



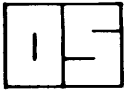
ORKUSTOFNUN  
Vatnsorkudeild

Verkfræðistofan Vatnaskil hf.

# ATHUGUN Á FRAMLINGINGU RENNSLISRAÐA

OS-83046/VOD-05

Reykjavík, júní 1983



**ORKUSTOFNUN**  
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

**Verkfræðistofan Vatnaskil hf.**

# **ATHUGUN Á FRAMLINGINGU RENNSLISRAÐA**

**OS-83046/VOD-05**

**Reykjavík, júní 1983**



ORKUSTOFNUN

Vatnsorkudeild  
Grensásvegi 9  
108 REYKJAVÍK.

RENNSLISRAÐIR

Í janúar síðast liðnum var undirritaður samningur milli Verkfræðistofunnar Vatnaskil og Orkustofnunar, Vatnsorkudeildar. Samkvæmt samningnum áttu Vatnaskil að gera yfirlit yfir þær aðferðir, sem notaðar hafa verið hér á landi við gerð og framlengingu rennslisraða. Sérstaklega skyldi fjallað um rennslisraðir til notkunar í rekstrar-  
eftirlíkingum. Í meðfylgjandi skýrslu er gerð grein fyrir þessu verki. Henni er skipt í þrjá meginhluta: 1) Gerð er grein fyrir þeim rennslis-  
röðum sem notaðar eru í rekstrareftirlíkingum, 2) Gerð er grein fyrir  
aðferðum, sem hafa verið notaðar hér á landi til framlengingar rennslis-  
raða og 3) Gerð er grein fyrir gerð og framlengingu núverandi rennslis-  
raða. Aðferðum til framlengingar rennslisraða má skipta í þrjá flokka:

- 1) Regressionslíkön
- 2) Veður-rennslislíkön
- 3) Tölfræðilíkön

Til framlengingar núverandi rennslisraða í rekstrareftirlíkingum hafa nær eingöngu verið notuð regressionslíkön. Notkun regressionslíkana tekur stuttan tíma og er því ekki fjárfrek, en niðurstöður vilja oft vera miður góðar, vegna þess að breytileiki rennslisins er ekki varð-  
veittur. Þetta sést greinilega af meðfylgjandi töflu fyrir niðurstöður regressionsreikninga fyrir Þjórsár-Tungnaárvæðið. Hér er rennsli á mælistöðum fundið út frá rennsli við Urriðafoss og úrkomu og hita á



Niðurstöður regressionsreikninga á Þjórsár-Tungnaárvæðinu

Mælistaður	Tímabil	Fjöldi mælinga	Meðaltal mælinga G1/viku	Staðal- frávik mælinga G1/viku	Skýrður breyti- leiki R <sup>2</sup> %
Tröllkonuhlaup	Vetur	149	137,2	52,9	94
	Vor	56	275,2	133,4	98
	Sumar	130	228,9	57,7	98
Hald	Vetur	114	91,2	32,5	82
	Vor	58	132,0	36,8	80
	Sumar	136	120,5	25,5	80
Hrauneyjafoss	Vetur	89	49,9	18,2	79
	Vor	15	88,5	27,6	68
	Sumar	44	78,3	13,7	56
Kaldakvísl	Vetur	35	18,5	8,7	38
	Vor	50	30,3	14,5	79
	Sumar	145	28,8	10,7	60
Þórisós	Vetur	132	6,2	2,0	24
	Vor	71	10,4	3,2	22
	Sumar	162	7,9	1,8	17

Hæli í Hreppum. Við sjáum að niðurstöður (skýrður breytileiki) versna eftir því sem ofar dregur á vatnasviðið og í Þórisós eru þær alveg óviðunandi. Veður- og rennislíkön hafa verið notuð til að búa til eða framlengja eftirfarandi rennislísaðir:

- 1) Ísskolvatn við Búrfell
- 2) Rennsli Bessastaðaár, vhm 34
- 3) Rennsli til Vestfjarðavirkjana
- 4) Rennsli í Kvíslaveitu meiri
- 5) Rennsli í Kvíslaveitu minni

Engar núverandi rennislísaðir, sem notaðar eru við rekstrareftirlíkingar, hafa verið búnar til með tölfræðilíkönum. Veður-rennislíkönunum hefur hins vegar verið beitt á fleiri ár en notað er í dag í rekstrareftirlíkingum. Eftirfarandi tafla sýnir þá staði, sem líkönunum þessum hefur verið beitt og niðurstöður reikninga:

Niðurstöður reikninga með rennislíkönunum

Vatnsfall	Fjöldi ára á aðlögunar-tímabili	Mælt meðal-tal $m^3/s$	Mældur breyti-leiki $(m^3/s)^2$	Vatns-jöfnuður %	Skýrður breyti-leiki %
Þórisós	5	9,95	6,8	-3,0	58
Bessastaðaá	4	3,50	27,4	3,3	76
Suður-Fossá	4	1,09	0,59	0	64
Mjólká	4	2,29	1,79	0	63
Jökulsá í Fljótsdal	5	26,9	1043,3	-1,2	83
Efri-Þjórsá	4½-5	151,3	590,5	1,2	80
Norðlingaalda	6	96,0	524,4	-0,9	85
Þórisós	13	12,5	16,8	-1,1	67
Hólmsá	8½	2,49	1,79	0	60

Niðurstöður eru yfirleitt góðar þrátt fyrir stutt aðlögunartímabil. Sérstaklega skal bent á rennsli Þórisóss, sem gefur góða niðurstöðu miðað við regressionslíkanið í töflunni hér á undan. Tölfræðilegum líkönum hefur eingöngu verið beitt á rennsli á Þjórsár-Tungnaásvæði. en um þessar mundir er unnið að tölfræðilíkönum fyrir Jökulsá á Dal og Skjálfandafhljót. Í skýrslunni er sérstaklega mælt með að reynd verði frekar fjögur tölfræðilíkon sem hafa gefið góða niðurstöðu. Eftirfarandi mælistöðvar hafa verið notaðar við gerð tölfræðilíkananna:

- 1) Kaldakvísl + Þórisós
- 2) Hrauneyjafoss
- 3) Hald - (Kaldakvísl + Þórisós + Hrauneyjafoss)
- 4) Tröllkonuhlaup
- 5) Urriðafoss - Tröllkonuhlaup
- 6) Sog
- 7) Urriðafoss

Ef ástæða þykir til að fá líkindadreifingu kostnaðar fyrir olíukeyrslur og orkuskort í rekstrareftirlíkingum gætu þau tölfræðilíkon, sem reynd hafa verið, gefið góða raun. Sennilega er kostnaður við gerð tölfræðilíkana meiri en við gerð hinna líkananna, því að nauðsynlegt er að framleiða rennsli allra vatnsfalla samtímis í því skyni að varðveita fylgni milli stöðva.

Meginniðurstöður skýrslunnar varðandi framtíðarnot þessara aðferða eru:

- 1) Inn í reikninga á regressionslíkingum á Þjórsár-Tungnaásvæði hefur slæðst villa í veðurgögn. Fyrsta skref er að leiðrétta þessi mistök og sjá hverju það breytir.
- 2) Reikna NAM2-röð fyrir Blöndu, Tungnaá, Köldukvísl, Kelduá og Laugará. Þegar hér er komið sögu má búa til flestar rennslisraðir sem ganga inn í rekstrareftirlíkingar með veður-rennslislíkönum.



- 3) Athuga þarf rennslisraðir með tilliti til miðlunaráhrifa og færslu rennslis frá mælistað á virkjunarstað.
- 4) Athuga þarf við Veðurstofuna að veðurgögn séu til á tölvutæku formi aftur til ársins 1950 fyrir þær veðurstöðvar, sem hafa verið starfræktar síðan og hugsanlega yrðu notaðar til reikninga á rennsli. Nú eru veðurgögn til á tölvutæku formi frá 1950 fyrir Hæl í Hreppum, Teigarhorn og Hallormsstað og tiltölulega auðvelt er að koma Kirkjubæjarklaustri á tölvutækt form.
- 5) Koma þarf útreikningum á leka úr Þórisvatni inn í rekstrareftirlíkingu. Sömuleiðis þarf að taka tillit til mismunandi innrennslis í Þórisvatn fyrir mismunandi lónhæð.
- 6) Ef þörf er talin á að fá líkindadreifingu fyrir hinar ýmsu stærðir, sem reiknast í rekstrareftirlíkingum og auk þess viss líkindi á þurrara vatnsári en mælt hefur, er rétt að beina athyglinni að tölfræðilíkönum.

Að lokum viljum við þakka góða samvinnu við Jón Ingimarsson, deildarverkfræðing og Kristín Einarsson, vatnafræðing, með óskum um áframhaldandi samstarf.

Virðingarfyllst,

  
 Snorri Páll Kjara

  
 Gísli Karel Halldórsson

  
 Jónas Elíasson

## EFNISYFIRLIT

	Bl.
BRÉF .....	3
MYNDASKRÁ .....	10
TÖFLUSKRÁ .....	11
1 INNGANGUR .....	13
2 RENNSLISRAÐIR .....	14
2.1 Rennslisraðir í rekstrareftirlíkingum .....	14
2.2 Ómiðlað rennsli .....	23
2.3 Miðlað rennsli .....	24
2.4 Ísskolvatn .....	25
2.5 Leki úr miðlunarlónum .....	26
3 AÐFERÐIR TIL FRAMLENGINGAR RENNSLISRAÐA .....	28
3.1 Regressionlíkön .....	28
3.2 Veður-rennslislíkön .....	31
3.3 Tölfræðilíkön .....	37
4 GERÐ OG FRAMLENGING NÚVERANDI RENNSLISRAÐA .....	44
5 NIÐURSTÖÐUR .....	49
HEIMILDASKRÁ .....	51
VIÐAUKI 1 Dagsmeðalrennsli grunninnrennslis í Þórisvatn .	57

MYNDASKRÁ

- 1 Þórisós, Mánaðarmeðaltöl rennslis
- 2 Þórisvatn, Innrennsli í Þórisvatn
- 3 Kerfismynd í rekstrareftirlíkingum, Grunnkerfi
- 4 Kerfismynd í rekstrareftirlíkingum, Fljótsdalsvirkjun, Blönduvirkjun
- 5 Sigalda, Leki úr Krókslóni
- 6 Þórisvatn, Viðbótarleki úr Þórisvatni 1972-1981
- 7 Hæðardreifing vatnshæðarmæla og veðurstöðva (1978)
- 8 NAM2 Rennslislíkan, Yfirlitsmynd, Leið úrkomunnar
- 9 Urriðafoss, Breytileikaróf fyrir rennsli
- 10 Urriðafoss, Breytileikaróf fyrir stöðuga breytu
- 11 Urriðafoss, Breytileikaróf fyrir óháða breytu
- 12 Tölfræðilíkan, Línulegar miðlanir

TÖFLUSKRÁ

	Bls.
1 Rennslisraðir í rekstrareftirlíkingum .....	21
2 Rennsli til virkjana og miðlunarlóna .....	22
3 Hlutfall breytileika .....	30
4 Niðurstöður reikninga með rennslislíkönum .....	35
5 Fylgnistuðlar milli stöðva í sömu viku .....	39
6 Fylgnistuðlar milli stöðva með vikufasaforskoti .....	40
7 Niðurstöður regressionsreikninga á Þjórsár - Tungnaárvæðinu .....	45
8 Samanburður rennslislíkana .....	50



## 1 INNGANGUR

---

Í janúar síðast liðnum var undirritaður samningur milli Orkustofnunar og Verkfræðistofunnar Vatnaskil. Samningurinn fól í sér að gefa yfirlit yfir þær aðferðir, sem hafa verið notaðar hér á landi við gerð og framlengingu rennslisraða og aðrar aðferðir, sem heppilegar gætu talist. Í skýrslunni hér á eftir er aðferðunum lýst með almennum orðum og reynt að gera grein fyrir kostum þeirra og göllum, og þá sérstaklega reynt að meta gæði þeirra með tilliti til notkunar við rekstrareftirlíkingar og ákvörðun á orkumætti virkjana. Tildrög þessa verks voru, að Orkustofnun kallaði saman starfshóp með fulltrúum frá Landsvirkjun og Rafmagnsveitum ríkisins auk Orkustofnunar til að endurskoða aðferðir við mat á orkumætti vatnsorkukerfa. Í því sambandi þótti eðlilegt að meta þær rennslisraðir, sem rekstrareftirlíkingarnar byggja á, og er skýrsla þessi fyrsti hluti þess verks.

Nú eru liðin 17 ár frá því að norskur prófessor, Vidkunn Hveding kynnti hér á landi aðferðir, sem þá var nýfarið að nota í Noregi við ákvörðun á orkumætti vatnsaflsvirkjana, þar sem tekið er tillit til breytilegs rennslis og markaðar. Helgi Sigvaldason verkfræðingur hefur frá upphafi þróað þessar aðferðir hér á landi, fyrst á Orkustofnun, en síðan á eigin verkfræðistofu fyrir Orkustofnun, Landsvirkjun og Rafmagnsveitur ríkisins.

Það þótti því tímabært eins og áður sagði að endurskoða aðferðir. Sem dæmi um þátt rennslisraða vð ákvörðun á orkumætti má nefna, að léleg vatnsár hafa afgerandi þýðingu fyrir niðurstöðuna. Í dag er eingöngu stuðst við mældar rennslisraðir og því ekki hægt að taka tillit til þess að í framtíðinni geta komið verri vatnsár, en mælst hafa.

## 2 RENNSLISRAÐIR

Í dag styðjast rekstrareftirlíkingar við mældar rennslisraðir. Notaðar eru rennslisraðir frá 1. september 1950 til 31. ágúst 1980. Ef mælingar ná ekki yfir allan þennan tíma þarf að framlengja rennslisröðina og fjallar greinargerð þessi um það. Til frekari viðmiðunar og umræðu hér á eftir verður gerð stuttlega grein fyrir helstu rennslisröðum, sem eru notaðar í rekstrareftirlíkingunum.

### 2.1 Rennslisraðir í rekstrareftirlíkingum

Í lýsingunni hér á eftir verða notuð sömu tákni og eru í tölvuskra hjá Verkfræðistofunni Streng fyrir rennslisraðir til notkunar í rekstrar- eftirlíkingum.

#### R<sub>1</sub>: Þjórsá við Búrfell

Vatnamælingar Orkustofnunar hófust við Tröllkonuhlaup haustið 1960, en nákvæmni mælinga er fyrst talin góð haustið 1962. 1. maí 1969 var mælistaðurinn fluttur frá Tröllkonuhlaupi að Sandafelli (vhm 97). Mælingar vatnamælinga eru notaðar óbreyttar 1. sept. 1962 til 30. nóv. 1971. Rennsli vatnsáranna 1950-1961 er áætlað út frá rennsli Þjórsár við Urriðafoss og hita og úrkomu á Hæli í Hreppum, sjá Halldór Friðgeirsson o.fl. (1971). Miðlun í Þórisvatni tók til starfa 1. des. 1971. Við það raskast allt náttúrulegt rennsli. Þess vegna hefur reynst nauðsynlegt að leiðrétta rennsli Þjórsár við Búrfell eftir 1. des. 1971 og áætla hvað það hefði verið, ef miðlun úr Þórisvatni hefði ekki komið til. Sjá Verkfræðistofa Helga Sigvaldasonar (1981).

#### R<sub>2</sub>: Innrennsli Þórisvatns

Innrennsli Þórisvatns eins og það hefði verið, ef það hefði verið starfrækt sem miðlun árin 1950-1974, var áætlað út frá mælingum í Þórisós og Köldukvísl á eftirtöldum mælistöðum:

vhm 94 við Vað í Þórisósi, sem var starfræktur 1. mars 1958-31. ágúst 1970, en þá var Þórisós stíflaður í tengslum við byggingu miðlunarmannvirkja við Þórisvatn.

vhm 95 við Sauðafell í Köldukvísl ofan ármóta Köldukvíslar og Þórisóss tímabilið 1. sept. 1960-31. des. 1964.

vhm 125 við Brúarfoss í Köldukvísl neðan ármóta Köldukvíslar og Þórisóss. Mælirinn var starfræktur tímabilið 1. sept. 1964-15. ágúst 1972, en þá var Köldukvísl veitt í fyrsta sinn til Þórisvatns.

Áætlunum rennsli Þórisóss og Köldukvíslar frá 1. sept. 1950 - 1. sept. 1970 er að finna í fyrrnefndri skýrslu eftir Halldór Friðgeirsson (1971). Útreikningar á innrennsli Þórisvatns fyrir tímabilið eftir að Þórisvatnsmiðlun tók til starfa 15. ágúst 1972 eru gerðir á eftirfarandi hátt:

$$\text{Innrennsli} = G + KV = VV + \Delta S \quad (1)$$

þar sem

G : Innrennsli í Þórisvatn, kallað grunninnrennsli

KV : Rennsli um Köldukvíslarveitu  
(samkvæmt mælingum Landsvirkjunar)

$\Delta S$  : Forðabreyting í Þórisvatni, vhm 181

VV : Rennsli í Vatnsfellsveitu, vhm 195

Innrennsli Þórisvatns er síðan innrennslið samkvæmt líkingu 1 að viðbættu framhjärennslu Köldukvíslarveitu.

Minna má á, að hluti innrennslisins í Þórisvatn er grunnvatnsrennsli úr Veiðivatnahraunum og er það mjög háð vatnsstöðu í Þórisvatni. Það er því mikill munur á innrennslisröðunum frá 1950-1972 og eftir 1. ágúst 1972, eins og mynd 1 sýnir glögglega. Myndin sýnir mánaðarmeðaltöl. Mælt rennsli í Þórisósi er að miklu leyti rennsli úr Veiðivatnahraunum inn í Þórisvatn. Við sjáum að talsverður munur er á grunninnrennsli og rennsli Þórisóss. Grunninnrennslið er í hámarki á vorin, en þá eru einmitt vorleysingar og lægst í Þórisvatni en lágmark grunninnrennslis er á



haustin, þegar Þórisvatn er í hæstri stöðu og fæst því miklu minna rennsli en af náttúrulegum völdum. Til samanburðar er sýnt reiknað rennsli Þórisóss áranna 1972-1981. Rennslið er reiknað með sérstöku tölvulíkani sem fjallað verður um hér á eftir, sjá Verkfræðistofan Vatnaskil, 1983. Hins vegar virðist minni munur vera á ársvatninu, heldur en dreifingu rennslisins innan ársins, eins og glöggst sést af safnlínunni á mynd 2. Nánar er fjallað um þetta atriði í bréfi frá Verkfræðistofu Sigurðar Thoroddsen frá 16. nóvember 1982 og í skýrslum Verkfræðistofunnar Vatnaskil 1982 og 1983. Verkfræðistofan Vatnaskil (1983) hefur reiknað innrennsli Þórisvatns, sem fall af lónhæð og er hægt með þeim aðferðum að aðlaga raðirnar hvor að annarri. Einnig er vert að minnast á leka úr Þórisvatni, sem er mismunandi fyrir mismunandi lónhæðir, sjá Verkfræðistofan Vatnaskil (1983).

### R<sub>3</sub>: Tungnaá við Hrauneyjafoss

Mælingar við Hrauneyjafoss, vhm 132, eru til frá 1. sept. 1967 og eru þær notaðar óbreyttar þar til miðlun hefst í Þórisvatni, en eftir það eru mælingar leiðréttar á sama hátt og gert var við rennsli Þjórsár við Búrfell, samanber R<sub>1</sub> hér á undan. Rennsli vatnsáranna 1950-1966 er áætlað samkvæmt Halldóri Friðgeirsson o.fl. (1971) eins og áður hefur verið sagt.

### R<sub>4</sub>: Sogi

Mælingar í Sogi, vhm 2, hófust 1940 og eru þær því notaðar óbreyttar allt tímabilið 1950-1979.

### R<sub>6</sub>: Ísskolvatn við Búrfell

Við útreikninga á þörfinni á ísskolvatni við Búrfell er stuðst við líkingar, sem gerðar voru af Sigmundi Freysteinssyni, Verkfræðistofu Sigurðar Thoroddsen h.f. Sjá t.d. Sigmundur Freysteinsson, 1976 og Verkfræðistofa Helga Sigvaldasonar, 1981.

R<sub>7</sub>: Ísskolvatn við Búrfell

Eftir byggingu Sultartangastíflu breytist ísskolvatnspörfin og er hún áætluð samkvæmt líkingum Sigmundar Freysteinsonar.

R<sub>8</sub>: Laxá í Suður-Pingeyjarsýslu

Vatnshæðarmælir vhm 32 við Birningsstaðasog hefur verið í notkun frá árinu 1947, og mælingar því notaðar óbreyttar.

R<sub>10</sub>: Andakílsá

Rennsli Andakílsár er áætlað út frá vatnsnotkun Andakílsárvirkjunar, framhjárennsli og forðabreytingum í Skorradalsvatni á sama hátt og gert var fyrir Þórisvatn í líkingu 1.

R<sub>11</sub>: Lagarfljót við Lagarfoss

Vatnshæðarmælir vhm 17 mælir rennsli Lagarfljóts á árunum 1950-1976 og er sú rennslisröð notuð beint og hún því ekki leiðrétt fyrir vatnsborðsbreytingum í Leginum. Eftir 1976 gefa Vatnamælingar Orkustofnunar út innrennsli miðlunar Lagarfossvirkjunar á svokölluðu rafstöðvarformi. Þar hefur notað vatn í virkjun sem sagt verið leiðrétt fyrir forðabreytingum í miðluninni eins og gert var fyrir Andakílsá og Þórisvatn.

R<sub>12</sub>: Bessastaðaá

Rennsli Bessastaðaár hefur verið mælt frá árinu 1970 með vatnshæðarmæli við Hylvað, vhm 34. Vatnsárin 1950-1969 er rennsli Bessastaðaár áætlað með reiknilíkani, þar sem stuðst er við úrkomumælingar á Hallormsstað og hitastig á Grímsstöðum á Fjöllum og á Hallormsstað. Sjá Hönnun h.f. o.fl. 1975. Nánar verður fjallað um rennslislíkön síðar í skýrslunni.

R<sub>14</sub>: Jökulsá í Fljótsdal við Hól

Rennsli Jökulsár í Fljótsdal við Hól hefur verið mælt frá 1962, vhm 109. Rennsli vatnsáranna 1950-1961 hefur verið ákvarðað með línulegri fylgni-greiningu við rennsli Lagarfljóts, gráðudaga á Hallormsstað og úrkomu á Teigahorni. Sjá Almenna verkfræðistofan h.f. o.fl., 1978 og Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen, 1981.

R<sub>15</sub>: Blanda

Rennsli til fyrirhugaðrar Blönduvirkjunar er áætlað út frá mælingum á rennsli Blöndu við Guðlaugsstaði með vhm 54 og rennsli Vatnsdalsár við Forsæludal samkvæmt mælingum vhm 45. Sjá Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen, 1975.

R<sub>20</sub>: Innrennsli Eyjabakkalóns

Innrennsli í Eyjabakkalón er áætlað út frá mælingum á rennsli Jökulsár í Fljótsdal við Hól, vhm 109. Sjá Almenna verkfræðistofan o.fl., 1978.

R<sub>22</sub>: Vestfjarðavirkjanir

Í rekstrareftirlíkingum er litið á Vestfjarðavirkjanir og fleiri smá-virkjanir á landinu sem eina virkjun og rennsli Mjólkár notað sem einkennandi rennsli. Rennslið er mælt frá 1959, en fyrir þann tíma er notað reiknilíkan til áætlunar rennslis, sjá Virkir h.f., 1975.

R<sub>23</sub>: Þjórsá við Urriðafoss

Rennsli við Urriðafoss, vhm 30, hefur verið mælt frá 1. apríl 1947. Eftir að miðlun hefst í Þórisvatni 1. des. 1971 eru mælingar leiðréttar á sama hátt og gert var fyrir rennsli Þjórsár við Búrfell, samanber R<sub>1</sub> hér á undan.

R<sub>24</sub>: Tungnaá við Vatnaöldur

Mælingar Vatnamælinga Orkustofnunar eru til frá 1. sept. 1959, vhm 96. Rennsli vatnsáranna 1950-1958 er áætlað eins og annað rennsli á Þjórsár-Tungnaársvæðinu út frá rennsli Urriðafoss og úrkomu og hita á Hæli í Hreppum, sjá Halldór Friðgeirsson o.fl., 1971.

