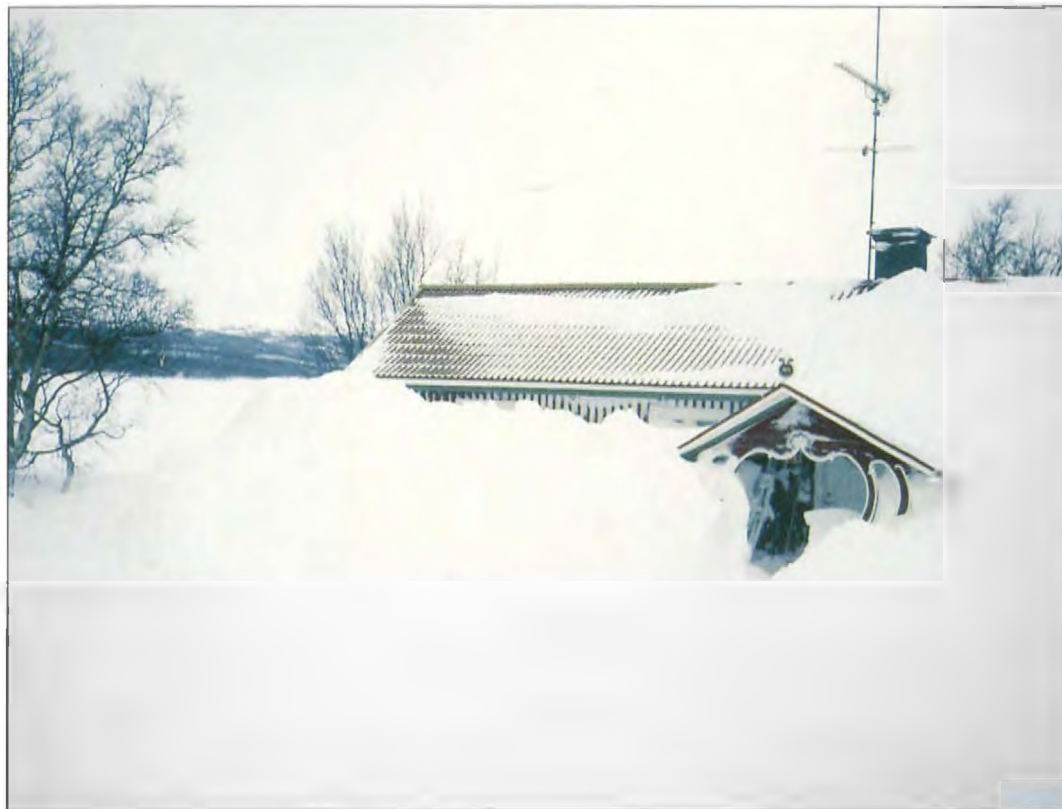




Snöns vatteninnehåll Modellberäkningar och statistik för Sverige

Maja Brandt och Anna Eklund

**Snöns vatteninnehåll
Modellberäkningar och statistik
för Sverige**

Maja Brandt och Anna Eklund

Innehåll

	Sid.
1. Sammanfattning	3
2. Inledning	3
3. Beräkningssätt	6
3.1 Synoptiska vattenbalansberäkningar	6
3.2 Sveriges vattenbalans 1961-1990	7
4. Verifiering av modellberäkningarna	7
4.1 Verifieringsresultat, synoptiska vattenbalansberäkningar	8
4.2 Verifieringsresultat, Sveriges vattenbalansberäkningar	10
5. Kartläggning av snöns vatteninnehåll i Sverige	10
6. Slutsatser	13
7. Referenser	16

Omslagsfoto: Fjällnäs, mars 1997. Maja Brandt

©SMHI 1999

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

Tryckeri: Sjöfartsverkets tryckeri 3574-99

ISSN 0283-7722

Snöns vatteninnehåll

Modellberäkningar och statistik för Sverige

1. Sammanfattning

Statistik över snötäckets utbredning och snödjup i Sverige finns sammanställt i flera rapporter (varav den senaste är i Sveriges Nationalatlas (SNA), Klimat, sjöar och vattendrag (1995)). Kartsammanställningar av snöns vatteninnehåll för hela Sverige finns däremot endast i form av snölastberäkningar (Eriksson och Taesler 1995) och de bygger på ett mindre och betydligt glesare underlagsmaterial än snödjupsmätningarna.

I denna studie har två olika modellberäkningar, som är Sverige-täckande, använts för att beräkna och göra statistik över snöns vatteninnehåll i Sverige. De två beräkningssystemen är dels den synoptiska vattenbalansen, där hydrologiska beräkningarna görs för synoptiska stationer utifrån nederbörds- och temperaturmätdata (använd period 1968-1997) och dels Sveriges vattenbalansberäkning för perioden 1961-1990. Båda beräkningssätten grundas på HBV-modellen, som beskriver hur nederbörden ackumuleras som snö vid minusgrader, smälter och rinner genom marken samt bildar avrinning. Den synoptiska vattenbalansberäkningen ger förhållandena vid ca 175 meteorologiska stationer i ett område på ca 400 km² runt respektive station. Sveriges vattenbalansberäkning ger ett medelvärde för rutor om 625 km² i enlighet med topografiska kartans indelning.

