

Metodický návod pro identifikaci kritických bodů

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

Zadavatel:


Ministerstvo životního prostředí

Brno, březen 2026

Autorský kolektiv

Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v. v. i.

Ing. Karel Drbal, Ph.D.

Mgr. Martin Caletka, Ph.D.

Mgr. Pavla Štěpánková, Ph.D.

Český hydrometeorologický ústav

Ing. Petr Šercl, Ph.D.

Oponentní posudky

Ing. Josef Reidinger, Ministerstvo životního prostředí, Praha

Ing. František Pavlík, Ph.D., Státní pozemkový úřad, Praha

Protokol o schválení metodiky č. MZP/2026/950/277 vydán dne 27. 4. 2026 Ministerstvem životního prostředí.



Tato metodika vznikla jako výstup projektu **Zvýšení připravenosti urbanizovaných lokalit v ČR propojením metody kritických bodů s indikátorem přívalových povodní** (SS06010059) financovaného se státní podporou Technologické agentury ČR a Ministerstva životního prostředí v rámci **Programu Prostředí pro život**.

Obsah

1 Úvod	4
2 Datové podklady	4
3 Nástroje	5
4 Pracovní postup	5
4.1 Tvorba digitálního modelu terénu	5
4.2 Vygenerování drah soustředěného odtoku (DSO)	5
4.3 Vymezení hranic intravilánu v rámci celé ČR.....	5
4.4 Identifikace kritických bodů a jejich prvotní výběr	6
4.5 Stanovení rozvodnic a sběrných ploch kritických bodů.....	7
4.6 Stanovení fyzicko-geografických charakteristik sběrných ploch kritických bodů	7
4.7 Finální výběr kritických bodů	8
4.8 Potenciální erozního zatížení.....	9
5 Popis výstupů a jejich interpretace	9
5.1 Prostorová identifikace vybraných KB	9
5.2 Lokalizace vybraných KB v relaci k obcím a KÚ.....	10
6 Závěr.....	10
Přehled použité literatury	11

1 Úvod

Vyjádření míry povodňových rizik není novým požadavkem. Postupy, jak vizualizovat stupeň potenciálních dopadů povodňového nebezpečí jsou vyvíjeny, testovány a aplikovány 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 projevy 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. Problémem a současně charakteristikou 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 či velmi omezenou připraveností na tento specifický typ nebezpečí.

Obsahem metodického návodu je aktualizovaný postup identifikace kritických bodů (KB) a ploch rozhodujících z hlediska tvorby soustředěného povrchového odtoku z přívalových srážek s nepříznivými účinky pro zastavěné části obcí. Poprvé byla metodika identifikace KB představena v prosinci 2009. Myšlenka principu metody „dozrála“ již v roce přechodím, nicméně úplný vývoj metody a zejména její ověření mohly být provedeny až při vyhodnocování dopadů, bohužel katastrofální, povodňové situace z června 2009. Aktualizace metodického postupu je reakcí na změny dvou hlavních faktorů, které mohou znamenat a znamenají korekci lokalizací KB. Zmíněnými faktory jsou zpřesněný digitální model reliéfu a změny hranic intravilánu jako výsledek rozvoje sídel v ČR za poslední téměř dvě dekády.

Skutečnost, že aktualizace metodiky lokalizace KB byla zpracována v rámci projektu Technologické agentury ČR SS06010059 s názvem: „Zvýšení připravenosti urbanizovaných lokalit v ČR propojením metody kritických bodů s indikátorem přívalových povodní“, dává jasný signál, že přístupy z roku 2009 nacházejí uplatnění i na poli varování a výstrah.

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 aktuálních datových podkladů odpovídajícího rozsahu.

Nezbytnými jsou následující datové sady:

- Výškopis ZABAGED® – Digitální model reliéfu 5. generace (DMR 5G) – textové soubory ve formátu *.xyz
- Polohopis ZABAGED® – objekt 2.08 Most (linie), objekt 2.12 Propustek (linie, bod), objekt 4.02 Vodní tok (linie), objekt 6.02 Orná půda a dále nespécifikované plochy (polygon)
- Registr půdy LPIS (Ministerstvo zemědělství ČR, 2025)
- EU Copernicus Land Monitoring Service – CORINE Land Cover 2018
- Rozložení čísel CN (výstup projektu VÚV TGM, 2015)
- Global Hydrologic Curve Number - GCN250 (Jaafar et al., 2019)
- H5max – rastr maxim úhrnů jednodenních srážek s dobou opakování 100 let pro území ČR (ČHMÚ).

