæsta rennslið heldur júní.



MYND 12. Blanda, Löngumýri, mánaðarmeðalrennsli 1992-97.

TAFLA 5. Blanda, Löngumýri, framburður svifaurs á ári 1992-97.

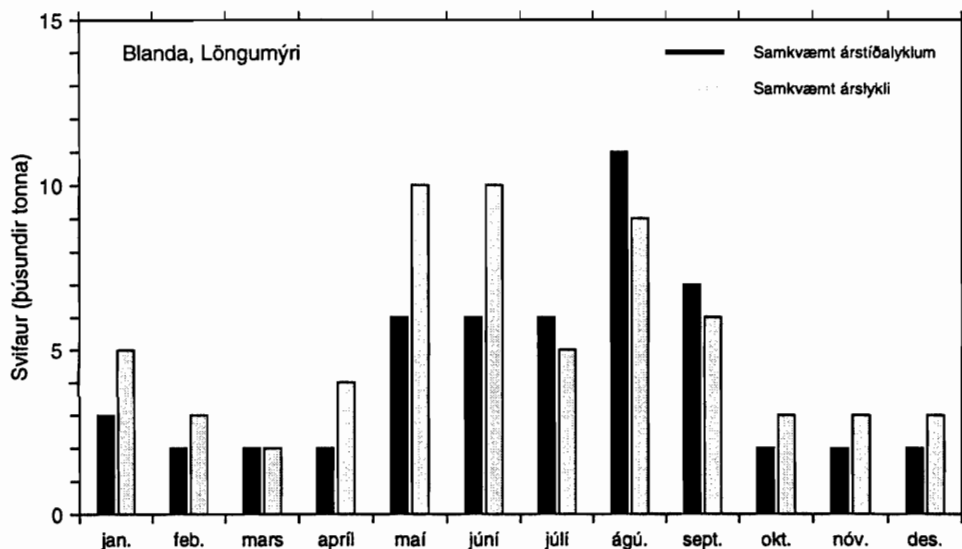
S1- og S2-sýni. Sumarið er skilgreint sem júlí - september, en veturinn sem október - júní

Ár	Meðalrennsli m³/s	Svifaur í þúsundum tonna á ári samkvæmt			
		sumar-lykli	vetrar-lykli	sumar + vetur	árslykli
1992	54,6	15	52	67	100
1993	43,5	25	24	49	58
1994	37,3	24	15	39	42
1995	50,5	39	25	64	71
1996	38,5	11	25	36	48
1997	45,9	31	22	53	59
Meðaltöl	45,0	24	27	51	63

Í töflu 5 eru niðurstöður útreikninga á heildarsvifaur ári fyrir ár á tímabilinu 1992-97. Árið 1991 er ekki tekið með, vegna þess að rennslið var mjög óreglulegt. Haustið 1990 var vatni veitt í Blöndulón um tíma, eins og minnst er á hér framfar í skýrslunni, og 12. júní 1991 var aftur farið að veita vatni í lónið. Litið er svo á, að árið 1991 hafi verið millibilsástand á rennsli Blöndu. Mæligildi sýna, sem tekin voru 1991 í mánuðunum júní, júlí og september, eru tekin með í lyklunum, enda hafa þau greinileg miðlunareinkenni. Þegar borin eru saman meðaltölin í töflum 2 og 5, kemur í ljós, að eftir virkjun er framburðurinn kominn niður í um 11% þess, sem var fyrir virkjun, þegar miðað er við reikninga samkvæmt árstíðalyklum, en í 10%, ef miðað er við árslykla.

Mynd 13 sýnir meðalframburð eftir mánuðum. Þegar borin er saman við mynd 9, sést greinilega, hvernig dreifingin hefur breyst við virkjunina. Framburðurinn er orðinn miklu jafnari, einkum gætt áhrifa vorflóðanna miklu minna en áður. Eins og fyrir virkjun er sá munur á gildum reiknuðum annars vegar með árstíðalyklum og hins vegar með árslykli, að árslykillinn gefur hærri gildi á tímabili vetrarlykilsins, en lægri gildi á tímabili sumarlykilsins. Þetta er auðskilið,

sumarsýnin eru 28, en vetrarsýnin 14 og aurstyrkur sumarsýnanna er hærri en vetrarsýnanna við sama rennsli. Sumarsýnin, sem eru tvöfalt fleiri en vetrarsýnin, hafa því óeðlilega mikið vægi í árslyklinum, þar sem um 70% af rennslinu er í mánuðunum október - júní, tímabili vetrarlykilsins. Þetta skýrir líka muninn á framburði reiknuð með árstíðalyklum og árslykli, sem fram kemur í töflu 5. Að þessum sökum verða niðurstöður samkvæmt árstíðalyklum að teljast trúverðugri, eins og áður hefur verið vikið að.



