

Vznik a průběh povodně

Samotný proces vzniku odtoku vody z povodí a případný následný vznik povodně je v současné době dobře popsán a není složitý. V zásadě k povodni dochází, pokud intenzita a trvání srážky překročí schopnost krajiny zadržet tuto vodu. Velikost povodně pak závisí na tom, jak moc bude retenční kapacita povodí překročena (jak intenzivní nebo dlouhá bude srážka) a jaká bude doba koncentrace tedy rychlost odtoku vody z povodí. Pro popis a kvantifikaci tohoto procesu je možno použít rovnici hydrologické bilance, kterou lze zapsat následujícím výrazem (zdroj: <https://is.muni.cz>, 2018):

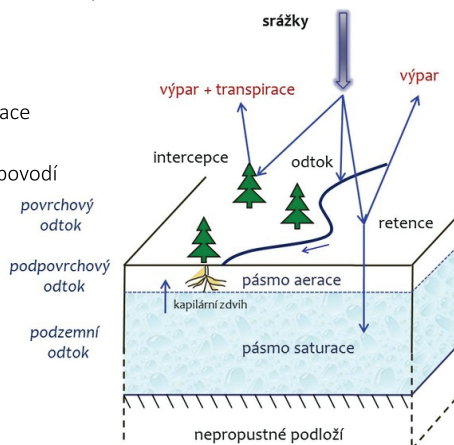
$$H_z = H_E + H_o \pm R$$

H_z – výška srážek

H_E – výška evapotranspirace

H_o – výška odtoku

R – změna zásob vody v povodí



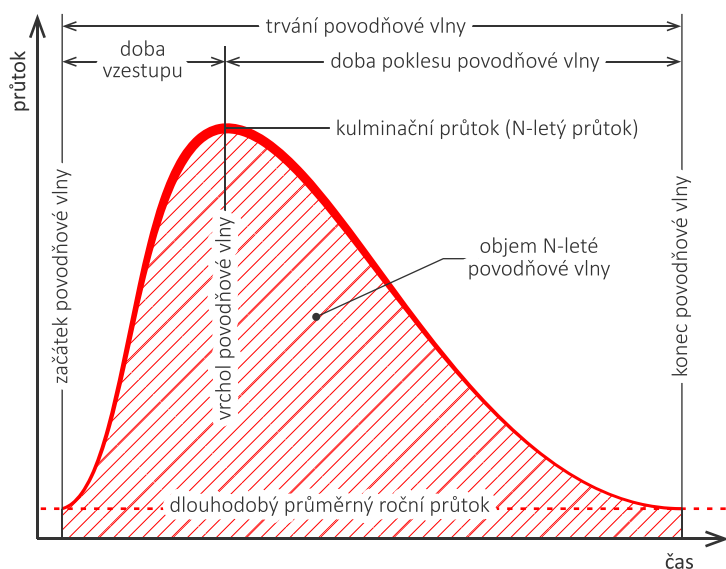
Obrázek 1 - procesy hydrologické bilance (zdroj: <https://is.muni.cz>, 2018)

Za vstup do hydrologického cyklu můžeme považovat srážky. Při jejich dopadu na nepropustný povrch dochází k jejich retenci (zadržování), následnému výparu, nebo přímo k povrchovému odtoku. V případě kontaktu s vegetací dochází nejdříve k intercepci (zadržení vody vegetací) a následně k výparu. Po té se voda dostane přímo do půdy a kořenovým systémem do transpiračního proudu rostlin. Odtud se transpirací (fyzilogickým výparem) vrací do atmosféry.

Odtok H_o vzniká, pokud množství napršené vody překročí celkovou „retenční“ kapacitu (evapotranspirace, intercepcie, infiltrace, povrchová retence) území. Procesy podílející se na hydrologické bilanci povodí jsou znázorněny na obrázku 1. Zda vznikne povodňová vlna, a jaké budou její charakteristiky je ovlivněno řadou faktorů.

