



ORKUSTOFNUN
Vatnsorkudeild

HRAUNAVIRKJUN

Forathugun - kerfisgreining

Halldór Pétursson

OS-93064/VOD-12 B

Desember 1993



ORKUSTOFNUN
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Verknr. 520 767
VÁ

HRAUNAVIRKJUN

Forathugun - kerfisgreining

Halldór Pétursson

OS-93064/VOD-12 B

Desember 1993

1. ÁGRIP

Skýrslan fjallar um niðurstöður kerfisgreiningar á rennsli Hraunavirkjunar hinnar meiri. Niðurstöður vatnamælinga á Hraunum árin 1990-1992 eru raktar svo og þær vatnasviðsgreiningar sem gerðar hafa verið út frá þeim. Lýst er þeim hermireikningum sem framkvæmdir voru fyrir lækjarinntök virkjunarinnar svo og virkjunina í heild. Helstu niðurstöður athugunarinnar eru að vel gerlegt virðist vera að ráða við hina skörpu flóðtoppa sem koma í árnar á Hraunahálendinu og koma þeim inn í Eyjabakkamiðlun, án þess að flutningsgeta ganga verði óhóflega mikil. Einnig virðist miðlunarpörf á Eyjabökkum fyrir Hraunavirkjun vera minni en áður var talið. Ekki gáfu niðurstöður tilefni til að breyta áætlaðri orkugetu Hraunavirkjunar, sem er 1900 GWh/ári. Lauslega var skoðaður möguleikinn á því að sameina Hraunavirkjun og Fljótsdalsvirkjun og virðist það vera hagkvæmt.

EFNISYFIRLIT

1. ÁGRIP	2
2. INNGANGUR	5
3. VATNAFAR	6
3.1 Vatnshæðarmælar á Hraunum	6
3.2 Mælt rennsli á Hraunum 1991-92	7
3.3 Reiknað rennsli á Hraunum 1991-92	7
3.4 Meðalrennsli og rennsli vatnsáranna 1990 og 1991	7
4. GERÐ HERMILÍKANS	12
4.1 Líkan af lækjarinntaki	12
4.2 Aðgerðir til einföldunar virkjunarlíkans	12
4.3 Líkan af virkjun	13
5. REIKNINGAR	14
5.1 Áætlað rennsli til virkjunar	14
5.2 Lækjarinntök	14
5.3 Aðgerðir til einföldunar líkani af virkjun	19
5.4 Hermireikningar virkjunar	19
5.4.1 Keyrsla 1 - Virkjun án Fljótsdalsvirkjunar og með jöfnu álagi	21
5.4.2 Keyrsla 2 - Eyjabakkalóni skilað fullu	21
5.4.3 Keyrsla 3 - Virkjun án Fljótsdalsvirkjunar, breytileg orkuþörf	21
5.4.4 Keyrsla 4 - Eyjabakkalóni skilað fullu	21
5.4.5 Keyrsla 5 - Dældu vatni sleppt, breytileg orkuþörf	21
5.4.6 Keyrsla 6 - Eyjabakkalóni skilað fullu	21
5.4.7 Keyrsla 7 - Hraunavirkjun með Fljótsdalsvirkjun, breytilegt álag	21
5.4.8 Keyrsla 8 - Eyjabakkalóni skilað fullu	22
5.4.9 Keyrsla 9 - Hraunavirkjun með FDV, breytilegt álag, dældu vatni sleppt	22
5.4.10 Keyrsla 10 - Eyjabakkalóni skilað fullu	22
5.4.11 Niðurstöður hermireikninga	22
6. NIÐURSTÖÐUR	33
6.1 Jarðgöng	33
6.2 Eyjabakkalón	33
6.3 Orkugeta	34
6.4 Sameining Hraunavirkjunar og Fljótsdalsvirkjunar	35
7. HEIMILDIR	36

Myndaskrá

Mynd 1.	Yfirlit um mælt rennsli hálandismæla á Hraunum 1991-1992	9
Mynd 2.	Yfirlit um mælt og reiknað rennsli hálandismæla á Hraunum 1991-1992	10
Mynd 3.	Afrennsli vatnshæðarmæla á Hraunum	11
Mynd 4.	Líkan af lækjarinntaki	12
Mynd 5.	Líkan af virkjun	13
Mynd 6.	Áætlað afrennsli til virkjunar á Hraunum	Aftast
Mynd 7.	Lækjarinntök á Hraunum	18

Niðurstöður hermireikninga- tímaraðir:

Mynd 8.	Yfirlit yfir rennsli og miðlun í keyrslu 1	23
Mynd 9.	Yfirlit yfir rennsli og miðlun í keyrslu 2	24
Mynd 10.	Yfirlit yfir rennsli og miðlun í keyrslu 3	25
Mynd 11.	Yfirlit yfir rennsli og miðlun í keyrslu 4	26
Mynd 12.	Yfirlit yfir rennsli og miðlun í keyrslu 5	27
Mynd 13.	Yfirlit yfir rennsli og miðlun í keyrslu 6	28
Mynd 14.	Yfirlit yfir rennsli og miðlun í keyrslu 7	29
Mynd 15.	Yfirlit yfir rennsli og miðlun í keyrslu 8	30
Mynd 16.	Yfirlit yfir rennsli og miðlun í keyrslu 9	31
Mynd 17.	Yfirlit yfir rennsli og miðlun í keyrslu 10	32
Mynd 18.	Yfirlitmynd af virkjunarhugmynd	Aftast

Töfluskrá

Tafla 1.	Vatnshæðarmælar á Hraunum og viðmiðunarmælar	6
Tafla 2.	Helstu vatnshæðarmælar umhverfis Hraunin ásamt sbr. á rennsli	8
Tafla 3.	Afrennsli Hraunaveitu	16
Tafla 4.	Lækjarinntök	17
Tafla 5.	Gangþvermál	20
Tafla 6.	Niðurstöður hermireikninga	22
Tafla 7.	Miðlunarrými í Eyjabakkalóni	33
Tafla 8.	Orkuframleiðsla	35

2. INNGANGUR

Hraunavirkjun hin meiri nýtir afrennsli Hrauna ofan 675 m hæðar yfir sjó, en það fellur nú til Kelduár. Einnig er sótt vatn til Gilsár og Grímsár í Fljótsdal og sunnan vatnaskila til Fossár í Berufirði, Hamarsár, Geithellnaár, Hofsár og Jökulsár í Lóni. Hraunavirkjun hefur verið til skoðunar á Orkustofnun undanfarin ár. Á þessu ári og því síðasta hafa komið út tvær skýrslur um Hraunavirkjun eftir Hauk Tómasson. Sú fyrri fjallar um minni útfærslu virkjunarinnar, en sú síðari um þá stærri. Í þessari skýrslu er fjallað um nánari athugun á stærri útfærslunni.

Helsti óvissuþáttur í skýrslu Hauks Tómassonar var hve miklu vatni væri hægt að ná inn í göngin vegna hinna skörpu flóðtoppa sem koma í árnar á svæðinu. Í þessari skýrslu er rennsli til virkjunarinnar skoðað sérstaklega. Tilhögun virkjunarinnar er ekki athuguð sérstaklega, heldur er gengið að mestu út frá hugmynd Hauks Tómassonar um Hraunavirkjun hina meiri, og er vísað í skýrslu hans um lýsingu á útfærslunni. Hestu frávik frá áætlun Hauks Tómassonar eru að fjórum smálónum hefur verið bætt við til að dempa flóðtoppa. Einnig hafa Kelduá og Vatnadæld verið reiknuð sem hluti að Hraunavirkjun hér, en það var ekki gert í tilhögun Hauks.

Kostnaðarreikningar eru ekki endurskoðaðir í þessari skýrslu, heldur mun koma út sérstök skýrsla um þá síðar.

Fyrr á þessu ári kom út greinargerð um kerfisgreiningu Hraunavirkjunar. Í þessari skýrslu er byggt á þeirri aðferðafræði sem lýst er í greinargerðinni. Gert var líkan af virkjuninni sem notað var til að meta eftirfarandi þætti:

- Miðlunarþörf í Eyjabakkalóni
- Helstu gangaþvermál
- Magn vatns sem næst til virkjunarinnar
- Orkuframleiðslu.

Undanfarin þrjú ár hafa verið settir upp 12 vatnshæðarmælar á Hraunasvæðinu til að skoða dreifingu rennslis, bæði í tíma og rúmi. Niðurstöður mælinga fyrstu tveggja árunna á svæðinu eru nýttar í þessari skýrslu til að meta hversu mikið vatn næst til virkjunarinnar og hve mikil miðlunarþörf hennar er í Eyjabakkalóni. Gildi þeirra takmarkast af sjálfsögðu af því að einungis tvö ár eru notuð í hermilkkaninu, en lauslegur heildarsamanburður við nálæga vatnshæðarmæla bendir til að hér sé um tiltölulega léleg vatnsár að ræða. Til stendur að bæta þriðja árinu við reikningana, en nýlega er búið að safna þeim gögnum.

Þrjú meginskerf voru stigin í líkangerðinni. Í fyrsta lagi voru gerðar rennslisraðir fyrir svæðið. Fjöldi þeirra og útbreiðsla ræðst af landslagi og dreifingu úrkomu. Gerðar voru rennslisraðir með dagsgildum fyrir þau tvö ár sem rennslismælingar hafa staðið á Hraunahálandinu.

Í öðru lagi var búið til hermilkkan af inntaki í jarðgöng. Það líkan var notað til að meta innrennsli í öll inntök virkjunarinnar þessi tvö ár sem rennslisraðir voru gerðar fyrir.

Í þriðja lagi var búið til einfaldað hermilkkan af virkjuninni. Það var notað til að meta helstu gangaþvermál, miðlunarþörf í Eyjabakkalóni og orkuframleiðslu virkjunarinnar.

Ekki var farið út í neina bestunarreikninga hér þar sem ekki var litið á kostnað. Niðurstöður verður að skoða í því ljósi.

Í öðrum kafla þessarar skýrslu er lýsing á vatnamælingum og vatnafari svæðisins, og gerð rennslisraða. Í þriðja kafla skýrslunnar er lýst gerð hermilkkansins. Í fjórða kafla er teknar saman helstu niðurstöður reikningana og loks í fimmta kafla helstu niðurstöður þessarar kerfisgreiningar.

Margir starfsmenn Orkustofnunar hafa unnið að gerð þessarar forathugunar. Á vatnafræðisviðinu hafa eftirfarandi starfsmenn Vatnamælinga unnið að verkinu: Árni Snorrason hefur framkvæmt vatnasviðsgreiningu og unnið rennslisráðir fyrir svæðið. Kristinn Guðmundsson hefur unnið að forritun í Arc/Info fyrir vatnasviðsgreiningu. Loks hefur Kristinn Einarsson tekið saman yfirlit yfir mælakerfi og vinnu Vatnamælinga, unnið upp samanburð á vatnsárum og tekið saman greinargerð sem nýtt hefur verið í þessari skýrslu.

Á verkfræðisviðinu hefur Elfas E. Jónasson byggingarverfræðingur unnið ásamt höfundi þessarar skýrslu að gerð hermílkans og framkvæmd hermireikninga. Loks hefur Haukur Tómasson lesið yfir skýrsluna.

3. VATNAFAR

Eftirfarandi er að mestu byggt á greinargerð Kristins Einarssonar, "Bráðabirgðayfirlit um rennsli á Hraunum 1991-1992". Greinargerðin inniheldur stutta úttekt, með niðurstöðum til bráðabirgða, um rennsli á Hraunum 1991-92. Byggt er á vatnafræðilegri greiningu Árna Snorrasonar á svæðinu.

Sagt er frá vatnshæðarmælum og sýnt á myndrænan hátt yfir hvaða tímabil hálendismælingar á svæðinu ná. Sagt er frá aðferðum Árna Snorrasonar við að fylla í göt á þessum mælingum. Nálagir vatnshæðarmælar í byggð eru notaðir sem heild til að meta, hvernig meðalrennsli vatnsárinn 1990-91 (1. sept. 1990 - 31. ágúst 1992) er háttað, miðað við rennsli til langs tíma.

3.1 Vatnshæðarmælar á Hraunum

Í töflu 1 eru raktir vatnshæðarmælar á Hraunum og í nágrenni svæðisins. Þar er einnig sagt frá hæð þeirra yfir sjó, vatnasviði, byrjun mælinga og gagnahæimtum á árunum 1990 til 1992 skv. gagnabanka Vatnamælinga.

TAFLA 1. Vatnshæðarmælar á Hraunum og í nágrenni.

Vhm	Nafn stöðvar	Hæð stöðvar	Vatnasvið	Rekstur hófst	Gagnaheimtur [dagar]		
		[m y.s.]	[km ²]	áá.mm.dd	1990	1991	1992
148	Fossá, Berufirði; Eyjólfsstaðir	70	112	68.01.19	365	365	366
149	Geithellnaá; gamla brú	10	187	70.12.10	223	365	154
205	Kelduá, Fljótsdal; Kiðafellstunga	100	262	77.05.10	245	365	274
206	Fellsá, Fljótsdal; Sturlufliót	110	125	77.05.14	365	365	274
248	Hamarsá, Hamarsfirði; Hamar	10	273	90.05.22	223	357	236
249	Kelduá, Fljótsdal; gegnt Klúku	31	440	90.06.05	131	179	243
254	Kelduá, Fljótsdal; ofan Grjótár	645	62	91.05.05	-	97	258
255	Ytri-Sauðá, Hraunum; Sauðárvatnsós	790	25	91.06.01	-	97	46
256	Geithellnaá; Norðurhnúta	810	17	91.05.11	-	131	146
265	Hamarsá, Hamarsfirði; Einstigsfoss	20	228	91.05.03	-	184	185
266	Hamarsá, Hamarsfirði; Bótarhnjúkur	580	52	91.07.17	-	69	195
267	Vesturdalsá, Hraunum; Vatnadæld	790	11	91.07.01	-	117	254
275	Geitdalsá, Geitdalur	200	145	92.05.15	-	-	158
276	Hamarsá; neðan Jökulgils	110	118	92.05.22	-	-	223
277	Geithellnaá; Skálahvammur	110	83	92.05.23	-	-	222
278	Fossá; Líkárvatn	590	16	92.06.10	-	-	105

Svo sem sjá má í töflu 1 hefur verið gert mikið átak í fjölgun vatnshæðarmæla á Hraunum á síðari árum. Þannig voru settir upp tveir vatnshæðarmælar 1990, sex árið 1991 og fjórir árið 1992.

3.2 Mælt rennsli á Hraunum 1991-92

Sýnt er á mynd 1 yfirlit um mælt rennsli á Hraunum árin 1991-92. Sjá má, að meginhluti niðurstaðna er frá árinu 1992. Má draga af því þá ályktun, að niðurstöður ársins 1993 muni bæta verulega við fyrri upplýsingar og styrkja það heildarmat, sem ætlunin er að skila á árinu 1994. Leggja ber því áherzlu á, að þær rennslisráðir fyrir Hraunin, sem notaðar eru hér við fyrsta mat á orkugetu virkjana og athugun mismunandi virkjunarleiða, eru settar fram til bráðabirgða og geta breytt að einhverju leyti síðar.

3.3 Reiknað rennsli á Hraunum 1991-92

Mat á dreifingu rennslis og fylling í eyður í mældum rennslisröðum er hvort tveggja unnið af Árna Snorrasyni, og mun hann gera nánari grein fyrir hvoru tveggja í skýrslu á árinu 1994, enda er ætlunin að bæta inn gögnum ársins 1993 áður. Hér verður því aðeins sagt lauslega frá þeim aðferðum sem notaðar hafa verið við fyrirliggjandi bráðabirgðamat á rennsli.

Dreifing rennslis í tíma og rúmi hefur verið skoðuð með aðstoð landupplýsingakerfis Orkustofnunar í ARC/Info forritinu. Sérhönnuð undirforrit vegna verkefnisins á Hraunum voru unnin af Kristni Guðmundssyni og Halldóri Péturssyni á Orkustofnun. Með aðstoð kerfisins er hægt að skoða svæðisbundna þróun og dreifingu rennslis á Hraunum með tíma, út frá öllum til-tækum upplýsingum. Þessi aðferð hefur tryggt hámarksnýtingu á þeim gögnum sem fyrir liggja.

Fyllt var í eyður í mælingum með því að finna beztu línuleg tengsl á sólarhringsgrunni við ná-læga vatnshæðarmæla, yfirleitt í byggð. Líkanið $Q_x = a + b \cdot Q_y$ var notað fyrir sumar-rennsli, en líkanið $Q_x = a \cdot Q_y$ að öðru leyti til þess að forðast neikvæð rennslisgildi. Stundum er byggt á áður reiknuðu rennsli skv. slíku líkani, og "erfast" þá rennsliseinkenni frá fleiri vatnshæðarmælum en einum. Þannig var fyllt í göt á mælingum fyrir eftirtalda vatnshæðar-mæla, sjá töflu 2.