MYND 13. Blanda, Löngumýri, meðalframburður svifaurs eftir mánuðum 1992-97.

Tafla 6 sýnir skiptingu svifaursins í grófan aur og fínan samkvæmt árstíðalyklum. Þegar borið er saman við gildin í töflu 3, má sjá, að grófi svifaurinn er kominn niður í um 3% þess, sem var fyrir virkjun og fíni aurinn niður í um 24%.

TAFLA 6. Blanda, Löngumýri, framburður svifaurs af einstökum kornastærðarflokkum 1992-97.

Svifaur í þúsundum tonna á ári
S1- og S2-sýni. Samarið er skilgreint sem júlí - september, en veturinn sem október - júní

Kornastærð Stærðarflokkur	Mörk mm	Sumar	Vetur	Sumar + vetur	Hundraðs- hluti
Sandur	> 0,2	0,8	0,7	1,5	3
Mór	0,02-0,2	2,6	3,6	6,2	14
Sandur + mór	> 0,02	3,4	4,3	7,7	17
Méla	0,002-0,02	7,8	10,1	17,9	40
Leir	< 0,002	9,7	9,1	18,8	43
Méla + leir	< 0,02	17,5	19,2	36,7	83
Samtals allir stærðarflokkar		20,9	23,5	44,4	100
Grófur svifaur	> 0,02	3,7	4,5	8,2	17
Fínn svifaur	< 0,02	18,5	21,0	39,5	83
Grófur + fínn		22,2	25,5	47,7	100

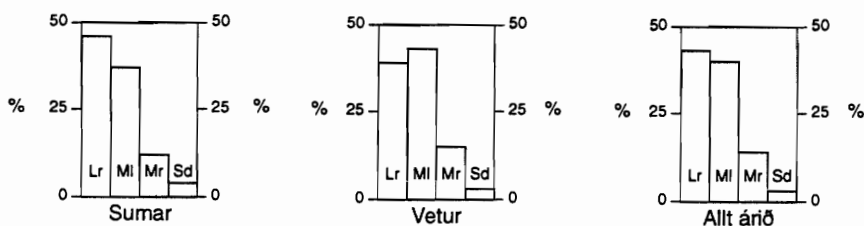
TAFLA 7. Blanda, Löngumýri, svifaurslyklar 1991-97.

Lyklarnir eru á forminu $q_s = k \times Q^n$, q_s : svifaur (kg/s), k: fasti, Q: rennsli (m^3/s), n: veldisvísir
 Sumar er hér skilgreint sem júlí - september, vetur sem október - júní
 H. r. l.: hæsta rennsli lykils, H. dmr.: hæsta dagsmeðalrennsli á gildistíma lykils, L. r. l.: lægsta rennsli lykils
 F. y. h. r. l.: hundraðshluti framburðar yfir hæsta rennsli lykilsins

Kornastærð	Árstíð	H. r. l. m^3/s	H. dmr. m^3/s	L. r. l. m^3/s	F. y. h. r. l. %	Sýna- fjöldi	Fylgni R	Hlutfallsstuðull $k \times 10^6$	Veldisvísir n
Heildar- svifaur	Sumar	146	192	6,0	3	28	0,80	5950	1,54
	Vetur	187	548	15,2	11	14	0,85	3930	1,48
	Allt árið	187	548	6,0	9	42	0,82	4240	1,57
Sandur	Sumar	146	192	6,0	4	28	0,76	39	1,92
	Vetur	187	548	15,2	8	14	0,68	179	1,34
Mór	Sumar	146	192	6,0	2	28	0,46	7000	0,97
	Vetur	187	548	15,2	6	14	0,63	2170	1,13
Méla	Sumar	146	192	6,0	2	28	0,81	3460	1,40
	Vetur	187	548	15,2	13	14	0,83	945	1,58
Leir	Sumar	146	192	6,0	5	28	0,87	101	2,27
	Vetur	187	548	15,2	11	14	0,78	1310	1,48
Grófur	Sumar	146	192	6,2	2	28	0,53	5050	1,13
	Vetur	187	548	15,2	6	14	0,67	2500	1,15
Fínn	Sumar	146	192	6,0	3	28	0,85	2190	1,71
	Vetur	187	548	15,2	13	14	0,84	1970	1,58