3 Nástroje

Kompletace podkladů, analýzy, datové konverze jsou připravovány v prostředí ESRI ArcGIS Pro na podkladě digitálního modelu terénu s využitím nadstavby ArcHydro při doporučené velikosti buňky 5x5 m.

4 Pracovní postup

4.1 Tvorba digitálního modelu terénu

Ze zdrojových dat DMR 5G uspořádaných dle kladu listů Státní mapy 1:5 000 jsou vytvářeny bodové vrstvy. Z nich se následně vygenerují překrývající se povrchy nepravidelných trojúhelníkových sítí (TIN), které jsou následně převedeny na rastry s požadovanou velikostí buňky 5 m a sceleny. Uvedené je doplněno rastry v přeshraničních částech povodí.

V dalším kroku se převádějí vrstvy vodních toků, propustků a vybraných mostů na rastry a tyto pak jsou vhloubeny do výchozího digitálního modelu terénu. Výsledkem uvedeného postupu jsou čtyři varianty digitálního modelu terénu (DMT):

- vhloubeny všechny vodní toky, propustky a mosty,
- vhloubeny jen povrchové úseky vodních toků, propustky a mosty,
- vhloubeny všechny vodní toky a mosty,
- vhloubeny jen povrchové úseky vodních toků a mosty.

Výše uvedené modifikace se vzájemně doplňují a reprezentují dva limitní stavy (Obr. 2 – kap. 4.5), které mohou při rychlém povrchovém odtoku nastat:

Stav A)

Předpokládá se, že preferenční cesty povrchového odtoku jsou průtočné a povrchový odtok překonává podpovrchové úseky toků a ústí do nejbližšího povrchového vodního toku. Je nutné kombinovat DMT s vhloubením všech vodních toků, propustků a mostů s DMT, do něhož nejsou vhloubeny podpovrchové úseky vodních toků.

Stav B)

Předpokládá se nedostatečná kapacita průtočných objektů a následné přesměrování povrchového odtoku. Do DMT nejsou vhloubeny propustky ani podpovrchové úseky toků.

4.2 Vygenerování drah soustředěného odtoku (DSO)

Z hydrologicky korektního digitálního modelu terénu je pro každou variantu odvozena mapa směrů odtoku (nástroj *Flow Direction*), tj. největšího spádu každé buňky gridu k sousední níže položené buňce. Následně se provede výpočet akumulace odtoku (nástroj *Flow Accumulation*) a odvození hydrografické sítě drah soustředěného povrchového odtoku (DSO) s minimální velikostí přispívající plochy 0,3 km².

4.3 Vymezení hranic intravilánu v rámci celé ČR

Jednotný podklad vymezující zastavěné území (intravilán) pro všechny obce v ČR v současnosti neexistuje. Proto je navržen následující postup pro jeho vymezení na podkladu Základní báze geografických dat České republiky ZABAGED.

Analýzy prováděné v prostředí GIS (ArcGIS Pro, QGIS) zahrnují následující hlavní kroky:

- 1) Vytvoření společné vrstvy polygonů z vybraných typů objektů ZABAGED (Tab. 4.1).
- 2) Odstranění překryvů.
- 3) Vymazání ploch s rozlohou menší než 500 m². Jedná se především o samostatné budovy mimo intravilán (např. chatky, seníky).
- 4) Odstranění úzkých ploch komunikací spojujících obce s pomocí funkce *Buffer*
- 5) Vymazání polygonů s plochou do 100 m², tj. „vedlejší“ produkt předchozího kroku.
- 6) Snížení fragmentace intravilánu vytvořením obálky (*Buffer*) v okolí menších objektů.
- 7) Vyplnění „vnitřních ostrovů“ ploch intravilánu.
- 8) Závěrečné odstranění ploch s menší rozlohou než 1,0 ha z výsledné vrstvy intravilánu.

