

NÁVRH METODIKY STANOVOVÁNÍ POVODŇOVÝCH RIZIK A ŠKOD V ZÁPLAVOVÉM ÚZEMÍ

Karel Drbal

V článku je představen návrh metodiky, jako výstup projektu VaV/650/5/02. Projekt byl řešen v období 10/2002–12/2005. Vlastní metodika je zaměřena na témata, která patří do problematiky rizikové analýzy záplavových území. Metodika vymezuje využitelné datové zdroje, obsahuje postupy a metody, které slouží ke kvalitativnímu vymezení či kvantitativnímu stanovení důsledků povodňového nebezpečí. V rámci navržené struktury metodiky jsou uvedeny klíčové problémové okruhy, skupiny vstupních dat a očekávané výstupy. Významný prostor je věnován skupinám metod vyjádření rizika (kvalitativní, semikvantitativní, kvantitativní) v kontextu požadavků potenciálních uživatelů výstupních informací. V rámci interpretace metod je uvedena zmíněná vazba na užití výsledků rizikové analýzy v záplavových územích: podklad při rozhodování příslušných správních orgánů o alternativách při dalším plánování územního rozvoje a zástavby v územích ohrožených povodněmi; při preventivní povodňové ochraně; při plánování zabezpečovacích a záchranných pracích během povodní; ke zvýšení povědomí občanů o riziku.

1. Úvod

V našich geografických podmínkách patří právě povodně, povodňové záplavy a následky přívalových srážek k nejvýznamnějším živelním pohromám, které jsou ovlivněny zejména přírodními faktory. Řešení problematiky návrhu v praxi široce využitelné metodiky stanovení povodňových rizik i potenciálu povodňových škod v záplavových územích je přitom o to naléhavější, že naše domácí dění bylo v nedávné minulosti nečekaně poznamenáno několika mimořádnými extrémními letními povodněmi, a to v červenci 1997, kdy byla postižena velká část povodí Moravy, Odry a horního Labe, a povodní, která v srpnu 2002 zasáhla většinu povodí Vltavy a dále dolního Labe i horní Dyje. Letošní rok se nám vryje do paměti díky jarní povodni, která svým průběhem a zejména důsledky zasáhla velkou část území ČR, byla způsobena náhlým táním značných zásob sněhu ve středních polohách a souběhem rozsáhlé srážkové činnosti. Překvapivou pak množstvím spadlých srážek, rychlostí nástupu a svou extremitou dosažených kulminačních průtoků byla povodňová situace ze začátku června 2006, která postihla zvláště povodí horní Dyje, horní Vltavy a Lužnice. Samozřejmě nelze opomenout ani jiné povodňové události v České republice z hledisek dlouhodobého sledování

i předpokladů a celkového trendu vývoje klimatických podmínek.

Posuzování míry povodňového nebezpečí patří k velmi aktuálním problémům ve vodním hospodářství. Uvedená problematika není samozřejmě v našich podmínkách nová, pouze tlak na soustředěný výzkum otevřených problémů výrazně zesílil v souvislosti s výskytem velkých povodní a rozsahem jejich negativních dopadů.

Objektivní hodnocení naléhavosti iniciace tvorby systémů preventivní ochrany před negativními účinky povodní je tedy přínosem do široké problematiky s vysokým stupněm společenské objednávky. V současné době jsou žádány přístupy schopné objektivizovat posouzení synergického účinku řady faktorů a vazeb, které mají zásadní význam na míru škod v potenciálně zaplavovaných územích. Zejména nepřijemnou vlastností společnou pro více uplatňujících se faktorů je neurčitost, se kterou se musí každé řešení setkat a uspokojivě vypořádat.

Cílem článku je podat stručnou informaci o výsledcích projektu VaV/650/5/02 [1], [2], [3], [4], na jehož řešení se kromě pracovníků Výzkumného ústavu vodohospodářského T.G.M. podíleli zejména specialisté z Fakulty stavební Českého vysokého učení technického v Praze, Fakulty stavební Vysokého učení technického v Brně, pracovníci Povodí Labe, s.p. z Hradce Králové a Hydropro-

jektu Praha, a.s. Autoři článků v tomto monotematickém čísle časopisu Urbanismus a územní rozvoj patří mezi členy řešitelského týmu zmíněného projektu.

2. Celospolečenská naléhavost stanovení povodňových rizik a škod

Jedním z klíčových faktorů popisované problematiky je nevyzpytatelnost průběhů povodňových jevů. Na druhé straně však tato závažná okolnost přispívá svým dílem k tomu, že si mnohem více než předtím uvědomujeme celospolečenskou naléhavost problémů spojených s povodněmi a živelními pohromami obecně, což je směřuje k nezbytnému zjišťování povodňových rizik a odhadů možných škod. Celospolečenská naléhavost stanovení uvedených parametrů negativních důsledků povodní vychází nejen z vazby na veřejný zájem. Jde také o ochranu všech subjektů, jejich zájmů a aktivit v územích potenciálně ohrožených povodňovým nebezpečím.

K základním kritériím celospolečenské naléhavosti stanovení povodňových rizik a škod patří především hodnoty související s potenciálními či zjištěnými ztrátami na životech, ztrátami na zdraví (fyzického nebo psychického rázu), materiálními povodňovými škodami (především na

bytovém fondu, ale i na infrastruktuře, v průmyslu, zemědělství aj.), ztrátami narušujícími rodinnou i generační kontinuitu (se zřetelem k rodové tradici, „vykořenění“ z dosud bezpečného domova apod.), vyvolanými sociálními ztrátami z hlediska zaměstnání, pracovních míst, zaměstnanosti a výdělků, úhynem domácích i volně žijících zvířat, vyvolaným znečištěním vod i půdy, celým spektrem dalších materiálních, nehmotných i nepřímých dopadů atp. Uváděnou celospolečenskou naléhavost stanovování povodňových rizik a škod potvrzuje současně i podíl a výše veřejných prostředků zaměřených na preventivní protipovodňovou ochranu, na příslušné varovné, krizové a záchranné systémy, na různé stupně povodňové pohotovosti a evakuační plány, na potřebná školení i vzdělávání.