Að sjálfsögðu verður að taka þessum samanburði með mikilli varúð, því að tímabilið eftir virkjun er aðeins sex ár, og framburður er mjög mismikill frá ári til árs, svo að verulega getur munað um hvert ár. Einnig eru lyklarnar fyrir seinna tímabilið sumir lélegir að því er varðar fylgni, jafnvel mjög lélegir, sjá töflu 7. Veldisvísarnir eru aftur á móti aldrei tortryggilega háir, heldur í lægsta lagi, en það er algengt í lykllum yfir framburð úr stöðuvötnum. Framburður ætti því ekki að reiknast alltof hár við hátt rennsli vegna hárra veldisvísa. Þessir lyklar hafa ennfremur annan kost samanborið við lykllana fyrir tímabilið fyrir virkjun, en hann er sá, að tiltölulega lítill hluti framburðarins er við hærri rennsli en hæsta rennsli lykllanna.

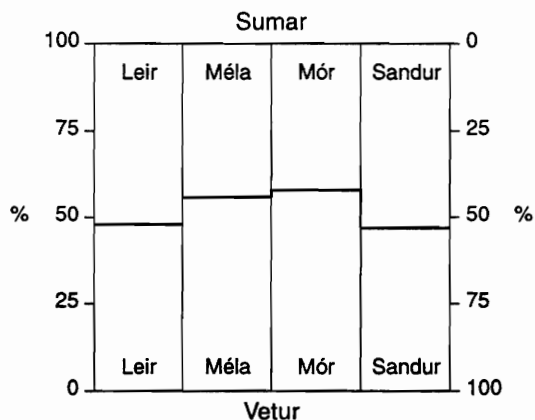
Mynd 14 sýnir skiptingu framburðarins í kornastærðarflokkana fjóra. Notuð eru gildi úr töflu 6. Þar kemur skýrt fram, að mjög mikill munur er á kornastærðardreifingu svifaursins frá því fyrir virkjun, sjá mynd 10. Hlutur sands og mós hefur stórlega minnkað og minni munur er á kornastærðardreifingu að sumri og vetri. Hvorttveggja er eðlileg afleiðing af setsöfnun í Blöndulóni.



Skýringar: Lr leir, Ml méla, Mr mór, Sd sandur

MYND 14. Blanda, Löngumýri, hundraðshluti kornastærðarflokka svifaurs 1992-97.

Mynd 15 sýnir hve stór hundraðshluti svifaurs í hverjum kornastærðarflokki fyrir sig berst fram á hvorri árstíð. Notuð eru gildi úr töflu 6. Hér kemur greinilega fram, að lítill munur er á kornastærðardreifingu aursins eftir árstíðum ólíkt því, sem var fyrir virkjun, sjá mynd 11.



MYND 15. Blanda, Löngumýri, skipting svifaurs á árstíðir 1992-97.

Helstu niðurstöður varðandi framburð svifaurs í Blöndu við Löngumýri á tímabilinu 1992-97 eru þessar:

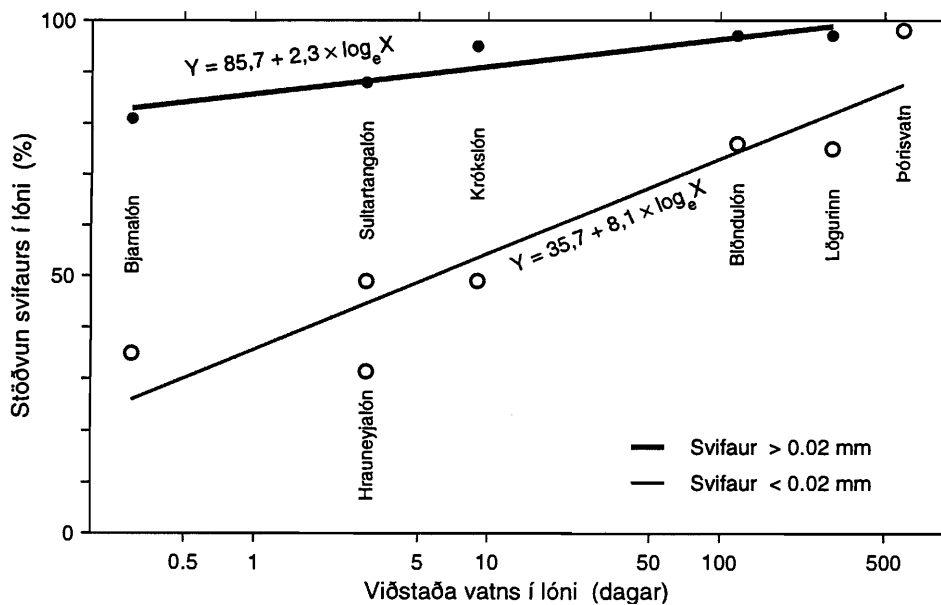
- Meðalframburður á ári reiknast um 50 þúsund tonn samkvæmt árstíðalyklum, en um 60 þúsund tonn samkvæmt árslykli.
- Framburðurinn dreifist jafnar á árið en áður, einkum hefur dregið úr áhrifum vorflóðanna.
- Um 47% svifaursins berst fram í júlí - september samkvæmt árstíðalyklum, sem er svipað hlutfall og fyrir virkjun.
- Grófur svifaur reiknast 17% og fínn 83%. Nánari skipting er þannig, að sandur reiknast 3%, mór 14%, méla 40% og leir 43%. Tiltölulega lítill munur er á kornastærðardreifingu svifaursins að sumri og vetri, ólíkt því sem áður var.
- Svifaurslyklarnir hafa lélegri fylgni en á fyrra tímabilinu, en hins vegar eru veldisvísar þeirra aldrei tortryggilega háir og tiltölulega lítill hluti framburðarins er við hærra rennsli en hæsta rennsli lyklanna.
- Meðalframburður á ári hefur lækkað frá því fyrir virkjun, úr 450 þúsund tonnum á ári niður í 50 þúsund tonn, ef miðað er við árstíðalykla, þ. e. niður í um 11% af því, sem áður var.
- Þar sem tímabilið eftir virkjun er mjög stutt og sýnin fá, sérstaklega að vetrarlagi, verður að taka niðurstöðunum með mikilli varúð.

6. SETMYNDUN Í BLÖNDULÓNI

Aðalástæðan fyrir því, að Orkustofnun fylgist með aurframburði vatnsfalla, er sú, að aurinn sest til í miðlunar- og inntakslónum virkjana og fyllir þau með tímanum. Í töflu 8 eru settar fram helstu tölur um líklega setmyndun í Blöndulóni samkvæmt þeim útreikningum á framburði, sem hér hefur verið lýst. Upplýsingar um rúmmál lónsins eru fengnar úr skýrslu frá Verkfræðistofu Sigurðar Thoroddsen sf. *Virkjun Blöndu I.* frá 1975 eftir Kristján M. Sigurjónsson og Loft Þorsteinsson. Gengið er út frá hæðinni u. þ. b. 478 m y. s. Hér er gert ráð fyrir, að eðlismassi setsins sé $1,4 \text{ g/cm}^3$.

TAFLA 8. Setmyndun af völdum svifaurs í Blöndulóni.

Meðalrennsli (m^3/s)	43
Rúmmál lóns (Gl)	440
Meðalviðstaða vatns í lóni (dagar)	118
Stöðvun svifaurs í lóni á ári (milljónir tonna)	
Grófur	0,26
Fínn	0,13
Alls	0,39
Árleg setmyndun (Gl)	0,28
Fyllingartími lóns (ár)	1500



MYND 16. Samband viðstöðu vatns og stöðvunar svifaurs í lónum.

Samkvæmt þessum reikningum er fyllingartími lónsins um 1500 ár. Hér er aðeins reiknað með framburði svifaurs. Eitthvað af grófum aur hlýtur að berast fram sem botnskrið og styttist fyllingartíminn sem því nemur frá því, sem hér reiknast. Botnskriðsmælingar hafa aðeins tvisvar verið gerðar í Blöndu og þá við Strjúgsstaði í Langadal. Í fyrra skiptið mældist botnskriðið aðeins um 7% af svifaursframburði á sama tíma, en rennslið var þá um helmingur af meðalrennsli. Í seinna skiptið mældist botnskriðið hins vegar um 64% af svifaursframburði á sama tíma. Þá var rennslið nálægt meðalrennsli. Þessar tölur eru hundraðshlutar af svifaursframburði við Löngumýri, en mjög lítil munur reyndist vera á framburði svifaurs við Löngumýri og Strjúgsstaði. Af þessum mælingum virðist mega ráða, að hlutur botnskriðs í heildaraurburði Blöndu sé mjög misjafn og geti verið verulegur, en vissulega er varasamt að draga miklar ályktanir af tveimur mælingum. Að því, er varðar fyllingartíma Blöndulóns, verður að hafa í huga, að vegna óvissu um botnskrið getur raunverulegur fyllingartími orðið talsvert skemmri en 1500 ár. Einnig má benda á, að komi til verulegrar hlýnunar, eins og spáð hefur verið vegna gróðurhúsaáhrifa, kemur aurframburður til með að aukast fyrst í stað, en síðan ætti hann að minnka.

