

SKBF
KBS

TEKNISK
RAPPORT

81-10

**Ytvattenförhållandena vid Svartbo-
berget**

Jan Olof Skifte

VIAK AB, 1981-11-30

SVENSK KÄRNBRÄNSLEFÖRSÖRJNING AB / AVDELNING KBS

POSTADRESS: Box 5864, 102 48 Stockholm, Telefon 08-67 95 40

YTVATTENFÖRHÅLLANDENA VID SVARTBOBERGET

Jan Olof Skifte

VIAK AB
1981-11-30

Denna rapport utgör redovisning av ett arbete som utförts på uppdrag av KBS-projektet. Slutsatser och värderingar i rapporten är författarnas och behöver inte nödvändigtvis sammanfalla med uppdragsgivarens.

En förteckning över hittills utkomna rapporter i denna serie under 1981, återfinns i slutet av rapporten. Uppgift om KBS tidigare tekniska rapporter från 1977-1978 (TR 121), 1979 (TR 79-28) och 1980 (TR 80-26) kan erhållas från SKBF/KBS.

SVENSK KÄRNBRÄNSLEFÖRSÖRJNING AB
AVDELNING KÄRNBRÄNSLESÄKERHET

YTVATTENFÖRHÅLLANDENA VID SVARTBOBERGET

4912.2959

1981-11-30

Postadress

Box 519

162 15 VALLINGBY

Gatuadress

Vällingbyplan 26

Telefon

08-87 00 80



ABSTRACT

SAMMANDRAG

| | Page | |
|-----|--|----|
| | Sida | |
| 1 | Avrinningsområden | 1 |
| 1.1 | Avrinningsområdenas storlek | 1 |
| 1.2 | De lokala avrinningsområdets höjdförhållanden | 4 |
| 1.3 | Vegetation | 5 |
| 1.4 | Geologi | 5 |
| 2.1 | Årsnederbörd och årsavdunstning | 6 |
| 2.2 | Avrinning och avbördning | 7 |
| 2.3 | Grundvattenflöde | 10 |
| 2.4 | Proportionen mellan avdunstning, ytvattenavrinning och grundvattenavrinning ur området | 11 |
| 2.5 | Medelvattenföringen i Voxnan och Voxna | 12 |
| 3 | Förslag till undersökningar för närmare bestämning av avrinningen från Svartboberget | 13 |
| 3.1 | Noggrannare bestämning av arealnederbörden | 13 |
| 3.2 | Avbördningsmätningar vid två mätstationer | 13 |
| 3.3 | Grundvattenundersökningar | |
| 4 | Studie av långa nederbörds- och vattenföringsserier | 14 |
| | Sammanfattning | |

ABSTRACT

The aim of this study was to estimate local and regional average annual run off in the surroundings of Svartboberget located close to the middle of Sweden roughly 100 km west of the Baltic. It was also meant to give an idea of reliability of given run off figures and possible improvement using a more sophisticated approach including direct measurements of precipitation discharge and deeper analysis of discharge records.

The study was based on economical, topographical and geological maps as well as areal photographs. Some basic publications from "Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut" were used as "De svenska vattendragens arealförhållanden", "Run off map of Sweden" and "Stream flow records of Sweden".

Precipitation and evaporation as basic parameters have been discussed and developed by Mr Bertil Eriksson, SMHI.

Run off was estimated to be 9.9 l/s km² locally with a proposed certainty within \pm 0.5 l/s km². This certainty may be improved to half that figure with proposed measurements during a period of 10 years.

SAMMANDRAG

Syftet med studien var att uppskatta normal medelavrinning omkring Svartboberget beläget nära Sveriges mitt och omkring 100 km väster om Östersjön. Den avsåg även att ge en uppfattning om noggrannheten i givna avrinningssiffror och möjlig förbättring genom direktmätning av nederbörd och avbördning samt djupare analys av tillgängliga avbördningsserier.

Studien har grundats på ekonomiska, topografiska och geologiska kartor såväl som på flygbilder. Vissa grundläggande publikationer från Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut har utnyttjats såsom "De svenska vattendragens arealförhållanden", "Run off map of Sweden" och "Vattenföring i Sverige".

Nederbörd och avdunstning som fundamentala parametrar har diskuterats och utvecklats av förste statsmeteorolog Bertil Eriksson vid SMHI.

Avrinningen har uppskattats till $9,9 \text{ l/s km}^2$ lokalt med en gissad säkerhet av $\pm 0,5 \text{ l/s km}^2$. Denna säkerhet kan gissningsvis ökas till halva beloppet med föreslagna mätningar över en 10-årsperiod.

SVENSK KÄRNBRÄNSLEFÖRSÖRJNING AB
AVDELNING KÄRNBRÄNSLESÄKERHET

YTVATTENFÖRHÅLLANDENA VID SVARTBOBERGET

På uppdrag av Tönis Papp, avdelning Kärnbränslesäkerhet, har ytvattenförhållandena undersökts på och omkring Svartboberget beläget ca 5 km norr om tätorten Voxna och ca 12 km väster om centralorten Edsbyn.

1. AVRINNINGSSOMRÅDEN

1.1 Avrinningsområdenas storlek

1.1.1 Lokal_områdesstorlek

Svartboberget omfattar ett ca 4 km² stort område mellan vattendragen Älmån och Brynåsbäcken, se bilaga 1 översiktskarta i skala 1:50 000. Älmån betecknas i SMHIs publikation "De svenska vattendragens arealförhållanden" som Almån och anges ha ett avrinningsområde vid mynningen i Voxnan av 69 km² varav 3,6 km² sjöyta. I denna utredning används namnformen Älmån.

Brynåsbäckens avrinningsområde har uppmätts till 13 km², varav 0,55 km² sjöyta vid mynningen i Voxnan.

För att kunna göra diverse beräkningar har de båda bäckarnas avrinningsområden finindelats och arealbestämts från topografiska bladet 15F Voxna S0 enligt följande:

4912.2959

Älmåns avrinningsområde:

| | Avrinningsområde i km ² |
|--|---------------------------------------|
| Älmån uppströms Råttjärnasjöbäcken | 11,5 |
| " nedströms " | 21,4 |
| " uppströms Loftsbäcken | 31,4 |
| " nedströms " | 46,6 |
| " uppströms Älmessjöbäcken | 46,7 |
| " nedströms " | 52,7 |
| " mynningen i Voxnan | 67 (69) |
| Loftsbäcken vid mynningen i Älmån | 15 |
| Älmessjöbäcken vid inflödet i Älmessjön | 4,0 |
| " " mynningen i Älmån | 6,0 |
| Brynåsbäcken vid utloppet ur Södra Brynåssjön | 3,5 |
| Brynåsbäcken vid inflödet i Norra Brynåssjön | 6,0 |
| Brynåsbäcken vid utflödet ur Norra Brynåssjön | 7,1 |
| Brynåsbäcken vid mynningen i Voxnan | 13,1 |

Som framgår av ovanstående skiljer sig ytan för Älmåns avrinningsområde från SMHIs uppgift med ca 3%, troligen mest beroende på att SMHIs uppgift är framtagen från äldre generalstabskarta i skala 1:100 000.

Osäkerheten i arelauppgifterna ligger uppskattningsvis omkring 1 à 2 % beroende på att topografin ger väl definierade ytvattendelare. Man kan komma längre i noggrannhet genom hänsynstagande till papperskrympning och genom utjämning med "sann" yta av hela kartbladet samt genom fältkontroll i de fall vattendelaren inte klart framgår av karta eller genom stereoskopisk studie av flygbildpar.

Med hänsyn till de mycket större osäkerheter som föreligger beträffande uppskattning av den specifika ytavrinningen finns ingen anledning att i detta stadium bestämma avrinningsområdena med större noggrannhet.

Avrinningsområdena har visats i bilaga 2 i skala 1:50 000. Härav framgår att Svartbobergets ytliga avrinning dels drabbar Älmån direkt på sträckan mellan Råttjärnasjöbäckens inflöde och Loftsbäckens inflöde, dels Brynåsbäcken från Södra Brynåssjön till bäckens inflöde i Norra Brynåssjön, dels Råttjärnbäcken i mindre omfattning vid kontakten norr om berget, dels Älmessjöbäcken mot söder.

I det följande utväljes tre lokala delområden för fortsatt studie nämligen:

- | | |
|---|----------------------|
| 1. Älmesån uppströms Loftsbäcken | 31,4 km ² |
| 2. Brynåsbäcken uppströms Norra Brynåssjön | 6,0 " |
| 3. Älmessjöbäcken vid mynningen i Älmessjön | 4,0 " |

1.1.2 Regional ytavrinning

De lokala vattendragens vattenytor ligger på nivåerna 230-190 m om man ser till sprickdalarna med Södra Brynåssjön på nivån 232 m och Älmessjön på nivån 190 m.

Regionalt samlas ytavrinningen entydigt upp av Voxnan vars vattenyta normalt synes ligga lägre än 190 m vid Brynåsbäckens mynning och lägre än 180 m vid Älmåns mynning.

4912.2959

Voxnans avrinningsområden enligt SMHI med kompletterande mätningar från topografiska bladet i skala 1:50 000 visas av följande uppställning:

| | |
|----------------------------------|-----------------------|
| Voxnan uppströms Brynåsbäcken | 2 135 km ² |
| " nedströms " | 2 148 " |
| " vid SMHIs station 48-740 Nybro | 2 252 " |
| " uppströms Älmån | 2 341 " |
| " nedströms " | 2 410 " |
| " vid Alfta kraftverk | 3 140 " |

Som framgår av ovanstående ökar avrinningsområdenas storlek dramatiskt, där de lokala vattendragen träffar Voxnan. Felen i arealuppgifterna från Voxnan torde vara små eftersom utjämning med kartornas verkliga yta skett och fel i den gamla karteringen är av tillfällig natur och därför utjämnas vid dessa stora ytor. Någon angivelse av felets storlek kan emellertid inte anges.

1.2 De lokala avrinningsområdenas höjdförhållanden

1.2.1 Älmån

Högsta punkten inom området synes ligga på nivån 340 m vid Storberget i norr. Lägsta nivån vid Loftsbäckens inflöde ligger lägre än 195 m och högre än 190 m. I stora drag öppnar sig området mot sydöst i dalgångens riktning. I bilaga 3 visar en hypsograf områdets höjdfördelning och av denna kan man utläsa att medelnivån ligger omkring 252 m.

1.2.2 Brynåsbäcken

Områdets högsta punkt ligger på Stubberget ca 318 m och lägsta punkten i Norra Brynåssjön belägen lägre än 227 m enligt ekonomiska kartan. Brynåsbäckens dalgång är utpräglad trång i förhållande till Älmåns och lutar respektive öppnar sig mot nordväst. Hypsografen i bilaga 4 visar områdets höjdfördelning och läsbar medelhöjd är ca 257 m.

