

3. METEOROLOGISKA DATA

3.1 Nederbörd

Generellt sett bör tidsupplösningen på nederbörden återspegla avrinningshastigheten i det område som skall simuleras, medan en volymsupplösning på ca 0.2 mm är tillräcklig för de flesta tillämpningar.

För verifieringsperioden är det dock tillräckligt med samma tidsupplösning på nederbördsdata som för de flödesdata som används, exempelvis dygnsmedelflöde, se kapitel 4.4. SMHI's klimatstationsnät täcker in de flesta svenska tätorter med för närvarande drygt 1200 nederbördsregistrerande stationer, se ref./1/. Nederbörden registreras antingen en eller två gånger per dygn med en noggrannhet på 0.1 mm.

Vid simuleringar med syftet att klarlägga olika flödeseffekter är det däremot mycket viktigt att nederbördsdata med god tidsupplösning används, exempelvis vid studier av bräddavloppsförhållanden eller då sambandet mellan maxflöde och återkomsttid skall etableras. Tillgången till lokala nederbördsserier med hög tidsupplösning är dock dålig. Det kan därför i många fall vara motiverat att istället för en lokal nederbördsserie med sämre upplösning välja en nederbördsserie med hög upplösning från annan ort med liknande meteorologiska förhållanden. Vid ett sådant förfaringsätt bör dock den totala årsmedelnederbörden för den aktuella orten jämföras med årsmedelnederbörden för orten varifrån nederbördsserien är hämtad och någon typ av viktning, korrektion av den använda nederbördsserien utföras.

Även nederbördens areella variation är viktig att beakta, speciellt vid simulering av större områden, se ref./19/. Då tillgång finns till flera nederbördsmätare inom samma modellområde kan exempelvis areella medelvärden beräknas enligt Thiessens metod, se ref./23/.

Innan beräkning skall den uppmätta nederbörden korrigeras för olika felkällor. De viktigaste felkällorna är:

- o Det sk vinddeficit, som orsakas av att nederbördsmätaren själv påverkar nederbördspartiklarnas fallbana. Därigenom uppfångas för lite nederbörd av mätaren.
- o Avdunstning från nederbördsmätaren innan nederbördsmängden mäts.
- o Det sk vätfelet, som orsakas av att en del nederbörd häftar vid innerväggarna på mätaren.

Korrektionerna för dessa fel beror på typ av nederbördsmätare, dess höjd över marken, mätarens vindexponering, om nederbörden faller i fast eller flytande form etc. För samtliga SMHIs klimatstationer finns mätfelet för respektive felkälla ovan framtaget. Dessutom finns totala korrektionsfaktorer framtagna, se ref./12/. Totala korrektionsfaktorer på mellan +10 och +40 % förekommer.

Vinddeficit är det största mätfelet och är starkt beroende på om nederbörden faller i

fast eller flytande form. Detta innebär att den totala korrektionsfaktorn bör sättas olika beroende på nederbördens form (snö, regn etc). En grov bedömning av nederbördens form kan erhållas via temperaturmätning. Vid temperaturer under noll grader Celsius kan nederbörden anses falla i fast form, medan den i övriga fall kan anses falla i flytande form. Då den potentiella avdunstningen i det närmaste är noll under vinterperioden, kan oftast avdunstningsfelet sättas till noll för nederbörd i fast form. Nederbörden korrigeras därmed lämpligen enligt:

$T < 0.0$ Total korrektionsfaktor består av vinddeficit för fast nederbörd samt vätfelet.

$T \geq 0.0$ Total korrektionsfaktor består av vinddeficit för flytande nederbörd, vätfelet samt avdunstningsfelet.

Det bör noteras att korrektionsfaktorerna ovan är framtagna utgående från felet för den totala årsnederbörden. Mätning av enstaka nederbördstillfällen kan dock många gånger utföras relativt noggrant, speciellt kraftiga kortvariga nederbördstillfällen där nederbörden faller i flytande form (regn). För dessa tillfällen kan därför en överskattning av nederbörden erhållas med metodiken ovan. Studier pågår därför vid SMHI vad gäller korrektion av korttidsnederbörd. Om samma korrektionsmetodik används för både verifieringsdata och nederbördsdata som används vid senare simuleringar med den verifierade modellen borde dock detta fel ej ha någon avgörande betydelse. Speciellt för områden där snösmältningsförloppet har en avgörande betydelse är det dock viktigt att hänsyn tas till att nederbörd i fast form skall korrigeras på ett annat sätt än nederbörd i flytande form.

3.2 Temperatur

Temperaturdata är endast nödvändigt i de fall då snörutinen i MouseNAM skall användas.

Likt nederbörden bör även temperaturens tidsupplösning återspegla avrinningshastigheten i det område som skall simuleras. Speciellt gäller detta för områden där snösmältningsförloppet har en avgörande betydelse. I de flesta fall är dock två värden per dygn tillräckligt om tidpunkten för dessa väljs så att temperaturens ungefärliga min- respektive maxvärde erhålls under perioder med snötäcke (vintern).

SMHI's klimatstationsnät täcker in de flesta svenska tätorter med för närvarande drygt 500 temperaturregistrerande stationer, se ref./1/. Temperaturen avläses minst tre gånger per dygn (kl 07, 13 och 19, svensk normaltid)

3.3 Potentiell avdunstning

Verklig avdunstning eller korrektare uttryckt aktuell evapotranspiration inkluderar avdunstningen från snö och markytor av olika slag, interception i vegetationen samt växternas transpiration.

Avdunstningen är den fysikaliska process varvid vatten omvandlas till vattenånga. Interception är den del av nederbörden som inte når marken utan fastnar i vegetationen och sedan avdunstar direkt därifrån. Den tredje faktorn, transpiration är vattenavdunstning från inre ytor i växternas blad och barr.

Den avdunstning som anges i MouseNAM är den potentiella avdunstningen, dvs möjlig avdunstning. Utgående från den potentiella avdunstningen och modellparametrarna beräknas sedan den verkliga avdunstningen.

Oftast är månadsvärden en tillräcklig tidsupplösning, se ref./4/. För de flesta större svenska tätorter finns normalvärden för respektive månad framtagna av SMHI (Penmans formel enligt Erikson), se ref./11/, tabell 7. Dessa värden är dock framtagna för ett skogbevuxet område, vilket kan anses representativt för ett icke urbant område. Ett urbant område karakteriseras snarare av, till stor del gräsbevuxna och i övrigt hårdgjorda områden. Multipliceras värdena enligt ref./11/, tabell 7, med en faktor 0.9 erhålls värden på den potentiella avdunstningen som bättre överensstämmer med förhållandena inom ett urbant område.

I de fall då den aktuella medeltemperaturen för en viss månad kraftigt avviker från normalvärdet för månadens medeltemperatur kan de av SMHI framtagna normalvärdena på den potentiella avdunstningen korrigeras för detta, se ref./17/.

4. VERIFIERINGS- OCH BERÄKNINGSMETODIK

Vissa av modellparametrarna i MouseNAM är relaterade till motsvarande fysiska data. Det slutliga valet av parametervärden måste dock baseras på jämförelse mellan beräknade och uppmätta flödesdata, sk kalibrering, då MouseNAM är en konceptuell modell, där ett flertal av modellparametrarna är av empirisk karaktär.

I detta kapitel kommer lämpliga metoder och hjälpmedel för verifiering att diskuteras, speciella problem att belysas och vissa generella tips för den praktiska användningen att ges.

4.1 Split sample test

Verifieringen av en modell bör genomföras i två steg om det finns parametrar av empirisk karaktär att optimera:

1. Kalibrering av modellen. De empiriska parametrarna justeras tills en acceptabel överensstämmelse erhålls mellan uppmätt och beräknad hydrograf.
2. Test av modellen mot oberoende data, sk validering. Den kalibrerade modellen körs för en period som inte användes vid kalibreringen och alltså inte påverkade det slutliga valet av parametrar.

Metodiken kallas för ett split sample test och har i ett flertal sammanhang rekommenderats för beskrivning av en modells beteende och giltighet, se ref./4/.

Det argumenteras dock ofta om att denna procedur är slöseri med information, och att en så lång period som möjligt skall användas för att uppskatta parametervärdena. Detta är en befogad synpunkt, men utan testet mot oberoende data är vår kunskap om modellens beteende mycket begränsad. Vi vet endast att en viss modell på ett bra sätt klarar av att interpolera en kurva mellan en serie punkter. Detta kan uppnås med många matematiska uttryck så länge som ett tillräckligt antal parametrar finns tillgängliga. En modells beteende och giltighet visas därför bättre med hjälp av en oberoende testperiod. Det bör dock noteras att trots en god överensstämmelse för valideringsperioden, så är beteendet vid simulering av mer extrema tillfällen fortfarande osäkert.

I de fall då en begränsad mängd data finns tillgänglig kommer dock kalibrerings- och valideringsperioden att vara svåra att skilja åt. Ett sämre valideringsresultat kommer att leda till att modellparametrarna justeras så att en bättre överensstämmelse erhålls för valideringsperioden, vilken definitionsmässigt därmed ej längre är en valideringsperiod, då en sådan ej skall påverka valet av parametervärden. Ett annat alternativ är att modellstrukturen ej anses kapabel att beskriva verkligheten, vilket knappast är ett troligt alternativ om trovärdiga resultat erhållits vid ett flertal tidigare tillämpningar och modellen används operativt. Kontentan borde istället bli att en för kort period valts för kalibrering, dvs innehöll för få hydrologiska händelser av olika typ för att en god parameteruppskattning skulle kunna erhållas.

I fallet ovan kommer i praktiken hela perioden med tillgängliga data att fungera som kalibreringsperiod. En kalibreringsperiod kan antas vara tillräckligt lång om ett test mot oberoende data ger jämförbar överensstämmelse. Problemet är dock att då ytterligare data saknas kan en sådan bedömning ej göras. Resultat från tidigare tillämpningar i ett annat avrinningsområde, där studier genomförts vad gäller optimal längd och typ på kalibreringsperiod, borde dock kunna användas för generell bedömning av om en kalibreringsperiod är tillräckligt lång och vilka brister som kan erhållas om denna mängd data ej finns tillgänglig.

Den optimala längden på kalibreringsperioden är en intressant fråga vilken måste beaktas vid verifiering av modellen, se kapitel 4.5. Perioden måste innehålla tillräcklig information om de hydrologiska händelserna för att möjliggöra uppskattning av parametervärden som gäller för alla förhållanden inom området. En lyckad verifiering är ingen garanti för korrekta parametervärden om både kalibrerings- och valideringsperioden ej är representativa för en viss hydrologisk händelse. Genom att använda en modell är dock förutsättningarna bättre att bedöma effekterna av ett extremt tillfälle än utan någon modell alls, då ett extremt tillfälle i de flesta fall kommer att ge en extrem respons, även om det exakta beteendet beskrivs dåligt med modellen.

4.2 Speciella problem vid urbana tillämpningar

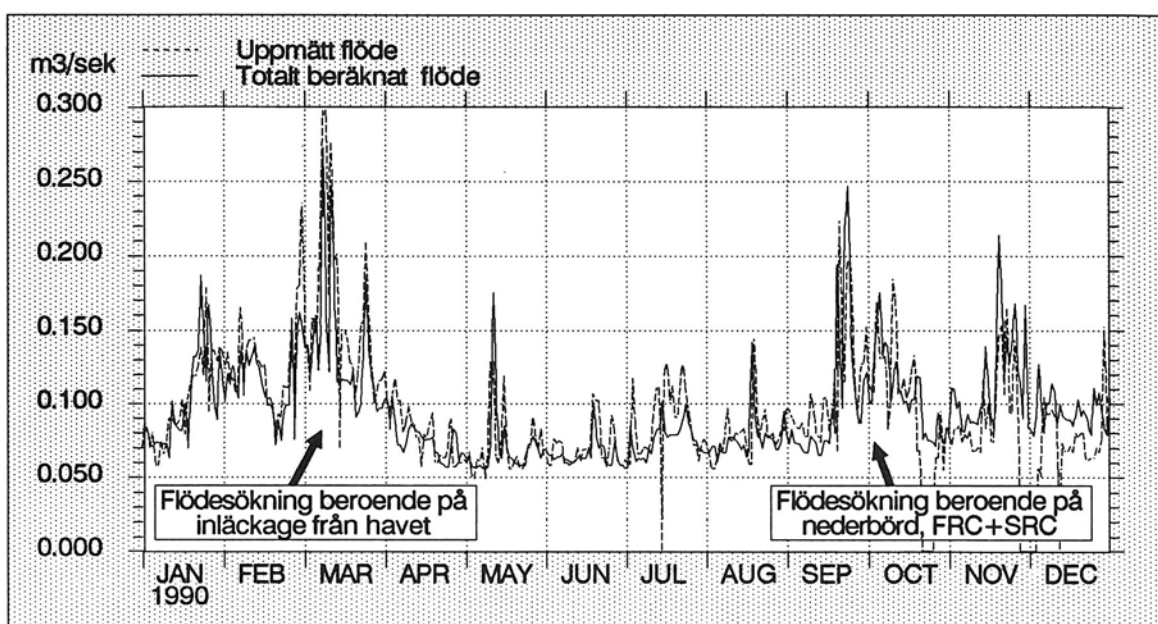
4.2.1 Ej nederbördsberoende flödeskomponenter

MouseNAM beräknar den nederbördsavhängiga flödes komponenten. Både vid verifiering och övrig simulering skall därför övriga flödeskomponenter som ej är nederbördsberoende hanteras utanför MouseNAM.

Exempel på flödeskomponenter som ej är nederbördsberoende är spillvattenflöde och inläckage av havsvatten.

Spillvattenflödet uppskattas lämpligen via dygnsmedelvärden på producerad vattenmängd, viktade mot uppgifter på den årliga debiterade vattenmängden. Det bör dock observeras att detta endast ger en grov uppskattning, varför avvikelser från denna metodik kan vara nödvändiga, exempelvis inom områden där stor del av renvattnet används för bevattning.

Mängden inläckage av havsvatten uppskattas lämpligen genom ett iterativt förfarande mellan MouseNAM-beräkning och studie av differensen mellan beräknat och uppmätt flöde. Endast en grov uppskattning kan dock erhållas med denna metodik, varför mindre noggranna kalibreringsresultat kan vara tvungna att accepteras. I **figur 4.1** visas överensstämmelsen mellan beräknat och uppmätt flöde för ett avrinningsområde med kraftigt inläckage av havsvatten. Exemplet är taget från Lindholmens reningsverk, Karlskrona. Av figuren framgår att relativt god överensstämmelse kan erhållas trots svårigheter med inläckande havsvatten.



Figur 4.1 Exempel på kalibreringsresultat för ett avrinningsområde med kraftigt inläckage av havsvatten, Lindholmens reningsverk, Karlskrona.