Zároveň je třeba připomenout i okolnost, že stanovování povodňových rizik a škod se bezprostředně týká téměř všech oborů politické i hospodářské scény, charakterizovaných dvěma adjektivy majetkoprávního charakteru: soukromý (privátní) a veřejný. Souvisí tedy těsně jak se soukromým sektorem a soukromými zájmy – často také nevyzpytatelnými a nesnadno odhadnutelnými, tak s neméně nesnadno uchopitelnými zájmy veřejnými, s obtížně předvídatelným vývojem řady parametrů, (např. veřejné finance, nestabilizovaná veřejná správa, atd.).

3. Cíle metodiky

Základní cíle metodiky stanovení povodňových rizik a potenciálu škod v záplavových územích jsou těsně spjaty s celospolečenskými požadavky, vyvolanými nezbytností zmírnit nepříznivé účinky povodní v České republice. Je však namístě si připomenout, že vůbec nejde o snadnou úlohu, ať už se zřetelem k dostupnosti potřebných údajů i informací, k vybavenosti geografickými a statistickými systémy, k možnostem na různých rozlišovacích úrovních, k využitelnosti, srovnatelnosti i konzistenci disponibilních údajů a samozřejmě i s ohledem na požadavky uplatňování strategických, taktických i operativních zásad v kon-

krétních územích a situacích.

Podobně jako u jiných úloh systémového charakteru je nezbytné rozlišit strategické, taktické a operativní cíle. Již na první pohled je zřejmé, že specifické vlastnosti povodňových jevů a specifická úloha zjišťování povodňových rizik i škod v záplavovém území determinují nutnost naplňovat všechny uváděné cíle, je nicméně zjevné výsadní postavení cílů strategických.

3.1 STRATEGICKÉ CÍLE

Strategické cíle se zaměřují na dlouhodobé chování systému a jejich klíčovým znakem je kvalitativní charakter, který by při stanovování povodňových rizik a škod v záplavovém území měl plnit rozhodující úlohu. Jedná se především o komplexnost a systémovost řešení, o zvýšený důraz na kvalitu života lidí žijících i působících v ohrožených oblastech, a o kvalitativně vyšší stupeň ochrany životů, zdraví i majetku obyvatel před působením povodňových živelních pohrom, o udržitelnou ochranu přírodních hodnot i funkcí záplavových území a ohrožených sídel včetně adekvátní ochrany bytového fondu, nezbytné infrastruktury, potřebných služeb i ostatních hmotných a nehmotných statků potenciálně ovlivňovaných inundacemi. V žádném případě nelze v souhrnu strategických úloh opomenout ani ekonomické, sociální a existenční podmínky lidí včetně vlastnických i pracovních vztahů v inundačních zónách i mimo ně.

Stejně tak je zapotřebí zvýšit kvalitu současných databází, toku informací, správních i operačních systémů a co možná nejdříve překonat problémy spojené s tím, že v současné době nejsou pro všechna území k dispozici stejně kvalitní podklady ani efektivní systémy zpětných vazeb k jiným databázím a materiálům úředně správních, evidenčních, geografických, územně plánovacích i statistických dokumentace, ke krizovým a záchranným systémům.

Navržená metodika je prioritně orientována na strategické cíle, strategická řešení i zpracování strategických dokumentů samotnou podstatou svého zadání, tj. s ohledem na stanovování povodňových rizik a potenciálu po-

vodňových škod. Problémem však zůstává již zmiňovaná neúplnost disponibilních dat i informací a nedostatky i neprovázanosti informačních, geografických, územně-správních, statistických a dalších systémů

3.2 TAKTICKÉ A OPERATIVNÍ CÍLE

Současně je nutno pokaždé respektovat i konkrétní politické, hospodářské a společenské podmínky, jež poskytují jen určitý rámec pro uskutečňování postupných cílů protipovodňové ochrany. Avšak ani tyto – v jistém smyslu taktické – cíle by neměly vybočovat z principiální cesty dlouhodobých cílů strategických. Také v tomto případě se jedná zejména o naléhavou potřebu nezbytného doplnění celé soustavy fundovaných podkladů vztahujících se ke konkrétním dílčím povodím či jinak definovaným územním celkům (dokumenty z oblastí urbanizace a územního plánování, hydrologické studie, studie odtokových poměrů, povodňové plány atd.).

Ještě krátkodobější platnost mají cíle operativní, jejichž základem jsou podklady pro běžné regulace systému. Krátkodobé cíle jsou nevyhnutelné pro operativní řízení a kontrolu výsledků. V povodňových podmínkách jde v první řadě o bezprostřední a zdánlivě krátkodobá řešení krizových stavů i záchranných operací, ale i v těchto situacích je žádoucí vycházet z dokumentů a podkladů strategického charakteru.

Metodika stanovování povodňových rizik a potenciálu povodňových škod za výše uváděných podmínek a okolností (také v dalším textu v konkrétních souvislostech připomínaných) tak prozatím spadá do oblastí podmíněně taktických a někdy i operativních cílů, samozřejmě s tím, že metodika musí být neustále a postupně aktualizována. Stejně tak musí být urychleně zvyšována i kvalita řešení. Výsledná metodika ve „finální“ podobě pak bude již spadat do kategorie dokumentů vysloveně strategického charakteru.