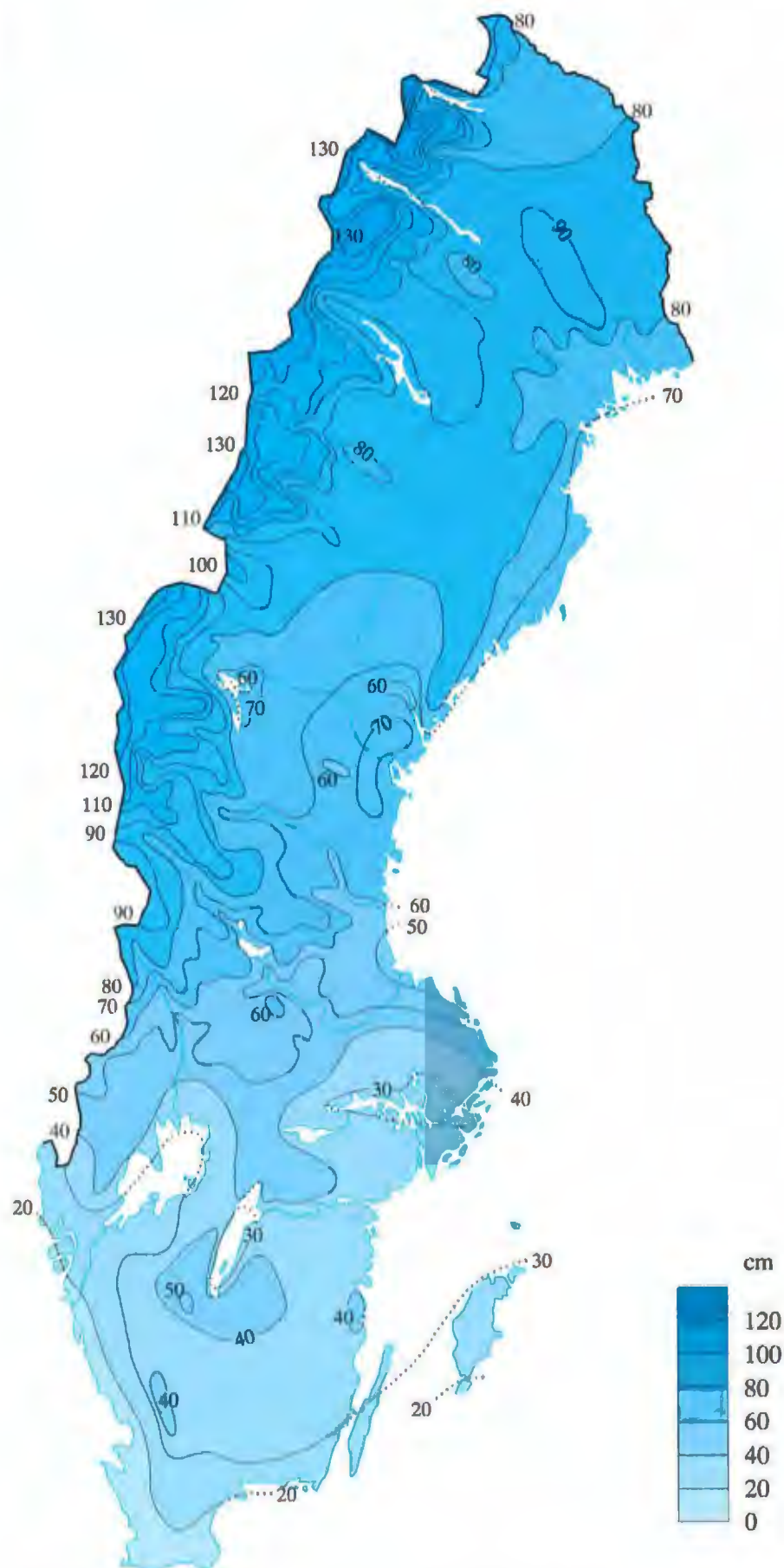
Snödjupsmätningar utförs i en punkt, medan modellberäkningarna redovisar förhållandena för större areor. Det är därför svårt att jämföra dem, men ett försök att verifiera modellberäkningarna mot snödjupsmätningar visar att överensstämmelsen för snölagd period var relativt god för beräkningen enligt den synoptiska vattenbalansmetoden, medan den verkar något osäkrare för Sveriges vattenbalans.

Kartläggningen enligt de synoptiska vattenbalansberäkningarna visar att medianvärdet för vatteninnehållet i snön ligger mellan 10 och 30 mm i södra Sverige, 50 och 150 mm i Norrlands inland och upp mot 400 mm i fjällen. Det maximala vatteninnehållet för en 30-årsperiod ligger mellan 50 och 200 mm i södra Sverige, 150 och 250 mm i Norrlands inland samt upp mot som mest 600 och 700 mm i fjällen. Vill man räkna om vatteninnehållet till snölast på marken gäller att 1 mm vatten på 1 m² yta motsvarar 1 l eller 1 kg vatten.

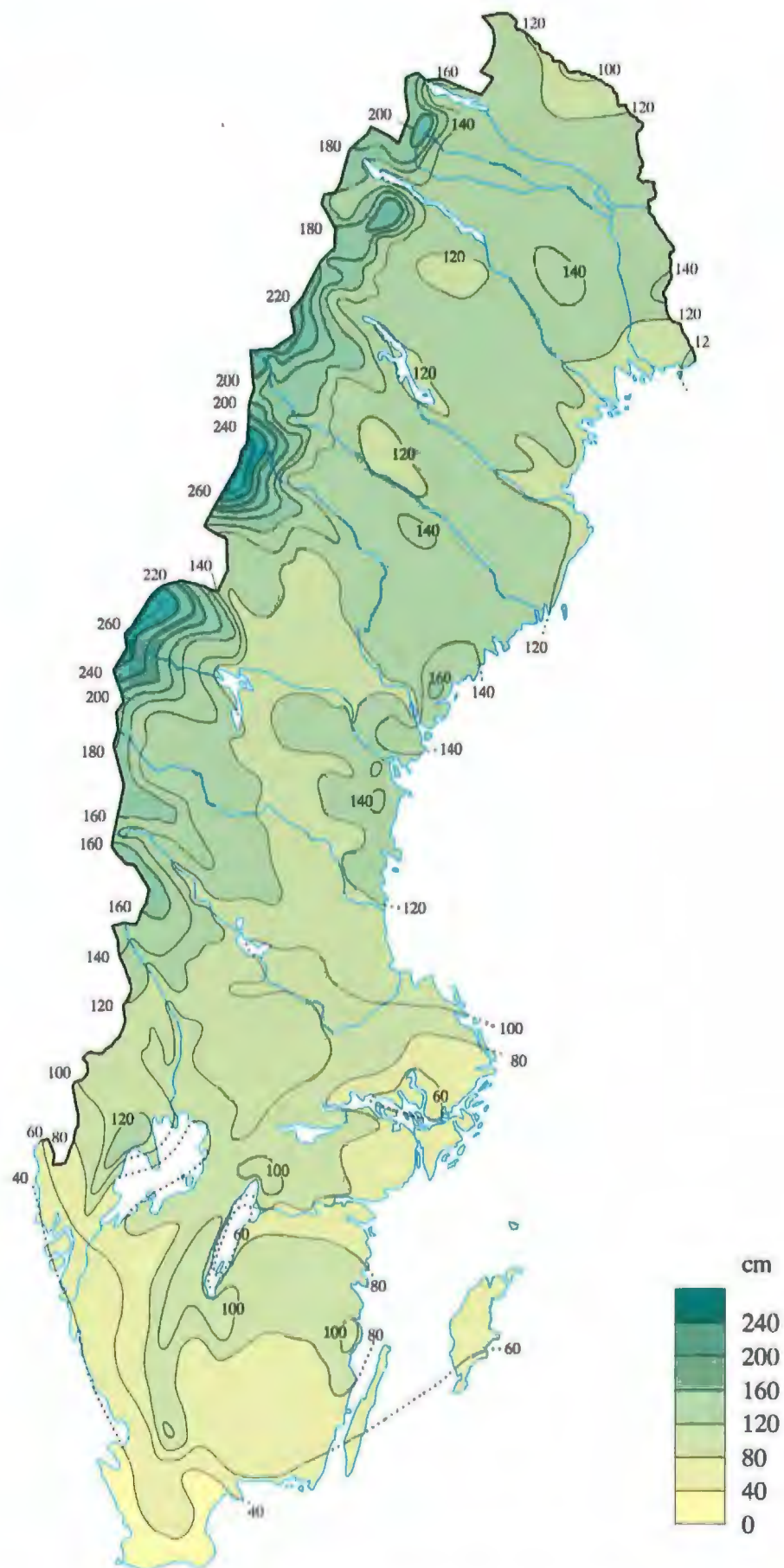
2. Inledning

Varje vinter faller snö över Sverige och bäddar in landet i ett täcke av snö. I södra Sverige omväxlar i regel köldperioder med snö med milda perioder när snön smälter, medan man i norr får ett mer sammanhängande snötäcke hela vintern. Snön påverkar samhället – ger trafikproblem, medför extra belastning på tak, ledningar och på träd, påverkar avrinningen i våra vattendrag under vinter och vår, vilket i sin tur kan orsaka översvämningar på våren. Snön ger samtidigt stora möjligheter till vinterfriluftsliv.

