

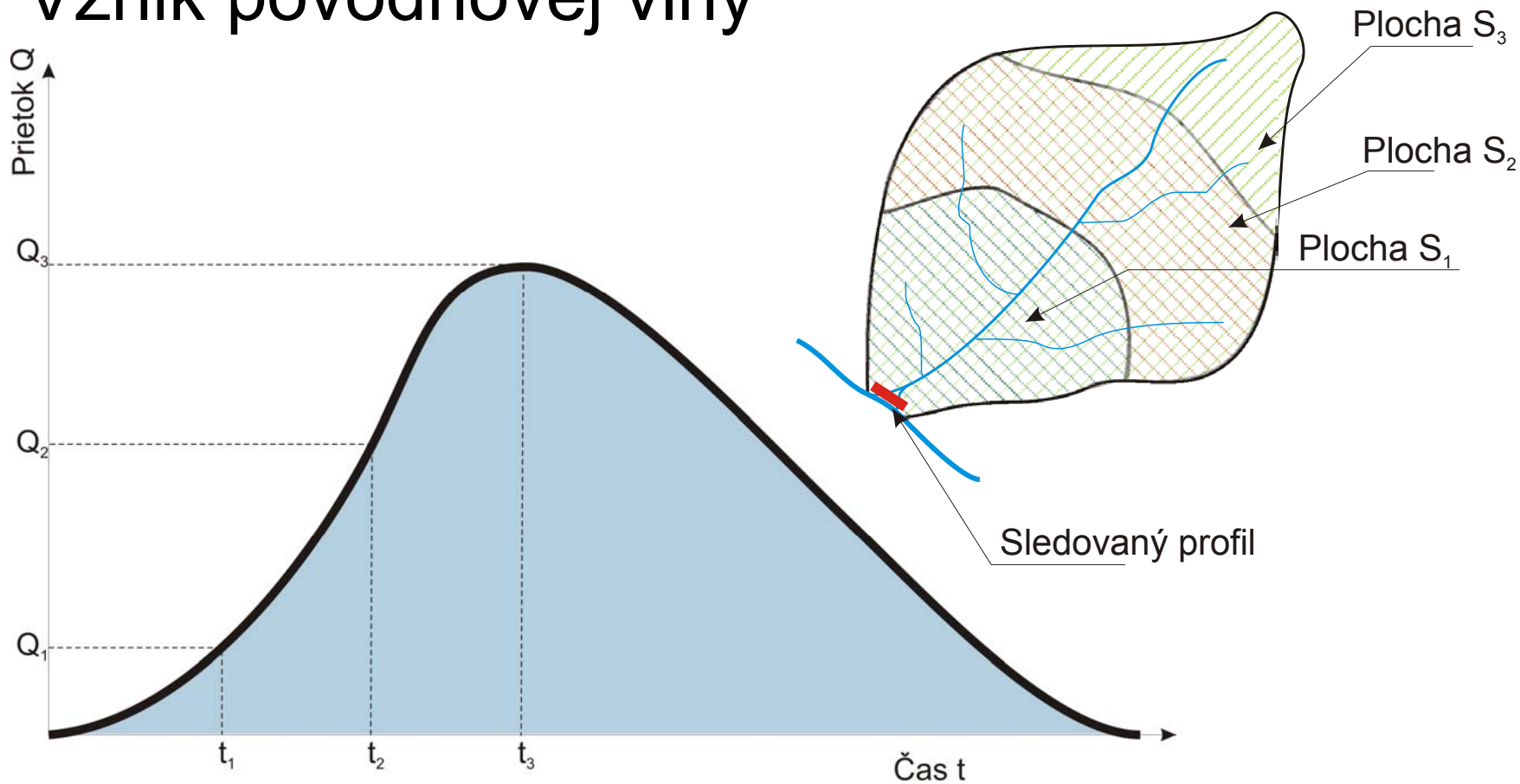
Vodohospodárske stavby

3.prednáška

Dokončenie hydrológie vodného
toku, splaveniny

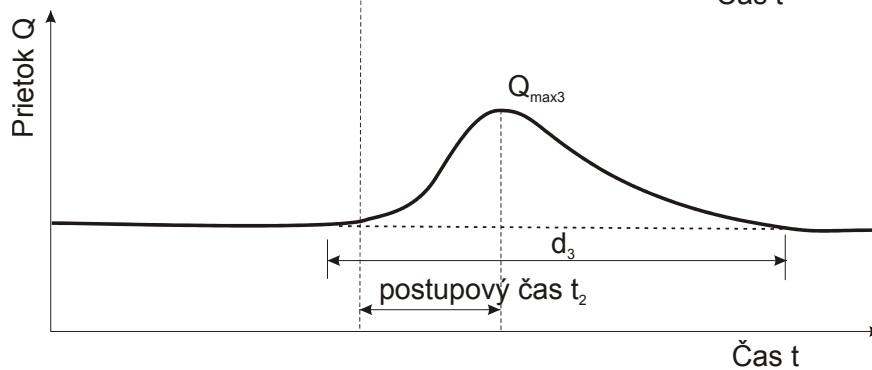
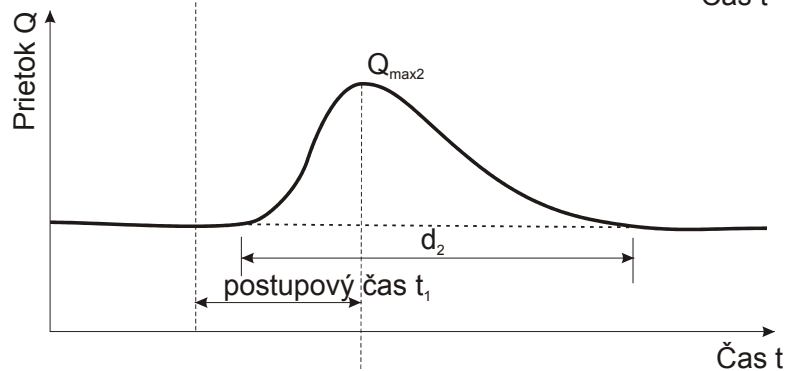