3.3 POSTUPNÉ ZVYŠOVÁNÍ KVALITY ŘEŠENÍ

Z předchozího rozboru vyplývá, že mnohé dosavadní podklady a nástroje neumožňují ve všech aspektech sto procentně naplnit kvalitativní požadavky strategických cílů integrované a udržitelné ochrany před povodněmi, což samo o sobě vybízí k nutnosti urychleného a přitom postupného zvyšování této kvality. Zde je nezbytné iniciovat a udržet procesy, které vedou a povedou k optimálnímu stavu potřebných databází, věrohodných informací a podkladů. Jedná se zejména o následující dokumenty a související aktivity:

- hydrometeorologické, hydrologické a vodohospodářské studie i jiné dokumenty zpracované podle jednotné metodiky;
- územně plánovací dokumentace;
- digitalizaci mapových podkladů; zajištění provázanosti jednotlivých databází, informací, podkladů;
- ve výhledu zajištění vazby na systémy krizové a záchranné systémy, systémů hospodaření s vodou v nádržích, systémů prevence i pojišťování proti ztrátám a škodám v záplavových územích.

Jde právě o urychlené naplňování uváděných požadavků, které daly základní podnět k vypracování metodiky stanovení povodňových rizik a potenciálu škod v záplavových územích. Metodika je formulována tak, aby mohla plnit funkci jednotného závazného dokumentu na celém území České republiky.

Významnou okolností je i rozlišovací úroveň, která usměrňuje míru podrobnosti řešení úloh zaměřených na stanovení povodňových rizik a škod. Je však zřejmé, že závaznost naplnění stanovených cílů vyplývá z legislativně vymezených povinností pro jednotlivé subjekty příslušné územní působnosti, tj. pro stát, kraje, obce, povodí i jinak definované územní celky. Zmíněná rozlišovací úroveň má tedy přímý vliv na aplikaci metodiky podle potřebné podrobnosti, na příslušné spektrum základních skupin vstupních informací, na jejich výběr a způsob zjišťování i na hlavní skupiny potenciálních uživatelů výstupů.

3.4 HLAVNÍ PROBLÉMOVÉ OKRUHY PROTIPOVODŇOVÉ OCHRANY V NAŠICH PODMÍNKÁCH

K cílům rizikové analýzy záplavových území patří poskytnutí kvalifikovaných podkladů pro kvalifikované rozhodování o využití území v rámci územního plánování i o potřebách a rozsahu opatření proti vzniku povodňových škod. Součástí rozboru by mělo být i členění inundačních území podle stupně povodňového rizika a stanovení priorit pro aplikaci protipovodňových opatření. Klíčovým momentem pro zahájení úvah o realizaci, doplnění či změně systému ochrany je definování požadavků na ochranu. K tomu zásadním způsobem přispívá právě znalost míry povodňového nebezpečí a jeho důsledky vyjádřené stupněm rizika nebo/a výší možných škod. Požadovaná míra ochrany jako výstup politického rozhodnutí by měla být stanovována v motivačním prostředí (řady limitů) zejména ve vazbě na ekonomické možnosti nejen složek státu (veřejný zájem), ale všech „konzumentů ochrany“. Důležité je také nezjednodušovat problém protipovodňové prevence jen na zajištění investičních prostředků. Mnohdy systémové řešení generování a alokace provozních prostředků na dlouhou dobu, které silně koreluje s udržením spolehlivosti ochranné funkce, je složitější a bolestnější. Rozpor mezi nákladností řešení a danými aktuálními finančními možnostmi směřuje k další fázi řešení, k hodnocení efektivnosti protipovodňových opatření a investic. Jedná se o úlohu, která navazuje na postupy uváděné v tomto textu.

Důležitým základem pro efektivní postupy v problematice protipovodňové prevence je přijetí standardů přijatelného rizika jako základu vyjadřujícího právě veřejný zájem v ochraně před negativními účinky povodní.

Je zřejmé, že sporné otázky musejí být zodpovězeny v nejkratší možné době, tj. zejména v procesu formulování cílů Plánu hlavních povodí, neboť by měly být uplatňovány přibližně stejné přístupy pro různá území, samozřejmě s přihlédnutím k systémovým hlediskům, platným opět pro celou Českou republiku. V širším evropském

kontextu pak pro ČR vyplynou v popisované problematice závazky, konkretizované v připravované Směrnici Evropského parlamentu a Rady o vyhodnocování povodní a protipovodňových opatřeních [9].

4. Základní charakteristika metodiky – vlastnosti

Metodika je obecně zaměřena na témata, která patří do problematiky rizikové analýzy záplavových území. V metodice jsou vymezeny využitelné datové zdroje, obsahuje popisy postupů a metody, které slouží ke kvalitativnímu vymezení či kvantitativnímu stanovení důsledků povodňového nebezpečí. Důležitou součástí doporučených přístupů je jejich správná interpretace. Obecně je metodika otevřeným nástrojem, u kterého se předpokládá další rozvoj a doplňování. Návrhy ochranných opatření před účinky povodní a hodnocením efektivnosti systémů (prvků) ochrany se metodika nezabývá.

Základní vlastnosti:

- A. Věrohodnost a dostupnost vstupních údajů, způsob využití výstupů, náklady na vlastní řešení určují míru podrobnosti pohledu na ohrožené území a tedy vymezují okruhy vhodných postupů a metod pro dvě úrovně: I – část území, II – objekt (vertikálně orientovaný postup).
- B. Posloupnosti základních procesů: identifikace *povodňového nebezpečí*, stanovení *zranitelnosti, expozice*, kvalitativní/semikvantitativní vyjádření rizika, vyhodnocení *potenciálních škod*, kvantitativní vyjádření *rizika*, které tvoří kostru metodiky (horizontálně orientovaný postup) jsou uplatněny pro obě úrovně podrobnosti.
- C. Postupy doporučené metodikou jsou v maximální míře vázány na standardní databáze pořizované, provozované a spravované v České republice.
- D. Potenciální škody jsou implicitně stanovovány jako souhrn škod přímých. Vyjádřeny jsou podílem z ekvivalentu hodnoty majetku, který se rovná reprodukční hodnotě hrubého kapitálu.

