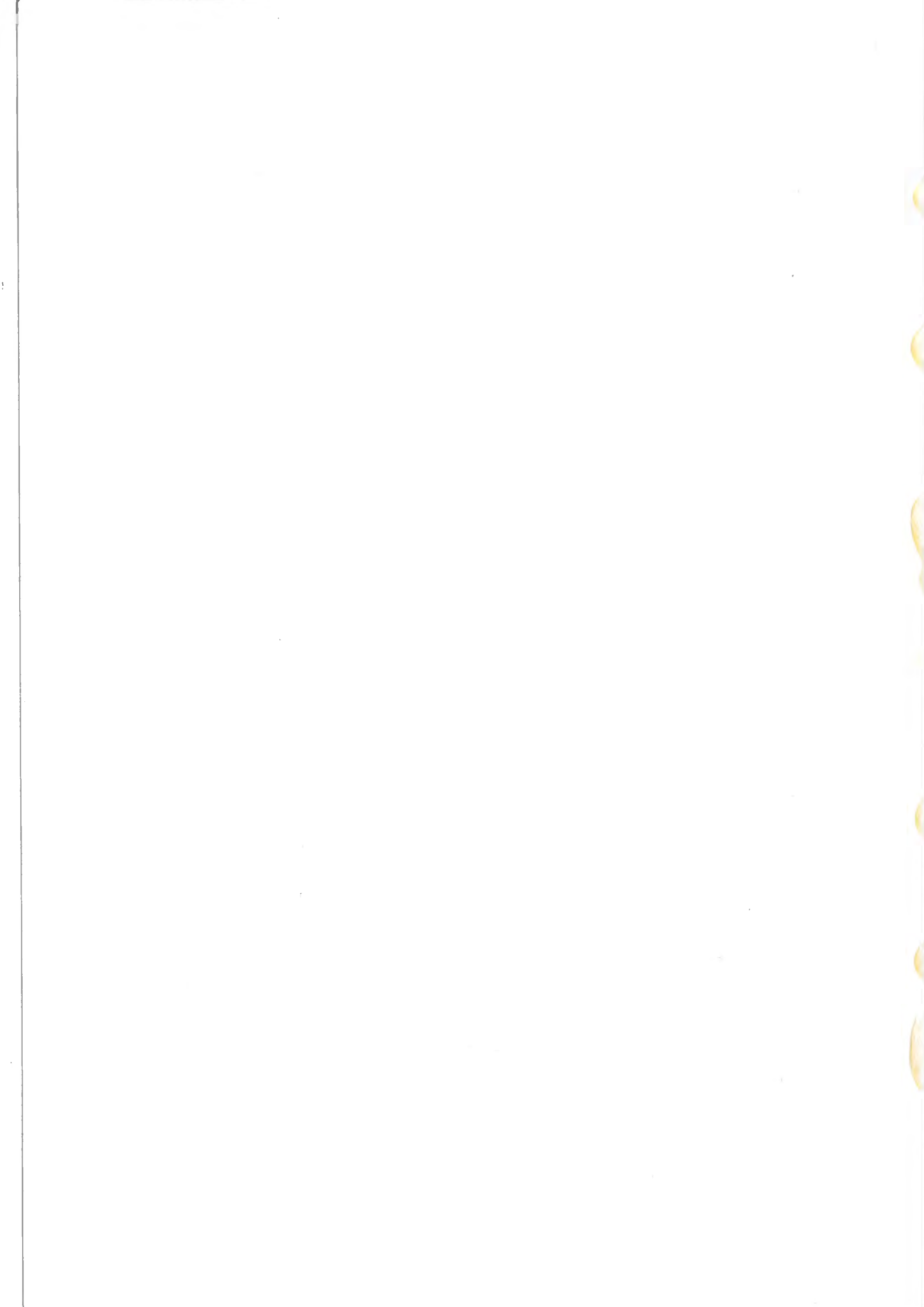


REALTIDSBESTÄMNING AV AREALNEDERBÖRD

Sten Lindell



**REALTIDSBESTÄMNING AV
AREALNEDERBÖRD**

Sten Lindell

Innehållsförteckning

| | Sida |
|---------------------|-------------|
| Inledning | 1 |
| LAM-modellen | 1 |
| Metod | 2 |
| Kalibrering | 5 |
| Resultat | 7 |
| Slutsatser | 13 |
| Referenser | 14 |

Inledning

Några vintrar under 80-talet gav HBV-modellen ett dåligt prognosresultat för vissa tillrinningsområden i norra Norrlands fjälltrakter. Samtidigt blev resultat av vårflödesvolymprognoserna för motsvarande områden bättre då arealnederbördsmetoden för prognosering av tillrinningsvolymerna utnyttjades. För att utröna om det är möjligt att kombinera arealnederbördsmetodens nederbördsviktning med HBV-modellens tillrinningsberäkning finansierade arbetsgruppen för hydrologiskt utvecklingsarbete (HUVA) inom Vattenregleringsföretagens Samarbetsorgan (VASO) en studie budgetåret 1991-92 som avrapporterades i Mv PM Nr 3 (Lindell, 1992). I det arbetet användes ett PC-program för tredimensionell interpolering, SURFER, för beräkning av den areella nederbörden. Arbetet med att läsa in nederbördsdata till det systemet var mycket omfattande och tog mesta tiden av projektet i anspråk. Därför kunde endast ett prognosområde studeras med nederbördsdata under 15 månader.

Denna rapport redovisar en utveckling av SURFER-projektet från 1991-92. PC-programmet SURFER har ersatts med en av SMHI utvecklad modell för operationella korta väderprognoser, LAM-modellen (Ullerstig och Undén, 1981), (Undén, 1982) samt (Andersson et al., 1986).

Prognosområdena Suorva, Parki och Tjaktjajaure i övre Luleälvens avrinningsområde har fått utgöra testområden. Dessa har kalibrerats med 6 års nederbördsdata från 25 nederbördsstationer viktade i ett gridnät enligt LAM-modellen. Ytterligare fyra års data har utnyttjats för en oberoende framkörning av de tre modellområdena. Som jämförelse har kalibrering och framkörning gjorts motsvarande perioder med de standard HBV-modeller som används vid rutinprognoser för tillrinningsberäkning med respektive områdes ordinär viktade nederbördsstationer.

LAM-modellen

LAM (Limited Area Model), är en version av ECMWF's (European Center for Medium Range Weather Forecast) globala gridpunktsmodell. På SMHI har LAM-modellen konverterats och modifierats för att användas operationellt för korta prognoser upp till 36 timmar. SMHI började använda LAM-modellen för rutinmässiga väderprognoser under 80-talets inledning.

