



**Avdunstning och avrinnings-  
koefficient i Sverige,  
1961-1990**

**Beräkningar med HBV-modellen**

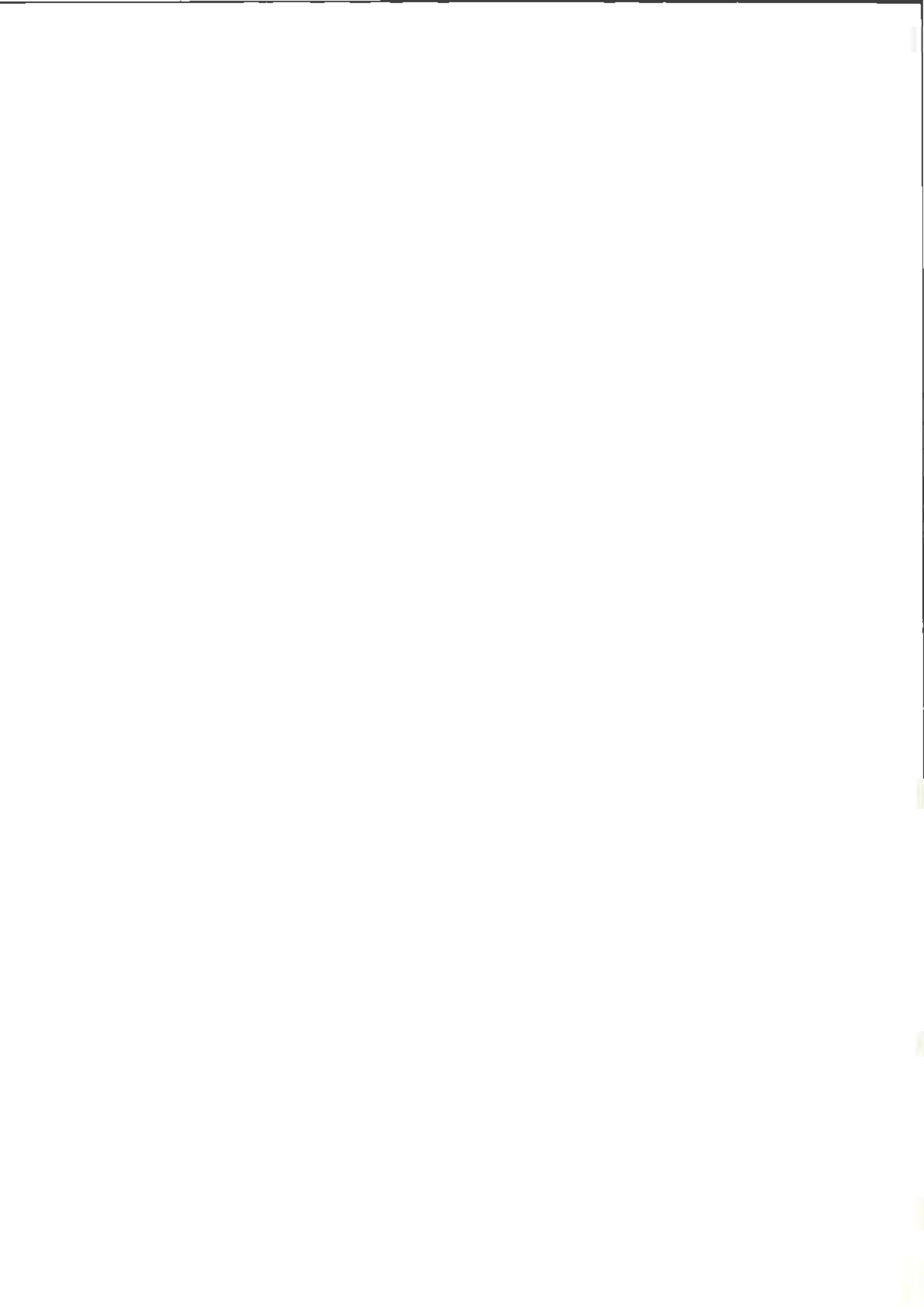
**Maja Brandt och Gun Grahn**



**Avdunstning och avrinnings-  
koefficient i Sverige,  
1961-1990**

**Beräkningar med HBV-modellen**

**Maja Brandt och Gun Grahn**



## FÖRORD

Världsmeteorologiska organisationen (WMO) har fastställt att statistiska parametrar, som används för klimatbeskrivningar, skall beräknas för s. k. normalperioder om 30 år, såsom 1931-1960, 1961-1990. I Sveriges Nationalatlas (SNA 1995) redovisas ett stort antal kartor för olika parametrar (nederbörd, avrinning, avdunstning, temperatur, snödjup osv.) för perioden 1961-1990. Avrinningskartan i SNA togs fram med hjälp av HBV-modellen. Modellen beskriver vattnets kretslopp från nederbörd, snöackumulation till snösmältning, avdunstning, buffring i marken, grundvattenbildning och avrinning på daglig basis, vilket gör det möjligt att plocka ut mer resultat för fler parametrar än bara avrinningen både i rummet och tiden.

I denna rapport har avdunstningen och avrinningskoefficienter i Sverige närmare studerats utifrån de körningar som gjorts för perioden 1961-1990. Diagrammen och kartorna i rapporten är av översiktlig natur och hänsyn måste tas till det vid utnyttjandet. Kartorna är inte lämpade för detaljplanering eller vid studier av korta delperioder.

Gun Grahn har utfört modellkörningar och tagit fram alla modellresultaten. Maja Brandt har genomfört analysen och sammanställt rapporten. Allan Sjöo har svarat för programmering och Ylva Westman för färgkartor.

Norrköping februari 1998

Författarna

Omslagsfoto: Åsunden, maj 1994. Maja Brandt.

© SMHI 1998

Citera oss gärna och använd materialet, men glöm inte ange källan.

Tryckeri: CA-Tryck, Norrköping

ISSN 0282-2601



# INNEHÅLL

|  | Sid. |
|--|------|
| 1. Inledning                               | 1    |
| 2. Avdunstning                             | 2    |
| 2.1 Olika metoder att bestämma avdunstning | 2    |
| 2.1.1 Direkta metoder                      | 2    |
| 2.1.2 Mikrometeorologiska mätningar        | 2    |
| 2.1.3 Aerologiska metoder                  | 2    |
| 2.1.4 klimatologiska metoder               | 2    |
| 2.2 Avdunstning beräknad med HBV-modellen  | 3    |
| 2.2.1 Modellbeskrivning                    | 3    |
| 2.2.2 Resultat                             | 4    |
| 3. Avrinningskoefficient                   | 10   |
| 4. Referenser                              | 12   |





## 1. INLEDNING

I Sverige avdunstar i genomsnitt ca hälften av all nederbörd, men avdunstningen är svår att mäta och beräkna. Detta arbete syftar till att ge, dels en kort beskrivning av olika avdunstningsmätningar och beräkningssätt, dels den rumsliga och tidsmässiga fördelningen i Sverige beräknad med modell. Samtidigt med avdunstningsstudien har avrinningskoefficienter, dvs. förhållandet mellan avrinning och nederbörd, beräknats för Sverige.

När avrinningskartan för Sverige skulle uppdateras för perioden 1961-1990 beslöt SMHI sig för att utnyttja en ny metod. I stället för manuell produktion, som utnyttjats för avrinningskartan 1931-1960 (Tryselius 1971), användes avrinningsberäkningar i gridrutor med hjälp av HBV-modellen (Jutman 1992, Brandt m.fl. 1994).

I HBV-modellen beskrivs de väsentligaste processerna i vattnets kretslopp från nederbörd till avrinning (Bergström 1992). Modellen drivs av dagliga observerade nederbörds- och lufttemperaturdata. Dessa punktvärden räknas om till arealmedelvärden med hänsyn tagen till höjden. Lufttemperaturen styr ackumulation och smältning av snö. Ett antal empiriska koefficienter i modellen styr nederbörds- och snöfallskorrektion, snöackumulation, snösmältning, avdunstning, markfuktighet, grundvatten- och avrinningsbildning i området.

