



Det här verket har digitaliserats vid Göteborgs universitetsbibliotek och är fritt att använda. Alla tryckta texter är OCR-tolkade till maskinläsbar text. Det betyder att du kan söka och kopiera texten från dokumentet. Vissa äldre dokument med dåligt tryck kan vara svåra att OCR-tolka korrekt vilket medför att den OCR-tolkade texten kan innehålla fel och därför bör man visuellt jämföra med verkets bilder för att avgöra vad som är riktigt.

This work has been digitized at Gothenburg University Library and is free to use. All printed texts have been OCR-processed and converted to machine readable text. This means that you can search and copy text from the document. Some early printed books are hard to OCR-process correctly and the text may contain errors, so one should always visually compare it with the images to determine what is correct.



Rapport

R69 :1991

**Indirekt nederbördspåverkan
i duplikata spillvattensystem**

Metodik för flödessimulering

Lars-Göran Gustafsson

Rune Olsson

V-HUSETS BIBLIOTEK, LTH



15000

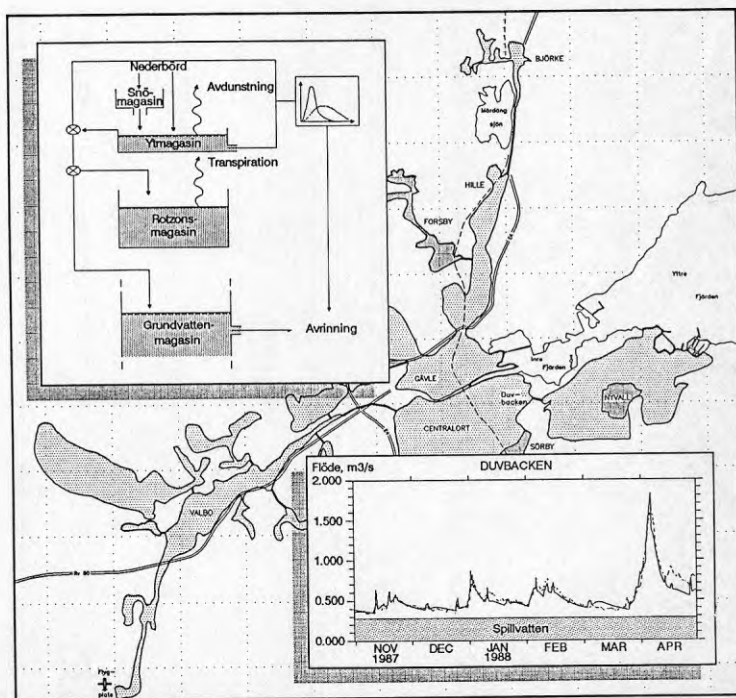
400135573

Byggforskningsrådet

INDIREKT NEDERBÖRDSPÅVERKAN I
DUPLIKATA SPILLVATTENSYSTEM

Metodik för flödessimulering

Lars-Göran Gustafsson
Rune Olsson



Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 871208-5 från Statens råd för byggnadsforskning till Gävle kommuns gatukontor, Va-avdelningen, Gävle.

REFERAT

Vid traditionell datorsimulering av flöden i överbelastade spillvattennät är det svårt att beskriva sk indirekt nederbördspåverkan, INE. INE-påverkan kännetecknas av att flödet sakta avklingar under många dygn efter regnets slut. Därmed blir flödesökningen för ett visst regn olika beroende på om perioden innan regnet har varit blöt eller torr.

Ett helt nytt grepp redovisas i rapporten där en icke-urban avrinningsmodell, NAM, har använts för att även kunna hantera magasineringseffekter i marken och snösmältningsfenomen, det sk hydrologiska minnet.

NAM-modellen kalibrerades mot flera års flödesstatistik från Gävle gatukontors övervakningssystem. Resultaten är mycket lovande med en förvånansvärt god överenskommelse mellan uppmätt och beräknat flöde under hela året. NAM bedöms få stor betydelse för att mer verklighetstroget kunna beskriva flödessituationen i INE-påverkade avloppsnät, uppskatta årliga bräddmängder samt vid prognos av flöden till reningsverk. NAM skall inarbetas i det sk MOUSE-systemet.

I Bygghälsningsrådets rapportserie redovisar forskaren sitt anslagsprojekt. Publiceringen innebär inte att rådet tagit ställning till åsikter, slutsatser och resultat.

Denna skrift är tryckt på miljövänligt, oblekt papper.

R69:1991

ISBN 91-540-5397-8

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

gotab 94881, Stockholm 1991

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

sida

Förord

Sammanfattning

1.	Bakgrund	1
2.	Beräkningsmetod	1
2.1	Hydrologisk modell - NAM	1
2.1.1	Modellstruktur	2
2.1.2	Modellparametrar	4
2.1.3	Indata till modellen	5
2.2	Kalibrering - Beräkningar	6
2.3	Modellansats för beskrivning av INE	7
3.	Exemplifiering av tekniken på fyra områden	8
3.1	Beskrivning av områden	8
3.1.1	Nyvall	8
3.1.2	Sörby-Urfjäll	9
3.1.3	Forsby	9
3.1.4	Duvbacken	9
3.2	Meteorologiska data - Mätningar	10
3.2.1	Nederbörd	10
3.2.2	Avdunstning	12
3.2.3	Temperatur	12
3.2.4	Uppmätt avrinning	13
3.3	Kommentarer till beräkningar vid kalibrering ..	13
3.3.1	Nyvall	14
3.3.2	Sörby-Urfjäll	14
3.3.3	Forsby	14
3.3.4	Duvbacken	14
3.4	Kalibreringsresultat - Diskussion	15
4.	Slutsatser	18
4.1	Parameterdiskussion	18
4.1.1	Markmagasinen	20
4.1.2	Snömagasinet	24
4.1.3	Avrinningskomponenter	26

4.2	Är modellansatsen rimlig för beskrivning av INE ?	29
5.	Användningspotential	30
6.	Spridning och nyttiggörande av resultaten.....	35
7.	Förslag till fortsatt arbete.....	36
	Referenser och övrig litteratur	37
	Begreppsförklaringar	38

FÖRORD

Denna rapport har framtagits inom ramen för projektet "Indirekt nederbördspåverkan i duplikata spillvattensystem". Syftet med projektet har varit att från olika utgångspunkter belysa denna va-tekniskt mycket komplicerade problemställning. Projektet består av flera delar vilka avrapporteras separat.

Det här redovisade delprojektet hade till syfte att pröva om det var möjligt att utnyttja en enkel icke-urban hydrologisk modell för att simulera tillrinningen till pumpstationer eller reningsverk i avloppssystem med en kraftig indirekt nederbördspåverkan. Rapporten vänder sig i första hand till personer med viss förståelse för hydrauliska och hydrologiska modeller. Vår förhoppning är dock att även andra va-tekniker kan ha utbyte av rapporten.

Projektet "Indirekt nederbördspåverkan" har bedrivits av en arbetsgrupp bestående av Rune Olsson (projektledare), Björn Marklund och Tore Wästlin, Gävle kommun samt Hans Bäckman och Bengt-Lennart Peterson, VBB VIAK. I det här avrapporterade delprojektet har även Johan Larsson och Lars-Göran Gustafsson, VBB VIAK deltagit. Lars-Göran Gustafsson har haft huvudansvar för modelluppläggning, kalibrering och rapportskrivning.

Resultaten har också diskuterats inom ramen för ett parallellt samverkansprojekt för dessa problemställningar. I samverkansprojektet har även ingått representanter från VAV samt 9 kommuner nämligen Eskilstuna, Kalmar, Linköping, Norrköping, Nyköping, Södertälje, Uppsala, Västerås, Örebro.

Projektet "Indirekt nederbördspåverkan" har finansierats med medel från Byggforskningsrådet, BFR och Gävle kommun.

Gävle/Stockholm i februari 1991

Gävle kommun

VBB VIAK/Ledningsförnyelse

SAMMANFATTNING

Kan NAM-modellen hantera indirekt nederbördspåverkan ?
Gävle drabbades 1979 av omfattande källaröversvämningar i samband med ett mycket kraftigt nederbördsdygn. Ledningsnäten i de aktuella fallen var utförda som duplikat och separat system. Vattenöverdomstolen ansåg bl a att spillvattenledningar, om de är rätt dimensionerade och utförda, endast avleder spillvatten och en viss mängd dränvatten. De borde därför även klara mycket kraftiga regn.

Indirekt påverkan.

Om man studerar de verkliga flödesförhållandena i spillvattensystem, konstateras ofta ett samband mellan nederbörd och flöde. Många gånger ser man dock flödestoppar som vida överstiger vad som kan förklaras med direkt anslutna hårdgjorda ytor. Detta fenomen benämns vanligen indirekt nederbördspåverkan, INE. INE skiljer sig från den direkta nederbördspåverkan, DNE, genom att den inte bara är beroende av den aktuella nederbörden utan till stor del påverkas av ett "minne" av tidigare hydrologiska händelser.

Hittills har det inte funnits något bra ingenjörsmässigt sätt att angripa avloppssystem med INE-problem. I denna rapport redovisas en test av en metod för beräkning av flödesförloppet vid indirekt nederbördspåverkan.

NAM-modellen.

Den beräkningsmodell som användes är den icke-urbana avrinningsmodellen NAM, som ingår i MIKE11-systemet. Denna modell bygger på en mer generell hydrologisk beskrivning än den enkla men för dagvattensystem fullt tillräckliga DNE-beskrivning som finns i MOUSE. Metodiken har testats på fyra områden, dels tre mindre pumpstationsområden, ca 1 km², dels hela avrinningsområdet till Gävles avloppswerk, ca 50 km². Tekniken bygger på att ett avrinningsområde beskrivs med ett antal hydrologiska modellparametrar, vilka beskriver ytavrinning, infiltration, grundvattenflöde, markvattenhalt etc.

God överensstämmelse.

För de fyra områdena kalibrerades parametrarna mot flera års uppmätt nederbörd, temperatur och avrinning. Mätserierna kunde enkelt hämtas från Gävles övervaknings-system, ÖVA. Sammanfattningsvis kan konstateras att en förvånansvärt god överensstämmelse erhöles mellan beräknat och uppmätt flöde.

Möjliga tillämpningar av NAM-modellen.

Modellens enkla uppbyggnad gör det möjligt att, efter kalibrering, beräkna även mycket långa nederbördsserier.

En genomräkning av 130 års dygnsvärden för Gävle, levererade på diskett från SMHI, tog bara någon timme att genomföra. De största flödestillfällena kan sedan rangordnas och utväljas för noggrannare analys av tryck- och flödesförhållanden i ledningssystemet med MOUSE. Härigenom erhålls det önskade sambandet mellan återkomsttid och effekter. En kalibrerad NAM-modell kan därmed användas t ex i situationer när man skall avgöra om det går att ansluta ytterligare områden till ett spillvattennät.

Andra intressanta tillämpningsområden är förvarning och prognos av översvämningssituationer och tillrinning till avloppsverk, eventuellt med online-koppling till övervakningssystem.

I Gävle fanns tillgång till flera års mätserier tack vare ÖVA-systemet. Liknande system installeras nu i allt fler kommuner. Detta ökar möjligheterna att använda metodiken generellt. Metodiken kan dock vara tillämpbar och ge användbara resultat även om kalibrering skett mot kortare mätserier.

Ja !

Avslutningsvis känner vi oss styrkta i tron att den inledande frågan kan besvaras med JA!

1. BAKGRUND

Ett mycket omfattande nederbördsdygn inträffade i augusti 1979 i Gävle. Under 24 timmar föll ca 120 mm regn som orsakade 268 källaröversvämningar. Ledningsnäten i de aktuella fallen var utförda som duplikat och separat system. Vattenöverdomstolen ansåg bl a att spillvattenledningar, om de är rätt dimensionerade och utförda, endast avleder spillvatten och en viss mängd dränvatten. De borde därför även klara mycket kraftiga regn.

Om man studerar de verkliga flödesförhållandena i spillvattensystem, konstaterar man ofta ett samband mellan nederbörd och flöde. Många gånger ser man dock flödestoppar som vida överstiger vad som kan förklaras med direkt anslutna hårdgjorda ytor. Detta fenomen benämns vanligen indirekt nederbördspåverkan, INE. INE skiljer sig från den direkta nederbördspåverkan, DNE, genom att den inte bara är beroende av den aktuella nederbörden utan till stor del påverkas av ett "minne" av tidigare hydrologiska händelser.

För närvarande finns inget bra, ingenjörsmässigt sätt att ta sig an INE-problemen. Därför startades ett FoU-projekt, finansierat av Gävle kommun och BFR, med syfte att från olika utgångspunkter behandla problemställningen. Ett av delmålen för projektet var att testa en metod för beskrivning av flödesförloppet vid indirekt nederbördspåverkan. Föreliggande rapport beskriver denna del av projektet.

2. BERÄKNINGSMETOD

För att kunna beskriva de flödesfenomen som uppstår vid INE krävs ett beräkningsverktyg som kan hantera det sk minnet från tidigare hydrologiska händelser, dvs en mer generell hydrologisk modell än vad som finns i urbana avrinningsmodeller typ MOUSE. Den modell som valdes i detta projekt var NAM-modellen. NAM-modellen ingår i MIKE11-systemet, en datormodell för beräkning av öppna vattendrag, utvecklat av DHI, Danmark.

2.1 Hydrologisk modell - NAM

En matematisk hydrologisk modell som NAM består av ett antal kopplade matematiska ekvationer som beskriver, på en enkel kvantitativ form, beteendet i markdelen av vattnets kretslopp. Ett flertal hydrologiska modeller finns. NAM-modellen är en rumsligt förenklad typ av modell som beskriver de enskilda processerna med ett begränsat krav på indata.

NAM simulerar avrinningsförloppen i icke-urbana områden. Genom hela beräkningsprocessen tar den hänsyn till vatteninnehållet i fyra olika ömsesidigt beroende magasin vilka representerar fysikaliska element av avrinningsområdet.

