

HYDROLOGISKA UNDERSÖKNINGAR I KASSJÖÅNS  
REPRESENTATIVA OMRÅDE

Meddelande nr III

Vattenomsättningen i Lilla Tivsjöns  
område 1966/67 - 1972/73.

av A Waldenström

HYDROLOGISKA BYRÅN

HB RAPPORT NR 1

Stockholm 1974

SVERIGES METEOROLOGISKA OCH HYDROLOGISKA INSTITUT  
HYDROLOGISKA BYRÅN



HYDROLOGISKA UNDERSÖKNINGAR I KASSJÖANS  
REPRESENTATIVA OMRÅDE

Meddelande nr III

Vattenomsättningen i Lilla Tivsjöns  
område 1966/67 - 1972/73.

av A Waldenström

HYDROLOGISKA BYRÅN

HB RAPPORT NR 1

Stockholm 1974

INNEHÅLLSFÖRTECKNING	Sid
<u>Förord</u>	
ALLMÄN BESKRIVNING AV OMRÅDET	1
UPPGIFT	1
BERÄKNING OCH BESKRIVNING AV PARAMETRARNA I VATTENOMSÄTTNINGSEKVATIONEN	2
Nederbörd	2
Avrinning	5
Snömagasin	5
Sjömagasin	7
Markvatten	7
Grundvatten	10
VATTENOMSÄTTNINGEN FÖR LILLA TIVSJÖN	12
Vattenomsättningen på månadsbasis	12
Medelvattenomsättningen	15
Vattenomsättning på årsbasis	16
Diskussion	18
REFERENSER	
KARTOR	
TABELLER	
FIGURER	

Förord

av

Arne Forsman

Av grundläggande betydelse för kännedomen om ett lands vattenresurser är kartor över långtidsmedelvärden av årsnederbörd, årsavrinning och årsavdunstning.

En karta över årsavrinningen har utarbetats av Tryselius (1971), och kartor över årsnederbörden för olika perioder har utarbetats av SMHI:s klimatbyrå. Genom att ta skillnaden mellan nederbörd och avrinning enligt dessa och även andra liknande kartor kan man i princip erhålla en avdunstningskarta.

Avdunstningen har också beräknats för ett antal dräneringsområden i olika delar av landet som skillnad mellan nederbörd och avrinning, (Bergsten 1950) och för Malmagens fjällområde har Melin (1943) beräknat avdunstningen med hjälp av totalisatorer och omfattande snötaxeringar.

Alla dessa uppskattningar lider av det felet att arealnederbörden är underskattad. Då avrinningen i regel är tämligen säkert bestämd leder detta till systematiskt för låga avdunstningsvärden.

I de representativa områdena Velen, Kassjöån och Lapträsket bedrivs omfattande hydrologiska mätningar och möjligheter finns att bestämma avdunstningen med vattenbalansmetoden.

Det är därför en angelägen uppgift att bestämma avdunstningen i dessa områden, vilka ligger i olika delar av landet. Härigenom kan man erhålla fixpunkten eller referensområden för en tillförlitligare avdunstningskarta över landet.

Vid bestämning av arealnederbörden korrigeras då för vät- och avdunstningsförluster, för vinddeficit och för nederbördens höjdberoende.

Föreliggande arbete behandlar vattenomsättningen i Lilla Tivsjöns område, ett av delområdena inom Kassjöåns representativa område.

Arbetet är av stort metodologiskt intresse, eftersom här för första gången ett försök görs att beräkna den verkliga nederbörden. Nederbördens höjdberoende för regn och snöfall har tidigare beräknats av Lennart Hedin för hela Kassjöåns område, och hans resultat tillämpas här. För övrigt följs IHD:s nederbördsgrupps rekommendationer samt används vissa jämförande nederbörds-mätningar inom Lilla Tivsjöns område.

När avrinningen dras ifrån de uppjusterade nederbördsvärdena erhålls en som man tycker, överraskande hög avdunstning.

Frågan är nu: är dessa värden riktiga?  
Eller är möjligen de få hittills tillgängliga åren icke representativa för en längre period?

Eller har för höga nederbördskorrektioner tillämpats?

Eller är möjligen avrinningen för låg?

Den senare frågan förtjänar måhända ett närmare studium.

Dräneringsområdets gränser har kontrollerats och de är sannolikt helt riktiga. Mätdammen vid vattenföringsstationen tycks inte läcka och avbördningskurvan syns vara tillförlitlig, men man kan kanske misstänka ett grundvattenflöde förbi vattenföringsstationen mellan Lilla Tivsjön och Tivsjön.

Men det skulle behövas en kompletterande fältundersökning för att avgöra om nämnvärt grundvattenflöde förekommer. På de övriga frågorna kan för närvarande inget svar ges.

Men det bör framhållas att motsvarande beräkningar för närvarande håller på att utföras för hela Kassjöån och för Lappträskområdet. Det kommer här att bli mycket intressant att se om dessa också kommer att resultera i betydligt högre avdunstningsvärden.

Slutligen bör framhållas att även de höga avdunstningsvärdena för Lilla Tivsjön är lägre än potentiell avdunstning enligt Penmans formel.

VATTENOMSÄTTNINGEN I LILLA TIVSJÖNS OMRÅDE 1966/67 - 1972/73

## ALLMÄN BESKRIVNING AV OMRÅDET

Lilla Tivsjön är ett delområde till Kassjöån, vilket representerar det mellansvenska skogslandskapet.

Lilla Tivsjön ligger i Kälarne kommun i Jämtlands län. Det geografiska läget är 62 44'N och 16 14'O. Området tillhör Gimåns avrinningsområde, vilket avbördas till Bottenhavet via Ljungan. Se karta 1.

Lilla Tivsjöns område är begränsat av vattendelaren till avrinningsstationen Lilla Tivsjön nedre, vilken är belägen vid Lilla Tivsjöns utlopp.

Områdets yta är 12,8 km<sup>2</sup> och till största delen bestående av barrskogsklädd morän. Höjden över havet varierar från 246 m vid vattenföringsstationen Lilla Tivsjön nedre till 440 m i områdets västligaste del, dvs en höjdskillnad på 194 m. Se karta 2.

Området är till 88 % täckt av skog varav 17 % är hyggen. Myrmark upptar 8 % och sjöar 3 % av området. Odlad mark och betesmark upptar endast 1 %.

Berg i dagen förekommer i mycket ringa utsträckning. Området ligger till största delen över HK och domineras av moig - sandig morän (karta 3).

## UPPGIFT

Den vattenomsättningsekvation, som har använts är

$$P - A - \Delta M_{sn} - \Delta M_{sj} - \Delta M_m - \Delta M_g = R$$

De ingående parametrarnas månadsvärden och årsvärden presenteras i tabell och diagramform för den tid som mätningar utförts på respektive parameter.

Nedan förklaras och beskrivs de ingående parametrarna. Det visas hur arealmedelvärdena beräknats.

Samtidigt sker en presentation av det ursprungliga mätaterialet, som t ex uppritning av vattenhaltens variationer i de olika grundvatten- och markvattenrören och dagliga värden av vattenföringen i Lill-Tivsjöbäcken. Presentationen gäller hela den tid som mätningar utförts inom Lilla-Tivsjöområdet.

Vid vattenbalansberäkningen har det hydrologiska året 1/10 - 30/9 använts.

#### BERÄKNING OCH BESKRIVNING AV PARAMETRARNA I VATTENOMSÄTTNINGSEKVATIONEN

##### Nederbörd

P = arealnederbörden för Lilla Tivsjöns avrinningsområde.

Tabell 1 innehåller okorrigerade månadssummor av nederbörd från de dagliga stationerna Lilla Tivsjön och Öraåttjärnarna samt från totalisatorn vid Mon, vilken endast avläses sommartid.

Se tabell 4 där stationshöjderna är angivna. Stationen Lilla Tivsjön ligger på den lägsta höjden och borde därför uppvisa den lägsta nederbörden. Det stämmer vintertid, men inte alltid sommartid. Förklaringen är, att nederbörden sommartid ofta är av skurtyp med begränsad utsträckning.

För fördelning av totalisatorvärdena, så de omfattar precis en månad, hänvisas till Hedin (1971 a). Totalisatorvärdena är reducerade med 5 % enligt en undersökning som presenteras i samma rapport. KTH:s totalisator gav i den undersökningen i medeltal 5 % mer nederbörd än SMHI:s mätare. Totalisatorn har en rundad i stället för en skarp kant med en uppsamlingsyta, som är ca 5 % större än den standardiserade 200 cm<sup>2</sup>. På försök har korrigerings för uppskattad avdunstnings, vätnings och vindförlust utförts, samt korrigerings för nederbördens ökning med höjden. Dylika korrigerings av nederbörden har

tidigare ej gjorts vid vattenbalansberäkningar för de representativa områdena.

Förslag till storleken på korrigeringarna har utarbetats av "Arbetsgruppen för nederbördsfrågor" inom Svenska IHD-kommittén.

Avdunstning mm

	Nov-Feb	Mar-Apr	Maj-Aug	Sep-Okt	Vätning mm hela året
SMHI-mätare	0	0-1	1-2	0-1	1
KTH-mätare	0	0	0	0	

För avdunstning från SMHI-mätare har medelvärdena 0.5 (mars-april, September - Oktober), och 1.5 (maj-augusti) använts.

Dessa värden ska således läggas till de ursprungliga nederbördsvärdena.

Korrigeringen för vindförlusterna hos SMHI-mätare har av arbetsgruppen föreslagits till 2-8 % sommartid och 10-20 % vintertid. För mätare i marknivå samt för alla mätare i vind-skyddade gläntor i skogen sättes vindförlusten lika med noll. Totalisatorn vid Mon är placerad i en vindskyddad glänta, medan SMHI-mätarna vid Lilla Tivsjön och Öraåstjärnarna står mera öppet. I tabell 2 har en jämförelse gjorts mellan GGI-mätare i marknivå och SMHI-mätare på 1.5 m höjd, på klimatstationen Lilla Tivsjön, för att uppskatta vindförlusten hos SMHI-mätaren. Data från juli och augusti 1973 fanns tillgängliga. I juli ligger värdena från GGI-mätaren i medeltal 7 % över värdena från SMHI-mätaren och i augusti 7 % över. Endast 4 dagar erhöles negativa skillnader, dvs SMHI-värdena är större än GGI-värdena. Två månader är naturligtvis ett alldeles för litet jämförelse-material, men på grund av den goda överensstämmelsen mellan de båda månaderna och rekommendationerna från arbetsgruppen på 2-8 % sommartid, var det lämpligt att räkna med en vindförlust på 7 % sommartid. Vindförlusten vintertid har satts till 15 % efter arbetsgruppens rekommendationer. Medelvärdet 11 % har lagts på nederbördsvärdena från oktober och april,



då nederbörden består av både regn och snö.

Tabell 3 består av nederbördsvärden korrigerade för avdunstning, vätning och vind.

Arealnederbörden för området är beräknad med Thiessenpolygoner på de uppmätta nederbördsmängderna, som är korrigerade för avdunstning, vätning och vind. Enligt Hedin (1971 b), är i genomsnitt nederbördens ökning med höjden 7 % per 100 m sommartid och 15 % per 100 m vintertid. Som tidigare nämnts görs avläsningar vid Mon endast sommartid, varför endast mätvärden från två stationer finns tillgängliga vintertid. Medelhöjden beräknades för de områden som erhöles efter användning av Thiessenpolygoner på de tre, resp två nederbördsstationerna. Höjden över havet vid stationerna är känd. Värdena från de olika stationerna korrigerades efter Hedins procentuella ökning med höjden till medelhöjden inom resp område. Ett medelvärde av ökningen sommartid och vintertid användes för oktober och april då både snö- och regn- nederbörd förekom. Se tabell 4, där stationshöjden, medelhöjden inom respektive område, som erhållits genom användning av Thiessenpolygoner och den procentuella ökningen av nederbörden till medelhöjden redovisas.

Tabell 5 visar den erhållna arealnederbörden. Som jämförelse är i tabell 6 arealnederbörden beräknad med Thiessenpolygoner på de uppmätta nederbördsmängderna. Andra korrektioner är då ej utförda.

Dec 1966 - sep 1967 gjordes nederbördsmätningar endast vid Lilla Tivsjön. I tabell 7 är nederbörden korrigerad till medelhöjden för Lill-Tivsjöområdet. Korrigering för höjden efter hypsografiska kurvan har också gjorts för att se om det blev någon skillnad. Se hypsografisk kurva fig 1. Området delades då in i höjdintervall på 50 m.

Arealmedelvärdena erhållna efter korrigeringen för höjden efter hypsografiska kurvan ligger hela tiden något över värdena erhållna efter korrigering till medelhöjden. Skillnaden ligger förutom december 1966, på mellan 0.2 och 1.2 mm. Den skillnaden

saknar betydelse på grund av övriga felkällor.

Arealnederbörden i mm per månad är utritad i fig 2. De regelbundenheter som kan upptäckas hos nederbörden är, att nederbördsmängderna ofta är höga i juli och på senhösten oktober-november. Den största månadsnederbörden är på 161 mm i juli 1972.

### Avrinning

A = avrinningen bestämd vid stationen Lilla-Tivsjön nedre. Se tabell 8. I fig 2 är avrinningen i mm per månad inritad tillsammans med nederbörden i mm per månad. Den största avrinningstoppen infaller varje år omkring maj vid snösmältningen. Ett höstflöde förekommer varje år på grund av hög nederbörd. Avrinningen uppvisar för det mesta låga värden på sommaren och vintern (december till mars). Månadsavrinningen ökar i januari 1973 till 17 mm, vilket troligen beror på snösmältning.

Den högsta noterade månadsavrinningen är 183 mm i maj 1967, och den lägsta 0 mm i februari 1967.

I fig 3-5 är den dagliga vattenföringen i Lilla-Tivsjöbäcken inritad. Sorten är l/s. Vårflödet våren 1972 saknar markerad topp eftersom snösmältningen är utdragen i tiden. Även våren 1973 är vårflödet mindre, dels på grund av ringa snömängd, dels på grund av snösmältning utdragen i tiden. Den 27/7 - 6/8 1970 saknas värden på grund av ombyggnadsarbeten. Värdena beräknades med avrinningsmodellen HBV-2 (Sten Bergström, 1973). Anpassningen mellan beräknade och uppmätta värden visade sig nämligen vara god det året.

### Snömagasin

Msn = snömagasinet storlek den sista varje månad. Utgångspunkt är snötaxeringar gjorda vid Lilla-Tivsjön, Öraåttjärnarna och Mon. Vid beräkningen av den areella snömagasinerings per månad användes Thiessenpolygoner i likhet med beräkningen av arealnederbörden. Stationsvärdena korrigerades enligt Hedins framräknade värde av vinternederbördens ökning på 15 % per 100 m

ökning (Hedin 1971 b). De ökades då så de motsvarade snömagasineringsringen på medelhöjden inom respektive område, som erhållits efter användning av Thiessenpolygoner.

$\Delta$ Ms<sub>n</sub> = månatlig ändring av snömagasinet. I fig 6 visas snömagasineringsring och ackumulerad nederbörd för varje vinter. Nederbörden har ackumulerats från och med november, då snön brukar börja ligga kvar. Från vintrarna 66/67 och 67/68 finns endast ett värde per vinter, (månadsskiftet mars/april) på snömagasineringsringen. Dessa värden är 60-70 mm lägre än den ackumulerade nederbörden motsvarande månad. Det beror på, att den utritade nederbörden innefattar både regn och snö, varför en del av nederbörden kan ha runnit av eller fortsatt ned i marken. En viss avsmältning kan också ha skett. Jämför tabell 9 där snömagasinsändring av snömagasinet och nederbörd redovisas.

Vissa värden på snömagasineringsringen fattas även för de övriga åren t ex oktober, november, december 1972. Vid oklarheter om snömängden kan jämförelse göras med snökuddestationen, som är belägen väster om Tivsjön utanför Lilla Tivsjöns avrinningsområde på höjden 250 m ö h. Ökningen av snömagasineringsringen sker ungefär lika snabbt på snökudden som inom Lilla Tivsjöns område, medan avsmältningen sker snabbare på mätplatserna inom Lilla Tivsjöns område. Det är då främst mätplatsen vid Lilla Tivsjön som dominerar. Den ligger lägre, på 255 m ö h, och har ett öppnare läge. Vid beräkningen av arealmedelvärdet för snömagasineringsringen, gjordes visserligen korrigerings för nederbördens ökning med höjden, men det verkar som om de beräknade arealmedelvärdena uppvisar en för snabb avsmältning (se diskussion om vattenomsättning på månadsbasis nedan). I mars 1971 sker enligt de beräknade värdena en ökning av snöns vattenvärde med hela 96 mm, trots att arealnederbörden inskränkte sig till 49 mm. En hel del av den ökningen måste emellertid ha visat sig redan i februari, då ökningen troligen är större än det redovisade 5 mm. Punktmätningen vid Mon månadsskiftet februari-mars verkar också att ha gett ett alldeles för lågt värde jämfört med Lilla Tivsjön och Öraåttjärnarna. Snökudden visade en ökning på 29 mm i februari och 45 mm i mars.

Vintern 1972/73 var som synes ett snöfattigt år. Den ackumulerade nederbörden ligger ungefär 100 mm över snöns vattenvärde.

### Sjömagasin

$\Delta M_{sj}$  = månatlig ändring av sjömagasinet, tab 10, beräknad ur vattenståndsändringen i Lilla Tivsjön. För att arealmedelvärdet ska erhållas, multipliceras vattenståndsändringen med sjöprocenten. Sjöprocenten är endast 2.7 % vilket medför, att sjömagasineringen får en underordnad roll i områdets totala vattenomsättning.

### Markvatten

$\Delta M_m$  = månatlig ändring av markvattenmagasinet.

Markvattenmätningar har gjorts sedan 1969. 1969 skedde emellertid mätningarna mycket sporadiskt och mätvärdena från de olika rören uppvisar helt olika tendenser till skillnad från övriga år, då följsamheten mellan de olika rören är god. Endast mätvärden från 1970 har därför medtagits. Markvattenhalten 0-100 cm ned i marken i de olika markvattenrören är inprickade i fig 7 och 8. 1970 gjordes mätningar i tre rör 5, 8 och 10, de övriga åren i fem rör, rör 1, 5, 8, 10 och 15. Vissa mätningar saknas från rör 1 och 15. Markvattenstationerna och rören är beskrivna i Andersson och Waldenström (1973). Variationerna för de olika rören följer varandra ganska väl. Markvattenhalten i rören börjar, från ett minimum tidigt på hösten, med en långsam ökning under hösten och vintern till ett maximum i april-maj efter en snabbare ökning i samband med snösmältningen. Därefter börjar markvattenhalten sjunka. Oftast sker en ökning i juli på grund av hög nederbörd innan vattenhalten minskar till ett minimum tidigt på hösten igen.

Vid beräkningen av markvattenmagasineringen togs först månadsändringen för varje rör ut från figur 7 och 8, varefter medelvärdet av månadsändringarna räknades ut. Varje rör fick lika stort värde på grund av den relativt goda följsamheten. Det var inte någon närmvärd skillnad på röret i sediment, rör 10, och på rören i morän. Den del av områdets yta som representeras av markvatten erhålles om man drar ifrån myrar och sjöar. Det omfattar 89 %, vilket således ska multipliceras med månadsändringen för att arealmedelvärdet ska erhållas. Markvattenmagasineringen redovisas i tabell 11.

Markfysikaliska konstanter

I tabell 12 är fysikaliska konstanter för markvattenprofilerna ned till 1 m djup angivna. Maximivattenhalten  $W_{\max}$  och minimivattenhalten  $W_{\min}$  är tagna direkt ur den utskrift som erhålls från datorn. Fältkapaciteten  $W_{fc}$  beräknades enligt formeln:

$$W_{fc} = W_{\max} - n_{\text{eff}} \cdot \Delta G_w \text{ (mm)}$$

$n_{\text{eff}}$  = effektiva porositeten

Grundvattenståndsändringen  $\Delta G_w$  erhålls ur grundvattenstånds-  
mätningarna.

$n_{\text{eff}} \cdot \Delta G_w$  är en korrektion för om grundvattenytan ligger ovanför 1 m under marken. Se Milanov (1973).

Profiler av vattenhalten i marken

Figurerna 9-16 återger profiler av markvattenhalten för olika mättillfällen. De visar dels hur vattnet fylls på, dels hur vattnet avtappas ur marken. Vattenhalten är i  $\text{mg}/\text{cm}^3$  för varje dm. Observera skalan för vattenhalten. I fig 10, 11, 14, 15, 16 motsvarar 5 cm  $50 \text{ mg}/\text{cm}^3$  och i fig 9, 13 motsvarar 5 cm  $100 \text{ mg}/\text{cm}^3$ . I fig 12 motsvarar 5 cm  $25 \text{ mg}/\text{cm}^3$ . De större skalorna har använts för att man lättare ska kunna följa vattenhaltens förändringar, men på grund av för stora variationer på olika djup, har i vissa fall den mindre skalan måst användas. Grundvattenytans läge vid de olika mättillfällena har angivits, om mätvärden har funnits.

Station II 11/4 - 14/6 1970

Fig 9 visar hur markvattnet fylls på vid snösmältningen 1970 den 11/4, 26/4, 3/5 och 18/5, för att sedan avtappas 31/5 och 14/6. Beskrivningen gäller markvattenrör 5 på station II. Enligt dessa värden reagerar markvattnet snabbare än grundvattnet. Grundvattnet fortsätter att stiga efter det att markvattnet börjat sjunka.

Påfyllningen sker i hela profilen, men från den 11/4 till den 26/4 har den största påfyllningen skett på 20 och 30 cm nivåerna.

Den 18/5 har även övriga nivåer fyllts på betydligt och grundvattenytan höjts 164 mm. Enligt mätningar skulle grundvatten-

ytan nu ligga på 198 cm djup, vilket verkar väl lågt om man betraktar profilen. Möjligen kan någon sorts igenslamning förekomma, vilket fördröjer ändringen i själva grundvattenröret, medan vattenståndet har ändrats i omgivningen.

Den 31/5 har 20 och 30 cm nivåerna minskat i vattenhalt och grundvattenytan höjts till 98 cm enligt mätningar. Till mätningen den 14/6 har vattnet i de övre lagren fortsatt att sjunka och på så sätt höjt grundvattenytan.

Station IV 11/4 - 18/5 1970

Påfyllningen i rör 10 vid samma tidsperiod som föregående visas i fig 10. Observera att skalan är större.

Från den 11/4 till 26/4 har vattenhalten även ökat synbart på nivåerna 50 till 100 cm. Detta rör är placerat i sediment.

Station IV 15/11 - 13/12 1970

I fig 11 syns påfyllningen utav höstregnen 1970. Nederbörden var riklig, 133 mm i oktober och 111 mm i november.

Station I 2/10 - 28/11

I fig 12 fylls markvattenrör 1 på av höstregnen 1971. Nederbörden var lägre detta år, 60 mm i september, 50 mm i oktober och 66 mm i november. Variationerna är därför mycket mindre än vid de föregående tillfällena.

Station II 26/2 - 29/4 1972

Påfyllningen i rör 5 vid snösmältningen 1972 syns i fig 13. Grundvattenytan ligger vid det aktuella tillfället för lågt för att synas i figuren. Jämför fig 19, där grundvattenrör 27 är uppritat. Där ser man, att grundvattenytan i rör 27 fortsätter att stiga ända till i slutet av maj. Jämför fig 9 och 13. I fig 9 ligger grundvattenytan högre och marken har nått en större mättnad på vatten. Snömängden var emellertid större 1970, 192 mm maximalt, mot 126 mm 1972.

