

**METODIKA
STANOVOVÁNÍ POVODŇOVÝCH RIZIK A ŠKOD
V ZÁPLAVOVÉM ÚZEMÍ**

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

Adresa zpracovatele:

Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v.v.i.
160 62 Praha 6, Podbabská 30
pobočka Brno
Mojmírovo nám. 16, 612 00 Brno

Ředitel:

Mgr. Mark Rieder

Zadavatel úkolu:

Ministerstvo životního prostředí ČR
Vršovická 65, 100 10 Praha 10

Zástupce zadavatele:

Ing. Josef Reidinger, odbor ochrany vod

Vedoucí odboru:

Ing. Karel Drbal, Ph.D.

Vedoucí oddělení:

Ing. Zdeněk Šunka

Odpovědný řešitel projektu:

Ing. Karel Drbal, Ph.D.

Řešitelé:

VÚV T.G.M., v.v.i.

Mgr. Pavla Štěpánková, Ph.D.
Ing. Miriam Dzuráková
Ing. Ladislav Pavlovský, CSc.
Ing. Pavel Balvín

FAST VUT Brno

Prof. Ing. Jaromír Říha, CSc.
Ing. Aleš Dráb, Ph.D.
Ing. Hana Uhmánová, CSc.
Ing. David Duchan
Ing. Gabriela Kolečkářová

FSt ČVUT Praha

Doc. Ing. Ladislav Satrapa, CSc.
Ing. Martin Horský, Ph.D.

Seznam zkratk

ARES – Administrativní registr ekonomických subjektů
ČSÚ – Český statistický úřad
ČÚZK - Český úřad zeměměřický a katastrální
DHM – dlouhodobý hmotný majetek
DMT – Digitální model terénu
DMÚ 25 – Digitální model území
GIS – Geografické informační systémy
IP – intenzita povodně
IS – inženýrské sítě
JKSO – Jednotná klasifikace stavebních objektů
PPO – protipovodňová ochrana
RA – riziková analýza
RSO – Registr sčítacích obvodů
RZM 10 - Rastrová základní mapa 1:10 000
ÚPD – Územně plánovací dokumentace měst a obcí
ÚRS – Ústav racionalizace ve stavebnictví
ÚÚR – Ústav územního rozvoje
VTOPÚ – Vojenský topografický ústav
VÚZE – Výzkumný ústav zemědělské ekonomiky
ZABAGED – Základní báze geografických dat
ZK – ztrátové křivky
ZM10 – Základní mapy České republiky v měřítku 1:10 000
ZÚ – záplavové území

Seznam symbolů

N ... N -letost povodně (doba opakování)

Stanovení povodňového nebezpečí a rizika

R ... riziko

RI ... ohrožení

Sc ... scénář nebezpečí

P ... pravděpodobnost výskytu scénáře nebezpečí Sc

D ... následky (poškození, škoda)

$D(u | \mathbf{O})$... funkce následků

u ... kvantifikátor události závislý na vektoru opatření a rozhodnutí \mathbf{O}

\mathbf{O} ... vektor opatření a rozhodnutí (výška ochranné hráze podél toku, včasná evakuace, apod.)

$g(u)$... hustota pravděpodobnosti výskytu události (*scénáře nebezpečí*) s následky $D(u | \mathbf{O})$

IP ... intenzita povodně

N ... doba opakování povodně v rocích

Metody stanovení potenciálních škod

i ... index objektu v dané kategorii objektů

k ... index jednotlivých hodnocených kategorií objektů

E ... množství či velikost zasaženého objektu dle kategorie [ks], [m], [m²], nebo [m³]

C ... jednotková cena měrné jednotky dle hodnocené kategorie [Kč/ks], [Kč/m], [Kč/m²], nebo [Kč/m³]

L ... ztráta pro jednotlivé kategorie vyjádřená v závislosti na zaplavení či hloubce zaplavení [%]

D ... škoda daného objektu a kategorie [Kč]

OBSAH

1. ÚVOD	3
2. DEFINICE POVODŇOVÉHO RIZIKA A METODY JEHO STANOVENÍ	5
2.1 VYMEZENÍ POJMU A DEFINICE POVODŇOVÉHO RIZIKA	5
2.2 METODY HODNOCENÍ POVODŇOVÉHO RIZIKA	6
3. OBECNÉ POŽADAVKY NA ROZSAH DAT	9
3.1 MAPOVÉ PODKLADY	9
3.2 VÝŠKOPISNÉ PODKLADY	10
3.3 HYDROLOGICKÁ DATA A VÝSLEDKY HYDRAULICKÝCH VÝPOČTŮ	10
3.4 ÚZEMNĚ PLÁNOVACÍ DOKUMENTACI DOTČENÝCH OBCÍ	11
4. STANOVENÍ POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ	13
4.1 ZÁSADY A PODMÍNKY SPOLUPRÁCE SE ZPRACOVATELEM HYDRAULICKÉHO VÝPOČTU	13
4.1.1 Získání vstupních dat pro účely rizikové analýzy	13
4.1.2 Verifikace vstupních dat	13
4.1.3 Konzultace v průběhu generování map hloubek a rychlostí vody	14
4.1.4 Seznámení zpracovatele výpočtů s výsledky rizikové analýzy	14
4.2 POSTUPY PRO ZPŘESŇOVÁNÍ POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ	14
5. SEMIKVANTITATIVNÍ RIZIKOVÁ ANALÝZA METODOU MATICE RIZIKA	17
5.1 POSTUP	17
5.1.1 Kvantifikace povodňového nebezpečí – výpočet intenzity povodně	18
5.2 STANOVENÍ MÍRY POVODŇOVÉHO OHROŽENÍ	19
5.3 INTERPRETACE VÝSLEDKŮ METODY MATICE RIZIKA	21
5.4 PODKLADY PRO IDENTIFIKACI VYUŽITÍ ZÁPLAVOVÉHO ÚZEMÍ	24
5.4.1 Standardizace postupů při využití územně plánovací dokumentace	24
5.4.2 Využití vrstev ZABAGED pro stanovení tříd funkčního využití území	25
5.4.3 Další zdroje informací o využití území	28
6. KVANTITATIVNÍ RIZIKOVÁ ANALÝZA ZALOŽENÁ NA STANOVENÍ POTENCIÁLNÍCH ŠKOD	29
6.1 PRINCIPY STANOVENÍ PŘÍMÝCH POTENCIÁLNÍCH ŠKOD	30
6.2 POTŘEBNÉ DATOVÉ PODKLADY A ZDROJE	31
6.3 STANOVENÍ POTENCIÁLNÍCH ŠKOD PODLE KATEGORIÍ MAJETKU	32
6.3.1 Škody na stavebních objektech	33
6.3.2 Škody na pozemních komunikacích	35
6.3.3 Škody na inženýrských sítích	36
6.3.4 Škody na mostech	37
6.3.5 Škody na vodohospodářské infrastruktuře	39
6.3.6 Škody v zemědělství	40
6.3.7 Škody v průmyslu	41
6.3.8 Odhad povodňových škod velkých ekonomických subjektů	43
6.3.9 Škody na vybavenosti objektů (byty a občanská vybavenost)	46
6.3.10 Škody na sportovních plochách	48
6.4 ODHAD RIZIKA NA ZÁKLADĚ POTENCIÁLNÍCH POVODŇOVÝCH ŠKOD	49
6.5 VYJÁDRĚNÍ EKONOMICKÝCH RIZIK, EFEKTIVNOSTI PROTIPOVODŇOVÝCH OPATŘENÍ A JEJICH ZOBRAZENÍ	51
7. ZÁVĚR	55
8. LITERATURA	57
PŘÍLOHY	59

1. Úvod

Posuzování míry povodňového nebezpečí, vyjádření povodňového rizika a výše možných škod patří k velmi aktuálním problémům nejen ve vodním hospodářství.

Směrnice Evropského parlamentu a Rady o vyhodnocování a zvládání povodňových rizik – Directive of the European Parliament and of the Council on the assessment and management of flood risks – (dále Směrnice 2007/60/ES) ukládá členským státům pevnými časovými termíny povinnost postupně na jejich území vyhodnotit povodňové nebezpečí, riziko a tato vyhodnocení zpracovat do formy příslušného mapového vyjádření.

Termíny zpracování těchto dokumentů jsou v návrhu Směrnice 2007/60/ES předpokládány takto:

- do 22.12. 2011 dokončit předběžné vyhodnocení povodňových rizik,
- do 22.12. 2013 zajistit dokončení map povodňového nebezpečí a map povodňových rizik,
- do 22.12. 2015 zajistit dokončení a zveřejnění plánů pro zvládání povodňových rizik.

Plán hlavních povodí České republiky, schválený vládou v květnu roku 2007, ukládá řadu úkolů v přípravě a realizaci konkrétních protipovodňových opatření. Při rozhodování o těchto opatřeních bude třeba posoudit jejich efektivnost z hlediska snížení rizika vyplývajícího z povodní a tímto způsobem optimalizovat využívání veřejných prostředků na zajišťování celostátně nebo regionálně srovnatelné standardní úrovně povodňové ochrany.

Přístupy doporučované v předloženém dokumentu vyplývají zejména z výsledků řešení výzkumného projektu VaV/650/5/02 „Návrh metodiky stanovování povodňových rizik a škod v záplavovém území a její ověření v povodí Labe“. V rámci projektu byly prozkoumány různé metody zjišťování, hodnocení a klasifikace povodňového rizika a ověřována řada metod oceňování očekávaných povodňových škod. V širších souvislostech je možné zmíněné přístupy přiblížit popisem jejich základních vlastností:

- A. Postupy doporučované metodikou jsou v maximální míře vázány na standardní databáze pořizované, provozované a spravované v České republice.
- B. Posloupnosti základních procesů: identifikace povodňového nebezpečí, stanovení zranitelnosti, *expoziční*, kvalitativní/*semikvantitativní* vyjádření rizika, vyhodnocení *potenciálních škod*, kvantitativní vyjádření rizika, které tvoří kostru metodiky, jsou uplatněny pro obě úrovně podrobnosti.
- C. Způsob využití výstupů, věrohodnost a dostupnost vstupních údajů, náklady na vlastní řešení určují míru podrobnosti pohledu na ohrožené území, a tedy vymezují okruhy vhodných postupů a metod pro dvě rozlišovací úrovně:
 - I – část území (obec, katastr) – *metoda matice rizika*, zjednodušená metoda analýzy povodňových škod
 - II – objekt (jednotlivé stavby) – vyjádření *rizika* na základě *potenciálních škod*

- 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 vedoucích ke stanovení výše *nepřímých materiálních škod a nehmotných škod* je doporučeno uvádět je odděleně od *škod přímých*.

Obsahem této metodiky jsou zásady a postupy doporučované k efektivnímu splnění nejbližších úkolů předepisovaných Směrnicí. Předpokládá se průběžné doplňování a aktualizace jednotlivých metod podle aktuálních požadavků, úrovně poznání a ve vazbě na proces implementace Směrnice 2007/60/ES do právního prostředí ČR, např. návrhy ochranných opatření před účinky povodní a hodnocením efektivnosti systémů ochrany nejsou v předkládané metodice obsaženy.

2. Definice povodňového rizika a metody jeho stanovení

2.1 Vymezení pojmu a definice povodňového rizika

Riziko (R) je v této metodice vyjádřeno *pravděpodobností* výskytu nežádoucího jevu, který má za následek nepříznivé účinky na životy, zdraví, majetek nebo životní prostředí. Základními kroky při zjišťování, posuzování a hodnocení *povodňového rizika* i potenciálu *povodňových škod* jsou

- identifikace *scénářů nebezpečí* (výskyt nežádoucího jevu);
- odhad *pravděpodobnosti* výskytu nepříznivých událostí (*scénářů nebezpečí*);
- stanovení *zranitelnosti* a kvantifikace dopadů;
- kvantifikace *rizika*.

Riziko je v rámci tohoto přístupu definováno jako n -tice vektorů (Tichý, 1994):

$$R_i \equiv (Sc_i, P_i, D_i), i = 1, \dots, n, \quad (2.1)$$

kde

Sc *scénář nebezpečí*,

P *pravděpodobnost výskytu scénáře nebezpečí*,

D *následky (poškození, 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 dílčí riziko R_i vyplývající z realizace i -tého *scénáře nebezpečí* určit například ze vztahu:

$$R_i = P_i \cdot D_i \quad (2.2)$$

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

$$R = \sum_{i=1}^n P_i \cdot D_i, \quad (2.3)$$

resp.

$$R(D) = \int_0^{\infty} D(u|O) \cdot g(u) \cdot du. \quad (2.4)$$

$D(u|O)$ je funkce následků, u je kvantifikátor události závislý na vektoru opatření a rozhodnutí O (výška ochranné hráze podél toku, včasná evakuace, apod.), který ovlivňuje následky extrémní události, $g(u)$ je hustota pravděpodobnosti výskytu události (*scénáře nebezpečí*) s následky $D(u|O)$. Rovnice (2.4) vyjadřuje tzv. střední (očekávanou) hodnotu

„odolnosti“. Riziko R se přitom vztahuje k referenční době, pro kterou byly hodnoty P_i , resp. hustota $g(u)$ pravděpodobnosti a následky (škoda) D_i stanoveny. Referenční dobu lze uvažovat například jako dobu životnosti objektů v záplavovém území nebo jako smluvně stanovenou četnost zaplavení s ohledem na charakter zástavby v potenciálně záplavovém území.

Jednou z metod, kterou se v praxi míra *povodňového ohrožení a rizika* vyjadřuje, je tzv. *metoda matice rizika* (kapitola 5). Míra ohrožení je v *matici rizika* dána kombinací *pravděpodobnosti vzniku povodňové události* a vhodného vyjádření *povodňového nebezpečí* a následků. Ty je možné vyjádřit již zmíněnou *intenzitou povodně* nebo verbálním hodnocením nebezpečí v předem zvolené škále. Výsledné *ohrožení RI* se v tomto případě vyhodnotí jako maximální hodnota z jednotlivých dílčích *ohrožení RI_i* odpovídajících *i*-tým scénářům nebezpečí (průchodu *N*-letého kulminačního průtoku) dle vztahu:

$$RI(x, y) = \max_{i=1}^n RI_i(x, y), \quad (2.5)$$

kde n značí počet hodnocených (vstupujících) scénářů *povodňového nebezpečí* (Drbal a kol., 2005). Stupně *ohrožení a rizika* se vynášejí do map *ohrožení a rizika*. Na jednotlivé stupně *rizika* vyjádřené barvami, resp. numericky, se váží doporučení a limity pro využití příslušného území (kapitola 5).

2.2 Metody hodnocení povodňového rizika

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

Kvalitativní analýza spočívá v identifikaci možných posloupností událostí, tzv. scénářů nebezpečí, které schématicky nebo modelově ilustrují potenciální události mající za následek škody. Každý scénář je následně třeba samostatně posoudit a analyzovat. Na základě výsledků této analýzy jsou určeny 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 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. 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 vyžaduje poměrně rozsáhlé a spolehlivé údaje, společně s použitím speciálních technik, mezi něž patří například statistické modelování. Výsledkem semikvantitativního hodnocení 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).

Praktická posloupnost aplikace postupů skupin **metod rizikové analýzy v záplavových územích** (uvedených v této metodice) sleduje následující postup:

1. Identifikace *povodňového nebezpečí*,
2. Stanovení *zranitelnosti, expozice*,
3. *Semikvantitativní* vyjádření rizika,
4. Vyhodnocení *potenciálních škod*,
5. *Kvantitativní* vyjádření rizika,
6. Vyjádření efektivity opatření.

Volbu mezi semikvantitativním nebo kvantitativním vyjádřením rizika podmiňuje zejména způsob využití výstupů, věrohodnost a dostupnost vstupních údajů, disponibilní náklady na vlastní řešení. Výsledek volby pak určuje míru podrobnosti pohledu na ohrožené území a tedy vymezení okruhů vhodných postupů a metod pro dvě základní rozlišovací úrovně:

I – část území (obec, katastr) – doporučeným postupem je *metoda matice rizika*, příp. zjednodušená metoda analýzy potenciálních škod;

II – objekt (jednotlivé stavby) – vyjádření *rizika* na základě vyhodnocení *potenciálních škod*.

Vyhodnocené *potenciální škody* a vyjádřené *riziko* jsou základními vstupy pro analýzu nákladů a užitků.

3. Obecné požadavky na rozsah dat

Jak již bylo uvedeno v úvodu, jsou postupy doporučované metodikou v maximální míře vázány na standardní databáze pořizované, provozované a spravované v České republice. Datová podpora je vymezena pro další aplikace metod založených na matici rizika a stanovení potenciálních škod. Pro další práci je nezbytné zajistit tyto okruhy dat:

- mapové podklady,
- výškopisné podklady,
- hydrologická data a výsledky hydraulických výpočtů proudění vody v záplavovém území,
- územně plánovací dokumentace dotčených obcí

3.1 Mapové podklady

Slouží především pro orientaci v zájmovém území, popř. pro zpřesnění informací při stanovování *zranitelnosti záplavového území*.

ZABAGED – Základní báze geografických dat (poskytovatel Český úřad zeměměřičský a kartografický)

Jedná se o digitální geografický model území České republiky, který svou přesností a podrobností odpovídá Základní mapě České republiky v měřítku 1:10 000 (ZM 10). Obsah ZABAGED tvoří 106 typů geografických objektů zobrazených v databázi vektorovým polohopisem a příslušnými popisnými a kvalitativními atributy. ZABAGED obsahuje informace o sídlech, komunikacích, rozvodných sítích a produktovodech, vodstvu, územních jednotkách a chráněných územích, vegetaci a povrchu a prvcích terénního reliéfu. Součástí ZABAGED jsou i vybrané údaje o geodetických, výškových a tíhových bodech na území České republiky a výškopis reprezentovaný prostorovým 3D souborem vrstevnic (ČÚZK, 2007).

Data ZABAGED se v současné době poskytují po celých mapových listech v kladu ZM 10, dále ve výběru dat v rozsahu krajů, případně jako ucelená bezešvá databáze z celého území České republiky a to jako vektorové soubory polohopisu (2D) ve formátu DGN, případně s atributy v MPD pro aplikaci v programových prostředích firmy Intergraph, nebo ve formátu SHP pro aplikaci v programových prostředích firmy ESRI, a dále ve formátu GML. Data jsou poskytována v souřadnicových systémech S-JTSK, WGS84/UTM, případně v S-42/1983 a výškovém systému Balt po vyrovnání.

Při *rizikové analýze* slouží ZABAGED pro kategorizaci využití *zaplaveného území* v případě, kdy není k dispozici územně plánovací dokumentace obcí dotčených povodní.

Při stanovování potenciálních škod jsou ze ZABAGED využívány vybrané vrstvy uvedené v kapitole 6.3 pro zjištění výměr (plochy, délky, počty bodů) a polohy jednotlivých kategorií ohroženého majetku.

RZM 10 – Rastrová základní mapa 1:10 000 (poskytovatel ČÚZK) – digitální rastrový kartografický model území v měřítku 1 : 10 000. Tato mapa je využitelná jako podkladní vrstva pro zobrazování výsledků jednotlivých analýz.

Ortofotomapy – slouží jako zpravidla nejaktuálnější podklady o území

Vektorové katastrální mapy (poskytovatel ČÚZK) – jsou využitelné především jako podklad pro detailnější výpočet *povodňových škod*; lze je využít i jako podkladní polohopisnou vrstvu pro zobrazování výsledků *rizikové analýzy*. Ke konci roku 2007 bylo pokryto cca 34 % území ČR, aktuální stav je možné zjistit na <http://www.cuzk.cz/>.

