



**České vysoké učení technické v Praze  
Fakulta stavební**

**METODIKA PRO POSUZOVÁNÍ  
PROTIPOVODŇOVÝCH OPATŘENÍ  
NAVRŽENÝCH DO III. ETAPY PROGRAMU  
„PREVENCE PŘED POVODNĚMI“**

doc. Ing. Ladislav Satrapa, CSc.  
doc. Dr. Ing. Pavel Fošumpaur  
Ing. Martin Horský, Ph.D.

**Praha, červenec 2014**

# 1. Úvod

Předložený materiál představuje metodický postup pro hodnocení protipovodňových opatření zařazených do programu 129 260 „Prevence před povodněmi III“ (dále jen Program), který byl otevřen v roce 2014.

Cílem metodiky je objektivní a transparentní posouzení všech přihlášených protipovodňových akcí, které umožní jednoznačné stanovení jejich pořadí podle ukazatelů technické účinnosti a ekonomické oprávněnosti. Soubor hodnotících kritérií vychází z konceptu využitého v metodice pro hodnocení akcí zařazených do programu „Prevence před povodněmi II“ se zohledněním strategického zaměření programu „Prevence před povodněmi III“ na vytváření retenčních prostor.

V zaměření III. etapy programu prevence před povodněmi dochází k uplatnění principu retence povodňových průtoků jak pro účely jejich neškodného odvedení, tak pro jejich následné využití jako zdroje vody pro zvládnání jejího nedostatku. Cílem programu je podpora realizace technických protipovodňových opatření. Budou upřednostňována protipovodňová opatření směřující ke zvýšení retence vody v povodí, jako jsou víceúčelové vodní nádrže s retenčním prostorem, suché nádrže (poldry) a opatření k řízeným rozlivům povodní. Opatření podél vodních toků k ochraně zástavby musejí být provázané kompenzačními retenčními opatřeními pod chráněnou lokalitou tak, aby se průběh povodně podél vodního toku nezhoršoval. Protipovodňová opatření budou směřována primárně do území s významným povodňovým rizikem vymezeným podle povodňové směrnice 2007/60/ES.

Pro hodnocení navržených opatření budou použita následující kritéria:

1. Naléhavost povodňové ochrany v daném území.
2. Důraz na retenci.
3. Opodstatněnost v účinku na snížení povodňových rizik.
4. Ekonomická efektivnost vynaložených prostředků.
5. Vhodnost technického řešení.

Uvedená kritéria posuzování protipovodňových opatření umožní komplexní analýzu důsledků jejich realizace. Jako klíčová je třeba považovat kritéria č. 1 až 4, která hodnotí soulad navržených akcí s cíli programu. Rozhodujícím kritériem je ekonomická efektivnost vynaložených prostředků, která bude vyhodnocena na podkladě investorem doložených retenčních účinků daného opatření (vodohospodářské řešení včetně záplavových území). U projektů, pro které investor nedodá rozsah záplavových území ani pro současný stav (např. akce na drobných vodních tocích s důrazem na stabilizaci podélného profilu toku a jiná protierozní opatření), nebude vyhodnoceno kritérium ekonomické efektivnosti. O účelnosti a kvalitě těchto projektů se rozhodne pomocí ostatních kritérií.

U zařazených akcí je současně podmínkou vhodnost technického řešení podle kritéria č. 5. Environmentální hodnocení navržených akcí není předmětem posuzování, neboť žádosti o dotaci jsou dokladovány pravomocným stavebním povolením, jehož součástí je stanovisko příslušného orgánu ochrany přírody, který stanovuje podmínky realizace PPO z hlediska dopadů na životní prostředí.

## **2. Hodnotící kritéria**

### ***2.1 Naléhavost povodňové ochrany v daném území***

Upřednostňována budou protipovodňová opatření, která budou řešit zvýšení ochrany v oblastech s významným povodňovým rizikem vymezeným dle směrnice 2007/60/ES s ohledem na specifika objektů kulturního dědictví a budou vycházet z Plánů pro zvládnutí povodňových rizik přijatých v roce 2015 a v plánech oblastí povodí přijatých ve stejném roce.

Vliv daného protipovodňového opatření na oblast s významným povodňovým rizikem bude posuzována následovně:

- u opatření podél vodních toků musí být toto opatření realizováno přímo ve vymezené oblasti s významným povodňovým rizikem,
- u opatření s retencí musí být plocha povodí daného opatření (retenční nádrž, suchá nádrž, opatření k řízeným rozlivům povodní) větší než 10% plochy povodí v profilu zaústění vodního toku do toku s vymezeným významným povodňovým rizikem.

Pro posouzení naléhavosti povodňové ochrany v daném území budou využity tyto veřejné informační zdroje:

- oblasti s významným povodňovým rizikem: Centrální datový sklad,
- objekty kulturního dědictví: databáze MonumNet.

### ***2.2 Důraz na retenci***

Prioritně budou podporována protipovodňová opatření směřující ke zvýšení retence vody v povodí. Jde o víceúčelové vodní nádrže s retenčním prostorem, suché nádrže (poldry) a opatření k řízeným rozlivům povodní. Tato opatření jsou zvláště významná v územích, ve kterých došlo vlivem změn v území ke snížení retenční schopnosti (zejména realizací staveb na ochranu před povodněmi podél vodních toků). Evidenci snižování retenční schopnosti záplavových území vlivem změn v území vedou státní podniky Povodí podle § 54 odst. 6 vodního zákona.

Opatření podél vodních toků k ochraně zástavby musejí být provázána s kompenzačními opatřeními s retencí lokalizovanými ve stejné oblasti povodí.

### ***2.3 Opodstatněnost v účinku na snížení povodňových rizik***

Řešení funkce navrženého protipovodňového opatření v dotčeném povodí musí navazovat na dříve vybudovaná protipovodňová opatření tak, aby se efekty ochrany posílily, a to včetně provázání s realizováním přírodně blízkých opatření.

Předložený návrh protipovodňového opatření bude obsahovat vodohospodářské řešení s doloženým retenčním efektem a zvýšením míry ochrany území ve srovnání se stávajícím stavem. Zvýšení retence bude dosahováno zejména realizací retenčních nádrží, poldrů nebo

řízeným rozlivem povodní. Vodohospodářské řešení musí obsahovat výpočet transformace povodňové vlny ve vazbě na chráněné území.

Doporučené standardy ochrany před povodněmi podle pravděpodobnosti opakování povodňového nebezpečí při zohlednění rizik jsou již uvedeny v Plánu hlavních povodí České republiky:

- $Q_{100}$  – historická centra měst, historická zástavba,
- $Q_{50}$  – souvislá zástavba, průmyslové areály,
- $Q_{20}$  – rozptýlená obytná a průmyslová zástavba a souvislá chatová zástavba,
- Individuální míra ochrany – izolované objekty hodné zvláštního zřetele.

## ***2.4 Ekonomická efektivnost vynaložených prostředků***

Pro hodnocení ekonomické efektivnosti bude využit postup z metodiky pro hodnocení projektů zařazených do II. etapy programu se zohledněním ohrožení majetku, kulturních a historických hodnot. Východiskem pro výpočet snížení povodňového rizika jsou stanovená záplavová území (ZÚ). Pro odhad povodňového rizika lze využít data z map povodňových nebezpečí a map povodňových rizik připravených na základě implementace „povodňové směrnice“ (2007/60/ES).

