



Institutionen för vattenbyggnad  
Chalmers Tekniska Högskola

Department of Hydraulics  
Chalmers University of Technology

ISSN 0348-1069

# **Manual för dagvattenmodellen CURE**

**Sven Lyngfelt**

**Report  
Series B:47**

**Göteborg 1985**



Institutionen för Vattenbyggnad  
Chalmers Tekniska Högskola

Department of Hydraulics  
Chalmers University of Technology

ISSN 0348-1069

MANUAL FÖR DAGVATTENMODELLEN  
CURE

av

Sven Lyngfelt

Report  
Series B:47

Göteborg 1985

---

Adress: Institutionen för Vattenbyggnad  
Chalmers Tekniska Högskola  
412 96 Göteborg

Telefon: 031/81 01 00

## FÖRORD

Den i föreliggande rapport beskrivna dagvattenmodellen har utvecklats vid institutionen för vattenbyggnad, CTH, med hjälp av bland annat anslag från Statens Råd för Byggnadsforskning till Geohydrologiska forskningsgruppen, CTH.

Modellen har använts i flera forskningsprojekt och examensarbeten vid institutionen. Den mest omfattande användningen har dock varit i samband med utförandet av ett doktorsarbete vid institutionen, /1/.

Göteborg i mars 1985

Sven Lyngfelt

## INNEHÅLL

	sid.
1. Bakgrund	3
2 Nederbörd - ytmagasinering	3
3. Ytflöde - rännstensflöde	4
Ytflöde	
Rännstensflöde	
Kinematisk vågalgoritm	
Friktionssamband	
Tid-area metoden	
4. Ledningsnät	7
5. Routing - iterationskriterier	8
6. Utjämningsmagasin	9
7. Programmets administration av in/utdata	14
8. Indataformatering och enheter, exempel	16
9. Resultatutskrifter, exempel	27
10. Hjälpprogram	28
11. Referenser	30

## 1. BAKGRUND

CURE (Chalmers Urban Runoff Evaluator) byggdes ursprungligen upp för att studera egenskaper hos olika ytavrinningsmodeller /1/. Efter hand byggdes ytavrinningsdelen på med modeller för analys och dimensionering av ledningssystem samt utjämningsmagasin. Modellen tillhör därmed samma klass av modeller som ILLUDAS-, NIVA, SWMM och CTH-modellerna /2, 3, 4, 5/. Speciellt för modellen är förutom i stort sett obegränsade möjligheter att välja olika ytavrinningsmodellalternativ, en metodik för nätstrukturering som ger mycket stor flexibilitet. En väl utvecklad modell för dimensionering/analys av utjämningsmagasin ingår också i CURE.

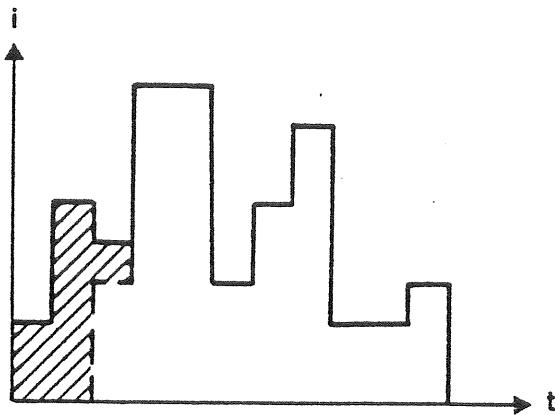
CURE avsågs alltså inte i första hand att lanseras som ett kommersiellt alternativ till någon av ovanstående modeller. Eftersom den inte på något sätt är svår att använda och har flera egenskaper som kan vara intressant för många VA-ingenjörer har jag valt att presentera modellen kortfattat i manualform. Beskrivningen förutsätter förstågshet med databehandling i dator samt någon avrinningsmodell t.ex. ILLUDAS.

## 2. NEDERBÖRD - YTMAGASINERING

Nederbörden läses in som en godtycklig hyetograf med valfritt tidssteg. Härvid kan enheterna [mm/h] eller [ $10^{-1}$  l/s · ha] användas. (Se avsnitt 8 korttyp 2).

Den del av regnet som åtgår för uppfuktning av ytan och uppfyllnad av svackor - ytmagasineringen - ges som ett volymvärde [mm]. Motsvarande regnvolym dras från första delen av aktuell regnhyetograf enligt figur 2.1.

Ytmagasinets tillåts variera mellan olika ytor (se avsnitt 8 korttyp 4 a). Med en hjälprutin kan andra ytmagasinmodeller konstrueras, se avsnitt 7.



Figur 2.1 Ytmagasinering

### 3. YTFLÖDE - RÄNNSTENSFLÖDE

#### Ytflöde

Avrinningsytan beskrivs av längd, bredd, lutning och råhet. Inflöde till ytan kan vara från uppströmsänden, lateralt eller som regn. Alla inströmningsvägarna kan också accepteras samtidigt. Utflödet kan ske mot en rännstens av godtycklig längd (alltså inte nödvändigtvis ytans bredd) och med egenskaper i övrigt enligt nedan. Utflödet kan också ske direkt mot ledningssystemet eller någon annan enhet.

#### Rännstensflöde

Rännstenen beskrivs av längd, tvärsektion, lutning och råhet. Tvärsektioner; V-form, halv V-form ( $V$ ), cirkulär form. Vid V-formerna ges lutningen på sidan och vid den cirkulära diametern. Inflöde till rännstenen kan vara från uppströmsänden, lateralt, från en eller två sidor. Alla inströmningsvägarna kan också accepteras samtidigt.

## Kinematisk vågalgoritm

I ytavrinningsdelen används följande algoritm som erhålls ur de kinematiska vågekvationerna genom differentiering.

$$\begin{aligned} & [\beta (Q_{j+1}^{m+1} - Q_j^{m+1}) + (1-\beta) (Q_{j+1}^m - Q_j^m)] / \Delta x + \\ & [\alpha (A_{j+1}^{m+1} - A_j^m) + (1-\alpha) (A_{j+1}^{m+1} - A_{j+1}^m)] / \Delta t = (q^{m+1} + q^m) / 2 \end{aligned} \quad \dots (2.1)$$

och

$$Q = a (A)^b \quad \dots (2.2)$$

Den senare ekvationen gäller i varje tidpunkt och på varje plats och index har därför inte satts ut.