R<sub>25</sub>: Tungnaá við Hald

Rennsli Tungnaár við Hald, vhm 98 hefur verið mælt síðan 1. sept. 1960. Rennsli vatnsáranna 1950-1959 er áætlað út frá rennsli við Urriðafoss og úrkomu og hita á Hæli í Hreppum, sjá Halldór Friðgeirsson o.fl., 1971. Eftir 1. des. 1971 er rennslið leiðrétt vegna miðlunaráhrifa í Þórisvatni, sjá Verkfræðistofa Helga Sigvaldasonar, 1981.

R<sub>28</sub>: Kelduá

Mælingar í Kelduá hófust 1977, vhm 205. Rennsli Kelduár fyrir þann tíma er áætlað út frá rennsli Lagarfljóts, vhm 17, sjá Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen, 1981.

R<sub>29</sub>: Rennsli til Villinganesvirkjunar

Á árinu 1970 voru settir síritar í Austari-Jökulsá við Skatastaði, vhm 144, og í Vestari-Jökulsá við Goðdalabrá, vhm 145. Eru til samfelldar mælingar á báðum mælistöðum frá miðju ári 1971. Rennsli á virkjunarstað er reiknað sem samanlagt rennsli vatnshæðarmælanna að viðbættu 5,87% vegna þess rennslis, sem til fellur neðan mælistaðanna. Rennsli fyrir þann tíma er áætlað út frá rennsli Blöndu, vhm 54, rennsli Skjálfafljóts, vhm 50, og rennsli Svartár, vhm 10, sjá Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen, 1975.

R<sub>32</sub>: Kvíslaveita meiri

Rennsli vatnsáranna 1965-1980 er áætlað með reiknilíkani, sjá Verkfræðistofan Vatnaskil, 1982. Rennsli vatnsáranna 1950-1964 er áætlað sem 30,6% af rennsli Efri-Þjórsár, en á þeim tíma voru ekki tiltæk veðurgögn til notkunar í reiknilíkaninu.

R<sub>34</sub>: Kvíslaveita minni

Rennsli vatnsáranna 1965-1980 er áætlað með reiknilíkani, sjá Verkfræðistofan Vatnaskil, 1982. Rennsli vatnsáranna 1950-1964 er áætlað sem 11,6% af rennsli Efri-Þjórsár, og er það gert af sömu ástæðu og fyrir Kvíslaveitu meiri.

R<sub>43</sub>: Leki úr Þórisvatni

Viðbótarleki úr Þórisvatni. Eftir að farið var að nota Þórisvatn sem miðlun eykst leki úr vatninu við hækkun upp fyrir fyrra vatnsborð og minnar við niðurdrátt. Sjá Verkfræðistofan Vatnaskil, 1983.

Meðalrennsli, hámarksrennsli og lágmarksrennsli mælistaðanna er síðan sýnt í töflu 1. Taflan skýrir sig að öllu leyti sjálf, en til fróðleiks má benda á tvö atriði. Ef við berum saman R<sub>6</sub> og R<sub>7</sub> sést hversu þörf Búrfellsvirkjunar fyrir ísskolvatn minnkar með tilkomu Sultartangastíflu. Rétt er að minna á, að innrennsli í Eyjabakkalón, R<sub>20</sub>, og Bessastaðaá, R<sub>12</sub>, hverfa alveg að vetri til.

Rennslisraðirnar hér á undan eru síðan notaðar í rekstrareftirlíkingum til að mynda rennsli á virkjunarstað og innrennsli í lón. Með orkumætti virkjunar er átt við aukninguna á orkumætti þess grunnkerfis, sem hún bætist inn á. Við getum tekið grunnkerfið á mynd 3 sem dæmi með virkjununum á mynd 4 sem viðbót. Rennsli á virkjunarstöðunum er síðan sýnt í töflu 2, og er það samantekt af rennslisröðunum í töflu 1. Við sjáum því með þessu dæmi að mat á rennslisröðum á virkjunarstað er tvenns konar.

TAFLA 1 Rennslisraðir í rekstrareftirlíkingum

Nr.	Staður	Meðal- rennsli Gl/ári	Hámarks- rennsli Gl/2vikur	Lágmarks- rennsli Gl/2vikur
R <sub>1</sub>	Þjórsá við Búrfell	9749,4	1492,0	95,6
R <sub>2</sub>	Innrennsli Þórisvatns	1499,0	167,3	9,2
R <sub>3</sub>	Tungnaá við Hrauneyjafoss	3356,7	515,7	24,3
R <sub>4</sub>	Sog	3319,0	222,2	76,4
R <sub>6</sub>	Ísskolvatn við Búrfell	308,8	57,0	0,0
R <sub>7</sub>	Ísskolvatn við Búrfell	142,9	22,8	0,0
R <sub>8</sub>	Laxá í Suður-Þingeyjarsýslu	1374,8	101,5	35,1
R <sub>10</sub>	Andakílsá	355,6	72,8	0,3
R <sub>11</sub>	Lagarfljót við Lagarfoss	3983,0	660,3	3,5
R <sub>12</sub>	Bessastaðaá	90,1	45,0	0,0
R <sub>14</sub>	Jökulsá í Fljótsdal við Hól	760,7	144,6	0,0
R <sub>15</sub>	Blanda	1225,5	218,6	6,6
R <sub>20</sub>	Innrennsli Eyjabakkalóns	637,7	136,8	0,10
R <sub>22</sub>	Vestfjarðarvirkjanir	53,6	11,6	0,0
R <sub>23</sub>	Þjórsá við Urriðafoss	11416,3	1633,3	110,0
R <sub>24</sub>	Tungnaá við Vantaöldur	2868,3	380,2	42,2
R <sub>25</sub>	Tungnaá við Hald	5505,8	649,4	73,4
R <sub>28</sub>	Kelduá	584,1	117,7	0,1
R <sub>29</sub>	Rennsli til Villinganesvirkj.	1938,3	300,4	37,6
R <sub>32</sub>	Kvíslaveita meiri	1367,6	321,5	6,9
R <sub>34</sub>	Kvíslaveita minni	506,1	142,0	2,5
R <sub>43</sub>	Leki úr Þórisvatni	-	-	-

TAFLA 2 Rennsli til virkjana og miðlunarlóna

Mannvirki	Rennsli Gl/ári	Meðalrennsli					
		Rennsli m <sup>3</sup> /s	Gl/ári	m <sup>3</sup> /s	Leki Gl/ári	Samtals m <sup>3</sup> /s	
Pórisvatn	R <sub>2</sub>	47,5	1499,0	0	0	47,5	1499,0
Sigalda (Krókslón)	R <sub>2</sub> +0, 35R <sub>3</sub> +0, 65R <sub>24</sub>	143,9	4538,2	20,0	630,7	123,9	3907,5
Hrauneyjafoss	R <sub>2</sub> + R <sub>3</sub>	154,0	4855,7	5,0	156,4	149,0	4706,7
Sultartangi	R <sub>1</sub>	309,2	9749,4	0	0	309,2	9749,4
Búrfell	R <sub>1</sub>	309,2	9749,4	4,5*	142,9	304,7	9606,5
Sog	R <sub>4</sub>	105,2	3319,0	0	0	105,2	3319,0
Andakíll	R <sub>10</sub>	11,3	355,6	0	0	11,3	355,6
Vestfirðir	R <sub>22</sub>	1,7	53,6	0	0	1,7	53,6
Laxá í S.-þing.	R <sub>8</sub>	43,6	1374,8	0	0	43,6	1374,8
Lagarfoss	R <sub>11</sub>	126,3	3983,0	0	0	126,3	3983,0
Eyjabakkalón	R <sub>20</sub>	20,2	637,7	0	0	20,2	637,7
Fljótisdalsvirkjun	0,99R <sub>20</sub> +0,387R <sub>28</sub> +2,82R <sub>12</sub>	35,2	1111,5	0	0	35,2	1111,5
Blöndulón	1,006R <sub>15</sub>	39,1	1232,9	0	0	39,1	1232,9

\* ísskolun

Í fyrsta lagi er nauðsynlegt að lengja mælda rennslisröð, ef hún nær ekki yfir viðmiðunartímabilið og í öðru lagi að meta rennsli á virkjunarstað út frá grunnrennslisröðunum í töflu 1, samanber rennsli við Sigöldu í töflu 2. Í skýrslunni hér á eftir verður leitast við að lýsa þeim aðferðum, sem hafa verið notaðar við þetta mat á rennslisröðunum. Til að átta okkur síðan á því, hvaða aðferð er best að nota er rétt að skipta rennslisröðunum í fjóra flokka:

- 1) Ómiðlað rennsli
- 2) Miðlað rennsli
- 3) Ísskolvatn
- 4) Leka

og er þeim stuttlega lýst hér á eftir.

## 2.2 Ómiðlað rennsli

Ómiðlað rennsli er það rennsli, sem kemur til virkjunar án þess að fara í gegnum miðlun. Dæmi um slíkt rennsli er Efri-Þjórsá, rennsli Tungnaár ofan Sigöldu, rennsli af Fljótsdalsheiði, samanber mynd 4. Rennslið á virkjunarstað er fundið annað hvort sem bein mæling eða reiknað út frá mældu rennsli annars staðar. Ef við tökum dæmi um ómiðlað rennsli af Fljótsdalsheiði samkvæmt mynd 4, þá er það metið  $2,82R_{12}$ .  $R_{12}$  er rennsli Bessastaðaár við Hylvað, vhm 34, og hefur það verið mælt síðan 1970. Rennsli Bessastaðaár 1950-1969 er áætlað með reiknilíkani, þar sem stuðst er við úrkomumælingar á Hallormsstað og hitastig á Grímstöðum á Fjöllum og á Hallormsstað, sjá Hönnun h.f. o.fl., 1975. Þegar rennsli Bessastaðaár er fengið fyrir vatnsárin 1950-1979 með notkun reiknilíkansins er eftir að áætla rennsli af heiðinni sem hlutfall af rennsli Bessastaðaár. Niðurstaðan er  $2,82R_{12}$ , samanber Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddson, 1981. Við sjáum því eins og áður var sagt, að áætlun á ómiðluðu rennsli getur verið tvenns konar. Í fyrsta lagi framlenging á frumrennslisröð og í öðru lagi mat á rennsli annars staðar á vatnasviðinu út frá þeirri rennslisröð.



### 2.3 Miðlað rennsli

Miðlað rennsli er það rennsli til virkjunar, sem fer í gegnum umtalsverða miðlun. Dæmi um slíkt rennsli er innrennsli Þórisvatns og innrennsli í Eyjabakkamiðlun. Miðlaða rennslið er oft mælt sem útrennsli úr miðlun, en nota verður náttúrulegt innrennsli í miðlunina í rekstrareftirlíkingum. Breyta verður útrennslinu í innrennsli með því að taka tillit til forðabreytinga í vatninu með eftirfarandi jöfnu:

$$I = U + \Delta S \quad (2)$$

þar sem:

I : Innrennsli

U : Útrennsli

$\Delta S$ : Forðabreyting á tímabilinu

Við sjáum því, að jafnframt mælingum á útrennsli þurfum við mælingar á vatnsborðsstöðu miðlunarinnar og út frá dýptarmælingum samband lónhæðar og forða. Sem dæmi um þetta má nefna innrennsli í miðlun Lagarfoss-virkjunar, og Andakílsá og innrennsli Þórisvatns eftir að miðlun tók til starfa 1. desember 1971, eins og áður hefur verið greint frá. Varðandi miðlaða rennslið gæti því hugsanlega þurft þrenns konar aðgerðir. Í fyrsta lagi að lengja mældu viðmiðunarrennslisröðina ef hún er of stutt til notkunar í rekstrareftirlíkingum, þ.e.a.s. nær ekki yfir allt tímabilið 1950-1979, í öðru lagi þarf ef til vill að yfirfæra rennsli á mælistað til útrennslis úr viðkomandi miðlun og þá loks í þriðja lagi að leiðrétta það útrennsli fyrir forðabreytingum í miðluninni, samkvæmt jöfnu 2 til að finna náttúrulega innrennslið. Nákvæmni reikninga samkvæmt jöfnu 1 ræðst af nákvæmni rennslismælinga og vatnshæðarmælinga í lóninu. Sérstaklega gæti verið um talsverða ónákvæmni að ræða í vatnsborðsmælingunni vegna vinda. Minna má t.d. á að 1 cm í Þórisvatni svarar til um það bil 0,7 Gl. Eins og lýst var í kafla 2.1 fyrir innrennsli Þórisvatns er hið svokallaða grunnvatnsrennsli reiknað eins og að ofan er lýst samkvæmt jöfnu 1. Sýnt var með mynd 1 hversu mikið ósamræmi er í innrennslisröðunum í Þórisvatni, sem notaðar eru í rekstrareftirlíkingunum, ef borin eru saman vatnsárin 1950-1972 og 1972-1979. Grunninnrennslið er nú

sýnt í viðauka sem dagsmeðalrennsli. Ef við höfum í huga, þegar litið er yfir dagsmeðaltölin, að grunninnrennslið er að stofni til rennsli til Þórisvatns úr Veiðivatnahraunum, sem ætti að sveiflast lítið frá degi til dags, sjáum við greinilega áhrif þeirrar ónákvæmni í mælingum, sem að ofan er getið. Ef hins vegar er litið á lengri meðaltöl eins og mánaðarmeðaltöl jafnast þessi óvissa út og rennslistölur verða skaplegri á að líta.

Að lokum er rétt að minnst á, að með starfrækslu vatnsmiðlana raskast náttúrulegt rennsli ána neðan þeirra. Rennslið minnkar þegar vatni er safnað á sumrin en eykst aftur á móti við notkun vatns úr miðlunum á veturna. Í rekstrareftirlíkingunum er nauðsynlegt að ganga út frá því, að rennsli ána sé ótruflað af starfsemi miðlana og verður því að leiðrétta rennslismælingar, sem því nemur. Þetta hefur verið gert á Þjórsár - Tungnaárvæðinu, þar sem miðlun hófst í Þórisvatni 1971 og í Krókslóni á árinu 1976. Reikningum þessum er lýst í skýrslu frá Verkfræðistofu Helga Sigvaldasonar (1981). Þeir mælistaðir sem hafa verið leiðrættir á þennan hátt eru:

- 1) Tungná, Hrauneyjafoss
- 2) Tungná, Hald
- 3) Þjórsá, Búrfell
- 4) Þjórsá, Urriðafoss

#### 2.4 Ísskolvatn

Hluti rennslis Þjórsár við Búrfell er notað til að skola ís framhjá virkjuninni. Við útreikninga á ískolvatnspörfinni var stuðst við líkingar sem gerðar voru af Sigmundi Freysteinsyni, Verkfræðistofu Sigurðar Thoroddsen. Grundvöllur líkinganna er útreikningar á varmatapi frá straumvötnum, sjá Sigmundur Freysteinson og Björn Erlendsson, 1976, Sigmundur Freysteinson, 1969 og Sigmundur Freysteinson og Björn Erlendsson, 1971. Varmatapsreikningarnir byggjast á veðurmælingum. Varmatap í Þjórsá reiknast út frá veðri á Hæli í Hreppum árin 1950-1971 og út frá Búrfelli árin 1972-1979. Ísskolunarþörfin er síðan reiknuð út á grundvelli varmatapsreikninganna. Líkingar eru t.d.

sýndar í skýrslu Landsvirkjunar eftir Helga Sigvaldason og Gunnar Ámundason (1973). Við rekstur Búrfellsstöðvar hefur síðan fengist reynsla við ísskolun og hefur hún verið notuð til að endurskoða líkingarnar. Eftirfarandi ísskolunarraðir hafa verið notaðar:

- 1) Ísskolun eftir byggingu Sigölduvirkjunar en fyrir byggingu Hrauneyjafossvirkjunar. Útreiknuð ísskolunarröð margfölduð með tveimur að fenginni reynslu.

Meðalísskolun = 681 Gl/ári

- 2) Ísskolun eftir byggingu Hrauneyjafossvirkjunar en fyrir byggingu Sultartangastíflu. Útreiknuð ísskolunarröð margfölduð með tveimur.

Meðalísskolun = 618 Gl/ári

- 3) Ísskolun eftir byggingu Sultartangastíflu en án virkjunar.

Meðalísskolun = 143 Gl/ári

- 4) Ísskolun eftir byggingu Sultartangavirkjunar.

Meðalísskolun = 50 Gl/ári

Við sjáum að meðal ísskolunin ætti að minnka um 631 Gl/ári eða  $20 \text{ m}^3/\text{s}$  frá því að Sigalda var eina virkjunin í Tungnaá og þar til Sultartangavirkjun er komin í gagnið.

## 2.5 Leki

Eins og áður er getið er mynd 3 einungis dæmi um grunnkerfi í rekstrar-  
eftirlíkingum. Þar er sýndur leki út úr Krókslóni og lóni Hrauneyja-  
fossvirkjunar. Einnig gæti verið um leka að ræða úr Þórisvatni og úr  
Sultartangalóni. Hönnunaraðilar reyna að meta leka úr lónum á hönnunar-  
stigi, en slíkt er oft vandkvæðum bundið vegna ónákvæmni í lektar-  
stuðlum og mismunandi eiginleikum jarðgunnsins. Raunverulegur leki  
reynist því oft annar en áætlað var, þegar tækifæri gefst til mælinga  
á leka og grunnvatnshæð eftir að miðlanirnar hafa tekið til starfa.

Á þennan hátt hefur leki úr Þórisvatni og Krókslóni við mismunandi lónhæð verið metinn. Lekir úr Krókslóni er með tvennum hætti. Í fyrsta lagi leki framhjá Sigölduvirkjun en hann kemur fram í Sigöldugljúfri og skilar sér aftur ofan Hrauneyjafoss og í öðru lagi leki sem tapast væntanlega alveg út af vatnasviði Þjórsár-Tungnaár, sjá Snorri Páll Kjara og Jónas Elíasson, 1981. Lekir úr Krókslóni er sýndur á mynd 5. Í rekstrareftirlíkingum er Krókslón væntanlega rekið við fasta lónhæð og er því um fastan leka að ræða úr lóninu. Lekir úr Þórisvatni er með tvennum hætti. Annars vegar leki úr vatninu við náttúrulega vatnshæð og hins vegar viðbótarleki, sem stafar af því að Þórisvatn er rekið sem miðlun. Sjá Verkfræðistofan Vatnaskil 1982 og 1983. Þar sem vatnsborðssveiflan í Þórisvatni er veruleg í rekstrareftirlíkingunum verður að taka tillit til breytilegs leka. Viðbótarleki úr Þórisvatni á árunum, sem það var rekið sem miðlun, 1972-1981, er sýndur á mynd 6. Nú hefur Hrauneyjafossvirkjun tekið til starfa og ætti því að vera hægt að átla leka úr lóninu.

Fyrir fyrirhugaðar virkjanir verður að átla leka.

### 3 AÐFERÐIR TIL FRAMLINGINGAR RENNSLISRAÐA

---

Eins og fram kemur í kaflanum hér á undan um rennslisraðir er oft nauðsynlegt að framlengja mældar rennslisraðir, ef þær eru styttri en viðmiðunartímabilið 1950-1979, sem notað er í rekstrareftirlík-  
ingum. Hér á eftir verður lýst þremur aðferðum, sem hafa verið notaðar hér á landi til framlengingar rennslisraða. Í fyrsta lagi má nefna regressionsaðferð, sem hentar einungis ef lengja á rennslisröð. Í öðru lagi eru veður-rennslislíkön vel tilfallin ef auk þess að framlengja rennslisröð þarf að meta rennsli ofar á vatnasviði út frá mælingum neðar, eins og við sáum í kafla 2 að iðulega er þörf á. Í þessu tilfalli er ekki hægt að nota regressionslíkön, vegna þess að þau krefjast þess, að til séu mælingar á því rennsli, sem á að framleiða. Regressionslíkön og veður-rennslislíkön hafa það sameiginlegt, að rennslisröðin, sem búin er til með líkaninu, nær yfir sama árabíl og mælingar á þeim stærðum, sem notaðar eru ná yfir. Við fáum því aldrei þurrari vatnsár en rennslisröðin af þessari takmarkaðri lengd inniheldur. Í þriðja lagi verður því að grípa til tölfræðilíkana til að geta framleitt röð, sem með vissum líkum inniheldur vatnsár, sem er þurrara en þau vatnsár, sem mælingar ná yfir. Þessum þremur líkönum verður nú lýst nánar hér á eftir:

#### 3.1 Regressionslíkön

Til þess að gera rennslisraðir er algengast að nota regressionslíkön. Flestar rennslisraðir á Þjórsár-Tungnaársvæðinu eru framlengdar með regressionslíkani eins og lítillega er lýst í 2. kafla. Aðferðinni er sennilega best lýst með því að taka dæmi af því svæði, en niðurstöðum er nákvæmlega lýst í skýrslu eftir Halldór Friðgeirsson o.fl. (1971).

Regressionslíkanið er á eftirfarandi formi:

$$Q_x = a + bQ_u + cR + eD \quad (3)$$

þar sem:

$Q_x$  : Rennsli á mælistað, þar sem á að framlengja rennslið, Gl/viku

$Q_u$  : Rennsli við Urriðafoss Gl/viku

R : Úrkoma á Hæli í Hreppum mm/viku.  
Úrkoma er skilgreind hér sem regn, þegar hitastig er meira eða jafnt  $0^{\circ}\text{C}$ .

D : Gráðudagar á viku yfir  $0^{\circ}\text{C}$  á Hæli í Hreppum

a, b, c, e : fastar sem ákvarðast með reikningum.

Rennslisstaðirnir í hægri hlið jöfnu 3 gætu ef þörf væri á verið fleiri en einn, eins gætu ef nauðsynlegt væri veðurþættirnir og veðurstöðvarnar verið fleiri. Jafna 3 gefur nú jafnmargar líkingar og mælingar á mælistað x eru. Ef við ættum að reikna vikurennisli og mæliröðin er 3 ár höfum við  $3 \times 52 = 156$  líkingar til ákvörðunar á óþekktu stuðlunum fjórum í þessu tilfelli. Við höfum því miklu fleiri líkingar en óþekktar og veljum því eina lausn með því að gera þá kröfu, að summa frávíkkanna á mældu og reiknuðu rennsli í öðru veldi sé sem minnst. Með þessu varðveitist meðalrennslið, en breytileikinn (varians) í rennslinu er vanmetinn. Einnig væri hægt að stilla upp regressionslíkani þannig að bæði meðalrennsli og breytileiki varðveittist, sjá Hirsch, R.U. 1982, en í því tilfelli yrði matið á fylgni milli rennslisstöðvanna mjög langt frá réttu gildi.

Ef inn í regressionina gengur eingöngu rennsli er talað um rennsli/-rennslislíkön. Dæmi um notkun regressionslíkinga til að reikna út rennsli eru ótalmörg. Mætti þar nefna að Jökulsárnar í Skagafirði voru reiknaðar út frá Blöndu, Skjálfafljóti og Svartá í Skagafirði, sjá Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen, 1975, samanber rennsli til Villinganesvirkjunar,  $R_{29}$ , hér að framan. Regressionslíkön eru oft notuð þar sem ekki er eingöngu stuðst við mælingar á rennsli, heldur einnig mælingar á úrkomu og hita, þá er talað um veður-rennslislíkön. Dæmi um það er jafna 3 frá Þjórsár-Tungnaárvæðinu. Gæði regressionslíkananna er mjög háð fjölda mælinga, sem hún byggir á. Almennt er sú líking óáreiðanlegri sem byggir á fáum mælingum en sú sem byggir á mörgum.

Eins og áður var getið er vanmatið á breytileika einn alvarlegasti ókostur regressionslíkana. Til að sýna þetta nánar skulum við líta á eftirfarandi, einfalda dæmi:

$$Q_1 = a + bQ_2$$

þar sem:

$Q_1$  : Rennsli á mælistað nr. 1 í N ár

$Q_2$  : Rennsli á mælistað nr. 2 í 30 ár

a,b: Fastar, sem ákvarðast með línulegri regression

Lengja á rennslið  $Q_1$  úr N árum í 30 ár. Tafla 3 sýnir hlutfall reiknaðs breytileika fyrir lengdu  $Q_1$ -röðina og raunverulegs breytileika. Tökum sem dæmi 5 ára rennslisröð með fylgnistuðul 0,7, skýrður breytileiki er þá 58% samkvæmt töflunni.

TAFLA 3 Hlutfall breytileika

N	Fylgnistuðull			
	0,3	0,5	0,7	0,9
1	0,12	0,28	0,51	0,82
5	0,24	0,38	0,58	0,84
10	0,39	0,50	0,66	0,87
20	0,70	0,75	0,83	0,94

Fyrir utan þetta gildir yfirleitt ekki sama regressionslíkingin fyrir allt árið. Þá er árinu oft skipt í þrjú tímabil, vetur, vor og sumar og er það gert í athuguninni á Þjórsár-Tungnaársvæðinu.