Ökningen av markvatten i rör 15 på station V för samma tidsperiod återges i fig 14. Den största påfyllningen har skett 70-100 cm ned.

Exempel på markvattenminskning ges i fig 15 och fig 16. Fig 15 visar hur markvattnet minskar efter sitt maximum vid snösmältningen 1972.

I fig 16 syns vattenminskningen i rör 15 30/7 - 29/10, vilken beror på avdunstning. Avrinningen är låg augusti, september, och oktober. Från den 30/7 - 4/9 har den största minskningen skett den översta halvmeteren och grundvattenytan sjunkit 100 cm. Arealnederbörden var visserligen hela 161 mm i juli, men avdunstningen var också som störst under året, 97 mm. Avrinningen var 44 mm. På grund av glesa mätningar märks inte de snabbare variationerna av vattenhalten i marken.

Dessa figurer ger därför endast en schematisk bild av markvattnets förändringar.

### Grundvatten

Grundvattenståndsmätningar inom Lilla Tivsjöområdet har utförts sedan september 1967. De första åren fanns endast SMHI:s rör 1 till 9 plus brunn 23. Hösten 1970 tillkom SGU:s rör 25 till 28, varav 26 är en registrerande grundvattenpegel. Se karta 2 för placeringen av rören.

### Grundvattenrören

I fig 17-20 är vattenståndet hos samtliga grundvattenrör för hela mätperioden inritade. Varje figur omfattar två år. Rörhöjden är frändragen, varför 0-nivån motsvarar markytan.

I stort sker alla rörs vattenståndsförändringar likartat. Inget rör skiljer sig märkbart från de övriga. I fig 17 oktober-november 1967 sker en kraftig höjning av grundvattenytan på grund av hög nederbörd, 115 mm i oktober. Vattenytan sjunker ganska jämnt i samtliga rör under vintern 1968 fram till mitten på mars då snösmältningen sätter in. Då följer en jämn kraftig höjning till ett maximum i maj, då även den

höga nederbörden 103 mm i maj är en bidragande orsak. Lika stor följsamhet hos rören kan märkas vid avsänkningen som sker på grund av hög avdunstning och låg nederbörd under sommarmånaderna.

I rör 9, som är belägen i myrmark, ligger vattenytan högt och variationerna är betydligt mer dämpade än i övriga rör.

1969 och 1970 är variationerna likartade. Snösmältningen märks något senare och en höjning av grundvattenytan sker i juli på grund av hög nederbörd.

December 1972 syns en viss höjning i många rör på grund av snösmältning.

1973 följer rören varandra inte fullt lika jämnt.

Det var dåligt med snönederbörd det året och avsmältningen började redan i mars.

#### Beräkning av $\Delta M_g$ , månatlig ändring av grundvattenståndet

Ändringen i grundvattenstånd till varje mättillfälle räknades ut för alla rör, varefter medelvärdet av ändringarna till varje mättillfälle beräknades. Detta medelvärde prickades in i diagram för hela tiden. Därur kunde månadsförändringen beräknas. Linjär interpolation skedde mellan punkterna. Arealmedelvärdet av den månatliga grundvattenståndsförändringen erhöles efter att ha multiplicerat med 0.97 (sjöprocenten från dragen) och med effektiva porositeten, som antagits vara 3 % (Engelheart 1973). Se tab 13. En del grundvattenrör är uttorkade vissa perioder och frusna andra. Dessa rör har emellertid inte sorterats bort, utan alla mätvärden, som finns tillgängliga från varje mättillfälle, har använts. Amplituden för de uttorkade rören skiljer sig nämligen inte övriga tider på året från de andra rören, varför de inte borde förskjuta medelvärdet. Vi är ju endast intresserade av vattenståndsförändringar. Om de uttorkade rören varit rör där vattenytan minskade betydligt mer än i övriga rör, hade ett för högt medelvärde erhållits. För de år som markvattenmätningar finns, räknades grundvattnets



förändringar ovanför 1 m ned i marken som noll. Detta för att inte vattnet ska räknas två gånger, eftersom markvattnet räknas som vattenhalten 1 m ned i marken.

#### VATTENOMSÄTTNINGEN FÖR LILLA TIVSJÖN

##### Vattenomsättningen på månadsbasis

Vattenomsättningen månadsvis för de hydrologiska åren 1966/67 - 1972/73 redovisas i tabellerna 14-20.

$\Delta M$  = månatlig ändring av magasinvolymen utom markvattenmagasinet

$\Delta M_{tot}$  = månatlig ändring av totala magasinvolymen

$R_1$  = restterm. Termen innehåller markvattenmagasinets variation, evapotranspirationen samt fel från övriga parametrar.

$R$  = restterm. Termen innehåller avdunstningen samt fel från övriga parametrar.

$E_{pot}$  = normalvärden av den potentiella evapotranspirationen för perioden 1931-60 (Wallén 1966). De angivna värdena är medeltal av de beräknade värdena för Östersund och Härnösand.

Luftt. = lufttemperaturen. Medelvärdet av max och min temperaturen har då använts.

Se föregående för förklaring av övriga parametrar. Avrinningsvärdena verkar vara väl låga om man jämför med avrinningen från hela Kassjöområdet (Hedin 1972 och 1973). Avrinningens arealmedelvärde, i mm/år, i Lilla Tivsjön utgör i medeltal 70 % av arealmedelvärdet för avrinningen från hela Kassjöområdet 1967/68 - 1971/72. Om avrinningsvärdena ökar medför det, att resttermen dvs avdunstningen minskar.

Från 1966/67 finns endast nederbörd, avrinning, sjömagasinerings och ett värde på snömagasinerings, varför ingen beräkning på den totala magasineringen och resttermen har kunnat göras.

Markvattenvärden saknas fram till mars 1970. Först då kan därför en fullständig vattenbalansberäkning utföras.

För de hydrologiska åren 1967/68, 68/69 och halva 69/70 har den månatliga ändringen av magasinvolymen utom markvattenmagasinet räknats ut, samt en restterm som förutom avdunstningen och fel från mätta parametrar innehåller markvattenmagasinets

variationer.

På grund av den knapphändiga informationen om snömagasineringsen måste månaderna dec-mars 1967/68 slås ihop vid uträkningen av den totala magasineringen och resttermen. Snö-, sjö- och grundvattenmagasin visas i diagramform i fig 21. I denna uppritning redovisas inte markvattenmagasineringsen. Markvattenmagasineringsen redovisas i fig 22. Som synes är snömagasineringsen dominerande under vintern. Jämför diagrammet med tabellerna. Oktober - november 1967 fylls sjömagasinet och grundvattnet på av den höga nederbörden på 176 mm. Den stora resttermen i oktober 68 som även innefattar markvattnets variationer visar, att även markvattnet fylldes på betydligt. Under vintern då snön magasineras sjunker både sjömagasinet och grundvattnet, för att åter stiga i april, grundvattnet även i maj, då snön smälter. De avtappas sedan under sommaren fram mot hösten.

Det påföljande hydrologiska året, 1968/69 är gången ungefär densamma. Snömagasineringsen är större. Snömagasinet når sitt maximum i slutet av mars och utgör då 90 % av den ackumulerade nederbörden. 1969-70 är avrinningen mycket låg under vintern. Grundvattnet och sjömagasinet minskar med 27 resp 2 mm dec-feb, 64 mm magasineras som snö. Nederbörden var 75 mm, vilket ger en hög restterm, varför markvattnet måste öka under vintern.

Från och med april 1970 finns även markvattenmätningar. Markvattenmagasinet får ett tillskott på 33 mm i april, och grundvattnet och sjömagasinet får 12 resp 1 mm. Snösmältningen har då börjat med 24 mm och resten av magasinpåfyllningen kommer från nederbörden på 60 mm.

Markvattnet fortsätter under maj, juni ned i grundvattnet eller avdunstar. Under juli fylls både markvatten-, grundvatten- och sjömagasinet på av den höga nederbörden på 142 mm. Avdunstningen är då som störst med sina 94 mm.

De tre hydrologiska åren 1970/71 - 72/73 visas i fig 22. Den totala magasineringen är då också utritad. Jämför med tabell 18, 19 och 20. 1970/71 har sammanslagning måst göras för

oktober och november vid uträkningar av magasinering och restterm. Uppgifter om snötäckets mäktighet visar nämligen att snö fanns redan i oktober, men snötaxeringsvärde saknas. För december 1970 erhöles resttermen +29 mm, vilket är en hög avdunstning för att vara på vintern. Antagligen är snöavsmältningen på 45 mm en för hög siffra. Hela Kassjöområdet hade för samma tid en avsmältning på 9 mm. Minskar man avsmältningsbeloppet för den aktuella månaden, minskar även resttermen. Markvattenvärden saknas för februari till mars.

Av den höga nederbörden på 244 mm oktober - november 1970 avrinner 83 mm och 125 mm magasineras som snö, mark-, sjö- och grundvatten. Den totala magasineringen har nått sitt maximum för det året. Grundvatten- och sjömagasin är välfyllda och snömagasineringen är 79 mm. Snösmältningen i december ger tillsammans med nederbörden en avrinning på 36 mm och en markvattenpåfyllning på 8 mm.

Snömagasinet når sitt maximum på 174 mm månadsskiftet mars, april 1970. Markvattnet når sitt maximum en månad senare. Grundvattnet och sjömagasinet, som börjat fyllas på vid snösmältningen, når sitt maximum maj,- juni för att sedan i stort sett sjunka fram till nästa snösmältning i mars 1972. Vid den snösmältningen bildas ingen lika markerad avrinnings- topp som tidigare år, eftersom snön smälter under en längre tidsperiod. Grundvattnet fortsätter att stiga ända till slutet på juli 1972 på grund av den höga nederbörden, som är 71 mm i juni och 161 mm i juli. Markvattnet får därför ett tillskott på 9 mm i juli trots den höga avdunstningen. Efter att ha sjunkit i slutet på sommaren och början på hösten börjar markvattnet stiga vid höstregnen och fortsätter att stiga till sitt maximum i april, maj 1973. Inte heller nu bildas någon markerad vårflödestopp, på grund av den ringa snömängden.

Den totala magasineringen når åren 1971/72 och 72/73 sitt maximum i slutet på februari resp mars.

Restterm R och potentiell avdunstning  $E_{pot}$  visas i fig 23.

Resttermen är för vissa månader ett medelvärde. Dessa månader är oktober, november 1970, januari, februari, mars och april, maj 1971, april, maj och oktober, november, december 1972 samt april 1973.  $E_{pot}$  motsvarar den potentiella avdunstningen medan  $R$  motsvarar den verkliga.  $E_{pot}$  är också större än  $R$  för det mesta, men undantag finnes.

#### Medelvattenomsättning

En medelvattenomsättning för de tre åren 1970/71 - 72/73 har beräknats. Det är visserligen en alldeles för kort period för att kunna visa normalförhållandena, men kan ändå vara av ett visst intresse. Medelvattenomsättningen redovisas i tabell 21 och fig 24 och 25. Utav nederbörden på 149 mm oktober-november avrinner 35 mm, 41 mm magasineras som snö och 16 resp 1 mm som markvatten och i sjön. Det ger en restterm på 56 mm, vilket är ett alldeles för högt värde. Under december sker en viss snöavsmältning, vilket tillsammans med nederbörden och grundvattnet som börjat avtappas, avrinner eller magasineras i marken.

Markvattnet fortsätter att öka januari, februari, mars tillsammans med snömagasineringsen, som når ett maximum månadsskiftet mars-april på 111 mm. Även den totala magasineringen, som ju domineras av snömagasineringsen, når sitt maximum på 146 mm månadsskiftet mars-april. Därefter börjar snöavsmältningen, vilket ger markvattnet ett maximum april/maj och grundvattnet och sjömagasinet ett maximum maj/juni, således en månad senare. Nederbörd och snöavsmältning ger 220 mm april/maj. Av detta avrinner 110 mm, medan resten avdunstar eller magasineras som markvatten, grundvatten eller i sjön. Markvattnet börjar minska redan i maj och fyller då på grundvattnet. Det fortsätter att minska, nu tillsammans med grundvattnet, till dess höstregnen börjar. Avdunstningen ökar från 66 mm i juni till ett maximum på 98 mm i juli. Den totala magasineringen minskar efter sitt maximum i mars-april till -26 mm vid årets slut. De olika magasinens amplitud under året.

Snömagasinets amplitud	111 mm
Sjömagasinets amplitud	6 mm
Markvattenmagasinets amplitud	73 mm
Grundvattenmagasinets amplitud	29 mm

I fig 25 syns att avrinningen endast överskrider nederbörden i maj vid snösmältningen. Restterm, dvs avdunstning och  $E_{pot}$  visas i fig 26. De negativa värdena av  $E_{pot}$  har satts som noll. Både resttermen och  $E_{pot}$  har sitt maximum i juli.

Vattenomsättningen för de enskilda åren samt medelvattenomsättningen har således beräknats med de tidigare beskrivna korrektionerna gjorda på nederbörden. Eftersom korrektionerna medför att nederbörden blir större, blir också resttermen, vilken motsvarar avdunstningen, större.

#### Vattenomsättning på årsbasis

Vattenomsättning på årsbasis, dvs hydrologiska år, är sammanställt i tabell 22. Enligt Tamm's karta över evapotranspirationen i Sverige för åren 1921-50 (Tamm 1959) ligger avdunstningen i Kassjöområdet på ungefär 275 mm/år. Den kartan har gjorts upp utan användning av några nederbörds-korrektioner. Resttermen, dvs avdunstningen, är för de år den har kunnat räknas ut, dvs 1970/72, 72/73 och 73/74, mycket hög. Den är 414 mm 1970/71, 420 mm 1971/72 och 460 mm 1972/73. De beräknade värdena på avdunstningen ligger i alla fall under normalvärdet för den potentiella avdunstningen, vilken är 476 mm. Som jämförelse har, i tabell 23, avdunstningen räknats ut då korrektioner på nederbörden för vätning, avdunstning, vind och höjd, ej har gjorts. Avdunstningen blir då betydligt lägre, 327 mm 1970/71, 358 mm 1971/72 och 394 mm 1972/73. Observera att höjddkorrektion även gjordes på snömagasineringsen. Det saknar emellertid betydelse för årsavdunstningen, eftersom totala snömagasineringsen under året är lika med noll.

I fig 27 har den korrigerade och den okorrigerade årsnederbörden i mm ritats ut tillsammans med årsavrinningen i mm. Den korrigerade nederbörden ligger 10-14 % över den okorrigerade. Ackumulerad korrigerad nederbörd  $\Sigma P_{korr}$ , ackumulerad okorrigerad nederbörd  $\Sigma P_{okorr}$  och ackumulerad avrinning  $\Sigma A$  från oktober 1967 till september 1973 visas i fig 28. Om magasineringsen försummas, blir avdunstningen lika med skillnaden mellan nederbörden och avrinningen,  $P - A = E$ . Den korrigerade ackumulerade nederbörden för de sex åren är 3973 mm. Det ger en medelnederbörd på 662 mm.

Den ackumulerade avrinningen är 1046 mm vilket medför, att medelavrinningen blir 234 mm/år. Det verkar vara ett väl lågt värde, om man jämför med medelavrinningen per år 1931-60, som ligger på ungefär 300 mm i Kassjöån. Ackumulerade avdunstningen är lika med 2567 mm på 6 år (ackumulerad nederbörd minus ackumulerad avrinning). Det medför att avdunstningen blir 428 mm/år i medeltal för de sex åren 1967/68 - 1972/73.

Avdunstningen utgör 65 % av den korrigerade nederbörden.

Den ackumulerade okorrigerade nederbörden är lika med 3513 mm på 6 år. Medelnederbörden blir då 586 mm/år. Den ackumulerade avdunstningen blir 2107 mm på 6 år och medelavdunstningen 351 mm/år. 60 % av nederbörden utgörs då av avdunstning och 40 % av avrinning. Över hälften av nederbörden utgörs således av avdunstning även då nederbörden är okorrigerad. Det verkar väl mycket. Man kan misstänka att avrinningsvärdena är för låga, vilket nämnts tidigare. Om t ex avrinningen skulle höjas till 300 mm per år i medeltal skulle det innebära, att avdunstningen minskade till ungefär 290 mm per år vid användning av okorrigerad nederbörd. Det utgör 49 % av medelnederbörden. Vid användning av korrigerad nederbörd erhålls, för en årsavrinning på 300 mm, en medelavdunstning på ungefär 360 mm per år. Det utgör 55 % av medelnederbörden.

Avrinningen är emellertid säkerligen inte så hög som 300 mm per år. Medelvärde är taget på ett litet antal år, 6 år, vilka kan skilja sig från det normala. 1972/73 t ex var ett snöfattigt år.

Nederbördsvärden finns från nov 1966. Om nederbörden och avrinningen ackumuleras från november 1966 till september 1973 fås, att avdunstningen utgör 62 % av den korrigerade nederbörden under de nästan 7 åren.

Avdunstningen utgör 65 % av den okorrigerade nederbörden. Någon årsmedelavdunstning kan ej räknas ut, eftersom oktober 1966 fattas för att 7 hela hydrologiska år ska erhållas.

### Diskussion

Två nederbördsstationer, eller tre sommartid, är egentligen ett alldeles för litet antal stationer för beräkning av areal-nederbörden. Om någon av stationerna uppvisar ett felaktigt värde någon månad, får det alldeles för stor betydelse,

En annan tänkbar felkälla är, som nämnts tidigare, arealmedelvärdet av avrinningen, vilken möjligtvis är för låg. Om t ex vattendelaren skulle vara något felaktigt dragen, så att områdets yta blev för stort, skulle det innebära att det beräknade arealmedelvärdet blev för litet. En minskning med t ex 1 km<sup>2</sup> medför att medelvärdet av avrinningen ökar med 9 %. Avdunstningen minskar med 5 %. Vid fältundersökningar och studium av kartor har emellertid inga felaktigheter i vattendelarens dragning kunnat konstateras.

En annan möjlighet skulle kunna vara att en viss grundvattenavrinning från sjön förekommer. Detta går emellertid inte att avgöra utan fältundersökningar. En beräkning rent teoretiskt av möjligt grundvattenflöde förbi vattenföringsstationen mellan Lilla Tivsjön och Tivsjön har gjorts av Rolf Engelheart (1973). Mellan sjöarna ligger ett sedimentområde som består av ursvallat material och det är genom detta område som grundvattenflödet misstänkes ske. Grundvattenflödet har beräknats med hjälp av Darcy's lag:

$$Q = K \cdot A \cdot \frac{dh}{dl} \text{ där } K = \text{permeabiliteten (m/s)}$$

$$A = \text{genomströmningsarean (m}^2\text{)}$$

$$\frac{dh}{dl} = \text{tryckgradienten (dim.lös)}$$

K-värdet har antagits vara 10<sup>-2</sup> m/s.

Genomströmningsområdets längd har mätts på ekonomiska kartan (skala 1:10000) till 460 m. Genomströmningsareans höjd har antagits vara 2 m och dess bredd 150 m. Höjdskillnaden mellan sjöarna är 4,3 m.

Härav erhålles ekv.

$$Q = K \cdot A \cdot \frac{dh}{dl}$$

$$Q = 10^{-2} \cdot 2 \cdot 1,5 \cdot 10^2 \cdot \frac{4,3}{4,6 \cdot 10^2} \text{ m}^3/\text{s} = 2,8 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3/\text{s} =$$

$$= 0,03 \text{ m}^3/\text{s} = 30 \text{ l/s}$$

Detta motsvarar en mängd av 70 mm vattenpelare per år.

Om permeabiliteten antages 10 gånger mindre erhålles ett uppskattat grundvattenflöde på 7 mm per år.

Nederbördskorrektioner har, som redan nämnts, ej gjorts tidigare vid vattenomsättningsberäkningar i Sverige, och många osäkerheter finnes, varför vissa reservationer måste göras.

#### SAMMANFATTNING

Vattenomsättningen i Lilla Tivsjöns dräneringsområde inom Kassjöåns representativa område har studerats. Området består av 12,8 km<sup>2</sup> barrskogsbevuxen moränmark. De ingående parametrarna i vattenomsättningsekvationen presenteras och beskrivs för den tid som mätningar utförts på respektive parameter. Det visas hur arealmedelvärdena beräknats. Även det ursprungliga mätmaterialen presenteras.

Nederbörden har korrigerats för avdunstning, vätning, vind och höjdberoende, i huvudsak enligt nederbördsgruppens rekommendationer. Arealnederbörden för området är beräknad med Thiessenpolygoner på de korrigerade nederbördsmängderna med hänsyn till höjdberoendet. Som jämförelse beräknades även arealnederbörden med de uppmätta okorrigerade nederbördsmängderna. Den korrigerade nederbörden i mm/år ligger 10-14 % över den okorrigerade.