Geologické mapy (poskytovatel Česká geologická služba) jsou nezbytným podkladem pro vymezení tzv. *reziduálního rizika* na základě rozsahu *nivních půd*.

3.2 Výškopisné podklady

Obsahují prostorová data nezbytná pro tvorbu *digitálního modelu terénu* (DMT) nebo již přímo vytvořený DMT. Pro jednotlivé analýzy je nezbytné zajistit vektorové prostorové (3D) vrstevnice ze ZABAGED (výškopis 3D), popř. digitální model území DMÚ 25. S ohledem na malou výškovou přesnost těchto dat jsou vhodnější výškopisné údaje získané fotogrammetricky, popř. laserovým skenováním povrchu. Tato data mají zpravidla podobu vektorovou a jsou obvykle zpracována ve formě vrstevnic, lomových hran a bodů nebo nepravidelné trojúhelníkové sítě. Možný je rovněž DMT zpracovaný ve formátu programu ATLAS.

3.3 Hydrologická data a výsledky hydraulických výpočtů

Hydrologická data zahrnují údaje o *N-letých průtocích* v zájmových úsecích toků.

Výsledky hydraulických výpočtů mohou vycházet z 1D nebo 2D hydrodynamických modelů. V případě výsledků hydraulických výpočtů proudění vody zpracovaných s použitím 1D hydrodynamického modelu je třeba zajistit:

- **Hranice rozlivů** pokrývající zájmový úsek toku minimálně pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} v podobě vektorových dat např. formátu *.shp, *.mdb, *.dgn, *.dxf.
- **Osa toku** ve vektorové podobě s udaným staničením.
- **Výpočtové příčné profily** zakreslené ve vektorové podobě s jednoznačným označením pro identifikaci profilu, shodným s označením v tabelárních údajích o kótách hladin a průměrných profilových rychlostech (viz následující odstavec).

- **Údaje o kótách hladin** a průměrných profilových rychlostech v tabelární podobě (např. formát *.xls) minimálně pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} . Zmiňované údaje musí být vztaženy k výpočtovým profilům hydrodynamického modelu.
- **Podélný profil s příčnými profily** v digitální, popř. tištěné podobě se zakreslením polohy hladin minimálně pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} .
- **Mapy hloubek vody** pokrývající zájmový úsek toku minimálně pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} v podobě rastrových dat formátu ESRI GRID zahrnujících informace o hloubkách vody.
- **Mapy rychlostí vody** pokrývající zájmový úsek toku minimálně pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} . Rychlosti vody se v případě 1D řešení mohou určit odborným odhadem z průměrných profilových rychlostí a průměrných rychlostí v *inundačním území*.

Výsledky 2D hydrodynamických modelů by měly být zpracovány rovněž minimálně pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} v podobě rastrových map hloubek a celkových rychlostí vody v *záplavovém území*. Formát rastru je nejlépe ESRI GRID, popř. ASCII, přičemž každá buňka rastru obsahuje informaci o hloubce nebo svislicové rychlosti vody.

Pro aplikaci *hodnocení rizik metodou matice rizika* je třeba doplnit rozsah rozlivu pro vybrané povodně větší než Q_{100} . Rozsahy těchto *povodní* je doporučeno doplnit srovnáním výsledků získaných:

- průzkumem rozsahu uložení *nivních půd* v případě relativně plochého území podél vodního toku až po hrany údolních teras,
- ve vybraných lokalitách hydraulickým výpočtem pro extrémní průtoky, u nichž bude proveden odhad *N-letosti* extrapolací řad průtoků od ČHMÚ, popř. jiným způsobem.

3.4 Územně plánovací dokumentaci dotčených obcí

Územně plánovací dokumentaci (ÚPD) je vhodné zajistit nejlépe v digitální podobě, a to buď ve formě rastrových dat (zpravidla skenovaná tištěná mapa vč. legendy) nebo vektorových dat vymezujících formou uzavřených polygonů *funkční využití ploch* v rámci územního plánu (viz kap. 5.4.1). V případě, že dokumentace není k dispozici, některé třídy způsobu využití území je možné odvodit z vrstev ZABAGED, jako např. průmyslové objekty (viz. kap. 5.4.2).

4. Stanovení povodňového nebezpečí

4.1 Zásady a podmínky spolupráce se zpracovatelem hydraulického výpočtu

Ve fázi stanovování *povodňového ohrožení* je považována za klíčovou spolupráce s poskytovatelem (nebo lépe zpracovatelem) hydraulického výpočtu. Ten musí být aktivním a ochotným konzultantem i interpretem výstupů hydraulických výpočtů a jejich výsledků, které představují základní výchozí podklady *rizikové analýzy* a jsou nezbytné ke stanovení hloubek a rychlostí vody (tzv. *charakteristik průběhu povodně*) v záplavovém území. Spolupráci řešitele *rizikové analýzy* se zpracovatelem hydraulických výpočtů lze rozdělit do následujících fází:

1. fáze – Získání vstupních dat pro účely *rizikové analýzy*
2. fáze – Verifikace vstupních dat
3. fáze – Konzultace v průběhu generování map hloubek a rychlostí vody
4. fáze – Seznámení zpracovatele výpočtů s výsledky *rizikové analýzy*

4.1.1 Získání vstupních dat pro účely *rizikové analýzy*

Zpracovateli hydraulických výpočtů je třeba přesně specifikovat rozsah a formát podkladů požadovaných pro účely *rizikové analýzy* (viz kap. 3). Formát dat poskytovaných zpracovatelem musí umožňovat automatizovaný převod do formátu pro potřeby *rizikové analýzy*.

4.1.2 Verifikace vstupních dat

Před zapracováním výsledků hydraulických výpočtů do *rizikové analýzy* je nezbytná jejich verifikace. Je třeba:

- ověřit pokrytí celého zájmového úseku toku poskytnutými daty;
- eliminovat logicky neodůvodněné vzájemné křížení *hranic rozlivů* jednotlivých *kulminačních průtoků*;
- ověřit, leží-li hranice rozlivu povodně s menší *N-letostí* vně oblasti *rozlivu povodně* vyšší *N-letosti*;
- zkontrolovat, zda *hranice rozlivu* odpovídá aktuálnímu stavu v dané lokalitě (morfologie terénu, nově realizovaná protipovodňová opatření, apod.) zjištěnému při místních šetřeních a z dostupných mapových podkladů;
- ověřit shodu mezi vymezenými *hranicemi rozlivů* a mapami hloubek vody, tj. shodu, která spočívá v ověření výskytu nulových a „záporných“ hloubek vody v oblastech ohraničených *rozlivem* a hloubek mimo *hranice rozlivu*;
- kontrola map hloubek vody při jednotlivých scénářích (průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100}), tak aby např. nedošlo k situaci, kdy hloubka vody je ve stejném místě *záplavového území* při průtoku Q_{100} menší než při průtoku Q_{20} .

- použít vhodné postupy v případech, kdy z map záplavových území není patrný charakter proudění vody v inundačním území, např. zakreslit orientační směry proudění pomocí šipek.

Případné zjištěné nesrovnalosti a jejich následné korekce je třeba konzultovat s poskytovatelem dat.

4.1.3 Konzultace v průběhu generování map hloubek a rychlostí vody

Výsledky hydraulických výpočtů pomocí 1D modelů obvykle nezahrnují mapy hloubek a rychlosti vody v záplavovém území a je nutné je vyhodnotit dodatečně. Postup vychází z vygenerovaných 3D (prostorových) ploch hladin odpovídajících jednotlivým povodňovým scénářům. Jako výchozí podklad k tomuto účelu slouží tabelární údaje z hydraulických výpočtů, doplněné údaji o umístění výpočtových příčných profilů a místními šetřeními v terénu. Výsledný rastr hloubek, pokrývající zájmovou oblast, je rozdílem mezi nadmořskou výškou 3D plochy hladiny v daném místě a odpovídající nadmořskou výškou digitálního modelu terénu (DMT). Výsledky je nutné verifikovat na základě srovnání hranic rozlivů získaných jako součást vstupních podkladů s hranicemi získanými průnikem 3D ploch hladin a DMT. Zjištěné rozdíly, které není možné na základě dostupných podkladů uspokojivě vysvětlit, je třeba konzultovat s původním zpracovatelem hydraulických výpočtů. Informace o rychlostech vody vycházejí opět z tabelárních údajů, zahrnujících průměrné profilové rychlosti v místech výpočtových profilů, resp. průměrných profilových rychlostí v levobřežní či pravobřežní inundaci. 2D modely poskytují údaje o hloubkách (resp. kótách hladin) a rychlosti vody, v jednotlivých výpočtových uzlech na řešené náhradní oblasti a není třeba dodatečně generování map hloubek.

4.1.4 Seznámení zpracovatele výpočtů s výsledky rizikové analýzy

Mezi zpracovateli rizikové analýzy a hydraulických výpočtů musí existovat obousměrná vazba. Je vhodné, aby výsledky rizikové analýzy na závěr verifikoval zpracovatel hydraulických výpočtů. Ten je podrobně seznámen s charakterem proudění vody v zájmové lokalitě a tudíž může poskytnout případné cenné informace pro zpřesnění výsledků rizikové analýzy, popř. odhalit nesrovnalosti, které nejsou z obvyklých podkladů zcela zřejmé.

4.2 Postupy pro zpřesňování povodňového nebezpečí

V průběhu provádění rizikové analýzy, zejména při zpracování hydraulických a geodetických podkladů, se může vyskytnout řada skutečností, které mohou ovlivnit přesnost a vypovídací schopnost výstupů řešení. Kvalita výsledků přímo odpovídá přesnosti, rozsahu a úplnosti vstupních dat. Pozornost je v tomto směru třeba zaměřit jak na geodetické podklady (zejména výškopisné), tak i z nich vycházející výsledky hydraulických výpočtů. Zásadním faktorem, který ovlivňuje přesnost rizikové analýzy, jsou mapy hloubek vody generované z výsledků 1D

hydraulických výpočtů. Bodové, popř. liniové údaje o profilových rychlostech a kótách hladin, jako výstupu z 1D, resp. 1,5D modelů je možné interpolovat pouze s omezenou přesností do plochy *záplavového území*. Kromě toho by měly být takto poskytnuté údaje relevantním způsobem komentovány co do volby okrajových podmínek, metody řešení (ustálený, neustálený stav), parametrů *povodňové vlny* (*kulminační průtok* a objemy *povodňové vlny*), apod. Významné mohou být údaje o účinku vodních děl na velikost *kulminačních průtoků* a jejich *pravděpodobnost výskytu*. Samostatnou otázkou je problematika *zvláštních povodní*. Zasažené území spadá do zóny tzv. *reziduálního ohrožení*, tj. oblasti zaplavených s velmi malou četností výskytu ($N > 300 \sim 500$ let).

V řadě případů je nezbytný podrobný komentář k výsledkům hydraulických výpočtů ve vazbě na skutečnou morfologii terénu. Při tvorbě map hloubek vznikají potíže zejména v důsledku polohového a výškového nesouladu vymezených hranic *záplavových území* s výškopisným podkladem. Disproporce vznikají především v důsledku kombinace dvou (z hlediska výškové i polohové přesnosti) zcela nesrovnatelných podkladů již ve fázi hydraulických výpočtů. Zatímco ve výpočtových profilech v toku a jejich blízkém okolí jsou používána data získaná pozemním geodetickým měřením, v mezilehlých oblastech jsou hranice *záplavových území* (ZÚ) vymežovány nejčastěji na podkladě polohopisu Základních map ČR 1:10 000. Výsledkem je pak zpravidla hranice *záplavového území* umístěná prioritně s ohledem na polohovou přesnost v mapě 1: 10 000 bez respektování výškopisu. Tato skutečnost pak téměř vždy vede k nepřesnostem při tvorbě map hloubek. Obvyklé postupy k jejich generování totiž vyžadují soulad mezi polohovou přesností umístění hranice ZÚ a použitým výškopisným podkladem. V opačném případě dochází ke vzniku nenulových nebo naopak záporných hloubek na hranicích rozlivů a k obdobným nesrovnalostem. Z těchto důvodů může být v některých oblastech stanovená hodnota hloubky vody mírně zkreslená. Tuto nepřesnost v případě *metody matice rizika* do značné míry kompenzuje způsob vyjádření a rozsah *intenzity povodně* odpovídající jednotlivým kategoriím *ohrožení*.

Z důvodů zpřesňování údajů o *povodňovém ohrožení* je třeba se dále podrobněji zabývat otázkami tzv. „*reziduálního ohrožení*“. Jedná se o možnost zaplavení území za ochrannými hrázemi i historicky dosud nezaplavovaných území v důsledku výskytu extrémní povodně. Jeho vymezení žádá hydraulické zpracování dostupných *povodňových scénářů* s cca 500 až 1000letou *dobou opakování*. Dalším způsobem vymezení těchto oblastí je odborný odhad na základě místních šetření, popř. posouzení rozsahu *nivních půd*.

5. Semikvantitativní riziková analýza metodou matice rizika

Proces implementace Směrnice 2007/60/ES do právního a institucionálního rámce ČR v době kompletace textu aktualizované Metodiky probíhal. Autorský tým je přesvědčen, že postupy uvedené v této kapitole vhodným způsobem přispějí jak ke plnění požadavků Směrnice podle kap. III, čl. 6, odst. 4, 5, tak budou užitečným nástrojem pro rozhodování státní správy a samosprávy, ale současně jednoduchým, srozumitelným zdrojem informací pro širokou veřejnost.

Tvorba map povodňového ohrožení a map povodňového rizika, vzhledem ke své základní vlastnosti, kdy integrují relevantní informace vyplývající z více scénářů povodňového nebezpečí, závisí současně na výsledku odborné diskuze nad tématem definování doby opakování pro povodně s nízkou pravděpodobností výskytu, resp. extrémní povodňový scénář. Diskuze směřuje k hodnotě Q_{500} .

5.1 Postup

Pro hodnocení *ohrožení*, *zranitelnosti* a následně i *povodňového rizika* záplavových území je využívána tzv. *metoda matice rizika* (Říha a kol., 2005). Metoda založená na matici rizika je jedním z nejjednodušších postupů pro předběžné hodnocení *potenciálního ohrožení a rizika v záplavových územích*. Metoda nevyžaduje kvantitativní *odhad škody* způsobené *vybřežením* vody z koryta, ale vhodným způsobem vyjadřuje *povodňové riziko* s využitím škálování. Při hodnocení *povodňového ohrožení* území tato metoda v první fázi nepostihuje jeho *zranitelnost*. Ta je nezbytným činitelem při stanovení vlastního *rizika* a je do analýzy zahrnuta až v konečné fázi zpracování nad mapami charakterizujícími využití území (např. územní plány). *Zranitelnost* je v této metodě vyjádřena ve formě tzv. *přijatelného rizika*, resp. nezbytných opatření pro jednotlivé typy objektů a omezení aktivit ve vybraných částech území.

V *metodě matice rizika* je *ohrožení* považováno za funkci *pravděpodobnosti* výskytu příslušného *povodňového scénáře* a tzv. *intenzity povodně*. *Intenzita povodně* přitom vyjadřuje ničivé účinky povodně (*nebezpečí*), které závisí především na rychlosti vody a hloubce zaplavení. *Povodňové ohrožení* jako funkce doby opakování a *intenzity povodně* je definováno tzv. *maticí rizika* (obr. 4.2).

Postup metody spočívá ve třech krocích:

- Kvantifikaci povodňového nebezpečí – výpočet intenzity povodně (obr. 5.1).
- Stanovení *povodňového ohrožení* pomocí *matice rizika* (obr. 5.2, 5.3).
- Stanovení ploch se zvýšeným *rizikem* s využitím údajů o využití území (obr. 5.4).

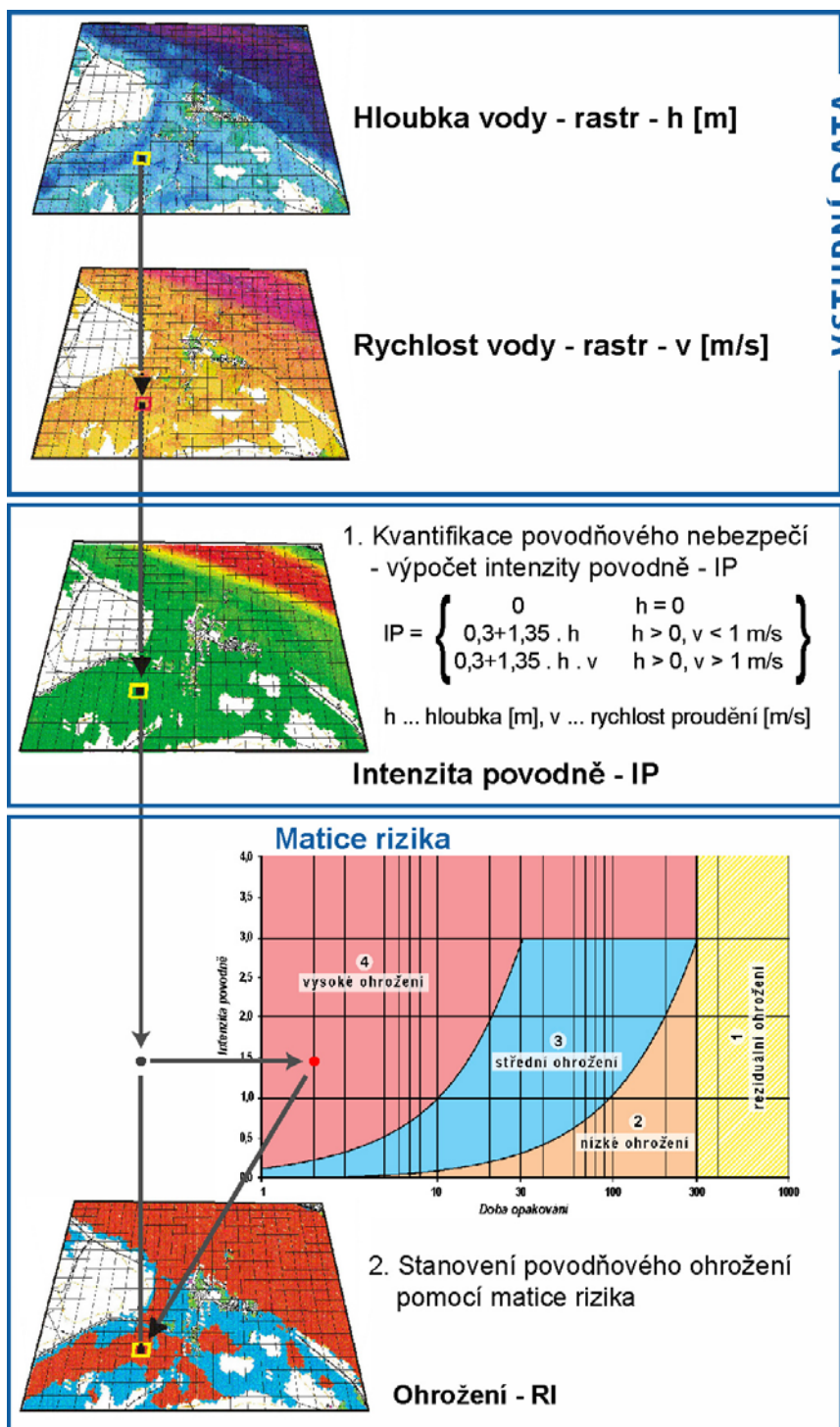
5.1.1 Kvantifikace povodňového nebezpečí – výpočet intenzity povodně

Nejprve je třeba definovat a popsat *nebezpečí*, které je vyjádřeno pomocí *intenzity povodně* (*IP*). Ta je chápána jako měřítko ničivosti *povodně* a je definována jako funkce hloubky vody h [m] a rychlosti vody v [m/s] (Beffa, 2000; Drbal a kol., 2005; Říha a kol., 2005):

$$IP = \left\{ \begin{array}{ll} 0 & h = 0 \\ 0,3 + 1,35 \cdot h & h > 0, v < 1 \text{ [m/s]} \\ 0,3 + 1,35 \cdot h \cdot v & v > 1 \text{ [m/s]} \end{array} \right\}. \quad (5.1)$$

Vstupními údaji pro výpočet *intenzity povodně* jsou hodnoty hloubek a rychlostí vody pro dané *N-leté průtoky v záplavovém území* (viz obr. 5.1). Tato data jsou v rastrovém formátu a lze s nimi v GIS provést příslušné početní operace dle předpisu 5.1.

