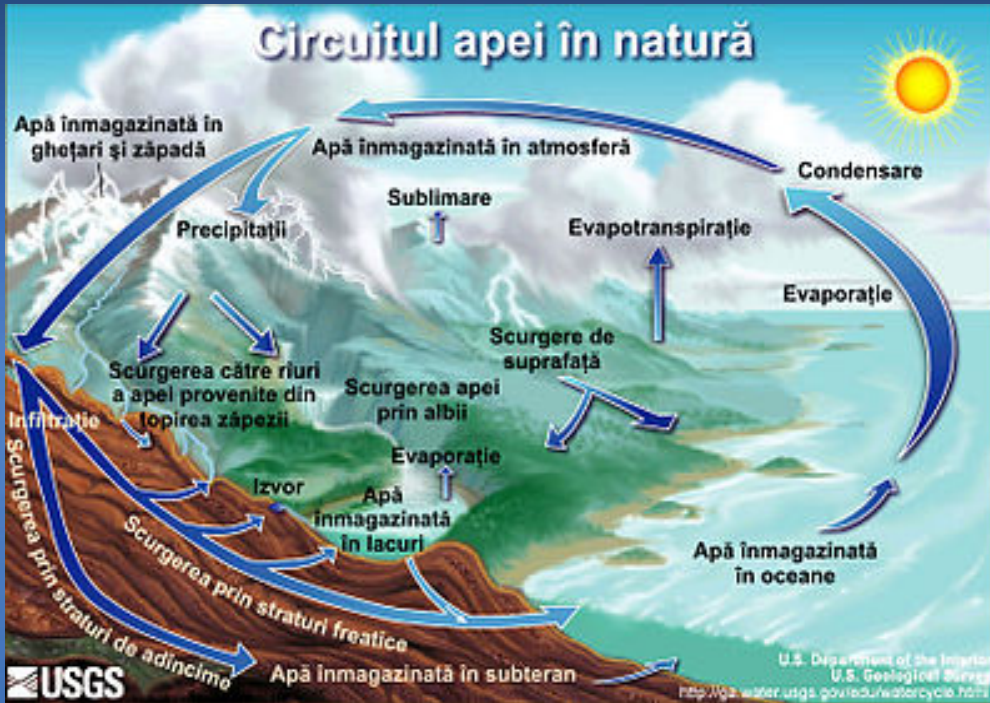


# Modelarea fenomenului de Precipitații - Scurgere cu MIKE 11



Precipitații ⇒ Hidrograful scurgerii de suprafață

Faza de teren dintr-un ciclu hidrologic

**MIKE:**

Câteva posibilități (**NAM**, **UHM**, SMAP, Urban, FEH, DRIFT)

## Familia de modele MIKE:

Modele cu parametri concentrați și semidistribuiți în cadrul MIKE ZERO (MIKE 11) -

NAM, UHM,

SMAP, Urban,

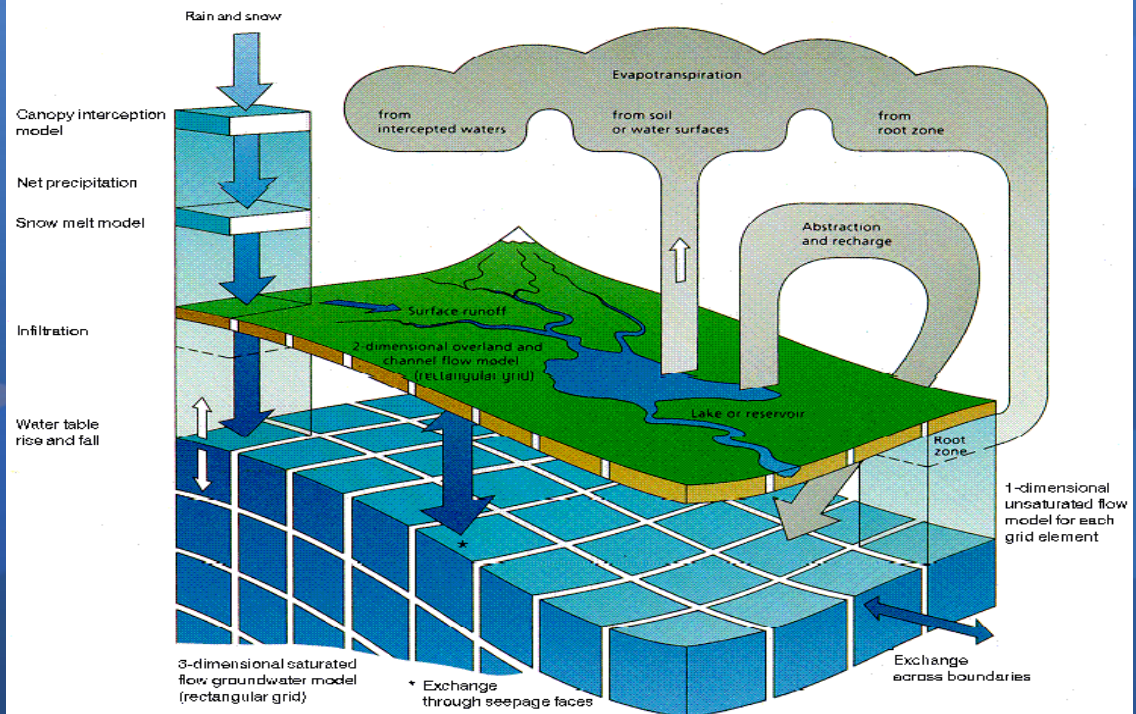
FEH, DRIFT

Modele cu parametrii distribuiți -

MIKE SHE

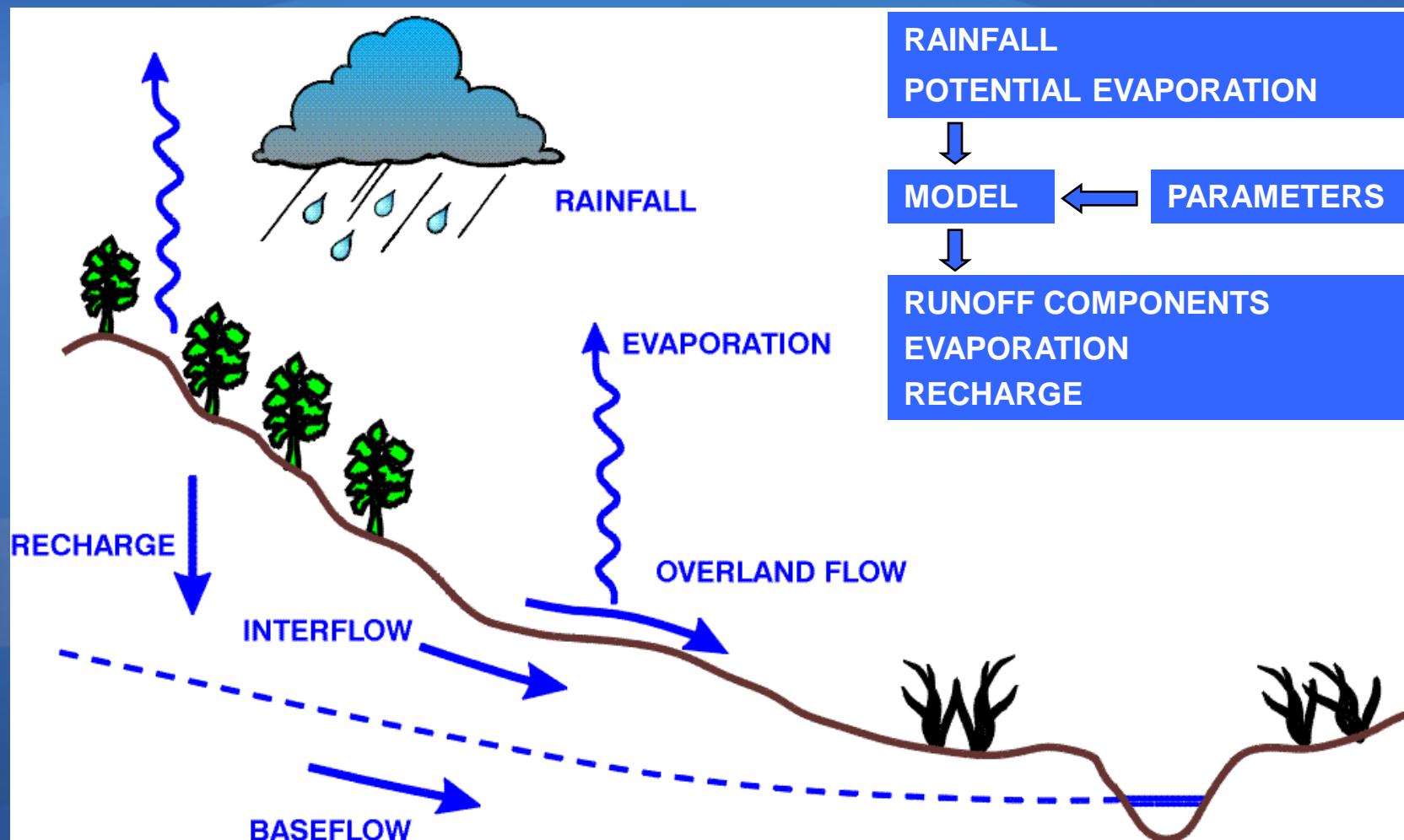
## MIKE SHE

an Integrated Hydrological Modelling System





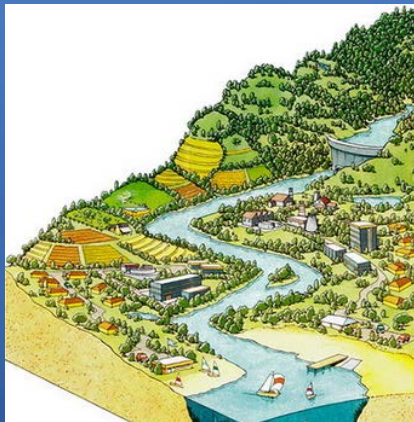
## Terminologie



## Pașii de modelare

1. Pregătirea și analiza datelor de intrare
2. Calcul parametrilor
3. Introducerea datelor de calibrare pentru model
4. Rulare
5. Verificarea rezultatelor obținute
6. Calibrare (studiu / eroare)
7. Validarea pentru diferite evenimente P-S
8. Utilizarea modelului calibrat și validat pentru un anumit scop.

- Date specifice despre bazinul hidrografic (suprafață, folosințe, pante etc.)
- Parametri modelului (timpul de concentrare, curbele CN, coeficientul de infiltrație, temperatura, rata de evapo-transpirație etc.)



RR\_model.rr11 - Modified

Catchments NAM UHM SMAP Urban FEH DRiP Timeseries

Surface-Rootzone Ground Water Snow Melt Irrigation Initial Conditions Autocalibration

Storages C1

Maximum water content in surface storage Umax 10

Maximum water content in root zone storage Lmax 100

Runoff Parameters

Overland flow runoff coefficient CQOF 0.5

Time constant for routing interflow CKIF 1000

Time constant for routing overland flow  CK2 CK1,2 10

Root zone threshold value for overland flow TOF 0

Root zone threshold value for interflow TIF 0

Overview

	Name	Umax	Lmax	CQOF	CKIF	CK1,2
1	C1	10	100	0.5	1000	10

## Două metode prezentate în acest curs:

- **NAM:** model cu parametri concentrați bazat pe ipoteza de stocare. Este potrivit pentru simulări pe termen lung (luni, ani), precum și pentru evenimente individuale
- **UHM:** model cu parametri concentrați bazat pe un eveniment simplu (utilizează metoda hidrografului unitar și curbele CN)

Modelele sistemelor cu parametri concentrați conțin de regulă un număr finit de ecuații diferențiale ordinare, iar cele corespunzătoare sistemelor cu parametri distribuiți conțin fie un număr infinit de ecuații diferențiale ordinare fie un număr finit de ecuații cu derivate parțiale.

Descrierea fazei de teren a ciclului hidrologic  
NAM este un model conceptual cu parametri concentrați

- *Concentrat*



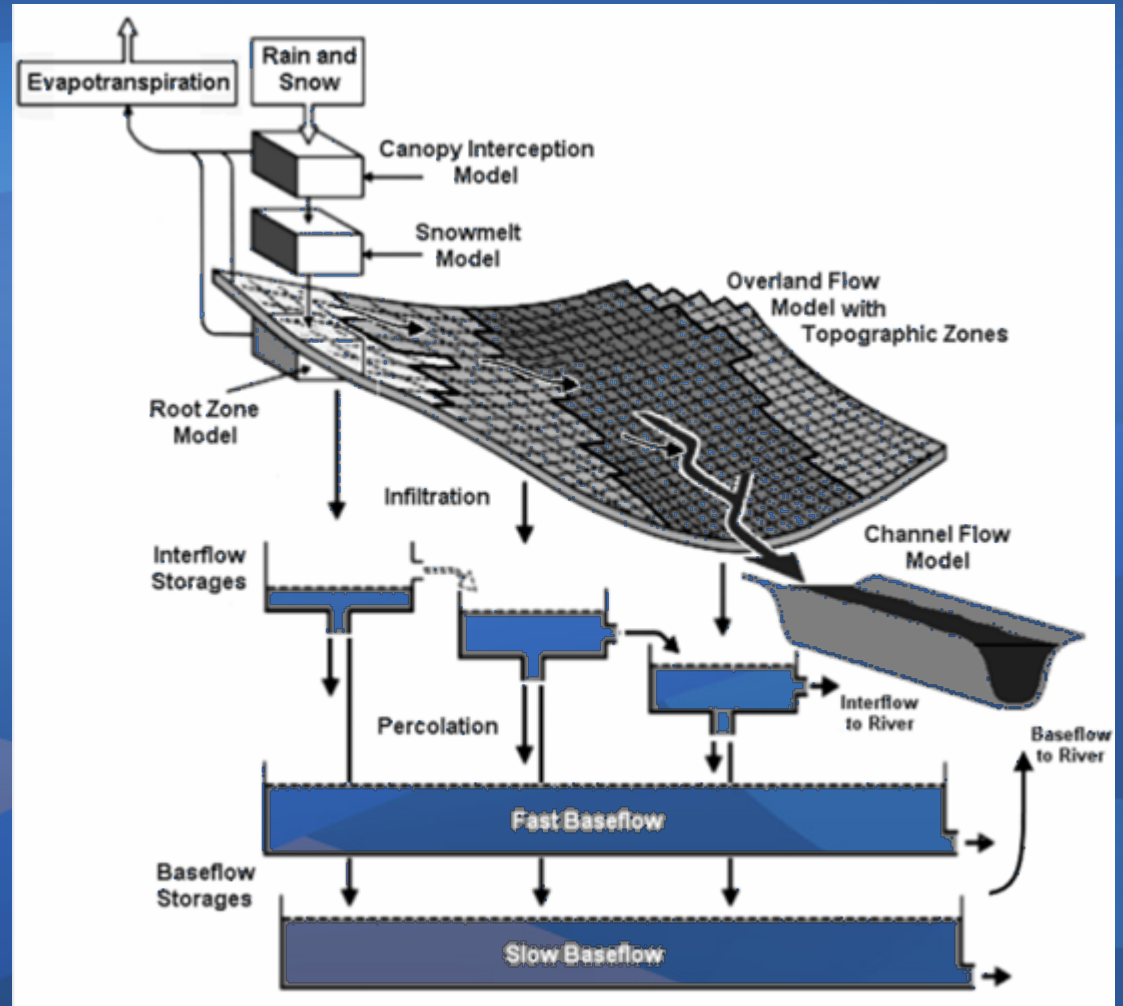
- *Conceptual*

bazat pe considerațiile asupra proceselor fizice

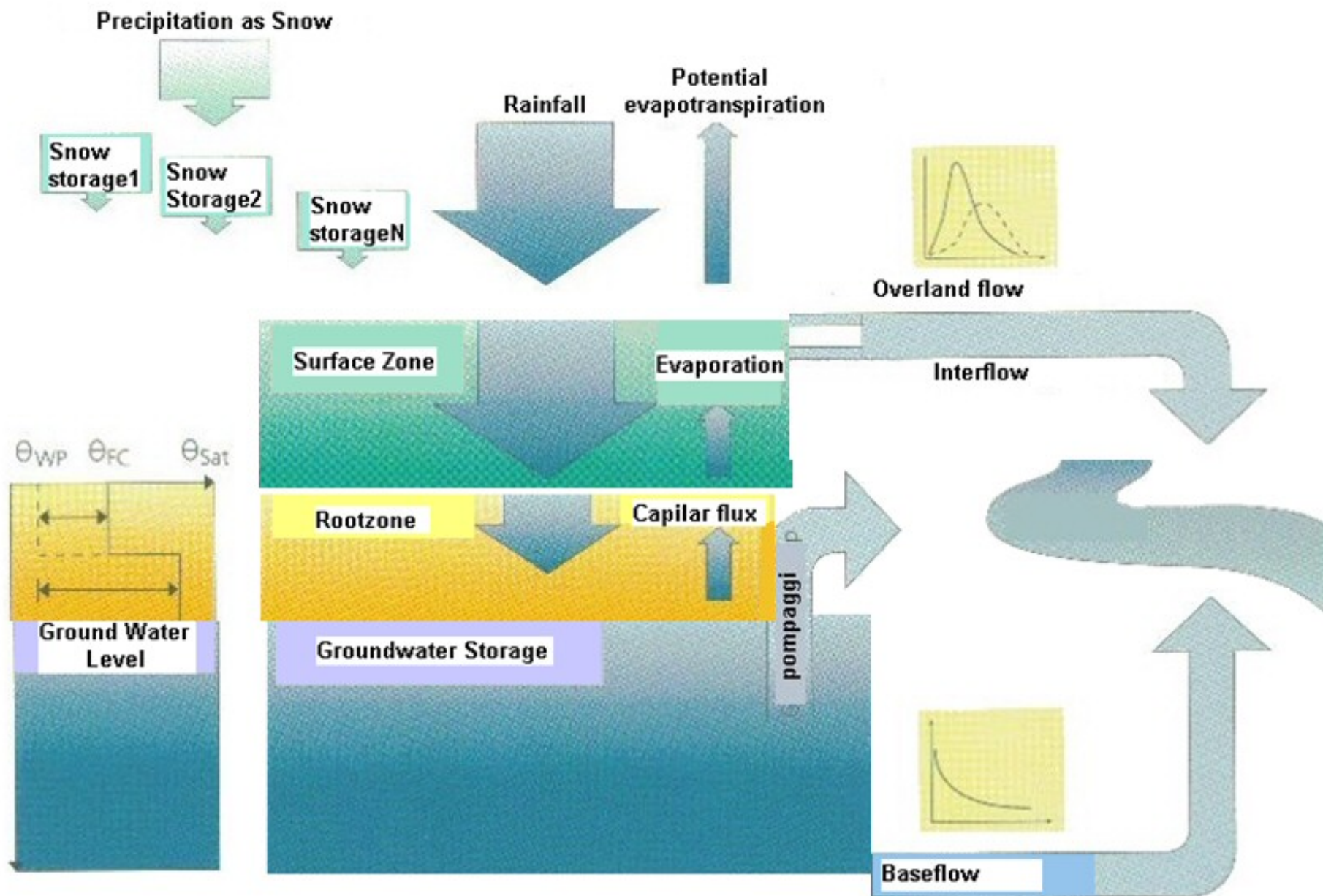
Modele similare: Stanford, SSARR, HBV, SMAR, ..