LAM innebär inte enbart en uppsättning av olika prognosvariabler för att göra en väderprognos, utan omfattar också numerisk analys och initialisering av de fält som behövs för prognosmodellen. De analyserade fälten bör då ansluta sig så väl som möjligt till de tillgängliga observationerna. Analysen görs i fixa gridpunkter och observationerna

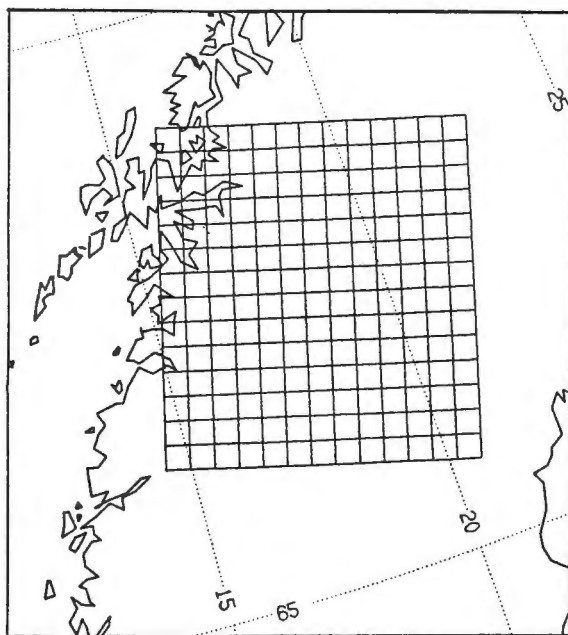
interpoleras till gridpunkten. Storleken på gridnätet kan i modellen väljas inom intervallet 20 - 200 km². Som indata till den numeriska analysen och initialiseringen används normalt endast de synoptiska observationerna, men även radiosonddata, satellitmätningar, flygplansobservationer mm kan utnyttjas.

LAM-modellen användes rutinmässigt för dagliga prognoser fram till nyligen. Idag utnyttjas en ur LAM utvecklad modellversion, HIRLAM (High Resolution Limited Area Model), för beräkningar av prognoser enligt denna metod.

Metod

Vid beräkningen av den areella nederbörden för de ändamål denna undersökning omfattar har modifiering av några av de rutiner som ingår i LAM-modellen gjorts. Modifieringen omfattar de delar av modellen som behandlar den numeriska analysen och initialiseringen av data inför prognosberäkningen. Därvid har endast de delar som berör nederbördsfältet beaktats.

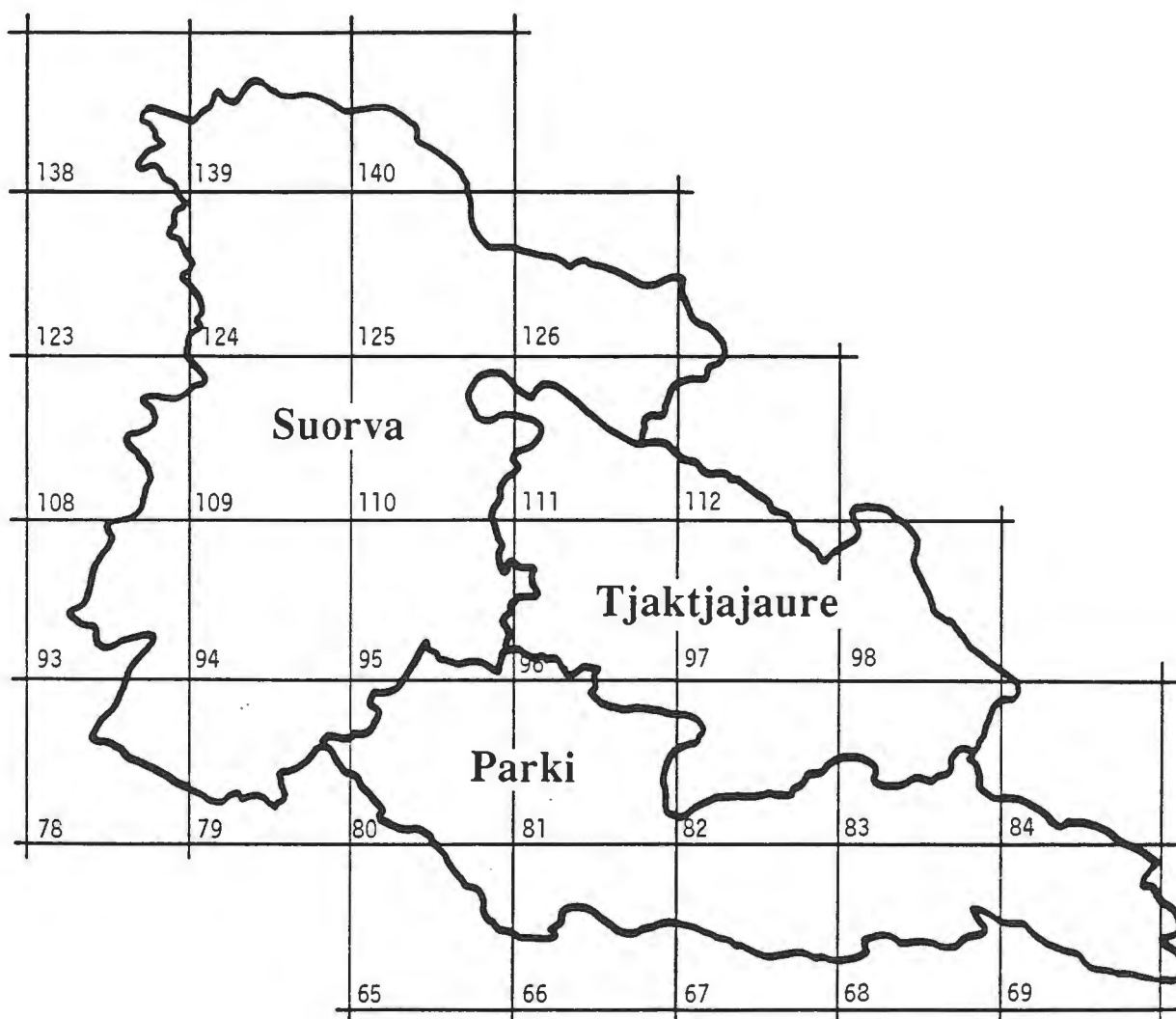
Modifieringen har bland annat inneburit förändringar i inläsnings- och utskriftsrutinerna. Inläsningen har anpassats så att nederbördsdata från klimatstationer kan ingå i beräkningarna och utskriftsrutinerna har kompletterats med en viktning av de resulterande nederbördsvärdena i respektive beräkningsområde. Vidare har det i modellen ingående gridnätet, det sk Meso- β -fältet, som i ursprungsversionen täcker hela den Skandinaviska halvön, reducerats till ett område omfattande övre Norrlands skogs- och fjälltrakter samt angränsande delar av Norges kust- och fjällområden, figur 1. Varje ruta är i detta gridnät 20*20 km² och antalet rutor i det aktuella gridnätet är totalt 240 stycken.



Figur 1. Meso- β -gridnätet över undersökningsområdet.

Vid interpolationen till gridpunkten utnyttjas de tillgängliga nederbördsvärdena för den aktuella dagen. De ingående nederbördsstationerna ges vid denna interpolation en fast viktning som ändras först om någon station i det ursprungliga nätet faller bort eller om någon ny tillkommer.

Varje ruta i gridnätet innehåller således efter LAM-körningen ett nederbördsvärde representativt för hela rutan om $20 \times 20 \text{ km}^2$. För att få ett representativt värde för vart och ett av de tre kalibreringsområdena måste samtliga inom respektive område helt eller delvis ingående rutorna jämkas samman. Figur 2 visar de tre kalibreringsområdena med Meso- β -fältet överlagrat. Varje ruta i gridnätet ges ett nummer och ur tabell 1 framgår fördelningen av de numrerade rutorna i respektive kalibreringsområde.



