



OPERAČNÍ PROGRAM  
ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ



EVROPSKÁ UNIE  
Fond soudržnosti

Pro vodu,  
vzduch a přírodu

# METODIKA TVORBY MAP POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ A POVODŇOVÝCH RIZIK

prosinec 2009

Zadavatel:

Zpracovatel:

---



Ministerstvo životního prostředí  
České republiky

**Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka,  
veřejná výzkumná instituce**  
Podbabská 30/2582, 160 00 Praha 6



## **Základní údaje**

Zadavatel prací: Ministerstvo financí ČR  
Vršovická 65  
110 00 Praha 10

Autorský kolektiv:

Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v.v.i., Praha  
Ing. Karel Drbal, Ph.D.  
Ing. Viktor Levitus  
Mgr. Pavla Štěpánková, Ph.D.

Ústav vodních staveb, FAST, Vysoké učení technické, Brno  
Prof. Ing. Jaromír Říha, CSc.  
Ing. Aleš Dráb, Ph.D.

Katedra hydrotechniky, FSt, České vysoké učení technické, Praha  
Doc. Ing. Ladislav Satrapa, CSc.  
Doc. Ing. Petr Valenta, CSc.  
Ing. Jana Valentová, CSc.  
Ing. Martin Horský, Ph.D.

Geografický ústav, PřF, Masarykova univerzita, Brno  
Mgr. Lucie Friedmannová, Ph.D.



<b>1.</b>	<b>ÚVOD</b> .....	<b>7</b>
<b>2.</b>	<b>SOUVISEJÍCÍ DOKUMENTY</b> .....	<b>9</b>
<b>3.</b>	<b>SEZNAM ZKRATEK A VYMEZENÍ POJMŮ</b> .....	<b>11</b>
3.1	SEZNAM ZKRATEK .....	11
3.2	SEZNAM SYMBOLŮ.....	11
3.3	VYMEZENÍ POJMŮ .....	12
<b>4.</b>	<b>VSTUPNÍ DATA PRO VYJÁDŘENÍ POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ A RIZIKA</b> .....	<b>19</b>
4.1	FORMÁTY VSTUPNÍCH DAT .....	19
4.2	MAPOVÉ PODKLADY .....	19
4.2.1	<i>ZABAGED</i> .....	19
4.2.2	<i>Ortofotomapy</i> .....	20
4.3	HODNOCENÍ ÚZEMÍ V TERÉNU .....	20
4.4	GEODETICKÉ PODKLADY .....	21
4.4.1	<i>Geometrie vodního toku</i> .....	21
4.4.2	<i>Geometrie objektů na vodním toku</i> .....	22
4.4.3	<i>Geometrie inundačního území</i> .....	22
4.5	DOPLŇKOVÉ VÝŠKOPISNÉ PODKLADY .....	23
4.6	HYDROLOGICKÁ DATA.....	23
4.7	HYDROTECHNICKÉ PODKLADY .....	23
4.8	KALIBRAČNÍ PODKLADY .....	24
4.9	HYDRAULICKÉ VÝPOČTY PRO ÚČELY VYMEZENÍ ZÁPLAVOVÝCH ÚZEMÍ .....	24
4.9.1	<i>Obecné zásady pro volbu numerického modelu</i> .....	24
4.9.2	<i>Jednorozměrné modely</i> .....	25
4.9.3	<i>Kvazi-dvourozměrné modely</i> .....	25
4.9.4	<i>Dvourozměrné modely</i> .....	26
4.9.5	<i>Výstupní data hydraulických výpočtů</i> .....	26
4.10	PODKLADY PRO VYJÁDŘENÍ ZRANITELNOSTI ÚZEMÍ .....	26
<b>5.</b>	<b>POSTUPY VYJÁDŘENÍ POVODŇOVÉHO RIZIKA</b> .....	<b>29</b>
5.1	POVODŇOVÉ RIZIKO – SEMIKVANTITATIVNÍ PŘÍSTUP .....	29
5.1.1	<i>Kvantifikace povodňového nebezpečí – výpočet intenzity povodně</i> .....	30
5.1.2	<i>Stanovení povodňového ohrožení</i> .....	30
5.1.3	<i>Stanovení zranitelnosti území</i> .....	35
5.1.4	<i>Stanovení povodňového rizika</i> .....	40
5.2	POVODŇOVÉ RIZIKO – KVANTITATIVNÍ VYJÁDŘENÍ (POTENCIÁLNÍ ŠKODY) .....	43
5.2.1	<i>Principy stanovení přímých potenciálních škod</i> .....	43
5.2.2	<i>Potřebné datové podklady a zdroje</i> .....	44
5.2.3	<i>Stanovení potenciálních škod podle kategorií majetku</i> .....	46
5.2.4	<i>Odhad rizika na základě potenciálních povodňových škod</i> .....	62
<b>6.</b>	<b>VÝSTUPNÍ DATA</b> .....	<b>65</b>
6.1	POŽADOVANÁ VÝSTUPNÍ DATA A JEJICH PARAMETRY .....	65

6.2	DOKUMENTACE RIZIKOVÉ ANALÝZY .....	65
6.3	POSTUPY PRO KONTROLU VÝSTUPNÍCH DAT .....	65
6.3.1	<i>Kontrola datových formátů</i> .....	65
6.3.2	<i>Kontrola geometrie a topologie</i> .....	65
<b>7.</b>	<b>PREZENTACE VÝSTUPŮ V MAPOVÝCH PODKLADECH.....</b>	<b>67</b>
<b>8.</b>	<b>ZVEŘEJNĚNÍ VÝSTUPŮ.....</b>	<b>73</b>
8.1	PLATFORMA PRO SBĚR A SPRÁVU VÝSTUPNÍCH DAT RIZIKOVÉ ANALÝZY .....	73
8.2	PLATFORMY PRO ZVEŘEJNĚNÍ VÝSTUPNÍCH DAT RIZIKOVÉ ANALÝZY .....	73
8.2.1	<i>Webová prezentace</i> .....	73
8.2.2	<i>Webové mapové služby</i> .....	74
<b>9.</b>	<b>VAZBY NA SOUVISEJÍCÍ OBLASTI .....</b>	<b>75</b>
	<b>LITERATURA.....</b>	<b>77</b>
	<b>PŘÍLOHY.....</b>	<b>79</b>

# 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 Povodňová směrnice) 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 Povodňové směrnici stanoveny 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.

Obsahem této Metodiky jsou zásady a postupy rizikové analýzy záplavových území doporučované k efektivnímu splnění úkolů předepisovaných Povodňovou směrnicí.

Obecně k cílům rizikové analýzy záplavových území patří poskytnutí kvalitních podkladů pro kvalifikované rozhodování o využití území v rámci územního plánování i o potřebách a rozsahu opatření proti vzniku povodňových škod. Součástí analýzy by mělo být i členění inundačních území podle stupně povodňového rizika a stanovení priorit pro aplikaci protipovodňových opatření.

Metodika představuje určité schéma postupů zaměřených na ohrožená území. Mezi klíčové pojmy, které uvozují jednotlivé pracovní fáze dále popisovaných postupů, patří:

**Povodňové nebezpečí**, jehož důsledkem jsou povodňové rozlivy i další dynamické změny podmínek v inundačních územích a které jsou výrazem stochastického charakteru tohoto extrémního hydrologického jevu.

**Zranitelnost území**, která se projevuje náchylností objektů nebo zařízení ke škodám v důsledku malé odolnosti vůči extrémnímu zatížení povodně a v důsledku tzv. **expozice**, kterou se rozumí doba, během níž jsou lidé i objekty vystaveni povodňovému nebezpečí.

**Povodňové riziko**, vyjádřené nejčastěji mírou pravděpodobnosti výskytu nežádoucího jevu. Vzniká v důsledku spřažení povodňového nebezpečí, zranitelnosti a expozice.

**Povodňové škody**, vyhodnocované jako přímé a nepřímé účinky povodňové události,

které nepříznivě postihnou určité území a projevují se především rozsahem poškození nebo zničení materiálních i nemateriálních hodnot, ztrátami na majetku, na životech a zdraví lidí i dalšími ztrátami nehmotnými a nepřímými.

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

Metodika je určena všem odborníkům, pracovníkům státní správy a samosprávy, kteří budou zpracovateli nebo uživateli map povodňového nebezpečí a povodňových rizik a plánů jak zvládat efektivně rizika vyplývající z povodňového nebezpečí. Podmínkou nutnou především pak pro tým zpracovatele je jeho vysoká erudice zejména v hydrologii, hydraulice, hydrodynamice, postupech rizikové analýzy a dalších oborech.



## 2. Související dokumenty

Povodňová směrnice 2007/60/ES ze dne 23. října 2007 o vyhodnocování a zvládání povodňových rizik zavádí rámec pro postupy a formy vyhodnocování významnosti povodňového nebezpečí a pro zvládání povodňových rizik, která toto nebezpečí vyvolává. Rámec je stanoven v zájmu přiměřeně jednotného a srovnatelného vyhodnocení povodňových nebezpečí při rozdílných přírodních podmínkách jednotlivých zemí ES. Povodňová směrnice ukládá členským státům zpracovat, v určených termínech s vazbou na Rámcovou směrnici pro vodní politiku Společenství, tzv. předběžné vyhodnocení povodňových rizik. Na jeho základě provést výběr oblastí s významnými riziky z povodní v rámci jednotlivých oblastí povodí a pro tyto vybrané oblasti zpracovat mapy povodňového nebezpečí a mapy povodňových rizik se specifikovaným obsahem. Tyto práce a vytvoření příslušných dokumentů ukládá směrnice provést do 22.12.2011 a 22.12.2013. Ve stejném termínu v jakém mají být ukončeny práce na aktualizaci plánů povodí podle Rámcové směrnice - 22.12.2015, ukládá Povodňová směrnice zpracovat také plány pro zvládání povodňových rizik. Zpracované dokumenty je uloženo periodicky v šestiletých cyklech přezkoumat a podle potřeby aktualizovat a to poprvé v termínech do 22.12.2018, 22.12.2019 a 22.12.2021 s tím, že při přezkumech a aktualizacích bude zohledněn i pravděpodobný účinek změn klimatu na výskyt povodní. Povodňová směrnice zavedením nových pojmů a požadavků na zpracování konkrétně specifikovaných dokumentů vyvolala potřebu nejen přizpůsobit legislativu ČR, ale upravit také některé postupy, používané při zpracování koncepcí ochrany před povodněmi, které byly tradiční součástí procesu plánování v oblasti vod na území ČR.

Zákon č. 254/2001 Sb. o vodách a o změně některých zákonů (tzv. „vodní zákon“), ve znění aktuálně platném zatím řadu pojmů zavedených Povodňovou směrnicí nezohledňuje a to přesto, že problematiku ochrany před povodněmi již podrobně upravuje v hlavě IX a zpracované plány oblastí povodí v ČR obsahují určitou formu jak vyhodnocení ohrožení povodněmi, tak zpracování návrhů opatření na ochranu před povodněmi. Nezbytné úpravy zákona, vyplývající z povinnosti zavést ustanovení Povodňové směrnice do právního řádu ČR jsou součástí novely navržené v roce 2009 k projednávání v Poslanecké sněmovně. V souladu s duchem Povodňové směrnice se předpokládá co nejkomplexnější integrace zpracování všech dokumentů požadovaných touto směrnicí do prací na plánech povodí podle Rámcové směrnice (2000/60/ES) a podle hlavy IV zákona o vodách, jejíž doplnění je v tomto smyslu v novele navrženo. Pro zpracování předběžného vyhodnocení povodňových rizik se v maximální míře využije již dlouhodobě tradičně zpracovávaných záplavových území s tím, že postup jejich zpracování daný vyhláškou 236/2002 Sb. se dále upřesní, aby získávané výstupní informace byly plně využitelné pro potřeby předběžného vyhodnocení povodňových rizik a jejich dosavadní využití např. v územním plánování a při rozhodování stavebních úřadů bylo zachováno a dále zkvalitněno. Navržená novela vodního zákona předpokládá v hlavě IV, kromě zavedení požadavků vyplývajících z Povodňové směrnice, také úpravu

struktury plánů povodí tak, aby více respektovala celky mezinárodních povodí evropských řek Labe, Dunaje a Odry a přitom vycházela z rozdělení správy povodí na území ČR.

Vyhláška 236/2002 Sb. o způsobu a rozsahu zpracovávání návrhu a stanovování záplavových území;

Usnesení vlády č. 382/2000 k Návrhu strategie ochrany před povodněmi pro území České republiky uložilo kromě prosazování Strategie ochrany před povodněmi v řídicích metodických a organizačních pokynech ministerstev doplnit do vyhlášky o oceňování majetku zohlednění map záplavových území jako nedílnou součást cenových map obcí, do zákona o obnově území po povodních uložilo zpracovat postup zajištění statistického šetření a sledování škod způsobených povodněmi, Českému statistickému úřadu uložilo zpracovat metodiku statistického zjišťování škod po povodních klasifikovaných jako mimořádné události a do novely zákona o pojišťovnictví uložilo zpracovat povinnost pojišťoven předávat pro dlouhodobé statistické zjišťování povodňových škod informace o realizovaném pojistném plnění z pojištění majetku na riziko povodní.

Směrnice evropského parlamentu a rady 2007/2/ES ze dne 14. března 2007 o zřízení infrastruktury pro prostorové informace v evropském společenství (INSPIRE);

Zákon č. 183/2006 Sb. ze dne 14. března 2006 o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon);

Ve vyhlášce č. 142/2005 Sb., o plánování v oblasti vod je stanoven obsah, způsob zpracování, postup projednávání a zveřejnění Plánu hlavních povodí České republiky, obsah, postup zadání, způsob zpracování, podrobnosti etap, postup projednávání a způsob zveřejnění plánů oblastí povodí a vymezení obsahu základních a doplňkových opatření programů opatření k dosažení cílů ochrany vod. V dosud platném znění vyhlášky, které zatím nezohledňuje požadavky Povodňové směrnice je sice zahrnuto i zpracování problematiky ochrany před povodněmi, jak v Plánu hlavních povodí, tak v plánech oblastí povodí, její struktura však neodpovídá požadavkům této směrnice. Vyhláška musí být novelizována v návaznosti na navrženou změnu úpravy hlavy IV zákona o vodách. Ta se dotýká jak změny struktury dokumentů, které mají být vytvářeny v rámci plánování v oblasti vod, tak důsledné implementace všech požadavků Povodňové směrnice, jimž současná struktura kapitoly D neodpovídá.

Zákon č. 89/1995 Sb., o státní statistické službě (230/2006 Sb. – změnový zákon)

### 3. Seznam zkratek a vymezení pojmů

#### 3.1 Seznam zkratek

CDS – centrální datový sklad

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 – povodňová 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

VÚGTK – Výzkumný ústav geodetický, topografický a kartografický

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

#### 3.2 Seznam symbolů

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

##### Stanovení povodňového nebezpečí a rizika

$R$  ... riziko

$H$  ... 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

### Metody stanovení potenciálních škod

$i$  ... index objektu v dané kategorii objektů

$h$  ... hloubka zaplavení [m]

$k$  ... index jednotlivých hodnocených kategorií objektů

$E$  ... množství či velikost zasaženého objektu dle kategorie [ks], [m], [m<sup>2</sup>] nebo [m<sup>3</sup>]

$C$  ... jednotková cena měrné jednotky dle hodnocené kategorie [Kč/ks], [Kč/m], [Kč/m<sup>2</sup>] nebo [Kč/m<sup>3</sup>]

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

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

### 3.3 Vymezení pojmů

**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>.

**Datový sklad** je platforma pro ukládání, správu a následné využití uložených dat k analytickým, publikačním a jiným účelům.

**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, složená z dat a interpolačního algoritmu, který umožňuje mj. odvozovat výšky mezilehlých bodů.

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

**Funkční využití ploch** vyplývá ze zákona č. 183/2006 Sb. ze dne 14. března 2006 o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon). Dále 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** 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.

**Charakteristiky průběhu povodně** 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.

**Intenzita povodně** je veličina vyjadřující stupeň ničivosti povodně. Je funkcí charakteristik průběhu povodně. V praxi jde obvykle o těsný vztah k místním hloubkám a rychlosti vody.

**Jednotková cena** je ve vztahu k metodám hodnocení potenciálních povodňových škod a rizik vyjádření pořizovací reprodukční ceny majetku vztážené 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.