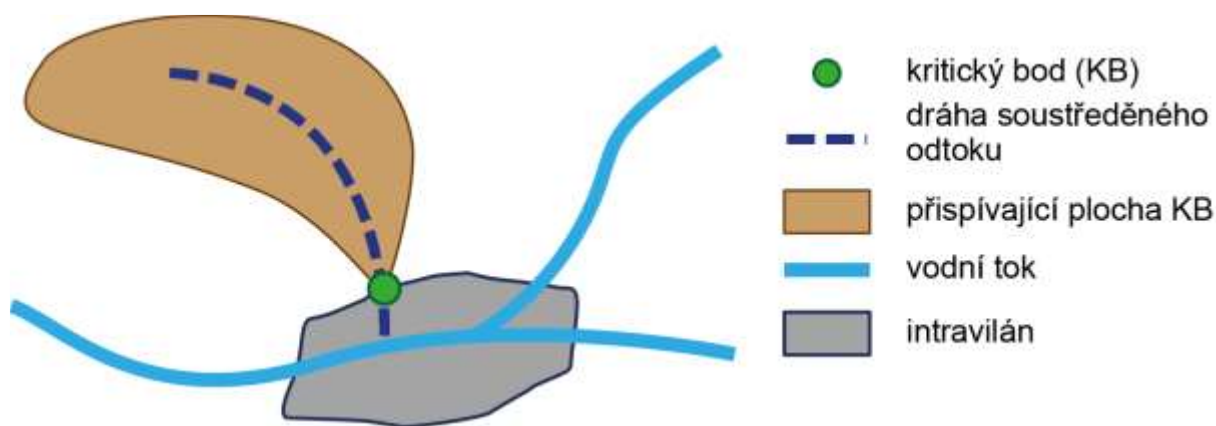
Tab. 4.1 Přehled typů objektů ZABAGED použitých při vymezení intravilánu

Kód	Název datové sady – typ objektu ZABAGED
1.01	Ostatní plocha v sídlech
1.02	Budova jednotlivá nebo blok budov
1.09	Kůlna, skleník, fóliovník, přístřešek
1.14	Silo
1.24	Hřbitov
1.27	Areál účelové zástavby
1.32	Bunkr
1.43	Hrad
1.44	Zámek
1.45	Věžovitá stavba
1.46	Tribuna
1.47	Stavební objekt zakrytý
1.48	Pozemní nádrž
2.02	<i>Ulice</i>
2.15	Parkoviště, odpočívka
2.19	Kolejiště
2.25	Letiště
2.33	Areál železniční stanice, zastávky
3.01	Elektrárna
3.02	Rozvodna, transformovna
3.06	Přečerpávací stanice produktovodu
6.04	Ovocný sad, zahrada
6.10	Okrasná zahrada, park

Odstranění ploch s rozlohou menší jak 1,0 ha z výsledné geografické vrstvy znamená ve většině případů „absenci“ drobné roztroušené zástavby, kde nelze očekávat vysoké ohrožení antropogenních aktivit soustředěným odtokem.

