

STATENS METEOROLOGISK-HYDROGRAFISKA ANSTALT

MEDDELANDEN, SERIEN UPPSATSER. N:o 44
(COMMUNICATIONS. SERIES OF PAPERS. N:o 44)

NEDERBÖRD OCH VATTENHUS-
HÅLLNING INOM MALMAGENS
FJÄLLOMRÅDE

AV

RAGNAR MELIN

Centraltryckeriet
Esselte ab. Stockholm 1945

340350

Meddelanden. Serien uppsatser.
Communications. Series of papers.

N:o 1.	A. Ångström: Teleconnections of climatic changes in present time	Kr. 1:50
N:o 2.	G. Slettenmark: Axel Wallén	Utgången (épuisé)
N:o 3.	Hydrologisk bibliografi år 1934	» 1:—
N:o 4.	Hilding Olsson: Sunshine and radiation, Mount Nordenskiöld, Spitzbergen	Utgången (épuisé)
N:o 5.	A. Ångström: Jordtemperaturen i bestånd av olika täthet. (Soil temperature in stands of different densities, with an English summary)	» 2:—
N:o 6.	Walter Persson: Vindhastighetens dagliga gång vid några svenska stationer. (The daily variation of wind velocity at some Swedish stations, with an English summary)	» 1:—
N:o 7.	Olof Tryselius: On the turbidity of polar air	» 1:—
N:o 8.	A. Ångström: Effective radiation during the second international polar year	» 1:50
N:o 9.	A. Ångström: A simple actinometer	» 0:50
N:o 10.	Folke Bergsten: A Contribution to the knowledge of the influence of the Gulf Stream on the winter temperature of Northern Europe	» 1:—
N:o 11.	A. Ångström: A coefficient of humidity of general applicability	» 1:—
N:o 12.	Hilding Olsson: Radiation measurements on Isachsen's Plateau	» 1:50
N:o 13.	Tor Bergeron: Physik der troposphärischen Fronten und ihrer Störungen	» 1:—
N:o 14.	Ragnar Melin: Forecasting spring run-off of the forest rivers in North Sweden	» 0:50
N:o 15.	G. Slettenmark: Väderlekstjänstens organisation och arbete	Utgången (épuisé)
N:o 16.	T. E. Aurén: Luminous efficiency of solar radiation	» 1:50
N:o 17.	A. Ångström: On the formation of ice in the river Götaälv as a function of meteorological factors	» 0:50
N:o 18.	G. Slettenmark: Issignaltjänsten, dess organisation samt några erfarenheter beträffande isförhållandena i Gäylebukten	» 1:50
N:o 19.	A. Ångström: On the standardization of photo-electric cells by means of sun radiation	» 0:50
N:o 20.	G. Köhler: Några aktinometrars egenskaper med hänsyn till mätning av artificiell strålning i samband med växtodling	» 3:—
N:o 21.	Bibliographie Hydrologique des Années 1935 et 1936. Suède	Utgången (épuisé)
N:o 22.	Tor Bergeron: Hydrometeorbeschreibungen mit den vom Internationalen Meteorologischen Komitee in Salzburg 1937 angenommenen Änderungen. (Deutscher, englischer und französischer Text)	Kr. 1:50
N:o 23.	A. Ångström: Actinometric measurements near Stockholm 1930—1936	» 2:—
N:o 24.	B. Rolf and J. Olsen: Contributions to the study of overhead current systems in the arctic during magnetic storms, based on observations during the first and second international polar year	» 1:50
N:o 25.	Bibliographie Hydrologique de l'Année 1937. Suède	» 1:—

Nederbörd och vattenhushållning inom Malmagens fjällområde.

Innehållsförteckning.

Inledning och geografiska förhållanden.

I. Försök med nederbördssamlare.

II. Nederbörd.

Samband mellan nederbörd uppmätt med nederbördssamlare och höjd över havet. Snömätningar.

Samband mellan snötäcke och höjd över havet. Snötaxeringarnas resultat.

Nederbördens beräkning under vår, sommar och höst. Resultat av nederbördens beräkning.

III. Avrinning.

IV. Vattenhushållning.

V. Samband mellan snömängd och vårflöde.

Sammanfattning.

Precipitation and water-economy within the mountain area of Lake Malmagen.

Contents.

Introduction and geographical conditions.

I. Experiments with totalizers.

II. Precipitation.

Relation between precipitation measured by totalizers and altitude. Snow surveying.

Relation between snow cover and altitude.

Results of snow surveying.

The calculating of spring, summer and autumn precipitation.

Results of the precipitation calculation.

III. Run-off.

IV. Water-economy.

V. Relation between snow cover and spring run-off.

Summary.

NEDERBÖRD OCH VATTENHUSHÅLLNING INOM MALMAGENS FJÄLLOMRÅDE.

Av RAGNAR MELIN

Inledning.

I sitt arbete »Geologiska och fysiskt-geografiska undersökningar i Sarjekfjällen» framlade A. Hamberg resultat, som för första gången visade, att nederbörden inom ett svenskt högfjällsområde var avsevärt mycket större, än man dittills antagit. Genom vattenståndsobservationer, kombinerade med en på vattenmängdsmätningar grundad provisorisk avbördningskurva, kunde han beräkna att avrinningen i Sarekområdets huvudvattendrag Rapaälven i medeltal för de tre åren 1898—1900 utgjorde 53,5 liter per sek. och kvkm, motsvarande en vattenhöjd för hela området av i medeltal 1 690 mm. Han ansåg emellertid de funna vattenmängderna »kanske 10 %» för höga. Genom evaporimetermätningar erhöll Hamberg vidare en avdunstning av c:a 400 mm per år, och han anslog därför nederbörden inom denna trakt till c:a 1 900 mm per år.

Genom de undersökningar, som sedermera gjorts av Statens meteorologisk-hydrografiska anstalt, har framgått, att den stora nederbörden i Sarek icke är en isolerad företeelse utan är typisk för de svenska fjällen i allmänhet. På grundval av de undersökningar, vilkas resultat framlagts av Slettenmark i »De svenska flodernas vattenmängder», har Wallén i »L'eau tombée dans la haute montagne de la Suède» framlagt beräkning över nederbördens storlek i 28 områden belägna helt eller delvis inom fjällområdet. Härvid utgick han från att avdunstningen ökade med nederbörden intill en gräns av 400 mm. I de 28 områdena antogs avdunstningen vara lägst 250 mm; den största avdunstningen 400 mm ansågs förekomma i 3 områden, där avrinningen översteg 1 000 mm per år. De funna resultaten användes av Wallén vid uppgörande av »Nederbördskartor över Sverige», vilken beträffande fjällområdet företer en helt annan bild än H. E. Hambergs endast med stöd av observationer vid nederbördsstationerna uppgjorda nederbörds-karta.

I de föregående undersökningarna utgör beräkningen av avdunstningen en mycket osäker faktor även om, såsom Wallén påpekat, inom områden med riklig nederbörd ett stort fel i uppskattningen av avdunstningen förhållandevis litet inverkar på resultatet av nederbördsberäkningen. Genom att Wallén antog att avdunstningen ganska starkt ökade med nederbörden erhöll han dock för stora nederbördsvärden. Evaporimetermätningar kunna icke med någon större grad av säkerhet överföras på naturliga förhållanden, och lika osäkert är att uppskatta avdunstningen i fjällen med stöd av resultat som erhållits inom skogsområden, där förhållandena äro helt annorlunda. Bestämningen av avdunstningens storlek genom direkta metoder stöter på mycket stora svårigheter. Först på senaste åren har forskningen inom detta område tagit ett

steg framåt genom de omsorgsfulla undersökningar med lysimetrar, som utföras på olika platser, bland vilka särskilt kunna nämnas de tyska undersökningarna vid Eberswalde genom W. Friedrich och J. Bartels.

Inom de trakter av vårt land där det varit möjligt att anordna tillförlitliga nederbördsobservationer, har man dock kunnat erhålla ganska goda värden på ett områdes totala avdunstning genom att bestämma nederbörden och avrinningen. Skillnaden mellan dessa båda storheter utgör avdunstningen om beräkningen utsträcks över tillräckligt lång tid.

I fjällen har nederbörden hittills icke kunnat bestämmas med vanliga nederbörds-mätare, dels därför att dessa kräva daglig passning och dels därför att de icke fungera tillfredsställande under fjällförhållanden. I Sarek har A. Hamberg gjort försök att bestämma nederbörden på höga nivåer medelst nederbördssamlare. Han erhöi med dessa mätare stora nederbördsmängder, mellan 2 000 och 3 000 mm på höjder mellan 1 500 och 2 000 m för året 1 sept. 1899—1 sept. 1900. Dessa mängder överensstämde bra med den beräkning som gjordes på grundval av vattenmängdsuppgifterna. Hamberg har emellertid meddelat mig, att han sedermera funnit nederbördssamlarna otillfredsställande, därför att drivsnö kom in i den springa som fanns mellan mätarens övre och undre del och att därför resultaten icke förtjänade avseende. Att överensstämmelsen med avrinningen ändock blivit så god kunde endast bero på en tillfällighet.

I Schweiz, där man länge gjort försök med nederbördssamlare, vanligen kallade Mouginmätare efter deras uppfinnare, erhållas goda resultat särskilt vid de undersökningar, som i mycket stor omfattning utföras i högfjällen av Lütischg med en av honom modifierad typ av den äldre Mouginmätaren.

Det finns emellertid ett annat sätt att bestämma snönederbördens storlek än användning av nederbördsmätare, nämligen mätning av snötäckets vattenvärde. Detta är endast möjligt inom områden, där temperaturen mera varaktigt ligger under 0°, vilket ju är det vanliga i Norrland. Smältvattnet under kortvariga perioder med töväder eller t. o. m. regn uppfångas av snötäcket och ingår därigenom i magasinet. Den förnämsta svårigheten med dessa mätningar är, att snön lägger sig så ojämnt och att det därför ofta är nödvändigt att taga ett stort antal snöprov för att bestämma en orts genomsnittliga snönederbörd. I Sverige ha snömätningar, bestämning av snötäckets djup och i många fall även dess vatteninnehåll, sedan lång tid utförts vid många av de meteorologiska stationerna och härigenom har erhållits en ganska god men dock endast schematisk bild av snötäckets djup, varaktighet, utbredning och vatteninnehåll i vårt land. Några på grundval av detta material av J. V. Sandström uppgjorda kartor komma att publiceras i handlingarna till den internationella unionens för geodesi och geofysik kongress i Washington 1939. I regel äro vid dessa mätningar snödjupet på varje plats bestämt i 5 punkter och vattenvärdet vid en av dessa. Mätningarna äro otillräckliga för att ge ett riktigt värde å medelsnödjup och vattenvärde på platsen i fråga. De saknas dessutom inom obebodda områden och sålunda också i fjälltrakterna med undantag av enstaka dalgångar där bebyggelse finnes. I Sverige har tidigare såsom ett komplement till nederbördsmätningar snötäckets vattenvärde på ett mera systematiskt sätt bestämts

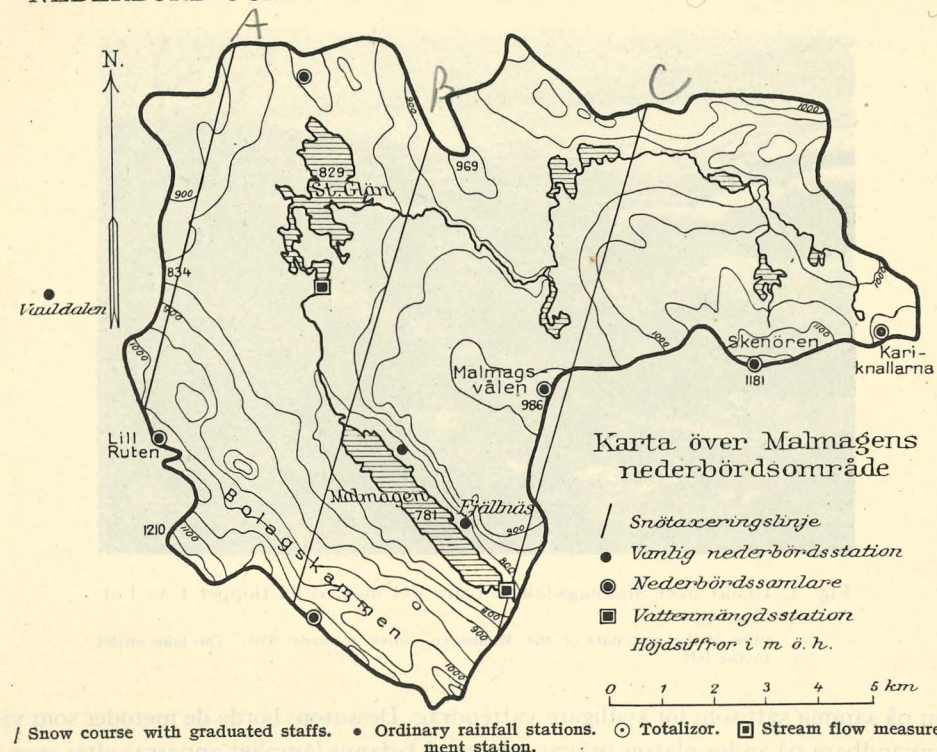


Fig. 1. Malmagens nederbördsområde.
The river basin of Lake Malmagen.

av Rolf vid Abisko. Han uppsatte här 20 snöpegel i en 1 km lång linje, där snödjup och täthet bestämdes, den senare medelst vägning. Även A. Hamberg gjorde i Sarek tidigt försök med snöpegel i högfjället, som han senare fullföljde. Hamberg publicerade resultat av dessa mätningar först 1931 och 1933. Senare har även Ahlmann under sina forskningar inom landområdena kring polarhavet använt metoden för en orientering över nederbördens storlek inom dessa svårtillgängliga trakter.

Framförallt i U. S. A. ha snömätningar utförts i mycket stor utsträckning, särskilt för att bilda underlag för prognoser över vårflodens storlek. Metoden utexperimenterades framförallt av professor J. E. Church vid universitetet i Reno, Nevada, U. S. A.

Vid dessa mätningar användes med framgång snöpegel uppsatta i linjer samt snöprovtagare, långa rör, vari snöprov upptogs och vägdes. Härigenom kunde den vattenmängd, som var magasinerad i snötäcket samt snöns djup och spec. vikt bestämmas. Förberedande försök med snömätningar enligt den amerikanska förebilden utfördes av anstalten i Filipstadstrakten samt vid Ånn i Jämtland genom G. Wersén under 1920-talet och i Handölsåns område genom R. Melin och F. Bergsten år 1923.

På grund av de undersökningar, som tidigare gjorts beträffande nederbördens uppmätning såväl med nederbördssamlare som medelst snömätningar inom fjällområden, ansågos goda förutsättningar finnas att studera vattenhushållningen inom dylika om-



Fig. 2. Utsikt över Malmagsdalens östra del mot SV. Utloppet t. v. Fot. 17/5 1931.
View of the east part of the Malmagen valley towards SW. The lake outlet to the left.

råden på samma sätt som för sydligare vattendrag. Dessutom borde de metoder som visat sig användbara på andra platser provas och om så befanns lämpligt anpassas efter svenska fjällförhållanden. På överdirektör Walléns initiativ organiserade anstalten därför år 1927 en undersökning inom ett fjällområde, Tännåns nederbördsområde vid sjön Malmagens utlopp, huvudsakligen för att studera vattenhushållningen på grundval av mätningar dels av avrinningen och dels av nederbörden medelst olika metoder. Denna undersökning har pågått alltsedan och de viktigaste av de allmängiltiga resultat som erhållits framläggas här nedan.

De omfattande observationer över nederbörd, vattenstånd, snötäckets djup och vattenvärde som ligga till grund för undersökningen, hava huvudsakligen utförts av bröderna Knut, Hans, Karl och Sven Hansson. För det samvetsgranna sätt på vilket de fullgjort sina åligganden och det intresse de visat får anstalten till dem uttala sitt tack. Anstalten får också tacka fru Marit Eriksson för den värdefulla hjälp hon givit undersökningen genom att vid så många tillfällen ta emot anstaltens tjänstemän i sitt hem.

Geografiska förhållanden.

Tännån utgör en av Ljusnans översta källfloder. Området vid Malmagens utlopp, som det här närmast är fråga om, ligger omedelbart intill gränsen mot Norge och några kvkm äro belägna inom norskt område. Vattendelaren skiljer området i väster och



Fig. 3. Utsikt över Malmagsdalens västra del mot SV. Västergården i mitten. Fot. 3/4 1928.
View of the west part of the Malmagen valley towards SW. In the middle the farm »Västergården».



Fig. 4. Utsikt över den inre högplatån från Skenören. Fot. 11/8 1929.
View of the highplateau from mount Skenören.

söder från tillflöden till Glommen, i norr från Ljusnan och i öster från Andersån, ett tillflöde till Tännån nedom Malmagen.