För arbetet med avrinningskartan 1961-1990 inom projektet Sveriges Vattenbalans (Brandt m.fl. 1994) modellberäknades avrinningen med beräkningssteg om 1 dygn. Sverige delades in enligt topografiska kartans indelning, så att varje beräkningsenhet i HBV-modellen utgjordes av 25\*25 km<sup>2</sup>. För varje topografisk ruta beräknades medelhöjd, sjöprocent, andel skog och öppen mark med hjälp av SVAR (Svenskt Vattenarkiv). Samtliga svenska nederbörds- och lufttemperaturstationer, som var i drift under hela perioden 1961-1990 samt några norska stationer, utnyttjades som indata till modellen. Upp till fyra nederbördsstationer relaterades till varje topografisk ruta för att beräkna den areella nederbörden tillsammans med den närmaste belägna temperaturstationen. Ytterligare indata som behövs till modellen är potentiell evapotranspiration, dvs. avdunstning och transpiration från en ständigt fuktig markyta. Månadsmedelvärden på den potentiella evapotranspirationen hämtades från närmaste belägna SYNOP-station enligt beräkningar av Eriksson (1981). Sverige delades in i 15 regioner för vilka olika uppsättningar av modellkoefficienter kalibrerades fram mot avrinningsmätningar inom regionerna. Transformationsdelen i modellen, som tar hand om dämpning i vattendrag och sjöar, användes inte i denna tillämpning.

Ur modellkörningarna valde vi i denna studie att ta fram ett areellt nederbördsvärde, avdunstnings- och markfuktighetsvärde för varje beräkningsruta för varje månad och år under perioden. Medelårsnederbörden för perioden 1961-1990 för Sverige har manuellt beräknats med större upplösning och noggrannhet i projektet Sveriges Vattenbalans utifrån samtliga nederbördsdata som finns för hela eller delar av trettioårsperioden (SNA 1995), men i detta arbete användes nederbörds- och avdunstningsvärden beräknade med HBV-modellen för alla månader och år under perioden.

Jämförs HBV-modellens årsmedelnederbörd med den korrigerade årsmedelnederbörden 1961-1990 (korrigerad för vindförluster, avdunstning och vidhäftning i mätkärl), som beräknats manuellt utifrån samtliga klimatstationer, ger HBV-modellen i regel något lägre nederbörd än den manuellt beräknade. Det är svårt att säkert säga vad det beror på, men det kan vara snöfallskorrektionen i HBV-modellen som ligger för lågt. Eftersom avdunstningen beräknas som en differens mellan nederbörd och avrinning blir likaså avdunstningen i HBV-

modellens beräkningar något lägre än den medelårsberäkning som presenterades i Sveriges Vattenbalans.

## 2. AVDUNSTNING

Cirka hälften av den nederbörd som faller över Sverige återgår till atmosfären genom avdunstning. Avdunstningen består dels av direkt avdunstning, ofta kallad evaporation, från sjöar, vattenpussar, snö, våt mark och växtlighet, dels av växternas transpiration. Ett sammanfattande ord är evapotranspiration.

### 2.1 Olika metoder att bestämma avdunstning

Det är svårt att bestämma avdunstningens storlek. Det finns flera metoder, men ingen kan användas generellt (WMO 1997). Metodvalet beror på vilken typ av område det gäller och för hur lång tid man vill bestämma avdunstningen.

#### 2.1.1 Direkta metoder:

Avdunstningskärl (evaporimetrar) är öppna, vattenfyllda mätkärl, där vätskeförlusten mellan två tidpunkter är ett mått på avdunstningen från en fri vattenyta. Den uppmätta avdunstningen är större än från sjö.

Lysimetrar är en annan typ av mätkärl med jord och vegetation, där vattenomsättningen kan bestämmas i en väl avgränsad volym. Där tar man även hänsyn till vegetationen och effekten av att marken torkar ut. Dessa visar verklig avdunstning för en liten yta.

#### 2.1.2 Mikrometeorologiska mätningar:

Vid mikrometeorologiska metoder mäter man fuktighet, temperatur, vindhastighet och instrålning strax ovan marken och över växtligheten. Mätningar sker i regel i en mast. Över vattenytor brukar det räcka med en mät höjd i luft. Den lägre mät höjden ersätts med ytvattentemperaturen. Med Bowenförhållande-metoden mäter man nettostrålningen och hur den fördelas på luftuppvärmning och avdunstning genom att samtidigt mäta hur temperaturen respektive fuktigheten avtar med höjden över marken.

Den numera viktigaste metoden är turbulenta flödesmetoden (eddy correlation method). Man mäter vertikalvind och luftfuktighet flera gånger per sekund och beräknar avdunstningen som en kovarians. Avdunstning erhålls om de uppåtgående luftstötarna är fuktigare än de nedåtriktade, annars blir det kondensation. Registreringen sker kontinuerligt sedan mitten av 1990-talet på några platser i landet, bl.a. i NOPEX-området i Uppland.

#### 2.1.3 Aerologiska metoder:

Radiosonddata utnyttjas för att beräkna ut- eller inflödet av vattenånga i ett luftområde för att beräkna avdunstningen.

#### 2.1.4 Klimatologiska metoder:

Vattenbalansmetoden innebär att man mäter nederbörden och avrinningen för ett område. Avdunstningen beräknas som differensen mellan dessa. Metoden kan användas för stora områden och längre tidsperioder.

Ett viktigt mått på luftens vattenupptagande förmåga är den potentiella avdunstningen, dvs. den avdunstning som sker från en bevuxen yta utan hrist på vatten. Den potentiella avdunstningen beräknas vanligen med Penmans formel med hjälp av uppmätta värden på instrålning, lufttemperatur, luftfuktighet och vindhastighet. Den ger ett realistiskt mått på avdunstningen från blandade områden med skog och öppen mark utan vattenbrist. Med Penman-Monteiths formel beräknas avdunstningen utifrån samma data som Penmans formel, men i den ingår också ytresistansen, som kan beskrivas med hjälp av aktuell instrålning, luftfuktighet, temperatur och markfuktighet. Den verkliga avdunstningen beräknas ofta ur den potentiella med hjälp av olika reduktionsmetoder.

I avrinningsmodeller beskrivs matematiskt de processer som påverkar vattnet i dess kretslopp. I HBV-modellen, som är den modell som används sedan drygt 20 år i Sverige, beräknas den verkliga avdunstningen utifrån den potentiella beräknad med Penmans formel som månadsvärden för flera år och markfuktigheten beräknad för området (Bergström 1992, Lindström m. fl. 1996). Försök har även gjorts med avdunstningsberäkningar med den enklare Priestley-Taylor metoden i HBV-modellen (Gardelin och Lindström 1997).

## 2.2 Avdunstning beräknad med HBV-modellen

### 2.2.1 Modellbeskrivning

Avdunstningen i HBV-modellen styrs av den potentiella månadsvisa evapotranspirationen och markfuktigheten. Den aktuella avdunstningen överensstämmer med den potentiella när den beräknade markfuktigheten i området överskrider ett värde som kalibreras fram. Vid lägre värden reduceras den aktuella avdunstningen linjärt (figur 1). Figur 2 visar principen i modellen för sambandet mellan markfuktighet och avrinnande vatten. När marken är torr går huvuddelen av nederbörden åt för att mätta marken och avdunstningen reduceras. Vid hög markfuktighet bildar det mesta av nederbörden avrinning, och avdunstningen motsvarar den potentiella. Den månadsvisa potentiella evapotranspirationen för klimatstationer i Sverige hämtas från Eriksson (1981).