1.2.3 Älmessjöbäcken

Detta områdes höjdmaximum finns på Stubberget, 316 m och lågpunkten ligger på nivån 190 m. Medelhöjden ligger omkring 225 m och området är öppet mot östsydöst.

1.3 Vegetation

Inom Brynåsbäckens avrinningsområde har ca 55% bedömts vara skogsmark. Någon definierad gräns mellan skogsmark och övrig mark beträffande slutenhet har inte bestämts, utan bedömningen har varit godtycklig. Sjöytan utgör 0,36 km² eller 6%. Övrig mark d v s våtmarker, kalhyggen, berg i dagen, åker och äng, har inte särskiljts. Åker saknas praktiskt taget.

I de två övriga områdena är sjöprocenten 4,85 i Älmån och 1,5 i Älmessjöbäcken. Andelen skogsmark är överlagsmässigt av samma storlek som i Brynåsbäcken. Vegetationen har stor betydelse för avrinningens storlek. Om andelen skog radikalt skulle minska eller våtmarkerna i stor utsträckning skulle torrläggas, kan avrinningen antas öka på grund av minskad avdunstning från vattenälskande vegetation och skog.

4912.2959

1.4 Geologi

Enligt geologiska kartan C 42 i skala 1:200 000 är morän den överlägset mest förekommande jordarten med organogena jordar främst i dalgångarna och väster om Älmessjön samt runt Råttjärnasjön. Utmed Älmåns dalgång förekommer också ett stråk av mer eller mindre sammanhängande isälvssediment med anknytning till sandavlagringar öster om Älmessjön i Loftsbäckens sänka. Berg i dagen förekommer sparsamt.

2.1 Årsnederbörd och årsavdunstning

I bilaga 6 har förste statsmeteorolog Bertil Eriksson utrett frågorna om årsnederbörd och årsavdunstning.

2.1.1 Älmån

Årsnederbörden har bedömts till 730 mm \pm 50 mm.
Årsavdunstningen uppskattas till 375 mm \pm 50 mm.

2.1.2 Brynåsbäcken

För Brynåsbäcken har motsvarande värden bedömts till 685 mm \pm 50 mm respektive 400-410 mm \pm 50 mm.

2.1.3 Älmessjöbäcken

Årsnederbörden här har bedömts till 682 mm \pm 50 mm och årsavdunstningen till 400-410 mm \pm 50 mm.

2.2 Avrinning och avbördning

Avrinning under långa perioder då magasineringen i sjöar, sänkor och grundvatten kan försummas kan betraktas som skillnaden mellan nederbörd och avdunstning med bortseende från grundvattenflöden. Dessa är i allmänhet så små att de helt faller inom felmarginalerna vid uppskattningen eller mätningen av nederbörd, avdunstning eller ytavrinning. När isälvsediment förekommer såsom i Älmån, kan man emellertid inte bortse från att under därför gynnsamma betingelser en avsevärd del av avbördningen kan äga rum i form av ett grundvattenflöde.

Av den meteorologiska utredningen framgår att avrinningen förenklat sedd som skillnaden mellan nederbörd och avdunstning varierar från 355 mm till 272 mm eller omräknat till avrinning från 11,3 l/s km² till 8,6 l/s km². Som framgår av utredningen är emellertid mätning av nederbörd behäftad med avsevärda fel och avdunstningen mäts vanligen inte utan bestäms som skillnaden mellan nederbörd minus avrinning. Medelavrinningen är den av tre parametrarna som kan mätas mest noggrant. Felet, i förhållande till den stora mängden observationsserier som finns tillgängliga d v s med en längd av 40-70 år, kan under gynnsamma förhållanden uppskattas till mindre än 5% om mätperioden är tillräckligt lång, minst 10 år, och avrinningsområdet är större än 20 km². Avrinningen blir emellertid genast osäker när direkta mätningar saknas och det gäller att uppskatta den med ledning av antingen närliggande avrinningsmätningar eller med ledning av närliggande nederbörds-mätningar minus uppskattad avdunstning.

4912.2959

I stora drag kan man direkt från SMHIs publikation "Run off map of Sweden", Tryselius 1971, avläsa att avrinningen för området vid Voxna ligger mellan 10 och 9 l/s km².

I Voxnan finns två mätstationer med förhållandevis långa mätserier; 48-740 Nybro 1914-25, 1940-64 som ger 10,0 l/s km² och 48-1890 Alfta krv 1951-75 som ger 10,2 l/s km². Båda stationerna representerar dock stora områden, 2 252 respektive 3 140 km². Räknar man emellertid endast den period som är gemensam för båda stationerna, nämligen 1951-64 erhålls 10,1 l/s km² respektive 9,9 l/s km². Man får då den logiskt riktiga bilden av att de högre liggande områdena, Voxna ger större avrinning än de lägre mellan Voxna och Alfta, men skillnaden här är liten.

Mellanliggande område, 888 km som bäst skulle representera Svartboberget, ger för den gemensamma perioden 1951-64 en avrinning av 9,4 l/s km².

Detta värde ligger väl inom de gränser som anges av avrinningskartan och den meteorologiska utredningen. Det representerar dock ett medelvärde från ett avsevärt större område än det ifrågavarande och kan inte utan vidare appliceras på avrinningsområden av storleken 4-30 km².

2.2.1 Älmån

Avrinningsområdet har bestämts till 31,4 km². Nederbörden minus avdunstningen ger en avrinning av 11,3 l/s km² eller en avbördning vid Loftsbäcken av 355 l/s.

2.2.2 Brynåsbäcken

Avrinningsområdet har bestämts till 6 km^2 . Avrinningen kan anges till $8,7 \text{ l/s km}^2$ och avbördningen till Norra Brynåssjön till 52 l/s .

2.2.3 Älmessjöbäcken

Avrinningsområdet har bestämts till 4 km^2 . Avrinningen kan anges till $8,6 \text{ l/s km}^2$ och avbördningen till 34 l/s .

2.2.4 Avrinningen från Svartboberget

För enkelhetens skull avses här med Svartbobergets avrinningsområde summan av de utvalda avrinningsområdena med vetskap om att däri ingår avsevärda områden norr om Råttjärnasjön, öster om Älmån och väster om Brynåsbäcken som inte kan hänföras till Svartboberget. Å andra sidan avrinner en mindre mängd av Svartbobergets nederbörd till Älmesjön utan att komma in i området som det har definierats här. Enligt definitionen erhålls emellertid en avrinning av $9,9 \text{ l/s km}^2$ eller ca 440 l/s . $9,9 \text{ l/s km}^2$ motsvarar en årsvattenpelare av 312 mm .

Att beräkna osäkerheten är givetvis ogörligt eftersom det är fråga om uppskattade värden. En gissning ger en konfidensbredd av storleken 50 mm , d v s hälften av nederbördens. Genom mätning under minst 10 år torde konfidensbredden kunna minskas till ca 30 mm .

4912.2959

2.3 Grundvattenflöde

2.3.1 Älmån

Som nämnts kan isälvssediment under gynnsamma förhållanden tillåta en avsevärd grundvattentransport. I Älmån vid Loftsbäcken, där avbördningen bedömts till 355 l/s, skulle 10% kunna utgöras av grundvattenflöde.

För en bestämning av andelen grundvatten av det totala flödet erfordras en grundvattenundersökning för klarläggande av grundvattengradient och transmissivitet i dalgången. Kostnaden för en dylik undersökning uppgår till 2-300 000 kronor i 1982 års penningvärde.

2.3.2 Brynåsbäcken

Sannolikheten för nämnvärda grundvattenflöden i Brynåsbäckens dalgång vid Norra Brynåsbäckens nordände bedöms som avsevärt mindre än i Älmån. Om de organogena jordlagren underlagras av morän är grundvattenflödet troligen försumbart i förhållande till osäkerheten i uppskattningen av ytvattenflödet. Är de underlagrade av sorterade sediment kan återigen grundvattenflödet vara av en storlek som måste beaktas.

Om ytvattenflödet bestäms genom mätning på platsen, bör man under alla förhållanden också klarlägga jordlagrens uppbyggnad och mäktighet för klarläggande av möjligt grundvattenflöde. En sådan orienterande undersökning i samband med arbeten i Älmån torde kosta omkring 20 000 kronor.

2.3.3 Älmessjöbäcken

Förhållandena vid bäckens inflöde som de framgår av kartbild anger inte förekomsten av nämnvärt grundvattenflöde. Bestämmer man emellertid yt-vattenflödet, måste också jordlagrens mäktighet och uppbyggnad översiktligt klarläggas.

2.4 Proportionen mellan avdunstning, ytavrinning och grundvattenavrinning ur området

Den vägda nederbörden över området har angivits till 715 mm. Den fördelas på avdunstning, avrinning och grundvattenflöde enligt följande uttryckt i mm vattenpelare per år:

| | Vid gynnsamma grundvattenförhållanden | | "Normalt" | | Vid ogynnsamma grundvattenförhållanden | |
|------------------|---------------------------------------|-----|-----------|-----|--|-----|
| | mm | % | mm | % | mm | % |
| Nederbörd | 715 ± 50 | 100 | 715 | 100 | 715 | 100 |
| Avdunstning | 403 ± 50 | 56 | 403 | 56 | 403 | 56 |
| Avbördning | 272 ± 25 | 38 | 292 | 41 | 307 | 43 |
| Grundvattenflöde | 40 | 6 | 20 | 3 | 5 | 1 |

Vid uppskattningen av grundvattenflödet har endast jordlager tagits i beaktande. Berggrundens vattenförande förmåga har lämnats utan bedömning.

2.4.1 Årsmedelavrinningens lägsta värde

Det vattenfattiga året kan årsmedelavrinningen minska till ca 35% av den normala medelavrinningen.

4912.2959

2.5 Medelvattenföringen i Voxnan vid Voxna2.5.1 Medelvattenföringen i Voxnan vid Älmåns inflöde
1919-25, 1940-64

Medelvattenföringen i Voxnan vid Älmåns mynning är enligt SMHIs station 48-740 Nybro 24,2 m³/s under de 37 år stationen var i gång.

2.5.2 Medelvattenföringen i Voxnan vid Älmåns inflöde
1850-1975

Det finns ett fåtal vattenföringsserier i Sverige som är längre än 80 år.

