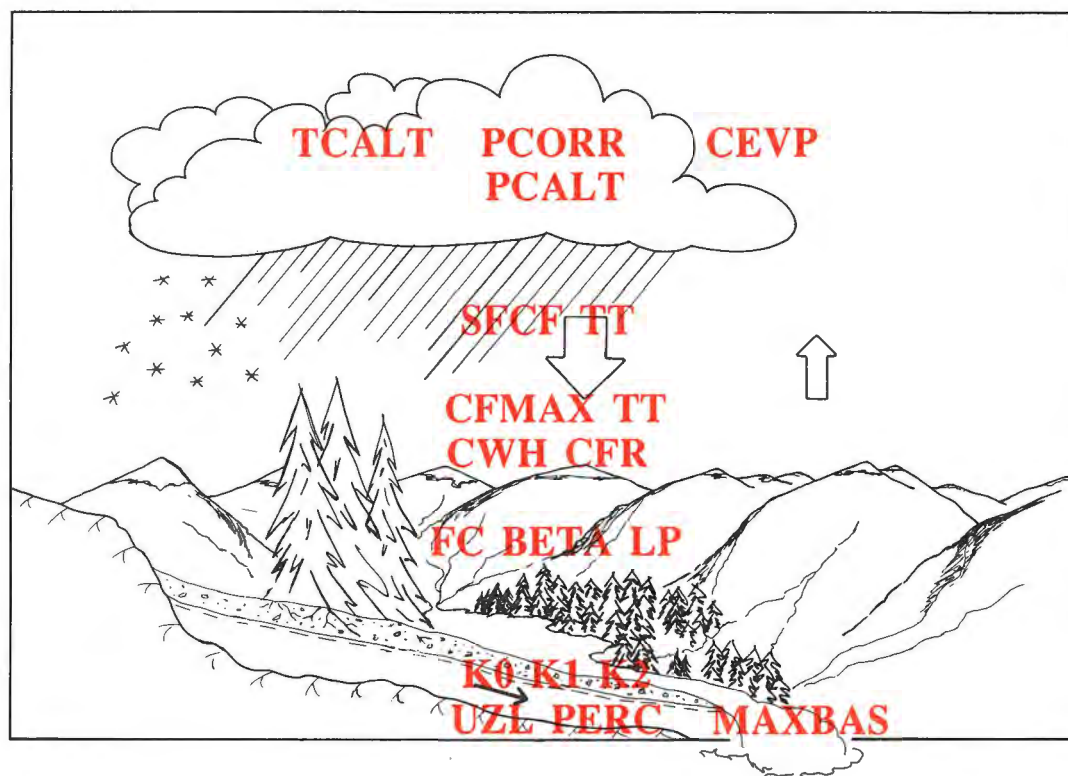




PARAMETERVÄRDEN FÖR HBV-MODELLEN I SVERIGE

Erfarenheter från modellkalibreringar under perioden 1975-1989

Sten Bergström

Projektet är finansierat av Vattenregleringsföretagens
Samarbetsorgan (VASO)

PARAMETERVÄRDEN FÖR HBV-MODELLEN I SVERIGE

Erfarenheter från modellkalibreringar under perioden 1975-1989

Sten Bergström

INNEHÅLL

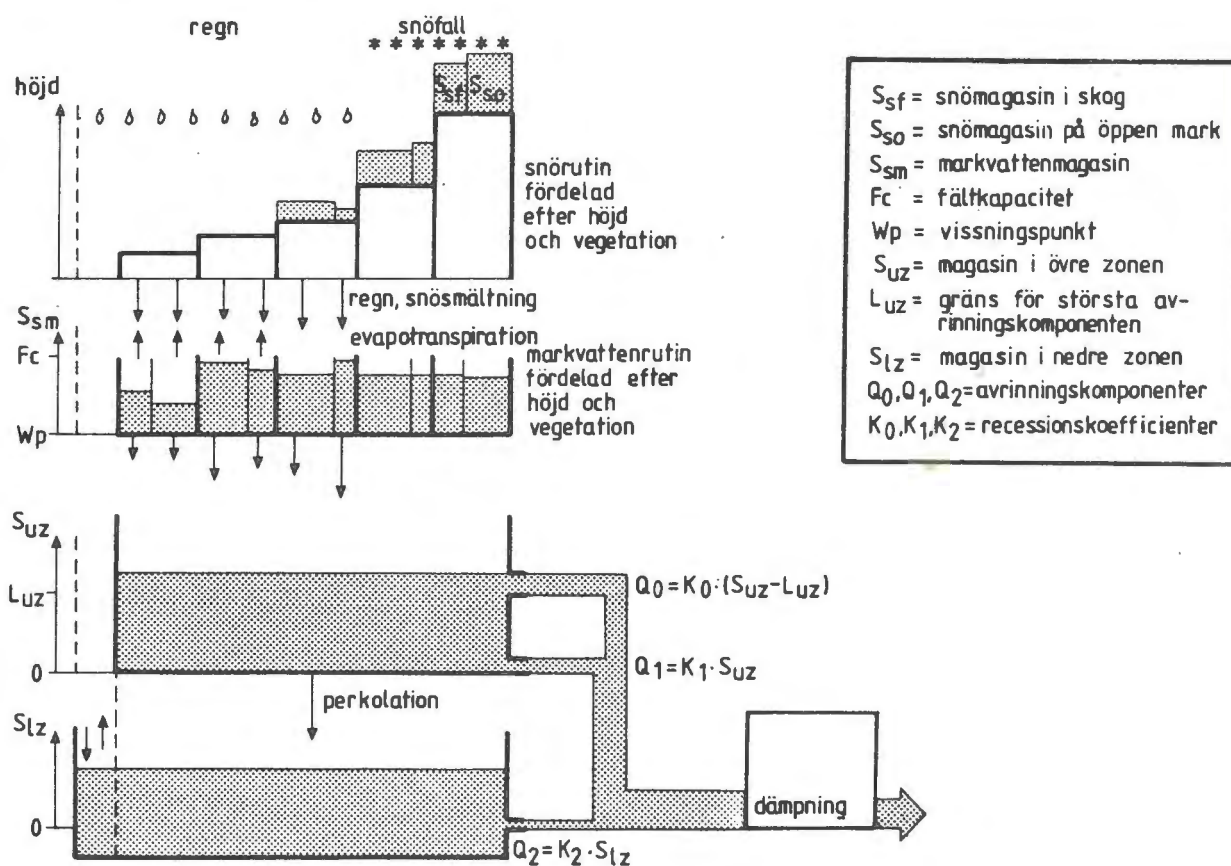
	Sid.
1. Förutsättningar	1
2. Allmänna korrekationer (PCORR, PCALT, TCALT, CEVP)	5
3. Snöackumulation (SFCF, TT)	7
4. Snösmältning (CFMAX, TT, CWH, CFR)	10
5. Markfuktighet (FC, BETA, LP)	14
6. Responsfunktionen (K0, K1, K2, UZL, PERC, MAXBAS)	21
7. Diskussion	33
8. Slutord	35
Referenser	35

PARAMETERVÄRDEN FÖR HBV-MODELLEN I SVERIGE

Erfarenheter från modellkalibreringar under perioden 1975 - 1989.

1. FÖRUTSÄTTNINGAR

HBV-modellen utvecklades vid SMHI i början av 1970-talet och har sedan dess funnit ett stort antal tillämpningar i landet. Inledningsvis var intresset mest knutet till hydrologisk prognosering åt vattenkraftindustrin och översvänningsvarningar till allmänheten, men under senare år har modellen fått spela en allt större roll för beräkning av dimensionerande flöden. Modellen finns i ett antal versioner, HBV-3, HBV-6 och HBV-TL samt ytterligare några för speciella tillämpningar. Dessutom finns ett antal versioner av modellen vid institutioner utanför SMHI såväl i Sverige som utomlands. I figur 1 redovisas en schematisk skiss av HBV-6.



Figur 1. Schematisk skiss av HBV-6-modellens struktur.

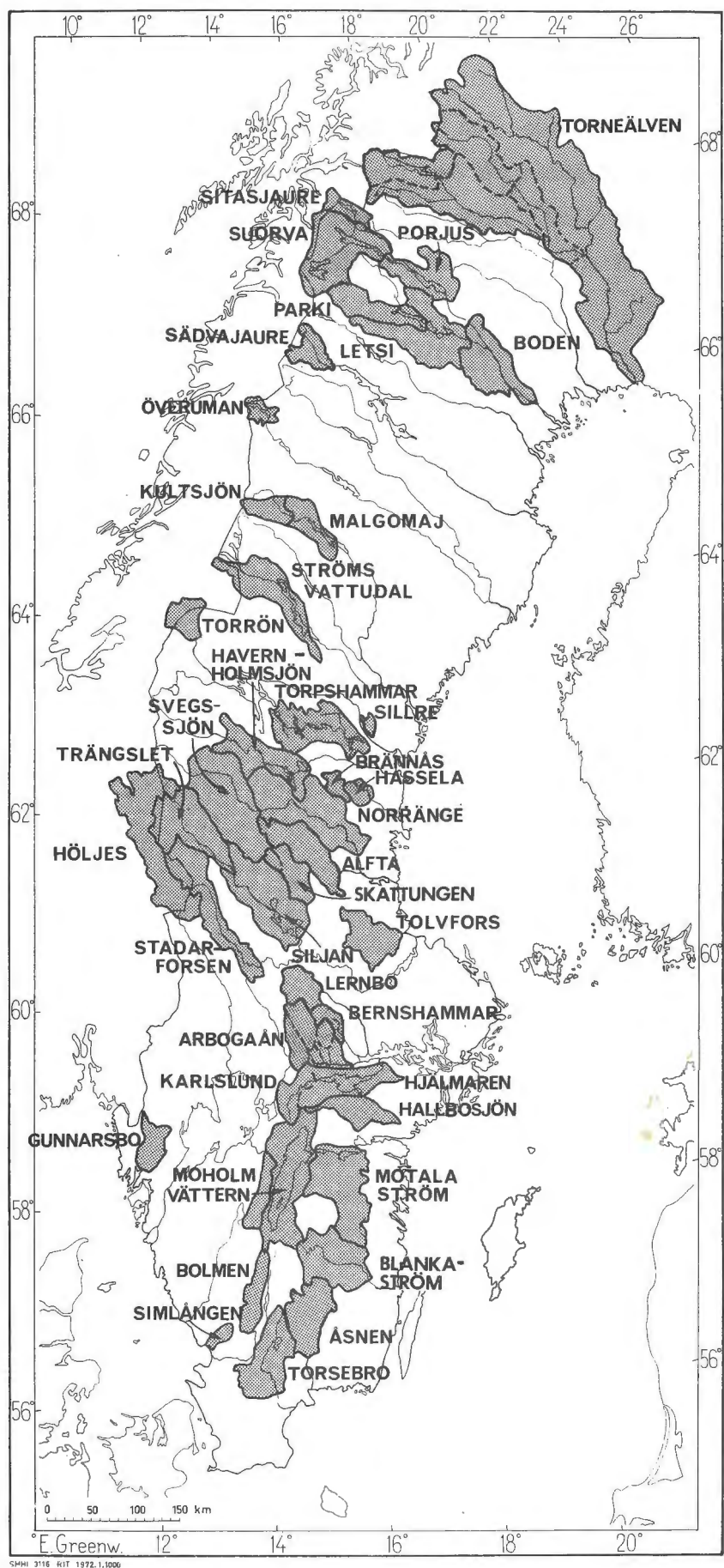
Under senare år har en vidareutveckling av HBV-modellen skett för miljövårdens intressen. Modellen har därvid fått det nya namnet PULS-modellen. PULS-modellen skiljer sig från HBV-modellen främst i vad avser responsfunktionens utformning. Detta möjliggör simulering av grundvattenstånd och vissa hydrokemiska variabler. Även PULS-modellen finns i ett antal versioner.

HBV- och PULS-modellema är empiriska modeller. Det innebär, att de innehåller parametrar (koefficienter), vars värden erhålles genom modellkalibrering. Efterhand som antalet tillämpningar av modelltekniken vuxit, har behovet ökat av en sammanställning av lämpliga parametervärden vid kalibrering av modellen. Detta är viktigt som en kontroll av att en parametervärdena hamnat inom rimliga gränser. I det följande lämnas en sådan sammanställning gällande för de flesta versioner av HBV-modellen, som används vid SMHI. Sammanställningen bygger på ett stort antal tillämpningar av modellen under åren 1975 - 1989 (figur 2). I några fall redovisas ett parameterintervall. Det beror på att modellen ofta delas in i delmodeller, som representerar olika delar av ett avrinningsområde. Parameteruppsättningarna behöver inte vara lika i dessa delmodeller.

I anslutning till redovisningen av parametervärdena lämnas också en kort redogörelse för respektive parameters funktion i modellen. Dessutom visas, genom exempel, hur olika värden på parametern påverkar en simulering rent principiellt. Exemplet bygger på en modellkalibrering för Trängslets tillrinningsområde och avser de hydrologiska åren 1986 - 1987.

HBV-modellens struktur har presenterats i ett stort antal rapporter och artiklar. Mest utförligt redovisas utvecklingsarbetet av Bergström (1976). Kortare beskrivningar av den tillämpade versionen på svenska och engelska finns i Häggström (1989) och Häggström, Lindström m fl (1990). SMHI har även utarbetat en manual till HBV-modellens PC-version (SMHI, 1989).

Det är viktigt att känna till vilka förutsättningar, som gäller för bestämning av parametervärdena, eftersom dessa påverkas av systematiska förändringar av indata samt till synes små förändringar av modellstrukturen. Redovisningen avser i detta fall de standardversioner av HBV-3, HBV-6 eller HBV-TL, som användes av



Figur 2. Områden för standardtillämpningar av HBV-modellen under åren 1975 - 1989.

SMHI. Indata är nederbörds- och temperaturuppgifter från SMHIs ordinarie stationsnät samt standardvärden på den potentiella evapotranspirationen från Wallén (1966) eller Eriksson (1981). Nederbördsuppgifterna är okorrigerade, vilket innebär att det förutsättes, att alla systematiska mätfel implicit omhändertas vid kalibrering av modellen.

