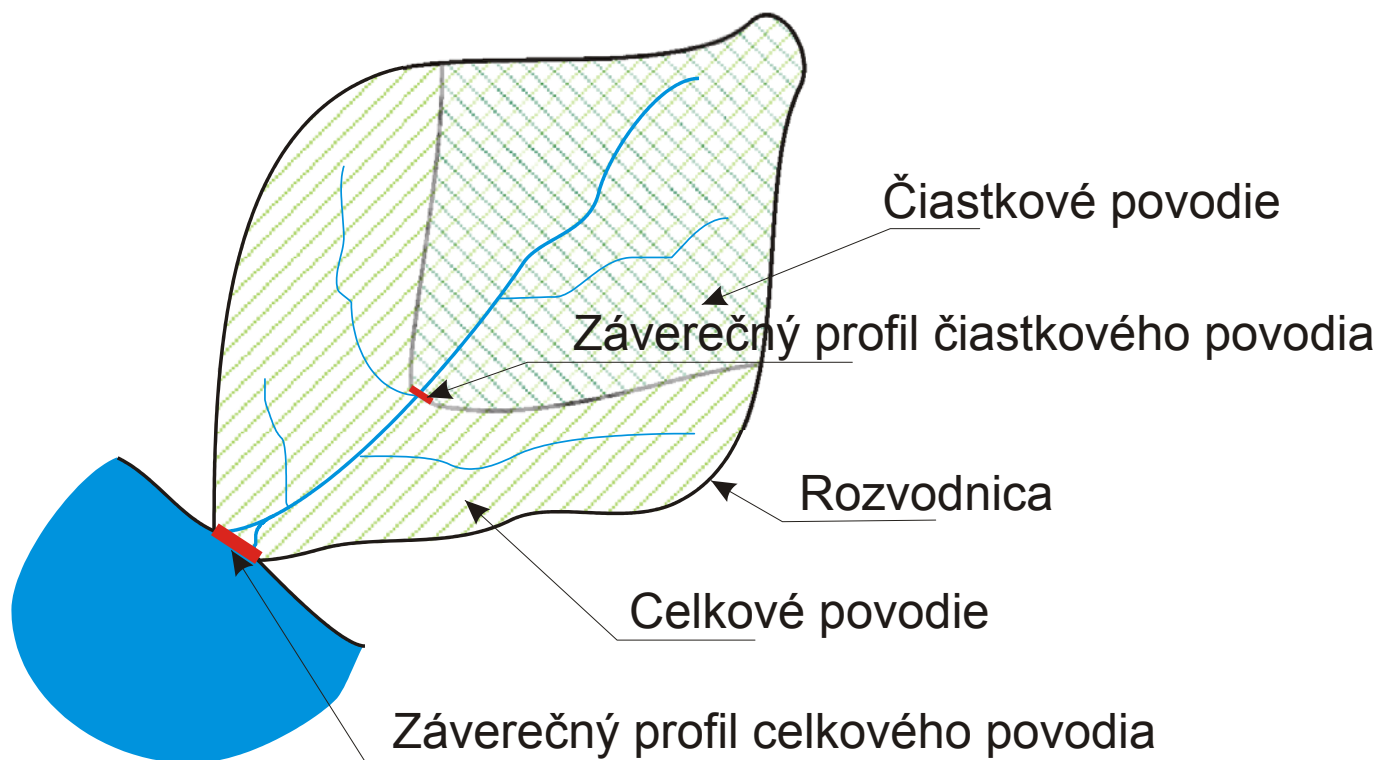


Vodohospodárske stavby

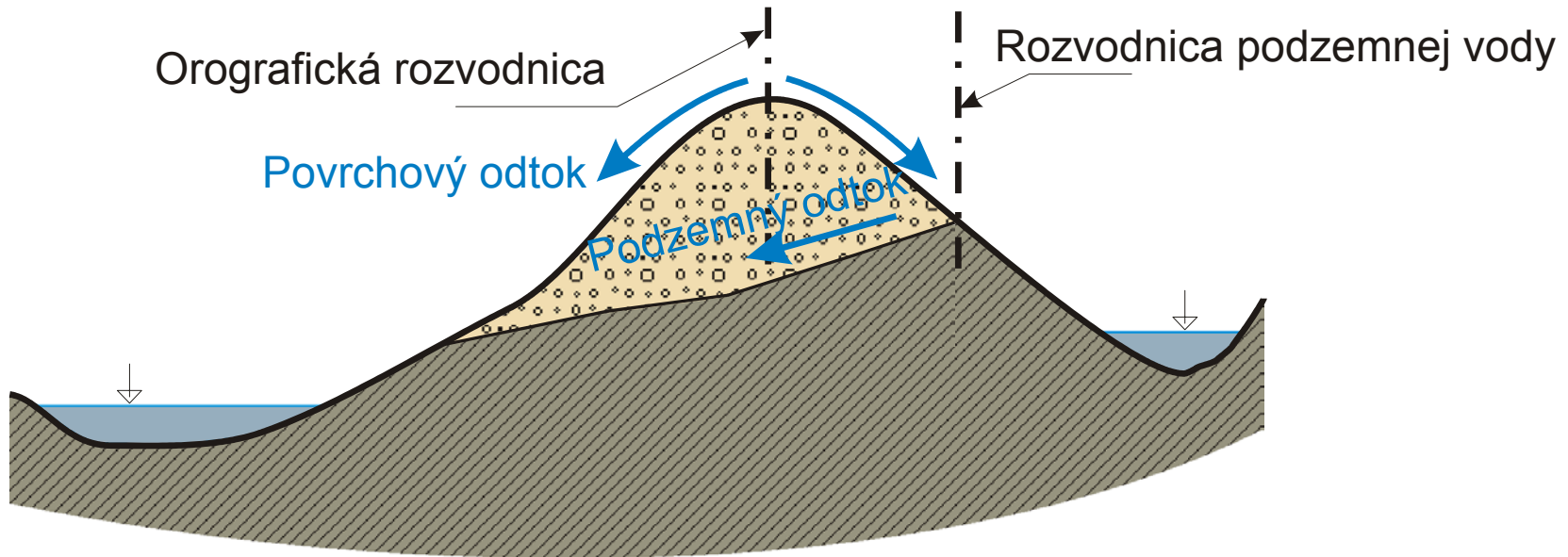
2. Prednáška – hydrológia vodného toku

Povodie

Uzatvorená plocha, z ktorej sa realizuje odtok zrážkovej vody jedným záverečným profilom na vodnom toku.