Statistik över snötäckets utbredning och snödjup i Sverige finns sammanställt i SNA, Klimat, sjöar och vattendrag (1995) för perioden 1961-1990 och i Pershagen (1969) för perioden 1931-1960. I figur 1 återfinns en karta ur SNA med största snödjup under vintern som medelvärde för perioden 1961-1990 och i figur 2 största uppmätta snödjup för samma period.



Figur 1. Största snödjup under vintern som medelvärde för åren 1961-1990 (SNA 1995).



Figur 2. Största uppmätta snödjup för åren 1961-1990 (SNA 1995).

Det finns dessutom sammanställningar för snödjupsförhållanden i Sverige för säsongerna 1950/51-1979/80 (Eriksson 1990) och maximisnödjup i Sverige 1905-1976 (Pershagen 1981). Bland tidigare arbeten kan nämnas Hambergs sammanställningar (1911) av data för perioden 1880-1894, Sandström och Ångström (1939) med bearbetningar för perioden 1909-1935, Elfman (1948, 1957) med bearbetningar av snömätningar 1920-1947 för Norrland och Dalarna respektive Värmland. Ager (1964) använde SMHs observationer för perioden 1931/32-1958/59 för kartläggning av Norrland, Dalarna och Värmland med en specialstudie av snödjup i skogsgläntor respektive vid SMHs mätplatser. Forsman (1963) utförde studier av snösmältning och avrinning under perioden 1957/58-1961/62 i ett antal försöksfält främst i Norrlands skogsland, varvid snödjup och snöns densitet uppmättes dagligen.

Det är dock inte enbart snödjupet som är intressant utan även snöns massa eller vatteninnehåll. Vid snösmältningens start har det t.ex. betydelse att känna till hur mycket smältvatten som kan väntas rinna till kraftverksmagasinen. Likaså behöver man känna till maximala snömängder för dimensionering av lustak mm. I sydligaste Sverige faller mindre än 15% av årsnederbörden som snö, medan det i våra fjälltrakter rör sig om 50% eller mer. Vid SMH utförs mätningar av snödjup på ca 400 platser runt om i landet, medan det endast görs få mätningar av snöns massa (snötaxering) till skillnad från t. ex. i Finland, som har ett omfattande nät av snötaxeringar (Kuusisto 1984). För att beräkna snöns vatteninnehåll från snödjupsmätningarna måste man känna eller anta snöns densitet. Snöns tyngd är inte helt proportionell mot snötäckets djup, eftersom tyngden beror på hur packad snön är. Torr nysnö har en densitet mellan 30 och 80 kg/m³, våt nysnö mellan 100 och 300 kg/m³, vindpackad torr gammal snö mellan 200 och 350 kg/m³ samt gammal våt snö mellan 350 och 600 kg/m³. Nord och Taesler (1973) har sammanställt data för 54 platser, där densitetsmätningar utförts för åren 1909/10-1917/18 samt använt dessa för kartframställan av den geografiska fördelningen. Nya beräkningar och analyser av snölastar har utförts som ett SMH-uppdrag för Boverket baserade på 84 års snödjupsdata (Eriksson och Taesler 1995).

I denna rapport har vi utnyttjat befintliga modellberäkningar för att ta fram statistik över snöns vatteninnehåll i Sverige. I HBV-modellen beskrivs de väsentligaste processerna i vattnets kretslopp från nederbörd till avrinning (Bergström 1992). Modellen drivs av dagliga observerade nederbörds- och lufttemperaturdata. Ett antal empiriska parametrar i modellen styr nederbörds- och snöfallskorrektion, snöackumulation och snösmältning mm.

De två modellberäkningssystem, som vi använt är dels resultat från de synoptiska vattenbalansberäkningarna som utförs dagligen, där vi använt statistik för åren 1968-1997, och dels Sveriges vattenbalansberäkningar för åren 1961-1990. Båda dessa system har beräkningar som täcker hela Sverige. Den synoptiska vattenbalansberäkningen bygger på realtidsrapporterande meteorologiska stationer, som är i drift, medan Sveriges vattenbalansberäkning grundas på viktning av nederbördsdata för närbelägna stationer till aktuell ruta utifrån de meteorologiska stationer, som var i drift hela perioden 1961-1990. Kalibreringen av de empiriska parametrarna i de två beräkningssätten skiljer sig något åt, men de bygger båda på generaliseringar. Båda systemen gör höjdkorrigeringar av nederbörden utifrån områdenas höjdförhållanden jämfört med de använda meteorologiska stationernas höjd över havet.

3. Beräkningssätt

3.1 Synoptiska vattenbalansberäkningar

De synoptiska vattenbalansberäkningarna utförs dagligen vid SMH och används för att förutsäga höga flöden i vattendrag samt för att planera regleringen av vattenkraftmagasin (Bergström och Sundqvist 1983). För beräkningarna används HBV-modellen. I den

synoptiska vattenbalansberäkningen görs inte beräkningarna för ett avrinningsområde utan istället för ett område på ca 400 km² runt en meteorologisk station (därav benämningen synoptisk). Generaliserade värden på de ingående parametrarna i HBV-modellen har använts och kalibreringen har gjorts för närliggande avrinningsområden. Modellberäkningar visar hur mycket av nederbörden som avrinner, hur mycket som avdunstar samt hur stort vattenmagasinet i snön och i marken är. Den viktigaste informationen man får från dessa beräkningar är avrinningens storlek, markfuktigheten och avdunstningen samt snöns vatteninnehåll. Samtliga beräknade data anges i enheten millimeter.

I denna analys har värden på snötäckets vatteninnehåll använts från ca 175 stationer för perioden 1968 till 1997 eller kortare om den meteorologiska stationen startat efter 1968. Från de dagliga värdena har ett veckomedelvärde beräknats för varje vecka under analysperioden. Sedan har max-, min-, medel- samt medianvärde beräknats för varje station (område) och vecka under året.

3.2 Sveriges vattenbalans 1961-1990

I projektet Sveriges vattenbalans har avrinningen i Sverige beräknats med hjälp av HBV-modellen för perioden 1961-1990 (Brandt m. fl. 1994). För arbetet med avrinningskartläggningen delades Sverige in enligt topografiska kartans indelning, så att varje beräkningsenhet i HBV-modellen utgjordes av 25*25 km². Sverige delades in i 15 regioner för vilka olika uppsättningar av modellparametrar kalibrerades fram mot avrinningsmätningar inom regionerna. Tidigare sammanställningar och generaliseringar av parametrar utnyttjades (Bergström 1990, Johansson 1992). Modellberäkningarna ger ett medelvärde på snömängden i varje område (625 km²) och inkluderar förhållandena i skog och i öppen mark på olika höjd. Fördelen med denna modellberäkning är att man kan få en yttäckande karta, som tar hänsyn till höjd- och markanvändningsförhållanden och som bygger på drygt 700 beräkningsrutor.