Při návrhu protipovodňových opatření podél vodních toků, která by omezovala rozliv a snížila objem existujících záplavových území, musí být současně navrhována opatření zaměřená na zřizování retenčních prostorů, jimiž je snížení objemu inundací kompenzováno. Opatření potom budou hodnocena jako soubor. V opačném případě budou pro potřeby vyhodnocení ekonomické efektivnosti opatření podél vodního toku připočteny náklady na realizaci náhradní retenční nádrže o objemu ohrázaného nebo jinak vyjmutého záplavového území. Jednotková cena náhradního retenčního objemu je uvažována v průměrné výši  $300 \text{ Kč}\cdot\text{m}^{-3}$ . Tato penalizace bude uplatněna v případě, kdy vyloučený retenční objem záplavového území bude větší než 1% objemu teoretické povodňové vlny daného návrhového průtoku. Kontrola objemu vyloučeného záplavového území bude provedena se zahrnutím případných dalších níže ležících opatření podél vodního toku, až do profilu 10-ti násobku plochy povodí navrženého opatření.

Při hodnocení ekonomické efektivnosti pomocí metody nákladů a užitků budou na stranu nákladů připočteny rovněž průměrné roční provozní náklady s cílem zajistit udržitelnost provedených opatření. Odhad provozních nákladů bude porovnán s průměrnými jednotkovými cenami ročních provozních nákladů:

- $0,50 \text{ Kč}\cdot\text{m}^{-3}$  u opatření s retencí,
- $125 \text{ Kč}\cdot\text{m}^{-1}$  u opatření podél vodních toků.

K výpočtu ekonomické efektivnosti bude použito analýzy vynaložených nákladů a následného užítku (Cost Benefit Analysis). Pro průměrné povodňové riziko na jeden rok platí:

$$R = E(D) = \int_{Q_a}^{Q_b} D(Q) \cdot f(Q) dQ$$

kde	$R = E(D)$ je průměrné povodňové riziko na jeden rok	[Kč],
	$D(Q)$ je výše škody při průtoku $Q$	[Kč],
	$Q$ je průtok	[m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ],
	$f(Q)$ je hustota pravděpodobnosti ročních kulminačních průtoků	[-],
	$Q_a$ je průtok při kterém právě začínají vznikat škody	[m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]
	$Q_b$ je průtok při kterém je pravděpodobnost škod již blízká nule	[m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ].

Pro výpočet současné hodnoty rizika (kapitalizované riziko) bude použit diskontní přístup. Výpočet kapitalizovaného rizika je ovlivněn velikostí diskontní sazby. Na základě vývoje diskontní sazby v ČR podle informací ČNB a vzhledem k dalšímu předpokládanému vývoji bude pro hodnocení projektů použita jednotná hodnota diskontní sazby ve výši 3%.

Pro posouzení PPO pomocí metody nákladů a užitků bude použit následující systém ukazatelů, který vychází ze standardních postupů vyčíslení ekonomické efektivity investic.

a) Poměrný ukazatel efektivity PPO.

Poměrný ukazatel vyjadřuje poměrnou ekonomickou efektivity investice:

$$PE = \frac{R(\text{bez PPO}) - R(\text{po realizaci PPO}) - PN}{I \cdot DS} \quad [-],$$

kde	$R(\text{bez PPO})$ .... průměrné roční riziko před realizací PPO	[Kč.rok <sup>-1</sup> ],
	$R(\text{po realizaci PPO})$ ... průměrné roční riziko po realizaci PPO	[Kč.rok <sup>-1</sup> ],
	$PN$ ... průměrné roční provozní náklady	[Kč.rok <sup>-1</sup> ],
	$I$ ... celkové náklady na realizaci PPO	[Kč],
	$DS$ ... roční diskontní sazba v desetinném tvaru	[-].

Ukazatel  $PE$  vyjadřuje poměrnou ekonomickou efektivity opatření pomocí bezrozměrné veličiny, která udává, o kolik bude sníženo současné riziko jednou korunou investice. V případě, že  $PE$  nabývá hodnot větších než 1, jde z dlouhodobého hlediska o rentabilní investici. Při hodnotě menší než 1 je investice z dlouhodobého hlediska ekonomicky neefektivní.

b) Absolutní ukazatel efektivity PPO.

Tento ukazatel vyjadřuje efektivity investice v absolutních ekonomických jednotkách. Jeho hodnota je dána ze vztahu:

$$AE = \frac{R(\text{bez PPO}) - R(\text{po realizaci PPO}) - PN}{DS} - I \quad [\text{Kč}],$$

kde význam symbolů je též jako v popisu ukazatele  $PE$ . Ukazatel popisuje finanční efekt navrženého PPO z dlouhodobého hlediska ve finančních jednotkách. Kladné hodnoty ukazatele svědčí o ekonomické rentabilitě opatření, záporné hodnoty naopak svědčí o

ekonomické nevýhodnosti realizace takového opatření. Ukazatel je totožný s ekonomickou veličinou „čistá současná hodnota“ (Net Present Value).

c) Doba návratnosti.

Tento ukazatel slouží pro orientační vyčíslení ekonomické efektivity PPO pomocí doby návratnosti. Porovnání doby návratnosti jednotlivých PPO s mezními únosnými hodnotami podle tuzemských a zahraničních zkušeností poskytne další nástroj pro objektivní posouzení akcí v mezinárodním kontextu. Hodnota doby návratnosti je dána podle vztahu:

$$DN = \frac{I}{R(\text{bez PPO}) - R(\text{po realizaci PPO}) - PN} \quad [\text{roky}]$$

kde význam symbolů je týž jako v popisu ukazatele *PE* a *AE*.

## 2.5 Vhodnost technického řešení

Vhodnost technického řešení bude z hlediska objektivního posouzení zaměřena na následující oblasti:

- a) zda řešení je v souladu s cílem programu 129 260 a je formulováno a kvantifikováno v souladu s „Konceptí řešení problematiky ochrany před povodněmi v ČR“,
- b) hodnocení úrovně podkladů a stupně připravenosti akce,
- c) zda technické řešení a spolehlivost ochrany před povodněmi odpovídá platným normám, které by měly být považovány za závazné a zhodnocení, zda technické řešení odpovídá současné úrovni poznání v oboru a způsobu řešení obdobné problematiky ve světě,
- d) zda náklady na PPO odpovídají rozsahu plánovaných stavebních, popř. projekčních prací,
- e) zda technické řešení splňuje podmínky bezpečnosti,
- f) zda je opatření dlouhodobě udržitelné a funkční.

Pro hodnocení budou použity následující váhy daných dílčích kritérií:  $w(a) = 1$ ;  $w(b) = 0,5$ ;  $w(c) = 1$ ;  $w(d) = 1$ ;  $w(e) = 1$ ;  $w(f) = 0,5$ .

Každé dílčí kritérium může nabývat následujících hodnot:

- 1 ... kritérium naplněno,
- 0 ... kritérium naplněno částečně,
- 1 ... kritérium nenaplněno.

U dílčího kritéria dle písm. f) je předmětem posouzení porovnání předpokládaných provozních nákladů s průměrnými ročními cenami dle odstavce 2.4.

Ukazatel technického řešení bude vypočten ze vztahu:

$$T = \sum_{i=a}^f w_i HT_i$$

kde  $w_i$  ... váha příslušného dílčího kritéria ( $i = a, b, \dots, f$ ),  
 $HT_i$  ... hodnocení příslušného dílčího kritéria ( $i = a, b, \dots, f$ ).