Á mynd 2 er sýnt mælt og reiknað rennsli 1991-92 við þessa vatnshæðarmæla, ásamt þeim vhm númerum sem það rennsli er geymt undir, til aðgreiningar frá mældu rennsli eingöngu.

3.4 Meðalrennsli og rennsli vatnsáranna 1990 og 1991

Eitt af þeim verkefnum, sem fyrir liggja í sambandi við fullnaðarfrágang rennslisgagna á Austurlandi, er að fara betur í gegnum vatnshæðar- og rennslisskýrslur fyrri ára og athuga, hvort alls staðar er gætt samræmis, lyklar í lagi og ístruflanir rétt túlkaðar, í ljósi þeirrar þekkingar á stöðugleika rennslislykla og á eðlilegu vetrarrennsli sem safnast hefur á síðari árum. Að svo stöddu getur aðeins verið um bráðabirgðamat að ræða á því, hvernig vatnsárin 1990 og 1991 koma út á Hraunum í heild miðað við langtíma meðalrennsli. Slíkt mat er þó nauðsynlegt til að gera sér einhverja hugmynd um það, hvort fyrstu virkjanaeftirlíkingar eru nærri réttu lagi eður ei, og jafnframt í hvora áttina möguleg frávik stefna, til ofmats eða vanmats á orkugetu.

TAFLA 2. Vatnshæðarmælar á Hraunum og viðmiðunarmælar til fyllingar í eyður.

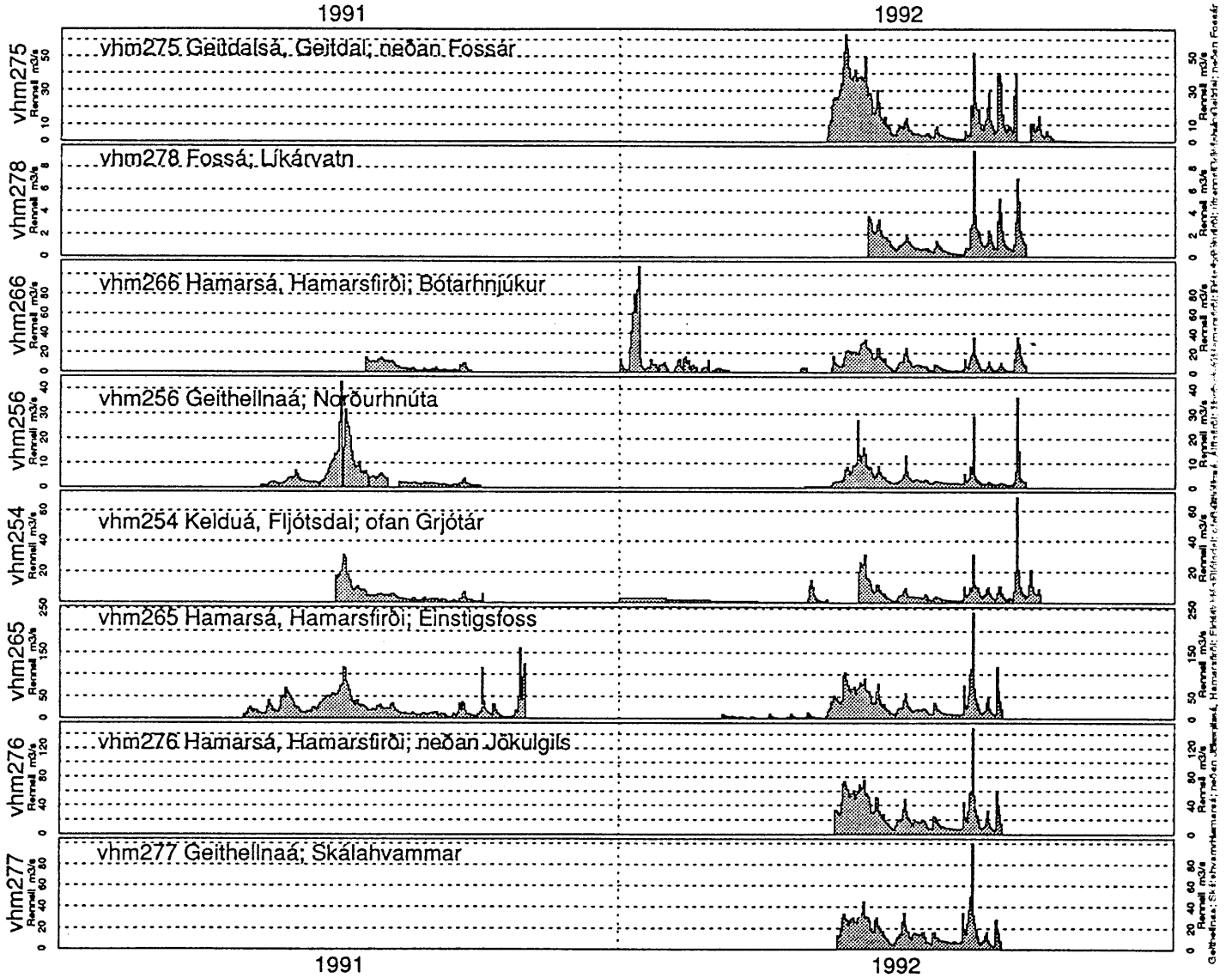
Nýlegir hálendismælar:	Viðmiðunarmælar:
vhm275 Geitdalsá, Geitdal; neðan Fossár	vhm148 Fossá; Eyjólfsstaðir
vhm278 Fossá; Lfkárvatn	vhm148 Fossá; Eyjólfsstaðir
vhm266 Hamarsá, Hamarsfirði; Bótarhnjúkur	vhm276 Hamarsá, Hamarsfirði; neðan Jökulgils vhm265 Hamarsá, Hamarsfirði; Einstigsfoss vhm148 Fossá; Eyjólfsstaðir
vhm256 Geithellnaá; Norðurhnúta	vhm277 Geithellnaá; Skálahvamar vhm149 Geithellnaá; gamla brú
vhm254 Kelduá, Fljótsdal; ofan Grjótár	vhm205 Kelduá; Kiðafellstunga
vhm265 Hamarsá, Hamarsfirði; Einstigsfoss	vhm148 Fossá; Eyjólfsstaðir
vhm276 Hamarsá, Hamarsfirði; neðan Jökulgils	vhm265 Hamarsá, Hamarsfirði; Einstigsfoss vhm148 Fossá; Eyjólfsstaðir
vhm277 Geithellnaá; Skálahvamar	vhm149 Geithellnaá; gamla brú

Heildarmynd af meðalrennsli á Hraunum vatnsárin 1990 og 1991 miðað við langtíma meðalrennsli á svæðinu virðist í grófum dráttum, og með fyrirvara um mögulegar breytingar á rennslislyklum vatnshæðarmæla, vera þessi:

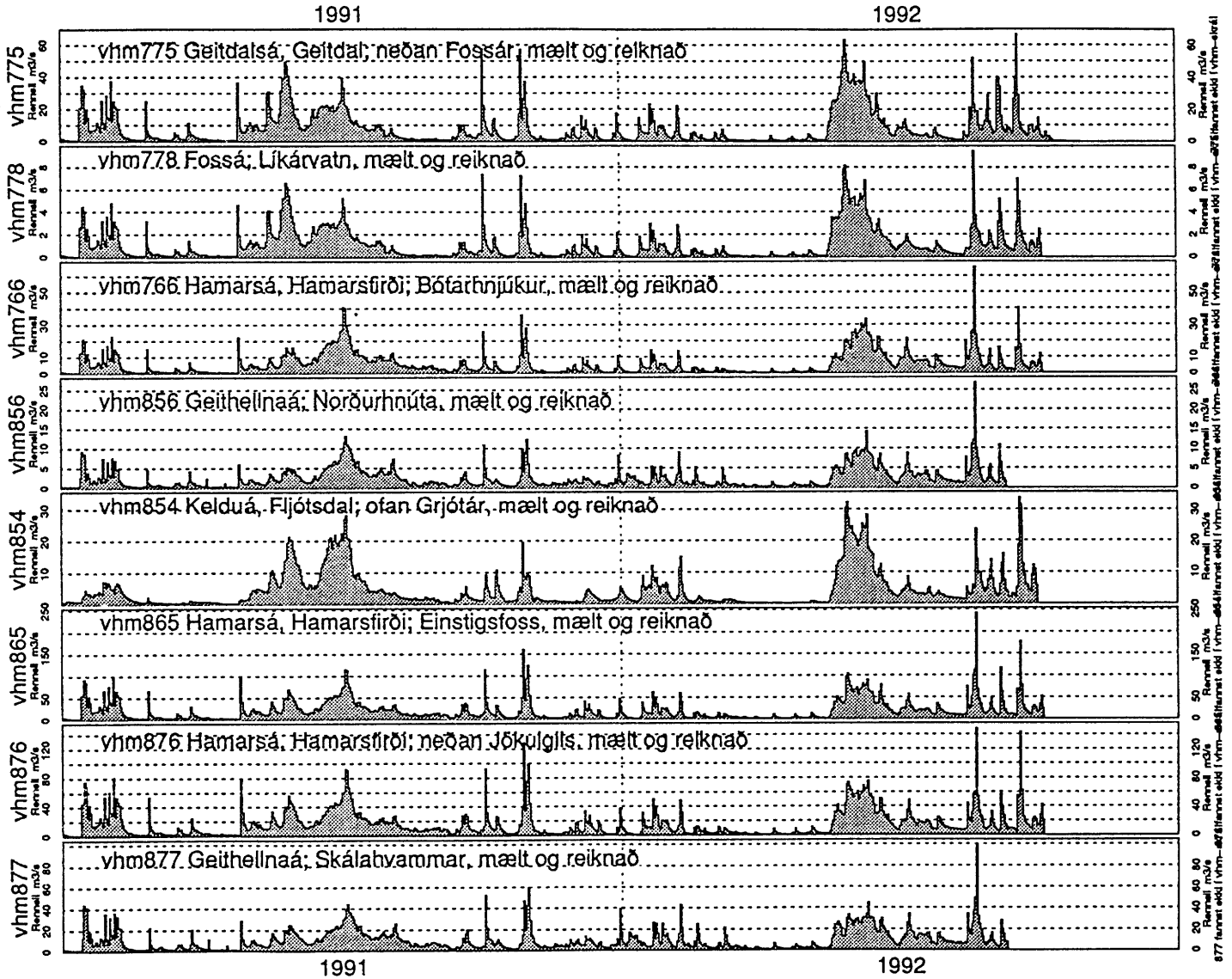
- Ekki er mikill eða einhlífur munur á heildarrennsli hvors um sig, vatnsáranna 1990 og 1991, sé litið á svæðið í heild.
- Skv. jöklamælingum (Oddur Sigurðsson 1993) er afrennsli svipað fyrir Þrándarjökul og Eyjabakkajökul. Jökulrennsli hefur skv. vatnamælingum verið yfir meðallagi frá Eyjabakkajökli (Vatnaskil 1985) bæði vatnsárin 1990 og 1991, svo nemur mörgum tugum prósentu, sérstaklega var jökulleysing mikil fyrra árið. Jöklamælingum á Þrándarjökli og Eyjabakkajökli ber saman við vatnamælingar um geysimikið jökulrennsli vatnsárið 1990, en gefa allmiklu lægri leysingu á vatnsárinu 1991, eða nærri meðaltali skv. lfkani Vatnaskila hf. fyrir Eyjabakkajökul.
- Dragárrennsli hefur verið undir meðallagi á Hraunum í heild vatnsárin 1990 og 1991, sem nemur u.þ.b. 10 %.

Á grundvelli fyrirliggjandi gagna er ekki að svo stöddu talið ráðlegt að segja nákvæmar til um rennsli af Hraunum. Lögð er áhersla á, að um bráðabirgðamat er að ræða.

Frekari athugun og leiðréttingar á eldri rennslisgögnum mæla í byggð, ásamt viðbótarmælingum ársins 1993, jafnt á hálendi sem í byggð, munu til samans gefa skýrari mynd af virkjanlegu rennsli á Hraunum, dreifingu þess og magni. Fyrirhugað er gera grein fyrir árangri og niðurstöðum slíkra athugana í skýrslu á árinu 1994.



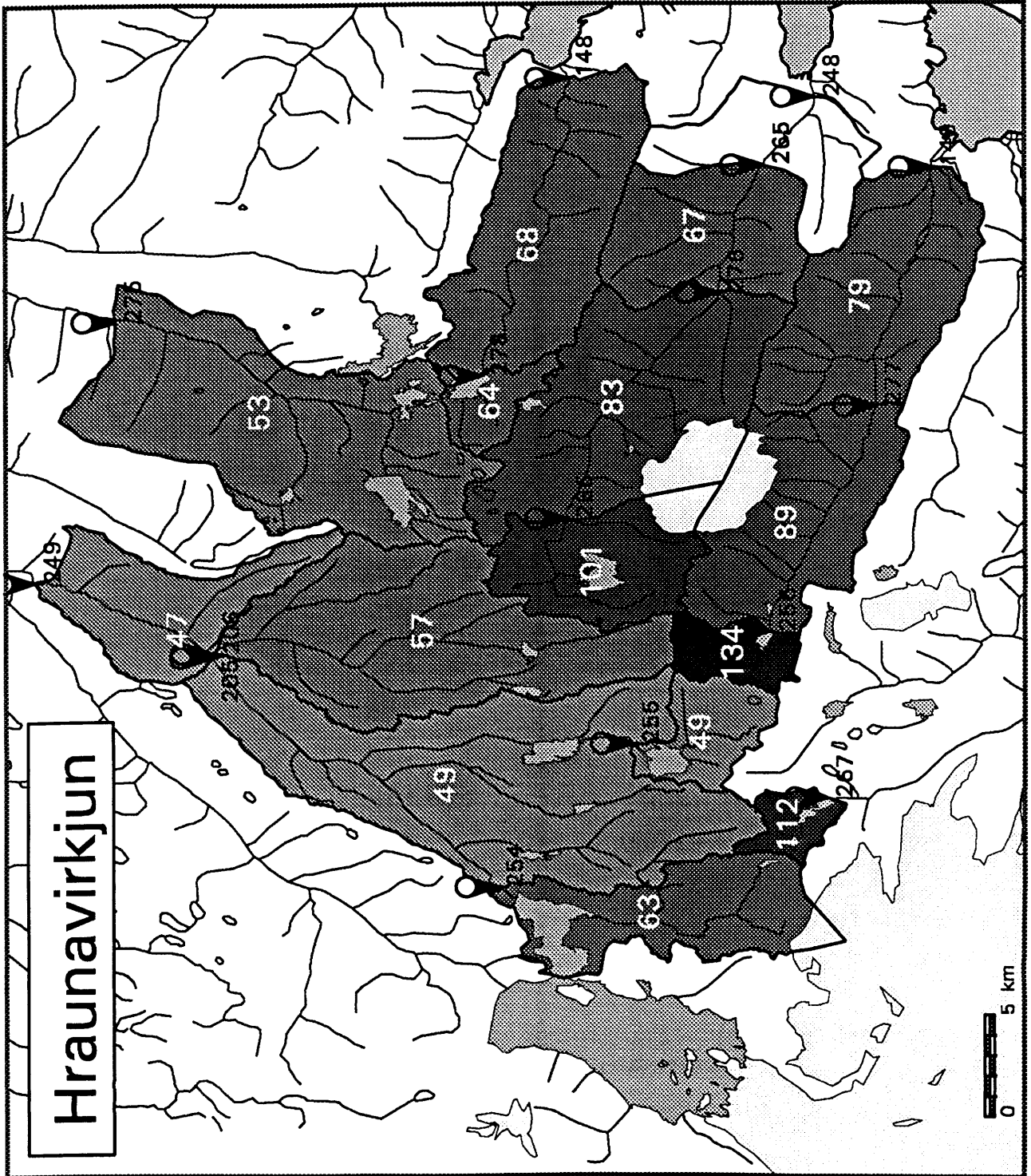
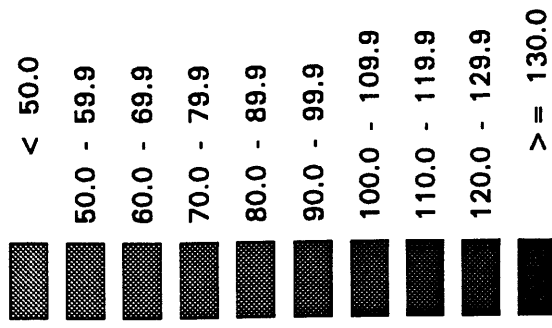
MYND 1. Yfirlit um mælt rennsli við hálandismæla á Hraunum 1991-92. Athugið að mælikvarði á myndinni er ekki sá sami fyrir hvern mæli.