Výpočet *IP* je třeba opakovat pro všechny sledované *scénáře povodňového nebezpečí* (podle *N-letosti kulminačních průtoků*). Výsledkem jsou opět rastrová data, ve kterých každá buňka rastru obsahuje údaj o *intenzitě povodně IP* (obr. 5.1)



Obr. 5.1 Schéma postupu metody matice rizika pro daný scénář nebezpečí (povodeň dané N-letosti)

5.2 Stanovení míry povodňového ohrožení

Ohrožení $RI_i(x,y)$ při i -tém povodňovém scénáři je v daném místě (se souřadnicemi x, y) záplavového území vyjádřeno jako funkce hodnoty pravděpodobnosti P_i výskytu daného

i -tého scénáře (s danou N -letostí kulminačního průtoku) a intenzity povodně $IP_i(x,y)$ (Beffa, 2000):

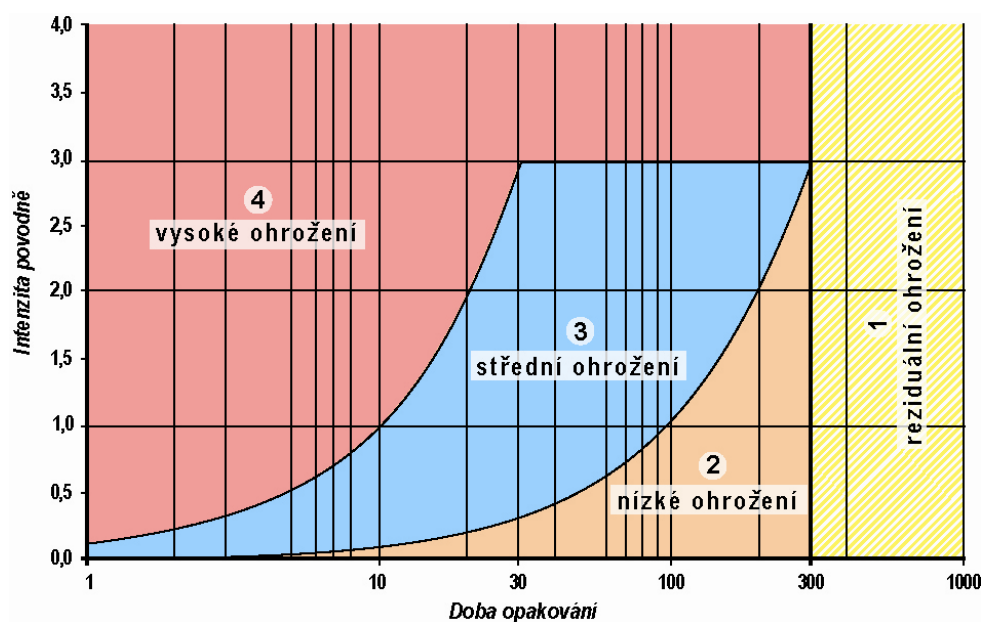
$$RI_i(x,y) = IP_i(x,y) \cdot P_i. \quad (5.2)$$

kde:

$$P_i = 1 - e^{-\frac{1}{N}}, \text{ resp. } P_i = \frac{1}{N} \text{ pro velká } N \text{ (cca } N > 10); \quad (5.3)$$

N je doba opakování povodně v rocích.

Ohrožení vyjádřené vztahem 5.2 je pro i -tý povodňový scénář možné rovněž graficky stanovit na základě matice rizika uvedené na obrázku 5.2.



Obr. 5.2 Matice rizika dle vztahu 5.2

Postup při stanovení míry ohrožení je obdobný jako v případě výpočtu intenzity povodně IP . Opět se jedná o analýzu rastrových dat. Vstupem jsou nyní rastrová data obsahující informace o intenzitách povodně IP pro dané N -leté průtoky. Ke stanovení ohrožení slouží matice rizika vyjádřená vztahem 5.2 (obr. 5.2). Pro každou buňku rastru je třeba posoudit, ve které oblasti ohrožení se nachází a na základě toho stanovit ohrožení vyjádřené hodnotou v rozmezí 1 (reziduální) až 4 (vysoké). Podrobná specifikace ohrožení pro jednotlivé oblasti je uvedena v tabulce 5.1. Tento postup je třeba opakovat pro všechny posuzované scénáře (N -leté kulminační průtoky).

Další krok spočívá ve vyhodnocení maximálních hodnot ohrožení RI pro jednotlivá dílčí ohrožení RI_i odpovídající i -tým scénářům nebezpečí (průchodu N -letého kulminačního průtoku) dle vztahu:

$$RI(x, y) = \max_{i=1}^n RI_i(x, y), \quad (5.4)$$

kde n značí počet hodnocených (vstupujících) scénářů povodňového nebezpečí (Drbal a kol. 2005). Výsledkem je jeden rastrový soubor obsahující maximální hodnoty ohrožení R ze vztahu 5.4 ve studovaném území.

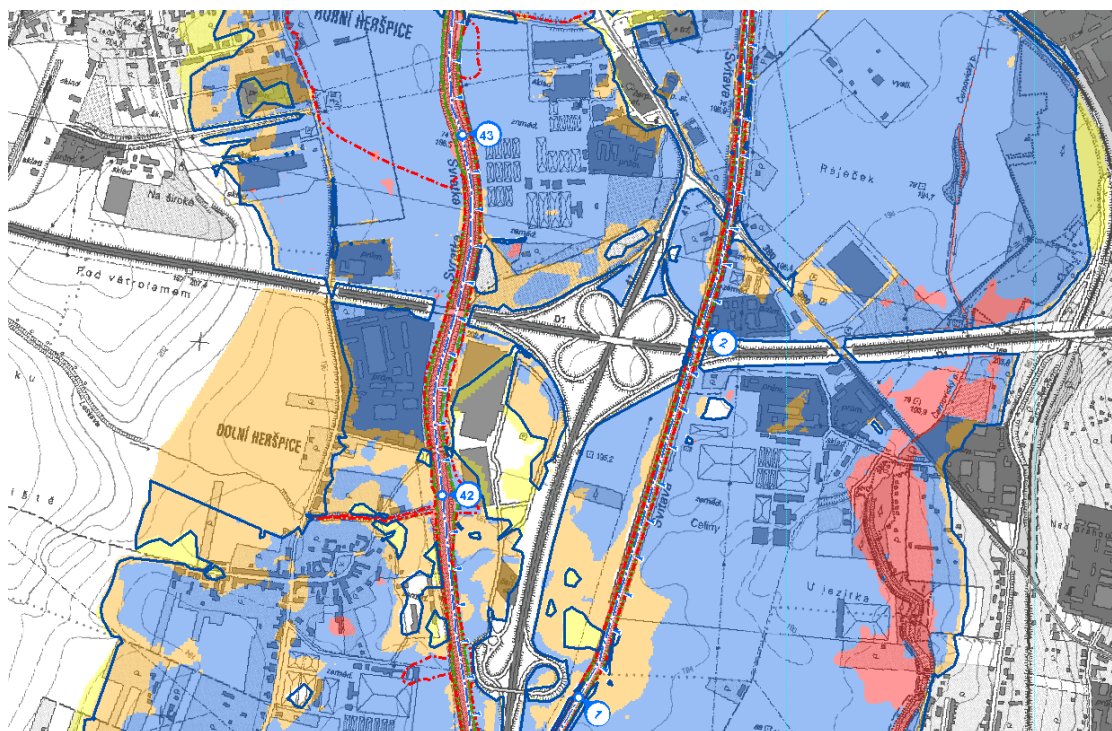
Tab. 5.1 Klasifikace ohrožení v souladu s obrázkem 5.2 a vztahem 5.4

Ohrožení RI	Kategorie ohrožení	Doporučení
$RI \geq 0,1$ nebo $IP > 3$	(4) Vysoké (červená barva)	Doporučuje se nepovolovat novou ani nerozšiřovat stávající zástavbu, ve které se zdržují lidé nebo umísťují zvířata. Pro stávající zástavbu je třeba provést návrh protipovodňové ochrany, která zajistí odpovídající snížení rizika.
$0,01 \leq RI < 0,1$	(3) Střední (modrá barva)	Výstavba je možná s omezeními vycházejícími z podrobného posouzení potenciálního ohrožení objektů povodňovým nebezpečím. Nevhodná je výstavba citlivých objektů (např. zdravotnická zařízení, hasiči apod.). Nedoporučuje se rozšiřovat stávající plochy určené pro výstavbu.
$0 < RI < 0,01$	(2) Nízké (oranžová barva)	Výstavba je možná , přičemž vlastníci dotčených pozemků a objektů musí být upozorněni na potenciální ohrožení povodňovým nebezpečím. Pro citlivé objekty je třeba přijmout speciální opatření ve smyslu krizového řízení.
$P < 0,0033$ (tj. N -letost > 300)	(1) Reziduální (žlutá barva)	Otázky spojené s protipovodňovou ochranou se zpravidla doporučuje řešit prostřednictvím dlouhodobého územního plánování se zaměřením na zvláště citlivé objekty (zdravotnická zařízení, památkové objekty apod.). Snahou je vyhýbat se objektům a zařízením se zvýšeným potenciálem škod.

5.3 Interpretace výsledků metody matice rizika

Výsledky metody založené na *matici rizika* jsou zobrazovány v podobě **map ohrožení** a **map rizika**.

Mapy ohrožení (obr. 5.3) zobrazují pomocí barevné škály kategorie ohrožení ploch v *záplavovém území* vymezené na základě diagramu na obrázku 5.2 a vysvětlujících komentářů v tabulce 5.1. Kategorie člení *záplavové území* z hlediska *povodňového ohrožení*. Toto členění umožňuje posouzení vhodnosti stávajícího nebo budoucího *funkčního využití ploch* a doporučení na omezení případných aktivit na plochách v *záplavovém území* s vyšší *mirou ohrožení* (viz tab. 5.1).



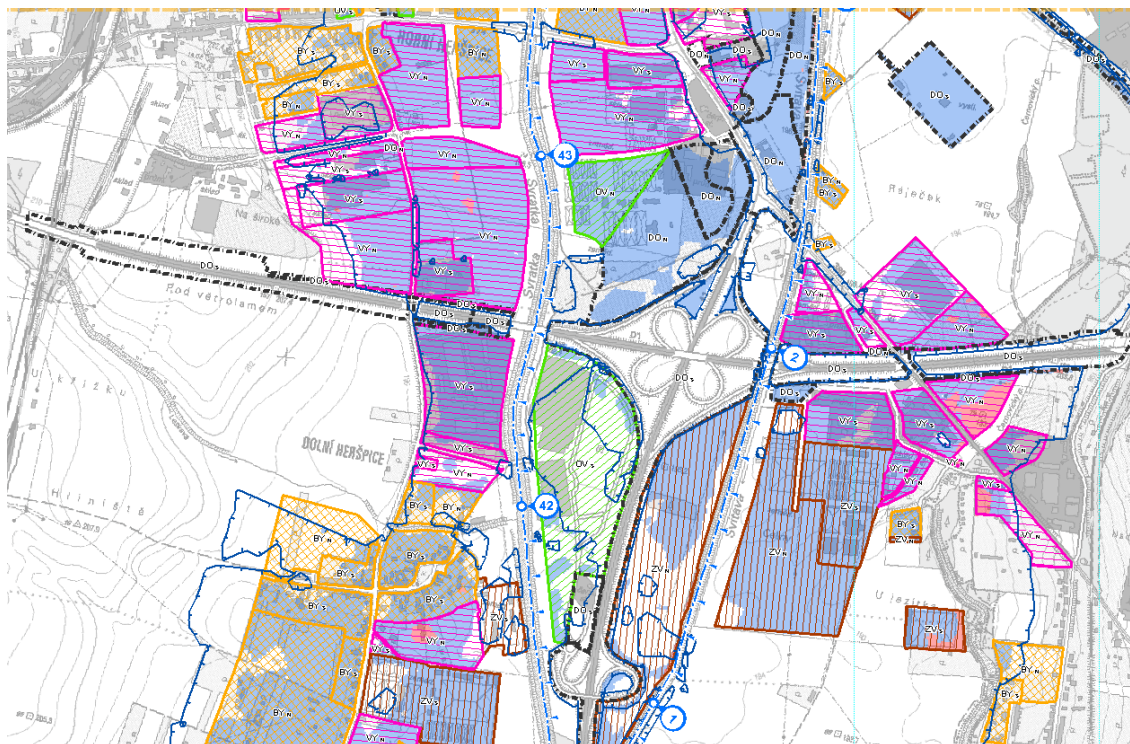
Obr. 5.3 Příklad mapy ohrožení (Říha a kol., 2006)

Mapy rizika (viz obr. 5.4) kombinují údaje o ohrožení s informacemi o *zranitelnosti* objektů v exponovaném území. Tyto údaje je možno excerpovat z *územních plánů územních celků a sídelních útvarů*, z mapových podkladů a doplnit je místními šetřeními. Na základě dostupných informací o využití území jsou vymezeny třídy ploch (tab. 5.2 – sloupec „Funkční využití území“). Každé ze tříd je přiřazena hodnota tzv. *maximálního přijatelného rizika* (tab. 5.2 – sloupec „Přijatelné riziko“).

V mapách rizika jsou zvýrazněny ty využívané plochy, na kterých je kritérium *maximálního přijatelného rizika* překročeno. Uvnitř každé takové plochy jsou vyznačeny dosažené hodnoty ohrožení v barevné škále odpovídající tabulce 5.1 (obr. 5.4). Takto identifikovaná území představují exponované plochy při *povodňovém nebezpečí* odpovídající jejich vysoké *zranitelnosti*. Dalším logickým krokem je podrobnější posouzení „rizikových ploch“ z hlediska managementu neboli zvládnutí rizika (snížení rizika na přijatelnou míru).

Tab. 5.2 Příklad tříd funkčního využití území dle ÚPD

Označení	Popis	Funkční využití území	Přijatelné riziko		
BY	Plochy bydlení v bytových domech	Bydlení	Nízké		
BY	Plochy bydlení v rodinných domech				
BY	Plochy venkovského bydlení				
OV	Plochy občanské vybavenosti – kultura	Občanská vybavenost	Nízké		
OV	Plochy občanské vybavenosti – školství				
OV	Plochy občanské vybavenosti – veřejná správa				
OV	Plochy občanské vybavenosti – zdravotnictví a sociální péče				
OV	Plochy občanského vybavení – církev				
OV	Plochy občanského vybavení – školství				
OV	Plochy občanské vybavenosti – hřbitov				
OV	Smíšené plochy obchodu a služeb				
DO	Plochy automobilové dopravy a dopravních zařízení			Doprava a technická infrastruktura	Nízké
DO	Plochy technické vybavenosti – kanalizace				
DO	Plochy technické vybavenosti – vodovod				
VY	Plochy lehké výroby	Výroba	Nízké		
VY	Smíšené plochy výroby a služeb				
ZV	Plochy rostlinné zemědělské výroby	Zemědělská výroba	Nízké		
ZV	Plochy živočišné zemědělské výroby				
SR	Plochy sportu	Sport a hromadná rekreace	Střední		
VP	Vodní plochy	Vodní plochy	Vysoké		
ZL	Plochy veřejné zeleně	Veřejná zeleň	Vysoké		
ZK	Zahrádky, zahrádkářské kolonie	Zahrádky, zahrádkářské kolonie	Vysoké		
LE	Plochy krajinné zeleně	Lesy, zeleň	Vysoké		
LE	Plochy lesního půdního fondu				
OP	Plochy intenzivních sadů a vinic	Orná půda, louky, pastviny	Vysoké		
OP	Plochy zahrad, sadů, vinic a polí v drobné držbě				
OP	Plochy ZPF velkoplošně obhospodařované				



Obr. 5.4 Příklad mapy rizika (Říha a kol., 2006)

5.4 Podklady pro identifikaci využití záplavového území

5.4.1 Standardizace postupů při využití územně plánovací dokumentace

Hlavní význam *územně plánovací dokumentace* ve spojení s metodou *matice rizika* spočívá v možnosti identifikace *funkčního využití ploch* v zájmovém území. Podklady ÚPD je třeba zajistit v digitální podobě v jednom z následujících formátů:

- Rastrové mapy.
- Vektorový formát typu *.dwg, *.dxf, *.dgn.
- Vektorový formát typu polygonového *.shp nebo geodatabáze.

Rastrové mapy vznikají obvykle skenováním původní tištěné dokumentace. U těchto podkladů je třeba zajistit *georeferencování*, následně provést *vektORIZACI* funkčních ploch a doplnit atributové údaje pro funkční využití jednotlivých ploch v souladu s kategoriemi *funkčního využití území*, např. podle tabulky 5.2. Stávající stav a využití území tak, jak jsou uvedeny v *územních plánech*, je vhodné verifikovat v rámci místních šetření a doplnit fotodokumentací. Nevýhodou tohoto postupu je poměrně vysoká časová náročnost spojená s převedením rastrových podkladů do vektorové podoby. Lze očekávat vznik polohové nepřesnosti v identifikaci funkčního využití ploch.

*Vektorový formát typu *.dwg, *.dxf, *.dgn* je ve spojení s textovými popisnými informacemi další variantou digitální podoby ÚPD. Zde je třeba rovněž s ohledem na provádění analýz

v prostředí GIS tato data převést na formát *.shp a doplnit atributovými údaji rozlišujícími funkční využití jednotlivých ploch v souladu s kategoriemi *funkčního využití území*, např. podle tabulky 5.2. Výhodou oproti *rastrovému formátu* je vyloučení pracné *vektorizace* dat. Na druhé straně konverze formátů CAD do *.shp s sebou může přinášet četné problémy. Patrné je to především u formátu *.dgn, který není z hlediska konverze do *.shp vhodný. Při konverzi může totiž docházet ke ztrátě nebo zkreslení dat. V souborech formátu *.dgn dále chybí jasná identifikace jednotlivých objektů (polygonů) a také získání informace o plošných rozměrech většího počtu objektů je problematické (např. pro účely kontroly v případě konverze formátů). Obecně je u vektorových dat třeba ověřit splnění základních topologických pravidel tak, aby např. nedocházelo k opakovanému výskytu identických polygonů, aby byly vyloučeny prázdné prostory mezi polygony nebo aby naopak nedocházelo k jejich překryvu. V souborech se mohou rovněž vyskytovat opomenuté plochy z průběhu návrhu (např. plochy těžko zdůvodnitelných rozměrů apod.).

Uvedené skutečnosti prakticky znemožňují provedení verifikace dat po konverzi do prostředí GIS (*.shp). Není možné srovnat celkovou plochu ani počty polygonů před a po konverzi. Vzhledem k obvykle velkému počtu polygonů není možné provést vizuální kontrolu bez značných nároků na čas.

Poskytovatel dat by měl proto před předáním pro účely rizikové analýzy zajistit opravu topologických chyb, jako je např. duplicita identických polygonů, překryv polygonů, výskyt polygonů s neobvyklými rozměry). Data ve formátu *.dgn je třeba dále doplnit kontrolní hodnotou, která umožní ověření bezchybné konverze do prostředí GIS (např. celková plocha všech polygonů nebo celkový počet). Druhou možností je dodání dat s opravenou topologií přímo ve formátu *.shp nebo geodatabáze. Tento formát je běžně používaný pro zpracování ÚPD obcí např. v rámci mapového portálu odboru územního plánování a stavebního řádu Krajského úřadu.

