

POZNATKY ZÍSKANÉ ANALÝZOU FAKTORŮ OVLIVŇUJÍCÍCH PŘIROZENOU RETENCI POVODÍ

KNOWLEDGE ACQUIRED BY ANALYSIS OF FACTORS INFLUENCING THE NATURAL WATER RETENTION CATCHMENT

Jan Prudký, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně

Pavel Spitz, Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha

Summary: The paper sums up information from statistic analysis of all factors influencing the natural water retention in 16 single catchment areas of the Opava river during the floods in July 1997. The aim of the analysis involved in the article is to define the significance of separate factors affecting the natural process of retention in the catchment area thus can assess the priorities in undertaking flood protection. The analysis was based on results achieved by using a new method how to determine water retention in the catchment area. Resulting dependent variables of effective long-time retention, effective short-time retention, effective total retention and maximum specific runoff for partial catchment area of the Opava river, were evaluated statistically by means of linear regression analysis and correlation analysis. For the method of the multiple linear regression and correlation analysis the statistic program Unistat was used.

Key words: Natural water retention, effective short-time retention, effective long-time retention, effective total retention, maximum specific runoff

Úvod

Katastrofální povodně, které v červenci roku 1997 postihly rozsáhlé oblasti Moravy a východních Čech, vyvolaly mezi odborníky i laiky řadu sporných otázek ohledně dalšího postupu v protipovodňové ochraně. Ten má v zásadě dvojí možné zaměření. První preferuje protipovodňovou ochranu, především technickými prostředky zaměřenými na výstavbu vodních nádrží. Druhý, prosazovaný početnými ekologickými i občanskými iniciativami, dává přednost přírodě blízkým a levnějším opatřením – jako je umožnění rozlivu povodňové vody v krajině, zvýšení její retence, ohrázení objektů v nivě, případně zadržení vody soustavou suchých poldrů.

Pro rozhodnutí, kterou koncepci z výše uvedených protipovodňových ochranných opatření v konkrétním případě preferovat nebo jaký kompromis mezi nimi volit, však chybí hlubší znalost dynamiky přirozeného retenčního procesu v krajině při povodních, zejména pak jeho kvantitativní vyjádření. Snahou autorů tohoto příspěvku je proto přispět novými poznatky k hlubšímu poznání těchto dosud málo prozkoumaných přírodních pochodů.

Příspěvek shrnuje poznatky ze statistické analýzy faktorů ovlivňujících přirozenou retenci povodí u 16ti dílčích povodí řeky Opavy o velikosti od 16,5 km² do 2039 km² při povodni v červenci 1997. K tomu účelu byly statisticky vyhodnoceny veličiny charakterizující transformaci extrémního deště

povodím, tj. efektivní dlouhodobá retence povodí R_{def} , efektivní krátkodobá retence povodí R_{kef} , efektivní celková retence povodí R_{cef} a maximální specifický odtok z povodí q_{max} . Pro vyhodnocení byla použita vícenásobná lineární regresní a korelační analýza s využitím statistického programu UNISTAT. Metoda i některé výsledky jsou podrobněji popsány v pracích D u m b r o v s k ý a kol. (1998), S p i t z, P r u d k ý (2000), S p i t z a kol. (2000) a P r u d k ý (2001).