Povodní se podle vodního zákona č. 254/2001 Sb. ve znění zákona č. 150/2011 Sb. rozumí **přechodné výrazné zvýšení hladiny vodních toků nebo jiných povrchových vod, při kterém voda již zaplavuje území mimo koryto vodního toku a může způsobit škody.**

Je možné se setkat i s mírně odlišnými definicemi, například u pojišťoven, které povodeň definují různě podle smluvních podmínek se svými zákazníky. Klíčový může být původ vody – zda se jedná o vodu vylitou z koryta vodního toku, nebo vodu přitekou plošně ze svažitého pozemku.



Obrázek 2 - charakteristiky povodňové vlny (podle Kemel M. 1991)

Charakteristiky povodně

Průtoková vlna představuje přechodné zvýšení a následný pokles vodních stavů, vyvolaný deštěm, táním sněhu nebo umělým zásahem. Povodňová vlna, která je charakterizována objemem, kulminačním průtokem a tvarem (dobou vzestupu a poklesu) je průtoková vlna s charakterem povodně. Schéma průtokové (povodňové) vlny s jejím popisem zachycuje obrázek 2.

Kulminační průtok je největší průtok povodňové vlny. Udává se v $m^3 \cdot s^{-1}$ a jeho významnost lze hodnotit pomocí doby opakování, přičemž doba opakování je počet let (N), v jejichž průběhu bude průtok dosažen nebo překročen v dlouhodobém průměru jednou. Lze pak hovořit o tzv. N-letém průtoku Q_N . Hodnoty N-letých průtoků se stanovují statistickou analýzou na základě dlouhodobého měření průtoků. N-letý průtok nelze v žádném případě interpretovat tak, že se objeví právě jednou v očekávaném časovém intervalu. Jeho výskyt je nahodilý a může dojít k jeho opakování i několikrát v krátkém čase. Navíc hodnota N-letého průtoku se může změnit vlivem změny klimatu nebo změny ve využití území.

Objem povodňové vlny je celkové množství vody, které proteče daným profilem během trvání povodně.

Tabulka 1 - Rozdělení povodní (zdroj: Plán pro zvládání povodňových rizik v povodí Labe, MŽP, 2015)

Přírodní povodně	Letní	Jsou způsobeny zpravidla regionálními srážkami trvajících často několik dnů. Zpravidla se projevují na středních a větších tocích.
	Přivalové letní („bleskové“)	Způsobené srážkami s velkou intenzitou, které obvykle zasahují velmi malé území. Vyskytují se především v povodí malých toků kdekoli na území státu. Nástup povodňové vlny je zpravidla velmi rychlý a predikce výskytu konkrétní povodně je nejistá a problematická.
	Zimní a jarní	Způsobené rychlým táním sněhové pokrývky
	Zimní povodňové situace způsobené ledovými jevy	Vznikají v úsecích toků, kde se tvoří ledové zácpy při chodu ledových ker. Jejich výskyt není vázán na velikost vodního toku
Zvláštní povodně	Povodně, které nejsou zapříčiněny přírodním jevem. Typicky havárií na vodním díle, kdy dojde zpravidla k poruše hráze vodního díla, sesuvy půdy do vodní nádrže nebo toku.	

Faktory ovlivňující vznik povodňové události

Zda povodeň vznikne a jaký bude její průběh, závisí na množství přírodních i antropogenních vlivů a jejich kombinaci.

Klimatické faktory

- množství srážek
- intenzita srážek
- evapotranspirace

Fyziko-geografické faktory

- sklon a expozice svahů
- tvar povodí a údolních niv
- geologické poměry
- pedologické poměry
- využití území a vegetační kryt
- charakter hydrografické sítě

Počáteční podmínky v povodí

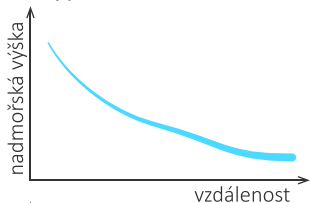
- vláhová nasycenost půdního profilu
- zaplnění retenčních prostorů
- stav vegetačního krytu
- teplota půdy a vzduchu
- přítomnost sněhové pokrývky