Förhållande mellan verklig och potentiell avdunstning

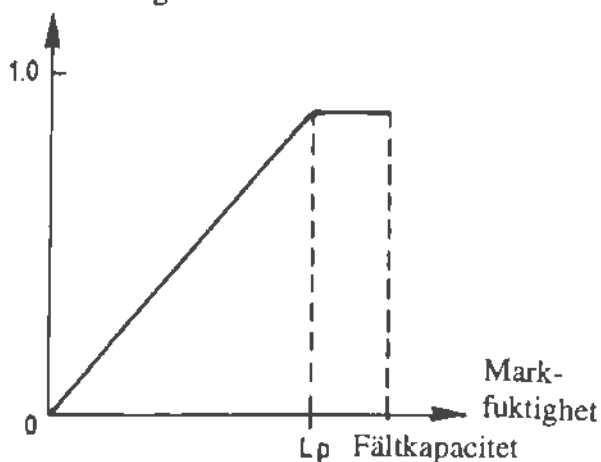


Fig. 1 Sambandet mellan verklig och potentiell avdunstning i HBV-modellen vid olika markfuktighet.

Andel av regn och snösmältning

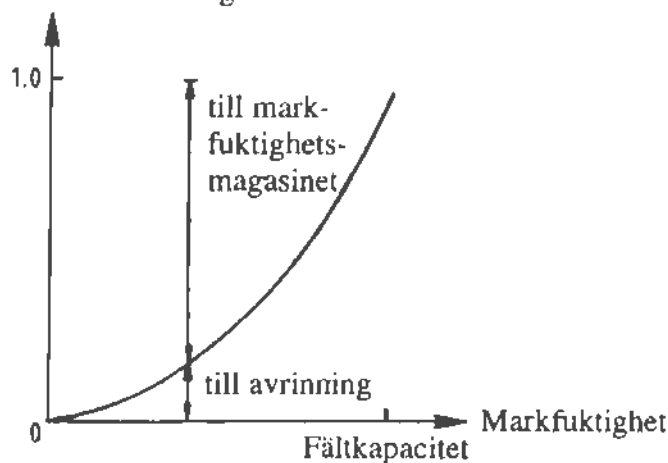


Fig. 2 Samband mellan markfuktighet och avrinning vid ett nederbördstillfälle i ett avrinningsområde.

Avdunstningen från snötäckt mark försummas i HBV-modellen. Det finns en vidareutveckling av modellen genom att en enkel metod (benämnd ETF) införts för korrigering av den potentiella avdunstningen när väderförhållandena avviker från det normala (Lindström och Bergström 1992). Långtidsmedelvärdena för den potentiella avdunstningen reduceras när aktuell temperatur underskrider temperaturens långtidsmedelvärde och ökas på motsvarande sätt när aktuell temperatur överskrider den normala. Denna version har inte använts i detta projekt, vilket i första hand gör att den modellberäknade avdunstningen är överskattad under kalla somrar.

Observera att resultaten nedan således bygger på modellberäkningar, där det för närvarande inte finns någon möjlighet att verifiera avdunstningsvärdena. De kan vara underskattade och för utjämnade.

## 2.2.2 Resultat

### Avdunstningens storlek i Sverige

I figur 3 redovisas den avdunstningskarta som togs fram i projektet Sveriges Vattenbalans för åren 1961-1990 (Brandt m. fl. 1994). I södra Sverige (syd om Norrlandsgränsen) överstiger avdunstningen 400 mm/år. Kring Vänerm och i delar av sydligaste Sverige överstiger avdunstningen 500 mm/år och når som mest 600 mm/år. I södra och mellersta Norrland med undantag för fjälltrakterna är avdunstningen 300-400 mm/år, i norra Norrland 200-300 mm/år samt i svenska fjällen mindre än 200 mm/år.

### Jämförelse mellan aktuell och potentiell avdunstning

I figur 4 redovisas förhållandet mellan aktuell och potentiell avdunstning i kartform. Isolinjerna på kartan bygger på förhållandet mellan HBV-modellens beräkningar av aktuell avdunstning (period 1961-1990) och Erikssons (1981) beräkningar av potentiell avdunstning (period 1961-1978, för några stationer kortare period) vid 74 meteorologiska stationer. Den potentiella avdunstningen är framtagen för en punkt och för en bevuxen yta utan brist på vatten med Penmans formel, medan modellsimuleringarna är beräknade för en ruta 25\*25 km<sup>2</sup> kring punkten, där den dominerande markanvändningen i Sverige i regel är skog. De lägsta förhållanden som beräknats mellan aktuell och potentiell avdunstning är 0.5-0.6 och de återfinns på Gotland, som har ett torrt klimat, och i norra Norrland, där snötäckt mark på våren och försommaren reducerar avdunstningen. De högsta beräknade förhållandena (> 0.7-0.8) återfinns på Sydsvenska höglandet, där nederbörden är riklig, markfuktigheten i regel är hög och snötäcket på våren är litet jämfört med förhållandena i Norrland.

I figur 4 redovisas även den månadsvisa aktuella avdunstningen (period 1961-1990) och den potentiella avdunstningen (period 1961-1978) för ett antal kartblad i Sverige. Den potentiella avdunstningen är högst i juni, medan den aktuella i regel är högst i maj i södra Sverige. Därefter avtar markfuktigheten i områdena och den aktuella avdunstningen reduceras jämfört med den potentiella avdunstningen. Fram mot oktober överensstämmer den aktuella med den potentiella igen, men är låg eftersom lufttemperaturen är låg och växtperioden i stort sett upphört. På vårvintern och våren är den aktuella avdunstningen lägre än den potentiella på grund av snötäckt mark, vilket främst märks i fjällregionerna och nordligaste Sverige.