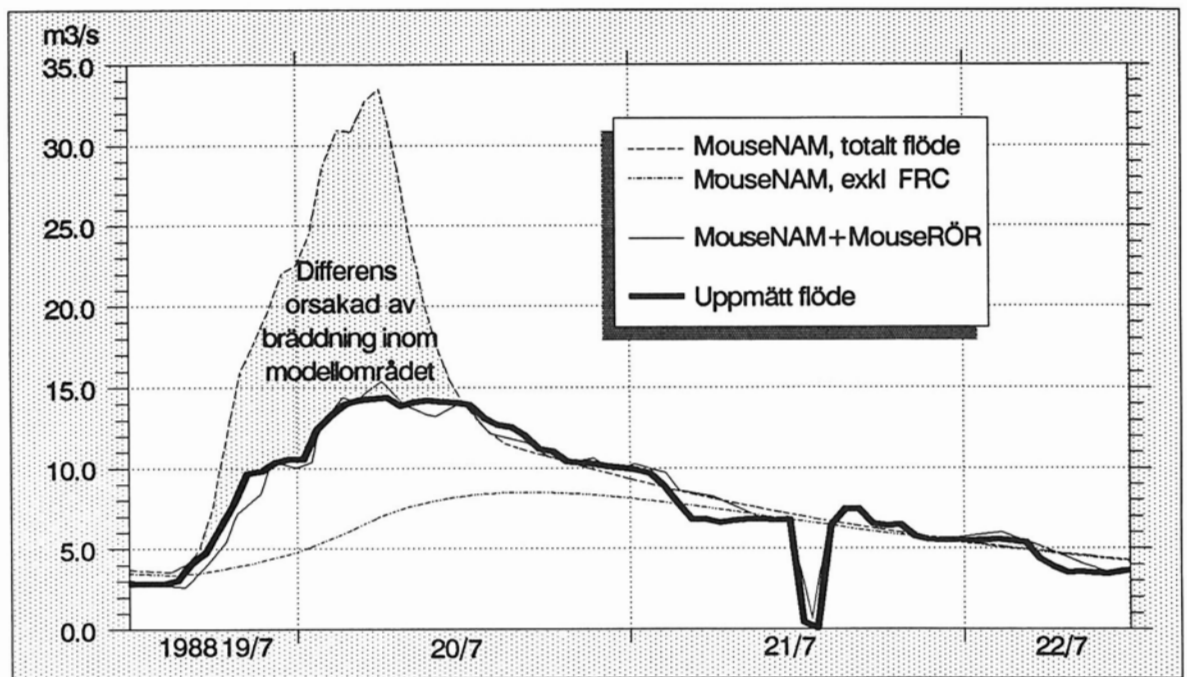
Speciellt under kalibreringsfasen är det av stor vikt att icke hydrologiska fel generellt hålls på så låg nivå som möjligt i de flödesserier som används. Annars riskeras att det görs hydrologiska tolkningar av dessa, vilket kan leda till att felen fortplantas i modellen och blir större vid simulering av mer extrema hydrologiska situationer. Ett typiskt exempel är en dålig tidsupplösning på spillvattenkomponenten. Metodiken ovan borde dock ge en tillräckligt bra beskrivning för de flesta fallen. I kapitel 5.2 diskuteras specifikt effekterna på modellparametrarna om den totala spillvattenvolymen bedömts felaktigt.

4.2.2 Bräddning inom modellområdet

I de fall då bräddning förekommer inom det studerade modellområdet, exempelvis vid simulering av tillrinningen till ett reningsverk, måste detta beaktas vid kalibrering av flödestoppar i samband med nederbörd. MouseNAM beräknar det totalt genererade flödet inom avrinningsområdet och kan alltså ej beskriva hydrauliska processer som exempelvis bräddning ("förlust av vatten"). Kalibrering av modellparametrarna som påverkar volymen i flödestopparna bör därför ske mot nederbördstillfällen där bräddning sannolikt ej sker. De modellparametrar som påverkar flödets respons (tidsmässiga variation) kan vid nederbördstillfällen då bräddning sannolikt sker kalibreras mot flödestoppens bas eller bredd.

I **figur 4.2** visas överensstämmelsen mellan beräknat och uppmätt flöde för ett nederbördstillfälle där bräddning sker. Exemplet är taget från Ryaverkets avrinningsområde, Göteborg, se ref./22/. Dels visas överensstämmelsen då endast MouseNAM använts (ett modellområde för ca 212 km²), dels då MouseRÖR, se ref./6/, och

MouseNAM använts i kombination. MouseNAM användes för beskrivning av den hydrologiska belastningen (tilloppshydrograferna), medan MouseRÖR användes för beskrivning av de hydrauliska processerna (bräddning etc).



Figur 4.2 Exempel på överensstämmelse mellan beräknat och uppmätt flöde för ett nederbördstillfälle där bräddning sker inom modellområdet, Ryaverkets avrinningsområde, Göteborg.

Med en välkalibrerad MouseNAM-modell kan därmed en grov uppskattning av bräddad volym erhållas genom att studera skillnaden mellan beräknat och uppmätt flöde vid kraftiga flödestoppar, se även kapitel 4.3.1. Trovärdigheten i en sådan uppskattning påverkas dock kraftigt av kvaliteten på uppmätta tidsserier, såväl nederbörd som avrinning.

4.3 Verifieringskriterier

Ett verifieringskriterium är en regel efter vilken modellens överensstämmelse med verkligheten bedöms. Flera typer av kriterier finns, alltifrån enstaka värden på överensstämmelse (numeriska kriterier), till olika typer av grafisk representation av överensstämmelsen (grafiska kriterier), exempelvis "double mass plots" där varje beräknat flödesvärde ställs mot motsvarande uppmätta. Det finns faktiskt ett nästan oändligt antal möjligheter att beskriva överensstämmelsen mellan två hydrografer.

Ett grafiskt kriterium innehåller ofta mer information än ett numeriskt kriterium. Utvärdering av ett grafiskt kriterium baseras dock på visuell inspektion, medan ett

numeriskt kriterium möjliggör en mer operativ objektiv utvärdering. Problemet är att hitta det kriterium som bäst motsvarar modellens tänkta användningsområde, vilket i detta fall är studier av problemställningar inom urbana områden. Då det inom urbana områden ofta finns icke hydrologiska processer som stör det hydrologiska mönstret, se kapitel 4.2, försvåras valet av lämpligt kriterium.

Valet av kriterium är viktigt då det kan påverka det slutliga valet av parametervärden och därmed den kalibrerade modellens beteende. Alla kriterier har dock sina begränsningar varför en noggrann visuell inspektion av hydrografernas överensstämmelse är oundgänglig.

4.3.1 Flöde-varaktighetskurvor

Flöde-varaktighetskurvor erbjuder en maximal mängd av information om flödesbilden. Flöde-varaktighetskurvor har därför i flera sammanhang använts vid verifiering av olika typer av matematiska modeller, t ex ref./4/.

Med endast visuell inspektion av överensstämmelsen mellan uppmätt och beräknad varaktighetskurva kan det i vissa fall vara svårt att ge en objektiv bedömning. Det kan därför vara lämpligt att uttrycka överensstämmelsen mellan varaktighetskurvorna med någon typ av numeriskt kriterium.

Om differensen mellan beräknad och uppmätt varaktighetskurva studeras genom att ta fram den ackumulerade differensen som funktion av varaktigheten, kan två nyckeltal, dVök och dVuk, tas fram, se exempel i **figur 4.3**. Ur dessa nyckeltal kan sedan två numeriska kriterier, dVökr och dVukr, beräknas, se nedan.

Som tidigare nämnts kan bräddning inte hanteras av MouseNAM. Modellen beräknar det totalt genererade flödet inom avrinningsområdet. Volymsdifferensen, dVök, mellan beräknade och uppmätta toppflöden kan därmed tolkas som bräddning inom området. dVök är alltså volymsdifferensen över Q_{kap}, där Q_{kap} är den flödesgräns under vilken bräddning inte bedöms inträffa.

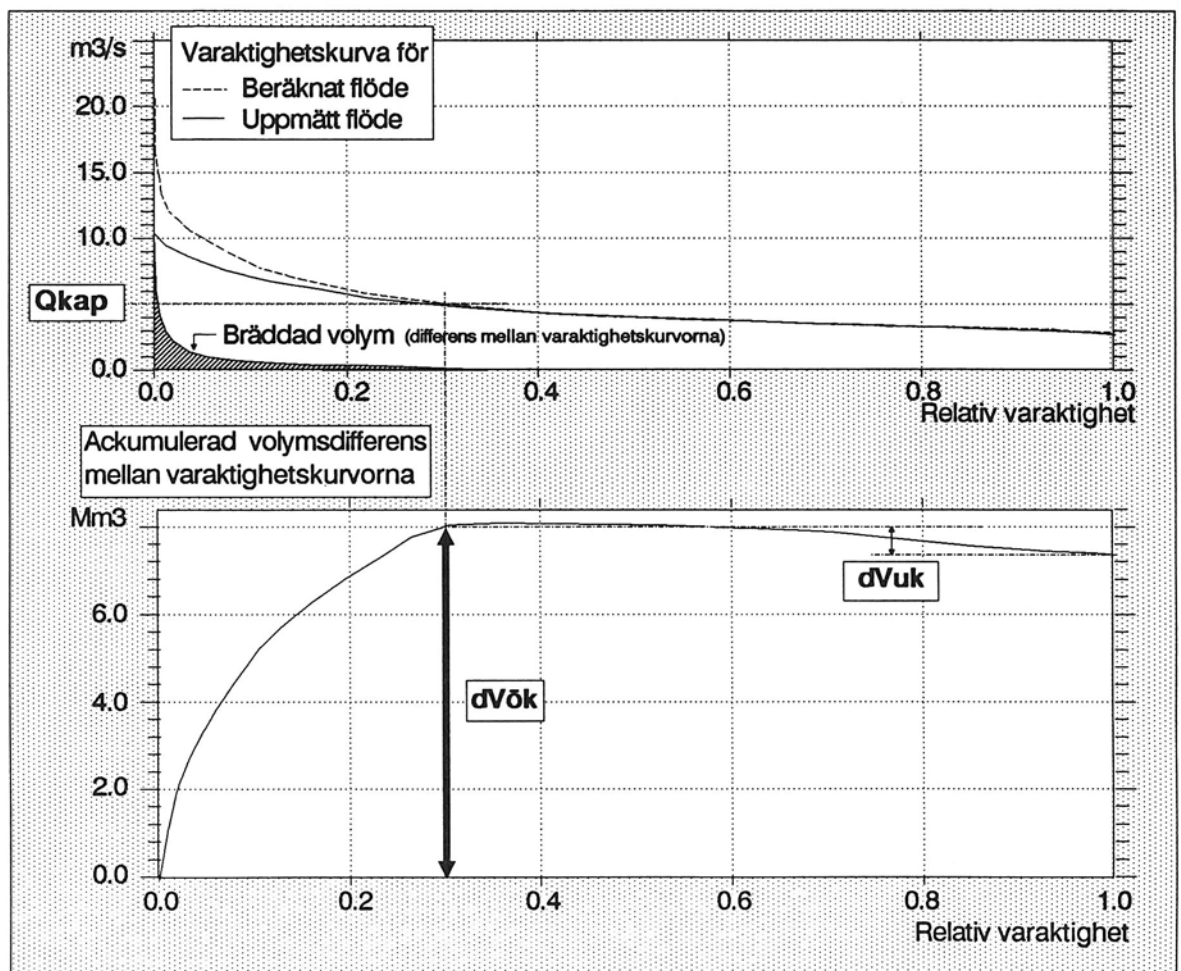
dVuk är volymsdifferensen under Q_{kap}, dvs volymsdifferensen under de perioder då bräddning inte bedöms förekomma. Därmed bör dVuk ha ett värde nära noll.

De numeriska kriterierna, dVökr och dVukr, definieras enligt:

$$dVukr = dVuk / V_r$$

$$dVökr = (dVök - BV) / dVök$$

V_r är den totalt uppmätta volymen under perioden. BV är den uppskattade totala bräddvolymen inom modellområdet under den studerade perioden, antingen via mätning eller (och) via en verifierad hydraulisk/hydrologisk modell, se exempel i kapitel 4.2.2. I det fall att BV ej kan uppskattas enligt ovan eller på annat sätt, kan dVök i sig själv ge en grov uppskattning av den totala bräddvolymen.



Figur 4.3 Exempel på grafisk utvärdering av överensstämmelsen mellan varaktighetskurvor för beräknat och uppmätt flöde samt definition av nyckeltalen dVök och dVuk.

Den ovan beskrivna verifieringsmetodiken är i huvudsak inriktad mot kontroll av de totala volymfelen inom olika flödesregioner.

4.3.2 Numeriskt kriterium med grafisk tolkning

Ett numeriskt kriterium ger överensstämmelsen mellan beräknad och uppmätt hydrograf uttryckt som ett enstaka värde. Ett av de numeriska kriterier som använts vid de genomförda studierna med MouseNAM är σ_{rel} . Detta kriterium baseras på summan av differenserna i kvadrat, vilket är ett av de enklaste och mest populära sätt att uttrycka ett numeriskt kriterium, se ref./4/.

Det numeriska kriteriet, σ_{rel} , definieras enligt:

$$\sigma_{rel} = \sqrt{\sum (Q_{sim} - Q_{obs})^2 / n} / Q_{mean}$$

där Q_{sim} = Simulerat flöde vid tiden t

Q_{obs} = Uppmätt (observerat) flöde vid tiden t

n = antalet observationer (tidssteg) i den studerade datamängden

Q_{mean} = uppmätt medelflöde under studerad period

Detta innebär att kriteriet tar hänsyn till avvikelsen vid varje observation (tidssteg). Kriteriet ger därför oftast en god bild av den övergripande överensstämmelsen mellan uppmätt och beräknad hydrograf.

Vid utvärdering med detta kriterium bör, vid urbana tillämpningar, den studerade perioden indelas i dels torrvädersdata, där $\sigma_{rel,dry}$ beräknas, dels blötvädersdata, där $\sigma_{rel,wet}$ beräknas. Härvid kan torrvädersperiodens början definieras som exempelvis ett dygn efter nederbörd (eller snösmältning). Detta för att eventuell bräddning inom modellområdet skall vara helt avslutad.

Vid beräkning av $\sigma_{rel,wet}$ bör den studerade datamängden reduceras till endast de observationer där uppmätt flöde är mindre än Q_{kap} , dvs de perioder där bräddning ej anses förekomma.

I det fall att en kombinerad hydrologisk/hydraulisk modell används, exempelvis en kombinerad MouseNAM/RÖR-modell, där hydrauliska fenomen som bräddning kan beskrivas, kan dessutom ett kriterium $\sigma_{rel,wet,high}$ beräknas för de observationer där bräddning anses förekomma (uppmätt flöde större än Q_{kap}).