4. Verifiering av modellberäkningarna

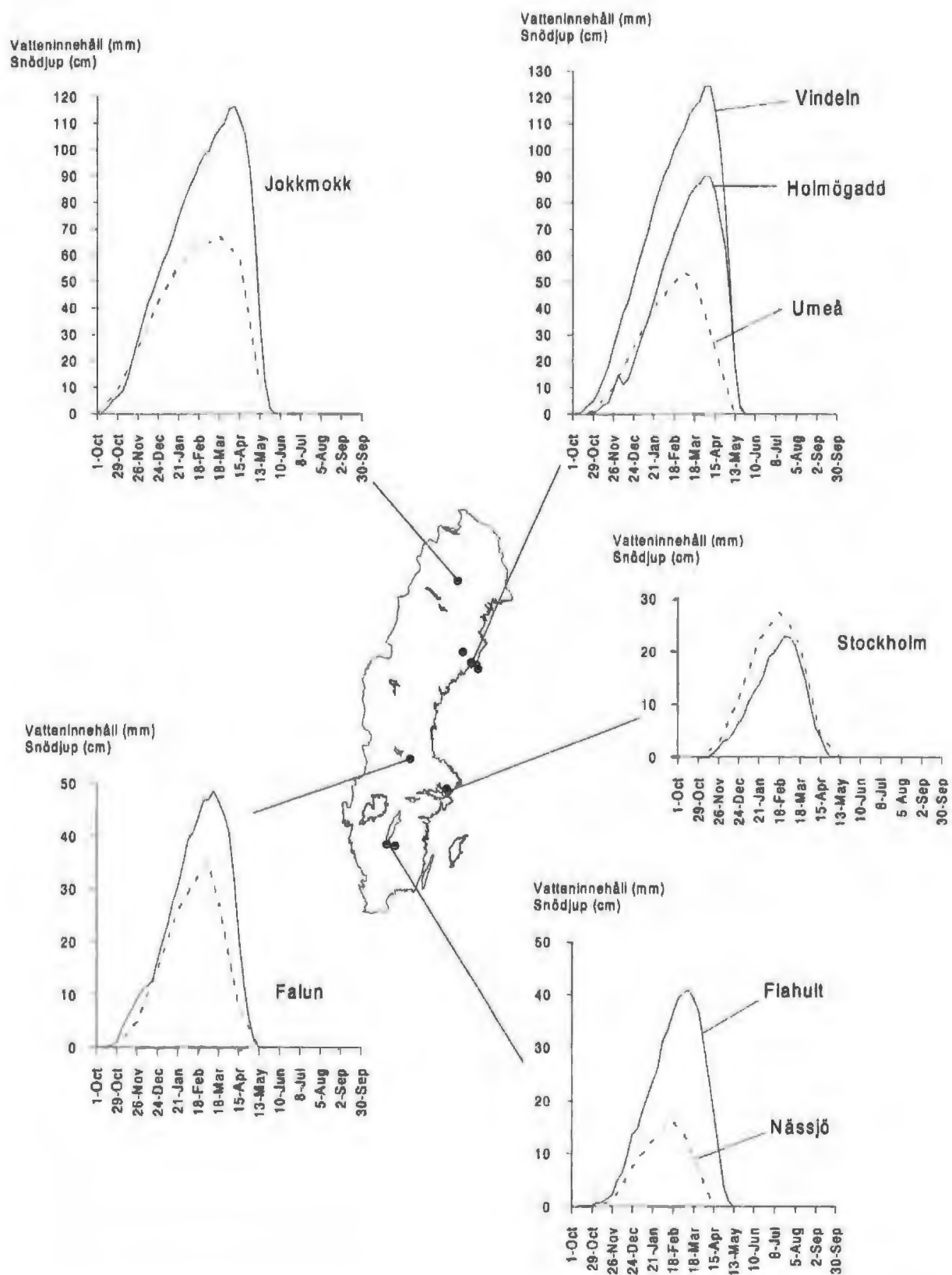
Det är alltid svårt att jämföra punktmätningar med areella beräkningar. Vad beträffar snödjup och vatteninnehåll har höjden över havet stor betydelse, dels för att andelen snönederbörd i allmänhet ökar med höjden (Brandt 1986) och dels för att temperaturen är lägre på högre höjd med tidigare ackumulation samt senare smältning som följd. Som exempel är medelsnödjupet vid Jönköpings flygplats (226 m ö h) 15-25 cm större än i Jönköpings stad (98 m ö h) (Eriksson 1990). Dessutom skiljer sig uppbyggnad och avsmältning av snötäcket mellan skog och öppen mark. Under ackumulationsperioden är snömängden något större på öppen mark än i skog (Seppänen 1961, Waldenström 1975). Skillnaderna i snömängder i skog respektive öppen mark blir större, när smältperioden sätter igång på allvar. Snösmältningen sker snabbare på öppna ytor (20-30% i mars i Finland enligt Mustonen 1965, referat av Kuusisto 1984), eftersom den öppna marken får mer direkt solstrålning och det turbulenta energitillskottet är större än i skogen. Enligt snömätningar i västra Jämtland under 30 år var snödjupet nästan 40 cm högre i skog än på öppen slät mark vid slutet av ackumulationsperioden i mars (Eriksson 1990).

Verifieringen av snöstatistiken beräknad utifrån synoptiska vattenbalansberäkningarna har trots detta gjorts mot närliggande snödjupsmätningar. De synoptiska modellberäkningarna görs som nämnts ovan för en omkringliggande yta av 400 km² med hänsyn tagen till markanvändning och topografi. Dessutom omfattar snödjupsanalys i SNA perioden 1961-1990, medan statistiken från de synoptiska beräkningarna bygger på perioden 1968-1997 eller kortare beroende på när den meteorologiska stationen startade.

När det gäller verifieringen av modellberäkningarna med Sveriges vattenbalans, som ger medelvatteninnehållet i snön för en area av 625 km² i drygt 700 rutor över Sverige, startade vi med att ta fram kartor över första och sista dag med snötäcke samt antal dygn med snötäcke från beräkningarna. Dessa jämfördes sedan med motsvarande analyser utifrån snödjupsmätningarna, som finns i SNA, Klimat, sjöar och vattendrag. Snödjupsmätningarna görs i regel på en gårdsplan. Vid den geografiska kartläggningen i SNA har dock viss hänsyn tagits till höjdförhållandena kring mätplatserna.