Indata till modellen är: nederbörd, potentiell avdunstning och temperatur. På basis av dessa beräknas bl a avrinning, grundvattennivåer, relativ markvattenhalt och grundvattenflöde.

2.1.1 Modellstruktur

NAM behandlar varje delområde som en enhet. Parametrarna och variablerna representerar därför medelvärden för hela delområdet.

NAM är baserad på dels fysikaliska dels till viss del erfarenhetsmässiga ekvationer. Vissa av parametrarna kan uppskattas från fysiska områdesdata, men den slutliga uppskattningen måste göras genom kalibrering mot sammanhörande in- och utdatatidsserier.

Modellstrukturen visas i **figur 1**. Den är en imitation av markdelen av vattnets kretslopp. Vatten magasineras i fyra magasin:

- snömagasinet,
- ytmagasinet,
- rotzonsmagasinet och
- grundvattenmagasinet.

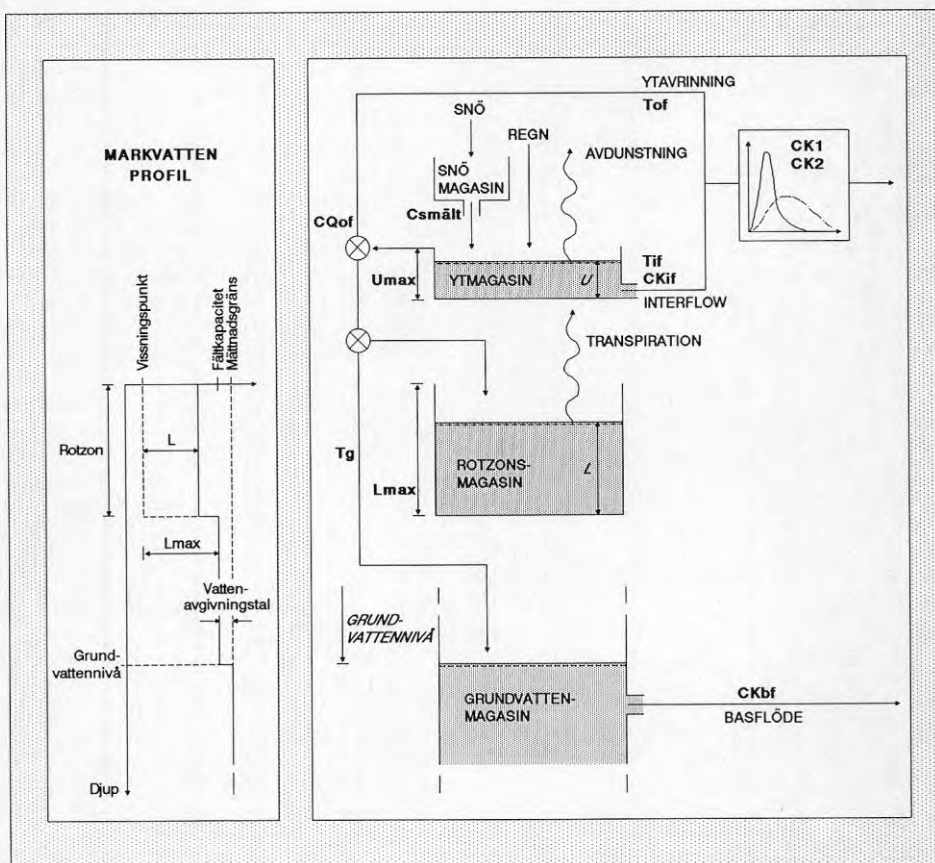
Nederbörden som passerar genom snömagasinet styrs av temperaturförhållanden.

Fukt på vegetation samt vatten uppsamlat i håligheter på markytan och i det översta jordlagret är beskrivet som ett ytmagasin.

Markvattenhalten i rotzonen, ett marklager nedanför markytan från vilket vegetationen kan suga vatten för transpiration, är beskrivet som ett magasin i en nedre markzon, rotzonsmagasinet.

Mängden vatten i ytmagasinet avtar kontinuerligt dels genom avdunstning dels genom horisontell vattenströmning i det översta marklagret (interflow). När ytmagasinet är fullt kommer en viss del av det överflödiga vattnet att avrinna via ytavrinning och resten via infiltration till rotzonsmagasinet och grundvattenmagasinet.

Mängden vatten i rotzonsmagasinet avtar genom rotsugning till transpiration. Det relativa vatteninnehållet i rotzonsmagasinet styr mängden vatten som förs vidare till grundvattenmagasinet. Andra vattentransporter som påverkas av vatteninnehållet i rotzonsmagasinet är exempelvis ytavrinning och transpiration.



Figur 1. Modellstruktur.

2.1.2 Modellparametrar

Nedan följer en kort beskrivning av de viktigaste modellparametrarna och deras fysikaliska tolkning.

Avrinningsområde

- A (km²)

Storleken på det område som avleder vatten till den punkt där flödet skall simuleras.

Magasineringskapacitet

- U_{max}, L_{max} (mm)

Definierar det maximala vatteninnehållet i yt- och rotzonsmagasin.

Värdet på U_{max} skall åskådliggöra att ytmagasinet representerar interceptionsmagasinet (magasinet för nederbörd som fastnar i vegetationen), hålligheter i markytan och de översta centimetrarna av marken.

L_{max} kan tolkas som den maximala markvattenhalten i rotzonen som är tillgänglig för rotsugning till vegetationens transpiration (avdunstning från inre ytor i vegetationen).

Ytavrinningskoefficient

- CQ_{of}

CQ_{of} bestämmer hur stor del av avrinningen (efter att ytmagasinet är fullt) som skall avrinna som ytavrinning och infiltration.

En rumsligt förenklad fysikalisk tolkning är att parametern skall åskådliggöra infiltrationen inom ett område.

Tidskonstant för ytavrinning

- CK₁, CK₂ (tim)

Tidskonstanterna för beräkning av flödet från ytavrinning beror på storleken på området och hur snabbt det reagerar vid nederbörd. Tidskonstanterna påverkar till viss del även flödet av interflow. Normalt sätts CK₁ = CK₂.

Tidskonstant för interflow

- CKif (tim) Tidskonstanten bestämmer tillsammans med Umax mängden interflow. Denna tidskonstant dominerar påverkan av flödet från interflow då CKif i normala fall är mycket större än CK1 och CK2.

Tidskonstant för basflöde

- CKbf (tim) Denna tidskonstant kan uppskattas från hydrografens avklingning under torrperioder.

Tröskelvärden

- Tof, Tif, Tg (mm) Dessa är alla positiva parametrar mindre än den maximala markvattenhalten i rotzonen, Lmax. De påverkar avrinningen så att det inte genereras ytavrinning, interflow respektive påfyllning av grundvattenmagasin förrän vatteninnehållet i rotzonen, L överstiger Tof, Tif respektive Tg.

Snösmältningskoefficient

- Csmält (mm/C/dygn) Parametern styr tömningen av snömagasinet. Högre värde ger snabbare tömning. Tömning sker när temperaturen överstiger noll grader celsius.

2.1.3 Indata till modellen

Erforderliga indata till NAM-modellen är enligt följande:

- Modellparametrar, se ovan.
- Startbetingelser.
- Meteorologiska data.
- Uppmätt avrinning för kalibreringsperioden.

Startbetingelserna består av vatteninnehållet i magasinen, värden på interflow och ytavrinning samt grundvattendjupet vid starten för simuleringen.

Erforderliga meteorologiska data är nederbörd, potentiell-avdunstning och temperatur.

Tidsupplösningen på nederbörden bör återspegla avrinningshastigheten i det område som skall simuleras. Detta gäller även temperaturen under snöperioder. För avdunstningen är månadsvärden ofta en tillräcklig tidsupplösning.

2.2 Kalibrering - Beräkningar

Det är inte möjligt att bestämma värdena på NAM-parametrarna på basis av geofysiska mätningar, då de flesta av parametrarna är av erfarenhetsmässig karaktär. Det är därför nödvändigt att uppmätt avrinning från området finns tillgänglig för ett antal år, så att NAM-parametrarna kan bestämmas genom att jämföra simulerad och uppmätt flöde vid en kalibrering. Dock kan även flödesserier med kortare varaktighet användas för en kalibrering, även om kalibreringen då ej blir lika säker.

Kalibreringen bör utföras grafiskt genom att jämföra simulerad och uppmätt avrinning (eller grundvattendjup). Det rekommenderas att även variationen av vatteninnehållet i yt- och rotzonsmagasinet studeras vid kalibreringen.

En exakt överensstämmelse mellan simuleringar och mätningar kan dock inte förväntas, och för områden där nederbördsdata är av sämre kvalitet, måste kanske mindre noggranna kalibreringsresultat accepteras.

Det första steget vid en NAM-kalibrering är vanligen att justera vattenbalansen i systemet. Den totala beräknade "verkliga" avdunstningen under en period (vanligen flera år) ska överensstämma med den totala nederbörden minus uppmätt avrinning. Avdunstningen kommer att öka när det maximala vatteninnehållet i yt- och rotzonsmagasinet ökas.

Efter en första kalibreringsomgång är det ofta nödvändigt att justera parametrarna ytterligare någon gång, delvis beroende på att ändringar i en komponent ofta påverkar andra komponenter och/eller vattenbalansen till viss del.

I både kalibreringsfasen och övriga simuleringar med NAM är det viktigt att startbetingelserna är rimliga. Om en simulering påbörjas vid slutet av en torrperiod, kan oftast startbetingelserna sättas till noll. Vatteninnehållet i rotzonen bör däremot sättas till ungefär 10 % av kapaciteten, och grundvattendjupet sättas lika med det maximala grundvattendjup som orsakar grundvattenflöde.

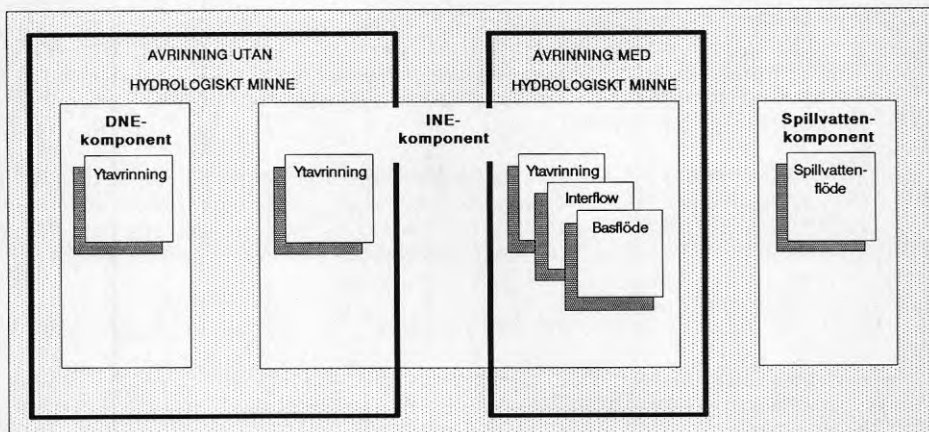
Bättre uppskattningar av startbetingelserna kan ofta erhållas från tidigare utförda simuleringar som täcker några år. Detta genom att notera normalvärden på vatteninnehållet i rotzonsmagasinet och grundvattendjupet vid den tidpunkt på året då den nya simuleringen skall starta.

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.

2.3 Modellansats för beskrivning av INE

Avrinningen från ett urbant område kan generellt indelas i tre komponenter, se figur 2:

- INE komponent (indirekt nederbördspåverkan),
- DNE komponent (direkt nederbördspåverkan) och
- spillvattenkomponent.



Figur 2. Flödeskomponenter i modellansats.

INE komponenten kan dels bestå av en del som påverkas av tidigare hydrologiska händelser, INE med minne, dels av en del som inte påverkas av tidigare hydrologiska händelser, INE utan minne. INE med minne kan exempelvis tolkas som ett fördröjt inläckage från omkringliggande mark. INE utan minne kan exempelvis tolkas som en snabb överläckning från dagvattenledning till spillvattenledning.

DNE komponenten påverkas ej av tidigare hydrologiska händelser och kan tolkas som kända direktkopplade hårdgjorda ytor.

Med hänsyn till de ovan nämnda flödeskomponenterna har följande modellansats gjorts:

- INE komponenten med minne simuleras med ett fiktivt delområde i NAM-modellen.

- INE komponenten utan minne och DNE komponenten simuleras med ett fiktivt delområde i NAM-modellen. Observera att NAM parametrarna i detta fall i princip skall beskriva avrinningen från en hårdgjord yta.
- Spillvattenkomponenten adderas som en flödestidsserie till summan av avrinningen från de två delområdena i NAM.
- Vid justering av den totala vattenbalansen justeras i första hand områdesstorleken för de två fiktiva delområdena ovan. Detta innebär att den totala områdesstorleken i modellen kommer att underskrida den verkliga totala storleken på avrinningsområdet. Detta beroende på att delar av avrinningsområdet i verkligheten avvattnas på annat sätt än via det avloppssystem som studeras i modellen.
- Hänsyn tas ej till eventuella bräddningsmöjligheter i avloppssystemet vid kraftiga regn. Detta kommer i vissa fall att innebära en överskattning av det verkliga flödet vid regn som orsakar betydande bräddning i systemet.

3. EXEMPLIFIERING AV TEKNIKEN PÅ FYRA OMRÅDEN

Beräkningsmetoden som beskrivits i kapitel 2 har testats på fyra olika avrinningsområden inom Gävle. Dels tre mindre pumpstationsområden, ca 1 km², dels hela avrinningsområdet till Gävles största avloppsreningsverk, ca 50 km², se figur 3. En sammanställning av olika nyckeltal för de fyra områdena ges i tabell 1.

	Nyvall	Sörby-Urfjäll	Forsby	Duvbacken
Bebyggd yta	1.0 km ²	1.3 km ²	1.6 km ²	50 km ²
Invånarantal	1000 p	300 p	1000 p	82000 p
Längd spillvattenledning	6.4 km	3.1 km	8.1 km	42 km
Medelspillvattenflöde	2 l/s	2 l/s	3 l/s	280 l/s

Tabell 1. Sammanställning av nyckeltal för testområdena.

