

VYJÁDRĚNÍ POVODŇOVÝCH RIZIK VYPLÝVAJÍCÍCH Z NEBEZPEČÍ PŘÍVALOVÝCH SRÁŽEK V ČR

Karel Drbal

Abstrakt: *V souvislosti se sérií povodňových událostí způsobených letními přívalovými srážkami jsou hledány postupy vyjádření možných dopadů lokálních povodní. V příspěvku jsou uvedeny principy postupů pro vymezení potenciálně zasažených území v případě extrémních přívalových srážek. Postup je založen na identifikaci ploch rozhodujících z hlediska tvorby povrchového odtoku s nepříznivými účinky pro zastavěné části obcí. V rámci řešení byla v pilotních oblastech testována vhodná kritéria výběru zastavěných oblastí s významnými dopady povodní z přívalových srážek. Uvedený přístup souvisí s vývojem a aktualizací nástrojů, které přispívají k rozhodování v problematice předběžného vyhodnocení povodňových rizik.*

Klíčová slova: *povodňová rizika, přívalové srážky, vyhodnocení povodňových rizik*

1. Úvod

Metodika předběžného vyhodnocení povodňových rizik v ČR byla ve VÚV TGM zpracována zejména v letech 2009 a 2010. Metodika reaguje na požadavky, které vyplývají ze Směrnice 2007/60/ES o vyhodnocování a zvládnání povodňových rizik. Principy uplatněné v metodice byly podrobně konzultovány jak s ústředními vodoprávními úřady, které jsou garanty plnění požadavků směrnice, tak se správci povodí, jejichž budoucí činnost zejména v oblasti povodňové prevence bude významně ovlivněna právě výsledky předběžného vyhodnocení povodňových rizik (PVPR). Od finální verze metodiky jednotného předběžného vyhodnocení povodňových rizik se také očekává, že bude obsahovat postupy výběru lokalit, které jsou nejvíce vystaveny nebezpečí povodní z přívalových srážek.

2. Návrh postupu vymezení lokalit ohrožených povodněmi z přívalových srážek pro doplnění metodiky předběžného vyhodnocení povodňových rizik

Návrh postupu navázal na principy a výsledky, které byly řešeny a dosaženy v úkolu **Identifikace ploch rozhodujících z hlediska tvorby povrchového odtoku s nepříznivými účinky pro zastavěné části obcí**. V této úloze byly na základě navrženého metodického návodu (Drbal, a kol. 2009a) určeny tzv. kritické body (KB) prvního vstupu drah soustředěného odtoku do intravilánů obcí. Uvedený metodický návod poskytuje postupy pro vizualizaci stupně potenciálních dopadů povodňového nebezpečí z přívalových srážek. Tím, že v současnosti existuje *.shp vrstva KB, bylo možné další práce zaměřit na návrhy postupů, jejichž cílem je semikvantitativní vyjádření míry rizik pro zastavěná území obcí vyplývající z nebezpečí povodní lokálního rozsahu. Jedná se o přístup, který směřuje jednak k vymezení kritických míst v rámci celé ČR jako výchozího materiálu pro hledání vhodné strategie vedoucí ke zmírnění ohrožení opatřeními nejen organizačního, ale také strukturálního charakteru.

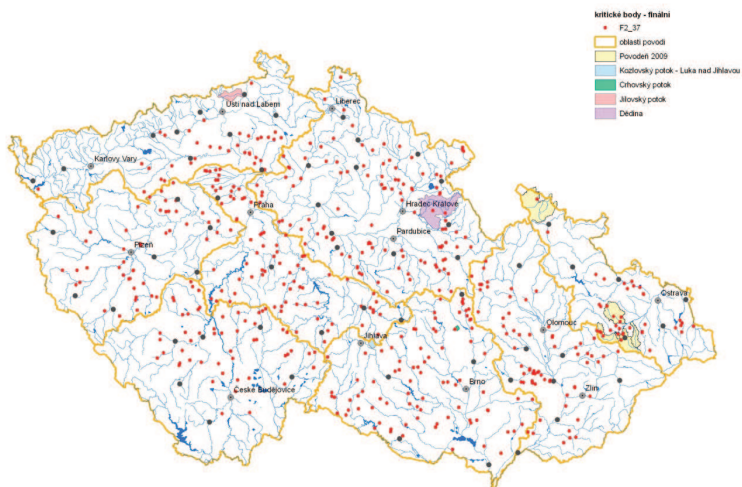
Výstupy pořízené podle navrženého postupu se samozřejmě promítnou do územně plánovacích dokumentací, pozemkových úprav a plánů povodí.