4.1 Verifieringsresultat, synoptiska vattenbalansberäkningarna

Verifieringen av de synoptiska vattenbalansberäkningarna av snöns vatteninnehåll gjordes mot snödjupsmätningar. I figur 3 redovisas dels vatteninnehållet som medelvärde för ett antal stationer med omgivning (1968-1997 eller kortare period) och dels uppmätt medelsnödjup i samma eller närbelägen klimatstation (1961-1990). Snödjupsmätningarna i Umeå (10 m ö h) jämfördes både mot snöns medelvatteninnehåll kring Holmögadd (6 m ö h) och mot Vindeln (177 m ö h). Snödjupsmätningarna vid Nässjö (305 m ö h), vars mätplats är belägen drygt 3 mil från Flahult (225 m ö h), har kortare snölagd period än vid Flahult enligt synoptiska vattenbalansen. I örigt är överensstämmelsen mellan snölagd period god. Utifrån snödjupsmätningar och snöns vatteninnehåll kan densiteten beräknas. Densiteten vid maximalt snödjup respektive vid maximalt vatteninnehåll uppgår till 230-360 kg/m³ för Nässjö, 80-92 kg/m³ för Stockholm (vilket är mycket lågt för att vara vid maximala tidpunkten), 135-160 kg/m³ för Falun, 140-210 kg/m³ för Umeå (jämfört med Holmögadd) och 160-195 kg/m³ för Jokkmokk. Det kan noteras att det maximala snödjupet inträffar tidigare än det maximala vatteninnehållet i snön. Verifieringsresultaten bedömdes vara så bra att vi vågade fortsätta analysen och kartläggningen av snöns vatteninnehåll i Sverige.



Figur 3. Snöns beräknade vatteninnehåll (heldragen linje) samt uppmätta snödjup (streckad linje) eller närliggande station. Vatteninnehållet är ett medelvärde för åren 1968-1997 eller i några fall kortare period. Snödjupet är ett medelvärde för åren 1961-1990.

4.2 Verifieringsresultat, Sveriges vattenbalansberäkningar

Första datum med snötäcke

Överensstämmelsen var i regel dålig mellan första datum med snötäcke i snödjupsanalysen i SNAs karta och modellberäkningarna. Överlag var marken snötäckt tidigare enligt HIBV-beräkningarna i Sveriges vattenbalans än vad mätningarna visade. Skillnaden var upp mot 27 dygn vid enstaka platser, men mer normalt rörde det sig om 5-15 dygn tidigare i hela Sverige. Avvikelseerna kan bero på flera orsaker, varav de viktigaste är att modellparametern TT, som styr om nederbörden faller som snö eller regn i modellen, är satt till 0^o C i hela Sverige i detta projekt, och att mätningarna ger snötäcke på en öppen gårdsplan, medan modellen ger om det finns snötäcke på någon plats i rutan (625 km²). Det senare har störst betydelse i områden med stora höjdskillnader. Även ett snötäcke som endast ligger knappt ett dygn registreras vid vår modellanalys som första dag med snö. För den årsvisa medelavrinningen i vattenbalansberäkningen har modellparameter TT liten betydelse, men för att beräkna snötäckets start är den betydelsefull. TT ligger normalt omkring noll med en variationsbredd på $\pm 1^{\circ}\text{C}$ (Bergström 1990).

Sista datum med snötäcke

Avvikelseerna mellan snödjupsmätningarna och modellberäkningarna var mindre för sista datum med snötäcke. I stora delar av landet avvek sista datum med $< \pm 6$ dygn. I fjälltrakterna samt i Norrland var dock avvikelseerna större och uppgick som mest till 30 dygn längre snötäckt mark i modellen jämfört med punktmätningarna. Snösmältning sker tidigare på öppen mark (t. ex. gårdsplan) än i skog och på lägre belägna ytor. Det är därför inte underligt att det uppstår avvikelser i sista datum för snötäcke mellan modellberäkningen för en yta jämfört med snömätningar i en punkt. Speciellt påtagligt blir det i fjällen, där klimatstationerna ligger i dalgångarna.

Antal dygn med snötäcke

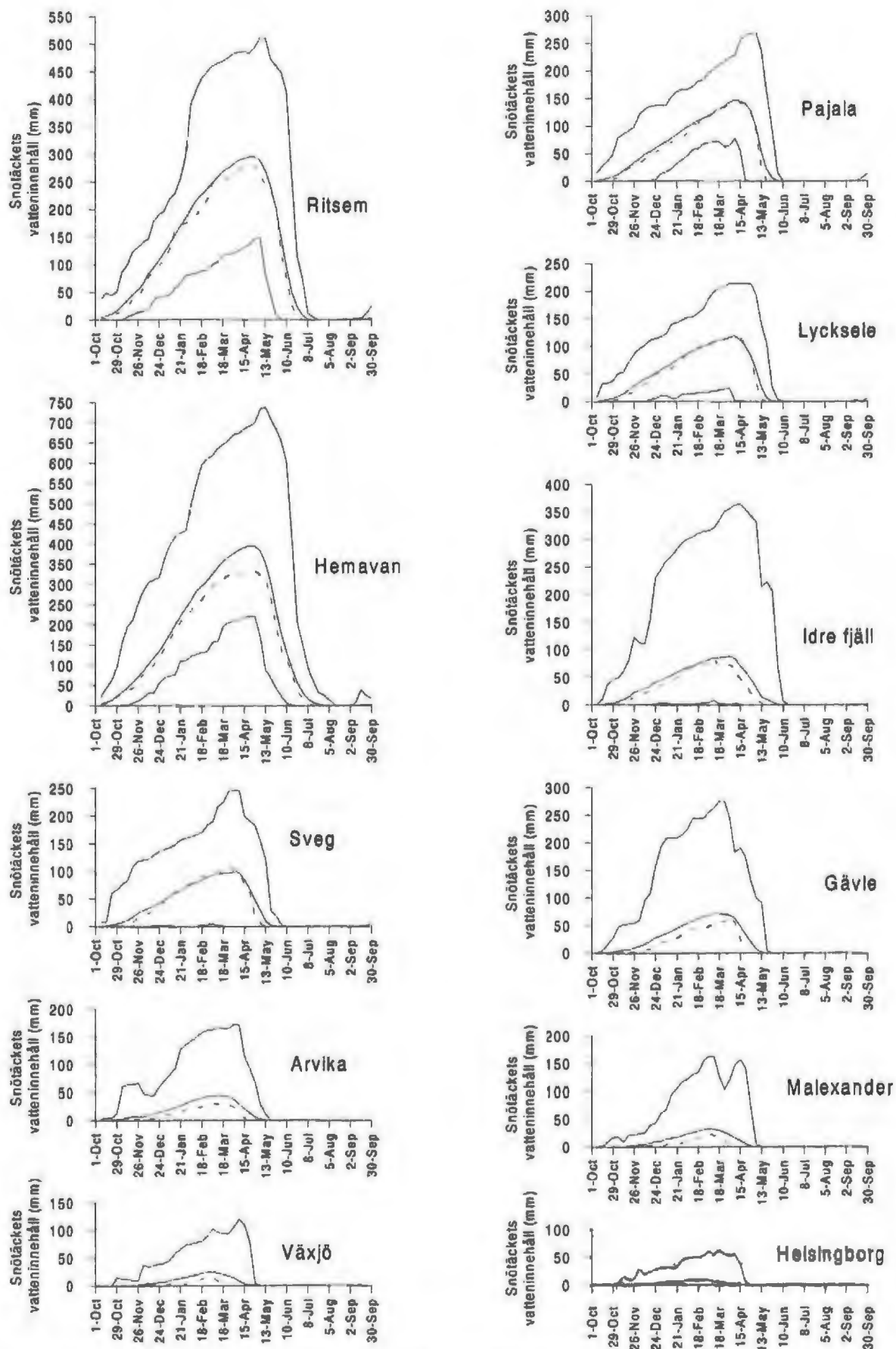
Antalet dygn med snötäcke i södra och mellersta Sverige är i genomsnitt 10-13 dygn längre enligt Sveriges vattenbalansberäkningarna än snödjupsmätningarna. I norr ökar denna siffra till 10-15 dygn, men där finns det speciellt i fjällen stora avvikelser.