**Mapový portál** je webová aplikace primárně určená k dynamické publikaci geografických dat v prostředí webového prohlížeče. Uživatel má k dispozici plnohodnotné ovládací prvky umožňující pohyb v mapovém výřezu (posun, přiblížení, oddálení), vypínání/zapínání jednotlivých vrstev, atributové dotazy atd.

**Metadata** jsou data o datech. Jedná se o informace, které pomáhají pochopit a interpretovat význam popisovaných dat v konkrétním kontextu. Zahrnují nejen informace o datech samých, tedy o tom, co znamenají, v jakém jsou formátu, odkud pocházejí nebo jakých mohou nabývat hodnot, ale také informace o jejich vzájemných vztazích a o způsobu, jakým se mohou navzájem ovlivňovat.

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

***N*-letost** vyjadřuje 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.

**Nebezpečí** 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 nového 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.

**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.

**Nivní půdy** jsou 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** 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** je vyjádřeno jako funkce pravděpodobnosti výskytu daného povodňového scénáře a tzv. intenzity povodně.

**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.

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

**Poškození** se vztahuje ke stavu konstrukce, zařízení, jednotlivých objektů nebo soustavy objektů (systém), ve kterém se objekty (nebo lidé) nacházejí po negativním působení člověka nebo vnějšího prostředí. Škoda je důsledek vzniklého poškození a je zpravidla jeho ekonomickým vyjádřením. Řekneme-li, že budova byla vážně poškozena, pak při analýze škod v důsledku poškození zjišťujeme škody na majetku, škody vzniklé přerušením provozu, ztráty na lidských životech, apod.

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

**Potenciální povodňové škody** jsou představovány škodami, které mohou být v blízké nebo vzdálenější budoucnosti způsobeny v inundačních územích. Tyto škody mohou být materiálního (hmotného) nebo nehmotného charakteru. V případě materiálních škod jde o přímé škody nebo nepřímé škody. Nehmotné škody bývají v praxi identifikovány s tzv. ztrátami.

**Povodeň** je fázi 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.

**Povodňové nebezpečí** je stav, jehož důsledkem jsou povodňové rozlivy i další dynamické změny podmínek v inundačních územích.

**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** je vyjádřeno nejčastěji mírou pravděpodobnosti výskytu nežádoucího hydrologického jevu, nežádoucí povodně. Vzniká v důsledku spřažení povodňového nebezpečí, zranitelnosti a expozice.

**Povodňové škody** 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 nehmotnými a nepřímými.

**Přijatelné riziko** 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.

**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** je cena, za kterou by bylo možno stejnou nebo porovnatelnou věc pořídit v době ocenění, bez odpočtu opotřebení.

**Riziko** 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** reprezentuje jev, spočívající v zaplavení území, přilehlého k toku. K tomuto jevu většinou dochází za povodně, příčinou může být i havárie na vodním díle a následující průlomová vlna.

**Scénář nebezpečí** 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).

**Škoda** je vyjádřením rozsahu poškození nebo zničení, smrtelného úrazu, zranění, ztráty majetku, obchodní ztráty, atd. Škody vznikají důsledkem živelní události nebo negativní lidské činnosti. Pojem škoda je často zaměňován 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.

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

**Topologie v GIS** je sada pravidel popisujících vzájemné prostorové vztahy bodových, liniových a polygonových prvků ve vrstvách geoprostorových dat. Použití vybraných topologických pravidel umožňuje zajištění konkrétních požadavků na topologickou čistotu geografických dat.

**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.

**Vektor** je základní stavební prvek vektorové grafiky, tj. čára definovaná v kartézském souřadnicovém systému svým počátečním a koncovým bodem. Odvozování vektorových dat z analogových nebo rastrových dat je proces vektorizace dat.

**Web Feature Service (WFS)** je standard vyvinutý a dále rozšiřovaný Open Geospatial Consortium (OGC). Služba pracující na principu klient-server umožňuje sdílení geografické informace ve formě vektorových dat v prostředí Internetu. Výsledkem požadavku např. GIS softwaru na WFS server jsou primárně geodata ve formátu GML.

**Web Map Service (WMS)** je standard vyvinutý a dále rozšiřovaný Open Geospatial Consortium (OGC). Služba pracující na principu klient-server umožňuje sdílení geografické informace ve formě rastrových map v prostředí Internetu. Výsledkem požadavku např. GIS softwaru na WMS server jsou primárně obrazová data v nejrůznějších formátech (JPEG, TIFF, PNG, apod.), která zobrazují tematické geografické informace.

**Webové rozhraní** je uživatelské prostředí vytvořené v rámci webové aplikace, jehož prostřednictvím může uživatel přímo nebo nepřímo ovlivňovat obsah webové stránky, provádět nastavení parametrů systému, ukládání dat na webový server atd.

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

**Základní báze geografických dat (ZABAGED<sup>®</sup>)** 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<sup>®</sup> 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 je realizována ve tříletých cyklech s využitím vždy nově zpracovaných leteckých měřických snímků a barevných ortofot, která jsou 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** je plochá část údolní nivy, obvykle přilehlá k vodnímu toku, která je zaplavována při průtocích přesahujících kapacitu koryta vodního toku. Pojem je zaveden především z hlediska orgánů státní správy jako jsou administrativně vymezená 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“.

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

**Ztráta** – 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, či škody 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 povodní 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 hradící konstrukce bezpečnostních a vypustných zařízení vodního díla (při neřízeném odtoku vody z nádrže);
- nouzové řešení kritických situací z hlediska bezpečnosti vodního díla (mimořádné vypouštění vody z nádrže).

**Životnost** je schopnost objektu plnit požadované funkce do dosažení mezního stavu při stanoveném systému předepsané údržby a oprav.

## 4. Vstupní data pro vyjádření povodňového nebezpečí a rizika

Povodňové nebezpečí je vyjádřeno tzv. charakteristikami průběhu povodně pro scénáře nebezpečí (kulminační průtoky  $Q_5$ ,  $Q_{20}$ ,  $Q_{100}$ ,  $Q_{500}$ ). Jedná se o rozsahy rozlivů, hloubky zaplavení a rychlosti proudění vody. Podstatou vyjádření povodňového nebezpečí je určení prostorového rozdělení zmíněných charakteristik a jejich zpracování do podoby tzv. map povodňového nebezpečí pro povodně s dobou opakování 20, 100 a 500 let.

V současné době je k dispozici více platforem programového vybavení, které umožňují hydraulické modelování či prostorové analýzy. Výsledné datové sady mají různý formát i přesnost a ne vždy je možné je dále použít pro postupy rizikové analýzy. Tato kapitola definuje potřebná základní vstupní data pro rizikovou analýzu a jejich formáty.

### 4.1 Formáty vstupních dat

Všechny geografické datové sady, které jsou v této metodice používány jako vstupní, nebo naopak jsou jejím výsledkem, mohou být pouze v následujících formátech:

#### Vektorová data

- \*.shp (shape file) – vektorový formát firmy ESRI
- \*.mdb – personální geodatabáze firmy ESRI postavená na platformě Microsoft Access
- \*.gdb – souborová geodatabáze firmy ESRI
- \*.dwg, \*.dgn – CAD formát firmy Autodesk
- \*.dxf (Drawing Exchange Format) – výměnný CAD formát firmy Autodesk
- \*.gml (Geography Markup Language) – formát XML pro přenos geografických informací

#### Rastrová data

rastr ESRI GRID, georeferencovaný TIFF, popř. ASCII – buňky rastru obsahují informace např. o hloubce vody, rychlosti vody, nadmořské výšce apod.

### 4.2 Mapové podklady

V složité problematice stanovení povodňového nebezpečí a rizika slouží mapové podklady k základní orientaci v území, k zadávání topologie numerických modelů (nejlépe v kombinaci s ortofotomapami) a dále k vykreslování výsledků v podobě doplněných mapových výstupů.

#### 4.2.1 ZABAGED

ZABAGED je základním geografickým datovým podkladem pro účely řešení problematiky povodňového nebezpečí a rizika v České republice. Jedná se o trvale a průběžně udržovaný a aktualizovaný digitální topografický model území České republiky odvozený ze Základní

mapy České republiky 1:10 000 v souřadnicovém systému S-JTSK a ve výškovém systému baltském po vyrovnání. ZABAGED® má charakter geodatabáze integrující prostorovou složku vektorové grafiky s topografickými relacemi objektů a složku atributovou obsahující popisy a další informace o objektech. ZABAGED® patří k základním zdrojům digitálních polohopisných map odpovídajících obsahem a stupněm generalizace mapám středních měřítek. ZABAGED® je nejpodrobnější základní geografickou databází, která pokrývá celé území České republiky. Zpracovatelem a garantem obsahu ZABAGED® je Zeměměřický úřad.

Ve fázi tvorby numerických modelů slouží ZABAGED® spolu s leteckými snímky a geodetickými měřičskými daty jako výchozí podklad k zadávání polohopisných prvků modelu. V rámci rizikové analýzy je na podkladu ZABAGED prováděna kategorizace využití zaplaveného území. Uvedený digitální topografický model území je při odhadu potenciálních škod používán k identifikaci jednotlivých objektů .

#### **Rastrová základní mapa 1:10 000 (RZM 10, poskytovatel ČÚZK)**

RZM 10 je kartografický výstup vytvořený ze ZABAGED®. V rámci Metodiky je používán pro účely prezentace a tisku výsledných mapových výstupů map povodňového nebezpečí a povodňového rizika.

#### **4.2.2 Ortofotomapy**

Aktuální ortofotomapy zájmové oblasti slouží jako informace o aktuálním stavu řešeného území, umožňují doplnění aktuálních prvků nepostižených v mapových podkladech a slouží k identifikaci způsobu využití ploch v zájmovém území. Jsou základním podkladem pro tvorbu numerického modelu proudění vody při povodni, a to zejména pro rozlišení různých druhů povrchu a rozložení vegetace v zájmovém území při specifikaci hydraulických drsností povrchu terénu.

### **4.3 Hodnocení území v terénu**

Předběžná a podrobná rekognoskace zájmového území jsou nedílnou součástí tvorby numerického modelu a následné rizikové analýzy. Předběžné hodnocení území slouží k tvorbě konceptuálního modelu území (rozhodnutí o metodice a způsobu modelování, volba hranic modelu ve vztahu k předpokládaným rozlivům a okrajovým podmínkám atd.) a je výchozím podkladem pro specifikaci požadavků na pořízení geodetických podkladů. Podrobná rekognoskace v průběhu řešení je nezastupitelná při tvorbě modelu zájmového území, zejména při modelování objektů, identifikaci terénních překážek a stavebních objektů, specifikaci charakteru povrchu a vegetace v záplavovém území a ověření aktuálního stavu zájmové oblasti. V rámci rekognoskace se pořizuje příslušná foto- a videodokumentace.

## 4.4 Geodetické podklady

Geodetické podklady slouží jako základní geometrická data pro zpracování hydraulických výpočtů pomocí numerických modelů, pro vyhodnocení výsledků simulací i pro zpracování navazujících rizikových analýz. Musí tedy splňovat specifické požadavky vyhovující jednotlivým účelům s tím, že největší nároky jsou obvykle kladeny především na reprezentativnost a výstižnost dat pro zpracování hydraulických výpočtů. Požadavky na pořízení geodetických podkladů musí být proto formulovány odborníkem – vodohospodářem se znalostí numerického modelování, nejlépe přímo řešitelem na základě předběžné rekognoskace a formulovaného konceptuálního modelu zájmové oblasti.

Veškeré geodetické podklady se pořizují v polohopisném systému S-JTSK a výškopisném systému Balt po vyrovnání.

### 4.4.1 Geometrie vodního toku

Geometrie vodního toku je definována podrobným pozemním zaměřením, které zahrnuje polohopisné zaměření osy toku, polohopisné a výškopisné zaměření příčných profilů, polohopisné a výškopisné zaměření objektů na vodním toku.

Maximální vzdálenost mezi jednotlivými příčnými profily závisí na proměnlivosti tvaru říčního koryta a může se obecně pohybovat v rozsahu od několika desítek metrů až po stovky metrů u pravidelných velkých koryt. Obvyklá vzdálenost příčných profilů v podmínkách našich toků činí 50 až 100 metrů v intravilánu a 200 až 400 m v extravilánu, doporučená vzdálenost však závisí na konkrétních místních poměrech. Podstatné je, aby zaměřením byla co nejvýstižněji zachycena prostorová variabilita vodního toku. Poloha příčných profilů (vedených kolmo na osu toku) by proto měla být volena tak, aby byly zachyceny všechny významné změny v geometrii koryta (změny příčného průřezu koryta, změny podélného sklonu apod.). Správná a účelná volba umístění měřených prvků koryta je podmíněna odbornými znalostmi z oboru hydrauliky a je proto vhodné, aby požadavky na rozsah a podrobnost zaměření byly specifikovány přímo zpracovatelem hydraulických výpočtů.

Podrobnost zaměření příčných profilů pro hydraulické modelování obecně závisí mimo jiné i na typu použitého numerického modelu, dvourozměrné (2D modely) mají výrazně vyšší nároky na hustotu příčných profilů. U významných vodních toků s většími šířkami a hloubkami koryta je vhodnější využít souvislé zaměření batymetrie dna pomocí speciálních měřících zařízení. V případech, kdy zaměření tvaru koryta je kombinováno s leteckým zaměřením inundačního území (letecká fotogrammetrie, laserové skenování), je vhodné geodeticky zaměřit i průběh břehů koryta (lomovou terénní linií mezi korytem a inundačním územím), který obvykle v leteckém zaměření nebývá spolehlivě postižen kvůli omezené viditelnosti.

#### **4.4.2 Geometrie objektů na vodním toku**

Součástí geodetického zaměření vodního toku je podrobné zaměření všech objektů situovaných na vodním toku ovlivňujících průchod povodňových průtoků (mostní objekty, lávky, jezy, brody atd.). Zaměření objektů lze u jednoduchých objektů realizovat v podobě sady vhodně definovaných příčných a podélných profilů, u komplikovanějších objektů je vhodnější provedení podrobného zaměření se zobrazením objektu ve stavebních výkresech. Zaměření musí umožňovat jednoznačné definování tvaru vlastního objektu včetně navazujících terénních tvarů (násypů komunikací apod.), tvaru a sklonu koryta nad a pod objektem včetně případných souvisejících konstrukcí (vývar, břehová křídla).

Zaměřeny musí být veškeré hydraulicky významné úrovně a hrany konstrukcí, jakými jsou např. přelivná hrana pevných jezů, resp. spodní stavby pohyblivých jezových konstrukcí, základní tvary a výšky pohyblivých jezových uzávěrů, horní a dolní hrany mostních konstrukcí a lávek, umístění a šířky pilířů a břehových křídel atd. Zaměření objektů by mělo být vždy doplněno fotografickou dokumentací jednotlivých objektů a údaji o manipulaci.

#### **4.4.3 Geometrie inundačního území**

Tvorba jednorozměrných modelů proudění vody při povodních vyžaduje, aby geometrie inundačního území byla popsána obdobně jako tvar koryta v podobě geodetického zaměření vhodně zvolených údolních profilů. Údolní profily mají být orientovány přibližně kolmo na hlavní proudnici a mohou být přímé, či v případě potřeby zalomené, s délkou odpovídající šířce předpokládaného rozsahu zaplavovaného území. Pro jejich umístění platí obdobné zásady jako v případě korytových řezů, profily svou polohou a tvarem musí vystihovat tvarové změny inundačního území včetně všech významných terénních tvarů (paralelní vodoteče, násypy komunikací, ochranné hráze, hráze vodních nádrží atd.). V případě značně členitého inundačního území se proto může ukázat jako účelnější využití podrobného digitálního modelu terénu obdobně, jako u dvourozměrných modelů.

V případě aplikace dvourozměrných (2D) modelů je vstupem pro definování geometrie inundačního území podrobný digitální model terénu (DMT) inundačního území. DMT je možno pořídit fotogrammetrickými a geodetickými metodami nebo metodami založenými na využití laserové či radarové technologie. Detailní požadavky na provádění měřičských prací a tvorbu DMT uvádí Metodický pokyn k zadávání fotogrammetrických činností pro potřeby vymezení záplavových území (MZe, č.j. 28181/2005 – 16000).