V rámci řešení v roce 2009 bylo určeno více než 9 200 KB pro celé území ČR. Následně byly konány pokusy o výběry podle známých charakteristik, tj. *ukazatele kritických podmínek (F)* a *velikosti přispívajících ploch (P)* (Drbal, a kol. 2009a). Výběry pro interval počtu cca 100 až 500 KB jsou uvedeny v tab.1.

Tab. 1 Výběry KB podle hodnoty ukazatele kritických podmínek F

F	KB	P [km ²]
37	526	3 784,932
40	427	3 167,604
45	305	2 347,785
52	206	1 659,612
59	101	851,252

Případ uvedený v tab. 1 na prvním řádku dokumentuje obr. 1. Červené body znázorňují prostorové rozložení KB, které vyhověly podmínce výběru podle hodnoty *ukazatele kritických podmínek F*.



Obr. 1 Výběr kritických bodů (KB) pro hodnotu ukazatele kritických podmínek

$$F = 37$$

Na obr. 1 jsou znázorněna také vybraná povodí, která byla v nedávné minulosti postižena povodněmi z přívalových srážek. Většinou se jednalo o události s katastrofálními a tragickými důsledky.

2.1 Vyjádření kritických podmínek vzniku negativních projevů povodní z přívalových srážek v hydrologických celcích

Sledovány dále byly přístupy, jejichž cílem je nastavení míry nebezpečnosti vyjádřených podmínek tak, aby bylo možné problém přívalových povodní zahrnout lépe do procesu předběžného vyhodnocení povodňových rizik a zachovat sledovanou úroveň objektivitu. K dosažení uvedeného cíle a dodržení podmínek objektivitu s využitím dostupných dat bylo třeba se věnovat dvěma okruhům problémů:

- a. Vývoj postupů posuzování „hustoty kritických podmínek v povodích“ ve vazbě na odtokové poměry v hydrologických celcích;
- b. Výběr parametrů pro klasifikace kritických podmínek i ve vazbě na míru urbanizace hydrologického celku.

Jedná se o dva hlavní axiomy, jejichž relevance byly v první fázi řešení ověřovány v podmínkách oblastí povodí Dyje, Moravy a Odry. S využitím podkladů i od ČHMÚ (hodnoty Q_N v profilech vodoměrných stanic) byly pro statistická hodnocení připraveny datové soubory s hydrologickými údaji, které reprezentují přispívající povodí vodoměrných stanic s plochami povodí do 150 km².

Na uvedených datech byly s využitím metody *Least Trimmed Squares Robust Regression (LTS – regrese)* navrženy tři základní robustní modely odhadu redukované hodnoty váženého průměru ukazatele kritických podmínek pro hydrologické celky s dostupnými hodnotami Q_N .

$$B = a \cdot P, \quad (1)$$

kde B – rozloha zastavěných ploch obytnými budovami (BUD016) [ha],
P – plocha povodí [km²],
a – parametr modelu (0,536).

Model (1) s přesností 87% dokládá přímou úměru míry urbanizace území bytovými objekty v závislosti na velikosti povodí. Ověřit tento vztah bylo velmi důležité, protože základní princip metodiky identifikace KB je vázán na vymezení zastavěných území v povodích, což je charakteristika objektivně „spíše“ nezávislá na hydrologických podmínkách než na fyzicko-geografických.