Om så önskas kan utvärderingen förenklas genom att bilda ett viktat medelvärde, $\sigma_{rel,mean}$, av $\sigma_{rel,dry}$ och $\sigma_{rel,wet}$. Viktningen bör då ske mot antalet torr- respektive blötvädersobservationer enligt:

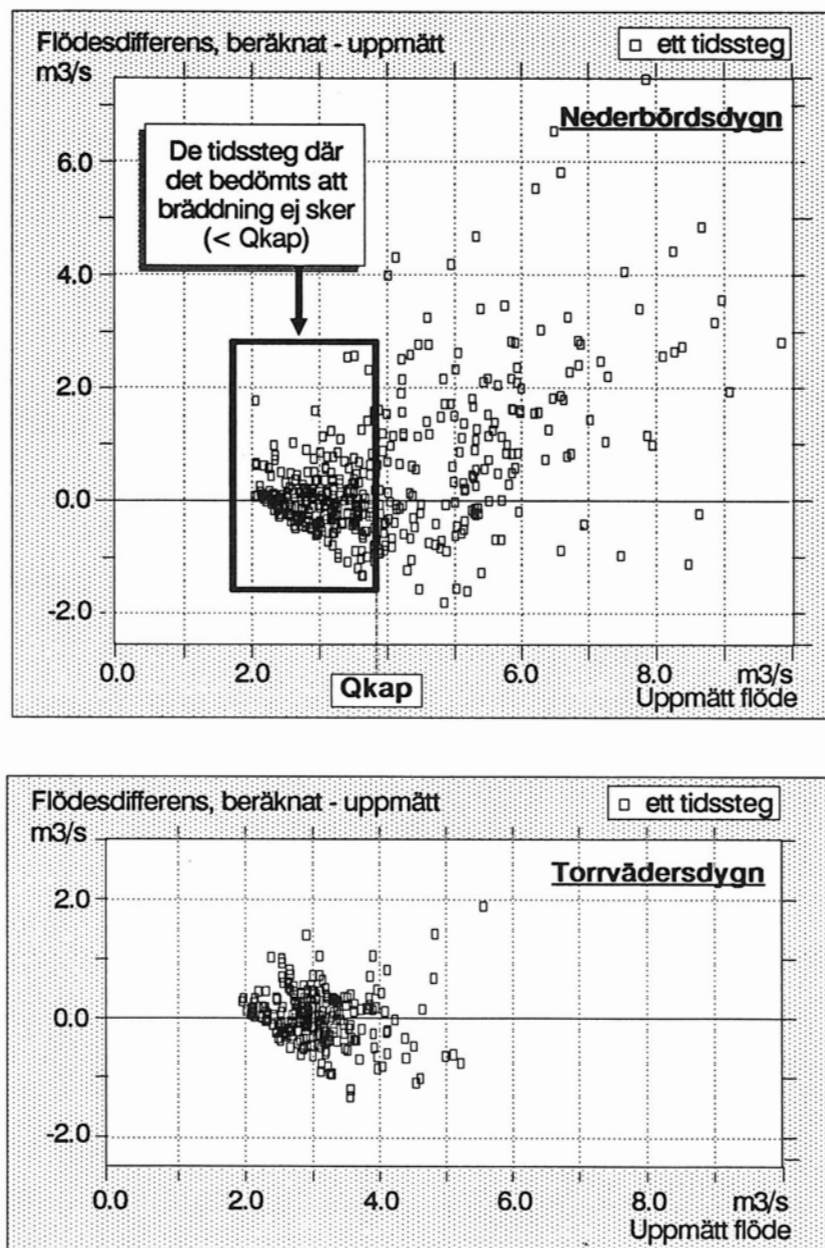
$$\sigma_{rel,mean} = (n_{dry} \times \sigma_{rel,dry} + n_{wet} \times \sigma_{rel,wet}) / n_{tot}$$

där n = antal observationer

En grafisk tolkning av σ_{rel} -kriteriet utgörs av ett sk "double mass plot" av uppmätt flöde och antingen beräknat flöde eller flödesdifferensen (mellan beräknat och uppmätt flöde), se exempel i **figur 4.4**.

4.3.3 Visuell jämförelse av hydrograferna - Subjektiv kalibrering ?

Jämförelsen mellan uppmätt och beräknat flöde är nödvändig under hela verifieringsförloppet och är speciellt användbart under den inledande grovkalibreringen, men även under den slutliga finoptimeringen av parametrarna är det lämpligt att "kasta en blick" på hydrografernas överensstämmelse.



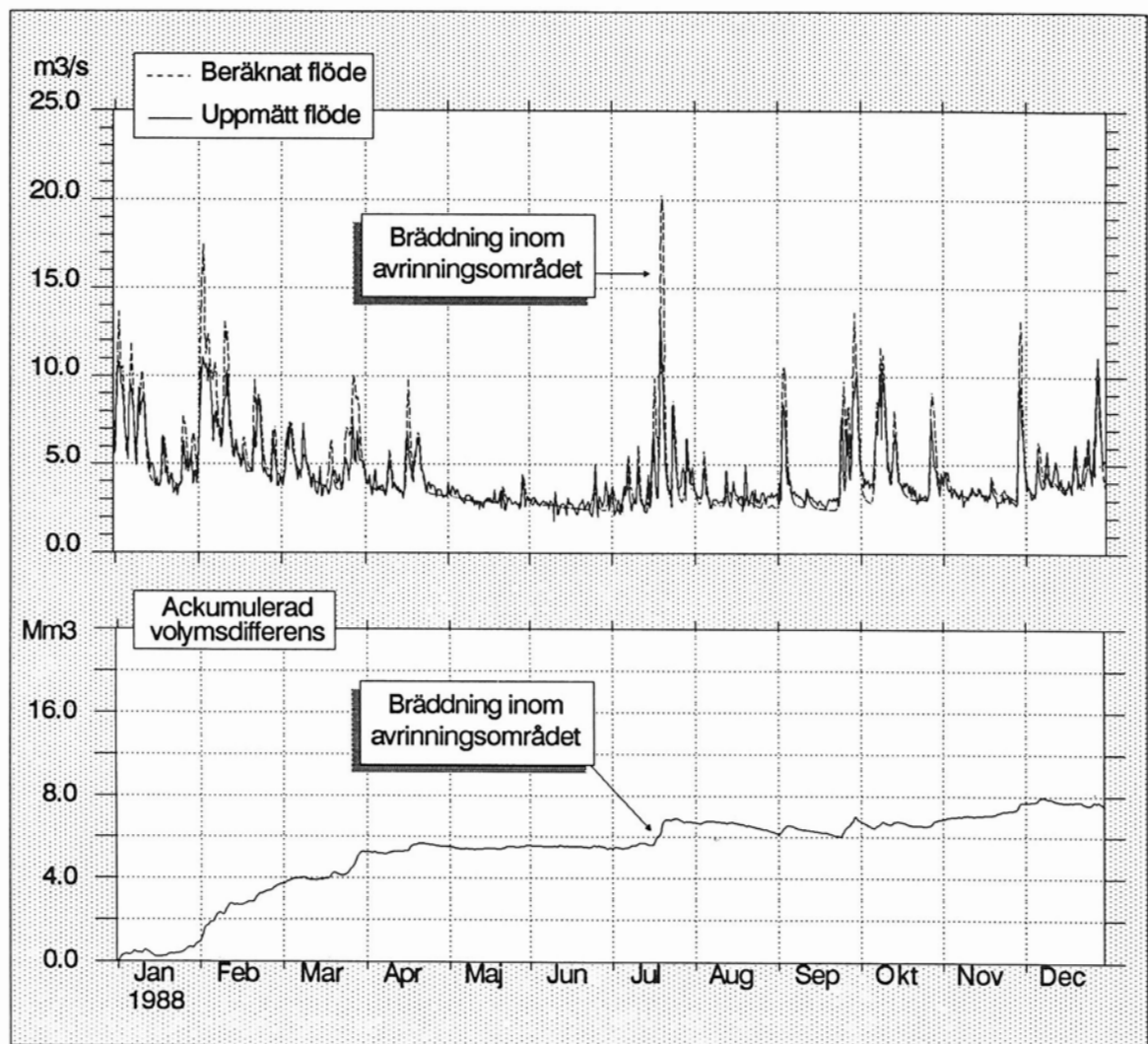
Figur 4.4 Grafisk tolkning av σ_{rel} -kriteriet, sk "double mass plot" av uppmätt flöde och flödesdifferensen.

Det argumenteras ibland om huruvida visuell inspektion av överensstämmelsen mellan beräknade och uppmätta hydrografer är ett lämpligt sätt att verifiera en matematisk modell och att denna metodik är starkt subjektiv. Teoretiskt är nog detta ett korrekt påstående, men i praktiken är det inte lätt att åstadkomma en optimal verifiering utan att grafiskt jämföra beräknad och uppmätt hydrograf. Om endast ett så kallat objektivt verifieringskriterium används, finns risken att man blint tror på kriteriet utan någon hänsyn till den beräknade hydrografens utseende och utan tillräcklig kunskap om hur representativt kriteriet är. Dessutom är valet av kriterium subjektivt i sig självt.

Visuell jämförelse av uppmätt och beräknad hydrograf har återfått förtroendet och används nu av de flesta vid verifiering av matematiska modeller, t ex ref./4/. De ovan beskrivna verifieringskriterierna är dock fortfarande ett mycket värdefullt komplement och underlättar framförallt den slutliga finoptimeringen.

För att underlätta den visuella jämförelsen av beräknad och uppmätt hydrograf kan en graf som visar den ackumulerade differensen tas fram. Detta är ett värdefullt hjälpmedel och en enkel metodik att hålla reda på felen i simulerade volymer under speciellt torrvädersperioder.

I **figur 4.5** visas ett exempel på visuell jämförelse av beräknad och uppmätt hydrograf, kompletterat med den ackumulerade differensen. Observera de "momentana" ökningarna av den ackumulerade differensen, orsakade av bräddning inom modellområdet vid kraftiga nederbördstillfällen.



Figur 4.5 Exempel på grafisk utvärdering av överensstämmelsen mellan beräknat och uppmätt flöde samt ackumulerad differens mellan hydrograferna.

4.4 Kalibreringsmetodik

Flödesseriens längd och tidsupplösningen på flödesdata är av avgörande betydelse för trovärdigheten på erhållna modellparametrar vid kalibreringen. För god noggrannhet krävs ca 3-5 års flödesdata med dygnsmedelflöden för kalibrering av NAM-parametrarna, se kapitel 4.5, samt några månader med högre tidsupplösning, lämpligen minut till timsupplösning beroende på områdets storlek, för kalibrering av ytvavrinningsmodellen. Mätserier med kortare varaktighet är också användbara vid en kalibrering, även om de inte säkerställer optimala parametervärden, se kapitel 4.5. I dessa fall bör man dock säkerställa att mätserierna täcker in olika hydrologiska situationer, exempelvis en typisk "blöt" respektive "torr" period.

En exakt överensstämmelse mellan simuleringar och mätningar kan dock inte förväntas och för områden där nederbördsdata är av sämre kvalitet måste kanske mindre noggranna verifieringsresultat accepteras. I dessa fall kan det vara en fördel att hålla syftet med den aktuella modelltillämpningen i minnet och koncentrera sig på kalibrering av årliga volymer, flödestoppar eller basflöden, beroende på vilken typ av analyser som skall utföras med modellen.

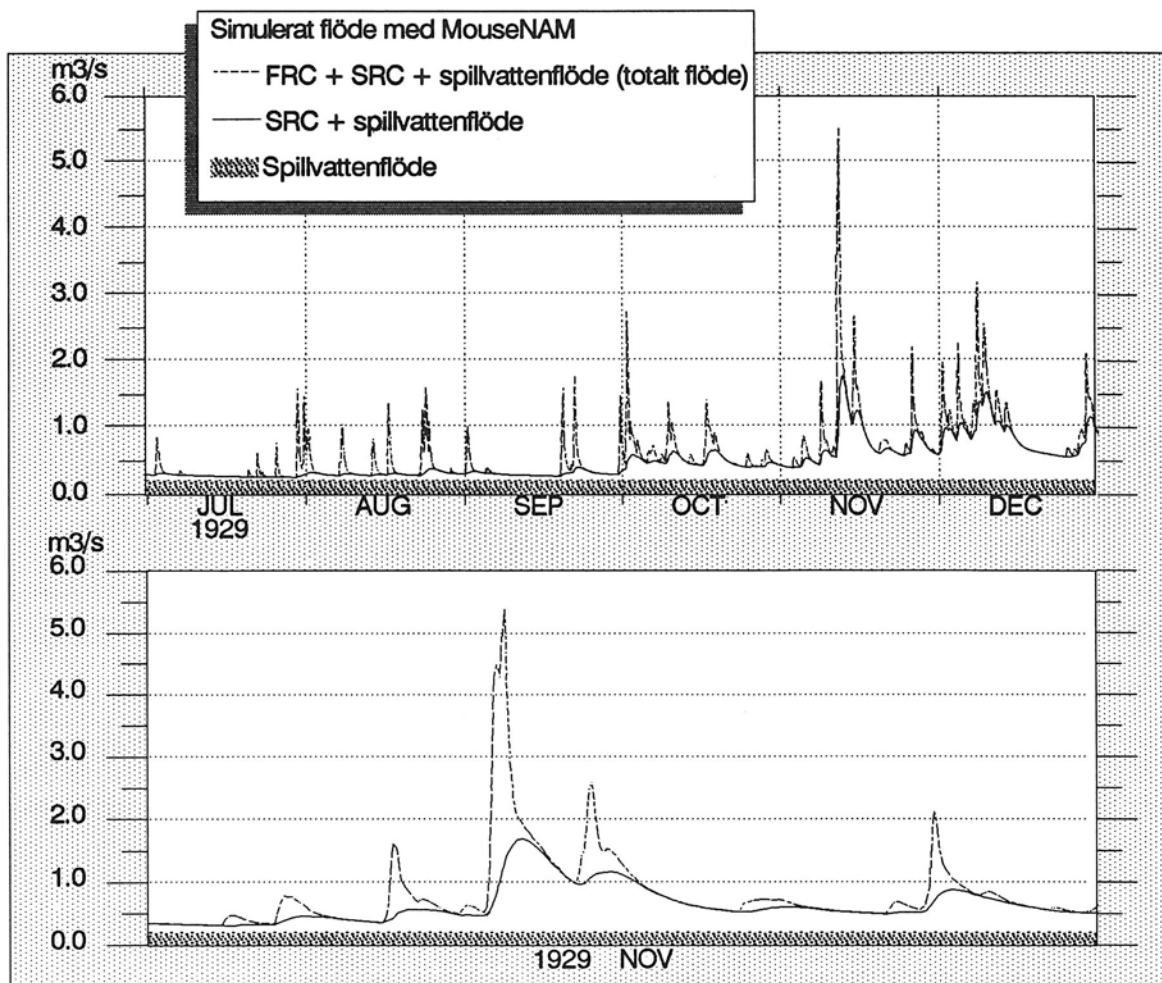
Det bör observeras att MouseNAM beräknar den nederbördsavhängiga flödeskomponenten. Vid jämförelse mot uppmätta flödesdata skall därför det totalt uppmätta flödet reduceras med de flödeskomponenter som ej är nederbördsberoende, exempelvis spillvattenflöde, se kapitel 4.2.1.

Det bör också observeras att MouseNAM beräknar det totalt genererade flödet inom avrinningsområdet, dvs eventuell bräddning inom avrinningsområdet kommer att inkluderas i det beräknade flödet. Vid jämförelse mot uppmätta flödestoppar samt kontroll av vattenbalansen (total volym) skall därför hänsyn tas till detta, se kapitel 4.2.2.

4.4.1 Ytvavrinningsmodellen

Vid simulering av dagvattensystem eller helt kombinerade system kan oftast en god uppskattning av ytan som avvattnas via FRC-komponenten (hårdgjorda ytor etc) erhållas via fysiska data (kartering etc). Den slutliga modellverifieringen av **Afrc** bör dock baseras på jämförelse med historiska uppmätta flöden i samband med nederbörd. Vid simulering av separerade spillvattensystem är detta oundvikligt då det oftast endast finns begränsad kunskap om storleken på denna avrinningskomponent.