Området utgör en något skålformig högslett väl avgränsad genom markerade höjdyggar. Tännån har sin källa längst österut i några tjärnar, Långnästjärn och Skenören

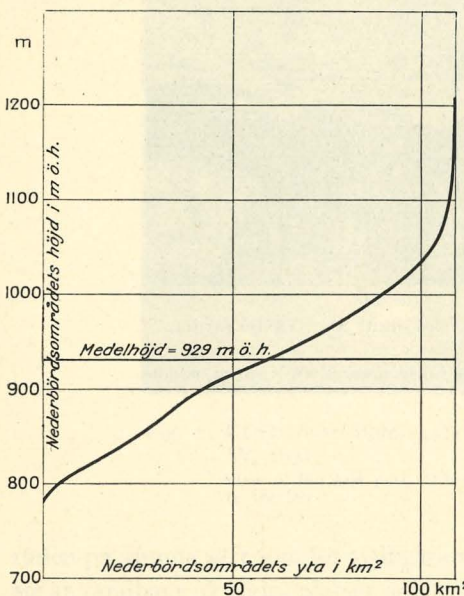


Fig. 5. Samband mellan nederbördsområdets storlek och höjd över havet.
Relation between area of the basin and height above sea level.

och rinner därifrån västerut genom flera andra tjärnar till Glänsjöarna. Här böjer ån av till sydsydöstlig riktning och når efter några kilometer Malmagen.

Glänsjöarna ligga ännu på själva högplatån och i en ganska flack fördjupning. Stränderna äro mestadels låga. Malmagen däremot ligger i en i platån djupt nedsänkt skarpt markerad dal, som nedom sjön fortsätter i samma riktning.

Malmagen ligger 781 m ö. h. Glänsjöarna ligga betydligt högre, stora Glänsjön på höjden 829 m ö. h.; den högst belägna källsjön Skenören ligger 1028 m ö. h. Tännån, som mellan Skenören och Malmagen har en längd av c:a 20 km, sänker sig sålunda på denna sträcka 247 m. Området är högst på vattendelaren i öster och söder. I söder är högsta punkten Rutfjällets topp, som med 1210 m ö. h. också är områdets högsta punkt, i öster går vattendelaren över det 1181 m höga Skenörsfjellet (Skenören).

Sambandet mellan nederbördsområdets ytvidd och höjden över havet åskådliggöres å fig. 5. Fördelningen mellan olika nivåer framgår av följande

under 800 m ö. h.	5,4 km ²	5 %
800—900 »	36,7 »	34 %
900—1 000 »	47,3 »	43 %
1 000—1 100 »	17,9 »	16 %
över 1 100 »	1,7 »	2 %

Medelhöjden är 929 m ö. h.

Området ligger helt och hållet ovanför barrskogsgränsen. Ungefär hälften består av fjällhed med sparsam vegetation, den andra hälften, huvudsakligen områdena omkring Malmagen och Glänsjöarna, upptages av fjällbjörkskog. På Malmagsdalens norra sluttning, som är ett utpräglad sydberg, är björkskogen tät och kraftigt utvecklad. Björkskogsgränsen ligger här c:a 950 m ö. h. medan den på nordsluttningen söder om sjön endast går upp till c:a 850 m.

Arealuppgifter för området återfinnas i nedanstående tabell.

	Nederbördsområdets storlek km ²	Sjöareal km ²	Sjöprocent %
Malmagens utlopp.....	109	6,6	6,1
Lilla Gläns utlopp.....	63	3,6	5,7
<i>Sjöar.</i>			
Malmagen.....	2,3	km ²	
St. Glän.....	1,7	»	
Glänhån.....	0,25	»	
Lilla Glän.....	0,14	»	
Skenören.....	0,25	»	
Skenörstjärnarna.....	0,18	»	
Långbrotsjöarna.....	0,48	»	
V. Kroktjärn.....	0,20	»	

Arealerna hava erhållits genom uppmätning på topografiska kartan.

Försök med nederbördssamlare.

Inom Malmagens område uppsattes vid början av undersökningen under år 1927 5 nederbördssamlare av den av Lütshg i Schweiz använda modellen. Utseendet av dessa framgår av fig. 6 och 7. På ett cylindriskt kärl är placerat ett koniskt överstycke, upp till försett med en ring, vilken utgör omkretsen för nederbördens uppsamlingsyta. Nederst finnes en tömningskran. Mätaren är försedd med skyddsskärm. Kärlet innehöll alltid 0,5 å 1,0 liter vaselinolja för att hindra avdunstning och dessutom på vintern vanligen 4 liter koncentrerad klorcalciumlösning så att snön i mätarna kunde smälta.

Samtliga mätare uppsattes ovanför trädgränsen på små platåer eller tämligen svagt markerade höjdryggar.

Det visade sig snart att alla mätarna gävo en mycket för stor vinternederbörd. Det fanns anledning tro, att detta berodde på att en c:a 2 mm stor springa vid uppsättningen uppkommit mellan cylindern och konen. Genom denna springa kunde drivsnö komma in i mätaren men sannolikt var huvudorsaken att en tryckminskning på grund av den ökade vindhastigheten omedelbart intill mätaren uppstod vid springan, varigenom luften sögs genom mätaren, vilken kom att fungera som en fälla för snön. Konen och cylindern fastlöddes därför så att ingen springa fanns. Det visade sig nu att mätarna gävo alldeles för liten vinternederbörd. Sommarnederbörden var även för liten, ehuru i mindre grad än vinternederbörden. Sannolikt berodde de för små mängderna åtminstone vintertid på, att vindhastigheten i närheten av den koniskt formade överdelen av kärlet får en uppåtriktad komponent. På sommaren torde någon avdunstning förekomma, därför att oljan icke utbreder sig jämnt över vattenytan utan lämnar en liten del av den samma närmast kärlkanten obetäckt. Under ett par år ha 3 nederbördssamlare av samma typ med springa mellan konen och cylindern varit uppställda även vid Riksgränsens observatorium, och de ha även visat sig ge alldeles för stor vinternederbörd.



Fig. 6. Nederbördssamlaren »Bolagskammen». Fot. 10/4 1929.
The totalizer »Bolagskammen».

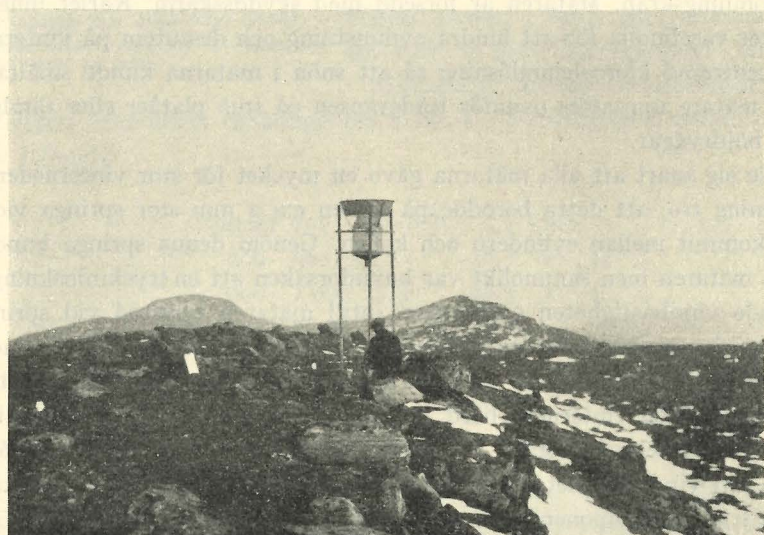


Fig. 7. Nederbördssamlaren »Bolagskammen». Fot. 6/10 1928.
The totalizer »Bolagskammen».



Fig. 8. Nederbördssamlarna i »Mätarparken». Fot. maj 1933.
The totalizers in »the measuring places». Of the three totalizers one has a big, one a small and the third no slit between the cylindrical and conical part of the gauge.

För att pröva springans inverkan vid en åtminstone jämförelsevis skyddad uppställning av mätarna uppsattes 3 nederbördssamlare och en vanlig nederbördsjälmätare i tämligen gles björkskog. Av de tre nederbördssamlarna hade en stor och en liten springa medan den tredje saknade sådan. Uppställningen framgår av fig. 8. Skillnaderna mellan uppmätt mängd i de olika mätarna blevo nu ganska små.

Resultaten av de förestående försöken med nederbördssamlare framgå av sammanställningarna i tab. 1—3.

Tab. 1 innehåller den uppmätta mängden vid 3 nederbördssamlare med springa placerade ute på fjället samt vid två nederbördsstationer i dalgången utrustade med

Tab. 1. Nederbörd i mm.
Precipitation in mm.

		Nederbördssamlare med springa Totalizers with slit between the cylindrical vessel and the conical hood				Vanliga neder- börds­mätare Rain-fall gauges of ordinary type	
		Stora Glän	Lill Ruten	Kariknal- larna	Med. Mean	Fjällnäs	»Malma- gen»
1927	$\frac{1}{10} - \frac{1}{3}$ 28.....	207	598	487	431	225	200
	$\frac{1}{3} - \frac{21}{6}$ 28.....	61	114	112	96	126	114
	$\frac{21}{6} - \frac{10}{10}$ 28.....	224	269	263	252	296	267
1928	$\frac{10}{10} - \frac{18}{4}$ 29.....	653	723	1 438	938	269	285
	$\frac{18}{4} - \frac{2}{7}$ 29.....	60	116	99	92	118	112
	$\frac{2}{7} - \frac{30}{9}$ 29.....	178	230	188	199	266	263
Medeltal, Mean		230	342	431	334	217	207

Tab. 2. Nederbörd i mm.
Precipitation in mm.

	Nederbördssamlare i »mätarparken» Totalizers in »the measuring place»				Vanliga nederbördsmätare Rain-fall gauges of ordinary type	
	Stor springa Big slit	Liten springa Small slit	Ingen springa No slit	Med. Mean	i mätarparken in »the measuring place»	»Malmagen»
<i>Vinter, Winter</i>						
Höjd 6. h. m.	162	162	151	158	132,4	164,7
Height above sea level	304	263	248	272	270,0	280,9
1930—31 $\frac{16}{10}-\frac{10}{4}$	151	140	136	142	157,7	145,9
1931—32 $\frac{7}{10}-\frac{23}{4}$	232	178	158	189	183,5	141,6
1932—33 $\frac{30}{9}-\frac{26}{5}$	161	165	164	163	176,9	186,8
1933—34 $\frac{1}{10}-\frac{26}{4}$	278	288	—	283	227,8	149,5
1934—35 $\frac{21}{10}-\frac{20}{4}$	153	127	130	137	128,4	126,3
1935—36 $\frac{2}{10}-\frac{27}{4}$	116	94	99	103	105,4	88,6
1936—37 $\frac{15}{10}-\frac{10}{3}$	229	179	203	204	154,2	129,1
Medeltal, Mean	108	55	61	75	166,5	218,1
($\frac{24}{12}$ 35— $\frac{26}{4}$ 36 ej medräknad) (not included)	180	151	150	160	163,9	164,7
<i>Sommar, Summer</i>						
$\frac{12}{6}-\frac{2}{10}$ 33	311	305	298	305	359,3	338,5
$\frac{26}{4}-\frac{21}{10}$ 34	465	456	460	460	543,9	487,4
$\frac{21}{4}-\frac{3}{10}$ 35	422	420	418	420	411,1	417,7
$\frac{27}{4}-\frac{15}{10}$ 36	344	339	336	340	358,5	323,5
$\frac{12}{3}-\frac{7}{10}$ 37	210	202	199	204	237,9	214,8
$\frac{7}{10}$ 37	212	186	172	190	205,8	170,6
$\frac{1}{4}-\frac{24}{6}$ 38	225	193	195	204	244,3	225,9
$\frac{21}{9}$ 38	271	277	269	272	313,0	286,6
Medeltal, Mean	308	297	293	299	334,2	308,1

vanliga nederbördsmätare. Sommarnederbörden är i nederbördssamlarna nästan genomgående mindre, ehuru för en del tidsavsnitt endast obetydligt mindre, vinternederbörden däremot ända till 5 gånger större än i de vanliga nederbördsmätarna.

Tab. 2 visar resultaten från de i björkskogen på en plats, för korthets skull kallad mätarparken, uppsatta mätarna samt från nederbördsstationen Malmagen, som ligger nära intill. På sommaren äro de uppmätta mängderna i genomsnitt ganska lika. Nederbördssamlaren med största springan ger endast obetydligt större värde än de övriga nederbördssamlarna. Den vanliga nederbördsmätaren bredvid ger dock c:a 10 % större nederbörd än övriga mätare. På vintern har mätaren med största springan 20 % större nederbörd än de två övriga nederbördssamlarna, som visa samma nederbörd. De vanliga nederbördsmätarna »Malmagen» och i parken överensstämna nära sinsemellan och med nederbördssamlaren med liten och utan springa. Skillnaderna i nederbördsmängd äro icke i något fall påfallande stora.

Tab. 3 innehåller resultaten från de på olika ställen på fjället ovanför skogsgränsen uppställda nederbördssamlarna sedan springan hopplötts. För jämförelse äro resultaten

Tab. 3. Nederbörd i mm.
Precipitation in mm.

	Nederbördssamlare utan springa Totalizers without slit					Vanliga nederbördsmätare Rain-fall gauges of ordinary type		
	St. Glän	Lill Ruten	Malmags vålen	Bolagskammen	Med. Mean	Fjällnäs	Malmagen	Med. Mean
<i>Vinter, Winter</i>								
Höjd 6. h. m.	870	1 060	975	1 100		790	790	
Height above sea level								
1930—31 $\frac{16}{10}-\frac{10}{4}$	154	183	115	149	147	225	213	
1931—32 $\frac{7}{10}-\frac{23}{4}$	192	327	205	342	258	325	466	
1932—33 $\frac{30}{9}-\frac{26}{5}$	117	167	100	128	128	280	302	
1933—34 $\frac{1}{10}-\frac{26}{4}$	170	191	159	154	168	353	453	
1934—35 $\frac{21}{10}-\frac{20}{4}$	154	165	113	263	174	276	288	
1935—36 $\frac{2}{10}-\frac{27}{4}$	82	135	95	198	128	360	342	
1936—37 $\frac{15}{10}-\frac{10}{3}$	78	167	81	179	126	213	215	
Medeltal, Mean	135	191	124	202	166	290	326	308
<i>Vår, sommar, höst.</i>								
<i>Spring, summer, autumn</i>								
1931 $\frac{10}{4}-\frac{7}{10}$	261	317	245	387	302	452	417	
1932 $\frac{23}{4}-\frac{30}{9}$	145	181	171	168	171	249	246	
1933 $\frac{26}{5}-\frac{1}{10}$	285	311	311	308	304	377	353	
1934 $\frac{26}{4}-\frac{21}{10}$	335	425	349	396	376	512	487	
1935 $\frac{20}{4}-\frac{2}{10}$	301	340	326	254	305	390	418	
1936 $\frac{27}{4}-\frac{15}{10}$	259	321	257	268	276	315	323	
1937 $\frac{10}{3}-\frac{7}{10}$	280	373	319	363	334	443	386	
Medeltal, Mean	267	324	283	306	285	391	376	383
<i>Sommar, Summer</i>								
1930 $\frac{16}{6}-\frac{16}{10}$	121	190	121	116	150	269	255	
1931 $\frac{21}{5}-\frac{6}{10}$	237	290	214	352	267	370	343	
1933 $\frac{26}{5}-\frac{7}{10}$	301	311	327	324	316	387	374	
1937 $\frac{5}{7}-\frac{7}{10}$	133	166	152	168	155	196	171	
Medeltal, Mean	198	239	204	240	221	306	286	296

från två dalstationer Fjällnäs och Malmagen, även angivna. I medeltal för samtliga nederbördssamlare och tidsavsnitt är sommarnederbörden 285 mm medan den för de vanliga nederbördsmätarna uppgår till 383 mm. Motsvarande värden för vintern äro resp. 166 och 308 mm. På sommaren giva sålunda dessa nederbördssamlare i oskyddade lägen endast c:a 7

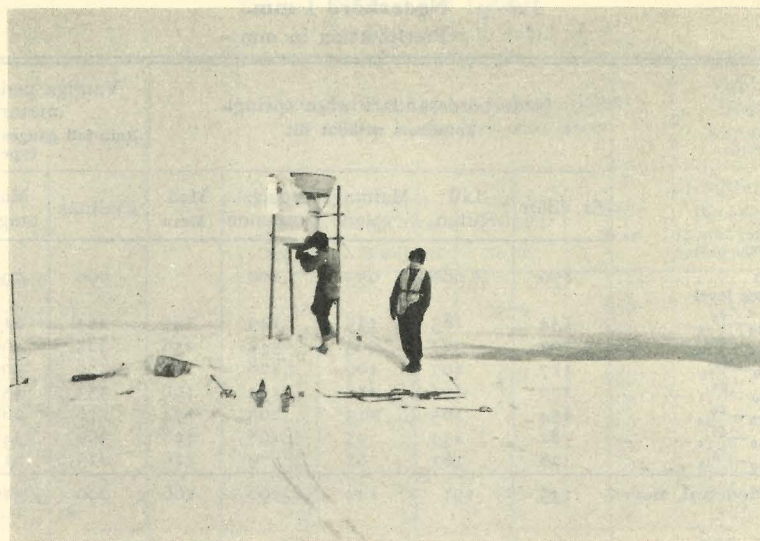


Fig. 9. Tömning av nederbördssamlaren på Skenören. Dimfrost på mätaren. Kullen under mätaren består av dimfrost, som under vinterns lopp ramlat ned från mätaren. Fot. mars 1930.
The emptying of the totalizer on the top of mount Skenören. Rime on the gauge. The heap under the gauge consists of rime that has fallen from the gauge during the winter.

platser inom området, och en del skillnader som framträda i tabellerna bero givetvis på att nederbörden icke är densamma överallt. Nederbördssamlarna hava varit placerade på ganska mycket större höjd än dalstationerna, och då nederbörden i allmänhet stiger med höjden, borde de förra ha givit de största värdena om nederbörden varit korrekt uppmätt. I själva verket torde därför nederbördssamlarna ge ett ännu större underskott än som framgår av den jämförelse med dalstationerna, som här gjorts.