*Vektorový formát typu polygonového *.shp nebo geodatabáze* je z hlediska dalšího zpracování v GIS nejvýhodnější. Nevyžaduje oproti předchozímu formátu CAD dodatečné připojování popisných informací k jednotlivým grafickým prvkům (polygonů), poměrně snadné je rovněž ověření definovaných topologických pravidel.

5.4.2 Využití vrstev ZABAGED pro stanovení tříd funkčního využití území

V případě, kdy není k dispozici ÚPD obcí, je možné využít pro stanovení způsobu užívání území vrstvy geodatabáze ZABAGED. Nejvíce informací o využití území obsahují vrstvy Budova jednotlivá nebo blok budov a Účelová zástavba. Typy objektů v těchto vrstvách jsou definovány v atributových tabulkách pomocí kódů (atributy KC_DRUHBUD a KC_TYPZAST). Jejich zařazení do jednotlivých tříd funkčního využití území je uvedeno v tabulkách 5.3 a 5.4. Budovy, které leží na ploše areálu s definovaným účelem (účelová zástavba) mají atribut KC_DRUHBUD prázdný. Jejich využití je možné

odvodit od atributu KC_TYPZAST z vrstvy Účelová zástavba. Atribut budovy je vyplněn jen tehdy, pokud je využití budovy odlišné od funkce účelové zástavby (např. škola v areálu nemocnice).

Tab. 5.3 Rozdělení jednotlivých typů budov do tříd funkčního využití území podle atributu KC_DRUHBUD vrstvy Budova jednotlivá nebo blok budov

Atribut KC DRUHBUD	Budova	Funkční využití území	Přijatelné riziko
006	nemocnice		Reziduální
015	škola		
035	poštovní úřad	Občanská vybavenost	Nízké
039	kaple		
042	klášter		
050	kostel		
061	správní a soudní budova		
098	ubytovací a pohostinské zař.		
009	kulturní objekt ostatní		
200	vodojem zemní		Reziduální
054	čerpací stanice poh. hmot	Doprava a technická infrastruktura	Nízké
095	elektrárna (malá vodní)		
096	přečerpávací stanice		
097	rozvodna, transformovna		
001	průmyslový podnik	Výroba	Nízké
030	hangár, sklad		
019	zemědělský podnik	Zemědělská výroba	Nízké

Tab. 5.4 Rozdělení ploch vrstvy Účelová zástavba do jednotlivých tříd funkčního využití území podle atributu KC_TYPZAST

Atribut KC_TYPZAST	Účelová zástavba	Funkční využití území	Přijatelné riziko	
SO	škola	Občanská vybavenost	Reziduální	
NE	nemocnice			
LZ	ostatní léčebné zařízení			
GA	skupinové garáže		Občanská vybavenost	Nízké
HZ	areál zámku nebo hradu			
KL	klášter			
KS	kostel			
KU	ostatní kulturní objekt			
LK	letní kino nebo divadlo			
SN	skanzen			
VS	výstaviště			
ZO	zoo, safari			
UP	úpravna vody	Technická infrastruktura a doprava		
VD	vodojem zemní			
AB	autobusové nádraží		Technická infrastruktura a doprava	Nízké
CS	čerpací stanice pohon. hmot			
CV	čistírna odpadních vod			
ZS	železniční stanice			
PP	průmyslový podnik	Výroba	Nízké	
SL	sklad, hangár			
ZP	zemědělský podnik	Zemědělská výroba	Nízké	
SK	skupinové skleníky			
CA	camping	Sport a hromadná rekreace	Střední	
DO	dostihové závodiště			
HR	hřiště			
CH	chatová kolonie			
KO	koupaliště			
RZ	rekreační zástavba			
SR	střelnice			
ST	stadión			
TA	tábořiště			

Některé další vrstvy geodatabáze ZABAGED mohou být určitou pomůckou pro odhad využití území (tab. 5.5), ale většina je vzhledem k odlišnému zaměření geodatabáze neupotřebitelná (např. kategorie Terénní reliéf, Geodetické body, Územní jednotky včetně chráněných území).

Tab. 5.5 Vrstvy geodatabáze ZABAGED, které mohou sloužit pro odhad využití území

SÍDLA
Hřbitov (polygon)
Kůlna, skleník, fóliovník (polygon)
Usazovací nádrž, odkaliště (polygon)
Skládka (polygon)
KOMUNIKACE
Silnice, dálnice (linie)
Železniční trať (linie)
Železniční vlečka (linie)
Kolejiště (polygon)
Letiště (polygon)
ROZVODNÉ SÍTĚ A PRODUKTOVODY
Elektrárna (polygon)
Rozvodna, transformovna (polygon)
Přečerpávací stanice produktovodu (polygon)

5.4.3 Další zdroje informací o využití území

Územně plánovací dokumentace umožňuje určit využití území, na rozdíl od geodatabáze ZABAGED, v celé ploše intravilánu obce. Na druhou stranu, nelze většinou pomocí ÚPD identifikovat vysoce citlivé objekty, pro které by mělo být stanoveno jako *přijatelné riziko* reziduální, popř. nulové. Mezi ně patří školní a zdravotnická zařízení, zemní vodojemy a úpravní pitné vody, objekty výroby, kde hrozí nebezpečí významného havarijního znečištění. Většinu z nich umožňují lokalizovat vrstvy z geodatabáze ZABAGED, nebezpečné provozy výroby však nikoliv. V těchto případech lze informace o místech, kde dochází k nakládání s nebezpečnými látkami získat jednak od České inspekce životního prostředí, dále pak na krajských úřadech v rámci povodňových plánů.

6. Kvantitativní riziková analýza založená na stanovení potenciálních škod

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 (úroveň podrobnosti I – územní celky, sídla, části sídel; podrobnost II – jednotlivé objekty).
- 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, splávním), zničeny.

Posuzují a hodnotí následující *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
- v průmyslu, energetice, službách a těžbě surovin

Následující škody je doporučeno, vzhledem k velké subjektivitě metod, posuzovat odděleně:

- škody postihující různé složky životního prostředí (vodu, půdu, vegetaci, živočišné druhy – v souvislosti se skládkami odpadu, únikem nebezpečných látek aj.)
- škody nepřímé, nehmotné, různé ztráty hospodářského rázu.

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.

Vzhledem k časové i finanční náročnosti stanovení *potenciálních škod* je vhodné využít tyto metody pro zpřesnění výsledků *metody matice rizika* v oblastech s potenciálně významnými, resp. nepřijatelnými *povodňovými riziky* (článek 5 Směrnice 2007/60/ES) a při rozhodování o rentabilitě *PPO*.

6.1 Principy stanovení přímých potenciálních škod

Přímé potenciální povodňové škody se stanovují postupem založeným na aplikaci *ztrátových křivek* (ZK). Konstrukce *ztrátových křivek* (Brůža, 2006; Horský, 2008; Satrapa, 1999) vycházejí z pořizovacích cen jednotlivých posuzovaných kategorií objektů a dále z detailního rozboru působení *záplavy* na jednotlivé kategorie objektů a dílčí části jejich konstrukcí podle struktury stavebních děl a řemeslných oborů dle členění JKSO. Každá *ztrátová křivka* je vyjádřena v určitém intervalu hodnot potenciálního poškození. Horní a dolní mez škody je použita z důvodu různých možností uplatnění poruch dílčích částí konstrukce na výsledné škodě. Skutečná škoda, vyjadřující náklady na uvedení stavby do původního provozuschopného stavu, se pohybuje uvnitř uvedeného intervalu. Pořizovací ceny jsou odvozeny z cenových ukazatelů ve stavebnictví, které jsou zpracovávány firmou ÚRS pro jednotlivé kategorie podle JKSO a dále dle souhrnných statistik a ročenek ČSÚ. Jejich vyjádření, případně odvození, pro jednotlivé kategorie je uvedeno níže v kapitole 6.3 podle posuzovaných kategorií. Pro vyčíslení *potenciálních povodňových škod* metodou *ztrátových křivek* se využívá následující vztah:

$$D_{ik} = E_{ik} C_k L_k \quad (6.1)$$

Kde

- i index objektu v dané kategorii objektů
- k index jednotlivých hodnocených kategorií (viz níže)
- E množství či velikost zasaženého objektu dle kategorie [ks], [m], [m²], nebo [m³]
- C *jednotková cena* měrné jednotky dle hodnocené kategorie [Kč/ks], [Kč/m], [Kč/m²], nebo [Kč/m³]
- L ztráta pro jednotlivé kategorie vyjádřená v závislosti na zaplavení či hloubce zaplavení [%]
- D škoda daného objektu a kategorie [Kč]

Základní princip výpočtu pro jednotlivé kategorie škod je stále stejný, pouze je rozdíl v měrných jednotkách a jejich cenách, kde stavební objekty jsou počítány zpravidla v délkových jednotkách [m] v případě inženýrských sítí, v jednotkách *obestavěného prostoru* [m³], v plošných jednotkách [m²] pak plochy infrastruktury a zemědělské i lesní pozemky. *Ztrátové křivky* jsou závislé u stavebních objektů a nezávislé (inženýrské sítě, infrastruktura, zemědělství) na hloubce zaplavení.

Škody na objektech D_k se sčítají pro jednotlivé kategorie dle vztahu:

$$D_k = \sum_i D_{ik} \quad (6.2)$$

Celková škoda D v hodnoceném území se sčítá přes jednotlivé kategorie pro dané Q_n

$$D = \sum_k D_k \quad (6.3)$$

Výběr objektů pro hodnocení ztrát se provádí pomocí průniku vybraných vrstev modelu ZABAGED a *rozlivů* pro jednotlivé doby opakování Q_n . Některé atributové tabulky vrstev ZABAGED je třeba pro potřeby dalších výpočtů doplnit pomocnými parametry (atributy).

6.2 Potřebné datové podklady a zdroje

Jak již bylo uvedeno v kapitole 3, hlavní zdroj dat pro stanovení potenciálních škod představuje geodatabáze ZABAGED.

K vyhodnocení potenciálních škod na základě ztrátových křivek jsou z nezbytné následující tématické datové vrstvy z geodatabáze ZABAGED:

1 – Sídla, hospodářské a kulturní objekty

1.02 Budova jednotlivá nebo blok budov

1.26 Účelová zástavba

2 – Komunikace

2.01 Silnice, dálnice

2.02 Ulice

2.03 Cesta

2.08 Most (body i linie)

2.09 Lávka (body i linie)

2.15 Parkoviště, odpočívka

2.17 Železniční trať (úsek)

2.18 Železniční vlečka

2.24 Pouliční dráha

4 – Vodstvo

4.02 Vodní tok (úsek)

6 – Vegetace a povrchy

6.02 Orná půda a ostatní dále nspecifikované plochy

6.03 Chmelnice

6.04 Ovocný sad, zahrada

6.05 Vinice

6.06 Louka, pastvina

6.10 Okrasná zahrada, park

Další podklady:

Cenové ukazatele ve stavebnictví – aktuální cenové ukazatele ve stavebnictví zpracovávané ÚRS Praha podle kategorií *JKSO (Jednotné klasifikace stavebních objektů)*. Na základě dlouhodobých statistik cen staveb a stavebních objektů jsou na reprezentativních položkových rozpočtech sledovány náklady podle jednotlivých druhů staveb a z množiny cenových údajů jsou následně stanoveny průměrné hodnoty na měrnou jednotku odpovídající danému druhu staveb pro kalendářní rok. Vychází se z nich při oceňování jednotlivých kategorií staveb (České stavební standardy, 2008).

Rozlivy pro Q₅, Q₂₀, Q₁₀₀, Q₅₀₀

Mapy hloubek pro rozlivy Q₅, Q₂₀, Q₁₀₀, Q₅₀₀.

RSO (Registr sčítacích obvodů, poskytovatel Český statistický úřad) – eviduje soustavu územních prvků a územně evidenčních jednotek, která podchycuje územní, správní, sídelní a statistické struktury. Dále eviduje budovy nebo jejich části (vchody) s přidělenými popisnými nebo evidenčními čísly. Obsahuje geografická i popisná data.

Katalog geografických produktů (http://www.czso.cz/csu/rso.nsf/i/ekatalog_gp)

Metodika (http://www.czso.cz/csu/rso.nsf/i/metodika_rso).

ARES (Administrativní registr ekonomických subjektů – poskytovatel Český statistický úřad) – eviduje ekonomické subjekty, kterými se rozumí právnické subjekty a fyzické osoby s postavením podnikatele, včetně adresy jejich sídla, oblasti podnikání, počtu zaměstnanců atd. (http://www.czso.cz/csu/redakce.nsf/i/registr_ekonomickyh_subjektu).

ÚPD měst a obcí – Územně plánovací dokumentace měst a obcí (digitální nebo digitalizovaná verze). Evidence zpracovaných ÚPD je provozována na internetových stránkách Ústavu územního rozvoje (<http://www.uur.cz/iLAS/iLAS.asp>).

6.3 Stanovení potenciálních škod podle kategorií majetku

V této kapitole jsou podrobně rozepsány postupy pro stanovení potenciálních škod podle jednotlivých kategorií majetku a současně i vytvoření a aktualizace *jednotkových a ztrátových cen* pro tyto kategorie.

6.3.1 Škody na stavebních objektech

Potřebná data

Použité vrstvy:

- 1.02 – Budova jednotlivá nebo blok budov (ZABAGED)
- Mapa hloubek (výsledek hydraulického modelování)

Nové parametry pro vrstvu Budova jednotlivá nebo blok budov:

- hloubka zaplavení stavebního objektu (z mapy hloubek) [m]
- plocha polygonu budovy [m²]

Výpočet ztrát podle vztahu:

$$D = A \cdot L_1(h) \cdot C_1 \quad (2.12)$$

kde:

A plocha polygonu budovy [m²]

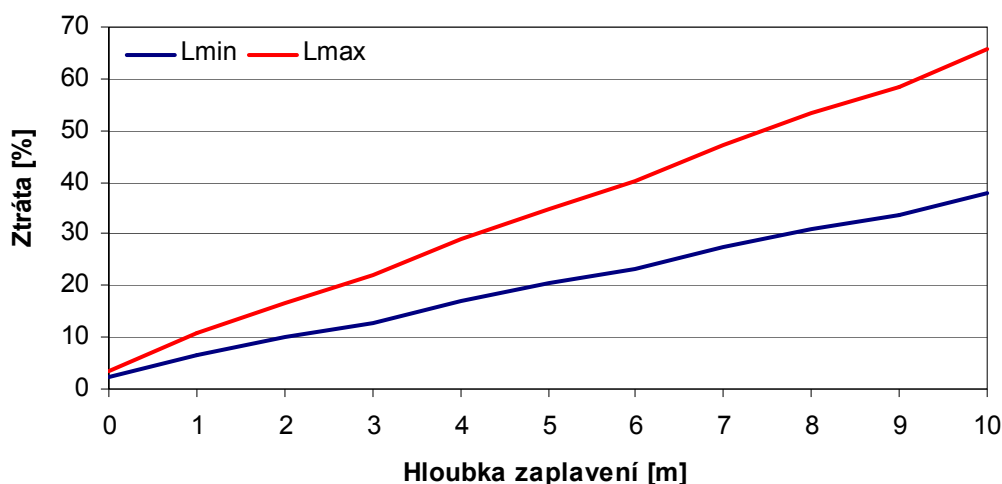
$L_1(h)$ hodnota ztráty vyjádřená ze ztrátové funkce pro danou hloubku záplavy kolem objektu (tab. 6.1, obr. 6.1)

C_1 jednotková cena jednoho podlaží budovy [Kč/m²]

Nenulová ztráta při nulové hloubce (tab. 6.1, obr. 6.1) vyjadřuje ztrátu na podsklepení budov.

Tab. 6.1 Procentuální vyjádření minimální a maximální ztráty (L) na stavebních objektech v závislosti na hloubce zaplavení (Horský, 2008)

Ztráta [%]	Hloubka zaplavení [m]										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
L_{\min}	2,23	6,69	9,93	12,69	17,15	20,38	23,15	27,61	30,84	33,61	38,07
L_{\max}	3,55	10,64	16,50	21,89	28,98	34,84	40,23	47,32	53,18	58,57	65,66



Obr. 6.1 Ztrátová funkce vyjadřující minimální a maximální míru poškození (resp. ztrátu) stavebních objektů v závislosti na hloubce zaplavení (Horský, 2008)

Stanovení jednotkových cen a potenciálních škod na stavebních objektech

Jednotková cena pro stavební objekty je odvozena jako vážený průměr z cenových ukazatelů ve stavebnictví. Váhy pro jednotlivé kategorie stavebních objektů (tab. 6.2) představují jejich zastoupení v celkové zastavěné ploše. Byly získány detailními rozbory v pilotních oblastech na Labi (Děčín, Lovosicko, Litoměřicko, Nymburk) a dále v několika dalších lokalitách ČR (Krnovsko, Železný Brod, povodí Lužnice).

Cenové ukazatele pro jednotlivé kategorie stavebních objektů jsou ceny za metr krychlový obestavěného prostoru (České stavební standardy, 2008), které lze získat z *JKSO (Jednotná klasifikace stavebních objektů)* pro kategorie uvedené v tab. 6.2. Při výpočtu škod je pro zjednodušení zavedena univerzální výška jednoho podlaží 3 m.

Tab. 6.2 Cenové ukazatele pro stavební objekty pro rok 2007 a jejich odvození pomocí váženého průměru

Kategorie podle JSKO	Požizovací cena [Kč/m ³]	Podíl na celkové ploše
801 Budovy občanské výstavby, kromě halových objektů	6 395	0,0987
802 Budovy občanské výstavby halového typu	5 181	0,0195
803 Budovy pro bydlení	4 794	0,3856
811 Pozemní halové objekty pro výrobu a služby	4 359	0,2259
812 Budovy pro výrobu a služby, mimo halové objekty	5 796	0,2714
Vážený průměr pořizovací ceny na jednotku obestavěného prostoru [Kč/m ³]		5 139
Požizovací cena na jednotku plochy půdorysu při výšce podlaží 3 m [Kč/m ²]		15 416

6.3.2 Škody na pozemních komunikacích

Pozemní komunikace jsou při stanovování potenciálních škod rozlišovány na komunikace a železnice.

Potřebná data

Silniční a dálniční síť

Použité vrstvy ZABAGED:

- 2.01 – Silnice, dálnice
- 2.02 – Ulice
- 2.03 – Cesta
- 2.15 – Parkoviště, odpočívka

Nové atributy pro jednotlivé vrstvy:

- šířka komunikace [m] – náhradní šířka komunikace:
 - Silnice, dálnice – 10 m
 - Ulice – 8 m
 - Cesta – 3 m
- délka komunikace [m]
- plocha komunikace, popř. parkoviště a odpočívky [m²]

Železnice

Použité vrstvy ZABAGED:

- 2.17 – Železniční trať
- 2.18 – Vlečka
- 2.24 – Pouliční dráha

Nové atributy pro jednotlivé vrstvy:

- délka datových linií reprezentantů [m]
- celková délka kolejí (jedno a více kolejné tratě) [m]

Počet kolejí daného úseku tratě je uveden v atributu POCETKOLEJ u vrstev Železniční trať a Vlečka. U vrstvy Pouliční dráha se předpokládá vždy dvoukolejná trať.