Parametrarna  $\Delta x$ ,  $\Delta t$ ,  $\alpha$  och  $\beta$  kan inom vissa gränser varieras fritt och därmed kan de flesta typer av avrinningsmodeller simuleras.  $\alpha$  kan dessutom ges ett särskilt värde under första tidssteget. Parametern  $a$  inkluderar lutning, längd och råhet. Indata ges i korttyp 4, se avsnitt 8.

$\alpha$  och  $\beta$  väljs lämpligen enligt något av följande 2 alternativ /1/:

I.  $\beta$ -diffusiv modell

$\alpha = 0,5$ ,  $\beta$  enligt tabell nedan,  $\Delta x/L < 1/4$

$\Delta t$	L	$\beta$
30	>15	0,61
30	10	0,66
30	5	0,71
60	>15	0,72
60	10	0,77
60	5	0,82

II.  $\alpha$ -diffusiv modell

$$\beta = 0,5, \quad \alpha = 0,0, \quad \Delta x \text{ enligt ekvation}$$

$$\frac{\Delta t}{\Delta x} c_k^{\Delta x} = \begin{cases} 1,64 & (\text{för } \Delta t = 30\text{s}) \\ 1,76 & (\text{för } \Delta t = 60\text{s}) \end{cases} \dots (2.3)$$

där

$$c_k^{\Delta x} = K (q \Delta x)^{c_1} s_o^{c_2} \dots (2.4)$$

och

	yta	rännsten
K	23,7	13,8
$c_1$	0,4	0,25
$c_2$	0,3	0,375
q	i	i ytflytlängd
$s_o$	lutning	

Relationen ovan ger i allmänhet små värden på  $\Delta x$ . En ekvivalent lösning med ett större  $\Delta x$  fås genom en ökning av  $\alpha$ . Denna ekvivalenta kombination av  $\alpha$  och  $\Delta x$  erhålls enligt

$$\alpha_{eq} = \frac{1}{2} \left( 1 - \frac{\Delta x}{\Delta x_{eq}} \right) \dots (2.5)$$

Eftersom den  $\alpha$ -diffusiva modellen  $\Delta x$  varierar med flödestillståndet (q) är den  $\beta$ -diffusiva modellen att föredra.

## Friktionssamband

Vid ytflöde kan fyra alternativa friktionssamband väljas /1/, se korttyp 4a.

Mannings formel

Chezys formel

L-formeln

Kvadratformeln

Vid rännstensflöde (och ledningsflöde) kan enbart Mannings formel användas.

## Tid-area metoden

Tid-area metoden kan inte simuleras med hjälp av den kinematiska vågalgoritmen och har därför lagts in i programmet separat. Den använda algoritmen är emellertid anpassad till systemet i övrigt så att tidssteg och övriga indata ges på samma sätt.

Indata till tid-area metoden är deltagande yta, koncentrationstid och tid-areakurva. De båda förra ges som indata i korttyp 4. Tid-area kurvan kan ges godtyckligt. Dock är diskretiseringen fast (10 steg). Tre godtyckliga kurvor kan användas i samma beräkning. Dessa läses in som externhydrografer. Lämpligen genereras indatakurvorna till-sammans med regnet i hjälpprogram enligt avsnitt 10.

## 4. LEDNINGSNÄT

Ledningen beskrivs av längd, lutning, diameter och råhet. Inflöde till ledningen tillåts från tre ledningar (alt. ytor el. rännstenar). Med hjälprutinen enligt avsnitt 7 kan ett godtyckligt antal hydrografer tas som inflöde.

Beräkningen baseras på numerisk lösning av kinematiska vågekvationerna. Lösningen avviker på två punkter från den givna i avsnitt 3.

a)  $\alpha$  och  $\beta$  har fasta värden 0 och 0,5 dvs diffusiv kinematisk våg används (samma som i ILLUDAS och CTH-modellerna).

b) Mannings formel tillsammans med Brettings delfyllnadsfunktion utnyttjas istället för det exponetiella sambandet (2.2), /6/.

Vid lösningen utnyttjas Brettings samband i inverterad form:

$$Y = \frac{D}{\pi} \operatorname{arc cos} [ 3,125 - (3,125^2 - 5,25 + 12,5 Q/Q_{full})^{1/2} ] \quad \dots \dots (4.1)$$

Om ledningens kapacitet vid beräkningarna överskrids ökas dimensionen ett steg ( $\phi$ ; 225, 300, 400, 500, 600, 800, 1000 osv) och beräkningarna startas om. Detta upprepas tills en ledning med tillräcklig kapacitet erhålls. Om ledningens dimension på detta sätt ändras skrivs den nya diametern ut särskilt. Om minimidimension ges på alla ledningar i startläget, erhålls därmed en dimensionering av det aktuella systemet. Indata ges enligt korttyp 4, se avsnitt 8.

## 5. ROUTING - ITERATIONSKRITERIER

Varje yta, rännsten eller ledning kan delas in i 1-25 delsträckor. Programmet räknar igenom alla delsträckor under varje tidssteg i ett svep. Flödesvärdet erhålls därför endast i nedströmsänden av varje beräkningsenhets ytan eller ledningen delas upp i flera beräkningsenheter.

Lösningen av ekvationsystemet sker med hjälp av Newton Raphsons iterationsmetod. Två iterationskriterier måste användas för att samtidigt kunna klara erforderlig noggrannhet vid stora flöden och erhålla lösning vid små flöden; ett relativt och ett absolut värde:

$$\text{RELDIFF} < \left| \frac{Q_{ny} - Q_{gam}}{Q_{gam}} \right| \quad \dots \quad (5.1)$$

$$\text{ABSDIFF} < \left| Q_{ny} - Q_{gam} \right| \quad \dots \quad (5.2)$$

där       $Q_{ny}$     = nytt flödesvärde  
 $Q_{gam}$    = föregående iterations flödesvärde.

