

Zranitelnost povodněmi

**Informační materiál k hodnocení zranitelnosti
povodněmi pro veřejnou správu a soukromé subjekty**



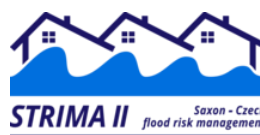
**Pavel Raška
Monika Stehlíková
Thomas Hartmann
a kol.**

V Ústí nad Labem | květen 2018

**Výstup v rámci milníku 1 projektu: Sasko-český management povodňových
rizik II (STRIMA II), Reg. č.: 100282105**



Europäische Union. Europäischer
Fonds für regionale Entwicklung.
Evropská unie. Evropský fond pro
regionální rozvoj.



Ahoj sousede. Hallo Nachbar.
Interreg VA / 2014 – 2020

Obsah

1. Povodně a jejich dopady	1
1.1 Co jsou povodně?	1
1.2 Jak závažné jsou současné povodňové škody?	1
1.3 Jak lze klasifikovat dopady povodní?	3
2. Co je zranitelnost?	4
3. Jaké prvky a subjekty zranitelnosti rozlišujeme?	7
3.1 Cílová skupina	7
3.2 Územní přístup	7
3.3 Složkový přístup	8
4. Na čem závisí míra zranitelnosti?	9
4.1 Co ovlivňuje zranitelnost?	9
4.2 Jak lze ovlivnit míru zranitelnosti?	12
4.3 Mění se zranitelnost s časem?	14
5. Přístupy k hodnocení zranitelnosti	16
5.1 Obecné metodické přístupy	16
5.2 Aktuální příklady hodnocení zranitelnosti a rizik v důsledku povodní	17
6. Literatura	21

1. Povodně a jejich dopady

1.1 Co jsou povodně?

Povodně jsou jedním z nejzávažnějších dějů ovlivňujících charakter krajiny a společnost v ní žijící. Je přitom potřeba doplnit, že negativní konotace povodní vznikají až tehdy, pokud uvažujeme nad jejich společenskými a ekonomickými dopady, případně i těmi dopady environmentálními, které mohou mít pro společnost závažné důsledky. V obecné rovině je však povodně potřeba vnímat jako přirozenou součást utváření krajiny (Langhammer 2007 ed.) a v mnoha regionech a historických obdobích i jako bezpodmínečný předpoklad rozvoje lidské kultury (např. starověké státy Blízkého východu).

Povodně jsou v Česku definovány zákonem č. 254/2001 Sb. *o vodách a o změně některých zákonů* (vodní zákon) jako „přechodné výrazné zvýšení hladiny vodních toků nebo jiných povrchových vod, při kterém voda již zaplavuje území mimo koryto vodního toku a může způsobit škody.“ Zákon dále doplňuje, že „povodní je i stav, kdy voda může způsobit škody tím, že z určitého území nemůže dočasně přirozeným způsobem odtékat nebo její odtok je nedostatečný, případně dochází k zaplavení území při soustředěném odtoku srážkových vod“.

Z uvedené definice plyne, že (a) k vyběžení může dojít jak zvýšeným průtokem, tak snížením průchodnosti koryta, (b) povodně jsou považovány za potenciálně nebezpečný jev, (c) ačkoliv mohou povodně vznikat i lidským přičiněním, uskutečňující se dominantně skrze přírodní hydrologické prvky v území, a proto zpravidla mluvíme o přírodním jevu.

1.2 Jak závažné jsou současné povodňové škody?

Celosvětově jsou povodně jedním z nejzávažnějších přírodních nebezpečí a zpráva Mnichovské zajišťovací společnosti MunichRe za rok 2016 (MunichRe 2017) tento rok nazvala dokonce rokem povodní. Podle této zprávy byly povodně celosvětově v letech 1980–2016 společně s meteorologickými nebezpečnými jevy nejčastějšími přírodními nebezpečnými jevy, přičemž jejich počet dlouhodobě stoupá. Vzrůstají také celkové počty lidských obětí a ekonomické (pojištěné i nepojištěné) škody způsobené povodněmi.

Shrnutí kapitoly:

- Povodně jsou nedílnou součástí vývoje a fungování krajiny.
- Zároveň však představují společensky a ekonomicky nejzávažnější přírodní nebezpečí ve střední Evropě.
- Povodeň je definována zákonem č. 254/2001 Sb. o vodách.
- K povodním dochází jak zvýšením průtoku (vlivem tání sněhu či srážek) nebo snížením průtočného profilu koryta,

Evropská environmentální agentura publikovala podobnou statistickou zprávu v roce 2010 (EEA 2010). Vycházela z dat mezinárodní databáze EM-DAT, kterou spravuje Centrum pro epidemiologii pohrom v belgické Lovani. Tato zpráva pro období 1998–2009 eviduje 213 povodní, které si vyžádaly celkem 1126 obětí na životech a způsobily celkové ztráty ve výši více než 52 miliard Eur.

Ve střední Evropě jsou různé typy povodní dokonce nejčastějším a společensky nejzávažnějším přírodním nebezpečím. Po relativně klidném 20. století roste počet extrémních povodní a z důvodu vyšší exponovanosti lidské společnosti rostou i jejich dopady. Dle mezinárodních databáze EM-DAT si tři nejzávažnější české povodně z let 1997, 2002 a 2013 v období 1990–2014 vyžádaly celkem 100 lidských životů. Ještě vyšší ztráty zaznamenaly další země střední a východní Evropy. Stručný přehled ztrát vyvolaných povodněmi ukazuje tabulka 1. Ačkoliv je nutný brát ohled na určitou míru nepřesnosti, kterou mohou vykazovat různé databáze, využívající rozdílná hodnotící kritéria a způsoby monitoringu, celkové povodňové ztráty jsou extrémní.