Mynd 16 sýnir samband viðstöðu vatns og aurstöðvunar í hundraðshlutum. Það er byggt á reynslu frá Tungnár- og Þjórsársvæðinu og Lagarfljóti, sjá Haukur Tómasson o. fl. 1996. Hér hafa bæst við gildi frá Blöndulóni byggð á útreikningunum, sem fjallað er um í þessari skýrslu. Gildin frá Blöndulóni falla svo vel að gildum frá hinum stöðunum, að jöfnurnar breyttust nær ekkert.

7. FRAMBURÐI SKIPT Í ÞRJÁ KORNASTÆRÐARFLOKKA

Að ósk Landsvirkjunar var framburður einnig reiknaður samkvæmt þriggja flokka skiptingu í kornastærðir. Fínasti flokkurinn er óbreyttur, < 0,002 mm, en hinir flokkarnir eru méla + fínmór, 0,002 - 0,06 mm, og grófmór + sandur, > 0,06 mm.

Skiptingu við 0,06 mm mörkin er ekki að finna í gagnasafni svifaursmælinga, svo að þau gögn varð að sækja í frumgögn (kornastærðarferla). Mörkin eru, þar sem tvær ólíkar mæliaðferðir mætast, og er þar komið á ystu nöf að því, er nákvæmni þeirra beggja snertir. Kornastærð grófasta aursins er mæld með sigtun og er fínasta sigtið af stærðinni 0,062 mm. Sigtun er farin að verða mjög ónákvæm aðferð, þegar komið er niður í svo fína kornastærð. Fyrir fínna efni tekur þá við mæling í setvog, þar sem mældur er fallhraði og gildin síðan umreiknuð í kornastærð út frá Stokeslögmáli. Sú aðferð er afar ónákvæm fyrir grófustu kornin, en er líklega orðin viðunandi, þegar komið er niður undir 0,02 mm. Við 0,06 mm mörkin er þess vegna veikur hlekkur á kornastærðarferlinum, enda er algengt, að þar sé brot á ferlinum. Reynt var að jafna brotið út, áður en prósentutalan við 0,06 mm var lesin af ferlinum.

Í töflu 9 eru niðurstöður útreikninga á framburði fyrir virkjun, þar sem gengið er út frá þessari þriggja flokka skiptingu. Niðurstöðunum, að því er varðar framburð samtals, ber vel saman við niðurstöður í töflum 2 og 3.

TAFLA 9. Blanda, Löngumýri, framburður svifaurs af þremur kornastærðarflokkum 1951-90.

Svifaur í þúsundum tonna á ári
S1- og S2-sýni. Sumarið er skilgreint sem júlí - september, en veturinn sem október - júní

Kornastærð Stærðarflokkur	Mörk mm	Sumar	Vetur	Sumar + vetur	Hundraðs- hluti
Sandur + grófmór	> 0,06	47	137	184	44
Fínmór + méla	0,002 - 0,06	117	74	191	45
Leir	< 0,002	37	8	45	11
Samtals allir stærðarflokkar		201	219	420	100

Í töflu 10 eru settar fram niðurstöður tilsvareandi útreikninga fyrir tímabilið eftir virkjun. Að því er varðar heildarframburð ber niðurstöðunum hér einnig vel saman við framburð samkvæmt fyrri reikningum, sjá töflur 5 og 6.

TAFLA 10. Blanda, Löngumýri, framburður svifaurs af þremur kornastærðarflokkum 1992-97.