MYND 2. Yfirlit um mælt og reiknað rennsli við hálandismæla á Hraunum 1991-92. Athugið að mælikvarði á myndinni er ekki sá sami fyrir hvern mæli.

Afrennsli vatnshæðarmæla

l/s/km²

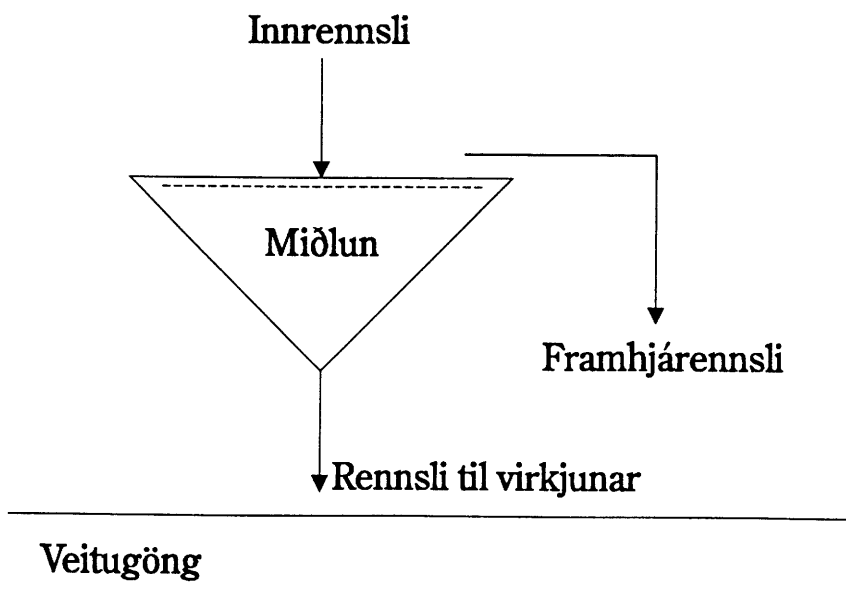


4. GERÐ HERMILÍKANS

Útfærsla hermireikninganna er í aðalatriðum eins og lýst er í greinargerð um kerfisgreiningu Hraunavirkjunar og vísað til hennar um nánari lýsingar. Gerð voru tvö líkön, eitt fyrir inntök í miðlunargöng og annað líkan fyrir virkjunina sjálfa. Til að einfalda líkangerðina af virkjuninni voru framkvæmdar aðgerðir til að fækka rennslisröðunum. Verður hvoru líkaninu fyrir sig lýst ásamt aðgerðum til einföldunar á virkjunarlíkaninu.

4.1 Líkan af lækjarinntaki

Í fyrsta fasa reikningana var útbúið líkan af inntaki í jarðgöng. Líkanið var notað til að fara kerfisbundið yfir allt vatnasvið virkjunarinnar til þess að meta nauðsynlega flutningsgetu inntaka og búa til rennslisraðir fyrir hvert inntak fyrir sig. Til þessa voru notaðar rennslisraðir á dagsgildaformi. Fyrir hvert inntak fengust úr reikningunum tvær rennslisraðir, ein fyrir rennsli inn í göngin og önnur fyrir rennsli á yfirfall. Einnig fékkst röð sem sýndi stöðu lónsins fyrir ofan pollinn. Þær breytur sem notaðar voru til að stýra reikningunum voru flutningsgeta inntaks og stærð miðlunar. Stærð miðlunar var ákveðin út frá landslagi af kortum, en flutningsgeta inntaksins var ákveðið með endurteknum keyrslum þar til því hlutfalli af heildarvatni var náð, sem stefnt var að fyrir inntakið.



MYND 4. Líkan af lækjarinntaki.

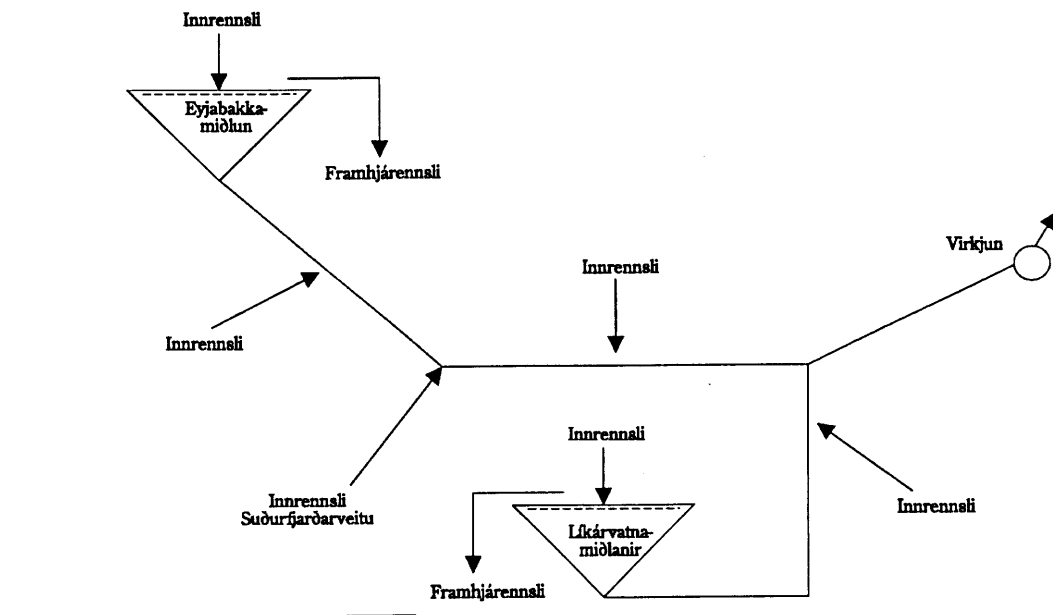
4.2 Aðgerðir til einföldunar virkjunarlíkans

Áður en gert var líkan af virkjun var rennslisröðunum inn í göng virkjunarinnar fækkað. Lagðar voru saman rennslisraðir þar sem sýnt þótti að það myndi ekki hafa áhrif á niðurstöður hermireikninganna. Önnur einföldun var einnig gerð. Smámiðlanir á veitusvæðinu voru nýttar til að jafna út rennsli frá illa miðluðum inntökum á sama svæði. Var hermílkanið að lækjarinntökum notað til þessa. Með þessu móti náðist fullnýting á miðlununum ásamt jafnara rennsli inn í miðlunargöngin. Þessi aðgerð einfaldar einnig líkangerðina af virkjuninni sjálfri þar sem ekki þarf að taka tillit til þessara smámiðlanna við líkangerðina. Unnt var af framkvæma þessa aðgerð fyrir allar smámiðlanirnar nema miðlanir í Líkárvatna-/Ódáðavatnaveitu en þar reyndust

miðlanirnar of stórar til að þetta væri unnt. Ofangreind aðgerð er að sjálfsögðu einföldun á raunveruleikanum en án hennar hefði reynst erfitt að ná utan um líkangerðina. Það er mat höfundar að lítil skekkja fylgi þessari nálgun þar sem menn muni í reynd stilla opnun viðkomandi smámiðlana þannig að þær nýtist sem best þó ekki sé fjarstýring á lokum þeirra.

4.3 Líkan af virkjun

Tilgangur líkangerðarinnar er að fá mat á nauðsynlega stærð Eyjabakkamiðlunar svo og nauðsynlega flutningsgetu ganga. Líkanið byggir á því að athuga afkomu virkjunarinnar þegar notandi hefur ákveðið stærð Eyjabakkalóns og flutningsgetu veituganga úr Suðurfjörðum, aðrennslisganga frá Suðurfjarðaveitu að Eyjabakkamiðlun og aðrennslisganga frá Suðurfjarðaveitu að stöðvarhúsi. Gert er ráð fyrir tveim miðlunum í kerfinu, Eyjabakkamiðlun og Líkárvatnamiðlun, sem er samanlögð miðlun Líkárvatns, Ódádavatna og miðlunar í Leirudæld. Líkanið vinnur með rennslisráðir á dagsgildagrunni. Á hverjum degi er skráð rennsli frá virkjun, rennsli um veitu- og aðrennslisgöng, stöður lóna og framhjärennslí. Til að ákvarða rennsli frá virkjun var útbúin rennslisröð þar sem gengið var út frá meðalrennsli til virkjunar. Gert var ráð fyrir markaðssamsetningunni 70% stóriðja og 30% almennur markaður. Stóriðjan var metin sem stöðugt rennsli frá virkjuninni en almenna notkunin látin sveiflast samkvæmt tölum í Raforokuspá. Þannig fékkst líklegt álag á virkjunina. Í reikningum er miðað við að lón sé full við upphaf reikninga, en það er upphaf vatnsársins. Reikningarnir voru keyrðir fyrir tvö vatnsár, 1990 og 1991.



MYND 5. Líkan af virkjun.

Stýring rennslis til virkjunar er nokkuð flókin í tilfalli Hraunavirkjunar. Í fyrsta lagi rennur til virkjunar vatn sem er ómiðlanlegt. Er hér um að ræða vatn sem rennur inn í aðrennslisgöng neðan Suðurfjarðarveitu ásamt hluta vatns úr Líkárvatnaveitu. Í öðru lagi kemur vatn úr Suðurfjarðarveitu sem rennur annað hvort beint til virkjunar eða til Eyjabakkamiðlunar. Í þriðja lagi kemur vatn inn í aðrennslisgöng ofan Suðurfjarðarveitu sem getur runnið til virkjunar eða til Eyjabakkamiðlunar. Í fjórða lagi er vatn sem rennur beint til miðlananna tveggja. Af ofangreindum orsökum getur streymið í aðrennslisgöngum ofan Suðurfjarðarveitu verið í báðar áttir. Vatn er tekið til virkjunarinnar eftir eftirfarandi forgangs röð. Fyrst er tekið ómiðlanlegt

rennsli beint inn í aðrennslisgöng. Síðan er tekið vatn úr Suðurfjarðargöngum. Ef það dugir ekki er athugað hvort önnur hvor miðlunin sé full og þá tekið úr henni til að missa ekki vatn á yfirfall. Ef hvorug miðlunin er full er fyrst tekið úr Lfkarvatnamiðlun þar sem hún er minni. Flutningsgeta gangnanna er ákvörðuð fyrir reikningana og er þess gætt að ekki fari meira vatn um hver göng en sem svarar flutningsgetu þeirra. Með þessu móti var hægt að fá mat á nauðsynlegum gangastærðum. Umframvatni úr Suðurfjarðarveitu er veitt til Eyjabakkamiðlunar svo og umframvatni úr aðrennslisgöngum ofan Suðurfjarðarveitu.

5. REIKNINGAR

Í þessum kafla verður farið yfir þá reikninga sem framkvæmdir voru með hjálp ofangreindra lfkana. Byrjað verður á lýsa áætluðu rennsli til virkjunar. Síðan verður farið yfir niðurstöður reikninga með hjálp hermilkans fyrir lækjarinntök og þar á eftir yfir reikninga með hermilkani fyrir virkjunina. Einnig verður þeim aðgerðum lýst sem framkvæmdar voru til einföldunar virkjunarlíkaninu.

5.1 Áætlað rennsli til virkjunar

Byggt á ofangreindum rannsóknum hefur rennsli til virkjunar verið endurskoðað, sjá töflu 3. Þar sem byggt er á athugunum sem aðeins ná til ofangreindra tveggja ára má gera ráð fyrir að tölurnar í töflunni séu um 10% of lágar miðað við meðalár. Úr því fæst þó ekki skorið fyrir en eftir frekari rannsóknir.

5.2 Lækjarinntök

Eins og áður sagði er óvissan í hvernig gengur að ráða við hina skörpu flóðtoppa sem koma í ár og lækja á virkjunarsvæði Hraunavirkjunar einn stærsti óvissuþáttur í mati á virkjuninni. Til að ráða bót á þessu var farið út í umfangsmiklar vatnamælingar á svæðinu. Undanfarin þrjú ár hafa verið reknir nfu vatnshæðarmælar á svæðinu og hefur nú verið unnið úr tveim fyrstu árunum. Byggt á þeim gögnum voru útbúnar einkennandi rennslisráðir af hinum mismunandi hlutsvæðum virkjunarinnar. Áætlað afrennsli fyrir þessi tvö ár og dreifing þess sést á mynd 6 sem er aftast í skýrslunni.

Á grundvelli þessa korts, og staðfræðikorta í mælikvarða 1:20.000, var vatnasviði virkjunarinnar skipt niður á inntök í göng og aðrennsli beint í miðlunarlón. Síðan var hvert inntak skoðað, stærð vatnasviðsins mælt og rennslisröð útbúin með sköln á þeirri röð sem er einkennandi fyrir svæðið. Einnig var miðlun inntaksins sjálfs áætluð út frá staðfræðikortunum. Byggt á þessum kortum voru síðan keyrðir nokkrir hermireikningar í gegnum líkanið og flutningsgeta inntaksins stillt af þannig að 90-95% af heildarvatninu nædist inn í virkjunargöng. Venjulega er miðað við að virkjun nýti um 85% aðrennslis til hennar, en þar sem talið var að þau vatnsár sem hér eru notuð séu tiltölulega léleg var sú ákvörðun tekin að miða við hærri tölu. Þegar flutningsgeta inntaksins hafði verið valin var líkanið látið gera rennslisröð fyrir það vatn sem færi inn í göngin. Þessi röð var síðan notuð í áframhaldandi reikningum. Á mynd 7 sést staðsetning inntakanna og heiti. Tafla 4 sýnir síðan helstu niðurstöður reikninganna.

Leirudældarsvæðinu og afrennsli í Eyjabakka-/Kelduárlón var sleppt í þessum reikningum þar sem það vatn er skoðað sérstaklega í líkaninu af virkjuninni. Í báðum þessum tilfellum eru miðlanir svæðisins svo stórar að þær nýtast til að geyma vatn milli árstíma og miðla á móti ómiðlanlegu rennsli.

Í töflunni eru talin upp 30 inntök. Þetta sýnir nauðsyn þess að skoða vandlega hvernig hægt er að byggja þessi inntök á ódýran hátt. Verður helst sótt í smíðju Norðmanna varðandi þetta.

Í þessum reikningum kom í ljós að hagkvæmt er að bæta við nokkrum smámiðlunum. Stærð þeirra er á bilinu 0.7-2.5 Gl. Tilgangur þeirra er fyrst og fremst sá að dempa flóðtoppa og minnka þar með kröfur á stærð inntaks og flutningsgetu gangna. Sem dæmi um þetta má nefna Fellsá. Þar er bætt við 2.5 Gl miðlun. Áhrif hennar eru þau að nauðsynleg flutningsgeta minnk- ar um helming, eða úr $5 \text{ m}^3/\text{s}$ í $2.4 \text{ m}^3/\text{s}$. Þessar miðlanir voru einungis settar ef sýnt þótti að unnt væri að gera þær á ódýran hátt.