Tabulka 1 Dopady nejvýznamnějších povodní posledních let ve vybraných zemích střední Evropy (1990–2014)

Stát	roky povodní	ztráty na životech	ekonomické ztráty v mil. \$
Česko	1997, 2002, 2013	100	5 744
Slovensko	1998	65	306
Slovinsko	2012	1	270
Maďarsko	1999, 2010	10	881
Polsko	1997, 2001, 2010	104	7 380

Poznámka: data z databáze EM-DAT (Guha-Sapir et al. 2015), která pro evidenci událostí využívá kritérium počtu dotčených osob, výši ekonomických ztrát a mezinárodní rozměr krizového řízení

Detailnější data jsou dostupná k jednotlivým povodním ve formě hodnotících zpráv zadaných Ministerstvem životního prostředí ČR (2014). Zpráva pro povodně v roce 1997 uvádí (ČHÚ, 1998), že tato událost způsobila celkem 50 obětí na životech, přičemž tisíce lidí byly ovlivněny ve svém každodenním životě. Celkové ekonomické ztráty byly vyčísleny na 62,6 mld. Kč, z toho 39,2 mld. Kč na nemovitém majetku. Povodně z roku 2002 si vyžádaly 19 obětí na životech a celkové přímé majetkové škody 73,1 mld. Kč. Celkový odhad škod pro povodně z roku 2013 činil 15,4 mld. Kč. Je ovšem nutné brát v úvahu, že povodně způsobily také značné nepřímé škody, s nimiž se vlastníci a správci majetku museli vyrovnávat ještě několik let po povodni. Poškozeny byly např. objekty sociálních služeb či školy, což ovlivnilo běžný chod domácností na delší dobu. Nadto byla

způsobena psychologická újma osobám postiženým povodněmi, kterou lze stěžít finančně vyjádřit.

1.3 Jak lze klasifikovat dopady povodní?

Sledování a vyhodnocování povodňových ztrát je nedílnou součástí hodnocení zranitelnosti společnosti a území povodněmi, které představíme v dalších kapitolách. Na základě sledování ztrát způsobených reálnými povodněmi přitom lze též zpřesňovat metodiky hodnocení zranitelnosti povodněmi. Kvalita metodik hodnocení zranitelnosti proto vždy záleží i na přesnosti existujících dat a na jejich vhodné klasifikaci. Na základě klasifikace povodňových škod (a ztrát) lze pak pro různé typy prvků v území stanovit nejvhodnější metodiku hodnocení zranitelnosti a zároveň i agregované ukazatele zranitelnosti. Tak např. pro budovy běžně užíváme škodní křivky, které znázorňují finanční škodu při různé hloubce zaplavení. Pro zranitelnost populace naopak využíváme epidemiologické přístupy. V hodnocení zranitelnosti na zemědělských plochách je zase nutné počítat s dlouhodobými ztrátami, které vyjadřují jak vliv na úrodu, tak např. i dlouhodobý vliv na využitelnost (obdělávatelnost, úrodnost) pozemku. Základní klasifikaci povodňových škod znázorňuje tabulka 2.

Tabulka 2 Klasifikace povodňových škod dle sektorů/typů objektů (upraveno dle Merz a kol. 2010)

Sektor/typ objektů	poznámka k dostupnosti a možnosti standardizace dat o povodňových škodách
domácnosti	vysoká dostupnost, vyšší míra standardizace oproti jiným sektorům
průmysl	nízká dostupnost, vysoká variabilita cen a škod
služby	nižší dostupnost, vysoká variabilita cen a škod
veřejný sektor	dostupnost i variabilita vysoce závislá na administrativní hierarchické úrovni
infrastruktura	variabilní dostupnost, standardizace možná jen pro některé typy objektů (např. silnice)
zemědělství	vyšší dostupnost dat, vyšší míra standardizace
ostatní	nízká dostupnost dat, pro dílčí náklady je možné stanovit standardizované jednotky (např. evakuační náklady)

Poznámka: možnost standardizace dat vyjadřuje variabilitu škod v rámci sektoru a možnost stanovit průměrné (či jiné podobné) hodnoty, dostatečně přesně vyjadřující škody pro celý sektor.

2. Co je zranitelnost?

Dlouhodobé snahy o snížení dopadů způsobených povodněmi vedly odborníky ke stále detailnějšímu porozumění různým aspektům povodní. Složitost řešeného problému si však nakonec vyžádala též nutnost uchopit jeho celkovou podstatu. Vhodným nástrojem k tomu byl model, který je mezi odborníky využíván jako zjednodušený obraz skutečnosti, který v tomto případě lépe umožňuje pochopit provázanost dílčích aspektů povodní a zároveň stanovit systémová opatření ke zmírnění jejich dopadů.

Používané modely se zejména zaměřují na vysvětlení rizika, které plyne z povodní (stejně jako z jiných nebezpečných jevů).

Jedním z nejběžnějších je tzv. *procesní model rizika*, který byl definován v rámci programu OSN pro pomoc při katastrofických událostech – Office of the United Nations Disaster Relief Coordinator (UNDRO 1979). Tento model znázorňuje riziko jako funkci tří proměnných, resp. složek (Obrázek 1):

- *nebezpečí*, nebo též *ohrožení* (angl. hazard) – v našem případě označuje povodně jako jev, který může vyvolat negativní dopady,
- *exponovanost* (angl. exposure) – označuje míru, s níž jsou danému nebezpečí vystaveny prvky v území (společnost, infrastruktura, krajinné prvky ad.),
- *zranitelnost* (angl. vulnerability) – označuje míru citlivosti uvedených prvků v území, tedy jejich schopnost odolat vlivům povodně.

Shrnutí kapitoly:

- Zranitelnost obecně definujeme jako potenciál ztráty způsobené nebezpečným jevem (např. povodní).
- Zranitelnost spolu s nebezpečím a exponovaností prvků v území tvoří faktory stanovení povodňového rizika.

Obrázek 1 Procesní model povodňového rizika (Upraveno autory dle UNDRO, 1979)



Povodňové riziko je tedy výsledkem spolupůsobení uvedených tří složek a lze je definovat jako pravděpodobnost, že v daném území dojde k povodni, která vyvolá konkrétní společenské, ekonomické či environmentální ztráty. Uvedený model je velmi praktický v tom ohledu, že umožňuje lépe soustředit naši pozornost na jednotlivé aspekty zmírňování povodňových rizik a zároveň zachovává i jejich ucelený (komplexní) charakter. Podstatu spolupůsobení jednotlivých složek povodňového rizika znázorňuje rámeček A.

Rámeček A – Spolupůsobení složek povodňového rizika

Představme si vodní tok, například o velikosti Jizery, se symetrickým korytem a údolním dnem. Na protilehlých březích se nacházejí dvě vesnice. Levobřežní vesnice má 100 domů, z nichž 20 je umístěno v záplavové zóně například 100-leté povodně (Q_{100}), pravobřežní vesnice má taktéž 100 domů, ale pouze 5 z nich je umístěno v této záplavové zóně.

Jakoukoliv povodeň v daném místě můžeme hodnotit jako shodně nebezpečný jev, neboť povodňová vlna bude mít v této lokalitě shodné hydrologické charakteristiky (kulminační průtok, vodní stav). Přesto bude povodňové riziko pro obě vesnice různé, protože exponovanost prvků v území (počet budov) se liší.