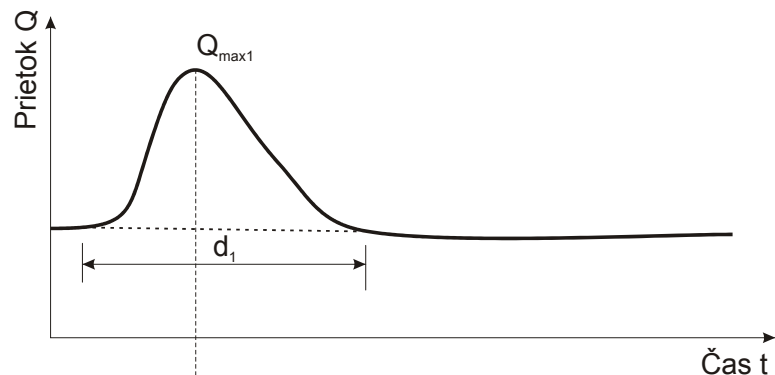
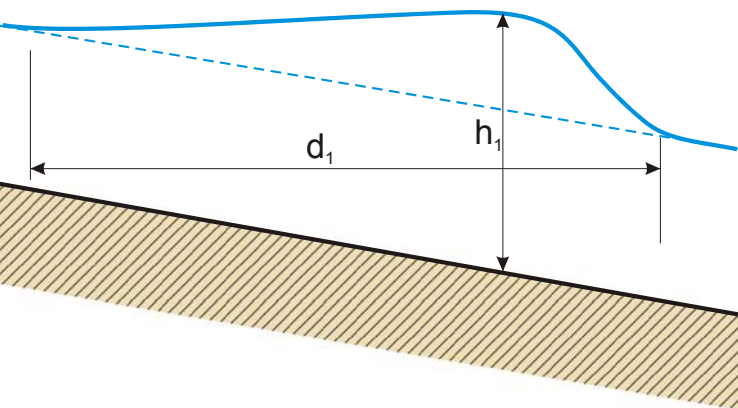
Povodňová vlna

Vznik povodňovej vlny



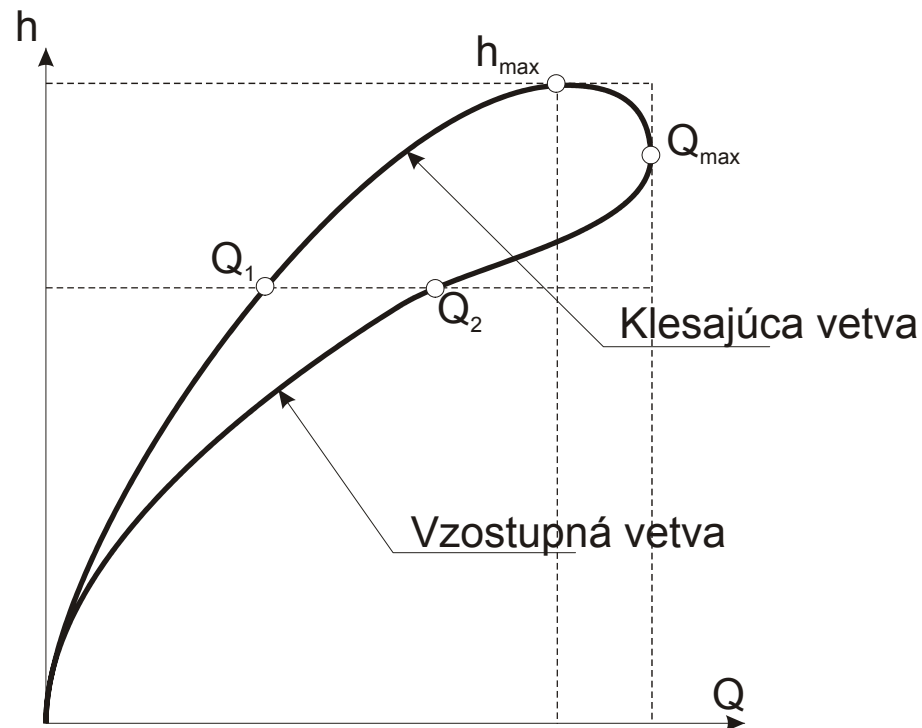
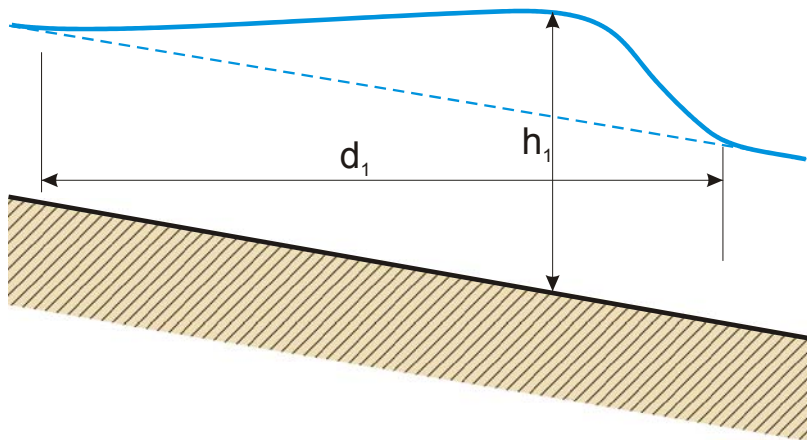
Povodňová vlna