Povodie – povrchový a podzemný odtok



Povodie – tvar povodia

- Pretiahnutý
- Prechodný
- Vejárovitý

Koeficient tvaru povodia

$$\alpha = \frac{S}{L^2}$$

Tvar povodia	Plocha $S < 50 \text{ km}^2$	Plocha $S > 50 \text{ km}^2$
Pretiahnutý	$\alpha < 0,24$	$\alpha < 0,18$
Prechodný	$0,24 < \alpha < 0,26$	$0,18 < \alpha < 0,20$
Vejárovitý	$\alpha > 0,26$	$\alpha > 0,20$

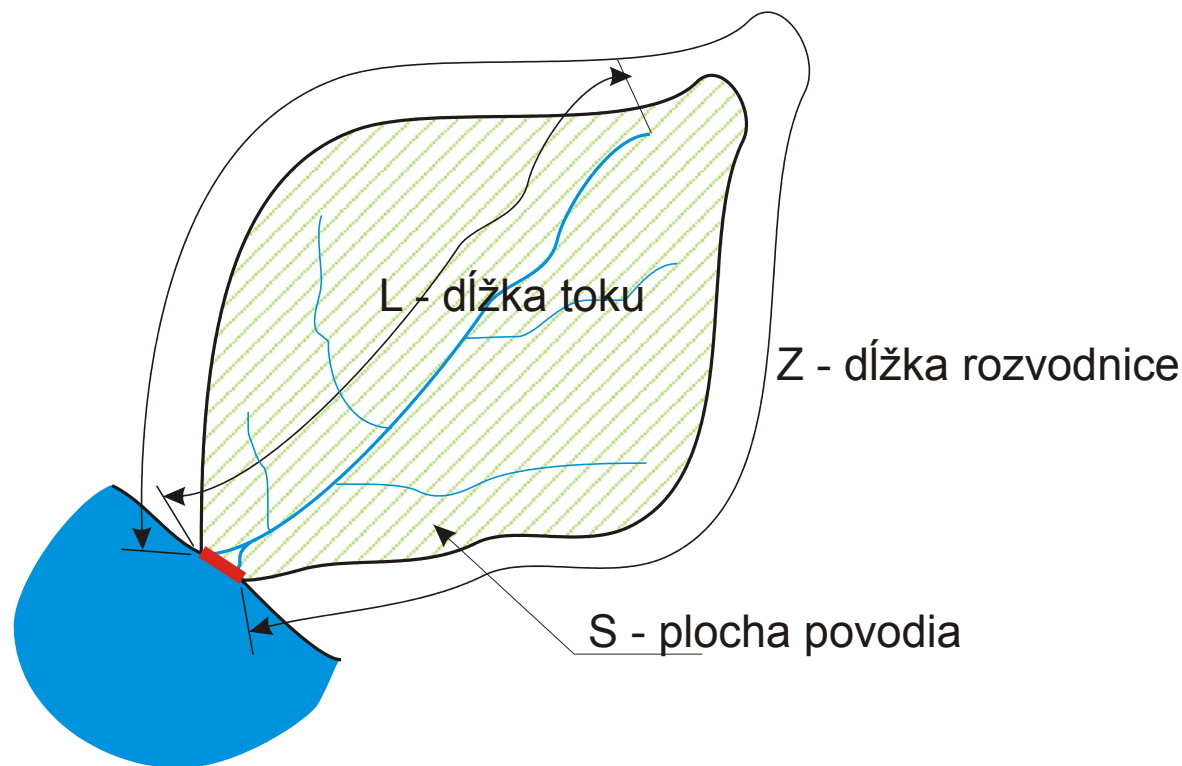
Povodie - charakteristiky

Koeficient tvaru povodia

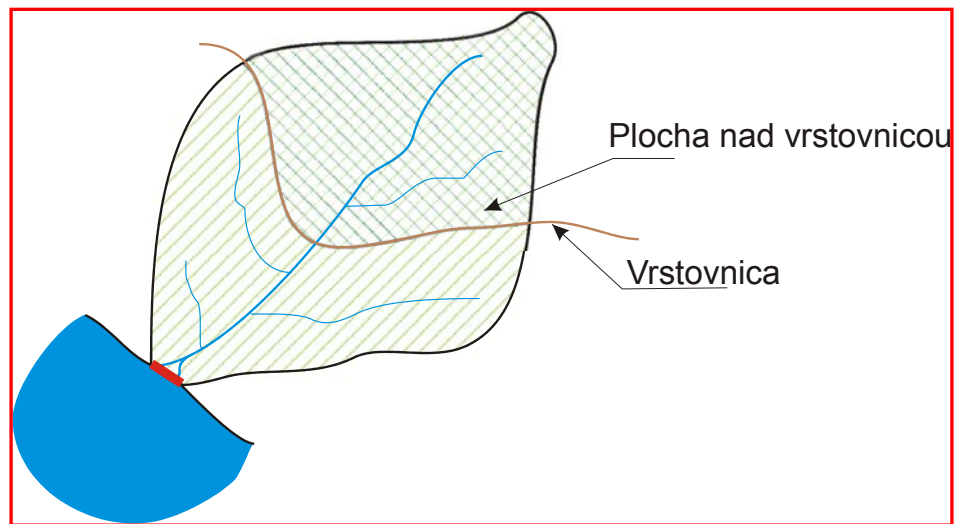
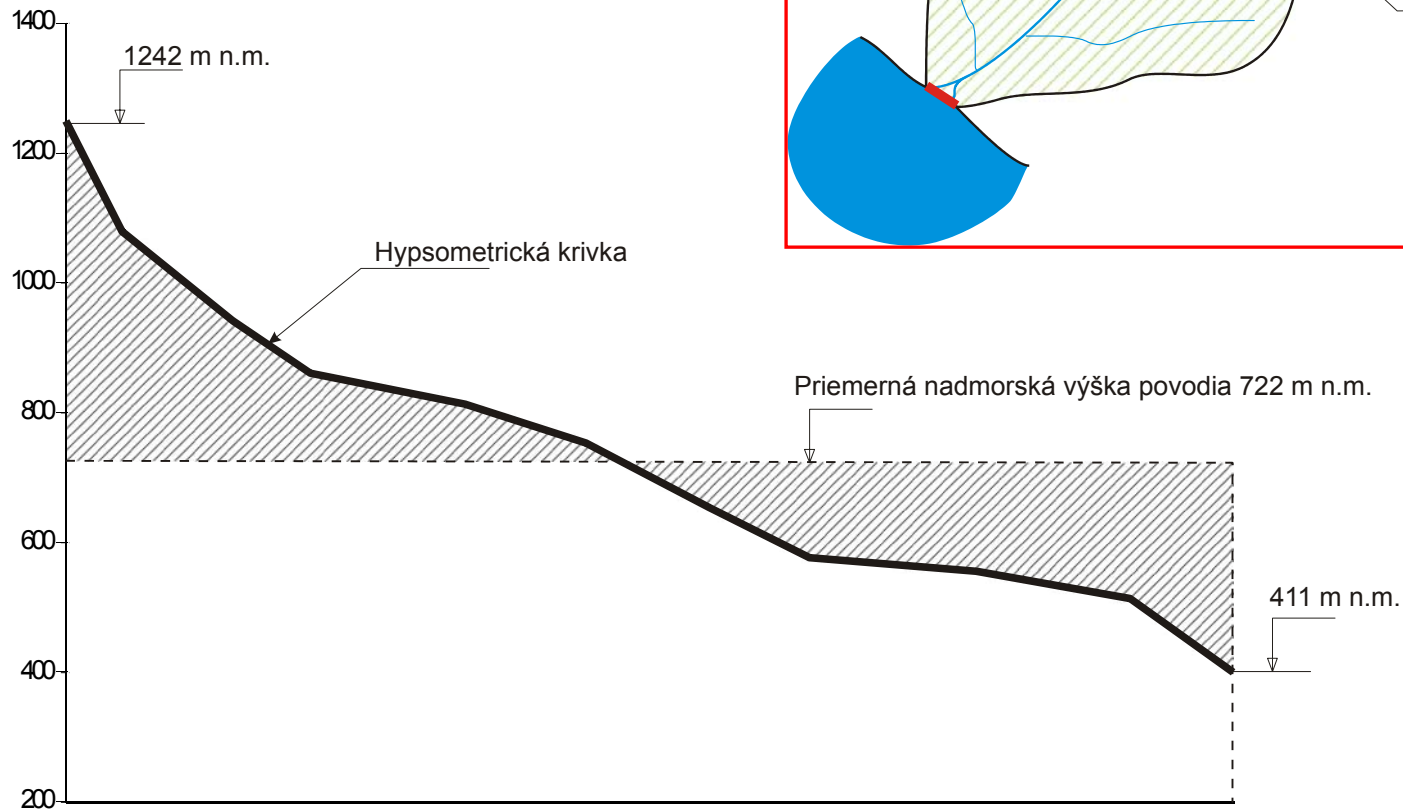
$$\alpha = \frac{S}{L^2}$$