2. ALLMÄNNA KORREKTIONER (PCORR, PCALT, TCALT, CEVP)

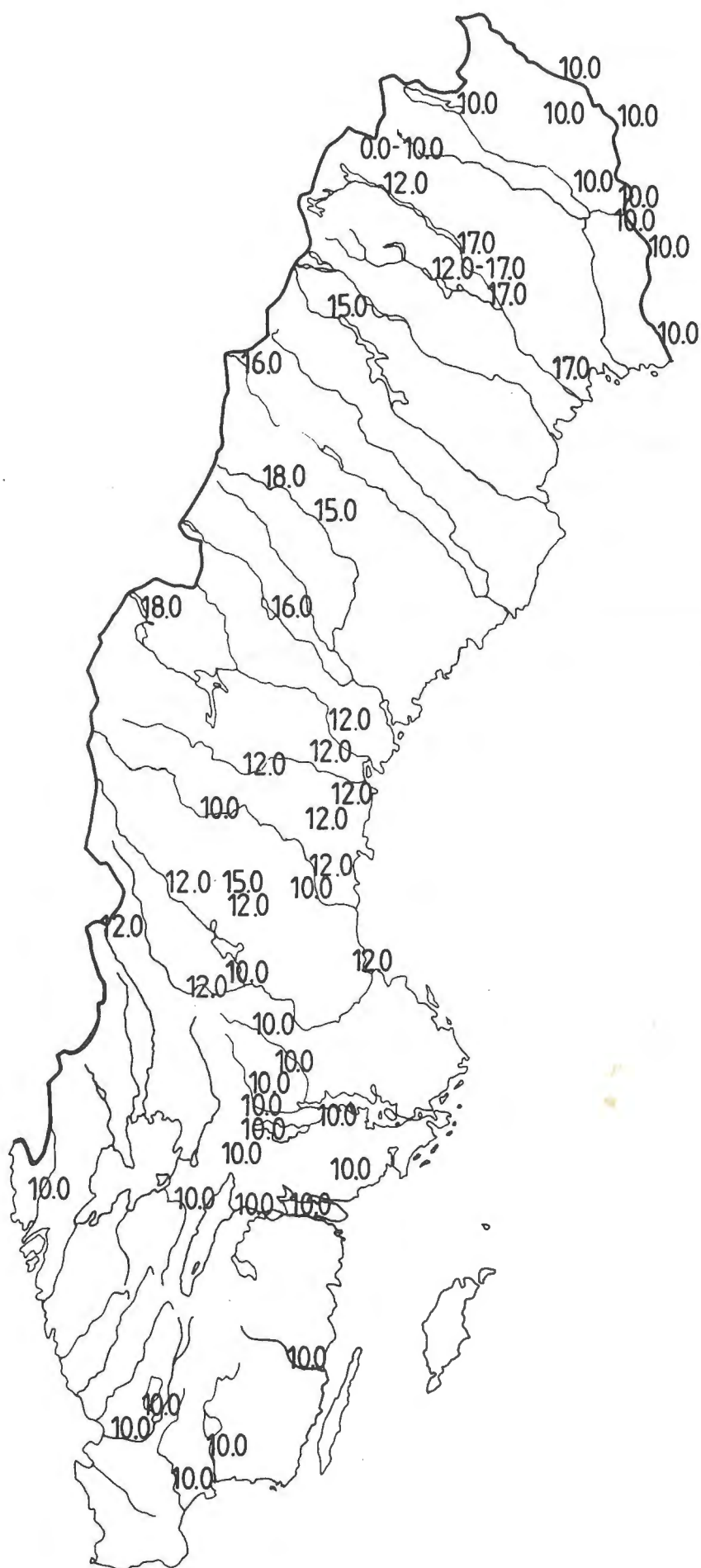
HBV-modellen innehåller några allmänna korrektioner av indata, som har med de klimatologiska förhållandena i avrinningsområdet att göra och även användes för att korrigera för systematiska fel i indata.

PCORR är en allmän korrektionsfaktor på nederbörden, som egentligen bara skall användas i undantagsfall. Den kan tas till om det är uppenbart att nederbörden uppvisar stora systematiska fel eller om homogenitetsbrott upptäcks i serien. Parametern bör inledningsvis sättas till 1.0 vid kalibrering. Eftersom den varierar mer eller mindre slumpmässigt beroende på lokala förhållanden, ger det inte någon större vägledning att redovisa värden för olika områden i landet.

PCALT är en parameter, som uttrycker nederbördens höjdberoende i % per 100 m höjdförändring. Korrektionen utgår från den viktade medelhöjden hos de ingående nederbördsstationerna och sker upp till höjden för respektive höjdzon i modellen. Beräkningen sker inte enligt principen ränta på ränta, utan korrektionen anbringas på hela höjdskillnaden. PCALT brukar variera mellan 10 och 20 % per 100 m vid de flesta tillämpningar, och den uppvisar vissa regionala variationer. Erfarenhetsvärden redovisas i figur 3.

TCALT representerar temperaturens avtagande med höjden. Den räknas från den viktade medelhöjden för de ingående temperaturstationerna upp till höjden i respektive höjdzon i modellen. Värdet sättes normalt till - 0.6 °C per 100 m. I modellen tas ingen hänsyn till temperaturinversioner, som innebär, att det är varmare på högre höjd speciellt under kalla vinterdagar.

CEVP är en allmän korrektion, som kan anbringas på den potentiella evapotranspirationen. Den användes vanligen bara för att öka avdunstningen från sjöar och sättes då till 1.4. CEVP kan även användas för att ge modellens olika delområden olika potentiell evapotranspiration, om dessa exempelvis ligger olika högt. Standardvärde för landområden är 1.0.



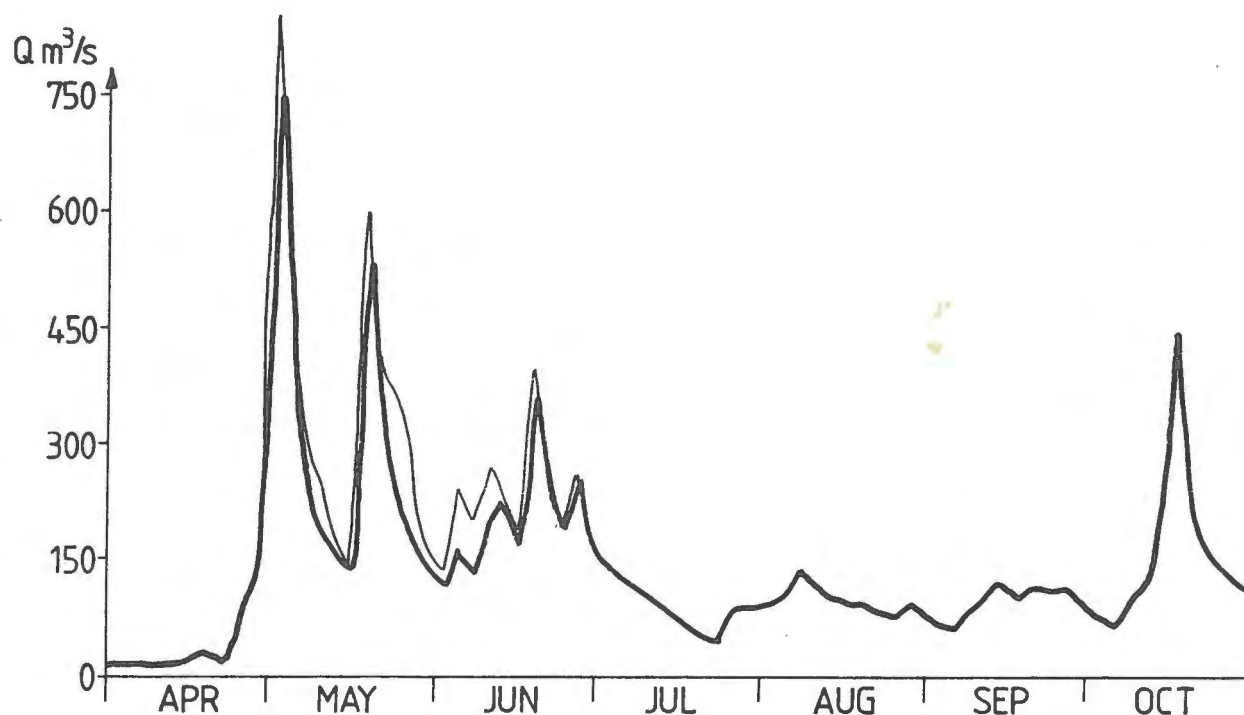
Figur 3. Erfarenhetsvärden på PCALT (% per 100 m nivåskillnad).

3. SNÖACKUMULATION (SFCF, TT)

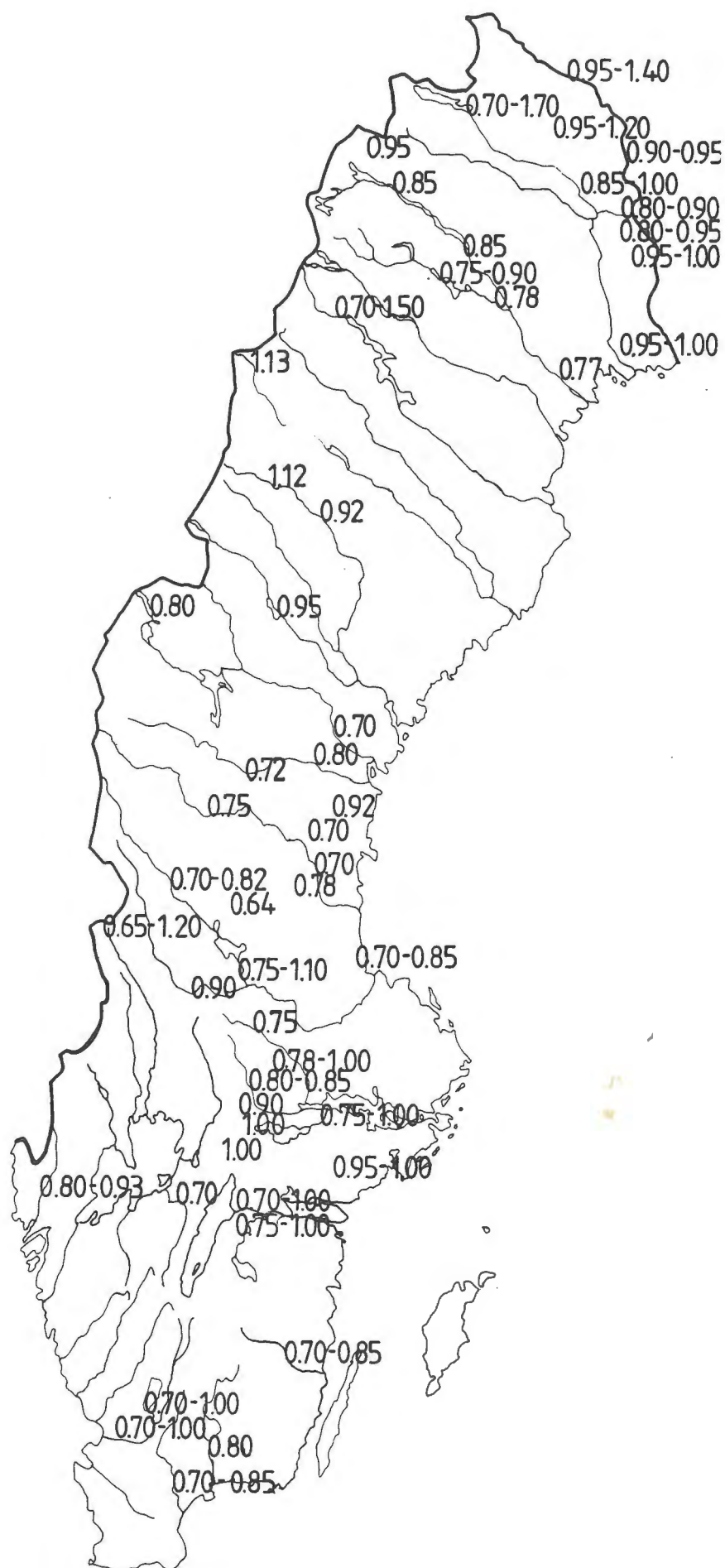
SFCF är en allmän korrektion, som anbringas på nederbörden i de fall då denna räknas som snö. Värdet erhålles vid kalibrering genom kontroll av att våflodsvolymer stämmer. Eftersom nederbörden är okorrigerad, omhändertas alla systematiska mätfel av SFCF. Eftersom parametern även tar hand om alla avdunstringsförluster när en höjdzon i modellen innehåller snö liksom förluster genom snöinterception, får den ofta värden, som är mindre än 1.0.

SFCF ges oftast högre värden för öppen mark än för skog och kan därför ha två olika värden i varje höjdzon. Ovanför trädgränsen utnyttjar man ofta denna möjlighet för att skapa ett ojämnt snötäcke och på så sätt beskriva effekten av drivbildning i bäckraviner m m.

Exempel på hur parametern påverkar simuleringen visas i figur 4, och erfarenhetsvärden för SFCF redovisas i figur 5.



Figur 4. Exempel på hur SFCF påverkar en simulering med HBV-modellen.
Tjock linje: SFCF = 0.8; tunn linje: SFCF = 1.0.



Figur 5. Erfarenhetsvärden på SFCF.

TT är den tröskeltemperatur, som avgör om nederbörden skall uppfattas som regn eller snö av modellen. Det är samma parameter, som ingår i snösmältningsekvationen. Värdet på TT redovisas därför i kapitel 4. I några versioner av HBV-modellen finns möjligheten att ge dessa två tröskeltemperaturer olika värden.

4. SNÖSMÄLTNING (CFMAX, TT, CWH, CFR)

Snösmältningsberäkningen i HBV-modellen sker enligt den enkla ekvationen:

$$\text{MELT} = \text{CFMAX} \cdot (T - \text{TT}) \quad (1)$$

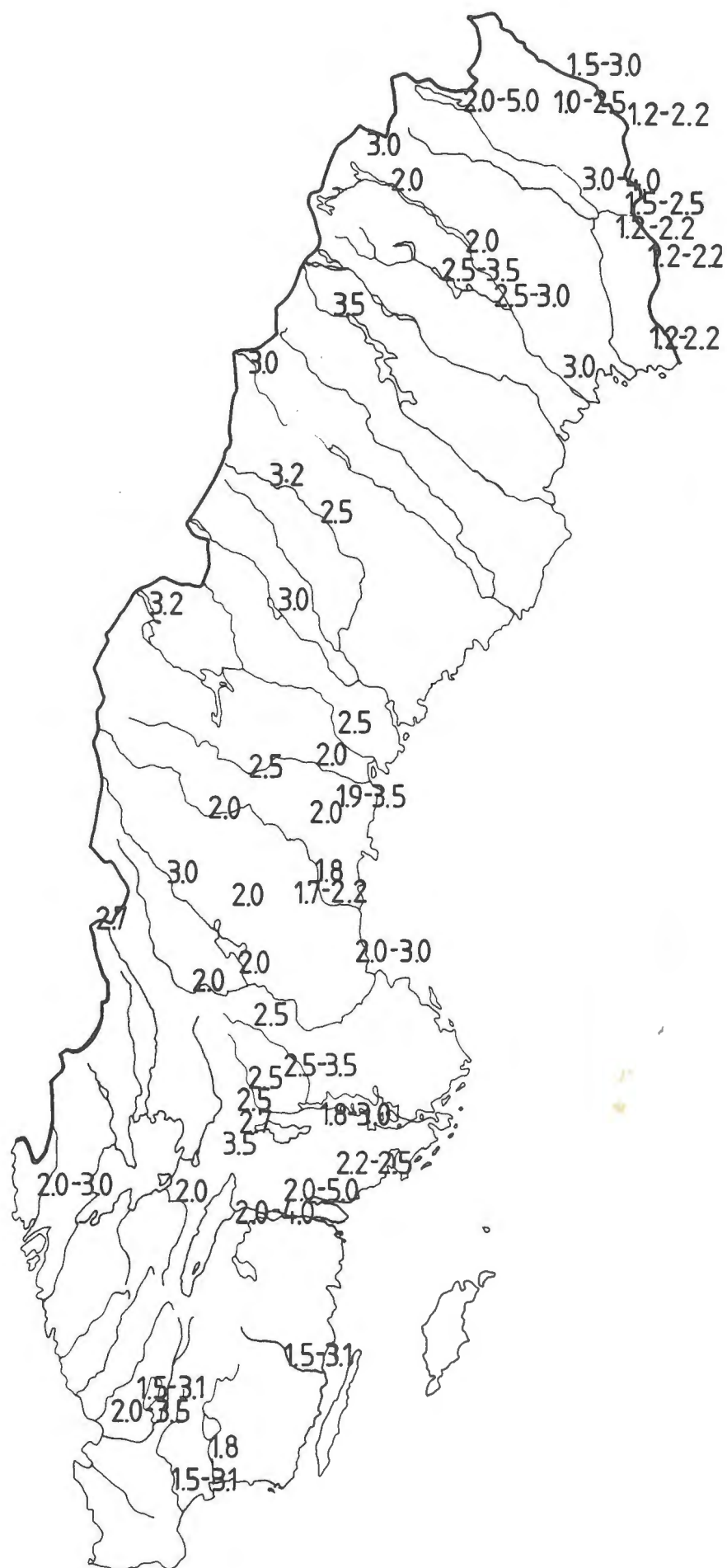
där: MELT är snösmältningen (mm/dygn),
 CFMAX är graddagfaktorn (mm/°C·dygn),
 T är dygnsmedeltemperaturen (°C),
 TT är en tröskeltemperatur (°C).