De nederbördssamlare, för vilka uppgifter finnas i tab. 1—3, hava icke fått sina uppsamlingsytor i nämnvärd mån tilltäppta av dimfrostbildningar. Sådana bildningar hava icke heller i större utsträckning förekommit på stag och mätarnas ytterdelar. På mot vinden vända delar ha dock tidvis ganska tjocka lager av isbark avsatts.

Under åren 1929—1931 har en nederbördssamlare varit uppställd på toppen av Skenörsfjället, höjd ö. h. 1181 m, och på denna mätare har däremot dimfrost ofta och i hög grad bildats (fig. 9). Härigenom har även mätarens öppning långa tider blivit delvis eller helt och hållet tilltäppt. Denna mätare har av denna anledning varit oanvändbar för nederbördsmätning. Även på nederbördssamlaren »Bolagskammen», 1100 m ö. h., har vid några tillfällen observerats dimfrost i större mängder. Observationerna över dimfrost och isbark på mätaren visa sålunda att gränsen för dessa fenomen uppträdande är mycket litet varierande.

Genom de här beskrivna försöken torde den schweiziska nederbördssamlaren av modell Lütshg blivit tillräckligt prövad under svenska fjällförhållanden. Resultaten kunna sammanfattas på följande sätt.

I skyddat läge ger den ungefär samma nederbörd vinter och sommar som den vanliga nederbördsmätaren. Ovanför skogsgränsen, där skydd icke finnes, ger den ett stort nederbördsunderskott för vinternederbörden. I de nordiska ländernas fjälltrakter är den därför endast lämplig för skogsregionen, där den kan uppställas med tillfredsställande skydd.

Nederbörd.

Samband mellan nederbörd uppmätt med nederbördssamlare och höjd över havet.

Det vanliga sättet att bestämma nederbördens storlek är ju att använda nederbördsmätare, som efterses och när nederbörd fallit tömmas varje dag. De kunna därför endast

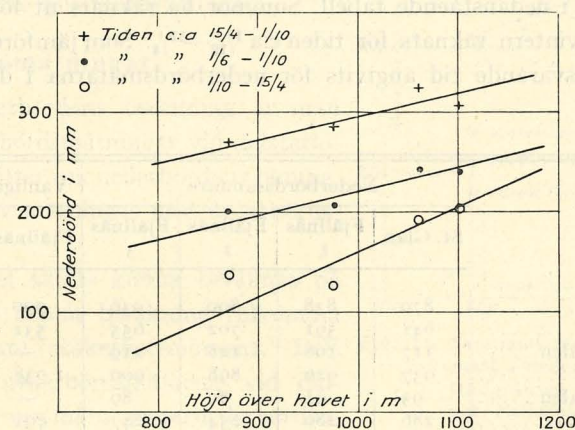


Fig. 10. Samband mellan nederbörd uppmätt i nederbördssamlare ovanför trädgränsen och höjden över havet. Medeltal 1930—1937.
Relation between precipitation measured in totalizers standing above the tree line and height above sea level. The precipitation in mm, mean 1930—1937.

placeras i närheten av varaktigt bebodda platser. Nederbördsmätare av anstaltens stora typ har uppsatts vid Västra Malmagen, Malmagen (tullstationen), Fjällnäs och Östra Malmagen, samtliga platser belägna i Malmagsdalen, den enda bebodda delen av området. Det Norske Meteorologiske Institutt har dessutom välvilligt ordnat en nederbördsstation vid Vauldalens tullstation belägen c:a 3 km väster om området. Då det emellertid visat sig att mätarna vid Västra och Östra Malmagen varit mindre väl placerade, har i det följande hänsyn endast tagits till de tre övriga nederbördsstationerna. Läget av dessa framgår av fig. 1.

Av det föregående kapitlet »Försök med nederbördssamlare» har framgått, att de nederbördssamlare som uppställts inom området ovanför trädgränsen icke fungerat särskilt bra. De resultat som erhållits kunna därför icke direkt användas för beräkning av områdets medelnederbörd. Det är dock sannolikt att det underskott mätarna ge är tämligen konstant eller står i en viss proportion till nederbördens mängd. I varje

fall bör detta vara förhållandet sommartid. Observationerna böra därför kunna lämna upplysning om nederbördens samband med höjden. Uppgifterna för nederbördssamlarna i tab. 3 ha därför å fig. 10 kombinerats med mätarnas höjd över havet. Det visar sig att ett tydligt samband finnes och att uppmätt nederbörd ökar med c:a 25 mm eller c:a 10 % av »basvärdet» för tiden $15/4 - 1/10$ vid en stigning i höjd av 100 m. Även på vintern är ökningen markerad fastän punkterna ligga mera spridda.

För att ytterligare undersöka nederbördens samband med höjden över havet, uppsattes hösten 1938 3 nederbördssamlare på olika höjd i björkskogen på sluttningen nordost om Fjällnäs samt flyttades mätaren St. Glän till björkskogen nära intill den öppna fjällhed, där mätaren förut stod.

De nederbördsmängder som uppmätts under tiden $21/9$ 1938— $1/4$ 1941 i dessa mätare äro sammanställda i nedanstående tabell. Summor ha räknats ut för vintern och året för övrigt, varvid vintern räknats för tiden c:a $1/12 - 15/4$. Som jämförelse ha nederbördssummorna för motsvarande tid angivits för nederbördsmätarna i dalen, Fjällnäs och Malmagen.

	Nederbördssamlare				Vanliga nederbördsmätare		
	St. Glän	Fjällnäs 1	Fjällnäs 2	Fjällnäs 3	Fjällnäs	Malma- gen	Med.
höjd ö. h. m.	870	838	890	936	790	790	
vinter, mm.	641	591	702	655	531	569	550
i % av nederb. i dalen	117	108	128	119	—	—	
året för övrigt mm.	937	926	898	900	1 038	988	1 013
i % av nederb. i dalen	93	91	89	89	—	—	
hösten, mm.	286	280	234	247	291	283	287
i % av nederb. i dalen	100	98	82	86	—	—	

Å fig. 11 har nederbörden räknad i % av den nederbörd som erhållits i genomsnitt för de två vanliga nederbördsmätarna i dalen kombinerats med mätarnas höjd ö. h.

Under 3 år har höstnederbörden, från omkring slutet av september till omkring $1/12$, blivit särskilt uppmätt. Medeltalet av dessa observationer har också sammanställts i ovanstående tabell.

Enligt dessa mätningar ökar vinternederbörden ganska starkt med höjden. Observationerna vid den högststående mätaren visar icke detta så utpräglat, men det kan bero på att mätaren står nära skogsgränsen, där skogen är gles och skyddet mindre tillfredsställande.

Under året för övrigt är nederbörden i samtliga nederbördssamlare c:a 10 % mindre än för nederbördsmätare i dalen. Nederbörden visar enligt dessa mätningar ingen ändring med höjden. Under hösten ge två nederbördssamlare samma nederbörd som nederbördsmätarna i dalen, två däremot mindre.

Av försöken med nederbördssamlare har framgått, att såväl de på kalfjället som i skogen stående mätarna för vintern ge en stark ökning av nederbördens storlek med höjden. För året för övrigt visa de förra mätarna även en markerad ökning med höjden.

de senare däremot icke. Det skall i det följande visas, att ytterligare belägg finnas för att nederbörden starkt ökar med höjden vintertid och det kan därför knappast råda någon tvekan om att detta är fallet. Det är i hög grad osannolikt att ökningen är begränsad till de verkliga vintermånaderna och att den ej alls skulle förekomma under vår, sommar och höst. Sannolikt är resultatet från det sist omnämnda försöket med nederbördssamlare därför icke generellt giltigt eller kan ha pågått så kort tid att tillfälliga fel förtyckat resultaten och att därför en liten ökning icke framträder. Dessa mätningar täcka ju även en mycket liten del av höjdivervallet, och höjdflytandet kan sommartid inom detta vara mycket litet eller icke alls framträdande.

Snömätningar.

För sommarnederbördens beräkning är man hänvisad till nederbördsmätningar vid dalstationerna och de uppgifter om nederbördens ökning, som man erhållit av mätningar med nederbördssamlare.

Vinternederbörden skulle kunna beräknas på liknande sätt. Vid denna beräkning tillkomma emellertid ytterligare osäkerhetsmoment. Dels vet man ej om nederbördsmätarna vid dalstationerna riktigt uppmäta vinternederbörden, dels ge nederbördssamlarna vintertid ett ännu mera osäkert värde på höjdflytandets betydelse än på sommaren. Eftersom höjdflytandet denna årstid av undersökningen att döma är mycket betydande skulle osäkerheten bli mycket stor.

Genom snömätningarna har man emellertid ett medel varigenom vinternederbörden kan beräknas mycket säkrare.

För snömätningarna har använts en linjetaxeringsmetod med snöpegel uppsatta i raka linjer. Då det har avsetts att erhålla en möjligast riktig uppfattning om snötäckets totala vatteninnehåll, har ett stort antal peger uppsatts och linjerna ha lagts ut så att pegerarna bli någorlunda lika fördelade inom områdets olika delar.

Snömätningar enligt denna metod förekomma mycket litet i Amerika. I stället använder man där »the percentage or Nevada method», enligt vilken man med hjälp av några få korta snömätningsslinjer bestämmer förhållandet mellan snötäckets aktuella och normala vatteninnehåll. Resultatet användes därefter för vårflödesprognoser. Åtmins-

Snömätningsslinjerna hava utlagts av statshydrograf G. Wersén, som även utfört en stor del av mätningarbetet och beräkningen av dess resultat.

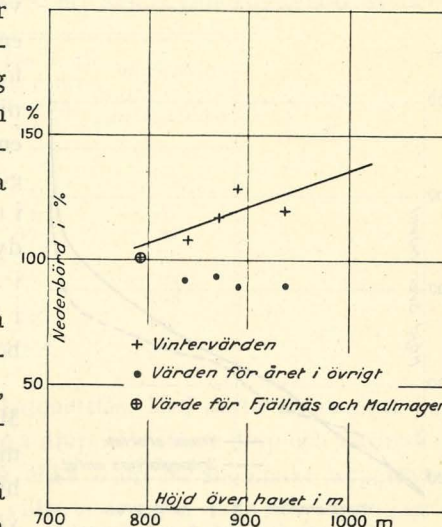


Fig. 11. Samband mellan nederbörd uppmätt i nederbördssamlare nedom trädgränsen och höjden över havet. Nederbörden i % av uppmätt nederbörd vid stationerna Fjällnäs och Malmagen. Medeltal 1938—1940.

Relation between precipitation measured in totalizers standing below the tree line and height above sea level. The precipitation in percent of measured precipitation at the gauging stations Fjällnäs and Malmagen. Mean 1938—1940.

tone i Nevada har det visat sig att om snötäcket den 1 april är A % av det normala så kan avrinningen under april—juli approximativt också antagas lika med A % av den normala. Vårflödesprognoser bliva därför, under de klimatiska förhållanden som råda i Nevada, med denna metod mycket enkla.

Den i Malmagsområdet använda metoden för uppmätning av snötäckets vattenvärde är givetvis mycket omständlig. Den kan endast komma ifråga inom begränsade områden för lösande av principiellt viktiga vattenhushållningsproblem och för utexperimenterande av förklarade metoder för vårflödesprognoser. För uppgörande av vårflödesprognoser torde det endast i undantagsfall kunna komma ifråga att genomföra dylika fullständiga snötaxeringar, utan man måste i allmänhet, liksom i Amerika, använda taxeringar i begränsade linjer utlagda på platser, där nederbörden kan anses typisk för stora områden.

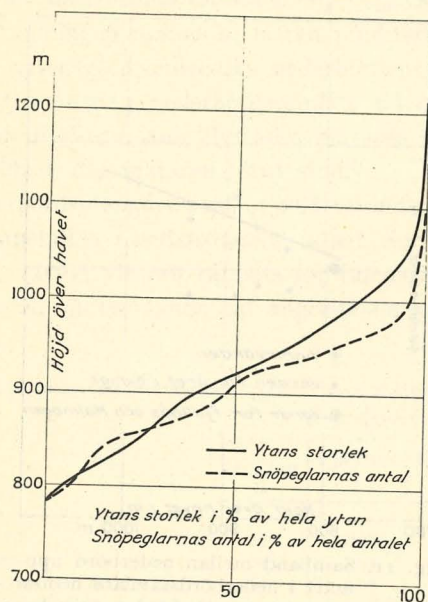


Fig. 12. Samband mellan nederbördsområdets höjd ö. h. och yta i % av hela området samt mellan snöpeglarnas höjd ö. h. och antal i % av hela antalet.

Relation between height above sea level and area in % of the whole river basin, and between height above sea level of the snow gauges and their number in % of the whole number of gauges.

Peglarnas antal har varit 52 i linje A, 94 i linje B och 112 i linje C, tillhopa 258 stycken. Då områdets storlek är 109 km² kommer i genomsnitt 1 pegel på 0,4 km² yta.

Peglarna böra icke endast vara jämnt fördelade över ytan, de böra även vara någorlunda jämnt fördelade på olika höjdnivåer. Den senare fördelningen åskådliggöres av fig. 12 och tabellen sid. 17, som visa sambanden mellan nederbördsområdets höjd över havet och snöpeglarnas antal samt mellan höjden över havet och ytans storlek.

När snödjupet överstigit 1 m har provtagaren skarvats successivt med så många delar som behövs allteftersom den tryckes ned i snön. Vid små snödjup har provtagningen i regel icke berett några svårigheter. Vid djupt snötäcke, och särskilt när detta består av finkornig hårt packad snö eller då hårda skarlager förekommit inne

inom sydvästra delen av området en så kraftig nedblåsning av snön från högre till lägre liggande nivåer att snötäckessuppgifterna från vissa nivåer visa en minskning av snöns vattenvärde med stigande höjd. Nordost om sjön, där skogen sträcker sig ända upp på höjdplatån, är vinddriften betydligt mindre och vår undersökning rörande sambandet mellan snötäcke och höjd på grundval av snötäckessuppgifterna begränsas därför till denna del av området.

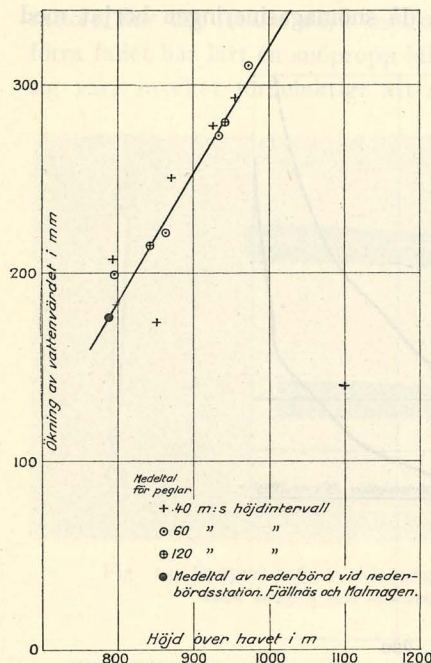


Fig. 15. Samband mellan ökning av snötäckets vattenvärde mellan höst- och vårtaxeringen och höjden över havet.

Relation between the increase of water content of the snow cover between autumn and spring snow survey and the height above sea level.

80 och 120 m:s höjdintervall. Resultaten ha sammanförts i vidstående tabell.

Det framgår av tabellen, att peglarnas fördelning på olika nivåer är mycket ojämn, och för många intervall är antalet alldeles otillräckligt för att ett någorlunda riktigt medeltal skall kunna erhållas. På grund av att snötäcket är så ojämnt, kan tydligen ett par tre peglar ge ett alldeles felaktigt värde på snöns genomsnittliga vattenvärde på den nivå, där dessa peglar stå. Därför framgår icke sambandet mellan snömagasinets ökning och höjden över havet så tydligt av genomsnittet för peglar med 20 m:s intervall. Genom att låta höjdintervallen bli större ökas peglarnas antal inom varje intervall. Såsom av fig. 15 framgår visa medeltalen för 40 m:s intervall en tydlig och avsevärd ökning av snömagasinet med höjden över havet om man bortser från en punkt, som representerar endast 3 snöpegel på hög nivå. Det har visat sig att 60 m:s intervall är fördelaktigast både med hänsyn till att man med detta intervall får någorlunda många observationer inom varje och att punkternas spridning å diagrammet blir liten.

För undersökningen har använts materialet för de delar av linjerna B och C som ligga öster om Malmagen, omfattande 155 peglar. En i tiden väl avgränsad nederbördsmängd erhålles genom att taga skillnaden mellan snömängden vid vår- och hösttaxeringen. Vid vårtaxeringen har ännu ingen smältning av någon betydelse förekommit, vid hösttaxeringen är temperaturen redan så låg att all nederbörd även vid de lägst stående snöpeg-larna faller såsom snö eller i varje fall fastnar i snötäcket. Materialet har sammanställts på följande sätt. För alla snöpegel öster om Malmagen i linjerna B och C resp. n:r 31—94 i linje B och n:r 24—112 i linje C har uträknats snötäckets medelvattenvärde för åren 1930—1940 både vid höst- och vårtaxeringen.