Druhým modelem (2) byla testována závislost hodnot specifických průtoků z povodí s příslušnou dobou opakování generovaných z přispívajících ploch, které náleží ke kritickým bodům v rámci hydrologického celku, na vybraných vysvětlujících veličinách.

$$q100r = a_1 \cdot P + a_2 \cdot q100 + a_3 \cdot B, \quad (2)$$

kde $q100r$ – redukovaná (poměrem přispívajících ploch KB a plochy povodí) hodnota specifických průtoků s dobou opakování 100 let [m³·s⁻¹·km⁻²],
B – rozloha zastavěných ploch obytnými budovami (BUD016) [ha],
P – plocha povodí [km²],
a – parametry modelu [-0.002;0.36;0.0037].

Modelem (2) je možno vysvětlit 79% realizací náhodného jevu, kterým je ovlivnění odtokových poměrů v závěrových profilech hydrologických celků do 150 km² pouze ve vazbě na poměr přispívajících ploch KB k velikosti povodí.

Třetím modelem (3) byly ověřovány těsnosti vazeb mezi váženým průměrem ukazatele kritických podmínek redukovaným poměrem přispívajících ploch KB a plochy povodí (FR) a redukovanou hodnotou specifického průtoků s dobou opakování 100 let (q_{100r}) a mírou urbanizace povodí (B), tj. sumární plochy obytných budov.

$$FR = a_1 \cdot q_{100r} + a_2 \cdot B, \quad (3)$$

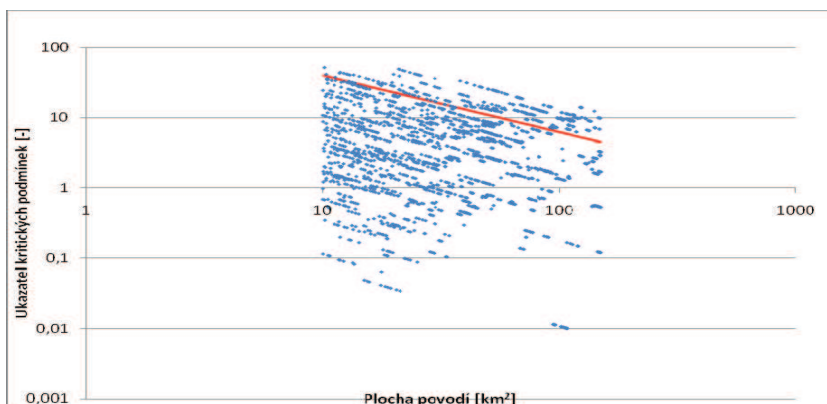
kde FR – redukovaná hodnota váženého průměru ukazatele kritických podmínek (bezrozměrná veličina [-],
 q_{100r} – redukovaná (poměrem přispívajících ploch KB a plochy povodí) hodnota specifických průtoků s dobou opakování 100 let [$m^3 \cdot s^{-1} \cdot km^{-2}$],
 B – rozloha zastavěných ploch obytnými budovami (BUD016) [ha],
 a – parametry modelu [7.193;0.0644].

Vztahem (3) lze úspěšně vysvětlit 73,5% realizací náhodného jevu.

2.2 Odhad redukované hodnoty váženého průměru ukazatele kritických podmínek

Robustní modely potvrdily relevantnost pracovních postupů, které jsou popisovány dále. Nicméně nejistoty, které v sobě aproximace relací uvedenými modely (byť byly použity robustní metody) zahrnují, neopravňují použití modelů (1 až 3) k analogické aplikaci na jiných datech, v jiných povodích. Jako další postup byl zvolen výpočet redukovaných hodnot váženého průměru ukazatele kritických podmínek a dalších vysvětlujících veličin postupem, který byl nalezen při uvedených statistických šetřeních.