CFMAX uttrycker följaktligen hur mycket snö, som avsmälter under ett dygn vid en given lufttemperatur. I modellen genereras dock ingen tillrinning förrän snöns vattenhållande förmåga överskrides. Denna beskrives i vissa modellversioner av parametern CWH. Eftersom modellen på detta sätt kommer att kontinuerligt beräkna ett magasin av fritt vatten i snötäcket, krävs en rutin, som beräknar återfrysning av detta när det är kallt. Denna rutin bygger på ekvation 1, som ju ger negativa värden om T är lägre än TT. Faktorn CFR läggs till för att hänsyn skall tas till att energiutbytet är betydligt mindre effektivt vid återfrysning av det fria vattnet i snön.

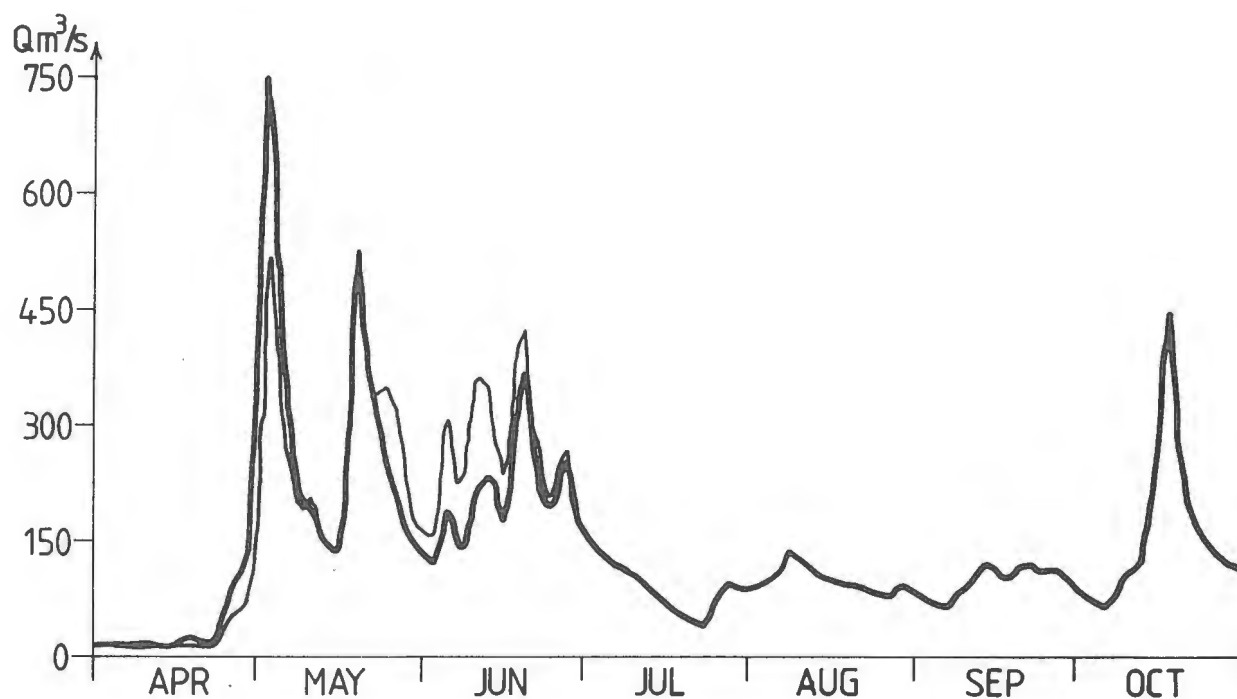
CFMAX varierar i stort sett mellan 1.5 och 4.0 vid tillämpningar i Sverige (figur 6). Som en tumregel kan man säga, att värdet 2.0 skall gälla för skog och 3.5 för öppen mark. Detta innebär, att olika värden kan användas i en och samma höjdzon. Figur 7 visar modellens känslighet för förändringar av CFMAX.

TT ligger normalt omkring noll med en variationsbredd på ± 1 °C. Modellens känslighet för förändringar av TT visas i figur 8, och erfarenhetsvärden redovisas i figur 9. Allmänt kan sägas, att ett korrekt värde på TT är mest betydelsefullt för beräkning av vårflodens start och tillfälliga smältperioder under vintern.

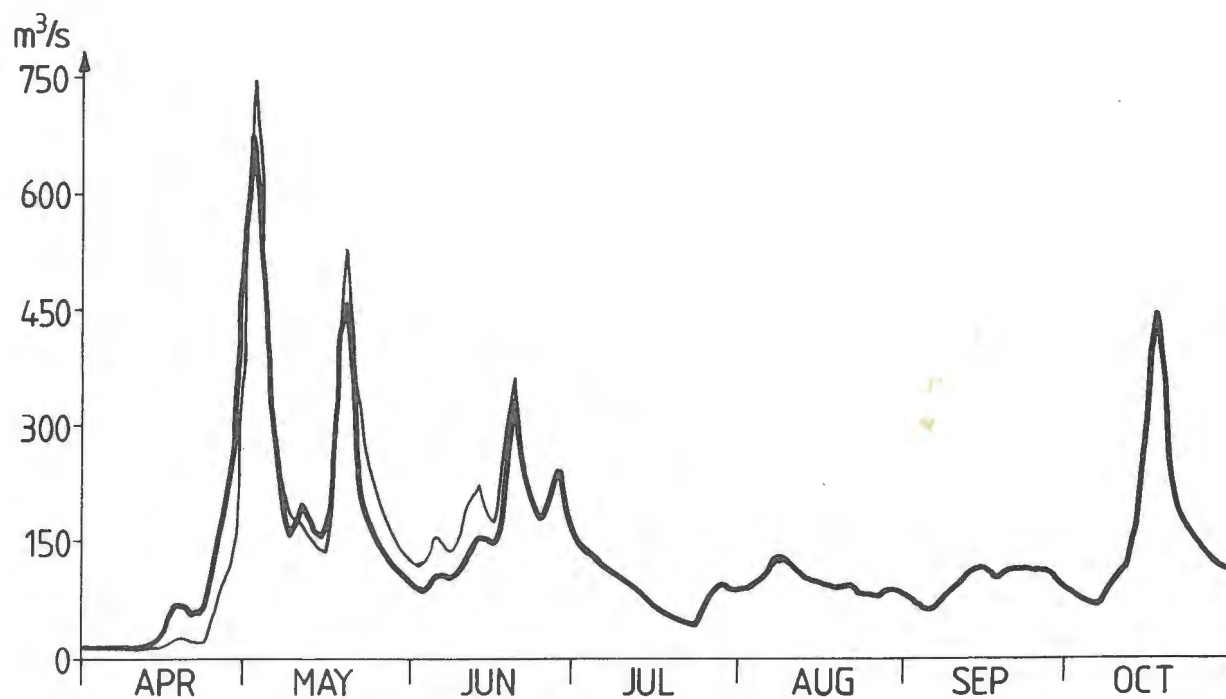
CWH, snöns vattenhållande förmåga, ges vanligen ett värde, som motsvarar 10 % av snöns vattenekvivalent. I senare modellversioner uppfattas inte CWH som en modellparameter, utan värdet 10 % ligger fast i modellprogrammet. CFR sättes i praktiken alltid till 0.05. Modellen är mycket okänslig för förändringar i denna parameter.



Figur 6. Erfarenhetsvärden på CFMAX (mm smältning/°C · dag).



Figur 7. Exempel på hur förändringar av CFMAX påverkar en simulering med HBV-modellen. Tjock linje: CFMAX = 3.0; tunn linje: CFMAX = 2.0.

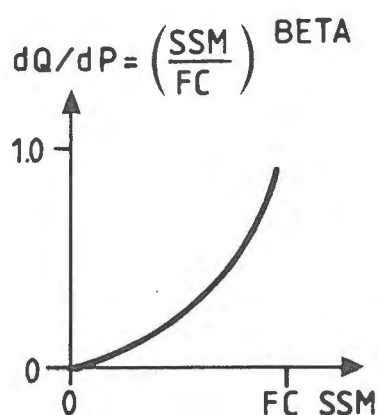


Figur 8. Exempel på hur förändringar av TT påverkar en simulering med HBV-modellen. Tjock linje: TT = - 0.5 °C; tunn linje: TT = + 0.5 °C.

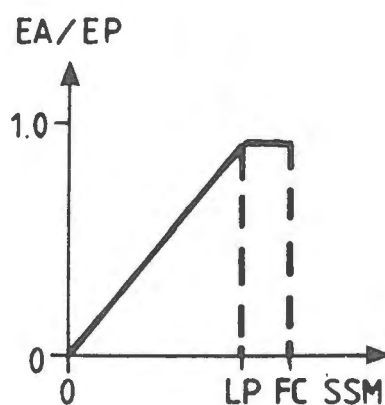
5. MARKFUKTIGHET (FC, BETA, LP)

Markfuktigheten i modellen styrs av två enkla samband och de tre parametrarna FC, BETA och LP enligt figurena 10 och 11, där följande beteckningar gäller:

dQ	= tillskottet till avrinning,
dP	= regn- eller snösmältningstillskottet,
SSM	= modellens beräknade markfuktighet,
EA	= verklig evapotranspiration,
EP	= potentiell evapotranspiration,
FC, BETA och LP	= modellparametrar.



Figur 10. Samband som beskriver bidraget till avrinning (dQ) från regn och snösmältning (dP) vid olika markfuktighet (SSM).

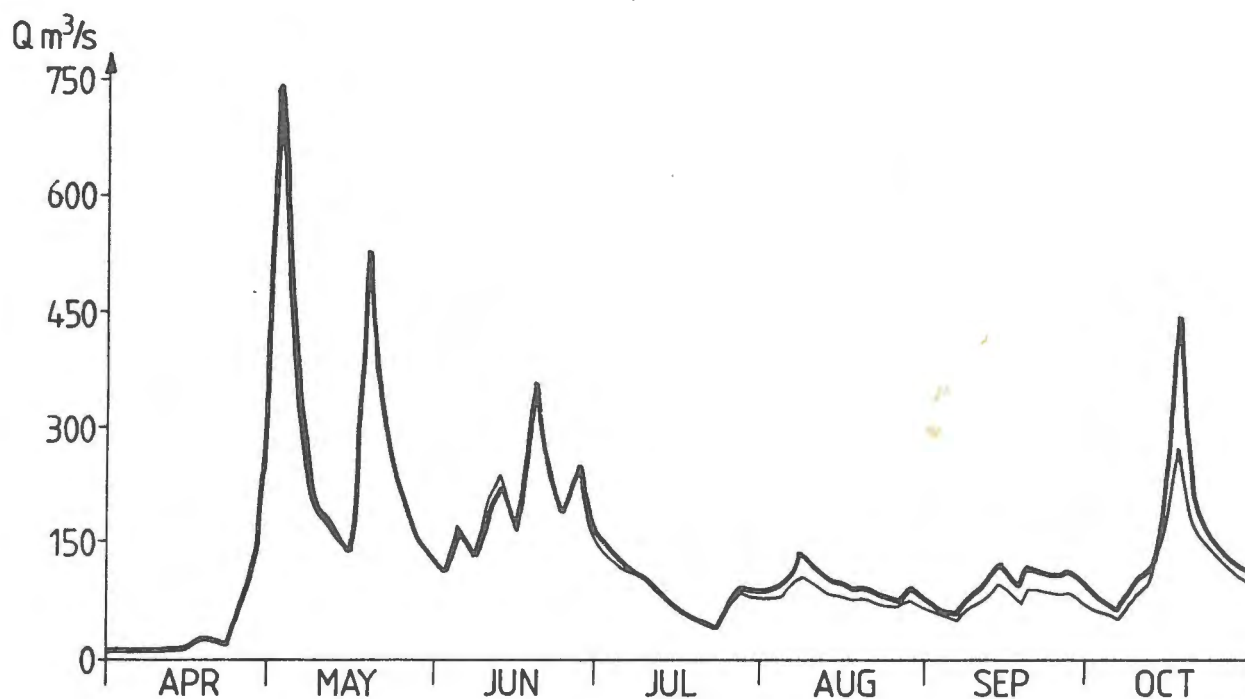


Figur 11. Sambandet mellan verklig (EA) och potentiell (EP) evapotranspiration i HBV-modellen vid olika markfuktighet (SSM).