Skillnaderna, som alltså utgöra ökning av snötäckets vattenvärde mellan höst- och vårtaxeringen, ha ordnats efter peglarnas höjd över havet. Därefter ha medeltal av skillnaderna beräknats för alla peglar som ligga inom samma höjdintervall. Beräkningen har utförts både för 20, 40, 60,

Intervall höjd ö. h. m	Antal pegel	Peglarnas medelhöjd m ö. h.	Ökning i snö- täckets vat- tenvärde mm
780—800.....	15	788	203
800—820.....	4	812	223
820—840.....	2	838	115
840—860.....	20	854	179
860—880.....	22	868	260
880—900.....	6	890	217
900—920.....	12	913	289
920—940.....	37	931	275
940—960.....	22	951	261
960—980.....	12	966	352
980—1 000.....	1	988	59
1 000—1 020.....	2	1 008	181
780—820.....	19	794	207
820—860.....	22	852	174
860—900.....	28	872	251
900—940.....	49	926	279
940—980.....	34	956	293
980—1 020.....	3	1 001	140
780—840.....	21	798	198
840—900.....	48	864	221
900—960.....	71	934	273
960—1 020.....	15	973	310
780—860.....	41	825	189
860—940.....	77	907	269
940—1 020.....	37	960	281
780—900.....	69	844	214
900—1 020.....	86	941	280

Man får emellertid endast 4 punkter, vilka inlagts å diagrammet. Genom att slå ihop punkterna parvis erhåller man två punkter, vilka sålunda komma att representera genomsnittet av snömagasinets ökning för höjdintervallen 780—900 m och 900—1 020 m. Peglarnas antal inom dessa intervall är 69 resp. 86 och sålunda både ganska stort och ganska lika. Sammanbinder man de två punkterna får man ett mått på den genomsnittliga nederbördsökningen med stigande höjd. Man kommer till det resultatet att nederbörden skulle öka från 185 till 320 mm vid en stigning i höjd från 800 till 1 000 m. Ökningen skulle alltså vara 67 mm för 100 m:s stigning eller 36 % för de första 100 meterna.

Resultatet är givetvis osäkert. Observationspunkternas antal är särskilt på områdets högre nivåer alltför litet med hänsyn till snötäckets ojämnhet. Då kontrollmätningarna visat att peglarnas antal dock är tillräckligt för att ge ett i stort sett riktigt värde på snötäckets medelvatteninnehåll, torde emellertid felet på grund av för få observationer icke vara alltför betydande. Givetvis kan det dock vara rätt stort på de högre nivåerna utan att medelvärdet blir mycket felaktigt. Frågan är emellertid om icke peglarna på de höga nivåerna kunna visa ett för stort snömagasin. På de högsta nivåerna, där peglar antingen saknas eller förekomma i ringa antal, kan en nedblåsning till något lägre om-

råden förekomma. Här finnes ett större antal peglar, som då i genomsnitt visa ett för stort snömagasin. Då snömagasinet inom områdets lägre och medelhöga nivåer, som äro björkbevuxna, säkerligen blir ganska riktigt bestämt genom de där stående snöpeglarna, skulle sambandslinjen därför komma att visa en för stor nederbördsökning med stigande höjd.

Av de linjedelar, som använts vid de förestående beräkningarna, går B-linjen till alla största delen genom skogsterräng, endast de högt stående peglarna 80—94 stå på fjäll men på en västsluttning, där snötäcket, eftersom vindarna övervägande äro västliga, borde vara relativt tunt. De högst belägna delarna av C-linjen går dels över östsluttningen av Malmagsvålen, dels över västsluttningen av ett kalfjällsområde nordväst Skenören. Det förra är ett tillblåsingsområde och det senare ett frånblåsingsområde. Snömagasineringsen mellan höst- och vårtaxeringarna utgör i genomsnitt resp. 350 mm (peglar 45—65) och 278 mm (peglar 75—100). Det senare området är mera vidsträckt och högre

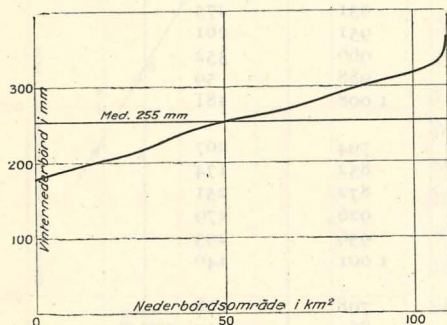


Fig. 16. Fördelningen av snötäcket över området.
The distribution of snow cover over the area of the river basin.

Den föregående beräkningen hänför sig av skäl som förut nämnts endast till en del av materialet, men resultatets giltighet kan provas på snötaxeringarna för hela området. Av tabell 4 framgår att snömagasinet ökning mellan höst- och vårtaxeringen i genomsnitt för hela området och för hela observationstiden utgör 263 mm, medan den vid nederbördsstationerna i dalen uppmätta nederbörden utgör 177 mm. Om man utgår från att nederbörden ökar 67 mm för en stigning i höjd av 100 m och att nederbördsnätarnas resultat äro riktiga, kan man med hjälp av sambandskurvan fig. 5 mellan ytans storlek och höjden över havet erhålla en kurva, som visar sambandet mellan ytans storlek och nederbördens storlek enligt snötaxeringarna. Av denna kurva, som är framställd å fig. 16, erhålles genom ytans integrering områdets medelnederbörd = 255 mm. Detta värde stämmer ju bra med det resultat som erhållits av snötaxeringarna för hela området.

Den linje å fig. 15, som visar sambandet mellan höjden över havet och snömagasinerings storlek, går precis genom den punkt, som anger nederbördens storlek vid mätarna i dalen.

Dessa förhållanden ge mycket starka belägg på dels att nederbörden är riktigt uppmätt vid nederbördsstationerna, dels att nederbörden vintertid över hela området verkligen ökar med 67 mm för 100 m:s stigning.

Jämförelse mellan i nederbördsnätare och genom snötaxeringar uppmätt nederbörd.

Det torde av den föregående framställningen ha framgått, att den stora skillnaden mellan snömagasin och i mätarna uppmätt nederbördsmängd åtminstone väsentligen beror på höjdflyttandets inverkan. I det följande skall undersökas i vad mån några direkta jämförande mätningar med snötaxeringar och nederbördsnätare kan lämna besked på de senares effektivitet som mätare för snönederbörd. I någorlunda jämn terräng och särskilt i fjällens björkskogsterräng torde dylika jämförelser ha stora möjligheter att lämna ett rättvisande resultat. De lämpa sig dock icke särskilt bra vid nederbördsstationerna i Malmagen, då terrängen där är starkt sluttande och snötaxeringslinjerna, som ju måste ha en viss längd, delvis komma att ligga rätt mycket högre än nederbördsnätarna. Däremot är den glesa björkskog som terrängen är bevuxen med mycket lämplig för ändamålet.

För de lägst stående peglarna i linjerna B och C resp. nr:s 31—50 och 21—40 har för åren 1930—1939 en sammanställning gjorts av snömagasinet vattenvärde på vårvintern och motsvarande nederbörd uppmätt i nederbördsnätarna vid Fjällnäs och Malmagen. Medelvärdena för hela tiden framgå av nedanstående tabell.

Pegel n:r	Höjd ö. h. i m	Vattenvärde i mm	Snötäckets vattenvärde i hela området mm	Medeltal av nederbörd i nederbördsnätarna Fjällnäs och Malmagen mm
	med.	med.	mm	mm
B 31—40.....	790	328		
B 41—50.....	844	256		
C 21—30.....	809	267		
C 31—40.....	895	335		
Med.	834	296	368	257

Vid snöpeglarna är vattenvärdet i medeltal 296 mm medan vid nederbördsnätarna i medeltal uppmäts 257 mm. Medan nederbördsnätarna stå på höjden 790 m, stå peglarna i genomsnitt på höjden 834 m eller 44 m högre. Då nederbördens ökning med höjden enligt föregående utgör 67 mm för 100 m eller 30 mm för 44 m, bör under förutsättning av att nederbörden på höjden 834 m är riktigt angiven genom snöpeglarna nederbörden på höjden 790 m utgöra 266 mm, ett värde som visar en god överensstämmelse med den vid nederbördsstationerna uppmätta nederbörden 257 mm.

Den föregående sammanställningen, omfattande endast det snötaxeringsmaterial, som närmast bör ansluta sig till nederbördsnätarnas resultat, tyder alltså också på att nederbördsstationerna i stort sett riktigt mäta nederbördens storlek.

Anstalten har några jämförande mätningar mellan nederbördsnätare och snötaxeringar från andra trakter i Norrland, som äro ägnade att belysa frågan om nederbördsnätarnas effektivitet för snönederbörd. I och för frågor som stå i samband med regleringen av Indalsälvens sjöar har inom deras tillrinningsområden vid 4 nederbördssta-

tioner upprättats snötaxeringslinjer med 40 snöpegel på 50 m:s avstånd. Linjerna gå i allmänhet i björkskog och ha utstakats där snötäcket lägger sig möjligast jämnt. Vattenvärdet bestämmes vid alla snöpegel. Det har visat sig, att medelvattenvärdet praktiskt taget blir lika stort, om vid taxeringarna hänsyn toges till hela eller halva antalet taxeringspunkter. Man torde därför kunna utgå från, att taxeringarna ganska noga ge medelvattenvärdet vid stationen.

Mätningarna, som pågått sedan 1939 eller 1940, ha givit följande resultat i genomsnitt för tiden ungefär mellan mitten av december och mitten av april.

Station	Ökning i snötäckets vattenvärde enl. taxeringarna mm	Nederbörd enl. nederbörds- mätare mm	Skillnad mm	Skillnad % av nederbördssta- tionsvärden
Bränna	226	254	—28	—11
Tossåsen, Bränan	134	140	—6	—4
Tossåsen, Storsjö kap.	229	180	+49	+27
Änn	113	109	+4	+4
Med.	175	171	+4	+2

Av sammanställningen framgår, att nederbörds-mätaren och snötaxeringen vid två stationer ge praktiskt taget samma resultat, vid en station ger nederbörds-mätaren ett något större värde och vid en station ett betydligt mindre värde än snötaxeringen. I genomsnitt för alla stationerna ge nederbörds-mätarna och snötaxeringarna nära samma resultat. Då man får räkna med att avdunstningen från snötäcket är större än från nederbörds-mätarna skulle nederbörds-mätarna i genomsnitt dock ge ett underskott som kan skattas till c:a 10 %.

Taxeringarna ha företagits ungefär 1 gång i månaden och ha de enskilda värden som därigenom erhållits visat i stort sett samma resultat som de här framställda medeltalen.

Jämförande mätningar med nederbörds-mätare och snötaxeringar ha även tidigare företagits vid Änn i Jämtland. Taxeringarna ha utförts med hjälp av 50 peglar med 10 m:s avstånd belägna i björkskog. Här nedan har av G. Wersén sammanställts resultat, som synas opåverkade av biomståndigheter såsom avsmältning och en viss otillförlitlighet vid bestämningen av nederbördens storlek vid några tillfällen.

	Uppmätt nederbörd i två nederbörds- mätare		Ökning i snötäckets vattenvärde
	Herrån	Granhult	
$\frac{29}{11} - \frac{20}{12}$ 26		77	75
$\frac{29}{11} - \frac{31}{3}$ 27	167	173	167 Vinter med vackert väder.
$\frac{14}{12} - \frac{31}{12}$ 29		55	77 à 82 Delvis stark vind.

De föregående stationerna ligga i björkskogsregionen eller nära dess gräns i ganska utsatta lägen och resultaten böra därför vara jämförbara med resultaten från Malmagsstationerna. De olika resultat, som erhållits vid olika platser och vid skilda tillfällen, torde visa att mätarnas uppställning och förhållandena under vilka snön faller, framförallt vindstyrkan, äro av stor betydelse. Är stationens uppställning bra och skyddad, behöver den icke ge något underskott även om snön faller vid ganska stark bläst. Det är därför även på grund av dessa jämförelser sannolikt att nederbördsstationerna Fjällnäs och Malmagen inom Malmagsområdet i stort sett riktigt mäta nederbörden och att den stora skillnaden mellan snötaxeringarnas resultat och de uppmätta nederbörds-mängderna åtminstone väsentligen beror på att nederbörden ökar med höjden.

Snötaxeringarnas resultat.

Det har redan i det föregående framhållits att de snötaxeringar som utförts höst och vår, särskilt med tanke på vinternederbördens beräkning, i denna sammanställning ha det största intresset. Resultaten från dessa taxeringar ha sammanställts i tabell 4.

Tab. 4. Snötäckets vattenvärde m. m.

The water content of the snow cover, etc.

- Kol. 1. Snömagasineringens början. The beginning of the snow cover.
 Kol. 2. Hösttaxeringen. The autumn snow surveying.
 Kol. 3. Vårtaxeringen. The spring snow surveying.
 Kol. 4. Snötäckets vattenvärde vid hösttaxeringen. Water content of snow cover at autumn snow surveying.
 Kol. 5. Uppmätt nederbörd mellan snömagasineringens början och hösttaxeringen. Precipitation measured by ordinary gauges in the valley between the time of beginning of snow cover and autumn snow surveying.
 Kol. 6. Snötäckets vattenvärde vid vårtaxeringen. Water content of snow cover at spring snow surveying.
 Kol. 7. Uppmätt nederbörd mellan snömagasineringens början och vårtaxeringen. Precipitation measured by ordinary gauges in the valley between the time of beginning of snow cover and spring snow surveying.
 Kol. 8. Skillnad mellan snötäckets vattenvärde vid vår- och hösttaxeringen. Difference between water content of snow cover at autumn and spring snow surveying.
 Kol. 9. Uppmätt nederbörd mellan höst- och vårtaxeringen. Precipitation measured by ordinary gauges in the valley between autumn and spring snow surveying.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
			mm	mm	mm	mm	mm	mm
1926—27 15 okt.	—	9 maj	—	—	400	339	—	—
1927—28 14 »	—	4 april	—	—	219	184	—	—
1928—29 28 »	—	25 »	—	—	397	264	—	—
1929—30 27 »	14 dec.	17 mars	114	100	294	218	180	118
1930—31 1 nov.	17 »	16 april	134	103	296	219	162	116
1931—32 15 »	16 »	19 »	95	58	503	332	408	274
1932—33 20 okt.	—	22 »	—	—	368	232	—	—
1933—34 25 »	16 dec.	24 »	87	69	469	349	382	280
1934—35 29 »	4 jan.	17 »	141	114	394	274	253	160
1935—36 18 »	14 dec.	18 »	123	108	398	290	275	182
1936—37 1 nov.	18 »	14 »	123	90	298	192	175	102
1937—38 9 »	14 »	27 mars	125	85	398	272	273	187
1938—39 21 »	15 »	17 april	50	34	266	196	216	162
1939—40 18 »	15 »	20 »	64	36	372	225	308	189
Medeltal för år med fullständiga observationer			106	80	369	257	263	177
Mean of years with complete observations								

Till jämförelse har i tabellen uppgifter även meddelats om den nederbörd, som uppmätts i nederbördsrätarna för magasineringstiderna, varvid nederbörden satts lika med medeltalet av värdena vid Fjällnäs och Malmagens tullstation.

I medeltal för de år, då såväl höst- som vårtaxering företagits är snötäckets vattenvärde vid hösttaxeringen 106 mm och vid vårtaxeringen 369 mm. Den nederbörd, som magasineras mellan de två taxeringarna, är 263 mm. Den i nederbördsrätarna Fjällnäs och Malmagen erhållna nederbörden är från snömagasineringens början till tiden för höst- och vårtaxeringen i genomsnitt 80 resp. 257 mm. Mellan höst- och vårtaxeringen har sålunda i medeltal uppmätts 177 mm. Under den tid undersökningarna pågått var snömagasinet störst år 1932, men även under år 1934 var snötillgången mycket god. År med mycket liten snötillgång ha varit 1928 och 1939. Vid vårtaxeringen var snötäckets största vattenvärde 503 mm och det minsta 219 mm.

I det föregående ha de resultat som erhållits genom nederbördsobservationer och snötaxeringar framlagts. Vid nederbördens beräkning för hela området är man beträffande vår, sommar och höst hänvisad till de förra, men för vintern utföres beräkningen bäst på grundval av snötaxeringarna. Den föregående analysen av taxeringarnas resultat har visat, att denna metod för vinternederbördens beräkning är fullt tillfredsställande inom Malmagsområdet med det stora antal observationspunkter som finnas där.

Genom snötaxeringar erhåller man det totala vattenmagasinet i snötäcket vid taxeringstillfället. Detta magasin får dock icke utan vidare sättas lika med nederbördens storlek för magasineringstiden. De avvikelser som kunna tänkas förekomma bero på avsmältning under magasineringstiden, avdunstning från snötäcket och vinddrivning.

Nästan alla vintrar förekomma temperaturer över 0° med någon avsmältning. År denna liten fastnar smältvattnet i snötäcket, men om den är större, går smältvattnet bort i ytvatten genom Tännån eller tillföres marken. Mellan höst- och vårtaxeringen förekommer endast obetydlig avsmältning. Det har emellertid visat sig fördelaktigt att räkna snömagasinet från den tid på hösten då snön varaktigt blir liggande, då man därigenom får en så lång magasineringstid som möjligt. Under en del år kan då en viss avsmältning förekomma särskilt under magasineringstidens första del. Med hjälp av uppgifterna över avrinningen har en beräkning gjorts för den del av smältvattnet som går bort i Tännån. Den är i genomsnitt för alla åren endast 7 mm. Den del av smältvattnet som går ned i grunden kan ej heller vara stor.