Stanovení jednotkových cen a potenciálních škod na pozemních komunikacích

Ceny pro odvození ztrát na pozemních komunikacích vycházejí opět z ceníků JKSO (České stavební standardy, 2008), konkrétně z tabulek 822 – Komunikace pozemní a letiště a 824 – Dráhy kolejové.

Tab. 6.2 Cenové ukazatele pro pozemní komunikace pro rok 2007/II

Komunikace	Jednotky	Zdroj ceny	Cena dle JKSO	Poškození [%]		Ztrátová cena		
				min	max	označení	min	max
Silnice	[Kč/m ²]	822.2.7	2 935	2,06	4,12	ZK ₁	60	121
Železnice	[Kč/m]	824.1.3	7 400	5,80	9,07	ZK ₂	429	671

Silniční a dálniční síť

Škody na silniční a dálniční síti v [Kč] jsou vyjadřovány pomocí ztrátové ceny ZK_1 v [Kč/m²] vztažené k celkové zaplavené ploše všech komunikací v [m²].

Výpočet ztrát se provádí podle vztahu:

$$D_{SiDa} = A \cdot ZK_1 \quad (6.5)$$

A plocha objektu [m²] – u liniových objektů přepočtená přes náhradní šířky

ZK_1 ztrátová cena [Kč/m²] – minimální a maximální (tab. 6.2)

Železnice

Škody na železnicích jsou vyjadřovány pomocí ztrátové ceny ZK_2 v [Kč/m] vztažené k celkové délce zaplavených kolejí železničních tratí [m].

Výpočet ztrát se provádí podle vztahu:

$$D_{žel} = dk \cdot ZK_2 \quad (6.6)$$

dk délka kolejí [m]

ZK_2 ztrátová cena [Kč/m] – minimální a maximální (tab. 6.2)

6.3.3 Škody na inženýrských sítích

Předpokládá se, že inženýrské sítě jsou vedeny souběžně se všemi komunikacemi, a proto je délka inženýrských sítí (IS) odvozena od délky pozemních komunikací (kap. 6.3.2). Pokud existuje informace, které sítě chybí, provádí se výpočet pouze pro sítě vybudované.

Rozdělení inženýrských sítí a jejich ztrátové ceny:

- Elektřina – ZIS₂

- Voda – ZIS_3
- Kanalizace – ZIS_4
- Plyn – ZIS_5
- Telekomunikace – ZIS_6

Ceníky pro odvození ztráty pro inženýrské sítě vycházejí z ceníků JKSO (tab. 6.3), konkrétně z tabulek 827 – Vedení trubní a 828 – Vedení elektrická (České stavební standardy, 2008).

Tab. 6.3 Cenové ukazatele pro inženýrské sítě pro rok 2005/II

Inženýrské sítě	Zdroj ceny	Cena dle JKSO [Kč/m]	Poškození [%]		Ztrátová cena [Kč/m]		
			min	max	min	max	
Elektřina	ZIS_2	828	3 685	0,33	0,98	12	36
Voda	ZIS_3	827	9 533	0,35	0,39	33	37
Kanalizace	ZIS_4	827	9 660	0,50	0,52	48	50
Plyn	ZIS_5	827	1 000	2,00	2,50	20	25
Telekomunikace	ZIS_6	828	1 559	0,77	2,31	12	36
Celkem	ZIS_1					125	184

Výpočet ztrát se provádí podle vztahu:

$$D_{IS} = dk \cdot ZIS_n \quad (6.7)$$

dk délka pozemních komunikací [m]

ZIS_n ztrátová cena [Kč/m] pro jednotlivé inženýrské sítě – minimální a maximální (tab. 6.3)

6.3.4 Škody na mostech

Škody na mostech jsou vztaženy na plochu mostovky.

Použité vrstvy ZABAGED:

- 2.08 – Mosty (body, linie)
- 2.09 – Lávky (body, linie)

Pomocné:

- 2.01 – Silnice, dálnice
- 2.02 – Ulice
- 2.17 – Železniční trať
- 2.18 – Vlečka

Nové atributy pro jednotlivé vrstvy:

- délka mostovky [m]
- šířka mostovky [m] – viz tab. 6.5
- plocha mostovky [m²]

Ceny pro odvození ztrát na mostech vycházejí z ceníků JKSO (České stavební standardy, 2008), konkrétně z tabulky 821 – Mosty (tab. 6.4).

Tab. 6.4 Cenové ukazatele pro mosty pro rok 2007/II

Mosty		Zdroj ceny	Cena dle JKSO [Kč/m ²]	Poškození *) [%]		Ztrátová cena [Kč/m ²]	
				min	max	min	max
Silniční	ZM ₁	821.1. průměr	54 631	1,0	1,4	546	765
Železniční	ZM ₂	821.2. průměr	68 113	1,0	1,4	681	954
Lávky	ZM ₃	821.3. průměr	40 576	1,0	1,4	406	568

*) Relativně nízký odhad poškození mostů je dán podílem hodnoty velkých mostů na jejich celkové hodnotě. Povodní jsou poškozeny nebo zničeny většinou menší mosty, jejichž podíl na celkové hodnotě mostů v území je malý.

Jednotlivé objekty ve vrstvě Mosty (linie) se na silniční a železniční mosty rozlišují podle jejich polohy. V případě souběžnosti linie mostu s linií železniční tratě je most zařazen jako železniční, v ostatních případech jako most silniční. Objekty z bodové vrstvy Mosty jsou považovány za železniční, pokud leží na linii železniční trati.

Postup při stanovování škod na mostech a lávkách je uveden v tabulce 6.5.

Výpočet ztrát se provádí podle vztahu:

$$D_{Mo} = A \cdot ZM_i \quad (6.8)$$

A plocha mostovky [m²] – viz tab. 6.5

ZM_i ztrátové ceny [Kč/m²] – minimální a maximální – viz tab. 6.4

Tab. 6.5 Stanovování škod na mostech a lávkách

Vrstva	Typ	Délka [m]	Šířka mostovky [m]	Ztráta	Výpočet škody D_{Mo}
Most (linie)	silniční	délka linie	8	ZM ₁	délka x šířka x ZM ₁
	železniční	délka linie	4 x počet kolejí	ZM ₂	délka x šířka x ZM ₂
Most (bod)	silniční	4	8	ZM ₁	délka x šířka x ZM ₁
	železniční	4	4 x počet kolejí	ZM ₂	délka x šířka x ZM ₂
Lávka (linie)		délka linie	2	ZM ₃	délka x šířka x ZM ₃
Lávka (bod)		2,5	2	ZM ₃	délka x šířka x ZM ₃

6.3.5 Škody na vodohospodářské infrastruktuře

Použitá vrstva:

- 4.02 – Vodní tok (úsek)

Škody na majetku správců povodí se stanovují v souhrnu pro úseky toků, které jsou vymezeny na základě evidence *dlouhodobého hmotného majetku* (DHM), provozních nákladů (odpisů), hydrografických souvislostí a hydrologických charakteristik. K úseku jsou vztaženy základní hydrologické charakteristiky profilu relevantní vodoměrné stanice A [km^2], Q_a [m^3/s^{-1}] a hodnoty N -letých průtoků Q_N [m^3/s^{-1}].

Úsek je zařazen podle hodnoty Q_a do kategorie úseků toků A, B nebo C (viz příloha P1).

Z pořizovacích *hodnot majetku* podle roku pořízení investice je vypočtena *reprodukční cena* podle vztahu

$$RC = PC \cdot K_i \quad (6.9)$$

RC reprodukční cena DHM [Kč],

PC pořizovací cena DHM [Kč],

K_i koeficient přepočtu *hodnoty majetku* (viz příloha P2), pro i -tý typ stavby – viz tab. 6.6

Tab. 6.6 Třídění vodohospodářských staveb podle typu

Typ	Stavba
0	budovy, pozemní stavby a jejich příslušenství
1	vodní díla (jezy, přehrady, samostatné stupně + přístavy, plavební zařízení)
2	úpravy toků

Celková reprodukční cena majetku RC_s vztažená k úseku toku je získána sumací hodnot RC jednotlivých DHM.

Výpočet ztrát se provede podle vztahu:

$$D_{VH} = RC_s \cdot ZVH_{k,N} \quad (6.10)$$

RC_s reprodukční cena majetku úseku toku [Kč],

$ZVH_{k,N}$ ztráta [%] pro kategorii toku ($k = A, B$ nebo C) a požadovaný scénář povodňového nebezpečí vyjádřený dobou opakování kulminačního průtoku ($N=10, 20, 50, 100, 200$) – viz příloha P1.

6.3.6 Škody v zemědělství

Rostlinná výroba

Použité vrstvy:

- 6.02 – Orná půda
- 6.03 – Chmelnice
- 6.04 – Ovocný sad, zahrada
- 6.05 – Vinice
- 6.06 – Louka, pastvina
- 6.10 – Okrasná zahrada, park

Nové parametry pro jednotlivé vrstvy:

- plocha pozemků [ha]

Ztrátová cena rostlinné produkce je založena na průměrných cenách nákladů na pěstování základních plodin publikovaných Výzkumným ústavem zemědělské ekonomiky (VÚZE, 2007) a na průměrné roční ztrátě odvozené z rozložení ztrát jednotlivých plodin v průběhu roku v závislosti na době příchodu povodně (tab. 6.7) (Satrapa, 1999).

Tab. 6.7 Procentuální odhad potenciálních povodňových škod na rostlinné produkci v jednotlivých měsících roku

[%]	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
obilniny	15	15	35	50	80	80	80	5	5	15	15	15
kukuřice	15	15	15	40	50	70	80	80	80	80	15	15
řepka	50	50	60	65	90	90	10	50	50	50	50	50
slunečnice	20	20	20	40	55	70	80	80	80	80	10	10
len	15	15	15	40	50	80	80	80	80	15	15	15
brambory	20	20	20	40	60	60	80	80	80	20	20	20
cukrovka	15	15	15	30	30	50	70	80	80	15	15	15

Vzhledem k častým změnám pěstovaných plodin na obdělávaných plochách a k relativně malému podílu potenciálních škod u rostlinné produkce celkovém objemu škod, je pro rostlinnou výrobu používána průměrná ztrátová cena vztažená na 1 ha obhospodařované plochy (tab. 6.8).

Výpočet ztrát se provede podle vztahu:

$$D_Z = A \cdot ZZ \quad (6.11)$$

A plocha zemědělské půdy [ha]

ZZ ztrátová ceny [Kč/ha] – minimální a maximální

Tab. 6.8 Rozbor ztrátové ceny v rostlinné výrobě vztážené na 1 ha plochy

Plodina	Náklady na pěstování [tisíc Kč / ha]	Ztráta [%]		Ztrátová cena ZZ [tis. Kč/ha]	
		min	max	min	max
Obilniny	17	15	80	2,6	13,6
Kukuřice	20	15	80	3,0	16,0
Řepka	20	10	90	2,0	18,0
Slunečnice	18	10	80	1,8	14,4
Přadný len	23	15	80	3,5	18,4
Brambory	73	20	80	14,6	58,4
Cukrovka	46	15	80	6,9	36,8
Průměr	20	20	80	4,0	16,0

Živočišná výroba

Škody na živočišné výrobě jsou stanovovány stejným postupem, jakým se provádí hodnocení škod v průmyslu.

6.3.7 Škody v průmyslu

Potřebná data

Použité vrstvy:

- 1.02 – Budova jednotlivá nebo blok budov
- 1.27 – Účelová zástavba

Potenciální škody v průmyslu jsou stanovovány pouze u objektů z vrstvy Budovy, které mají hodnoty atributu KC_DRUHBUD uvedené v tabulce 6.9

Tab. 6.9 Typy atributu KC_DRUHBUD vrstvy Budova jednotlivá nebo blok budov vybraných pro stanovení škod v průmyslu

Atribut KC DRUHBUD	Budova
001	průmyslový podnik
019	zemědělský podnik
030	hangár, sklad
095	elektrárna (malá vodní)
096	přečerpávací stanice
097	rozvodna, transformovna
200	vodojem zemní

Budovy, které leží v areálu s definovaným účelem (vrstva Účelová zástavba) mají atribut KC_DRUHBUD prázdný a jejich způsob využití se řídí podle účelu dané plochy (např. průmyslový podnik, nemocnice, atd.). Výjimku mohou tvořit budovy, jejichž využití se výrazně odlišuje od účelu plochy zástavby, ve které leží (např. vodojem v areálu průmyslového podniku). Tyto budovy pak mají atribut KC_DRUHBUD vyplněný. Využití budov ležících v ploše účelové zástavby je možné odvodit z atributu KC_TYPZAST z vrstvy Účelová zástavba (tab. 6.10). Pro větší přesnost je vhodné v zájmovém území provést místní šetření.

Tab. 6.10 Atributy účelových areálů vybraných pro stanovování škod v průmyslu

Atribut KC_TYPZAST	Účelová zástavba
PP	průmyslový podnik
ZP	zemědělský podnik
GA	skupinové garáže
CV	čistírna odpadních vod
UP	úpravna vody
VD	vodojem zemní
SK	skupinové skleníky
SL	sklad, hangár
PR	přístav

Do výsledného výpočtu jsou pak zahrnuty budovy s hodnotami atributu KC_DRUHBUD uvedených v tabulce 6.9 a budovy ležící ve vybraných polygonech účelové zástavby podle tabulky 6.10.

Stanovení jednotkových cen a potenciálních škod v průmyslu

Jednotková cena pro škody v průmyslu se stanovuje na základě ekonomických údajů o průmyslu poskytovaných ČSÚ a je vztažena k celkové ploše průmyslových objektů pro celou republiku dle ZABAGED (tab. 6.11).

Hlavním podkladem je celkový statistický přehled ČSÚ pro zpracovatelský a energetický průmysl (Ekonomické výsledky průmyslu ČR – kód 8006-07). Z nich se počítá *hodnota majetku* jako součet dlouhodobého majetku, zásob a 1/3 pasiv vlastního kapitálu za poslední dostupný rok z publikovaného období. Tento součet se podělí celkovou plochou průmyslových objektů v republice a vyjde *jednotková cena* na m² průmyslové budovy.

Vlastní škoda je poté definována procentem škody z *jednotkové ceny*. Pokud by byly dosažitelné statistiky průmyslu pro menší územní celky, jako jsou kraje nebo okresy, bylo by možné vyjádřit přesnější *jednotkové ceny* po těchto územích.

Tab. 6.11 Jednotková cena pro škody v průmyslu (D – Zpracovatelský průmysl, E – Energetický průmysl)

Kategorie		Jednotka	D	E	Celkem
Dlouhodobý hmotný majetek	a	mil. Kč	837 144	489 174	1 326 318
Zásoby	b	mil. Kč	330 208	7 657	337 865
Pasiva – vlastní kapitál	c	mil. Kč	995 034	464 925	1 459 959
redukce na 1/3 vlastního kapitálu (c/3)	d	mil. Kč	331 678	154 975	486 653
Celkový ohrožený majetek (a+b+d)	e	mil. Kč	1 499 030	651 806	2 150 836
Plocha průmyslových budov	f	ha			9 658
Hodnota majetku na m ² (e/f)		Kč/m ²			22 270
Minimální škoda – 10 %		Kč/m²			2 227
Maximální škoda – 15 %		Kč/m²			3 341

Výpočet ztrát se provede podle vztahu:

$$D_p = A \cdot ZP \quad (6.12)$$

A plocha budov [m²]

ZP ztrátová cena [Kč/m²] – viz. tab. 6.11

6.3.8 Odhad povodňových škod velkých ekonomických subjektů

K problematice určování povodňových škod ve velkých průmyslových závodech je možno přistupovat z různých hledisek a používat různé metody. Dvě hlavní metody vycházejí buď z historických záznamů povodňových škod, nebo jsou založeny na simulaci povodňové situace.

Analýza skutečných povodňových situací

První metoda vychází z historických záznamů povodňových škod a směřuje k vytváření závislosti mezi hloubkou zatopení a výší škody. Při použití této metody existuje nebezpečí, že hodnota škod může být podceněna nebo naopak přeceněna. Když se odhad povodňových škod provádí krátce po velké povodni, většinou se použijí náklady na obnovu závodu včetně nákupu nového zařízení a nikoliv zůstatková hodnota opotřebovaného zařízení firmy. Při tomto postupu tedy dochází k nadhodnocení povodňových škod. Naopak k podhodnocení povodňových škod může docházet neúplností záznamů.

Odhad rozbořem

Při odhadu rozbořem se nejedná o hodnocení skutečné povodně, ale odhaduje se, co by se stalo, kdyby povodeň zasáhla jednotlivá zařízení, řídicí prvky organizaci výroby atd. Nevýhodou této metody je, že je založena na odhadech, které nemusí nutně souviset se skutečně proběhlou povodní. Získané informace mají tedy za základ hodnocení jednotlivými pracovníky. Tato metoda je velmi pracná, protože vyžaduje podrobný rozbor zařízení za různých povodňových situací. Má však řadu předností. Hlavní z nich je, že ji lze provádět spolu s tvorbou povodňových plánů. Lze pak snadno vyhodnotit efekt protipovodňových

opatření, která se provádějí před příchodem povodně, a to buď na základě dlouhodobého plánu, anebo v závislosti na vyhlášených povodňových stupních podle vodního zákona. Tato metoda je v podstatě metoda simulace. Provádí se na podkladě zkušeností a znalostí managerů, provozních operátorů, ale i techniků. Tato metoda umožňuje zahrnout do rozboru nejen hloubku zatopení, ale také čas, který má průmyslový závod k dispozici, aby se na příchod povodně připravil. Je možno také zahrnout přesnost předpovědi povodňového stavu a povodňového průtoku. Všechny tyto proměnné jsou zatíženy chybami, které by se měly do rozborů i povodňových plánů zahrnout.

V případě, že je třeba odhadovat závislost povodňových škod pro různé povodňové scénáře, je nutné metodu odhadů kombinovat s historickými záznamy. Zjištěné škody z historických povodní se používají jako korekční činitele, ovšem při zvážení výše uvedených nevýhod hodnocení historických údajů.

Podklady pro odhad povodňových škod a jejich využití

Většina podkladů pro hodnocení povodňových škod velkých průmyslových závodů se v řadě parametrů shoduje s poklady pro obecné hodnocení povodňových škod (kap. 6.1). Protože se jedná o velké množství plošně umístěných údajů, je vhodnou formou předávání informací forma GIS. Vyžadují se tedy následující podklady:

- Mapa umístění průmyslového závodu včetně jeho nadmořských výšek
- Mapy rozlivů a hloubek pro jednotlivé povodňové scénáře

Další údaje jsou již specifického charakteru pro velké průmyslové závody a závisejí na použité metodě. Na základě těchto metod je třeba odvodit:

- Odhad škod pro hlavní komponenty průmyslového závodu určující výši ztrát na podkladě hloubky zatopení (příp. rychlosti vody) při historických povodních.
- Odhad škod pro povodeň s dobou opakování 100 let pro hlavní komponenty průmyslového závodu po provedení adaptačních opatření navržených povodňovým a havarijním plánem (jako je například školení a cvičení pracovníků pro případ povodně, změny technologie, zabraňující možný únik toxických látek, umístění nákladného zařízení do vyšších pater v závislosti na době, která je pro toto opatření k dispozici atp.)

Přímé a nepřímé škody

Základní rozdělení povodňových škod velkých průmyslových závodů:

Přímé průmyslové škody – škody vznikající na zařízení a materiálu závodu při povodni,

Nepřímé průmyslové škody – škody vyvolané následně přerušením produkce závodu a dalšími vlivy.