Kladná hodnota ukazatele  $T$  vyjadřuje převahu kladných rysů technického řešení a záporná hodnota naopak. Pro verbální interpretaci ukazatele  $T$  bude použita následující stupnice:

$T$	Verbální hodnocení technického řešení
$\langle -5, -3 \rangle$	nevhodné technické řešení, nepodloženo podklady
$\langle -3, 0 \rangle$	málo vhodné technické řešení, podklady nedostatečného rozsahu
$\langle 0, 3 \rangle$	podmíněně vhodné technické řešení
$\langle 3, 5 \rangle$	vhodné technické řešení

### 3. Závěr

Hodnocení každého projektu bude ukončeno závěrem, ve kterém budou přehledně vyzdvíženy přínosy a zápory navrženého řešení včetně naplnění jednotlivých kritérií a bude posouzeno, zda je navrhovaná akce PPO v souladu s cíli programu 129 260.

Seznam jednotlivých kritérií s uvedením jejich možných hodnot je uveden v příloze.

### Seznam použitých zdrojů

1. Čihák, F., Satrapa, L., Fošumpaur, P.: Metodika pro posuzování protipovodňových opatření navržených do II. etapy programu „Prevence před povodněmi II“. ČVUT v Praze, Fakulta stavební, 2006.
2. Dokumentace programu 129 260 „Podpora prevence před povodněmi III“. Ministerstvo zemědělství ČR, 2014.
3. Pravidla pro poskytování finančních prostředků v oblasti vod v roce 2014 a způsobu kontroly jejich užití. Ministerstvo zemědělství ČR, 2014.
4. Oblasti s významným povodňovým rizikem vymezené dle tzv. povodňové směrnice 2007/60/ES.
5. Plán hlavních povodí České republiky schválený usnesením vlády České republiky ze dne 23. května 2007 č. 562.
6. Plány oblastí povodí.
7. Vyhláška č. 24/2011 Sb., o plánech povodí a plánech pro zvládnutí povodňových rizik. Ministerstvo zemědělství a Ministerstvo životního prostředí ČR, 2011.

Pro sestavení Metodiky pro posuzování protipovodňových opatření zařazených do III. etapy programu „Prevence před povodněmi“ byly využity výsledky projektu DF11P01OVV009 Programu aplikovaného výzkumu a vývoje národní a kulturní identity.

č.	kritérium	popis	hodnota	jednotka
1	Naléhavost povodňové ochrany v daném území	- řeší PPO oblast s významným povodňovým rizikem vymezeným dle směrnice 2007/60/ES? - jde o záměr dle plánu pro zvládání povodňových rizik? - jde o záměr dle plánů povodí?	A/N	[-]
2	Důraz na retenci	Je dané PPO zaměřené na posílení retence území a současně je v daném hydrologickém povodí deficit retenční schopnosti záplavových území dle evidence státních podniků Povodí (§ 54 odst. 6 vodního zákona)?	A/N	[-]
		Je-li dané PPO bez retence (podél vodních toků), je paralelně navrhováno PPO s retencí, které kompenzuje snížení objemu záplavového území?	A/N	[-]
3	Opodstatněnost v účinku na snížení povodňových rizik	Uvede se: - stávající míra ochrany území (doba opakování neškodného průtoku), - návrhová míra ochrany, (návrhová míra ochrany musí být kvalitativně vyšší než současná a bude porovnána se standardem ochrany pro dané území dle norem a doporučení)	QN – stávající QN – návrhová QN – standard	[roky] [roky] [roky]
4	Ekonomická efektivnost vynaložených prostředků	Rozhodující kritérium, které stanoví: - <u>poměrnou ekonomickou efektivnost</u> , - absolutní ekonomickou efektivnost, - dobu návratnosti.	PE > 1 AE DN	[-] [mil. Kč] [roky]
5	Vhodnost technického řešení	Pro zobektivnění názoru bude posouzení zaměřeno na následující aspekty: a) zda řešení je v souladu s cílem programu 129 260 a je formulováno a kvantifikováno v souladu s „Koncepcí řešení problematiky ochrany před povodněmi v ČR“, b) hodnocení úrovně podkladů a stupně připravenosti akce, c) zda technické řešení a spolehlivost ochrany před povodněmi odpovídá platným normám, které by měly být považovány za závazné a zhodnocení zda technické řešení odpovídá současné úrovni poznání v oboru a způsobu řešení obdobné problematiky ve světě, d) zda náklady na PPO odpovídají rozsahu plánovaných stavebních, popř. projekčních prací, e) zda technické řešení splňuje podmínky bezpečnosti, f) zda je opatření dlouhodobě udržitelné a funkční.	T ∈ (-5, +5)	[-]



**Program aplikovaného výzkumu a vývoje národní kulturní identity (NAKI)**

# **METODIKA PRO POSUZOVÁNÍ PROTIPOVODŇOVÝCH OPATŘENÍ NAVRŽENÝCH DO III. ETAPY PROGRAMU „PREVENCE PŘED POVODNĚMI“**

Identifikační kód projektu: **DF11P01OVV009**

## **Průvodní zpráva k metodice**

Poskytovatel: Česká republika - Ministerstvo kultury

Příjemce-koordinátor: České vysoké učení technické v Praze  
Fakulta stavební



**Září 2014**

## Obsah

<b>I. CÍL METODIKY .....</b>	<b>4</b>
<b>II. VLASTNÍ POPIS METODIKY .....</b>	<b>5</b>
II.1 ODHAD POTENCIÁLNÍCH POVODŇOVÝCH ŠKOD NA NEMOVITÝCH OBJEKTECH KULTURNÍHO DĚDICTVÍ .....	5
II.2 IDENTIFIKACE NEMOVITÝCH OBJEKTŮ KULTURNÍHO DĚDICTVÍ.....	7
II.3 ZTRÁTOVÉ KŘIVKY PRO NEMOVITÉ OBJEKTY KULTURNÍHO DĚDICTVÍ.....	7
<b>III. SROVNÁNÍ NOVOSTI POSTUPŮ .....</b>	<b>10</b>
III.1 SOUČASNÝ STAV POZNÁNÍ.....	10
III.2 ZHODNOCENÍ NOVOSTI POSTUPŮ .....	11
<b>IV. POPIS UPLATNĚNÍ CERTIFIKOVANÉ METODIKY .....</b>	<b>12</b>
<b>V. SEZNAM POUŽITÉ SOUVISEJÍCÍ LITERATURY .....</b>	<b>13</b>
<b>VI. SEZNAM PUBLIKACÍ, KTERÉ PŘEDCHÁZELY METODICE.....</b>	<b>16</b>

## Identifikační údaje:

Poskytovatel: **Česká republika – Ministerstvo kultury**  
Maltézské náměstí 1  
118 11 Praha 1

Program: **Program aplikovaného výzkumu a vývoje národní kulturní identity (NAKI)**

Projekt: **Metodika a nástroje ochrany a záchrany kulturního dědictví ohroženého povodněmi**

Identifikační kód projektu: **DF11P01OVV009**

---

Koordinující příjemce: **České vysoké učení technické v Praze**  
Žitná 4, 166 36 Praha 6

hlavní řešitel: doc. Dr. Ing. Pavel Fošumpaur .....  
Podpis

řešitelé: doc. Ing. Ladislav Satrapa, CSc.  
Ing. Martin Horský, Ph.D.

kontakt: email: [fosumpaur@fsv.cvut.cz](mailto:fosumpaur@fsv.cvut.cz)  
Tel.: 224 354 425, 604 159 727

## I. Cíl metodiky

V České republice je rozhodující část strategických protipovodňových opatření realizována v rámci dotačních programů Ministerstva zemědělství zejména programu Prevence před povodněmi. I. etapa programu probíhala v letech 2004-2007. V následujícím období 2007-2014 byla vybudována velká část protipovodňové infrastruktury v rámci II. etapy programu Prevence před povodněmi. V rámci II. etapy byla část finančních prostředků zajišťována prostřednictvím úvěru od Evropské investiční banky, která si vyžádala objektivní hodnocení zařazených protipovodňových opatření na základě nezávislého posouzení. Za tímto účelem byl vytvořen institut tzv. strategického experta, jehož roli vykonávalo pracoviště předkladatele metodiky (ČVUT v Praze, Fakulta stavební) a částečně rovněž pracoviště VUT v Brně (Fakulta stavební) dle jednotné metodiky.