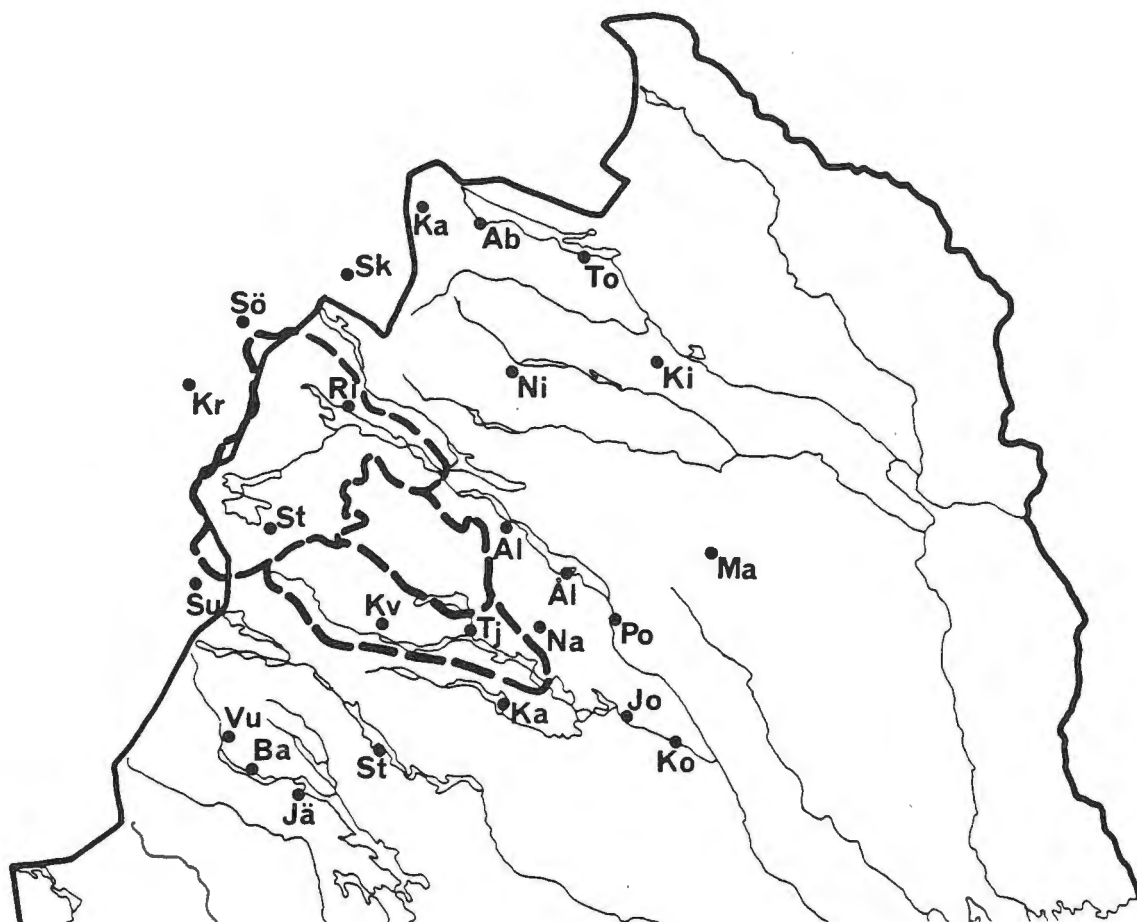
Figur 2. Rutnätets läge över de tre modellområdena. Sammanviktningen av rutorna beskrivs i tabell 1.

| Parki | | Suorva | | Tjaktjajaure | |
|------------------------|-------------|------------------------|-------------|------------------------|-------------|
| Ruta Nr | Andel | Ruta Nr | Andel | Ruta Nr | Andel |
| 65 | 0.25 | 78 | 0.25 | 82 | 0.75 |
| 66 | 0.50 | 79 | 0.75 | 83 | 0.50 |
| 67 | 0.50 | 93 | 0.50 | 96 | 1.00 |
| 68 | 0.50 | 94 | 1.00 | 97 | 1.00 |
| 69 | 0.50 | 95 | 1.00 | 98 | 0.75 |
| 80 | 1.00 | 108 | 0.25 | 111 | 0.75 |
| 81 | 1.00 | 109 | 1.00 | 112 | 0.25 |
| 82 | 0.25 | 110 | 1.00 | | |
| 83 | 0.25 | 111 | 0.25 | | |
| 84 | 0.25 | 124 | 1.00 | | |
| | | 125 | 1.00 | | |
| | | 126 | 0.50 | | |
| | | 139 | 0.50 | | |
| | | 140 | 0.25 | | |
| | | | | | |
| Summa andelar : | 5.25 | Summa andelar : | 9.25 | Summa andelar : | 5.00 |

Tabell 1. Fördelning av LAM-modellens rutor i respektive kalibreringsområde. Se figur 2 för rutomas läge i kartbilden.

Någon uppdelning av nederbördens fördelning på delområdesbasis har inte gjorts. Om kalibreringen gjorts också mot tillrinning till delområden skulle en sådan uppdelning däremot varit nödvändig för att erhålla en rättvisande nederbördsfördelning i respektive del- och kalibreringsområde.

Nederbördsstationer till den areella nederbördsviktningen har valts ut i det av rutnätet täckta området. Samtliga tillgängliga stationer från övre Skellefteälven i söder till Torneträskområdet i norr och från den norska Atlantkusten i väster till det inre av Norrlands skogsområde i öster är medtagna, figur 3. De består av både SYNOP-stationer och klimatstationer samt fyra nederbördsstationer från det norska nätet. Totalt används 25 nederbördsstationer i utvärderingen, tabell 2.



Figur 3. De i undersökningen ingående 25 nederbördsstationerna. Se tabell 2 för vidare beskrivning.

Kalibrering

För att kunna göra en rättvis jämförelse mellan de båda tillvägagångssätten att vikta nederbörd, den traditionella med Thiessen-polygoner eller motsvarande och den i det här projektet använda areella metoden med hjälp av LAM-modellen, krävs en kalibrering av de bägge metoderna under identiska perioder.

Kalibreringsarbetet har utgått från de för rutinprognoser kalibrerade områdena Parki, Suorva och Tjaktjajaure. Kalibreringsperioden omfattar tiden 1980-09-01 -- 1986-08-31. Vid kalibreringen har huvudvikten lagts på de parametrar som styr mängden nederbörd till markplanet. Detta innebär att det huvudsakligen är nederbördens allmänna korrektionsfaktor, PCORR, nederbördens höjdberoende, PCALT och snöackumulationsfaktorn, SFCF som fått ändrade parametervärden under kalibreringen av de tre områdena.