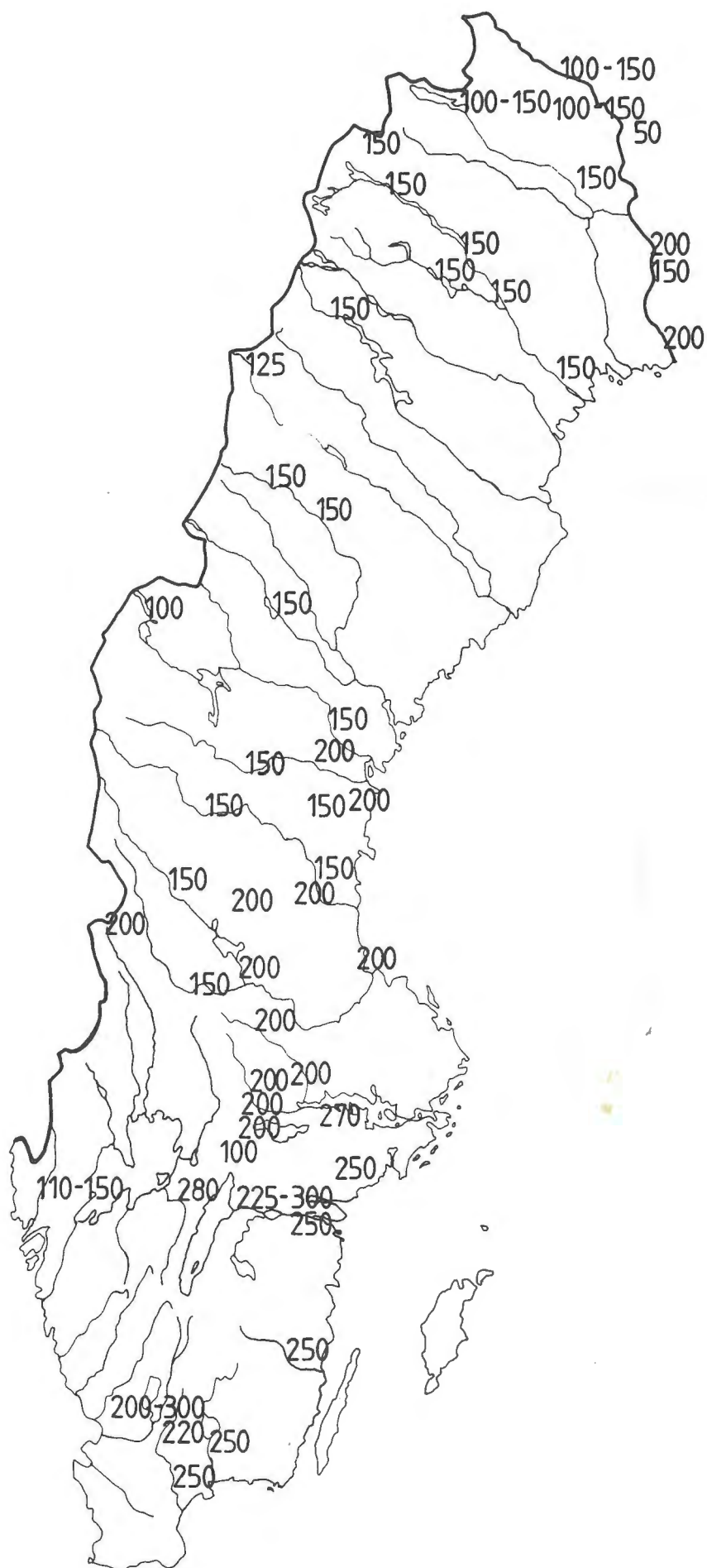
Modellen saknar beräkningsrutin för interception (nederbörd, som fastnar i vegetationen). Denna antas implicit omhändertas av modellens markrutin vid kalibrering av modellen.

Modellprogrammet beräknar en separat markfuktighetsbudget i varje höjdzon och vegetationszon inom höjdzonen. Parametrarna kan dock bara varieras mellan delområden.

FC är ett mått på markfuktighetens maximala variationsbredd i modellen (det växttillgängliga vattnet). Markfuktigheten kan inte överskrida FC och inte bli mindre än noll. Parametrarnas effekt på en simulering framgår av figur 12, och erfarenhetsvärden på FC redovisas i figur 13. Som framgår av figur 13, finns ett tydligt regionalt mönster med de högsta FC-värdena i södra Sverige.



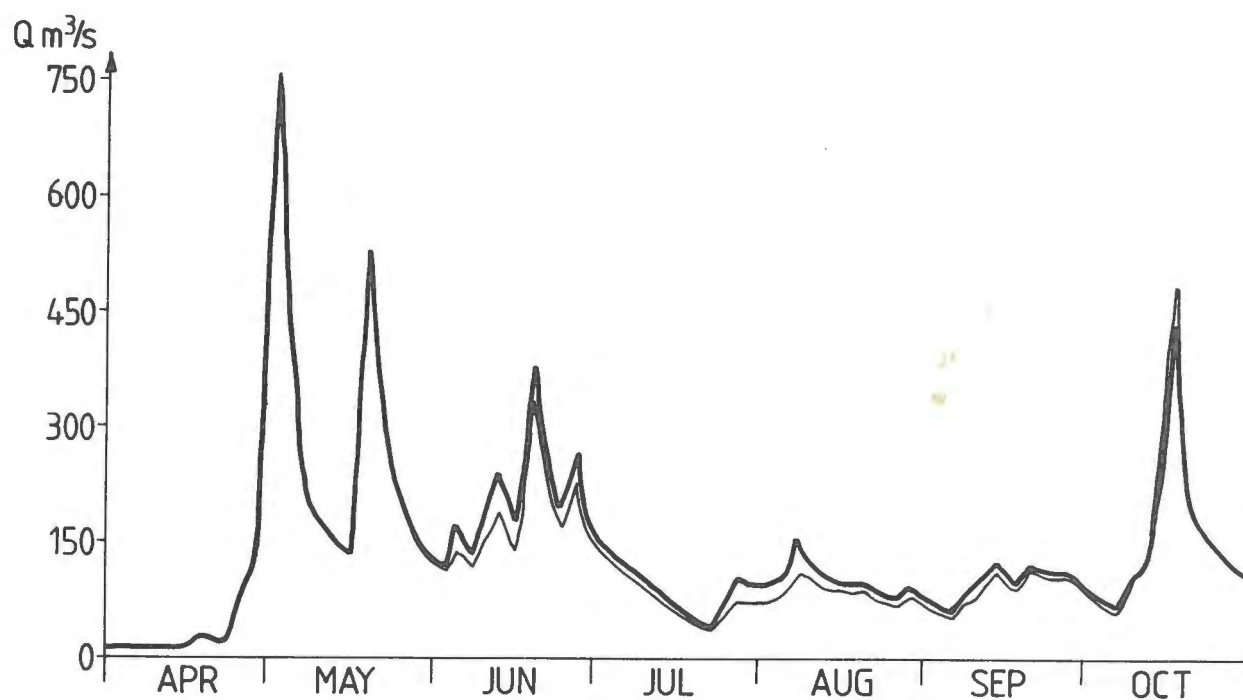
Figur 12. Exempel på hur FC påverkar en simulering med $LP = 150$ mm.
Tjock linje: $FC = 150$ mm; tunn linje: $FC = 250$ mm.



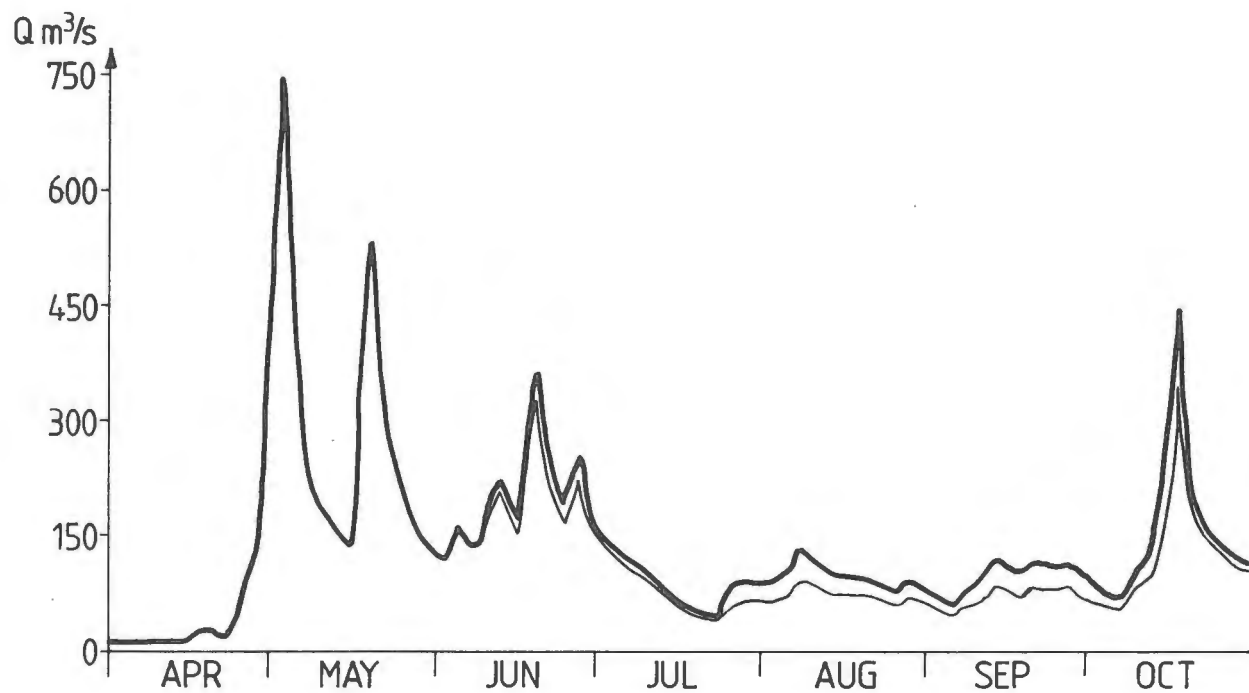
Figur 13. Erfarenhetsvärden på FC (mm).

BETA är en exponent, som bestämmer krökningen på kurvan i figur 10. Modellens känslighet för olika BETA-värden visas i figur 14, och variationen över landet framgår av figur 15.

LP är den parameter, som avgör den markfuktighet, under vilken den potentiella evapotranspirationen skall reduceras vid omräkning till verklig evapotranspiration (figur 11). Erfarenhetsvärden framgår av figur 16, och modellens känslighet för olika LP-värden redovisas i figur 17. Det är viktigt att hålla i minnet, att parameterna LP och FC är kopplade till varandra och ofta bör ändras samtidigt. Vid en förändring av FC kan det vara klokt att se till, att skillnaden ($FC - LP$) inte ändras alltför mycket.



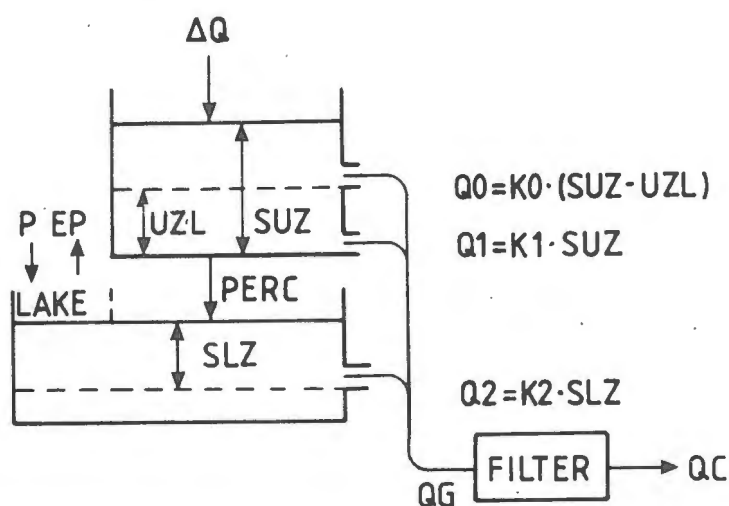
Figur 14. Exempel på hur BETA påverkar en simulering.
Tjock linje: $BETA = 1.5$; tunn linje: $BETA = 4.0$.



Figur 17. Exempel på hur LP påverkar en simulering med $FC = 150 \text{ mm}$.
Tjock linje: $LP = 150 \text{ mm}$; tunn linje: $LP = 50 \text{ mm}$.

6. RESPONSFUNKTIONEN (K0, K1, K2, UZL, PERC, MAXBAS)

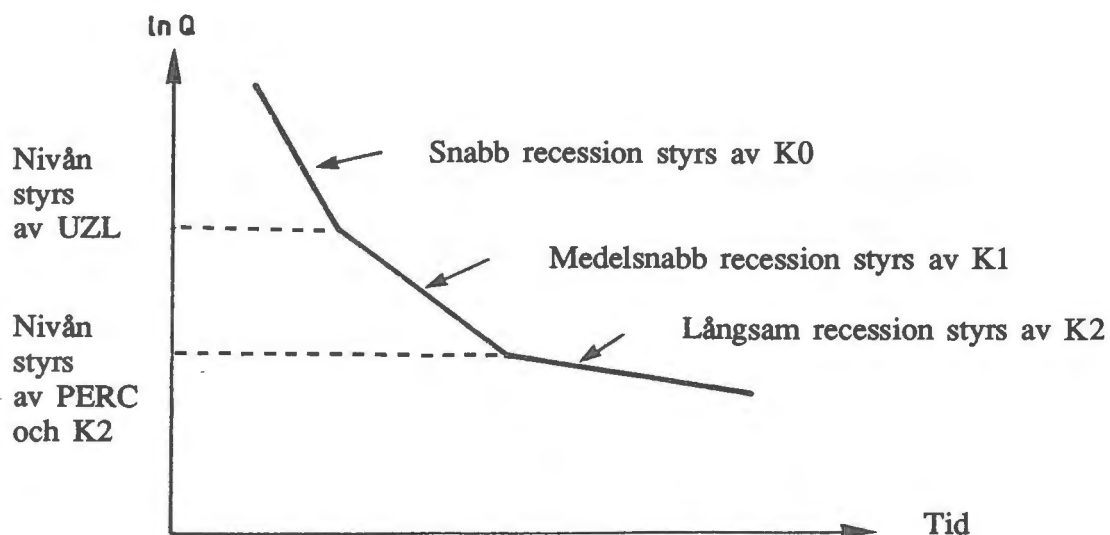
Responsfunktionen är den del av modellen, som avgör i vilken utsträckning som ett flöde skall dämpas genom magasinering i grundvattenakviferer, sjöar och vattendrag. Den har ett allmänt utseende enligt figur 18.



Figur 18. Allmän skiss av HBV-modellens responsfunktion.

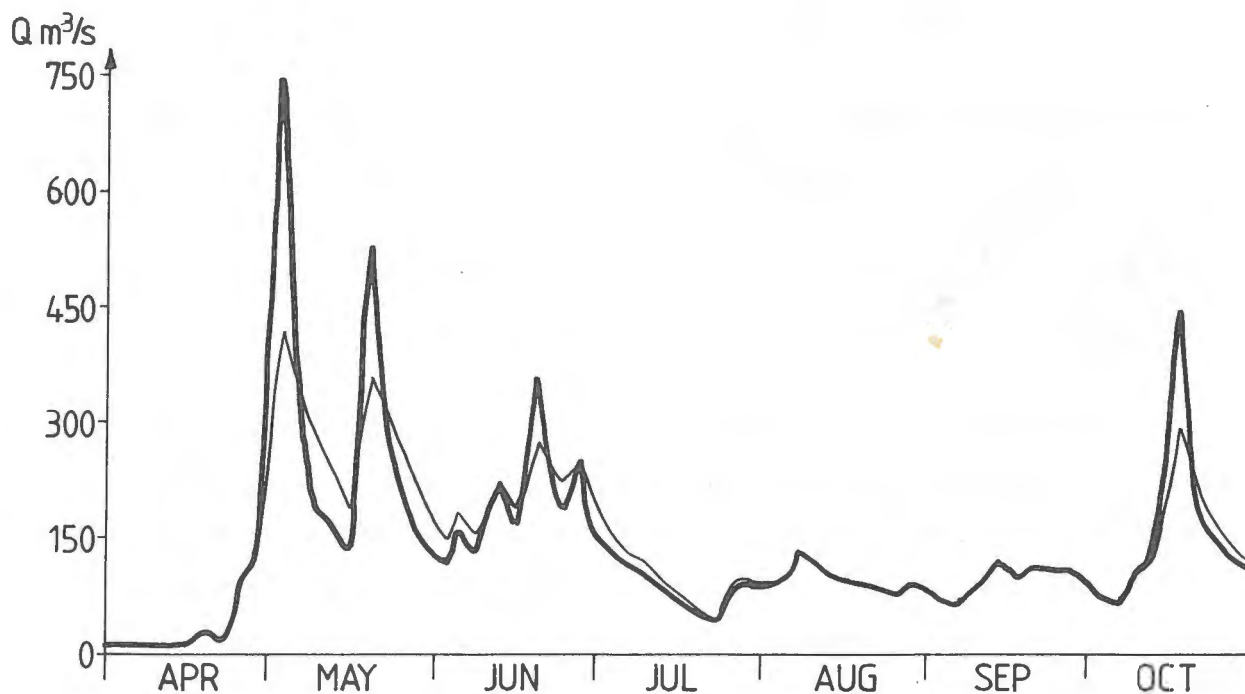
Responsfunktionen innehåller tre recessionskoefficienter, K0, K1 och K2, ett tröskelvärde, UZL, en perkolationsparameter, PERC, och en routingparameter, MAXBAS. I senare versioner av HBV-modellen finns mer avancerade routingprocedurer, som dock inte redovisas här. I figur 19 visas schematiskt hur de fem förstnämnda parametrarna påverkar ett beräknat avklingningsförlopp efter ett flöde.