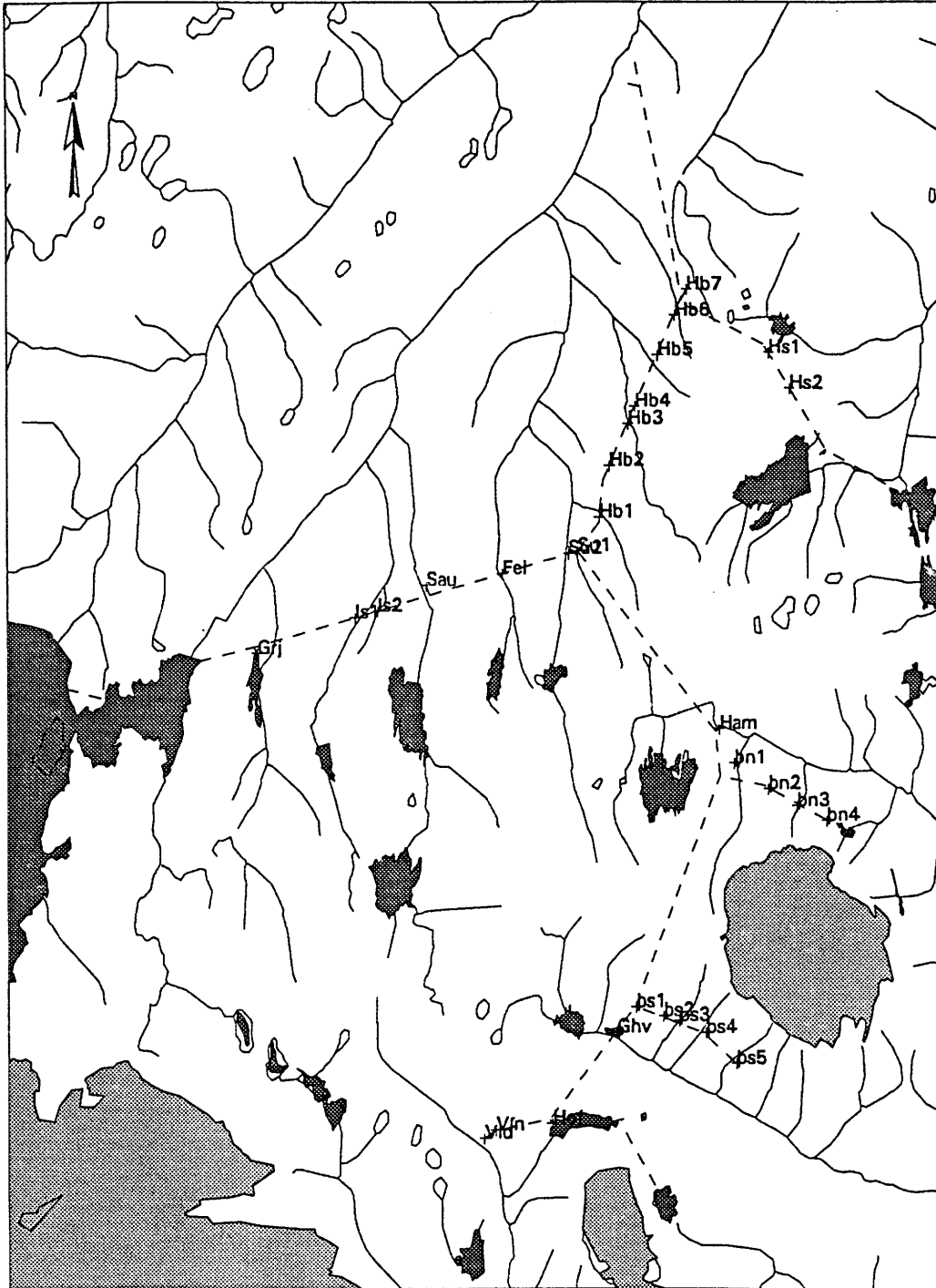
Geta má þess að raðirnar og inntökin fyrir Hamarsá, Sauðá, Geithellnaá og dæluna í Víðidal voru reiknaðar í mörgum þrepum. Fyrst var metin nauðsynleg stærð inntaka til að ráða við um 90% ómiðlanlegs rennslis. Síðan var miðlunin látin miðla sínu innrennsli á móti ómiðlaða rennslinu til að halda stærð inntaksins sem minnstu og ná jafnara rennsli inn í göngin. Einnig má geta þess að þar sem miðlun er engin var reiknað með að steypri veggurinn fyrir framan inn- takið myndaði um 1000 m^3 poll.

TAFLA 3: Afrennsli Hraunaveitu.

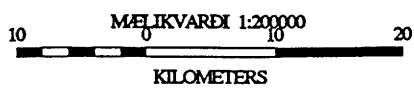
	Vatnasvið km ²	Afrennsli l/s/km ²	Rennsli m ³ /s	Ársrennsli Gl/á
Kelduá	61.2	63	3.83	121
Grjótá	37.1	56	2.07	65
Innri Sauðá	19.2	56	1.07	34
Ytri Sauðá	65.0	69	4.50	142
Fellsá	14.9	61	0.90	28
Sultarranaá	36.8	74	2.73	86
Strútsá	17.8	63	1.11	35
Gilsá-Sturluá	14.9	61	0.89	28
Samtals í vatnsveg virkjunar	266.9	64	17.1	539
Hornbrynjuslakki	16.5	61	0.98	31
Leirudalur	25.1	69	1.69	53
Lfkárvatn	42.1	67	2.66	84
Ódáðavötn	13.5	64	0.87	27
Samtals Lfkárvatnsveita	97.2	64	6.20	196
Hamarsá	43.5	91	3.84	121
Þrándarjökull norðan	40.5	121	4.88	154
Þrándarjökull sunnan	20.4	147	3.00	95
Geithellnaá	28	134	3.75	118
Víðidalsþverá	9.7	107	1.04	33
Hofsá	10.3	107	1.10	35
Víðidalsá efri	19.9	82	1.64	52
Víðidalsá	12.6	107	1.35	43
Kollumúlþverá	7.1	107	0.76	24
Samtals Suðurfirðir	192.0	111	21.36	674
Vatnadæld	10.1	107	1.08	34
Samtals veitur	299.3	96	28.64	903
Alls Hraunavirkjun	566.2	81	45.74	1442

TAFLA 4: Lækjarinntök.

Nafn	Aðrennissvæði km ²	Miðlun þús m ³	Flutningsgeta m ³ /s ³	Meðalrennsli í göng m ³ /s	Nýting vatns %
Pn1	15.5	Engin	8.0	1.78	95
Pn2	3.0	45	1.5	0.35	96
Pn3	9.5	270	4.5	1.10	96
Pn4	12.5	150	6.0	1.43	95
Ham	43.7	22500	9.0	4.01	95
Ps1	2.0	Engin	1.0	0.26	95
Ps2	1.9	Engin	1.0	0.25	96
Ps3	4.6	Engin	2.5	0.65	95
Ps4	5.8	Engin	3.0	0.81	94
Ps5	6.1	Engin	3.2	0.85	94
Ghv	28.0	5000	7.0	3.48	93
Hof	20.0	14500	2.4	2.07	98
Vín	19.9	50	7.0	1.48	91
Víd	19.7	12600	3.0	2.05	99
Su1	5.7	Engin	1.9	0.40	95
Su2	24.6	2200	5.5	1.74	95
Fel	14.9	2500	2.4	0.87	95
Sau	65.0	45500	4.6	4.25	95
Is1	16.4	1000	3.5	0.86	95
Is2	2.8	Engin	0.7	0.14	92
Grj	37.1	2000	8.0	1.94	94
Hb1	1.7	Engin	0.5	0.12	93
Hb2	6.5	Engin	2.0	0.48	93
Hb3	12.2	Engin	3.0	0.70	92
Hb4	3.7	Engin	1.0	0.22	94
Hb5	1.9	Engin	0.5	0.11	94
Hb6	4.4	Engin	1.0	0.24	92
Hb7	10.5	Engin	2.5	0.58	92
Hs1	14.7	700	2.5	0.82	94
Hs2	1.8	Engin	0.4	0.10	91
Samtals	416.1	109015	99.1	34.14	



Hraunavirkjun



Myndin sýnir þau inntök sem skoðuð voru með líkani af lækjarinntökum til að meta hve miklu vatni hægt er að ná til virkjunarinnar.

MYND 7. Lækjarinntök á Hraunum.

5.3 Aðgerðir til einföldunar líkani af virkjun

Vegna fjölda inntaka þótti ekki gerlegt að búa til líkan af virkjuninni með hverju inntaki reiknuðu fyrir sig. Það hefði þýtt að á milli 30 og 40 rennslisraðir hefði þurft til að líkja eftir aðrennsli til virkjunarinnar. Því var farið út í að skoða hvernig fækka mætti þessum röðum án þess að minnka nákvæmni líkansins. Við reikninga intakana var haft í huga að taka strax inn áhrif smámiðlana á veituleiðum. Miðlaninar sem taldar eru upp í töflunni hér að framan hafa allar verið fullnýttar til að jafna rennsli inn í göng. Því eru hægt að líta eins á allar ofantaldar rennslisraðir úr inntökum og leggja þær beint saman. Sú leið var valin að leggja saman allar raðir Suðurfjarðarveitu og búa þannig til eina röð. Þessi aðgerð ætti að fela í sér litla skekkju þar sem þegar hefur verið tekið tillit til miðlana veitunnar. Á sama hátt var valið að leggja saman raðir allra inntaka milli Suðurfjarðarveitu og Eyjabakkalóns svo og raðir allra inntaka milli Suðurfjarðarveitu og stöðvarhúss. Á þennan hátt er röðum inntakanna fækkað úr þrjátíu í þrjár á þess að líkanið tapi miklu í gæðum.

5.4 Hermireikningar virkjunar

Fyrir hermireikninga virkjunar voru búnar til rennslisraðir fyrir innrennsli í Kelduárlón úr veitu úr Vatnadæld og Kelduánni sjálfri. Til að einfalda reikninga var búin til ein röð fyrir allt rennsli af Lfárvatna-/Ódáðavatnasvæði og miðlununum slegið saman í eina. Þetta er einföldun og í raun ekki alveg rétt. Þetta er þó hægt að réttlæta þar sem miðlaninar eru stórar í hlutfalli við innrennslið og lítið um ómiðlað vatn. Sérstaklega var þó skoðað hve miklu vatni þarf að dæla úr Ódáðavötnun til að unnt væri að meta orkuþörf til dælnunnar.

Til að athuga áhrif þess að slá saman Fljótsdalsvirkjun og Hraunavirkjun var útbúin rennslisröð fyrir innrennsli Jökulsár í Fljótsdal í Eyjabakkalón á dagsgildagrunni fyrir sömu vatnsár og hin- ar raðirnar. Þessi röð var síðan notuð í nokkrum af keyrslunum.

Eftirfarandi raðir voru því notaðar í reikningunum.

- Kelduá + Vatnadæld
- Inntök í aðrennslisgöng milli Eyjabakkalóns og Suðurfjarðarganga
- Inntök í aðrennslisgöng milli Suðurfjarðarganga og stöðvarhúss
- Suðurfjarðarveita
- Lfárvatns-/Ódáðavatnaveita
- Innrennsli í Eyjabakkalón.

Til að stýra álagi á virkjun voru búnar til tvær rennslisraðir. Sú fyrri er jafnt álag á virkjunina byggð á meðalrennsli til virkjunar. Sú seinni er byggð á markaðssamsetningunni 70% stóriðja og 30% almennur markaður, og meðalrennsli til virkjunar.

Með ofangreindum röðum voru keyrðar eftirfarandi samsetningar í líkaninu:

- Virkjun án Fljótsdalsvirkjunar og með jöfnu álagi
- Virkjun án Fljótsdalsvirkjunar og með jöfnu álagi en álag minnkað til að skila Eyjabakkalóni fullu
- Virkjun án Fljótsdalsvirkjunar og með breytilegu álagi í samræmi við markað
- Virkjun án Fljótsdalsvirkjunar og með breytilegu álagi í samræmi við markað en álag minnkað til að skila Eyjabakkalóni fullu
- Virkjun án Fljótsdalsvirkjunar og með breytilegu álagi í samræmi við markað en dældu vatni úr Lfárvatns-/Ódáðavatnaveitu og úr Vífidal sleppt

- Virkjun án Fljótsdalsvirkjunar og með breytilegu álagi í samræmi við markað en dældu vatni úr Lfkárvatns-/Ódáðavatnaveitu og úr Vðidal sleppt. Álag minnkað til að skila Eyjabakkalóni fullu
- Virkjun með Fljótsdalsvirkjun og breytilegu álagi í samræmi við markað
- Virkjun með Fljótsdalsvirkjun og breytilegu álagi í samræmi við markað. Álag minnkað til að skila Eyjabakkalóni fullu
- Virkjun með Fljótsdalsvirkjun og breytilegu álagi í samræmi við markað en dældu vatni úr Lfkárvatns-/Ódáðavatnaveitu og úr Vðidal sleppt
- Virkjun með Fljótsdalsvirkjun og breytilegu álagi í samræmi við markað en dældu vatni úr Lfkárvatns-/Ódáðavatnaveitu og úr Vðidal sleppt. Álag minnkað til að skila Eyjabakkalóni fullu.

Eins og sést á ofangreindu voru teknar sérstakar keyrslur til að geta skilað Eyjabakkalóni fullu. Þetta stafar af því að vatnsárinn tvö sem eru notuð eru svo ólík innbyrðis að öll hegðun líkansins var mjög ólík milli árána og seinna árið var með svo lítið innrennsli um veturinn að Eyjabakkalón náði ekki að fyllast um sumarið.

Jafnhliða ofangreindum keyrslum var athugað hvaða gangaþvermál, og þar með flutningsgeta, dygðu til að flytja það vatn sem þurfti að fara um göngin. Athuganir sýndu að eftirfarandi virtist hæfilegt fyrir Hraunavirkjun:

TAFLA 5: Gangaþvermál.

Göng	Þvermál í m	Flutningsgeta í m ³ /s
Suðurfjarðarveita	5.2	52.1
Aðrennslisgöng	5.2	52.1
Lfkárveita	3.5	20.3

Flutningsgeta Suðurfjarðaganga og aðrennslisganga milli Suðurfjarðaganga og Eyjabakkalóns virtist vera hæfileg sem u.þ.b. 15% yfirhönnun á meðalrennsli til virkjunarinnar. Lfkárveita notar hins vega lágmarksgöng. Flutningsgeta aðrennslisganga neðan Suðurfjarðaganganna er háð notkun virkjunarinnar á vatni og eru göngin því minni en ofan Suðurfjarðarveitu. Hér verður að athuga að ekki er tekið tillit til sveifna innan sólarhringsins né varaafsparfara.

Í eftirfarandi köflum er hverri keyrslu lýst fyrir sig. Þar á eftir kemur tafla sem sýnir helstu niðurstöður reikninganna og loks koma myndir með rennslisröðum hinna ýmsu hluta kerfisins. Í töflunni og myndunum eru aðrennslisgöngin milli Eyjabakkamiðlunar og Suðurfjarðarveitu kölluð miðlunargöng. Myndirnar sýna sjö línurit með sameiginlegum tímaskala í dögum þar sem fyrsti dagurinn er 1. september 1990 en sá síðasti 31. ágúst 1992. Fyrsta línuritið sýnir innrennsli til virkjunarinnar, þ.e. það vatn sem er tekið inn um inntök í lækjarinntökum og miðlunum. Eitthvað af þessu vatni kemst hins vegar ekki inn í göngin vegna flutningstakmarkana ganga, en það vatn er sýnt á sér línuriti. Önnur myndin sýnir stöðu Eyjabakkamiðlunar. Kelduárlónið er innifalið í þessum tölum, en það er um 69 Gl að stærð. Þriðja línuritið sýnir rennsli um aðrennslisgöngin milli Eyjabakkamiðlunar og Suðurfjarðarveitu. Þetta línurit er merkt sem Miðlunargöng. Athygli skal vakin á því að núllpunkturinn er í miðri mynd. Þósitíft rennsli táknar rennsli til Eyjabakkamiðlunar en negatíft tala rennsli frá Eyjabakkamiðlun í átt til stöðvarhúss. Fjórða myndin sýnir rennsli um Suðurfjarðargöng. Þetta eru hámarkstölur og gilda því strangt tekið aðeins fyrir rennsli milli Hamarsvatns og aðrennslisganga. Fimmta myndin sýnir það vatn sem tapast samtals vegna takmörkunar á flutningsgetu ganga virkjunarinnar. Tap skeð-

ur fyrst og fremst í flóðum þegar flytja þarf mikið vatn frá Suðurfjarðaveitu til Eyjabakkamiðlunar. Tapið skeður í raun á yfirfalli í inntökunum. Sjötta myndin sýnir vatn sem tapast á yfirfalli í miðlunum. Sjöunda myndir sýnir loks það vatn sem rennur í gegnum vélar virkjunarinnar. Endurspeglar myndin það álag sem sett er á virkjunina og sýnir einnig skort ef um slíkt er að ræða.

Einnig má geta þess að í tölum um stærð Eyjabakkalóns, bæði í myndum og í töflu, er Kelduárlón meðtalið, en það er um 69 GJ.

Orkuframleiðsla er áætluð út frá rekstrarfallhæðinni 614.5m og því vatni sem rennur í gegnum vélar virkjunarinnar. Dæluorka er áætluð þannig að gert er ráð fyrir að öllu vatni sem kemur inn í rennslisraðirnar er dælt, óháð því hvort göng er full eða ekki. Þannig fæst mat á efri mörk orku sem þarf til dælingar. Ekki er líklegt að þetta sé allt forgangsorka.

5.4.1 Keyrsla 1 - Virkjun án Fljótsdalsvirkjunar og með jöfnu álagi

Tilgangur þessarar keyrslu var að fá hugmynd um nauðsynlega stærð Eyjabakkamiðlunar fyrir Hraunavirkjun. Einnig fékkst mat á rennsli í gegnum virkjunina og þar með orkugetu. Ráðandi fyrir keyrsluna var að virkjunin skorti aldrei vatn og voru stærðir miðaðar við það. Þó eru gangatakmarkanir þannig settar að eitthvað vatn tapast alltaf framhjá í verstu flóðtoppum.

