

RAFORKUMÁLASTJÓRI

- Orkudeild -

VATNAFRÆÐI SOGSINS

II

SAMANBURÐUR Á RENNSLI OG ÚRKOMU

eftir

Guttorm Sigbjarnarson

Reykjavík, júlí 1966

RAFORKUMÁLASTJÓRI

- Orkudeild -

VATNAFRÆÐI SOGSINS

II

SAMANBURÐUR Á RENNSLI OG ÚRKOMU

eftir

Guttorm Sigbjarnarson

Reykjavík, júlí 1966

EFNISYFIRLIT

Efnisyfirlit	bls.	1
Útdráttur	"	2
Inngangur	"	4
Rennslis- og úrkomumælingar	"	4
Samband úrkomu og rennslis	"	5
Breytingar á rennslis og úrkomu	"	6
Úrkomumælirinn á Þingvöllum	"	9
Mánaðarleg dreifing rennslis og úrkomu	"	10
Lokaorð	"	12

TÖFLUR

Tafla 1 : Mánaðarrennslis Sogsins 1938/39 - 64/65

- " 2 : Mánaðarúrkoma á Þingvöllum "
- " 3 : Mánaðarúrkoma við Ljósafoss "

MYNDIR

1. mynd A Rennslis Sogsins við Ljósafoss borið saman við úrk.
á Þingvöllum
1. " B Rennslis Sogsins við Ljósafoss borið saman við úrk.
við Ljósafoss
2. " Árleg frávík frá meðalrennslis og meðalúrkomu
3. " Breytingar á hlutfallinu milli úrkomu og rennslis
4. " Samband úrkomu á Þingvöllum og úrkomu við Ljósafoss
5. " Mánaðardreifing rennslis og úrkomu
6. " Mánaðarleg úrkoma á Þingvöllum og rennslis Sogsins

ÚTDRÁTTUR

Samanburður hefur verið gerður á rennslismælingum við Ljósa-foss og úrkomumælingum á Þingvöllum og við Ljósafoss.

Til þess voru notaðar mánaðarlegar niðurstöður mælinganna í þau 27 vatnsár, sem liðin eru frá byggingu Ljósafossorkuversins.

Samandregnar helztu niðurstöður þessara athugana eru þessar :

1. Mælt meðalrennsli Sogsins reyndist á þessu tímabili $110 \text{ m}^3/\text{sek}$, meðalúrkoma á Þingvöllum $1308,6 \text{ mm}$ og meðalúrkoma við Ljósafoss $1576,5 \text{ mm}$.
2. Mælt rennsli Sogsins hefur minnkað á þessu 27 ára tímabili svo, að statistískt marktækt (significant) er með 99% öryggi.
3. Miðað við úrkomu- og rennslismælingar við Ljósafoss hefur orðið breyting á úrkomumælingum á Þingvöllum, að öllum líkindum í sambandi við tilfærslu á úrkomumælinum árið 1953, þannig að úrkoman hefur mælt 13-14% meiri síðari hluta tímabilsins (14 ár) heldur en fyrri hluta þess (13 ár) að öðrum aðstæðum óbreyttum.
4. Samkvæmt útreikningum samsvara úrkomumælingarnar við Ljósafoss hlutfallslega betur rennslisbreytingum Sogsins. Aftur á móti mundu úrkomumælingarnar á Þingvöllum samsvara hlutfallslega betur rennslismælingunum, ef tillit væri tekið til framanskráðrar breytingar á mælingunum þar.
5. Minnkandi rennsli Sogsins verður ekki statistískt séð skýrt út frá minnkandi úrkomu, þó að hún kunni samt sem áður að eiga þar hlut að máli. Fleiri orsakir geta valdið minnkandi rennsli en minnkandi úrkoma, svo sem breytingar á grunnvatnsvatnaskilum vegna lækandi grunnvatnsborðs og/eða vegna 10 m lækunar Hagavatns við jökulhlaupið úr því árið 1939. Einnig geta komið til greina afrennslisbreytingar við Langjökul, vegna hopunar hans og þynningar á síðastliðnum áratugum.

6. 2-4 mánaða tímamismunur er á milli þess, sem úrkoma er í hámarki (lágmarki), þangað til rennsli Sogsins nær hámarki (lágmarki). Verður það ekki skýrt með öðru en því, að sú úrkoma, sem fellur á meiri hluta afrennslissvæðisins, veldur fyrst aðrennslisaukningu nokkrum mánuðum síðar. Fyrir þann hluta vatnasviðsins, sem fjærst liggur Þingvallavatni, getur þessi seinkun numið mörgum mánuðum eða jafnvel árum. Breytilegt samband milli rennslis- og úrkomumælinga bendir til þess.
7. Bygging Steingrímsstöðvar virðist ekki hafa haft nein stórvægileg áhrif á vatnsmiðlun Þingvallavatns. Byggist það fyrst og fremst á því, að svo heppilega vill til, að aðrennslid í það fylgir að miklu leyti orkupörf neytenda á hinum mismunandi árstímum, en það mun þó vera harla óvenjulegt við orkuver.

INNGANGUR

Þessi skýrsla er gerð í áframhaldi þeirra undirbúningsathugana, sem höf. hefur unnið að, á grunnvatnsaðstreyminu í Þingvallavatn og skýrt er frá í fyrri skýrslu (G. Sigbj., marz '66). Þar er m.a. lagt til, að gerðir verði statistiskir útreikningar á rennslis Sogsins út frá þeim forsendum, sem nú liggja fyrir hendi, til þess að byggja á síðari rannsóknir. Nú hafa nokkrar slíkar athuganir og útreikningar verið gerðir á sambandi rennslis og úrkomu við Þingvallavatn. Statistiskir útreikningar voru gerðir í rafreikni Reiknistofnunar háskólans og sá Helgi Sigvaldason verkfr. um þá.

Hér á eftir eru birtar helztu niðurstöður þessara athugana og útreikninga.

RENNSLIS- OG ÚRKOMUMÆLINGAR

Frá því að Ljósafoss orkuverið tók til starfa árið 1938, hafa reglubundnar rennslismælingar verið gerðar á Soginu við stöðina (vhm 2), en það er rennslis úr Úlfljótsvatni. Mánaðarlegar niðurstöður þeirra mælinga í 27 ár (1/9 1938 - 1/9 1965) eru færðar á töflu 1. Meðalrennslis Sogsins á þeim tíma reyndist $110,0 \text{ m}^3/\text{sek.}$, en það samsvarar $3472 \times 10^6 \text{ m}^3$ á ári. Mesta ársrennslis á þessum tíma varð vatnsárið 53/54 $3924 \times 10^6 \text{ m}^3$, en það minnsta árið 50/51 $2906 \times 10^6 \text{ m}^3$, en það eru 13% og 16,3% sveiflur út frá meðalári, svo að hámarks sveifluvídd rennslisins er tæp 30%. Aðeins einn úrkomumælir er staðsettur á vatnsvæði Þingvallavatns. Það er við veðurathugunarstöðina á Þingvöllum. Þar fyrir utan hafa verið gerðar reglubundnar úrkomumælingar við Ljósafossorkuverið frá því, að það tók til starfa. Í töflu 2 hefur verið tekin saman mánaðarleg úrkoma á Þingvöllum yfir sama tíma og rennslisskýrsla Sogsins (tafla 1) ásamt ársúrkomu fyrir hvert vatnsár. Hámarks úrkoma var þar vatnsárið 53/54 1850 mm, en lágmarks úrkoma árið 50/51 827,5 mm, en það er um 41% og 37% frávik frá meðalári. Sveifluvíddin er því tæp 80%.

Tafla 3 sýnir á sama hátt niðurstöður úrkomumælinganna við Ljósafoss. Þar reyndist hármarksúrcoma vatnsárið 58/59 2098 mm, en lágmarksúrcoma árið 50/51 1057 mm. Það er 33% meira og 33% minna en í meðalári. Sveifluvíddin er því nær 66%.

Við báða þessa úrkomumæla hafa mælingar verið ófullkomnar eða hafa jafnvel alveg fallið niður einstaka mánuði við annanhvorn mælinn. Í þeim tilfellum hefur úrkoma þeirra mánaða verið áætluð út frá úrkomu við hinn mælinn.

SAMBAND ÚRKOMU OG RENNSLIS

Samkvæmt útreikningum Gunnars Ámundasonar, starfsmanns á Orkudeild raforkumálastjóra, reyndist rennsli Sogsins á 20 ára tímabilinu 1939/40 - 1959/60 tilsvara því, að meðalúrcoma á vatnasvæðið væri 2,64 sinnum meiri en úrkomumælingarnar á Þingvöllum sýndu, og 2,16 sinnum meiri en úrkomumælingarnar við Ljósafoss sýndu. Kemur þar tvennt til. Í fyrsta lagi er úrkoman meiri á hærri hlutum vatnasvæðisins, en báðir úrkomumælarnir eru staðsettir á lágsta hluta þess, og í öðru lagi ná úrkomumælarnir ekki allri þeirri úrkomu, sem fellur á mælistaðnum, og þá sérstaklega þegar hvasst er.

Gera má þó ráð fyrir því, að mismunurinn á raunverulegri úrkomu og mældri breytist ekki mikið frá einum tíma til annars.