Det finnes emellertid en annan möjlighet till avsmältning som förtjänar uppmärksamhet. Det är icke ovanligt, särskilt där snötäckets djup är betydligt, att marken inom områdets lägre delar vid vinterns slut är otjälad. Den tjäle som bildats på hösten har under vinterns lopp försvunnit genom uppvärmning underifrån. För att undersöka om denna uppvärmning även haft den effekten, att en del av ovanför liggande snölager smält och smältvattnet runnit ned i marken, har under de senare vintrarna undersökningar utförts över särskilt det understa snölagrets beständighet. Dessa hava utförts på så sätt att färg utströtts på snöytan vid olika tillfällen under vinterns lopp och snöprov på de av färgen avskilda olika lagren upptagits och vägts. Färgen har utgjorts dels på svårlöslig kimrök och dels av lättlöslig röd anilinfärg. Genom den förra hava

färgytorna blivit fixerade, genom den senare har man kunnat följa smältvattnets nedträngande i underliggande lager. Metoden att med färgskikt skilja olika snölager har tidigare använts av flottningschef A. Holmström.

Prov hava tagits vid 3 snöpegel under de 4 vintrarna 1936/37—1939/40. Resultaten äro sammanställda i tab. 5. Proven äro utförda av våra vanliga observatörer och alltför stor precision vid provtagningen har icke varit möjlig. Ehuru observationerna mera varit avsedda såsom en orientering har det dock varit möjligt att genom denna metod kunna följa de olika lagrens öden under vintern och även i viss mån under avsmältningen. Under alla de 4 vintrarna ha de färgade skikten varit orörda, vilket visar att någon

Tab. 5. **Snötäckets vattenvärde i mm i olika lager skilda av färgskikt. Siffrorna i den understa raden vid varje pegel är vattenvärdet av lagret närmast marken. En * betyder att färgen trängt ned i undre lager.**

Water content of snow cover in mm in different strata parted by coloured layers. The figures in the lowest line at every snow gauge station denote the water content of the stratum nearest the ground. A * means that the colour has entered the stratum below.

		1936—1937						1937—1938						1938—1939			1939—1940	
		10/1	9/3	9/4	15/4	17/4	19/4	21/12	19/3	29/4	16/5	31/5	4/6	23/12	2/2	24/4	17/12	11/3
Pegel	24			36						64								
			132	118	145	155	121	288	227	100					73	194		266
		239	248	227	273	252	221	145	100	127				107	95	91	82	82
										318	309							
			57	66				575	500*	579	464	251			71	147		461
»	30	227	259	294	251	260	205	161	136*	188	161	136*		65	40	87	51	36
										118						121		
			25	45				206	170*	255					45	51		234
»	41	264	239	264	158	162	113	116	127	85*	100*			55	44	60	56	43

nämnvärd avsmältning från de övre lagren icke förekommit. Under dessa vintrar har dock förekommit den ovanligt varma vintern 1937/38. Sedan avsmältningen börjat på allvar tränger den röda anilinfärgen snart igenom hela snötäcket. Under vintern 1936—37 synes det närmast marken liggande skiktet icke ha undergått någon förändring. Den ökning av vattenvärdet, som observationerna ge från 227 mm till 294 mm vid pegel 30 kan endast förklaras med att någon av observationerna icke motsvarar det på platsen normala vattenvärdet. Övriga avvikelser ligga inom rimlig felmarginal. Vid mätningen den 9/3 deltog professor Ahlmann, docent Ångström och författaren jämte observatören. Vintern 1937/38 sjönk vattenvärdet av det undre snölagret från 145 mm till 100 mm mellan 21/12 och 19/3 vid pegel 24. Vid de övriga peglarna förekom däremot ingen förändring mellan dessa data. Vintrarna 1938/39 och 1939/40 torde avvikelserna ligga inom felgränserna.

Av det föreliggande materialet torde man kunna trots dess brister draga den slutsatsen, att någon nämnvärd avsmältning icke förekommer under normala vintrar. Under en varm vinter är det möjligt att sådan avsmältning kan förekomma.

Dessa slutsatser grunda sig på observationer endast vid tre snöpegel. Observationsplatserna ha utvalts ur de synpunkterna att snön där lägger sig jämnt och att snötäckets tjocklek är normalt eller större än normalt. Där snötäcket är tunnare är

givetvis risken för avsmältning mindre. Även om sådan avsmältning kan förekomma, där snötäcket är mycket tjockt, måste denna i genomsnitt för hela området vara mycket liten på grund av att de mycket tjocka snölagren täcka endast små ytor. Det är därför berättigat att i områdets vattenhushållning bortse från avsmältning vid snötäckets undre yta under vintern.

Den avdunstning som förekommer från snötäcket är säkerligen liten. Man brukar i Sverige enligt mätningar av Westman uppskatta vinteravdunstningen till c:a 5 mm

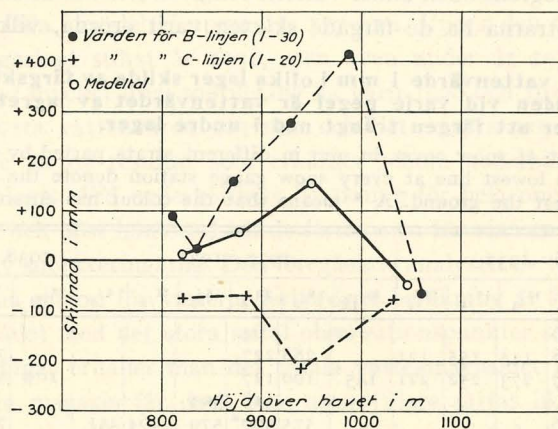


Fig. 17. Skillnad mellan observerade och beräknade värden å snötäckets vattenvärde vid snöpegel SV Malmagen.
Difference between observed and computed water content of the snow cover at snow gauges SV Malmagen.

per månad och i brist på tillförlitliga mätningar från Malmagsområdet torde man få antaga att avdunstningen från snötäcket till tiden för vårtaxeringen, sålunda under tiden omkring 1 nov.—mitten av april, uppgår till 25 mm per vinter, ett värde som med hänsyn till områdets nordliga läge möjligen får anses vara i största laget.

Snödriften spelar ju inom små områden en mycket stor roll och särskilt ovanför skogsgränsen.

För varje område blåser en viss kvantitet snö bort medan en annan kvantitet blåser in och endast om dessa två kvantiteter äro lika stora, motsvarar den snömängd man mäter upp den snö som fallit över området. För stora områden kan man dock antaga att skillnaden mellan in- och utblåst mängd är liten i förhållande till områdets hela snömagasin.

Inom Malmagsområdet förekommer den största snödriften sannolikt på Bolagskammens sluttning. Sydvästsidan av denna, som ligger utom området, har på senvintrern ett tunt snötäcke medan stora drivor finnas på nordostsidan. Av denna anledning ha ju icke heller snöpegelarna inom detta område använts för beräkning av höjdflytandet. Observationerna kunna däremot lämna några upplysningar om snödriftens storlek. För peglar i de två linjerna B och C mellan kammen och dalens botten, sammanlagt

50 stycken, har sammanställts ökningen av snömagasinet mellan höst- och vårtaxeringen i medeltal för åren 1929—1940. För varje pegel har dessutom räknats ut nederbördsökningens storlek för samma tid med hjälp av det förut erhållna sambandet mellan vinternederbörd och höjd ö. h. Peglarna ha sammanförts i grupper om 5 och medelavvikelsen för varje grupp från den beräknade nederbördsökningen framställts å fig. 17. Det framgår att snömagasineringsen i de två linjerna är högst olika, vilket torde bero på att snödriften är betydlig även i dalens riktning. I två avseenden visar materialet för båda linjerna samma resultat, nämligen att snön blåser bort från övre delen av båda linjerna och att nedre delen av båda linjerna har ungefär normal snömagasineringsen. Genomsnittsvärdena för båda linjerna visa att övre delen av höjdryggen är ett frånblåsningsområde, att den mellersta delen är ett tillblåsningsområde och att nedre delen har normalt snötäcke.

Genomsnittsvärdet av snömagasineringsen för samtliga peglar mellan kammen och dalbotten är 311 mm, medan genomsnittsvärdet av den beräknade nederbörden för motsvarande tid är 264 mm. Skillnaden 47 mm skulle alltså utgöra den snömängd, som blåst in i den del av området, som dessa peglar representera. Värdet är ganska osäkert på grund av att alltför få snöpegelarna finnas inom detta av ett synnerligen ojämnt snötäcke utmärkta område. Storleksordningen torde emellertid vara riktig. Om det erhållna värdet 47 mm slås ut på samtliga 258 peglar, finner man, att den del av indriften, som här beräknats, skulle uppgå till 9 mm i genomsnitt för hela området. Även om inblåsning skulle äga rum inom ett större område än det undersökta, vilket säkerligen är fallet, kan den indrivna snömängden icke uppgå till något större belopp. Indriften kompenseras dessutom åtminstone delvis av ett bortförande av snö inom de norra och östra delarna av området. Då snödriften därför icke kan uppgå till mer än några få procent av hela snönederbörden, spelar den föga roll i vattenhushållningsberäkningen. Någon korrektion för densamma i det uppmätta snömagasinet har därför icke gjorts.

Nederbördsberäkning under vår, sommar och höst.

För den tid, som ej omfattas av snötaxeringarna, är man hänvisad till nederbörds-mätarnas resultat för beräkning av nederbörden. Mätning med nederbördssamlarna har visat, att nederbörden för denna tid ökar med 10 % för 100 m:s ökning i höjd. Nederbörden har därför beräknats under denna förutsättning med hjälp av de värden som erhållits vid dalstationerna Fjällnäs och Malmagen. Då områdets medelhöjd är 929 m ö. h. och dalstationerna ligga på höjden 790 m ö. h. är områdets medelnederbörd under vår, sommar och höst därför 13,9 % högre än den uppmätta nederbörden vid sistnämnda stationer.

Under tiden innan snötaxeringen på hösten börjar och även efter snötaxeringen på våren faller en del nederbörd som snö och det är icke uteslutet att nederbörds-mätarna ge något underskott beträffande denna nederbörd. De jämförande mätningarna mellan vanliga nederbörds-mätare och snötaxeringar torde emellertid ha visat, att mätarnas

nederbördsunderskott är av betydelse endast vid starka vindar och oskyddade lägen. De resultat, som snötaxeringarna ha givit beträffande höjdnifytandet, tyda på att nederbördsmätarna Fjällnäs och Malmagen i huvudsak riktigt mäta även snönederbördens storlek. Någon korrektion för underskott har därför icke gjorts för snönederbörden höst och vår.

Jordytan tillföres fuktighet från atmosfären även genom kondensation och sublimation. Den mängd, mestadels i form av dim- och rimfrost, som på detta sätt tillföres snötäcket, redovisas med snötaxeringarna. Under den övriga delen av året, då nederbörden mätes med nederbördsmätare, blir den kondenserade fuktigheten endast till mycket ringa del uppmätt. De resultat, som erhållas av undersökningen, bli emellertid därigenom jämförbara med resultaten från andra vattenhushållningsundersökningar där hänsyn till kondensationen, på grund av frånvaron av mätningar över densamma i allmänhet icke har tagits.

Några särskilt stora mängder vatten kunna icke i vårt klimat tillföras genom kondensation. Man kunde möjligen tänka sig att starkare kondensation försiggår på snöytan under avsmältningstiden på våren, då luften ofta är varm. Luften är emellertid då i regel torr och den absoluta fuktigheten mindre än vattenångans maximispänstighet vid 0°. Om någon mera betydande kondensation skulle äga rum på snötäcket skulle avsmältningen från detta vara mycket hastigare än den är. Den kondenserade vattenkvantiteten förhåller sig nämligen till den smälta liksom vattnets smältvärme till dess ångbildningsvärme eller såsom 1:7,5.

Resultat av nederbördsberäkningen.

Den på grundval av observationerna för hela området beräknade nederbörden återfinnes i tab. 6. Beräkningen är genomförd för varje år men istället för kalenderår har räknats med hydrologiskt år som antagits börja 1 okt.

Året är uppdelat i följande nederbördsperioder eller årstider med hänsyn till nederbördsslag och data för snötaxeringarna.

1. Från 1 okt. till snömagasineringsens början (regn och snö).
2. Från snömagasineringsens början till vårtaxeringen (snö).
3. Från vårtaxeringen till 30 juni (snö och regn).
4. Från 1 juli till 30 sept. (regn).

Den för dessa tidsavsnitt observerade nederbörden återfinnes i kolumnerna 1, 2, 3 och 4. Värdena i kol. 2 äro de beräknade snömagasinen och i kol. 1, 3 och 4 medeltalet av nederbörd enligt nederbördsmätarna Fjällnäs och Malmagen. Summan av dessa kolumners värden, som är den observerade nederbörden utan korrektioner, har utförts i kol. 5. Kolumnerna 6, 7, 8 innehålla korrektioner på den observerade nederbörden. De äro pluskorrektioner och tilläggas dalstationernas nederbörd på grund av höjdnifytandet samt snötäckets vattenvärde på grund av avsmältning och avdunstning från snötäcket under vintern. I kolumn 9 slutligen ha korrektionerna anbringats på den

Tab. 6. Nederbörd inom Malmagens område i mm.

Precipitation in the Malmagen area in mm.

- Kol. 1. Nederbörd från 1/10 till snömagasineringsens början. Precipitation from Oct. 1st to the beginning of the snow cover.
 Kol. 2. Snötäckets vattenvärde. The water content of snow cover.
 Kol. 3. Nederbörd från sista snötaxeringen till 30/6. Precipitation from the spring snow surveying to June 30th.
 Kol. 4. Nederbörd 1/7—30/9. Precipitation July 1st—Sept. 30th.
 Kol. 5. Summa observerad nederbörd. Total precipitation observed.
 Kol. 6. Ökning för höjden 13,9 % av 1+3+4. Increase for height.
 Kol. 7. Ökning för avsmältning. Increase for thawing in the winter.
 Kol. 8. Ökning för avdunstning från snötäcket. Increase for evaporation from the snow cover.
 Kol. 9. Summa korrigerad nederbörd. Total precipitation corrected.

	1	2	3	4	5	Korrektioner, Corrections			9
						6	7	8	
1926—27.....	27	400	79	296	802	56	0	25	883
27—28.....	54	219	122	251	646	59	0	25	730
28—29.....	38	397	85	285	805	57	13	25	900
29—30.....	112	294	113	199	718	59	2	25	804
30—31.....	66	296	125	287	774	66	6	25	871
31—32.....	94	503	73	181	851	48	30	25	954
32—33.....	54	368	44	334	800	60	5	25	890
33—34.....	51	469	97	346	963	69	14	25	1 071
34—35.....	56	394	121	286	857	64	13	25	959
35—36.....	52	398	48	289	787	54	0	25	866
36—37.....	48	298	210	187	743	62	0	25	830
37—38.....	40	398	229	295	962	78	11	25	1 076
38—39.....	152	266	137	227	782	72	5	25	884
39—40.....	40	372	56	268	736	51	0	25	812
Medeltal, Mean	63	362	110	266	802	61	7	25	895

observerade nederbörden. Värdena i denna kolumn angiva alltså den sannolika medelnederbörden över området.

I genomsnitt för hela området och alla de undersökta åren utgör nederbörden 895 mm. Den största nederbörden under ett år har varit 1 076 mm och den minsta 730 mm. Den största osäkerheten i beräkningen ligger i tillägget av 13,9 % till den i nederbördsmätarna vår, sommar och höst uppmätta nederbörden. Detta tillägg utgör i genomsnitt 61 mm.

Avrinning.

Avrinningen från området är bestämd genom dagliga vattenståndsobservationer i sjön Malmagen och en på vattenmängdsmätningar grundad avbördningskurva för sjöutloppet. Inom området finnes dessutom vattenmängdsstation vid utloppet av sjön Lilla Glän. Genom denna station, som på grund av det relativt otillgängliga läget är försedd med registrerande pegel med veckogång, erhålles avrinningen från övre delen av området. För kontroll och jämförelse finnas dessutom vattenmängdsstationer dels längre ned i vattendraget vid Tännadalssjöns utlopp, dels vid utloppet av sjön Bolagen, den senare försedd med registrerande pegel med veckogång på grund av det avlägsna läget. Genom den sistnämnda stationen erhålles avrinningen från ett jämförelsevis

litet område, som tillhör Glommens nederbördsområde och i söder gränsar till Malmagens område.

För jämförelse med ett skogsområde har öster om området upprättats en vattenmängdsstation vid Funäsdalssjöns utlopp, där en tillförlitlig avbördningskurva upprättats. Sedan lång tid tillbaka finnas dessutom vattenmängdsstationer i Ljusnan vid

Tab. 7. Vattenmängd i m³/s, medeltal 1927—1939.

Discharge in m³/s, mean 1927—1939.