Vliv využití území, vegetačních a půdních charakteristik

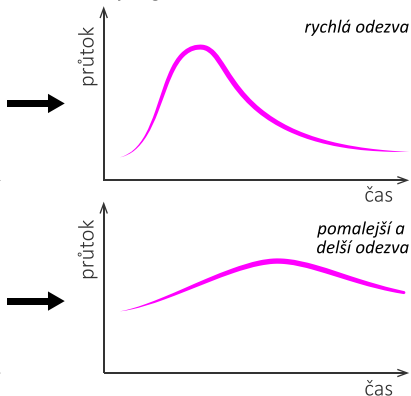
Mnohem vyšší a také rychlejší bude odtok ze zpevněných ploch (silnice, vydlážděné plochy, plochy střech, a další antropogenizované plochy) než z ploch nezpevněných (například travní, keřové a lesní porosty, zemědělské plochy). U zemědělsky využívaného území bude mít na tvorbu odtoku vliv především plodina na pozemku a její vegetační stádium a také způsob obhospodařování daného pozemku. Obecně lze říci, že čím větší bude listová plocha a kořenový systém plodiny v daném okamžiku, tím nižší bude odtok z dané plochy. Proces povrchové intercepce, který se v tomto mechanismu uplatňuje, je pro daný porost přibližně konstantní. S rostoucí srážkou proto jeho význam klesá.

Velmi významným faktorem je také kvalita, respektive propustnost půd. Mnohem vyšší budou odtoky na půdách nepropustných (půdy jílovité nebo ztuhnuté) než na půdách propustných (půdy hlinitopísčité, písčité, dobře strukturované). Retenční kapacita půd má zcela zásadní význam na tvorbu a velikost odtoku a představuje největší retenční prostor v krajině.

Podélný profil toku



Hydrogram

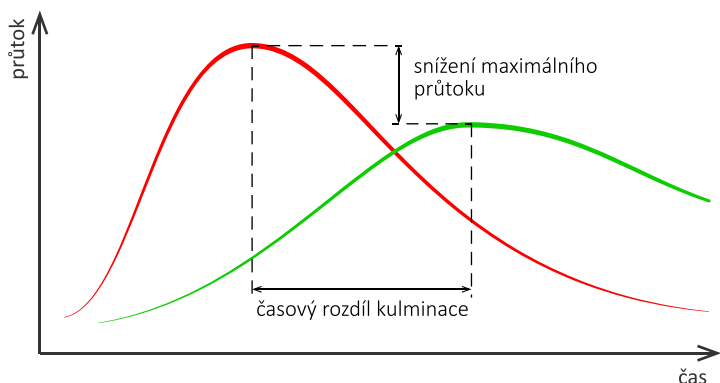


Obrázek 3 - vliv sklonu nivelety toku na průběh povodňové vlny (podle Gordon N. D. et al. 2004)

Význam tvaru povodí na průběh povodňové vlny

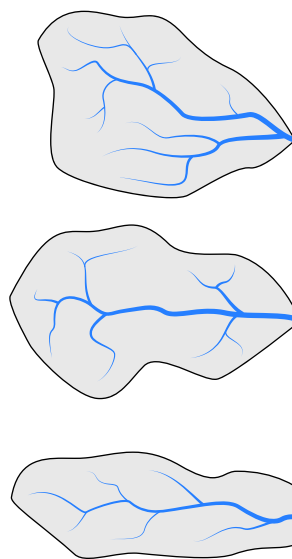
Vliv podélného sklonu toku na tvar průtokové vlny (hydrogram) ilustruje obrázek 3. Hydrogram pro horské toky (nahore) má úzkou základnu, doba vzestupu vlny je jen o málo kratší než doba poklesu, tvar vlny je v podstatě trojúhelníkový. Hydrogram pro nížinné toky (dole) má širokou základnu, poklesová větev má ve srovnání se vzestupnou větví mnohem delší trvání a celková odezva je zde mnohem delší oproti tokům horským (obrázek 3, nahore).

Tvar povodí a tvar hydrografické sítě předurčuje, zda je hydrogram jednoduchého tvaru, jako je tomu u vějířovitého povodí (obrázek 5, nahore), nebo má hydrogram složitější tvar (například několik průtokových špiček) v případě tvaru povodí uvedeného na obrázku 5 uprostřed. Navíc obecně platí, že při stejné srážce a ploše povodí bude mít povodeň na povodí vějířovitého tvaru podstatně rychlejší a intenzivnější průběh než u povodí protáhlého tvaru s jediným hlavním tokem tvořícím osu povodí (obrázek 5, dole).