5.4.2 Keyrsla 2 - Eyjabakkalóni skilað fullu

Tilgangur þessarar keyrslu var að keyra virkjunina í fullu massajafnvægi þannig að öllum lónum er skilað fullum eins og þau voru í byrjun keyrslu. Þessi krafa er hugsanlega óeðlileg þar sem vetrarrennsli er óvenju lítið seinna vatnsárið, en þetta gefur þó hugmynd um viðkvæmni niðurstöðu fyrir þessu. Forsendur voru annar eins og í keyrslu 1.

5.4.3 Keyrsla 3 - Virkjun án Fljótsdalsvirkjunar, breytileg orkuþörf

Þessi keyrsla er eins og keyrsla 1, nema hér hefur verið gert ráð fyrir 70/30 markaðssamsetningu og breytist álag á virkjunina miðað við það.

5.4.4 Keyrsla 4 - Eyjabakkalóni skilað fullu

Þessi keyrsla er eins og keyrsla 3 nema nú er gerð sú krafa að Eyjabakkalóni sé skilað fullu þannig að massajafnvægi haldist í reikningunum og ekki sé gengið á forða lónsins.

5.4.5 Keyrsla 5 - Dældu vatni sleppt, breytileg orkuþörf

Tilgangur þessarar keyrslur var tvíþættur. Í fyrsta lagi að kanna áhrif á stærð Eyjabakkamiðlunar að sleppa dælda vatninu og í öðru lagi að kanna hve mikilli orku dælda vatnið skilar.

5.4.6 Keyrsla 6 - Eyjabakkalóni skilað fullu

Tilgangur þessarar keyrslu er eins og áður að halda massajafnvægi og ganga ekki á forða Eyjabakkalóns. Keyrslan er annars eins og keyrsla 5.

5.4.7 Keyrsla 7 - Hraunavirkjun með Fljótsdalsvirkjun, breytilegt álag

Tilgangur þessarar keyrslu var að athuga áhrif þess að slá saman Hraunavirkjun og Fljótsdalsvirkjun í eina virkjun þannig að vatni Fljótsdalsvirkjunar er bætt við Hraunavirkjun og Eyjabakkamiðlun samtímis nýtt. Athygli skal vakin á því að stærð Eyjabakkamiðlunar er nú heildastærð hennar, þannig að með eru nú reiknaðir þeir 500 GJ sem Fljótsdalsvirkjun hefði annars notað ásamt Kelduárlóni.

5.4.8 Keyrsla 8 - Eyjabakkalóni skilað fullu

Tilgangur þessarar keyrslu er eins og áður að halda massajafnvægi og ganga ekki á forða Eyjabakkalóns. Keyrslan er annars eins og keyrsla 7.

5.4.9 Keyrsla 9 - Hraunavirkjun með FDV, breytilegt álag, dældu vatni sleppt

Hér er athuguð áhrif þess að sleppa veitum þar sem dælingar er þörf. Veitum úr Víðidal og Lfárvötnum er því sleppt.

5.4.10 Keyrsla 10 - Eyjabakkalóni skilað fullu

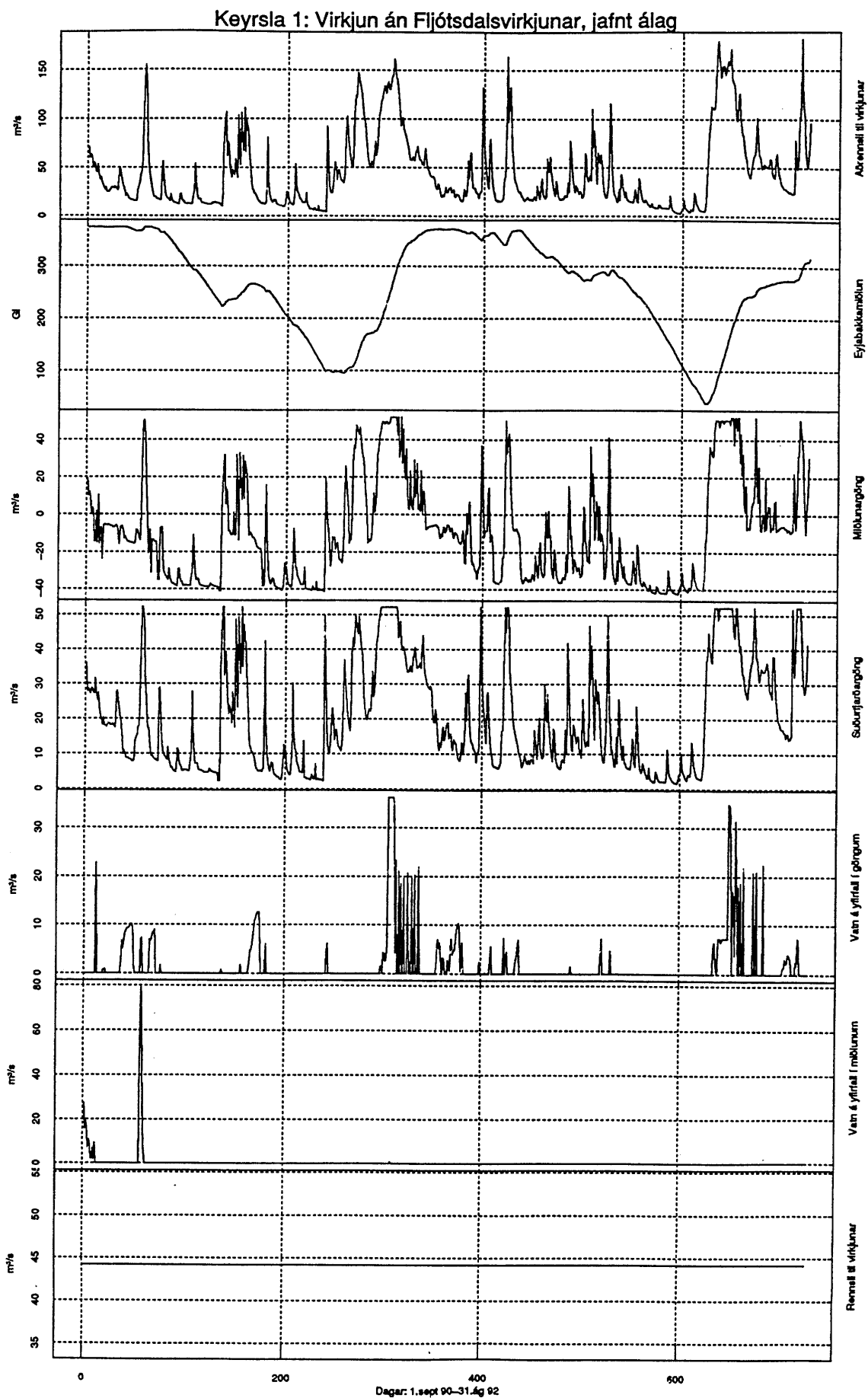
Tilgangur þessarar keyrslu er eins og áður að halda massajafnvægi og ganga ekki á forða Eyjabakkalóns. Keyrslan er annars eins og keyrsla 9.

5.4.11 Niðurstöður hermireikninga

Í töflu 6 eru helstu niðurstöður hermireikninganna teknar saman.

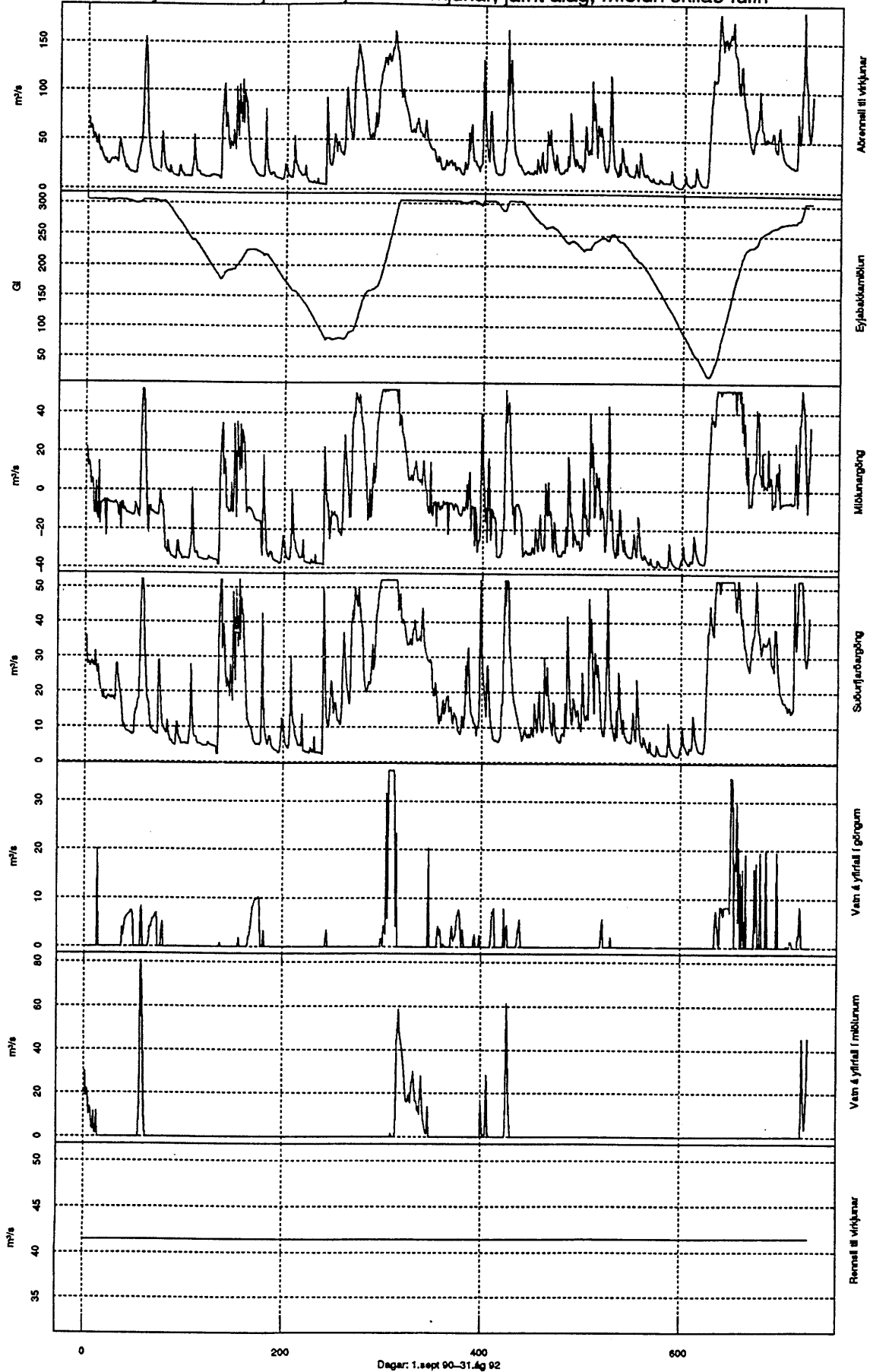
TAFLA 6: Niðurstöður hermireikninga.

Keyrsla:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Meðalrennsli til virkjunar m ³ /s	44.2	44.2	44.2	44.2	38.6	38.6	70.2	70.2	66.7	66.7
Stærð Eyjabakkamiðlunar GI	375	305	405	325	325	375	765	765	700	700
Þvermál miðlunarganga m	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	6.0	6.0	6.0	6.0
Þvermál aðrennslisganga m	4.9	4.8	5.0	4.9	4.8	4.7	6.0	6.0	6.0	6.0
Þvermál Suðurfjarðarganga m	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2
Heildarvatn til virkjunarGI/ár	1394	1308	1394	1308	1218	1157	2212	2146	2064	2040
Heildar tapað vatn GI/ár	41	90	39	88	29	72	50	89	23	40
Orkuframleiðsla GWh/ár	2060	1934	2060	1934	1801	1711	3270	3172	3052	3016
Dæluorka til frádr GWh/ár	37	37	37	37	0	0	37	37	0	0



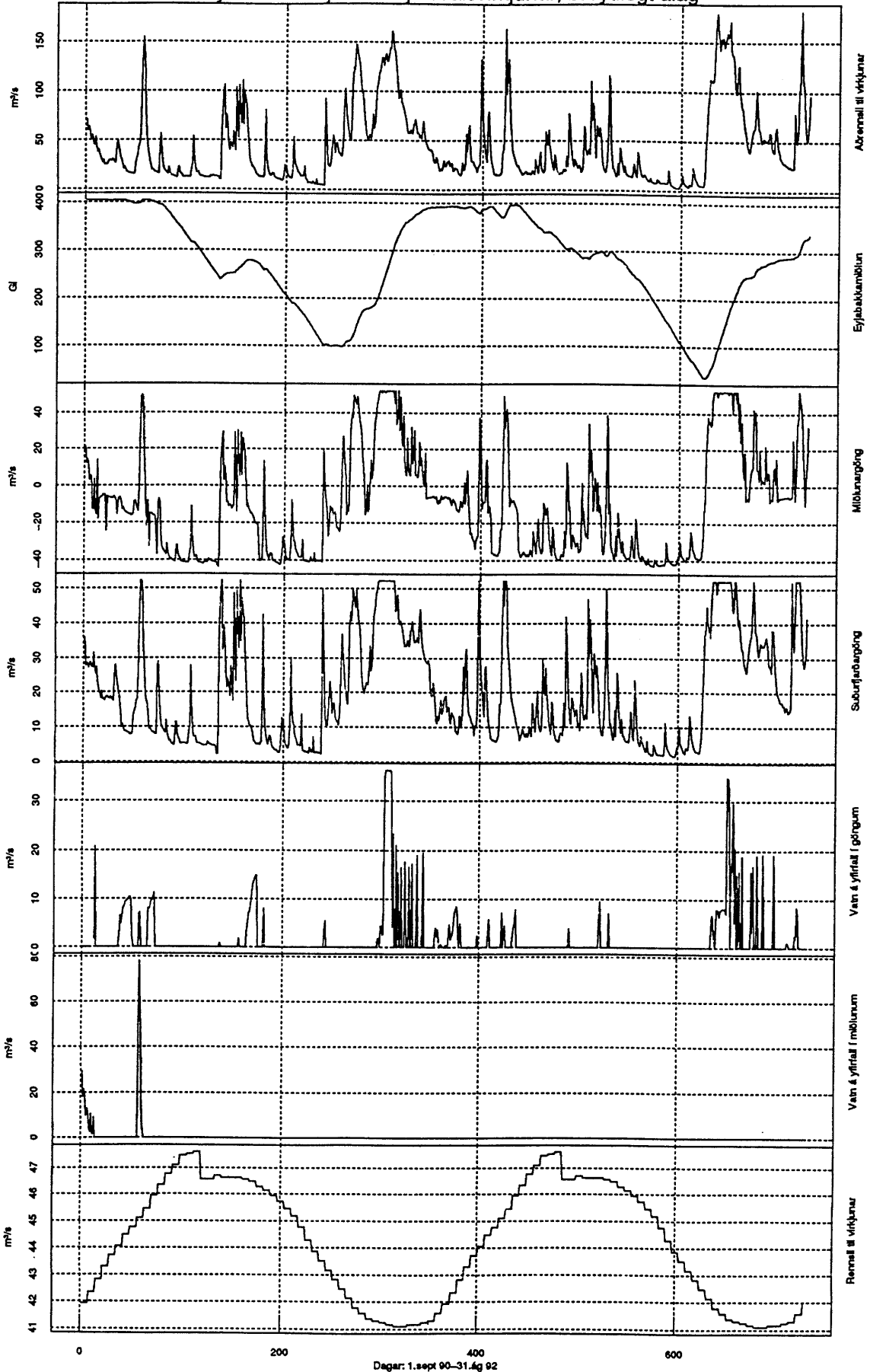
MYND 8. Yfirlit yfir rennsli og miðlun í keyrslu 1.