Splošťovanie vlny

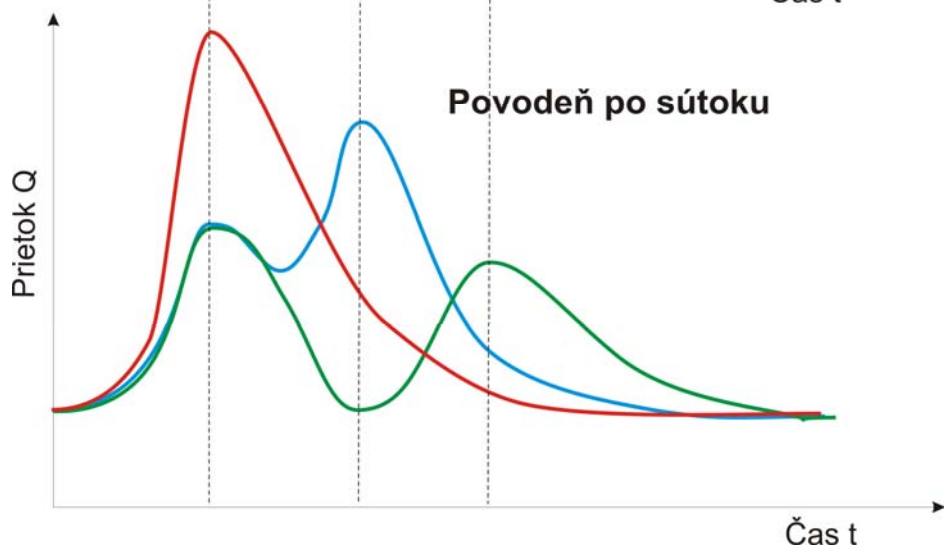
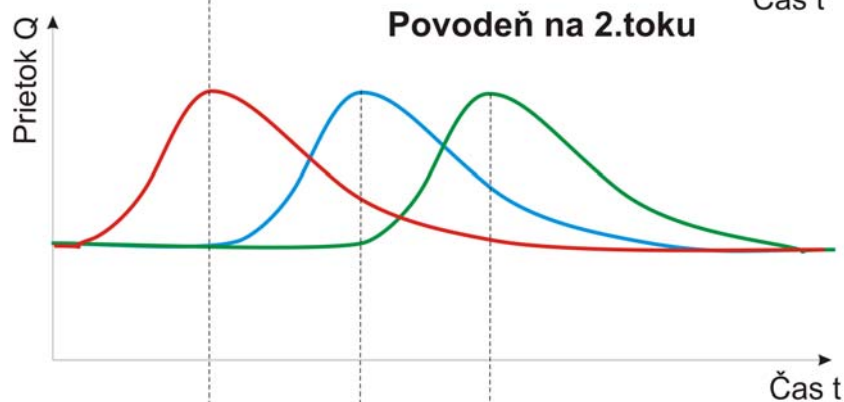