Helstu kostir við notkun regressionslíkinga eru:

- 1) Regressionslíkön varðveita meðalrennslið.
- 2) Notkun regressionslíkana er þægileg og ekki mjög tímafrek og því ódýr.

Helstu ókostir við notkun regressionslíkinga eru:

- 1) Regressionslíkön varðveita ekki breytileikann í rennslinu.
- 2) Nota þarf mörg regressionslíkön innan ársins.
- 3) Ekki er hægt að búa til rennsli þar sem engar mælingar eru fyrir.

Að lokum skal fjallað aðeins um þriðja lið ókostanna hér að framan. Við skulum taka sem dæmi Kvíslaveituframkvæmdir. Ekki var hægt að nota regression til að búa til rennslisröð fyrir Kvíslaveitu, því að engar mælingar voru til. Því var gripið til þess ráðs að framlengja rennslisröð fyrir Efri-Þjórsá, vhm 216, Þjórsá-Skúpstungur, þannig að hún yrði jafnlöng viðmiðunarröðinni frá 1950-1979. Það er hægt að gera með regression. Síðan þarf að flytja það rennsli ofar á vatnasviðið til að fá rennsli Kvíslaveitu, þar sem engar mælingar eru til. Það er þá hægt að gera með því að nota hlutfall vatnasviða. Slíkt var gert fyrir Kvíslaveitu og fékkst þá rennslið 11,6% af Efri-Þjórsá fyrir Kvíslaveitu minni, og 31% af rennsli Efri-Þjórsár fyrir Kvíslaveitu meiri. Slíkir reikningar eftir hlutfalli vatnasviða hafa þann galla, að þeir minnka breytileikann, öfugt við það sem skeður þegar farið er frá láglandi upp á hálendi, en þá eykst breytileiki rennslisins. Í næsta kafla verður fjallað um veður-rennslislíkön, þar sem að einhverju leyti verður komist framhjá þessu vandamáli.

### 3.2 Veður-rennslislíkön

Rennslislíkön, sem fjallað verður um eru af þeirri gerð, sem nefnd er á ensku "semi-deterministic" eða hálf-ákvarðanleg. Skilgreiningin felur það í sér, að líkanið reynir að líkja eftir náttúrunni að svo miklu leyti sem það er mögulegt og hagkvæmt, en notar einfaldanir á flóknum eðlisþáttum náttúrunnar þegar þeim mörkum er náð. Kemur þar tvennt til:



Ekki er mögulegt að reikna hluti, sem mælingar ná ekki yfir, og ekki er hagkvæmt að reikna nákvæmar en að vissu marki, þegar viðbótar-nákvæmnin hverfur í hafs sjó óvissu í öðrum þáttum eða er óheyrilega dýr í forritun, tölvutíma, mælingum eða öðru því, sem mælistika fjármagnsins nær yfir. Hálfákvarðanleg líkön eru notuð til reikninga á þrenns konar rennslisröðum í rekstrareftirlíkingunum:

- 1) Reikninga á ísskolunarröðum út frá veðri
- 2) Reikninga á miðluðu og ómiðluðu rennsli út frá veðri
- 3) Reikninga á leka úr miðlunarlónum með grunnvatnslíkani.

Allar þessar aðferðir byggja á veðurgögnum og er því nauðsynlegt að um góðar veðurmælingar sé að ræða, ef líkangerð af þessu tagi á að koma að sem bestu gagni. Einnig er mikilvægt, að staðsetning veðurstöðva sé sem næst virkjunarstöðum inni á hálendinu, því að breytingar á virkjanlegu rennsli ráðast yfirleitt af veðurfari á hálendinu. Því miður vill svo til að nær allar veðurstöðvar eru fremur lágt yfir sjó og flestar við ströndina. Eina hálendisstöð Veðurstofunnar er á Hveravöllum. Landsvirkjun rekur veðurstöðvar í Búrfelli og Hrauneyjafossi og hefur rekið veðurstöð í Sigöldu. Stakar veðurmælingar eru til frá nokkrum fleiri stöðum á Þjórsársvæðinu, svo sem Nautöldu og Svartá. Orkustofnun hefur rekið veðurstöðvar í Nýjabæ og á Sandbúðum. Nokkur fjöldi úrkomusafnmæla er á Þjórsár-Tungnársvæðinu. Mynd 7 sýnir dreifingu veðurstöðva og vatnshæðarmæla og kemur þar glöggt fram óhagstæð dreifing veðurstöðvanna. Seint verður lögð of mikil áhersla á gildi veðurathugana og má í því sambandi minna á greinargerð eftir Kristin Einarsson, 1981. Vert væri einnig að athuga hvort ekki mætti með veðurlíkani reikna hálendisveðrið út frá strandstöðvum Veðurstofunnar.

Ekki er talin ástæða til að fjalla nánar um ísskolunarraðirnar en gert er í 2. kafla. Til reikninga á miðluðu og ómiðluðu rennsli hafa verið notuð fjögur líkön. Fyrsta líkanið var grunnvatnslíkan til reikninga á rennsli Þórisóss, sjá Jónas Elíasson o.fl., 1973, Snorri Páll Kjarran, 1976. Sigurður Arnalds og Jónas Elíasson þróðu rennslislíkan og er því lýst í Jónas Elíasson og Sigurður Arnalds 1975 og 1976. Þetta líkan er einfölduð útgáfa af þeim líkönum sem lýst verður hér á eftir. Þeir beittu þessu reiknislíkani á rennsli Bessastaðaár, Hönnun h.f. o.fl., 1976, rennsli Mjólkár og Suður-Fossá á Rauðasandi, Virkir h.f. 1975. Á árinu 1980 leiddu

umræður og bréfaskriftir til þess, að Orkustofnun samdi við sænsku veðurstofuna um kaup á svonefndu HBV-rennislíkani og aðhæfingu þess að Efri-Þjórsá, sjá Bergström og Persson, 1981. Í framhaldi af því var ráðgert að setja HBV-líkanið upp á tölvu Orkustofnunar, en af því hefur ekki orðið enn af tæknilegum ástæðum. Önnur ástæða kann einnig að vera, að í framhaldi af því, að á árinu 1980 var undirritaður samstarfssamningur milli Vatnsorkudeildar Orkustofnunar og Straumfræðistofnunar Tækniskóla Danmerkur, var fengið hingað til lands NAM2-rennislíkanið og það einnig reynt á Efri-Þjórsársvæðinu, sjá Kristinn Einarsson, 1981. Ekki reyndist vera marktækur munur á hæfni HBV og NAM2 rennislíkananna til að líkja eftir rennsli Efri-Þjórsár. Uppbygging HBV og NAM2 reiknilíkansins er mjög svipuð og því látið nægja að lýsa NAM2 líkaninu stuttlega hér á eftir, þar sem það er það líkan, sem mest hefur verið notað hér á landi.

Með NAM2-reiknilíkaninu er unnt að reikna rennsli frá regni, snjó og jökulís. Venjulega reiknar líkanið dag fyrir dag, og þarf þess vegna sólarhringsmeðalgildi af þeim veðurgögnum, sem notuð eru. Niðurstaða reikninganna er tímaröð með dagsmeðalgildum rennslis. Mynd 8 sýnir uppbyggingu NAM2-líkansins.

Í líkaninu er vatnasviðinu skipt í jökullaus og jökulhulin hlutsvæði, sem svo má skipta enn frekar upp. Reiknilíkanið meðhöndlar hvert hlutsvæði sérstaklega, og er þannig reynt að taka sem best tillit til þeirra ólíku eðlisfræðilegu þátta, sem gilda eftir því hvort um er að ræða jökulsvæði eða jökulvana svæði, svo og mismunandi halla yfirborðsins, gróðurfars og fleira.

Eins og fram kemur á mynd 8 er öllu vatni frá jökulvana svæðum safnað saman í yfirborðsgeymi, þ.e. bæði snjóbráð og rigningu. Yfirborðsgeymirinn, en hann hefur dýptina  $U^*$ , dreifir vatni til yfirborðsrennslis, írennslis ("infiltration"), uppgufunar og millirennslis ("interflow"). Ef vatn er í yfirborðsgeyminum er uppgufunin gnóttargufun.

Frá jökulsvæðum kemur vatn vegna bráðunar snævar og íss. Ísbráðnun verður ekki fyrr en ofan á liggjandi snjór er farinn. Vegna þess að svörun jökuls er frábrugðin svörun jökulvana svæðis, er það vatn, sem frá jöklinum kemur, sent í gegnum sérstakan línulegan geymi.

Ekki þykir ástæða til að lýsa reiknilíkaninu frekar, heldur vísað til: Sigurður Lárus Hólm (1982).

Á mynd 8 er sýnd gróf uppbygging NAM2-líkansins og leið úrkomunnar gegnum líkanið frá því hún fellur á vatnasviðið og þar til hún skilar sér sem afrennsli. Tölurnar á myndinni eru fyrir meðalárið, byggðar á reiknuðum gildum með NAM2-líkaninu tímabilið 1965-1980, fyrir vatnasvið Efri-Þjórsár.

Það sem stingur í augu á myndinni er mismunur þess sem fellur á jöklana og þess sem rennur af. Athugun á niðurstöðum NAM2-líkansins sýndi, að upp í 1100 m hæð þá hreinsa jöklarnir sig yfir sumarið af þeirri ákomu er fellur á þá á undangengnum vetri. Það er því töluvert, sem safnast á jöklana ofan 1100 m. Það virðist því sem meðalúrkomukortið, sem hér er notað ofmeti úrkomuna á efri hluta jöklanna. Þetta styður það sem áður hefur verið sagt um nauðsyn úrkomumælinga innan vatnasviðsins. Þá er einnig hugsanlegt að vatnasviðið á jöklinum sé öðruvísi en hér er gert ráð fyrir, og að eitthvað af þeim snjó, sem hér safnast fyrir skili sér í rennsli til norðurs, en úr því geta íssjármælingar væntanlega skorið. Rétt er að geta þess, að þetta "ósamræmi" milli ákomu og afrennslis frá jöklunum veldur einungis því, að "óeðlilega" mikill snjór safnast ofan á jöklana, en hefur engin áhrif á reiknaða rennslið, sem er í góðu samræmi við mælt rennsli, eins og fram kemur í skýrslu frá Verkfræðistofunni Vatnaskil (1982). Til að ná fullu samræmi hvað þetta snertir þyrfti að bæta inn í líkanið samfellilíkingu fyrir jöklana, og er eðlilegt, að það væri næsta skref í áframhaldandi þróun NAM2-líkansins hér á landi.

NAM2-líkanið hefur verið notað til að reikna rennsli á eftirfarandi stöðum: Efri-Þjórsá eins og áður sagði, sjá Kristinn Einarsson, 1981 og Verkfræðistofan Vatnaskil, 1982, Þjórsá við Norðlingaöldu, Verkfræðistofan Vatnaskil, 1982, Jökulsá í Fljótsdal, Sigurður Lárus Hólm, 1982, Þórisós, Verkfræðistofan Vatnaskil, 1983 og Hólmsá, Kristinn Einarsson, óbirt gögn. Tvær stærðir eru notaðar til að meta gæði reiknaðra niðurstæðna með öllum þessum rennslislíkönunum, en það er skýrður breytileiki annars vegar og vatnsjöfnuður hins vegar eða lokamismunur mælds og reiknaðs vatnsmagns yfir tímabilið. Tafla 4 gefur yfirlit yfir niðurstæður reikninga með þessum rennslislíkönunum. Við sjáum, að í flestum tilfellum hefur tekist vel til. Það er einkum þegar mældur breytileiki er lítil, að erfiðar gengur að skýra hann.

TAFLA 4 Niðurstöður reikninga með rennslislíkönum

Vatnsfall	Líkan	Fjöldi ára í aðlögunar-tímabili	Melt meðal-tal $m^3/s$	Mældur breyti-leiki $(m^3/s)^2$	Vatns-jöfnuður %	Skýrður breyti-leiki %
Pórisós	Grunnvatnslíkan <sup>1)</sup>	5	9,95	6,8	-3,0	58
Bessastaðaá	J.E.+S.A. <sup>2)</sup>	4	3,50	27,4	3,3	76
Suður Fossá	J.E.+S.A.	4	1,09	0,59	0	64
Mjólká	J.E.+S.A.	4	2,29	1,79	0	63
Jökulsá í Fljótsdal	NAM2	5	26,9	1043,3	-1,2	83
Efri-Pjórsá	HBV <sup>3)</sup>	4 1/2-5	151,3	590,5		83
Efri-Pjórsá	NAM2, K.E. <sup>4)</sup>	4 1/2-5	151,3	590,5	0	80
Efri-Pjórsá	NAM2 <sup>5)</sup>	4 1/2-5	151,3	590,5	1,2	80
Norðlingaalda	NAM2	6	96,0	524,4	-0,9	85
Pórisós	"NAM2" <sup>6)</sup>	13	12,5	16,8	-1,1	67
Hólmsá	NAM2 <sup>7)</sup>	8 1/2	2,49	1,79	0	60

1) Sjá Jónas Elíasson o.fl., 1973

2) Sjá Jónas Elíasson og Sigurður Arnalds, 1976

3) Sjá Sten Bergstrøm og Magnus Person, 1981

4) Sjá Kristinn Einarsson, 1981

5) Sjá Verkfræðistofan Vatnaskil, 1982

6) Breytt NAM2-líkan, sjá Verkfræðistofan Vatnaskil, 1983

7) Kristinn Einarsson, óbirt gögn á Orkustofnun

Ákvarðanleg grunnvatnslíkön hafa verið notuð til útreikninga á leka úr Krókslóni og Þórisvatni, sjá Snorri Páll Kjaran, 1981 og Verkfræðistofan Vatnaskil, 1983. Ekki er talin ástæða til að fjalla nánar um þau hér, en gert er í kafla 2.5. Eingöngu er vert að minna á, að veðurgagna er einnig þörf varðandi lekalíkön, til að geta greint í sundur veðuráhrif og lekaáhrif í rennslis- og vatnshæðargögnum.

Helstu kostir veður-rennslislíkana eru:

- 1) Hægt er að framleiða áreiðanlegar rennslisráðir, þrátt fyrir að mælingar séu fáar, samanber töflu 4.
- 2) Þegar líkanið hefur verið fellt að mældu rennslisröðinni, er á auðveldan hátt hægt að framlengja rennslisröðina yfir viðmiðunartímabilið út frá veðurgögnum.
- 3) Hægt er að framleiða rennslisröð ofar á vatnasviðinu, þrátt fyrir að engar mælingar séu til þar, ef líkanið hefur verið fellt að mælingum neðar á vatnasviðinu. Þetta hefur verið gert fyrir rennslis Kvíslaveitu, sjá Verkfræðistofan Vatnaskil, 1982. Þessi aðferð veldur ekki þeirri minnkun á breytileika, sem reikningar á hlutfalli vatnasviða valda eins og áður er minnst á.
- 4) Notkun þessara rennslislíkana krefst vatnafræðiþekkingar og innsæis, þannig eru þau frábrugðin regressionslíkönum, sem eru bein stærðfræðilíkön.
- 5) Möguleiki er að nota líkanið fyrir vatnasvið með fáar sem engar mælingar, ef líkanið hefur verið fellt að rennslis nálægs vatnasviðs.

Helstu ókostir veður-rennslislíkana eru:

- 1) Notkun líkansins er frekar tímafrek og dýr.
- 2) Þörf er á góðum veðurgögnum, en eins og getið er hér að framan geta þau stundum verið af skornum skammti. Auk þess er töluverð vinna eftir hjá Veðurstofu Íslands að koma veðurgögnum á tölvutækt form fyrir fyrri hluta viðmiðunartímabilsins.
- 3) Líkönin gefa enga líkindadreifingu lágrennslisára.

### 3.3 Tölfræðilíkön

Engar rennslisráðir, sem notaðar eru í rekstrareftirlíkingum hér á Íslandi, eru búnar til með tölfræðilegu líkani. Hins vegar hefur tölfræðilegum líkönum verið beitt á sumar þær rennslisráðir sem notaðar eru, án þess að niðurstöðurnar hafi verið notaðar eitthvað frekar. Lýsingin á tölfræðilíkönunum hér á eftir miðast við þessar athuganir en er engan veginn úttekt á tölfræðiaðferðum. Þessa lýsingu ber því frekar að skoða sem sögulega frásögn af því sem hefur verið gert. Varðandi almenna lýsingu á tölfræðilíkönunum má benda á t.d. J.D. Salas o.fl. (1980) og Lawrance og Kottegoda (1977).

Líta má á rennsli á einhverjum tilteknum stað sem tilviljunarkennda breytu. Tveir helstu eiginleikar tilviljunarkenndra stærða eru meðaltal og staðalfrávik. Tölfræðilíkön af rennslinu verða því að varðveita þessar mikilvægu stærðir. Við á Íslandi, sem þekkjum stöðugleika lindanna, vitum að rennslið í dag er mjög háð rennslinu í gær. Við köllum það, að rennslið hafi minni eða góða tímafylgni og stærðina, sem lýsir þessum eiginleika, tímafylgnistuðul. Tölfræðilíkön verða því einnig að varðveita þennan mikilvæga eiginleika. Ef þessar stærðir, þ.e.a.s. meðaltal, staðalfrávik og tímafylgnistuðull breytast ekki með tíma, er tilviljanabreytan kölluð stöðug. Hin þekkta árssveifla í rennsli gerir það að verkum að tímaröð með minni grunneiningu en eitt ár er ekki stöðug. Það er til dæmis vel þekkt, að meðalvetrarrennsli ákveðinnar ár er yfirleitt ekki jafnt meðalsummarrennsli. Árssveifluna má fjarlægja úr tímaröðinni og gera hana stöðuga. Þeirri aðferð, sem hefur verið notuð hér á landi er lýst með eftirfarandi jöfnu:

$$\varepsilon_{N,t} = (Q_{N,t} - Q_t) / S_t \quad (5)$$

þar sem:

$Q_{N,t}$  : Rennsli á mælistað árið N á tímabili (mánuður, vika)  
t á árinu

$\varepsilon_{N,t}$  : Stöðug rennslisbreyta árið N á tímabili (mánuður, vika)  
t á árinu

$Q_t$  : Meðaltal mældu raðarinnar fyrir tímabilið  $t$

$S_t$  : Staðalfrávik mældu raðarinnar fyrir tímabilið  $t$ .

Þegar árssveiflan í rennslinu hefur verið numin brott á þennan hátt má athuga hvaða líkan kæmi til greina, sem varðveitti minnið í rennslinu. Einfaldasta líkan af þeirri gerð er tímafylgnilíkanið, sem gefið er með eftirfarandi jöfnu:

$$\varepsilon_t = \rho \varepsilon_{t-1} + \eta_t \quad (6)$$

þar sem  $\rho$  er tímafylgnistuðullinn og  $\eta_t$  er hrein tilviljunarbreyta, sem hægt er að framleiða út frá réttri dreifingu fyrir rennslið. Til að athuga hvort þessi tölfræðilíkön, sem lýst er með jöfnum 5 og 6 kæmu til álita fyrir íslenskar ár framkvæmdu Jónas Elíasson og Júlíus Sólnes athugun, sem lýst er í skýrslunni "Statistical Investigation of Hydrological Data", 1972. Rannsókn þeirra miðaðist við rennsli á þremur mælistöðum:

- 1) Urriðafoss, vatnsárin 1947/48-1968/69
- 2) Tungná Hald, vatnsárin 1960/61-1968/69
- 3) Tröllkonuhlaup, vatnsárin 1960/61-1968/69.

Niðurstaða þeirra var sú, að umrædd tölfræðilíkön gætu vel lýst hegðun rennslisins. Til að meta tölfræðilíkönin og tölfræðieiginleika rennslisins notuðu þeir þá aðferð að skoða breytileikaróf ("power spectrum") rennslisins. Mynd 9 sýnir breytileikaróf rennslisins við Urriðafoss á vikugrunni. Breytileikaróf sýnir okkur á hvaða tíðni breytileikinn (variansinn) er. Summa breytileikans á einstökum tíðnum gefur heildarbreytileika rennslisins. Mynd 9 sýnir greinilega, að stærri hluti breytileikans er á tíðninni eitt ár, sem er skiljanlegt vegna árssveiflu rennslisins. Breytileikarófið fyrir stöðugu breytuna,  $\varepsilon$ , samkvæmt líkingu 5 er sýnt á mynd 10 ásamt fræðilega ferlinum fyrir tölfræðilíkanið í jöfnu 6. Við sjáum, að samsvörunin er góð. Vegna fárra mælinga er erfitt að segja til um breytileika á minni tíðni en eitt ár. Að lokum sjáum við breytileikarófið fyrir tilviljunarbreytuna,  $\eta$ , á mynd 11. Innan ákveðinna vikmarka má sjá, að rófið er eins og breytileikaróf fyrir óháða tilviljunarbreytu.

Við höfum því einangrað óháða breytnu, sem nú er hægt að framleiða með tilviljunarkenndum tölum út frá dreifingu óháðu breytunnar. Með því að nota síðan jöfnu 6 og jöfnu 5 getum við myndað rennslið Q. Breytileikarófgreiningin ("spectral analysis") er því eingöngu tæki til að athuga gæði einstakra líkana, en ekki tölfræðilíkan í sjálfu sér. Þeir Jónas Elíasson og Júlíus Sólnes sýndu að jöfnu 5 má nota fyrir íslenskar ár til að gera rennslið stöðugt og jöfnu 6 til að lýsa minniseiginleikum rennslisins, þó með þeim annmörkum, sem síðar verður lýst. Þegar hér var komið sögu var hafist handa að notfæra sér þessar niðurstöður til að búa til tölfræðilíkan af rennsli á Þjórsár-Tungnaárvæðinu. Þá ber að hafa í huga, að ekki er fullnægjandi að búa til rennsli á sérhverjum stað óháð öðrum. Þetta er augljóst ef við athugum til dæmis, að ef um lítið innrennsli í Þórisvatn er að ræða eitt árið, þá eru yfirgnæfandi líkur á, að rennsli Efri-Þjórsár það árið sé einnig lítið. Það verður því að búa til tölfræðilíkan, sem tekur tillit til þess. Auk þess að líkanið varðveiti meðaltal, staðalfrávik og tímafylgnistuðul, verður það einnig að varðveita fylgni milli stöðva. Líkan af þessari gerð var birt í skýrslu eftir Helga Sigvaldason og Snorra Pál Kjara (1974). Sem dæmi um tímafylgnistuðla og fylgni á milli stöðva eru töflur 5 og 6 sýndar, en þær eru úr skýrslunni, sem nefnd var hér á undan.