Obvyklá forma DMT v případě letecké fotogrammetrie je tvořena základním rastrem 3D bodů, který je doplněn vyhodnocením významných terénních hran v podobě 3D linií. Maximální krok rastru bodů by neměl překročit hodnotu 25 metrů (optimální hodnota činí 10 až 15 m), vyhodnoceny musí být veškeré terénní hrany a lomy, jejichž relativní výška je větší než 25 cm. Požadovaná přesnost je definována maximální polohovou odchylkou 0,5 m a střední výškovou chybou 0,11 m.

Pokud je základem DMT letecké laserové skenování, je obvyklým výstupem rastr 3D bodů o vysoké hustotě. Značná hustota rastru eliminuje nutnost samostatného vyhodnocení terénních lomů a hran, krok rastru však musí být dostatečně jemný. Z hlediska vystižení významných terénních tvarů (koryta, násypy komunikací apod.) numerickým modelem musí být krok rastru maximálně 2 až 3 metry.

#### **4.5 Doplnkové výškopisné podklady**

Vektorové vrstevnice geodatabáze ZABAGED mohou sloužit jako orientační či doplňkový výškopisný podklad. Garantovaná polohopisná přesnost tohoto podkladu je 5 m, přesnost výškopisu se liší podle sklonitosti a přehlednosti terénu a pohybuje se v rozmezí mezních odchylek 1 až 7 m. Uvedený podklad lze s ohledem na malou přesnost využít pouze jako orientační vodítko při konstrukci záplavových čar z výsledků 1D modelu, či k orientačnímu vyhodnocení hloubek. Pro zpracování hydraulických výpočtů a určování hloubek vody pro podrobnější rizikové analýzy je tento podklad v jeho současné podobě méně vhodný. (K roku 2013 je plánována aktualizace ZABAGED na základě laserového skenování s podstatným zlepšením přesnosti výškopisu.)

#### **4.6 Hydrologická data**

Základním hydrologickým podkladem pro účely vyjádření povodňového nebezpečí a rizika jsou standardní hydrologické údaje o N-letých průtocích poskytnuté Českým hydrometeorologickým ústavem dle ČSN 75 14 00 „Hydrologické údaje povrchových vod“. Potřebná hydrologická data představují charakteristiky pro povodňové scénáře s dobou opakování 5, 20, 100 a 500 let v horním a dolním profilu zájmového úseku toku a dále v místě všech významných přítoků tak, aby byly vystiženy změny průtoku v řešeném úseku.

Pod soutokem dvou toků se uvažuje průtok příslušné doby opakování dle podkladů ČHMÚ, tj. neuvažuje se souběh povodní stejné doby opakování na obou tocích.

#### **4.7 Hydrotechnické podklady**

Ke zpracování hydraulických výpočtů je třeba využít příslušné manipulační řády hydrotechnických děl a objektů, které se nacházejí na vodním toku (správce povodí, vodního toku, majitelé objektů).

## 4.8 Kalibrační podklady

Fáze hydraulických výpočtů také vyžaduje vždy vhodným způsobem zohlednit veškeré dostupné informace o výskytu a průběhu minulých povodní (poskytovatel správce toku, ČHMÚ, místní samospráva). Ke kalibraci navržených modelů jsou zapotřebí především informace o velikosti kulminačního průtoku a zjištěných maximálních úrovních hladin v podobě tzv. povodňových značek, popř. informace o rozsahu záplavy a tvaru záplavové čáry při maximálním rozlivu. Správná interpretace dat vyžaduje pořízení co nejvíce dalších informací, jako jsou např. záznamy z limnigrafických a vodočetných stanic, záznamy o provedených manipulacích na vodních dílech, údaje o nastalých poruchách (protržení hrází, poškození mostních konstrukcí, ucpání objektů apod.). Je vhodné, pokud kromě kalibračních podkladů pro maximální kulminační průtok jsou k dispozici další tzv. verifikační údaje pro povodně s odlišnými kulminačními průtoky. Výsledky fáze kalibrace jsou součástí dokumentace hydraulických výpočtů.

Zobrazení záplavového území (záplavová čára) nejvyšší zaznamenané přirozené povodně je jednou ze základních příloh návrhu záplavových území dle vyhlášky č. 236/2002 Sb.

## 4.9 Hydraulické výpočty pro účely vymezení záplavových území

Hydraulické výpočty pro účely vymezení záplavových území se provádějí pro povodňové scénáře definované jako ustálené stavy proudění s kulminačními průtoky s dobou opakování 5, 20 a 100 let. Výpočty probíhají v návaznosti na existující studie odtokových poměrů (realizované návrhy záplavových území) toků vyššího řádu, tvořících recipienty řešených toků tak, aby byla zajištěna vzájemná návaznost výsledků.

Výsledky hydraulických výpočtů slouží jako výchozí podklad pro tvorbu map povodňového nebezpečí a následnou rizikovou analýzu. Primárně se vychází z výsledků studií odtokových poměrů zpracovaných v rámci návrhu záplavových území, které kromě dalších předepsaných příloh standardně zahrnují hranice rozlivů (záplavové čáry) pro průtoky  $Q_5$ ,  $Q_{20}$  a  $Q_{100}$  a maximální pozorovanou povodeň (je-li k dispozici) a údaje o vypočtených kótách hladin (psaný, resp. kreslený podélný profil) pro průtoky  $Q_5$ ,  $Q_{20}$  a  $Q_{100}$ .

S ohledem na požadavky Povodňové směrnice je tyto výstupy nutné rozšířit o další modelový výpočet extrémní povodně  $Q_{500}$  a vyhodnocení charakteristik proudění (hloubky vody, rychlosti proudění) pro průtoky  $Q_5$ ,  $Q_{20}$ ,  $Q_{100}$  a  $Q_{500}$ .

### 4.9.1 Obecné zásady pro volbu numerického modelu

Hydraulické výpočty potřebné k vymezení záplavových území a následného vyhodnocení povodňového nebezpečí se provádějí převážně metodami numerického modelování proudění vody v otevřených korytech a inundačních územích. Zpracování hydraulických simulací



a interpretace získaných výsledků představují vysoce odbornou specializovanou činnost, kterou musí vykonávat zkušený odborník působící v oborech hydraulika, hydrotechnika či hydroinformatika.

Mezi faktory, které mají přímý vliv na vlastnosti modelu a vhodnost jeho aplikace, patří zejména použitý přístup k matematické formulaci výchozí soustavy řídicích rovnic, přístup k prostorové schematizaci a použitá numerická metoda k řešení řídicích rovnic.

Z hlediska matematické formulace výchozí soustavy řídicích rovnic je třeba aplikovat takové modely, které používají úplnou nezjednodušenou soustavu řídicích rovnic pro řešení ustáleného nerovnoměrného, resp. neustáleného nerovnoměrného proudění. Úplnou výchozí matematickou formulaci pro dvourozměrné (2D) modely k řešení proudění vody v otevřených korytech představuje obvykle soustava svisle integrovaných Reynoldsových rovnic. Rovnice Saint-Venant reprezentují základní řídicí rovnice pro tvorbu jednorozměrných modelů proudění vody v otevřených korytech. Modely, které ve svých výchozích předpokladech zavádějí zjednodušení řídicích rovnic v podobě zanedbání některých členů (kinematické modely, difúzní modely apod.) jsou určeny k řešení speciálních případů proudění a pro výstižné modelování povodňových situací nemusí být vždy dostatečně univerzální a vhodné. Použitý model musí umožňovat zahrnutí vlivu hydrotechnických objektů do výpočtu.

Kromě matematické formulace teoretického základu modelu ovlivňuje volbu vhodného modelu a předpokládanou využitelnost výsledků použitá prostorová schematizace. Ke stanovování záplavových území a tvorbu map záplavových území se v současnosti používají modely jednorozměrné (1D), kvazi-dvourozměrné (1,5D) a dvourozměrné (2D).

#### **4.9.2 Jednorozměrné modely**

Výhoda jednorozměrných modelů spočívá v jejich jednoduchosti, dobré interpretovatelnosti, kontrole výstupů a v relativně malých nárocích na vstupní data. Modelovaná oblast je schematizována soustavou příčných profilů, přičemž se předpokládá, že proudění se děje ve směru spojnic mezi jednotlivými profily a lze ho zjednodušeně popsat v každém profilu pomocí polohy hladiny a střední průřezové rychlosti ve směru osy koryta. Oblast vhodnosti aplikace jednorozměrných modelů je v důsledku použité schematizace přesto omezená. Modely lze bez problémů aplikovat v oblastech, kdy proudění má převážně jednorozměrný charakter (paralelní proudění v toku a inundačním území, konstantní úroveň hladiny v příčném směru), např. pokud je předmětem řešení proudění v korytě řeky s přilehlým inundačním územím menšího rozsahu a pravidelného tvaru.

#### **4.9.3 Kvazi-dvourozměrné modely**

Aplikace 1,5D modelů umožňuje použít principy jednorozměrného modelování i ve složitějších geometrických podmínkách. Při tvorbě modelu se území schematizuje větvenou či okružovou sítí (např. koryto a inundace, uliční síť v intravilánu). Tento postup je vhodný pro

řešení proudění vody v případě přehledných a geometricky predestinovaných podmínek proudění, kdy je možné předem jednoznačně určit hlavní směry proudění, známá místa nátoků, propojení (např. v urbanizovaném území s prouděním vázaným na uliční síť). Pokud není proudění v jednotlivých částech dostatečně předurčeno prostorovými podmínkami, aplikaci tohoto modelu nelze doporučit, neboť návrh modelu i získané výsledky nutně závisí na subjektivních přístupech zpracovatele.

#### **4.9.4 Dvourozměrné modely**

Omezující podmínky aplikace 1D a 1,5D modelů jsou eliminovány při použití dvourozměrných modelů, které namísto diskrétního popisu oblasti v podobě izolovaných příčných řezů pracují s prostorovou reprezentací koryta a záplavového území v podobě spojitého digitálního modelu terénu a umožňují detailně vystihnout variabilní charakter proudění za povodňových situacích ve složitých prostorových podmínkách. Jsou tedy vhodné pro modelování širokých inundačních území s nepravidelnými terénními prvky – koryta, náhony, hráze, násypy komunikací, pro modelování urbanizovaných území a ve všech ostatních případech, kdy nejsou jednoznačně splněny podmínky vhodnosti aplikace jednorozměrných či kvazidvourozměrných modelů. Modely 2D mají vyšší nároky na vstupní data a přípravu modelů i na zpracování vlastních simulací, poskytují však podrobnější výstupy interpretovatelné přímo ve formě map povodňového nebezpečí.

#### **4.9.5 Výstupní data hydraulických výpočtů**

Specifikace topologických a metadatových profilů a formátů geoprostorových dat je uvedena v přílohách P1 až P4.

### **4.10 Podklady pro vyjádření zranitelnosti území**

Zranitelnost území je dána objekty a aktivitami, které se v něm nacházejí, tzn. jeho využíváním. Informace o využití území mohou poskytnout následující zdroje:

- Územně plánovací dokumentace obcí (ÚPD)
- Ortofotomapy
- Objekty geodatabáze ZABAGED
- Registr sčítacích obvodů (RSO)
- Internetové stránky jednotlivých měst a obcí
- Terénní průzkum.

#### **Územně plánovací dokumentace dotčených obcí (ÚPD)**

Podklady ÚPD je třeba zajistit v digitální podobě v jednom z následujících formátů:

- Rastrové mapy

- Vektorový formát typu \*.dxf
- 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. 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* 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.

Konverze formátů CAD do \*.shp s sebou může přinášet četné problémy. Poskytovatel dat by měl proto před předáním dat pro účely rizikové analýzy zajistit opravu topologických chyb, jako je např. duplicita identických polygonů, překryv polygonů, výskyt polygonů s neobvyklými rozměry).

*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.

**ZABAGED** (Základní báze geografických dat, poskytovatel ČÚZK)

V případě, že ÚPD není k dispozici, některé třídy způsobu využití území je možné odvodit z následujících objektů geodatabáze ZABAGED:

## **1 – sídla, hospodářské a kulturní objekty**

1.02 budova jednotlivá nebo blok budov

1.07 usazovací nádrž, odkaliště

1.09 kůlna, skleník, fóliovník

1.13 válcová nádrž, zásobník

1.14 silo

1.15 vodojem věžový

1.16 skládka

1.24 hřbitov

1.26 účelová zástavba

## **2 – komunikace**

2.01 silnice, dálnice

- 2.02 ulice
- 2.03 cesta
- 2.15 parkoviště, odpočívka
- 2.17 železniční trať (úsek)
- 2.18 železniční vlečka
- 2.19 kolejiště
- 2.24 pouliční dráha
- 2.25 letiště
- 2.26 obvod letištních drah letiště
- 2.28 metro

### **3 – rozvodné sítě a produktovody**

- 3.01 elektrárna
- 3.02 rozvodna, transformovna
- 3.05 dálkový produktovod, dálkové vedení
- 3.06 přečerpávací stanice produktovodu

### **4 – vodstvo**

- 4.01 zdroje podzemních vod
- 4.02 vodní tok (úsek)
- 4.04 přístaviště
- 4.08 plavební komora
- 4.09 akvadukt, shybka

### **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

## 5. Postupy vyjádření povodňového rizika

Metody efektivního stanovování povodňových rizik jsou vyžadovány pro různou hierarchii územních celků i pro různé skupiny ohrožených subjektů, variantně pro úrovně nebezpečí  $Q_5$ ,  $Q_{20}$ ,  $Q_{100}$ ,  $Q_{500}$ . Rozlišení metod je možné z více hledisek. V Metodice jsou dále uváděny postupy semikvantitativní a kvantitativní analýzy.

*Semikvantitativní přístupy* využívají pro hodnocení rizika, resp. ohrožení vhodně zvolené číselné, popř. barevné stupnice. Riziko se nevyjadřuje v peněžních jednotkách nebo lidských životech jako u metod kvantitativních, ale buď jako bezrozměrná veličina nebo v jednotkách příslušných veličin charakterizujících ohrožení, popř. dopady. Mezi používané metody patří: metody založené na vyjádření maximálního přijatelného rizika; metody založené na matici rizika; metoda následků, dopadů a jejich kritičnosti (Failure Modes and Effect and Criticality Analysis – FMECA).

V případě *kvantitativního hodnocení* je na základě pravděpodobnosti výskytu stavu jednotlivých prvků systému stanovena pravděpodobnost finálního stavu celého systému a tím je také vyjádřena jeho spolehlivost. Současně jsou kvantitativně stanoveny dopady povodně (v peněžních jednotkách, počty úmrtí a zranění, apod.). Výsledné riziko se pak stanoví jako funkce odpovídajících pravděpodobností a dopadů.

Nejpoužívanější kvantitativní metodou hodnocení povodňového rizika je postup vycházející ze stanovení potenciálních škod. Základem metody je kvalitativní analýza, která sestává z ohodnocení potenciálního povodňového nebezpečí, zranitelnosti území, dále z vyhodnocení přímých a vyvolaných ekonomických a mimoekonomických dopadů (škod). Pro každý scénář nebezpečí se provede odhad pravděpodobnosti jeho výskytu. Konečným krokem je kvantifikace rizika.

### 5.1 Povodňové riziko – semikvantitativní přístup

Hodnocení ohrožení a povodňového rizika záplavových území je prováděno pomocí tzv. metody matice rizika (Říha a kol., 2005). Tato metoda je jedním z nejjednodušších postupů pro hodnocení potenciálního ohrožení a rizika v záplavových územích. Metoda nevyžaduje kvantitativní odhad škody způsobené vyběžením vody z koryta, ale vyjadřuje povodňové riziko pomocí škálování. Tato metoda umožní splnění požadavků Povodňová směrnice v kap. III, čl. 6, odst. 5 k termínu 22. 12. 2013.

Postup metody spočívá ve čtyřech krocích:

- Kvantifikace povodňového nebezpečí – výpočet intenzity povodně (kap. 5.1.1)
- Stanovení povodňového ohrožení pomocí matice rizika (kap. 5.1.2)
- Stanovení zranitelnosti území na základě informací o využití území (kap. 5.1.3)

- Určení ploch s nepřijatelným rizikem (kap. 5.1.4)

### 5.1.1 Kvantifikace povodňového nebezpečí – výpočet intenzity povodně

Intenzita povodně ( $IP$ ) 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). Pro stanovení intenzity povodně a ohrožení prostředky GIS jsou doporučeny následující vztahy:

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

Vstupními údaji pro výpočet intenzity povodně jsou hodnoty hloubek a rychlostí vody pro dané  $N$ -leté průtoky v záplavovém území (viz obr. 5.1).