I följande uppställning visas en jämförelse mellan långa årsmedelvärden med perioden vid Nybro 1914-25, 1950-64:

| Station | Periodlängd | Medelvattenföring | % av långa värdet |
|-------------------------|----------------------|----------------------------------|-------------------|
| 108-50105 Vänern | 1807-1975:169 :37 | 535 m ³ /s 478 " " | 89,3 |
| 67-50086 Roxen | 1873-1975:103 :37 | 80,2 " " 77,3 " " | 96,4 |
| 67-50085 Vättern | 1858-1975:118 :37 | 40,8 " " 39,1 " " | 95,7 |
| 61-138 Övre Hyndevad | 1889-1975:87 :37 | 24 " " 23 " " | 95,8 |
| 53-50079 Fäggeby | 1852-1975:124 :37 | 333 " " 296 " " | 88,9 |

Som framgår av jämförelsen kan sålunda det värde som baseras på det stora antalet stationer med observationstider av 80 år eller mindre vara 5-10% för lågt sett i ett långt perspektiv. Materialet är emellertid för litet för att man utan en mera ingående studie av de äldre mätningarnas tillförlitlighet och genom jämförelse med långa nederbörds-serier kan våga ge ett långtidsvärde.

3. FÖRSLAG TILL UNDERSÖKNINGAR FÖR NÄRMARE BESTÄMNING AV AVRINNINGEN FRÅN SVARTBOBERGET

3.1 Noggrannare bestämning av arealnederbörden

| Från bilaga 6 | Manveckor |
|---|-----------|
| Rekognosering och uppsättning av nederbördsmätare | 2 |
| Observationer under 10 år | 48 |
| Snötaxeringar " " " | 10 |
| Utvärdering och rapportering | <u>8</u> |
| | 68 |
| Instrumentkostnader, ca | 25 000 kr |
| Rese-och traktamentskostnader tillkommer | |

3.2 Avbördningsmätningar vid två mätstationer

| | |
|--|-----------|
| Rekognosering av avbördningsstationer och uppsättning | 4 |
| Observationer under 10 år samordnas med 3.1 | |
| Underhåll under 10 år | 4 |
| Utvärdering och rapportering | 16 |
| Byggnadskostnad per station beräknas utöver arbetsinsatsen till ca | 20 000 kr |
| Instrumentkostnader/station ca | 20 000 kr |
| Rese- och traktamentskostnader tillkommer samt elanslutning | |

4912.2959

3.3 Grundvattenundersökningar

3.3.1 Rekognoserande undersökningar i tre sektioner 50 000 kr

3.3.2 En grundvattenundersökning med provpumpning för bestämning av hydrauliska parametrar jämte rapportering 200-300 000 kr

4 STUDIE AV LÅNGA NEDERBÖRDS- OCH VATTENFÖRINGSSERIER

En studie av de fåtaliga långa nederbörds- och avbördningsseriernas förhållande till det stora antalet 70-80-åriga serierna borde genomföras för att möjligen klarlägga om någon trend föreligger. 10 manveckor

SAMMANFATTNING

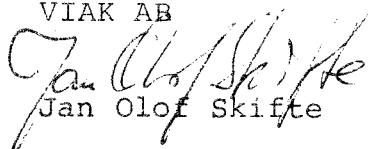
Svartbobergets avrinning har definierats som avrinningen från omgivande tre vattendrag benämnda Älmån, Brynåsbäcken och Älmessjöbäcken. De tre områdenas avrinningsområden har uppmätts till 31.4, 6.0 och 4.0 km². Avrinningen har uppskattningsvis bedömts variera från 11.3 till 8.6 l/s km². Medelavrinningen har beräknats till 9,9 l/s km² och den sammanlagda avbördningen till 441 l/s. Härav kan gissningsvis mellan 5 och 40 l/s avbördas som grundvatten i grundvattenförande jordlager i de tre avrinningsområdenas slutpunkter.

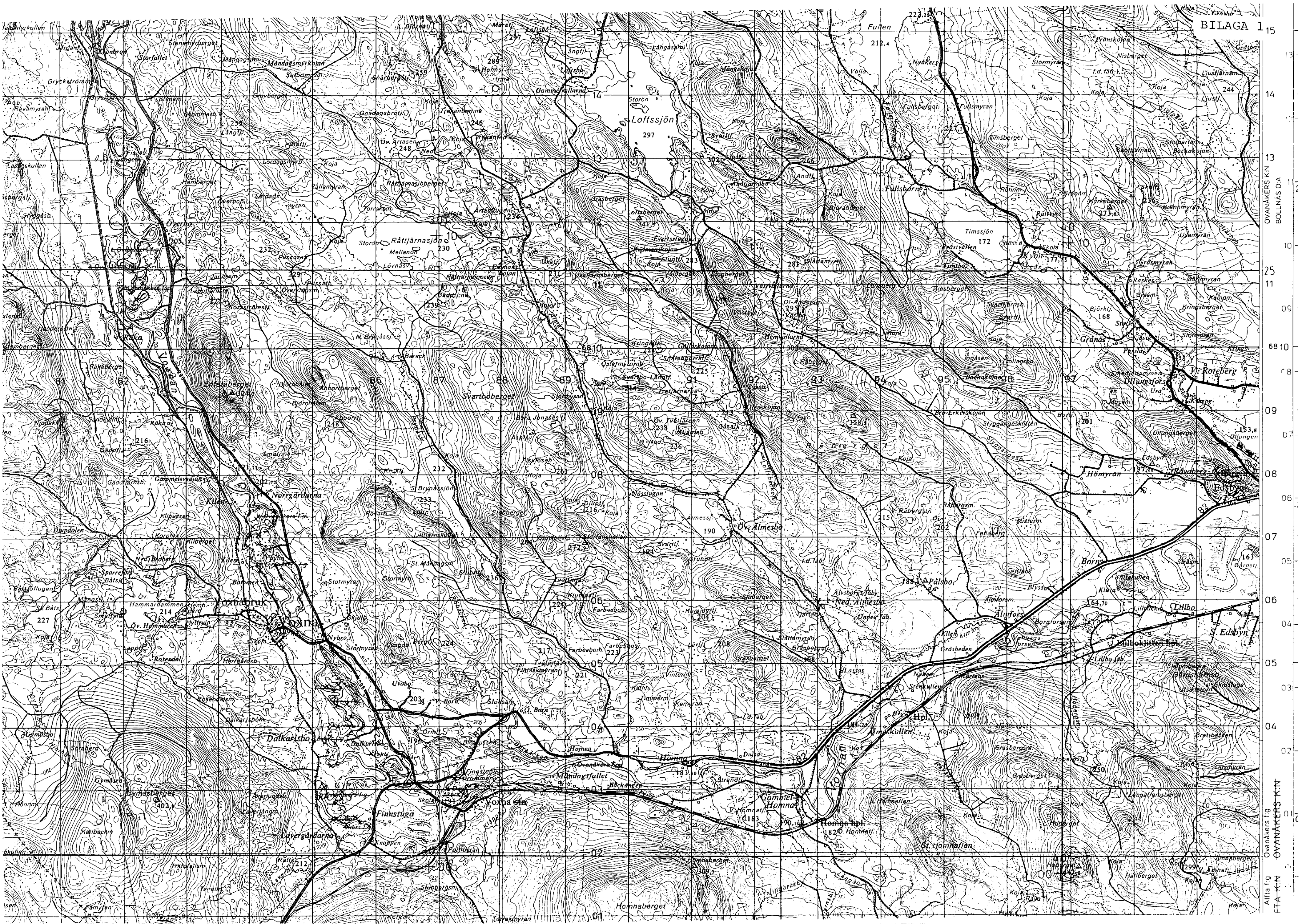
En jämförelse med långa avbördningsserier anger att i ett långtidsperspektiv kan nämnda avbördningsvärde vara 5-10% för lågt.

Långtidsperspektivet påverkas emellertid av markanvändningen t ex om stora ytor kalavverkas kan avdunstningen systematiskt minskas och avrinningen ökas. Genom observationer och jämförande studier av långa nederbörds- och avbördningsserier kan noggrannheten i avbördningsbestämning ökas och anges i matematiska termer.