Přímé průmyslové škody

Přímé průmyslové škody jsou určovány ve vztahu k hloubce zatopení při N-letých povodních a dělí se na:

- náklady na úklidové a sanační práce po povodni
- náklady na demontáž poškozeného zařízení a montáž nového (nebo opraveného)
- náklady na výměnu zařízení
- náklady na dočasnou výměnu zařízení po dobu opravy poškozeného zařízení
- náklady na opravy
- ostatní náklady

Nepřímé a nevyčíslitelné průmyslové škody

Škody ve velkých průmyslových závodech nevznikají jen na zařízení, stavbách, materiálu surovinách a výrobcích. Je třeba k nim připočítat ještě tzv. nepřímé škody, které zahrnují důsledky přerušení výroby, ztráty pozice na trhu, zvýšení pojistného, ztráty vysoce specializovaných odborníků, ztráty v důsledku poškození infrastruktury a eventuálně další. Lze uvést například tyto příčiny nepřímých škod v důsledku poruch infrastruktury:

- zaměstnanci se nedostanou do práce
- zákazníci nemohou kontaktovat závod
- nemožnost expedovat výrobky
- kritický nedostatek surovin

Nepřímé škody se však odhadují velmi obtížně. Z hlediska ekonomie ČR se zdá jako nejobektivnější metoda, která používá přidanou hodnotu a dobu, kdy jednotka nevyrobí (Kos, 2004). V přidané hodnotě nejsou totiž zahrnuty náklady na energii, suroviny a služby, které průmyslová jednotka vlastně ušetří tím, že nevyrobí. Uvažovat celý provozní výsledek hospodaření za příslušné období není vhodné, protože v něm jsou zahrnuty také další položky, jako osobní náklady, daně a poplatky, odpisy majetku, tržby z prodeje dlouhodobého majetku, rezervy, opravné položky, ostatní provozní výnosy, ostatní provozní náklady a jejich převody. Tyto položky většinou nejsou povodní výrazně změněny.

Ke škodám vypočteným na podkladě přidané hodnoty je třeba připočítat další ztráty plynoucí ze ztráty trhu. To může mít vliv na produkci již obnoveného závodu. Do ztrát trhu je třeba také započítat prodej na snížené ceny, které mají za cíl uchytit se vůbec na trhu. Také produktivita při zabíhání závodu může být nižší. Protože jednotky v závodě se mohou obnovovat v různých časových intervalech, bylo by pak ještě třeba připočítat náklady na přesuny mezi jednotkami.

Všechny tyto položky však není jednoduché získat. Proto lze pro praktickou aplikaci uvažovat vyčíslení nepřímých průmyslových škod na základě těchto složek: ztráta za časovou jednotku

aproximovaná přidanou hodnotou, počet časových jednotek, kdy je výroba zastavena, ztráta trhu (resp. redukce cen) a doba kdy tato situace nastane.

Výběr velkých průmyslových závodů pro analýzu

Výběr velkých průmyslových závodů pro analýzu povodňových škod se provádí v databázi ARES na základě následujících kritérií:

- 1) Výběr firem s počtem zaměstnanců nad 250 osob a následné ověření, zda subjekt spadá do této velikostní kategorie.
- 2) Pro firmy bez uvedeného počtu zaměstnanců v ARES je třeba zjistit, zda splňují podmínku počtu zaměstnanců pro zahrnutí do analýzy, z jiných zdrojů (např. Internet apod.).
- 3) Vyloučení zaniklých firem a firem v konkurzu z analýzy – informace je možné získat přímo v ARES popř. upřesnit z jiných zdrojů (webové stránky jednotlivých firem apod.)
- 4) Vyřazení firem, které nemají průmyslový charakter (např. zdravotnická a sociální zařízení, výzkumné ústavy, obce a města atp.).
- 5) Vyřazení firem, které sice splňují počet zaměstnanců (tj. nad 250), ale jsou složeny z řady oddělených provozoven a nemají charakter velkého průmyslového celku.

Takto vybraný seznam subjektů je třeba považovat pouze za informativní a neúplný. Důvodem je struktura informací v ARES. U všech subjektů zapsaných v ARES je uvedena adresa sídla, ale lokalizace provozoven chybí. Takže např. firma ČEZ je v ARES vedena se sídlem v Praze a jednotlivé elektrárny, již lokalizovat nelze.

Terénní průzkum je tedy v případě odhadu škod velkých ekonomických subjektů nezbytný. Při něm mohou jím být také zjištěny podniky, které mají méně zaměstnanců, než bylo stanoveno limitní kritérium, ale svou rozlohou, majetkem i umístěním v záplavovém území mohou být potenciálními zdroji výrazných povodňových škod. Odhad potenciálních škod u velkých ekonomických subjektů je vhodní provést formou samostatné studie.

6.3.9 Škody na vybavenosti objektů (byty a občanská vybavenost)

Ke škodám na bytové vybavenosti a objektech občanské vybavenosti dochází až od určité úrovně zatopení užívaných podlaží, proto jsou do odhadu škod zahrnuty pouze objekty s minimální hloubkou zatopení (H_{min}) 0,5 m a vyšší (stanoveno detailním rozbořem v pilotních oblastech – [Horský, 2008][Drbal a kol., 2005]).

Výpočet ztrát se provede podle vztahu:

$$D_V = A \cdot ZV \quad [\text{Kč}] \quad (6.13)$$

A plocha zasažených bytových objektů a občanské vybavenosti s hloubkou zaplavení

$$H_{min} = 0,5 \text{ m a více } [\text{m}^2]$$

ZV ztrátová cena $[\text{Kč} \cdot \text{m}^{-2}]$

Do výpočtu se zahrnou veškeré objekty z vrstvy BudovaBlokBudov ze ZABAGEDU, které nespádají přiřazením do průmyslu. Vstupním parametrem je plocha polygonů budov, jejichž hloubka záplavy přesahuje 0,5m.

Výpočet ztrátové ceny na m^2 objektu vychází se statistik ČSÚ. Jediným dostupným podkladem je přehled o bytech v ČR a jejich vybavenost základními předměty dlouhodobého užívání za předchozí rok, který zveřejňuje ČSÚ v publikaci „Vydání a spotřeba domácností statistiky rodinných účtů, I. díl – domácnosti podle postavení a věku osoby v čele, podle velikosti obce, příjmová pásma“, tabulka 5.e „Vybrané údaje o bytě, vybavenost předměty dlouhodobého užívání“. Zde je uvedena vybavenost předměty dlouhodobého užívání v procentech (v kusech na 100 domácností). Ceny některých základních předmětů vybavení bytů lze také získat z tzv. „spotřebitelského koše“, který je zveřejňován ve Veřejné databázi ČSÚ (ČSÚ, 2008) jako ukazatel „Spotřebitelské ceny vybraných druhů zboží a služeb“ (kód 2954). V tabulce 6.12 se jedná o podbarvená pole. Jejich hodnoty jsou přebírány z ČSÚ.

Podle procenta zastoupení jednotlivých předmětů ve vybavení všech domácností je upravena jejich cena pro výsledný výpočet ztráty (tab. 6.12). Vybavení domácností uvedené ve „spotřebitelském koši“ představuje zhruba 15 % celkového vybavení bytu, proto je konečná suma přepočítána na 100%.

Odhad ztráty na vybavenosti bytových objektů podle ztrátové funkce se pohybuje v intervalu 25 – 50 % na průměrné celkové pořizovací hodnotě a u objektů občanské vybavenosti 20 - 30 %. V tomto rozpětí jsou zahrnuty neurčitosti způsobené nepřesnostmi v odhadech postiženého majetku, v rozsahu sociálních skupin obyvatel a v hydraulických podkladech včetně doby trvání povodně. Výsledná ztráta pro obě sloučené kategorie objektů vychází 23,8 % až 45,3 % za předpokladu poměrného zastoupení ploch bytových objektů 76,5 % a objektů občanské vybavenosti 23,5 % v intravilánech obcí (viz tabulka 6.13).

Výpočet ztrátové ceny vybavenosti je možné aktualizovat s roční periodou na základě uvedených odpovídajících ekonomických ukazatelů, zveřejňovaných každoročně Českým statistickým úřadem.

Tab. 6.12 Stanovení ztrátové ceny pro vybavenost objektů (podbarvené pole jsou z ČSÚ)

Položka	Cena	Zastoupení v domácnosti	Redukce ceny
	[Kč]	[%]	[Kč]
Kuchyňská linka	14 396	100,0	14 396
Sporák kombinovaný	8 528	100,0	8 528
Vysavač	2 901	100,0	2 901
Sedací souprava	23 348	100,0	23 348
Automatická pračka	10 295	93,4	9 616
Chladnička	7 470	106,4	7 948
Televizní přijímač	9 560	129,5	12 380
Celkem sledované položky [Kč]	(15% celku)		79 117
Koeficient zastoupení na celkovém vybavení [%]			15%
Celková hodnota vybavení bytové jednotky [Kč]	(100% celku)		527 445
Hodnota vybavení na m ² jednotky [Kč.m ⁻²] *) (Velikost jednotky s příslušenstvím je cca 110m ²)	(Celkem / 110)		4795
Procento poškození [%]	min		23,8
	max		45,3
Ztrátová cena dle procenta poškození ZV [Kč.m⁻²]	min		1 143
	max		2 173

*) pozn.: Při přepočtu ceny na m² se předpokládá průměrná celková plocha jednoho bytu 110 m² (zahrnuje velikost bytů, společných prostor částí domů, stěn a rozdílů rozměrové nepřesnosti dat ZABAGED). Tento údaj zohledňuje plochy bytových i rodinných domů včetně příslušenství, tak jak jsou součástí ploch dat ZABAGED.

Tab. 6.13 Poměr zastoupení objektů občanské vybavenosti a bytových objektů a jejich poškození [Horský]

Rozbor procenta poškození	Byty	Občanská vybavenost
Poměrné zastoupení objektů v intravilánu	76,5%	23,5%
Škoda minimální	25,0%	20,0%
Škoda maximální	50,0%	30,0%
Celkový podíl na škodě min	19,1%	4,7%
Celkový podíl na škodě max	38,3%	7,0%
Součet procenta škody minimální	23,8%	
Součet procenta škody maximální	45,3%	

6.3.10 Škody na sportovních plochách

Pro stanovení škody na sportovních plochách (venkovní hřiště pro různé druhy sportu) se vychází z průměrné pořizovací ceny jednotlivých typů povrchů členěných dle JKSO a z jejich možného poškození (tab. 6.14). Konkrétně jde o ceny dle tabulky 823.3.x - Plochy pro tělovýchovu nekryté. Tabulka uvádí ceny pro jednotlivé typy povrchů, pokud je možné je

rozlišit podle dostupných podkladů (ZABAGED, ortofoto, místní šetření, atd.). Ztrátové ceny ZH_i jsou stanoveny procentem poškození z *jednotkových cen*. Pokud není možné ceny rozlišit, použije se univerzální ztrátová cena ZH odvozená z dílčích cen váženým průměrem podle jejich procenta zastoupení uvedeným ve sloupci Zastoupení.

Tab. 6.14 Ceny sportovních povrchů na 1 m² pro rok 2007

Označení	Druh povrchu	Jednotková cena [Kč/m ²]	Zdroj (JKSO)	Poškození [%]		Zastoupení [%]	ZH_i [Kč/m ²]	
				min	max		min	max
ZH_1	tráva	453	823.3.1	20.0	30.0	50	91	136
ZH_2	kamenivo	901	823.3.2	40.0	60.0	5	360	541
ZH_3	beton	10 964	823.3.4	0.6	1.2	10	66	132
ZH_4	živičný	1 004	823.3.7	6.0	12.0	10	60	120
ZH_5	ostatní	993	823.3.9	40.0	60.0	25	397	596
ZH	celkem					100	175	269

Použitá vrstva ZABAGED:

- 1.27 – Účelová zástavba

Sportovní plochy (venkovní hřiště pro různé druhy sportu) lze vymežit následujícími hodnotami atributu KC_TYPZAST:

- HR – hřiště
- KO – koupaliště
- DO – dostihová závodiště

Výpočet ztrát podle vztahu:

$$D_H = A \cdot ZH \quad (6.14)$$

A plocha sportovních ploch [m²]

ZH ztrátová cena [Kč/m²]

6.4 Odhad rizika na základě potenciálních povodňových škod

Vyjádření povodňového rizika na základě potenciálních škod vychází z rozdělení pravděpodobnosti ročních kulminačních průtoků a z již uvedené definice rizika (viz kap. 2). Přitom se vychází z obecného vztahu (2.4) upraveného do tvaru (MZe ČR, 2004):

$$R = \int_{Q_n}^{Q_{ext}} D(Q) \cdot f(Q) \cdot dQ \quad (6.15)$$

R průměrné roční ekonomické povodňové riziko v [Kč/rok]

$D(Q)$ škoda [Kč] při průtoku Q [m^3/s],

$f(Q)$ hustota pravděpodobnosti ročních kulminačních průtoků,

Q_n průtok, od kterého začíná docházet ke škodám (neškodný průtok)

Q_{ext} extrémní průtok, při kterém je pravděpodobnost škod již blízká nule.

Přítom škoda $D(Q)$ představuje součet škod přes všechny kategorie objektů v daném území:

$$D(Q) = \sum_{j=1}^{PK} D_j(Q) \quad (6.16)$$

kde PK je počet kategorií objektů, resp. ploch na sledovaném území.

Škody $D(Q)$ vázané na průběh průtoku je vhodné vztáhnout k době opakování – $D(N)$. Pro další odvození lze přijmout předpoklad, že výše škod $D(N)$ je lineárně závislá na logaritmu doby opakování v intervalu mezi hodnotami A a B , pro které jsou známé škody (MZe ČR, 2004) – viz obr. 6.2:

$$D(N) = D_A + K(\ln N - \ln A) \quad (6.17)$$

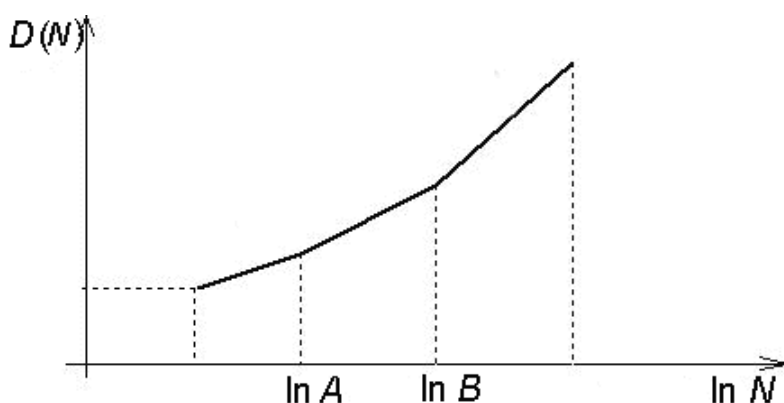
$D(N)$ škoda při průtoku s dobou opakování

N, A, B krajní hodnoty intervalu doby opakování.

K směrnice úsečky v intervalu mezi $\ln A$ a $\ln B$ na ose x (gradient škod)

Lze odvodit, že

$$K = (D_B - D_A) / (\ln B - \ln A). \quad (6.18)$$



Obr. 6.2 Schéma k odvození rizika

Vztah (6.15) pak lze po úpravách přepsat do tvaru:

$$R = \sum_{k=1}^{PI} \left[- \int_{\frac{1}{A}}^{\frac{1}{B}} \left(D_A + K \cdot \ln \frac{I}{p} + K \cdot \ln A \right) \cdot dp \right]_k, \quad (6.19)$$

PI počet intervalů dob opakování (A , B) ve smyslu obrázku 6.1,

$p = 1/N$ analogicky se vztahem (5.3).

Riziko pro interval (A , B) doby opakování přechází po integraci na tvar

$$R_k = -\frac{I}{B} \left[D_A + K \cdot (I + \ln B - \ln A) \right] + \frac{I}{A} \cdot (D_A + K) \quad (6.20)$$

Výsledné riziko pro celou škálu nebezpečí může být vyjádřeno jako součet rizik v dílčích intervalech dle stanovených povodňových škod [Kč/rok] dle (6.19):

$$R = \sum_{k=1}^{PI} R_k = \sum_{k=1}^{PI} \left[-\frac{I}{B} \left[D_A + K \cdot (I + \ln B - \ln A) \right] + \frac{I}{A} (D_A + K) \right] \quad (6.21)$$

Jednotlivé intervaly jsou omezeny průtoky, resp. jejich dobami opakování, které byly vybrány za scénáře nebezpečí. Pro ně byly vyčísleny škody s tím, že nižší doba opakování prvního intervalu odpovídá průtoku Q_n , při kterém začínají vznikat škody. Poslední interval je omezen vysokou dobou opakování např. $N = 1000$ (případně až $N = 10000$), kdy je již přírůstek rizika velmi malý a na celkové hodnotě rizika se přestává projevovat. Hodnoty škod nebývají obvykle vyjádřeny pro průtoky větší než Q_{100} , Q_{200} , apod.

6.5 Vyjádření ekonomických rizik, efektivnosti protipovodňových opatření a jejich zobrazení

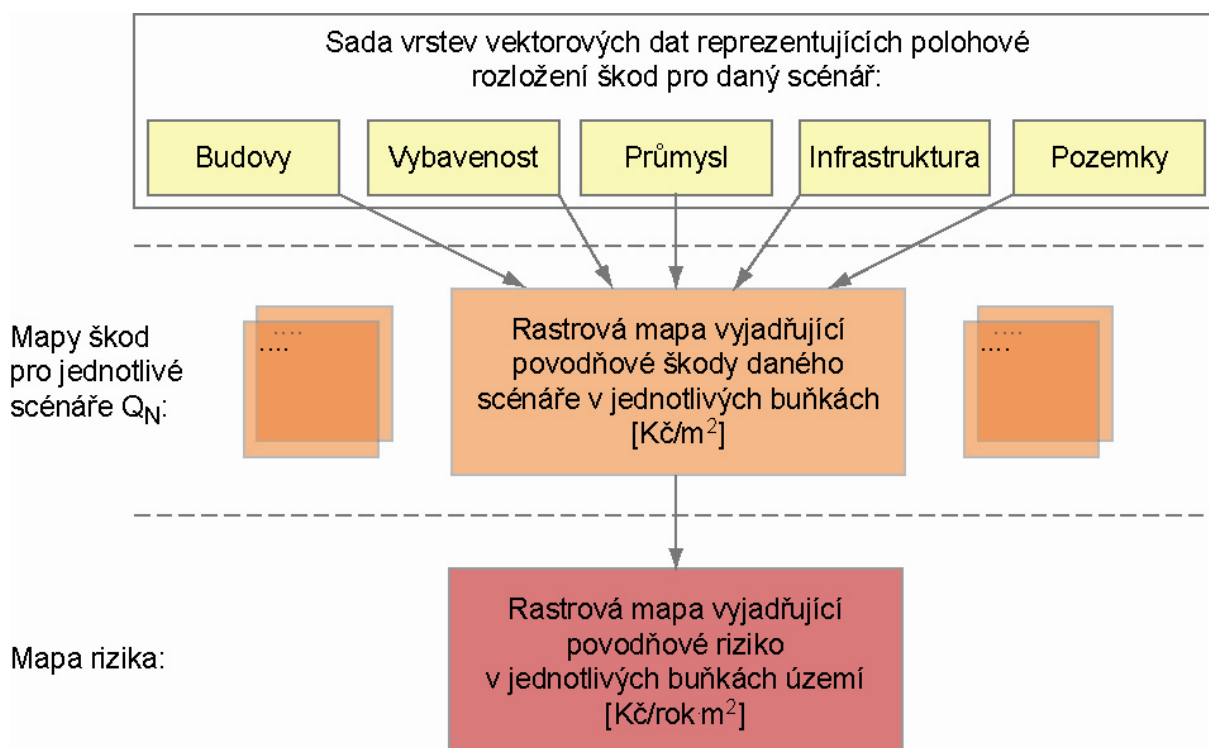
Nejvhodnějším způsobem zobrazování průměrného ročního ekonomického *povodňového rizika* (dále jen „ekonomické riziko“) se jeví použití rastrového formátu zobrazení, kde každá buňka zobrazuje celkové *ekonomické riziko* pro danou oblast. Velikost buňky by měla být volena vzhledem k velikosti zájmového území, respektive podrobnosti šetření, které je zpracováváno. Na obrázku 6.3 je znázorněn způsob vzniku mapy *ekonomického rizika* z vektorových datových reprezentantů jednotlivých kategorií *povodňových škod* pro jednotlivé *scénáře nebezpečí*. Meziproduktem při vytváření mapy *ekonomického rizika* jsou rastrové mapy *povodňových škod* pro jednotlivé *scénáře nebezpečí* (dále mapy škod).