Þegar bornar eru saman rennslis- og úrkomumælingar við Þingvallavatn, koma að vísu fram verulegar breytingar á hlutfallinu milli rennslis og úrkomu frá einu ári til annars, en til þess geta legið ýmsar aðrar orsakir, en þær sem að framan greinir. Úrkomudreifingin getur verið eitthvað breytileg frá einu ári til annars. Mismunur á mældri ársúrkomu hefur reynzt tvöfalt meiri en mismunur á mældu ársrennsli. Þetta gefur ótvírætt til kynna, að hinn gleypi berggrunnur geymir mikið vatnsmagn frá ári til árs, en ennþá hefur það ekki reynzt kleift að gera neina útreikninga því viðkomandi.

Af framanskráðu sést, að ekki er hægt að reikna afrennslið út frá úrkomumælingunum einum. Aftur á móti má að líkindum gera ráð fyrir því, að úrkomumælingarnar gefi hlutfallslega nokkuð rétta niðurstöðu af mælistaðnum.

Á 1. mynd A er borið saman rennsli Sogsins og úrkoma á Þingvöllum, en á 1. mynd B er rennslið borið saman við úrkomu við Ljósafoss og síðan reiknað út, sambandið þar á milli (1. mynd) vatnsárin eru númeruð 1-27, þannig að vatnsárið 1938/39 er nr. 1, 39/40 er nr. 2 og 64/65 er nr. 27.

Sambandið milli rennslis og úrkomu var reiknað út eftir líkingunni :

$$Y = A + B X$$

þar sem $Y =$ úrkoma, $X =$ rennsli, en A og B "konstantar". Auk þess voru reiknuð korrelationsstuðull og t -tala fyrir sambandið. Eftirfarandi niðurstöður fengust fyrir sambandið á milli rennslis Sogsins og úrkomu á Þingvöllum:

$$Y = 161,4463 + 0,3303 X$$

Korrelationsstuðullinn var 0,488

t -talan var 2,799

Sambandið er statistískt marktækt með 99% öryggi.

Samsvarandi fyrir úrkomu við Ljósafoss reyndist :

$$Y = + 722,2655 + 0,6620 X$$

Korrelationsstuðullinn var 0,729

t -talan var 5,328

Sambandið er statistískt marktækt með 99% öryggi.

Samkvæmt þessu virðist betra samband milli rennslis Sogsins og úrkomumælinganna við Ljósafoss heldur en úrkomumælinganna á Þingvöllum. Þær skýra varla meira en 25% af árlegum rennslisbreytingum Sogsins, meðan úrkomumælingarnar við Ljósafoss skýra um 50% þeirra.

BREYTINGAR Á RENNSLI OG ÚRKOMU

Þegar í ljós kom, hve lítið samband virtist vera á milli rennslis- og úrkomumælinganna, var framkvæmd rannsókn á því, hvort þetta samband hefði breytzt með tímanum. Á 2. mynd A eru árleg

frávik frá meðalrennsli og meðalúrkomu sýnd í prósentum í þessi 27 ár, síðan voru reiknuð 5 ára síuð meðaltöl (2. mynd B). Kom þá í ljós, að rennsli Sogsins hafði minnkað verulega miðað við úrkomumælingar á Þingvöllum og eitthvað miðað við úrkomumælingar við Ljósafoss. Voru þá reiknaðar út "trendlínur" fyrir rennslið og úrkomuna (2. mynd B) eftir líkingunni :

$$Y = A + B X$$

þar sem X=ár, Y=rennsli eða úrkoma og A og B konstantar.

Eftirfarandi niðurstöður fengust fyrir "trendlínurnar":

a) Rennsli Sogsins við Ljósafoss

$$Y = 3729,9549 + 18,4012 X$$

$$\text{Korrelationsstuðull} = 0,497$$

$$t\text{-tala} = 2,863$$

Sambandið er statistískt marktækt með 99% öryggi.

b) Úrkoma á Þingvöllum

$$Y = 1217,3530 + 6,5184 X$$

$$\text{Korrelationsstuðull} = 0,260$$

$$t\text{-tala} = 1,348$$

Sambandið er ekki marktækt.

c) Úrkoma við Ljósafoss

$$Y = 1630,4358 + 3,8546 X$$

$$\text{Korrelationsstuðull} = 0,115$$

$$t\text{-tala} = 0,577$$

Sambandið er ekki marktækt.

Samkvæmt þessu eru "trendlínurnar" nokkuð misjafnar.

Rennsli Sogsins hefur minnkað svo að statistískt marktækt er, en úrkoman á Þingvöllum aukizt á sama tíma. Aftur á móti hefur úrkoma við Ljósafoss minnkað, en þó ekki til jafns við rennsli Sogsins. Var því gerður statistiskur samanburður á þessum þrem

Þáttum og eru niðurstöður þeirra athugana sýndur á 3. mynd. Fyrst voru úrkomumælingarnar á Þingvöllum bornar saman við úrkomumælingarnar við Ljósafoss og fengust eftirfarandi niðurstöður :

$x = \text{vatnsár en } y = \text{úrsk. Þv./úrsk. Ljósafoss}$

$y = A + Bx ; y = 0,7514 + 0,0060x$

Korrelationsstuðull = 0,598

t-tala = 3,732

Sambandið er statistískt marktækt með 99% öryggi.

Mæld úrkoma á Þingvöllum hefur því aukizt statistískt marktækt miðað við mælda úrkomu við Ljósafoss.

Síðan var samband rennslis og úrkomu reiknað á sama hátt (3. mynd).

a) $x = \text{vatnsár}; y = \text{rennslis Sogsins/Úrsk. Ljósaf.}$

$y = A + Bx ; y = 2,3429 + 0,0070x$

Korrelationsstuðull = 0,193

t-tala = 0,981

Sambandið er ekki statistískt marktækt.

b) $x = \text{vatnsár en } y = \text{Rennsli Sogsins/Úrsk. Þingv.}$

$y = A + Bx ; y = 3,0903 + 0,0279x$

Korrelationsstuðull = 0,596

t-tala = 3,707

Sambandið er statistískt marktækt með yfir 99% öryggi.

Framanskráðir útreikningar leiða m.a. eftirfarandi í ljós :

1. Rennsli Sogsins hefur minnkað á þessu 27 ára tímabili, svo að statistískt marktækt (significant) er með 99% öryggi.

2. Mældar úrkomubreytingar við Ljósafoss samsvara betur rennslisbreytingum Sogsins heldur en mældar úrkomubreytingar á Þingvöllum.
3. Úrkomumælingarnar á Þingvöllum hafa sérstöðu, þar sem úrkomu mælist þar vaxandi, meðan aðrir þættir fara minnkandi.

ÚRKOMUMÆLINGARNAR Á ÞINGVÖLLUM

Þetta ósamræmi á niðurstöðum af úrkomumælingum á Þingvöllum og rennslismælingum við Sogið þarfnast einhverra skýringa. Ef litið er á dreifingu punktanna á árlegu sambandi rennslisins og úrkomumælinganna (1. mynd A), sést, að 13 fyrstu vatnsárin sýna hlutfallslega minni úrkomu miðað við rennslis Sogsins heldur en 14 síðari vatnsárin að nr. 18 undanskildu.

Á 1. mynd A er hægt að draga línu þannig, að 13 fyrstu vatnsárin falla undir hana ásamt því 18., en vatnsár 14-27 fyrir ofan línuna. Sömu tilhneigingar verður vart við samanburð á úrkomu við Ljósafoss og rennslis Sogsins (1. mynd B), en þar eru fleiri undantekningar, svo sem 4. og 20. vatnsár.

Til að kanna þetta atriði nánar var fundið samband úrkomu á Þingvöllum og úrkomu við Ljósafoss (4. mynd). Þegar dregin var "trendlína" (a) fyrir sambandið, skiptir hún vatnsárunum á sama hátt í tvo hópa.

13 fyrstu vatnsárin sýna hlutfallslega minni úrkomu á Þingvöllum miðað við úrkomu við Ljósafoss heldur en 14 síðari vatnsárin, að því 9, einu undanskildu. Voru þá dregnar "trendlínur" fyrir fyrstu 13 árin sér (4. mynd (b)) og síðan fyrir 14.-27. vatnsár (4. mynd (c)), og er mismunur þeirra um 11%, þannig að úrkomu á Þingvöllum hefur mælt nær 11% meiri miðað við úrkomu á Ljósa-fossi á árunum 51/52-64/65 heldur en á árunum 38/39 - 50/51.

Hver er orsök þessari breytingu ?

Það er varla hugsanlegt, að úrkomudreifingin sé svona breytileg frá einum tíma til annars, en hitt er mikið líklegt, að einhverjar breytingar hafa orðið í sambandi við mælingarnar sjálfar.

Samkvæmt upplýsingum frá Öddu Báru Sigfúsdóttur, veðurfr., er

eina breytingin, sem gerð hefur verið á úrkomumælingum þarna : Mælirinn á Þingvöllum var færður í júlí 1953. Það er nær tveimur árum síðar en aðalbreytingin verður á sambandinu milli úrkomu- og rennslismælinga, en þess berað gæta, að sambandið er nokkuð breytilegt frá ári til árs, og orsakasambandið er óþekkt fyrir þeim breytingum. Ennfremur var vatnsárið 50/51 þurrasta ár, sem komið hefur, úrkoman um 35% undir meðalári, og óþekkt er, hvaða áhrif það hefur á rennsli eftirfylgjandi ára.