E. S ohledem na velmi obtížnou objektivizaci postupů stanovení výše nepřímých materiálních škod a nehmotných škod je doporučeno uvádět je odděleně od škod přímých. Důležitou charakteristikou pro skupiny nepřímých materiálních a nehmotných škod jsou předpoklady, na základě kterých byl proveden vlastní výpočet.

4.1 ÚROVNĚ PODROBNOSTI METODIKY A POTENCIÁLNÍ UŽIVATELÉ VÝSTUPŮ

Ve schématu na obr. 1 jsou zjednodušeně vyjádřeny základní prvky a vazby, které se týkají úrovní podrobnosti metodiky, základních skupin vstupních informací i hlavních skupin uživatelů výstupů zaměřených na stanovování povodňových rizik a potenciálu povodňových škod v podmínkách České republiky.

4.2 KLÍČOVÉ PROCESY A FAKTORY SPOJENÉ S PROBLÉMY OHROŽOVANÝCH ZÁPLAVOVÝCH ÚZEMÍ

Při formulaci problému orientovaného na ohrožovaná záplavová neboli inundační území je třeba odpovědět na otázku, čemu metodika představující určité schéma postupů, specifický nástroj a současně i systém slouží. Tato formulace se v daném případě vztahuje k procesům a změnám v ohrožovaných inundačních územích

i k vyhodnocování těchto jevů. K podstatným faktorům zmíněné metodiky jako systému zaměřeného na ohrožená záplavová území patří:

- **Povodňové nebezpečí**, jehož důsledkem jsou povodňové rozlivy i další dynamické změny podmínek v inundačních územích a které je výrazem stochastického charakteru tohoto extrémního hydrologického jevu.
- **Zranitelnost území**, která se projevuje náchylností objektů nebo zařízení ke škodám v důsledku malé odolnosti vůči extrémnímu zatížení povodně a v důsledku tzv. expozice, kterou se rozumí doba, během níž jsou lidé i objekty vystaveni povodňovému nebezpečí.
- **Povodňové riziko**, vyjádřené nejčastěji mírou pravděpodobnosti výskytu nežádoucího jevu. Vzniká v důsledku spřažení povodňového nebezpečí, zranitelnosti a expozice.
- **Povodňové škody**, vyhodnocované jako přímé a nepřímé účinky povodňové události, které nepříznivě postihnou určité území a projevují se především rozsahem poškození nebo zničení materiálních i nemateriálních hodnot, ztrátami na majetku, na životech a zdraví lidí i dalšími ztrátami nehmotnými a nepřímými.

4.2.1 Definice rizika v širším významu

Pojem rizika pojímaný v obecné rovině je dosti široký [6]. I v případě povodňové problematiky může

být riziko vnímáno různými způsoby. Je proto vhodné věnovat pojmu rizika ještě drobný prostor.

Jak je uvedeno v předcházející kapitole, riziko je nejčastěji vyjádřeno mírou pravděpodobnosti výskytu nežádoucího jevu, který má za důsledek nepříznivé účinky na životy, zdraví, majetek, nebo životní prostředí. Riziko je pak spřažením nebezpečí, zranitelnosti a expozice. Základními operacemi rizikového inženýrství jsou

- identifikace nebezpečí;
- odhad pravděpodobnosti výskytu nepříznivých událostí;
- kvantifikace rizika.

Riziko je v rámci tohoto přístupu definováno jako n-tice vektorů [6]:

$$RI_i = (Sc_i, P_i, C_i), i=1, \dots, n, \quad (1)$$

kde Sc je scénář nebezpečí, P je pravděpodobnost výskytu scénáře nebezpečí a C jsou následky (ztráta, škoda) vyjádřené ve vhodných jednotkách. Všechny tyto veličiny jsou časově závislé, neboť jak scénář nebezpečí, tak pravděpodobnost jeho výskytu a škoda se mohou v čase měnit.

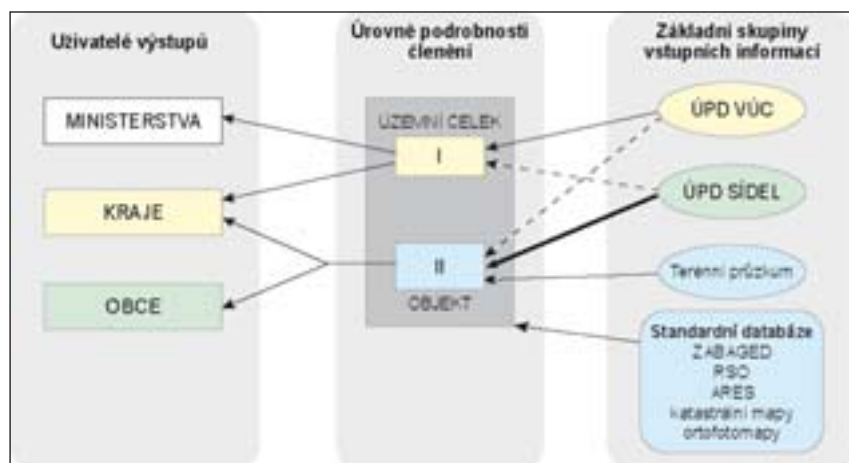
V souladu s uvedenou obecnou definicí je možné riziko RI_i vyplývající z realizace i -tého scénáře nebezpečí určit například ze vztahu:

$$RI_i = P_i \cdot C_i \quad (2)$$

Celkové riziko RI z realizace n statisticky nezávislých scénářů nebezpečí je možné určit ze vztahu:

$$RI = \sum_{i=1}^n P_i \cdot C_i \quad (3)$$

Riziko RI , resp RI_i se přitom vztahuje k referenční době, pro kterou byly hodnoty pravděpodobnosti P_i a následky (škoda) C_i stanoveny. Referenční dobu lze uvažovat například jako dobu životnosti objektů v záplavovém území nebo jako smluvně stanovenou frekvenci zaplavení s ohledem na charakter zástavby v potenciálně záplavovém území.