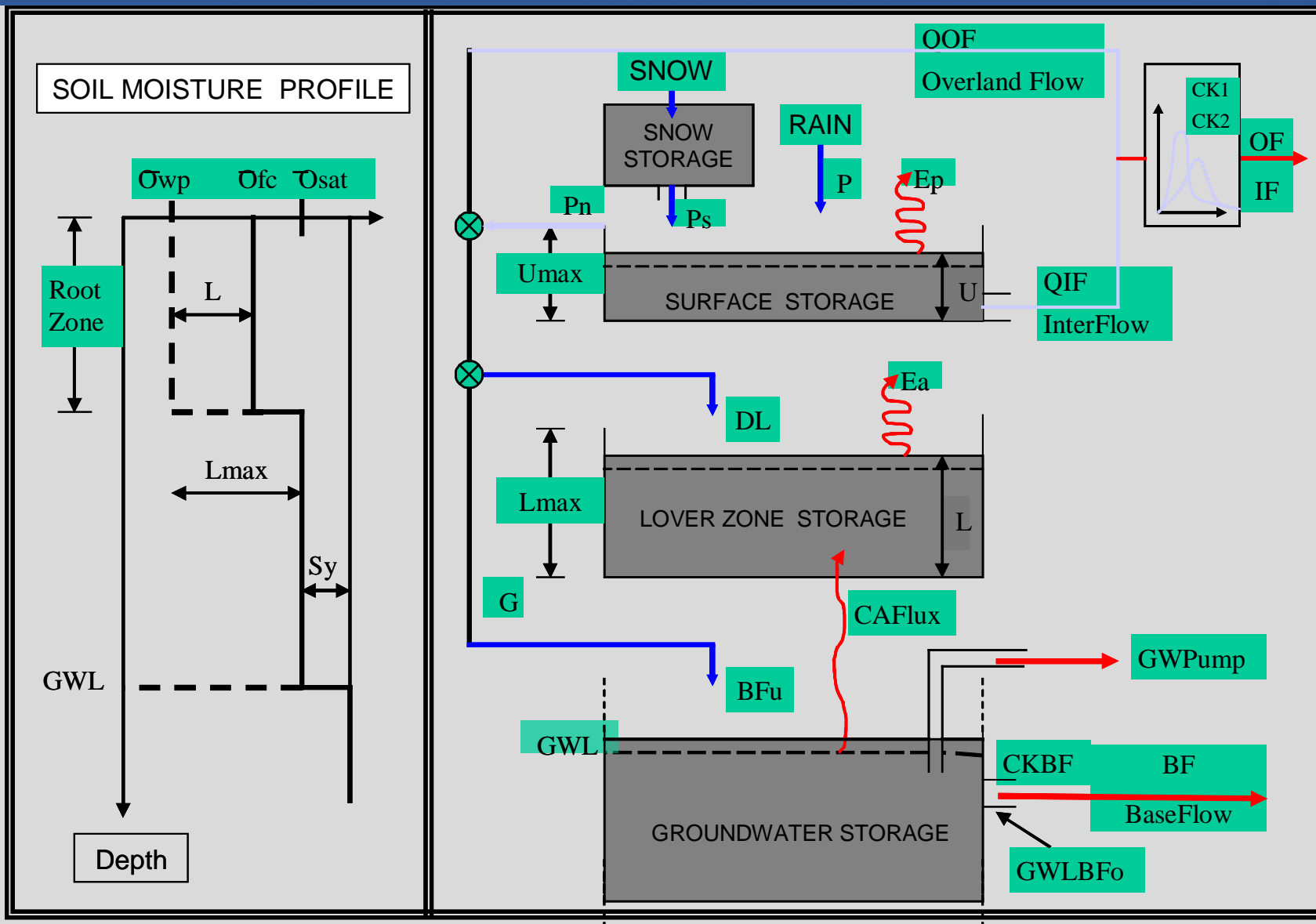


- Analize hidrologice generale
  - distribuția scurgerii de suprafață
  - estimarea infiltrației/evapo-transpirației
- Prognoza inundațiilor
  - debitul de intrare de pe un subbazin hidrografic în cursul principal de apă
  - legături cu modele meteorologice
- Extinderea domeniului de înregistrare a debitelor
  - îmbunătățirea bazei teoretice pentru analiza valorilor extreme etc.
- Prognoza apelor mici
  - Pentru managementul irigațiilor
  - Pentru controlul calității apelor



# Modelare precipitații - scurgere



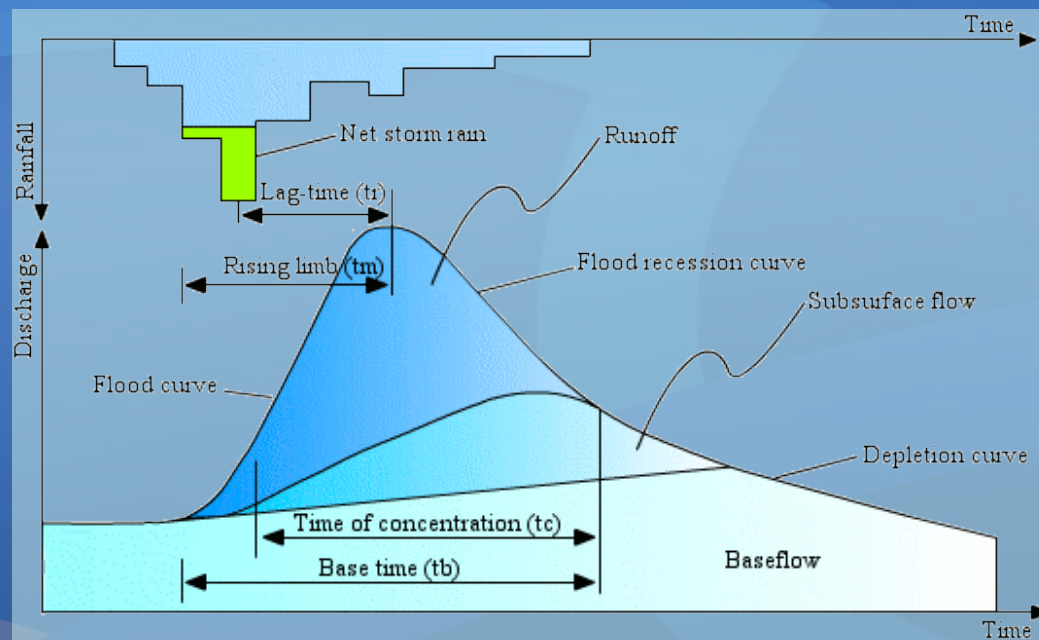




- DE BAZĂ
- Parametri modelului
- Condiții inițiale
- Date meteorologice
  - Precipitații
  - Evaporația potențială
- Date despre debitele măsurate pentru calibrarea și validarea modelului
- ZĂPADĂ:
- Temperatura aerului
- Radiația solară (opțională)
- INTERVENȚII ANTROPICE:
- Irigații
- Intervenții asupra apelor subterane

## Modelul UHM

Modelul UHM simulează scurgerile de suprafață provenite în urma unei ploi torențiale, utilizând tehnicile bine cunoscute ale hidrografului unitar

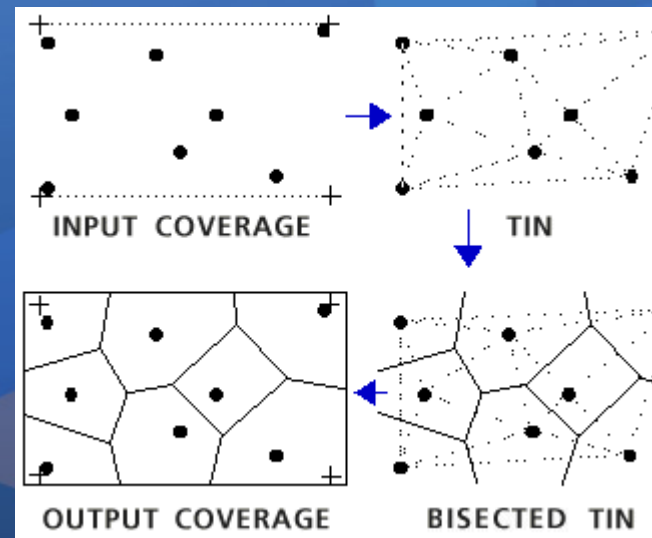
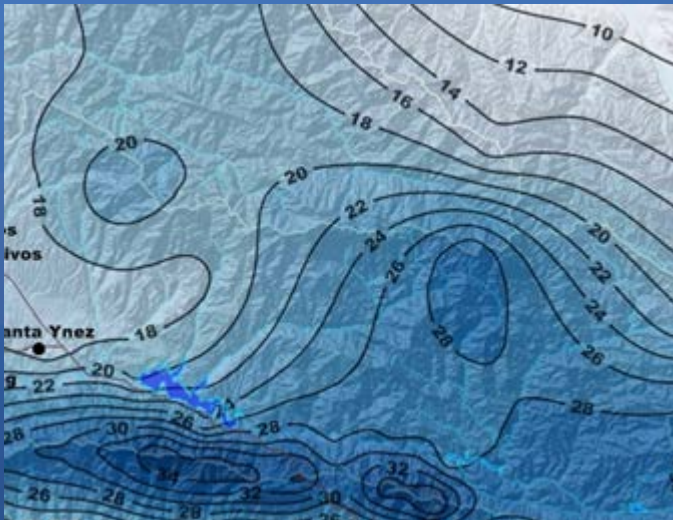


Hidrograful unitar este un răspuns ipotetic al unui bazin hidrografic la o precipitație unitară.

## Date de intrare

- 1) Suprafața bazinului hidrografic (GIS)
- 2) Lungimea văilor cursurilor de apă (GIS)
- 3) Utilizarea terenului și procentul suprafețelor pe categorii de folosință a terenurilor
- 4) Grupele hidrologice de sol (A-D) și procentul suprafețelor de teren corespunzătoare
- 5) Panta medie a bazinului hidrografic (GIS)
- 6) Valori măsurate: Precipitații  
Scurgere (pentru calibrare)

- Amplasamentul stațiilor pluviometrice în interiorul subbazinelor
- Amplasamentul stațiilor pluviometrice într-un subbazin similar (teren muntos)
- Interpolări (izohiete, regresii orografice, poligoane Thiessen)

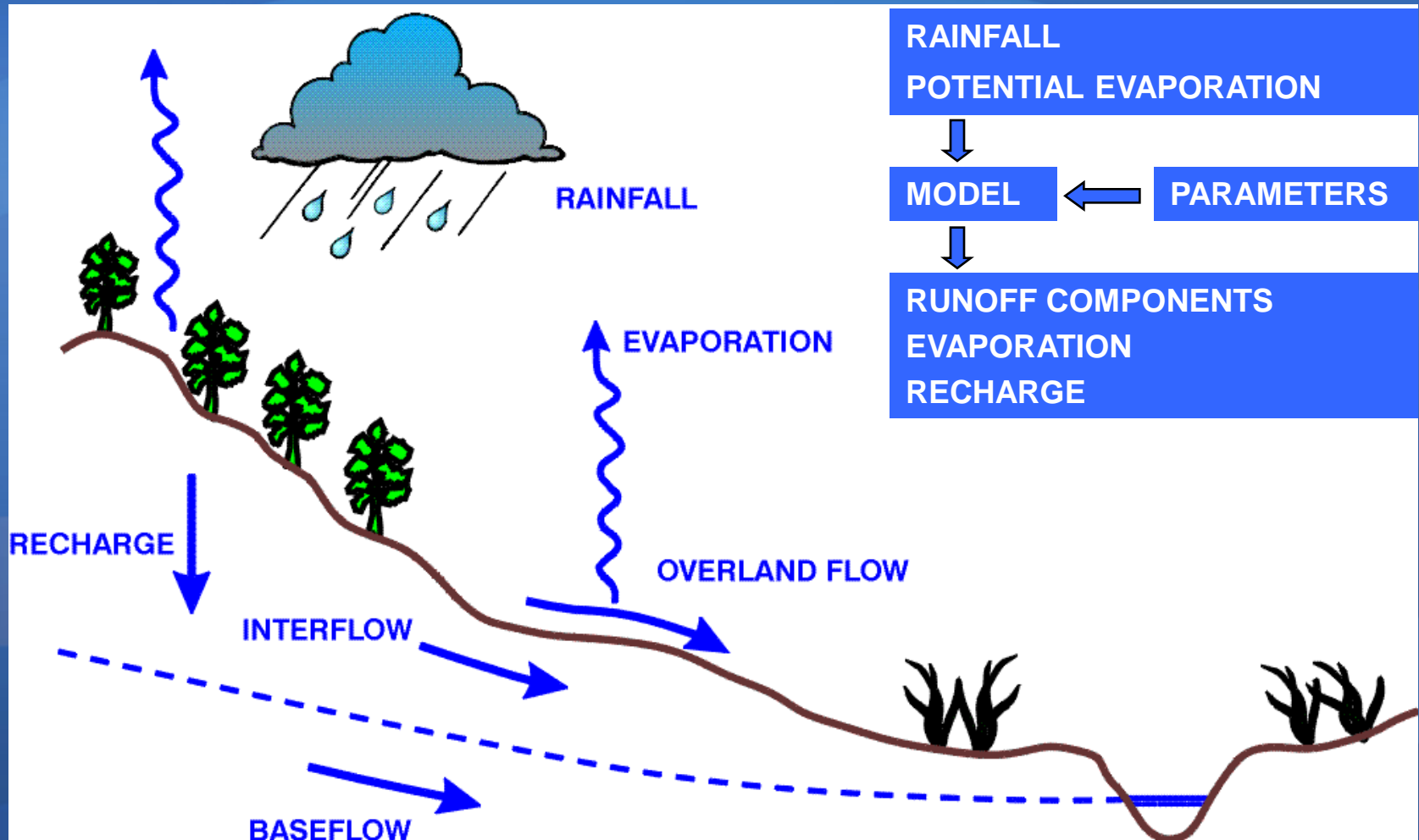




# UHM

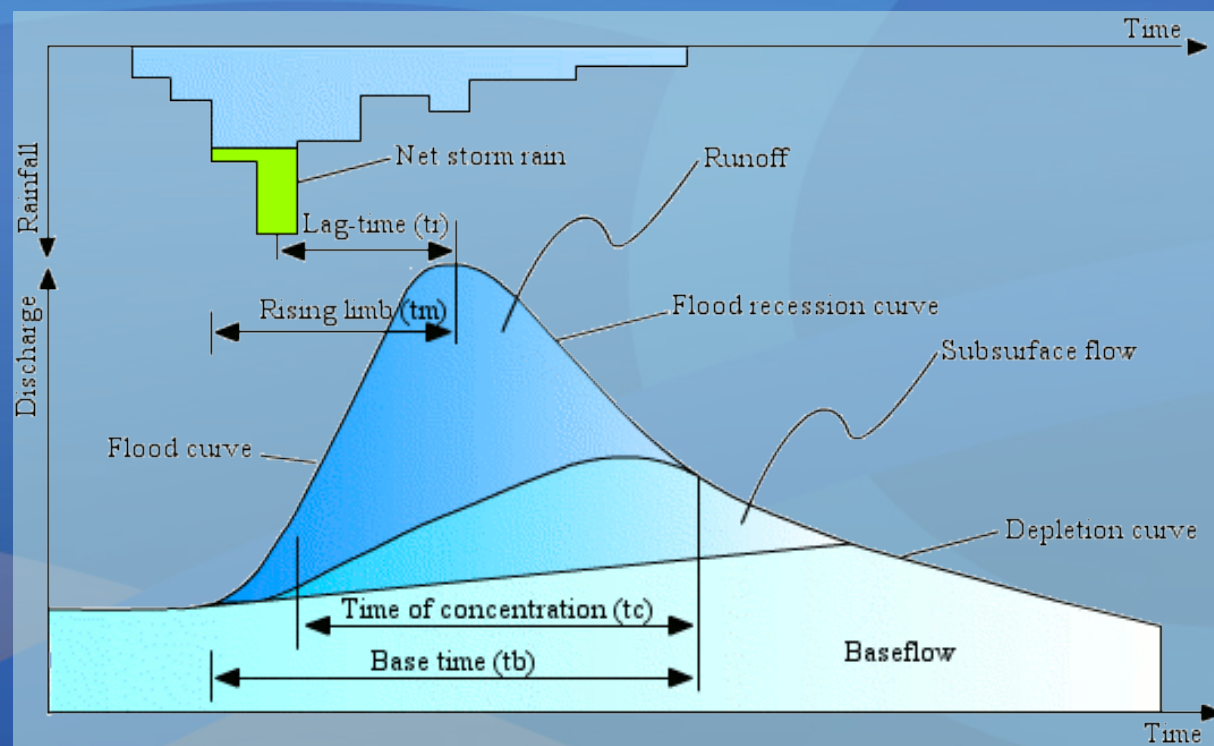
## Metoda hidrografului unitar

## Terminologie



## Modelul UHM

Modelul UHM simulează scurgerile de suprafață provenite în urma unei ploi torențiale, utilizând tehnicile bine cunoscute ale hidrografului unitar.



Hidrograful unitar este un răspuns ipotetic al unui bazin hidrografic la o precipitație unitară.