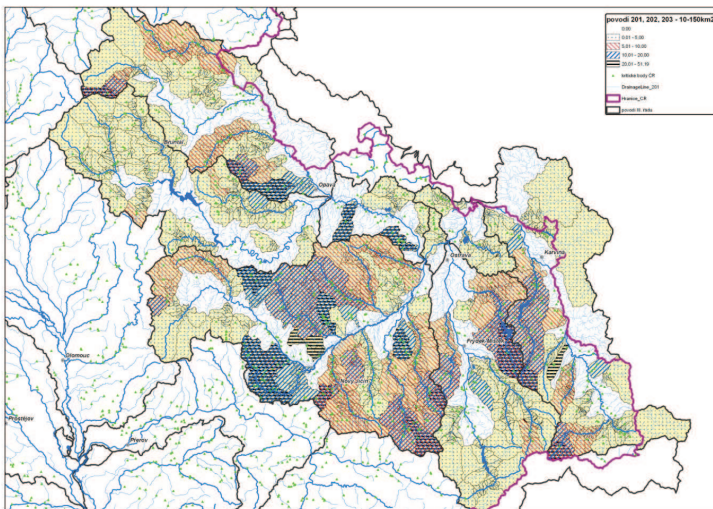
Výpočtem tzv. redukovaných hodnot ukazatele kritických podmínek pro hydrologické celky v intervalu od 10 do 150 km^2 byly připraveny datové soubory pro povodí či skupiny povodí 2. řádu. Dosažené výsledky relací hodnot redukovaného ukazatele kritických podmínek v závislosti na velikosti povodí (hydrologických celků) ukazuje graf na obr. 2 pro příslušnou skupinu povodí řeky Odry.



Obr. 2 Redukované hodnoty ukazatele kritických podmínek FR v závislosti na velikosti povodí

Přímka červené barvy představuje navrženou (testovací) limitní hranici (viz dále), pomocí které byl prováděn primární výběr lokalit (povodí) s možnými nejničivějšími dopady povodní z přívalových srážek. Jedná se tedy o povodí vhodná k úvahám nad návrhy i strukturálních (nejnákladnějších) opatření.

Příklad uvedený pro skupiny povodí 201 – 202 – 203 (oblast povodí Odry) je dále zobrazen na obr. 3.



Obr. 3 Plochy povodí s kategoriemi FR

Mapa na obr. 4 pak představuje výsledný výběr hydrologických celků podle kritéria (4). Kritérium výběru (červená přímka) v logaritmickém měřítku, které je znázorněno na obr. 2 lze vyjádřit jednoduchým vztahem

$$\ln(FR) = a_1 \cdot \ln(P) + a_2, \quad (4)$$

kde FR – redukovaná hodnota váženého průměru ukazatele kritických podmínek (bezrozměrná veličina),
P – plocha povodí [km²],
a – parametry přímky [-0,809; 5,55].

Na již zmíněném obr. 4 jsou šrafovány zvýrazněny ty hydrologické celky, které redukovanou hodnotou váženého průměru ukazatele kritických podmínek splnily kritérium (3.4). Rozlišení ve zvýraznění pak vyjadřuje rozdílnost hodnot FR.

- [2] DRBAL, K., A KOL. (2009a) Metodický návod pro identifikaci KB. Brno: Ministerstvo životního prostředí ČR, 2009, 7 s.
- [3] DRBAL, K. (2009b) Proces implementace povodňové směrnice EU a problematika předběžného vyhodnocení povodňových rizik v České republice, Konference Vodní toky 2009, Hradec Králové, 24. – 25.11.2009.
- [4] DRBAL, K. a kol. (2009c) Metodika tvorby map povodňového nebezpečí a povodňových rizik. VÚV. T.G. Masaryka v.v.i, Brno. Ministerstvo zemědělství ČR, Praha. <http://www.vuv.cz/oddeleni-gis/82/dokumenty-ke-stazeni.html>.
- [5] ŠTĚPÁNKOVÁ, P., DRBAL, K. Metodika stanovování povodňových rizik a škod v záplavovém území. In neuveden Geoinformatika ve veřejné správě – Brno 2006. Brno, 7.6.2006. Brno: Česká asociace pro geoinformace, 2006, s. 57—57.

Kontaktní adresa:

Ing. Karel Drbal, Ph.D.

Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. M., v.v.i. pobočka Brno

Mojmírovo nám. 16, 612 00 Brno

Email: karel_drbal@vuv.cz

Tel: +420 541 126 300

Fax: +420 541 211 397