



ORKUSTOFNUN

Vatnamælingar



Niðurstöður kornastærðarmælinga á áreyrasýnum frá Þjórsá milli Sóleyjarhöfða og Svartár

Jórunn Harðardóttir

Unnið fyrir Landsvirkjun

2003

OS-2003/055

Jórunn Harðardóttir

Niðurstöður kornastærðarmælinga á áreyrasýnum frá Þjórsá milli Sóleyjarhöfða og Svartár

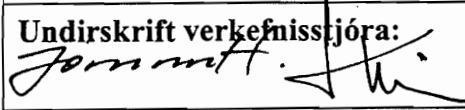
Unnið fyrir Landsvirkjun

OS-2003/055

Nóvember 2003

ORKUSTOFNUN – VATNAMÆLINGAR

Reykjavík: Grensásvegi 9, 108 Rvk. – Sími: 569 6000 – Fax: 568 8896
Netfang Vatnamælinga: ym@os.is – Veffang: <http://www.os.is/vatnam>

Skýrsla nr.: OS-2003/055	Dags.: Nóvember 2003	Dreifing: <input checked="" type="checkbox"/> Opin <input type="checkbox"/> Lokuð til
Heiti skýrslu / Aðal- og undirtitill: Niðurstöður kornastærðarmælinga á áreyrasýnum frá Þjórsá milli Sóleyjarhöfða og Svartár		Upplag: 25
		Fjöldi síðna: 32
Höfundar: Jórunn Harðardóttir	Verkefnisstjóri: Kristinn Einarsson Jórunn Harðardóttir	
Gerð skýrslu / Verkstig: Niðurstöður kornastærðarmælinga á eyrasýnum	Verknúmer: 7-546848	
Unnið fyrir: Landsvirkjun		
Samvinnuaðilar:		
<p>Útdráttur:</p> <p>Í þessari skýrslu er fjallað um kornastærðargreiningar á 40 áreyrasýnum sem tekin voru þann 24. júní 2003 í Þjórsá milli Sóleyjarhöfða og Svartár. Sýnin voru tekin ýmist ástreymis, hlémegin eða nálægt miðri eyri. Efnið í áreyrunum er aðallega möl og sandur og eru sýnin sem tekin voru ástreymis, heldur grófari en sýnin sem tekin voru hlémegin á áreyrunum sérstaklega í efstu sýnum nálægt Sóleyjarhöfða. Fyrir neðan Eyvafen eru áreyrarnar tölувert grófari með steinum og hnullungum allt að 1 m í þvermál, en þar sem grófasta efnið var ekki safnað eru afleiddir kornastærðareiginleikar, s.s. meðalstærð, ekki mjög frábrugðnir fyrir þessi sýni miðað við sýni ofar í ánni. Fyrir neðan Eyvafen er jarðgrunnurinn annar en þar fyrir ofan; miklir jökulruðningsflákar með misgrófu efni sem útskýrir að öllum líkindum grófleika áreyranna á þessu svæði.</p>		
Lykilord: Þjórsá, Sóleyjarhöfði, Norðlingaalda, Svartá, Eyvafen, áreyrasýni, kornastærðarmælingar, kornastærðareiginleikar, meðalstærð, skakki, aðgreining,	ISBN-númer:	
		Undirskrift verkefnistjóra: 
		Yfirlægning af:

EFNISYFIRLIT

1 INNGANGUR	5
2 FRAMKVÆMD	5
2.1 Sýnataka	5
2.2 Kornastærðargreining.....	8
2.3 Setfræðilegir útreikningar	9
3 NIÐURSTÖÐUR MÆLINGA	9
4 SAMANTEKT	15
5 HEIMILDIR	16
VIÐAUKI: Lýsing sýnatökustaða og kornastærðargreiningar hvers sýnis.	19

MYNDASKRÁ

Mynd 1: Rennsli við vhm 100 við Norðlingaöldu í Þjórsá fyrri hluta sumars 2003.....	6
Mynd 2: Undirbúningur áreyrasýnatöku í Þjórsá við Sóleyjarhöfða.	6
Mynd 3: Yfirlitsmynd yfir aurana í Þjórsá við Sóleyjarhöfða.....	7
Mynd 4: Staðsetning áreyrasýna á loftmynd af efri hluta Þjórsár við Sóleyjarhöfða.	7
Mynd 5: Safntíðniferlar allra áreyrasýna frá Þjórsá við Sóleyjarhöfða.....	11
Mynd 6: Kornastærðardreifing áreyrasýna við Sóleyjarhöfða.....	12
Mynd 7: Breytileiki meðalstærðar áreyrasýna.	14
Mynd 8: Breytileiki aðgreiningar áreyrasýna.....	14
Mynd 9: Breytileiki skakka áreyrasýna.....	15

TÖFLUSKRÁ

Tafla 1: Samanburður stærða í mm og í ϕ -gildum.	8
Tafla 2: Staðsetning og helstu kennistærðir sýnatökustaðanna.....	10
Tafla 3: Afleiddir kornastærðareiginleikar áreyrasýna frá Þjórsá við Sóleyjarhöfða. ...	13

1 INNGANGUR

Hugmyndir um virkjun Þjórsár við Norðlingaöldu voru fyrst settar fram fyrir rúnum 50 árum og hafa æ síðan verið í endurskoðun. Umfangsmiklar umhverfisrannsóknir hafa verið gerðar á svæðinu síðastliðna áratugi, sér í lagi eftir friðlýsingu Þjórsárvera árið 1981. Að miklu leyti hafa þetta verið rannsóknir á lífríki í og kringum Þjórsárver eftir friðlýsingu svæðisins.

Þegar slíkir virkjunarkostir eru metnir er nauðsynlegt að gera sér góða grein fyrir rennsli og aurburði á svæðinu sem virkja á. Þessar upplýsingar nýtast bæði fyrir hönnun virkjunarinnar og fyrir mat á umhverfisáhrifum hennar, en slíkt mat hefur þegar farið fram (<http://www.nordlingaalda.is/>). Segja má þó að tiltölulega takmarkaðar upplýsingar séu til um aurburð á svæðinu og eru flest sýnin svifaурssýni, sem tekin hafa verið við Sóleyjarhöfða og ofan Hreysiskvíslar, auk nokkurra stakra svifaурssýna af öðrum stöðum (Haukur Tómasson o.fl. 1996). Flest þessi svifaурssýni voru tekin í ferðum á svæðið tengdum mælingum á botnskriði í Þjórsá við Sóleyjarhöfða og ofan Hreysiskvíslar árið 1984 (Haukur Tómasson o.fl. 1996, Svanur Pálsson 2000).

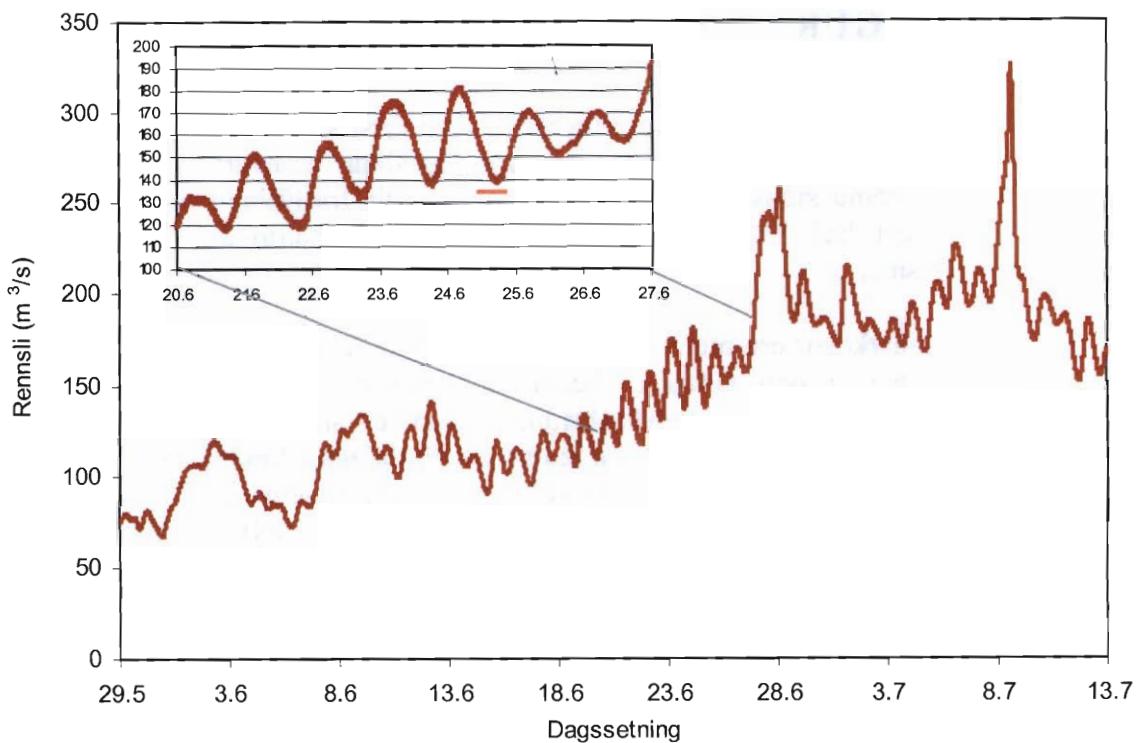
Í þessari skýrslu eru settar fram niðurstöður kornastærðarmælinga á sýnum sem tekin voru á áreyrum sem stóðu upp úr ánni í lok júní 2003, áður en áin náði summarrennsli. Niðurstöður þessar verða notaðar af ráðgjöfum Landsvirkjunar til frekari mats á setgerð árinnar og sem frumgögn inn í aurburðarlíkan. Sama sumar voru tekin fjölmörg svifaурssýni við Sóleyjarhöfða og settur upp ljósgleypnimælir en ætlunin er að kvarða gögn hans við mælingar á svifaur til að búa til samfelld svifaursgögn fyrir sumarið 2003. Þessi gögn verða sett fram í annarri skýrslu en saman munu skýrslurnar auka mjög undirstöðuþekkingu um aurburð í efri hluta Þjórsár.