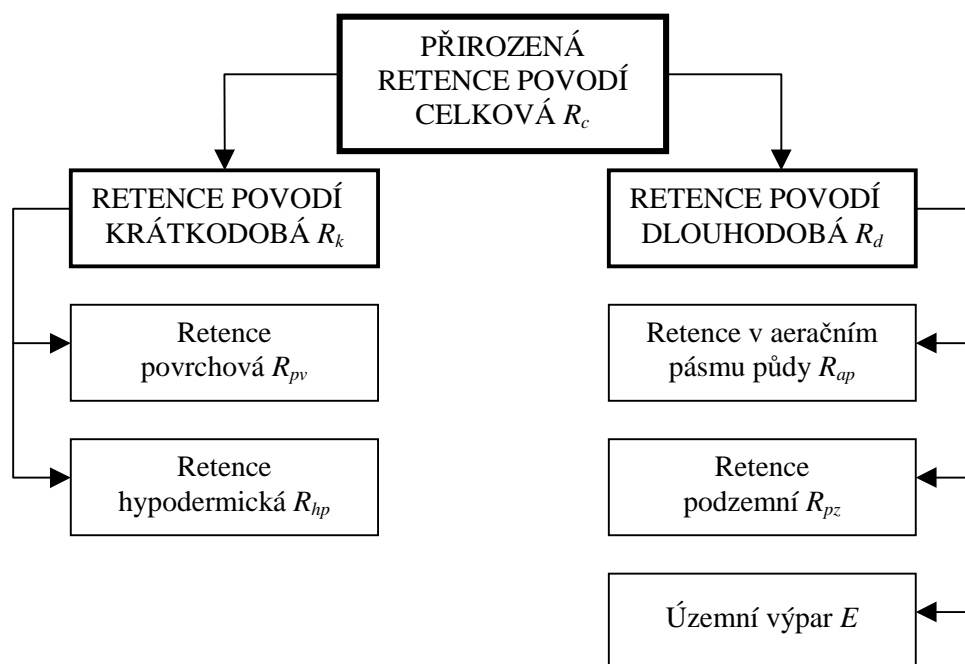
Materiál a metody

Základní pojmy procesu přirozené vodní retence jsou tyto:

Celková přirozená vodní retence povodí R_c je voda dočasně zdržená na povrchu terénu, v půdě, v korytě toku aj. přirozeným způsobem, tj. bez retence v umělých vodních nádržích a v inundacích. Lze ji rozdělit do dalších pěti dílčích složek:

- *retence povrchové R_{pv}* , obsahující vodu zdrženou na povrchu terénu a v korytě toku,
- *retence hypodermické R_{hp}* , obsahující vodu podpovrchovou pohybující se v bezprostřední vrstvě pod povrchem aniž by dosáhla hladiny podzemní vody,
- *retence v aeračním pásmu půdy R_{ap}* , sestávající z vody zachycené v kapilárách nenasycené zóny půdy a vody infiltrující do podzemní vody,
- *retence podzemní R_{pz}* , zahrnující infiltrovanou vodu zvětšující zásobu podzemní vody,
- *územního výparu E* , tj. výparu z povrchu půdy území společně s transpirací (výpar vydaný rostlinami) a intercepce (výpar z části srážky, která ulpí na povrchu rostlin).

Rozdělení celkové přirozené retence povodí R_c na jednotlivé složky je schematicky ukázáno na následujícím obr.1.



Obr. 1. Schéma rozdělení celkové přirozené retence povodí R_c na jednotlivé složky

Za povodně se objemy retence v aeračním pásmu půdy, podzemní retence a územního výparu mění mnohem pomaleji než objemy retence povrchové a hypodermické. Proto součet retence povrchové a hypodermické je nazván *retence krátkodobá* R_k . Součet retence v aeračním pásmu půdy, retence podzemní a územního výparu je nazván *retence dlouhodobá* R_d .

Při povodňové události je nejdůležitější kulminační hodnota celkové retence povodí, neboť snižuje povodňovou průtokovou špičku v závěrovém profilu toku. Tato hodnota je nazvána *efektivní celková přirozená retence povodí* R_{cef} a její složky analogicky *efektivní krátkodobá retence povodí* R_{kef} a *efektivní dlouhodobá retence povodí* R_{def} . Nejdůležitější veličinou z uvedených je efektivní dlouhodobá retence povodí R_{def} , která vyjadřuje jakou část z přívalového nebo regionálního deště je schopno povodí neškodně zdržet a odvést.

Tab. 1 Přehled závisle a nezávisle proměnných vstupujících do statistické analýzy

Závisle proměnné Nezávisle proměnné	Efektivní dlouhodobá retence povodí R_{def}	Efektivní krátkodobá retence povodí R_{kef}	Maximální specifický odtok z povodí q_{max}
Součinitel tvaru povodí ω	ne	ne	ano
Objem povodňové srážky	ano	ano	ano
Součinitel předchozích srážek API	ano	ano	ano
Efektivní dlouhodobá retence povodí	ne	ne	ano
Efektivní krátkodobá retence povodí	ne	ne	ano
Maximální denní srážka	ano	ano	ano
Zastoupení orné půdy v povodí	ano	ano	ano
Zastoupení trvalých travních porostů v povodí	ano	ano	ano
Zastoupení zemědělské půdy v povodí	ano	ano	ano
Zastoupení ostatních druhů pozemků v povodí	ano	ano	ano
Zastoupení lesů v povodí	ano	ano	ano
Průměrná sklonitost terénu v povodí	ano	ano	ano
Zastoupení odvodnění v povodí	ano	ano	ano