3.1 Beskrivning av områden

3.1.1 Nyvall

Villaområde från 10- till 20-talet med insprängda enstaka exploateringar från 70-talet. Ytterområdena har under 80-talet erhållit några större nybyggnadsområden. Vissa delar ligger i en naturlig svacka. Avvattningen av gatu-mark sker till större delen över tomtmark till öppna diken. I början på 70-talet tätades huvudledningen i den ovan nämnda svackan genom infodring med PEM-ledning med gott resultat.

3.1.2 Sörby-Urfjäll

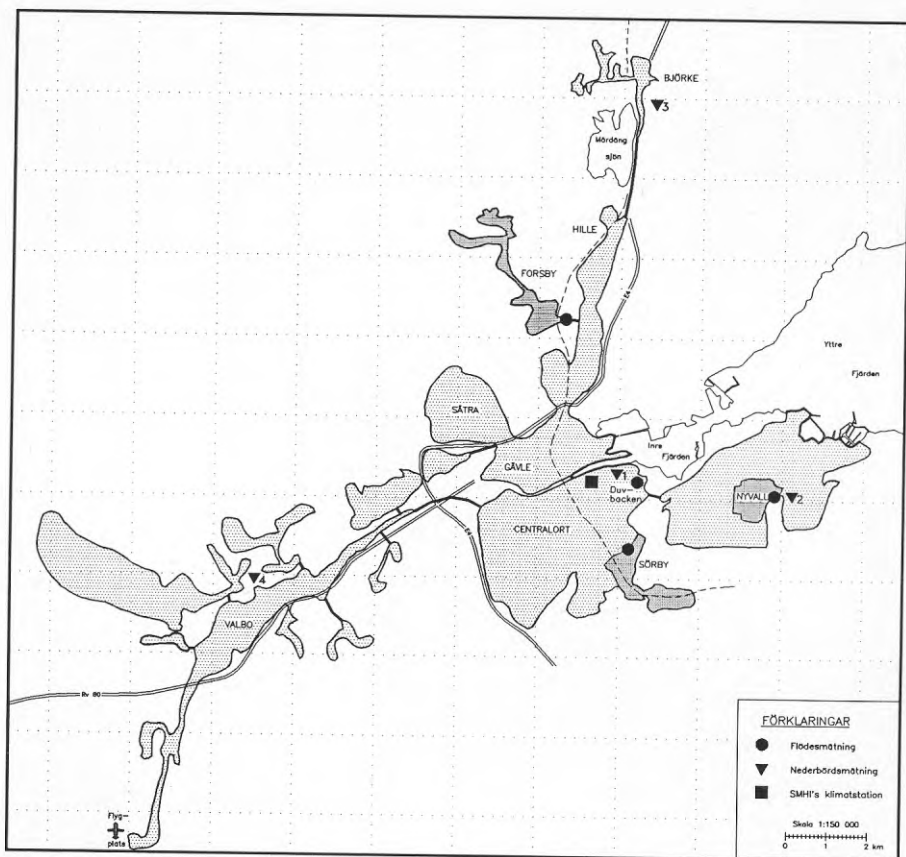
Villabebyggelse med relativt stora tomter avstyckade från kvarvarande jordbruksfastigheter. Ett större industri-område byggdes på 70-talet i norra delen. Ledningsnätet utbyggdes under 60-talet. Dagvattenavledningen sker mesta-dels i öppna diken. Stora skogsområden avvattnas mot bebyggelsen.

3.1.3 Forsby

Koncentrerad villabebyggelse från 50-talet i den södra delen av området. Längre norrut sprider bebyggelsen ut sig till jordbruksfastigheter. Ledningarna utbyggdes under 50- och 60-talet. Området ligger utefter Testeboån som inverkar på avrinningen av yt- och grundvatten inom området. Vid hög grundvattennivå kan delar av lednings-systemet ligga under grundvattenytan. Dessutom avvattnas stora skogsområden mot bebyggelsen.

3.1.4 Duvbacken

Större delen av Gävles spillvattennät är via ca 60 avloppspumpstationer anslutna till det centrala avlopps-reningsverket, Duvbacken. Gävle är en typisk medelstor svensk stad, med en något platt topografi. Två åar går genom staden samt ett antal mindre bäckar. För övrigt är dagvattnet till större delen kulverterat. Husgrunds-dräneringar har anslutits till spillvattennätet i stor omfattning.



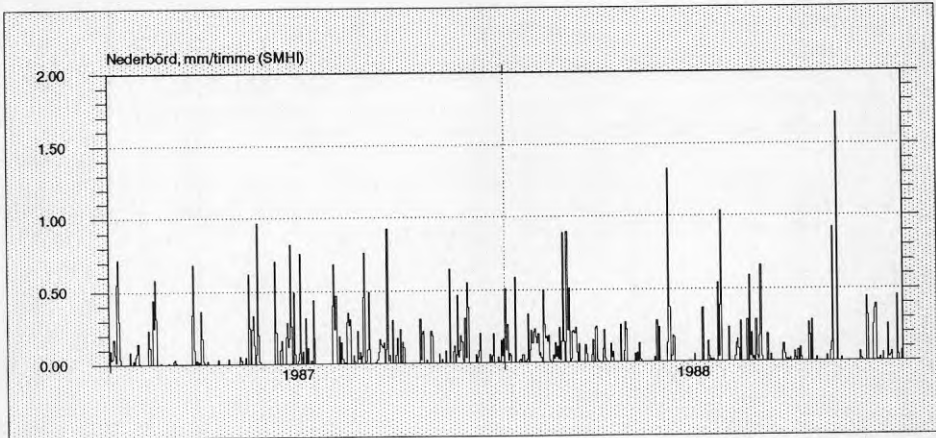
Figur 3. Kartskiss över studerade områden och mätpunkter.

3.2 Meteorologiska data - Mätningar

1986 installerades ett övervakningssystem för Gävles avloppssystem. I detta mäts bl a nederbörden i ett antal stationer och tillrinningen beräknas för varje avloppspumpstation som är ansluten till systemet. Vid kalibreringen av modellen har i första hand dessa mätningar/tidsserier utnyttjats, dock har vissa meteorologiska uppgifter inhämtats från SMHI:s klimatstation i Gävle.

3.2.1 Nederbörd

I Gävles övervakningssystem mäts nederbörd i fyra olika stationer, se figur 3. Lagring av nederbördsvolym sker digitalt varje timme. Dessutom utnyttjades nederbördsuppgifter från SMHIs klimatstation i Gävle. Nederbörden erhöles här i form av dygnsvärden på digital form. I figur 4 visas nederbörden för åren 1987-1988, uppmätt i SMHIs klimatstation.



Figur 4. Uppmätt dygnsnederbörd från SMHIs klimatsation för åren 1987-1988 i Gävle.

Vid överföringen till tidsseriedatabasen i NAM korrigerades nederbördsvolymen för olika felkällor. De viktigaste felkällorna är:

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

Korrekktionerna för dessa fel beror på typ av nederbörds-mätare, dess höjd över marken, mätarens vindexponering, andelen snönederbörd etc. Den korrigerade nederbörden skall normalt vara mellan 10 till 40 procent högre än den uppmätta. Se "Preliminär handledning för korrekktion av nederbörds-mängder" (SMHI, 1989) för noggrannare beskrivning av mätfel vid nederbörds-mätning.

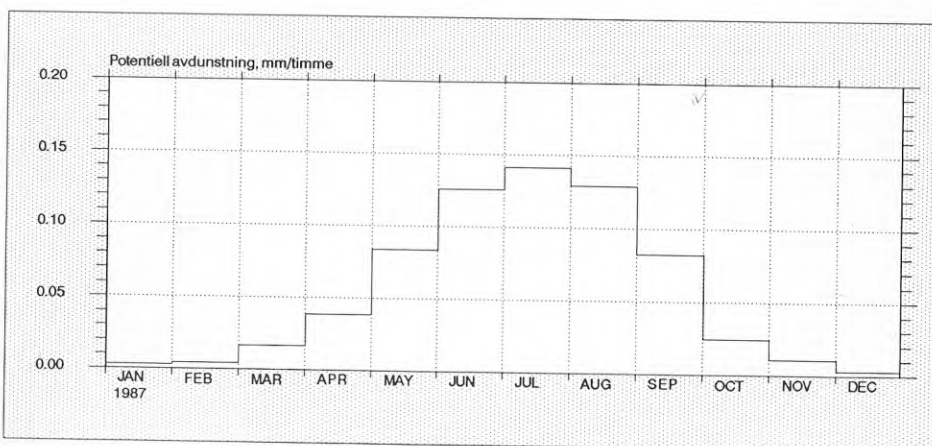
I detta projekt användes en schablonmässig korrektion med 20 procent för samtliga nederbördsstationer.

3.2.2 Avdunstning

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

Avdunstning 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, transpirationen är vattenavdunstning från inre ytor i växternas blad och barr.

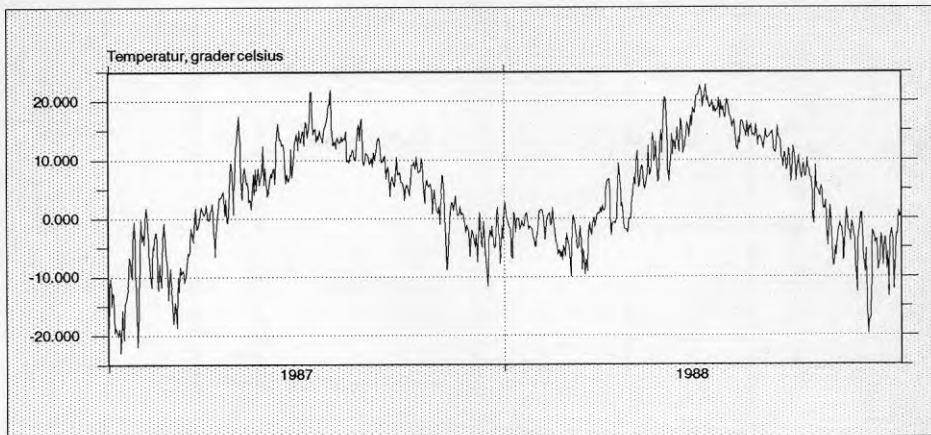
Den avdunstning som anges i NAM är den potentiella avdunstningen, dvs möjlig avdunstning. Denna erhöles från SMHI som månadsvärden för ett medelår för Gävle, se [figur 5](#).



Figur 5. Potentiell avdunstning under ett medelår för Gävle.

3.2.3 Temperatur

Temperatur mäts i Gävles övervakningssystem vid Duvbackens avloppsreningsverk. Fram till och med 1988 lagrades temperaturen som dygnsmedelvärden på digital form, från och med 1989 sker lagringen som timsmedelvärden. I [figur 6](#) visas temperaturen för åren 1987-1988.



Figur 6. Uppmätt dygnsmedeltemperatur för åren 1987-1988 i Gävle.

3.2.4 Uppmätt avrinning

Flödesserier för de fyra avrinningsområdena finns lagrade genom Gävles övervakningssystemet från och med 1987. För de tre mindre pumpstationsområdena, Nyvall, Sörby-Urfjäll och Forsby, lagras flödet som timsmedelvärden. Vid Duvbackens avloppsreningsverk lagrades endast dygnsmedelvärden fram till och med 1988, från och med 1989 sker dock lagringen som timsmedelvärden.

3.3 Kommentarer till beräkningar vid kalibrering

Kalibrering av NAM parametrarna för de fyra områdena har utförts mot uppmätta flöden för åren 1987, 1988 och till viss del 1989 för Duvbacken.

För att eliminera påverkan av felaktiga startbetingelser på kalibreringsperioden har områdena simulerats med indata för minst två år innan kalibreringsperioden.

Kalibreringsperioderna börjar i mars månad för de nämnda åren eftersom snötäcket i Gävle då normalt är som störst. För tiden innan kalibreringsperioden användes nederbördsdata från SMHI. Detta förfarande minskar felet på uppmätning av nederbörd i form av snö.

Upplösningen på indata är som noggrannast 1 timme varför tidssteget vid beräkningarna generellt valts till 1 timme.

3.3.1 Nyvall

Kalibrering av Nyvall har utförts för perioderna mars - december 1987 och mars - december 1988.

Nederbörden har i dessa fall hämtats från nederbördsstation nr 2 i Gävles övervakningssystem, se figur 3.

3.3.2 Sörby-Urfjäll

Kalibrering av Sörby-Urfjäll har utförts för perioden mars - december 1988.

Nederbörden har i detta fall hämtats från nederbördsstation nr 1 i Gävles övervakningssystem, se figur 3.

3.3.3 Forsby

Kalibrering av Forsby har utförts för perioden mars - december 1988.

Nederbörden har i detta fall hämtats från nederbördsstation nr 1 och 3 i Gävles övervakningssystem, se figur 3.

3.3.4 Duvbacken

Kalibrering av Duvbacken har utförts för perioden januari 1987 - december 1988 och till viss del för perioden mars - augusti 1989.