Svifaur í þúsundum tonna á ári
S1- og S2-sýni. Sumarið er skilgreint sem júlí - september, en veturinn sem október - júní

Kornastærð Stærðarflokkur	Mörk mm	Sumar	Vetur	Sumar + vetur	Hundraðs- hluti
Sandur + grófmór	> 0,06	2,3	2,6	4,9	11
Fínmór + méla	0,002 - 0,06	9,6	12,2	21,8	48
Leir	< 0,002	9,7	9,1	18,8	41
Samtals allir stærðarflokkar		21,6	23,9	45,5	100

Magntölurnar fyrir leir í töflum 9 og 10 eru teknar beint úr töflum 3 og 6, en hundraðshlutinn er að sjálfsögðu reiknaður upp á nýtt. Skýringin á því, að í töflu 6 reiknast leirinn 43% af svifaurnum, en aðeins 41% í töflu 10, er sú, að summan fyrir alla kornastærðarflokka er lægri í töflu 6 en í töflu 10.

Í töflum 11 og 12 eru sýndir eiginleikar lykllanna, sem notaðir voru til að reikna framburð aurs af hinum kornastærðarflokkunum tveimur, sem settur er fram í töflum 9 og 10. Eiginleikar þeirra eru sambærilegir við eiginleika lykla fyrir sand, mó og mélu fyrir sömu tímabil, sem settir eru fram í töflum 4 og 7 hér að framan.

TAFLA 11. Blanda, Löngumýri, svifaurstryklar fyrir aur > 0,06 mm og 0,06 - 0,002 mm 1965-90.

Lyklarnir eru á forminu $q_s = k \times Q^n$, q_s : svifaur (kg/s), k: fasti, Q: rennsli (m^3/s), n: veldisvísir

Sumar er hér skilgreint sem júlí - september, vetur sem október - júní

H. r. l.: hæsta rennsli lykils, H. dmr.: hæsta dagsmeðalrennsli á gildistíma lykils, L. r. l.: lægsta rennsli lykils

F. y. h. r. l.: hundraðshluti framburðar yfir hæsta rennsli lykilsins

Kornastærð mm	Árs- tíð	H. r. l. m^3/s	H. dmr. m^3/s	L. r. l. m^3/s	F. y. h. r. l. %	Sýna- fjöldi	Fylgni R	Hlutfallsstuðull $k \times 10^6$	Veldisvísir n
> 0,06	Sumar	140	204	21,7	6	53	0,89	2,1	3,50
	Vetur	197	498	13,7	57	56	0,91	5,5	3,17
0,002 - 0,06	Sumar	140	204	21,7	5	53	0,93	17	3,23
	Vetur	197	498	13,7	42	56	0,94	80	2,53

TAFLA 12. Blanda, Löngumýri, svifaurstryklar fyrir aur > 0,06 mm og 0,06 - 0,002 mm 1991-97.

Lyklarnir eru á forminu $q_s = k \times Q^n$, q_s : svifaur (kg/s), k: fasti, Q: rennsli (m^3/s), n: veldisvísir

Sumar er hér skilgreint sem júlí - september, vetur sem október - júní

H. r. l.: hæsta rennsli lykils, H. dmr.: hæsta dagsmeðalrennsli á gildistíma lykils, L. r. l.: lægsta rennsli lykils

F. y. h. r. l.: hundraðshluti framburðar yfir hæsta rennsli lykilsins

Kornastærð mm	Árs- tíð	H. r. l. m^3/s	H. dmr. m^3/s	L. r. l. m^3/s	F. y. h. r. l. %	Sýna- fjöldi	Fylgni R	Hlutfallsstuðull $k \times 10^6$	Veldisvísir n
> 0,06	Sumar	146	192	6,0	3	28	0,64	660	1,50
	Vetur	187	548	15,2	7	14	0,66	1130	1,21
0,002 - 0,06	Sumar	146	192	6,0	2	28	0,72	9080	1,22
	Vetur	187	548	15,2	11	14	0,83	1820	1,47

Út frá þessum útreikningum má sjá, hvernig mórinn skiptist í grófmó (0,2 - 0,06 mm) og fín mó (0,06 - 0,002 mm), með því að bera saman töflur 3 og 9 annars vegar og 6 og 10 hins vegar. Þá kemur í ljós, að fyrir virkjun hefur borist álíka mikið fram af grófmó og fín mó að sumarlagi, en að vetrinum hefur skiptingin verið þannig, að um þriðjungur mósins hefur verið fín mór og tveir þriðju grófmór. Eftir virkjun berst álíka mikið fram af grófmó og fín mó bæði að sumri og vetri.