Index členitosti rozvodnice

$$\chi = \frac{Z}{2 \cdot \sqrt{\pi \cdot S}}$$



Povodie - nadmorská výška



Povodie – nadmorská výška

Priemerná nadmorská výška a sklon povodia

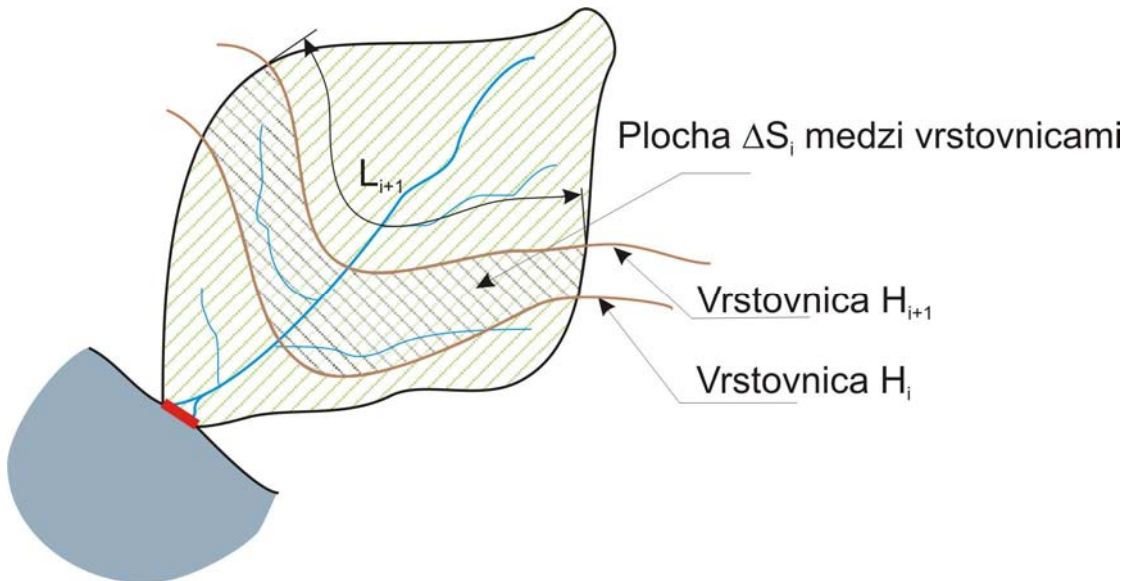
$$\bar{H} = \frac{1}{2S} \sum_{i=1}^n \Delta S_i \cdot (H_i + H_{i+1})$$

$$i_s = \frac{\Delta h}{S} \cdot \left(\frac{L_1}{2} + \sum_{i=2}^{n-1} L_i + \frac{L_n}{2} \right)$$

Index sklonitosti povodia

$$I_s = \frac{1}{\sqrt{S \cdot L^*}} \cdot \sum_{i=1}^n \sqrt{\Delta S_i \cdot (H_i + H_{i+1})}$$

$$L^* = \sqrt{S} \cdot \frac{\chi}{1,12} \cdot \left[1 + \sqrt{1 - \left(\frac{1,12}{\chi} \right)^2} \right]$$



Povodie riek v SR

Základné charakteristiky povodí

Tok	Plocha povodia na území SR [km ²]	Dĺžka toku na území SR [km]	Priemerná hustota riečnej siete [km/km ²]	Sklon povodia [%]	Lesnatosť [%]	Priemerný ročný prietok [m ³ .s ⁻¹]
Dolná Morava	2282	114	0,175	-	36	120
Dunaj	1138	172	-	-	12	
Váh	14268	403	2	4 - 1,01	43	196
Nitra	4501	196,7	1,42	1,1 - 0,45	28	23,1
Hron	5465	284	2,19	7,6 - 0,9	47	55,2
Ipeľ	3649	151,5	0,73	13,2 - 1	36	18,2
Slaná	3217	92,5	0,5-3	2 - 0,05	54	21,7
Bodva	858	48,4	0,78	3,5 - 1,08	46	5,8
Bodrog + Tisa	7272	16	0-3	10 - 0,7	38	54,8
Hornád	4414	193	1,12	15,9 - 1,2	48	32,0
Poprad	1950	144	-	-	-	22,3

Bilanční rovnice

$$Z = V + O \pm R \pm U$$

- Z – zrážky (roční úhrn v mm)
- V – výpar
- O – odtoková výška
- R – zásoby vody v povodí
- U – výmena medzi povodiami

Hydrologický rok – od 1.11 do 31.10

Odtok z povodia

- Prietok Q [$\text{m}^3.\text{s}^{-1}$]
- Celkový ročný odtok z povodia K [m^3]
- Odtoková výška O [mm]
- Špecifický odtok q [$\text{m}^3.\text{s}^{-1}.\text{km}^{-2}$], [$\text{l}.\text{s}^{-1}.\text{ha}^{-1}$]

$$O = \frac{K}{1000.S} \quad S - \text{plocha povodia } [\text{km}^2]$$

$$q = \frac{Q}{S}$$

Meranie prietoku

- Priamo – nádobou
- Meraním hĺbky – v merných profiloch
- Meraním rýchlosti – hydrometrovanie
- Merné priepady