V současné době probíhá v ČR implementace Směrnice Evropského parlamentu a rady 2007/60/ES o vyhodnocování a zvládání povodňových rizik. Směrnice zavádí pojem mapy povodňového nebezpečí a mapy povodňových rizik. Na Směrnici 2007/60/ES v roce 2010 reagovala česká legislativa novelou č. 150/2010 Sb., kterým se mění zákon o vodách č. 254/2001 Sb. v par. 64a. Zde se povodňová rizika nově rozšiřují i na oblast kulturního dědictví. Metodiku pro přípravu map povodňových rizik připravil Výzkumný ústav vodohospodářský T.G.M. Systematické zmapování objektů kulturního dědictví a objektů historických vodních děl a jejich ohrožení povodňovými riziky však v současnosti stále chybí.

Předložená metodika byla vypracována pro potřeby posuzování protipovodňových opatření zařazených do navazující III. etapy programu Prevence před povodněmi a jejím cílem je objektivní a transparentní posouzení všech navržených protipovodňových akcí. V rámci III. etapy programu budou prioritně podporována protipovodňová opatření směřující ke zvýšení retence vody v povodí. Jde o víceúčelové vodní nádrže s retenčním prostorem, suché nádrže (poldry) a opatření k řízeným rozlivům povodní. Tato opatření jsou současně nejvíce šetrná s ohledem na zachování původního rázu oblastí s kulturně historickými hodnotami, neboť jsou situována zpravidla v extravilánu nad chráněným územím.

Na základě předložené metodiky budou upřednostňována protipovodňová opatření, která řeší zvýšení ochrany v oblastech s významným povodňovým rizikem vymezeným dle směrnice 2007/60/ES s ohledem na specifika objektů kulturního dědictví a budou vycházet z Plánů pro zvládání povodňových rizik přijatých v roce 2015 a v plánech oblastí povodí přijatých ve stejném roce. Pro posouzení naléhavosti povodňové ochrany v daném území budou využity mapy oblastí s významným povodňovým rizikem a databáze objektů kulturního dědictví MonumNet (Národní památkový ústav).

## II. Vlastní popis metodiky

Vlastní metodika je přiložena v samostatné příloze. Základním přínosem ve vazbě na ochranu objektů s kulturně historickými hodnotami je zohlednění jejich specifického charakteru v rámci hodnocení metodou analýzy nákladů a užitků. Je zřejmé, že kulturní a historická hodnota těchto objektů není v řadě případů finančně vyčíslitelná. Zde se však jedná o postup, který hodnotí rozsah povodňových škod na takovýchto objektech na základě odhadu nákladů na jejich uvedení do původního stavu za využití soudobých stavebních postupů a hodnoty jejich zrestaurování.

Zohlednění zvýšené hodnoty nákladů na obnovu památkových objektů vede ve svém důsledku na zvýšení finančně kvantifikovatelného povodňového rizika (průměrné roční škody) v celé ohrožené oblasti. Tato okolnost vede při následné aplikaci metody nákladů a užitků k větší pravděpodobnosti, že akce bude vyhodnocena jako ekonomicky efektivní a bude se v rámci programu Prevence před povodněmi (III. etapa) realizovat.

Následující popis se zaměřuje na postup pro odhad povodňových škod na různých typech objektů v záplavových územích dle jejich stavebně-konstrukční charakteristiky a způsobu využití. Pozornost je zde také zaměřena na odhad průměrných povodňových škod na objektech kulturního dědictví.

### ***II.1 Odhad potenciálních povodňových škod na nemovitých objektech kulturního dědictví***

Pro hodnocení potenciálních povodňových škod na majetku, v tomto případě konkrétně na nemovitých objektech kulturního dědictví, je navržena zobecněná metodika ztrátových křivek vyvinutá katedrou hydrotechniky Stavební fakulty ČVUT v Praze. Potenciální povodňové škody je možné chápat jako finanční hodnotu potřebnou pro obnovu postiženého majetku, tedy se jedná o reprodukční ceny. Potenciální povodňové škody se vždy stanovují pro konkrétní povodňový průtok (vodní stav) a pro případnou následnou rizikovou analýzu záplavového území je většinou zapotřebí stanovit samostatně škody pro celou škálu průtoků (zpravidla alespoň s dobou opakování 5, 20 a 100 let).

Zobecněná metoda ztrátových křivek vychází z inventarizace majetku na základě dostupných databází, zejména ZABAGEDu, Registru sčítacích obvodů, katastrálních map, ortofotomap, katastru nemovitostí a databáze MonumNet. Metoda i díky tomu, že se zaměřuje zejména na hodnocení potenciálních povodňových škod větších územních celků, nevyžaduje (až na složité situace) nutně využití nákladných místních šetření pro identifikaci kategorií a rozsahu majetku.

Pro odhad povodňových škod na objektech kulturního dědictví byly sestrojeny nové ztrátové křivky a navržena identifikace těchto objektů, které jsou popsány dále.

Samotná metoda odhadu povodňové škody na objektu *i* vychází ze základního vztahu:

$$D_{ik} = Q_{ik} C_k L_k(h) \quad [\text{Kč}] \quad (2.1)$$

kde

$i$	index objektu v dané kategorii majetku
$k$	index jednotlivých hodnocených kategorií majetku
$Q$	rozsah zasaženého objektu - půdorysná zastavěná plocha [ $\text{m}^2$ ]
$C$	jednotková cena měrné jednotky dle hodnocené kategorie $k$ v [ $\text{Kč}/\text{m}^2$ ]
$L(h)$	hodnota ztráty (škody) [%] pro jednotlivé kategorie vyjádřená v závislosti na zaplavení, zejména na hloubce zaplavení $h$
$h$	hloubka záplavy [m]
$D$	hodnota vyčíslené škody daného objektu $i$ a kategorie $k$ [Kč]

Jednotlivé jednotkové ceny majetku  $C$  vycházejí z oficiálních veřejných udržovaných statistik (URS Praha, 2014), které uvádějí cenu na  $1 \text{ m}^3$  obestavěného prostoru. Pro potřeby metodiky jsou tyto ceny přepočteny na jednotkový  $\text{m}^2$  výšky jednoho podlaží, tedy trojnásobek odpovídající  $3 \text{ m}^3$  obestavěného  $1 \text{ m}^2$  podlaží při konstrukční výšce 3 m. Ztrátové funkce jsou výsledkem detailního výzkumu pracoviště. Vlastní potenciální povodňové škody jsou vyjádřeny hodnotou, ke které by se v případě povodně měla blížit skutečná škoda.