Slutsats

Det visar sig som vanligt svårt att jämföra punktmätningar med beräkningar för ytor. Det skall dessutom påpekas att avvikelseerna mellan snödjupsmätningar i två relativt närbelägna mätplatser kan vara stora, vilket en analys av mätunderlaget till kartorna i SNA visar. Verifieringsanalysen visar dock att snömodellberäkningarna i projektet Sveriges vattenbalans förefaller ge för tidig första snöläggning för hela Sverige, vilket kan bero på att parametern TT generellt sattes till 0^o C. Vår bedömning av verifieringen är att snöstatistik utifrån Sveriges vattenbalansberäkningar är osäkrare än snöstatistiken från beräkningar med synoptiska vattenbalanssystemet. Vi avbröt därför arbetet med att ta fram kartor över maximala snödjup och koncentrerade arbetet på analys av snöns vatteninnehållsberäkning med synoptiska vattenbalansen.

5. Kartläggning av snöns vatteninnehåll i Sverige

I figur 4 har snötäckets modellberäknade vatteninnehåll plottats som max-, medel-, median- samt min-värden för några platser. Figur 5 visar områdenas läge i Sverige. Kurvorna visar inga enskilda år utan det är en statistisk analys för 30 år (1968-1997 eller kortare för de platser där stationer upprättats under perioden).



Figur 4. Max, medel, min (heldragna) samt median (streckad) av snöns vatteninnehåll vid 11 stationer runt om i landet. Var stationerna ligger visas i figur 5.



Figur 5. Stationsläge för figur 4.

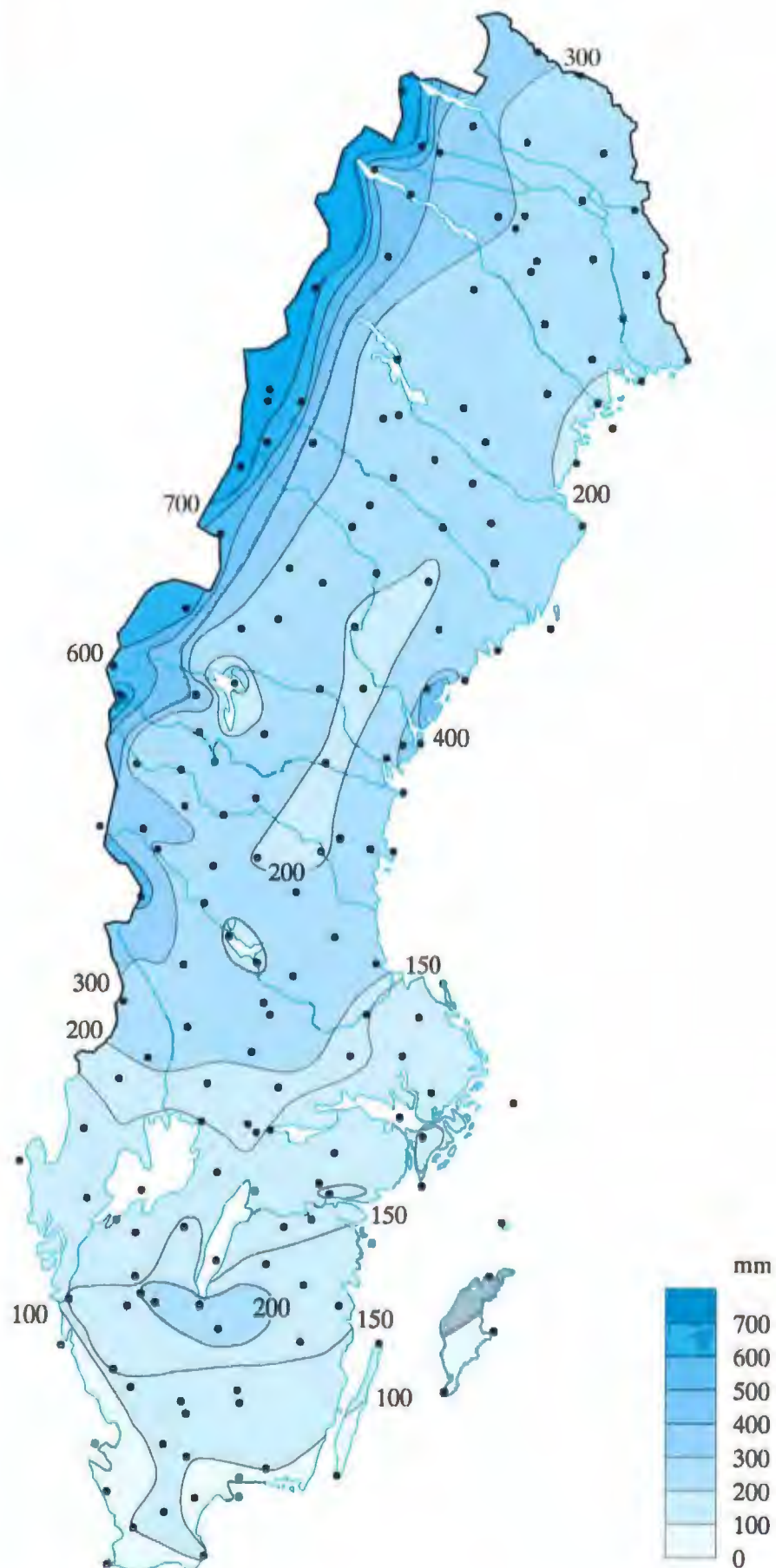
I norra delen av Sverige överensstämmer i stort sett medelvärdet med medianvärdet, eftersom alla år har snötäcke, medan avvikelsen mellan dem är större i södra Sverige, där det förekommer år med långa perioder utan något snötäcke alls. Observera att kurvorna bygger på statistik på veckonivå och inte är kurvor för enskilda år.

På kartorna i figurerna 6-7 redovisas vatteninnehållet i snön, när det är som mest under vintern oberoende av tidpunkt, i form av maxvärde (under 30 år eller kortare) och medianvärden.