8. NIÐURSTÖÐUR

Framburður fyrir virkjun

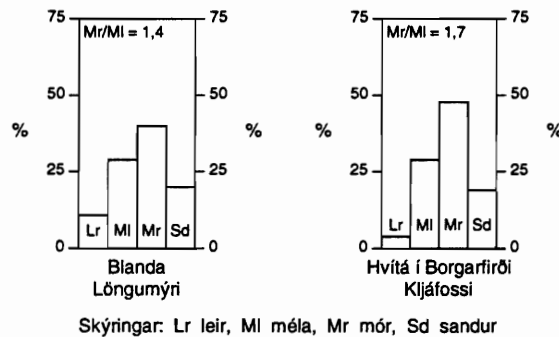
Meðalframburður svifaurs í Blöndu við Löngumýri á tímabilinu 1951-90 reiknast um 450 þúsund tonn á ári samkvæmt árstíðalyklum, en um 570 þúsund tonn samkvæmt árslykli. Niðurstöður samkvæmt árstíðalyklunum verður að telja miklu trúverðugri, og eru allar tölur hér á eftir byggðar á þeim, nema annars sé getið.

Árstíðaskiptingin er þannig, að mánuðirnir júlí - september eru skilgreindir sem sumar, en október - júní sem vetur. Um 48% framburðarins bárust fram í júlí - september, en af einstökum mánuðum reiknast mestur framburður í maí, en þá gætti vorflóðanna oftast mest.

Grófur svifaur reiknast 60-62% og fínn 38-40%. Nánari skipting er þannig, að sandur reiknast 20%, mór 40%, méla 29% og leir 11%. Meiri hluti grófa aursins barst fram að vetri, en meiri hluti fína aursins að sumri.

Að ósk Landsvirkjunar var framburður einnig reiknaður út samkvæmt annarri kornastærðarskiptingu. Þá er aurnum skipt í þrjá kornastærðarflokka í stað fjögurra. Kornastærðarflokknum, mór, er þá skipt upp á milli sands og mélu. Skiptingin er þannig í hundraðshlutum: Sandur + grófmór (> 0,06 mm) 44%, fínmór + méla (0,06 - 0,002 mm) 45% og leir (< 0,002 mm) 11%. Rétt er að taka fram, að kornastærðarmörkin við 0,06 mm eru mjög ónákvæm vegna þess, að þar er skipt um mæliaðferð.

Skortur á sýnum teknum við mikið rennsli dregur verulega úr áreiðanleika sumra lyklanna, sérstaklega árslykilsins og vetrarlykilsins fyrir heildarsvifaur og einnig sumra lyklanna fyrir grófan aur og fínan og fyrir einstaka kornastærðarflokka. Héðan af verður ekki bætt úr þessu með sýnatöku af eðlilegum ástæðum.



MYND 17. Hundraðshluti kornastærðarflokka svifaurs í Blöndu 1951-90 og Hvítá í Borgarfirði 1952-96.

Til samanburðar við framburð í öðrum ám, þar sem hann hefur nýlega verið reiknaður með sömu aðferð, má nefna, að hann reiknast um þriðjungur meiri en í Skjálfandaflijóti við Stóruvelli (Svanur Pálsson og Guðmundur H. Vigfússon 1997) og Jökulsá í Fljótsdal við Hól (Haukur Tómasson, Svanur Pálsson og Guðmundur H. Vigfússon 1996) og um þrefalt meiri en í Hvítá í Borgarfirði við Kljáfoss (Svanur Pálsson og Guðmundur H. Vigfússon 1998). Hlutföll kornastærðarflokka eru svipuð og í Hvítá við Kljáfoss, sjá mynd 17. Aðalmunurinn er sá, að hlutfallslega meira er af leir í Blöndu og hlutur mós er meiri í Hvítá.

Framburður eftir virkjun

Meðalframburður svifaurs við Löngumýri á tímabilinu 1992-97 reiknast um 50 þúsund tonn á ári samkvæmt árstíðalyklum, en um 60 þúsund tonn samkvæmt árslykli. Þar sem útreikningar út frá árstíðalyklum gefa að öðru jöfnu áreiðanlegri niðurstöður, eru allar tölur hér á eftir byggðar á þeim.

Um 47% aursins berst fram í júlí - september, sem er svipað hlutfall og fyrir virkjun.