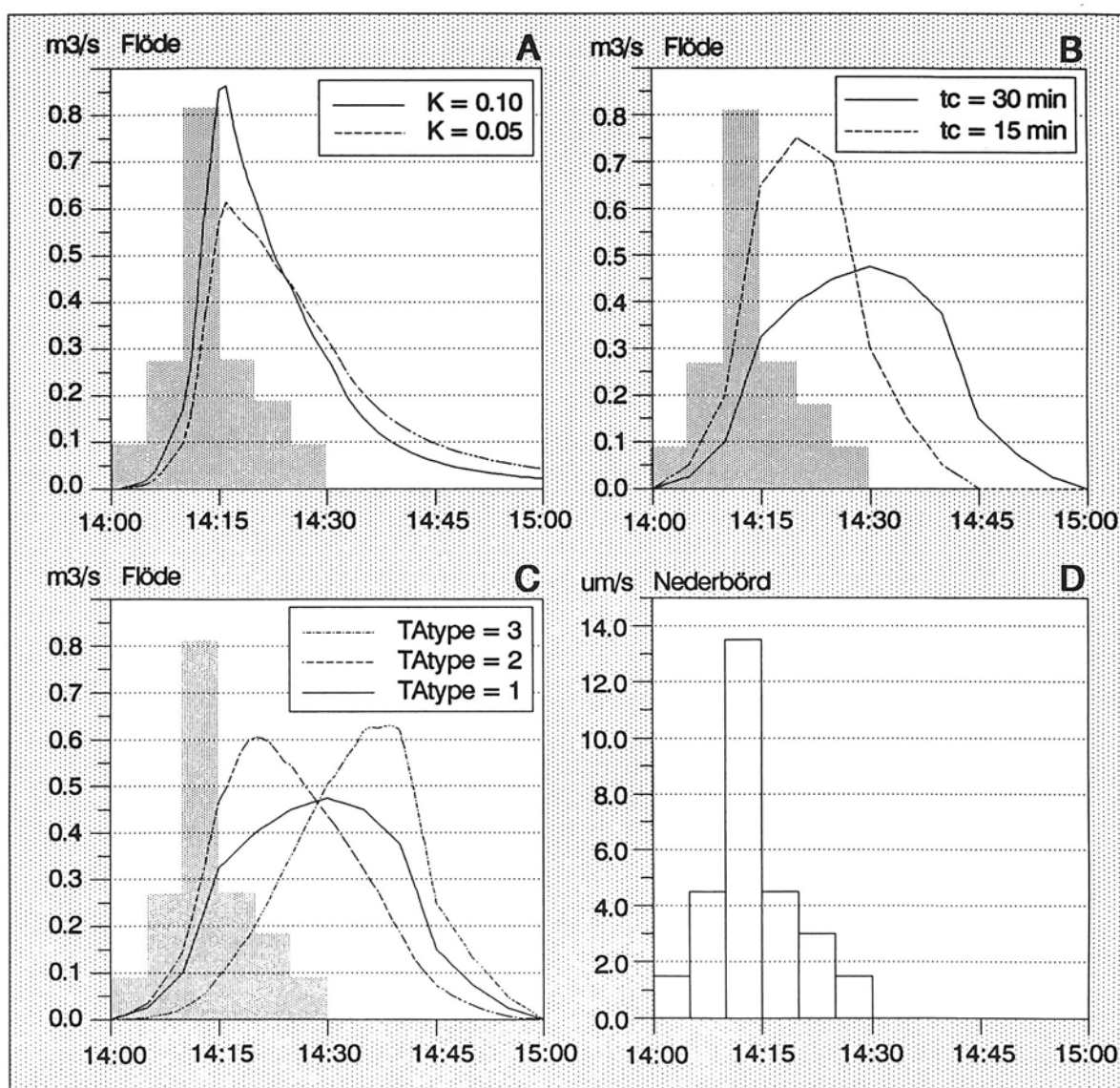
För att kunna skilja på FRC-komponenten (ytavrinningsmodellen) och den snabba delen av SRC-komponenten (sk overland flow i NAM) krävs flödesdata med relativt god tidsupplösning - timmar. I **figur 4.6** visas ett typiskt exempel på hur fördelningen mellan FRC- och SRC-komponenten kan se ut, dels under en längre period, dels för ett par enstaka nederbördstillfällen. Exemplet är taget från Trollhättans avloppsreningsverk.



Figur 4.6 Exempel på fördelning mellan FRC- och SRC-komponenten, Trollhättans avloppsreningsverk.

För kalibrering av parametrarna som beskriver flödets respons; **tc**, **TAtype** alternativt **K**, krävs oftast mycket god tidsupplösning - minuter till timmar. Av **figur 4.7** framgår de olika parametrarnas inverkan på beräknad respons för ett nederbörds-tillfälle (**figur 4.7d**). I **figur 4.7a** har icke linjär magasinsmetod använts med varierande magasinskonstant, **K**. I **figur 4.7b-c** har tid/area metoden använts med varierande tid/area-kurva och koncentrationstid, **tc**. Observera att endast flödet för FRC-komponenten (ytavrinningsmodellen) visas.

För parametrarna **Umax** och **Csnow** gäller i princip samma som för motsvarande parametrar i NAM-modellen, se nedan. Då uppmätta data ej påvisar något annat kan dock **Csnow** sättas till samma värde som för NAM-modellen och **Umax** ges ett värde på 0.6 mm.



Figur 4.7 Exempel på effekterna vid justering av ytvavrinningsmodellens responsparametrar; t_c , T_{Atype} alternativt K .

4.4.2 NAM - modellen

Det är inte möjligt att bestämma NAM-parametrarna på basis av geofysiska mätningar, då de flesta parametrarna är av empirisk karaktär. Det är därför nödvändigt att uppmätt avrinning från studerat område finns tillgänglig så att NAM-parametrarna kan bestämmas genom att jämföra simulerat och uppmätt flöde vid en kalibrering.

Den inledande kalibreringen utförs grafiskt genom en visuell jämförelse av simulerad och uppmätt avrinning. Den slutliga finoptimeringen av parametrarna utförs sedan lämpligen med hjälp av olika numeriska och grafiska kalibreringskriterier, se kapitel 4.3.

Nedan beskrivs dels vilka generella effekter som erhålls vid ändring av respektive parameter, dels anges vilka hydrologiska situationer som är lämpligast att kalibrera en viss parameter mot. Detta innebär att en justering av en viss parameter ger störst effekt under dessa perioder. Dock erhålls vanligen effekter även under övriga perioder, varför även dessa bör studeras vid justering av en parameter.

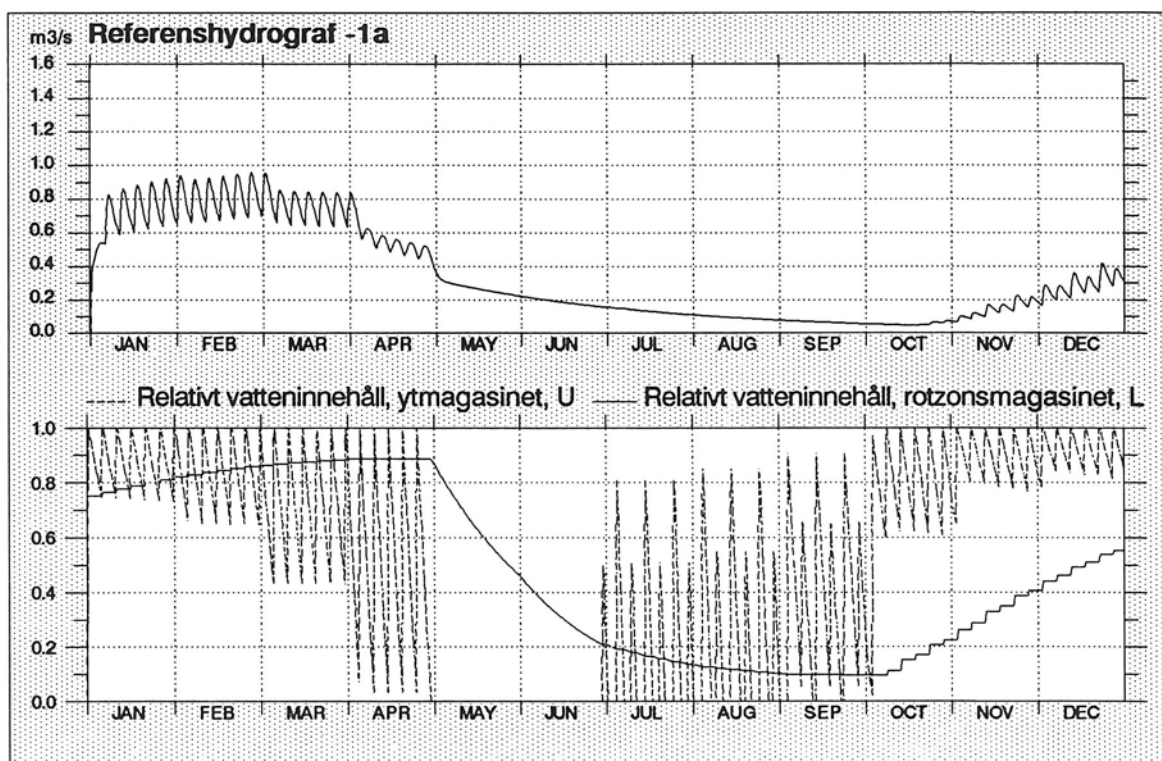
Beskrivningen och tipsen nedan baseras dels på erfarenheter från hittills genomförda inkalibreringar, dels på resultaten från en genomförd känslighetsanalys av modellparametrarna, se kapitel 2.5 och ref./2/.

För att förtydliga respektive parameters funktion har en kompletterande studie genomförts där respektive parameters känslighet med avseende på hydrologisk situation studerats. Vid beskrivningen för respektive parameter nedan, hänvisas till de resultat från denna studie som bäst illustrerar respektive parameters principiella funktion. Vid parameterstudien ansattes den potentiella avdunstningen, nederbördsvolymen och de initiella förhållandena så att fyra olika renodlade fall erhöles:

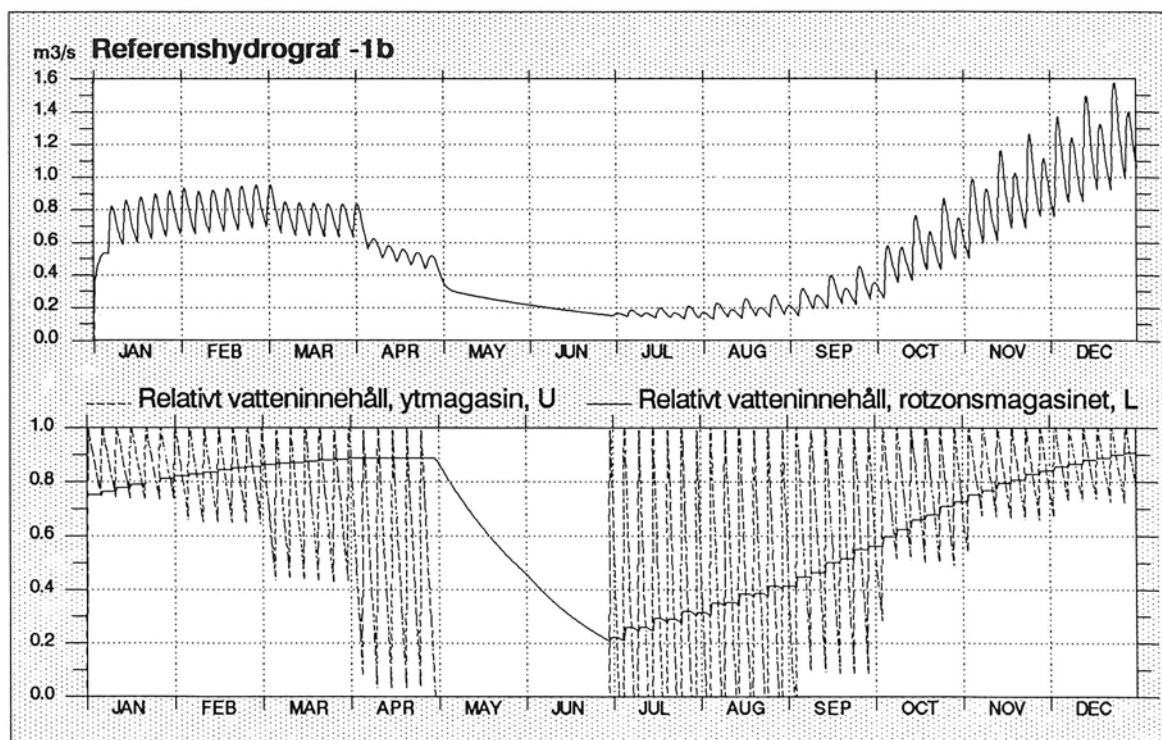
- 1a. Den potentiella avdunstningen representerar normalvärden för en period juli - december, dvs avtagande värden, kombinerat med mindre nederbörds-tillfällen.
- 1b. Den potentiella avdunstningen representerar normalvärden för en period juli - december, dvs avtagande värden, kombinerat med större nederbörds-tillfällen.
- 2a. Den potentiella avdunstningen representerar normalvärden för en period februari - juli, dvs ökande värden, kombinerat med mindre nederbördstillfällen.
- 2b. Den potentiella avdunstningen representerar normalvärden för en period februari - juli, dvs ökande värden, kombinerat med större nederbördstillfällen.

Dessa representeras av referenshydrograferna 1a, 1b, 2a och 2b, se **figur 4.8 - 4.11**, vilka beräknats med samma referensparametrar som vid känslighetsanalysen, se kapitel 2.5. I huvudsak har utvärderingen fokuserats mot de avslutande 6 månaderna där förhållanden enligt ovan gäller, fall 1a - 2b. För den inledande 6-månadersperioden har samma nederbördsförhållanden använts för samtliga fall, medan den potentiella avdunstningen har satts till normalvärden för respektive månad. Samma startbetingelser har använts för samtliga beräkningar. Därmed kommer fallen 1a och 1b att representera torra initiella förhållanden (juli) kombinerat med hög avdunstning, se **figur 4.8 - 4.9**. Medan fallen 2a och 2b representerar relativt blöta initiella förhållanden (februari) kombinerat med låg avdunstning, se **figur 4.10 - 4.11**.

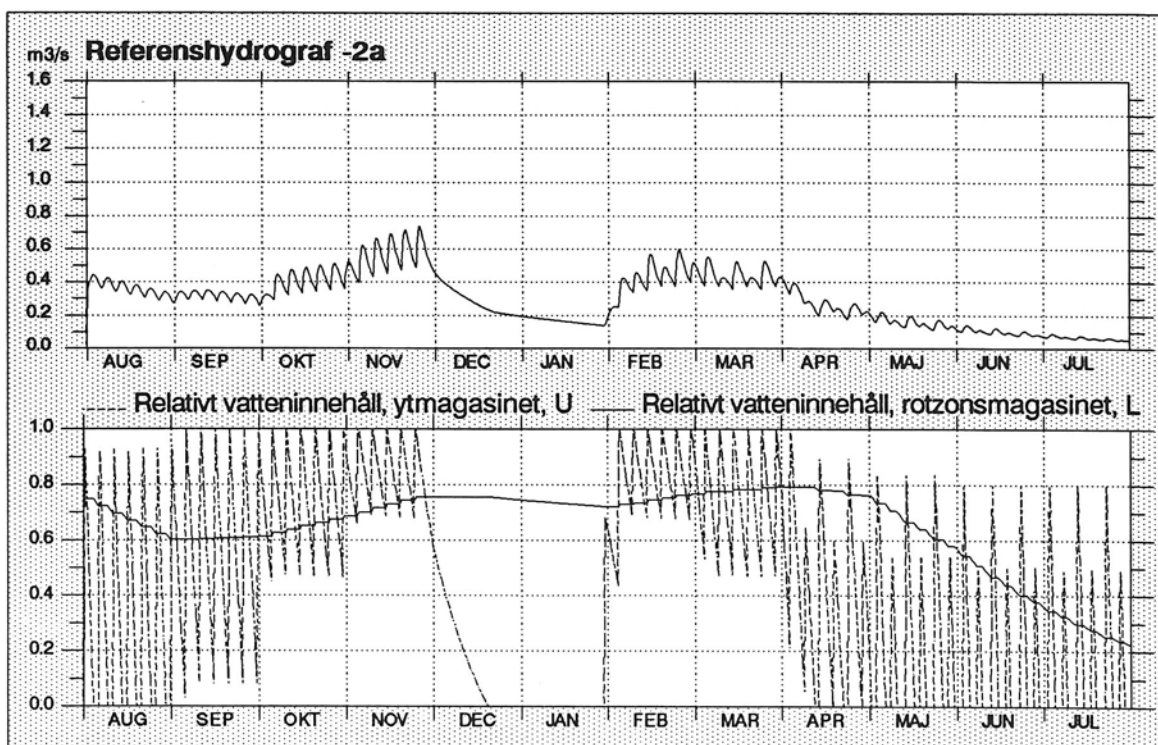
Vid studien har modellparametrarna en efter en justerats utgående från referensparametrarna med -50 %, varefter flödesdifferensen beräknats som funktion av tiden för varje parameter. Referensparametrarna framgår av **tabell 2.1** (kapitel 2.5). Flödesdifferensen har genomgående normaliserats mot respektive referenshydrografs medelflöde och kallas fortsättningsvis för dQr-kurvor. För vissa parametrar har dQr-kurvor även beräknats för en parameterjustering på -10 %.