Pozměňme nyní uvedenou hypotetickou situaci tak, že v obou vesnicích bude stejný počet domů, postavených v záplavové zóně 100-leté povodně. V levobřežní vesnici však budou budovy dřevěné, zatímco v pravobřežní budou mít podezdívku. Ačkoliv je extremita povodně shodná a stejně tak shodná je exponovanost prvků v území pro obě vesnice, výsledné riziko se bude lišit. Důvodem je rozdílná zranitelnost budov.

Podstatné přitom je, že zranitelnost není dána jen charakterem budov samotných. I pokud by jejich konstrukce byla shodná, společenská zranitelnost v obou vesnicích se může lišit již jen proto, že v jedné existuje sbor dobrovolných hasičů, zatímco v druhé nikoliv.

Ve skutečnosti málokdy nalezneme situaci, kdy by jeden z faktorů byl shodný. Uvedený model rizika však umožňuje vysvětlit, proč v některých místech může relativně malá povodeň či jiný nebezpečný jev způsobit závažnější škody, než extrémní povodeň v jiném místě.

Z hlediska zmírňování povodňových škod nám zaostření na jednotlivé složky povodňového rizika umožňuje realizovat různá opatření. Hydrologové se přednostně mohou zabývat monitoringem vodního stavu a zdokonalují analýzy četností povodňových situací, což umožňuje lépe stanovit potenciální výskyt a rozsah povodní v budoucnu. Územní plánovači a geografové se snaží optimalizovat způsoby využití území tak, aby snížili exponovanost prvků v území vůči povodním. Ekonomové, architekti a mnozí další se pak pokoušejí navrhnout taková opatření, která sníží zranitelnost prvků v území, stejně jako společnosti, která je povodním vystavena.



Bude ještě ukázáno, že pojem a zranitelnosti a způsoby jejího hodnocení se v minulosti proměňovaly. Na tomto místě však můžeme **zranitelnost definovat jako potenciál ztráty způsobené nebezpečným jevem či událostí** (povodní). Zároveň je nutné zdůraznit, že právě celosvětově rostoucí společenské a ekonomické dopady povodní zvýšily pozornost odborné veřejnosti i politických představitelů, věnovanou právě zranitelnosti. Zatímco četnost a extremitu mnohých přírodních nebezpečí lze jen těžko přímo a v krátké době ovlivnit a zároveň rostoucí světová populace vyvolává stále větší tlak na území, v nichž se přírodní nebezpečí vyskytují, právě vhodnější stavby, lépe navržené postupy krizového řízení, ale i zvyšování znalostí společnosti o přírodních nebezpečích mohou zranitelnost, a tedy i potenciální ztráty významně snížit.

3. Jaké prvky a subjekty zranitelnosti rozlišujeme?

Ačkoliv se zranitelnost stala klíčovým pojmem při zmírňování škod způsobených přírodními nebezpečími, odborníci a politici zdůrazňují různé faktory nebo složky zranitelnosti. Jejich „preferenci“ mohou být dány jak osobní zkušeností, tak agendou, kterou mají na starost nebo zkrátka nízkým povědomím o složitosti a provázanosti problému. Pravdou však také je (viz i dále), že chápání problému v celé jeho složitosti může brzdit praktické kroky. Praxe a zvláště snaha o rychlé a viditelné řešení vyžaduje parcelaci problému na zvládnutelné kroky. Na druhou stranu jen tehdy, pokud víme, co děláme (jasná definice přístupu), a přitom si uvědomujeme širší souvislost problému, bude řešení efektivní dlouhodobě a bude produkovat co nejméně rozporných efektů.

Shrnutí kapitoly:

- Míru zranitelnosti lze hodnotit dle cílové skupiny, územního vymezení nebo složky prostředí.
- Na úrovni menších územních jednotek je vhodné cílit na individuální zranitelnost a zvažovat přitom dopady na různé složky prostředí.
- Každé zacílení vyžaduje jiná vstupní data, jejichž kvalita a dostupnost se může významně lišit.

3.1 Cílová skupina

Jedním ze základních aspektů hodnocení zranitelnosti je cílová skupina, na níž se zaměřujeme. Celosvětově se sledují dopady nejzávažnějších přírodních nebezpečí a na základě souhrnných dat za jednotlivé státy či velké regiony je hodnoceno, kam bude nadále směřovat stěžejní úsilí (subvence, humanitární pomoc apod.). Na úrovni státních vlád je cílovou skupinou hodnocení jak celá populace, tak populace konkrétních postižených oblastí. Vlády se pak rozhodují, zda poskytnou specifické finanční subvence dotčeným oblastem. Nezajímá je přitom, jaká je zranitelnost jednotlivců či domácností. To je již úkolem regionálních představitelů, aby finanční či jiné nástroje využili co nejefektivněji. Na úrovni obce pak nezřídka můžeme řešit i zranitelnost jednotlivců. Víme například, že v obci žije několik osob, které nemají automobil, příp. že žijí na polosamotě v relativně odlehle části obce. Zaměřujeme se tedy na zranitelnost jednotlivců. Podle cílové skupiny nastavujeme i ukazatele zranitelnosti. Na celostátní úrovni zpravidla neřešíme stav domácností či podniků, ale zaměřujeme se na celé sektory společnosti a ekonomiky.

3.2 Územní přístup

Do jisté míry provázané s předchozím jsou odlišnosti v územním rozměru hodnocení zranitelnosti. Územní zranitelnost je zpravidla vyjádřena jako agregace zranitelnosti těch prvků, které lze považovat za zásadní pro fungování daného území. V některých



případech je však územní zranitelnost vyjadřována i jako souhrnný ukazatel zranitelnosti celé populace či všech statků určitého území. Velikost území významně ovlivňuje charakter, detail a dostupnost dat, jimiž můžeme vyjádřit míru zranitelnosti. Rozdíly zde však nevznikají jen na stupnici od globálních po lokální přístupy, ale mohou existovat i v rámci územních jednotek podobné velikosti. Správy povodí budou při hodnocení zranitelnosti sledovat jiné ukazatele, než starostové obcí či hejtmani krajů. Rozdílná agenda správ povodí a obcí a protnutí území a hranic obou těchto institucí může vést jak ke spolupráci při zmírňování povodňových škod, tak k protichůdným opatřením a vzájemné nedůvěře – zvláště pokud zákonné podmínky umožňují nezávislý přístup k řešení a pokud obě strany neusilují o spoluutváření protipovodňových strategií.

