

**VÝZKUMNÝ ÚSTAV
VODOHOSPODÁŘSKÝ
T.G. MASARYKA**

veřejná výzkumná instituce

Metodický návod pro identifikaci kritických bodů

Ing. Karel Drbal, Ph.D. a kol.

Zadavatel:



Ministerstvo životního prostředí

Brno, listopad 2009

Autoři:

Ing. Karel Drbal, Ph.D.

Mgr. Jana Ošlejšková

Ing. Miriam Dzuráková

Doc. Ing. Miroslav Dumbrovský, CSc.

Obsah

1	Úvod	5
2	Datové podklady.....	5
3	Nástroje	6
4	Pracovní postup.....	6
4.1	Tvorba digitálního modelu terénu a vygenerování drah soustředěného odtoku	6
4.2	Vymezení kritických bodů a jejich první výběr	6
4.3	Stanovení rozvodnic a sběrných ploch kritických bodů	7
4.4	Stanovení fyzicko-geografických charakteristik sběrných ploch kritických bodů	7
4.5	Finální výběr kritických bodů.....	7
5	Popis výstupů a jejich interpretace	8
5.1	Grafické zobrazení plošné lokalizace vybraných KB	8
5.2	Lokalizace vybraných KB v relaci k obcím a KÚ	8
6	Závěr	8

1 Úvod

Vyjádření míry povodňových rizik není novým požadavkem. Postupy jak vizualizovat stupeň potenciálních dopadů povodňového nebezpečí jsou vyvíjeny a testovány i v podmínkách území České republiky delší dobu. Základním procesním schématem je *vyjádření povodňového nebezpečí* pomocí vhodně zvolených parametrů; *stanovení zranitelnosti* území a aktivit provozovaných v oblastech ohrožených projevem povodňového nebezpečí; *vyjádření rizik* pomocí kvalitativních, semikvantitativních a kvantitativních postupů.

Problematickou a zřejmě i nejnáročnější z hlediska nejistot či potřebného času a finančních nákladů je příprava podkladů vhodných k vyjádření povodňového nebezpečí, resp. jeho projevů. Dlouhodobě jsou v ČR pořizovány údaje ke stanovení záplavových území. V současnosti se jedná o vymezení rozlivů povodní s dobami opakování 5, 20, 100 let na úsecích tzv. významných vodních toků. Nicméně se jedná o vstupní informace pouze jedné z reálných forem povodňového nebezpečí v ČR. Problémem a současně charakteristikou jiného typu povodní, pro které jsou příčinnými srážkami krátkodobé přívalové deště, je jejich nahodilost a tedy vysoká extremita z pohledu pravděpodobnostního vyjádření výskytu a intenzity. Dalšími charakteristikami povodní z přívalových srážek jsou zejména: možnost výskytu teoreticky na celém území státu, prakticky velmi omezená nebo málo přesná časoprostorová předpověď vypadnutí příčinných srážek, lokální rozsah důsledků zesilovaný nesprávnými způsoby užívání území.

Obsahem metodického návodu je návrh postupu identifikace kritických bodů (KB) a ploch rozhodujících z hlediska tvorby soustředěného povrchového odtoku z přívalových srážek s nepříznivými účinky pro zastavěné části obcí. Jedná se o přístup, který směřuje jednak k vymezení kritických míst v rámci celé ČR jako výchozího materiálu pro hledání vhodné „národní“ strategie vedoucí ke zmírnění ohrožení, současně je možné výstup využít v prognózní praxi a zejména při tvorbě povodňových a krizových plánů a při návrzích dalších opatření.

2 Datové podklady

Tvorba a následné ověřování postupu identifikace rozhodujících ploch z hlediska tvorby soustředěného povrchového odtoku a stanovení v zastavěném území obcí tzv. kritických bodů ohrožených soustředěným povrchovým odtokem a transportem splavenin z přívalových srážek v ČR vyžadují přípravu řady datových podkladů odpovídajícího rozsahu.