2 FRAMKVÆMD

2.1 Sýnataka

Áreyrasýn frá Þjórsá við Sóleyjarhöfða voru tekin 24. júní 2003. Rennslið hafði smátt og smátt verið að aukast dagana fyrir sýnatökuna og dagsveiflan að verða reglulegri eins og sjá má á gögnum frá vatnshæðarmæli 100 við Norðlingaöldu (mynd 1). Samtímis fundu Vatnamælingamenn fyrir auknu rennsli þar sem þeir mældu þversnið á sama svæði í Þjórsá dagana fyrir sýnatökuna (Jóna Finndís Jónsdóttir og Sverrir Ó. Elefsen 2003).

Áður en farið var á staðinn voru 40 sýnatökustaðir staðsettir á loftmynd en það var gert með þeim fyrirvara að óvist væri að farvegur árinnar væri eins á sýnatökutímanum og þegar loftmyndin var tekin í ágúst 1998. Eftir að búið var að gera allt klárt til sýnatoku við Þjórsá (mynd 2) var gúmmibátur settur á flot en á honum átti að sigla milli sýnatökustaða. Strax kom í ljós að ekki var hægt að nota loftmyndina til að finna fyrirfram ákveðna sýnastaði þar sem farvegurinn hafði breyst töluvert síðan myndin var tekin. Myndin sýndi þó hvar þéttleiki áreyranna var mestur auk þess sem mælingamenn notuðu hana, auk GPS tækis, til að staðsetja sig á ánni.



Mynd 1: Rennsli við vhm 100 við Norðlingaöldu í Þjórsá fyrri hluta sumars 2003.
Innfellda myndin sýnir rennsli dagana í kringum áreyrasýnatöku og er tímasetning sjálfrar sýnatökunnar sýnd með rauðgulu merki.



Mynd 2: Undirbúningur áreyrasýnatöku í Þjórsá við Sóleyjarhöfða.

Fjörtíu sýnum var safnað í 51 plastfötur og á öllum stöðum var GPS hnit sýnisins og ljósmynd tekin (á tveimur stöðum voru ljósmyndirnar ónothæfar). Einnig var sýnatökustaðnum lýst stuttlega og stærð stærsta steins metin. Reynt var að safna sýnum bæði hlémegin og ástreymis á stærstu áreyrunum, auk þess nokkur sýni voru tekin þar á milli til að skoða breytileika kornastærðar eftir rennslisaðstæðum. Rigning og rok var mestan hluta sýnatökutímans sem sést á misgóðum gæðum á ljósmyndunum sem tekna voru.

Fyrstu sýnin voru tekin á áreyrasvæðinu ofan Sóleyjarhöfða (mynd 3) og þaðan siglt niður eftir ánni. Frá efsta sýni og að sýni nr. 30 var nokkuð jöfn dreifing á sýnum en frá sýni 31 og niður að Eyvafeni var lengra á milli sýnanna þar sem áreyrar eru færri á því svæði. Við Eyvafen þurfti síðan að taka bátinn upp og flytja með sexhjóli niður eftir ánni þar sem ekki var talið öruggt að sigla niður flúðirnar neðan við Eyvafen við þær aðstæður sem ríktu á þessum tíma. Því eru rúmir 2 km á milli sýnis 35 og 36 (mynd 4).



Mynd 3: Yfirlitsmynd yfir aurana í Þjórsá við Sóleyjarhöfða.

Neðsta sýnið var síðan tekin á móts við Svartá en í neðsta hluta sýnatökusvæðisins þurfti að hafa allan varann á þar sem straumur var töluberður í ánni og oddhvasst grjót maraði í hálfu kafi sem hefði auðveldlega getað rifið bátinn ef hann lenti á því.



Mynd 4: Staðsetning áreyrasýna á loftmynd af efri hluta Þjórsár við Sóleyjarhöfða.

Þegar sýnin voru tekin var reynt að velja efni sem gaf sem besta mynd af kornastærð staðarins. Þetta var þó erfitt á mörgum stöðum, sérstaklega þar sem skiptust á malar- og sandflákar. Vegna aðstæðna við sýnatöku var ekki hægt að taka ótakmarkað stór sýni og því var reynt að haga stærð sýnanna eftir kornastærð efnis á hverjum stað þannig að stærð sýnanna væri í réttu hlutfalli við kornastærð efnisins á hverjum stað.

2.3 Setfræðilegir útreikningar

Í skýrslunni eru kornastærðargögnin sett fram sem safntíðniferlar á línulegum phi-kvarða. Tölfræðilegir eiginleikar sýnanna voru reiknaðir út með afleiðuaðferð (moment statistics) og er hér sýnt hvernig meðalstærð (mean), aðgreining (sorting) og skakki (skewness) eru reiknuð.

$$\text{Meðalstærð} \quad \bar{x}_\phi = \frac{\sum fm}{n}$$

$$\text{Aðgreining} \quad \sigma_\phi = \sqrt{\frac{\sum f(m - \bar{x}_\phi)^2}{100}}$$

$$\text{Skakki} \quad \overline{Sk}_\phi = \frac{\sum f(m - \bar{x}_\phi)^3}{100\sigma_\phi^3}$$

þar sem f táknaðar eru þungaprósentu í hverjum kornastærðarflokki fyrir sig og m er miðja hvers kornastærðarflokks í ϕ . Við útreikninga á afleiddum kornastærðareiginleikum var stuðst við þar til gert forrit eftir Blott og Pye (2001). Taka skal fram að útreikningarnir voru gerðir á þeim hluta sýnanna sem var stærri en 63μ , þ.e. það efni sem kom í pönnu við sigtun var sleppt í útreikningum. Í einstaka sýnum var efnið sem fór í pönnu stórvældi sýnisins og þarf að hafa það í huga við túlkun gagnanna.

Meðalstærð táknaðar er einfalt stærðarmeðaltal, en aðgreining sýnir í raun staðalfrávik gagnanna. Því betri sem aðgreiningin er, því lægra verður aðgreiningargildið, halli á safntíðniferlinum meiri og sýnið einsleitara að stærð. Skakki segir hins vegar til um lögun tíðniferils sýnisins hvað viðkemur ósamhverfu hans. Ef dreifing grófari hluta sýnisins er meiri en finni hluta þess er sagt að sýnið hafi “hala” af grófu efni og er talað um neikvæðan skakka. Jákvæður skakki gefur hins vegar til kynna að sýnið hafi “hala” af finu efni og er þá skakkagildið tiltölulega há jákvæð tala.

Í skýrslunni eru reiknaðir út afleiddir kornastærðareiginleikar allra sýnanna en hafa ber í huga að í raun eru slíkir útreikningar eingöngu marktækir fyrir þau sýni sem hafa normaldreifða kornastærð. Tekið er hins vegar fram ef sýnin hafa ekki normaldreifða kornastærð.

3 NIÐURSTÖÐUR MÆLINGA

Staðsetning sýnanna var sýnd á mynd 4 en helstu upplýsingar um hvert sýni eru settar fram í töflu 2. Þar má finna upplýsingar um legu sýnatökustaðar á viðkomandi áreyri (ástreymis/hlémegin) og stærð stærstu steina á staðnum.

Hér á eftir verða fyrst borin saman kornastærðardreifing sýnanna en síðan fjallað um afleidda kornastærðareiginleika þeirra. Í viðauka aftast í skýrslunni eru hins vegar settar fram frekari upplýsingar fyrir hvert sýni, auk ljósmynda af sýnatökustöðunum.

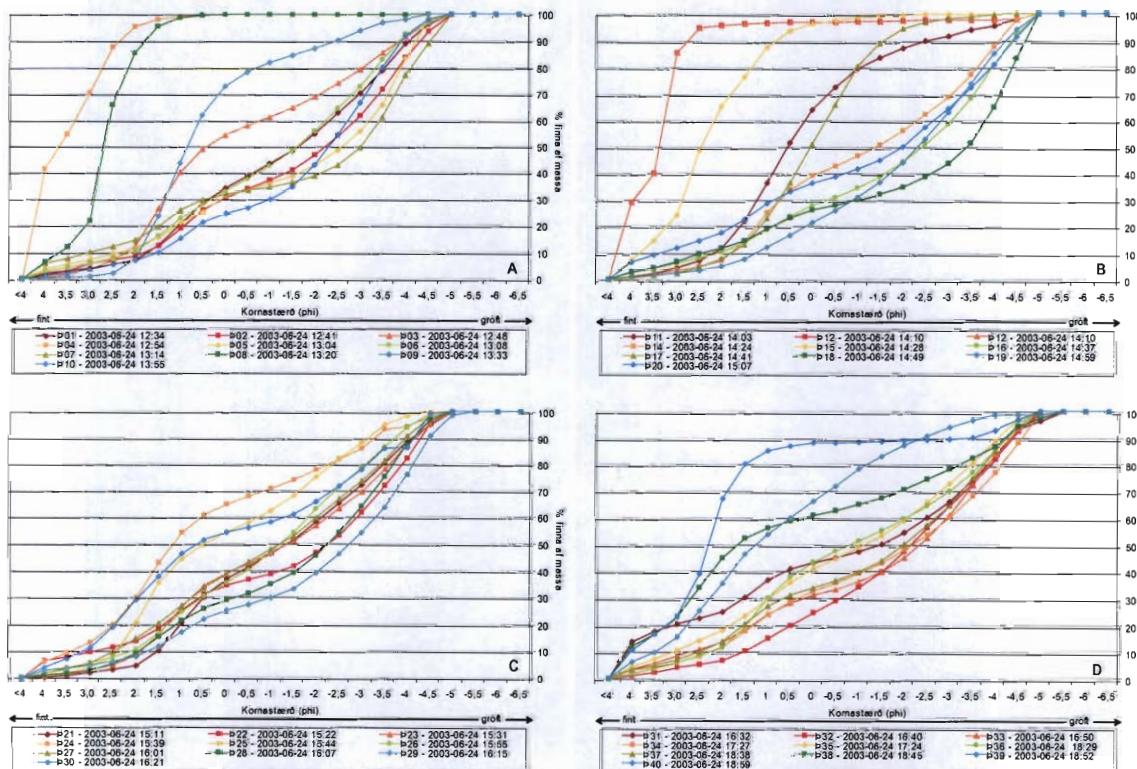
Tafla 2: Staðsetning og helstu kennistærðir sýnatökustaðanna.