3.3 Složkový přístup

Konečně, nakládání s pojmem zranitelnost se může lišit i podle upřednostňované agendy. Preference mohou plynout z ideových základů – za závažnější lze považovat ekonomické dopady a veškeré dopady se snažíme převést na monetární (lze s nimi lépe pracovat z hlediska preventivních i nápravných opatření), nebo za nejzávažnější lze považovat sociální nepřímé dopady (které mají v konečném důsledku vliv na ekonomickou výkonnost území). Stejně tak mohou preference vycházet z rozdílné agendy, která aktérům a institucím náleží ze zákona či z principu věci. Výše zmíněný příklad správ povodí a obcí to vystihuje dostatečně. Primární agendou správ povodí je starat se o (eko-)hydrologické vlastnosti povodí (zvolený přístup se může významně lišit), zatímco pro starostu obce je (eko-)hydrologická problematika vodního toku či specificky povodňová aktivita jen jedním z mnoha faktorů strategického rozvoje obce.

4. Na čem závisí míra zranitelnosti?

4.1 Co ovlivňuje zranitelnost?

V pracích věnovaných přírodním rizikům obecně jsou zpravidla vymezeny čtyři základní „globální“ přístupy (či směry), které vystihují také odlišné chápání faktorů ovlivňující míru zranitelnosti společnosti. Tyto přístupy vznikaly postupně, nicméně se spíše doplňovaly, než nahrazovaly. Dle Smith a Petley (2009) se jedná o:

- *Technický přístup* – je nejstarší a byl od svých počátků zaměřen na zlepšení technického řešení staveb a úpravy koryt vodních toků, jako předpoklad snížení zranitelnosti povodněmi. **Problémem** tohoto přístupu je, že jen v omezené míře pracuje se společností a předpokládá, že důkladnější pochopení přírodních zákonitostí povodní a lepší technická řešení sníží zranitelnost sama o sobě. Efektivita těchto řešení však vždy závisí i na ochotě společnosti je přijmout a podílet se na nich (např. i finančně). Po dlouhou dobu tento přístup také spoléhal na strukturální opatření, nebo tzv. šedou infrastrukturu, tedy opatření umělá. Současné snahy povodňového managementu přitom zdůrazňují význam a efektivitu tzv. přírodě blízkých opatření (angl. nature-based solutions).

- *Behaviorální přístup (také humánně-ekologický)* – jeho počátky lze sledovat až do 40. let 20. století a jeho cílem je porozumět důvodům, které vedou společnost k obývání území s vysokým povodňovým rizikem, a dále možnostem, jimiž je možné přizpůsobit činnosti společnosti v území tak, aby nebyla povodněmi ohrožena v takové míře. Člověk tak není jen „příjemce“ dopadů povodní, ale taktéž aktivní činitel při zmírňování potenciálních povodňových škod. Opatření by tedy měla být zaměřena na změnu lidských aktivit vedoucí ke zmírnění příčin povodní, zmírnění ztrát a na větší distribuci potenciálních ztrát v území, která by vedla ke snížení jejich extremity. **Problémem** přístupu je zejména těžko uchopitelná a vyjádřitelná kapacita společnosti adaptovat se na rizikové podmínky. je například složité najít ukazatel,

Shrnutí kapitoly:

- Existují rozdílné přístupy k chápání zranitelnosti, z nichž plyne důraz na odlišné faktory, které mají rozhodující vliv na její míru.

- Každý z přístupů má své výhody a významná omezení.

- V současnosti dominuje strukturální přístup, který předpokládá, že zranitelnost je podmíněna demografickou, ekonomickou, politickou strukturou a dalšími.

- Míru zranitelnosti lze ovlivnit změnou řady z jejich vstupních proměnných (faktorů).

- Zranitelnost se v čase mění vlivem rostoucí populace a její koncentrací v záplavových územích, vlivem změn strukturálních podmínek a také proměnou chápání pojmu přírodní nebezpečí (povodeň) a přírodní riziko (povodňové riziko).

jímž by bylo možné vyjádřit kapacitu k učení a adaptaci. Oproti strukturálnímu přístupu (viz dále) si behaviorální sice přiznává neredukovatelnou složitost vztahů člověka a povodní, ale jen pro některé z nich dokáže najít vhodné popisné charakteristiky.

- *Strukturální přístup* – vznikl v 70. letech 20. století a je založen na předpokladu, že zranitelnost je podmíněna strukturálními vlastnostmi společnosti. Proto je založen na detailní znalosti demografických, ekonomických a dalších dat o společnosti. Zpracování těchto dat umožňuje stanovit souhrnnou míru zranitelnosti pro určitou lokalitu či území. Tento přístup se v hodnocení zranitelnosti stal dominujícím, a to zejména proto, že je založen na relativně dobře dostupných a časově i prostorově srovnatelných datech ze statistických šetření (např. pravidelná sčítání). Tam, kde jsou data hůře dostupná, lze využít tzv. *dazymetrického přístupu* jejich rozložení na menší územní jednotky. Široce užívanými modely, odvozenými ze strukturálního přístupu, jsou tzv. *PAR model* (z angl. pressure and release) model – snaží se nalézt příčiny dopadů přírodních nebezpečí v tlacích, které společnost způsobuje (např. urbanizace); a dále tzv. *Access model* – který rozdílné dopady přírodních nebezpečí ve společnosti vysvětluje různou dostupností osob ke zdrojům, financím, ale i krizové pomoci v průběhu povodní či jiných nebezpečí. V tomto ohledu je model podobný i modelu *sustainable livelihood* (volně udržitelné živobytí), který zranitelnost vysvětluje jako situaci, kdy nebezpečný jev převrací normální (udržitelný) život osob a domácností. **Problémem** přístupu je, že jím využívaná data jen omezeně vystihují motivace společnosti k rizikovým činnostem a taktéž nedokážou vystihnout potenciál společnosti k adaptaci na rizikové prostředí (např. ani data o vzdělanostní struktuře či ekonomickém statusu nevyjadřují ochotu porozumět a podniknout protipovodňové opatření).