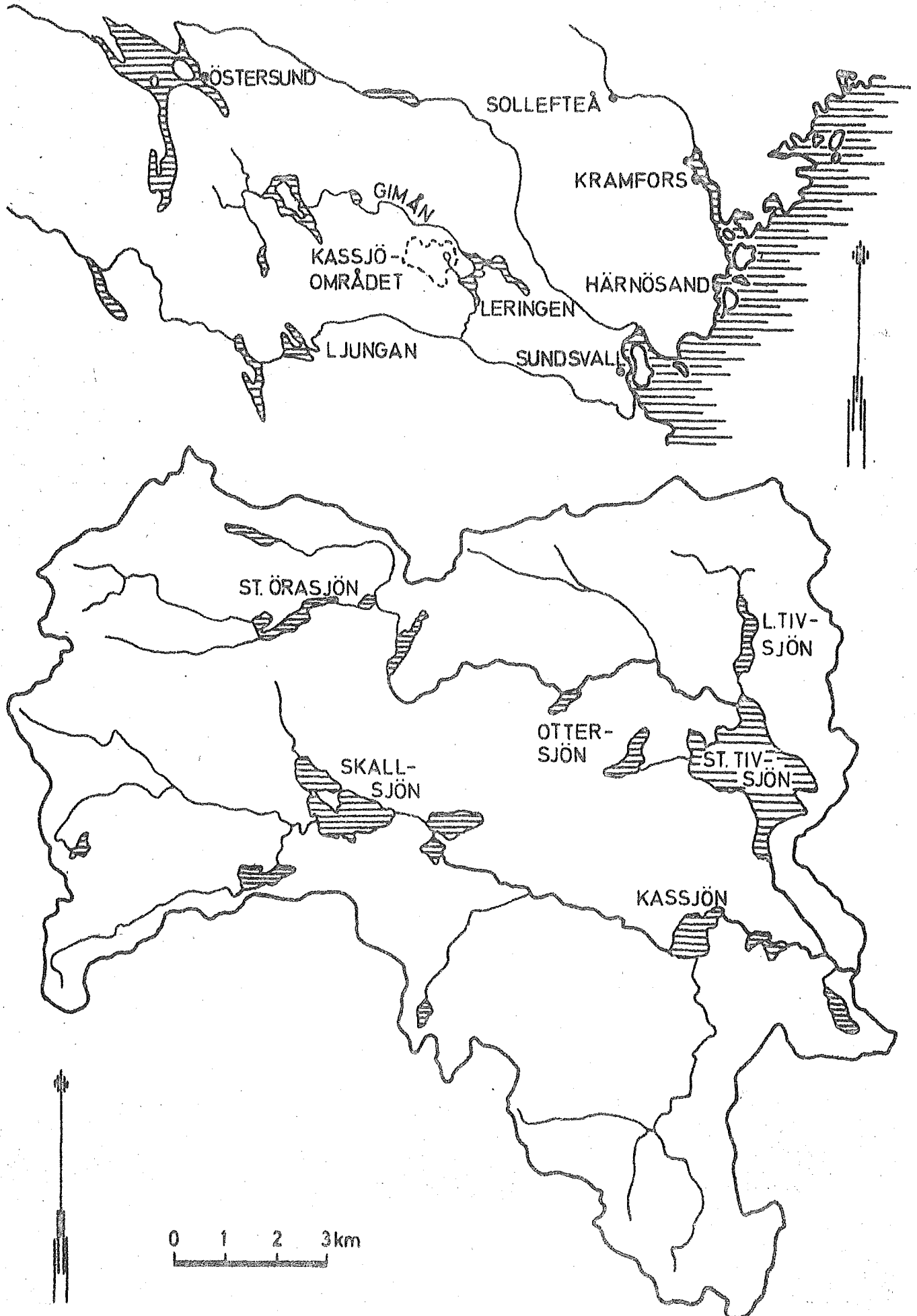
Vattenomsättningen månadsvis och årsvis för de hydrologiska åren 1966/67 - 1972/73 redovisas i tabell och diagramform. Först våren 1970 finns mätdata från alla parametrar, varför en fullständig vattenomsättningsberäkning månadsvis endast har kunnat göras för åren 1970/71 - 1972/73. För dessa tre år gjordes en medelvattenomsättningsberäkning. Vattenomsättningsberäkningarna gav en oväntad hög avdunstning. Mätdata från 6 hela hydrologiska år finnes. Om magasinsförändringen sättes lika

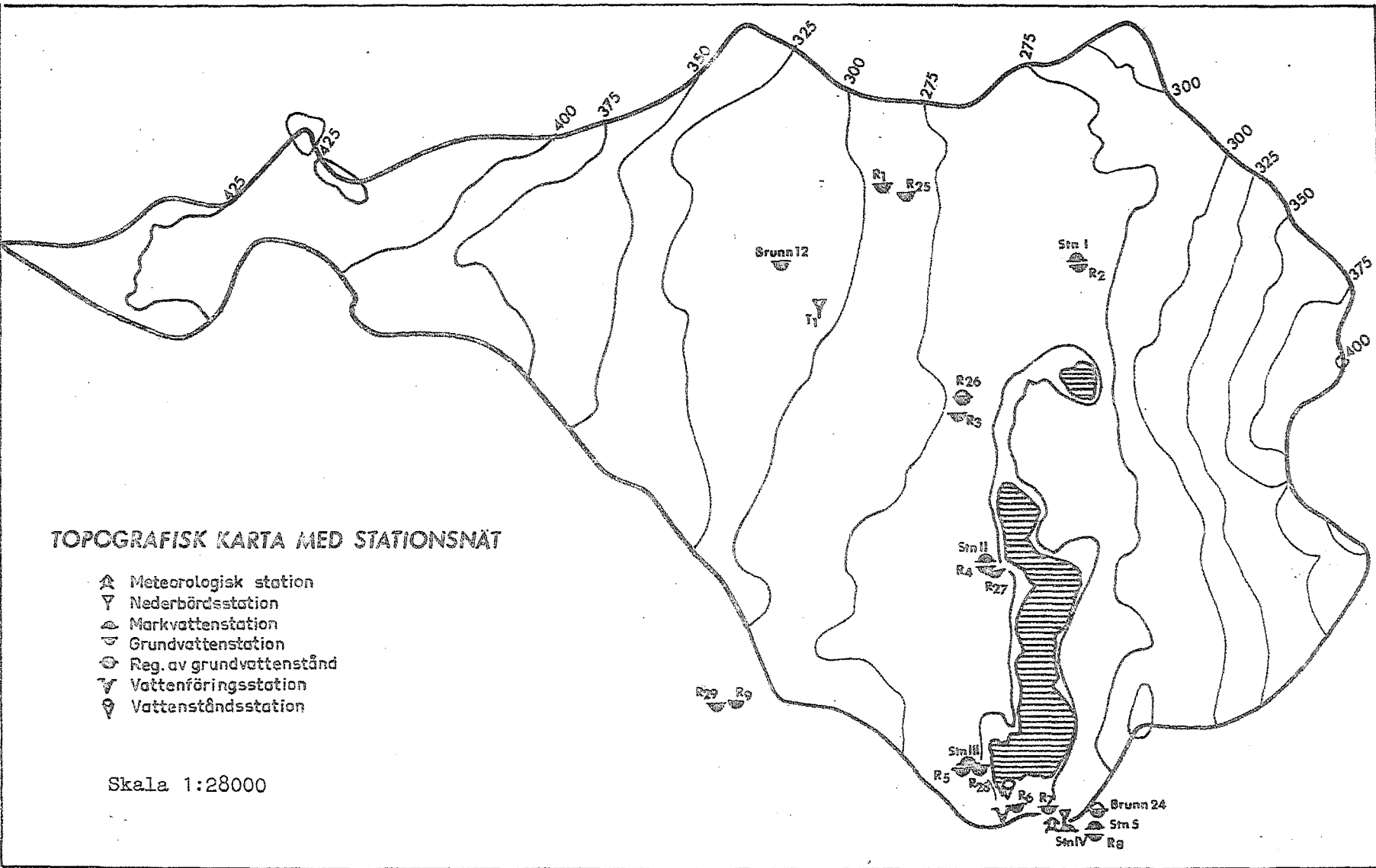


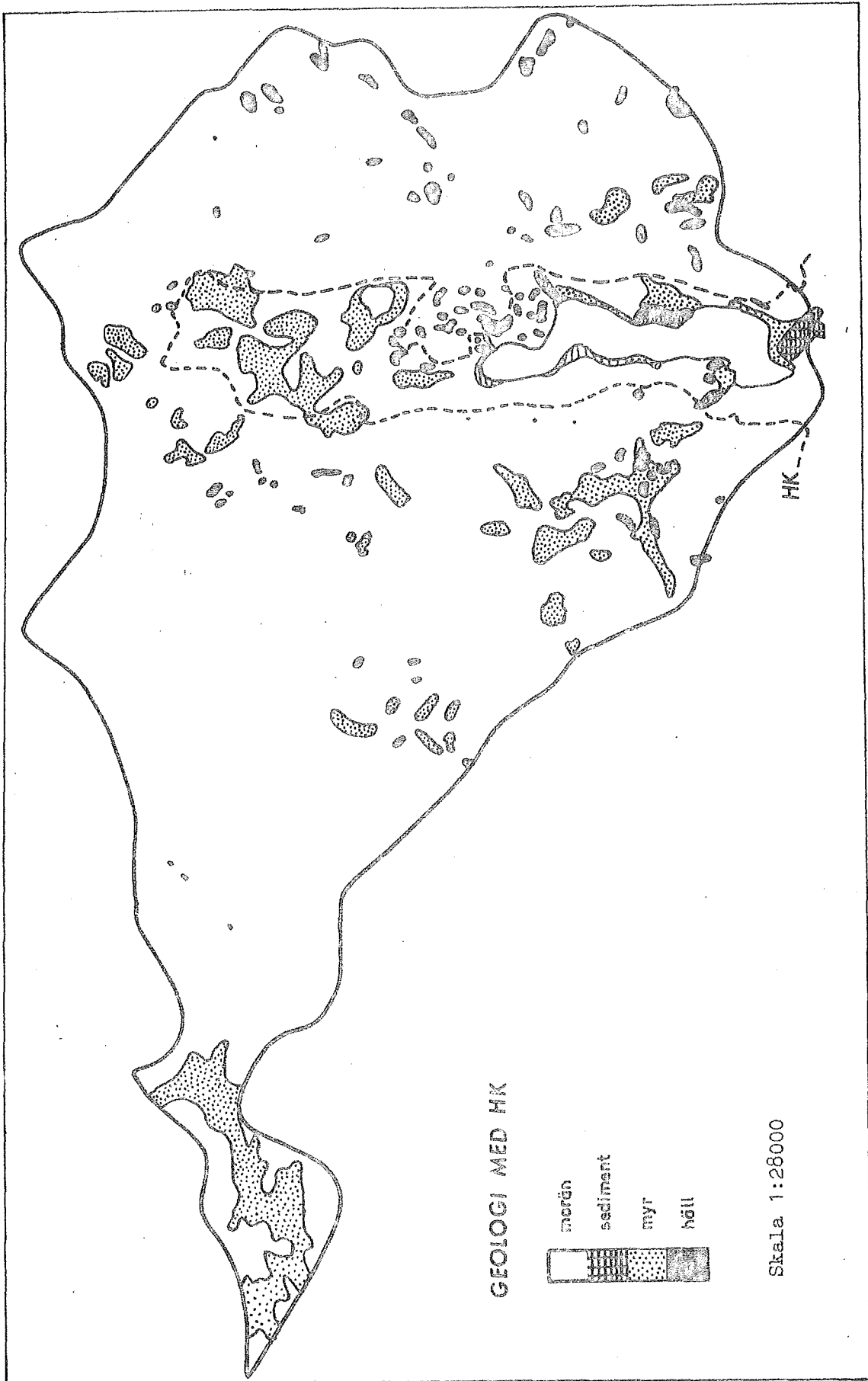
med noll över dessa år, blir avdunstningen  $2567$  mm. Årsavdunstningen utgör i medeltal för 6 år 65 % av den korrigerade nederbörden. Räkna man med okorrigerad nederbörd, fås att avdunstningen i medeltal för 6 år utgör 60 % av nederbörden. Avdunstningen utgör således även en stor del av den okorrigerade nederbörden, varför man möjligen kan misstänka att avrinningsvärdena är för låga.

REFERENSER

- Hedin, L: Hydrologiska undersökningar i Velens representativa område, Rapport I, SMHI Notiser och prel. rapporter Serie Hydrologi nr 14. Stockholm 1971 a.
- Hedin, L: Hydrologiska undersökningar i Kassjöans representativa område. Nederbördens höjdberoende samt kortfattad beskrivning av området. SMHI Notiser och prel. rapporter Serie Hydrologi nr 16. Stockholm 1971 b.
- Bergström, S: Utveckling och tillämpning av SMHI:s avrinningsmodell, HBV-2. Rapport 22 HBV, SMHI 1973.
- Andersson, U-M,  
Waldenström, A: Mark- och grundvattenstudier i Kassjöans representativa område, uppsats för tre betyg i hydrologi. Avd för hydrologi, Uppsala Universitet, Uppsala 1973.
- Milanov, T: Hydrologiska undersökningar i Kassjöans representativa område, Rapport II. Markvattenstudier i Kassjöans område. SMHI Notiser och prel rapporter Serie Hydrologi nr 30. Stockholm 1973.
- Engelheart, R: Markvattenstudier i Kassjöans representativa område. Rapport nr 17 HBV, SMHI 1973.
- Wallén C.C: Global solar radiation and potential evapotranspiration in Sweden. SMHI, Meddelanden Serie B. Nr 24. Uppsala 1966.
- Forsman, A: Vattenavdunstningen. SMHI. Undervisningsavdelningen kompendium för hydrologisk tjänsteexamen. SMHI 1959.
- Forsman, A:  
Milanov, T: Hydrologiska undersökningar i Velens representativa område. Rapport II. Markvattenstudier i Velenområdet. SMHI Notiser och prel. rapporter. Serie Hydrologi nr 15. Stockholm 1971.
- Hedin, L: Preliminär vattenomsättning för Velenområdet femårsperioden 1967/68 - 1971/72. Rapport nr 13, HBV, SMHI 1973.
- Hedin, L: Preliminär vattenomsättning för Kassjöån okt 1967-sep 1970. PM nr 14 HBV, SMHI 1972.
- Hedin, L: Preliminär vattenomsättning för Kassjöån okt 1970-sep 1972. PM nr 63 HBV, SMHI 1973.
- Engelheart, R: Ett försök till uppskattning av grundvattenflödet mellan Lilla Tivsjön och Tivsjön. PM nr 101 HBV, SMHI 1973.
- Tamm: Studier över klimatets humiditet i Sverige. Skogshögskolans skrifter, Nr 32. Stockholm 1959.







Tabell 1. Nederbörd, mm vp, okorrigerade punktmätningar nov 1966 - sep 1973.

		OKT	NOV	DEC	JAN	FEB	MAR	APR	MAJ	JUN	JUL	AUG	SEP	ÅR
1966-67	Lill-Tivsjön Öraåttjärnarna Mon		13.5	116.1	38.2	31.7	35.3	12.8	71.2	35.2	79.2	81.9	25.4	
1967-68	Lill-Tivsjön Öraåttjärnarna Mon	97.5 102.7	47.5 55.9	69.8 83.0	26.9 28.0	16.5 16.6	31.4 34.1	27.2 33.3	94.0 84.6	49.4 47.3	28.4 32.0 50.6	43.3 44.3 42.2	52.0 47.6 51.5	583.9 609.4
1968-69	Lill-Tivsjön Öraåttjärnarna Mon	81.6 91.9	30.3 33.2	34.1 36.0	38.2 42.7	31.8 34.6	19.1 19.6	41.2 52.1	33.1 35.6 37.2	20.5 18.3 20.1	85.2 91.2 94.9	105.4 113.7 103.8	90.3 102.3 101.0	610.8 671.2
1969-70	Lill-Tivsjön Öraåttjärnarna Mon	31.8 33.9	55.1 62.3	21.4 28.6	18.4 23.6	16.2 17.9	56.6 59.0	49.5 53.7	23.7 28.6	22.1 28.2 23.3	134.3 145.6 138.1	36.0 45.8 39.7	86.5 93.3 96.4	551.6 620.5
1970-71	Lill-Tivsjön Öraåttjärnarna Mon	113.6 118.5	89.4 97.2	14.8 18.1	49.6 50.6	37.9 42.4	39.6 42.4	27.6 28.7	38.7 38.6 35.7	21.0 36.4 31.1	87.6 93.3 94.0	20.3 18.7 14.1	53.6 61.1 58.8	593.7 646.0
1971-72	Lill-Tivsjön Öraåttjärnarna Mon	41.0 46.9	52.1 59.6	23.9 27.2	17.8 18.4	27.9 30.5	22.7 24.1	40.0 46.2	42.1 39.8 52.0	70.9 46.1 68.1	159.8 133.9 155.8	26.2 26.6 29.4	29.1 32.5 38.2	553.5 531.8
1972-73	Lill-Tivsjön Öraåttjärnarna Mon	15.9 21.9	50.5 59.8	25.8 28.2	19.9 22.2	27.1 33.9	13.4 16.0	65.8 78.3	71.5 57.4 69.4	29.8 36.2 40.0	67.0 57.9 69.6	46.7 42.8 62.7	58.9 61.0 59.5	492.3 515.6

Tabell 2. Nederbörd, mm vp, Lilla Tivsjön, Jämförelse mellan GGI-mätare i marknivå och SMHI-mätare på 1.5 m höjd.

1973 Dag	JULI			AUGUSTI		
	SMHI-mätare	GGI-mätare	Skillnad GGI-SMHI	SMHI-mätare	GGI-mätare	Skillnad GGI-SMHI
1				7.6	8.6	+1.0
2						
3				1.2	1.3	+0.1
4				2.1	2.2	+0.1
5				7.7	8.9	+1.2
6						
7				4.5	5.4	+0.9
8				0.4	0.6	+0.2
9	4.1	4.4	+0.3			
10						
11	3.1	3.7	+0.6	8.2	7.4	-0.8
12	1.8	2.1	+0.3			
13						
14						
15						
16	0.2	0.9	+0.7			
17	0.1	0.3	+0.2			
18	15.6	16.6	+1.0			
19	2.5	2.5	+0.0	5.8	6.5	+0.7
20	21.9	22.7	+0.8	0.5	0.5	0.0
21				0.3	0.3	0.0
22	2.8	3.2	+0.4	0.2	0.3	+0.1
23	1.0	1.1	+0.1			
24	2.5	2.6	+0.1			
25	2.6	2.8	+0.2			
26	1.2	0.9	-0.3			
27				0.3	0.3	0
28				0.6	0.6	0
29						
30				9.3	9.8	+0.5
31				0.3	0.1	-0.2
Summa	59.4	63.8	4.4	49.0	52.8	3.8

Resultat: 7 % större värden från GGI-mätaren i juli och 7 % i augusti.

Tabell 3. Nederbörd, mm vp, korrigerad för avdunstning, vätning och vind, nov 1966 - sep 1973.

	OKT	NOV	DEC	JAN	FEB	MAR	APR	MAJ	JUN	JUL	AUG	SEP	ÅR
1966-67 Lill-Tivsjön		16.5	134.6	45.0	37.5	41.7	15.9	78.7	40.3	87.4	90.3	28.8	
1967-68 Lill-Tivsjön	109.9	55.75	81.4	32.0	20.1	37.3	31.9	103.2	55.5	33.1	59.7	57.2	677.0
Öraåttjärnarna	115.7	65.4	96.6	33.3	20.7	40.4	38.6	93.2	53.3	36.9	50.1	52.5	696.2
Mon										50.6	42.2	51.5	
1968-69 Lill-Tivsjön	92.2	36.0	40.4	45.1	37.7	23.1	47.4	38.1	24.6	93.8	115.45	98.2	692.0
Öraåttjärnarna	103.7	39.3	42.5	50.2	40.9	23.7	59.5	40.8	22.3	100.3	124.3	111.1	958.6
Mon								37.2	20.1	94.9	103.8	101.0	
1969-70 Lill-Tivsjön	37.0	64.5	25.8	22.3	19.8	66.2	56.6	28.0	26.3	146.4	41.2	94.2	628.3
Öraåttjärnarna	39.3	72.8	34.0	28.3	21.7	69.0	61.3	33.3	32.85	158.5	51.7	101.4	704.1
Mon									23.3	138.1	39.7	96.4	
1970-71 Lill-Tivsjön	127.8	104.0	18.2	58.2	44.7	46.7	32.3	44.1	25.1	96.4	24.4	59.0	680.9
Öraåttjärnarna	133.2	112.0	22.0	59.3	49.9	49.9	33.5	44.0	41.6	102.5	22.7	70.0	740.6
Mon								35.7	31.1	94.0	14.1	58.8	
1971-72 Lill-Tivsjön	47.2	61.1	28.6	21.6	33.2	27.2	46.1	47.7	78.5	173.7	30.7	32.7	628.3
Öraåttjärnarna	53.7	69.7	32.4	22.3	36.2	28.9	52.95	45.3	52.0	145.95	31.1	36.4	606.9
Mon								52.0	68.1	155.8	29.4	38.2	
1972-73 Lill-Tivsjön	19.3	59.2	38.8	24.0	32.3	16.6	74.7	79.2	34.6	74.4	52.6	64.6	570.3
Öraåttjärnarna	26.0	69.9	33.6	26.7	40.1	19.55	88.6	64.1	41.4	64.6	48.5	66.9	589.9
Mon								69.4	40.0	69.6	62.7	57.5	

Gjorda korrektioner: för Lilla-Tivsjön och Öraåttjärnarna:

Vätning + avdunst., mm	+1.5	+1	+1	+1	+1	+1	+1.5	+2.5	+2.5	+2.5	+2.5	+1.5
Vind	+11%	+15%	+15%	+15%	+15%	+15%	+11%	+7%	+7%	+7%	+7%	+7%

Korrektioner för nederbörden vid Mon: Vätning + avdunstning 0 mm  
vind 0%



Tabell 4. Höjd, m ö h, för nederbördsstationerna och medelhöjd, m ö h, inom respektive område uträknade med Thiessen-polygoner.

	<u>3 stationer</u>		<u>2 stationer</u>	<u>3 stationer</u>	<u>2 stationer</u>
	Medelhöjd inom området	Stationshöjd	Medelhöjd inom området	Höjdkorrektion för nederbörden till medel- höjden inom respektive område.	
Lilla-Tivsjön	305	255	280	7.5% nov-mar, 3.5% maj- sep, 5.5% okt, apr.	3.75% nov-mar, 1.75% maj- sep, 2.75% okt, apr.
Öraåttjärnarna	425	345	380	12% nov-mar, 5.6% maj- sep, 8.8% okt, apr.	5.25% nov-mar, 2.45% maj- sep, 3.85% okt, apr.
Mon	310	305		Ingen höjdkorrektion	

Tabell 5. Nederbörd, mm vp, Lilla Tivsjön, nov 1966-sep 1973.

	OKT	NOV	DEC	JAN	FEB	MAR	APR	MAJ	JUN	JUL	AUG	SEP	ÅR
1966-67		18	146	49	41	45	17	82	42	91	94	30	
1967-68	115	61	89	34	21	40	35	103	56	46	47	53	700
1968-69	98	38	43	48	40	24	52	38	22	96	109	102	710
1969-70	39	69	29	25	21	70	60	30	25	142	41	97	648
1970-71	133	111	20	61	48	49	34	38	30	96	17	60	697
1971-72	50	66	31	23	35	29	49	51	71	161	30	37	633
1972-73	22	65	33	26	36	18	81	72	39	71	60	62	585
Medelvärde	76	61	56	38	35	39	47	59	41	100	57	63	568

Tabell 6. Nederbörd, mm vp, Lilla Tivsjön, beräknad med Thiessenpolygoner. Andra korrektioner ej gjorda.

	OKT	NOV	DEC	JAN	FEB	MAR	APR	MAJ	JUN	JUL	AUG	SEP	ÅR
1966-67		14	116	38	32	35	13	71	35	79	82	25	
1967-68	99	50	73	27	16	32	29	92	49	44	42	51	604
1968-69	84	31	35	39	32	19	44	36	20	92	105	98	635
1969-70	32	57	23	20	17	57	51	25	23	137	39	94	575
1970-71	115	91	16	50	39	40	28	36	29	92	16	58	610
1971-72	42	54	25	18	29	23	42	49	68	156	28	36	570
1972-73	17	53	26	20	29	14	69	69	37	68	58	59	519
Medelvärde	65	50	45	30	28	31	39	54	37	95	53	60	586

Tabell 7. Nederbörd, mm vp, nov 1966 - sep 1967.  
Höjdkorrektion efter hypsografisk kurva.

	NOV	DEC	JAN	FEB	MAR	APR	MAJ	JUN	JUL	AUG	SEP
Höjdintervall m											
246-280	77.8	628.2	210.3	175.4	194.7	73.8	365.7	187.1	405.4	418.8	133.5
280-330	75.6	610.9	204.5	170.6	189.3	70.6	344.4	176.2	381.8	394.4	125.7
330-380	45.4	367.0	122.9	102.5	113.8	41.8	200.0	102.3	221.7	229.0	73.0
380-430	27.4	221.0	74.0	61.7	68.5	24.8	116.8	59.7	129.4	133.7	42.6
430-440	5.5	44.4	14.9	12.4	13.8	4.9	23.1	11.8	25.6	26.4	8.4
Arealmedelvärde	18.1	146.2	49.0	40.8	45.3	16.9	82.0	42.0	90.9	93.9	29.9
Endast korrektion till medelhöjden för hela området.	17.7	142.7	47.8	39.9	44.2	16.7	81.2	41.6	90.0	93.0	26.6
Skillnad	0.4	3.5	1.2	0.9	1.1	0.2	0.8	0.4	0.9	0.9	0.3

Tabell 8. Avrinning, mm vp, pegel 42-1920 Lilla Tivsjön, okt 1966 - sep 1973.