ÅRSAVDUNSTNING  
Medelvärde 1961 - 1990

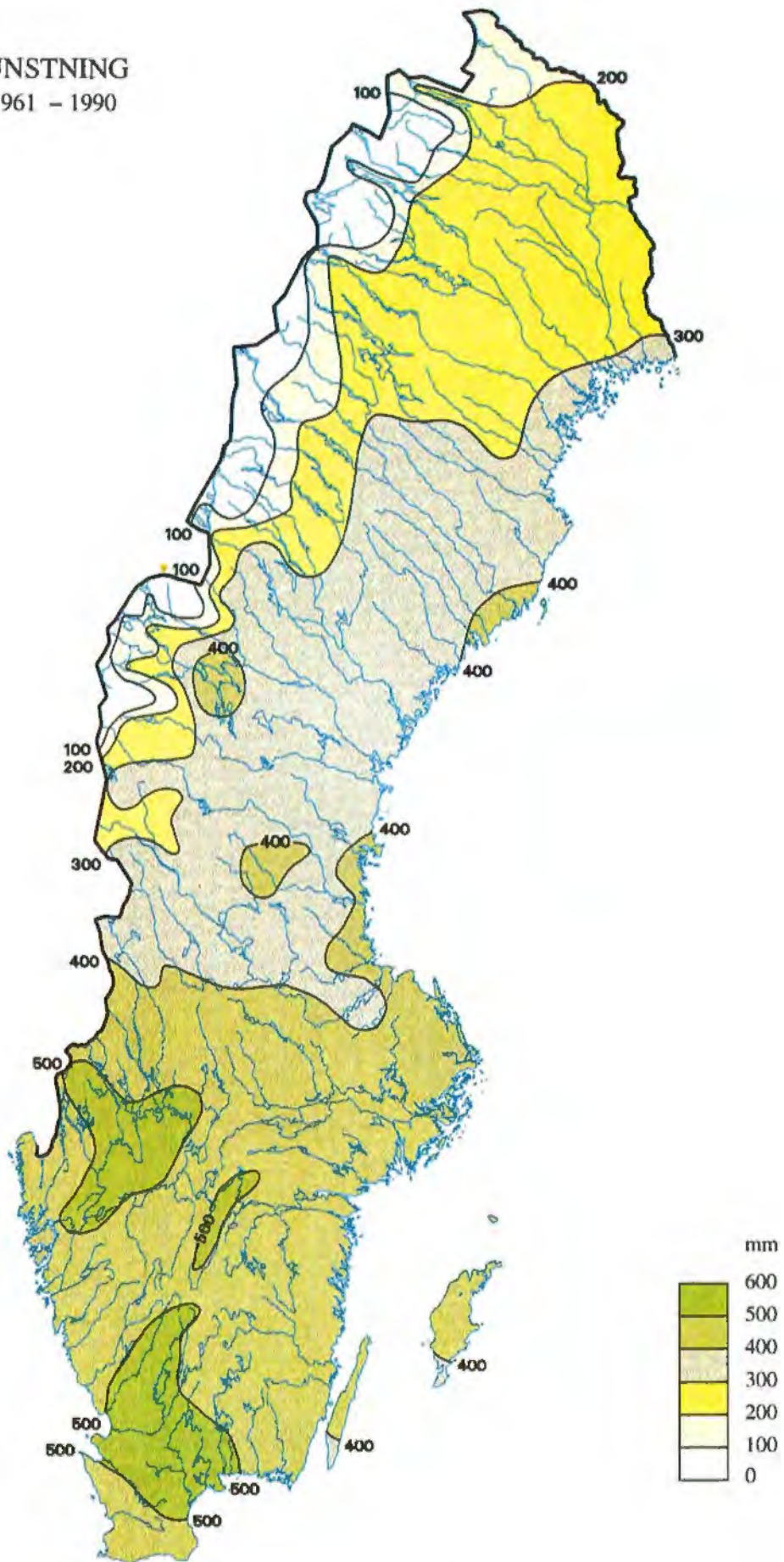


Fig. 3 Avdunstningens regionala variationer i Sverige 1961-1990.

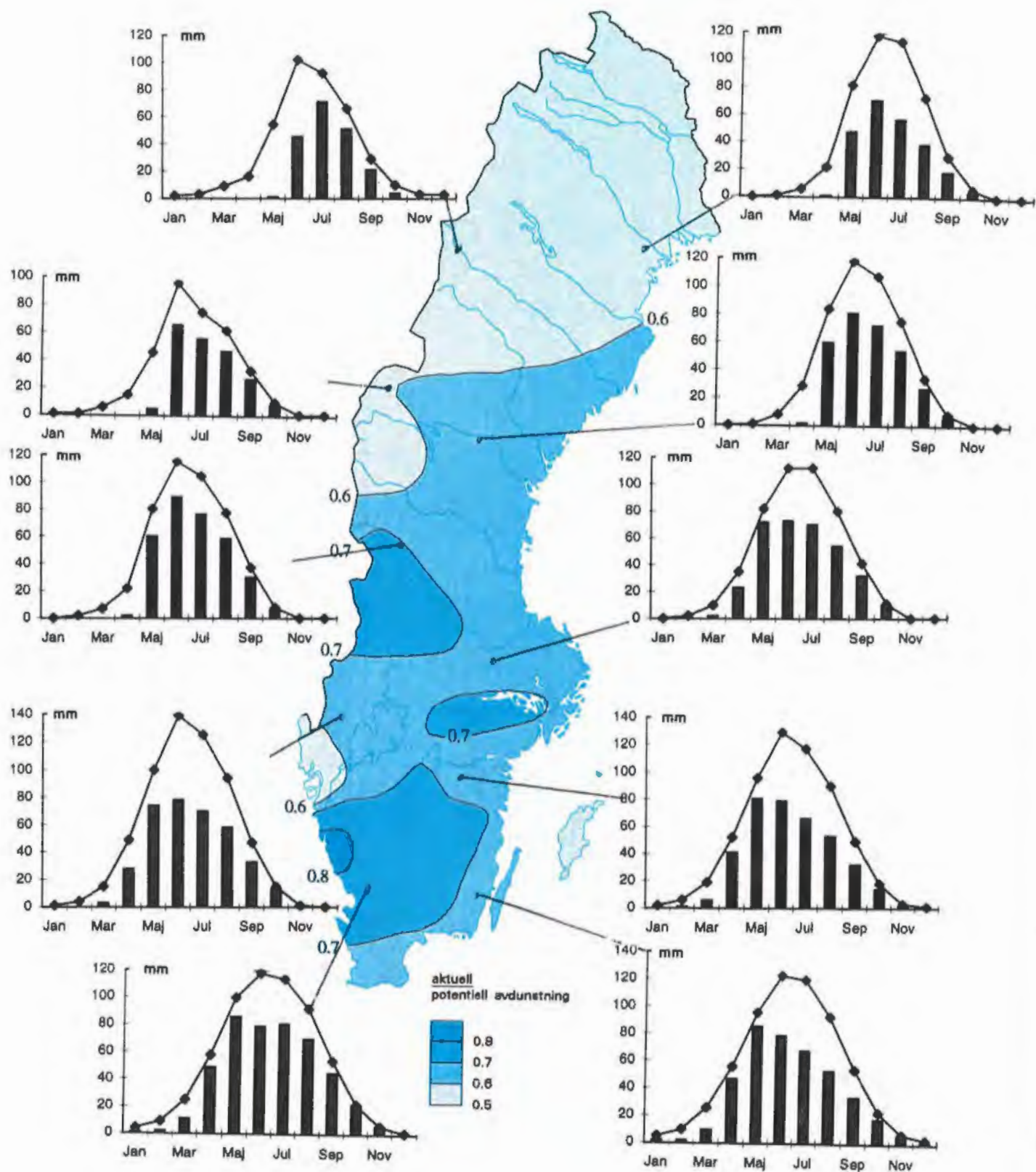


Fig. 4 Förhållandet mellan aktuell och potentiell avdunstning regionalt i Sverige 1961-1990 (karta) samt aktuell (staplar) och potentiell avdunstning (linjer) för ett antal områden som månadsmedelvärden.

### Variationer mellan olika år

Klimatfluktuationerna i Sverige är relativt stora - både rumsligt och tidsmässigt. Det finns en uttalad säsongsvariation, stora skillnader mellan klimatet i norra och södra Sverige samt skillnader mellan år på år för samma plats. Års- och månadsmedelvariationerna samt extremerna är viktiga att ta hänsyn till vid t. ex. samhällsplanering.

Varaktighetsdiagram är ett sätt att illustrera variationer. Dessa visar hur stor del av tiden, 30 år i detta fall, som en tidsserie överskridit ett visst värde. I figur 5 redovisas varaktigheten för avdunstningen för ett antal topografiska rutor utspridda i Sverige. Variationerna i den modellberäknade årsavdunstningen är små och är betydligt mindre än variationerna i årsavrinning. Ju längre norrut man kommer, ju mindre blir variationerna i årsavdunstningen, vilket beror på att marken i norr i regel är snötäckt längre på våren samt att markfuktigheten är relativt sett högre under sommaren än i södra Sverige.

### Variationerna under året och för månader olika år

Närrare analyser på månadsbasis visar att det finns tydliga variationer i månadsavdunstningen. I figur 6 åskådliggörs några exempel på samspelet mellan markfuktighet, avdunstning och avrinning under ett torrt år (1976) respektive ett vått år (1985 respektive 1987, valet av år beror på det geografiska läget i Sverige). Markfuktigheten anges som deficit, dvs. modellberäknat underskott jämfört med modellens fältkapacitet för området.

På våren förhindrar och reducerar en sen snösmältning avdunstningen, vilket kan ge stora avvikelser mellan olika år främst i Svealand och sydliga Norrland. Under senvåren och försommaren är i regel markfuktigheten hög, vilket medför att avdunstningen varierar relativt lite i södra Sverige mellan olika år. Under sommaren och sensommaren är variationerna i månadsavdunstningen större mellan olika år i södra Sverige, vilket beror på variationer i markfuktigheten. I mellersta och norra Norrland är avdunstningsvariationerna mindre mellan ett torrt och ett vått år än i södra Sverige.