| Stations-nummer | Stations-namn | Års-ndb (mm) | Höh (m) | Anmärkningar |
|-----------------|---------------------|--------------|---------|-----------------------------|
| 16681 | Jäkkvik | 556 | 430 | |
| 16684 | Ballastviken | 485 | 470 | |
| 16687 | Vuoggatjälme | 436 | 500 | |
| 16786 | Stenudden | 510 | 453 | Många korta luckor |
| 16798 | Kvikkjokk | 584 | 337 | |
| 16891 | Karats | 470 | 414 | |
| 16897 | Tjåmotis | 496 | 300 | |
| 16988 | Jokkmokk | 492 | 260 | |
| 16996 | Nautijaur | 466 | 355 | |
| 16998 | Porjus | 565 | 390 | |
| 17084 | Koskats | 540 | 230 | |
| 17680 | Staloluokta | 373 | 580 | Börjar 861001 |
| 17792 | Ritsem | 475 | 521 | Börjar 810301 |
| 17879 | Aluokta | 535 | 385 | |
| 17974 | Ålloluokta | 485 | 370 | |
| 17995 | Nikkaluokta | 456 | 470 | Lucka hela 1989 |
| 18075 | Malmberget | 558 | 373 | Flera luckor incl. av 80-t. |
| 18094 | Kiruna flp | 505 | 442 | |
| 18880 | Abisko | 335 | 388 | |
| 18882 | Katterjokk | 807 | 500 | |
| 18976 | Tometräsk | 470 | 393 | |
| 3190 | Sulitelma (N) | 975 | 142 | |
| 3350 | Kråkmo (N) | 1230 | 76 | |
| 3387 | Sörfjordvattnet (N) | 1400 | 61 | |
| 3420 | Skjomen (N) | 645 | 15 | Slutar 870630 |

Tabell 2. Nederbördsstationer använda vid den areella nederbördsfördelningen.

De nederbördsvärden som beräknats av LAM-modellen har lagts in i respektive områdes PTQ-fil, som därmed endast fått en fiktiv nederbördsstation. De fiktiva nederbördsstationernas höjdläge har också räknats ut med hjälp av LAM-modellen. I stället för nederbörd från nederbördsstationerna har deras altituder lagts in i modellen och medelstationshöjden i de tre områdena räknats ut.

Indata i form av temperatur och potentiell avdunstning har varit identiskt med de till rutinprognoser använda modellerna.

Några av nederbördsstationerna har inte varit i drift under hela perioden. Staloluokta inne i Suorva startade först hösten 1986 och har därför inte kunnat ingå i kalibreringarna. Då det är den enda stationen i sitt område får den stor betydelse vid nederbördsklassningen. Staloluokta ger jämförelsevis liten nederbördsmängd över året vilket drar ner den areella nederbördsmängden under jämförelseperioden. Det underskott som då erhålls av den modellerade tillrinningen krävde att Staloluokta ströks ur beräkningarna även under den oberoende perioden.

Som jämförelse har en kalibrering gjorts av de för rutinprognoser använda modellerna omfattande samma period. Dessa jämförelsemodeller har då behållit samma nederbördsstationer och viktning som i rutinprognosmodellen. Nederbördsstationerna är för Parki's del Kvikkjokk, Karats, Tjåmotis och Nautijaur. Kvikkjokk och Tjåmotis är också tillsammans med Aluokta med i referensmodellen för Tjaktjajaure. I Suorva används den svenska synopstationen Ritsem samt de båda norska stationerna Sulitelma och Kråkmo. Kalibreringsarbetet har tillgått på samma sätt som vid den areella nederbördsviktningen, det vill säga koncentration på de parametrar som styr mängden nederbörd till markplanet.

Som oberoende period för kontroll av modellprestanda har använts de fyra åren från 1986-09-01 -- 1990-08-31.

Resultat

För vattenkraftsindustrin är tillrinningen till magasinen under snösmältningsperioden av avgörande betydelse för drift av kraftverken. Under vårfloden är det därför av stor vikt att den av modellen beräknade tillrinningen och den uppmätta stämmer väl överens. Ett sätt att utvärdera kalibreringsresultatet är således att studera den ackumulerade differensen mellan uppmätt och beräknad tillrinning för vårflodsperioden. I det aktuella området sträcker sig vårflodsperioden i stort sett från 1 Maj till 31 Augusti.

Även höstflöden är viktiga och en liknande undersökning av den ackumulerade differensen är relevant för perioden 1 Augusti till 31 Oktober. Då höstregnen vissa år kan vara kraftiga i området samtidigt som magasinen i allmänhet då är välfyllda är det viktigt att prognosmodellerna stämmer väl även för dessa perioder.

Tabellerna 3 och 4 ger en sammanfattning av kalibreringsresultatet och modellprestandan under den oberoende perioden i form av den förklarade variansen, R^2 -värdet, och den ackumulerade differensen för de tre undersökta områdena.

En bra metod att utvärdera resultatet av den areella nederbördsviktningen är att summera absolutbeloppen av den ackumulerade differensen under vår- respektive höstperioderna.

Tabell 5 visar resultatet av en sådan summering dels i procent (%) och dels i dygnsenheter (DE). Den areella nederbördsviktningen ger under vårflodsperioden i två av områdena ett bättre resultat medan förhållandet är det omvända under hösten.

| Område | Areell nederbörds- viktning | | Normal nederbörds- viktning | |
|--------------|--------------------------------|----------------|--------------------------------|----------------|
| | R^2 80-86 | R^2 86-90 | R^2 80-86 | R^2 86-90 |
| Parki | 0.81 | 0.87 | 0.82 | 0.83 |
| Suorva | 0.88 | 0.92 | 0.88 | 0.92 |
| Tjaktjajaure | 0.89 | 0.84 | 0.85 | 0.80 |

Tabell 3. Den förklarade variansen, R^2 , efter kalibrering och framkörning av de tre områdena med normal respektive areell nederbördsviktning.

| Område | Areell nederbörds- viktning | | Normal nederbörds- viktning | |
|--------------|--------------------------------|-----------------|--------------------------------|-----------------|
| | Accdif 80-86 | Accdif 86-90 | Accdif 80-86 | Accdif 86-90 |
| Parki | 17 | -15 | -188 | 36 |
| Suorva | 165 | -68 | 270 | 81 |
| Tjaktjajaure | -72 | -153 | -7 | 58 |

Tabell 4. Den ackumulerade differensen i millimeter efter kalibrering och framkörning av de tre områdena med normal respektive areell nederbördsviktning.

Parki

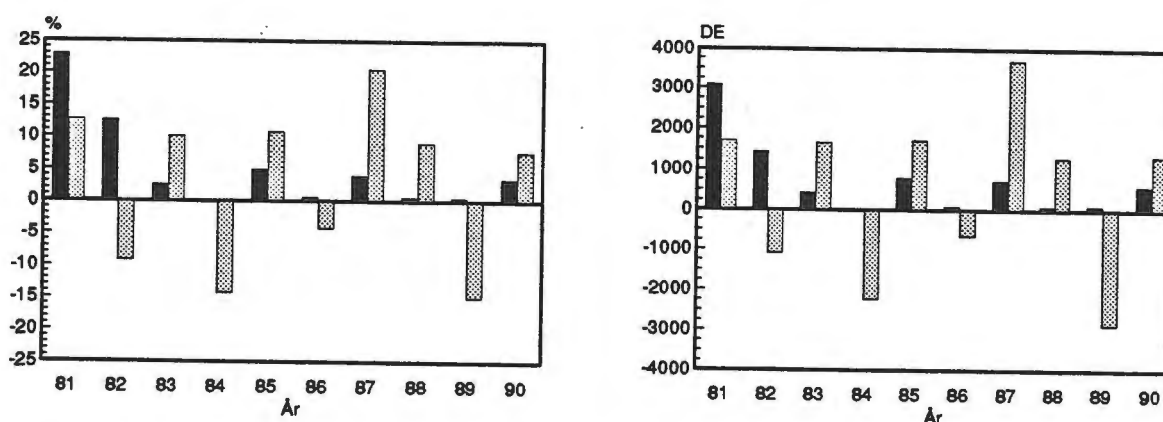
Prognosområdet Parki, som ligger helt på den östra sidan av fjällkedjan, har en dålig täckning av nederbördsstationer i den västra delen av avrinningsområdet. Detta är troligtvis huvudorsaken till svårigheten att få till en bra kalibrering. Den ackumulerade differensen under vårflodsperioden varierar kraftigt mellan positiva och negativa värden både under kalibreringen och under den efterföljande oberoende perioden. Vid areell nederbördsfördelning förbättras vårflodsvolymer avsevärt. Undantag är de inledande två kalibreringsåren som ger en stor positiv ackumulerad differens för perioden 0501 -- 0831, figur 4.