Man kan förenklat tolka innebörden av värdet på en recessionsparameter som den andel av respektive magasin, som rinner av under ett tidssteg (vanligen ett dygn). Ett högt K-värde innebär snabbare avrinning och högre beräknade toppflöden än ett lågt K-värde. Vid analys av de erfarenhetsmässiga värdena på parametrarna i responsfunktionen är det viktigt att hålla i minnet, att det finns en hög grad av samverkan mellan dessa. I några fall har dessutom inte samtliga recessionsparametrar utnyttjats, vilket kan innebära, att K1 i praktiken får den funktion, som K2 brukar ha.

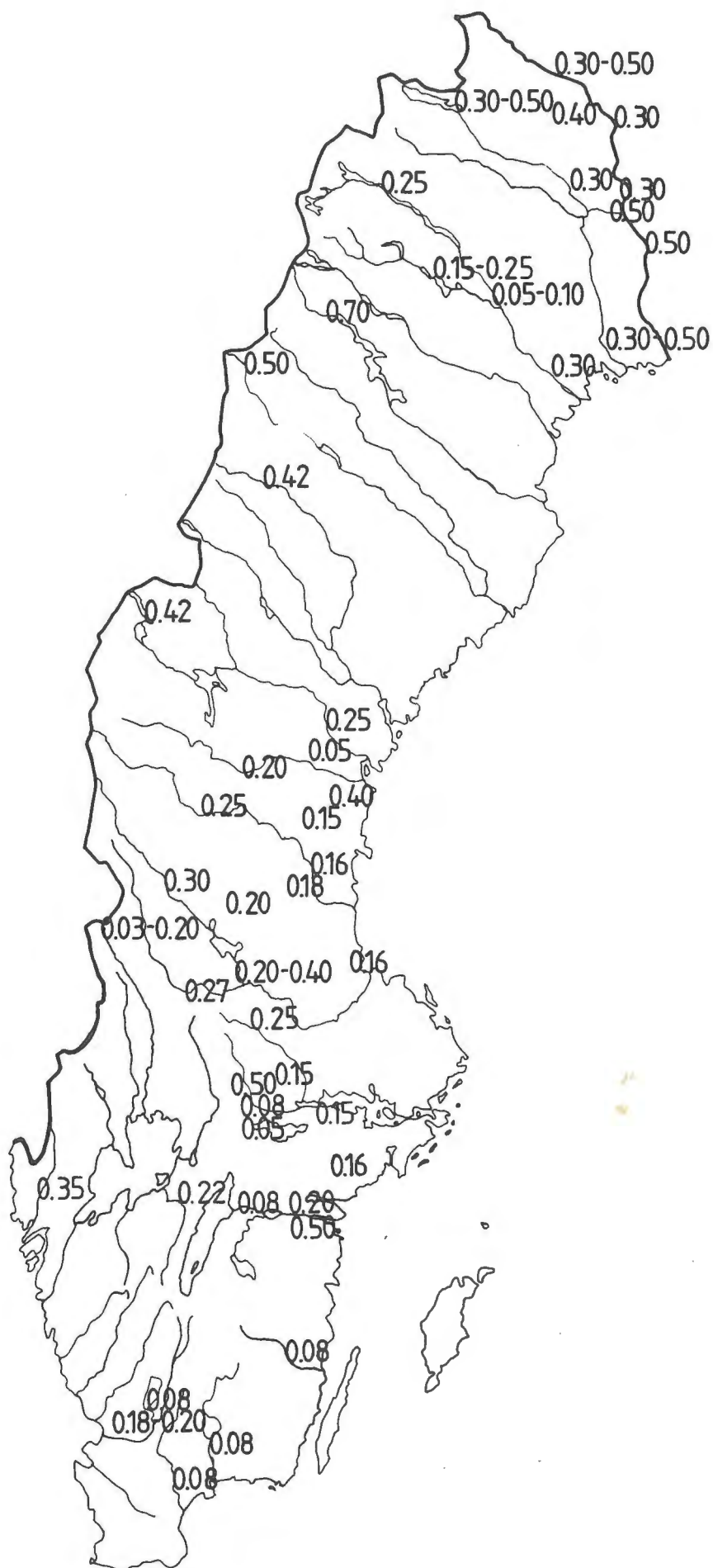


Figur 19. Principiell skiss av hur parametrarna K_0 , K_1 , K_2 , UZL och $PERC$ påverkar ett beräknat avklingningsförlopp efter ett flöde. Observera att Q -skalan är logaritmerad.

K_0 är den parameter, som har störst betydelse för det beräknade flödets toppvärde. I figur 20 visas modellens känslighet för förändringar av K_0 , och erfarenhetsvärden redovisas i figur 21.

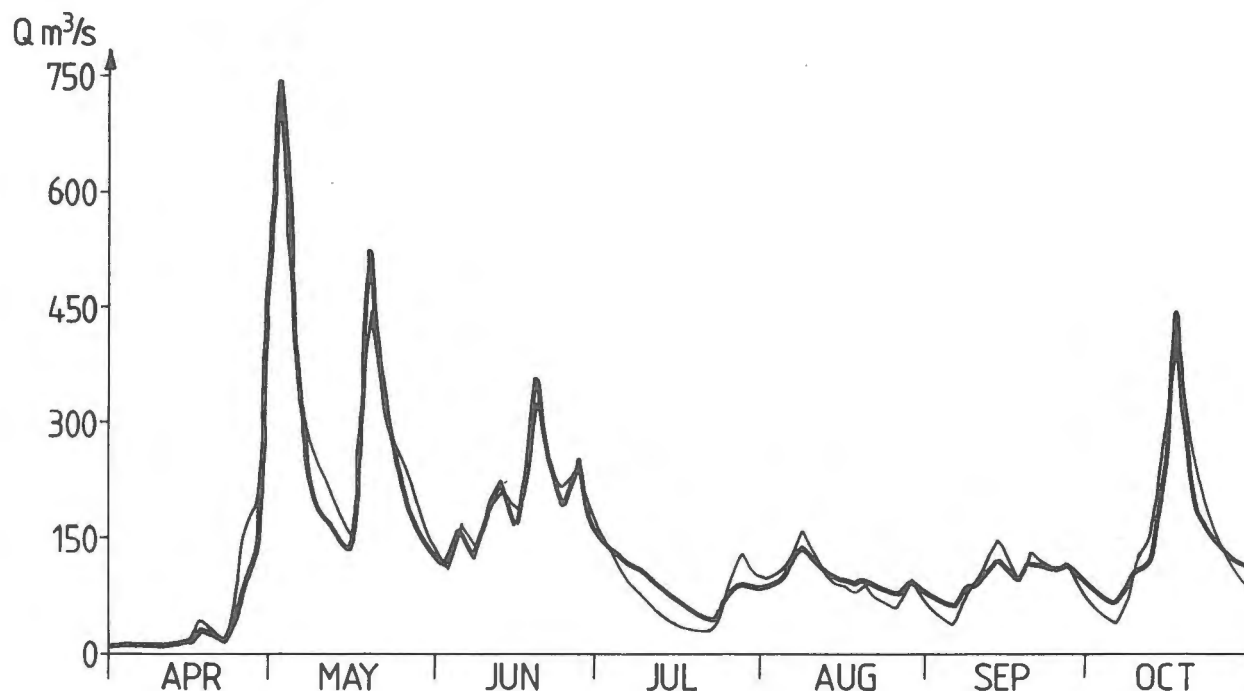


Figur 20. Exempel på hur förändringar av K_0 påverkar en simulering med HBV-modellen. Tjock linje: $K_0 = 0.3$; tunn linje: $K_0 = 0.1$.



Figur 21. Erfarenhetsvärden på K0.

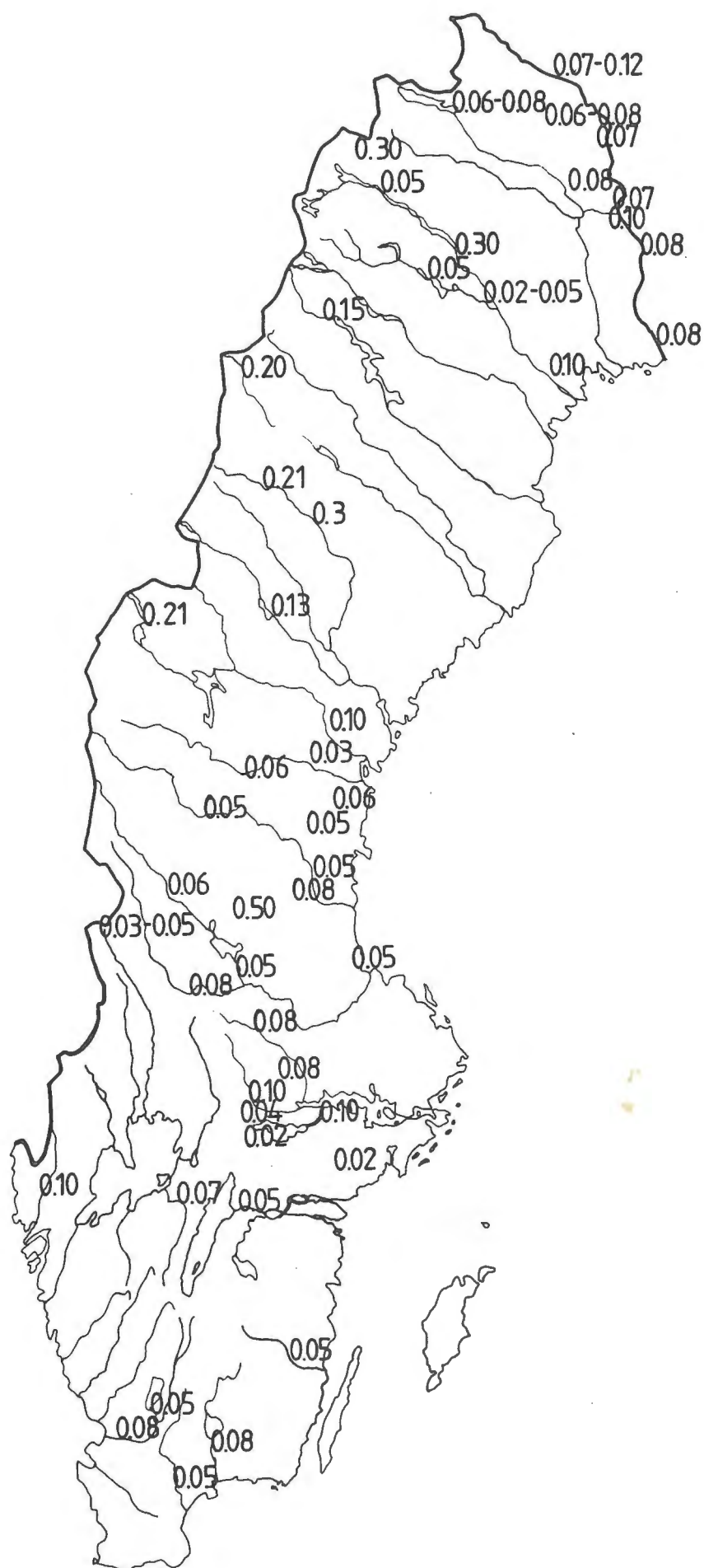
K1 är en parameter, som påverkar den beräknade vattenföringen i ett mellanregister i en övergångszon mellan de branta toppflödena och basflödet. I figur 22 visas modellens känslighet för förändringar av K1, och erfarenhetsvärden redovisas i figur 23.



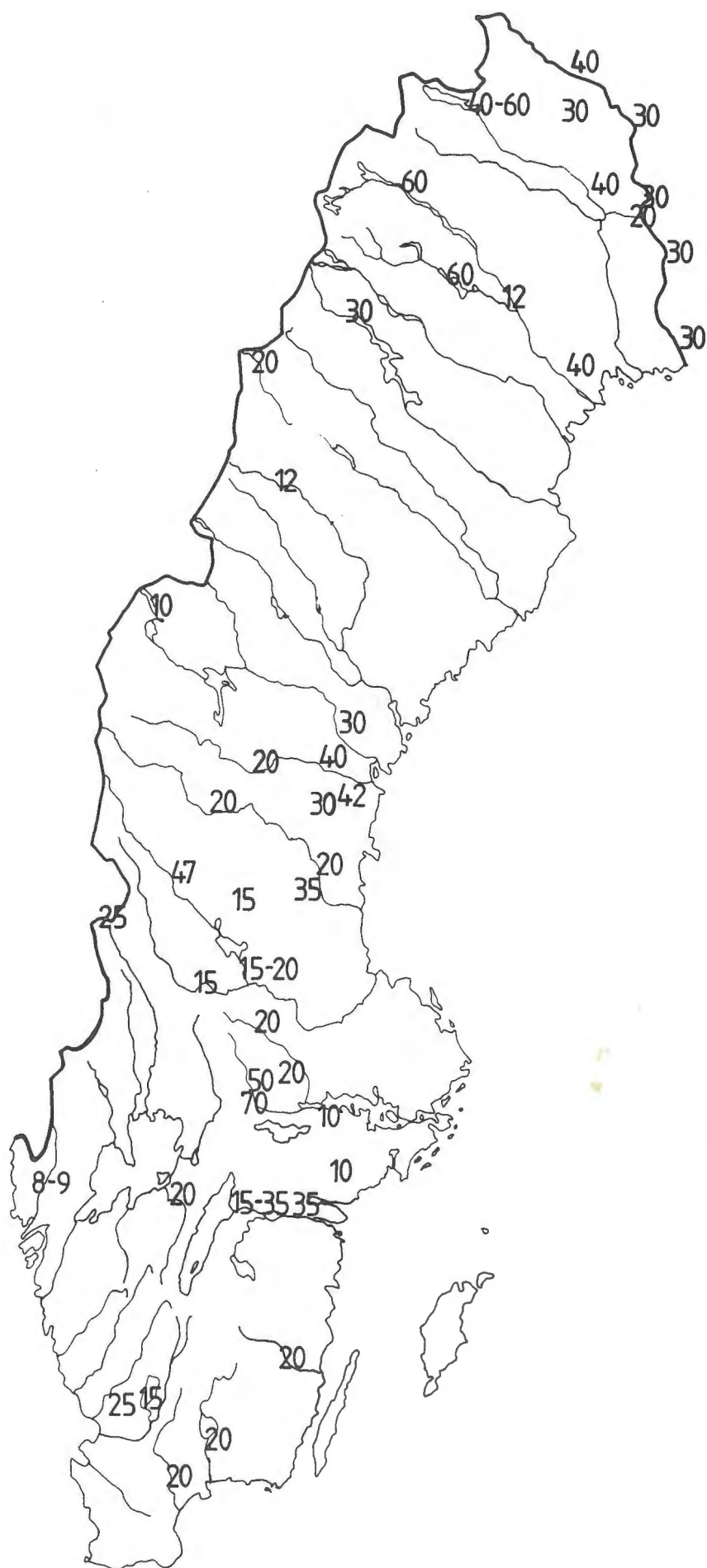
Figur 22. Exempel på hur förändringar av K1 påverkar en simulering med HBV-modellen. Tjock linje: K1 = 0.06; tunn linje: K1 = 0.12.