TAFLA 5 Fylgnistuðlar milli stöðva í sömu viku

Stöðvar	1	2	3	4	5	6
1. Kaldakvísl + Þórisós	1,000	0,567	0,163	0,596	0,397	0,309
2. Hrauneyjafoss	0,567	1,000	0,432	0,588	0,403	0,482
3. Hald - (Kaldakvísl + Þórisós + Hrauneyjafoss)	0,163	0,432	1,000	0,322	0,284	0,329
4. Tröllkonuhlaup	0,596	0,588	0,322	1,000	0,588	0,393
5. Urriðafoss-Tröllkonuhlaup	0,397	0,403	0,284	0,588	1,000	0,484
6. Sog	0,309	0,482	0,329	0,393	0,484	1,000



TAFLA 6 Fylgnistuðlar milli stöðva með vikufasaforskoti

Stöðvar	t - 1					
	1	2	3	4	5	6
1. Kaldakvísl + Þórisós	0,46	0,278	0,236	0,257	0,191	0,193
2. Hrauneyjafoss	0,172	0,440	0,271	0,253	0,044	0,214
3. Hald - (Kaldakvísl +						
t Þórisós + Hrauneyjafoss	0,069	0,135	0,276	0,155	0,020	0,087
4. Tröllkonuhlaup	0,153	0,176	0,146	0,373	0,179	0,232
5. Urriðafoss-Tröllkonuhlaup	0,088	0,126	0,110	0,185	0,358	0,280
6. Sog	0,109	0,311	0,228	0,181	0,169	0,789

Tímafylgnistuðullinn fæst sem hornalínan í töflu 6. Einn galli við tímafylgnilíkanið í jöfnu 6 er, að það getur ekki varðveitt tímafylgni langtímeðaltala, ef því er ætlað að gera það á t.d. vikugrunni, en slíkur eiginleiki er mikilvægur í vatnsorkukerfi með mikilli miðlun á milli ára. Ef við tökum lengstu rennslisraðirnar úr töflum 5 og 6 fyrir Sog og Urriðafoss sem dæmi fáum við að fylgni milli ársmeðaltala fyrir Sog annars vegar er 0,54 og fyrir Urriðafoss hins vegar er 0,44. Fylgnin milli ársmeðaltala samkvæmt fræðilega tímafylgnilíkaninu er gefin með:

$$\rho_{\text{ár}} = \frac{\rho(1-\rho^{52})^2}{2\rho^{53} - 52\rho^2 - 2\rho + 52} \quad (8)$$

þar sem  $\rho$  er tímafylgnistuðullinn á vikugrunni og er 0,79 fyrir Sog og 0,57 fyrir Urriðafoss. Ef við stingum þessum stuðlum inn í jöfnu 8 fæst, að  $\rho_{\text{ár}}$  fyrir Sog er 0,044 og 0,017 fyrir Urriðafoss. Við sjáum því, að tímafylgnilíkanið varðveitir engan veginn fylgnina milli ársmeðaltalanna. Í því skyni að ná þessum eiginleika einnig fram hafa síðan verið reynd lítillega fjögur líkön. Það er engan veginn fullreynt, hvert þessara líkana hentar best og væri mjög vel vert athugunar að ganga úr skugga um það. Hér á eftir verður eingöngu sagt stuttlega frá þessum líkönum en til frekari greinargerðar er vísað til frumheimildanna. Fyrsta líkanið, sem reynt var nefnist VARESS og er því lýst

Í bráðabirgðaskýrslu til Landsvirkjunar eftir Helga Sigvaldason o.fl. (1976). Til að ná fylgni milli ársmeðaltala er bætt reglulegri sínussveiflu inn í ársmeðaltölin eins og þau reiknast samkvæmt líkaninu hér að framan og lýst er eins og áður sagði í skýrslu eftir Helga Sigvaldason og Snorra Pál Kjarian (1974). Ársrennslið er því skrifað á eftirfarandi hátt:

$$Q_t' = Q_t + A \sin(\omega t + \beta_t) \quad (9)$$

þar sem:

$Q_t'$  : mælt ársrennsli

$Q_t$  : reiknað ársrennsli samkvæmt tölfræðilíkani

Stuðullinn A reiknast þá samkvæmt:

$$A = \sqrt{2(\text{Var } Q_t' - \text{Var } Q_t)} \quad (10)$$

þar sem Var táknar breytileika og gert er ráð fyrir, að hægt sé að skrifa  $\beta_t$  samkvæmt tímafylgnilíkani á eftirfarandi hátt:

$$\beta_t = \rho\beta_{t-1} + \sqrt{1-\rho^2} \eta_t \quad (11)$$

Stuðlarnir A,  $\rho$ ,  $\omega$  eru síðan áætlaðir út frá mældu rennsli. Til nánari skýringa vísast til fyrrnefndrar skýrslu. Fyrstu niðurstöður með þessu líkani lofuðu góðu og er ástæða til að huga betur að því. Líkanið er einfalt í notkun, en hefur þann galla, að vera ekki alveg fræðilega rétt.

Öðru tölfræðilíkani, sem notað hefur verið, er lýst í grein eftir Elías Elíasson og Skúla Jóhannsson (1976). Ljóst er að hinn hái tímafylgni-stuðull á milli ársmeðaltala stafar að verulegu leyti af hinni miklu miðlun, sem á sér stað í grunnvatni á hraunasvæðunum. Áður en úrkoman skilar sér sem rennsli á mælistað verður hún fyrir margs konar miðlun, þar á meðal miðlun í grunnvatni og miðlun í farvegi. Einkenni fyrir mismunandi miðlun af þessu tagi eru hinir svokölluðu tímastuðlar miðlunarinnar. Þannig er tímastuðull fyrir grunnvatnsmiðlun jafnvel mörg ár, en jafnvel ekki nema nokkrir dagar fyrir miðlun í farvegi.

Tímafylgnilíkanið í jöfnu 6 sem notað hefur verið hér að framan er stærðfræðileg lýsing á einni miðlun og því er ljóst, að það getur ekki lýst samtímis miðlun með lítinn og stóran tímastuðul. Því var gripið til þess ráðs að nota líkanið, sem lýst var í grein þeirra Elíasar og Skúla og er sýnt á mynd 12, þar eru samhliða miðlanir með mismunandi tímastuðla notaðar til að mynda rennslisröðina.

Útfrá mældu rennsli má síðan ákvarða innrennslið, ef innrennslisstuðlarnir  $\beta$  eru þekktir. Hér mætti tengja saman tölfræðilíkan og veður-rennslislíkan eins og lýst er í kafla 3.2. Til dæmis væri hægt að nota hér  $\beta$ -stuðla sem ákvarðaðir eru með NAM2-líkaninu og síðan írennslisröð NAM2 borin saman við meðalinnrennsli, sem fengið er í tölfræðilíkaninu á svipaðan hátt og gert er í grein þeirra Elíasar og Skúla. Líkanið hefur eingöngu verið notað fyrir eina stöð, en ástæða væri að reyna það frekar fyrir fleiri stöðvar, þannig að fylgni milli mælistaða varðveitist. Líkan þetta er fræðilega rétt og tekur tillit til eðlisfræðilegra þátta vatnasviðsins og úrkomu á það, en er flókið í uppsetningu. Þriðja líkanið sem lítillega hefur verið athugað er lýst í prófverkefni eftir Laufeyju Hannesdóttur (1978). Hér er um að ræða hreint stærðfræðilíkan sem nefnt er disaggregation líkan og er því nákvæmar lýst í riti eftir upphafsmenn þess Valencia og Schaake (1972). Ekki skal hér farið út í lýsingu á þessari aðferð, heldur vísað til frumheimildanna, en þó skal þess getið, að líkanið byrjar á því að reikna ársrennslið, sem síðan er brotið niður í smærri einingar allt eftir því sem þurfa þykir og er á þann hátt hægt að varðveita eiginleika melda rennslisins eftir þörfum. Niðurstöður fyrrnefnds prófverkefnis gefa tilefni til að reyna líkanið frekar.

Að lokum skal vikið að fjórðu og nýjustu aðferðinni, sem notuð hefur verið og er henni lýst í prófverkefni eftir þá Gísla Heimisson og Þorvald K. Árnason (1982). Aðferðin byggir á því að eingöngu er reynt að búa til tölfræðilegt líkan fyrir ársrennslið samkvæmt tímafylgni, jafna 6. Dreifing rennslis innan ársins var síðan fundin með því að nota ársdreifingu í mældu rennslisröðinni, sem hafði meðaltal næst framleiddu ársröðinni samkvæmt tímafylgnilíkaninu, og margfalda hana með hlutfalli ársmeðaltalanna. Þessi aðferð hefur eins og aðrar tölfræðilegar aðferðir það fram yfir að nota viðmiðunarrennslisröðina (1950-1979) beint, að þar er möguleiki á ársrennsli sem er minna en komið hefur fyrir í mældu röðinni. Þar að auki má nú reikna líkindadreifingu fyrir skort og olíukeyrslur. Þessa aðferð má einnig bera saman við þá aðferð, sem

notuð hefur verið í rekstrareftirlíkingum, að búa til lengri rennslisröð út úr viðmiðunarröðinni á þann hátt að rennslisárin eru valin á tilviljunarkenndan hátt. Það má segja, að þessi aðferð sé endurbót á þessu happdrætti, og hún hefur það framyfir, að ársfylgnin er algjörlega varðveitt. Niðurstöður þessa prófverkefnis gefa tilefni til, að þessari aðferð verði gefinn gaumur.

Að lokum er rétt að geta þess að væntanlega þyrfti að endurvinna að verulegu leyti forrit, sem hafa verið unnin vegna þessara tölfræðithugana, til að aðlaga þau núverandi tölvukosti.

Helstu kostir tölfræðilíkana eru eftirfarandi:

- 1) Nýja röðin inniheldur með vissum líkum þurrara vatnsár en viðmiðunarröðin
- 2) Hægt er í rekstrareftirlíkingum að reikna líkur á skorti og olúkeyrslum

Helstu ókostir tölfræðilíkana eru:

- 1) Vinna við tölfræðilíkon er yfirleitt tímafrek og líkönin tiltölulega flókin
- 2) Oft er eingöngu um stærðfræðilíkon að ræða, sem leyfa takmarkaða vatnafræðilega túlkun
- 3) Mælingar verða að vera til. Þannig er ekki hægt að búa til tölfræðilíkan fyrir stað þar sem engar mælingar hafa verið gerðar. Hægt er þó eins og fyrir regressionslíkönin að færa rennsli neðar á vatnasviði ofar með hlutfalli vatnasviða. Annar möguleiki er að beita veður-rennsli líkani fyrst og síðan tölfræðilíkani, þegar flutningi er lokið.

Það er ekki tilgangur þessarar skýrslu að athuga nákvæmlega gerð og framlengingu núverandi rennslisraða. Þessi kafli er því fyrst og fremst hugsaður sem dæmi um þær aðferðir, sem hafa verið notaðar og hvernig til hefur tekist. Í kafla 2.1, Rennslisraðir í rekstrareftirlíkingum, er minnst á þær aðferðir sem notaðar hafa verið til þessa. Ef við lítum fyrst á rennslisraðir á Þjórsár-Tungnaár-svæðinu þá eru þær allar framlengdar með regressionslíkani, sjá Halldór Friðgeirsson o.fl., 1971, og flutningur rennslis innan vatnasviðs síðan framkvæmdur með hlutfalli vatnasviða. Eina undantekningin er rennsli Kvíslaveitna meiri og minni, sem reiknað var með NAM2-líkani árin 1965-1980, sjá Verkfræðistofan Vatnaskil 1982. Eins og greint var frá í kafla 3.1 var árinu skipt í þrjú tímabil við þessa regressionsreikninga:

1. tímabil, vetur: 5 - 34 vatnsársvika  
frá 29. sept. - 26. apríl. Alls 30 vikur
2. tímabil, vor: 35-41 vatnsársvika  
frá 27. apríl - 14. júní. Alls 7 vikur
3. tímabil, sumar: 42-52 og 1-4 vatnsársvika  
frá 15. júní - 28. sept. Alls 15 vikur

Í regressionslíkingunum var gengið út frá rennsli við Urriðafoss og hita og úrkomu á Hæli í Hreppum. Niðurstöður eru sýndar í töflu 7. Við sjáum, að viðunandi niðurstöður, þ.e.a.s. hátt  $R^2$ , fæst fyrir stöðvar næst Urriðafossi, en gæði líkansins versna eftir því sem ofar kemur á vatnasviðið og í Þórisósi eru niðurstöður orðnar afleitar. Við getum t.d. borið niðurstöðu úr töflu 7 fyrir Þórisós saman við töflu 4 og sést þá hversu betur NAM2 varðveitir breytileikann. Minna má á, að niðurstöður í töflu 7 miðast eingöngu við tímabil þar sem mælingar á rennsli eru ótruflaðar. Athugun á trufluðu og ótrufluðu rennsli má sjá í skýrslunni eftir Helga Sigvaldason o.fl. (1970) og Halldór Friðgeirsson o.fl. (1971). Í skýrslunni "KVÍSLAVEITA, Rennslisröð," 1982, sem unnin var fyrir Landsvirkjun af Verkfræðistofunni Vatnaskil var reiknuð rennslisröð fyrir Kvíslaveitu með NAM2-reiknilíkaninu fyrir árin

TAFLA 7 Niðurstöður regressionsreikninga á Þjórsár-Tungnaárvæðinu

Mælistaður	Tímabil	Fjöldi mælinga	Meðaltal mælinga G1/viku	Staðal- frávik mælinga G1/viku	Skýrður breyti- leiki R <sup>2</sup> %
Tröllkonuhlaup	Vetur	149	137,2	52,9	94
	Vor	56	275,2	133,4	98
	Sumar	130	228,9	57,7	98
Hald	Vetur	114	91,2	32,5	82
	Vor	58	132,0	36,8	80
	Sumar	136	120,5	25,5	80
Hrauneyjafoss	Vetur	89	49,9	18,2	79
	Vor	15	88,5	27,6	68
	Sumar	44	78,3	13,7	56
Kaldakvísl	Vetur	35	18,5	8,7	38
	Vor	50	30,3	14,5	79
	Sumar	145	28,8	10,7	60
Þórisós	Vetur	132	6,2	2,0	24
	Vor	71	10,4	3,2	22
	Sumar	162	7,9	1,8	17

1965-1980 og hún síðan framlengd með regression aftur til ársins 1950 með því að nota rennsli við Urriðafoss og hita og úrkomu á Hæli. Við þessa athugun kom í ljós að villa hafði slæðst inn í skýrsluna eftir Halldór Friðgeirsson o.fl. (1971), auk þess sem veðurgögn voru mislesin. Nánari úttekt Kristins Einarssonar (1982), staðfesti síðan þessar niðurstöður. Þörf er því á að endurreikna allar þessar regressionslíkingar, sem nú eru notaðar í rekstrareftirlíkingunum. Þær rennslisráðir sem fjallað er um í kafla 2.1 og framlengdar eru með regression í viðbót við rennsli á Þjórsár-Tungnársvæðinu eru:

- 1) Jökulsá í Fljótsdal við Hól, vhm 109.  
Rennsli vatnsáranna 1950-1961 hefur verið ákvarðað með línulegri fylgnigreiningu við rennsli Lagarfljóts, gráðudaga á Hallormsstað og úrkomu á Teigarhorni. Sjá Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen, 1981.
- 2) Rennsli Kelduár, vhm 205, er áætlað út frá rennsli Lagarfljóts, vhm 17, sjá Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen, 1981
- 3) Rennsli til Villinganesvirkjunar er áætlað með regression út frá rennsli Blöndu, vhm 54, rennsli Skjálfandafljóts, vhm 50, og rennsli Svartár, vhm 10. Sjá Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen, 1975.

Eftirfarandi rennslisráðir í kafla 2.1 hafa verið búnar til með veður-rennslislíkönunum:

- 1) Ísskolvatn við Búrfell
- 2) Bessastaðaá, vhm 34
- 3) Rennsli til Vestfjarðavirkjana
- 4) Kvíslaveita meiri
- 5) Kvíslaveita minni

Engar af þeim rennslisröðum, sem nú eru notaðar, hafa verið gerðar með tölfræðilíkönunum. Á hinn bóginn hefur veður-rennslislíkönun verið beitt á fleiri ár, þó að ekki sé farið að nota þær rennslisraðir í rekstrar-eftirlíkingunum. Nú eru til NAM2 líkön af rennsli eftirfarandi staða:

- 1) Efri-Þjórsá
- 2) Þórisós
- 3) Jökulsá í Fljótsdal
- 4) Innrennsli í Eyjabakkalón

Mælt er með eftirfarandi aðgerðum til endurbóta á rennslisröðum, ef miðað er við grunnkerfi samkvæmt mynd 3 að viðbættum Blönduvirkjun og Fljótsdalsvirkjun.

- 1) Endurtaka þarf reikninga á regressionslíkingum fyrir Þjórsár-Tungnaáarsvæðið með réttum veðurgögnum
- 2) Reikna NAM2-röð fyrir Tungnaá, Köldukvísl, Blöndu, Vatnsdalsá, Kelduá og Laugará.
- 3) Athuga þarf rennslisraðir með tilliti til miðlunaráhrifa og færslu rennslis frá mælistað á virkjunarstað
- 4) Athuga þarf við Veðurstofuna, að veðurgögn séu til á tölvutæku formi aftur til ársins 1950 fyrir þær veðurstöðvar, sem hafa verið starfræktar síðan og hugsanlega yrðu notaðar til reikninga á rennsli. Nú eru veðurgögn til á tölvutæku formi frá 1950 fyrir Hæl í Hreppum, Teigarhorn og Hallormsstað og unnið er að því að koma Kirkjubæjarklaustri á tölvutækt form, en notkun á veðri þaðan gafst vel við útreikninga á rennsli Þórisóss, sjá Verkfræðistofan Vatnaskil, 1983.
- 5) Koma þarf útreikningum á leka úr Þórisvatni inn í rekstrar-eftirlíkingar. Sömuleiðis þarf að taka tillit til mismunandi innrennslis í Þórisvatn fyrir mismunandi lónhæð, sjá Verkfræðistofan Vatnaskil, 1983.



- 6) Ef þörf er talin á að fá líkindadreifingu fyrir hinar ýmsu stærðir, sem reiknast í rekstareftirlíkingum, og auk þess viss líkindi á þurrara vatnsári en mælt hefur er rétt að beina athyglinni að þeim fjórum tölfræðilíkönunum sem minnst er á í kafla 3.3.

## 5 NIÐURSTÖÐUR

---

Í skýrslunni er lýst þeim rennslisröðum sem eru notaðar til rekstrar-  
eftirlíkinga vatnsorkukerfa. Jafnframt er lýst þeim aðferðum sem hafa  
verið notaðar hér á landi til framlengingar rennslisraða, en engin  
tilraun gerð til að lýsa öllum aðferðum, sem tiltækar eru. Þær aðferðir  
sem hafa verið notaðar hér á landi eru:

- 1) Regressionslíkön
- 2) Veður-rennslislíkön
- 3) Tölfræðilíkön

Kostnaður við gerð þessara líkana vex sennilega í sömu röð og aðferð-  
irnar eru taldar upphér að ofan og er þá gerð regressionslíkana senni-  
lega lang ódýrust. Í ljósi þess, að veður-rennslislíkön hafa verið reynd  
á nokkrum stöðum með góðum árangri er ástæða til að mæla með, að því  
verki verði lokið og regressionröðum verði skipt út með NAM2-rennslis-  
röðum. Þá er bæði haft í huga gæði veður-rennslislíkananna varðandi  
framlengingu rennslis á mælistað og einnig flutningur rennslis á virkji-  
unarstað. Einnig er vert að geta þess að varðandi fyrri stig í virkji-  
anarannsóknnum, t.d. forathugun er ef til vill ekki ástæða til að fín-  
stilla rennslislíkönin nákvæmlega og á þann hátt hægt að halda kostnaði  
verulega niðri. Í þessu sambandi má minna á að líklega er hægt að nota veður-  
rennslislíkön fyrir vatnasvið með fáar sem engar mælingar, ef hægt er  
að stilla líkanið á nærliggjandi vatnasvið, en úr þessu verður ekki  
endanlega skorið nema það sé reynt fyrir vatnasvið með nógar mælingar.  
Þetta er vitaskuld ekki hægt fyrir regressions- og tölfræðilíkön.

Taflan hér á eftir sýnir grófan samanburð þessara þriggja aðferða.

Í skýrslunni er getið villu, sem hafði slæðst inn í veðurgögn á Hæli  
í Hreppum við útreikninga á regressionslíkingum fyrir rennslisá Þjórsár-  
Tungnaársvæðinu. Ástæða er til að leiðrétta þetta sem fyrst. Í skýrsl-  
unni er mælt með því að athuga fjögur tölfræðilíkön, en fyrsta athugun  
með þeim bendir til að fá megi trúverðugar niðurstöður.

TAFLA 8 Samanburður rennslislíkana

	Möguleiki á að	Möguleiki á að	Tími	Kostn- aður	Nauðsynlegur fjöldi	Sérstakir kostir	Sérstakir gallar
Líkan	varðveita meðaltal	varðveita	við líkangerð	aður	rennslis- mælinga	Sérstakir kostir	Sérstakir gallar
Regressionslíkön	Já	Nei	Lítill	Lítill	Mikill	Aðferðin er handhæg og fljótleg	Engin líkanda- dreifing rennslis
Veður-rennslislíkön	Já	Já	Mikill	Mikill	Lítill	Hægt að búa til rennslis ofar á vatnasviði, þó að engar mælingar séu til þar	Engin líkanda- dreifing þörf á góðum veður- gögnum
Tölfræðilíkön	Já	Já	Mikill	Mikill	Mikill	Líkanda- dreifing rennslis fæst	Líkingar og aðferð flókin

## HEIMILDASKRÁ

Almenna verkfræðistofan h.f., Virkir h.f, Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen h.f, 1978: Austurlandsvirkjun. Forathugun virkjana á vatnasviðum Jökulsár á Fjöllum, Jökulsár á Brú og Jökulsár í Fljótsdal I-V. Orkustofnun - Rafmagnsveitur ríkisins. OSROD7817

Bergstrøm, S og Persson, M, 1981: Modellering av glaciãravrinning på Island. Vannet i Norden, Nr 1 - 1981. 14 s.

Elías Elíasson og Snorri Páll Kjaran, 1976: Multisite Stochastic Flow Model of the Thjórsá and Sog Rivers based on the Yevjevich Model. Nordic Hydrological Conference in Reykjavik 1976, Proceedings. 10 s.

Elías Elíasson og Skúli Jóhannesson, 1976: Parallel Reservoir Stochastic Model, Nordic Hydrological Conference in Reykjavik, 1976, Proceedings. 14 s.

Gísli Heimisson, Þorvaldur K. Árnason, 1982: Áhrif Kvíslaveitu og stækkunar Þórisvatns á orkuvinnslugetu Landsvirkjunarkerfisins. Háskóli Íslands, Byggingaverkfræði. Prófverkefni 1982. 106 s.

Halldór Friðgeirsson, Helgi Sigvaldason og Gunnar Ámundason, 1971: Statistical Studies on Streamflow Data of Thjórsá and its Tributaries. Landsvirkjun. 102 s.

Helgi Sigvaldason, Gunnar Ámundason, Jakob Björnsson, 1970: Aðgerðar-rannsóknir á nýtingu vatnsorku í Tungnaá og Þórisvatni. Orkustofnun 51 s.

Helgi Sigvaldason, Gunnar Ámundason, 1973: On Landsvirkjuns Present Assured Power System with Addition of Hrauneyjafoss, Sultartangi and the Upper-Thjórsá Development. Landsvirkjun.

Helgi Sigvaldason, Snorri Páll Kjaran, 1974: Multisite Stochastic Flow Model for the Thjórsá Basin and the River Sog, Landsvirkjun, 68 s.

Helgi Sigvaldason, Jónas Elíasson, Skúli Jóhannsson, Snorri Páll Kjaran, 1976: Improvement of Multisite Stochastic Flow Model by a Reinsforced Variance Method. Landsvirkjun, handrit.

Hirsch, R. M, 1982: A Comparison of Four Streamflow Record Extension Techniques. Water Resources Research, vol.18, No.4,p.1081-1088.

Hönnun h.f., 1975: Bessastaðaá í Fljótsdal, Rennslisathugun. Rafmagnsveitur ríkisins. 32 s.

Hönnun hf., Verkfræðistofa Jóhanns Indriðasonar, Vermir h.f., 1976: Bessastaðárvirkjun. Hönnunaráætlun. Rafmagnsveitur ríkisins, áætlana-deild.

Jónas Elíasson og Júlíus Sólnes, 1972: Statistical Investigation of Hydrological Data. Landsvirkjun, 24 s.

Jónas Elíasson, Sigurður Arnalds, Skúli Jóhannsson, Snorri Páll Kjaran, 1973: Ground Water Models with Parallel Linear Reservoirs. Institute of Hydrodynamics and Hydraulic Engineering, Dth. Series Paper 1. 53 s.

Jónas Elíasson, Sigurður St. Arnalds, 1976: A Presipitation-Runoff Model. Nordic Hydrological Conference 1976. Proceedings, 12 s.

Kristinn Einarsson, 1981: Rennslislíkan fyrir Efri-Þjórsá. NAM2-rennslislíkanið. Orkustofnun, Vatnsorkudeild, OS81020/VOD09. 51 s.

Kristinn Einarsson, 1981: Notkun veðurathugana í rekstri vatnsvirkjana. Orkustofnun, Vatnsorkudeild KE-81/03.

Kristinn Einarsson, 1982: Endurskoðun veðurgagna frá Hæli í Hreppum. Orkustofnun, Vatnsorkudeild, KE-82/06. 24 s.

Laufey Hannesdóttir, 1978: Disaggregation Model for Some Icelandic Rivers. Prófverkefni frá Dth 1978. 128 s.

Lawrance A.J. and Kottegoda N.T., 1977: Stochastic Modelling of River-flow Time Series. The Journal of the Royal Statistical Society Series A(General) Vol 140, Part 1. pp 1-47

Salas, J.D., Delleur, J.W., Yevjevich, V., Lane, W.L., 1980: Applied Modelling of Hydrological Time Series. Water Resources Publications, Colorado State University, Fort Collins, Colorado, 484 s.