Að þessu athuguðu þykir mér líklegast, að tilfærsla úrkomumælisins á Þingvöllum sé orsökkin fyrir þessari breytingu, og hann mæli 12-13% meiri úrkomu á nýja staðnum heldur en hann gerði á þeim gamla. Á 3. mynd, þar sem úrkoma á Þingvöllum er borin saman við rennsli Sogsins og einnig úrkomu við Ljósafoss, eru dregnar með brotnum strikum nýjar "trendlínur" fyrir umrædd tímabil. Kemur þá í ljós, að allgott samræmi virðist milli rennslis Sogsins og úrkomumælinganna á Þingvöllum, en mikið síðra samræmi virðist milli úrkomumælinga á Þingvöllum og við Ljósafoss. Við athugun á 3. mynd sést einnig, að úrkomumælingarnar á Þingvöllum gefa hlutfallslega betri samsvörun við rennsli Sogsins heldur en úrkoman við Ljósafoss, þegar þessi skekkja hefur verið leiðrétt.

MÁNAÐARLEG DREIFING RENNSLIS OG ÚRKOMU

Reiknuð voru út fyrir þetta 27 ára tímabil meðalfrávik rennslis og úrkomu í hverjum mánuði. Meðaldagsrennsli og meðaldagsúrkoma voru notuð sem grundvöllur fyrir útreikningunum, svo að mánaðarlegar niðurstöður væru alveg sambærilegar. Einnig voru reiknuð út 5 mánaða síuð meðaltöl¹⁾ til að fá gleggri mynd af árssveiflunni. Síðan var tímabilinu skipt niður í tvo hluta, fyrir og eftir Steingrímsstöð. Var það gert til að fá samanburð á rennslisdreifingunni fyrir og eftir stíflun Þingvallavatns. Sogið rann frjálst úr Þingvallavatni, þangað til Steingrímsstöð var byggð árið 1958, en síðan hefur allt frárennsli frá vatninu verið undir stjórn. Byggingarári stíflunnar var sleppt í þeirri skiptingu.

1) $y_t = 0,05 X_{t-2} + 0,25 X_{t-1} + 0,40 X_t + 0,25 X_{t+1} + 0,05 X_{t+2}$

Niðurstöður þessara útreikninga eru sýndir á 5. mynd A og B.

Vatnsmiðlunaráhrif aðrenslissvæðis Sogsins koma mjög greinilega fram í því, hve rennslissveiflan er lítil miðuð við úrkomusveifluna. Úrkoman reynist að jafnaði langmest á haustin og fyrripart vetrar. Október á metið sem mesti úrkomumánuður ársins með 45-51% yfir meðallag. Minnst er úrkoman á vorin í maí og júní. Maí er lægstur með 28-33% undir meðallagi, nema í þessi 6 ár eftir að Steingrímsstöð tók til starfa hefur ágústmánuður verið óvenju þurr eða um 60% undir meðallagi.

Eins og fyrr er frá sagt, er rennslissveiflan mikið minni. Rennslið nær hámarki síðari hluta vetrar. Marzmánuður er hæstur með 7% yfir meðallag. Lágmarksrennslis er aftur á móti síðari hluta sumars. Minnst er rennslis í ágúst, 10% undir meðallagi. Þetta gefur ótvírætt til kynna, að afrennslinu af meirihluta vatnsviðsins seinkar um allt að 4-5 mánuðum. Kemur þetta einnig mjög vel fram á 6. mynd, þar sem sýnd eru mánaðarleg frávik rennslis og úrkomu á sex ára tímabilinu 38/39-44/45. Þess ber þó að gæta, að í nokkrum tilfellum er seinkunin af völdum snjóá og snjóbráðnunar, svo sem í maí 1942 (6. mynd).

Eftir að Steingrímsstöð tók til starfa hefur úrkomudreifingin verið nokkuð önnur, þannig að annar minni úrkomutoppur kemur fram í janúar-febrúar (5. mynd). Einnig hefur ágústmánuður verið mjög þurr. Afleiðingarnar af þessari breytingu koma greinilega fram á rennslinu. Svo er að sjá sem stíflun Þingvallavatns hafi ekki haft mikil áhrif á rennslisdreifingu Sogsins, nema ef vera skyldi, að sumarnotkun vatnsins sé meira vatnsmagn heldur en runnið hefði frjálst úr Þingvallavatni, þar sem munur á hæsta og lægsta rennslismánuði hefur aukizt um nær 8%. Erfitt er þó að segja nokkuð ákveðið um þetta atriði á þessu stigi málsins, þar sem úrkomudreifingin hefur verið önnur eins og fyrr var að vikið, og vatnsmiðlunaráhrif aðrenslissvæðisins eru óþekkt að mestu leyti.

LOKAORÐ

Þegar litið er yfir framanskráðar athuganir, leiða þær í ljós, að verulega má auka þekkingu og skilning á hegðun straumvatna og eðlis afrennslis, með því að beita "statistiskum" og "grafískum" aðferðum við að vinna úr þeim upplýsingum, sem liggja fyrir hendi. Tilkoma rafreiknanna hefur á því sviði sem á svo mörgum öðrum margfaldað alla úrvinnslumöguleika.

Þær niðurstöður, sem hér hafa verið lagðar fram, eru aðeins brot af því, sem unnt væri að vinna úr þeim gögnum, sem til eru viðvíkjandi vatnafræði Sogsins. Má þar til nefna, að það getur talizt mjög líklegt að unnt sé með aðstoð rafreiknis að auka verulega þekkinguna frá því sem nú er á seinkun aðrennslisins frá því að úrkoman fellur á vatnasviðið. Má hugsa sér að gera stærðfræðilegt líkan af vatnasviði Sogsins og nota síðan rafeindareikninn til þess að áætla einkennisstærðir (parametra) líkansins út frá samsvöruninni (korrelation) milli mældrar úrkomu og mælds rennslis. Samt sem áður er útilokað að öðlast raunhæfa þekkingu og skilning á þessum vandamálum með slíkum aðferðum einum, slíkt fæst aðeins með margra ára rannsóknum og mælingum á svæðinu sjálfu. Á þann hátt má sannprófa niðurstöður líkansins og gera á því nauðsynlegar leiðréttingar.

Tafla 1

Mánaðarrensli Sogsins við Ljósafoss í 10^6 m^3
 Meðalrensli: $289,4 \text{ Gl/mán} = 9,506 \text{ Gl/dag}$ -
 $110,0 \text{ m}^3/\text{sek}$