Pro vytvoření mapy *ekonomického rizika* jsou nezbytné:

- mapy škod pro jednotlivé scénáře nebezpečí Q_5 , Q_{20} , Q_{100} , Q_{ext} ,
- *doba opakování*, při které ještě nevznikají žádné škody.

Celkové ekonomické riziko můžeme stanovit jak pro celé zájmové území, tak pro každou buňku rastrové mapy reprezentující určitou část území samostatně podle vztahu (6.19).

Své praktické využití, kromě výsledné mapy ekonomického rizika, mají i rastrové mapy škod. Ty je možné využít v případě potřeby rychlé analýzy velikosti a distribuce škod při různých povodňových situacích.



Obr. 6.3 Postup vzniku mapy ekonomického rizika na základě potenciálních škod

Vhodným porovnáním výsledných dat popisujících v analyzovaném území povodňové škody a rizika s daty shrnujícími náklady na příslušná protipovodňová opatření (případně i ve variantách) lze získat informace o efektivnosti protipovodňových opatření. Tyto informace by měly hrát významnou roli při rozhodování o nejvhodnějším protipovodňovém opatření (nejvhodnější variantě), případně by měly být vodítkem ke změnám návrhů směrem k vyšší efektivnosti (jiná technologie, změna úrovně ochrany atd.).

Hodnocení efektivnosti lze provést na základě následujících hodnotících parametrů (Čihák, Satrapa, Fošumpaur, 2005):

a) Doba návratnosti

$$DN = \frac{\text{Náklady}}{R_1 - R_2} \quad (6.22)$$

R_1 průměrné povodňové riziko za rok před realizací projektu

R_2 průměrné povodňové riziko za rok po realizaci projektu

b) Poměrná efektivnost

$$EP = \frac{Ra_1 - Ra_2}{Náklady} \quad (6.23)$$

Ra_1 kapitalizované povodňové riziko před realizací projektu

Ra_2 kapitalizované povodňové riziko po realizaci projektu.

V čitateli je tak uvedeno snížení povodňového rizika vlivem realizace opatření a ve jmenovateli je rozsah investice (náklady) na dané opatření.

Parametr EP vyjadřuje finanční efektivnost danou snížením současného rizika na jednotku investice. Čím je hodnota tohoto parametru vyšší, tím je větší zhodnocení investic do protipovodňových opatření. Při hodnotě $EP = 1$ odpovídá jedna peněžní jednotka investice do protipovodňové ochrany jedné peněžní jednotce ušetřené v dlouhodobém pohledu na povodňových škodách. Protipovodňová opatření s hodnotou EP větší než 1 lze považovat za efektivní. U projektů s hodnotou EP menší než 1 je efektivita problematická, neboť investovaná finanční jednotka uspoří na škodách méně než jednu finanční jednotku.

c) Absolutní efektivnost

Hodnocení dlouhodobého přínosu protipovodňových opatření v absolutních hodnotách nákladů a užitků.

$$EA = Ra_1 - (Náklady + Ra_2) \quad (6.24)$$

Ra_1 kapitalizované povodňové riziko před realizací projektu

Ra_2 kapitalizované povodňové riziko po realizaci projektu.

Současná hodnota rizika (kapitalizované riziko) je dána podle vztahu pro výpočet věčné renty:

$$Ra = \frac{R}{DS} \quad (6.25)$$

Ra současná hodnota rizika [Kč],

R průměrné povodňové riziko na rok [Kč/rok],

DS roční diskontní sazba v desetinném tvaru

Parametr EA vyjadřuje absolutní finanční efektivnost opatření z dlouhodobého hlediska. Čím je hodnota tohoto parametru vyšší, tím je větší zhodnocení investic do protipovodňových opatření.

7. Závěr

Základní cíle metodiky stanovení povodňových rizik a potenciálu povodňových škod v záplavových územích České republiky jsou těsně spjaty s celospolečenskými požadavky, vyvolanými nezbytností zmírnit dosavadní nepříznivé účinky povodní. V případě zjišťování povodňových rizik a škod v záplavových oblastech jde jednak o požadavek důkladně i systémově analyzovat a zhodnotit vlastní povodňové vlivy – především pomocí kvalitních informačních systémů zaměřených na srážko-odtokové, průtokové, objemové, statistické, pravděpodobnostní veličiny atp., jednak o kvalifikovaná poznání v oblastech fyzikálních, hodnotových, ekonomických, sociálních a environmentálních charakteristik. Klíčovými prvky analýz a hodnocení povodňových rizik jsou samozřejmě reálně i potenciálně ohrožované subjekty, stavby, funkční plochy a zařízení v údolních nivách.

Metodika stanovování povodňových rizik a škod v záplavovém území vychází zejména z vymezené úrovně povodňového nebezpečí, 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. Prezentace aplikací těchto postupů v rámci několika mezinárodních projektů, prokázaly úplnou srovnatelnost s přístupy a metodami využívanými pro hodnocení povodňových rizik v jiných státech EU.

Přístupy patřící do skupiny metod semikvantitativní analýzy byly také aplikovány v ohrožených oblastech povodí Svratky, Jihlavy, Dyje, Lužnice.

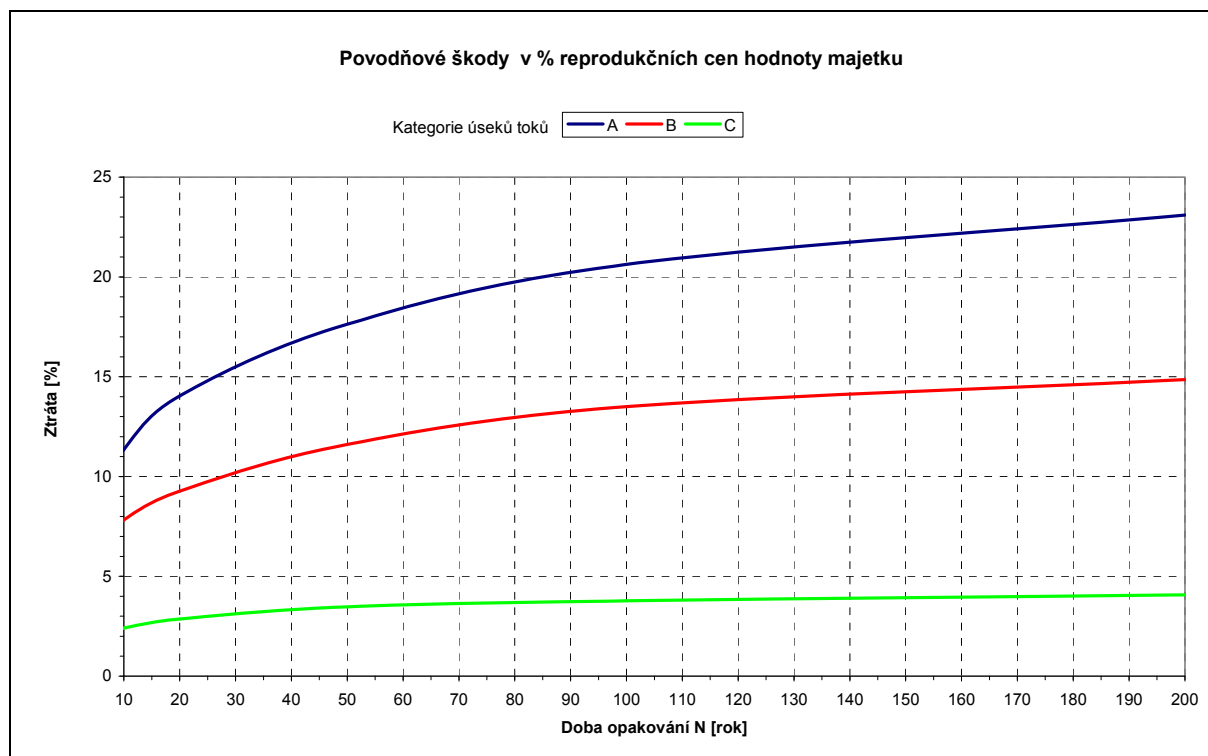
Postupy uplatněné v metodice jsou zaměřeny především na klíčové povodňové faktory: *povodňové nebezpečí*, jehož důsledkem jsou povodňové rozlivy, *zranitelnost území*, která se projevuje náchylností objektů nebo zařízení ke škodám v důsledku malé odolnosti vůči extrémnímu zatížení povodně a v důsledku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

8. Literatura

- BEFFA, C. (2000): A Statistical Approach for Spatial Analysis of Flood Prone Areas. International Symposium on Flood Defence, D-Kassel, September 2000.
- BRŮŽA, M. (2006): Metodika výpočtu potenciálních povodňových škod, disertační práce, ČVUT v Praze, Praha.
- ČESKÉ STAVEBNÍ STANDARDY (2008): Cenové ukazatele ve stavebnictví (<http://www.stavebnistandardy.cz/>)
- ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD (2007): Registr sčítacích obvodů a budov metodická dokumentace I. Pardubice. 96 s.
- ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD (2008): Veřejná databáze ČSÚ (<http://vdb.czso.cz/vdb/index.jsp>)
- ČESKÝ ÚŘAD ZEMĚMĚŘICKÝ A KATASTRÁLNÍ (2007): Popis dat Základní báze geografických dat (ZABAGED[®]), Praha (<http://www.cuzk.cz/>), 17 s.
- ČIHÁK, F., SATRAPA, L., FOŠUMPAR, P. (2005): Metoda pro posuzování akcí zařazených do II. etapy programu „Prevence před povodněmi“.
- DRBAL, K. a kol. (2003): 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, 170 s.
- DRBAL, K. a kol. (2005): 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, 144 s., 43 s. příl.
- HORSKÝ, M. (2008): Metody hodnocení potenciálních povodňových škod a jejich aplikace pomocí prostředků GIS. Disertační práce, ČVUT v Praze, Fakulta stavební, Praha (před obhajobou)
- KOS, Z. (2004): Rozbor přístupů k určování potenciálních povodňových škod ve velkých průmyslových závodech, In: Návrh metodiky stanovování povodňových rizik a škod v záplavovém území a její ověření v povodí Labe VaV/650/5/02, VÚV TGM, Brno
- MZe ČR (2004): Posílení rizikové analýzy a stanovení aktivních zón v českém vodním hospodářství, Nizozemský program “PARTNERS FOR WATER” a Ministerstvo zemědělství ČR; (http://www.mze.cz/attachments/posileni_rizikove_analyzy.pdf), ARCADIS, 108 s.
- ŘÍHA, J. a kol. (2005): Riziková analýza záplavových území. Práce a studie Ústavu vodních staveb FAST VUT Brno, Sešit 7, CERM, 286 s., ISBN 80–7204-404–4.
- ŘÍHA, J. a kol. (2006): Vyhodnocení jarní povodně 2006 na území ČR – Riziková analýza (Svratka, Svitava). VUT Brno, FAST, Ústav vodních staveb, 38 s.
- SATRAPA, L. (1999): Povodňové škody – stanovení potenciálních škod způsobených povodněmi. ČVTVHS, Praha, ISBN 80-02-01274-7, 132 s.
- TICHÝ, M. (1994): Rizikové inženýrství. 1–Riziko a jeho odhad. Stavební obzor 9/94, s. 261–262
- VÝZKUMNÝ ÚSTAV GEODETICKÝ, TOPOGRAFICKÝ A KARTOGRAFICKÝ (2008): Terminologický slovník zeměměřičtví a katastru nemovitostí. (<http://www.vugtk.cz/slovník/index.php>)
- VÝZKUMNÝ ÚSTAV ZEMĚDĚLSKÉ EKONOMIKY (2007): Nákladovosti zemědělských výrobků, roční statistika nákladovosti a výnosnosti. (http://www.vuze.cz/cz/data/cost/naklady_2006.pdf)

Přílohy

Příloha P1 – Grafické a tabelární vyjádření ztrátových funkcí pro vyjádření škod na vodohospodářské infrastruktuře v závislosti na míře povodňového nebezpečí (Q_N)



Ztrátová funkce Kategorie toků	Ztráta [%] v závislosti na míře povodňového nebezpečí (Q_N)				
	Q_{10}	Q_{20}	Q_{50}	Q_{100}	Q_{200}
A – úseky toků s Q_a do $10,0 \text{ m}^3/\text{s}$	11,35	14,04	17,63	20,62	23,10
B – úseky toků s Q_a $10,1 - 25,0 \text{ m}^3/\text{s}$	7,82	9,27	11,60	13,51	14,86
C – úseky toků s Q_a nad $25,0 \text{ m}^3/\text{s}$	2,41	2,86	3,47	3,78	4,07

Příloha P2 – Cenové indexy ČSÚ (I) a koeficienty přepočtu hodnoty vodohospodářského majetku (K) pro typy staveb 0, 1, 2 (viz tab. 6.9) – k roku 2007

ROK	I_{S0}	K_{S0}	$I_{SI,2}$	$K_{SI,2}$
1960	1,003	9,718	1,003	8,964
1961	1,003	9,692	1,003	8,940
1962	0,978	9,912	0,978	9,143
1963	1,000	9,912	1,000	9,143
1964	0,962	10,303	0,962	9,504
1965	0,992	10,384	0,992	9,579
1966	0,986	10,536	0,986	9,719
1967	1,560	6,754	1,560	6,230
1968	1,020	6,620	1,020	6,107
1969	1,071	6,181	1,071	5,701
1970	1,020	6,057	1,020	5,587
1971	0,986	6,143	0,986	5,666
1972	0,996	6,168	0,996	5,689
1973	0,994	6,205	0,994	5,724
1974	1,002	6,192	1,002	5,712
1975	1,001	6,186	1,001	5,706
1976	0,995	6,217	0,995	5,735
1977	0,987	6,299	0,987	5,811
1978	1,000	6,299	1,000	5,811
1979	1,000	6,299	1,000	5,811
1980	1,000	6,299	1,000	5,811
1981	1,000	6,299	1,000	5,811
1982	1,089	5,784	1,089	5,336
1983	1,000	5,784	1,000	5,336
1984	1,134	5,101	1,134	4,705
1985	1,000	5,101	1,000	4,705
1986	1,000	5,101	1,000	4,705
1987	1,000	5,101	1,000	4,705
1988	1,000	5,101	1,000	4,705
1989	0,978	5,216	0,978	4,811
1990	1,064	4,902	1,064	4,522
1991	1,526	3,212	1,321	3,423
1992	1,120	2,868	1,122	3,051
1993	1,230	2,332	1,178	2,590
1994	1,140	2,045	1,274	2,033
1995	1,106	1,849	1,117	1,820
1996	1,115	1,659	1,103	1,650
1997	1,114	1,489	1,118	1,476
1998	1,095	1,360	1,087	1,358
1999	1,049	1,296	1,055	1,287
2000	1,043	1,243	1,041	1,236
2001	1,037	1,198	1,049	1,178
2002	1,022	1,173	1,032	1,142
2003	1,020	1,150	1,027	1,112
2004	1,039	1,107	1,027	1,083
2005	1,029	1,075	1,026	1,056
2006	1,030	1,044	1,025	1,031
2007	1,044	1,000	1,031	1,000

PŘEHLED TERMÍNŮ SOUVISEJÍCÍCH S PROBLEMATIKOU POVODŇOVÝCH RIZIK A ŠKOD

Administrativní registr ekonomických subjektů (ARES) je informační systém provozovaný Ministerstvem financí. Registr umožňuje vyhledávání ekonomických subjektů registrovaných v České republice. Více na <http://www.info.mfcr.cz/ares/ares.html>.

DMÚ je digitální model území. Jedná se o vektorovou databázi topografických informací o území, která svou přesností a obsahovou náplní koresponduje s vojenskými topografickými mapami měřítka 1:25 000 označovanými TM25. Databáze obsahuje topografické rozdělení do 7 tématických vrstev – vodstvo, sídla, komunikace, vedení sítí, hranice a ohrady, rostlinný a půdní kryt a terénní reliéf. Správcem je Vojenský topografický ústav (VTOPIÚ) se sídlem v Dobrušce.

Digitální model terénu je digitální reprezentace reliéfu zemského povrchu v paměti počítače, složená z dat a interpolačního algoritmu, který umožňuje mj. odvozovat výšky mezilehlých bodů (VÚGTK, 2008).

Dlouhodobý hmotný majetek je majetek, který není určen pro jednorázovou spotřebu, ale jehož doba držení a užívání přesahuje alespoň 1 rok.

Doba opakování udává průměrný počet let, ve kterých je určitý jev dosažen nebo překročen.

Expozice (exposure) je doba, po kterou jsou příroda a krajina (zejména pak lidé a jejich majetek) vystaveny nepříznivého jevu. Ztráty na lidských životech, škody na majetku, na přírodě a krajině jsou závislé na době expozice.

Funkční využití ploch vyplývá ze zákona č.50/1976 Sb., z prováděcí vyhlášky 35/2001 Sb. a ze zásad územního plánování. Je vyjádřeno jako:

- bydlení,
- infrastruktura občanská,
- infrastruktura dopravní,
- infrastruktura technická,
- výroba průmyslová,
- výroba zemědělská,
- výroba skladová,
- rekreace krátkodobá,
- rekreace dlouhodobá,
- veřejná zeleň.

Georeferencování představuje umístění dat do geografického prostoru. Původně počítačovému obrázku je dán charakter mapy, kde je možné v každém jejím bodě určit geografické souřadnice a měřit vzdálenosti.

Hodnocení rizika (risk assessment) je souhrnný proces, v němž se na jedné straně provádí riziková analýza vedoucí k odhadu rizika, na druhé straně se provádí hodnocení dopadů rizika a rozhoduje se, zda je existující riziko přijatelné a zda jsou současná opatření snižující riziko adekvátní. Pokud opatření nejsou na požadované úrovni, hodnotí se, zda jsou nezbytná další opatření snižující riziko. Hodnocení rizika sestává z identifikace nebezpečí, hodnocení expozice a následného odhadu rizika.

Hodnota majetku je způsobilé ocenění majetku penězi jako všeobecným ekvivalentem.

Charakteristiky průběhu povodně (flood process characteristics) jsou veličiny sloužící k hodnocení potenciálního povodňového nebezpečí a zranitelnosti území. Jsou to:

- parametry povodně (N-letost a hydrogram povodně);
- hloubka vody v záplavovém území;
- rychlosti proudění vody v záplavovém území;
- doba zaplavení;
- teplota vody;
- koncentrace nebezpečných látek obsažených ve vodě;

- územní rozsah povodně (jako plošná veličina charakterizovaná např. pro konkrétní obec, okres, část povodí, ve vztahu k soutoku s významným přítokem, k profilu nad městem atp.).

Intenzita povodně (flood intensity) je veličina vyjadřující stupeň ničivosti povodně. Je funkcí charakteristik průběhu povodně, v praxi jde obvykle o těsný vztah k místním hloubkám a rychlosti vody.