$\text{RELDIFF} = \begin{cases} \text{högsta tillåtna differens} \\ \text{mellan två itererade värden} \end{cases}$

Standardvärden på tillåtna differenser ges i avsnitt 8.  
 Normalt ger dessa c:a 2-4 iterationer för att erhålla lösning.

## 6. UTJÄMNINGSMAGASIN

Magasinsberäkningen baseras på den ordinära magasinsekvationen ( $A_r$ =magasinsarea,  $H$ =vattennivån över botten)

$$A_r \times \frac{dH}{dt} = \text{Inflöde} - \text{Utflöde} \quad \dots \quad (6.1)$$

kopplad till avbördningsfunktionen

$$\text{Utflöde} = AK \times (H)^{\text{POT}} \quad \dots \quad (6.2)$$

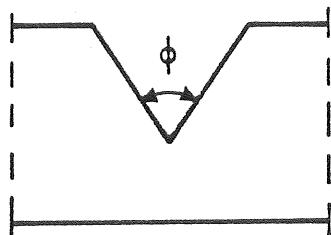
där AK och POT är konstanter. Beräkningarna får olika form genom val av

- o magasinets utformning
- o avbördningsfunktion.

Magasinet definieras enbart av magasinsarean och vatten-nivån, vilket inebär att vertikala magasinsväggar förutsätts. Arean kan antingen ges eller dimensioneras, se nedan.

Avbördningsfunktionen formuleras med hänsyn till aktuellt utloppsförhållande:

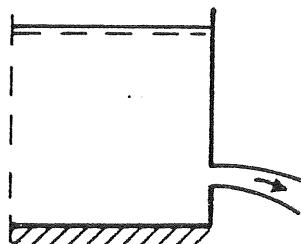
## 1. Avbördning genom V-format överfall



$$AK = \mu \frac{8}{15} \sqrt{2g} \tan \phi / 2 \quad (\mu = 0,60)$$

$$POT = 0,5$$

## 2. Avbördning genom munstycke

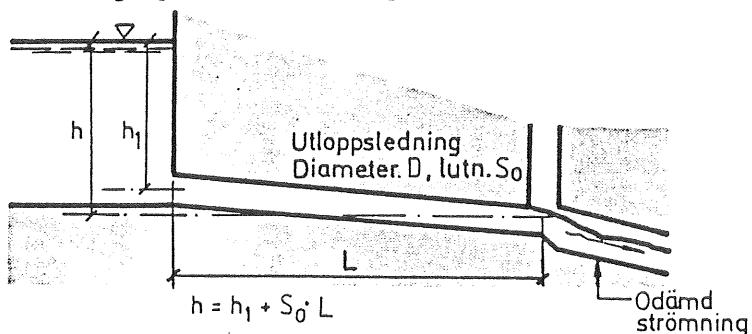


$$\left[ \begin{array}{l} AK = \mu \cdot AREAR \sqrt{2g} \\ POT = 0,5 \end{array} \right]$$

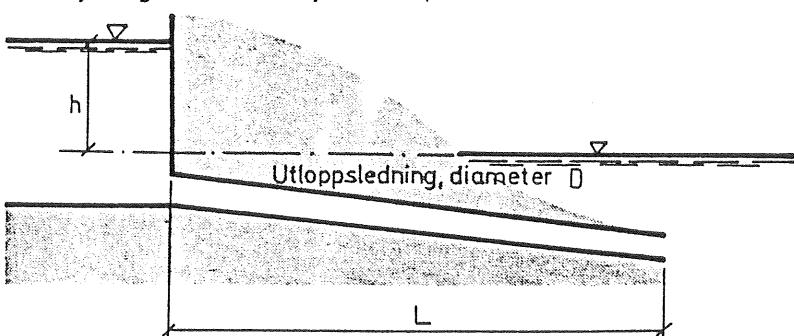
där            AREAR = munstyckets tvärsnittsarea.

## 3. Avbördning genom utloppsledning (från VAV:s P31, /7/).

a) Övergång till odämd ledning



b) Mynning under vattenyta i recipient



$$AK = \text{AREAR} \sqrt{2g / (k_i + k_f + k_u)}$$

$$\text{POT} = 0,5$$

där

$\text{AREAR}$  = utloppsledningens tvärsnittsarea

$k_f$  = ledningens friktionsförlust

$k_i$  = inströmningsförlust 0,5

$k_u$  = utströmningsförlust 1,0

Det vattendjup som används i ekvationerna är i detta fall ( $H+z$ ) där  $H$  är magasinetts vattennivå och  $z$  är nivåskillnaden mellan utloppsledningens båda ändar.

Eftersom strypning inte fungerar under ett visst vattendjup (t.ex.  $z+h_1$ ) är rutinen utformad så att vattnet går rakt igenom när vattendjupet är under denna nivå. Denna nivå ges som en faktor (HREDK) på maximalt vattendjup (HOJDM).

Tre analysfall kan behandlas:

A. IALT = 1. Analys av "givet" magasin med bräddavlopp.

Ingångsvärden:

Maximalt vattendjup HOJDM, (bräddnivå) (vid utloppsledning  $(z+h_1)$  enl. ovan)

Magasinsarea AREAM

Avbördningsfunktionens potens POT

Maximalt tillåtet utflöde QMAX

Reduktionsfaktor HREDK (se ovan)

För ett givet vattendjup (bräddnivå) i magasinet och ett maximalt utflöde från magasinet beräknas i modellen först konstanten AK enligt

$$AK = QMAX / (HOJDM)^{POT} \quad \dots \quad (6.3)$$

som definierar utloppsenheten. För en given magasinsarea beräknas därefter utflödet från magasinet i det aktuella fallet. Härvid bräddas flöden större än QMAX. Med hjälprutinen enligt avsnitt 7 kan också bräddflödena och bräddvolymen erhållas. Denna rutin används givetvis också om QMAX eller bräddnivån i stället är obestämd. Ekvationen (6.3) används där för att bestämma den obekanta först.