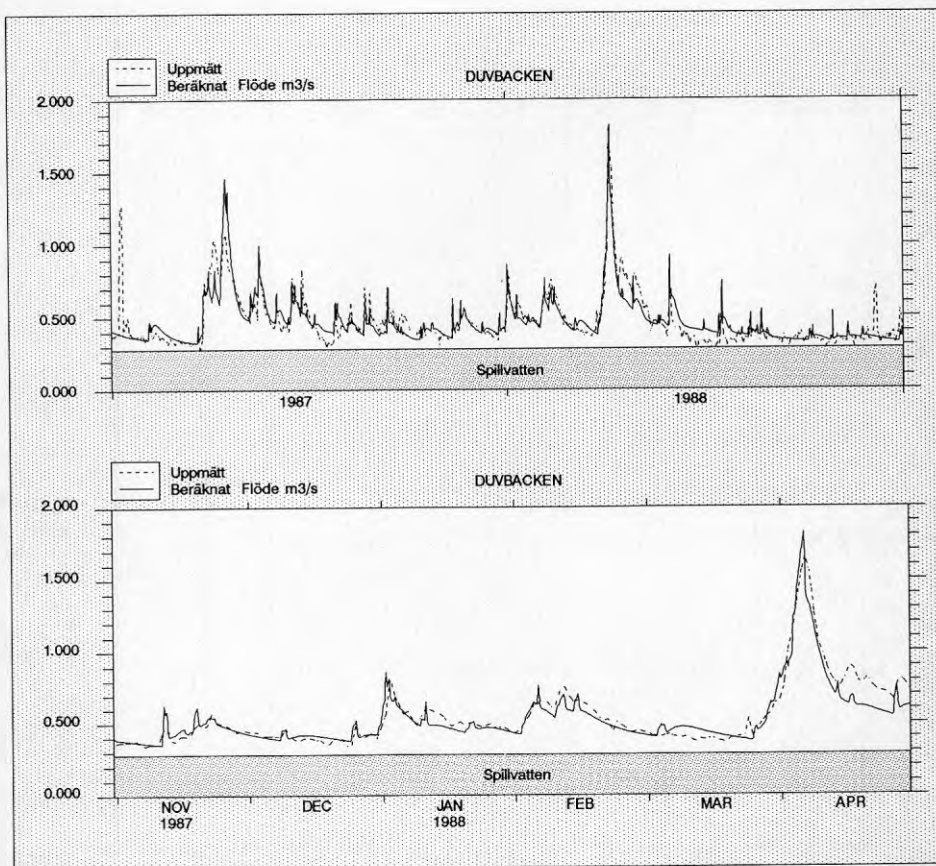
För den första perioden, 1987 - 1988, fanns endast uppmätta dygnsmedelflöden att kalibrera mot. Därför valdes dygnsnederbörd från SMHIs klimatstation för denna period. Detta möjliggjorde att en längre kalibreringsserie kunde utnyttjas (se kommentar om nederbörd i form av snö i inledningen till detta kapitel).

För den andra perioden, 1989, fanns timsmedelflöden att kalibrera mot. Denna period användes därför i huvudsak till att kalibrera de snabbaste flödeskomponenterna i avrinningen. Den nederbörd som i detta fall användes var ett viktat medelvärde av samtliga nederbördstationer i Gävles övervakningssystem, se figur 3. Viktningen utfördes enligt Thiessens metod. Se "Kompendium i vattenresursteknik" (CTH, 1984).

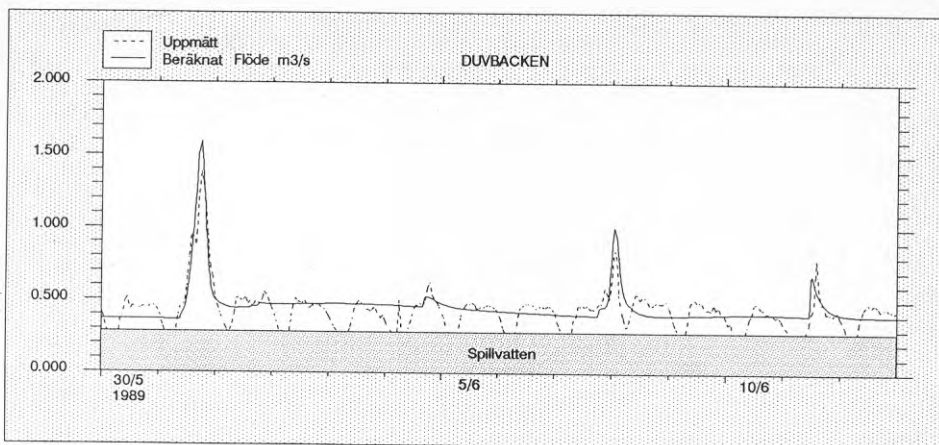
3.4 Kalibreringsresultat - Diskussion

Sammanfattningsvis erhöles en god överensstämmelse för områdena. Kalibreringsresultaten för de fyra områdena visas i figurerna 7-10.

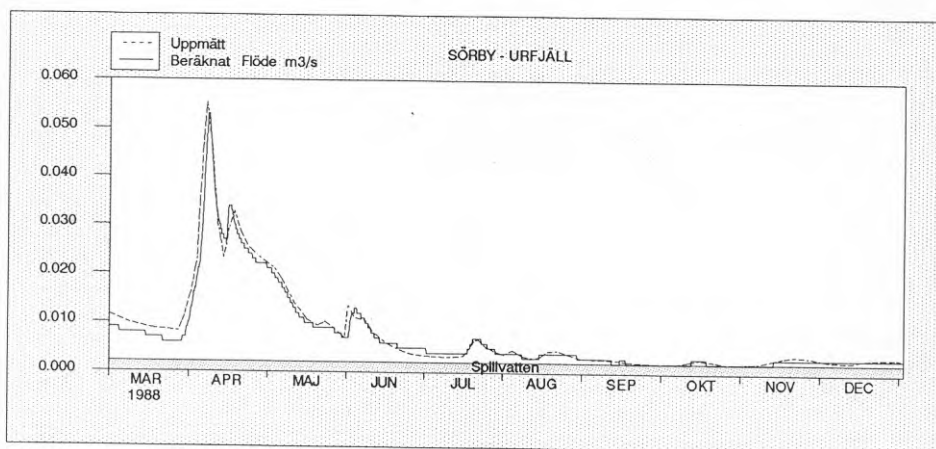
Vid kalibreringen har dels längre tidsserier studerats, se exempel i figur 7a, dels kortare tidsserier, se exempel i figur 7b. De längre tidsserierna har i huvudsak använts för att erhålla korrekt vattenbalans, och de kortare tidsserierna för att erhålla korrekt utseende på flödeshydrograferna vid enstaka nederbördstillfällen.



Figur 7a. Exempel på kalibreringsresultat från Duvbacken för åren 1987-1988.



Figur 7b. Exempel på kalibreringsresultat från Duvbacken för kortare tidsserie.



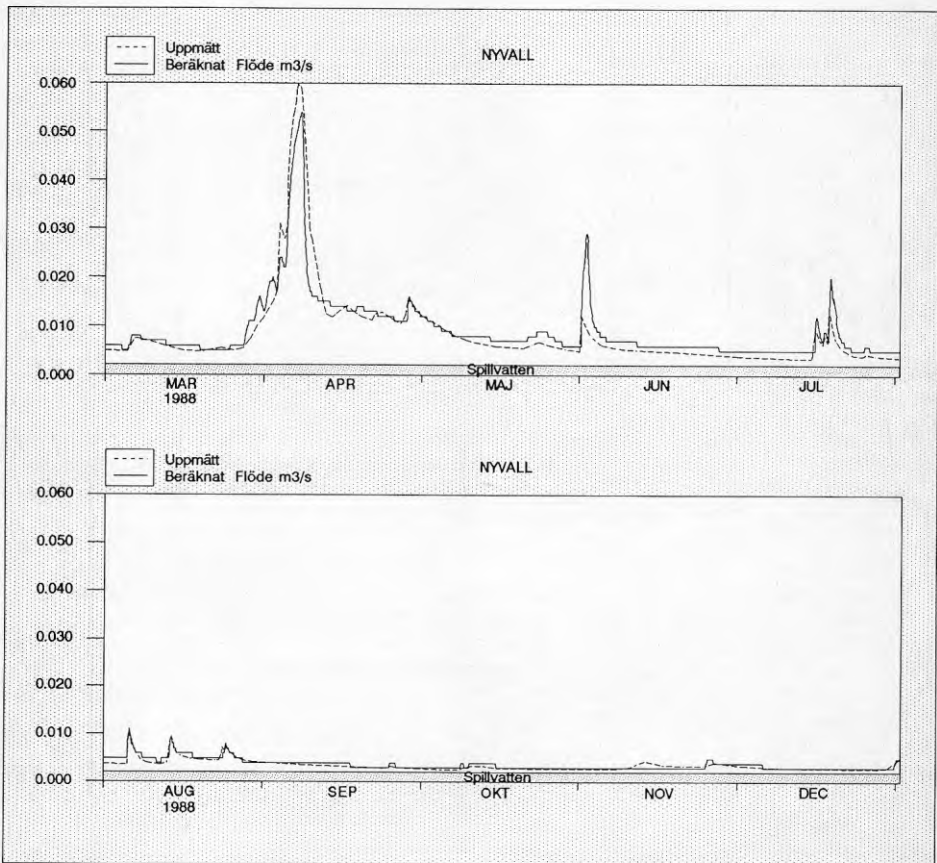
Figur 8. Exempel på kalibreringsresultat från Sörby-Urfjäll.

En intressant iakttagelse är att man samtidigt kunde erhålla god överensstämmelse för både snösmältningsperioden, i huvudsak april, och sommar-/höstperioden. Detta med tanke på hur komplex snösmältningen är i ett urbant område, snöröjning etc.

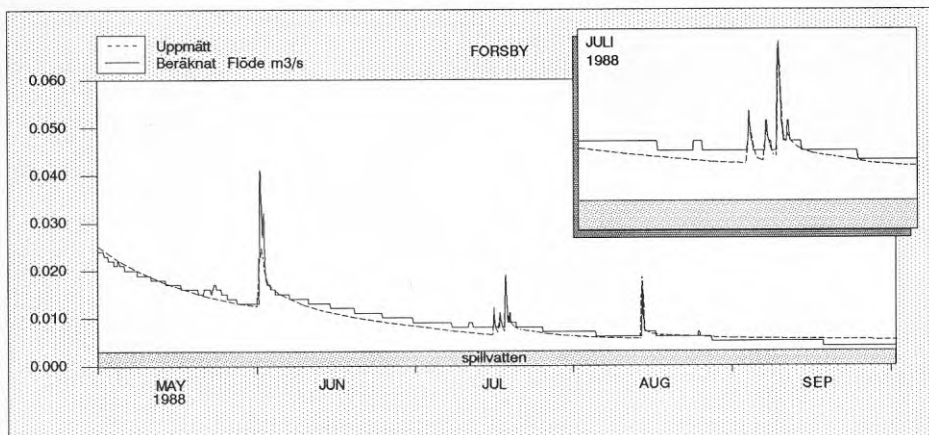
Spillvattendelen har för alla områdena angivits som årsmedelvärden för ett medelår, trots att det i verkligheten

finns både årsvariation, veckovariation och dygnsvariation. Detta hade ingen nämnvärd betydelse för de tre mindre områdena där spillvattendelen var liten i förhållande till det totala flödet.

För det större området, Duvbacken, syns däremot en tydlig avvikelse under semestermånaderna, juni-juli, se **figur 7a**. Denna avvikelse kan ej förklaras som ett hydrologiskt fenomen utan förklaras istället med att vattenförbrukningen, och därmed spillvattenflödet, sjunker under dessa månader. En noggrannare beskrivning av spillvattenflödet skulle sannolikt minska avvikelserna i dessa fall. Spillvattnets verkliga dygnsvariation syns i **figur 7b** i kurvan "uppmätt flöde".



Figur 9. Exempel på kalibreringsresultat från Nyväll.



Figur 10. Exempel på kalibreringsresultat från Forsby.

4. SLUTSATSER

4.1 Parameterdiskussion

I tabell 2 visas dels erhållna parametervärden för de fyra testområdena dels normalvärden för ett icke urbant respektive urbant område.

Enligt modellansatsen i kapitel 2.3 skall DNE-komponenten och INE-komponenten utan minne beskrivas med ett speciellt NAM-område. Detta var endast nödvändigt för Duvbacken. En direkt tolkning av detta är att avrinningen från de övriga områdena endast till mycket liten del innehåller hydrologiska komponenter utan minne, dvs andelen INE med minne är hög.

Parametrarna för Duvbackens komponent utan minne har direkt valts som normalvärden för ett urbant område, dvs beskrivits som avrinning från en hårdgjord yta. Endast area och tidskonstant för ytavrinning har alltså kalibrerats för denna komponent. Observera att snösmältningskoefficienten för området utan minne valts till samma värde som för området med minne.

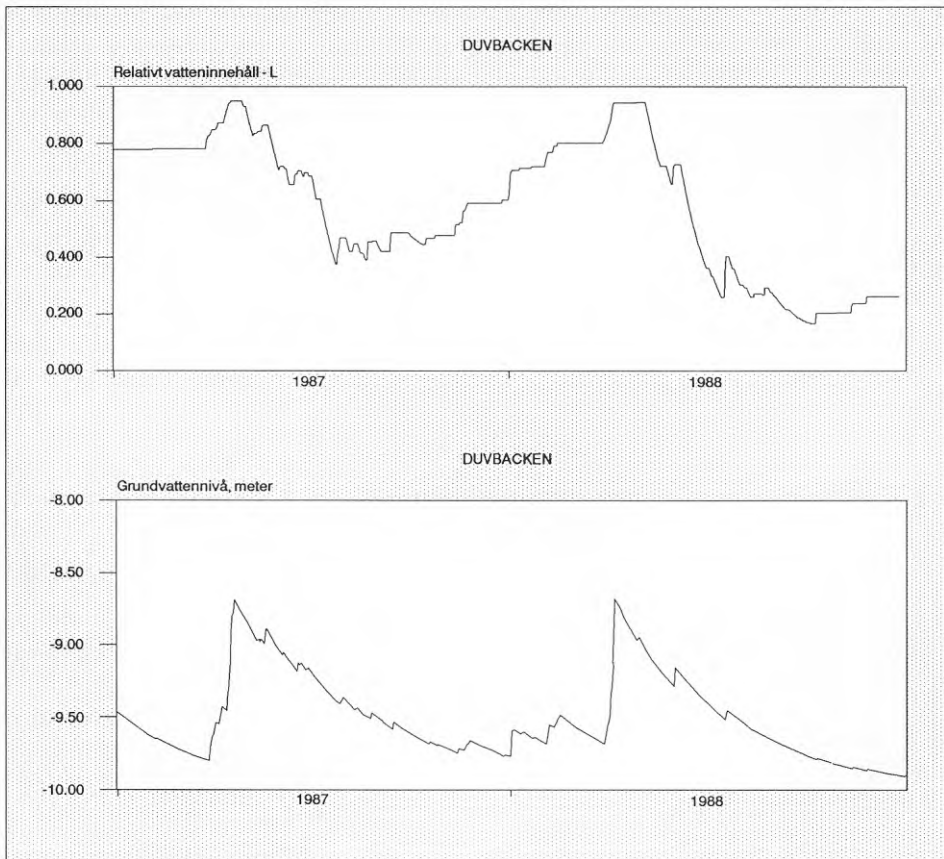
För områdena med minne erhöles generellt parametervärden inom de gränser som kan förväntas för ett normalt icke urbant område. Möjligen erhöles en något snabbare tidskonstant för interflow än vad som är normalt.