Obr. 1: Základní skupiny vstupních informací a dat, úrovně podrobnosti metodiky a hlavní skupiny uživatelů výstupů

4.2.2 Rozsah problematiky stanovení povodňových rizik a potenciálních škod v záplavových územích

Popisovaná metodika se zaměřuje na stanovení povodňových rizik v záplavových územích a potenciálních povodňových škod, především na bytovém fondu, na stavebních objektech i jejich zařízeních, na občanské vybavenosti, na další infrastruktuře (komunikace, inženýrské sítě), v průmyslové a zemědělské výrobě.

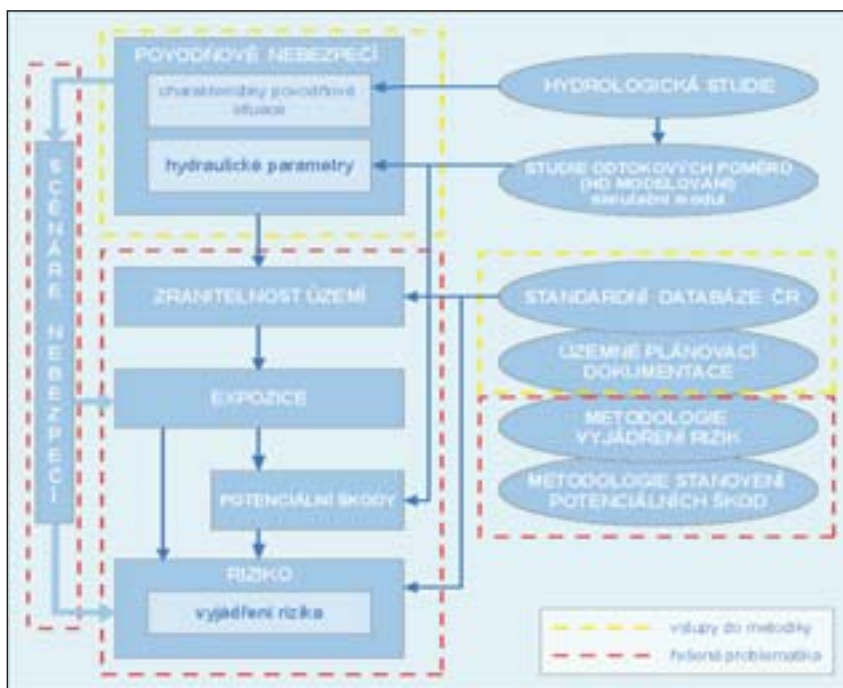
Na obr. 2 je znázorněn základní rozsah povodňové problematiky směřující ke stanovení povodňových rizik a potenciálních škod v záplavových územích. Levou část schématu představují procesy určení – vyjádření klíčových faktorů dané metodiky. Tyto faktory do jisté míry spoluurčují a spoluvytvářejí scénáře povodňového nebezpečí.

Základní podněty k ochraně obyvatel, přírodního bohatství, obcí, měst a majetků před povodněmi jsou přímým vybudnutím k analýzám a vyhodnocování povodňového nebezpečí ve všech územích i místech, která mohou být povodněmi ohrožena a zasažena.

Ve scénářích povodňových nebezpečí je třeba vzít v úvahu několik faktorů:

- faktory dané geografickými, geomorfologickými, geologickými, pedologickými, hydrometeorologickými podmínkami;
- statistické a pravděpodobnosti zákonitosti procesů i zákonitosti podle teorie chaosu, které se podílejí či mohou podílet na výskytu, četnosti a opakování extrémních hodnot souvisejících hydrologických procesů;
- faktory antropogenního hospodaření v údolních nivách, tj. faktory, které se podílely a dosud podílejí na historickém vývoji osídlení, na současném využívání krajiny, na současných podmínkách a tvářnosti urbanizace, industrializace a zemědělského hospodaření i na očekávaných vývojových tendencích v těchto územích.

Základní scénáře povodňového nebezpečí mohou vycházet z několika zdrojů: z databází konkrétní věrohodně vyhodnocené povodňové situace



Obr. 2: Základní rozsah problematiky, který je adekvátní návrhu metodiky stanovení povodňových rizik a potenciálních škod v záplavových územích

a dále ze zpracovaných teoretických průběhů s dobou opakování kulminačních průtoků minimálně 5, 20, 100 let (Q_5, Q_{20}, Q_{100}) [8].

Posloupnosti základních procesů: identifikace *povodňového nebezpečí*, stanovení *zranitelnosti*, *expozice*, kvalitativní/semikvantitativní vyjádření *rizika*, vyhodnocení *potenciálních škod*, kvantitativní vyjádření *rizika*, které tvoří kostru metodiky (horizontálně orientovaný postup) jsou uplatněny pro obě úrovně podrobnosti.

Pravou stranu reprezentují podstatné dokumenty a datové zdroje, které představují skupiny nejvýznamnějších podkladů pro řešení spojená s problematikou povodňových jevů.

4.2.3 Základní přístupy vyjádření rizika

Z koncepčního hlediska lze analýzu rizik členit na *kvalitativní*, *kvantitativní* a *semikvantitativní*.