Výpočet  $IP$  je třeba provést pro všechny sledované scénáře povodňového nebezpečí (podle  $N$ -letosti kulminačních průtoků – standardně pro dobu opakování 5, 20, 100 a 500 let). Výsledkem výpočtů jsou rastrová data, ve kterých každá buňka rastru obsahuje údaj o intenzitě povodně  $IP$  pro jednotlivé povodňové scénáře (obr. 5.1).

Pokud jsou k dispozici pouze výsledky 1D modelů, je pole rychlostí vody v záplavovém území představováno pouze hodnotami průřezových rychlostí v jednotlivých příčných profilech, resp. jejich dílčích částech. V takovémto případě je třeba provést expertní odhad rozložení rychlostí větších než 1 m/s v záplavovém území. Pokud rychlost vody dosahuje nižších hodnot, není ve výpočtu intenzity povodně uvažována (viz vztah 5.1).

### 5.1.2 Stanovení povodňového ohrožení

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

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

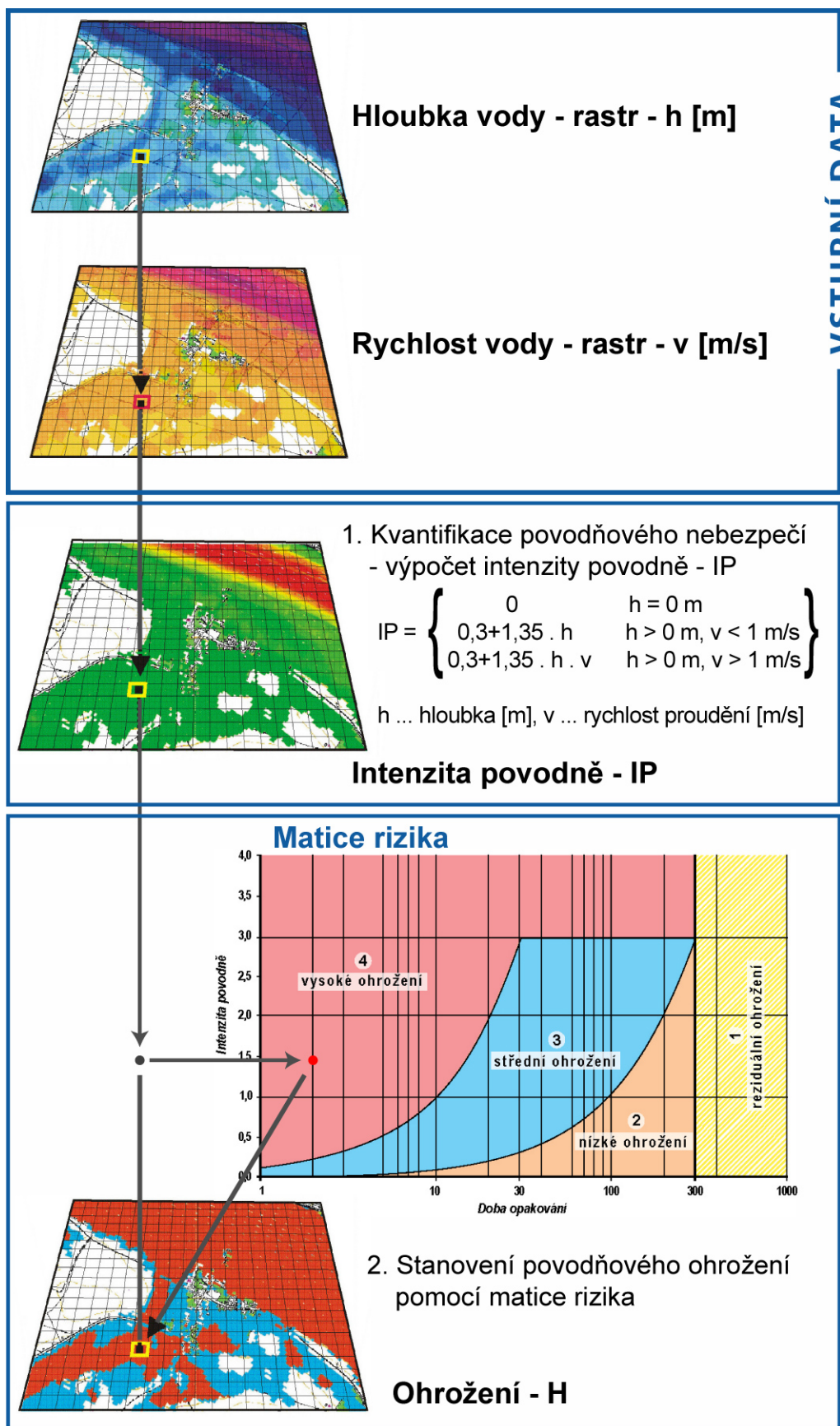
kde:

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

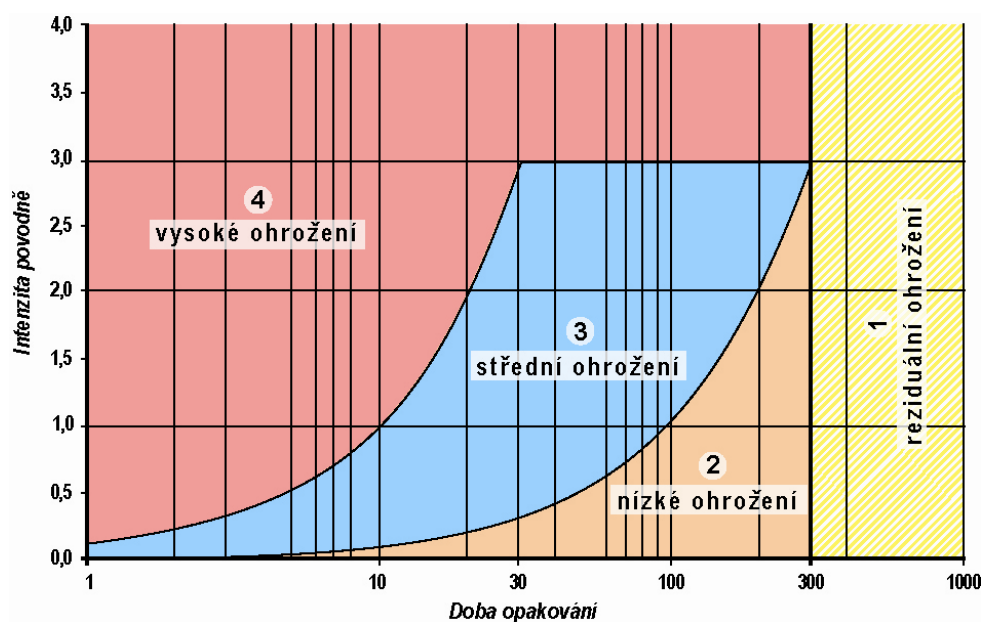
$N$  je doba opakování povodně v rocích.

Jedná se o zjednodušení –  $Q_i(P_i)$  dle ČHMÚ, ostatní nejistoty jsou zanedbávány.

Ohrožení vyjádřené vztahem 5.2 pro  $i$ -tý povodňový scénář graficky znázorňuje matice rizika uvedená na obrázku 5.2.



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



Obr. 5.2 Matice rizika dle vztahu 5.2

Stanovení míry ohrožení vychází z hodnot intenzity povodně  $IP$  pro jednotlivé scénáře povodňového nebezpečí. Pro každou buňku rastru vyjadřujícího intenzitu povodně  $IP$  je třeba stanovit ohrožení vyjádřené hodnotou v rozmezí 4 (vysoké) až 1 (reziduální). Přesná specifikace ohrožení pro jednotlivé oblasti je uvedena v tabulce 5.1. Tento postup je třeba opakovat pro všechny posuzované scénáře (N-leté kulminační průtoky).

V dalším kroku se provádí vyhodnocení maximální hodnoty ohrožení  $H$  pro jednotlivé dílčí ohrožení  $H_i$  odpovídající  $i$ -tým scénářům nebezpečí (průchodu N-letého kulminačního průtoky) dle vztahu:

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

kde  $n$  značí počet hodnocených (vstupujících) scénářů povodňového nebezpečí (Drbal a kol. 2005). Výsledkem je jedna rastrová vrstva obsahující maximální hodnoty ohrožení  $H$  ve studovaném území.



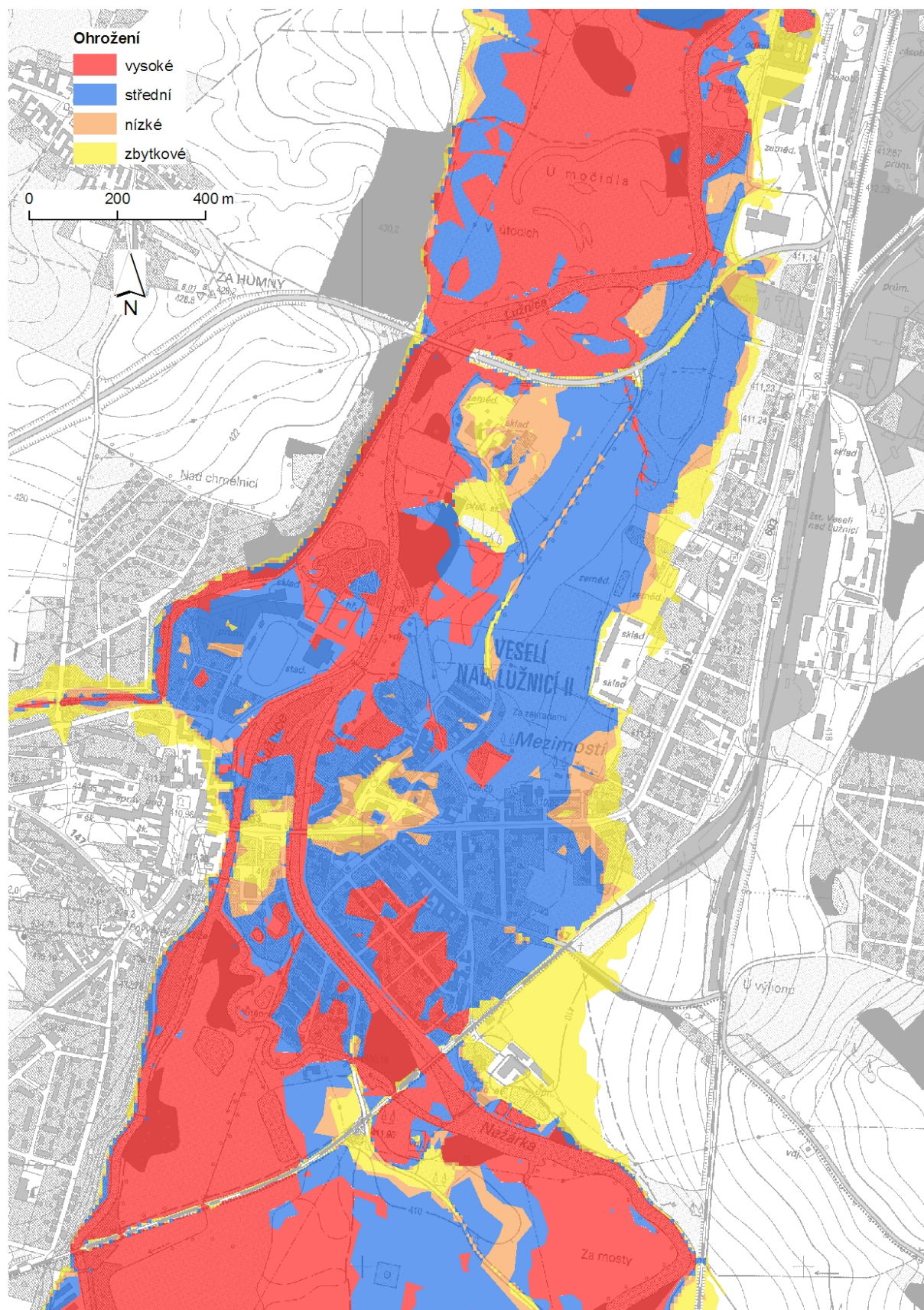
Tab. 5.1 Klasifikace ohrožení v souladu s obrázkem 5.2 a vztahem 5.4

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

*Poznámka: Klasifikace zájmového území podle míry povodňového ohrožení (viz předcházející tabulka 5.1) nenahrazuje funkci aktivní zóny (vymezené dle vyhlášky MŽP č. 236/2002 Sb), jakožto platného legislativního nástroje pro regulaci funkčního využití záplavového území dle zákona č. 254/2001 Sb. Vymezení aktivní zóny záplavového území je rozhodujícím a podmiňujícím faktorem pro rozhodnutí o možném funkčním využití území z hlediska zabezpečení jeho dostatečné průtočnosti. Tabulka 5.1 má charakter doporučení možného způsobu využití území ve vztahu k povodňovým rizikům.*

## Mapy ohrožení

Výsledné maximální hodnoty ohrožení se zobrazují pomocí barevné škály (tab.5.1) do mapy ohrožení (obr. 5.3). Záplavové území je tak rozčleněno 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 mírou ohrožení (viz tab. 5.1).



Obr. 5.3 Příklad mapy ohrožení (přesná specifikace barev viz kap. 7)

### 5.1.3 Stanovení zranitelnosti území

Základním podkladem pro stanovení zranitelnosti jsou informace o způsobu využití území založené především na Územně plánovací dokumentaci (ÚPD), a to její grafické části – hlavním výkresu (viz příloha č. 2 vyhlášky 131/1998 Sb.). Hlavní výkres může být k dispozici ve třech formách:

- vektorová data – umožňují nejjednodušší zpracování využití území;
- rastrová data – naskenovaný hlavní výkres, u kterého je třeba zajistit georeferenování (pokud již není provedeno) a následně pak obsah hlavního výkresu digitalizací převést na vektorovou reprezentaci minimálně v rozsahu rozlivu  $Q_{500}$ ;
- papírová příloha ÚPD – tu je nutné naskenovat, georeferencovat a vektorizovat.

Může také nastat situace, že obec nemá zpracovaný územní plán, popř. je značně neaktuální. Zranitelnost území je pak třeba stanovit či dopřesnit na základě dalších zdrojů informací, jako je např. ZABAGED, katastrální mapa, webové stránky obcí, mapové portály na Internetu, terénní šetření apod. (viz kap. 4.10).

Tab. 5.2 Kategorizace využití území pro potřeby vyjádření jeho zranitelnosti na základě ÚPD

Kategorie podle ÚPD	Kategorie zranitelnosti území	Kód kategorie
Bydlení v bytových domech	Bydlení	BY
Bydlení v rodinných domech		
Venkovské bydlení		
Plochy bydlení a služeb	Směšené plochy	SM
Školství	Občanská vybavenost <sup>1)</sup>	OV
Zdravotnictví a sociální péče		
Kulturní objekty – památkově chráněné		
Veřejná správa		
Obchod a služby		
Ostatní občanská vybavenost		
Technická vybavenost	Technická vybavenost <sup>2)</sup>	TV
Energetika		
Vodní hospodářství		
Garáže	Dopravní infrastruktura <sup>3)</sup>	DO
Železniční plochy		
Parkovací domy		
Významné komunikace		
Průmyslová výroba	Výrobní plochy a sklady	VY
Směšené plochy výroby a služeb		
Zemědělská výroba		
Rekreace a sport	Sport a hromadná rekreace	RS
Vodní plochy	Vodní plochy	VP
Veřejná zeleň, zahrádky, zahrádkářské kolonie	Zeleň	ZE



- 1) **Občanské vybavení** - stavby, zařízení a pozemky sloužící například pro vzdělávání a výchovu, sociální služby a péči o rodiny, zdravotní služby, kulturu, veřejnou správu, ochranu obyvatelstva;
  - 2) **Technická infrastruktura** - vedení a stavby a s nimi provozně související zařízení technického vybavení, například vodovody, vodojemy, kanalizace, čistírny odpadních vod, stavby a zařízení pro nakládání s odpady, trafostanice, energetické vedení, komunikační vedení veřejné komunikační sítě a elektronické komunikační zařízení veřejné komunikační sítě, produktovody.
  - 3) **Dopravní infrastruktura** - stavby pozemních komunikací, drah, letišť a s nimi souvisejících zařízení;
- (Zákon č. 183/2006 Sb. o územním plánování a stavebním řádu – stavební zákon)

Hlavní výkres ÚPD nemá v současnosti definovanou jednotnou legendu a navíc jednotlivé kategorie v něm uváděné jsou příliš podrobné pro potřeby rizikové analýzy. Z těchto důvodů je zranitelnosti území vyjadřována na základě informací agregovaných do kategorií způsobu využití území tak, jak je uvedeno v tabulce 5.2. Výčet jednotlivých kategorií podle ÚPD ve zmíněné tabulce je vodítkem, jak provádět kategorizaci zranitelnosti území.