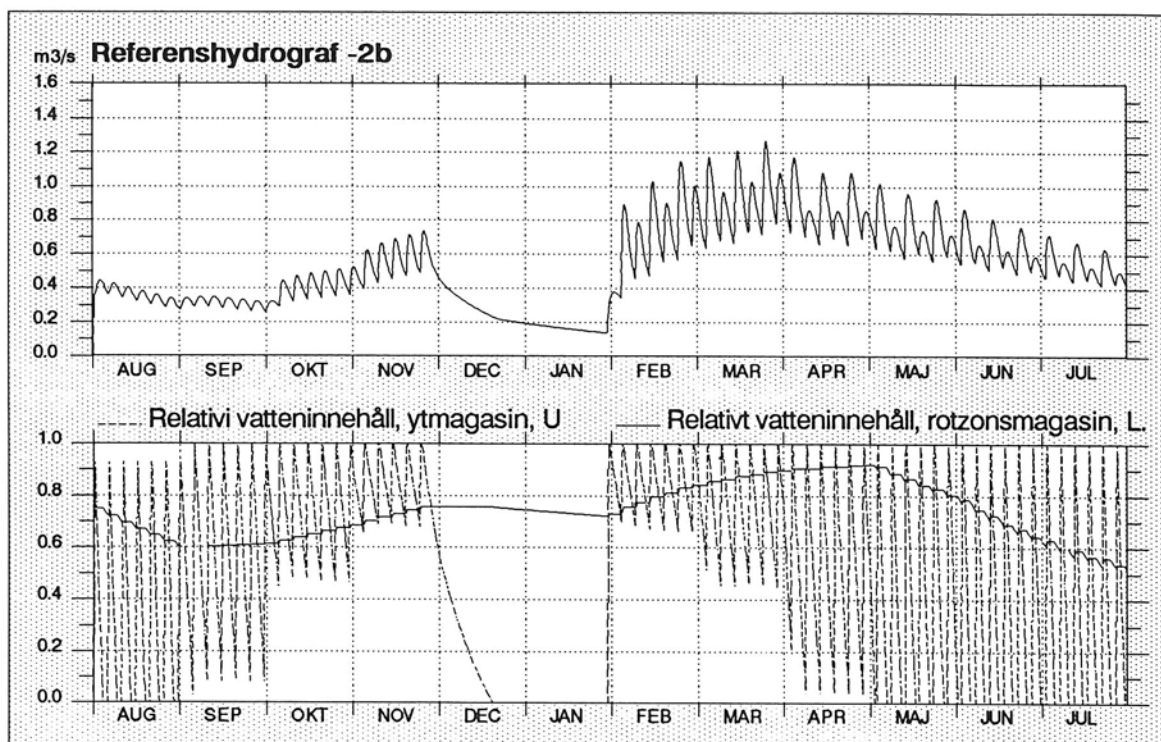
Figur 4.8 Referenshydrograf 1a.



Figur 4.9 Referenshydrograf 1b.



Figur 4.10 Referenshydrograf 2a.



Figur 4.11 Referenshydrograf 2b.

Parametrarna är nedan nämnda i den ordningsföljd som de lämpligen justeras. Dock kan det vara nödvändigt att dels gå tillbaka till ett tidigare kalibreringssteg, dels gå igenom parametrarna ett antal gånger. Generellt rekommenderas, speciellt för mindre erfarna användare, att endast en parameter i taget justeras mellan varje beräkning så att effekten av en ändring tydligt syns.

I vissa fall uppnås inte tillräcklig effekt genom att endast justera en parameter. Flera parametrar som styr liknande fenomen kan då användas tillsammans.

I andra fall erhålls oönskade bieffekter vid justering av en parameter. Dessa bieffekter kan i många fall elimineras genom att samtidigt justera andra parametrar som ej påverkar de önskade effekterna utan minskar erhållna bieffekter med den första parametern.

De NAM-parametrar som bör ägnas störst uppmärksamhet är följande;

Asrc, CQof, CKbf, CKof, Umax samt **Csnow** i snörikare områden.

Därmed inte sagt att övriga parametrar skall ignoreras !

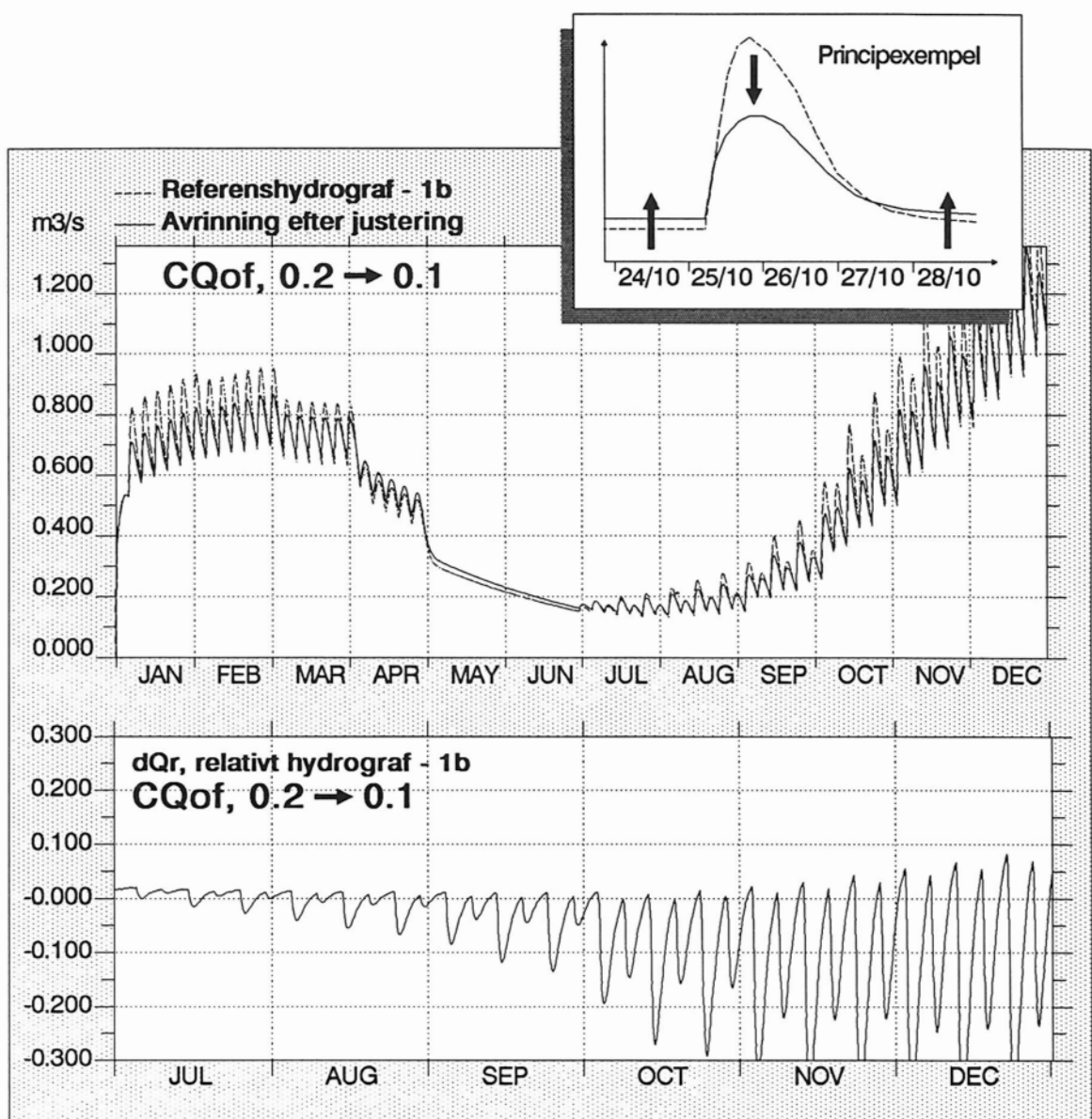
1. Det första steget vid en NAM-kalibrering är vanligen att justera vattenbalansen i systemet, dvs överensstämelsen mellan beräknad och uppmätt total volym under hela den studerade perioden. Detta görs genom att korrigera arean, **Asrc**. En ökning av Asrc med exempelvis 10 % kommer att ge en ökning av varje flödeskomponent, i varje tidssteg, med 10 %.

Den totala uppmätta volymen består dock i det generella fallet även av avrinning från hårdgjorda ytor etc (ytavrinningsmodellen), se kapitel 4.4.1. Se även kommentar om bräddning i kapitel 4.2.2.

2. Därefter ställs ytavrinningskoefficienten, **CQof** in så att fördelningen av volym mellan overland flow (flödestoppar) och baseflow blir korrekt. Detta görs efter blötperioder samt helst under en period med låg avdunstning, se **figur 4.12**.

En minskning av CQof ger minskad overland flow och ökad infiltration. Därmed också ett ökat baseflow. Se principexemplet i **figur 4.12**, där de generella effekterna av en minskning av CQof framgår.

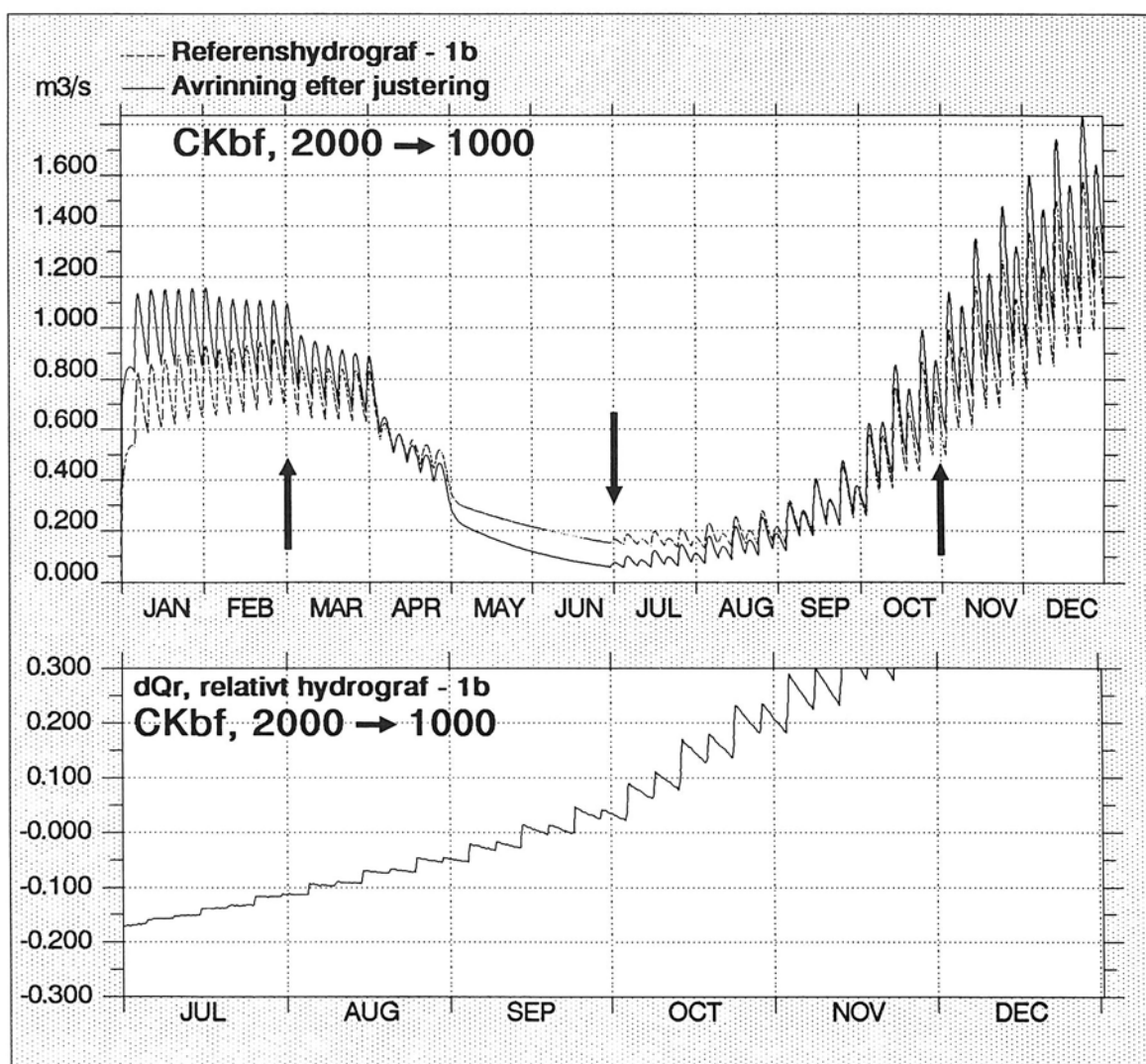
De uppmätta flödestopparna består dock i det generella fallet även av avrinning från hårdgjorda ytor etc (ytavrinningsmodellen), se kapitel 4.4.1. Se även kommentar om bräddning i kapitel 4.2.2.



Figur 4.12 Effekterna på referenshydrograf 1b vid justering av CQof samt speciellt principexempel för att förtydliga de generella effekterna.

3. **CKbf** justeras mot responsen för baseflow, dvs uppbyggnad samt avklingning av baseflow. Justering mot uppbyggnad av baseflow, görs under och efter blötperiod med låg avdunstning. Justering mot avklingningen görs i början av torrperioder med hög avdunstning, helst då flödet endast utgörs av baseflow. Se **figur 4.13**. De generella effekterna av en minskning av CKbf har också markerats i **figur 4.13**.