Povodňová vlna

Hysterézia konzumčnej krivky

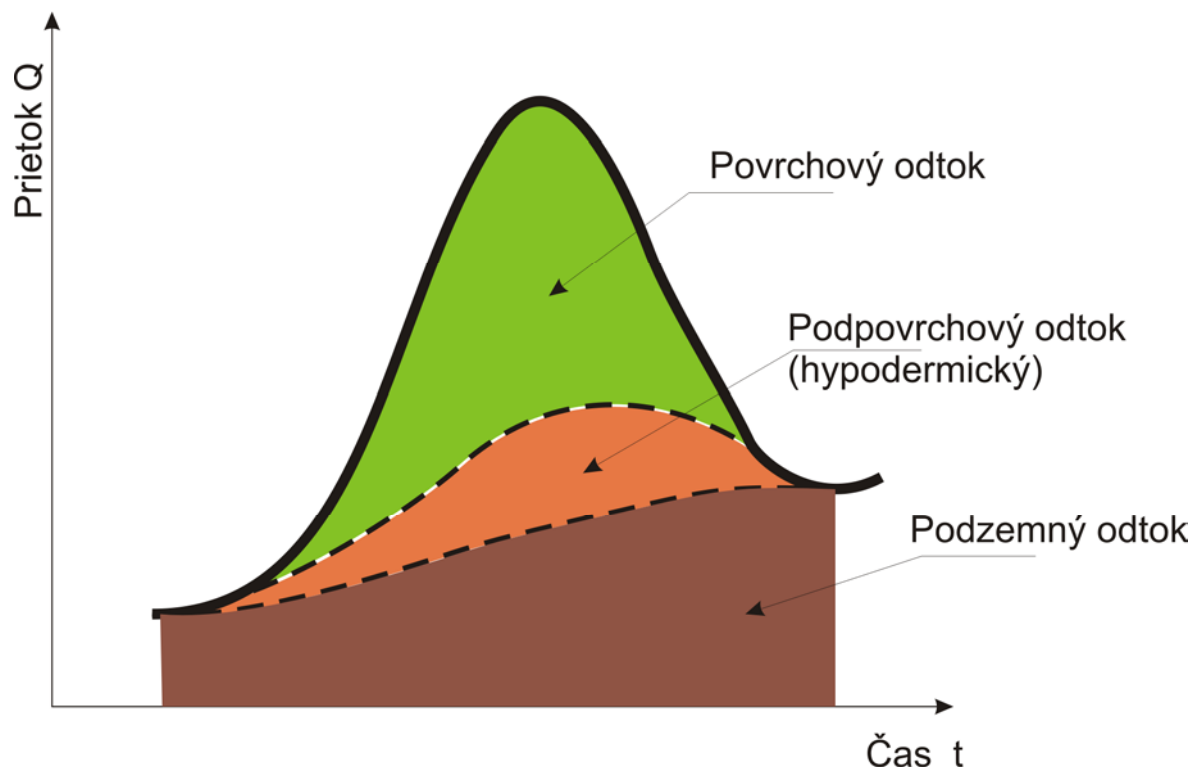


Skladanie povodňových vĺn



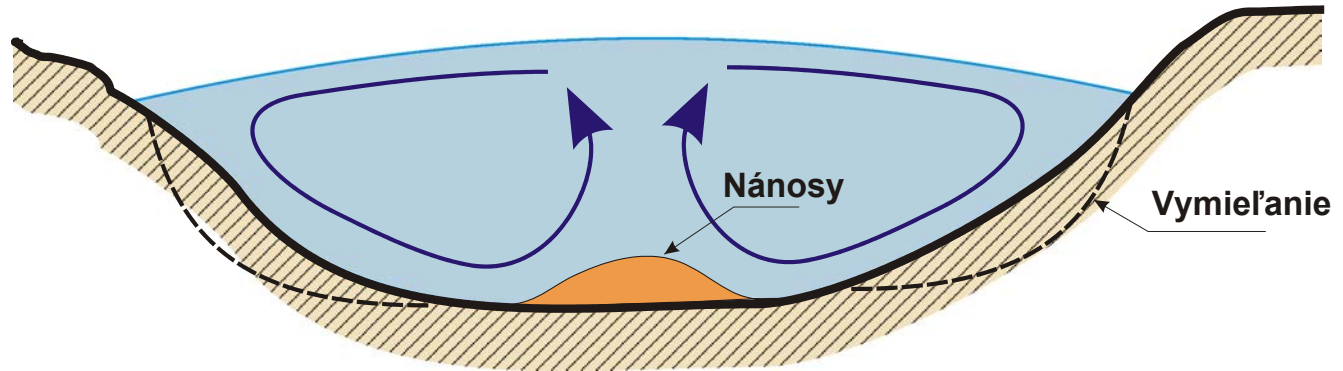
Rozdelenie odtoku

- Povrchový
- Podpovrchový (hypodermický)
- Podzemný

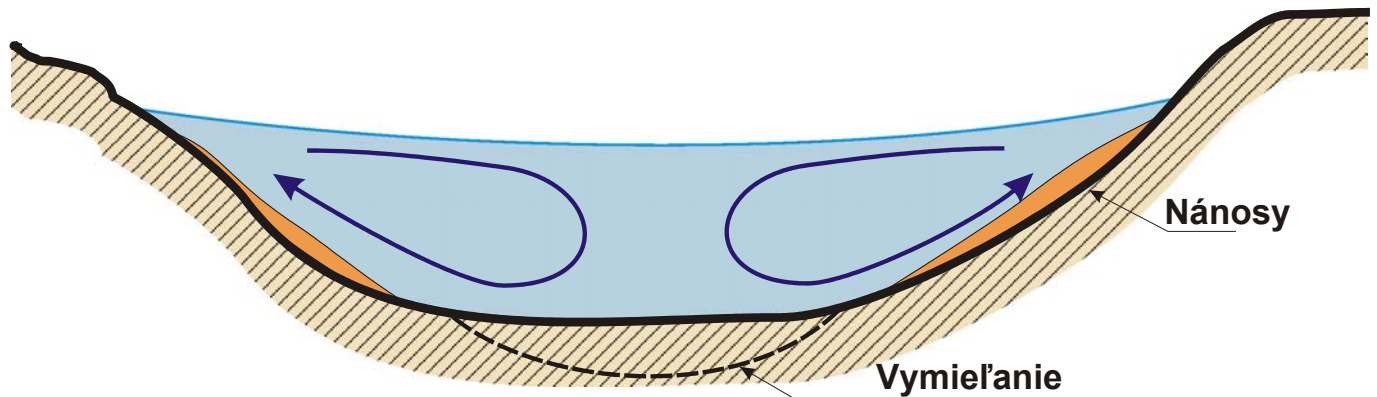


Priečna cirkulácia

- Nástup povodne



- Opadávanie povodne



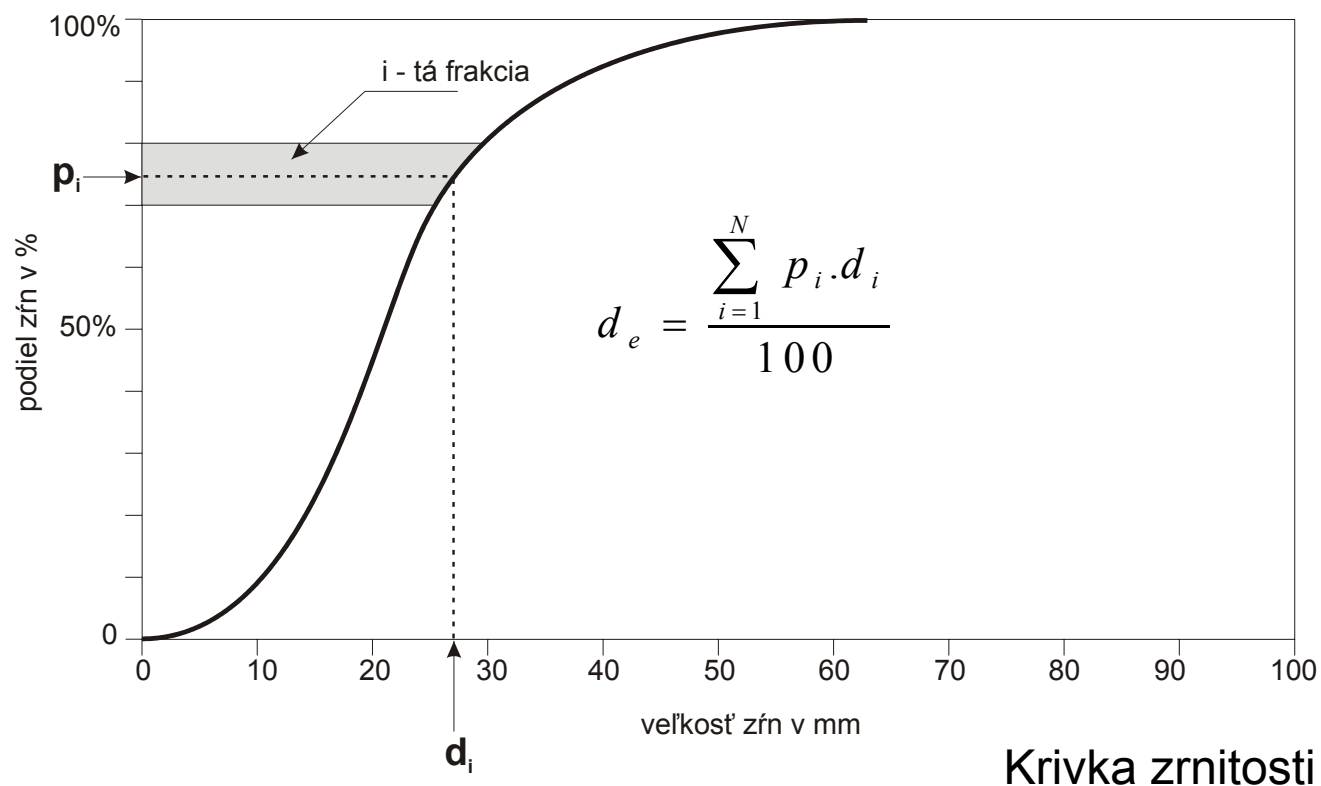
Rozdelenie sedimentov

- Splaveniny
 - hrubšie sedimenty, pohyb po dne toku
- Plaveniny
 - jemné častice, vznášajú sa vo vode

Základný typ	skupina	Priemer zrn
Balvany		väčší ako 200 mm
Kamene		63 – 200 mm
Štrk	hrubozrnný	20 – 63 mm
	strednozrnný	6,3 – 20 mm
	jemnozrnný	2 – 6,3 mm
Piesok	hrubozrnný	0,63 – 2 mm
	strednozrnný	0,2 – 0,63 mm
	jemnozrnný	0,063 – 0,2 mm
Silt	hrubozrnný	0,02 – 0,063 mm
	strednozrnný	0,006 – 0,02 mm
	jemnozrnný	0,002 – 0,006 mm
Íl		menší ako 0,002 mm