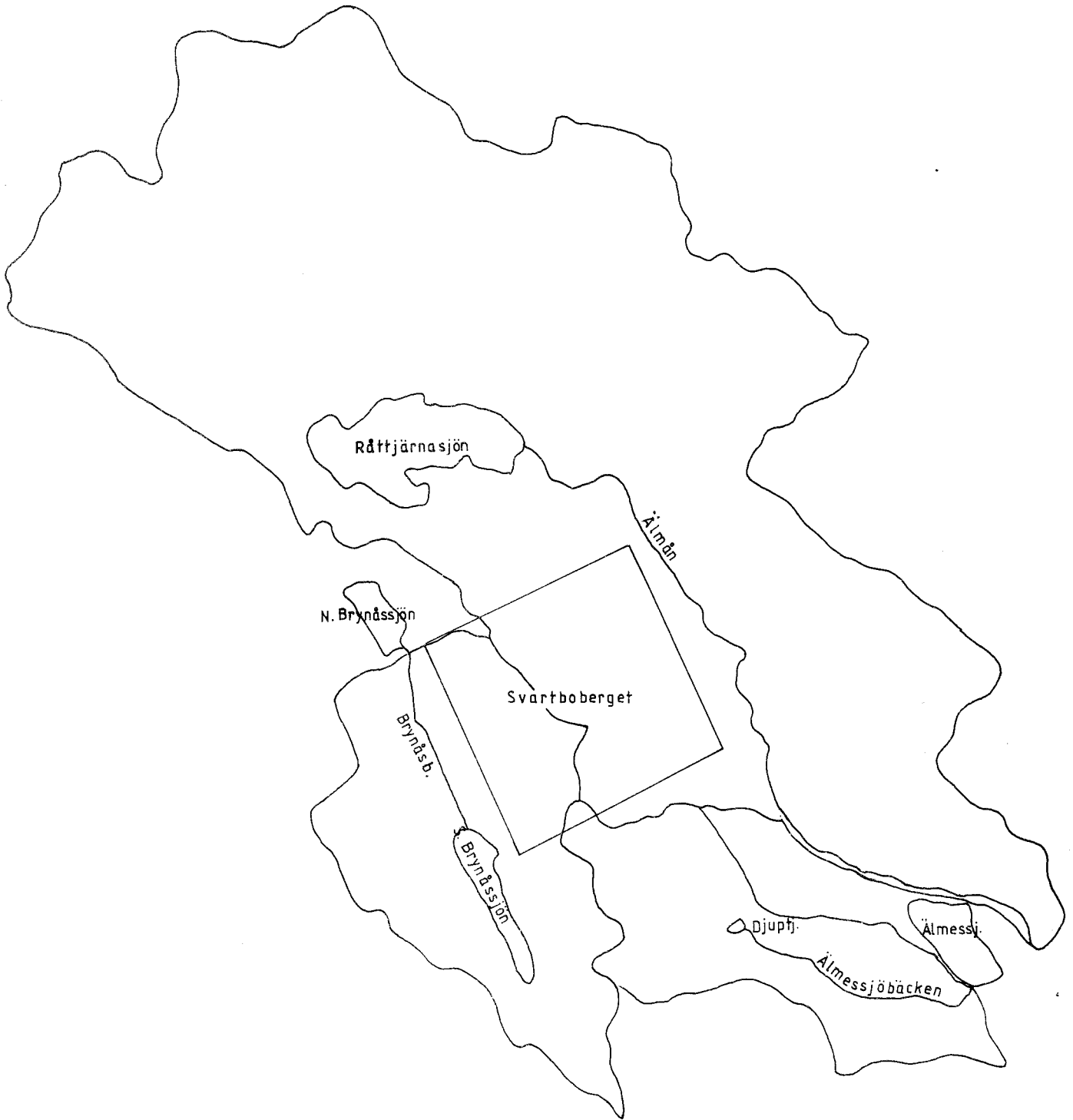
Vällingby 1981-11-30

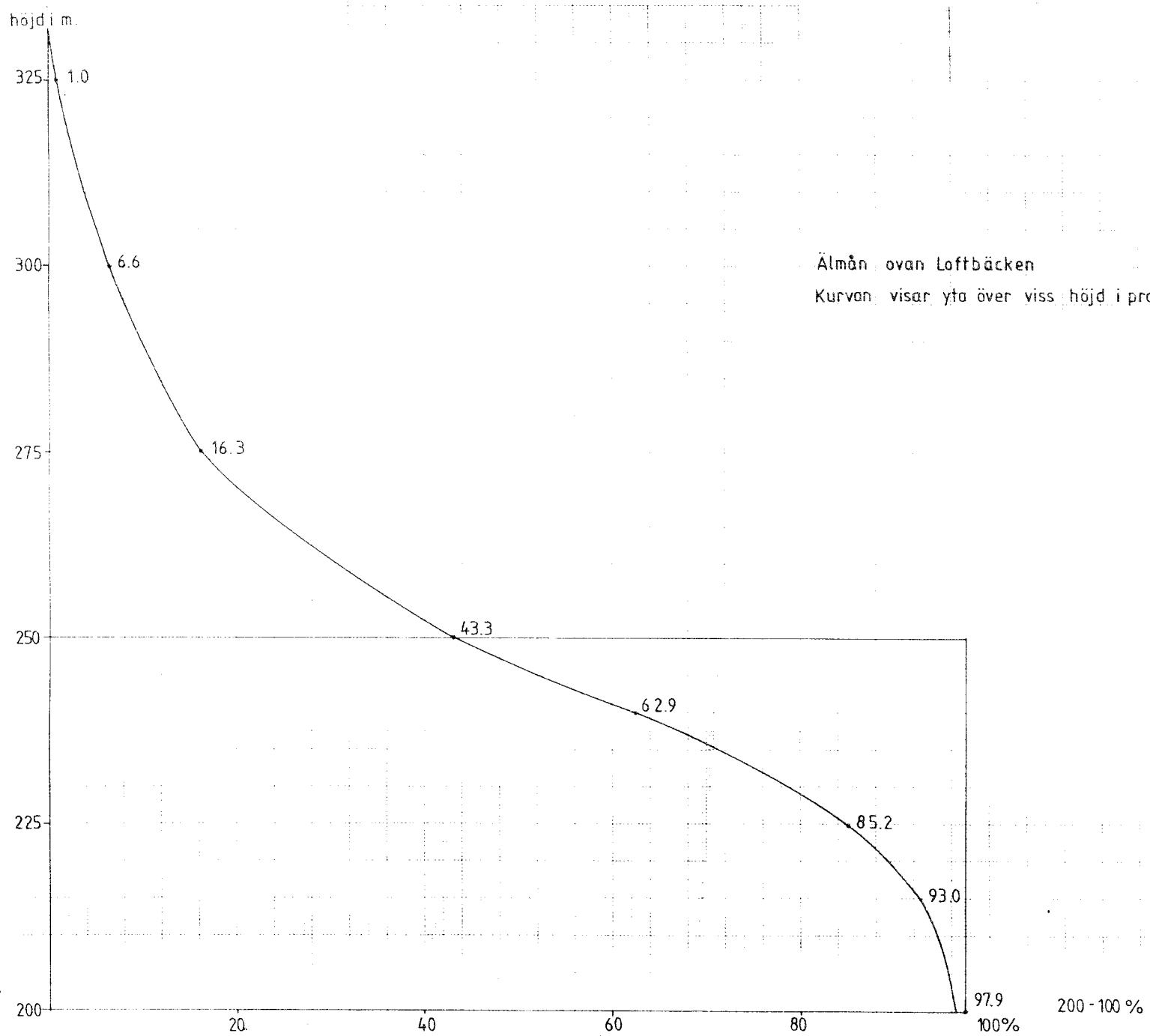
VIAK AB

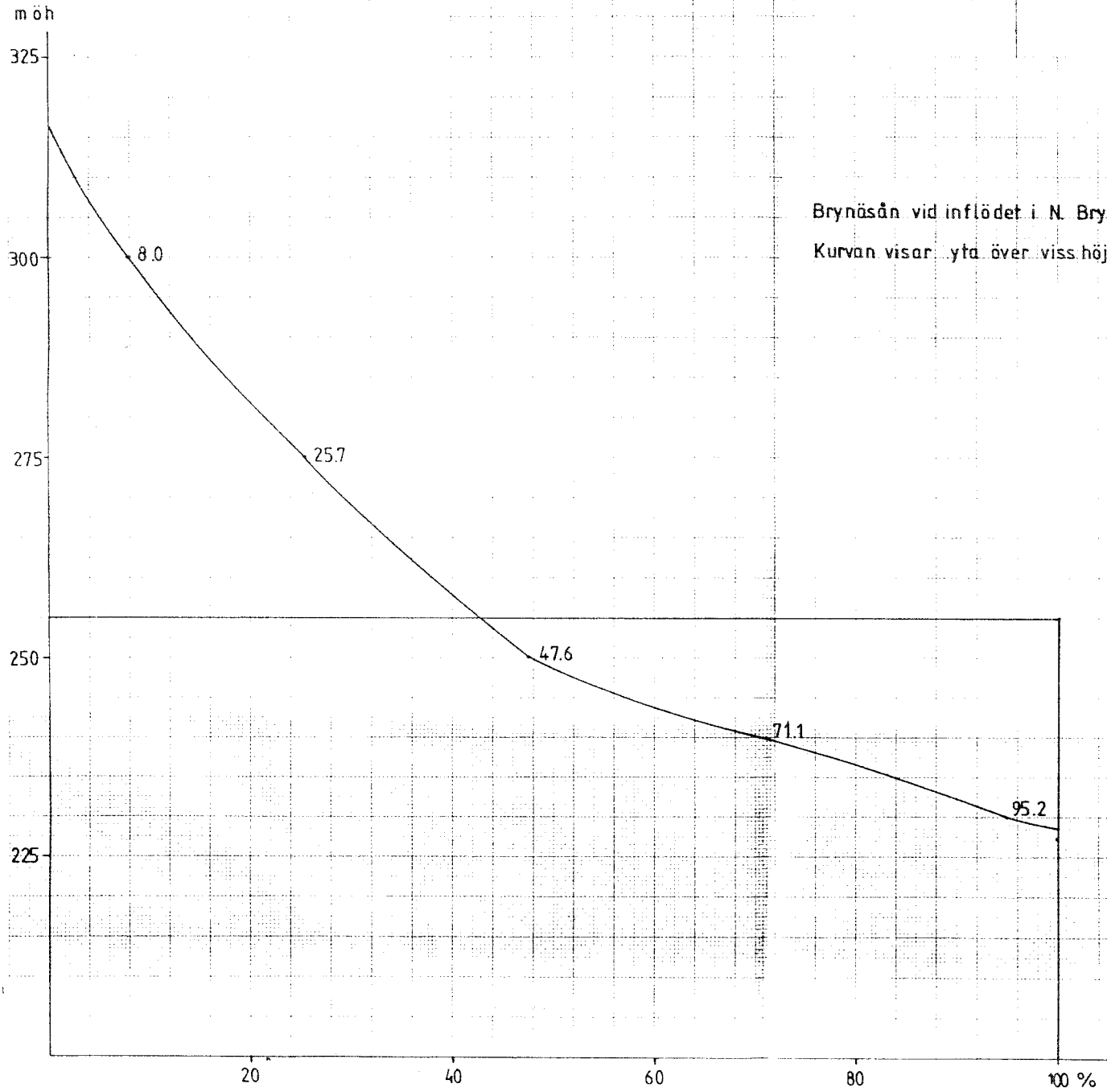

Jan Olof Skifte



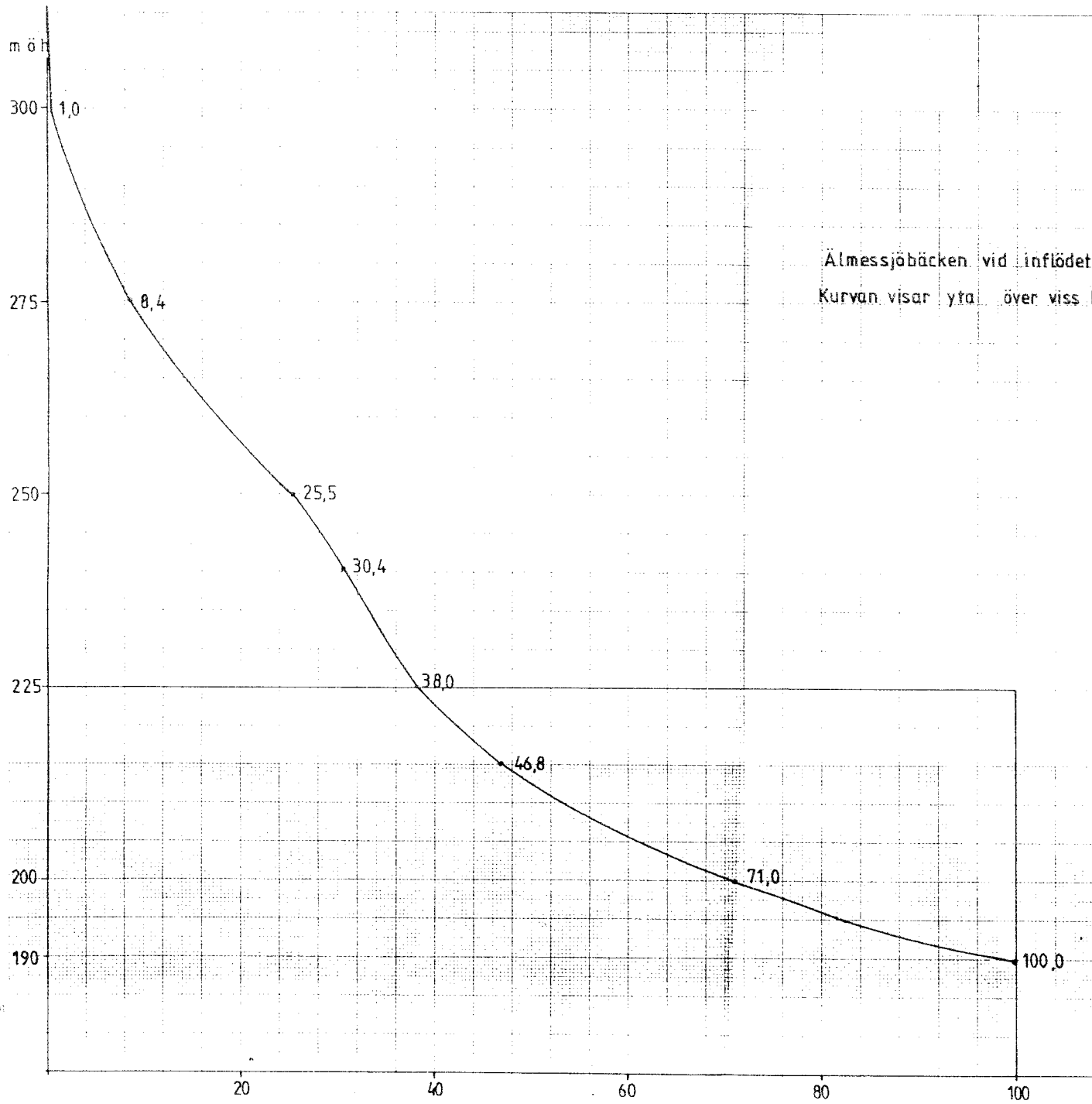
Ovanåkers K.N.
 BOLLNAS O.A.
 25
 11
 09
 68 10
 08
 09
 07
 06
 05
 04
 03
 04
 02
 01
 Ovanåkers f.g.
 Ovanåkers K.N.