Grófur svifaur reiknast 17% og fín 83%. Nánari skipting er þannig, að sandur reiknast 3%, mór 14%, méla 40% og leir 43%. Tiltölulega lítt munur er á kornastærðardreifingu aursins að sumri og vetri, ólíkt því sem áður var.

Skipting framburðar í þrjá kornastærðarflokka að ósk Landsvirkjunar er þannig: Sandur + grófmór (> 0,06 mm) 11%, fínmór + méla (0,06 - 0,002 mm) 48% og leir (< 0,002 mm) 41%.

Sé framburðurinn borinn saman við framburð í öðrum ám, má nefna Lagarfljót, en framburður þar reiknaðist um 70 þúsund tonn á ári á tímabilinu 1962-71, þ. e. áður en Eyjabakkajökull hljóp fram (Haukur Tómasson o. fl. 1996). Vert er að taka fram, að sýnin úr Lagarfljóti voru af lakari gæðaflokki en sýnin úr Blöndu.

Samanburður á framburði fyrir og eftir virkjun

Meðalframburður á ári á sýnatökustaðnum við Löngumýri hefur lækkað niður í um 11% af því, sem var fyrir virkjun, og hann dreifist jafnar á árið en áður var. Mismunurinn er um 400 þúsund tonn á ári, sem sest í Blöndulón. Þá er gengið út frá því, að framburður fyrir virkjun hafi verið álíka mikill í ánni ofan við núverandi lón og á sýnatökustaðnum og framburður þar efra hafi að meðaltali verið álíka mikill fyrir og eftir virkjun. Með jafnmikilli árlegri setmyndun tæki um 1500 ár að fylla lónið. Hér er aðeins átt við setmyndun vegna svifaurs, en vitneskju skortir um botnskrið. Ef það er verulegt, kemur lónið til með að fyllast á skemmri tíma.

Þessum niðurstöðum verður að taka með varúð af tveimur ástæðum. Sýni tekin við hátt rennsli í vorflóðum skortir í gagnasafnið frá því fyrir virkjun, svo að útreikningar á framburði fyrir virkjun eru ekki nógu traustir. Úr því verður ekki bætt. Tímabilið eftir virkjun er mjög stutt og sýnin fá, sérstaklega að vetrarlagi. Auðvelt ætti að vera að bæta úr því með sýnatöku.

9. HEIMILDIR

- Haukur Jóhannesson og Kristján Sæmundsson 1989: *Jarðfræðikort af Íslandi. 1:500 000. Berggrunnskort*. Náttúrufræðistofnun Íslands og Landmælingar Íslands, Reykjavík (1. útgáfa).
- Haukur Tómasson og Svanur Pálsson 1968: *Skýrsla um aurburðarrannsóknir 1965-1966*. Orkustofnun.
- Haukur Tómasson 1990: Aurburður í íslenskum ám. Í: *Vatnið og landið*. Guttormur Sigbjarnarson (ritstjóri). Vatnafræðiráðstefna, október 1987. Orkustofnun: 169-174.
- Haukur Tómasson og Svanur Pálsson 1990: Aurburður og rof. Í: *Vatns er þörf*. Sigurjón Rist. Menningarsjóður: 75-78.
- Haukur Tómasson, Svanur Pálsson og Guðmundur H. Vigfússon 1996: *Framburður svifaurs í Jökulsánum norðan Vatnajökuls*. Orkustofnun, OS-96024/VOD-02.
- Helgi Björnsson 1988: *Hydrology of ice caps in volcanic regions*. Vísindafélag Íslendinga 45: 139 s.
- Kristján M. Sigurjónsson og Loftur Þorsteinsson 1975: *Virkjun Blöndu I — Frumáætlun um 135 MW virkjun*. Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen sf. VST 85.016. Skýrsla samin fyrir Orkustofnun OS-ROD-75.21.
- Svanur Pálsson og Guðmundur H. Vigfússon 1997: *Framburður svifaurs í Skjálfandaftjóti*. Orkustofnun, OS-97056.
- Svanur Pálsson og Guðmundur H. Vigfússon 1998: *Framburður svifaurs í Hvítá í Borgarfirði*. Orkustofnun, OS-98017.
- Vatnamælingar OS 1999: *Gagnagrunnur um rennsli vatnsfalla*.
- Verkfræðistofan Vatnaskil sf. 1999: *Blanda og Vestari-Jökulsá — Rennslislíkan*. Unnið fyrir Landsvirkjun.