Meranie hĺbky v mernom profile

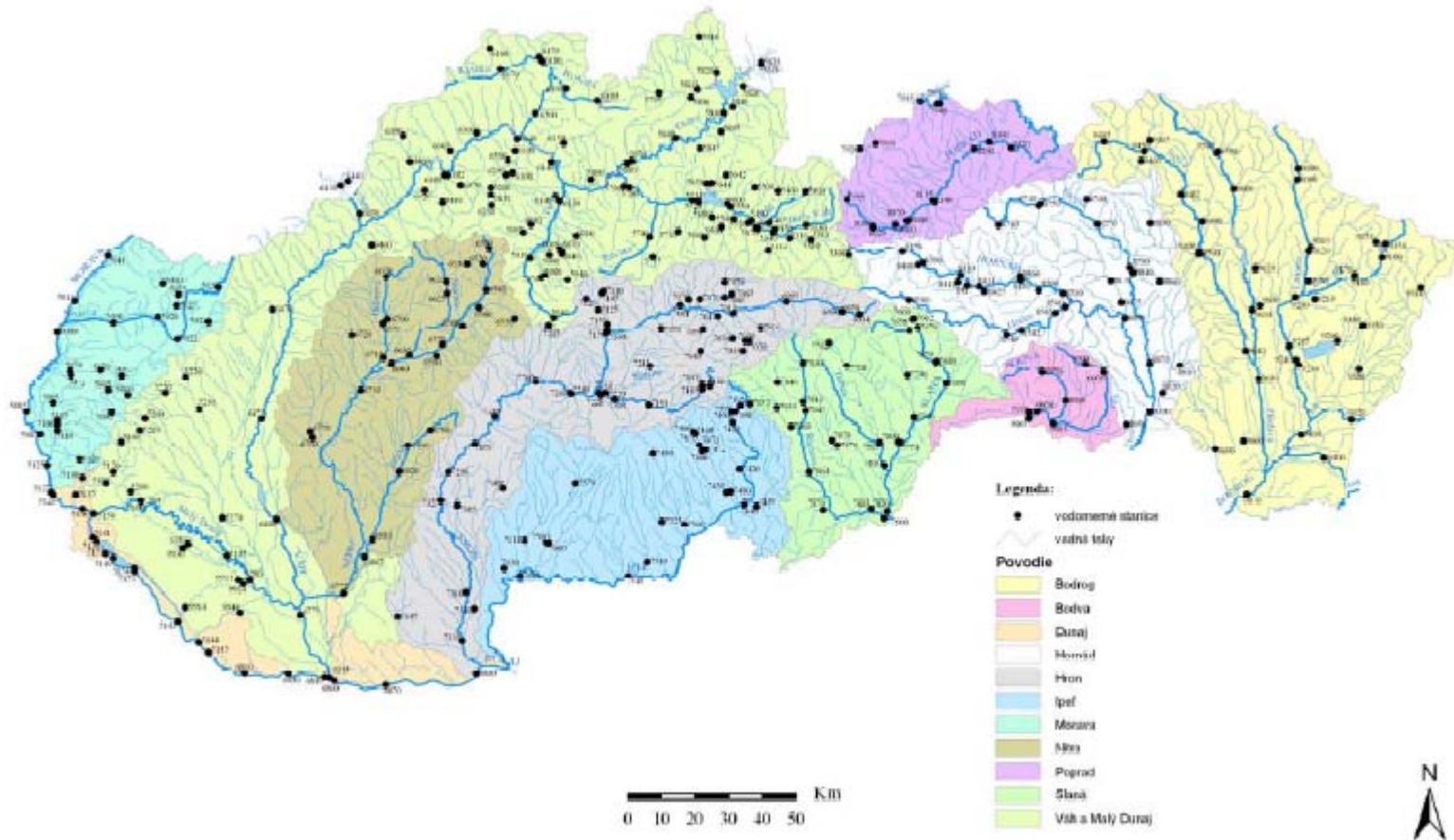
- Vodočetná lata
- Vodomerčná stanica

Ručné meranie – raz denne

Prístrojové merania – každú hodinu



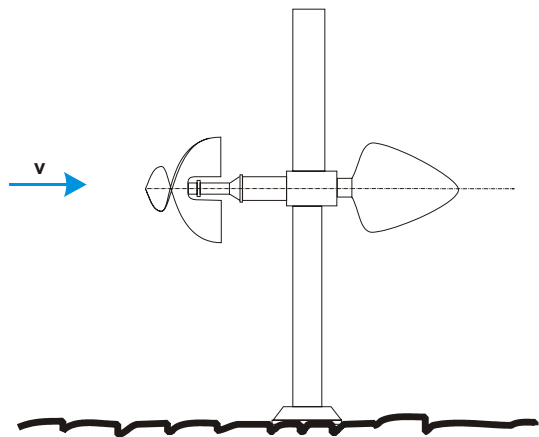
Vodomerné stanice v SR



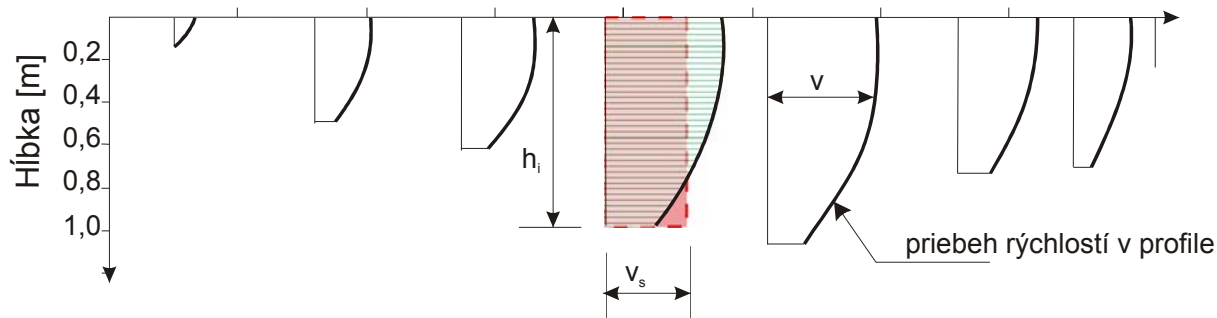
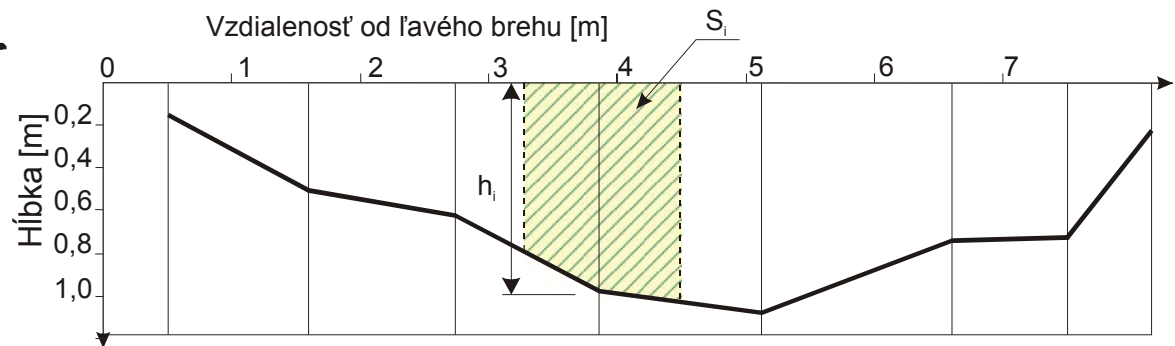
395 vodomerných staníc