ár	sept.	okt.	nóv.	des.	jan.	feb.	marz	apr.	maí	júní	júlí	ág.	$10^6 \text{ m}^3/\text{ár}$	
1938/39	306,0	303,0	303,0	327,0	321,0	299,0	348,0	305,0	314,0	300,0	271,0	257,0	3654,0	
39/40	295,0	310,0	284,0	309,0	338,0	312,6	307,2	305,3	341,1	322,1	303,3	308,9	3736,5	
40/41	278,9	296,5	277,6	320,9	316,6	269,4	295,0	268,0	269,2	248,0	265,2	246,9	3352,2	
41/42	262,7	311,2	286,2	332,6	355,1	323,9	331,2	300,5	315,9	381,2	277,2	277,4	3755,1	
42/43	277,6	274,4	276,1	282,6	266,1	240,1	314,5	307,4	298,1	282,4	299,1	265,3	3383,7	
43/44	259,5	294,3	288,4	338,6	330,8	305,5	353,8	322,9	338,7	314,1	301,1	289,4	3737,3	
44/45	302,2	344,4	328,4	317,0	304,6	268,9	348,6	338,5	303,7	278,8	280,7	300,5	3716,3	
45/46	300,4	310,3	327,7	327,9	352,6	313,5	317,3	336,8	322,0	292,6	295,0	277,3	3773,4	
46/47	259,4	295,4	326,9	307,8	354,0	317,9	307,0	305,5	330,5	299,2	309,1	307,1	3719,8	
47/48	320,9	335,4	291,9	304,0	295,2	288,2	419,2	341,8	334,0	309,2	307,6	296,3	3843,7	
48/49	271,8	292,5	301,6	345,6	324,9	306,3	325,9	290,6	303,7	300,4	336,9	301,8	3702,0	
49/50	301,0	314,9	287,8	282,9	326,2	296,2	294,1	270,2	290,3	281,4	269,7	255,6	3470,3	
50/51	241,5	252,1	268,8	248,3	240,5	219,1	235,2	218,9	281,6	243,3	238,1	218,6	2906,0	
51/52	211,7	261,3	236,5	249,7	250,4	235,1	265,0	271,5	290,8	264,0	265,2	244,8	3046,0	
52/53	222,6	237,4	236,3	227,8	241,4	261,9	341,3	306,3	294,8	277,8	282,4	267,9	3197,9	
53/54	273,2	305,7	310,8	406,4	390,3	325,1	341,8	357,8	338,8	297,5	295,5	281,1	3924,0	
54/55	253,6	269,2	281,9	291,1	280,1	232,0	269,6	289,0	278,4	264,5	296,5	317,4	3323,3	
55/56	306,3	294,6	277,3	275,6	279,9	309,7	337,3	313,9	319,3	296,0	284,1	265,4	3559,4	
56/57	249,1	290,0	354,0	369,0	356,5	290,7	289,4	315,3	321,3	304,5	279,6	267,4	3687,0	
57/58	249,2	285,7	280,4	311,4	291,7	245,8	257,2	283,7	275,4	249,6	247,9	228,0	3206,0	
58/59	230,0	261,1	322,1	330,6	282,3	305,1	351,4	311,3	310,7	*428,8	*204,5	281,1	3619,0	
59/60	326,9	372,6	323,8	320,3	328,4	297,0	322,0	323,8	288,3	272,3	279,5	237,1	3692,0	
60/61	259,5	249,1	231,3	251,2	259,1	294,7	348,6	272,8	296,4	268,2	275,9	239,3	3246,1	
61/62	251,6	272,5	263,9	256,7	269,9	272,4	252,2	304,6	258,2	279,3	261,6	246,8	3189,7	
62/63	224,9	255,0	262,6	298,6	268,0	244,0	283,6	258,0	272,1	248,6	233,5	235,9	3084,8	
63/64	242,5	263,0	247,1	252,8	316,1	292,1	300,7	271,3	271,9	254,8	276,2	252,0	3240,5	
64/65	224,0	258,1	273,1	272,6	268,0	254,0	264,0	254,3	235,0	234,5	239,7	209,8	2987,1	
Alls	7202,2	7809,7	7749,5	8158,0	8207,7	7920,2	8421,1	8045,2	8004,2	7793,1	7416,1	7176,1	9373,1	
					1938/39 - 1964/65									
Max.	326,9	372,6	354,0	406,4	390,3	325,1	419,2	357,8	341,1	381,2	336,9	317,4	3924,0	
Mean	266,7	289,2	287,0	302,1	304,0	282,2	311,9	297,9	299,8	288,6	276,9	265,7	3472,3	
Min.	211,7	237,4	231,3	227,8	240,5	219,1	235,2	218,9	235,0	234,5	233,5	209,8	2906,0	
					1938/39 - 1957/58									
Max.	320,9	344,4	354,0	406,4	390,3	325,1	419,2	357,3	341,1	381,2	336,9	317,4	3924,0	
Mean	272,1	293,9	291,3	308,7	310,8	283,0	314,9	302,5	308,1	290,3	285,3	273,1	3534,6	
Min.	211,7	237,4	236,3	227,8	240,5	219,1	235,2	218,9	269,2	243,3	238,1	218,6	2906,0	
					1959/60 - 1964/65									
Max.	326,9	372,6	323,8	320,3	328,4	297,0	348,6	323,8	296,4	279,3	279,5	252,0	3692,0	
Mean	254,9	278,4	267,0	275,3	284,9	275,7	295,2	280,8	270,3	259,6	261,1	236,8	3240,0	
Min.	224,0	249,1	231,3	251,2	259,1	244,0	252,2	254,3	235,0	234,5	233,5	209,8	2987,1	

Úrkoma á Þingvöllum í mm

Meðalúrkoma: 109,0 mm/mán = 3,583 mm/dag

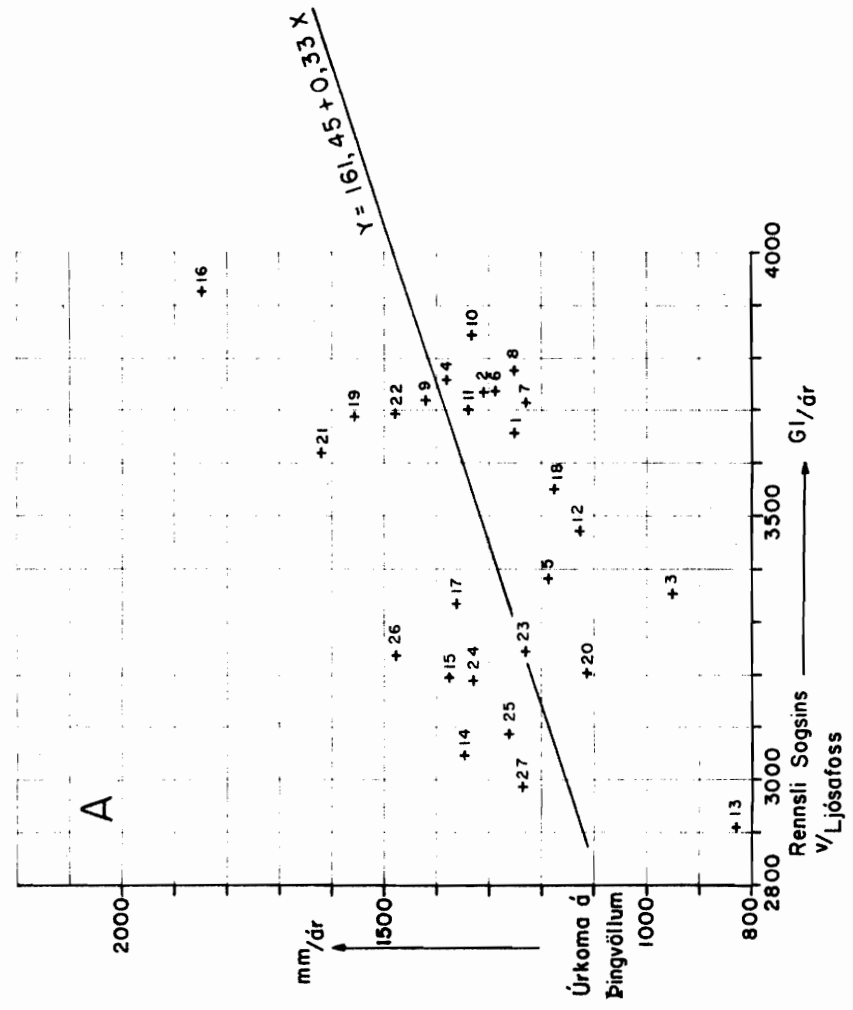
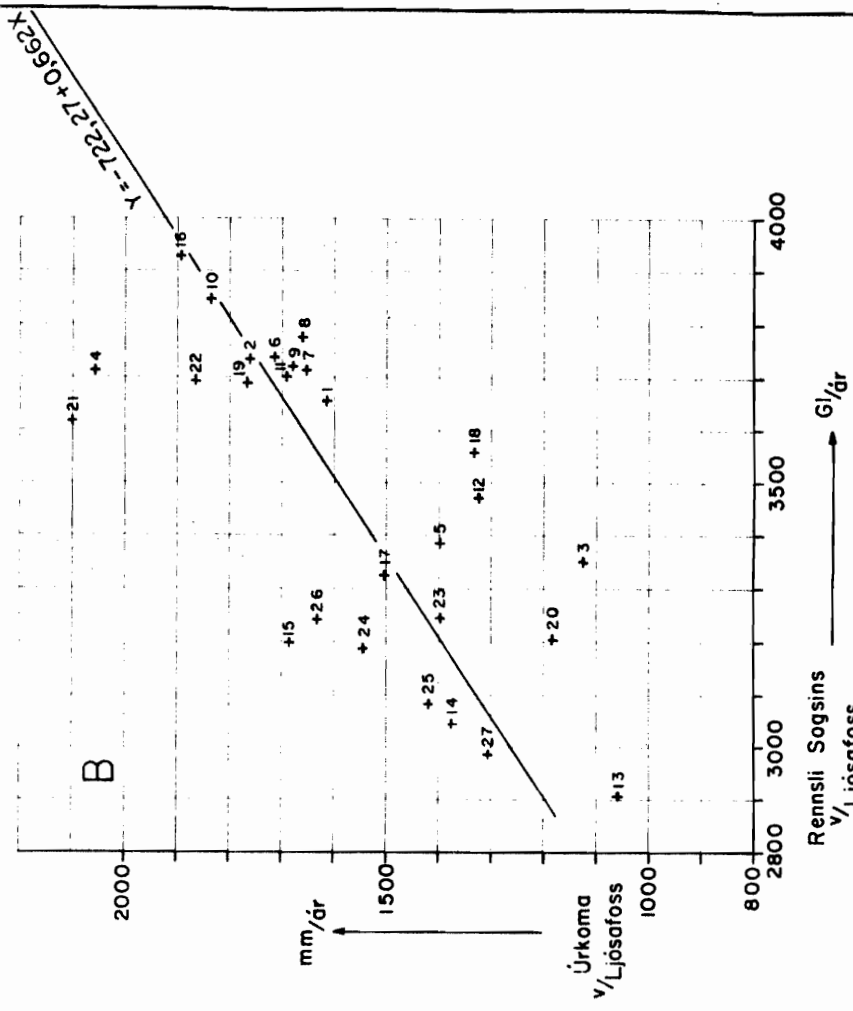
Ár	sept.	okt.	nóv.	des.	jan.	feb.	marz	apr.	maí	júní	júlí	ág.	mm/ár
1938/39	101,5	115,5	51,9	234,3	43,6	150,0	107,5	57,1	76,8	62,6	34,8	214,0	1249,6
39/40	107,9	121,6	54,7	174,5	197,3	64,3	65,2	82,0	127,4	114,4	48,3	134,3	1311,9
40/41	66,0	108,0	97,0	186,0	88,0	43,0	14,5	49,0	32,5	67,0	110,9	29,0	950,9
41/42	221,0	130,0	145,0	182,0	202,0	101,0	60,5	102,0	71,5	20,0	42,0	108,0	1385,0
42/43	130,0	63,0	191,6	83,1	21,0	142,0	182,0	110,2	75,0	83,0	95,2	10,0	1186,1
43/44	129,0	91,2	145,3	187,0	146,0	87,0	145,0	61,0	84,0	61,5	25,2	125,6	1287,8
44/45	137,6	214,9	60,0	112,0	66,0	85,0	163,0	103,0	21,9	45,4	68,0	153,0	1229,8
45/46	206,0	99,4	184,0	54,0	165,0	98,0	78,0	171,0	22,0	41,0	68,0	65,0	1251,4
46/47	55,0	253,0	83,0	153,0	256,0	39,0	14,0	71,0	142,0	68,0	112,0	176,0	1422,0
47/48	179,0	134,0	20,0	142,0	63,0	161,0	258,0	54,0	99,0	70,0	104,0	51,0	1335,0
48/49	42,0	177,0	169,0	123,0	140,5	144,1	140,3	85,4	43,1	80,8	90,8	105,0	1341,0
49/50	154,0	68,0	120,4	84,9	232,3	37,3	91,2	27,9	107,3	69,7	62,3	74,5	1129,8
50/51	62,2	159,5	107,3	100,4	66,6	57,2	42,7	57,0	57,2	45,5	57,7	14,1	827,5
51/52	66,6	291,0	60,2	163,8	98,5	191,0	71,4	116,4	97,1	17,0	118,0	58,0	1348,9
52/53	45,3	112,1	109,2	47,4	178,5	240,7	224,5	67,6	56,0	132,0	54,8	108,0	1376,1
53/54	192,7	194,8	201,0	393,0	138,1	157,5	98,3	206,9	70,5	36,5	* 73,5	87,1	* 1849,9
54/55	13,8	134,4	210,4	92,6	110,5	51,0	75,4	138,7	48,3	102,0	221,6	165,1	1363,8
55/56	111,7	95,4	93,6	36,9	125,7	177,8	170,8	126,6	100,5	70,5	46,5	18,4	1174,4
56/57	80,2	249,0	329,7	163,6	195,2	19,1	46,5	125,1	160,7	66,6	21,9	97,0	1554,6
57/58	38,7	235,1	162,4	169,5	124,6	51,5	35,5	162,4	3,4	65,6	34,8	31,0	1114,5
58/59	146,9	176,9	372,9	81,5	85,7	234,1	154,1	51,0	67,1	97,0	* 81,9	* 71,3	* 1620,4
59/60	* 350,0	345,8	39,5	* 42,6	* 150,0	* 90,0	* 129,1	98,6	74,4	94,7	49,5	15,8	1480,0
60/61	101,2	* 40,0	* 45,5	* 121,8	* 103,3	162,8	267,2	* 52,0	* 94,0	* 82,0	* 75,0	85,6	* 1230,4
61/62	126,3	118,8	164,2	44,6	181,3	164,5	0,3	162,2	68,2	121,4	125,6	54,9	1332,3
62/63	116,2	145,6	133,6	193,3	94,8	100,9	105,0	91,6	125,3	47,0	79,9	31,7	1264,9
63/64	155,5	156,5	133,6	121,2	226,5	112,5	153,0	61,7	55,8	112,0	167,6	21,7	1477,6
64/65	65,5	242,0	199,4	126,0	111,8	142,7	44,8	104,0	23,4	66,5	60,0	51,3	1236,9
Alls	322,3	427,6	368,3	361,0	361,8	305,0	297,8	255,4	200,4	193,9	212,8	256,4	3332,5
					1938/39 - 1964/65								
Max.	350,0	345,8	372,9	393,0	256,0	240,7	267,2	206,9	160,7	132,0	221,6	214,0	1849,9
Mean.	119,3	158,2	136,5	133,9	133,8	115,0	111,0	96,1	74,2	71,8	78,9	79,9	1308,6
Min.	13,8	40,8	20,0	36,9	21,0	19,1	0,3	27,9	3,4	17,0	21,9	10,0	827,5
					1938/39 - 1957/58								
Max.	221,0	291,0	329,7	393,0	256,0	240,7	258,0	206,9	160,7	132,0	221,6	214,0	1849,9
Mean.	108,0	152,4	129,8	144,2	132,9	104,9	107,2	98,7	74,8	66,0	74,5	91,2	1284,5
Min.	13,8	63,0	20,0	36,9	21,0	19,1	14,0	27,9	3,4	17,0	21,9	10,0	827,3
					1959/60 - 1964/65								
Max.	350,0	345,8	199,4	193,3	226,5	164,7	267,2	162,2	125,3	121,4	167,6	85,6	1480,0
Mean.	152,3	174,7	119,3	108,3	144,6	128,9	116,6	95,0	73,5	87,3	92,9	43,5	1337,0
Min.	65,5	40,0	39,5	42,6	94,8	90,0	0,3	52,0	23,4	47,0	49,5	15,8	1230,4