Ett vanligt fall är att man vid dimensioneringen av ett utjämningsmagasin inte har väldigt precisa krav på maximalt utflöde och bräddnivå. Genom att spela med dessa värden i några olika körningar kan god överblick erhållas över möjliga magasinsutformningar. Framför allt fås uppgifter om bräddningen i de fall där sådan erhålls. Det sålunda framspelade värdet på AK kan så användas för att konstruera utloppssystemet enligt något alternativ ovan.

## B. IALT = 2. Analys av givet magasin utan bräddavlopp

Ingångsvärden:

Magasinsarea AREAM

Avbördningssambandets konstant AK

- " -                    potens      POT

Använts vid analys av magasin som är helt bestämda med avseende på geometrisk utformning och utloppssystem och då bräddavlopp saknas. Fallet är således identiskt med fall A om HREDK sätts till ett mycket litet värde och QMAX resp HOJDM väljs så att rätt AK erhålls enligt sambandet (6.3).

En godtycklig utloppsanordning som kan definieras med ett potenssamband som ekvation (6.2) är möjligt att analysera. De utloppsanordningar som ges i fall 1-3 ovan täcker dock de vanligaste fallen.

## C. IALT = 3. Dimensionering av magasinsarean

Ingångsvärden:

Maximalt vattendjup HOJDM (vid utloppsledning  $(z+h_1)$  enl. ovan)

Magasinsarea AREAM (startvärde på magasinsarean)

Avbördningsfunktionens potens POT

- " -                    konstant AK

Maximalt tillåtet utflöde QMAX

Reduktionsfaktor enligt ovan HREDK

Det vanligaste dimensioneringsfallet (jmf. dimensioneringen under A) är med fixerat maxflöde och maxhöjd. Vad som då kan varieras är egentligen bara magasinsarean.

Denna version fungerar analogt med den beskrivna under A med den skillnaden att magasinshöjden HOJDM inte tillåts överskridas. Om detta sker under regnet ökas magasinsarean med 10% och beräkningarna görs om. Detta förfarande upprepas tills ett magasin med så stor area erhållits att

HOJDM inte överskrids.

Indata med format beskrivs i avsnitt 8 (korttyp 4c).

## 7. PROGRAMMETS ADMINISTRATION AV IN/UTDATA

Grundtanken med beräkningssystemet är att man själv för varje beräkningsenhet (yta, ledning etc) bestämmer vilka hydrografer som skall matas in som indata och var resulterande hydrograf skall placeras. Denna in/utmatning sker till en basmatris ( $n \times 18$ ) där  $n$  är antalet tidssteg som således kan lagra 18 hydrografer.

Inledningsvis matas (automatiskt) kolumn 1 med nollar, 13 med decimaltid (minuter) och 14 med 10 i varje tidssteg (se nedan). Därefter läses korttyperna 1 och 2 in (berör ej basmatrisen).

Med korttyp 3 läses 5 externa hydrografer in till basmatrisen. Den första är regnhyetografen som läses till kolumn 2. De övriga är godtyckliga externa hydrografer som läses till kolumnerna 15-18. Vid användning av tidareametoden matas tid-areakurvorna in i någon eller några av dessa kolumner.

Avledningssystemet indelas i beräkningsenheter som kan vara yta, ränsten, hängränna, ledning, utjämningsmagasin eller delområde. Uppgifter om varje magasin ges i korttyp 4. På detta kort anges direkt de kolumnnummer, där resulterande hydrograf skall matas ut. Genom en serie beräkningsenhetskort kopplas på detta sätt systemet samman - enbart genom att ange kolumnnummer systematiskt. Detta system har en jämförelsevis dålig automatik men är maximalt enkel, ger stor överblick samt framför allt maximal flexibilitet.

Liksom alla modeller som inte tar hänsyn till dämning t.ex. ILLUDAS måste beräkningsenheterna bearbetas uppströms och nedåt. Resulterande hydrografer matas in i

basmatrisen tills denna är full. Plats finns i kolumnerna 4-12 dvs nio stycken. Dessa kan då om så önskas (se avsnitt 8 korttyp 4) skrivas ut. Därefter utnyttjas de kolumner som inte innehåller hydrografer nödvändiga för den fortsatta beräkningen till lagringsplats för nya hydrografer. Så fortgår in/utmatningen och beräkningarna tills hela systemet är beräknat. Under beräkningen kan utskrift av de nio senast beräknade hydrograferna erhållas när som helst.

Systemet är uppbyggt med avsikten att använda minsta möjliga minnesutrymme för lagring av hydrografer. Principiellt kan hur stora system som helst bearbetas. Denna modelltyp är lätt anpassningsbar till relativt små data.

En särskild hjälprutin för "behandling" av hydrografer finns också. Denna anges också med korttyp 4 dvs som en beräkningseenhet. Rutinen utför

- o addition av värdena i två angivna hydrografer i basmatrisen
- o subtraktion av värdena i två angivna hydrografer i basmatrisen
- o multiplicering med konstant av värdena i en angiven hydrograf i basmatrisen

och lägger därefter ut resulterande hydrograf på angiven plats. Rutinen kan exempelvis användas vid ledningsknutpunkter med fler än tre inkommande ledningar. Ett annat exempel är generering av olika typer av ytmagasinsavdrag och basflödesseparationer eventuellt i kombination med inmatning av speciella externhydrografer.

## 8. INDATAFORMATERING OCH STANDARDVÄRDEN

Indata består av fyra korttyper:

1. Godtycklig textrad
2. Allmänna parametrar
3. Nederböärdsindata - externhydrografer -  
tidarea kurvor
- 4 Indata till varje beräkningsenhet

Varje simulerings kräver ett kort av vardera typerna 1 och 2. Antal kort av typ 3 ges av antal regnvärden eller värden på externhydrograferna. Antal kort av typ 4 bestäms av antalet beräkningsenheter. Varje korttyp har ett fast format. Korttyp 4 används vid alla typer av beräkningsenheter. Eftersom kravet på indata varierar något mellan dessa kommer därför ibland dummy värden att krävas, vilket innebär att en godtycklig siffra men med rätt format sätts in.