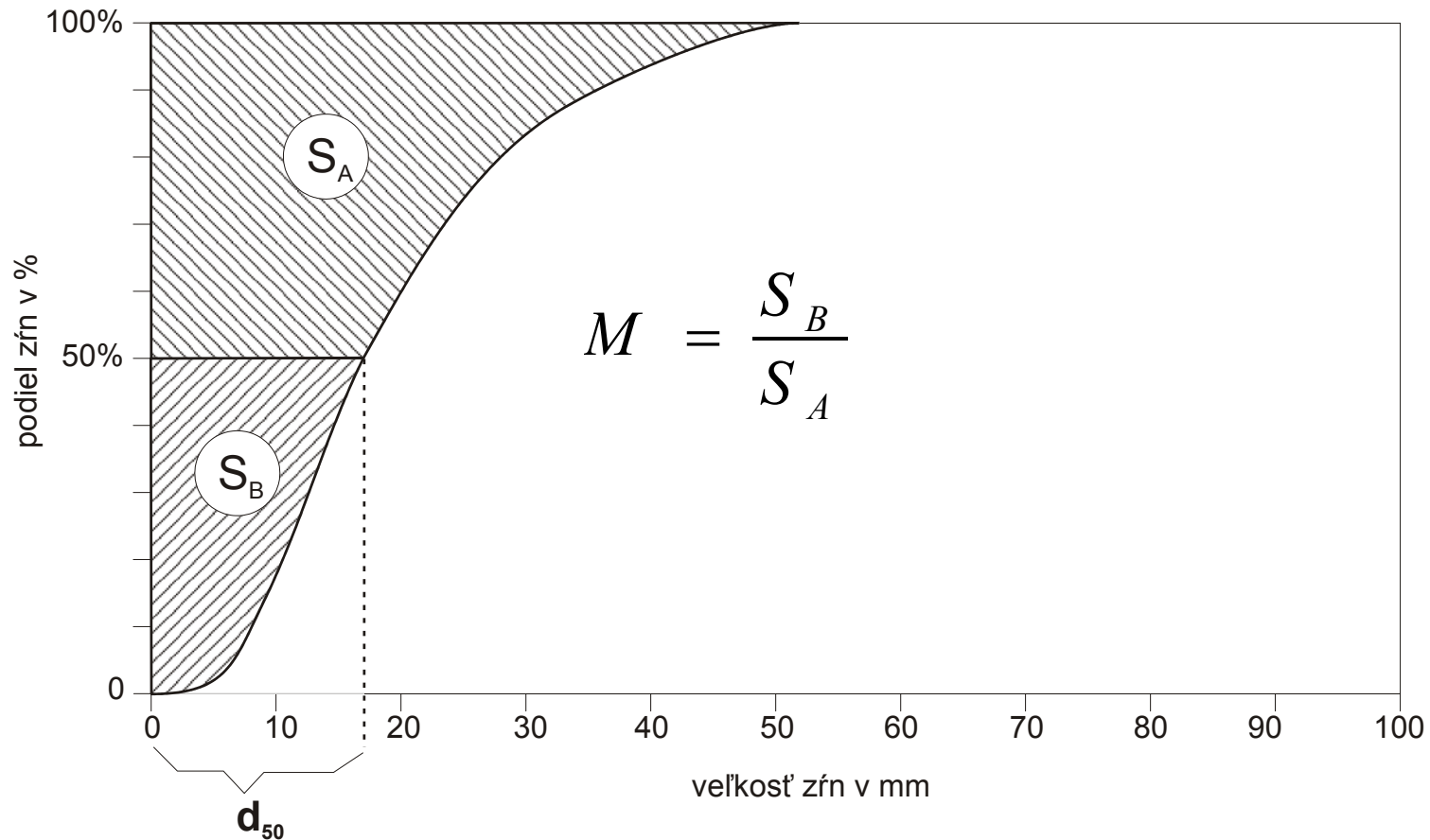
Splaveniny - vlastnosti

Zrnitostné zloženie – efektívny priemer zŕn



Splaveniny - vlastnosti

Homogénnosť zloženia – Kramerov modul



Splaveniny - vlastnosti

- Hustota

Hornina	ρ_s [kg.m ⁻³]
živec	2500
kremičitany (najčastejšie)	2650
vápenec	2750
dolomit	2850
biolit	3000

- Obrus horniny

Hornina	c [km ⁻¹]	dráha s_0 [km]
vápenec	0,01	50
dolomit	0,0083	60
žula, rula	0,0033 – 0,005	100 – 150
amfibolit	0,002 – 0,0035	180 – 250

Sternbergov zákon obrusu

Úbytok hmotnosti je úmerný pôvodnej hmotnosti a dráhe, po ktorej sa splavenina pohybuje

$$dm = -c.m.ds \quad \Rightarrow \quad \frac{dm}{m} = -c.ds$$

Integráciou dostaneme

$$\int \frac{dm}{m} = -c.\int ds \quad \Rightarrow \quad \ln m = -c.s + C$$

$$\ln \frac{m}{m_0} = -c.s$$

$$\frac{m}{m_0} = e^{-c.s} \quad \Rightarrow \quad m = m_0.e^{-c.s}$$

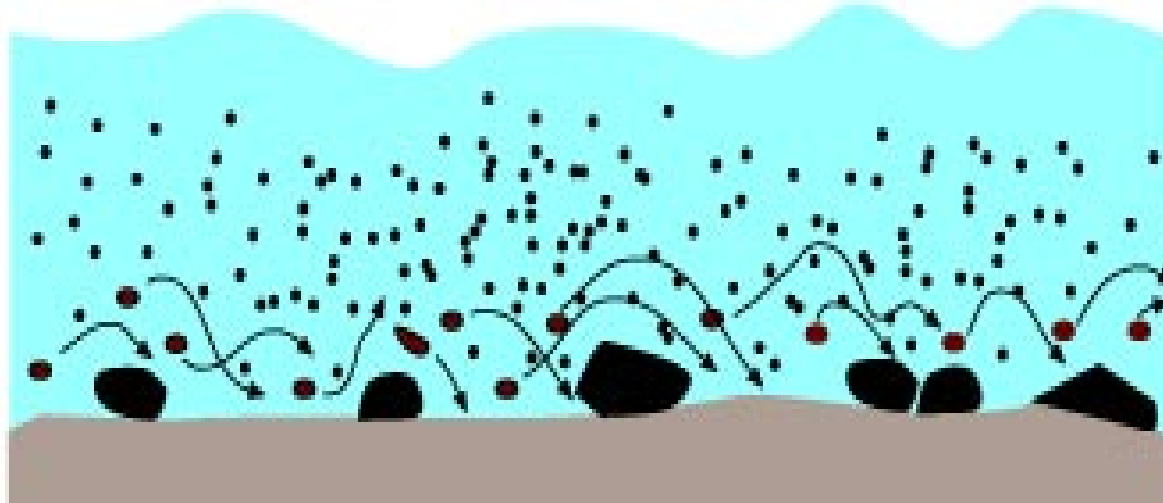
Pohyb splavenin

How sediment moves...