Podobně jako v územním plánu jsou plochy, které vyjadřují kategorie zranitelnosti území, řešeny ve 3 časových aspektech (ne nutně jsou u všech ploch využity všechny aspekty). Tyto odpovídají: současnému stavu; návrhovému plochám a plochám výhledovým (bližší definice viz zásady tvorby ÚPD). Při vlastním zobrazení jsou uvedené časové aspekty od sebe odlišeny typem výplně a obrysu plochy kategorie zranitelnosti (obr. 5.4).

	stav	návrh	výhled
Bydlení			
Smíšené plochy			
Občanská vybavenost			
Technická vybavenost			
Doprava			
Výrobní plochy a sklady			
Rekreace a sport			
Zahrady			

Obr. 5.4 Barvy a výplně pro jednotlivé kategorie zranitelnosti území (přesná specifikace viz kap. 7)

V rámci rizikové analýzy je třeba v některých kategoriích vyčlenit a znázornit tzv. citlivé objekty (tab. 5.3). Jedná se o objekty, ve kterých je zvýšená koncentrace obyvatel se specifickými potřebami při evakuaci (např. školská zařízení, nemocnice, ústavy sociální péče). Dále to mohou být zařízení, jejichž vyřazení z provozu v případě zasažení povodní může výrazným způsobem omezit fungování celé obce (např. rozvodny elektrické energie, tlakové stanice plynu, zásobárny a úpravny pitné vody apod.).

Tab. 5.3 Definice kategorií pro citlivé objekty

Kategorie zranitelnosti území	Kategorie citlivých objektů	Označení
<b>Občanská vybavenost</b>	Školství	<b>Sk</b>
	Zdravotnictví a sociální péče	<b>Zd</b>
	Hasičský záchranný sbor, Policie, Armáda ČR	<b>Zs</b>
	Kulturní objekty – památkově chráněné	<b>Ku</b>
<b>Technická vybavenost</b>	Energetika	<b>En</b>
	Vodohospodářská infrastruktura	<b>VH</b>

Pokud to vyžaduje konkrétní situace ve analyzovaném území, je možné rozšířit kategorie pro citlivé objekty, je však třeba tuto skutečnost uvést v dokumentaci postupu provedené rizikové analýzy.

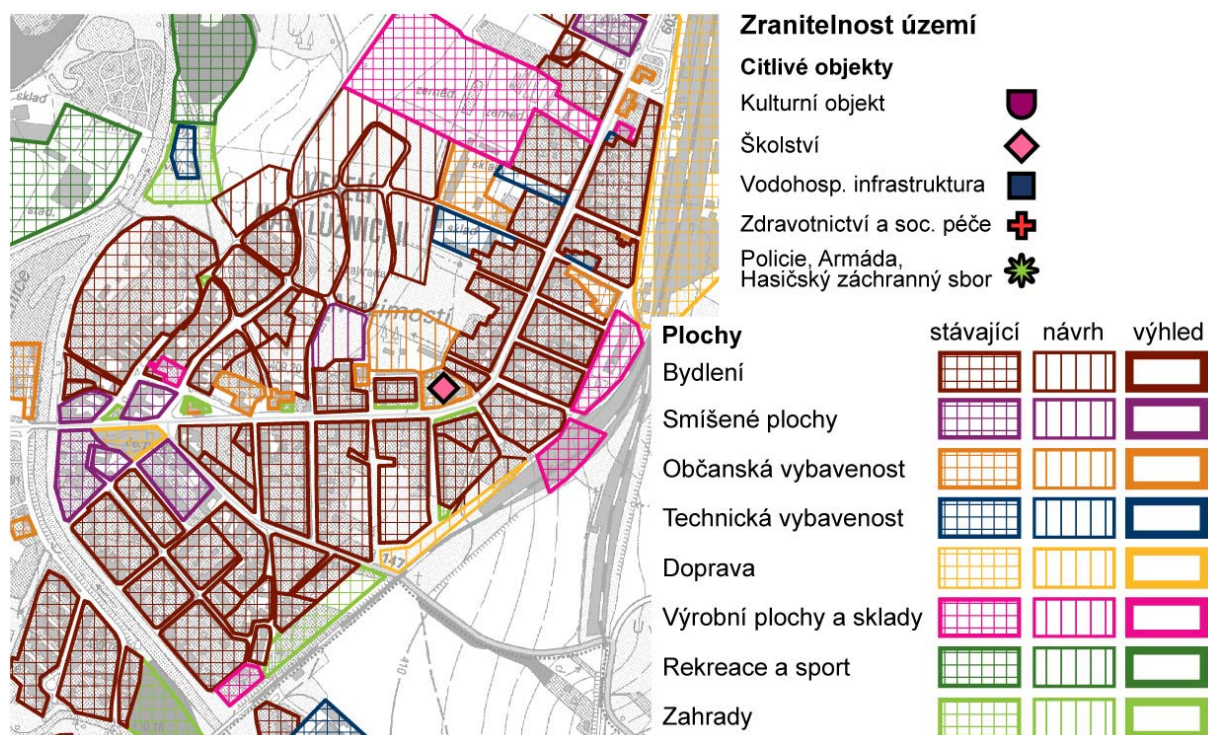
Citlivé objekty jsou znázorňovány pomocí bodových značek umístěných v ploše odpovídající kategorii zranitelnosti území (obr. 5.5, 5.6).

Kategorie	BW	CO
Školství		
Zdravotnictví a soc. péče		
Policie, Armáda, Hasičský záchranný sbor		
Kulturní objekt		
Energetika		
Vodohosp. infrastruktura		

Obr. 5.5 Bodové značky pro vyjádření citlivých objektů a jejich grafické reprezentace pro barevnou (CO) a černobílou (BW) variantu (přesná specifikace viz kap. 7)

### Využití geodatabáze ZABAGED pro stanovení kategorií zranitelnosti území

Objekty geodatabáze ZABAGED mohou doplňovat informace z ÚPD, a mohou být často novějšího data. V případě, kdy obec územní plán zpracovaný nemá, jsou data ZABAGED hlavním zdrojem pro stanovení způsobu užívání území a tím i zranitelnosti území. 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 kategorií zranitelnosti území je uvedeno v tab. 5.4 a 5.5.



Obr. 5.6 Příklad grafického vyjádření zranitelnosti území

Tab. 5.4 Rozdělení jednotlivých typů budov do kategorií zranitelnosti území podle atributu KC\_DRUHBUD vrstvy Budova jednotlivá nebo blok budov

Atribut KC_DRUHBUD	Budova	Kategorie zranitelnosti území	Kód kategorie
006	nemocnice	Občanská vybavenost	OV
015	škola		
035	poštovní úřad		
039	kaple		
042	klášter		
050	kostel		
061	správní a soudní budova		
098	ubytovací a pohostinské zař.		
009	kulturní objekt ostatní		
200	vodojem zemní	Technická vybavenost	TV
054	čerpací stanice poh. hmot		
096	přečerpávací stanice		
097	rozvodna, transformovna	Výrobní plochy a sklady	VY
001	průmyslový podnik		
030	hangár, sklad		
019	zemědělský podnik		

Tab. 5.5 Rozdělení ploch vrstvy Účelová zástavba do jednotlivých kategorií zranitelnosti území podle atributu KC\_TYPZAST

Atribut KC_TYPZAST	Účelová zástavba	Kategorie zranitelnosti území	Kód kategorie
SO	škola	Občanská vybavenost	OV
NE	nemocnice		
LZ	ostatní léčebné zařízení		
GA	skupinové garáže		
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 vybavenost	TV
VD	vodojem zemní		
CS	čerpací stanice pohon. hmot		
CV	čistírna odpadních vod		
AB	autobusové nádraží	Dopravní infrastruktura	DO
ZS	železniční stanice		
PP	průmyslový podnik	Výrobní plochy a sklady	VY
SL	sklad, hangár		
ZP	zemědělský podnik		
SK	skupinové skleníky		
CA	camping	Sport a hromadná rekreace	RS
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 a tím i jeho zranitelnosti (tab. 5.6), ale většina vrstev je vzhledem k odlišnému zaměření geodatabáze neupotřebitelná (např. kategorie vrstev: Terénní reliéf, Geodetické body, Územní jednotky včetně chráněných území).

Tab. 5.6 Vrstvy geodatabáze ZABAGED, které mohou sloužit pro stanovení využití území – zranitelnosti

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

### Další zdroje informací

Velice užitečnými zdroji informací o využití území (zranitelnosti) jsou webové stránky jednotlivých měst a obcí, ortofotomapy (portál Cenia), veřejné webové mapové portály apod. Stanovení zranitelnosti území je vhodné doplnit terénním průzkumem zejména v nejasných nebo sporných případech.

#### 5.1.4 Stanovení povodňového rizika

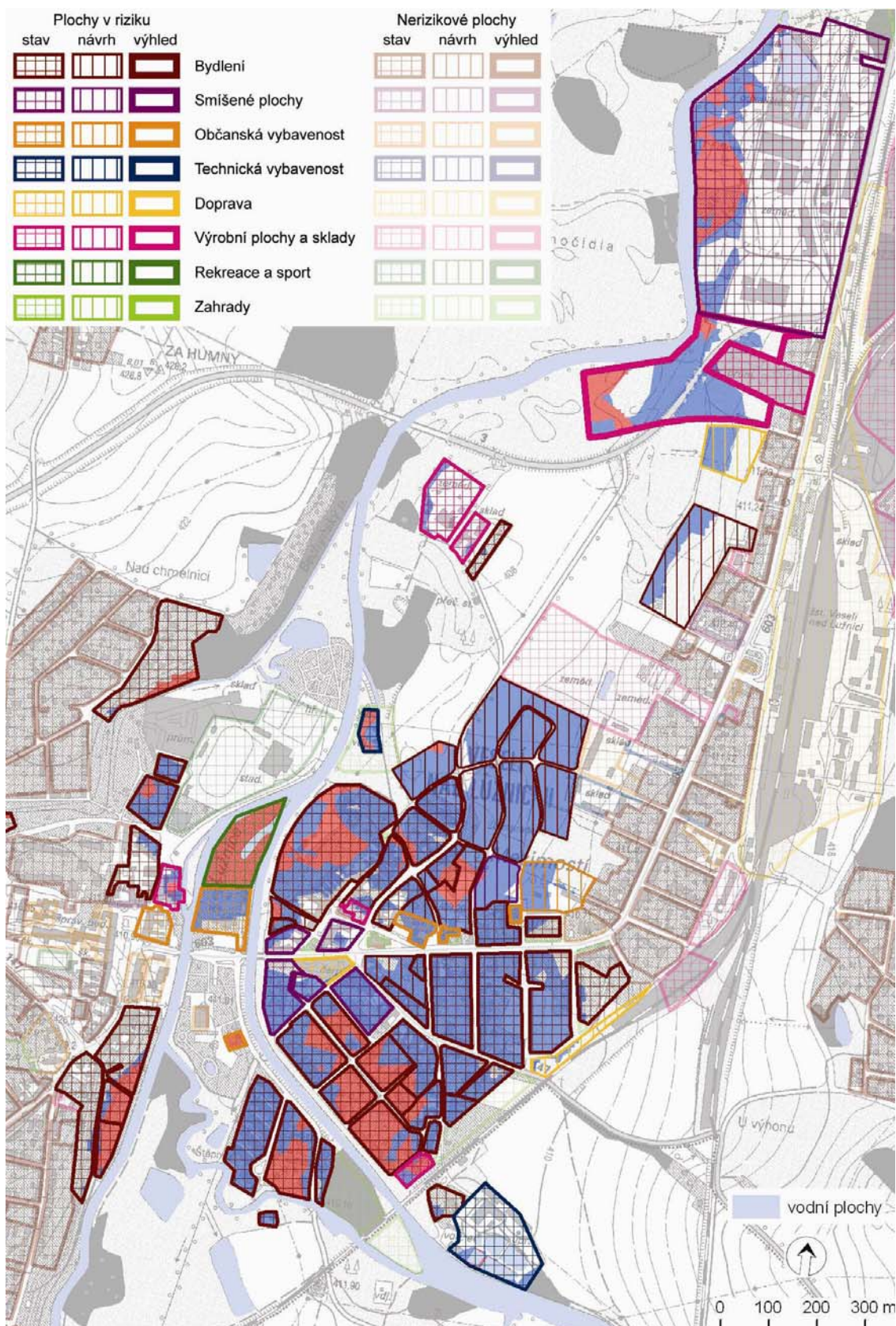
Povodňové riziko se stanovuje průnikem informací o povodňovém ohrožení a zranitelnosti území. Pro jednotlivé kategorie zranitelnosti území je stanovena míra přijatelného rizika (tab. 5.7). Mapy povodňového rizika pak zobrazují plochy jednotlivých kategorií využití území, u kterých je překročena míra přijatelného rizika (obr. 5.7). Uvnitř každé takové plochy jsou vyznačeny dosažené hodnoty ohrožení v barevné škále odpovídající tabulce 5.1. Takto identifikovaná území představují exponované plochy při povodňovém nebezpečí odpovídající jejich vysoké zranitelnosti. U těchto ploch je nutné další podrobnější posouzení jejich „rizikovitosti“ z hlediska zvládnutí rizika (snížení rizika na přijatelnou míru).

Pokud je k dispozici digitální ÚPD v takové formě, aby bylo možné je zahrnout do zpracování mapy rizika, doporučuje se pro lepší orientaci v analyzovaném území zobrazovány i tzv. nerizikové plochy příslušného využití území v potlačené barevnosti. Výchozí barva i vzorek odpovídají kategorii zranitelnosti území a časovému aspektu (obr. 5.7). Superpozice ploch může být podstatným parametrem v rozhodování o typu protipovodňových opatření.



Tab. 5.7 Přijatelné riziko pro jednotlivé kategorie zranitelnosti území

Kategorie zranitelnosti území	Označení	Přijatelné riziko
Bydlení	BY	Nízké
Občanská vybavenost	OV	Nízké
Technická infrastruktura	TV	Nízké
Dopravní infrastruktura	DO	Nízké
Výrobní plochy a sklady	VY	Nízké
	ZV	Nízké
Sport a hromadná rekreace	RS	Střední
Lesy, zeleň	Zel	Vysoké



Obr. 5.7 Příklad mapy rizika

## 5.2 Povodňové riziko – kvantitativní vyjádření (potenciální škody)

Aplikace metod vyjádření rizik na podkladu potenciálních škod se předpokládá pro plnění úkolů Povodňové směrnice k 22.12.2015, tj. pro fázi zpracování plánů zvládnutí povodňových rizik. Zde budou získané údaje využity především jako část vstupních dat pro analýzu nákladů a užitků navrhovaných ochranných opatření.

Potenciální škody se stanovují pro majetek movitého i nemovitého charakteru, různě definované přírodní a krajinné hodnoty v inundačním území. V obecném pojetí jsou škody vyjádřením rozsahu poškození nebo zničení, smrtelného úrazu, zranění, ztráty majetku, obchodní ztráty, atd. Základním rozdělením škod je na materiální a nehmotné povodňové škody. Materiální povodňové škody se pak dále člení na přímé a nepřímé. Nepřímé škody jsou dlouhodobějšího charakteru a regionálního významu a jsou důsledkem působení přímých škod, např. oslabují ekonomiku a trh.