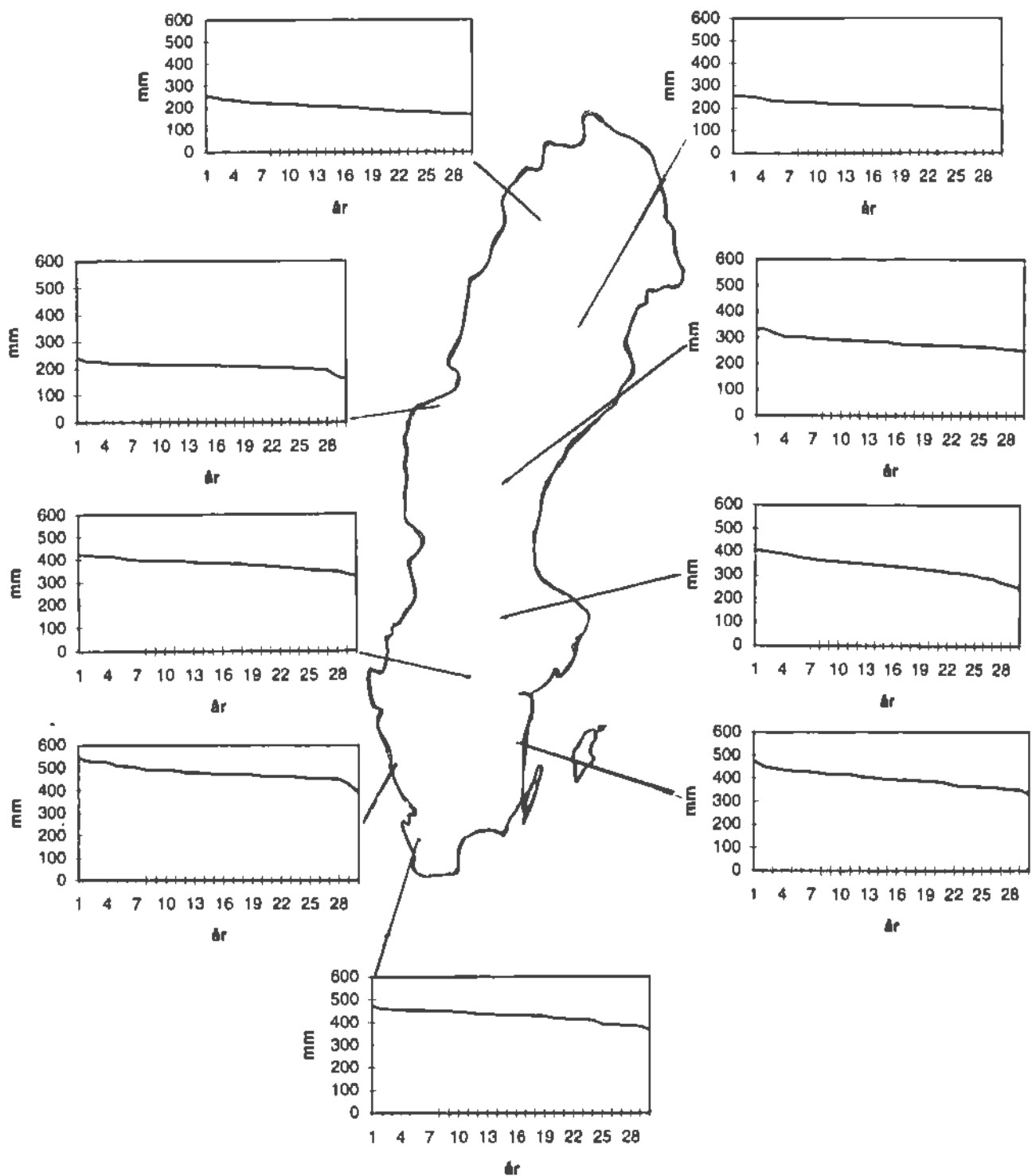


Fig. 5 Varaktighetsdiagram för aktuell avdunstning 1961-1990 för ett antal kartrutor i Sverige. I diagrammen kan avläsas hur många år under perioden 1961-1990 som årsavdunstningen överskridit ett visst värde.