4.4 Identifikace kritických bodů a jejich prvotní výběr

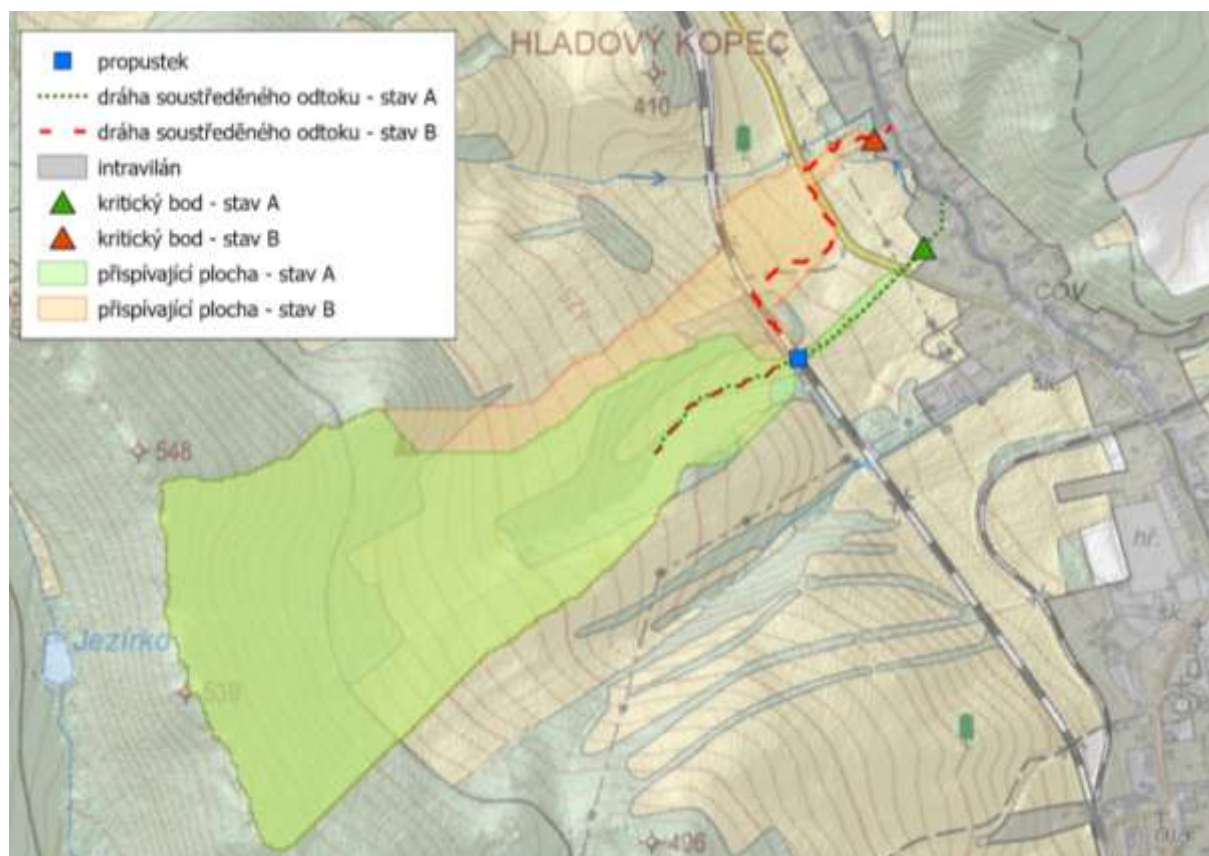
V místech, kde vygenerované linie drah soustředěného odtoku vnikají do zastavěné části obcí, se stanoví tzv. kritické body (KB). Kritický bod je určen průsečíkem dané hranice zastavěného území obce (intravilánu) s linií dráhy soustředěného odtoku s velikostí přispívající plochy $\geq 0,3$ km² (Obr. 1). 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 Princip vymezení kritického bodu a jeho příspěvkové plochy

4.5 Stanovení rozvodnic a sběrných ploch kritických bodů

K identifikovaným KB jsou v prostředí GIS na základě DMT s využitím hydrologických nástrojů GIS (nadstavba ArcHydro) generovány orografické rozvodnice a polygony sběrných ploch (Obr. 2, Obr. 3).