U potenciálních povodňových škod na nemovitých objektech rozlišujeme 5 základních kategorií využití majetku dle klasifikace JKSO (Jednotná klasifikace stavebních objektů):

- objekty pro bydlení	803
- budovy občanské výstavby	801
- haly občanské výstavby	802
- budovy pro výrobu a služby	812
- haly pro výrobu a služby	811

K těmto kategoriím, ke kterým jsou vygenerovány ztrátové křivky je nově zavedeno 5 stejných kategorií s identifikací, že se jedná o chráněný objekt kulturního dědictví, a se speciálními ztrátovými křivkami. Jednotkové ceny zůstávají zachovány pro dané kategorie dle, jiná hodnota povodňové škody je závislá na modifikovaných ztrátových křivkách.

Škody na všech objektech se sčítají pro jednotlivé objekty  $i$  a kategorie majetku  $k$  dle vztahu:

$$D = \sum_{i, k} D_{ik} \quad [\text{Kč}] \quad (2.2)$$

Ke stanovení škod je výhodné využít prostředků GIS, pomocí kterých je snadné vytvořit datové vrstvy reprezentující jednotlivé objekty a přiřadit jim jednotlivé parametry, jako je kategorie majetku, hloubka záplavy, plocha objektu, příslušnost ke kulturnímu dědictví. Také je pak snadné provést samotný výpočet povodňových škod a vizualizaci ohrožených objektů v mapě s vyjádřením hodnot povodňových škod.

## ***II.2 Identifikace nemovitých objektů kulturního dědictví***

Identifikace ohrožených objektů kulturního dědictví se provádí pomocí informací získaných z databáze MonumNet (Národní památkový ústav) a to pomocí souřadnic nebo adres evidovaných nemovitostí ve vazbě na rozsah záplavového území a dále pomocí plošného rozsahu památkově chráněných zón a územních celků. Objekt je identifikován jako ohrožený objekt kulturního dědictví, pokud se půdorysný polygon jeho reprezentace nalézá alespoň částečně v rozsahu záplavového území a současně se tento polygon nalézá v rozsahu památkově chráněné zóny nebo se jeho adresa (identifikační bod) shoduje s adresou evidovanou v databázi MonumNet včetně shody se specifikací kulturně chráněné části nemovitosti. Pokud je chráněna jen část objektu, provede se vhodné rozdělení polygonu reprezentující objekt na kulturně chráněnou a nechráněnou část. Pro samotné zpracování v GISu je výhodné vytvořit speciální atribut pro uchování identifikace objektů.

## ***II.3 Ztrátové křivky pro nemovité objekty kulturního dědictví***

Metodika ztrátových křivek předpokládá, že pro každou kategorii majetku je vytvořena na základě expertní analýzy a verifikace se skutečným povodňovými škodami speciální ztrátová křivka, která představuje procentuelní ztrátu z jednotkových cen daných kategorií majetku zejména v závislosti na hloubce zaplavení objektu. Jak již bylo uvedeno, jednotkové ceny jsou přebírány z každoročně vydávané publikace (ÚRS Praha, 2014), která odráží aktuální cenovou úroveň stavebních prací v ČR. Samotné ztrátové křivky jsou neměnné (až na případnou aktualizaci dle nových poznatků) a jsou výsledkem dlouholetých výzkumů. Metodika tedy díky tomu může být aplikována nezávisle na jejich tvůrcích a zároveň po správné aktualizaci jednotkových cen je nezávislá na budoucím čase jejího využití.

Ztrátové křivky jsou vygenerovány pro každou kategorii objektu samostatně a to na základě detailního rozboru dílčích konstrukcí jednotlivých typů objektů, vlivu působení kontaktu s povodňovou vodou - citlivost (uvedeme-li slovně například: bez vlivu na konstrukci, s potřebou umytí, vysušení, nebo odstranění a nahrazení, ... s přiřazením procentuelního odhadu poškození) a vlivu rozsahu kontaktu dle hloubky zaplavení (například omítky zatopené cca do poloviny podlaží představují rozsah 50% poškození). Zde je třeba upozornit, že škoda již může být i při téměř nulové hloubce, k čemuž stačí, že objekt je v rozsahu záplavového území. Tímto způsobem je též postihnuto i poškození podsklepených objektů.

Tabulka 2.1 uvádí příklad rozkladu vlivu zaplavení na jednotlivé konstrukce. Je zde uvedeno procentuelní zastoupení dané konstrukce na daném typu objektu, citlivost dané konstrukce na zatopení v [%] a rozsah poškození dle hloubky zatopení v [%]. Pro každou kategorii je rozklad proveden v intervalu odhadu možného poškození daných konstrukcí (tab. 2.1 uvádí pouze horní mez), které v sobě odrážejí rozdílné nároky (zejména finanční a technické) na obnovu jednotlivých prvků daných typů konstrukcí. Pro výpočet potenciální povodňové škody běžných objektů je pak využita průměrná hodnota

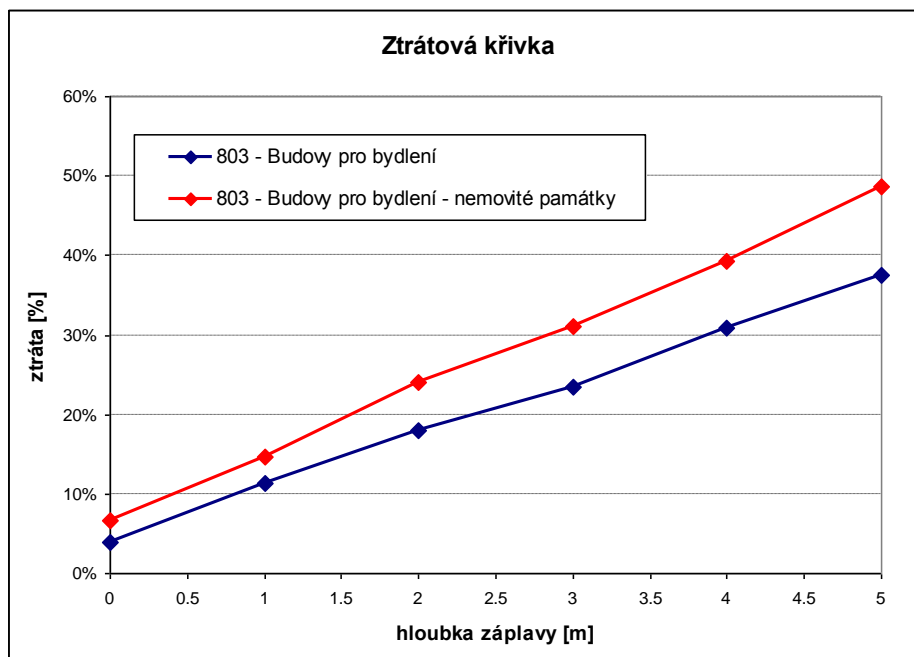
z intervalu rozsahu ztrátové křivky. V případě objektů kulturních památek na základě provedených verifikací s daty se skutečnými škodami z proběhlých povodní (např. data poskytnutá Ministerstvem financí ČR s evidencí povodňových škod v 7 postižených krajích při povodni 2013) se ukazuje (a je toho i využito), že potenciální povodňové škody na objektech kulturního dědictví průměrně odpovídají hodnotám, které dává horní hranice uvedeného odhadu intervalu ztrátových křivek, a proto jsou i tímto způsobem ztrátové křivky pro objekty kulturního dědictví vygenerovány ve všech 5 výše uvedených kategoriích.