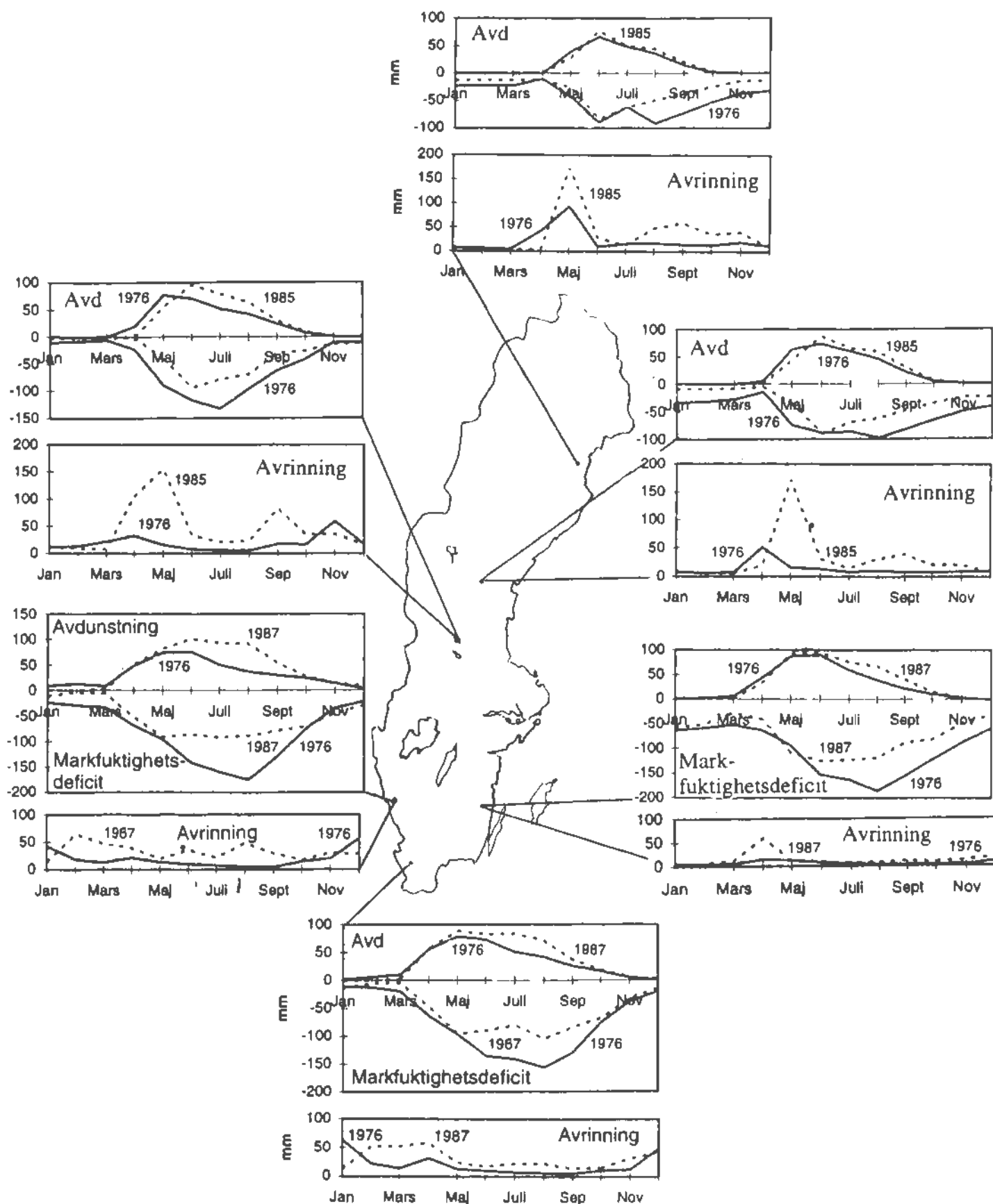


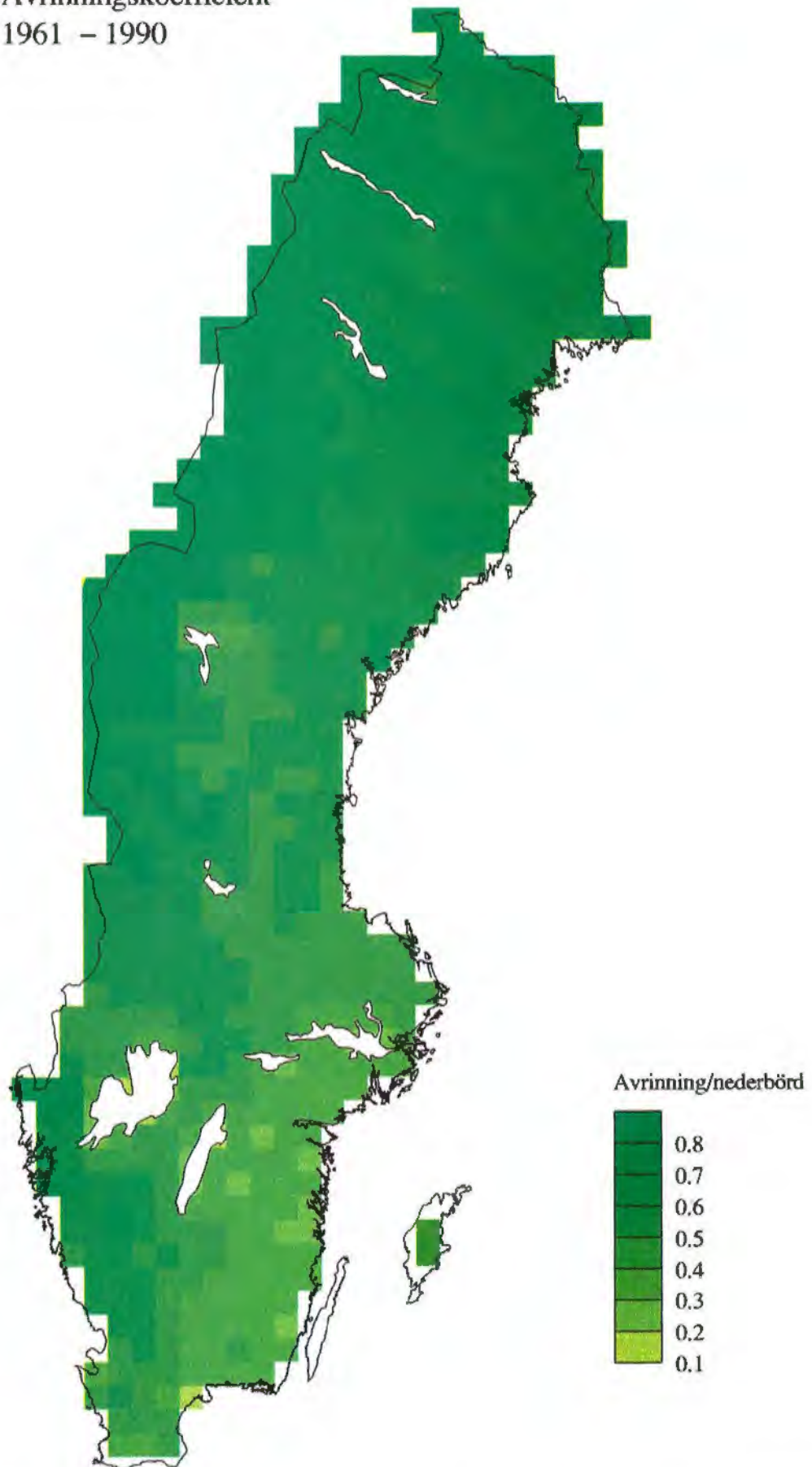
Fig. 6 Samspelet mellan markfuktighet, avdunstning och avrinning under ett torrt respektive vått år för ett antal kartrutor i Sverige. Markfuktighetsdeficit är den modellberäknade underskottet jämfört med fältkapaciteten i området.

### 3. AVRINNINGSKOEFFICIENT

För samhällsplanering är avrinningskoefficienten av betydelse, dvs. hur stor andel av den totala årsnederbörden som bildar avrinning. I figur 7 redovisas i kartform 30-års medelvärde av avrinningskoefficienter i Sverige modellberäknade för perioden 1961-1990.

Avrinningskoefficienten i Sverige varierar mellan 0,1 - 0,8. De lägsta värdena återfinns i östra Sydsverige och de högsta i fjällregionen. Högre värden uppträder även på västra sidan av Sydsverige, där det finns ett nederbördsmaximum. Relativt sett låga värden på avrinningskoefficienten finns runt och söder om Storsjön i Jämtland liksom runt Vänern. Årsnederbörden är lägre över och kring de stora sjöarna. Medelvärdet på avrinningskoefficienten för hela Sverige är 0.56.

Avrinningskoefficient  
1961 – 1990



*Fig. 7 Rumslig variation av avrinningskoefficienten, dvs. förhållandet mellan avrinning och korrigerad nederbörd, i Sverige för perioden 1961-1990.*

#### 4. Referenser

Bergström, S. (1992) The HBV model - its structure and applications. SMHI RH No 4.

Brandt, M., Jutman, T. och Alexandersson, H. (1994) Sveriges Vattenbalans. Årsmedelvärden 1961-1990 av nederbörd, avdunstning och avrinning. SMHI Hydrologi nr 49.

Eriksson, B. (1981) Den "potentiella" evapotranspirationen i Sverige. SMHI RMK nr 28.

Gardelin, M. and Lindström, G. (1997) Priestley-Taylor Evapotranspiration in HBV-simulations. Nordic Hydr., 28 (4/5): 233-246.

Jutman, T. (1992) Production of a new runoff map of Sweden. Nordic Hydr. Conf. in Alta, Norway 1992. NHP-report No. 30: 643-651.

Lindström, G. och Bergström, S. (1992) Improving the HBV and PULSE-models by use of temperature anomalies. Vannet i Norden, No.1, 16-23.

Lindström, G., Gardelin, M., Johansson, B., Persson, M. och Bergström, S. (1996) HBV-96 - en areellt fördelad modell för vattenkrafthydrologin. SMHI RH nr 12.

SNA (1995). Sveriges Nationalatlas Band: Klimat, sjöar och vattendrag.

Tryselius, O. (1971) Runoff map of Sweden. Average annual runoff for the period 1931-1960. SMHI Medd. ser. C, nr 7.

WMO (1997) Estimation of areal evapotranspiration. WMO Technical Reports in Hydrology and Water Resources No. 56.

SMHI ger ut sex rapportserier. Tre av dessa, R-serierna är avsedda för internationell publik och skrivs därför oftast på engelska. I de övriga serierna används det svenska språket.

| <b>Seriernas namn</b>                     | <b>Publiceras sedan</b> |
|---|-------------------------|
| RMK (Rapport Meteorologi och Klimatologi) | 1974                    |
| RH (Rapport Hydrologi)                    | 1990                    |
| RO (Rapport Oceanografi)                  | 1986                    |
| METEOROLOGI                               | 1985                    |
| HYDROLOGI                                 | 1985                    |
| OCEANOGRAFI                               | 1985                    |

I serien HYDROLOGI har tidigare utgivits:

- |   |   |
|---|---|
| 1 Bengt Carlsson (1985)<br>Hydrokemiska data från de svenska fältforskningsområdena.  | 9 Lennart Funkquist (1987)<br>Numerisk beräkning av vågor i kraftverksdammar.   |
| 2 Martin Häggström och Magnus Persson (1986)<br>Utvärdering av 1985 års vårflödesprognoser.   | 10 Barbro Johansson, Magnus Persson, Enrique Aranibar and Robert Llobet (1987)<br>Application of the HBV model to Bolivian basins           |
| 3 Sten Bergström, Ulf Ehlin, SMHI, och Per-Eric Ohlsson, VASO (1986)<br>Riktlinjer och praxis vid dimensionering av utskov och dammar i USA. Rapport från en studieresa i oktober 1985. | 11 Cecilia Ambjörn, Enrique Aranibar and Roberto Llobet (1987)<br>Monthly streamflow simulation in Bolivian basins with a stochastic model. |
| 4 Barbro Johansson, Erlend Bergstrand och Torbjörn Jutman (1986)<br>Skåneprojektet - Hydrologisk och oceanografisk information för vattenplanering - Ett pilotprojekt.                  | 12 Kurt Ehlert, Torbjörn Lindkvist och Todor Milanov (1987)<br>De svenska huvudvattendragens namn och mynningspunkter.                      |
| 5 Martin Häggström (1986)<br>Översiktlig sammanställning av den geografiska fördelningen av skador främst på dammar i samband med septemberflödet 1985.                                 | 13 Göran Lindström (1987)<br>Analys av avrinningsserier för uppskattning av effektivt regn.   |
| 6 Barbro Johansson (1986)<br>Vattenföringsberäkningar i Södermanlands län - ett försöksprojekt.   | 14 Maja Brandt, Sten Bergström, Marie Gardelin och Göran Lindström (1987)<br>Modellberäkning av extrem effektiv nederbörd.                  |
| 7 Maja Brandt (1986)<br>Arcella snöstudier.   | 15 Håkan Danielsson och Torbjörn Lindkvist (1987)<br>Sjökarte- och sjöuppgifter. Register 1987.   |
| 8 Bengt Carlsson, Sten Bergström, Maja Brandt och Göran Lindström (1987)<br>PULS-modellen: Struktur och tillämpningar.  | 16 Martin Häggström och Magnus Persson (1987)<br>Utvärdering av 1986 års vårflödesprognoser.  |

- 17 Bertil Eriksson, Barbro Johansson, Katarina Losjö och Haldo Vedin (1987)  
Skogsskador - klimat.
- 18 Maja Brandt (1987)  
Bestämning av optimalt klimatstationsnät för hydrologiska prognoser.
- 19 Martin Häggström och Magnus Persson (1988)  
Utvärdering av 1987 års vårflödesprognoser.
- 20 Todor Milanov (1988)  
Frys förluster av vatten.
- 21 Martin Häggström, Göran Lindström, Luz Amelia Sandoval and Maria Elvira Vega (1988)  
Application of the HBV model to the upper Río Cauca basin.
- 22 Mats Moberg och Maja Brandt (1988)  
Snökartläggning med satellitdata i Kultsjöns avrinningsområde.
- 23 Martin Gotthardsson och Sten Lindell (1989)  
Hydrologiskt stationsnät. Svenskt Vattenarkiv.
- 24 Martin Häggström, Göran Lindström, Luz Amelia Sandoval y Maria Elvira Vega (1989)  
Aplicacion del modelo HBV a la cuenca superior del Río Cauca.
- 25 Gun Zachrisson (1989)  
Svåra islossningar i Torneälven. Förslag till skadeförebyggande åtgärder.
- 26 Martin Häggström (1989)  
Anpassning av HBV-modellen till Torneälven.
- 27 Martin Häggström and Göran Lindström (1990)  
Application of the HBV model to six Centralamerican rivers.
- 28 Sten Bergström (1990)  
Parametervärden för HBV-modellen i Sverige. Erfarenheter från modellkalibreringar under perioden 1975 - 1989.
- 29 Urban Svensson och Ingemar Holmström (1990)  
Spridningsstudier i Glan.
- 30 Torbjörn Jutman (1991)  
Analys av avrinningens trender i Sverige.
- 31 Mercedes Rodriguez, Barbro Johansson, Göran Lindström, Eduardo Planos y Alfredo Remont (1991)  
Aplicacion del modelo HBV a la cuenca del Río Cauto en Cuba.
- 32 Erik Arnér (1991)  
Simulering av vårfloden med HBV-modellen.
- 33 Maja Brandt (1991)  
Snömätning med georadar och snötaxeringar i övre Luleälven.
- 34 Bent Göransson, Maja Brandt och Hans Bertil Wittgren (1991)  
Markläckage och vattendragstransport av kväve och fosfor i Roxen/Glan-systemet, Östergötland.
- 35 Ulf Ehlin och Per-Eric Ohlsson, VASO (1991)  
Utbyggd hydrologisk prognos- och varningstjänst.  
Rapport från studieresa i USA  
1991-04-22--30.
- 36 Martin Gotthardsson, Pia Rystam och Sven-Erik Westman (1992)  
Hydrologiska stationsnät/Hydrological network. Svenskt Vattenarkiv.
- 37 Maja Brandt (1992)  
Skogens inverkan på vattenbalansen.
- 38 Joakim Harlin, Göran Lindström, Mikael Sundby (SMHI) och Claes-Olof Brandesten (Vattenfall Hydropower AB) (1992)  
Känslighetsanalys av Flödeskommitténs riktlinjer för dimensionering av hel älv.
- 39 Sten Lindell (1993)  
Realtidsbestämning av arealnederbörd.
- 40 Svenskt Vattenarkiv (1995)  
Vattenföring i Sverige. Del 1. Vattendrag till Bottenviken.
- 41 Svenskt Vattenarkiv (1995)  
Vattenföring i Sverige. Del 2. Vattendrag till Bottenhavet.
- 42 Svenskt Vattenarkiv (1993)  
Vattenföring i Sverige. Del 3. Vattendrag till Egentliga Östersjön.

- 43 Svenskt Vattenarkiv (1994)  
Vattenföring i Sverige. Del 4. Vattendrag till Västerhavet.
- 44 Martin Häggström och Jörgen Suhlberg (1993)  
Analys av snösmältningsförlopp.
- 45 Magnus Persson (1993)  
Utnyttjande av temperaturrensens persistens vid beräkning av volymsprognoser med HBV-modellen.
- 46 Göran Lindström, Joakim Harlin och Judith Olofsson (1993)  
Uppföljning av Flödeskommitténs riktlinjer.
- 47 Bengt Carlsson (1993)  
Alkalinitets- och pH-förändringar i Ume-älven orsakade av munmitappning.
- 48 Håkan Sanner, Joakim Harlin and Magnus Persson (1994)  
Application of the HBV model to the Upper Indus River for inflow forecasting to the Tarbela dam.
- 49 Maja Brandt, Torbjörn Jutman och Hans Alexandersson (1994)  
Sveriges vattenbalans. Årsmedelvärden 1961 - 1990 av nederbörd, avdunstning och avrinning.
- 50 Svenskt Vattenarkiv (1994)  
Avrinningsområden i Sverige. Del 3. Vattendrag till Egentliga Östersjön och Öresund.
- 51 Martin Gotthardsson (1994)  
Svenskt Vattenarkiv. Översvämningsskänsliga områden i Sverige.
- 52 Åsa Evremar (1994)  
Avdunstningens höjdhöende i svenska fjällområden bestämd ur vattenbalans och med modellering.
- 53 Magnus Edström och Pia Rystam (1994)  
FFO - Stationsnät för fältforskningsområden 1994.
- 54 Zhang Xingnan (1994)  
A comparative study of the HBV model and development of an automatic calibration scheme.
- 55 Svenskt Vattenarkiv (1994)  
Svenskt dammregister - Södra Sverige.
- 56 Svenskt Vattenarkiv (1995)  
Svenskt dammregister - Norra Sverige Under utgivning.
- 57 Martin Häggström (1994)  
Snökartering i svenska fjällområdet med NOAA-satellitbilder.
- 58 Hans Bertil Wittgren (1995)  
Kvävetransport till Slätbaken från Söderköpingsåns avrinningsområde
- 59 Ola Pettersson (1995)  
Vattenbalans för fältforskningsområden
- 60 Barbro Johansson, Katarina Losjö, Nils Sjödin, Remigio Chikwanha and Joseph Merka (1995)  
Assessment of surface water resources in the Manyane catchment - Zimbabwe.
- 61 Behzad Kouchehi (1995)  
Ålvtemperaturers varianter i Sverige under en tioårsperiod.
- 62 Svenskt Vattenarkiv (1995)  
Sänkta och torrlagda sjöar.
- 63 Malin Kanth (1995)  
Hydrokemi i fältforskningsområden.
- 64 Mikael Sundby, Rikard Lidén, Nils Sjödin, Helmer Rodriguez, Enrique Aranibar (1995)  
Hydrometeorological Monitoring and Modelling for Water Resources Development and Hydropower Optimisation in Bolivia.
- 65 Maja Brandt, Kurt Ehlert (1996)  
Avrinningen från Sverige till omgivande hav.
- 66 Sten Lindell, Håkan Sanner, Irena Nikolushkina, Inita Stikute (1996)  
Application of the integrated hydrological modelling system IHMS-HBV to pilot basin in Latvia
- 67 Sten Lindell, Bengt Carlsson, Håkan Sanner, Alvina Reihan, Rimma Vedom (1996)  
Application of the integrated hydrological modelling system IHMS-HBV to pilot basin in Estonia
- 68 Sara Larsson, Rikard Lidén (1996)  
Stationstäthet och hydrologiska prognoser.