	OKT	NOV	DEC	JAN	FEB	MAR	APR	MAJ	JUN	JUL	AUG	SEP	ÅR	Årsmedel	Årsmedel i l/s·km <sup>2</sup>
1966-67	17	22	16	9	0	9	32	183	31	13	8	9	349	29	9
1967-68	25	59	14	6	3	4	52	108	14	3	2	2	292	24	8
1968-69	16	8	3	3	3	2	24	100	20	8	8	34	229	19	6
1969-70	27	14	5	3	2	2	2	102	25	16	16	19	233	19	6
1970-71	48	35	36	10	7	6	15	133	15	6	4	2	317	26	8
1971-72	7	7	5	3	2	2	25	63	39	44	8	3	208	17	5
1972-73	3	6	8	17	5	7	32	63	13	1	1	3	159	13	4
Medelvärde	20	22	12	7	3	5	26	107	22	13	7	10	255	21	7

Tabell 9. Snömagasin, ändring av snömagasin och ackumulerad nederbörd,  
Lilla-Tivsjön, nov-apr 1966/67 - 1972/73. Sort: mm.

	OKT	NOV	DEC	JAN	FEB	MAR	APR	MAJ
1966-67 Snömagasin						223		
Ändring av snömagasin							-223	
Ackumulerad nederbörd		18	164	213	254	299	316	
1967-68 Snömagasin						109		
Ändring av snömagasin							-109	
Ackumulerad nederbörd		61	150	184	205	245	280	
1968-69 Snömagasin			75	89	126	176		
Ändring av snömagasin				+14	+37	+50	-176	
Ackumulerad nederbörd		38	81	129	169	193	245	
1969-70 Snömagasin		53	80	105	118	192	168	
Ändring av snömagasin			+27	+25	+13	+74	-24	-168
Ackumulerad nederbörd		69	98	123	144	214	274	
1970-71 Snömagasin		79	34	73	78	174	51	
Ändring av snömagasin			-45	+39	+5	+96	-123	-51
Ackumulerad nederbörd		111	131	192	240	289	323	
1971-72 Snömagasin		44	59	87	126	105	-105	
Ändring av snömagasin		+44	+15	+28	+39	-21		
Ackumulerad nederbörd		66	97	120	155	184	233	
1972-73 Snömagasin				16	62	54		
Ändring av snömagasin					+46	-8	-54	
Ackumulerad nederbörd		65	98	124	160	178	259	

Tabell 10.

Sjömagasinsförändringar, mm vp, 1966/67 - 1972/73.

	OKT	NOV	DEC	JAN	FEB	MAR	APR	MAJ	JUN	JUL	AUG	SEP	ÅR
1966-67	+1	-1	0	-2	0	+1	+9	0	-10	0	+1	-2	-3
1967-68	+9	-6	-2	0	-1	+1	+13	-10	-3	-2	0	+1	0
1968-69	+2	-2	0	0	0	0	+9	-3	-6	+1	+3	0	+4
1969-70	-2	0	-1	0	-1	0	+1	+9	-9	+10	-10	+2	-1
1970-71	+2	+2	-4	-1	0	-1	+3	+3	-5	+1	-3	+1	-2
1971-72	+1	-1	0	-1	-1	+2	+5	0	-5	+2	-4	0	-2
1972-73	0	0	0	+1	0	+2	+2	0	-5	0	0	-1	-1
Medelvärde	+2	-1	-1	0	0	+1	+6	0	-6	+2	-2	0	-1

Tabell 11. Förändring av markvattenmagasin, mm vp, april 1970 - sep 1973.

	OKT	NOV	DEC	JAN	FEB	MAR	APR	MAJ	JUN	JUL	AUG	SEP	ÅR
1969-70							+33	-19	-42	+14	-20	+14	
1970-71	+7	+22	+8	—	+15	—	+6	-5	-43	-3	-18	0	-11
1971-72	+8	+6	+6	+22	+6	+9	+18	-35	-13	+9	-27	-7	+2
1972-73	-2	+8	+17	+9	+4	+13	+4	-18	-37	-17	-13	+13	-19
Medelvärde	+4	+12	+10	—	+26	—	+15	-19	-34	+1	-19	+5	-9

Tabell 12. Markfysikaliska konstanter till 100 cm djup 1970-73.

Markvattenrör		1	5	8	10	15	Medelvärde
$W_{\max}$	mm	308	369	299	283	263	304
$W_{\min}$	mm	253	130	115	145	130	155
$W_{fc}$	mm	290	290	250	255	240	265
$W_{fc}-W_{\min}$	mm	37	160	135	110	110	110



Tabell 13. Ändring av grundvattenmagasinet, mm vp, 1967/68 - 1972/73.

	OKT	NOV	DEC	JAN	FEB	MAR	APR	MAJ	JUN	JUL	AUG	SEP
1967-68	+13	+6	-12	-9	-6	-2	+28	+17	-13	-12	-10	-4
1968-69	+6	-6	-6	-6	-1	0	+23	+23	-12	-6	-2	+15
1969-70	-5	-4	-12	-8	-7	-5	+12	+32	-10	+8	-8	+2
1970-71	+11	+2	-4	-12	-6	-7	+8	+21	-5	-8	-15	-6
1971-72	-1	-3	-2	-7	-3	+1	+17	+16	+1	+9	-15	-8
1972-73	-7	-4	-2	+2	-7	+6	+12	+15	-11	-9	-8	-1
Medelvärde	+3	-1	-6	-7	-5	-1	+17	+19	-8	-3	-11	0

Tabell 14. Vattenomsättning, mm, Lilla-Tivsjön, 1966-67.

	OKT	NOV	DEC	JAN	FEB	MAR	APR	MAJ	JUN	JUL	AUG	SEP	ÅR
P		18	146	49	41	45	17	82	42	91	94	30	
A	17	22	16	9	0	9	32	183	31	13	8	9	349
$\Delta M_{sn}$				+223			-223	0	0	0	0	0	0
$\Delta M_{sj}$	+1	-1	0	-2	0	+1	+9	0	-10	0	+1	-2	-3

Tabell 15. Vattenomsättning, mm, Lilla-Tivsjön, 1967-68.

	OKT	NOV	DEC	JAN	FEB	MAR	APR	MAJ	JUN	JUL	AUG	SEP	ÅR
P	115	61	89	34	21	40	35	103	56	46	47	53	700
A	25	59	14	6	3	4	52	108	14	3	2	2	292
$\Delta M_{sn}$	0	0	<hr/>		109	<hr/>		109	<hr/>		0	0	0
$\Delta M_{sj}$	+9	-6	-2	0	-1	+1	+13	-10	-3	-2	0	+1	0
$\Delta M_g$	+13	+6	-12	-9	-6	-2	+28	+17	-13	-12	-10	-4	-4
$\Delta M$	+22	0	<hr/>		+78	<hr/>		(-68)-61	(+7)	-16	-14	-10	-4
R <sub>1</sub>	+68	+2	<hr/>		+79	<hr/>		(+51)+39	(-12)	+54	+57	+55	+54
Lufttt	+3.9	+0.8	-12.6	-13.6	-9.5	-2.8	+1.8	+4.9	+13.3	+13.4	+12.3	+7.6	+1.6

Tabell 16. Vattenomsättning, mm, Lilla-Tivsjön, 1968-69.

Parameter	OKT	NOV	DEC	JAN	FEB	MAR	APR	MAJ	JUN	JUL	AUG	SEP	ÅR
P	98	38	43	48	40	24	52	38	22	96	109	102	710
A	16	8	3	3	3	2	24	100	20	8	8	34	229
$\Delta M_{sn}$		+75		+14	+37	+50	-176		0	0	0	0	0
$\Delta M_{sj}$	+2	-2	0	0	0	0	+9	-3	-6	+1	+3	0	+4
$\Delta M_g$	+6	-6	-6	-6	-1	0	+23	+23	-12	-6	-2	+15	+28
$\Delta M^g$	+8	+61		+8	+36	+50	-144	+20	-18	-5	+1	+15	+32
R <sub>1</sub>	+74	+9		+37	+1	-28	+172	-82	+20	+93	+100	+53	449
Luftt °C	+0.3	-10.6	-6.8	-8.8	-14.3	-7.7	+1.4	+5.6	+13.9	+14.0	+15.3	+7.4	+0.8

Tabell 17. Vattenomsättning, mm, Lilla-Tivsjön, 1969-70.

	OKT	NOV	DEC	JAN	FEB	MAR	APR	MAJ	JUN	JUL	AUG	SEP	ÅR
P	39	69	29	25	21	70	60	30	25	142	41	97	648
A	27	14	5	3	2	2	2	102	25	16	16	19	233
$\Delta M_{sn}$	—	+53	+27	+25	+13	+74	-24	-168					
$\Delta M_{sj}$	-2	0	-1	0	-1	0	+1	+9	-9	+10	-10	+2	-1
$\Delta M_m$							+33	-19	-42	+14	-20	+14	
$\Delta M_g$	-5	-4	-12	-8	-7	-5	+12	+32	-10	+8	-8	+2	-5
$\Delta M_{R_1}$	—	+42	+14	+17	+5	+69	-11	-127	-19	+18	-18	+18	-6
R <sub>1</sub>	—	+25	+10	+5	+14	-1	+69	+55	+19	+108	+43	+4	421
$\Delta M_{tot}$							+22	-146	-61	+32	-38	+18	
R							+36	+74	+61	+94	+63	+60	
Luftt	+3.6	-6.1	-12.2	-13.9	-16.4	-4.0	-1.3	+7.0	+14.2	+13.1	+12.3	+7.9	+0.4
E <sub>pot</sub> mm	7	(-2)	(-7)	(-5)	2	17	43	85	103	106	73	40	476

Tabell 18. Vattenomsättning, mm, Lilla-Tivsjön, 1970-71.

	OKT	NOV	DEC	JAN	FEB	MAR	APR	MAJ	JUN	JUL	AUG	SEP	ÅR
P	133	111	20	61	48	49	34	38	30	96	17	60	697
A	48	35	36	10	7	6	15	133	15	6	4	2	317
$\Delta M_{sn}$	—	+79	-45	+39	+5	+96	-123	-51					0
$\Delta M_{sj}$	+2	+2	-4	-1	0	-1	+3	+3	-5	+1	-3	+1	-2
$\Delta M_m$	+7	+22	+8	—+15—			+6	-5	-43	-3	-18	0	-11
$\Delta M_g$	+11	+2	-4	-12	-6	-7	+8	+21	-5	-8	-15	-6	-21
$\Delta M$	—	125	-45	—+128—			-106	-32	-53	-10	-36	-5	-34
R	—	+36	+29	—+7—			+125	-63	+68	+100	+49	+63	414
Luftt	+3.3	-5.4	-5.1	-7.3	-6.7	-7.7	+0.3	+6.3	+11.2	+14	+12.3	+7.7	+3.3
$E_{pot}$	7	(-2)	(-7)	(-5)	2	17	43	85	103	106	73	40	476

Tabell 19. Vattenomsättning, mm, Lilla-Tivsjön, 1971-72.

	OKT	NOV	DEC	JAN	FEB	MAR	APR	MAJ	JUN	JUL	AUG	SEP	ÅR
P	50	66	31	23	35	29	49	51	71	161	30	37	633
A	7	7	5	3	2	2	25	63	39	44	8	3	208
$\Delta M_{sn}$		+44	+15	+28	+39	-21	-105						0
$\Delta M_{sj}$	+1	-1	0	-1	-1	+2	+5	0	-5	+2	-4	0	-2
$\Delta M_m$	+8	+6	+6	+22	+6	+9	+18	-35	-13	+9	-27	-7	+2
$\Delta M_g$	-1	-3	-2	-7	-3	+1	+17	+16	+1	+9	-15	-8	+5
$\Delta M$	+8	+46	+19	+42	+41	-9	-65	-19	-17	+20	-46	-15	+5
R	+35	+13	+7	-22	-8	+36	+89	+7	+49	+97	+68	+49	420
Luftt	+2.9	-6.0	-4.3	-12.7	-6.9	-2.7	+1.4	+6.8	+13.1	+16.2	+12.5	+7.6	+2.3
$E_{pot}$	7	(-2)	(-7)	(-5)	2	17	43	85	103	106	73	40	476

Tabell 20. Vattenomsättning, mm, Lilla-Tivsjön, 1972-73.

	OKT	NOV	DEC	JAN	FEB	MAR	APR	MAJ	JUN	JUL	AUG	SEP	ÅR
P	22	65	33	26	36	18	81	72	39	71	60	62	585
A	3	6	8	17	5	7	32	63	13	1	1	3	159
$\Delta M_{sn}$		<u>+16</u>			+46	-8	-54	0	0	0	0	0	0
$\Delta M_{sj}$	0	0	0	+1	0	+2	+2	0	-5	0	0	-1	-1
$\Delta M_m$	-2	+8	+17	+9	+4	+13	+4	-18	-37	-17	-13	+13	-19
$\Delta M_g$	-7	-4	-2	+2	-7	+6	+12	+15	-11	-9	-8	-1	-14
R	-9	<u>+47</u>			+43	+13	-36	-3	-53	-26	-21	+11	-34
R	+28	<u>+46</u>			-12	-2	+85	+12	+79	+96	80	48	460
Luftt	+3.3	-2.1	-2.1	-9.2	-6.9	+0.2	+0.9	+7.1	+12.8	+17	+12.5	+6.2	+3.3
E <sub>pot</sub>	7	(-2)	(-7)	(-5)	2	17	43	85	103	106	73	40	476

Tabell 21. Medelvattenomsättning, Lilla-Tivsjön, 1970/71 - 1972/73. Sort: mm.

	OKT	NOV	DEC	JAN	FEB	MAR	APR	MAJ	JUN	JUL	AUG	SEP	ÅR
P	68	81	28	37	40	32	55	54	47	109	36	53	640
A	19	16	16	10	5	5	24	86	22	17	5	3	228
$\Delta M_{sn}$	<u>+41</u>	<u>-</u>	-10	+28	+30	+22	<u>-111</u>	<u>-</u>	<u>-</u>	<u>-</u>	<u>-</u>	<u>-</u>	0
$\Delta M_{sj}$	1	0	-1	-1	0	+1	+3	+1	-5	+1	-2	0	-2
$\Delta M_{im}$	4	12	10	<u>-</u>	26	<u>-</u>	9	-19	-31	-4	-19	2	-10
$\Delta M_{ig}$	+1	-1	-3	-5	-5	-4	+12	+17	-5	-3	-13	-5	-14
$\Delta M$	<u>+58</u>	<u>-</u>	-4	<u>+92</u>	<u>-</u>	<u>-</u>	<u>-88</u>	<u>-</u>	-41	-6	-34	-3	-26
R	<u>+56</u>	<u>-</u>	+16	<u>-3</u>	<u>-</u>	<u>-</u>	<u>+87</u>	<u>-</u>	+66	98	+65	+53	438
E <sub>pot</sub>	7	(-2)	(-7)	(-5)	2	17	43	85	103	106	73	40	476



Tabell 22. Vattenomsättning, Lilla-Tivsjön, hydrologiska åren 1966/67 - 1972/73.  
 Sort: mm. Lufttemperaturen °C.

	1966/67	1967/68	1968/69	1969/70	1970/71	1971/72	1972/73
P		700	710	648	697	633	585
A	349	292	229	233	317	208	159
$\Delta M_{sn}$	0	0	0	0	0	0	0
$\Delta M_{sj}$	-3	0	+4	-1	-2	-2	-1
$\Delta M_m$					-11	+2	-19
$\Delta M_g$		-4	+28	-5	-21	+5	-14
$\Delta M_{tot}$					-34	+4	-34
R					414	420	460
E <sub>pot</sub>	476						
Luftt		+1.6	+0.8	+0.4	+3.3	+2.3	+3.3

Tabell 23. Vattenomsättning, Lilla-Tivsjön, hydrologiska åren 1966/67 - 1972/73.  
 Sort: mm. Lufttemperaturen °C.

	1966/67	1967/68	1968/69	1969/70	1970/71	1971/72	1972/73
P		604	635	575	610	570	519
A	349	292	229	233	317	208	159
$\Delta M_{tot}$		-4	+32	-6	-34	+4	-34
R					327	358	394
$E_{pot}$	476						
Luftt		+1.6	+0.8	+0.4	+3.3	+2.3	+3.3

Fig 1. Hypsografisk kurva över Lill-Tivsjöns nederbördsområde

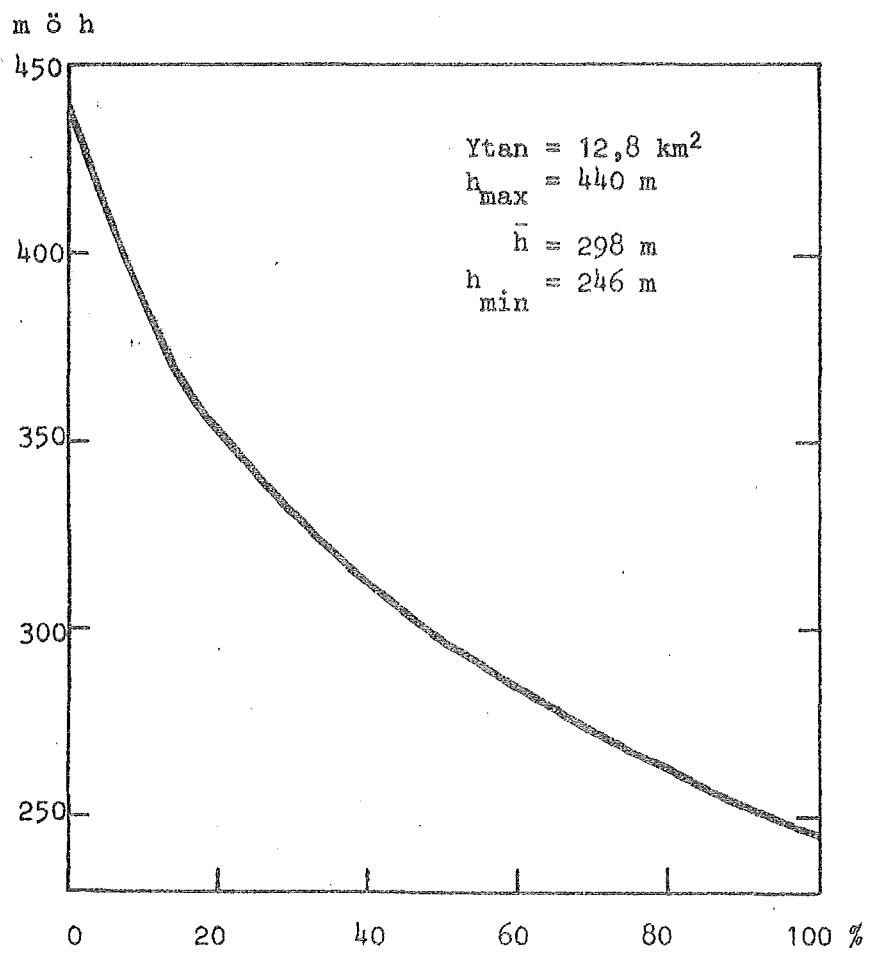
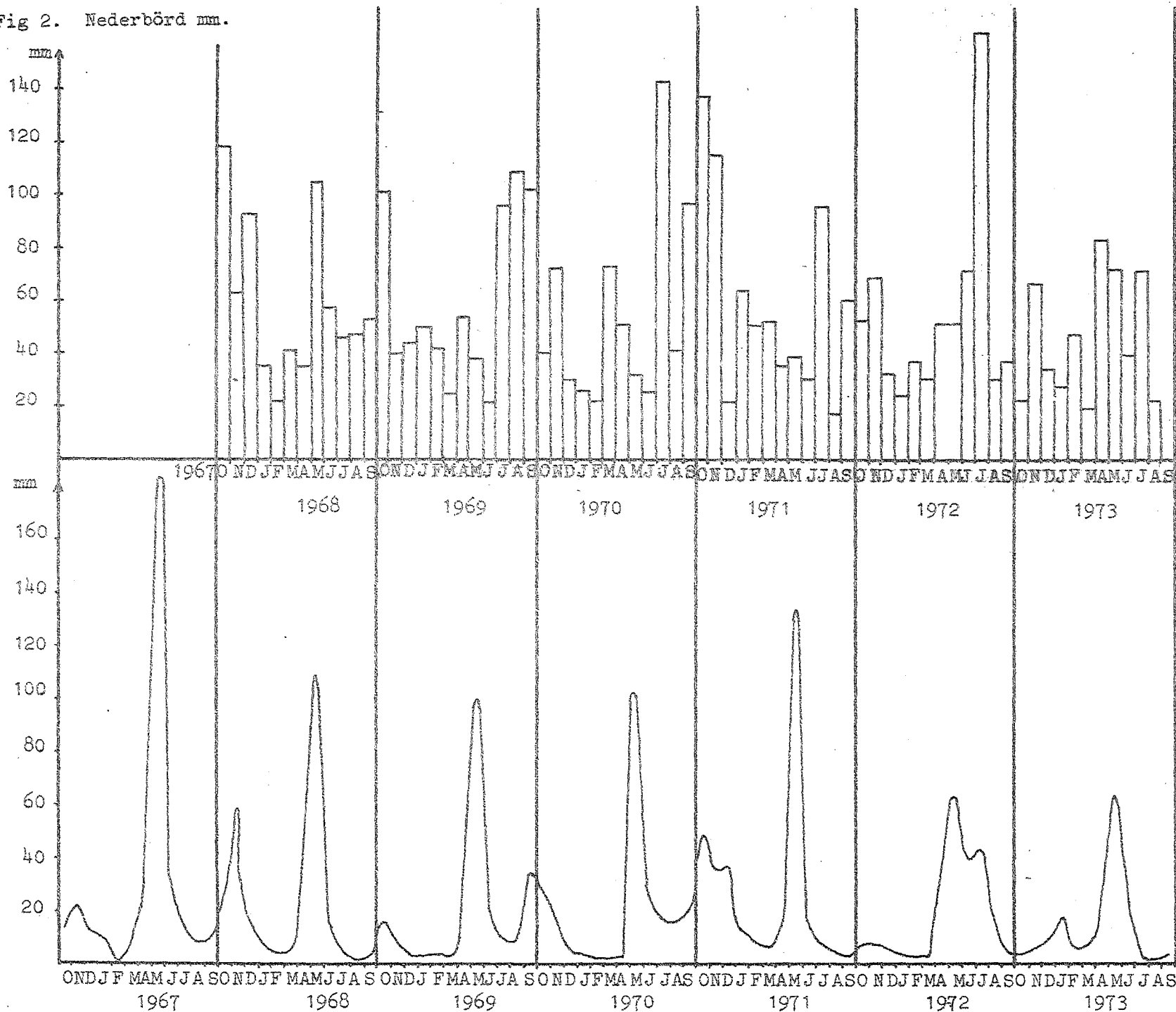
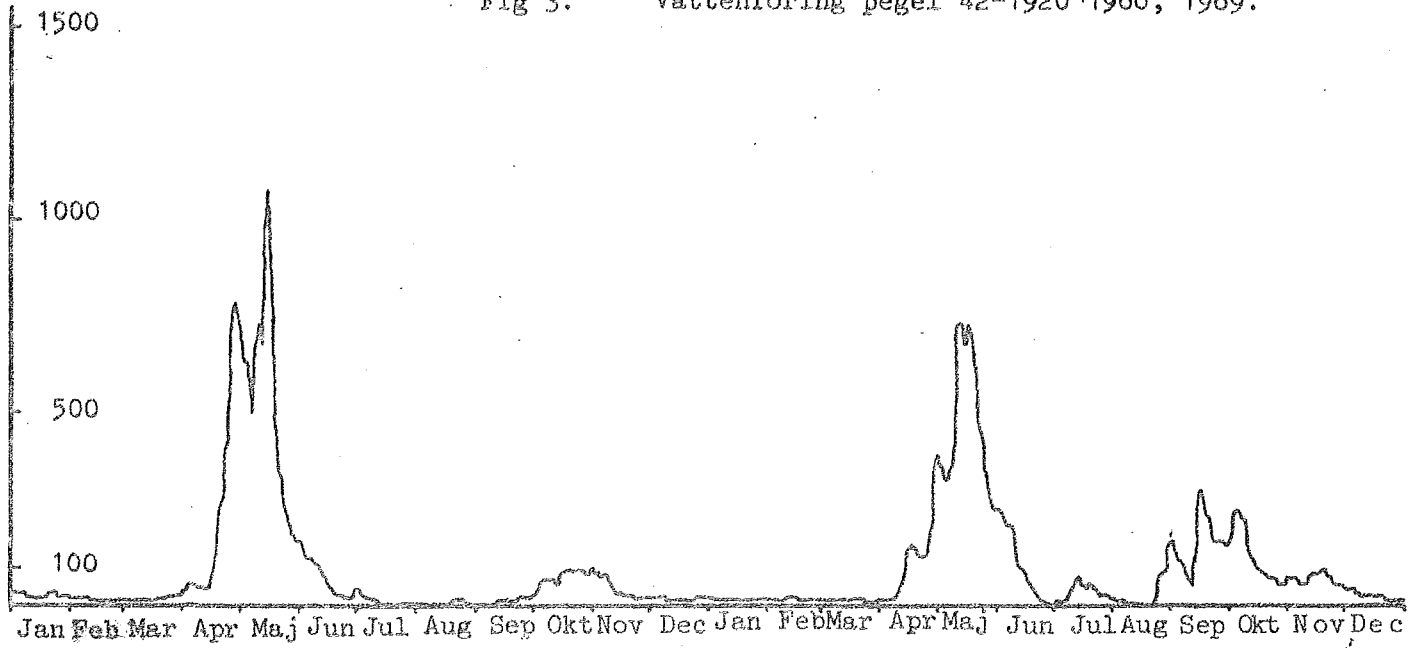


Fig 2. Nederbörd mm.