Suspension
and solution

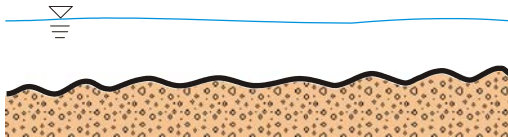
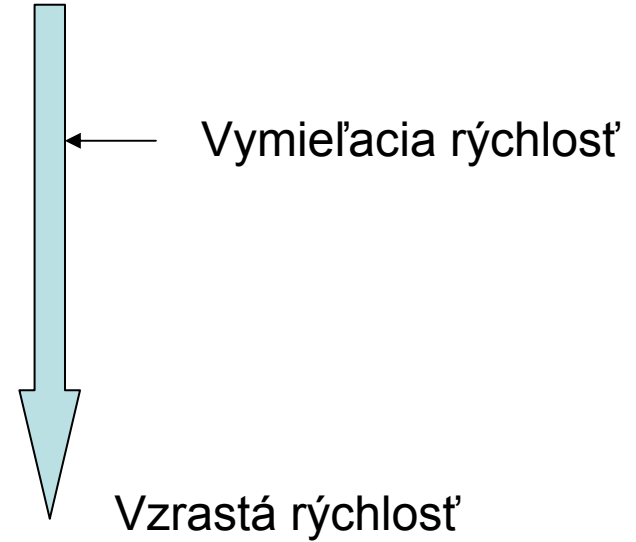
Saltation

Rolling and
sliding

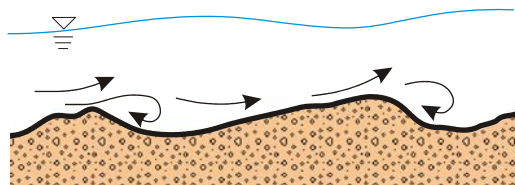


Pohyb splavenín

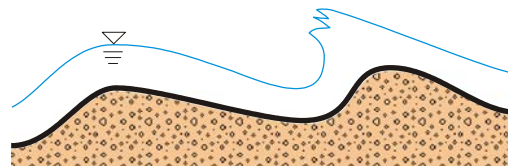
- Pohyb jednotlivých zrn
- Všeobecný pohyb
- Vlnky, duny, lavice
- Rozrušovanie lavíc
- Antiduny



Vlnky



Duny



Antiduny

Pohyb splavenín

Meyer-Petersova rovnica

$$\rho \cdot g \cdot \left(\frac{k_s}{k_r} \right)^{\frac{3}{2}} \cdot h_s \cdot i_e = A \cdot (\rho_s - \rho) \cdot g \cdot d_e + B \cdot \rho^{\frac{1}{3}} \cdot [(\rho_s - \rho) \cdot g \cdot q_s]^{\frac{2}{3}}$$

q_s – merný prietok splavenín na 1m šírky dna koryta [$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$],

ρ – hustotu vody [$\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$],

ρ_s – hustotu (mernú hmotnosť) splaveninového materiálu [$\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$],