- 69 Maja Brandt (1996)  
Sedimenttransport i svenska vattendrag  
exempel från 1967-1994.
- 70 Svenskt Vattenarkiv (1996)  
Avrinningsområden i Sverige. Del 4.  
Vattendrag till Västerhavet.
- 71 Svenskt Vattenarkiv (1996)  
Svenskt sjöregister. 2 delar
- 72 Sten Lindell, Lars O Ericsson, Håkan  
Sanner, Karin Göransson (1997)  
Integrated Hydrological Monitoring and  
Forecasting System for the Vistula River  
Basin.
- 73 Maja Brandt, Gun Grahn (1998)  
Avdunstning och avrinningskoefficient i  
Sverige 1961-1990. Beräkningar med HBV-  
modellen.



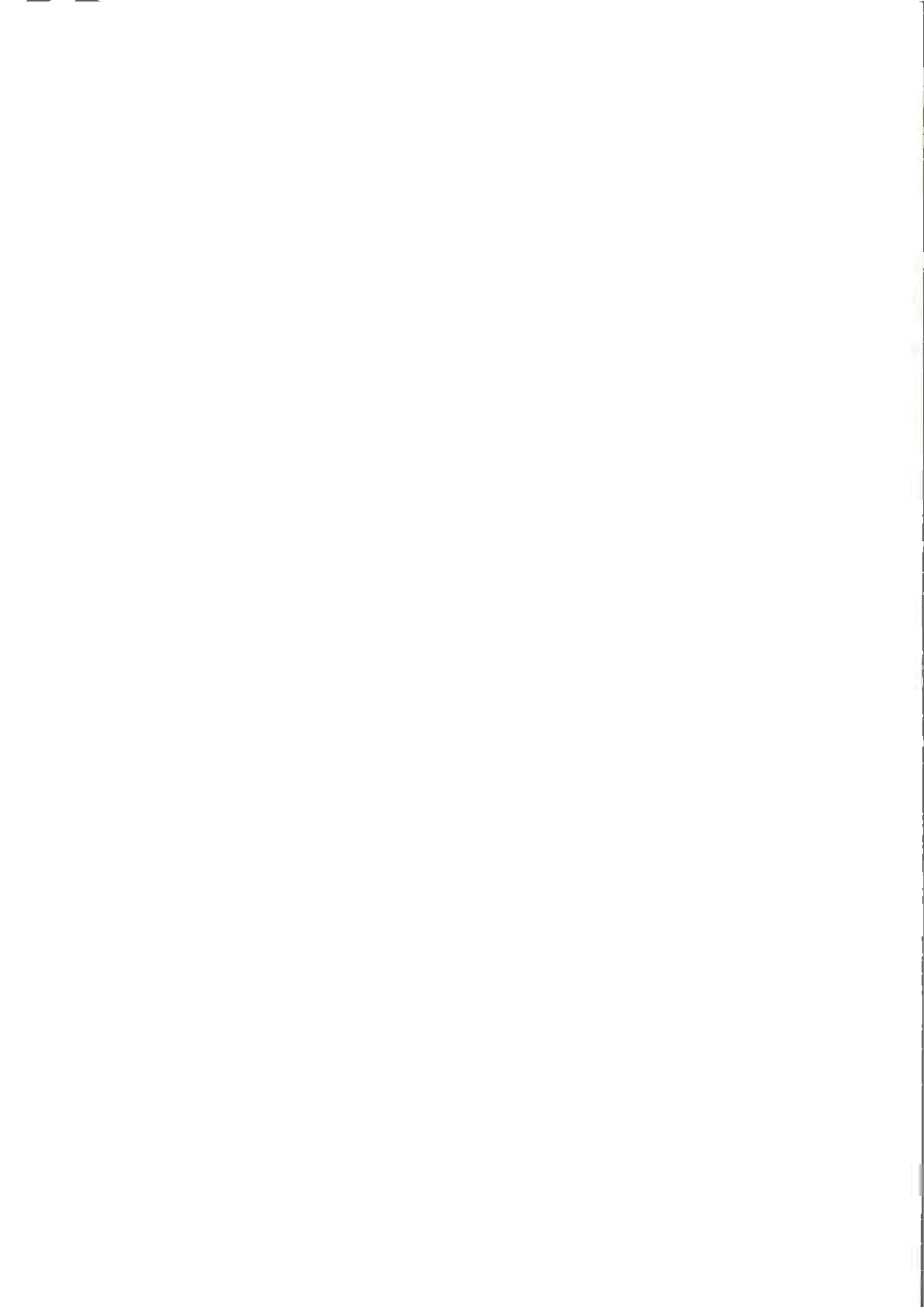
## SMHI's publications

SMHI publishes six report series. Three of these, the R-series, are intended for international readers and are in most cases written in English. For the others the Swedish language is used.

| <b>Names of the Series</b>               | <b>Published since</b> |
|--|------------------------|
| RMK (Report Meteorology och Climatology) | 1974                   |
| RH (Report Hydrology)                    | 1990                   |
| RO (Report Oceanography)                 | 1986                   |
| METEOROLOGI                              | 1985                   |
| HYDROLOGI                                | 1985                   |
| OCEANOGRAFI                              | 1985                   |

## Earlier issues published in serie RH

1. Sten Bergström, Per Sandén and Marie Gardelin (1990)  
Analysis of climate-induced hydrochemical variations in till aquifers.
2. Maja Brandt (1990)  
Human impacts and weather-dependent effects on water balance and water quality in some Swedish river basins.
3. Joakim Harlin (1992)  
Hydrological modelling of extreme floods in Sweden.
4. Sten Bergström (1992)  
The HBV model - its structure and applications.
5. Per Sandén and Per Warfvinge (1992)  
Modelling groundwater response to acidification.
6. Göran Lindström (1993)  
Floods in Sweden — Trends and occurrence.
7. Sten Bergström and Bengt Carlsson (1993)  
Hydrology of the Baltic Basin. Inflow of fresh water from rivers and land for the period 1950 - 1990.
8. Barbro Johansson (1993)  
Modelling the effects of wetland drainage on high flows.
9. Bengt Carlsson och Håkan Sanner (1994)  
Influence of river regulation on runoff to the Gulf of Bothnia. Gulf of Bothnia Year 1991.
10. Göran Lindström, Marie Gardelin and Magnus Persson (1994)  
Conceptual modelling of evapotranspiration for simulations of climate change effects.
11. Bengt Carlsson (1996)  
Modelling fresh water runoff to Baltic Sea.
12. Göran Lindström, Marie Gardelin, Barbro Johansson, Magnus Persson och Sten Bergström (1996)  
HBV-96 - En areellt fördelad modell för vattenkrafthydrologin.
13. Bertt Arheimer, Maja Brandt, Gun Grahn, Elisabet Roos och Allan Sjöö (1997)  
Modellerad kvävetransport, retention och källfördelning för södra Sverige.







Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut  
601 76 Norrköping  
Tel 011-495 80 00. Fax 011-495 80 01