| Vårflodsperioden 0501 -- 0831 1981-90 | | | | |
|---------------------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Område | Areell ndb-viktning (%) | Normal ndb-viktning (%) | Areell ndb-viktning (DE) | Normal ndb-viktning (DE) |
| Parki | 52.4 | 113.7 | 7 426 | 18 285 |
| Suorva | 36.0 | 33.6 | 9 982 | 15 999 |
| Tjaktjajaure | 58.1 | 93.1 | 15 323 | 13 241 |
| Höstperioden 0801 -- 1031 1981-90 | | | | |
| Område | Areell ndb-viktning (%) | Normal ndb-viktning (%) | Areell ndb-viktning (DE) | Normal ndb-viktning (DE) |
| Parki | 155.0 | 137.0 | 10 649 | 9 391 |
| Suorva | 55.9 | 67.2 | 9 704 | 11 323 |
| Tjaktjajaure | 130.2 | 89.0 | 10 262 | 6 631 |

Tabell 5. Absolutbeloppet av den ackumulerade differensen i procent (%) och dygnsenheter (DE) för vår- respektive höstperioderna 1981-1990.

Parki

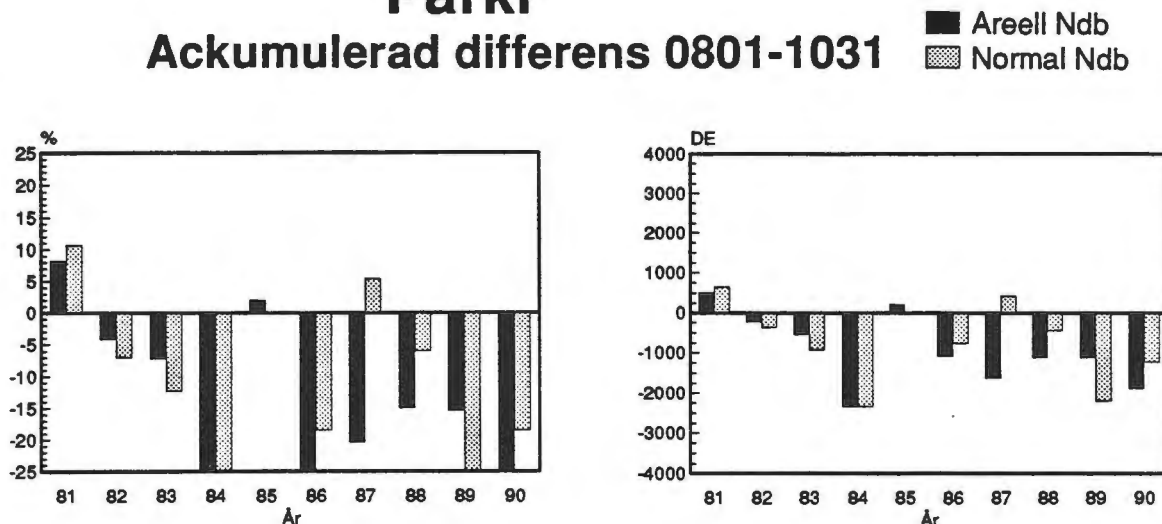
Ackumulerad differens 0501-0831



Figur 4. Parki. Ackumulerad differens i procent och dygnsenheter 0501-0831. Resultat från kalibrering och framkörning.

Parki

Ackumulerad differens 0801-1031



Figur 5. Parki. Ackumulerad differens i procent och dygnsenheter 0801-1031. Resultat från kalibrering och framkörning.

Kalibreringen av höstflöden ger överlag en negativ ackumulerad differens. Framförallt hösten 1984 gav ett stort underskott i båda modellversionerna, figur 5. Under den oberoende perioden blev underskott av beräknad tillrinning regel under höstarna och för den areella nederbördsfördelningen gav alla år från 1986-1990 kraftigt underskott. Normal nederbördsviktning av de då fyra ingående stationerna gav under hösten bättre resultat än motsvarande period med de areella viktningen.

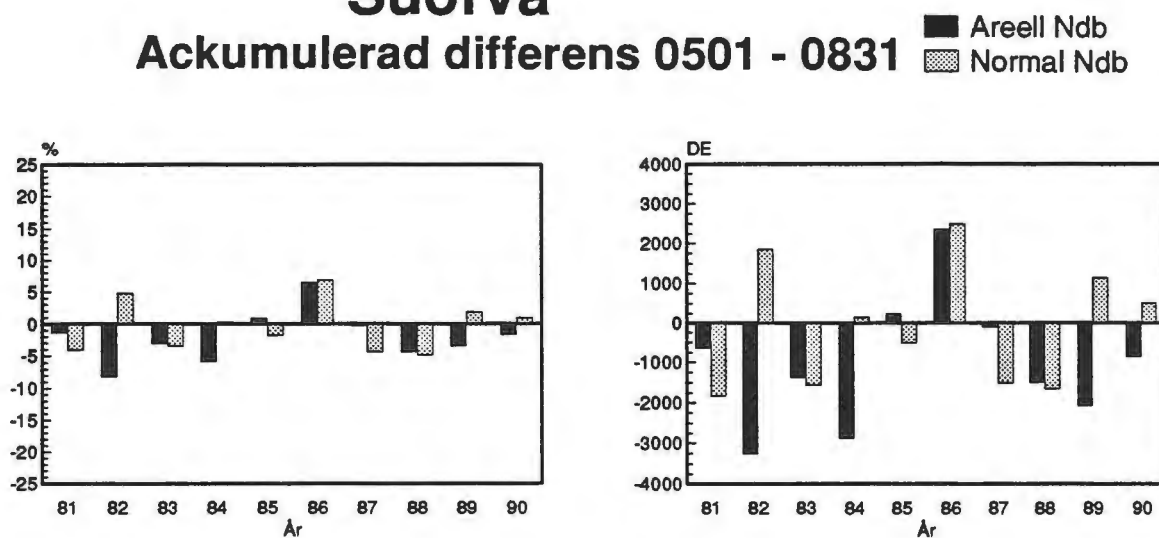
Under kalibreringsperioden är den förklarade variansen, R^2 -värdet, i det närmaste lika för de båda metoderna. För den oberoende perioden förbättras dock R^2 -värdet med den areella nederbördsfördelningen och blir bättre än vid normal viktning av de fyra stationerna som ingår i Parkis normala prognosmodell, tabell 3.