Základním celorepublikově dostupným podkladem pro tvorbu věrohodného digitálního modelu terénu je výškopis a polohopis základní báze geografických dat (ZABAGED), tj. digitální topografický model integrující prostorovou složku vektorové grafiky s topografickými relacemi objektů a složku atributovou obsahující popisy a další informace o objektech. Výškopisná složka vybavená vektorovým souborem vrstevnic umožňuje vytvářet účelově digitální model terénu. Analýzy základních hydrologických poměrů využívají údaje digitální databáze vod (DIBAVOD). Jedná se zejména o informace o hydrografické síti vodních toků a orografických rozvodnicích jejich povodí, lokalizaci vodních nádrží a dále databáze obsahuje grafické zobrazení rozlivů povodní s dobou opakování 5, 20, 100 let na úsecích tzv. významných vodních toků.

Přehled dalších vstupních podkladů pro hodnocení povodí:

- hranice intravilánů obcí, hranice katastrálních území (KÚ) – formát *.shp ,
- ortofotomapy – (zdroj CENIA),
- CORINE land cover (2006) – databáze krajinného pokryvu

Poznámka: Technologie hromadného zpracování dat nástroji GIS byly ověřovány na datech pilotních povodí postižených povodní v červnu a červenci 2009.

3 Nástroje

Příprava podkladů, analýzy, datové konverze jsou připravovány v prostředí GIS na základě digitálního modelu terénu s využitím hydrologických nástrojů GIS a nadstavby ArcHydro při doporučené velikosti buňky 10x10 m.

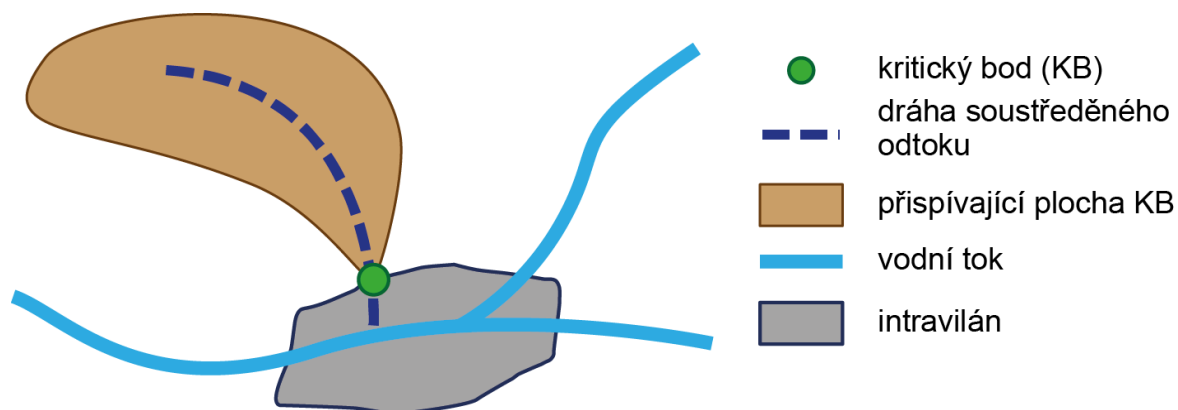
4 Pracovní postup

4.1 Tvorba digitálního modelu terénu a vygenerování drah soustředěného odtoku

Z hydrologicky korektního digitálního modelu terénu (DMT) vytvořeného interpolační metodou na základě vrstevnic ZABAGED je odvozena mapa směrů odtoku (*funkce flow direction*), tj. mapa směru největšího spádu každé buňky gridu k sousední níže položené buňce. Na základě analýzy směrů odtoku se následně provede pomocí hydrologické nadstavby GIS (*funkce flow accumulation*) generování akumulace odtoku a následné odvození hydrografické mikrosítě drah soustředěného povrchového odtoku (DSO) v závislosti na velikosti přispívající plochy 0,3 km².