**Tab. 2.1** Příklad části tabulky pro stanovení ztrátové funkce - 803 - Budovy pro bydlení - horní mez (dílní ztráta je součinem podílu, citlivosti a rozsahu poškození daného prvku)

Skupiny stavebních dílů a řemeslné obory	podíl [%]	citlivost [%]	poškozeno při hloubce [%]				% škody při hloubce [%]			
			0m	1m	2m	3m	0m	1m	2m	3m
1 Zemní práce	1.9	10.0%	100%	100%	100%	100%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%
2 Zakládání	3.4	10.0%	100%	100%	100%	100%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%
3 Svislé a komplet.konstrukce	13.2	2.5%	10%	40%	60%	100%	0.0%	0.1%	0.2%	0.3%
4 Vodorovné konstrukce	8.9	2.5%	50%	50%	50%	100%	0.1%	0.1%	0.1%	0.2%
5 Komunikace	0.0	1.0%	90%	90%	90%	90%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
6 Úpravy povrchů, podlahy, osazení	9.5	50.0%	25%	40%	70%	100%	1.2%	1.9%	3.3%	4.8%
8 Rourové vedení	0.1	1.5%	90%	90%	90%	90%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
9 Ostatní konstrukce a práce	4.7	1.5%	25%	50%	75%	100%	0.0%	0.0%	0.1%	0.1%
99 Přesun hmot HSV	3.5	1.5%	0%	33%	67%	100%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%
.. .....										
<b>HSV celkem</b>	<b>45.2</b>						<b>1.9%</b>	<b>2.7%</b>	<b>4.3%</b>	<b>6.0%</b>
711 Izolace proti vodě a vlhkosti	1.4	10.0%	80%	100%	100%	100%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%
712 Izolace střech	1.4	10.0%	0%	0%	0%	10%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
713 Izolace tepelné	1.8	100.0%	10%	40%	70%	100%	0.2%	0.7%	1.3%	1.8%
.. .....										
<b>PSV celkem</b>	<b>46.3</b>						<b>4.3%</b>	<b>10.2%</b>	<b>16.3%</b>	<b>21.5%</b>
21-M Silnoproud	6.7	40.0%	10%	33%	67%	100%	0.3%	0.9%	1.8%	2.7%
22-M Montáže oznam. a zabezp. zařízení	1.1	80.0%	20%	40%	75%	100%	0.2%	0.4%	0.7%	0.9%
.. .....										
<b>"M"ceníky celkem</b>	<b>8.5</b>						<b>0.5%</b>	<b>1.3%</b>	<b>2.6%</b>	<b>3.7%</b>
<b>CELKEM</b>	<b>100.0</b>						<b>6.6%</b>	<b>14.3%</b>	<b>23.2%</b>	<b>31.2%</b>

Na obrázku 2.1 je pak uveden příklad výsledných ztrátových křivek pro kategorii 803 Budovy pro bydlení pro standardní typ objektů a pro kategorii památkově chráněných objektů, kde je patrné navýšení ztrátové křivky.





**Obr. 2.1** Příklad ztrátové křivky pro Budovy pro bydlení

Stejným způsobem jsou vygenerovány ztrátové křivky i pro ostatní kategorie objektů podle členění JKSO.

### **III. Srovnání novosti postupů**

Odhadem povodňových škod pro hodnocení ekonomické efektivity prvků povodňové ochrany se ve světě zabývá řada pracovišť. Uvedené analýzy jsou následně využívány pro strategické rozhodování o plánování v oblasti ochrany před povodněmi.

#### **III.1 Současný stav poznání**

Následující přehled uvádí stručně stav poznání v oblasti odhadu povodňových škod.

V Anglii je poměrně rozvinutý systém hodnocení potenciálních povodňových škod, který je ve vývoji již od roku 1970. Systém spočívá v úrovních podrobnosti šetření v závislosti na územním rozsahu analýzy. Při všech úrovních šetření jsou využívána standardní data o škodách vytvořená centrem FHRC (Flood Hazard Research Centre, Middlesex University). Jedná se o data publikovaná tímto centrem od roku 1977 jako „Blue manual“ zabývající se převážně přímými hmotnými škodami, dále v roce 1987 „Red manual“ s doplněnými daty nepřímých škod, a v roce 1992 „Yellow manual“ zaměřený na pobřežní erozi a povodně. Poslední aktualizace z roku 2003 vydaná jako doplnění a aktualizace všech předešlých je označována jako „Multi-Coloured manual“. Součástí systému hodnocení jsou jak přímé hmotné škody, tak i nepřímé nebo nehmotné.

Protipovodňová ochrana v Nizozemí je založena na velmi vysokém bezpečnostním standardu. Jelikož v posledních letech získává na důležitosti riziková analýza a analýza nákladů a užitků, byla vytvořena metoda pro hodnocení povodňových škod. Tato metoda se ve své poslední verzi z roku 2004 nazývá: „Standard method 2004 – Damage and Casualties causes by Flooding“ (Kok, 2004) a je součástí povodňového řídicího systému. Pro tuto metodiku byl vytvořen software nazývaný HIS-SSM, pomocí kterého je možné vyhodnocovat potenciální povodňové škody a ohroženost obyvatel. Program nabízí jak numerické výsledky výpočtu, tak jejich vizualizaci pomocí rastrových map škod, ohrožených obyvatel a jejich úmrtnosti.

V Taiwanu byla vytvořena a aplikována metoda využívající principu funkcí škod (Yang, C.R., Tsai, C.T., 2000). Jedná se o ucelený GIS nástroj nazvaný GFIS (GIS-based Flood Information System) obsahující jak hydraulické modelování proudění, tak i stanovování povodňových škod a tvorbu výstupních map modelu.

V Německu se přístup k hodnocení povodňových škod liší podle jednotlivých spolkových zemí a není nijak ujednocen centrální vládou. Přehled hodnocení se podařilo získat pro Severní Porýní-Vestfálsko, Šlesvicko-Holštýnsko, Sasko a Sasko-Anhaltsko. Podrobněji je postup uveden např. v Horský (2008).

Pro výpočet škod v USA se používají tzv. křivky škod, které vycházejí z doporučení v dokumentu „Downstream Hazard Classification Guidelines“, (1988). Dle těchto směrnic je definováno povodňové nebezpečí jako funkce rychlosti a hloubky a jsou definovány křivky

škod a poškození pro různé předměty, majetek včetně osob. Směrnice dále definují tři zóny nebezpečí pro každou kategorii samostatně v závislosti na hloubce a rychlosti. Tuto metodiku výpočtu škod používá například softwarový nástroj HEC FDA, který slouží jako nadstavba programu HEC-RAS pro 1D modelování proudění v otevřených korytech.

### ***III.2 Zhodnocení novosti postupů***

V ČR je metodika hodnocení povodňových škod rozvíjena na ČVUT v Praze Fakulty stavební od 90. let minulého století. Postup byl v roce 2005 doplněn o hodnocení povodňových rizik se zohledněním pravděpodobnosti vzniku povodňových škod. Systém tak byl připraven pro aplikaci v rámci II. etapy programu Prevence před povodněmi.