Suorva

I den ordinarie prognosmodellen för Suorva ingår endast tre nederbördsstationer. Dessa tre stationer representerar väl avrinningsområdet och kalibreringen ger ett bra resultat med liten ackumulerad differens vår och höst och låga R^2 -värden under kalibreringsperioden, figurema 6 och 7. Även under den efterföljande oberoende perioden är resultatet tillfredsställande, med undantag av två höstsäsonger där den ordinarie modellen gav ett stort underskott.

Suorva

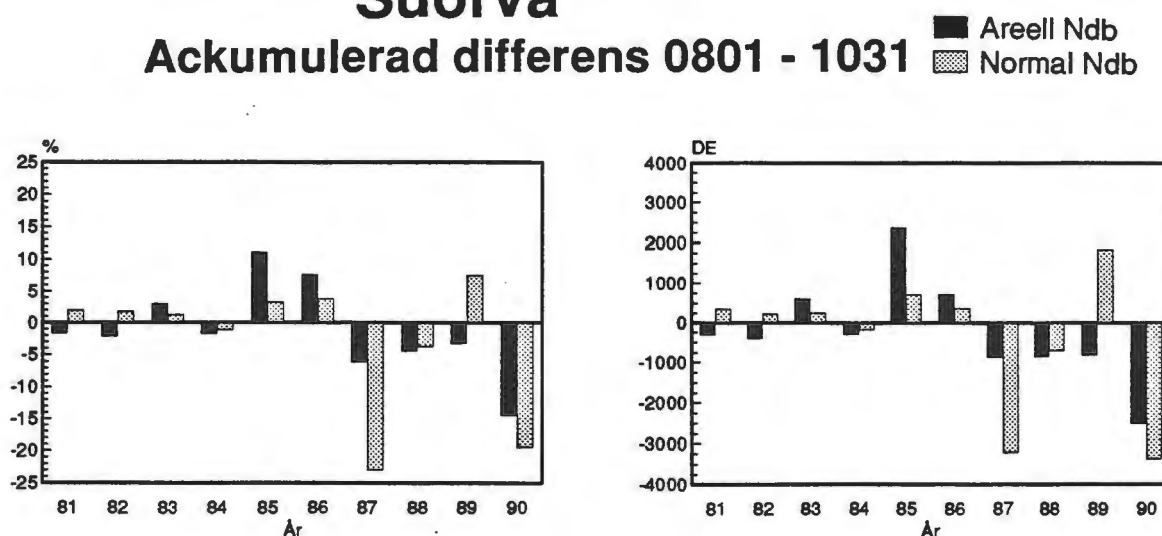
Ackumulerad differens 0501 - 0831



Figur 6. Suorva. Ackumulerad differens i procent och dygnsenheter 0501-0831. Resultat från kalibrering och framkörning.

Suorva

Ackumulerad differens 0801 - 1031



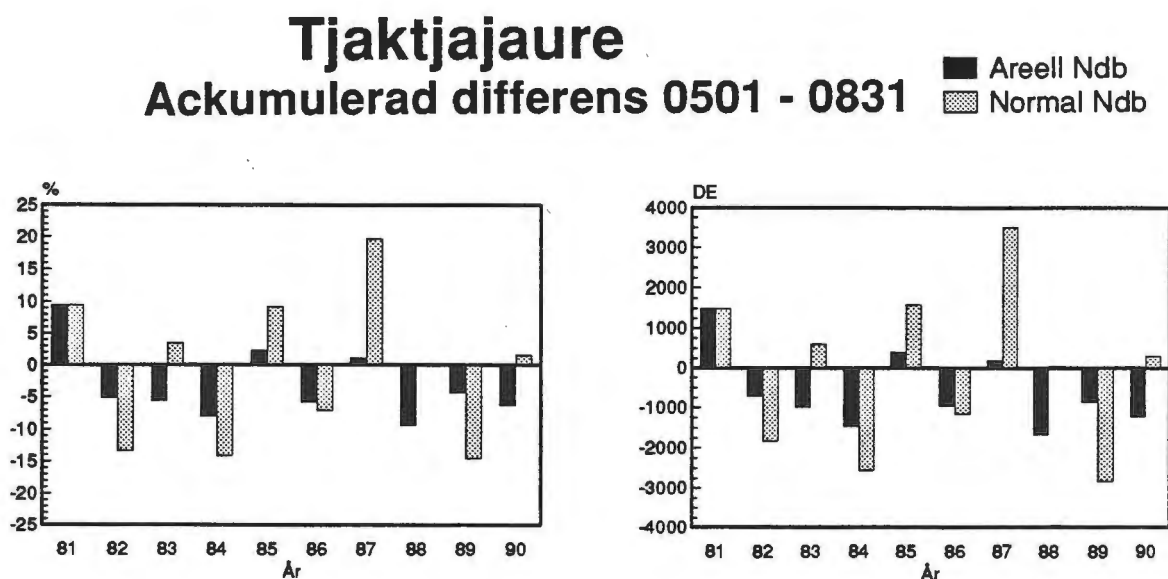
Figur 7. Suorva. Ackumulerad differens i procent och dygnsenheter 0801-1031. Resultat från kalibrering och framkörning.

En areell fördelning av nederbörden med hjälp av LAM-modellen ger inte någon större förändring av resultatet. R^2 -värdena är lika med båda metoderna och när det gäller den ackumulerade differensen blir den vissa år något bättre och andra år något sämre med areell nederbördsfördelning, figurerna 6 och 7.

Tjaktjajaure

För Tjaktjajaure blir R^2 -värdet, eller den förklarade variansen, bättre med areell nederbördsviktning. Detta gäller både för kalibreringen och den efterföljande oberoende perioden. Vårflödesvolymerna ger enligt den ackumulerade differensen ett något bättre värde med den areella nederbördsfördelningen än med den normala viktningen av Tjaktjajaures tre nederbördsstationerstationer. Allmänt gäller att med den normala viktningen varierar volymerna mycket mellan åren, medan med areella metoden är den ackumulerade differensen något negativ under nästan alla vårflodsperioder, figur 8.

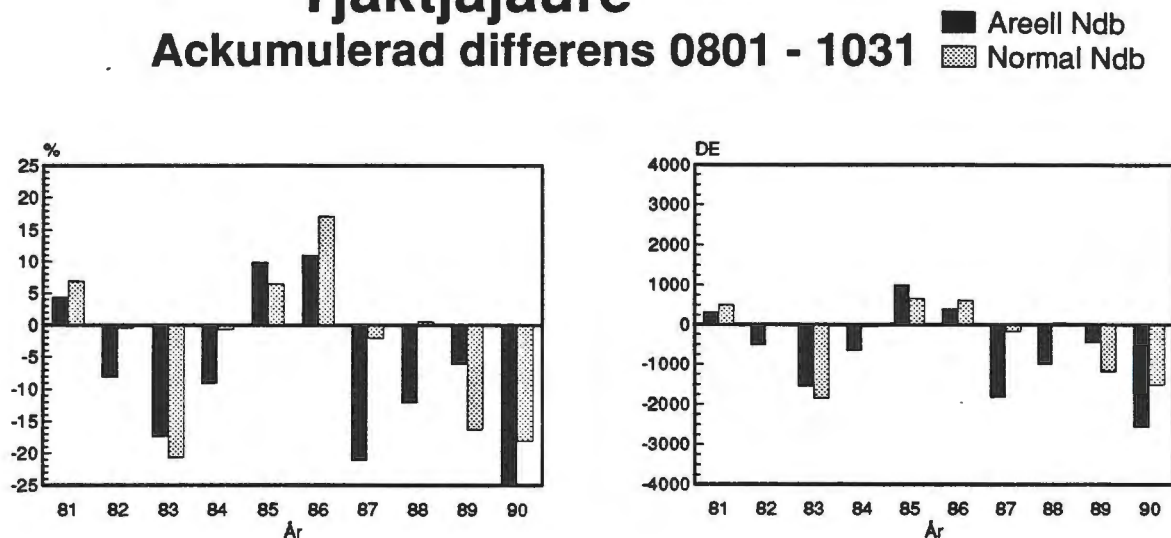
För höstarna är det mera variabelt. Under kalibreringen är några år kraftigt negativa, medan andra är något positiva och de två versionerna att vikta nederbörden följs åt. För den oberoende perioden, däremot, avviker den areella viktningen genom att den blir kraftigt negativ för alla åren, i mycket liknande utvecklingen för grannområdet Parki, figur 9.