- *Rozvojový přístup* – v posledních desetiletích 20. století začala být zvýšená pozornost věnována příčinám, způsobujícím extrémní dopady přírodních nebezpečí v rozvojových zemích. Pozornost je věnována důvodům vedoucích v těchto zemích dlouhodobě k utváření takových institucionálních podmínek, které neumožňují zajistit vyšší míru bezpečnosti populace vystavené přírodním nebezpečím. Jedná se o nedostatečnou či neefektivní legislativu, neexistující mechanismy krizové pomoci či slabé ekonomické zázemí pro nápravu povodňových škod. **Problémem** přístupu je jeho aplikovatelnost jen na některá území měřítko. V globálním pohledu nabízí vysvětlení mnohých závažných příčin

vysokých povodňových škod v rozvojovém světě, směrem k menším územím však územní rozdíly můžeme lépe vysvětlit strukturálním přístupem. Na druhou stranu zůstává výhoda vývojového pohledu na příčiny povodňových škod, který strukturální přístup v dostatečné míře nenabízí.

Kromě uvedených čtyř koncepčních přístupů lze vymezit i různé způsoby chápání samotného pojmu zranitelnost. Tyto způsoby se pak promítají do rozdílných metodických postupů, využívaných v hodnocení zranitelnosti (Cutter 1996). Základní způsoby chápání pojmu zranitelnost uvádí rámeček B.

Rámeček B – Základní způsoby chápání pojmu zranitelnost (Cutter 1996)

Zranitelnost jako *předem existující podmínka* (angl. pre-existing condition) – chápe zranitelnost především jako konkrétní způsob rozložení populace a jejich činností v rizikových územích a z toho plynoucí možné ztráty pro společnost.

Zranitelnost jako *odezva* (angl. tempered response) – chápe zranitelnost jako schopnost (kapacitu) společnosti reagovat na nepříznivou situaci, např. povodeň. Tento způsob chápání je blízký pojmu *resilience*, který se v posledních letech stále častěji užívá k vyjádření schopnosti společnosti pružně reagovat na povodně, tj. zmírnit jejich následky a na základě získané zkušenosti přijmout nová preventivní opatření k dalšímu zmírnění možných budoucích škod. Mnozí odborníci však zranitelnost a resilienci oddělují a tvrdí, že zranitelnost se vztahuje dominantně k předem daným podmínkám (viz výše), zatímco *resilience* vyjadřuje budoucí změnu chování ve vztahu k přírodním nebezpečím.

Zranitelnost jako *ohrožení místa* (angl. hazard of place) – snaží se kombinovat dva předchozí způsoby chápání v předem definovaném fyzickém nebo sociálním prostoru. Fyzickým prostorem může být například povodí či území obce, sociálním prostorem pak vazby v konkrétní sociální formace (povodní např. nemusí být ovlivněný jen fyzické prvky v území, ale také osobní, pracovní či jiné formální vztahy mezi lidmi).

Uvedené přístupy vyjadřují způsob, jakým různí odborníci i političtí představitelé nahlízejí na zranitelnost. Z uvedeného přehledu však doposud nevyplývá, které konkrétní faktory mají na míru zranitelnosti rozhodující vliv. Tyto faktory se budou samozřejmě částečně lišit dle upřednostňovaného přístupu, za základní však můžeme považovat ty, uvedené v tabulce 3.

Tabulka 3 Typické ukazatele zranitelnosti na lokální (obecní) úrovni (*Upraveno dle Cutter a kol., 2008*).

Skupina ukazatelů	příklady
ekologická (přírodní)	potenciál k erozi, typ půd a vegetace (vliv na charakter zemědělské produkce), biodiverzita (citlivost druhů vůči povodním – vliv na případnou dominanci druhu/absenci klíčového druhu)
sociální	hustota zalidnění (vliv na exponovanost vůči povodním), věková struktura (vliv na mobilitu, informační toky při krizovém řízení), genderová struktura (vliv na mobilitu, rodinné vazby), struktura zaměstnanosti (vliv na dostupnost zdrojů při a po povodni), přítomnost akceleračních jevů (sociálně patologické jevy, mentální poruchy v populaci)
ekonomická	příjmové skupiny, zaměstnanost, ceny majetku (movité i nemovité věci), finanční rezervy, přítomnost akceleračních jevů (šedé zóny ekonomiky)
institucionální	existence plánu zvládnání povodní, funkčnost krizového štábu, dostupnost záchranných složek, legislativní a institucionální podmínky k poskytnutí finanční, fyzické a psychologické pomoci, přítomnost nevládních neziskových organizací, církevních organizací
infrastrukturální	dopravní síť, typ a stav budov, přítomnost kritické infrastruktury (např. výměníky, elektrické rozvody), přítomnost budov kolektivního užití (např. školy jako evakuační centra)

4.2 Jak lze ovlivnit míru zranitelnosti?

Je zřejmé, že uvedené přístupy můžeme dobře aplikovat celosvětově, ale méně smysluplné a poněkud hůře využitelné budou některé z nich na lokálním měřítku. Každý z přístupů je také vhodný pro určité činnosti při zmírňování povodňových rizik, ačkoliv již bylo uvedeno, že nejrozsáhleji je využíván přístup strukturální. Využitelnost těchto přístupů na úrovni obcí a regionů v rámci Česka shrnuje tabulka 4.

Tabulka 4 Možnosti využití různých přístupů ke zranitelnosti při zmírňování povodňových škod

Přístup	stěžejní činnosti	vysvětlení
technický	územní plánování	integrace specializovaných podkladových prostorových dat umožňuje definovat lokality s vysokou mírou povodňového rizika a pro tyto lokality přednostně navrhnout vhodná (hydro)technická či konstrukční řešení
strukturální	distribuce rizik krizové řízení monitoring škod	znalost demografických, sociálních a ekonomických dat o území umožňuje dlouhodobě intervenovat za účelem redistribuce rizik, umožňuje lépe nastavit procesy krizového řízení v prostoru a efektivněji sledovat škody způsobené povodněmi
behaviorální	územní plánování komunikace rizik krizové řízení participativní řízení	porozumíme-li motivacím jednotlivců a skupin k činnostem v území, můžeme jim lépe vysvětlit rizika z těchto činností plynoucí, můžeme nastavit efektivnější způsoby krizového řízení (např. varovné zprávy) a zvýšit efektivitu protipovodňových strategií díky posílení důvěry mezi řídicími složkami a veřejností
rozvojový	omezené využití	ačkoliv existují územní rozdíly ve zranitelnosti společnosti, v rámci jednoho státu je lze postihnout strukturálním přístupem, neboť legislativní a další normativní institucionální podmínky jsou shodné; částečně lze přístup využít k lepšímu pochopení vývoje, jakým povodňové riziko chápe společnost – to má vliv i na ochotu přijmout protipovodňová opatření