Kvalitativní analýza spočívá v identifikaci možných posloupností událostí, tzv. *scénářů nebezpečí*, které schematicky nebo modelově ilustrují potenciální události mající za následek *škody*. Každý scénář je následně třeba samostatně posoudit a analyzovat. Na základě výsledků této analýzy jsou ur-

čeny typy nebezpečí a současně i prvky systému, kterým je zapotřebí věnovat zvýšenou pozornost. Velice důležitou roli tu plní vedle scénářů nebezpečí sestavení *kontrolních seznamů*, sestavení *diagramů prvků systému*, a analýzy na základě druhů poruch a následků (FMEA), pomocí stromů poruch (FTA) a stromů událostí (ETA).

Kvantitativní analýza spočívá ve stanovení pravděpodobnosti finálního stavu celého systému, a tím současně ve vyjádření jeho *spolehlivosti* na základě pravděpodobnosti výskytu stavu jednotlivých prvků *systému*, resp. pravděpodobnosti výskytu jednotlivých *scénářů nebezpečí*. Při kvantifikaci dílčího rizika se jako kvantifikátor používá *pravděpodobnost vzniku škody (potenciální škody)* v rámci jednotlivého *scénáře nebezpečí* – viz rovnice (1). Kvantifikace dílčích rizik jak z pohledu odhadu pravděpodobnosti, tak kvantifikace dopadů – tj. ve vztahu k vyčíslení škod – patří k nejnáročnějším činnostem rizikového inženýrství. Hodnotí se přímá i nepřímá poškození, přímé a nepřímé škody, provádějí se sociální a ekonomické analýzy i analýzy dopadů na životní prostředí, na přírodu, krajinu i plošné využití inundačních území.

Semikvantitativní analýza představuje mezistupeň mezi kvalitativní

analýzou, jež neposkytuje představu o míře povodňového rizika, a kvantitativní analýzou, která pro kvantifikaci rizika, obvykle numerickou, vyžaduje poměrně rozsáhlé a spolehlivé údaje, společně s použitím speciálních technik, mezi něž patří například statistické modelování. Výsledkem semikvantitativního hodnocení (prováděného např. metodou FMEA, použitím matic a map rizika) je relativní výše rizika vyjádřená např. pomocí barevné škály nebo číselné stupnice. K nejdůležitějším metodám patří metoda maximálního přijatelného rizika, metoda založená na matici rizika nebo metoda druhů poruch, jejich následků a kritičnosti (FMECA).

4.3 VSTUPNÍ INFORMACE, DATOVÉ PODKLADY – STANDARDNÍ DATABÁZE ČR

Do skupiny standardních databází, které jsou doporučeny metodikou zejména pro vyjádření zranitelnosti území, patří:

- Katastrální mapy – geografický podklad pro určování právních vztahů k nemovitostem; další informace <http://www.cuzk.cz>;
- Rastrová základní mapa 1:10 000 – digitální rastrový kartografický model území v měřítku 1:10 000 (<http://geoportal.cuzk.cz>);
- Státní mapa 1:5 000 – digitální kartografický model území v měřítku 1:5 000; obsahuje složku katastrální, výškopisnou a ortofotomapu (<http://geoportal.cuzk.cz>);
- ZABAGED 1:10 000 – Základní báze geografických dat ČR – digitální vektorový topografický model území (<http://geoportal.cuzk.cz>);
- Ortofotomapy – barevné ortofotomapy – bežešvé (<http://geoportal.cuzk.cz>, <http://www.geodis.cz>, <http://gis.vsb.cz/midas>);
- Územně plánovací dokumentace velkých územních celků – zdroj krajské úřady; další informace <http://portal.uur.cz>;
- Územně plánovací dokumentace měst a obcí – zdroj: obecní, městské a krajské úřady (<http://portal.uur.cz>);
- Registr sčítacích obvodů (Český statistický úřad) – obsahuje geografická i popisná data (<http://www.czso.cz>);
- Registr ekonomických subjektů (Český statistický úřad) – popisná data (<http://www.czso.cz>).

4.4 POTENCIÁLNÍ ŠKODY

Potenciální škody se týkají movitého i nemovitého majetku, různě definovaných přírodních a krajinných hodnot v inundačním území.

Aplikace metod stanovení potenciálních povodňových škod závisí na dvou základních faktorech:

- na rozlišovacích úrovních z hlediska potřebné podrobnosti (tj. úroveň podrobnosti I nebo II);
- na materiálních a popř. i nemateriálních škodách v inundačních územích; uvedené majetky nebo jinak oceněné hodnoty mohou být buď poškozeny (částečně, středně nebo značně), deformovány, znehodnoceny (zhoršením kvality, neprodejností atp.), odplaveny, zaneseny (bahnem, pískem, splávmi), zničeny.

Ve větším měřítku se posuzují a hodnotí následující reálné nebo potenciální škody:

- na bytovém fondu a vybavenosti bytů, rodinných domů i dalších obytných domů;
- na občanské vybavenosti (školy, zdravotnická zařízení, obchody, kulturní stánky, historické památky, sportoviště aj.);
- v dopravní infrastruktuře a v dopravě (silnice, železnice, nádraží, mosty, propustky, parkoviště, vodní cesty, dopravní prostředky);
- v systémech inženýrských sítí;
- ve vodním hospodářství (vodní toky, vodní díla, vodárenské systémy, čistírny odpadních vod, kanalizace);
- v zemědělství (objekty, pěstování rostlin, chov hospodářských zvířat);
- v lesním hospodářství (včetně úhynu volně žijících zvířat);
- v průmyslu, energetice, službách a těžbě surovin;
- škody postihující různé složky životního prostředí (vodu, půdu, vegetaci, živočišné druhy – v sou-

vislosti se skládkami odpadu, únikem nebezpečných látek aj.);

- škody nepřímé, nehmotné, různé ztráty hospodářského rázu.
- Implicitně jsou pro vyjádření potenciálních škod navrženy přístupy založené na aplikaci ztrátových křivek (pořizovací ceny a ztrátové funkce) s využitím intervalového vyjádření hodnot poškození. Potřeba vyšší podrobnosti – úroveň II, např. významné ekonomické subjekty, vyžaduje individuální posouzení, příp. samostatné studie.