Přímé potenciální škody se posuzují a hodnotí pro následující kategorie objektů, resp. aktivit:

- bytový fond a vybavenost bytů, rodinných domů i dalších obytných domů,
- občanské vybavení (školy, zdravotnická zařízení, obchody, kulturní stánky, historické památky, sportoviště aj.),
- dopravní infrastruktura (silnice, železnice, nádraží, mosty, propustky, parkoviště, vodní cesty, dopravní prostředky),
- systémy inženýrských sítí,
- vodní hospodářství (vodní toky, vodní díla, vodárenské systémy, čistírny odpadních vod, kanalizace),
- zemědělství (objekty, pěstování rostlin, chov hospodářských zvířat),
- lesní hospodářství,
- průmysl, energetika, služby a těžba surovin.

Následující škody, pokud budou stanovovány, 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.

### 5.2.1 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. 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 Jednotné klasifikace stavebních objektů (JKSO). Pro vyčíslení potenciálních povodňových škod metodou ztrátových křivek se využívá následující vztah:

$$D_{ik} = E_{ik} C_k L_k \quad (5.5)$$

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], [m<sup>2</sup>], nebo [m<sup>3</sup>],
- $C$  jednotková cena měrné jednotky dle hodnocené kategorie [Kč/ks], [Kč/m], [Kč/m<sup>2</sup>], nebo [Kč/m<sup>3</sup>]
- $L$  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, liší se pouze v měrných jednotkách a cenách jednotlivých kategorií objektů. Jsou užívány délkové jednotky [m], jednotky obestavěného prostoru [m<sup>3</sup>] a plošné jednotky [m<sup>2</sup>]. U stavebních objektů závisí ztráta na hloubce zaplavení, u kategorií jako jsou inženýrské sítě, dopravní infrastruktura, zemědělství závislost na hloubce zaplavení není.

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

$$D_k = \sum_i D_{ik} \quad (5.6)$$

Celková škoda  $D$  v hodnoceném území se sčítá přes jednotlivé kategorie škod (aktivit) pro dané  $Q_N$ , tedy scénář nebezpečí.

$$D_N = \sum_k D_k \quad (5.7)$$

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).

### 5.2.2 Potřebné datové podklady a zdroje

Hlavní zdroj dat pro stanovení potenciálních škod představuje geodatabáze ZABAGED. K vyhodnocení potenciálních škod jsou nezbytné následující objekty:

## 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 nespecifikované plochy

6.03 Chmelnice

6.04 Ovocný sad, zahrada

6.05 Vinice

6.06 Louka, pastvina

6.10 Okrasná zahrada, park

Mimo základní hydraulická data (hloubky a rychlosti vody v záplavovém území) uvedená v kapitole 4.9, je pro vyjádření povodňového rizika na základě stanovení potenciálních třeba zajistit následující 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).

**Registr sčítacích obvodů** (RSO, 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.

**Administrativní registr ekonomických subjektů** (ARES, 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\\_ekonomickych\\_subjektu](http://www.czso.cz/csu/redakce.nsf/i/registr_ekonomickych_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>).

### 5.2.3 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.

#### 5.2.3.1 Škody na stavebních objektech

##### Potřebná data

Mapa hloubek (výsledek hydraulického modelování)

Použité objekty ZABAGED:

- 1.02 – Budova jednotlivá nebo blok budov

Nové parametry pro objekty Budova jednotlivá nebo blok budov:

- hloubka zaplavení stavebního objektu (z mapy hloubek) [m]
- plocha polygonu budovy [m<sup>2</sup>]

Vztah pro výpočet ztrát:

$$D_{SO} = A \cdot L_I(h) \cdot C_I \quad (5.8)$$

kde:

$D_{SO}$  ztráta na stavebních objektech

$A$  plocha polygonu budovy [m<sup>2</sup>]

$L_I(h)$  hodnota ztráty vyjádřená ze ztrátové funkce pro danou hloubku záplavy kolem objektu (tab. 5.8, obr. 5.8)

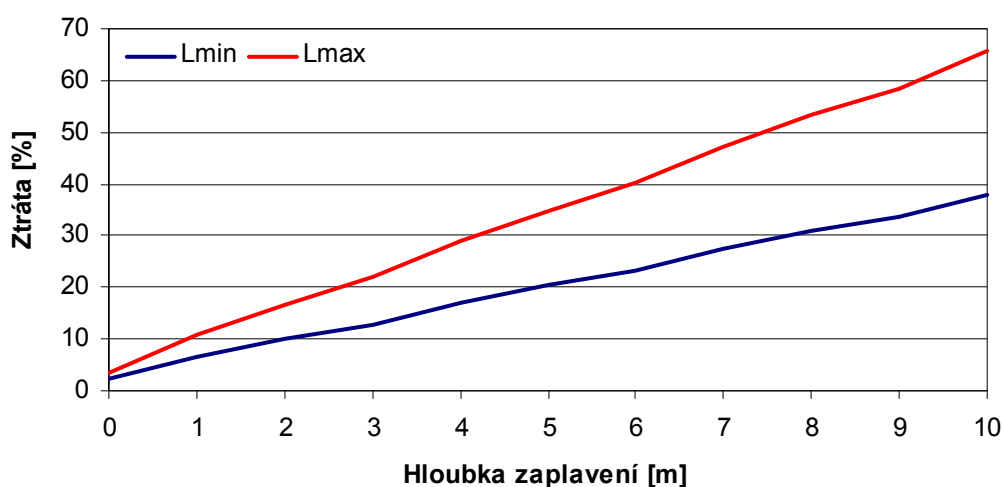


$C_1$  jednotková cena jednoho podlaží budovy [Kč/m<sup>2</sup>]

Nenulová ztráta při nulové hloubce (tab. 5.8, obr. 5.8) vyjadřuje ztrátu na podsklepení budov.

Tab. 5.8 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. 5.8 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. 5.9) 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 poskytuje JKSO (Jednotná klasifikace stavebních objektů) pro kategorie uvedené v tab. 5.9. Pro výpočet škod je uvažována univerzální výška jednoho podlaží 3 m, proto je možné převést výslednou pořizovací cenu na jednotku plochy.

Tab. 5.9 Cenové ukazatele pro stavební objekty pro rok 2007 a jejich odvození pomocí váženého průměru

Kategorie podle JSKO	Požizovací cena [Kč/m <sup>3</sup> ]	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 <sup>3</sup> ]		5 139
Požizovací cena na jednotku plochy půdorysu při výšce podlaží 3 m [Kč/m <sup>2</sup> ]		15 416

### 5.2.3.2 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 rozбором v pilotních oblastech – (Horský, 2008; Drbal a kol., 2005).

#### Potřebná data

- pro výpočet jsou použita data popsaná v předchozí kapitole včetně doplněných atributů

Vztah pro výpočet ztrát:

$$D_V = A \cdot ZV, \quad [\text{Kč}] \quad (5.9)$$

kde,

$A$  plocha zasažených bytových objektů a občanské vybavenosti s hloubkou zaplavení  $h_{min} = 0,5$  m a více [m<sup>2</sup>]

$ZV$  ztrátová cena [Kč/m<sup>2</sup>]

Do výpočtu se zahrnují všechny objekty vrstvy BudovaBlokBudov, které nejsou definovány jako průmyslové podniky (atribut KC\_DRUHBUD = 001).

Výpočet ztrátové ceny občanské vybavenosti na plochu objektu vychází se statistik ČSÚ, který zveřejňuje informace o bytech a jejich vybavení základními předměty dlouhodobého užívání za předchozí rok (publikace „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 5.10 se jedná o šedá pole.

Podle procenta zastoupení jednotlivých předmětů ve vybavení všech domácností je upravena jejich cena pro výsledný výpočet ztráty (tab. 5.10). Vybavení domácností uvedené ve „spotřebitelském koši“ představuje zhruba 15 % celkového vybavení bytu, proto je konečná suma přepočítána na 100%.

Odhad ztráty na vybavení 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 5.11).

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

Tab. 5.10 Stanovení ztrátové ceny pro vybavenost objektů (šedá pole jsou z ČSÚ)

Položka	Cena [Kč]	Zastoupení v domácnosti [%]	Redukce ceny [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 <sup>2</sup> jednotky [Kč/m <sup>2</sup> ] *) (Velikost jednotky s příslušenstvím je cca 110m <sup>2</sup> )	(Celkem / 110)		4795
Procento poškození [%]	min		23,8
	max		45,3
<b>Ztrátová cena dle procenta poškození ZV [Kč.m<sup>-2</sup>]</b>	min		<b>1 143</b>
	max		<b>2 173</b>

\*) pozn.: Při přepočtu ceny na m<sup>2</sup> se předpokládá průměrná celková plocha jednoho bytu 110 m<sup>2</sup> (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. 5.11 Poměr zastoupení objektů občanské vybavenosti a bytových objektů a jejich poškození (Horský, 2008)

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%
<b>Součet procenta škody minimální</b>	<b>23,8%</b>	
<b>Součet procenta škody maximální</b>	<b>45,3%</b>	

### 5.2.3.3 Škody na sportovních plochách

#### Potřebná data

Objekty ZABAGED:

- 1.27 – Účelová zástavba

Sportovní plochy (venkovní hřiště pro různé druhy sportu) lze vymezit následujícími hodnotami atributu KC\_TYPZAST:

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

#### Stanovení jednotkových cen a potenciálních škod 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. 5.12). 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 (tab. 5.12).

Tab. 5.12 Ceny sportovních povrchů na 1 m<sup>2</sup> pro rok 2007

Označení	Druh povrchu	Jednotková cena [Kč/m <sup>2</sup> ]	Zdroj (JKSO)	Poškození [%]		Zastoupení [%]	ZH <sub>i</sub> [Kč/m <sup>2</sup> ]	
				min	max		min	max
ZH <sub>1</sub>	tráva	453	823.3.1	20.0	30.0	50	91	136
ZH <sub>2</sub>	kamenivo	901	823.3.2	40.0	60.0	5	360	541
ZH <sub>3</sub>	beton	10 964	823.3.4	0.6	1.2	10	66	132
ZH <sub>4</sub>	živičný	1 004	823.3.7	6.0	12.0	10	60	120
ZH <sub>5</sub>	ostatní	993	823.3.9	40.0	60.0	25	397	596
ZH	celkem					100	175	269

Výpočet ztrát podle vztahu:

$$D_H = A \cdot ZH \quad (5.10)$$

*A* plocha sportovních ploch [m<sup>2</sup>]

*ZH* ztrátová cena [Kč/m<sup>2</sup>]

#### 5.2.3.4 Škody na pozemních komunikacích

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

##### Potřebná data

##### Silniční a dálniční síť

Použité objekty ZABAGED:

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

Nové atributy pro jednotlivé objekty:

- 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 [m<sup>2</sup>]

## Železnice

Použité objekty ZABAGED:

- 2.17 – železniční trať
- 2.18 – vlečka
- 2.24 – Pouliční dráha

Nové atributy pro jednotlivé objekty:

- délka linie [m]
- celková délka kolejí (jedno a vícekolejná trať) [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 z ceníků JKSO (České stavební standardy, 2008), konkrétně z tabulek 822 – Komunikace pozemní a letiště a 824 – Dráhy kolejové.

Tab. 5.13 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 <sup>2</sup> ]	822.2.7	2 935	2,06	4,12	ZK <sub>1</sub>	60	121
Železnice	[Kč/m]	824.1.3	7 400	5,80	9,07	ZK <sub>2</sub>	429	671

### Škody na silniční a dálniční síti

Škody na silniční a dálniční síti v [Kč] jsou vyjadřovány pomocí ztrátové ceny  $ZK_1$  v [Kč/m<sup>2</sup>] vztažené k celkové zaplavené ploše všech komunikací v [m<sup>2</sup>].

Vztah pro výpočet ztrát:

$$D_{SiDa} = A \cdot ZK_1 \quad (5.10)$$

$A$  plocha objektu [m<sup>2</sup>] – u liniových objektů přepočtená přes náhradní šířky

$ZK_1$  ztrátová cena [Kč/m<sup>2</sup>] – minimální a maximální (tab. 5.13)

### Škody na železniční síti

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

Vztah pro výpočet ztrát:

$$D_{žel} = dk \cdot ZK_2 \quad (5.11)$$

$dk$  délka kolejí [m]

$ZK_2$  ztrátová cena [Kč/m] – minimální a maximální (tab. 5.13)

### 5.2.3.5 Škody na inženýrských sítích

Výpočet vychází z předpokladu, že inženýrské sítě jsou vedeny souběžně se všemi komunikacemi, a proto je délka inženýrských sítí (IS) odvozena od délky pozemních komunikací (kap. 5.3.3.4). Pokud existují informace o chybějících sítích v zaplaveném území (např. plynofikace), zahrnuje výpočet pouze sítě vybudované.

Rozdělení inženýrských sítí a jejich ztrátové ceny:

- Elektřina –  $ZIS_2$
- Voda –  $ZIS_3$
- Kanalizace –  $ZIS_4$
- Plyn –  $ZIS_5$
- Telekomunikace –  $ZIS_6$

Ceníky pro odvození ztráty pro inženýrské sítě vycházejí z ceníků JKSO (tab. 5.14), konkrétně z tabulek 827 – Vedení trubní a 828 – Vedení elektrická (České stavební standardy, 2008).

Tab. 5.14 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

Vztah pro výpočet ztrát:

$$D_{IS} = dk \cdot ZIS_n \quad (5.12)$$

$dk$  délka pozemních komunikací [m]

$ZIS_n$  ztrátová cena [Kč/m] pro jednotlivé inženýrské sítě – minimální a maximální (tab. 5.14)

### 5.2.3.6 Škody na mostech

Škody na mostech jsou vztaženy na plochu mostovky.

Použité objekty 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. 5.16
- plocha mostovky [m<sup>2</sup>]

Ceny pro odvození ztrát na mostech vycházejí z ceníků JKSO (České stavební standardy, 2008), konkrétně z tabulky 821 – Mosty (tab. 5.15).

Tab. 5.15 Cenové ukazatele pro mosty pro rok 2007/II

Mosty	Zdroj ceny	Cena dle JKSO [Kč/m <sup>2</sup> ]	Poškození *) [%]		Ztrátová cena [Kč/m <sup>2</sup> ]	
			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 5.16.

Tab. 5.16 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 $ZM_3$

Vztah pro výpočet ztrát:

$$D_{Mo} = A \cdot ZM_i \quad (5.13)$$

$A$  plocha mostovky [ $m^2$ ] – viz tab. 5.16

$ZM_i$  ztrátové ceny [ $Kč/m^2$ ] – minimální a maximální – viz tab. 5.15

### 5.2.3.7 Škody na vodohospodářské infrastruktuře

Použitá objekty ZABAGED:

- 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  $A$  [ $km^2$ ],  $Q_a$  [ $m^3/s$ ] a hodnoty  $N$ -letých průtoků  $Q_N$  [ $m^3/s$ ].

Úsek je zařazen podle hodnoty  $Q_a$  do kategorie úseků toků A, B nebo C (viz příloha P5).

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

$$RC = PC \cdot K_i \quad (5.14)$$

$RC$  reprodukční cena DHM [ $Kč$ ],

$PC$  pořizovací cena DHM [ $Kč$ ],

$K_i$  koeficient přepočtu hodnoty majetku (viz příloha P6), pro  $i$ -tý typ stavby – viz tab. 5.17

Tab. 5.17 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.

Vztah pro výpočet ztrát:

$$D_{VH} = RC_s \cdot ZVH_{k,N} \quad (5.15)$$

$RC_s$  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 P5.

### 5.2.3.8 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

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. 5.18) (Satrapa, 1999).

Tab. 6.18 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. 5.19).

Vztah pro výpočet ztrát:

$$D_Z = A \cdot ZZ \quad (5.16)$$

$A$  plocha zemědělské půdy [ha]

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

Tab. 5.19 Rozbor ztrátové ceny v rostlinné výrobě vztažené 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.

#### 5.2.3.9 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 5.20.

Tab. 5.20 Typy atributu KC\_DRUHBUD vrstvy Budova jednotlivá nebo blok budov vybraných pro stanovování 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.). Využití budov ležících v ploše účelové zástavby je možné odvodit z atributu KC\_TYPZAST z vrstvy Účelová zástavba (tab. 5.21). Pro větší přesnost je vhodné v zájmovém území provést místní šetření.

Tab. 5.21 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	úpravná vody
VD	vodojem zemní
SK	skupinové skleníky
SL	sklad, hangár
PR	přístav

Do výsledného výpočtu jsou zahrnuty budovy s hodnotami atributu KC\_DRUHBUD uvedených v tabulce 5.20 a budovy ležící ve vybraných polygonech účelové zástavby podle tabulky 5.21.