Brynäsån vid inflödet i N. Brynåssjön
Kurvan visar yta över viss höjd i % av 6,0 km²



SMHI/KB
1981-11-04
B.E.

Utredning på uppdrag av VIAK AB avseende vissa
klimatetelement på Svartboberget

1. Årsnederbörden

De topografiska förhållandena i området är sådana, att man måste räkna med att nederbördsfördelningen är mycket komplicerad. Höjdskillnaderna är stora, t ex från Älmesjön på 190 m.ö.h. till Råbergets (3 km NO om sjön) högsta topp 359 m.ö.h. Längre österut (norr om Edsbyn) finns höjdparter som når ännu något högre (384 m.ö.h.). Även väster om Svartboberget finns höjdparter, som når högre än Svartboberget, Enfotaberget (325 m.ö.h.) och Östomberget (379 m.ö.h.).

För att bedöma nederbörden vid Svartboberget finns endast två nederbördsserier, som är aktuella. Dels en serie från Lobonäs (lat. $61^{\circ} 32' N$, $15^{\circ} 20' E$, 220 m.ö.h.), där nederbördsräkningar började 1931, dels en serie från Edsbyn ($61^{\circ} 23' N$, $13^{\circ} 50' E$, h.ö.h. 161-189 m), där mätningarna startade 1941. Lobonäs ligger ca 19 km NW om Svartboberget och Edsbyn ca 12 km öster om Svartboberget.

a Statistiska parametrar

Årsnederbörden (räknat från okt t o m sep, dvs hydrologiskt år) framgår av tabell 1. Värdena har också lagts in i diagram 1. Följande statistiska parametrar gäller för perioden 1941/42-1980/81.

| station | medelv. mm | standardavv mm |
|---------|------------|----------------|
| Lobonäs | 571 | 100 |
| Edsbyn | 559 | 86 |

Avståndskorrelationen (28 km avstånd) är 0.82. Korrelationen mellan årsnederbörden på Svartboberget och den i exempelvis Lobonäs är högre pga det kortare avståndet.

b Höjdberoendet

Observationer av nederbörd och avrinning i bergsterräng i många delar av världen visar en ökning av nederbörden med höjden till en viss grad. Men förhållandena varierar starkt. Bl a visar en norsk undersökning att man i vissa norska bergstrakter har en minskning av nederbörden med höjden.

Om man antar att medelskillnaden i årsnederbörd mellan Lobonäs och Edsbyn enbart är förorsakat av stationernas olika höjd över havet - ett antagande som man kan rikta invändningar mot - skulle nederbördens tilltagande med höjden för området ifråga vara ca 7% per 100 m. Enligt undersökningar som utfördes i Kassjöans

representativa område under IHD fann man en nederbördsökning av 7% per 100 m för regnnederbörd och 15% för snönederbörd. Eftersom dessa resultat baseras på flera stationer, bedömer jag dessa värden något säkrare än de som erhålles från stationsparet Lobonäs-Edsbyn.

Enligt observationer utförda i Edsbyn är andelen snönederbörd i medeltal ca 24% av årsnederbörden. Eftersom Svartboberget ligger högre än Edsbyn kan man anta att andelen snönederbörd är något större där än i Edsbyn.

c Topografins inverkan på nederbörden

Enligt Bergerons 25-åriga studier av nederbördsfördelningen med hjälp av ett mycket tätt nät av nederbörds-mätare i projektet Pluvius, kan även ganska små höjdpartier och skogsklädda områden som ger ökad turbulens bidra till förhöjd nederbördsutlösning. Man fann att i Uppsalaområdet, där höjderna i allmänhet når 40-70 m över omgivande Uppsalaslätten, kunde man konstatera en ökning på maximalt 10%. Jag citerar: "The outcome seem to be that the effect of smallscale oreignie rainfall probably does not increase the background rainfall by more than 10% in climatological regions represented by the Uppsala testfield." Eftersom förhållandena i Svartbobergsområdet är annorlunda än de på Uppsalaslätten, kan man knappast utnyttja resultaten från Pluviusprojektet på nederbördsförhållandena i Voxnans avrinningsområde.

Topografins effekter på nederbörden har studerats under många år.

Några olika drag av den orografiskt betingade nederbördsökningen med höjden kan diskuteras. Främst gäller att man får en ökning av nederbörden på vindsidan av sluttningarna på grund av att luften tvingas till hävning. Storleken hos denna effekt på nederbörden varierar med riktnings och hastigheten hos den fuktiga luftströmmen och utsträckning, höjd och regularitet hos höjd- eller bergspartiet, som luften tvingas passera. Andra viktiga faktorer är utbredningen och höjder hos kullar eller berg uppströms sluttningen ifråga.

Samtidigt som man erhåller ökad nederbörd på lovartsidan av sluttningar får man en minskning på läsidan. Emellertid, omedelbart i lä av höjdryggarna, finns en sk "spillover"-zon där nederbörden förorsakad av att den fuktiga luften tvingas stiga över lovartsidorna kan vara lika hög som på höjdryggen. Till följd av den relativt långsamma fallhastigheten hos snöflingor kan "spillover"-zonen sträcka sig längre bort från höjdkammen vid snönederbörd än fallet är vid regn.

En annan egenskap hos orografisk nederbörd är att den första delen av en sluttning eller foten av ett berg är prefererade områden för initiering av skurar eller åskväder. Den konvektiva aktiviteten i en instabil luftmassa stimuleras av en initial och relativt liten hävning.

Av ovanstående framgår att det är viktigt att känna till vid vilka vindriktningar nederbörden mestadels faller.

Figur 2 visar vindfrekvensfördelningen enligt Edsbyns observationer. En uppdelning har gjorts i sommar- (april-sep) och vinterhalvår. Av fig 2 framgår att väst- och sydvästvindar klart dominerar. Under vintern rapporterar Edsbyn västvind i 35% av alla observationer. Intressantare är dock fördelningen av geostrofisk markvind. Denna vindros (fig 3) är ej lika skev som föregående frekvensfördelning. Dock är det en övervikt av vindar med västlig komponent.

Intressantare i sammanhanget är dock följande figur nr 4, och tabell 2, som ger mängden nederbörd i % uppdelat på de 8 huvudvindriktningarna. Man ser här att både under sommar- och vinterhalvåret faller huvudparten av nederbörden, då den geostrofiska markvinden ligger mellan NE och S. Under perioden okt. till mars faller inte mindre än 74% vid dessa riktningar, under övrig del av året 2/3 vid dessa riktningar.

Nederbördsvindrosens utseende bör beaktas vid försöken att fastställa troliga värden på nederbördsfördelningen på Svartboberget.

d Mätnoggrannhet

Vid mätning av nederbördsmängder förekommer ett flertal fel, som medför att de av nederbördsobservatören rapporterade mängderna är för låga. De viktigaste felen är vindförluster, avdunstningsförluster och adhesionsförluster. Felen vid mätning av snönederbörd är betydligt större än vid mätning av flytande nederbörd. I extrema fall kan snönederbörden underskattas med 40-50%, om nederbördsmätaren står mycket oskyddad och vindutsatt. Mätfelen är mycket beroende av de lokala förhållandena runt mätplatsen.

Ett genomsnittligt värde för korrektion av årsnederbörden har för Lobonäs del beräknats till 18%. Det är dock osäkert hur tillförlitlig denna procentsats är, ty med tillgängligt normalt avrinningsvärde erhålls en årsavdunstning som är lägre än stationerna i omgivningen visar. Detta kan tyda på att korrektionen är underskattad, men med tanke på nederbördsmätarens relativt skyddade läge finns det argument för att inte höja korrektionsfaktorn.

e Försök till beräkning av arealnederbörd

För att beräkna arealnederbörden för de tre avrinningsområdena, Älmån ovan Loftsbäcken (I), Brynäsån vid inflödet i N. Brynåssjön (II) och Älmsjöbäcken (mynningen i Älmån) III) måste ett antal icke f.n. verifierbara antaganden göras.

1) Korrektionen av Lobonäs årsnederbörd görs med 18%, dvs årsnederbörden är i medeltal ca 675 mm. Detta antas vara årsnederbörden på 220 m-nivån.

2) Avrinningsområdena I och III erhåller mer nederbörd per ytenhet vid samma höjd över havet än motsvarande yta inom område II. Detta beroende på att område II betydligt oftare ligger i nederbördsskugga än de två övriga områdena. Den orografiska förstärkningen av nederbörden på områdena I och III:s ost- och sydsluttningar är avsevärt frekventare än den som kan förekomma på Svartbobergets västsluttningar. Storleken på dessa skillnader är svåra att uppskatta. Man kan tänka sig att vid vissa strömningshastigheter hos luftmassorna kan Svartbobergets ost- och sydsidor befinna sig i nederbördsskugga från högre bergspartier öster eller söder om Svartboberget.

3) För att i någon mån ta hänsyn till de sannolikt olika betingelserna för den orografiska förstärkningen av nederbörden i de tre områdena räknas med olika faktorer för höjdberoendet.