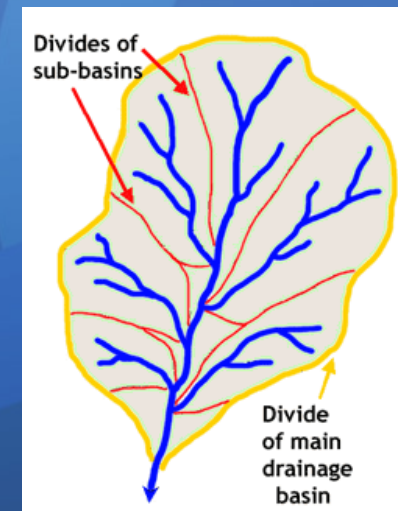
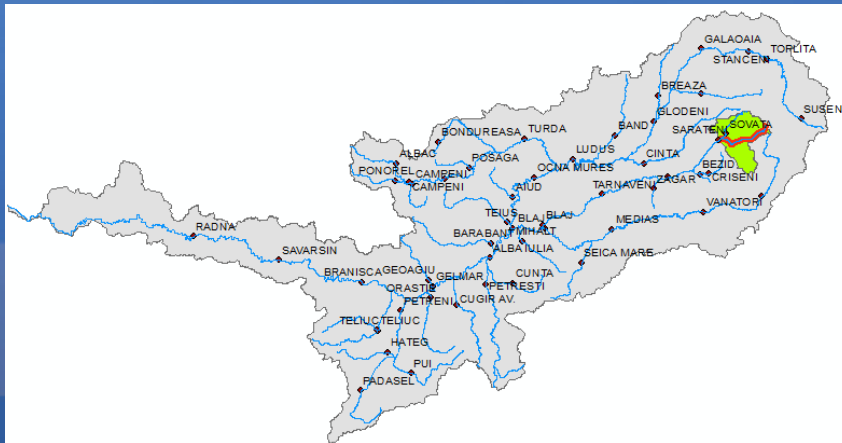
## Date de intrare

- 1) Suprafața bazinului hidrografic (GIS)
- 2) Lungimea văilor cursurilor de apă (GIS)
- 3) Utilizarea terenului și procentul suprafețelor pe categorii de folosință a terenurilor
- 4) Grupele hidrologice de sol (A-D) și procentul suprafețelor de teren corespunzătoare
- 5) Panta medie a bazinului hidrografic (GIS)
- 6) Valori măsurate: Precipitații  
Scurgere (pentru calibrare)



**Obiectiv:** obținerea hidrografului rezultat din precipitațiile în exces pentru fiecare secțiune monitorizată a unui bazin hidrografic

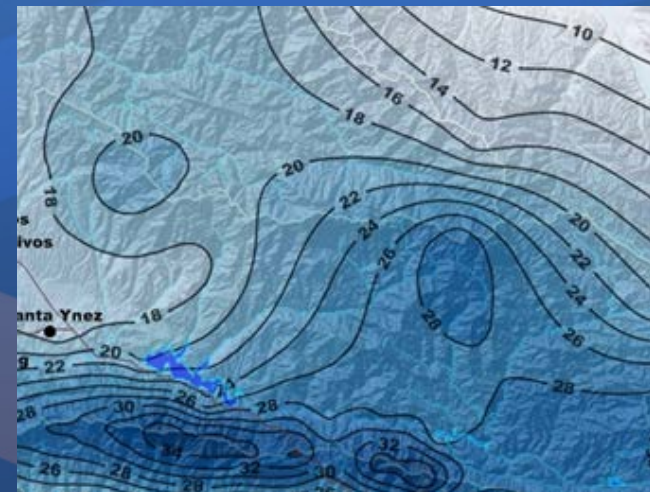
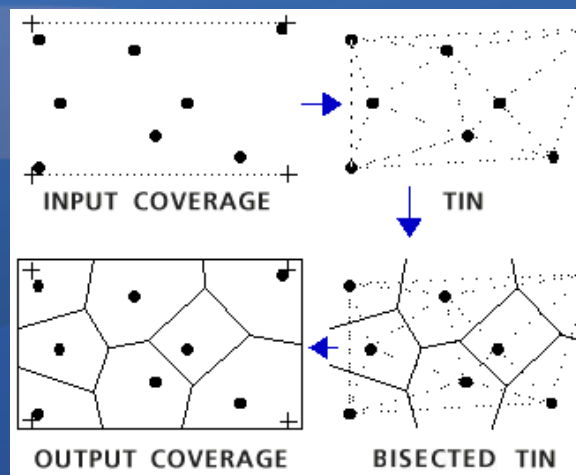
## 1. Delimitarea subbazinului hidrografic aparținând secțiunii monitorizate



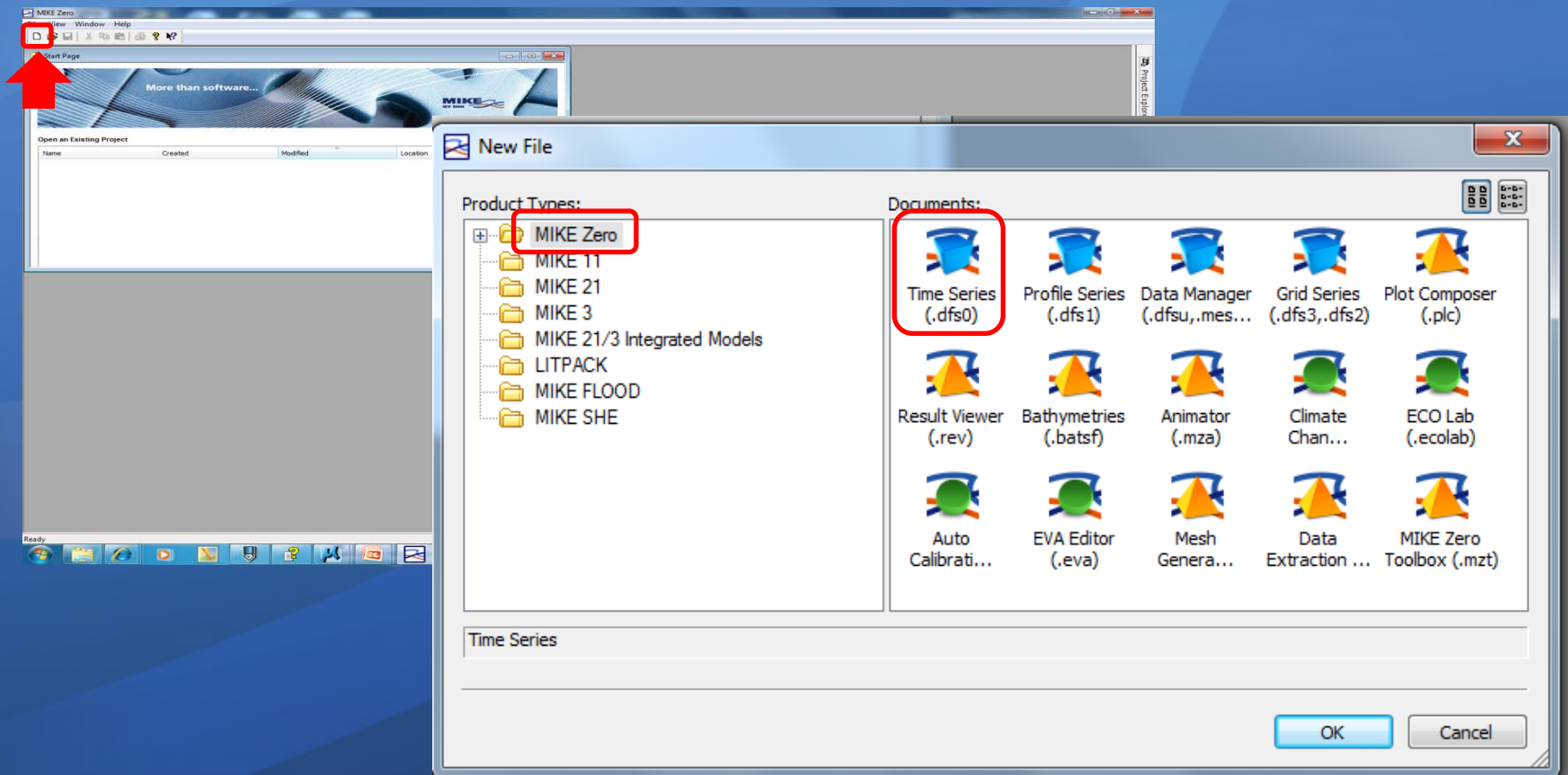
Exemplu: Delimitarea subbazinului hidrografic aparținând secțiunii monitorizate Sărățeni (Mureșul inferior)

## 2. Pregătirea datelor despre precipitații

- Amplasamentul stațiilor pluviometrice în interiorul subbazinelor
- Amplasamentul stațiilor pluviometrice într-un subbazin similar (teren muntos)
- Interpolări (izohiete, regresii orografice, poligoane Thiessen)



## 3. Pregătirea fișierului .dfs0 (date despre precipitații și scurgere) CU: MIKE ZERO



## 4. Pregătirea fișierului .dfs0 (date despre precipitații și scurgere) **CU: MIKE ZERO**

PLOAIE

Exemple de serii de timp acumulate

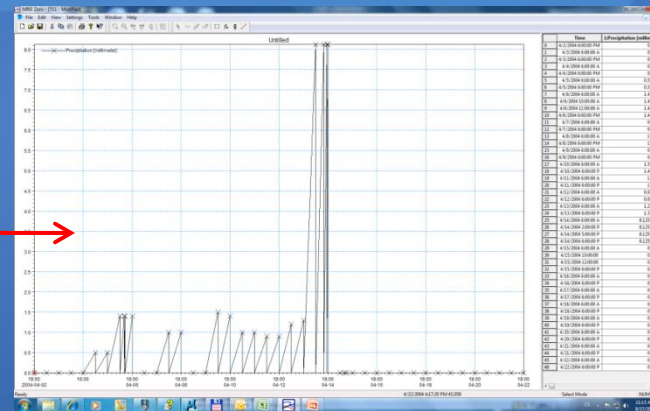
File Properties

General Information  
Title: **Rainfall**

Axis Information  
Axis Type: **Non-Equidistant Calendar Axis**  
Start Time: 4/2/2004 6:00:00 PM  
Time Step: 0 [days]  
00:00:10 [hour:min:sec]  
0.000 [fraction of sec.]  
No. of Timesteps: 47 Axis Units: undefined

Name	Type	Unit	TS Type	Pos (x,y,z)
<b>Rainfall</b>	<b>Rainf</b>	<b>millimet</b>	<b>Step Accumulate</b>	

Insert Append Delete Item Filtering...



SCURGERE

Exemple de serii de timp instantanee

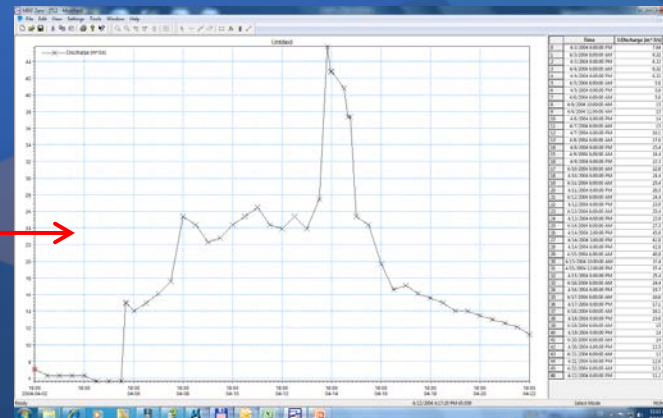
File Properties

General Information  
Title: **Discharge**

Axis Information  
Axis Type: **Non-Equidistant Calendar Axis**  
Start Time: 4/2/2004 6:00:00 PM  
Time Step: 0 [days]  
00:00:10 [hour:min:sec]  
0.000 [fraction of sec.]  
No. of Timesteps: 47 Axis Units: undefined

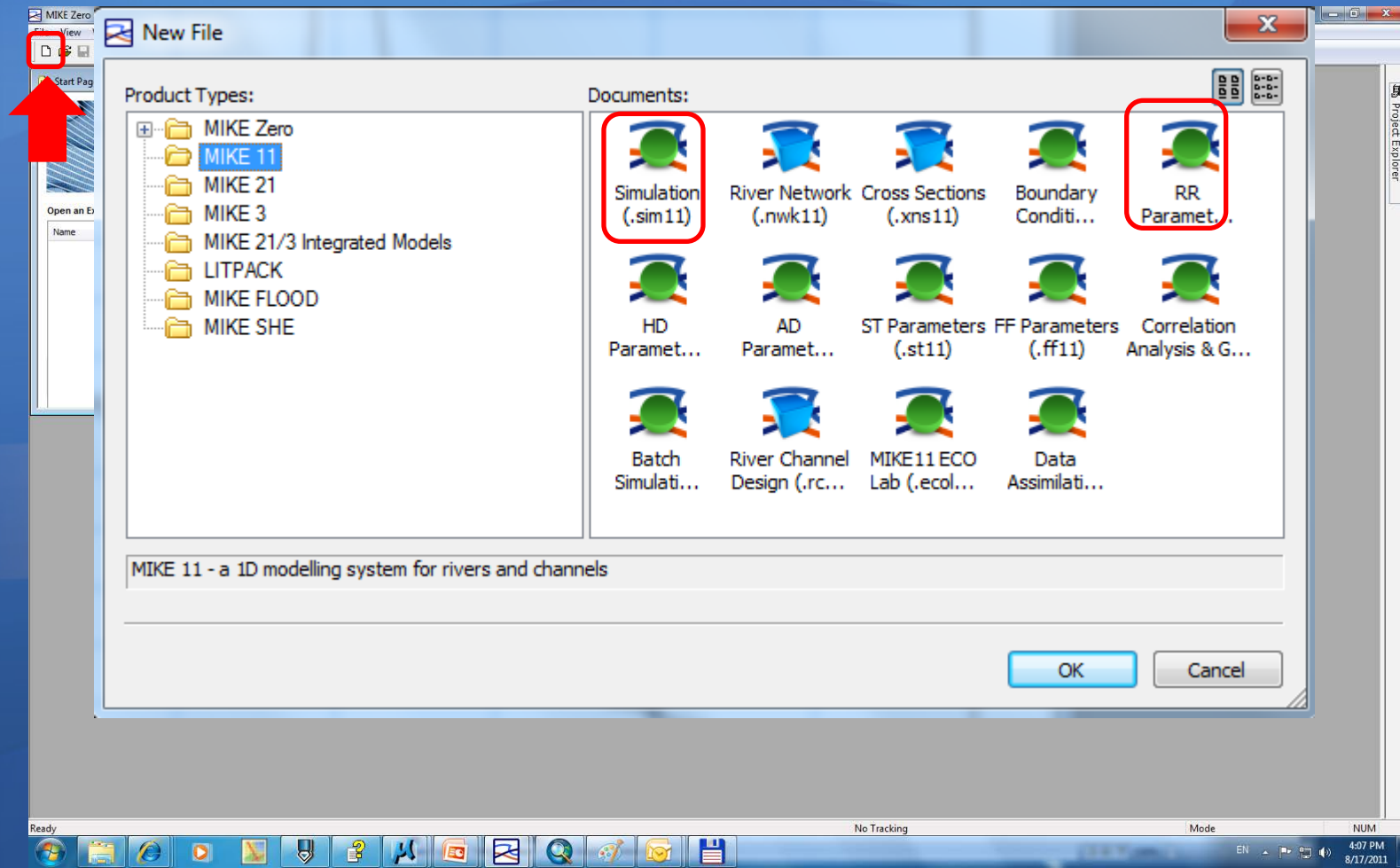
Name	Type	Unit	TS Type	Pos (x,y,z)
<b>Discharge</b>	<b>Discharge</b>	<b>m<sup>3</sup>/s</b>	<b>Instantaneous</b>	

Insert Append Delete Item Filtering...



# 5. Pregătirea altor fișiere (.sim11, .rr11)

**CU: MIKE 11**

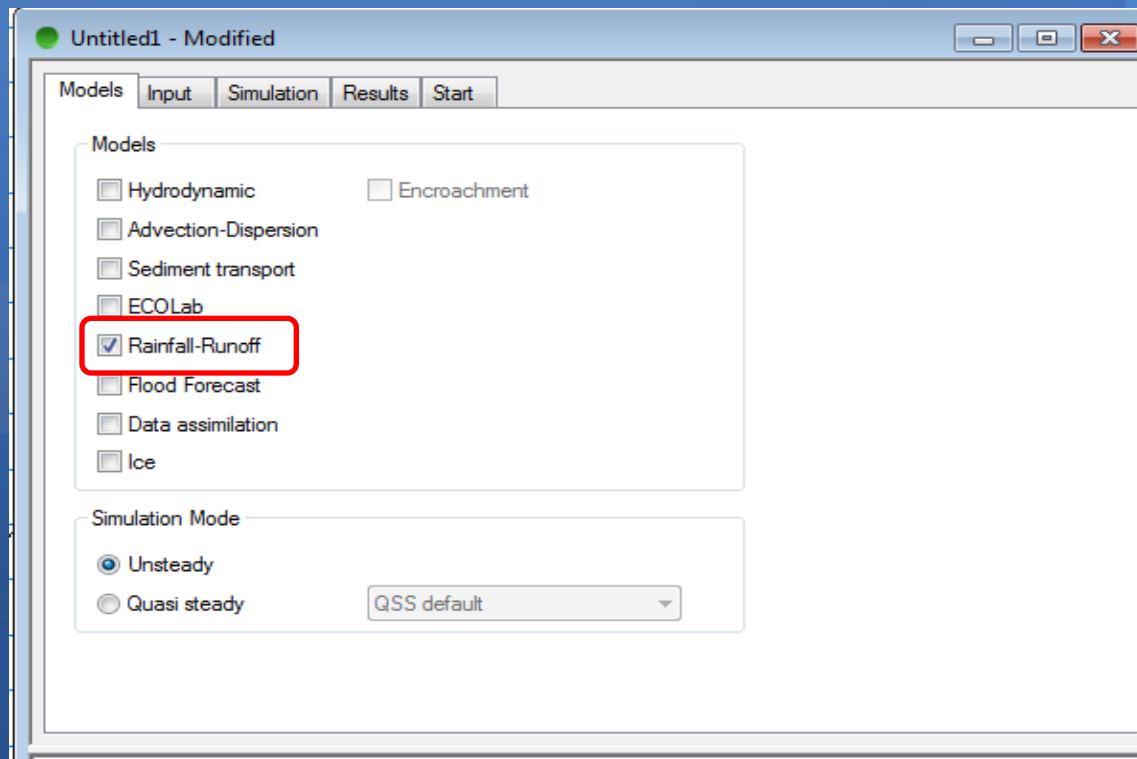




## 6. Alegerea modelului de precipitații - scurgere în fișierul de simulare (.sim11)

### CU: MIKE ZERO

- Deschideți fișierul de simulare în MIKE ZERO (.sim11) prin dublu click
- Debifați modelul hidrodinamic și marcați modelul de precipitații - scurgere