Na základě volby celkového (koncepčního) přístupu ke zmírňování zranitelnosti pak lze pracovat s konkrétními ukazateli zranitelnosti (viz tabulka 3) a snažit se o jejich takové nastavení, které zmírní potenciální dopady přírodních nebezpečí. Jistou výhodou je, že většinu z uvedených ukazatelů se snažíme zlepšovat i v rámci jiných agend rozvoje obce (např. usilujeme o vyrovnanou věkovou strukturu, vysokou a diverzifikovanou zaměstnanost v sektorech, zlepšení dopravní dostupnosti). Na druhou stranu intervence ovlivňující tyto ukazatele mohou mít efekt patrný až v dlouhodobém časovém horizontu a někdy mohou být protichůdné. Pokud je tedy obec vystavena závažným přírodním nebezpečím, je vhodné se soustředit na klíčové ukazatele, které se v minulosti projevily zvýšenými dopady. Například pokud bylo patrné, že některá část obce byla evakuována jen s obtížemi kvůli zhoršené dostupnosti, budeme i na základě ekonomické náročnosti volit mezi lepší protipovodňovou ochrannou dané části obce, zkvalitnění komunikací/místní úpravou dopravního značení, zvýšením počtu evakuačních prostředků/zapojení soukromých subjektů do evakuačních plánů apod.



4.3 Mění se zranitelnost s časem?

V současnosti je zranitelnost hodnocena zejména pro různé prostorové jednotky za účelem jejich srovnání, které má vést k navržení a efektivnějšímu územnímu zacílení vhodných opatření ke zmírnění povodňových škod. Zcela legitimní je však otázka, zda se zranitelnost povodněmi mění s časem, a tedy zda jsou realizovaná opatření úspěšná.

Překvapivě málo prací bylo doposud věnováno dlouhodobému hodnocení změn ve zranitelnosti přírodními nebezpečími (příp. konkrétně povodněmi). Nedostatek poznání přitom není v samotných datech o povodňových škodách, ale spíše v jejich interpretaci a vyjádření jejich vztahu k míře zranitelnosti. Podrobné hodnocení vývoje míry zranitelnosti pro relativně malé územní jednotky bylo např. provedeno pro Spojené státy americké (Cutter a Finch 2008), nicméně z důvodu omezené dostupnosti statistických dat jen pro nepříliš dlouhé časové období let 1960–2000.

Další práce (např. Aceto a kol. 2016) sumarizují každoroční povodňové ztráty (oběti a životech, příp. též ekonomické ztráty) na základě rozmanitých dat pro dlouhá období, avšak neberou v úvahu změny v institucionálních podmínkách (např. zákony), které výši ztrát mohly ovlivnit. Navíc jsou si i sami autoři těchto studií vědomi, že dostupnost a rozsah dat stoupá směrem k současnosti. Tyto studie tak zpravidla naznačují rostoucí trend společenských a ekonomických ztrát a z toho odvozují rostoucí míru zranitelnosti společnosti. Kvantifikované povodňové ztráty však nejsou přímým ekvivalentem míry zranitelnosti. Mnohé historické komunity se například s ekonomicky vyjádřenou vyšší ztrátou mohly psychologicky vyrovnat lépe než moderní společnosti s relativně nižší ztrátou. Důvodem je odlišný tzv. mentální model, kterým komunity zdůvodnily katastrofickou událost a vzniklé ztráty.

Souhrnně se na dlouhodobých změnách povodňových ztrát a zdánlivé míře zranitelnosti v čase nejvíce podílí následující faktory:

- zlepšující se dostupnost dat o povodňových ztrátách vlivem rozvoje komunikačních technologií, monitoringu a reportingu – projevuje se převážně **růstem** ztrát a míry zranitelnosti;
- přirozeně se zvyšující světová populace, která stále významněji využívá území vystavených přírodním nebezpečím – projevuje se převážně **růstem** ztrát a míry zranitelnosti;



- změny ve strukturálních charakteristikách světové populace (zvýšení gramotnosti, ekonomického statusu, mobility, intenzity sociálních sítí ad.) – může se projevit **poklesem** ztrát a míry zranitelnosti;
- rozdílné vnímání a vysvětlení příčin, průběhu a dopadů přírodních pohrom (např. to, co dříve nebylo chápáno jako přírodní nebezpečí, nyní takto chápáno je; podobně to, co dříve nebylo chápáno jako škoda, nyní je) – projevuje se převážně **růstem** ztrát a míry zranitelnosti;
- přijímání nových protipovodňových opatření díky učení, adaptaci a implementaci nových technologií a postupů – může se projevit **poklesem** ztrát a míry zranitelnosti.

5. Přístupy k hodnocení zranitelnosti

5.1 Obecné metodické přístupy

V základní úrovni můžeme rozdělit hodnocení zranitelnosti na populační, ekonomické a prostorové (pro předem definované území jednotky). Tato hodnocení lze kombinovat, ale vždy narazíme na omezení dostupnosti dat. Proto je hned v počátcích vhodné zvolit jeden z přístupů.

Populační (též epidemiologický) *přístup* k hodnocení zranitelnosti umožňuje získat celkovou představu o míře zranitelnosti v rámci populace. Adger (2006) pro toto hodnocení navrhuje následující ukazatele (tabulka 5).

Tabulka 5 Hodnocení zranitelnosti na úrovni populace

Ukazatel	vysvětlení	příklad*
proporční zranitelnost (angl. proportional vulnerability)	podíl populace hodnocené jako zranitelné; je založen na souhrnném počtu osob, ale nevyjadřuje rozdíly ve zranitelnosti jednotlivců	35 % populace je zranitelných
mezera zranitelnosti (angl. vulnerability gap)	agregovaný rozdíl vzdálenosti mezi bezpečím (well-being) jednotlivců a prahem zranitelnosti; zmírnění zranitelnosti lze dosáhnout jak snížením počtu zranitelných osob, tak zvýšením vzdálenosti od prahu zranitelnosti	populace je málo zranitelná, protože jen její část je vystavena nebezpečí a k dosažení úplného bezpečí stačí jen malá změna podmínek
extremita zranitelnosti (angl. vulnerability severity)	vážená distribuce mezery zranitelnosti a zranitelné populace; čím více osob je koncentrováno v kategoriích vysoké zranitelnosti, tím vyšší je závažnost zranitelnosti	závažnost je vysoká, neboť značná část populace je koncentrována v kategoriích významně překračující práh zranitelnosti