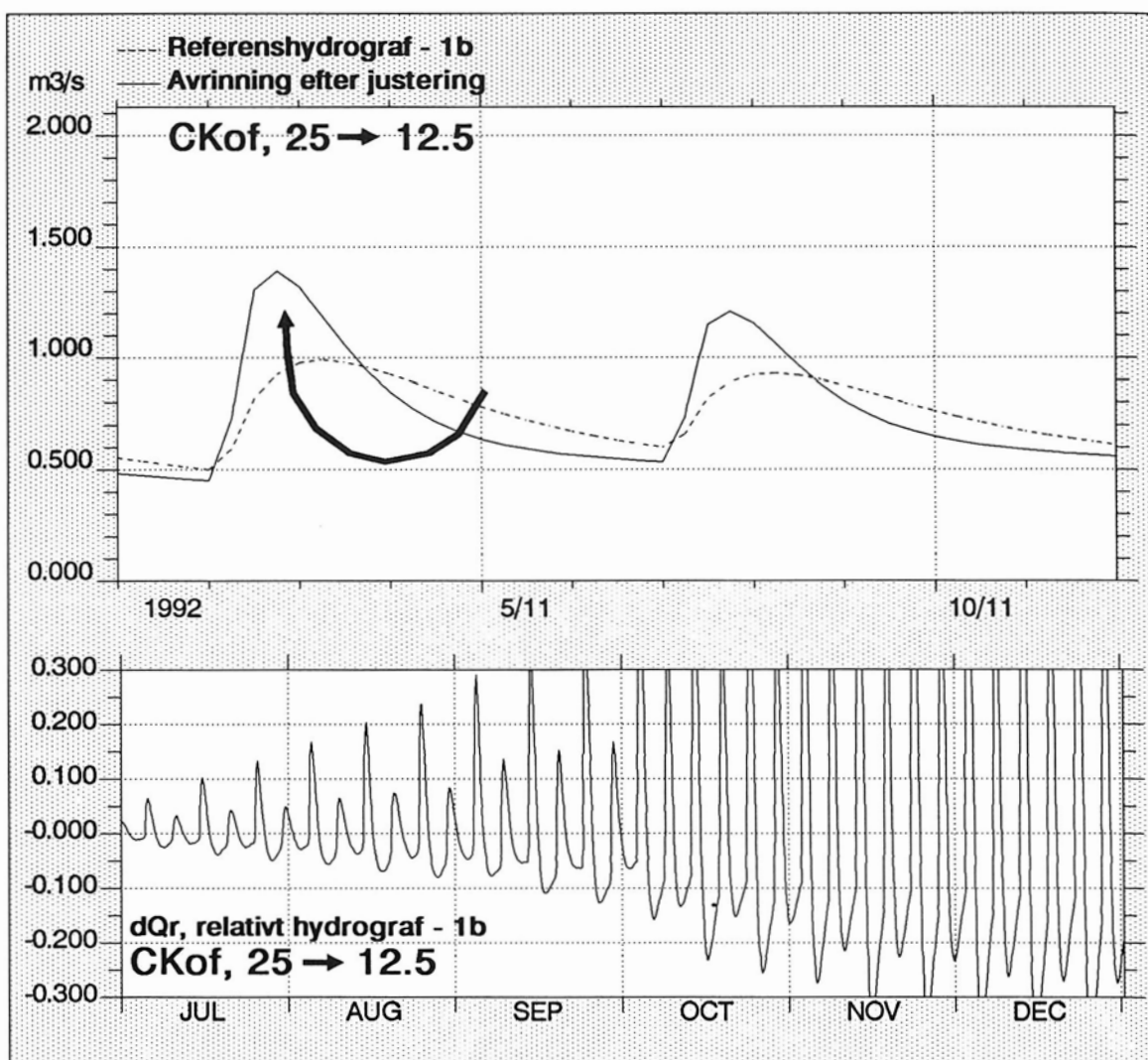
En justering av CKbf påverkar inte avrinningsvolymens storlek sett under en längre period. Däremot förskjuts volymerna i tiden.



Figur 4.13 Effekterna på referenshydrograf 1b vid justering av CKbf. De generella effekterna har markerats med pilar.

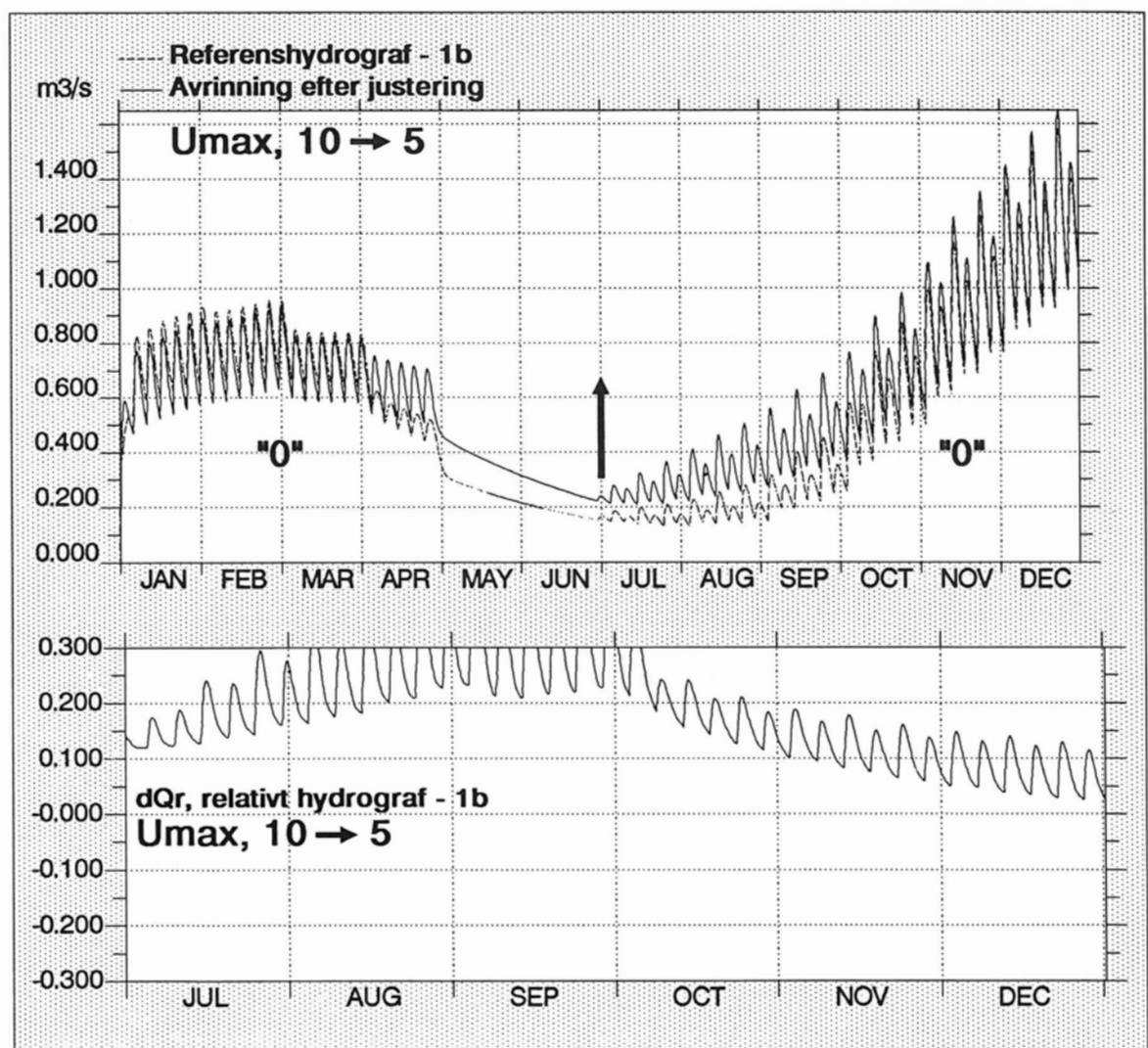
4. **CKof** justeras mot responsen, formen på flödestopparna. Detta görs under perioder med kraftig nederbörd, helst efter en blötperiod, se **figur 4.14**. De generella effekterna av en minskning av CKof har också markerats i **figur 4.14**.

De uppmätta flödestopparna består dock i det generella fallet även av avrinning från hårdgjorda ytor etc (ytavrinningsmodellen), se kapitel 4.4.1. Se även kommentar om bräddning i kapitel 4.2.2.

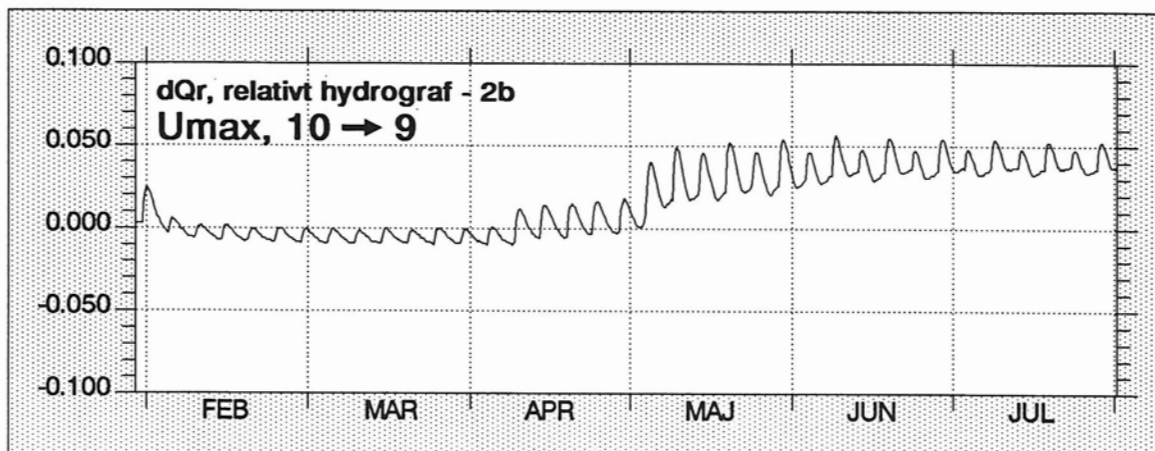


Figur 4.14 Effekterna på referenshydrograf 1b vid justering av CKof. De generella effekterna har markerats med pilar.

5. En minskning av U_{max} ger en minskad avdunstning vilket resulterar i en ökad avrinning under perioder med hög avdunstning. Effekten blir störst under perioder som föregåtts av en blötperiod. Dels erhålls en ökad overland flow, dels förs mer vatten till grundvattenmagasinet vilket resulterar i ett ökat baseflow, dock med en viss fördröjning på grund av den långa responstiden för baseflow. Se figur 4.15 - 4.16. De generella effekterna av en minskning av U_{max} har också markerats i figur 4.15.

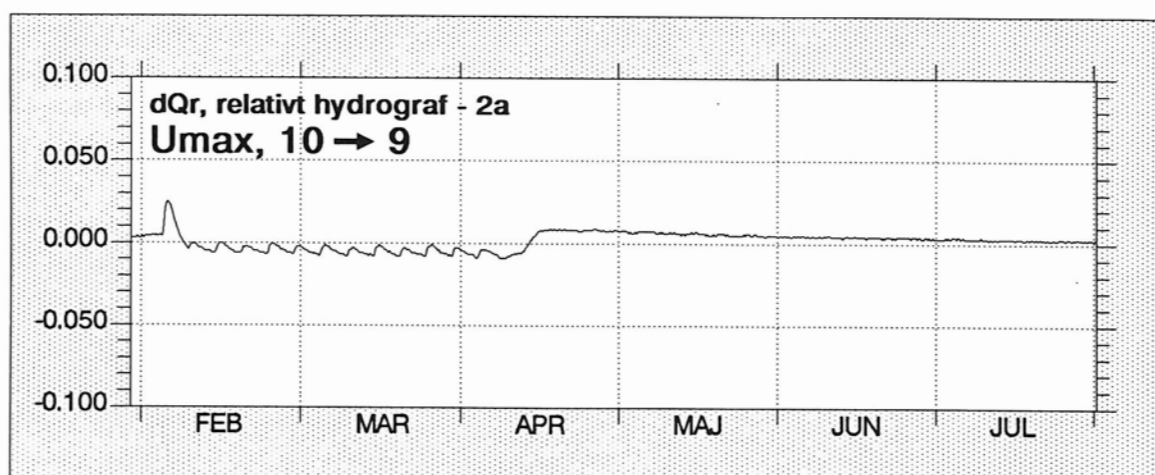


Figur 4.15 Effekterna på referenshydrograf 1b vid justering av U_{max}. De generella effekterna har markerats med pilar.



Figur 4.16 Effekterna på referenshydrograf 2b vid justering av U_{max} .

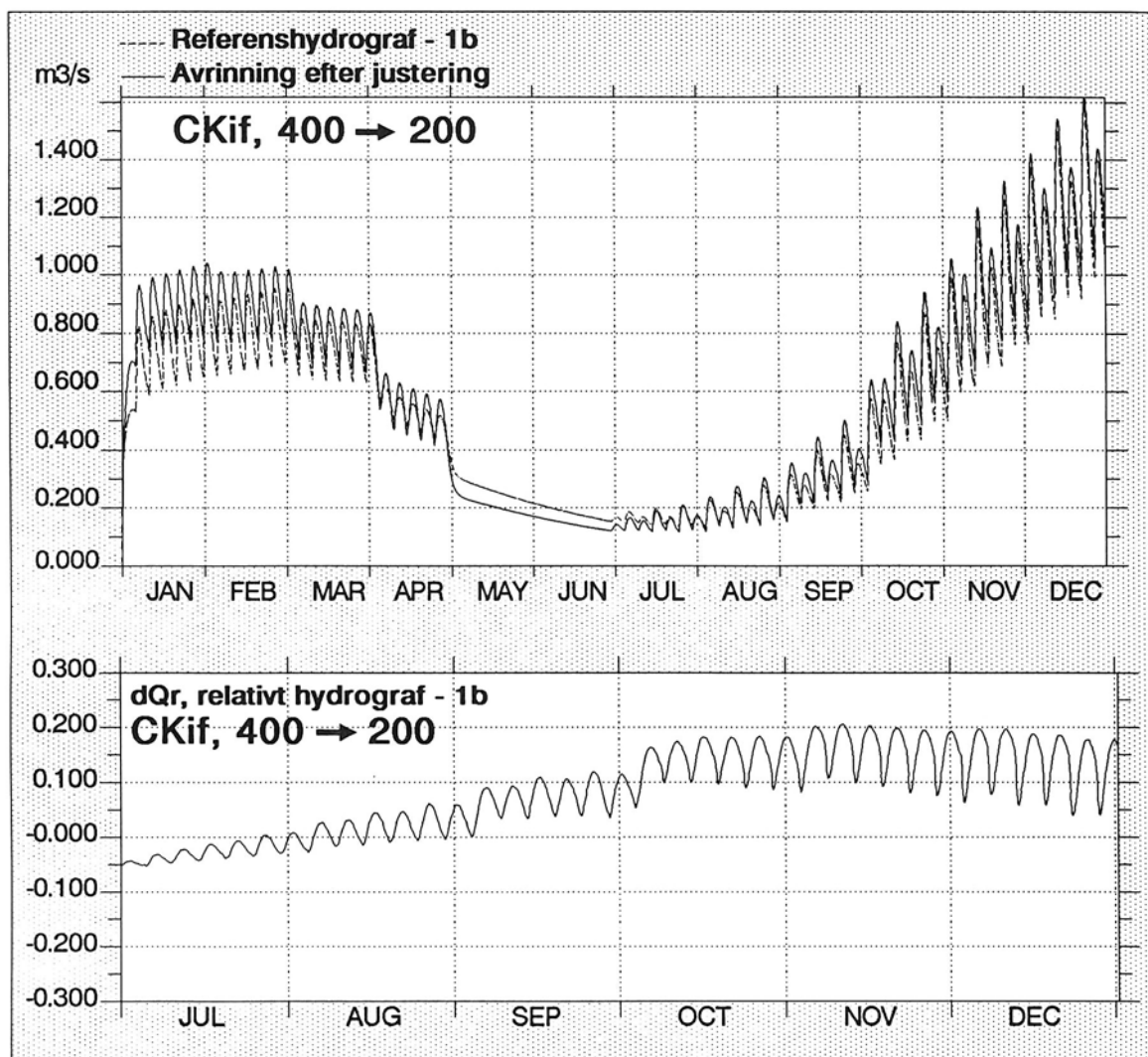
Ett viktigt beteende i NAM-modellen är att ytmagasinet måste vara fyllt innan overland flow respektive infiltration sker. Under torrperioder med hög avdunstning kan därmed U_{max} uppskattas utifrån hur mycket nederbörd som krävs för att ytmagasinet skall fyllas och ytavrinning skall ske. Denna metodik kan även användas under perioder med låg avdunstning om nederbördstillfället har föregåtts av en lång torrperiod, se [figur 4.17](#) (dQr -topp i början av februari).



Figur 4.17 Effekterna på referenshydrograf 2a vid justering av U_{max} .

6. **CKif** justeras mot responsen av interflowflödet under perioder med låg avdunstning, se **figur 4.18**.