# 7. Conectarea parametrilor de precipitații - scurgere la fișierul (.rr11)

## CU: MIKE ZERO

- Mergeți pe al doilea tab (Input) și selectați fișierul .rr11
- Click Edit

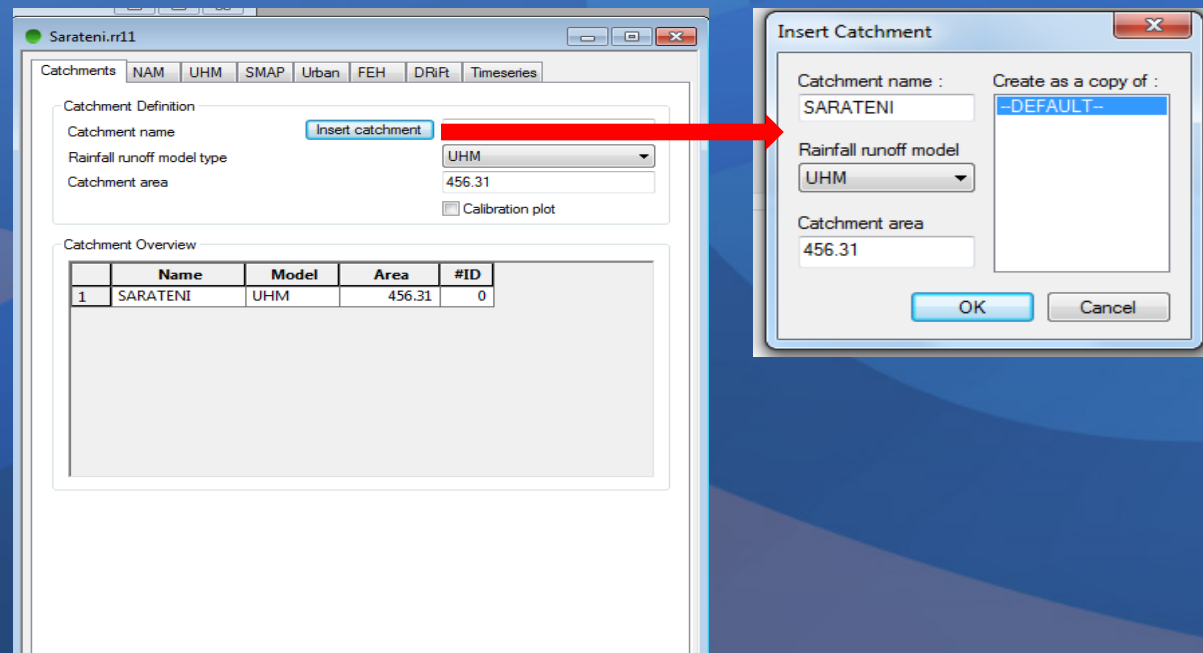
The screenshot displays two windows from the MIKE ZERO software. The left window, titled 'Untitled1 - Modified', is in the 'Input' tab and shows a list of input files. The 'RR Parameters' entry is highlighted with a red box, and its 'Edit...' button is also highlighted. The right window, titled 'Sarateni.rr11', is in the 'UHM' tab and shows the 'Catchment Definition' section. The 'Catchment name' is 'SARATENI', the 'Rainfall runoff model type' is 'UHM', and the 'Catchment area' is '456.31'. Below this, the 'Catchment Overview' table is visible.

	Name	Model	Area	#ID
1	SARATENI	UHM	456.31	0

## 7. Editarea parametrilor fișierului precipitații – scurgere (.rr11)

### CU: MIKE ZERO

- Se selectează bazinul
- Se tastează valoarea suprafeței (provenită din GIS)



## 7. Editarea parametrilor fișierului precipitații – scurgere (.rr11)

- Se dau valori parametrilor UHM

Catchments | NAM | UHM | SMAP | Urban | FEH | DRiP | Timeseries

SARATENI

Adjustment and Baseflow

Area adjustment factor:

Baseflow:

Hydrograph:

Enlargement and Loss Model

SCS method

Curve Number:

Initial AMC:

Lag Time

Curve number method

Lag Time:

Hydraulic Length:

Slope:

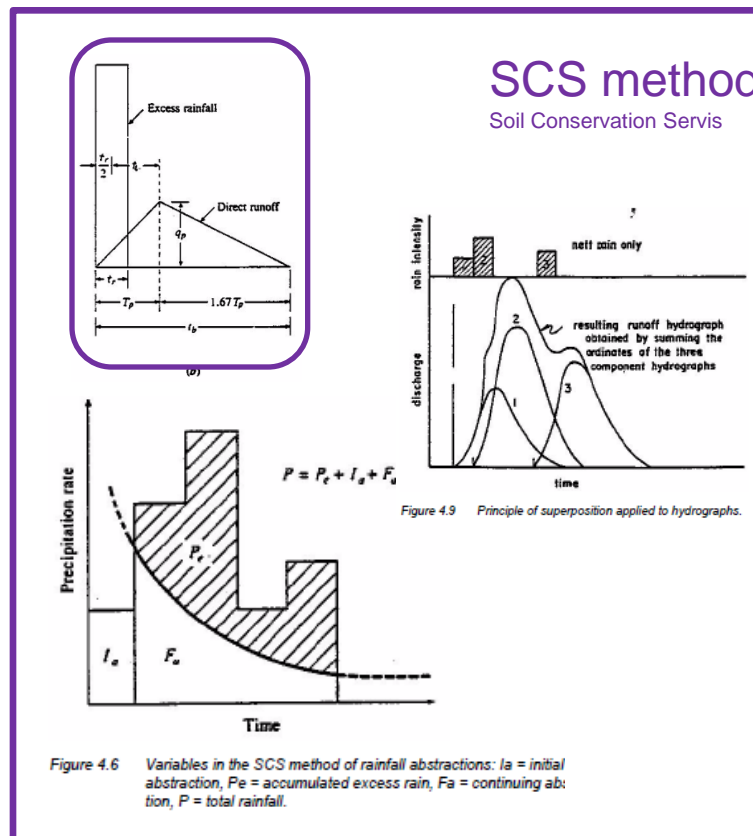
Curve Number:

Overview

	Name	Method	AreaAF	Baseflow	InitLoss	ConstLoss	Runo
1	SARATENI	SCS tri	1	0.1	0	0	

Additional catchment area – for our purposes set 1

For our purposes set 100 l (0,1m<sup>3</sup>/s)



## 7. Editarea parametrilor fişierului precipitaţiei – scurgere (.rr11)

- Se dau valori parametrilor UHM

Catchments | NAM | **UHM** | SMAP | Urban | FEH | DRiP | Timeseries

SARATENI

Adjustment and Baseflow

Area adjustment factor: 1

Baseflow: 0.1

Hydrograph

SCS triangular

Enlargement and Loss Model

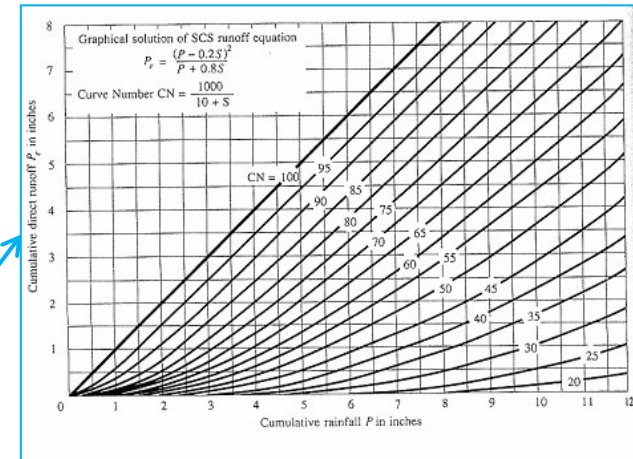
SCS method | Curve Number: 63 | Initial AMC: 2

Lag Time

Curve number method | Lag Time: Calculate 3.54 | Hydraulic Length: 32.9 | Slope: 19.4 | Curve Number: 63

Overview

	Name	Method	AreaAF	Baseflow	InitLoss	ConstLoss	Runo
1	SARATENI	SCS tri	1	0.1	0	0	



Combination of Land Use and soil properties  
Weighted average of homogenous areas

Combination of Land Use and soil properties

The model operates with three different antecedent moisture conditions namely:

AMC(I) : Dry conditions close to wilting point.

AMC(II) : Average wet conditions close to field capacity.

AMC(III): Wet conditions close to saturation.

For our purposes set 2



## 7. Editarea parametrilor fișierului precipitații – scurgere (.rr11)

- Se dau valori parametrilor UHM

Catchments | NAM | UHM | SMAP | Urban | FEH | DRiP | Timeseries

SARATENI

Adjustment and Baseflow

Area adjustment factor: 1

Baseflow: 0.1

Hydrograph

SCS triangular

Enlargement and Loss Model

SCS method

Curve Number: 63

Initial AMC: 2

Lag Time

Curve number method

Lag Time: Calculate 3.54

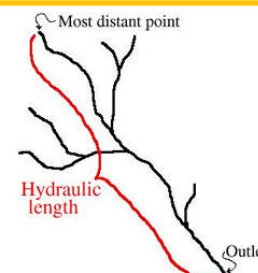
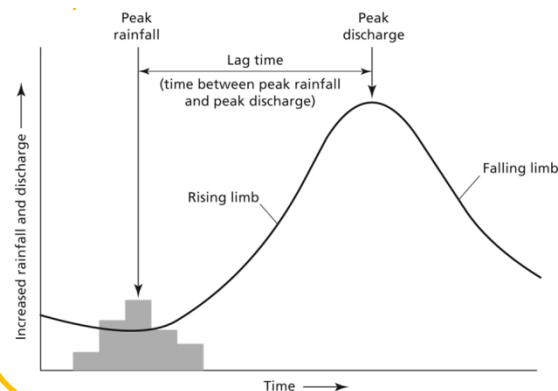
Hydraulic Length: 32.9

Slope: 19.4

Curve Number: 63

Overview

The time difference between the centre of the unit rainfall event and the runoff



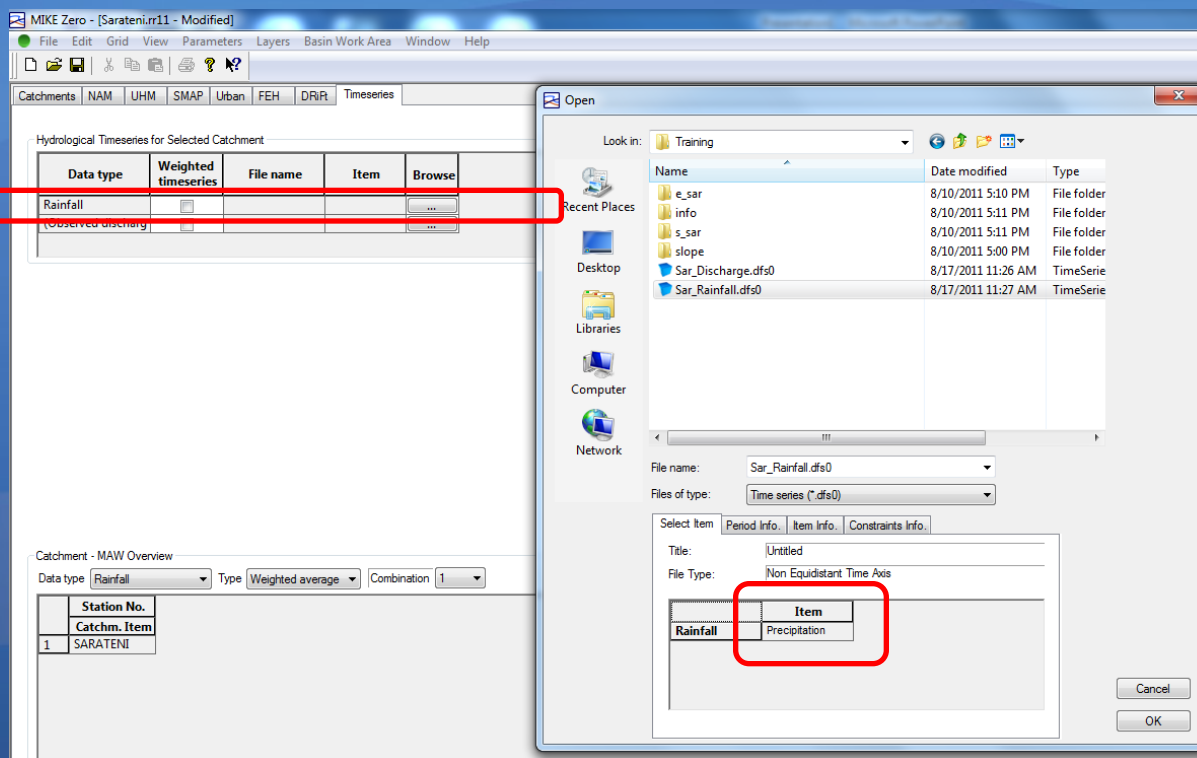
GIS

Overview

	Name	Method	AreaAF	Baseflow	InitLoss	ConstLoss	RunoffCo	LossCurve	InitialAMC	LagTime	HLength	Slope	LagCurve
1	SARATENI	SCS tri	1	0.1	0	0	0.75	63	2	3.54	32.9	19.4	63

## 7. Editarea parametrilor fișierului precipitații – scurgere (.rr11)

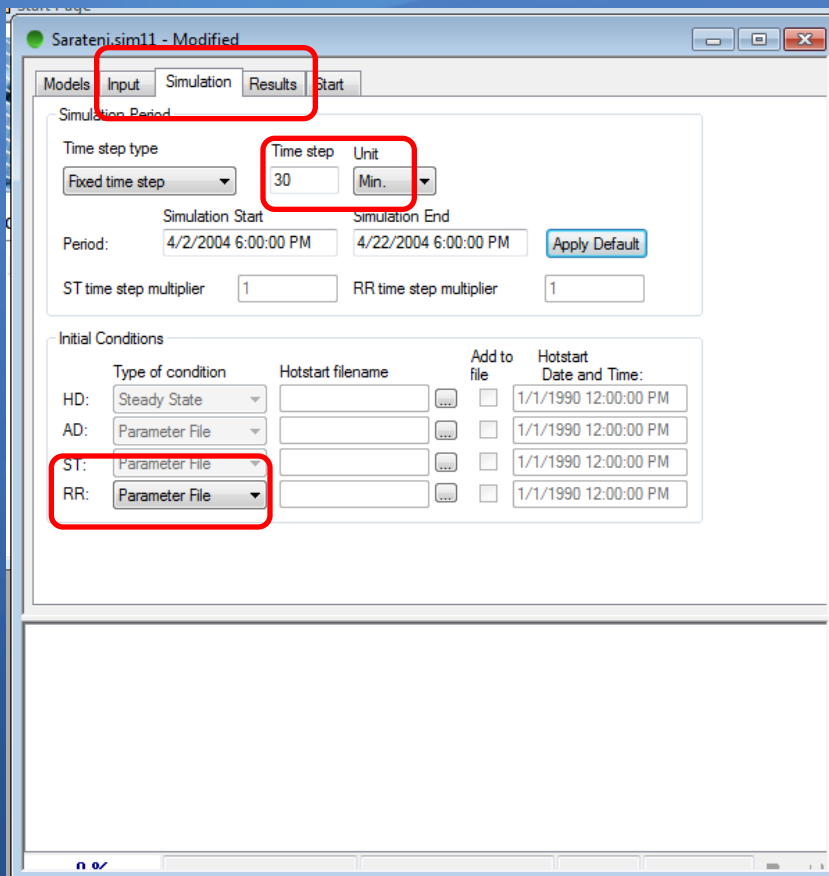
- Comutați la ultimul tab Time Series și adaugați datele despre precipitațiilor (.dfs0)



În cazul în care fișierul Time series (.dfs0), are mai mult de un articol (serie de timp), este necesară selecția seriei adecvate!!

## 8. Înapoi în fișierul Simulation file (.sim11)

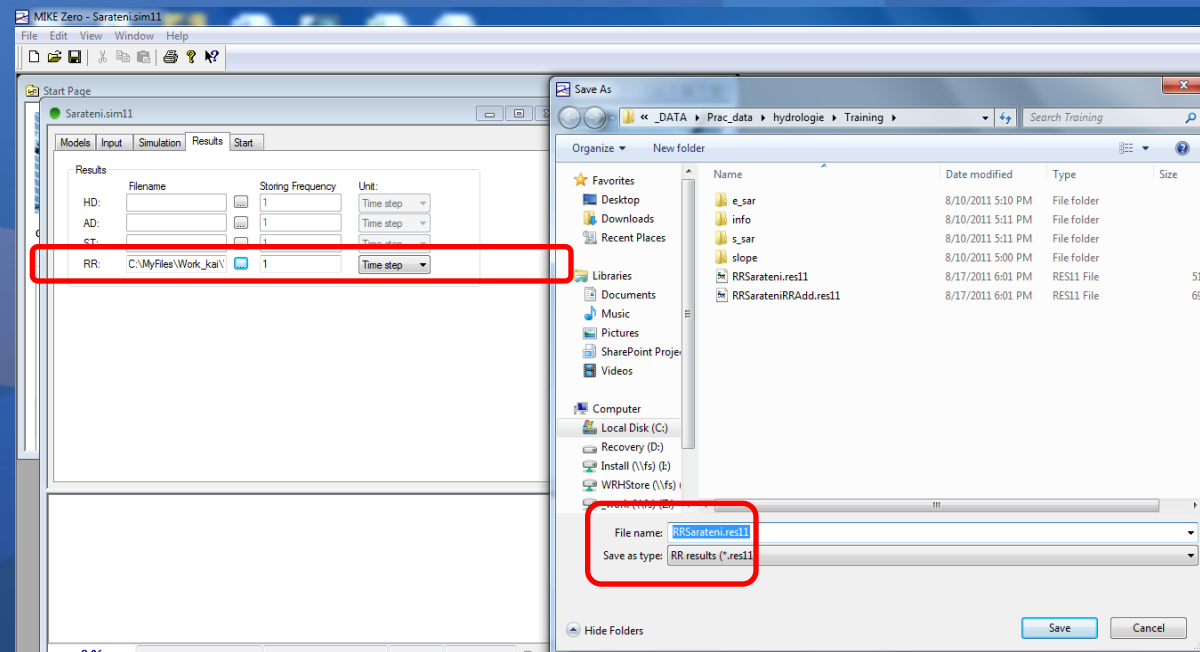
- Comutați la dosarul de simulare la al treilea tab Simulation
- Setează perioada de simulare de 10 - 30 min



- Faceți clic pe **Apply Default** pentru a avea aceeași perioadă de simulare, aceeași ca seriei de timp a fișierelor de intrare
- Setează **Parameter file** ca sursă a condițiilor inițiale (modelul precipitații - scurgere .rr11)

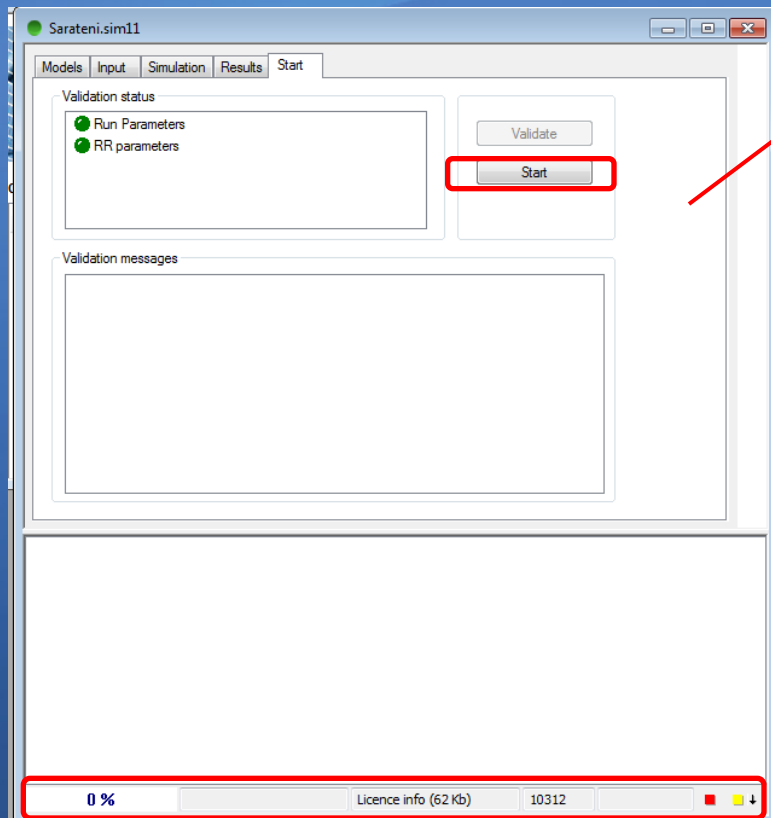
## 8. Înapoi în Simulation file (.sim11)

- Comutați pe Results tab 4
  - Specificați numele fișierului de ieșire la result file (.res11)
  - Puteți seta, de asemenea, o valoare a frecvenței de stocare a rezultatelor ca o unitate de timp stabilită setată în dialogul anterior sau în alte unități de timp (d, h, min, s)
- (1 ... Stocarea rezultatelor la fiecare unitate de timp; 2 ... la fiecare a doua unitate de timp; ...)