*Poznámka: *příklady v řádcích jsou ilustrativní a nevyjadřují shodnou situaci.*

Ekonomický přístup vychází z tzv. ekonomického modelu rizika, který riziko definuje jako pravděpodobnost, že určitá nepříznivá událost (přírodní nebezpečí) způsobí určitou míru ekonomických ztrát. Tento přístup je užíván zejména proto, že ekonomické škody způsobené povodněmi patří k nejzávažnějším, s nimiž se státy, regiony či obce musí vypořádávat. Ekonomické hodnocení zranitelnosti přitom umožňuje odhadnout možné ztráty způsobené povodněmi. Uvedený přístup má však dvě omezení: (a) převedení veškerých škod na monetární proměnné je složité a ne vždy možné. Proto se ekonomický přístup soustředí zejména na movité a nemovité věci (např. kap. 5.2.3) a i přesto jen

omezeně dokáže vystihnout významné rozdíly a dynamiku cen těchto věcí v prostoru a čase (např. často využívá průměrných či v místě a čase obvyklých cen). Dále (b) tento přístup jen v omezené míře nabízí možnosti intervencí ke zmírnění povodňových škod, a vhodný je tedy spíše pro odhad škod, jejich monitoring, ale využít lze i pro hodnocení dopadu protipovodňových opatření na snížení ekonomických ztrát způsobovaných povodněmi.

Prostorový přístup k hodnocení zranitelnosti je založen na agregovaných ukazatelích. Pro předem definovanou území jednotku se provede rešerše existujících demografických, sociálních, ekonomických a dalších dat, zhodnotí se jejich relevance ve vztahu ke zranitelnosti a navrhne se způsob jejich agregace včetně vážení. Tento přístup je charakteristický zejména pro různé typy indexů zranitelnosti (viz kap. 5.2.1). Pro územní jednotku pak máme k dispozici jediné číslo (index), vyjadřující míru zranitelnosti. Tímto způsobem lze porovnávat území mezi sebou, nebo výpočet opakovat, a získat tak představu o změnách zranitelnosti v čase.

5.2 Aktuální příklady hodnocení zranitelnosti a rizik v důsledku povodní

5.2.1 Mapy povodňových rizik České asociace pojišťoven

Jedním z možných ukazatelů zranitelnosti v Česku jsou také povodňové mapy od České asociace pojišťoven (ČAP). Mapy se vážou k danému území, respektive k dané nemovitosti a slouží k tarifickaci povodňového rizika a sazeb pojištění. Na základě zadání konkrétní adresy je nemovitost přiřazena do jedné ze čtyř kategorií dle rizika ohrožení. Díky této skutečnosti pak dochází k výpočtu sazeb pojištění nemovitostí, případně konkrétní domácnosti. Všeobecně tak znázorněné zóny na mapě udávají **míru rizika** zasažení povodní **z pohledu pojistného trhu**.

Zatímco do zóny 1 patří území, kde povodně nehrozí a pojištění v této oblasti bude bezproblémové, pokud se území nachází v zóně 4, spadá do území tzv. 20 leté vody a většinou dojde k odmítnutí pojištění proti povodni. V zónách 2 a 3 již jde o území, které je ohroženo možnou povodní, a sazby pojištění mohou být navýšeny o rizikový příplatek. Ten může být různý u pojištění nemovitosti i u pojištění domácnosti a liší se i v nabídce jednotlivých pojišťoven. Je však důležité upozornit, že využití těchto map je směřováno převážně pro již zmíněný pojistný trh, protože pro jiné účely mohou být informace zavádějící. Je zde totiž významný rozdíl mezi záplavovým územím dle ČAP a dle vodohospodářského úřadu. Povodňové mapy pojišťoven totiž mapují kromě rizika

vybřežení vodních toků i související záplavy zpětným vzduťím pŕes kanalizační systémem nebo záplavy zpŕosobené pŕívalovými dešti.

5.2.2 *Mapy povodňové zranitelnosti a ohrožení*

Současnost nám pomocí analytických metod umožňuje poměrně komplexně určit hodnotu zranitelnosti. Nevýhoda ale spočívá v následně velkém počtu prezentovaných dat, která jsou potřeba vyhodnocovat zkušenou osobou. Žádoucí tedy je, aby se analýza zranitelnosti dala provést v relativně krátkém čase a jednoduchým způsobem, což umožňují právě mapové podklady.

Mapy ohrožení mohou vznikat kvantifikací zranitelnosti povodněmi, které mohou být vlivem kombinací číselných ukazatelů pro různé faktory pouze jedním indexovým číslem. Mapy pak znázorňují prostorové rozložení prvků zranitelných povodněmi. K výpočtu těchto ukazatelů se může využít nástroj GIS (geografické informační systémy) na základě různých otevřených zdrojů prostorových dat, čímž se stává tvorba map zranitelnosti i nízkonákladovou. Mapy pak mohou být podkladem pro územní plánování s cílem dlouhodobě snižovat počet obyvatel či hustotu zalidnění v záplavových zónách, a tím i jejich zranitelnost a povodňové riziko. Problémem však zůstává, že mapy nejsou vždy ideálně využívány. Například ve Francii bylo vydáno více jak 80 % stavebních povolení v záplavových zónách (v posledních 40 letech), čímž často vznikly nové „nebezpečné“ stavební projekty (Barroca a kol. 2006).



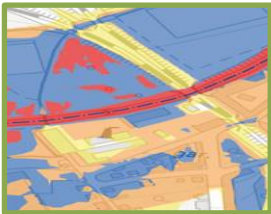
V současnosti jsou na základě transpozice Evropské povodňové směrnice (EC, 2007) do české legislativy vytvářeny **mapy ohrožení**, které představují jistou alternativu k mapám zranitelnosti. Jsou vytvořeny použitím metody matice rizika (Beffa, 2000), kdy není potřeba kvantifikace povodňových škod. Právě tato metoda nám umožňuje nekvantitativní odhad škod, jelikož vyjadřuje povodňové riziko pomocí čtyřstupňové barevné škály. Kategorie tak obsahují doporučení pro vhodnost/nevhodnost stávajícího nebo budoucího funkčního využití ploch a doporučení na omezení případných aktivit. Tyto informace se pak mohou promítnout v územně plánovací dokumentaci nebo při návrhu opatření na ochranu před povodněmi. Tyto mapy jsou spolu s mapami povodňového nebezpečí podkladem pro vznik map povodňových rizik a plánů pro zvládnutí povodňového rizika (viz dále).