För område I och III antas 12% ökning med höjden, för område II 5% ökning med höjden. Med dessa antaganden och erhållna hypsografiska kurvor erhålles följande arealsmedelvärden (l/m^2)

Område I : 730 mm

Område II : 685 mm

Område III: 682 mm

f Variabilitet och konfidensbedömning

Medeltalets medelfel för Lobonäs medelårsnederbörd uppgår till 16 mm. Om nederbördsobservationerna från Lobonäs kan betraktas som "random samples" skulle den "sanna" (om man negligerar sekulära trender) korri-gerade årsnederbörden med 95% sannolikt ligga inom intervallet 675 ± 32 mm. Det är svårare att ange konfindensintervall för de beräknade arealmedeltalen eftersom så många osäkra antaganden ligger bakom beräkningarna. Normalt har ett arealnederbördsvärde lägre variabilitet och därmed osäkerhet än ett punkt-värde.

I detta fall kan det finnas systematiska över- eller underskattningar, varför ett 95% konfidensintervall sannolikt är bredare än det som angetts för Lobonäs. En gissning är att konfidensintervallet möjligen kan vara så brett som 100 mm.

2. Årsavdunstningen

Årsavdunstningen har betydligt lägre variabilitet i tiden än vad årsnederbörden har. Variabiliteten i rummet är dåligt känd. Avdunstningen beror i hög grad på jordart och på vegetationens art och utseende.

Det finns få avdunstningsmätningar eller beräkningar för svenska orter. Enligt mätningar i Kassjöans representativa område erhöles en medelårsavdunstning under 6 år som beräknades till 395 mm. I delområdet Lilla Tivsjön erhöles ett så högt värde som 430 mm. Undertecknad har i sin undersökning av vattenbalansen i Sverige för perioden 1931-60 erhållit ett värde på 375 mm. Detta värde bör betraktas som ett grovt områdesmedelvärde.

Den potentiella avdunstningen har beräknats för Edsbyn. Medelvärdet för perioden 1961-78 blev 528 mm. Högsta årsvärdet var 581 och lägsta värdet 485 mm med en standardavvikelse på 29 mm. Enligt mätningar och beräkningar från Kassjöans område varierade kvoten mellan avdunstning enligt vattenbalansmetoden och enligt Penman för tre år (endast tiden juni-sept) mellan 0.89 och 0.95. Dessa kvoter är alldeles för höga att kunna tillämpa på Svartbobergets område.

Det går knappast att ange några kvantitativa skillnader ifråga om årsavdunstning i medeltal för de tre avrinningsområdena. För detta ändamål skulle krävas uppgifter om procentuell andel skog, myrmark, hedmark, berg i dagen osv. Några kvalitativa bedömningar kan göras. Svartbobergets olika exponeringar för vindar och instrålning kan ge upphov till olika avdunstning. Bergets syd- och västsida är mera vindutsatt eftersom vindar mellan SW och W starkt dominerar. Mottagen strålningsenergi är dessutom större på syd- och västsidan, men dessa två faktorer är sannolikt av mindre betydelse än vegetationen och markförhållandena. Dessa två förhållanden skulle tala för att avdunstningen på väst- och sydslutningarna är högre än på nord- och ostslutningarna. Skillnader på 10% i medeltal på årssumman förefaller inte orimlig. Det är okänt om och hur avdunstningen beror av topografiska höjdskillnader. Å ena sidan avtar temperaturen med höjden, vilket skulle leda till minskad avdunstning, å andra sidan kan vindhastigheten öka med höjden, vilket skulle ge ökad avdunstning.

Sammanfattningsvis kan sägas att årsavdunstningen i medeltal är ca 375 mm. Det går inte med tillgängligt faktaunderlag att särskilja de tre avrinningsområdena ifråga om avdunstningsförhållanden. En gissning, tämligen dåligt underbyggd, skulle vara att område II och III kan ha en medelårsavdunstning uppgående till 400-410 mm. Vid detta resonemang har antagits att andelen skog, berg i dagen, myrmark etc har samma procentuella antal i de tre avrinningsområdena. Ett 95%-igt skattningsintervall torde vara ca \pm 50 mm trots att avdunstningen har lägre variabilitet än nederbörden.

3. Noggrannare bestämning av arealnederbörden

För att få säkrare värden på arealnederbörden i Svartbobergsområdet måste mätningar av nederbörden utföras. Ett tämligen tätt nät av nederbördsrämmare måste upprättas. Detta vore ett lämpligt forskningsprojekt för att lära känna hur den orografiska nederbördsförstärkningen är fördelad i den terrängtyp som Svartboberget representerar. Genom att placera ca 10 nederbördsrämmare (ev av totalisatorer) i en SW-NE-lig linje över berget och ca 15 i en SE-NW-lig linje över Svartboberget skulle en tämligen god uppfattning erhållas om mätningarna utfördes under en 5-årsperiod. Väljer man totalisatorer, som vittjas en eller två gånger per månad, blir arbetsinsatsen sedan mätarna placerats ut ej alltför avskräckande. Antag att mätning utförs endast en gång per månad och att det tar två arbetsdagar för att besöka samtliga rämmare skulle arbetsinsatsen under en 5-årsperiod bli 120 arbetsdagar. Till detta bör läggas 2 veckor för att rekognosera området och söka rätt på lämpliga mätplatser och placera ut rämmarna. En gång per vintersäsong bör snötaxeringar göras. Säg att för detta krävs en personvecka per år. För bearbetning av insamlade data, rapportskrivning etc torde man behöva reservera 1 månad.

4. Trender

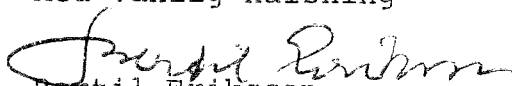
Under den korta tid, 50 år, som nederbördsrämmningar utförts i Lobonäs, kan inga trender i årssummorna av nederbörden konstateras. Studerar man tillgängliga långa nederbördsrämmare kan man se att det har förekommit långtidsförändringar. Från ett nederbördsminimum omkring 1875 ökade årsnederbörden till ett maximum omkring 1935, och därefter har nederbördsrämmarna visat en tendens mot lägre värden. Enligt nederbördsrämmarens från Uppsala ökade årsnederbörden från i medeltal 480 mm till 600 mm. Under en 70-årsperiod kan alltså årsnederbörden förändras med ett belopp på ca 25%.

Stockholmserien, som är mera osäker, visar större sekulär trend. Under tiden fram till ca 1940 ökade temperaturen samtidigt. Detta torde bero på att den allmänna cirkulationen och polarfrontens läge ändrades så att temperaturen steg och lågtrycks- och nederbördsaktiviteten ökade. Vad som i sin tur förorsakade ändringar i den allmänna cirkulationen är svårt att med säkerhet avgöra.

De största förändringarna ifråga om nederbörd, avdunstning och avrinning som kan tänkas inträffa i det aktuella området förorsakas av förändringar hos atmosfärens storstilade strömningsmönster och därmed frekvensen av olika vädertyper. En fortgående ökning av lufthavets koldioxidhalt torde enligt datormodellberäkningar leda till stigande årsmedeltemperaturer och ökande nederbördsmängder. Ännu visar emellertid inte datorserierna att den nedåtgående trenden hos temperatur- och nederbörds kurvorna har vänt.

Förändringar på en lokal skala är naturligtvis tänkbara. Skulle t ex stora kalhuggningar av skogen på Svartboberget ske, kommer detta att förändra vattenbalansen. Avdunstningen och möjligen även nederbörden skulle minska.

Med vänlig hälsning


Bertil Eriksson
Förste Statsmeteorolog

SVERIGES METEOROLOGISKA
 OCH HYDROLOGISKA INSTITUT
 601 01 NORRKÖPING

VÄDERLEKSUPPGIFTER

Ärende: Årsnederbörd (hydr år okt t o m sept) i mm

Uppgiftssökande: Lobonäs och Edsbyn

| År | Lo | Ed | År | Lo | Ed |
|------|-----|-----|------|-----|-----|
| 1931 | | | 1961 | 599 | 625 |
| 2 | 348 | | 2 | 606 | 611 |
| 3 | 410 | | 3 | 429 | 431 |
| 4 | 576 | | 4 | 492 | 543 |
| 5 | 676 | | 5 | 557 | 618 |
| 6 | 657 | | 6 | 688 | 641 |
| 7 | 537 | | 7 | 675 | 542 |
| 8 | 554 | | 8 | 628 | 592 |
| 9 | 481 | | 9 | 628 | 571 |
| 1940 | 470 | | 1970 | 626 | 550 |
| 1 | 453 | | 1 | 707 | 624 |
| 2 | 394 | 409 | 2 | 543 | 433 |
| 3 | 440 | 491 | 3 | 714 | 572 |
| 4 | 671 | 703 | 4 | 578 | 524 |
| 5 | 696 | 706 | 5 | 591 | 528 |
| 6 | 659 | 609 | 6 | 389 | 391 |
| 7 | 395 | 424 | 7 | 675 | 626 |
| 8 | 572 | 635 | 8 | 577 | 614 |
| 9 | 450 | 495 | 9 | 526 | 470 |
| 1950 | 739 | 723 | 1980 | 528 | 529 |
| 1 | 535 | 604 | 1 | 731 | 676 |
| 2 | 430 | 445 | | | |
| 3 | 570 | 604 | | | |
| 4 | 589 | 550 | | | |
| 5 | 438 | 473 | | | |
| 6 | 567 | 617 | | | |
| 7 | 607 | 589 | | | |
| 8 | 507 | 483 | | | |
| 9 | 416 | 454 | | | |
| 1960 | 662 | 641 | | | |