Stöð	Staðsetning	Stærsti steinn (cm)	Algengasta efnið	Staðsetning sýnatökustaðar
P01	N64°33.541' W18°44.000'	5		ástreymis
P02	N64°33.446' W18°44.236'	7	finmöl/litlir steinar	ástreymis
P03	N64°33.392' W18° 44.333'	4	möl	fyrir neðan miðja eyri
P04	N64°33.329' W18°44.579'	sandur	meðalfinn/grófur	hlémegin
P05	N64°33.289' W18°45.038'	7	sandur/möl	ástreymis
P06	N64°33.233' W18°45.127'	7	sandur/möl	fyrir ofan miðju eyrar
P07	N64°33.160' W18°45.335'	3	sandbunkar/möl	ástreymis
P08	N64°33.058' W18°45.673'	4	sandur/finmöl	hlémegin
P09	N64°32.841' W18°46.514'	7	sandur/möl	ástreymis
P10	N64°32.702' W18°46.582'	5	möl	ástreymis
P11	N64°32.629' W18°46.539'	7	grófsandur/finmöl	ástreymis
P12	N64°32.xxx' W18°46.xxx'	sandur	sandur/finmöl	hlémegin
P13	N64°32.559' W18°46.678'	4	grófsandur/finmöl	hlémegin
P14	N64°32.504' W18°46.799'	7	grófsandur/möl	ástreymis
P15	N64°32.405' W18°46.841'	sandur	m. bylgjuförum	hlémegin
P16	N64°32.421' W18°46.940'	3	grófsandur/möl	ástreymis
P17	N64°32.396' W18°46.962'	1	silt/sandur/finmöl	hlémegin
P18	N64°32.309' W18°46.029'	7–8	grófsandur/gróf möl	ástreymis
P19	N64°32.163' W18°47.282'	5–7	grófsandur/möl	hlémegin
P20	N64°31.922' W18°47.734'	6–7	möl	ástreymis
P21	N64°31.844' W18°47.900'	5–7	möl - lítið um sand	mið eyri
P22	N64°31.767' W18°48.185'	5	grófsandur/möl	hlémegin
P23	N64°31.744' W18°48.367'	2–3	grófsandur/möl	ástreymis
P24	N64°31.694' W18°48.475'	1–2	sandur/finmöl	mið eyri
P25	N64°31.687' W18°48.639'	4	grófsandur/möl	mið eyri
P26	N64°31.629' W18°49.442'	6–7	sandflákar/mest möl	hlémegin
P27	N64°31.567' W18°49.544'	7	sandflákar/mest möl	ástreymis
P28	N64°31.536' W18°49.812'	5	sandflákar/möl	fyrir neðan miðja eyri
P29	N64°31.525' W18°50.139'	15	sandur ofan á möl og steinum	ástreymis
P30	N64°31.457' W18°50.281'	7	sandhraukar og möl	hlémegin
P31	N64°31.257' W18°51.104'	3–4	möl með sandi ofan á	mið eyri
P32	N64°31.196' W18°51.765'	10	möl með steinum	fyrir neðan miðja eyri
P33	N64°30.932' W18°52.527'	7	möl með steinum	fyrir ofan miðja eyri
P34	N64°30.542' W18°52.835'	10	sandflákar/möl/steinar	mið eyri
P35	N64°30.451' W18°53.050'	5	sandur ofan á möl	ástreymis
P36	N64°29.411' W18°52.288'	50	sandur/möl/steinar – stórir hnnullungar innan um	ástreymis
P37	N64°29.182' W18°52.566'	50	sandur/möl/steinar – stórir hnnullungar innan um	ástreymis
P38	N64°29.123' W18°52.616'	100	sandur/möl/steinar – stórir hnnullungar innan um	mið eyri
P39	N64°29.077' W18°52.704'	20	sandur/möl/steinar	hlémegin
P40	N64°28.898' W18°52.851'	100	sandur/möl – stórir hnnullungar innan um	fyrir neðan miðja eyri

Greinilegur munur var á lögum áreyranna niður eftir ánni þar sem efstu eyrarnar ofan við Sóleyjarhöfða voru ílangar og tígullaga (longitudinal bars) en þegar kom niður fyrir Sóleyjarhöfða urðu margar áreyrarnar óreglulegri og sumar nær áfastar bökkum árinnar. Þetta er ein ástæðan fyrir því að í efri hluta árinnar voru tekin fleiri sýni bæði ástreymis og hlémegin á sömu áreyri þar sem þar voru eyrarnar betur afmarkaðar (tafla 2).

Einnig var sjónrænt mat á kornastærð áreyranna nokkuð breytilegt. Töluverður munur var á grófleika efnis í efstu sýnum hvort þau voru tekin ástreymis eða hlémegin og einnig var greinilegt að mun grófara efni var til staðar í áreyrunum fyrir neðan Eyvafen (sýni þ36-þ40) en þar fyrir ofan. Þar stóðu upp úr hnnullungar allt að 1 m í þvermál þó að efnið væri að mestu leyti sandur, möl og steinar. Eins var eins og efninu á þessum neðstu áreyrum hefði verið ýtt upp í hrúgöld og er líklegast að þar hafi ís verið að verki.

Á mynd 5 eru safntíðniferlar allra sýnanna settir fram og sést vel hversu mismunandi kornastærðardreifing sýnanna er. Flest sýnanna hafa ferla með tiltölulega litlum halla sem sýnir að þau eru illa aðgreind

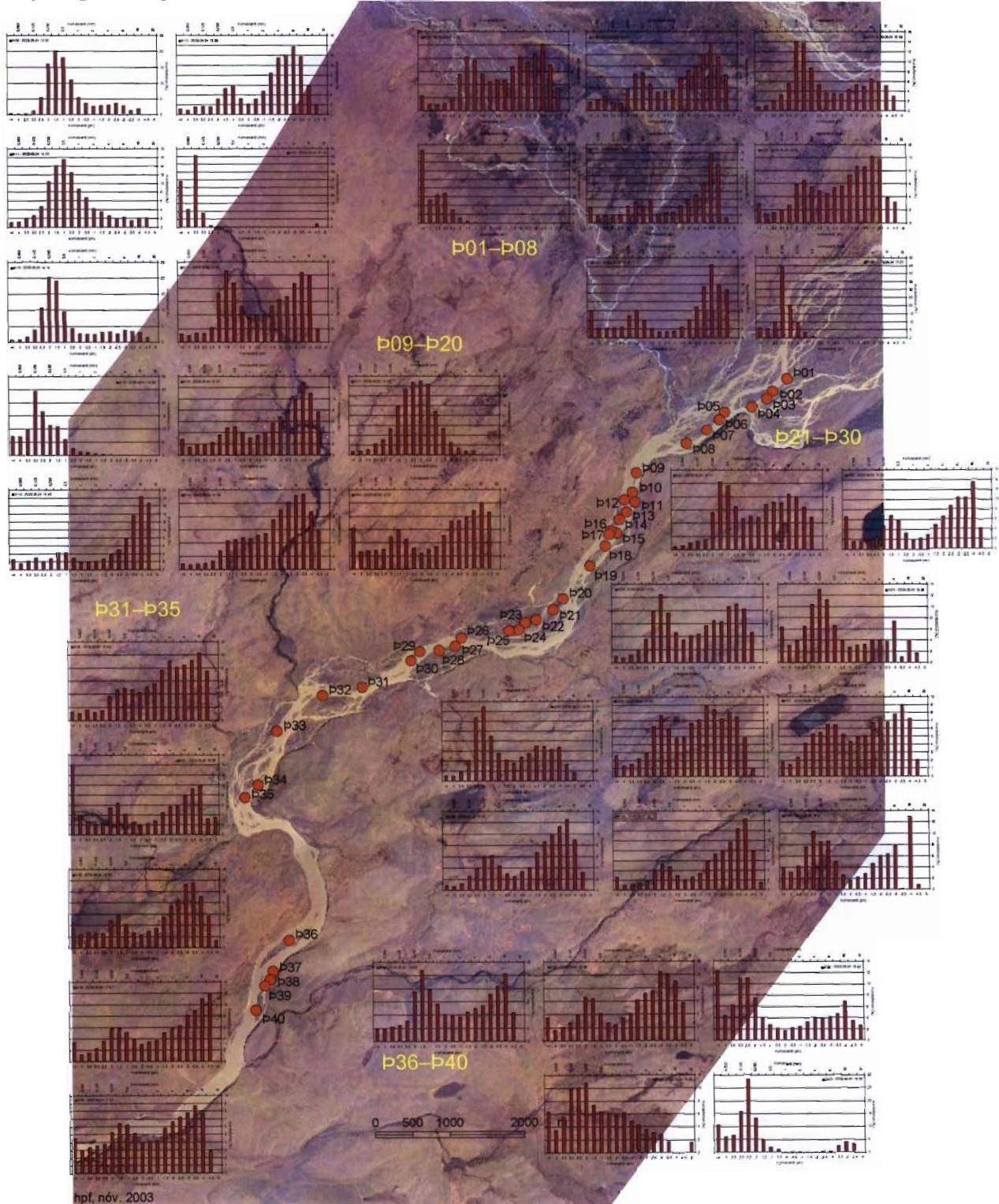


Mynd 5: Safntíðniferlar allra áreyrasýna frá Pjórsá við Sóleyjarhöfða. A. P01-P10, B. P11-P20, C. P21-30, D. P31-P40.

Á mynd 6 má sjá stöplarit af kornastærðardreifingu allra sýnanna varpað á loftmynd af svæðinu. Ekki er að sjá afgerandi breytingu í kornastærð sýnanna niður eftir farvegi árinnar út frá þessum niðurstöðum en til að skoða slíkan breytileika betur voru reiknaðir út afleiddir kornastærðareiginleikar hvers sýnis og eru þeir sýndir í töflu 3. Á mynd 6 kemur einnig fram hve stór hluti hvers sýnis er $<63 \mu\text{m}$ en sá hluti var ekki notaður í útreikningum á afleiddum eiginleikum.