4.2 Vymezení kritických bodů a jejich první výběr

V místech, kde vygenerované linie drah soustředěného odtoku vnikají do zastavěné části obcí, se stanoví tzv. kritické body (KB). Kritický bod je určen průsečíkem dané hranice zastavěného území obce (intravilánu) s linií dráhy soustředěného odtoku s velikostí přispívající plochy $\geq 0,3$ km². Z hlediska plošného rozsahu příčinného jevu přívalových srážek a primárně lokálních důsledků následných povodní se dále uvažují ty kritické body, jejichž přispívající plocha nepřesáhne velikost rozlohy 10 km² (obr. 1).



Obr. 1 Princip vymezení kritického bodu a jeho přispívající plochy

4.3 Stanovení rozvodnic a sběrných ploch kritických bodů

K identifikovaným KB jsou v prostředí GIS na základě DMT s využitím hydrologických nástrojů GIS (nastavba ArcHydro) generovány orografické rozvodnice a polygony sběrných ploch.

4.4 Stanovení fyzicko-geografických charakteristik sběrných ploch kritických bodů

Charakteristikami KB jsou klíčové atributy. Zvoleny byly základní fyzicko-geografické charakteristiky sběrných ploch KB: velikost sběrné (přispívající) plochy, její průměrný sklon, druhu pozemku a procentické zastoupení orné půdy.

Ke stanoveným sběrným plochám kritických bodů se na základě nástroje *Spatial Analyst (SA) - calculate geometry* stanoví jejich rozloha. Následně s využitím zonální statistiky nástroje *SA – slope* jsou posuzovány sklonitostní poměry, kdy pro jednotlivé sběrné plochy KB je stanoven průměrný sklon. Faktorem s významným vlivem na možné dopady povodní z přívalových srážek je způsob využití území. K jeho určení lze s dostatečnou přesností použít databázi krajinného pokryvu *CORINE land cover (2006)*, na základě které se pomocí zonální statistiky určí pro každou přispívající (sběrnou) plochu procentické zastoupení pouze orné půdy.

4.5 Finální výběr kritických bodů

Z podrobných analýz vyplývá, že rozhodující pro identifikaci ve vztahu k přívalovým srážkám problematických lokalit jsou následující charakteristiky. K výběru pak kritických lokalit (kritické body) jsou doporučena kombinovaná kritéria:

K 1.	velikost přispívající plochy	0,3 – 10,0 km ² ,
K 2.	průměrný sklon přispívající plochy	≥ 3,5 %,
K 3.	podíl plochy orné půdy v povodí	≥ 40 %.

Kombinace fyzicko-geografických podmínek, způsobů využití území, regionálních rozdílů krajinného pokryvu a potenciálního výskytu srážek extrémních hodnot (ve vazbě na synoptické podmínky) pro konkrétní přispívající plochy vyjadřuje ukazatel kritických podmínek vzniku negativních projevů povodní z přívalových srážek F [-]. Navržen je ve tvaru doplněný vahami relevantních veličin, neboť např. zesilující účinek podílu orné půdy v povodí se očekává obecně vyšší než v případě průměrného sklonu přispívající plochy.

$$F = P_{p,r} \cdot H_{m,r} \cdot (a_1 \cdot I_p + a_2 \cdot ORP + a_3 \cdot CNII),$$

kde F – ukazatel kritických podmínek [-],
 a – vektor vah [1,48876; 3,09204; 0,467171],
 $P_{p,r}$ – relativní hodnota velikosti přispívající plochy (vzhledem k max. 10 km²) [-],
 I_p – hodnota průměrného sklonu přispívající plochy [%],
 ORP – podíl plochy orné půdy [%],
 $CNII$ – hodnoty CNII pro území ČR,
 $H_{m,r}$ – relativní hodnota úhrnu jednodenních srážek s dobou opakování 100 let pro území ČR (vzhledem k max. 285,7 mm) [-].