På följande sidor ges format, begränsningar och standardvärden på erforderliga parametrar.

Korttyp 1: Valfri text

(1 kort erfordras)

17

Fält	Variabel	Alt. värde	Beskrivning
1	D1	godtyck- ligt tecken	Valfri text

Korttyp 2: Allmänna parametrar

(1 kort erfordras)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
NRINT	N20	NMAG	DT	YKRIT1	YKRIT2	SKRIT1	SKRIT2	IRTYP
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20								
15	I5	I5	F5	F10	F10	F10	F10	I5
8 0	12 0	8 0	6 0	0 0 0 0 0 2	0 0 0 0 0 2	0 0 0 1	0 0 0 1	1

Fält	Variabel	Alt. värde	Beskrivning
1	NRINT	Pos heltal ≤ 180	Antal tidssteg i nederbördssindata
2	N20	≥ NRINT ≤ 180	Antal beräkningssteg
3	NMAG	Pos heltal obegränsat	Antal magasin (summan av ytor, ledningar, utjämningsmagasin osv)
4	DT	< 0	Tidsstegets längd; avser både beräkningsssteget och tidssteget i nederbördssindata
5	YKRIT1	> 0	Iterationsparameter (relativ) för ytor enligt avsnitt 5 Standardvärde 2 · 10 <sup>-6</sup>
6	YKRIT2	> 0	Iterationsparameter (absolut) för ytor enligt avsnitt 5 Standardvärde 2 · 10 <sup>-6</sup>
7	SKRIT1	> 0	Iterationsparameter (relativ) för ledningar. Standardvärde 1 · 10 <sup>-4</sup>
8	SKRIT2	> 0	Iterationsparameter (absolut) för ledningar. Standardvärde 1 · 10 <sup>-5</sup>
9	IRTYP	1 2	Vid inmatning av nederbörd med enheten [10 <sup>-1</sup> 1/s · ha] " " " " [mm/h]

Korttyp 3: Regnhyetograf - externa hydrografer - tidareakurvör. (1 kort/tidssteg erfordras)

1	2	3	4	5
QLAGER (I, 2)	QLAGER (I, 15)	QLAGER (I, 16)	QLAGER (I, 17)	QLAGER (I, 18)
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	11 12 13 14 15 16 17 18 19 20	21 22 23 24 25 26 27 28 29 30	31 32 33 34 35 36 37 38 39 40	41 42 43 44 45 46 47 48 49 50
F10	F10	F10	F10	F10
10 .	50 .	26 .	9 .	0 .

Fält	Variabel	Alt. värde	Beskrivning
1	QLAGER(I, 2)	Godt.	Regnhyetograf [mm/h] alt [ $10^{-6}$ l/s·ha]
2	QLAGER(I, 15)	"	Extern godtycklig hydrograf. *
3	QLAGER(I, 16)	"	" " *
4	QLAGER(I, 17)	"	" " *
5	QLAGER(I, 18)	"	" " "

\* Vid tidaremetoden förutsätts att QLAGER(I, 15) och minst en till av de övriga externhydrografkolmerna används för tidareakurvorn enligt ovan. Utförda tester visar att det är mindre meningsfullt att variera tidareakurvorna. Förslagsvis används exemplet med QLAGER(I, 15) och QLAGER(I, 16). Resterande används för externhydrografe.

Korttyp 4a: Indata för beräkningsenheterna yta, rännsten, ledning, hängränna. (1 kort/beräkningsenhet erfordras)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
IMAGNR	IMQIN1	IMQIN2	IMQIN3	IMQUT	ISLAG	INDELN	HUTSKR	SLOP	RAHET	ALLEND	ZEBED	UTMAMM	ALFAE	ALFAF	BETA	SMULT	
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25																	
I3	I2 I2	I2 I2	I2 I2	I2 I2	F8				F8			F8	F4	F4	F4	F5	
103	3 1	1 1	1 1	1 1	8	1	8	2	0 3 5	0 1 2	1 5 .	30 .	0 .	0 .	0 .	1 .	

Fält	Variabel	Alt. värde	Beskrivning														
1	IMAGNR	pos.heltal	Identifiering av beräkningsenheten (kortet) och resultathydrografer. Skrivs ut i huvudet ovanför varje hydrografutskrift. (Se avsnitt 7).														
2	IMQIN1		Här anges kolumnnumren där hydrograferna som skall användas som indata ligger. Om t.ex. bara en indatahydrograf skall användas sätts kolumnnummer 1 i de övriga.														
3	IMQIN2	1-18															
4	IMQIN3																
			Speciellt: ytflöde	3 1 1	anger endast regnbelastning												
				3 x 1	"	regnbelastning +											
				3 1 x	"	lateral hydrograf in											
						regnbelastning +											
						inflöde uppströms											
						rännsten x 1 1	"	endast lateral hydro-									
						graf in											

(forts. sid. 21.)

Korttyp 4a: fortsättning 1

Fält	Variabel	Alt.värde	Beskrivning
			hängräenna x x 1 anger två laterala hydrografer in x x x " två laterala hydrografer in samt inflöde uppströms
5	IMQUT	4 - 12	Anger numret på den kolumn till vilken resultathydrografen skall matas.
6	ISLAG	1 - 8	Anger typ av beräkningsenhet Yta avsnitt 3 Rännstens 3 - " - 3 Ledning 4 Hängräenna 3 Hjälprutin 7 Utjämningsmagasin 6 Tidareametoden 3
7	INDELN	1 - 25	Anger indelningen av längden i beräkningselement (L/Δx). Bör väljas < 1/4.
8	TUTSKR	1 2 3	Utskrift av in/utgående volym samt medelvärde på antal iterationer. Utskrift av de 9 senast beräknade hydrograferna. Utskrift av fler data för felsökning och kontroll.