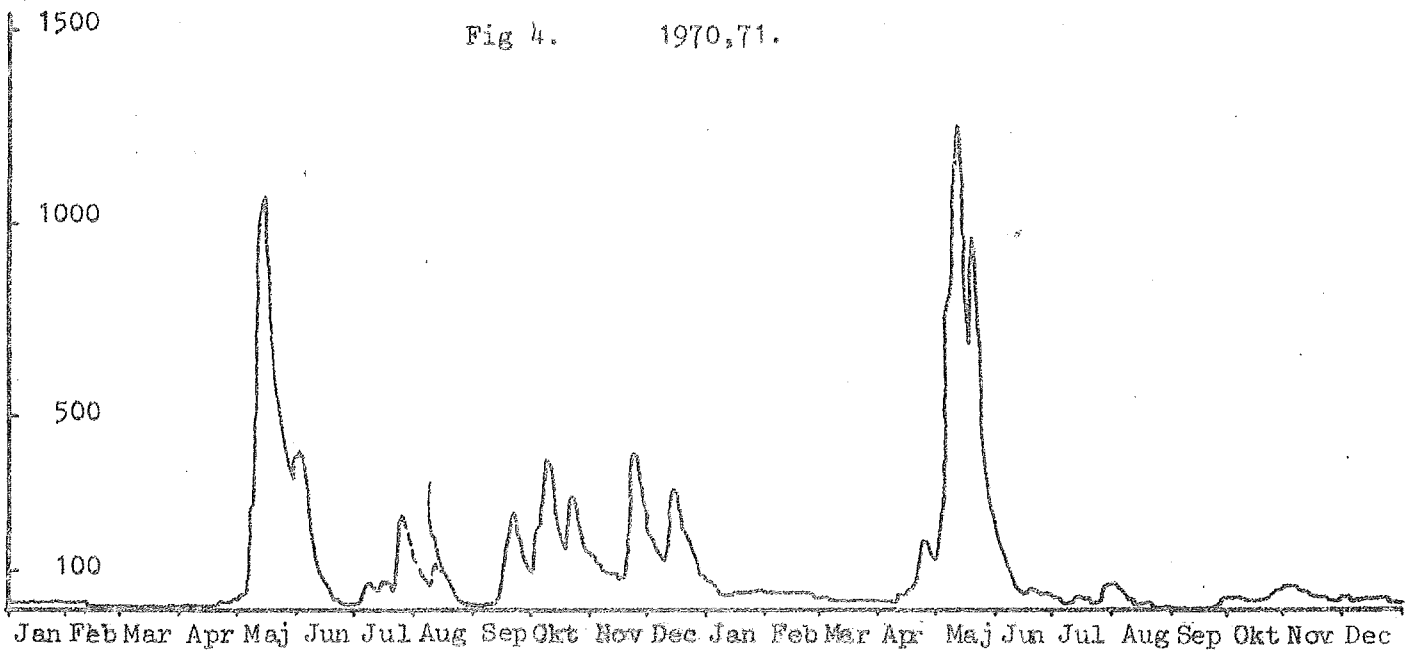
l/s

Fig 3. Vattenföring pegel 42-1920-1968, 1969.



l/s

Fig 4. 1970,71.



l/s

Fig 5. 1972,73.

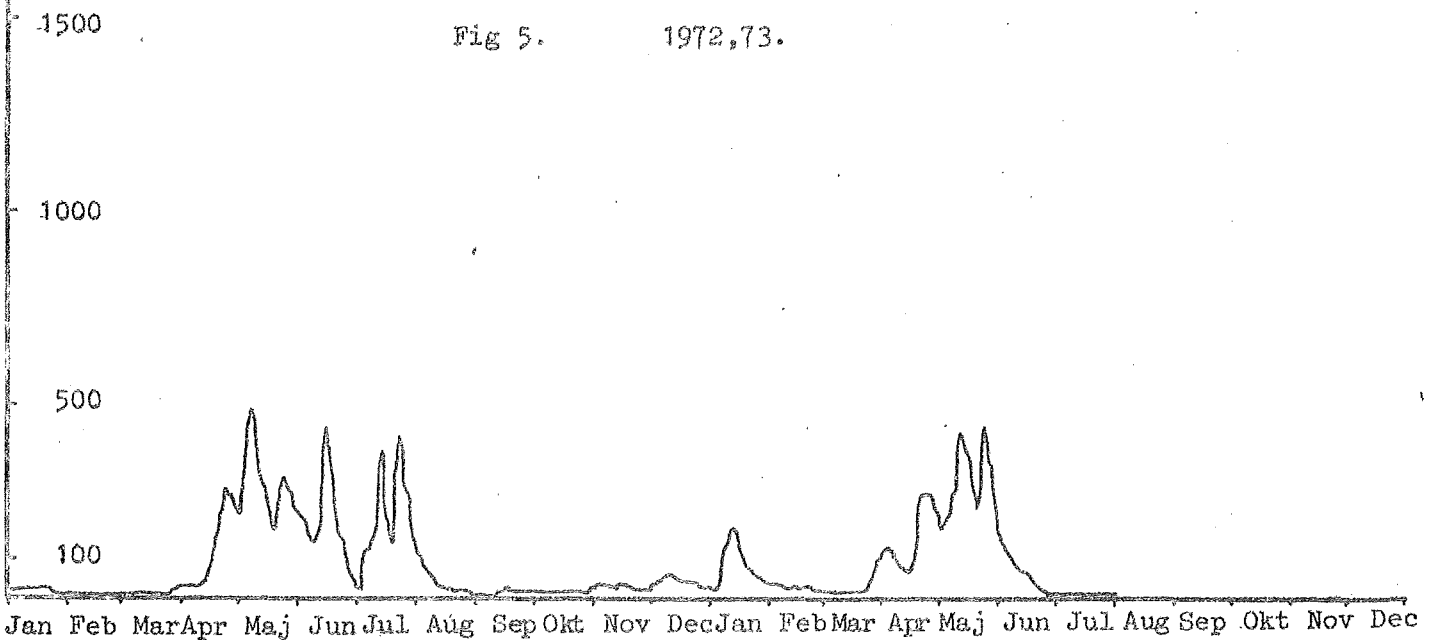


Fig 6.

Snömagsinering  
Ackumulerad nederbörd

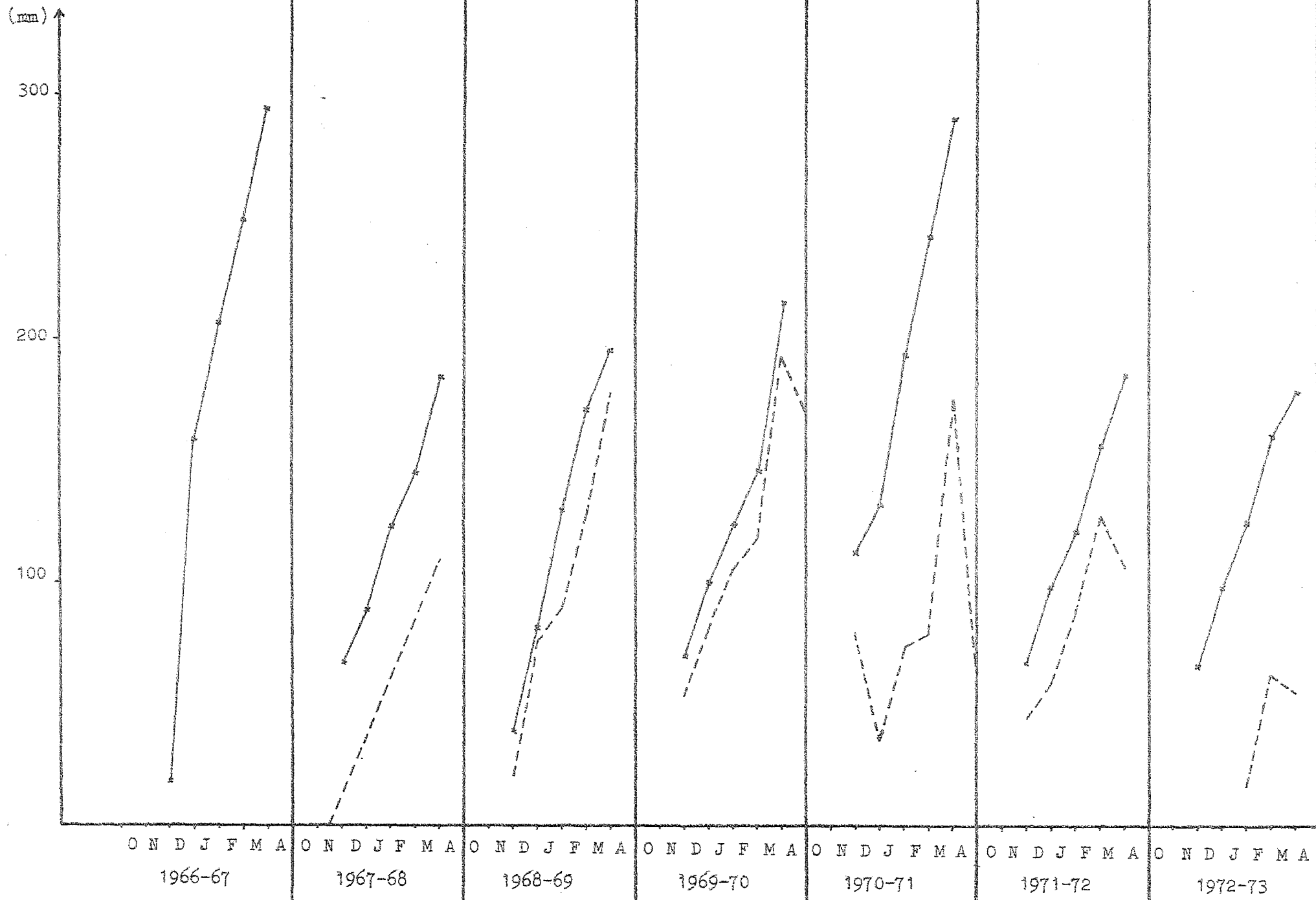


Fig 7. Markvattenhalt 0-100 cm ned i marken mars 1970 - september 1971  
 Kassjöån Markvattenrör 1, 5, 8, 10, 15

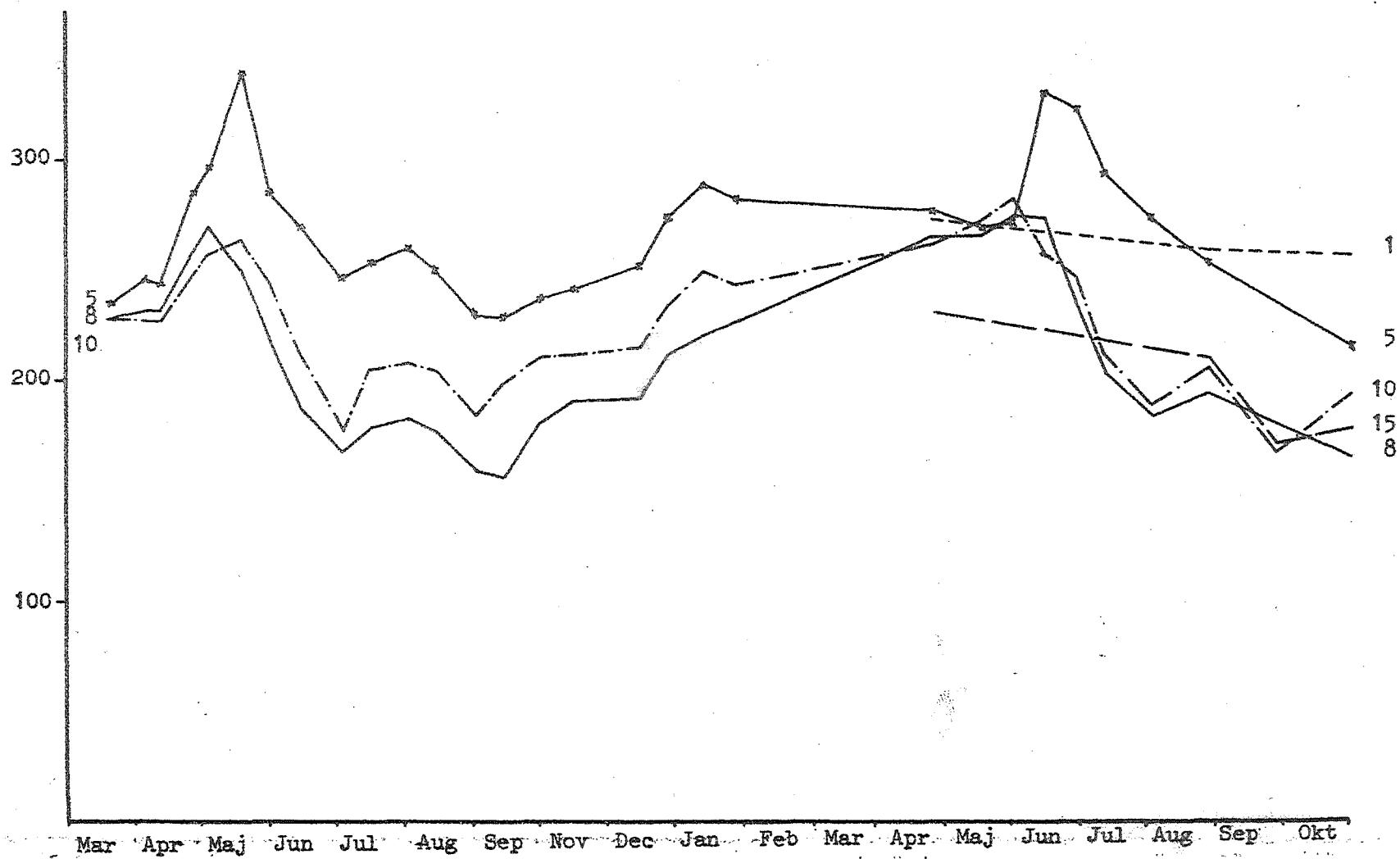
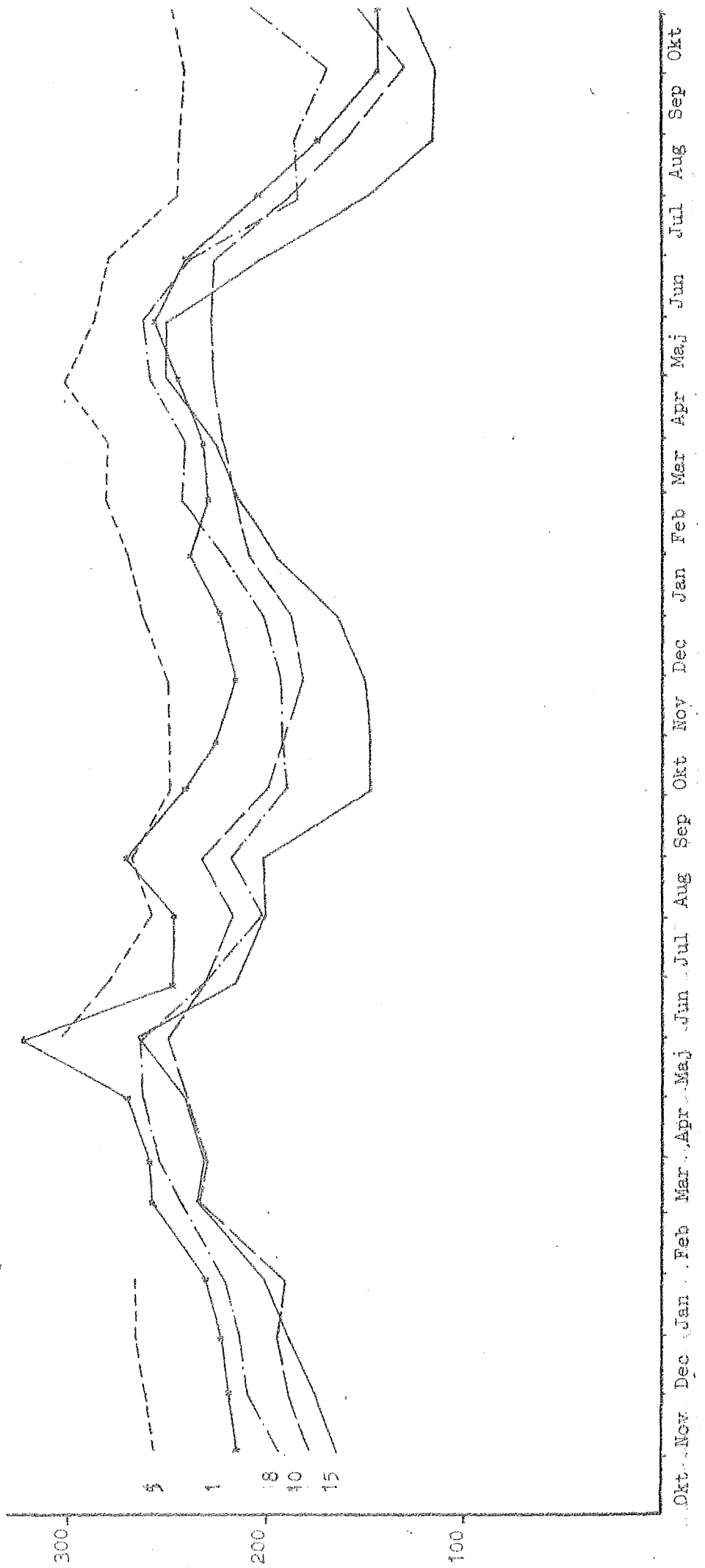