UZL är ett tröskelvärde, som avgör om K0 eller K1 skall vara styrande för flödets recessionsförlopp. Om UZL har ett högt värde, får parametern K1 större betydelse för beräkningen än om UZL är litet. Ett alltför högt UZL-värde kan i praktiken innebära, att den beräknade nivån i modellens övre zon aldrig passerar UZL, vilket medför, att K1 tar över rollen som den styrande parametern för höga flöden.

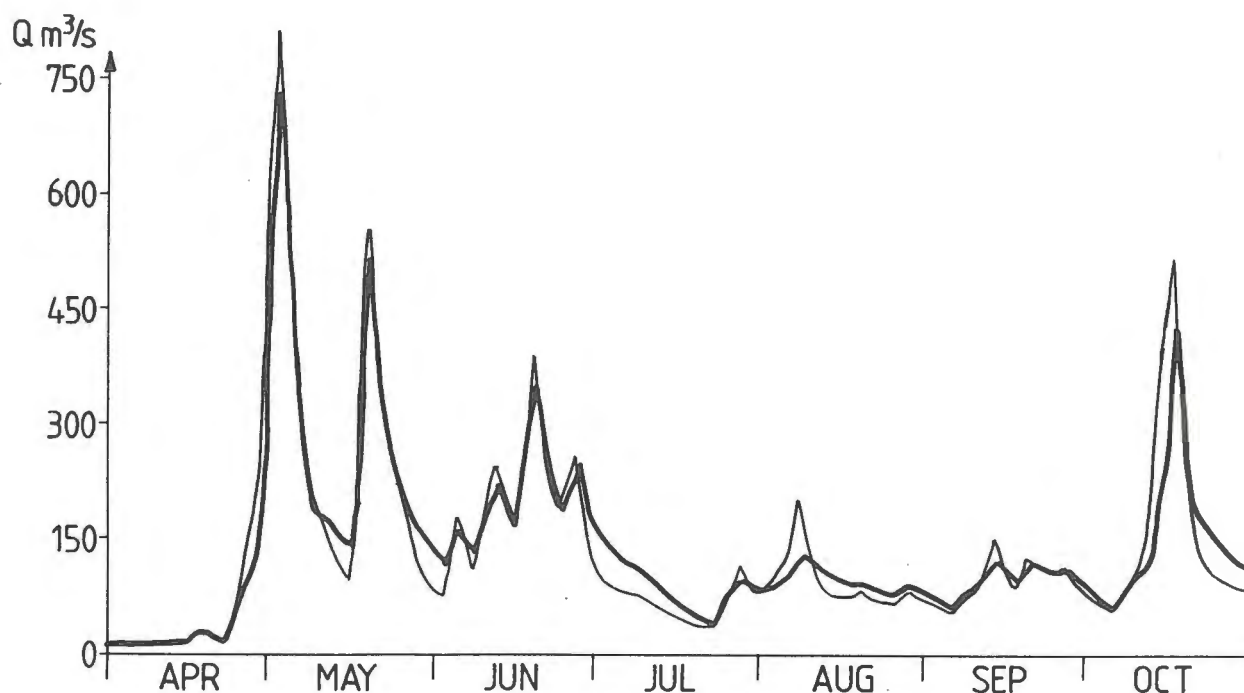
Erfarenhetsvärden på UZL redovisas i figur 24, och i figur 25 visas modellens känslighet för förändringar av UZL.



Figur 23. Erfarenhetsvärden på KI.



Figur 24. Erfarenhetsvärden på UZL (mm).

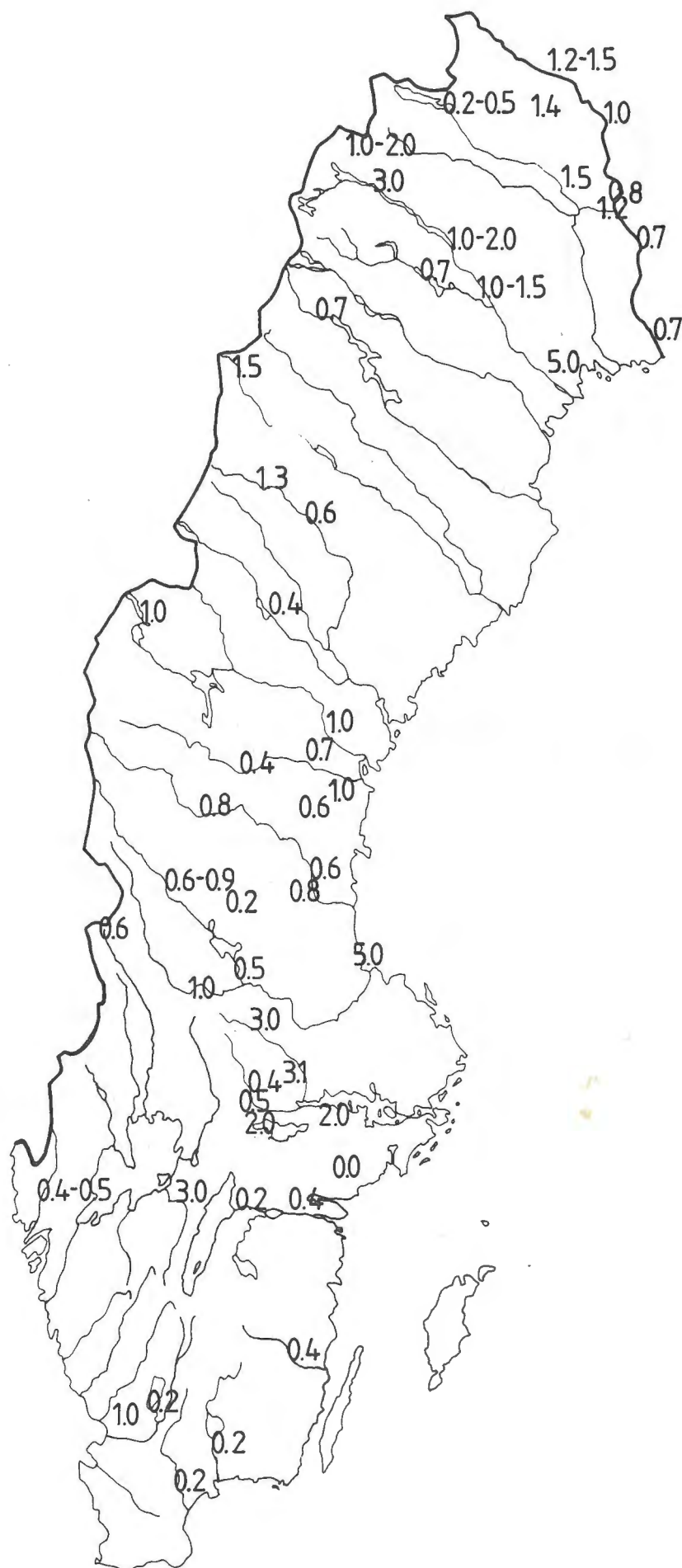


Figur 25. Exempel på hur förändringar av UZL påverkar en simulering med HBV-modellen. Tjock linje: UZL = 50 mm; tunn linje: UZL = 25 mm.

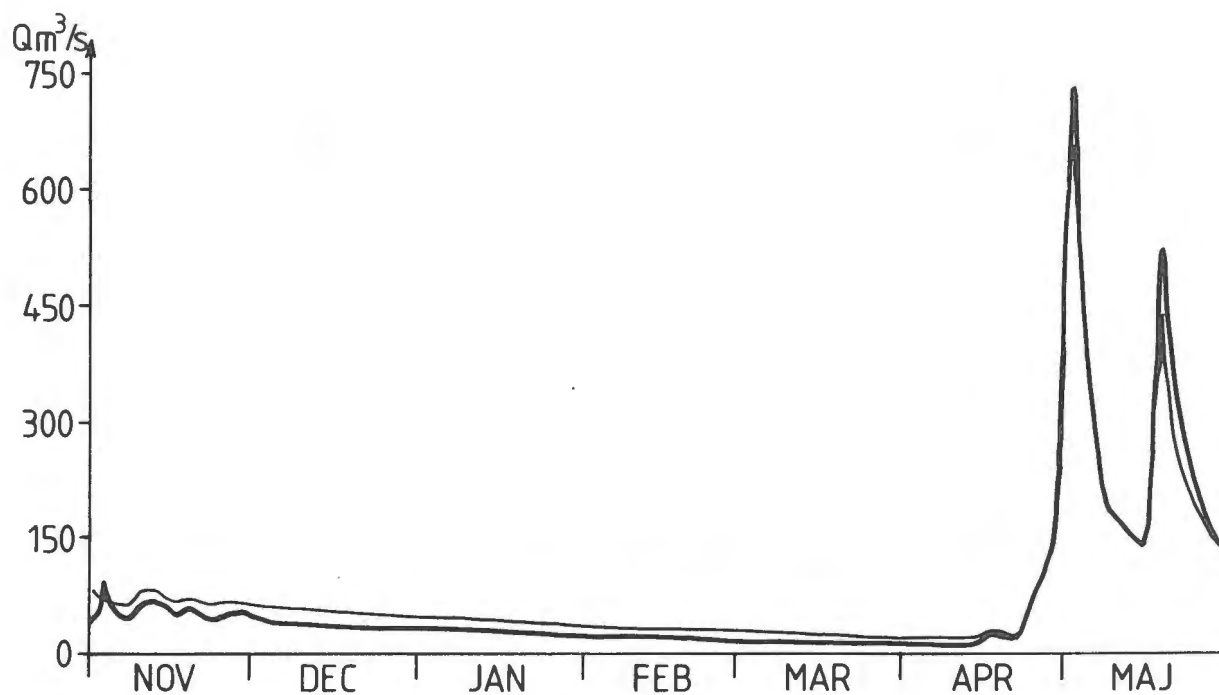
HBV-modellens nedre magasin fylls med ett konstant värde (PERC) för varje dag, om vatten finns tillgängligt i det övre magasinet. K2 är recessionskoefficienten, som styr uttömningen av det nedre magasinet.

PERC och K2 har tillsammans avgörande betydelse för basflödets storlek och förlopp. Ett högt värde på PERC innebär, att påfyllningen av modellens nedre magasin blir kraftigare, vilket leder till ett högre basflöde än om PERC är lågt. Vid högt värde på K2 klingar flödet av snabbare än vid lågt värde.

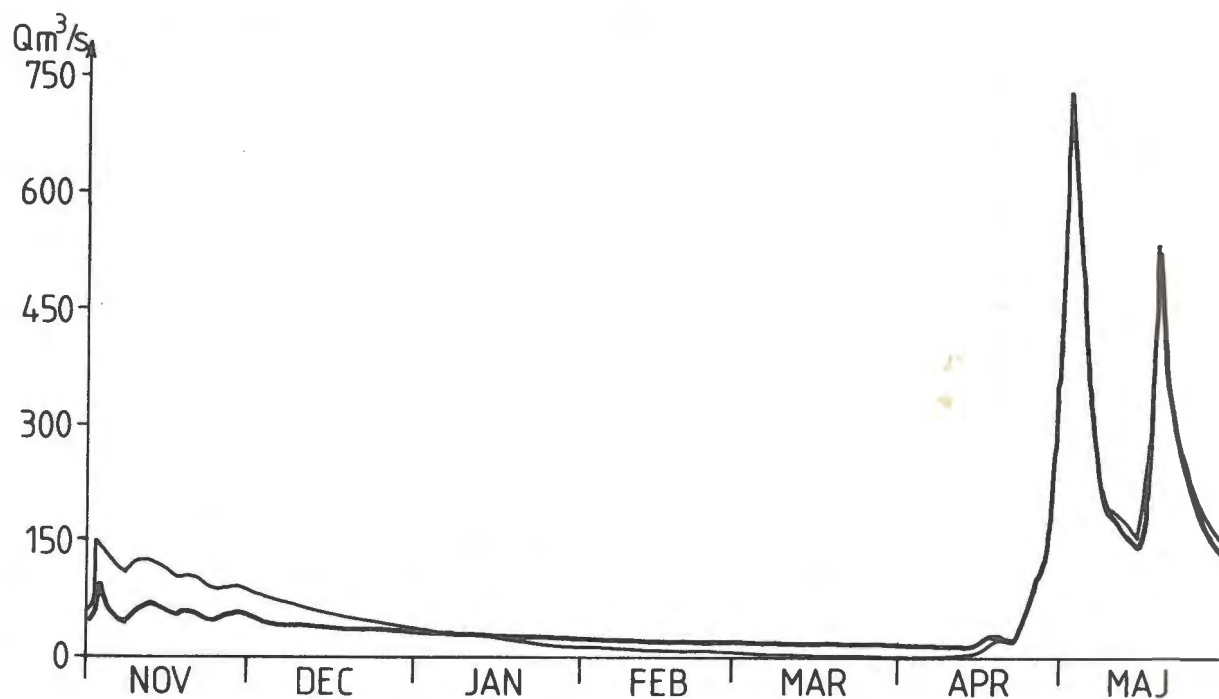
I figur 26 visas erfarenhetsvärden på PERC och modellens känslighet för förändringar av PERC redovisas i figur 27. Motsvarande redovisning för K2 lämnas i figurena 28 och 29.