Sigmundur Freysteinnsson, 1969: Varmatap frá straumvötnum. Mælingar í Korpu haustið 1968. Orkustofnun, Raforkudeild, 14 s.

Sigmundur Freysteinnsson, Björn Erlendsson, 1971: Varmatap frá straumvötnum. Samanburður á formúlum. Mælingar í Korpu haustið 1970. Orkustofnun, Raforkudeild. 13 s.

Sigmundur Freysteinnsson, Björn Erlendsson, 1976: Wintertime Water Surface Heat Exchange Calculations. Nordic Hydrological Conference in Reykjavik 1976. Proceedings. 16 s.

Sigurður Lárus Hólm, 1982: Jökulsá í Fljótsdal. Rennsli áætlað með reiknilíkaninu NAM2. Unnið fyrir Rafmagnsveitur ríkisins. Orkustofnun Vatnsorkudeild. OS82031/VOD04. 108 s.

Snorri Páll Kjaran, 1976: Theoretical and Numerical Models of Ground-water Reservoir Mechanism. ISVA, Series paper 13. DTH. Denmark, 196 s.

Snorri Páll Kjaran, Jónas Elíasson, 1981: Leakage from Sigalda Reservoir. Unnið fyrir Landsvirkjun, Orkustofnun. OS81018/VOD07. 56 s.

Verkfræðistofa Helga Sigvaldasonar, 1981: Rennslisráðir til rekstrar-eftirlíkinga. Unnið fyrir Landsvirkjun. 142 s.

Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen, 1975: Virkjun Blöndu I. Frumáætlun um 135 MW virkjun. Unnið fyrir Orkustofnun. OS-ROD-7521. 81 s.

Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen, 1975: Virkjun Héraðsvatna I. Frumáætlun um 32 MW virkjun við Villinganes. Unnið fyrir Orkustofnun, OS-ROD-7522. 36 s.

Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen, 1981: Fljótsdalsvirkjun - Vatnaferði. Rennslisathugun. Framvinduskýrsla, ágúst 1981. Unnið fyrir Rafmagnsveitur ríkisins. 9 s.

Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen, 1981: Bréf til Landsvirkjunar dagsett 16. nóv. 1981. Málefni: Vatnamælingar, Innrennsli í Þórisvatn.

Verkfræðistofan Vatnaskil, 1982: Kvíslaveita, Rennsli áætlað með reiknilíkaninu NAM2. Unnið fyrir Landsvirkjun. 150 s.

Verkfræðistofan Vatnaskil, 1982: Norðlingaalda, Reiknað dagsmeðalrennsli. Unnið fyrir Landsvirkjun, 22 s.

Verkfræðistofan Vatnaskil, 1982: Þórisvatn I, Grunnvatnsathugun á Vatnsfellssvæði. Unnið fyrir Landsvirkjun. 31 s.

Verkfræðistofan Vatnaskil, 1982: Þórisvatn, Gagnaskrá. Unnið fyrir Landsvirkjun. 117 s.

Verkfræðistofan Vatnaskil, 1982: Þórisvatn, Athugun á miðluðu rennsli. Unnið fyrir Landsvirkjun, 13. s.

Verkfræðistofan Vatnaskil, 1982: Kvíslaveita, Rennslisröð. Unnið fyrir Landsvirkjun, 5 s.

Verkfræðistofan Vatnaskil, 1983: Þórisvatn II, Grunnvatnsathugun á svæði Þóristungna, Rjúpnadals og Þórisóss. Unnið fyrir Landsvirkjun. 37 s.

Verkfræðistofan Vatnaskil, 1983: Þórisvatn, II, Gagnaskrá. Unnið fyrir Landsvirkjun.

Verkfræðistofan Vatnaskil, 1983: Þórisvatn III, Reiknað aðrennsli. Unnið fyrir Landsvirkjun.

Virkir h.f., 1975: Suður-Fossá á Rauðasandi. Virkjunaráætlun. Frum- og hagkvæmisathugun. Orkustofnun. Raforkudeild.