Eins og sjá má í töflu 3 og á mynd 6 hafa mjög fá sýni normaldreifða kornastærð sem þarf að hafa í huga þegar slíkir afleiddir kornastærðareiginleikar eru reiknaðir. Einnig

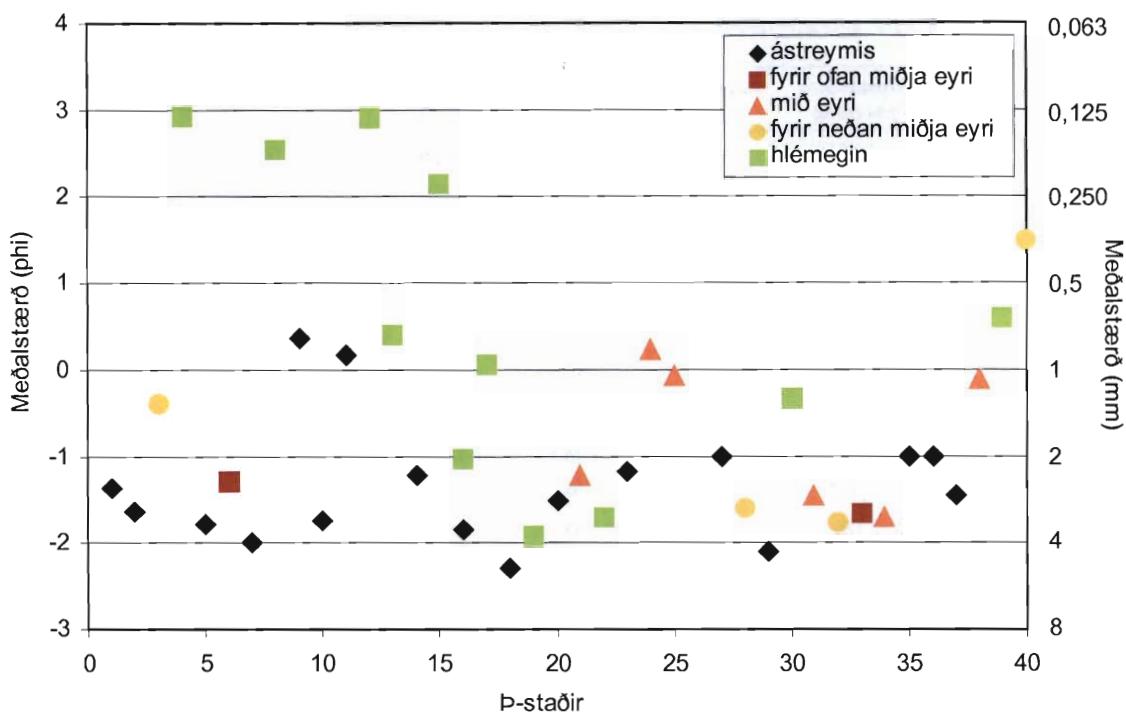
þarf að hafa í huga að þeir eru eingöngu reiknaðir fyrir efni $>0,063 \mu\text{m}$ þannig að stórhlið (allt að 49%) sumra fingerðu sýnanna er ekki reiknaður með. Á myndum 7 til 9 er sýnt hvernig fyrstu þrjár afleiddu stærdirnar (meðalstærð, aðgreining og skakki) breytast niður eftir farveginum (þ01 efst; þ40 neðst). Sýnin voru aðgreind eftir því hvar á áreyrunum þau voru tekin: ástreymis, fyrir ofan miðja eyri, mið eyri, fyrir neðan miðja eyri og hlémegin.



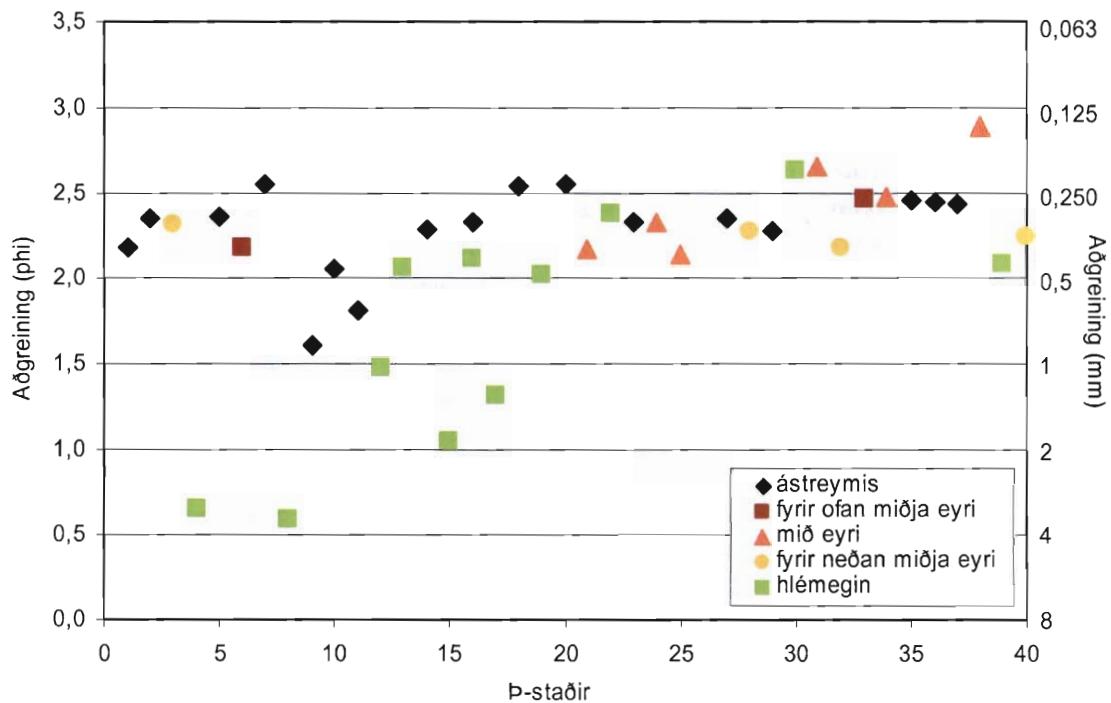
Mynd 6: Kornastærðardreifing áreyrasýna við Sóleyjarhöfða varpað á loftmynd af svæðinu.

Tafla 3: Afleiddir kornastærðareiginleikar áreyrasýna frá Þjórsá við Sóleyjarhöfða.

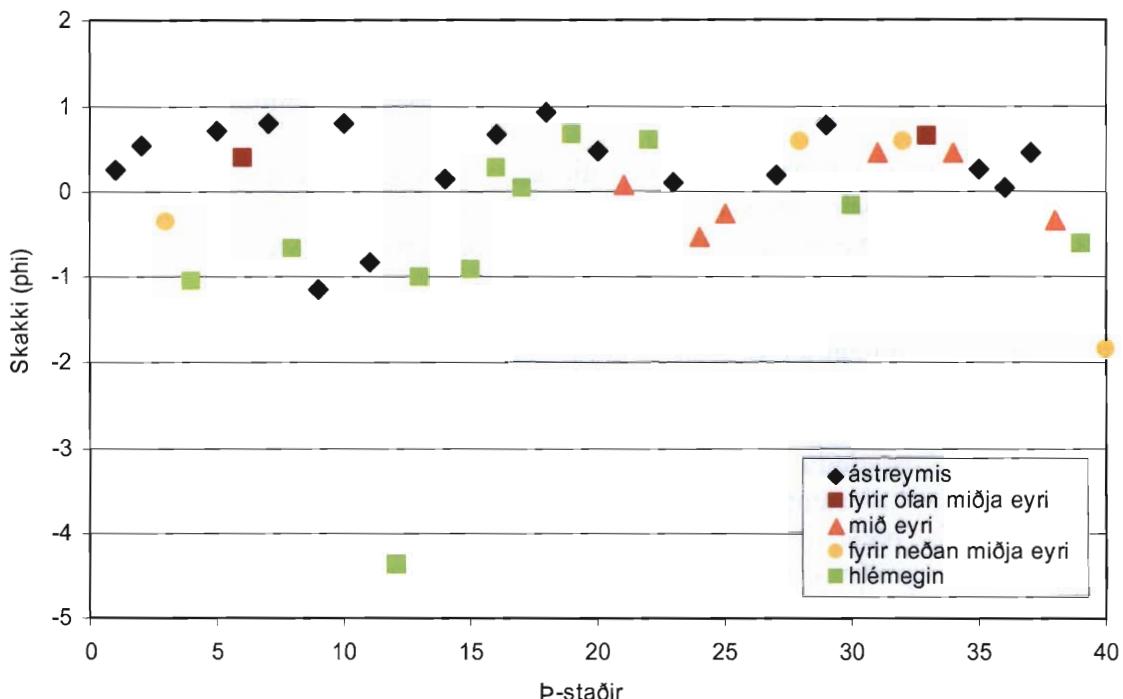
Númer sýnis	Miðgildi D_{50} (phi)	Meðalstærð phi (mm)	Aðgreining (phi)	Skakki	Dreifing	Kornastærðarheiði
p01	-1,697	-1,353	2,176	0,268	Þritoppa	Söndug meðalgróf möl
p02	-2,252	-1,632	2,348	0,538	Þritoppa	Söndug meðalgróf möl
p03	0,381	-0,387	2,324	-0,358	Þritoppa	Söndug meðalgróf möl
p04	2,997	2,930	0,663	-1,062	Eintoppa	Lítils háttar finmalarborinn finsandur
p05	-2,707	-1,797	2,364	0,722	Þritoppa	Söndug meðalgróf möl
p06	-1,686	-1,271	2,183	0,385	Þritoppa	Söndug meðalgróf möl
p07	-3,133	-1,999	2,553	0,794	Tvitoppa	Söndug meðalgróf möl
p08	2,628	2,562	0,597	-0,686	Eintoppa	Lítils háttar finmalarborinn sandur
p09	0,821	0,365	1,608	-1,150	Tvitoppa	Fínmalarborinn meðalsandur
p10	-2,316	-1,737	2,050	0,799	Þritoppa	Söndug meðalgróf möl
p11	0,534	0,180	1,804	-0,835	Tvitoppa	Fínmalar grófur sandur
p12	3,221	2,910	1,480	-4,377	Eintoppa	Lítils háttar grófmalarborinn finsandur
p13	1,180	0,398	2,064	-1,009	Þritoppa	Meðal malarborinn meðalgrófur sandur
p14	-1,477	-1,203	2,288	0,163	Tvitoppa	Söndug meðalgróf möl
p15	2,333	2,140	1,057	-0,928	Eintoppa	Lítils háttar finmalarborinn finsandur
p16	-2,521	-1,846	2,328	0,666	Tvitoppa	Söndug meðalgróf möl
p17	0,025	0,054	1,323	0,030	Eintoppa	Mjög finmalar borinn grófur sandur
p18	-3,488	-2,305	2,539	0,931	Þritoppa	Söndug grófmöl
p19	-2,360	-1,921	2,022	0,654	Tvitoppa	Söndug meðalgróf möl
p20	-2,208	-1,502	2,555	0,485	Margtoppa	Söndug grófmöl
p21	-1,371	-1,220	2,173	0,083	Þritoppa	Söndug meðalgróf möl
p22	-2,494	-1,693	2,383	0,591	Þritoppa	Söndug meðalgróf möl
p23	-1,422	-1,170	2,334	0,121	Þritoppa	Söndug meðalgróf möl
p24	1,057	0,230	2,334	-0,558	Margtoppa	Söndug meðalgróf möl
p25	0,445	-0,055	2,133	-0,280	Þritoppa	Söndug finmöl
p26	-1,297	-1,024	2,116	0,269	Þritoppa	Söndug mjög finmöl
p27	-1,277	-0,990	2,348	0,209	Margtoppa	Söndug meðalgróf möl
p28	-2,271	-1,597	2,271	0,572	Tvitoppa	Söndug meðalgróf möl
p29	-2,817	-2,116	2,278	0,772	Tvitoppa	Söndug grófmöl
p30	0,407	-0,320	2,633	-0,173	Margtoppa	Söndug grófmöl
p31	-2,212	-1,439	2,661	0,441	Margtoppa	Söndug meðalgróf möl
p32	-2,170	-1,776	2,184	0,561	Margtoppa	Söndug grófmöl
p33	-2,435	-1,650	2,470	0,625	Þritoppa	Söndug meðalgróf möl
p34	-2,305	-1,692	2,478	0,445	Tvitoppa	Söndug grófmöl
p35	-1,366	-0,995	2,459	0,257	Þritoppa	Söndug meðalgróf möl
p36	-0,938	-1,007	2,452	0,056	Þritoppa	Söndug meðalgróf möl
p37	-2,111	-1,450	2,441	0,460	Þritoppa	Söndug meðalgróf möl
p38	0,995	-0,098	2,897	-0,350	Þritoppa	Söndug grófmöl
p39	1,030	0,594	2,088	-0,625	Tvitoppa	Mjög finmalarborinn finsandur
p40	2,196	1,497	2,244	-1,869	Eintoppa	Grófmalarborinn finsandur