Korttyp 4a: fortsättning 2

22

Fält	Variabel	Alt.värde	Beskrivning
9	SLOP	>0	Anger medellutning över längden L
10	RAHET	>0 0.012 550. 80. 10.	Anger råheten. På grundval av dess värde väljs friktionsformel Standardvärden; Mannings formel kvadratformeln Chezys samband L-formeln
11	ALENGD	>0	Anger flytlängden L
12	ZEBED	>0	Ytor: Ränstenar: Ledningar:
			Ytans bredd [m] Z enligt figur  Diametern [m]
13	UTMAMM	≥0	Ytmagasin [mm]. Standardvärde 0.5. Om ej yta sätts dummy.
14	ALFAF	0.-1.	Anger α-värdet vid beräkning av första längdsteget (uppstöm)
15	ALFAE	0.-1.	Anger α-värdet vid alla övriga längdstegeg
16	BETA	0.-1.	Anger β-värdet. Standard: $\alpha = 0, \beta = 0.5$ ger diffusiv kinematick våg
17	SMULT	>0	Alla hydrografvärden (utgående hydrograf) multipliceras med SMULT. Standard = 1

Korttyp 4b: Indata för beräkningssenheten tidarea-metoden

1 kort / beräkningsenhet erfordras

Fält	Variabel	Alt. värde	Beskrivning
1-6	-	-	Se korttyp 4a
7	ITAKUR	1	Tidareakurvan nr 1 används (QLAGER(I,16))
		2	" " 2 " (QLAGER(I,17))
		3	" " 3 " (QLAGER(I,18))
8	IUTSKR	-	Se korttyp 4a
9	AKONCT	>0	Anger koncentrationstiden [min] se avsnitt 3
10	ADELT	>0	Anger deltagande areal [ha]
11-17	-	-	DUMMY-värden

Korttyp 4c: Indata för beräkningssenheten utjämningsmagasin (1 kort/beräkningssenhet erfordras)

Fält	Variabel	Alt. värde	Beskrivning
1-6	-	-	Se korttyp 4a
7	IALT	1 2 3	Analys av givet magasin med bräddavlopp " " " utan " Dimensionering av magasinsarean } se avsnitt 6
8	IUTSKR	1-3	Se korttyp 4a
9	HOJDM	$\geq 0$	Magasinetts maximala vattendjup (bräddnivå) [m]. Se dock <u>avsnitt 6.</u> För IALT:2 sätts DUMMY
10	AREAM	$\geq 0$	Magasinetts area [ $m^2$ ]
11	POT	$> 0$	Avbördningsfunktionens potens
12	AK QMAX	$\geq 0$	IALT = 2; Avbördningsfunktionens konstant AK IALT = 1 eller 3; Maximalt utflöde från magasinet } POT
13	HREDK	$\geq 0$	Faktor för angivande av genomströmning se avsnitt 6
14-16	-	-	DUMMY-värden
17	SMULT	godt	Se korttyp 4a

Korttyp 4d: Hjälprutin för förflyttning och "bearbetning" av hydrografer. (1 kort/beräkningsenhet)

Rutinen summerar samhörande värden i de två första ingångshydrograferna (ges av IMQIN1 och IMQIN2) och subtraherar från den resulterande hydrografen den tredje ingångshydrografen (IMQIN3). Genom att man kan använda nollmatrisen (kol.nr. 1) kan godtyckligt hydrografer summeras, subtraheras, förstöras, omplaceras

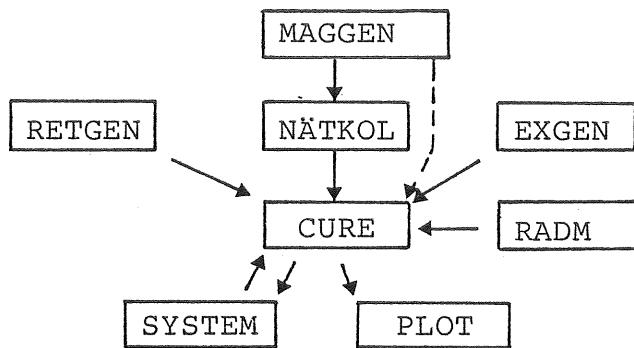
## Indata exempel

27

## 9. RESULTATUTSKRIFT, EXEMPEL

## 10. HJÄLPPROGRAM

För att underlätta in/utdatamatning och resultattolkning har flera hjälpprogram byggts upp. I figur 1 har dessa markerats och nedan ges en kort beskrivning av vad respektive program utför.



Figur 10.1 CURE med hjälpprogram

## RETEGEN

RETEGEN genererar indata till CURE enligt korttyperna 2 o 3 (se avsnitt 8). Indata till RETGEN är en reducerad information på fritt format och övriga data ges som standardvärdet.

## MAGGEN

MAGGEN genererar indata till CURE enligt korttyp 4 (se 8). Indata till MAGGEN ges på fritt format där varje parameter (t.ex. lutningen) ges för alla magasinsenheter i en följd. Programmet underlättar indataskrivningen av omfattande system.

## NÄTKOL

Indata till NÄTKOL är systemets struktur beskrivet på den form som ges av korttyp 4 (genererat av MAGGEN). Programmet listar systemet på den form som ges av indata samt skriver ut en matris med magasinsnumren där dessa är geometriskt ordnade. I matrisen kan kopplingen av systemets delar - ytor, rännstenar, ledningar - lätt kontrolleras.

## PLOT

PLOT är ett plottningsprogram anpassat för att plotta hydrografer genererade med CURE. Maximalt 9 diagram kan plottas per körning och högst nio hydrografer per diagram. Hydrograferna åtskiljs med olika symboler. Regnintensiteten ges som stapeldiagram. Diagrammen kan skalias godtyckligt i vertikal och horisontalled. I figur 10.2 ges ett exempel på en plottning med programmet.