Keyrsla 2: Virkjun án Fljótsdalsvirkjunar, jafnt álag, miðlun skilað fullri



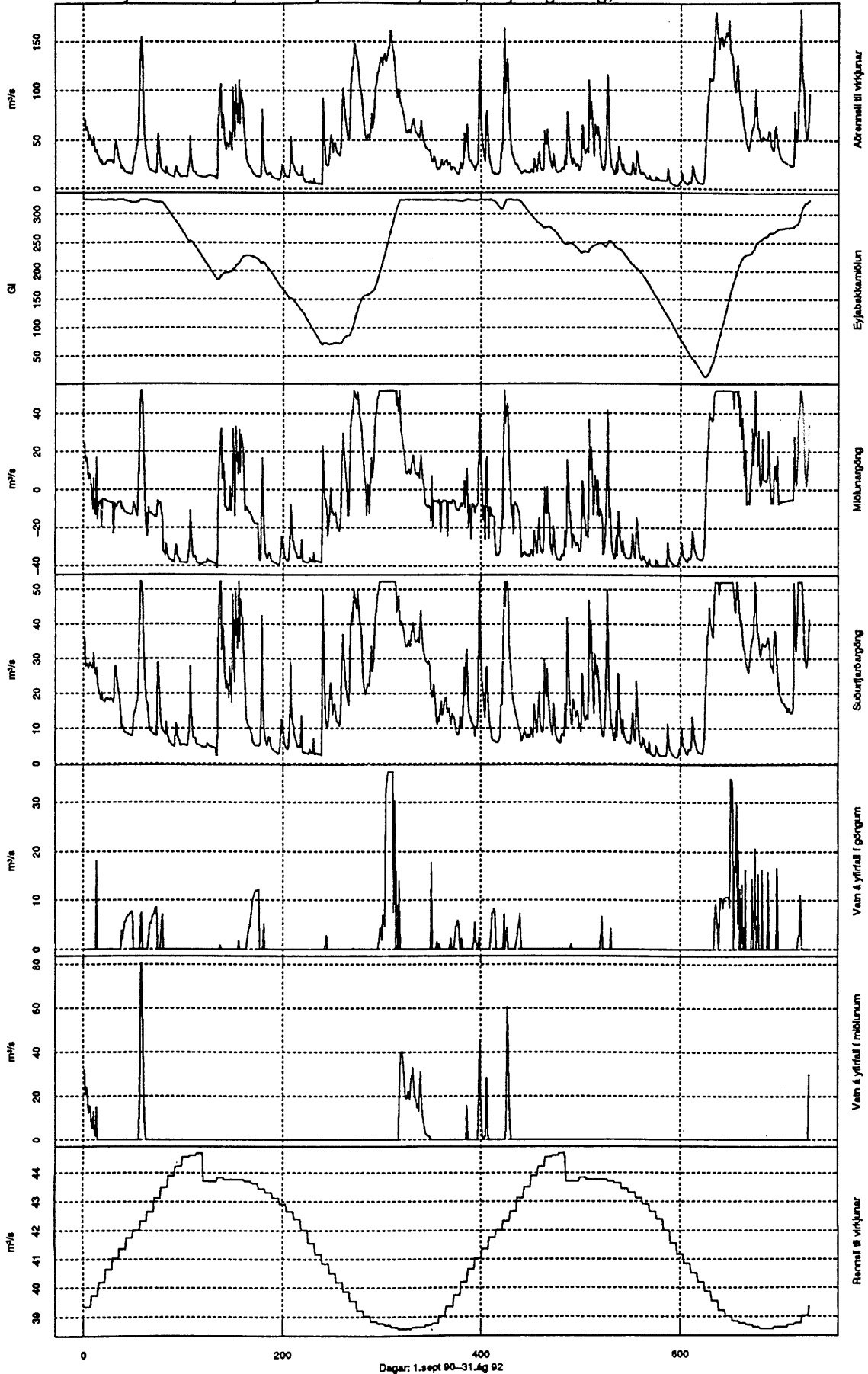
MYND 9. Yfirlit yfir rennsli og miðlun í keyrslu 2.

Keyrsla 3: Virkjun án Fljótsdalsvirkjunar, breytilegt álag

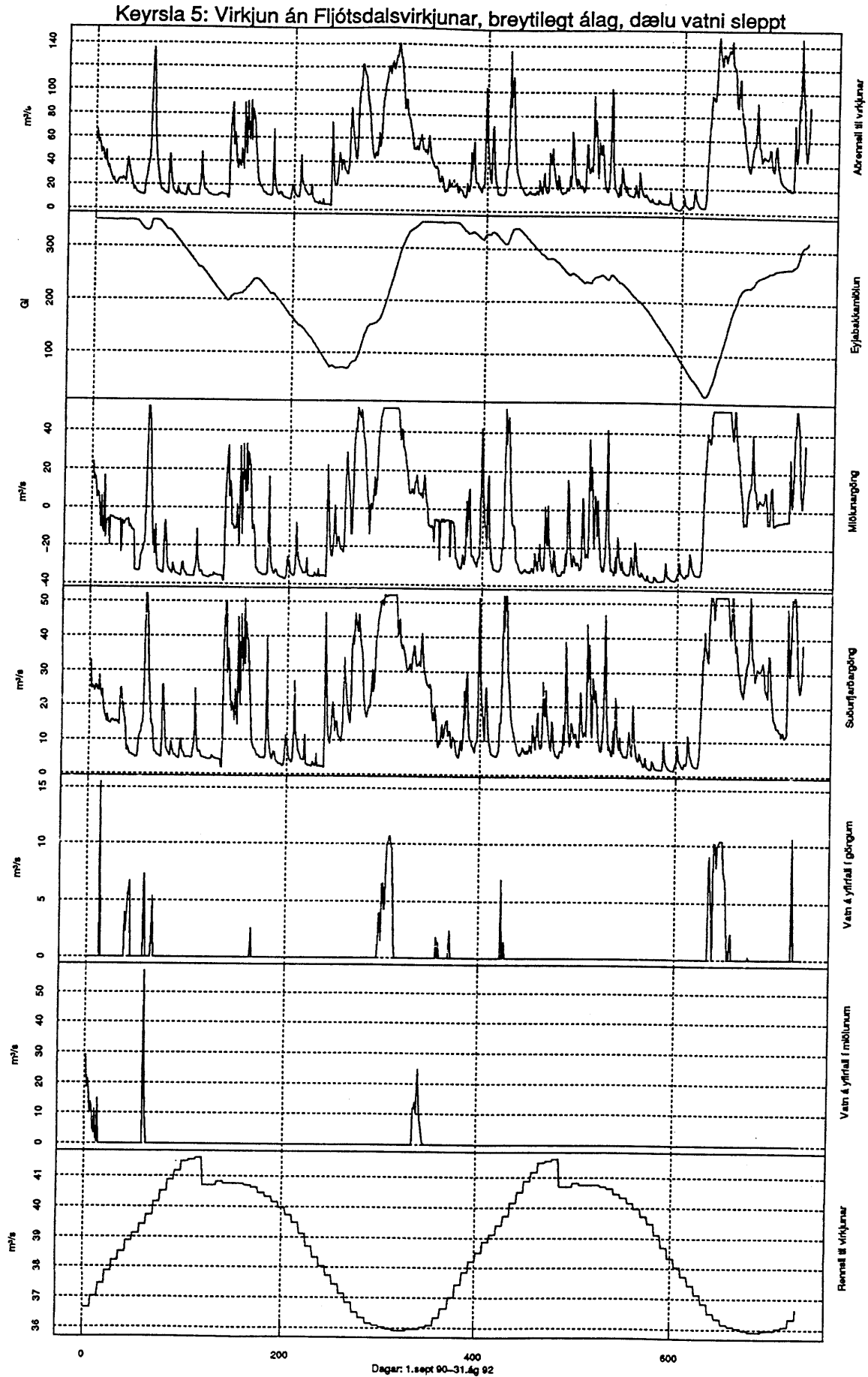


MYND 10. Yfirlit yfir rennsli og miðlun í keyrslu 3.

Keyrsla 4: Virkjun án Fljótsdalsvirkjunar, breytilegt álag, miðlun skilað fullri

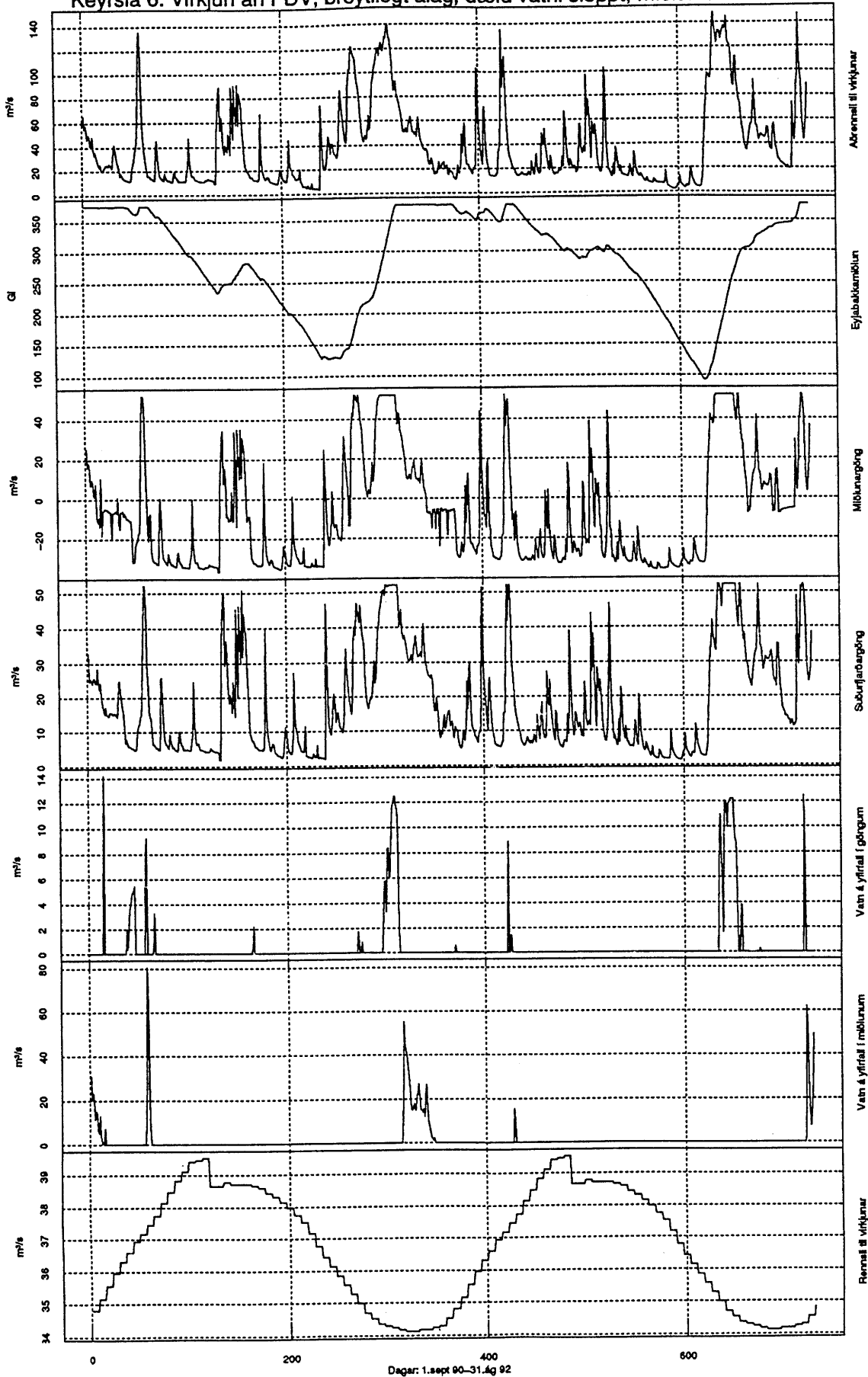


MYND 11. Yfirlit yfir rennsli og miðlun í keyrslu 4.



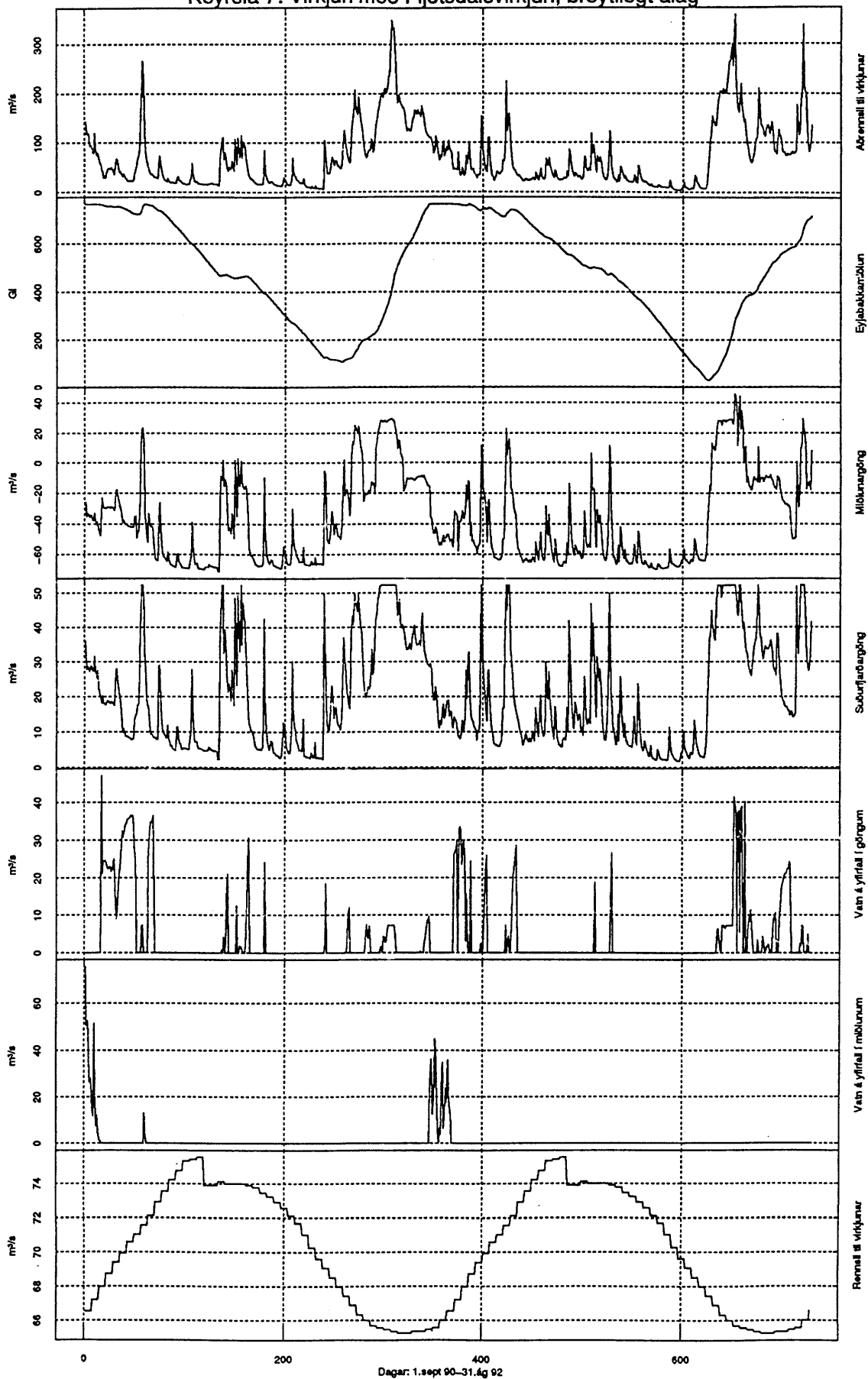
MYND 12. Yfirlit yfir rennsli og miðlun í keyrslu 5.

Keyrsla 6: Virkjun án FDV, bréytilegt álag, dælu vatni sleppt, miðlun skilað fullri



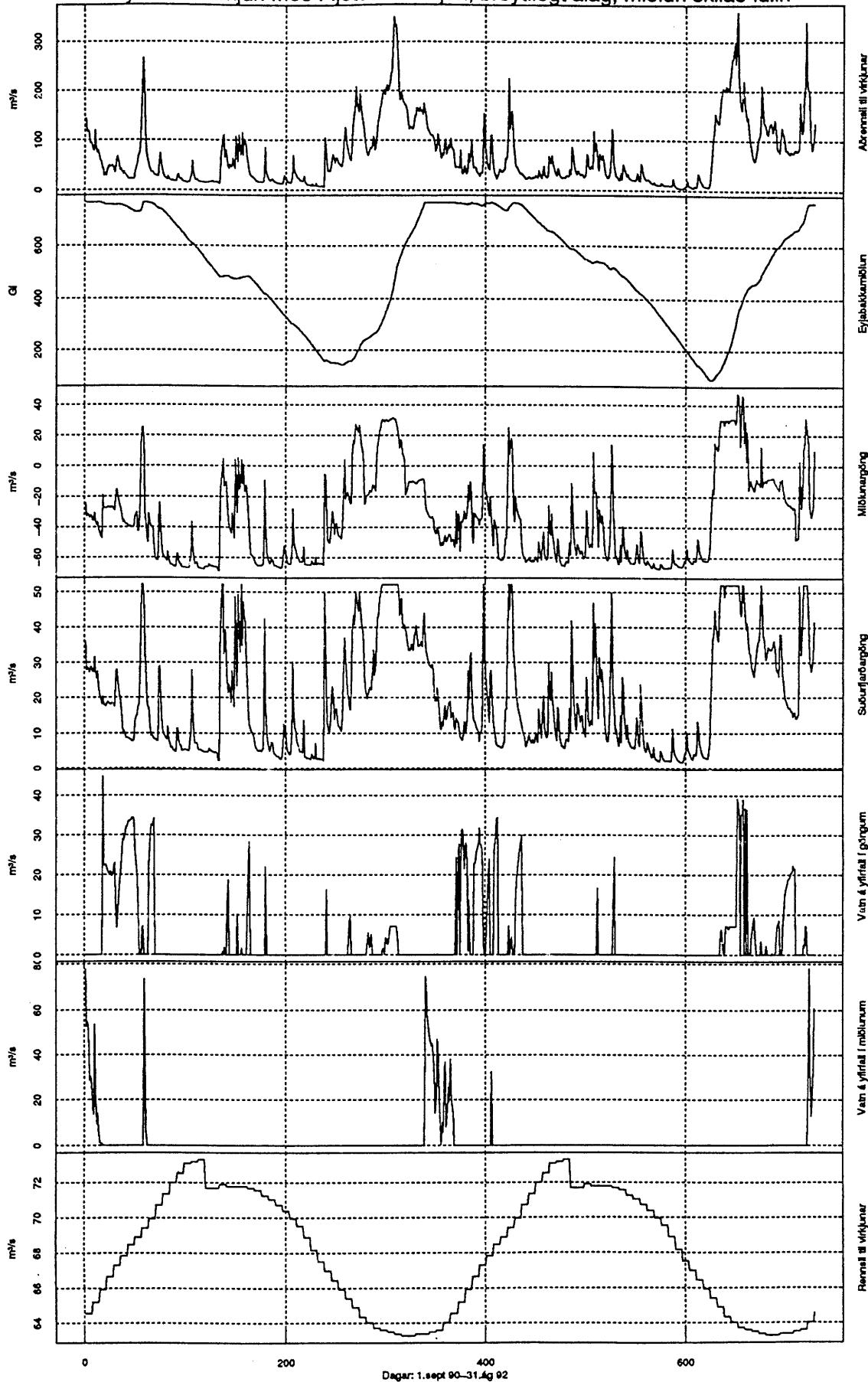
MYND 13. Yfirlit yfir rennsli og miðlun í keyrslu 6.