Områdesparametrar	Duvbacken		Nyvall	Sörby-Urfjäll	Forsby	Icke urbant område (Med minne)	Urbant område (Utan minne)
	Område utan minne	Område med minne	Område med minne	Område med minne	Område med minne		
Total area - Atot*, km ²	50.0		1.0	1.3	1.6	—	—
Modellarea - Amod, km ² - Amod/Atot*, %	1.2 2.4	14.0 28.0	0.5 50.0	0.7 53.8	0.7 43.8	— —	— —
Magasineringskapacitet - Umax, mm - Lmax, mm	0.1 0.5	10.0 100.0	12.0 200.0	25.0 160.0	7 100	10 - 20 50 - 250	0.1 0.5
Ytavrinningskoefficient - CQof	1.00	0.20	0.23	0.20	0.10	0.01 - 0.90	1.00
Tidskonstanter för ytaavrinning - CK1, tim - CK2, tim	3.0 3.0	40.0 40.0	7.0 7.0	25.0 25.0	2.0 2.0	— CK2 = CK1	— CK2 = CK1
Tidskonstant för interflow - CKif, tim	9999	200	300	600	500	500 - 1000	9999
Tidskonstant för basflöde - CKbf, tim	3.0	2000	1500	800	1000	500 - 5000	CKbf = CK1
Tröskelvärden - Tof, mm - Tif, mm - Tg, mm	0.0 0.4 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 40.0 40.0	120.0 30.0 40.0	0.0 0.0 0.0	(% av Lmax) 0 - 70 % ca 20 % ca 20 %	0.0 0.4 0.0
Snösmältningskoefficient - Csmält mm/C/dygn	5.5	5.5	5.0	4.5	3.5	—	—
Spillvattenflöde - Cspill*, m ³ /s	0.280		0.002	0.002	0.003	—	—

* markerar att parameter ej ingår i NAM-modellen.

Tabell 2. Jämförelse av modellparametrar för de fyra testområdena.

Den procentuella modellarean i **tabell 2** speglar i princip hur stor del av avrinningsområdet som avvattnas via spillvattennätet. För Duvbacken avvattnas alltså förhållandevis mindre via spillvattennätet än för de övriga områdena.

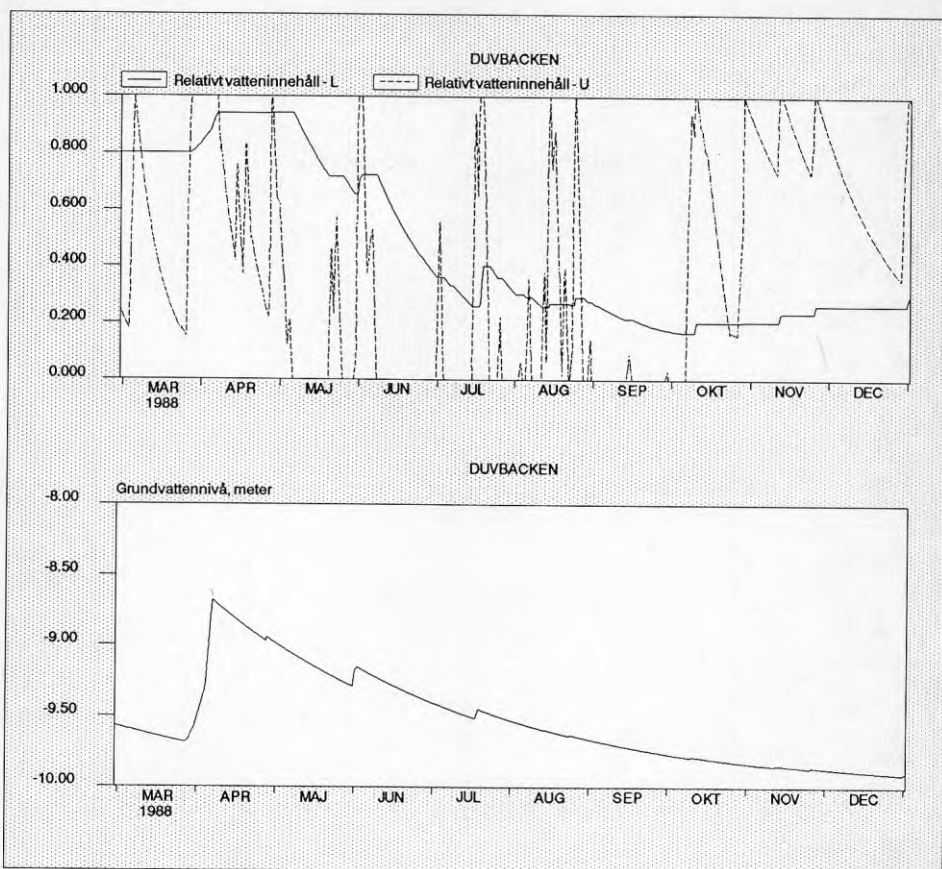


Figur 11. Variationen av vatteninnehållet i rotzons- och grundvattenmagasinet för Duvbacken under åren 1987-1988.

4.1.1 Markmagasinen

Variationen av vatteninnehållet i de olika magasinen ger mycket information om hur områdena fungerar hydrologiskt. Under kalibreringsfasen har det därför varit till stor hjälp att det i NAM finns möjlighet att visa variationen av vatteninnehållen som grafiska bilder.

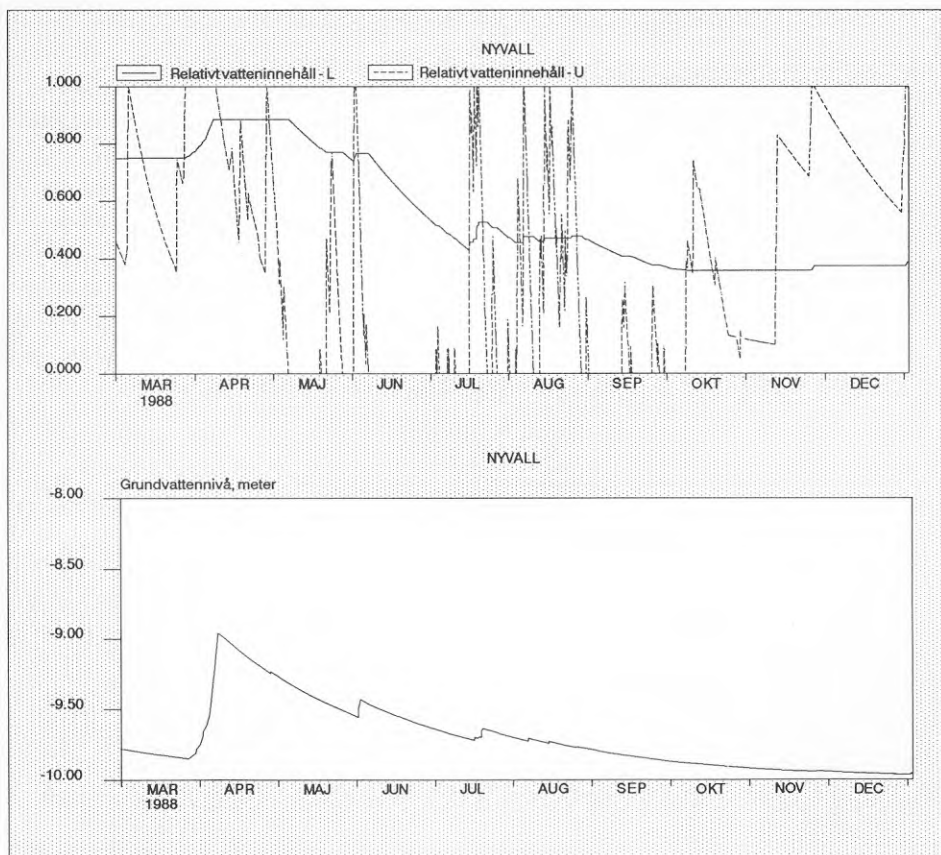
I **figur 11** visas vatteninnehållet i rotzons- och grundvattenmagasinet för Duvbacken under 1987-1988.



Figur 12. Variationen av vatteninnehållet i yt-, rotzons- och grundvattenmagasinet för Duvbacken under 1988.

Som synes sker avtappning av rotzonsmagasinet endast under sommartid. Detta beroende på att avdunstningen under resten av året är i det närmaste obefintlig. Avrinningen från grundvattenmagasinet sker däremot under hela året.

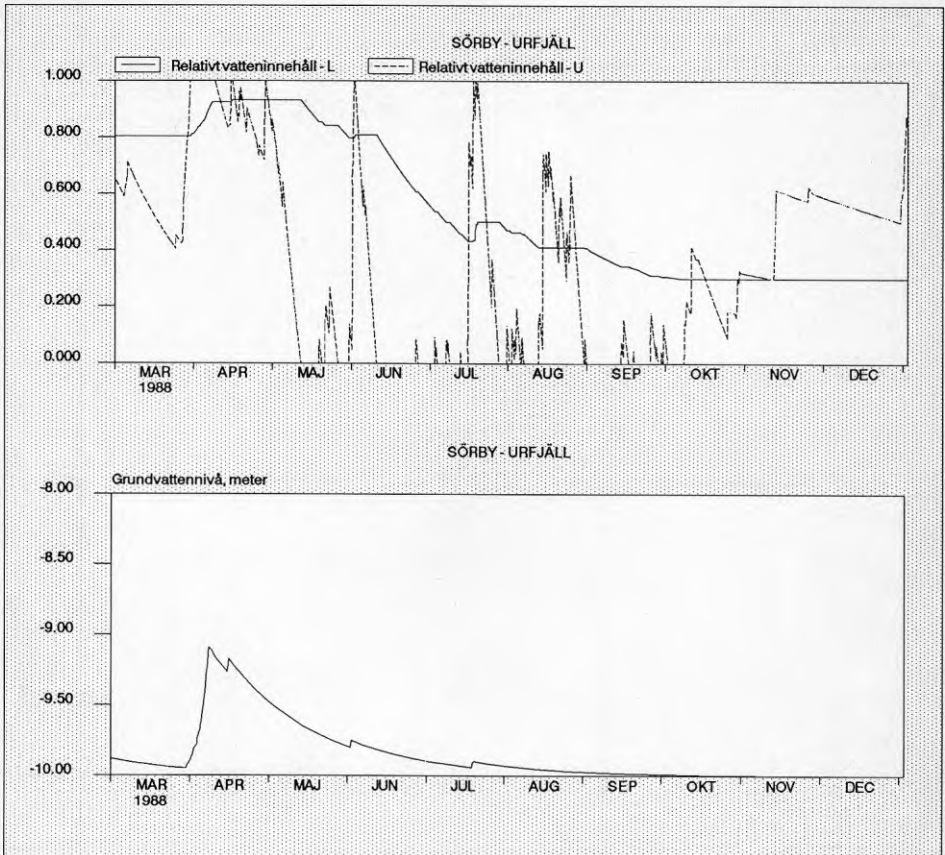
I **figur 12-15** visas vatteninnehållet i alla tre markmagasinen för de fyra olika områdena. Avtappningen i ytmagasinet är här likadan för samtliga områden under sommarperioden därför att denna bestäms av angiven potentiell avdunstning som är densamma för alla områdena.



Figur 13. Variationen av vatteninnehållet i yt-, rotzons- och grundvattenmagasinet för Nyvall under 1988.

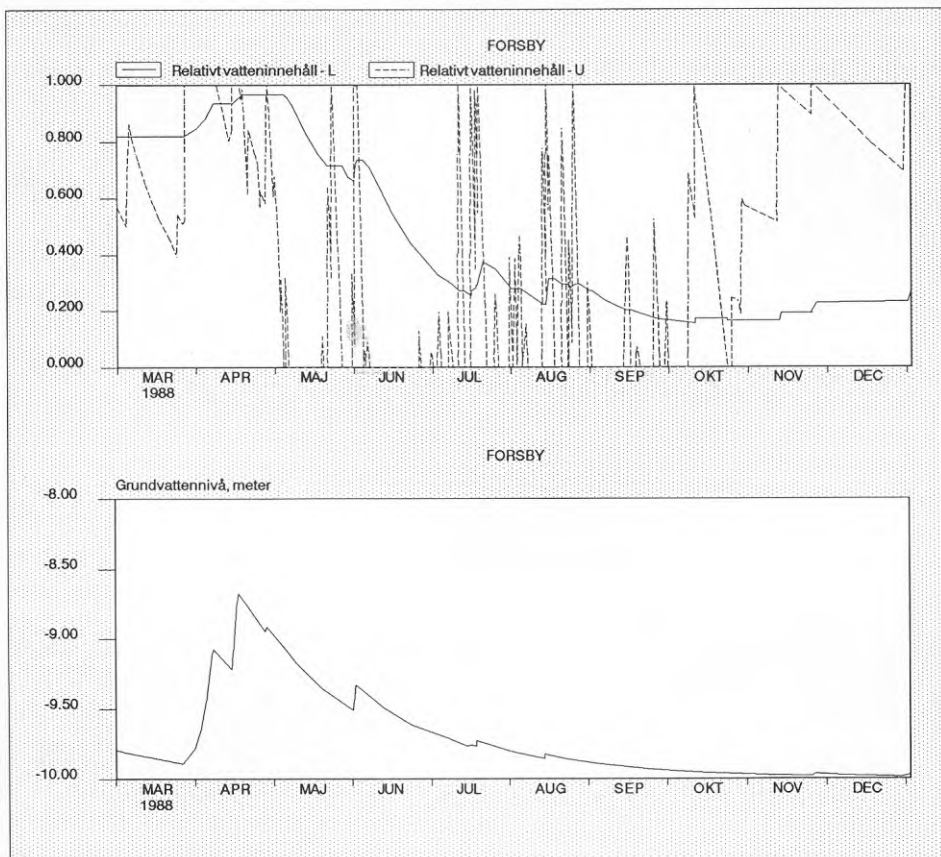
Under vinter och höst skiljer sig däremot avtappningen mellan områdena. Detta beroende på att avtappningen under dessa perioder i huvudsak bestäms av angiven tidskonstant för interflow.