Mynd 7: Breytileiki meðalstærðar áreyrasýna niður eftir farvegi Þjórsár við Sóleyjarhöfða.



Mynd 8: Breytileiki aðgreiningar áreyrasýna niður eftir farvegi Þjórsár við Sóleyjarhöfða.



Mynd 9: *Breytileiki skakka áreyrasýna niður eftir farvegi Þjórsár við Sóleyjarhöfða.*

Í töflu 3 er einnig sett fram lýsing á kornastærð efnisins samkvæmt flokkun Folk frá 1954 og er hér miðað við heiti flokka í kornastærðarkvarða Udden og Wentworth (sjá töflu 1).

Meðalstærð flestra sýnanna var á bilinu 0,5 til -2 ϕ (0,7–4 mm) en sýnin sem tekin voru hlémegin í efsta hluta árinna voru áberandi fingerðari með meðalkornastærð milli 3 og 2 ϕ (0,125–0,250 mm) (mynd 7). Þar sem kornastærðin var normaldreifd í fáum sýnum var einnig skoðað miðgildi kornastærðardreifingarinnar og það boríð saman við meðalstærð reiknað með afleiðuaðferð. Í ljós kom að þessir tveir kornastærðar-eiginleikar voru tiltölulega svipaðir og var línuleg fylgni (R^2) milli þessara stærða 0,95.

Aðgreiningargildi sýnanna lágu flest á milli 2 og 2,5 ϕ (0,250–0,5 mm) (mynd 8) sem sýnir að flest þeirra eru mjög illa aðgreind. Aðgreining nokkra sýna er töluvert minni og eru þetta mörg af sandsýnum sem tekin voru hlémegin í efri hluta árinna. Í þau vantar grófari möl svo að aðgreiningin verður heldur betri.

Fingerðari sýnin sem tekin voru hlémegin á efri áreyrunum hafa heldur neikvæðari skakka en flest önnur sýni (mynd 9) sem bendir til þess að þau hafi hala af grófu efni, t.d. smá möl í annars sandríku efni. Sýni nr. 12 hefur mun hærra skakkagildi en öll önnur sýni enda er meginhluti sýnisins finn sandur með einstaka grófmalarvölu.

4 SAMANTEKT

Í þessari skýrslu eru settar fram niðurstöður kornastærðarmælinga á sýnum sem tekin voru úr áreyrum sem stóðu upp úr efri hluta Þjórsá í lok júní 2003. Sigt var niður ána frá Sóleyjarhöfða og niður að ármótum Svartár, þó með hléi við Eyvafen þar sem báturinn var tekinn upp og fluttur á sexhjóli framhjá flúðunum neðan við Eyvafen. Á þessari vegalengd voru 40 áreyrasýni tekin og þau þurrkuð og kornastærðargreind. Aðstæðum á

hverjum sýnatökustað var lýst, GPS hnit hans skráð og ljósmyndir teknaðar. Fyrir hvert sýni voru reiknaðir afleiddir kornastærðareiginleikar á þeim hluta sýnisins sem var stærri en $63 \mu\text{m}$, þ.e. meðalstærð, aðgreining og skakki, sem og miðgildi. Þó að aðeins fáein sýni hafi normaldreifða kornastærð eru sýndir afleiddir kornastærðareiginleikar allra sýnanna.

Skoðaður var munur á kornastærð niður eftir ánni en einnig voru staðirnir flokkaðir eftir því hvar á áreyrinni þeir voru staðsettir (ástreymis, hlémegin, á miðri eyri o.s.frv.). Segja má að breytileiki kornastærðar hafi komið fram á tvennan hátt í sýnum sem tekin voru úr áreyrunum.

Í fyrsta lagi er greinilegt að tölverður munur er á kornastærð sýna úr efri hluta árinnar sem tekin voru ástreymis annars vegar og hlémegin hins vegar. Sýnin sem tekin voru hlémegin eru yfirleitt fingerðari og betur aðgreind en sýnin sem tekin voru ástreymis, auk þess sem þau fyrrnefndu hafa einnig neikvæðari skakka, þ.e. hala af gráfari efni. Ástæðuna fyrir því að sams konar mismunur er ekki jafn áberandi þegar neðar dregur í ánni má aðallega rekja til þess að áreyrarnar eru ekki jafn vel tígullaga og ílangar í straumstefnuna og ofar í ánni. Því voru ekki tekin jafn mörg sýni hlémegin á neðri áreyrunum og þ.a.l. eru til færri sýnapör til samanburðar.

Í öðru lagi er greinilegt að þó að afleiddir kornastærðareiginleikar sýni ekki áberandi breytileika í kornastærð niður eftir ánni, sést á lýsingum á sýnatökustöðunum að á stöðum þ36 til þ40 er efnið í áreyrunum mun gráfara en þar fyrir ofan, eða allt að 1 m í þvermál í stað $<10 \text{ cm}$ í þvermál (tafla 2). Á sömu stöðum virðist efnið hafa rótast upp af ísagangi og er mögulegt að ís hafi borið efnið einhverja leið. Ástæðunnar fyrir þessum mismun í grófasta hluta eyraefnisins er líklega að leita í jarðfræði svæðisins. Fyrir ofan Eyvafen eru bakkar Þjórsár aðallega úr nýmynduðu og fornu árseti og jarðvegi, þó svo að Sóleyjarhöfði sjálfur sé að hluta til úr jökulruðningi (Ingibjörg Kaldal og Elsa G. Vilmundardóttir 1999). Fyrir neðan Eyvafen liggja stórir flákar af jökulruðningi að ánni, sem í er samtíningur af efni af öllum kornastærðum (Ingibjörg Kaldal og Elsa G. Vilmundardóttir 1999), þar á meðal hnnullungum eins og þeim sem finnast í áreyrunum milli Eyvafens og Svartár.

Því má segja að það séu frekar setfræði- og jarðfræðilegar ástæður fyrir hinni mismunandi kornastærð niður eftir ánni, en beinar rennsislægar ástæður eins og virðast stjórna kornastærðarbreytingum í farvegi Jökulsár í Fljótsdal neðan Valþjófsstaðar og Jökulsár í Dal neðan við Surtsstaði, en á báðum stöðum verður efnið í farvegunum fingerðara niður eftir ánum (Jórunn Harðardóttir 2001).

5 HEIMILDIR

Blott, S. J. og Pye, K. 2001. Software from 'Gradistat: a Grain Size Distribution and Statistics Package for the Analysis of Unconsolidated Sediments. *Earth Surface Processes and Landforms* 26, 1237–1248.

Boggs, S. Jr. 1995. *Principles of Sedimentology and Stratigraphy*. 2nd edition. Prentice Hall. New Jersey. 774 s.

Folk, R.L. 1954. The distinction between grain size and mineral composition in sedimentary-rock nomenclature. *Journal of Geology* 62, 344–359.

Haukur Tómasson, Svanur Pálsson, Guðmundur H. Vigfússon og Þórólfur H. Hafstað 1996. *Framburður Þjórsár við Þjórsárver – Botnskrið og svifaur*. Orkustofnun, OS-96010/VOD-03 B.

Ingibjörg Kaldal og Elsa G. Vilmundardóttir 1999. *Norðlingaöldulón – yfirlit um jarðfræði*. Orkustofnun, Greinargerð, IK/EGV-9902, 6 s. + kort.

Jóna Finndís Jónsdóttir og Sverrir Ó. Elefsen 2003. *Farvegsmælingar Þjórsár, sumarið 2003*. Orkustofnun, Greinargerð, JFJ/SE-2003-0, 5 s.

Jórunn Harðardóttir 2001. *Kornastærðargreiningar á auraefni Jökulsár á Dal, Jökulsár í Fljótsdal og Lagarfljóts*. Orkustofnun OS-2001/017, 47 s.