Každá z uvedených oblastí se vyznačuje svými specifickými vlastnostmi. Na znalostech o výskytu hodnotových struktur uvnitř inundačních území i o možném poškození nebo zničení těchto hodnot následkem různě definovaných povodní či záplav je založen postup příslušných analýz a hodnocení, většinou ekonomického charakteru.

5. Poskytovatelé vstupních informací, spolupracující organizace a uživatelé výsledků řešení

Je zřejmé, že může existovat celá řada poskytovatelů vstupních informací, spolupracujících kompetentních úřadů, odborných institucí, různě specializovaných organizací a uživatelů výstupů i výsledků. K nejvýznamnějším subjektům však patří instituce i organizace spadající pod soustavy vodního hospodářství a územního plánování.

5.1 SOUSTAVA OCHRANY VOD A VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ

Podstatným okolím řešené problematiky je **systém ochrany vod a vodního hospodářství**, který zahrnuje mimo jiné souhrn všech dílčích aktivit souvisejících s vodním bohatstvím včetně **systému řízení ochrany vod a vodního hospodářství**, v němž probíhají nezbytné řídicí, organizační, správní a kontrolní procesy zabezpečující příslušná cílová chování v soustavách ochrany vod a vodního hospodářství, spadajících do pravomocí dvou resortů: Ministerstva životního prostředí a Ministerstva zemědělství.

Jedná se o:

- *subsystém výkonu státní správy*, (ústřední orgány, krajské orgány a orgány pověřených obcí, obce);
- *subsystém hospodářských a odborných činností* (podniky Povodí, ČHMÚ, Státní lesy, VÚV T.G.M., atd.).

V rámci systému řízení ochrany vod a vodního hospodářství probíhají:

- *druhy procesu řízení* (organizování, plánování /tvorba strategií či koncepcí rozvoje činností ochrany vod a vodního hospodářství/, operativní řízení /např. dispečinky podniků Povodí/);
- *složky procesu řízení* (správa, organizování, rozhodování, ovlivňování, kontrola).

Okolí systému ochrany vod a vodního hospodářství je dáno množinou vazeb na přírodní poměry i dělbou práce mezi ochranou vod, vodním hospodářstvím a ostatními úseky společenských aktivit, jako je životní prostředí, zemědělství, průmysl, lesní hospodářství, doprava.

5.2 SOUSTAVA ÚZEMNÍHO PLÁNOVÁNÍ

Systém územního plánování zahrnuje souhrn všech činností souvisejících se zpracováním územně plánovací dokumentace, v daném případě hlavně se zaměřením na potřebnou kvalitu vymezení zásad a postupů v relaci k záplavovým územím a k ochraně před povodněmi. Ke klíčovým problémům a nedostatkům dosud zpracovávaných územních plánů patří především [5]:

- stanovení obecněji platných limitů, regulativů a zásad protipovodňových opatření se zřetelem k možnému ohrožení záplavami;
- nutnost etapizace dlouhodobého urbanistického rozvoje sídel;
- stanovení kritérií pro vybírání způsobů, postupů a prostředků zmíněné etapové realizace;
- řešení problémů plynoucích z chybějících pravidel pro vypracování studií odtokových poměrů;
- řešení potíží spojených s některými technickými nedostatky, především v případě získávání geodetických podkladů;

- řešení otázek souvisejících s nevyjasněnými zásadami chování v záplavových územích;
- řešení problémů spočívajících v nedostatečném zajištění provázanosti zamýšlených a realizovaných opatření;
- jednoznačné řešení otázek spojených se způsoby financování souboru prací, týkajících se protipovodňové ochrany (zajištění dat, zpracování studií, realizace, provoz a údržba protipovodňových opatření);
- nezbytnost centrální evidence dokumentací vztahujících se k ochraně před povodněmi a k územním plánům;
- případně i nutnost dalších doplňujících řešení ve vztahu k technickým, hydrotechnickým, hydraulickým a vodohospodářským otázkám.

Mnohá z uvedených témat souvisejí se stanovováním povodňových rizik i potenciálu povodňových škod a jedním ze základních cílů předkládané metodiky je přispět v tomto směru i ke zlepšení stavu a podmínek v oblasti územního plánování. Také v tomto případě se jedná jak o subsystémy výkonu státní správy, tak o subsystémy souvisejících hospodářských činností. Tyto subsystémy však již nejsou jednoduše identifikovatelné, tak jako u vodohospodářských činností. Okolí systému územního plánování hospodářství je rovněž dáno množinou vazeb na přírodní poměry a dělbou práce mezi územním plánováním, hospodářskými činnostmi, službami, systémy občanské vybavenosti i různých prvků infrastruktury a ostatními úseky společenských aktivit, jako je životní prostředí, zemědělství, průmysl, lesní hospodářství a doprava.

5.3 UŽIVATELE VÝSLEDKŮ ŘEŠENÍ

Hlavními uživateli řešení jsou v prvé řadě občané České republiky, zejména pak ti, kteří jsou tou či onou měrou vystaveni povodňovému nebezpečí, ohrožení, riziku a možným povodňovým škodám. Ideální tok informací mezi kompetentními a odpovědnými orgány, odbornými institucemi i pověřenými organizacemi na

jedné straně a příslušnou částí občanů na straně druhé, musejí zajistit odpovídající zvolená zastupitelstva.