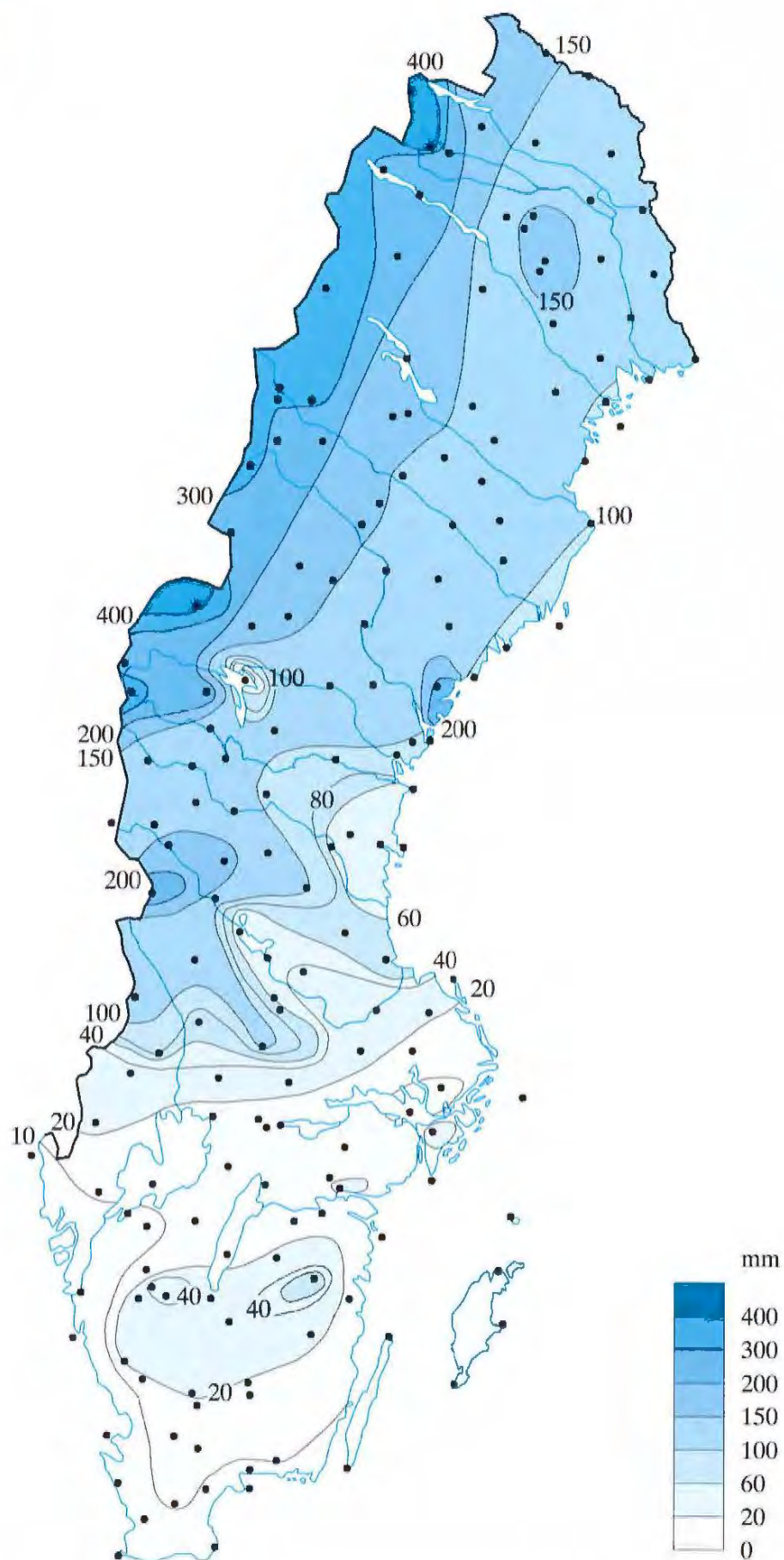
6. Slutsatser

Statistik över snöns vatteninnehåll hämtad från de synoptiska vattenbalansberäkningarna, som utförs varje dag, visar att medianvärdet för vatteninnehållet i snön uppgår till mellan 10 och 30 mm i södra Sverige, 50 och 150 mm i Norrlands inland och upp mot 400 mm i fjällen, när snömagasinet är som störst. Det maximala vatteninnehållet (för ca 30 år) ligger mellan 50 och 200 mm i södra Sverige, 150 och 250 mm i Norrlands inland samt upp mot som mest 600 till 700 mm i fjällen. För snölastberäkning på mark kan man använda följande samband: 1 mm vatten på en yta av 1 m² motsvarar 1 l eller 1 kg vatten.

I södra Sverige inträffar maximum i regel i vecka 9 (slutet av februari och första dagarna i mars), i södra Norrlands in- och kustland förskjuts maximum till ca vecka 12-13 (senare delen av mars) och i norra Norrland vecka 16-18 (slutet av april och början av maj). I Jämtlandsfjällen inträffar vatteninnehållets maximum under vecka 15-17 (mitten till slutet av april) och i Norrbottensfjällen vecka 17-19 (i början av maj) utom i de mest extrema och högst belägna delarna.



Figur 6. Maximalt vatteninnehåll i snön beräknat för åren 1968 –1997, när snömagasinet är som störst.



Figur 7. Medianvärde för vatteninnehållet i snön beräknat för åren 1968 –1997, när snömagasinet är som störst.

7. Referenser

- Ager, B. (1964) Studier av klimatet i Norrland, Dalarna och Värmland. Studia Forestalia Suecia nr 19, Stockholm.
- Bergström, S. (1992) The HBV-model – its structure and applications. SMHI RH No.4, Norrköping.
- Bergström, S. (1990) Parametervärden för HBV-modellen i Sverige. SMHI Hydrologi nr 28, Norrköping.
- Bergström, S. och Sundqvist, B. (1983) Synoptic water balance mapping in Sweden. IAHS Publ. No 148.
- Brandt, M. (1986) Areella snöstudier. SMHI Hydrologi nr 7, Norrköping.
- Brandt, M., Jutman, T. och Alexandersson, H. (1994) Sveriges Vattenbalans. Årsmedelvärden 1961-1990 av nederbörd, avdunstning och avrinning. SMHI Hydrologi nr 49, Norrköping.
- Elfman, N.O. (1948) Några skogsarbetstekniskt betydelsefulla drag hos vinterklimatet i Norrland och Dalarna. Norrlands Skogsvårdsförbunds Tidskrift 1948:II, Stockholm.
- Elfman, N.O. (1957) Värmlands vinterklimat. Svenska Skogsvårdsföreningens Tidskrift 1957:4.
- Eriksson, B. (1990) Snödjupförhållanden i Sverige. Säsongerna 1950/51-1979/80. SMHI RMK nr 59.
- Eriksson, E.-M. och Taesler, R. (1995) Beräkning och kartering av snölastens grundvärde på mark. SMHI (uppdrag)
- Forsman, A. (1963) Snösmältning och avrinning. Studier utförda på försöksfält i Norrlands skogsområde med särskild hänsyn till väderlekens inverkan. SMHI Notiser och Preliminära rapporter, serie hydrologi nr 2.
- Hamberg, H.E. (1911) Nederbörden i Sverige 1860-1910. Bidrag till meteorologiska iakttagelser i Sverige. Vol.52 1910, Uppsala.
- Johansson, B. (1992) Vattenföringsberäkningar i recipientkontrollpunkter – en utvärdering av PULS-modellen. Vatten 48, 11-116.
- Kuusisto, E. (1984) Snow accumulation and snowmelt in Finland. Publ. of the Water Research Institute, Helsinki.
- Nord, M. och Taesler, R. (1973) Snötäckets densitet och massa i Sverige. Bygghälsan rapport R21:1973.
- Pershagen, H. (1981) Maxisnödjup i Sverige 1905-76. SMHI RMK nr 29.
- Pershagen, H. (1969) Snötäcket i Sverige 1931-1990. SMHI Medd. Serie A, nr 5.
- Sandström, J.W. och Ångström, A. (1939) The snow cover in Sweden. SMHI, Commission des neiges, Question 3, Rapport Stockholm.
- Seppänen, (1961) On the accumulation and the decreasing of snow in pine dominated forest in Finland. Fennia 86, No. 1, Helsinki.
- SNA, Sveriges Nationalatlas, band Klimat, sjöar och vattendrag (1995)
- Waldenström, A. (1975) Hydrologiska undersökningar i Kassjöåns representativa område. SMHI HB-rapport nr 8, Stockholm.