Novost postupů v rámci předložené metodiky pro posuzování protipovodňových opatření zařazených do III. etapy spočívá zejména v následujících aspektech:

- a) Metodika je doplněna o hodnocení potenciálních povodňových škod na objektech kulturního dědictví, které jsou identifikovány v záplavových oblastech na základě databáze Monum.Net (Národní památkový ústav). Postupy stanovení ztrátových křivek byly verifikovány s využitím reálných povodní (naposledy v roce 2013).
- b) Metodika byla významně doplněna o vyhodnocování akcí, které zajišťují ochranu před povodněmi prostřednictvím retenční (vodní nádrže, suché nádrže a oblasti pro přirozený rozliv povodní). Tato protipovodňová opatření zpravidla nejsou v neželoucí interakci s původním rázem památkově chráněných objektů v obcích, neboť jsou obvykle realizována v extravilánech (nad chráněným územím).
- c) Do hodnocení ekonomické efektivity protipovodňových opatření byly zohledněny provozní náklady na udržování opatření v technicky žádoucím stavu. Tento aspekt zajišťuje jejich udržitelnost.
- d) Hodnocení navržených protipovodňových opatření zohledňuje jejich naléhavost dle právě dokončených map povodňového nebezpečí a povodňových rizik v souladu s implementací směrnice 2007/60/ES. Oblasti s potenciálně významným povodňovým rizikem byly uveřejněny v roce 2012 (Centrální datový sklad).

## IV. Popis uplatnění certifikované metodiky

Navržená metodika bude uplatněna zejména v rámci programu Prevence před povodněmi – III. etapa administrovaného Ministerstvem zemědělství ČR, kde bude realizován proces certifikace. Metodika bude využita pro zpracovávání posudků strategického experta. Tyto posudky budou zpracovávány pro každou navrženou akci stavebního charakteru, případně projekčního charakteru v souladu se zaměřením programu. Doporučující posudek strategického experta vypracovaný dle metodiky je jedním ze základních kritérií pro financování akce dle Pravidel Ministerstva zemědělství ČR (č.j. 4257/2014-MZE-15152) pro poskytování finančních prostředků v oblasti vod v roce 2014 a způsobu kontroly jejich užití.

Vedle uvedeného základního využití se předpokládá využití metodiky při obhajobě záměrů realizace protipovodňových opatření v dalších lokalitách. V roce 2014 byla metodika využita například v rámci následujících akcí:

- ČVUT v Praze, Fakulta stavební (2014): Prověření možností protipovodňové ochrany hl. m. Prahy. Prověření možností nových PPO v trojské kotlině na fyzikálním modelu. C1 – studie proveditelnosti. Zadavatel: Institut plánování a rozvoje hl. m. Prahy.
- ČVUT v Praze, Fakulta stavební (2014): Vliv opatření stavby nové linky ÚČOV na minimalizaci hladin při povodňových průtocích. Zadavatel: Pražská vodohospodářská společnost a.s.

## V. Seznam použité související literatury

### DATOVÉ ZDROJE:

ÚRS Praha: *Ukazatele průměrné rozpočtové ceny na měrnou a účelovou jednotku*, ÚRS Praha, a.s., ISBN: 978-80-7369-516-3, Praha, 2014.

NPÚ: *MonumNet*, Online databáze nemovitých kulturních památek a památkově chráněných území, Národní památkový ústav, webová verze databáze: <http://monumnet.npu.cz/monumnet.php>, Praha, 2014.

MF ČR: *Evidence povodňových škod v základním detailu pro 7 krajů postižených povodní 2013*, elektronická verze na CD, Ministerstvo financí ČR, Praha, 2014.

### SEZNAM LITERATURY-KNIHY:

Huntingdon, S., MacDougall, K. *Flood risk management*. London: Thomas Telford Publishing, 2002. 255 s. ISBN 0 7277 3112 2

Kass, G., Suleymanova, M. *Floods – Volume I*. London: Thomas Telford Publishing, 2000. 433 s. ISBN 0-415-22743-7

Klijn, F., Schweckendiek, T. *Comprehensive Flood Risk Management: Research for Policy and Practic*. Boca Raton: Taylor & Francis Group, 2013. 315 s. ISBN 978-0-415-62144-1

Orsi, J. *Hazardous Metropolis: Flooding and Urban Ecology in Los Angeles*. London: University of California, 2004. 277 s. ISBN 978-0-520-23850-3

Begum, S., Stive, M.j.f., Hall, J. *Advences in Natural and Technological Hazards Research. Flood Risk Management in Europe: Innovation in Policy and Practice*. Dordrecht: Springer, 2007. 463 s. ISBN 978-1-40-20-4200-3

Federal Ministry for Environmental, Nature Conservation and Nuclear Safety, Ministry of Transport Public Works and Water management. *United Nations Economic Commission for Evrope. Convention on the Protection and Use Transboundary Watercourses and International Lake. Transboundary Flood Risk Management: Experiences from the UNECE Region*. Geneva: United Nation, 2009. 19 s. ISBN 978-92-1-117011-5

International Institut for Environment and Develompment. *Global Report on Human Settlements 2007: Enhancing Urban Safety and Security*. Kenya: UN-Habitat, 2007. 448 s. ISBN 978-1-84407-475-4

Lamond, J., Boot, C., Hammon, F. *Flood Hazards: Impacts and Responses for the Built Environment*. Boca Raton: Thomas Telford Publishing, 2012. 238 s. ISBN 978-1-4398-2625-6

Jha, A.K., Bloch, R., Lamond, J. *Cities and Flooding: A Guide to Integrated Urban Flood Risk Management for the 21 century*. Washington: The World Bank, 2012. 627 s. ISBN 978-0-8213-9477-9

Fletcher, C.A., Spencer, T. *Flooding and Environmental Challenges for Venice and Its Lagoon: State of knowledge*. Cambridge: Cambridge University Press, 2005. 697 s. ISBN 978-0-521-84046-5

ICCROM, ICOMOS, IUCN, UNESCO World Heritage Centre. *Managing disaster risks for World Heritage*. France: United Nations Educational, 2010. 33 s. ISBN 978-92-3-104165-5

#### SEZNAM LITERATURY- ČLÁNKY NA WEB OF SCIENCE :

Maiwald, H., Schwarz, J. *Damage models for extreme flood events - Part 2: Preliminary conclusions from the event in June 2013*. BAUTECHNIK. 2014, Volume 91, Issue 5, s 354 - 367. ISSN 0932-8351

Hyosang, L., Ji-sung, K., Sungheuk, J. *Flood Risk Analysis of Cultural Heritage Sites: Changgyeong Palace, Korea*. ARABIAN JOURNAL FOR SCIENCE AND ENGINEERING. 2014, Volume 39, Issue 5. s 3617-3631. ISSN 1319-8025

Hascher, M. *Management of Flood Risk for Cultural Heritages at Baden-Wuerttemberg*. WASSERWIRTSCHAFT. 2013, Volume 103, Issue 11, s 50-53. ISSN 0043-0978

Holicky, M., Sykora, M. *Assessment of Flooding Risk to Cultural Heritage in Historic Sites*. JOURNAL OF PERFORMANCE OF CONSTRUCTED FACILITIES. 2010, Volume 24, Issue 5, Special Issue: SI, s 432 - 438. ISSN 0887-3828

Palom, A. R. *HISTORICAL FLOODING IN THE TER BASIN (CATALONIA). HISTORY, HERITAGE AND TERRITORIAL DEVELOPMENT*. SUD-OUEST EUROPEEN. 2008, Issue 25, s 65 - 75. ISSN 1276-4930

Lollino, G., Audisio, C. *UNESCO World Heritage sites in Italy affected by geological problems, specifically landslide and flood hazard*. LANDSLIDES. 2006, Volume 3, Issue 4, s 311 - 321. ISSN 1612-510X