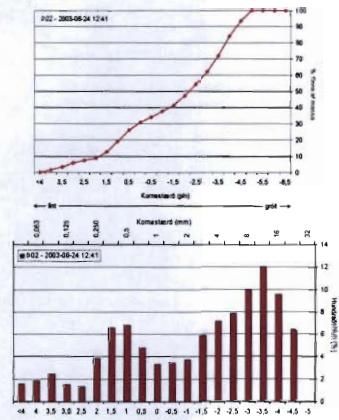
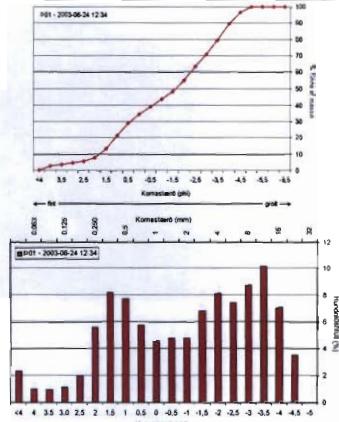
Svanur Pálsson 2000. *Athuganir á botnskriði í nokkrum ám*. Orkustofnun, OS-2000/053, 81 s.

Udden, J. A. 1914. Mechanical composition of clastic sediments. *Geol. Am. Bull* 25, 655–744.

Wentworth, C. K. 1922. A scale of grade and class terms for clastic sediments. *Journal of Geology* 30, 377–392.

Viðauki. Lýsing sýnatökustaða og kornastærðargreiningar hvers sýnis.

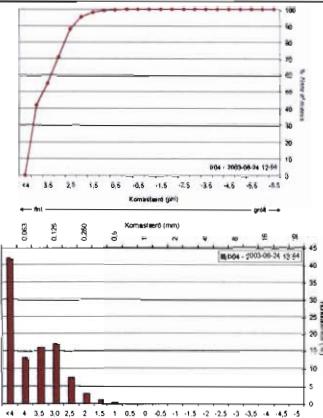
Stöð	Staðsetning	Athugasemdir
P01	N64°33.541' W18°44.000'	Sýni tekið næst aðaláli Þjórsár á lágri eyri ofan við Sóleyjarhöfða. Silt liggar uppi á nokkrum stöðum. Ekki sést fyrir endann á eyrinni til NA. Grófasta mölin er um 5 cm.
P02	N64°33.446' W18°44.236'	Sýni tekið ástreymis á lágri eyri ofan við Sóleyjarhöfða. Efnið er að mestu leyti litlir steinar og finnmöl, lítið um finefni næst aðalál árinna. Stærsti steinn 7 cm.
P03	N64°33.392' W18° 44.333'	Sýni tekið úr sömu eyri og P02 en nokkuð fyrir neðan miðju hennar. Nokkuð finna efni en hjá P02. Grófasta mölin um 4 cm.



þ04

N64°33.329'
W18°44.579'

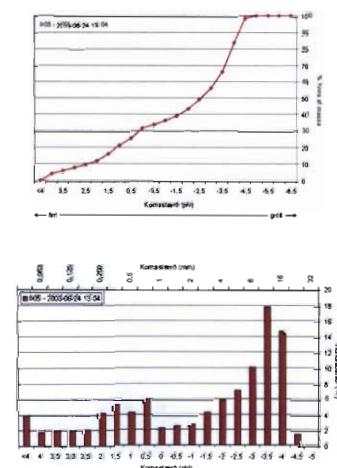
Sýni tekið hlémegin á sömu eyri og sýni þ02 og þ03. Mun fingerðara efni, aðallega meðalfinn og grófur sandur með bylgjuförum.



þ05

N64°33.289'
W18°45.038'

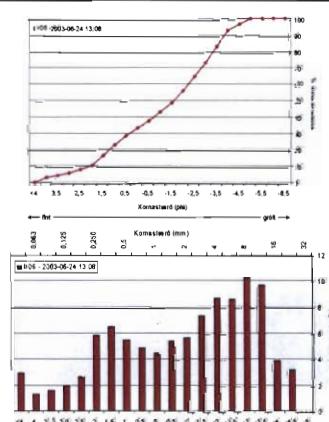
Sýni tekið ástreymis úr langri eyri sem liggur meðfram Sóleyjarhöfða. Stærsti steinn 7 cm. Vatn stendur uppi á nokkrum stöðum.



þ06

N64°33.233'
W18°45.127'

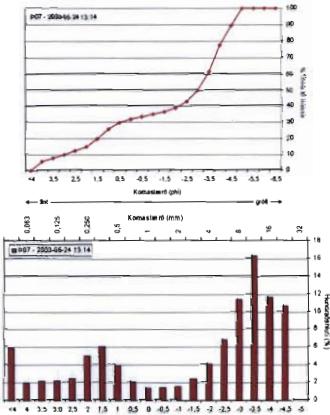
Sýni tekið um 30–40 m neðan við sýni þ05. Meiri sandur á milli malar sem er aðallega <5 cm en einstaka steinn er allt að 7 cm.



b07

N64°33.160'
W18°45.335'

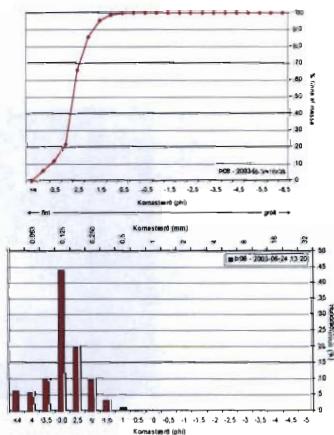
Sýni tekið ástreymis á næstu stóru eyri um 100 m neðan við þá síðustu. Möl með sandbunkum.



b08

N64°33.058'
W18°45.673'

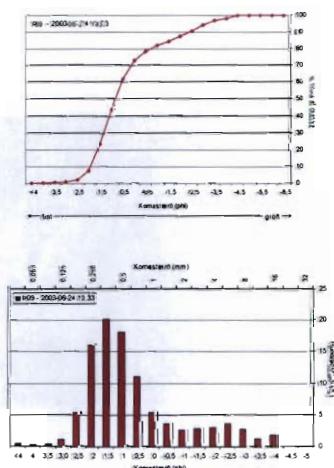
Sýni í raun tekið hlémegin á sömu eyri og b07 þó að nokkrir örgrunnir álar skerist þvert í gegnum hana. Þetta er næsta eyri ofan við áberandi eyju í ánni.



b09

N64°32.841'
W18°46.514'

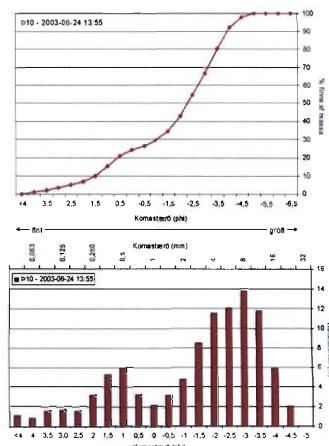
Sýni tekið ástreymis á lítilli eyri (30–40 m langri) á móts við vhvm við Sóleyjarhöfða. Stærsti steinn er 7 cm en mest af efninu er sandur og möl (1–3 cm)



þ10

N64°32.702'
W18°46.582'

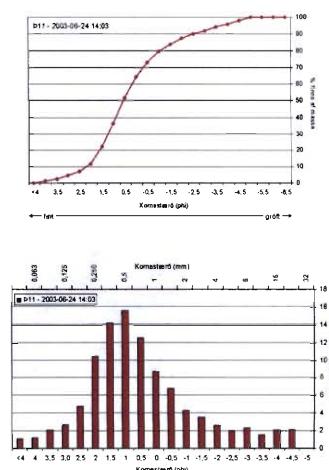
Sýni tekið ástreymis á ca. 100×15 m stórrí eyri um 150 m neðan við vhm við Sóleyjarhöfða. Nokkrir grunnir álar liggja í gegnum eyrina. Grófasta mölin er um 5 cm.



þ11

N64°32.629'
W18°46.539'

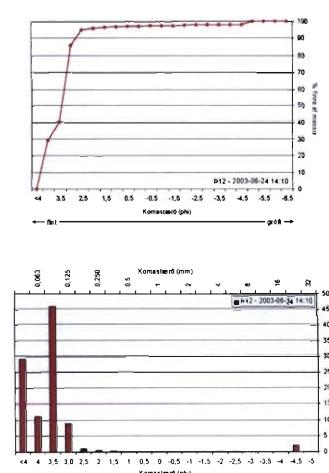
Sýni tekið ástreymis á eyri samsíða þeirri sem þ10 var tekið úr. Efnið er aðallega finmöl og grófsandur, en stærsti steinn er 7 cm.



þ12

N64°32.647'
W18°46.719'

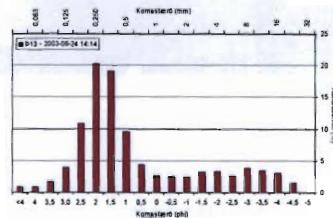
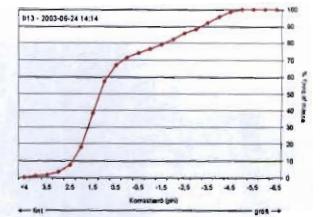
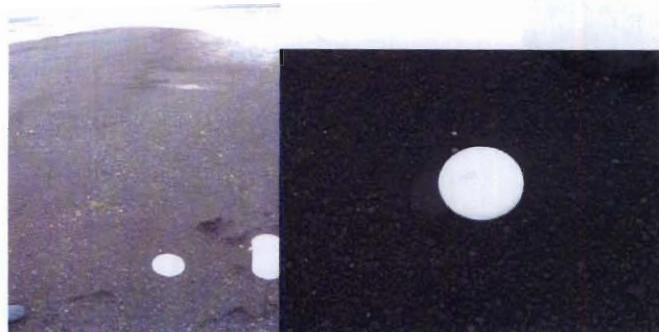
Aftur farið á þ10 eyrina og sýni tekið hlémegin á henni. Efnið er aðallega sandur og fínmöl.



þ13

N64°32.559'
W18°46.678'

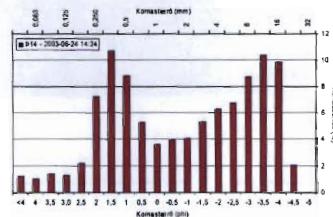
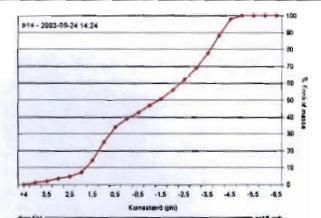
Sýni tekið hlémegin (um 15 m ofan við enda hennar) á sömu eyri og þ11. Efnið er grófsandur og finmöl með stærstu korn um 3–4 cm.