| | 536 EDSRYN | | | | MARK-VIND (GEOSTROFISK) | | | | | | | |
|--------------|------------|-------|-------|-------|-------------------------|-------|-------|-------|--------|-----|---------|--|
| | N | NE | E | SE | S | SW | W | NW | SUM | ANT | TACKN % | |
| JAN | .85 | 1.57 | 5.63 | 16.38 | 8.90 | 6.83 | 2.18 | 1.17 | 43.52 | 6 | 100.00 | |
| % | 1.95 | 3.60 | 12.95 | 37.65 | 20.45 | 15.70 | 5.02 | 2.68 | | | | |
| FEB | .42 | 1.12 | 3.52 | 3.25 | 7.28 | 5.12 | 1.32 | 1.40 | 23.42 | 6 | 100.00 | |
| % | 1.78 | 4.77 | 15.02 | 13.88 | 31.10 | 21.85 | 5.62 | 5.98 | | | | |
| MARS | .98 | .43 | 6.20 | 2.20 | 4.83 | 1.75 | 1.10 | .13 | 17.63 | 6 | 100.00 | |
| % | 5.58 | 2.46 | 35.16 | 12.48 | 27.41 | 9.92 | 6.24 | .76 | | | | |
| APR | 1.25 | 6.73 | 3.93 | 3.87 | 9.55 | 2.92 | 2.05 | .23 | 30.53 | 6 | 100.00 | |
| % | 4.09 | 22.05 | 12.88 | 12.66 | 31.28 | 9.55 | 6.71 | .76 | | | | |
| MAJ | 3.13 | 7.42 | 5.77 | 6.10 | 11.13 | 2.18 | 1.17 | 8.25 | 45.15 | 6 | 100.00 | |
| % | 6.94 | 16.43 | 12.77 | 13.51 | 24.66 | 4.84 | 2.58 | 18.27 | | | | |
| JUNI | 7.50 | 3.25 | 5.57 | 6.43 | 11.83 | 4.97 | 4.85 | 1.27 | 45.67 | 6 | 100.00 | |
| % | 16.42 | 7.12 | 12.19 | 14.09 | 25.91 | 10.88 | 10.62 | 2.77 | | | | |
| JULI | 6.23 | 26.35 | 6.05 | 7.70 | 22.88 | 5.25 | 8.52 | 6.32 | 89.30 | 6 | 100.00 | |
| % | 6.98 | 29.51 | 6.77 | 8.62 | 25.63 | 5.88 | 9.54 | 7.07 | | | | |
| AUG | 5.49 | 8.59 | 9.94 | 3.19 | 4.60 | 3.52 | 6.27 | 2.17 | 43.75 | 6 | 100.00 | |
| % | 12.54 | 19.62 | 22.71 | 7.28 | 10.52 | 8.04 | 14.33 | 4.96 | | | | |
| SEPT | 1.55 | 5.25 | 6.45 | 9.20 | 13.45 | 8.45 | 3.80 | 4.20 | 52.35 | 6 | 100.00 | |
| % | 2.96 | 10.03 | 12.32 | 17.57 | 25.69 | 16.14 | 7.26 | 8.02 | | | | |
| OKT | .50 | 6.33 | 4.40 | 9.43 | 4.48 | 3.33 | 2.55 | .12 | 31.15 | 6 | 100.00 | |
| % | 1.61 | 20.33 | 14.13 | 30.28 | 14.39 | 10.70 | 8.19 | .37 | | | | |
| NOV | 2.10 | 2.08 | 13.38 | 15.15 | 11.72 | 5.93 | 1.50 | 2.53 | 54.40 | 6 | 100.00 | |
| % | 3.86 | 3.83 | 24.60 | 27.85 | 21.54 | 10.91 | 2.76 | 4.66 | | | | |
| DEC | .68 | 3.53 | 6.43 | 6.47 | 8.87 | 7.60 | 2.17 | 1.50 | 37.25 | 6 | 94.09 | |
| % | 1.83 | 9.49 | 17.27 | 17.36 | 23.80 | 20.40 | 5.82 | 4.03 | | | | |
| APR- SEPT | 25.15 | 57.59 | 37.70 | 36.49 | 73.45 | 27.29 | 26.65 | 22.44 | 306.75 | 6 | 100.00 | |
| | 8.20 | 18.77 | 12.29 | 11.89 | 23.95 | 8.90 | 8.69 | 7.31 | | | | |
| OKT- MARS | 5.53 | 15.07 | 39.57 | 52.88 | 46.08 | 30.57 | 10.82 | 6.85 | 207.37 | 6 | 98.99 | |
| | 2.67 | 7.27 | 19.08 | 25.50 | 22.22 | 14.74 | 5.22 | 3.30 | | | | |

Tabell 2

sektion

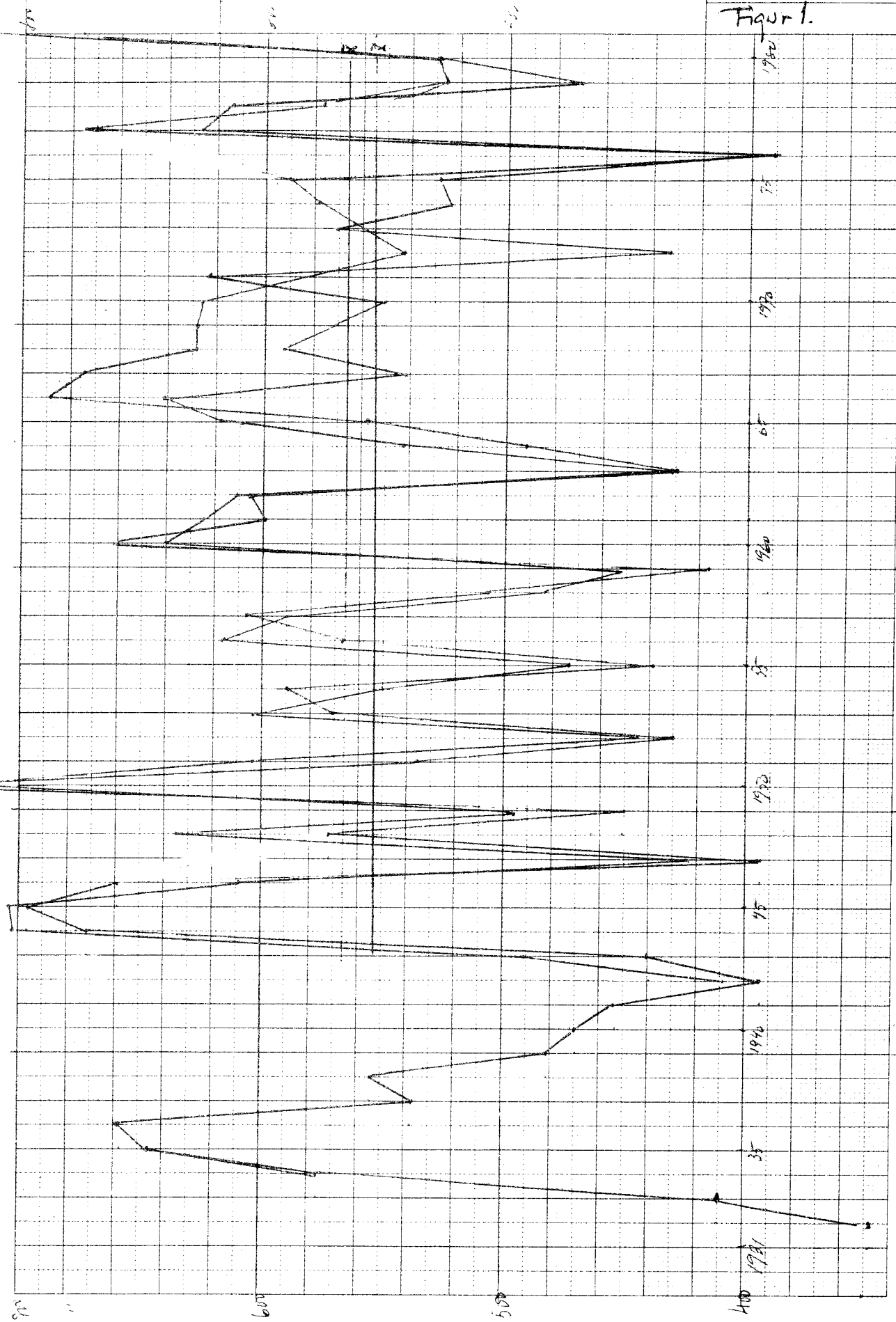
NE-E-S:

*samman 67% av total nederbörds-
vinder 77% mängd*

ÅRSNEDELBÖRD (hydr. år)

LOBONÅS 1932-1980
EDSBYK 1942-1980

Figur 1.