Výsledky a diskuse

- a) Velikost hodnot efektivních retencí povodí R_{def} , R_{kef} , R_{cef} i maximálního specifického odtoku z povodí q_{max} nejvíce ovlivňuje buď průměrná výška povodňové srážky v povodí $\Sigma H'_i$, (u veličin R_{def} , R_{cef}) nebo průměrná maximální výška povodňové denní srážky v povodí H'_{max} (u veličin R_{kef} , R_{cef} , q_{max}).
- b) Vyšší poměrné plošné zastoupení orné půdy zvyšuje efektivní dlouhodobou retenci povodí R_{def} a snižuje maximální specifický odtok z povodí.
- c) Vyšší poměrné plošné zastoupení trvalých travních porostů v povodí zvyšuje efektivní dlouhodobou retenci povodí R_{def} a snižuje maximální specifický odtok z povodí q_{max} .
- d) Vyšší poměrné plošné zastoupení lesních porostů zvyšuje efektivní dlouhodobou retenci povodí R_{def} a snižuje maximální specifický odtok z povodí q_{max} .
- e) S vyšší průměrnou sklonitostí terénu povodí se nepříznivě snižuje efektivní dlouhodobá retence povodí R_{def} a nepříznivě zvyšuje maximální specifický odtok z povodí q_{max} , snižuje efektivní krátkodobá retence povodí R_{kef} .
- f) S vyšší hodnotou efektivní dlouhodobé retence povodí R_{def} se snižuje maximální specifický odtok z povodí q_{max} .
- g) Efektivní dlouhodobá retence povodí R_{def} , která vyjadřuje jakou část z přívalového nebo regionálního deště je schopno povodí neškodně zdržet a odvést, (tj. jaký podíl se zachytí v půdě a vypaří) působí příznivě na snížení povodňového průtoku i na snížení škodlivých rozlivů, v případě svážných území však může způsobit sesuvy půdy.
- h) Vliv efektivní krátkodobé retence povodí R_{kef} obsahující vodu zdrženou na povrchu terénu, v korytě toku a vodu hypodermickou není pro příznivou transformaci povodně jednoznačný. Při velkých povodních je obvykle škodlivou složkou celkové retence, neboť může způsobovat škodlivé rozlivy vody. U menších povodní však může působit příznivě na snížení povodňového průtoku.
- i) Významnost jednotlivých faktorů vyjadřujících hydrologické charakteristiky povodí uvedených pod písmeny a) až e) lze posoudit podle velikosti jejich koeficientů v regresních rovnicích, které lze najít v práci P r u d k ý 2002.
- j) Příznivý vliv orné půdy vyplynul ze stavu všech porostů v období první poloviny července 1997, kdy zejména u obilovin a píceň byl velmi dobře vyvinut kořenový systém podporující zasakování vody.
- k) V průběhu statistické analýzy se potvrdil předpokládaný fakt, že dlouhodobé extrémní regionální deště relativizují význam indexu předchozích srážek API, který má větší význam především v případě přívalových srážek.
- l) Původní zařazení hydrologických skupin půd do statistického zpracování se ukázalo jako nadbytečné, neboť vykazovaly vysokou kolinearitu s druhy pozemků. Proto byly ze zpracování vyloučeny. Ukázalo se, že druhy pozemků mají vyšší vypovídací schopnost, neboť současně

vypovídají o půdní bonitě i o schopnosti zpomalovat povrchový odtok vody v závislosti na druhu pozemku porostu a jeho růstové fázi (viz bod j).

Z hlediska neškodného zdržení vody v povodí při povodni je nejdůležitější dlouhodobá efektivní retence. Pro informaci uvádíme tuto hodnotu v milimetrech, zjištěnou u každého z 16ti sledovaných dílčích povodí řeky Opavy spolu s plochou povodí v km² v závorce: 78,7 (2039,11) pro řeku Opavu v Děhylově, 62,6 (31,08) pro Hvozdnici v Jakartovicích, 134,9 (50,67) pro Podolský potok v Rýmařově, 85,9 (16,5) pro Bělokamenný potok v Malé Morávce, 130,1 (54,28) pro Střední Opavu v Železné, 169,5 (51,46) pro Černou Opavu v Mnichově, 143,5 (151,29) pro Opavu v Karlovicích, 109,9 (370,50) pro Opavu v Krnově, 120,2 (175,98) pro Opavici v Krnově, 100,1 (929,65) pro Opavu v Opavě, 129,9 (168,06) pro Moravici ve Velké Štáhli, 127,1 (243,28) pro Moravici ve Valšově, 83,6 (92,16) pro Černý potok v Mezině, 83,7 (464,31) pro Moravici ve Slezské Hartě pod nádrží, 67,7 (566,67) pro Moravici pod kružberskou nádrží a 78,8 (716,33) pro Moravici v profilu Branka.