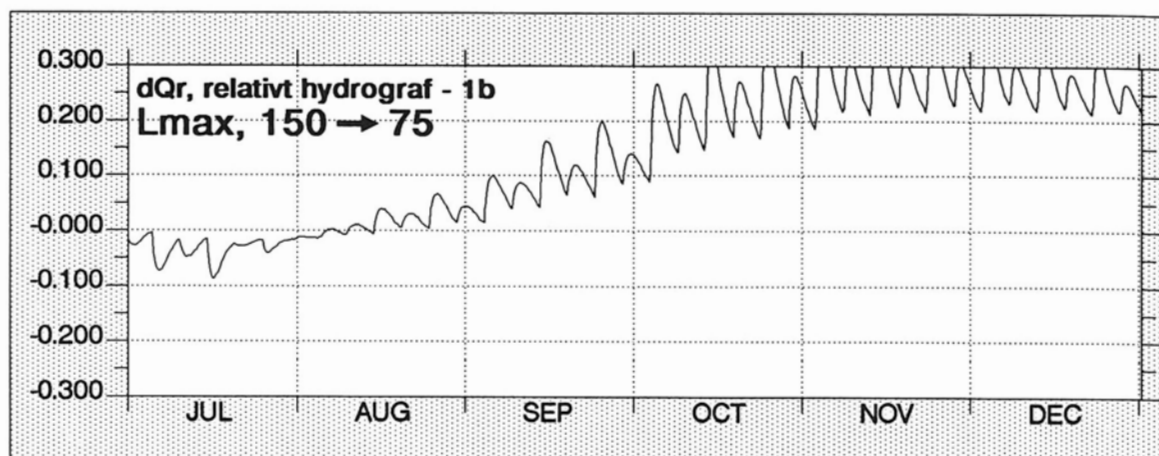
En minskning av CKif ger en viss ökning av volymen under dessa perioder.



Figur 4.18 Effekterna på referenshydrograf 1b vid justering av CKif.

7. Det relativa vatteninnehållet i rotzonen, $L/L_{\max}$, styr flera av de olika vattentransporterna i NAM-modellen. Då magasinskapaciteten, **$L_{\max}$** , påverkar hastigheten i uppfyllnaden av L mot $L_{\max}$, justeras $L_{\max}$ mot perioder med kraftig uppfyllnad av rotzonsmagasinet. Detta inträffar oftast under perioder med låg avdunstning, helst kombinerat med en blötperiod. Se **figur 4.19**.

En minskning av $L_{\max}$ ger ökad avrinning, dock kan avrinningen minska något under perioder med mycket hög avdunstning.



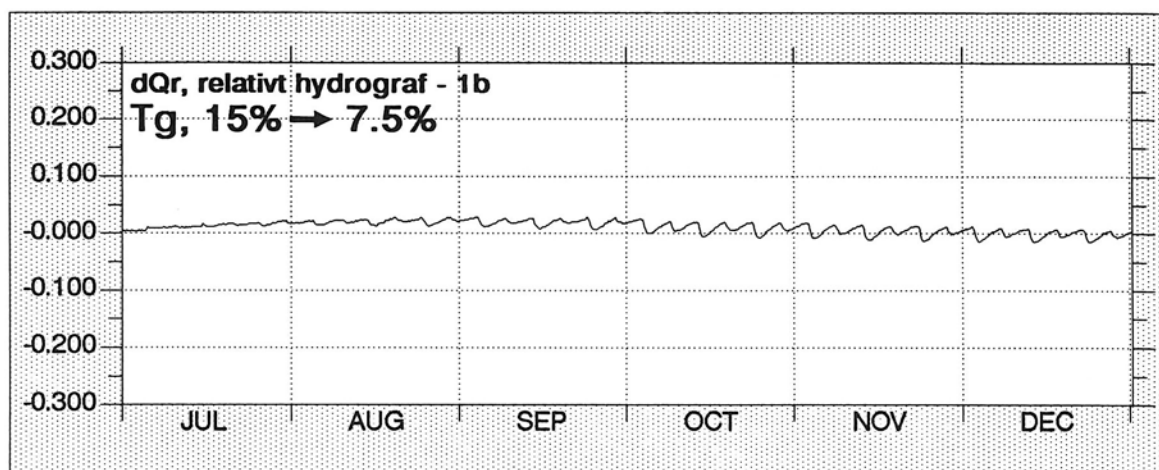
Figur 4.19 Effekterna på referenshydrograf 1b vid justering av $L_{\max}$.

8. Tröskelvärdena, T_{of} , T_{if} och T_g anger över vilket relativt vatteninnehåll i rotzonsmagasinet, $L/L_{\max}$ som overland flow, interflow respektive baseflow kommer att genereras. Därmed kan tröskelvärdena uppskattas utifrån den tidpunkt i upp fyllnaden av rotzonsmagasinet där respektive flödeskomponent börjar avrinna.

Det bör noteras att tröskelvärdena inte har någon betydelse under de perioder då rotzonsmagasinet är nära fullt, $L = L_{\max}$.

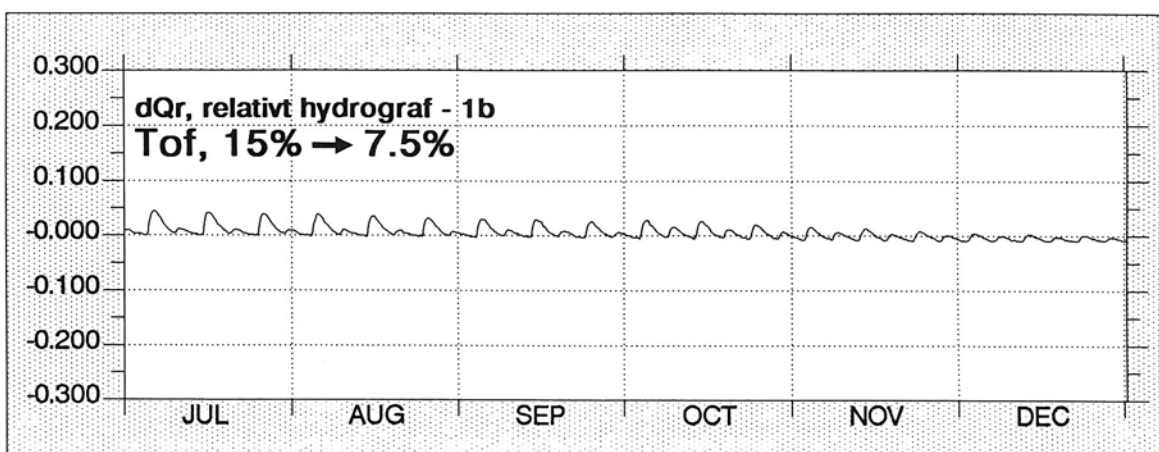
Ett ökat tröskelvärde minskar avrinningen under torrperioder och i början av blötperioder, dvs perioder med lågt relativt vatteninnehåll i rotzonsmagasinet.

T_g justeras under perioder med kraftig påfyllnad av rotzonsmagasinet, helst kombinerat med låg avdunstning samt föregånget av en torrperiod. T_g är därmed en viktig parameter för justering av grundvattennivåns höjning i början av blöt perioder. Se **figur 4.20**.



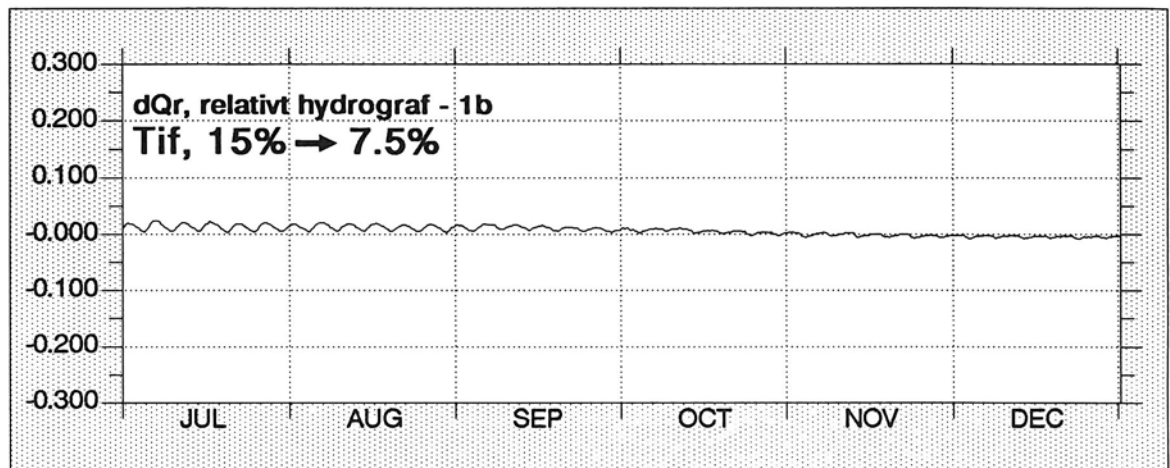
Figur 4.20 Effekterna på referenshydrograf 1b vid justering av T_g.

T_{of} justeras efter en torrperiod vid tillfällen med kraftig påfyllnad av rotzonsmagasinet. Exempelvis kan justering ske mot tillfällen där även större nederbördsvolym ej ger upphov till någon överland flow. Se **figur 4.21**.



Figur 4.21 Effekterna på referenshydrograf 1b vid justering av T_{of}.

Tif justeras efter en torrperiod vid uppfyllning av rotzonsmagasinet, helst kombinerat med låg avdunstning. Tif är dock en av de minst viktiga parametrarna. Se **figur 4.22**.

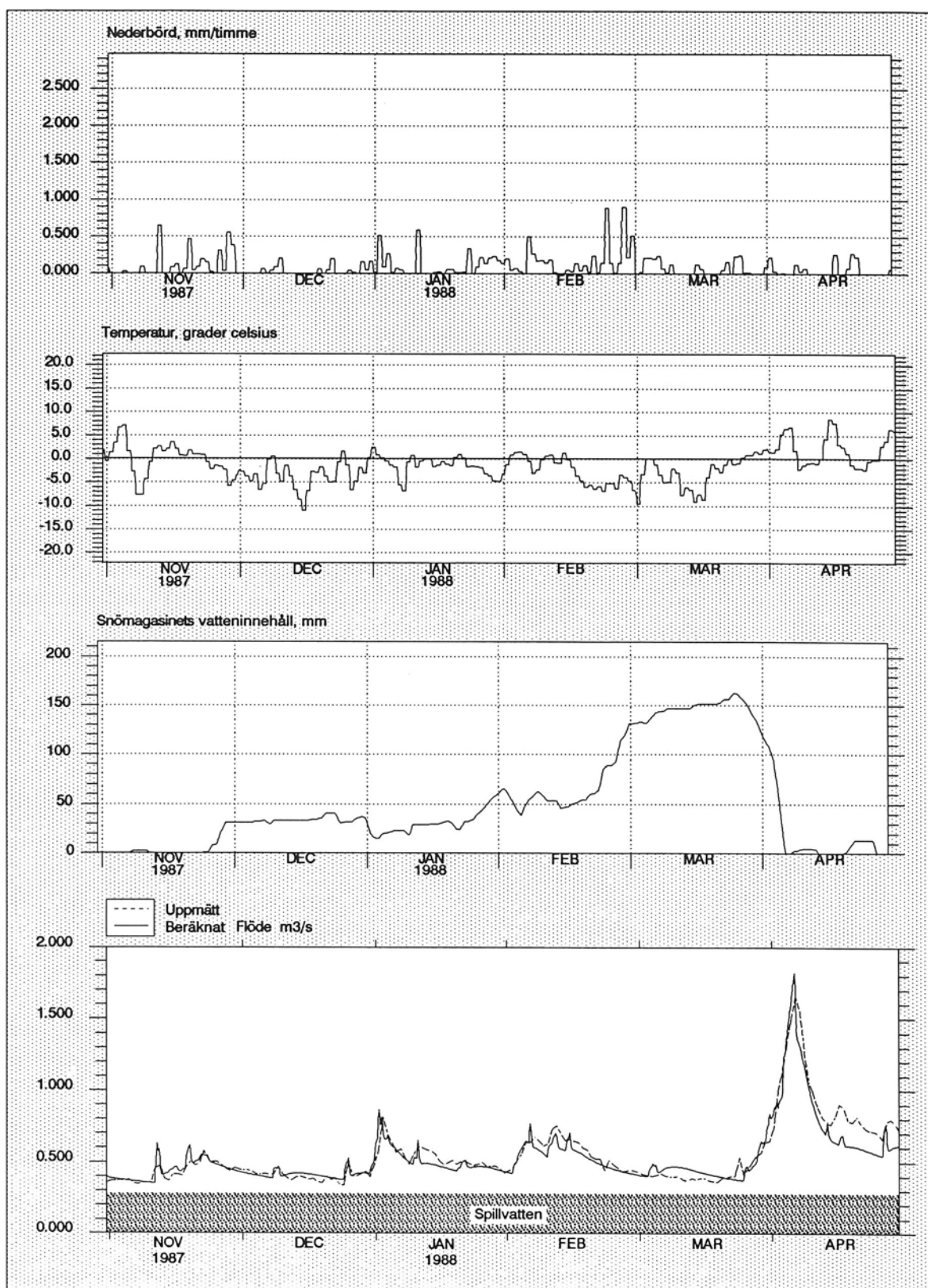


Figur 4.22 Effekterna på referenshydrograf 1b vid justering av Tif.

9. Graddagskoefficienten, **Csnow** kan uppskattas genom att studera sambandet mellan temperatur, vatteninnehållet i snömagasinet samt uppmätt avrinning. Vid negativ temperatur lagras nederbörden i snömagasinet. Vid positiv temperatur töms snömagasinets innehåll till ytmagasinet, där hastigheten på tömningen styrs av Csnow. En höjning av Csnow innebär att tömningen sker snabbare.

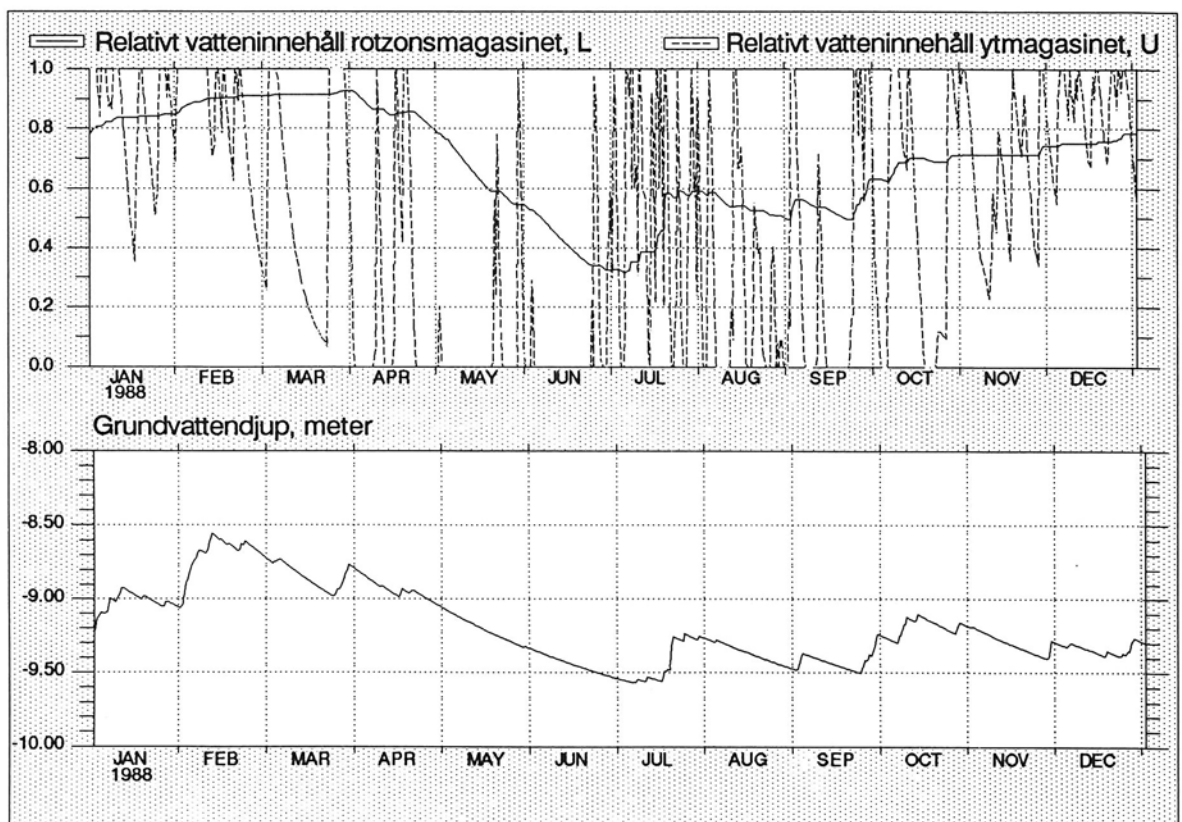
Denna process bör studeras då och då under hela kalibreringsprocessen. Risk finns annars att ett snösmältningsfenomen försöker beskrivas genom att justera andra parametrar.