Meranie rýchlostí

Hydrometrické krídlo (vrtuľa)



$$Q = \sum_{i=1}^N S_i \cdot v_{si}$$

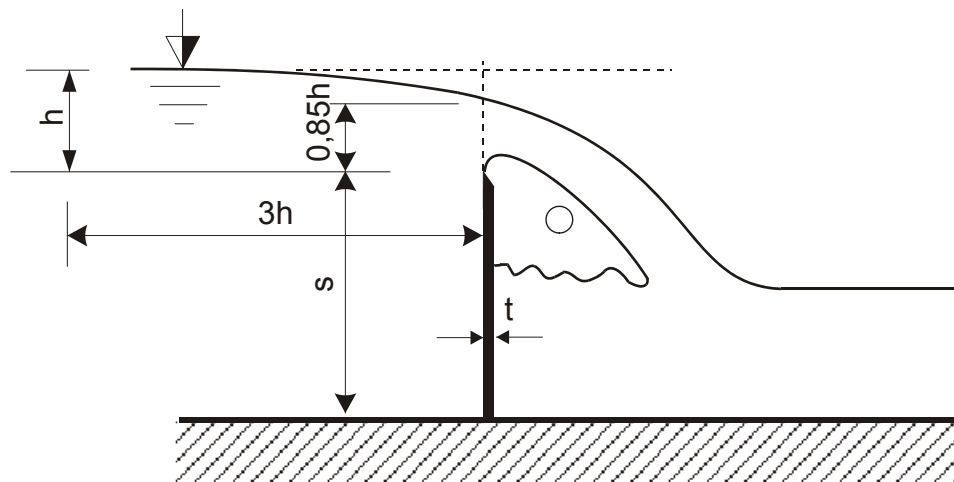


Merné prípady

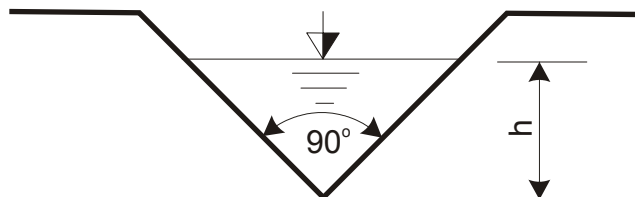
- Basinov

$$Q = m \cdot b \cdot \sqrt{2g} \cdot h^{\frac{3}{2}}$$

$$m = \left(0,405 + \frac{0,003}{h} \right) \cdot \left[1 + 0,55 \cdot \left(\frac{h}{h+s} \right)^2 \right]$$



- Thompsonov



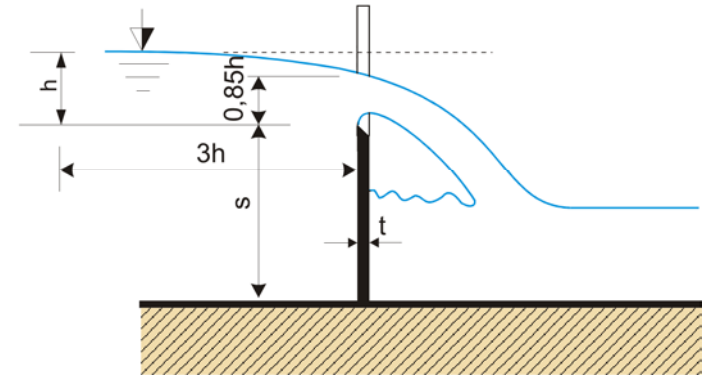
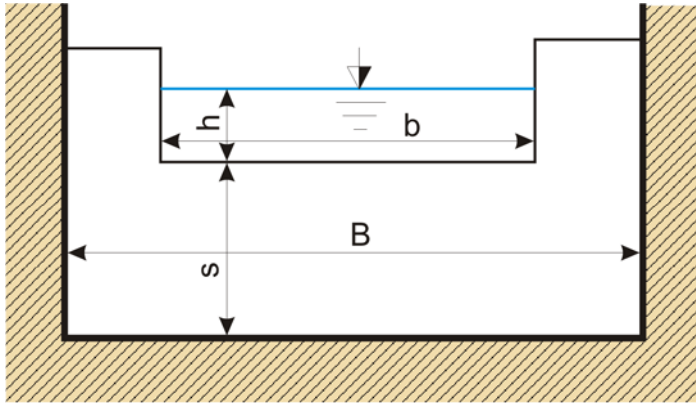
$$Q = 1,4 \cdot h^{\frac{5}{2}}$$