Station Station	okt.	nov.	dec.	jan.	febr.	mars	apr.	maj	juni	juli	aug.	sept.	år Year
Lillglän.....	1,9	0,85	0,43	0,30	0,26	0,16	0,21	5,6	3,8	1,6	1,4	1,4	1,5
Fjällnäs.....	2,7	1,4	0,71	0,49	0,45	0,39	0,60	9,8	7,3	2,9	2,3	2,2	2,6
Tännålen ..	6,2	3,2	1,7	1,0	0,90	0,88	1,4	18,9	14,4	6,3	5,4	5,0	5,4
Bolagen.....	1,4	0,84	0,50	0,34	0,29	0,21	0,20	2,8	3,9	2,2	1,7	1,4	1,3
Backen.....	1,3	0,94	0,76	0,58	0,46	0,38	0,57	3,7	2,0	1,5	1,4	1,5	1,3
Funäsdalen..	1,0	0,52	0,30	0,20	0,17	0,15	0,51	5,2	1,8	1,1	0,93	1,0	1,1

Ljusnedal och i Tevån vid Backen. För den förra finnes ännu ej någon tillförlitlig avbördningskurva. Genom den senare erhålles avrinningen från ett mindre område, delvis bestående av fjäll, delvis av skogsmark.

Samtliga vattenmängdstationers läge framgår av kartskissen fig. 18.

De vid de olika stationerna erhållna vattenmängderna komma att publiceras mera utförligt i annat sammanhang. Här skola endast framläggas de data som kunna vara ägnade att belysa vattenhushållningen och avrinningens fördelning i stora drag.

Av stationerna har Backen varit i gång under längre tid än huvudstationen Fjällnäs vid Malmagens utlopp och de övriga under kortare tid. Vattenmängdsmedeltalen hava därför för de sistnämnda hänförs till den för Fjällnäs tillgängliga perioden med ledning av värdena där och vid Backen. De så erhållna medeltalen i mm äro sammanställda i tabell 7.

I stället för kalenderår har använts hydrologiskt år och har det visat sig lämpligt att räkna detta för samma tid som nederbörden från oktober t. o. m. september. Året kan hydrologiskt sett uppdelas i höst oktober—november, vinter december—april, vår maj—juni och sommar juli—september. Under hösten avtager avrinningen hastigt, samtidigt som temperaturen sjunker och nederbörden i allt större utsträckning faller i form av snö. Under vintern är avrinningen obetydlig och nästan all nederbörd maga-

	Nederbörds- område km ²	Avrinning mm
Lillglän.....	63	750
Området mellan Lillglän o. Fjällnäs.....	46	750
Området mellan Fjällnäs o. Tännålen.....	124	710
Bolagen.....	37	1 100
Backen.....	60	680
Funäsdalen.....	74	470

sineras som snö. Under våren är avrinningen hög genom att även vinternederbörden avrinner denna tid. Under sommaren är avrinningen mindre men dock hög. Dess storlek beror i första hand på storleken av den nederbörd, som faller under denna årstid.

Avrinningens storlek i genomsnitt för hela tidsperioden och för samtliga områden framgår av nedanstående tabell och kartskissen fig. 18.

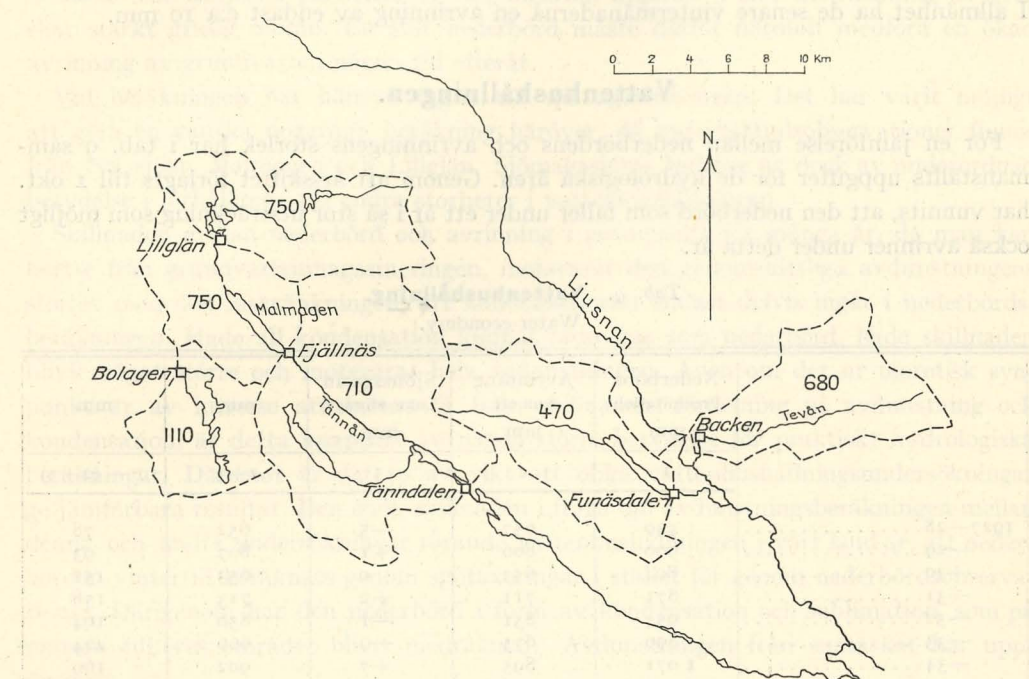


Fig. 18. Vattenmängdsstationer. Olika områdens medelavrinning i mm.
Stream flow measurement stations. Mean run off in mm for different river basins.

Tab. 8. Avrinning i mm vid Malmagens utlopp.

Run-off in mm at the outflow of the lake Malmagen.

År Year	okt.	nov.	dec.	jan.	febr.	mars	apr.	maj	juni	juli	aug.	sept.	År Year
1927—28	76	11	10	10	8	7	14	189	117	73	90	52	657
1928—29	41	31	19	9	7	8	8	326	145	40	96	76	806
1929—30	106	55	21	15	11	9	12	290	70	21	12	31	653
1930—31	67	27	21	11	9	8	8	273	94	77	69	47	711
1931—32	102	37	16	16	24	14	10	165	318	79	35	35	851
1932—33	56	22	16	11	9	11	12	199	156	67	83	33	675
1933—34	62	25	8	11	12	13	14	378	121	49	81	121	895
1934—35	57	28	26	15	10	8	11	92	239	154	49	57	746
1935—36	58	29	18	14	11	11	8	254	107	46	82	41	679
1936—37	45	29	15	10	6	5	49	268	92	50	11	26	606
1937—38	33	34	16	11	8	12	13	254	409	109	29	103	1 031
1938—39	103	63	23	11	7	8	9	200	197	93	46	17	777
1939—40	21	14	11	6	4	3	3	262	185	53	76	62	700
Medeltal, Mean	64	31	17	12	10	9	13	242	173	70	58	54	753

Avrinningens storlek i Tännån vid Malmagens utlopp framgår för alla månader under observationstiden av tabell 8.

Stora olikheter i avrinningens storlek förekomma under olika år. Vattenrikast är 1937/38 med 1 031 mm och vattenfattigast 1936/37 med 606 mm. Den största månadsavrinningen förekommer i juni 1938 med 409 mm och den minsta i mars 1940 med 3 mm. I allmänhet ha de senare vintermånaderna en avrinning av endast c:a 10 mm.

Vattenhushållningen.

För en jämförelse mellan nederbördens och avrinningens storlek har i tab. 9 sammanställts uppgifter för de hydrologiska åren. Genom att årsskiftet förlagts till 1 okt. har vunnits, att den nederbörd som faller under ett år i så stor utsträckning som möjligt också avrinner under detta år.

Tab. 9. Vattenhushållning.
Water-economy.

	Nederbörd Precipitation mm	Avrinning Run-off mm	Sjömagsin Lake storage mm	mm	mm
	1	2	3	2+3	1—(2+3)
1927—28.....	730	657	—5	652	78
—29.....	900	806	+1	807	93
—30.....	804	653	0	653	151
—31.....	871	711	+2	713	158
—32.....	954	851	—1	850	104
—33.....	890	675	—9	666	224
—34.....	1 071	895	+7	902	169
—35.....	959	746	+2	748	211
—36.....	866	679	—10	669	197
—37.....	830	606	+2	608	222
—38.....	1 076	1 031	+2	1 033	43
—39.....	884	777	—2	775	109
—40.....	812	700	+2	702	110
Medeltal, Mean	896	753	—1	752	144

Många år kunna dock vid årsskiftena ganska stora förskjutningar i tid förekomma mellan nederbörd och avrinning. September, som avslutar det hydrologiska året, är en nederbördsrik månad och endast juli, augusti och oktober ha större nederbörd. Om ovanligt stor nederbörd faller i september och särskilt vid månadens slut, avrinner en stor del av denna nederbörd först under det följande året. Detsamma är förhållandet, om snö faller i slutet av september, vilken därefter smälter under en senare blidvädersperiod eller kanske först till nästa vår.

Även med de normala olikheter, som förekomma i nederbördens mängd och fördelning, måste grundvattenmagasinets storlek bli olika vid olika årsskiften. Det ena året tillföres grundvattenmagasinet mera nederbörd än det vatten som går bort därifrån, medan ett annat år motsatsen äger rum. Några undersökningar över grundvattnets

variation inom området finnas icke, men vissa förhållanden i vattenhushållningen tyda på, att det förekommer en stor omsättning i grundvattenmagasinen. Detta sammanhänger med, att både berggrund och jordarter äro mycket genomsläppliga. Berggrunden utgöres av lösa fjällskiffrar och de lösa jordlagren, som huvudsakligen finnas samlade i de djupaste partierna av dalgångarna, utgöras i stor utsträckning av grus eller starkt grusig morän. En stor nederbörd måste därför normalt medföra en ökad avrinning av grundvatten någon tid efteråt.

Vid beräkningen har hänsyn tagits till sjömagsineringen. Det har varit möjligt att göra en ganska noggrann beräkning häröver, då vattenståndsobservationer finnas från två sjöar, Malmagen och Lillglän. Sjömagsinets ändring är dock av underordnad betydelse i förhållande till andra storheter i vattenhushållningen.

Skillnaden mellan nederbörd och avrinning i genomsnitt för många år, då man kan bortse från grundvattenmagasineringen, motsvarar den genomsnittliga avdunstningens storlek med den inskränkningen, att kondensationen endast delvis ingår i nederbördsberäkningen. Hade all kondensation kunnat redovisas som nederbörd, hade skillnaden blivit något större och motsvarat hela avdunstningen. Även om det ur teoretisk synpunkt är av intresse att kunna få fram skillnadens fördelning på avdunstning och kondensation, är detta knappast av någon större betydelse för praktiskt hydrologiska beräkningar. Däremot är det ju av vikt att olika vattenhushållningsundersökningar ge jämförbara resultat. Den enda skillnaden i fråga om avdunstningsberäkningen mellan denna och andra undersökningar rörande vattenhushållningen i vårt land är, att nederbörden vintertid beräknats genom snötaxeringar i stället för genom nederbördsobservationer. Därigenom har den nederbörd i form av kondensation och sublimation, som på vintern tillföres området blivit medräknad. Avdunstningen från snötäcket har uppskattats.

Normala avdunstningsvärdet, bestämt genom skillnaden mellan medelnederbörd och medelavrinning, är något osäkert därför att både nederbörd och avrinning äro relativt stora tal. Ett relativt litet fel i de senares beräkning kan därför förorsaka ett relativt stort fel i avdunstningen.

För enskilda år kan icke avdunstningen sättas lika med skillnaden mellan nederbörd och avdunstning på grund av grundvattenmagasinets ändring, som ej är känd.

För hela den undersökta perioden har i genomsnitt erhållits en nederbörd av 896 mm, en avrinning av 752 mm och en avdunstning av 144 mm. Det erhållna resultatet på avdunstningen stämmer väl med de resultat, som erhållits vid andra undersökningar över vattenhushållningen. I södra och mellersta Sverige har huvudsakligen genom Walléns undersökningar avdunstningen befunnits utgöra i genomsnitt 360 mm med ganska små avvikelser härifrån i olika områden. Genom preliminära ännu ej publicerade undersökningar över vattenhushållningen, som utförts på hydrografiska byrån, har framgått att avdunstningen avtager ganska starkt norrut, så att den i de nordliga skogsälvarna utgör omkring 200 mm.

Det är fullt naturligt att avdunstningen skall vara ännu mindre i fjällen, där sommaren på grund av höjden över havet är kortare och kallare än i Norrlands skogsområden.

Sambandet mellan nederbörd och avrinning har uträknats medelst korrelationsmetoden och har framställts å fig. 19. Korrelationskoefficienten har befunnits utgöra 0,87 och sambandet kunna uttryckas medelst ekvationen.

$$\text{Avrinning} = 1,05 \cdot \text{nederbörd} - 189$$

Om i ekvationen avrinningen sättes = 0 blir nederbörden 179 mm. Denna ekvation

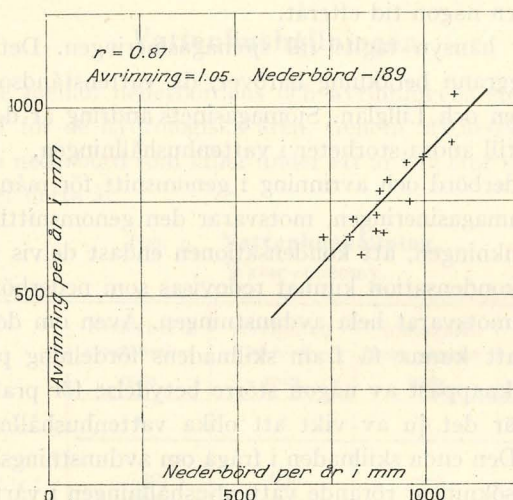


Fig. 19. Samband mellan nederbörd och avrinning för hydrologiska år.
Relation between precipitation and run off for hydrological years.

säger alltså, att en så stor nederbördskvantitet måste falla innan avbördningen kommer i gång. Denna s. k. torrgräns är givetvis ett teoretiskt värde, då även mycket mindre nederbördsmängd som t. ex. magasineras i snötäcke och på kort tid avsmälter, kan ge en ej obetydlig avrinning. Eftersom sambandslinjens vinkelkoefficient är ungefär 1, säger ekvationen också att sedan avrinningen kommit i gång ökar avrinningen lika mycket som nederbörden. Detta betyder att den vattenkvantitet, som varje år åtgår för avdunstning och magasinering, är ungefär densamma. Skulle ingen nämnvärd ändring av grundvattenmagasinets storlek förekomma under året, skulle ekvationen visa att avdunstningen vore konstant. Det är emellertid tydligt, att ett nederbördsrikt år måste medföra en magasinsökning och ett nederbördsfattigt en magasinsminskning. Under ett nederbördsrikt år måste därför avdunstningen vara mindre än under ett nederbördsfattigt. Detta sammanhänger med att temperaturen under ett nederbördsrikt år är lägre än under ett nederbördsfattigt.

Av de undersökningar över vattenhushållningen, som utförts i mellersta och södra Sverige, har framgått att avdunstningen åtminstone tillnärmelsevis är densamma i olika flodsystem och sannolikt också under olika år. Under varma somrar är nederbörden liten och avdunstningen kan därför endast bli stor inom de delar, där vatten

alltid finnes tillgängligt såsom sjöar och myrar; under kalla somrar är avdunstningen från sjöar och myrar relativt liten och avdunstningen från marken relativt stor emedan den nästan alltid är våt.

Inom fjällområdena äro förhållandena helt annorlunda. Snön smälter här sent och marken är i stor utsträckning under hela sommaren genomfuktad av smältvatten från långt fram på sommaren kvarliggande snödrivor. Myrar och kärr, som äro våta sommaren igenom, upptaga stora arealer. Även en varm sommar måste därför alltid vatten finnas tillgängligt för avdunstning.

Samband mellan snömängd och vårflödets storlek.

Frågan om snömagasinets storlek vid vinterns slut och dess samband med vårflödets storlek får allt större aktualitet ju mera sjöarna utbyggas till regleringsmagasin.

I en tidigare undersökning publicerad i Svenska vattenkraftföreningens publikationer har visats, att man kan erhålla en ganska god prognos på vårflödet i Norrlands skogs- och kustälvar om man utgår från den vid stationer inom eller i närheten av området uppmätta nederbörden. Då någon avsmältning att tala om icke förekommer i dessa områden under vintern, utgör vinternederbörden det totala snömagasinet vid vinterns slut, bortsett från den tämligen obetydliga avdunstningen från snötäcket. Inom områden däremot, där avsmältning förekommer under vinterns lopp eller där nederbörds-mätningar icke kunna anordnas, måste snömagasinets storlek bestämmas på annat sätt än medelst nederbördsmatrare.

I mellersta och södra Sverige förekommer i regel en betydande smältning under vintern och det lämpligaste sättet att ta reda på snömagasinets storlek i dessa landsdelar torde vara att vid ett tillräckligt antal lämpliga platser mäta upp snöns djup och vattenvärde. Dessa mätplatser utväljas lämpligen i närheten av nederbördsstationer, så att man får tillfälle att jämföra nederbördens och snömagasinets storlek. Då avsmältningen är störst i den öppna terrängen, måste man därvid tillse att snömätningarna i skogrika trakter också utföras i skogig terräng. I många fall torde det vara lämpligt att snömätningarna försiggå utefter raka linjer med bestämt avstånd mellan de olika mätpunkterna. Under vintrar med stor avsmältning, då snötäcket blir tunt och mycket ojämnt, är det med denna metod svårt att få ett tillfredsställande genomsnittsvärde, men detta är ju också sådana vintrar av mindre betydelse.