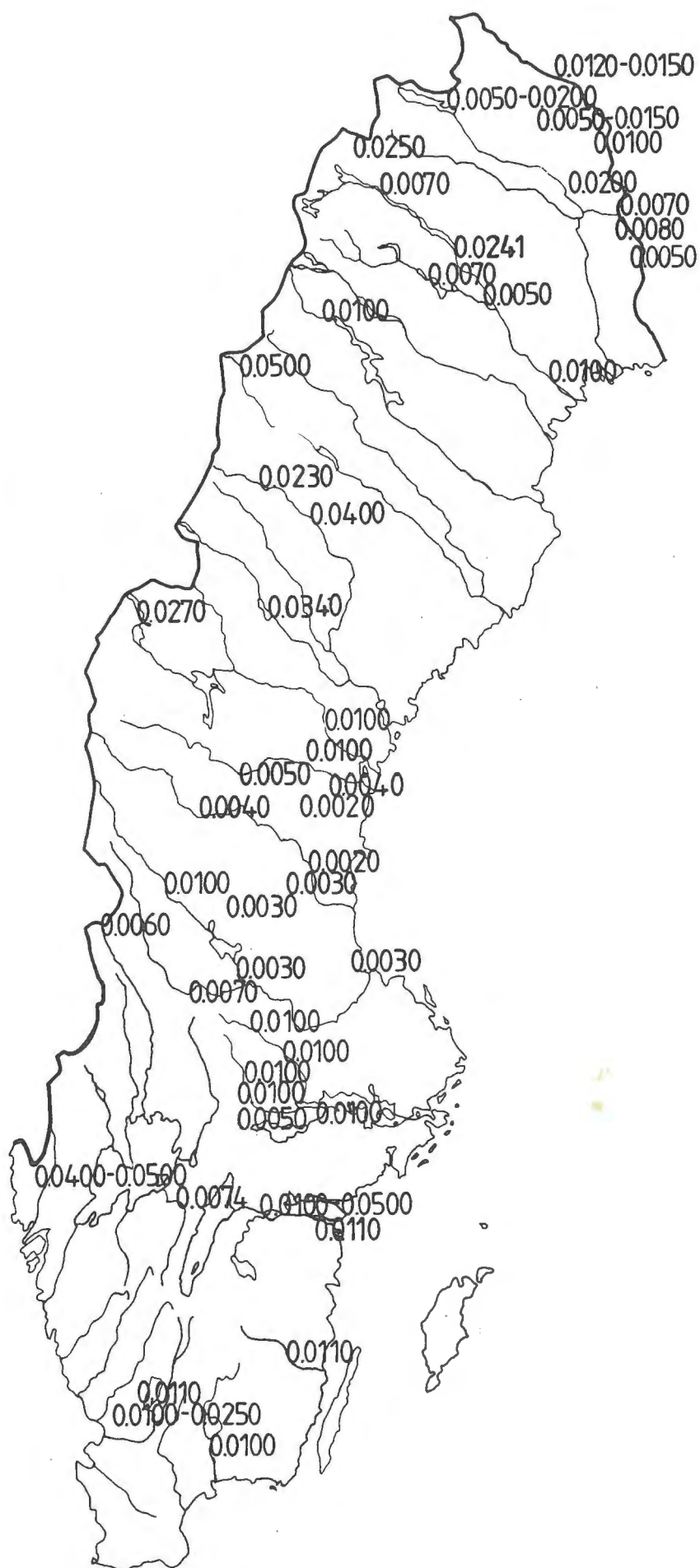
Figur 26. Erfarenhetsvärden på PERC (mm/dygn).



Figur 27. Exempel på hur förändringar av PERC påverkar en simulering med HBV-modellen. Tjock linje: PERC = 1 mm/dygn; tunn linje: PERC = 2 mm/dygn.



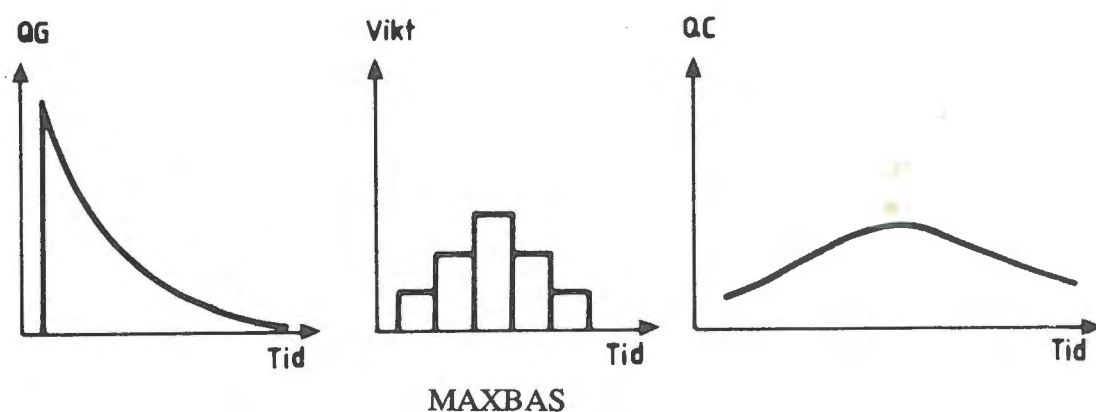
Figur 28. Exempel på hur förändringar av K2 påverkar en simulering med HBV-modellen. Tjock linje: K2 = 0.01; tunn linje: K2 = 0.03.



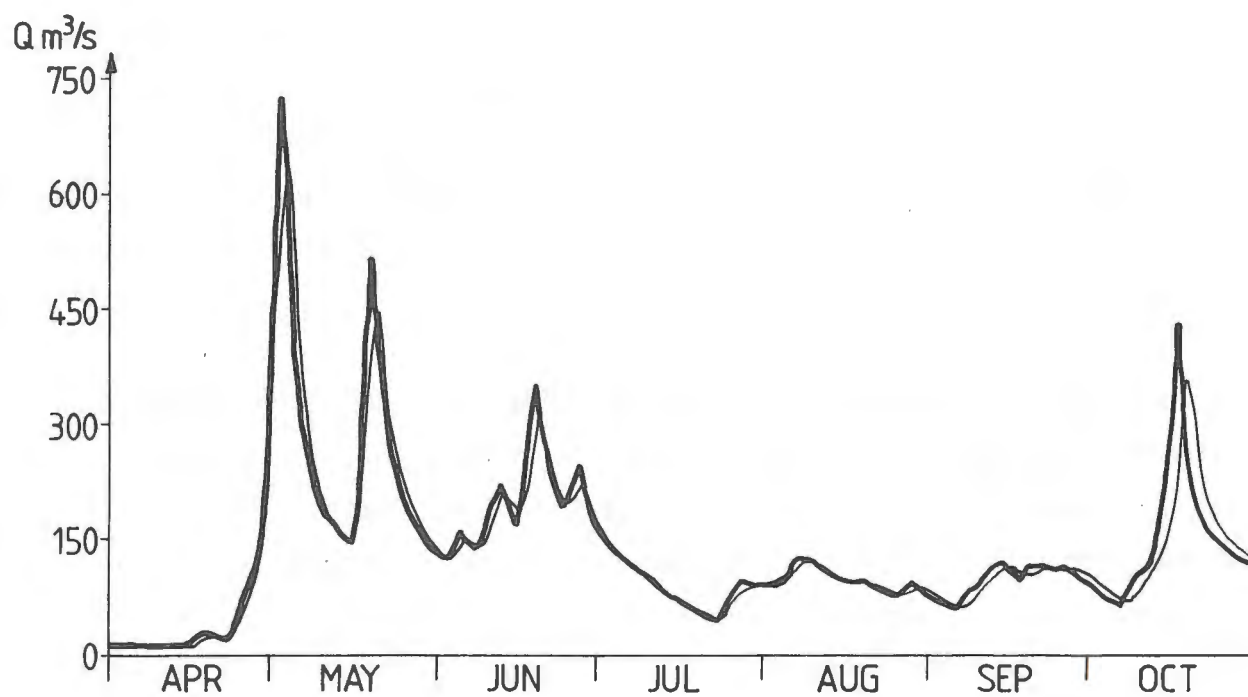
Figur 29. Erfarenhetsvärden på K2.

MAXBAS användes för att dämpa och tidsförskjuta det genererade flöde (QG), som beräknats av modellen. Värdet MAXBAS (dygn) är helt enkelt basen i en liksidig triangel, som utgör grunden för beräkning av ett antal vikter, med vilka den beräknade vattenföringen sedan filtreras och det slutliga flödet (QC) erhålles (se figur 30). Ett högt värde på MAXBAS ger ett dämpat och tidsförskjutet flöde medan ett lågt värde ger ett snabbare förlopp.

Eftersom MAXBAS är beroende av områdets storlek, dämpning i sjöar och därmed även beror av om tillrinning eller avrinning modelleras, är en regional redovisning knappast meningsfull. Allmänt kan dock sägas, att värdet ligger mellan 1 och 5 dygn i den vanligaste versionen av HBV-modellen. I de versioner, där sjöarnas dämpning beskrivs separat, förlorar MAXBAS i stort sett betydelse och torde i de flesta fall kunna sättas till ett. I figur 31 visas modellens känslighet för förändringar av MAXBAS.



Figur 30. Principiell skiss av inverkan av MAXBAS vid omräkning (filtrering) av det genererade flödet (QG) till det slutliga flödet (QC).



Figur 31. Exempel på hur förändringar av MAXBAS påverkar en simulering med HBV-modellen. Tjock linje: MAXBAS = 3 dygn; tunn linje: MAXBAS = 6 dygn.

7. DISKUSSION

Som framgår av redovisningen av modellens parametervärden, är skillnaderna ofta små mellan optimala parametervärden för närliggande områden. Detta beror till en del på att förhållandena är likartade, men också på att den, som genomför en ny kalibrering, ofta utgår ifrån parametervärden från en tidigare kalibrering i ett närliggande område. Skillnaderna kan förväntas bli större i framtiden, när automatisk modellkalibrering kommer att ersätta den manuella.

Det är ofta svårt att hitta regionala samband i modellens optimala parametervärden. Det är egentligen bara markparametrarna FC och BETA, som tydligt kan relateras till områdenas geografiska lägen. Anledningen till detta är, att modellkalibreringen i första hand innebär en eliminering av systematiska fel i indata, varför man bör vara försiktig med den fysikaliska tolkningen av parametervärdena. Den regionala variationen i FC och BETA är troligen mer klimatologiskt betingad än förorsakad av markfysikaliska olikheter. Det finns också en betydande samverkan mellan olika modellparametrar, som gör att en ändring av ett parametervärde i viss utsträckning kan kompenseras med hjälp av en annan parameter.

De exempel på hur modellparametrarna påverkar simuleringen, som redovisas bygger på en modellkalibrering för Trängslets tillrinningsområde och avser förhållandena under det hydrologiska året 1986/87. Resultaten gäller alltså för ett område av liknande typ och blir därför annorlunda i ett högfjällsområde, där markfuktigheten spelar mindre roll, eller för ett område i södra Sverige med mindre inslag av snö. Skillnaden är också stor mellan torra och våta år.

Som nämndes i inledningen, avser de presenterade parametervärdena standardtillämpningar av den svenska versionen av HBV-modellen vid SMHI. Det finns ett antal modifierade versioner av HBV-modellen på olika håll, där vissa delrutiner lösts på annat sätt. Detta påverkar de optimala parametervärdena och gör att värden, som redovisas i denna rapport, inte är tillämpbara. Exempel på alternativa metoder, som påverkar resultaten, är hur avdunstningen från snötäckt mark beräknas, hur nederbörden korrigeras eller hur snösmältningen beräknas. Recessionskoefficienternas värden är också beroende av den matematiska lösningen i det specifika da-

torprogrammet och kan därför variera mellan modellversioner, trots att resultaten blir likartade.

De ovan redovisade parametervärdena avser arbete genomfört fram till och med 1989. Kalibreringarna är genomförda manuellt med en subjektiv värdering av bästa anpassning. Under kommande år kommer ytterligare ett stort antal kalibreringar att genomföras, främst som underlag för dammdimensioneringsberäkningar. Detta innebär, att ytterligare erfarenhetsvärden på modellparametrar kommer att tas fram. Vid dessa kalibreringar kommer automatisk teknik att börja användas vilket leder till parametervärden, som i lägre grad är avrundade till jämna tal.

8. SLUTORD

Denna utredning har tillkommit på initiativ av Vattenregleringsföretagens samarbetsorgan, VASO, som också finansierat arbetet. Gun Grahn har arbetat med sammanställningen av parametervärden, Ann-Margreth Holst har ritat de flesta figurerna och Vera Kuylenstierna har svarat för ordbehandling och layout. Sammanställningen bygger på ett stort antal modellkalibreringar och representerar en mycket stor arbetsinsats av personal inom SMHI:s hydrologiska och oceanografiska avdelning, HO, under tidsperioden 1975 - 1989. Ett varmt tack till alla, som på detta sätt bidragit till denna rapport!

REFERENSER

Bergström, S. (1976)

Development and application of a conceptual runoff model for Scandinavian catchments.

SMHI Rapporter, RHO 7, Norrköping

Eriksson, B. (1981)

Den "potentiella" evapotranspirationen i Sverige.

SMHI Rapporter, RMK 28, Norrköping

Häggström, M. (1989)

Anpassning av HBV-modellen till Torneälven.

SMHI Hydrologi, nr 26, Norrköping

Häggström, M., Lindström, G., Cobos, C., Martinez, J.R., Merles, L., Alonzo, R.D., Castillo, G., Sirias, C., Miranda, D., Granados, J., Alfaro, R., Robles, E., Rodriguez, M. and Moscote, R. (1990)

Application of the HBV model for flood forecasting in six Central American rivers.

SMHI Hydrologi, nr 27, Norrköping

SMHI (1989)

The HBV model. Hydrological forecasting system adapted to IBM personal computer. Manual.

SMHI, Norrköping

Wallén, C.C. (1966)

Global solar radiation and potential evapotranspiration in Sweden.