* Ófullkomnar mælingar eða áætlað út frá úrkomu við Ljósafoss

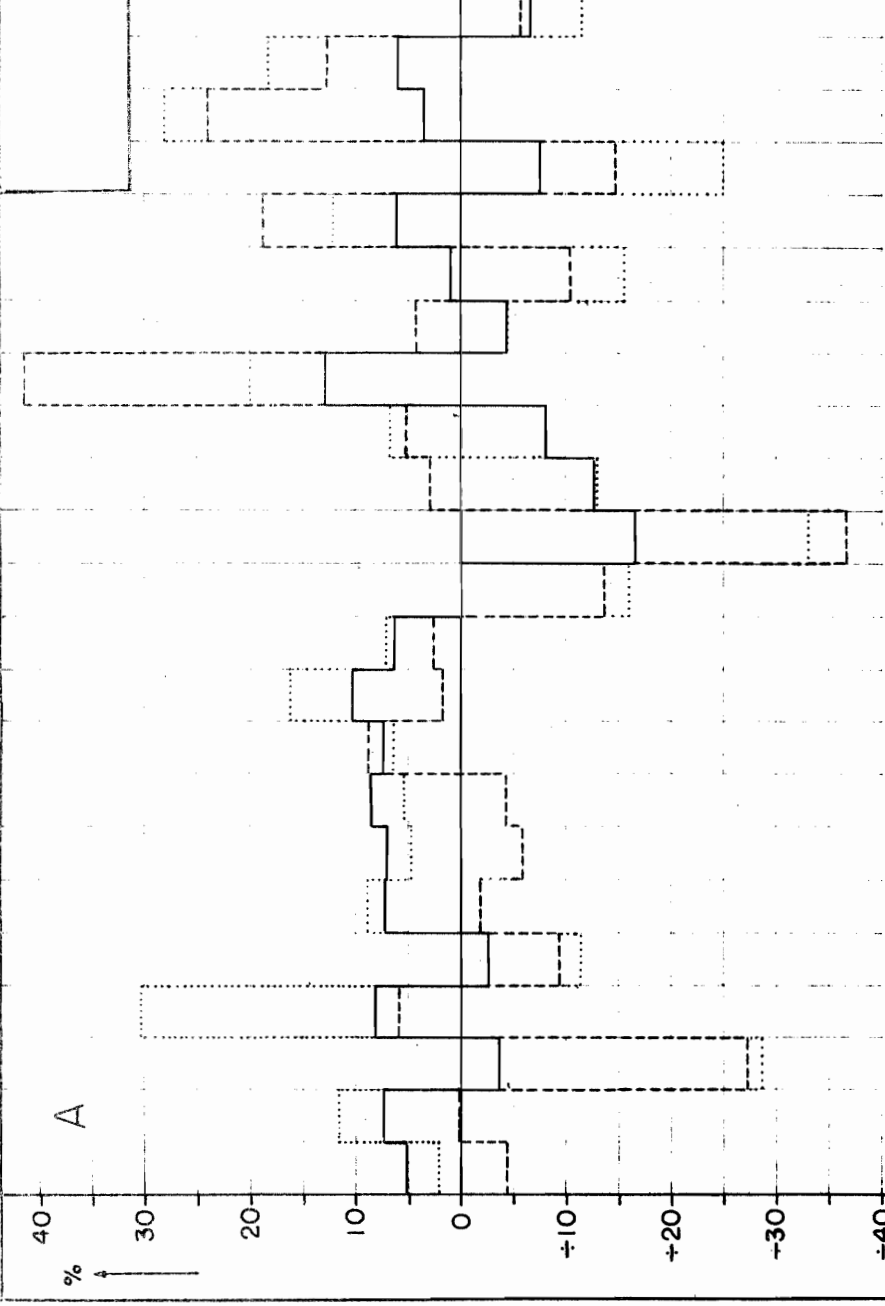
Mánaðarúrkoma v/Ljósafoos í mm
Meðalúrkoma 131,4 mm/mán = 4,316 mm/dag