Keyrsla 7: Virkjun með Fliótsdalsvirkjun, breytilegt álag

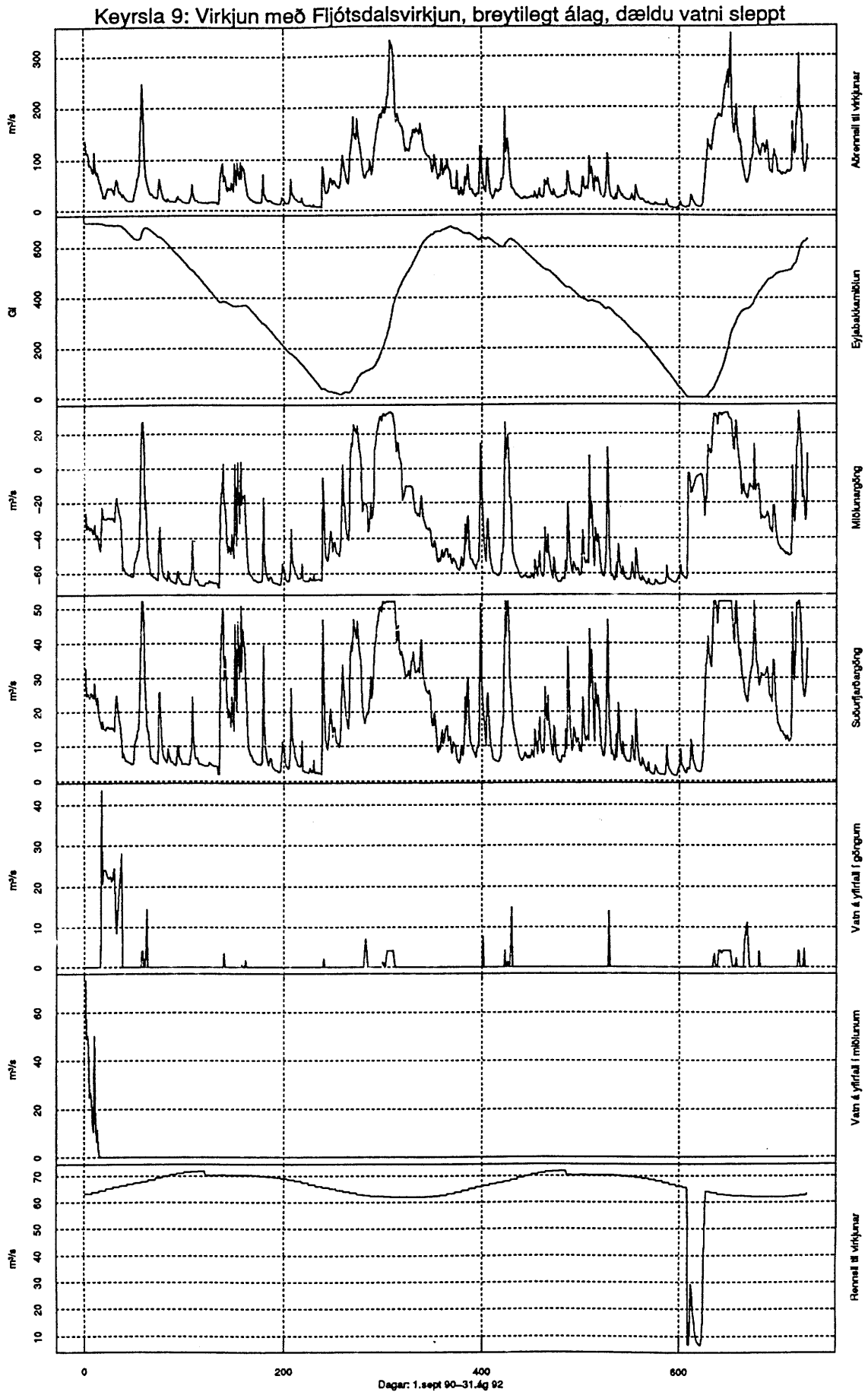


MYND 14. Yfirlit yfir rennsli og miðlun í keyrslu 7.

Keyrsla 8: Virkjun með Fljótsdalsvirkjun, breytilegt álag, miðlun skilað fullri

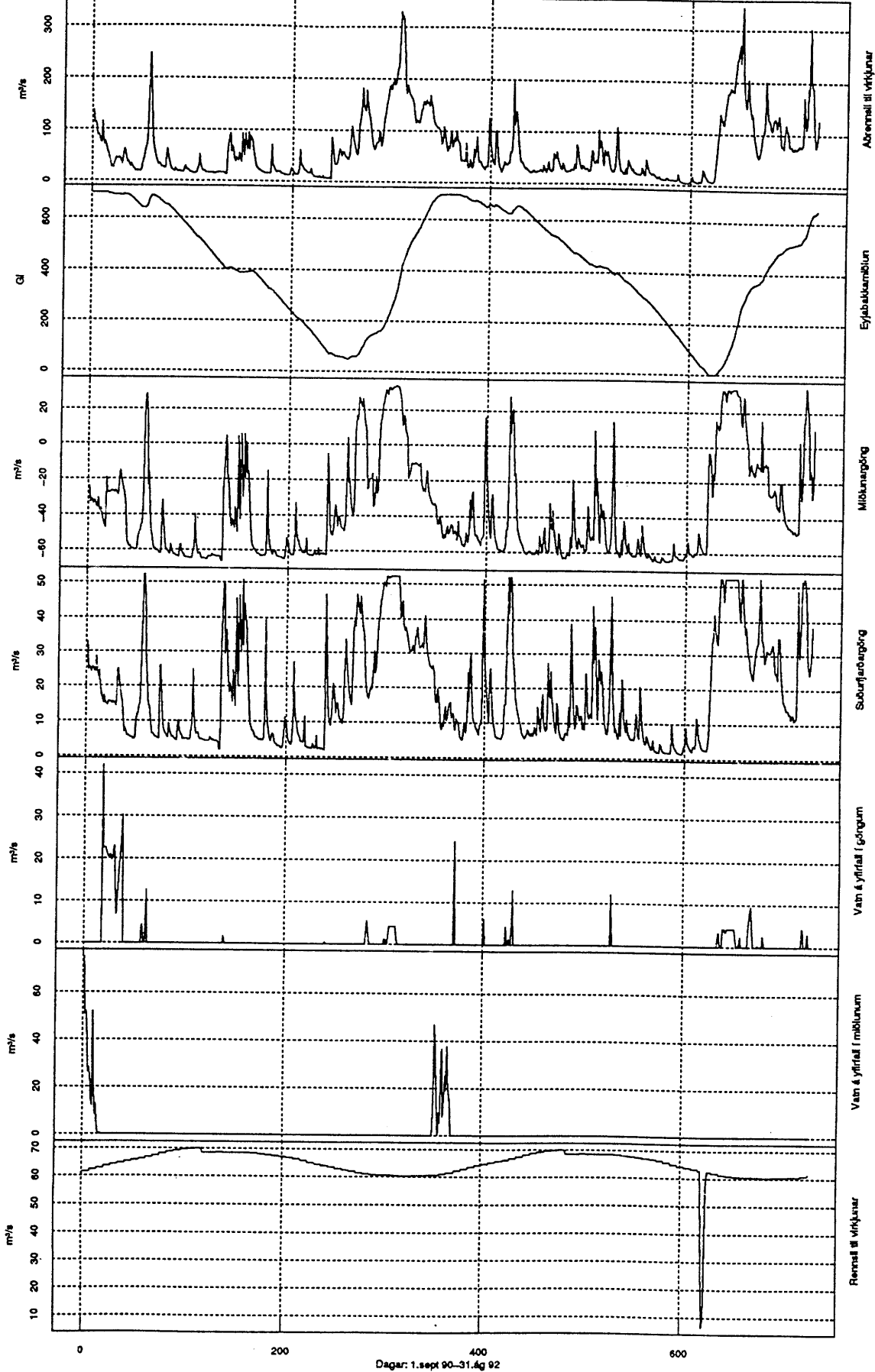


MYND 15. Yfirlit yfir rennsli og miðlun í keyrslu 8.



MYND 16. Yfirlit yfir rennsli og miðlun í keyrslu 9.

Keyrsla 10: Virkjun með FDV, breytilegt álag, dældu vatni sléppt, miðlun skilað fullri



MYND 17. Yfirlit yfir rennsli og miðlun í keyrslu 10

6. NIÐURSTÖÐUR

Ýmsar ályktanir er er hægt að draga af ofangreindum reikningum. Þeim má gróft skipta í fernt; um göng, um stærð Eyjabakkamiðlunar, um orkugetu og loks um kosti sameiningar Hraunavirkjunar og Fljótsdalsvirkjunar. Verður það gert hér til einföldunar.

6.1 Jarðgöng

Erfitt er að meta hagkvæmstu stærðir jarðganga án þess að nota til þess bestun þar sem tekið er tillit til kostnaðar og orkugetuaukningar samfara stækkuðu gangaþvermáli. Þar sem ekki er farið út í kostnaðarreikninga í þessari skýrslu hefur mat á gangastærðum fyrst og fremst verið miðað við að göng næðu sem mestu magni vatns, þó þannig að verstu flóðtoppar eru látnir klippast af. Sjónrænt mat á rennslisröðum hefur verið notað við þetta. Verður að hafa þetta í huga þegar eftirfarandi er lesið.

Ef aðrennslisgöng virkjunarinnar eru skoðuð sést að á kaflanum milli Suðurfjarðarveitu og Kelduárlóns er ráðandi veitu vatns frá Suðurfjarðaveitu og innrennslí í aðrennslisgöng, inn í Eyjabakkamiðlun. Sem dæmi má taka keyrslu 3, sem er virkjun án Fljótsdalsvirkjunar með breytilegri orkuþörf. Þar er hámarksrennslí til Eyjabakkamiðlunar $52 \text{ m}^3/\text{s}$, eða fullnýtt flutningsgeta, en $43.6 \text{ m}^3/\text{s}$ frá miðlun. Hins vegar virðist flutningsgeta upp á $52 \text{ m}^3/\text{s}$ vera nokkuð hæfileg þó hámarksrennslí í göng getir orðið verulega meira.

Um neðri hluta aðrennslisganganna gegnir öðru máli. Þar er ráðandi flutningur vatns til stöðvarhúss. Þar er því krafa um flutningsgetu heldur minni, sem kemur fram í minni gangaþvermáli.

Við fullvirkjaðar veitur er þörf á jafnstórum göngum í Suðurfjarðaveitu eins og í efri hluta aðrennslisganganna, eða $52 \text{ m}^3/\text{s}$ göngum til að ráða við flóð. Hér eru þó verstu flóðtopparnir klipptir af, en stærsta flóðið í rennslisröðinni er $59 \text{ m}^3/\text{s}$. Athugið að hér er verið að tala um vatn sem hleypt hefur verið um inntök inn í göng. Heildaflóðtopparnir eru miklu stærri. Athugið að var hve langt suðureftir göngin þyrftu að vera svona stór, og kom í ljós að sunnan Þrándarjökulveitna má skipta í lágmarksgöng, eða 3.5 m þvermál.

Í Lfkárveitu var ákveðið að notast við lágmarksgöng og gáfu reikningarnir ekki tilefni til annars.

Í lokin má geta þess að ekki hefur verið tekið tillit til varaafis eða álagssveiflna innan sólarhringsins í þessum reikningum. Ekki hefur heidur verið athugað hvaða áhrif breytt þvermál ganga hafi á virkjunartilhögun, en samkvæmt munnlegu upplýsingum frá Hauki Tómassyni er hægt að finna hagkvæmari lausnir á nyrsta hluta Suðurfjarðarveitu ef stærri göng eru notuð með minni falltöpum.

6.2 Eyjabakkalón

Eftirfarandi tafla sýnir hve mikið rými í Eyjabakkalóni var notað í keyrslunum. Rými Kelduárlóns hefur verið dregið frá, eða 69 Gl.

TAFLA 7: Miðlunarrými í Eyjabakkalóni.

Keyrsla	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Gl	270	217	301	244	259	214	669	607	631	631

Af heildarmiðlunarrými Kelduárlóns og Eyjabakkalóns notar Suðurfjarðarveitan 58%, innrennslí í aðrennslisgöng 24% og Kelduá+Vatnadæld 18%. Þessi niðurstaða er fengin með sér-

stökum keyrslum í hermilíkaninu.

Í miðlun á Eyjabökkum vegna Fljótsdalsvirkjunar hefur verið reiknað með einhverju rými fyrir Kelduá+ Vatnadæld og má áætla hér að það sé um 70 Gl. Þetta verður að taka með í reikninginn þegar stækkun Eyjabakkalóns umfram áður áætlaða 500 Gl er metin.

Áhrif þess að keyra reikningana með breytilegu álagi í stað fasts álags auka miðlunarþörfina um u.þ.b. 30 Gl.

Miðlunarþörf Hraunavirkjunar í Eyjabakkalóni virðist vera á bilinu 220-300 Gl, líklega nálægt hærri tölunni. Kelduá og Vatnadæld eru reiknuð sem hluti af Hraunavirkjun í þessum tölum. Þessi tala lækkar væntanlega um 70 Gl ef tekið er tillit til að áður hefur verið gert ráð fyrir miðlun fyrir veituna í Fljótsdalsvirkjun, og er þá áætluð miðlunarþörf á Eyjabökkum vegna Hraunavirkjunar sem hámark 230 Gl. Þetta eru heldur lægri tölur en áður hefur verið áætlað, einnig þó reiknað sé með bæði Kelduá og Vatnadæld sem hluta af Hraunavirkjun. Þessa niðurstöðu verður þó að taka með fyrirvara þar sem aðeins hafa verið skoðuð ofangreind tvö vatnsár. Loks má benda á að ef dældu vatni er sleppt, þá minnkar miðlunarþörfin um u.þ.b. 40 Gl. Taka verður hér fram að í reikningum með Hraunavirkjun einni og sér er gert ráð fyrir að miðlun á Eyjabökkum vegna Hraunavirkjunar sé óháð miðlun á Eyjabökkum vegna Fljótsdalsvirkjunar.

Sameining Hraunavirkjunar og Fljótsdalsvirkjunar virðist skila einhverjum samkeyrsluáhrifum. Ef dregin eru frá þeir 500 Gl sem áður hafa verið áætlaðir fyrir Fljótsdalsvirkjun, þá er miðlunarþörf Hraunavirkjunar aðeins hámark 170 Gl samkvæmt þessum reikningum. Geta verður þess hér að vatnsárin sem notuð eru eru um 25% yfir meðalári fyrir Jökulsá í Fljótsdal og gæti því samkeyrsluáhrifin verið enn meiri í venjulegu ári. Þetta er náttúrulega háð því að báðar virkjanirnar geti nýtt sama miðlunarrýmið og virðist það gerlegt. Hins vegar vaknar sú spurning upp hvort þessi samkeyrsluáhrif náist þó að virkjanirnar séu ekki sameinaðar. Það verður að teljast líklegt því nýting á vatni Fljótsdalsvirkjunar verður lík því sem gert er ráð fyrir í reikningum hér óháð því hvort vatnið renni til norðurs í stöðvarhús þar, eða til austurs í stöðvarhús Hraunavirkjunar.