SIS 732501 514 A3 1 A 1 mm

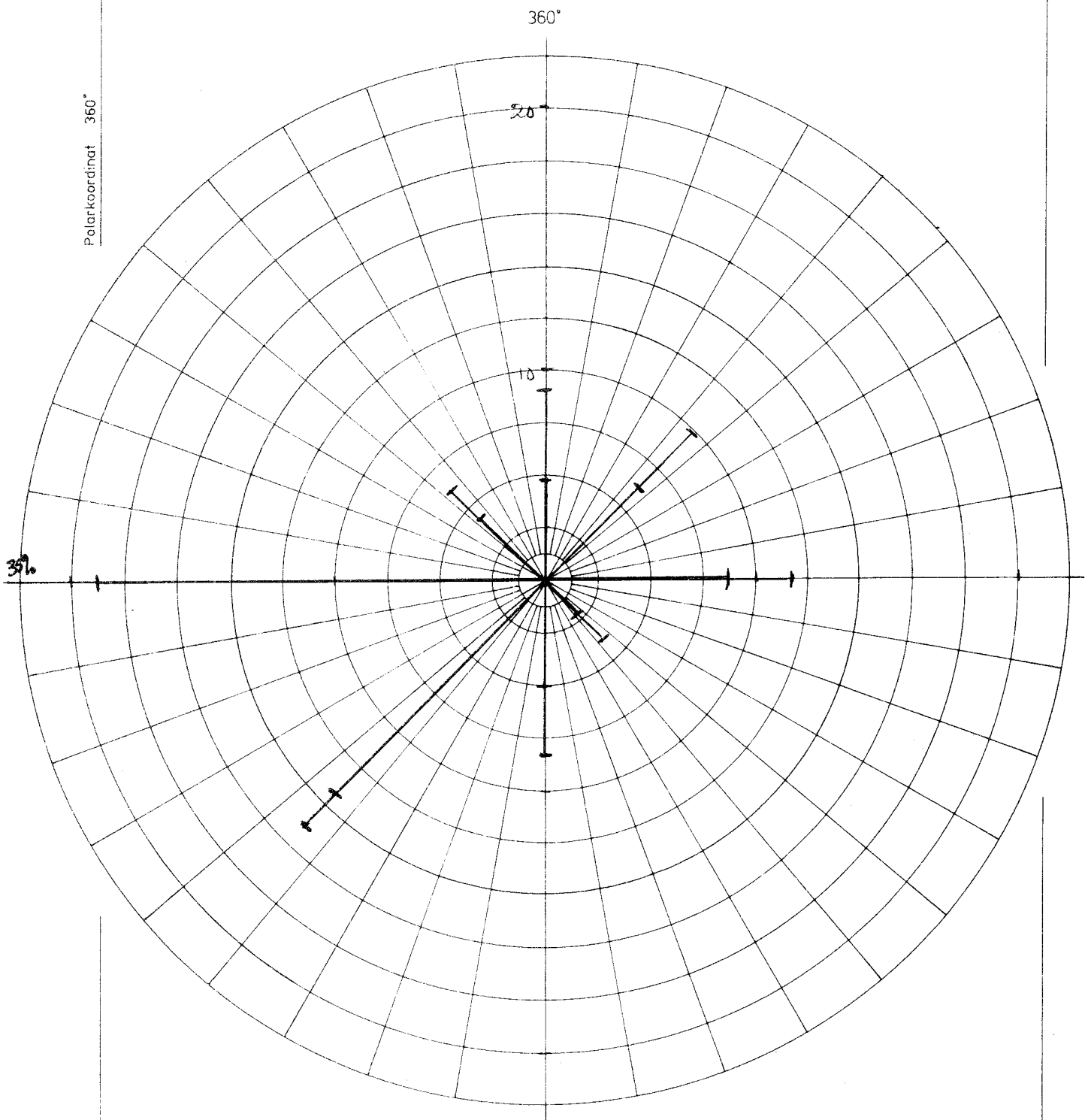
10 mm

Procentuell fördelning av markvind

- april - sept
- okt - mars

Figur 2

EDSBKN

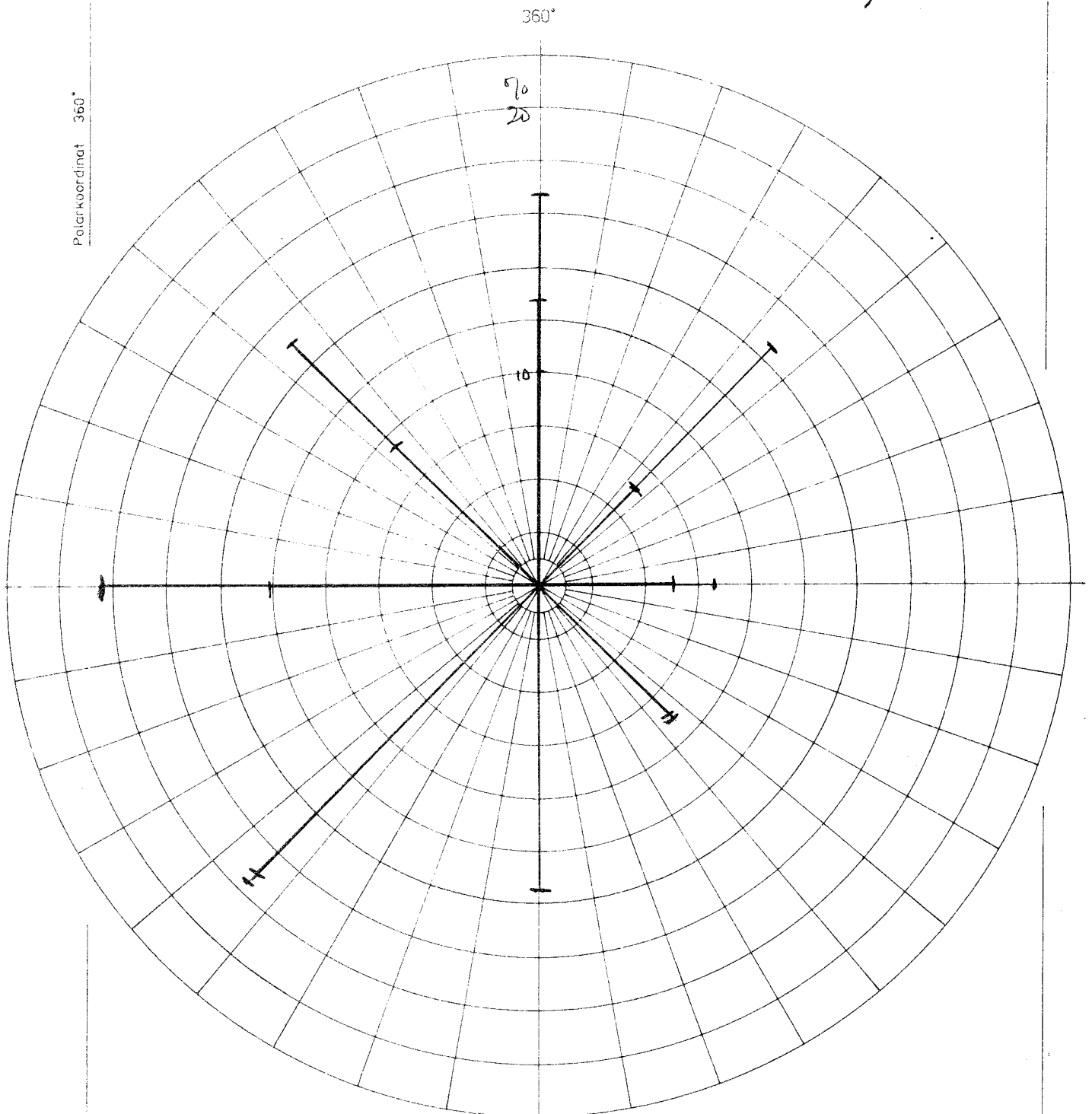


Procentuell firdeling av geostrofiske markvind

- april-sept
- okt - mars

EDSBYV

Figur 3



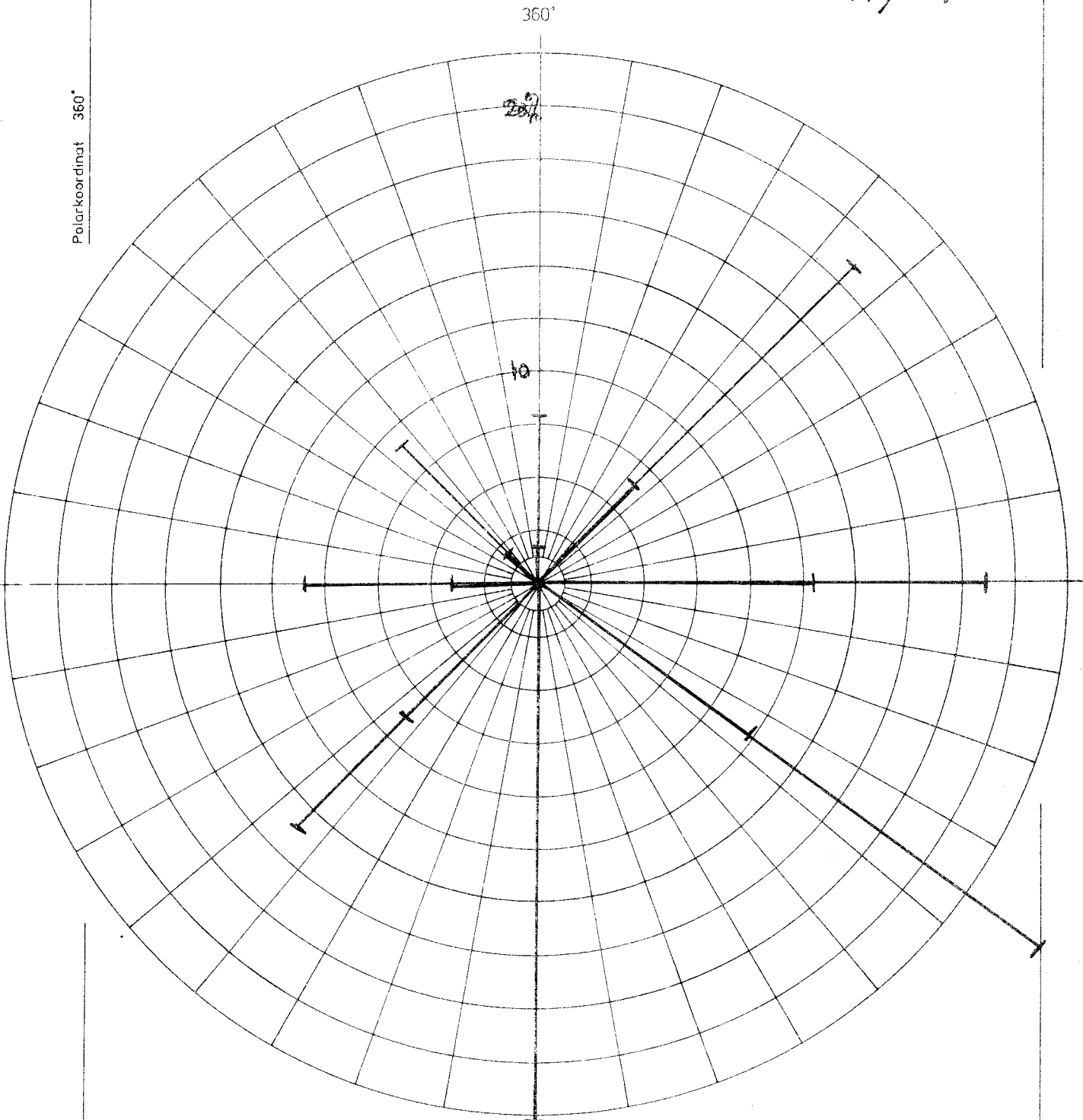
Procent-fördelning av nederbörds mängd
vid geostrofiska markvind

— april-sept
— okt-mars

EDSBYK

Figur 4

Polarkoordinat 360°



FÖRTECKNING ÖVER KBS TEKNISKA RAPPORTER

1977-78

TR 121 KBS Technical Reports 1 - 120.
Summaries. Stockholm, May 1979.

1979

TR 79-28 The KBS Annual Report 1979.
KBS Technical Reports 79-01--79-27.
Summaries. Stockholm, March 1980.

1980

TR 80-26 The KBS Annual Report 1980.
KBS Technical Reports 80-01--80-25.
Summaries. Stockholm, March 1981.

1981

- TR 81-01 A note on dispersion mechanisms in the ground
Ivars Neretnieks
Royal Institute of Technology, March 1981
- TR 81-02 Radiologisk exponering från strandsediment inne-
hållande torium-229
Karl Anders Edvardsson
Sverker Evans
Studsvik Energiteknik AB, 1981-01-27
- TR 81-03 Analysis of the importance for the doses of
varying parameters in the biopath-program
Ulla Bergström
Studsvik Energiteknik AB, 1981-03-06
- TR 81-04 Uranium and radium in Finnsjön - an experimental
approach for calculation of transfer factors
Sverker Evans
Ronny Bergman
Studsvik Energiteknik AB, 1981-05-07

- TR 81-05 Canister materials proposed for final disposal of high level nuclear waste - a review with respect to corrosion resistance
Einar Mattsson
Swedish Corrosion Institute, Stockholm, June 1981
- TR 81-06 Ion diffusion through highly compacted bentonite
Trygve Eriksen
Department of Nuclear Chemistry
Royal Institute of Technology, Stockholm
Arvid Jacobsson
Roland Pusch
Division Soil Mechanics, University of Luleå
1981-04-29
- TR 81-07 Studies on groundwater transport in fractured crystalline rock under controlled conditions using nonradioactive tracers
Erik Gustafsson
Carl-Erik Klockars
Geological Survey of Sweden, Uppsala, April 1981
- TR 81-08 Naturligt förekommande uran-, radium- och radonaktiviteter i grundvatten
Mats Aastrup
Sveriges Geologiska Undersökning oktober 1981
- TR 81-09 Borehole sealing with highly compacted Na bentonite
Roland Pusch
Division of Soil Mechanics, University of Luleå
1981-12-07
- TR 81-10 Ytvattenförhållandena vid Svartboberget
Jan Olof Skifte
VIAK AB, 1981-11-30