## 9. Rularea simulării (.sim11)

- În cazul în care toți parametrii sunt marcați cu verde, puteți începe simularea
- În partea de jos a ferestrei puteți viziona progresul procesului de calcul



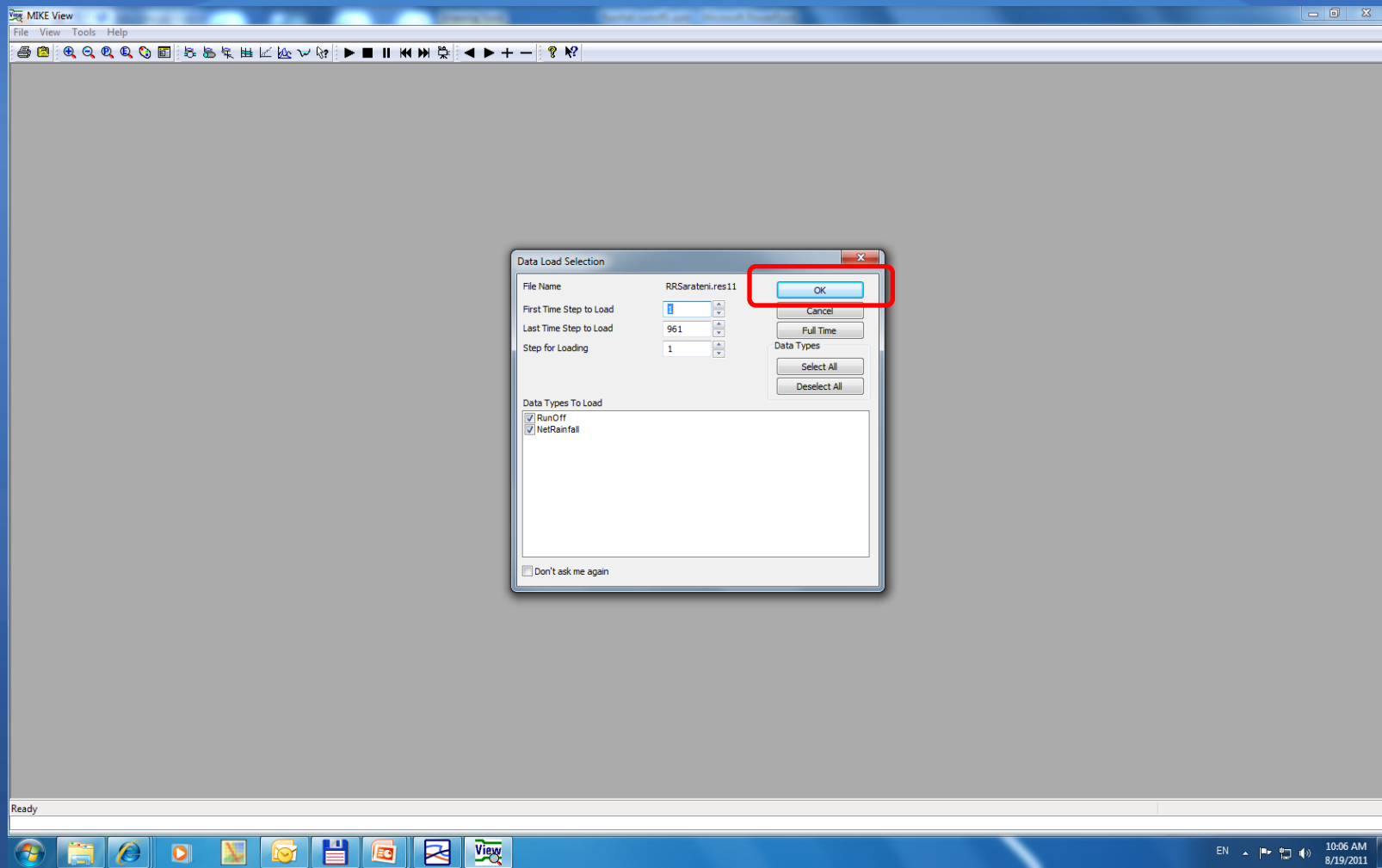
- Dacă rularea merge bine, apare mesajul Completed.

- Dacă este necesar se poate opri simularea.



# 9. Vizualizarea rezultatelor (.res11)

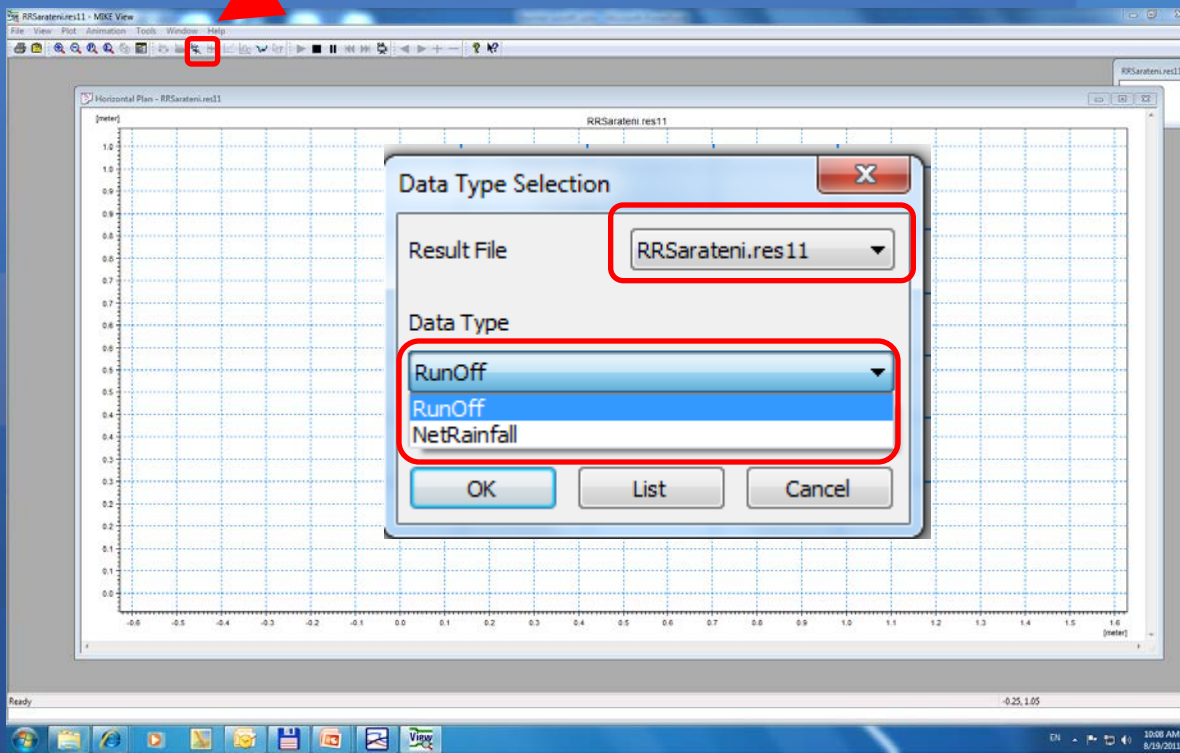
## CU: MIKE VIEW



## 9. Vizualizarea rezultatelor (.res11)

### CU: MIKE VIEW

- Un set de date pentru fiecare bazin hidrografic
- Ploaia netă, curgerea, Precipitația în exces și Loss time-series
- Fără grafice
- Selectarea punctelor de grilă

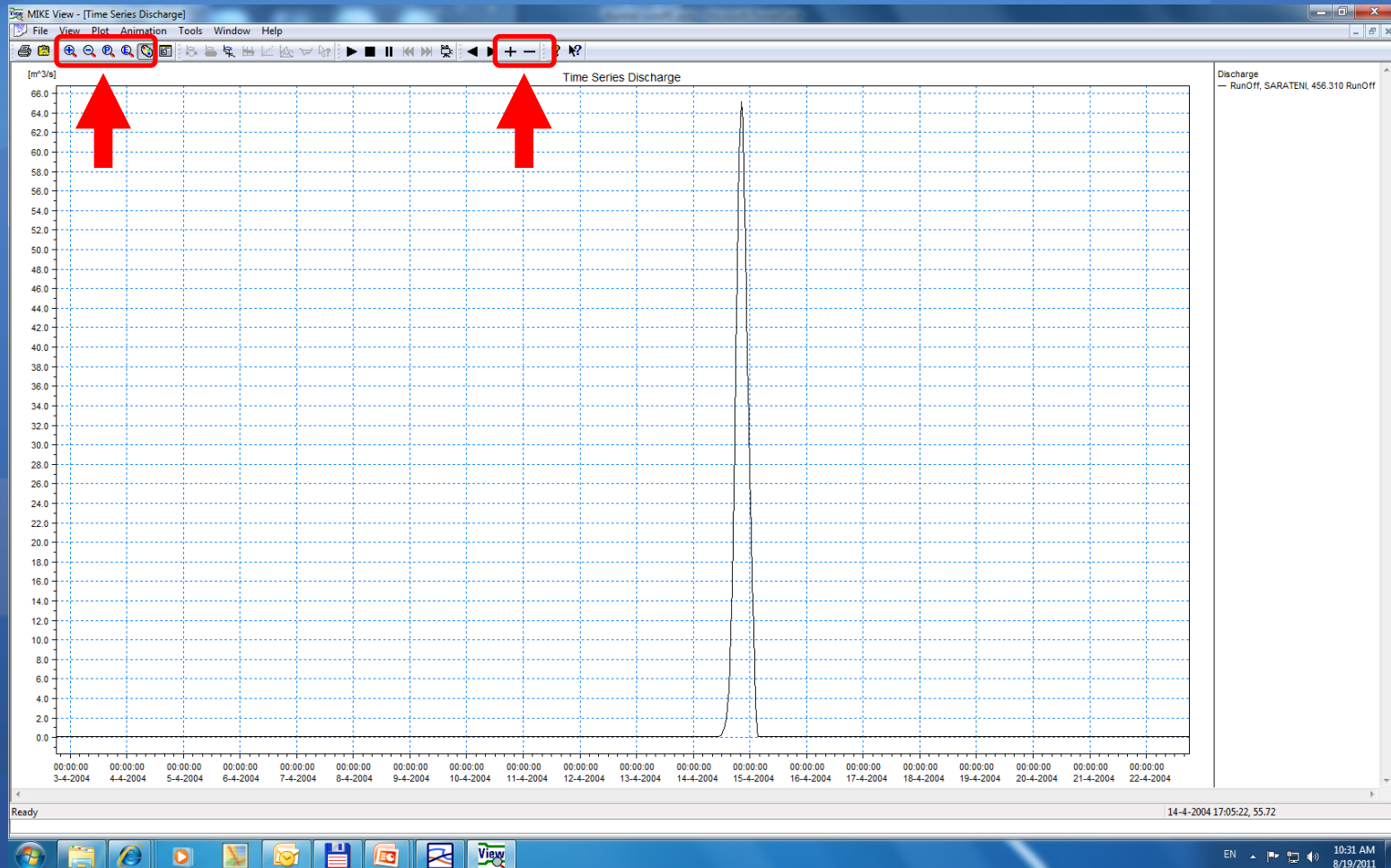


- Selectați result file și Time series

## 9. Vizualizarea rezultatelor (.res11)

ZOOM  
Mărire

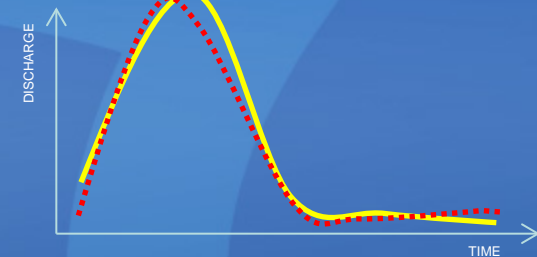
Adăugarea sau scoaterea seriilor de timp



## 10. Calibrarea

### 1. Compararea rezultatului cu hidrograful observat

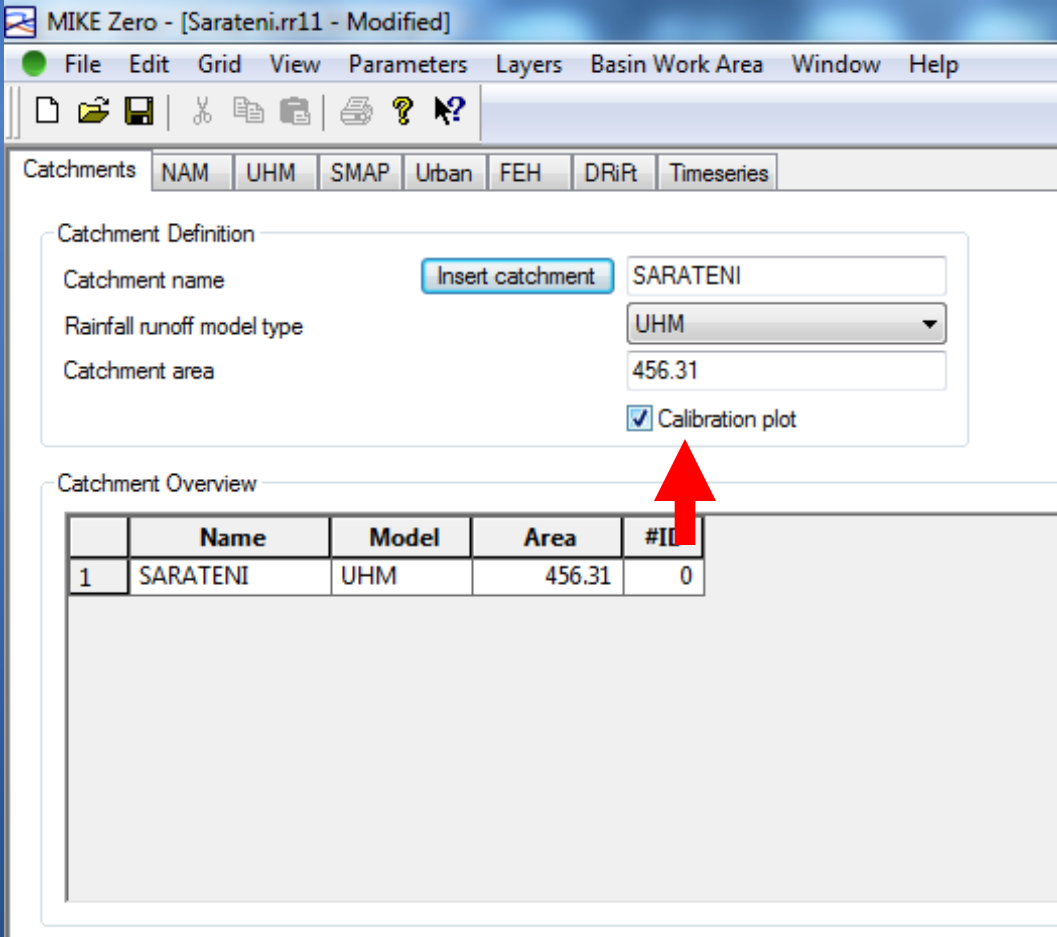
Obiectiv: Hidrografele ar trebui să fie similare



Scop: Obținerea unui model real de relație între precipitație - scurgere într-un bazin hidrografic bazat pe date reale observate / măsurate

Metodă: Modificarea parametrilor incerți (numărul curbei CN, timpul de concentrare a scurgerii)

## 2. Înapoi la parametri fișierului Rainfall-Runoff (.rr11)



The screenshot shows the MIKE Zero software interface. The title bar reads "MIKE Zero - [Sarateni.rr11 - Modified]". The menu bar includes File, Edit, Grid, View, Parameters, Layers, Basin Work Area, Window, and Help. The toolbar contains icons for file operations and help. The "Catchments" tab is active, showing a list of catchments: NAM, UHM, SMAP, Urban, FEH, DRiR, and Timeseries. The "Catchment Definition" section includes fields for Catchment name (SARATENI), Rainfall runoff model type (UHM), and Catchment area (456.31). A "Calibration plot" checkbox is checked. The "Catchment Overview" section contains a table with the following data:

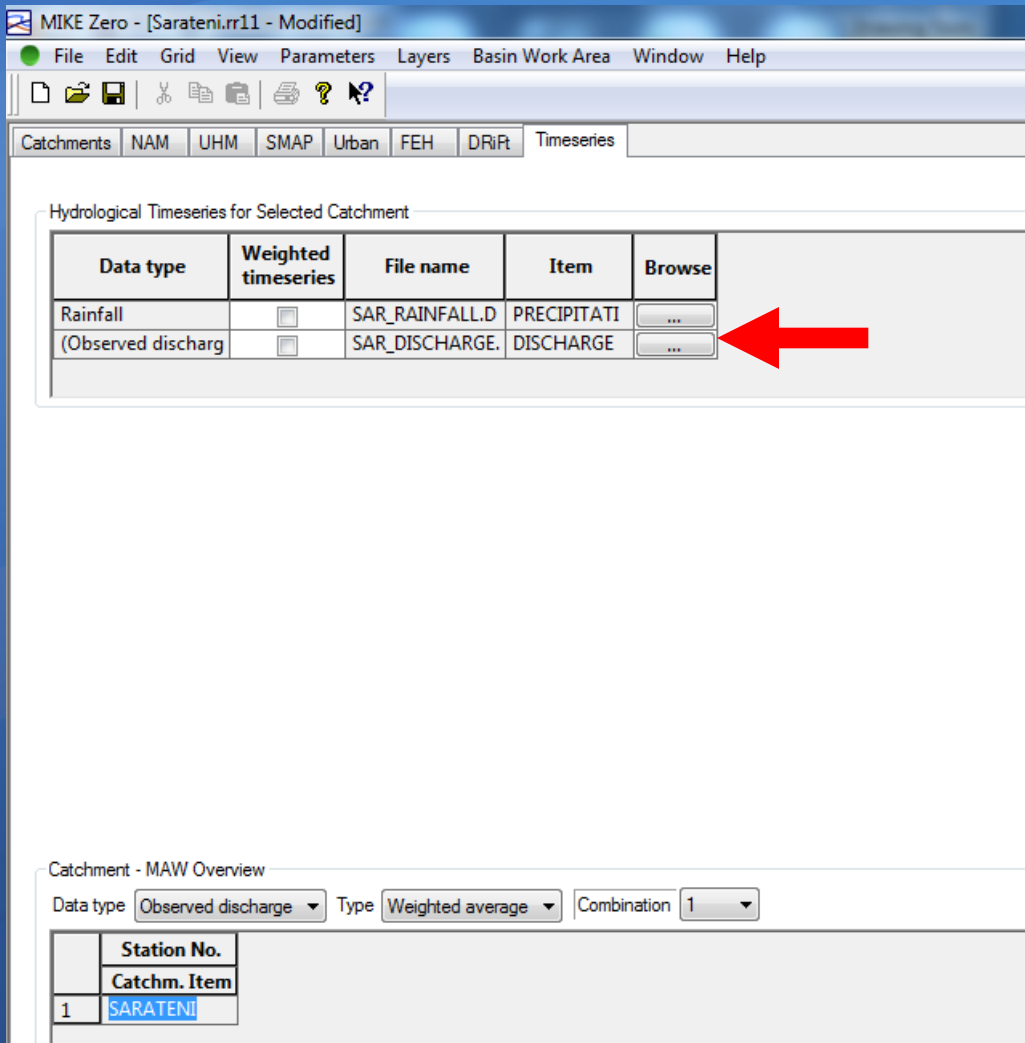
	Name	Model	Area	#ID
1	SARATENI	UHM	456.31	0

A red arrow points to the "Calibration plot" checkbox.

- Setări calibrare



## 2. Înapoi la parametri fișierului Rainfall-Runoff (.rr11)



MIKE Zero - [Sarateni.rr11 - Modified]

File Edit Grid View Parameters Layers Basin Work Area Window Help

Catchments NAM UHM SMAP Urban FEH DRIR Timeseries

Hydrological Timeseries for Selected Catchment

Data type	Weighted timeseries	File name	Item	Browse
Rainfall	<input type="checkbox"/>	SAR_RAINFALL.D	PRECIPITATI	...
(Observed discharg	<input type="checkbox"/>	SAR_DISCHARGE.	DISCHARGE	...

Catchment - MAW Overview

Data type: Observed discharge Type: Weighted average Combination: 1

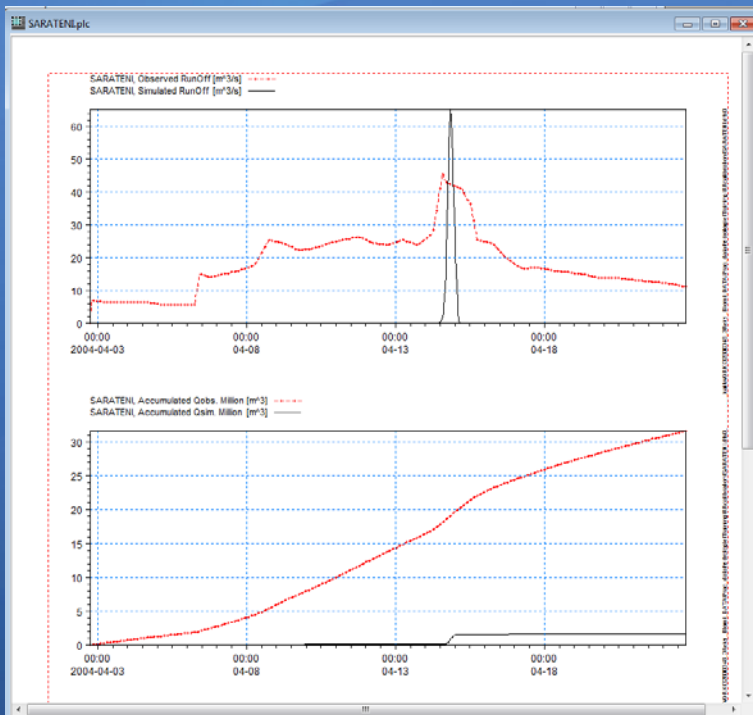
Station No.	Catchm. Item
1	SARATENI

- Conectează seria de timp corespunzătoare debitului observat

## 3. Rularea noii simulări (.sim11)

## 4. Compararea rezultatelor

- Se va crea un nou folder „RRcalibration“ unde se pot salva rezultatele (.res11)



- Rezultatele fișierului info:
  - .dfs0 (vizualizarea graficelor și a datele de intrare)
  - .plc (vizualizarea graficului)
  - RRStat.TXT (sumar)

## 5. Înapoi la parametri fișierului Rainfall - Runoff (.rr11)

- Modificarea curbei CN

- 1). Modificarea grupului hidrologic al solului
- 2). Modificarea numărului curbei în interiorul unui interval prestabilit

De exemplu pentru pășuni:

Minimum: 39 (GH I.)

Maximum: 89 (GH IV.)

Nu se trec limitele !!!

- Modificarea timpului de concentrare: Potrivit caracteristicilor geomorfologice ale bazinului hidrografic



## 6. Validare

- Aplicați modelul calibrat pe alt set de date

## 7. Verificare

- Aplicați modelul calibrat pe alt set de date

# Modelarea fenomenului Precipitații-Scurgere (modelul NAM)



## Modelul NAM

Descrierea fazei de teren al ciclul hidrologic

NAM este un model conceptual cu parametri concentrați

- *concentrat* bazinul hidrografic este considerat ca o singură unitate, parametri sunt valori mediate
- *conceptual* bazate pe considerente ale procesele fizice

Modele similare: Stanford, SSARR, HBV, SMAR,..

## Date despre precipitații

Necesare: precipitațiile în bazin

Disponibile: de obicei precipitațiile punctuale

Estimarea precipitațiilor pe bazin:

- Thiessen
- Kriging este un grup de tehnici geostatistice utilizate în interpolarea valorilor unui proces într-o locație necunoscută în funcție de determinările valorilor locațiilor învecinate.
- Splines - interpolare polinomială
- etc.

Date care sunt necesare:

Câte stații?

- Depinde de topografia bazinului
- Minim recomandat: 1 la 1000 km<sup>2</sup>

Frecvența observațiilor?

Depinde de regim și de obiectivele studiate

Prognoza inundațiilor: pe oră sau mai bine

Studiul bilanțului apei: zilnic

## Evaporația potențială

Două surse posibile de date:

### a) Evaporimetre

De obicei dau date cu precizie scăzută:

- datele depind de amplasament
- variație mare a coeficienților caracteristici
- importantă o bună întreținere
- date lunare – aproximativ cu o precizie de 10%

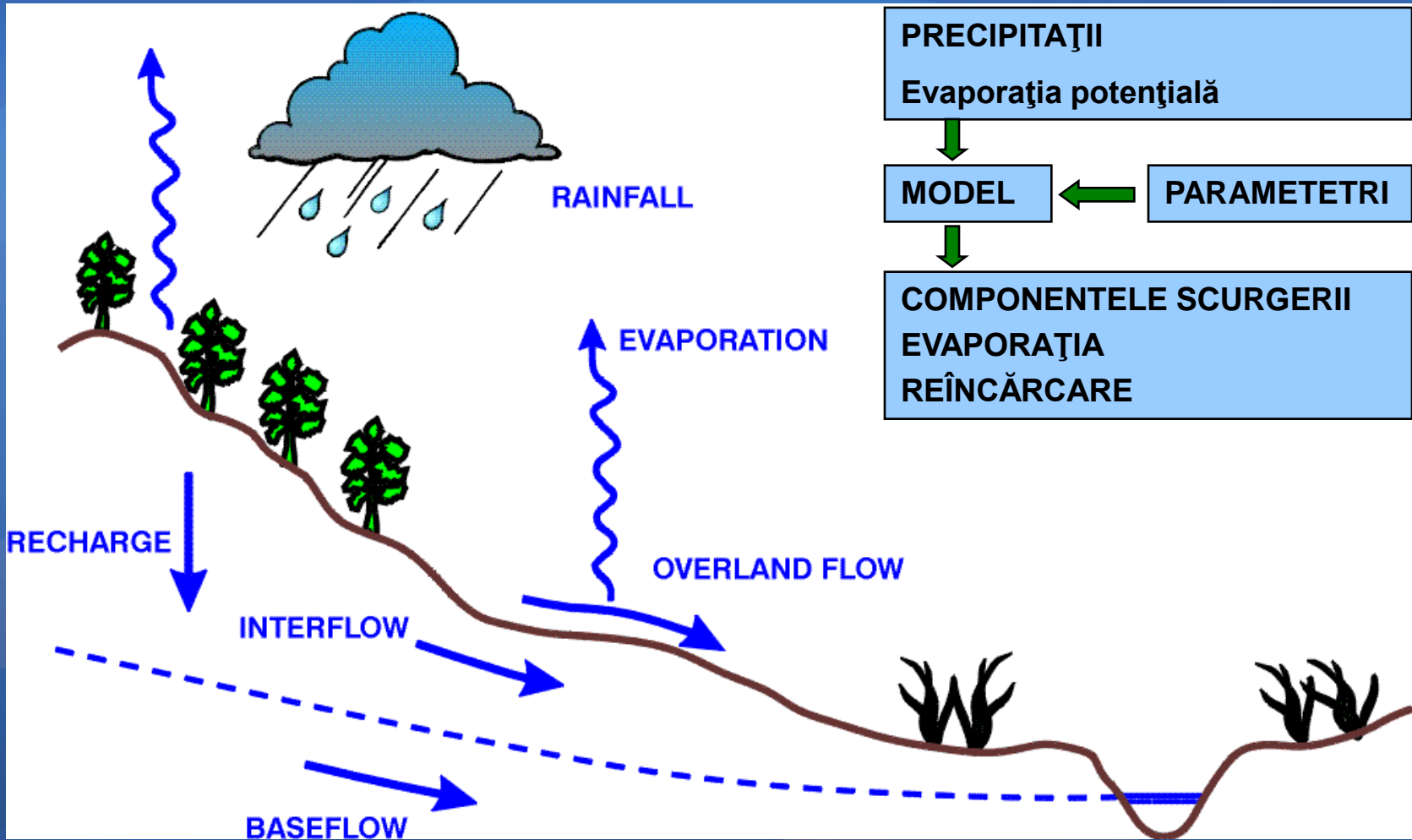
### b) Calculul variabilelor climatice, de exemplu după Penman-Monteith:

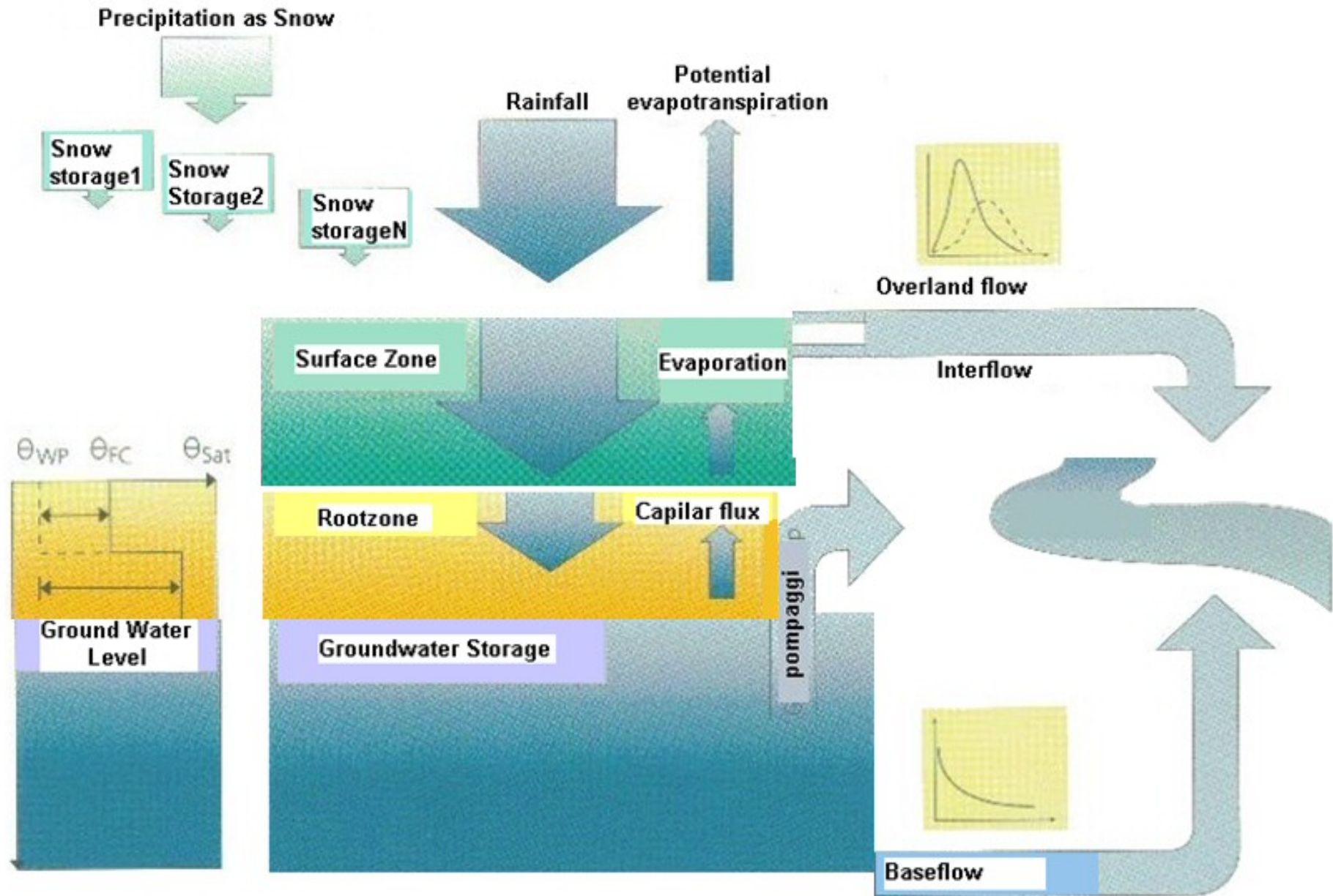
- Radiația solară netă
- Viteza vântului
- Temperatura aerului
- Umiditatea relativă a aerului

Pot fi folosite date zilnice sau lunare.

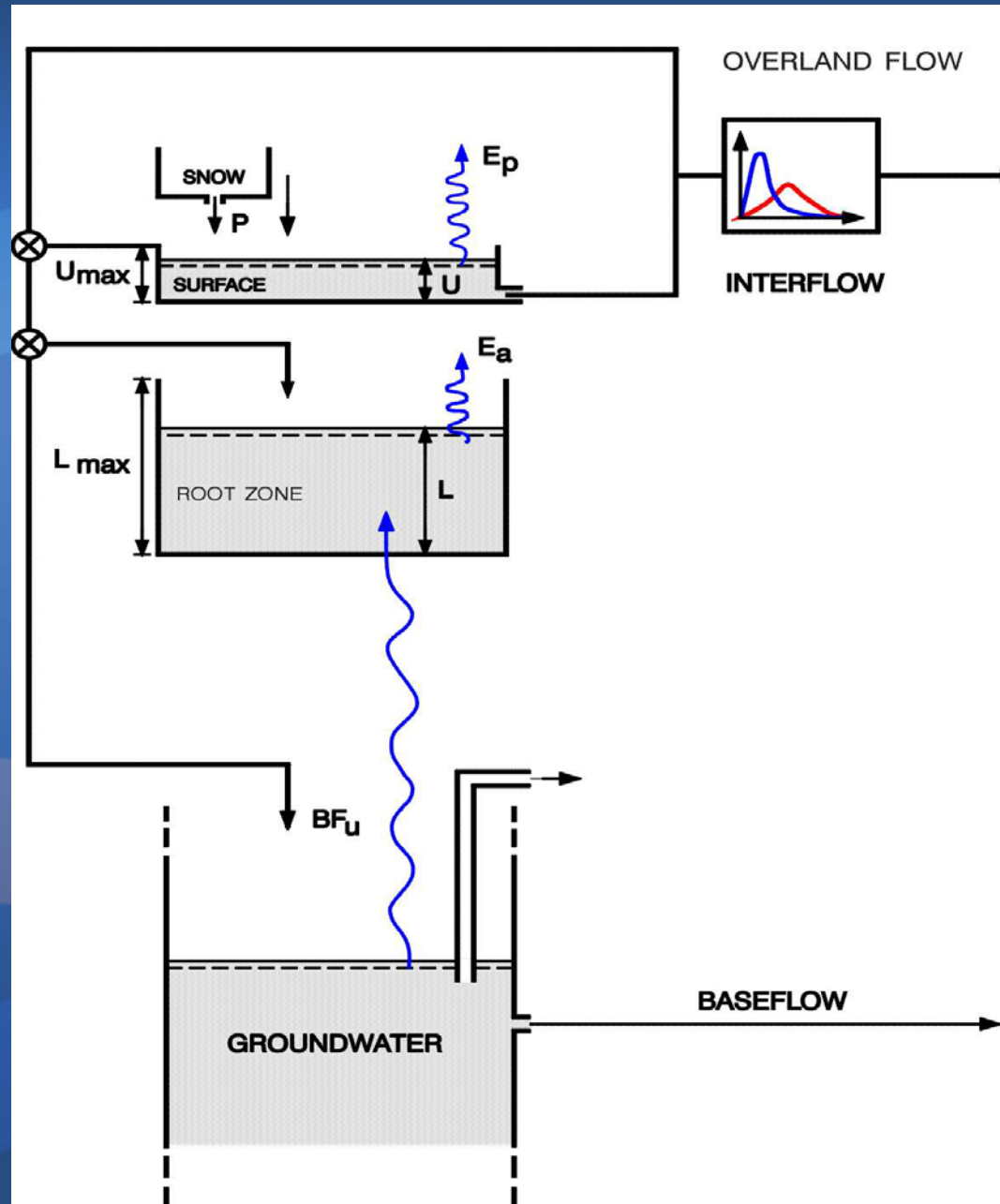
În general, datele sunt mai fiabile decât datele furnizate de evaporimetre.