Fig 8. Markvattenhalten 0-100 cm ned i marken Okt 1971 - sep 1973

Kassjöen  
Markvattenrör 1, 5, 8, 10, 15





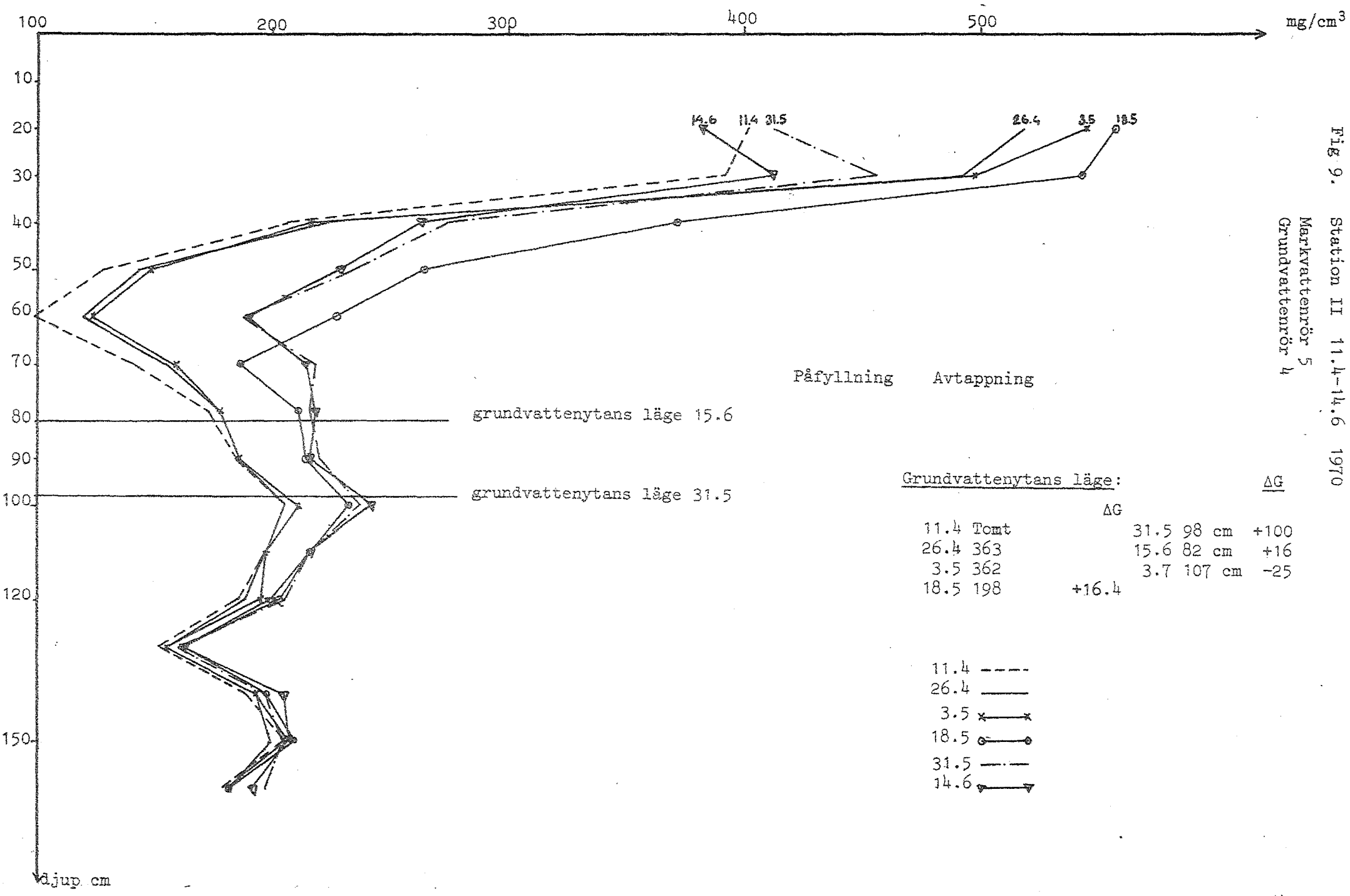
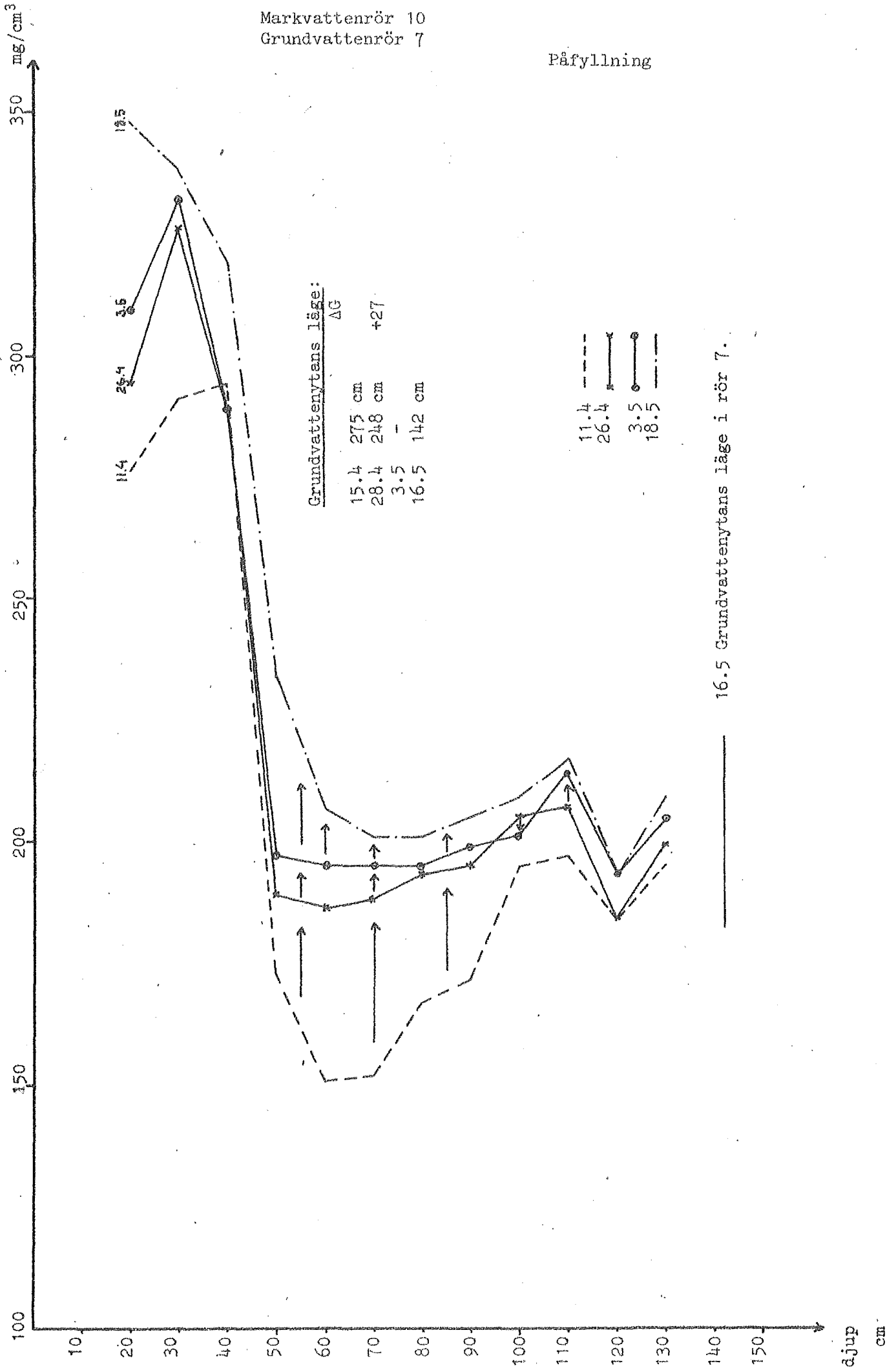


Fig 10. Station IV 11.4 - 18.5 1970

Markvattenrör 10  
 Grundvattenrör 7

Påfyllning

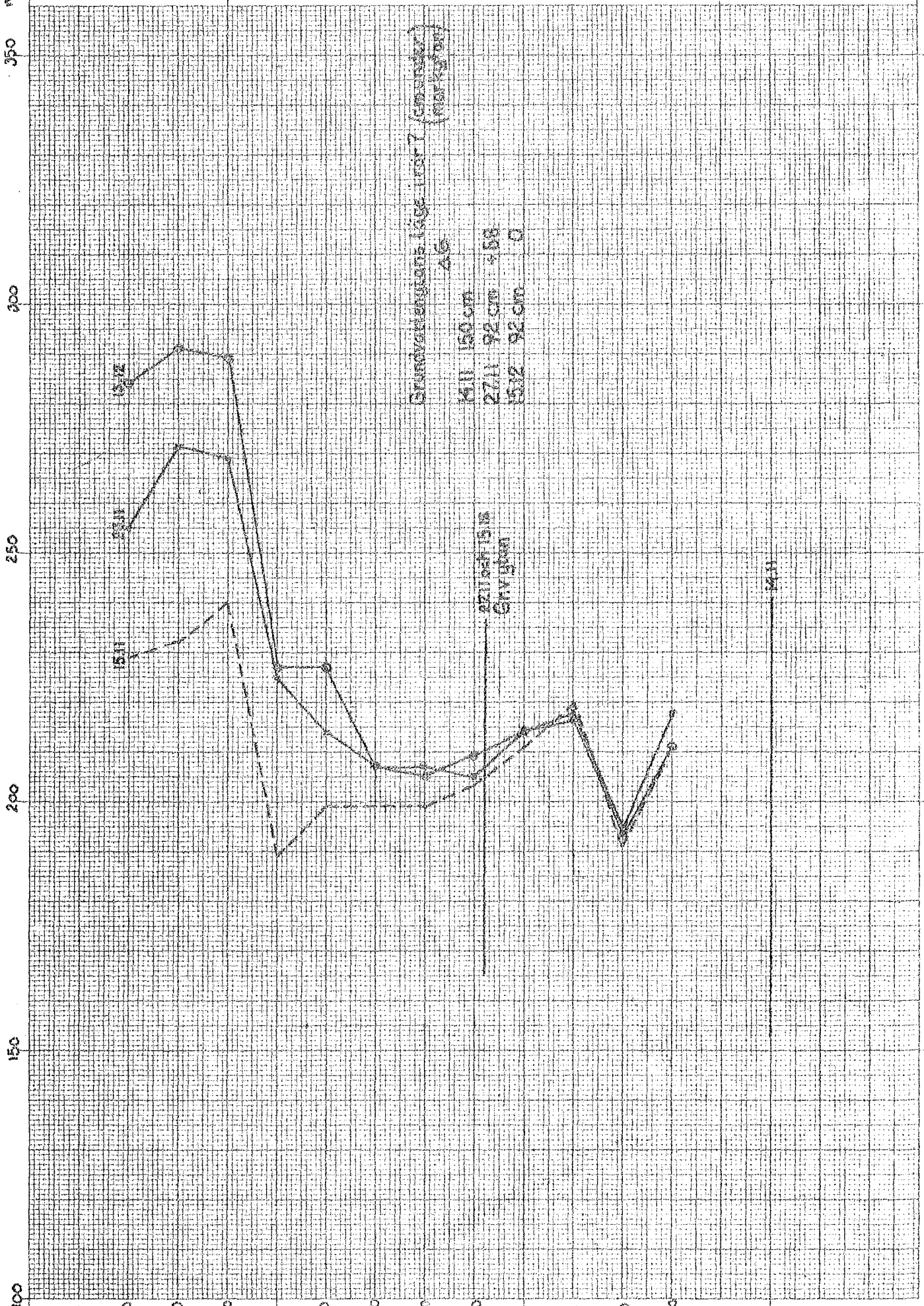


Station IV  
 Markvattenrör 10  
 Grundvattenrör 7

1970  
 15.11-13.12  
 Påfyllning

Fig 11.

mg/cm<sup>3</sup>



2.10, 31.10, 28.11

M Rör 1 Station I 1971  
G Rör 2 2.10-28.11

Påfyllning

Fig 12.

... $\gamma$ /cm

300

250

200

10

20

30

40

50

100

150

Djup  
cm

Grv. ytans Läge:

2.10	143
31.10	108
28.11	142

31.10 28.11 2.10

2.10

28.11

2.10

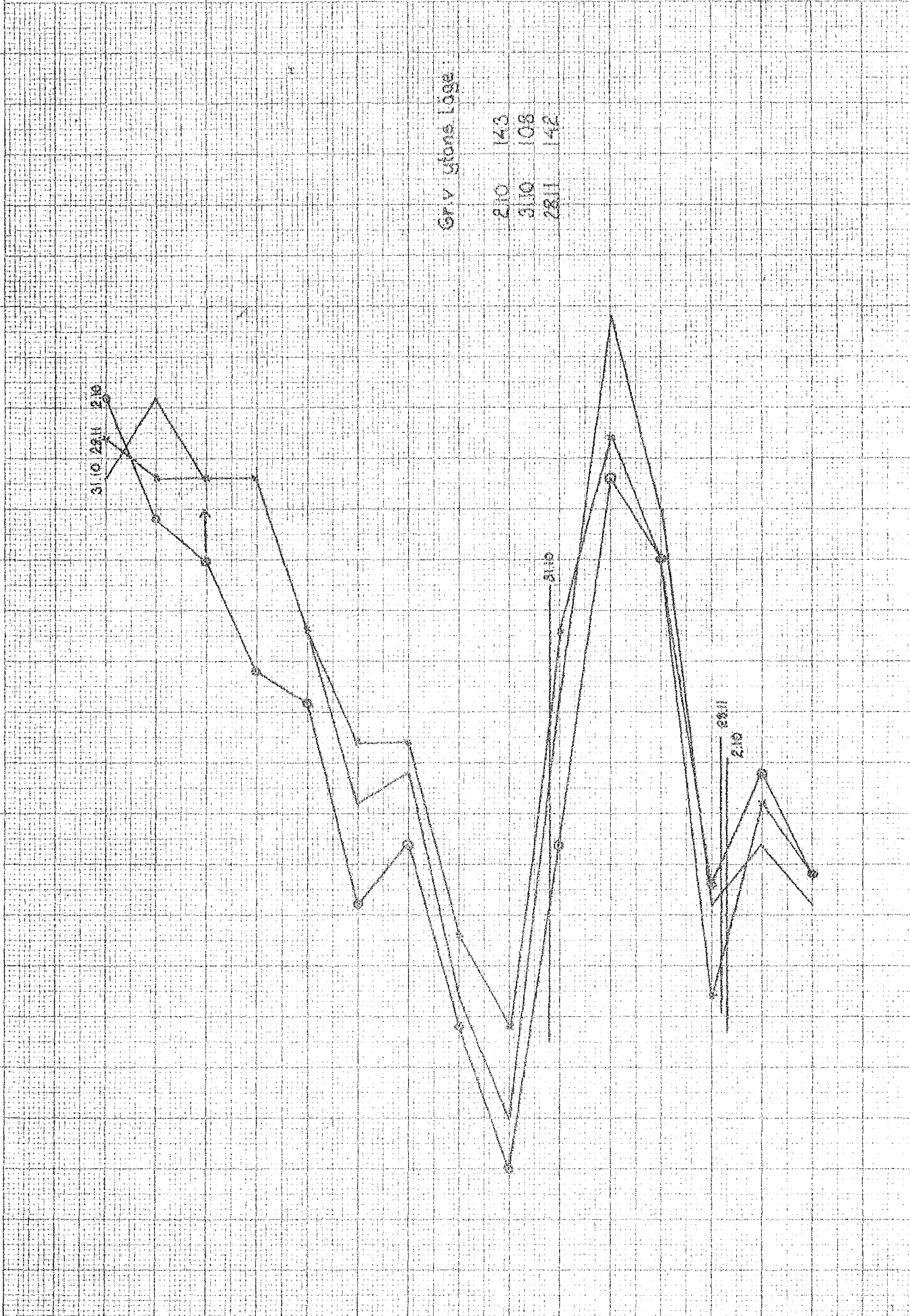


Fig 13. Station II 26.2 - 29.4 1972

Markvattenrör 5  
Grundvattenrör 27

Påfyllning

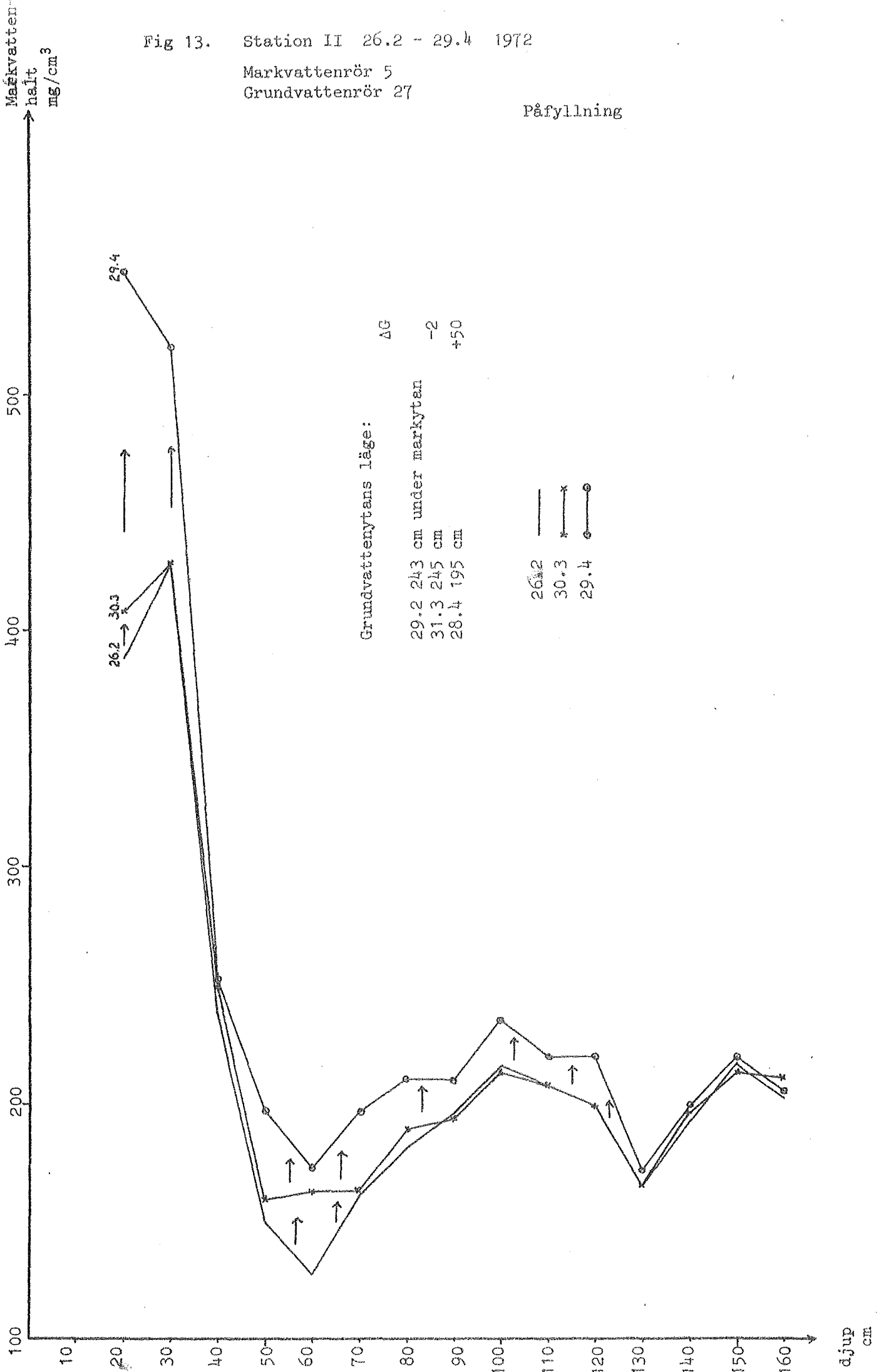
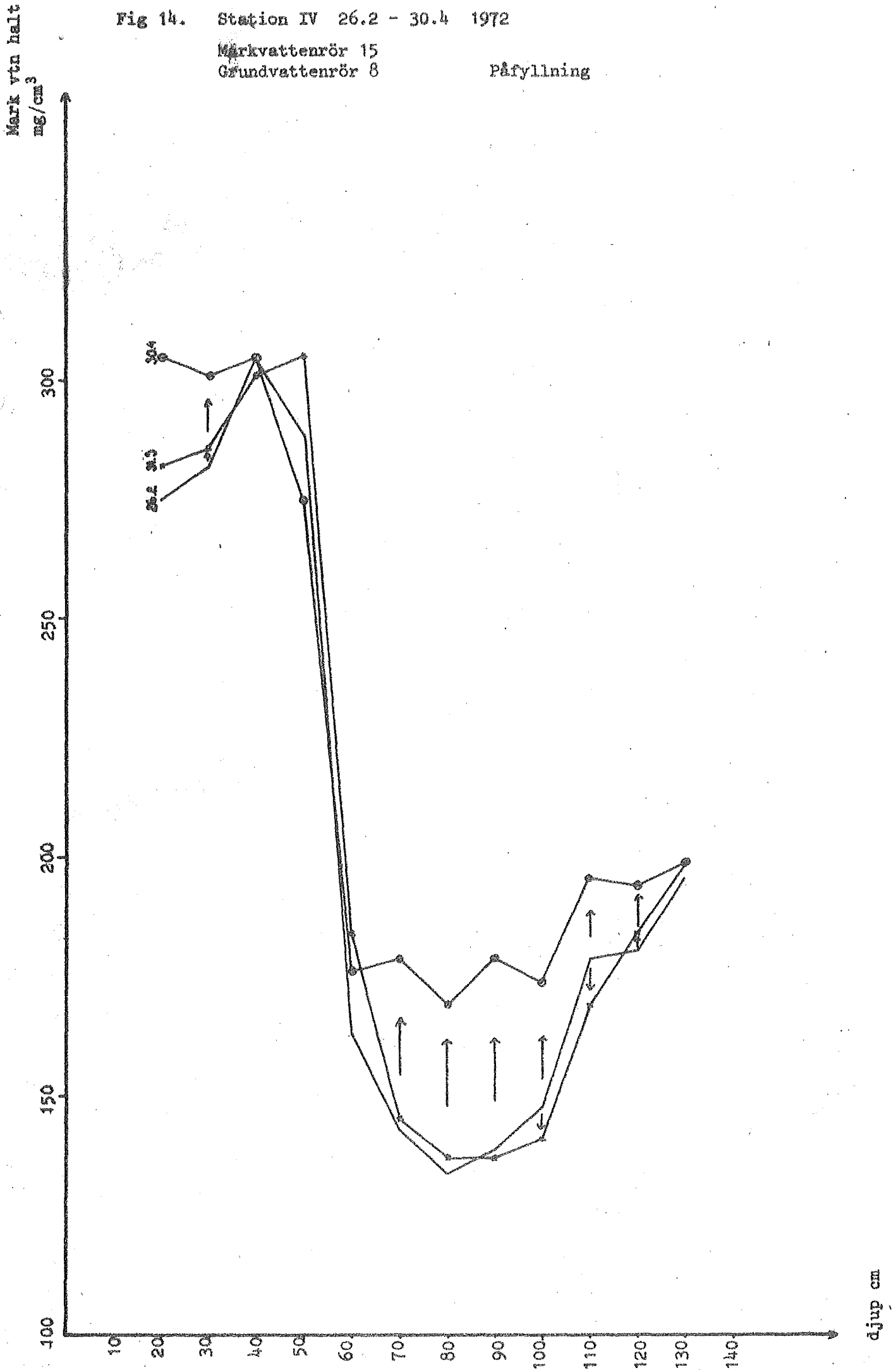


Fig 14. Station IV 26.2 - 30.4 1972

Märkvattenrör 15

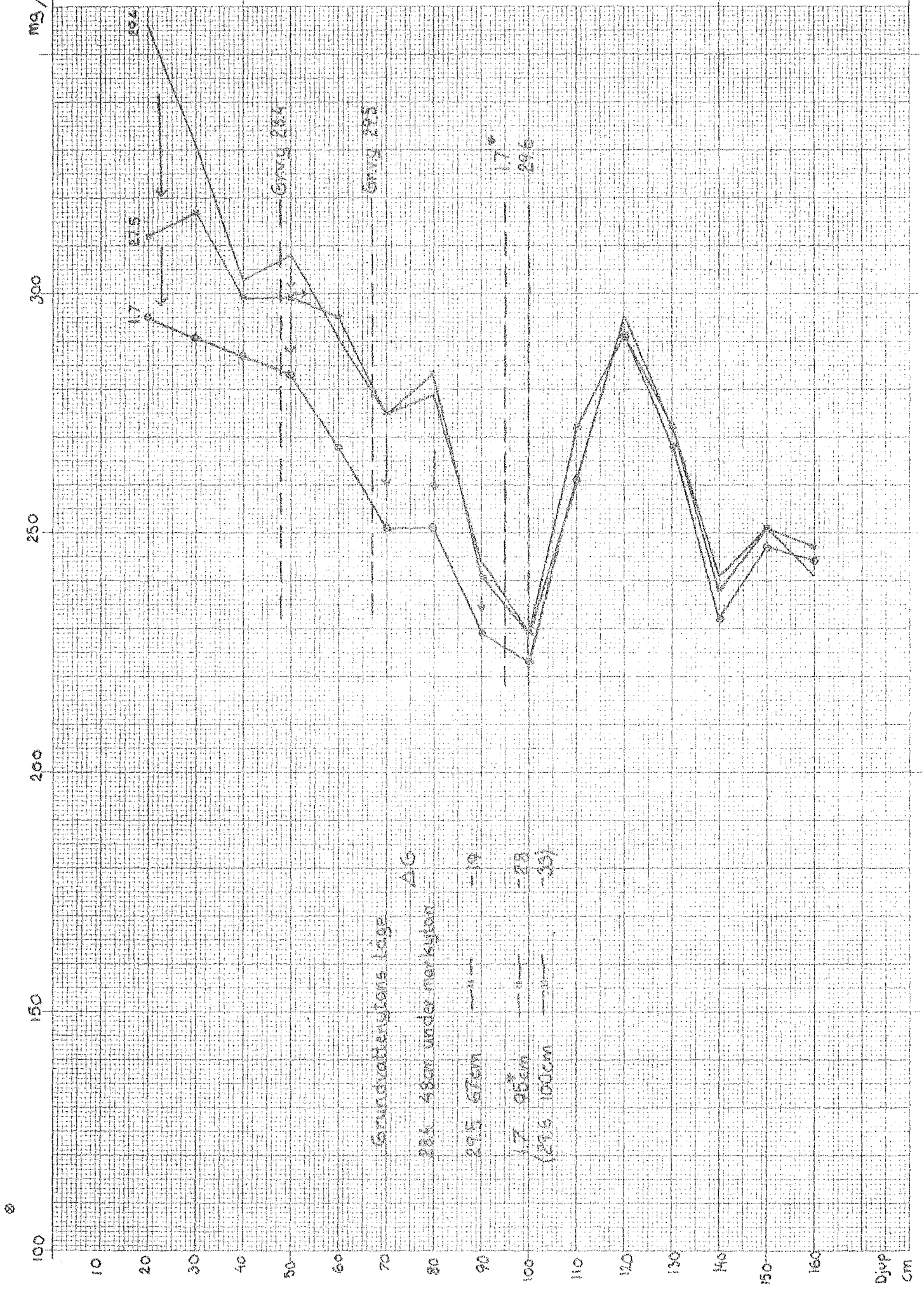
Grundvattenrör 8

Påfyllning



Station I 29.4-1.7 1972  
 Markvattenrör 1  
 Grundvattenrör 2 Avlappning

Fig 15.