Jinými slovy, všechny uváděné úřady a instituce jsou pouze zprostředkovateli v systému „povodňového“ toku informací směrem k občanům. Jakkoliv mohou patřit v jistém smyslu slova také mnohé úřady, instituce a organizace i jejich zástupci mezi uživatele uváděných systémů, podkladů, dat a informací.

6. Závěr

Metodika pro hodnocení míry rizika v záplavových územích vychází zejména ze zranitelnosti ohrožovaného území a stanovení potenciálu povodňových škod. Současně jsou navrženy postupy, na jejichž základě lze – pro konkrétní zadání, konkrétní lokalitu či území o určitém rozsahu a s danou mírou úplnosti datových podkladů i nutných informací – zvolit vhodnou metodu rizikové analýzy a jí odpovídající nástroje. Navržené metody a přístupy, použité v metodologii, byly v mnoha ohledech ověřeny právě v podmínkách povodí Labe a Vltavy i v dalších územích zasažených povodní v srpnu 2002.

Pozornost metodiky se soustředila především na tyto klíčové povodňové faktory: *povodňové nebezpečí*, jehož důsledkem jsou povodňové rozlivy, *zranitelnost území*, která se projevuje náchylností objektů nebo zařízení ke škodám v důsledku malé odolnosti vůči extrémnímu zatížení povodně a v důsledku tzv. *expozice*, dále již zmíněné *povodňové riziko*, které se dá vyjádřit mimo jiné mírou pravděpodobnosti výskytu nežádoucího jevu, a konečně *povodňové škody*, vyhodnocované jako přímé i nepřímé účinky povodňové události, které nepříznivě postihnou určité území.

Vzhledem k vysoké aktuálnosti řešeného tématu je návazným krokem promítnutí návrhu metodiky do metodického pokynu MŽP ČR, což umožní promítnutí jednotlivých ustanovení návrhu i do strategických, legislativních, ekonomických, normativních, správních a kompetenčních nástrojů České republiky. Metodika je nejenom odrazem zkušeností z minulých

dob, z nedávných povodňových jevů, zkušeností ze zahraničí, dosavadních i aktuálních poznatků, nových modelových řešení, nýbrž i rozdílnosti podmínek oproti minulosti. S mnoha okolnostmi samozřejmě souvisí i vypovídací hodnota podkladů, účinnost použitých nástrojů, závažnost chybějících podkladů, informací a údajů.

Základním konceptem návrhu metodiky stanovování povodňových rizik a potenciálu povodňových škod v záplavových územích je na jedné straně riziko jako hodnotové vyjádření ve vztahu k minulosti – pomocí ekonomických parametrů a specifických ztrát. Na straně druhé bude zapotřebí, aby v následujících etapách řešení byly vhodně aplikovány postupy, vyplývající z teorie spolehlivosti a rizika, a to ve vztahu k uvažované, tj. budoucí protipovodňové ochraně pomocí neinvestičních, ale i investičních opatření – včetně výstavby nebo modernizace hydrotechnických staveb a zařízení. Lze také očekávat, že se postupnělepší i kvalita informačních toků a provázanost potřebných dat i informací.

Použité zdroje:

- [1] DRBAL, K. a kol. *Návrh metodiky stanovování povodňových rizik a škod v záplavovém území a jeho ověření v povodí Labe. Zpráva řešení za rok 2002*. Číslo projektu VaV/650/5/02, VÚV T.G.M., Brno : 2002.
- [2] DRBAL, K. a kol. *Návrh metodiky stanovování povodňových rizik a škod v záplavovém území a jeho ověření v povodí Labe. Zpráva řešení za rok 2003*. Číslo projektu VaV/650/5/02, VÚV T.G.M., Brno : 2003. 170 s.
- [3] DRBAL, K. a kol. *Návrh metodiky stanovování povodňových rizik a škod v záplavovém území a jeho ověření v povodí Labe. Zpráva řešení za rok 2004*. Číslo projektu VaV/650/5/02, VÚV T.G.M., Brno : 2004. 160 s.
- [4] DRBAL, K. a kol. *Návrh metodiky stanovování povodňových rizik a škod v záplavovém území a jeho ověření v povodí Labe. Zpráva řešení za rok 2005*. Číslo projektu VaV/650/5/02, VÚV T.G.M., Brno : 2005. 254 s.
- [5] KONVIČKA, M. a kol. *Město a povodeň – strategie rozvoje měst po povodních, 2002*.
- [6] TICHÝ, M. 1994. *Rizikové inženýrství. 1 – Riziko a jeho odhad*. Stavební obzor 9/94.
- [7] *Zákon č. 254/2001 Sb. o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon) ve znění pozdějších předpisů*.
- [8] *Výhláška MŽP 236/2002 Sb. o způsobu a rozsahu zpracování návrhu a stanovování záplavových území*.
- [9] *Návrh směrnice Evropského parlamentu a Rady o vyhodnocování povodňové protipovodňových opatřeních*, Evropská komise, Brusel : 2006.

[Tento příspěvek byl zpracován s využitím výsledků řešení projektu VaV/650/5/02.]

Ing. Karel Drbal, Ph.D.
Výzkumný ústav vodohospodářský T.G.M.
pobočka Brno

ENGLISH ABSTRACT

A Methodology Proposal for Flood Risk and Damage Assessment in Floodplains, by Karel Drbal

Resulting from a 2002 to 2005 research project, this methodology defines the applicable data resources and contains procedures and methods for the assessment of flood risks. Key problems, groups of input data, and expected results are described, allowing large space for the methods of the formulation of risks (qualitative, semi-quantitative, quantitative) in the context of potential users' requirements for output information. The usage of the results of the risk analysis in floodplains can be of very large scope, constituting the groundwork for the decision-making about the alternatives of spatial development in endangered zones, for flood prevention, for the planning of the rescue work during floods, for the awareness of the public about the existing risks, and so forth.