Figur 8. Tjaktjajaure. Ackumulerad differens i procent och dygnsenheter 0501-0831. Resultat från kalibrering och framkörning.

Tjaktjajaure

Ackumulerad differens 0801 - 1031



Figur 9. Tjaktjajaure. Ackumulerad differens i procent och dygnsenheter 0801-1031. Resultat från kalibrering och framkörning.

Slutsatser

Nederbördsfältet över de här undersökta modellområdena tycks allmänt beskrivas bättre vid en, enligt denna metod, areell sammanviktning av nederbörden. För vårflödesperioden blir resultatet med arealnederbördsmetoden bättre eller lika bra som vid normal viktning för alla tre områdena. När det gäller höstsäsongen är resultatet dock lite annorlunda. För två av områdena, Parki och Tjaktjajaure, ger volymerna med arealnederbördsmetodens sätt att vikta nederbörd ett sämre resultat under hösten.

Vad gäller förbättringen av modellprestandan är det viktigt att tänka på är att här utnyttjas avsevärt fler nederbördsstationer än i de ordinarie prognosmodellerna. Därmed erhålles en beskrivning av nederbördsfältet som förefaller att i allmänhet ge en förbättring av modellprestandan, åtminstone under vårflödesperioden. Försämringen under höstperioderna är intressant. Är det kanske så att viktningen av nederbördsstationerna skall vara olika mellan snöackumulationsperioden och sommar/höst-perioden.

Beror då förbättringen på att LAM-modellen utnyttjats eller hade det helt enkelt hade blivit lika bra resultat med flera nederbördsstationer i de ordinarie modellerna och med en manuell ihopviktning av dessa? Det förefaller av stor vikt att mycket möda läggs ner på hur valet och sammanviktningen av nederbördsstationerna går till. Kanske går det att få samma resultat utan att gå omvägen via LAM-modellens interpoleringsrutin.

Sammanfattningsvis förefaller det som om den här beskrivna metoden går att använda vid

modellarbeten. En bra interpoleringsrutin där mönstret av de fasta vikterna varierar endast då någon station faller bort eller kommer till verkar ge ett användbart resultat. Med tanke på framtida utveckling av det meteorologiska stationsnätet, där stationer kommer att flyttas eller läggas ner samtidigt som nya kommer till och allt fler av dem blir automatiska, kan areell nederbördsviktning bli en viktig metod i det hydrologiska modellarbetet.

Någon hänsyn till övriga parametrar som kan användas med LAM-modellen, eller dagens HIRLAM, har inte tagits under detta arbete. Med utnyttjande av exempelvis modellberäknade vindfält skulle viktningen av nederbörden i grindnätet kunna variera från dag till dag beroende på aktuella vindförhållanden. Den fasta viktningen som här utnyttjats blir då istället flytande. En sådan modell skulle sannolikt ytterligare förbättra modellresultatet men samtidigt medföra stora insatser i datortid.

Referenser

Andersson, E., Gustafsson, N., Meuller L. och Omstedt G., 1986; Development of meso-scale analysis schemes for nowcasting and very short-range forecasting. SMHI. Promis-rapporter, Nr 1.

Lindell, S., 1992; Realtidsbestämning av arealnederbörd. SMHI. Mv PM 3.

Ullerstig, A. och Undén, P. 1981; LAM - Primitiv modell för ett begränsat område och korta prognoser. SMHI. FoU-notiser Nr 12.

Undén, P. 1982; The Swedish Limited Area Model. SMHI. RMK 35.