Merné prípady

- Ponceletov

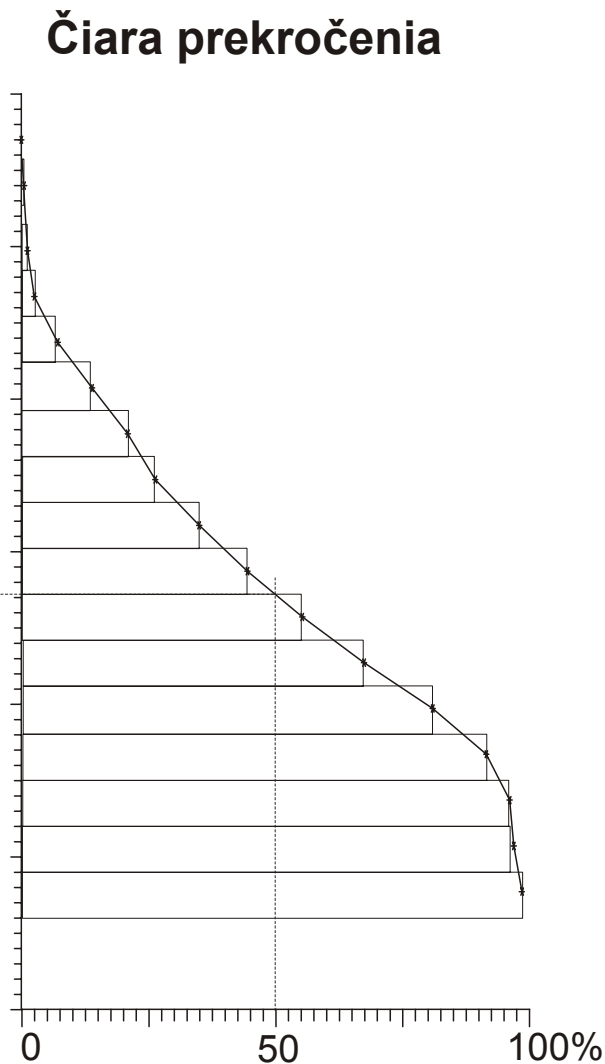
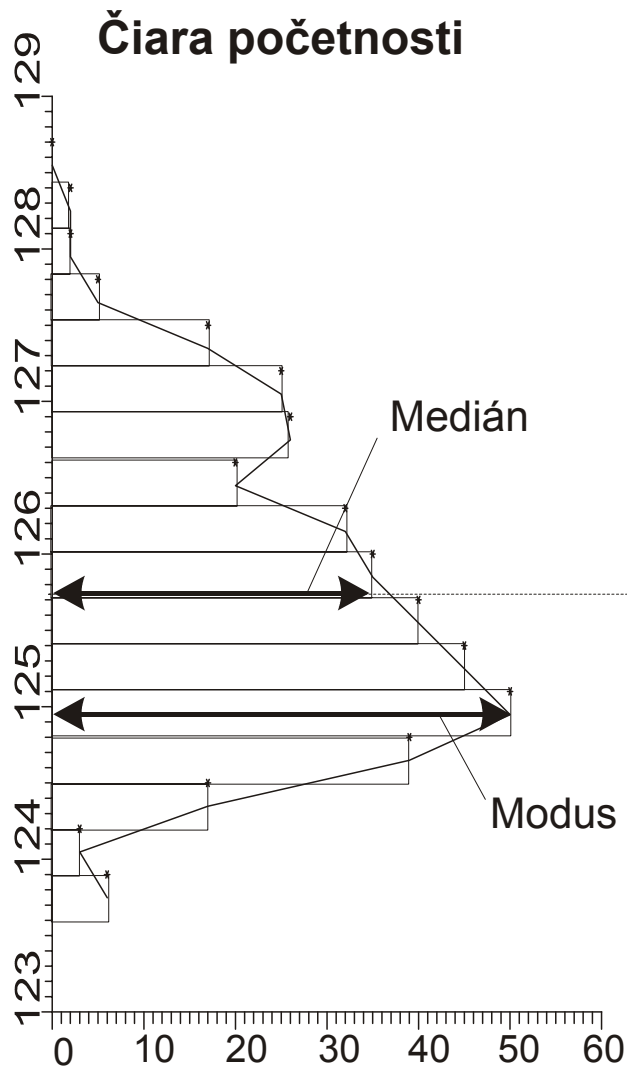
$$m = \left[0,405 - 0,03 \left(1 - \frac{b}{B} \right) + \frac{0,0027}{h} \right] \cdot \left[1 + 0,55 \left(\frac{b}{B} \right)^2 \left(\frac{h}{h+s} \right)^2 \right]$$

$$Q = m \cdot b \cdot \sqrt{2g} \cdot h^{\frac{3}{2}}$$

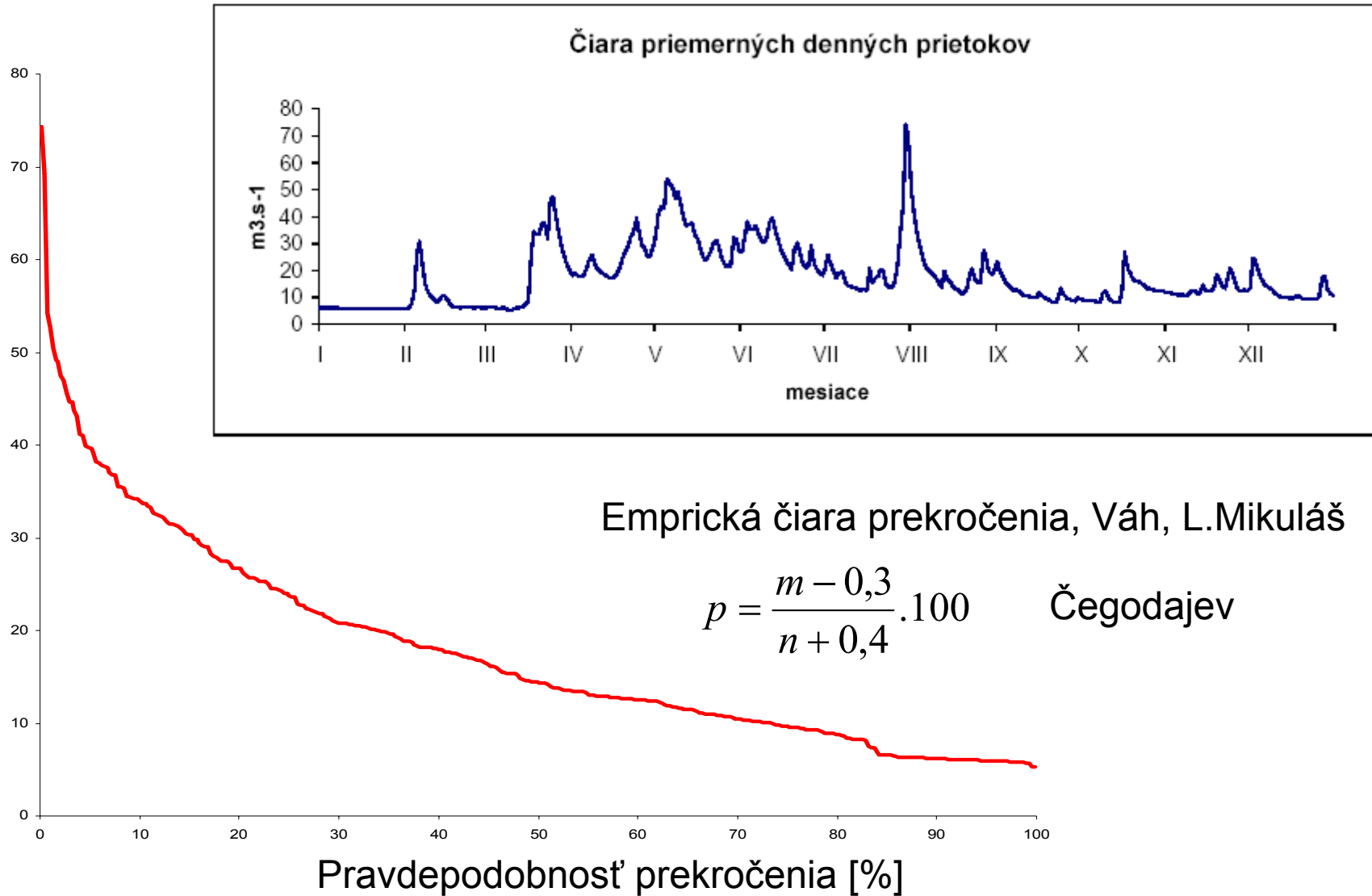


- Lineárne

Štatistické vyhodnotenie prietoku



Štatistické vyhodnotenie prietoku



Extrémne prietoky

- Z dlhodobých pozorovaní
 - empirické čiary prekročenia maximálnych ročných prietokov
 - teoretické čiary prekročenia
- Empirické vzorce
 - regionálne
 - intenzitné
 - objemové