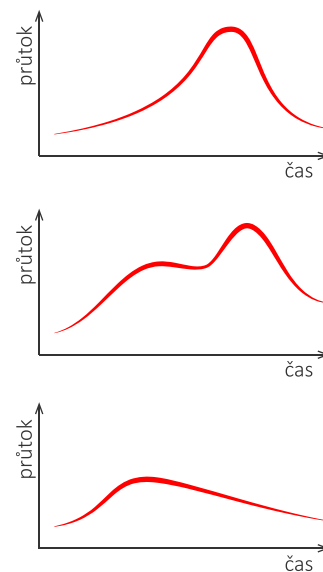


Obrázek 4 - transformace povodňové vlny v korytě

Tvar povodí



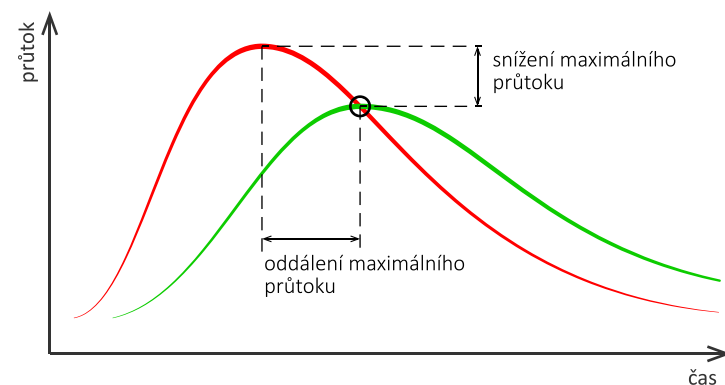
Hydrogram



Obrázek 5 - vliv tvaru povodí na průběh povodňové vlny (podle Gordon N. D. et al. 2004)

Transformace povodňové vlny

Transformací povodňové vlny se míní změna jejího tvaru (snížení a zpoždění kulminačního průtoku, prodloužení doby trvání vlny při současném zachování jejího objemu) vlivem dočasného zdržení vody v retenčním prostoru (například v nádrži, v rozlívěném území) nebo i v samotném korytě vodního toku (vlivem větších rychlostí toku na čelní straně povodně díky většímu sklonu hladiny na vzestupné větvi, čímž dochází k předbíhání vodních částic vůči částicím na její zádi). Míra transformace povodňové vlny závisí na vzájemném poměru objemu retenčního prostoru (v případě vodní nádrže) nebo tvaru a drsnosti inundace (v případě inundačních území vodních toků) a objemu vlny. Čím je tento poměr větší, tím větší je účinek transformace. Z toho plyne, že u vln s kulminačním průtokem o vyšší N-letosti je míra transformace nižší a naopak. Pokud proběhne daným územím povodeň s dobou opakování 100 let (tzv. stoletá povodeň), bude snížení kulminačního průtoku poměrově mnohem nižší, než by bylo u povodně desetileté. Obrázek 6 ukazuje tvar transformované povodňové vlny ve vodní nádrži, obrázek 4 příklad transformace povodňové vlny v korytě toku.



Obrázek 6 - transformace povodňové vlny v nádrži

Obecně je třeba si uvědomit, že retenční kapacita povodí (tedy intercepce, infiltrace a povrchová retence dohromady) je v čase přibližně konstantní a nemůže být pochyb, že jako konstanta může být (a bývá) při výskytu významné srážky překonána. Překonání retenční kapacity způsobí vznik povrchového a podpovrchového odtoku, což je počátek povodně. Retenční kapacita běžného zemědělského povodí se může pohybovat v řádech desítek mm, zatímco srážkový úhrn významné srážky se může pohybovat nad 100 mm. Retenční kapacita území navíc klesá s intenzitou příčné srážky, protože zejména proces infiltrace je řádově pomalejší.

Povodeň je jevem přirozeným a její výskyt byl je a bude zákonitý. Otázka ohledně vzniku významné povodně tedy nezní „ZDA“, ale „KDY“ se povodeň vyskytne. Jediný způsob, jak reálně minimalizovat škody, je být na povodeň připraven a počítat s jejím výskytem a tomu přizpůsobit způsob využití krajiny a lidské aktivity v povodí.