I **figur 4.23** visas ett exempel på dels uppbyggnaden av snötäcket med efterföljande snösmältningsförlopp, dels beräknad och uppmätt flödesreaktion under motsvarande period. Exemplet är taget från Duvbackens reningsverk, Gävle, se ref./15/. Med tanke på komplexiteten i snösmältningsförloppet inom ett urbant område, snöröjning etc, erhöles en relativt god beskrivning av detta med NAM-modellen.



Figur 4.23 Exempel på simulering av uppbyggnaden av snötäcket med efterföljande snösmältningsförlopp. Duvbackens reningsverk, Gävle.

Då variationen av vatteninnehållet i yt- och rotzonsmagasinet styr många av de övriga processerna, se kapitel 2.2.2, bör dessa studeras under hela kalibreringsprocessen. I **figur 4.24** visas ett exempel på variationen för vatteninnehållet i ytmagasinet, rotzons-magasinet och grundvattenmagasinet. Exemplet är taget från simulering av Ryaverkets avrinningsområde, Göteborg. Som synes sker avtappning av rotzonsmagasinet i huvudsak under sommarperioden. Detta beroende på att avdunstningen under resten av året i det närmaste är obefintlig. Avrinningen från grundvattenmagasinet sker däremot under hela året. Tömningen av ytmagasinet sker snabbare under sommarperioden beroende på att avdunstningen under denna period är stor och därmed har den dominerande påverkan på ytmagasinet. Under perioder med låg avdunstning styrs tömningen av ytmagasinet istället i huvudsak av angiven tidskonstant för interflow, CKif, jämför beskrivningen ovan. Exemplet visar också att uppfyllning av rotzons- och grundvattenmagasinet först sker när ytmagasinet är fullt, dvs när nederbörden fyllt ytmagasinet. Ett större ytmagasin, dvs större U_{max} , innebär därför att detta sker mer sällan och i mindre omfattning. Därmed kommer också större andel av nederbörden att avdunsta, jämför beskrivningen ovan. Ett mindre rotzonsmagasin, dvs mindre L_{max} , skulle bl a ha inneburit att den relativa variationen i detta magasin ökar. Dessutom påverkas den verkliga avdunstningen så att den blir mindre om rotzonsmagasinet minskas, jämför beskrivningen ovan. Detta beroende på att mindre vatten är tillgängligt för rotsugning till vegetationens transpiration under i huvudsak sommarperioden.



Figur 4.24 Exempel på vatteninnehållets variation i yt-, rotzons- respektive grundvattenmagasinet. Ryaverkets avrinningsområde, Göteborg.

I kapitel 5.1 redovisas exempel på vilken överensstämmelse mellan beräknade och uppmätta flöden som kan förväntas då ingångsdata är av relativt hög kvalitet. I kapitel 5.2 redovisas en sammanställning av erhållna parametervärden vid hittills genomförda tillämpningar.

4.5 Konsekvenser av kalibreringsperiodens längd och typ

Vid kalibrering av en modell mot en kortare period kan oftast en god överensstämmelse mellan beräknade och uppmätta flöden enkelt åstadkommas. Detta får dock inte vilseleda till att tro att modellen nödvändigtvis är trovärdigt verifierad då ett efterföljande test mot oberoende data, i dessa fall, många gånger kan uppvisa en klart sämre överensstämmelse. Ett sådant beteende är typiskt då ett otillräckligt material har använts vid kalibreringen.

Den optimala längden på kalibreringsperioden är därför en intressant fråga vilken måste beaktas vid verifiering av en modell. Perioden måste innehålla tillräcklig information om de hydrologiska händelserna för att möjliggöra uppskattning av parametervärden som gäller för alla förhållanden inom området. En kalibreringsperiod kan antas vara tillräckligt lång om ett test mot en längre serie oberoende data ger jämförbar överensstämmelse.

En annan intressant frågeställning är vilka brister i modellens trovärdighet som är sannolika då kalibrering skett mot en kortare period, exempelvis då längre mätserier ej finns. Med andra ord hur parametervärdena påverkas av valet av kalibreringsperiod.

För att kunna bedöma hur mycket flödesstatistik och meteorologiska statistik som är nödvändig för att kunna erhålla en trovärdigt verifierad modell krävs alltså kunskap om kalibreringsperiodens betydelse för modellens beteende. I detta kapitel återges en sammanfattning av resultaten från en genomförd studie med syftet att belysa frågeställningarna ovan, se ref./14/ för detaljer.

Slutsatserna i detta kapitel baseras på modellberäkningar för endast ett avrinningsområde, nämligen Ryaverkets avrinningsområde, Göteborg, se kapitel 5.1 för områdesbeskrivning etc. De erhållna parametervärdena för detta område passar dock väl in i det begränsade variationsspann som erhållits vid tidigare genomförda studier med MouseNAM, se kapitel 5.2. Detta indikerar att resultaten från de i detta kapitel genomförda beräkningarna borde kunna anses som relativt allmängiltiga. Resultaten överensstämmer också med tidigare erhållna erfarenheter från icke urbana tillämpningar med NAM-modellen, se ref./8/.

Vid de genomförda beräkningarna fokuserades det på verifiering av NAM-modellen, varför ytavrinningsmodellens parametrar ej tillåts variera vid kalibreringsmomenten. De parametervärden som använts för ytavrinningsmodellen har via tidigare utförda detaljmätningar och modellstudier kunnat bestämmas med relativt god säkerhet.

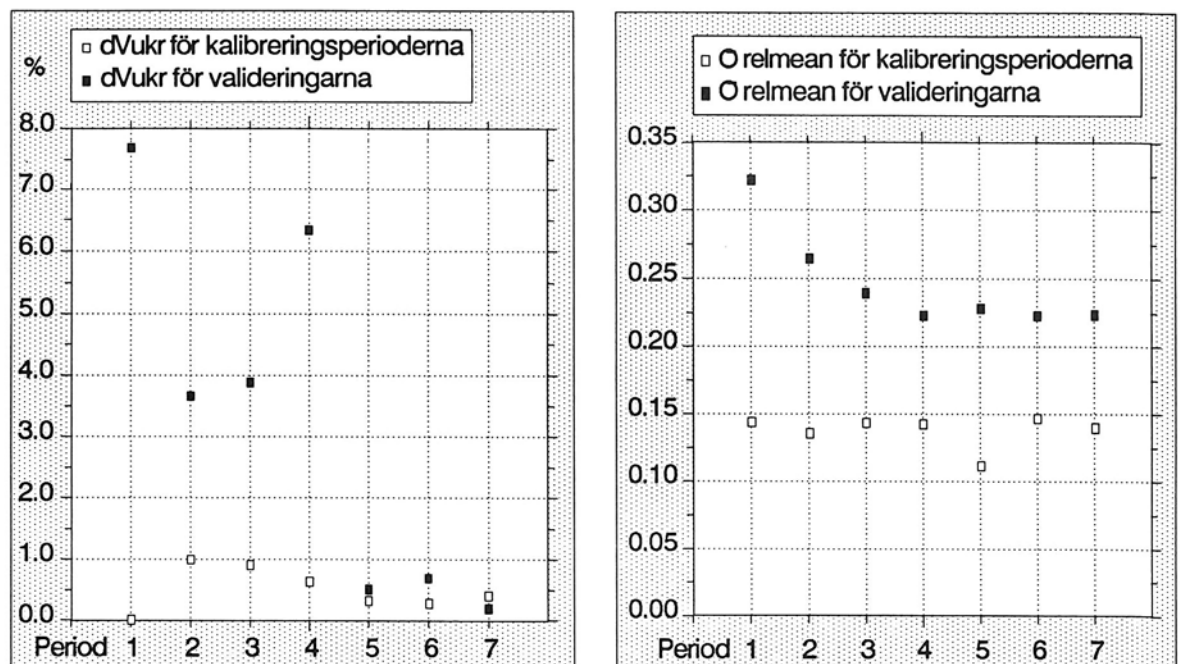
För att få en god bredd på olika typer av tänkbara kalibreringsperioder, både vad gäller längd och typ av hydrologisk situation, valdes följande perioder för kalibrering:

- | | | | |
|----|-------------------------|-----------|------------|
| 1. | 1991 05 01 - 1991 08 31 | 4 månader | torrperiod |
| 2. | 1991 | 1 år | torrperiod |
| 3. | 1989 12 01 - 1990 04 01 | 4 månader | blötperiod |
| 4. | 1988 | 1 år | blötperiod |
| 5. | 1989 - 1990 | 2 år | |
| 6. | 1986 - 1989 | 4 år | |
| 7. | 1985 - 1991 | 7 år | |

Efter varje kalibrering av modellen mot respektive period ovan, testades modellen mot en längre oberoende period, 1979-1984, vilken ej användes vid kalibreringen och alltså inte påverkade valet av parametervärden.

4.5.1 Kalibreringsperiodens inverkan på modellens trovärdighet

Resultaten från studien har sammanfattats i två diagram i **figur 4.25**, ett för verifieringskriteriet dV_{ukr} och ett för $\sigma_{rel,mean}$. Av figuren framgår att modellens förmåga att simulera avrinningsområdets beteende under en längre oberoende period tydligt försämras vid optimering av parametrarna mot kortare kalibreringsperioder, speciellt om de hydrologiska förhållandena är torra under kalibreringsperioden.



Figur 4.25 Sammanfattning av resultaten. Det vänstra diagrammet visar kriteriet dV_{ukr} och det högra diagrammet visar kriteriet $\sigma_{rel,mean}$.

Resultaten från beräkningarna visar alltså att modellens trovärdighet ökar med ökande längd på kalibreringsperioden. Detta är också naturligt då en längre kalibreringsperiod täcker in fler hydrologiska händelser och därmed statistiskt sett fler typer av hydrologiska situationer. En modell kan exempelvis inte förväntas simulera extremt blöta situationer med hög noggrannhet om den endast kalibrerats mot relativt torra förhållanden.

Valideringsresultat av ungefär samma noggrannhet erhöles efter kalibrering mot perioder med en längd på 2 år eller mer. Detta indikerar med andra ord att NAM-modellen vid urbana tillämpningar kräver kalibrering mot minst 2 års data för att med hög noggrannhet kunna simulera en oberoende period.

Den 2-årsperiod som använts i denna studie består av ett extremt blötår och ett extremt torrår, vilket ger goda förutsättningar för att flera typer hydrologiska situationer skall täckas in av perioden. I det generella fallet gäller naturligtvis inte dessa förutsättningar för en 2-årsperiod. Vid en generell rekommendation bör det också beaktas att de uppmätta serierna i praktiken många gånger innehåller slumpmässiga felaktigheter. Exempelvis beroende på mätarfel under kortare perioder eller att indatatidsserierna inte, i alla lägen, är representativa för hela avrinningsområdet (lokala variationer i nederbörden etc). Längre perioder kan då erfordras så att ett större urval av hydrologiska händelser erhålls, vilket därmed möjliggör en enklare bedömning av vilka avvikelser som sannolikt beror på icke hydrologiska fel (mätarfel etc). Dessutom kommer slumpmässiga fel att utjämnas i ett större material av händelser. Effekterna av eventuella systematiska fel i indatatidsserierna kvarstår dock, trots kalibrering mot mycket långa tidsserier. Det är därför mycket viktigt att dessa minimeras innan kalibrering av modellen.

Med ledning av resonemanget ovan borde en generell rekommendation vad gäller kalibreringsperiodens längd på mellan 3 och 5 år vara rimlig för att säkerställa trovärdiga parametervärden. Beräkningarna visar dock att också kalibrering mot kortare perioder kan ge godtagbara resultat, även om detta inte säkerställer en optimal verifiering.

4.5.2 Kalibreringsperiodens inverkan på modellparametrarna

I huvudsak påverkades parametrarna $Asrc$, $CQof$, $CKof$ och $CKbf$ av kalibreringsperiodens längd och typ, medan övriga parametrar i princip erhöles samma parametervärden.

Parametern $Asrc$ erhöles ett större värde för de torra kalibreringsperioderna och ett mindre värde för de blöta. $CQof$ avviker mest för de torra perioderna. Värdena för $CKbf$ indikerar en avvikelse med högre värden för torrperioderna och lägre värden för blötperioderna. Avvikelserna för dessa modellparametrar indikerar att kravet på längre kalibreringsperiod i huvudsak bestäms av dessa parametrar. Den allmänna betydelsen av dessa parametrar speglas dock också av avvikelserna.

4.6 Speciella beräkningsdetaljer

4.6.1 Startbetingelser

I både verifieringsfasen och övriga simuleringar med MouseNAM är det viktigt att startbetingelserna för NAM-modellen är rimliga. En uppskattning av startbetingelserna kan ofta erhållas från tidigare utförda simuleringar som täcker några år. Detta genom att notera normalvärden på vatteninnehållet i rotzonsmagasinet och grundvattendjupet vid den tidpunkt på året då den nya simuleringen skall starta.

För att eliminera påverkan av felaktiga startbetingelser rekommenderas dock att man generellt bortser från resultaten för ungefär ett halvt till ett år i början av en simulering. Vid verifieringen innebär detta att beräkningen bör starta ungefär ett halvt till ett år innan tillgängliga flödesdata. Denna "initieringsperiod" bör helst beräknas efter varje större justering av NAM-parametrarna. Om en "initieringsperiod" på ca ett år väljs, med start under eller strax efter en blötperiod, exempelvis vid ett årsskifte för nordiska förhållanden, kan oftast startbetingelserna sättas enligt följande:

- Uinit = Umax
- Linit = ca 75 % av Lmax
- Qof = 0.0 mm/h
- Qif = 0.0 mm/h
- GWdepth = ca 9.5 m

Det initiella värdet på grundvattendjupet, GWdepth skall relateras till NAM-parametern GWLbf0, se kapitel 2.5.3. Det ovan angivna värdet för GWdepth är lämpligt om parametern GWLbf0 är lika med 10.0 m, vilket den är som standard i MouseNAM.

Observera att en ändring av parametern Lmax innebär att startbetingelsen Linit också skall ändras motsvarande.

4.6.2 Beräkningstidssteg

Vid beräkning med MouseNAM anges dels ett beräkningstidssteg för ytaavrinningsmodellen, dels ett för NAM-modellen.

Generellt gäller att tidssteget bör överensstämma med upplösningen på nederbördsdata. Ett tidssteg på 24 timmar används exempelvis när endast dygnsnederbörd finns tillgängligt.

I de fall då nederbördsdata med hög upplösning används, exempelvis minutupplösning, bör dock tidsstegen istället väljas utgående från flödets respons vid nederbörd. Ett tidssteg på 2-4 timmar bör exempelvis väljas för NAM-modellen om tidskonstanten CKof har ett värde på 8 timmar.