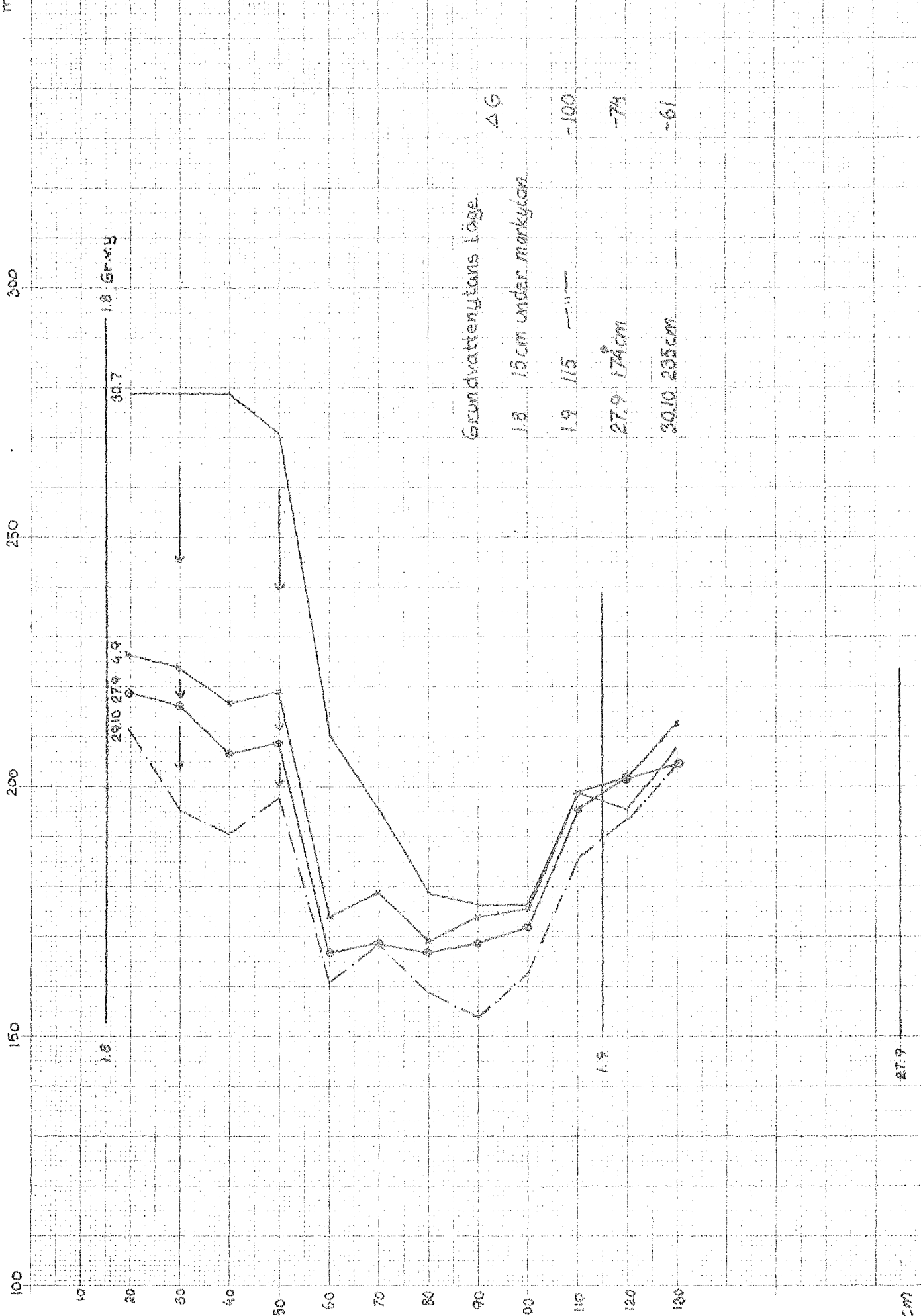


Grundvattensläts läge  
 ΔG  
 28.1 58cm under markytan  
 29.5 67cm  
 1.7 95cm  
 (29.6 100cm)

Station V 30.7-29.10 1972  
 Markvattenrör 15      Avtappning  
 Grundvattenrör 8

Fig 16.

mg/cm<sup>3</sup>





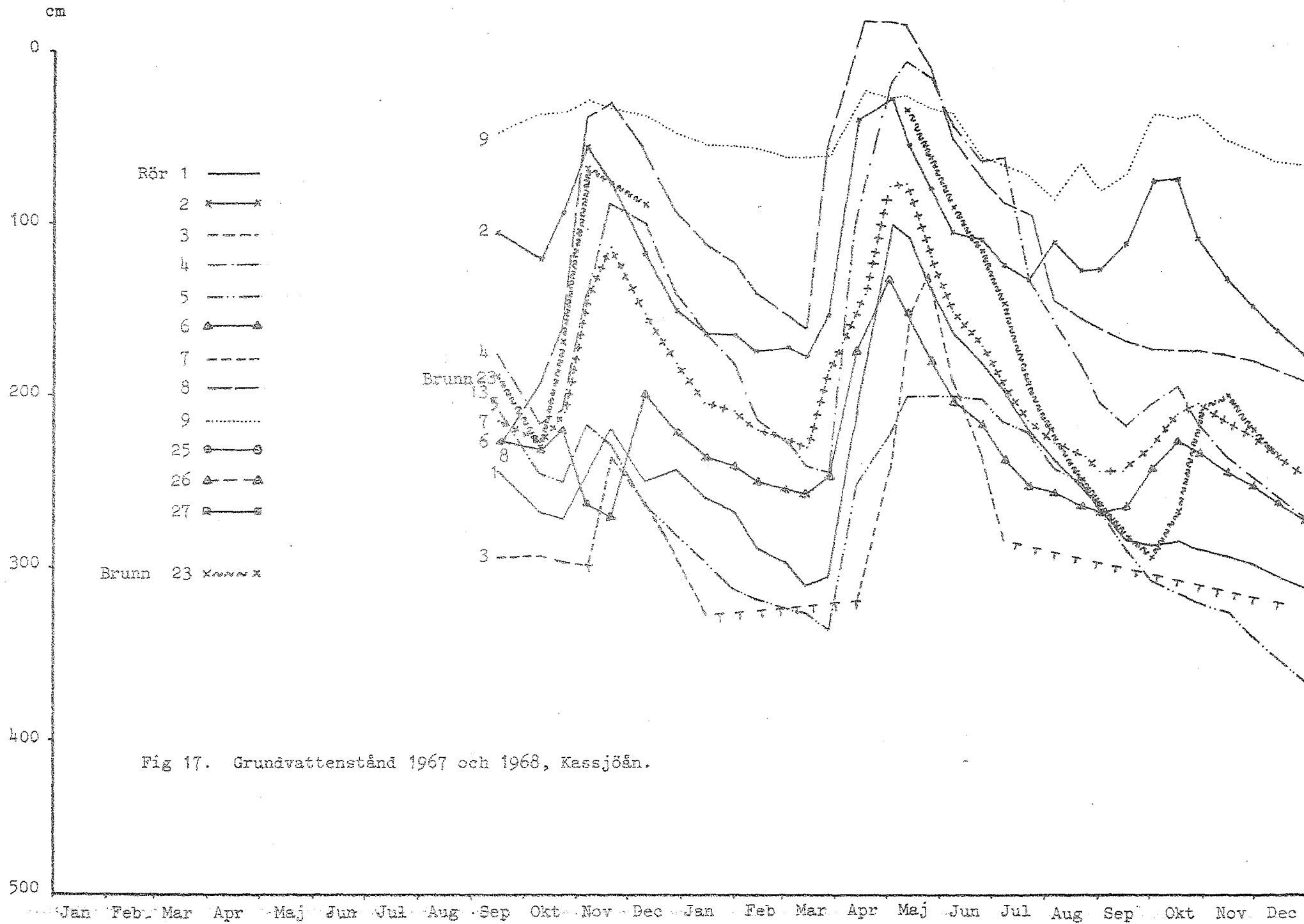


Fig 17. Grundvattenstånd 1967 och 1968, Kassjöån.

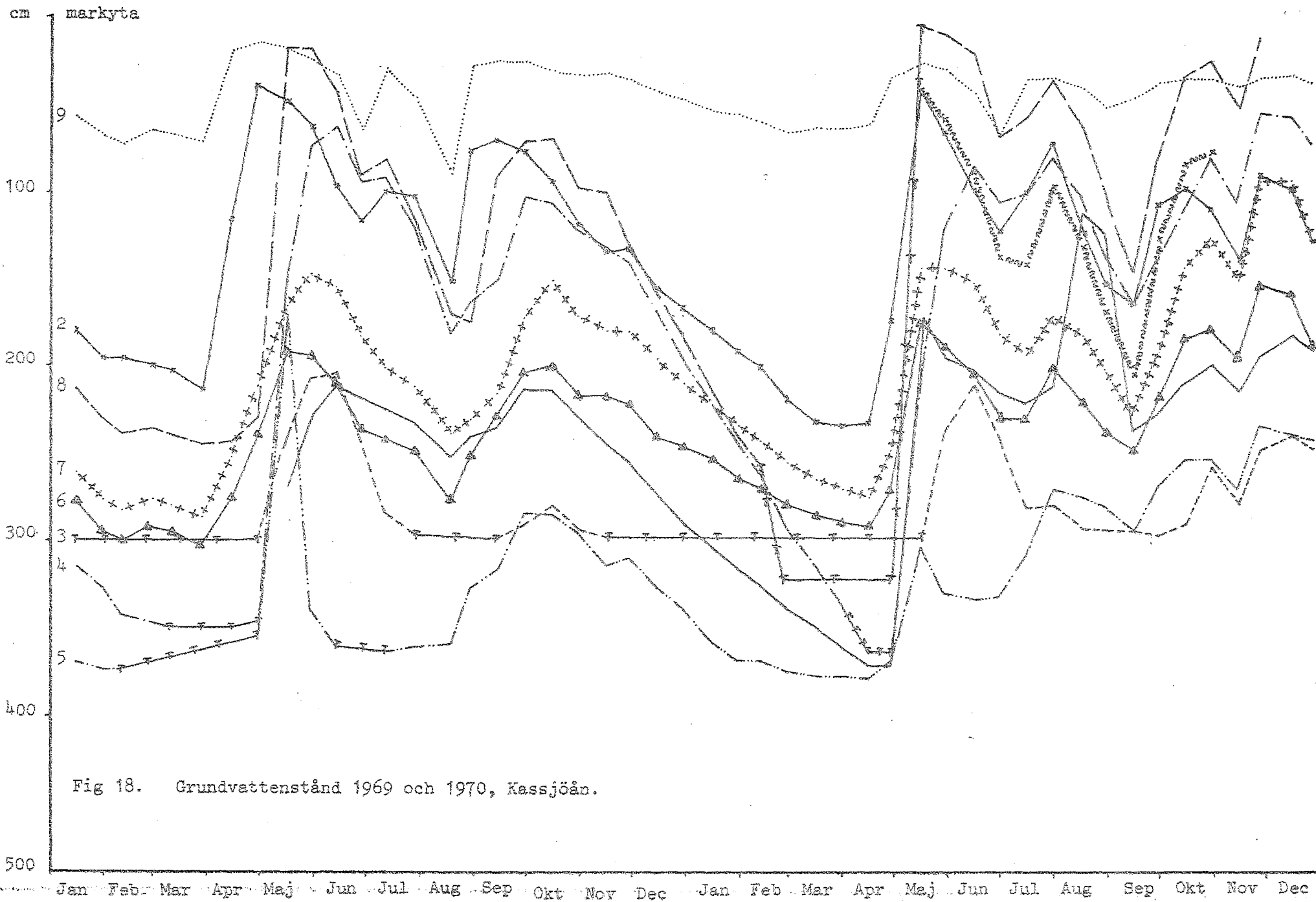


Fig 18. Grundvattenstånd 1969 och 1970, Kassjöån.

Fig 19. Grundvattenstånd 1971 och 1972 Kassjöån.

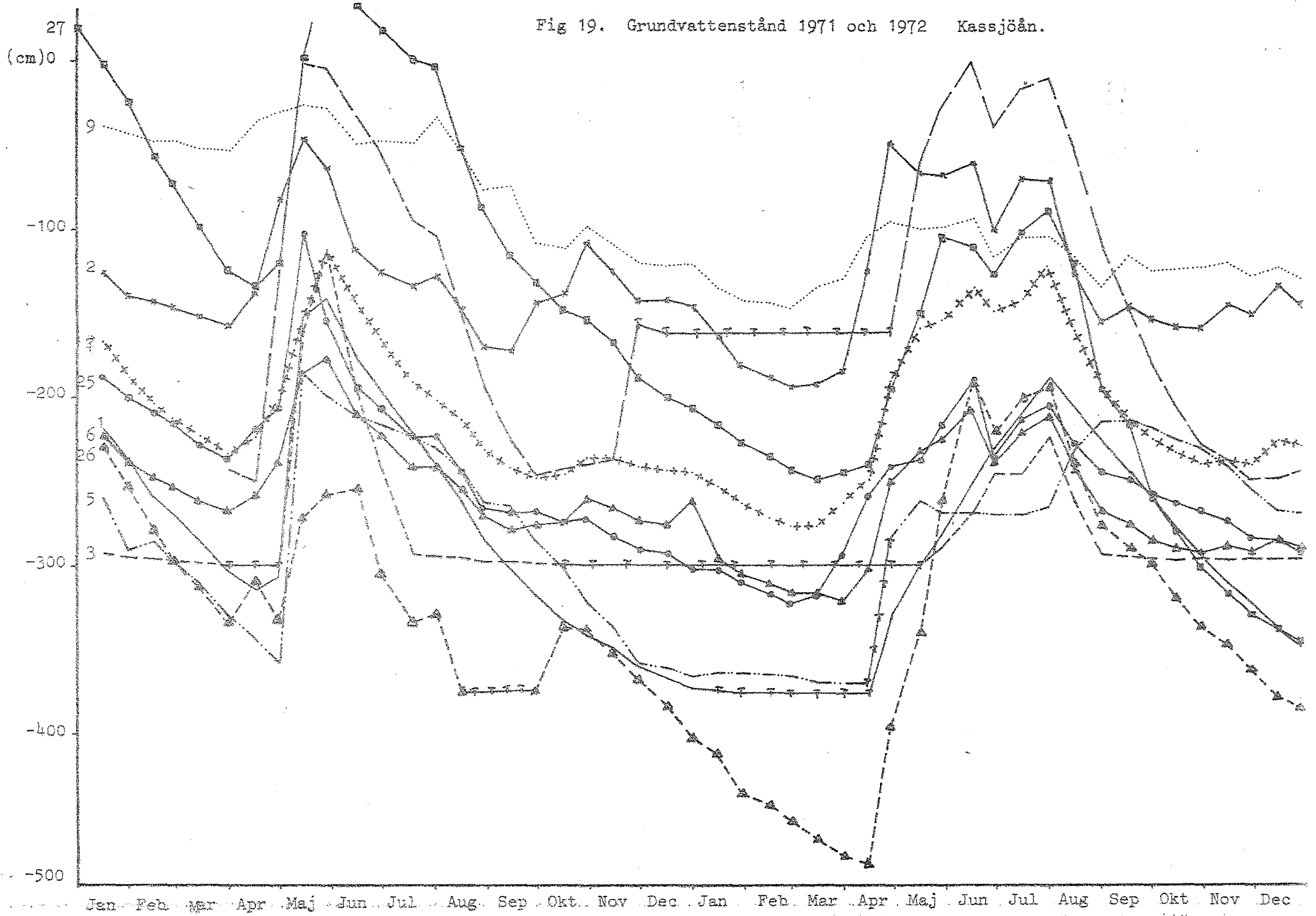
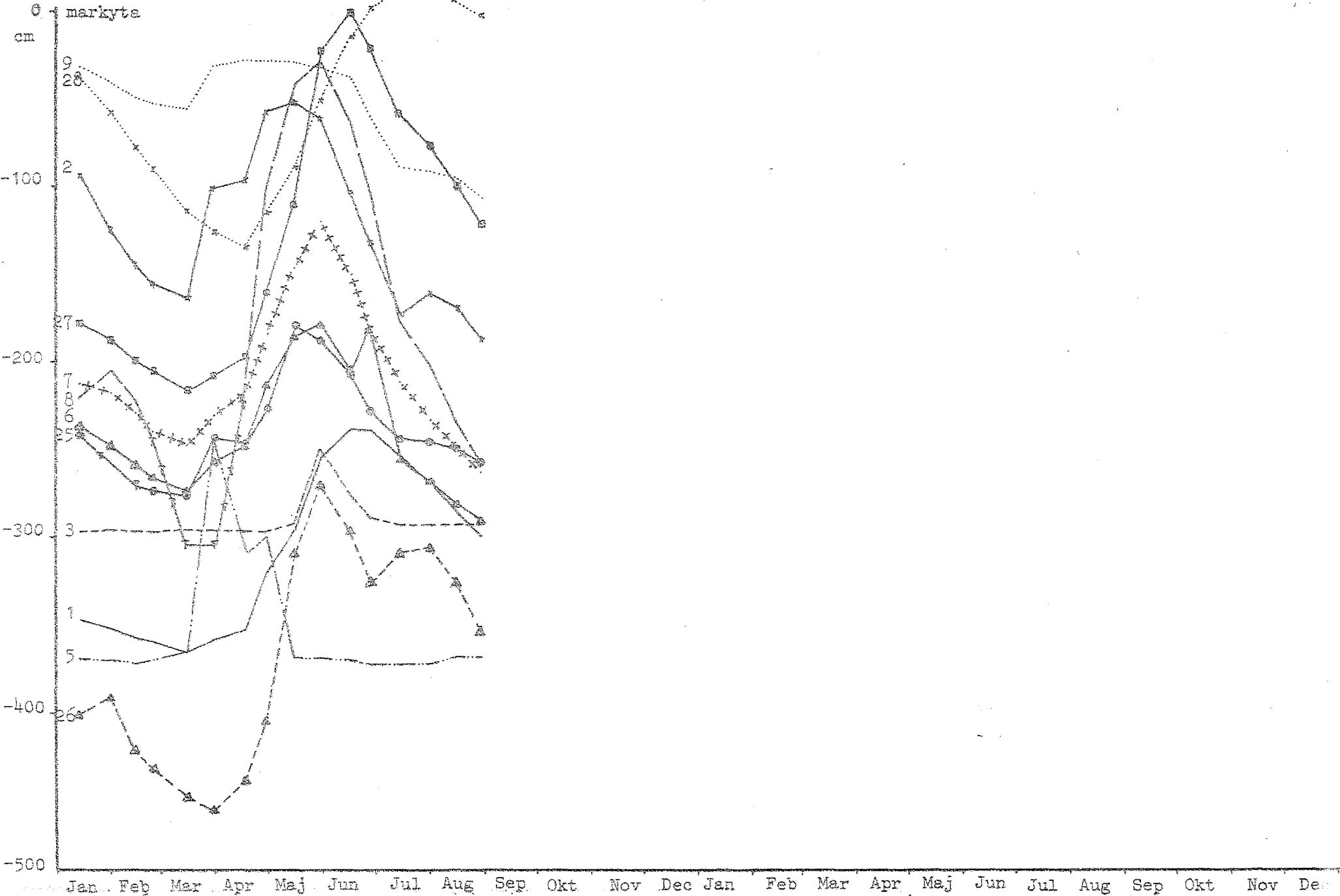


Fig 20. Grundvattenstånd 1973.