Ár	sept.	okt.	nóv.	des.	jan.	feb.	marz	apr.	maí	júní	júlí	ág.	mm/ár	
38/39	129,0	141,7	68,3	241,8	43,9	178,4	133,2	113,8	126,3	106,3	19,8	308,6	1611,1	
39/40	205,3	191,3	64,9	208,3	244,0	79,4	73,2	133,7	157,2	159,8	64,4	178,5	1760,0	
40/41	101,0	160,6	117,3	159,2	69,8	42,8	91,1	73,9	36,7	97,8	126,3	49,3	1125,8	
41/42	350,6	194,6	190,4	317,9	215,6	166,8	105,1	162,4	74,5	37,8	54,7	185,0	2055,4	
42/43	157,2	116,4	142,5	124,3	39,6	91,1	181,4	116,7	98,9	161,2	142,3	25,8	1397,4	
43/44	172,1	170,6	187,8	287,3	116,4	127,4	160,8	74,5	143,9	90,2	42,7	143,3	1717,0	
44/45	279,2	237,7	103,2	156,9	63,5	83,7	233,0	130,4	21,9	45,4	68,0	227,8	1650,7	
45/46	289,5	134,9	286,5	68,1	179,0	134,9	102,3	181,0	66,2	* 45,0	* 88,0	* 85,0	* 1660,4	
46/47	* 53,2	388,6	107,8	137,7	302,1	28,0	8,4	85,8	151,7	85,9	160,2	169,9	* 1679,3	
47/48	211,7	202,3	48,4	152,9	70,8	202,2	446,8	67,0	127,3	83,8	165,9	53,1	1832,1	
48/49	40,7	255,8	239,3	236,2	90,5	125,8	185,3	91,9	69,4	117,0	99,0	140,5	1691,4	
49/50	172,9	78,4	125,2	90,1	310,3	48,2	84,0	35,2	128,6	73,6	99,7	79,1	1325,3	
50/51	46,6	222,3	69,7	80,2	106,5	80,3	64,3	67,4	107,0	70,5	111,1	31,2	1057,1	
51/52	114,1	279,5	59,1	184,8	107,5	117,3	37,2	145,1	96,5	23,2	165,0	43,2	1372,5	
52/53	42,8	163,9	135,1	49,1	214,4	228,6	347,1	67,9	70,8	188,2	51,8	123,1	1683,3	
53/54	242,4	232,8	225,0	* 350,8	166,4	119,0	97,5	187,6	83,4	44,9	80,8	62,2	* 1892,8	
54/55	30,2	105,6	228,6	51,8	123,9	31,3	76,1	176,4	55,2	94,7	288,3	247,4	1509,7	
55/56	145,6	124,8	128,9	16,6	97,7	200,8	158,9	141,8	141,6	84,2	80,0	12,1	1333,0	
56/57	104,9	298,3	321,0	160,2	212,6	8,2	90,8	133,0	215,1	72,7	36,0	116,2	1769,0	
57/58	25,6	268,8	193,7	162,9	119,2	47,3	34,1	181,1	8,8	72,3	36,2	34,6	1184,6	
58/59	186,3	264,6	515,4	115,6	145,1	225,9	193,6	54,3	86,0	158,4	81,9	71,3	2098,4	
59/60	381,9	342,2	91,8	132,4	160,8	104,1	146,5	151,1	93,9	126,3	116,4	15,5	1862,9	
60/61	167,3	81,9	54,9	115,1	116,2	215,7	218,8	55,4	106,9	89,5	79,7	94,9	1396,3	
61/62	143,5	178,6	216,3	81,2	189,3	146,1	2,6	213,1	52,6	136,5	112,3	72,8	1544,9	
62/63	171,4	192,4	147,8	217,5	73,5	101,6	117,8	110,9	140,5	62,4	56,6	27,7	1420,1	
63/64	200,3	173,5	100,9	121,3	238,9	115,0	147,6	89,4	79,6	154,7	185,7	24,3	1631,2	
64/65	55,5	272,5	212,8	138,6	103,3	128,9	48,1	88,9	35,7	44,6	88,7	85,4	1303,0	
Alls	4220,8	5474,6	4382,6	4158,8	3920,8	3178,8	3585,6	3129,7	2576,2	2521,9	2701,5	2707,8	42564,7	
					1938/39 - 1964/65									
Max.	350,6	388,6	515,4	350,8	310,3	228,6	446,8	213,1	215,1	161,2	288,3	308,6	2098,4	
Mean.	156,3	202,7	162,3	154,0	145,2	117,7	132,8	115,9	95,4	93,5	100,0	100,3	1576,5	
Min.	25,6	78,4	48,4	16,6	39,6	8,2	2,6	35,2	8,8	23,2	19,8	12,1	1057,1	
					1938/39 - 1957/58									
Max.	381,9	388,6	286,5	350,8	310,3	228,6	446,8	187,6	215,1	161,2	288,3	308,6	2055,4	
Mean.	145,7	198,4	152,1	161,8	144,6	107,1	135,5	118,3	99,0	87,7	99,0	115,8	1565,4	
Min.	55,5	78,4	48,4	16,6	39,6	8,2	8,4	35,2	8,8	23,2	19,8	12,1	1057,1	
					1959/60 - 1964/65									
Max.	381,9	342,2	216,3	217,5	238,9	215,7	218,8	213,1	140,5	154,7	185,7	94,9	1862,9	
Mean.	186,6	206,8	137,4	134,3	147,0	135,2	113,5	118,1	84,8	102,3	106,5	53,4	1526,3	
Min.	25,6	81,9	54,9	81,2	73,5	101,6	2,6	55,4	35,7	44,6	56,6	15,5	1303,0	

* Ófullkomnar mælingar eða áætlað út frá úrkomu á Þingvöllum.



RAFORKUMÁLASTJÓRI	10.6 '66 GS/JS
Rennslí Sogsins v/Ljósafoss borið saman við úrkomu á Þingvöllum og v/Ljósafoss	B-124
	Tnr. 131
	Fnr. 7477

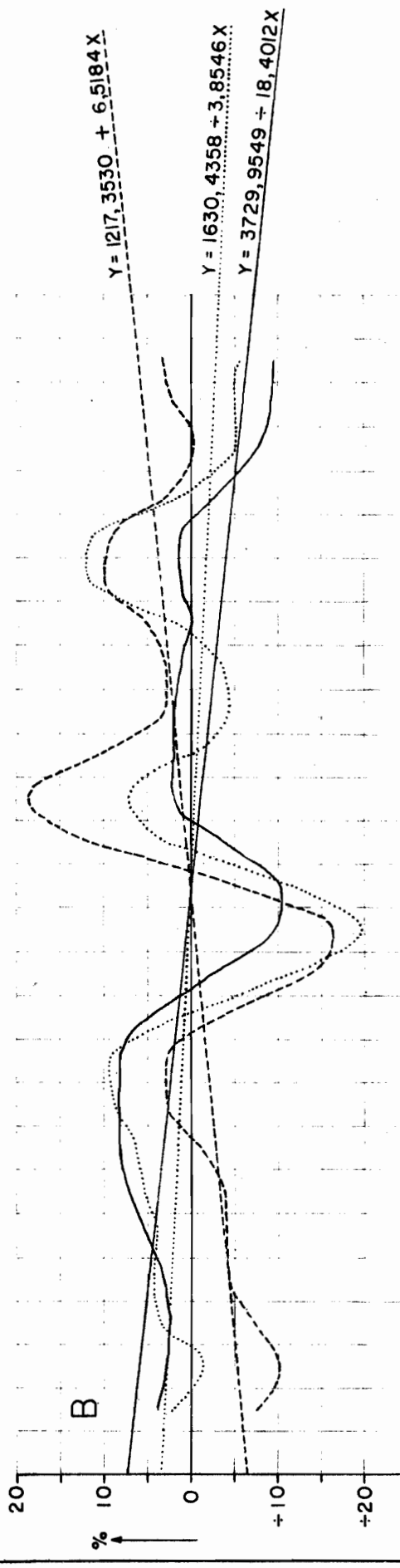


A

Árleg frávik frá meðalrennsli Sogsins
 \sqrt{V} Ljósafoss ($3472,3 \cdot 10^6 \text{ m}^3$).
Árleg frávik frá meðalúrkomu á Þing-
völlum (1308,5 mm).
Árleg frávik frá meðalúrkomu
 \sqrt{V} Ljósafoss (1576,5 mm).