## SYSTEM

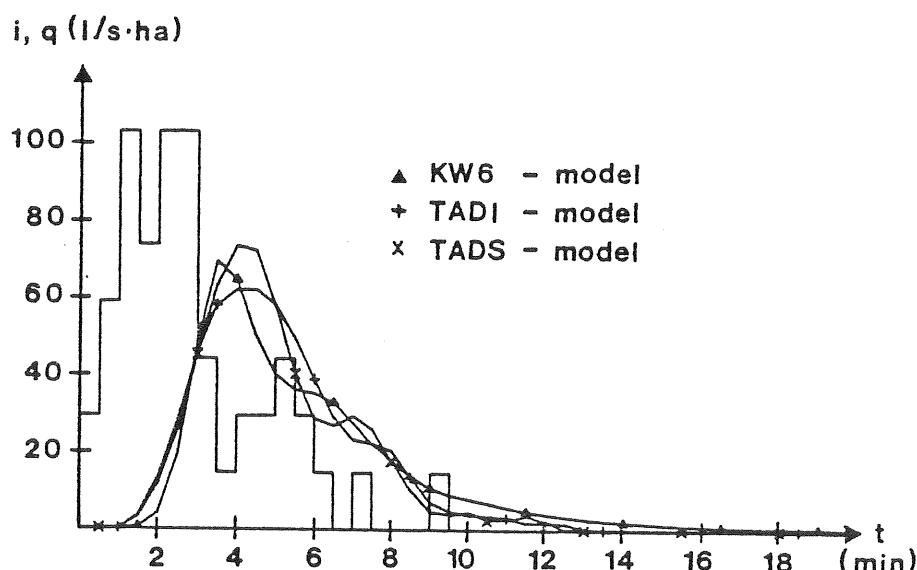
SYSTEM används för att samordna hydrografer från olika CURE-körningar så att jämförelsen t.ex. via PLOT kan göras. Indata är resultatmängder från två eller flera CURE-körningar.

## EXGEN

EXGEN är ett konverteringsprogram av resultatmängder från CURE-körningar till externa indatahydrografer (korttyp 3).

## RADM

RADM är en procedur anpassad till Göteborgs Datacentralens terminalsystem som på bildskärmen ger posititon för varje parameter i indatakort av typ 4.



Figur 10.2 Plottning av hydrografer med PLOT,  
ett exempel

## 11. REFERENSER

- /1/ Lyngfelt, S. On Urban Runoff Modelling Application of Numerical Models based on Kinematic Wave Theory. Inst.f.vattenbyggnad, Chalmers Tekniska Högskola. Rapport Serie A:13, Göteborg 1985.
- /2/ Sjöberg, A. et al. Manual för ILLUDAS (version S2). Ett datorprogram för dimensionering och analys av dagvattensystem. Inst.f.vattenbyggnad, Chalmers Tekniska Högskola. Rapport Serie B:14, 1979.
- /3/ Svensson, G. et al. NIVANETT manual. Ett datorprogram för simulerings av flöden i avloppsnät. Geohydrologiska forskningsgruppen, Chalmers Tekniska Högskola, Meddelande nr 72 Göteborg 1983.
- /4/ Huber, W.C. et al. Interim Documentation. Release of EPA SWMM. Draft Report. National Environmental Research Center, Office of Research and Development, U.S.Environmental Protection Agency, Cincinnati, Ohio. November 1977.
- /5/ Arnell, V. Description and Validation of the CTH-Urban Runoff Model. Department of Hydraulics, Chalmers University of Technology, Report Series A:5, Göteborg 1980.
- /6/ Sjöberg, A. Beräkning av icke stationära flödesförlopp i reglerade vattendrag och dagvatten Inst.f.vattenbyggnad, Chalmers Tekniska Högskola. Meddelande nr 87. Göteborg 1976.

/7/ VAV, Svenska Vatten- och Avloppsföreningen.  
Utgångsmagasin i avloppsnät. Publ. VAV  
P31. Stockholm 1976.

Department of Hydraulics  
Chalmers University of Technology

Report Series A

- A:1 Bergdahl, L.: Physics of ice and snow as affects thermal pressure. 1977.
- A:2 Bergdahl, L.: Thermal ice pressure in lake ice covers. 1978.
- A:3 Häggström, S.: Surface Discharge of Cooling Water. Effects of Distortion in Model Investigations. 1978
- A:4 Sellgren, A.: Slurry Transportation of Ores and Industrial Minerals in a Vertical Pipe by Centrifugal Pumps. 1978.
- A:5 Arnell, V.: Description and Validation of the CTH-Urban Runoff Model. 1980.
- A:6 Sjöberg, A.: Calculation of Unsteady Flows in Regulated Rivers and Storm Sewer Systems. (in Swedish). 1976.
- A:7 Svensson, T.: Water Exchange and Mixing in Fjords. Mathematical Models and Field Studies in the Byfjord. 1980.
- A:8 Arnell, V.: Rainfall Data for the Design of Sewer Pipe Systems. 1982.
- A:9 Lindahl, J. och Sjöberg, A.: Dynamic Analysis of Mooring Cables. 1983.
- A:10 Nilsdal, J-A.: Optimeringsmodellen ILSD. Beräkning av topografins inverkan på ett dagvattensystems kapacitet och anläggningskostnad. 1983.
- A:11 Lindahl, J.: Implicit numerisk lösning av rörelse-ekvationerna för en förankringskabel. 1984.
- A:12 Lindahl, Jan: En svängande kätting i vatten. Experiment och jämförelse med teori.