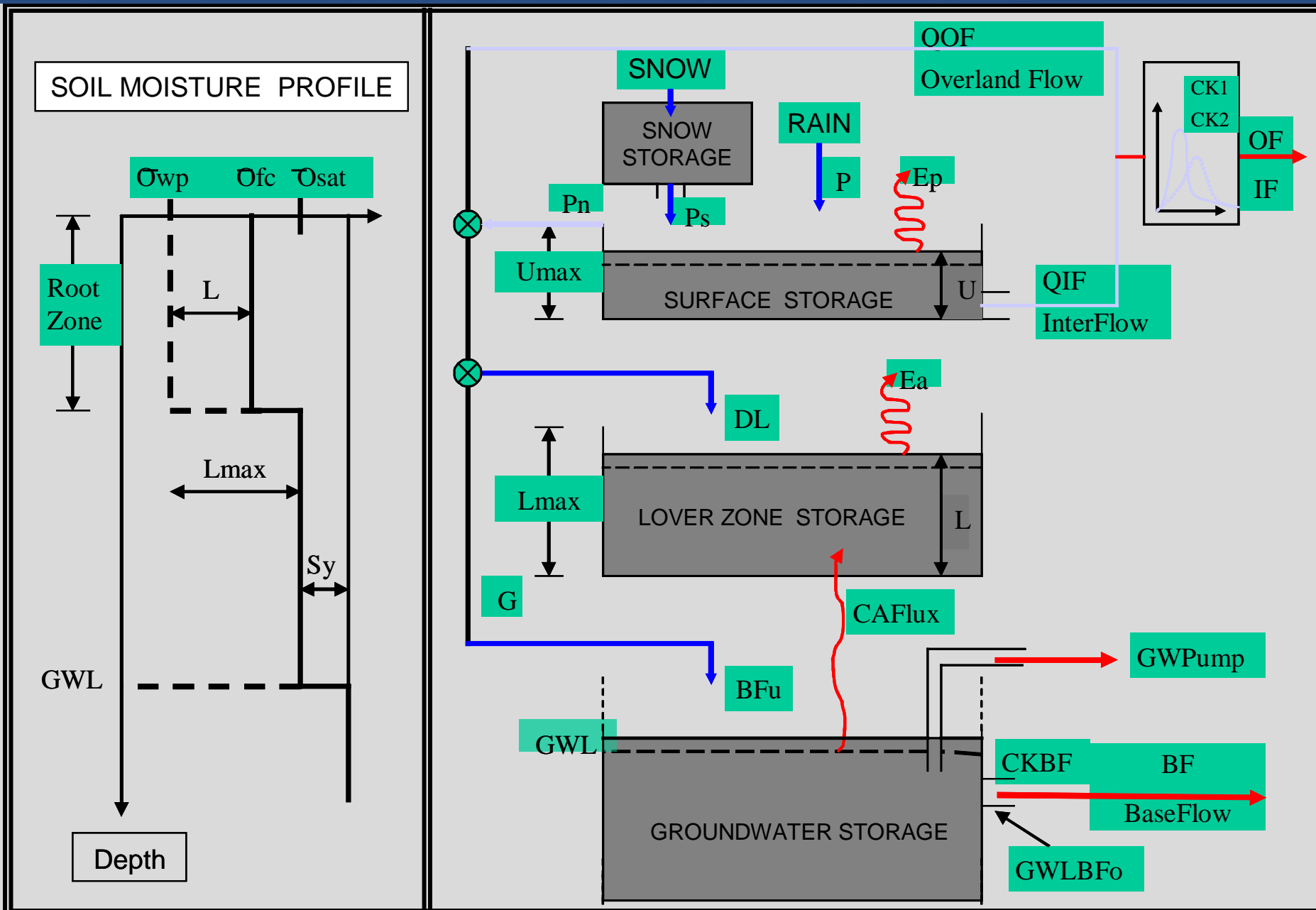
# Procese în cazul RR











**$U_{max}$  Grosimea maximă a zonei de depozitare de suprafață**

Evaporația; vârfuri mici  
Valori uzuale 10-25 mm

**$L_{max}$  Grosimea maximă a zonei rădăcinilor plantelor**

Evaporația; bilanțul apei  
Valori uzuale: 50-250 mm

**$CQ_{of}$  Coeficientul scurgerii de suprafață**

Divizarea precipitațiilor în exces în scurgere și infiltrații  
Valori uzuale: 0.01 - 0.99

**$CK_1, CK_2$  Pasul de timp pentru modelare**

Determinarea formei vârfurilor de scurgere  
Valori uzuale: 3 - 48 ore

- CKBF**      **Constanta de timp pentru scurgerea de bază**  
Stabilirea formei hidrografului scurgerii de bază  
Valori uzuale: 500 – 5000 ore
- TIF**        **Valoarea de prag pentru scurgerea de suprafață**  
Scurgerea întârziată la începutul sezonului umed  
Valori uzuale: 0.0 - 0.7
- TG**         **Valoarea de prag pentru zona rădăcinilor**  
Reîncărcarea întârziată a apelor subterane la începutul sezonului umed  
Valori uzuale: 0.0 - 0.7
- TOF**        **Valoarea de prag pentru scurgerea de suprafață**  
Întârzierea scurgerii de suprafață la începutul sezonului umed  
Valori uzuale: 0.0 - 0.7

**$GWL_{BF_0}$  Nivelul maxim a apei subterane pentru scurgerea de bază**

Valoare implicită: 10 m

**$GWL_{MIN}$  Nivelul minim de apă subterană**

Valoare implicită : 0 m

**$GWL_{FL_1}$  Nivelul apei subterane pentru un flux capilar unitar**

Valoare implicită : 0 m

**$S_y$  Randamentul specific de stocare a apelor subterane**

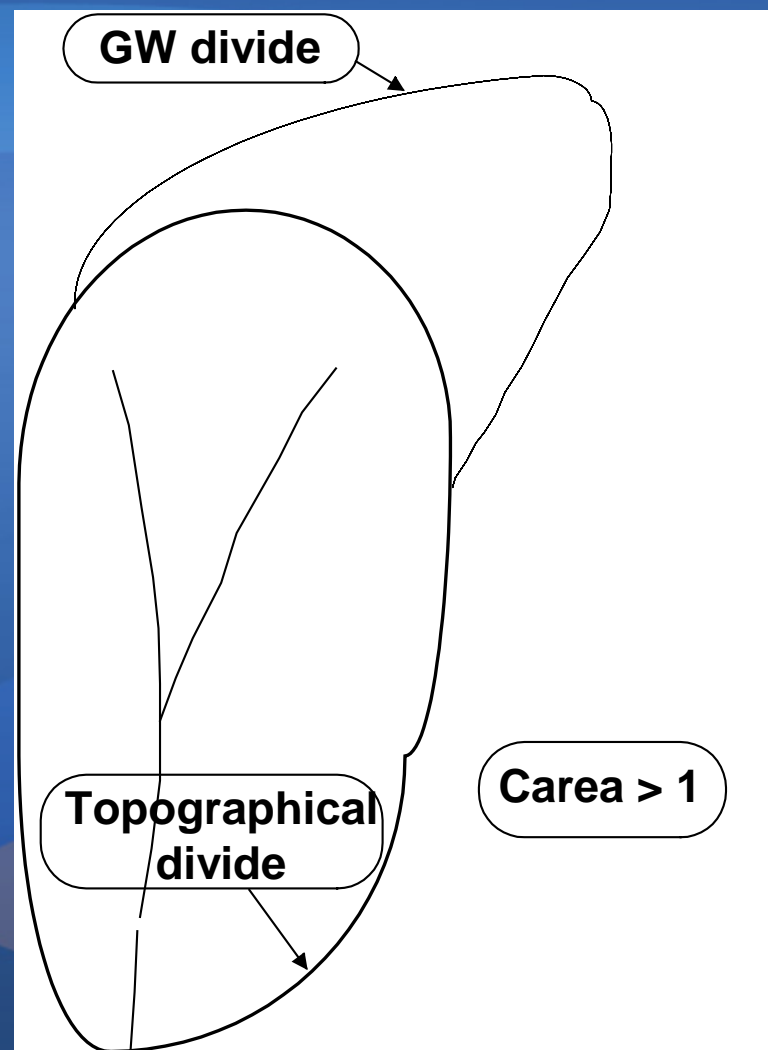
Valoare implicită : 0.1

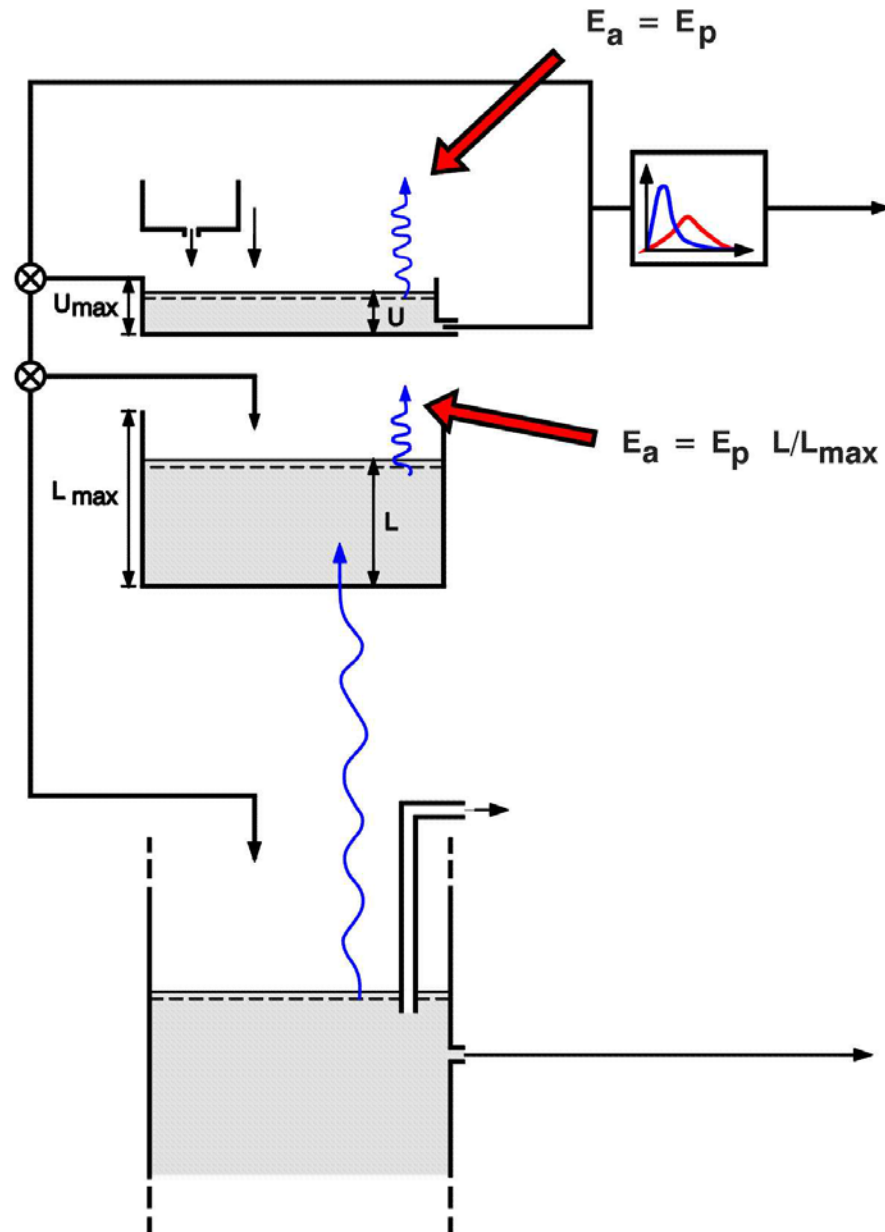


## Carea

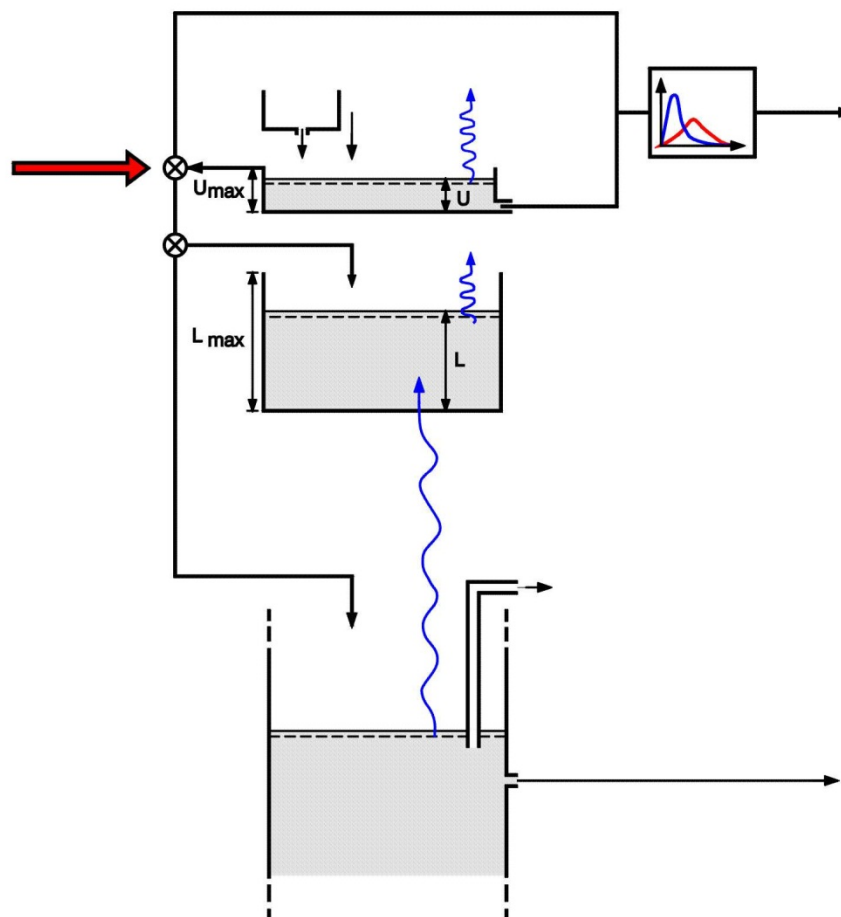
Raportul dintre aria suprafeței de drenaj a apelor subterane și aria topografică

Valoare implicită 1



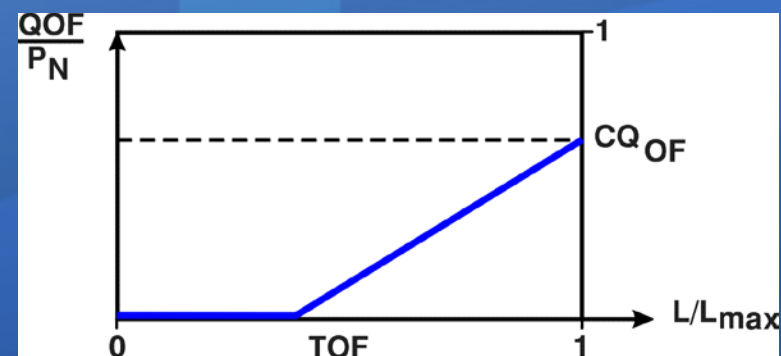


$$QOF = \begin{cases} CQOF \frac{L/L_{max} - TOF}{1 - TOF} P_N & \text{for } L/L_{max} > TOF \\ 0 & \text{for } L/L_{max} \leq TOF \end{cases}$$

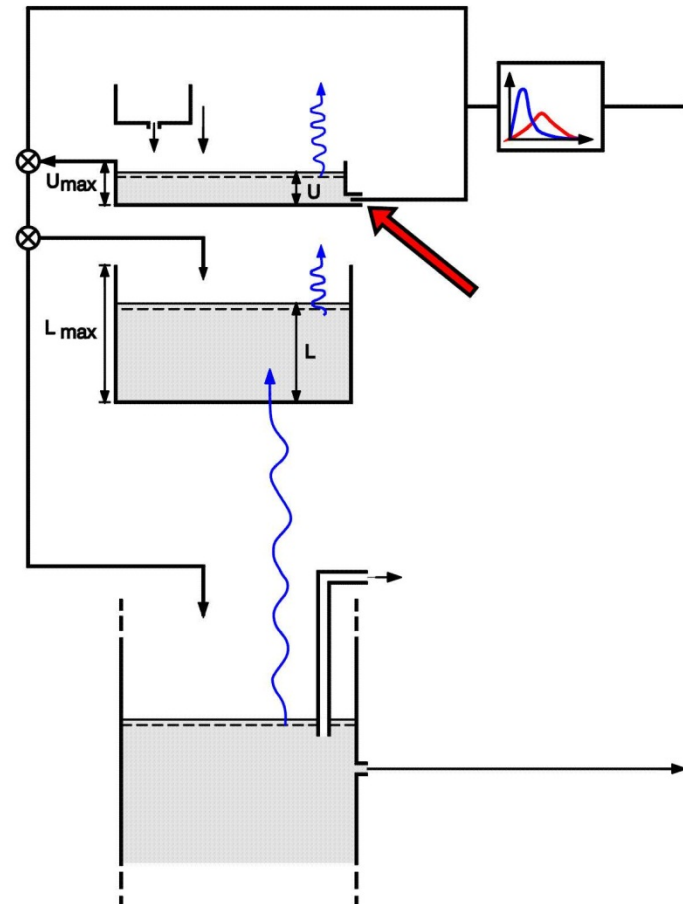


Precipitația în exces se împarte între scurgerea de suprafață și infiltrație

Scurgerea de suprafață variază cu umiditatea solului



$$QOF = \begin{cases} (CKIF)^{-1} \frac{L/L_{max} - TIF}{1-TIF} U & \text{for } L/L_{max} > TIF \\ 0 & \text{for } L/L_{max} \leq TIF \end{cases}$$