I **figur 12-15** syns också att uppfyllning av rotzons- och grundvattenmagasinet först sker när ytmagasinet är fullt. Exempelvis har Sörby-Urfjäll ett större ytmagasin varför det behövs större nederbördsvolymen än för de övriga områdena innan de nedre markmagasinen fylls på.



Figur 14. Variationen av vatteninnehållet i yt-, rotzons- och grundvattenmagasinet för Sörby-Urfjäll under 1988.

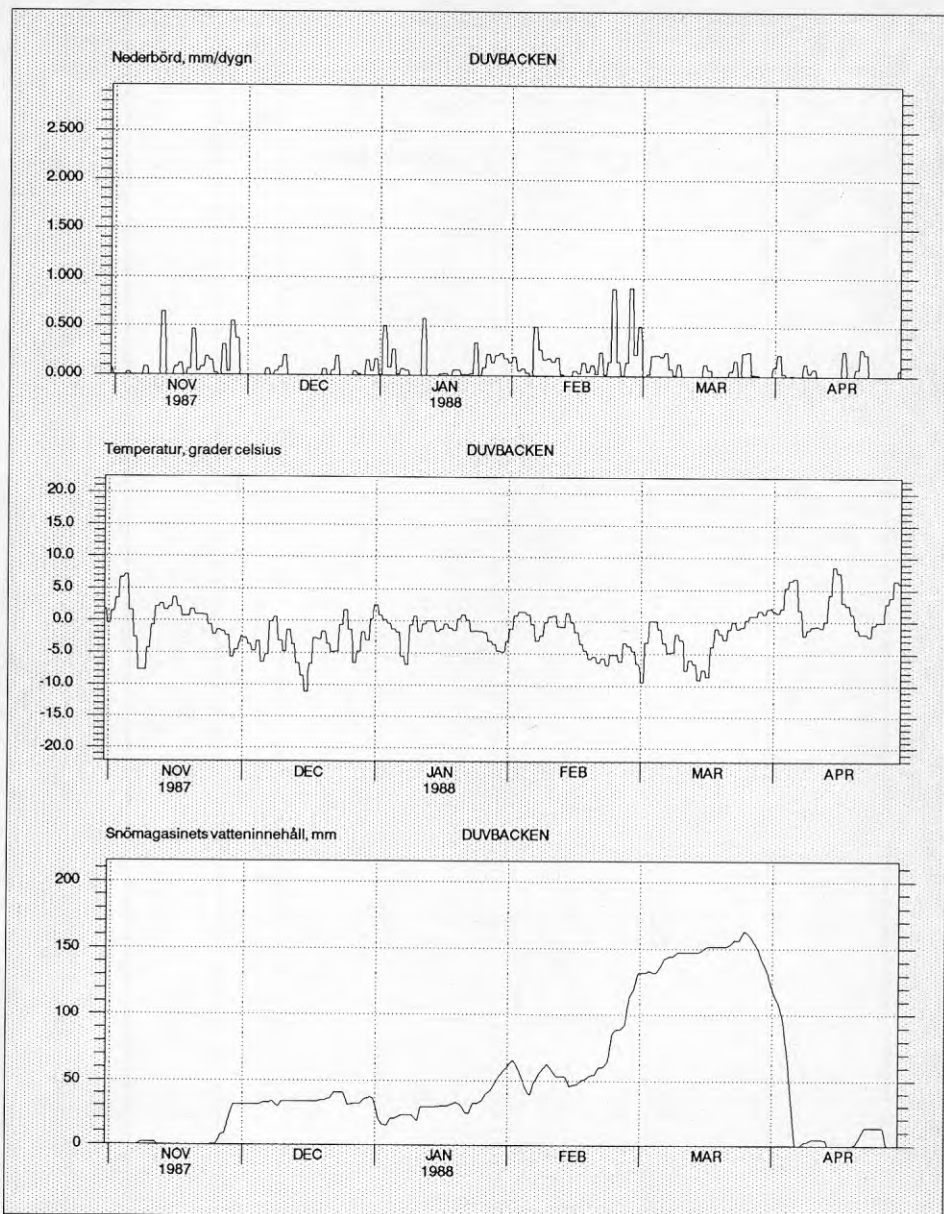
Skillnaderna i rotzonsmagasinets storlek syns genom att variationen av dess vatteninnehåll blir större då magasinet är mindre. Exempelvis är variationen större för Duvbacken än för Nyvall. Detta påverkar direkt den verkliga avdunstningen under året så att den blir mindre om rotzonsmagasinet är mindre, dvs tillgängligt vatten för avdunstning är mindre under sommarperioden.



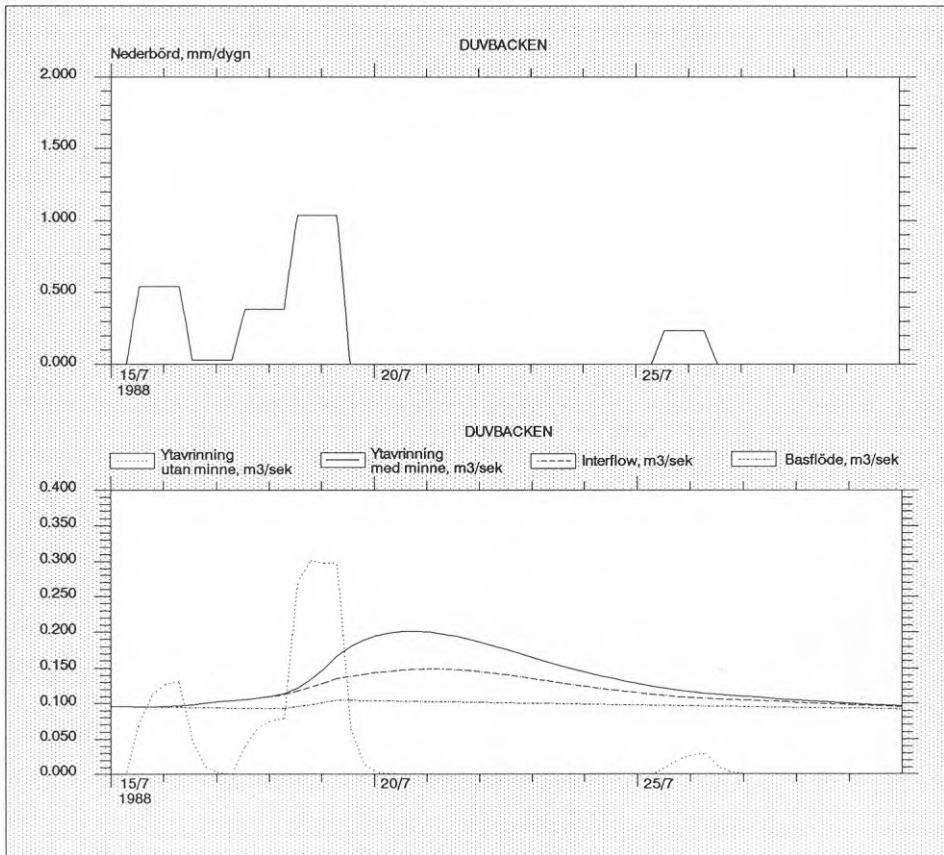
Figur 15. Variationen av vatteninnehållet i yt-, rotzons- och grundvattenmagasinet för Forsby under 1988.

4.1.2 Snömagasinet

Snösmältningsparametern erhöll ungefär samma värde för samtliga områden. Detta är något förvånande då stora snömängder sannolikt flyttas från centrum, dvs delar av Duvbacken, varför snösmältningen här borde vara långsammare. En tolkning av detta skulle kunna vara att avrinningen från dessa delar ej avvattnas via spillvatten-nätet i någon större utsträckning. I **figur 16** visas snösmältningsförloppet för Duvbacken. Vatteninnehållet i snömagasinet ökar vid nederbörd endast om det är minus-grader. Vid plusgrader sker tömning till ytmagasinet.



Figur 16. Variationen av vatteninnehållet i snömagasinet för Duvbacken under vinterhalvåret 1987-1988 samt tillhörande nederbörds- och temperaturserie.

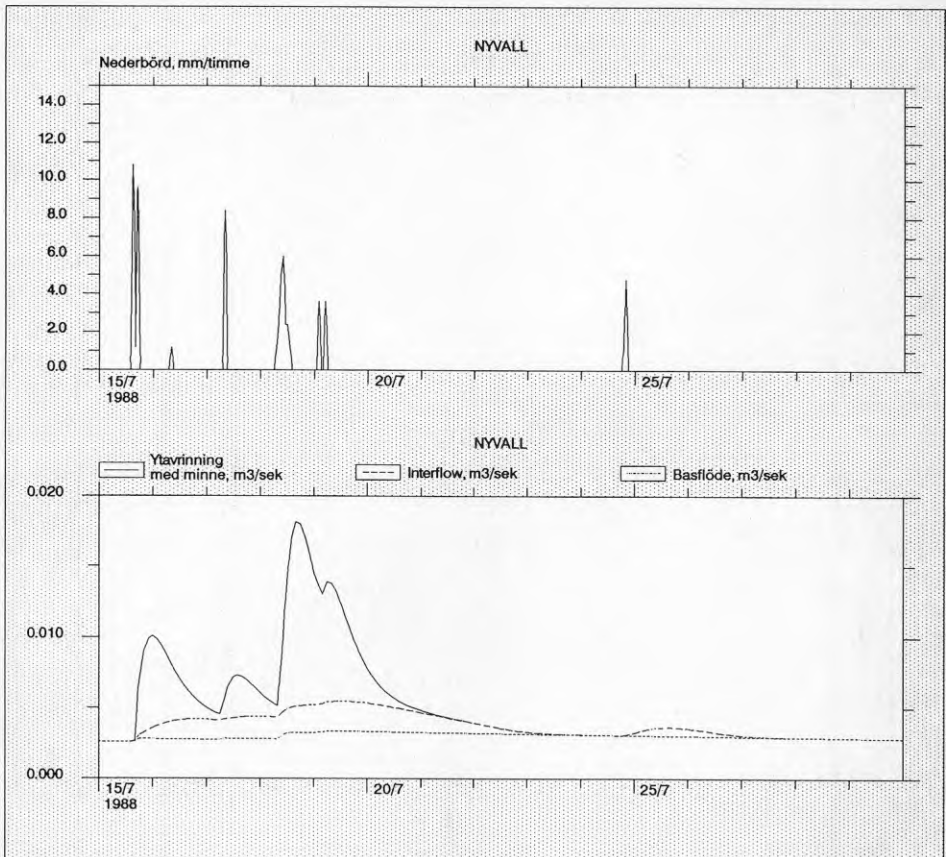


Figur 17. Avrinningskomponenternas andel för Duvbacken vid ett nederbördstillfälle i juli 1988.

4.1.3 Avrinningskomponenter

I figur 17-20 visas de enskilda avrinningskomponenternas andel för de olika områdena vid ett visst nederbördstillfälle.

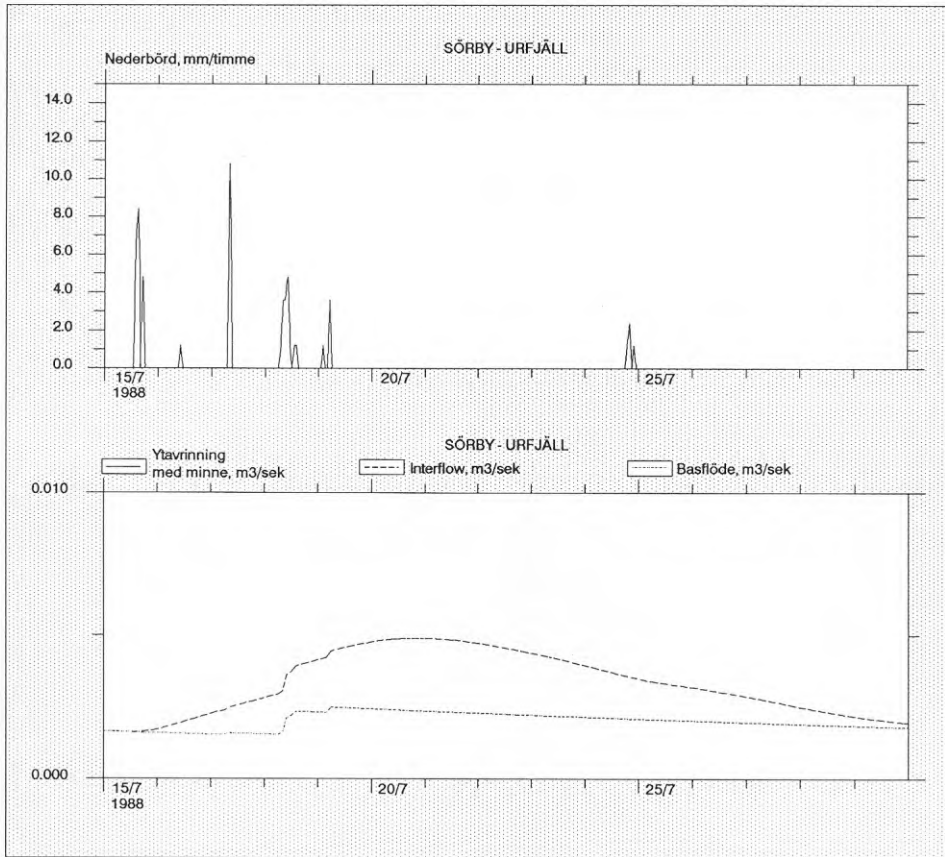
Parametern för förhållandet mellan infiltration och ytavrinning är ungefär densamma för samtliga områden. Däremot så skiljer sig tröskelvärdet för ytavrinning och storleken på ytmagasinet, vilket indirekt påverkar den verkliga andelen ytavrinning. Exempelvis ser man att det i Sörby-Urfjäll inte genereras någon ytavrinning vid det



Figur 18. Avrinningskomponenternas andel för Nyvall vid ett nederbördstillfälle i juli 1988.

studerade tillfället. I det här fallet beror detta i huvudsak på att vatteninnehållet i rotzonsmagasinet ligger lägre än angivet tröskelvärde för ytavrinning. När ytmagasinet är fullt kommer därför vattnet istället att infiltrera till rotzons- och grundvattenmagasinet och därmed ge en förhållandevis stor ökning av basflödet.