SMHIs rapporter

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.

Seriernas namn

Publiceras sedan

RMK (Rapport Meteorologi och Klimatologi)	1974
RH (Rapport Hydrologi)	1990
RO (Rapport Oceanografi)	1986
METEOROLOGI	1985
HYDROLOGI	1985
OCEANOGRAFI	1985

SMHI Reports Hydrology (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 æ 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 and 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. Vacant
12. Göran Lindström, Marie Gardelin, Barbro Johansson, Magnus Persson och Sten Bergström (1996)
HBV-96 - En areellt fördelad modell för vattenkrafthydrologin.
13. Berit Arheimer, Maja Brandt, Gun Grahn, Elisabet Roos och Allan Sjöö (1997)
Modellerad kvävetransport, retention och källfördelning för södra Sverige.
14. Bengt Carlsson, Sten Bergström (1998)
The TBLFLOOD project. Rainfall -Runoff Modelling and forecasting.

SMHI Hydrologi (H)

- 1 Bengt Carlsson (1985)
Hydrokemiska data från de svenska
fältforskningsområdena.
- 2 Martin Häggström och Magnus Persson
(1986)
Utvärdering av 1985 års vårflödes-
prognoser.
- 3 Sten Bergström, Ulf Ehlin, SMHI, och Per-
Eric Ohlsson, VASO (1986)
Riktlinjer och praxis vid dimensionering av
utskov och dammar i USA. Rapport från en
studieresa i oktober 1985.
- 4 Barbro Johansson, Erland Bergstrand och
Torbjörn Jutman (1986)
Skåneprojektet - Hydrologisk och
oceanografisk information för
vattenplanering - Ett pilotprojekt.
- 5 Martin Häggström (1986)
Översiktlig sammanställning av den
geografiska fördelningen av skador främst
på dammar i samband med septemberflödet
1985.
- 6 Barbro Johansson (1986)
Vattenföringsberäkningar i Södermanlands
län - ett försöksprojekt.
- 7 Maja Brandt (1986)
Areella snöstudier.
- 8 Bengt Carlsson, Sten Bergström, Maja
Brandt och Göran Lindström (1987)
PULS-modellen: Struktur och tillämp-
ningar.
- 9 Lennart Funkquist (1987)
Numerisk beräkning av vågor i kraftverks-
dammar.
- 10 Barbro Johansson, Magnus Persson,
Enrique Aranibar and Robert Llobet
(1987)
Application of the HBV model to Bolivian
basins.
- 11 Cecilia Ambjörn, Enrique Aranibar and
Roberto Llobet (1987)
Monthly streamflow simulation in
Bolivian basins with a stochastic model.
- 12 Kurt Ehlert, Torbjörn Lindkvist och Todor
Milanov (1987)
De svenska huvudvattendragens namn och
mynningspunkter.
- 13 Göran Lindström (1987)
Analys av avrinningsserier för uppskattning
av effektivt regn.
- 14 Maja Brandt, Sten Bergström, Marie
Gardelin och Göran Lindström (1987)
Modellberäkning av extrem effektiv
nederbörd.
- 15 Håkan Danielsson och Torbjörn Lindkvist
(1987)
Sjökarte- och sjöuppgifter. Register 1987.
- 16 Martin Häggström och Magnus Persson
(1987)
Utvärdering av 1986 års vårflödes-
prognoser.
- 17 Bertil Eriksson, Barbro Johansson,
Katarina Losjö och Haldor 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 vårflödes-
prognoser.
- 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)
Hydrologiska stationsnät 1989. 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 for flood forecasting in six Central American 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 Förbjörn 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 vårflöden 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 1992/Hydrological network. Svenskt Vattenarkiv.
- 37 Maja Brandt (1992)
Skogens inverkan på vattenbalansen.
- 38 Joakim Harlin, Göran Lindström, Mikael Sundby (SMHI) och Claes-Olof Brandsten (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 Sahlberg (1993)
Analys av snösmältningsförlopp.
- 45 Magnus Persson (1993)
Utnyttjande av temperaturens 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 Umeälven orsakade av minimitappning.
- 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.
Översvämningsskänliga områden i Sverige.
- 52 Åsa Evremar (1994)
Avdunstningens höjdberoende i svenska fjällområden bestämd ur vattenbalans och med modellering.
- 53 Magnus Edström och Pia Rystam (1994)
FTO - 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.
- 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 Løsjø, Nils Sjödin, Remigio Chikwanha and Joseph Merka (1995)
Assessment of surface water resources in the Manyame catchment - Zimbabwe.
- 61 Behzad Kouchehi (1995)
Älvtemperaturers variationer 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 HIMS-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 HIMS-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 SMH Malgorzata Mierkiewicz, Andrzej Kadlubowski, IMGW (1997)
Integrated Hydrological Monitoring and Forecasting System for the Vistula River Basin. Final report.
- 73 Maja Brandt, Gun Grahn (1998)
Avdunstning och avrinningskoefficient i Sverige 1961-1990. Beräkningar med HBV-modellen.

- 74 Anna Eklund (1998)
Vattentemperaturer i sjöar, sommar och vinter - resultat från SMHI:s mätningar.
- 75 Barbro Johansson, Magnus Edström, Katarina Losjö och Sten Bergström (1998)
Analys och beräkning av snösmältningsförlopp.
- 76 Anna Eklund (1998)
Istjocklek på sjöar.
- 77 Björn Bringfelt (1998)
An evapotranspiration model using SYNOP weather observations in the Penman-Monteith equation
- 78 Svenskt Vattenarkiv (1998)
Avrinningsområden i Sverige. Del 2. Vattendrag till Bottenviken.

SMHIs 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.

Names of the Series	Published since
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 and 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. Vacant
12. Göran Lindström, Marie Gardelin, Barbro Johansson, Magnus Persson och Sten Bergström (1996)
HBV-96 - En areellt fördelad modell för vattenkrafthydrologin.
13. Berit Arheimer, Maja Brandt, Gun Grahm, Elisabet Roos och Allan Sjöö (1997)
Modellerad kvävetransport, retention och källfördelning för södra Sverige.
14. Bengt Carlsson, Sten Bergström (1998)
The TELFLOOD project. Rainfall - Runoff Modelling and forecasting.



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