B

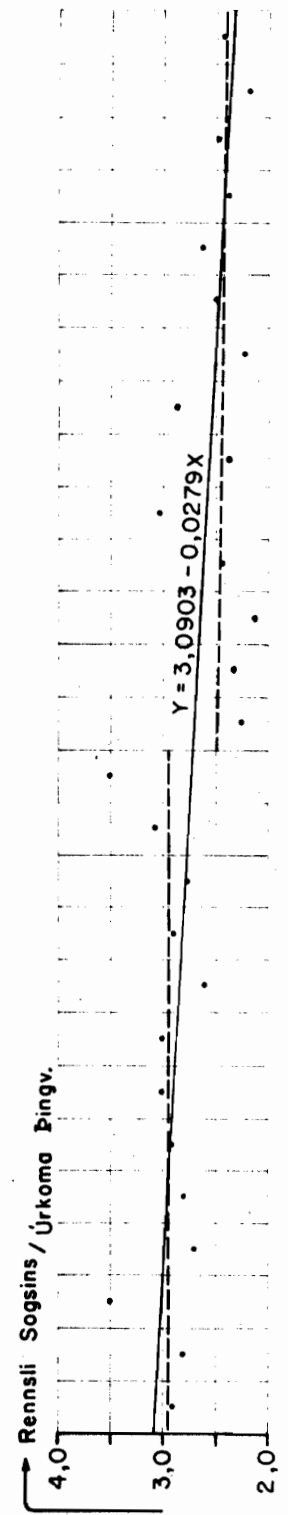
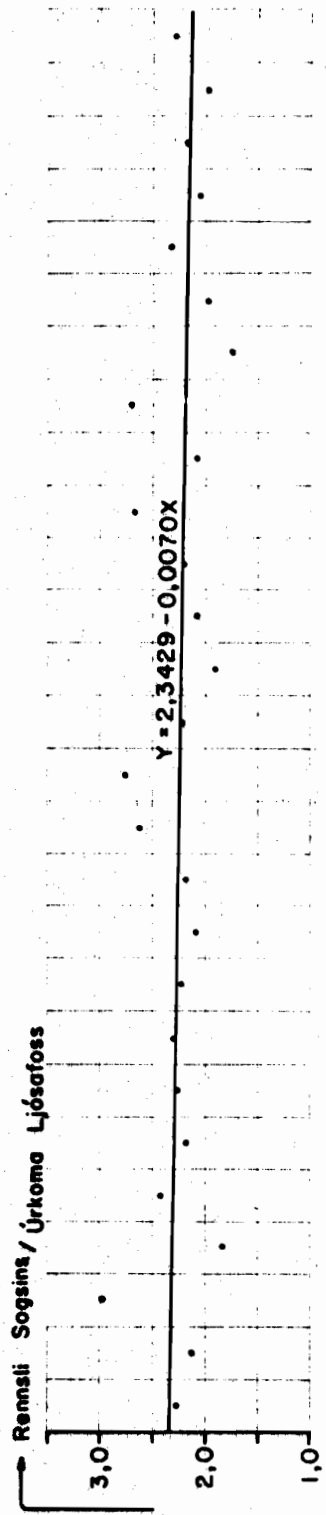
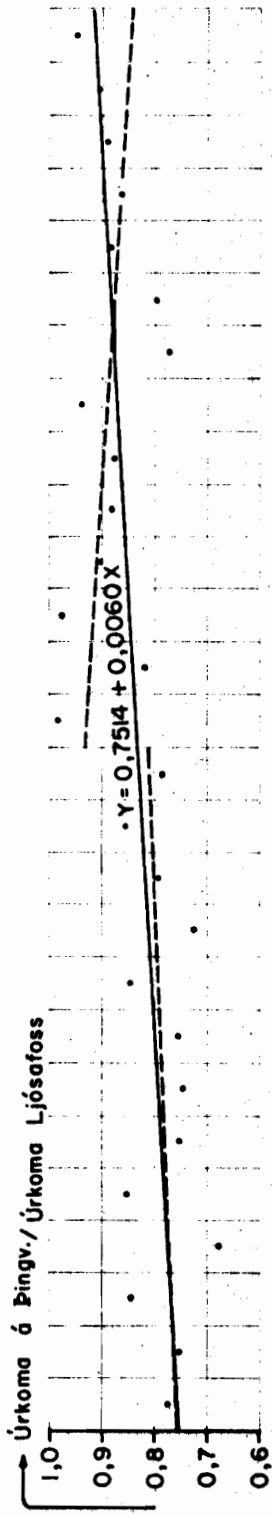
Fimm ára síuð meðaltöl
Rennsli Sogsins
Úrkoma á Þingvöllum
Úrkoma \sqrt{V} Ljósafoss
„Trend“ línur



B

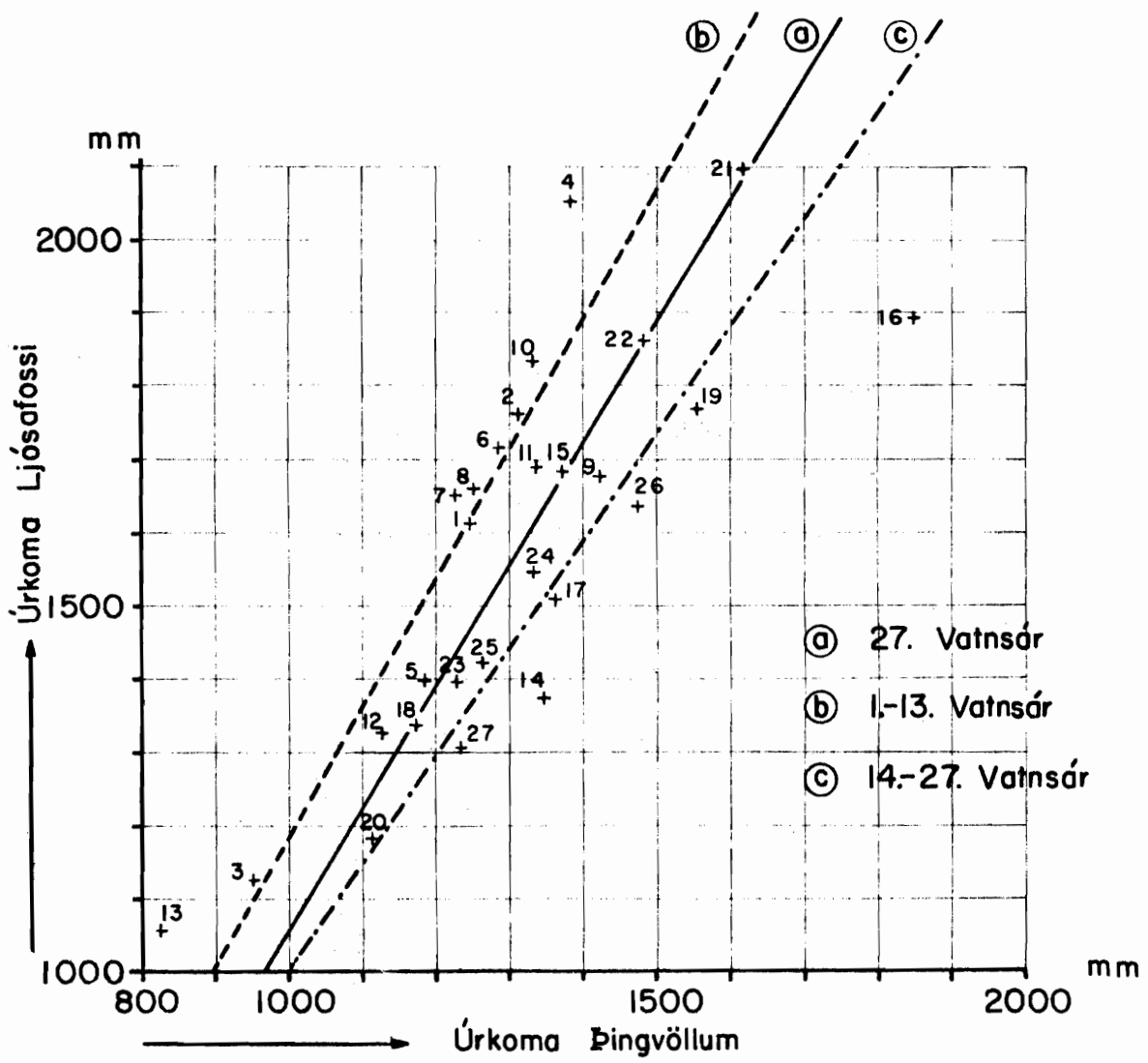
$Y = 1217,3530 + 6,5184X$
 $Y = 1630,4358 + 3,8546X$
 $Y = 3729,9549 + 18,4012X$