5.2.3 *Mapy povodňového nebezpečí*

Mapy povodňového nebezpečí jsou charakterizovány rozsahem rozlivu, hloubkou a rychlostí vody v zaplaveném území. Zpracovány jsou pro čtyři scénáře s N-letostí 5, 20,

100 a 500 let. Výsledná mapa tak umožňuje kvantifikovat povodňové nebezpečí a znázorňuje intenzitu povodně. Tyto mapy jsou pak také jedním z podkladů pro vytvoření map povodňových rizik. Právě kombinací map povodňového nebezpečí a zranitelnosti objektů v záplavovém území vznikají **mapy povodňového rizika**. Vyjadřují potenciální škody spojené s povodněmi a zobrazují území a objekty, u kterých je kritérium maximálního přijatelného rizika překročeno. Mapy lze využívat například pro znázornění orientačního počtu potenciálně zasažených obyvatel nebo zařízení, která mohou v případě zaplavení způsobit havarijní znečištění.

Tabulka 6 Ukázka povodňových map

	<p>mapy povodňového nebezpečí</p> <ul style="list-style-type: none"> • rozsah rozlivu • hloubka • rychlost vody
<p>mapy povodňových rizik</p> <ul style="list-style-type: none"> • mapy povodňového nebezpečí • zranitelnost objektů 	
	<p>mapy povodňového ohrožení</p> <ul style="list-style-type: none"> • metoda matice rizika (Beffa, Switzerland) • není potřeba kvantifikace povodňových škod

Mapy mohou dále sloužit jak veřejnosti, tak odpovědným orgánům nejen k sestavení plánů pro zvládnutí povodňových rizik (viz kap. 5.2.4), ale také revizi stanovených záplavových území, tvorbě nebo aktualizaci povodňových plánů, ale především k upravení budoucího využití území, které je ohroženo, a to pomocí územního plánování. Proto se mapy povodňového nebezpečí a mapy povodňových rizik musí stát důležitou a neopominutelnou součástí územně plánovacích podkladů, z něhož vychází.

5.2.4 Plány pro zvládnutí povodňových rizik

Plány pro zvládnutí povodňových rizik jsou tvořeny na základě povinnosti vyplývající z Evropské povodňové směrnice, respektive z její transpozice do české legislativy. Proces implementace je řízen Ministerstvem životního prostředí ČR, které je za její naplňování



spolu s Ministerstvem zemědělství ČR také zodpovědné. Součástí plánů je také předběžně vymežit povodňové riziko a vymežit oblasti s významným povodňovým rizikem pomocí map povodňového nebezpečí a povodňových rizik, pro které byly zpracovány mapy. Plány jsou považovány za obecná opatření (tedy nikoli zaměřena pouze na krizové stavy), které jsou v Česku zpracovány na úrovni povodí (Labe, Ondra, Dunaj), jakožto shodné správní jednotky s rámcovou směrnicí. Vytvořené plány obsahují dva základní typy opatření (obecná a konkrétní). Obecná opatření se mají týkat všech obcí ležících v oblastech s významným povodňovým rizikem a zaměřují se na prevenci a zlepšení připravenosti. V rámci připravenosti se klade důraz například na vytvoření a trvalou aktualizaci povodňové dokumentace nebo zřízení a modernizaci lokálních výstražných systémů. V rámci plánů je také pro každou oblast specifikováno, zda povodňové plány již existují (a budou se aktualizovat), či je plány potřeba pořídit, konkrétní opatření nejčastěji představují výstavbu ochranných hrází.

6. Literatura

ACETO, L. CALOIERO, T. PASQUA, A. PETRUCCI, O. 2016. Analysis of damaging hydrogeological events in a Mediterranean region (Calabria). *Journal of Hydrology*.

ADGER, N. 2006. Vulnerability. *Global Environmental Change* 16: 268–281.

BARROCA, B.; BERNARDARA, P.; MOUCHEL, J. M.; HUBERT, G. 2006. Indicators for identification of urban flooding vulnerability, *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 6: 553–561.

BEFFA, C. 2000. A Statistical Approach for Spatia Analysis of Flood Prone Areas. International Symposium on Flood Defence, D-Kassel.

CUTTER, S. 1996. Societal Vulnerability to Environmental Hazards. *Progress in Human Geography* 20(4): 529–539.

CUTTER, S. et al. 2008. A place-based model for understanding community resilience to natural disasters. *Global Environmental Change* 18(4): 598–606.

CUTTER, S.; FINCH, CH. 2008. Temporal and Spatial Changes in Social Vulnerability to Natural Hazards. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America.

ČHÚ (ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV). 1998. *Vyhodnocení povodňové situace v červenci 1997*. Dostupné online na: <http://voda.chmi.cz/pov97/obsah.html>

EC (European Commission). 2007. Directive 2007/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2007 on the assessment and management of flood risks. Official Journal of the European Union, Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg City, Luxembourg. **L 288**, 27-34

EEA. 2010. *Mapping the impacts of natural hazards and technological accidents in Europe. An overview of the last decade*. EEA technical report no 13/2010. European Environment Agency, Copenhagen.

GUHA-SAPIR, D. ; HOYOIS, P. ; BELOW, R. 2015. Annual Disaster Statistical Review 2014: The numbers and trends.

LANGHAMMER, J. ed. 2007. *Povodně a změny v krajině*. Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy v Praze a Ministerstvo životního prostředí ČR, Praha.

MERZ, B.; KREIBICH, H.; SCHWARZE, R.; THIEKEN, A. 2010. Assessment of economic flood damage. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.* 10: 1697–1724.

MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ. 2004. *Katastrofální povodeň v České republice v srpnu 2002*. Dostupné online na: <https://www.mzp.cz/web/edice.nsf/9af90f28a8b1493bc1256fbe004bbefa/b6d9a32b97767ac7c1256fc5003b9aff?OpenDocument>

MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ. 2014. *Vyhodnocení povodní v červnu 2013*. Dostupné online na: <http://voda.chmi.cz/pov13/SouhrnnaZprava.pdf>

MUNICHRE. 2017. TopicsGeo – *Natural catastrophes 2016, Analyses, assessments*. MunichRe, Mnichov.

SMITH, K.; PETLEY, D. 2009. *Environmental Hazards: Assessing Risk and Reducing Disaster*. Routledge, London.

UNDRO. 1979. Natural Disasters and Vulnerability Analysis. Report of Expert Group Meeting. Office of United Nations Disaster Relief Co-Ordinator (UNDRO), Palais des Nations, CH-1211 Geneva 10, Switzerland.