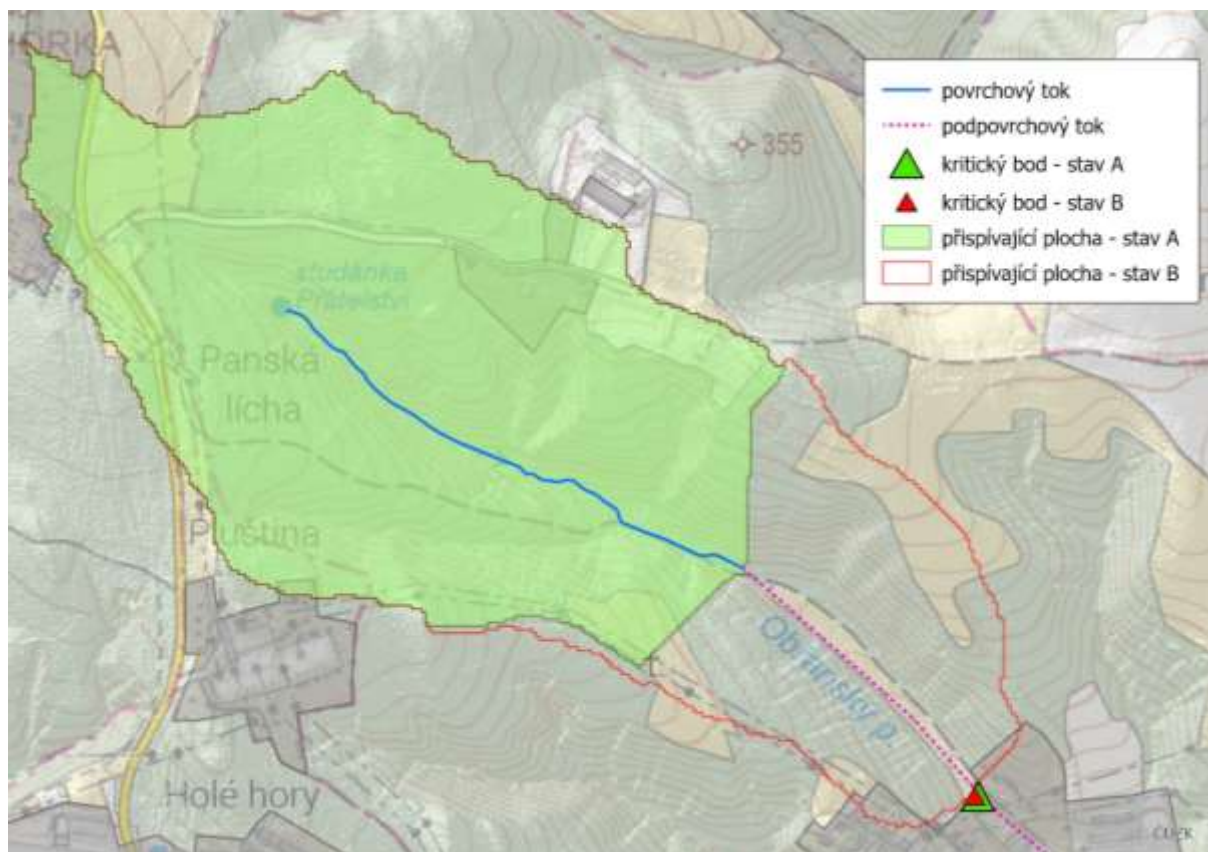
Obr. 2 Vliv funkčnosti propustku na průběh drah soustředěného odtoku a umístění kritického bodu

4.6 Stanovení fyzicko-geografických charakteristik sběrných ploch kritických bodů

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

U stanovených sběrných ploch kritických bodů se stanoví jejich rozloha. Následně je s využitím

zonální statistiky pro jednotlivé sběrné plochy KB 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* (2018) na základě, které se pomocí zonální statistiky určí pro každou přispívající (sběrnou) plochu procentuální zastoupení pouze orné půdy.



Obr. 3 Vliv podpovrchového úseku vodního toku na tvar přispívající plochy kritického bodu

4.7 Finální výběr kritických bodů

Z podrobných analýz provedených při přípravě původní metodiky kritických bodů (Drbal a kol., 2009) vyplynulo doporučení výběr KB provádět na základě kombinovaných kritérií:

- | | | |
|------|------------------------------------|------------------------------|
| 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.

$$F = P_{p,r} \cdot H_{m,r} \cdot (a_1 \cdot I_p + a_2 \cdot ORP + a_3 \cdot CN_{II}), \quad (1)$$

kde ukazatel kritických podmínek F je bezrozměrnou veličinou [-], $P_{p,r}$ je relativní hodnota

velikosti přispívající plochy (vzhledem k max. 10 km²) [-], $H_{m,r}$ je relativní hodnota úhrnu jednodenních srážek s dobou opakování 100 let pro území ČR [-], I_p je hodnota průměrného sklonu přispívající plochy [%], ORP je podíl plochy orné půdy [%], CN_{II} jsou hodnoty CN při průměrném nasycení povrchu pro území ČR, a_1, a_2, a_3 – konstanty vah.