MYNDIR

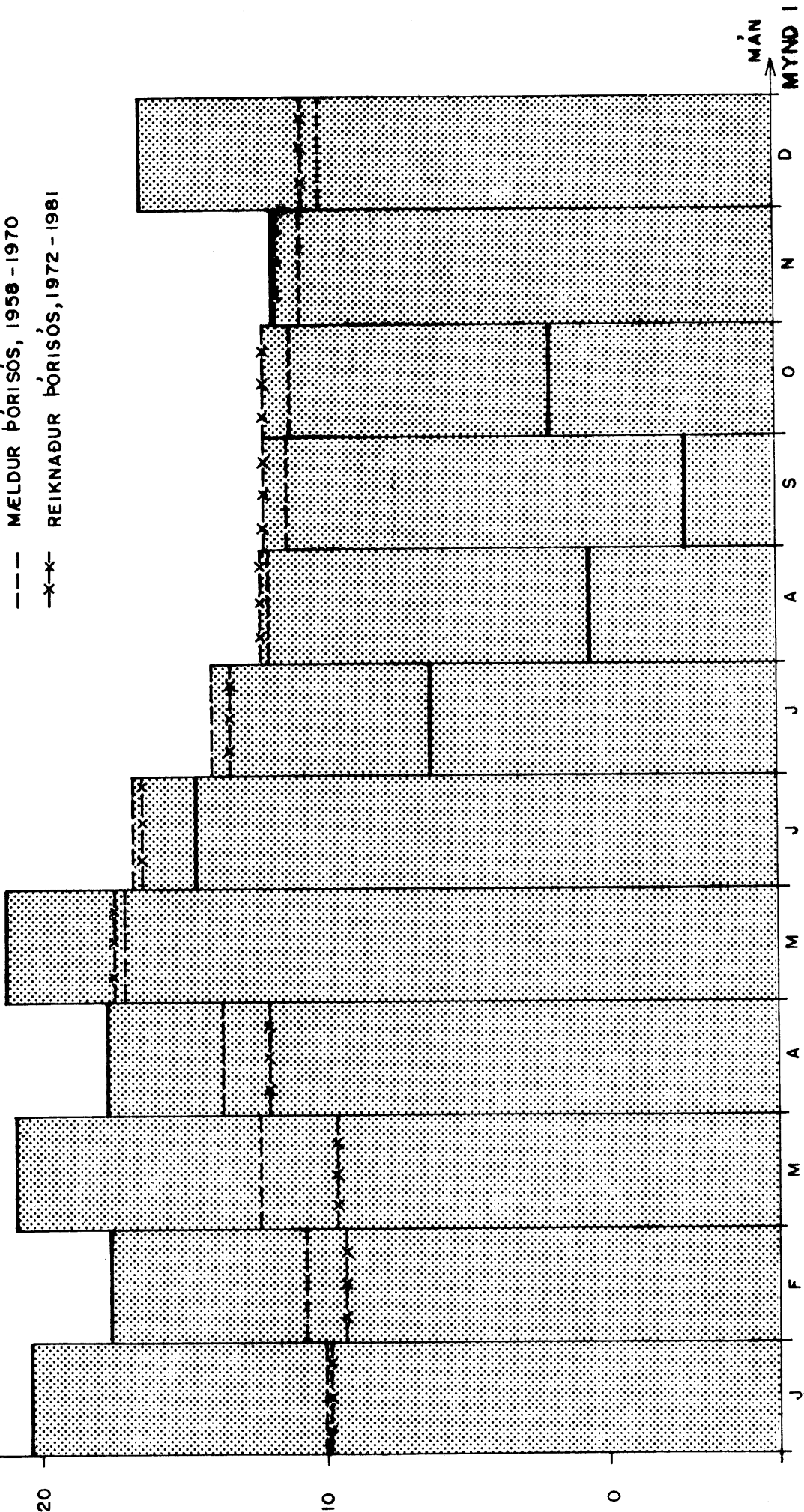




PÓRISÓS  
MÁNAÐARMEÐALTÖL RENNSLIS

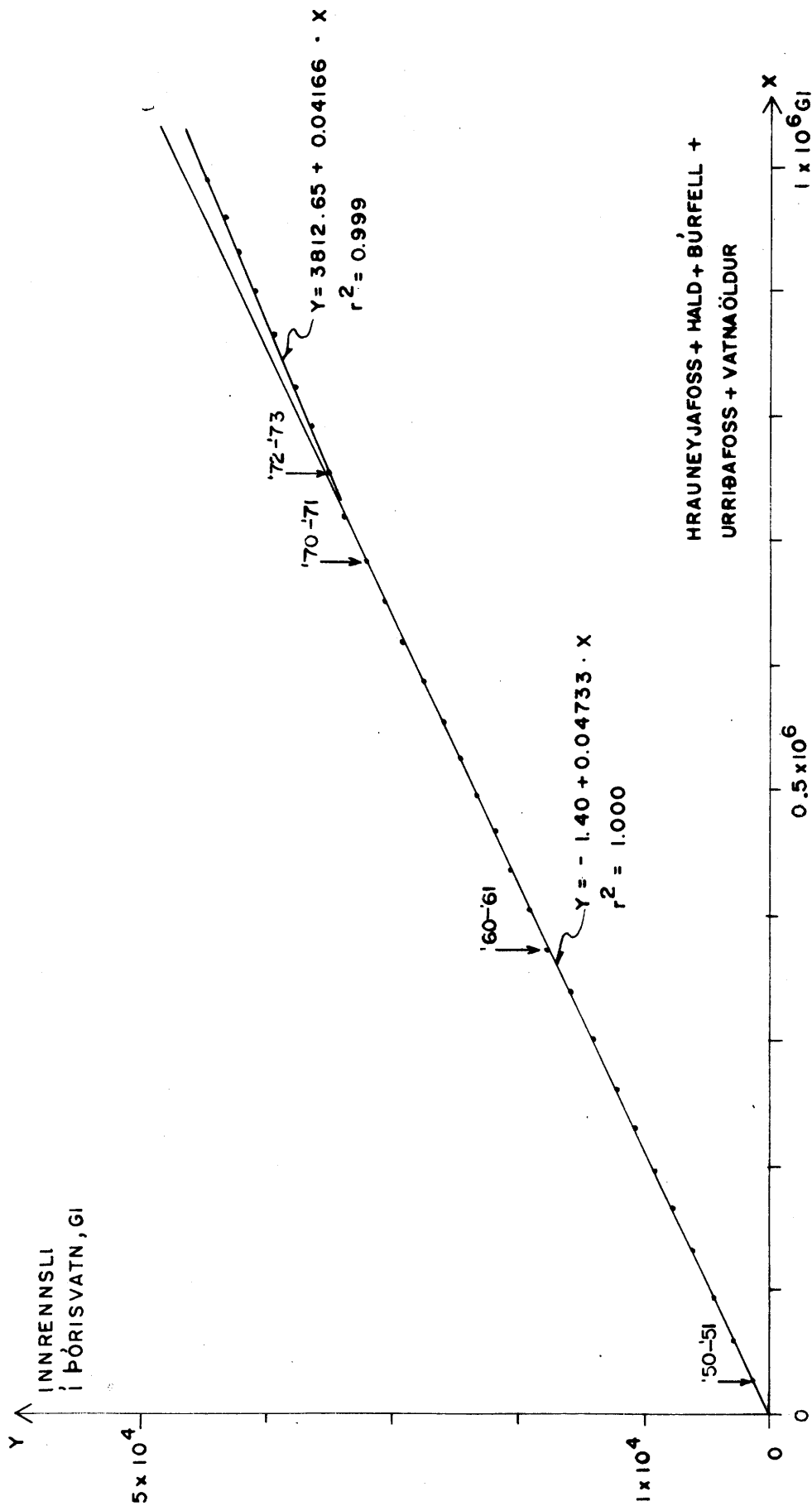
RENNSLI  
 $m^3/s$

- GRUNNINRENNSLI, 1972 - 1981
- - - MÆLDUR PÓRISÓS, 1958 - 1970
- x-x- REIKNADUR PÓRISÓS, 1972 - 1981



MÁN  
MYND I

PÓRISVATN  
INNRENNSLI Í PÓRISVATN

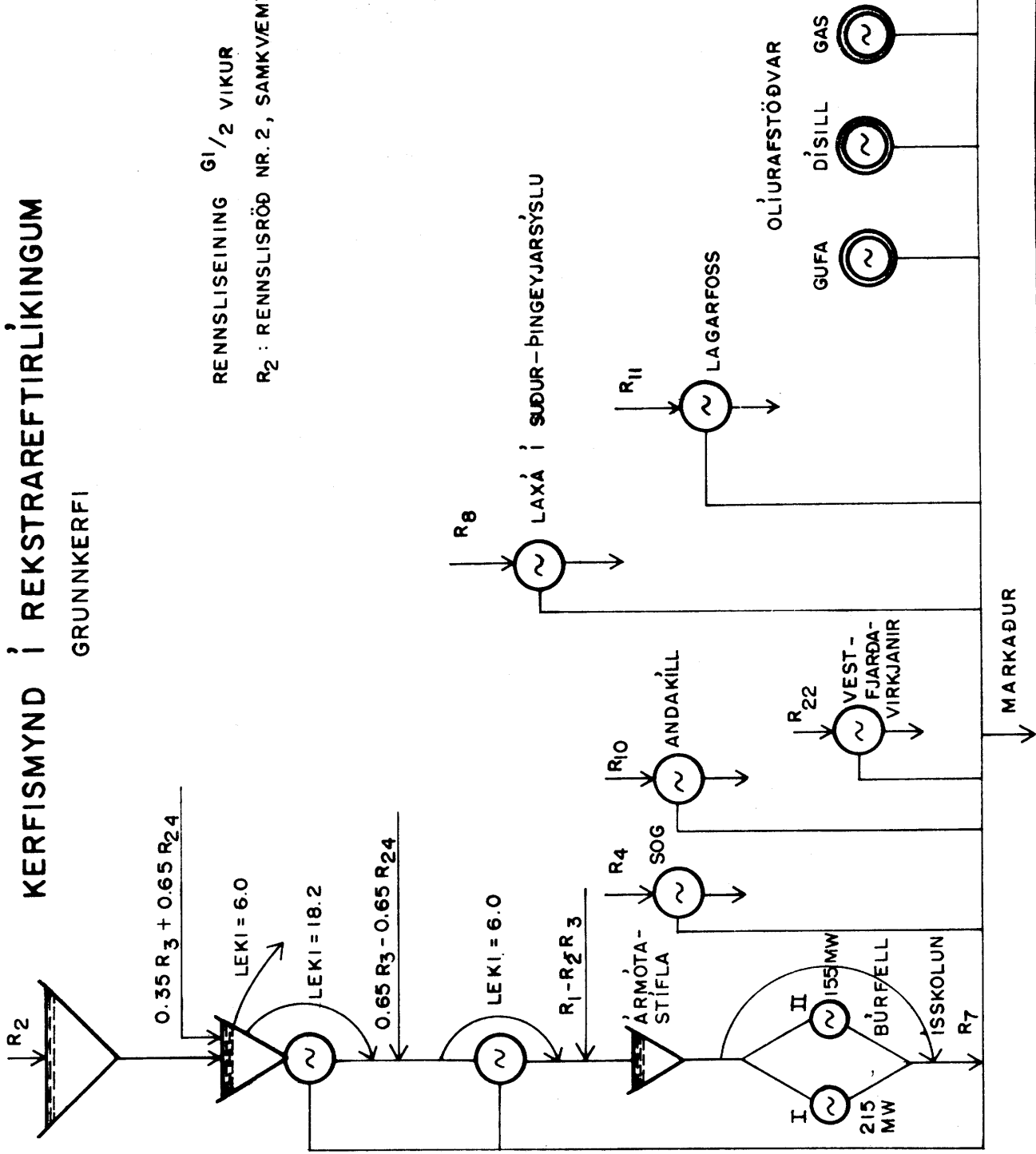


KERFISMYND Í REKSTRAREFTIRLÍKINGUM

GRUNCKERFI

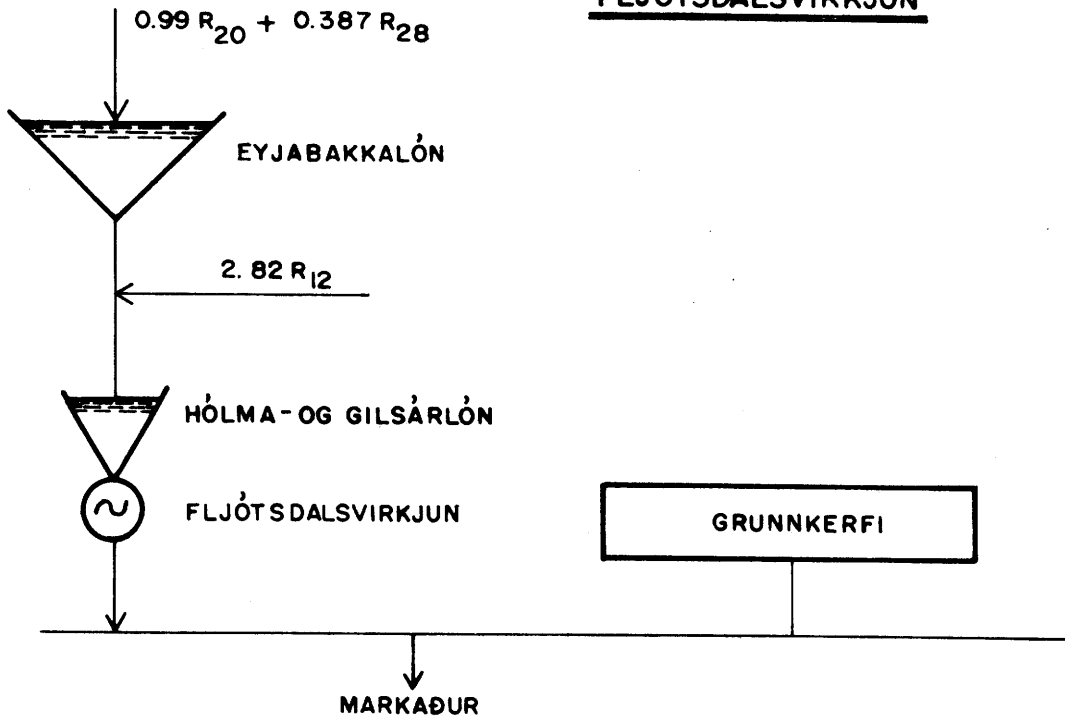
RENNSLISEINING  $G1/2$  VIKUR

R<sub>2</sub> : RENNSLISRÖÐ NR. 2, SAMKVEMT KAFLA 2

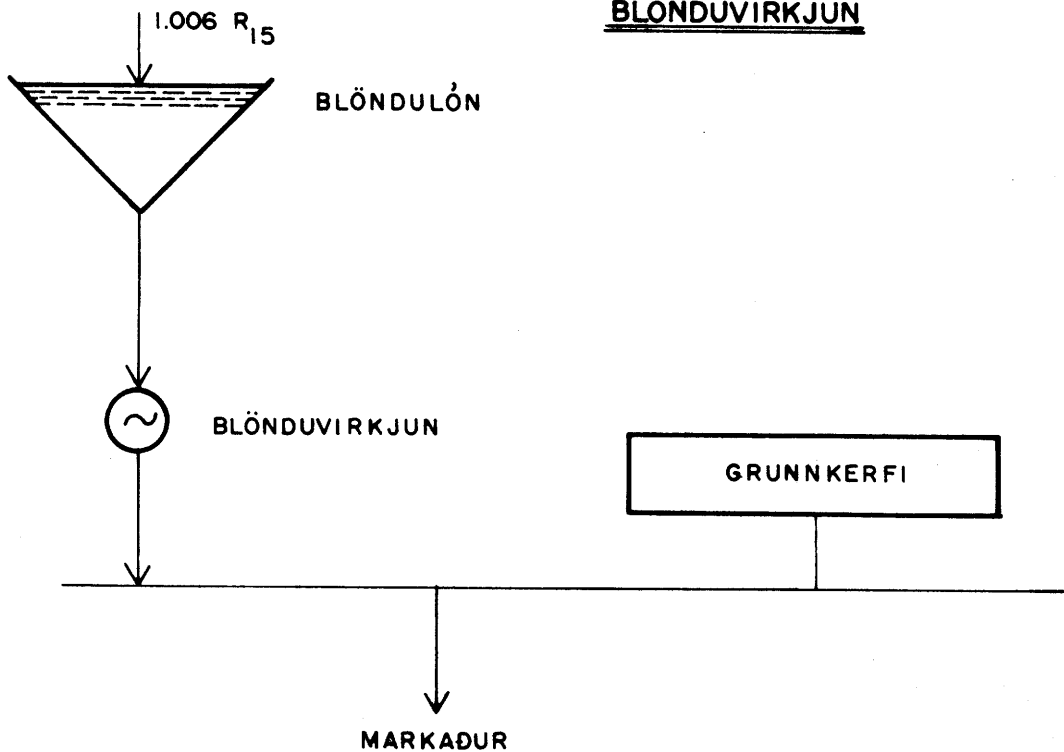


KERFISMYND Í REKSTRAREFTIRLÍKINGUM  
FLJÓTSDALSVIRKJUN, BLÖNDUVIRKJUN

FLJÓTSDALSVIRKJUN

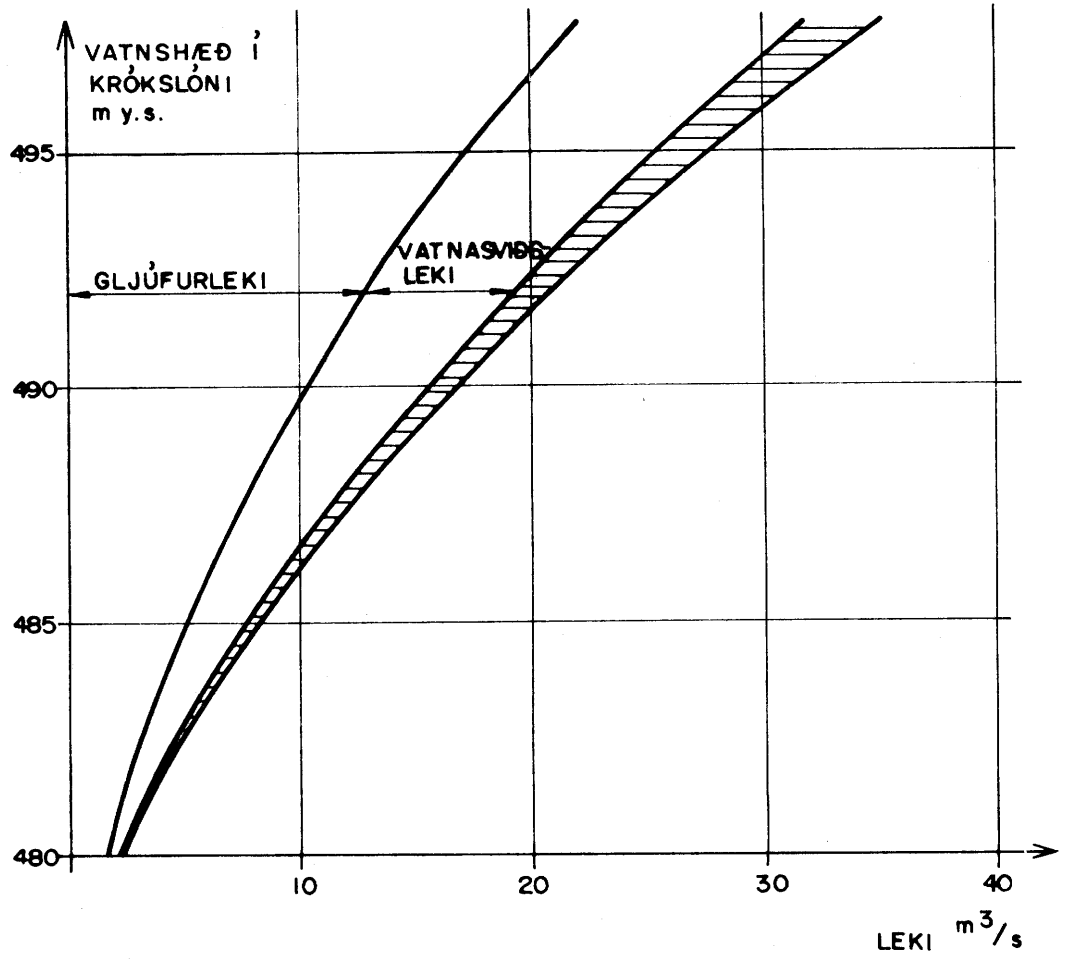


BLÖNDUVIRKJUN

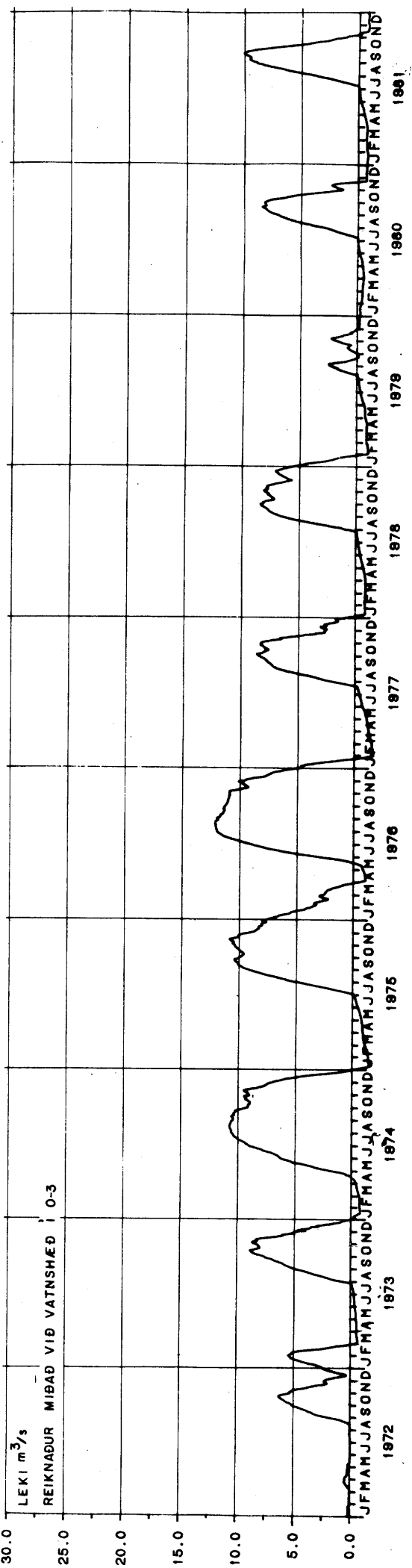
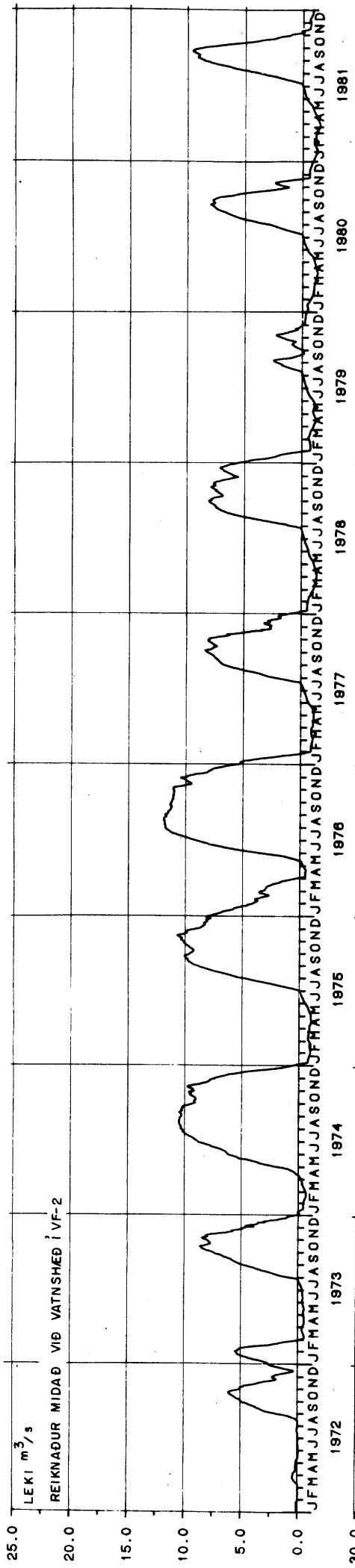


# SIGALDA

## LEKI ÚR KRÓKSLÓNI

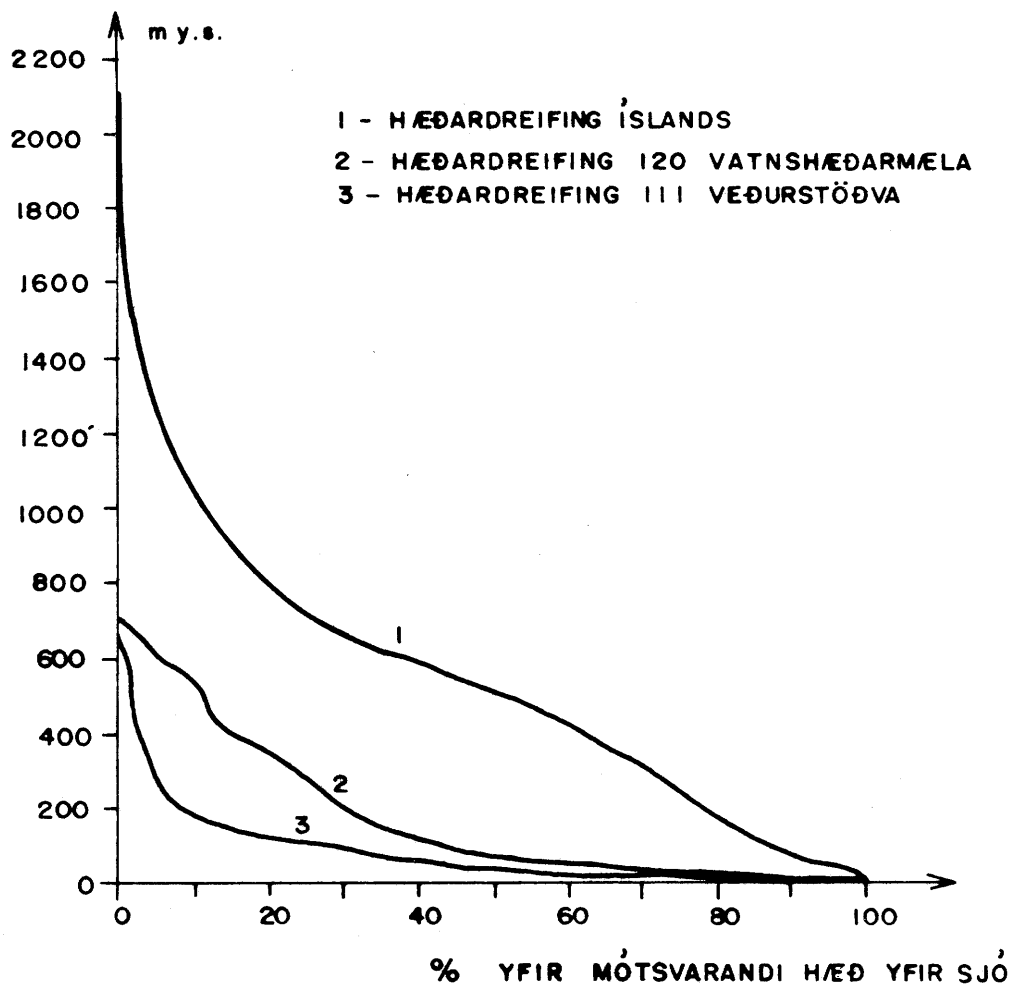


ÞÓRISVATN  
VIÐBÓTARLEKI ÚR ÞÓRISVATNI 1972-1981



## HÆÐARDREIFING VATNSHÆÐARMÆLA OG VEÐURSTÖÐVA (1978)

MYND BIRT MEÐ LEYFI KRISTINS EINARSSONAR, ORKUSTOFNUN

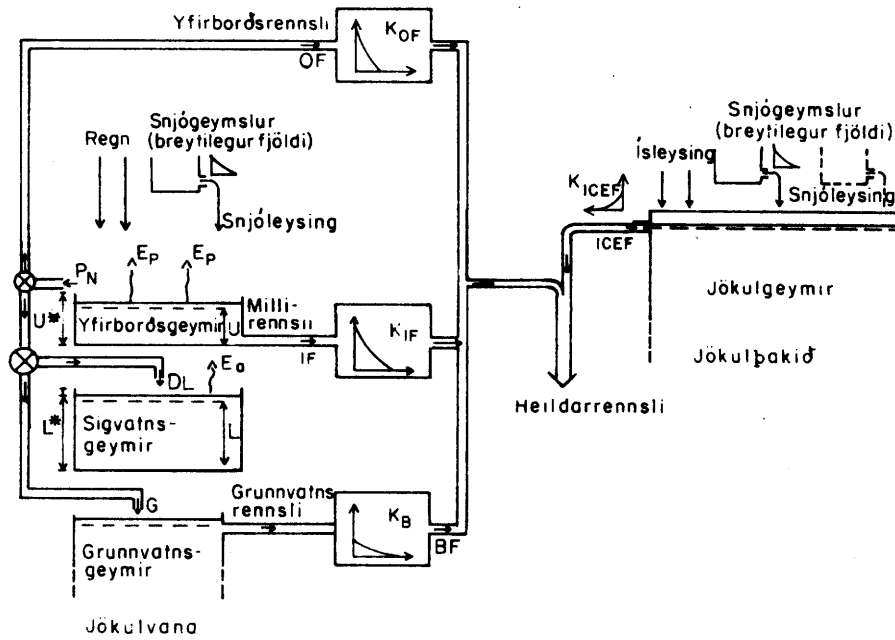




# NAM2 RENNSLISLÍKAN

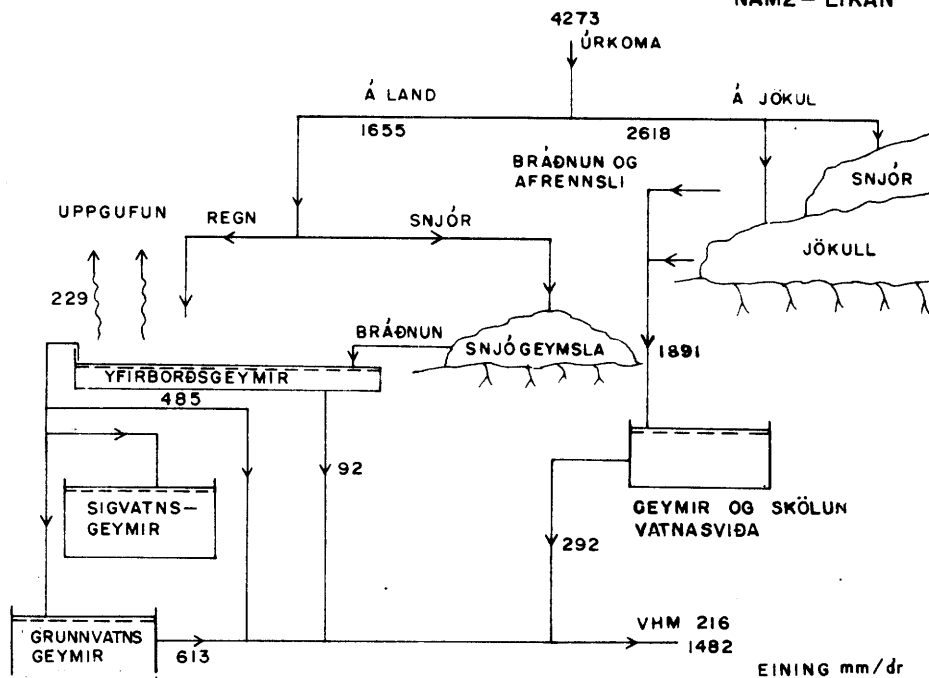
## YFIRLITSMYND

NAM2-LÍKAN

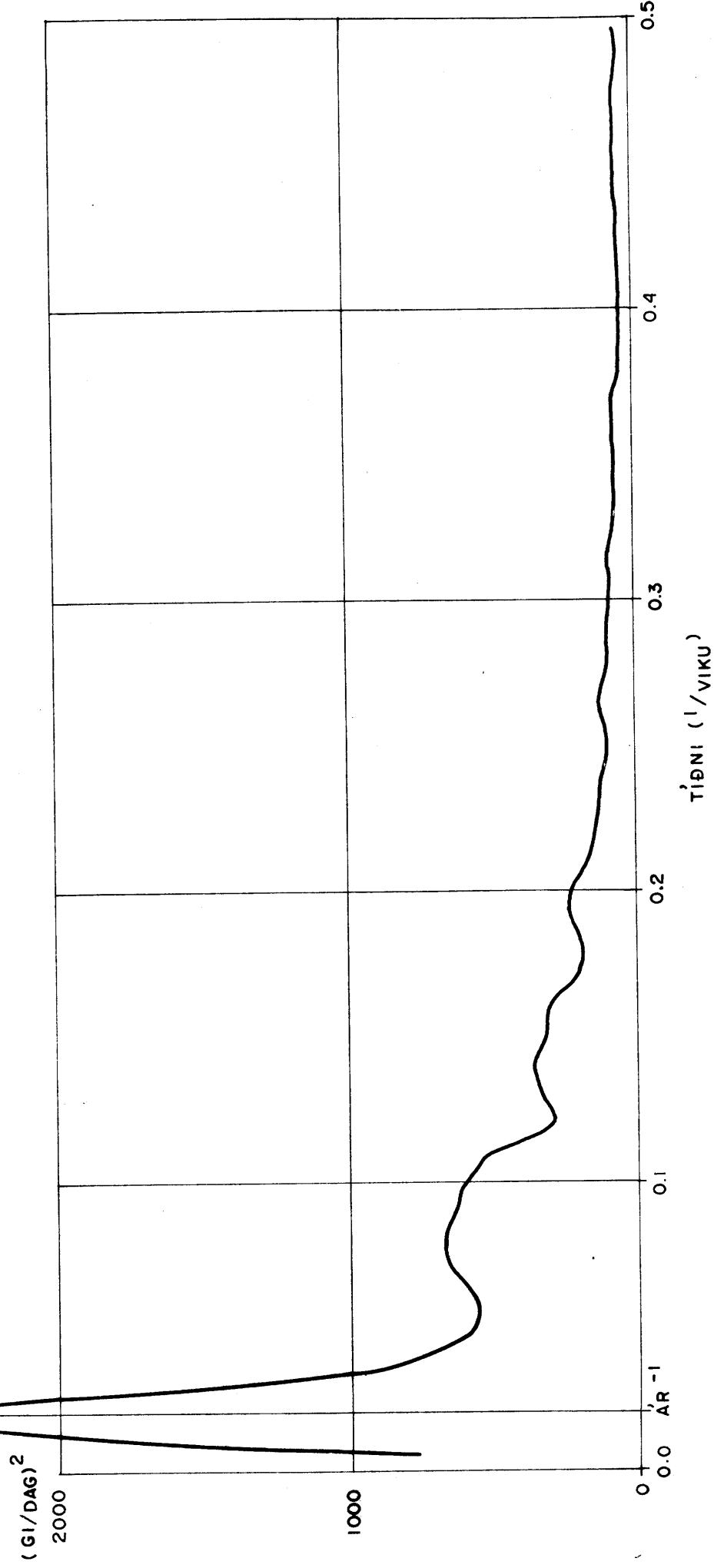


## LEIÐ ÚRKOMUNNAR

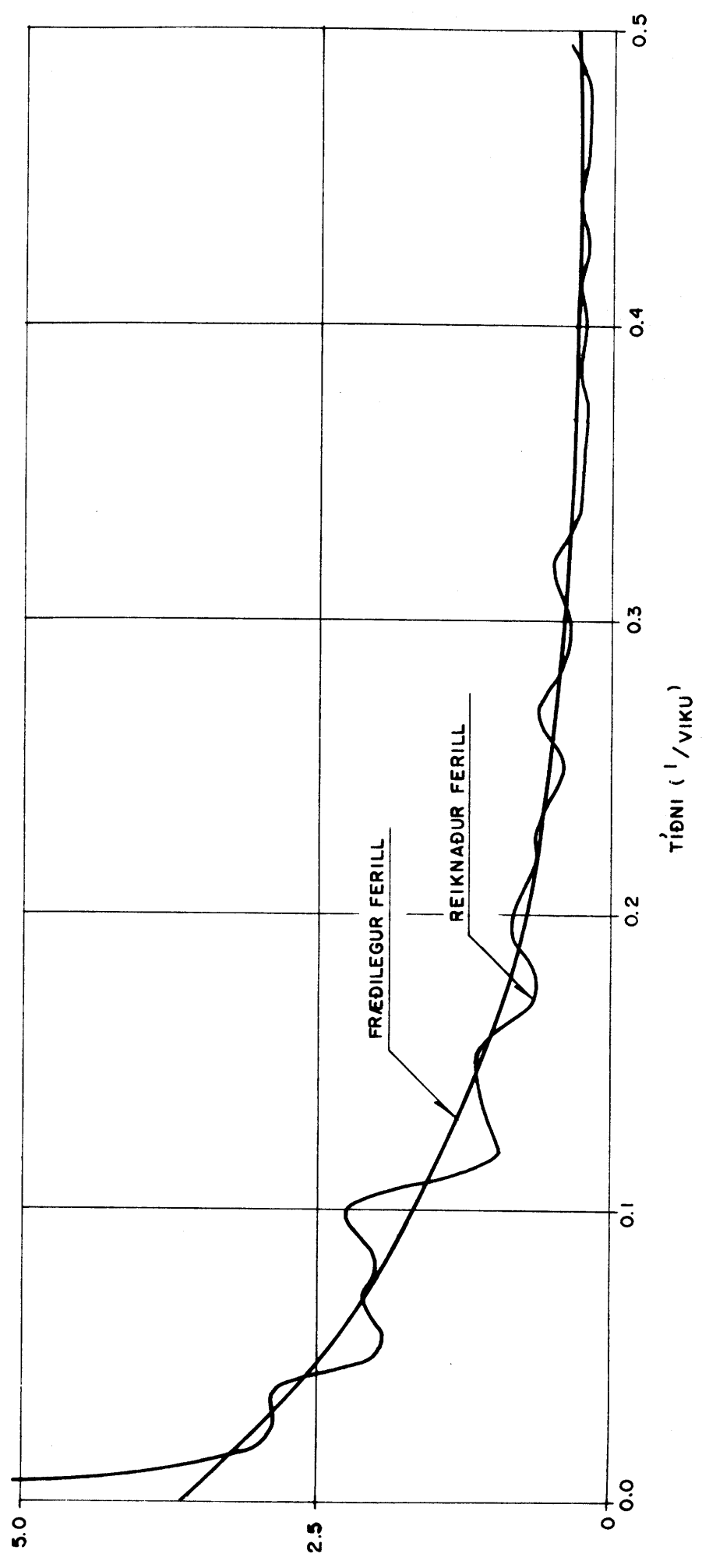
NAM2-LÍKAN



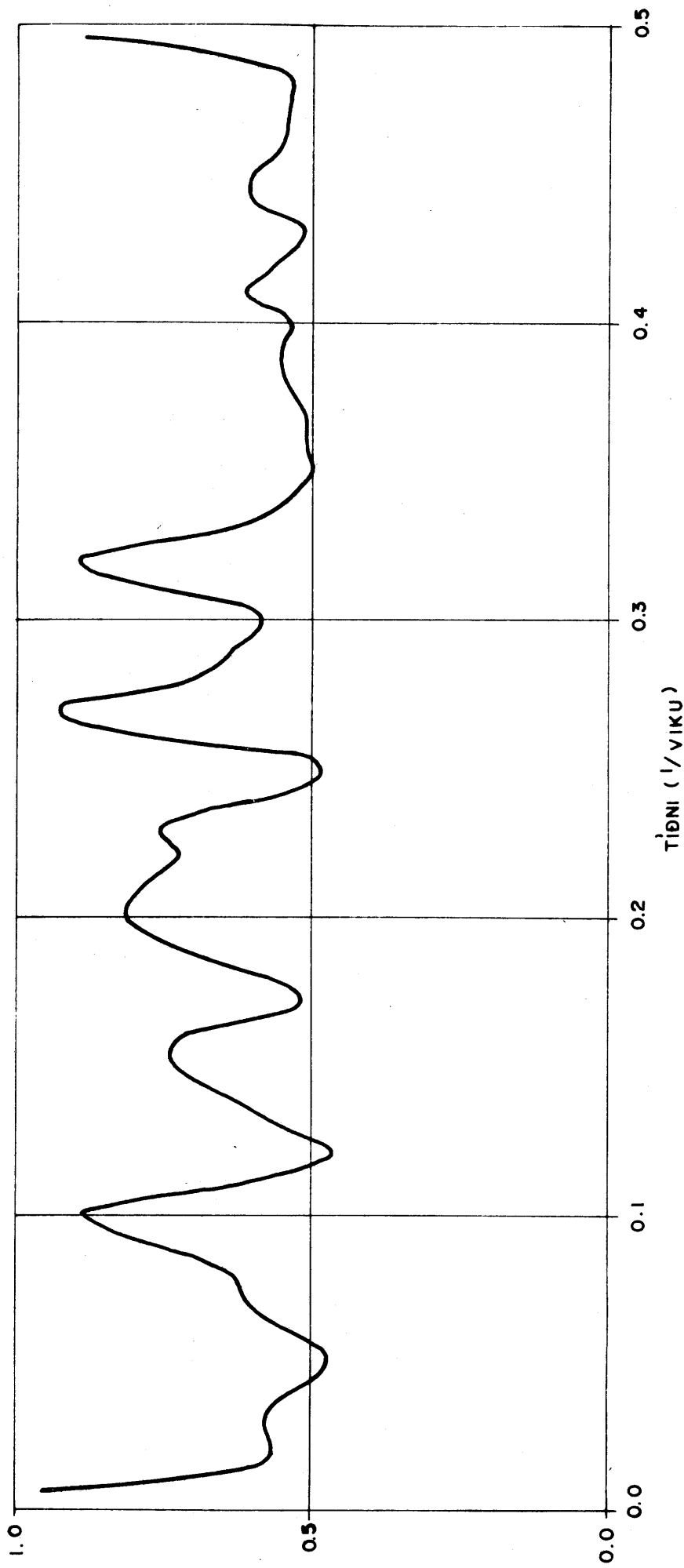
URRÍÐAFOSS  
BREYTILEIKARÓF FYRIR RENNSLI, VIKUMÉDALTÖL  
MYND BIRT MED LEYFI HÖFUNDA, JÓNASAR ELÍASSONAR OG JÚLIUSAR SÓLNES



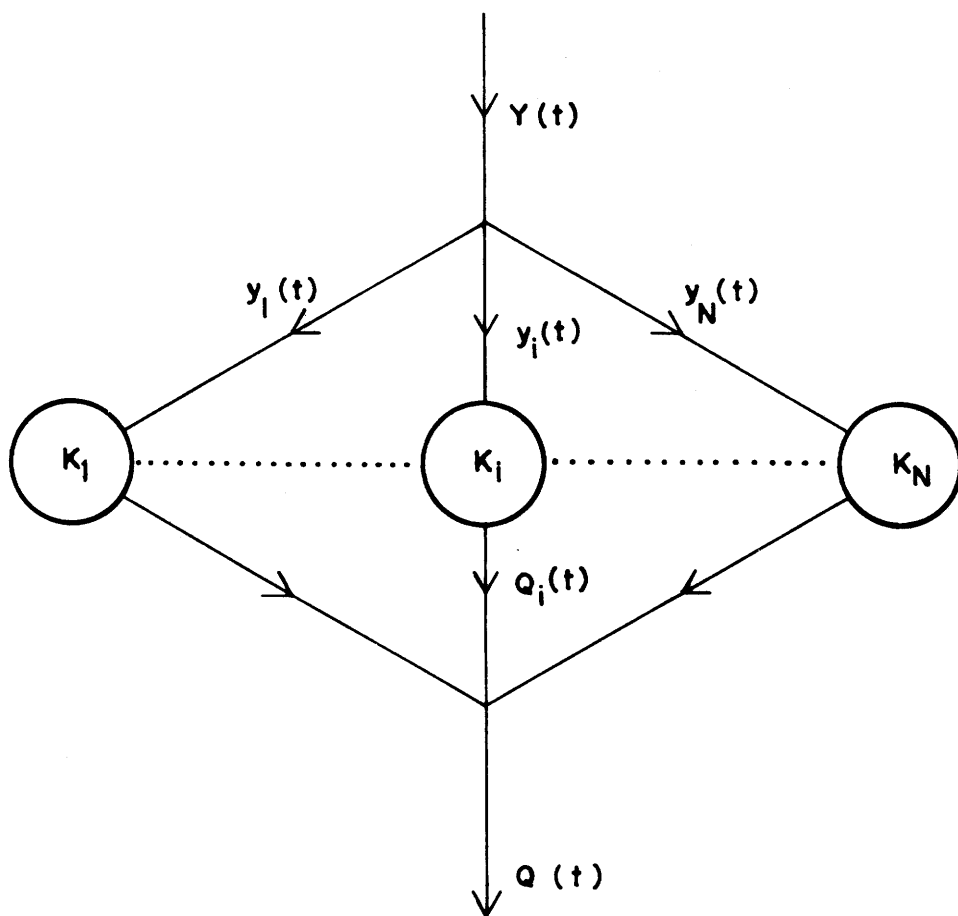
URRIÐAFOSS  
BREYTILEIKARÓF FYRIR STÖÐUGA BREYTU,  $\xi_t$  VIKUMEÐALTÖL  
MYND BIRT MED LEYFI HÖFUNDA, JÓNASAR ELÍASSONAR OG JÚLIUSAR SÓLNES