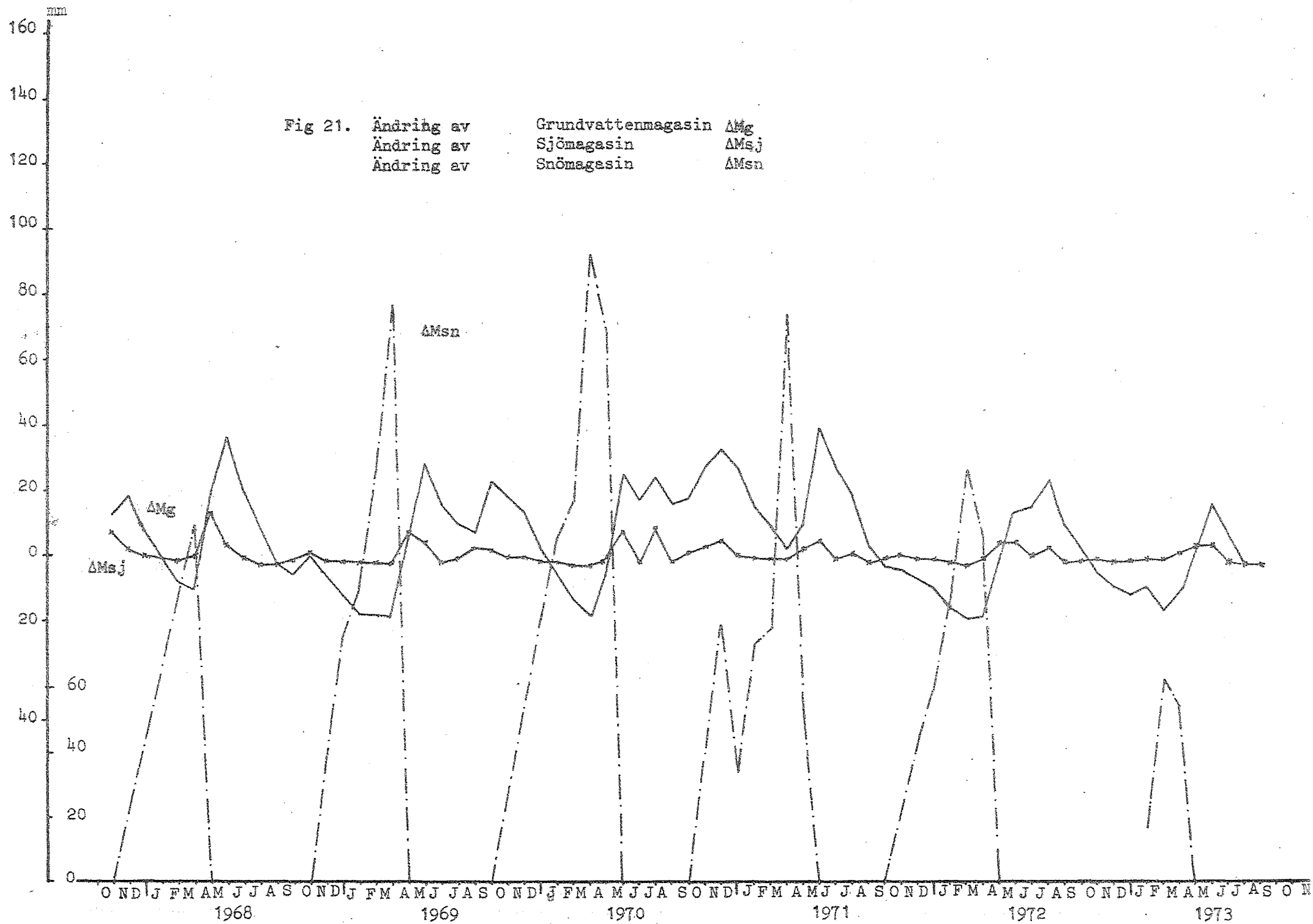


Fig 22. okt 1970 - sep 1973

Ändring av snömagasin	$\Delta Ms_n$
Ändring av sjömagasin	$\Delta Ms_j$
Ändring av markvattenmagasin	$\Delta M_m$
Ändring av grundvattenmagasin	$\Delta M_g$
Total magasinändring	$\Delta M_{tot}$

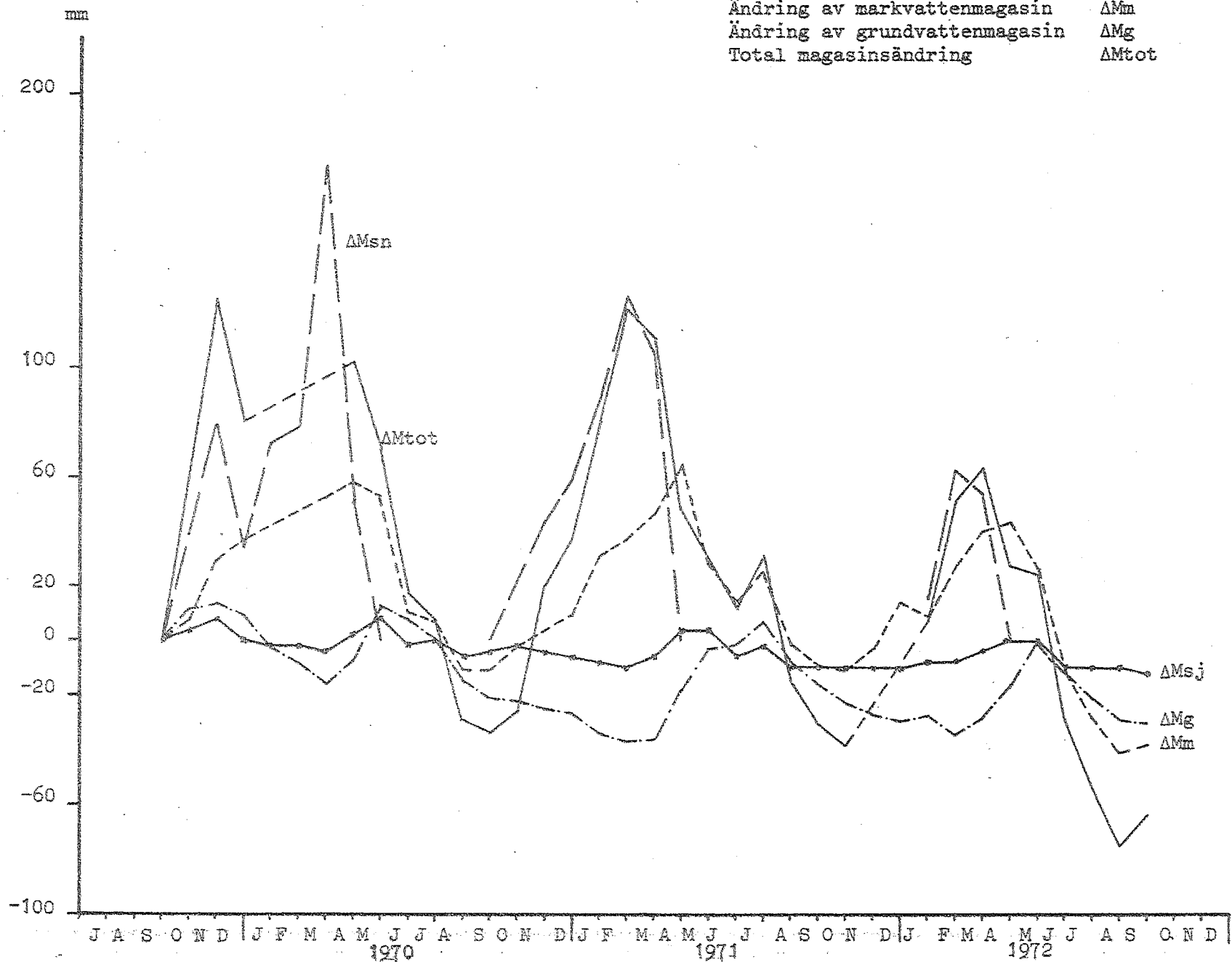


Fig 23. Restterm R och potentiell evapotranspiration  $E_{pot}$

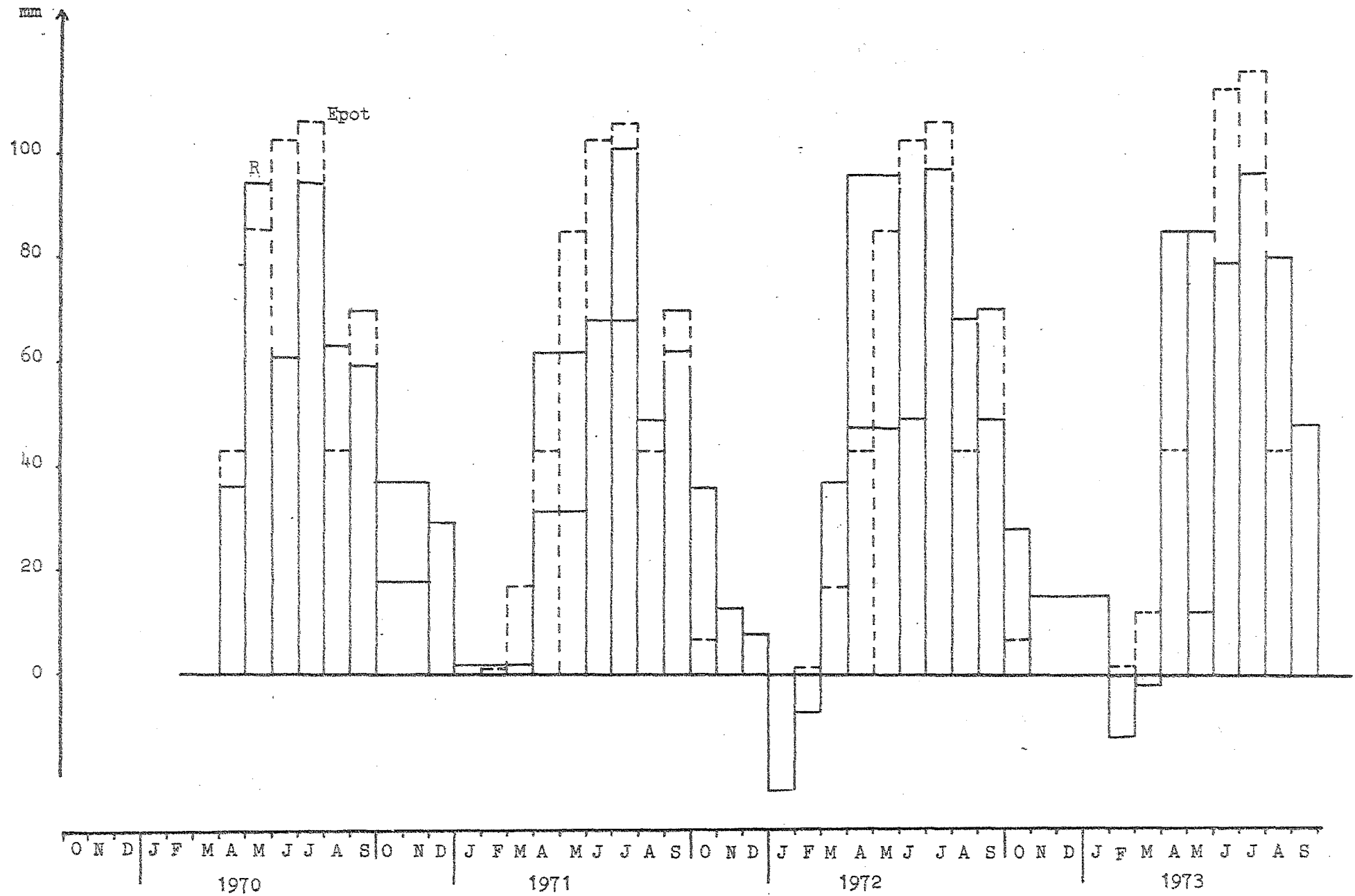


Fig 24. Medelvattenomsättning Lilla Tivsjön 1970/71 - 1972/73.

Sort: mm.

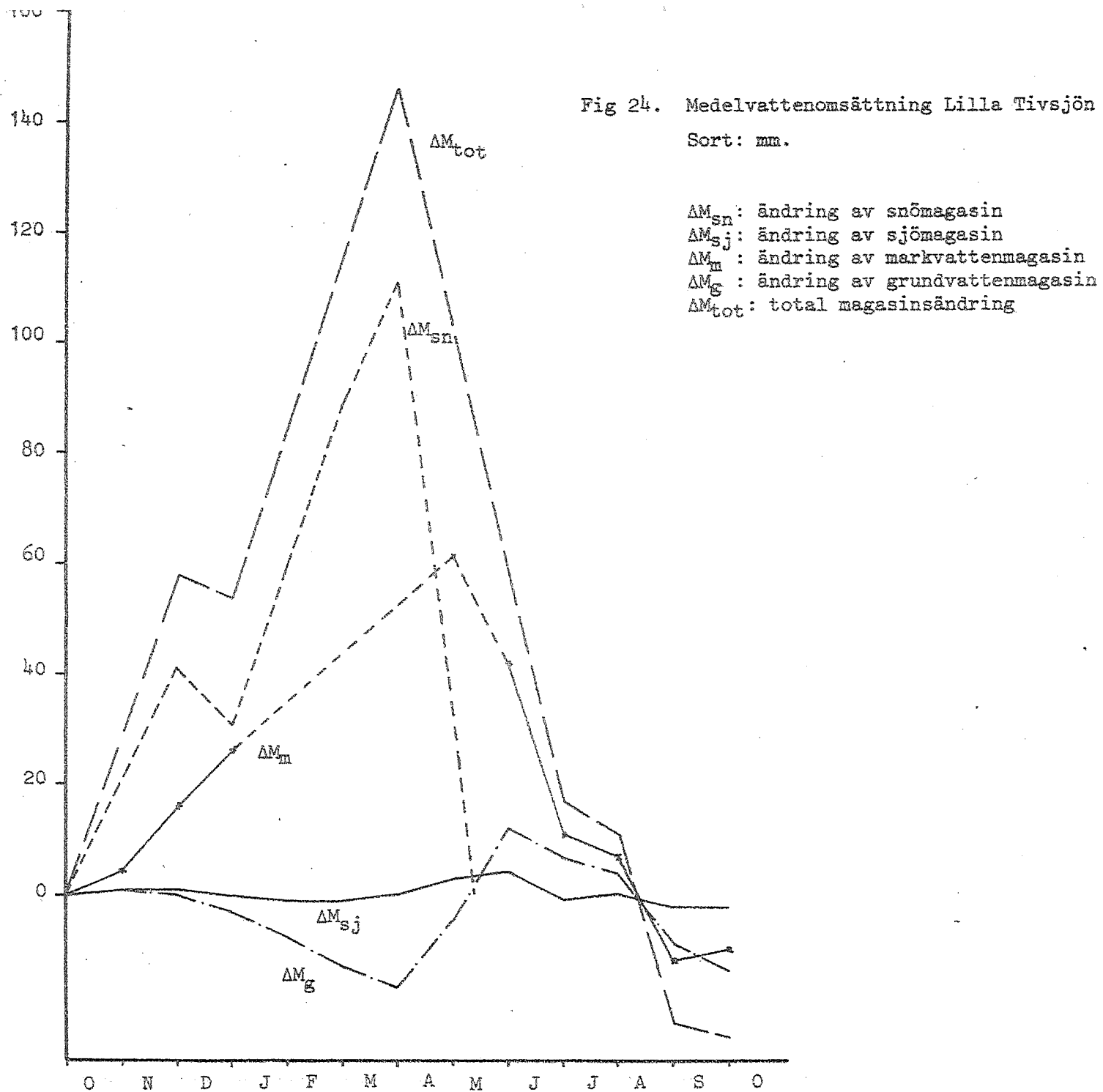




Fig 25. Medelvattenomsättning Lilla Tivsjön 1970/71 - 1972/73.  
Sort mm.

P: nederbörd  
A: avrinning

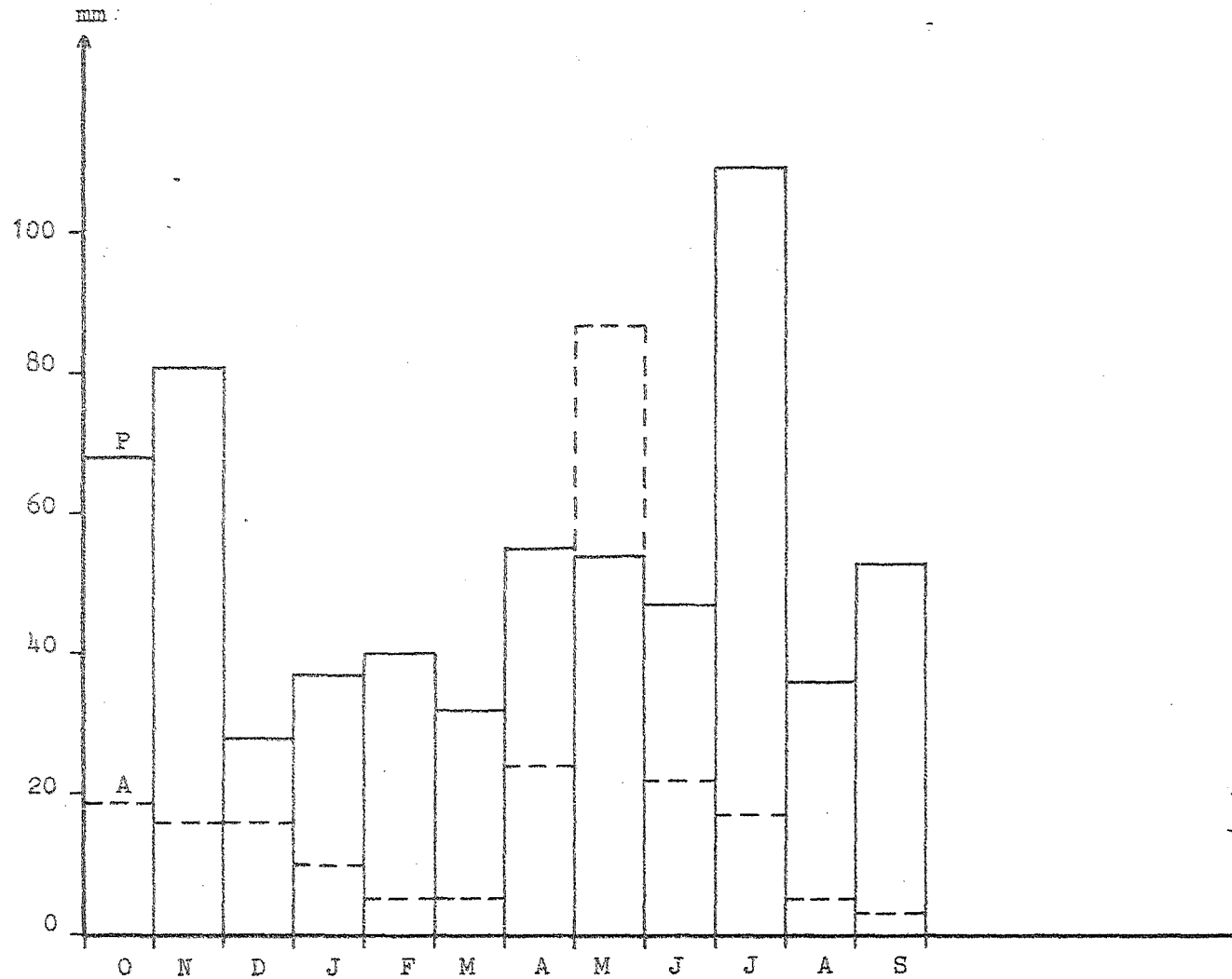


Fig 26. Restterm från medelvattenomsättningen

1970/71 - 1972/73

Epot

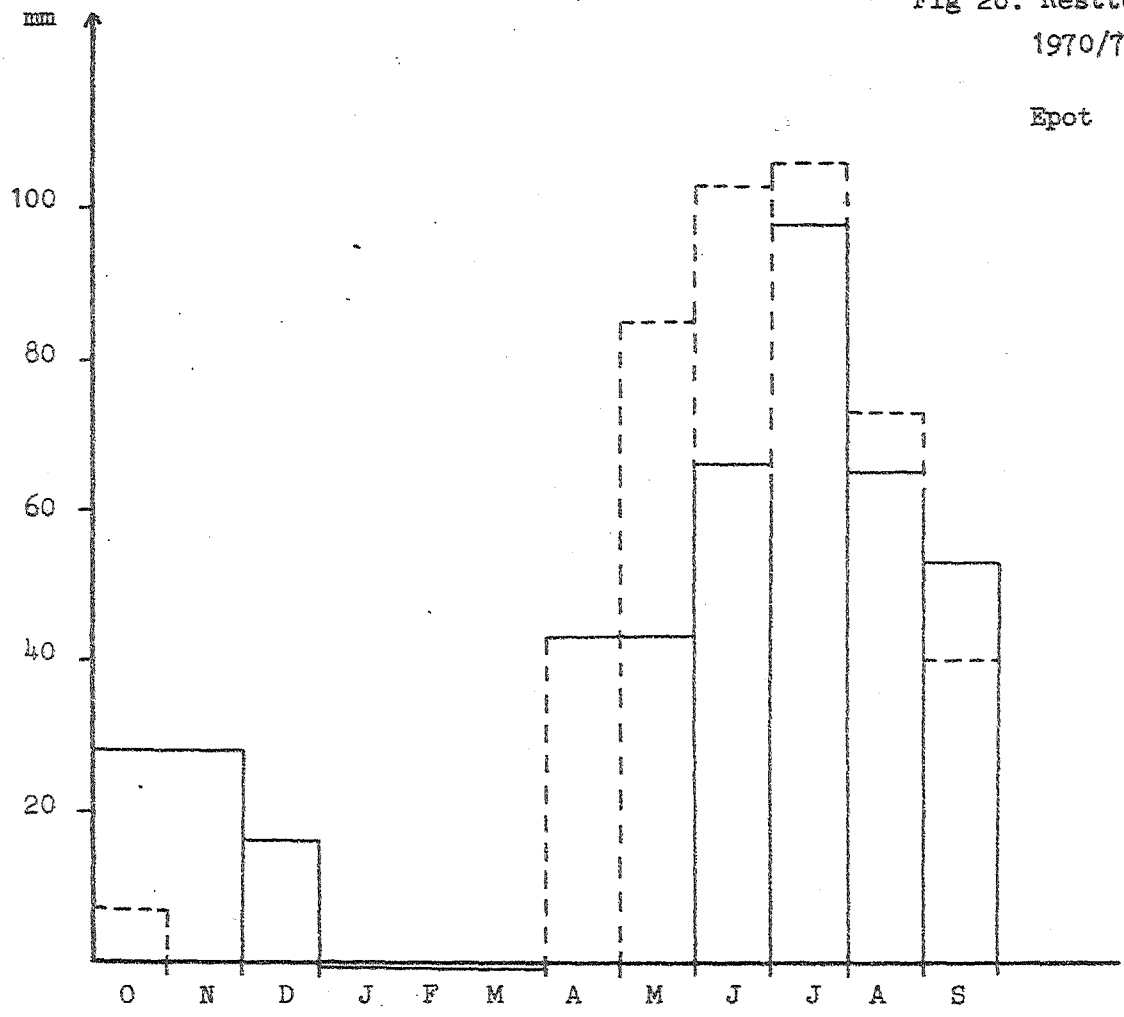


Fig 27.

Årsnederbörd korrigerad  $P_{korr}$

Årsnederbörd okorrigerad  $P_{okorr}$

Årsavrinning A

Sort: mm.

mm  
per  
år

900

800

700

600

500

400

300

200

100

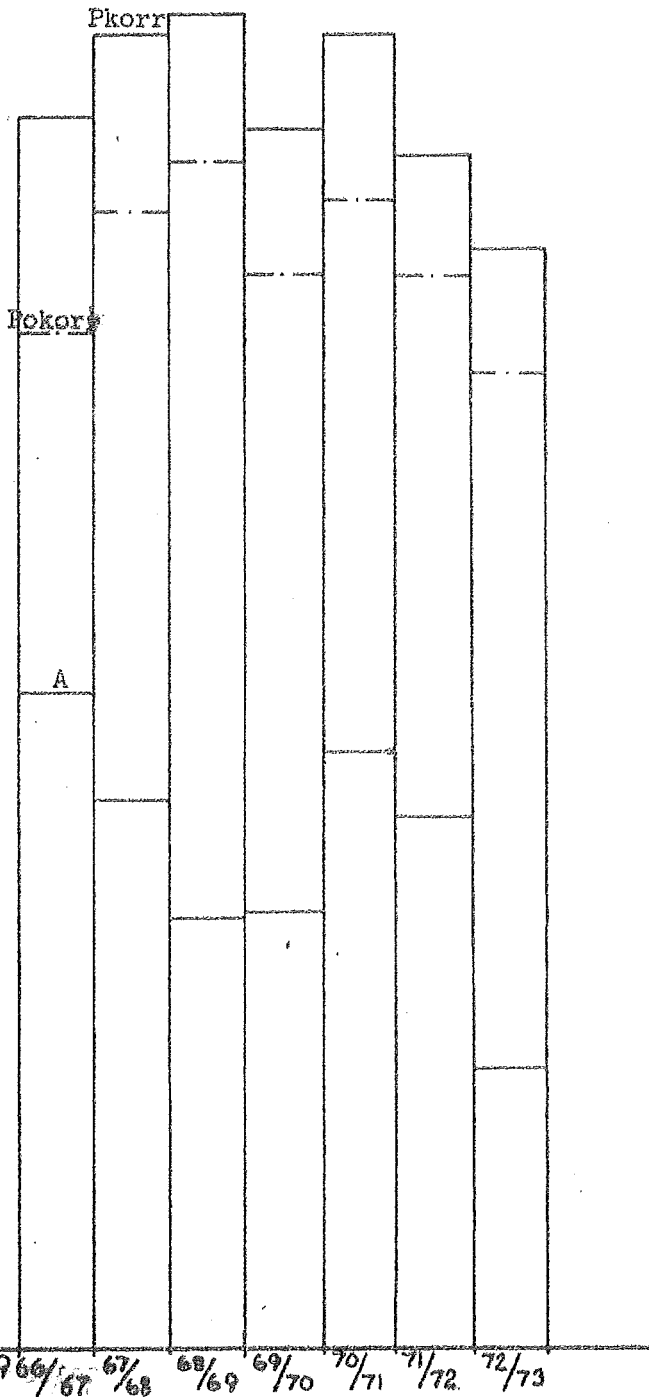


Fig 28. Ackumulerad korrigerad nederbörd  
 Ackumulerad okorrigerad nederbörd  
 Ackumulerad avrinning