## a) Acumulare liniară standard

$$BF = H / CK_{BF} \quad \text{for } H \geq 0$$

$$BF = 0 \quad \text{for } H < 0$$

BF scurgerea de bază

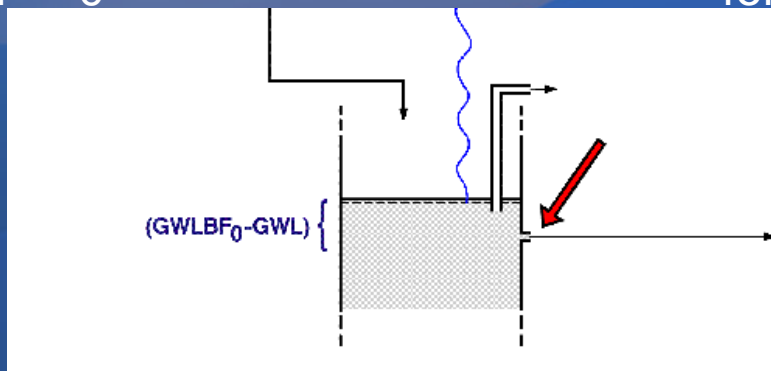
H nivelul apei subterane în bazine de acumulare

$CK_{BF}$  constanta de timp a acumulării

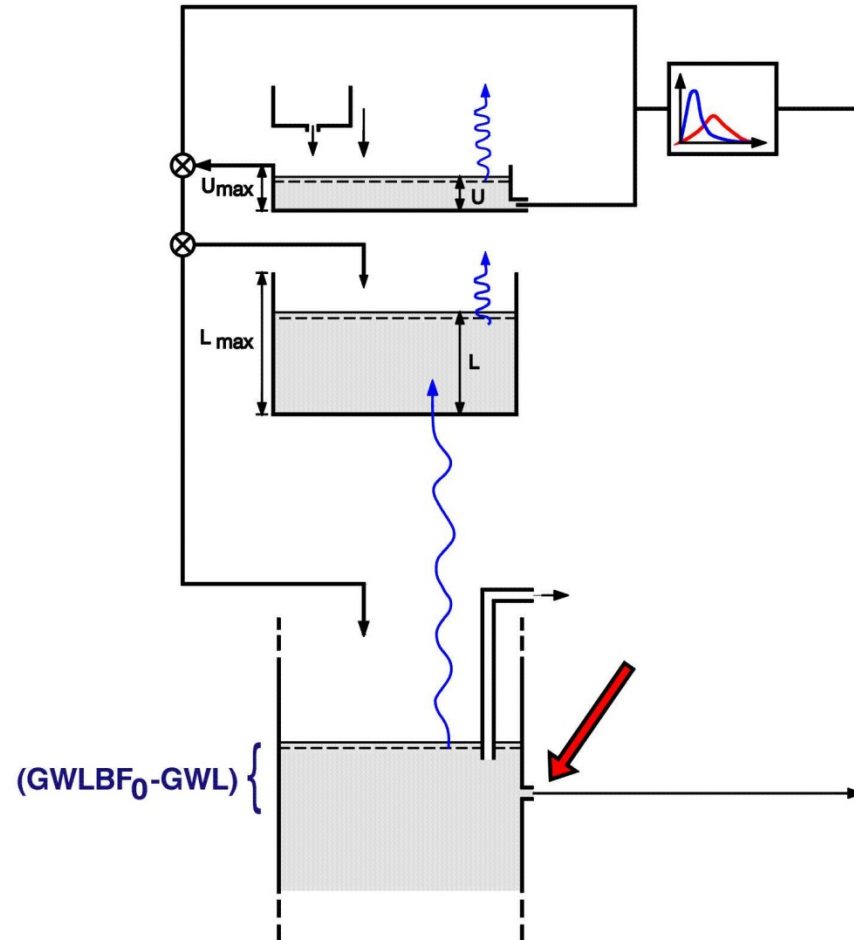
## b) Acumularea apei subterane la mică adâncime

$$BF = (GWLBF_0 - GWL) S_y / CK_{BF} \quad \text{for } GWL \leq GWLBF_0$$

$$BF = 0 \quad \text{for } GWL > GWLBF_0$$







$$BF = \begin{cases} (GWLBF_0 - GWL) S_y (CK_{BF})^{-1} & \text{for } GWL \leq GWLBF_0 \\ 0 & \text{for } GWL > GWLBF_0 \end{cases}$$

# Calibrarea modelului NAM

## Date ce trebuie specificate:

- Conținutul inițial al acumulărilor de apă din zona de suprafață și din zona rădăcinilor
- Valori inițiale pentru scurgerea de suprafață și de subsuprafață
- Nivelul inițial al apei subterane ~ scurgerea de bază inițială

Este recomandat a nu se lua în considerare datele sau rezultatele din prima jumătate de an pentru a elimina condițiile inițiale eronate!

Cei mai mulți parametri sunt de natură empirică  
=> Valorile trebuie determinate prin calibrare

- Bilanțul apei în sistem
- Hidrografele scurgerii, vârf și formă
- Compararea rezultatelor obținute cu observațiile din teren

Este recomandat de a se modifica un singur parametru odată, pentru a observa efectul asupra rezultatelor obținute

1. Procedura pas cu pas  
(modificarea unei singure variabile la un moment dat)

2. Autocalibrarea

Optimizarea automată folosind strategia optimizării obiectivelor multiple

4 obiective:

- 1) Eroarea totală (= bilanțul apei)
- 2) Eroarea pătratică medie (este rădăcina pătrată a mediei aritmetice a pătratelor abaterilor de la medie) (= forma hidrografului)
- 3) Eroarea pătratică medie ale evenimentelor care dau vârful de scurgere
- 4) Eroarea pătratică medie ale evenimentelor care dau debit redus

ușor de folosit – dar evaluarea valorilor variabilelor  
necesită o analiză de sensibilitate hidrologică

## CALIBRAREA NAM

Analiza subiectivă a hidrografelor observate  
prin studiu și studiu de eroare



ÎNȚELEGEREA PARAMETRILOR



## Maxim 15 parametri NAM

- 5 parametri uzuali fixați
- 10 parametri care trebuie calibrați
- 3 parametri ( $L_{\max}$ ,  $U_{\max}$ ,  $C_{\text{QOF}}$ ) foarte importanți pentru bilanțul apei

Parametri rămași pentru ajustări minore și pentru rulare.

$U_{max}$  : Conținutul maxim de apă în acumulările de suprafață

Efecte principale:

- Scurgerea de suprafață/Infiltrația
- Evapo-transpirația
- Scurgerea de subsuprafață

Consecințele creșterii lui  $U_{max}$

- Scurgere de suprafață mai mică (în special în perioada de început a perioadei umede)
- Evapo-transpirație mai mare
- Infiltrație redusă
- Scurgerea de subsuprafață mai mare

Orientativ:  $U_{max} \sim 0.1 * L_{max} \Rightarrow U_{max} \sim 10-20 \text{ mm}$

$L_{\max}$  : Conținutul maxim de apă în zonele mai joase/zona rădăcinilor

Efecte principale:

- Scurgerea de suprafață/Infiltrațiile
- Evapo-transpirația
- Scurgerea de bază

Consecințele creșterii lui  $L_{\max}$

- Evapo-transpirație mai mare
- Reducerea scurgerii de suprafață
- Infiltrație mai mare
- Reducerea scurgerii de bază

$C_{QOF}$ : Coeficientul scurgerii de suprafață (gama de valori: 0 - 1)

Determină mărimea debitului scurgerii de suprafață și a infiltrației

Soluri plate, foarte permeabile:  $C_{QOF} \sim 0$ :

- Debit redus al scurgerii de suprafață
- Infiltrație mare

Soluri în pantă, soluri impermeabile, roci :  $C_{QOF} \sim 1$ :

- Debit mare al scurgerii de suprafață
- Infiltrația redusă

$C_{KIF}$  : Coeficientul de drenaj al scurgerii de subsuprafață

= Constanta de timp pentru drenajul suprafeței de acumulare ca scurgere de subsuprafață

Consecințele creșterii  $C_{KIF}$ :

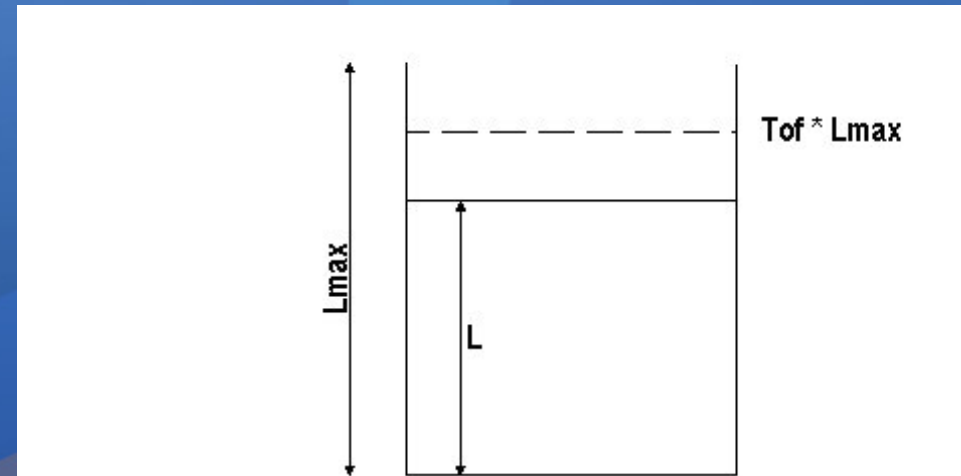
- Amplificarea liniară a scurgerii de subsuprafață
- Reducerea infiltrației
- Reducerea scurgerii de suprafață

$C_{KIF} = 500 - 1000$  ore

TOF }  
TIF } valoarea de prag pentru { scurgerea de suprafață  
TG } scurgerea de subsuprafață  
reîncărcarea depozitelor de apă subterană

Valori între 0 -1

Nu este generat nici un debit dacă umiditatea relativă a solului  $L/L_{max} <$  valoarea de prag





## Consecințele creșterii TOF:

- Scurgerea de suprafață apare mai târziu decât începe sezonul umed
- Infiltrație mai mare

## Consecințele creșterii TIF:

- Scurgerea de subsuprafață apare mai târziu decât începe sezonul umed
- Infiltrație și scurgere de suprafață mai mare

## Consecințele creșterii TG:

- Reîncărcarea depozitelor de apă subterană și debutul scurgerii începe mai târziu decât începutul sezonului umed
- Umplerea mai rapidă a zonei de rădăcini

Valorile prag reflectă gradul de variabilitate spațială.

CK1, CK2 și CKBF - constante de timp

CK1 și CK2 servesc la simularea scurgerii de suprafață și a celei de subsuprafață pe versanții bazinului hidrografic și prin albie până la ieșirea din bazin.

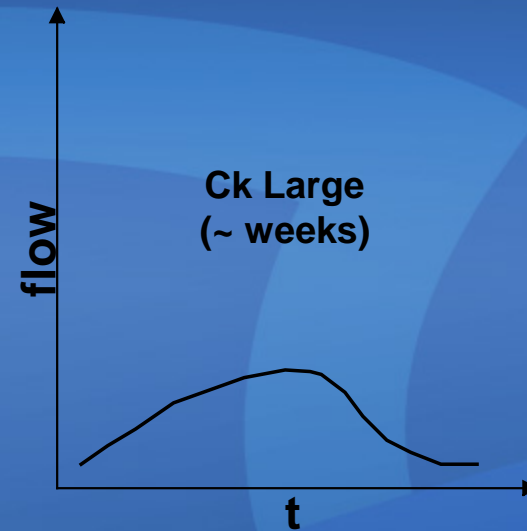
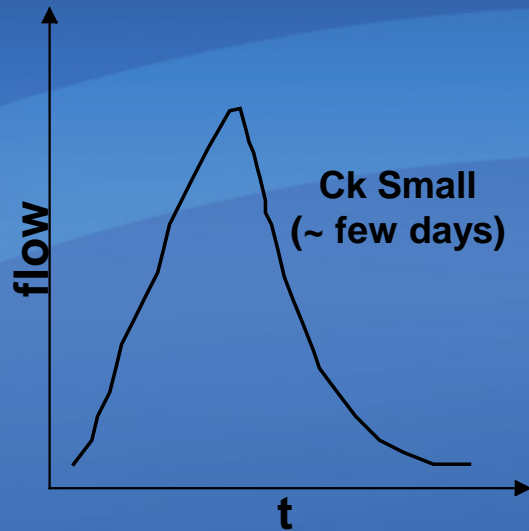
Setare uzuală       $CK1 = CK2$

CKBF servește la simularea reîncărcării depozitelor de apă subterană.

Curent:       $CKBF \gg CK1/CK2$

Consecințele creșterii coeficienților CK

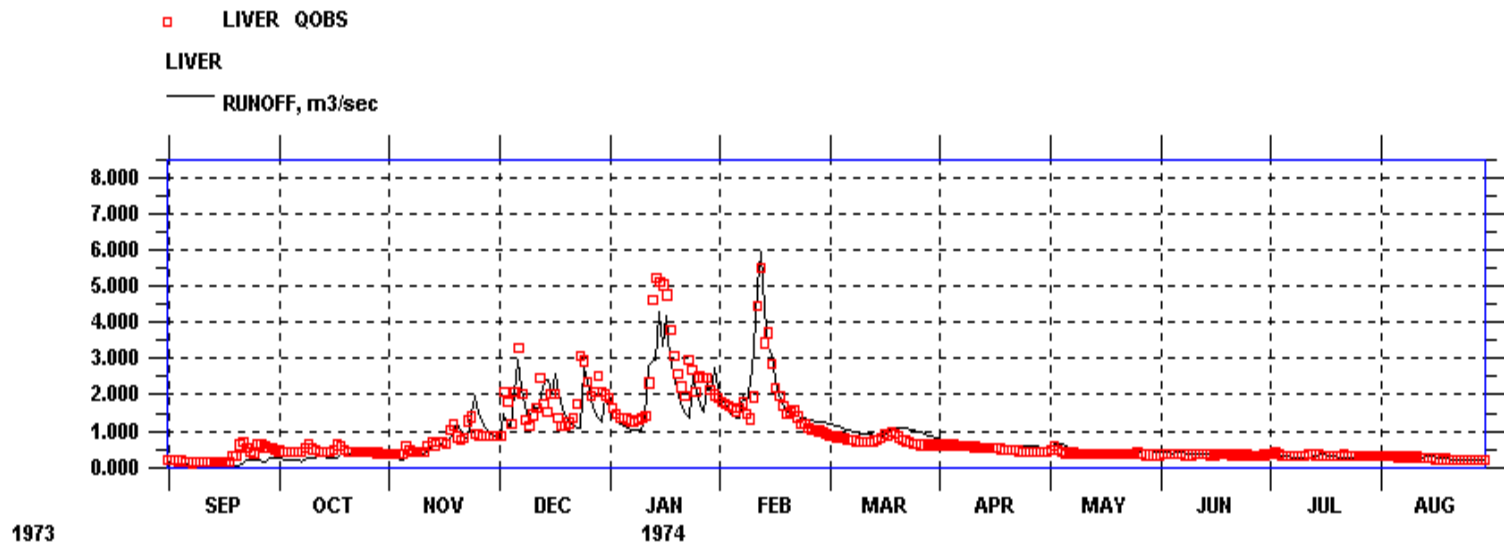
- Durata mai lungă a scurgerii
- Debite maxime mai mici



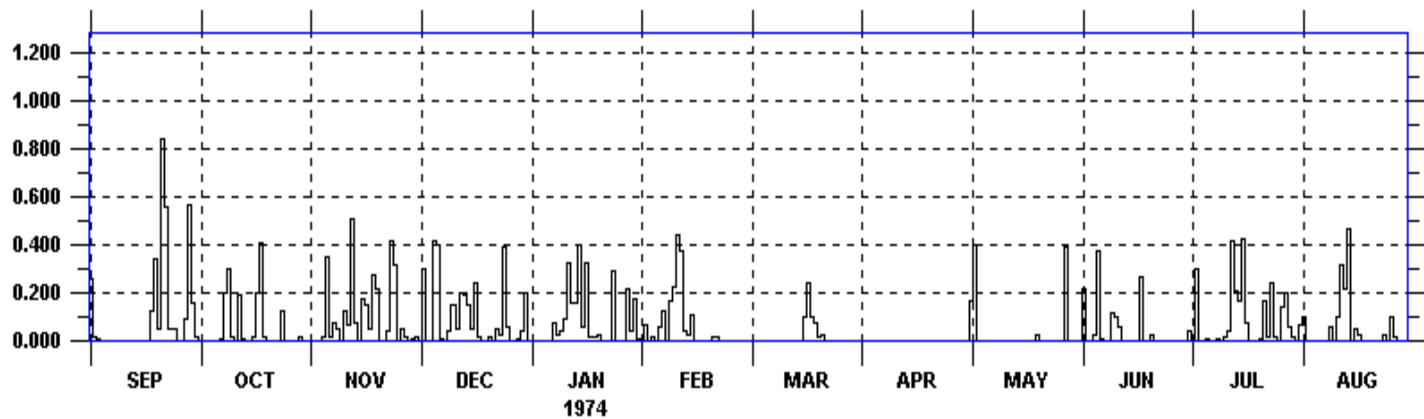
Notă: Valorile coeficienților  $C_k$  nu afectează mărimea volumelor de apă de scurgere observate de-a lungul timpului, afectează doar forma hidrografului

## Strategia de calibrare

1. Potrivirea bilanțului de apă la perioada de
  - Ajustarea evapo-transpirației prin ajustarea raportului  $L_{max}/U_{max}$
2. Potrivirea debitelor de vârf
  - Ajustarea scurgerii de suprafață
    - Volum                      CQOF
    - Magnitudine
    - Timp                         TOF
    - Formă                      CK1 = CK2
3. Potrivirea debitelor minime
  - Ajustarea scurgerii de bază
    - Volum                      :            reglarea scurgerii de suprafață cu reîncîrcarea depozitelor de apă subterană de exemplu modificarea valorii lui CQOF
    - Timp                         :            TG
    - Formă                       :            CKBF
4. Verificarea datelor inițiale



1973



1973

## Calibrarea automată a modelului NAM

Modelul de bază NAM (9 parametri)

Obiective multiple optimizate simultan

- Bilanțul apei
- Forma hidrografului global
- Debite maxime
- Debite minime

Optimizarea globală: algoritmul Shuffled Complex Evolution (SCE) algorithm

Eficiența: aproximativ 2000 de modele evaluate