Max.prietok z dlhodobých meraní

- empirické čiary prekročenia – vyžadujú dlhý rad pozorovaní, v súčasnosti v SR je max. 50 – 70 rokov meraní (krátke pre $Q_{\max,100}$)
- použijeme kratší rad pozorovaní a preložíme teoretickú čiaru prekročenia (Pearsonovo rozdelenie III.typu)

N[rok]	1	2	5	10	20	50	100	1000
p[%]	63,2	39,3	18,1	9,5	4,8	1,98	0,995	0,1

Teoretická čiara prekročenia

Priemer

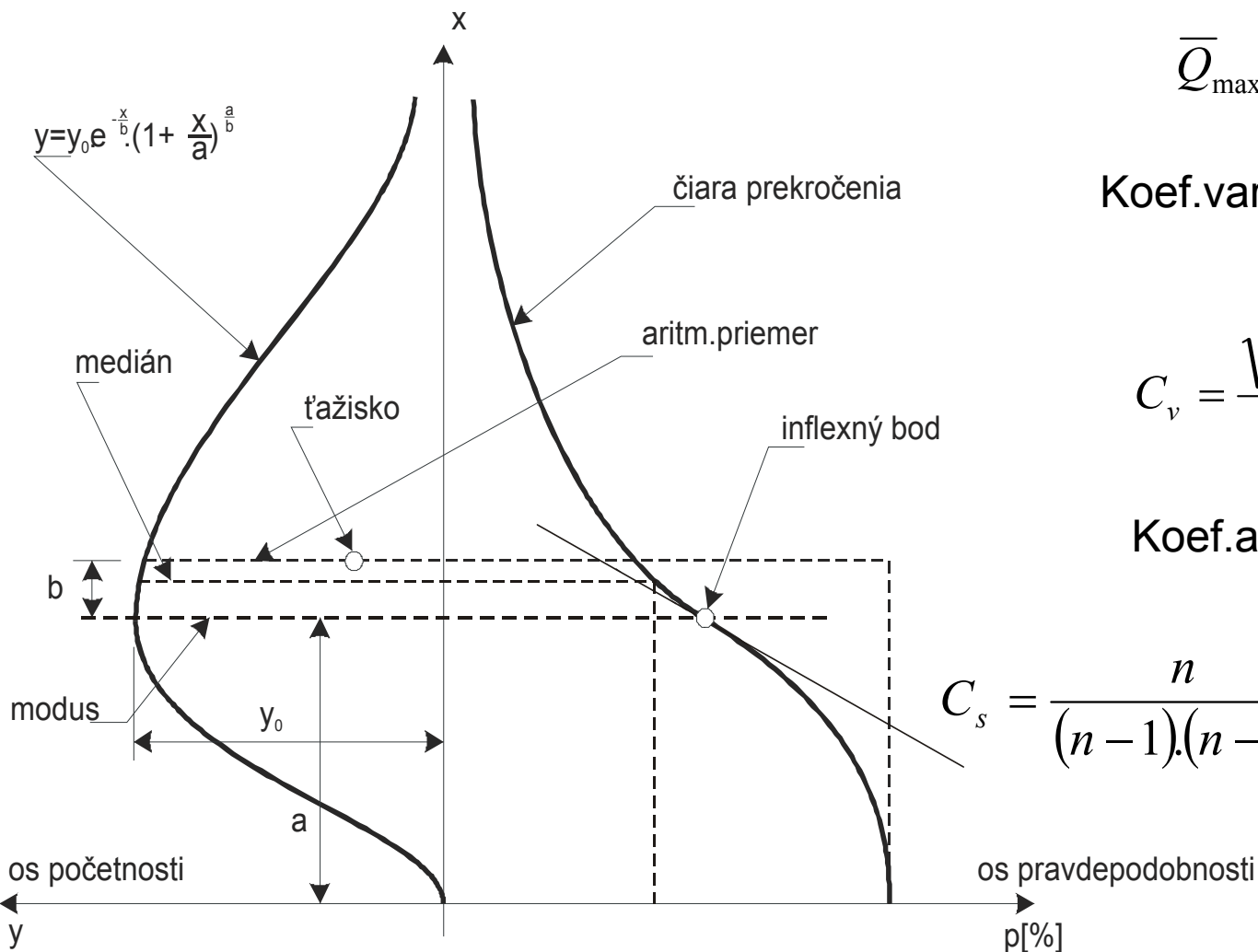
$$\bar{Q}_{\max} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n Q_{\max,i}$$

Koef.variácie

$$C_v = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n (Q_{\max,i} - \bar{Q}_{\max})^2}}{\bar{Q}_{\max} \cdot \sqrt{n-1}}$$

Koef.asymetrie

$$C_s = \frac{n}{(n-1)(n-2)} \cdot \frac{\sum (Q_{\max,i} - \bar{Q}_{\max})^3}{\bar{Q}_{\max}^3 \cdot C_v^3}$$



Empirické vzorce

Regionálne (Dub)

$$Q_{\max,100} = q_{\max} \cdot S$$

$$q_{\max} = \frac{A_0}{S^n} \cdot \left(1 + \sum_{i=1}^2 O_i \right)$$

Opravy

$$O_1 = 0,5 \cdot \left(0,5 - \frac{S_L}{S} \right)$$

S – plocha celého povodia

S_L – plocha zalesnenia

Povodie	Pomer šírka : dĺžka	Oprava O ₂
vejárovité	1:1	0,05
podlhovasté	1:4	-0,05
pretiahnuté	1:5	-0,10