URRIÐAFOSS  
BREYTILEIKARÓF FYRIR ÓHÁÐA BREYTU,  $m_t$  VIKUMEDALTÖL  
MYND BIRT MEÐ LEYFI HÖFUNDA, JÓNASAR ELÍASSONAR OG JÚLIUSAR SÓLNES



TÖLFRÆÐILÍKAN  
LÍNULEGAR MIÐLANIR



$$Y(t) = \sum_{k=1}^N y_k(t) : \text{ÍRENNSLI, ÚRKOMA, SNJÓ-OG ÍSBRÁÐNUN}$$

$$y_i(t) = \beta_i(t) Y(t) : \text{INNRENNSLI Í MIÐLUN NR. I}$$

$$K_i = \text{TÍMASTUÐULL FYRIR MIÐLUN NR. I}$$

$$S_i(t) = \text{INNIHALD MIÐLUNR NR. I}$$

$$q_i(t) = \frac{S_i(t)}{K_i} : \text{ÚTRENNSLI MIÐLUNAR NR. I}$$

$$Q(t) = \sum_{i=1}^N q_i(t) : \text{RENNSLI Á MÆLISTAÐ}$$

VIÐAUKI 1

Dagsmeðalrennsli grunninnrennslis í Þórisvatn



## VATNASKIL

## ORKUSTOFNUN

DAGSMEÐALRENNSLI  
GRUNNINNRENNSLIUnni&: AI  
1983-03-28

AR : 1972

EINING : (M\*\*3)/S

	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES
1	0.00	-8.10	0.00	-8.10	-8.10	8.10	16.20	-8.10	12.84	-1.27	15.51	20.03
2	0.00	-8.10	0.00	0.00	8.10	8.10	8.10	0.00	4.74	-10.53	34.03	-6.48
3	0.00	0.00	0.00	8.10	0.00	8.10	8.10	-8.10	20.95	-3.36	21.53	11.00
4	8.10	0.00	0.00	0.00	0.00	8.10	8.10	0.00	3.70	9.84	-3.24	23.96
5	0.00	-8.10	8.10	0.00	0.00	8.10	8.10	0.00	18.40	-9.84	22.80	29.52
6	0.00	0.00	0.00	9.38	-8.10	0.00	8.10	-8.10	21.88	-2.54	8.45	14.35
7	0.00	-8.10	8.10	15.74	-8.10	8.10	8.10	0.00	-11.57	9.03	29.17	7.17
8	0.00	0.00	0.00	0.69	-8.10	8.10	0.00	-8.10	-5.55	14.36	3.13	18.40
9	0.00	-8.10	24.31	-8.10	-8.10	0.00	8.10	0.00	5.56	7.06	38.20	15.50
10	0.00	0.00	24.31	0.00	9.61	8.10	8.10	-8.10	1.39	-5.44	5.91	8.45
11	8.10	-8.10	24.31	0.00	59.26	8.10	0.00	8.10	-14.82	-2.43	-7.17	4.63
12	0.00	-8.10	24.31	-8.10	18.75	8.10	0.00	8.10	-5.67	-0.23	-6.48	3.94
13	0.00	-3.47	27.89	0.00	26.85	8.10	8.10	16.20	10.53	-9.49	-6.71	-7.52
14	0.00	20.83	8.10	0.00	26.85	8.10	0.00	8.10	14.00	-6.71	17.60	-0.92
15	0.00	33.56	8.10	0.00	18.75	8.10	0.00	8.10	4.05	-1.73	9.38	6.48
16	0.00	14.93	16.20	0.00	3.70	8.10	0.00	16.20	0.93	3.70	42.25	10.19
17	0.00	8.10	8.10	0.00	12.38	8.10	8.10	16.20	-20.84	-1.27	-7.52	21.53
18	0.00	0.00	8.10	-8.10	20.49	8.10	0.00	8.10	-5.55	-0.23	4.17	44.79
19	0.00	8.10	8.10	0.00	12.38	8.10	0.00	5.20	14.12	-9.49	56.94	26.73
20	0.00	8.10	8.10	0.00	12.38	0.00	0.00	17.48	0.00	0.81	-20.14	16.66
21	8.10	8.10	8.10	0.00	12.38	8.10	8.10	14.47	6.02	-8.45	-22.57	30.32
22	0.00	0.00	8.10	0.00	4.28	8.10	0.00	3.36	3.47	-6.02	-21.64	26.73
23	3.13	8.10	8.10	0.00	12.38	0.00	0.00	-4.63	-18.75	22.45	8.22	15.51
24	0.00	0.00	8.10	-8.10	1.27	0.00	-8.10	1.51	-3.47	-10.53	-13.20	25.58
25	3.24	0.00	17.01	0.00	4.28	-8.10	0.00	-16.66	-9.60	-2.43	10.07	25.58
26	30.67	8.10	-8.10	0.00	4.28	0.00	-8.10	-3.47	-2.08	0.58	0.35	39.81
27	35.65	0.00	-8.10	0.00	-5.44	0.00	0.00	8.68	19.56	30.09	15.40	14.47
28	37.50	8.56	0.93	0.00	25.12	0.00	0.00	11.80	41.08	42.13	26.51	24.65
29	0.00	0.00	-7.18	0.00	-8.10	0.00	0.00	18.98	1.73	3.35	27.55	12.85
30	-8.10		0.93	0.00	0.23	0.00	0.00	15.97	-21.76	-83.78	25.12	37.15
31	0.00		0.93		0.00		0.00	8.79		-48.68		27.55

MEÐALRENNSLI MANAÐAR, (M\*\*3)/S :

4.08 2.29 7.58 -0.22 7.73 4.86 2.87 4.20 2.84 -2.61 10.45 17.70

RENNSLI HVERS MANAÐAR, GI :

10.92 5.73 20.30 -0.57 20.71 12.60 7.70 11.24 7.37 -7.00 27.09 47.40

MEÐALRENNSLI ARSINS, (M\*\*3)/S : 5.15

HEILDARRENNSLI ARSINS, GI : 163.48



## VATNASKIL

## ORKUSTOFNUN

DAGSMEDALRENNSLI  
GRUNNINNRENNSLIUnnið: AI  
1983-03-28

AR : 1973

EINING : (M\*\*3)/S

	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES
1	18.06	-9.03	11.34	-0.69	33.33	37.74	-5.44	15.04	11.00	0.81	33.33	54.28
2	26.86	-19.90	5.32	-8.91	33.45	22.46	47.11	12.97	-12.84	0.58	-28.24	-247.92
3	28.01	6.48	28.94	9.73	33.68	22.81	10.30	26.04	-15.28	-20.84	16.44	305.09
4	-2.78	33.34	30.79	33.34	33.79	23.03	12.61	17.60	-5.32	24.53	7.87	54.51
5	21.64	26.16	73.15	12.26	34.14	28.82	20.03	9.83	-8.34	8.57	96.41	-15.39
6	21.64	24.31	7.06	-1.27	36.46	30.78	8.45	-4.86	-5.09	-0.69	0.23	30.21
7	29.86	30.56	24.19	24.19	45.02	63.54	15.51	-7.52	-3.12	3.24	-70.84	-16.90
8	21.76	33.10	2.43	-7.52	33.45	10.06	20.95	-2.55	16.44	-2.08	17.48	3.25
9	42.71	8.56	-12.85	-20.14	28.13	33.79	8.56	0.46	-9.72	-3.59	57.52	60.76
10	37.04	3.93	3.35	19.33	78.12	-6.83	21.30	11.57	-10.54	11.35	34.95	45.60
11	85.65	-8.56	9.83	26.50	-31.02	6.94	9.61	0.12	-10.88	-16.43	28.12	87.04
12	73.04	18.75	20.95	17.37	28.48	13.89	2.78	7.29	-13.88	-8.79	-24.77	76.97
13	22.11	20.14	20.95	8.22	2.66	13.89	12.61	2.89	-18.29	-19.10	68.75	-123.38
14	38.42	110.54	20.95	8.45	26.62	21.99	17.24	-4.28	-22.80	37.73	-73.38	180.44
15	30.32	-68.40	19.91	0.46	18.17	27.32	21.99	11.34	12.96	-24.77	33.68	46.07
16	26.97	19.22	27.20	-3.71	32.29	31.48	16.90	2.09	-4.05	-29.75	-32.75	0.70
17	18.98	65.17	18.06	31.25	22.91	18.51	20.37	3.81	-30.44	15.51	-36.46	6.48
18	32.87	48.96	18.06	31.37	27.43	24.19	20.37	-14.24	48.49	-5.90	124.19	73.96
19	39.93	27.78	18.06	31.60	12.62	23.96	7.53	2.66	-36.23	-3.59	-6.02	-81.13
20	37.62	24.31	24.07	31.71	26.97	21.76	11.69	-1.50	-7.87	-32.87	17.24	5.67
21	34.26	8.10	35.07	31.83	29.51	36.69	21.30	23.61	-14.12	9.61	75.58	33.79
22	14.70	17.13	26.04	32.06	28.82	3.82	15.05	5.79	-5.78	10.99	31.72	18.52
23	15.85	43.06	0.69	32.18	17.01	1.16	7.17	-6.13	-17.13	-26.97	3.01	-0.12
24	37.97	42.13	38.42	32.29	15.74	23.03	14.35	8.80	4.52	21.65	7.87	5.32
25	-6.48	-0.23	21.53	32.41	23.03	7.76	12.85	-6.71	38.77	-19.44	17.83	45.83
26	31.83	-16.20	36.11	32.64	-39.70	23.61	9.84	1.39	0.70	-25.12	-10.53	33.68
27	20.71	0.00	20.03	32.75	101.16	42.71	4.87	-5.33	9.26	27.43	55.79	33.22
28	10.19	24.31	10.19	32.87	27.20	33.45	10.30	-7.29	0.81	9.49	25.93	30.21
29	19.56		9.72	33.10	49.30	-7.17	-8.10	-3.71	-22.11	25.93	30.21	36.46
30	19.56		40.16	33.22	-0.70	26.16	-0.92	11.81	16.90	-27.20	-7.18	11.69
31	40.05		46.06		3.82		15.17	-8.33		-22.10		35.65

MEBALRENNSLI MANABAR, (M\*\*3)/S :

28.68 18.35 21.15 18.96 26.19 22.04 12.98 3.31 -3.80 -2.64 16.47 26.79

RENNSLI HVERS MANABAR, G1 :

76.80 44.38 56.66 49.15 70.15 57.14 34.76 8.87 -9.85 -7.07 42.68 71.76

MEBALRENNSLI ARSINS, (M\*\*3)/S : 15.71

HEILDARRENNSLI ARSINS, G1 : 495.44

## VATNASKIL

## ORKUSTOFNUN

DAGSMEÐALRENNSLI  
GRUNNINNRENNSLIUnnið: AI  
1983-03-28

AR : 1974

EINING : (M\*\*3)/S

	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES
1	10.65	29.28	34.03	-3.24	48.26	-10.18	-10.30	-2.77	10.42	-13.54	-12.85	24.19
2	7.98	15.51	21.76	10.77	-1.74	-13.54	-9.49	-15.62	-7.17	12.96	-13.19	35.76
3	8.33	-6.02	24.54	44.33	-0.23	-8.45	16.32	-18.51	-8.68	12.96	15.05	10.30
4	33.91	7.64	8.34	29.63	9.83	-20.14	-10.53	-17.25	-21.76	3.35	-21.18	22.45
5	18.05	46.30	40.74	17.94	35.77	-20.48	10.30	-18.52	3.13	41.32	9.14	14.47
6	51.50	39.59	56.37	-4.39	31.94	-20.37	-5.67	-1.39	31.25	28.93	22.57	-12.27
7	51.50	-1.51	20.49	22.11	7.17	-10.18	-9.14	11.23	31.02	0.24	-1.16	23.84
8	35.99	25.00	23.96	39.58	24.42	19.33	12.85	-14.47	34.73	-13.20	5.78	15.16
9	29.98	15.86	-0.93	38.88	35.64	-5.09	-24.42	-14.58	-37.04	-3.82	10.42	31.82
10	44.79	13.54	57.64	38.43	6.25	10.42	-15.63	-1.96	-10.42	6.59	3.59	12.38
11	32.52	19.44	74.07	39.12	9.72	2.66	-5.90	-21.65	-24.07	5.32	5.09	11.23
12	4.74	34.49	30.32	41.78	23.73	14.81	14.46	-10.06	-31.25	-6.60	9.14	25.58
13	20.03	-38.78	12.26	22.22	18.40	-12.38	1.73	4.51	38.43	14.00	-4.98	3.12
14	37.85	65.75	-0.58	39.35	27.43	7.75	-26.97	-14.58	31.02	-21.53	-3.70	24.54
15	40.28	-6.83	-11.11	18.87	13.31	29.86	2.43	-2.19	1.97	18.29	-57.75	5.67
16	15.98	9.49	69.56	20.49	17.70	-7.64	-6.01	-12.61	-18.98	12.50	25.81	33.91
17	27.31	15.98	34.02	17.60	-9.61	14.94	-2.09	-12.61	14.12	-9.49	24.19	5.44
18	44.21	78.35	89.70	20.37	-9.60	35.41	6.95	-12.61	1.85	42.83	6.02	10.07
19	15.04	13.66	108.22	18.98	55.32	-16.90	-21.99	-10.30	-10.88	7.52	7.29	29.98
20	-101.04	5.20	-107.75	8.10	67.36	3.71	8.56	-7.29	32.99	8.10	-13.31	24.31
21	-10.41	28.70	22.80	22.34	-35.64	-1.62	-0.81	-7.29	31.36	29.51	17.71	-0.23
22	18.99	25.58	14.69	57.76	-30.78	4.98	-8.44	-20.72	2.43	18.75	13.43	22.68
23	20.03	59.26	19.56	-9.49	-16.90	-3.94	13.66	-7.29	51.85	-30.09	3.93	29.28
24	58.68	-12.73	27.08	22.22	-10.07	7.52	-22.46	18.98	35.53	21.87	12.27	18.63
25	80.90	-38.31	27.08	16.78	9.50	-8.22	-4.05	18.98	-40.05	-7.75	14.24	-1.86
26	76.85	-54.75	34.95	49.88	11.12	3.94	-22.69	14.47	2.20	26.51	14.01	23.38
27	6.72	17.83	18.75	-5.32	20.49	5.33	-13.43	21.41	0.69	13.08	12.04	49.76
28	15.51	-6.48	2.54	-16.32	34.14	18.86	-7.29	-4.86	-4.75	16.32	17.13	25.58
29	18.52		25.00	39.46	14.70	6.72	-15.63	-13.65	13.54	-8.11	-7.87	36.58
30	46.65		105.44	-4.98	7.64	-14.58	16.20	-10.42	-20.25	-6.82	21.30	27.20
31	5.20		-17.94		-0.11		3.01	-10.42		-5.79		54.40

MEÐALRENNSLI MANAÐAR, (M\*\*3)/S :

24.75 14.32 27.92 21.77 13.39 0.42 -4.40 -6.26 4.44 6.91 4.47 20.56

RENNSLI HVERS MANAÐAR, GI :

66.29 34.65 74.79 56.44 35.87 1.08 -11.79 -16.77 11.51 18.51 11.59 55.07

MEÐALRENNSLI ARSINS, (M\*\*3)/S : 10.69

HEILDARRENNSLI ARSINS, GI : 337.25

## VATNASKIL

## ORKUSTOFNUN

DAGSMEDALRENNSLI  
GRUNNINNRENNSLIUnnið: AI  
1983-03-28

AR : 1975

EINING : (M\*\*3)/S

	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES
1	23.03	-0.35	28.93	16.78	-1.73	29.52	20.72	65.50	0.35	-6.48	11.92	25.46
2	46.19	13.54	25.92	14.00	23.03	39.24	-11.92	-10.65	2.55	-18.75	10.76	4.98
3	45.83	37.61	56.60	23.61	10.18	31.36	27.20	-6.02	3.82	9.95	10.42	-6.59
4	15.98	17.47	46.53	-0.47	26.74	23.84	21.18	-2.20	-3.82	-7.98	23.26	18.06
5	30.78	18.05	76.04	6.60	5.91	28.12	2.08	-1.85	-12.27	20.14	29.28	16.20
6	40.04	33.10	33.10	21.76	23.50	22.80	-2.66	-11.23	-20.02	8.92	-17.71	-2.89
7	-39.01	13.42	1.39	63.07	31.83	24.19	10.87	-56.14	1.28	3.48	-11.34	10.65
8	50.47	13.08	1.62	12.27	22.80	25.23	-0.47	-2.08	2.78	-1.16	1.74	30.79
9	93.51	21.06	21.06	23.03	44.79	17.13	5.78	1.73	17.25	4.16	5.90	-4.17
10	52.89	40.04	25.46	11.23	33.68	7.40	6.71	0.69	-11.23	-1.39	-8.56	2.08
11	14.81	19.68	0.70	29.86	23.61	27.20	7.29	-26.73	-4.05	-2.55	-10.88	49.42
12	14.81	17.13	29.98	5.90	17.13	32.53	6.71	0.34	-9.37	-9.73	0.12	68.52
13	26.27	47.69	23.04	2.89	30.44	55.44	7.29	-11.46	-8.33	9.03	2.32	11.11
14	42.48	43.75	39.70	-19.56	24.65	-52.09	0.34	-19.45	-10.53	5.67	16.43	-12.04
15	30.21	3.58	14.36	0.00	5.56	17.48	1.04	14.47	-27.89	-9.95	40.97	0.81
16	3.36	4.97	7.99	9.84	27.78	13.77	0.34	11.92	10.65	-14.12	-14.35	-0.58
17	-1.50	43.75	8.91	14.82	32.98	33.10	-1.74	-14.12	-5.90	-2.20	-14.47	6.71
18	-33.22	35.65	16.09	21.65	11.69	6.94	2.66	-12.39	6.25	-11.46	-7.18	-8.91
19	-3.47	23.15	24.31	1.27	17.25	5.67	23.04	-20.49	8.33	4.86	-1.39	-3.70
20	6.02	39.47	23.85	23.84	15.97	13.89	6.94	8.22	-9.26	0.81	-9.61	43.86
21	46.06	26.28	6.49	4.86	15.16	-3.59	-0.58	-7.18	2.43	0.58	-21.65	27.20
22	31.25	18.28	28.35	4.39	7.75	34.14	7.87	-14.70	16.32	2.20	-11.34	4.52
23	18.52	15.27	10.76	4.39	30.79	7.06	-0.82	4.74	17.36	-15.39	6.02	18.41
24	16.20	22.22	51.97	11.34	60.07	28.01	2.89	4.86	28.71	-5.21	35.88	17.36
25	18.64	23.61	50.11	-2.20	28.47	14.58	-6.83	-12.62	17.13	5.09	2.55	-22.68
26	25.92	1.97	1.74	11.69	23.85	24.42	20.60	-2.32	-26.39	-0.81	21.53	26.39
27	28.93	-4.63	-6.37	-28.71	17.24	22.57	6.02	0.46	5.09	-6.13	-1.85	50.70
28	25.46	35.07	8.21	3.36	7.99	20.72	-11.23	-0.12	10.30	-7.75	4.51	34.96
29	11.57		19.79	21.88	9.49	18.87	5.32	-6.48	-11.00	-9.14	15.04	19.79
30	23.14		6.59	0.11	15.62	17.25	-4.51	-12.15	29.17	-17.13	-15.62	18.29
31	21.99		11.92		43.40		19.44	17.36		2.78		-46.06

MEDALRENNSLI MANAÐAR, (M\*\*3)/S :

23.46 22.28 22.42 10.45 22.18 19.56 5.54 -3.87 0.66 -2.25 3.09 12.86

RENNSLI HVERS MANAÐAR, 61 :

62.83 53.91 60.06 27.09 59.41 50.70 14.83 -10.37 1.70 -6.02 8.01 34.44

MEDALRENNSLI ARSINS, ((M\*\*3)/S : 11.37

HEILDARRENNSLI ARSINS, 61 : 356.59

## VATNASKIL

## ORKUSTOFNUN

DAGSMEÐALRENNSLI  
GRUNNINNRENNSLIUnnið: AI  
1983-03-28

AR : 1976

EINING : (M\*\*3)/S

	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES
1	-4.16	20.02	32.87	26.86	31.59	59.61	7.87	16.32	-70.37	-13.31	0.70	16.67
2	-7.75	46.29	-9.84	24.07	23.73	41.09	0.00	5.33	7.29	-13.31	9.96	32.41
3	20.49	21.99	23.49	27.78	16.20	52.08	12.03	16.44	9.03	3.48	12.39	39.35
4	-6.14	14.46	30.44	20.03	17.13	57.76	8.56	22.22	-1.97	3.48	26.97	12.03
5	21.99	8.33	39.35	20.03	17.94	58.34	-22.22	20.37	5.44	3.48	-79.98	12.73
6	15.28	4.40	29.86	11.80	19.10	41.09	1.51	3.70	5.44	-2.43	-117.36	48.72
7	2.20	10.30	21.42	36.11	-4.05	32.75	-16.55	14.70	12.38	-15.04	-29.98	2.09
8	11.23	29.16	22.00	15.51	27.78	39.69	-0.11	7.40	-28.24	1.73	-20.84	-17.71
9	9.84	66.08	31.59	24.08	19.10	33.33	12.16	3.70	-0.46	1.73	50.00	-3.01
10	23.38	73.84	22.57	42.60	10.65	-3.82	-32.52	9.26	-9.84	3.48	173.15	20.48
11	12.27	16.67	30.44	28.01	10.42	14.70	4.86	14.82	-2.20	-4.17	116.78	42.48
12	5.44	16.21	45.95	19.80	18.17	25.81	-8.10	18.40	-2.32	1.74	29.63	33.79
13	16.55	16.55	21.99	30.67	17.36	14.01	-4.63	9.14	6.94	12.74	7.75	11.81
14	1.62	51.50	5.90	26.97	16.44	-12.15	5.10	-1.85	6.94	3.48	18.98	24.31
15	37.50	43.87	47.10	23.73	7.53	4.74	7.75	12.85	8.68	3.48	25.35	3.82
16	16.55	13.55	19.67	43.52	14.93	2.77	5.90	25.81	-11.58	5.09	21.99	-7.06
17	18.98	16.08	20.49	13.66	13.89	22.91	4.98	16.78	6.94	-7.18	29.52	39.23
18	20.71	13.31	32.75	-29.52	20.60	25.81	3.93	16.32	-4.05	8.34	61.22	-8.56
19	34.60	95.48	9.26	15.97	19.67	19.09	17.94	14.70	14.47	8.34	6.25	12.50
20	11.69	-67.59	18.06	-2.43	10.53	21.64	3.35	7.52	0.00	8.34	10.19	30.67
21	11.93	50.46	50.46	0.11	25.92	-13.19	6.02	0.00	48.15	11.69	31.94	-7.29
22	4.40	22.11	50.46	23.50	16.90	-11.45	8.68	18.64	-1.85	9.95	29.86	9.61
23	39.58	21.41	42.36	37.27	23.72	9.14	13.19	1.85	3.59	6.72	2.20	0.58
24	-13.54	44.22	51.51	11.00	38.89	19.67	22.22	-22.69	1.85	-10.30	31.95	15.05
25	2.78	49.19	55.09	25.46	54.05	7.63	15.98	-5.90	-7.41	6.60	32.75	16.32
26	11.57	27.20	39.47	24.19	68.51	3.47	14.24	-11.23	-16.66	23.62	29.51	9.96
27	73.96	29.51	20.49	17.47	66.55	4.16	29.97	14.81	3.58	8.34	52.55	1.04
28	22.33	35.42	20.03	10.30	66.78	5.78	14.93	20.26	-5.67	-2.54	52.08	11.93
29	12.73	43.75	12.15	23.73	71.87	6.48	16.66	29.40	6.95	5.10	-10.65	-42.83
30	8.33		28.82	31.59	60.53	-2.31	11.11	-3.59	8.68	32.87	0.46	43.52
31	2.20		32.41		50.23		14.58	0.00		6.71		24.77