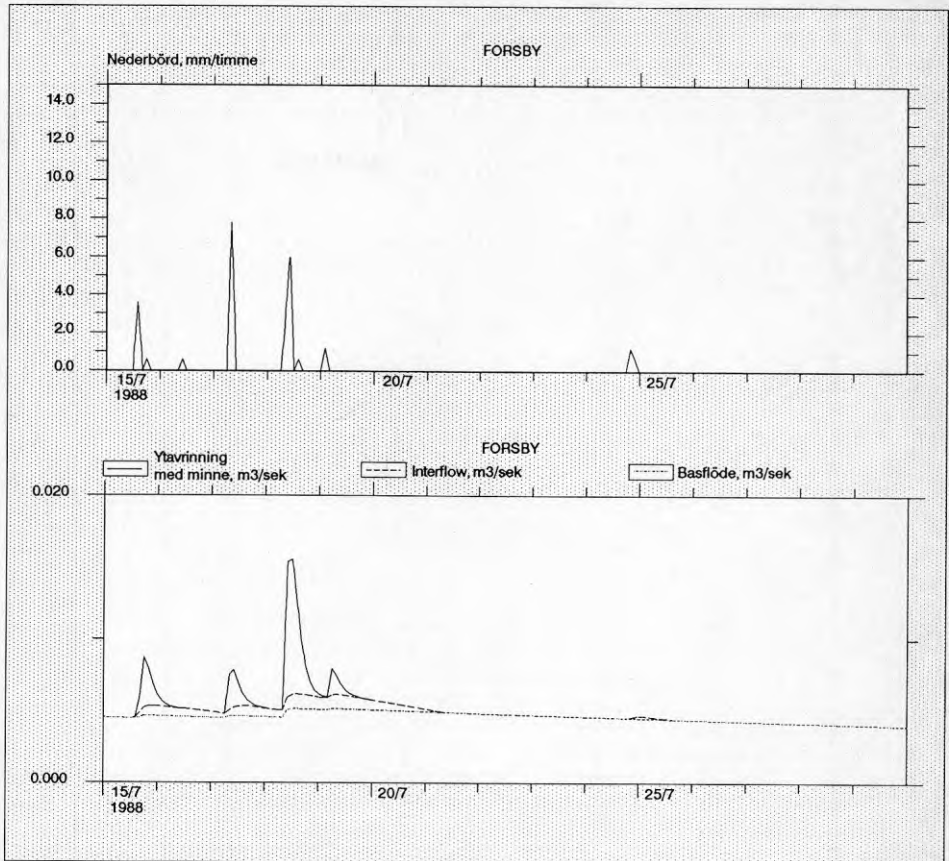
Det höga tröskelvärdet för Sörby-Urfjälls ytavrinning innebär därför att ytavrinning endast sker vid höga markvattenhalter, dvs under och direkt efter snösmältningsperioden.



Figur 19. Avrinningskomponenternas andel för Sörby-Urfjäll vid ett nederbördstillfälle i juli 1988.

Duvbackens tidskonstant för ytavrinning med minne är relativt långsam vilket innebär att denna avrinningskomponent endast har betydande inverkan på toppflödet vid nederbörd med stor volym. Vid ett typiskt sommarregn märks därför istället ytavrinningskomponenten utan minne som den dominerande. Under snösmältningsperioden har ytavrinning med minne däremot en betydande inverkan.

Ett stort ytmagasin påverkar direkt andelen interflow. Detta märks tydligt för Sörby-Urfjäll som har ett förhållandevis stort ytmagasin och därmed också betydande andel interflow, se **figur 19**.



Figur 20. Avrinningskomponenternas andel för Forsby vid ett nederbördstillfälle i juli 1988.

4.2 Är modellansatsen rimlig för beskrivning av INE ?

Resultaten från de fyra områdena indikerar att frågan i rubriken kan besvaras med ett JA. Därmed skulle metodiken i princip kunna utnyttjas även för beskrivning av avrinning inom urbana områden, dvs även i de fall där INE-komponenten ej är betydande. Således kan NAM-modellen även användas för beskrivning av avrinning från hårdgjorda ytor till ett dagvattensystem. Här krävs inte några långa mätserier för kalibrering av områdesparametrarna. Schablonmässigt valda parametrar enligt **tabell 2** tillsammans med kalibrering av area och tidskonstant för ytvänning (rinntid) mot enstaka nederbörds-

händelser är tillräckligt. Observera att NAM-modellen ej kan utnyttjas för simulering av hydrauliken i ledningar. Till detta måste modeller av typ MOUSE användas.

I Gävle fanns tillgång till flera års mätserier tack vare övervakningssystemet. Liknande system installers nu i allt fler kommuner. Detta ökar möjligheterna att använda metodiken generellt. Metodiken borde dock vara tillämpbar även då kalibrering sker mot kortare mätserier, också i de fall då INE-komponenten är betydande. Dock bör man då säkerställa att mätserier finns för olika hydrologiska situationer, exempelvis för en typisk "torr" respektive "blöt" period.

I kapitel 2.3 nämndes att det ej tas hänsyn till bräddning inom det beskrivna området på det sättet att det beräknade flödet tilläts överstiga det uppmätta vid situationer då bräddning förekommer. Denna "begränsning" i beräkningsmetodiken borde dock i många fall kunna hanteras genom att beräknat flöde begränsas till ett visst angivet maximumvärde. Slutsatser kring detta förfaringssätt kan tyvärr ej göras då det under kalibreringsperioden ej förekom nämnvärd bräddning inom något av de studerade områdena.

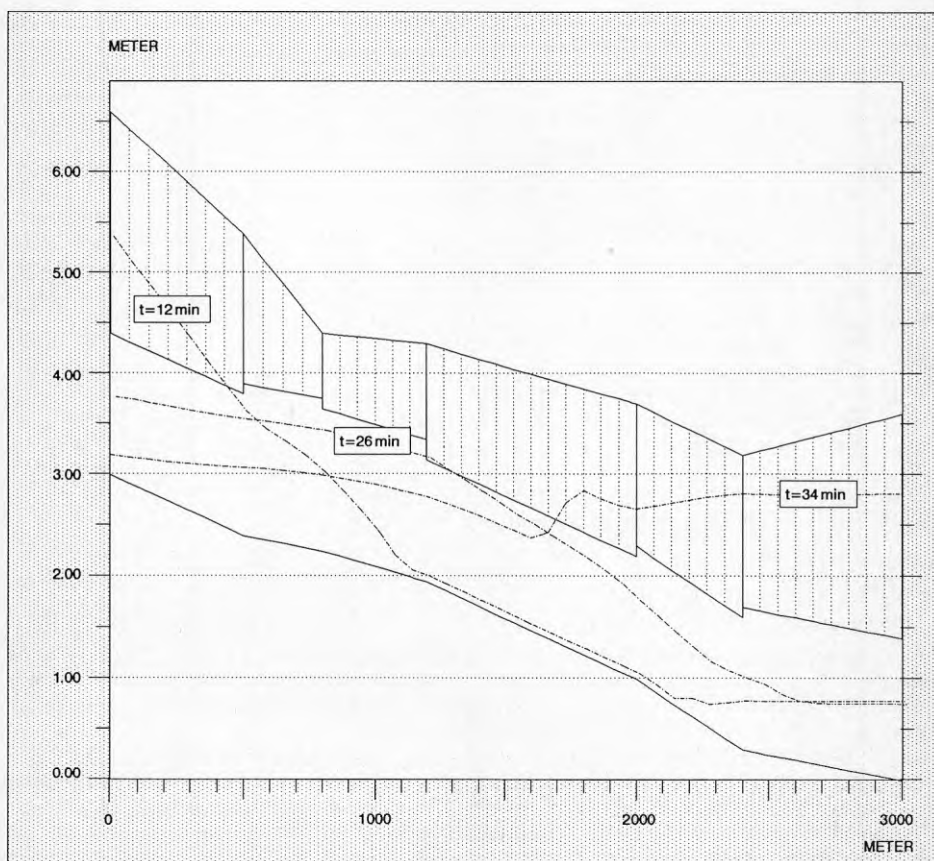
Under kalibreringsfasen är det av stor vikt att icke hydrologiska fel hålls på så låg nivå som möjligt i de mätserier man kalibrerar mot. Annars riskeras att det görs hydrologiska tolkningar av dessa och felen kan fortplantas i modellen. Ett typiskt exempel är en för dålig upplösning på spillvattenkomponenten, se kommentar till kalibreringsresultatet för Duvbacken på sidan 17. Månads- till veckovärdena bör dock vara tillräckligt för de flesta fallen.

5. ANVÄNDNINGSPOTENTIAL

Vid studie av tryck- och flödesförhållanden i dagvattensystem används oftast typregn med relativt kort varaktighet baserade på nederbördsstatistik. Detta förfaringssätt kan anses som rimligt i de avloppssystem där återkomsttiden för en nederbördshändelse oftast överensstämmer med återkomsttiden för effekterna i ledningssystemet.

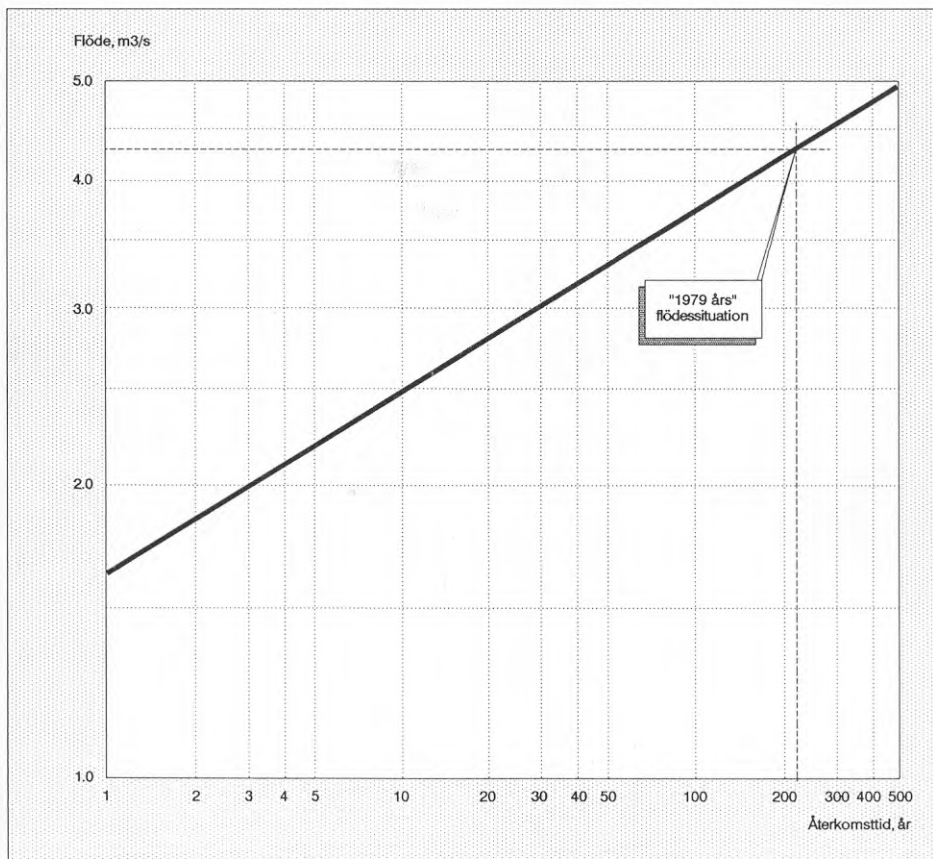
Denna metod kan ej anses som tillräcklig i de fall INE-komponenten är betydande. I ett INE-påverkat duplikat spillvattensystem beror ex vis flödet även av tidigare hydrologiska händelser. Återkomsttiden för en nederbördshändelse överensstämmer då sällan med återkomsttiden för effekterna i ledningssystemet. En trovärdig flödessimulering förutsätter i dessa fall att man istället använder historiska nederbördsserier och en kalibrerad NAM-modell.

NAM-modellens enkla uppbyggnad gör det möjligt att, efter kalibrering, beräkna även mycket långa nederbördsserier. En genomräkning av 130 års dygnsvärden för Gävle, levererade på diskett från SMHI, tog bara någon timme att genomföra. De största flödestillfällena kan sedan rangordnas och utväljas för noggrannare analys av tryck- och flödesförhållanden i ledningssystemet med MOUSE. Härigenom erhålls det önskade sambandet mellan återkomsttid och effekter. I **figur 21** visas exempel på beräknade trycklinjer med rörmodulen i MOUSE. En kalibrerad NAM-modell kan därmed användas t ex i situationer när man skall avgöra om det går att ansluta ytterligare områden till ett spillvattennät.



Figur 21. Exempel på beräknade trycklinjer för en ledningsprofil med rörmodulen i MOUSE.

I **figur 22** visas det erhållna sambandet mellan flödet till Duvbackens reningsverk och återkomsttid. Återkomsttiden för flödet till Duvbacken i samband med det kraftiga nederbördstillfället 1979 uppskattades här till mellan 200 och 250 år.