þ14

N64°32.504'
W18°46.799'

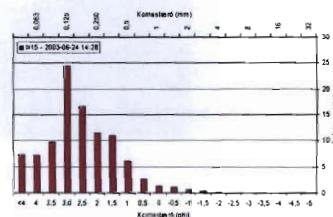
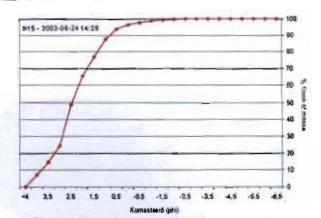
Sýni tekið ástreymis á næstu eyri fyrir neðan. Eyrin er mishæðótt og liggar vatn í pollum á henni.



þ15

N64°32.405'
W18°46.841'

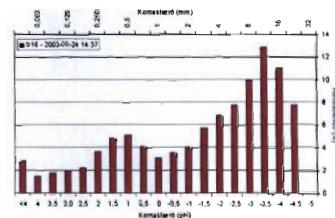
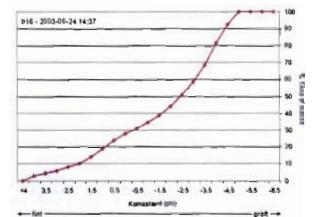
Sýni tekið hlémegin á sömu eyri og þ14. Mun fingerðara efni en ástreymis, sandur með bylgjuförum.



P16

N64°32.421'
W18°46.940'

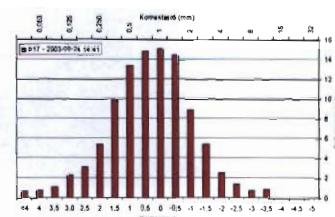
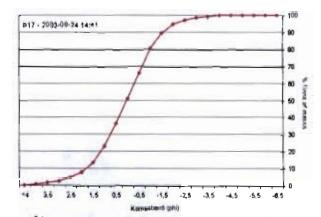
Sýni tekið ástreymis á eyri sem er u.p.b. 30x15 m stór nærrí hægri bakka. Aðallega möl með grófsandi í lægri vilpum.



P17

N64°32.396'
W18°46.962'

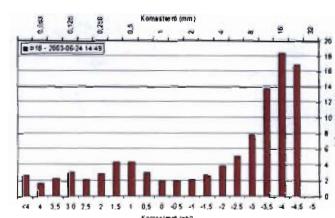
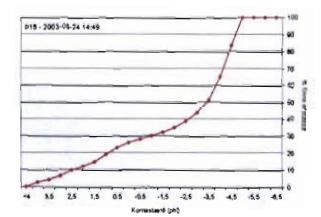
Sýni tekið hlémegin á sömu eyri og P16. Aðallega sandur og finmöl < 1 cm. Enn fingerðara efní sést í kring.



P18

N64°32.309'
W18°47.029'

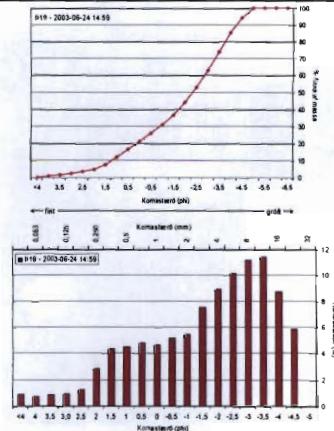
Sýni tekið á næstu eyri sem liggur töluvert neðar en þó er mjög grunnt á milli P17 og P18. Nokkuð gróft efní með stærstu steinum um 7–8 cm, en mest er þetta möl með sandflákum.



P19

N64°32.163'
W18°47.282'

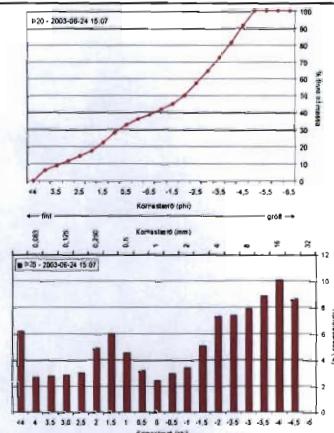
Sýni tekið hlémegin á sömu eyri og P18. Á eyrinni er mikið um þverhryggi sem hugsanlega hafa myndast við ísskak. Nokkuð svipað efni og í P18, möl og grófsandur með stærsta efni um 5–7 cm.



P20

N64°31.922'
W18°47.734'

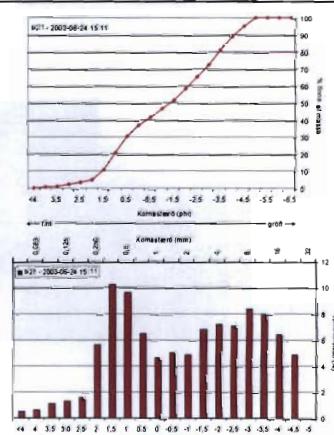
Sýni tekið ástreymis á stórrí eyri (ca. 300×40 m) nær hægri bakka en mest vatnið rennur meðfram honum. Margar litlar eyrar liggja suðaustan við eyrina (nær vinstri bakka). Stærsta efnið er um 6–7 cm.



P21

N64°31.844'
W18°47.900'

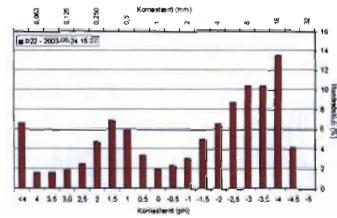
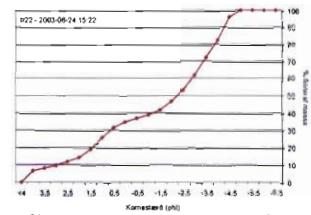
Tekið úr sömu eyri en um 200 m neðan við sýni P20. Töluverður straumur er við hægri bakka eyrarinnar og er bakkinn um 30cm hár. Stærsta efnið er 5–7 cm en finni möl inni á milli og lítið um sand. Eyrin liggur nokkur hundruð m ofan við hús á hægri bakka árinna og við ós þar sem lítill lækur rennur út í Þjórsá.



b22

N64°31.767'
W18°48.185'

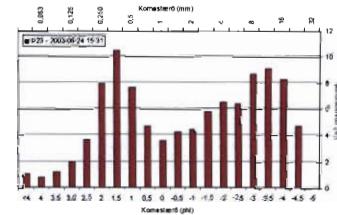
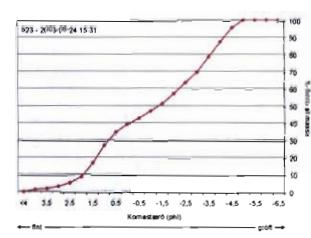
Eyrin sem b21 var tekið úr greinist hlémegin og var b22 tekið úr þeim hluta. Þar nær eyrin rétt yfir vatnsborð árinnar.



b23

N64°31.744'
W18°48.367'

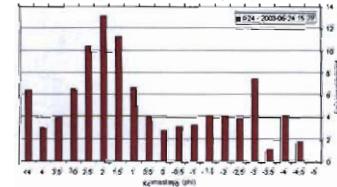
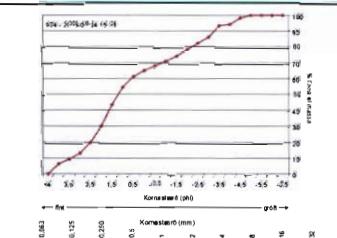
Sýni tekið ástreymis á stórrí eyri sem liggur rétt ofan við hús á hægri bakka. Vatn flæðir í álum í gegnum eyrina. Aðallega möl með grófsandsflákum og stendur vatn upp á nokkrum stöðum.



b24

N64°31.694'
W18°48.475'

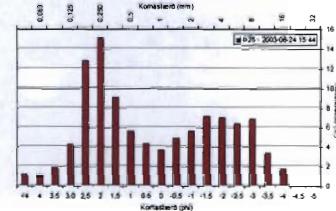
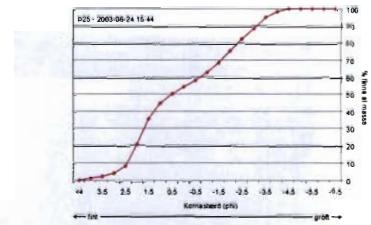
Sýni tekið úr sömu eyri og b23 en um 100–150 m neðar. Efnið er fingerðara, aðallega sandur með möl (1–2 cm).



þ25

N64°31.687'
W18°48.639'

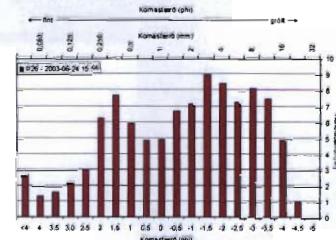
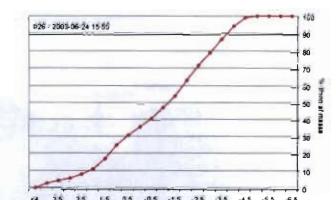
Sýni tekið á miðri vel afmarkaðri eyri sem liggur beint á móti húsi á hægri bakka. Möl (<4 cm) og grófsandur. Aðalstraumurinn liggur vinstra megin við eyrina.



þ26

N64°31.629'
W18°49.442'

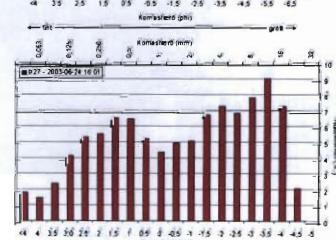
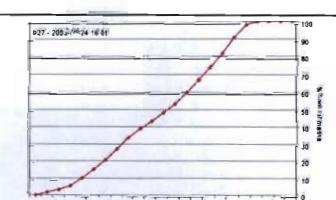
Sýni tekið hlémegin í sömu stóru eyri og þ25, eða um 500 m neðan við hús á hægri bakka. Aðallega möl (<5 cm) með grófsandsflákum ofan á, nokkrir stærri steinar (6–7 cm).