Tellus, Vol. 18:4, 786 - 800

HB-RAPPORTER

- | Nr | Titel |
|----|---|
| 1 | Hydrologiska undersökningar i Kassjöåns representativa område
Meddelande nr III: Vattenomsättningen i Lilla Tivsjöns område 1966/67 - 1972/73
av A Waldenström
Stockholm 1974 |
| 2 | Hydrologiska undersökningar i Lapträskets representativa område
Meddelande nr IV: Nederbörd och vattenomsättning
av M Persson
Stockholm 1974 |
| 3 | Oceanografiska observationer i Östersjön 1973 med kustbevakningens båtar samt från isbrytare
av U Ehlin och B Juhlin
Stockholm 1974 |
| 4 | Oceanografiska undersökningar i Ålands hav
Meddelande nr 1: Mätningar juni - september 1973
av U Ehlin och C Ambjörn
Stockholm 1974 |
| 5 | SMHI-rapport
Verification of heated water jet numerical model
by James G Weil
Stockholm 1974 |
| 6 | Hydrologiska undersökningar i Lapträskets representativa område
Meddelande nr V: Markvattenstudier
av T Milanov
Stockholm 1975 |
| 7 | Hydrologiska undersökningar i Lapträskets representativa område
Meddelande nr VI: Vattenomsättningen 1968-73 med feluppskattning
av M Persson
Stockholm 1975 |
| 8 | Hydrologiska undersökningar i Kassjöåns representativa område
Meddelande nr IV: Snötaxering 1974 och vattenomsättning 1969-73
av A Waldenström
Stockholm 1975 |
| 9 | Snösmältningen i en punkt som funktion av meteorologiska data
av S Jönsson
Stockholm 1975 |
| 10 | Oceanografiska undersökningar i Ålands hav
Meddelande nr 2: Mätningar okt-dec 1973 och juli - sept 1974
av U Ehlin och C Ambjörn
Stockholm 1975 |
| 11 | Oceanografiska observationer i Östersjön 1974 med kustbevakningens båtar samt från isbrytare
av U Ehlin och B Juhlin
Stockholm 1975 |
| 12 | Vattenomsättning och flöde i Stormyra-området
av L Liljequist och L Sterner
Stockholm 1975 |
| 13 | Hydrologiska undersökningar i Lapträskets representativa område
Meddelande nr VII: Avrinningen och dess variationer inom området
av M Persson
Norrköping 1976 |
| 14 | Vattenomsättningsstudier m m i Velens och Kassjöåns representativa områden
av A Waldenström
Norrköping 1976 |
| 15 | Strömmätningar i sundet mellan Värmlandsjön och Dalbosjön, Vänern
Vänerundersökningen. Meddelande nr 1
av B Carlsson och M Brandt
Norrköping 1976 |
| 16 | Oceanografiska observationer i Östersjön 1975 med kustbevakningens båtar samt från isbrytare
av U Ehlin och B Juhlin
Norrköping 1976 |
| 17 | Oceanografiska undersökningar i Ålands hav 1975
Meddelande nr 3: Mätningar 1974-75. Vattentransporter
av U Ehlin och C Ambjörn
Norrköping 1976 |
| 18 | Tillämpning av HBV-2 modeller på regleringsmagasin i Ångermanälven
av S Bergström och S Jönsson
Norrköping 1976 |
| 19 | Grundvattenståndsmätningar i Ångermanälvens övre tillrinningsområde
av T Milanov
Norrköping 1976 |
| 20 | Beräkning av frekvenser av torrår
av L Gottschalk
Norrköping 1976 |
| 21 | Hydrografi och sandavgång
av M Brandt
Norrköping 1976 |
| 22 | Hydrologiska undersökningar i Lapträskets representativa område
Meddelande nr VIII: Vattenomsättning och avdunstning under perioden 1968-76
av M Persson
Norrköping 1976 |
| 23 | Oceanografiska observationer i Östersjön 1976 med kustbevakningens båtar
av U Ehlin och B Juhlin
Norrköping 1977 |
| 24 | Oceanografiska undersökningar i Ålands hav
Meddelande nr 4: Mätningar 1975-76, vatten-, värme- och materialtransportberäkningar
av U Ehlin och C Ambjörn
Norrköping 1977 |
| 25 | Ström- och vattentransportstudier i norra Öresund, sydöstra Kattegatt och i Skälderviken
av M Brandt
Norrköping 1977 |
| 26 | Strömmätningar i Himmerfjärden 1976
av E Bergstrand
Norrköping 1977 |
| 27 | Oceanografiska observationer i Östersjön 1977 med kustbevakningens båtar
av U Ehlin och B Juhlin
Norrköping 1978 |
| 28 | Slutrapport över hydrologiska undersökningar i Velens representativa område
av A Waldenström
Norrköping 1977 |
| 29 | Slutrapport över hydrologiska undersökningar i Kassjöåns representativa område
av A Waldenström
Norrköping 1977 |
| 30 | Oceanografiska undersökningar i Ålands hav
Meddelande nr 5: Mätresultat 1977, vatten- och materialtransportberäkningar ur 1974 och 1975 års mätningar
av C Ambjörn
Norrköping 1978 |
| 31 | Basnät för vattentemperatur
Stationsförteckning 1978-01-01
av O Cabelis och A Moberg
Norrköping 1978 |
| 32 | Operational Hydrological Forecasting by Conceptual Models
av S Bergström, M Persson och B Sundqvist
Norrköping 1978 |
| 33 | Slutrapport över hydrologiska undersökningar i Lapträskets representativa område
av M Persson
Norrköping 1978 |
| 34 | Oceanografiska observationer runt svenska kusten med kustbevakningens båtar
av U Ehlin och B Juhlin
Norrköping 1979 |
| 35 | Utvärdering av 1979 års vårflödesprognoser
av S Bergström och S Jönsson
Norrköping 1979 |
| 36 | Oceanografiska observationer i Östersjön 1979 med kustbevakningens båtar
av U Ehlin och B Juhlin
Norrköping 1980 |
| 37 | Vårflödesvolymprognoser baserade på analys av nederbördskartor
av S Jönsson
Norrköping 1980 |
| 38 | Resultat och erfarenheter av försöksverksamhet med utökad vattenprovtagning från kustbevakningens båtar
av B Juhlin och B Carlsson
Norrköping 1980 |
| 39 | Sedimenttransport i svenska vattendrag 1979
av M Brandt
Norrköping 1980 |
| 40 | Sluttransport till Miljödatanämnden över projekt MI - 01.2: Systemutredning rörande samordnade uttag av information ur MI och SMHI:s maskinella register
av T Milanov och B Sundqvist
Norrköping 1980 |
| 41 | Användning av vädersatellitdata för att studera ytvattentemperatur
av G Wennerberg
Norrköping 1980 |
| 42 | Nordisk hydrologi i utveckling. Tillägnad Ragnar Melin
av A Forsman, J Otnes, M Falkenmark, E Kuusisto, R Lemmela och J Lundager-Jensen
Norrköping 1980 |
| 43 | Beräkning av en föroreningstransport och blandning i en grund i Östersjön
av U Ehlin, I Bork och J Svensson
Norrköping 1980 |
| 44 | Utvärdering av 1980 års vårflödesprognoser
av S Bergström, M Häggström och M Persson
Norrköping 1980 |
| 45 | Mätningar av sjötemperatur vid SMHI
av A Moberg
Norrköping 1981 |
| 46 | Oceanografiska observationer runt svenska kusten med kustbevakningens båtar 1980
av B Juhlin
Norrköping 1981 |
| 47 | Temperaturmätningar vid Visby
av B Broman
samt
Spridning av utsläppt vatten
av B Vasseur
Norrköping 1981 |
| 48 | Användning av satellitdata från Landsat för studium av vattengränslinjer
av G Wennerberg
Norrköping 1981 |
| 49 | Utvärdering av 1981 års vårflödesprognoser
av S Bergström, M Häggström och M Persson
Norrköping 1981 |
| 50 | Oceanografiska observationer runt svenska kusten med kustbevakningens båtar 1981
av B Juhlin
Norrköping 1982 |
| 51 | Sedimenttransport i svenska vattendrag 1980
av M Brandt
Norrköping 1982 |
| 52 | The areal precipitation index method - A simple method to forecast the spring flood volume
by M Häggström
Norrköping 1982 |
| 53 | Vågdata från svenska kustvatten 1981
av J Svensson
Norrköping 1982 |

HO-RAPPORTER

Nr	Titel	Nr	Titel
1	Metod för homogenitetskontroll av meteorologiska och hydrologiska observationsserier av Sven-Erik Westman Norrköping 1982	18	Vattenståndsprognoser för Hammarsjön - Helge å. En utredning för Kristianstad län av Barbro Johansson
2	Utvärdering och modellsimulering av grundvatten-mätningarna i Ångermanälvens övre tillrinningsområde av G Sandberg Norrköping 1982	19	Utvärdering av 1984 års vårflödesprognoser av Martin Häggström Norrköping 1984
3	Oceanografiska observationer runt svenska kusten med kustbevakningens båtar 1982 av B Juhlin Norrköping 1983	20	Svenskt Sjöregister - Uppdatering av Torbjörn Lindkvist och Christina Thoms-Hjärpe Norrköping 1984
4	Utvärdering av 1982 års vårflödesprognoser av M Häggström och M Persson Norrköping 1983	21	Shödmätning med flygburen gammaspektrometer i Kultsjöns avrinningsområde 1980 - 1984 av Sten Bergström och Maja Brandt
5	Vågdata från svenska kustvatten 1982 av Jonny Svensson Norrköping 1983	22	PROBE - An Instruction Manual by Urban Svensson Norrköping 1984
6	The new harbour in Landskrona - oceanographic investigations by Jonny Svensson Norrköping 1983	23	Kartläggning av ytvattentemperaturen med satellitdata av Thomas Thompson Norrköping 1985
7	Operational hydrological forecasting in Sweden by Magnus Persson Norrköping 1983	24	Oceanografiska observationer runt svenska kusten med kustbevakningens fartyg av Bo Juhlin Norrköping 1985
8	Vattenutbyte mellan Bottniska Viken och Östersjön av Cecilia Ambjörn Norrköping 1983	25	Vindförluster vid mätning av snönederbörd med SMHI-nederbördsräknaren av Bengt Carlsson Norrköping 1985
9	Var vintern 1982/83 extrem? En jämförande studie av vattentemperatur i några mellansvenska sjöar av Gun Zachrisson Norrköping 1983	26	Svenskt Vattendragsregister av Torbjörn Lindkvist Norrköping 1985
10	Sedimenttransport i svenska vattendrag 1981. Resultat från sedimenttransportnätet av Maja Brandt Norrköping 1983	27	Svenskt Sjöregister av Kurt Ehlert (projektledare) Norrköping 1983
11	Försök med automatisk vattenprovtagning i Marviken av Bo Juhlin Norrköping 1983	28	Aplicación del modelo HBV a la cuenca del Lago de Arenal en Costa Rica av Barbro Johansson, Magnus Persson, Göran Sandberg och Edgar Robles (ICE) Norrköping 1985
12	Värmeuttag ur Helgasjön - Möjligheter och konsekvenser av Gun Zachrisson och Barry Broman Norrköping 1984	29	Beräknat markvattenunderskott i Simlångens avrinningsområde 1934-83 av Gun Grahn, Barbro Johansson och Barbro Norlander Norrköping 1985
13	Oceanografiska observationer runt svenska kusten med kustbevakningens fartyg 1983 av Bo Juhlin Norrköping 1984	30	Beräknat markvattenunderskott i Emåns avrinningsområde 1934-83 av Gun Grahn, Barbro Johansson och Barbro Norlander Norrköping 1985
14	Åtgärder mot försurning i Velen. Erfarenheter från utförd behandling med kalk och soda samt förslag till fortsatta åtgärder. En utredning för Töreboda kommun av Ingemar Holmström Norrköping 1984	31	Application of the HBV-model to pilot basins in Burma av Ohn Gyaw och Magnus Persson Norrköping 1985
15	Vågdata från svenska kustvatten 1983 av Jonny Svensson Norrköping 1984	32	Vattenbalanskartor över Sverige - månadsmedelvärden för 1931 - 1960 av nederbörd, avdunstning och avrinning av Todor Milanov Norrköping 1985
16	Beräkning av daglig vattenföring vid Ulva kvarn i Fyrisån 1951-82 av Magnus Persson och Sven-Erik Westman Norrköping 1984	33	Vågdata från svenska kustvatten 1984 av Jonny Svensson Norrköping 1985
17	Utvärdering av 1983 års vårflödesprognoser av Martin Häggström och Magnus Persson Norrköping 1984		

Nr Titel

HYDROLOGISKA RAPPORTER

- | | |
|---|---|
| <p>1 Hydrokemiska data från de svenska fältforsknings-områdena
av Bengt Carlsson
Norrköping 1985</p> <p>2 Utvärdering av 1985 års vårflödesprognoser
av Martin Häggström och Magnus Persson
Norrköping 1986</p> <p>3 Riktlinjer och praxis vid dimensionering av utskov och dammar i USA. Rapport från en studieresa i oktober 1985
av Sten Bergström, Ulf Ehlin, SMHI, och Per-Eric Ohlsson, VASO
Norrköping 1986</p> <p>4 Skåneprojektet - Hydrologisk och Oceanografisk information för vattenplanering - ett pilotprojekt av Barbro Johansson, Erland Bergstrand och Torbjörn Jutman
Norrköping 1986</p> <p>5 Översiktlig sammanställning av den geografiska fördelningen av skador främst på dammar i samband med septemberflödet 1985
av Martin Häggström
Norrköping 1986</p> <p>6 Vattenföringsberäkningar i Södermanlands län - ett försöksprojekt
av Barbro Johansson
Norrköping 1986</p> <p>7 Areella snöstudier
av Maja Brandt
Norrköping 1986</p> <p>8 PULS-modellen: Struktur och tillämpningar
av Bengt Carlsson, Sten Bergström, Maja Brandt och Göran Lindström
Norrköping 1987</p> <p>9 Numerisk beräkning av vågor i kraftverksdammar
av Lennart Funkquist
Norrköping 1987</p> <p>10 Application of the HBV-Model to Bolivian Basins
av Barbro Johansson, Magnus Persson, Enrique Aranibar och Roberto Llobet
Norrköping 1987</p> <p>11 Monthly streamflow simulation in Bolivian Basins with a stochastic model
av Cecilia Ambjörn, Enrique Aranibar och Roberto Llobet
Norrköping 1987</p> <p>12 De svenska huvudvattendragens namn och mynningspunkter
av Kurt Ehlert, Torbjörn Lindkvist och Todor Milanov
Norrköping 1987</p> <p>13 Analys av avrinningsserier för uppskattning av effektivt regn
av Göran Lindström
Norrköping 1987</p> <p>14 Modellberäkning av extrem effektiv nederbörd
av Maja Brandt, Sten Bergström, Marie Gardelin och Göran Lindström
Norrköping 1987</p> | <p>23 Hydrologiska stationsnät
Svenskt vattenarkiv
av Martin Gotthardsson och Sten Lindell
Norrköping 1989</p> <p>24 Aplicación del modelo HBV a la cuenca superior del río Cauca
av Martin Häggström, Göran Lindström, Luz Amelia Sandoval och María Elvira Vega
Norrköping 1989</p> <p>25 Svåra islossningar i Torneälven
Förslag till skadeförebyggande åtgärder
av Gun Zachrisson
Norrköping 1989</p> <p>26 Anpassning av HBV-modellen till Torneälven
av Martin Häggström
Norrköping 1989</p> <p>27 Application of the HBV model to six Central American rivers
av Martin Häggström och Göran Lindström
Norrköping 1990</p> <p>28 Parametervärden för HBV-modellen i Sverige - Erfarenheter från modellkalibreringar under perioden 1975 - 1989
av Sten Bergström
Norrköping 1990</p> <p>15 Sjökarte- och sjöuppgifter. Register 1987
av Håkan Danielsson och Torbjörn Lindkvist
Norrköping 1987</p> <p>16 Utvärdering av 1986 års vårflödesprognoser
av Martin Häggström och Magnus Persson
Norrköping 1987</p> <p>17 Skogsskador - klimat
av Bertil Eriksson, Barbro Johansson, Katarina Losjö och Haldo Vedin
Norrköping 1987</p> <p>18 Bestämning av optimalt klimatstationsnät för hydrologiska prognoser
av Maja Brandt
Norrköping 1987</p> <p>19 Utvärdering av 1987 års vårflödesprognoser
av Martin Häggström och Magnus Persson
Norrköping 1988</p> <p>20 Frys förluster av vatten
av Todor Milanov
Norrköping 1988</p> <p>21 Application of the HBV model to the upper Río Cauca basin
av Martin Häggström, Göran Lindström, Luz Amelia Sandoval och Maria Elvira Vega
Norrköping 1988</p> <p>22 Snökartläggning med satellitdata i Kultsjöns avrinningsområde
av Mats Moberg och Maja Brandt
Norrköping 1988</p> |
|---|---|





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