I fjällen är denna metod, ehuru den förekommer, icke så särskilt lämplig, därför att snön lägger sig så ytterst ojämnt på grund av vinddrivningen. Därför har inom Malmagens fjällområde den linjetaxeringsmetod använts, som tidigare beskrivits, och som kan betecknas som en absolut metod, där hela snötäckets vatteninnehåll blir uppmätt. Då genom snötaxeringarna i Malmagen snömagasinets storlek är känt med stor noggrannhet ända sedan vintern 1927/28, lämpar sig området synnerligen väl för undersökningar över sambandet mellan snömagasin och vårflöde, och man kan genom dem vänta sig allmängiltiga resultat, som kunna överföras på områden, där prognoser över vårflödets storlek äro önskvärda.

I tabell 10 hava uppgifter sammanställt över snömagasinets storlek den $\frac{1}{5}$, nederbörden maj—juni samt avrinningen likaledes under maj—juni. Den senare motsvarar

Tab. 10. Snömagasin 1 maj samt nederbörd och avrinning under vårflödet i mm.

Water content of snow-cover, rainfall and run-off during the spring flood in mm.

	Snötäckets vattenvärde $\frac{1}{5}$ Water content of snow May 1st	Nederbörd maj—juni Rainfall May—June	Snötäckets vat- tenvärde $\frac{1}{5}$ + nederbörd maj— juni Water content of snow May 1st and rainfall May—June	Flödet = av- rinning maj— juni + magas. i sjöar Flood = run-off May—June and lake-storage	Snötäckets vat- tenvärde + ne- derbörd maj— juni-flödet Water content of snow May 1st plus rainfall May—June minus spring run-off
	1	2	1+2	3	1+2-3
1927.....	384	107	491	523	— 32
28.....	227	138	365	326	+ 39
29.....	397	100	497	480	+ 17
30.....	343	75	418	367	+ 51
31.....	330	105	435	376	+ 59
32.....	525	59	584	500	+ 84
33.....	368	52	420	359	+ 61
34.....	474	106	580	510	+ 70
35.....	406	133	539	344	+ 195
36.....	410	43	453	365	+ 88
37.....	330	212	542	413	+ 129
38.....	507	151	658	677	— 19
39.....	284	122	406	414	— 8
40.....	376	52	428	463	— 35
Medeltal Mean...	383	104	487	437	+ 50

nära vårflödet även om efter kalla vårar ganska stora snömängder kunna kvarligga till långt fram på sommaren. Vid korrektion av snömagasinet till $\frac{1}{5}$ samt beräkning av nederbörden under maj—juni har den uppmätta nederbörden liksom tidigare höjts med 13,9 %. I avrinningen har även inräknats magasinsändringen i sjöarna. Det bortses vid denna undersökning från avdunstningen från snötäcket, vilken kan antagas i det närmaste konstant alla år.

Genomsnittsvärdena för den 14 år långa tiden äro: snömagasin 383 mm, nederbörd maj—juni 104 mm, avrinning 437 mm. Avrinningen överstiger snömagasinet med 54 mm men understiger summan av snömagasinet och nederbörden med 50 mm. Man kan uttrycka detta så att hela snömagasinet och ungefär halva nederbörden under avsmältningstiden maj—juni avrinner under vårfloden medan den andra hälften av nederbörden under avsmältningstiden avdunstar eller avrinner senare såsom yt- eller grundvatten.

För att undersöka sambandet mellan snömagasin, nederbörd och avrinning har sambandet grafiskt inlagts dels mellan snömagasinet ökat med nederbörden under maj—juni och vårflödet, dels mellan enbart snömagasinet och vårflödet (fig. 20). Dessa samband ha även undersökts med korrelationsmetoden, och de mot sambandsekvationen svarande linjerna ävenledes inlagts å samma diagram. Korrelationskoefficienterna äro resp. 0,76 och 0,69. Det framgår härav, att sambandet visserligen är mycket påtagligt,

men dock mindre än man haft anledning att vänta. I de norrländska skogsälvarna är motsvarande samband större, korrelationskoefficienterna äro i genomsnitt för samtliga undersökta områden resp. 0,90 och 0,84, fastän snömagasinets storlek knappast varit så säkert känt som inom Malmagens område. Anledningen måste vara att andra faktorer än snömagasin och vårnederbörd, nämligen grundvattenmagasiner och avdunstning, väsentligen påverka maj—juniavrinningens storlek.

Normalt torde ganska mycket snö återstå osmält den 1 juli, då de stora fasta drivor som ligga i norrlutningarna smälta mycket långsamt och i regel icke helt försvinna

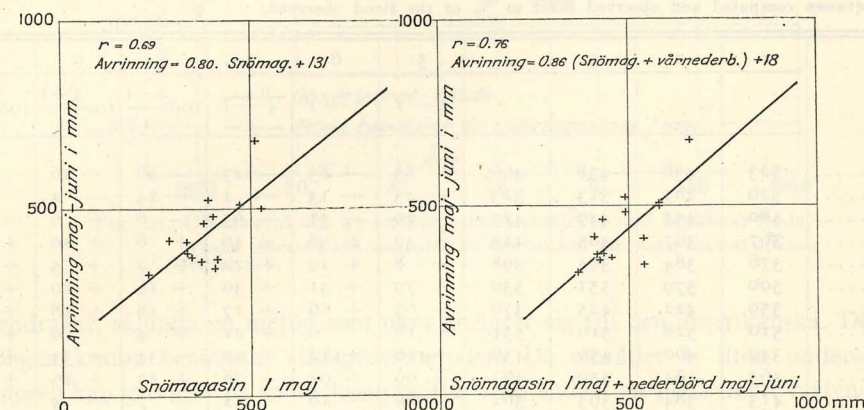


Fig. 20. Samband mellan snömagasin resp. snömagasin + vårnederbörd och vårflödet.

Relation between water content of snow cover (or, water content increased with spring run-off) and the spring flood.

förrän på sensommaren. Under kalla vårar är det osmälta snömagasinet den 1 juli stort och under varma litet. Dessa variationer i snömagasinet påverka givetvis även resultatet av sambandet mellan snömagasin och vårflöde.

Den funna sambandsekvationen mellan snömagasin och vårflöde kan användas för en prognos av vårflödets storlek, då man känner snömagasinets storlek. Man kan också för prognos använda den allmänna regeln att vårflödet blir lika med snömagasinet ökat med 54 mm. För att se huru prognoser enligt dessa båda grunder skulle utfallit för de gångna åren, hava uppgifterna i tabell 11 sammanställts. Där återfinnas prognosernas avvikelser i absoluta tal och i % av avrinningen. Det framgår att utfallet blir ungefär lika gott, vilken metod man än använder. I medeltal ger sambandsekvationen en avvikelse av 12 % från de verkliga värdena, medan en prognos, där flödet sättes lika med snömagasin + 54 mm, ger en avvikelse av 14 %. Den förstnämnda metoden ger en mindre avvikelse än 10 % i 6 fall av 14, än 20 % i 11 fall, än 30 % i 13 fall. Större avvikelse, 33 %, förekommer i 1 fall av 14. En prognos av vårflödet grundad endast på snömagasinet den $\frac{1}{5}$ blir således god nära halva antalet år och dålig eller otillfredsställande i c:a $\frac{1}{7}$ av antalet år. Å fig. 21 finnes en grafisk jämförelse mellan det observerade flödet och det flöde som erhålles genom en ur sambandsekvationen beräknad prognos.

Tab. II. Observerat och beräknat vårflöde i mm.

Spring flood in mm, observed and calculated.

- Kol. 1. Observerat flöde = avrinning maj—juni. Flood observed = run off May—June.
 Kol. 2. Snötäckets vattenvärde $\frac{1}{5}$ + 54 mm. Water content of snow May 1st + 54 mm.
 Kol. 3. Beräknat flöde av korrel. mellan snötäckets vattenvärde $\frac{1}{5}$ och flödet. Flood calculated with correlation between water content of snow May 1st and flood.
 Kol. 4. Beräknat flöde av korrel. mellan nederbörd vid Fjällnäs och Malmagen från snömagasinerings början till den $\frac{1}{5}$ och flödet. Flood, calculated with correlation between precipitation at the rain fall stations Fjällnäs and Malmagen from beginning of snow cover to May 1st and flood.
 Kol. 5, 6 och 7. Skillnad mellan beräknat och observerat flöde i mm. Difference between computed and observed flood in mm.
 Kol. 8, 9 och 10. Skillnad mellan beräknat och observerat flöde i % av observerat flöde. Difference between computed and observed flood in % of the flood observed.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
					2 — 1	3 — 1	4 — 1	$100 \frac{2-1}{1}$	$100 \frac{3-1}{1}$	$100 \frac{4-1}{1}$
1927.....	523	438	438	496	— 85	— 85	— 27	— 16	— 16	— 5
28.....	326	281	313	325	— 45	— 13	— 1	— 14	— 4	0
29.....	480	451	449	417	— 29	— 31	— 63	— 6	— 6	— 13
30.....	367	397	405	413	+ 30	+ 38	+ 46	+ 8	+ 10	+ 13
31.....	376	384	395	398	+ 8	+ 19	+ 22	+ 2	+ 5	+ 6
32.....	500	579	551	530	+ 79	+ 51	+ 30	+ 16	+ 10	+ 6
33.....	359	422	425	376	+ 63	+ 66	+ 17	+ 18	+ 18	+ 5
34.....	510	528	510	531	+ 18	0	+ 21	+ 4	0	+ 4
35.....	344	460	456	436	+ 116	+ 112	+ 92	+ 34	+ 33	+ 27
36.....	365	464	459	463	+ 99	+ 94	+ 98	+ 27	+ 26	+ 27
37.....	413	384	395	362	— 29	— 18	— 51	— 7	— 4	— 12
38.....	677	561	537	542	— 116	— 140	— 135	— 17	— 21	— 20
39.....	414	338	358	439	— 76	— 56	+ 25	— 18	— 14	+ 6
40.....	463	430	432	371	— 33	— 31	— 92	— 7	— 7	— 20
Medelt., Mean	437	437	437	436	59	54	51	14	12	12

I praktiken torde det vara lämpligast att för en prognos räkna med att snömagasinet jämte 54 mm av vårnederbörden avrinner i flödet. På ett liknande sätt synes en prognos kunna utföras även för andra någorlunda likartade fjällområden i vårt land. Men man får därvid iakttaga att den del av den samlade nederbörden, som ej avrinner i flödet, sannolikt är ganska oberoende av nederbördens mängd. Inom ett område med stor vårnederbörd bör därför en större del av densamma avrinna. Den allmänna regeln blir därför, att snömagasinet jämte den normala vårnederbörden minskad med c:a 50 mm beräknas avrinna. Innan ytterligare undersökningar föreligga torde man kunna räkna med denna enkla regel inom sydnorrländska och icke alltför högt belägna nordligare fjällområden.

I den undersökning rörande de norrländska skogsälvarnas vårflöden, som förut nämnts, har i genomsnitt för 6 flodområden erhållits ett snömagasin av 165 mm, en nederbörd under flödet av 78 mm och ett vårflöde av 154 mm. Här avrinner något mindre än hela snömagasinet. Av snömagasin och vårnederbörd, sammanlagt 243 mm, avdunsta eller magasineras 89 mm. Det senare värdet är något större än den för Malmagen erhållna förlusten, 50 mm, vilket står i överensstämmelse med att även skillnaden per år räknat mellan nederbörd och avrinning inom skogsälvarna är större än inom fjällområdet.

De förestående prognosmetoderna kunna endast tillämpas, där man känner snömagasinets totala storlek. Det återstår att undersöka hur en prognos skulle utfalla, om denna grundas på snömagasinets storlek vid någon eller några typiska platser inom

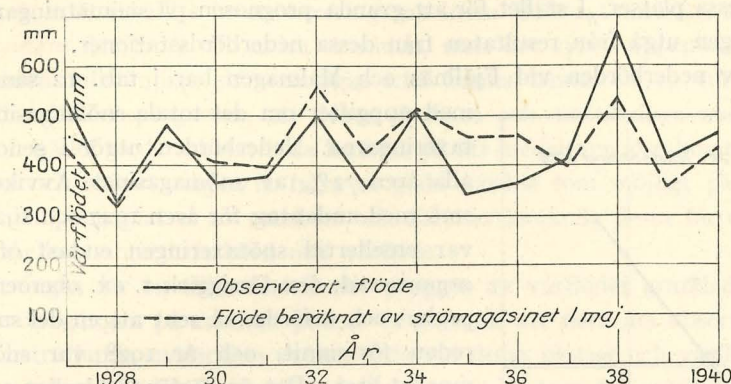


Fig. 21. Observerat och av snömagasinets storlek 1 maj beräknat flöde.
 Flood, observed and computed on the basis of the water content of snow cover 1. V.

vattendraget, sålunda en metod som nära ansluter sig till den amerikanska. Den skulle lämpligen kunna benämnas stickprovsmetoden. Då området är litet, undersökes om prognosen kan grundas på snötäckessuppgifter från endast en plats inom vattenområdet.

Tab. I2. Snötäckets vattenvärde vid vårtaxeringen och nederbörd i medeltal för nederbördsstationerna Fjällnäs och Malmagen från snömagasinerings början till vårtaxeringen i mm.

Water content of snow at the spring survey and precipitation measured at the rainfall gauges Fjällnäs and Malmagen between the time for beginning of snow cover and spring snow survey.

	Snötäckets vattenvärde Water content of snow mm	Medelnederbörd vid Fjällnäs och Malmagen Mean precipitation at rain gauges Fjällnäs and Malmagen mm	Nederbörd i % av snötäckets vatten- värde Precipitation in % of water content of snow %
1927.....	400	339	85
28.....	219	184	84
29.....	397	264	67
30.....	294	218	75
31.....	296	219	74
32.....	503	332	66
33.....	368	232	66
34.....	469	349	75
35.....	394	274	70
36.....	398	290	73
37.....	298	192	64
38.....	398	272	68
39.....	266	196	74
Medeltal Mean.....	362	259	72

Såsom förut visats äro nederbördsstationerna Fjällnäs och Malmagen så belägna, att de åtminstone i huvudsak riktigt mäta nederbördens storlek. Nederbörden här från snömagasinerings början till vinterns slut utgör därför också snömagasinets storlek vid dessa platser. I stället för att grunda prognosen på snömätningar kan man därför lämpligen utgå från resultaten från dessa nederbördsstationer.

Medeltal av nederbörden vid Fjällnäs och Malmagen har i tab. 12 sammanställts

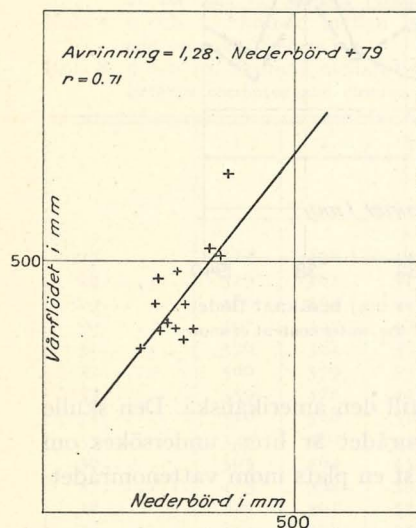


Fig. 22. Samband mellan vinternederbörd t. o. m. april uppmätt vid nederbördsstationerna Fjällnäs och Malmagen och vårflödet.

Relation between winter precipitation measured at the stations Fjällnäs and Malmagen in the valley, and the springflood.

med uppgifter om det totala snömagasinet vid snötaxeringarna. Nederbörden utgör i genomsnitt för alla åren 72% av snömagasinet. Avvikelserna äro små med undantag för åren 1927 och 1928. År 1927 var emellertid snötaxeringen endast ofullständigt organiserad, den försiggick t. ex. oberoende av snöpegel, och utfördes så sent att en del snö möjligen redan fösvunnit, och år 1928 var snömagasinet mycket litet. Det är därför förklarligt att dessa år visa stora avvikelser.

Då sålunda för de enskilda åren förhållandet mellan nederbörd vid stationerna och det totala snötäcket är tillnärmelsevis konstant, kan man a priori vänta ett ungefär lika gott samband mellan nederbörd och vårflöde som mellan snömagasin och vårflöde.

Sambandet har räknats ut medelst korrelationsmetoden. Det har framställts å fig. 22 tillsammans med den funna sambandsekvationen. Korrelationskoefficienten är 0,71 och sålunda ungefär densamma som motsvarande koefficient för sambandet mellan det totala snötäcket och våravrinningen.

Huru prognosen skulle utfallit framgår av uppgifterna i tabell 11. Där äro sammanställda uppgifter över vårflödets storlek beräknade ur sambandsekvationen och avvikelserna från det observerade vårflödet. Prognosresultatet är ungefär detsamma som vid föregående prognosmetoder.