SMHI
If

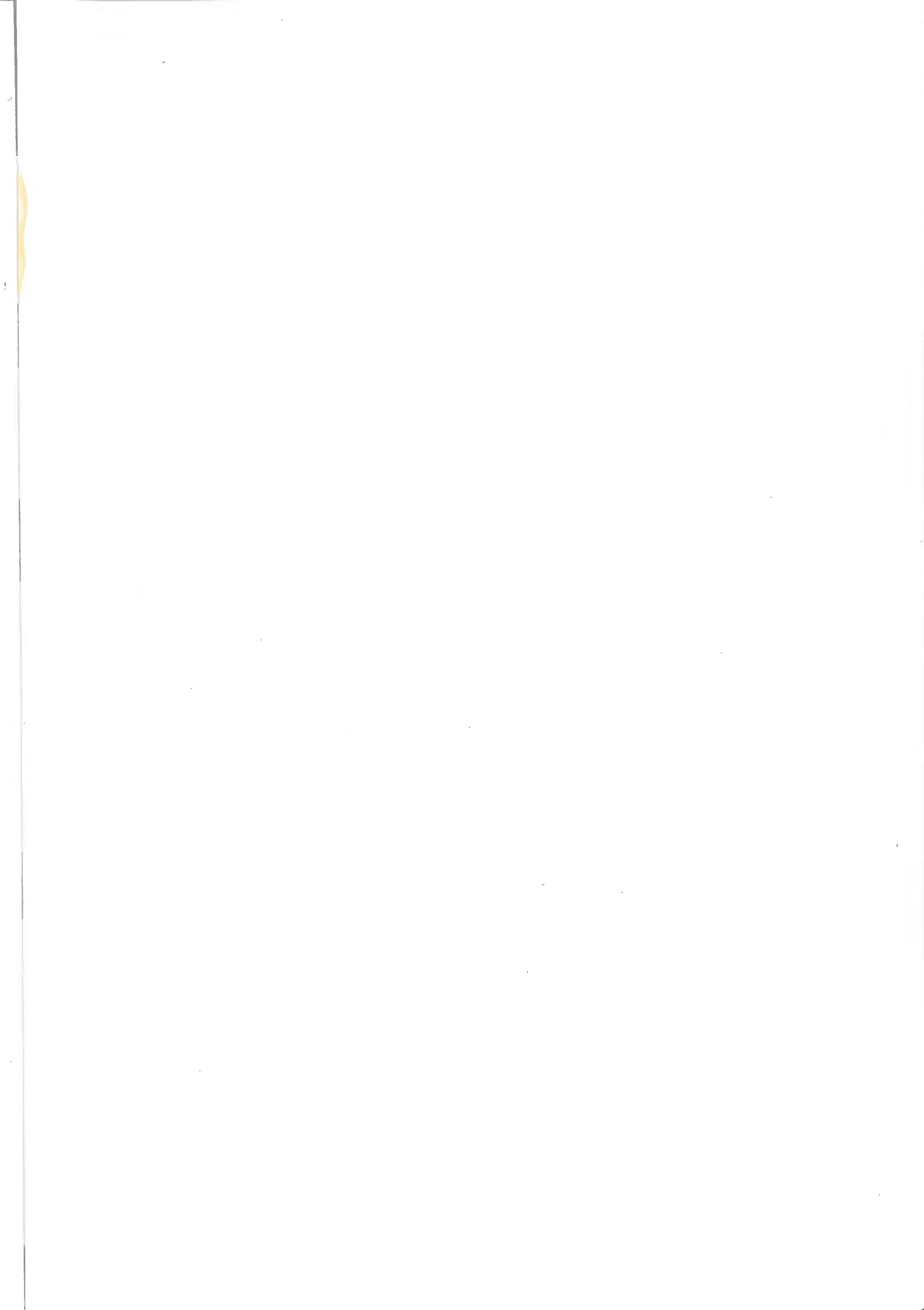
SMHI HYDROLOGI

- | Nr | Titel |
|----|---|
| 1 | Bengt Carlsson Hydrokemiska data från de svenska fältforskningsområdena. Norrköping 1985. |
| 2 | Martin Häggström och Magnus Persson Utvärdering av 1985 års vårflödesprognoser. Norrköping 1986. |
| 3 | Sten Bergström, Ulf Ehlin, SMHI, och Per-Eric Ohlsson, VASO Riktlinjer och praxis vid dimensionering av utskov och dammar i USA. Rapport från en studieresa i oktober 1985. Norrköping 1986. |
| 4 | Barbro Johansson, Erland Bergstrand och Torbjörn Jutman Skåneprojektet - Hydrologisk och oceanografisk information för vatten- planering - Ett pilotprojekt. Norrköping 1986. |
| 5 | Martin Häggström Översiktlig sammanställning av den geografiska fördelningen av skador främst på dammar i samband med septemberflödet 1985. Norrköping 1986. |
| 6 | Barbro Johansson Vattenföringsberäkningar i Södermanlands län - ett försöksprojekt. Norrköping 1986. |
| 7 | Maja Brandt Areella snöstudier. Norrköping 1986. |
| 8 | Bengt Carlsson, Sten Bergström, Maja Brandt och Göran Lindström PULS-modellen: Struktur och tillämpningar. Norrköping 1987. |
| 9 | Lennart Funkquist Numerisk beräkning av vågor i kraftverksdammar. Norrköping 1987. |
| 10 | Barbro Johansson, Magnus Persson, Enrique Aranibar and Robert Llobet Application of the HBV model to Bolivian basins. Norrköping 1987. |

- | Nr | Titel |
|----|--|
| 11 | Cecilia Ambjöm, Enrique Aranibar and Roberto Llobet Monthly streamflow simulation in Bolivian basins with a stochastic model. Norrköping 1987. |
| 12 | Kurt Ehlert, Torbjörn Lindkvist och Todor Milanov De svenska huvudvattendragens namn och mynningspunkter. Norrköping 1987. |
| 13 | Göran Lindström Analys av avrinningsserier för uppskattning av effektivt regn. Norrköping 1987. |
| 14 | Maja Brandt, Sten Bergström, Marie Gardelin och Göran Lindström Modellberäkning av extrem effektiv nederbörd. Norrköping 1987. |
| 15 | Håkan Danielsson och Torbjörn Lindkvist Sjökarte- och sjöuppgifter. Register 1987. Norrköping 1987. |
| 16 | Martin Häggström och Magnus Persson Utvärdering av 1986 års vårflödesprognoser. Norrköping 1987. |
| 17 | Bertil Eriksson, Barbro Johansson, Katarina Losjö och Haldo Vedin Skogsskador - klimat. Norrköping 1987. |
| 18 | Maja Brandt Bestämning av optimalt klimatstationsnät för hydrologiska prognoser. Norrköping 1987. |
| 19 | Martin Häggström och Magnus Persson Utvärdering av 1987 års vårflödesprognoser. Norrköping 1988. |
| 20 | Todor Milanov Frysförluster av vatten. Norrköping 1988. |

- | Nr | Titel |
|----|---|
| 21 | Martin Häggström, Göran Lindström, Luz Amelia Sandoval and Maria Elvira Vega Application of the HBV model to the upper Río Cauca basin. Norrköping 1988. |
| 22 | Mats Moberg och Maja Brandt Snökartläggning med satellitdata i Kultsjöns avrinningsområde. Norrköping 1988. |
| 23 | Martin Gotthardsson och Sten Lindell Hydrologiskt stationsnät. Svenskt Vattenarkiv Norrköping 1989. |
| 24 | Martin Häggström, Göran Lindström, Luz Amelia Sandoval y Maria Elvira Vega Aplicacion del modelo HBV a la cuenca superior del Río Cauca. Norrköping 1989. |
| 25 | Gun Zachrisson Svåra islossningar i Torneälven. Förslag till skadeförebyggande åtgärder. Norrköping 1989. |
| 26 | Martin Häggström Anpassning av HBV-modellen till Torneälven. Norrköping 1989. |
| 27 | Martin Häggström and Göran Lindström Application of the HBV model to six Centralamerican rivers. Norrköping 1990. |
| 28 | Sten Bergström Parametervärden för HBV-modellen i Sverige. Erfarenheter från modellkalibreringar under perioden 1975 - 1989. Norrköping 1990. |
| 29 | Urban Svensson och Ingemar Holmström Spridningsstudier i Glan. Norrköping 1990. |
| 30 | Torbjörn Jutman Analys av avrinningens trender i Sverige. Norrköping 1991. |

- | Nr | Titel |
|----|---|
| 31 | Mercedes Rodriguez, Barbro Johansson, Göran Lindström, Eduardo Planos y Alfredo Remont Aplicacion del modelo HBV a la cuenca del Río Cauto en Cuba. Norrköping 1991. |
| 32 | Erik Arnér Simulering av vårflöden med HBV-modellen. Norrköping 1991. |
| 33 | Maja Brandt Snömätning med georadar och snötaxeringar i övre Luleälven. Norrköping 1991. |
| 34 | Bent Göransson, Maja Brandt och Hans Bertil Wittgren Markläckage och vattendragstransport av kväve och fosfor i Roxen/Glan-systemet, Östergötland. Norrköping 1991. |
| 35 | Ulf Ehlin och Per-Eric Ohlsson, VASO Utbyggd hydrologisk prognos- och varningstjänst. Rapport från studieresa i USA 1991-04-22--30. Norrköping 1991. |
| 36 | Martin Gotthardsson, Pia Rystam och Sven-Erik Westman Hydrologiska stationsnät/Hydrological network. Svenskt Vattenarkiv. Norrköping 1992. |
| 37 | Maja Brandt Skogens inverkan på vattenbalansen. Norrköping 1992. |
| 38 | Joakim Harlin, Göran Lindström, Mikael Sundby (SMHI) och Claes-Olof Brandesten (Vattenfall Hydropower AB). Känslighetsanalys av Flödeskommitténs riktlinjer för dimensionering av hel älv. Norrköping 1992. |
| 39 | Sten Lindell Realtidsbestämning av arealnederbörd. Norrköping 1993. |





Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut
601 76 Norrköping. Tel 011-15 80 00. Telex 64400 smhi s.