Poskytovatelem dat pro stanovení $H_{m,r}$ je Český hydrometeorologický ústav. Pro stanovení průměrné hodnoty CN_{II} se využívá vrstva Výzkumného ústavu vodohospodářského TGM (2015), v přeshraničních částech povodí doplněná o vrstvu GCN250 (Jaafar a kol., 2019).

Mezní hodnota ukazatele F tvoří čtvrtou podmínku kritéria:

K 4. ukazatel kritických podmínek $\geq 4,0$

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 km²,
K2A. průměrný sklon přispívající plochy ≥ 5 %.

4.8 Potenciální erozního zatížení

Potenciální erozního zatížení pEZ vychází z výpočtu celkového (limitního) odnosu půdy ze zorněných ploch při extrémních přívalových deštích.

$$pEZ = \frac{0,1 \cdot H_{m,s} \cdot (c_1 \cdot CN_{II} + c_2 \cdot I_p)}{\max_{\text{ČR}}[0,1 \cdot H_{m,s} \cdot (c_1 \cdot CN_{II} + c_2 \cdot I_p)]} \quad (2)$$

kde pEZ – potenciální erozní zatížení [-]; $H_{m,s}$ – hodnota úhrnu jednodenních srážek s dobou opakování 100 let pro území ČR [mm]; CN_{II} – číslo CN pro střední stupeň nasycení povrchu; I_p – hodnota průměrného sklonu zasaženého svahu [%]; c_1, c_2 – konstanty.

Potenciální erozní zatížení představuje normovanou veličinu jednotkových hodnot odnosu v rámci celé ČR. Hodnoty pEZ se pohybují v intervalu (0;1), příp. (0;100 %) a představují k ukazateli kritických podmínek (F) doplňující informaci o možném nebezpečí.

5 Popis výstupů a jejich interpretace

5.1 Prostorová identifikace vybraných KB

Hlavním výstupem uvedeného postupu je prostorová identifikace KB a vymezení jejich přispívajících ploch. Výsledná data jsou k dispozici ve formátu *.shp (popř. geodatadbáze) s popisem výběrových charakteristik v atributové tabulce nebo ve formátu *.xlsx. V názvu datové sady je označeno, zda se jedná o stav povrchového odtoku A nebo B.

Pole atributové tabulky:

ID_{KB} ; název obce; kód obce; název okresu; kód okresu; plocha [ha];
průměrný sklon [%]; orná půda [%]; ukazatel kritických podmínek [-];
potenciální erozního zatížení [-]; 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 (popř. geodatabáze) 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. Sledovány jsou dva stavy povrchového odtoku (A nebo B), které rámcově vymezují odtoková specifika jednotlivých lokalit.

Metodika identifikace KB představuje přístup, který ve své aktualizaci přináší jednak vymezení kritických míst v rámci celé ČR jako výchozího materiálu pro hledání vhodných opatření ke zmírnění ohrožení, současně je podkladem v prognózní praxi pro časoprostorové zpřesnění výstrah před nebezpečím přívalových srážek. V uvedené souvislosti, kdy jsou do výsledků promítnuty dynamické změny rozvíjejících se měst a obcí v ČR, jsou polohy KB důležité zejména při tvorbě povodňových a krizových plánů a při návrzích návazných (organizačních) opatření. Výstupy pořízené podle předloženého postupu také poskytnou důležité informace zpracovatelům územně plánovacích dokumentací, pozemkových úprav, plánů povodí a plánů pro zvládnutí povodňových rizik.

Přehled použité literatury

Drbal, K., Ošlejšková, J., Dzuráková, M., Dumbrovský, M. (2009). Metodický návod pro identifikaci kritických bodů. VÚV TGM, Brno, 2009.

Jaafar, H.H., Ahmad, F.A. & El Beyrouthy, N. GCN250, new global gridded curve numbers for hydrologic modeling and design. Scientific Data 6, 145 (2019). <https://doi.org/10.1038/s41597-019-0155-x>

LPIS: Data ke stažení [online]. [cit. 23. 3. 2026]. Dostupné z:

<https://agriGIS.gov.cz/portal/apps/storymaps/stories/99ddc665f57a4843b878e86c23e99b31>

VÚV TGM (2015), Strategie ochrany před negativními dopady povodní a erozními jevy přírodě blízkými opatřeními v České republice. <https://www.vodavkrajine.cz/>