Závěr

Ze získaných poznatků lze vyvodit fakt, že pro zvýšení dlouhodobé retence povodí R_{def} mají největší význam faktory ovlivnitelné lidskou činností. Tato skutečnost je vyjádřena velikostí příslušných koeficientů jednotlivých nezávisle proměnných v regresních rovnicích.

Jedná se v první řadě o mimořádný význam velikosti plošného zastoupení trvalých travních porostů, které lze zvětšit dalším zatravňováním. Tato činnost má v souvislosti s předpokládaným vývojem využívání území po připojení k Evropské Unii velmi dobré perspektivy.

Ani příznivé hodnoty přirozené retenční schopnosti krajiny uvedené v závěru příspěvku nezabránilo v případě extrémních dlouhotrvajících regionálních dešťů v povodí řeky Opavy v červenci 1997 škodám na majetku a dokonce i životech obyvatel. Z toho lze učinit závěr, že v budoucnosti bude nutné volit ve zdůvodněných případech, při budování protipovodňových opatření, technická opatření s vyšším retenčním účinkem, tedy i údolní nádrže. Opatření přírodě blízká lze v takových případech použít jako doplňková.

Výsledky uváděné v tomto příspěvku byly získány v rámci projektu NAZV č. EP 9153 „Hodnocení vodní retenční kapacity půd a krajiny při povodni a možnosti jejího zvyšování“ řešeného Výzkumným ústavem meliorací a ochrany půdy Praha ve spolupráci s Mendelovou zemědělskou a lesnickou univerzitou v Brně.

Seznam literatury:

- 1) DUMBROVSKÝ, M., SPITZ, P., PRUDKÝ, J. A KOL. *Rozbor retenčního potenciálu povodí řeky Opavy s analýzou zastoupení a plošného rozmístění kultur*. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy Praha, 1998, 25 s.
- 2) PRUDKÝ, J.: Analýza přirozené retence vody v povodí řeky Opavy při povodni v červenci 1997, *Soil and water 1/2002 Scientific studies, VÚMOP Praha 2002 s.89-101*.
- 3) PRUDKÝ, J.: Analýza přirozené retence vody v povodí řeky Opavy při povodni v červenci 1997, *Acta Hydrologica Slovaca 2/2003, ročník 4, s.248-254*
- 4) SPITZ, P., DUMBROVSKÝ, M., PODHRÁZSKÁ, J., PRUDKÝ, J. Retenční schopnost povodí a její vliv na transformaci povodňových vln. In Sborník z mezinárodní vědecké konference. *Hydrologické dny 2000*. Plzeň: ČHMÚ Praha, 2000, s. 315 – 321.
- 5) SPITZ, PRUDKÝ *Metodika výpočtu retence povodí při povodni*. Metodika VÚMOP Praha. VÚMOP Praha. 2001, 35s.

Anotace: Příspěvek shrnuje poznatky ze statistické analýzy faktorů ovlivňujících přirozenou retenční schopnost 16ti dílčích povodí řeky Opavy při povodni v červenci 1997. Pro vyhodnocení byla využita vícenásobná lineární regresní a korelační analýza, zpracovaná statistickým programem Unistat. Cílem zmíněné analýzy bylo určit statisticky významné faktory ovlivňující přirozenou retenci povodí. Vlastní statistická analýza byla publikována v ČR v roce 2002 (viz titul 2 seznamu literatury) a v SR v roce 2004 (viz titul 3 seznamu literatury). Závěry učiněné v tomto příspěvku jsou výsledkem vyhodnocení jednotlivých regresních rovnic resp. velikosti jednotlivých koeficientů proměnných veličin. Další velká povodeň a její následky v Čechách v roce 2002 potvrzují závěry tohoto příspěvku, že ani poměrně vysoké hodnoty přirozené retence v dílčích povodích nedokážou v případě dlouhodobých extrémních regionálních dešťů zabránit škodám na majetku a dokonce i životech obyvatel

Klíčová slova: přirozená retence povodí, efektivní krátkodobá retence, efektivní dlouhodobá retence, efektivní celková retence povodí, maximální specifický odtok

Ing. Jan Prudký, Ph.D.

MZLU Brno, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Ústav krajinné ekologie AF, tel. 545133089,

e-mail: prudky@mendelu.cz, fax: 545136059.