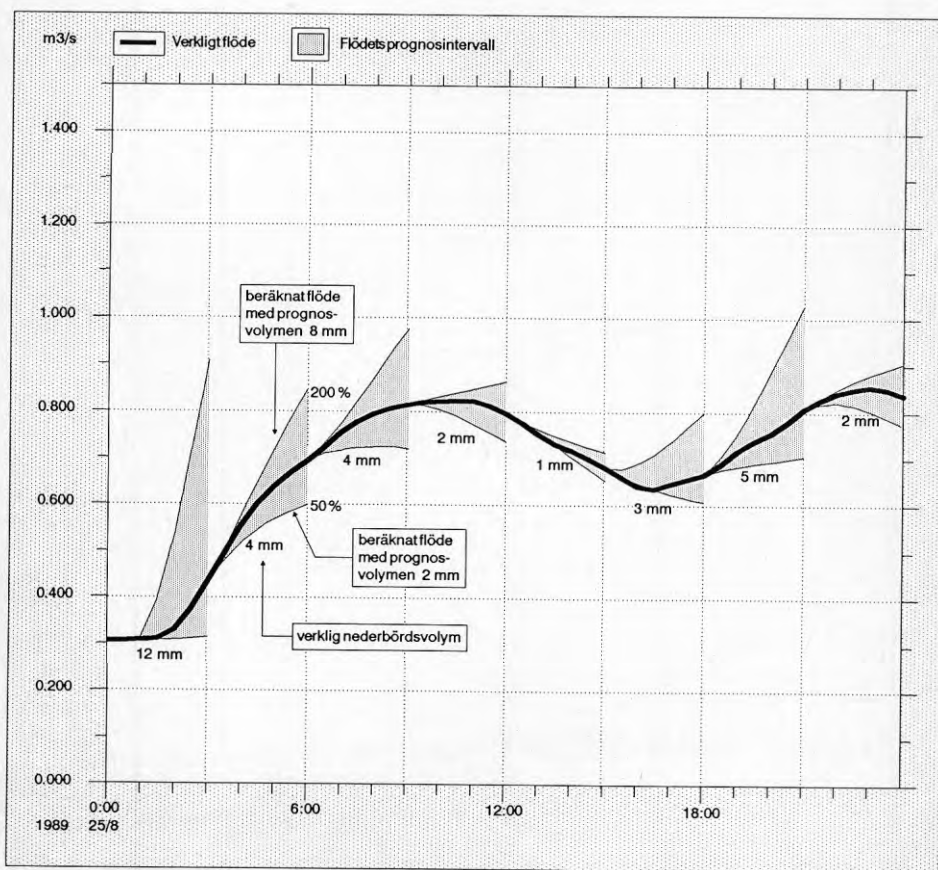


Figur 22. Erhållet samband mellan flödet till Duvbackens reningsverk och återkomsttid.

I detta fallet användes dygnsnederbörd från SMHI, trots att den snabbaste avrinningskomponenten för Duvbacken har en tidskonstant på 3 timmar. Mer korrekt hade därför varit att använda en nederbördsserie med bättre upplösning, ca 3 timmar. Tillgången till lokala nederbördsserier med hög upplösning 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 motsvarande meteorologiska situation. I MOUSE-systemet finns långa nederbördsserier med mycket god tidsupplösning för ett antal orter. Vid ett sådant för-faringssätt bör dock den totala årsmedelnederbörden för den aktuella orten jämföras med årsmedelnederbörden för orten varifrån nederbördsserien är hämtad och någon form av viktning av den använda nederbördsserien utföras.

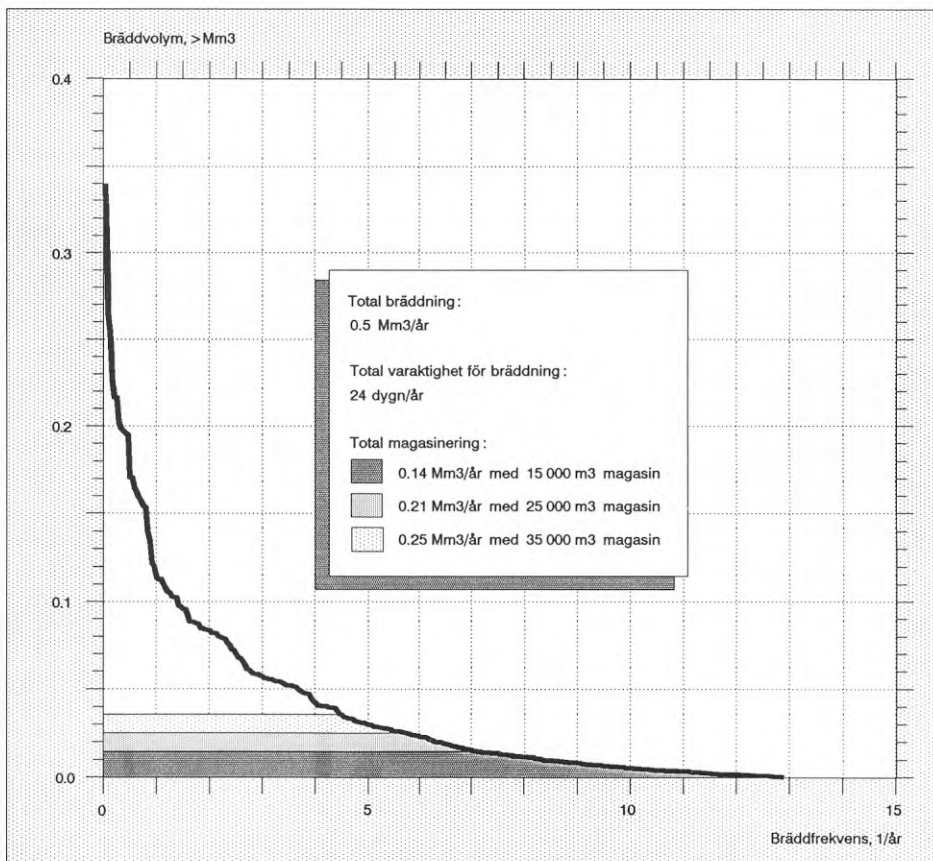
Andra intressanta tillämpningsområden för NAM-modellen är förvarning och prognos av översvämningssituationer och till-rinning till avloppsverk, eventuellt med on-linekoppling till övervakningssystem. I **figur 23** visas ett exempel på flödes prognos till Duvbackens reningsverk. Prognosen har här utförts i 3-timmarsintervall med en prognostiserad nederbördsvolym av mellan 50 och 200 procent av den verkliga.



Figur 23. Exempel på flödesprognos till Duvbacken.

En anpassning pågår (feb 91) av modellstrukturen i NAM till de förhållanden som gäller för ett avloppsnät, t ex möjlighet att ge spillvattenkomponenten separat, och att på ett enklare sätt kunna simulera avrinningen från hårdgjorda ytor. Modellen kommer att bli en tilläggsmodul till MOUSE och kallas MouseNAM.

Bearbetningen av långa beräknade flödesserier kan i många fall vara tidskrävande, exempelvis vid rangordning av flödestoppar (se **figur 21**), beräkning av årliga bräddvolym och bräddfrequenser. Det planeras därför utveckling av en statistikmodul för detta ändamål liknande den som finns i MouseSAMBA. I **figur 24** visas ytterligare exempel på resultat från en bearbetning med en sådan statistikmodul.



Figur 24. Exempel på resultat från en statistikbearbetning av en längre beräknad flödesserie.

För praktisk ingenjörstillämpning av beräkningsmetodiken är det naturligtvis även av intresse vilka tidsresurser som krävs för att utnyttja metoden på ett område. Detta styrs av en mängd faktorer som områdets storlek, tillgänglighet av kalibreringsdata och avloppssystemets komplexitet (bräddning etc). Som vägledning kan dock nämnas att kalibreringen av Duvbackens avrinningsområde (inkl bearbetning av mätserier) tog drygt 1 vecka. Efter ytterligare användning och kunskapsuppbyggnad av modellparametrarnas variation för olika typer av urbana områden borde dock denna tidsåtgång kunna reduceras.

Avslutningsvis är det vår förhoppning att denna rapport på ett intressant sätt illustrerat beräkningsmetoden och dess användningspotential inom urban hydrologi samt ökat förståelsen och väckt intresset för modellering av INE.

6. SPRIDNING OCH NYTTIGGÖRANDE AV RESULTATEN

Resultaten från NAM-arbetet har diskuterats och presenterats i många olika sammanhang.

NAM-resultaten har diskuterats vid VADAK-möten (Möten ordnade av VAVs datorkommitté) i Luleå maj 1989, Västerås nov 1989, Borås juni 1990 och Kalmar nov 1990 samt vid ett SAMOVAR-seminarium, (Samverkan mellan ledningsnät och reningsverk) i Stockholm maj 1990.

En sammanfattning av NAM-resultaten publicerades i VAV Datormodeller nr 1, mars 1990.

Ett koncept till denna rapport förelåg i september 1990. Konceptet diskuterades vid ett VAV-seminarium i Stockholm den 8 nov 1990. Vid mötet deltog ett 20-tal personer.

NAM-modellens användningsmöjligheter kommer också att diskuteras vid ett nordiskt brukarmöte om EDB-modeller i Helsingör 15-16 maj 1991.

Ett samarbete mellan Dansk Hydraulisk Institut, Gävle kommun och VBB VIAK/Ledningsförnyelse har resulterat i två artiklar för publicering utanför Sverige. Ett "paper" med titeln "Modelling of indirect runoff component in urban areas" har accepterats och kommer att presenteras vid den internationella konferensen UDT'91, Urban Drainage and New Technologie i Dubrovnik, Jugoslavien 1991. Dessutom har en artikel skrivits på danska om NAM-arbetet. Publicering kommer att ske under 1991 i lämplig dansk tidskrift.

7. FÖRSLAG TILL FORTSATT ARBETE

NAM-metodiken bedöms ha en stor potential och det fortsatta arbetet föreslås få följande inriktning:

- Fortsatt utvärdering av NAM-modellens användbarhet genom känslighetsanalys av modellparametrar i olika typer och storlekar på avrinningsområden. Känslighetsanalysen inriktas särskilt mot modellering av totala avrinningsvolymer, bräddvolymer och maxflöden.
- Genomgång av vilka krav man behöver ställa på kalibreringsdata för att trovärdigt kunna simulera avrinningen till avloppsnet under "torrår", "blötår" och snösmältning mm.
- Öka tillgängligheten av NAM-modellen genom att ta fram en särskild NAM-modul inom ramen för MOUSE-systemet, MouseNAM.
- Ta fram en användarhandbok för användningen av NAM-modellen med bla erfarenhetsvärden av lämpliga parameteransatser samt nödvändiga rimlighetskontroller av beräkningsresultaten.
- Vidareutveckling av NAM-modellens användning i sk "on-line"-applikationer mot övervakningssystem för avloppsledningsnät och reningsverk.
- Underlätta överföring av flödesuppgifter, nederbörd mm från övervakningssystem genom framtagning av en generell tidsseriedatabas.

REFERENSER OCH ÖVRIG LITTERATUR

SMHI (1989): Preliminär handledning för korrektion av nederbördsmängder. SMHI Meteorologi, Klimatsektionen, Nr77, Norrköping.

SMHI (1987): PULS-modellen. Struktur och tillämpningar. SMHI Hydrologi, Forsknings- och utvecklingssektionen, Nr8, Norrköping.

Gävle kommun, VBB (1987): Indirekt nederbördspåverkan i duplikata spillvattensystem. Förstudie. Stockholm.

Gävle kommun (1987): ÖVA-VA. En kort presentation av Gävle gatukontors övervakningssystem för pumpstationer och reningsverk. Gävle kommun, Gatukontoret, Gävle.

DHI (1989): NAM. Documentation and User's guide. MIKE11. Dansk Hydraulisk Institut, Hörsholm, Danmark.

DHI (1987): MOUSE. Ett programsystem för beräkning av avloppssystem på mikrodatorer. Dansk Hydraulisk Institut, Hörsholm, Danmark.

CTH (1984): Kompendium i vattenresursteknik. Chalmers tekniska högskola, Institutionen för vattenförsörjnings- och avloppsteknik, Göteborg.

Knutsson, G, Morfeldt, C-O (1973): Vatten i jord och berg. Ingenjörsförlaget AB, Stockholm.

BEGREPPSFÖRKLARINGAR

avdunstning

Den fysikaliska process varvid vatten omvandlas till vattenånga.

avrinningsområde

Ett genom höjdryggar eller andra geologiska bildningar avgränsat område varifrån vatten avrinner till en viss punkt.

infiltration

Vattnets genomträngande av markytan. Ibland används begreppet även för den vidare transporten nedåt genom markens omättade zon, egentligen perkolation.

interception

Den del av nederbörden som inte når marken utan fastnar i vegetationen och sedan avdunstar direkt därifrån.

interflow

Horisontell vattenström i det översta marklagret.

markvatten

Allt vatten i den omättade zonen mellan markytan och grundvattenytan.

potentiell avdunstning

Möjlig avdunstning från vatten- eller markyta.

rotzon

Den delen av den omättade zonen där vegetationen kan ta upp vatten (kallas ibland även för markvattenzon, se dock markvatten).

transpiration

Vattenavdunstning från inre ytor i växternas blad och barr.

vattnets kretslopp (hydrologiska cykeln)

Vattnets vandring från atmosfären till jordytan och tillbaka. Innefattar nederbörd, avrinning, avdunstning och transport i atmosfären.

verklig avdunstning (aktuell evapotranspiration)

Den totala aktuella avdunstningen, dvs summan av avdunstningen från snö och markytor av olika slag, interception i vegetationen samt växternas transpiration.

R69 : 1991

ISBN 91-540-5397-8

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6811069

Abonnemangsgrupp:
S. Byggplatsens verksamhet
V. Anläggningsteknik

Distribution:
Svensk Byggtjänst
171 88 Solna

Cirka pris: 45 kr exkl moms