Department of Hydraulics  
Chalmers University of Technology

Report Series A

- A:13      Lyngfelt, S.: On Urban Runoff Modelling.  
Application of Numerical Models based on  
the Kinematic Wave Theory

Report Series B

- B:1 Bergdahl, L.: Beräkning av vågkrafter. 1977.  
(Ersatts med 1979:07).
- B:2 Arnell, V.: Studier av amerikansk dagvattenteknik. 1977.
- B:3 Sellgren, A.: Hydraulic Hoisting of Crushed Ores.  
A feasibility study and pilot-plant investigation  
on coarse iron ore transportation by centrifugal pumps. 1977.
- B:4 Ringesten, B.: Energi ur havsströmmar. 1977.
- B:5 Sjöberg, A. och Asp, T.: Brukar-anvisning för ROUTE-S.  
En matematisk modell för beräkning av icke-stationära  
flöden i floder och kanaler vid strömande tillstånd. 1977.
- B:6 Annual Report 1976/77.
- B:7 Bergdahl, L. and Wernersson, L.: Calculated and Expected  
Thermal Ice Pressures in Five Swedish Lakes. 1977.
- B:8 Göransson, C-G and Svensson, T.: Drogue Tracking -  
Measuring Principles and Data Handling.
- B:9 Göransson, C-G.: Mathematical Model of Sewage Dis-  
charge into confined, stratified Basins - Especially  
Fjords.
- B:10 Arnell, V. och Lyngfelt, S.: Beräkning av dagvatten-  
avrinning från urbana områden. 1978.
- B:11 Arnell, V.: Analysis of Rainfall Data for Use in Design  
of Storm Sewer Systems. 1978.
- B:12 Sjöberg, A.: On Models to be used in Sweden for Detailed  
Design and Analysis of Storm Drainage Systems. 1978.
- B:13 Lyngfelt, S.: An Analysis of Parameters in a Kinematic  
Wave Model of Overland Flow in Urban Areas. 1978.
- B:14 Sjöberg, A. and Lundgren, J.: Manual for ILLUDAS  
(Version S2). Ett datorprogram för dimensionering  
och analys av dagvattensystem.
- B:15 Annual Report 1978/79.
- B:16 Nilsdal, J-A. och Sjöberg, A.: Dimensionerande regn  
vid höga vattenstånd i Göta älv.
- B:17 Stöllman, L-E.: Närkes Svartå. Hydrologisk inventering. 1979.
- B:18 Svensson, T.: Tracer Measurements of Mixing in the  
Deep Water of a Small, Stratified Sill Fjord.
- B:19 Svensson, T., Degerman, E., Jansson, B. och Westerlund, S.:  
Energiutvinning ur sjö- och havssediment. En förstudie.  
R76:1980.

Report Series B

- B:20 Annual Report 1979
- B:21 Stöllman, L-E.: Närkes Svartå. Inventering av vattentillgång och vattenanvändning. 1980.
- B:22 Häggström, S. och Sjöberg, A.: Effects of Distortion in Physical Models of Cooling Water Discharge. 1979.
- B:23 Sellgren, A.: A Model for Calculating the Pumping Cost of Industrial Slurries. 1981.
- B:24 Lindahl, J.: Rörelseekvationen för en kabel. 1981.
- B:25 Bergdahl, L. och Olsson, G.: Konstruktioner i havet. Vågkrafter-rörelser. En inventering av datorprogram.
- B:26 Annual Report 1980.
- B:27 Nilsdal, J-A.: Teknisk-ekonomisk dimensionering av avloppsledningar. En litteraturstudie om datormodeller. 1981.
- B:28 Sjöberg, A.: The Sewer Network Models DAGVL-A and DAGVL-DIFF. 1981.
- B:29 Moberg, G.: Anläggningar för oljeutvinning till havs. Konstruktionstyper, dimensioneringskriterier och positioneringssystem. 1981.
- B:30 Sjöberg, A. och Bergdahl, L.: Förankringar och förankringskrafter. 1981.
- B:31 Häggström, S. och Melin, H.: Användning av simuleringsmodellen MITSIM vid vattenresursplanering för Svartån.
- B:32 Bydén, S. och Nielsen, B.: Närkes Svartå. Vattenöversikt för Laxå kommun. 1982.
- B:33 Sjöberg, A.: On the stability of gradually varied flow in sewers. 1982.
- B:34 Bydén, S. och Nyberg, E.: Närkes Svartå. Undersökning av grundvattenkvalitet i Laxå kommun.
- B:35 Sjöberg, A. och Mårtensson, N.: Regnenveloppmetoden. En analys av metodens tillämplighet för dimensionering av ett 2-års perkolationsmagasin.
- B:36 Svensson, T. och Sörman, L-O.: Värmeupptagning med bottenförlagda kylslangar i stillastående vatten. Laboratorieförsök
- B:37 Mattsson, A.: Koltransporter och kolhantering. Lagring i terminaler och hos storförbrukare. (Delrapport).
- B:38 Strandner, H.: ILL-DIFF. Ett datorprogram för sammankoppling av ILLUDAS och DAGVL-DIFF, 1983.

Report Series B

- B:39 Svensson,T. och Sörman,L-O.: Värmeupptagning med bottenförlagda slangar i rinnande vatten.  
Laboratorieförsök.
- B:40 Mattsson,A.: Koltransporter och kolhantering.  
Lagring i terminaler och hos storförbrukare.  
Kostnader. Delrapport 2.
- B:41 Häggström,S. och Melin,H.: Närkes Svartå.  
Simuleringsmodellen MITSIM för kvantitativ analys i vattenresursplanering. Inst.f.Vattenbyggnad,  
CTH. Göteborg 1983.
- B:42 BFR - R60:1984. Hård,S.: Seminarium om miljöeffekter vid naturvärmesystem. Dokumentation  
sammanställd av S.Hård, VIAK AB.
- B:43 Lindahl,J.: Manual för MODEX-MODIM. Ett datorprogram  
för simuleringsmodellering av dynamiska förlopp i  
förankringskablar. Göteborg 1983.
- B:44 Activity Report. Göteborg 1984.
- B:45 Sjöberg, A: DAGVL-DIFF. Beräkning av icke-stationära flödesförlopp i helt eller delvis  
fyllda avloppssystem, tunnlar och kanaler.
- B:46 Bergdahl,L. och Melin, H.: WAVE FIELD. Manual  
till ett program för beräkning av ytvattenvågor.
- B:47 Manual för dagvattenmodellen CURE av  
Sven Lyngfelt. 1985.