h_s – redukovaná hĺbka toku [m],

d_e – smerodajný (efektívny) priemer zrn splaveniny [m],

i_e – sklon čiary energie toku,

A, B – koeficienty. Najčastejšie sa udáva $A=0,047$ a $B=0,25$,

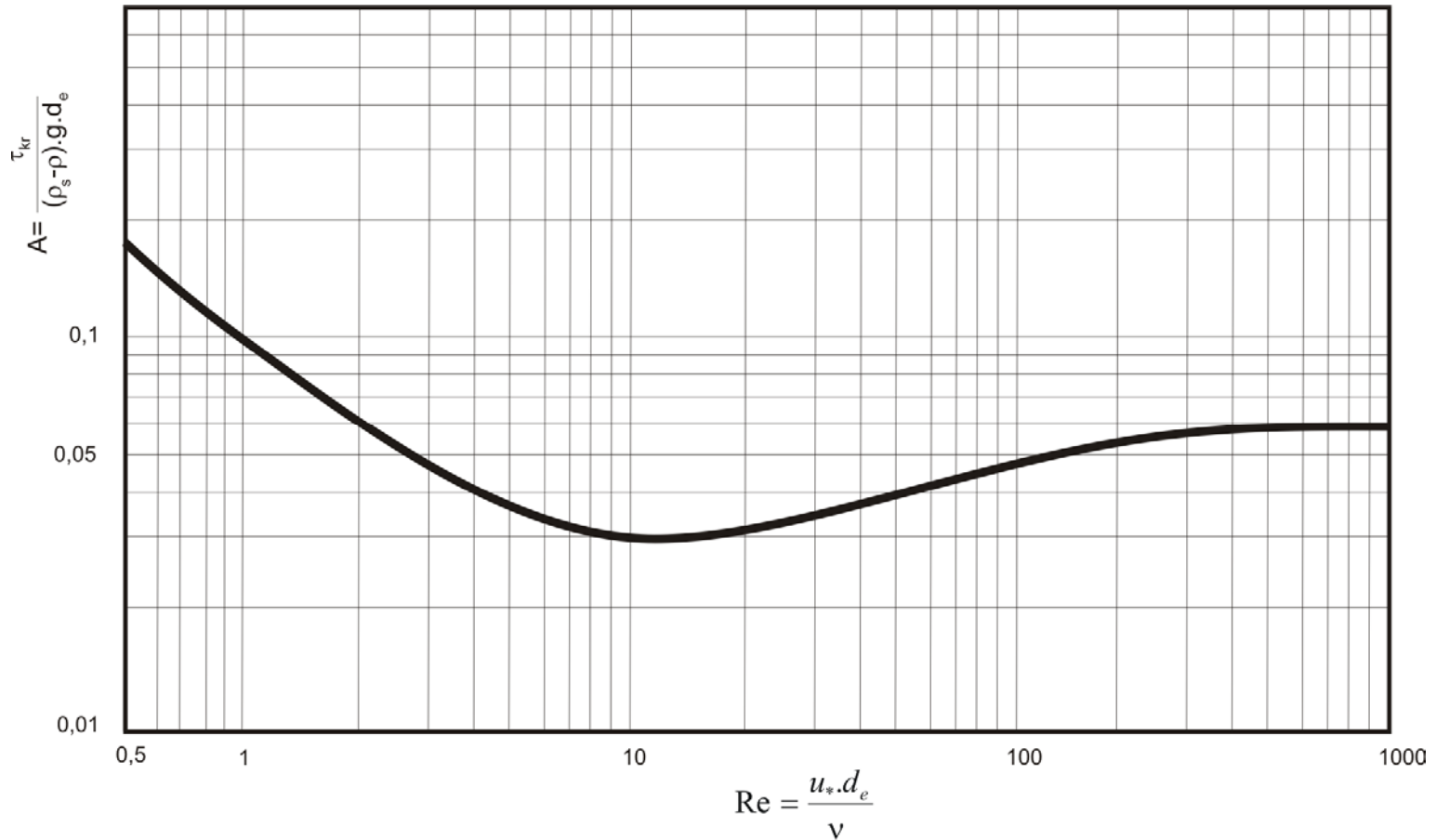
k_s – Stricklerov koeficient pre korytá,

k_r – Stricklerov koeficient pre splaveniny.

$$k_r = \frac{26}{\sqrt[6]{d_{90}}} = \frac{21,1}{\sqrt[6]{d_e}}$$

$$k_s = \frac{v}{h_s^{2/3} \cdot i^{1/2}}$$

Pohyb splavenín



$$u_* = \sqrt{g \cdot d \cdot i} \quad \text{Trecia rýchlosť}$$

Kritické napätie

$$\tau_{kr} = A \cdot (\rho_s - \rho) \cdot g \cdot d_e$$

Pohyb splavenín

Kritická vymieľacia rýchlosť

$$v_{kr} = k_r \cdot h^{2/3} \cdot i_e^{1/2} = \frac{21,1}{\sqrt[6]{d_e}} \cdot h^{2/3} \cdot \left[\frac{A \cdot (\rho_s - \rho) \cdot d_e}{a \cdot \rho \cdot h} \right]^{1/2}$$

$$v_{kr} = 5,88 \cdot h^{1/6} \cdot d_e^{1/3}$$



Plaveniny

- Mútnosť (koncentrácia) [kg.m⁻³]

- Sedimentačná rýchlosť $w_s = \frac{(\rho_s - \rho).g.d^2}{18.\mu}$

- Maximálna mútnosť

$$C_m = 0,022 \cdot \frac{v}{w_0} \cdot \sqrt{\frac{R.i.v}{w_s}} = 0,022 \cdot \frac{v^{3/2}}{w_0 \cdot \sqrt{w_s}} \cdot \sqrt{R.i}$$

- Nezanášacia rýchlosť

$$v_n = 4,0.h^{1/6}.d_e^{1/3}$$

Vymieľacie rýchlosti

Spôsob opevnenia		Hĺbka [m]			
		0,4m	1,0m	2,0m	3,0m
Nevegetačné opevnenie	Dlažba vyšpárovaná do štrku	3,2	4,0	4,5	5,0
	Dlažba na cementovú maltu	3,5	4,5	5,0	5,5
	Špárovaná dlažba na cem.maltu	5,5	6,5	7,5	8,0
	Drôtokamenné matrace	4,0	5,0	5,5	6,0
	Kamenné murivo	3,0	3,5	4,0	4,5
Vegetačné opevnenie	Mačinovalie		1,0	1,4	1,7
	Víbový porast		1,8	2,5	2,7
	Víbový obklad		2,6	3,0	3,3

Vzorkovanie splavenín



Siet'ový vzorkovač – voda a drobné splaveniny pretekajú, hrubšie sa zachytia

Vzorkovanie plavenín



Sklenený vzorkovač v púzdre, odoberá sa zakalená voda pre laboratórny rozbor