þ27

N64°31.567'
W18°49.544'

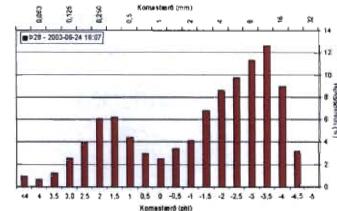
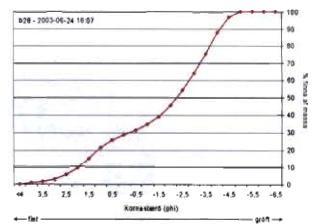
Sýni tekið á eyri í stórra eyrabyrpingu nærri vinstri bakka. Aðeins líttill hluti árinnar rennur á milli þyrpingarinnar og vinstri bakkans. Möl með stærsta efninu <7 cm og sandflákar.



p28

N64°31.536'
W18°49.812'

Sýni tekið á sömu eyri og sýni p27 en um 200 m neðar á henni.
Vatn aðeins farið að standa uppi í henni. Möl (<5 cm) og
sandflákar.



p29

N64°31.525'
W18°50.139'

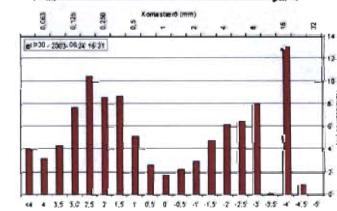
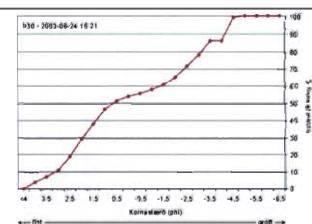
Sýni tekið á 100–150 m langri og um 40 m breiðri eyri sem liggur
um 30–40 m frá hægri bakka. Nokkuð gróft efni með stærsta stein
um 15 cm þó að mest af efninu sé <10 cm. Sandur liggur ofan á
grófa efninu á mörgum stöðum.



p30

N64°31.457'
W18°50.281'

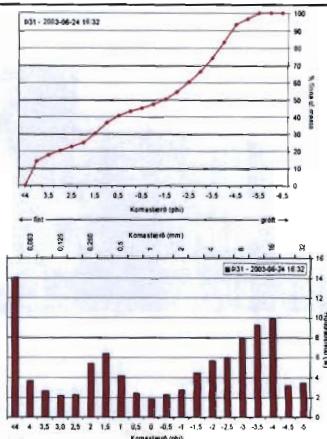
Sýni tekið hlémegin á sömu eyri og p29. Miklir sandhraukar með
malarhrúgum á milli. Líklega ummerki íss. Mest af grófa efninu er
<5 cm en einstaka steinar 7 cm.



p31

N64°31.257'
W18°51.104'

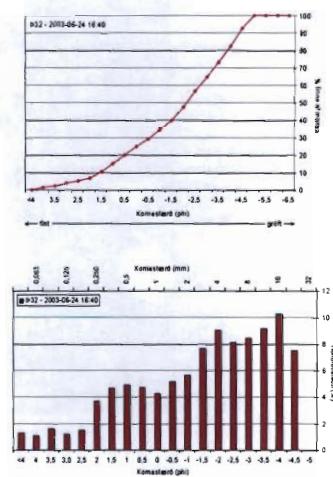
Töluvert var siglt niður eftir ánni frá p30 til p31 en þar á milli voru engar vel skilgreindar eyrar nema þá sem framhald af bökkum. Sýni tekið úr vel skilgreindri eyri nærri hægri bakka. Aðallega möl með sandi ofan á á mörgum stöðum.



p32

N64°31.196'
W18°51.765'

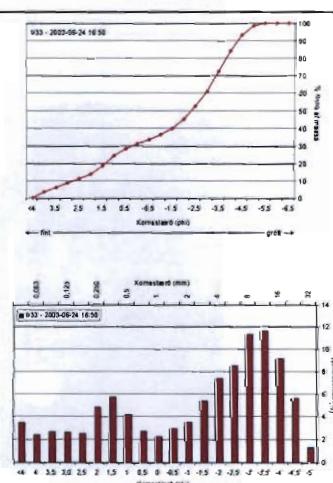
Sýni tekið úr stórrri eyri (500–600 m) við vinstrí bakka en áin rennur aðallega hægra megin við eyrina. Sýnið tekið u.b.b. 2/3 hluta niður eftir henni. Aðallega möl með stærsta steini um 10 cm.



p33

N64°30.932'
W18°52.527'

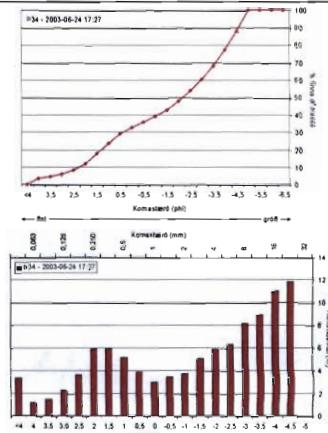
Sýni tekið úr eyri við hægri bakka. Stórir álar skera hana en nú er lítil vatn í þeim. Aðallega möl með stærsta steini 7 cm.



p34

N64°30.542'
W18°52.835'

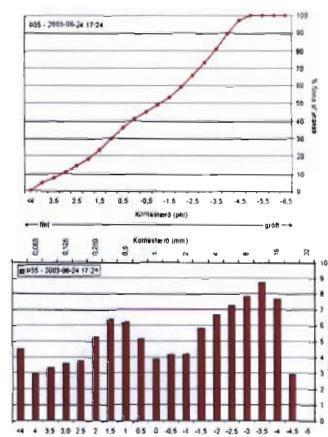
Sýni tekið úr miðri eyri á þeirri hlið sem snýr að vinstri bakka.
Eyrin liggar rétt ofan við vhm við Eyvafen. Möl með stærsta stein
um 10 cm en grófsandur og möl liggja í skvompum.



p35

N64°30.451'
W18°53.050'

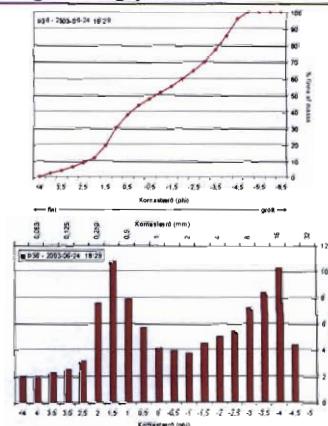
Sýni tekið úr stórrí eyri beint á móti vhm við Eyvafen. Vatn liggur á henni í
ánum. Ís hefur líklega rótað eyrinni upp. Möl (<5 cm) með sandi ofan á.



p36

N64°29.411'
W18°52.288'

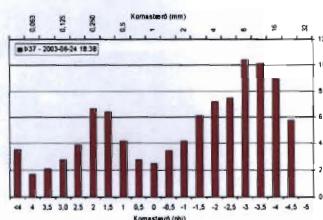
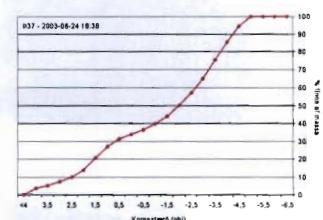
Flytja þurfti bátinn með sexhjóli niður fyrir flúðirnar neðan við Eyvafen og
þar var aftur byrjað að safna sýnum. Fyrsta stóra eyri eftir að við settum
bátinn út er mjög stórgrytt og án sets og því var farið að næstu eyri fyrir
neðan. Tekin voru sýni ástreymis úr eyri með möl og sandi en í neðri hluti
eyrarinnar er mikið um stóra steina og hnnullunga. Farvegurinn er mjög
grýttur og er varasamt að sigla þarna vegna stórgrytis.



þ37

N64°29.182'
W18°52.566'

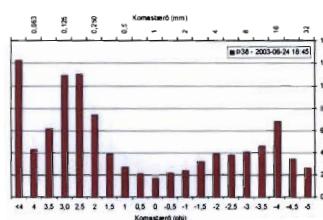
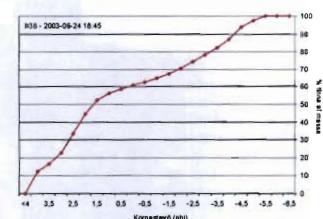
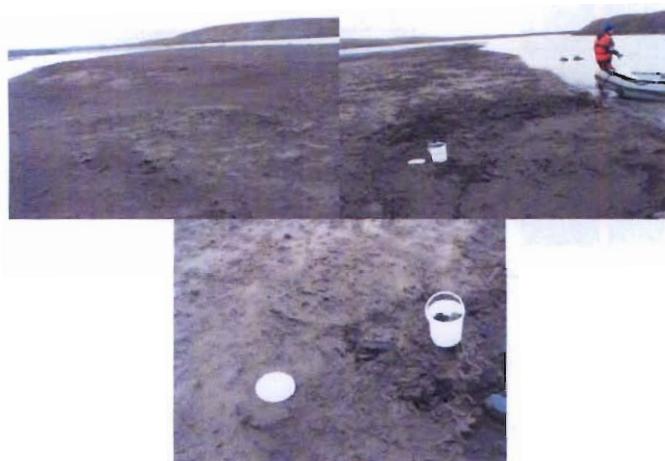
Sýni tekið ástreymis á næstu eyri fyrir neðan þ36 eyri en á henni skiptast á hnnullungar, steinar, möl og sandur. Fíngerðara efnin dællega <6 cm.



þ38

N64°29.123'
W18°52.616'

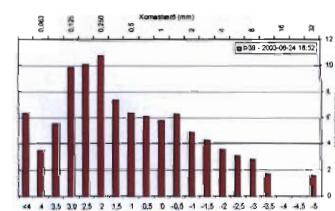
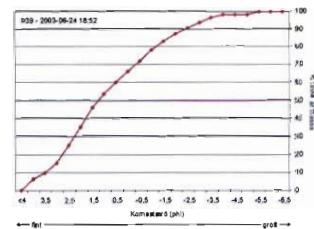
Sýni tekið á sömu eyri og þ37 en um 100 m neðar. Sandur liggur yfir stórum flákum, en 50–100 cm stórir hnnullungar standa upp úr. Sýnið tekið úr sandhluta eyrinnar.



p39

N64°29.077'
W18°52.704'

Sýnið tekið hlémegin á sömu eyri og p37 og p38. Möl og sandur með dreif af steinum, hrúgöld á nokkrum stöðum eins og eftir ísskak.



p40

N64°28.898'
W18°52.851'

Sýni tekið rétt fyrir neðan miðju í neðstu eyri við vínstri bakka fyrir ofan ármót Svartár. Mest möl með sandi (<8 cm) en hnallungar (100 cm) innan um.