Koeficienty - Dub

Oblasť		Povodie	A	n
I	a	Toky flyšového pásma, Orava, stredný Váh, horná Torysa a pramenná oblasť Ondavy, Laborca a Uhu	17,6	0,443
	b	Poprad, horná časť Ondavy a Cirochy, horný Váh po sútok s Oravou	15	0,5
II	a	Stredoslovenské toky, horný tok Nitry, Hornád pod Hnilcom, horná časť Ipľa, oblasť Vihorlatu	10,1	0,494
	b	Dolné časti tokov zo skupiny IIa.	7	0,494
	c	pravostranné prítoky Hrona z Nízkych Tatier a Veľkej Fatry	5	0,494
III		horná Myjava, Ipel', horná oblasť Slanej, Hornád nad Hnilcom	4,8	0,415
IV		Dolné úseky inundujúcich tokov, Morava, Nitra pod Bebravou, dolná Slaná, Rimava, Bodva	4 až 2	0,4 až 0,364
V		Nížinné toky s prítokom veľkých vôd v inundácii, napr. Dudváh, dolný tok Nitry, Čierna voda	1,5 až 1	0,364

Intenzitný vzorec

$$Q_{\max} = \varphi \cdot i_{\max} \cdot S$$

Spôsob zastavania a druh pozemku		Konfigurácia územia (sklon)		
		do 1%	1-5%	viac ako 5%
Viacpodlažné domy	uzatvorený blok, dlažba	0,70	0,80	0,90
	uzatvorený blok záhradka	0,60	0,70	0,80
	otvorený blok	0,50	0,60	0,70
	voľná zástavba	0,40	0,50	0,60
Rodinné domy	združené v záhradkách	0,30	0,40	0,50
	izolované v záhradkách	0,20	0,30	0,40
Továrne objekty	hustá zástavba	0,50	0,60	-
	voľný typ, trávnaté plochy	0,40	0,50	-
železničné pozemky		0,25	-	-
Cintoríny, ihriská, ovocné sady		0,10	0,15	0,20
Lúky, pole, zelené pásy		0,05	0,10	0,15
Lesy		0	0,05	0,10
Spevnené vozovky a plochy		0,70	0,80	0,90
Dlažba s pieskovými špármi		0,50	0,60	0,70
Štrkové cesty		0,30	0,40	0,50

Intenzitný vzorec

- Intenzita dažďa
 - klesá so vzrastajúcou dobou trvania
 - vzrastá s klesajúcou početnosťou

Početnosť – koľkokrát do roka sa vyskytne dážď danej intenzity

Doba trvania dažďa [min]	intenzita dažďa [$\text{l.s}^{-1}.\text{ha}^{-1}$]				
	p=1	p=0,5	p=0,2	p=0,1	p=0,05
10	157	199	262	313	367
20	99	128	170	206	245
30	73	94	127	154	184
40	58	76	102	125	149
60	42	54	74	91	108

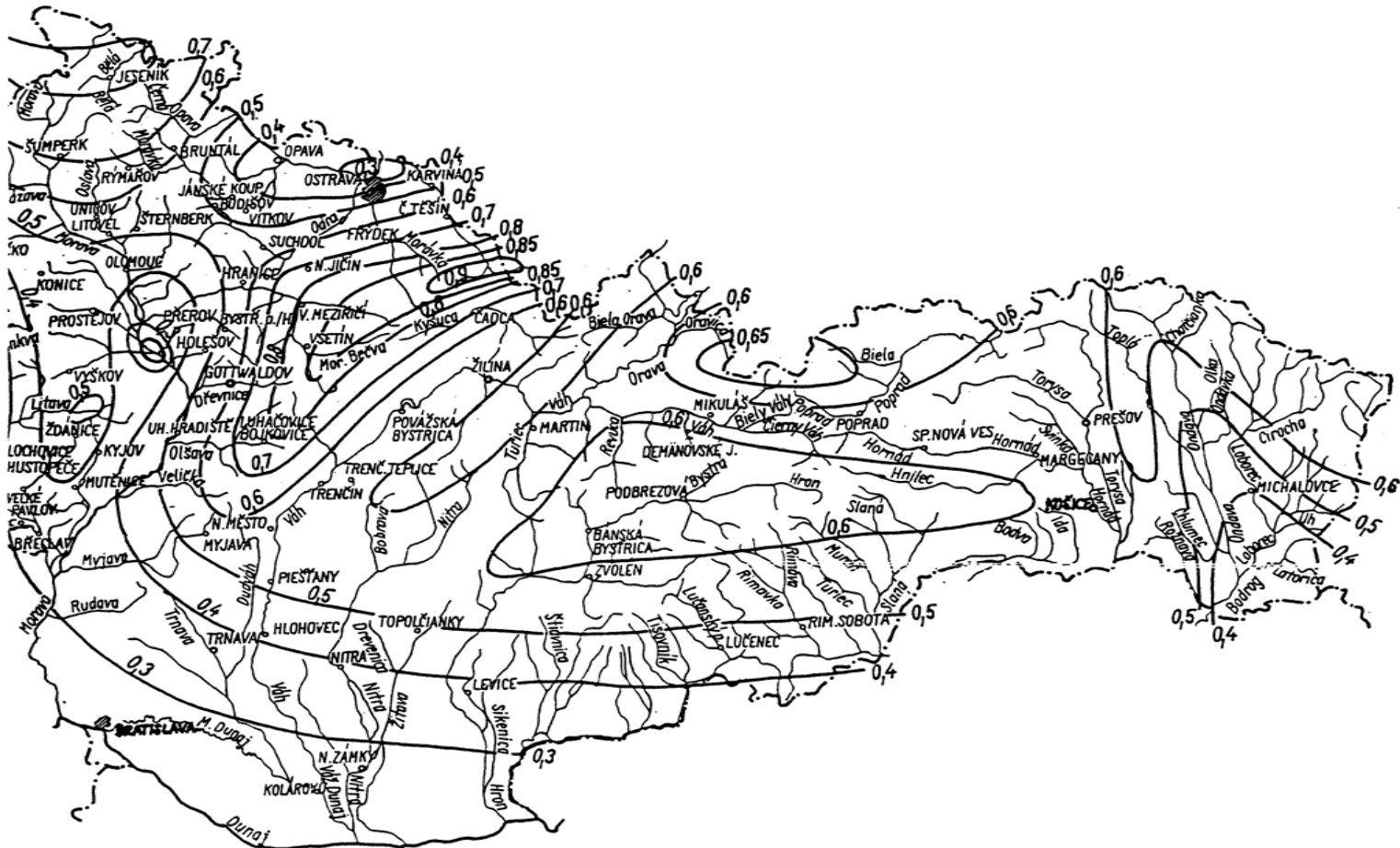
Objemový vzorec

- Čerkašinov vzorec

$$Q_{\max,100} = \frac{24,7 \cdot \beta \cdot S}{\psi} \cdot \sqrt[3]{\frac{v_s^2}{L^2}}$$

- β objemový súčiniteľ odtoku
- v_s stredná rýchlosť stekania vody
- ψ koeficient tvaru povodia
- L dĺžka vodného toku [km]
- S plocha povodia [km²]

Čerkašinov vzorec



Čerkašinov vzorec