Ef Hraunavirkjun þarf ekki nema 170 Gl miðlunaraukningu á Eyjabökkum þýðir það að nægilegt er að hækka í Eyjabakkalóni um 3 m frá því sem áætlað var fyrir Fljótsdalsvirkjun. Ef Hraunavirkjun þarf 230 Gl miðlun á Eyjabökkum þýðir það um 5 metra hækkun á Eyjabakkalóni. Enn og aftur verður að gera fyrirvara um þessa niðurstöðu vegna þess stutta tíma sem notaður er í hermireikningunum.

6.3 Orkugeta

Við útreikninga á orkuframleiðslu hefur verið gengið út frá rekstrarfallhæðinni 614.5 m í Hraunavirkjun.

Ekki er auðvelt að bera saman tölur um orkugetu milli Hraunavirkjunar og Fljótsdalsvirkjunar því þær nýta að hluta til sama vatn. Er hér því farin sú leið að skoða fyrst orkuframleiðslutölur og reyna síðan að áætla orkugetu í forgangsorku út frá þeim. Athugaður var sá möguleiki að lengja rennslisráðir Hraunavirkjunar og fá Verkfræðistofuna Streng til að áætla orkugetuna í virkjanalíkani Landsvirkjunar, en það var ekki talið gerlegt þar sem of litlar upplýsingar um rennsli eru enn til af Hraunum.

Eftirfarandi tafla sýnir áætlaða orkuframleiðslu Hraunavirkjunar vatnsárin 1990-1992 að frá-dreginni allri orku til dælingar.

TAFLA 8: Orkuframleiðsla.

Keyrsla GWh/ár	1 2023	2 1897	3 2023	4 1897	5 1801	6 1711	7 3233	8 3135	9 3052	10 3016
-------------------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	------------

Þegar taflan er skoðuð verður að hafa í huga að meðalrennsli á Hraunasvæðinu er 10% undir meðalári. Hins vegar er rennsli í Jökulsá í Fljótisdal 25% yfir meðalrennsli. Þetta bendir eindregið til að fasamunur sé á rennsli Hrauna og Jökulsár í Fljótisdal. Fyrstu niðurstöður um rennsli síðasta vatnsárs styðja þetta enn frekar. Samkvæmt þeim er rennsli Jökulsár í Fljótisdal töluvert undir meðalári, en Hraunavirkjun hins vegar nærri meðalári. Þessi fasamunur nýtist væntanlega til að auka orkugetu virkjana á svæðinu þar sem megnið af öllu virkjuðu vatni svæðisins fer í gegnum Eyjabakkalón. Og líklega nýtist fasamunurinn einna best til að auka forgangsorkugetu sameiginlegrar virkjunar. Betra mat fæst á þennan fasamun þegar fleiri vatnsár eru tiltæk til að nýta í hermireikningum.

Út frá ofangreindum tölum er erfitt að meta orkugetu Hraunavirkjunar í forgangsorku en þessar tölur gefa ekki tilefni til að breyta áætlun Hauks Tómassonar um orkugetu upp á 1900 GWh/ár.

Orkuframleiðsla Jökulsár í Fljótisdal í Hraunavirkjun fæst sem mismunur orkuframleiðslu milli keyrslu 3 og keyrslu 7. Þá fæst að orkuframleiðsla Jökulsár í Fljótisdal í Hraunavirkjun er 1210 GWh/ár. Líklegt er að meiri orka náist út úr ánni í Hraunavirkjun þar sem heldur meira fall næst fyrir vatnið. Einnig eru falltöp minni þar sem um sverari göng er að ræða.

Vatnið sem dælt er skilar um 186 GWh/ári eftir að öll orka til dælingar hefur verið dregin frá. Benda má á að þegar göng eru full er að sjálfsögðu ekki dælt vatni upp í þau úr Víðidal heldur vatn tekið á yfirfall þar. Gera má ráð fyrir að allt að þriðjungur dæluorkunnar falli burt þannig. Einnig er hluta af vatninu dælt utan álagstíma og hefur þannig ekki áhrif á forgangsorku. Þegar hagkvæmni veitna sem dælt er er metin, þarf að hafa þetta í huga.

6.4 Sameining Hraunavirkjunar og Fljótisdalsvirkjunar

Greinilegt er að þrennt vinnst með sameiningu virkjananna. Í fyrsta lagi er líklega hægt að nýta Eyjabakkalón þannig að 670 Gl miðlun dugi. Í öðru lagi sparast verulegar fjárhæðir á því að taka allt vatnið í gegnum ein aðrennslisgöng og eitt stöðvarhús. Stærð aðrennslisganganna stýrist þá af flutningi frá miðlun, en ekki til hennar. Aukið í stærð aðrennslisganga Hraunavirkjunar er aðeins um 0.8 m við að bæta við Fljótisdalsvirkjun. Í þriðja lagi er auðvelt að áfangaskipta virkjuninni og fylgja þannig eftir breytingum í markaði.

Margt mælir því með sameiningu þessara virkjana og er því fyllsta ástæða til að athuga þennan virkjunarkost betur.

7. HEIMILDIR

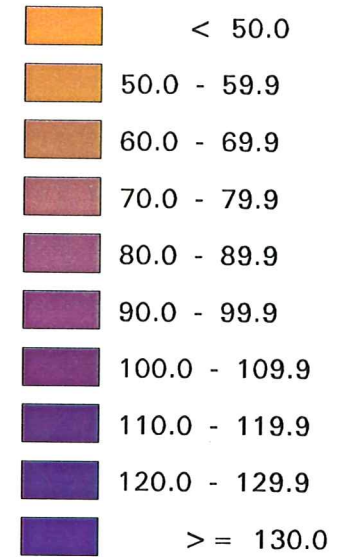
- Halldór Pétursson 1993. *Hraunavirkjun. Kerfisgreining*. Orkustofnun, greinargerð HP-93/02.
- Haukur Tómasson 1991. *Hraunavirkjun í Fljótsdal. Lausleg forathugun*. Orkustofnun, greinargerð HT-91/01.
- Haukur Tómasson 1992. *Hraunavirkjun meiri. Lausleg forathugun*. Orkustofnun. OS-92046/VOD-12B, 31 s.
- Kristinn Einarsson 1993. *Bráðabirgðayfirlit um rennsli á Hraunum 1991-1992*. Orkustofnun, greinargerð KE-93/03.
- Oddur Sigurðsson 1993. *Afkoma nokkurra jökla á Íslandi 1989-1992*. Orkustofnun, OS-93032/VOD-02, 26 s.
- Orkuspárnefnd 1992. *Raforkuspá 1992-2020* Orkustofnun, OS-92027/OBD-02, 250 s.
- Verkfræðistofan Vatnaskil hf. 1985. *Reiknað rennsli Jökulsár í Fljótsdal við Hól 1941-1983*. Orkustofnun, OS-85009/VOD-04 B, 4 s. og 12 myndir.



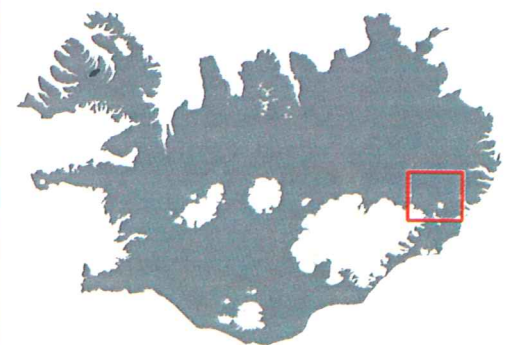
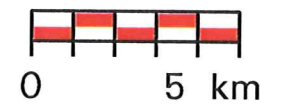
Hraunavirkjun

Afrennsli 1990-1992

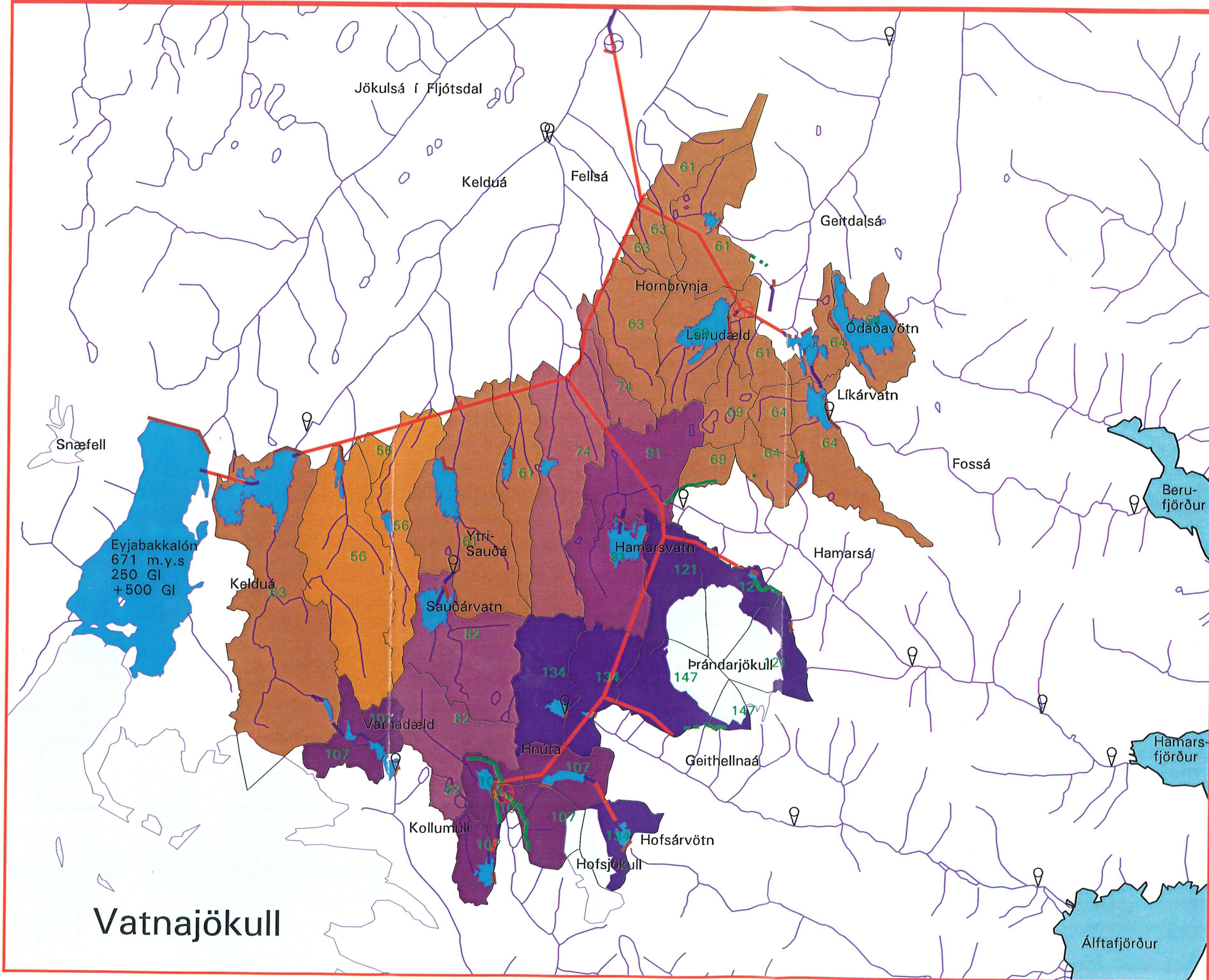
l/s/km²



Mælikvarði 1:180000



VOD-VÁ HP
Nóv 1993
Unnið í Arc/Info



Vatnajökull



Hraunavirkjun

Yfirlitsmynd

Skýringar:

20 m hæðarlínur

Ár

Göng

Skurðir

Stíflur

Pípuskurðir

Vatnshæðarmælir

Stöðvarhús

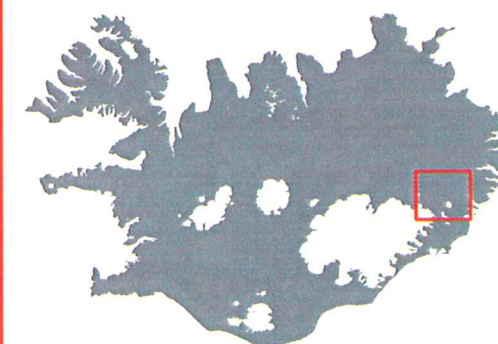
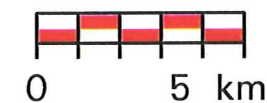
Dælustöð

Lón

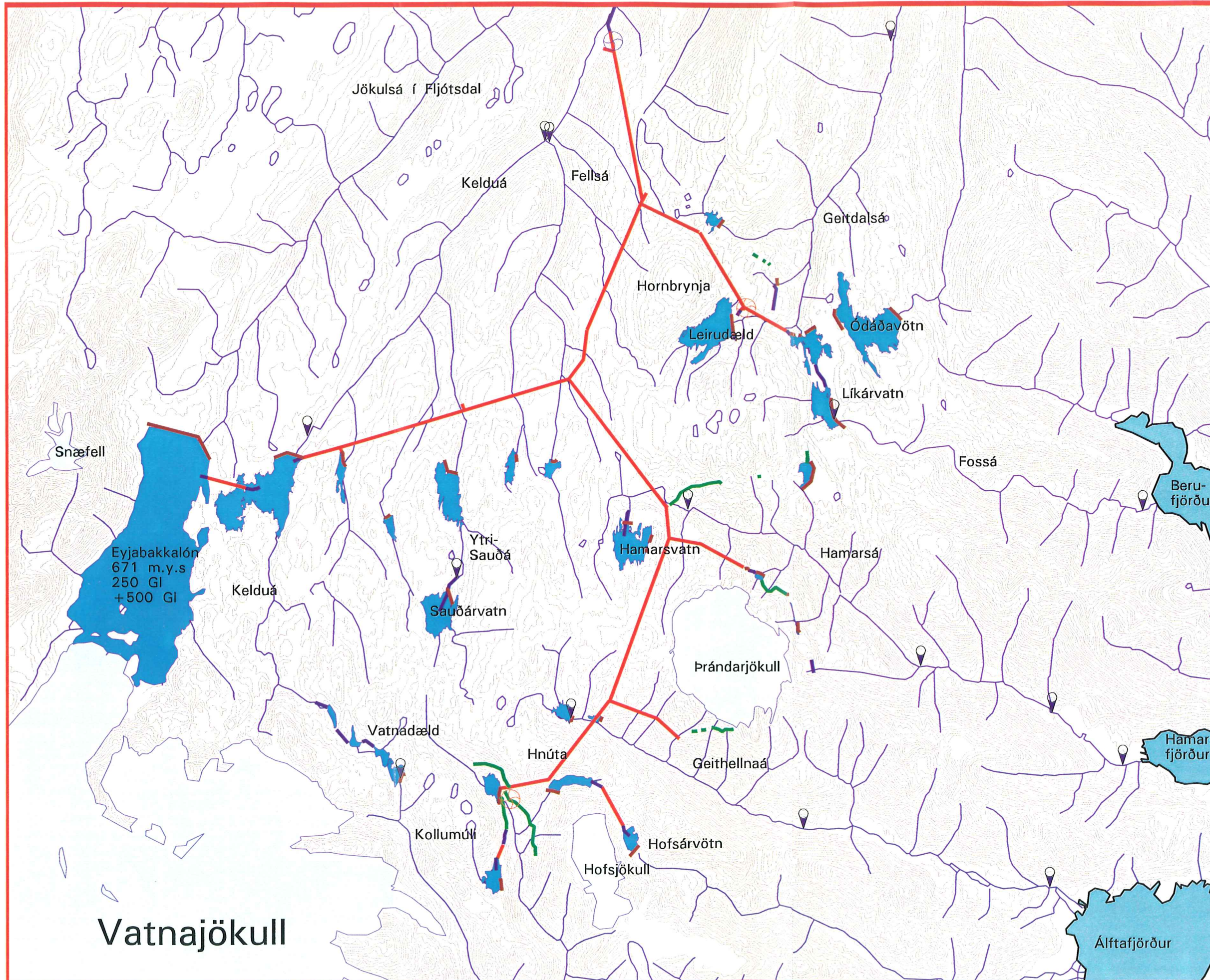
Jöklar

Hafið

Mælikvarði 1:180000



VOD-VÁ HP
Nóv 1993
Unnið í Arc/Info



Vatnajökull