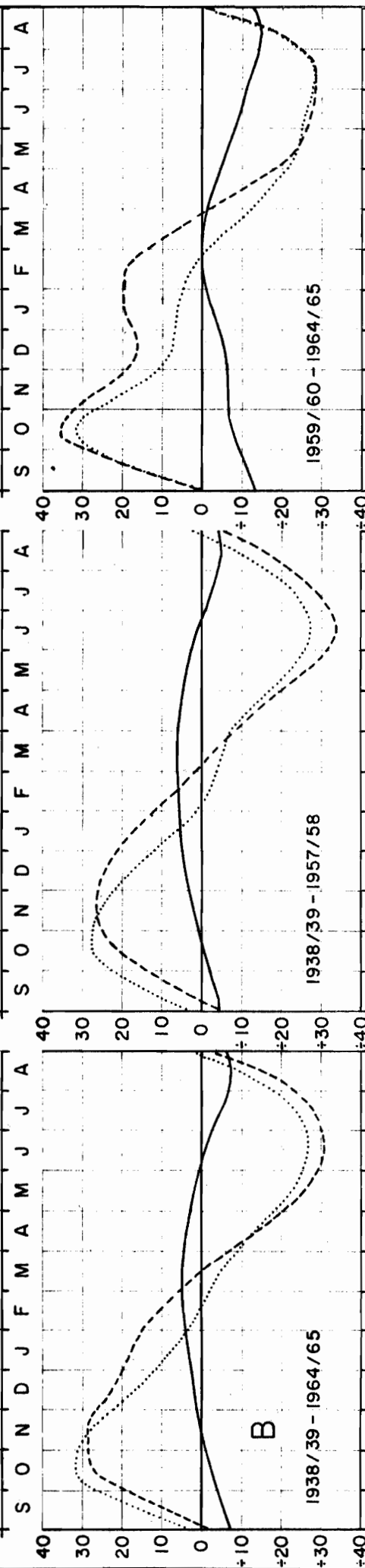
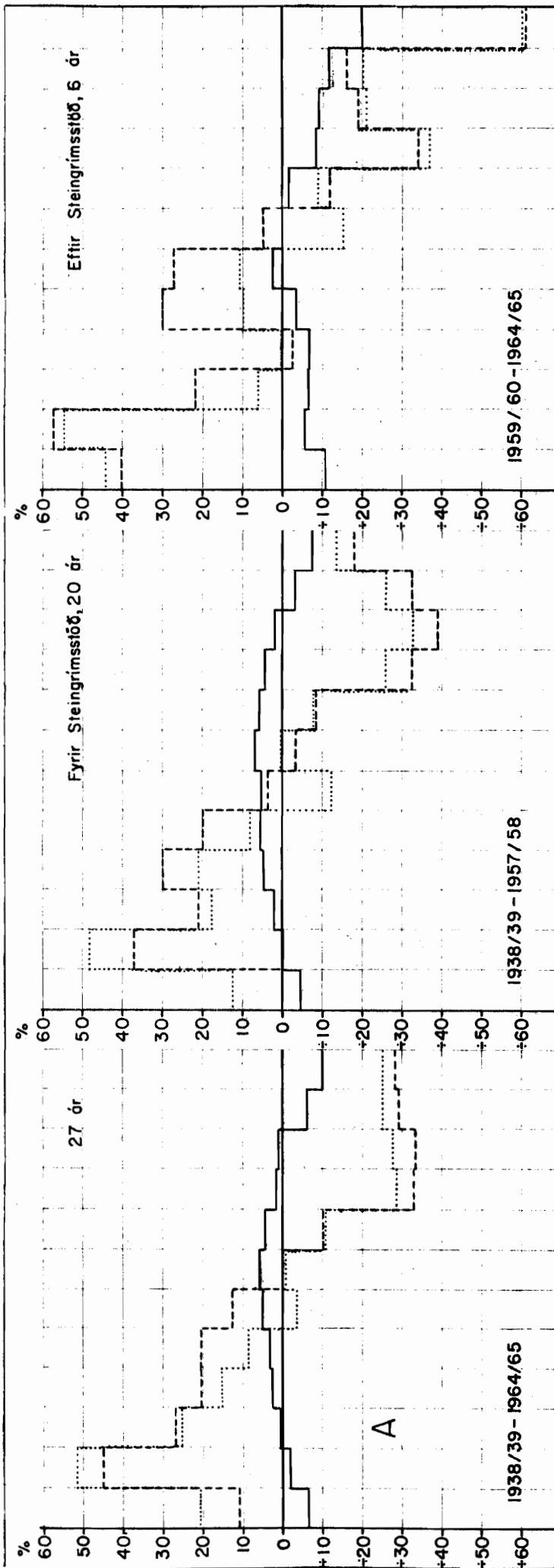
38/39 / 40/41 / 42/43 / 44/45 / 46/47 / 48/49 / 50/51 / 52/53 / 54/55 / 56/57 / 58/59 / 60/61 / 62/63 / 64/65
Vatnsár →



1938/39 / 40 / 41 / 42 / 43 / 44 / 45 / 46 / 47 / 48 / 49 / 50 / 51 / 52 / 53 / 54 / 55 / 56 / 57 / 58 / 59 / 60 / 61 / 62 / 63 / 64 / 65
 ↓
 Vainárs

4. mynd



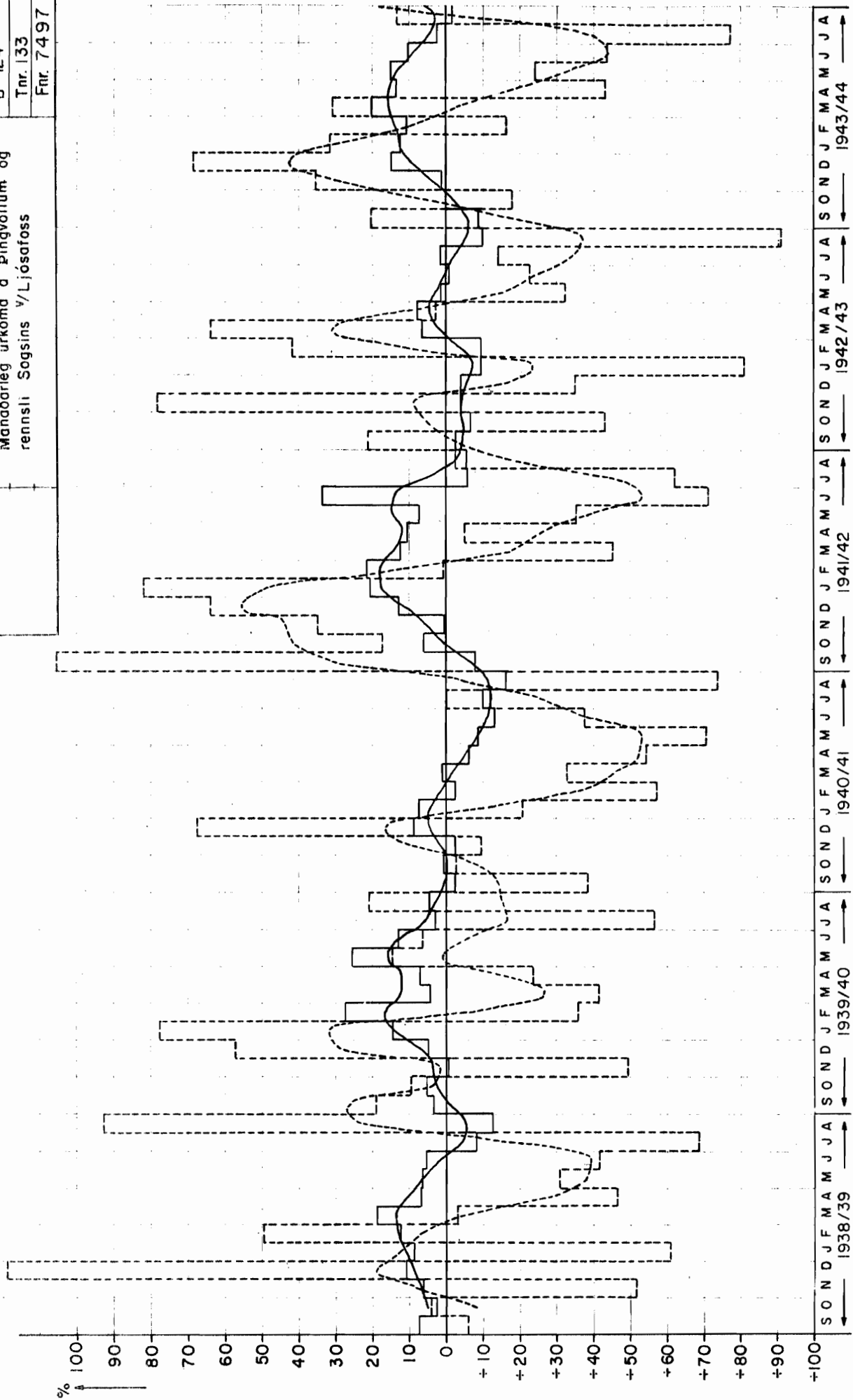


A — Meðalfrávik í hverjum mánuði frá meðalrennsli Sogsins $\frac{1}{3}$ Ljósafoss
 - - - - - Meðalfrávik í hverjum mánuði frá meðalúrkomu á Þingvöllum
 Meðalfrávik í hverjum mánuði frá meðalúrkomu $\frac{1}{3}$ Ljósafoss

B Siuð meðaltöl
 Meðaldagsrennsli við Ljósafoss = $9,506 \cdot 10^6 \text{ m}^3$
 Meðaldagsúrcoma á Þingvöllum = 3,583 mm
 Meðaldagsúrcoma við Ljósafoss = 4,316 mm

21.6.66 G.S./LS
 B-124
 Tnr. 133
 Frn. 7497

RAFORKUMÁLASTJÓRI
 Mánaðarleg úrkoma á Þingvöllum og
 rennsli Sogsins v/Ljósafoff



 Frávik í hverjum mánuði frá meðaldagsrennsli $9,506 \cdot 10^6 \text{ m}^3$
 Frávik í hverjum mánuði frá meðaldagsúrkomu 3,583 mm
 5 mánaða síuð meðaltöl
 5 mánaða síuð meðaltöl