Lanza, SG. *Flood hazard threat on cultural heritage in the town of Genoa (Italy)*. JOURNAL OF CULTURAL HERITAGE. 2003, Volume 4, Issue 3, s 159-167. ISSN 1296-2074

Wiebe, D. M., Cox, D. T. *Application of fragility curves to estimate building damage and economic loss at a community scale: a case study of Seaside, Oregon*. NATURAL HAZARDS. 2014, Volume 7, Issue 3, s 2043-2061. ISSN 0921-030X

Suppasri, A., Mas, E., Charvet, I., et al. *Building damage characteristics based on surveyed data and fragility curves of the 2011 Great East Japan tsunami*. NATURAL HAZARDS. 2013, Volume 66, Issue 2, s 319-341. ISSN 0921-030X

Pretenthaler, F.; Amrusch, P.; Habsburg-Lothringen, C. *Estimation of an absolute flood damage curve based on an Austrian case study under a dam breach scenario* NATURAL HAZARDS AND EARTH SYSTEM SCIENCES. 2010, Volume 10, Issue 4, s 881-894. ISSN 1561-8633

Chang, L.F., Kang, J.L., Su, M.D. *Estimation of an absolute flood damage curve based on an Austrian case study under a dam breach scenario*. PROCEEDINGS OF THE 4TH IASME/WSEAS INTERNATIONAL CONFERENCE ON WATER RESOURCES, HYDRAULICS AND HYDROLOGY. 2009, **Book Series:** Mathematics and Computers in Science and Engineering, s 141-146. ISBN 978-960-474-057-4

Masgrau, L.R., Palom, A.R., Pujol, D.S. Mapping the vulnerability of cultural heritage to the flood hazard in the Fluva river basin (Catalonia).

PALAEOFLOODS, HISTORICAL DATA AND CLIMATIC VARIABILITY: APPLICATIONS IN FLOOD RISK ASSESSMENT. 2002, **Conference:** PHEFRA International Workshop, s 347-352. ISBN 84-921958-2-7

Bao, W., Si, W., Qu, S. Flow Updating in Real-Time Flood Forecasting Based on Runoff Correction by a Dynamic System Response Curve. JOURNAL OF HYDROLOGIC ENGINEERING. 2014, Volume 19, Issue 4, s 747-756. ISSN 1084-0699

Baro-Suarez, J. E., Diaz-Delgado, C., Esteller-Alberich, M.V., et al. Economic flood loss estimation curves for Mexican rural and residential areas. Part 1: methodology proposal. INGENIERIA HIDRAULICA EN MEXICO. 2007, Volume 22, Issue 1, s 91-102. ISSN 0186-4076

Baro-Suarez, J. E., Diaz-Delgado, C., Esteller-Alberich, M.V., et al. Flood economic loss estimation curves for Mexican rural and residential areas. Part II: study case of the upper Lerma river watershed, Mexico. INGENIERIA HIDRAULICA EN MEXICO. 2007, Volume 22, Issue 3, s 71-85. ISSN 0186-4076

Booyesen, H.J., Viljoen, M.F., de Villiers, G.T. Methodology for the calculation of industrial flood damage and its application to an industry in Vereeniging . WATER SA. 1999, Volume 25, Issue 1, s 41-46. ISSN 0378-4738

Yang, C.R., Tsai, C.T. Development of a GIS-based flood information system for floodplain modeling and damage calculation. JOURNAL OF THE AMERICAN WATER RESOURCES ASSOCIATION. 2000, Volume 36, Issue 3, s 567-577. ISSN 1093-474X

Jonov, C. M. P., Nascimento, N.O.,Silva, A. P. e Ambiente Construído. Evaluation of flood damage on buildings and calculation of recovery costs. Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído - ANTAC. 2013, Volume 13, Issue 1, s 75-94. ISSN 1678-8621

Kousky, C., Walls, M. Floodplain conservation as a flood mitigation strategy: Examining costs and benefits. ECOLOGICAL ECONOMICS. 2014, Volume 104, s 119-128. ISSN 1873-6106

#### SEZNAM LITERATURY-OSTATNÍ:

Úřední věstník Evropské unie L 288/27 z 6.11.2007, SMĚRNICE EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY 2007/60/ES ze dne 23. října 2007 o vyhodnocování a zvládnání povodňových rizik

Mezinárodní dokumenty ICOMOS (Český národní komitét Mezinárodní rady památek a sídel). Mezinárodní rada památek a sídel (International Council on **Monuments and Sites**). Dokumenty dostupné na WWW <http://www.icomos.cz/>

US Army Corps of Engineers, software Flood Impact Analysis HEC-FDI. Dostupný na WWW <http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-fia>

US Army Corps of Engineers, software Flood Damage Reduction Analysis HEC-FDA. Dostupný na WWW <http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-fda/>

KOK, M., HUIZINGA, H.J., VROUWENFELDER, A.C.W.M., BARENDREGT, A.: Standard Method 2004. Damage and Casualties caused by Flooding. Client: Highway and Hydraulic Engineering Department, 2004.

YANG, C.R., TSAI, C.T.: Development of a GIS-based flood information system for floodplain modelling and damage calculation. In: Journal of the American Water Resources Association, Vol. 36, No. 3, P.567-577, ISSN: 1093-474X, 2000.

BUREAU OF RECLAMATION: Downstream hazard classification guidelines, U.S.Department of interior, 1988.

## VI. Seznam publikací, které předcházely metodice

1. Fošumpaur, P., Horský, M., Nešvarová, P., Satrapa, L.: *Hodnocení povodňových rizik na objektech kulturního dědictví*, sborník konference: Workshop Adolfa Patery - extrémní hydrologické jevy v povodích, ČVTVHS, ISBN: 978-80-02-02423-1, s. 36-43, Praha, 2012
2. Satrapa, L., Horský, M., Drbal, K. a kol.: *Metodika tvorby map povodňového nebezpečí a povodňových rizik*, (Metody stanovování potenciálních škod - ČVUT), VÚV, ([www.povis.cz](http://www.povis.cz)), 2012.
3. Čihák, F., Satrapa, L., Fošumpaur, P.: *Metodika pro posuzování akcí k zařazení do II. etapy programu „Prevence před povodněmi“ (r. 2006-2010)*, Fakulta stavební, ČVUT v Praze, 2005.
4. Fošumpaur, P.: Aplikace rizikové analýzy v protipovodňové ochraně. In: Příručka rizikové analýzy, Ed. Klvaňa. ČVUT v Praze, 2005.
5. Horský, M.: Metody hodnocení potenciálních povodňových škod a jejich aplikace pomocí prostředků GIS. Disertační práce, ČVUT v Praze, Fakulta stavební, Praha, 2008.
6. Satrapa, L., Horský, M., Drbal, K. a kol.: *Metodika tvorby map povodňového nebezpečí a povodňových rizik*, (Metody stanovování potenciálních škod - ČVUT), VÚV, ([www.povis.cz](http://www.povis.cz)), 2012.
7. Satrapa, L., Horský, M., Drbal, K. a kol.: *Návrh metodiky stanovování povodňových rizik a škod v záplavovém území a její ověření v povodí Labe*, projekt: VaV/650/502, (Metody stanovování potenciálních škod - ČVUT), VÚV, 2005.
8. Fošumpaur, P., Horský, M., Nešvarová, P., Satrapa, L.: *Hodnocení povodňových rizik na objektech kulturního dědictví*, sborník konference: Workshop Adolfa Patery - extrémní hydrologické jevy v povodích, ČVTVHS, ISBN: 978-80-02-02423-1, s. 36-43, Praha, 2012