Poskytovatelem dat pro stanovení CNII a $H_{m,r}$ ve formátu ESRI GRID pro území ČR je Český hydrometeorologický ústav.

Mezní hodnota ukazatele F tvoří čtvrtou podmínku kritéria:

K 4. ukazatel kritických podmínek $\geq 1,85$.

Na základě šetření na modelových povodích, kde byly zjištěny škody i z ploch povodí se zastoupením orné půdy nižším než 40%, případně ploch zcela zalesněných, byl výběr provedený podle podmínek kritérií K1 až K4 rozšířen o kritické body s velikostí přispívající plochy od 1 km² výše a současně s průměrným sklonem od 5 % výše:

K1A.	velikost přispívající plochy	1,0 – 10,0 km ² ,
K2A.	průměrný sklon přispívající plochy	≥ 5 %.

5 Popis výstupů a jejich interpretace

5.1 Grafické zobrazení plošné lokalizace vybraných KB

Hlavním výstupem procesu identifikace KB je grafické zobrazení plošné lokalizace vybraných KB ve formátu *.shp s popisem výběrových charakteristik v atributové tabulce. Vedle textových popisů v atributové tabulce jsou tyto pro potřeby dokumentace v analogovém tvaru exportovány také do formátu *.xls.

Pole atributové tabulky:

ID_KB *název obce;* *kód obce;* *název okresu;* *kód okresu;* *plocha [ha];*
průměrný sklon [%]; *orná půda [%];* *příp. počet trvale bydlících osob v obci*

5.2 Lokalizace vybraných KB v relaci k obcím a KÚ

Grafické výstupy plošné lokalizace KB se specifikací na jednotku obce a KÚ jsou připravovány k využití generovaných výsledků pro potřeby obecních úřadů potenciálně dotčených obcí. Protože se očekává využití výsledků přímo pro účely návrhů úprav systémů protipovodňové ochrany ve vazbě na zpracování územně plánovacích dokumentací, je třeba výstupy získané postupem (viz kap. 4) podrobit kontrole korektnosti zejména z hlediska vztahu ploch intravilánů obcí s drahami soustředěného odtoku (DSO).

Připravené údaje a agregované po správních celcích velikosti okresů mohou být využity jako prvotní informace pro potřeby pozemkových úřadů. Vhodným formátem výstupů je *.shp s uvedenými atributy, který jsou schopni uživatelé na úrovni příslušných úřadů samosprávy či státní správy číst volně dostupným programovým vybavením *ArcReader*, *ArcExplorer*.

Při přípravě detailnějších opatření v území menšího rozsahu se doporučuje postup identifikace a vyhodnocení KB zopakovat s využitím podrobnějších vstupních dat a výsledků terénních šetření.

6 Závěr

Cílem metodiky je poskytnout postupy pro vizualizaci stupně potenciálních dopadů povodňového nebezpečí z přívalových srážek a umožnit tak semikvantitativní vyjádření míry rizik pro zastavěná území obcí. Obsahem metodického návodu je návrh postupu identifikace tzv. kritických bodů (KB) a

ploch rozhodujících z hlediska tvorby soustředěného povrchového odtoku z přívalových srážek a s nepříznivými účinky pro zastavěné části obcí. Jedná se o přístup, který směřuje jednak k vymezení kritických míst v rámci celé ČR jako výchozího materiálu pro hledání vhodné „národní“ strategie vedoucí ke zmírnění ohrožení, současně je možné výstup využít v prognózní praxi a zejména při tvorbě povodňových a krizových plánů a při návrzích dalších opatření. Výstupy pořízené podle navrženého postupu poskytnou důležité informace zpracovatelům územně plánovacích dokumentací, pozemkových úprav a plánů povodí.

Výběrem KB pro území celé ČR je možné doplnit znalost o možných projevech různých typů povodňového nebezpečí a zpřesnit tak podklad stanovení oblastí s významným povodňovým rizikem.