#### **Stanovení jednotkových cen a potenciálních škod v průmyslu**

Hlavním podkladem pro stanovení jednotkové ceny pro škody v průmyslu je celkový statistický přehled ČSÚ pro zpracovatelský a energetický průmysl (Ekonomické výsledky průmyslu ČR – kód 8006-07). Z nich se hodnota majetku stanovuje jako součet dlouhodobého majetku, zásob a 1/3 pasiv vlastního kapitálu za poslední dostupný rok z publikovaného období. Tento součet je vztažen k celkové ploše průmyslových objektů v České republice a na

základě těchto hodnot je odvozena jednotková cena na m<sup>2</sup> průmyslových budov. Vlastní škoda je poté definována procentem škody z jednotkové ceny (tab. 5.22).

Tab. 5.22 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
<b>Celkový ohrožený majetek (a+b+d)</b>	e	<b>mil. Kč</b>	<b>1 499 030</b>	651 806	2 150 836
Plocha průmyslových budov	f	ha			9 658
Hodnota majetku na m <sup>2</sup> (e/f)		Kč/m <sup>2</sup>			22 270
<b>Minimální škoda – 10 %</b>		<b>Kč/m<sup>2</sup></b>			2 227
<b>Maximální škoda – 15 %</b>		<b>Kč/m<sup>2</sup></b>			3 341

Vztah pro výpočet ztrát:

$$D_p = A \cdot ZP \quad (5.17)$$

A plocha budov [m<sup>2</sup>]

ZP ztrátová cena [Kč/m<sup>2</sup>] – viz tab. 5.22

### 5.2.3.10 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 opotřebeného zařízení firmy. Při tomto postupu tedy dochází k nadhodnocení povodňových škod. Naopak k podhodnocení povodňových škod může docházet neúplností záznamů.

#### **Odhad rozborem**

Při odhadu rozborem 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 škod na 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, zněny 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 jednotlivých scénářích nebezpečí 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 nevyrábí (Kos, 2004). V přidané hodnotě nejsou totiž zahrnuty náklady na energii, suroviny a služby, které průmyslová jednotka vlastně ušetří tím, že nevyrábí. 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 za 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 vhodné provést formou samostatné studie.

#### **5.2.4 Odhad rizika na základě potenciálních povodňových škod**

Vyjádření povodňového rizika na základě potenciálních škod vychází z rozdělení pravděpodobnosti ročních kulminačních průtoků:

$$R = \int_{Q_n}^{Q_{ext}} D(Q) \cdot f(Q) \cdot dQ \quad (5.18)$$

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

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

$f(Q)$  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 (výše škod může být enormní).

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

$$D(Q) = \sum_{j=1}^{PK} D_j(Q) \quad (5.19)$$

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

Škody  $D(Q)$  vázané na průběh průtoku je vhodné vztáhnout k době opakování –  $D(N)$ . Výpočet je možné provést analyticky nebo numerickou integrací pomocí lichoběžníkového pravidla.

V případě analytického řešení lze pro další odvození 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. 5.9:

$$D(N) = D_A + K(\ln N - \ln A) \quad (5.20)$$

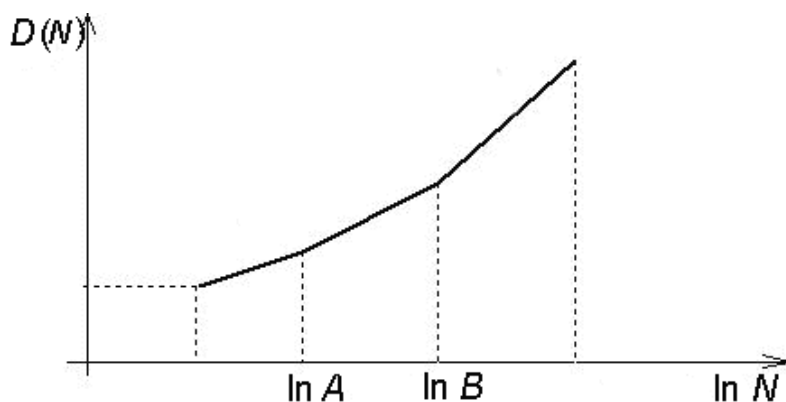
$D(N)$  škoda při průtoku s dobou opakování

$N, A, B$  krajní hodnoty intervalu doby opakování.

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

Lze odvodit, že

$$K = (D_B - D_A) / (\ln B - \ln A). \quad (5.21)$$



Obr. 5.9 Schéma k odvození rizika

Vztah (5.18) pak lze po úpravách přepsat do tvaru:

$$R = \sum_{k=1}^{PI} \left[ - \int_{\frac{1}{A}}^{\frac{1}{B}} (D_A + K \cdot \ln \frac{1}{P} + K \cdot \ln A) \cdot dp \right]_k, \quad (5.22)$$

$PI$  počet intervalů dob opakování ( $A, B$ ) ve smyslu obrázku 5.9,

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

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

$$R_k = -\frac{1}{B} [D_A + K \cdot (1 + \ln B - \ln A)] + \frac{1}{A} \cdot (D_A + K) \quad (5.23)$$

Výsledné riziko pro celou škálu nebezpečí může být vyjádřeno jako součet rizik v dílčích intervalech dle stanovených povodňových škod [Kč/rok] dle (5.22):

$$R = \sum_{k=1}^{PI} R_k = \sum_{k=1}^{PI} \left[ -\frac{1}{B} [D_A + K \cdot (1 + \ln B - \ln A)] + \frac{1}{A} (D_A + K) \right] \quad (5.24)$$

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.

V případě výpočtu (5.18) numerickou integrací pomocí lichoběžníkového pravidla se riziko stanovuje podle vztahu

$$R = \sum_{k=1}^{PI} \frac{D(P_{k+1}) + D(P_k)}{2} \cdot |P_{k+1} - P_k|, \quad (5.25)$$

$PI$  počet intervalů dob opakování ( $A, B$ ) ve smyslu obrázku 5.9,

$P_i = 1 - e^{-\frac{1}{N}}$  analogicky se vztahem (5.3).

Pro obě uvedené metody výpočtu (5.24) a (5.25) platí, že poskytují srovnatelné výsledky.



## 6. Výstupní data

### 6.1 Požadovaná výstupní data a jejich parametry

Výstupní datové sady a jejich parametry jsou definovány v přílohách P1 až P4.

### 6.2 Dokumentace rizikové analýzy

Dokumentace je řešena v samostatném materiálu „Vzorová projektová dokumentace“ pro podání žádosti o poskytnutí podpory z prostředků Operačního programu životního prostředí.

### 6.3 Postupy pro kontrolu výstupních dat

#### 6.3.1 Kontrola datových formátů

Výstupní data by měla být předána pouze v datových formátech specifikovaných v přílohách P1 až P4. Kontrola datových formátů bude probíhat na několika úrovních:

- kontrola struktury předaných datových sad jako takových (například v případě vektorového formátu ESRI shapefile, který se musí skládat alespoň ze 3 souborů: .shp, .shx, .dbf)
- kontrola existence a obsahu metadat (příloha P4)
- přímá kontrola čitelnosti dat

#### 6.3.2 Kontrola geometrie a topologie

Ke kontrole geometrie a topologie prvků datových sad budou využity nástroje topologické kontroly v prostředí některého z GIS softwarových produktů. Topologická pravidla jsou definována v příloze P3.

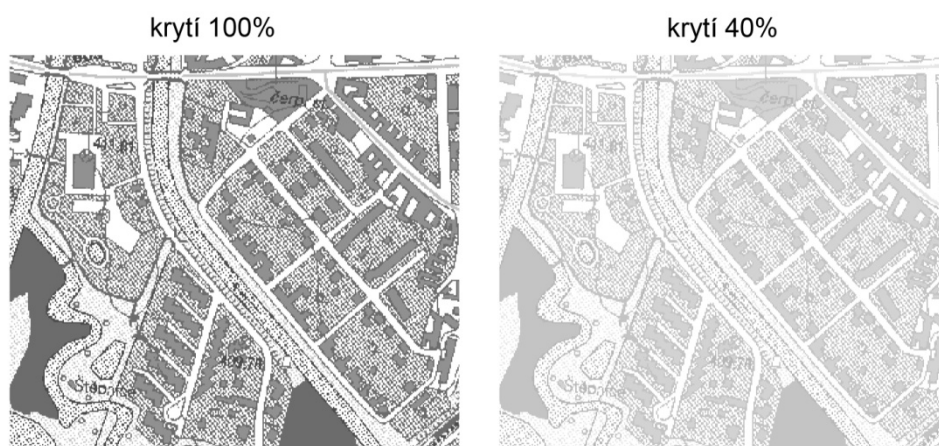


## 7. Prezentace výstupů v mapových podkladech

Vizualizace jednotlivých prvků uvedených map je navržena primárně pro zobrazení prostřednictvím webových služeb – tedy v digitální formě, sekundárně pro tisk. Všechny barevné kódy jsou proto uváděny v barevném modelu RGB.

### Podklad

Jako podklad pro mapy povodňového nebezpečí, mapy ohrožení a mapy povodňového rizika je použita Základní mapa 1:10 000 (případně ZABAGED) v odstínech šedé, krytí 40% z důvodu vysoké procenta zaplnění mapy (obr. 7.1).



Obr. 7.1 Základní mapa ZM 10 v odstínech šedi – a) plné krytí, b) krytí 40%

### Osa toku




Osa toku je znázorněna jako je čerchovaná čára (čára 10b, mezer 2b, čára 1b, mezer 2b) o síle 1b modré barvy (RGB = 3/78/162) – obr. 7.2. Osu toku lze doplnit kilometráží podle zavedeného značkového klíče pro vodohospodářské mapy.



Obr. 7.2 Osa toku

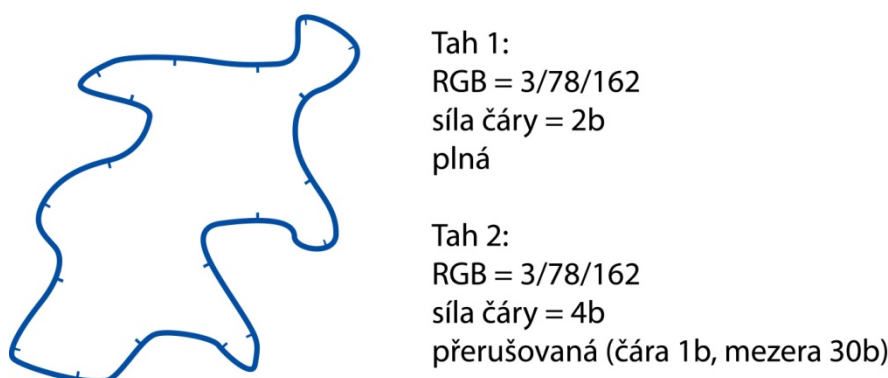
### Mapy povodňového nebezpečí

Hranice rozlivů – jsou zobrazovány jako uzavřené polygony, specifikace viz obrázek 7.3.

Rozliv (obrys plochy)	Barva (R / G / B)
Q <sub>20</sub> 	0/136/81 čerchování: 12b-2b
Q <sub>100</sub> 	0/101/164
Q <sub>500</sub> 	82/46/145 čerchování: 16b-2b-2b-2b

Obr. 7.3 Definice obrysových linií pro jednotlivé rozlivy

Pokud programové vybavení umožňuje zobrazovat linie se stranovou indikací doporučuje se pro usnadnění rozlišení vně a uvnitř rozlivu zobrazovat rozliv Q<sub>100</sub> tak jak je uvedeno na obrázku 7.4.



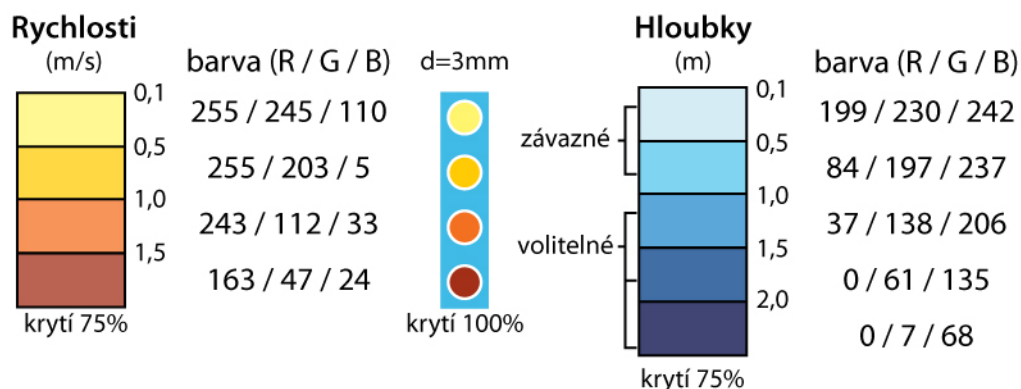
Obr. 7.4. Rozliv Q<sub>100</sub> – definice linie se stranovou indikací

### Mapy hloubek a rychlostí

Mapa hloubek a rychlostí (výstupy z 1D modelu) představuje jednoduchou izopleťovou mapu doplněnou bodovou symbolikou rychlostí, kde barva kruhového symbolu reprezentuje interval rychlosti. Barva symbolů pro jednotlivé rychlostní intervaly odpovídá barvě adekvátních intervalů pro plochy v mapě rychlostí (výstupy z 2D modelu). Plochy mají 75% krytí pro zajištění čitelnosti podkladu, bodová reprezentace je plnobarevná, doplněná o 1b širokou bílou lemovku umístěnou vně kruhu o průměru 3 mm.

Hloubky jsou vykreslovány v 5 intervalech, kdy hranice prvních dvou intervalů („0,0 m“; „0,5 m“ a „1,0 m“) jsou závazné (obr. 7.5). Další dvě hraniční hodnoty (přednastavené na „1,5 m“ a „2 m“) jsou volitelné (podle potřeby lze přednastavené hodnoty změnit).

Rychlosti jsou vykreslovány ve 4 intervalech s hraničními hodnotami: „0,0“; „0,5“; „1,0“; „1,5“ m/s.



Obr. 7.5 Definice barev a intervalů pro mapy rychlostí a mapy hloubek a rychlostí

Mapy hloubek a rychlostí jsou doplněny příslušným standardně zobrazeným rozlivem, případně osou toku.

### Mapy povodňového ohrožení

Míra povodňového ohrožení je zobrazována čtyřmi barvami, kdy pro vysoké, střední a nízké ohrožení je použito krytí 60 %, a pro reziduální ohrožení krytí 40 % (obr. 7.6). Pokud programové vybavení neumožňuje odstupňování krytí jednotlivých barev, používá se i pro reziduální ohrožení hodnota 60 %.

KRYTÍ 100%	OHROŽENÍ	barva (R / G / B)	KRYTÍ
	Vysoké	255 / 0 / 0	 60%
	Střední	0 / 92 / 230	 60%
	Nízké	248 / 148 / 62	 60%
	Reziduální	250 / 238 / 16	 40%

Obr. 7.6 Legenda pro mapu ohrožení

























### Zranitelnost území

Zranitelnost území zahrnuje základní plochy využití území, rozlišené ve 3 časových aspektech: stav, návrh, výhled (podle zadávací dokumentace ÚPD), z hlediska geometrie reprezentované buď vyplněnou plochou nebo obrysovou (hraniční) linií.

Časové aspekty jsou od sebe odlišeny typem výplně a obrysu plochy (obr. 7.7):

- Současný stav - křížená šrafura (orientace šraf  $0^\circ$  a  $90^\circ$ , rozteč šraf 2mm, síla šrafy 0,5b), síla obrysové linie 2b, preferenčně uvnitř (síla linie se vykresluje od hranice plochy směrem dovnitř)

- Návrhové plochy – svislá šrafura (orientace šraf 90°, rozteč šraf 2,5mm, síla šrafy 0,75b), síla obrysových lineí 1,5b, preferenčně uvnitř (síla lineí se vykresluje od hranice plochy směrem dovnitř),
- Výhledové plochy jsou indikovány pouze lemovkou (plocha je prázdná, obrysová linie o síle 4b je orientována dovnitř), podle definice ÚPD nejsou tyto plochy v rámci ÚPD závazné.

	stav	návrh	výhled	Barva (RGB)
Bydlení				122 / 22 / 0
Směšené plochy				135 / 33 / 117
Občanská vybavenost				227 / 127 / 28
Technická vybavenost				0 / 55 / 104
Doprava				253 / 185 / 36
Výrobní plochy a sklady				236 / 11 / 141
Rekreace a sport				56 / 124 / 43
Zahrady				140 / 198 / 63

Obr. 7.7 Definice barev a výplní pro jednotlivé kategorie zranitelnosti území

Jednotlivé plochy je možné dále identifikovat prostřednictvím popisu, respektive kódu kategorie podle zranitelnosti (VY = občanská vybavenost, BY = bydlení atd.) Pro tento popis je vhodné použít groteskové písmo („bezpatkové“, stejně široké čáry bez stínování, např. Arial, Helvetika, Myriad Pro) ve velikosti 12b, v tučném řezu, v černé barvě s bílou lemovkou pro odstínění od podkladu.