Den förestående undersökningen har visat, att man enbart på grund av nederbördsobservationer erhåller en lika god prognos av vårflödet som om denna grundas på en fullständig uppmätning av snötäckets totala vatteninnehåll vid vinterns slut. Förutsättning härför är givetvis att stationerna riktigt mäta nederbördens storlek. Det senare är visst icke alltid fallet, då mätarna i vindexponerade lägen kunna ge ett avsevärt underskott. Dessutom måste även nederbördsstationer finnas inom olika ur nederbörds-synpunkt karakteristiska områden. Det enda sätt, varpå nederbördsstationerna kunna prövas på sin förmåga att mäta upp vinternederbörd är snömätningar i närheten av stationerna, och där nederbördsstationer ej kunna anordnas, måste vinternederbörden helt och hållet bestämmas medelst snömätningar. Snömätningar bli därför alltid ett

nödvändigt komplement till nederbördsobservationer. På grund av att snön lägger sig så ojämnt, måste dessa mätningar bli ganska omfattande, även om de kunna begränsas till ett förhållandevis litet antal platser.

De resultat, som erhållits ur snötaxeringarna inom Malmagsområdet, kunna kanske icke utan vidare överföras till andra områden, men det synes uppenbart, att även i andra områden fullständiga snötaxeringar icke kunna lämna ett så tillfredsställande underlag för vårflödesprognoser, att denna dyrbara och omständliga metod kan vara motiverad. I stället torde arbetet böra inriktas på att medelst en kombination av nederbördsmätare och snötaxeringar få fram så goda värden som möjligt på vinternederbörden vid lämpliga platser av området och därefter använda dessa för en sambandsberäkning mellan vinternederbörd och vårflöde.

Förutsättningen för en tillfredsställande prognos av vårflödet grundad på observationer av snötillgången på enstaka platser är givetvis att flera års observationer föreligga både beträffande snötäckets vattenvärde vid dessa platser och vårflödets storlek. Där endast vattenmängdsuppgifter finnas, är det nog i många fall möjligt att genomföra en sambandsberäkning mellan nederbördens storlek vid nederbördsstationer i närheten av området och vårflödet, men där alla observationer saknas eller äro alltför fåtaliga och otillfredsställande finnes ingen annan utväg än att grunda en förhandsberäkning av vårflödets storlek på en fullständig taxering av snötäckets vattenvärde.

Sammanfattning.

Genom undersökningen har avsetts att erhålla möjligast tillförlitliga uppgifter på nederbörd och avrinning inom ett fjällområde. Dessutom ha jämförande försök utförts med mätning av nederbörd enligt olika metoder.

Bestämningen av avbördningskurvor har utförts på vanligt sätt med hjälp av på vattenmängdsmätningar grundade avbördningskurvor och vattenståndsobservationer. På grund av gynnsamma förhållanden har den kunnat beräknas med stor noggrannhet.

Nederbörden har bestämts medelst vanliga nederbördsmätare uppställda vid byggda platser, som endast finnas i Malmagsdalen. På högre nivåer hava uppställts nederbördssamlare av den av Lütchig i Schweiz använda modellen. Vinternederbörden har dessutom bestämts genom mätning av snötäckets djup och vattenvärde på så många platser att snötäckets totala vatteninnehåll har erhållits. Härvid har använts en linjetaxeringsmetod med fasta snöpegel uppsatta på 100 m:s avstånd i linjer. Sammanlagt finnas inom området 258 dylika peglar. Vattenvärdet har vid varje snötaxering bestämts vid var tredje eller var femte pegel och har erhållits genom att snöprov upptagits och vägts.

Försöken med nederbördsmätare ha givit följande resultat. Anstaltens vanliga med skyddsskärm försedda nederbördsmätare, som varit uppställda i relativt skyddade lägen, ha visat god överensstämmelse med resultaten av snötaxeringen. Nederbörds-

samlarna ha i skyddade lägen visat god överensstämmelse med de vanliga nederbörds-mätarna och snötaxeringarna. Uppställda på kalfjället, där skydd icke finnes, ha de visat ett väsentligt underskott. Dessa mätare äro därför icke lämpliga att i Sverige uppställas ovanför skogsgränsen.

Både snötaxeringarna och resultaten av nederbördssamlarna ha visat att nederbörden tilltager med höjden. De senare visa sålunda en ökning i nederbörd på sommaren av i genomsnitt 25 mm eller 10 % av basvärdet vid en ökning i höjd av 100 m och en bearbetning av snötaxeringsmaterialet har visat att nederbörden på vintern i genomsnitt ökar 67 mm eller 38 % av basvärdet för en ökning i höjd av 100 m. Årsnederbörden skulle sålunda öka c:a 90 mm vid en ökning i höjd av 100 m.

Vid beräkning av nederbörden har vinternederbörden erhållits av snötaxeringarna. Under året för övrigt har nederbörden beräknats av de i de vanliga nederbörds-mätarna erhållna mängderna med hänsyn tagen till inflytandet av höjden över havet.

Följande resultat ha erhållits på nederbördens storlek i genomsnitt för tiden $\frac{1}{10}$ 1926— $\frac{30}{9}$ 1940.

Uppmätt nederbörd från 1 okt. till snömagasineringens början.....	63 mm
Snömagasinets storlek.....	363 »
Uppmätt nederbörd mellan 1 maj och 1 okt.....	376 »
Ökning av stationernas uppgifter på grund av höjdnflytandet.....	61 »
Ökning på grund av avsmältning och uppskattad avdunstning under vintern.....	32 »
Summa	895 mm

För åren $\frac{1}{10}$ 1927— $\frac{30}{9}$ 1940, samma tid som vattenmängdsuppgifter finnas, är medel-nederbörden 896 mm. Avrinningen jämte sjömagasinering under denna tid är 752 mm Skillnaden mellan nederbörd och avrinning, som för så lång tid kan sättas lika med avdunstningen utgör 144 mm. Detta värde å medelavdunstningen torde man tillsvidare kunna räkna med för svenska fjällområden i allmänhet, som icke ligga alltför högt eller alltför nordligt.

I sista kapitlet har undersökts möjligheten av att på grundval av uppgifter över snömagasinets storlek vid vinterns slut och den under vintern fallna nederbörden utföra en prognos av vårflödets storlek. Sambandet mellan snömagasinets storlek hänfört till 1 maj och vårflödets storlek har uträknats medelst korrelationsmetoden. Den erhållna korrelationskoefficienten är 0,69. Uträknas enligt samma metod sambandet mellan snömagasinet ökat med nederbörden under vårflödet och vårflödet får man en något större korrelationskoefficient, 0,76.

På samma sätt har sambandet mellan den vid två nederbördsstationer i Malmagsdalen uppmätta vinternederbörden och vårflödet beräknats. Korrelationskoefficienten har befunnits utgöra 0,71. Genom uppgifterna för nederbördsstationerna erhålles sålunda en lika god prognos som om densamma grundas på en fullständig snötaxerings resultat. Det synes därför icke nödvändigt att för vårflödesprognoser i norrländska vattendrag, där endast obetydlig avsmältning under vintern förekommer, genomföra

alltför omfattande snötaxeringar. I stället bör arbetet inriktas på att anordna nederbördsstationer i skyddade lägen på ur nederbördssynpunkt karakteristiska platser inom ett flodområde. Snötaxeringar böra emellertid företagas för att pröva nederbördsstationernas tillförlitlighet och dessutom som komplettering, där nederbördsstationer icke kunna anordnas.

Snömagasin, vårnederbörd och vårflöde ha i genomsnitt för tiden 1927—1940 varit följande.

Snömagasin 1 maj.....	383 mm
Nederbörd under flödet.....	104 »
Flödet.....	437 »

Under flödet avrann sålunda i genomsnitt hela snömagasinet och nederbörden under flödet så när som 50 mm.

Det synes sannolikt att denna relation mellan snömagasin, vårnederbörd och vårflöde gäller i allmänhet och att därför en prognos för svenska fjällområden kan utföras på så sätt att flödet antages lika med snötäckets vattenvärde vid flödets början ökat med den normala nederbörden under flödet och minskat med 50 mm. En sådan beräkning för Malmagsområdet har för enskilda år givit ganska olika resultat med den förut nämnda sambandsberäkningen mellan snötäckets vattenvärde och vårflöde. I genomsnitt har dock de två beräkningssätten givit nästan samma resultat.

Summary.

An investigation has been performed in order to obtain reliable information concerning precipitation and run-off within a mountain area in northern Sweden. Besides, there have been made comparative studies of different methods of measuring precipitation. The river basin investigated has an area of 109 km² and is entirely situated above the pine-forest line. About half of it is covered with mountain birch wood, whilst the other half consists of bare mountain land. The basin consists of a high table-land with a deep valley, at the bottom of which Lake Malmagen is situated. There are no marked peaks within this region. The altitude varies between 783 m and 1210 m.

The discharge has been measured in the river basin and also in the adjacent rivers at some stations. The calculation of the run-off has not caused any difficulties. The precipitation in the inhabited part of the Malmagen valley is measured with gauges of ordinary type. At higher levels totalizers of the Lütschg type have been used. The winter precipitation has been obtained by measuring the water content of the snow cover at so many places that the water content of the total snow cover could be computed. For this purpose, 258 snow-stakes have been placed at a distance from one another

of 100 metres in three parallel lines. At each snow survey the depths of snow have been read on all the snow-stakes and the water content has been measured at every third or every fifth station. The snow-sample apparatus used is a modification of the one used earlier at the Mount Rose Observatory in Nevada, U. S. A.

With the rain gauges the following results have been obtained. The precipitation measured with gauges of ordinary type placed in the valley with good shelter in the birch wood corresponds well with the results of the snow surveying. The totalizers in sheltered places give as a rule the same results, but on the bare mountain land there is a big deficit as regards the snow precipitation. These gauges are, therefore, not suitable in Sweden above the forest line.

The results of the snow surveys as well as of the measurements with the totalizers show that the precipitation increases with altitude. In summer the gauges give an increase in precipitation of 25 mm for 100 metres' increase in altitude and in winter a calculation of the results from the snow survey has shown an increase of 67 mm for 100 metres' increase in altitude.

The annual precipitation is obtained from the results of the snow survey in winter and from the results of the ordinary gauges in the valley in summer. In the last case a correction for the increase with altitude is added in regard to the results of the totalizers.

The mean values obtained for the period 1st Oct. 1926—30th Nov. 1940 are given in the following table.

Precipitation between 1 st Oct. and beginning of snow cover.....	63 mm
Water content of snow cover 1 st May.....	363 »
Precipitation between 1 st May and 1 st Oct.....	376 »
Correction of results from the precipitation gauges for the influence of altitude.....	+61 »
Correction of the water content of snow cover for thawing and evaporation during the winter.....	+32 »
Sum	895 mm

For the period with records of discharge, 1st Oct. 1927—30th Nov. 1940, the mean precipitation has been 896 mm, and the run-off 752 mm. The difference between precipitation and run-off, which for such a long time is equal to the evaporation, is 144 mm.

The last chapter is concerned with an investigation of the relation between the water content of the snow cover and the spring run-off, for the purpose of forecasting the spring flood. Using the correlation method, three equations have been determined based on the dependence of the following elements. The water content of snow on May 1st versus the spring flood, the water content of snow on May 1st increased by the precipitation during the flood versus the spring flood, and the precipitation at the two gauges in the valley during the winter versus the flood. The correlation coefficients obtained are 0,69, 0,76 and 0,71 respectively. Thus, as to flood forecasting equally good results have been obtained on the basis of the reports from the precipitation stations as with the extensive snow surveys. In northern Sweden it is, therefore, not necessary

to carry out extensive snow survey for the purpose of flood forecasting. Instead the task must be to erect good rain-fall stations at representative points. Snow surveying ought, however, to be carried through as a control of the accuracy of the gauges and also as a substitute for direct measurements of rain-fall at such places, where it is impossible to obtain rain-fall stations. In case observations of discharge for many years should not be available, a forecasting of the spring flood must be founded on a total snow survey.

For the period 1927—1940 the mean values of the water content of the snow cover, the spring precipitation and the spring flood have been as follows:

Water content of snow cover 1st May.....	383 mm
Precipitation during the flood time.....	104 »
Flood discharge	437 »

During the flood, but for 50 mm, the whole water content of the snow and the precipitation during the flood has flowed off. It seems probable that similar conditions prevail in general and that a forecast of the flood may be made on the basis of this fact in those cases when the water content of the snow cover is known.

Thus, a forecast for a mountain region in northern Sweden can be made in such a way that the flood is put equal to the water content of the snow cover before the flood plus the normal rain fall during the flood time and minus 50 millimetres of precipitation. For the Malmagen area such a calculation shows some discrepancies from the results of the mentioned relations between water content of the snow cover and the flood for the individual years. On an average the two methods, however, give almost identical results.

Litteraturförteckning.

- AHLMANN, H. WILSON. Studies in North-East Greenland 1939—1940. Geografiska Annaler 1941.
 CHURCH, J. E. Snow surveying: Its principles and possibilities. The geographical review 1933. New York 1933.
 — Principles of snow surveying as applied to forecasting stream flow. Journal of agricultural research 1935. Washington 1935.
 FRIEDRICH, W. Zur Methode der Verdunstungsmessungen. VI. Baltische-hydrologische Konferenz. Berlin 1938.
 HAMBERG, AXEL. Geologiska och fysiskt-geografiska undersökningar i Sarjekfjällen. Sthlm 1901.
 — Das meteorologische Observatorium auf dem Pärtetjåkko. Naturwissenschaftliche Untersuchungen des Sarekgebietes in Schwedisch-Lappland. Bd V. 1. Stockholm 1931.
 HAMBERG, H. E. Nederbörden i Sverige, Bih. till meteorologiska iakttagelser i Sverige 1910. Uppsala 1911.
 LÜTSCHEG, O. Über Niederschlag und Abfluss im Hochgebirge. Zürich 1926.
 MELIN, R. Snow surveying in Sweden. Transactions of the Meetings of the International Commissions of Snow and of Glaciers. Edinburgh, september 1936. Riga 1938.
 — Om förutberäkning av vårflödet i Norrlands skogs- och kustälvar. Svenska vattenkraftföreningens publikationer 281, Stockholm 1935.
 Meteorologiska iakttagelser i Vassijaure. 10 juli 1905—31 juli 1906. Bihang till meteorologiska iakttagelser i Sverige 1906, Stockholm 1906.

- SLETTENMARK, GUSTAF. De svenska flodernas vattenmängder. Medd. från Statens meteorologisk-hydrografiska anstalt Bd 3 n:r 5. Stockholm 1925.
- TRYSLIUS, O. A short comparison between the Finnish and the Swedish snow samplers. Geografiska annaler 1940. Stockholm 1940.
- WALLÉN, AXEL. L'eau tombée dans la haute montagne de la Suède. Geografiska annaler 1923. Stockholm 1923.
- Nederbördskartor över Sverige. Medd. från Statens meteorologisk-hydrografiska anstalt Bd 2 n:r 3. Stockholm 1924.
- WERSÉN, GUSTAF. Snötäcket i olika terräng. Förhandlingar vid 17:de skandinaviska naturforskar-mötet i Göteborg 1923. Göteborg 1925.
- WESTMAN, J. Beobachtungen über den Wasseraustausch zwischen der Schneedecke und der Luft im Mittelschwedischen Tieflande. Medd. från Hydrografiska byrån 5. Stockholm 1913.

- N:o 26. A. Ångström: Temperaturklimatets ändringar i nuvarande tid och dess orsak Kr. 1:—
- N:o 27. A. Nyberg: Temperature measurements in an air layer very close to a snow surface » 2:50
- N:o 28. A. Ångström: Bemerkungen betreffs Verdunstung von dem Wasser eines eingetauchten Kessels mit artificieller Umrührung und von freien Wasseroberflächen » 0:50
- N:o 29. H. Modén: Beräkning av medeltemperaturen vid svenska stationer (Computation of the mean monthly temperature at Swedish stations) » 1:—
- N:o 30. Bibliographie Hydrologique de l'Année 1938. Suède » 1:—
- N:o 31. G. Slettenmark: Current meter discharge measurements for the testing of hydraulic turbines » 1:—
- N:o 32. A. Nyberg: The lag-coefficient of aerological instruments and the function of hair hygrometers at low temperatures » 1:50
- N:o 33. C. J. Östman: Den svåra isvintern 1939—1940 (with an English summary) » 2:—
- N:o 34. O. Tryselius: A short comparison between the Finnish and the Swedish snow samplers » 0:50
- N:o 35. G. Liljequist: Winter Temperatures and ice conditions of lake Vetter with special regard to the winter 1939/40 » 1:50
- N:o 36. F. Bergsten: Undersökningar rörande sekulära ändringar i avrinningen i vissa svenska vattendrag (with an English summary) » 1:—
- N:o 37. A. Ångström: Nederbörds-klimatets ändring i nuvarande tid (with an English summary) » 1:50
- N:o 38. C. J. Östman: Isvintern 1940—41 (with an English summary) » 1:—
- N:o 39. G. L. Eriksson: Untersuchung der Periodizitäten der Wasserstände und der Abfließenden Wassermengen von Norslund am Dalelf » 1:—
- N:o 40. A. Nyberg und E. Palmén: Synoptisch-Aerologische Bearbeitung der internationalen Registrierballonaufstiege in Europa in der Zeit 17.—19. Oktober 1935 » 3:—
- N:o 41. A. Nyberg: Jämförelser mellan olika instrument för mätning av temperatur och fuktighet i högre luftlager. (with an English summary) » 1:—
- N:o 42. A. Ångström: Principiella synpunkter på undersökningar över klimatets förändring med tillämpning på det svenska klimatet. (with an English summary) » 1:—
- N:o 43. G. H. Liljequist: Isvintern 1941—42 (with an English summary) » 1:—

Särtryck ur
GEOGRAFISKA ANNALER 1942. H. 3—4.