MEÐALRENNSLI MANAÐAR, (M\*\*3)/S :

14.15 28.75 28.99 20.79 28.15 19.35 5.79 9.53 -0.21 3.62 20.18 13.85

RENNSLI HVERS MANAÐAR, G1 :

37.89 72.04 77.64 53.90 75.40 50.17 15.50 25.53 -0.54 9.69 52.30 37.10

MEÐALRENNSLI ARSINS, (M\*\*3)/S : 16.08

HEILDARRENNSLI ARSINS, G1 : 506.62

## VATNASKIL

## ORKUSTOFNUN

DAGSMEDALRENNSLI  
GRUNNINNRENNSLIUnnið: AI  
1983-03-28

AR : 1977

EINING : (M\*\*3)/S

	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES
1	26.04	2.08	-2.55	15.04	12.85	31.83	12.50	-0.81	-5.90	-7.98	51.16	12.73
2	45.49	-2.89	26.16	20.72	6.59	22.80	19.67	8.68	-46.18	-13.43	33.21	13.89
3	26.62	18.28	4.86	7.29	13.89	34.73	27.08	5.32	-27.54	7.64	-9.84	6.02
4	14.47	26.38	54.05	18.75	21.18	30.09	-5.09	15.97	-14.70	64.12	-9.49	20.49
5	35.99	6.71	47.92	20.02	31.02	30.10	1.28	-12.27	-15.85	-17.01	19.45	33.45
6	15.28	-17.48	39.82	25.58	21.18	31.13	23.38	-0.12	-12.96	-44.45	23.61	26.85
7	10.88	-29.63	22.22	0.69	29.98	18.17	17.71	-6.71	-19.44	-0.12	-45.60	7.99
8	33.10	-3.59	6.14	10.88	30.09	25.70	10.88	3.70	-14.12	9.26	16.32	46.29
9	6.48	28.82	0.81	33.45	21.18	8.10	14.46	-2.89	-1.97	-9.26	-42.83	103.36
10	12.96	16.78	10.07	24.89	27.09	8.57	8.21	-1.16	-7.98	9.14	46.99	-126.96
11	47.22	-32.41	8.80	27.32	27.09	20.95	-5.67	12.03	-7.75	-10.76	57.41	17.71
12	25.58	25.69	59.26	49.19	26.97	26.96	7.40	-0.69	-17.01	54.87	-43.64	16.21
13	15.62	64.82	42.24	41.09	21.99	13.19	8.56	-9.03	15.98	-58.79	0.70	9.03
14	29.05	57.76	46.87	24.65	29.77	4.28	9.72	1.16	-6.48	-28.24	17.48	23.38
15	0.93	40.05	45.83	43.99	10.19	23.61	8.91	2.55	-21.64	12.39	-43.52	51.04
16	-7.76	-8.80	40.39	54.86	26.39	12.96	15.97	4.29	8.34	3.59	80.09	-23.72
17	15.16	-4.17	18.51	30.32	39.24	9.38	16.21	15.86	-17.71	1.85	-37.74	70.25
18	7.29	15.28	22.80	16.78	16.32	13.31	16.78	-1.27	2.09	1.51	2.78	-1.39
19	56.01	45.37	26.16	11.00	3.47	13.77	16.21	-5.90	-16.20	20.95	66.43	38.08
20	56.25	22.45	21.65	16.08	31.60	21.76	7.64	13.20	-8.22	-16.90	-49.65	68.86
21	93.17	50.11	21.88	7.52	24.42	7.06	-0.46	-8.56	-0.11	1.74	-24.54	-53.01
22	55.09	49.07	18.17	14.47	47.80	13.54	15.97	-13.43	-10.88	3.36	58.33	-14.23
23	15.39	3.36	23.03	21.41	35.77	22.34	15.97	-2.20	-3.70	-17.59	125.58	29.28
24	5.67	14.81	28.59	21.41	32.06	1.39	7.87	21.18	-4.51	10.54	-147.11	19.91
25	8.80	6.71	22.34	31.71	30.09	19.32	-0.46	-3.82	3.59	13.78	58.68	12.73
26	9.84	39.93	30.56	46.30	39.82	14.82	-0.46	-14.46	-1.50	-4.51	28.94	17.02
27	39.01	23.15	28.93	17.24	22.45	3.12	8.10	6.48	-5.44	-1.27	24.88	23.61
28	58.45	20.49	20.25	18.87	33.34	16.55	7.64	6.48	-2.77	17.60	18.86	23.84
29	78.71		40.51	-10.30	36.12	18.40	7.87	-10.53	-7.64	-42.02	21.06	24.42
30	94.90		62.27	14.93	21.53	14.58	7.87	5.43	5.79	4.52	2.54	-19.79
31	33.21		33.21		29.98		11.23	-12.38		-25.34		23.26

MEDALRENNSLI MANAÐAR, (M\*\*3)/S :

31.13 17.11 28.12 22.54 25.85 17.75 10.10 0.52 -8.75 -1.96 10.02 16.15

RENNSLI HVERS MANAÐAR, 61 :

83.37 41.40 75.32 58.42 69.25 46.01 27.04 1.39 -22.68 -5.26 25.97 43.25

MEDALRENNSLI ARSINS, (M\*\*3)/S : 14.05

HEILDARRENNSLI ARSINS, 61 : 443.49

## VATNASKIL

## ORKUSTOFNUN

DAGSMEÐALRENNSLI  
GRUNNINNRENNSLIUnnið: AI  
1983-03-28

AR : 1978

EINING : (M\*\*3)/S

	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES
1	21.78	62.59	22.64	26.18	37.85	20.83	45.84	75.00	-18.40	-24.23	0.46	2.78
2	-2.49	50.21	42.94	23.70	25.11	13.89	44.68	-50.70	-12.61	-1.39	23.87	5.79
3	-17.18	80.30	64.42	-3.56	-7.43	32.18	-12.27	-11.35	-8.91	-15.97	15.35	-3.47
4	14.26	41.00	55.27	58.50	31.51	18.63	10.19	-58.11	-6.83	33.91	11.00	11.57
5	22.75	16.00	23.71	16.09	14.05	8.45	2.20	11.57	-21.18	-19.33	6.97	-1.27
6	23.45	18.71	-0.95	39.93	64.36	39.35	-11.46	36.58	-4.86	-12.70	13.08	-2.31
7	51.98	-7.64	-5.58	8.91	54.40	19.91	5.56	6.71	-17.01	2.60	2.43	8.10
8	-52.57	1.50	-17.61	38.31	42.94	24.77	12.73	1.04	-18.86	6.14	12.04	2.78
9	46.32	1.50	37.94	-8.73	16.55	18.28	27.89	-3.25	-26.16	4.33	15.35	-5.44
10	39.63	-12.09	-17.29	7.41	9.38	56.72	10.42	-2.55	-21.18	-26.54	8.47	13.08
11	63.38	-27.02	33.82	7.99	2.90	-25.00	1.51	11.69	-6.02	5.00	13.47	12.62
12	13.80	-56.66	-7.20	29.66	20.84	20.48	41.44	6.83	8.45	-7.43	3.59	-2.31
13	24.98	-77.79	33.22	35.76	6.71	28.12	-15.28	-6.36	-7.06	-16.43	13.29	-20.48
14	-6.17	-6.09	32.94	44.40	62.38	40.51	9.03	-9.03	-25.46	4.86	9.63	-34.26
15	24.46	43.59	20.03	39.66	24.89	-3.82	9.03	2.90	-26.04	-13.19	20.51	15.86
16	32.89	124.26	18.13	0.44	-3.36	0.00	18.28	-3.24	-25.69	6.25	-7.03	9.26
17	29.68	66.48	7.53	24.31	35.65	25.69	-19.68	11.80	-3.47	6.48	30.88	-9.26
18	42.20	50.37	10.53	12.96	45.83	40.51	28.47	10.88	-1.85	13.08	23.36	19.33
19	38.36	4.07	-1.27	28.82	42.83	-23.26	19.33	-6.48	-9.37	-17.01	6.67	-17.71
20	23.66	15.65	12.94	21.42	100.69	79.40	19.33	-5.55	-8.79	10.65	11.51	10.12
21	-0.48	-44.54	34.10	14.70	65.97	2.66	9.14	-11.34	7.99	-4.86	11.16	-11.13
22	12.96	-81.62	12.62	11.69	40.51	4.98	39.47	-2.89	6.48	22.46	11.87	16.72
23	-14.47	10.19	30.93	21.64	37.03	17.13	-18.17	-2.08	-9.03	22.11	15.88	8.19
24	17.94	-5.67	0.47	25.58	20.83	21.53	20.71	-16.44	-10.30	7.52	20.74	-1.07
25	19.67	14.38	5.76	16.43	20.83	17.48	0.58	0.57	-18.28	-1.27	1.16	11.71
26	49.10	11.74	19.89	21.06	39.35	-6.83	-9.49	0.11	0.35	23.87	38.54	5.69
27	11.73	14.42	32.43	6.37	24.31	10.88	14.12	-8.22	-19.44	-9.37	-31.50	30.61
28	-16.41	42.97	65.19	31.60	32.41	3.01	-2.89	-7.99	-17.13	0.58	39.59	-5.02
29	46.46		75.98	10.07	48.61	6.13	11.34	-0.69	-6.25	5.79	19.10	10.26
30	10.08		60.12	-3.82	16.20	14.93	-5.09	1.15	28.41	5.44	35.42	19.51
31	57.50		63.36		28.94		26.62	4.97		7.64		40.44

MEÐALRENNSLI MANAÐAR, (M\*\*3)/S :

20.30 12.53 24.74 20.25 32.36 17.58 10.76 -0.79 -9.95 0.61 13.23 4.54

RENNSLI HVERS MANAÐAR, G1 :

54.37 30.31 66.26 52.49 86.67 45.58 28.82 -2.11 -25.79 1.64 34.29 12.16

MEÐALRENNSLI ARSINS, (M\*\*3)/S : 12.18

HEILDARRENNSLI ARSINS, G1 : 384.67

## VATNASKIL

## ORKUSTOFNUN

DAGSMEDALRENNSLI  
GRUNNINNRENNSLIUnnið: AI  
1983-03-28

AR : 1979

EINING : (M\*\*3)/S

	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES
1	-7.68	15.35	15.10	-9.58	25.11	15.98	14.12	6.02	-0.23	9.61	24.54	36.82
2	10.84	15.56	38.71	59.44	23.84	43.64	2.55	-1.16	1.51	15.74	23.15	12.87
3	26.62	19.53	17.87	25.48	15.86	16.09	9.37	8.56	-5.09	21.99	20.72	14.10
4	17.36	15.51	16.94	10.44	12.97	28.01	20.60	8.91	7.40	6.14	-4.63	11.97
5	17.56	24.40	7.06	15.07	20.37	24.77	10.88	8.56	31.25	-1.04	4.29	19.72
6	22.78	6.72	24.95	18.03	14.12	34.96	19.67	1.39	22.28	7.76	4.52	11.16
7	22.50	33.75	25.72	16.40	5.79	28.47	16.44	9.49	-6.71	9.03	-38.66	19.26
8	7.09	23.13	6.53	19.56	34.92	19.56	5.78	1.16	19.15	1.86	8.21	18.68
9	2.78	22.78	25.17	17.87	15.37	30.79	24.77	10.30	18.52	-5.44	8.21	9.53
10	-7.75	10.98	23.38	9.74	10.44	15.63	14.81	2.20	7.87	4.87	31.67	13.01
11	20.93	15.51	11.20	10.99	23.15	34.61	14.24	3.13	16.32	-2.09	4.42	12.28
12	16.21	18.82	14.86	23.22	4.96	8.80	-1.04	3.13	11.00	-1.74	7.38	18.17
13	11.86	16.76	31.07	29.74	33.80	26.73	18.52	15.85	17.88	-1.16	31.11	4.28
14	58.20	17.25	34.54	13.82	9.60	20.37	-13.89	5.67	-6.71	6.25	6.91	18.29
15	18.06	26.29	27.59	26.41	13.91	18.86	36.57	5.44	18.28	12.38	-2.17	17.01
16	14.24	23.94	30.12	18.13	20.68	27.66	13.20	6.94	1.74	6.48	5.14	15.98
17	23.33	15.75	17.78	12.84	19.74	22.69	18.05	0.46	10.65	14.24	21.55	14.68
18	24.68	32.20	7.94	0.65	16.90	22.80	1.97	1.74	13.31	21.53	21.43	13.57
19	12.61	36.62	-8.72	68.52	14.16	25.46	6.48	-6.36	19.79	13.20	8.33	13.57
20	22.31	24.74	38.76	16.21	4.07	27.43	4.98	-0.46	11.69	15.51	27.94	16.87
21	19.70	39.67	38.35	14.82	26.27	18.64	6.83	0.81	3.36	9.65	24.05	15.17
22	20.63	21.71	20.71	23.96	10.02	21.06	7.64	11.23	19.41	36.28	19.12	22.57
23	10.09	14.82	5.62	24.88	22.78	4.86	6.83	-2.54	10.77	8.57	11.02	16.89
24	14.31	15.96	6.64	26.39	4.65	18.52	13.66	-2.54	14.87	39.47	16.91	26.82
25	29.05	23.73	22.31	21.42	26.16	3.71	-2.89	-9.82	13.10	22.57	13.55	27.63
26	23.73	20.14	16.62	17.25	22.92	21.30	4.17	15.51	-2.77	33.44	13.78	16.18
27	8.85	19.67	10.83	44.56	23.26	29.16	11.81	-12.84	14.58	4.05	13.78	24.28
28	19.87	23.03	21.00	19.68	26.62	13.77	-2.43	11.23	19.56	6.72	14.01	17.64
29	19.87		17.71	11.57	18.52	13.19	9.38	2.55	19.56	8.68	6.94	1.97
30	11.99		22.34	13.08	29.17	13.66	3.01	4.51	26.22	18.06	24.30	18.99
31	12.22		10.26		27.55		4.51	-1.27		13.66		7.99

MEBALRENNSLI MANABAR, (M\*\*3)/S :

16.93 21.22 19.32 20.69 18.63 21.71 9.70 3.51 11.62 11.49 12.38 16.38

RENNSLI HVERS MANABAR, G1 :

45.34 51.34 51.75 53.62 49.91 56.26 25.97 9.39 30.11 30.78 32.10 43.88

MEBALRENNSLI ARSINS, (M\*\*3)/S : 15.30

HEILDARRENNSLI ARSINS, G1 : 480.46

## VATNASKIL

## ORKUSTOFNUN

DAGSMEDALRENNSLI  
GRUNNINNRENNSLIUnnið: AI  
1983-03-28

AR : 1980

EINING : (M\*\*3)/S

	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES
1	10.31	19.49	35.53	8.04	18.17	10.76	7.29	-5.09	-10.65	-14.35	17.01	16.09
2	12.50	19.39	21.09	18.56	13.54	14.01	12.96	-7.06	-3.35	-13.77	5.56	-0.81
3	19.77	24.35	27.20	15.65	20.48	17.59	3.94	-6.14	-4.97	0.88	18.63	0.23
4	2.55	39.39	0.81	12.77	15.85	11.23	11.69	-1.39	-13.42	1.92	10.53	3.48
5	19.68	21.12	-2.55	18.05	18.87	13.31	11.69	10.19	-12.50	-14.52	-4.52	-0.53
6	14.93	26.90	-3.82	23.72	31.60	21.99	12.50	-7.29	-19.21	-22.50	17.71	1.43
7	61.74	40.79	-1.50	25.46	21.18	8.91	4.75	-25.81	-24.07	-24.98	9.84	7.22
8	20.00	7.23	7.87	20.83	17.71	7.87	12.27	7.17	-10.65	-19.17	6.25	22.36
9	21.60	13.20	14.82	12.73	26.39	15.50	50.81	-0.12	-15.62	-25.59	9.28	0.11
10	57.64	30.70	30.60	31.25	26.39	17.12	-8.10	-1.63	-22.57	-8.38	17.31	0.11
11	0.92	12.50	41.69	23.08	22.34	7.75	15.04	0.00	-12.27	-2.12	6.71	24.07
12	49.76	12.64	29.15	23.52	36.69	9.95	4.05	-5.90	-20.14	-2.09	-4.54	36.81
13	41.66	8.63	5.03	15.42	-31.59	10.88	3.36	-3.71	-19.44	-2.78	-4.88	26.62
14	-11.00	23.05	26.13	21.67	-16.21	11.80	3.70	-13.77	-9.95	6.83	9.40	39.12
15	-13.19	18.26	24.42	31.25	0.46	18.52	4.86	-14.46	-19.21	-19.44	12.03	27.43
16	51.28	27.78	24.74	19.44	9.37	6.60	5.79	-9.26	-0.46	28.70	11.92	14.47
17	32.87	-1.16	-16.99	29.16	39.81	22.33	6.13	-2.89	1.28	-3.47	-4.40	37.74
18	-4.05	31.06	24.40	-2.20	25.24	6.36	5.55	-0.69	2.09	2.85	-9.55	26.16
19	-3.93	32.54	-11.98	25.81	33.57	15.27	-2.55	-10.18	2.32	-2.92	13.01	40.82
20	36.81	36.01	23.19	15.97	26.04	17.36	-1.97	-15.74	-21.96	22.44	20.53	31.25
21	19.45	37.03	10.37	24.31	26.51	-6.25	0.46	-6.02	-14.54	3.13	-11.76	26.16
22	40.24	32.97	5.97	7.29	18.06	-10.99	1.85	-13.19	-5.51	14.05	41.22	29.40
23	-11.62	23.86	21.01	19.67	18.98	9.26	1.85	-12.27	-1.85	4.65	40.56	28.01
24	9.57	19.49	12.79	12.73	17.94	6.36	-6.36	-2.66	-6.36	6.18	14.06	25.41
25	8.71	16.97	16.68	17.36	15.51	0.58	8.91	-3.01	-11.58	18.08	-8.83	-8.45
26	19.73	31.76	15.00	25.46	14.12	12.38	-7.75	-3.35	-1.44	14.13	18.52	-12.76
27	-2.31	10.97	15.09	20.83	9.49	4.05	0.46	-3.01	-38.01	8.33	1.39	-2.78
28	-12.82	28.59	11.62	12.50	-5.55	10.76	2.55	-10.41	-2.08	9.84	25.93	-12.20
29	6.16	21.64	18.45	19.10	-3.36	9.72	1.16	-17.13	-15.28	5.97	-13.31	7.06
30	20.61		13.82	11.92	12.73	16.43	5.55	-6.36	12.27	45.61	46.71	-1.62
31	15.37		21.92		10.76		2.55	-2.66		17.23		7.40

MEBALRENNSLI MANAÐAR, (M\*\*3)/S :

17.25 23.01 14.92 18.71 15.84 10.58 5.64 -6.25 -10.64 1.12 10.41 14.19

RENNSLI HVERS MANAÐAR, GI :

46.22 57.64 39.96 48.51 42.43 27.43 15.12 -16.75 -27.57 3.00 26.99 38.00

MEBALRENNSLI ARSINS, (M\*\*3)/S : 9.57

HEILDARRENNSLI ARSINS, GI : 300.98



## VATNASKIL

## ORKUSTOFNUN

DAGSMEDALRENNSLI  
GRUNNINNRENNSLIUnnið: AI  
1983-03-28

AR : 1981

EINING : (M\*\*3)/S

	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES
1	2.24	33.65	2.35	-4.96	23.68	4.84	11.91	2.49	-68.49	-3.80	29.87	10.39
2	40.39	29.39	-5.38	34.82	28.10	16.31	3.49	10.43	-20.97	-0.45	25.13	43.18
3	45.93	1.24	-4.52	23.94	21.14	19.06	6.57	6.83	-29.44	-5.10	-6.56	23.65
4	30.37	14.36	18.66	20.81	25.29	13.33	1.42	19.22	-46.99	-10.56	18.23	7.98
5	50.51	34.81	64.83	11.88	8.82	-1.88	17.91	35.69	-18.21	-19.93	37.03	21.21
6	20.42	11.47	85.52	12.05	30.32	18.19	-7.54	-17.42	-29.13	2.73	16.05	7.70
7	-14.25	14.36	82.04	32.38	20.75	0.13	7.78	-8.28	-37.72	-7.16	25.72	9.59
8	2.88	-1.09	91.30	3.75	25.89	5.67	14.97	25.07	-25.23	4.18	0.04	25.63
9	13.48	0.10	69.21	30.88	7.62	15.42	4.74	23.70	60.14	-5.68	23.47	10.71
10	2.60	-1.31	30.51	30.47	20.35	6.15	-3.67	-4.04	25.77	-1.70	2.76	16.62
11	-16.77	-11.61	11.05	16.58	33.25	15.37	5.06	33.36	20.96	-2.58	9.89	-3.13
12	-7.00	-4.60	4.62	22.73	16.01	39.67	-5.24	-4.92	-26.90	-9.86	18.19	16.57
13	-16.26	-15.11	0.65	29.67	10.18	-18.16	17.14	-13.95	-14.67	11.92	24.98	26.15
14	11.79	2.78	15.74	16.41	28.45	20.74	0.28	-3.28	-22.98	9.30	35.48	25.55
15	54.90	3.20	51.81	28.25	9.17	16.69	31.02	-29.11	-19.16	15.41	11.75	26.68
16	41.35	22.56	23.67	11.17	20.86	-4.25	-18.94	-0.93	-8.45	18.36	12.13	7.37
17	14.33	18.43	11.17	20.68	50.60	10.79	-8.48	5.91	-20.44	31.65	11.11	34.46
18	-4.19	29.37	10.34	28.27	10.09	17.09	9.04	13.45	-18.34	17.91	-5.64	18.41
19	69.01	-5.05	4.44	21.92	45.97	26.44	-8.48	17.82	-13.67	-1.23	5.74	25.51
20	9.00	27.83	3.40	28.06	18.19	18.83	13.46	17.49	4.05	20.31	-9.09	8.00
21	43.43	20.96	7.81	36.69	41.20	-7.46	6.04	40.77	-27.65	18.03	2.21	29.99
22	16.73	51.45	-62.44	14.49	29.63	-21.74	-7.16	-4.76	-11.21	-15.80	31.27	15.11
23	32.41	32.49	-56.48	24.21	23.84	48.29	0.94	11.45	-17.14	-16.88	18.85	39.22
24	55.00	29.59	-49.04	32.10	22.69	0.26	3.64	-12.13	2.77	-15.04	24.46	28.63
25	19.46	44.13	-8.67	29.76	13.43	3.45	-2.27	10.70	3.49	-18.83	24.29	19.60
26	-13.07	40.55	3.94	28.61	13.11	12.70	3.07	-18.77	-4.03	0.05	22.87	50.43
27	32.84	29.52	-30.22	29.85	3.25	16.17	12.77	-69.69	-11.64	24.28	21.48	16.15
28	22.73	0.09	8.94	32.22	16.64	8.07	4.82	-9.10	-12.12	9.96	20.32	21.84
29	21.47		21.14	18.09	10.33	24.57	-34.13	82.00	-23.01	43.11	24.20	13.74
30	35.40		-3.03	25.04	9.62	-0.62	5.57	-60.65	-11.63	32.54	24.63	4.77
31	42.52		26.45		9.49		-6.38	-32.25		4.17		10.93

MEDALRENNSLI MANAÐAR, (M\*\*3)/S :

21.28 16.20 13.87 23.03 20.90 10.80 2.56 2.16 -14.07 4.17 16.68 19.76

RENNSLI HVERS MANAÐAR, G1 :

56.99 39.18 37.14 59.69 55.98 28.00 6.85 5.80 -36.47 11.17 43.23 52.93

MEDALRENNSLI ARSINS, (M\*\*3)/S : 11.45

HEILDARRENNSLI ARSINS, G1 : 360.51

MEÐALGILDI OG STÖÐLFRÁVIK FYRIR HVERN MANUÐ (M<sup>13</sup>/S)

	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES
MEÐALGILDI	20.20	17.61	20.90	17.70	21.12	14.47	6.15	0.61	-2.79	1.85	11.74	16.28
STÖÐLFRÁVIK	7.74	7.17	7.06	7.22	7.44	7.44	5.07	5.02	8.07	4.72	5.32	5.80