Inundační území (inundation area, floodplain) nebo též záplavové území je plochá část údolní nivy, přilehlá k vodnímu toku, která je zaplavována při průtocích přesahujících kapacitu koryta vodního toku; používají se také termíny inundační oblast, inundační pásmo, záplavová oblast, záplavové pásmo. Viz též údolní niva.

Jednotková cena (unit price uniform) je ve vztahu k metodám hodnocení potenciálních povodňových škod a rizik vyjádření pořizovací reprodukční ceny majetku vztažené zpravidla na měrnou jednotku délky, plochy nebo objemu. Jednotlivé jednotkové ceny jsou přebírány ze standardních veřejně publikovaných ceníků a statistik ČSÚ a zejména z ceníků dle JKSO.

JKSO (Jednotná klasifikace stavebních objektů) jedná se o klasifikaci stavebních objektů podle účelu jejich využití a jejich konstrukčně-materiálové charakteristiky, pro které jsou pravidelně statisticky určovány pořizovací jednotkové ceny.

Kulminační průtok je nejvyšší vodní stav, největší průtok při povodních

Maximální přijatelné riziko je hodnota rizika stanovená pro jednotlivé kategorie funkčního využití ploch, která je pro tyto plochy akceptovatelná.

Míra inflace vyjádřená přírůstkem průměrného ročního indexu spotřebitelských cen představuje procentní změnu průměrné cenové hladiny za 12 posledních měsíců proti průměru 12-ti předchozích měsíců.

N-letost - podle platné názvoslovné normy vyjadřují N-leté hodnoty průměrnou dobu opakování nějakého hydrologického jevu. V případě povodní jde o posouzení extrémnosti kulminačního průtoku. Hodnoty se zjišťují analýzou dlouhodobých časových řad pozorování. Např. 100-letá povodeň je taková povodeň, jejíž kulminační průtok je v dlouhodobém průměru dosažen nebo překročen jedenkrát za 100 let. Jde o statistickou charakteristiku, nikoli predikční. Tudiž neplatí, že v případě výskytu 100-leté povodně se další povodeň této velikosti či vyšší vyskytne až za 100 let.

Nebezpečí (hazard) je stav s potenciálem způsobit nežádoucí následky. Týká se jak vnějších podmínek, jako jsou např. povodně, zemětřesení, sesuv svahu, tak i nežádoucích situací uvnitř systému, jako je nevhodná manipulace, návrh nebo zhotovení díla. Nebezpečí lze definovat také jako „hrozbu“ události (jevu), která vyvolá ztráty na lidských životech, majetku nebo naruší, resp. zcela zničí infrastrukturu, energetické, dopravní, informační, výrobní systémy, apod. Povodňové nebezpečí je stav, jehož důsledkem jsou povodňové rozlivy i další dynamické změny podmínek v inundačních územích.

Nehmotné škody – viz potenciální povodňové škody.

Nepřímé materiální škody – viz potenciální povodňové škody.

Neškodný průtok je největší průtok, který ještě nezpůsobí nepřijatelné škody v daném úseku toku, tj. voda nevybřežuje z koryta, případně vybřežuje jen na místech, kde nepůsobí významné škody. Viz vybřežení.

Nivní půdy - skupina půd vyvíjejících se na dočasně zaplavovaných stanovištích v blízkosti vodních toků. Podle chemismu se rozdělují na karbonátové a silikátové. Obsahují zpravidla větší množství kvalitního humusu.

Obestavěný prostor je prostorové vymezení stavebního objektu ohraničeného vnějšími vymezeními plochami.

Odhad škody (loss estimation) pro výpočet rizika je předpověď dopadu, resp. účinku hypotetické pohromy. V závislosti na účelu, pro který se provádí, může odhad škody zahrnovat odhady počtu smrtelných úrazů, zranění, ztráty, resp. škody na majetku, přerušení výroby, obchodní činnosti a analýzu krátkodobých a dlouhodobých ekonomických a zdravotních dopadů. Odhad škody může být deterministický nebo statistický. Deterministický odhad se provádí pro jeden vybraný scénář nebezpečí (např. povodeň), bez ohledu na frekvenci jeho výskytu. V pravděpodobnostní analýze se počítá s náhodným charakterem daných dějů, tj. s pravděpodobností vzniku a průběhu dané události a následně i škody. Tento přístup vyžaduje při numerické realizaci simulaci a analýzu

velkého počtu deterministicky modelovaných událostí s určenou pravděpodobností jejich výskytu (např. metodou Monte Carlo), vytvoření výběrového souboru požadovaných dat a jejich statistické zpracování.

Ohrožení $R_i(x,y)$ při i -tém povodňovém scénáři je v daném místě (se souřadnicemi x, y) záplavového území vyjádřeno jako funkce hodnoty pravděpodobnosti P_i výskytu daného i -tého povodňového scénáře (s danou N -letostí kulminačního průtoku) a intenzity povodně $IP_i(x,y)$ (Beffa, 2000).

Ochrana před negativními účinky povodní je soubor opatření, sloužících předcházení nebo snížení nežádoucích důsledků povodně. Ochrana před povodněmi podle vodního zákona č. 254/2001 Sb. jsou opatření k předcházení a zamezení škod při povodních na životech a majetku občanů, společnosti a na životním prostředí prováděná především systematickou prevencí, zvyšováním retenční schopnosti povodí a ovlivňováním průběhu povodní. Běžně se používá právě zkrácený termín ochrana před povodněmi.

Podélný profil průsečnice svíslé roviny s předmětem (objektem, konstrukcí, terénem) vedené předmětem v podélném směru (při potrubních trasách a komunikacích jejich osou apod.) (VÚGTK, 2008).

Pořizovací cena je cena, za kterou byl majetek pořízen a náklady s jeho pořízením související (Zákon č. 563/1991 Sb., o účetnictví).

Poškození – viz škoda

Potenciální povodňové nebezpečí (potential flood hazard) je veličina vyjádřitelná hodnotami charakteristik průběhu povodně.

Potenciální povodňové škody (potential flood damage / losses) jsou představovány škodami, které mohou být v blízké nebo vzdálenější budoucnosti způsobeny v inundačních územích. Tyto škody mohou být materiálního (hmotného) nebo nemateriálního charakteru. V případě materiálních škod (tangible damage / losses) jde o přímé škody (direct damage / losses) nebo nepřímé škody (indirect damage / losses). Nemateriální škody (intangible damage / losses) bývají v praxi identifikovány s tzv. ztrátami.

Povodeň (flood) je fáze hydrologického režimu vodního toku, která se vyznačuje náhlým, obvykle krátkodobým zvýšením průtoků a vodních stavů. Povodněmi se v intencích vodního zákona č. 254/2001 Sb. rozumí přechodné výrazné zvýšení hladiny vodních toků nebo jiných povrchových vod, při kterém voda již zaplavuje území mimo koryto vodního toku a může způsobit škody.

Povodňová vlna je průtoková vlna s charakterem povodně.

Povodňové nebezpečí (flood hazard) – viz nebezpečí, povodeň, povodňové ohrožení.

Povodňové ohrožení je vyjádřeno jako kombinace pravděpodobnosti výskytu nežádoucího jevu (povodně) a nebezpečí. Jedná se tedy o spřažení nebezpečí a expozice. Zásadní rozdíl mezi povodňovým ohrožením a povodňovým rizikem spočívá v tom, že ohrožení není vázáno na konkrétní objekty v záplavovém území (ZÚ) s definovanou zranitelností. Ohrožení je možné vyjádřit plošně pro celé ZÚ bez ohledu na to, co se v něm nachází. V okamžiku, kdy ohrožení vztáhneme ke konkrétnímu objektu v ZÚ s definovanou zranitelností, začíná představovat povodňové riziko.

Povodňové riziko (flood risk) je vyjádřeno nejčastěji mírou pravděpodobnosti výskytu nežádoucího hydrologického jevu, nežádoucí povodně. Vzniká v důsledku spřažení povodňového nebezpečí, zranitelnosti a expozice. Viz též riziko.

Povodňové škody (flood damages, flood losses) představují 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 nemateriálními a nepřímými. Viz též škoda, poškození, ztráta.

Příčný profil je průsečnice svíslé roviny s předmětem (objektem, konstrukcí, terénem) vedené napříč předmětem (VÚGTK, 2008).

Přijatelné riziko (acceptable risk) je míra rizika, kterou je připraven přijmout každý (jednotlivec, společnost), kdo může být ohrožen (např. povodní).

Přímé materiální škody – viz potenciální povodňové škody.

Rastr je datová struktura založená na buňkách uspořádaných do řádek a sloupců, kde hodnota každé buňky reprezentuje hodnotu jevu (VÚGTK, 2008).

Registr sčítacích obvodů (RSO) představuje jednotný databázový a geografický model administrativní, technické, sídelní a statistické struktury státu jako jsou kraje, okresy, obce, části obce, katastrální

území, základní sídelní jednotky, sčítací obvody, budovy, ulice a ostatní veřejná prostranství, odvozené jednotky správních obvodů obcí s pověřeným obecním úřadem, správních obvodů obcí s rozšířenou pravomocí, aj. Jednotlivé geografické produkty (výstupy) jsou odvozeny od nejpodrobnější úrovně, tj. od sčítacích obvodů a budov.

Reprodukční cena (replacement price) je cena, za kterou by bylo možno stejnou nebo porovnatelnou věc poříditi v době ocenění, bez odpočtu opotřebení.

Reziduální ohrožení

Riziko (risk) je vyjádřeno mírou pravděpodobnosti výskytu nežádoucího jevu a nepříznivých dopadů na životy, zdraví, majetek nebo životní prostředí. Obecně je riziko konvolucí (spřažením) nebezpečí, zranitelnosti a expozice, tj. doby, po kterou nebezpečí působilo. Riziko je tím větší, čím větší je nebezpečí, čím delší je doba expozice, tj. čím delší je doba po kterou je objekt vystaven nebezpečí a čím větší je jeho zranitelnost.

Rozliv, hranice rozlivu vymezují oblast zaplavenou při povodni se stanovenou dobou opakování.

Scénář nebezpečí (hazard scenario) vystihuje skutečnosti, z nichž se vychází při hodnocení rizika [Tichý 1994]. Shrnuje znalost o nebezpečí, jež hrozí, dále pak, jakým způsobem se může jeho realizace projevit. Scénáře nebezpečí schématicky nebo modelově ilustrují potenciální události mající za následek škody. Každý scénář je následně třeba samostatně posoudit a analyzovat. Důležité je si uvědomit, že se každý scénář nebezpečí nutně mění v čase: mění se průtok vody v toku, vodní díla a jejich vybavení stárnou, postupně jsou budována protipovodňová opatření, některá mohou dosloužit nebo být rekonstruována, apod.

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 kupř. pomocí barevné škály nebo číselné stupnice. K nejdůležitějším metodám patří metoda maximálního přijatelného rizika nebo metoda druhů poruch, jejich následků a kritičnosti (FMECA).

Sídelní útvar je každá jednotka s bydlením bez ohledu na její velikost, tvořící uzavřený celek, který je od jiných jednotek prostorově oddělen. Typy sídel: městské (městečko, městys, město), venkovské (samota, osada, vesnice)

Spolehlivost (reliability) je vlastnost objektu (systému) plnit předepsanou funkci, pro kterou byl realizován, a to po stanovenou dobu jeho životnosti, při předepsaných provozních podmínkách a ukazatelích. Obvykle je kvantifikátor spolehlivosti vyjádřen pravděpodobností, že nedojde u objektu (systému) ke vzniku nežádoucí události, tj. že nedojde k jeho poruše. Je-li kvantifikátorem spolehlivosti pravděpodobnost, že nedojde ke vzniku nežádoucí události, např. k provozní nebo dokonce ke katastrofické poruše, pak opakem spolehlivosti je nespolehlivost (unreliability). Kvantifikátor rizika může být například vyjádřen součinem kvantifikátoru nespolehlivosti (tj. pravděpodobnosti, že dojde k daným následkům, např. určitému typu poruchy) násobeným výší škody vzniklé v důsledku nežádoucí události, např. katastrofické poruchy.

Škoda (loss) je vyjádřením rozsahu poškození nebo zničení, smrtelného úrazu, zranění, ztráty majetku, obchodní ztráty, atd. Je často zaměňována za poškození, k němuž je v přímé relaci, i když ne ve všech případech a jednoznačně. Malý rozsah poškození může, např. u historických budov, vést k velké škodě. Škoda může být přímá, vedlejší (souběžná) a nepřímá. Nepřímé škody jsou dlouhodobějšího charakteru a regionálního významu a jsou důsledkem působení přímých a souběžných škod, např. oslabují ekonomiku a trh. Škody vznikají důsledkem živelní události nebo negativní lidské činnosti.

Škodní křivka (loss curve) je funkční závislost výše škody na charakteristikách průběhu povodně. Z každého bodu na křivce lze pro určitou hodnotu charakteristiky průběhu povodně odečíst výši škody.

Údolní niva (floodplain) představuje území většinou s plochým povrchem v údolích a úvalech podél vodních toků modelované jejich záplavovou neboli inundační vodou. Tato území jsou často pokryta lužními lesy nebo loukami, někdy také souvisejí s výskytem mokřadů, tůní, ramen atp. Viz také záplavové území, inundační území.

Územní celek prvek územní identifikace, uměle vymezený zpravidla svou hranicí, zejména územní celky správní, urbanistické a technické struktury území (VÚGTK, 2008).

Územně plánovací dokumentace (ÚPD) je tvořena třemi dokumenty: Zásady územního rozvoje, Územní plán, Regulační plán (zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu – stavební zákon).

Územní plán stanoví základní koncepci rozvoje území obce, ochrany jeho hodnot, jeho plošného a prostorového uspořádání (urbanistická koncepce), uspořádání krajiny a koncepci veřejné infrastruktury; vymezí zastavěné území, plochy a koridory a stanoví podmínky pro jejich využití. Zpřesňuje a rozvíjí cíle a úkoly územního plánování v souladu se zásadami územního rozvoje kraje a s politikou územního rozvoje. Pořizuje se a vydává pro celé území obce, pro celé území hlavního města Prahy, popřípadě pro celé území vojenského újezdu. Vydává se formou opatření obecní povahy podle správního řádu. Je závazný pro pořízení a vydání regulačního plánu zastupitelstvem obce, pro rozhodování v území, zejména pro vydávání územních rozhodnutí (VÚGTK, 2008).

Vektor je základní stavební prvek vektorové grafiky; čára definovaná v kartézském souřadnicovém systému svým počátečním a koncovým bodem (VÚGTK, 2008).

Vektorizace odvozování vektorových dat z analogových nebo rastrových dat

Vybřežení nebo přelití břehů neboli vylití z břehů představuje jev, vyskytující se zejména během povodňové události, kdy začíná voda z toku stékat přes březní hranu do okolní údolní nivy.

Základní báze geografických dat (ZABAGED®) je digitální geografický model území České republiky, který svou přesností a podrobností zobrazení geografické reality odpovídá přesnosti a podrobnosti Základní mapy České republiky v měřítku 1:10 000 (ZM 10). Obsah ZABAGED tvoří 106 typů geografických objektů zobrazených v databázi vektorovým polohopisem a příslušnými popisnými a kvalitativními atributy. ZABAGED® obsahuje informace o sídlech, komunikacích, rozvodných sítích a produktovodech, vodstvu, územních jednotkách a chráněných územích, vegetaci a povrchu a prvcích terénního reliéfu. Součástí ZABAGED jsou i vybrané údaje o geodetických, výškových a tíhových bodech na území České republiky a výškopis reprezentovaný prostorovým 3D souborem vrstevnic. Periodická aktualizace a doplňování ZABAGED budou realizovány ve tříletých cyklech s využitím vždy nově zpracovaných leteckých měřických snímků a barevných ortofot, která budou každoročně vytvářena pro jednu třetinu území České republiky.

Záplavová čára neboli čára rozlivu je průsečnicí hladiny vody s terénem při zaplavení území (obvykle za povodně).

Záplavové území (floodplain, inundated area) nebo také inundační území je plochá část údolní nivy, přilehlá k vodnímu toku, která je zaplavována při průtocích přesahujících kapacitu koryta vodního toku – obvykle jde o povodňové průtoky. Z hlediska orgánů státní správa jsou záplavová území administrativně vymezena jako území, která mohou být při výskytu přirozené povodně zaplavena vodou. Někdy se také používají věcně správné termíny inundační oblast, inundační pásmo, záplavová oblast, záplavové pásmo, tato území bývají naopak nesprávně označována za „zátopová území“. Viz též údolní niva.

Zranitelnost (vulnerability) je vlastnost objektu, tj. např. konstrukce, nebo zařízení, která se projevuje náchylností ke škodám jako důsledku malé odolnosti vůči působení extrémního zatížení a expozici. Ve své podstatě je jí možno charakterizovat mírou poškození způsobených daným zatížením mechanického nebo chemického původu. Např. zděné budovy jsou v seismických oblastech při zemětřesení zranitelnější než budovy z armovaného betonu a jsou proto obvykle vážněji a rozsáhleji poškozeny. Stanovení zranitelnosti objektů patří k velmi složitým a náročným úkolům, a to jak z hlediska rozsahu a složitosti problému, tak i z hlediska nutnosti vytvoření databáze potřebných údajů (např. vytvoření soupisu objektů s jejich typologií, konstrukcí, materiálem, stářím, charakterem přenosu statického a dynamického zatížení, vlastnostmi podloží, hydrogeologií, apod.).

Zranitelnost území je vlastnost území, která se projevuje náchylností objektů nebo zařízení ke škodám v důsledku malé odolnosti vůči extrémnímu zatížení povodní a v důsledku tzv. expozice.

Ztráta (loss) – termín širšího významu, vztahující se k celé řadě okolností a případů, samozřejmě také k problémovému okruhu stanovování povodňových rizik i potenciálu povodňových škod. Ztráty se mohou týkat úmrtí následkem mimořádné události (pak jde o ztráty na životech), značného nebo

až úplného poškození či zničení majetku a jmění (jde o ztrátu majetku nebo o ztrátu cenných či nenahraditelných hodnot), značného poškození až úplného zničení domu, v němž dosud lidé bydleli, i jeho vnitřního vybavení (jedná se o ztrátu domova), újmy na zdraví i jejich důsledků (ztráty související se zdravotními následky či postiženími vyvolanými povodňovou událostí). Lidé mohou také přijít o práci (ztráta pracovní příležitosti), o část výdělku (ztráty v příjmech), podnikatelé často přijdou o zakázky nebo o zisky (ztráty v podnikání). Ztráty jsou často chápány jako nehmotné škody, škody či ztráty nehmotného, nemateriálního charakteru.

Ztrátová cena je finanční ztráta na měrné jednotce určitého druhu majetku zjištěná z pořizovací jednotkové ceny procentem poškození, takzvanou ztrátovou funkcí.

Ztrátové funkce též také ztrátové křivky reprezentují vyjádření závislosti míry poškození jednotlivých druhů majetku v procentech z jednotkových cen majetku na jednotlivých parametrech povodně jako je zejména hloubka záplavy, a dále např. rychlost proudění, doba trvání, roční období výskytu povodně atd.

Zvláštní povodeň je způsobená umělými vlivy. Jedním z důvodů může být i havárie vodního díla. Rozeznávají se tři základní typy zvláštní povodně podle charakteru situace, která může nastat při stavbě nebo provozu vodního díla:

- narušení vzdouvacího tělesa (hráze) vodního díla;
- porucha hradicí konstrukce bezpečnostních a výpustných zařízení vodního díla (při neřízeném odtoku vody z nádrže);
- nouzové řešení kritických situací z hlediska bezpečnosti vodního díla (mimořádné vypouštění vody z nádrže).

Životnost (service life) je schopnost objektu plnit požadované funkce do dosažení mezního stavu při stanoveném systému předepsané údržby a oprav.