### Mapy povodňového rizika

V mapě se zobrazují všechny základní plochy zranitelnosti území spadající do zón ohrožení ve stupních „vysoké“ a „střední“ v rámci zpracovávaného území (rizikové plochy), jejichž využití neodpovídá přípustnému riziku. Pokud je k dispozici digitální ÚPD v takové formě, aby bylo možné je zahrnout do zpracování mapy rizika, doporučuje se zahrnout nerizikové základní plochy využití území (zranitelnosti) v potlačené barevnosti v rámci zpracovávaného území (obr. 7.8), a to z důvodu možné ztráty orientace v prostoru. Pro odlišení ploch „rizikových“ od „nerizikových“ je využita změna intenzity barevného odstínu dosažená v tomto případě nastavením vysokého procenta průhlednosti (krytí = 35%). Výchozí barva i vzorek odpovídají kategorii zranitelnosti území a časovému aspektu.

Z důvodu zachování ploch ohrožení v plošné barevnosti tvoří plochy zranitelnosti území svrchní plošnou tematickou vrstvu.

Plochy v riziku				Nerizikové		
stávající	návrh	výhled		stávající	návrh	výhled
			Bydlení			
			Smíšené plochy			
			Občanská vybavenost			
			Technická vybavenost			
			Doprava			
			Výrobní plochy a sklady			
			Rekreace a sport			
			Zahrady			

Obr. 7.8. Zobrazení rizikových a nerizikových ploch

### Citlivé objekty

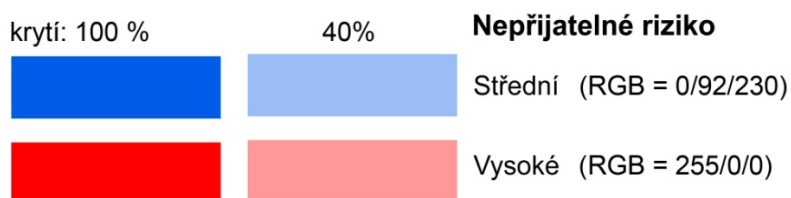
Pro znázornění citlivých objektů byly navrženy čistě geometrické znaky řešené v černobílé a barevné formě. Znaky jsou vepsány do plochy 4x4 mm (obr. 7.9). Symbol charakterizující citlivý objekt je umístěn nad plochou nadřazené kategorie zranitelnosti území.

Kategorie	BW	CO	Barva (RGB)
Školství			255 / 102 / 153
Zdravotnictví a soc. péče			255 / 51 / 51
Policie, Armáda, Hasičský záchranný sbor			110 / 165 / 50
Kulturní objekt			153 / 0 / 102
Energetika			0 / 115 / 115
Vodohosp. infrastruktura			28 / 54 / 100

Obr. 7.9 Bodové značky pro vyjádření citlivých objektů a jejich grafické reprezentace pro barevnou (CO) a černobílou (BW) variantu

### Nepřijatelné riziko

Způsob vizualizace se přenáší z map povodňového ohrožení. Pro mapy rizik jsou relevantní stupně vysoké a střední riziko - bylo zachováno použití červené barvy pro vysoké stupeň rizika (RGB = 255/0/0) a modré barvy pro střední stupeň rizika (RGB = 0/92/230) v plné ploše s krytím 40% pro zachování rozpoznatelnosti a čitelnosti podkladu (obr. 7.10).



Obr. 7.10. Stupně ohrožení relevantní pro mapy rizika



## 8. Zveřejnění výstupů

Jednou z důležitých povinností, které ukládá Povodňová směrnice, je zpřístupnění map povodňového nebezpečí a map povodňových rizik široké veřejnosti. Zřízení centrálního datového skladu pro uložení výsledků rizikové analýzy a vytvoření jeho prezentačního rozhraní v podobě mapového portálu umožní splnění této povinnosti.

### 8.1 Platforma pro sběr a správu výstupních dat rizikové analýzy

Centrální datový sklad (CDS) umožní uložení, správu a rychlý přístup k výstupům rizikové analýzy provedené jednotlivými zpracovateli map povodňového nebezpečí a map povodňových rizik. Součástí CDS budou nástroje pro kontrolu úplnosti a vnitřní integrity ukládaných dat, pravidla pro přístup k datům a také pravidla pro využívání dat z datového skladu.

Podporu zpracovatelů map povodňového nebezpečí a povodňových rizik a jejich komunikaci se správcem centrálního datového skladu při procesu předávání výstupních dat bude vhodné řešit webovým rozhraním, které bude součástí celkové prezentační vrstvy. Samotnou technickou část sběru poměrně objemných výstupních dat map povodňového nebezpečí a povodňových rizik lze realizovat prostřednictvím sítě Internet s využitím technologií umožňujících bezpečný přenos většího objemu dat (např. Secure FTP, WebDAV) - po dokončení výstupních dat rizikové analýzy provede zpracovatel jejich nahrání (upload) do centrálního úložiště, odkud budou data převzata správcem datového skladu ke kontrole a dalšímu zpracování

Návrh technologické koncepce CDS a souvisejících komponent není součástí této metodiky.

### 8.2 Platformy pro zveřejnění výstupních dat rizikové analýzy

#### 8.2.1 Webová prezentace

Prezentace aktuálních informací o problematice povodňových rizik v České republice v prostředí Internetu je pravděpodobně nejvhodnější formou zpřístupnění těchto informací veřejnosti. Webová prezentace seznámí srozumitelným způsobem uživatele s danou problematikou, a to s využitím veškerých dostupných moderních webových technologií, včetně publikace geoprostorových dat v podobě dynamických map. Uživatel může pracovat s geoprostorovými daty v prostředí webového prohlížeče bez nutnosti použití samostatného GIS software, přičemž má k dispozici plnohodnotné ovládací prvky umožňující práci s mapou (pohyb v mapovém výřezu, vypínání/zapínání jednotlivých vrstev, atributové dotazy atd.).

Kromě obecných informací o problematice povodňových rizik v ČR, aktualit ve vývoji legislativního rámce (Povodňová směrnice a související legislativní dokumenty) a dynamické

prezentace výstupních dat by v rámci webové prezentace měly být popsány zdroje a formáty vstupních dat, proces jejich zpracování, požadované formáty výstupů.

V rámci řešení této metodiky byla na webových stránkách oddělení GIS a kartografie VÚV T.G.M.,v.v.i. vytvořena prezentace důležitých informací souvisejících s tematikou tvorby map povodňového nebezpečí a povodňových rizik ([www.dibavod.cz/mapy-rizik](http://www.dibavod.cz/mapy-rizik)). Jsou zde prezentovány informace, které by měly být součástí výsledné webové prezentace (mapového portálu), která bude v budoucnu vytvořena za účelem publikace výsledků povodňové rizikové analýzy v ČR v prostředí Internetu.

### **8.2.2 Webové mapové služby**

Výsledná data rizikové analýzy bude vhodné publikovat v prostředí internetu také prostřednictvím tzv. webových mapových služeb (WMS - Web Map Service) případně WFS (Web Feature Service). Tyto služby jsou standardem vyvinutým a dále rozšiřovaným konsorciem OGC (Open Geospatial Consortium) a umožňují sdílení geografických dat v prostředí internetu v podobě rastrových obrazových datových formátů (WMS) nebo vektorových dat (WFS). Většina současných klientských GIS softwarových aplikací již podporuje alespoň první z těchto standardů (WMS). Geoprostorová data publikovaná uvedeným způsobem je možné v těchto aplikacích zobrazit jako jednu z vrstev a použít pro tvorbu mapových výstupů apod. Jednou z výhod takového řešení je okamžitý přístup ke zdroji aktuálních dat - v tomto případě by se jednalo o vybraná data z centrálního datového skladu.

## 9. Vazby na související oblasti

Využití výstupů, které je možné produkovat s použitím popsané metodiky, tj. map povodňového nebezpečí a map povodňových rizik lze předpokládat nejen ve sférách plánování vodohospodářských služeb a operativního zvládnání povodňových situací, ale zejména v oblasti prevence. Jejich nejúčinnějším využitím je pak dlouhodobé usměrňování využívání území způsobem co nejméně konfliktním s prostory, ve kterých dochází k odtoku povodňových průtoků. Znamená to nejen postupně budovat opatření na takové omezení nebo usměrňování povodňových průtoků, která budou schopna snížit riziko pro současné využívání území na přijatelnou úroveň, ale také a **spíše především**, do budoucna upravit využití území ohroženého povodňovým nebezpečím tak, aby tímto využitím vznikalo nejvýše jen přijatelné riziko při odtoku povodní, které územím musí projít.

Tuto úlohu má v současné struktuře veřejné správy plnit územní plánování. Proto se mapy povodňového nebezpečí a mapy povodňových rizik musí stát důležitou a neopominutelnou součástí územně plánovacích podkladů, z nichž územní plánování vychází a které musí při tvorbě územně plánovací dokumentace kteréhokoliv stupně podrobnosti důsledně respektovat jako přírodními podmínkami dané limity využívání území. Modifikace těchto limitů je možná spíše výjimečně a lokálně, jen v případě ekonomicky zdůvodnitelných možností takových vodohospodářských opatření, která jsou schopna snížit povodňové riziko na přijatelnou úroveň. Pro interpretaci vyhodnoceného ohrožení území povodňovým nebezpečím pro další možné využívání území se doporučuje vycházet z tabulky 5.1, případně, v rámci dalších prací na upřesňování limitů využití území v územním plánování, tuto navrženou interpretaci dále precizovat.



## 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 (2008): Veřejná databáze ČSÚ (<http://vdb.czso.cz/vdb/index.jsp>)
- ČESKÝ ÚŘAD ZEMĚMĚŘICKÝ A KATASTRÁLNÍ (2007): Popis dat Základní báze geografických dat (ZABAGED<sup>®</sup>), Praha (<http://www.cuzk.cz/>), 17 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.
- DRBAL, K. a kol. (2008): Metodika stanovování povodňových rizik a potenciálních škod v záplavovém území. VÚV T.G.M., Brno, 60 s.
- HORSKÝ, M. (2008): Metody hodnocení potenciálních povodňových škod a jejich aplikace pomocí prostředků GIS. Disertační práce, ČVUT v Praze, Fakulta stavební, Praha (před obhajobou)
- HYVNAR, V. a kol. (2007): Limity využití území. ÚÚR, Brno, 3. vydání. 37. s.
- 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
- Metodický pokyn (28181/2005-16000) k zadávání fotogrammetrických činností pro potřeby vymezování záplavových území v souvislosti s aplikací ustanovení § 66 odst. 1 zákona č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů, a vyhlášky č. 236/2002 Sb., o způsobu a rozsahu zpracování návrhu a stanovování záplavových území.
- 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](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.
- 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.



## Přílohy

Příloha P1 - Požadovaná výstupní data (xls – soubor)

Příloha P2 - Požadované atributy výstupních dat (xls – soubor)

Příloha P3 - Topologické profily (xls – soubor)

Příloha P4 - Požadovaný obsah metadat (xls – soubor)

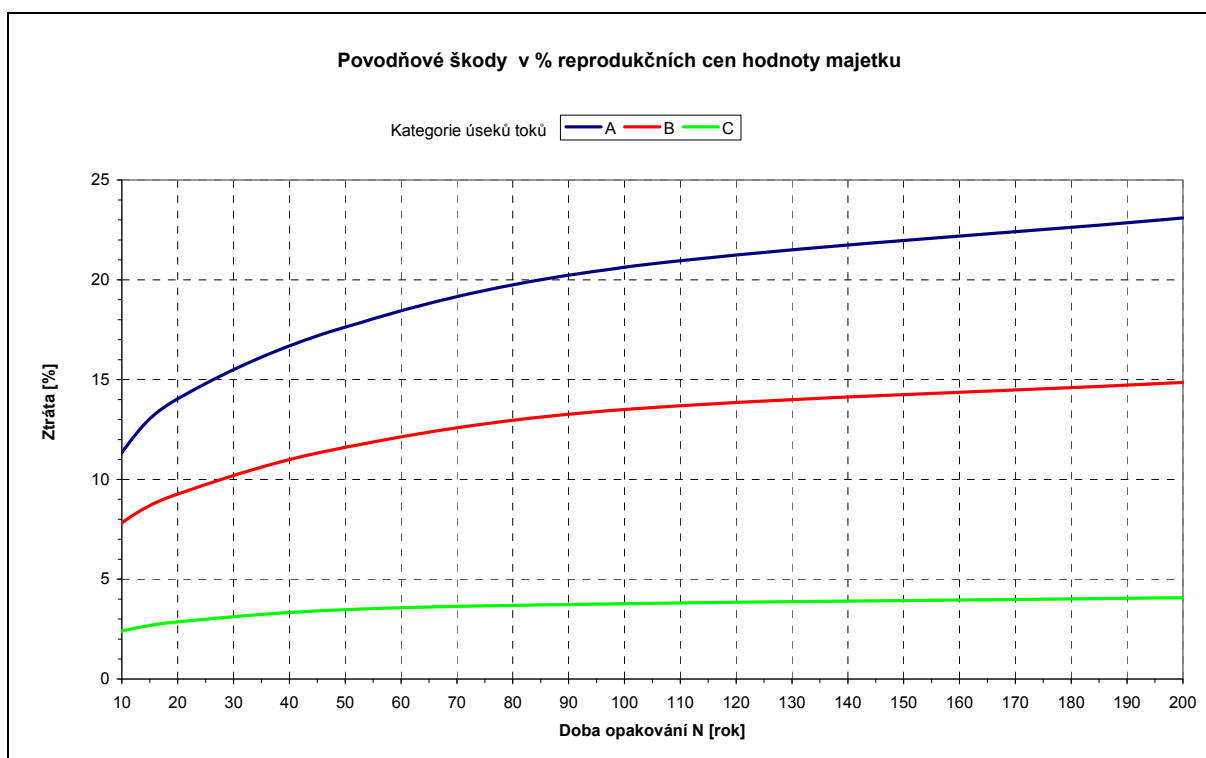
Příloha P5 - Grafické a tabelární vyjádření ztrátových funkcí pro vyjádření škod na vodohospodářské infrastruktuře v závislosti na míře povodňového nebezpečí ( $Q_N$ )

Příloha P6 - Cenové indexy ČSÚ (I) a koeficienty přepočtu hodnoty vodohospodářského majetku (K) pro typy staveb 0, 1, 2 (viz tab. 6.9) – k roku 2007





**Příloha P5 – 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 ( $Q_N$ )				
	$Q_{10}$	$Q_{20}$	$Q_{50}$	$Q_{100}$	$\geq Q_{200}$
A – úseky toků s $Q_a$ do 10,0 m <sup>3</sup> /s	11,35	14,04	17,63	20,62	23,10
B – úseky toků s $Q_a$ 10,1 – 25,0 m <sup>3</sup> /s	7,82	9,27	11,60	13,51	14,86
C – úseky toků s $Q_a$ nad 25,0 m <sup>3</sup> /s	2,41	2,86	3,47	3,78	4,07



**Příloha P6 – 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	$I_{S0}$	$K_{S0}$	$I_{S1,2}$	$K_{S1,2}$
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







Evropská unie

Spolufinancováno z prostředků Fondu soudržnosti a Evropského fondu pro regionální rozvoj v rámci Technické pomoci Operačního programu Životní prostředí.

Ministerstvo životního prostředí

Státní fond životního prostředí České republiky

[www.opzp.cz](http://www.opzp.cz)

Zelená linka 800 260 500

[dotazy@sfzp.cz](mailto:dotazy@sfzp.cz)